

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5996527号

(P5996527)

(45) 発行日 平成28年9月21日 (2016. 9. 21)

(24) 登録日 平成28年9月2日 (2016. 9. 2)

(51) Int. Cl.	F 1
A 2 3 D 9/02 (2006. 01)	A 2 3 D 9/02
C 1 2 P 7/64 (2006. 01)	C 1 2 P 7/64
C 1 2 N 15/09 (2006. 01)	C 1 2 N 15/00 Z N A A
C 1 2 N 1/13 (2006. 01)	C 1 2 N 1/13

請求項の数 16 (全 455 頁)

(21) 出願番号	特願2013-512065 (P2013-512065)	(73) 特許権者	509328423
(86) (22) 出願日	平成23年5月27日 (2011. 5. 27)		テラヴィア ホールディングス, インコ
(65) 公表番号	特表2013-528383 (P2013-528383A)		ーボレイテッド
(43) 公表日	平成25年7月11日 (2013. 7. 11)		アメリカ合衆国、94080 カリフォル
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/038464		ニア州 南サンフランシスコ ブルーバー
(87) 国際公開番号	W02011/150411		ド ゲートウェイ 225
(87) 国際公開日	平成23年12月1日 (2011. 12. 1)		225 Gateway Bouleva
審査請求日	平成26年5月26日 (2014. 5. 26)		rd South San Franci
(31) 優先権主張番号	61/428, 192	(74) 代理人	100078282
(32) 優先日	平成22年12月29日 (2010. 12. 29)		弁理士 山本 秀策
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113413
(31) 優先権主張番号	61/414, 393		弁理士 森下 夏樹
(32) 優先日	平成22年11月16日 (2010. 11. 16)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 用途に応じた油を含む食品成分

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酵素活性が低下した、不活性化内在性脂肪酸デサチュラーゼまたは変異内在性脂肪酸デサチュラーゼを有する微細藻類に由来し、少なくとも60%のC18:1、および7%未満のC18:2を含む脂肪酸プロフィールを有するか、又は

酵素活性が低下した、不活性化内在性ステアロイルACPデサチュラーゼまたは変異内在性ステアロイルACPデサチュラーゼを有する微細藻類に由来し、少なくとも35%の飽和脂肪酸を含む脂肪酸プロフィールを有する、微細藻類トリグリセリド油であって、

前記微細藻類が、Protheca属の微細藻類であり、かつ、アシルーACPチオエステラーゼをコードする外来遺伝子を含む、微細藻類トリグリセリド油。

10

【請求項 2】

少なくとも70%、少なくとも75%、又は少なくとも80%のC18:1を含む、請求項1に記載の油。

【請求項 3】

5%未満、3%未満、又は1%未満のC18:2を含む、請求項1または2に記載の油。

【請求項 4】

少なくとも60%、又は少なくとも65%の飽和脂肪酸を含む、請求項1に記載の油。

【請求項 5】

少なくとも80%、少なくとも85%、又は少なくとも90%の飽和脂肪酸を含む、請

20

求項 4 に記載の油。

【請求項 6】

前記脂肪酸プロフィールが、少なくとも 1 % の C 8 : 0、少なくとも 1 % の C 10 : 0、少なくとも 1 % の C 12 : 0、少なくとも 2 % の C 14 : 0、少なくとも 30 % の C 16 : 0、および少なくとも 5 % の C 18 : 0 のうちの一つ又は複数をさらに含む、請求項 1 に記載の油。

【請求項 7】

前記油の前記脂肪酸プロフィールが、天然に存在する油の脂肪酸プロフィールの上位 2 つのトリグリセリドの少なくとも + / - 15 % を含み、前記天然に存在する油が、カカオバター、ココナッツ油、パーム油、パーム核油、牛脂及びラードからなる群から選択される、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の油。

10

【請求項 8】

1 % 未満の β -シトステロールを含む、請求項 1 に記載の油。

【請求項 9】

前記微細藻類が、*Prototheca moriformis* である、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の油。

【請求項 10】

1 つ又は複数の他の食用成分とともに、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の油を含む、食品組成物。

【請求項 11】

20

サラダドレッシング、卵製品、焼成製品、パン、バー、スナックチップ、パスタ、ソース、スープ、飲料、冷菓、バター又はスプレッドである、請求項 10 に記載の食品組成物。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の油を、少なくとも一つの他の食用成分と組み合わせる工程を含む、食品組成物の製造方法。

【請求項 13】

a. 従来の食品中の非藻類油、非藻類脂肪又は卵の量を決定する工程；及び、
b. 前記非藻類油、非藻類脂肪又は卵の一部を、特定量の前記微細藻類トリグリセリド油に置き換えるか、又は前記非藻類油、非藻類脂肪又は卵に特定量の前記微細藻類トリグリセリド油を補う工程

30

とをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記食品組成物に非藻類油、非藻類脂肪又は卵を加えない、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

微細藻類トリグリセリド油の前記量が、前記の従来の食品中の前記非藻類油、非藻類脂肪又は卵の質量又は容積の 0.25 倍 ~ 4 倍である、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の微細藻類トリグリセリド油を生成する方法であって、

40

前記微細藻類の細胞の集団を培地中で培養する工程と、

前記微細藻類の細胞から前記微細藻類トリグリセリド油を単離する工程とを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連する出願の相互参照)

本出願は、米国特許法第 119 条 (e) に基づき、2010 年 5 月 28 日に出願した米国仮出願第 61 / 349,774 号、2010 年 8 月 18 日に出願した米国仮出願第 61 / 374,992 号、2010 年 11 月 16 日に出願した米国仮出願第 61 / 414,3

50

93号、2010年12月29日に出願した米国仮出願第61/428,192号の優先権を主張する。これらの出願は、それぞれ、あらゆる目的のために内容全体が参照により組み込まれる。

【0002】

(配列表の参照)

本出願は、添付した1～195ページに配列表を含む。

【0003】

本発明は、微生物から作られる、食品組成物、油、燃料、油脂化学品の生成に関する。特定的には、本開示は、油を生み出す微細藻類、脂質、脂肪酸エステル、脂肪酸、アルデヒド、アルコール、及びアルカンといったバイオマス及び有用な化合物を産生するために微生物を育てる方法、並びに、上述の微生物の遺伝子を組み換えて、微細藻類による油の産生効率を高め、産生される油の種類及び組成物を変える方法に関する。

10

【背景技術】

【0004】

人口増加が続くにつれて、さらなる食糧源、特に、安価に生産され栄養価の高い食糧源の必要性が高まっている。さらに現在、少なくとも最先進国では、多くの食事の基本食として肉に依存していることが温室効果ガス放出の大きな一因となっており、味も栄養価も同じで、生産の際に環境への悪影響が少ない新たな食糧が必要とされている。食糧、特に、味が良く栄養価の高い食糧を、藻類を含めた微生物から安価にかつ効率的に大規模で生産する方法が依然として必要とされている。本発明はこれらのおよびその他の要求を満たすものである。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、異なる脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供し、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼのようなタンパク質をコードする外来遺伝子を発現する組み換え細胞を含む。また本発明はまた、かかる細胞からバイオディーゼル、再生可能なディーゼル及びジェット燃料のような燃料を含めた脂質及び油脂系製品を製造する方法も提供する。

【0006】

30

第1の態様では、本発明は、少なくとも1%又は少なくとも5%、好ましくは少なくとも3%のC8:0という脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供する。ある場合には、脂質プロファイルは、少なくとも10%又は少なくとも15%、好ましくは少なくとも12%のC8:0である。ある実施形態では、細胞は組み換え細胞である。ある場合には、組み換え細胞は、鎖長がC8の脂肪族アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有するアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある実施形態では、外来遺伝子は、*Cuphea palustris* アシル-ACPチオエステラーゼをコードする。ある場合には、細胞は*Protheca*属の細胞である。ある場合には、細胞は、表1で同定される微細藻類から選択される微細藻類の属又は種である。

40

【0007】

第2の態様では、本発明は、少なくとも4%のC10:0という脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供する。ある場合には、脂質プロファイルは、少なくとも20%、少なくとも25%又は少なくとも30%、好ましくは少なくとも24%のC10:0である。ある場合には、C10:0とC12:0の比が少なくとも6:1である。ある実施形態では、細胞は組み換え細胞である。ある場合には、組み換え細胞は、鎖長がC10の脂肪族アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有するアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある実施形態では、外来遺伝子は、*Cuphea hookeriana*及び*Ulmus americana*からなる群から選択される種由来のアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質

50

をコードする。ある場合には、細胞は*Prototheca*属の細胞である。ある実施形態では、細胞は、表1で同定される微細藻類から選択される微細藻類の属又は種である。

【0008】

第3の態様では、本発明は、少なくとも10%又は少なくとも15%、好ましくは少なくとも13%のC12:0という脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供する。ある場合には、脂質プロファイルは、少なくとも30%、少なくとも35%又は少なくとも40%、好ましくは少なくとも34%のC12:0である。ある場合には、C12とC14の比が少なくとも5:1である。ある場合には、細胞は組み換え細胞である。ある実施形態では、組み換え細胞は、鎖長がC12の脂肪酸アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有するアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある場合には、組み換え細胞は、鎖長がC12の脂肪酸アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有する、*Umbellularia californica*及び*Cinnamomum camphora*由来のアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする、少なくとも2つの外来遺伝子を含む。ある実施形態では、細胞は*Prototheca*属の細胞である。

10

【0009】

第4の態様では、本発明は、少なくとも5%又は少なくとも15%、好ましくは少なくとも10%のC14:0という脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供する。ある場合には、脂質プロファイルは、少なくとも40%、少なくとも45%又は少なくとも50%、好ましくは少なくとも43%のC14:0である。ある場合には、C14:0とC12:0の比が少なくとも7:1である。ある場合には、細胞は組み換え細胞である。ある実施形態では、組み換え細胞は、鎖長がC14の脂肪酸アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有するアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある実施形態では、アシル-ACPチオエステラーゼタンパク質は、*Cinnamomum camphora*及び*Ulmus americana*からなる群から選択される種に由来する。ある場合には、細胞は*Prototheca*属の細胞である。ある実施形態では、細胞は、表1で同定される微細藻類から選択される微細藻類の属又は種である。

20

【0010】

第5の態様では、本発明は、少なくとも10%又は少なくとも20%、好ましくは少なくとも15%のC16:0という脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供する。ある場合には、脂質プロファイルは、少なくとも30%、少なくとも35%又は少なくとも40%、好ましくは少なくとも37%のC16:0である。ある場合には、細胞は組み換え細胞である。ある実施形態では、組み換え細胞は、鎖長がC16の脂肪酸アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有するアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある実施形態では、組み換え細胞は、鎖長がC16の脂肪酸アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有する*Umbellularia californica*及び*Cinnamomum camphora*由来のアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする、少なくとも2つの外来遺伝子を含む。ある場合には、細胞は*Prototheca*属の細胞である。

30

40

【0011】

第6の態様では、本発明は、少なくとも55%又は少なくとも65%、好ましくは少なくとも60%の飽和脂肪酸という脂質プロファイルを有する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供する。ある場合には、細胞は、少なくとも80%、少なくとも85%又は少なくとも90%、好ましくは少なくとも86%の飽和脂肪酸という脂質プロファイルを有する。ある場合には、細胞は組み換え細胞である。ある実施形態では、組み換え細胞は、鎖長がC10~C16の脂肪酸アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有するアシル-ACPチオエステラーゼタンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある実施形態では、細胞は、ケトアシル合成酵素タンパク質をコードする外来遺伝子を含む。ある場合には、細胞は*Prototheca*属の細胞である。

50

【0012】

第7の態様では、本発明は、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子を含む油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供し、ここで、遺伝子又はデサチュラーゼは変異により不活性になっている。ある場合には、細胞は、少なくとも40%又は少なくとも50%、好ましくは少なくとも45%の飽和脂肪酸という脂質プロファイルを有する。ある場合には、細胞は、少なくとも15%、少なくとも20%又は少なくとも25%、好ましくは少なくとも19%のC18:0という脂質プロファイルを有する。ある実施形態では、細胞は、野性型細胞に比べてC18:0脂肪酸を少なくとも2倍に増加させる変異内在性デサチュラーゼ遺伝子を含む。ある場合には、微細藻類細胞は、1%以下又は5%以下、好ましくは2%以下のC18:2という脂質プロファイルを有する。ある実施形態では、微細藻類細胞は、5%以下又は10%以下、好ましくは7%以下の18:1という脂質プロファイル

10

【0013】

本明細書で述べられている組み換え細胞のいくつかの実施形態では、細胞は、遺伝子又はデサチュラーゼが変異により不活性になっている、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子を含んでなる。

【0014】

第8の態様では、本発明は、脂質を製造する方法を提供する。一実施形態では、この方法は、(a)細胞が、乾燥重量で少なくとも15%又は少なくとも25%、好ましくは少なくとも20%の脂質になるまで上述の細胞を培養することと、(b)水溶性のバイオマス成分から脂質を分離することを含む。

20

【0015】

第9の態様では、本発明は、脂質を製造する別の方法を提供する。一実施形態では、この方法は、(a)2つの異なるアシル-A C Pチオエステラーゼをコードする外来遺伝子を含む油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞であって、脂質プロファイルが(i)外来遺伝子を有さない細胞のプロファイル及び(ii)外来遺伝子を1つだけ有する細胞のプロファイルとは異なる細胞を培養することと、(b)水溶性のバイオマス成分から脂質を分離することを含む。ある場合には、外来遺伝子の少なくとも1つは、表4で同定されるチオエステラーゼからなる群から選択される脂肪族アシル-A C Pチオエステラーゼをコードする。

30

【0016】

第10の態様では、本発明は、油脂系製品を製造する方法を提供する。一実施形態では、この方法は、(a)上述のように、細胞が乾燥重量で少なくとも5%又は少なくとも15%、好ましくは少なくとも10%の脂質になるまで細胞を培養することと、(b)水溶性のバイオマス成分から脂質を分離することと、(c)脂質を、鹼化；メタセシス；酸加水分解；アルカリ加水分解；酵素加水分解；触媒的加水分解；加圧熱水による加水分解；脂質がグリセロールと脂肪酸に分解される触媒的加水分解反応；脂肪族窒素化合物が生成されるアミノ化反応；一塩基性及び二塩基性酸が生成されるオゾン分解反応；酵素分解及び加圧分解からなる群から選択されるトリグリセリド分解反応；加水分解反応の後の縮合反応；水素化処理反応；水素化処理反応と脱酸素反応、又は水素化処理反応の前若しくは水素化処理反応と同時の縮合反応；ガス除去反応；水素化分解反応、水素化、水素化-水素化分解の連続反応、水素化分解-水素化の連続反応及び水素化-水素化分解反応の組み合わせからなる群から選択される脱酸素反応；脱酸素反応の後の縮合反応；エステル化反応；インターエステル化反応；トランスエステル化反応；ヒドロキシル化反応；及びヒドロキシル化反応の後の縮合反応からなる群から選択される少なくとも1つの化学反応に供することにより、油脂系製品を生成することを含む。

40

【0017】

ある場合には、油脂系製品は、石鹼又は燃料製品から選択される。ある実施形態では、油脂系製品は、バイオディーゼル、再生可能なディーゼル及びジェット燃料からなる群から選択される燃料製品である。ある場合には、燃料製品は、以下の特性を1つ又はそれ以

50

上有するバイオディーゼルである：(i) 0.01~0.5mcg/g、0.025~0.3mcg/g、好ましくは0.05~0.244mcg/gの総カロチノイド；(ii) 0.01mcg/g未満、0.005mcg/g未満、好ましくは0.003mcg/g未満のリコピン；(iii) 0.01mcg/g未満、0.005mcg/g未満、好ましくは0.003mcg/g未満のβ-カロチン；(iv) 0.01~0.5mcg/g、0.025~0.3mcg/g、好ましくは0.045~0.268mcg/gのクロロフィルA；(v) 1~500mcg/g、35~175mcg/g、好ましくは38.3~164mcg/gのγ-トコフェロール；(vi) 1%未満、0.5%未満、好ましくは0.25%未満のブラシカステロール、カンペステロール、スチグマステロール若しくはβ-シトステロール；(vii) 100~500mcg/g、225~350mcg/g、好ましくは249.6~325.3mcg/gの総トコトリエノール；(viii) 0.001~0.1mcg/g、0.0025~0.05mcg/g、好ましくは0.003~0.039mcg/gのルテイン；又は(ix) 10~500mcg/g、50~300mcg/g、好ましくは60.8~261.7mcg/gのトコフェロール。ある場合には、燃料製品は、少なくとも20℃、40℃又は60℃のT10-T90を有する再生可能なディーゼルである。ある場合には、燃料製品は、HRJ-5及び/又はASTM規格D1655を満たすジェット燃料である。

【0018】

第11の態様では、本発明は、以下のものを含むトリグリセリド油を提供する：(a) 少なくとも3%のC8:0、少なくとも4%のC10:0、少なくとも13%のC12:0、少なくとも10%のC14:0及び/又は少なくとも60%の飽和脂肪酸という脂質プロフィール、並びに(b)以下の特性の1つ以上：(i) 0.01~0.5mcg/g、0.025~0.3mcg/g、好ましくは0.05~0.244mcg/gの総カロチノイド；(ii) 0.01mcg/g未満、0.005mcg/g未満、好ましくは0.003mcg/g未満のリコピン；(iii) 0.01mcg/g未満、0.005mcg/g未満、好ましくは0.003mcg/g未満のβ-カロチン；(iv) 0.01~0.5mcg/g、0.025~0.3mcg/g、好ましくは0.045~0.268mcg/gのクロロフィルA；(v) 1~300mcg/g、35~175mcg/g、好ましくは38.3~164mcg/gのγ-トコフェロール；(vi) 1%未満、0.5%未満、好ましくは0.25%未満のブラシカステロール、カンペステロール、スチグマステロール若しくはβ-シトステロール；(vii) 100~500mcg/g、225~350mcg/g、好ましくは249.6~325.3mcg/gの総トコトリエノール；(viii) 0.001~0.1mcg/g、0.0025~0.05mcg/g、好ましくは0.003~0.039mcg/gのルテイン；又は(ix) 10~500mcg/g、50~300mcg/g、好ましくは60.8~261.7mcg/gのトコフェロール。

【0019】

第12の態様では、本発明は、微細藻類から単離された油で、C8:C10脂肪酸比が少なくとも5:1である油を提供する。関連する態様では、本発明は、微細藻類から単離された油で、飽和脂肪酸が少なくとも50%~75%、好ましくは少なくとも60%の油を提供する。別の関連する態様では、本発明は、微細藻類から単離された油で、C16:C14脂肪酸比が約2:1の油を提供する。さらに別の関連する態様では、本発明は、微細藻類から単離された油で、C12:C14脂肪酸比が少なくとも5:1である油を提供する。ある実施形態では、微細藻類は少なくとも1つの外来遺伝子を含む。ある場合には、微細藻類は*Prototheca*属である。

【0020】

第13の態様では、本発明は、以下のものを含むトリグリセリド油を提供する：(a) 5%未満又は2%未満、好ましくは1%未満の<C12；1%~10%の間、好ましくは2%~7%の間のC14:0；20%~35%の間、好ましくは23%~30%の間のC16:0；5%~20%の間、好ましくは7%~15%の間のC18:0；35~60%

10

20

30

40

50

の間、好ましくは40～55%の間のC18:1;及び1%～20%の間、好ましくは2～15%の間のC18:2脂肪酸という脂質プロフィール;並びに(b)以下の特性の1つ又はそれ以上:(i)0.01～0.5mcg/g、0.025～0.3mcg/g、好ましくは0.05～0.244mcg/gの総カロチノイド;(ii)0.01mcg/g未満、0.005mcg/g未満、好ましくは0.003mcg/g未満のリコペン;(iii)0.01mcg/g未満、0.005mcg/g未満、好ましくは0.003mcg/g未満のβ-カロチン;(iv)0.01～0.5mcg/g、0.025～0.3mcg/g、好ましくは0.045～0.268mcg/gのクロロフィルA;(v)1～300mcg/g、35～175mcg/g、好ましくは38.3～164mcg/gのγ-トコフェロール;(vi)1%未満、0.5%未満、好ましくは0.25%未満のブラシカステロール、カンペステロール、スチグマステロール若しくはβ-シトステロール;(vii)100～500mcg/g、225～350mcg/g、好ましくは249.6～325.3mcg/gの総トコトリエノール;(viii)0.001～0.1mcg/g、0.0025～0.05mcg/g、好ましくは0.003～0.039mcg/gのルテイン;又は(ix)10～500mcg/g、50～300mcg/g、好ましくは60.8～261.7mcg/gのトコフェロール。

【0021】

ある場合には、トリグリセリド油は、1つ又はそれ以上の外来遺伝子を含んでなる微生物から単離される。ある実施形態では、1つ又はそれ以上の外来遺伝子は脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼをコードする。ある場合には、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼは、鎖長がC14の脂肪族アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有する。ある実施形態では、微生物は、遺伝子又はデサチュラーゼが変異により不活性になっている、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子をさらに含む。

【0022】

第14の態様では、本発明は、5%未満又は2%未満、好ましくは1%未満の<C12;1%～10%の間、好ましくは2%～7%の間のC14:0;20%～35%の間、好ましくは23%～30%の間のC16:0;5%～20%の間、好ましくは7%～15%の間のC18:0;35%～60%の間、好ましくは40～55%の間のC18:1;及び1%～20%の間、好ましくは2～15%の間のC18:2脂肪酸という脂質プロフィールを含むトリグリセリド油を生成する方法を提供し、ここで、トリグリセリド油は、1つ又はそれ以上の外来遺伝子を含む微生物から単離される。ある場合には、トリグリセリド油は、1%～10%、好ましくは3～5%のC14:0;20%～30%、好ましくは25～27%のC16:0;5%～20%、好ましくは10～15%のC18:0;及び35%～50%、好ましくは40～45%のC18:1という脂質プロフィールを含む。ある実施形態では、1つ又はそれ以上の外来遺伝子は脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼをコードする。ある場合には、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼは、鎖長がC14の脂肪族アシル-ACP基質に対して加水分解活性を有する。ある場合には、微生物は、遺伝子又はデサチュラーゼが変異により不活性になっている、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子をさらに含む。ある場合には、1つ又はそれ以上の外来遺伝子はショ糖インベルターゼである。ある実施形態では、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子はステアロイル-アシルキャリアータンパク質デサチュラーゼ(SAD)である(例えば、配列番号:199～200)。ある実施形態では、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子は脂肪酸デサチュラーゼ(FAD)である。

【0023】

第15の態様では、本発明は、トリグリセリド油を含む油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を提供し、ここで、トリグリセリド油の脂肪酸プロフィールは、少なくとも約1%のC8:0、少なくとも約1%のC10:0、少なくとも約1%のC12:0、少なくとも約2%のC14:0、少なくとも約30%のC16:0、少なくとも約5%のC18:0、少なくとも約60%のC18:1、約7%未満のC18:2及び少なくとも約35%の飽和脂肪酸からなる群から選択される。ある場合には、油産生微生物細胞は外来

10

20

30

40

50

遺伝子を含んでなり、場合により、油産生微生物細胞の内在性デサチュラーゼが不活性化されるか又は変異して酵素活性が低下している。

【0024】

ある場合には、トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルは、天然に存在する油の脂肪酸プロファイルと類似している。ある場合には、天然に存在する油は、カカオバター、ココナツ油、パーム油、パーム核油、シアバター、牛脂及びラードからなる群から選択される。ある場合には、トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルは、C8:0とC10:0の総合計量が少なくとも約10%である、C10:0とC12:0とC14:0の総合計量が少なくとも約50%である、C16:0とC18:0とC18:1の総合計量が少なくとも約60%である、C18:0とC18:1とC18:2の総合計量が少なくとも約60%である、C14:0とC16:0とC18:0とC18:1の総合計量が少なくとも約60%である、及びC18:1とC18:2の総合計量が約30%未満であることからなる群から選択されるプロファイルを含む。ある場合には、トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルは、少なくとも約5~1であるC8:0とC10:0の比、少なくとも約6~1であるC10:0とC12:0の比、少なくとも約5~1であるC12:0とC14:0の比、少なくとも約7:1であるC14:0とC12:0の比、及び少なくとも約1~2であるC14:0とC16:0の比からなる群から選択される脂肪酸比を含む。

10

【0025】

ある場合には、内在性デサチュラーゼは、ステアロイルACPデサチュラーゼ及びデルタ12脂肪酸デサチュラーゼからなる群から選択される。ある場合には、外来遺伝子は、アシルーACPチオエステラーゼをコードする遺伝子からなる群から選択される。ある場合には、外来遺伝子は、表4で同定されるものからなる群から選択されるアシルーACPチオエステラーゼをコードする。ある場合には、油産生微生物細胞は、ショ糖インベルターゼをコードする遺伝子をさらに含む。

20

【0026】

様々な実施形態では、油産生微生物細胞は、*Achnanthes orientalis*、*Agmenellum*、*Amphiprora hyaline*、*Amphora coffeiformis*、*Amphora coffeiformis lineata*、*Amphora coffeiformis punctata*、*Amphora coffeiformis taylori*、*Amphora coffeiformis tenuis*、*Amphora delicatissima*、*Amphora delicatissima capitata*、*Amphora sp.*、*Anabaena*、*Ankistrodesmus*、*Ankistrodesmus falcatus*、*Boekelovia hooglandii*、*Borodinella sp.*、*Botryococcus braunii*、*Botryococcus sudeticus*、*Carteria*、*Chaetoceros gracilis*、*Chaetoceros muelleri*、*Chaetoceros muelleri subsum*、*Chaetoceros sp.*、*Chlorella anitrata*、*Chlorella Antarctica*、*Chlorella aureoviridis*、*Chlorella candida*、*Chlorella capsulata*、*Chlorella desiccata*、*Chlorella ellipsoidea*、*Chlorella emersonii*、*Chlorella fusca*、*Chlorella fusca var. vacuolata*、*Chlorella glucotropha*、*Chlorella infusionum*、*Chlorella infusionum var. actophila*、*Chlorella infusionum var. auxenophila*、*Chlorella kessleri*、*Chlorella lobophora* (SAG 37.88株)、*Chlorella luteoviridis*、*Chlorella luteoviridis var. aureoviridis*、*Chlorella luteoviridis var. lutescens*、*Chlorella miniata*、*Chlorella*

30

40

50

lla minutissima、Chlorella mutabilis、Chlorella nocturna、Chlorella parva、Chlorella photophila、Chlorella pringsheimii、Chlorella protothecoides (UTEX株1806、411、264、256、255、250、249、31、29、25並びにCCAP株211/17及び211/8dのいずれも含む)、Chlorella protothecoides var. acidicola、Chlorella regularis、Chlorella regularis var. minima、Chlorella regularis var. umbricata、Chlorella reisiigii、Chlorella saccharophila、Chlorella saccharophila var. ellipsoidea、Chlorella salina、Chlorella simplex、Chlorella sorokiniana、Chlorella sp.、Chlorella sphaerica、Chlorella stigmatophora、Chlorella vanniellii、Chlorella vulgaris、Chlorella vulgaris、Chlorella vulgaris f. tertia、Chlorella vulgaris var. autotrophica、Chlorella vulgaris var. viridis、Chlorella vulgaris var. vulgaris、Chlorella vulgaris var. vulgaris f. tertia、Chlorella vulgaris var. vulgaris f. viridis、Chlorella xanthella、Chlorella zofingiensis、Chlorella trebouxioides、Chlorella vulgaris、Chlorococcum infusionum、Chlorococcum sp.、Chlorogonium、Chroomonas sp.、Chrysosphaera sp.、Cricosphaera sp.、Cryptomonas sp.、Cyclotella cryptica、Cyclotella meneghiniana、Cyclotella sp.、Dunaliella sp.、Dunaliella bardawil、Dunaliella bioculata、Dunaliella granulate、Dunaliella maritima、Dunaliella minuta、Dunaliella parva、Dunaliella peircei、Dunaliella primolecata、Dunaliella salina、Dunaliella terricola、Dunaliella tertiolecta、Dunaliella viridis、Dunaliella tertiolecta、Eremosphaera viridis、Eremosphaera sp.、Ellipsoidon sp.、Euglena、Franceia sp.、Fragilaria crotonensis、Fragilaria sp.、Gleocapsa sp.、Gloeothamion sp.、Hymenomonas sp.、Isochrysis aff. galbana、Isochrysis galbana、Lepocinclis、Micractinium、Micractinium (UTEX LB 2614)、Monoraphidium minutum、Monoraphidium sp.、Nannochloris sp.、Nannochloropsis salina、Nannochloropsis sp.、Navicula acceptata、Navicula biskanterae、Navicula pseudotenelloides、Navicula pelliculosa、Navicula saprophila、Navicula sp.、Nephrochloris sp.、Nephroselmis sp.、Nitzschia communis、Nitzschia alexandrina、Nitzschia communis、Nitzschia dissipata、Nitzschia frustulum、Nitzschia hantzschiana、Nitzschia inconspicu

a、Nitzschia intermedia、Nitzschia microcephala、Nitzschia pusilla、Nitzschia pusilla elliptica、Nitzschia pusilla monoensis、Nitzschia quadrangular、Nitzschia sp.、Ochromonas sp.、Oocystis parva、Oocystis pusilla、Oocystis sp.、Oscillatoria limnetica、Oscillatoria sp.、Oscillatoria subbrevis、Pascheria acidophila、Pavlova sp.、Phagus、Phormidium、Platymonas sp.、Pleurochrysis carterae、Pleurochrysis dentate、Pleurochrysis sp.、Prototheca wickerhamii、Prototheca stagnora、Prototheca portoricensis、Prototheca moriformis、Prototheca zopfii、Pyramimonas sp.、Pyrobutyrus、Sarcinoid chrysophyte、Scenedesmus armatus、Spirogyra、Spirulina platensis、Stichococcus sp.、Synechococcus sp.、Tetraedron、Tetraselmis sp.、Tetraselmis suecica、Thalassiosira weissflogii並びにViridiella fridericianaから選択される微生物属又は種の細胞である。

10

20

【0027】

ある場合には、油産生微生物細胞はPrototheca属の細胞である。ある場合には、油産生微生物細胞はPrototheca moriformis属の細胞である。

【0028】

ある場合には、油産生微生物細胞は油産生酵母細胞である。ある場合には、油産生微生物細胞は油産生細菌細胞である。

【0029】

ある場合には、天然に存在する油はカカオバターであり、外来遺伝子はCARTHAMUS tinctoriusチオエステラーゼ遺伝子を含む。ある場合には、天然に存在する油はココナツ油である。ある場合には、天然に存在する油はパーム油であり、外来遺伝子はElaeis guiniensisチオエステラーゼ遺伝子、Cuphea hookerianaチオエステラーゼ遺伝子、Cuphea hookeriana KAS IV遺伝子とCuphea wrightii FATB2遺伝子との組み合わせ、又は内在するKAS II遺伝子を破壊するように設計された構築物を含む。ある場合には、天然に存在する油はパーム核油であり、外来遺伝子は、Cuphea wrightii FATB2遺伝子と、内在するSAD2B遺伝子を破壊するように設計された構築物との組み合わせを含む。ある場合には、天然に存在する油はシアバターである。ある場合には、天然に存在する油は牛脂である。ある場合には、天然に存在する油はラードであり、外来遺伝子は、U. californicaチオエステラーゼ遺伝子と、内在するSAD2B遺伝子を破壊するよう設計された構築物との組み合わせ、Garcinia mangostanaチオエステラーゼ遺伝子と、内在するSAD2B遺伝子を破壊するよう設計された構築物との組み合わせ、Brassica napusチオエステラーゼ遺伝子、又はCuphea hookerianaチオエステラーゼ遺伝子を含む。

30

40

【0030】

第16の態様では、本発明は、油産生微生物トリグリセリド油組成物を提供し、ここで、トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルは、少なくとも約1%のC8:0、少なくとも約1%のC10:0、少なくとも約1%のC12:0、少なくとも約2%のC14:0、少なくとも約30%のC16:0、少なくとも約5%のC18:0、少なくとも約60%のC18:1、約7%未満のC18:2及び少なくとも約35%の飽和脂肪酸からなる群から選択される。様々な実施形態では、トリグリセリド油組成物は、培地中で油産生微生物

50

物細胞又は組み換え油産生微生物細胞の集団を培養することにより生成され、ここで、油産生微生物細胞は、上記の通りであり、特に本発明の第十五の態様に関連して先に記載されたものである。

【0031】

ある場合には、油産生微生物トリグリセリド油組成物は、(i) 0.3 mcg/g未満の総カロチノイド；(ii) 0.005 mcg/g未満のリコピン；(iii) 0.005 mcg/g未満のβ-カロチン；(iv) 0.3 mcg/g未満のクロロフィルA；(v) 175 mcg/g未満のγ-トコフェロール；(vi) 0.25%未満のブラシカステロール、カンペステロール、スチグマステロール若しくはβ-シトステロール；(vii) 350 mcg/g未満の総トコトリエノール；(viii) 0.05 mcg/g未満のルテイン；又は(ix) 275 mcg/g未満のトコフェロールからなる群から選択される特性をさらに含む。

10

【0032】

第17の態様では、本発明は、少なくとも約1%のC8:0、少なくとも約1%のC10:0、少なくとも約1%のC12:0、少なくとも約2%のC14:0、少なくとも約30%のC16:0、少なくとも約5%のC18:0、少なくとも約60%のC18:1、約7%未満のC18:2及び少なくとも約35%の飽和脂肪酸からなる群から選択される脂肪酸プロファイルを有する、油産生微生物トリグリセリド油組成物を生成する方法を提供し、この方法は、(a) 油産生微生物細胞の細胞乾燥重量の少なくとも10%がトリグリセリド油になるまで油産生微生物細胞の集団を培地中で培養する工程と、(b) 油産生微生物細胞からトリグリセリド油組成物を単離する工程とを含む。様々な実施形態では、トリグリセリド油組成物は、上記の油産生微生物細胞又は組み換え油産生微生物細胞、特に本発明の第十五の態様に関連して先に記載されたものの集団を培養することにより生成される。

20

【0033】

第18の態様では、本発明は、油脂系製品を製造する方法を提供し、この方法は、(a) 本発明の第十六の態様に関連して先に記載された、油産生微生物トリグリセリド油組成物に、鹼化；メタセシス；酸加水分解；アルカリ加水分解；酵素加水分解；触媒的加水分解；加圧熱水による加水分解；脂質がグリセロールと脂肪酸に分解される触媒的加水分解反応；脂肪族窒素化合物が生成されるアミノ化反応；一塩基性及び二塩基性酸が生成されるオゾン分解反応；酵素分解及び加圧分解からなる群から選択されるトリグリセリド分解反応；加水分解反応の後の縮合反応；水素化処理反応；水素化処理反応と脱酸素反応、又は水素化処理反応の前若しくは水素化処理反応と同時の縮合反応；ガス除去反応；水素化分解反応、水素化、水素化-水素化分解の連続反応、水素化分解-水素化の連続反応及び水素化-水素化分解反応の組み合わせからなる群から選択される脱酸素反応；脱酸素反応の後の縮合反応；エステル化反応；インターエステル化反応；トランスエステル化反応；ヒドロキシ化反応；及びヒドロキシ化反応の後の縮合反応からなる群から選択される少なくとも1つの化学反応を受けさせる工程と、(b) 反応生成物を他の成分から分離する工程とを含む。

30

【0034】

ある場合には、油脂系製品は、石鹼、燃料、誘電性流体、油圧油、可塑剤、滑沢剤、熱媒体流体及び金属加工油剤からなる群から選択される。ある場合には、油脂系製品は、(a) バイオディーゼル；(b) 再生可能なディーゼル；及び(c) ジェット燃料からなる群から選択される燃料製品である。

40

【0035】

ある場合には、燃料製品は、以下の特性を1つ又はそれ以上有するバイオディーゼルである：(i) 0.3 mcg/g未満の総カロチノイド；(ii) 0.005 mcg/g未満のリコピン；(iii) 0.005 mcg/g未満のβ-カロチン；(iv) 0.3 mcg/g未満のクロロフィルA；(v) 175 mcg/g未満のγ-トコフェロール；(vi) 0.25%未満のブラシカステロール、カンペステロール、スチグマステロール若

50

しくは β -シトステロール；(v i i) 350mcg/g未満の総トコトリエノール；(v i i i) 0.05mcg/g未満のルテイン；又は(i x) 275mcg/g未満のトコフェロール。

【0036】

ある場合には、燃料製品は、少なくとも20℃、40℃又は60℃のT10-T90を有する再生可能なディーゼルである。

【0037】

ある場合には、燃料製品は、HRJ-5及び／又はASTM規格D1655を満たすジェット燃料である。

【0038】

別の態様では、本発明の油産生微生物細胞は食用である。また本発明のトリグリセリド油も食用である。ある場合には、適正製造基準(GMP)の条件下で微生物株を育て、加工する。油産生微生物細胞を食品又は食品成分として丸ごと摂取することができる。あるいは、微生物バイオマスを微生物のフレーク、粉末又は粒粉に加工する。細胞を完全に又は部分的に粉末の形態に溶解させることにより、微生物粒粉を調製する。微生物粒粉に加工する場合、溶解した微生物バイオマスの平均粒径は約1~30 μ mの間である。溶解した微生物細胞を塊にして、より大きな1,000 μ m以下の粒子を形成することができる。一実施形態では、粒粉は、フロー剤、抗酸化剤などをさらに含む。本発明の微生物細胞及び微生物油を単独で摂取することができる。あるいは、本発明の微生物細胞及び微生物油を、少なくとも1つの他の成分と組み合わせることができる。例として、微生物細胞及び微生物油を食用成分、例えば、卵、卵製品、乳、乳製品、肉、穀物、他の食用脂、天然甘味料、人工甘味料などと組み合わせることができる。また、微生物細胞及び微生物油を、加工食品に添加される保存剤及びその他の成分と組み合わせることもできる。

【0039】

本明細書に記載のすべての工程を、GMP又は同等の規制に従って行うことができる。米国では、ヒト用食品を製造、包装又は保持するためのGMP規制が、米国連邦規則集第21編第110部に成文化されている。これらの条項及びそこで参照されている補助的な条項は、あらゆる目的のために、その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。米国のGMP条件及び他の管轄区域の同等の条件は、食品が粗悪品である(その食品が食品に適さない条件下で製造された)か否か、あるいは汚染されている可能性がある又は健康を損なう可能性がある不衛生な条件下で調製、包装又は保持されたか否かを判定する際に適用される。GMP条件は、疾病管理；人員の清潔度及び訓練；建物・設備の維持及び衛生管理；適切な衛生設備・施設の設置；装置・器具の設計、構築、維持及び清潔度；任意の源からの汚染を予防するため適切な衛生原則に則り、食品の受取り、検査、輸送、分別、調理、製造、包装及び保管においてあらゆる適切な事前措置を執るための適切な品質管理方法の提供；並びに、物理的汚染、化学的汚染又は望ましくない微生物による汚染、並びに食品及び容器の劣化から食品を保護する条件下での最終食品の保管・輸送を統制する規制の遵守を含み得る。

【0040】

ある実施形態では、油産生微生物細胞は、Chlorella属又はPrototheca属の種の藻類細胞である。一実施形態では、藻類はChlorella protothecoidesである。別の実施形態では、藻類はPrototheca moriformisである。ある場合には、バイオマスは、元の株に比べて着色が少ない着色変異体である藻類に由来する。着色の少ない変異体は典型的には、標準的な変異誘発法を用いて調製される。着色が少ない変異体を生成する個別支払い方式の研究所が多数存在する。ある実施形態では、微生物を従属栄養的に、場合により光なしで培養することにより、微生物バイオマスを調製する。

【0041】

一実施形態では、微細藻類株は、2009年10月13日、アメリカ培養細胞系統保存機関(American Type Culture Collection)に寄託名P

10

20

30

40

50

TA-10397で寄託された*Chlorella protothecoides* 33～55である。一実施形態では、微細藻類株は、2009年10月13日、アメリカ培養細胞系統保存機関に寄託名PTA-10396で寄託された*Chlorella protothecoides* 25～32である。ある場合には、バイオマスを提供する微細藻類株は、適正製造基準（GMP）の条件下で育てられ、加工されたものである。

【0042】

別の態様では、本発明は、食品として使用するのに適した組み換え油産生微生物バイオマスを調製する方法を提供する。これらの方法では、組み換え油産生微生物を従属栄養条件下で発酵させるため、他の組み換え藻類由来の食品の特徴である緑色色素を欠くか、又はその量が著しく減少している。一実施形態では、組み換え油産生微生物は、任意の色素を欠くか、又は色素の量が著しく減少している。本発明の一態様は、*Chlorella* 属及び*Protothecoides* 属の組み換え微細藻類を提供する。ある実施形態では、本発明は、組み換え*Protothecoides* 属の微細藻類である。別の実施形態は、食品及び食品成分中で使用するための組み換え*Protothecoides moriformis* を提供する。一実施形態では、脂質に富むバイオマスを得るよう発酵条件を操作する。別の実施形態では、タンパク質に富むバイオマスを提供するよう発酵条件を操作する。すべての実施形態において、これらの方法は、安価かつ効率的に、大規模に（4500L以上の発酵槽で生産されるバイオマス）実施することが可能である。

【0043】

別の態様では、本発明は、ヒト用食品に組み込むのに適した組み換え油産生微生物バイオマス、好ましくは微細藻類バイオマスを提供する。一実施形態では、この組み換え微生物バイオマスは、本発明のバイオマス調製方法から直接得られる濃縮バイオマスである。別の実施形態では、このバイオマスは、かかるバイオマス調製物を乾燥させて、例えばドラム乾燥させて得られる乾燥フレークの形態である。この後者の実施形態では、乾燥工程前に抗酸化剤をバイオマスに添加して、バイオマス及びかかるバイオマスを含む食品の有効期間を延長させることができる。

【0044】

本発明のさらに別の態様は、バイオマスをさらにフレーク又はホモジネートに加工する方法を提供する。一実施形態では、乾燥フレークを脱イオン水で戻して懸濁物を作製する。次いでこの懸濁物を、平均粒径が20 μm 未満、好ましくは10 μm の大きさになるように高圧ホモジナイザーで微粒子化して、ホモジネートを作製する。

【0045】

本発明のさらなる態様は、組み換え油産生微生物バイオマス、好ましくは微細藻類バイオマスを、健康に良い油を食品に加え、また焼成製品のような食品に構造上の利点をもたらすという点で多機能性である食品成分に加工する方法を提供する。一実施形態では、この工程は、バイオマス調製物を空気乾燥（例えば、噴霧乾燥又は気流乾燥）させて、インタクトな組み換え細胞を大きな割合で含有する粉末を形成することを含む。別の実施形態では、最初にバイオマスを微粒子化して細胞を破壊してから空気乾燥を行って、インタクトな細胞を少しの割合だけ含有する（又はまったく含有しない）粒粉を形成し、ある実施形態では、乾燥工程の前にフロー剤又は分散剤を加える。

【0046】

さらに別の態様では、本発明は、ヒトが摂取するのに適した油又は油含有組み換え油産生微生物バイオマスを生成する方法に関する。ある実施形態では、本プロセスは、バイオマスから脂質（トリグリセリド）を抽出して油を形成することを含む。一実施形態では、本方法は、微生物を提供し、該微生物をヒトが摂取するのに適した食品組成物に由来しない原材料の存在下で培養することを含み、前記微生物は原材料の少なくとも一部をトリグリセリド油に変換する。ある場合には、トリグリセリド油は、少なくとも50%、60%、70%、80%又は90%のC18：1脂質を含む。

【0047】

本発明はさらに、組み換え微生物粉末、組み換え微生物粒粉及び／又は組み換え微生物

10

20

30

40

50

油を組み込んだ食品を提供する。一実施形態では、食品は、焼成製品、ドレッシング、ソース又はマヨネーズであり、これらの食品では、従来の調理法を用いて製造された同じ食品に対し、卵又はバターの全部又は一部が油分の豊富な組み換え微生物粒粉に置き換わっている。別の実施形態では、食品は、油分の豊富な組み換え微生物粒粉を含有する粉末卵製品である。別の実施形態では、食品は、油分の豊富な微生物粒粉を含有する液卵製品である。別の実施形態では、食品は、微生物のタンパク質、繊維及び油を含有する液乳製品である。別の実施形態では、食品は、これまでに入手可能であった肉製品に対し、肉の一部又は全部（肉代用品）が、タンパク質の豊富な組み換え微生物粒粉、組み換え微生物粉末又は組み換え微生物フレークに置き換わっている肉製品である。

【0048】

また本発明は、微生物繊維、並びに、場合により微生物タンパク質及び／又は微生物油を含有する組み換え微生物食品又は微生物食品成分を提供することにより、満腹感を誘発する方法も提供する。

本発明の好ましい実施形態において、例えば以下の項目が提供される。

(項目1)

少なくとも0.1% w/wの組み換え藻類バイオマスと、1つ又はそれ以上の他の成分とを含み、前記組み換え藻類バイオマスが、少なくとも約10重量%のトリグリセリド油を含み、従属栄養条件で培養される、食品組成物。

(項目2)

前記トリグリセリド油が、少なくとも約1%のC8:0、少なくとも約1%のC10:0、少なくとも約1%のC12:0、少なくとも約2%のC14:0、少なくとも約30%のC16:0、少なくとも約5%のC18:0、少なくとも約60%のC18:1、約7%未満のC18:2及び少なくとも約35%の飽和脂肪酸からなる群から選択される脂肪酸プロファイルを含む、項目1に記載の食品組成物。

(項目3)

藻類トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルが、天然に存在する油の脂肪酸プロファイルに類似している、項目1に記載の食品組成物。

(項目4)

前記の天然に存在する油が、カカオバター、ココナツ油、パーム油、牛脂及びラードからなる群から選択される、項目3に記載の食品組成物。

(項目5)

前記藻類トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルが、少なくとも60%のC18:1である、項目1に記載の食品組成物。

(項目6)

前記藻類トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルが、少なくとも80%のC18:1である、項目5に記載の食品組成物。

(項目7)

前記組み換え藻類バイオマスの大部分がインタクトな細胞である、項目1に記載の食品組成物。

(項目8)

前記組み換え藻類バイオマスの大部分が溶解した細胞である、項目1に記載の食品組成物。

(項目9)

前記組み換え藻類バイオマスがホモジネートである、項目8に記載の食品組成物。

(項目10)

前記組み換え藻類バイオマスが粉末である、項目8に記載の食品組成物。

(項目11)

前記組み換え藻類バイオマスが粉末の形態であり、かつ前記組み換え藻類バイオマスが乾燥重量で少なくとも約40%のトリグリセリド油をんでなる、項目8に記載の食品組成物。

10

20

30

40

50

(項目 1 2)

サラダドレッシング、卵製品、焼成製品、パン、バー、スナックチップ、パスタ、ソース、スープ、飲料、冷菓、バター又はスプレッドである、項目 1 に記載の食品組成物。

(項目 1 3)

前記粉末の平均粒径が約 0. 2 ～約 2 0 ミクロンである、項目 1 0 に記載の食品組成物。

(項目 1 4)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella* 属又は *Prototheca* 属の種である、項目 1 に記載の食品組成物。

(項目 1 5)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella protothecoides* 及び *Prototheca moriformis* からなる群から選択される、項目 1 4 に記載の食品組成物。

(項目 1 6)

従属栄養的に栽培された、少なくとも 1 0 重量%のトリグリセリド油を含む組み換え藻類バイオマスと、少なくとも 1 つの他の成分とを組み合わせることを含んでなる、食品組成物の製造方法。

(項目 1 7)

前記トリグリセリド油が、少なくとも約 1 %の C 8 : 0、少なくとも約 1 %の C 1 0 : 0、少なくとも約 1 %の C 1 2 : 0、少なくとも約 2 %の C 1 4 : 0、少なくとも約 3 0 %の C 1 6 : 0、少なくとも約 5 %の C 1 8 : 0、少なくとも約 6 0 %の C 1 8 : 1、約 7 %未満の C 1 8 : 2 及び少なくとも約 3 5 %の飽和脂肪酸からなる群から選択される脂肪酸プロフィールを含んでなる、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 8)

a. 従来の食品中の非藻類油、非藻類脂肪又は卵の量を決定する工程；及び、
b. 前記非藻類油、非藻類脂肪又は卵の一部を、特定量の組み換え藻類バイオマスに置き換えるか、又は前記非藻類油、非藻類脂肪又は卵に特定量の組み換え藻類バイオマスを補う工程

とを含む、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 9)

前記食品組成物に非藻類油、非藻類脂肪又は卵を加えない、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 0)

組み換え藻類バイオマスの量が、前記の従来食品中の非藻類油、非藻類脂肪又は卵の質量又は容積の約 0. 2 5 倍～約 4 倍である、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 1)

前記組み換え藻類バイオマスの大部分が溶解しており、かつ粉末又はホモジネートの形態である、項目 1 8 に記載の方法。

(項目 2 2)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella* 属又は *Prototheca* 属の種である、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 2 3)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella protothecoides* 及び *Prototheca moriformis* からなる群から選択される、項目 2 2 に記載の方法。

(項目 2 4)

少なくとも約 0. 1 % w / w の組み換え藻類バイオマスと、1 つ又はそれ以上の他の成分とを含み、前記組み換え藻類バイオマスが、色変異株であり、かつ乾燥重量で少なくとも約 1 0 % のトリグリセリド油を含む、食品組成物。

(項目 2 5)

前記トリグリセリド油が、少なくとも約 1 % の C 8 : 0、少なくとも約 1 % の C 1 0 :

10

20

30

40

50

0、少なくとも約1%のC12:0、少なくとも約2%のC14:0、少なくとも約30%のC16:0、少なくとも約5%のC18:0、少なくとも約60%のC18:1、約7%未満のC18:2及び少なくとも約35%の飽和脂肪酸からなる群から選択される脂肪酸プロフィールを含む、項目24に記載の食品組成物。

(項目26)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella*属又は*Prototheca*属の種である、項目24に記載の食品組成物。

(項目27)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella protothecoides*及び*Prototheca moriformis*からなる群から選択される、項目26に記載の食品組成物。

10

(項目28)

前記組み換え藻類バイオマスがGMP条件下で培養される、項目24に記載の食品組成物。

(項目29)

少なくとも0.1%w/wの藻類トリグリセリド油と、1つ又はそれ以上の他の成分とを含み、前記藻類トリグリセリド油が、従属栄養条件下で培養された組み換え藻類バイオマスから単離される、食品組成物。

(項目30)

前記トリグリセリド油が、少なくとも約1%のC8:0、少なくとも約1%のC10:0、少なくとも約1%のC12:0、少なくとも約2%のC14:0、少なくとも約30%のC16:0、少なくとも約5%のC18:0、少なくとも約60%のC18:1、約7%未満のC18:2及び少なくとも約35%の飽和脂肪酸からなる群から選択される脂肪酸プロフィールを含む、項目29に記載の食品組成物。

20

(項目31)

前記組み換え藻類トリグリセリド油のプロフィールが、天然に存在する油のトリグリセリドプロフィールに類似している、項目29に記載の食品組成物。

(項目32)

前記の天然に存在する油が、カカオバター、ココナツ油、パーム油、牛脂及びラードからなる群から選択される、項目31に記載の食品組成物。

30

(項目33)

前記藻類トリグリセリド油のプロフィールが、少なくとも60%のC18:1である、項目29に記載の食品組成物。

(項目34)

前記藻類トリグリセリド油のプロフィールが、少なくとも80%のC18:1である、項目33に記載の食品組成物。

(項目35)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella*属又は*Prototheca*属の種である、項目29に記載の食品組成物。

(項目36)

前記組み換え藻類バイオマスが、*Chlorella protothecoides*及び*Prototheca moriformis*からなる群から選択される、項目35に記載の食品組成物。

40

(項目37)

サラダドレッシング、卵製品、焼成製品、パン、バー、スナックチップ、パスタ、ソース、スープ、飲料、冷菓、バター又はスプレッドである、項目29に記載の食品組成物。

【0049】

本発明のこれら及びその他の態様及び実施形態を、添付図面、その直後の図面の簡単な説明、その後に続く発明を実施するための形態に記載し、またその後の実施例において例示する。上述及び本出願全体で述べられている任意の又はあらゆる特性を、本発明の様々

50

な実施形態において組み合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】図1は、Protothecaトリグリセリド油から生成する、再生可能なディーゼル油のクロマトグラムを示す。

【発明を実施するための形態】

【0051】

本発明は、Prototheca及び特定の関連する微生物が、油、燃料、及び他の炭化水素又は脂質組成物を経済的に大量に産生するという有利な性質を予想外にも有しているという発見と、これらの性質を改良するために、上述の微生物を遺伝的に変えるための方法及び試薬の発見とから生じたものである。これらの微生物によって産生される油は、他の用途の中でもとりわけ、輸送燃料、油脂化学、並びに／又は食品及び化粧品産業で使用する事ができる。脂質のトランスエステル化によって、バイオディーゼルに有用な長鎖脂肪酸エステルが得られる。他の酵素プロセス及び化学プロセスを、脂肪酸、アルデヒド、アルコール、アルカン、およびアルケンを生成するように調節することができる。いくつかの用途では、再生可能なディーゼル、ジェット燃料、又は他の炭化水素化合物を生成する。また、本発明は、生産性を高め、脂質収量を増やし、及び／又は、本明細書に記載される組成物を高い費用効率で生成するために、微細藻類を培養する方法を提供する。

【0052】

読者が読みやすいように、発明を実施するための形態をいくつかの節に分けている。第I節は、本明細書で用いる用語の定義を記載している。第II節は、本発明の方法で有用な培養条件を記載している。第III節は、遺伝子操作の方法及び材料を記載している。第IV節は、ショ糖を利用することが可能となるように微生物（例えば、Prototheca）の遺伝子操作を記載している。第V節は、脂質生合成を改変するための微生物（例えば、Protothecaの遺伝子操作を記載している。第VI節は、燃料及び化学物質の製造方法を記載している。第VII節は、組み換え微生物バイオマスの調製方法を記載している。第VIII節は、組み換え微生物バイオマスを最終食品に加工する方法を記載している。第IX節は、組み換え微生物バイオマス又はこれに由来する原料を他の食品成分と組み合わせる方法を記載している。第X節は、本発明の実施例及び実施形態を開示している。発明を実施するための形態の後に、本発明の種々の態様及び実施形態を説明する実施例が続く。

【0053】

（I. 定義）

特段の定義がない限り、本明細書で用いられる全ての技術用語及び化学用語は、本発明が属する技術分野の当業者が一般的に理解している意味を有する。以下の参考文献は、当業者に、本発明で用いられる多くの用語に関する一般的な定義を与えるものである。Singleton et al., Dictionary of Microbiology and Molecular Biology (第2版、1994); The Cambridge Dictionary of Science and Technology (Walker編集、1988); The Glossary of Genetics, 第5版、R. Rieger et al. (編集)、Springer Verlag (1991); Hale & Marham, The Harper Collins Dictionary of Biology (1991)。本明細書で 사용되는場合、特に明記しない限り、以下の用語は、それらに帰属する意味を有する。

【0054】

「微細藻類内で活性」は、微細藻類内で機能を発揮する核酸を指す。例えば、トランスジェニック微細藻類に抗生物質耐性を付与するために、抗生物質耐性遺伝子を動かすために用いられるプロモーターは、微細藻類内で活性である。

【0055】

「アシルキャリアータンパク質」又は「ACP」は、脂肪酸合成中に成長していくアシ

10

20

30

40

50

ル鎖に、4'-ホスホパンテテイン部分の末端チオールにおいてチオールエステルとして結合するタンパク質であり、脂肪酸シンターゼ複合体の成分を含む。

【0056】

「アシル-CoA分子」又は「アシル-CoA」は、補酵素Aの4'-ホスホパンテテイン部分の末端チオールの位置で、チオールエステル結合によって補酵素Aに共有結合したアシル部分を含む分子である。

【0057】

「面積百分率」は、サンプル中の全ての脂肪酸を、検出前に脂肪酸メチルエステル（FAME）に変換し、FAME GC/FID検出法を用いて観察したピークの面積を指す。例えば、不飽和部のない炭素原子14個の脂肪酸（C14:0）について、分離したピークが、C14:1などの任意の他の脂肪酸と比較して観察される。それぞれの種類のFAMEに対するピーク面積は、混合物中のその組成物における割合と正比例しており、サンプル中に存在する全ピークの合計に基づいて算出される（すなわち、[特定のピーク的面積/測定した全ピークの合計面積]×100）。本発明の油及び細胞の脂質プロファイルについて述べる場合、「C8～C14が少なくとも4%」は、細胞中、又は抽出したグリセロ脂質組成物中の総脂肪酸のうち、少なくとも4%が、炭素原子8個、10個、12個又は14個の鎖長を有することを意味している。

【0058】

「純培養」は、他の生物によって汚染されていない、微生物の培養物である。

【0059】

「焼成製品」は、パン屋で一般に見られる、オーブンをを用いて調理された食品を意味する。焼成製品としては、限定されないが、ブラウニー、クッキー、パイ、ケーキ及びペストリーが挙げられる。

【0060】

「パン」は、小麦粉、液体及び膨張剤を含有する食品を意味する。パンは典型的には、オーブンで焼いて調理されるが、他の調理方法も許容される。膨張剤は、天然の化学物質又はオーガニックであってよい。典型的には、オーガニックの膨張剤は酵母である。膨張剤が天然の化学物質（ベーキングパウダー及び/又は重曹など）である場合、これら食品は「速成パン」と呼ばれる。

【0061】

「バイオディーゼル」は、ディーゼルエンジンの燃料として使用するのに適した、生物によって生成された脂肪酸アルキルエステルである。

【0062】

「バイオマス」は、細胞の成長及び/又は増殖によって生成する物質である。バイオマスは、細胞及び/又は細胞内成分、並びに、細胞によって分泌された化合物を含むがこれに限定されない細胞外物質を含有していてもよい。

【0063】

「バイオリアクター」は、細胞を培養し、場合により懸濁物の状態で培養する、閉じられた筐体又は部分的に閉じられた筐体である。

【0064】

「触媒」は、生成物に対し、その生成物の一部分とならずに反応剤を容易に化学反応させる又は促進することができる、分子又は高分子複合体などの薬剤である。触媒は、反応速度を高め、その後で、前記触媒が別の反応剤に作用して生成物を形成することもある。触媒は、一般に、反応に必要な合計活性化エネルギーを小さくし、その結果、反応がすばやく進行するか、又は低い温度で進行する。従って、反応の平衡状態にすばやく達し得る。触媒の例としては、生体触媒である酵素；生体触媒ではない熱；石油精製プロセスで用いる金属が挙げられる。

【0065】

「セルロース系材料」は、セルロースを消化して得られる物質であり、グルコース及びキシロース、場合により、二糖類、オリゴ糖、リグニン、フルフラール類及び他の化合物

10

20

30

40

50

などの追加の化合物を含む。セルロース系材料の供給源の非限定的な例としては、サトウキビの絞りかす、テンサイパルプ、トウモロコシ茎葉、木片、おがくず、スイッチグラスが挙げられる。

【0066】

「共生培養」、及び「共生生育」及び「共生発酵」などのこの用語の変形は、同じバイオリアクター内に2種類又はそれ以上の細胞が存在することを指す。2種類又はそれ以上の細胞は、全てが微細藻類のような微生物であってもよく、異なる細胞種と共に培養された微細藻類細胞であってもよい。培養条件は、2種類以上の細胞の成長及び／又は増殖を進めるような条件であってもよく、又は、2種類又はそれ以上の細胞のうち1種類又は部分的な集合の成長及び／又は繁殖を容易にしつつ、残りの細胞の成長を維持するという条件であってもよい。

10

【0067】

「補因子」は、酵素がその酵素活性を発揮するのに必要な、基質以外の任意の分子である。

【0068】

「相補的DNA」又は「cDNA」は、メッセンジャーRNA(mRNA)の逆転写又は増幅(例えば、ポリメラーゼ連鎖反応(「PCR」))を介する)によって通常得られるmRNAのDNA複写物である。

【0069】

「従来の食品」は、藻類バイオマス又はその他の藻類成分を含まず、食品に通常付随する成分、具体的には植物油、動物脂肪及び／又は卵(1つ又は複数)を他の食用成分とともに含む、例えばヒトが摂取することを意図した組成物を意味する。従来の食品は、店やレストランで販売されている食品及び家庭で調理される食品を含む。従来の食品は多くの場合、他の食用成分(1つ又は複数)とともに藻類以外の入手源及び／又は卵(1つ又は複数)由来の油又は脂肪を含むことを明記した従来の調理法に従って調理される。

20

【0070】

「調理済み製品」は、一定時間、例えばオーブンで加熱された食品を意味する。

【0071】

「クリーム状サラダドレッシング」は、高粘度かつ低流速の安定な分散であるサラダドレッシングを意味する。一般に、クリーム状サラダドレッシングは不透明である。

30

【0072】

「栽培された」、及びこの語句の別の言い方である「培養された」、「発酵された」は、選択した条件及び／又は制御された条件を利用することによって、1つ又はそれ以上の細胞の成長(細胞の大きさ、細胞成分が増え、及び／又は細胞活性が高まる)及び／又は増殖(有糸分裂によって細胞の数が増える)を意図的に進めることを指す。成長と増殖を組み合わせ、繁殖と呼ぶ場合もある。選択した条件及び／又は制御された条件の例としては、定義されている培地(pH、イオン強度、炭素源のような既知の特徴を有する)、特定の温度、酸素圧、二酸化炭素濃度、バイオリアクター内の成長を用いることが挙げられる。「栽培された」は、微生物の成長又は増殖が自然に起こること、又は人の介入なしに起こることを指さず、例えば、微生物が最終的に化石化し、未精製油を生成するような天然の成長は、栽培とは言わない。

40

【0073】

「細胞溶解」は、低張な環境における細胞の溶解である。細胞溶解は、細胞内側への過剰な浸透作用、又は水の移動によって生じる(水分過剰)。細胞は、内部の水の浸透圧に耐えられず、爆発する。

【0074】

「脱脂食」及び「脱脂微生物バイオマス」は、機械的な力を使って(すなわち、連続圧搾機で圧縮して)、又は溶媒抽出を利用して、又は両者を使って、油(脂質を含む)を抽出又は単離した後の微生物バイオマスである。脱脂した食料は、微生物バイオマスから油／脂質を抽出又は単離する前と比較して、油／脂質の量が減っているが、油／脂質はいく

50

らか残っている。

【0075】

「食物繊維」は、微細藻類を含む、細胞壁を有する植物及びその他の生物体で見られる非デンプン炭水化物である。食物繊維は可溶性（水に溶ける）又は不溶性（水に溶かすことができない）であり得る。総食物繊維は可溶性及び不溶性の食物繊維で構成される。

【0076】

「可消化粗タンパク質」は、胃の酵素で消化された後に得られる、又は遊離窒素（アミノ酸）へ変換され得るタンパク質の一部を意味する。可消化粗タンパク質の *in vitro* 測定は、ペプシンのような胃の酵素を用いて試料を消化し、消化後の遊離アミノ酸を測定することにより行われる。可消化粗タンパク質の *in vivo* 測定は、飼料／食物試料中のタンパク質レベルを測定してからその試料を動物に与え、動物の糞中で収集される窒素の量を測定することにより行われる。

10

【0077】

「乾燥重量」及び「細胞乾燥重量」は、水の相対的非存在下で決定される重量を意味する。例えば、組み換え微細藻類バイオマスが乾燥重量で特定の百分率の特定成分を含むという場合、その百分率は、実質的に全水分が除去された後のバイオマスの重量に基づき計算されたことを意味する。

【0078】

「食用成分」は、食用に適した任意の物質又は組成物を意味する。「食用成分」としては、穀物、果物、野菜、タンパク質、ハーブ、香辛料、炭水化物及び脂肪が挙げられるが、これらに限定されない。

20

【0079】

「発現ベクター」、「発現構築物」、「プラスミド」又は「組み換えDNA構築物」は、例えば、組み換え手段又は直接的な化学合成を含む、人の介入により生成された核酸を指し、該核酸は、宿主細胞内で特定の核酸を転写及び／又は翻訳することができると一連の特定の核酸エレメントを有する。発現ベクターは、プラスミド、ウイルス又は核酸フラグメントの一部分であり得る。典型的には、発現ベクターは、プロモーターに動作可能に連結した、転写対象の核酸を含む。

【0080】

「外来遺伝子」は、細胞に導入された（「形質転換された」）RNA及び／又はタンパク質の発現をコードする核酸である。形質転換された細胞は、組み換え細胞と呼ばれることもあり、この細胞に、さらなる外来遺伝子が導入されてもよい。外来遺伝子は、形質転換される細胞と異なる種に由来していてもよく（つまり、異種）、同じ種に由来していてもよい（つまり、同種）。従って、外来遺伝子は、内在する遺伝子複製物に対し、細胞のゲノムでは異なる位置を占める、又は、異なる制御下にある同種遺伝子を含むことができる。外来遺伝子は、前記細胞の2種類以上の複製物中に存在していてもよい。外来遺伝子は、ゲノムへの挿入物として、又はエピソーム分子として細胞中に維持されてもよい。

30

【0081】

「外部から与えられた」は、細胞培養物の培養培地に与えられた分子を指す。

【0082】

「エキスペラー圧搾機」は、大豆や菜種のような原材料から油を抽出する機械的な方法である。エキスペラー圧搾機は、スクリー型の機械であり、ケージで覆われた円筒形様の空洞を通すことによって材料を圧縮する。原材料は、圧搾機の片側から入り、ケーキが他方から出ていく間に、ケージ内にあるバーの間から油がしみ出て、集められる。この機械は、スクリーからの摩擦及び連続的な圧力を利用し、原材料を動かし、圧縮する。油は、固形物が通過することができない小さな開口部からしみ出る。原材料が圧縮されていくと、典型的には、摩擦によって熱が発生する。

40

【0083】

「脂肪」は、通常の室温及び圧力において一般に固体である脂質又は脂質の混合物を意味する。「脂肪」としては、ラード及びバターが挙げられるが、これらに限定されない。

50

【0084】

「脂肪酸アシルーA C Pチオエステラーゼ」は、脂質合成中に、アシルキャリアータンパク質（A C P）から脂肪酸が開裂するのを触媒する酵素である。

【0085】

「脂肪酸アシルーC o A／アルデヒド還元酵素」は、アシルーC o A分子から一級アルコールへの還元を触媒する酵素である。

【0086】

「脂肪酸アシルーC o A還元酵素」は、アシルーC o A分子からアルデヒドへの還元を触媒する。

【0087】

「脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素」は、脂肪族アルデヒドからアルカンへの変換を触媒する酵素である。

【0088】

「脂肪族アルデヒド還元酵素」は、アルデヒドから一級アルコールへの還元を触媒する酵素である。

【0089】

「繊維」は、多糖形態の非デンプン炭水化物を意味する。繊維は、水溶性又は非水溶性であり得る。多くの微細藻類が、通常は細胞壁中に存在する可溶性及び不溶性の繊維を産生する。

【0090】

「最終食品」及び「最終食品成分」は、包装、使用又は摂取の準備ができた食品成分を意味する。例えば、「最終食品」は調理されていてもよく、また「最終食品」を構成する成分は互いに混合されていてもよく、又は統合されていてもよい。典型的には、「最終食品成分」を他の成分と組み合わせて使用し食品を形成する。

【0091】

「固定炭素源」は、培養培地中で、周囲温度及び周囲圧力で固体又は液体の形態として存在し、該培養培地で培養されている微生物が利用できる炭素含有分子、典型的には有機分子である。

【0092】

「食物」、「食品組成物」、「食品」及び「食料品」は、栄養源及び／又はカロリー源としてヒトにより摂取されることが意図される又は予想される任意の組成物を意味する。食品組成物は、主として炭水化物、脂肪、水及び／又はタンパク質から構成され、実質的にヒトの1日のカロリー摂取のすべてを占めている。「食品組成物」の最小重量は、典型的な錠剤又はカプセルの重量（典型的な錠剤／カプセルの重量は、100mg以下～1500mgまでの範囲である）の少なくとも10倍である。「食品組成物」は、カプセル化されておらず、また錠剤形態でもない。

【0093】

「適正製造基準」及び「GMP」は、米国連邦規則集第21編第110部（ヒト用食品に関する）及び第111部（栄養補助食品に関する）に記載されている規制又は米国以外の場所で定められている同等の規制スキームにより定められた条件を意味する。米国の規制は、ヒト摂取用の食品及び栄養補助食品の製造業者、加工業者及び包装業者を規制するために、連邦食品・医薬品・化粧品法の権限の下、米国食品医薬品局により公布されている。

【0094】

「ホモジネート」は、物理的に破壊されたバイオマスを意味する。均質化は、粒子を小型で均一な大きさにさらに細分化して、さらなる工程に供し得る分散を形成することを含む、流体力学的工程である。均質化は、いくつかの食品及び乳製品の安定性、有効期間、消化及び味を向上させる処理において使用される。

【0095】

「炭化水素」は、水素原子と炭素元素のみを含む分子であり、炭素原子は、直鎖、分枝

10

20

30

40

50

鎖、環状、又は部分的に環状の骨格を形成するように共有結合しており、この骨格に水素原子が接続している。炭化水素化合物の分子構造は、天然ガスの構成成分であるメタン（ CH_4 ）形式の最も単純なものから、未精製油、石油、及びピッチューメン中にみられるアスファルテンのようなある種の分子のように、非常に重く、非常に複雑なものまでさまざまである。炭化水素は、気体、液体又は固体の形態であってもよく、これらの形態を任意に組み合わせた形態であってもよく、骨格内の隣接する炭素原子間に1つ又はそれ以上の二重結合又は三重結合を有していてもよい。従って、この用語には、直鎖、分枝鎖、環状、又は部分的に環状のアルカン、アルケン、脂質、及びパラフィンが含まれる。例としては、プロパン、ブタン、ペンタン、ヘキサン、オクタン、及びスクアレンが挙げられる。

【0096】

10

「水素：炭素比」は、原子単位であらわした、分子中の水素原子と炭素原子との比率である。この比率は、炭化水素分子中の炭素原子及び水素原子の数を述べるときに用いられ得る。例えば、最も大きな比率を有する炭化水素は、メタン CH_4 （4：1）である。

【0097】

「疎水性画分」は、水相と比較して、疎水相での溶解性が高いような、物質の一部分又は画分である。疎水性画分は、実質的に水には溶解せず、通常は非極性である。

【0098】

「脂質収量の増加」は、例えば、培養物1リットルあたりの細胞乾燥重量が増加すること、脂質を構築する細胞の割合が増えること、又は、単位時間あたりの培養容積1リットルあたりの合計脂質量が増えることなどにより、微生物培養物の生産性が増加することを指す。

20

【0099】

「誘発性プロモーター」は、特定の刺激に応答し、動作可能に連結した遺伝子の転写に介在するプロモーターである。かかるプロモーターの例は、pH又は窒素レベルの変化という条件で誘発されるプロモーター配列であり得る。

【0100】

「動作可能に連結した状態で」は、制御配列（典型的には、プロモーター）および連結した配列（典型的には、タンパク質をコードする配列で、コード配列とも呼ばれる）などの、2個の核酸配列間の機能的な連結である。プロモーターは、遺伝子の転写に介在することができる場合、外来遺伝子と動作可能に連結した状態である。

30

【0101】

「系中」は、「その場で」又は「その元々の位置で」という意味である。

【0102】

「栄養物の制限濃度」は、培養している微生物の増殖を制限するような、培養物中の化合物の濃度である。「栄養物の非制限濃度」は、所与の培養期間中に、最大限の増殖を支援するような濃度である。従って、所与の培養期間中に生成する細胞数は、栄養物が非制限濃度である場合よりも、制限濃度の栄養物に存在する場合の方が少なくなる。栄養物が、最大限の増殖を支援する濃度よりも高濃度で存在する場合には、培養物中に栄養物が「過剰で」と言われる。

【0103】

40

「リパーゼ」は、非水溶性脂質基質内のエステル結合の加水分解を触媒する水溶性酵素である。リパーゼは、脂質がグリセロール及び脂肪酸に加水分解されるのを触媒する。

【0104】

「脂質改変酵素」は、脂質の共有結合構造を変える酵素を指す。脂質改変酵素の例としては、リパーゼ、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼ、脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素、脂肪酸アシル-CoA還元酵素、脂肪族アルデヒド還元酵素、ステアロイルキャリアータンパク質デサチュラーゼ（SAD）および脂肪族アシルデサチュラーゼを含めたデサチュラーゼ、脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素、が挙げられる。

【0105】

「脂質経路の酵素」は、脂質代謝、すなわち、脂質合成、改変又は変性のいずれかにお

50

いて役割を担っている任意の酵素であり、脂質を化学的に改変する任意のタンパク質、及びキャリアータンパク質である。

【0106】

「脂質」は、非極性溶媒（例えば、エーテル及びクロロホルム）に可溶性であり、水には比較的又は完全に不溶性の分子の種類である。脂質分子は、主として、疎水性の性質を有する長い炭化水素鎖からなるため、これらの性質を有している。脂質の例としては、脂肪酸（飽和及び不飽和）；グリセリド又はグリセロ脂質（例えば、モノグリセリド、ジグリセリド、トリグリセリド又は天然の脂肪、ホスホグリセリド、又はグリセロリン脂質）；グリセリド以外のもの（スフィンゴ脂質、コレステロール及びステロイドホルモンを含むステロール脂質、テルペノイド、脂肪族アルコール、ワックス、ポリケツドを含むプレノール脂質）；及び、複雑な脂質誘導体（糖に連結した脂質、又は糖脂質、及びタンパク質に連結した脂質）が挙げられる。「脂肪」は、「トリアシルグリセリド」と呼ばれる脂質の下位集団である。

10

【0107】

「溶解物」は、溶解した細胞内容物を含む溶液である。

【0108】

「溶解」は、多くは生物有機体の統一性を失わせるような機械的機構、ウイルス機構、又は浸透性機構によって、生物有機体の原形質膜、場合により、細胞壁を、その細胞内成分を少なくとももいくらか放出させるのに十分な程度まで破壊することである。

【0109】

「溶解すること」は、生物有機体又は細胞の原形質膜、場合により、細胞壁を、その細胞内成分を少なくとももいくらか放出させるのに十分な程度まで、分断することである。

20

【0110】

「微細藻類」は、葉緑体又はプラスチドを含み、場合により、光合成を行うことができる真核性微生物であるか、又は、光合成を行うことができる原核性微生物である。微細藻類には、固定炭素源をエネルギーとして代謝することができない偏性光合成独立栄養生物と、固定炭素源がないと単に生存できない従属栄養生物とが存在する。微細藻類には、細胞分裂の直後に、妹細胞から分離する *Chlamydomonas* などの単細胞有機体、2種類の別個の細胞型を有する単純な多細胞光合成細菌である、例えば、*Volvox* などの細菌が含まれる。微細藻類は、*Chlorella*、*Dunaliella*、及び *Prototheca* のようななどの細胞を含む。また、微細藻類には、*Agmenellum*、*Anabaena*、及び *Pyrobutrys* などの、細胞－細胞接着性を示す他の光合成細菌も含まれる。また、微細藻類には、特定の渦鞭毛藻（dinoflagellate algae）種、及び *Prototheca* 属の種など、光合成を行う能力が失われている偏性従属栄養微生物も含まれる。

30

【0111】

「微生物バイオマス」、「微細藻類バイオマス」「藻類バイオマス」及び「バイオマス」は、微生物細胞又は微細藻類細胞の成長及び／又は増殖によって生成される物質を意味する。バイオマスは、細胞及び／又は細胞内成分、並びに細胞外物質を含有していてもよい。細胞外物質としては、細胞により分泌される化合物が挙げられるが、これらに限定されない。

40

【0112】

「微粒子化された」は、少なくとも50%の粒径の最長寸法が10 µm以下になるように、高圧（又は同等のプロセス）下で均質化されたバイオマスを意味する。典型的には、かかる粒子の少なくとも50%～90%又はそれ以上の最長寸法が5 µm未満である。いかなる場合にも、微粒子化されたバイオマスの平均粒径は、インタクトな組み換え微細藻類細胞よりも小さい。

【0113】

「微生物」及び「細菌」は、微細な単細胞有機体である。

【0114】

50

「自然に共発現する」は、2種類のタンパク質あるいは遺伝子に関して、例えば、2種類のタンパク質をコードする遺伝子が、共通の制御配列の制御下にあるため、又は、上述の2種類のタンパク質をコードする遺伝子が、同じ刺激に応答して発現するため、そのタンパク質又はその遺伝子が、これらが誘導される組織又は有機体で自然に共発現することを意味する。

【0115】

「油」は、微細藻類、他の植物及び／又は動物を含めた生物体により産生される任意のトリアシルグリセリドを意味する。「脂肪」と区別される「油」は、別途明記されない限り、通常の室温及び圧力において一般に液体である脂質を指す。例えば、「油」としては、大豆、菜種、キャノーラ、パーム、パーム核、ココナツ、トウモロコシ、オリーブ、ヒマワリ、綿実、クフエア、ピーナツ、カメリナ・サティバ、カラシの種子、カシューナツ、オーツ麦、ハウチワマメ、ケナフ、キンセンカ、麻、コーヒー、亜麻仁、ヘーゼルナツ、ユーホルビア、カボチャの種、コリアンダー、ツバキ、ゴマ、ベニバナ、イネ、アブラギリ、ココア、コブラ、ケシ (p i u m p o p p y)、トウゴマの実、ピーカン、ホホバ、ジャトロファ、マカダミア、ブラジルナツ及びアボカド、並びにこれらの組み合わせに由来する油を含むがこれらに限定されない、植物由来の植物油又は種子油が挙げられる。

10

【0116】

「浸透圧衝撃」は、浸透圧が突然下がることによって、細胞が溶液中で破裂することである。時に、浸透圧衝撃が誘発され、かかる細胞の細胞成分が溶液内に放出される。

20

【0117】

「低温殺菌」は、食品中の微生物の増殖を遅らせることを目的とした加熱のプロセスを意味する。典型的には、低温殺菌は高温（ただし、沸点より低い温度）で短時間行われる。本明細書に記載のように、低温殺菌により、食品中の望ましくない微生物の数が減少するだけでなく、食品中に存在する特定の酵素も不活性化され得る。

【0118】

「多糖分解酵素」は、任意の多糖の加水分解又は糖化を触媒することができる任意の酵素である。例えば、セルラーゼは、セルロースの加水分解を触媒する。

【0119】

「多糖類」又は「グリカン」は、単糖類がグリコシド結合によって接続したもので構成される炭水化物である。セルロースは、特定の植物細胞壁を構成する多糖である。セルロースは、酵素によって解重合し、キシロース及びグルコースなどの単糖類や、これより大きな二糖類及びオリゴ糖を生成し得る。

30

【0120】

「ポート」は、気体、液体及び細胞などの材料の流入又は流出が可能なバイオリアクターの開口部を意味し、通常は管に接続されている。

【0121】

「大部分が封入された」は、50%を超える、通常は75%～90%を超える、言及される成分、例えば藻類油が、言及される容器内に隔離されていることを意味し、この容器は、例えば組み換え微細藻類細胞を含み得る。

40

【0122】

「大部分がインタクトな細胞」及び「大部分がインタクトなバイオマス」は、50%を超える、多くの場合は75、90及び98%を超えるインタクトな細胞を含んでなる細胞の集団を意味する。「インタクトな」は、この文脈においては、細胞の細胞内成分を封入する細胞膜及び／又は細胞壁の物理的な連続性が、培養中の細胞膜の透過性を超える程度まで細胞の細胞内成分を放出するようないかなる形でも破壊されていないことを意味する。

【0123】

「大部分が溶解した」は、50%を超える、通常は75%～90%を超える細胞が、細胞の細胞内成分が細胞膜内でもはや完全に封入されることのないように破壊されている細

50

胞の集団を意味する。

【0124】

「繁殖」は、成長と増殖の両方を合わせたものを意味する。

【0125】

「プロモーター」は、核酸の転写に指示する核酸制御配列である。本明細書で使用される場合、プロモーターは、転写開始部位の近くに、必要な核酸配列を含み、例えば、ポリメラーゼ I 型プロモーターの場合には、T A T A エlementを含む。また、プロモーターは、場合により、遠位エンハンサーElement又はリプレッサーElementを含み、これらは、転写開始部位から数千塩基対も離れた位置にあってもよい。

【0126】

「増殖」は、有糸分裂又はその他の細胞分裂により細胞数が増加することを意味する。

【0127】

「近似分析」は、食品の脂肪、窒素／タンパク質、粗繊維（主成分としてセルロース及びリグニン）、水分及び灰分を分析することを意味する。近似分析の既知の値の合計を100から減じることにより、可溶性炭水化物（総食物繊維及び遊離糖）を計算することができる（差による炭水化物）。

【0128】

「組み換え体」は、外来核酸の導入又は天然核酸の改変のために修飾された細胞、核酸、タンパク質又はベクターである。従って、例えば、組み換え細胞は、この細胞の天然の（組み換えされていない）形態にはみられない遺伝子を発現するか、又は、非組み換え細胞によって発現する前記遺伝子とは異なる天然遺伝子を発現する。「組み換え核酸」とは、一般には、例えば、ポリメラーゼ及びエンドヌクレアーゼなどを用いた核酸の操作により、本来は *in vitro* で形成される核酸か、又はそうでなければ、通常は天然には存在しない形態核酸のことである。組み換え核酸を生成し、例えば、2種類又はそれ以上の核酸を動作可能に連結した状態に配置することもできる。従って、天然では通常は接続していないDNA分子を結合させることによって *in vitro* で生成した核酸又は発現ベクターの単離物は、両方とも本発明の目的では組み換えであると考ええる。組み換え核酸が作られ、宿主細胞又は有機体に導入されると、宿主細胞の *in vivo* 細胞機構を用いて複製し得るが、かかる核酸は、いったん組み換え状態で産生すると、その後に細胞内で複製されたものであっても、本発明の目的では組み換えと考える。同様に、「組み換えタンパク質」は、組み換え技術を用いて、すなわち、組み換え核酸の発現によって作られるタンパク質である。

【0129】

「組み換え微生物油」、「組み換え微細藻類油」及び「藻類油」は、それぞれ組み換え微生物又は微細藻類細胞又は藻類細胞により産生される、トリアシルグリセロールを含めた任意の脂質成分を意味する。

【0130】

「再生可能なディーゼル」は、脂質の水素化及び脱酸素によって生成されるアルカン混合物（例えば、C10:0、C12:0、C14:0、C16:0、C18:0）である。

【0131】

「糖化」は、バイオマス、通常はセルロース系バイオマス又はリグノセルロース系バイオマスを、グルコース及びキシロースなどの単糖類に変換するプロセスである。「糖化された」又は「解重合された」セルロース系材料又はバイオマスは、糖化によって単糖類に変換されたセルロース系材料又はバイオマスを指す。

【0132】

用語「類似した」は、天然に存在する油との比較という文脈で、さらなる限定条件なしに使用される場合、天然に存在する油と比較した油が、天然に存在する油の上位2つのトリグリセリドの約+/-15%又は+/-10%を含有することを意味する。例えば、シアバター（B. Parkii の油）は、最も一般的に存在する2つのトリグリセリド成分

10

20

30

40

50

として41.2～56.8%のC18:0及び34.0～46.9%のC18:1を含有する(表5を参照)。+/-10%以内にある「類似した」油は、最も一般的な2つのトリグリセリド成分として、約37%～約62%のC18:0及び31%～約52%のC18:1を含み得る。この文脈で使用される場合、用語「類似した」は、+/-9%、+/-8%、+/-7%、+/-6%、+/-5%、+/-4%、+/-3%、+/-2%又は+/-1%を包含し、また天然に存在する油の上位3つ若しくは上位4つのトリグリセリド、又は上位3つのトリグリセリドのうちの2つ、又は上位4つのトリグリセリドのうちの3つとの比較をさらに表し得る。

【0133】

「超音波処理」は、音波エネルギーを用いることによって、細胞などの生体材料を破壊する過程である。

10

【0134】

「フルフラール種」は、2-フランカルボキサアルデヒド、又は同じ基本構造の特徴を保持しする誘導体である。

【0135】

「茎葉」は、穀物を収穫した後に残る、作物の茎及び葉を乾燥させたものである。

【0136】

「ショ糖利用遺伝子」は、発現すると、ショ糖をエネルギー源として利用する能力を補助する遺伝子である。ショ糖利用遺伝子によってコードされるタンパク質は、本明細書では「ショ糖利用酵素」と呼ばれ、ショ糖トランスポーター、ショ糖インベルターゼ、並びにグルコキナーゼ及びフルクトキナーゼなどのヘキソキナーゼを含む。

20

【0137】

「ヒトの摂取に適した」は、組成物が、健康への悪影響なしにヒトの食事摂取として消費され得、消化管内での消化物質取り込みによって有意なカロリー摂取をもたらし得ることを意味する。

【0138】

「未調理製品」は、加熱されていない組成物を意味するが、予め過熱された成分を1つ又はそれ以上含んでいてもよい。

【0139】

容積での割合に関連する「V/V」又は「v/v」は、組成物中の1つの物質の容積と、組成物の容積との比を意味する。例えば、5%v/vの組み換え微細藻類油を含む組成物という場合、組成物の容積の5%が組み換え微細藻類油で占められ(例えば、容積100mm³の組成物は5mm³の組み換え微細藻類油を含有する)、組成物の残りの容積(例えば、この例では95mm³)は他の成分で占められていることを意味する。

30

【0140】

重量での割合に関連する「W/W」又は「w/w」は、組成物中の1つの物質の重量と、組成物の重量との比を意味する。例えば、5%w/wの組み換え微細藻類バイオマスを含む組成物という場合、組成物の重量の5%が組み換え微細藻類バイオマスで占められ(例えば、重量100mmgの組成物は5mmgの組み換え微細藻類バイオマスを含有する)、組成物の残りの重量(例えば、上の例では95mmg)は他の成分で占められていることを意味する。

40

【0141】

(II. 栽培)

本発明は、一般的には、脂質を産成させるために、微生物(例えば、微細藻類、油産生酵母、真菌及び細菌)、特に*Protophoca*株を含めた組み換え微細藻類株を栽培することに関する。読者が読みやすいように、本節をいくつかの項に分けている。第1項は、*Protophoca*の種と株、並びに、ゲノムDNA比較による*Protophoca*の新種と新株及び関連する微細藻類、並びに他の微生物の同定方法について記載する。第2項は、栽培に有用なバイオリクターについて記載する。第3項は、栽培用培地について記載する。第4項は、本発明の例示的な栽培方法に従った油の産生成について記載

50

する。これらの記載はまた、さらに一般的に他の微生物にも適用され得る。

【0142】

(1. *Prototheca*の種及び株、並びに他の微生物)

*Prototheca*は、高濃度の脂質、特に、燃料生成に適した脂質を産生することができるため、脂質の産成に使用するのに卓越した微生物である。*Prototheca*によって産生される脂質は、他の微細藻類によって産生される脂質よりも鎖長が短く、飽和度が高い炭化水素鎖を含んでいる。さらに、*Prototheca*の脂質は、一般的に、色素を含まず(クロロフィル及び特定のカロチノイドの濃度が検出不可能なほど低く)、いかなる状況でも、他の微細藻類から得られる脂質よりもかなり色素の含有量が低い。さらに、本発明によって与えられる組み換え*Prototheca*細胞を用い、他の微生物から脂質を産生する場合と比較して、低コストで、高収率及び高効率で脂質を生成させることができる。本発明の方法で用いる具体的な*Prototheca*株としては、が挙げられる。それに加え、この微細藻類は、従属栄養性で成長し、*Prototheca wickerhamii*、*Prototheca stagnora* (UTEX 327を含む)、*Prototheca portoricensis*、*Prototheca moriformis* (UTEX株1441、1435を含む)、*Prototheca zopfii*として遺伝子操作することができる。*Prototheca*属の種は、偏性従属栄養生物である。

10

【0143】

本発明で使用する*Prototheca*の種は、ゲノムの特定標的領域を増幅させることによって同定することができる。例えば、特定の*Prototheca*種又は株の同定は、プライマーと、任意のゲノム領域を用いた方法とを用い、例えば、Wu et al.、Bot. Bull. Acad. Sin. (2001) 42:115-121 Identifying ribosomal DNA Sequencesに記載されている方法を用いて、核及び／又は葉緑体のDNA増幅及び配列決定によって達成され得る。当業者であれば、リボソームの内部に転写されたスペーサー (ITS1及びITS2 rDNA)、23S rRNA、18S rRNA、及び他の保存されたゲノム領域の増幅および配列決定などの十分に確率された系統発生解析の方法を用いて、*Prototheca*だけではなく、類似の脂質プロファイル及び産生能を有する他の炭化水素及び脂質を産生する有機体の種を同定することができる。例えば、藻類の同定法及び分類法の例として、例えば、Genetics、2005年8月;170(4):1601-10及びRNA、2005年4月;11(4):361-4を参照のこと。

20

30

【0144】

従って、ゲノムDNA比較を用い、本発明で使用する微細藻類の適切な種を同定することができる。本発明で使用する好ましい微細藻類に分類学的に関連する微細藻類の種をスクリーニングするために、例えば、23S rRNAをコードするDNAなど、だがこれに限定されない、保存されたゲノムDNA領域を、微細藻類の種から増幅させ、コンセンサス配列を比較することができる。かかるDNA配列をプロトテカ (*Prototheca*)属に含まれる種と比較した例を以下に示す。ゲノムDNA比較は、株の収集中に誤って同定した微細藻類の種を同定するのにも有用であり得る。株の収集では、表現型及び形態学的特徴に基づいて、微細藻類の種を同定することが多いだろう。これらの特徴を使用すると、微細藻類の種又は属を間違えてカテゴリー分けしてしまうことがある。ゲノムDNA比較のり用は、系統発生的関係に基づいて微細藻類種をカテゴリー分けするより良好な方法であり得る。

40

【0145】

本発明で使用する微細藻類は、典型的には、配列番号11~19に記載の少なくとも1つの配列に対するヌクレオチド同一性が少なくとも99%、少なくとも95%、少なくとも90%、又は少なくとも85%の23S rRNAをコードするゲノムDNA配列を有する。

50

【0146】

ヌクレオチド同一性又はアミノ酸同一性の割合を決定するために配列を比較する場合、典型的には、ある配列を参照配列として作用させ、これと試験配列とを比較する。配列比較アルゴリズムを用いた場合、試験配列及び参照配列をコンピュータに入力し、部分配列の座標を指定し、必要な場合、配列アルゴリズムプログラムのパラメーターを指定する。次いで、配列比較アルゴリズムが、指定したプログラムパラメーターに基づいて、試験配列を参照配列と比較して配列同一性の割合を算出する。

【0147】

例えば、Smith & Waterman, Adv. Appl. Math. 2:482 (1981) の局地的ホモロジーアルゴリズムによって、Needleman & Wunsch, J. Mol. Biol. 48:443 (1970) のホモロジーアライメントアルゴリズムによって、Pearson & Lipman, Proc. Nat'l. Acad. Sci. USA 85:2444 (1988) のと類似検索法によって、これらのアルゴリズムをコンピュータ化実装することによって (Wisconsin Genetics Software Package, Genetics Computer Group, 575 Science Dr., Madison, WI の、GAP、BESTFIT、FASTA、TFASTA)、又は、視覚的な観察 (一般的に、上記の Ausubel et al. を参照) によって、比較のための最適な配列アライメントを行うことができる。

【0148】

配列同一性の割合及び配列類似性を決定するのに適した別のアルゴリズムの例は、BLAST アルゴリズムであり、Altschul et al., J. Mol. Biol. 215:403-410 (1990) に記載されている。BLAST 分析を行うためのソフトウェアは、National Center for Biotechnology Information (ウェブアドレスは www.ncbi.nlm.nih.gov) に公開されている。このアルゴリズムは、検索配列の中で、文字列の長さ W の短い文字列を同定することにより、スコアの高い配列対 (HSP) をまず同定することを含み、該文字列は、データベース配列中の同じ長さの文字列と整列させたときに、ある正の値である閾値 T とマッチするか、又は閾値 T を満足するかのいずれかである。 T は、近隣の文字列スコアの閾値と呼ばれる (Altschul et al., 上記)。これらの初期の近隣の文字列ヒットが、これらの配列に含まれるもっと長い HSP を見つけるための初期検索の出発点として作用する。その後、この文字列のヒットを、累積アライメントスコアが増加していく限りは、それぞれの配列に沿って両方向に拡張していく。累積スコアは、ヌクレオチド配列の場合、パラメーター M (マッチングした残基対に対するリワードスコア; 常に 0 より大きい) 及びパラメーター N (マッチングしない残基に対するペナルティスコア; 常に 0 より小さい) を用いて算出される。アミノ酸配列の場合、スコアの行列を用いて累積スコアを算出する。それぞれの方向への文字列ヒットの拡張は、累積アライメントスコアが、到達した最大値から X の大きさだけ下がった場合、1 つ又は以上のマイナス値のスコアをもつ残基のアライメントの累積のため、累積スコアが 0 又は 0 未満になった場合、又は、いずれかの配列が末端まできた場合に中止される。核酸又はポリペプチドが本発明の範囲内にあるかどうかを同定するためには、BLAST プログラムのデフォルトパラメーターが適している。BLASTN プログラム (ヌクレオチド配列の場合) は、文字列長 (W) 11、期待値 (E) 10、 $M=5$ 、 $N=-4$ をデフォルトとして用い、両鎖を比較する。アミノ酸配列の場合、BLASTP プログラムを、文字列長 (W) 3、期待値 (E) 10、BLOSUM62 スコア行列をデフォルトとして用いる。TBLASTN プログラム (ヌクレオチド配列のタンパク質配列を用いる) は、文字列長 (W) 3、期待値 (E) 10、BLOSUM62 スコア行列をデフォルトとして用いる (Henikoff & Henikoff, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89:10915 (1989) を参照)。

【0149】

B L A S T アルゴリズムはまた、配列同一性の割合を算出することに加え、2つの配列間の類似性の統計分析も行う（例えば、K a r l i n & A l t s c h u l、P r o c . N a t ' l . A c a d . S c i . U S A 90:5873-5787（1993）を参照）。B L A S T アルゴリズムによって与えられる類似性の測定値は、ひとつには最小合計確率（ $P(N)$ ）があり、この値は、2つのヌクレオチド又はアミノ酸配列が偶然マッチする確率の指標を与える。例えば、試験核酸と参照核酸とを比較したときの最小合計確率が、約0.1未満、より好ましくは、約0.01未満、最も好ましくは、約0.001未満であるときに、この核酸は、参照配列と類似していると考ええる。

【0150】

本発明で用いるための微生物の選択に影響を及ぼす他の考慮事項としては、油、燃料、及び油脂化学品を産成するのに適した脂質又は炭化水素の産成に加え、（1）細胞重量に対する脂質含有率が高いこと；（2）成長が容易であること；（3）遺伝子操作が容易であること；及び（4）バイオマスの処理が容易であることが挙げられる。特定の実施形態では、野生型の微生物又は遺伝子操作された微生物から、少なくとも40%、少なくとも45%、少なくとも50%、少なくとも55%、少なくとも60%、少なくとも65%、又は少なくとも70%、又はそれ以上が脂質である細胞が得られる。好ましい有機体は、従属栄養的に成長する有機体である（光の非存在下で、糖上で）。

【0151】

本発明を実施するために使用し得る藻類の例としては、表1に記載の以下の藻類が挙げられるが、これらに限定されない。

【0152】

10

20

【表 1 - 1】

表1. 藻類の例

Achnanthes orientalis, Agmenellum, Amphiprora hyaline, Amphora coffeiformis, Amphora coffeiformis linea, Amphora coffeiformis punctata, Amphora coffeiformis taylori, Amphora coffeiformis tenuis, Amphora delicatissima, Amphora delicatissima capitata, Amphora sp., Anabaena, Ankistrodesmus, Ankistrodesmus falcatus, Boekelovia hooglandii, Borodinella sp., Botryococcus braunii, Botryococcus sudeticus, Carteria, Chaetoceros gracilis, Chaetoceros muelleri, Chaetoceros muelleri subsum, Chaetoceros sp., Chlorella anitrata, Chlorella Antarctica, Chlorella aureoviridis, Chlorella candida, Chlorella capsulate, Chlorella desiccata, Chlorella ellipsoidea, Chlorella emersonii, Chlorella fusca, Chlorella fusca var. vacuolata, Chlorella glucotrophica, Chlorella infusionum, Chlorella infusionum var. actophila, Chlorella infusionum var. auxenophila, Chlorella kessleri, Chlorella lobophora(SAG 37.88株), Chlorella luteoviridis, Chlorella luteoviridis var. aureoviridis, Chlorella luteoviridis var. lutescens, Chlorella miniata, Chlorella minutissima, Chlorella mutabilis, Chlorella nocturna, Chlorella parva, Chlorella photophila, Chlorella pringsheimii, Chlorella protothecoides(UTEX株1806, 411, 264, 256, 255, 250, 249, 31, 29, 25並びにCCAP株211/17及び211/8dのいずれも含む), Chlorella protothecoides var. acidicola, Chlorella regularis, Chlorella regularis var. minima, Chlorella regularis var. umbricata, Chlorella reisigii, Chlorella saccharophila, Chlorella saccharophila var. ellipsoidea, Chlorella salina, Chlorella simplex, Chlorella sorokiniana, Chlorella sp., Chlorella sphaerica, Chlorella stigmatophora, Chlorella vanniellii, Chlorella vulgaris, Chlorella vulgaris, Chlorella vulgaris f. tertia, Chlorella vulgaris var. autotrophica, Chlorella vulgaris var. viridis, Chlorella vulgaris var. vulgaris, Chlorella vulgaris var. vulgaris f. tertia, Chlorella vulgaris var. vulgaris f. viridis, Chlorella xanthella, Chlorella zofingiensis, Chlorella trebouxioides, Chlorella vulgaris, Chlorococcum infusionum, Chlorococcum sp., Chlorogonium, Chroomonas sp., Chrysosphaera sp., Cricosphaera sp., Cryptomonas sp., Cyclotella cryptica, Cyclotella meneghiniana, Cyclotella sp., Dunaliella sp., Dunaliella bardawil, Dunaliella bioculata, Dunaliella granulate, Dunaliella maritime, Dunaliella minuta, Dunaliella parva, Dunaliella perircei, Dunaliella primolecta, Dunaliella salina, Dunaliella terricola, Dunaliella tertiolecta, Dunaliella viridis, Dunaliella tertiolecta, Eremosphaera viridis, Eremosphaera sp., Ellipsoidon sp., Euglena, Francaea sp., Fragilaria crotonensis, Fragilaria sp., Gleocapsa sp., Gloeothamnion sp., Hymenomonas sp., Isochrysis aff. galbana, Isochrysis galbana, Lepocinclis, Micractinium, Micractinium(UTEX LB 2614), Monoraphidium minutum, Monoraphidium sp., Nannochloris sp., Nannochloropsis salina, Nannochloropsis sp., Navicula acceptata, Navicula biskanterae, Navicula pseudotenelloides, Navicula pelliculosa, Navicula saprophila, Navicula sp., Nephrochloris sp., Nephroselmis sp., Nitzschia communis, Nitzschia alexandrina, Nitzschia communis, Nitzschia dissipata, Nitzschia frustulum,

10

20

30

【表 1 - 2】

Nitzschia hantzschiana, Nitzschia inconspicua, Nitzschia intermedia, Nitzschia microcephala, Nitzschia pusilla, Nitzschia pusilla elliptica, Nitzschia pusilla monoensis, Nitzschia quadrangular, Nitzschia sp., Ochromonas sp., Oocystis parva, Oocystis pusilla, Oocystis sp., Oscillatoria limnetica, Oscillatoria sp., Oscillatoria subbrevis, Pascheria acidophila, Pavlova sp., Phagus, Phormidium, Platymonas sp., Pleurochrysis carterae, Pleurochrysis dentate, Pleurochrysis sp., Prototheca wickerhamii, Prototheca stagnora, Prototheca portoricensis, Prototheca moriformis, Prototheca zopfii, Pyramimonas sp., Pyrobotrys, Sarcinoid chrysophyte, Scenedesmus armatus, Spirogyra, Spirulina platensis, Stichococcus sp., Synechococcus sp., Tetradron, Tetraselmis sp., Tetraselmis suecica, Thalassiosira weissflogii並びにViridiella fridericana

40

【0153】

本発明を実施するために使用し得る油産生酵母の例としては、表26に記載の以下の油産生酵母が挙げられるが、これらに限定されない。

【0154】

【表26】

表26. 油産生酵母の例

Cryptococcus curvatus, Cryptococcus terricolus, Candida sp., Lipomyces starkeyi, Lipomyces lipofer, Endomycopsis vernalis, Rhodotorula glutinis, Rhodotorula gracilis及びYarrowia lipolytica

50

【0155】

本発明を実施するために使用し得るその他の真菌の例としては、表27に記載の以下の真菌が挙げられるが、これらに限定されない。

【0156】

【表27】

表27. 真菌の例

Mortierella, Mortierella vinacea, Mortierella alpine, Pythium debaryanum, Mucor circine lloides, Aspergillus ochraceus, Aspergillus terreus, Penicillium lilacinum, Hensenuilo, Chaetomium, Cladosporium, Malbranchea, Rhizopus及びPythium

【0157】

本発明のある実施形態では、微生物は細菌である。大腸菌 (E. coli) などの細菌内の外来遺伝子発現の例はよく知られており、例えば、Molecular Cloning; A Laboratory Manual, Sambrook et al. (第3版, 2001, Cold Spring Harbor Press)を参照されたい。

【0158】

(2. バイオリアクター)

微生物を、遺伝子操作及び炭化水素 (例えば、脂質、脂肪酸、アルデヒド、アルコール、及びアルカン) の産成という目的で培養する。前者の種類の場合では、小スケールで実施し、最初は、少なくとも、原料微生物が成長可能な条件下で実施する。炭化水素を産成させるための培養は、通常は、バイオリアクター中、大スケールで実施する (例えば、10,000リットル、40,000リットル、100,000リットル、又はそれより大きなバイオリアクター)。Prototheca種を含めた微細藻類は、典型的には、バイオリアクター内の液体培地にて、本発明の方法で培養する。典型的には、バイオリアクターには光を入れない。

【0159】

バイオリアクター又は発酵槽を用い、生理学的周期の種々の段階を経て、油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞を培養する。バイオリアクターは、従属栄養成長及び増殖方法で用いると多くの利点がある。食品において用いるためのバイオマスを生産させるために、微細藻類を、好ましくは、液体中で、一例として懸濁培養物中で、大量に発酵させる。鋼鉄製発酵槽などのバイオリアクターは、非常に大きな容積の培養物を収容することができる (本発明の様々な実施形態では、40,000リットル以上の容量を有するバイオリアクターを用いる)。また、バイオリアクターは、典型的には、温度、pH、酸素圧、及び二酸化炭素濃度などの培養条件を制御することができる。例えば、バイオリアクターは、典型的には、例えば、酸素又は窒素のような気体成分を液体培養物にバブリングすることが可能な配管に接続したポートを用いて構築する。また、培養培地のpH、微量元素同定および濃度、並びに他の培地構成要素など、その他の培養パラメーターは、バイオリアクターを用いてより簡単に操作することもできる。

【0160】

バイオリアクターは、微細藻類が繁殖し、その数が増える間ずっと、培養培地がバイオリアクターを流れるような構成することができる。ある実施形態では、例えば、播種した後であるが、細胞が所望の密度になる前に、培地をバイオリアクターに注入することができる。別の場合では、培養開始時にバイオリアクターを培養培地で満たし、培養物を播種した後には、それ以上培養培地を注入しない。言い換えると、微細藻類が繁殖され、その数が増える間ずっと、微細藻類のバイオマスを水性媒地で培養する。しかし、この間ずっと、水性培地はバイオリアクターを流れない。従って、ある実施形態では、水性培地は、播種後にはバイオリアクターを流れない。

【0161】

スピニングブレード及びインペラー、揺動機構、攪拌棒、加圧気体を注入する手段などのデバイスを備えたバイオリアクターを用い、微細藻類の培養物を混合することができる

。混合は、連続的であってもよく、断続的であってもよい。例えば、ある実施形態では、微細藻類が望ましい数に増えるまで微細藻類を繁殖させるために、気体及び培地注入における乱流の流動様式は維持されない。

【0162】

バイオリアクターポートを用いて、気体、固体、半固体、及び液体を、微細藻類を含むバイオリアクターチャンバーに導入又はそれらを抽出することができる。多くのバイオリアクターは、2個以上のポートを備えているが（例えば、1つは培地注入のため、他方はサンプリングのため）、1個のポートにつき1種類の物質のみを出入りさせるという必要はない。例えば、1個のポートを、バイオリアクターに培地を流し、その後で、サンプリング、ガス注入、ガス放出、又はその他の目的に使用することができる。培養物の純培養性を損なうことなく、サンプリングポートを繰り返し用いることができることが好ましい。サンプリングポートは、サンプルの流れの停止及び開始、又は連続サンプリングの手段を提供するバルブ又は他のデバイスを備えた構成であり得る。バイオリアクターは、典型的には、培養物の播種が可能で少なくとも1個のポートを備えており、かかるポートを、培地又は気体の注入など、その他の目的に用いることもできる。

10

【0163】

バイオリアクターポートによって、微細藻類の培養物の気体内容物を操作することができる。説明のために、バイオリアクターの容積の一部分は、液体ではなく気体であり得、バイオリアクターの気体注入口から、ポンプによって気体をバイオリアクターに入れることができる。ポンプによるバイオリアクターへの注入が有利となり得る気体としては、空気、空気／CO₂混合物、アルゴンなどの希ガス、及び他の気体が挙げられる。バイオリアクターは、典型的には、バイオリアクターにガスを注入する速度をユーザーが制御することができるよう装備されている。上述のように、バイオリアクターへの気体の流れを増やすことによって、培養物の混合性を高めることができる。

20

【0164】

気体の流れを増やすことは、培地の濁度にも影響を及ぼす。乱流は、バイオリアクターに注入された気体が培地表面でバブリングするように、水性培地の液量より低いところに気体注入ポートを配置することによって起こすことができる。1種類又はそれ以上の気体放出ポートから気体が外に逃げ、それにより、バイオリアクター中に圧力が蓄積されるのを防ぐ。気体放出ポートは、バイオリアクターに汚染微生物が侵入するのを防ぐよう「一方向」バルブにつながっていることが好ましい。

30

【0165】

(3. 培地)

微細藻類の培地は、典型的には、固定窒素源、固定炭素源、微量元素、場合により、pHを維持するための緩衝液、及びホスフェート（典型的には、リン酸塩として与えられる）などの成分を含有する。他の成分は、特に、海水微細藻類の場合には、塩化ナトリウムなどの塩を含み得る。窒素源としては、有機窒素源及び無機窒素源が挙げられ、例えば、分子状窒素、硝酸エステル、硝酸塩、アンモニア（純水なもの、又は塩形態、例えば、(NH₄)₂SO₄及びNH₄OH）、タンパク質、大豆ミール、コーンステープリカー、及び酵母抽出物が挙げられるが、これらに限定されない。微量元素の例としては、亜鉛、ホウ素、コバルト、銅、マンガン、モリブデンが挙げられ、例えば、それぞれZnCl₂、H₃BO₃、CoCl₂・6H₂O、CuCl₂・2H₂O、MnCl₂・4H₂O、及び(NH₄)₆Mo₇O₂₄・4H₂Oの形態である。

40

【0166】

本発明の方法で有用な微生物は、世界中の種々の場所及び環境で発見されている。他の種からの単離し、それにより得られる進化多様性の結果として、脂質及び／又は炭化水素構成要素の最適な成長及び生成のための特定の成長培地は、予測が困難な場合がある。ある場合には、特定の微生物株は、ある種の阻害成分が存在するか、又は、特定の微生物株が必要とするある種の必須栄養分が存在しないために、特定の成長培地上で成長することができない場合がある。

50

【0167】

固体及び液体の成長培地は、一般的に、さまざまな供給源から入手可能であり、さまざまな微生物株に適した特定の培地を調製法の説明は、例えば、オンラインでは、藻類の培養物を収集するためのAustin、University Station A6700、Austin、Texas、78712-0183のテキサス大学によって運営されているサイト<http://www.utex.org/>で見つけることができる(UTEX)。例えば、種々の淡水培地及び塩水培地としては、国際公開第2008/151149号に記載されているものが挙げられ、この文献は参照により組み込まれる。

【0168】

特定の例では、プロテオース培地は、純培養の培地に適しており、培地1リットル(pH約6.8)は、1gのプロテオースペプトンを、1リットルのBristol Mediumに加えることによって調製することができる。Bristol mediumは、水溶液中に、2.94mMの NaNO_3 、0.17mMの $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、0.3mMの $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.43mM、1.29mMの KH_2PO_4 、及び1.43mMの NaCl を含む。1.5%寒天培地の場合、寒天15gを上述の溶液1リットルに加えればよい。この溶液に蓋をし、オートクレーブにかけ、次いで、使用するまで冷蔵温度で保存する。別の例は、Prototheca単離培地(PIM)であり、10g/Lのフタル酸水素カリウム(KHP)、0.9g/Lの水酸化ナトリウム、0.1g/Lの硫酸マグネシウム、0.2g/Lのリン酸水素カリウム、0.3g/Lの塩化アンモニウム、10g/Lのグルコース、0.001g/Lの塩酸チアミン、20g/Lの寒天、0.25g/Lの5-フルオロシトシンを含み、pH範囲が5.0~5.2である(Pore、1973、App. Microbiology、26:648-649を参照)。本発明の方法で用いるのに適した他の培地は、上記のURLを閲覧することによって、又はSAG、CCAP又はCCALAなど、微生物の培地を保有している他の機関に助言を求めることによって、簡単に特定することができる。SAGは、ゲッティンゲン大学(ドイツ、ゲッティンゲン)のCulture Collection of Algaeを指し、CCAPは、Scottish Association for Marine Science(英国、スコットランド)によって管理されている藻及び原生動物の培養株保存機関を指し、CCALAは、Institute of Botany(トシェボニュ、チェコ共和国)の藻研究所の培養株保存機関を指す。さらに、米国特許第5,900,370号は、Prototheca種の従属栄養性発酵に適した培地の処方及び条件について記載している。

【0169】

油の生成について、油産成を経済的なものにするのに十分なほど固定炭素源のコストを低くしなければならないため、固定炭素源の選択が重要である。従って、適切な炭素源には、例えば、アセテート、フロリドシド、フルクトース、ガラクトース、グルクロン酸、グルコース、グリセロール、ラクトース、マンノース、N-アセチルグルコサミン、ラムノース、ショ糖、及び/又はキシロースを含むが、これらの化合物を含有する原材料の選択は、本発明の方法の重要な態様である。本発明の方法で有用となる適切な原材料としては、例えば、黒液、トウモロコシデンプン、解重合されたセルロース系材料、乳清、糖液、ジャガイモ、ソルガム、ショ糖、テンサイ、サトウキビ、イネ、及び小麦が挙げられる。また、炭素源は、混合物として、例えば、ショ糖と解重合されたテンサイパルプの混合物として与えられてもよい。1つ又はそれ以上の炭素源は、1つ又はそれ以上の外から与えられた固体炭素源の少なくとも約50 μM 、少なくとも約100 μM 、少なくとも約500 μM 、少なくとも約5mM、少なくとも約50mM、少なくとも約500mMの濃度で供給されてもよい。本発明の目的のために特に対象となる炭素源としては、セルロース(解重合された形態で)、グリセロール、ショ糖、ソルガムが挙げられ、これらについては、以下にさらに詳細に記載する。

【0170】

本発明によれば、原材料として解重合されたセルロース系バイオマスを用い、微生物を

培養してもよい。セルロース系バイオマス（例えば、トウモロコシ茎葉のような茎葉）は安価であり、入手が容易であるが、この物質を酵母のための原材料として使用する試みは長年失敗している。特に、かかる原材料は、酵母の成長を阻害することがわかっており、酵母は、セルロース系材料から生成した五炭糖（例えば、ヘミセルロースから生成したキシロース）を用いることができない。対照的に、微細藻類は、処理したセルロース系材料上で成長することができる。セルロース系材料は、一般的に、約40～60%のセルロースと、約20～40%のヘミセルロースと、10～30%のリグニンとを含む。

【0171】

適切なセルロース系材料としては、草及び木のエネルギー作物、及び農業用作物から得られた残渣、すなわち、主要な食品又は繊維製品の分野から除去されなかった植物の一部、主に茎及び葉が挙げられる。例としては、農業廃棄物、例えば、サトウキビの絞りかす、モミ殻、トウモロコシ繊維（茎、葉、皮及び穂軸を含む）、麦わら、稲わら、テンサイパルプ、シトラスパルプ、柑橘類の皮；森林の廃棄物、例えば、硬材及び軟材の間伐、伐採作業から得られる硬材及び軟材の残渣；木材廃棄物、例えば、製材工場の廃棄物（木片、おがくず）、パルプ工場の廃棄物；都市廃棄物、例えば、都市固形廃棄物の紙片、都会の廃材、都市の伐採した草のような、都市の緑廃棄物；木材製造の廃棄物が挙げられる。さらなるセルロース含有材料としては、スイッチグラス、ハイブリッドポプラ材、Miscanthus、テンサイ繊維、及びソルガム繊維などの専用のセルロース含有作物が挙げられる。かかる材料から産成される五炭糖としては、キシロースが挙げられる。

【0172】

細菌が上述の材料を含む糖類を利用できる効率を高めるために、セルロース系材料を処理する。本発明は、上述の材料を、細菌（例えば、微細藻類及び油産生酵母）の従属栄養性培養物で用いるのに適しているように酸爆発させた後、セルロース系材料を処理するための新規方法を提供する。上述のように、リグノセルロース系バイオマスは、セルロース、 β 1,4結合したグルコース（六炭糖）の結晶性ポリマー、ヘミセルロース、主にキシロース（五炭糖）で構成され、少量のマンノース、ガラクトース、アラビノース、リグニンで構成されている、より緩やかに連結したポリマー、 α 1,4結合したポリガラクトuron酸の直鎖であるペクチンのような、種々の画分で構成されている。セルロース及びヘミセルロースがポリマー構造であるため、これらの中に含まれる糖類（例えば、単糖類のグルコース及びキシロース）は、多くの細菌によって有効に使用する（代謝する）ことができるような形態ではない。このような細菌の場合、セルロース系バイオマスをさらに処理し、このポリマーを構成している単糖類を作成することは、セルロース系材料を原材料（炭素源）として有効に利用するのに非常に役立つ場合がある。

【0173】

セルロース又はセルロース系バイオマスを「爆発」と呼ばれるプロセスに処し、このプロセスで、バイオマスは、高温高压で、希硫酸（又は他の酸）で処理される。このプロセスは、セルロース系及びヘミセルロース系の画分をグルコースモノマー及びキシロースモノマーにする酵素加水分解を効率よく行うことができるようにバイオマスを調節する。得られた単糖類は、セルロース系糖と呼ばれる。その後、セルロース系糖が微生物に利用され、種々の代謝物（例えば、脂質）が生成される。酸爆発工程によって、ヘミセルロース画分が、構成成分である単糖類へと部分的に加水分解する。これらの糖類を、さらなる処理によって、バイオマスから完全に遊離させることができる。ある実施形態では、さらなる処理は、爆発した材料を熱水で洗浄することを含む熱水処理であり、これによって、塩のような混入物質が除去される。セルロース系エタノール発酵では、該プロセスで用いられる糖の濃度はもっと希釈であるため、この工程は必要ではない。他の実施形態では、さらなる処理は、追加の酸処理である。さらに他の実施形態では、さらなる処理は、爆発した材料の酵素加水分解である。また、これらの処理を任意の組み合わせで用いてもよい。この種の処理は、遊離する糖の種類（例えば、五炭糖対六炭糖）、このプロセス中で糖類が遊離する段階に影響を及ぼす場合がある。その結果、五炭糖又は六炭糖のどちらかが主成分の異なる糖の流れを作成することができる。よって、これらの五炭糖又は六炭糖を

豊富に含む流れは、異なる炭素利用能を有する特定の微生物用に向けることができる。

【0174】

本発明の方法は、典型的には、エタノール発酵で達成されるものよりも高い細胞密度になるまで発酵することを含む。従属栄養セルロース系の油を産成するための培養物の密度が高いため、固定炭素源（例えば、セルロース系から誘導される糖の流れ）は、好ましくは、濃縮された形態である。解重合されたセルロース系材料のグルコース濃度は、好ましくは、栽培工程前では、少なくとも300 g/L、少なくとも400 g/L、少なくとも500 g/L、又は少なくとも600 g/Lであり、場合により、細胞が成長し、脂質を蓄積する間ずっと、上述の物質を細胞に供給するようなフェッドバッチ栽培する。セルロース系糖の流れは、セルロース系エタノールの産成においては、この濃度範囲又はこの濃度範囲付近で用いられない。従って、リグノセルロース系の油を産成している間、非常に高密度の細胞を生成し、維持するために、炭素原材料を、非常に濃縮された形態で従属栄養培養物に運ばなければならない。しかし、油産生微生物の基質ではなく、油産生微生物によって代謝されないような供給物流中の任意の成分は、バイオリアクター中に蓄積し、その成分が、所望の最終製品を産生するのに毒性であるか又は阻害的である場合には、問題となり得るであろう。リグニン及びリグニンから誘導される副産物、フルフラール類及びヒドロキシメチルフルフラール類などの炭水化物由来副産物、セルロース系材料生成由来の塩（爆発プロセス及びそれに続く中和プロセスの両方で）、さらに、代謝されていないペントース／ヘキソース糖ですら、エタノール発酵では問題となり得、これらの影響は、初期原材料中のこれらの物質の濃度が高いプロセスでは、顕著に大きくなる。本明細書に記載されるリグノセルロース系油の大量産成に用い得る六炭糖について、300 g/Lの範囲（又はそれ以上）の糖濃度を達成するために、これら有毒物質の濃度は、典型的には、セルロース系バイオマスのエタノール発酵中に存在する濃度の20倍より高くなり得る。

【0175】

セルロース系材料の爆発プロセスによる処理は、かなりの量の硫酸、熱、及び圧力を利用するため、炭水化物の副産物、つまり、フルフラール類及びヒドロキシメチルフルフラール類が遊離する。フルフラール類及びヒドロキシメチルフルフラール類は、ヘミセルロースの加水分解中に、キシロースを水和してフルフラール及び水にすることによって産成される。本発明のいくつかの実施形態では、これらの副産物（例えば、フルフラール類及びヒドロキシメチルフルフラール類）は、バイオリアクターに注入する前に、糖化されたリグノセルロース系材料から除去される。本発明の特定の実施形態では、炭水化物の副産物を除去するプロセスは、爆発したセルロース系材料の熱水処理である。それに加え、本発明は、リグノセルロース系油の産成に、フルフラール類又はヒドロキシメチルフルフラール類などの化合物に耐え得る株を用いる方法を提供する。別の実施形態では、本発明はまた、発酵培地中のフルフラール類に耐え得るだけでなく、リグノセルロース系油を産成させている間に、実際には、これらの副産物を代謝することができる方法及び微生物も提供する。

【0176】

また、この爆発プロセスは、顕著な量の塩も生じる。例えば、爆発の典型的な条件によって、爆発したセルロース系バイオマスを、水：固形分（乾燥重量）が10：1の比率で再懸濁させた場合、5 mS/cmを超える導電率が生じ得る。本発明の特定の実施形態では、爆発した希釈バイオマスに対し、酵素による糖化を行い、得られた上澄みを、バイオリアクター中で使用するために最大25倍まで濃縮する。濃縮糖の流れの中の塩濃度（導電率で測定した場合）は、許容できないほど高い場合がある（最大1.5 M Na^+ に相当）。同様に、その後の酵素糖化プロセスのために、爆発した物質を中和すると、追加の塩が生成される。本発明は、結果として得られた、前記濃縮セルロース系糖の流れを、リグノセルロース系油の産成のために、従属栄養プロセスで使用することができるように、これらの塩を除去する方法を提供する。ある実施形態では、これらの塩を除去する方法は、DOWEX Marathon MR3など、だがこれに限定されない、樹脂を用いた

脱イオン化である。特定の実施形態では、樹脂を用いた脱イオン化工程は、糖の濃縮前に行うか、又は、糖化の前のバイオマスのpH調節及び熱水処理の前に行うか、又はこれらの任意の組み合わせであり、他の実施形態では、この工程は、これらの1つ又はそれ以上のプロセスの後に行う。他の実施形態では、許容範囲を超えた高濃度で塩が生成するのを避けるために、爆発プロセス自体を変更する。例えば、セルロース系バイオマスの硫酸（又は他の酸）爆発に代わる好適な代替法は、セルロース系バイオマスの酵素加水分解（糖化）に対する感受性を高くする機械的なパルプ化である。さらに他の実施形態では、高濃度の塩に耐性の天然微生物株、又は高濃度の塩に耐性を有するように遺伝子操作された株を用いる。

【0177】

油産生細菌を用いて従属栄養性のリグノセルロース系油の産成で使用するための、爆発したセルロース系バイオマスを調製するプロセスに好ましい実施形態。第1の工程は、爆発したセルロース系バイオマスを再懸濁させたもののpHを、5.0～5.3の範囲に調節した後、セルロース系バイオマスを3回洗浄することを含む。この洗浄工程は、脱塩性及びイオン交換性の樹脂、逆浸透膜、熱水処理（上述のようなもの）の使用、又は、脱イオン水に再懸濁させ、遠心分離するのを単に繰り返す、といった種々の手段によって達成することができる。この洗浄工程によって、セルロース系の流れの導電率が100～300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ になり、かなりの量のフルフラール類及びヒドロキシメチルフルフラール類が除去される。この洗浄工程からのデカンと物を、ヘミセルロース画分から遊離した五炭糖を濃縮するために保存することができる。第2の工程は、洗浄したセルロース系バイオマスを酵素によって糖化することを含む。好ましい実施形態では、Accelerase (Genencor)を用いる。第3の工程は、糖化されたバイオマスを遠心分離するか、又はデカンテーションし、次いですすぐことによる、糖の回収を含む。得られたバイオマス（固形分）は、エネルギー密度が高く、リグニンを豊富に含む成分であり、これを燃料として使用してもよく、廃棄するために送ってもよい。遠心分離／デカンテーション及びすすぎを行うプロセス中で回収された糖の流れを集める。第4の工程は、透過物の回収をしつつ、混入した固形物を除去する精密濾過を含む。第5の工程は、減圧エバポレーターを用いることによって達成され得る濃縮工程を含む。この工程は、場合により、P'2000 (Sigma/Fluka)などの消泡剤の添加を含み、この作業は、得られる糖原料のタンパク質含有量のため、時に必要である。

【0178】

本発明の方法の別の実施形態では、炭素源は、バイオディーゼルのトランスエステル化から得られる、酸性化グリセロール及び非酸性化グリセロールを含むグリセロールである。一実施形態では、炭素源は、グリセロールと、少なくとも1つの他の炭素源とを含んでいる。ある場合には、グリセロール及び少なくとも1つの他の固定炭素源の全てが、発酵開始時に微生物に与えられる。ある場合には、グリセロール及び少なくとも1つの他の固定炭素源が、微生物に対して所定の比率で同時に与えられる。ある場合には、グリセロール及び少なくとも1つの他の固定炭素源が、発酵している間、所定の速度で細菌に供給される。

【0179】

ある種の微細藻類では、グルコース存在下よりも、グリセロール存在下ですばやく細胞分裂が行われる（国際公開第2008/151149号）。これらの場合、細胞密度をすばやく上昇させるために、まず細胞にグリセロールを供給し、次いで、脂質の蓄積を高めるためにグルコースを供給するという二段階成長プロセスによって、脂質産生の効率が改善される。トランスエステル化プロセスのグリセロール副産物を使用することによって、この物質が産成プロセスに戻されると、経済的に顕著な利点を与える。例えば、グリセロール及びグルコースの混合物など、他の供給方法も同様に与えられる。また、かかる混合物を供給することによって、同じ経済的な利点が得られる。それに加え、本発明は、ショ糖など、グリセロールとの種々の組み合わせで、微細藻類粉末類への代替糖の供給方法を提供する。

【0180】

本発明の方法の別の実施形態では、炭素源は転化糖である。転化糖は、ショ糖をその単糖成分であるフルクトースとグルコースに分解することにより産成される。転化糖の産成は、当該技術分野で知られているいくつかの方法により達成することができる。このような方法の1つが、ショ糖水溶液の加熱である。ショ糖から転化糖への変換を促進するために触媒を用いることが多い。このような触媒として、生物学的なもの、例えば、インペルターゼなどの酵素が可能であり、スクラーゼをショ糖に添加して加水分解反応を促進し、転化糖を産成することができる。酸は非生物学的触媒の例であり、加熱と組み合わせて加水分解反応を促進することができる。転化糖が生成されると、転化糖はショ糖に比べて結晶化しにくいいため保管及びフェッドバッチ発酵において有利であり、微細藻類を含めた微生物の従属栄養培養の場合、濃縮された炭素源が必要である。一実施形態では、炭素源は転化糖であり、培養工程の前に、好ましくは少なくとも800g/リットル、少なくとも900g/リットル、少なくとも1000g/リットル又は少なくとも1100g/リットルに濃縮された形態であることが好ましく、前記培養工程は、場合によりフェッドバッチ培養である。転化糖は、好ましくは濃縮形態で、細胞が成長し、脂質を蓄積する間ずっと、細胞に供給される。

10

【0181】

本発明の方法の別の実施形態では、炭素源はショ糖であり、ショ糖を含む複雑な原材料、例えば、サトウキビの処理から得られる濃いサトウキビ汁を含む。従属栄養的な油産成のための培養物の密度が高いため、固定炭素源（例えば、ショ糖、グルコースなど）は、培養工程の前に、好ましくは少なくとも500g/リットル、少なくとも600g/リットル、少なくとも700g/リットル又は少なくとも800g/リットルの固定炭素源である濃縮形態であることが好ましく、前記培養工程は、場合により、細胞が成長し、脂質を蓄積する間ずっと細胞に原料を供給するフェッドバッチ培養である。いくつかの場合には、炭素源は濃いサトウキビ汁の形態のショ糖であり、培養工程の前に、好ましくは固体が少なくとも60%若しくは糖が約770g/リットル、固体が少なくとも70%若しくは糖が約925g/リットル、又は固体が少なくとも80%若しくは糖が約1125g/リットルの濃縮形態であることが好ましく、前記培養工程は、場合により、フェッドバッチ培養である。濃縮された濃いサトウキビ汁は、細胞が成長し、脂質を蓄積する間ずっと細胞に供給される。

20

30

【0182】

一実施形態では、培養培地は、少なくとも1つのショ糖利用酵素をさらに含む。ある場合には、培養培地は、ショ糖インペルターゼを含む。一実施形態では、ショ糖インペルターゼ酵素は、微生物の集団が発現する外来のショ糖インペルターゼ遺伝子によってコードされる分泌可能なショ糖インペルターゼ酵素である。従って、いくつかの場合では、以下の第IV節にさらに詳細に記載されるように、微細藻類は、ショ糖トランスポーター、ショ糖インペルターゼ、ヘキソキナーゼ、グルコキナーゼ、又はフルクトキナーゼなどのショ糖利用酵素を発現するように遺伝子操作されている。

【0183】

ショ糖を含有する複雑な原材料としては、サトウキビの処理から得られる廃棄糖液が挙げられ、サトウキビ処理による価値の低い上述の廃棄生成物によって、炭化水素及び他の油の産成において、顕著に費用を節約することができる。本発明の方法で有用な、ショ糖を含有する別の複雑な原材料は、ソルガムであり、ソルガムシロップ及び純粋なソルガムを含む。ソルガムシロップは、甘いソルガムの茎の汁から産成する。ソルガムシロップの糖プロフィールは、主に、グルコース（デキストロース）、フルクトース、及びショ糖からなる。

40

【0184】

(4. 油の生成)

本発明の方法に従って油を産成する場合、例えば、光が培養物にあたらないようにする、きわめて大きな(40, 000リットル以上の)発酵槽を使う場合、いつものように、

50

細胞を暗い場所で培養することが好ましい。プロトテカ (Prototheca) 種は、固定炭素源を含有する培地内で、光の非存在下で、油を産成するように成長し、増殖する。かかる成長は、従属栄養性の成長として知られている。

【0185】

一例として、脂質を産成する油産生微生物細胞、好ましくは微細藻類細胞の播種物質が培地に入れられ、細胞が増殖し始めるまでに遅延期間（遅延期）が存在する。遅延期間の後、増殖速度は徐々に上がっていき、対数期すなわち指数増殖期に入る。次いで、指数増殖期の後、窒素などの栄養物の減少、毒性基質の増加、菌体数感知機構のために増殖が遅くなる。このように増殖が遅くなった後、増殖が止まり、細胞に与えられている特定の環境に応じて、細胞は静止期又は安定成長状態に入る。脂質を豊富に含むバイオマスを得るために、培養物は、典型的には、指数増殖期が終わった後に良好に収穫され、該指数増殖期は、窒素又は別の鍵となる栄養物（炭素以外のもの）を枯渇させ、細胞が過剰に存在する炭素源を脂質に変換するよう強制することによって初期に終わらせてもよい。培養条件のパラメーターを操作して、油の合計産成量、産成される脂質種の組み合わせ、及び／又は特定の油の産成を最適にすることができる。

10

【0186】

上述のように、バイオリアクター又は発酵槽を用いて、細胞が成長周期の種々の期間を経るようにする。一例として、脂質を産成する細胞の播種物質が培地に入れられ、細胞が増殖し始めるまでに遅延期間（遅延期）が存在する。遅延期間の後、増殖速度は徐々に上がっていき、対数期すなわち指数増殖期に入る。次いで、指数増殖期の後、栄養物の減少、及び／又は毒性基質の増加のために増殖が遅くなる。このように増殖が遅くなった後、増殖が止まり、細胞に与えられている特定の環境に応じて、細胞は静止期又は安定成長状態に入る。本明細書に開示されている細胞による脂質の産成は、細胞分裂の非存在下で、脂質を産成し続けるように、栄養物を供給するか、又は栄養物がまだ利用可能であるような静止期を含め、対数期又はその後起こり得る。

20

【0187】

好ましくは、本明細書に記載されている条件及び当該技術分野で既知の条件を用いて成長させた微生物は、脂質を少なくとも約20重量%、好ましくは、少なくとも約40重量%、より好ましくは、少なくとも約50重量%、最も好ましくは、少なくとも約60重量%含む。プロセスの条件は、特定の用途に適した脂質の収量を高めるように、及び／又は、産成費用を減らすように調節することができる。例えば、特定の実施形態では、微細藻類を、グルコースなど固定炭素エネルギーを過剰量与えつつ、制限濃度の1つ以上の栄養物、例えば、窒素、リン又は硫黄などの存在下で培養する。窒素による制限は、窒素が過剰に与えられている培地における微生物脂質収量に対し、微生物脂質収量を増やす傾向がある。特定の実施形態では、脂質収量の増加は、少なくとも約10%、約50%、約100%、約200%、又は約500%である。全培養期間の一部又は全期間にわたって、制限量の栄養物の存在下で細菌を培養してもよい。特定の実施形態では、栄養物の濃度は、全培養期間の間に、制限濃度及び非制限濃度の間の周期を少なくとも2回繰り返す。過剰量の炭素を与えつつ、窒素量を制限するか、又はまったく窒素を含まない状態で、時間を延長させて培養を続けることによって、細胞の脂質含有量を増やすことができる。

30

40

【0188】

別の実施形態では、脂質経路酵素（例えば、脂肪酸合成酵素）のための1つ又はそれ以上の補因子（複数を含む）存在下で、脂質を産生する微生物（例えば、微細藻類）を培養することによって、脂質収量を増やす。一般的に、補因子（複数を含む）の濃度は、補因子（複数を含む）の非存在下での微生物脂質収量に対し、微生物脂質（例えば、脂肪酸）の量を増やすのに十分な濃度である。特定の実施形態では、補因子（複数を含む）をコードする外来遺伝子を含有する微生物（例えば、微細藻類）を培養物に含むことによって、培養物に補因子（複数を含む）を与える。又は、補因子の合成に関与するタンパク質をコードする外来遺伝子を含有する微生物（例えば、微細藻類）を含むことによって、培養物に補因子（複数を含む）を与えてもよい。特定の実施形態では、適切な補因子は、例えば

50

、ビオチン、パントテン酸化合物などの、脂質経路酵素に必要な任意のビタミンを含む。本発明での使用に適した補因子をコードする遺伝子、又はこのような補因子の合成に関する遺伝子は、十分に知られており、上述のような構築物及び技術を用い、微生物（例えば、微細藻類）に導入することができる。

【0189】

本明細書に記載されているバイオリアクター、培養条件、並びに従属栄養性成長及び増殖方法の特定の例を任意の適切な様式で組み合わせ、微生物の成長効率、並びに脂質及び／又はタンパク質の産成効率を高めることができる。

【0190】

乾燥重量で、油／脂質の蓄積率の高い微細藻類のバイオマスは、異なる培養方法を用いて生成されており、この方法は、当該技術分野で知られている（国際公開第2008/151149号）。本明細書に記載されている培養方法で生成され、本発明で有用な微細藻類のバイオマスは、乾燥重量で、少なくとも10%の微細藻類の油を含む。ある実施形態では、微細藻類のバイオマスは、乾燥重量で、微細藻類の油を少なくとも25%、少なくとも50%、少なくとも55%、又は少なくとも60%含む。ある実施形態では、微細藻類のバイオマスは、乾燥重量で、微細藻類の油を10～90%、25～75%、40～75%、又は50～70%含有する。

【0191】

本明細書に記載されているバイオマスの微細藻類の油、又は本発明の方法及び組成物で使用するために、バイオマスから抽出された微細藻類の油は、1つ又はそれ以上の別個の脂肪酸エステル側鎖を有するグリセロ脂質を含む。グリセロ脂質は、1個、2個又は3個の脂肪酸分子でエステル化されたグリセロール分子から成り、脂肪酸分子は、長さはさまざまであってもよく、種々の飽和度を有していてもよい。脂肪酸分子（及び微細藻類の油）の長さ及び飽和度の特徴によって、以下の第IV節にさらに詳細に記載されるように、培養条件又は脂質経路の操作によって、本発明の微細藻類油中の脂肪酸分子の性質又は比率を改変するように操作することができる。従って、藻類油の特定のブレンドは、2種類又はそれ以上の微細藻類種に由来するバイオマス又は藻類油を混合することによって、1種類の藻種の中で調製されることもでき、又は、本発明の藻類油を、大豆、菜種、キャノーラ、パーム、パーム核、ココナツ、トウモロコシ、野菜くず、ナンキンハゼ、オリーブ、ヒマワリ、綿実、鶏脂、牛脂、豚脂、微細藻類、大型藻類、クフェア、亜麻、ピーナツ、上質のホワイトグリース、ラード、カメリナ・サティバ、カラシの種子、カシューナツツ、オーツ麦、ハウチワマメ、ケナフ、キンセンカ、麻、コーヒー、亜麻仁（亜麻）、ヘーゼルナツツ、ユーホルビア、カボチャの種、コリアンダー、ツバキ、ゴマ、ベニバナ、イネ、アブラギリ、ココア、コブラ、ケシ（*pium poppy*）、トウゴマの実、ピーカン、ホホバ、ジャトロファ、マカダミア、ブラジルナツツ、アボカド、石油、又は上述のいずれかの油の蒸留留分など、他の供給源に由来する油とブレンドすることによって調製することもできる。

【0192】

また、油の組成、すなわち、グリセロ脂質の脂肪酸構成要素の性質及び比率も、少なくとも2種類の別個の微細藻類種に由来するバイオマス又は油を混ぜあわせることによって操作することができる。ある実施形態では、少なくとも2種類の別個の微細藻類種は、異なるグリセロ脂質プロファイルを有している。この別個の微細藻類種を、好ましくは、従属栄養条件下で、本明細書に記載の通りに一緒に又は別個に培養してそれぞれの油を生成することができる。異なる種類の微細藻類は、細胞のグリセロ脂質の構成成分である別個の脂肪酸を異なる割合で含有できる。

【0193】

一般的に、*Prototheca* 株は、鎖長がC8～C14の脂肪酸をほとんど含まないか、まったく含まない。例えば、*Prototheca moriformis* (UTEX 1435)、*Prototheca krugani* (UTEX 329)、*Prototheca stagnora* (UTEX 1442)、*Prototheca*

10

20

30

40

50

【 0 1 9 4 】

20

【 0 1 9 5 】

50

。また、高濃度の外来遺伝子を保持することは、本明細書に開示されている相同組み換えベクター及び相同組み換え法を用い、細胞の核染色体に外来遺伝子を挿入することによっても達成することができる。外来遺伝子が核染色体に組み込まれた組み換え細胞は、本発明の目的のひとつである。

【0196】

また微細藻類の油には、微細藻類が産生する他の構成要素、又は培養培地由来の微細藻類油に組み込まれた他の構成要素が含まれ得る。これらの他の構成要素は、微細藻類を培養するために用いられる培養条件、微細藻類の種、バイオマスから微細藻類油を回収するのに用いられる抽出方法、微細藻類の油組成に影響を与え得る他の因子に応じて、様々な量で存在し得る。かかる構成要素の非限定的な例としては、0.01~0.5mcg/油g、0.025~0.3mcg/油g、好ましくは0.05~0.244mcg/油gで存在するカロチノイド；0.01~0.5mcg/油g、0.025~0.3mcg/油g、好ましくは0.045~0.268mcg/油gで存在するクロロフィルA；0.1mcg/油g未満、0.05mcg/油g未満、好ましくは0.025mcg/油g未満の総クロロフィル；1~300mcg/油g、35~175mcg/油g、好ましくは38.3~164mcg/油gで存在するγ-トコフェロール；10~500mcg/油g、50~300mcg/油g、好ましくは60.8~261.7mcg/油gで存在する総トコフェロール；1%未満、0.5%未満、好ましくは0.25%未満のブラシカステロール、カンペステロール、スチグマステロール若しくはβ-シトステロール；400mcg/油g未満、好ましくは300mcg/油g未満の総トコトリエノール；又は100~500mcg/油g、225~350mcg/油g、好ましくは249.6~325.3mcg/油gで存在する総トコトリエノールが挙げられる。

【0197】

他の構成要素としては、限定されないが、リン脂質、トコフェロール、トコトリエノール、カロチノイド（例えば、α-カロチン、β-カロチン、リコピンなど）、キサントフィル（例えば、ルテイン、ゼアキサントシン、α-クリプトキサントシン及びβ-クリプトキサントシン（cryptoxanthin））、及び様々な有機又は無機化合物が挙げられる。ある場合には、Prototheca種から抽出される油は、0.001~0.01mcg/油g、0.0025~0.05mcg/油g、好ましくは0.003~0.039mcg/油gのルテイン、0.01mcg/油g未満、0.005mcg/油g未満、好ましくは0.003mcg/油g未満のリコピン；及び0.01mcg/油g未満、0.005mcg/油g未満、好ましくは0.003mcg/油g未満のβ-カロチンを含む。

【0198】

ある実施形態では、本発明は、トリグリセリド油を含む油産生微生物細胞を提供し、該トリグリセリド油の脂肪酸プロファイルは、少なくとも約1%、少なくとも約2%、少なくとも約5%、少なくとも約7%、少なくとも約10%又は少なくとも約15%のC8:0；少なくとも約1%、少なくとも約5%、少なくとも約15%、少なくとも約20%、少なくとも約25%又は少なくとも約30%のC10:0；少なくとも約1%、少なくとも約5%、少なくとも約10%、少なくとも約15%、少なくとも約20%、少なくとも約25%、少なくとも約30%、少なくとも約35%、少なくとも約40%、少なくとも約45%、少なくとも約50%、少なくとも約55%、少なくとも約60%、少なくとも約65%、少なくとも約70%、少なくとも約75%又は少なくとも約80%のC12:0；少なくとも約2%、少なくとも約5%、少なくとも約10%、少なくとも約15%、少なくとも約20%、少なくとも約25%、少なくとも約30%、少なくとも約35%、少なくとも約40%、少なくとも約45%又は少なくとも約50%のC14:0；少なくとも約30%、少なくとも約35%、少なくとも約40%、少なくとも約45%、少なくとも約50%、少なくとも約55%、少なくとも約60%、少なくとも約65%、少なくとも約70%、少なくとも約75%、少なくとも約80%、少なくとも約85%又は少なくとも約90%のC16:0；少なくとも約5%、少なくとも約10%、少なくとも約15%、少なくとも約20%、少なくとも約25%、少なくとも約30%、少なくとも約35%、

5 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 %又は少なくとも約 50 %の C18 : 0 ;
 少なくとも約 60 %、少なくとも約 65 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 75 %、
 少なくとも約 80 %、少なくとも約 85 %又は少なくとも約 90 %の C18 : 1 ; 約 7 %
 未満、約 5 %未満、約 3 %未満、約 1 %未満又は約 0 %の C18 : 2 ; 及び少なくとも約
 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約
 55 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 65 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約
 75 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 85 %又は少なくとも約 90 %の飽和脂肪酸
 からなる群から選択される。

【0199】

ある実施形態では、油産生微生物細胞は、少なくとも約 10 %、少なくとも約 20 %、
 少なくとも約 30 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 60 %、
 少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 %又は約 100 %である C
 8 : 0 と C10 : 0 の総合計量；少なくとも約 50 %、少なくとも約 60 %、少なくとも
 約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 %又は約 100 %である C10 : 0 と
 C12 : 0 と C14 : 0 の総合計量；少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なく
 とも約 80 %、少なくとも約 90 %又は約 100 %である C16 : 0 と C18 : 0 と C1
 8 : 1 の総合計量；少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少
 なくとも約 90 %又は約 100 %である C18 : 0 と C18 : 1 と C18 : 2 の総合計量
 ；少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90
 %又は約 100 %である C14 : 0 と C16 : 0 と C18 : 0 と C18 : 1 の総合計量；
 及び約 30 %未満、約 25 %未満、約 20 %未満、約 15 %未満、約 10 %未満、約 5 %
 未満又は約 0 %である C18 : 1 と C18 : 2 の総合計量からなる群から選択される脂肪
 酸プロファイルを含むトリグリセリド油を含んでなる。

【0200】

ある実施形態では、油産生微生物細胞は、少なくとも約 5 ~ 1、少なくとも 6 ~ 1、少
 なくとも 7 ~ 1、少なくとも 8 ~ 1、少なくとも 9 ~ 1 又は少なくとも 10 ~ 1 である C
 8 : 0 と C10 : 0 の比；少なくとも約 6 ~ 1、少なくとも 7 ~ 1、少なくとも 8 ~ 1、
 少なくとも 9 ~ 1 又は少なくとも 10 ~ 1 である C10 : 0 と C12 : 0 の比；少なくと
 も約 5 ~ 1、少なくとも 6 ~ 1、少なくとも 7 ~ 1、少なくとも 8 ~ 1、少なくとも 9 ~
 1 又は少なくとも 10 ~ 1 である C12 : 0 と C14 : 0 の比；少なくとも 7 ~ 1、少な
 くとも 8 ~ 1、少なくとも 9 ~ 1 又は少なくとも 10 ~ 1 である C14 : 0 と C12 : 0
 の比；及び少なくとも 1 ~ 2、少なくとも 1 ~ 3、少なくとも 1 ~ 4、少なくとも 1 ~ 5
 、少なくとも 1 ~ 6、少なくとも 1 ~ 7、少なくとも 1 ~ 8、少なくとも 1 ~ 9 又は少な
 くとも 1 ~ 10 である C14 : 0 と C16 : 0 の比からなる群から選択される脂肪酸比を
 含む脂肪酸プロファイルを有するトリグリセリド油を含んでなる。

【0201】

ある実施形態では、本発明は、油産生微生物トリグリセリド油組成物を提供し、該トリ
 グリセリド油の脂肪酸プロファイルは、少なくとも約 1 %、少なくとも約 2 %、少なく
 とも約 5 %、少なくとも約 7 %、少なくとも約 10 %又は少なくとも約 15 %の C8 : 0 ;
 少なくとも約 1 %、少なくとも約 5 %、少なくとも約 15 %、少なくとも約 20 %、少な
 くとも約 25 %又は少なくとも約 30 %の C10 : 0 ; 少なくとも約 1 %、少なくとも約
 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 15 %、少なくとも約 20 %、少なくとも約 2
 5 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 4
 5 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 55 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 6
 5 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 75 %又は少なくとも約 80 %の C12 : 0 ;
 少なくとも約 2 %、少なくとも約 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 15 %、少な
 くとも約 20 %、少なくとも約 25 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 35 %、少な
 くとも約 40 %、少なくとも約 45 %又は少なくとも約 50 %の C14 : 0 ; 少なくとも
 約 30 %、少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 %、少なくとも
 約 50 %、少なくとも約 55 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 65 %、少なくとも

10

20

30

40

50

約 70 %、少なくとも約 75 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 85 % 又は少なくとも約 90 % の C16 : 0 ; 少なくとも約 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 15 %、少なくとも約 20 %、少なくとも約 25 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 % 又は少なくとも約 50 % の C18 : 0 ; 少なくとも約 60 %、少なくとも約 65 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 75 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 85 % 又は少なくとも約 90 % の C18 : 1 ; 約 7 % 未満、約 5 % 未満、約 3 % 未満、約 1 % 未満又は約 0 % の C18 : 2 ; 及び少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 55 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 65 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 75 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 85 % 又は少なくとも約 90 % の飽和脂肪酸からなる群から選択される。

10

【0202】

ある実施形態では、油産生微生物トリグリセリド油組成物は、C10 : 0 と C12 : 0 と C14 : 0 の総合計量が少なくとも約 50 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 % 又は約 100 % である ; C16 : 0 と C18 : 0 と C18 : 1 の総合計量が少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 % 又は約 100 % である ; C18 : 0 と C18 : 1 と C18 : 2 の総合計量が少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 % 又は約 100 % である ; C14 : 0 と C16 : 0 と C18 : 0 と C18 : 1 の総合計量が少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 % 又は約 100 % である ; C8 : 0 と C10 : 0 の総合計量が約 50 % 未満、約 45 % 未満、約 40 % 未満、約 35 % 未満、約 30 % 未満、約 25 % 未満、約 20 % 未満、約 15 % 未満、約 10 % 未満、約 5 % 未満又は約 0 % であるという脂肪酸プロフィールを含むトリグリセリド油を含む。

20

【0203】

ある実施形態では、油産生微生物トリグリセリド油組成物は、少なくとも約 5 ~ 1、少なくとも約 6 ~ 1、少なくとも約 7 ~ 1、少なくとも約 8 ~ 1、少なくとも約 9 ~ 1 又は少なくとも約 10 ~ 1 である C8 : 0 と C10 : 0 の比 ; 少なくとも約 6 ~ 1、少なくとも約 7 ~ 1、少なくとも約 8 ~ 1、少なくとも約 9 ~ 1 又は少なくとも約 10 ~ 1 である C10 : 0 と C12 : 0 の比 ; 少なくとも約 5 ~ 1、少なくとも約 6 ~ 1、少なくとも約 7 ~ 1、少なくとも約 8 ~ 1、少なくとも約 9 ~ 1 又は少なくとも約 10 ~ 1 である C12 : 0 と C14 : 0 の比 ; 少なくとも約 7 ~ 1、少なくとも約 8 ~ 1、少なくとも約 9 ~ 1 又は少なくとも約 10 ~ 1 である C14 : 0 と C12 : 0 の比 ; 少なくとも約 1 ~ 2、少なくとも約 1 ~ 3、少なくとも約 1 ~ 4、少なくとも約 1 ~ 5、少なくとも約 1 ~ 6、少なくとも約 1 ~ 7、少なくとも約 1 ~ 8、少なくとも約 1 ~ 9 又は少なくとも約 1 ~ 10 である C14 : 0 と C16 : 0 の比からなる群から選択される脂肪酸比を含む脂肪酸プロフィールを有するトリグリセリド油を含む。

30

【0204】

ある実施形態では、本発明は、少なくとも約 1 %、少なくとも約 2 %、少なくとも約 5 %、少なくとも約 7 %、少なくとも約 10 % 又は少なくとも約 15 % の C8 : 0 ; 少なくとも約 1 %、少なくとも約 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 15 %、少なくとも約 20 %、少なくとも約 25 % 又は少なくとも約 30 % の C10 : 0 ; 少なくとも約 1 %、少なくとも約 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 15 %、少なくとも約 20 %、少なくとも約 25 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 55 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 65 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 75 % 又は少なくとも約 80 % の C12 : 0 ; 少なくとも約 2 %、少なくとも約 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 15 %、少なくとも約 20 %、少なくとも約 25 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45 % 又は少なくとも約 50 % の C14 : 0 ; 少なくとも約 30 %、少なくとも約 35 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 45

40

50

%、少なくとも約50%、少なくとも約55%、少なくとも約60%、少なくとも約65%、少なくとも約70%、少なくとも約75%、少なくとも約80%、少なくとも約85%又は少なくとも約90%のC16:0；少なくとも約5%、少なくとも約10%、少なくとも約15%、少なくとも約20%、少なくとも約25%、少なくとも約30%、少なくとも約35%、少なくとも約40%、少なくとも約45%又は少なくとも約50%のC18:0；少なくとも約60%、少なくとも約65%、少なくとも約70%、少なくとも約75%、少なくとも約80%、少なくとも約85%又は少なくとも約90%のC18:1；約7%未満、約5%未満、約3%未満、約1%未満又は約0%のC18:2；及び少なくとも約35%、少なくとも約40%、少なくとも約45%、少なくとも約50%、少なくとも約55%、少なくとも約60%、少なくとも約65%、少なくとも約70%、少なくとも約75%、少なくとも約80%、少なくとも約85%又は少なくとも約90%の飽和脂肪酸からなる群から選択される脂肪酸プロファイルを有する油産生微生物トリグリセリド油組成物を産成する方法を提供し、本方法は、(a)油産生微生物細胞の細胞乾燥重量の少なくとも10%がトリグリセリド油になるまで油産生微生物細胞の集団を培地中で栽培する工程と、(b)油産生微生物細胞からトリグリセリド油組成物を単離する工程とを含む。

10

【0205】

ある実施形態では、油産生微生物トリグリセリド油組成物を産成する方法により、C10:0とC12:0とC14:0の総合計量が少なくとも約50%、少なくとも約60%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%又は約100%である；C16:0とC18:0とC18:1の総合計量が少なくとも約60%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%又は約100%である；C18:0とC18:1とC18:2の総合計量が少なくとも約60%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%又は約100%である；C14:0とC16:0とC18:0とC18:1の総合計量が少なくとも約60%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%又は約100%である；C8:0とC10:0の総合計量が約50%未満、約45%未満、約40%未満、約35%未満、約30%未満、約25%未満、約20%未満、約15%未満、約10%未満、約5%未満又は約0%であるという脂肪酸プロファイルを含むトリグリセリド油が得られる。

20

【0206】

ある実施形態では、油産生微生物トリグリセリド油組成物を生成する方法により、少なくとも約5~1、少なくとも約6~1、少なくとも約7~1、少なくとも約8~1、少なくとも約9~1又は少なくとも約10~1であるC8:0とC10:0の比；少なくとも約6~1、少なくとも約7~1、少なくとも約8~1、少なくとも約9~1又は少なくとも約10~1であるC10:0とC12:0の比；少なくとも約5~1、少なくとも約6~1、少なくとも約7~1、少なくとも約8~1、少なくとも約9~1又は少なくとも約10~1であるC12:0とC14:0の比；少なくとも約7~1、少なくとも約8~1、少なくとも約9~1又は少なくとも約10~1であるC14:0とC12:0の比；及び少なくとも約1~2、少なくとも約1~3、少なくとも約1~4、少なくとも約1~5、少なくとも約1~6、少なくとも約1~7、少なくとも約1~8、少なくとも約1~9又は少なくとも約1~10であるC14:0とC16:0の比からなる群から選択されるトリグリセリド油比を含む脂肪酸プロファイルを有するトリグリセリド油が得られる。

30

40

【0207】

(III. 遺伝子操作方法及び材料)

本発明は、本発明の方法で有用な*Prototheca*細胞と、組み換え*Prototheca moriformis*、*Prototheca zopfii*、*Prototheca krugani*、*Prototheca stagnora*宿主細胞を含むがこれらに限定されない、組み換え宿主細胞とを含めた微生物を遺伝的に改変する方法及び材料を提供する。読者が読みやすいように、これらの方法及び材料の記載をいくつかの節に分けている。第1節では、形質転換方法について記載している。第2節では、相同組み

50

換えを用いた遺伝子操作方法について記載している。第3節では、発現ベクター及び成分について記載している。

【0208】

本発明の特定の実施形態では、微生物を遺伝的に改変して脂質産生を増強する、微生物により生成される成分の特性若しくは割合を改変する、又は各種の原材料物質での *de novo* 成長特性を向上させる若しくはこれをもたらしことが望ましい。*Chlorella*、特に、*Chlorella protothecoides*、*Chlorella minutissima*、*Chlorella sorokiniana*、*Chlorella ellipsoidea*、*Chlorella* sp. 及び *Chlorella emersonii* が本明細書に記載の遺伝子操作方法で使用するのに好ましい微生物であるが、他の *Chlorella* 種及びその他の様々な微生物も使用することができる。

10

【0209】

天然の入手源から単離されるフラグメントを用いたクローン化技術により、プロモーター、cDNA 及び 3' UTR、並びに他のベクターのエレメントを作製することができる（例えば、*Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, Sambrook et al. (第3版, 2001, Cold Spring Harbor Press); 及び米国特許第4,683,202号を参照）。あるいは、既知の方法を用いて合成により、エレメントを作製することができる（例えば、*Gene*. 1995 Oct 16; 164(1): 49-53を参照）。

20

【0210】

(1. 操作方法—形質転換)

細胞は、例えば、微粒子銃、エレクトロポレーション (Maruyama et al. (2004)、*Biotechnology Techniques* 8: 821-826を参照)、ガラスビーズによる形質転換、及び炭化ケイ素ウィスカーによる形質転換を含む、任意の適切な技術によって形質転換され得る。使用可能な別の方法として、プロトプラストを作成し、 CaCl_2 及びポリエチレングリコール (PEG) を用い、組み換えDNAを微細藻類細胞に導入することが含まれる (Kim et al. (2002)、*Mar. Biotechnol.* 4: 63-73、この論文は、*Chlorella ellipsoidea* を形質転換するために、この方法を用いることを報告している)。微細藻類の共形質転換を利用し、2種類の別個のベクター分子を細胞に同時に導入することができる（例えば、*Protist* 2004 Dec; 155(4): 381-93）。

30

【0211】

微粒子銃による方法（例えば、*Sanford, Trends In Biotech.* (1988) 6: 299-302、米国特許第4,945,050号；エレクトロポレーション (Fromm et al., *Proc. Nat'l. Acad. Sci. (USA)* (1985) 82: 5824-5828)；レーザービーム、マイクロインジェクション、又はDNAを微細藻類に導入することが可能な任意の他の方法を用いて、*Prototheca* 細胞を形質転換することができる。

40

【0212】

Chlorella などの微生物にトランス遺伝子を導入するのに都合の良い任意の技術を本発明で使用するすることができる。*Dawson et al.* (1997) (上記) は、微小発射ボンバードメント (*micro-projectile bombardment*) を使用して、*Chlorella vulgaris* 由来の硝酸還元酵素 (NR) 遺伝子を NR 欠損 *Chlorella sorokiniana* 変異体に導入し、安定な形質転換体を得ることについて記載している。簡潔には、0.4ミクロンのタングステンビーズをプラスミドでコーティングし、 3×10^7 個の *C. sorokiniana* 細胞を非選択寒天培地の中央の1/3に播種し、PDS-1000/He Biolistic Particle Delivery (登録商標) システム (バイオ・ラッド社) で

50

粒子を撃ち込んだ。

【0213】

Chlorellaなどの微生物にトランス遺伝子を導入するための好ましい方法は、Kim et al. (2002), Mar. Biotechnol. 4:63-73により記載されている方法である。Kimは、CaCl₂とポリエチレングリコール (PEG) を用いたChlorella ellipsoideaのプロトプラストの形質転換について報告している。具体的には、C. ellipsoidea細胞を1~2×10⁸/mlの密度まで増殖させてプロトプラストを作製した。1600gで5分間の遠心分離により細胞を回収及び洗浄し、0.6Mのソルビトール、0.6Mのマニトール、4% (重量/容積) のセルロース (Calbiochem)、2% (重量/容積) のマセラゼ (Calbiochem) 及び50単位のペクチナーゼ (Sigma) を含有する5mlのリン酸緩衝液 (pH6.0) 中に再び懸濁させた。細胞懸濁物を25℃で16時間、暗所で穏やかに振とうしながらインキュベートした。得られたプロトプラストを、400gで5分間の遠心分離により回収した。ペレットを0.6Mのソルビトールと0.6Mのマニトールを含有する5mlのf/2培地中に穏やかに再び懸濁させ、400gで5分間遠心分離した。このペレットを、50mMのCaCl₂を含有する0.6Mソルビトール/マニトール溶液1ml中に再び懸濁させた。次いで、0.4ml中10⁷~10⁸個のプロトプラストに、5mgのトランス遺伝子DNAを25μgの仔ウシ胸腺DNA (Sigma) とともに加えた。室温で15分後、200μLのPNC (40%のポリエチレングリコール4000、0.8MのNaCl、50mMのCaCl₂) を加え、室温で30分間、穏やかにかき混ぜた。その後、0.6Mソルビトール/マニトール溶液、1%酵母抽出物及び1%グルコースを添加した0.6mlのf/2培地を加え、細胞壁再生のために、形質転換細胞を25℃で12時間、暗所でインキュベートした。Huang et al. (2007) (上記) は同様の方法を用いて、水銀還元酵素をコードするトランス遺伝子をChlorella sp. DT. に導入した。

【0214】

Chlorellaなどの微生物を形質転換するために、エレクトロポレーションも用いられてきた。Maruyama et al. (2004), Biotechnology Techniques 8:821-826 (その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる) の報告によれば、静止期の細胞から作製したChlorella saccharophila c-211-1aのプロトプラストにトランス遺伝子を導入するためにこの技術が用いられた。600~900V/cmの間の電界強度及び約400msのパルス持続時間で、導入プラスミドの一過性発現が見られ、70kDaのFITC-デキストランに対する高い膜透過性が確認された。

【0215】

Chlorellaなどの微生物におけるトランス遺伝子発現の例が文献に見いだされる (例えば、Current Microbiology Vol. 35 (1997), pp. 356-362; Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao. 2000 Jul; 16 (4): 443-6; Current Microbiology Vol. 38 (1999), pp. 335-341; Appl Microbiol Biotechnol (2006) 72:197-205; Marine Biotechnology 4, 63-73, 2002; Current Genetics 39:5, 365-370 (2001); Plant Cell Reports 18:9, 778-780, (1999); Biologia Plantarum 42 (2): 209-216, (1999); Plant Pathol. J 21 (1): 13-20, (2005) を参照)。また本明細書の実施例も参照されたい。

【0216】

油産生酵母 (例えば、Yarrowia lipolytica) におけるトランス遺伝子発現の例が文献に見いだされる (例えば、Bordes et al., J Microbiol Methods, Jun 27 (2007) を参照)。真菌 (例えば、M

ortierella alpine、Mucor circinelloides及びAspergillus ochraceus)におけるトランス遺伝子発現の例も文献に見いだされる(例えば、Microbiology, Jul; 153 (Pt. 7): 2013-25 (2007); Mol Genet Genomics, Jun; 271 (5): 595-602 (2004); Curr Genet, Mar; 21 (3): 215-23 (1992); Current Microbiology, 30 (2): 83-86 (1995); Sakuradani, NISR Research Grant, 「Studies of Metabolic Engineering of Useful Lipid-producing Microorganisms」(2004);及び国際出願PCT/JP2004/012021号を参照)。大腸菌(E. coli)などの細菌における外来遺伝子発現の例がよく知られており、例えば、Molecular Cloning: A Laboratory Manual, Sambrook et al. (第3版, 2001, Cold Spring Harbor Press)を参照されたい。

10

【0217】

本発明による微生物の形質転換のためのベクターを、当業者によく知られた既知の技術により調製することができる。複数のChlorella種の形質転換に使用される構築物のヌクレオチド配列は配列番号8に対応する。一実施形態では、微細藻類などの微生物内でのリパーゼ遺伝子発現のための例示的なベクターの設計は、微細藻類内で活性なプロモーターと動作可能に連結したリパーゼをコードする遺伝子を含む。あるいは、ベクターが、目的の遺伝子と動作可能に連結したプロモーターを含まない場合、遺伝子を、ベクターの組み込み位置で内在するプロモーターに動作可能に連結するように、細胞内で形質転換することができる。プロモーターを用いずに形質転換する方法は、微細藻類でうまく働くことがわかっている(例えば、Plant Journal 14: 4, (1998), pp. 441-447Pを参照)。またベクターは、例えば抗生物質又は除草剤、すなわち選択マーカーに対する耐性を付与するタンパク質をコードする第2の遺伝子も含み得る。場合により、一方又は両方の遺伝子の後に、ポリアデニル化シグナルを含む3'非翻訳配列が続く。2つの遺伝子をコードする発現カセットは、ベクター内で物理的に連結されているか、又は別々のベクター上にあり得る。また微細藻類の共形質転換を利用することもでき、この方法では、別個のベクター分子を同時に用いて細胞を形質転換する(例えば、Protist 2004 Dec; 155 (4): 381-93を参照)。耐性カセットを欠く細胞が成長しない条件下、抗生物質又はその他の選択マーカーの存在下で成長する能力に基づいて、形質転換細胞を任意に選択することができる。

20

30

【0218】

(2. 操作方法—相同組み換え)

相同組み換えは、相補的DNA配列を整列させ、相同領域の置き換えを可能にすることである。標的となるゲノム配列(「テンプレート」)と同種の配列を含むトランスジェニックDNA(「ドナー」)を有機体に導入し、次いで、対応するゲノム同種配列の部位にあるゲノムで組み換えが起こる。このプロセスの機構的な工程は、ほとんどの場合、(1)同種DNAセグメントを対にすることと;(2)ドナーDNA分子内に二本鎖開裂部分を導入することと;(3)自由になったドナーDNA末端が、テンプレートDNA分子に侵入した後、DNA合成が起こることと;及び(4)二本鎖開裂部分の修復事象が起こり、最終的な組み換え産物が得られることとを含む。

40

【0219】

宿主生物で相同組み換えを行う能力は、分子の遺伝子レベルで行うことができ、用途に応じた油を産生することができる油産生微生物の生成に有用であるといった多くの実用的意義がある。相同組み換えは、それ自体の本来の性質により、正確な遺伝子標的事象であり、従って、同じ標的配列を用いて作られたほとんどのトランスジェニック系は、表現型の観点では本質的に同一であり、それほど多くの形質転換事象をスクリーニングする必要はない。また、相同組み換えは、遺伝子が宿主の染色体に挿入される事象を標的としてお

50

り、これにより、遺伝子の選択が存在しない状態であっても、優れた遺伝子安定性が得られる。染色体上の遺伝子座が異なることは、異種プロモーター／UTRに由来するものであっても、遺伝子発現に影響を与えると考えられるため、相同組み換えは、よく知られていないゲノム環境にある遺伝子座を検索し、これらの環境が遺伝子発現に与える影響を評価する方法になり得る。

【0220】

相同組み換えを用いる特に有用な遺伝子操作は、プロモーター／UTRなどの選択特異的な宿主制御エレメントが、非常に特異的な様式で異種遺伝子を発現させることである。例えば、選択マーカーをコードする異種遺伝子を用いたデサチュラーゼ遺伝子／遺伝子ファミリーの切除又はロックアウトにより、宿主細胞内で産生される飽和脂肪酸の全体的な百分率が増加すると予想される。実施例11は、相同組み換え標的構築物、及び*Prototheca moriformis*において生じるかかるデサチュラーゼ遺伝子の切除又はロックアウトの実施例を記載している。

10

【0221】

相同組み換えが、正確な遺伝子標的事象であるため、十分なフランキング領域が特定されていれば、目的の遺伝子又は領域の中にある任意のヌクレオチドを正確に改変するために用いることができる。従って、相同組み換えは、RNA及び／又はタンパク質の遺伝子発現に影響を及ぼす制御配列を改変する手段として用いることもできる。また、相同組み換えは、基質特異性、親和性及びKmなどの酵素活性を改変する試みにおいて、タンパク質コード領域を改変するために用いることもでき、これにより、宿主細胞の代謝に望ましい変化を起こすことができる。相同組み換えは、遺伝子標的化、遺伝子変換、遺伝子欠失、遺伝子重複、遺伝子反転を生じるようにホストゲノムを操作し、プロモーター、エンハンサー、3'UTRなどの遺伝子発現制御エレメントを交換するための強力な手段を与える。

20

【0222】

相同組み換えは、内在する宿主細胞ゲノム内にある目的の遺伝子又は領域を「標的とする」ために、内在する配列の一部を含む標的構築物を用いることによって行うことができる。かかる標的配列は、目的の遺伝子又は領域の5'末端又は目的の遺伝子／領域の3'末端に位置することができ、又は目的の遺伝子／領域に隣接することさえもできる。かかる標的構築物を、さらなるベクター骨格を有する超らせん構造のプラスミドDNA、ベクター骨格を有さないPCR産物、又は線状分子のいずれかとして宿主細胞内で形質転換できる。ある場合には、まず制限酵素を用いて、トランスジェニックDNA（ドナーDNA）内にある同種配列にさらすことが有益となり得る。この工程によって、組み換え効率が増し、望ましくない事象の発生を減らすことができる。組み換え効率を高める他の方法としては、処理されるゲノム配列に対して同種の線状末端を含有する形質転換されたトランスジェニックDNAを作成するためにPCRを用いることが挙げられる。

30

【0223】

非限定的な例示の目的で、相同組み換えに有用なドナーDNA配列の領域としては、*Prototheca moriformis*のDNAのKE858領域が挙げられる。KE858は1.3kbのゲノムフラグメントであり、タンパク質のトランスファーRNA（tRNA）ファミリーと相同性を共有するタンパク質のコード領域の一部を含む。*Prototheca moriformis*（UTEX1435）ゲノム内にKE858配列が単一コピーで存在することが、サザンブロット法により示されている。この領域及びこの領域を相同組み換え標的化で使用した例が、国際出願PCT/US2009/66142号に記載されている。ドナーDNAの別の有用な領域は、6S領域ゲノム配列の一部である。*Prototheca moriformis*の相同組み換えにおけるこの配列の使用を、以下の実施例に記載する。

40

【0224】

（3．ベクター及びベクター成分）

50

本発明に従う微生物の形質転換用ベクターは、本明細書の開示を考慮して、当業者には有名な既知の技術によって調製することができる。ベクターは、典型的には、1つ又はそれ以上の遺伝子を含有しており、それぞれの遺伝子は、望ましい産物（遺伝子産物）を発現するようにコードし、この遺伝子発現を制御し、組み換え細胞内の特定の位置に向かうように遺伝子産物を標的化する、1つ又はそれ以上の制御配列に動作可能に連結している。読者の助けとなるように、本節をいくつかの項に分けている。A項は、制御配列、典型的には、ベクター上に含まれている制御配列、及び本発明によって提供される新規制御配列について記載している。B項は、遺伝子、典型的には、ベクターに含まれる遺伝子、及び新規コドン最適化方法、及び本発明によって提供される方法によって調製される遺伝子について記載している。

10

【0225】

(A. 制御配列)

制御配列は、コード配列の発現を制御するか、又は遺伝子産物を、細胞内又は細胞外の特定の位置に向かわせる核酸である。発現を制御する制御配列としては、例えば、コード配列の転写を制御するプロモーター、コード配列の転写を止めるターミネーターが挙げられる。別の制御配列は、コード配列の末端に位置する3'非翻訳配列であり、ポリアデニル化シグナルをコードする。遺伝子産物を特定の位置に向かわせる制御配列としては、シグナルペプチドをコードする配列が挙げられ、この配列は、細胞内又は細胞外の特定の位置に、この配列が結合したタンパク質を向かわせる。

【0226】

従って、微細藻類において外来遺伝子を発現するような例示的なベクターの設計は、望ましい遺伝子産物（例えば、選択可能なマーカー、脂質経路改変酵素、又はショ糖利用酵素）のためのコード配列を、微細藻類内で活性なプロモーターと動作可能に連結した状態で含む。又は、ベクターが、目的のコード配列と動作可能に連結したプロモーターを含まない場合、コード配列を、ベクターの組み込み位置で内在するプロモーターに動作可能に連結するように、細胞内で形質転換することができる。プロモーターを用いずに形質転換する方法は、微細藻類でうまく働くことがわかっている（例えば、Plant Journal 14:4, (1998)、pp. 441-447を参照）。

20

【0227】

多くのプロモーターは、微細藻類内で活性であり、形質転換される藻に内在するプロモーター、形質転換される藻に内在しないプロモーター（すなわち、他の藻に由来するプロモーター、高等植物に由来するプロモーター、植物ウイルス又は藻ウイルスに由来するプロモーター）を含む。微細藻類内で活性な、具体的な外来のプロモーター及び／又は内在するプロモーター（微細藻類中で機能する抗生物質耐性のある遺伝子）は、国際公開第2008/151149号及びこの明細書に引用されている参考文献に記載されている）。

30

【0228】

外来遺伝子を発現させるために用いられるプロモーターは、その外来遺伝子に天然で連結しているプロモーター又は異種遺伝子であり得る。ある種のプロモーターは、複数の微細藻類種において活性である。他のプロモーターは、種に特異的である。具体的なプロモーターとしては、以下の実施例で用いられる、Chlamydomonas reinhardtiiに由来するβ-チューブリンなどのプロモーター、カリフラワーモザイクウイルス（CMV）及びクロレラウイルスなどの、微細藻類の複数の種の中で活性であることが示されているウイルスプロモーターが挙げられる（例えば、Plant Cell Rep. 2005 Mar; 23(10-11): 727-35; J Microbiol. 2005 Aug; 43(4): 361-5; Mar Biotechnol (NY). 2002 Jan; 4(1): 63-73）。Prototheca内で外来遺伝子を発現させるのに適切な別のプロモーターは、Chlorella sorokinianaグルタミン酸脱水素酵素プロモーター/5'UTRである。場合により、これらの配列のうち、プロモーターを含有し、少なくとも10、20、30、40、50、又は60ヌクレオチド、又はそれ以上が使用される。Prototheca内で外来遺伝子を発現

40

50

させるのに有用な代表的なプロモーターは、本明細書の配列表に列挙されており、例えば、*Chlorella* HUP1 遺伝子のプロモーター（配列番号1）、*Chlorella ellipsoidea* 硝酸還元酵素プロモーター（配列番号2）がある。*Chlorella* ウイルスプロモーターを、*Prototheca* 内で遺伝子を発現させるために用いることもでき、例えば、米国特許第6,395,965号の配列番号1～7が挙げられる。*Prototheca* 内で活性なさらなるプロモーターは、例えば、*Biochem Biophys Res Commun.* 1994 Oct 14; 204(1):187-94; *Plant Mol Biol.* 1994 Oct; 26(1):85-93; *Virology.* 2004 Aug 15; 326(1):150-9; 及び、*Virology.* 2004 Jan 5; 318(1):214-23に見いだすことができる。他の有用なプロモーターは、下の実施例に詳細に記載されている。

10

【0229】

プロモーターは、一般的に、構成的であるか又は誘発性であると特徴づけることができる。構成的プロモーターは、一般的に、常に（又は、細胞周期の特定の時期に）同じレベルで活性であるか又は発現誘導的に機能する。誘発性プロモーターは、これとは異なり、刺激に応答したときのみ活性（若しくは不活性化）であるか、又は顕著に上方調節若しくは下方調節される。どちらの種類のプロモーターも、本発明の方法での用途がある。本発明で有用な誘発性プロモーターとしては、例えば、外から与えられる低分子（例えば、配列番号1の場合には、グルコース）、温度（熱いか、又は冷たい）、培養培地中の窒素不足などの刺激に応答して、動作可能に連結した遺伝子の転写に介在するプロモーターが挙げられる。適切なプロモーターは、本質的にサイレント遺伝子である遺伝子の転写を活性化させることができるか、又は、低濃度で転写されるような動作可能に連結した遺伝子の転写を上方調節し、好ましくは、かなり上方調節することができる。以下の実施例は、*Prototheca* 細胞において有用なさらなる誘発性プロモーターを記載している。

20

【0230】

停止領域の制御配列の包含は任意であり、利用される場合には、停止領域は比較的置き換え可能であるため、その選択は、主に簡便なものである。停止領域は、転写開始領域（プロモーター）に由来するものであってもよく、目的のDNA配列に由来するものであってもよく、又は、別の供給源から得られるものであってもよい。例えば、*Chen and Orozco, Nucleic Acids Res.* (1988) 16:8411

30

【0231】

また、本発明は、制御配列及び組み換え遺伝子及び両者を含むベクターを提供し、これらは目的の遺伝子の区画化された発現を提供する。標的とするための細胞小器官は、葉緑体、プラスチド、ミトコンドリア、小胞体である。それに加え、本発明は、制御配列及び組み換え遺伝子及び両者を含むベクターを提供し、これらは細胞の外側でタンパク質を分泌する。

【0232】

Prototheca の核ゲノム内で発現するタンパク質は、プラスチド標的シグナルを用い、プラスチドを標的とすることができる。*Chlorella* に内在するプラスチド標的配列は知られており、例えば、プラスチドを標的とするタンパク質をコードする、*Chlorella* 核ゲノム内の遺伝子、例えば、GenBank 寄託番号AY646197及びAF499684が挙げられ、一実施形態では、かかる制御配列を本発明のベクターで使用し、*Prototheca* プラスチドでのタンパク質発現を標的とする。

40

【0233】

以下の実施例は、宿主細胞の正しい区画に異種タンパク質を向かわせるために、プラスチド標的配列を使用することを記載している。cDNAライブラリーは、*Prototheca moriformis* 細胞及び*Chlorella protothecoides* 細胞を用いて作られ、国際出願PCT/US2009/066142号に記載されている。

50

【0234】

本発明の別の実施形態では、*Prototheca*内でのポリペプチドの発現は、小胞体を標的としている。発現ベクター内の適切な保持シグナル又は選別シグナルによって、タンパク質が確実に小胞体（ER）に保持され、ゴルジ体の下流には行かない。例えば、*Wageningen UR-Plant Research International*のIMPACTベクター1、3ベクターは、周知のKDEL保持シグナル又は選別シグナルを含んでいる。このベクターを用いてERを保持すると、発現レベルが5倍又はそれ以上に改善されると報告されているという点で、実益がある。この現象の主な理由は、ERが、細胞質に存在するプロテアーゼより低い濃度のプロテアーゼを含んでいるか、及び／又は、細胞質に存在するプロテアーゼとは異なる、発現タンパク質の翻訳後分解に
10
関与するプロテアーゼを含んでいるからだと思われる。緑色微細藻類内で機能するER保持シグナルが知られている。例えば、*Proc Natl Acad Sci USA*. 2005 Apr 26; 102 (17): 6225-30を参照。

【0235】

本発明の別の実施形態では、ポリペプチドは、細胞から出て、培地に分泌することを標的としている。本発明の方法に従って*Prototheca*で使用することが可能な、*Chlorella*内で活性な分泌シグナルの例については、*Hawkins et al.*、*Current Microbiology Vol.* 38 (1999)、pp. 335-341を参照。
20

【0236】

多くのプロモーターは微細藻類内で活性であり、形質転換される藻類に内在するプロモーター、並びに形質転換される藻に内在しないプロモーター（すなわち、他の藻類由来のプロモーター、高等植物由来のプロモーター、植物ウイルス又は藻ウイルス由来のプロモーター）を含む。微細藻類内で活性な外来のプロモーター及び／又は内在するプロモーター、並びに微細藻類中で機能する抗生物質耐性遺伝子は、例えば、*Curr Microbiol.* 1997 Dec; 35 (6): 356-62 (*Chlorella vulgaris*); *Mar Biotechnol* (NY). 2002 Jan; 4 (1): 63-73 (*Chlorella ellipsoidea*); *Mol Gen Genet.* 1996 Oct 16; 252 (5): 572-9 (*Phaeodactylum tricornutum*); *Plant Mol Biol.* 1996 Apr; 31 (1): 1-12 (*Volvox carterii*); *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1994 Nov 22; 91 (24): 11562-6 (*Volvox carterii*); *Falciatore A, Casotti R, Leblanc C, Abrescia C, Bowler C*, PMID: 10383998, 1999 May; 1 (3): 239-251 (Laboratory of Molecular Plant Biology, Stazione Zoologica, Villa Comunale, I-80121 Naples, Italy) (*Phaeodactylum tricornutum*及び*Thalassiosira weissflogii*); *Plant Physiol.* 2002 May; 129 (1): 7-12. (*Porphyridium* sp.); *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003 Jan 21; 100 (2): 438-42. (*Chlamydomonas reinhardtii*); *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1990 Feb; 87 (3): 1228-32. (*Chlamydomonas reinhardtii*); *Nucleic Acids Res.* 1992 Jun 25; 20 (12): 2959-65; *Mar Biotechnol* (NY). 2002 Jan; 4 (1): 63-73 (*Chlorella*); *Biochem Mol Biol Int.* 1995 Aug; 36 (5): 1025-35 (*Chlamydomonas reinhardtii*); *J Microbiol.* 2005 Aug; 43 (4): 361-5 (*Dunaliella*); *Yi Chuan Xue Bao.* 2005 Apr; 32 (4): 424-33 (*Dunaliella*
30
40
50

); Mar Biotechnol (NY). 1999 May; 1 (3): 239-251. (Thalassiosira及びPhaedactylum); Koksharova, Appl Microbiol Biotechnol 2002 Feb; 58 (2): 123-37 (様々な種); Mol Genet Genomics. 2004 Feb; 271 (1): 50-9 (Thermosynechococcus elongates); J. Bacteriol. (2000), 182, 211-215; FEMS Microbiol Lett. 2003 Apr 25; 221 (2): 155-9; Plant Physiol. 1994 Jun; 105 (2): 635-41; Plant Mol Biol. 1995 Dec; 29 (5): 897-907 (Synechococcus PCC 7942); Mar Pollut Bull. 2002; 45 (1-12): 163-7 (Anabaena PCC 7120); Proc Natl Acad Sci U S A. 1984 Mar; 81 (5): 1561-5 (Anabaena (様々な株)); Proc Natl Acad Sci U S A. 2001 Mar 27; 98 (7): 4243-8 (Synechocystis); Wirth, Mol Gen Genet 1989 Mar; 216 (1): 175-7 (様々な種); Mol Microbiol, 2002 Jun; 44 (6): 1517-31及びPlasmid, 1993 Sep; 30 (2): 90-105 (Fremyella diplosiphon); Hall et al. (1993) Gene 124: 75-81 (Chlamydomonas reinhardtii); Gruber et al. (1991). Current Micro. 22: 15-20; Jarvis et al. (1991) Current Genet. 19: 317-322 (Chlorella) により記載されており、さらなるプロモーターに関しては、米国特許第6, 027, 900号の表1も参照されたい。

【0237】

外来遺伝子を発現させるために用いられるプロモーターは、その遺伝子に天然で連結しているプロモーター又は異種遺伝子であり得る。ある種のプロモーターは、複数の微細藻類種において活性である。他のプロモーターは種特異的である。好ましいプロモーターとしては、Chlamydomonas reinhardtiiに由来するRBCS2などのプロモーター、並びにカリフラワーモザイクウイルス (CMV) 及びクロレラウイルスなどのウイルスプロモーターが挙げられ、これらは複数種の微細藻類において活性であることが示されている (例えば、Plant Cell Rep. 2005 Mar; 23 (10-11): 727-35; J Microbiol. 2005 Aug; 43 (4): 361-5; Mar Biotechnol (NY). 2002 Jan; 4 (1): 63-73を参照)。他の実施形態では、Botryococcusリンゴ酸デヒドロゲナーゼプロモーター、配列番号150の任意の部分を含む核酸、又はChlamydomonas reinhardtii RBCS2プロモーター (配列番号151) を使用することができる。場合により、プロモーターを含有するこれらの配列のうち、少なくとも10、20、30、40、50又は60ヌクレオチド、又はそれ以上のものが使用される。Chlorella属の種に内在する好ましいプロモーターは、配列番号1及び配列番号2である。

【0238】

Chlorella内で外来遺伝子を発現させるのに有用な好ましいプロモーターは、本願の配列表に列挙されており、例えば、Chlorella HUP1遺伝子のプロモーター (配列番号1) 及びChlorella ellipsoidea硝酸還元酵素プロモーター (配列番号2) がある。Chlorellaウイルスプロモーターを使用して、Chlorella内で遺伝子を発現させることもでき、例えば、米国特許第6, 395, 965号の配列番号1~7が挙げられる。Chlorella内で活性のプロモーターはほかに、例えば、Biochem Biophys Res Commun. 1994 Oct 14; 204 (1): 187-94; Plant Mol Biol. 1994 Oct; 26 (1): 85-93; Virology. 2004. 2004 Au

g 15; 326 (1): 150-9; 及び *Virology*. 2004 Jan 5; 318 (1): 214-23に見いだすことができる。

【0239】

(B. 遺伝子及びコドンの最適化)

典型的には、遺伝子は、プロモーターと、コード配列と、停止制御配列とを含む。組み換えDNA技術によって組み立てられる場合、遺伝子は、発現カセットと呼ばれることもあり、組み換え遺伝子を宿主細胞に導入するために使用されるベクターに簡便に挿入するために、制限配列に隣接していてもよい。発現カセットは、ゲノム由来のDNA配列、又は相同組み換えにによって発現カセットをゲノムに安定に組み込みやすくすることを標的とした他の核酸に隣接していてもよい。又は、ベクター及びその発現カセットは、組み込まれないままであってもよく、この場合には、ベクターは、典型的には、異種ベクターDNAを複製するために与えることができるような、複製起源を含んでいてもよい。

10

【0240】

ベクター上に存在する共通の遺伝子は、タンパク質をコードする遺伝子であり、この発現によって、このタンパク質を含有する組み換え細胞が、このタンパク質を発現しない細胞と分化する。このような遺伝子、及びその対応する遺伝子産物は、選択可能なマーカーと呼ばれる。任意のさまざまな選択可能なマーカーが、*Prototheca*を形質転換するのに有用なトランス遺伝子構築物中で用いられてもよい。適切な選択可能なマーカーの例としては、G418耐性遺伝子、硝酸還元酵素遺伝子 (Dawson et al. (1997)、*Current Microbiology* 35: 356-362を参照)、ハイグロマイシンホストランスフェラーゼ遺伝子 (HPT; Kim et al. (2002)、*Mar. Biotechnol.* 4: 63-73を参照)、ネオマイシンホストランスフェラーゼ遺伝子、フレオマイシンに対する耐性を付与するble遺伝子 (Huang et al. (2007)、*Appl. Microbiol. Biotechnol.* 72: 197-205)、及びカナマイシンに対する耐性を付与するアミノグリコシド-3'-O-ホストランスフェラーゼ (配列番号194) が挙げられる。微細藻類の抗生物質に対する感度を決める方法はよく知られている。例えば、*Mol Gen Genet.* 1996 Oct 16; 252 (5): 572-9。

20

【0241】

抗生物質系でない他の選択マーカーもまた、一般に、*Prototheca*種を含めた微細藻類を形質転換するのに有用なトランス遺伝子構築物中で用いることができる。微細藻類がこれまで利用することができなかった特定の炭素源を利用する能力を付与する遺伝子も、選択マーカーとして用いることができる。例として、*Prototheca moriformis*株は典型的には、ショ糖では、たとえ成長しても良好ではない。ショ糖インペルターゼ遺伝子を含む構築物を用いることにより、陽性の形質転換体がショ糖を炭素基質として成長する能力を付与することができる。他の選択マーカーとともに選択マーカーとしてショ糖利用を用いることに関するさらなる詳細は、以下の第4節で述べられている。

30

【0242】

本発明の目的のために、本発明の組み換え宿主細胞を調製するために用いられる発現ベクターは、遺伝子のひとつが選択可能なマーカーである場合、少なくとも2個、多くは3個の遺伝子を含んでいるだろう。例えば、本発明の遺伝子改変された*Prototheca*は、選択可能なマーカーに加え、例えば、ショ糖インペルターゼ遺伝子又はアシルACP-チオエステラーゼ遺伝子のような1つ以上の外来遺伝子を含む本発明のベクターで形質転換させることによって作られてもよい。1個又は全部の遺伝子が、誘発性プロモーターを用いて発現してもよく、これにより、これらの遺伝子が発現する相対的なタイミングを制御し、脂質収量及び脂肪酸エステルへの変換を高めることができる。2種以上の外来遺伝子の発現は、同じ誘発性プロモーターで制御されていてもよく、異なる誘発性 (又は構成的) プロモーターで制御されていてもよい。後者の状況では、第1の外来遺伝子の発現は、第1の期間に誘発されてもよく (この間に、第2の外来遺伝子の発現が誘発されて

40

50

もよく、誘発されなくてもよく)、第2の外来遺伝子の発現は、第2の期間に誘発されてもよい(この間に、第1の外来遺伝子の発現が誘発されてもよく、誘発されなくてもよい)。

【0243】

他の実施形態では、2種以上の外来遺伝子(任意の選択可能なマーカーに加えて)は、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼ及び脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素、アルコール産物を与えるこれらの組み合わせ作用である。さらに、限定されないが、アルデヒドを生成するための脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼ及び脂肪酸アシル-CoA還元酵素のような他の外来遺伝子の組み合わせも提供される。一実施形態では、ベクターは、アルカンを生成するための、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼ、脂肪酸アシル-CoA還元酵素、脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素の組み合わせを与える。これらのそれぞれの実施形態では、1つ以上の外来遺伝子が、誘発性プロモーターを用いて発現してもよい。

10

【0244】

2種以上の外来遺伝子を発現する、他の代表的な本発明のベクターとしては、ショ糖トランスporter及びショ糖インベルターゼ酵素の両方をコードするベクター、選択可能なマーカーと、分泌されたショ糖インベルターゼとの両方をコードするベクターが挙げられる。いずれかの種類のベクターで形質転換された組み換え*Protothec*aは、サトウキビ(サトウキビから誘導される糖類)を炭素源として使用する能力が操作されているため、低い製造コストで脂質を産生する。上述の2種類の外来遺伝子の挿入は、定方向変異誘発法及び／又はランダム変異導入法によって多糖合成を乱すことと組み合わせることができ、脂質産生へと進む炭素の流れが大きくなる方向に進む。個々に、及び組み合わせ、栄養転換、脂質の産生を変えるような操作、外来の酵素を用いた処理によって、微生物が産生する脂質の組成が変わる。この変化によって、産生する脂質の量、他の脂質に対する1つ以上の炭化水素種の相対量、及び／又は微生物が産生する脂質種の種類を変えることができる。例えば、微細藻類を、TAGの量及び／又は割合を増やすように操作することができる。

20

【0245】

組み換えタンパク質の最適な発現のために、形質転換されるべき宿主細胞で優先的に用いられるコドンを用いてmRNAを生成するコード配列を利用することが有益である。従って、トランス遺伝子の適切な発現は、トランス遺伝子のコドンの使用が、トランス遺伝子を発現する有機体の特定のコドンの偏りと適合していることが必要な場合がある。この影響の元になる正確な機構は多くあるが、利用可能なアミノアシル化されたtRNAプールと、細胞内で合成されるタンパク質との適切なバランス、この要求を満たす場合に、トランスジェニックメッセンジャーRNA(mRNA)をもっと効果的な翻訳との組み合わせを含む。トランス遺伝子内のコドンの使用が最適化されていない場合、利用可能なtRNAプールは、異種mRNAの効率的な翻訳を可能にするのに十分ではなく、その結果、リボソームが失速し、停止し、トランスジェニックmRNAが不安定になる場合がある。

30

【0246】

本発明は、*Protothec*a内で組み換えタンパク質が首尾よく発現するのに有用な、コドンが最適化された核酸を提供する。*Protothec*a種内のコドンの使用を、*Protothec*a *moriformis*から単離されたcDNA配列を研究することによって分析した。この分析から、24,000を超えるコドンを調べ、以下の表2にその結果を示す。

40

【0247】

【表 2】

表2. *Prototheca*株内での好ましいコドンの使用

Ala	GCG	345 (0.36)	Asn	AAT	8 (0.04)
	GCA	66 (0.07)		AAC	201 (0.96)
	GCT	101 (0.11)			
	GCC	442 (0.46)			
Cys	TGT	12 (0.10)	Pro	CCG	161 (0.29)
	TGC	105 (0.90)		CCA	49 (0.09)
				CCT	71 (0.13)
				CCC	267 (0.49)
Asp	GAT	43 (0.12)	Gln	CAG	226 (0.82)
	GAC	316 (0.88)		CAA	48 (0.18)
Glu	GAG	377 (0.96)	Arg	AGG	33 (0.06)
	GAA	14 (0.04)		AGA	14 (0.02)
Phe	TTT	89 (0.29)		CGG	102 (0.18)
	TTC	216 (0.71)		CGA	49 (0.08)
				CGT	51 (0.09)
Gly	GGG	92 (0.12)		CGC	331 (0.57)
	GGA	56 (0.07)	Ser	AGT	16 (0.03)
	GGT	76 (0.10)		AGC	123 (0.22)
	GGC	559 (0.71)		TCG	152 (0.28)
His	CAT	42 (0.21)		TCA	31 (0.06)
	CAC	154 (0.79)		TCT	55 (0.10)
				TCC	173 (0.31)
Ile	ATA	4 (0.01)	Thr	ACG	184 (0.38)
	ATT	30 (0.08)		ACA	24 (0.05)
	ATC	338 (0.91)		ACT	21 (0.05)
Lys	AAG	284 (0.98)		ACC	249 (0.52)
	AAA	7 (0.02)	Val	GTG	308 (0.50)
Leu	TTG	26 (0.04)		GTA	9 (0.01)
	TTA	3 (0.00)		GTT	35 (0.06)
	CTG	447 (0.61)		GTC	262 (0.43)
	CTA	20 (0.03)	Trp	TGG	107 (1.00)
	CTT	45 (0.06)			
	CTC	190 (0.26)	Tyr	TAT	10 (0.05)
Met	ATG	191 (1.00)		TAC	180 (0.95)
			停止	TGA/TAG/TAA	

10

20

30

40

【0248】

他の実施形態では、組み換えベクター内の遺伝子は、*Prototheca*株以外の微細藻類株に関して言うと、コドンが最適化されている。例えば、微細藻類内で発現させるために遺伝子を記録する方法は、米国特許第7, 135, 290号に記載されている。コドンの最適化に関するさらなる情報は、例えば、GenBankのコドン利用に関するデータベースが利用可能である。

【0249】

Chlorella pyrenoidosa、*Dunaliella salina* 及び *Chlorella protothecoides* 内での他の非限定的なコドンの使用の例を、それぞれ表28、29及び30に示す。

50

【 0 2 5 0 】

【表 2 8】

表28. *Chlorella pyrenoidosa*内でのコドンの使用

Phe	UUU	39 (0.82)	Ser	UCU	50 (1.04)
	UUC	56 (1.18)	UCC	60 (1.25)	
Leu	UUA	10 (0.20)		UCA	6 (0.96)
	UUG	46 (0.91)		UCG	43 (0.89)
Tyr	UAU	15 (0.59)	Cys	UGU	46 (0.77)
	UAC	36 (1.41)		UGC	73 (1.23)
ter	UAA	9 (0.00)	ter	UGA	43 (0.00)
ter	UAG	15 (0.00)	Trp	UGG	69 (1.00)
Leu	CUU	49 (0.97)	Pro	CCU	80 (0.98)
	CUC	73 (1.45)		CCC	88 (1.08)
	CUA	22 (0.44)		CCA	93 (1.14)
	CUG	103 (2.04)		CCG	65 (0.80)
His	CAU	50 (0.88)	Arg	CGU	39 (0.76)
	CAC	3 (1.12)		CGC	63 (1.23)
Gln	CAA	59 (0.84)		CGA	46 (0.90)
	CAG	2 (1.16)		CGG	47 (0.92)
Ile	AUU	24 (0.69)	Thr	ACU	32 (0.67)
	AUC	61 (1.76)		ACC	76 (1.60)
	AUA	19 (0.55)		ACA	41 (0.86)
Met	AUG	42 (1.00)		ACG	41 (0.86)
Asn	AAU	26 (0.75)	Ser	AGU	23 (0.48)
	AAC	3 (1.25)		AGC	67 (1.39)
Lys	AAA	32 (0.54)	Arg	AGA	51 (1.00)
	AAG	86 (1.46)		AGG	61 (1.19)
Val	GUU	36 (0.75)	Ala	GCU	57 (0.79)
	GUC	54 (1.13)		GCC	97 (1.34)
	GUA	30 (0.63)		GCA	89 (1.23)
	GUG	71 (1.49)		GCG	47 (0.65)
Asp	GAU	60 (0.95)	Gly	GGU	35 (0.60)
	GAC	66 (1.05)		GGC	78 (1.33)
Glu	GAA	41 (0.68)		GGA	54 (0.92)
	GAG	80 (1.32)		GGG	67 (1.15)

【 0 2 5 1 】

【表 2 9】

表29. *Dunaliella salina*内での好ましいコドンの使用

TTC (Phe)	TAC (Tyr)	TGC (Cys)	TAA (Stop)
TGG (Trp)	CCC (Pro)	CAC (His)	CGC (Arg)
CTG (Leu)	CAG (Gln)	ATC (Ile)	ACC (Thr)
AAC (Asn)	AGC (Ser)	ATG (Met)	AAG (Lys)
GCC (Ala)	GAC (Asp)	GGC (Gly)	GTG (Val)
GAG (Glu)			

【 0 2 5 2 】

10

20

30

40

【表 30】

表30. *Chlorella protothecoides*内での好ましいコドンの使用

TTC (Phe)	TAC (Tyr)	TGC (Cys)	TGA (Stop)
TGG (Trp)	CCC (Pro)	CAC (His)	CGC (Arg)
CTG (Leu)	CAG (Gln)	ATC (Ile)	ACC (Thr)
GAC (Asp)	TCC (Ser)	ATG (Met)	AAG (Lys)
GCC (Ala)	AAC (Asn)	GGC (Gly)	GTG (Val)
GAG (Glu)			

【0253】

(C. 誘発性発現)

また本発明は、目的の遺伝子を発現させる誘発性プロモーターの使用も提供する。具体的には、例えば、細胞の破壊、反応混合物の水含有量の減少、及び／又はTAGから脂肪酸エステルへの変換の促進に十分なアルコール添加後にエステル転移反応を増強するように、必要に応じて条件が調節されていれば、リパーゼ遺伝子を発現させる誘発性プロモーターの使用により、微生物の成長後にリパーゼの産生が可能となる。

【0254】

本発明で有用な誘発性プロモーターとしては、例えば、外から与えられる低分子（例えば、配列番号1に記載のグルコース）、温度（熱いか、又は冷たい）、光などの刺激にตอบสนองして、動作可能に連結した遺伝子の転写に介在するプロモーターが挙げられる。適切なプロモーターは、本質的にサイレントな遺伝子の転写を活性化させることができるか、又は、低レベルで転写される動作可能に連結した遺伝子の転写を上方調節し、好ましくは大幅に上方調節することができる。後者の場合には、リパーゼの転写レベルが、リパーゼを発現する微生物の成長をあまり阻害しないことが好ましい。

【0255】

*Chlorella*ヘキサーストランスポーター遺伝子（配列番号1）を駆動するプロモーターなどのプロモーターにより、*Chlorella*でのトランス遺伝子発現を誘発的に行うことができる。このプロモーターは、培養培地中にグルコースが存在することにより強力に活性化される。

【0256】

(D. 2種又はそれ以上の外来遺伝子の発現)

さらに、遺伝子操作された微細藻類などの微生物は、例えば一方が多糖分解酵素をコードする、例えばリパーゼ遺伝子と溶解遺伝子など、2種又はそれ以上の外来遺伝子を含み、発現し得る。誘発性プロモーターを用いて一方又は両方の遺伝子を発現させることができ、これにより、これらの遺伝子が発現する相対的なタイミングを制御して、脂質収量及び脂肪酸エステルへの変換を高めることができる。2種又はそれ以上の外来遺伝子の発現は、同じ誘発性プロモーターの制御下にあっても、異なる誘発性プロモーターの制御下にあってもよい。後者の場合、第1の外来遺伝子の発現が第1の期間に誘発され得（この間、第2の外来遺伝子の発現は誘発されても、されなくてもよい）、第2の外来遺伝子の発現が第2の期間に誘発され得（この間、第1の外来遺伝子の発現は誘発されても、されなくてもよい）。ショ糖を代謝するように脂質産生微生物を操作するためのベクター及び方法が本明細書で提供されるが、これは、操作された細胞がサトウキビ原材料を脂質に変換することを可能にするため、有利な形質である。

【0257】

例えば、脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼと脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素の作用の組み合わせによりアルコール産物が生成されるが、このような2種又はそれ以上の外来遺伝子を発現する、遺伝子操作された微生物株（例えば、微細藻類、油産生酵母、細菌又は真菌）も本明細書で提供される。さらに、アルデヒドを生成するための脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼと脂肪酸アシル-CoA還元酵素を含むがこれらに限定されない、外来遺伝子の他の組み合わせが提供される。さらに、本願は、アルカンを生成するための脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼと脂肪酸アシル-CoA還元酵

10

20

30

40

50

素と脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素の組み合わせを提供する。1種又はそれ以上の外来遺伝子が誘発性プロモーターを用いて発現され得る。

【0258】

本発明での使用に適したさらなる改変の例としては、1つの遺伝子が固定炭素源（ショ糖など）のトランスポーターをコードし、第2の遺伝子がショ糖インベルターゼ酵素をコードする、2種又はそれ以上の外来遺伝子を発現するよう微細藻類株を遺伝子操作することが挙げられる。得られた発酵性微生物は、既知の生物学的炭化水素産成方法により得られるものよりも低い製造コストで炭化水素を産成する。上記2種の外来遺伝子の挿入を、定方向及び／又はランダム変異誘発法によって多糖合成の崩壊と組み合わせることができ、これにより炭水化物産生へと進む炭素の流れがより大きくなる。栄養転換、炭水化物の産生を変える操作、外来酵素を用いた処理を個別に、及びそれらを組み合わせて行うことによって、微生物が産生する炭水化物の組成が改変される。この改変は、産生する炭水化物の量、産生された1つ又はそれ以上の炭化水素種の他の炭水化物に対する量、及び／又は微生物が産生する炭化水物種の種類における変化であり得る。例えば、TAGの産生量及び／又は率が上昇するよう微細藻類を操作することができる。

10

【0259】

（E．区画化された発現）

また本発明は、目的遺伝子の区画化された発現も提供する。具体的には、特定の実施形態では、リパーゼの発現を1つ以上の細胞内区画に標的化することが有利であり、この場合、リパーゼがエステル転移反応の開始まで大部分の細胞内脂質から隔離されている。標的とするのに好ましい細胞小器官は、葉緑体、ミトコンドリア及び小胞体である。

20

【0260】

（1）葉緑体での発現

本発明の一実施形態では、微生物内でのポリペプチド発現は、葉緑体を標的とする。葉緑体での異種遺伝子発現の標的化方法は既知であり、これを本発明で 사용할ことができる。葉緑体への外来遺伝子産物の標的化方法は、Shrier et al.、EMBO J.（1985）4：2532に記載されている。また、核遺伝子産物を葉緑体内に移動させるためのランジットペプチドの使用に関して、Tomai et al.、Gen. Biol. Chem.（1988）263：15104-15109及び米国特許第4,940,835号も参照されたい。タンパク質の葉緑体への輸送を指示する方法もKenau TIBTECH（1987）5：4047で概説されている。Chlorellaに内在する葉緑体標的配列、例えば、葉緑体を標的とするタンパク質をコードする、Chlorella核ゲノム内の遺伝子などが知られており、例えば、GenBank 寄託番号AY646197及びAF499684を参照されたい。

30

【0261】

IMPACT VECTOR 1.4ベクターは、ワーヘニンゲン大学の国際植物科学研究所（Wageningen UR-Plant Research International）により販売されており、これはChrysanthemum morifoliumの小サブユニットタンパク質の分泌シグナルを用いて、二重膜系を横切って往復しながら異種タンパク質を葉緑体基質（細胞質）環境中に送達するものである。シグナルペプチドの適切なプロセッシングを可能にするために、タンパク質が成熟rubiscoタンパク質の最初の11のアミノ酸と融合されている（Wong et al.、Plant Molecular Biology 20：81-93（1992））。シグナルペプチドは、RbcS遺伝子由来の天然のイントロンを含んでいる。

40

【0262】

別のアプローチでは、異種タンパク質を発現するように葉緑体ゲノムを遺伝子操作する。外来DNAでコーティングした高速タングステン微粒子のレシピエント細胞への撃ち込みを用いたChlamydomonas reinhardtii（緑藻類）葉緑体の安定な形質転換が記載されている。例えば、Boynton et al.、Science（1988）240：1534-1538；Blowers et al. Plant

50

C e l (1 9 8 9) 1 : 1 2 3 - 1 3 2 及び D e b u c h y e t a l . 、 E M B O J . (1 9 8 9) 8 : 2 8 0 3 - 2 8 0 9 を参照。タングステン微粒子を用いた形質転換技術は、K l e i n e t a l . 、 N a t u r e (L o n d o n) (1 9 8 7) 7 : 7 0 - 7 3 により記載されている。植物及び微細藻類双方の葉緑体形質転換のその他の方法が知られている。例えば、米国特許第 5, 6 9 3, 5 0 7 号；第 6, 6 8 0, 4 2 6 号；及び P l a n t P h y s i o l . 2 0 0 2 M a y ; 1 2 9 (1) : 7 - 1 2 ; 及び P l a n t B i o t e c h n o l J . 2 0 0 7 M a y ; 5 (3) : 4 0 2 - 1 2 を参照。

【0263】

米国特許第 6, 3 2 0, 1 0 1 号（2001 年 11 月 20 日、K a p l a n らに付与；参照により本明細書に組み込まれる）に記載されているように、細胞あたりの葉緑体数を約 1 に減少するように細胞を化学的に処理することができる。次いで、葉緑体内に少なくとも 1 つの異種核酸分子を導入する目的で、異種核酸を粒子撃ち込みにより細胞内に導入することができる。葉緑体に内在する酵素により容易に達成される相同組み換えにより葉緑体ゲノム内に組み込まれるように異種核酸を選択する。この目的のために、異種核酸は、目的の遺伝子に加え、葉緑体ゲノムに由来する少なくとも 1 つの核酸配列を含む。さらに、異種核酸は典型的には、選択可能マーカーを含む。この技術に関連したさらなる詳細は、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第 4, 9 4 5, 0 5 0 号及び第 5, 6 9 3, 5 0 7 号に見いだされる。このようにして、葉緑体のタンパク質発現系によりポリペプチドが産生され得る。

【0264】

米国特許第 7, 1 3 5, 6 2 0 号（2006 年 11 月 14 日、D a n i e l l らに付与；参照により本明細書に組み込まれる）には、葉緑体発現ベクター及び関連する方法が記載されている。発現カセットは、コード配列と、葉緑体内でコード配列を適切に発現させるための適切な制御配列とを含む DNA 構築物である。典型的な発現カセットは、以下の構成要素、すなわち、目的のポリペプチドをコードする DNA 配列を葉緑体内で転写及び翻訳させる、微生物遺伝子又は p s b A などの葉緑体遺伝子由来の 5' 非翻訳領域；目的のポリペプチドをコードする DNA 配列；並びに導入遺伝子の RNA を安定化し、これらにより外来遺伝子発現を増加させることができる、葉緑体遺伝子の 3' 逆方向反復領域などの翻訳及び転写停止領域を含む。カセットは、場合により、抗生物質耐性遺伝子を含み得る。

【0265】

典型的には、発現カセットは、適切なゲノム内への挿入に好都合な制限部位に隣接している。発現カセットは、特に相同組み換えによって、発現カセットが葉緑体ゲノムに安定的に組み込まれやすくするために、葉緑体 DNA 由来の DNA 配列に隣接することができる。あるいは、発現カセットは組み込まれていなくてもよく、その場合には、発現カセットは、典型的には、葉緑体内での異種 DNA の複製をもたらしことができる葉緑体の複製起源を含む。

【0266】

発現カセットは一般に、葉緑体内で発現可能な遺伝子由来のプロモーター領域を含む。プロモーター領域は、葉緑体遺伝子から入手可能なプロモーター、例えばハウレンソウ若しくはエンドウマメ由来の p s b A 遺伝子又はトウモロコシ由来の r b c L 及び a t p B プロモーター領域、並びに R r n a プロモーターなどを含み得る。H a n l e y - B o w d o i n 及び C h u a , T I B S (1 9 8 7) 1 2 : 6 7 - 7 0 ; M u l l e t e t a l . 、 P l a n t M o l e c B i o l . (1 9 8 5) 4 : 3 9 - 5 4 ; H a n l e y - B o w d o i n (1 9 8 6) P h D . D i s s e r t a t i o n , t h e R o c k e f e l l e r U n i v e r s i t y ; K r e b b e r s e t a l . 、 N u c l e i c A c i d s R e s . (1 9 8 2) 1 0 : 4 9 8 5 - 5 0 0 2 ; Z u r a w a k i e t a l . 、 N u c l e i c A c i d s R e s . (1 9 8 1) 9 : 3 2 5 1 - 3 2 7 0 ; 並びに Z u r a w s k i e t a l . 、 P r o c . N a t ' l A c a d S

10

20

30

40

50

c i. U. S. A. (1982) 79:7699 7703 にプロモーターの例が記載されている。プロモーターを含まないマーカー遺伝子の5'側に目的のプロモーターを置き、その有効性を、例えば比較的強力な葉緑体プロモーターである *psbA* 遺伝子由来プロモーターなどから得られる転写と比較して観察することにより、他のプロモーターを同定し、そのように同定されたプロモーターの相対的強度を評価することができる。任意の各種技術により、さらに異種遺伝子発現の効率を高めることができる。異種遺伝子の5'側に直列に挿入した複数のプロモーター、例えば二重 *psbA* プロモーターの使用、エンハンサー配列の付加などがこれに含まれる。

【0267】

GenBank 寄託番号 NC_001865 (*Chlorella vulgaris* 葉緑体、完全ゲノム) に見いだされるプロモーターなど、*Chlorella* 葉緑体内で活性な多数のプロモーターを、*Chlorella* 葉緑体内での外来遺伝子発現に使用することができる。

10

【0268】

異種遺伝子の誘発的発現を生じさせることが望ましい場合、転写及び／又は翻訳レベルでの調節をもたらす配列を(3'末端に)含む誘発性プロモーター及び／又は5'非翻訳領域が発現カセットに含まれていてもよい。例えば、5'非翻訳領域は、光により発現が制御可能な遺伝子由来であり得る。同様に、3'逆方向反復領域を用いて、異種遺伝子のRNAを安定化してもよい。誘発性遺伝子は、目的の特定刺激に応答して発現が増加するが、刺激の非存在下では発現が低下又は発現しないことにより同定され得る。例えば、光照射時に発現の増加が見られるが、その一方では、低光又は無光では発現は実質的に減少又は発現しない場合、光誘発性の遺伝子を同定することができる。緑色微細藻類由来の光制御プロモーターが知られている(例えば、Mol Genet Genomics. 2005 Dec; 274(6):625-36を参照)。

20

【0269】

停止領域は葉緑体及び細菌の間で比較的互換性があるようにみえるため、停止領域の利用は、何よりもまず便利である。停止領域は、転写開始領域に由来するものであってもよく、目的のDNA配列に由来するものであってもよく、又は別の供給源から得られるものであってもよい。例えば、Chen and Orozco, Nucleic Acids Res. (1988) 16:8411を参照されたい。

30

【0270】

発現カセットを、多数ある方法のいずれかにより目的の植物細胞内に形質転換してもよい。このような方法としては、例えば、微粒子銃による方法(例えば、Sanford, Trends In Biotech. (1988) 6:299 302、米国特許第4,945,050号を参照);エレクトロポレーション(Fromm et al., Proc. Nat'l. Acad. Sci. (USA) (1985) 82:5824 5828);レーザービーム、マイクロインジェクション、又はDNAを葉緑体に導入することが可能な任意の他の方法の使用が挙げられる。

【0271】

微細藻類などの微生物での使用に適した葉緑体発現ベクターに関するさらなる記載は、米国特許第7,081,567号(2006年7月25日、Xueらに付与);第6,680,426号(2004年1月20日、Danielらに付与);及び第5,693,507号(1997年12月2日、Danielらに付与)に見いだされる。

40

【0272】

葉緑体標的シグナルを用いて、*Chlorella* の核ゲノム内で発現されるタンパク質を葉緑体に対して標的化することができる。*Chlorella* に内在する葉緑体標的配列が知られており、例えば、葉緑体を標的とするタンパク質をコードする、*Chlorella* 核ゲノム内の遺伝子などがある(例えば、GenBank 寄託番号 AY646197 及び AF499684 を参照)。また、葉緑体ゲノムに遺伝子を直接挿入することにより、タンパク質を *Chlorella* 葉緑体内で発現させることもできる。葉緑体の形

50

質転換は、典型的には相同組み換えによって起こり、葉緑体ゲノム配列が、標的化ベクターの作製において既知であれば実行可能である（例えば、*Chlorella* 葉緑体の完全ゲノム配列；Genbank 寄託番号 NC_001865 を参照）。葉緑体の形質転換に関する詳細は、本明細書の前の節を参照されたい。

【0273】

（2）ミトコンドリアでの発現

本発明の別の実施形態では、微生物内でのポリペプチドの発現は、ミトコンドリアを標的とする。ミトコンドリアへの外来遺伝子産物の標的化方法（Boutry et al.、Nature (London) (1987) 328:340-342）が記載されており、緑色微細藻類における方法がこれに含まれる（例えば、Mol Gen Gene 10
t. 1993 Jan; 236 (2-3): 235-44 を参照）。

【0274】

例えば、適当な分泌シグナルをコードする発現ベクターは、異種タンパク質をミトコンドリアに対して標的化することができる。ワーヘニンゲン大学の国際植物科学研究所（Wageningen UR-Plant Research International）の IMPACTVECTOR 1.5 ベクターは、ミトコンドリア基質内にタンパク質を送達することが示されている酵母 Cox IV 分泌シグナルを使用する。シグナルペプチドの適切なプロセッシングを可能にするために、タンパク質が酵母 Cox IV タンパク質の最初の 4 つのアミノ酸と融合されている（Kohler et al.、Plant J 11:613-621 (1997)）。緑色
20
微細藻類内で機能するものを含めた他のミトコンドリア標的配列が知られている。例えば、FEBS Lett. 1990 Jan 29; 260 (2): 165-8; 及び J Biol Chem. 2002 Feb 22; 277 (8): 6051-8 を参照。

【0275】

ミトコンドリア標的シグナルを用いて、*Chlorella* の核ゲノム内で発現されるタンパク質をミトコンドリアに対して標的化することができる。ミトコンドリアのタンパク質標的化及び形質転換に関する詳細は、本明細書の前の節を参照されたい。

【0276】

（3）小胞体での発現

本発明の別の実施形態では、微生物内でのポリペプチド発現は、小胞体を標的とする。発現ベクター内に適切な保持シグナル又は選別シグナルを含むことにより、タンパク質が
30
確実に小胞体（ER）に保持され、下流のゴルジ体には行かない。例えば、ワーヘニンゲン大学の国際植物科学研究所（Wageningen UR-Plant Research International）の IMPACT ベクター 1.3 ベクターは、周知の KDEL 保持シグナル又は選別シグナルを含んでいる。このベクターを用いて ER に保持すれば、これが発現レベルを 5 倍又はそれ以上向上させることが報告されていることから、実用上の利点がある。この現象の主な理由は、ER が、発現タンパク質の翻訳後の分解に関与するプロテアーゼを細胞質に存在するプロテアーゼよりも低い濃度で含んでいるか、及び／又は、細胞質に存在するプロテアーゼとは異なるプロテアーゼを含んでいるからだと思われる。緑色微細藻類内で機能する ER 保持シグナルが知られている。例えば、Proc Natl Acad Sci USA
40
. 2005 Apr 26; 102 (17): 6225-30 を参照。

【0277】

本発明の方法及び材料によって、外来遺伝子を微生物、例えば *Prototheca* に導入することが可能な場合、ショ糖の利用及び脂質経路の改変に関する遺伝子は、以下の章で記載するように、特に興味深い。

【0278】

（IV. 選択可能マーカー）

（1. ショ糖の利用）

実施形態では、本発明の組み換え *Prototheca* 細胞は、1 つ以上の外来のショ糖利用遺伝子をさらに含む。種々の実施形態では、1 つ以上の遺伝子は、フルクトキナーゼ、グルコキナーゼ、ヘキソキナーゼ、ショ糖インベルターゼ、ショ糖トランスポーター
50

からなる群から選択される1つ以上のタンパク質をコードする。例えば、ショ糖トランスポーター及びショ糖インベルターゼの発現によって、*Prototheca*は、ショ糖を培地から細胞に移動させ、ショ糖を加水分解し、グルコース及びフルクトースを得ることができる。場合により、フルクトキナーゼは、内在するヘキソキナーゼ活性が、フルクトースの最大リン酸化には不十分であるような状況でも同様に発現することができる。適切なショ糖トランスポーター典拠は、Genbank寄託番号CAD91334、CAB92307、CAA53390である。適切なフルクトキナーゼの例は、寄託番号P26984、P26420、CAA43322である。

【0279】

一実施形態では、本発明は、ショ糖インベルターゼを分泌する*Prototheca*宿主細胞を提供する。ショ糖インベルターゼの分泌は、ショ糖を細胞に移動させることが可能なトランスポーターを発現する必要性をなくす。というのは、分泌されたインベルターゼが、ショ糖分子をグルコース分子及びフルクトース分子に変換するのを触媒し、これらの分子が運ばれ、本発明によって提供される最近によって利用されるからである。例えば、分泌シグナル（例えば、配列番号4（酵母に由来する）、配列番号5（高等植物に由来する）、配列番号6（真核性のコンセンサス分泌シグナルなど）、配列番号7（高等植物及び真核性のコンセンサスに由来するシグナル配列の組み合わせ）を用いたショ糖インベルターゼ（例えば、配列番号3）の発現によって、インベルターゼ活性が細胞外で発生する。このようなタンパク質の発現は、本明細書に開示されている遺伝子操作方法によって可能となるが、それによって細胞外グルコースをエネルギー源としてすでに利用可能な細胞が、ショ糖を細胞外エネルギー源として利用することができる。

【0280】

ショ糖を含有する培地中でインベルターゼを発現する*Prototheca*種は、油を生成するのに好ましい微細藻類の種である。この完全に活性なタンパク質の発現及び細胞外での標的化によって、得られた宿主細胞がショ糖を用いて成長し、一方、形質転換されていない対応する細胞は、ショ糖を用いて成長することができない。従って、本発明は、コドンが最適化されたインベルターゼ遺伝子、限定されないが、酵母インベルターゼ遺伝子が、インベルターゼ活性及びショ糖の加水分解によって評価される場合に、インベルターゼ遺伝子が発現するようにゲノムに組み込まれたものを含む*Prototheca*組み換え細胞を提供する。また、本発明は、*Prototheca*組み換え細胞がショ糖を用いて成長することが可能であり、形質転換されていない対応する細胞は、ショ糖を用いて成長することができないため、*Prototheca*組み換え細胞内で選択可能なマーカーとして有用なインベルターゼ遺伝子も提供し、さらに、藻の分子の遺伝子学のために選択可能な強力なマーカーとしてインベルターゼを用いて、組み換え宿主細胞を選別する方法も提供する。

【0281】

*Prototheca*内でショ糖インベルターゼを首尾よく発現することも、異種（組み換え）タンパク質を、藻の細胞内で発現させることができ、細胞から外に出し、完全に活性で機能的な形態で培地に首尾よく移すことができるという点で、本発明の別の態様を示している。従って、本発明は、微細藻類内でさまざまに多様なタンパク質を発現させ、これらのタンパク質を宿主細胞の外で集める方法及び試薬を提供する。このようなタンパク質としては、例えば、工業用酵素、例えば、リパーゼ、プロテアーゼ、セルラーゼ、ペクチナーゼ、アミラーゼ（例えば、配列番号190～191）、エステラーゼ、酸化還元酵素、トランスフェラーゼ、ラクターゼ、異性化酵素、インベルターゼ、及び治療用タンパク質、例えば、成長因子、サイトカイン、2個の軽鎖と2個の重鎖を含む全長抗体、Fab、scFv（一本鎖可変フラグメント）、camelid型抗体、抗体フラグメント、抗体フラグメント融合物、抗体-受容体重合物、インスリン、インターフェロン、インスリン様成長因子が挙げられる。

【0282】

*Prototheca*内でショ糖インベルターゼを首尾よく発現させることも、Pro

10

20

30

40

50

t o t h e c a 内でタンパク質を分泌させるために、藻の中で真菌トランジットペプチドを使用するための方法及び試薬を提供し、あるペプチドを機能させるかどうかを決定する方法及び試薬、また、P r o t o t h e c a 細胞内でトランジットペプチドとして機能させる能力を提供するという点で、本発明の別の態様を示している。本発明の方法及び試薬を、タンパク質を細胞の外側に首尾よく移動させることができ、酵母インベルターゼがこれらの方法で大きな有用性を有するような他のトランジットペプチドを同定するためのツール及びプラットフォームとして用いることができる。この例で示されているように、内在する酵母インベルターゼトランジットペプチドの除去、及び宿主である藻に内在するか、又は他の供給源（真核性、原核性、ウイルス）に由来する他のトランジットペプチドによる置き換えによって、任意の目的のペプチドが、細胞から出て行くタンパク質を導くトランジットペプチドとして機能させることが可能かどうかを特定することができる。

【0283】

適切なショ糖インベルターゼの例としては、G e n b a n k 寄託番号C A B 9 5 0 1 0、N P _ 0 1 2 1 0 4、C A A 0 6 8 3 9 で特定されるものが挙げられる。適切なインベルターゼの非限定的な例を以下の表3に列挙している。それぞれの列挙したインベルターゼのアミノ酸配列は、以下の配列表に含まれている。ある場合には、本発明の方法及びベクターで使用するのに適した外来のショ糖利用遺伝子は、表3から選択されるショ糖インベルターゼとのアミノ酸同一性が少なくとも40%、50%、60%、75%、又は90%、又はそれ以上であるショ糖インベルターゼをコードする。

【0284】

【表3】

表3. ショ糖インベルターゼ

記載	有機体	GenBank寄託番号	配列番号
インベルターゼ	Chicorium intybus	Y11124	配列番号20
インベルターゼ	Schizosaccharomyces pombe	AB011433	配列番号21
β -フルクトフラノシダーゼ (インベルターゼ)	Pichia anomala	X80640	配列番号22
インベルターゼ	Debaryomyces occidentalis	X17604	配列番号23
インベルターゼ	Oryza sativa	AF019113	配列番号24
インベルターゼ	Allium cepa	AJ006067	配列番号25
インベルターゼ	Beta vulgaris subsp. Vulgaris	AJ278531	配列番号26
β -フルクトフラノシダーゼ (インベルターゼ)	Bifidobacterium breve UCC2003	AAT28190	配列番号27
インベルターゼ	Saccharomyces cerevisiae	NP_012104	配列番号8(ヌクレオチド)
			配列番号28(アミノ酸)
インベルターゼA	Zymomonas mobilis	AAO38865	配列番号29
インベルターゼ	Arabidopsis thaliana	NP_566464	配列番号188

【0285】

P r o t o t h e c a によって、インベルターゼを培地に分泌させると、細胞は、純粋な試薬グレードのグルコースを用いても成長するため、サトウキビの処理から得た廃棄糖液を用いても同様に細胞を成長させることができる。サトウキビ処理の価値の低い廃棄産物を用いることによって、脂質及び他の油の生成において、費用を顕著に節約することが

できる。従って、本発明は、*Prototheca*微生物の集合を含む微生物の培養物を提供し、この培養物は、(i)ショ糖と、(ii)ショ糖インベルターゼ酵素とを含む。種々の実施形態では、培養物中のショ糖は、ソルガム、テンサイ、サトウキビ、糖液、又は解重合されたセルロース系材料に由来するものである(場合により、リグニンを含んでもよい)。別の態様では、本発明の方法及び試薬は、組み換え*Prototheca*が利用可能な原材料の数及び種類を顕著に増やす。ここに例示した細菌は、ショ糖を利用することができるように変えられているが、セルロース系のような原材料を、セルラーゼ、ペクチナーゼ、異性化酵素などを分泌する能力を有する本発明の操作された宿主細菌が利用することができるように、本発明の方法及び試薬を適用してもよく、その結果、酵素反応の分解産物に単純に耐え得るというだけではなく、宿主が炭素源として利用する。この一例が、以下に、並びに分泌型 α -ガラクトシダーゼを発現するように操作され、農業廃棄物流中に見られる2つのオリゴ糖であるラフィノース及びスタキオースに含有されるものなど、オリゴ糖内の α -ガラクトシル結合を加水分解する能力を付与する微生物の実施例に記載されている。

10

【0286】

(2. α -ガラクトシダーゼ発現)

上記のように、ショ糖インベルターゼの発現により、炭素源としてショ糖をより効率的に利用する(二糖類であるショ糖のフルクトース分子とグルコース分子の間の α 結合を加水分解する酵素を介した)能力が*Prototheca*細胞に付与されるのに対し、オリゴ糖の他の種類の α 結合を加水分解する他の酵素の発現により、他の炭素源を利用する能力が*Prototheca*細胞に付与され得る。これらの炭素源で成長することができる陽性クロウンの選択を可能にすることによって、これらの酵素の発現(及び結果として得られる、*Prototheca*及びその他の微細藻類細胞が通常利用できない炭素源を利用する能力)を、上記のトランスジェニック*Prototheca*細胞の選択可能マーカーとして用いることができる。

20

【0287】

ある実施形態では、本発明の組み換え*Prototheca*細胞は、多糖分解酵素をコードする1種又は以上の外来遺伝子をさらに含む。様々な実施形態では、多糖分解酵素をコードする1種又はそれ以上の遺伝子は、分泌型 α -ガラクトシダーゼをコードする遺伝子である。*Prototheca*細胞での外来の分泌型 α -ガラクトシダーゼの発現により、単糖単位のカラクトースとグルコースの間の α 結合など、D-ガラクトシル結合を含む糖(炭素源)で成長する能力がかかる形質転換株に付与される。外来の分泌型 α -ガラクトシダーゼを発現する*Prototheca*株は、メリビオース(α -D-ガラクトース-グルコースからなる二糖)などの二糖類を利用することができる。

30

【0288】

テンサイパルプ(ラフィノース)及び大豆ミール(スタキオース)などの農業廃棄物流中には、ラフィノース(α 結合したガラクトース-グルコース-フルクトースからなる三糖)及びスタキオース(α 結合した2つのD-ガラクトース単位と、それに続く α 結合したグルコースとフルクトースとからなる四糖)のような糖がかなりの割合で存在する。かかる農業残渣には、それを利用することができる微生物(*Prototheca*を含む)により油へ変換するための未利用の炭素源がかなり存在する。

40

【0289】

*Prototheca*株は、ラフィノース及びスタキオースなどのオリゴ糖を任意の相当量利用することは不可能であるか又はまったく利用不可能である。ラフィノース及びスタキオースの場合、ショ糖インベルターゼを発現するトランスジェニック株(上記のような)は、ショ糖の α -ガラクトシル誘導体のフルクトースとグルコースの間の α 結合を加水分解する能力はあるが、ショ糖インベルターゼは前記糖の残りの α 結合を切断せず、生じた二糖が利用できないため、残りのオリゴ糖は未利用のままである。別の実施形態では、本発明の組み換え*Prototheca*細胞は、ショ糖インベルターゼをコードする外来遺伝子と α -ガラクトシダーゼをコードする外来遺伝子の両方を含む。したがって、シ

50

ヨ糖インベルターゼと α -ガラクトシダーゼの両方を発現する株は、ラフィノース及びスタキオースなどのオリゴ糖を完全に加水分解することが可能となり、モノマー成分を消費することができる。さらに、 α -ガラクトシダーゼをコードする遺伝子を、形質転換の選択可能マーカーとして用いてもよい。外来性 α -ガラクトシダーゼ遺伝子を含むクローンは、メリビオースで成長する能力を有するようになる。*Prototheca*株での使用に適した α -ガラクトシダーゼ遺伝子の例としては、*Saccharomyces carlbergensis*由来のMEL1遺伝子、*Aspergillus niger*由来のAg1C遺伝子が挙げられる。興味深いことに、*Prototheca*株において好ましいコドンの使用に従って遺伝子を最適化しても、すべての α -ガラクトシダーゼ遺伝子が*Prototheca*種で機能するわけではない。以下の実施例は、高等植物の*Cyamopsis tetragonoloba*（グァー豆）由来の α -ガラクトシダーゼをコードする遺伝子ではなく、コドンが最適化された*S. carlbergensis*由来のMEL1遺伝子及び*A. niger*由来のAg1C遺伝子で形質転換した場合にトランスジェニック*Prototheca*細胞がメリビオースで成長する能力を有することを示している。

10

【0290】

（3．チアミン栄養要求性の補完）

*Prototheca moriformis*を含めた*Prototheca*株は、チアミン栄養要求性であることが知られており（例えば、Ciferri, O. (1956) *Nature*, v. 178, pp. 1475–1476を参照）、このことは、これらの株が成長するためには栄養培地中にチアミンを必要とするということを意味する。チアミン栄養要求性は、チアミン生合成経路の酵素の変異又は発現欠如の結果であり得る。チアミン生合成経路で欠けている酵素（1つ又は複数）を発現する補完されたトランスジェニック株はチアミンを添加しなくても成長することができ、よって、栄養培地のコストが低減されるだけでなく、得られる微細藻類バイオマスは動物栄養の観点からもより望ましいものとなる。またトランスジェニック遺伝子が、チアミンを含有しないプレート／培地で成長する能力を付与することから、チアミン生合成経路酵素による補完を選択可能マーカーとして用いてもよい。

20

【0291】

一実施形態では、本発明の組み換え*Prototheca*細胞は、チアミン生合成経路の酵素をコードする1種又はそれ以上の外来遺伝子をさらに含む。別の実施形態では、本発明の組み換え*Prototheca*細胞は、藻類、植物又はラン藻の供給源由来のヒドロキシメチルピリミジンホスフェート合成酵素をコードする外来遺伝子（例えば、配列番号192）を含む。さらに他の実施形態では、ヒドロキシメチルピリミジンホスフェート合成酵素は、THIC遺伝子によりコードされている。さらに他の実施形態では、THIC遺伝子は、*Coccomyxa* C-169 THIC、*Arabidopsis thaliana* THIC、*Synechocystis* sp. PCC 6803 THIC又は*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium* str. THIC（配列番号193）である。以下の実施例では、チアミン原栄養性を回復した*Prototheca moriformis* UTEX 1435の操作について詳述されている。

30

40

【0292】

（4．その他の選択可能マーカー）

多種多様な選択可能マーカーのいずれも、*Chlorella*などの微生物の形質転換に有用なトランス遺伝子構築物に用いることができる。適当な選択可能マーカーの例としては、硝酸還元酵素遺伝子、ヒグロマイシンホスホトランスフェラーゼ遺伝子（HPT）、ネオマイシンホスホトランスフェラーゼ遺伝子、及びフレオマイシン耐性を付与するble遺伝子が挙げられる。微細藻類の抗生物質に対する感度決定方法はよく知られている。例えば、Mol Gen Genet. 1996 Oct 16; 252 (5): 572–9。

50

【0293】

より具体的には、Dawsonら(1997), Current Microbiology 35:356-362(その内容全体が本明細書に参照により組み込まれる)は、NR欠損*Chlorella sorokiniana*変異株の選択可能マーカーとして*Chlorella vulgaris*由来の硝酸還元酵素(NR)遺伝子を使用することを記載している。Kimら(2002), Mar. Biotechnol. 4:63-73(その内容全体が本明細書に参照により組み込まれる)は、*Chlorella ellipsoidea*の形質転換のための選択可能マーカーとしてHPT遺伝子を使用することを開示している。Huang et al. (2007), Appl. Microbiol. Biotechnol. 72:197-205(その内容全体が本明細書に参照により組み込まれる)は、*Chlorella* sp. DTの選択可能マーカーとしてShbleを使用することを報告している。

10

【0294】

(V. 脂質経路の操作)

ショ糖を含有する原材料のような原材料を*Prototheca*などの微生物(例えば、油産生酵母、真菌又は細菌)が利用する能力を変えることに加え、本発明は、産生する脂質の性質及び/又は割合を変えるように改変された組み換え微生物(例えば、*Prototheca*)も提供する。上述の経路は、さらに、又は上述のことに变えて、脂質の酵素処理によって産生する種々の脂質分子及び脂肪酸経路の中間体の性質及び/又は割合を変えるように改変されてもよい。種々の実施形態では、本発明の組み換え微生物(例えば、*Prototheca*細胞)は、形質転換されていない対応する細胞と比較して、単位容積あたり及び/又は単位時間あたりの脂質収量が最適化されており、炭素鎖長(例えば、再生可能なディーゼルを生成するための、又は、脂質原材料を必要とする産業的な化学用途のための)を有しており、二重結合又は三重結合の数が減っており、場合によりゼロになっており、特定の脂質種又は個々の脂質の集合について、水素：炭素比が大きくなっている。さらに、かかる高品質の又は特異性の高い成分を生成するように、所望の炭化水素を生成する微生物を操作してもよい。

20

【0295】

微細藻類の場合、いくつかの野性型細胞は既に良好な成長特性を有しているが、所望の種類又は量の脂質を産生しない。例としては、*Pyrobotrys*、*Phormidium*、*Agmenellum*、*Carteria*、*Lepocinclis*、*Pyrobotrys*、*Nitzschia*、*Lepocinclis*、*Anabaena*、*Euglena*、*Spirogyra*、*Chlorococcum*、*Tetraedron*、*Oscillatoria*、*Phagus*及び*Chlorogonium*が挙げられるがこれらに限定されず、これらは都市の下水又は廃水で成長するという望ましい成長特性を有する。かかる細胞、及び*Chlorella*、*Prototheca*などの種を操作して、脂質産生特性を向上させることができる。所望の特性としては、単位容積あたり及び/又は単位時間あたりの脂質収量、炭素鎖長(例えば、バイオディーゼル生成のための、又は、炭化水素原材料を必要とする産業用途のための)が最適化され、二重結合又は三重結合の数が減少、場合によりゼロになり、環及び環状構造が除去されり、かつ特定の脂質種又は個々の脂質の集合について、水素：炭素比が上昇していることが挙げられる。さらに、適当な炭化水素を産生する微細藻類を操作して、炭化水素生産量をさらに望ましいものとすることができる。このような微細藻類の例としては、*Chlorella*属及び*Prototheca*属の種が挙げられる。

30

40

【0296】

特定の実施形態では、脂肪酸の合成に対し、代謝における分岐点を制御するような1つ以上の鍵となる酵素を上方調節するか、又は下方調節し、脂質の産生を高める。上方調節は、例えば、転写を増やす強力なプロモーターエレメント及び/又はエンハンサーエレメントを用い、例えば、目的の酵素をコードする遺伝子が発現するような発現構築物を用いて細胞を形質転換することによって達成することができる。このような構築物は、形質転

50

換体を選択することができるような選択可能なマーカーを含んでいてもよく、それにより、構築物が増幅され、コードされた酵素の発現量が増える。本発明の方法に従って上方調節するのに適した酵素の例としては、ピルビン酸をアセチル-CoAに変換する役割を担うピルビン酸脱水素酵素（例えば、微細藻類由来のもの、Genbank 寄託番号 NP_415392; AAA53047; Q1XDM1; CAF05587 を含む）が挙げられる。ピルビン酸脱水素酵素を上方調節すると、アセチル-CoA の産生量が増え、それによって脂肪酸の合成量が増える。アセチル-CoA カルボキシラーゼは、脂肪酸合成の最初の工程を触媒する。従って、この酵素を上方調節すると、脂肪酸の産生量を増やすことができる（例えば、微細藻類由来のもの、Genbank 寄託番号 BAA94752; AAA75528; AAA81471; YP_537052; YP_536879; NP_045833; BAA57908 を含む）。また、脂肪酸合成中に、アシル鎖を成長させるアシルキャリアータンパク質（ACP）を上方調節することによって、脂肪酸産生量を増やすこともできる（例えば、微細藻類由来のもの、Genbank 寄託番号 AOTOF8; P51280; NP_849041; YP_874433 を含む）。グリセロール-3-ホスフェートアシルトランスフェラーゼは、脂肪酸合成の律速工程を触媒する。この酵素を上方調節すると、脂肪酸の産生量を増やすことができる（例えば、微細藻類由来のもの、Genbank 寄託番号 AAA74319; AAA33122; AAA37647; P44857; ABO94442 を含む）。

【0297】

遺伝子の上方調節及び／又は下方調節は、脂肪酸の生合成経路に関する遺伝子の発現を制御する包括的な制御因子に適用することができる。従って、脂肪酸合成の1つ以上の包括的な制御因子を、適切な場合に上方調節するか、又は下方調節し、それぞれ、複数の脂肪酸合成遺伝子の発現を阻害するか、又は高め、最終的に、脂質の産生量を増やすことができる。例としては、ステロール制御エレメント結合タンパク質（SREBP）、例えば、SREBP-1a 及び SREBP-1c（例えば、Genbank 寄託番号 NP_035610 及び Q9WTN3 を参照）。

【0298】

また、本発明は、脂質改変酵素、例えば、脂肪族アシル-ACP チオエステラーゼ（例えば、C. calliphylla（配列番号 145 および配列番号 146；表 4 も参照））、脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素（表 6 を参照）、脂肪酸アシル-CoA 還元酵素（表 7 を参照）、脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素（表 8 を参照）、脂肪族アルデヒド還元酵素、デサチュラーゼ（例えば、ステアロイル-ACP デサチュラーゼ（例えば、コドンが最適化された R. communis の SAD、配列番号 147 および配列番号 148）及び脂肪族アシルデサチュラーゼ及びスクアレンシンターゼ（GenBank 寄託番号 AF205791 を参照）をコードする1つ以上の外来遺伝子を含むように改変された組み換え微生物（例えば、Prototheca 細胞）を提供する。ある実施形態では、脂肪族アシル-ACP チオエステラーゼと、自然に共発現するアシルキャリアータンパク質とをコードする遺伝子が、場合により、他の脂質改変酵素をコードする1つ以上の遺伝子とともに、Prototheca 細胞内で形質転換される。他の実施形態では、ACP 及び脂肪族アシル-ACP チオエステラーゼは、これらが特定の組織及び有機体で自然に共発現するか否かにかかわらず、両者が本発明の細菌及び方法で一緒に用いられると、利点を付与するような親和性を互いに有していてもよい。従って、本発明は、自然に共発現するこれらの酵素対、及び、ACP から特定の長さの炭素鎖が開裂しやすくなるように、互いに相互作用する親和性を有している酵素対を包含している。

【0299】

さらに他の実施形態では、デサチュラーゼをコードする外来遺伝子を、脂質の飽和度を変える他の脂質改変酵素をコードする1つ以上の遺伝子とともに、微生物（例えば、Prototheca 細胞）内で形質転換する。他の実施形態では、微生物（例えば、Prototheca 細胞）内で、内在するデサチュラーゼ遺伝子を過剰発現させる（例えば、遺伝子の追加のコピーを導入することにより）。ステアロイル-ACP デサチュラーゼ（

例えば、Genbank 寄託番号 AAF15308; ABM45911; AAY86086) は、例えば、ステアロイル-ACP からオレイル-ACP への変換を触媒する。この遺伝子を上方調節すると、細胞が産生する一価飽和脂肪酸の比率を増やす事ができ、一方、下方調節すると、一価不飽和物の比率を減らすことができる。例示目的で挙げれば、ステアロイル-ACP デサチュラーゼ (SAD) は、C18:0 前駆体からの C18:1 脂肪酸合成に参与する。デサチュラーゼの別のファミリーは、デルタ12 脂肪酸デサチュラーゼ (Δ 12 FAD) を含めた脂肪族アシルデサチュラーゼ (FAD) である。これらのデサチュラーゼも脂質飽和に関する改変をもたらす。例示目的で挙げれば、デルタ12 脂肪酸デサチュラーゼは、C18:1 前駆体からの C18:2 脂肪酸合成に参与する。同様に、例えば、 ω -6 脂肪酸デサチュラーゼ、 ω -3 脂肪酸デサチュラーゼ、又は ω -6 オレイン酸デサチュラーゼのような1つ以上のグリセロ脂質デサチュラーゼの発現によって、飽和脂肪酸に対する不飽和脂肪酸の比率を変えるように制御することができる。ある実施形態では、デサチュラーゼは、望ましい炭素鎖長によって選択することができ、デサチュラーゼは、特定の炭素鎖を有する基質、又は特定の範囲内にある炭素長を有する基質の中で、位置特異的に改変させることができる。別の実施形態では、所望の脂肪酸プロフィールが一価不飽和物 (C16:1 及び/又は C18:1) の増加である場合、SAD の過剰発現又は異種 SAD の発現を、脂肪族アシルデサチュラーゼ (FAD) のサイレンシング又は不活性化 (例えば、内在するデサチュラーゼ遺伝子の変異、RNAi、ノックアウトなどにより) と組み合わせることができる。

【0300】

他の実施形態では、微生物 (例えば、Prototheca 細胞) は、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子を有するように改変されており、ここで、変異により遺伝子又はデサチュラーゼ酵素が不活性になっている。ある場合には、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子は脂肪酸デサチュラーゼ (FAD) である。他の場合には、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子はステアロイルアシルキャリアータンパク質デサチュラーゼ (SAD) である。以下の実施例11では、ステアロイル-ACP デサチュラーゼ及びデルタ12 脂肪酸デサチュラーゼの標的化された削除又はノックアウトについて記載されている。

【0301】

ある場合には、所望の脂質プロフィールを生じるトランスジェニック細胞を得るために、1つ又はそれ以上の遺伝子操作技術を組み合わせることが有利であり得る。一実施形態では、微生物 (例えば、Prototheca 細胞) は、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子と1種又はそれ以上の外来遺伝子とを含む。非限定的な例では、変異内在性デサチュラーゼ遺伝子を有する Prototheca 細胞は、外来の脂肪族アシル-ACP チオエステラーゼ遺伝子及び/又はショ糖インベルターゼ遺伝子も発現することができる。以下の実施例11では、内在する SAD の標的化された削除又はノックアウトを含み、また Cinnamomum camphora C14 選択性のチオエステラーゼ及びショ糖インベルターゼも発現するトランスジェニック Prototheca 細胞について記載されている。この場合、獣脂で見られる脂質プロフィールに極めて近い脂質プロフィールが、トランスジェニック Prototheca 細胞から生じる。獣脂は、典型的には、溶かした牛肉脂肪又は羊肉脂肪から得られ、室温下で固体であり、食品、化粧品及び化学産業の各種用途で利用される。獣脂の脂肪酸プロフィールは、4%の C14:0; 26%の C16:0; 3%の C16:1; 14%の C18:0; 41%の C18:1; 3%の C18:2; 及び1%の C18:3 である。以下の実施例11に示されるように、内在する SAD の、標的化された削除又はノックアウトを有し、C. camphora C14 選択性のチオエステラーゼを発現するトランスジェニック Prototheca 細胞のクローンは、1%未満の C12 及びこれより短い炭素鎖長の脂肪酸; 2.74%~6.13%の C14:0; 23.07%~25.69%の C16:0; 7.02%~11.08%の C18:0; 42.03%~51.21%の C18:1; 及び9.37%~13.45%の C18:2 (面積百分率で表した) という脂質プロフィールを有する。ある場合には、トランスジェニック Prototheca 細胞は、3~5%の C14:0; 25~27%の C16

： 0；10～15%のC18：0；及び40～45%のC18：1という脂質プロフィールを有する。

【0302】

従って、特定の実施形態では、本発明の細菌を、アシルーACPチオエステラーゼ、アシルーCoA／アルデヒド還元酵素、脂肪酸アシルーCoA還元酵素、脂肪酸アルデヒド還元酵素、脂肪酸アルデヒド脱炭酸酵素、又は自然に共発現するアシルキャリアータンパク質から選択される1つ以上の外来遺伝子を発現するように遺伝子操作する。適切な発現方法は、リパーゼ遺伝子の発現に関して上に記載されており、他の方法の中で、特に、誘発的発現及び区画化された発現が挙げられる。脂肪酸アシルーACPチオエステラーゼは、脂質合成中に、アシルキャリアータンパク質（ACP）から脂肪酸を開裂させる。さら
10
なる酵素処理によって、開裂した脂肪酸と補酵素とが組み合わさって、アシルーCoA分子が得られる。このアシルーCoAは、脂肪酸アシルーCoA還元酵素が酵素活性を発揮してアルデヒドを生じるための基質であり、脂肪酸アシルーCoA／アルデヒド還元酵素が酵素活性を発揮してアルコールを生じるための基質である。上述のように特定した、脂肪酸アシルーCoA還元酵素の作用によって産生するアルデヒドは、さらに、脂肪酸アルデヒド還元酵素が酵素活性を発揮してアルコールを生じるための基質であるか、又は、脂肪酸アルデヒド脱炭酸酵素が酵素活性を発揮してアルカン又はアルケンを生じるための基質である。

【0303】

ある実施形態では、本明細書に記載の方法によって生成する脂肪酸、グリセロ脂質、又は対応する一級アルコール、アルデヒド、アルカン又はアルケンは、8個、10個、12個、又は14個の炭素原子を含む。ディーゼル、バイオディーゼル、再生可能なディーゼル又はジェット燃料を生成するために好ましい脂肪酸、又は工業用途のための、対応する一級アルコール、アルデヒド、アルカン及びアルケンは、8～14個の炭素原子を含む。特定の実施形態では、上述の脂肪酸、及び他の対応する炭化水素分子は、飽和であり（炭素－炭素二重結合又は三重結合を含まない）；一価飽和であり（二重結合が1個）；多価不飽和であり（2種以上の二重結合）；直鎖であるか（環状ではない）、又は分枝鎖である。燃料生成の場合、飽和度が高い方が好ましい。

【0304】

すぐ上に記載されている酵素は、特定の数の炭素原子を含む基質の加水分解に対し、優先的な特異性を有する。例えば、脂肪酸アシルーACPチオエステラーゼは、炭素原子を12個含む脂肪酸をACPから優先的に開裂させ得る。ある実施形態では、ACP及び長さ特異的なチオエステラーゼは、組み合わせると特に有用なような、お互いに対する親和性を有する可能性がある（例えば、外来のACP及びチオエステラーゼ遺伝子は、これらが誘導される特定の組織又は有機体で自然に共発現する場合がある）。従って、種々の実施形態では、本発明の組み換えProtheca細胞は、酵素活性（例えば、ACPからの脂肪酸開裂、アシルーCoAをアルデヒド又はアルコールに還元すること、又は、アルデヒドからアルカンへの変換）を、基質に含まれる炭素原子の数によって特異的に触媒するようなタンパク質をコードする外来遺伝子を含んでいてもよい。この酵素の特異性は、種々の実施形態では、炭素原子を8～34個、好ましくは、8～18個、より好ましくは、8～14個有する基質に対する特異性であり得る。好ましい特異性は、炭素原子が少
30
ない、すなわち12個から、多い、すなわち18個含む基質に対する特異性である。
40

【0305】

本発明の微生物及び方法とともに用いるのに適した他の脂肪酸アシルーACPチオエステラーゼとしては、表4に列挙されたものが挙げられるが、これらに限定されない。

【0306】

【表 4 - 1】

表4. 脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ及びGenBank寄託番号

Umbellularia californica脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ(GenBank #AAC49001)(配列番号203)
Cinnamomum camphora脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ(GenBank #Q39473)
Umbellularia californica脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ(GenBank #Q41635)
Myristica fragrans脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ(GenBank #AAB71729)(配列番号224)
Myristica fragrans脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ(GenBank #AAB71730)(配列番号222)

【表 4 - 2】

Elaeis guineensis脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #ABD83939) (配列番号 204)	
Elaeis guineensis脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAD42220)	
Populus tomentosa脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #ABC47311) (配列番号 207)	
Arabidopsis thaliana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #NP_172327) (配列番号 208)	
Arabidopsis thaliana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #CAA85387) (配列番号 209)	10
Arabidopsis thaliana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #CAA85388) (配列番号 210)	
Gossypium hirsutum脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #Q9SQI3) (配列番号 211)	
Cuphea lanceolata脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #CAA54060) (配列番号 212)	
Cuphea hookeriana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAC72882) (配列番号 202)	
Cuphea calophylla subsp. mesostemon脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #ABB71581) (配列番号 213)	
Cuphea lanceolata脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #CAC19933)	20
Elaeis guineensis脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAL15645) (配列番号 206)	
Cuphea hookeriana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #Q39513)	
Gossypium hirsutum脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAD01982) (配列番号 214)	
Vitis vinifera脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #CAN81819) (配列番号 215)	
Garcinia mangostana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAB51525)	
Brassica juncea脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #ABI18986) (配列番号 216)	
Madhuca longifolia脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAX51637) (配列番号 217)	30
Brassica napus脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #ABH11710)	
Oryza sativa (indica cultivar-group) 脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #EAY86877) (配列番号 218)	
Oryza sativa (japonica cultivar-group) 脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #NP_001068400) (配列番号 219)	
Oryza sativa (indica cultivar-group) 脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #EAY99617) (配列番号 220)	
Cuphea hookeriana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAC49269)	
Ulmus Americana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAB71731)	
Cuphea lanceolata脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #CAB60830) (配列番号 221)	40
Cuphea palustris脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAC49180)	
Iris germanica脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAG43858)	
Iris germanica脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAG43858. 1)	
Cuphea palustris脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #AAC49179)	
Myristica fragrans脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank # AAB71729)	
Myristica fragrans脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank # AAB71729. 1)	
Cuphea hookeriana脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ (GenBank #U39834) (197配列	

【表 4－3】

番号)
Umbellularia californica脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼ(GenBank #M94159)(配列番号285)
Cinnamomum camphora脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼ(GenBank #U31813)(配列番号223)
Cuphea wrightii脂肪酸アシル－ACOPチオエステラーゼ(GenBank #U56103)(配列番号183)
Ricinus communis脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼ(GenBank #ABS30422)(配列番号198)

10

【0307】

以下の実施例は、Prototheca種のCuphea hookeriana、Umbellularia californica、Cinnamomum camphora、Cuphea palustris、Cuphea lanceolata、Iris germanica、Myristica fragrans及びUlmus americanaに由来する異種脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼを首尾よく標的化し、発現させることについて記載している。さらに、宿主細胞で異種脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼを発現させると、脂肪酸プロファイルが変わることが確認された。これらの結果は、一般的には、藻と高等植物のチオエステラーゼとの配列同一性がなく、Prototheca moriformisの脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼと、上に列挙した異種脂肪酸アシル－ACPチオエステラーゼとにも配列同一性がないことから、本当に予想できない結果であった。実施例で示されるように、Protothecaにおけるこれらの異種チオエステラーゼの発現により、たとえ複数の種子作物油をブレンドしたとしても、現時点では市販の種子作物から入手不可能な極めて独創的な脂肪酸プロファイルを有する油／脂質を産成することができる、トランスジェニック藻類が生成される。一般的な市販の種子油の脂肪酸プロファイルを表5に示す。以下の市販の種子油はすべて、US Pharmacopeias Food and Chemicals Codes、第7版、2010－2011から集めたものである。獣脂のデータは、National Research Council: Fat Content and Composition of Animal Products (1976)のものである。

20

30

【0308】

【表 5 - 1】

表5. 市販の種子油の脂質プロフィール(百分率)

	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:0-diOH	C18:1-OH	C18:2	C18:3 α
R. communis (トウゴマ油)	0	0	0	0	0.9 ~ 1.6	1.0 ~ 1.8	3.7 ~ 6.7	0.4~1.3	83.6 ~ 89.0	0	0.2 ~ 0.6
C. nucifera (ココナツ油)	5.0 ~ 9.0	4.0 ~ 8.0	44 ~ 52	15 ~ 21	8.0 ~ 11.0	1.0 ~ 4.0	5.0 ~ 8.0	0	0	0 ~ 2.5	0
Z. mays (トウモロコシ 油)	0	0	0	<1.0	8.0 ~ 19.0	0.5 ~ 4.0	19 ~ 50	0	0	38 ~ 65	<2.0
G. barbadense (綿実油)	0	0	<0.1	0.5 ~ 2.0	17 ~ 29	1.0 ~ 4.0	13 ~ 44	0	0	40 ~ 63	0.1 ~ 2.1
B. rapa 、 B napus 、 B. juncea (キャノーラ)	0	0	<0.1	<0.2	<6.0	<2.5	> 50	0	0	<40	<14
O. europea (オリーブ)	0	0	0	<0.1	6.5 ~ 20.0	0.5 ~ 5.0	56 ~ 85	0	0	3.5 ~ 20.0	<1.2

10

20

【表 5 - 2】

A. hypogaea (ピーナッツ)	0	0	<0.1	<0.2	7.0 ~ 16.0	1.3 ~ 6.5	35 ~ 72	0	0	13.0 ~43	<0.6	
E. guineensis (パーム核)	3.0 ~ 5.0	2.5 ~ 6.0	40 ~ 52	14.0 ~ 18.0	7.0 ~ 10.0	1.0 ~ 3.0	11.0 ~ 19.0	0	0	0.5 ~ 4.0	0	
E. guineensis (パーム)	0	0	0	0.5 ~ 5.9	32.0 ~ 47.0	2.0 ~ 8.0	34 ~ 44	0	0	7.2 ~ 12.0	0	10
C. tinctorus (ベニバナ)	0	0	<0.1	<0.1	2.0 ~ 10.0	1.0 ~ 10.0	7.0 ~ 16.0	0	0	72 ~ 81	<1.5	
H. annus (ヒマワリ)	0	0	<0.1	<0.5	3.0 ~ 10.0	1.0 ~ 10.0	14 ~ 65	0	0	20 ~ 75	<0.5	
G. max (大豆)	0	0	<0.1	<0.5	7.0 ~ 12.0	2.0 ~ 5.5	19 ~ 30	0	0	48 ~ 65	5.0 ~ 10.0	
L. usitatissimum (ソリン-亜麻)	0	0	<0.1	<0.5	2.0 ~ 9.0	2.0 ~ 5.0	8.0 ~ 60	0	0	40 ~ 80	<5.0	20
B. parkii (シアナッツ)	0	0	0	0	3.8 ~ 4.1	41.2 ~ 56.8	34.0 ~ 46.9	0	0	3.7 ~ 6.5	0	
ココアバター		0~1	0~1	0~4	22 ~ 30	24 ~ 37	29 ~ 38			0~3		
獣脂				3~4	23 ~ 28	14 ~ 23	36 ~ 43			1~4	<1	
ラード				1~2	22 ~ 26	13 ~ 18	39 ~ 45			8 ~ 15	0.5 ~ 1.5	30

【0309】

例として、一般的なこれらの種油の中にはC8又はC10脂肪酸の含有量が高いものはなく、ココナツ油及びパーム核油は最大の供給源であるが、ともに1:1(C8:C10脂肪酸)の比である。実施例で示されているように、*Cuphea palustris*

C:8選択性のチオエステラーゼで形質転換された*Prototheca*では、12%を超えるC8脂肪酸レベルが達成されたことに加え、C8:C10脂肪酸の比が約5:1であった。脂肪酸レベルの変化は、多様な商業的用途に応じた脂肪酸プロファイルを含む油の産成に有用である。さらに、異なる脂肪酸鎖長間の比の変化は、さらにコストのかかる化学プロセス(例えば、エステル化、蒸留、分別及び再エステル化など)を経ていない油では商業的に得られなかったことである。別の例として、パーム油は最も高いC16:0脂肪酸(32~47%)を含有する油であるが、C14:0脂肪酸が極めて少ない。*U. americana*チオエステラーゼを含む*Prototheca*では、約33~38%のC16:0脂肪酸及び約10~16%のC14:0脂肪酸(約2:1のC16:0:C14:0比)が達成された。高16:0脂肪酸の種油は通常、14:0脂肪酸をあまり含まないため、この脂肪酸プロファイルは、既存の油をブレンドしても商業レベルで達成されるものではない。

【0310】

また、以下の実施例では、1つのクローンにおいて少なくとも2種の脂肪族アシルーA

10

20

30

40

50

C Pチオエステラーゼを標的化し、発現させた成功例について初めて記載する。これらのクローンにおいて脂肪酸プロファイルの変化が確認され、また1つのクローンにおいてどの2種のチオエステラーゼが共発現されたかによって、脂肪酸プロファイルが様々な影響を受けた。例として、上の表5では、ココナツ油及びパーム核油はともに、約3:1のC12:C14比である。以下の実施例に記載されているように、2種の異種チオエステラーゼ遺伝子を含む*Prototheca*形質転換体は、約5:1の比のC12:C14脂肪酸レベルを産成することができた。このようなC12:C14脂肪酸比は、商業レベルで(すなわち、種油のブレンドによって)はこれまで達成不可能であった。

【0311】

トランスジェニック微細藻類により産成される油の別の新たな態様は、脂肪酸の飽和度である。パーム油は現在、飽和油の最大の供給源であり、飽和油と不飽和油の合計は52%~48%である。以下の実施例で示されるように、*U. americana*及び*C. campyloides*由来の異種チオエステラーゼを有する*Prototheca*では、生成された油中、60%超の総飽和油レベルが達成された。また以下の実施例では、*U. americana*由来の異種チオエステラーゼを有する*Prototheca*において、生成された油中、86%超の総飽和レベル達成も示されている。

【0312】

本発明の細菌及び方法とともに用いるのに適した脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素としては、限定されないが、表6に列挙したものが挙げられる。

【0313】

【表6】

表6. GenBank寄託番号によって列挙された脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素

AAC45217、YP_047869、BAB85476、YP_001086217、YP_580344、YP_001280274、YP_264583、YP_436109、YP_959769、ZP_01736962、ZP_01900335、ZP_01892096、ZP_01103974、ZP_01915077、YP_924106、YP_130411、ZP_01222731、YP_550815、YP_983712、YP_001019688、YP_524762、YP_856798、ZP_01115500、YP_001141848、NP_336047、NP_216059、YP_882409、YP_706156、YP_001136150、YP_952365、ZP_01221833、YP_130076、NP_567936、AAR88762、ABK28586、NP_197634、CAD30694、NP_001063962、BAD46254、NP_001030809、EAZ10132、EAZ43639、EAZ07989、NP_001062488、CAB88537、NP_001052541、CAH66597、CAE02214、CAH66590、CAB88538、EAZ39844、AAZ06658、CAA68190、CAA52019、BAC84377

【0314】

本発明の細菌及び方法とともに用いるのに適した脂肪酸アシル-CoA還元酵素としては、限定されないが、表7に列挙したものが挙げられる。

【0315】

【表7】

表7. GenBank寄託番号によって列挙された脂肪酸アシル-CoA還元酵素

NP_187805、ABO14927、NP_001049083、CAN83375、NP_191229、EAZ42242、EAZ06453、CAD30696、BAD31814、NP_190040、AAD38039、CAD30692、CAN81280、NP_197642、NP_190041、AAL15288、NP_190042

【0316】

本発明の細菌及び方法とともに用いるのに適した脂肪酸アルデヒド脱炭酸酵素としては、限定されないが、表8に列挙したものが挙げられる。

【0317】

【表 8】

表8. GenBank寄託番号によって列挙された脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素

NP_850932、ABN07985、CAN60676、AAC23640、CAA65199、AAC24373、CAE0339 O、ABD28319、NP_181306、EAZ31322、CAN63491、EAY94825、EAY86731、CAL5568 6、XP_001420263、EAZ23849、NP_200588、NP_001063227、CAN83072、AAR9084 7、AAR97643

【0318】

自然に共発現する脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼ及びアシルキャリアータンパク質の組み合わせは、本発明の細菌及び方法とともに用いるのに適している。

【0319】

炭化水素改変酵素又は脂質改変酵素のさらなる例としては、以下のいずれかの米国特許に含まれるか、以下のいずれかの米国特許で参照されているか、又は以下のいずれかの米国特許に含まれるか又は参照されている核酸配列によってコードされるアミノ酸配列が挙げられる：第6,610,527号；第6,451,576号；第6,429,014号；第6,342,380号；第6,265,639号；第6,194,185号；第6,114,160号；第6,083,731号；第6,043,072号；第5,994,114号；第5,891,697号；第5,871,988号；第6,265,639号、さらに、以下のGenBank寄託番号で記載されているもの：AAO18435；ZP_00513891；Q38710；AAK60613；AAK60610；AAK60611；NP_113747；CAB75874；AAK60612；AAF20201；BAA11024；AF205791；CAA03710。

【0320】

脂質生合成経路のその他の酵素も、本発明の微生物及び方法での使用に適している。例えば、ケトアシル-ACPシンターゼ(Kas)酵素は、脂質生合成経路において、上に挙げたいくつかの酵素とともに働く。異なる種類のKas酵素が存在し、Kas Iは、増加し続けるアシルACP鎖とマロニル-ACPとの間の連続的な縮合段階に参与する。Kas IIは、典型的には最終的な縮合段階に参与し、マロニル-ACPを組み込みながら、C16:0-ACPからC18:0-ACPへと導く。したがって、主としてC16~C18:0脂肪酸(及びその不飽和誘導体)を合成する高等植物及び一部の微細藻類種/株では、Kas II酵素は、FatA遺伝子の産物(アシル-ACPチオエステラーゼ)と相互作用する。

【0321】

アシル-ACPチオエステラーゼは、高等植物(及び一部の微細藻類種)の脂肪酸生合成のターミネーターであり、大部分の植物種では、これは、C16:0~C18:0段階において伸長を停止させる役割のFatA遺伝子ファミリーのメンバーによって行われる。短鎖脂肪酸を合成する種(例えば、Cuphea、Elaeis、Myristica又はUmbellulariaなど)では、FatB遺伝子によりコードされている異なるグループのアシル-ACPチオエステラーゼがこの停止段階を行う(例えば、コドンが最適化されたCocos nucifera FatB3-Bのコード領域、配列番号189を参照)。Kas II酵素とアシル-ACPチオエステラーゼとの間の相互作用は、脂肪酸鎖の伸長を的確に停止させるのに重要である。その結果、短鎖脂質の生合成が可能なFatB遺伝子を進化させた高等植物種(及び微細藻類種)では、これに対応する、Kas IV遺伝子と呼ばれるさらなる種類のKas遺伝子の共進化が起こった。Kas IV遺伝子は、長さが4~14個の炭素である特定の大きさの範囲の脂肪酸の鎖長伸長に関与する。

【0322】

本発明の細菌及び方法とともに用いるのに適した他の酵素としては、表4、6~8に列挙したタンパク質の1つとのアミノ酸同一性が少なくとも70%であり、対応する望ましい酵素活性(例えば、アシルキャリアータンパク質からの脂肪酸の開裂、アシル-CoAからアルデヒド又はアルコールへの還元、又はアルデヒドからアルカンへの変換)を示す

ものが挙げられる。さらなる実施形態では、酵素活性は、上述の望ましい配列の1つとの同一性が少なくとも約75%、少なくとも約80%、少なくとも約85%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、又は少なくとも約99%の配列に存在し、これらは全て、完全に記載されているかのように、参照により組み込まれる。

【0323】

発現させるべき外来遺伝子の望ましい組み合わせを選択することによって、細菌が生成する産物を用途に応じて調節することができ、次いで、この産物を水系バイオマスから抽出してもよい。例えば、細菌は、(i) 脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼをコードする外来遺伝子と；場合により、(ii) 自然に共発現するアシルキャリアータンパク質、又は脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼとの親和性を有する（又はその逆の）それ以外のアシルキャリアータンパク質と；場合により、(iii) 脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素又は脂肪酸アシル-CoA還元酵素をコードする外来遺伝子と；場合により、(iv) 脂肪族アルデヒド還元酵素又は脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素をコードする外来遺伝子とを含んでいてもよい。細菌は、本明細書に記載の培養条件で、ACPに結合した脂肪酸を合成し、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼは、ACPから脂肪酸を開裂させることを触媒し、さらなる酵素処理によって脂肪酸アシル-CoA分子を与える。存在する場合、脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素は、アシル-CoAからアルコールへの還元を触媒する。同様に、脂肪酸アシル-CoA還元酵素が存在する場合、この酵素は、アシル-CoAからアルデヒドへの還元を触媒する。脂肪酸アシル-CoA還元酵素をコードする外来遺伝子が存在し、発現してアルデヒド産物を与えるような実施形態では、第3の外来遺伝子によってコードされる脂肪族アルデヒド還元酵素が、アルデヒドからアルコールへの還元を触媒する。同様に、脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素が存在する場合、この触媒は、アルデヒドからアルカン又はアルケンへの変換を触媒する。

【0324】

別の実施形態では、微生物は、(i) 脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼをコードする外来遺伝子；(ii) 場合により、自然に共発現するアシルキャリアータンパク質、又は脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼとの親和性を有するアシルキャリアータンパク質；(iii) デサチュラーゼノックアウトなど、変異によりデサチュラーゼ遺伝子又はデサチュラーゼタンパク質が不活性となっている変異内在性デサチュラーゼ遺伝子；(iv) 内在するステアロイルアシルキャリアータンパク質デサチュラーゼの過剰発現又は異種SADの発現；及び(v) 上記の任意の組み合わせを含み得る。

【0325】

脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼなどの酵素をコードするこのような遺伝子は、*Chlorella protothecoides*のような、顕著な量の脂質産生を示すことがすでに知られている細胞から得ることができる。脂質産生の役割を担うことがすでに知られている遺伝子、例えば、二重結合を飽和させる酵素をコードする遺伝子は、レシピエント細胞内で個々に形質転換されてもよい。しかし、本発明を実施するために、どの遺伝子が必要となるかといった推測的仮定を行う必要はない。微細藻類において脂質産生を変える（向上させる）ことが可能な遺伝子を特定する方法は、PCT公開番号第2008/151149号に記載されている。

【0326】

従って、本発明は、同じ種の野生型細胞と比較して、異なるレベルで脂質経路に関連する酵素を発現するように遺伝子操作された微生物（例えば、*Prototheca*細胞）を提供する。ある場合には、遺伝子操作された細胞は、野生型細胞と同じ条件で成長させた場合に、野生型細胞と比べて脂質を多く産生する。ある場合には、上述の細胞は、野生型細胞よりも高いレベルで脂質経路に関連する酵素を発現するように遺伝子操作されているか、及び／又は、野生型細胞よりも高いレベルで脂質経路に関連する酵素を発現するように選択される。ある場合には、脂質経路に関連する酵素は、ピルビン酸脱水素酵素、アセチル-CoAカルボキシラーゼ、アシルキャリアータンパク質、グリセロール-3ホスフェートアシルトランスフェラーゼからなる群から選択される。ある場合には、上述の細

胞は、野生型細胞よりも低いレベルで脂質経路に関連する酵素を発現するように遺伝子操作されているか、及び／又は、野生型細胞よりも低いレベルで脂質経路に関連する酵素を発現するように選択される。細胞が、脂質経路に関連する酵素を低いレベルで発現する少なくとも1つの実施形態では、脂質経路に関連する酵素は、クエン酸シンターゼを含む。

【0327】

ある実施形態では、上述の細胞は、野生型細胞と比べ、異なるレベルで脂肪酸合成の包括的な制御因子を発現するように遺伝子操作されている、及び／又は、異なるレベルで脂肪酸合成の包括的な制御因子を発現するように選択され、それにより、複数の脂肪酸合成遺伝子の発現レベルは、野生型細胞と比べて変化している。ある場合では、脂質経路に関連する酵素は、脂肪酸を改変する酵素を含む。ある場合では、脂質経路に関連する酵素は、ステアロイル-ACPデサチュラーゼ、グリセロ脂質デサチュラーゼから選択される。ある場合には、細胞は、脂質経路に関連する酵素を低レベルで発現するか、又は特定の脂質経路に関連する酵素を全く発現しないように（すなわち、脂質経路酵素がロックアウトされているか、又は外来遺伝子に置き換わっている）、遺伝子操作及び／又は選択されている。

10

【0328】

ある微細藻類は、相当量の非脂質代謝、例えば多糖などを産生する。多糖生合成では、細胞が利用可能な全代謝エネルギーのかなりの割合が使用され得るため、脂質産生細胞の変異誘発と、それに続く多糖産生の減少又は削除のスクリーニングにより、脂質を高収量で産生することができる新規株が得られる。

20

【0329】

他の実施形態では、本発明は、1つ以上の外来遺伝子を含有する油産生細菌に関し、ここで、外来遺伝子は、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼ、脂肪酸アシル-CoA還元酵素、脂肪族アルデヒド還元酵素、脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素、脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素、デサチュラーゼ及びアシルキャリアータンパク質からなる群から選択されるタンパク質をコードする。別の実施形態では、内在するデサチュラーゼ遺伝子は、1つ又はそれ以上の上記外来遺伝子を含む微生物内で過剰発現される。一実施形態では、外来遺伝子は、プロモーターに動作可能に連結した状態であり、刺激に応答して、誘発的であるか、又は抑制的である。ある場合では、刺激は、外から与えられる低分子、熱さ、冷たさ、培地中の窒素が制限されていること、又は窒素がないことからなる群から選択される。ある場合では、外来遺伝子は、細胞内のある区画で発現する。ある実施形態では、細胞内の区画は、葉緑体、プラスチド、ミトコンドリアからなる群から選択される。ある実施形態では、細菌は、*Prototheca moriformis*、*Prototheca krugani*、*Prototheca stagnora*、又は*Prototheca zopfii*である。

30

【0330】

一実施形態では、外来遺伝子は、脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼをコードする。ある場合では、外来遺伝子によってコードされるチオエステラーゼは、アシルキャリアータンパク質（ACP）から、炭素が8～18の脂肪酸が開裂することを触媒する。ある場合では、外来遺伝子によってコードされるチオエステラーゼは、ACPから、炭素が10～14の脂肪酸が開裂することを触媒する。一実施形態では、外来遺伝子によってコードされるチオエステラーゼは、ACPから、炭素が12の脂肪酸が開裂することを触媒する。

40

【0331】

一実施形態では、外来遺伝子は、脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素をコードする。ある場合では、外来遺伝子によってコードされる還元酵素は、炭素が8～18の脂肪酸アシル-CoAを、対応する一級アルコールへと還元することを触媒する。ある場合では、外来遺伝子によってコードされる還元酵素は、炭素が10～14の脂肪酸アシル-CoAを、対応する一級アルコールへと還元することを触媒する。一実施形態では、外来遺伝子によってコードされる還元酵素は、炭素が12の脂肪酸アシル-CoAをドデカノ

50

ールへと還元することを触媒する。

【0332】

また、本発明は、2個の外來遺伝子を含有する組み換え *Protot h e c a* 細胞も提供しており、第1の外來遺伝子は、脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼをコードし、第2の外來遺伝子は、脂肪酸アシル-CoA還元酵素、脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素、アシルキャリアタンパク質からなる群から選択されるタンパク質をコードする。ある場合では、この2個の外來遺伝子は、それぞれプロモーターに動作可能に連結した状態であり、刺激に応答して誘発的である。ある場合では、それぞれのプロモーターは、培地中の窒素が制限されているか、又は窒素がないといった同じ刺激に応答して誘発的である。培地中の窒素が制限されているか、又は全くないことによって、*Protot h e c a* 種のようなある種の微生物では油の産生が刺激され、油をより高いレベルで産生のを誘発する引き金として用いることができる。本明細書に開示されている遺伝子操作方
法と組み合わせて用いる場合、脂質量は、細胞乾燥重量の割合として、少なくとも30%、
少なくとも40%、少なくとも50%、少なくとも60%、少なくとも70%、少なくとも75%
のような高いレベルまで引き上げられ得；本明細書に開示されている方法は、
このようなレベルの脂質を有する細胞を提供し、ここで、脂質は、C8～C14が少なく
とも1%～5%、好ましくは少なくとも4%であり、C8が少なくとも0.25%～1%
、好ましくは少なくとも0.3%であり、C10が少なくとも1%～5%、好ましくは少
なくとも2%であり、C12が少なくとも1%～5%、好ましくは少なくとも2%であり
、C14が少なくとも1%～5%、好ましくは少なくとも2%である。ある実施形態では
、細胞は、細胞乾燥重量で脂質が10%を超えるか、15%を超えるか、20%を超える
か、又は25%を超え、C8～C14が少なくとも5%、少なくとも10%、又は少なく
とも15%、C8～C14が少なくとも10%、少なくとも15%、少なくとも20%、
少なくとも25%、又は少なくとも30%、C8～C14が少なくとも20%、少なく
とも25%、少なくとも30%、少なくとも35%、又は少なくとも40%、C8～C14
が5%～40%、好ましくは10～30%、及びC8～C14が10%～40%、好まし
くは20～30%である脂質を含む。

【0333】

本明細書に開示されている新しい油は、ヤシ油、パーム核油、ココナツ油のような中鎖脂肪酸が多い他の天然に存在する油とは明らかに異なっている。例えば、カロチノイドの
ような混入物質の濃度は、ヤシ油やパーム核油において、本発明の油におけるよりもは
るかに高い。パーム油及びパーム核油は、特に、本発明の油よりも、 α -カロチン、 β -カ
ロチン、リコピンを非常に多く含んでいる。それに加え、パーム油及びパーム核油では、
20種類を超える異なるカロチノイドが見つかっているが、一方、実施例からは、本発明
の油は、含有するカロチノイド種の種類が非常に少なく、濃度も非常に低いことが示され
ている。それに加え、トコトリエノールのようなビタミンE化合物の濃度は、パーム油、
パーム核油、ココナツ油では、本発明の油と比べてかなり大きい。

【0334】

一実施形態では、第1の外來遺伝子によってコードされるチオエステラーゼは、ACP
から、炭素が8～18の脂肪酸が開裂することを触媒する。ある実施形態では、第2の外
來遺伝子は、脂肪酸アシル-CoA／アルデヒド還元酵素をコードし、この酵素は、炭素
が8～18の脂肪酸アシル-CoAを、対応する一級アルコールへと還元するのを触媒す
る。ある場合では、第1の外來遺伝子によってコードされるチオエステラーゼは、ACP
から、炭素が10～14の脂肪酸が開裂することを触媒し、第2の外來遺伝子によってコ
ードされる還元酵素は、炭素が10～14の脂肪酸アシル-CoAを、対応する一級アル
コールへと還元するのを触媒し、ここで、チオエステラーゼと還元酵素は、同じ炭素鎖長
に作用する。一実施形態では、第1の外來遺伝子によってコードされるチオエステラーゼ
は、ACPから、炭素が12の脂肪酸が開裂することを触媒し、第2の外來遺伝子によっ
てコードされる還元酵素は、炭素が12の脂肪酸アシル-CoAをドデカノールへと還元
することを触媒する。ある実施形態では、第2の外來遺伝子は、脂肪酸アシル-CoA還

元酵素をコードし、この酵素は、炭素が8～18の脂肪酸アシル-CoAを、対応するアルデヒドへと還元することを触媒する。ある実施形態では、第2の外來遺伝子は、脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼ内で必然的に一緒に発現するアシルキャリアータンパク質をコードする。

【0335】

ある実施形態では、第2の外來遺伝子は、脂肪酸アシル-CoA還元酵素をコードし、細菌は、脂肪酸アルデヒド脱炭酸酵素をコードする第3の外來遺伝子をさらに含む。ある場合では、第1の外來遺伝子によってコードされるチオエステラーゼは、ACPから、炭素が8～18の脂肪酸が開裂することを触媒し、第2の外來遺伝子によってコードされる還元酵素は、炭素が8～18の脂肪酸アシル-CoAを、対応する一級アルデヒドへと還元するのを触媒し、第3の外來遺伝子によってコードされる脱炭酸酵素は、炭素が8～18の脂肪酸アルデヒドから対応するアルカンへの変換を触媒し、ここで、チオエステラーゼ、還元酵素、脱炭酸酵素は、同じ炭素鎖長に作用する。

10

【0336】

ある実施形態では、第2の外來遺伝子は、アシルキャリアータンパク質をコードし、細菌は、脂肪酸アシル-CoA還元酵素、脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素からなる群から選択されるタンパク質をコードする第3の外來遺伝子をさらに含む。ある場合では、第3の外來遺伝子は、脂肪酸アシル-CoA還元酵素をコードし、細菌は、脂肪酸アルデヒド脱炭酸酵素をコードする第4の外來遺伝子をさらに含む。

【0337】

20

また、本発明は、培地中で、組み換え微生物（例えば、Prototheca細胞）の集合を培養することを含む、アルコールを生成する方法を提供し、ここで、細胞は、(i) 脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼをコードする第1の外來遺伝子と、(ii) 脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素をコードする第2の外來遺伝子とを含み、細胞は、アシルキャリアータンパク質（ACP）に結合した脂肪酸を合成し、脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼは、ACPから脂肪酸が開裂するのを触媒し、さらなる処理によって脂肪酸アシル-CoAが得られ、脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素は、アシル-CoAからアルコールへの還元を触媒する。

【0338】

また、本発明は、Prototheca細胞内で脂質分子を生成する方法を提供する。一実施形態では、この方法は、培地中で微生物（例えば、Prototheca細胞）の集合を培養することを含み、ここで、この細胞は、(i) 脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼをコードする第1の外來遺伝子と、(ii) 脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素をコードする第2の外來遺伝子とを含み、細菌は、アシルキャリアータンパク質（ACP）に結合した脂肪酸を合成し、脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼは、ACPから脂肪酸が開裂するのを触媒し、さらなる処理によって脂肪酸アシル-CoAが得られ、脂肪酸アシル-CoA還元酵素は、アシル-CoAからアルデヒドへの還元を触媒する。

30

【0339】

また、本発明は、Prototheca細胞内で、特定の炭素鎖長を有する脂肪酸分子を生成する方法を提供する。一実施形態では、この方法は、培地中で微生物（例えば、Prototheca細胞）の集合を培養することを含み、ここで、この細胞は、脂肪酸アシル-ACPチオエステラーゼをコードする外來遺伝子を含み、特定の炭素鎖長、例えば、炭素原子が8個、10個、12個、又は14個の炭素鎖長に対して特異的であるか、これらの鎖長を好む活性を有しており、細菌は、アシルキャリアータンパク質（ACP）に結合した脂肪酸を合成し、チオエステラーゼは、脂肪酸が特定の炭素鎖長を有するように合成された場合には、ACPから、その脂肪酸を開裂することを触媒する。

40

【0340】

上述の種々の実施形態では、微生物（例えば、Prototheca細胞）は、脂質経路に関連する酵素をコードする少なくとも1つの外來遺伝子を含むことができる。ある場

50

合では、脂質経路に関連する酵素は、ステアロイル-ACP デサチュラーゼ、グリセロ脂質デサチュラーゼ、ピルビン酸脱水素酵素、アセチル-CoA カルボキシラーゼ、アシルキャリアータンパク質、グリセロール-3 ホスフェートアシルトランスフェラーゼからなる群から選択される。他の場合では、微生物（例えば、Prototheca 細胞）は、脂肪族アシル-ACP チオエステラーゼ、脂肪酸アシル-CoA/アルデヒド還元酵素、脂肪酸アシル-CoA 還元酵素、脂肪族アルデヒド還元酵素、脂肪族アルデヒド脱炭酸酵素、及び/又はアシルキャリアータンパク質からなる群から選択される脂質改変酵素を含有する。

【0341】

本明細書で述べられている種々の脂質経路酵素及び脂質改変酵素を発現させるために使用される、数多くの例示的な形質転換カセット又は構築物が実施例に記載されている。その他の有用な構築物を以下の表37に列挙するが、これらに限定されない。

【0342】

【表37-1】

表37. 例示的な形質転換構築物、コドンが最適化されたコード領域、及び酵素

形質転換構築物/コード領域/酵素	配列番号
C. hookeriana C10:0 特異的チオエステラーゼ構築物	243
C. hookeriana C10:0 特異的チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	244
C. hookeriana KAS IV 酵素構築物	245
C. hookeriana KAS IV 酵素コード領域(コドン最適化)	246
C. hookeriana KAS IV 酵素	247
C. hookeriana C10:0 特異的チオエステラーゼ+C. hookeriana KAS IV 酵素構築物	248
UTEX 1435 Δ12 脂肪酸デサチュラーゼを有する C. lanceolata C10:0 特異的チオエステラーゼのコード領域	249
U. californica C12:0 特異的チオエステラーゼ構築物	250
U. californica C12:0 特異的チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	251
G. mangostana C16:0 チオエステラーゼ構築物	252
コード領域 for G. mangostana C16:0 チオエステラーゼ(コドン最適化)	253
B. napus C18:0 チオエステラーゼ構築物	254
B. napus C18:0 チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	255
O. europaea stearoyl-ACP デサチュラーゼ構築物	256
O. europaea stearoyl-ACP デサチュラーゼのコード領域(コドン最適化)	257
C. hookeriana C16:0 チオエステラーゼ構築物	258
C. hookeriana C16:0 チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	259
E. guineensis C16:0 チオエステラーゼ構築物	260
E. guineensis C16:0 チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	261
Δ12 脂肪酸デサチュラーゼ遺伝子座構築物にある C. tinctorius ACP-チオエステラーゼ	262
C. tinctorius ACP-チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	263
M. fragrans C14:0~C18:0 の広範な特異的チオエステラーゼ構築物	264
M. fragrans C14:0~C18:0 広範な特異的チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	265
M. fragrans C:14:0 特異的チオエステラーゼのコード領域	266
Δ12 FAD トランジットペプチドを有する M. fragrans C14:0 特異的チオエステラーゼ	267

10

20

30

40

【表 3 7 - 2】

Ricinus communis ACP-チオエステラーゼ構築物	268
Ricinus communis ACP-チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	269
C. camphora C14:0 チオエステラーゼ構築物	270
C. camphora C14:0 チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	271
C. camphora C14:0 特異的チオエステラーゼ構築物	272
C. camphora C14:0 特異的チオエステラーゼ構築物	273
SAD 遺伝子座内の U. Americana C10:0-C16:0 特異的チオエステラーゼ	274
U. Americana C10:0-C16:0 特異的チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	275
C. wrightii KASA1+C. wrightii FatB2 チオエステラーゼ+ suc2 構築物	276
C. wrightii KASA1 のコード領域(コドン最適化)	277
C. wrightii FatB2 チオエステラーゼのコード領域(コドン最適化)	278

10

【0 3 4 3】

(V I. 燃料及び化学物質の生成)

本発明の方法に従って燃料を生成する場合、本発明の細胞が産生する細胞を収穫するか、又は任意の従来の方法によって、それ以外の方法で集める。全細胞の抽出によって脂質を単離することができる。まず、細胞を破壊し、次いで、例えば、上述のような遠心分離を用いることによって、細胞内の脂質及び細胞膜／細胞壁に関連する脂質、及び細胞外の炭化水素を細胞塊から分けることができる。微生物中で生成する細胞内脂質を、ある実施形態では、微生物の細胞を溶解させた後に抽出する。抽出したら、脂質をさらに精製し、油、燃料又は油脂化学品を作り出す。

20

【0 3 4 4】

培養が終了したら、微生物を発酵ブロスから分離することができる。場合により、分離は、遠心分離によって行い、濃縮ペーストを作成する。遠心分離によって、微生物に由来するかなりの量の細胞内の水が除去されず、この工程は乾燥工程ではない。次いで、バイオマスの場合により、洗浄溶液（例えば、脱イオン水）を用いて洗浄し、発酵ブロス及び発酵片を取り除く。場合により、洗浄した微生物バイオマスを乾燥させ（乾燥機で乾燥させる、凍結乾燥させる、など）、その後に細胞を破壊してもよい。又は、発酵が完全に終わっている場合には、細胞を発酵ブロスの一部又は全部と分離することなく溶解させてもよい。例えば、細胞を溶解させたときに、細胞と細胞外の液体との v : v 比が 1 : 1 未満であってもよい。

30

【0 3 4 5】

脂質を含有する微生物を溶解し、溶解物を作成してもよい。本明細書で詳細に記載するように、微生物を溶解する工程（細胞溶解とも呼ばれる）は、熱による溶解、塩基を加えること、酸を加えること、プロテアーゼのような酵素、アミラーゼのような多糖分解酵素を用いること、超音波を用いること、機械的な溶解、浸透圧衝撃を用いること、溶解性ウイルスに感染させること、及び／又は 1 つ以上の溶解遺伝子の発現を含む、任意の簡便な手段によって行うことができる。溶解を行い、微生物によって産生された細胞内分子を放出させる。微生物を溶解させるための、これらのそれぞれの方法を単独の方法として用いてもよく、同時又は連続して、組み合わせとして用いてもよい。細胞の破壊度は、顕微鏡分析によって観察することができる。本明細書に記載した 1 つ以上の方法を用い、典型的には、70 % を超える細胞の破壊が観察される。好ましくは、細胞の破壊は、80 % を超えており、より好ましくは、90 % を超えており、最も好ましくは、約 100 % である。

40

【0 3 4 6】

特定の実施形態では、成長した後に微生物を溶解させ、例えば、抽出又はさらなる処理のために、細胞内の脂質及び／又は炭化水素がさらされる程度を増やす。リパーゼ発現（例えば、誘発性プロモーターによる）又は細胞溶解のタイミングは、脂質及び／又は炭化水化物の収量を最適化するように調節することができる。以下に、いくつかの溶解技術を記載している。これらの技術を個々に用いてもよく、組み合わせで用いてもよい。

【0 3 4 7】

50

本発明の一実施形態では、微生物を溶解する工程は、微生物を含有する細胞懸濁物を加熱することを含む。この実施形態では、微生物を含む発酵ブロス（又は、発酵ブロスから単離した微生物の懸濁物）を、微生物、すなわち、微生物の細胞壁及び細胞膜が分解するか、又は破壊するまで加熱する。典型的には、かけられる温度は、少なくとも50℃である。もっと効率よく細胞を溶解させるために、もっと高い温度、例えば、少なくとも30℃、少なくとも60℃、少なくとも70℃、少なくとも80℃、少なくとも90℃、少なくとも100℃、少なくとも110℃、少なくとも120℃、少なくとも130℃、又はそれ以上の温度を使用する。熱処理によって細胞を溶解することは、微生物を沸騰させることによって行ってもよい。又は、熱処理（沸騰させない）をオートクレーブ中に行ってもよい。熱処理された溶解物を、さらなる処理のために冷却してもよい。また、細胞の破壊は、蒸気による処理によって、すなわち、加圧した蒸気を加えることによって行ってもよい。細胞を破壊するための微細藻類の蒸気処理は、例えば、米国特許第6,750,048号に記載されている。ある実施形態では、蒸気処理は、蒸気を発酵槽に吹き込み、ブロスを所望の温度に約90分未満、好ましくは約60分未満、より好ましくは約30分未満維持することによって行ってもよい。

10

【0348】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、微生物を含有する細胞懸濁物に塩基を加えることを含む。塩基は、少なくとも、使用した微生物の水系タンパク質化合物の一部分を加水分解するのに十分なほど強いことが必要である。タンパク質を溶解するのに有用な塩基は、化学分野で知られている。本発明の方法で有用な、例示的な塩基としては、限定されないが、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウムの水酸化物、炭酸塩、炭酸水素塩、及びこれらの混合物が挙げられる。好ましい塩基はKOHである。細胞を破壊するための微細藻類の塩基処理は、例えば、米国特許第6,750,048号に記載されている。

20

【0349】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、微生物を含有する細胞懸濁物に酸を加えることを含む。酸による溶解は、10～500mNの濃度、又は好ましくは、40～160nMの濃度の酸を用いて行うことができる。酸による溶解は、好ましくは、室温より高い温度（例えば、40～160℃、好ましくは、50～130℃の温度）で行われる。中程度の温度（例えば、室温～100℃、特に、室温～65℃）の場合、酸による処理は、有益には、超音波処理又は他の細胞破壊方法と組み合わせてもよい。

30

【0350】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、酵素を用いることによって微生物を溶解することを含む。微生物を溶解するのに好ましい酵素は、プロテアーゼ、及びヘミセルラーゼのような多糖分解酵素（例えば、*Aspergillus niger*に由来するヘミセルラーゼ；Sigma Aldrich、セントルイス、モントリオール；#H2125）、ペクチナーゼ（例えば、*Rhizopus* sp. に由来するペクチナーゼ；Sigma Aldrich、セントルイス、モントリオール；#P2401）、Mannaway 4.0L (Novozymes)、セルラーゼ（例えば、*Trichoderma viride*に由来するセルロース；Sigma Aldrich、セントルイス、モントリオール；#C9422）、ドリセラーゼ（例えば、*Basidiomycetes* sp. に由来するドリセラーゼ；Sigma Aldrich、セントルイス、モントリオール；#D9515）である。

40

【0351】

本発明の他の実施形態では、溶解は、例えば、多糖分解酵素のようなセルラーゼ、場合により、*Chlorella*又は*Chlorella*ウイルスに由来するもの、又は、プロテアーゼ、例えば、*Streptomyces griseus*プロテアーゼ、キモトリプシン、プロテイナーゼK、Degradation of Polylactide by Commercial Proteases、Oda Yet al.、Journal of Polymers and the Environment、第8巻

50

、Number 1、2000年1月、pp. 29-32 (4)、Alcalase 2.4 FG (Novozymes)、に列挙されているプロテアーゼ、Flavourzyme 100L (Novozymes) のような酵素によって行われる。先に示したプロテアーゼ及び多糖分解酵素の任意の組み合わせを含む、プロテアーゼと多糖分解酵素の任意の組み合わせを用いてもよい。

【0352】

別の実施形態では、溶解は、連続圧搾機を用いて行うことができる。このプロセスでは、バイオマスに、高圧状態で、スクリュウ型デバイスを用いて力を加え、細胞を溶解させ、細胞内脂質を放出させ、細胞内のタンパク質及び繊維（及び他の成分）と分離させる。

【0353】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、超音波を用いて、すなわち、超音波処理によって行われる。従って、高周波数の音を用いて細胞を溶解させることができる。音は、電子的に発生させ、適切に濃縮した細胞懸濁物に対し、金属片を介して伝搬させてもよい。この超音波処理は、細胞懸濁物中に空洞を作り出すことに基づいて、細胞の一体性を破壊する。

【0354】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、機械的な溶解によって行われる。細胞は、機械的に溶解されてもよく、場合により、炭化水素（例えば、脂質）を集めやすいように均質化してもよい。例えば、加圧による破壊を利用し、細胞を含有するスラリーを制水型オリフィス弁にポンプで圧送してもよい。高圧（1500 barまで）をかけ、その後、出口ノズルを通して瞬間的に拡散させてもよい。細胞の破壊は、弁での衝撃、オリフィス内での大きな液体剪断力、放出による急な圧力低下といった3種類の異なる機構によって行われ、これにより、細胞が爆発する。この方法によって、細胞内の分子が放出される。又は、ボールミルを用いてもよい。ボールミルの場合、ビーズのような小さな研磨粒子を含む懸濁物中で細胞を攪拌する。細胞は、剪断力、ビーズ間で研磨されること、ビーズと衝突することによって破壊される。ビーズは、細胞を破壊して、細胞内容物を放出させる。また、細胞は、細胞を破壊するためのブレンダー（例えば、例として高速ブレンダー又はWaringブレンダー）を用いるか、フレンチプレスを用いるか、又は細胞壁が弱い場合には、遠心分離を用い、剪断力によって破壊されてもよい。

【0355】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、浸透圧衝撃を与えることによって行われる。

【0356】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、微生物を溶解性ウイルスに感染させることを含む。本発明で用いるのに微生物を溶解するのに適したさまざまなウイルスが知られており、特定の微生物に特定の溶解性ウイルスを選択し、使用することは、当業者の知識の範囲内である。例えば、*paramecium bursaria chlorella* ウイルス（PBCV-1）は、特定の単細胞性の、真核性のクロレラに似た緑色の藻の中で複製し、溶解させる、大きな20面体のプラークを形成する二本鎖DNAウイルスのグループ（Phycodnaviridae科、クロロウイルス属）の原型である。従って、培養物を任意の適切なクロレラウイルスに感染させることによって、任意の感染しやすい微細藻類を溶解させることができる。*Chlorella* 種を、クロレラウイルスを用いて感染させる方法は知られている。例えば、Adv. Virus Res. 2006; 66: 293-336; Virology, 1999年4月25日; 257 (1): 15-23; Virology, 2004年1月5日; 318 (1): 214-23; Nucleic Acids Symp. Ser. 2000; (44): 161-2; J. Virol. 2006年3月; 80 (5): 2437-44; Annu. Rev. Microbiol. 1999; 53: 447-94を参照。

【0357】

本発明の別の実施形態では、微生物を溶解する工程は、自己消化を含む。この実施形態

10

20

30

40

50

では、本発明の微生物を、微生物を溶解する溶解性タンパク質を生成するように遺伝子操作する。この溶解遺伝子を、誘発性プロモーターを用いて発現させ、まず、細胞は、発酵槽内で望ましい密度まで成長し、その後、プロモーターの誘発によって、細胞を溶解させる溶解遺伝子が発現する。一実施形態では、溶解遺伝子は、多糖分解酵素をコードしている。特定の他の実施形態では、溶解遺伝子は、溶解性ウイルスに由来する遺伝子である。従って、例えば、*Chlorella* ウイルスに由来する溶解遺伝子を、藻の細胞中で発現させてもよい。*Virology* 260、308-315 (1999) ; *FEMS Microbiology Letters* 180 (1999) 45-53 ; *Virology* 263、376-387 (1999) ; *Virology* 230、361-368 (1997) を参照。溶解遺伝子の発現は、好ましくは、誘発性プロモーター、例えば、低分子、光、熱及び他の刺激の存在のような刺激によって誘発される、微細藻類内で活性なプロモーターを用いてなされる。

10

【0358】

上述の方法によって生成した細胞溶解物から脂質を分離するための種々の方法が利用可能である。例えば、脂質及び脂質誘導体、例えば、脂肪族アルデヒド、脂肪族アルコール、アルカンのような炭化水素を、疎水性溶媒、例えば、ヘキサンで抽出してもよい (*Frenz et al.* 1989、*Enzyme Microb. Technol.*、11:717を参照)。また、脂質及び脂質誘導体を、液化によって抽出してもよく (例えば、*Sawayama et al.* 1999、*Biomass and Bioenergy* 17:33-39、及び *Inoue et al.* 1993、*Biomass Bioenergy* 6(4):269-274を参照) ; 油の液化によって抽出してもよく (例えば、*Minowa et al.* 1995、*Fuel* 74(12):1735-1738を参照) ; 超臨界CO₂抽出によって抽出してもよい (例えば、*Mendes et al.* 2003、*Inorganica Chimica Acta* 356:328-334を参照)。Miao及びWuは、*Chlorella protothecoides* の培養物から、微細藻類の脂質を回収するプロトコルを記載しており、このプロトコルでは、細胞を遠心分離処理によって集め、蒸留水で洗浄し、凍結乾燥によって乾燥させた。得られた細胞粉末を乳鉢で細かく粉砕し、次いで、*n*-ヘキサンで抽出した。Miao及びWu、*Biosource Technology* (2006) 97:841-846。

20

30

【0359】

従って、本発明の微生物によって生成した脂質、脂質誘導体、炭化水素を、有機溶媒を用いた抽出によって回収することができる。ある場合では、好ましい有機溶媒は、ヘキサンである。典型的には、事前に溶解物成分を分離させることなく、溶解物に有機溶媒を直接加える。一実施形態では、上述の1つ以上の方法によって生成した溶解物を、脂質及び／又は炭化水素成分が有機溶媒と溶液を形成するのに十分な時間、有機溶媒と接触させる。ある場合では、溶液をその後さらに精製し、特定の望ましい脂質成分又は炭化水素成分を回収する。ヘキサンによる抽出方法は、当該技術分野でよく知られている。

【0360】

本明細書に記載されるように、細胞によって産生される脂質及び脂質誘導体、例えば、脂肪族アルデヒド、脂肪族アルコール、アルカンのような炭化水素を、上述のように、リパーゼのような1つ以上の酵素を用いて改変してもよい。炭化水素が、細胞の外の環境に存在する場合、1つ以上の酵素を、この酵素が炭化水素を改変しするか、又は炭化水素前駆体からの合成を完結させるような条件下で、この環境に加えてもよい。又は、炭化水素を、細胞材料から部分的又は完全に単離してから、酵素のような1つ以上の触媒を加えてもよい。このような触媒は、外から加えられ、触媒の活性は、細胞の外で生じるか、又は *in vitro* で生じる。

40

【0361】

従って、*in vivo* で細胞によって産生されるか、又は、*in vitro* で酵素によって改変される脂質及び炭化水素は、本明細書に記載されるように、従来の手段によ

50

ってさらに処理されてもよい。処理は、「クラッキング」して、炭化水素分子を小さくし、水素：炭素比を大きくすることを含んでいてもよい。触媒によるクラッキング方法及び熱によるクラッキング方法は、炭化水素及びトリグリセリド油の処理において通常用いられる。触媒による方法は、固体酸触媒のような触媒の使用を含む。触媒は、シリカーアルミナ又はゼオライトであってもよく、この触媒により、炭素－炭素結合が不均衡又は非対称に破壊され、カルボカチオンとヒドリドアニオンが生じる。これらの反応性中間体は、次いで、転移するか、又は別の炭化水素にヒドリドが移動する。このように、この反応によって、中間体が再生し、自己連鎖的な機構を生じ得る。また、炭化水素を処理し、炭化水素中の炭素－炭素二重結合又は三重結合を減らしてもよく、場合によりゼロにしてもよい。また、炭化水素を処理し、炭化水素中の環又は環状構造を除去するか、又は取り除いてもよい。また、水素：炭素比が大きくなるように、炭化水素を処理してもよい。この処理は、水素添加（「水素化」）及び／又は炭化水素を小さな炭化水素にする「クラッキング」を含んでいてもよい。

10

【0362】

熱による方法は、炭化水素を小さくするために、高温及び高圧の使用を含む。約800℃の高温及び約700kPaの高圧を用いてもよい。これらの条件によって「軽質」のものが発生し、軽質との用語は、水素を多く含む炭化水素分子を指すために用いられ（光量子束によって区別する場合）、また、縮合により、水素が相対的に失われた、重い炭化水素分子によっても生成する。この方法によって、均衡、又は対称的に破壊され、アルケンを生じ、このアルケンは、場合により、上述のように酵素によって飽和になってもよい。

20

【0363】

触媒による方法及び熱による方法は、植物において、炭化水素の処理及び油の精製を行うのに標準的な方法である。従って、本明細書に記載されるような細胞が産生した炭化水素を集め、従来の手段によって処理するか、又は精製することができる。微細藻類が産生した炭化水素のハイドロクラッキングに関する論文は、Hill et al. (Biotechnology and Bioengineering, Vol. XXIV: 193-205 (1982)) を参照。代替的な実施形態では、画分を、有機化合物、熱及び／又は無機化合物のような別の触媒で処理する。バイオディーゼル内の脂質を処理する場合、本節の以下に記載されているトランスエステル化プロセスを使用する。

【0364】

本発明の方法によって生成する炭化水素は、さまざまな工業用途で有用である。例えば、ほぼあらゆる種類の洗浄剤及び洗浄調製物で用いられるイオン系界面活性剤である直鎖アルキルベンゼンスルホネート(LAS)の生成は、一般的に、炭素原子が10～14の鎖を含む炭化水素を利用する。例えば、米国特許第6,946,430号；第5,506,201号；第6,692,730号；第6,268,517号；第6,020,509号；第6,140,302号；第5,080,848号；第5,567,359号を参照。例えば、米国特許第5,942,479号；第6,086,903号；第5,833,999号；第6,468,955号；第6,407,044号に記載されるように、界面活性剤、例えば、LASを、パーソナルケア組成物及び洗浄剤で用いてもよい。

30

【0365】

再生可能な生物由来の出発物質を、化石燃料から誘導される出発物質と置き換えて利用可能であり、その使用が望ましいために、バイオディーゼル、再生可能なディーゼル、ジェット燃料といった燃料に、生物由来の炭化水素成分を用いることに関心が高まっている。生物由来の材料から炭化水素成分を生成する方法が緊急に必要とされている。本発明は、本明細書に記載の方法によって生成した脂質を生物由来の原料として用い、バイオディーゼル、再生可能なディーゼル、ジェット燃料を生成するような、バイオディーゼル、再生可能なディーゼル、ジェット燃料を生成する方法を提供することによって、この要求を満たす。

40

【0366】

従来のディーゼル燃料は、パラフィン系炭化水素を豊富に含む石油留分である。これら

50

の沸点範囲は、 $370^{\circ}\text{F} \sim 780^{\circ}\text{F}$ ($\text{約}188^{\circ}\text{C} \sim \text{約}416^{\circ}\text{C}$)と広範囲であり、ディーゼルエンジン車のような圧縮点火エンジンでの燃焼に適している。American Society of Testing and Materials (ASTM) は、例えば、セタン価、曇り点、引火点、粘度、アニリン点、硫黄含有量、含水量、灰分、銅板腐食、炭素残渣のような他の燃料特性の許容範囲とともに、沸点範囲に従って、ディーゼルのグレードを確立している。技術的には、バイオマス、又は適切なASTM仕様を満たすそれ以外のものから誘導される任意の炭化水素留分を、ディーゼル燃料 (ASTM D975)、ジェット燃料 (ASTM D1655)、又は脂肪酸メチルエステルである場合にはバイオディーゼル (ASTM D6751) と定義できる。

【0367】

抽出の後、本明細書に記載されているような微生物バイオマスから回収した脂質成分及び／又は炭化水素成分を、化学処理し、ディーゼル車及びジェットエンジン用の燃料を製造することができる。

【0368】

バイオディーゼルは、生成物の原材料に依存して、金色から濃い褐色までの色をした液体である。実質的に水には混和せず、高い沸点を有し、蒸気圧が低い。バイオディーゼルは、ディーゼルエンジン車で使用するために、ディーゼルと等価な処理した燃料を指す。バイオディーゼルは、生分解性であり、毒性がない。従来のディーゼル燃料に比べて、バイオディーゼルのさらなる利点は、エンジンの摩耗が少ないことである。典型的には、バイオディーゼルは、 $\text{C}14 \sim \text{C}18$ のアルキルエステルを含む。種々のプロセスによって、バイオマス又は脂質が生成し、本明細書に記載されるように、単離してディーゼル燃料にする。バイオディーゼルの生成する好ましい方法は、本明細書に記載されるような脂質のトランスエステル化である。バイオディーゼルで用いるのに好ましいアルキルエステルは、メチルエステル又はエチルエステルである。

【0369】

本明細書に記載の方法によって生成するバイオディーゼルは、単独で用いてもよく、ほとんどのディーゼルエンジン車における任意の濃度で、従来のディーゼル燃料とブレンドしてもよい。従来のディーゼル燃料 (石油ディーゼル) とブレンドする場合、バイオディーゼルは、 $\text{約}0.1\% \sim \text{約}99.9\%$ 存在してもよい。世界のほとんどで、燃料混合物中のバイオディーゼルの量を述べるために、「B」ファクターとして知られるシステムを用いる。例えば、 20% のバイオディーゼルを含む燃料は、B20 というラベルが付けられる。純粋なバイオディーゼルは、B100 と呼ばれる。

【0370】

また、バイオディーゼルの、家庭用ボイラ及び商業用ボイラの加熱燃料として用いてもよい。既存の灯油式ボイラは、ゴム部材を備える可能性があり、バイオディーゼルで動かすために改造する必要がある。改造プロセスは、通常は、比較的単純なものであり、バイオディーゼルが強い溶媒であるため、ゴム部材を合成部材と交換することを含む。バイオディーゼルの溶媒力が強いため、バイオディーゼルの燃やすと、ボイラの効率は上がるだろう。バイオディーゼルの、純粋な超低硫黄ディーゼル (ULSD) 燃料の潤滑性を向上させるために、ディーゼル配合物の添加剤として用いてもよく、バイオディーゼルは硫黄を含有しないため、有益である。バイオディーゼルは、石油系ディーゼルよりも良好な溶媒であり、石油系ディーゼルで走っていた車両の燃料ラインに残る残留分の沈殿を分解するために用いてもよい。

【0371】

バイオディーゼルは、油を豊富に含むバイオマスに含まれるトリグリセリドのトランスエステル化によって生成することができる。従って、本発明の別の態様では、バイオディーゼルの生成する方法が提供されている。好ましい実施形態では、バイオディーゼルの生成する方法は、(a) 本明細書に開示されている方法を用い、脂質を含有する微生物を育てる工程と、(b) 脂質を含有する微生物を溶解させ、溶解物を生成する工程と、(c) 溶解した微生物から脂質を単離する工程と、(d) 脂質組成物をトランスエステル化する

工程とを含み、これによってバイオディーゼルが生成する。微生物を成長させ、微生物を溶解させ、溶解物を生成し、有機溶媒を含む培地中、溶解物を処理し、不均一な混合物を生成し、処理した溶解物を脂質組成物に分離する方法は、上に記載されており、バイオディーゼルの生成する方法でも用いることができる。

【0372】

バイオディーゼルの脂質プロファイルは、通常は、原材料である油の脂質プロファイルと類似している。本発明の方法及び組成物によって与えられる他の油をトランスエステル化し、(a) C8～C14が少なくとも1%～5%、好ましくは少なくとも4%であり；(b) C8が少なくとも0.25%～1%、好ましくは少なくとも0.3%であり；(c) C10が少なくとも1%～5%、好ましくは少なくとも2%であり；(d) C12が少なくとも1%～5%、好ましくは少なくとも2%であり；及び(3) C8～C14が少なくとも20%～40%、好ましくは少なくとも30%である脂質プロファイルを有するバイオディーゼルの得ることができる。

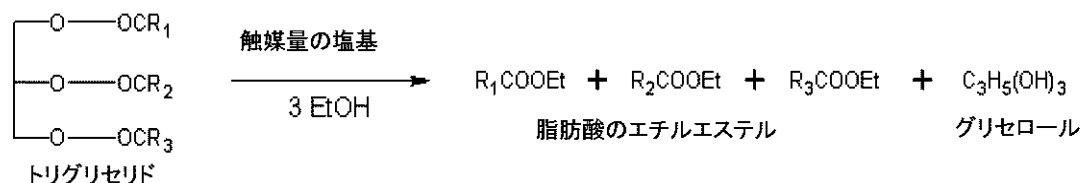
【0373】

脂質組成物をトランスエステル化し、バイオディーゼルとして有用な長鎖脂肪酸エステルを得ることができる。好ましいトランスエステル化反応について、以下に概略を説明しており、塩基触媒によるトランスエステル化と、組み換えリパーゼを用いたトランスエステル化を含む。塩基触媒によるトランスエステル化プロセスでは、トリアシルグリセリドを、アルカリ触媒、典型的には、水酸化カリウム存在下、メタノール又はエタノールのようなアルコールと反応させる。この反応から、メチルエステル又はエチルエステルと、副生成物としてグリセリン（グリセロール）とが生成する。

【0374】

動物性油及び植物性油は、典型的には、遊離脂肪酸と三価アルコールであるグリセロールとのエステルであるトリグリセリドから作られる。トランスエステル化において、トリアシルグリセリド（TAG）中のグリセロールを、メタノール又はエタノールのような短鎖アルコールと交換する。典型的な反応スキームは、以下の通りである。

【化1】



【0375】

この反応では、アルコールを塩基で脱プロトン化し、もっと強い求核試薬にする。一般的に、エタノール又はメタノールを大過剰に用いる（最大50倍まで）。通常は、この反応は、非常にゆっくりと進むか、まったく進まないであろう。反応をもっとすばやく進めるために、熱とともに、酸又は塩基を用いてもよい。トランスエステル化反応によって酸又は塩基は消費されず、従って、これらは反応剤ではなく、触媒である。ほとんど全てのバイオディーゼルは、低い温度及び低い圧力のみを必要とし、変換収率が98%を超えるため、塩基触媒による技術を用いて生成されている（但し、出発原料の油は、水分量が低く、遊離脂肪酸の量が少ないことを条件とする）。

【0376】

また、トランスエステル化は、塩基の代わりに、リパーゼのような酵素を用いて上述のように行われる。リパーゼによって触媒されるトランスエステル化は、例えば、TAGと低級アルコールとのモル比が、1：1より大きく、好ましくは約3：1の比率で、室温～80℃の温度で行われて得る。トランスエステル化で用いるのに適したリパーゼとしては、限定されないが、表9に列挙されるものが挙げられる。トランスエステル化に有用なリパーゼの他の例は、例えば、米国特許第4,798,793号；第4,940,845号、第5,156,963号；第5,342,768号；第5,776,741号、WO8

9 / 0 1 0 3 2 号に見いだされる。このようなリパーゼとしては、限定されないが、*Rhizopus*、*Aspergillus*、*Candida*、*Mucor*、*Pseudomonas*、*Rhizomucor*、*Candida*、*Humicola*の微生物によって産生されるリパーゼ及び臍臓リパーゼが挙げられる。

【0377】

【表9】

表9. トランスエステル化で使用するのに適したリパーゼ

<i>Aspergillus niger</i>リパーゼABG73614、<i>Candida antarctica</i>リパーゼB(novozym-435)CA A83122、<i>Candida cylindracea</i>リパーゼAAR24090、<i>Candida lipolytica</i>リパーゼ(リパーゼL; Amano Pharmaceutical Co., Ltd.)、<i>Candida rugosa</i>リパーゼ(例えば、リパーゼ-OF; Meito Sangyo Co., Ltd.)、<i>Mucor miehei</i>リパーゼ(Lipozyme IM 20)、<i>Pseudomonas fluorescens</i>リパーゼAAA25882、<i>Rhizopus japonicus</i> リパーゼ(LiリパーゼA-10FG)Q7M4U7_1、<i>Rhizomucor miehei</i>リパーゼB34959、<i>Rhizopus oryzae</i>リパーゼ(リパーゼF)AAF32408、<i>Serratia marcescens</i>リパーゼ(SM Enzyme)ABI13521、<i>Thermomyces lanuginosa</i>リパーゼCAB58509、リパーゼP(Nagase ChemteX Corporation)、リパーゼQLM(Meito Sangyo Co., Ltd., Nagoya, Japan)

10

【0378】

バイオディーゼルに適した脂肪酸エステルを生成するために、リパーゼを用いることの課題の1つは、リパーゼの価格が、強塩基プロセスで用いる水酸化ナトリウム(NaOH)の価格よりもかなり高いことである。この課題は、リサイクル可能な固定化されたリパーゼを用いることによって対処される。しかし、固定化されたリパーゼの活性は、生成費用の観点で、リパーゼによるプロセスが、強塩基プロセスと匹敵するようになるような最低限のサイクル数リサイクルした後にも維持されていなければならない。固定化されたリパーゼは、典型的には、トランスエステル化で用いられる低級アルコールによって毒化されやすい。米国特許第6,398,707号(Wu et al. に対し、2002年6月4日発行)は、固定化されたリパーゼを高める方法、及び活性が低下した、固定化されたリパーゼを再生する方法を記載している。いくつかの適切な方法は、固定化されたリパーゼを、炭素原子数が3個未満のアルコールに所定時間、好ましくは、0.5~48時間、より好ましくは、0.5~1.5時間浸すことを含む。また、いくつかの適切な方法は、不活性化した、固定化されたリパーゼを、炭素原子が3個を超えないアルコールで洗浄し、次いで、この不活性化した、固定化されたリパーゼを、植物油に0.5~48時間浸すことを含む。

20

30

【0379】

特定の実施形態では、組み換えリパーゼを、リパーゼが作用して脂質を産生する同じ微生物中で発現する。適切な組み換えリパーゼとしては、上の表9に列挙されているもの、及び／又は上の表9に列挙されているGenbank寄託番号を有するもの、又は、上の表9に列挙されているリパーゼの1つとのアミノ酸同一性が少なくとも70%であり、リパーゼ活性を示すポリペプチドが挙げられる。さらなる実施形態では、酵素活性は、上に記載した配列の1つとの同一性が少なくとも約75%、少なくとも約80%、少なくとも約85%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、又は少なくとも約99%の配列に存在し、これらは全て、完全に記載されているかのように参照により組み込まれる。リパーゼ及び選択可能なマーカーをコードするDNAは、好ましくは、コドンが最適化されたcDNAである。微細藻類において発現させるための遺伝子を書き換える方法は、米国特許第7,135,290号に記載されている。

40

【0380】

バイオディーゼルに関する一般的な国際標準は、EN 14214である。ASTM D6751は、米国及びカナダで参照されている最も一般的なバイオディーゼル標準である。ドイツは、DIN EN 14214を使用しており、英国は、BS EN 14214の順守が必要である。上述の製品がこれらの標準を満たしているか否かを決定するための基本的な工業用試験としては、典型的には、ガスクロマトグラフィー、HPLCなど

50

が挙げられる。上述の品質表寿を満たすバイオディーゼルは、非常に毒性が低く、毒性の評価 (LD_{50}) は、 50 mL/kg より大きい。

【0381】

ASTM標準を満たすバイオディーゼルは、毒性が低くなければならないが、堆積物として溶液から結晶化し、及び／又は沈殿し、沈む傾向のある混入物質が存在している場合がある。堆積物の生成は、バイオディーゼルが低い温度で使用される場合、特に問題である。堆積物又は沈殿は、燃料の流れを減らし、燃料ラインを詰まらせ、フィルターを詰まらせるなどの問題を引き起こす場合がある。もっと品質の高い製品を製造するために、バイオディーゼル中の上述の混入物質及び堆積物を除去することに特に対処するプロセスが、当該技術分野でよく知られている。このようなプロセスの例としては、限定されないが、リン脂質及び遊離脂肪酸のような混入物質を除去するための、油の前処理（例えば、ガム状物質の除去、苛性ソーダによる精製、シリカ吸着剤による濾過）及び冷却状態での濾過が挙げられる。冷却状態での濾過は、生成した後のバイオディーゼル中に存在する任意の粒状物及び堆積物を除去するために特に開発されたプロセスである。このプロセスは、バイオディーゼルの冷却し、低い温度で燃料を用いる場合に生成するかもしれない任意の堆積物又は沈殿を濾別する。このようなプロセスは、当該技術分野でよく知られており、米国特許公開第2007-0175091号に記載されている。適切な方法は、バイオディーゼルの約 38°C より低い温度まで冷却し、不純物及び混入物質をバイオディーゼル液体中、粒状物として析出させる。次いで、この冷却したバイオディーゼル材料に、珪藻土又は他の濾過材料を加えてスラリーを作成し、次いで、これを葉状圧力フィルター又は他の種類のフィルターで濾過し、粒状物を除去する。次いで、濾過したバイオディーゼルの堆積物及び珪藻土を除去する。

【0382】

実施例13は、*Prototheca moriformis*に由来するトリグリセリド油を用いた、バイオディーゼルの生成について記載している。実施例13で生成したバイオディーゼルのASTM D6751 A1法による、Cold Soak Filterabilityは、容積 300 mL で 120 秒であった。この試験は、 $B100$ 300 mL を濾過し、 40°F （約 4.5°C ）で 16 時間冷却し、室温まで加温し、減圧下、ステンレス鋼の支持材を取り付けた 0.7 マイクロメートルガラス繊維を用いて濾過する。本発明の油を、トランスエステル化し、冷状態浸漬時間が、 120 秒未満、 100 秒未満、 90 秒未満のバイオディーゼルの得ることができる。

【0383】

バイオディーゼルが、特定の冷温で使用される場合、次のプロセスを用いてもよい。このようなプロセスは、脱ろう及び画分化を含む。両プロセスは、曇り点（バイオディーゼルが結晶化し始める温度）を下げることによって、冷状態での流動性を高め、冬の燃料の性能を高める。バイオディーゼルの脱ろうするために、いくつかのアプローチが存在する。アプローチのひとつは、バイオディーゼルと、石油ディーゼルとをブレンドすることである。別のアプローチは、バイオディーゼルの曇り点を下げることが可能な添加剤を使用することである。別のアプローチは、添加剤中で混合し、飽和物質を結晶化させ、次いで結晶を濾別することによって、飽和メチルエステルを無差別に除去することである。画分化は、メチルエステルを個々の成分又は画分に選択的に分離し、これにより、特定のメチルエステルを除去するか、又は含むようにすることができる。画分化方法は、尿素による画分化、溶媒による画分化、熱による蒸留が挙げられる。

【0384】

本発明の方法によって提供される別の価値の高い燃料は、再生可能なディーゼルであり、 $C10:0$ 、 $C12:0$ 、 $C14:0$ 、 $C16:0$ 及び $C18:0$ のようなアルカンを含み、従って、バイオディーゼルとは区別することができる。高品質の再生可能なディーゼルは、ASTM D975の標準に適合している。本発明の方法によって生成する脂質は、再生可能なディーゼルの製造する原材料として役立たせることができる。従って、本

発明の別の態様では、再生可能なディーゼルを製造する方法が提供される。再生可能なディーゼルは、熱水で処理すること（熱水処理）；水素化処理；間接的な液化といった、少なくとも3種類のプロセスで製造することができる。これらのプロセスによって、エステルではない留分が得られる。これらのプロセスの間、本明細書に記載されるように生成し、単離されたトリアシルグリセリドを、アルカンへと変換する。

【0385】

一実施形態では、再生可能なディーゼルを生成する方法は、（a）脂質を含有する微生物を本明細書に開示されている方法を用いて育てることと、（b）微生物を溶解させ、溶解物を生成する工程と、（c）溶解した微生物から脂質を単離する工程と、（d）脂質を脱酸素し、熱水処理してアルカンを生成することを含み、これによって再生可能なディーゼルが得られる。再生可能なディーゼルを製造するのに適した脂質は、ヘキサンのような有機溶媒を用い、微生物バイオマスから抽出することによって、又は米国特許第5,928,696号に記載されるような他の方法によって得ることができる。いくつかの適切な方法は、機械的に加圧し、遠心分離処理することを含んでいてもよい。

10

【0386】

いくつかの方法では、まず、微生物脂質を、熱処理と組み合わせてクラッキングし、それぞれ、炭素鎖長を短くし、二重結合を飽和させる。次いで、この物質を異性化し、これも熱水処理と組み合わせる。次いで、ナフサ画分を蒸留によって除去し、次いで、さらに蒸留し、ASTM D975の標準を満たすように、ディーゼル燃料中の望ましい成分を蒸気にし、蒸留しつつ、D975の標準を満たすのに望ましいものよりも重い成分は残す。トリグリセリド油を含む油を化学的に改変する熱水処理方法、ハイドロクラッキング方法、脱酸素方法、異性化方法は、当該技術分野でよく知られている。例えば、European patent applications EP1741768 (A1)；EP1741767 (A1)；EP1682466 (A1)；EP1640437 (A1)；EP1681337 (A1)；EP1795576 (A1)；米国特許第7,238,277号；第6,630,066号；第6,596,155号；第6,977,322号；第7,041,866号；第6,217,746号；第5,885,440号；第6,881,873号を参照。

20

【0387】

再生可能なディーゼルを生成する方法の一実施形態では、脂質を処理してアルカンを得ることは、脂質組成物の熱水処理によって行われる。熱水処理において、典型的には、バイオマスを、高温高压下、水中で反応させて、油と残留する固体を生成させる。変換温度は、典型的には、300°F～660°F（約149°C～約349°C）であり、圧力は、水が主に液体のままであるのに十分な圧力であり、100～170標準大気圧（atm）である。反応時間は、15～30分程度である。反応が終了した後、有機物を水から分離する。それにより、ディーゼルに適した留分が得られる。

30

【0388】

再生可能なディーゼルを製造するいくつかの方法では、トリグリセリドを処理する第1の工程は、二重結合を飽和させる水素化処理であり、次いで、水素及び触媒存在下、高温で脱酸素させる。いくつかの方法では、水素化及び脱酸素は、同じ反応中に起こる。他の方法では、水素化の前に脱酸素が起こる。次いで、場合により、これも水素及び触媒が存在する条件で、異性化を行う。ナフサ成分は、好ましくは、蒸留によって除去される。例えば、米国特許第5,475,160号（hydrogenation of triglycerides）；第5,091,116号（deoxygenation, hydrogenation and gas removal）；第6,391,815号（hydrogenation）；第5,888,947号（isomerization）を参照。

40

【0389】

トリグリセリドを水素化するのに適した方法のひとつは、銅、亜鉛、マグネシウム、ランタニウムの塩の水溶液と、アルカリ金属、又は好ましくは、炭酸アンモニウムの別の溶

50

液とを調製することを含む。この２種類の溶液を、約 20℃～約 85℃の温度まで加熱し、触媒を生成させるために、沈殿容器の pH が 5.5～7.5 に維持されるように、沈殿容器に秤量しながら一緒に加える。沈殿容器にさらなる水を最初に入れておいてもよく、又は、塩溶液及び沈殿溶液と同時に入れてもよい。得られた沈殿を十分に洗浄し、乾燥させ、約 300℃で焼結し、約 100℃～約 400℃の範囲の温度で、水素で活性化する。次いで、容器中、１つ以上のトリグリセリドを接触させ、上述の触媒存在下、水素と反応させてもよい。この反応槽は、トリクルベッド反応槽、固定床気体－固体反応槽、充填気泡反応槽、連続攪拌型タンク反応槽、スラリー相反応槽、又は当該技術分野で既知の任意の他の適切な反応槽であってもよい。このプロセスは、バッチ式で行ってもよく、連続的な様式で行ってもよい。反応温度は、典型的には、約 170℃～約 250℃の範囲であり、一方、反応圧力は、典型的には、約 300 psig (約 2,000 kPa)～約 2,000 psig (約 13,000 kPa) の範囲内にある。さらに、本発明のプロセスにおいて、水素とトリグリセリドとのモル比は、典型的には、約 20:1～約 700:1 の範囲にある。このプロセスは、典型的には、約 0.1 hr⁻¹～約 5 hr⁻¹ の範囲の重量空間速度 (WHSV) で行われる。当業者は、反応に必要な時間は、使用する温度、水素とトリグリセリドとのモル比、水素の分圧によってさまざまであることを認識するだろう。このような水素化プロセスで生成する生成物は、脂肪族アルコール、グリセロール、微量のパラフィン及び未反応のトリグリセリドを含む。これらの生成物を、典型的には、例えば、蒸留、抽出、濾過、結晶化などの従来の手段によって分離する。

【0390】

石油精製業者は、水素化処理を利用し、原料を水素で処理することによって不純物を除去する。水素化処理による変換温度は、典型的には、300°F～700°F (約 149℃～約 371℃) である。圧力は、典型的には、40～100 atm である。反応時間は、典型的には、10～60 分程度である。固体触媒を利用し、特定の反応速度を上げ、特定の生成物の選択性を上げ、水素の消費量を最適化する。

【0391】

油を脱酸素するのに適した方法は、油を約 350°F～約 550°F (約 177℃～約 288℃) の範囲の温度まで加熱することと、少なくとも大気圧よりも高い圧力で、少なくとも 5 分間、加熱した油を窒素と連続的に接触させることとを含む。

【0392】

異性化に適した方法は、アルカリ異性化、及び当該技術分野で既知の他の油異性化を含む。

【0393】

熱水処理及び水素化処理によって、最終的に、トリグリセリド供給物の分子量が低下する。トリグリセリド分子は、水素化処理条件で、プロパン分子と、３種類のこれより重い炭化水素分子、典型的には、C8～C18 の範囲の炭化水素分子の４種類の炭化水素へと還元される。

【0394】

従って、一実施形態では、本発明の脂質組成物で行われる１つ以上の化学反応の生成物は、ASTM D975 の再生可能なディーゼルを有するアルカン混合物である。微生物による炭化水素の産生は、Metzger et al. Appl Microbiol Biotechnol (2005) 66:486-496 及び A Look Back at the U. S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae, NREL/TP-580-24190、John Sheehan、Terri Dunahay、John Benemann and Paul Roessler (1998) にまとめられている。

【0395】

ディーゼル燃料の蒸留特性は、T10-T90 (それぞれ、容積で 10% 及び 90% が留出した温度) の観点で記載される。再生可能なディーゼルは、Prototheca

m o r i f o r m i s トリグリセリド油から作られ、実施例 13 に記載されている。実施例 13 で作られた物質の T 10 - T 90 は、57.9℃であった。本明細書に開示されている油の水素化処理、異性化、他の共有結合の改変、及び、本明細書に開示されている蒸留及び画分化（例えば、冷状態での濾過）を利用し、本明細書に開示されている方法に従って作られるトリグリセリド油を用い、他の T 10 - T 90 範囲、例えば、20℃、25℃、30℃、35℃、40℃、45℃、50℃、60℃、65℃の再生可能なディーゼル組成物を生成することができる。

【0396】

実施例 13 で作られる材料の T 10 は、242.1℃であった。本明細書に開示されている油の方法水素化処理、異性化、他の共有結合の改変、及び、本明細書に開示されている蒸留及び画分化（例えば、冷状態での濾過）を利用し、他の T 10 値、例えば、T 10 が 180～295、190～270、210～250、225～245、少なくとも 290 の再生可能なディーゼル組成物を生成してもよい。

【0397】

実施例 13 で作られる材料の T 90 は、300℃であった。本明細書に開示されている油の方法水素化処理、異性化、他の共有結合の改変、及び、本明細書に開示されている蒸留及び画分化（例えば、冷状態での濾過）を利用し、他の T 90 値、例えば、T 90 が 280～380、290～360、300～350、310～340、少なくとも 290 の再生可能なディーゼル組成物を生成してもよい。

【0398】

実施例 13 で作られる材料の最終沸点（FBP）は、300℃であった。本明細書に開示されている油の方法は、水素化処理、異性化、他の共有結合の改変、及び、本明細書に開示されている蒸留及び画分化（例えば、冷状態での濾過）を利用し、他の FBP 値、例えば、FBP が 290～400、300～385、310～370、315～360、少なくとも 300 の再生可能なディーゼル組成物を生成してもよい。

【0399】

本発明の方法及び組成物によって提供される他の油に、水素化処理、異性化、他の共有結合の改変を組み合わせてもよく、（a）C8～C14 が少なくとも 1%～5%、好ましくは少なくとも 4%；（b）C8 が少なくとも 0.25%～1%、好ましくは少なくとも 0.3%；（c）C10 が少なくとも 1%～5%、好ましくは少なくとも 2%；（d）C12 が少なくとも 1%～5%、好ましくは少なくとも 2%；及び（3）C8～C14 が少なくとも 20%～40%、好ましくは少なくとも 30% の脂質プロフィールを有する油を含む。

【0400】

従来の超低硫黄ディーゼルは、2 工程プロセスによって、バイオマスの任意の形態から製造してもよい。第 1 に、バイオマスを、水素及び一酸化炭素を豊富に含む気体状混合物である合成ガスに変換する。次いで、この合成ガスを、触媒によって液体に変換する。典型的には、液体の生成は、F i s c h e r - T r o p s c h（FT）合成を用いて行われる。この技術は、石炭、天然ガス、重油に応用される。従って、再生可能なディーゼルを製造する方法のさらに別の好ましい実施形態では、脂質組成物を処理し、アルカンを得ることは、脂質組成物を間接的に液状化することによって行われる。

【0401】

また、本発明は、ジェット燃料を生成する方法を提供する。ジェット燃料は、透明から麦わら色である。最も一般的な燃料は、航空機 A-1 と分類される、鉛を含んでいない／パラフィン油系の燃料であり、国際的な標準化された一連の仕様を満たすように製造される。ジェット燃料は、多種類の異なる炭化水素の混合物であり、おそらく、数千種類以上が含まれているだろう。これらの物質の大きさの範囲（分子量又は炭素数）は、例えば、凍結点又は発煙点のような生成物の要求によって制限される。ケロシン（K e r o s o n e）型の航空機燃料（J e t A 及び J e t A-1 を含む）は、炭素数が約 8～16 の炭素分布を有する。ワイドカット型又はナフサ型の航空機燃料（J e t B を含む）は、

典型的には、炭素数が約 5 ～ 15 の炭素分布を有する。

【0402】

両方の航空機燃料 (Jet A 及び Jet B) は、多くの添加剤を含み得る。有用な添加剤としては、限定されないが、酸化防止剤、帯電防止剤、腐食阻害剤、燃料計凍結阻害 (FSII) 剤が挙げられる。酸化防止剤は、ガム化を防ぎ、通常は、アルキル化フェノール系のものであり、例えば、AO-30、AO-31 又は AO-37 である。帯電防止剤は、静電気を発散させ、火花を防ぐ。ジノニルナフチルスルホン酸 (DINNSA) を活性な成分として含む Stadis 450 は、一例である。腐食阻害剤、例えば、DCI-4A は、民間用燃料及び軍事用燃料に用いられ、DCI-6A は、軍事用燃料に用いられる。FSII 剤としては、例えば、Di-EGME が挙げられる。

10

【0403】

本発明の一実施形態では、ジェット燃料は、藻の燃料と、既存のジェット燃料とをブレンドすることによって作られる。本発明の方法によって生成した脂質を、原材料として使い、ジェット燃料を製造する。従って、本発明の別の態様では、ジェット燃料を生成する方法が提供される。これとともに、本発明の方法によって生成される脂質からジェット燃料を製造する、流体触媒クラッキング (FCC) 及び水素化脱酸素 (HDO) の 2 つの方法が提供される。

【0404】

流体触媒クラッキング (FCC) は、重い未精製画分から、オレフィン、特にプロピレンを製造するのに用いられる方法のひとつである。本発明の方法によって生成した脂質を、オレフィンへと変換することができる。このプロセスは、生成した脂質を FCC ゾーンに流すことと、ジェット燃料として有用な、オレフィンを含む生成物流を集めることとを含む。生成した脂質を、クラッキング条件で、クラッキング触媒と接触させ、ジェット燃料として有用なオレフィン及び炭化水素を含む生成物流を得る。

20

【0405】

一実施形態では、ジェット燃料を生成する方法は、(a) 脂質を含有する微生物を、本明細書に開示されている方法を用いて育てることと、(b) 微生物を溶解させ、溶解物を生成する工程と、(c) 溶解した微生物から脂質を単離する工程と、(d) 脂質組成物を処理することとを含み、それによって、ジェット燃料が作られる。ジェット燃料を生成する方法の一実施形態では、脂質組成物は、流体触媒クラッキングゾーンへと流れてもよく、一実施形態では、脂質組成物と、クラッキング触媒とをクラッキング条件で接触させ、 $C_2 \sim C_5$ オレフィンを含む生成物流を得てもよい。

30

【0406】

この方法の特定の実施形態では、脂質組成物に存在し得る任意の混入物質を除去することが望ましい場合がある。従って、脂質組成物を、流体触媒クラッキングゾーンに流す前に、脂質組成物を前処理する。前処理は、脂質組成物と、イオン交換樹脂とを接触させることを含み得る。イオン交換樹脂は、AmberlystTM-15 のような酸性イオン交換樹脂であり、脂質組成物が上向又は下向に流れる、反応槽中の床として用いてもよい。他の前処理は、脂質組成物を、硫酸、酢酸、硝酸又は塩酸のような酸と接触させることによる、穏和な酸洗浄を含んでいてもよい。接触は、通常は、周囲温度及び周囲圧力で、希釈酸溶液を用いて行われる。

40

【0407】

脂質組成物は、場合により前処理されており、これを FCC ゾーンに流し、このゾーンで、炭化水素系成分をクラッキングしてオレフィンにする。触媒クラッキングは、反応ゾーンで、脂質組成物を、細かく分割した粒状物質で構成される触媒と接触させることによって行われる。反応は、ハイドロクラッキングとは対照的な触媒クラッキングであり、水素を加えない状態で行われるか、又は水素を消費する状態で行われる。クラッキング反応が進むにつれて、かなりの量のコークスが触媒上に蓄積する。再生ゾーンで、触媒から高温でコークスを燃焼させることによって、触媒は再生する。コークスを含有する触媒は、本明細書では「コークス化触媒」と呼ばれ、反応ゾーンから再生ゾーンへと連続的に移動

50

し、再生し、再生ゾーンから、本質的にコークスを含まない再生された触媒に置き換わる。種々の気体流によって触媒粒子を流動化すると、反応ゾーンと再生ゾーンとの間を触媒が移動することができる。炭化水素をクラッキングする方法、例えば、流動化した触媒流の中で本明細書に記載の脂質組成物の炭化水素をクラッキングし、反応ゾーンと再生ゾーンとの間を触媒が移動し、再生槽でコークスを燃焼させる方法は、FCCプロセスの分野で当業者には周知である。例示的なFCC用途、及び $C_2 \sim C_5$ オレフィンを得るために、脂質組成物をクラッキングするのに有用な触媒は、米国特許第6,538,169号、第7,288,685号に記載されており、これらの文献は、内容全体が参照により組み込まれる。

【0408】

適切なFCC触媒は、一般的に、少なくとも2つの成分を含み、この2つの成分は、同じマトリックス上にあってもよく、同じマトリックス上になくてもよい。ある実施形態では、2つの成分は、両方とも、反応容器全体を循環していてもよい。第1の成分は、一般的に、流動化した触媒クラッキングの分野で用いられる、よく知られている任意の触媒、例えば、活性アモルファスクレイ型触媒及び／又は高い活性を有する結晶性分子ふるいを含んでいる。分子ふるい触媒は、望ましい生成物に対する選択性がかなり向上しているため、アモルファス触媒よりも好ましい場合がある。いくつかの好ましい実施形態では、ゼオライトを、FCCプロセスの分子ふるいとして用いてもよい。好ましくは、第1の触媒成分は、大きな孔のゼオライト、例えば、Y型ゼオライト、活性アルミナ材料、シリカ又はアルミナのいずれかを含むバインダー材料、カオリンのような不活性フィラーを含んでいる。

【0409】

一実施形態では、本発明の脂質組成物のクラッキングは、FCCゾーンのライザー部分、又はリフト部分で起こる。脂質組成物は、ノズルによってライザー部分に導入され、その結果、脂質組成物がすばやく蒸気になる。触媒を接触させる前に、脂質組成物は、一般的には、約 $149^{\circ}\text{C} \sim 316^{\circ}\text{C}$ ($300^{\circ}\text{F} \sim 600^{\circ}\text{F}$)の温度を有しているであろう。この触媒は、ブレンダー容器からライザー部分に流れ、この部分で、約2秒又はそれより短い時間、脂質組成物と接触する。

【0410】

ブレンダーされた触媒及び反応した脂質組成物の蒸気は、出口を通過して、ライザー上部から排出され、オレフィンを含むクラッキングした生成物の蒸気流の中で分離し、かなりの量のコークスで覆われた、一般的に「コークス触媒」と呼ばれる触媒粒子を集める。望ましい生成物が望ましくない他の生成物にさらに変換されるのを促進するおそれがある、脂質組成物と触媒とが接触している時間を最小限にする試みにおいて、旋回アームの配置のような、セパレーターの配置を利用し、生成物流からコークス化触媒をすばやく離すことができる。セパレーター、例えば、旋回アームセパレーターは、チャンバの下側部分に位置するストリップングゾーンを備えるチャンバの上側部分に位置している。旋回アームの配置から離れた触媒は、ストリップングゾーンに落ちる。軽質オレフィン及びいくつかの触媒を含む、クラッキングした炭化水素を含むクラッキングした生成物の蒸気流は、サイクロンとつながった管を通過してチャンバを出る。サイクロンは、生成物の蒸気流から、残留する触媒粒子を除去し、粒子の濃度を非常に低いレベルまで下げる。次いで、生成物の蒸気流は、分離容器の上側を出る。サイクロンによって分離された触媒は、分離容器に戻り、次いで、ストリップングゾーンに戻る。ストリップングゾーンは、蒸気と向流で接触させることによって、触媒表面から吸着した炭化水素を除去する。

【0411】

炭化水素の分圧は、低い状態で軽質オレフィンを生成しやすくするように働く。従って、ライザーの圧力は、約 $172 \sim 241 \text{ kPa}$ ($25 \sim 35 \text{ psia}$)に設定し、炭化水素の分圧は約 $35 \sim 172 \text{ kPa}$ ($5 \sim 25 \text{ psia}$)に設定し、好ましい炭化水素の分圧は、約 $69 \sim 138 \text{ kPa}$ ($10 \sim 20 \text{ psia}$)である。このように比較的低い炭化水素の分圧は、希釈剤が脂質組成物の $10 \sim 55 \text{ wt}\%$ 、好ましくは、約 $15 \text{ wt}\%$ に

なる程度まで、蒸気を希釈剤として用いることによって達成される。同等な炭化水素分圧を達成するために、乾燥ガスのような他の希釈剤を用いてもよい。

【0412】

ライザー出口でのクラッキングした蒸気の温度は、約510℃～621℃（950°F～1150°F）であろう。しかし、ライザー出口の温度が566℃（1050°F）より高いと、もっと気体は乾燥し、もっとオレフィンが増える。一方、ライザー出口の温度が566℃（1050°F）より低いと、エチレン及びプロピレンが減る。従って、約566℃～約630℃の好ましい温度で、約138kPa～約240kPa（20～35psia）の好ましい圧力で、FCCプロセスを行うことが好ましい。このプロセスの別の条件は、脂質組成物に対する触媒の比率であり、この比率は、約5～約20、好ましくは、約10～約15の間で異なる。

10

【0413】

ジェット燃料を生成する方法の一実施形態では、脂質組成物は、FCC反応槽のリフト部分に導入される。リフト部分での温度は、非常に熱く、約700℃（1292°F）～約760℃（1400°F）の範囲であり、脂質組成物に対する触媒の比率は、約100～約150であろう。脂質組成物をリフト部分に導入すると、かなりの量のプロピレン及びエチレンを生成するであろうことが予測される。

【0414】

本明細書で記載されるように生成した脂質組成物及び脂質を用い、ジェット燃料を生成する方法の別の実施形態では、脂質組成物又は脂質の構造は、水素化脱酸素（HDO）と呼ばれるプロセスによって破壊される。HDOは、水素を用いて酸素を除去することを意味し、つまり、この材料の構造を破壊しつつ、酸素を除去することを意味する。オレフィン系二重結合を水素化し、任意の硫黄化合物及び窒素化合物を除去する。硫黄の除去は、水素化脱硫黄（HDS）と呼ばれる。原材料（脂質組成物又は脂質）の前処理及び純度は、触媒の寿命に関わる。

20

【0415】

一般的に、HDO/HDS工程において、水素を、供給原料（脂質組成物又は脂質）と混合し、この混合物を、並流として、単一成分又は二成分の供給原料として触媒床に流す。HDO/HDS工程の後、生成物の画分を分離し、別個の異性化反応槽に流す。生物学的出発物質のための異性化反応槽は、並流反応槽として文献に記載されている（FI 100 248）。

30

【0416】

供給される炭化水素、例えば、本明細書の脂質組成物又は脂質を水素化することによって燃料を生成するプロセスは、脂質組成物又は脂質を、第1の水素化ゾーンを通して水素ガスとともに並流として流すことによって行われ、その後に、水素ガスを、炭化水素流出物に対して向流で第2の水素化ゾーンに流すことによって、炭化水素流出物を第2の水素化ゾーンでさらに水素化する。C₂～C₅オレフィンを生成するために、脂質組成物をクラッキングするのに有用な、例示的なHDO用途及び触媒は、米国特許第7,232,935号に記載されており、内容全体が参照により組み込まれる。

【0417】

40

典型的には、水素化脱酸素工程において、本明細書の脂質組成物又は脂質のような生物学的成分の構造は分解され、酸素化合物、窒素化合物、リン化合物、硫黄化合物、軽質炭化水素が気体として除去され、オレフィン性結合は水素化される。このプロセスの第2の工程、すなわち、いわゆる異性化工程では、炭化水素鎖を分岐させ、低温でパラフィンの性能を向上させるために、異性化が起こる。

【0418】

クラッキングプロセスの第1の工程、すなわち、HDO工程では、水素ガス及び水素化されるべき本明細書の脂質組成物又は脂質は、HDO触媒床系に向かって並流又は向流で流れ、この触媒床系は、1つ以上の触媒床、好ましくは、1～3個の触媒床を有する。HDO工程は、典型的には、並流の様式で操作される。2種以上の触媒床を含むHDO触媒

50

床系の場合には、床のうち1つ以上を、向流の原理を用いて操作してもよい。HDO工程では、圧力は、20～150 barを変動し、好ましくは、50～100 barを変動し、温度は、200～500℃で変動し、好ましくは、300～400℃の範囲で変動する。HDO工程では、周期律表のV I I族及び／又はV I B族の金属を含む既知の水素化触媒を用いてもよい。好ましくは、水素化触媒は、担持されたPd、Pt、Ni、NiMo又はCoMoの触媒であり、担持体は、アルミナ及び／又はシリカである。典型的には、NiMo／Al₂O₃触媒及びCoMo／Al₂O₃触媒を用いる。

【0419】

HDO工程の前に、本明細書の脂質組成物又は脂質を、場合により、穏和な条件下で前水素化することにより処理し、二重結合の副作用を避けることができる。このような前水素化は、前水素化触媒存在下、温度が50～400℃、水素圧が1～200 bar、好ましくは、150～250℃の温度で、水素圧が10～100 barで行われる。触媒は、周期律表のV I I I族及び／又はV I B族の金属を含んでいてもよい。好ましくは、前水素化触媒は、担持されたPd、Pt、Ni、NiMo又はCoMoの触媒であり、担持体は、アルミナ及び／又はシリカである。

【0420】

HDO工程からの水素を含む気体の流れを冷却し、次いで、一酸化炭素、二酸化炭素、窒素化合物、リン化合物、硫黄化合物、気体状軽質炭化水素及び他の不純物をここから除去する。圧縮した後、精製された水素又はリサイクルされた水素を第1の触媒床に戻すか、及び／又は、触媒床の間に戻し、抜き取られた気体の流れを構成する。圧縮された液体から水が取り除かれる。この液体を第1の触媒又は触媒床の間に流す。

【0421】

HDO工程の後、生成物に対し、異性化工程を行う。このプロセスにとって、炭化水素を異性化触媒と接触させる前に、可能な限り完全に不純物が除去されることが重要である。異性化工程は、場合により、ストリッピング工程を含んでおり、HDO工程の反応生成物を、水蒸気又は軽質炭化水素、窒素又は水のような適切な気体を用いてストリッピングすることによって精製してもよい。この場合によって行われるストリッピング工程は、異性化触媒の上流にあるユニットで、向流様式で行われ、気体及び液体が互いに接触するか、又は向流の原理を利用する別個のストリッピングユニット中、実際の異性化反応槽の前に行われる。

【0422】

ストリッピング工程の後、水素ガス及び本明細書の水素化された脂質組成物又は脂質と、場合により、n-パラフィン混合物は、1個又は複数個の触媒床を含む反応異性化ユニットを通る。異性化工程の触媒床は、並流又は向流の様式で操作されてもよい。

【0423】

このプロセスについて、異性化工程に向流の原理が適用されることが重要である。異性化工程では、このことは、場合により行われるストリッピング工程、又は異性化反応工程、又はこの両方の工程に向流の様式で行うことによってなされる。異性化工程では、圧力は、20～150 bar、好ましくは、20～100 barの範囲で変動し、温度は、200～500℃、好ましくは、300～400℃である。異性化工程では、当該技術分野で知られている異性化触媒を用いてもよい。適切な異性化触媒は、分子ふるい及び／又はV I I属の金属及び／又はキャリアを含んでいる。好ましくは、異性化触媒は、SAPO-11又はSAPO41又はZSM-22又はZSM-23又はフェライト、Pt、Pd又はNi、Al₂O₃又はSiO₂を含む。典型的な異性化触媒は、例えば、Pt／SAPO-11／Al₂O₃、Pt／ZSM-22／Al₂O₃、Pt／ZSM-23／Al₂O₃、Pt／SAPO-11／SiO₂である。異性化工程及びHDO工程は、同じ加圧容器で行われてもよく、別個の加圧容器で行われてもよい。場合により行われる前水素化は、HDO工程及び異性化工程と加圧容器で行われてもよく、別個の加圧容器で行われてもよい。

【0424】

従って、一実施形態では、1つ又はそれ以上の化学反応の生成物は、HRJ-5を含んでなるアルカン混合物である。別の実施形態では、1つ以上の化学反応の生成物は、ASTM D1655ジェット燃料を含むアルカン混合物である。ある実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、硫黄含有量が10 ppm未満である。他の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、蒸留曲線のT10値が、205℃未満である。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、最終沸点(FBP)が300℃未満である。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、引火点が少なくとも38℃である。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、密度が775 K/M³~840 K/M³である。さらに別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、凍結点が-47℃未満である。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、正味の燃焼熱が、少なくとも42.8 MJ/Kである。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、水素含有量が、少なくとも13.4質量%である。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、定量重量分析JFOTで、260℃で試験した場合、熱安定性を有し、Hg 3mm未満である。別の実施形態では、ASTM 1655ジェット燃料の仕様に適合する組成物は、存在するガム状物が7 mg/dl未満である。

【0425】

したがって、本発明は、微細藻類脂質の化学的改変を行って、各種の工業などの用途に有用な生成物を得るための各種方法を開示する。本明細書に開示される方法により生成された油を改変するプロセスの例としては、油の加水分解、油の水素化処理、及び油のエステル化が挙げられるが、これらに限定されない。微細藻類脂質のその他の化学的改変としては、エポキシ化、酸化、加水分解、硫酸化、スルホン化、エトキシ化、プロポキシ化、アミド化及び鹸化が挙げられるが、これらに限定されない。微細藻類油の改変により、所望の機能のために選択された誘導体の油脂化学品へとさらに改変することが可能な、基本的な油脂化学品が得られる。燃料生成プロセスに関して上で述べたもの同様の様式で、これらの化学的な改変を、本明細書に記載されている微生物の培養物から生成した油に対して行ってもよい。基本的な油脂化学品の例としては、石鹸、脂肪酸、脂肪族エステル、脂肪族アルコール、脂肪族窒素化合物、脂肪酸メチルエステル及びグリセロールが挙げられるが、これらに限定されない。誘導体の油脂化学品としては、脂肪族ニトリル、エステル、ダイマー酸、四級アンモニウムカチオン、界面活性剤、脂肪族アルカノールアミド、脂肪族アルコールサルフェート、樹脂、乳化剤、脂肪族アルコール、オレフィン、掘削泥水、ポリオール、ポリウレタン、ポリアクリル酸、ゴム、ろうそく、化粧品、金属石鹸、石鹸、 α -スルホン化メチルエステル、脂肪族アルコールサルフェート、脂肪族アルコールエトキシレート、脂肪族アルコールエーテルサルフェート、イミダゾリン、界面活性剤、洗剤、エステル、四級アンモニウムカチオン、オゾン分解産物、脂肪族アミン、脂肪族アルカノールアミド、エトキシサルフェート、モノグリセリド、ジグリセリド、トリグリセリド(中鎖脂肪酸トリグリセリドを含む)、滑沢剤、油圧油、グリース、誘電性流体、離型剤、金属加工油剤、熱媒体流体、その他の機能液、工業化学製品(例えば、洗浄剤、繊維加工助剤、可塑剤、安定化剤、添加剤)、表面塗装剤、塗料及びラッカー、電気配線絶縁体、並びに高級アルカンが挙げられるが、これらに限定されない。

【0426】

本発明の方法によって生成するグリセロ脂質に由来する脂肪酸構成要素を加水分解することによって、他の有用な化学物質を生成するように誘導体化することが可能な遊離脂肪酸が得られる。加水分解は、水及び触媒の存在下で起こり、触媒は、酸であっても、塩基であってもよい。以下に報告されているように、放出された遊離脂肪酸を誘導体化して、種々の生成物を得ることができる。米国特許第5,304,664号(Highly sulfated fatty acids);第7,262,158号(Cleansing compositions);第7,115,173号(Fabric soft

ener compositions) ; 第6, 342, 208号 (Emulsions for treating skin) ; 第7, 264, 886号 (Water repellent compositions) ; 第6, 924, 333号 (Paint additives) ; 第6, 596, 768号 (Lipid-enriched ruminant feedstock) ; 第6, 380, 410号 (Surfactants for detergents and cleaners) 。

【0427】

加水分解に関し、本発明の一実施形態では、トリグリセリド油を、場合により、まず、水又は水酸化ナトリウムのような液体培地中で加水分解し、グリセロール及び石鹼を得る。種々の適切なトリグリセリド加水分解方法が存在し、限定されないが、鹼化、酸加水分解、アルカリ加水分解、酵素加水分解（本明細書で、分解とも呼ばれる）、加圧熱水を用いた加水分解が挙げられる。当業者は、油脂化学品を生成するためにトリグリセリド油を加水分解する必要はないことを理解するだろう。むしろ、油を、他の既知のプロセスによって、望ましい油脂化学品に直接変換してもよい。例えば、トリグリセリド油を、エステル化によって、メチルエステル脂肪酸に直接変換してもよい。

10

【0428】

ある実施形態では、本明細書に開示されている方法によって生成した油の触媒的加水分解は、油をグリセロールと脂肪酸とに分解することによって起こる。上述のように、脂肪酸を、誘導体の油脂化学品を得るためのいくつかの他の改変によって、さらに処理してもよい。例えば、一実施形態では、脂肪酸は、アミノ化反応を受け、脂肪族窒素化合物を生成してもよい。別の実施形態では、脂肪酸は、オゾン分解を受け、一塩基酸及び二塩基酸を生成してもよい。

20

【0429】

他の実施形態では、加水分解は、本明細書で生成した油の分解によって起こり、油脂化学品を生成してもよい。いくつかの本発明の好ましい実施形態では、トリグリセリド油を分解してから、他のプロセスを行ってもよい。当業者は、限定されないが、酵素分解及び加圧分解を含む多くの適切なトリグリセリド分解方法が存在することを認識しているであろう。

【0430】

一般的に、酵素による油分解方法は、酵素リパーゼを、水／油混合物に作用する生体触媒として使用する。次いで、酵素分解によって、油又は脂肪を、それぞれグリセロールと遊離脂肪酸とに分解する。次いで、グリセロールは、水相に移動し、一方、有機相には、遊離脂肪酸が豊富に含まれる。

30

【0431】

酵素分解反応は、一般的に、有機相と水相との間の相の境界で起こり、酵素は、相の境界にしか存在しない。相の境界にきたトリグリセリドが、分解反応に寄与するか、又は分解反応に参加する。反応が進むにつれて、脂肪酸の占有密度又は濃度が、遊離脂肪酸と比較すると、まだグリセリドと化学的に結合しており、相の境界での占有密度又は濃度が低くなり、その結果、反応が遅くなる。特定の実施形態では、酵素分解を室温で行ってもよい。当業者は、所望な脂肪酸へと分解するのに適切な条件を知っているであろう。

40

【0432】

例として、反応速度は、界面の境界面が増えることによって速くすることができる。反応が終了したら、遊離脂肪酸を、有機相から酵素を含まずに分離し、まだグリセリドと化学的に結合した脂肪酸を含む残渣を、再び再び供給するか、又はリサイクルし、分解させるべき新しい油又は脂肪と混合する。この様式で、リサイクルされたグリセリドについて、次いで、さらなる酵素分解プロセスを行う。ある実施形態では、遊離脂肪酸を、このような様式で部分的に分解した油又は脂肪から抽出する。この様式で、化学的に結合している脂肪酸（トリグリセリド）が、分解プロセスに戻されるか、又は再び供給される場合、酵素の消費を顕著に減らすことができる。

【0433】

50

分解度は、測定した酸価を、所与の油又は脂肪からコンピュータで割り出すことが可能な理論的に可能な酸価で割った比率として決定される。好ましくは、酸価は、標準的な一般的な方法による滴定手段によって測定される。又は、グリセロール水相の密度は、分解度の測定値として測ることができる。

【0434】

一実施形態では、本明細書に記載されているような分解プロセスは、生成した油のアルカリ精製プロセスから得られる、いわゆる石鹸ストックに含まれるモノグリセリド、ジグリセリド、トリグリセリドを分解するのにも適している。このように、石鹸ストックは、それより前に天然の油が脂肪酸へと鹸化されることなく、定量的に変換することができる。この目的で、石鹸に化学的に結合している脂肪酸は、好ましくは、酸を加えることによって、分解の前に放出される。特定の実施形態では、分解プロセスのために、水及び酵素に加えて、緩衝溶液を用いる。

10

【0435】

一実施形態では、本発明の方法に従って生成した油に対し、加水分解方法として鹸化を行うことができる。動物性油及び植物性油は、典型的には、遊離脂肪酸と三価アルコールであるグリセロールとのエステルであるトリグリセリド (TAG) から作られる。アルカリ加水分解反応において、TAG中のグリセロールが除去され、ナトリウム又はカリウムのようなアルカリ金属と会合し、脂肪酸塩を生成することができる、3個のカルボン酸アニオンが残る。このスキームで、カルボン酸の構成要素が、グリセロール部分から開裂し、ヒドロキシル基によって置き換えられる。この反応で用いられる塩基 (例えば、KOH) の量は、望ましい鹸化度によって決定される。目的が、例えば、TAG組成物に元も存在している油をいくらか含んでいる石鹸を生成することである場合、TAGの全てを脂肪酸に変換するには十分でない塩基の量が、反応混合物に入れられる。通常は、この反応は水溶液中で行われ、ゆっくりと進むが、熱を加えて反応を速め得る。脂肪酸塩の沈殿は、例えば、水溶性のアルカリ金属ハロゲン化物 (例えば、NaCl又はKCl) のような塩を反応混合物に加えることによって促進され得る。好ましくは、塩基は、NaOH又はKOHのようなアルカリ金属の水酸化物である。又は、例えば、トリエタノールアミン及びアミノメチルプロパノールを含め、アルカノールアミンのような他の塩基を反応スキームで用いてもよい。ある場合では、これらの代替法は、透明な石鹸製品を作るのに好ましい場合がある。一実施形態では、鹸化を施す液体組成物は、本明細書に記載されている通りに生成された獣脂模倣物 (すなわち、獣脂の液体組成物に類似した液体組成物)、又は獣脂模倣物と別のトリグリセリド油とのブレンドである。

20

30

【0436】

いくつかの方法では、化学的な改変の第1の工程は、二重結合を飽和させるための水素化処理であってもよく、次いで、水素及び触媒が存在する条件下、高温で脱酸素を行う。他の方法では、水素化及び脱酸素は、同じ反応で行ってもよい。さらに他の方法では、脱酸素は、水素化の前に行う。次いで、場合により、異性化を行ってもよく、これも水素及び触媒の存在下で行ってもよい。最後に、所望の場合、気体及びナフサ成分を除去することができる。例えば、米国特許第5,475,160号 (hydrogenation of triglycerides); 第5,091,116号 (deoxygenation, hydrogenation and gas removal); 第6,391,815号 (hydrogenation); 第5,888,947号 (isomerization) を参照。

40

【0437】

本発明のある実施形態では、トリグリセリド油を、部分的に脱酸素するか、又は完全に脱酸素する。脱酸素反応によって、限定されないが、脂肪酸、脂肪族アルコール、ポリオール、ケトン、アルデヒドのような所望な生成物が得られる。一般的に、いかなる特定の理論によっても限定されないが、脱酸素反応は、限定されないが、水素化分解、水素化、連続的な水素化—水素化分解、連続的な水素化分解—水素化、水素化—水素化分解反応の組み合わせを含む種々の異なる反応経路の組み合わせを含んでおり、その結果、脂肪酸又

50

は脂肪酸エステルから酸素が少なくとも部分的に除去され、脂肪族アルコールのような反応生成物が生成し、さらなるプロセスによって、この生成物を所望な化学物質へと簡単に変換することができる。例えば、一実施形態では、脂肪族アルコールを、FCC反応によってオレフィンへと変換してもよく、縮合反応によって高級アルカンへと変換してもよい。

【0438】

このような化学的な改変のひとつは水素化であり、水素化は、グリセロ脂質又は遊離脂肪酸の脂肪酸構成要素中にある二重結合に水素を添加することである。水素化プロセスによって、液体の油が、特定の用途ではさらに適切な場合がある半固体又は固体の脂肪へと変換される。

10

【0439】

本明細書に記載の方法によって生成する油の水素化は、米国特許第7,288,278号(Food additives or medicaments);第5,346,724号(Lubrication products);第5,475,160号(Fatty alcohols);第5,091,116号(Edible oils);第6,808,737号(Structural fats for margarine and spreads);第5,298,637号(Reduced-calorie fat substitutes);第6,391,815号(Hydrogenation catalyst and sulfur adsorbent);第5,233,099号及び第5,233,100号(Fatty alcohols);第4,584,139号(Hydrogenation catalysts);第6,057,375号(Foam suppressing agents);第7,118,773号(Edible emulsion spreads)に報告されているように、本明細書で提供している1つ以上の方法及び／又は材料と組み合わせて行うことができる。

20

【0440】

当業者は、種々のプロセスを用いて炭水物を水素化してもよいことを認識するだろう。適切な方法のひとつは、炭水化物を、水素化反応槽中で、水素化生成物を得るのに十分な条件で、水素又は適切な気体と混合した水素及び触媒と接触させることを含む。水素化触媒は、一般的に、Cu、Re、Ni、Fe、Co、Ru、Pd、Rh、Pt、Os、Ir、及びこれらの合金又は任意の組み合わせを、単独で、又は、W、Mo、Au、Ag、Cr、Zn、Mn、Sn、B、P、Bi、及びこれらの合金又は任意の組み合わせのようなプロモーターとともに含んでもよい。他の有効な水素化触媒材料としては、レニウムで改変された、担持されたニッケル又はルテニウムが挙げられる。一実施形態では、水素化触媒も、触媒の望ましい機能性に依存して、任意の担持体を含んでもよい。水素化触媒を、当業者に既知の方法によって調製してもよい。

30

【0441】

ある実施形態では、水素化触媒は、担持されたVII族の金属触媒、金属スポンジ材料(例えば、スポンジニッケル触媒)を含んでいる。ラネーニッケルは、本発明で用いるのに適した、活性化されたスポンジニッケルの一例である。他の実施形態では、本発明の水素化反応は、ニッケル-レニウム触媒又はタングステンによって改変されたニッケル触媒を含む触媒を用いて行われる。本発明の水素化反応に適切な触媒の一例は、炭素に担持されたニッケル-レニウム触媒である。

40

【0442】

一実施形態では、適切なラネーニッケル触媒を、適切な等重量のニッケル及びアルミニウムの合金を、アルカリ水溶液、例えば、約25重量%の水酸化ナトリウムを含むアルカリ水溶液で処理することによって調製し得る。アルミニウムを、アルカリ水溶液によって選択的に溶解し、ほとんどがニッケルで、少量のアルミニウムを含むスポンジ型の材料を得る。最初の合金は、生成したスポンジニッケル触媒に約1~2重量%が残るような量で、プロモーター金属(すなわち、モリブデン又はクロム)を含んでいる。別の実施形態で

50

は、水素化触媒は、ニトロシル硝酸ルテニウム（ⅠⅠⅠ）、塩化ルテニウム（ⅠⅠⅠ）の水溶液を用い、適切な支持材料に含浸させて調製する。次いで、この溶液を乾燥させ、含水量が約1重量%未満の固体を得る。次いで、回転式のボール型炉で、水素を流しつつ、300℃（焼成しない）～400℃（焼成する）で4時間かけて、この固体を大気圧で還元してもよい。冷却し、触媒を窒素で不活性化した後、窒素中、5容積%の酸素を触媒に2時間流す。

【0443】

特定の実施形態では、記載されている触媒は、触媒担持体を含む。触媒担持体は、触媒を安定化し、担持する。使用される触媒担持体の種類は、選択した触媒及び反応条件に依存する。本発明に適した担持体としては、限定されないが、炭素、シリカ、シリカーアルミナ、ジルコニア、チタニア、セリア、バナジア、窒化物、窒化ホウ素、ヘテロポリ酸、ヒドロキシアパタイト、酸化亜鉛、クロミア、ゼオライト、カーボンナノチューブ、炭素フラーレン、及びこれらの任意の組み合わせが挙げられる。

10

【0444】

本発明で用いられる触媒は、当業者に既知の従来の方法を用いて調製することができる。適切な方法としては、限定されないが、初期湿潤法、蒸発させ、含浸させる方法、化学蒸着法、洗浄コーティング、マグネトロンスパッタリング技術などが挙げられる。

【0445】

水素化反応を行う際の条件は、出発物質及び望ましい生成物の種類によって変わるだろう。当業者は、本開示の利益とともに、適切な反応条件を認識しているであろう。一般的に、水素化反応は、80℃～250℃の温度で行われ、好ましくは、90℃～200℃、最も好ましくは、100℃～150℃の温度で行われる。ある実施形態では、水素化反応は、500KPa～14000KPaの圧力で行われる。

20

【0446】

本発明の水素化分解反応で用いられる水素としては、外から加えられる水素、リサイクルした水素、系中で生成した水素、及びこれらの任意の組み合わせが挙げられる。本明細書で使用される場合、用語「外から加えられる水素」は、バイオマス反応自体に由来する水素ではなく、別の供給源からシステムに加えられた水素を指す。

【0447】

本発明のある実施形態では、出発物質の炭水化物を、小さな分子に変換することが望ましく、この小さな分子は、望ましい高級炭化水素へと簡単に変換されるだろう。この変換の適切な方法のひとつは、水素化分解反応によるものである。炭水化物の水素化分解を行う種々のプロセスが知られている。適切な方法のひとつは、水素化分解反応槽中で、小さな分子又はポリオールを含む反応生成物を得るのに十分な条件で、水素又は適切な気体と混合した水素及び水素化分解触媒と接触させることを含む。本明細書で使用される場合、用語「小さな分子又はポリオール」は、小さな分子量を有する任意の分子を含み、出発の炭水化物よりも炭素原子又は酸素原子の数が少ないものを含み得る。一実施形態では、この反応生成物は、ポリオール及びアルコールを含む小さな分子を含む。当業者は、水素化分解反応を行うのに適切な方法を選択することができるであろう。

30

【0448】

ある実施形態では、5炭糖及び／又は6炭糖又は糖アルコールを、水素化分解触媒を用い、プロピレングリコール、エチレングリコール、グリセロールに変換してもよい。水素化分解触媒としては、Cr、Mo、W、Re、Mn、Cu、Cd、Fe、Co、Ni、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os及びこれらの合金又は任意の組み合わせを、単独で、又は、Au、Ag、Cr、Zn、Mn、Sn、Bi、B、O、及びこれらの合金又は任意の組み合わせのようなプロモーターとともに含んでいてもよい。また、水素化分解触媒は、遷移金属（例えば、クロム、モリブデン、タングステン、ルテニウム、マンガン、銅、カドミウム）又はⅤⅠⅠⅠ族の金属（例えば、鉄、コバルト、ニッケル、白金、パラジウム、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、オスミウム）を含む炭素系パイロポリマー触媒を含んでいてもよい。特定の実施形態では、水素化分解触媒は、上述の金属を、アルカリ土

40

50

類金属酸化物と組み合わせたもの、又は、触媒活性のある担持体に接着したものを含んでもよい。特定の実施形態では、水素化分解反応で記載されている触媒は、水素化反応について上に記載したような触媒担持体を含んでもよい。

【0449】

水素化分解反応を行う際の条件は、出発物質及び望ましい生成物の種類によって変わるだろう。当業者は、本開示の利益とともに、この反応を行うのに適切な反応条件を認識しているであろう。一般的に、水素化分解反応は、 $110^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ の温度で行われ、好ましくは、 $170^{\circ}\text{C} \sim 220^{\circ}\text{C}$ 、最も好ましくは、 $200^{\circ}\text{C} \sim 225^{\circ}\text{C}$ の温度で行われる。ある実施形態では、水素化分解反応は、塩基性条件で行われ、好ましくは、pHが8～13、さらにより好ましくは、pHが10～12の条件で行われる。ある実施形態では、水素化分解反応は、 $60\text{KPa} \sim 16500\text{KPa}$ の範囲の圧力で、好ましくは、 $1700\text{KPa} \sim 14000\text{KPa}$ 、さらにより好ましくは、 $4800\text{KPa} \sim 11000\text{KPa}$ の圧力で行われる。

10

【0450】

本発明の水素化分解反応で用いられる水素としては、外から加えられる水素、リサイクルした水素、系中で生成した水素、及びこれらの任意の組み合わせが挙げられる。

【0451】

ある実施形態では、上述の反応生成物を、縮合反応槽中、縮合反応によって高級な炭化水素へと変換されてもよい。このような実施形態では、反応生成物の縮合は、高級な炭化水素を生成することが可能な触媒が存在する条件で行われる。理論によって限定されることを意図していないが、高級な炭化水素の生成は、炭素－炭素結合、又は炭素－酸素結合の生成を含む、段階的な付加反応によって進むと考えられる。得られた反応生成物は、以下にさらに詳細に記載されるように、これらの部分を含む任意の数の化合物を含んでいる。

20

【0452】

特定の実施形態では、適切な縮合触媒としては、酸触媒、塩基触媒、又は酸／塩基触媒が挙げられる。本明細書で使用される場合、用語「酸／塩基触媒」は、酸と塩基の両方の機能を有する触媒を指す。ある実施形態では、縮合触媒としては、限定されないが、ゼオライト、カーバイド、窒化物、ジルコニア、アルミナ、シリカ、アルミノシリケート、ホスフェート、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化バナジウム、酸化ランタン、酸化イットリウム、酸化スカンジウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、酸化バリウム、酸化カルシウム、水酸化物、ヘテロポリ酸、無機酸、酸で改変された樹脂、塩基で改変された樹脂、及びこれらの任意の組み合わせが挙げられる。ある実施形態では、縮合触媒としては、改変剤も含まれる。適切な改変剤としては、La、Y、Sc、P、B、Bi、Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、及びこれらの任意の組み合わせが挙げられる。ある実施形態では、縮合触媒は、金属を含んでもよい。適切な金属としては、Cu、Ag、Au、Pt、Ni、Fe、Co、Ru、Zn、Cd、Ga、In、Rh、Pd、Ir、Re、Mn、Cr、Mo、W、Sn、Os、合金、及びこれらの組み合わせが挙げられる。

30

【0453】

特定の実施形態では、縮合反応で記載されている触媒は、水素化反応について上に記載した触媒担持体を含んでもよい。特定の実施形態では、縮合触媒は、自立型である。本明細書で使用される場合、用語「自立型」は、触媒が、担持体として機能する別の材料を必要としないことを意味する。他の実施形態では、縮合触媒を、触媒を担持するのに適した別個の担持体と組み合わせて使用する。一実施形態では、縮合触媒担持体は、シリカである。

40

【0454】

縮合反応が起こる条件は、出発物質及び望ましい生成物の種類によって変わるだろう。当業者は、本開示の利益とともに、この反応を行うのに適切な反応条件を認識しているであろう。ある実施形態では、縮合反応は、提示されている反応の熱力学が好ましくなるよ

50

うな温度で行われる。縮合反応の温度は、出発物質の特定のポリオール又はアルコールによって変わるだろう。ある実施形態では、縮合反応の温度は、80℃～500℃の範囲であり、好ましくは、125℃～450℃、最も好ましくは、125℃～250℃の範囲である。ある実施形態では、縮合反応は、0 KPa～9000 KPaの範囲の圧力で行われ、好ましくは、0 KPa～7000 KPa、さらにより好ましくは、0 KPa～5000 KPaの範囲の圧力で行われる。

【0455】

本発明で得られる高級なアルカンとしては、限定されないが、炭素原子が4～30個の分枝鎖又は直鎖のアルカン、炭素原子が4～30個の分枝鎖又は直鎖のアルケン、炭素原子が5～30個のシクロアルカン、炭素原子が5～30個のシクロアルケン、アリール、縮合アリール、アルコール、ケトンが挙げられる。適切なアルカンとしては、限定されないが、ブタン、ペンタン、ペンテン、2-メチルブタン、ヘキサン、ヘキセン、2-メチルペンタン、3-メチルペンタン、2, 2, -ジメチルブタン、2, 3-ジメチルブタン、ヘプタン、ヘプテン、オクタン、オクテン、2, 2, 4-トリメチルペンタン、2, 3-ジメチルヘキサン、2, 3, 4-トリメチルペンタン、2, 3-ジメチルペンタン、ノナン、ノネン、デカン、デセン、ウンデカン、ウンデセン、ドデカン、ドデセン、トリデカン、トリデセン、テトラデカン、テトラデセン、ペンタデカン、ペンタデセン、ノニルデカン、ノニルデセン、エイコサン、エイコセン、ウンエイコサン、ウンエイコセン、ドエイコサン、ドエイコセン、トリエイコサン、トリエイコセン、テトラエイコサン、テトラエイコセン、及びこれらの異性体が挙げられる。これらの生成物のいくつかは、燃料として用いるのに適し得る。

【0456】

ある実施形態では、シクロアルカン及びシクロアルケンは置換されていない。他の実施形態では、シクロアルカン及びシクロアルケンは、一置換されている。さらに他の実施形態では、シクロアルカン及びシクロアルケンは、多置換されている。置換されたシクロアルカン及びシクロアルケンを含む実施形態では、置換された基としては、限定されないが、炭素原子が1～12個の分枝鎖又は直鎖のアルキル、炭素原子が1～12個の分枝鎖又は直鎖のアルキレン、フェニル、及びこれらの任意の組み合わせが挙げられる。適切なシクロアルカン及びシクロアルケンとしては、限定されないが、シクロペンタン、シクロペンテン、シクロヘキサン、シクロヘキセン、メチルーシクロペンタン、メチルーシクロペンテン、エチルーシクロペンタン、エチルーシクロペンテン、エチルーシクロヘキサン、エチルーシクロヘキセン、及びこれらの異性体、及び任意のこれらの組み合わせが挙げられる。

【0457】

ある実施形態では、生成したアリールは、置換されていない。別の実施形態では、生成したアリールは、一置換されている。置換アリールを含む実施形態では、置換された基としては、限定されないが、炭素原子が1～12個の分枝鎖又は直鎖のアルキル、炭素原子が1～12個の分枝鎖又は直鎖のアルキレン、フェニル、及び任意のこれらの組み合わせが挙げられる。本発明に適したアリールとしては、限定されないが、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、パラキシレン、メタキシレン、及び任意のこれらの組み合わせが挙げられる。

【0458】

本発明で生成したアルコールは、炭素原子を4～30個有している。ある実施形態では、アルコールは環状である。他の実施形態では、アルコールは、分岐している。別の実施形態では、アルコールは、直鎖である。本発明に適したアルコールとしては、限定されないが、ブタノール、ペンタノール、ヘキサノール、ヘプタノール、オクタノール、ノナノール、デカノール、ウンデカノール、ドデカノール、トリデカノール、テトラデカノール、ペンタデカノール、ヘキサデカノール、ヘプチルデカノール、オクチルデカノール、ノニルデカノール、エイコサノール、ウンエイコサノール、ドエイコサノール、トリエイコサノール、テトラエイコサノール、及びこれらの異性体が挙げられる。

【0459】

本明細書で生成するケトンには、炭素原子を4～30個有している。一実施形態では、ケトンは環状である。別の実施形態では、ケトンは、分岐している。別の実施形態では、ケトンは、直鎖である。本発明に適したケトンとしては、限定されないが、ブタノン、ペントノン、ヘキサノン、ヘプタノン、オクタノン、ノナノン、デカノン、ウンデカノン、ドデカノン、トリデカノン、テトラデカノン、ペンタデカノン、ヘキサデカノン、ヘプチルデカノン、オクチルデカノン、ノニルデカノン、エイコサノン、ウンエイコサノン、ドエイコサノン、トリエイコサノン、テトラエイコサノン、及びこれらの異性体が挙げられる。

【0460】

別のこのような化学的な改変は、インターエステル化である。天然で生成するグリセロ脂質は、脂肪酸の構成要素が均一に分布していない。油に関しては、インターエステル化は、異なるグリセロ脂質の2個のエステル間のアシル基が交換することを指す。インターエステル化のプロセスは、グリセロ脂質の混合物の脂肪酸構成要素を、分布パターンを改変するように再配置することができるという機構を与える。インターエステル化は、よく知られている化学プロセスであり、一般的には、アルカリ金属又はアルカリ金属アルキレート（例えば、ナトリウムメトキシド）のような触媒存在下、油混合物を所定時間（例えば、30分）加熱すること（約200℃まで）を含む。このプロセスを用い、油混合物の脂肪酸構成要素の分布パターンをランダム化することができ、又は、望ましい分布パターンを作成するようにすることができる。このような脂質の化学的な改変方法は、本明細書

【0461】

脂肪酸の特定の分布パターンを求める、方向性を持ったインターエステル化は、油混合物を、融解が起こり得るいくつかのTAGの融点よりも低い温度に維持することによって行うことができる。これにより、これらのTAGが選択的に結晶化し、それらが結晶化する際に、反応混合物から効果的に除去される。このプロセスを、例えば、油中のほとんどの脂肪酸が沈殿するまで行ってもよい。方向性を持ったインターエステル化を、例えば、長鎖脂肪酸を、これよりも鎖が短い対応する脂肪酸と置き換えることによって、カロリー含有量が低い生成物を得るために使用してもよい。また、方向性を持ったインターエステル化を用い、望ましくないtrans異性体を生じてしまう可能性がある水素化を行うことなく、所望の融解特性を有しており、食品添加物又は製品（例えば、マーガリン）中で求められている構造的な特徴を有するような脂肪混合物を含む生成物を得ることができる。

【0462】

本明細書に記載されている方法によって生成する油のインターエステル化は、1つ以上の方法及び／又は材料、又は米国特許第6,080,853号(Nondigestible fat substituted);第4,288,378号(Peanut butter stabilizer);第5,391,383号(Edible spray oil);第6,022,577号(Edible fats for food products);第5,434,278号(Edible fats for food products);第5,268,192号(Low calorie nut products);第5,258,197号(Reduce calorie edible compositions);第4,335,156号(Edible fat product);第7,288,278号(Food additives or medicaments);第7,115,760号(Fractionation process);第6,808,737号(Structural fats);第5,888,947号(Engine lubricants);第5,686,131号(Edible oil mixtures);第4,603,188号(Curable urethane compositions)で報告されているように、生成物を生成するための1つ以上の方法及び材料と組み合わせて行うことができる。

【0463】

一実施形態では、本発明によれば、上に記載されているように、油をトランスエステル化した後に、米国第6,465,642号で報告されているように、ポリオールポリオールを用いてトランスエステル化した生成物の反応を行う。このようなエステル化及び分離プロセスは、石鹼存在下、低級アルキルエステルとポリオールとを反応させる工程と；生成物の混合物から、残った石鹼を除去する工程と；生成物の混合物を水で洗浄し、乾燥させ、不純物を取り除く工程と；生成物の混合物を精製のために漂白する工程と；生成物の混合物中のポリオール脂肪酸ポリエステルから、未反応の低級アルキルエステルの少なくとも一部分を分離する工程と；未反応の低級アルキルエステルを分離させたものをリサイクルする工程とを含んでいてもよい。

10

【0464】

また、トランスエステル化は、米国特許第6,278,006号に報告されているように、短鎖脂肪酸エステルを有する微生物バイオマスを用いて行ってもよい。一般的に、トランスエステル化は、適切な触媒存在下、短鎖脂肪酸エステルを、油に加え、この混合物を加熱することによって行われてもよい。ある実施形態では、油は、反応混合物の約5重量%～約90重量%含まれる。ある実施形態では、短鎖脂肪酸エステルは、反応混合物の約10重量%～約50重量%含まれていてもよい。触媒の非限定的な例としては、塩基触媒、ナトリウムメトキシド、硫酸及び酸性クレイのような無機酸、メタンスルホン酸、ベンゼンスルホン酸、トルエンスルホン酸のような有機酸、Amberlyst 15のような酸性樹脂を含む酸触媒が挙げられる。ナトリウム及びマグネシウムのような金属、金属ヒドリドも有用な触媒である。

20

【0465】

別のこのような化学的な改変は、ヒドロキシル化であり、二重結合に水を付加し、飽和状態にし、ヒドロキシル部分を組み込むことを含む。ヒドロキシル化プロセスは、グリセロ脂質の1つ以上の脂肪酸構成要素をヒドロキシ脂肪酸に変換する機構を与える。ヒドロキシル化は、例えば、米国特許第5,576,027号に報告されている方法によって行うことができる。ヒマシ油及びその誘導体を含むヒドロキシル化脂肪酸は、食品添加物、界面活性剤、色素湿潤剤、消泡剤、撥水添加剤、可塑剤、香粧品用乳化剤及び／又は消臭剤、及びエレクトロニクス、医薬、塗料、インク、接着剤、滑沢剤のような、いくつかの工業用途での成分として有用である。グリセリドのヒドロキシル化をどのように行うかの一例を以下に示す。脂肪を、好ましくは、ヘプタンと組み合わせて約30～50℃の温度まで加熱し、この温度に30分以上維持してもよく；次いで、この混合物に酢酸を加えた後、硫酸水溶液を加え、次いで、過酸化水素水溶液を1時間かけて混合物に少量ずつ加えてもよく；過酸化水素水溶液を加えた後、温度を少なくとも約60℃まで上げ、少なくとも6時間攪拌してもよく；攪拌した後、この混合物を静置し、反応によって生成した下側の水層を除去しつつ、反応によって生成した上側のヘプタン層を約60℃の温度を有する熱水で洗浄してもよく；次いで、洗浄したヘプタン層を水酸化カリウム水溶液でpHが約5～7になるまで中和し、次いで、減圧下で蒸留によって除去してもよく；次いで、反応生成物を減圧下、100℃で乾燥させ、乾燥した生成物を、減圧条件下、蒸気で消臭し、珪藻土を用いて約50℃～60℃で濾過してもよい。

30

40

【0466】

本明細書に記載されている微生物油のヒドロキシル化を、1つ以上の方法及び／又は材料と組み合わせて行ってもよく、米国特許第6,590,113号(Oil-based coatings and ink)；第4,049,724号(Hydroxylation process)；第6,113,971号(Olive oil butter)；第4,992,189号(Lubricants and lube additives)；第5,576,027号(Hydroxylated milk)；第6,869,597号(Cosmetics)で報告されているように、生成物を生成するための1つ以上の方法及び材料と組み合わせて行ってもよい。

【0467】

50

ヒドロキシル化されたグリセロ脂質をエストライドに変換することができる。エストライドは、ヒドロキシル化された脂肪酸構成要素が、別の脂肪酸分子でエステル化されたグリセロ脂質からなる。ヒドロキシル化されたグリセロ脂質をエストライドに変換することは、Isbell et al.、JAOCS 71 (2) : 169-174 (1994) に記載されるように、グリセロ脂質及び脂肪酸の混合物を加熱し、この混合物を鉱物酸と接触させることによって行うことができる。エストライドは、米国特許第7, 196, 124号(エラストマー材料および床仕上げ材) ; 第5, 458, 795号(高温での用途のための濃化油) ; 第5, 451, 332号(工業用途のための液体) ; 第5, 427, 704号(燃料添加剤) ; 第5, 380, 894号(潤滑油、グリース、可塑剤、印刷インク) で報告されているものに限定されないが、種々の用途で有用である。

10

【0468】

もう一つ別のかかる化学的改変は、オレフィンメタセシスである。オレフィンメタセシスでは、触媒がアルケン(オレフィン)内でアルキリデン炭素を切断して、それぞれを異なるアルキリジン炭素と対にすることにより新たなアルケンを形成する。オレフィンメタセシス反応は、エテノリシスによるアルケンでの不飽和脂肪酸アルキル鎖の短縮、自己メタセシスによるアルケン結合を介した脂肪酸の架橋、及び誘導体化されたアルケンを用いたクロスメタセシスによる脂肪酸への新たな官能基の組み込みなどのプロセスの機序をもたらす。

【0469】

エステル転移反応及び水素化などの他の反応とともに、オレフィンメタセシスは、不飽和グリセロ脂質を多様な最終産物に変換することができる。このような産物としては、ワックス用のグリセロ脂質オリゴマー ; 滑沢剤用の短鎖グリセロ脂質 ; 化学製品及びポリマー用のホモ及びヘテロ二官能性アルキル鎖 ; バイオ燃料用の短鎖エステル ; 並びにジェット燃料用の短鎖炭化水素が挙げられる。オレフィンメタセシスは、例えば、米国特許第7, 119, 216号、米国特許出願公開第2010/0160506号及び米国特許出願公開第2010/0145086号に報告されている触媒及び方法を用いて、トリアシルグリセロール及び脂肪酸誘導体に対して行うことができる。

20

【0470】

バイオ油のオレフィンメタセシスは一般に、他のアルケンの存在下(クロスメタセシス)又は非存在下(自己メタセシス)で、不活性条件下、約10~250 ppmの負荷量で不飽和脂肪酸エステルにRu触媒の溶液を添加することを含んでなる。典型的には、反応を数時間~数日間進行させ、最終的には、ある配分のアルケン産物が得られる。脂肪酸誘導体に対してオレフィンメタセシスを行い得る方法の1つの例は以下の通りである : 第1世代触媒Grubbs (ジクロロ[2(1-メチルエトキシ- α -O)フェニル]メチレン- α -C] (トリシクロヘキシル-ホスフィン) をトルエンに溶かした、触媒負荷量が222 ppmの溶液を、脱気し乾燥させたオレイン酸メチルを含む容器に加えて得る。次いで、容器を約60 psigのエチレングスで加圧し、約3時間、約30℃以下に維持することにより、収率約50%の9-デセン酸メチルが生成され得る。

30

【0471】

本明細書に記載の方法により産成された油のオレフィンメタセシスを、1つ又はそれ以上の方法及び/又は物質とともに、又は産物を産成するために、以下で報告されている通りに行うことができる : 国際出願PCT/US07/081427号(α -オレフィン脂肪酸)及び米国特許出願第12/281, 938号(石油クリーム)、第12/281, 931号(ペイントボール銃カプセル)、第12/653, 742号(可塑剤及び滑沢剤)、第12/422, 096号(二官能性有機化合物)及び第11/795, 052号(ろうそくのろう)。

40

【0472】

微生物油で行うことが可能な他の化学反応としては、米国特許第6, 051, 539号で報告されているように、トリアシルグリセロールをシクロプロパン化剤と反応させて流動性及び/又は酸化安定性を高めること ; 米国特許第6, 770, 104号で報告されて

50

いるように、トリアシルグリセロールからワックスを製造すること；及び、「The effect of fatty acid composition on the acrylation kinetics of epoxidized triacylglycerols」、Journal of the American Oil Chemists' Society、79:1、59-63 (2001) 及び Free Radical Biology and Medicine、37:1、104-114 (2004) に報告されているように、トリアシルグリセロールをエポキシ化することが挙げられる。

【0473】

上述のような燃料及び化学製品のために、含油微生物バイオマスを生成すると、脱脂バイオマス食料が産成される。脱脂食料は、藻類油を調製したときの副産物であり、例えば、反すう動物、鳥類、ブタ、及び水産養殖などの飼育動物用の動物飼料として有用である。得られた食料は、油含有量が減ってはいるが、高品質のタンパク質、炭水化物、繊維、灰分、残留油、及び動物飼料に適した他の栄養物は依然として含まれている。油分離プロセスによって細胞は大部分が溶解しているため、脱脂食料は、かかる動物により簡単に消化される。脱脂食料を、場合により、例えば、動物飼料中の穀物など、他の成分と混ぜ合わせることができる。脱脂食料は均一な粉末であるため、押出機、エクスパンダー又は市販されている別の種類の機械を用いて圧縮してペレットにすることができる。

【0474】

本発明について上に詳細に説明し、以下の実施例で例示するが、これらは説明のために与えられたものであり、特許請求の範囲に書かれた発明を限定するために与えられているのではない。

【0475】

(V I I . 組み換え微細藻類バイオマスの調製方法)

本発明は、脂質及び／又はタンパク質構成要素を含めた栄養素に富んだ、ヒトが摂取するのに適した組み換え微生物、好ましくは藻類のバイオマスと、これを食用成分及びその他の成分を含めた成分と混ぜ合わせる方法と、並びにこれを含む食品組成物とを提供する。以下の記述の多くは藻類バイオマス又は藻類油に関するものであるが、一般に微生物バイオマス又は微生物油にも同様に適用されることを意図するものである。本発明は、部分的には、高油含有量及び／又は高機能性の組み換え藻類バイオマスを調製し、得られたバイオマスを食品中に組み込んで、従来の食品中に存在する油及び／又は脂肪及び／又はタンパク質の全部又は一部を、バイオマスに含まれる油及び／又はタンパク質に置き換えることができるという発見から生まれた。藻類油は、主として単価飽和油を含んでなり得、従来の食品中によく見られる飽和脂肪、水素化脂肪（トランス脂肪）及び多価不飽和脂肪に比べて、健康上の利益を提供する。また、藻類油を、トランス脂肪を含まない健康に良い安定な食用油として使用することもできる。残った藻類バイオマスは、少なくとも食品を調理するまで油を封入することができるため、油の有効期間が延びる。細胞がインタクトなままの未調理製品では、バイオマスは油中に認められる天然の抗酸化剤とともに、不快な臭い、味及び質感を生じかねない酸化から油を保護する。またバイオマスは、油及び／又はタンパク質に加え、いくつかの有益な微量栄養素、例えば藻類由来の食物繊維（可溶性及び不溶性双方の炭水化物）、リン脂質、糖タンパク質、フィトステロール、トコフェロール、トコトリエノール及びセレンなども提供する。

【0476】

(1. 本発明の方法で使用するための微細藻類)

高レベルの適切な油及び／又は脂質及び／又はタンパク質を天然で生成する微細藻類が好ましいが、本発明の方法に従って、適切な油及び／又は脂質及び／又はタンパク質を産成する様々な種の微細藻類を使用することができる。本発明で使用する微細藻類の選択に影響する考慮事項としては、食品の製造に適した油、脂質又はタンパク質の産成に加え、

(1) 細胞重量の百分率での脂質（タンパク質）含有量が高いこと；(2) 成長が容易であること；(3) 増殖が容易であること；(4) バイオマスの処理が容易であること；(

10

20

30

40

50

5) グリセロ脂質プロフィール；及び(6)藻類毒素を含まないこと(以下の実施例5では、乾燥組換え微細藻類バイオマス、及びバイオマスから抽出された油又は脂質が藻類毒素を含まないことが示されている)が挙げられる。

【0477】

ある実施形態では、活性な成分を放出させるために、又は消化のために、食品加工中(例えば、調理中)に微細藻類の細胞壁を破壊しなければならず、このような実施形態では、特に藻類バイオマスを未調理の食品中で使用する場合、動物、例えばヒト又は他の単胃動物の消化管で消化されやすい細胞壁を有する微細藻類株が好ましい。細胞壁のセルロース/ヘミセルロース含有量が高い組み換え微細藻類株では、一般に消化性が低下する。標準的なペプシン消化アッセイを用いて、消化性を評価することができる。

10

【0478】

(2. 色素沈着を欠く、又は色素沈着が極めて少ない微細藻類株の作製方法)

*Chlorella*などの微細藻類は、光合成又は従属栄養のいずれかで成長可能である。*Prototheca*は偏性従属栄養生物である。炭素源が固定炭素源である従属栄養条件で、かつ光の非存在下で成長させた場合、通常の緑色をした微細藻類は黄色くなり、緑色の色素沈着を欠くか、又は色素沈着が極めて少ない。緑色の色素沈着の少ない(又はそれを欠く)微細藻類は、食品成分として有利であり得る。緑色の色素沈着の少ない(又はそれを欠く)微細藻類の1つの利点は、微細藻類のクロロフィルの風味が少ないということである。緑色の色素沈着の少ない(又はそれを欠く)微細藻類のもう1つの利点は、微細藻類を食品成分として食料品に加えても、消費者の受けが悪くなりかねない緑色に着色しないということである。従属栄養条件下で成長させた微細藻類の緑色の色素沈着の減少は、一時的なものである。光合成による成長に戻すと、光合成及び従属栄養双方で成長可能な微細藻類は、緑色の色素沈着を回復する。さらに、従属栄養的に成長した微細藻類は、たとえ緑色色素が少なくても黄色い色をしており、このことは、消費者が食料品の色が白色又は淡色であることを期待する一部の食品の用途には向かないかもしれない。したがって、従属栄養による成長が可能であり(したがって、緑色の色素沈着を欠くか、又はそれが少ない)、かつ黄色の色素沈着も少ない(したがって、食品用途において無彩色なる)微細藻類株を作製するのが有利である。

20

【0479】

このような、色素沈着を欠くか又はそれが極めて少ない微細藻類株を作製する方法は、変異誘発及びそれに続く所望の表現型のスクリーニングによるものである。変異誘発法はいくつか知られており、当該技術分野において実施されている。例えば、*Uranora*(*Uranora*, *J Bioscience Bioengineering* (2000) v. 90 (5): pp. 567-569)は、UV照射により作製された*Chlorella ellipsoidea*の黄色及び白色の変異株について記載している。*Kamiya*(*Kamiya*, *Plant Cell Physiol.* (1989) v. 30 (4): 513-521)は、*Chlorella vulgaris*の無色株11h(M125)について記載している。

30

【0480】

また、UV照射による変異誘発に加えて、色素沈着が少ない(又は色素沈着を欠く)微細藻類を作製するために、化学的変異誘発を使用することもできる。メタンスルホン酸エチル(EMS)又はN-メチル-N'-ニトロ-N-ニトログアニジン(NTG)などの化学的変異原は、酵母、真菌、マイコバクテリア及び微細藻類を含めた種々の微生物に対して効果的な化学変異原であることが示されている。また、複数のラウンドで変異誘発を行うことも可能であり、この場合、微細藻類を変異原(UV若しくは化学物質又はその両方)に曝露した後、色素沈着の少ない所望の表現型に関してスクリーニングする。次いで、変異が一代から次世代へと安定するように、またコロニーが純粋であり、混合集団ではないように、所望の表現型を有するコロニーをプレート上で画線し再分離する。

40

【0481】

特定の例では、*Chlorella protothecoides*でUVと化学的変

50

異誘発を組み合わせ使用し、色素沈着を欠くか、又は色素沈着が少ない株を作製した。*Chlorella protothecoides* に対して NTG による化学的変異誘発を 1 ラウンド行い、コロニーを色変異株に関してスクリーニングした。次いで、色変異を示さないコロニーに対して UV 照射を 1 ラウンドを行い、色変異株に関して再びスクリーニングした。一実施形態では、色素沈着を欠く *Chlorella protothecoides* 株が単離され、これは 2009 年 10 月 13 日、ブダペスト条約に従って、10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209 のアメリカ培養細胞系統保存機関に特許寄託指定番号 PTA-XXXX で寄託された *Chlorella protothecoides* 33-55 である。別の実施形態では、色素沈着の少ない *Chlorella protothecoides* 株が単離され、これは 2009 年 10 月 13 日、ブダペスト条約に従って、10801 University Boulevard, Manassas, VA 20110-2209 のアメリカ培養細胞系統保存機関に特許寄託指定番号 PTA-XXXX で寄託された *Chlorella protothecoides* 25-32 である。

【0482】

微細藻類由来の高脂質バイオマスは、食品組成物に同じ量の脂質を組み込むのに組み換え微細藻類バイオマスの添加が少なく済むため、低脂質バイオマスに比べて、食品に含ませるのに有利な原材料である。高脂質微細藻類由来の健康に良い油は、低脂質バイオマスに比べて、質感及び味などの他の特性を変えることなく食品に添加できるため、このことは有利である。本発明の方法により提供される脂質に富むバイオマスは、典型的には、脂質が細胞乾燥重量で少なくとも 25% である。処理条件を調節して、脂質の細胞重量百分率を増加させることができる。例えば、特定の実施形態では、微細藻類を、グルコースなどの固定炭素エネルギーを過剰に与えつつ、例えば、窒素、リン又は硫黄など、1 つ又はそれ以上の制限濃度の窒素物の存在下で培養する。窒素を制限すると、微生物脂質収量が、窒素を過剰に与えて培養したときよりも増加する傾向がある。特定の実施形態では、脂質収量の増加は、少なくとも約 10%、50%、100%、200% 又は 500% である。全培養期間の一部又は全期間にわたって、制限量の栄養物が存在下で微生物を培養することができる。ある実施形態では、全培養期間の間に、栄養物の濃度を、制限濃度と非制限濃度との間で少なくとも 2 巡させる。

【0483】

藻類由来の高タンパク質バイオマスは、食品に含ませるのに有利なもう 1 つの原材料である。本発明の方法はまた、タンパク質の細胞乾燥重量が少なくとも 20%、30%、40% 又は 50% であるバイオマスも提供し得る。成長条件を調節して、タンパク質の細胞重量百分率を増加させることができる。好ましい実施形態では、微細藻類を、窒素に富む環境で、グルコース又は上記の他の任意の炭素源などの固定炭素エネルギーが過剰な状態で培養する。窒素が過剰な条件では、微生物のタンパク質収量が、窒素を過剰に与えずに培養したときよりも増加する傾向がある。最大限のタンパク質生産のためには、微生物を全培養期間中、過剰な窒素存在下で培養することが好ましい。微細藻類に適した窒素源は、有機窒素源及び／又は無機窒素源に由来し得る。

【0484】

本明細書に記載の方法に従って作製される組み換え微細藻類培養物は、発酵培地中で組み換え微細藻類バイオマスを産出する。食品組成物として使用するバイオマスを調製するために、発酵培地からバイオマスを濃縮又は回収する。発酵培地から組み換え微細藻類バイオマスを回収する時点では、バイオマスは主に、水性媒体中に懸濁したインタクトな細胞を含む。バイオマスを濃縮するために脱水工程を行う。脱水又は濃縮は、バイオマスを発酵ブロス又は他の液体培地から分離することを指し、固体-液体分離も同様である。したがって、脱水の過程では、培養培地をバイオマスから除去する（例えば、バイオマスを保持するフィルターに発酵ブロスを通すことにより）か、又はバイオマスを別の方法で培養培地から取り出す。脱水に共通するプロセスとしては、遠心分離、濾過、及び機械的圧力の使用が挙げられる。これらのプロセスを、個々に又は任意に組み合わせる用いること

ができる。

【0485】

濃縮後、組み換え微細藻類バイオマスを本明細書に記載の通りに加工し、真空包装ケーキ、藻類フレーク、藻類ホモジネート、藻類粉末、藻類粒粉又は藻類油を産生する。

【0486】

(3. 組み換え微細藻類バイオマスの化学組成)

本明細書に記載の培養方法により生成された組み換え微細藻類バイオマスは、組み換え微細藻類油及び／又はタンパク質、並びに発酵過程で微生物が生成した、又は微生物が培養培地から取り入れた他の構成要素を含む。

【0487】

従属栄養的成長により、クロロフィル含有量が比較的低くなる（戸外の池又は密閉された光バイオリアクターシステムなどの光合成システムに比べて）。一般にクロロフィル含有量が減少すると、微細藻類の官能特性が向上するため、藻類バイオマス（又はそれから調製される油）を食品により多く組み込むことが可能となる。また、従属栄養的に成長した微細藻類（例えば、Chlorella）で見られるクロロフィル含有量の減少により、光栄養的に成長した微細藻類よりもバイオマスの緑色が減少する。したがって、クロロフィル含有量の減少により、光栄養的に成長した微細藻類を含有する食品に付随する、多くの場合望ましくない緑色の着色が避けられ、食品中に藻類バイオマスを組み込む、又はより多く組み込むことが可能となる。少なくとも1つの実施形態では、食品は、光栄養的に成長した微細藻類よりもクロロフィル含有量の少ない、従属栄養的に成長した微細藻類を含有する。

【0488】

本発明に記載されているバイオマスの（又はバイオマスから抽出された）組み換え微細藻類油は、1つ又はそれ以上の別個の脂肪酸エステル側鎖を有するグリセロ脂質を含み得る。グリセロ脂質は、1個、2個又は3個の脂肪酸分子とエステル化されたグリセロール分子からなり、該脂肪酸分子は、長さはさまざまであり得、種々の飽和度を有することができる。藻類油の特定のブレンドを1種類の藻類の中で調製するか、2種類又はそれ以上の微細藻類に由来するバイオマス（又は藻類油）を混合するかのいずれかで調製することができる。

【0489】

したがって、油の組成、すなわち、グリセロ脂質の脂肪酸構成要素の特性及び比率も、少なくとも2種類の別個の微細藻類に由来するバイオマス（又は油）を混ぜあわせることによって操作することもできる。ある実施形態では、少なくとも2種類の別個の微細藻類が、異なるグリセロ脂質プロファイルを有している。この別個の種類の微細藻類を、好ましくは従属栄養条件下で、本明細書に記載されるように一緒に又は別個に培養し、それぞれの油を生成することができる。異なる種類の微細藻類は、細胞のグリセロ脂質中に別個の脂肪酸構成成分を異なる割合で含有することができる。

【0490】

ある実施形態では、組み換え微細藻類油は、主に一価不飽和油からなる。ある場合には、藻類油は、重量で少なくとも20%の一価不飽和油である。様々な実施形態では、藻類油は、重量又は容積で少なくとも25%、50%、75%又はそれ以上の一価不飽和油である。ある実施形態では、一価不飽和油は18:1、16:1、14:1又は12:1である。ある実施形態では、組み換え微細藻類油は、重量又は容積で少なくとも10%、20%、25%若しくは50%、又はそれ以上のエステル化オレイン酸又はエステル化α-リノレン酸を含む。少なくとも1つの実施形態では、藻類油は、エステル化されたドコサヘキサエン酸（DHA（22:6））を、重量若しくは容積で10%未満、5%未満、3%未満、2%未満若しくは1%未満含むか、又は実質的に含まない。例えば、Cryptohcodium cohniiなどの高DHA含有微細藻類の産生に関しては、米国特許第7,252,979号、第6,812,009号及び第6,372,460号を参照されたい。

【0491】

高タンパク質の組み換え微細藻類バイオマスが、様々な培養方法を用いて生成されている。タンパク質含有率の高い組み換え微細藻類バイオマスは、本発明において有用である。例えば、様々な種の微細藻類のタンパク質含有量が報告されている（Becker, Biotechnology Advances (2007) 25:207-210の表1を参照）。Tetraselmis suecicaの半連続的光独立栄養培養における再生速度の制御が細胞あたりのタンパク質含有量に影響を及ぼすことが報告されており、最も高いタンパク質含有率は約22.8%である（Fabregasら, Marine Biotechnology (2001) 3:256-263）。

【0492】

本明細書に記載の培養方法により生成され、高タンパク質に関連する本発明の実施形態において有用な組み換え微細藻類バイオマスは、典型的には、細胞乾燥重量で少なくとも30%のタンパク質を含む。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、細胞乾燥重量で少なくとも40%、50%、75%又はそれ以上のタンパク質を含む。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、細胞乾燥重量で30~75%のタンパク質、又は細胞乾燥重量で40~60%のタンパク質を含む。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマス中のタンパク質は、少なくとも40%の可消化粗タンパク質を含む。他の実施形態では、組み換え微細藻類バイオマス中のタンパク質は、少なくとも50%、60%、70%、80%又は少なくとも90%の可消化粗タンパク質を含む。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマス中のタンパク質は、40~90%の可消化粗タンパク質、50~80%の可消化粗タンパク質、又は60~75%の可消化粗タンパク質を含む。

【0493】

また組み換え微細藻類バイオマス（及びそこから抽出される油）は、微細藻類により産成された、又は培養培地からバイオマスに取り込まれた他の構成要素も含み得る。これらの他の構成要素は、使用する培養条件、及び微細藻類の種（及び該当する場合は、バイオマスから組み換え微細藻類油を回収するために使用する抽出方法）に応じて、様々な量で存在し得る。他の構成要素としては、リン脂質（例えば、藻類レシチン）、炭水化物、可溶性及び不溶性の繊維、糖タンパク質、フィトステロール（例えば、 β -シトステロール、カンペステロール、スチグマステロール、エルゴステロール及びブラシカステロール）、トコフェロール、トコトリエノール、カロチノイド（例えば、 α -カロチン、 β -カロチン及びリコピン）、キサントフィル（例えば、ルテイン、ゼアキサントフィル、 α -クリプトキサントフィル及び β -クリプトキサントフィル）、タンパク質、多糖類（例えば、アラビノース、マンノース、ガラクトース、6-メチルガラクトース及びグルコース）、並びに様々な有機化合物又は無機化合物（例えば、セレン）を挙げることができるが、これらに限定されない。

【0494】

ある場合には、組み換え微細藻類バイオマスは、少なくとも10%の可溶性繊維を含む。他の実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、少なくとも20%~25%の可溶性繊維を含む。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、少なくとも30%の不溶性繊維を含む。他の実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、少なくとも50%~少なくとも70%の不溶性繊維を含む。総食物繊維は、可溶性繊維と不溶性繊維の合計である。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、少なくとも40%の総食物繊維を含む。他の実施形態では、組み換え微細藻類バイオマスは、少なくとも50%、55%、60%、75%、80%、90%から95%までの総食物繊維を含む。

【0495】

(VII. 組み換え微細藻類バイオマスの最終食品成分への加工)

本発明の方法に従って産成される濃縮された組み換え微細藻類バイオマスは、それ自体が最終食品成分であり、さらに改変することなく、又は最小限の改変のみを行って、食料品に使用してもよい。例えば、ケーキを真空包装するか凍結させてもよい。あるいは、真空にした凍結乾燥室でバイオマスを凍結させる「フリーズドライ」プロセスである、親油

10

20

30

40

50

性部分のエステル化により、バイオマスを乾燥させてもよい。凍結乾燥室に真空にすることで、バイオマスからの水の昇華（一次乾燥）及び脱離（二次乾燥）が生じる。しかし、本発明は、濃縮された組み換え微細藻類バイオマスに適用可能な本発明の加工方法を実施することにより増強された特性を有する、様々な組み換え微細藻類由来の最終食品成分を提供する。

【0496】

大部分がインタクト又はホモジネート形態のいずれかである組み換え微細藻類バイオマスを乾燥させることは、さらなる加工を容易にするのに、又は本明細書に記載の方法及び組成物にバイオマスを使用するのに有利である。乾燥は、大部分がインタクトなバイオマスから水分／水を除去若しくはその表面から除去すること、又は均質化した（例えば、微粒子化により）バイオマスのスラリーから表面の水を除去することを指す。藻類バイオマスを乾燥させるか否か、また乾燥させるのであれば乾燥方法によって、異なる質感及び風味を食品にもたらしことができる。本明細書に記載の培養微細藻類から生成されたバイオマスを乾燥させることにより、最終食品又は最終食品成分に望ましくない構成要素となり得る水が除去される。ある場合には、バイオマスを乾燥させることで、より効率的な組み換え微細藻類油の抽出プロセスが促進され得る。

10

【0497】

一実施形態では、本節のAに記載されているように、濃縮された組み換え微細藻類バイオマスをドラム乾燥によりフレーク形態にして、藻類フレークを製造する。別の実施形態では、本節のBに記載されているように、濃縮された微細藻類バイオマスを噴霧乾燥又は気流乾燥させて（すなわち、空気乾燥プロセスに供して）、大部分がインタクトな細胞を含有する粉末を形成し、藻類粉末を製造する。別の実施形態では、本節のCに一部記載されているように、濃縮された組み換え微細藻類バイオマスを微粒子化（均質化）して、大部分が溶解した細胞のホモジネートを形成し、次いで、これを噴霧乾燥又は気流乾燥させて、藻類粒粉を製造する。別の実施形態では、本節のDに記載されているように、濃縮された組み換え微細藻類バイオマスから油を抽出して藻類油を形成する。

20

【0498】

（1．藻類フレーク）

濃縮された組み換え微細藻類バイオマスを回転する加熱ドラムの表面にフィルムとして貼り付けて、本発明の藻類フレークを調製する。次いで、乾燥した固体をナイフ又は刃物で削り取って、小さなフレーク状にする。米国特許第6,607,900号には、事前に遠心分離（濃縮）工程を行わない、ドラム乾燥機を用いた組み換え微細藻類バイオマスの乾燥について記載されており、かかるプロセスを本発明の方法に従って使用してもよい。

30

【0499】

バイオマスは乾燥プロセスの間に高温に曝される得るため、乾燥前に抗酸化剤をバイオマスに加えることが有利であり得る。抗酸化剤の添加は、乾燥の間、バイオマスを保護するだけでなく、乾燥させた組み換え微細藻類バイオマスを保管する際に、その有効期間も長くする。好ましい実施形態では、乾燥又は均質化などの後工程の前に、抗酸化剤を組み換え微細藻類バイオマスに加える。使用に適した抗酸化剤については、以下で詳細に述べる。

40

【0500】

さらに、脱水した組み換え微細藻類バイオマスの産生と次の加工工程の間の時間が長い場合、乾燥前にバイオマスを低温殺菌するのが有利な場合がある。バイオマスの産生と乾燥のとの間の時間が長い場合、リパーゼにから遊離脂肪酸が形成され得る。バイオマスの低温殺菌は、これらリパーゼを不活性化し、また得られた乾燥バイオマス製品における「石鹸のような」風味の形成を防ぐ。したがって、一実施形態では、本発明は、低温殺菌された組み換え微細藻類バイオマスを提供する。別の実施形態では、低温殺菌された組み換え微細藻類バイオマスは、藻類フレークである。

【0501】

（2．藻類粉末）

50

本発明の藻類粉末を、濃縮された組み換え微細藻類バイオマスから空気乾燥機又は噴霧乾燥機を用いて調製する（例えば、米国特許第6, 372, 460号を参照）。噴霧乾燥機内で、液体懸濁中の原料を微細な液滴分散で熱風流中に噴霧する。飛沫同伴された原料が急速に乾燥して、乾燥粉末を形成する。ある場合には、パルス燃焼乾燥機を用いて、最終乾燥原料において粉末のような質感を得てもよい。他の場合には、噴霧乾燥と、それに続く流動床乾燥機の利用を組み合わせて使用し、乾燥微生物バイオマスにとって最適な条件を達成する（例えば、米国特許第6, 255, 505号を参照）。別の方法として、空気乾燥機を藻類粉末の製造に用いてもよい。空気乾燥機は、乾燥させる原料を熱風流中に引き込むか、又は飛沫同伴する。原料が熱風に飛沫同伴されている間に、水分が急速に除去される。次いで、乾燥させた原料を湿った空気から分離し、その後、この湿った空気をさらに乾燥させるために再循環する。

10

【0502】

（3．藻類粒粉）

本発明の藻類粒粉を、機械的に溶解及び均質化された、濃縮組み換え微細藻類バイオマス、並びに噴霧乾燥又は気流乾燥された（又は別の空気乾燥システムを用いて乾燥された）ホモジネートから調製する。藻類粒粉の製造には、細胞が溶解してその油が放出されること、並びに細胞壁及び細胞内成分が、平均径20 μm 以下、好ましくは10 μm まで微粒子化されているか、又は粒径が小さくなっていることが必要である。溶解した微生物細胞は、凝集して1, 000 μm 以下のより大きな粒子を形成し得る。乾燥前に油が分散から分離しないように、得られた油、水及び微粒子化された粒子を乳化する。例えば、圧力式破砕機を用いて、細胞を含有するスラリーを、ポンプで制御型のオリフィス弁から噴出させて、細胞を溶解させる。高圧（1500 barまで）をかけ、次いで出口ノズルから瞬間的に拡散させる。細胞の破壊は、3つの異なる機構、すなわち、弁への衝突、オリフィス内での大きな液体剪断力、及び放出による急な圧力低下によって行われ、これにより細胞が破裂する。この方法によって、細胞内の分子が放出される。N i r o（G E AグループN i r o S o a v i社）ホモジナイザー（又は他の任意の高圧ホモジナイザー）を用いて細胞を処理し、大部分が0.2～5ミクロンの長さの粒子となるようにする。高圧下（約1000 bar）での藻類バイオマスの処理は、典型的には、90%を超える細胞が溶解し、粒径が5ミクロン未満まで小さくなる。

20

【0503】

あるいは、ボールミルを用いることもできる。ボールミル中では、ビーズなどの小さな研磨粒子を含む懸濁物中で細胞が攪拌される。剪断力、ビーズとビーズの間での粉砕、及びビーズとの衝突により、細胞が破壊される。ビーズが細胞を破壊し、細胞内容物が放出される。一実施形態では、D y n o - m i l l E C M U l t r a（C B M i l l s）ボールミルを用いて、藻類バイオマスを破壊し安定な乳濁液にする。また、ブレンディング（例として、高速ブレンダー又はW a r i n gブレンダーなどを用いて）、フレンチプレス、又は細胞壁が弱い場合は遠心分離までを用いて、剪断力により細胞を破壊することができる。特定のボールサイズ及びブレードを含む適切なボールミルが、米国特許第5, 330, 913号に記載されている。

30

【0504】

均質化直後の産成物は、大きさが元の細胞よりも小さい粒子が油及び水の中に懸濁しているスラリーである。この粒子は細胞残屑に相当する。油及び水は細胞から放出される。均質化前の細胞を含有する水性媒質から水がさらに生じることもある。粒子は、微粒子化されたホモジネートの形態であることが好ましい。そのまま放置すると、一部の小型の粒子が合体し得る。しかし、微結晶性セルロースなどの微結晶性安定化剤を種晶として加えることにより、小型粒子の分散でも保存することができる。

40

【0505】

藻類粒粉を形成するために、スラリーを噴霧乾燥又は気流乾燥させて水を除去し、細胞残屑と油とを含有する乾燥粉末を残す。粉末の油含有量は、乾燥粉末の重量で少なくとも10、25又は50%であり得るが、粉末の感触及び外見は、油っぽいというよりも乾燥

50

しており（例えば、肉眼では油が見えない）、かつ振ったときに自由に流れるものであり得る。また様々なフロー剤（シリカ系製品を含む）を加えることもできる。乾燥後、粉末の水又は水分含有量は、典型的には、10重量%未満、5重量%未満、3重量%未満又は1重量%未満である。空気乾燥機又はパルス燃焼乾燥機などの他の乾燥機を用いて藻類粒粉を製造することもできる。

【0506】

藻類粒粉の油含有量は、藻類バイオマスの油の百分率によって様々であり得る。藻類粒粉は、様々な油含有量の藻類バイオマスから製造することができる。特定の実施形態では、同じ油含有量の藻類バイオマスから藻類粒粉を製造する。他の実施形態では、異なる油含有量の藻類バイオマスから藻類粒粉を製造する。後者の場合、様々な油含有量の藻類バイオマスを組み合わせてから、均質化工程を行ってもよい。他の実施形態では、様々な油含有量の藻類粒粉をまず製造し、次に、最終的に所望の油含有量を含む藻類粒粉製品を得るために様々な比率でブレンドする。さらなる実施形態では、異なる脂質プロファイルの藻類バイオマスを組み合わせてから均質化し、藻類粒粉製造する。別の実施形態では、異なる脂質プロファイルの藻類粒粉をまず製造し、次に、最終的に所望の脂質プロファイルを含む藻類粒粉製品を得るために様々な比率でブレンドする。

10

【0507】

本発明の藻類粒粉は、広範な食品調理に有用である。油含有量、繊維含有量及び微粒子化された粒子のため、藻類粒粉は多機能性の食品成分である。藻類粒粉を、焼成製品、速成パン、酵母生地製品、卵製品、ドレッシング、ソース、栄養飲料、藻類のミルク、パスタ、及び無グルテン製品に使用することができる。藻類粒粉を用いたこれらの食品などの製造のさらなる詳細は、以下の実施例に記載されている。

20

【0508】

従来の脂肪源（例えば、油、バター又はマーガリン）及び卵の代わりに、藻類粒粉を焼成製品に使用することができる。焼成製品及び無グルテン製品は、優れた水分含有量、並びにバター及び卵を用いて製造される従来の焼成製品と区別できないパン状構造を有する。優れた水分含有量のため、これらの焼成製品は、藻類粒粉を用いずに製造された従来の焼成製品に比べ、有効期間が長く、また元の質感が長く保持される。

【0509】

藻類粒粉はまた、スムージー、ソース又はドレッシングで使用すれば、脂肪増量剤としても機能し得る。藻類粒粉の組成物は、高脂肪含有量の食品に匹敵する官能特性及び食感を与えるその能力が独特である。藻類粒粉を用いて製造されたドレッシング、ソース及び飲料は、これらの食品が含有する脂肪／油のレベルは約半分であるにも関わらず、従来の高脂肪の調理法に近いレオロジー及び不透明度を有する。また藻類粒粉は優れた乳化剤でもあり、ソース、ドレッシング及びスープなどの濃厚さ、不透明さ及び粘り気を必要とする食品の調理での使用に適している。さらに、本明細書に記載されている本発明の藻類粒粉で見られる脂質プロファイルは、トランス脂肪を含有せず、また、バター又はマーガリン（又は他の動物性脂肪）に比べて、健康に良い不飽和脂肪のレベルがより高い。したがって、藻類粒粉を用いて製造された食品は、従来の脂肪源を使用した従来の調理法を用いて製造された同じ食品の食感及び官能特性を犠牲にすることなく、脂肪含有量がより低くなっている（また健康によい脂肪を含む）。

30

40

【0510】

また藻類粒粉を、典型的には食品サービス業界で出される粉末卵又は液卵に加えてもよい。藻類粒粉の添加により、粉末卵及び液卵の外見、質感及び食感が向上し、また、調理済みの卵をスチームテーブルに置いたままでも、改善された外観、質感及び食感の向上が長持ちする。具体的な調合及び官能パネルの結果が下の実施例に記載されている。

【0511】

（4．藻類油）

一態様では、本発明は、乾燥重量で少なくとも15%の油を含む藻類バイオマスから、GMP条件下で藻類油を回収することにより藻類油を調製する方法に関し、ここで、藻類

50

油は50%を超える18:1脂質である。ある場合には、藻類バイオマスは、少なくとも2種の異なる微細藻類種の混合物を含んでなる。ある場合には、少なくとも2種の異なる微細藻類種は、別々に培養されたものである。少なくとも1つの実施形態では、少なくとも2種の異なる微細藻類種は、異なるグリセロ脂質プロフィールを有する。ある場合には、藻類バイオマスは、従属栄養的に成長させた藻類に由来する。ある場合には、少なくとも2種の異なる微細藻類種はすべて、乾燥重量で少なくとも15%の油を含有する。

【0512】

一態様では、本発明は、乾燥重量で少なくとも10%又は少なくとも15%の油を含有する藻類細胞から得られた藻類油を、1つ又はそれ以上の他の食用成分と組み合わせて、食品組成物を形成することを含む、食品組成物の製造方法に関する。ある場合には、この方法は、GMP条件下での藻類油の調製をさらに含む。

10

【0513】

(各種用途の中でも特に)食品で使用するために、溶解したバイオマスから藻類油を分離できる。油抽出後に残った藻類バイオマスは、脱脂食と呼ばれる。脱脂食は、抽出前に微細藻類が含有していたものよりも、乾燥重量又は容積で少ない油を含有する。典型的には、50~90%の油が抽出されるため、脱脂食は、例えば、抽出前のバイオマスの油含有量の10~50%を含有する。しかし、バイオマスは、上記タンパク質及びその他の構成要素の含有量に関しては、依然として栄養価が高い。したがって、脱脂食を動物の飼料又はヒトの食用の用途で 사용할 ことができる。

20

【0514】

本方法のある実施形態では、藻類油は少なくとも50%w/wのオレイン酸であり、かつ5%未満のDHAを含有する。本方法のある実施形態では、藻類油は少なくとも50%w/wのオレイン酸であり、かつ0.5%未満のDHAを含有する。本方法のある実施形態では、藻類油は少なくとも50%w/wオレイン酸であり、かつ18よりも長い炭素鎖長を含むグリセロ脂質を5%未満含有する。ある場合には、藻類油の供給である藻類細胞は、少なくとも2種の異なる微細藻類種の細胞の混合物を含む。ある場合には、少なくとも2種の異なる微細藻類種は、別々に培養されたものである。少なくとも1つの実施形態では、少なくとも2種の異なる微細藻類種は、異なるグリセロ脂質プロフィールを有する。ある場合には、藻類細胞を従属栄養条件下で培養する。ある場合には、少なくとも2種の異なる微細藻類種はすべて、乾燥重量で少なくとも10%又は少なくとも15%の油を含有する。

30

【0515】

一態様では、本発明は、GMP条件下で調製された、少なくとも50%の一価不飽和油を含有し、かつ1%未満のDHAを含有する藻類油に関する。ある場合には、一価不飽和油は18:1脂質である。ある場合には、藻類油を、単位用量の油を送達するためのカプセルに詰める。ある場合には、藻類油は、少なくとも2種の異なる微細藻類種の混合物に由来する。ある場合には、少なくとも2種の異なる微細藻類種は、別々に培養されたものである。少なくとも1つの実施形態では、少なくとも2種の異なる微細藻類種は、異なるグリセロ脂質プロフィールを有する。ある場合には、藻類油は、従属栄養条件下で培養された藻類細胞に由来する。

40

【0516】

一態様では、本発明は、60%を超える18:1と、少なくとも0.20mg/gのトコトリエノールとを含む油に関する。

【0517】

一態様では、本発明は、60%を超える18:1エステルと、少なくとも0.20mg/gのトコトリエノールとを含む脂肪酸アルキルエステル組成物に関する。

【0518】

本発明の藻類油は、濃縮し洗浄した組み換え微細藻類バイオマスから抽出により調製される。抽出前にバイオマス中の細胞を溶解させる。場合により、溶解(細胞破壊)の前に微生物バイオマスを乾燥(オーブン乾燥、凍結乾燥など)させてもよい。あるいは、発酵

50

が終了時に、細胞を発酵ブ罗斯の一部又は全部から分離せずに溶解させてもよい。例えば、細胞は、細胞溶解時に、細胞と細胞外液の比が1 : 1 (v : v) 未満の状態であり得る。

【0519】

脂質を含有する微細藻類を溶解させて、溶解物を作製してもよい。本明細書で詳細に記載するように、微生物を溶解させる工程（細胞溶解とも呼ばれる）を、熱誘導溶解、塩基の添加、酸の添加、プロテアーゼ及び多糖分解酵素（アミラーゼなど）などの酵素の使用、超音波、機械的な圧力による溶解、及び浸透圧衝撃を用いた溶解の使用を含めた、任意の簡便な手段によって行うことができる。微生物を溶解させるためのこれらの方法は、それぞれ単独の方法として、又は同時若しくは連続して組み合わせて用いることができる。細胞の破壊度は、顕微鏡分析によって観察することができる。上記の1つ又はそれ以上の方法を用いれば、典型的には、70%を超える細胞の破壊が観察される。好ましくは、細胞の破壊は、80%を超えており、より好ましくは90%を超えており、最も好ましくは約100%である。

10

【0520】

本発明に従って微細藻類により生成された脂質及び油は、抽出により回収できる。ある場合には、有機溶媒若しくは油を用いて、又は無溶媒抽出法を用いて抽出を行うことができる。

【0521】

組み換え微細藻類油の有機溶媒抽出では、好ましい有機溶媒はヘキサンである。典型的には、溶解物成分を事前に分離させずに、有機溶媒を直接溶解物に直接加える。一実施形態では、上記の1つ又はそれ以上の方法により生成された溶解物を、脂質成分が有機溶媒で溶液を形成するようになるのに十分な時間、有機溶媒と接触させる。ある場合には、溶液をその後さらに精製し、特定の所望の脂質成分を回収する。次いで、混合物を濾過し、例えば回転蒸発によりヘキサンを除去する。ヘキサン抽出法は当該技術分野でよく知られている。例えば、Frenz et al., *Enzyme Microb. Technol.*, 11: 717 (1989) を参照。

20

【0522】

Miao及びWuは、*Chlorella protothecoides*の培養物から組み換え微細藻類脂質を回収するプロトコルを記載しており、このプロトコルでは、細胞を遠心分離により回収し、蒸留水で洗浄し、凍結乾燥により乾燥させた。得られた細胞粉末を乳鉢で細かく粉砕し、次いでn-ヘキサンで抽出した。Miao and Wu, *Biosource Technology* 97: 841-846 (2006)。

30

【0523】

ある場合には、液状化（例えば、Sawayama et al., *Biomass and Bioenergy* 17: 33-39 (1999) 及びInoue et al., *Biomass Bioenergy* 6 (4): 269-274 (1993) を参照）；油の液状化（例えば、Minowa et al., *Fuel* 74 (12): 1735-1738 (1995) を参照）；又は超臨界CO₂抽出（例えば、Mendes et al., *Inorganica Chimica Acta* 356: 328-334 (2003) を参照）を用いて組み換え微細藻類油を抽出できる。

40

【0524】

油抽出は、溶解物成分を事前に分離させずに、油を直接溶解物に加えることを含む。油を加えた後、溶解物は、自然に又は遠心分離などの結果のいずれかで、異なる層に分離する。これらの層は、密度の高いものから順に、重い固体のペレット、水相、エマルション相、及び油相を含み得る。エマルション相は、脂質と水相のエマルションである。加えた油の溶解物に対する割合 (w/w又はv/v)、遠心分離をすればその遠心分離力、水性媒質の容積及びその他の因子によっては、エマルション相と油相のいずれか又は両方が存在し得る。微生物により産成された脂質が油中で安定化するのに十分な時間を使って、細胞溶解物又はエマルション相を油でインキュベーション又は処理をし、不均一な混合物を

50

形成する。

【0525】

様々な実施形態では、抽出プロセスで使用する油は、大豆、菜種、キャノーラ、パーム、パーム核、ココナツ、トウモロコシ、廃棄植物油、ナンキンハゼ、オリーブ、ヒマワリ、綿実、鶏脂、牛脂、豚脂、微細藻類、大型藻類、クフェア、亜麻、ピーナッツ、上質のホワイトグリース（ラード）、カメリナ・サティバ、カラシの種子、カシューナッツ、オーツ麦、ハウチワマメ、ケナフ、キンセンカ、麻、コーヒー、亜麻仁（亜麻）、ヘーゼルナッツ、ユーホルビア、カボチャの種、コリアンダー、ツバキ、ゴマ、ベニバナ、イネ、アブラギリ、ココア、コブラ、ケシ（*p i u m p o p p y*）、トウゴマの実、ピーカン、ホホバ、ジャトロファ、マカダミア、ブラジルナッツ及びアボカド由来の油からなる群から選択される。溶解物に加える油の量は、典型的には、油と混合する溶解物の5%（ v/v 及び／又は w/w により測定）を超える。したがって、油の好ましい v/v 又は w/w は、細胞溶解物の5%、10%、20%、25%、50%、70%、90%を超えるか、又は少なくとも95%である。

10

【0526】

また、溶解物を冷却することにより、有機溶媒又は油を実質的に又はまったく使用しない無溶媒抽出法で、脂質を溶解物から抽出することもできる。また、特に温度が室温～65℃の間であれば、超音波処理を用いることもできる。かかる溶解物は、遠心分離又は沈降するといくつかの層に分離し、その1つが水：脂質層である。他の層は、固体ペレット、水層及び脂質層を含み得る。エマルジョンを凍結融解又は冷却することにより、脂質をエマルジョン層から抽出することができる。このような方法では、有機溶媒又は油をまったく加える必要がない。溶媒又は油を加えるのであれば、溶解物の5% v/v 又は w/w 未満であり得る。

20

【0527】

（IX．組み換え微細藻類バイオマス又はそれに由来する原料と、他の食品成分との組み合わせ）

一態様では、本発明は、少なくとも0.1% w/w の藻類バイオマスと、1つ又はそれ以上の他の食用成分とを含む食品組成物に関するものであり、ここで、藻類バイオマスは、乾燥重量で少なくとも10%のトリグリセリドを含み、場合により、少なくとも90%の油がグリセロ脂質である。藻類細胞を従属栄養的に、場合により、加えて光の非存在下で育てる。ある実施形態では、藻類バイオマスは、乾燥重量で少なくとも25%、40%、50%又は60%の油を含有する。ある場合には、藻類バイオマスは、乾燥重量で10～90%、25～75%、40～75%又は50～70%の油を含有し、ここで場合により、少なくとも90%の油がグリセロ脂質である。少なくとも1つの実施形態では、少なくとも50重量%の油が一価不飽和のグリセロ脂質油である。ある場合には、少なくとも50重量%、60重量%、70重量%、80重量%又は90重量%の油のがC18：1脂質である。ある実施形態では、藻類トリグリセリド油の脂質プロファイルは、天然に存在する油に類似している。天然に存在する油が表5にいくつか記載されている。一実施形態では、本発明により産成された藻類トリグリセリドは、カカオバター、ココナツ油、パーム油、牛脂又はラードに類似している。ある場合には、5重量%未満の油がドコサヘキサエン酸（DHA）（22：6）である。少なくとも1つの実施形態では、1重量%未満の油がDHAである。バイオマスの化学的安定性を確保するために、多価不飽和脂肪酸（PUFA）レベルが低い藻類脂質含有量が好ましい。好ましい実施形態では、藻類バイオマスを従属栄養条件下で成長させて、緑色色素の沈着を少なくする。他の実施形態では、微細藻類は、色素沈着を欠くか、又は色素沈着が少ない色変異株である。

30

40

【0528】

また本発明は、従属栄養条件下で育てた組み換え藻類細胞から単離された少なくとも0.1% w/w の藻類トリグリセリド油と、1つ又はそれ以上の他の成分とを含んでなる食品組成物も提供する。組み換え藻類細胞は、場合により、暗所で育てる。ある実施形態では、藻類トリグリセロール油のトリグリセリドプロファイルは、天然に存在する油のトリ

50

グリセリドプロフィールに類似している。天然に存在する油が表5にいくつか記載されている。本発明のある実施形態では、本発明により生成される藻類トリグリセリドは、カカオバター、ココナツ油、パーム油、牛脂又はラードに類似している。少なくとも1つの実施形態では、少なくとも50重量%の油が一価不飽和のグリセロ脂質油である。ある場合には、少なくとも50重量%、60重量%、70重量%、80重量%又は90重量%の油がC18：1脂質である。

【0529】

別の態様では、本発明は、少なくとも0.1%w/wの藻類バイオマスと、1つ又はそれ以上の他の食用成分とを含む食品組成物に関するものであり、ここで、藻類バイオマスは、乾燥重量で少なくとも30%のタンパク質、乾燥重量で少なくとも40%のタンパク質、乾燥重量で少なくとも45%のタンパク質、乾燥重量で少なくとも50%のタンパク質、乾燥重量で少なくとも55%のタンパク質、乾燥重量で少なくとも60%のタンパク質、又は乾燥重量で少なくとも75%のタンパク質を含む。ある場合には、藻類バイオマスは、乾燥重量で30~75%又は40~60%のタンパク質を含有する。ある実施形態では、少なくとも40%の粗タンパク質が可消化性であるか、少なくとも50%の粗タンパク質が可消化性であるか、少なくとも60%の粗タンパク質が可消化性であるか、少なくとも70%の粗タンパク質が可消化性であるか、少なくとも80%の粗タンパク質が可消化性であるか、又は少なくとも90%の粗タンパク質が可消化性である。ある場合には、藻類バイオマスを従属栄養条件下で成長させる。少なくとも1つの実施形態では、藻類バイオマスを富窒素条件下で成長させる。他の実施形態では、微細藻類は、色素沈着を欠くか、又は色素沈着が少ない変異株である。

【0530】

ある場合には、藻類バイオマスは、大部分がインタクトな細胞を含む。ある実施形態では、食品組成物は、大部分が又は全部がバイオマスの細胞の中に封入されている油を含む。ある場合には、食品組成物は、大部分がインタクトな組み換え微細藻類細胞を含む。ある場合には、藻類油は、大部分がバイオマスの細胞内に封入されている。他の場合には、バイオマスは、大部分が溶解した細胞（例えば、ホモジネート）を含む。上述のように、かかるホモジネートは、スラリー、フレーク、粉末又は粒粉として提供される。

【0531】

食品組成物ある実施形態では、藻類バイオマスは、少なくとも10ppmのセレンをさらに含む。ある場合には、バイオマスは、少なくとも15%w/wの藻類多糖をさらに含む。ある場合には、バイオマスは、少なくとも5%w/wの藻類糖タンパク質をさらに含む。ある場合には、バイオマスは、0~115mcg/gの間の総カロチノイドを含む。ある場合には、バイオマスは、少なくとも0.5%w/wの藻類リン脂質を含む。上述のすべての場合において、上記成分は純粋な細胞成分であり、細胞外成分ではない。

【0532】

ある場合には、食品組成物の藻類バイオマスは、抗酸化性を有する成分を含有する。強力な抗酸化性は、藻類バイオマス中に存在する複数の抗酸化剤に起因するものであり得、このような抗酸化剤としては、カロチノイド、必須ミネラル、例えば亜鉛、銅、マグネシウム、カルシウム及びマンガンなどが挙げられるが、これらに限定されない。また藻類バイオマスは、トコトリエノール及びトコフェロールのような他の抗酸化剤も含むことが示されている。このようなビタミンEファミリーのメンバーは重要な抗酸化剤であり、他の健康上の有用性、例えば脳卒中による損傷からの保護作用、動脈閉塞の好転、乳癌及び前立腺癌細胞の増殖の抑制、コレステロールレベルの減少、II型糖尿病のリスクの低減、及び緑内障による損傷からの保護作用などを有する。トコトリエノール及びトコフェロールの天然源は、パーム、ヒマワリ、トウモロコシ、大豆及びオリーブ油から産成される油において見られ得るが、本明細書で提供される組成物は、これ以前に記載した既知の原料よりも著しく高レベルのトコトリエノールを提供する。

【0533】

ある場合には、本発明の食品組成物は、少なくとも0.05mg/g、少なくとも0.

0.7 mg/g 又は少なくとも 0.08 mg/g の総トコフェロールを含む藻類油を含有する。ある場合には、本発明の食品組成物は、少なくとも 0.15 mg/g、少なくとも 0.20 mg/g 又は少なくとも 0.25 mg/g の総トコトリエノールを含む藻類油を含有する。

【0534】

上記組成物及び／又は方法の特定の実施形態では、微細藻類はカロチノイドを産成し得る。ある実施形態では、微細藻類により産成されたカロチノイドを、微細藻類により産成された脂質又は油と一緒に抽出することができる（すなわち、油又は脂質はカロチノイドを含有している）。ある実施形態では、微細藻類により産成されるカロチノイドはキサントフィルである。ある実施形態では、微細藻類により産成されるカロチノイドはカロチンである。ある実施形態では、微細藻類により産成されるカロチノイドは、カロチンとキサントフィルの混合物である。様々な実施形態では、微細藻類により生成されるカロチノイドは、アスタキサンチン、ルテイン、ゼアキサンチン、 α -カロチン、trans- β -カロチン、cis- β -カロチン、リコピン、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される少なくとも 1 つのカロチノイドを含む。

10

【0535】

食品組成物のある実施形態では、藻類バイオマスは、適正製造基準（GMP）条件下で培養し、乾燥させた藻類に由来する。ある場合には、藻類バイオマスを、限定されないが、穀物、果物、野菜、タンパク質、脂質、ハーブ及び／又は香辛料成分を含めた 1 つ又はそれ以上の他の食用成分を組み合わせる。ある場合には、食品組成物は、サラダドレッシング、卵製品、焼成製品、パン、バー、パスタ、ソース、スープ飲料、飲料、冷菓、バター又はスプレッドである。特定の実施形態では、食品組成物は錠剤でも粉末でもない。ある場合には、本発明による食品組成物は、少なくとも 50 g 又は少なくとも 100 g の重さである。

20

【0536】

バイオマスを 1 つ以上の他の食用成分を組み合わせ、食品を製造できる。バイオマスは、単一の藻類源（例えば、株）又は複数の供給源（例えば、様々な株）由来の藻類バイオマス由来であり得る。またバイオマスは、単一の藻類種だが、異なる組成物プロフィールを有する藻類種由来であり得る。例えば、製造者は、油含有量の高い微細藻類をタンパク質含有量の高い微細藻類とブレンドして、最終食品で望まれる正確な油とタンパク質の含有量にすることができる。食品製造者が組み合わせを行って、小売又は食品サービス用途のための最終製品を製造することができる。あるいは、製造者が藻類バイオマスを製品として販売し、消費者が、例えば従来の調理法を改変することにより、藻類バイオマスを食品中に組み込むこともできる。いずれの場合にも、藻類バイオマスは、典型的には、多くの従来の食品で使用される油、脂肪、卵などの全部又は一部の代わりに使用される。

30

【0537】

一態様では、本発明は、少なくとも 0.1 % w/w 藻類のバイオマスと、1 つ又はそれ以上の他の食用成分とを含む食品組成物に関し、ここで、乾燥重量で少なくとも 40 % のタンパク質を含有する藻類バイオマスと、乾燥重量で 40 % の脂質を含有する藻類バイオマスをブレンドすることにより藻類バイオマスを調合して、乾燥重量で所望の割合でブレンドされたタンパク質と脂質を得る。ある実施形態では、バイオマスは同じ株の藻類由来である。あるいは、乾燥重量で少なくとも 40 % の脂質を含有し、その脂質の 1 % 未満を DHA として含有する藻類バイオマスと、乾燥重量で少なくとも 20 % の脂質を含有し、その脂質の少なくとも 5 % を DHA として含有する藻類バイオマスとブレンドして、凝集物中に乾燥重量で少なくとも 10 % の脂質と 1 % の DHA とを含有する乾燥バイオマスのブレンドを得る。

40

【0538】

一態様では、本発明は、GMP 条件下で、藻類培養物を乾燥させて乾燥重量で少なくとも 15 % の油を含む藻類バイオマスを得ることによる、藻類バイオマスの調製方法に関するものであり、ここで、藻類油は、50 % を超える一価不飽和脂質である。

50

【0539】

一態様では、本発明は、GMP条件下で製造される、乾燥重量で少なくとも15%の油を含有する藻類バイオマスに関するものであり、ここで、藻類油は、50%、60%、70%、80%又は90%を超えるC18：1脂質である。一態様では、本発明は、GMP条件下で製造される、乾燥重量で少なくとも40%の油を含有する藻類バイオマスに関する。一態様では、本発明は、GMP条件下で製造される、乾燥重量で少なくとも55%の油を含有する藻類バイオマスに関する。ある場合には、藻類バイオマスは、1単位用量のバイオマスを送達する錠剤として包装される。ある場合には、藻類バイオマスは、藻類バイオマスと他の食用成分を組み合わせるための指示を与えるラベルとともに包装されるか、又は別の方法でそれを有する。

10

【0540】

一態様では、本発明は、上記組み換え微細藻類バイオマス及び／又はそれに由来する原料を、下記の少なくとも1つの他の最終食品成分と組み合わせて、食品組成物又は食料品を形成する方法に関する。様々な実施形態では、本発明の方法により形成される食品組成物は、卵製品（粉末又は液体）、パスタ製品、ドレッシング製品、マヨネーズ製品、ケーキ製品、パン製品、エネルギーバー、乳製品、ジュース製品、スプレッド又はスムージーを含む。ある場合には、食品組成物は錠剤でも粉末でもない。様々な実施形態では、食品組成物は、少なくとも10g、少なくとも25g、少なくとも50g、少なくとも100g、少なくとも250g若しくは少なくとも500g、又はそれを超える重さである。ある実施形態では、組み換え微細藻類バイオマス及び／又はそれに由来する製品の組み合わせにより形成される食品組成物は、未調理製品である。他の場合には、食品組成物は調理済み製品である。

20

【0541】

他の場合には、食品組成物は調理済み製品である。ある場合には、食品組成物は、藻類バイオマスに由来する油を除き25重量%未満の油又は脂肪を含有する。マーガリンなどのスプレッドを製造するとき行われるように植物油を水素化すると、飽和トリグリセリド（TAG又はトランス脂肪）の形態の脂肪が生成される。藻類バイオマス中に含有される脂肪には、トランス脂肪が存在しない。ある場合には、食品組成物は、バイオマスに由来する油を除き10重量%未満の油又は脂肪を含有する。少なくとも1つの実施形態では、食品組成物は、バイオマスに由来する油を除き、油又は脂肪を含まない。ある場合には、食品組成物は、バイオマス由来の油以外の油を含まない。ある場合には、食品組成物は卵又は卵製品を含まない。

30

【0542】

一態様では、本発明は、従来の食品中の脂肪又は油の全部又は一部が、少なくとも10重量%の油を含有する藻類バイオマスに置き換わっている食品組成物の製造方法に関する。一実施形態では、本方法は、バイオマス中の藻類油と従来の食品中の油又は脂肪の量との比率を用いて、置換用藻類バイオマスの量を決定し、藻類バイオマスを、少なくとも1つの他の食用成分と、従来の食品中に含有されるよりも少ない量の油又は脂肪とを組み合わせ、食品組成物を形成することを含む。ある場合には、少なくとも1つの他の成分を組み合わせた藻類バイオマスの量は、従来の食品中の油及び／又は脂肪の質量又は容積の1～4倍である。

40

【0543】

ある実施形態では、上記方法は、油又は脂肪と組み合わせた少なくとも1つの他の食用成分を含有する従来の食品のための調理法を提供し、従来食品中の脂肪又は油の質量又は容積として、1～4倍の質量又は容積の藻類バイオマスを少なくとも1つの他の食用成分と混ぜ合わせることをさらに含む。ある場合には、本方法は、GMP条件下で藻類バイオマスを調製することをさらに含む。

【0544】

ある場合には、組み換え微細藻類バイオマス及び／又はそれに由来する生成物の組み合わせにより形成される食品組成物は、w/w又はv/vで、少なくとも0.1%、少なく

50

とも0.5%、少なくとも1%、少なくとも5%、少なくとも10%、少なくとも25%、又は少なくとも50%の組み換え微細藻類バイオマス又は組み換え微細藻類油を含む。ある実施形態では、本明細書に記載されている通りに形成された食品組成物は、w/wで、少なくとも2%、少なくとも5%、少なくとも10%、少なくとも25%、少なくとも50%、少なくとも75%、少なくとも90%、又は少なくとも95%の組み換え微細藻類バイオマス又はそれに由来する生成物を含む。ある場合には、食品組成物は、重量又は容積で、5~50%、10~40%、又は15~35%の藻類バイオマス又はそれに由来する生成物を含む。

【0545】

上記のように、本来であれば食品に從來より含まれ得る他の成分を、組み換え微細藻類バイオマスで置き換えることができる。ある実施形態では、食品組成物は、バイオマスに起因する又は組み換え微細藻類源由来の組み換え微細藻類油を除き、50重量%未満、40重量%未満、又は30重量%未満の油又は脂肪を含有する。ある場合には、食品組成物は、バイオマスに起因する又は組み換え微細藻類源由来の組み換え微細藻類油を除き、25重量%未満、20重量%未満、15重量%未満、10重量%未満、又は5重量%未満の油又は脂肪を含有する。少なくとも1つの実施形態では、食品組成物は、バイオマスに起因する又は組み換え微細藻類源由来の組み換え微細藻類油を除き、油又は脂肪を含まない。ある場合には、食品組成物は、卵、バター若しくは他の脂肪/油、又は相当する従来の食品中に元々含まれ得る少なくとも1つの他の成分を含まない。ある食品は乳製品（例えば、バター、クリーム及び/又はチーズ）を含まない。

【0546】

食品組成物を調製するために使用する藻類バイオマスの量は、従来の食品中の置き換えられる非藻類油、脂肪、卵などの量、及び藻類バイオマス中の油の百分率によって決まる。したがって、少なくとも1つの実施形態では、本発明の方法は、バイオマス中の油の割合、及び従来の食品中の少なくとも1つの他の食用成分と元々組み合わせられている油及び/又は脂肪の割合から、少なくとも1つの他の食用成分と組み合わせる藻類バイオマスの量を決定することを含む。例えば、藻類バイオマスが50% w/wの組み換え微細藻類油であり、かつ従来の調理法での油又は脂肪を完全に置き換えることを望むのであれば、油を、例えば2:1の比で置き換える。比は質量により測定してもよいが、実用目的では、多くの場合、計量用のカップ又はスプーンを用いて容積を測定する方が容易であり、かつ置き換えを容積で行うことができる。一般的な場合、置き換える油又は脂肪の容積又は質量を、藻類バイオマスの(100/100-X)容積又は質量で置き換え、ここでXは、バイオマス中の組み換え微細藻類油の百分率である。一般に、従来の調理法において置き換えられる油及び脂肪を、すべて藻類バイオマスに置き換えることができる。但し、すべてを置き換える必要はなく、任意の所望の割合の油及び/又は脂肪を保持し、残りを味及び栄養上の必要性に応じて置き換えることができる。藻類バイオマスは、乳化剤として機能するタンパク質及びリン脂質を含有するため、卵などの品目を全部又は一部、藻類バイオマスに置き換えることができる。卵を全部バイオマスに置き換えるのであれば、追加の乳化剤(1つ又は複数)で食品組成物中の乳化特性を増強する、及び/又は追加の水若しくは他の液体(1つ又は複数)を加えて、本来なら卵により与えられ得るこれらの成分の損失を補うことが望ましい、又は必要である場合がある。卵はすべてが脂肪というわけではないので、卵を置き換えるために使用するバイオマスの量は、純粋な油又は脂肪を置き換えるために使用する量よりも少なくてもよい。平均的な卵の重量は約58gであり、約11.2%の脂肪を含む。したがって、50重量%の組み換え微細藻類油を含む約13gの藻類バイオマスを用いて、全卵の全脂肪部分を置き換えることができる。食品中の全部又は一部の卵を置き換えることは、コレステロールを低下させるというさらなる利点を有する。

【0547】

簡単にするために、置き換えの比率は、バイオマスの質量又は容積で置き換えられる油、脂肪及び/又は卵の質量又は容積で表すことができる。ある方法では、従来の調理法で

10

20

30

40

50

の油、脂肪及び／又は卵の質量又は容積を、5～150%、25～100%、又は25～75%の油、脂肪及び／又は卵の質量又は容積で置き換える。置き換えの比は、種々の因子、例えば食品、食品の所望の栄養プロフィール、食品の全体的な質感及び外見、並びにバイオマスの油含有量などによって決まる。

【0548】

調理済み食品では、調理前又は後に百分率（すなわち、重量又は容積）を決定できる。藻類バイオマスの百分率は、液体の喪失により調理プロセスの間に増加し得る。調理プロセスの間に一部の藻類バイオマス細胞が溶解し得るため、調理済み製品中の藻類バイオマスの含有量を直接測定することが困難な場合がある。しかし、最終製品の重量又は容積の百分率（バイオマスの乾燥固体に基づく）として、未加工製品に入っているバイオマスの質量又は容積から、また藻類バイオマスに固有の成分、例えば、ゲノム配列、又は特定のカロチノイドなど、藻類バイオマスによってのみ送達される化合物などを分析する方法により、含有量を間接的に決定することができる。

10

【0549】

ある場合には、藻類バイオマスを、従来の食品中に存在する油、脂肪、卵などの一定比率の量を超える量で、少なくとも1つの他の食用成分と組み合わせることが望ましい場合もある。例えば、従来の食品中の油及び／又は脂肪の質量又は容積を、その1、2、3、4倍又はそれを超える量の藻類バイオマスで置き換えてもよい。本発明の方法のある実施形態は、油又は脂肪と組み合わせた少なくとも1つの他の食用成分を含有する従来食品の調理法を提供して、従来食品中の脂肪又は油の質量又は容積として、1～4倍の質量又は容積の藻類バイオマスを少なくとも1つの他の食用成分と混ぜ合わせることを含む。

20

【0550】

藻類バイオマス（大部分がインタクトな、又は均質化若しくは微粒子化された）及び／又は藻類油を、少なくとも1つの他の食品成分を組み合わせる食品を形成する。ある食品では、藻類バイオマス及び／又は藻類油を、1～20種、2～10種又は4～8種の他の食用成分と組み合わせる。食用成分は、限定されないが、果物、野菜、豆類、肉、魚、穀物（例えば、小麦、米、オーツ麦、コーンミール、大麦）、ハーブ、香辛料、水、野菜の煮汁、ジュース、ワイン及び食酢を含めるがこれらに限定されない、あらゆる主要な食品群から選択され得る。ある食品組成物では、藻類バイオマス又は藻類油のほかに少なくとも2種、3種、4種又は5種の食品群が表される。

30

【0551】

また、油、脂肪、卵などを食品組成物に入れることもできるが、上で述べたように、これら通常は、従来の食品と比べて少ない量（例えば、質量又は容積で、50%未満、25%未満又は10%未満の油、脂肪又は卵）で存在する。本発明のある食品は、藻類バイオマス及び／又は藻類油によりもたらされる油以外の油を含まない。ある食品は、藻類バイオマスによりもたらさせる油以外の油を含まない。ある食品は、藻類バイオマス又は藻類油によりもたらされる脂肪以外の脂肪を含まない。ある食品は、藻類バイオマスによりもたらさせる脂肪以外の脂肪を含まない。ある食品は、藻類バイオマス又は藻類油によりもたらされる油及び脂肪以外の油及び脂肪を両方とも含まない。ある食品は、藻類バイオマスによりもたらされる油及び脂肪以外の油及び脂肪を両方とも含まない。ある食品は卵を含まない。ある実施形態では、微細藻類により生成される油を、特定の脂肪酸の成分（1つ又は複数）又はレベルを含むように培養条件又は株選択により調整できる。

40

【0552】

ある場合には、食品組成物の製造で使用する藻類バイオマスは、少なくとも2つの異なる微細藻類種の混合物を含む。ある場合には、少なくとも2つの異なる微細藻類種は、別々に培養されたものである。少なくとも1つの実施形態では、少なくとも2つの異なる微細藻類種は、異なるグリセロ脂質プロフィールを有する。ある場合には、上記方法は、従属栄養条件下で藻類を培養し、その藻類からバイオマスを調製することをさらに含む。ある場合には、少なくとも2つの異なる微細藻類種はすべて、乾燥重量で少なくとも10%又は少なくとも15%の油を含有する。ある場合には、食品組成物は、同じ種の2つの異

50

なるバイオマス調製物のブレンドを含有し、ここで、一方の調製物は乾燥重量で少なくとも30%の油を含有し、第2の調製物は乾燥重量で15%未満の油を含有する。ある場合には、食品組成物は、同じ種の2つの異なるバイオマス調製物のブレンドを含有し、ここで、一方の調製物は乾燥重量で少なくとも50%の油を含有し、第2の調製物は乾燥重量で15%未満の油を含有し、さらに藻類種は*Chlorella protothecoides*である。

【0553】

本来なら従来の食品中に存在する油、脂肪又は卵の代わりとして藻類バイオマスを使用することに加え、スムージーなど、通常は油を含まない食品中の栄養補助剤として、藻類バイオマスを使用することができる。油を炭水化物が主である製品と組み合わせることは、油に関連する利益があり、また、炭水化物の血糖指数を低下させることにより油と炭水化物の組合せから利益が得られる。バイオマス中に封入された油を加えることは、油を酸化から保護する点で有利であり、またスムージーの味及び質感を向上させることもできる。

10

【0554】

藻類バイオマスから抽出された油を、バイオマス自体と同じ方法で、すなわち、従来の調理法での油、脂肪、卵などの代わりとして使用することができる。油を用いて、従来の油及び／又は脂肪を約1:1（重量／重量又は容積／容積）で置き換えることができる。油を、場合により追加の水及び／又は乳化剤（平均58gの卵の脂肪は約11.2%、藻類油の密度は約0.915g/ml、小さじの容積は約5ml、すなわち、卵1個あたり小さじ1.2杯分の藻類油である）と組み合わせて、卵1個あたりおよそ小さじ1杯の藻類油と置き換えることにより、卵の代わりに用いることができる。また油を、ドレッシング、ソース、スープ、マーガリン、クリーマー、ショートニングなどに組み込むこともできる。油は、油と他の食品成分を組み合わせることで所望の味、質感及び／又は外見にする必要がある食品に特に有用である。食品中の、重量又は容積による油含有量は、少なくとも5、10、25、40又は50%であり得る。

20

【0555】

少なくとも1つの実施形態では、藻類バイオマスから抽出された油は、食用油として、食品製造業者、レストラン及び／又は消費者が使用できる。かかる場合には、藻類油を、例えばベニバナ油、キャノーラ油、オリーブ油、ブドウ種子油、トウモロコシ油、ヒマワリ油、ココナツ油、パーム油又は従来用いられている他の任意の食用油などの従来の食用油の代わりにすることができる。藻類バイオマスから得られた油を、他の種類の油と同様にさらに精製して、調理への適合性を高めることができる（例えば、発煙点の上昇）。油を苛性ソーダで中和して、遊離脂肪酸を除去することもできる。遊離脂肪酸は、除去可能なスープストックを形成する。カーボンブラック及び漂白土などの化学物質を用いた漂白により、油の着色を取り除くこともできる。漂白土及び化学物質を濾過により油から分離することができる。また、蒸気処理により油を脱臭することもできる。

30

【0556】

大部分がインタクトなバイオマス、均質化又は微粒子化されたバイオマス（スラリー、フレーク、粉末又は粒粉として）及び精製された藻類油はすべて、他の食品成分と組み合わせて食品を形成することが可能である。すべて、好ましい栄養プロフィールを有する（一価不飽和含有量が比較的高い）油源である。また大部分がインタクトな、均質化された、及び微粒子化されたバイオマスは、上述のような高品質のタンパク質（バランスの取れたアミノ酸組成物）、炭水化物、繊維及びその他の栄養素を供給する。これらの任意の生成物を組み込んだ食品は、完全菜食主義又は菜食主義用の形態で製造され得る。組み換え微細藻類バイオマス（大部分がインタクトな、若しくは均質化された（若しくは微粒子化された）バイオマス、又はその両方）をタンパク質源としてを使用するもう1つの利点は、それが、大豆、卵又は乳製品などの主要な対立遺伝子源に由来しない完全菜食主義／菜食主義用のタンパク質源であるということである。

40

【0557】

50

本発明に従って藻類バイオマス及び／又は藻類油と組み合わせることができる他の食用成分としては、穀物、果物、野菜、タンパク質、肉、ハーブ、香辛料、炭水化物及び脂肪が挙げられるが、これらに限定されない。藻類バイオマス及び／又は藻類油と組み合わせて食品組成物を形成する他の食用成分は、製造する食品、並びに該食品の味、質感及びその他特性によって決まる。

【0558】

一般に、これらの任意の藻類油供給源は、任意の食品で 사용할 ことができるが、好ましい供給源は、部分的には、油が食品の質感、外見又は味よりも、主として栄養目的若しくはカロリー目的で存在するのか、あるいは、他の食品成分と組み合わせる油が、食品の栄養プロフィール若しくはカロリープロフィールを向上させると同時に、又はその代わり

10

【0559】

必要に応じて、食品を従来の方法で調理できる。調理プロセスの長さ及び温度によっては、一部の細胞壁が破壊されて油が放出され、それが混合物中の他の成分と組み合わせる場合がある。しかし、多くの場合、少なくとも一部の藻類細胞は調理されてもインタクトなままである。あるいは、調理せずに食品を使用することもできる。この場合、藻類の細胞壁はインタクトなままで、油を酸化から保護する。

【0560】

藻類バイオマスは、大部分がインタクトな細胞を含む形態で、又はホモジネート粉末として提供された場合、それが乾燥成分として提供されて、粒粉などの他の乾燥成分との混合が容易になり得るという点で、油、脂肪又は卵とは異なる。一実施形態では、藻類バイオマスは、乾燥重量で25～40%の間の油を含有する乾燥ホモジネートとして提供される。また、バイオマスホモジネートは、スラリーとしても提供され得る。乾燥成分（及び使用する場合は、バイオマスホモジネートスラリー）を混合した後に、水などの液体を加えることもできる。ある食品では、バイオマスの非油成分により、及び／又は卵などの他の成分により水が供給されないため、必要な液体の量が従来の食品よりも若干多い。しかし、水の量は、従来の調理と同様に容易に決定され得る。

20

【0561】

一態様では、本発明は、乾燥重量で少なくとも10%の藻類油を含有する少なくとも0.5% w/wの藻類バイオマスと、少なくとも1つの他の食品成分とを含む、食品成分組成物に関するものであり、ここで、食品成分組成物に液体を加えることにより、食品成分を還元された食品に変化させ得る。一実施形態では、液体は水である。

30

【0562】

均質化又は微粒子化された高油バイオマスは、バイオマスに起因する油が他の液体とエマルジョンを形成する液体及び／又は乳化食品（油中水型及び水中油型エマルジョン）、例えばソース、スープ、飲料、サラダドレッシング、バター、スプレッドなどにおいて特に有利である。レオロジーを向上させることで有用となる製品、例えばドレッシング、ソース及びスプレッドについては、以下の実施例に記載されている。均質化されたバイオマスを用いれば、所望の質感（例えば、食感）、味及び外見（例えば、不透明度）を有するエマルジョンは、従来の油を用いた従来の製品の場合に比べて、低い油含有量（製品全体の重量又は容積で）で形成され得るため、脂肪増量剤として用いることができる。このことは、低カロリー（すなわち、ダイエット用）製品に有用である。また精製された藻類油もこのような液体及び／又は乳化製品に有利である。均質化又は微粒子化された高油バイオマスと精製された藻類油はともに、焼成製品中の他の食用成分とうまく混ざり、従来の油、脂肪及び／又は卵で製造された他の類似の製品と同等かそれ以上の味、外見及び質感を達成し、しかも栄養プロフィールは向上する（例えば、単価飽和油の含有量の増加、並びに／又タンパク質の含有量又は質の増加、並びに／又は繊維及び／若しくは他の栄養素の含有量の増加）。

40

【0563】

大部分がインタクトなバイオマスは、食品の栄養プロフィールの変更又は増加（例えば

50

、油含有量の増加、異なる油成分（例えば、一価不飽和油が多い）、タンパク質含有量の増加、カロリー含有量の増加、他の栄養素の含有量の増加）が望まれる状況において特に有用である。かかる食品は、例えば、運動選手、又は消耗性疾患の患者に有用であり得る。大部分がインタクトなバイオマスを増量剤として使用できる。例えば、より高価な食品の量を増大させるために（例えば、肉増量材（meat helper）など）、又は菜食主義者用の肉代替品などの擬似食品若しくは模倣食品に増量剤を用いることができる。模倣食品又は模倣食品は、通常は、異なる供給源から風味やかさ提供されるという点で、天然の食品とは異なる。例えば、肉などの天然食品の風味は、風味を保持する増量剤に付与することができる。大部分がインタクトなバイオマスは、かかる増量剤として使用され得る。また大部分がインタクトなバイオマスは、水との結合性に優れ、パスタのような乾燥食品の再水和を促進し得ることから、このような食品においても特に有用である。また大部分がインタクトなバイオマスは、例えば焼成製品の保存剤としても有用である。大部分がインタクトなバイオマスの保水性が向上するため、有効期間が伸び得る。

10

【0564】

破壊又は微粒子化された藻類バイオマスの保水性も向上するため、有効期間が伸び得る。保湿性の増加は、無グルテン焼成製品などの無グルテン製品において特に望ましい。破壊された藻類バイオマスを用いた無グルテンクッキー調合、及びその後の有効期間の実験に関する詳細は、以下の実施例に記載されている。

【0565】

ある場合には、藻類バイオマスは、卵調製品に使用できる。ある実施形態では、よりクリーミーなスクランブルエッグを作るために従来の乾燥粉末の卵調製品に加えた藻類バイオマス（例えば、藻類粒粉）は、藻類バイオマスなしで調製した乾燥粉末卵よりも水分が多く、質感もよい。他の実施形態では、調製後にスチームテーブルに放置する卵の全体的な質感及び水分を向上させるために、藻類バイオマスを全液卵に加える。上記調製品の具体例が以下の実施例に記載されている。

20

【0566】

藻類バイオマス（大部分がインタクトな及び／又は均質化若しくは微粒子化された）及び／又は藻類油は、実質的に任意の食品組成物に組み込まれ得る。いくつかの例としては、焼成製品、例えばケーキ、ブラウニー、イエローケーキ、ブリオッシュを含めたパン、シュガークッキーを含めたクッキー、ビスケット及びパイなどが挙げられる。他の例としては、乾燥形態で提供されることが多い、パスタ又は粉末ドレッシング、乾燥クリーマーなどの製品、代用肉、及び肉代替品が挙げられる。大部分がインタクトなバイオマスを結合剤及び／又は増量剤としてかかる製品に組み込むと、大部分がインタクトなバイオマスの水との結合能により水和が向上し、生産量が増加し得る。また、乾燥粉末卵から作られるスクランブルエッグなどの再水和食品の質感及び栄養プロフィールも向上し得る。他の例としては、液体食品、例えばソース、スープ、ドレッシング（食べられる状態の）、クリーマー、乳飲料、ジュース飲料、スムージー、クリーマーなどが挙げられる。他の液体食品としては、ミールリプレイスメント又は藻類のミルクとして機能する栄養飲料が挙げられる。他の食品としては、ショートニング、マーガリン／スプレッド、ナッツバター、及びナチョソースなどのチーズ製品を含めた、バター又はチーズなどが挙げられる。他の食品としては、エネルギーバー、チョコレート菓子用レシチンの代替物、ミールリプレイスメントバー、グラノーラバータイプの製品が挙げられる。別のタイプの食品は、バター及びコーティングである。食品を取り囲む油の層を与えることにより、大部分がインタクトなバイオマス、又はホモジネートが、調理媒体からの余分な油が食品に浸透するのを防ぐ。したがって、食品は、あまり望ましくない油（例えば、トランス脂肪、飽和脂肪、及び食用油由来の副生成物）を吸収することなく、一価不飽和油含有量の高いコーティングの効果を保持することができる。またバイオマスのコーティングは、食用油及びその副生成物の吸収が少ないことにより、望ましい（例えば、かりかりとした）質感及び純粋な風味を食品に与え得る。

30

40

【0567】

50

未調理食品では、バイオマス中のほとんどの藻類細胞がインタクトなままである。このことには、藻類油が酸化から保護されるという利点があり、これにより有効期間が長くなり、他の成分との有害な相互作用が最小限になる。食品の性質によっては、細胞が与えられる保護により、冷蔵、真空包装などの必要性が低減又は回避される。また、細胞がインタクトな状態に保持されることにより、油が消費者の口に直接接触するのを妨げ、油っぽい又は脂肪の多いとい望ましくない感覚が低減される。油が栄養補助食品として使用される食品では、このことは製品の官能特性を向上させるのに有利であり得る。したがって、大部分がインタクトなバイオマスは、かかる製品での使用に適している。しかし、油が所望の食感を与える（例えば、食酢のような水溶液とのエマルジョンとして）、サラダドレッシングなどの未調理製品では、精製された藻類油又は微粒子化されたバイオマスの使用が好ましい。調理済み食品では、元のインタクトなバイオマスの藻類細胞の一部が溶解し得るが、他の藻類細胞はインタクトなままであり得る。溶解する細胞とインタクトな細胞の割合は、調理プロセスの温度及び時間によって決まる。油と他の成分の不均一な分散が味、質感及び／又は外見にとって望ましい調理済み食品（例えば、焼成製品）では、微粒子化されたバイオマス又は精製された藻類油の使用が好ましい。藻類バイオマスを用いて、油及び／又はタンパク質並びに他の栄養素を供給する調理済み食品では、主として、質感よりも栄養又はカロリー上の有用性のために用いる。

【0568】

また藻類バイオマスは、藻類バイオマスなしで製造された、本来であれば類似といえる従来の製品と比較して、食品（例えば、ミールリプレースメントの飲料又はスムージー）の満腹指数を増加させることにおいても有用であり得る。満腹指数は、同じカロリー数の異なる食品が食欲をどの程度満たすのかを表す尺度である。かかる指数は、試験対象の食品を与えた後、一定の間隔で他の食品に対する食欲を測定することにより測定することができる。その後の他の食品に対する食欲が低いほど、満腹指数は高い。満腹指数の値は、白パンの値を100とした尺度で表すことができる。満腹指数の高い食品はダイエットに有用である。機序の理解に依存するわけではないが、藻類バイオマスは、所定のカロリー量に対して食品のタンパク質及び／又は繊維含有量を増加させることにより、食品の満腹指数を増加させると考えられる。

【0569】

また藻類バイオマス（大部分がインタクトで、かつ均質化又は微粒子化された）及び／又は藻類油を使って、栄養補助食品又はダイエット補助食品を製造することもできる。例えば、藻類油を、魚油と同様の方法で、消化可能なカプセル内に封入することもできる。かかるカプセルを瓶詰めにし、毎日摂取することもできる（例えば、1日1～4錠のカプセルまた錠剤）。カプセルは、1単位用量の藻類バイオマス又は藻類油を含有し得る。同様に、バイオマスを、場合により、製薬用などの添加剤とともに圧縮して錠剤にすることもできる。錠剤を、例えば瓶詰め又はブリストアパックに包装し、例えば1日1～4錠の用量で毎日摂取することもできる。ある場合には、錠剤などの製剤は、1単位用量のバイオマス又は藻類油を含む。カプセル及び錠剤製品などの栄養補助食品の製造は、米国連邦規則集第21編第111部又は米国外の管轄区域により制定されている同等の規制で成文化されている、栄養補助食品に適したGMP条件下で行われることが好ましい。藻類バイオマスを他の粉末と混ぜ、そのまま混ぜることができる原材料（例えば、水、ジュース、ミルクなどの液体と）として小袋に入れることができる。また藻類バイオマスを、ヨーグルトのような製品に混ぜることができる。

【0570】

藻類バイオマス及び／又は藻類油を栄養補助食品に組み込むことはできるが、上述の機能性食品は、丸剤、カプセル又は粉末形態の典型的な栄養補助食品とは異なる。かかる食品の1人分の量は、典型的には、重量及び供給されるカロリーの両方の点で栄養補助食品よりもかなり多い。例えば、食品が1回分ずつ包装され又は一度に摂取される場合、重量は100gを超え、かつ／又は少なくとも100カロリーが供給される場合が多い。典型的には、食品は、タンパク質、炭水化物又は液体のいずれかのうち少なくとも1つの成分

10

20

30

40

50

を含有し、多くの場合、かかる他の成分を2つ又は3つ含有する。多くの場合、食品のカロリーのうち少なくとも30%、50%又は60%が、食品中のタンパク質又は炭水化物により供給される。

【0571】

上述のように、藻類バイオマスは、製造者によって製造され、レストラン又は個人などの消費者に販売され、商業的環境または家庭で使用され得る。かかる藻類バイオマスは、食品に対する適正製造基準（GMP）条件下で製造及び包装することが好ましい。多くの場合、大部分がインタクトな形態で、又は均質化若しくは微粒子化された形態である藻類バイオマスを、粉末として密封バッグのような密閉容器内に乾燥状態で包装する。スラリー形態の均質化又は微粒子化されたバイオマスは、各種容器の中でも特に、タブ容器に包装すると好都合であり得る。場合により、有効期間を延ばすために、藻類バイオマスを真空包装することができる。包装された藻類バイオマスを冷蔵する必要はない。包装された藻類バイオマスは、従来の調理法での所与の量の油、脂肪又は卵を上述のように置き換えるために使用する藻類バイオマスの量に関する指示が記載された使用説明書を含むことができる。簡単にするために、指示には、油又は脂肪を質量又は容積で2：1の比でバイオマスに置き換え、卵1個あたりバイオマスを11g又は藻類油を小さじ1杯の割合で卵を置き換えると記載できる。上述のように、その他の比率も可能であり、例えば、従来の調理法での油及び／又は脂肪及び／又は卵の質量又は容積に対して10～175%の質量又は容積のバイオマスという比率を用いることが可能である。説明書の指示によると、密封包装を開封したら、使用者は、藻類バイオマスを市販のもので広く利用されているもの（例えば、Glad）などの密閉容器に入れ、場合により冷蔵して保存する。

【0572】

また藻類バイオマス（大部分がインタクトな、又は均質化若しくは微粒子化された粉末）は、他の乾燥成分（例えば、糖、粒粉、乾果、香味料）と混ぜ合わせ、小分けにして包装し、最終製品が均等になるようにすることができる。次いで、前記混合物は、消費者又は食品サービス会社が、水若しくはミルクなどの液体を加え、場合によりかき混ぜ、及び／又は油若しくは脂肪を加えずに調理するだけで、食品に変えられ得る。ある場合には、液体を加えて乾燥藻類バイオマス組成物を復元する。場合により、マイクロ波オーブン、対流式オーブン、従来のオーブンをを用いて、又はレンジ台で調理を行うことができる。かかる混合物を、ケーキ、パン、パンケーキ、ワッフル、飲料、ソースなどの製造に使用することができる。かかる混合物には、消費者にとって便利である、また冷蔵しなくても有効期間が長いといった利点がある。かかる混合物は、典型的には、液体を加えて混合物を食品に変化させるための説明書を有する密閉容器に梱包する。

【0573】

食品成分として使用する藻類油も同様に、食品に対するGMP条件下で製造及び包装することが好ましい。藻類油は、典型的には、従来使用されている油と同様に、瓶詰め又はその他の容器に梱包する。容器には、食品中の従来の油、脂肪又は卵の代わりに、及び食用油として、油を使用するための指示が記載されたラベルが貼り付けられ得る。密閉容器に包装した場合、油は実質的に劣化せず、その有効期間は長い（少なくとも1年）。開封後でも、主として一価不飽和油を含む藻類油は、急激に酸化の影響を受けることはない。しかし、冷暗所で保管すれば（例えば、戸棚のような閉所の中で）、未使用分の油は長持ちし、酸化しにくい。油に付属する指示書には、かかる保管に関する情報が含まれ得る。

【0574】

場合により、藻類バイオマス及び／又は藻類油は、有効期間を最大にするために、カロチノイド（例えば、アスタキサンチン、ルテイン、ゼアキサンチン、 α -カロチン、 β -カロチン及びリコピン）、リン脂質（例えば、N-アシルホスファチジルエタノールアミン、ホスファチジン酸、ホスファチジルエタノールアミン、ホスファチジルコリン、ホスファチジルイノシトール及びリゾホスファチジルコリン）、トコフェロール（例えば、 α -トコフェロール、 β -トコフェロール、 γ -トコフェロール及び δ -トコフェロール）、トコトリエノール（例えば、 α -トコトリエノール、 β -トコトリエノール、 γ -トコトリエノール及

びδトコトリエノール)、ブチル化ヒドロキシトルエン、ブチル化ヒドロキシアニソール、ポリフェノール、ロスマリン酸、没食子酸プロピル、アスコルビン酸、アスコルビン酸ナトリウム、ソルビン酸、安息香酸、メチルパラベン、レブリン酸、アニス酸、酢酸、クエン酸及びビオフラボノイドを含むがこれらに限定されない、食品用に認可された保存剤／抗酸化剤を含んでいてもよい。

【0575】

大部分がインタクトなバイオマス、均質化若しくは微粒子化されたバイオマス（スラリー、フレーク、粉末粒粉）又は藻類油をヒトの栄養摂取用の食品に組み込むことに関する記述は、一般に、非ヒト動物用の食品に対しても適用される。

【0576】

バイオマスは、かかる食品に、高品質の油若しくはタンパク質、又はその両方を付与する。藻類油の含有量は、好ましくは、少なくとも10又は20重量%であり、藻類タンパク質の含有量も同様である。大部分がインタクトなバイオマスから藻類油及び／又はタンパク質少なくとも一部を得ることは、競技用のイヌ又はウマなどの能力の高い動物用飼料に有利な場合がある。また大部分がインタクトなバイオマスは、保存剤としても有用である。藻類バイオマス又は藻類油を、動物用飼料で通常見られる他の成分（例えば、肉、肉フレーバー、脂肪酸、野菜、果物、デンプン、ビタミン、ミネラル、抗酸化剤、プロバイオティック）及びその任意の組み合わせと混ぜ合わせる。かかる食品はまた、伴侶動物、特に活動的な生活様式の伴侶動物にも適している。キャットフードにはタウリンを含ませることが推奨される。従来の動物用飼料と同様に、対象とする動物に適した一口大の粒子で食品を提供することができる。

【0577】

脱脂食は、家畜、例えば反芻動物、家禽、ブタ、及び養殖のための動物の飼料として有用である。脱脂食は、食品用その他の目的で精製藻類油を調製したときの副生成物である。得られた食物には、油含有量は減少しているが、動物用飼料に適した高品質のタンパク質、炭水化物、繊維、灰分などの栄養素は依然として含まれている。脱脂食は、大部分の細胞が溶解しているため、かかる動物により消化されやすい。場合により、脱脂食を動物飼料中の穀物などの他の成分と組み合わせることができる。脱脂食は均一な粉末状であるため、市販の押し出し機又は膨張機を用いて、それをペレットに圧縮できる。

【0578】

本発明の用途に応じた油を、従来の油、例えばパーム油、パーム核油、ココナツ油、カカオバター、獣脂又はラードの代わりに使用することができる。

【0579】

パーム油：パーム油は、世界中で、マーガリン、ショートニング、焼成製品及び菓子などに使用されている。パーム油は、およそ50%の飽和脂肪と50%の不飽和脂肪とで構成されているため、C18:0と短鎖飽和脂肪酸とを含有する（固体の）パームステアリンと、C18:1と長鎖不飽和脂肪酸とを含有する（液体の）パームオレインとに分離することができる。パームステアリンを用いて、固体の無トランス脂肪を形成することができる。油にC18:1が比較的多く含まれる本発明の微生物トリグリセリド組成物は、現在一般に使用されている高トランス脂肪の部分水素化植物油にとって優れた健康的な代替物である。水素化植物油を含め、トランス脂肪含有食品は、健康に悪い食品であると広く考えられている。本発明は、C18:1が多く、部分水素化植物油よりも健康に良い、用途に応じた油を提供する。したがって、本発明は、健康に良い油を提供するものであり、より健康的な商品を生産するようにとの、一般公衆の食品業界に対する要求を満たすものである。本発明の、用途に応じた油を、健康に悪い部分水素化植物油の代わりとして用いることができる。

【0580】

食品に加え、適度なリノール酸含有量と高レベルの天然の抗酸化物質を有するパーム油は、ほとんどどのような調理であっても、またフライ調理に直接使用するのに適している。フライ油としてのパーム油を使用するのは、世界的にみて主要なパーム油の使用法で

10

20

30

40

50

ある。ポテトチップ、フレンチフライ、ドーナツ、ラーメン、ナッツなどは、パーム油で揚げるのが典型的である。

【0581】

ポテトチップを大規模に揚げるためには、パームオレイン、又はパームオレインと大豆油若しくはナタネ油とのブレンドが好ましい。これは、最終製品の外観が向上するからである。フレンチフライは、部分揚げし冷凍された製品として購入されることが多い。

【0582】

パーム油は、焼成及びフライでの使用に加え、ビスケット、クラッカー、パン、シリアル、チップ、チョコレート、アイスクリーム、スープ、ソース、マヨネーズ、及びその他多数を含めた数多くのタイプの食品成分としても広く用いられている。

10

【0583】

本発明のパーム油模倣物は、ヒト用食糧供給におけるパーム油の健康に良い代替物である。

【0584】

パーム核油及びココナツ油：そのままのパーム核油及びココナツ油、並びにその分画された部分は、単独で又は他の油とブレンドして、カカオバター代替品などの菓子用脂肪（タフィー及びキャラメル）、ビスケットの生地及び充填クリーム、ケーキのアイシング、アイスクリーム、模倣品のホイップクリーム、乳製品を含まないクリーマー（コーヒー用クリーム）、フィルドミルク、並びに食卓用のマーガリン及びスプレッドの製造に使用されている。またこれらの油は、棒状石鹼及び液体石鹼の製造にも広く使用されている。パーム核油及びココナツ油はC12：0及びC14：0が高い。表5には、ココナツ油のC12：0及びC14：0の総量が約50%～75%であることが開示されている。同様に、パーム核油のC12：0及びC14：0の総量は約50%～70%である。本発明は、約50%～75%のC12：0とC14：0を含む微生物油である、パーム油模倣物を提供する。

20

【0585】

カカオバター：カカオバターは、カカオ豆から抽出される、淡黄色の純粋な食用植物脂肪である。カカオバターは、チョコレート、ビスケット、焼成製品、医薬品、軟膏及びトイレットリーに使用される。カカオバターは、歴史的には、ホワイトチョコレート及びミルクチョコレートの両商品の主成分として役立てられてきた。

30

【0586】

さらに、製菓会社は、カカオバターに特有の物理的特性を利用してきた。食用油としては室温で固体であるが、体温では融けるため、カカオバターは、例えば坐剤として、医薬成分を送達するための理想的な基剤であると考えられている。

【0587】

またカカオバターは、既知の脂肪の中で最も安定な脂肪の1つでもあり、酸敗を防止する天然の抗酸化物質と併用することで、その品質により、保存期間が2～5年になる。カカオバターの滑らかな質感、良い香り及び軟化特性により、化粧品、石鹼及びローションのような肌用製品で人気のある成分となっている。

【0588】

カカオバターの保湿能力は、妊婦の妊娠線の予防に、皮膚及び唇の荒れの治療に、また肌の乾燥、かゆみを予防する日常の保湿剤として推奨されることが多い。

40

【0589】

実施例14では、カカオバターに非常に類似した微生物トリグリセリド組成物が提供される。本発明のカカオバター模倣物は、カカオバターを用いるあらゆる用途において有用である。

【0590】

獣脂：米国の牛脂の生産及び輸出は群を抜いて最も多く、生産量は世界の油及び脂肪生産量の約25～30%を占めている。過去には、牛脂は、初期の文化において照明用（牛脂に浸した木片）に使用され、また石鹼及び軟膏の製造に使用された。現在、牛脂は、脂

50

脂肪酸及び脂肪族アルコールのような化学中間生成物の生産に使用されている主要な原材料である。また牛脂は、主に食用の脂肪及び油で使用されることに加え、焼成及び調理用の脂肪として、またマーガリン生産においても使用されている。牛脂は、その類似した脂肪酸スペクトルにより、かつてはカカオバターを増量するために使用されていた。

【0591】

食品及び調理では、獣脂は、フライ用の脂として、及びアメリカ先住民の料理であるペミカンを作るための成分として使用され得る。また獣脂は、パン及びペストリーのショートニングとして、及びマーガリンの成分の一部としても使用され得る。牛脂以外にも、獣脂はウマ、ヒツジ及びブタから得られる。肉を食べない者や菜食主義者にも、ナンキンハゼ (*Triadica sebiferum*) の種子から単離されるロウを用いた独自の獣脂を利用している。また獣脂は、ニワトリ用及びブタ用飼料などの様々な動物飼料の成分の一部としても使用されている。

10

【0592】

本明細書に記載の獣脂模倣物は、獣脂の代替物として有用である。

【0593】

ラード：ラードはブタから単離され、高い飽和脂肪酸含有量により比較的高い発煙点を有する数少ない食用油の1つである。純粋なラードは、加熱時にほとんど煙が出ず、また他の食材と組み合わせると独特の味がするため、調理に特に有用である。多くの料理人及びパン製造者は、その用途の広さ及び味を理由に、ラードがショートニングよりも優れた調理用脂肪であると考えている。

20

【0594】

ラードでは比較的大きな脂肪結晶が見られるため、焼成におけるショートニングとして極めて有用である。ラードで作ったパイ生地は、バターで作ったものよりもフレーク状になりやすい。多くの調理人は、ペストリーに両方のタイプの脂肪を用いて、ラードのショートニング特性とバターの風味を組み合わせる。

【0595】

実施例14では、ラードに類似した微生物トリグリセリド組成物が提供される。本発明のラード類似物は、ラードを用いるあらゆる用途において有用である。

【実施例】

【0596】

30

(X. 実施例)

(実施例1: *Prototheca* を培養する方法)

細胞乾燥重量で高い割合の油を得るように *Prototheca* 株を育てた。凍結保存した細胞を室温で解凍し、細胞 $500\ \mu\text{l}$ を、2% グルコースを含む培地 $4.5\ \text{ml}$ ($4.2\ \text{g/L}\ \text{K}_2\text{HPO}_4$ 、 $3.1\ \text{g/L}\ \text{NaH}_2\text{PO}_4$ 、 $0.24\ \text{g/L}\ \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $0.25\ \text{g/L}$ クエン酸一水和物、 $0.025\ \text{g/L}\ \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\ \text{g/L}$ 酵母抽出物) に入れ、6ウェルプレートで攪拌しつつ ($200\ \text{rpm}$)、 28°C で7日間成長させた。細胞乾燥重量は、あらかじめ秤量しておいたエッペンドルフ管中、培養物 $1\ \text{ml}$ を $14,000\ \text{rpm}$ で5分間遠心分離することによって決定した。培養物の上澄みを棄て、得られた細胞ペレットを脱イオン水 $1\ \text{ml}$ で洗浄した。培養物を再び遠心分離処理し、上澄みを棄て、細胞ペレットを凍結するまで -80°C に置いた。次いで、サンプルを24時間凍結乾燥し、細胞乾燥重量を算出した。培養物中の総脂質を決定するために、培養物 $3\ \text{ml}$ を取り出し、Ankomシステム (Ankom Inc.、マセドン、ニューヨーク) を用い、製造業者のプロトコルに従って分析した。サンプルを、Ankom XT10抽出機を用い、製造業者のプロトコルに従って、溶媒抽出した。酸によって加水分解して乾燥させたサンプルと、溶媒抽出して乾燥させたサンプルとの質量差として、総脂質を決定した。細胞乾燥重量での油の割合を測定した値を表10に示す。

40

【0597】

【表 10】

表10. 細胞乾燥重量による油の割合

種	株	油%
<i>Prototheca stagnora</i>	UTEX 327	13.14
<i>Prototheca moriformis</i>	UTEX 1441	18.02
<i>Prototheca moriformis</i>	UTEX 1435	27.17

【0598】

*Prototheca*属由来の多数の株の微細藻類サンプルに対して遺伝子型解析を行った。藻のバイオマスからゲノムDNAを以下のように単離した。液体培養物から、細胞（約200mg）を14,000×gで5分間遠心分離処理した。次いで、細胞を滅菌蒸留水に再び懸濁させ、14,000×gで5分間遠心分離処理し、上澄みを棄てた。このバイオマスに、直径約2mmの1個のガラスビーズを加え、この管を−80℃で少なくとも15分間置いた。サンプルを取り出し、研磨緩衝液（1% Sarkosyl、0.25M ショ糖、50mM NaCl、20mM EDTA、100mM Tris-HCl、pH 8.0、RNase A 0.5ug/μl）150μlを加えた。ペレットを短時間ボルテックスすることによって再び懸濁させた後、5M NaCl 40μlを加えた。サンプルを簡単にボルテックスした後、5% CTAB（セチルトリメチルアンモニウムブロミド）66μlを加え、最後に短時間ボルテックスした。次いで、サンプルを65℃で10分間インキュベートした後、14,000×gで10分間遠心分離処理した。新しい管に上澄みを移し、フェノール：クロロホルム：イソアミルアルコール 12:12:1 300μlで1回抽出し、次いで、14,000×gで5分間遠心分離処理した。0.7体積部のイソプロパノール（約190μl）を含む新たな管に、得られた水相を移し、ひっくり返すことによって混合し、室温で30分間インキュベートするか、又は4℃で一晩インキュベートした。14,000×gで10分間遠心分離処理することによってDNAを回収した。次いで、得られたペレットを70%エタノールで2回洗浄した後、100%エタノールで最後に洗浄した。ペレットを室温で20～30分風乾した後、10mM TrisCl、1mM EDTA（pH8.0）50μlで再び懸濁させた。

【0599】

上述のように調製した藻の全DNA5μlを、これを10mM Tris、pH8.0で1:50に希釈した。最終容積が20μlのPCR反応を以下のように設定した。2×iProof HFマスターミックス（バイオ・ラッド社）10μlを、0.4μlのプライマーSZ02613（10mMストック濃度の5'-TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAC-3'（配列番号9））に加えた。このプライマー配列は、Gen Bank寄託番号L43357の位置567～588であり、高等植物及び藻のプラスチドゲノムにおいて高度に保存されている。次いで、これに0.4μlのプライマーSZ02615（10mMストック濃度の5'-CAGTGAGCTATTACGCACCTC-3'（配列番号10））を加えた。このプライマー配列は、Gen Bank寄託番号L43357の位置1112～1093と相補性であり、高等植物及び藻のプラスチドゲノムにおいて高度に保存されている。次いで、希釈した全DNA5μl及びdH₂O 3.2μlを加えた。PCR反応を以下のように行った。98℃、45秒；98℃、8秒；53℃、12秒；72℃、20秒を35サイクル繰り返した後、72℃で1分、25℃で保持。PCR産物を精製するために、核反応物に10mM Tris、pH8.0 20μlを加えた後、フェノール：クロロホルム：イソアミルアルコール 12:12:1 40μlで抽出し、ボルテックスし、14,000×gで5分間遠心分離処理した。PCR反応物をS-400カラム（GE Healthcare）に入れ、3,000×gで2分間遠心分離処理した。次いで、精製したPCR産物を、PCR8/GW/TOPOへとTOPOGRAPHYクローン化し、LB/Specプレートで陽性クローンを選択した。精製したプラスミドDNAについて、M13の順プライマー及び逆プライマーを用い、両方向で配列を決定した。23S rRNA DNAの配列が決定された全部で12種類の*Prototheca*株を選択し、これらの配列を、配列表に列挙している。株及び配列

表の番号のまとめは、以下にある。UTEX 1435（配列番号15）配列との全体的な違いについて、配列を分析した。最も違う配列として、2対があらわれた（UTEX 329／UTEX 1533及びUTEX 329／UTEX 1440）。これら両者の場合で、ペアワイズアラインメントから、一对の配列同一性が75.0%であった。UTEX 1435の配列同一性の割合も、以下に示す。

【化2】

種	株	ヌクレオチド同一性%	配列番号
<i>Prototheca kruegani</i>	UTEX 329	75.2	配列番号11
<i>Prototheca wickerhamii</i>	UTEX 1440	99	配列番号12
<i>Prototheca stagnora</i>	UTEX 1442	75.7	配列番号13
<i>Prototheca moriformis</i>	UTEX 288	75.4	配列番号14
<i>Prototheca moriformis</i>	UTEX 1439;1441; 1435;1437	100	配列番号15
<i>Prototheca wickerhamii</i>	UTEX 1533	99.8	配列番号16
<i>Prototheca moriformis</i>	UTEX 1434	75.9	配列番号17
<i>Prototheca zopfii</i>	UTEX 1438	75.7	配列番号18
<i>Prototheca moriformis</i>	UTEX 1436	88.9	配列番号19

10

【0600】

上に列挙した株の部分集合から得られた脂質サンプルについて、HPLCを用いて脂質プロファイルを分析した。結果を以下の表11に示す。

【0601】

20

【表11】

表11. *Prototheca*種における脂質鎖の違い

株	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1
UTEX 327	0	12.01	0	0	50.33	17.14	0	0	0
UTEX 1441	1.41	29.44	0.70	3.05	57.72	12.37	0.97	0.33	0
UTEX 1435	1.09	25.77	0	2.75	54.01	11.90	2.44	0	0

【0602】

溶媒抽出法により、又はエキスペラー圧搾機を用いて*Prototheca moriformis* UTEX 1435から抽出された油のカロチノイド、クロロフィル、トコフェロール、その他のステロール、及びトコトリエノールを分析した。その結果を下

30

【0603】

【表 1 2】

表12. *Prototheca moriformis*(UTEX 1435)から抽出された油のカロチノイド、クロロフィル、トコフェロール／ステロール及びトコトリエノールの分析

	絞り油 (mcg/ml)	溶媒抽出した油 (mcg/ml)
cis-ルテイン	0.041	0.042
trans-ルテイン	0.140	0.112
trans-ゼアキサンチン	0.045	0.039
cis-ゼアキサンチン	0.007	0.013
t- α -クリトキサンチン (Cryptoxanthin)	0.007	0.010
t- β -クリトキサンチン (Cryptoxanthin)	0.009	0.010
t- α -カロチン	0.003	0.001
c- α -カロチン	検出されなかった	検出されなかった
t- β -カロチン	0.010	0.009
9-cis- β -カロチン	0.004	0.002
リコピン	検出されなかった	検出されなかった
総カロチノイド	0.267	0.238
クロロフィル	<0.01mg/kg	<0.01mg/kg
トコフェロール及びステロール		
	絞り油 (mg/100g)	溶媒抽出した油 (mg/100g)
γ -トコフェロール	0.49	0.49
カンペステロール	6.09	6.05
スチグマステロール	47.6	47.8
β -シトステロール	11.6	11.5
他のステロール	445	446
トコトリエノール		
	絞り油 (mg/g)	溶媒抽出した油 (mg/g)
α -トコトリエノール	0.26	0.26
β -トコトリエノール	<0.01	<0.01
γ -トコトリエノール	0.10	0.10
δ -トコトリエノール	<0.01	<0.01
総トコトリエノール	0.36	0.36

【0604】

4つの異なるロットの *Prototheca moriformis* から抽出された油を精製し、標準的な植物油処理法を用いて漂白した。簡潔には、*Prototheca moriformis* から抽出された未精製油を水平デカンターで清澄化して、油から固体を分離した。次いで、清澄化された油をクエン酸と水の入ったタンクに移し、約24時間、静置した。24時間後、タンク内の混合物は2つの別々の層を形成していた。下の層は水とゴムからなり、次いでゴムをデカンテーションにより除去してから、脱ゴム油を漂白タンクに移した。次いで、油をさらに1回分のクエン酸とともに加熱した。次いで、漂白タンクに漂白土を加え、混合物を真空下でさらに加熱して、存在する水をすべて蒸発させた。次いで、混合物をポンプで葉状濾過器に通して、漂白土を除去した。次いで、濾過した油を最後の5 μ mの研磨フィルターに通した後、これを回収し、使用するまで保管した。次いで、精製及び漂白された(RB)油のカロチノイド、クロロフィル、ステロール、トコトリエノール及びトコフェロールを分析した。これらの分析結果を下の表13にまとめる。「Nd」は検出されなかったことを表し、検出感度を以下に挙げる。

検出感度

カロチノイド (mcg/g) nd = < 0.003 mcg/g

クロロフィル (mcg/g) nd = < 0.03 mcg/g

ステロール (%) nd = 0.25 %

トコフェロール (mcg/g) ; nd = 3 mcg/g

【0605】

【表13-1】

表13. 精製及び漂白した*Prototheca moriformis*油のカロチノイド、クロロフィル、ステロール、トコトリエノール及びトコフェロールの分析。

	ロットA	ロットB	ロットC	ロットD
カロチノイド(mcg/g)				
ルテイン	0.025	0.003	nd	0.039

【表 1 3 - 2】

ゼアキサンチン	nd	nd	nd	nd
cis-ルテイン/ ゼアキサンチン	nd	nd	nd	nd
trans- α -クリ プトキサンチン	nd	nd	nd	nd
trans- β -クリ プトキサンチン	nd	nd	nd	nd
trans- α -カロ チン	nd	nd	nd	nd
cis- α -カロチ ン	nd	nd	nd	nd
trans- β -カロ チン	nd	nd	nd	nd
cis- β -カロチ ン	nd	nd	nd	nd
リコピン	nd	nd	nd	nd
不明	0. 219	0. 066	0. 050	0. 026
総カロチノイド	0. 244	0. 069	0. 050	0. 065
クロロフィル(mcg/g)				
クロロフィルA	0. 268	0. 136	0. 045	0. 166
クロロフィルB	nd	nd	nd	nd
総クロロフィル	0. 268	0. 136	0. 045	0. 166
ステロール(%)				
ブラシカステロー ル	nd	nd	nd	nd
カンペステロール	nd	nd	nd	nd
スチグマステロー ル	nd	nd	nd	nd
β -シトステロー ル	nd	nd	nd	nd
総ステロール	nd	nd	nd	nd
トコフェロール(mcg/g)				
α -トコフェロー ル	23. 9	22. 8	12. 5	8. 2
β -トコフェロー ル	3. 72	nd	nd	nd
γ -トコフェロー ル	164	85. 3	43. 1	38. 3
δ -トコフェロー ル	70. 1	31. 1	18. 1	14. 3
総トコフェロール	262	139. 2	73. 7	60. 8
トコトリエノール(mcg/g)				
α -トコトリエノー ル	190	225	253	239
β -トコトリエノー ル	nd	nd	nd	nd
γ -トコトリエノー ル	47. 3	60. 4	54. 8	60. 9

10

20

30

40

【表 1 3 - 3】

δ-トコトリエノール	12.3	16.1	17.5	15.2
総トコトリエノール	250	302	325	315

【0606】

また、同じ4つのロットの *Prototheca moriformis* 油の微量元素も分析し、その結果を下の表 1 4 にまとめる。

【0607】

【表 1 4 - 1】

表 14. 精製及び漂白した *Prototheca moriformis* 油の元素分析

	ロットA	ロットB	ロットC	ロットD
元素分析 (ppm)				
カルシウム	0.08	0.07	<0.04	0.07
リン	<0.2	0.38	<0.2	0.33
ナトリウム	<0.5	0.55	<0.5	<0.5
カリウム	1.02	1.68	<0.5	0.94
マグネシウム	<0.04	<0.04	<0.04	0.07
マンガン	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
鉄	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
亜鉛	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
銅	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
硫黄	2.55	4.45	2.36	4.55
鉛	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
ケイ素	0.37	0.41	0.26	0.26
ニッケル	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
有機塩化物	<1.0	<1.0	<1.0	2.2
無機塩化物	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
窒素	4.4	7.8	4.2	6.9
リチウム	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
ホウ素	0.07	0.36	0.09	0.38
アルミニウム	—	<0.2	<0.2	<0.2
バナジウム	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
ロビボンド色度 (°L)				
赤	5.0	4.3	3.2	5.0
黄	70.0	70.0	50.0	70.0
HPLCによるモノグリセリド及びジグリセリド (%)				
ジグリセリド	1.68	2.23	1.25	1.61
モノグリセリド	0.03	0.04	0.02	0.03
遊離脂肪酸 (FFA)	1.02	1.72	0.86	0.83
石鹸	0	0	0	
酸化トリグリセリド及び重合トリグリセリド				
酸化トリグリセリド (%)	3.41	2.41	4.11	1.00
重合トリグリセリ	1.19	0.45	0.66	0.31

10

20

30

40

【表 1 4 - 2】

ド(%)				
過酸化物質価 (me g/kg)	0.75	0.80	0.60	1.20
p-アニシジン価 (無次元)	5.03	9.03	5.44	20.1
水及び他の不純物(%)				
カール・フィッシャ ー湿度	0.8	0.12	0.07	0.18
総極性化合物	5.02	6.28	4.54	5.23
不鹼化物質	0.92	1.07	0.72	1.04
不溶性不純物	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
総油(%)				
中性油	98.8	98.2	99.0	98.9

【0608】

(実施例 2：微粒子銃により *Prototheca* を形質転換する一般的な方法)

Seashell Gold Microcarriers 550 ナノメートルを、製造業者のプロトコルに従って調製した。プラスミド (20 μ g) を、結合緩衝液 50 μ l 及び S550d 金担体 60 μ l (30mg) と混合し、水中、1 分間インキュベートした。沈殿バッファー (100 μ l) を加え、この混合物を水中でさらに 1 分間インキュベートした。ボルテックスした後、DNA でコーティングされた粒子を、5415C 微量遠心器で 10,000 rpm で 10 秒間回転させることによって、ペレット状にした。この金ペレットを冷たい 100% エタノール 500 μ l で洗浄し、微量遠心器で軽く攪拌することによってペレット状にし、氷冷したエタノール 50 μ l で再び懸濁させた。軽く (1~2 秒) 超音波処理した後、10 μ l の DNA コーティングされた粒子を、すぐにキャリア膜に移した。

【0609】

Prototheca 株を、グルコース 2% を含むプロテオース培地 (2 g/L 酵母抽出物、2.94mM NaNO₃、0.17mM CaCl₂·2H₂O、0.3mM MgSO₄·7H₂O、0.4mM K₂HPO₄、1.28mM KH₂PO₄、0.43mM NaCl) 中、旋回シェーカー上に置いて細胞密度が 2×10⁶ 細胞/ml になるまで成長させた。この細胞を収穫し、滅菌蒸留水で 1 回洗浄し、培地 50 μ l に再び懸濁させた。非選択的なプロテオース培地プレートの中央の 1/3 に 1×10⁷ 細胞を広げた。この細胞を、PDS-1000/He Biolistic Particle Delivery システム (Bio-Rad) で撃った。破裂ディスク (1350 psi (約 9,300 kPa)) を用い、上述のプレートを、スクリーン/マクロキャリアの集合体から 6cm 下に置く。細胞を 25℃ で 12~24 時間回復させた。回復したら、ゴム製スパチュラで細胞をプレートから掻き取り、培地 100 μ l と混合し、適切に選別した抗生物質を含むプレートに広げた。播種してから 25℃ で 7~10 日経過後、形質転換された細胞を示すコロニーがプレート上に目視で確認された。コロニーを取り出し、2 回目の選択のために選択的な (抗生物質又は炭素源) 寒天プレートにスポットした。

【0610】

(実施例 3：*Chlorella* の形質転換)

(ベクター構築)

CMV プロモーターと、ヒグロマイシン耐性 cDNA と、CMV 3' UTR とを含む BamHI-SacII フラグメント (配列番号 152、pCAMBIA1380 ベクターの部分配列、Cambia、キャンベラ、オーストラリア) を、pBluescript の BamHI 及び SacII 部位にクローン化したが、これを本明細書では pHyg と呼ぶ。

【0611】

10

20

30

40

50

(微粒子銃による *Chlorella* の形質転換)

Seashell Technology製のS550d金担体を、製造業者のプロトコルに従って調製した。線状pHygプラスミド(20 µg)を、結合緩衝液50 µl及びS550d金担体60 µl(30 mg)と混合し、水中、1分間インキュベートした。沈殿緩衝液(100 µl)を加え、混合物を水中でさらに1分間インキュベートした。ボルテックスした後、DNAでコーティングされた粒子を、エッペンドルフ5415C微量遠心器で10,000 rpmで10秒間回転させることにより、ペレット状にした。この金ペレットを冷たい100%エタノール500 µlで1回洗浄し、微量遠心器で短時間回転させてペレット状にし、氷冷したエタノール50 µlで再び懸濁させた。短時間(1~2秒)の超音波処理を行った後、10 µlのDNAコーティングされた粒子を、すぐにキャリア膜に移した。

10

【0612】

Chlorella protothecoides 培養物(テキサス大学Culture Collection 250)を、プロテオース培地(2 g/L酵母抽出物、2.94 mM NaNO₃、0.17 mM CaCl₂·2H₂O、0.3 mM MgSO₄·7H₂O、0.4 mM K₂HPO₄、1.28 mM KH₂PO₄、0.43 mM NaCl)中、75 µmol光子m⁻²秒⁻¹の連続光下、旋回シェーカー上で、細胞密度が2×10⁶細胞/mlになるまで成長させた。この細胞を回収し、滅菌蒸留水で1回洗浄し、培地50 µlに再び懸濁させた。非選択的なプロテオース培地プレートの中央の1/3に1×10⁷個の細胞を広げた。この細胞を、PDS-1000/He Bio

listic Particle Deliveryシステム(バイオ・ラッド社)で撃った。破裂ディスク(1100 psi及び1350 psi)を使用し、プレートをスクリーン/マクロキャリアの集合体から9 cm及び12 cm下に置いた。細胞を25℃で12~24時間回復させた。回復したら、ゴム製スパチュラで細胞をプレートから掻き取り、培地100 µlと混合し、ヒグロマイシンを含むプレートに広げた(200 µg/ml)。25℃で7~10日間インキュベートした後、形質転換された細胞を示すコロニーが、1100 psi及び1350 psiの破裂ディスクからプレート上にあるのが目視で確認され、距離は9 cm及び12 cmであった。コロニーを取り出し、2回目の選択のために選択的な寒天プレートにスポットした。

20

【0613】

(エレクトロポレーションによる *Chlorella* の形質転換)

Chlorella protothecoides 培養物を、プロテオース培地中、75 µmol光子m⁻²秒⁻¹の連続光下、旋回シェーカー上で、細胞密度が2×10⁶細胞/mlになるまで成長させた。細胞を回収し、滅菌蒸留水で1回洗浄し、4×10⁸細胞/mlの密度になるように、50 mMのショ糖を含有するtris-リン酸緩衝液(20 mM Tris-HCl、pH 7.0; 1 mM リン酸カリウム)に再び懸濁させた。約250 µlの細胞懸濁物(1×10⁸個の細胞)を、4 mmギャップの使い捨てエレクトロポレーションキュベットに入れた。この細胞懸濁物に、線状pHygプラスミドDNA 5 µg及び担体DNA(剪断サケ精子DNA) 200 µgを加えた。次いで、エレクトロポレーションキュベットを水浴中、16℃で10分間インキュベートした。次いで、Gene Pulser II(バイオ・ラッドラボラトリーズ株式会社、カリフォルニア州ハーキュリーズ)エレクトロポレーション装置を用いて、キュベットに25 µFのキャパシタンスで電気パルス(1100 V/cm)をかけた(エレクトロポレーション分路抵抗器は使用しなかった)。次いで、キュベットを室温で5分間インキュベートした後、細胞懸濁物を50 mlのプロテオース培地に移し、旋回シェーカー上で2日間、振とうさせた。回復後、低速の遠心分離により細胞を回収し、プロテオース培地に再び懸濁させ、ヒグロマイシン200 µg/mlを添加したプレートに低密度で播種した。プレートを75 µmol光子m⁻²秒⁻¹の連続光下でインキュベートした。1~2週間で形質転換体

がコロニーとして現れた。コロニーを取り出し、2回目の選択のために選択的な寒天プレートにスポットした。

40

50

【0614】

(遺伝子型同定)

2回目の選択を生き延びたコロニーの一部を少量で培養し、回収した。約5～10 μ Lの容積のペレットを、ボルテックスして10mMのNaEDTA50 μ Lに再び懸濁させてから、100 $^{\circ}$ Cで10インキュベートした。次いで、チューブを軽くボルテックスし、10秒間の超音波処理を行った後、12,000 $\times$ gで1分間遠心分離した。上澄み2 μ Lを50 μ LのPCR反応で鋳型として使用した。遺伝子型同定に使用したプライマーは、配列番号153及び配列番号154であった。PCR条件は以下の通りであった：95 $^{\circ}$ Cで5分間 $\times$ 1サイクル；95 $^{\circ}$ Cで30秒間－58 $^{\circ}$ Cで30秒間－72 $^{\circ}$ Cで1分間30秒 $\times$ 35サイクル；72 $^{\circ}$ Cで10分間 $\times$ 1サイクル。予想された992bpフラグメントは、微粒子銃コロニー及び単一のエレクトロポレーションコロニー由来の10コロニーのうち6コロニーで見られた。大きさの小さい、非特異的なバンドがすべてのレーンで見られた。増幅された992bpフラグメントの同一性を確認するために、微粒子銃のバンド2つとエレクトロポレーションのバンドをゲルから切り出し、それぞれを配列決定した。3つのバンドすべての配列が、予想された992bpフラグメントと一致していた。(DNAラダー：Bionexus(登録商標)All Purpose Hi-Low DNAラダー、カタログ番号BN2050)。

10

【0615】

(実施例4：藻類から誘導されるプロモーター及び微細藻類で使用するための遺伝子)

(*A. Chlorella protothecoides*に由来する5'UTR及びプロモーターの配列)

20

混合栄養的に成長する*Chlorella protothecoides*(UTEX 250)から、標準的な技術を用いてcDNAライブラリーを作成した。cDNA配列に基づいて、Seegene's DNA Walkingキット(ロックビル、MD)を用い、コード領域の上流を「ウォーキングする」ために、特定の既知のハウスキーピング遺伝子においてプライマーを設計した。単離された配列は、アクチン(配列番号155)と、伸長因子-1a(EF1a)(配列番号156)プロモーター/UTRとを含み、これらは、両方とも、イントロン(小文字で示されているもの)と、エクソン(大文字のイタリックで示されている)と、予測開始部位(太字)と、2個の β -チューブリンプロモーター/UTRエレメント：アイソフォームA(配列番号157)及びアイソフォームB(配列番号158)とを含む。

30

【0616】

(*B. C. protothecoides*に由来する、脂質の生合成酵素及びプラスチド標的配列)

上述のcDNAライブラリーから、*Chlorella protothecoides*(UTEX 250)において、脂質代謝に機能するタンパク質をコードする3種類のcDNAを、上述の方法と同じ方法を用いてクローン化した。アシルACPデサチュラーゼ(配列番号159及び160)及び2種類のゲラニルゲラニルジホスフェートシンターゼ(配列番号161～164)のヌクレオチド及びアミノ酸配列は、以下の配列表に含まれている。さらに、プラスチドを標的とする推定シグナル配列を有する3種類のcDNAもクローン化した。グリセルアルデヒド-3-ホスフェート脱水素酵素(配列番号165及び166)、酸素発生複合体タンパク質OEE33(配列番号167及び168)、Clpプロテアーゼ(配列番号169及び170)のヌクレオチド及びアミノ酸配列は、以下の配列表に含まれている。ヌクレオチド配列及びアミノ酸配列において、推定プラスチド標的配列には、下線を引いている。トランス遺伝子の産物が、細菌のプラスチド、例えば、脂質改変酵素を標的とするように仕向けるために、プラスチド標的配列を用いることができる。

40

【0617】

(実施例5：外来のショ糖インベルターゼを発現させるための*Chlorella protothecoides*の遺伝子操作)

50

(株及び培地) : テキサス大学の Culture Collection of Alga (オースチン、テキサス、米国) から *Chlorella protothecoides* (UTEX 250) を入手した。保存培養株を改変プロテオース培地で維持した。改変プロテオース培地は、1リットルあたり (g/L)、 NaNO_3 0.25 g、 K_2HPO_4 0.09 g、 KH_2PO_4 0.175 g、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.025 g、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.075 及び酵母抽出物 2 g からなる。

【0618】

(プラスミド構築) : 分泌型のインベルターゼを *Chlorella protothecoides* で発現させるために、*Saccharomyces cerevisiae* SUC2 遺伝子を 3 つの異なるプロモーター : カリフラワーモザイクウイルス 35S プロモーター (CMV)、クロレラウイルスプロモーター (NC-1A) 及びクロレラ HUP1 プロモーターの制御下に置いた。*C. protothecoides* に対して最適化されたコドンの使用を調節するために酵母 SUC2 遺伝子を合成したが、これは、インベルターゼの細胞外分泌を指令するのに必要なシグナル配列を含む。各構築物を pBlue script KS+ 中で構築し、特異的プライマーを用いた PCR 増幅により、EcoRI/AscI、AscI/XhoI 及び XhoI/BamHI 部位をそれぞれ、各プロモーター、インベルターゼ遺伝子及び CMV 3' UTR に導入した。精製した PCR 産物を順次、クローン化した。

【0619】

(*Chlorella protothecoides* の形質転換) : *Chlorella protothecoides* 培養物を、改変プロテオース培地中、 $75 \mu\text{mol}$ 光子 $\text{m}^{-2} \text{秒}^{-1}$ の連続光下、旋回シェーカー上で、細胞密度が 6×10^6 細胞/ml になるまで成長させた。

【0620】

微粒子銃による形質転換では、Seashell Technology 製の S550 d 金担体を、製造業者のプロトコルに従って調製した。簡潔に述べれば、BsaI による線状構築物 ($20 \mu\text{g}$) を、 $50 \mu\text{l}$ の結合バッファー及び $60 \mu\text{l}$ (3mg) の S550 d 金担体と混合し、水中、1 分間インキュベートした。沈殿緩衝液 ($100 \mu\text{l}$) を加え、混合物を水中でさらに 1 分間インキュベートした。軽くボルテックスした後、DNA でコーティングされた粒子を、エッペンドルフ微量遠心器で 10 分間、 $10,000 \text{rpm}$ で回転させることにより、ペレット状にした。この金ペレットを冷たい 100% エタノール $500 \mu\text{l}$ で 1 回洗浄し、微量遠心器で短時間回転させることによりペレット状にし、氷冷したエタノール $50 \mu\text{l}$ で再び懸濁させた。短時間 (1~2 秒) の超音波処理を行った後、 $10 \mu\text{l}$ の DNA コーティングされた粒子を、すぐにキャリア膜に移した。細胞を回収し、滅菌蒸留水で 1 回洗浄し、 $50 \mu\text{l}$ の培地に再び懸濁させ (1×10^7 個の細胞)、非選択的なプロテオースプレートの中央の $1/3$ に細胞を広げた。この細胞を、PDS-1000/He Biolistic Particle Delivery システム (バイオ・ラッド社) で撃った。破裂ディスク (1100psi 及び 1350psi) を使用し、プレートをスクリーン/マクロキャリアの集合体から $9 \text{cm} \sim 12 \text{cm}$ 下に置いた。細胞を 25°C で 12~24 時間回復させた。回復したら、ゴム製スパチュラで細胞をプレートから掻き取り、培地 $100 \mu\text{l}$ と混合し、ショ糖 1% を含む改変プロテオースプレートに広げた。暗所で 7~10 日間、 25°C でインキュベートした後、形質転換された細胞を示すコロニーが、プレート上に目視で確認された。

【0621】

エレクトロポレーションによる形質転換では、細胞を回収し、滅菌蒸留水で 1 回洗浄し、 4×10^8 細胞/ml の密度になるように、 50mM のショ糖を含有する Tris-リン酸リン酸緩衝液 (20mM の Tris-HCl、 $\text{pH} 7.0$; 1mM リン酸カリウム) に再び懸濁させた。約 $250 \mu\text{l}$ の細胞懸濁液 (1×10^8 個の細胞) を、 4mm ギャップの使い捨てエレクトロポレーションキュベットに入れた。この細胞懸濁液に、線状 pHyg プラスミド DNA $5 \mu\text{g}$ 及び担体 DNA (剪断サケ精子 DNA) $200 \mu\text{g}$ を加えた

。次いで、エレクトロポレーションキュベットを氷水浴中、16℃で10分間、インキュベートした。次いで、Gene Pulser II（バイオ・ラッドラボラトリーズ株式会社、カリフォルニア州Hercules、CAハーキュリーズ）エレクトロポレーション装置を用いて、キュベットに25μFのキャパシタンスで電気パルス（1100V/cm）をかけた（エレクトロポレーション分路抵抗器は使用しなかった）。次いで、キュベットを室温で5分間インキュベートした後、細胞懸濁液を50mlの改変プロテオース培地に移し、施回シェーカー上で2日間、振とうさせた。回復後、低速（4000rpm）で細胞を回収し、改変プロテオース培地に再び懸濁させ、ショ糖1%を含む改変プロテオースプレートに低密度で播種した。暗所で7～10日間、25℃でインキュベートした後、形質転換された細胞を示すコロニーが、プレート上に目視で確認された。

10

【0622】

（形質転換体のスクリーニング及び遺伝子型同定）：暗所で成長させたショ糖1%を含む改変プロテオースプレートからコロニーを取り出し、ほぼ同じ量の細胞を、ショ糖1%を含む改変プロテオース液体培地1mlを含む24ウェルプレートに移した。培養物を暗所に置き、Labnet（英国、パークシャー）製のオービタルシェーカーで5日間、430rpmで攪拌した。

【0623】

Chlorella形質転換体に導入されたインベルターゼ遺伝子の存在を確認するために、各形質転換体のDNAを単離し、遺伝子特異的プライマーのセット（CMV構築物：順プライマー（CAACCACTCTTCAAGCAA）（配列番号153）／逆プライマー（TCCGGTGTTGTAAAGTCCA）（配列番号171）、CV構築物：順プライマー（TTGTCGGAATGTCAATCA）（配列番号172）／逆プライマー（TCCGGTGTTGTAAAGTCCA）（配列番号171）及びHUP1構築物：順プライマー（AACGCCCTTTGTACAACCTGCA）（配列番号173）／逆プライマー（TCCGGTGTTGTAAAGTCCA）（配列番号171））を用いて増幅した。迅速なDNA単離のために、ある量の細胞（約5～10μLの大きさ）を10mMのNa-EDTA50μLに再び懸濁させた。細胞懸濁液を100℃で10分間インキュベートし、10秒間の超音波処理を行った。12000gで1分間遠心分離した後、上澄み3μLをPCR反応に用いた。DNAサーマルサイクラー（Perkin-Elmer GeneAmp 9600）でPCR増幅を行った。製造業者の指示に従って、反応混合物（50μL）は、3μLの抽出DNA、それぞれ100pmolの上記各プライマー、200μMのdNTP、0.5単位のTaq DNAポリメラーゼ（NEB）、及びTaq DNAポリメラーゼ緩衝液を含んでいた。DNAの変性を、最初のサイクルでは、95℃で5分間、次いで30秒間行った。プライマーのアニーリング及び伸長反応を、それぞれ58℃で30秒間、72℃で1分間行った。次いで、臭化エチジウムで染色した1%アガロース上でPCR産物を可視化した。

20

30

【0624】

（液体培養での増殖）：暗所で5日間成長させた後、遺伝子型が陽性の形質転換体は、暗所において、最小限の液体プロテオース培地+1%ショ糖で成長を示したのに対し、野性型細胞は、暗所において、同じ培地で成長しなかった。

40

【0625】

（実施例6：S. cerevisiae由来の分泌型インベルターゼによる藻類株の形質転換）

（分泌型インベルターゼ）：分泌型ショ糖インベルターゼをコードする遺伝子（Saccharomyces cerevisiae由来のGen Bank寄託番号NP_012104）を1599bpのAsc I-Xhoフラグメントとしてde-novo合成し、次いで、EcoRI/Asc I及びXho/Sac Iカセットとして、それぞれカリフラワーモザイクウイルス35sプロモーター及び3' UTRを有するpUC19誘導体中にこれをサブクローン化した。

【0626】

50

(藻類細胞の成長) : これらの実験で使用した培地は、液体基本培地 (2 g / L の酵母抽出物、2.94 mM の NaNO_3 、0.17 mM の $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、0.3 mM の $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.4 mM の K_2HPO_4 、1.28 mM の KH_2PO_4 、0.43 mM の NaCl)、及びショ糖又はグルコース (指定された) の形態の固定炭素を 1 % の最終濃度で含有する固体基本培地 (+1.5 % アガロース) であった。この実験で使用した株は、暗所において、追加の固定炭素源の非存在下で、基本培地では成長しなかった。複数の種をプレートに播き、暗所で 28 °C で成長させた。単一のコロニーを採取して、グルコース 1 % を含有する 500 mL の液体基本培地の播種に使用し、細胞数を毎日測定しながら、暗所で対数中期まで成長させた。以下に挙げる株はそれぞれ、暗所においてショ糖を唯一の炭素源として成長するかどうかを既に試験して、成長しなかった株であり、したがって、分泌型インペルターゼによる形質転換用に選択された：(1) *Chlorella protothecoides* (UTEX 31)；(2) *Chlorella minutissima* (UTEX 2341)；及び(3) *Chlorella emersonii* (CCAP 211 / 15)。

【0627】

(粒子撃ち込みによる藻類細胞の形質転換) : 約 $1 \sim 5 \times 10^8$ 個の細胞総数を得るのに十分な培養物を遠心分離した。得られたペレットを、固定炭素源を加えていない基本培地で洗浄した。細胞を再び遠心分離し、 $5 \times 10^7 \sim 2 \times 10^8$ 細胞 / mL を得るのに十分な量の基本培地で再び懸濁させた。次いで、250 ~ 1000 μl の細胞を、1 % ショ糖を添加した固体基本培地に播き、滅菌フード内で、プレート上で乾燥させた。プラスミド DNA を、製造業者 (Seashell Technology 社、カリフォルニア州ラホヤ) の推奨に従って金粒子上に沈殿させた。バイオ・ラッド社の PDS He-1000 粒子送達システムを用いて、破裂ディスクホルダから 9 cm のところにマイクロキャリアアセンブリを設置した 1350 psi の破裂ディスクにより形質転換を行った。形質転換後、プレートを暗所で 28 °C でインキュベートした。すべての株から複数の形質転換体コロニーが生じた。インペルターゼ挿入物を用いずに形質転換した以外は同じ方法で調製した形質転換の対照プレートは、コロニーを含んでいなかった。

【0628】

(*Chlorella protothecoides* 形質転換体の分析) : *Chlorella protothecoides* 野生型細胞及び形質転換体コロニーから、ゲノム DNA を以下のように抽出した：細胞を抽出緩衝液 (87.5 mM の Tris Cl、pH 8.0、50 mM の NaCl、5 mM の EDTA、pH 8.0、0.25 % SDS) 100 μl に再び懸濁させ、ときどき反転させて混ぜながら、60 °C で 30 分間インキュベートした。PCR 用に、試料を 20 mM の Tris Cl、pH 8.0 で 1 : 100 に希釈した。

【0629】

WT、形質転換体及びプラスミド DNA から抽出したゲノム DNA に関して遺伝子型同定を行った。マーカー遺伝子に関して試料の遺伝子同定を行った。この遺伝子型同定 PCR には、プライマー 2383 (5' CTGACCCGACCTATGGGAGCGCTCTTGGC 3') (配列番号 174) 及び 2279 (5' CTTGACTTCCCTCACCTTGGAATTTGTCG 3') (配列番号 175) を用いた。使用した PCR プロフィールは以下の通りであった：94 °C での変性を 5 分間；94 °C - 30 秒、60 °C - 30 秒、72 °C - 3 分を 35 サイクル；72 °C - 5 分。陽性対照 (プラスミド) 及び *Chlorella protothecoides* (UTEX 31) の 2 つの形質転換体から、大きさの同じバンドを増幅した。

【0630】

(*Chlorella minutissima* 及び *Chlorella emersonii* の形質転換体の分析) : *Chlorella* WT 及び形質転換体から、ゲノム DNA を以下のように抽出した：細胞を、100 μl の抽出緩衝液 (87.5 mM の Tris Cl、pH 8.0、50 mM の NaCl、5 mM EDTA、pH 8.0、0.25

10

20

30

40

50

% SDS) に再び懸濁させ、ときどき反転させて混ぜながら、60℃で30分間インキュベートした。PCR用に、試料を20mMのTris Cl、pH8.0で1:100に希釈した。WT、形質転換体及びプラスミドDNAから抽出したゲノムDNAに関して遺伝子型同定を行った。マーカー遺伝子に関して試料の遺伝子同定を行った。プライマー2336 (5' GTGGCCATATGGACTTACAA 3') (配列番号176) 及び2279 (5' CTTGACTTCCCTCACCTGGAAATTTGTCG 3') (配列番号175) は、設計されたプライマーセット2 (1215bpの予想される産物) であったのに対し、プライマー2465 (5' CAAGGGCTGGATGAATGACCCCAATGGACTGTGGTACGACG 3') (配列番号177) 及び2470 (5' CACCCGTCGTCATGTTTACGGAGCCCAAGTGC 3') (配列番号178) は、設計されたプライマーセット4 (1442bpの予想される産物) であった。使用したPCRプロフィールは以下の通りであった: 94℃での変性を2分間; 94℃-30秒、60℃-30秒、72℃-1分30秒を29サイクル; 72℃-5分。分泌型インペルターゼを含むプラスミド対照をPCR対照として用いた。

【0631】

インペルターゼ構築物の配列は配列番号8に対応する。

【0632】

(実施例7: *Prototheca* 種における相同組み換え)

【0633】

トランス遺伝子の相同組み換えは、いくつかの利点を有する。第1に、相同組み換えではないトランス遺伝子の導入は、細胞に導入されるプラスミドの複製数が制御されないで、予測不可能となり得る。また、相同組み換えではないトランス遺伝子の導入は、プラスミドがエピソームを保有し得、次の細胞分裂のときに失われるので、不安定となり得る。相同組み換えの別の利点は、遺伝子標的を「ノックアウト」し、エピトープタグを導入し、内在する遺伝子のプロモーターを切り替え、遺伝子標的をそれ以外の方法で変える (例えば、点変異の導入) ができることである。

【0634】

KE858と呼ばれる*Prototheca moriformis* (UTEX 1435) ゲノムの特定領域を用い、2種類のベクターを構築した。KE858は、1.3kbのゲノムフラグメントであり、タンパク質のトランスファーRNA (tRNA) ファミリーに対する相同性を共有するタンパク質のコード領域の一部を包含している。サザンブロットは、KE858配列が、*Prototheca moriformis* (UTEX 1435) ゲノムの単一コピーに存在することを示した。構築され、SZ725 (配列番号179) と呼ばれる第1の種類のベクターは、最適化された酵母インペルターゼ (suc2) 遺伝子も含んでいるpUC19ベクター骨格にクローン化された全1.3kbのKE858フラグメントで構成されていた。KE858フラグメントは、標的構築物の他の場所のどこにも生じない固有のSnaB1部位を含んでいる。構築され、SZ726 (配列番号180) と呼ばれる第2の種類のベクターは、KE858ゲノム配列のSnaB1部位に酵母インペルターゼ遺伝子 (suc2) を挿入することによって破壊されたKE858配列で構成されていた。酵母インペルターゼ遺伝子に隣接するKE858配列を含む完全なDNAフラグメントは、ベクター骨格からEcoRIで消化することによって切り出され、KE858領域のどちらかの末端で切断されている。

【0635】

両方のベクターを用い、酵母インペルターゼ遺伝子 (suc2) を、*Prototheca moriformis* (UTEX 1435) ゲノムの対応するKE858領域に直接的に相同組み換えした。相同組み換えで標的とされるゲノム領域と相同性の直鎖DNAを、ベクター構築物SZ725をSnaB1で消化し、ベクター構築物SZ726をEcoRIで消化することによって露出させた。次いで、消化されたベクター構築物を、上の実施例3に記載の方法を用い、*Prototheca moriformis* 培養物に導入した。次いで、それぞれのベクター構築物から得た形質転換体を、ショ糖プレート

用いて選択した。それぞれのベクターの形質転換から得た、10種類の独立した、クローニング的に純粋な形質転換体を、酵母インペルターゼ遺伝子が望ましいゲノム位置でうまく組み換えられているか（サザンブロットを用いる）、トランス遺伝子の安定性について分析した。

【0636】

SZ725形質転換体のサザンブロット分析は、分析用に取り出した10種類の形質転換耐のうち、4種類が、予想通りの組み換えバンドを含んでおり、このことは、ベクター上にあるKE858配列と、ゲノム内にあるKE858配列とで1箇所の交叉が起こったことを示している。対称的に、SZ726形質転換体の10種類全てが、予想通りの組み換えバンドを含んでおり、このことは、酵母インペルターゼトランス遺伝子に隣接するKE858配列を有するpSZ726のEcoRIフラグメントと、ゲノムの対応するKE858領域とで2箇所の交叉が起こったことを示している。

10

【0637】

選択せずに、15世代にわたって形質転換体を成長させることによって、ショ糖インペルターゼ発現及びトランス遺伝子の安定性を評価した。サザンブロットによってトランス遺伝子が陽性の4種類のSZ725形質転換体及び10種類のSZ276形質転換体を選択し、それぞれの形質転換体から、48個の単一コロニーを、まずはグルコースを含有する培地で選択せずに成長させ、次いで、唯一の炭素源としてショ糖を含有する培地で選択しつつ成長させた。10種類全てのSZ276形質転換体（100%）が、15世代後もショ糖を用いて成長する能力を保持しており、一方、SZ725形質転換体の約97%が、15世代後も、ショ糖を用いて成長する能力を保持していた。2箇所の交叉が起こる（SZ726ベクター）ことによって導入されたトランス遺伝子は、世代を超えて倍加していく間もきわめて高い安定性を有している。対称的に、1箇所の交叉が起こる（SZ725ベクター）ことによって導入されたトランス遺伝子は、トランス遺伝子がタンデムに複製されて導入され、トランス遺伝子に隣接する繰り返し相同領域が組み換えられ、その間に位置するトランスジェニックDNAを切断してしまうため、世代を超えて倍加していく間に、ある程度不安定になり得る。

20

【0638】

これらの実験は、相同組み換えをうまく使用して、異種ショ糖インペルターゼ遺伝子が有機体の核染色体に安定に組み込まれたPrototheca形質転換体を作成することを示している。相同組み換えが成功すると、遺伝子の欠失、点変異、望ましい遺伝子産物のエピトープタグ化のようなPrototheca内の他のゲノム改変も可能になる。また、これらの実験は、真核性微細藻類の核ゲノムにおける相同組み換えを最初に実証した系であることも示している。

30

【0639】

（A. 内在するPrototheca moriformis遺伝子をノックアウトするための、相同組み換えの使用）

上記の実施例4に記載されているようなPrototheca moriformis cDNA／ゲノムのスクリーニングでは、内在するステアロイルACPデサチュラーゼ（SAPD）cDNAが同定された。ステアロイルACPデサチュラーゼ酵素は、脂質合成経路の一部であり、脂肪酸アシル鎖に二重結合を導入する機能がある。ある場合では、脂肪酸プロファイルを変えるために、脂質経路酵素の発現をノックアウトするか、又は減らすことが有益な場合がある。内在するステアロイルACPデサチュラーゼ酵素の発現を減らす（又はノックアウトする）ことができるかどうか、そして、不飽和脂肪酸の対応する減少が、宿主細胞の脂質プロファイルでみられるかどうかを評価するために、相同組み換え構築物を作成した。Prototheca moriformis（UTEX 1435）に由来するステアロイルACPデサチュラーゼ遺伝子の約1.5 kbのコード配列を同定し、クローン化した（配列番号181）。0.5 kbのSAPDコード配列を5'末端（5'標的部位）で用い、次いでChlorella vulgaris 3'UTRを有するChlamydomonas reinhardtii コドンが最適化された

40

50

酵母ショ糖インベルターゼ *suc2* 遺伝子を駆動する β -チューブリンプロモーターを用いて相同組み換え構築物を構築した。次いで、*Prototheca moriformis* SAPDコード配列の残り（約1 kb）を、*C. vulgaris* 3' UTRの後に挿入し、3' 標的的部位を作った。この相同組み換えカセットの配列は、配列番号182に記載されている。上に示されるように、微細藻類を形質転換する前にカセットを線状にし、露出されている末端を残すことによって、相同組み換えカセットを核ゲノムに組み込むのがうまくいく率が増す。*Prototheca moriformis*に内在するSAPD酵素を標的とする相同組み換えカセットを線状にし、次いで、宿主細胞（*Prototheca moriformis*、UTEX 1435）内で形質転換した。うまく組み込むと、二箇所の相互組み換えが起こることによって、宿主ゲノムから、内在するSAPD酵素のコード領域が失われ、一方、新しく挿入された*suc2* 遺伝子の発現は、*C. reinhardtii* β -チューブリンプロモーターによって制御されるであろう。唯一の炭素源としてショ糖を含むプレート／培地を用い、得られたクローンをスクリーニングすることができる。相同組み換えカセットがうまく組み込まれたクローンは、唯一の炭素源としてショ糖を用いて成長する能力を有しており、脂質プロファイルにおける脂肪酸の最終的な飽和度が変えることは、二次的な確認因子として役立つであろう。さらに、酵母ショ糖インベルターゼ *suc2* 遺伝子に特異的なプローブを用いたサザンブロットアッセイ、及びRT-PCRによって、陽性クローンにおけるインベルターゼ遺伝子の存在及び発現を確認することができる。代替法として、 β -チューブリンプロモーターを含まない同じ構築物を用い、内在するSAPD酵素コード領域を切断することができる。この場合、新しく挿入された酵母ショ糖インベルターゼ *suc2* 遺伝子は、内在するSAPDプロモーター／5' UTRによって制御されるであろう。

【0640】

（実施例8：*Prototheca*における様々なチオエステラーゼの発現）

*Prototheca*種における異種チオエステラーゼ遺伝子発現の方法及び効果は、参照により本明細書に組み込まれる、国際出願PCT/US2009/66142号に既に記載されている。高等植物種由来の他のチオエステラーゼ遺伝子／遺伝子産物の効果をさらに調べた。これらのチオエステラーゼには、以下の高等植物のチオエステラーゼが含まれる。

【化3】

種	GenBank寄託番号	特異性	配列番号
<i>Cinnamomum camphora</i>	Q39473	C14	配列番号:30~31
<i>Umbellularia californica</i>	Q41635	C10~C12	配列番号:34~35
<i>Cuphea hookeri</i>	AAC49269	C8~C10	配列番号:32~33
<i>Cuphea palustris</i>	AAC49179	C8	配列番号:36~37
<i>Cuphea lanceolata</i>	CAB60830	C10	配列番号:38~39
<i>Iris germanica</i>	AAG43858.1	C14	配列番号:40~41
<i>Myristica fragrans</i>	AAB717291.1	C14	配列番号:42~43
<i>Cuphea palustris</i>	AAC49180	C14	配列番号:44~45
<i>Ulmus americana</i>	AAB71731	広範	配列番号:46~47

【0641】

すべての場合において、上記の各チオエステラーゼ構築物を、微粒子銃による粒子撃ち込みを用いて*Prototheca moriformis*（UTEX1435）内で形質転換した。国際出願PCT/US2009/66142号に開示されている相同組み換えを含めた、他の形質転換法も目的遺伝子の異種発現に適していると思われる。上記の各チオエステラーゼ構築物による*Prototheca moriformis*（UTEX1435）の形質転換を、実施例2に記載されている方法を用いて行った。各構築物はNeoR遺伝子を含み、100 μ g/mlのG418を用いて陽性クローンの選択を行った

。すべてのコード領域のコドン最適化して、*Prototheca moriformis* UTEX 1435 (表2を参照) 核遺伝子に固有のコドンバイアスを反映した。構築物に使用したアミノ酸配列及びcDNA配列は共に、配列表に記載されている。高等植物チオエステラーゼそれぞれのランジットペプチドを、*Prototheca moriformis* デルタ12脂肪酸デサチュラーゼ(配列番号48)又は*Chlorella protothecoides* ステアロイルACP デサチュラーゼ(配列番号49)由来の、コドン最適化された藻類ランジットペプチドに置き換えた。すべてのチオエステラーゼ構築物は、*Chlamydomonas reinhardtii* の β -チュープリンプロモーター/5' UTRにより駆動された。選択された陽性クローンの成長及び脂質産生を、野生型(形質転換していない) *Prototheca moriformis* (UTEX 1435)と比較した。野生型及び選択された陽性クローンを、2%グルコースG418プレートで成長させた。選択された陽性クローンの各構築物に関する脂質プロファイル分析を、下の表15にまとめる(面積%として表す)。

【0642】

【表15】

表15. 様々な異種チオエステラーゼを発現するプロトデカ(*Prototheca*) *moriformis*の脂質プロファイル

脂 肪 酸	UTEX 1435 wt	チオエステラーゼ								
		californi U.	camphor C.	germanic I.	fragrans M.	C. palustris C8:0	hookeria G.	lanceolat G.	C. palustris C14:0	american U.
C8:0	0	0	0	0		3.1	1.8	0	0	.09
C10:0	0.02	.07	.02	.01	.09	.56	6.85	1.91	.01	2.85
C12:0	0.05	14	1.82	.09	.05	.25	.2	.29	.06	.74
C14:0	1.65	3	17.3	2.59	5.31	1.45	1.8	1.83	2.87	10.45
C16:0	28.0	21.4	24.3	26.52	31.08	22.84	23.9	25.55	27.23	33.3
C18:0	2.9	2.9	2.7	3.11	2.71	3.24	2.8	3.26	3.62	3.47
C18:1	53.8	45.2	41.3	49.96	39.77	56.62	49.8	55.43	51.04	38.71
C18:2	10.95	10	9.7	11.86	14.17	8.24	9.7	8.17	10.81	7.38
C18:3 α	0.8	.86	.8	.40	.64	.61	.9	.58	.97	.52
総飽和物 (面積%)	32.62	44.97	46.14	32.32	39.24	31.44	37.35	32.84	33.79	50.9

【0643】

この結果は、発現されたすべてのチオエステラーゼが脂肪酸プロファイルにある程度の影響を及ぼすということを示している。「総飽和脂物」の行を見ると、U. californica、C. camphora、及び特にU. americana由来のものを含めたいくつかのチオエステラーゼの発現により、飽和度が大きな影響を受けている。総飽和物の百分率の変化は、高等植物由来のチオエステラーゼの異種発現が、脂質鎖長に明らかに影響を及ぼし得るだけでなく、微細藻類により得られるその他の脂質プロファイル特性、すなわち脂肪酸の飽和度にも影響を及ぼし得るという点で意外なことであった。

【0644】

C. palustris C8チオエステラーゼ、C. hookerianaチオエステラーゼ、U. californica及びC. camphoraチオエステラーゼで形質転換したクローンで選択されたものを、様々な量のG418(25mg/L~50mg/L)及び様々な温度(22℃~25℃)でさらに成長させ、これらのクローンの脂質プロファイルを決した。各チオエステラーゼを含む代表的なクローンの脂質プロファイル(面積%)を表16にまとめる。U. americanaチオエステラーゼを含む第2の

構築物を構築し、上記の微粒子銃による方法を用いて、*Prototheca moriformis* (UTEX 1435) 内で形質転換した。この第2の構築物を相同組み換えにより細胞内に導入した。*Prototheca* 種における相同組み換えの方法は、国際出願 PCT/US 2009/66142 号に既に記載されている。使用した相同 DNA は、*Prototheca moriformis* UTEX 1435 の 6 S 領域のゲノム DNA 配列に由来するものであった。選択因子は、*C. reinhardtii* の β -チューブリンプロモーターにより駆動される、コドンが最適化された *S. cerevisiae* 由来の *suc2* 遺伝子を利用して、ショ糖で成長する能力であった。天然の *U. americana* トランジットペプチドを *Chlorella protothecoides* (UTEX 250) ステアロイル ACP デサチュラーゼトランジットペプチドに置き換えた。この構築物の cDNA は、配列番号 50 として配列表に記載されている。2% ショ糖プレートで陽性クローンの選択を行い、また脂質プロファイル決定のために得られた培養物も、ショ糖 2% を含有する培地で成長させた。相同組み換えした異種 *U. americana* チオエステラーゼを含むこの *Prototheca moriformis* 株の代表的な脂質プロファイルを表 16 にまとめる。

【0645】

【表 16】

表 16. 異種チオエステラーゼ遺伝子を含む *Prototheca moriformis* 株の脂質プロファイル

	<i>C. palustris</i> C8	<i>C. hookeriana</i>	<i>C. camphora</i>	<i>U. americana</i> 2
C8:0	12.28	2.37	0	0
C10:0	2.17	12.09	0.02	4.69
C12:0	0.34	0.33	3.81	1.02
C14:0	1.59	2.08	32.73	16.21
C16:0	15.91	20.07	24.03	38.39
C18:0	1.59	1.57	1.21	2.83
C18:1	50.64	41.80	18.64	27.22
C18:2	13.02	16.37	16.57	7.65
C18:3	1.52	1.75	1.66	0.74
α				
総飽和物	33.88	38.51	61.80	63.14

【0646】

上記クローンと同様に、異種チオエステラーゼ遺伝子を含むすべての形質転換体は、野生型（形質転換していない）*Prototheca moriformis* と比べて、ある程度の影響を受けた脂肪酸プロファイルを示し、また飽和脂肪酸の総百分率も変化していた。相同組み換えにより導入された *U. americana* チオエステラーゼを含む *Prototheca moriformis* は、総飽和物の増加が最も大きかった。

【0647】

さらに、外来の *C. hookeriana*、*C. camphora*、*U. californica* 又は *U. americana* チオエステラーゼを含むトランスジェニッククローンを新規な脂質プロファイルに関して評価した。22℃、2% グルコース、25mg/ml の G418 で成長させた、*C. hookeriana* チオエステラーゼを含むクローンでは、以下のような脂質プロファイルが得られた：5.10% の C8:0；18.28% の C10:0；0.41% の C12:0；1.76% の C14:0；16.31% の C16:0；1.40% の C18:0；40.49% の C18:1；及び 13.16% の C18:2。25℃、2% ショ糖で成長させた、*C. camphora* チオエステラーゼを含むクローン（外来のショ糖インペルターゼも含む）では、以下のような脂質プロフィー

ルが得られた：0.04%のC10:0；6.01%のC12:0；35.98%のC14:0；19.42%のC16:0；1.48%のC18:0；25.44%のC18:1；及び9.34%のC18:2。22℃、2%グルコース、25～100mg/mlのG418で成長させた、*U. californica* チオエステラーゼを含むクローンでは、以下のような脂質プロファイルが得られた：0%のC8:0；0.11%のC10:0；34.01%のC12:0；5.75%のC14:0；14.02%のC16:0；1.10%のC18:0；28.93%のC18:1；及び13.01%のC18:2。28℃、2%グルコースで成長させた、*U. americana* チオエステラーゼを含むクローンでは、以下のような脂質プロファイルが得られた：1.54%のC10:0；0.43%のC12:0；7.56%のC14:0；39.45%のC16:0；2.49%のC18:0；38.49%のC18:1；及び7.88%のC18:2。

10

【0648】

（実施例9：多数の外来異種チオエステラーゼ遺伝子による *Prototheca* の形質転換）

微細藻類株 *Prototheca moriformis* (UTEX1435) を、先に開示した方法を用いて形質転換し、単一クローン内で多数のチオエステラーゼを発現させた。単一クローン内で多数のチオエステラーゼが発現することにより、微細藻類は、任意の単一チオエステラーゼが単独で発現されたときに産生されるもの（上記の実施例で提示）とは全く異なる脂肪酸プロファイルの油を産生することが可能となる。最初に、*Prototheca moriformis* (UTEX 1435) を、相同組み換えを用いて、*S. cerevisiae*（ショ糖で成長する能力により選択）由来のショ糖インベルターゼ遺伝子である *suc2* とともに *Cinnamomum camphora* チオエステラーゼ（C14選択性のチオエステラーゼ）で形質転換する。この相同組み換え構築物に使用したDNAは、先の第3節に記載されているように、*Prototheca moriformis* ゲノムDNAのKE858領域に由来するものである。この構築物の関連する部分は、配列番号51として配列表に記載されている。ショ糖含有プレートで陽性クローンをスクリーニングした。次いで、それぞれが抗生物質G418に対する耐性と、及び追加のチオエステラーゼ、すなわち、（1）*Cuphea hookeriana*（C8～10選択性）由来のチオエステラーゼ遺伝子、配列番号52；（2）*Umbellularia californica*（C12選択性）由来のチオエステラーゼ遺伝子、配列番号53；又は *Ulmus americana*（広範；C10～C16選択性）由来のチオエステラーゼ、配列番号54とをコードする3つのカセットのうちの1つを用いて、陽性クローンを再び形質転換した。各構築物の関連する部分の配列が配列表に記載されている。両方のチオエステラーゼ遺伝子が発現するクローンを、50μg/mlのG418を含むショ糖含有培地でスクリーニングした。陽性クローンを選択し、成長及び脂質プロファイルをアッセイした。代表的な陽性クローンの脂質プロファイルを表17にまとめる（面積%として表す）。

20

30

【0649】

【表 17】

表17. 多数のチオエステラーゼで形質転換した*Prototheca moriformis*の脂質プロファイル

脂 肪 酸	UTEX 1435	UTEX 1435 + <i>C. camphora</i> TE	UTEX 1435 + <i>C. camphora</i> TE の遺伝的 背 景		
			+ <i>C.</i> <i>hookeriana</i> TE	+ <i>U.</i> <i>californica</i> TE	+ <i>U.</i> <i>americana</i> TE
C8:0	0	0	0.19	0	0.06
C10:0	0.02	0.02	2.16	0.07	1.87
C12:0	0.05	0.66	0.53	13.55	1.61
C14:0	1.65	10.52	7.64	8.0	14.58
C16:0	28.0	22.56	22.31	19.98	29.53
C18:0	2.9	6.67	3.23	2.24	2.93
C18:1	53.8	47.78	48.54	42.55	37.3
C18:2	10.95	12.3	11.76	10.13	8.9
C18:3 α	0.8	0.93	0.91	0.91	0.76
総飽和 物(面 積%)	32.62	40.43	36.06	43.84	50.58

【0650】

さらに、*C. camphora*及び*U. californica*のチオエステラーゼを有する二重のチオエステラーゼクローンを、50mg/LのG418を含む2%ショ糖含有培地において、22℃で成長させた。このような成長条件下でこの株から得られた脂肪酸プロファイルは：C8:0(0)；C10:0(0.10)；C12:0(31.03)；C14:0(7.47)；C16:0(15.20)；C18:0(0.90)；C18:1(30.60)；C18:2(12.44)；及びC18:3α(1.38)であり、総飽和物は54.7であった。

【0651】

*C. camphora*チオエステラーゼを含む2つの相同組み換え構築物（一方は6S領域を標的とし、他方はKE858領域を標的とする）を有する二重のチオエステラーゼクローンを作製した。代表的な陽性クローンの脂肪酸プロファイルは：0%のC8:0；0.06%のC10:0；5.91%のC12:0；43.27%のC14:0；19.63%のC16:0；0.87%のC18:0；13.96%のC18:1；及び13.78%のC18:2であり、総飽和物は69.74%であった。このクローンのC12～C14レベルは49%を超え、これは野性型細胞のC12～C14レベルの37倍超である。

【0652】

上記データによると、多数のチオエステラーゼの微細藻類における同時発現は成功し得る。多数のチオエステラーゼの同時発現により、野性型株だけでなく、個々のエステラーゼのいずれか1つの発現により得られる脂肪酸プロファイルとも著しく異なる、改変された脂肪酸プロファイルが得られる。鎖長特異性が重複する多数のチオエステラーゼの発現により、これらの特定の脂肪酸の累積的増加が生じ得る。

【0653】

*Prototheca moriformis*における異種チオエステラーゼの発現（単独で又は共同で）が、宿主株の脂肪酸／脂質プロファイルを変化させるだけでなく、様々な種子作物から現在入手可能な油（表5）に比べて、これらのプロファイルは、現在入手可能な他の系では見られない極めて珍しい油のものである。トランスジェニック株は、形質転換されていない野性型株との著しい相違を示すだけでなく、表5に示されるいずれの市販の油とも著しく異なるプロファイルを有する。例として、ココナツ油及びパーム核

油はともに、C 8～C 10 脂肪酸のレベルが 5. 5～17 %の範囲にある。C. palustris の C 8 選択性チオエステラーゼ又は C. hookeriana の C 10 選択性チオエステラーゼを発現するトランスジェニック株は、それぞれ 3. 66～8. 65 %の範囲で蓄積する。このような C 8～C 10 脂肪酸レベルは、ココナツ油及びパーム核油と類似しているが、トランスジェニック藻類株では、C 12：0 脂肪酸が著しく高いというわけではないが、C 16：0 は極めて高い（トランスジェニック株では 23 %であるのに対し、ココナツ油又はパーム核油では 11～16 %である）及び／又は 18：1（トランスジェニック株では 50～57 %であるのに対し、ココナツ油又はパーム核油では 8～19 %である）。

【0654】

（実施例 10：外来窒素依存性の *Prototheca* プロモーターの同定）

（A. 外来窒素依存性プロモーターの同定及び特徴づけ）

プロトテカ (*Prototheca*) *moriformis* (UTEX 1435) から、標準的な技術を用いて cDNA ライブラリーを作成した。*Prototheca moriformis* 細胞を、窒素が枯渇した条件下で 48 時間成長させた。次いで、5 %の播種物質 (v/v) を低窒素環境に移し、細胞を 24 時間ごとに 7 日間採集した。培養して約 24 時間後、培地への窒素の供給を完全に絶った。集めたサンプルを、ドライアイス及びイソプロパノールですぐに凍結させた。次いで、凍結した細胞ペレットサンプルから全 RNA を単離し、各サンプルの一部を RT-PCR 試験のために残しておいた。サンプルから採集した全 RNA の残りに、polyA 選択を行った。それぞれの条件から、等モル量の polyA で選択した RNA を保存しておき、ベクター pcDNA3.0 (Invitrogen) で cDNA を作成するために使用した。このようにして得られた保存しておいた cDNA ライブラリーから、ほぼ 1200 種類のクローンを無作為に取り出し、両方の鎖について塩基配列を決定した。これらの 1200 個の配列の中から、ほぼ 68 種類の異なる cDNA を選択し、リアルタイム RT-PCR 試験で使用するための cDNA 特異的なプライマーを設計するのに使用した。

【0655】

保存容器に入れておいた細胞ペレットサンプルから単離した RNA を、上のようで作成した cDNA 特異的なプライマーセットを用い、リアルタイム RT-PCR 試験で基質として使用した。この保存しておいた RNA を cDNA に変換し、68 個の遺伝子特異的なプライマーセットそれぞれについて、RT-PCR の基質として使用した。閾値サイクル数、つまり C_T 数を用い、68 種の cDNA それぞれについて、時間経過にともなって集めたそれぞれの RNA サンプル内の相対的な転写産物量を示した。窒素が豊富にある状態と、窒素が枯渇している状態との間で、顕著な増加を示す (3 倍以上) cDNA を、窒素の枯渇によって発現を上方調節する有望な遺伝子としてフラグ付けした。本明細書で記載しているように、窒素の枯渇／制限は、油産生微生物が脂質産生する際の既知の誘発因子である。

【0656】

窒素の枯渇／制限の間、発現が上方調節されるような、cDNA から得た推定プロモーター／5' UTR 配列を同定するために、窒素が枯渇した状態で成長させた *Prototheca moriformis* (UTEX 1435) から全 DNA を単離し、次いで、454 sequencing technology (Roche) を用い、塩基配列を決定した。上の RT-PCR 結果によって、上方調節されるとフラグ化された cDNA を、454 のゲノムシーケンシングリードから生じる、アセンブリしたコンティグに対し、BLAST を用いて比較した。cDNA の 5' 末端を特定のコンティグに対してマッピングし、可能な場合、5' フランキング DNA の 500 bp を超える部分を使用し、プロモーター／UTR を推定した。次いで、プロモーター／5' UTR の存在を確認し、ゲノム DNA の PCR 増幅を用いてクローン化した。個々の cDNA 5' 末端を用い、3' プライマーを設計し、454 コンティグアセンブリの 5' 末端を使用し、5' 遺伝子特異的なプライマーを設計した。

【0657】

第1のスクリーニングとして、推定プロモーターの1つである、Aat2（アンモニウムトランスポーター、配列番号63）から単離した5' UTR／プロモーターを、C. sorokinianaグルタミン酸脱水素酵素プロモーターの代わりに、Chlorella protothecoidesステアロイルACPデサチュラーゼトランジットペプチドを用い、Cinnamomum camphora C14チオエステラーゼ構築物内でクローン化した。この構築物を、配列番号81として列挙している。この推定プロモーターを試験するために、チオエステラーゼ構築物をPrototheca moriformis細胞内で形質転換し、上述の方法を用い、低／無窒素状態でC14／C12脂肪酸の増加についてスクリーニングすることによって、実際のプロモーター活性を確かめた。cDNA／ゲノムスクリーニングから単離した推定窒素制御プロモーターを、同じ方法を用いて同様に試験することができる。

10

【0658】

cDNA／ゲノムスクリーニングから単離した他の推定窒素制御プロモーター／5' UTRは、以下の通りであった。

【化4】

プロモーター／5' UTR	配列番号	何倍増加したか
FatB／A プロモーター／5' UTR	配列番号55	n/a
NRAMP金属トランスポータープロモーター／5' UTR	配列番号56	9.65
Flap Flagellar関連タンパク質プロモーター／5' UTR	配列番号57	4.92
SulfRed亜硫酸還元酵素プロモーター／5' UTR	配列番号58	10.91
SugT Sugarトランスポータープロモーター／5' UTR	配列番号59	17.35
Amt03－アンモニウムトランスポーター03プロモーター／5' UTR	配列番号60	10.1
Amt02－アンモニウムトランスポーター02プロモーター／5' UTR	配列番号61	10.76
Aat01－アミノ酸トランスポーター01プロモーター／5' UTR	配列番号62	6.21
Aat02－アミノ酸トランスポーター02プロモーター／5' UTR	配列番号63	6.5
Aat03－アミノ酸トランスポーター03プロモーター／5' UTR	配列番号64	7.87
Aat04－アミノ酸トランスポーター04プロモーター／5' UTR	配列番号65	10.95
Aat05－アミノ酸トランスポーター05プロモーター／5' UTR	配列番号66	6.71

20

30

【0659】

何倍増加したかは、低窒素培地で24時間培養した後のcDNA産出量が何倍増えたかを指す。

【0660】

これらの推定プロモーター／5' UTRの潜在的な調節に関してさらなる洞察を得るために、次の8つの配列をさらなる試験用に選択した：（1）FatB／A；（2）SulfRed亜硫酸塩還元酵素；（3）SugT Sugarトランスポーター；（4）Amt02－アンモニウムトランスポーター02；（5）Aat01－アミノ酸トランスポーター01；（6）Aat03－アミノ酸トランスポーター03；（7）Aat04－アミノ酸トランスポーター04；及び（8）Aat05－アミノ酸トランスポーター05。Illumina社のシーケンシングリードを用いて、高分解度のトランスクリプトーム解析を、T0（種）；種からの接種の20時間後；32時間後；48時間後；62時間後；及び114時間後の様々な時点でPrototheca moriformis細胞から単離したRNAに対して、行った。T0（種）における培地は富窒素の状態であったが、20時間以後の時点では培地に窒素がほとんど、又は全く含まれていなかった。次いで、各時点で単離されたRNAから作成された、集合した転写産物のコンティグを、既に同定されている8つの各転写産物とのBLASTにそれぞれ独立して供した。その結果を下の表18にまとめる。

40

【0661】

50

【表18】

表18. 8つの推定プロモーター／5' UTRのトランスクリプトーム発現プロフィール

cDNA		TS	T20	T32	T48	T62	T114
aa trans_01	絶対	98	96	321	745	927	1300
	相対	1	0.98	3.28	7.61	9.47	13.28
aa trans_03	絶対	7	21	51	137	102	109
	相対	1	2.95	7.2	19.42	14.47	15.45
aa trans_04	絶対	1	6	25	90	131	160
	相対	1	5.16	21.29	74.97	109.35	133.31
aa trans_05	絶対	109	88	123	210	214	273
	相対	1	0.81	1.13	1.93	1.97	2.51
ammon trans_02	絶対	683	173	402	991	1413	1397
	相対	1	0.25	0.59	1.45	2.07	2.04
fatA/B-1_cDNA	絶対	13	36	654	617	544	749
	相対	1	2.8	51.57	48.65	42.9	59.1
sug trans_01	絶対	25	25	106	261	266	251
	相対	1	1	4.22	10.4	10.63	10
亜硫酸還元酵素_01	絶対	634	238	138	145	163	155
	相対	1	0.38	0.22	0.22	0.26	0.24

10

【0662】

上にまとめた結果から、いくつかの転写産物の蓄積は、経時的に増加しているが、興味深いことに、亜硫酸塩還元酵素mRNAは、mRNA蓄積において明らかに経時的に減少している。

20

【0663】

これらの8つの推定プロモーター／5' UTR領域を*C. campylobacter*チオエステラーゼコード領域の上流にクローン化し、その天然のトランジットペプチドを削除して*C. campylobacter* *prototheca* (UTEX250) ステアロイルACPデサチュラーゼ由来のトランジットペプチドに置き換えた。各推定プロモーター／5' UTR領域構築物を、6S領域のゲノム配列由来のDNAを用いた相同組み換えにより*Prototheca moriformis* UTEX1435に導入した。また構築物には、ショ糖含有培地／プレートでの陽性クローン選択のための*S. cerevisiae*由来のsuc2ショ糖インペルターゼ遺伝子も含まれていた。Aat01に対する構築物の関連する部分のcDNA配列は、配列番号67として配列表に記載されている。他の構築物では、同じ骨格を使用し、唯一の可変部分は推定プロモーター／5' UTR配列であった。*C. reinhardtii* β-チューブリンプロモーターを用いて*C. campylobacter*チオエステラーゼ遺伝子の発現を駆動させる、さらなる対照トランスジェニック株を作製した。このプロモーターは、目的の遺伝子の構成的発現を駆動することが示されているため、試験された様々な推定N-制御性プロモーター／5' UTRにより駆動されたとき、同じチオエステラーゼメッセージの発現を測定するのに有用な対照を提供する。

30

40

【0664】

トランスジェニッククローンを作製した後、3つの別個の実験を行った。最初の2つの実験は、培養物上澄みにおいて、RT-PCRによる定常状態のチオエステラーゼmRNAレベルと、脂肪酸プロフィールと、アンモニアレベルとを測定することにより、8つのすべての推定プロモーターの潜在的な窒素制御可能性を評価するものである。最初にクローンを富窒素播種培地（1g/L硝酸アンモニウム-アンモニアとしての窒素15mM、酵母抽出物4g/L）で、攪拌しながら（200rpm）24～48時間、28℃で成長させ、この時点で、20OD単位（A₇₅₀）を用いて、低窒素培地（0.2g/L硫酸アンモニウム-アンモニアとしての窒素3mM、酵母抽出物0.2g/L）50mlを接種した。細胞を6日間、24時間ごとにサンプリングし、また低窒素条件へ切り替える直

50

前にも試料を採取した。次いで、各試料由来の細胞の一部を、T r i z o l 試薬を用いた（製造業者の指示に従って）全RNA抽出に使用した。アンモニアアッセイにより、低窒素培地では、24時間後に上澄みのアンモニアレベルが検出限界（約100 μM）を下回ることが明らかとなった。

【0665】

リアルタイムRT-PCRでは、各時点に関して、すべてのRNAレベルを、P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s (U T E X 1 4 3 5) で発現される内部の対照RNAのレベルに対して正規化した。cd189と呼ばれる内部の対照RNAは、N-アセチルオルニチンアミノトランスフェラーゼをコードするARG9遺伝子の産物である。これらの実験でリアルタイムRT-PCRに使用したプライマーセットは、以下の通りであった。

【化5】

遺伝子の特異性	プライマー配列5' - 3'	配列番号
C. camphora TE順方向	TACCCCGCCTGGGGCGA CAC	配列番号68
C. camphora TE逆方向	CTTGCTCAGGCGGCGGG TGC	配列番号69
cd189順方向	CCGGATCTCGGCCAGGG CTA	配列番号70
cd189逆方向	TCGATGTCGTGCACCGTC GC	配列番号71

【0666】

各時点の各形質転換体の脂質プロフィールも作成し、RT-PCRの結果と比較した。アンモニアレベル、RT-PCRの結果、及びC12～C14脂肪酸レベルの変化に基づき、アミノ酸トランスポーター01（A a t - 0 1）、アミノ酸トランスポーター04（A a t - 0 4）及びアンモニウムトランスポーター02（A m t - 0 2）配列が、機能性の窒素制御プロモーター／5' UTRを確かに含むという結論が得られた。

【0667】

RT-PCRの結果から、A a t - 0 1が、定常状態のC. c a m p h o r a チオエステラーゼmRNAレベルを対照（C. r e i n h a r d t i i β-チューブリンプロモーター）の4倍まで駆動する能力が示された。またmRNAレベルは、窒素制限、及びC12～C14脂肪酸レベルの著しい増加とも相関していた。これらの結果は、A a t - 0 1プロモーターに付随する5' UTRが、脂質生成下でのタンパク質合成の駆動において、対照のC. r e i n h a r d t i iプロモーターよりも効率的である可能性を示している。A a t - 0 1プロモーターと同様に、A a t - 0 4プロモーターは、C. r e i n h a r d t i i対照プロモーターのmRNA蓄積の5倍までmRNA蓄積を促進することが可能であった。しかし、A a t - 0 4プロモーター構築物がC12～C14脂肪酸レベルに影響を及ぼす能力はわずかしかなかった。これらのデータは、A a t - 0 4プロモーターは、窒素枯渇により明らかに制御されるが、プロモーターに付随するUTRは、翻訳エンハンサーとしての機能に乏しい可能性があることを示している。最後に、A m t - 0 2プロモーターは、対照プロモーターの3倍までmRNA蓄積を促進することが可能であったという点で、A a t - 0 1プロモーターと類似していた。またmRNAレベルは、窒素制限、及びC12～C14脂肪酸レベルの著しい増加とも相関していた。まとめると、これら3つのプロモーターはすべて、窒素に制御されるということが示された。

【0668】

（B. アンモニウムトランスポーター3（a m t 0 3）プロモーターのさらなる特徴づけ及び様々なチオエステラーゼの発現）

上記のように、アンモニウムトランスポーター02及び03（a m t 0 2及びa m t 0 3）と呼ばれる部分的cDNAが同定された。これら2つの部分的cDNAとともに、アンモニウムトランスポーター01（a m t 0 1）と呼ばれる第3の部分的cDNAも同

定された。部分的 cDNA と推定翻訳アミノ酸配列のアラインメントを比較した。結果は、amt 01 が 3 つの配列の中では遠縁であるのに対し、amt 02 と amt 03 はアミノ酸 1 個しか変わらないことを示している。

【0669】

上記のように、部分的 cDNA 配列と、Roche 社 454 ゲノム DNA アセンブリ及び Illumina 社のトランスクリプトームアセンブリとを BLAST 比較することにより、最初にコンピュータによりプロモーター／5' UTR を作成した。amt 01、amt 02 及び amt 03 をコードする cDNA との同一性を示す転写産物コンティグが同定されたが、コンティグが 3 つすべてに共有する配列を含んでいたため、転写産物コンティグでは 3 つの mRNA の区別ができなかった。Roche 社 454 ゲノム DNA アセンブリは、amt 02 及び amt 03 の cDNA 配列にヒットし、N 末端タンパク質配列を含んでいた。PCR を行って、5' フランキング領域をクローン化した。クローンの amt 02 及び amt 03 プロモーター／UTR を確認するために使用した PCR プライマーは以下の通りであった：

【化 6】

Amt03 順方向：5' -GGAGGAATTCTCGGCCGACAGGACGCGCGTCA-3' (配列番号 85)

Amt03 逆方向：5' -GGAGACTAGTGGCTGCGACCGGCCTGTG-3' (配列番号 86)

Amt02 順方向：5' -GGAGGAATTCTCACCAGCGGACAAAGCACCG-3' (配列番号 87)

Amt02 逆方向：5' -GGAGACTAGTGGCTGCGACCGGCCTCTGG-3' (配列番号 88)。

どちらの場合も、5' 及び 3' プライマーは、これらのプロモーター／5' UTR 領域の機能性を確認するための発現ベクター中への予測されるクローン化に有用な制限部位を含んでいた。

【0670】

コンピュータによる方法と PCR に基づく方法を組み合わせたこの方法でクローン化した DNA と、amt 02 (配列番号 61) 及び amt 03 (配列番号 60) をコードする元の cDNA との間でペアワイズアラインメントを行った。これらのアラインメントの結果は、元の cDNA とクローン化されたゲノム配列との間の有意な差を示していたが、このことは、アンモニウムトランスポーターが多様な遺伝子のファミリーであること示している。さらに、組み合わせた方法に基づく amt 03 のプロモーター／5' UTR クローンは、元の amt 03 配列とは異なっていたのに対し、amt 02 配列では一致していた。amt 03 プロモーター／UTR 配列 (配列番号 89) を特徴づけるためにさらなる実験を行ったが、これを以下に記載する。

【0671】

上記の同定された amt 03 プロモーター／UTR 配列 (配列番号 89) をクローン化して、4 つの異なるチオエステラーゼの発現を駆動させることにより、この推定プロモーター／UTR 配列を試験した。発現カセットは、上流及び下流にゲノムの 6S 遺伝子座に対する相同組み換え配列 (それぞれ、配列番号 82 及び 84) を含んでいた。またこのカセットは、ショ糖含有培地での陽性クローン選択を可能にする *S. cerevisiae*

SUC2 ショ糖インペルターゼ cDNA も含んでいた。ショ糖インペルターゼ発現は、 β -チューブリンプロモーターにより駆動され、また *C. vulgaris* 硝酸還元酵素 3' UTR も含んでいた。次いで、ショ糖インペルターゼカセットの下流に amt 03 プロモーター／UTR 配列をクローン化し、この後に 4 つのチオエステラーゼ遺伝子、すなわち、(1) *C. campylobacter* 由来の C14 チオエステラーゼ；(2) *U. californica* 由来の C12 チオエステラーゼ；(3) *U. americana* 由来の C10~C16 チオエステラーゼ；又は (4) *C. hookeriana* 由来の C10 チオエステラーゼのうちの 1 つに由来するインフレイムのチオエステラーゼ cDNA 配列が続く、また *C. vulgaris* 硝酸還元酵素 3' UTR も含んでいた。C14 *C. ca*

mp h o r a チオエステラーゼ、C 1 2 U. c a l i f o r n i c a チオエステラーゼ及びC 1 0 ~ C 1 6 U. a m e r i c a n a はすべて、C h l o r e l l a p r o t o t h e c o i d e s ステアロイルACPデサチュラーゼ由来のトランジットペプチドを含んでいた。C 1 0 C. h o o k e r i a n a チオエステラーゼは、P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s デルタ12脂肪酸デサチュラーゼ (FAD) 由来のトランジットペプチドを含んでいた。すべての場合において、配列は、P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s での発現に対してコドンが最適化されていた。上記チオエステラーゼ構築物の配列は、配列表に記載されている。

【化7】

amt03プロモーター／UTR::C. camphoraチオエステラーゼ構築物	配列番号90
C. camphoraチオエステラーゼ構築物	配列番号91
U. californicaチオエステラーゼ構築物	配列番号92
U. americanaチオエステラーゼ構築物	配列番号93
C. hookerianaチオエステラーゼ構築物	配列番号94

10

【0672】

実施例2の上記の微粒子銃による野性型P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s 細胞中への形質転換法により、トランスジェニック系列を作製し、ショ糖含有プレート／培地で選択を行った。次いで、脂肪酸プロファイルの変化の程度に関して、陽性の系列をスクリーニングした。次いで、1つが上記4つの構築物それぞれから得られた4つの系列を、さらなる分析に供した。系列76は、C. c a m p h o r a C 1 4 チオエステラーゼを発現し、系列37はU. c a l i f o r n i c a C 1 2 チオエステラーゼを発現し、系列60はU. a m e r i c a n a C 1 0 ~ C 1 6 チオエステラーゼを発現し、系列56はC. h o o k e r i a n a C 1 0 チオエステラーゼを発現した。各系列を、唯一の炭素源としてショ糖を含有する培地で48時間成長させ、脂肪酸メチルエステルへの直接エステル転移反応と、それに続くGC-FIDによる分析（上記の）により脂肪酸プロファイルを決定するために、また全RNAを単離するために、14、24、36及び48時間（種培養物）の細胞試料を採取した。48時間の終わりに、これらの細胞を用いて、pH5.0（クエン酸により緩衝、0.05Mの最終濃度）又はpH7.0（HEPESによる緩衝、0.1Mの最終濃度）に維持された無窒素又は低レベル窒素の培養物（唯一の炭素源としてショ糖を含む）に接種した。脂肪酸プロファイリング及び全RNA単離のために、12、24、72及び108時間（脂質産生）で培養物試料を採取した。これらの培養物のアンモニアアッセイにより、低窒素培地においては、24時間後にアンモニアレベルが検出限界（約100μM）を下回ることが明らかとなった。

20

30

【0673】

上で採取された各時点の全RNAに対して、チオエステラーゼのmRNAレベルに関するリアルタイムRT-PCRアッセイを行い、すべてのmRNAレベルを、内部の対照RNA（cd189）のレベルに対して正規化した。リアルタイムPCRで使用したプライマーセットを下の表19に示す。

【0674】

40

【表 19】

表19. リアルタイムPCR用のプライマーセット

遺伝子の特異性	プライマー配列 5'-3'	配列番号
<i>C. camphora</i> TE 順方向	TACCCCGCCTGGGGCGACAC	配列番号 68
<i>C. camphora</i> TE 逆方向	CTTGCTCAGGCGGCGGGTGC	配列番号 69
<i>U. californica</i> TE 順方向	CTGGGCGACGGCTTCGGCAC	配列番号 95
<i>U. californica</i> TE 逆方向	AAGTCGCGGCGCATGCCGTT	配列番号 96
<i>U. americana</i> TE 順方向	CCCAGCTGCTCACCTGCACC	配列番号 97
<i>U. americana</i> TE 逆方向	CACCCAAGGCCAACGGCAGCGCCGTG	配列番号 98
<i>C. hookeriana</i> TE 順方向	TACCCCGCCTGGGGCGACAC	配列番号 99
<i>C. hookeriana</i> TE 逆方向	AGCTTGGACAGGCGGCGGGT	配列番号 100
cd189 逆方向	TCGATGTCGTGCACCGTCGC	配列番号 71
cd189 順方向	CCGGATCTCGGCCAGGGCTA	配列番号 70

【0675】

種培養相における各時点での脂肪酸プロファイルの結果はによると、チオエステラーゼによる影響はほとんどなかった。脂質生成相の開始により、脂肪酸プロファイルが著しく影響され、その増加はpH 5.0の培養物に比べて、pH 7.0に維持された培養物の方がはるかに劇的であった。pH 7.0とpH 5.0における対象脂肪酸蓄積の差の程度は、試験した各チオエステラーゼにより異なっていたが、全体的な効果は同じであった。すなわち、pH 5.0で成長させた細胞では、蓄積された標的脂肪酸のレベルは著しく低かったが、それでも、対照の野性型細胞よりは高かった。

【0676】

培養物のpHが、各チオエステラーゼの定常状態のmRNAレベルに対して明らかに影響を及ぼしたという点で、これらの同じ試料から単離したRNAの解析は、脂肪酸プロファイルのデータと非常によく相関していた。脂肪酸蓄積のデータとmRNAのデータを考え合わせると、amt03プロモーター／UTRにより駆動されるチオエステラーゼ遺伝子発現のpHによる調節が、転写、mRNA安定性、又はその両方のレベルにおいて媒介されることが明らかであった。さらに、*U. californica*のmRNAの定常状態レベルが*C. hookeriana*のmRNAの定常状態レベルに比べて4対数低いということが観察された。この観察は、個々のmRNA配列が発現の制御において役割を果たし得るという仮説と一致する。これらのデータは、*Prototheca moriformis*でのamt03ファミリーのトランスポーターによるアンモニウム取り込みがpHと直接関連していることを示唆している。

【0677】

U. americana C10～C16チオエステラーゼの発現を駆動するamt03プロモーター／UTRの構築物を用いた*Prototheca moriformis*細胞の形質転換により作製された12の系列に関して、さらなる脂肪酸プロファイル分析を行った。上記の系列60は、以下の分析の一部分であった。野性型対照とともに分析した12系列のうち、3つの系列の脂質プロファイルを下の表20に示す。

【0678】

【表 20】

表20. amt03プロモーター／UTRにより駆動される*U. americana* TEを含む形質転換体の脂質脂肪酸プロフィール

面積%	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	総飽和物
野生型	0.00	0.01	0.04	1.27	27.20	3.85	58.70	7.18	32.36
系列 40	2.38	20.61	3.41	28.41	29.92	1.91	8.57	3.74	86.64
系列 44	1.50	20.16	4.44	31.88	26.66	1.88	6.95	5.42	86.50
系列 60	0.98	14.56	3.15	27.49	31.76	2.14	12.23	6.36	80.06

【0679】

上の表で示されるように、野生型と比較した系列40の場合、総飽和物のレベルが野生型よりも2.6倍以上と劇的に増加した（分析した12系列の総飽和物は、約63%～86%以上の範囲であった）。さらに、*U. americana* チオエステラーゼがこのレベルで発現されると、不飽和物、特にC18:1及びC18:2のレベルが劇的に減少し（系列40及び44を参照）、系列44では、野生型に比べ、C18:1レベルが8倍以上減少している。また、*U. americana* チオエステラーゼ（amt03プロモーターにより駆動される）は、中鎖脂肪酸のレベルを大幅に増加させる。系列44は、野生型株で見られるレベルよりも約42倍高い、56%を超えるC10:0～C14:0レベル、及び57%を超えるC8:0～C14:0レベルを示している。*U. americana* チオエステラーゼの発現を駆動するAmt03プロモーターの構築物で形質転換されたさらなる株の代表的な脂質プロフィールは、0.23%のC8:0；9.64%のC10:0；2.62%のC12:0；31.52%のC14:0；37.63%のC16:0；5.34%のC18:0；7.05%のC18:1；及び5.03%のC18:2で、総飽和物の百分率が86.98%であった。

【0680】

C. hookeriana C10チオエステラーゼ（配列番号94）の発現を駆動する構築物amt03プロモーター／UTR（配列番号89）による*Prototheca moriformis* 細胞の形質転換から、さらなる脂質プロフィールが得られた。この構築物を発現する陽性クローンを選択して、pH7.0の条件で成長させた。陽性クローンの代表的な脂質プロフィールは：9.87%のC8:0；23.97%のC10:0；0.46%のC12:0；1.24%のC14:0；10.24%のC16:0；2.45%のC18:0；42.81%のC18:1；及び7.32%のC18:2であった。このクローンのC8～C10の百分率が33.84であった。

【0681】

まとめると、前記データによると、mt03プロモーター／UTR及び他の同様のプロモーターは、堅固に制御されたプロモーターとして使用され得、かかるプロモーターは潜在的に毒性のある化合物の発現に特に有用であり得、これはすなわち、厳密な遺伝子発現の実施が必要であるということを示している。*Prototheca moriformis* の幅広いpH領域（少なくともpH5.0～7.0）で成長する能力により、この微生物は、amt03プロモーター／UTRのような調節エレメントと組み合わせると特に有用である。さらに、上の脂質プロフィールのデータは、amt03プロモーター／UTRが遺伝子発現を駆動する優れた能力を有すること示している。

【0682】

（実施例11：微細藻類*Prototheca moriformis*における飽和脂肪酸のレベルの改変）

Prototheca moriformis (UTEX1435) 由来ゲノムDNAのcDNA、Illumina社トランスクリプトーム及びRoche社454の配列決定によるバイオインフォマティクスに基づくアプローチを用いたゲノムスクリーニングの一部として、脂肪酸飽和に関与する2つの特定の遺伝子群であるステアロイルACPデサチュラーゼ（SAD）及びデルタ12脂肪酸デサチュラーゼ（ $\Delta 12$ FAD）が同定された

。ステアロイルACPデサチュラーゼ酵素は、脂質合成経路の一部であり、例えば、C18:0脂肪酸からのC18:1脂肪酸の合成のように、脂肪族アシル鎖に二重結合を導入するよう機能する。またデルタ12脂肪酸デサチュラーゼも脂質合成経路の一部であり、例えば、C18:1脂肪酸からのC18:2脂肪酸の合成のように、既に不飽和である脂肪酸に二重結合を導入するよう機能する。バイオインフォマティクスに取り組む間に同定された2種類の脂肪酸デサチュラーゼ遺伝子に基づくプローブを用いたサザンブロット分析により、それぞれの種類のデサチュラーゼ遺伝子が複数のファミリーメンバーで構成される可能性があることが示された。さらに、ステアロイルACPデサチュラーゼをコードする遺伝子は、2つの異なるファミリーに分類される。これらの結果に基づき、デサチュラーゼ酵素の各ファミリー内で高度に保存されたコード領域を標的とすることにより複数の遺伝子ファミリーメンバーを破壊する可能性のある、3つの遺伝子破壊構築物を設計した。

10

【0683】

(1) デルタ12脂肪酸デサチュラーゼ (d12FAD) ファミリーメンバーのコード配列の高度に保存された部分と、(2) 各ファミリー由来のコード配列の保存された領域をそれぞれ有する、SADの2つの異なるファミリーをそれぞれ標的とした2つの構築物とを用いて、3つの相同組み換え標的化構築物を設計した。この戦略は、相同組み換えが標的遺伝子のフランキング領域を標的とする古典的な遺伝子置換戦略というよりはむしろ、これらの高度に保存されたコード領域に選択マーカー遺伝子 (ショ糖を加水分解する能力を付与する *S. cerevisiae* 由来の *suc2* ショ糖インベルターゼカセット) を組み込む (多数のファミリーメンバーを標的とする) ものである。

20

【0684】

すべての構築物を、上記の方法を用いた微粒子銃による形質転換により細胞内に導入し、構築物は、細胞内に撃ち込む前に線状であった。ショ糖含有プレート/培地で形質転換体を選択し、上記の方法を用いて脂質プロファイルの変化をアッセイした。3つの各標的化構築物の関連する配列を以下に挙げる。

【化8】

記載

標的化構築物のd12FADコード領域由来の5'配列
 標的化構築物のd12FADコード領域由来の3'配列
 d12FAD標的化構築物のcDNA配列
 SAD2Aコード領域由来の5'配列
 SAD2Aコード領域由来の3'配列
 SAD2A標的化構築物のcDNA配列
 SAD2Bコード領域由来の5'配列
 SAD2Bコード領域由来の3'配列
 SAD2B標的化構築物のcDNA配列

配列番号

配列番号72
 配列番号73
 配列番号74
 配列番号75
 配列番号76
 配列番号77
 配列番号78
 配列番号79
 配列番号80

30

【0685】

各構築物による形質転換から得られた代表的な陽性クローンを選び、そのクローンの脂質プロファイルを決定した (面積%で表す) が、それを下の表21にまとめる。

40

【0686】

【表 2 1】

表21. デサチュラーゼノックアウトの脂質プロフィール

脂肪酸	d12FAD KO	SAD2A KO	SAD2B KO	wt UTEX 1435
C8:0	0	0	0	0
C10:0	0.01	0.01	0.01	0.01
C12:0	0.03	0.03	0.03	0.03
C14:0	1.08	0.985	0.795	1.46
C16:0	24.42	25.335	23.66	29.87
C18:0	6.85	12.89	19.555	3.345
C18:1	58.35	47.865	43.115	54.09
C18:2	7.33	10.27	9.83	9.1
C18:3 α	0.83	0.86	1	0.89
C20:0	0.48	0.86	1.175	0.325

10

【0 6 8 7】

各構築物は、所望の種類 of 脂肪酸に対して測定可能な影響を及ぼし、3つのすべての場合において、C 1 8 : 0 レベルが著しく増加し、特に2つの S A D ノックアウトで顕著に増加した。S A D ノックアウトによる多数のクローンをさらに比較したところ、S A D 2 B ノックアウト系列の C 1 8 : 1 脂肪酸が、S A D 2 A ノックアウト系列で見られる C 1 8 : 1 脂肪酸レベルよりもかなり大きく減少することが示された。

【0 6 8 8】

20

上記の方法を用いて、*Prototheca moriformis* バックグラウンドでさらなる Δ 1 2 脂肪酸デサチュラーゼ (FAD) ノックアウトを作製した。 Δ 1 2 FAD の潜在的な相同性を同定するために、推定 FAD をコードするゲノム領域を、以下のプライマーを用いて増幅した：

プライマー 1 5' - T C A C T T C A T G C C G G C G G T C C - 3' 配列番号 1 0 1

プライマー 2 5' - G C G C T C C T G C T T G G C T C G A A - 3' 配列番号 1 0 2。

上記プライマーを用いて *Prototheca moriformis* ゲノム DNA のゲノム増幅から得られた配列は非常に類似していたが、 Δ 1 2 FAD の複数の遺伝子又は対立遺伝子が *Prototheca* に存在することを示していた。

30

【0 6 8 9】

この結果に基づき、1つ以上の Δ 1 2 FAD 遺伝子を不活性化するための、2つの遺伝子破壊構築物を設計した。この戦略は、古典的な遺伝子置換戦略を用いるというよりはむしろ、ショ糖インベルターゼ (*S. cerevisiae* 由来の *suc 2*) カセットを高度に保存されたコード領域に組み込んで、選択マーカーとしてのショ糖を加水分解する能力を付与するというものであった。p S Z 1 1 2 4 と呼ばれる第 1 の構築物は、*S. cerevisiae suc 2* 遺伝子の発現を駆動する *C. reinhardtii* β -チューブリンプロモーターと、*Chlorella vulgaris* 硝酸還元酵素 3' UTR とに隣接する、5' 及び 3' ゲノム標的化配列を含んでいた (*S. cerevisiae suc 2* カセット)。p S Z 1 1 2 5 と呼ばれる第 2 の構築物は、*S. cerevisiae suc 2* 遺伝子の発現を駆動する *C. reinhardtii* β -チューブリンプロモーターと、*Chlorella vulgaris* 硝酸還元酵素 3' UTR とに隣接する、5' 及び 3' ゲノム標的化配列を含んでいた。これらの構築物の関連する配列は、配列表に記載されている。

40

【化 9】

pSZ1124(FAD2B)5' ゲノム標的化配列

配列番号103

pSZ1124(FAD2B)3' ゲノム標的化配列

配列番号104

S. cerevisiae suc2カセット

配列番号105

pSZ1125(FAD2C)5' ゲノム標的化配列

配列番号106

pSZ1125(FAD2C)3' ゲノム標的化配列

配列番号107

【0690】

pSZ1124及びpSZ1125を、それぞれ*Prototheca moriformis* バックグラウンドに導入し、ショ糖を加水分解する能力に基づいて陽性クローンを選択した。pSZ1124及びpSZ1125標的化ベクターを用いた2つのトランスジェニック系列で得られた脂質プロファイル（面積%、上記の方法を用いて作成）を表22にまとめる。

10

【0691】

【表 22】

表22. Δ12FADノックアウトの脂質プロファイル

	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3α
親	0.01	0.03	1.15	26.13	1.32	4.39	57.20	8.13	0.61
FAD2B	0.02	0.03	0.80	12.84	1.92	0.86	74.74	7.08	0.33
FAD2C	0.02	0.04	1.42	25.85	1.65	2.44	66.11	1.39	0.22

【0692】

20

FAD2B (pSZ1124) 構築物を含むトランスジェニックでは、脂質プロファイルにおいて、減少すると予想されたC18:2レベルが約1面積%しか減少しなかったという点で、非常に興味深く予想外な結果が得られた。しかし、C18:1脂肪酸レベルが著しく増加したのは、ほとんど例外なくC16:0レベルが著しく減少したからだ。また、FAD2C (pSZ1125) 構築物を含むトランスジェニックにおいても脂質プロファイルが変化し、対応するC18:1レベルの増加とともに、C18:2のレベルが著しく減少した。

【0693】

(牛脂模倣物)

上記のSAD2Bノックアウト実験から作製された陽性クローンを1つ選択して、C14選択性の脂肪族アシルACPチオエステラーゼ遺伝子をさらに導入するためのバックグラウンドとして使用した。C. camporaのC14選択性のチオエステラーゼを導入する構築物は、6Sゲノム領域に対する標的化配列を含み（相同組み換えによる形質転換DNAの標的組み込みを可能にする）、またこの発現構築物は、neoR遺伝子の発現を駆動するC. reinhardtii β-チューブリンプロモーターとChlorella vulgaris硝酸還元酵素3' UTR、次いで、Chlorella protothecooidesステアロイルACPデサチュラーゼトランジットペプチドを有するコドン最適化C. camporaチオエステラーゼの発現を駆動する、第2のC. reinhardtii β-チューブリンプロモーターと、Chlorella vulgaris硝酸還元酵素3' UTRとを含んでいた。5' 6S領域ゲノムドナー配列は配列番号82として記載され；3' 6S領域ゲノムドナー配列は配列番号84として記載され；C. camporaチオエステラーゼの関連する発現構築物は配列番号83として記載されている。

30

40

【0694】

上述の微粒子銃による方法を用いて形質転換を行い、ショ糖2%を含有するプレートで細胞を24時間回復させた。この後、選択のため、2%ショ糖及び50 μg/mlのG418を含有するプレートに細胞を再び懸濁させ、再び播いた。作製した陽性クローンのうち9つのクローンを、脂質産生及び脂質プロファイル用に選択。この9つのトランスジェニッククローン（SAD2B KOを有し、C. camporaのC14選択性のチオ

50

エステラーゼを発現)を上記のように培養し、脂質プロファイルに関して分析した。結果を下の表23にまとめる。また獣脂の脂質プロファイルも下の表23に含まれている(National Research Council 1976: Fat Content and Composition of Animal Product)。

【0695】

【表23】

表23. チオエステラーゼ形質転換クローンの脂質プロファイル

		C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20
SAD2BKO		0.01	0.33	6.13	24.24	0.19	11.08	42.03	13.45	0.98	0.73
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
1											
SAD2BKO		0.01	0.16	3.42	23.80	0.40	9.40	50.62	10.2	0.62	0.70
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
2											
SAD2BKO		0.01	0.20	4.21	25.69	0.40	7.79	50.51	9.37	0.66	0.63
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
3											
SAD2BKO		0.01	0.21	4.29	23.57	0.31	9.44	50.07	10.07	0.70	0.70
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
4											
SAD2BKO		0.01	0.18	3.87	24.42	0.32	9.24	49.75	10.17	0.71	0.71
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
5											
SAD2BKO		0.01	0.28	5.34	23.78	0.33	9.12	49.12	10.00	0.68	0.70
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
6											
SAD2BKO		0.01	0.15	3.09	23.07	0.32	10.08	51.21	10.00	0.66	0.74
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
7											
SAD2BKO		0.01	0.29	5.33	24.62	0.37	7.02	49.67	10.74	0.69	0.70
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
8											
SAD2BKO		0.01	0.12	2.74	25.13	0.30	10.17	50.18	9.42	0.71	0.71
<i>C. camphora</i>											
TE クローン											
9											
wt UTEX		0.01	0.02	0.96	23.06	0.79	3.14	61.82	9.06	0.46	0.27
1435											
SAD2BKO		0.01	0.03	0.80	23.66	0.13	19.56	43.12	9.83	1.00	1.18
獣脂		0.00	0.00	4.00	26.00	3.00	14.00	41.00	3.00	1.00	0.00

【0696】

表23からわかるように、トランスジェニック系列の脂質プロファイルは、獣脂の脂質プロファイルに極めて類似している。まとめると、このデータは、獣脂の脂質プロファイルに類似した油を産生するトランスジェニック藻類株を作製するために、特定のトランスジェニックバックグラウンド、この場合はSAD2Bノックアウトを、C14選択性のチ

10

20

30

40

50

オエステラーゼ (*C. camphora* 由来) と組み合わせることが有用であることを示している。

【0697】

(標的化されたノックアウトアプローチにより β -ケトアシル合成酵素 *KASII* (*KASII*) の発現を下方調節するために使用する構築物)

標的化されたノックアウトアプローチにより *KASII* 遺伝子発現を下方調節するベクターを、古典的変異誘発した *UTEX1435* 誘導体である *S1331* に導入した。選択マーカーとして *Saccharomyces cerevisiae* インペルターゼ遺伝子を用いて、ショ糖で成長する能力を付与した。*C. reinhardtii* β -チューブリンプロモーターの制御下にあるインペルターゼ発現カセットを長さ 315 bp の *KASII* ゲノム領域の中央に挿入して、標的組み込みを可能にした (*pSZ1503*)。 10

【0698】

pSZ1503 中の関連する制限部位は、小文字、太字及び下線により示され、それぞれ 5' - 3' *BspQI*、*KpnI*、*AscI*、*XhoI*、*SacI*、*BspQI* である。*BspQI* 部位は、形質転換 DNA の 5' 末端及び 3' 末端の境界を定めるものである。太字で小文字の配列は、*KASII* 遺伝子座において相同組み換えによる標的組み込みを可能にする、*S1331* 由来のゲノム DNA を表す。5' から 3' の方向に進むと、酵母ショ糖インペルターゼ遺伝子 (*S1331* がショ糖を代謝する能力を付与する) の発現を駆動する *C. reinhardtii* β -チューブリンプロモーターが、枠で囲んで示されている。インペルターゼに対するイニシエーター *ATG* 及びターミネーター *TGA* は、大文字の太字イタリックで示され、コード領域は、小文字のイタリックで示されている。*Chlorella vulgaris* 硝酸還元酵素 3' UTR は、下線を施した小文字で示されている。 20

【0699】

pSZ1503 [*KASII* *b* *tub-y* . *inv-nr* *KASII*] に含まれる形質転換 DNA のヌクレオチド配列：

【表 3 1】

表31. pSZ1503 DNAにより形質転換したS1331及び誘導体トランスジェニック系列の脂肪酸プロフィール

試料番号	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3 α
1331-5	0.01	0.03	0.96	24.28	0.64	3.94	62.69	6.21	0.49
D698-2	0.01	0.01	0.83	38.36	1.38	2.21	48.31	7.60	0.55

【0703】

(実施例12:別の選択可能マーカーによる*Prototheca*の操作)

(A. *Prototheca moriformis*における分泌型 α -ガラクトシダーゼの発現)

*Prototheca species*における異種ショ糖インベルターゼ遺伝子発現の方法及び効果は、参照により本明細書に組み込まれる国際出願PCT/US2009/66142号に既に記載されている。本実施例では、他の異種多糖分解酵素の発現を調べた。 α -ガラクトシダーゼをコードする以下の外来遺伝子のうちの1つを有する*Prototheca moriformis* UTEX1435がメリビオース(α -D-gal-glu)で増殖する能力を試験した。すなわち、*Saccharomyces carlbergensis*由来のMEL1遺伝子(NCBI寄託番号P04824に対応するアミノ酸配列(配列番号108))、*Aspergillus niger*由来のAlgC遺伝子(NCBI寄託番号Q9UUZ4に対応するアミノ酸配列(配列番号116))、及び高等植物*Cyamopsis tetragobobola*(グァー豆)由来の α -ガラクトシダーゼ(NCBI寄託番号P14749に対応するアミノ酸配列(配列番号120))である。上記寄託番号及び対応するアミノ酸配列は、参照により本明細書に組み込まれる。すべての場合において、*Prototheca moriformis*内での好ましいコドンの使用に従って遺伝子が最適化されていた。発現カセットの関連する部分を、配列番号とともに以下に記載する。すべての発現カセットにおいて、安定なゲノム組み込みのための5'及び3'Clp相同組み換え標的化配列、*Chlamydomonas reinhardtii* TUB2プロモーター/5'UTR、及び*Chlorella vulgaris*硝酸還元酵素3'UTRを用いた。

【化11】

<i>S. carlbergensis</i> MEL1アミノ酸配列	配列番号108
<i>S. carlbergensis</i> MEL1アミノ酸配列シグナルペプチド	配列番号109
<i>S. carlbergensis</i> MEL1形質転換カセット	配列番号110
<i>S. carlbergensis</i> MEL1配列(コドン最適化)	配列番号111
5'Clp相同組み換え標的化配列	配列番号112
3'Clp相同組み換え標的化配列	配列番号113
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> TUB2プロモーター/5'UTR	配列番号114
<i>Chlorella vulgaris</i> 硝酸還元酵素3'UTR	配列番号115
<i>A. niger</i> AlgCアミノ酸配列	配列番号116
<i>A. niger</i> AlgCアミノ酸配列シグナルペプチド	配列番号117
<i>A. niger</i> AlgC配列(コドン最適化)	配列番号118
<i>A. niger</i> AlgC形質転換カセット	配列番号119
<i>C. tetragonobola</i> α -ガラクトシダーゼアミノ酸配列	配列番号120
<i>C. tetragonobola</i> α -ガラクトシダーゼ配列(コドン最適化)	配列番号121
<i>C. tetragonobola</i> α -ガラクトシダーゼ形質転換カセット	配列番号122

【0704】

*Prototheca moriformis*細胞を、先の実施例2に記載されているように微粒子銃による形質転換法を用いて、*S. carlbergensis*のMEL1遺伝子、*A. niger*のAlgC遺伝子又は*C. tetragonobola*の α -ガラクトシダーゼ遺伝子を含む3つの発現カセットそれぞれで形質転換した。唯一の炭素源としてメリビオース2%を含有するプレートを用いて、陽性クローンをスクリーニングし

た。C. tetragonobola発現カセット形質転換体のプレートには、コロニーが出現しなかった。S. carlbergensisのMEL1形質転換体及びA. nigerのAlgC形質転換体を含むプレートから陽性クローンを選択した。C. vulgarisの3'UTR及び3'Clp相同組み換え標的化配列の一部を標的とするプライマーにより、PCRを用いて形質転換DNAの組み込みを確認した。

5'プライマー C. vulgaris 3'UTR:下流Clp配列(配列番号123)
ACTGCAATGCTGATGCACGGGA

10

3'プライマー C. vulgaris 3'UTR:下流Clp配列(配列番号124)
TCCAGGTCCTTTTCGCACT

【0705】

陰性対照として、形質転換されていないPrototheca moriformis細胞由来のゲノムDNAもプライマーセットにより増幅した。野性型細胞由来のゲノムDNAからは産物が増幅されなかった。

【0706】

S. carlbergensisのMEL1形質転換体及びA. nigerのAlgC形質転換体それぞれに由来するいくつかの陽性クローン(PCRにより確認)を、液体培地中、メリビオースを唯一の炭素源として成長するその能力に関して試験した。これらの選択されたクローンを、先の実施例1に記載されている条件及び基本培地でメリビオースを唯一の炭素源として3日間成長させた。いずれかのα-ガラクトシダーゼコード遺伝子を含むすべてのクローンがこの期間に安定的に成長したが、形質転換していない野生型株、及びSaccharomyces cerevisiaeのSUC2ショ糖インベルターゼを発現するPrototheca moriformisはともに、メリビオース培地であまり成長しなかった。これらの結果は、α-ガラクトシダーゼコード遺伝子が形質転換の選択マーカーとして使用され得ることを示している。またこれらのデータは、タンパク質をPrototheca moriformis細胞のペリプラズムに対して標的化するためには、S. carlbergensisのMEL1(配列番号109)又はA. nigerのAlgC(配列番号117)に存在する天然のシグナルペプチドが有用であることを示している。

20

30

【0707】

(B. ProtothecaにおけるTHIC遺伝子のチアミン栄養要求性補完)

Prototheca moriformis細胞のチアミン原栄養性を、外来のTHIC遺伝子の発現を用いて調べた。植物及び藻類におけるチアミン生合成は、典型的には、プラスチドで行われるのため、その産生に参与する核コートタンパク質の大部分が、プラスチドに対して効率的に標的化される必要がある。Prototheca moriformis細胞のDNA配列決定及びトランスクリプトーム配列決定により、THICを除く、チアミン生合成酵素をコードする遺伝子がすべて、ゲノム中に存在するということが明らかとなった。チアミン栄養要求性の原因となる損傷を生化学的レベルで詳細に分析するために、次のような5つの異なる状況下でのPrototheca moriformis細胞の成長を調べた。すなわち、(1)2μMチアミン塩酸塩の存在下;(2)チアミンなし;(3)チアミンなし、2μMヒドロキシエチルチアゾール(THZ)あり;(4)チアミンなし、2μM 2-メチル-4-アミノ-5-(アミノメチル)ピリジン(PYR)あり;及び(5)チアミンなし、2μM THZ及び2μM PYRありである。これら5つの異なる条件下での成長実験の結果は、PYR前駆体を与えた場合、Prototheca moriformis細胞はde novo合成を行うことができるが、チアミンピロリン酸塩(TPP)しか産生できないことを示していた。この結果は、Prototheca moriformisのチアミン栄養要求性は、THI

40

50

C酵素による変換触媒である、アミノイミダゾールリボヌクレオチドからヒドロキシメチルピリミジンリン酸塩（HMP-P）の合成を行うことができないことに起因するという仮説と一致する。

【0708】

上記の実施例2の微粒子銃による形質転換法を用いて *Prototheca moriformis* 細胞を形質転換し、*Coccomyxa* C-169 THIC（アミノ酸配列はJGIタンパク質番号30481に対応し、参照により本明細書に組み込まれる）、及び選択マーカーとして *S. cerevisiae* のSUC2ショ糖インベルターゼを発現させた。この発現構築物は、*Coccomyxa* C-169 THIC由来の天然のトランジットペプチド配列、ゲノムDNAの6S領域に対する上流及び下流相同組み換え標的化配列、*C. reinhardtii* のTUB2プロモーター／5'UTR領域（配列番号104）、並びに *Chlorella vulgaris* 硝酸還元酵素の3'UTR（配列番号115）を含んでいた。また *S. cerevisiae* のSUC2発現も、*C. reinhardtii* のTUB2プロモーター／5'UTR領（配列番号114）により駆動され、*Chlorella vulgaris* 硝酸還元酵素の3'UTR（配列番号115）を含んでいた。遺伝子は、*Prototheca moriformis* において好ましいコドンの使用に従って最適化されていた。関連する発現カセットの配列は配列表に記載されており、その詳細を以下に記載する：

【化12】

<i>Coccomyxa</i> C-169 THICアミノ酸配列	配列番号125
<i>Coccomyxa</i> C-169 THICアミノ酸配列天然トランジットペプチド	配列番号126
<i>Coccomyxa</i> C-169 THIC形質転換カセット	配列番号127
<i>Coccomyxa</i> C-169 THIC配列(コドン最適化)	配列番号128
<i>S. cerevisiae</i> SUC2配列(コドン最適化)	配列番号129
5'6S相同組み換え標的化配列	配列番号82
3'6S相同組み換え標的化配列	配列番号84

チアミンを含まず、かつ唯一の炭素源としてショ糖を含有するプレートで、陽性クロンの選択を行った。*Coccomyxa* C-169のTHIC遺伝子内で結合する5'プライマー、及び6S遺伝子座の形質転換DNAの下流でアニールする3'プライマーにより、PCRを用いて陽性クロンを確認した。また、PCRにより確認された陽性クロンを、サザンブロットアッセイでも確認した。

【0709】

野性型 *Prototheca moriformis* 細胞のチアミン栄養要求性を観察するために、内部にチアミンを貯蔵している細胞を最初に枯渇させる必要があった。チアミンを含まない培地での成長を試験するために、最初にチアミン2μMを含有する培地で細胞を静止期まで成長させてから、チアミンを含まない培地で、750nm（OD750）での吸光度が約0.05になるまで細胞を希釈した。次いで、希釈した細胞を、チアミンを含まない培地で再び静止期まで成長させた（約2～3日間）。これらのチアミン枯渇細胞を用いて、チアミンを含まない培地での成長実験のための培養物を播種した。炭素源としてグルコースを含む培地（チアミンを含むか、又は含まない）で野性型細胞を成長させ、天然のトランジットペプチド *Coccomyxa* のC-169 THIC構築物を有する陽性クロンを、唯一の炭素源としてショ糖を含む培地で成長させた。750nmでの吸光度をモニターすることにより、成長を測定した。成長実験の結果は、トランス遺伝子を発現する株の無チアミン培地における成長が、無チアミン培地における野性型細胞よりもかなり大きいことを示していた。しかし、チアミン含有培地においては、形質転換体の成長速度及び細胞密度は野性型細胞に及ばなかった。また、無チアミン培地における形質転換クロンの成長量と、組み込まれた *Coccomyxa* 酵素のコピー数との間には強い相関が見られた（すなわち、トランス遺伝子のコピー数が多いほど、無チアミン培地での細胞の成長が良好であった）。

【0710】

*Coccomyxa*のTHIC、*Arabidopsis thaliana*のTHIC遺伝子、及び*Synechocystis* sp. のPCC6803thiC遺伝子を含む発現構築物を用いて、さらなる形質転換体を作製した。*Coccomyxa*及び*A. thaliana*のTHIC遺伝子の場合、天然のトランジットペプチド配列を、*Chlorella protothecoides*のステアロイル-ACPデサチュラーゼ (SAD) 遺伝子由来のトランジットペプチド配列に置き換えた。*Synechocystis* sp. はラン藻であり、thiCタンパク質は天然のトランジットペプチド配列を含まない。*Synechocystis* sp. のthiC構築物では、*Chlorella protothecoides*のSAD遺伝子由来のトランジットペプチド配列を*Synechocystis* sp. のthiCのN-末端に融合した。すべての場合において、配列は、*Prototheca moriformis*での発現に対してコドンが最適化されていた。上記3つの構築物はすべて、ゲノムの6S領域に対する上流及び下流相同組み換え標的化配列 (配列番号82及び84) と、*Chlorella protothecoides*のアクチンプロモーター/5' UTRと、及び*Chlorella protothecoides*のEF1A遺伝子3' UTRとを含んでいた。3つの構築物はすべて、*C. reinhardtii*のTUB2プロモーター/5' UTR (配列番号114) により駆動されるneoR遺伝子を含み、また、G418による選択をもたらす*C. vulgaris*の3' UTR (配列番号115) を含んでいた。*A. thaliana*のTHICのアミノ酸配列はNCBI 寄託番号NP_180524に対応し、また*Synechocystis* sp. のthiCのアミノ酸配列はNCBI 寄託番号NP_442586に対応しており、両配列とも参照により本明細書に組み込まれる。関連する発現カセット配列は配列表に記載されており、その詳細を以下に記載する。

【化13】

<i>C. protothecoides</i> トランジットペプチドを有する <i>Coccomyxa</i> THIC発現構築物	配列番号130
<i>C. protothecoides</i> トランジットペプチドを有する <i>Coccomyxa</i> THIC	配列番号131
<i>C. protothecoides</i> アクチンプロモーター/5' UTR	配列番号132
<i>C. protothecoides</i> EF1A 3' UTR	配列番号133
<i>A. thaliana</i> THIC発現構築物	配列番号134
<i>C. protothecoides</i> トランジットペプチドを有する <i>A. thaliana</i> THIC	配列番号135
天然のトランジットペプチドを有する <i>A. thaliana</i> THICアミノ酸配列	配列番号136
<i>Synechocystis</i> sp. thiC発現構築物	配列番号137
<i>C. protothecoides</i> トランジットペプチドを有する <i>Synechocystis</i> sp. thiC	配列番号138
<i>Synechocystis</i> sp. thiCアミノ酸配列	配列番号139
neoR遺伝子	配列番号140

【0711】

G418を含有するプレートで陽性クローンをスクリーニングし、各形質転換によるいくつかのクローンをPCRによる確認のために選択した。*Coccomyxa*のC-169遺伝子 (*C. protothecoides*トランジットペプチドを有する)、*A. thaliana*及び*Synechocystis* sp. のPCC6803THIC遺伝子をそれぞれ含む形質転換DNA構築物のゲノム6S遺伝子座への組み込みを、次のようなプライマーのよりPCR分析を用いて確認した：

5' THIC *Coccomyxa* 確認用プライマー配列 (配列番号141)
ACGTCGCGACCCATGCTTCC

3' THIC 確認用プライマー配列 (配列番号142)
GGGTGATCGCCTACAAGA

5' THIC *A. thaliana* 確認用プライマー配列 (配列番号143)

G C G T C A T C G C C T A C A A G A

5' *thiC* *Synechocystis* sp. 確認用プライマー配列（配列番号 144）

C G A T G C T G T G C T A C G T G A。

【0712】

異なる各構築物の形質転換体から選択された確認済み陽性クローンを用いて、G418を含有する培地におけるチアミン枯渇細胞の成長実験（上記）を行った。すべての形質転換体が無チアミン培地で成長することができた（安定性の程度は異なる）。無チアミン培地における形質転換体の成長を、チアミン含有培地における野生型細胞の成長と比較することにより、無チアミン培地での成長を支える能力に関して次のような順位が示された：

（1）*A. thaliana*の形質転換体；（2）*Coccomyxa*のC-169（*C. protothecoides*トランジットペプチドを有する）の形質転換体；及び（3）*Synechocystis* sp. の形質転換体。これらの結果は、*A. thaliana* *THIC*を単独で複製することにより、*Prototheca moriformis*細胞におけるチアミン栄養要求性を補完できるが、チアミンの非存在下での急速な成長を可能にするためには、（天然のトランジットペプチ配列又は*C. protothecoides*由来のトランジットペプチ配列を有する）*Coccomyxa* C-169又は*Synechocystis* sp. の*THIC*の複数複製が必要であったことを示している。異なる入手源由来の異なる*THIC*の結果にばらつきがあることを考えると、任意の特定の*THIC*遺伝子が、*Prototheca*種に存在する損傷を完全に補完する能力は、予測することができない。

【0713】

3つの*THIC*アミノ酸配列のアラインメントを行った。*Synechocystis* sp. 由来の*thiC*と*Coccomyxa*及び*A. thaliana*由来の*THIC*との間に有意な配列保存（アミノ酸レベルで41%の同一性）が存在する一方で、ラン藻類タンパク質には、藻類及び植物のタンパク質でよく保存されているN末端のドメインが欠けている。このドメインの欠如（及び恐らく、それにより生じる構造上の違い）にもかかわらず、*Synechocystis* sp. の*thiC*を発現する構築物は、*Prototheca moriformis*細胞においてチアミン原栄養性を少なくとも部分的に回復することができた。

【0714】

（実施例13：燃料生成）

（A. 連続圧搾機及び圧縮助剤を用いた、微細藻類に由来する油の抽出）

ドラム乾燥機を用い、DCWで38%の油を含む微細藻類バイオマスを乾燥させ、得られた含水量は5～5.5%であった。バイオマスをFrench L250プレスに供給した。バイオマス30.4kg（67lbs.）をプレスに供給したが、油は回収されなかった。同じ乾燥微生物バイオマスに、種々の割合のスイッチグラスを圧縮助剤として組み合わせ、プレスに供給した。乾燥微生物バイオマス及び20%w/wスイッチグラスを組み合わせることによって、最終的には最も良好な油回収率が得られた。次いで、圧縮したケーキをヘキサンで抽出し、スイッチグラスが20%の条件で、最終収率は、61.6%の利用可能な油（重量によって算出）の総量であった。細胞乾燥重量の50%を超える油を有するバイオマスは、油を放出させるために、スイッチグラスのような圧縮助剤を使う必要はなかった。連続圧搾機を用いて微細藻類から油を抽出する他の方法は、国際出願PCT/US2010/31108号に記載されており、参照により本明細書に組み込まれる。

【0715】

（B. *Prototheca*の油に由来するバイオディーゼルの生成）

上に記載した方法に従って生成した、*Prototheca moriformis* UTEX 1435から得た脱ガム油に、トランスエステル化を行い、脂肪酸メチルエス

テルを得た。結果を以下の表 2 4 に示す。

【0 7 1 6】

油の脂質プロフィールは、以下の通りであった。

C 1 0 : 0	0 . 0 2
C 1 2 : 0	0 . 0 6
C 1 4 : 0	1 . 8 1
C 1 4 . 1	0 . 0 7
C 1 6 : 0	2 4 . 5 3
C 1 6 : 1	1 . 2 2
C 1 8 : 0	2 . 3 4
C 1 8 : 1	5 9 . 2 1
C 1 8 : 2	8 . 9 1
C 1 8 : 3	0 . 2 8
C 2 0 : 0	0 . 2 3
C 2 0 : 1	0 . 1 0
C 2 0 : 1	0 . 0 8
C 2 1 : 0	0 . 0 2
C 2 2 : 0	0 . 0 6
C 2 4 : 0	0 . 1 0

【0 7 1 7】

【表 2 4 - 1】

表24. Prototheca moriformisトリグリセリド油に由来するバイオディーゼルのプロフィール

方法	試験	結果	単位
ASTM D6751 A1	バイオディーゼルブレンド燃料の冷状 態浸漬時の濾過性	濾過時間	120 秒
		濾過した容積	300 ml
ASTM D93	ペンスキー-マルテンス密閉カップ法 による引火点測定法	使用手順	A
		正しい引火点	165.0 °C
ASTM D2709	中間留分の燃料中の水及び堆積物 (遠心分離法)	堆積物及び水	0.000 Vol%

10

20

30

【表 2 4 - 2】

方法	試験	結果	単位
EN 14538	ICP OESによる、Ca及びMg含有量の決定	(Ca及びMg)の合計	<1 mg/kg
EN 14538	ICP OESによる、Ca及びMg含有量の決定	(Na及びK)の合計	<1 mg/kg
ASTM D445	動粘性／動的粘度	104° F／40°Cでの動粘性	4.873 mm ² /s
ASTM D874	潤滑油及び添加剤の硫酸塩灰分	硫酸塩灰分	<0.005 Wt%
ASTM D5453	軽質炭化水素、火花点火式エンジンの燃料、ディーゼルエンジンの燃料、エンジンオイル中の合計硫黄分を紫外線蛍光によって決定	硫黄、mg/kg	1.7 mg/kg
ASTM D130	腐食－銅片	バイオディーゼルーCu腐食 50°C (122° F)／3時間	1a
ASTM D2500	曇り点	曇り点	6 °C
ASTM D4530	マイクロ残留炭素分	平均マイクロ方法による炭素残留分	<0.10 Wt%
ASTM D664	電位差滴定による石油製品の酸価	使用手順	A
		酸価	0.20 mg KOH/g
ASTM D6584	B－100バイオディーゼルメチルエステルの遊離グリセリン及び総グリセリンをガスクロマトグラフィーによって決定	遊離グリセリン	<0.005 Wt%
		総グリセリン	0.123 Wt%
ASTM D4951	ICP－AESによる、潤滑油中の添加元素	リン	0.000200 Wt%
ASTM D1160	減圧での石油製品の蒸留	IBP	248 °C
		5%回収時のAET	336 °C
		10%回収時のAET	338 °C
		20%回収時のAET	339 °C
		30%回収時のAET	340 °C
		40%回収時のAET	342 °C
		50%回収時のAET	344 °C
		60%回収時のAET	345 °C
		70%回収時のAET	347 °C
		80%回収時のAET	349 °C
		90%回収時のAET	351 °C
		95%回収時のAET	353 °C
		FBP	362 °C
		回収率%	98.5 %
		ロス率%	1.5 %
		残留率%	0.0 %
		冷トラップの容積	0.0 ml
EN 14112	酸化安定性の決定(酸化促進試験)	IBP	248 °C
		酸化安定性	>12 hr
ASTM D4052	デジタル密度計による液体の密度	操作温度(通常は、110°C)	110 °C
ASTM D6890	デジタル密度計による液体の密度	60° FでのAPI比重	29.5 API
ASTM D6890	着火遅れ(ID)及び誘導されたセタン価(DCN)の決定	誘導されたセタン価(DCN)	>61.0

【0 7 1 8】

バイオディーゼルの脂質プロファイルは、原材料油の脂質プロファイルと非常に類似していた。本発明の方法及び組成物によって与えられる他の油を、トランスエステル化し、

10

20

30

40

50

(a) C 8 ～ C 1 4 が少なくとも 4 % であり；(b) C 8 が少なくとも 0. 3 % であり；
(c) C 1 0 が少なくとも 2 % であり；(d) C 1 2 が少なくとも 2 % であり；(3) C
8 ～ C 1 4 が少なくとも 3 0 % であるといった脂質プロフィールを有するバイオディーゼ
ルを得ることができる。

【0719】

生成したバイオディーゼルの A S T M D 6 7 5 1 A 1 法による冷状態浸漬時の濾過
性は、容積 3 0 0 m l で 1 2 0 秒であった。この試験は、B 1 0 0 3 0 0 m l を濾過し
、4 0 ° F (約 4. 5 ° C) まで 1 6 時間かけて冷やし、室温まで加温し、ステンレス鋼
の支持板がついた 0. 7 マイクロメートルガラス繊維フィルターを用い、減圧下で濾過す
ることを含む。本発明の油を、トランスエステル化し、冷状態浸漬時間が 1 2 0 秒未満、
1 0 0 秒未満、9 0 秒未満のバイオディーゼルを作成することができる。

10

【0720】

(C. 再生可能なディーゼルの生成)

上に記載の方法に従って生成した、P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s U
T E X 1 4 3 5 に由来する脱ガム油は、上の本実施例でバイオディーゼルを製造するた
めに使用した油と同じ脂質プロフィールを有しており、この油をトランスエステル化し、
再生可能なディーゼルを生成した。

【0721】

まず、上述の油を水素化処理し、酸素とグリセロール骨格を取り除き、n-パラフィン
を得た。次いで、n-パラフィンをクラッキングし、異性化した。この物質のクロマトグ
ラムを図 1 に示す。次いで、この物質を冷状態で濾過し、約 5 % の C 1 8 材料を除去した
。冷状態で濾過した後、材料全容積から引火点のために抜き取り、引火点、A S T M D
- 8 6 の蒸留分布、曇り点、粘度を評価した。引火点は 6 3 ° C であり；粘度は 2. 8 6 c
S t (センチストークス) であり；曇り点は 4 ° C であった。A S T M D 8 6 の蒸留値を
表 2 5 に示す。

20

【0722】

【表 2 5】

表25. ASTM D86の蒸留値

摂氏での測定値	
容積	温度
IBP	173
5	217. 4
10	242. 1
15	255. 8
20	265. 6
30	277. 3
40	283. 5
50	286. 6
60	289. 4
70	290. 9
80	294. 3
90	300
95	307. 7
FBP	331. 5

30

40

【0723】

生成した物質の T 1 0 - T 9 0 は、5 7. 9 ° C であった。本明細書に開示されている油
の水素化処理、異性化、及び他の共有結合改変方法、及び本明細書に開示されている蒸留
及び分別の方法（例えば、冷却濾過）を使用し、本明細書に開示されている方法に従って
生成したトリグリセリド油を用いて、他の T 1 0 - T 9 0 範囲、例えば、2 0、2 5、3
0、3 5、4 0、4 5、5 0、6 0、6 5 ° C を有する再生可能なディーゼル組成物を作成

50

することができる。

【0724】

生成した物質のT10は、242.1℃であった。本明細書に開示されている油の水素化処理、異性化、及び他の共有結合改変方法、及び本明細書に開示されている蒸留及び分別の方法（例えば、冷却濾過）を利用し、他のT10値、例えば、T10が180～295、190～270、210～250、225～245、少なくとも290の再生可能なディーゼル組成物を作成することができる。

【0725】

生成した物質のT90は、300℃であった。本明細書に開示されている油の水素化処理、異性化、及び他の共有結合改変方法、及び本明細書に開示されている蒸留及び分別の方法（例えば、冷却濾過）を利用し、他のT90値、例えば、T90が280～380、290～360、300～350、310～340、少なくとも290の再生可能なディーゼル組成物を作成することができる。

10

【0726】

生成した物質のFBPは、300℃であった。本明細書に開示されている油の水素化処理、異性化、及び他の共有結合改変方法、及び本明細書に開示されている蒸留及び分別の方法（例えば、冷却濾過）を利用し、他のFBP値、例えば、FBPが290～400、300～385、310～370、315～360、少なくとも300の再生可能なディーゼル組成物を作成することができる。

【0727】

本発明の方法及び組成物によって得られる他の油を、(a) C8～C14が少なくとも4%であり；(b) C8が少なくとも0.3%であり；(c) C10が少なくとも2%であり；(d) C12が少なくとも2%であり；(3) C8～C14が少なくとも30%であるといった脂質プロファイルを含む、水素化処理、異性化、及び他の共有結合改変を組み合わせる行うことができる。

20

【0728】

(実施例14：用途に応じた油の生成)

本明細書に開示される方法及び材料を用いて、用途に応じた様々な油を生成した。表32に、提示される株により生じる表現型及び様々な脂肪酸プロファイルを付与する遺伝子の株、遺伝子、並びにその遺伝子のGenBank寄託番号を示す。株A及びBはともに*Protheca moriformis* (UTEX1435) 株であり、両者とも個別支払い方式の研究所で古典的な変異誘発を行い、油の産生量を向上させたものである。次いで、株A及びBを、所望の遺伝子を発現するように、本明細書に記載の通りに適当なDNA構築物で遺伝子操作した。また、記載の通りに株を操作して、内在性デサチュラーゼを不活性化した。チオエステラーゼのヌクレオチド配列を、*Protheca*での発現及び使用に対してコドン最適化した。

30

【0729】

野性型の操作されていない*Protheca*の脂肪酸プロファイルを、表32の最初の行に示す。表からわかるように、脂肪酸プロファイルは、異なる株には異なる方法で劇的に改変された。例えば、遺伝子操作されていない*P. moriformis*細胞により産生されたC8:0の百分率は0%である。しかし、*C. hookeriana*チオエステラーゼを発現するように操作された*P. moriformis*細胞では、C8:0産生が総トリグリセリドの0%から13.2%に増加した。別の例として、操作された株におけるC8:0とC10:0の総合計量は、総脂肪酸の約39%であった。これに対し、野性型細胞におけるC8:0とC10:0の総合計量は0.01%である。別の例では、内在するSAD2bの発現が破壊された細胞内での*U. americana*チオエステラーゼの発現により、飽和脂肪酸の合計量が約32%から約90%に増加した。これはほぼ300%の増加である。

40

【0730】

以下で開示される様々な脂肪酸プロファイルは、トリグリセリド油を含めた多種多様な

50

用途に有用である。例えば、トリグリセリド（C 1 2 : 0、C 1 4 : 0、C 1 6 : 0）を含む高レベルの低炭素鎖長飽和脂肪酸は、再生可能なジェット燃料製造に特に有用である。バイオディーゼル製造には、高量のC 1 8 : 1が望ましい。棒状石鹼製造には、飽和レベルと短鎖脂肪酸との間の適切なバランスを制御し、達成することが望ましい。例として、高量のC 1 2 : 0は、長鎖で構造がしっかりしているが、泡立つ特性にとっては望ましい。一方、リノール酸含有トリグリセリド及びリノレン酸含有トリグリセリドは、酸化不安定性の一因となるため、あまり望ましくない。液体石鹼には、高量のC 1 2 : 0及びC 1 4 : 0が望ましい。さらに、棒状石鹼及び液体石鹼の製造には、ともに低量のC 6 : 0、C 8 : 0及びC 1 0 : 0が望ましく、それはこれらの低鎖トリグリセリドが肌刺激性であるからである。

【 0 7 3 1 】

【表 3 2 - 1】

表 32. 様々なトリグリセリドプロファイルの表現型を付与する遺伝子及び寄託番号

形質	Gen Bank 寄託番号 および記載	表現型 を与える 遺伝子	構 築 物*	配 列 番 号	株 の 遺 伝 的 背 景	C8: 0	C1 0:0	C1 2:0	C1 4:0	C1 6:0	C1 8:0	C1 8:1	C1 8:2	総 飽 和 物
野 性 型			na		UT EX 143 5	0.0 0	0.0 1	0.0 4	1.2 7	27. 20	3.8 5	58. 70	7.1 8	32. 36
C 8 が 最 も 高 い	U39834	C. hookeria na TE	pSZ 1458		A	13. 20	25. 84	0.5 1	1.4 1	10. 22	1.3 9	38. 21	7.4 2	52. 57
C 10 が 最 も 高 い	U39834	C. hookeria na TE	pSZ 1458		A	13. 20	25. 84	0.5 1	1.4 1	10. 22	1.3 9	38. 21	7.4 2	52. 57
C 12 及 び U67317 (配列番 号185) が 最 も 高 い	U56104 及 び U67317 (配列番 号185)	C. wrightii TE + C. wrightii KASA1	pSZ 1491 (配列 番 号 232)		B	.02	13. 63	50. 59	6.4 9	6.6 4	0.8 7	13. 74	6.8 3	78. 00
C 14 が 最 も 高 い	U31813	Cinnamo mum camphor a TE	pSZ 941 (配列 番 号 236)/ 944 (配列 番 号 228)		UT EX 143 5	0.0 0	0.0 6	5.9 1	43. 27	19. 63	0.8 7	13. 96	13. 78	69. 74
C 16 が 最 も 高 い	Q39513 .1	C. hookeria na TE	pSZ 1417 (配列 番 号 226)		A	0.0 0	0.0 2	0.1 1	10. 62	69. 92	2.1 8	12. 95	5.1 5	80. 35

10

20

30

40

【表 3 2 - 2】

C 18 が 最 も 高 い	SAD2B 遺 伝 子 破 壊 と し て の U56104	C. wrightii TE	pSZ 1410 (配 列 番 号 230)		A	0.0 0	0.1 1	1.2 8	1.8 2	24. 55	37. 38	23. 51	7.8 8	65. 14
C 8 ～ C 10 が 最 も 高 い	U39834	C. hookeria na TE	pSZ 1458		A	13. 20	25. 84	0.5 1	1.4 1	10. 22	1.3 9	38. 21	7.4 2	52. 57
C 8 ～ C 14 が 最 も 高 い	U56104	C. wrightii TE	pSZ 1283 (配 列 番 号 229)		A	.22	17. 64	45. 85	10. 94	5.5 5	0.7 9	13. 49	4.6 8	74. 65
C 10 ～ C 14 が 最 も 高 い	U56104	C. wrightii TE	pSZ 1283 (配 列 番 号 229)		A	.22	17. 64	45. 85	10. 94	5.5 5	0.7 9	13. 49	4.6 8	74. 65
C 12 ～ C 14 が 最 も 高 い	ABB71 579.1 (配 列 番 号 286)	C. callophy lla TE	pSZ 1570 (配 列 番 号 235)		B	.01	0.8 8	28. 04	34. 08	19. 82	1.0 0	10. 52	4.4 2	83. 83
18 :1	遺 伝 子 破 壊 と	Ulmus america	pSZ 1321		A	.12	10. 39	3.5 5	35. 21	33. 54	4.9 0	5.1 5	5.6 9	87. 71

10

20

30

40

【表 3 2 - 3】

が最も低い	としての AAB71 731 (配列番号 287) SAD2B	na TE	(配列番号 242)											
18 :1 が最も高い	Carthamus tinctorus TE AAA33 019.1 による FADc破壊	Carthamus tinctorus TE	pSZ 1500 (配列番号 233)		A	0	0	0	0	16.49	0	83.51	0.00	16.49
18 :2 が最も低い	Carthamus tinctorus TE AAA33 019.1 による FADc破壊	Carthamus tinctorus TE	pSZ 1501 (配列番号 234)		A	0	0	.03	1.05	18.01	1.44	77.11	0.00	20.53
飽和物が最も高い	SAD2B 破壊としての AAB71 731	Ulmus americana TE	pSZ 1321 (配列番号 242)		A	.30	13.07	3.57	33.58	33.52	5.16	5.36	4.50	89.20

10

20

30

【0732】

(パーム核油)

本発明者らは、パーム核油 (PKO) に類似した微生物パーム核油模倣物を生成した。パーム核油模倣物を生成するために、プラスミドを構築し、これを株 A の形質転換に使用して、油の生成を行った。構築物 pSZ1413 (配列番号 231) は、コドンが最適化された *Cuphea Wrightii* の FATB2 遺伝子 (配列番号 284) (Genbank 寄託番号 U56106) 及び SAD2B (ステアロイルACPデサチュラーゼ) 遺伝子破壊を含んでいた。

40

【0733】

下の表 33 に示されるように、パーム核油模倣物はパーム核油に類似していた。PKO 模倣物に最も多く含まれる 3 つの脂肪酸 (C12:0、C14:0 及び C18:1) の百分率は、パーム核油のものと同一であるか、又はその 10% 以内であった。

【0734】

【表 3 3】

表33. パーム核油模倣物のトリグリセリドプロファイル

	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
<i>E.</i>	3.0-5.0	2.5-6.0	40-52	14.0-18.0	7.0-10.0	1.0-3.0	11.0-19.0	0.5-4.0
<i>guineensis</i> (パーム核)								
pSZ1413		8.33	37.45	18.22	13.52	1.25	15.29	4.95

【0 7 3 5】

(パーム油)

本発明者らは、パーム油に類似した微生物パーム油模倣物を生成した。いくつかの異なるプラスミドを構築して株A中に個々に形質転換し、油の生成を行った。構築物 pSZ1503 (配列番号283) は、内在する KASII 遺伝子を破壊するように設計された。構築物 pSZ1439 (配列番号237) は、コドンが最適化された *Elaeis guineensis* の TE 遺伝子 (配列番号205) (Genbank 寄託番号 AAD42220.2) を含んでいた。構築物 pSZ1420 (配列番号225) は、コドンが最適化された *Cuphea hookeriana* の TE 遺伝子 (配列番号201) (Genbank 寄託番号 Q39513) を含んでいた。構築物 pSZ1119 (配列番号227) は、コドンが最適化された *Cuphea hookeriana* の KASIV 遺伝子 (配列番号186) (Genbank 寄託番号 AF060519) 及び *Cuphea wrightii* の FATB2 遺伝子 (配列番号184) (Genbank 寄託番号 U56104) を含んでいた。

【0 7 3 6】

下の表34に示されるように、パーム油模倣物はパーム油に類似していた。パーム油模倣物に最も多く含まれる3つの脂肪酸 (C16:0、C18:1 及び C18:2) の百分率は、パーム油のものと同一であるか、又はその10%以内であった。

【0 7 3 7】

【表 3 4】

表34. パーム油模倣物のトリグリセリドプロファイル

	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
<i>E.</i>	0	0	0.5-5.9	32.0-47.0	2.0-8.0	34-44	7.2-12.0
<i>guineensis</i> (パーム)							
pSZ1503	0.01	0.01	0.83	38.36	2.21	48.31	7.60
pSZ1439	0.01	0.04	1.88	43.50	3.32	39.95	9.16
pSZ1420	0.02	0.04	2.44	48.04	2.76	35.62	8.91
pSZ1119	1.77	0.40	7.85	35.45	2.47	42.85	8.15

【0 7 3 8】

(カカオバター)

本発明者らは、カカオバターに類似した微生物カカオバター模倣物を生成した。構築物 pSZ1451 を構築して株A内で形質転換し、油の生成を行った。構築物 pSZ1451 (配列番号239) は、コドンが最適化された *Carthamus tinctorius*

s TE遺伝子（配列番号187）（Gen Bank寄託番号AAA33019.1）を含んでいた。

【0739】

下の表35に示されるように、カカオバター油模倣物はカカオバターに類似していた。カカオバター模倣物に最も多く含まれる3つの脂肪酸（C16:0、C18:0及びC18:1）の百分率は、カカオバターのものと同じであるか、又はその10%以内であった。

【0740】

【表35】

表35. カカオバター模倣物のトリグリセリドプロフィール

	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
カカオバター	0	0-1	0-1	0-4	22-38	24-37	29-38	0-3
pSZ1451		0.05	0.14	0.99	28.34	27.39	29.40	10.26

10

【0741】

（ラード）

本発明者らは、ラードに類似した微生物ラード模倣物を生成した。いくつかの異なるプラスミドを構築して株A中に個々に形質転換し、油の生成を行った。構築物pSZ1493（配列番号241）は、内在するSAD2B遺伝子を破壊すると同時に、コドンが最適化された*Umbellularia californica*のTE遺伝子（配列番号285）（Gen Bank寄託番号M94159）を発現するように設計された。構築物pSZ1452（配列番号240）は、内在するSAD2B遺伝子を破壊し、コドンが最適化された*Garcinia mangostana*のTE遺伝子（配列番号196）（Gen Bank寄託番号AAB51525.1）を発現するように設計された。構築物pSZ1449（配列番号238）は、コドンが最適化された*Brassica napus*のTE遺伝子（配列番号195）（Gen Bank寄託番号CAA52070.1）を発現するように設計された。構築物pSZ1458のポリヌクレオチド配列は、*Cuphea hookeriana*のチオエステラーゼ（Gen Bank寄託番号U39834）をコードする、コドンが最適化されたポリヌクレオチド配列が、*Brassica napus*のTE遺伝子（配列番号195）（Gen Bank寄託番号CAA52070.1）をコードするポリヌクレオチド配列に置き換わっている以外は、pSZ1449と同じであった。

20

30

【0742】

下の表36に示されるように、ラード模倣物はラードに類似していた。ラード模倣物に最も多く含まれる3つの脂肪酸（C16:0、C18:0及びC18:1）の百分率は、ラードのものと同じであるか、又はその10%以内であった。

【0743】

【表36】

表36. ラード模倣物のトリグリセリドプロフィール

	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
ラード	3-4	22-26	13-18	39-45	8-15
pSZ1493	1.32	24.79	17.49	41.87	10.01
pSZ1452	1.16	24.49	17.94	45.49	8.05
pSZ1449	1.16	23.98	15.79	47.88	8.29

40

【0744】

本発明を、特定の実施形態と関連させて記載してきたが、さらなる改変ができることは理解されるであろう。本明細書は、本発明の原理に一般的に従い、本発明のいかなる変更

50

、応用又は適応をも包含することを意図しており、それらは、本発明が属する技術分野の範囲内にある知られているあるいは慣例の実践範囲内で行われ、また本明細書に記載する本質的な特徴に適用できるような、本開示からの逸脱を含む。

【0745】

本明細書に引用されている全ての参考文献は、Genbankを含めた特許、特許明細書、刊行物を含めて、その内容がすでに具体的に組み込まれているか否かにかかわらず、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。本明細書で述べられている刊行物は、本発明と組み合わせて使用することが可能な試薬、方法及び概念を記載し、開示することを目的として引用されているのであって、本明細書におけるいかなるものも、これら引用文献を本明細書に記載の本発明との関連で従来技術であると認めると解釈されるべきではない。10 特定のには、以下の特許明細書は、あらゆる目的のために、その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。すなわち、2008年6月2日に出願した国際出願PCT/US2008/065563号、名称「Production of Oil in Microorganisms」、2010年4月14日に10 出願した国際出願PCT/US2010/31108号、名称「Methods of Microbial Oil Extraction and Separation」、及び2009年11月30日に20 出願した国際出願PCT/US2009/066142号、名称「Production of Tailored Oils in Heterotrophic Microorganisms」である。

【0746】

【数 1】

配列表

配列番号 1

Chlorella由来のHUPプロモーター (GenBank 寄託番号 X55349 の部分配列)

GATCAGACGGGCCTGACCTGCGAGATAATCAAGTGCTCGTAGGCAACCAACTC
AGCAGCTGCTTGGTGTGGGTCTGCAGGATAGTGTTGCAGGGCCCCAAGGACA
GCAGGGGAACCTTACACCTTGTCCCCGACCCAGTTTTATGGAGTGCATTGCCTCA
AGAGCCTAGCCGGAGCGCTAGGCTACATACTTGCCGCACCGGTATGAGGGGAT
ATAGTACTCGCACTGCGCTGTCTAGTGAGATGGGCAGTGCTGCCCATAAACAAC
TGGCTGCTCAGCCATTTGTTGGCGGACCATTCTGGGGGGGCCAGCAATGCCTGA
CTTTCGGGTAGGGTGAAACTGAACAAAGACTACCAAAACAGAATTTCTTCCTC
CTTGAGGTAAGCGCAGGCCGGCCCGCTGCGCCACATGGCGCTCCGAACAC
CTCCATAGCTGTAAGGGCGCAAACATGGCCGGAAGTGTGTCAGCACTCTTTCAT
GGCCATACAAGGTCATGTCGAGATTAGTGCTGAGTAAGACACTATCACCCCAT
GTTTCGATTGAAGCCGTGACTTCATGCCAACCTGCCCCTGGGCGTAGCAGACGTA
TGCCATCATGACCACTAGCCGACATGCGCTGTCTTTTGCCACCAAAACAACCTGG
TACACCGCTCGAAGTCGTGCCGCACACCTCCGGGAGTGAGTCCGGCGACTCCTC
CCCGGCGGGCCGCGGCCCTACCTGGGTAGGGTGCACATACGCCACGACCAAA
CGACGCAGGAGGGGATTGGGGTAGGGAATCCCAACCAGCCTAACCAAGACGGC
ACCTATAATAATAGGTGGGGGGACTAACAGCCCTATATCGCAAGCTTTGGGTG
CCTATCTTGAGAAGCACGAGTTGGAGTGGCTGTGTACGGTCGACCCTAAGGTG
GGTGTGCCGCAGCCTGAAACAAAGCGTCTAGCAGCTGCTTCTATAATGTGTCAG
CCGTTGTGTTTCAGTTATATTGTATGCTATTGTTTGTTCGTGCTAGGGTGGCGCA
GGCCACCTACTGTGGCGGGCCATTGGTTGGTGCTTGAATTGCCTCACCATCTA
AGGTCTGAACGCTCACTCAAACGCCTTTGTACAACCTGCAGAACTTTCTTGGCG
CTGCAACTACAGTGTGCAAACCAGCACATAGCACTCCCTTACATCACCCAGCAG
TACAACA

10

20

配列番号 2

AY307383由来のCHLORELLA ELLIPSOIDEA硝酸還元酵素プロモーター

30

CGCTGCGCACCAAGGGCCGCCAGCTCGCTGATGTCGCTCCAAATGCGGTCCCCG
ATTTTTTGTTCCTTCATCTTCTCCACCTTGGTGGCCTTCTTGCCAGGGCCTTCAG
CTGCATGCGCACAGACCGTTGAGCTCCTGATCAGCATCCTCAGGAGGCCCTTTG
ACAAGCAAGCCCTGTGCAAGCCATTACGGGGTACCAGTGGTGCTGAGGTA
GATGGGTTTGAAAAGGATTGCTCGGTTCGATTGCTGCTCATGGAATTGGCATGTG
CATGCATGTTCAATATGCCACCAGGCTTTGGAGCAAGAGAGCATGAATGCC
TTCAGGCAGGTTGAAAGTTCCTGGGGGTGAAGAGGCAGGGCCGAGGATTGGAG
GAGGAAAGCATCAAGTCGTCGCTCATGCTCATGTTTTAGTCAGAGTTTGCCAA
GCTCACAGGAGCAGAGACAAGACTGGCTGCTCAGGTGTTGCATCGTGTGTGTG
GTGGGGGGGGGGGGGTTAATACGGTACGAAATGCACTTGGAATTCACACCTCA
TGCCAGCGGACCCACATGCTTGAATTCGAGGCCTGTGGGGTGAGAAATGCTCA
CTCTGCCCTCGTTGCTGAGGTAATTCAGGCCGCTGAGCTCAAAGTCGATGCCCT
GCTCGTCTATCAGGGCCTGCACCTCTGGGCTGACCGGCTCAGCCTCCTTCGCGG
GCATGGAGTAGGCGCCGGCAGCGTTTCATGTCCGGGCCAGGGCAGCGGTGGTG
CCATAAATGTCGGTGATGGTGGGGAGGGGGGCCGTCGCCACACCATTGCCGTT

40

【0747】

【数 2】

GCTGGCTGACGCATGCACATGTGGCCTGGCTGGCACCGGCAGCACTGGTCTCCA
 GCCAGCCAGCAAGTGGCTGTTTCAGGAAAGCGGCCATGTTGTTGGTCCCTGCGC
 ATGTAATTCCCCAGATCAAAGGAGGGAACAGCTTGGATTTGATGTAGTGCCCA
 ACCGGACTGAATGTGCGATGGCAGGTCCCTTTGAGTCTCCCGAATTACTAGCAG
 GGCCTGTGACCTAACGCAGCATGCCAACCGCAAAAAAATGATTGACAGAAAA
 TGAAGCGGTGTGTCAATATTTGCTGTATTTATTCGTTTTAATCAGCAACCAAGT
 TCGAAACGCAACTATCGTGGTGATCAAGTGAACCTCATCAGACTTACCTCGTTC
 GGCAAGGAAACGGAGGCACCAAATTTCAATTTGATATTATCGCTTGCCAAGCT
 AGAGCTGATCTTTGGGAAACCAACTGCCAGACAGTGGACTGTGATGGAGTGCC
 CCGAGTGGTGGAGCCTCTTCGATTTCGGTTAGTCATTACTAACGTGAACCCTCAG
 TGAAGGGACCATCAGACCAGAAAGACCAGATCTCCTCCTCGACACCGAGAGAG
 TGTTGCGGCAGTAGGACGACAAG

10

配列番号 3

酵母ショ糖インペルターゼ

MTNETSDRPLVHFTPNGKGMNDPNGLWYDEKDAKWHLVFQYNPNDTVWGTPLE
 WGHATSDDL TNWEDQPIAIAPKRND SGAFSGSMVVDYNN TSGFFNDTIDPRQRCV
 AIWTYNTPESSEEQYISYSLDGGYTFT EYQKNPVLAANSTQFRDPKVFVWYEPSQKWI
 MTAAKSQDYKIEIYSSDDLKSWKLES AFANEGFLGYQYECPLIEVPTEQDPSKSY
 WVMFISINPGAPAGGSFNQYFVGSFN GTHFEAFDNQSRVVD FDKDYALQTFNT
 DPTYGSALGIAWASNWEYSAFVPTNPWRSSMSLVKFSLNTEYQANPETELINLK
 AEPILNISNAGPWSRFATNTTLTKANSYNVDLSNSTGTLEFELVYAVNTTQTISKSV
 FADLSLWFKGLEDPEEYLRMGFEVSASSFFLDGRNSKV KVFVKENPYFTNRMSVNN
 QPFKSENDLSYYKVYGLLDQNILEYFNDGDV VSTNTYFMTTGNALGSVNMTTG
 VDNLFYIDKFQVREVK

20

配列番号 4

酵母分泌シグナル

MLLQAFLFLLAGFAAKISAS

30

配列番号 5

高等植物分泌シグナル

MANKSLLLLLLLGSLASG

配列番号 6

真核性のコンセンサス分泌シグナル

MARLPLAALG

配列番号 7

高等植物／真核性の分泌シグナルの組み合わせ

MANKLLLLLLLLLLPLAASG

40

配列番号 8

S. Cerevisiae ショ糖インペルターゼ NP_012104

【0748】

【数 3】

GAATTCCCCAACATGGTGGAGCACGACACTCTCGTCTACTCCAAGAATATCAAA
GATACAGTCTCAGAAGACCAAAGGGCTATTGAGACTTTTCAACAAAGGGTAAT
ATCGGGAAACCTCCTCGGATTCCATTGCCAGCTATCTGTCACTTCATCAAAAG
GACAGTAGAAAAGGAAGGTGGCACCTACAAATGCCATCATTGCGATAAAGGAA
AGGCTATCGTTCAAGATGCCTCTGCCGACAGTGGTCCCAAAGATGGACCCCCAC
CCACGAGGAGCATCGTGGAAAAAGAAGACGTTCCAACCACGTCTTCAAAGCAA
GTGGATTGATGTGAACATGGTGGAGCACGACACTCTCGTCTACTCCAAGAATAT
CAAAGATACAGTCTCAGAAGACCAAAGGGCTATTGAGACTTTTCAACAAAGGG
TAATATCGGGAAACCTCCTCGGATTCCATTGCCAGCTATCTGTCACTTCATCA
AAAGGACAGTAGAAAAGGAAGGTGGCACCTACAAATGCCATCATTGCGATAAA
GGAAAGGCTATCGTTCAAGATGCCTCTGCCGACAGTGGTCCCAAAGATGGACC
CCCACCCACGAGGAGCATCGTGGAAAAAGAAGACGTTCCAACCACGTCTTCAA
AGCAAGTGGATTGATGTGATATCTCCACTGACGTAAGGGATGACGCACAATCC
CACTATCCTTCGCAAGACCCTTCCTCTATATAAGGAAGTTCATTTCAATTTGGAG
AGGACACGCTGAAATCACCAGTCTCTCTCTACAAATCTATCTCTGGCGCGCCAT
ATCAATGCTTCTTCAGGCCTTTCTTTTTCTTCTTGCTGGTTTTGCTGCCAAGATC
AGCGCCTCTATGACGAACGAAACCTCGGATAGACCACTTGTGCACTTTACACCA
AACAAAGGGCTGGATGAATGACCCCAATGGACTGTGGTACGACGAAAAAGATGC
CAAGTGGCATCTGTACTTTCAATACAACCCGAACGATACTGTCTGGGGGACGCC
ATTGTTTTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAATTGGGAGGACCAAC
CAATAGCTATCGCTCCGAAGAGGAACGACTCCGGAGCATTCTCGGGTTCCATG
GTGGTTGACTACAACAATACTTCCGGCTTTTTCAACGATACCATTGACCCGAGA
CAACGCTGCGTGGCCATATGGACTTACAACACACCGGAGTCCGAGGAGCAGTA
CATCTCGTATAGCCTGGACGGTGGATACACTTTTACAGAGTATCAGAAGAACCC
TGTGCTTGCTGCAAATTCGACTCAGTTCGGAGATCCGAAGGTCTTTTGGTACGA
GCCCTCGCAGAAGTGGATCATGACAGCGGCAAGTCCACAGGACTACAAGATCG
AAATTTACTCGTCTGACGACCTTAAATCCTGGAAGCTCGAATCCGCGTTTCGCAA
ACGAGGGCTTTCTCGGCTACCAATACGAATGCCAGGCCTGATAGAGGTCCCA
ACAGAGCAAGATCCCAGCAAGTCCTACTGGGTGATGTTTATTTCCATTAATCCA
GGAGCACCGGCAGGAGGTTCTTTTAATCAGTACTTCGTCCGAAGCTTTAACGGA
ACTCATTTTCGAGGCATTTGATAACCAATCAAGAGTAGTTGATTTTGGAAAGGAC
TACTATGCCCTGCAGACTTTCTTCAATACTGACCCGACCTATGGGAGCGCTCTT
GGCATTGCGTGGGCTTCTAACTGGGAGTATTCCGCATTCTGTTCTTACAAACCTT
TGGAGGTCTCCATGTCGCTCGTGAGGAAATTCTCTCTCAACACTGAGTACCAG
GCCAACCCGAAACCGAACTCATAAACCTGAAAGCCGAACCGATCCTGAACAT
TAGCAACGCTGGCCCCTGGAGCCGTTTGAACCAACACCACGTTGACGAAAG
CCAACAGCTACAACGTCGATCTTTTGAATAGCACCGGTACACTTGAATTTGAAC
TGGTGTATGCCGTCAATACCACCCAAACGATCTCGAAGTCCGGTGTTCGCGGACC
TCTCCCTCTGGTTTAAAGGCCTGGAAGACCCCGAGGAGTACCTCAGAATGGGTT
TCGAGGTTTCTGCGTCTCTCTTCTTCTTGATCGCGGGAACAGCAAAGTAAAAT
TTGTTAAGGAGAACCCATATTTTACCAACAGGATGAGCGTTAACAACCAACCAT
TCAAGAGCGAAAACGACCTGTCGTAATAACAAAGTGTATGGTTTGGCTTGATCAAA
ATATCCTGGAACCTCTACTTCAACGATGGTGTATGTCGTGTCCACCAACACATACT
TCATGACAACCGGGAACGCACTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGTGTGGAT
AACCTGTTCTACATCGACAAATTCCAGGTGAGGGAAGTCAAGTGAGATCTGTC
GATCGACAAGCTCGAGTTTCTCCATAATAATGTGTGAGTAGTTCCAGATAAAG
GAATTAGGGTTCTATAGGGTTTCGCTCATGTGTTGAGCATATAAGAAACCTT
AGTATGTATTTGTATTTGTAAAATACTTCTATCAATAAAATTTCTAATTCCTAAA
ACCAAAATCCAGTACTAAAATCCAGATCCCCGAATTAA

10

20

30

40

【0 7 4 9】

【数 4】

配列番号 9

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAC

配列番号 10

CAGTGAGCTATTACGCACTC

配列番号 11

UTEX 329 *Prototheca kruegani*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAGTTAAAAAGAGTGGCATGGTTAAAGAAAATAC
TCTGGAGCCATAGCGAAAGCAAGTTTAGTAAGCTTAGGTCATTCTTTTAGACC
CGAAACCGAGTGATCTACCCATGATCAGGGTGAAGTGTTAGTAAAATAACATG
GAGGCCCGAACCGACTAATGTTGAAAAATTAGCGGATGAATTGTGGGTAGGGG
CGAAAAACCAATCGAACTCGGAGTTAGCTGGTTCTCCCGAAATGCGTTTAGGC
GCAGCAGTAGCAGTACAAATAGAGGGGTAAAGCACTGTTTCTTTTGTGGGCTTC
GAAAGTTGTACCTCAAAGTGGCAAACCTCTGAATACTCTATTTAGATATCTACTA
GTGAGACCTTGGGGGATAAGCTCCTTGGTCAAAAGGGAAACAGCCCAGATCAC
CAGTTAAGGCCCCAAAATGAAAATGATAGTGACTAAGGATGTGGGTATGTCAA
AACCTCCAGCAGGTTAGCTTAGAAGCAGCAATCCTTTCAAGAGTGCGTAATAG
CTCACTG

配列番号 12

UTEX 1440 *Prototheca wickerhamii*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGACTTAAATAAATGGCAGGCTAAGAGATTTAAT
AACTCGAAACCTAAGCGAAAGCAAGTCTTAATAGGGCGTCAATTTAACAAAAC
TTTAAATAAATTATAAAGTCATTTATTTTAGACCCGAACCTGAGTGATCTAACC
ATGGTCAGGATGAAACTTGGGTGACACCAAGTGGAAGTCCGAACCGACCGATG
TTGAAAAATCGGCGGATGAACTGTGGTTAGTGGTGAAATACCAGTCGAACTCA
GAGCTAGCTGGTTCTCCCGAAATGCGTTGAGGCGCAGCAATATATCTCGTCTA
TCTAGGGGTAAAGCACTGTTTCGGTGCGGGCTATGAAAATGGTACCAAATCGT
GGCAAACCTCTGAATACTAGAAATGACGATATATTAGTGAGACTATGGGGGATA
AGCTCCATAGTCGAGAGGGAAACAGCCCAGACCACAGTTAAGGCCCCAAAAT
GATAATGAAGTGGTAAAGGAGGTGAAAATGCAAATACAACCAGGAGGTTGGCT
TAGAAGCAGCCATCCTTTAAAGAGTGCGTAATAGCTCACTG

配列番号 13

UTEX 1442 *Prototheca stagnora*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAGTTAAAAAAAATGGCATGGTTAAAGATATTTT
TCTGAAGCCATAGCGAAAGCAAGTTTTACAAGCTATAGTCATTTTTTTTAGACC
CGAAACCGAGTGATCTACCCATGATCAGGGTGAAGTGTTGGTCAAATAACATG
GAGGCCCGAACCGACTAATGGTGAAAAATTAGCGGATGAATTGTGGGTAGGGG
CGAAAAACCAATCGAACTCGGAGTTAGCTGGTTCTCCCGAAATGCGTTTAGGC
GCAGCAGTAGCAACACAAATAGAGGGGTAAAGCACTGTTTCTTTTGTGGGCTTC
GAAAGTTGTACCTCAAAGTGGCAAACCTCTGAATACTCTATTTAGATATCTACTA
GTGAGACCTTGGGGGATAAGCTCCTTGGTCAAAAGGGAAACAGCCCAGATCAC
CAGTTAAGGCCCCAAAATGAAAATGATAGTGACTAAGGACGTGAGTATGTCAA

【0 7 5 0】

【数 5】

AACCTCCAGCAGGTTAGCTTAGAAGCAGCAATCCTTTCAAGAGTGC GTAATAG
CTCACTG

配列番号 14

UTEX 288 *Prototheca moriformis*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAGTTAAAAAGAGTGGCATGGTTAAAGATAATTC
TCTGGAGCCATAGCGAAAGCAAGTTTAAACAAGCTAAAGTCACCCTTTT TAGACC
CGAAACCGAGTGATCTACCCATGATCAGGGTGAAGTGTTGGTAAAATAACATG
GAGGCCCGAACCGACTAATGGTGAAAAATTAGCGGATGAATTGTGGGTAGGGG
CGAAAAACCAATCGAACTCGGAGTTAGCTGGTTCTCCCCGAAATGCGTTTAGGC
GCAGCAGTAGCAACACAAATAGAGGGGTAAAGCACTGTTTCTTTTGTGGGCTTC
GAAAGTTGTACCTCAAAGTGGCAAACCTCTGAATACTCTATTTAGATATCTACTA
GTGAGACCTTGGGGGATAAGCTCCTTGGTCAAAAGGGAAACAGCCCAGATCAC
CAGTTAAGGCCCCAAAATGAAAATGATAGTGAAGGATGTGGGTATGTTAA
AACCTCCAGCAGGTTAGCTTAGAAGCAGCAATCCTTTCAAGAGTGC GTAATAG
CTCACTG

10

配列番号 15

UTEX 1439、UTEX 1441、UTEX 1435、UTEX 1437 *Pr
ototheca moriformis*

20

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGACTTAAAATAAATGGCAGGCTAAGAGAATTAAT
AACTCGAAACCTAAGCGAAAGCAAGTCTTAATAGGGCGCTAATTTAACAAAAC
ATTAAATAAAATCTAAAGTCATTTATTTTAGACCCGAACCTGAGTGATCTAACC
ATGGTCAGGATGAAACTTGGGTGACACCAAGTGGAAGTCCGAACCGACCGATG
TTGAAAAATCGGCGGATGAACTGTGGTTAGTGGTGAAATACCAGTCGAACTCA
GAGCTAGCTGGTTCTCCCCGAAATGCGTTGAGGCGCAGCAATATATCTCGTCTA
TCTAGGGGTAAAGCACTGTTTCGGTGCGGGCTATGAAAATGGTACCAAATCGT
GGCAAACCTCTGAATACTAGAAATGACGATATATTAGTGAGACTATGGGGGATA
AGCTCCATAGTCGAGAGGGAAACAGCCCAGACCACCAGTTAAGGCCCCAAAAT
GATAATGAAGTGGTAAAGGAGGTGAAAATGCAAATACAACCAGGAGGTTGGCT
TAGAAGCAGCCATCCTTTAAAGAGTGC GTAATAGCTCACTG

30

配列番号 16

UTEX 1533 *Prototheca wickerhamii*

TGTTGAAGAATGAGCCGTCGACTTAAAATAAATGGCAGGCTAAGAGAATTAAT
AACTCGAAACCTAAGCGAAAGCAAGTCTTAATAGGGCGCTAATTTAACAAAAC
ATTAAATAAAATCTAAAGTCATTTATTTTAGACCCGAACCTGAGTGATCTAACC
ATGGTCAGGATGAAACTTGGGTGACACCAAGTGGAAGTCCGAACCGACCGATG
TTGAAAAATCGGCGGATGAACTGTGGTTAGTGGTGAAATACCAGTCGAACTCA
GAGCTAGCTGGTTCTCCCCGAAATGCGTTGAGGCGCAGCAATATATCTCGTCTA
TCTAGGGGTAAAGCACTGTTTCGGTGCGGGCTATGAAAATGGTACCAAATCGT
GGCAAACCTCTGAATACTAGAAATGACGATATATTAGTGAGACTATGGGGGATA
AGCTCCATAGTCGAGAGGGAAACAGCCCAGACCACCAGTTAAGGCCCCAAAAT
GATAATGAAGTGGTAAAGGAGGTGAAAATGCAAATACAACCAGGAGGTTGGCT
TAGAAGCAGCCATCCTTTAAAGAGTGC GTAATAGCTCACTG

40

配列番号 17

【0 7 5 1】

【数 6】

UTEX 1434 *Prototheca moriformis*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAGTTAAAAAGAGTGGCGTGGTTAAAGAAAATTC
TCTGGAACCATAGCGAAAGCAAGTTTAAACAAGCTTAAGTCACTTTTTTTAGACC
CGAAACCGAGTGATCTACCCATGATCAGGGTGAAGTGTTGGTAAAATAACATG
GAGGCCCGAACCGACTAATGGTGAAAAATTAGCGGATGAATTGTGGGTAGGGG
CGAAAAACCAATCGAACTCGGAGTTAGCTGGTTCTCCCCGAAATGCGTTTAGGC
GCAGCAGTAGCAACACAAATAGAGGGGTAAAGCACTGTTTCTTTTGTGGGCTC
CGAAAGTTGTACCTCAAAGTGGCAAACCTCTGAATACTCTATTTAGATATCTACT
AGTGAGACCTTGGGGGATAAGCTCCTTGGTCGAAAGGGGAAACAGCCCAGATCA
CCAGTTAAGGCCCCAAAATGAAAATGATAGTGACTAAGGATGTGAGTATGTCA
AAACCTCCAGCAGGTTAGCTTAGAAGCAGCAATCCTTTCAAGAGTGCGTAATA
GCTCACTG

10

配列番号 18

UTEX 1438 *Prototheca zopfii*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGAGTTAAAAAGAGTGGCATGGTTAAAGAAAATTC
TCTGGAGCCATAGCGAAAGCAAGTTTAAACAAGCTTAAGTCACTTTTTTTAGACC
CGAAACCGAGTGATCTACCCATGATCAGGGTGAAGTGTTGGTAAAATAACATG
GAGGCCCGAACCGACTAATGGTGAAAAATTAGCGGATGAATTGTGGGTAGGGG
CGAAAAACCAATCGAACTCGGAGTTAGCTGGTTCTCCCCGAAATGCGTTTAGGC
GCAGCAGTAGCAACACAAATAGAGGGGTAAAGCACTGTTTCTTTTCGTGGGCTT
CGAAAGTTGTACCTCAAAGTGGCAAACCTCTGAATACTCTATTTAGATATCTACT
AGTGAGACCTTGGGGGATAAGCTCCTTGGTCGAAAGGGGAAACAGCCCAGATCA
CCAGTTAAGGCCCCAAAATGAAAATGATAGTGACTAAGGATGTGAGTATGTCA
AAACCTCCAGCAGGTTAGCTTAGAAGCAGCAATCCTTTCAAGAGTGCGTAATA
GCTCACTG

20

配列番号 19

UTEX 1436 *Prototheca moriformis*

TGTTGAAGAATGAGCCGGCGACTTAGAAAAAGGTGGCATGGTTAAGGAAATATT
CCGAAGCCGTAGCAAAAGCGAGTCTGAATAGGGCGATAAAATATATTAATATT
TAGAATCTAGTCATTTTTTCTAGACCCGAACCCGGGTGATCTAACCATGACCAG
GATGAAGCTTGGGTGATACCAAGTGAAGGTCCGAACCGACCGATGTTGAAAAA
TCGGCGGATGAGTTGTGGTTAGCGGTGAAATACCAGTCGAACCCGGAGCTAGC
TGGTTCTCCCCGAAATGCGTTGAGGCGCAGCAGTACATCTAGTCTATCTAGGGG
TAAAGCACTGTTTCGGTGCGGGCTGTGAGAACGGTACCAAATCGTGCGCAAACCT
CTGAATACTAGAAATGACGATGTAGTAGTGAGACTGTGGGGGATAAGCTCCAT
TGTCAAGAGGGGAAACAGCCCAGACCACAGCTAAGGCCCCAAAATGGTAATGT
AGTGACAAAGGAGGTGAAAATGCAAATACAACCAGGAGGTTGGCTTAGAAGCA
GCCATCCTTTAAAGAGTGCGTAATAGCTCACTG

30

40

配列番号 20

Chicorium intybus インペルターゼ: Genbank 寄託番号 Y11124

MSNSSNASESLFPATSEQPYRTAFHFQPPQNWMDPNPGPMCYNGVYHLFYQYNPF
GPLWNLRLMYWAHSVSHDLINWIHLDLAFAPTEPFDINGCLSGSATVLPGNKPIML

【0 7 5 2】

【数 7】

YTGIDTENRQVQNLAVPKDLSDPYLREWVKHTGNPIISLP EEIQPDDFRDPTTTWL
 EEDGTWRLLVGSQKDKTGIAFLYHSGDFVNWTKSDSPLHKVSGTGMWECVDFFP
 VWVDSTNGVDTSIINPSNRVKHVLKLG IQDHGKDCYLIGKYSADKENYVPEDELT
 LSTLR LDYGMYYASKSFFDPVKNNRIMTAWVNESDSEADVIARGWSGVQSFP RSL
 WLDKNQKQLLQWP IEEIEM LHQNEVSFHNKKLDGGSSLEVLGITASQADV KISFKL
 ANLEEA EELDP SWVDPQLICSENDASKKGKFGPFGLLALASSDLREQTAIFFRVFR
 KNGRYVVL MCSDQSRSSMKNGIEKRTYGAFVDIDPQQDEISLRTLIDHSIVESFGG
 RGKTCITTRVYPTLAIGE QARLFAFNHGTESVEISELSAWSMKKAQMKVEEP

10

配列番号 21

Schizosaccharomyces pombe インベルターゼ: Genbank
 寄託番号 AB011433

MFLKYILASGICLVSLLSSTNAAPRHLYVKRYPVIYNASNITEVSNSTTVPPPPFVN
 TTAPNGTCLGNYNEYLP SGYYNATDRPKIHFTPSSGFMNDPNGLVYTGGVYHMF
 QYSPKTLTAGEVHWGHTVSKDLIHWENYPIAIYPDEHENGVLSPFSGSAVVDVH
 NSSGLFSNDTIPEERIVLIYTDHWTGVAERQAIA YTTDGGYTFFKKYSGNPVLDINSL
 QFRDPKVIWDFDANRWVMIVAMSQNYGIAFYSSYDLIHWTELSVFSTSGYLG LQY
 ECPGMARVPVEGTDEYKWVLFISINPGAPLGGSVVQYFVG DWNGTNFVPDDGQT
 RFVDLGKDFYASALYHSSSANADVIGVGWASNWQYTNQAPTQVFRSAMTVARKF
 TLRDVPQNPMTNLTSLIQTPLNVSLLRDET LFTAPVINSSSSLSGSPITLPSNTAFEF
 NVTL SINYTEGCTTG YCLGRIHDSDDPYRLQ SISVDVDFAASTLVINRAKAQMGWF
 NSLFTPSFANDIYIYGNVTLYGIVDNGLLELYVNNGEKT YTNDFFFLQGATPGQISF
 AAFQGVSFNNVTVTPLKTIWNC

20

配列番号 22

Pichia anomala β -フルクトフラノシダーゼ (インベルターゼ): Genbank
 寄託番号 X80640

MIQLSP LLLLPLFSVFNSIADASTEYLRPQIHLTPDQGW MNDPNGMFYDRKDKLW
 HVYFQHNPDKKSIWATPVTWGHSTSKDLLTW DYHGNALEPENDDEGIFSGSVVV
 DRNNTSGFFNDSTDPEQRIVAIYTNNAQLQTQEIA YSLDKGYSFIKYDQNPVINVNS
 SQQRDPKVLWHDESNQWIMVVAKTQEFKVQIYGSPDLKKWDLKSNFTSNGYLGF
 QYECPLGFLKPLIENPLNDTVTSKWVLL LAINPGSPLGGSSINEYFIGDFDGTTFHPDD
 GATRFMDIGKDFYAFQSF DNTEPEDGALGLAWASNWQYANTVPTENWRSSMSLV
 RNYTLKYVDVNPENYGLTLIQKPVYDTKETRLNETLKTLETINEYE VNDLKLDKSS
 FVATDFNTERNATGVFEFDLKTQTD LKMGYSNMTTQFGLYIHSQTVKGSQETLQ
 LVFDTLSTTWYIDRTTQHSFQRNSPVFTERISTYVEKIDTTDQGNVYTLYG VVDRN
 ILELYFNDGSIAMTNTFFFREGKIPTSFEVVCDSEKSFITIDELSVRELARK

30

配列番号 23

Debaryomyces occidentalis インベルターゼ: Genbank
 寄託番号 X17604

MVQVLSVLVIPLLT LFFGYVASSSIDLSVDTSEYNRPLIHFTPEKGWMNDPNGLFY
 DK TAKLWHLYFQYNPNATAWGQPLYWGHATSNDLVHWDEHEIAIGPEHDNEGIF
 SGSIVVDHNNTSGFFNSSIDPNQRIVAIYTN NIPDLQTQDIAFSLDGGYTFTKYENNP
 VIDVSSNQFRDPKVFVHERFKSMDHGCSEIARVKIQIFGSANLKNWVLNSNFSSGY
 YGNQYGM SRLIEVPIENS DKSKWVMFLAINPGSPLGG SINQYFVGDFDGFQFVPDD
 SQTRFVDIGKDFYAFQTFSEVEHGV LGLAWASNWQYADQVPTNPWRSSSTSLARN

40

【0753】

【数 8】

YTLRYVIQMLKLTANIDKSVLPDSINVVDKLKKKNVKLTNKKPIKTNFKGSTGLFD
 FNITFKVLNLNVSPGKTHFDILINSQELNSSVDSIKIGFDSSQSLFYIDRHIPNVEFPR
 KQFFTDKLAAYLEPLDYDQDLRVFSLYGIVDKNIIELYFNDGTVAMTNTFFMGE
 KYPHDIQIVTDTEEPLFELESVIIRELNK

配列番号 24

Oryza sativa インベルターゼ: Genbank 寄託番号 AF019113

MATSRLTPAYDLKNAAAVYTPLPEQPHSAEVEIRDRKPFKHSAILSSLLLLALIL
 VAVNYQAPPSHSSGDN SQPAAVMPPSRGVSQGVSEKAFRGASGAGNGVSFAWSN
 LMLSWQRTSYHFQPVKNWMNDPNGLYYKGWYHLFYQYNPDSAVWGNITWGH
 AVSTD LINWLHLPFAMVPDQWYDVNGVWGTGSATILPDGRIVMLYTGD TDDYVQD
 QNLAF PANLSDPLLVDWVKYPNNPVIYPPPGIGVKDFRDPTTAGTAGMQNGQRLV
 TIGSKVGKTGISLVYETTNFTTFKLLYGVLHAVPGTGMWECVDLYPVSTTGENGL
 DTSVNGLGVKHVLKTS LDDDKHDYYALGTYPVKNKWTPDNPDLDVGIGLRDLY
 GKYYAARTFYDQNKQRRILWGWIGETDLEAVDLMKGWASLQAIPRTIVFDKKTG
 TNVLQRPEEEVESWSSGDPITQRRIFEPGSVVIHVSGATQLDITASFEVDETLETT
 SESH DAGYDCSNSGGAGTRGSLGPFGLLVVADEKLSELTPVYLYVAKGGDGKAK
 AHLCA YQTRSSMASGVEKEVYGS AVPVLDGENYSARILIDHSIVESFAQAGRTCVR
 SRDYPTKDIYGAARCFNNATEASVRASLKAWQMKSFIRPYPFIPDQKS

10

20

配列番号 25

Allium cepa インベルターゼ: Genbank 寄託番号 AJ006067

MSSDDLESPPSSYLPIPPSDEFHDQPPPLRSWLRLLSIPLALMFLFLATFLSNLESPP
 SDGSLVSDPVTDFVNPAVVRRGKDAGVSDKTS GVD SGFVLD PVAVDANSVVVHR
 GKDAGVSDKTS GVD SGLLKDSPLGPYPWTNQMLSWQRTGFHFQPVKNWMNDPN
 GLYYKGWYHFFYQYNPEGAVWGNI AWGHAVSRDLVHWTHLPLAMVPDQWYDI
 NGVWGTGSATILPDGQIVMLYT GATNESVQVQNLA VPADQSD TLLLRWKKSEANPI
 LVPPP GIGDKDFRDPTTAWYEP SDDTW RIVIGSKDSSHSGIAIVYSTKDFIN YKLIPG
 ILHAVERVGMWECVDFYPVATADSSHANHGLDPSARPSPAVKHVLKASMDDDRH
 DYYAIGTYDPAQNTWVPDDASVDVGIGLRYDWGKFYASKTFYDHAKKRILWSW
 IGETDSETADIAKGWASLQGVPRTVLLDVKTGSNLITWPVVEIESLRTRPRDFSGIT
 VDAGSTFKLDVGGAAQLDIEAEFKISSELEAVKEADVSYNCS SSGGAAERGVLP
 FGLLVL ANQDLTE
 QTATYFYVSRGMDGGLNTHFCQDEKRSSKASDIVKRIVGHSVPVLDGESFALRILV
 DHSIVESFAQGGRASATSRVYPTAEIYNNARVVFVFN NATGAKVTAQSLKVWHMST
 AINEIYDPATSV M

30

配列番号 26

Beta vulgaris subsp. vulgaris インベルターゼ: Genbank 寄託番号 AJ278531

LFYQYNPNNGVIWGPVWGHSTSKDLVNWVPQPLTMEPEMAANINGSWSGSATILP
 GNKPAILFTGLDPKYEQVQVLA YPKDTS DPNLKEWFLAPQNPVMFPTPQNQINATS
 FRDPTTAWRLPDGVWRLLIGSKRGQRGLSLLFRSRDFVHWVQAKHPLYSDKLSG
 MWECPDFFPVYANGDQMGVDTSIIGSHVKHVLKNSLDITKHDIYTIGDYNKKDA
 YTPDIGYMNDSSRLRYDYGKYYASKTFD DAKKERILLGWANESSSVEDDIKKGWS
 GIHTIPRKIWLDKLGKQLIQWP IANIEKLRQKPVNIYRKVLKGGSQIEVSGITAAQA
 DVEISFKIKDLKNVEKFDASWTSPQLLCSKKGASVKGGLGPFGLLTLASXGLEEYT

40

【0754】

【数 9】

AVFFRIFKAYDNKFVVLMSDQSRSSLNPTNDKTTYGTFVDVNPIREGLSLRVLID
HSVVESFGAKGKNVITARVYPTLAINEKAHLYVFNRGTSNVEITGLTAWSMKKAN
IA

配列番号 27

Bifidobacterium breve UCC2003 β -フルクトフラノシダーゼ (インペルターゼ) : Genbank 寄託番号 AAT28190

MTDFTPETPVLTPIRDHAAELAKAEAGVAEMAANKRNNRWYPKYHIASNGGWIND
PNGLCFYKGRWHVIFYQLHPYGTQWGPMHWGHVSSDMLNWKREPIMFAPSLEQ
EKDGVFSGSAVIDDNGDLRFYYTGHRWANGHDNTGGDWQVQMTALPDNDELTS
ATKQGMIIIDCPTDKVDHHRDPKVWKTGDTWYMTFGVSSSEDKRGQMWFSSKD
MVRWEYERVLFGHPDPDVFMLECPDFFPIKDKDGNEKWVIGFSAMGSKPSGFMN
RNVNNAAGYMIGTWEPGGEFKPETEFRLWDCGHNYYPQSFNVDGRQIVYGWMSF
FVQPIPMEDDGCQGLTLPREITLDDGDVVTPVAEMEGLREDTLDHGSITLDM
DGEQVIADDAEAVEIEMTIDLAASTADRAGLKIATEDGAYTYVAYDDQIGRVVV
DRQAMANGDHGYRAAPLTDAELASGKLDLRFVDRGSVEVYVNGGHQVLSSYSY
ASEGPRAIKLVAEFGNLKVESLKLHMHMSIGLE

10

配列番号 28

Saccharomyces Cerevisiae インペルターゼ : Genbank 寄託番号 NP_012104

20

MLLQAFLFLLAGFAAKISASMTNETSDRPLVHFTPNKGWMNDPNGLWYDEKDAK
WHLFYQYNPNDTVWGTPFWGHATSDDLTNWEDQPIAIAPKRNDSGAFSGSMVV
DYNNTSGFFNDTIDPRQRCVAIWYNTPESEEQYISYSLDGGYTFTEYQKNPVLA
NSTQFRDPKVFWYEPSQKWIMTAAKSQDYKIEIYSSDDLKSWKLESAFANEGFLG
YQYECPLIEVPTEQDPSKSYWVMFISINPGAPAGGSFNQYFVGSFNGTHFEAFDN
QSRVVDGKDYALQTFNTDPTYGSALGIAWASNWEYSFVPTNPWRSSMSLVR
KFSLNTEYQANPETELINLKAEPILNISNAGPWSRFATNTTLTKANSYNVDLSNSTG
TLEFELVYAVNTTQTISKSVFADLSLWFKGLEDPEEYLRMGFEVSASSFFLDRGNS
KVKFVKENPYFTNRMSVNNQPFKSENDLSYKVVYGLLDQNILELYFNDGDVVSTN
TYFMTTGNALGSVNMTTGVDNLFYIDKFQVREVK

30

配列番号 29

Zymomonas mobilis インペルターゼ A : Genbank 寄託番号 AY171597

MESPSYKNLIKAEDAQKKAGKRLLSSEWYPGFHVTPLTGWMNDPNGLIFFKGEYH
LFYQYYPFAPVWGPMHWGHAKSRDLVHWETLPVALAPGDLFDRDGCFSGCAVD
NNGVLTLIYTGHIIVLSNDSPDAIREVQCMATSIDGIHFQKEGIVLEKAPMPQVAHFR
DPRVWKENDHWFVVGVRTDDEKHQGHVVALYRSENKDWIFVKTLLGDNSQ
LPLGKRAFMECPDFFSLGNRSVLMFSPQGLKASGYKNRNLFGNGYILGKWQAP
QFTPETSFQELDYGHDFYAAQRFEAKDGRQILIAWFDWMENQKPSQRDGWAGCM
TLPRKLDLIDNKIVMTPVREMEILRQSEKIESVVTLSDAEHPFTMDSPLQEIELIFDL
EKSSAYQAGLALRCNGKGQETLLYIDRSQNRILDRNRSGQNVKGIRSCPLPNTSK
VRLHIFLDRSSIEIFVGDDQTQGLYSISRIFPKDSLKGRLFAIEGYAVFDSFKRWT
LQDANLAAFSSDAC

40

配列番号 30

【0755】

【数 10】

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Cinnamomum camphora* の F A T B 1 (Gen
bank Q39473) のアミノ酸配列

MAIKTNRQPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCERSALRGRAPDWSMLFAVITTIFSAAEK
QWTNLEWKPKPNPPQLDDHFGPHGLVFRRTFAIRS YE VGPDRSTSIVAVMNLQ
EAALNHAKSVGILGDGFGTTLEMSKRDLIWVVKRTHVAVERYPAWGD TVEVECW
VGASGNNGRRHDFLVRDCKTGEILTRCTSLSVMMNTRTRRLSKIPEEVRGEIGPAF
IDNVAVKDEEIKKPQKLNDSTADYIQGGLTPRWNDLDINQHVNNIKYVDWILETV
PDSIFESHHSFTIEYRRECTMDSVLQSLTTVSGGSSEAGLVCEHLLQLEGGSEVLR
AKTEWRPKLTDSFRGISVIPAESSV

10

配列番号 31

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Cinnamomum camphora* の F A T B 1 cDNA の
関連コドン最適化発現構築物

GGTACCCGCCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
CCGACACGTGCTTGCGCGCCTGCCGCCTGCCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
GCTGGGCAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
GTGTGTGCTGGGCTTGCTATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGCGGCA
GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
AGGGATTTTCAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTCAGCAAAGGTA
GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTCAGCTGTTAATCAATGCCAGCAAAGAGAAGG
GGTCAAGTGCAAAACCGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
CACCACCAAGTGTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAACACTGCAATCATCGGGCG
GGCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
TGCTGCCTGCTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGGAGCGAAT
ACCAAACCTCTGGCTGCTTGCTGGGTGCTATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCGA
GTGTCCACACTGTCACCAGGCCCGCAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC
ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGGCGGGCAGCAGAGCGGGCGGCAGCAGCGGGCGGGG
GCCACCTTCTTGCGGGGTGCGCGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAAA
CGAGTTCACATTCATTTGCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG
GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCAATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCGTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAACCTGTCCCGTGGG
TCCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCCGCCGCTGGGTGGAGC
GCCTGTTTCGGCTACGACTGGGCCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG
TGTTCCGCCTGTCCGCCAGGGCGCCCCGTGCTGTTCTGTAAGACCGACCTGT
CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCGCCTGTCTGCTGGCTGGCC
ACCACCGGCGTGCCCTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCCG
CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCTCCACCT
GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCTGCACA
CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGC

20

30

40

【0756】

【数 1 1】

GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGCCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAG
GAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCGAGCTGTTGCCCCGCTGAAGGCCCGCAT
GCCCAGCGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCAACA
TCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCTGGGCG
TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
CTGGGCGGCGAGTGGGCGGACCGCTTCTGGTGCTGTACGGCATCGCCGCCCC
GACTCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
AACCACCTGACGAATGCGCTTGGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCTTTCTTGCGCTATGACACT
TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAAC
ACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGAC
ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCT
TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCA
GCCTGTGGAGAAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCG
CGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTGGGCGCGCCCCCGACTGGTCCATGC
TGTTTCGCCGTGATCACCACCATCTTCTCCGCCCGCGAGAAGCAGTGGACCAACC
TGGAGTGGAAGCCCAAGCCCAACCCCCCCCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGC
CCCCACGGCCTGGTGTTCGCGCGACCTTCGCCATCCGCAGCTACGAGGTGGGC
CCCGACCGCTCCACCAGCATCGTGGCCGTGATGAACCACCTGCAGGAGGCCGC
CCTGAACCACGCCAAGTCCGTGGGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCACTT
GGAGATGTCCAAGCGCGACCTGATCTGGGTGGTGAAGCGCACCCACGTGGCCG
TGGAGCGCTACCCCGCCTGGGGCGACACCGTGGAGGTGGAGTGCTGGGTGGGC
GCCTCCGGCAACAACGGCCGCCGCCACGACTTCCTGGTGCGCGACTGCAAGAC
CGGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCCCTGAGCGTGATGATGAACACCCGCA
CCCGCCGCTGAGCAAGATCCCCGAGGAGGTGCGCGGCGAGATCGGCCCCGCC
TTCATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACGAGGAGATCAAGAAGCCCCAGAAGCT
GAACGACTCCACCGCCGACTACATCCAGGGCGGCCTGACCCCCCGCTGGAACG
ACCTGGACATCAACCAGCACGTGAACAACATCAAGTACGTGGACTGGATCCTG
GAGACCGTGCCCGACAGCATCTTCGAGAGCCACCACATCTCCTCCTTCACCATC
GAGTACCGCCGCGAGTGCACCATGGACAGCGTGCTGCAGTCCCTGACCACCGT
GAGCGGCGGCTCCTCCGAGGCCGGCCTGGTGTGCGAGCACCTGCTGCAGCTGG
AGGGCGGCAGCGAGGTGCTGCGCGCCAAGACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACC
GACTCCTTCCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGCCGAGTCCAGCGTGATGGACTAC
AAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACG
ACGACAAGTGATGACTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCT
GGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTG
AATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACG
CGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCAT

10

20

30

40

【0 7 5 7】

【数 1 2】

CCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTC
CTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTG
GTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCA
ATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTT

配列番号 32

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Cuphea hookeriana* の FATB2 (Genba
nk AAC49269) のアミノ酸配列

10

MAIKTNRPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCFERSALRGRAQLPDWSRLLTAITTVFVKS
KRPDMHDRKSKRPDMLVDSFGLESTVQDGLVFRQSFSIRS YEIGTDRTASIELMN
HLQETSLNHCKSTGILLDGFGRITLEMCKRDLIWVVIKMQIKVNRYPAWGDTVEIN
TRFSRLGKIGMGRDWLISDCNTGEILVRATSAYAMMNQKTRRLSKLPYEVHQEIV
PLFVDSPIEDSDLKVHKFKVKTGDSIQKGLTPGWNDLDVNQHVSNVKYIGWILES
MPTEVLETQELCSLALEYRRECGRDSVLESVTAMDPSKVGVR SQYQHLLRLEDGT
AIVNGATEWRPKNAGANGAISTGKTSNGNSVS

配列番号 33

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Cuphea hookeriana* の FATB2 cDNA の
関連コドン最適化発現構築物

20

GGTACCCGCCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
CCGACACGTGCTTGGGCGCCTGCCGCCTGCCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
GCTGGGCGAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
GTGTGTGCTGGGCTTGCATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGGCGGCA
GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
AGGGATTTTCAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTCAGCAAAGGTA
GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTCAGCTGTTAATCAATGCCAGCAAGAGAAGG
GGTCAAGTGCAAACACGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
CACCACCAAGTGTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAACACTGCAATCATCGGGCG
GGCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
TGCTGCCTGCTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGGAGCGAAT
ACCAAACCCTCTGGCTGCTTGTGCTGGGTGTCATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCGA
GTGTCCACACTGTCACCAAGGCCCGCAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC
ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGCGGGCAGCAGAGCGGCGGCAGCAGCGGCGGGG
GCCACCCTTCTTGCGGGGTTCGCGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAA
CGAGTTCACATTTCATTTGCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG
GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCAATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCGTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAAACCTGTCCCGTGGG
TCCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGCTCCCCCGCCGCTGGGTGGAGC
GCCTGTTTCGGCTACGACTGGGCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG

30

40

【0 7 5 8】

【数 1 3】

TGTTCCGCCTGTCCGCCCAGGGCCGCCCCGTGCTGTTTCGTGAAGACCGACCTGT
 CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCCGCTGTCTGGCTGGCC
 ACCACCGGCGTGCCTTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCCG
 CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCCACCT
 GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACA
 CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCCGCATCGAGC
 GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGCGCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAG
 GAGCACCGAGGCCCTGGCCCCCGCGAGCTGTTTCGCCCCGCTGAAGGCCCGCAT
 GCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACA
 TCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCG
 TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
 CTGGGCGGCGAGTGGGCCGACCGCTTCTGGTGTGTACGGCATCGCCGCCCCC
 GACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
 GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
 ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
 AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGC
 TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCGAGCATCCCTTCCCTCGTTTCATATC
 GCTTGATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
 TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATT
 CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
 AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
 GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
 AACCACCTGACGAATGCGCTTGGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
 CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
 GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCTTTCTTGCGCTATGACACT
 TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGCGCTGCATGCAAC
 ACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
 TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCGGATTGCAAAGAC
 ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
 CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTTTCCTCT
 TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCA
 GCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCG
 CGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTGGGCGCGCCCAGCTGCCCCGACTGGA
 GCCGCTGCTGACCGCCATCACCAACCGTGTTTCGTGAAGTCCAAGCGCCCCGACA
 TGCACGACCGCAAGTCCAAGCGCCCCGACATGCTGGTGGACAGCTTCGGCCTG
 GAGTCCACCGTGCAGGACGGCCTGGTGTTCGGCCAGTCCTTCTCCATCCGCTCC
 TACGAGATCGGCACCGACCGCACCGCCAGCATCGAGACCCTGATGAACCACCT
 GCAGGAGACCTCCCTGAACCACTGCAAGAGCACCGGCATCCTGCTGGACGGCT
 TCGGCCGCAACCCTGGAGATGTGCAAGCGCGACCTGATCTGGGTGGTGATCAAG
 ATGCAGATCAAGGTGAACCGCTACCCCGCCTGGGGCGACACCGTGAGATCAA
 CACCCGCTTCAGCCGCTGGGCAAGATCGGCATGGGCCGCGACTGGCTGATCTC
 CGACTGCAACACCGGCGAGATCCTGGTGCGCGCCACCAGCGCCTACGCCATGA
 TGAACCAGAAGACCCGCGCCTGTCCAAGCTGCCCTACGAGGTGCACCAGGAG
 ATCGTGCCCCGTTCGTGGACAGCCCCGTGATCGAGGACTCCGACCTGAAGGTG
 CACAAGTTCAAGGTGAAGACCGGCGACAGCATCCAGAAGGGCCTGACCCCCGG
 CTGGAACGACCTGGACGTGAACCAGCACGTGTCCAACGTGAAGTACATCGGCT
 GGATCCTGGAGAGCATGCCACCGAGGTGCTGGAGACCCAGGAGCTGTGCTCC
 CTGGCCCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCCGCGACTCCGTGCTGGAGAGCGT
 GACCGCCATGGACCCAGCAAGGTGGGCGTGCGCTCCAGTACCAGCACCTGC
 TCGCCTGGAGGACGGCACCGCCATCGTGAACGGCGCCACCAGTGGCGCCCC

10

20

30

40

【0 7 5 9】

【数 1 4】

AAGAACGCCGGCGCCAACGGCGCCATCTCCACCGGCAAGACCAGCAACGGCAA
CTCCGTGTCCATGGACTACAAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACA
TCGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGACTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATA
GTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTG
CTGCCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTT
GATCTTGTGTGTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAAT
ACCACCCCCAGCATCCCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAA
CTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCC
CCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGT
AAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAAT
GGAAAGCTT

10

配列番号 34

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Umbellularia californica* の FATB
1 (Genbank Q41635) のアミノ酸配列

MAIKTNRQPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCFERSALRGRAPDWSMLFAVITTIFSAAEK
QWTNLEWKPKPKLPQLDDHFGHLHGLVFRRTFAIRS YE VGPDRSTSILAVNMHMQ
EATLNHAKSVGILGDGFGTTLEMSKRDLMWVVRRTHTVAVERYPTWGD TVEVEC
WIGASGNNGMRRDFLVRDCKTGEILTRCTSLSVLMNTRTRRLSTIPDEV RGEIGPA
FIDNVAVKDDEIKKLQKLNDSTADYIQGGLTPRWNDLDVNQHVN NLKYVAWVFE
TVPDSIFESHHSFTLEYRRECTRDSVLRSLTTVSGGSSEAGLVCDHLLQLEGGSE
VLRARTEWRPKLTDSFRGISVIPAEPRV

20

配列番号 35

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Umbellularia californica* の FATB
1 cDNA の関連コドン最適化発現構築物

GGTACCCGCCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
CCGACACGTGCTTGCGCGCCTGCCGCCTGCCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
GCTGGGCAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
GTGTGTGCTGGGCTTGCTATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGCGGCA
GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
AGGGATTTTCAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTCAGCAAAGGTA
GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTCAGCTGTTAATCAATGCCAGCAAGAGAAGG
GGTCAAGTGCAAACACGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
CACCACCAAGTGTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAACACTGCAATCATCGGGCG
GGCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
TGCTGCCTGCTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGGAGCGAAT
ACCAAACCTCTGGCTGCTTGCTGGGTGTCATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCGA
GTGTCCACACTGTCAACAGGCCCGCAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC
ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGCGGGCGGCAGCAGAGCGGCGGCAGCAGCGGGCGGGG
GCCACCTTCTTGCGGGGTGCGGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAA
CGAGTTCACATTCATTGTCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG

30

40

【0 7 6 0】

【数 1 5】

GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAACCTGTCCCGTGGG
TCCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCCGCCGCTGGGTGGAGC
GCCTGTTTCGGCTACGACTGGGCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG
TGTTCCGCCTGTCCGCCAGGGCCGCCCGTGCTGTTCTGTGAAGACCGACCTGT
CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCGCCTGTCTGGCTGGCC
ACCAACGGCGTGCCCTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGCCG
CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCTCCACCT
GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACA
CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGC
GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGCCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAG
GAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCCGAGCTGTTGCCCCGCCTGAAGGCCCGCAT
GCCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACA
TCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCG
TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
CTGGGCGGCGAGTGGGCCGACCGCTTCTGGTGTGTACGGCATCGCCGCCCCC
GACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCTGTGTATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGATTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
AACCACCTGACGAATGCGCTTGGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCTTTCTTTCGCTATGACACT
TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAAC
ACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGAC
ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCT
TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCA
GCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCG
CGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTGGGCGCGCCCCCGACTGGTCCATGC
TGTTTCGCCGTGATCACCACCATCTTCAGCGCCGCCGAGAAGCAGTGGACCAACC
TGGAGTGAAGGCCAAGCCCAAGCTGCCCCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGC
CTGCACGGCCTGGTGTTCGCGCCGACCTTCGCCATCCGCTCCTACGAGGTGGGC
CCCGACCGCAGCACCTCCATCCTGGCCGTGATGAACCACATGCAGGAGGCCAC
CCTGAACCACGCCAAGAGCGTGGGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCAACC
TGGAGATGTCCAAGCGCGACCTGATGTGGGTGGTGCGCCGACCCACGTGGCC
GTGGAGCGCTACCCACCTGGGGCGACACCGTGGAGGTGGAGTGCTGGATCGG
CGCCAGCGGCAACAACGGCATGCGCCGCGACTTCCTGGTGCGCGACTGCAAGA
CCGGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCCCTGAGCGTGCTGATGAACACCCGCA
CCCGCCGCCTGAGCACCATCCCCGACGAGGTGCGCGGCGAGATCGGCCCCGCC

10

20

30

40

【0 7 6 1】

【数 1 6】

TTCATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACGACGAGATCAAGAAGCTGCAGAAGCT
GAACGACTCCACCGCCGACTACATCCAGGGCGGCCTGACCCCCCGCTGGAACG
ACCTGGACGTGAACCAGCACGTGAACAACCTGAAGTACGTGGCCTGGGTGTTT
GAGACCGTGGCCGACAGCATCTTCGAGTCCCACCACATCAGTCTCTTCACCCTG
GAGTACCGCCGCGAGTGCACCCGCGACTCCGTGCTGCGCAGCCTGACCACCGT
GAGCGGCGGCAGCTCCGAGGCCGGCCTGGTGTGCGACCACCTGCTGCAGCTGG
AGGGCGGCAGCGAGGTGCTGCGCGCCCGCACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACC
GACTCCTTCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGCCGAGCCCCGCGTGATGGACTAC
AAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACG
ACGACAAGTGATGACTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCT
GGACGCTGGTTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTG
AATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACG
CGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCAT
CCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCTATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTC
CTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTG
GTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCA
ATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTT

10

配列番号 36

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Cuphea palustris* の C8 選択性チオエステラー
ゼ (Genbank AAC49179) アミノ酸配列

20

MAIKTNRPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCFERSALRGRAPANGSAVTLKSGSLNTQE
DTLSSPPPPRAFFNQLPDWSMLLTAITTVFVAPEKRWTMFDRKSKRPNMLMDSFG
LERVVQDGLVFRQSFSIRSIEICADRTASIE TVMNHVQETSLNQCKSIGLLDDGFR
SPMCKRDLIWVVTMRKIMVNRYPYTWGDTIEVSTWLSQSGKIGMGRDWLISDCNT
GEILVRATSVYAMMNQKTRRFSKLPHEVRQEFAPHFLDSPPAIEDNDGKLQKFDV
KTGDSIRKGLTPGWYDLVDNQHVS NVKYIGWILESMPTEVLETQELCSLTLEYRRE
CGRDSVLESVTSMDPSKVGD RFQYRHLLRLEDGADIMKGRTEWRPKNAGTNGAIS
TGKT

30

配列番号 37

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
ットペプチドを有する、*Cuphea palustris* の C8 選択性チオエステラー
ゼの関連コドン最適化発現構築物

GGTACCCGCCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
CCGACACGTGCTTGCGCGCCTGCCGCCTGCCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
GCTGGGCAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
GTGTGTGCTGGGCTTGCTATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGCGGCA
GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
AGGGATTTTCAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTCAGCAAAGGTA
GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTACGCTGTTAATCAATGCCAGCAAGAGAAGG
GGTCAAGTGCAAACACGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
CACCACCAAGTGTTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAAACTGCAATCATCGGGCG
GGCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
TGCTGCCTGCTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGGAGCGAAT

40

【0 7 6 2】

【数 1 7】

ACCAAACCTCTGGCTGCTTGCTGGGTTGCATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCGA
GTGTCCACACTGTACCAGGCCCCGAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC
ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGCGGGCGGCAGCAGAGCGGCGGCAGCAGCGGCGGGG
GCCACCCTTCTTGCGGGGTGCGGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAA
CGAGTTCACATTCAATTTGCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG
GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCGTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAAACCTGTCCCGTGGG
TCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCGCCGCTGGGTGGAGC
GCCTGTTGGCTACGACTGGGCCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG
TGTTCCGCCTGTCCGCCCAGGGCCGCCCGTGCTGTTCTGTGAAGACCGACCTGT
CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCGCCTGTCTGGCTGGCC
ACCACGGCGTGCCCTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCCG
CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCCACCT
GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACA
CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGC
GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGCCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAG
GAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCCGAGCTGTTCCGCCCGCTGAAGGCCCGCAT
GCCCAGCGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACA
TCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCG
TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
CTGGGCGGCGAGTGGGCCGACCGCTTCTGGTGCTGTACGGCATCGCCGCCCC
GACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
AACCACCTGACGAATGCGCTTGTTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCTTTCTTGCGCTATGACACT
TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAAC
ACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGAC
ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCT
TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCA
GCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCG
CGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTGGGCGCGCCCCCGCGAACGGCAGC
GCGGTGACCCTGAAGTCGGGCTCCCTGAACACCCAGGAGGACACGCTGAGCTC
GTCCCCCCCCCCCCGCGCGTTCTTCAACCAGCTGCCCGACTGGAGCATGCTGCT
GACCGCGATCACACGGTCTTCGTGGCGCCCGAGAAGCGCTGGACCATGTTTCG

10

20

30

40

【0 7 6 3】

【数 1 8】

ACCGCAAGTCGAAGCGCCCCAACATGCTGATGGACTCCTTCGGCCTGGAGCGC
 GTGGTCCAGGACGGCCTGGTGTTCGCCAGAGCTTCTCGATCCGCTCCTACGAG
 ATCTGCGCGGACCGCACCGCGAGCATCGAGACGGTGATGAACCACGTCCAGGA
 GACCTCGCTGAACCAGTGCAAGTCCATCGGCCTGCTGGACGACGGCTTCGGCC
 GCAGCCCCGAGATGTGCAAGCGCGACCTGATCTGGGTGGTCACCCGCATGAAG
 ATCATGGTGAACCGCTACCCACGTGGGGCGACACCATCGAGGTCTCGACGTG
 GCTGTCCCAGAGCGGCAAGATCGGCATGGGCCGCGACTGGCTGATCTCGGACT
 GCAACACCGGCGAGATCCTGGTGC GCGCGACGTCCGTCTACGCGATGATGAAC
 CAGAAGACCCGCCGCTTCAGCAAGCTGCCCCACGAGGTGCGCCAGGAGTTCGC
 GCCCCACTTCCTGGACTCGCCCCCGCGATCGAGGACAACGACGGCAAGCTGC
 AGAAGTTCGACGTCAAGACGGGCGACTCCATCCGCAAGGGCCTGACCCCCGGC
 TGGTACGACCTGGACGTGAACCAGCACGTGAGCAACGTCAAGTACATCGGCTG
 GATCCTGGAGTCGATGCCCACCGAGGTCTGGAGACGCAGGAGCTGTGCTCCC
 TGACCCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCCGCGACTCGGTGCTGGAGAGCGTC
 ACCAGCATGGACCCCTCGAAGGTGGGCGACCGCTTCCAGTACCGCCACCTGCT
 GCGCCTGGAGGACGGCGCGGACATCATGAAGGGCCGACCGAGTGGCGCCCCA
 AGAACGCGGGCACGAACGGCGCGATCTCCACCGGCAAGACGTGACTCGAGGCA
 GCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACT
 GTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAA
 ACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTG
 CTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCTTCCCTCGTTTCATATCGC
 TTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCC
 TGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCTGTATTCTC
 CTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGT
 GGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGCTC

10

20

配列番号 38

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
 ットペプチドを有する、*Cuphea lanceolata* の C 10 選択性チオエステ
 ラーゼ (Genbank CAB60830) のアミノ酸配列

MAIKTNRQPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCERSALRGRAPANGSAVNLSGSLNTQE
 DTSSPPPPRAFLNQLPDWSMLLTAITTVFVAAEKQWTMLDRKSKRPDMLVDSVGL
 KSIVRDGLVSRQSFLIRSYEIGADRTASIELTMNHLQETSINHCKSLGLLNDGFGRT
 PGMCKNDLIWVLTKMQIMVNRYPWTGDTVEINTWFSQSGKIGMASDWLISDCNT
 GEILIRATSVWAMMNQKTRRFSRLPYEVRQELTPHFVDSPHVIEDNDQKLHKFDV
 KTGDSIRKGLTPRWNDLDVNQHVS NVKYIGWILESMPIEVLETQELCSLTV EYRRE
 CGMDSVLESVTAVDPSENGGRSQYKHLRLLEDGTDIVKSRT EWRPKNAGTNGAIS
 TSTAKTSNGNSASDDDDKLG

30

配列番号 39

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼトランジ
 ットペプチドを有する、*Cuphea lanceolata* の C 10 選択性チオエステ
 ラーゼの関連コドン最適化発現構築物

40

ACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCAGCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTAC
 GATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCGCGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCT
 TCGTGGGCGCGCCCCCGCGAACGGCAGCGCGGTGAACCTGAAGTCGGGCTCCC
 TGAACACCCAGGAGGACACGAGCTCGTCCCCCCCCCCCCGCGCGTTCCTGAACC
 AGCTGCCCCGACTGGAGCATGCTGCTGACCGCGATCACCACCGTCTTCGTGGCGG

【0 7 6 4】

【数 1 9】

CGGAGAAGCAGTGGACGATGCTGGACCGCAAGTCGAAGCGCCCCGACATGCTG
GTGGACTCCGTCGGCCTGAAGAGCATCGTGCGCGACGGCCTGGTCTCGCGCCA
GTCCTTCCTGATCCGCGAGCTACGAGATCGGCGCGGACCGCACCGCGTCGATCGA
GACCCCTGATGAACCACCTGCAGGAGACGTCCATCAACCACTGCAAGAGCCTGG
GCCTGCTGAACGACGGCTTCGGCCGCAACCCCGGCATGTGCAAGAACGACCTG
ATCTGGGTGCTGACCAAGATGCAGATCATGGTCAACCGCTACCCACGTGGGG
CGACACCGTCGAGATCAACACGTGGTTCTCGCAGTCCGGCAAGATCGGCATGG
CGAGCGACTGGCTGATCTCGGACTGCAACACCGGCGAGATCCTGATCCGCGCG
ACCTCCGTGTGGGCGATGATGAACCAGAAGACGCGCCGCTTCAGCCGCCTGCC
CTACGAGGTCCGCCAGGAGCTGACCCCCCACTTCGTGGACTCGCCCCACGTCAT
CGAGGACAACGACCAGAAGCTGCACAAGTTCGACGTGAAGACCGGCGACTCCA
TCCGCAAGGGCCTGACGCCCCGCTGGAACGACCTGGACGTCAACCAGCACGTG
TCGAACGTGAAGTACATCGGCTGGATCCTGGAGTCCATGCCCATCGAGGTCTTG
GAGACCCAGGAGCTGTGCTCGCTGACCGTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCAT
GGACTCCGTGCTGGAGTCCGTCACGGCGGTGGACCCAGCGAGAACGGCGGCC
GCAGCCAGTACAAGCACCTGCTGCGCCTGGAGGACGGCACCGACATCGTCAAG
TCGCGCACCGAGTGGCGCCCCAAGAACGCGGGCACGAACGGCGCGATCTCCAC
CAGCACCGCGAAGACGTGCAACGGCAACTCCGCGAGCGATGACGATGACAAGC
TGGGATGACTCGAG

10

配列番号 40

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
葉緑体トランジットペプチドを有する、*Iris germanica* の C14 選択性チ
オエステラーゼ (Genbank AAG43858.1) のアミノ酸配列

20

MATASTFSAFNARCGDLRRSAGSGPRRPAPRPLPVRGRAAQAATRVNGSKVGLKTD
TNKLEDAPFIPSSAPRTFYNQLPDWSVLLAAITTIFLAAEKQWTLIDWKRGGPDML
SDAFGLPKIIEGLLYRQKFSIRS YEIGADQTASIETLMNHLQETALNHVKCAGLLG
NGFGSTPEMSKMNLIWVVTMQLVLEHYPSWGDVIEVDTWAAASGKNGMRRDW
HVRDWQTGQTIMRASSNWVMMNQNTRRLSKFPEEVRAEIEPYFMERAPVIDDDN
RKLPKLDDDTADHVRNGLTPRWSLDVNQHVKNVYIGWILESAPISILESHELAS
MTLEYRRECGRDSVLQSLTSVSNCTDGSEELPIECQHLLRNEGGSEIVKGRTEWR
PKKCGPFGAGRP

30

配列番号 41

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
葉緑体トランジットペプチドを有する、*Iris germanica* の C14 選択性チ
オエステラーゼの関連コドン最適化発現構築物

ACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGGCGAC
CTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCTCCCCGTG
CGCGGGCGCGCCGCCAGGCGGCCACCCGCGTGAACGGCAGCAAGGTGGGCCT
GAAGACCGACACCAACAAGCTGGAGGACGCGCCCTTCATCCCCCTCGTCCGCCC
CCCGCACCTTCTACAACCAGCTGCCCGACTGGAGCGTCCTGTGGCGGCCATCA
CCACCATCTTCTGGCGGCCGAGAAGCAGTGGACCCTGATCGACTGGAAGCGC
GGCGGCCCCGACATGCTGTGCGGACGCGTTTCGGCCTGCCCAAGATCATCGAGAA
CGGCCTGTGTACCGCCAGAAGTTCTCCATCCGCGAGCTACGAGATCGGCGCCGA
CCAGACCGCCTCGATCGAGACCCTGATGAACCACCTGCAGGAGACCGCGCTGA
ACCACGTCAAGTGCGCCGGCCTGCTGGGCAACGGCTTCGGCTCCACCCCCGAG
ATGAGCAAGATGAACCTGATCTGGGTGGTCACCAAGATGCAGGTGCTGGTCGA

40

【0 7 6 5】

【数 2 0】

GCACTACCCCTCGTGGGGCGACGTGATCGAGGTGGACACCTGGGGCGGCCGCGT
CCGGCAAGAACGGCATGCGCCGCGACTGGCACGTCCGCGACTGGCAGACCGGC
CAGACCATCATGCGCGCCAGCTCGAACTGGGTGATGATGAACCAGAACACCCG
CCGCTGTCCAAGTTCCCCGAGGAGGTCCGCGCCGAGATCGAGCCCTACTTCAT
GGAGCGCGCCCCCGTGATCGACGACGACAACCGCAAGCTGCCCCAAGCTGGACG
ACGACACCGCGGACCACGTGCGCAACGGCCTGACCCCCGCTGGAGCGACCTG
GACGTGAACCAGCACGTCAAGAACGTGAAGTACATCGGCTGGATCCTGGAGTC
GGCCCCCATCTCCATCCTGGAGAGCCACGAGCTGGCCTCGATGACCTGGAGTA
CCGCCGCGAGTGCGGCCGCGACTCCGTCTCGCAGAGCCTGACCTCGGTGTCCAA
CAACTGCACCGACGGCAGCGAGGAGCTGCCCATCGAGTGCCAGCACCTGCTGC
GCAACGAGGGCGGCTCGGAGATCGTCAAGGGCCGCACCGAGTGGCGCCCCAAG
AAGTGCGGCCCTTCGGCGCCGGCCGCCCTGACTCGAG

10

配列番号 42

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼ葉緑体ト
ランジットペプチドを有する、*Myristica fragrans* 脂肪族アシルチオ
エステラーゼ (Genbank AAB717291.1) のアミノ酸配列

MAIKTNRPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCFERSALRGRAANAHTVPKINGNKAGLLT
PMESTKDEDIVAAPTVAPKRTFINQLPDWSMLLAITTIFLAAEKQWTNLDWKPRR
PDMLVDFDPFSLGRFVQDGLIFRQNFIRSIEIGADRTASIELTMNHLQETALNHVR
CIGLLDDGFGSTPEMTRDLIWVVTMQLVDRYPSWGDVIEVDSWVTPSGKNG
MKREWFLRDCKTGEILTRATSVWVMNKRTRRLSKIPEEVRVEIEPYFVEHGVLD
EDSRKLPKLNNTANYIRRGLAPRWSLDLVNQHVNNV KYIGWILESVPSSLLESHE
LYGMTLEYRKECGKDGLLQSLTAVASDYGGGSLEAGVECDHLLRLEDGSEIMRG
KTEWRPKRAANTTYFGSVDDIPANNA

20

配列番号 43

Prototheca moriformis デルタ 12 脂肪酸デサチュラーゼ葉緑体ト
ランジットペプチドを有する、*Myristica fragrans* 脂肪族アシルチオ
エステラーゼの関連コドン最適化コード領域

ACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCAGCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTAC
GATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCGCGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCT
TCGTGGGCGCGCCGCCAACGCCCACACCGTGCCCAAGATCAACGGCAACAAGG
CCGGCCTGCTGACCCCCATGGAGAGCACCAAGGACGAGGACATCGTCGCGGCC
CCCACCGTGCGGCCCAAGCGCACCTTCATCAACCAGCTGCCCCGACTGGTCGATG
CTGCTGGCCGCGATCACCACCATCTTCCTGGCGGCCGAGAAGCAGTGGACCAA
CCTGGACTGGAAGCCCCGCGCCCCGACATGCTGGTCGACTTCGACCCCTTCTC
CCTGGGCCGCTTCGTGCAGGACGGCCTGATCTTCGCGCCAGAACTTCAGCATCCG
CTCGTACGAGATCGGCGCGGACCGCACCGCCTCCATCGAGACCCTGATGAACC
ACCTGCAGGAGACCGCGCTGAACCACGTCCGCTGCATCGGCCTGCTGGACGAC
GGCTTCGGCAGCACCCCCGAGATGACCGCCGCGACCTGATCTGGGTGGTCAC
CCGCATGCAGGTCCTGGTGGACCGCTACCCCTCGTGGGGCGACGTGATCGAGG
TCGACTCCTGGGTGACCCCCAGCGGCAAGAACGGCATGAAGCGCGAGTGGTTC
CTGCGCGACTGCAAGACCGGCGAGATCCTGACCCGCGCCACCTCGGTCTGGGT
GATGATGAACAAGCGCACCCGCGCCTGTCCAAGATCCCCGAGGAGGTCCGCG
TGGAGATCGAGCCCTACTTCGTGAGCACGGCGTGCTGGACGAGGACTCGCGC
AAGCTGCCCAAGCTGAACGACAACACCGCCAACCTACATCCGCCGCGGCCTGGC
GCCCCGCTGGTCCGACCTGGACGTCAACCAGCACGTGAACAACGTCAAGTACA

30

40

【0 7 6 6】

【数 2 1】

TCGGCTGGATCCTGGAGAGCGTGCCCAGCAGCCTGCTGGAGTCGCACGAGCTG
TACGGCATGACCCTGGAGTACCGCAAGGAGTGCGGCAAGGACGGCCTGCTGCA
GTCCCTGACCGCCGTCGCCAGCGACTACGGCGGCGGCTCGCTGGAGGCCGGCG
TGGAGTGCAGCACCTGCTGCGCCTGGAGGACGGCTCCGAGATCATGCGCGGC
AAGACCGAGTGGCGCCCCAAGCGCGCCGCGAACACCACCTACTTCGGCAGCGT
CGACGACATCCCCCCCCGCCAACAACGCGTGACTCGAG

配列番号 44

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
トランジットペプチドを有する、*Cuphea palustris* の C14 選択性チオ
エステラーゼ (Genbank AAC49180) のアミノ酸配列

10

MATASTFSAFNARCGDLRRSAGSGPRRPARPLPVRGRASMLLSAVTTVFGVAEKQ
WPMLDRKSKRPDMLVEPLGVDRIVYDGVSFQSFIRSIEIGADRTASIELMNMF
QETSLNHCKIIGLLNDGFGRTPEMCKRDLIWVVTKMQIEVNRYPWTGDTIEVNTW
VSASGKHGMGRDWLISDCHTGEILIRATSVWAMMNQKTRRLSKIPYEVQRQIEPQF
VDSAPVIVDDRKFHKLCLKTGDSICNGLTPRWTDLDVNQHVNNVKYIGWILQSVF
TEVFETQELCGLTLEYRRECGRDSVLESVTAMDPSKEGDRSLYQHLLRLEDGADIV
KGRTEWRPKNAGAKGAILTGKTSNGNSIS

20

配列番号 45

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
トランジットペプチドを有する、*Cuphea palustris* の C14 選択性チオ
エステラーゼの関連コドン最適化コード領域

ACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGCGAC
CTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCTCCCCGTG
CGCGGGCGCGCCAGCATGCTGCTGTGCGGCGGTGACCACGGTCTTCGGCGTGCG
CGAGAAGCAGTGGCCCATGCTGGACCGCAAGTCCAAGCGCCCCGACATGCTGG
TCGAGCCCCCTGGGCGTGGACCGCATCGTCTACGACGGCGTGAGCTTCGCCAGT
CGTTCTCCATCCGCAGCTACGAGATCGGCGCCGACCGCACCGCCTCGATCGAGA
CGCTGATGAACATGTTCCAGGAGACCTCCCTGAACCACTGCAAGATCATCGGCC
TGCTGAACGACGGCTTCGGCCGCACGCCCGAGATGTGCAAGCGCGACCTGATC
TGGGTGCTGACCAAGATGCAGATCGAGGTGAACCGCTACCCACGTTGGGGCGA
CACCATCGAGGTCAACACGTGGGTGAGCGCCTCGGGCAAGCACGGCATGGGCC
GCGACTGGCTGATCTCCGACTGCCACACCGGCGAGATCCTGATCCGCGCGACG
AGCGTCTGGGCGATGATGAACCAGAAGACCCGCGCCTGTGCAAGATCCCCTA
CGAGGTGCGCCAGGAGATCGAGCCCCAGTTCGTCGACTCCGCCCCCGTGATCGT
GGACGACCGCAAGTTCCACAAGCTGGACCTGAAGACGGGCGACAGCATCTGCA
ACGGCCTGACCCCCCGCTGGACGGACCTGGACGTGAACCAGCACGTCAACAAC
GTGAAGTACATCGGCTGGATCCTGCAGTCGGTCCCCACCGAGGTGTTTCGAGAC
GCAGGAGCTGTGCGGCCTGACCCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCGCGACT
CCGTGCTGGAGAGCGTACAGGCCATGGACCCCTCGAAGGAGGGCGACCGCTCC
CTGTACCAGCACCTGCTGCGCCTGGAGGACGGCGCGGACATCGTGAAGGGCCG
CACCAGTGGCGCCCCAAGAACGCCGCGGCCAAGGGCGCCATCCTGACGGGCA
AGACCAGCAACGGCAACTCGATCTCCTGACTCGAG

30

40

配列番号 46

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
トランジットペプチドを有する、*Ulmus americana* の広範特異性チオエ

【0 7 6 7】

【数 2 2】

テラーゼ (Genbank AAB71731) のアミノ酸配列

MATASTFSAFNARCGDLRRSAGSGPRRPARPLPVRGRAQLPDWSMLLAITTLFL
AAEKQWMMLDWKPKRPDMLVDPFGLGRFVQDGLVFRNNFSIRS YEIGADRTASIE
TLMNHLQETALNHVKS VGLLEDGLGSTREMSLRNLIWVVTKMQVAVDRYPTWG
DEVQVSSWATAIGKNGMRREWIVTDFRTGETLLRATSVWVMMNKLTRRISKIPEE
VWHEIGPSFIDAPPLPTVEDDGRKLTRFDESSADFIRKGLTPRWSDLDINQHVNNV
KYIGWLLESAPPEIHESHEIASLTLEYRRECGRDSVLNSATKVS DSSQLGKSAVECN
HLVRLQNGGEIVKGRTVWRPKRPLYNDGAVVDVPAKTS

10

配列番号 47

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
トランジットペプチドを有する、*Ulmus americana* の広範特異性チオエス
テラーゼの関連コドン最適化コード領域

ACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCCGCTGCGGCGAC
CTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCCCTCCCCGTG
CGCGGGCGCGCCCAGCTGCCCGACTGGAGCATGCTGCTGGCCGCGATCACCAC
CCTGTTCTGCGGCGCGAGAAGCAGTGGATGATGCTGGACTGGAAGCCCAAGC
GCCCCGACATGCTGGTGGACCCCTTCGGCCCTGGGCGGCTTCGTGTCAGGACGGCC
TGGTGTTCCGCAACAACCTTCAGCATCCGCAGCTACGAGATCGGCGCGGACCGC
ACCGCCAGCATCGAGACCCCTGATGAACCACCTGCAGGAGACCGCCCTGAACCA
CGTGAAGAGCGTGGGCCTGCTGGAGGACGGCCTGGGCAGCACCCGCGAGATGA
GCCTGCGCAACCTGATCTGGGTGGTGACCAAGATGCAGGTGGCGGTGGACCGC
TACCCACCTGGGGCGACGAGGTGCAGGTGAGCAGCTGGGCGACCGCCATCGG
CAAGAACGGCATGCGCCGCGAGTGGATCGTGACCGACTTCGCGACCGGCGAGA
CCCTGCTGCGCGCCACCAGCGTGTGGGTGATGATGAACAAGCTGACCCGCCGC
ATCAGCAAGATCCCCGAGGAGGTGTGGCACGAGATCGGCCCCAGCTTCATCGA
CGCGCCCCCTGCCACCGTGGAGGACGACGGCCGCAAGCTGACCCGCTTCG
ACGAGAGCAGCGCCGACTTCATCCGCAAGGGCCTGACCCCCGCTGGAGCGAC
CTGGACATCAACCAGCACGTGAACAACGTGAAGTACATCGGCTGGCTGCTGGA
GAGCGCGCCCCCGAGATCCACGAGAGCCACGAGATCGCCAGCCTGACCCTGG
AGTACCGCCGCGAGTGC GGCCGCGACAGCGTGCTGAACAGCGCCACCAAGGTG
AGCGACAGCAGCCAGCTGGGCAAGAGCGCCGTGGAGTGCAACCACCTGGTGCG
CCTGCAGAACGGCGGCGAGATCGTGAAGGGCCGACCGTGTGGCGCCCCAAGC
GCCCCCTGTACAACGACGGCGCCGTGGTGACGTGCCCCGCAAGACCAGCTGA
CTCGAG

20

30

配列番号 48

コドン最適化された *Prototheca moriformis* (UTEX1435)
デルタ脂肪酸デサチュラーゼトランジットペプチドの cDNA 配列

ACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCAGCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTCAC
GATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCGCGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCT
TCGTGGGCGCGCC

40

配列番号 49

コドン最適化された *Chlorella protothecoides* (UTEX250)
ステアロイル ACP デサチュラーゼトランジットペプチドの cDNA 配列

【0 7 6 8】

【数 2 3】

ACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGGCGAC
CTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCCCTCCCCGTG
CGCGGGCGCGCC

配列番号 50

Ulmus americana の広範特異性チオエステラーゼのコード最適化コード領域の関連相同組み換え発現構築物

GCTCTTCGGCCGCCGCGCCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCCGACTCGCGCTCCGCCTG
CGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCGCCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCGCGTC
GCTGATGTCCATCACCAGGTCCATGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTG
CTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGGAGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCC
TGACGTGGTTCGCGGCTCTGGGAGCGGGCCAGCATCATCTGGCTCTGCCGCACCG
AGGCCGCCTCCAACCTGGTCTCCAGCAGCCGCAGTCGCCGCCGACCCCTGGCAG
AGGAAGACAGGTGAGGGGGGTATGAATTGTACAGAACAACCACGAGCCTTGTC
TAGGCAGAATCCCTACCAGTCATGGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGC
TGTCACGCGACCCCTCGCTGCCGCCGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCG
TGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCACGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGA
CAGTCGGGGAACCTCTGATCAGTCTAAACCCCTTGCGCGTTAGTGTTGCCATCC
TTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACTTGTTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCT
CCCAGACCAATTCTGTACCTTTTTGGCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAG
AGGACAGCAGTGCCAGCCGCTGGGGGTGGCGGATGCACGCTCAGGTACCCT
TTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTC
CCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGG
CTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGG
CCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCT
AGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAA
GGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCCATGC
TGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCT
CCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCACCTTACCCCCAACAAAG
GGCTGGATGAACGACCCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTG
GCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTT
CTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATCG
CCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGG
ACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCT
GCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCC
TACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGCT
GGCCGCCAACTCCACCCAGTTCGCGGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTC
CCAGAAGTGATCATGACCGCGGCCAAGTCCAGGACTACAAGATCGAGATCT
ACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTCGCCAACGAG
GGCTTCCTCGGCTACCAGTACGAGTGCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAG
CAGGACCCAGCAAGTCCTACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCGGCGCC
CCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTCGTGCGCAGCTTCAACGGCACCCAC
TTCGAGGCCTTCGACAACCAAGTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTAC
GCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATC
GCGTGGGCTTCCAACCTGGGAGTACTCCGCTTCGTGCCACCAACCCCTGGCGC
TCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAAC
CCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAA
CGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACA
GCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGT

10

20

30

40

【0 7 6 9】

【数 2 4】

ACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCC
TCTGGTTCAAGGGCTGGAGGACCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAG
GTGTCCGCGTCTCTCTTCTTCTGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTG
AAGGAGAACCCCTACTTCAACCAACCGCATGAGCGTGAACAACCAGCCCTTCAA
GAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACA
TCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAACACCTACTTCA
TGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAAC
CTGTTCTACATCGACAAGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGC
AGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTTCGTGTGATGGACTGTT
GCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACA
GCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGAGTTGCTAGCTGCTTG
TGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGC
ATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGTCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCT
CCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGG
TACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGA
TGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGAGGAACGC
TGAAGGTCTCGCCTCTGTTCGCACCTCAGCGCGGCATACACCACAATAACCACCT
GACGAATGCGCTTGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCACACACGTG
CCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATGGTTCGAAAC
GTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAA
AAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGA
TGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTC
CAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGC
GAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCC
ACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCCTCTTCGTTTCA
GTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAA
TGCCCCGCTGCGGCGACCTGCGTTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAG
CGAGGCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCCAGCTGCCCGACTGGAGCATGCTG
CTGGCCGCGATCACCACCCTGTTCTGCGGCGCGAGAAGCAGTGGATGATGCT
GGACTGGAAGCCCAAGCGCCCCGACATGCTGGTGGACCCCTTCGGCCTGGGCC
GCTTCGTGCAGGACGGCCTGGTGTTCGCAACAACCTCAGCATCCGCAGCTACG
AGATCGGCGCGGACCGCACCCGCCAGCATCGAGACCCTGATGAACCACCTGCAG
GAGACCGCCCTGAACCACGTGAAGAGCGTGGGCCTGCTGGAGGACGGCCTGGG
CAGCACCCGCGAGATGAGCCTGCGCAACCTGATCTGGGTGGTGACCAAGATGC
AGGTGGCGGTGGACCGCTACCCACCTGGGGCGACGAGGTGCAGGTGAGCAGC
TGGGCGACCGCCATCGGCAAGAACGGCATGCGCCGCGAGTGGATCGTGACCGA
CTTCCGCACCGGCGAGACCCTGCTGCGCGCCACCAGCGTGTGGGTGATGATGA
ACAAGCTGACCCGCCGCATCAGCAAGATCCCCGAGGAGGTGTGGCACGAGATC
GGCCCCAGCTTCATCGACGCGCCCCCTGCCACCGTGGAGGACGACGGCCG
CAAGCTGACCCGCTTCGACGAGAGCAGCGCCGACTTCATCCGCAAGGGCCTGA
CCCCCGCTGGAGCGACCTGGACATCAACCAGCACGTGAACAACGTGAAGTAC
ATCGGCTGGCTGCTGGAGAGCGCGCCCCCGAGATCCACGAGAGCCACGAGAT
CGCCAGCCTGACCCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCCGCGACAGCGTGCTGA
ACAGCGCCACCAAGGTGAGCGACAGCAGCCAGCTGGGCAAGAGCGCCGTGGA
GTGCAACCACCTGGTGCCTGTCAGAACGGCGGCGAGATCGTGAAGGGCCGCA
CCGTGTGGCGCCCCAAGCGCCCCCTGTACAACGACGGCGCCGTGGTGGACGTG
CCCGCCAAGACCAGCGATGACGATGACAAGCTGGGATGACTCGAGTTAATTAA
CTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTTCGTG
TGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGC
TTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGTT

10

20

30

40

【0 7 7 0】

【数 2 5】

GCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTT
CATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAG
CGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCC
TGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGG
GAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTGTAGAGCTCCTTGTTTTCCA
GAAGGAGTTGCTCCTTGAGCCTTTCATTCTCAGCCTCGATAACCTCCAAAGCCG
CTCTAATTGTGGAGGGGGTTCGAATTTAAAAGCTTGGAATGTTGGTTCGTGCGT
CTGGAACAAGCCCAGACTTGTGCTCACTGGGAAAAGGACCATCAGCTCCAAA
AACTTGCCGCTCAAACCGCGTACCTCTGCTTTCGCGCAATCTGCCCTGTTGAA
ATCGCCACCACATTCATATTGTGACGCTTGAGCAGTCTGTAATTGCCTCAGAAT
GTGGAATCATCTGCCCCCTGTGCGAGCCCATGCCAGGCATGTCGCGGGGCGAGG
ACACCCGCCACTCGTACAGCAGACCATTATGCTACCTCACAAATAGTTCATAACA
GTGACCATATTTCTCGAAGCTCCCCAACGAGCACCTCCATGCTCTGAGTGGCCA
CCCCCGGCCCTGGTGTCTGCGGAGGGCAGGTCAACCGGCATGGGGCTACCGA
AATCCCCGACCGGATCCCACCACCCCGCGATGGGAAGAATCTCTCCCCGGGA
TGTGGGCCCCACCAGCACAACTGCTGGCCCAGGCGAGCGTCAAACCATAC
CACACAAATATCCTTGGCATCGGCCCTGAATTCCTTCTGCCGCTCTGCTACCCG
GTGCTTCTGTCCGAAGCAGGGGTTGCTAGGGATCGCTCCGAGTCCGCAAACCCT
TGTCGCGTGGCGGGGCTTGTTCGAGCTTGTTCGAGCTTGAAGAGCCTCTAGAGT
CGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAATCATGGTCATAGCTGTTTCTGTGT
GAAATTGTTATCCGCTCACAATTCACACAACATACGAGCCGGAAGCATAAAG
TGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAGCTAACTCACATTAATTGCGTTGCGC
TCACTGCCCGCTTTCAGTCGGGAAACCTGTCGTGCCAGCTGCATTAATGAATC
GGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTGCCTATTGGGCGCTCTTCC

10

20

配列番号 51

Cinnamomum camphora の C14 選択性チオエステラーゼのコード最適
化コード領域の関連相同組み換え発現構築物

GAATTCGCCCTCCCGTGATCACACAGGTGCCTTGCAGCGTGATCACACTATTT
TGGGGGTCTTACAGTACTGAAATGGTGAGAAGTCGTAAGTAAATCAAGGATGA
ACAATGAAAATGGTGCTGTGGTGGCTTCTCAAAGGTCAAGAATCAGTCGCTCG
CGTCAGGAAATCGCGGCGTCAACCAGCGTGGGCGCGGTCAAGTGGCCCCGCACT
GGTCACCATAGCCTCTCCTGCCACAGTAGCGATCCCCTGGGCGTTCACTCTCAG
CAGCGGCTGTACTGCCTCCCAGATTTTCTTCTTCTGGACCTGCGGGCGTGAGAG
GATGAGCAGGGTGGGCCAAGGGCTCAATCCTGAACGGCCCTCATTCCGTTTCC
AATCCCACAACACATACCCACAGCAGGTACAGACCACGCATTCCACCATGCGCA
CCAATAACGTGTCCTTACCTGATTGGGTGTGGCAGGCTCCGTGGACAGGAGTGC
CTCGTCCCCCGCCAGACCCGCTCCCCCGTACGGCGGCGTCCGGGACCCGCGAG
CGGCTCCACCGCGGTGTGATCCGCGTTGGCGGCGCAGAGCAGCATCCCAGCCG
ATTTGACCCCGCGCATGCTCCGAGGCTTGAGGTTGGCCAGCACCACCACCCGCC
GGCCGACAAGGTCCTCCAGGGTCACGTGCCGACCAGGCCACTCACGATGGTG
CGAGGGCCCCCTCCTCGCCGAGGTGATCTGCTCGACGTACAGACTGCGACAT
GCGTGGCGAGTGGTCATCAGAAGGAAGCAGGTGTGAGAAGGGGCACGTGGTT
GGTATTGAGAGTAGCCAAAGCTTTGTGCCAATCAGAAAGTCAACGCAGCTGCC
TGCCTGGCTCGCGTACAATTCCTTTCTTTCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGT
AGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTT
CGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGG
CGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCGGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCT
ACCAAAGCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGA

30

40

【0 7 7 1】

【数 2 6】

GCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCCTTCGTTTCAGTCACAA
CCCCAAACGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCTGTTCTGCTGGCCGGCT
TCGCCGCCAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTG
GTGCACTTCACCCCCAACAAAGGGCTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGTA
CGACGAGAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACA
CCGTCTGGGGGACGCCCTTGTCTGGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCA
ACTGGGAGGACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCC
TTCTCCGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGAC
ACCATCGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGA
GTCCGAGGAGCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTCACCG
AGTACCAGAAGAACCCCGTGCTGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCGCGACCCG
AAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTC
CCAGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCTTGGAAGC
TGGAGTCCGCGTTTCGCCAACGAGGGCTTCTCGGCTACCAGTACGAGTGCCCCG
GCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCCAAGTCCTACTGGGTGATG
TTCATCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTC
GTGCGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACCAGTCCCGCGTG
GTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCG
ACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAAGTGGGAGTACTCCGC
CTTCGTGCCCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTC
CCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGG
CCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACC
AACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTGACCTGTCCAACAGCAC
CGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTC
CAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGA
GGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCTCCTTCTTCTGACCG
CGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTACTTCACCAACCGCA
TGAGCGTGAACAACCAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAG
GTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGA
CGTCGTGTCCACCAACACCTACTTCATGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGT
GAACATGACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTTCCAGGTGC
GCGAGGTCAAGTGATTAATTAACCTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGA
CACACTCTGGACGCTGGTCTGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTT
GACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTT
GTGTGTACGCGCTTTTGGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCAC
CCCCAGCATCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCT
ACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCTCGCA
CAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCA
GCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAG
CTTGAGCTCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGC
GAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAA
GCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTT
AAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATA
TTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCG
CACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACA
CTAGTATGACGTTTCGGGGTTCGCCCTCCCGGCCATGGGCGCGGTTGTCTCCCTTC
CCCGGCCAGGGTTCGCGGTGCGCGCCAGTCGGCGAGTCAGGTTTTGGAGAGC
GGGCGCGCCCCCGACTGGTCCATGCTGTTTCGCCGTGATCACCACCATCTTCTCC
GCCGCCGAGAAGCAGTGGACCAACCTGGAGTGGAAAGCCCAAGCCCAACCCCC
CCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCCCACGGCCTGGTGTTCGCCGCACCTT

10

20

30

40

【0 7 7 2】

【数 2 7】

CGCCATCCGCAGCTACGAGGTGGGCCCCGACCGCTCCACCAGCATCGTGGCCG
TGATGAACCACCTGCAGGAGGCCGCCCTGAACCACGCCAAGTCCGTGGGCATC
CTGGGCGACGGCTTCGGCACCAACCTGGAGATGTCCAAGCGCGACCTGATCTG
GGTGGTGAAGCGCACCCACGTGGCCGTGGAGCGCTACCCCGCCTGGGGCGACA
CCGTGGAGGTGGAGTGCTGGGTGGGCGCCTCCGGCAACAACGGCCGCCGCCAC
GACTTCCTGGTGC GCGACTGCAAGACCGGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCC
CTGAGCGTGATGATGAACACCCGCAACCCGCCGCTGAGCAAGATCCCGAGGA
GGTGC GCGCGAGATCGGCCCCGCCTTCATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACG
AGGAGATCAAGAAGCCCCAGAAGCTGAACGACTCCACCGCCGACTACATCCAG
GGCGGCCTGACCCCCGCTGGAACGACCTGGACATCAACCAGCACGTGAACAA
CATCAAGTACGTGGACTGGATCCTGGAGACCGTGCCCCGACAGCATCTTCGAGA
GCCACCACATCTCCTCCTTCACCATCGAGTACCGCCGCGAGTGCACCATGGACA
GCGTGCTGCAGTCCCTGACCACCGTGAGCGGCGGCTCCTCCGAGGCCGGCCTG
GTGTGCGAGCACCTGCTGCAGCTGGAGGGCGGCGAGCGAGGTGCTGCGCGCCAA
GACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACCGACTCCTTCCGCGGCATCAGCGTGATCCC
CGCCGAGTCCAGCGTGATGGACTACAAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACC
ACGACATCGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGAAGTGAAGGACGAGCAGCT
CGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCA
CACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAG
TGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTCTTGTGCTATTT
GCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGATCCCAA
CCGCAACTTATCTACGCTGTCTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTC
ACTGCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGC
AACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAA
CACAAATGGAAAGCTGGTACCCGTACCCATCAGCATCCGGGTGAATCTTGGCCT
CCAAGATATGGCCAATCCTCACATCCAGCTTGGCAAAATCGACTAGACTGTCTG
CAAGTGGGAATGTGGAGCACAAGGTTGCTTGTAGCGATCGACAGACTGGTGGG
GTACATTGACAGGTGGGCGAGCGCCGCATCCATCGTGCCTGACGCGAGCGCCGC
CGGTTGCTCGCCCGTGCCGTCAAAGAGCGGCAGAGAAATCGGGAACCGA
AAACGTCACATTGCCTGATGTTGTTACATGCTGGACTAGACTTTCTTGGCGTGG
GTCTGCTCCTCGCCAGGTGCGCGACGCCTCGGGGCTGGGTGCGAGGGAGCCGT
GCGGCCACGCATTTGACAAGACCCAAAGCTCGCATCTCAGACGGTCAACCGTT
CGTATTATACATTCAACATATGGTACATACGCAAAAAGCATGCCAACGATGAC
ATAGGCGAATTC

10

20

30

配列番号 52

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
トランジットペプチドを有する、*Cuphea hookeriana* の C10 選択性チ
オエステラーゼのコード最適化コード領域の関連発現構築物

GGTACCCGCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
CCGACACGTGCTTGGGCGCCTGCCGCTGCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
GCTGGGCAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
GTGTGTGCTGGGCTTGCATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGCGGCA
GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
AGGGATTTTCAAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTGAGCAAAGGTA
GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTCACTGTTAATCAATGCCAGCAAGAGAAGG
GGTCAAGTGCAAACACGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
CACCACCAAGTGTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAAACTGCAATCATCGGGCG

40

【0 7 7 3】

【数 2 8】

GGCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
TGCTGCCTGTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGGAGCGAAT
ACCAAACCTCTGGCTGCTTGTGCGGTTGCATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCGA
GTGTCCACACTGTCAACAGGCCCCGCAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC
ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGCGGGCGGCAGCAGAGCGGCGGCAGCAGCGGCGGGG
GCCACCCTTCTTGCGGGGTTCGCGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAA
CGAGTTCACATTTCATTTGCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG
GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCGTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAAACCTGTCCCGTGGG
TCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCGCCGCTGGGTGGAGC
GCCTGTTCCGGCTACGACTGGGCCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG
TGTTCCGCCTGTCCGCCCAGGGCCGCCCGTGTGTTCTGTGAAGACCGACCTGT
CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCGCCCGCCTGTCTTGCTGGCC
ACCACGGCGTGCCCTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCGCGCCG
CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCCACCT
GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACA
CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGC
GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGCCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAG
GAGCACCAAGGCGCTGGCCCCCGCCGAGCTGTTCCGCCCGCTGAAGGCCCGCAT
GCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACA
TCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCG
TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
CTGGGCGGCGAGTGGGCGGACCGCTTCTCGGTGCTGTACGGCATCGCCGCCCC
GACTCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGATTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
AACCACCTGACGAATGCGCTTGGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCCTTCTTGCGCTATGACACT
TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAAC
ACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGAC
ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCT
TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTCTCG
GCGTTCAATGCCCGCTGCGGCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCCG
CGCCAGCGAGGCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCAGCTGCCCGACTGGAG

10

20

30

40

【0 7 7 4】

【数 2 9】

CCGCCTGCTGACCGCCATCACCACCGTGTTCGTGAAGTCCAAGCGCCCCGACAT
 GCACGACCGCAAGTCCAAGCGCCCCGACATGCTGGTGGACAGCTTCGGCCTGG
 AGTCCACCGTGCAGGACGGCCTGGTGTTCGCCAGTCCTTCTCCATCCGCTCCT
 ACGAGATCGGCACCGACCGCACC GCCAGCATCGAGACCCTGATGAACCACCTG
 CAGGAGACCTCCCTGAACCACTGCAAGAGCACCGGCATCCTGCTGGACGGCTT
 CGGCCGCACCCTGGAGATGTGCAAGCGCGACCTGATCTGGGTGGTGTATCAAGA
 TGCAGATCAAGGTGAACCGCTACCCCGCCTGGGGCGACACCGTGGAGATCAAC
 ACCCGCTTCAGCCGCCTGGGCAAGATCGGCATGGGGCCGCGACTGGCTGATCTCC
 GACTGCAACACCGGCGAGATCCTGGTGC GCGCCACCAGCGCCTACGCCATGAT
 GAACCAGAAGACCCGCCGCTGTCCAAGCTGCCCTACGAGGTGCACCAGGAGA
 TCGTGCCCCCTGTTCTGTGGACAGCCCCGTGATCGAGGACTCCGACCTGAAGGTGC
 ACAAGTTCAAGGTGAAGACCGGCGACAGCATCCAGAAGGGCCTGACCCCCGGC
 TGGAACGACCTGGACGTGAACCAGCACGTGTCCAACGTGAAGTACATCGGCTG
 GATCCTGGAGAGCATGCCCACCGAGGTGCTGGAGACCCAGGAGCTGTGCTCCC
 TGGCCCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCCGCGACTCCGTGCTGGAGAGCGTG
 ACCGCCATGGACCCCAGCAAGGTGGGCGTGCGCTCCAGTACCAGCACCTGCT
 GCGCCTGGAGGACGGCACCGCCATCGTGAACGGCGCCACCAGTGGCGCCCCA
 AGAACGCCGCGGCCAACGGCGCCATCTCCACCGGCAAGACCAGCAACGGCAAC
 TCCGTGTCCATGGACTACAAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACAT
 CGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGA CTGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAG
 TATCGACACACTCTGGACGCTGGTCTGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGC
 TGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTG
 ATCTTGTGTGTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATA
 CCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACT
 TATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCC
 TCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTA
 AACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATG
 GAAAGCTTGAGCTC

10

20

配列番号 53

Chlorella protothecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ
 トランジットペプチドを有する、*Umbellularia californica* の
 C12 選択性チオエステラーゼのコード最適化コード領域の関連発現構築物

30

GGTACCCGCCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
 CCGACACGTGCTTGGGCGCCTGCCGCCTGCCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
 GCTGGGCAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
 GTGTGTGCTGGGCTTGCATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGCGGCA
 GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
 AGGGATTTTCAAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTGAGCAAAGGTA
 GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTCACTGTTAATCAATGCCAGCAAGAGAAGG
 GGTCAAGTGCAAACACGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
 CACCACCAAGTGTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
 GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAAACTGCAATCATCGGGCG
 GCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
 TGCTGCCTGCTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
 TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGGAGCGAAT
 ACCAAACCTCTGGCTGCTTGTGCTGGGTTGCATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
 CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCGA
 GTGTCCACACTGTCACCAGGCCCGCAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC

40

【0 7 7 5】

【数 3 0】

ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGCGGGCAGCAGAGCGGCGGCAGCAGCGGGGGG
GCCACCCTTCTTGCGGGGTTCGCGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAA
CGAGTTCACATTTCATTTGCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG
GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCGTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAACCTGTCCCGTGGG
TCCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCGCCGCCTGGGTGGAGC
GCCTGTTCCGGCTACGACTGGGCCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG
TGTTCCGCCTGTCCGCCCAGGGCCGCCCGTGCTGTTCTGTAAGACCGACCTGT
CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCGCCTGTCTTGCTGGCC
ACCACCGCGTGCCCTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCCG
CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCCACCT
GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACA
CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGC
GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGCCTGGTGACCGAGGACGACCTGGACGAG
GAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCCGAGCTGTTCCGCCGCCTGAAGGCCCGCAT
GCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCAACA
TCATGGTGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCG
TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
CTGGGCGGCGAGTGGGCCGACCGCTTCTGGTGCTGTACGGCATCGCCGCCCCC
GACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGATTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
AACCACCTGACGAATGCGCTTGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCTTTCTTGCGCTATGACACT
TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAAC
ACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGAC
ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCT
TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCG
GCGTTCAATGCCCGCTGCGGCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGG
CGCCCAGCGAGGCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCCCCGACTGGTCCATGCTG
TTCGCCGTGATCACCACCATCTTCAGCGCCGCGAGAAGCAGTGGAACCAACCTG
GAGTGGAAGCCCAAGCCCAAGCTGCCCCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCT
GCACGGCCTGGTGTTCCGCCGACCTTCGCCATCCGCTCCTACGAGGTGGGCCC
CGACCGCAGCACCTCCATCCTGGCCGTGATGAACCACATGCAGGAGGCCACCC
TGAACCACGCCAAGAGCGTGGGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCACTTG
GAGATGTCCAAGCGCGACCTGATGTGGGTGGTGCGCCGCACCCACGTGGCCGT

10

20

30

40

【0 7 7 6】

【数 3 1】

GGAGCGCTACCCACCTGGGGCGACACCGTGGAGGTGGAGTGCTGGATCGGCG
CCAGCGGCAACAACGGCATGCGCCGCGACTTCCTGGTGC GCGACTGCAAGACC
GGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCCCTGAGCGTGCTGATGAACACCCGCACC
CGCCGCCTGAGCACCATCCCCGACGAGGTGCGCGGCGAGATCGGCCCCGCCTT
CATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACGACGAGATCAAGAAGCTGCAGAAGCTGA
ACGACTCCACCGCCGACTACATCCAGGGCGGCCTGACCCCCGCTGGAACGAC
CTGGACGTGAACCAGCACGTGAACAACCTGAAGTACGTGGCCTGGGTGTTCTGA
GACCGTGCCCGACAGCATCTTCGAGTCCCACCACATCAGCTCCTTCACCCTGGA
GTACCGCCGCGAGTGCAACCCGCGACTCCGTGCTGCGCAGCCTGACCACCGTGA
GCGGCGGCAGCTCCGAGGCCGGCCTGGTGTGCGACCACCTGCTGCAGCTGGAG
GGCGGCAGCGAGGTGCTGCGCGCCCCGACCCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACCGA
CTCCTTCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGCGAGCCCCGCGTGATGGACTACAA
GGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACGACG
ACAAGTGACTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGC
TGGTCTGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATC
CCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTT
TGCGAGTTGTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTT
CCCTCGTTTCATATCGCTTGCCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTA
TCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGG
GCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTG
ATGCACGGGAAGTAGTGCGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGCTC

10

20

配列番号 54

Chlorella protothecoides のステアロイル ACP デサチュラーゼトランジットペプチドを有する *Ulmus americana* の広範特異性チオエステラーゼのコード最適化コード領域の関連発現構築物

GGTACCCGCCTGCAACGCAAGGGCAGCCACAGCCGCTCCCACCCGCCGCTGAA
CCGACACGTGCTTGGGCGCCTGCCGCCTGCCTGCCGCATGCTTGTGCTGGTGAG
GCTGGGCAGTGCTGCCATGCTGATTGAGGCTTGTTTCATCGGGTGGAAGCTTAT
GTGTGTGCTGGGCTTGCCATGCCGGGCAATGCGCATGGTGGCAAGAGGGCGGCA
GCACTTGCTGGAGCTGCCGCGGTGCCTCCAGGTGGTTCAATCGCGGCAGCCAG
AGGGATTTTCAGATGATCGCGCGTACAGGTTGAGCAGCAGTGTCAGCAAAGGTA
GCAGTTTGCCAGAATGATCGGTTTCAGCTGTTAATCAATGCCAGCAAGAGAAGG
GGTCAAGTGCAAACACGGGCATGCCACAGCACGGGCACCGGGGAGTGGAATGG
CACCACCAAGTGTGTGCGAGCCAGCATCGCCGCCTGGCTGTTTCAGCTACAACG
GCAGGAGTCATCCAACGTAACCATGAGCTGATCAACACTGCAATCATCGGGCG
GGCGTGATGCAAGCATGCCTGGCGAAGACACATGGTGTGCGGATGCTGCCGGC
TGCTGCCTGCTGCGCACGCCGTTGAGTTGGCAGCAGGCTCAGCCATGCACTGGA
TGGCAGCTGGGCTGCCACTGCAATGTGGTGGATAGGATGCAAGTGAGCGAAT
ACCAAACCTCTGGCTGCTTGCTGGGTTGCATGGCATCGCACCATCAGCAGGAG
CGCATGCGAAGGGACTGGCCCCATGCACGCCATGCCAAACCGGAGCGCACCCGA
GTGTCCACACTGTCACCAGGCCCGCAAGCTTTGCAGAACCATGCTCATGGACGC
ATGTAGCGCTGACGTCCCTTGACGGCGCTCCTCTCGGGTGTGGGAAACGCAATG
CAGCACAGGCAGCAGAGGCGGGCGGCAGCAGAGCGGCGGCAGCAGCGGCGGGG
GCCACCCTTCTTGCGGGGTGCGGCCCCAGCCAGCGGTGATGCGCTGATCCCAA
CGAGTTACATTTCATTTGCATGCCTGGAGAAGCGAGGCTGGGGCCTTTGGGCTG
GTGCAGCCCGCAATGGAATGCGGGACCGCCAGGCTAGCAGCAAAGGCGCCTCC
CCTACTCCGCATCGATGTTCCATAGTGCAATTGGACTGCATTTGGGTGGGGCGGC
CGGCTGTTTCTTTCGTGTTGCAAAACGCGCCAGCTCAGCAACCTGTCCCGTGGG

30

40

【0 7 7 7】

【数 3 2】

TCCCCGTGCCGATGAAATCGTGTGCACGCCGATCAGCTGATTGCCCGGCTCGC
GAAGTAGGCGCCCTCCTTTCTGCTCGCCCTCTCTCCGTCCCGCCTCTAGAATATC
AATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCCGCCGCCTGGGTGGAGC
GCCTGTTTCGGCTACGACTGGGCCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCG
TGTTCCGCCTGTCCGCCAGGGCCGCCCGTGTGTTCTGTGAAGACCGACCTGT
CCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCGCCTGTCTGGCTGGCC
ACCACCGGCGTGCCTTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGCCG
CGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCTCCACCT
GGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACA
CCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGC
GCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCCGCCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAG
GAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCCGAGCTGTTGCCCCGCCTGAAGGCCCGCAT
GCCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACA
TCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCG
TGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAG
CTGGGCGGCGAGTGGGCCGACCGCTTCTGGTGTGTACGGCATCGCCGCCCC
GACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTG
GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGATTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCGAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGA
GGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAAT
AACCACCTGACGAATGCGCTTGGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCA
CACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATG
GTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCCTTCTTGCGCTATGACACT
TCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAAC
ACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGA
TGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGAC
ATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTA
CACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCT
TCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCG
GCGTTCAATGCCCCGCTGCGGCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCCG
CGCCCAGCGAGGCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCCAGCTGCCCCGACTGGAG
CATGCTGCTGGCCGCGATCACCACCCTGTTCTGGCGGCCGAGAAGCAGTGGAT
GATGCTGGACTGGAAGCCCAAGCGCCCCGACATGCTGGTGGACCCCTTCGGCC
TGGGCCGCTTCGTGCGAGGACGGCCTGGTGTTCGCAACAACCTTCAGCATCCGCA
GCTACGAGATCGGCGCGGACCGCACCGCCAGCATCGAGACCCTGATGAACCAC
CTGCAGGAGACCGCCCTGAACCACGTGAAGAGCGTGGGCCTGCTGGAGGACGG
CCTGGGCAGCACCCGCGAGATGAGCCTGCGCAACCTGATCTGGGTGGTGACCA
AGATGCAGGTGGCGGTGGACCGCTACCCACCTGGGGCGACGAGGTGCAGGTG
AGCAGCTGGGCGACCGCCATCGGCAAGAACGGCATGCGCCGCGAGTGGATCGT
GACCGACTTCGCGACCGGCGAGACCCTGCTGCGCGCCACCAGCGTGTGGGTGA
TGATGAACAAGCTGACCCGCCGCATCAGCAAGATCCCCGAGGAGGTGTGGCAC
GAGATCGGCCCCAGCTTCATCGACGCGCCCCCCTGCCACCGTGGAGGACGA
CGGCCGCAAGCTGACCCGCTTCGACGAGAGCAGCGCCGACTTCATCCGCAAGG
GCCTGACCCCCCGCTGGAGCGACCTGGACATCAACCAGCACGTGAACAACGTG

10

20

30

40

【0 7 7 8】

【数 3 3】

AAGTACATCGGCTGGCTGCTGGAGAGCGCGCCCCCGAGATCCACGAGAGCCA
CGAGATCGCCAGCCTGACCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCGGCCGCGACAGCG
TGCTGAACAGCGCCACCAAGGTGAGCGACAGCAGCCAGCTGGGCAAGAGCGCC
GTGGAGTGCAACCACCTGGTGCCTGCAGAACGGCGGCGAGATCGTGAAGGG
CCGCACCGTGTGGCGCCCCAAGCGCCCCCTGTACAACGACGGCGCCGTGGTGG
ACGTGCCCCGCCAAGACCAGCGATGACGATGACAAGCTGGGATGACTCGAGGGCA
GCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACT
GTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAA
ACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGTTGCTAGCTG
CTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGC
TTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCC
TGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTC
CTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGT
GGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGCTC

10

配列番号 55

Prototheca moriformis のFat B/Aプロモーター/5' UTR

CCTGTCGATCGAAGAGAAGGAGACATGTGTACATTATTGGTGTGAGGGCGCTG
AATCGGCCATTTTTTAAATGATCACGCTCATGCCAATAGACGCGGCACATAAC
GACGTTCAAACCCCCGCCAAAGCCGCGGACAACCCCATCCCTCCACACCCCCC
ACACAAAGAACCCGCCACCGCTTACCTTGCCACGAGGTAGGCCTTTCGTTGCG
CAAAACCGGCCTCGGTGATGAATGCATGCCCGTTCTTGACGAGCGCTGCCCGG
GCCAACACGCTCTTTTGCTGCGTCTCTCAGGCTTGGGGGCCTCCTTGGGCTTG
GGTGCCGCCATGATCTGCGCGCATCAGAGAAACGTTGCTGGTAAAAAGGAGCG
CCCGGCTGCGCAATATATATATAGGCATGCCAACACAGCCCAACCTCACTCGG
GAGCCCGTCCCACCACCCCCAAGTCGCGTGCCTTGACGGCATACTGCTGCAGAA
GCTTCATGAGAATGATGCCGAACAAGAGGGGCACGAGGACCCAATCCCGGACA
TCCTTGTCGATAATGATCTCGTGAGTCCCCATCGTCCGCCCCGACGCTCCGGGGA
GCCCCGCCGATGCTCAAGACGAGAGGGGCCCTCGACCAGGAGGGGCTGGCCCCGG
CGGGCACTGGCGTCGAAGGTGCGCCCCGTCGTTTCGCCTGCAGTCTATGCCACAA
AACAAAGTCTTCTGACGGGGTGCGTTTGCTCCCGTGCGGGCAGGCAACAGAGGT
ATTCACCCTGGTCATGGGGAGATCGGCGATCGAGCTGGGATAAGAGATACTTC
TGGCAAGCAATGACAACTTGTCAGGACCGGACCGTGCCATATATTTCTCACCTA
GCGCCGCAAAACCTAACAATTTGGGAGTCACTGTGCCACTGAGTTCGACTGGTA
GCTGAATGGAGTCGCTGCTCCACTAAACGAATTGTCAGCACCGCCAGCCGGCC
GAGGACCCGAGTCATAGCGAGGGTAGTAGCGCGCC

20

30

配列番号 56

Prototheca moriformis のNRAMP金属トランスポータープロモーター/5' UTR

ACTAATTGCAATCGTGCAGTAATCATCGATATGGTCACAAGTAGATCCCCTACT
GACACCCTCTCGTACATGTAGGCAATGTCATCGGCGCCGCTCTGCTGACCGATG
CCGACGTAGCAGAGCAGACCCGGGCCGATCTGGGATACGAGCCGGCCCTCCAC
CTGCGCTCGAGGTGGAATCAAGTAAATAACCAATACACTTTTCGACACCACAC
AGAGTTGCACGGACGGTGGCGTACCTCTACGCTCGCGCTCTTCACGCGCTGGAC
GACCGCACGCATGAGCCCCGGGTGGCTTGGTCTGGGCTGCAAAAATGCACAACA
AACAAAGTATCAGACGCTCATGGATGCACACGCGCTCCCAAGCACGCTCAGACT
AAATATTACAGTAGCTCGTATCTGATAAGATATCGAGACATACCGCTCAACTCA

40

【0 7 7 9】

【数 3 4】

CCCGCAAACCTGCGCCCCGCCAGGTGATGCGCACAGGGCCCCACCATGCGATCC
ATCGCATCGCTCCTCGAGGGCGCTATCACGTGGCCGGAGAGCGTTACAGCGT
ACGCCACTGTATCTGGGCGGTATGCGGTCCGTCAACATGGAGACAGATACCCG
CACCACCACCTTGCAAGCTCTTCCATATTGGAAGTAGAAAATTGTAATTGTATC
ATCGCACGAGGGGGCCAACTTGCCGTCGGCGAGCTGGGCGACGAACACCACCTG
GACGTTGTCGAGACTCGCTCGTGCCGTGCGCCGGGCGCTGGGTATCCAGACCG
TCGCC

配列番号 57

Prototheca moriformis の Flap Flagellar 関連タンパク質プロモーター／5' UTR

CAACGACAACCAGCAGGCAACTCGGTCAGCGACCCAACACGCGAGTCAAATTG
TTGCGTGTTCTTGCCCTTGCTATTTACTGTGATAGCAAGACTGTCGGTCAGTCAA
TACCGCGGTGCGCACGTGCGGGTGCCAAGCCTAGCAGAGCACGGGACGGCTGG
TGCTGTGCGCCAGCTCAGCTCGCTTCGCGACCAATTGTAGGACCGGCAAAGTCA
CCAAAACATGCCAGCGGTGCGATTCAATTGGTCATGAGCTCTACAAAATTGTTT
TGTGCGTCGCGCAGGTATCCAACGGCGCGGCAGAGAAAGTTTGACAGCTCTCG
ATTTTCATCTCGGAAAAATGGGGAGAATTTATGACACACAAGTGCGCAGGCGGC
CCAGGCGGCCAGCATATTCTGGCGTGACCTGGGCCGCCCAAAAATGCTTGGA
TGCACTCTAAAATAATTATATTTGCCATGAACAAGGGAAGAGTTACCGCACCCA
GCCCTAGACTTGGGCGCCCGAGCAAGGTTACGTCAAGCCACCTTCGCCCATCGC
CCAACTCCGTATTTCCCGACAGCCGACGTGGCCCTCGCCGGAATGAACCCTGA
ATCGGCATCACGCCACGCGTTCGCCAATCGTTCCGCTCTCTGGCTTCATCGGCC
TGCGCCTTCACGTCTGTGGTCACGACAGTGCAATTCATACTTCCATTTGCACCTCG
GCACACACTTTTACGCATCGCCTACCCCTGCTGCGGCAGTCTAGGGTCACTTTG
CAGCCATGGGACAGTGCTACACCACCGTCGGTGCGCAAAGCTATTTCAAGTGA
ACCGTGCGGCGGAAAAAAGGAATGTACACTGTCTCAACCGACTCCTACAATTGT
TTACCATGCAGATCAGAGCTCGACGGCCATCATCGAGCAGGTGTGGGGCCTTG
GTGGCGCGGCGCGGGGCCCCAGGGCGTCGCAGGCATTGATGGCACTCTGAGAC
TTTCGCACGCGCATGAGGGACCCCATCAAGAGAAGAGTGTGTCTTTATGTCCCC
ATTCATGATGATGTATCTTGTGATTGTGCGAGTTTGGCAAGTTTAACCGGATCG
CCGCTCCAGGTGTGGCGTGCGGATTTTTCTAGGGGTGCTTGAGCAGTCG

配列番号 58

Prototheca moriformis の SulfRed 亜硫酸還元酵素プロモーター／5' UTR

GGCCCAGGGCCCTGCGGATGGCCCACACCAGATCTAGCCTCTCTTATGCCATGC
CCGCCCTCGCTGCCCCTCGTATCCCCCGCCGATCCGCGCGTAGGGGACCGCGGC
CTGACCCACGCCACGAAAGAGCTTTGCTCCTCAATTTCTCGCCAACAGAACCGT
ATCAAACGCTCAACGCCTATCCCGAACAATCCGTATTCACACCAAATCGAGTAT
ACCGGACTGGTTTGCCTAGTCTTGAAGGAAATGATCCCGTCCATGCTCGGAAGG
GGGAGCGGGCGGAGGATCCTACTCATCTCTGAAATGGGATTGGTCCGAAGATG
GGTTGGGCAAGCACGTGCCAAACCCCGAGCGAGTTGCTGACGAGCAGGCTCATC
CAATCCCCCGGCGAATCCTCCCTCACGCCCCGCATGCATACAAGTCCCTCCCAC
ACGCCCCCTCCCATCCATTTTCGCCTGGTCCGAACGCGAGCGGCGTCGAGGCGG
ACCACTTGCTCCGCGAGCGCCGTCTGGGTCTCCACCCACAGCGGCTTTGCTGCC
AGAGGCACCCCCCTTGCCCCACCTCCTCTTGACGCC

【0 7 8 0】

【数 3 5】

配列番号 59

Prototheca moriformis の SugT Sugar トランスポーター
プロモーター／5' UTR

CCAGGCAGGCGGTAGGGTTGCCGATTGCTTGAGCGAATTGGAAGATATAATTTT
TTGTGGTGTCCCTGGACGCTGTTTGTGGCGCTCCTTTTTGGAGAAGATTGCGTG
GGGGAGCTTTCCATGTACCACGCTTCCTTCTGAAAGGATTCTGGCCGAGTCCTG
ATGAGCCCCAAGAAAAACACCTGCCTTTCAGTGCTGGCACTCTGAAAACGTCAA
CAGATGATTATACATGTCACAAAAGGCAGCCGATTAGGAACGGGAGCTCTGGC
CGTTCGTTTGGCTGCCTGGGCTGATTGAAGTGATCCACCCTGTTTGAATGAAGG
CGGTCGAGTCGAATTATCGACCGGAGCTGTCGGGAAGGCGTCCGGGGCAGAGT
GAGGTGCTGCGGCCTGGTTGTCGTTCAAAAAGACCCCGGTAGCCCAACAATCA
CGAACGAAAGGAATATAATTGCTTGCTACTATACATTTCAGTTTCTATGTGGCG
GGTAGACAAGTCTCATGGGCTTCTAAAGGCTGTCCCTTGAAGGCTACTTATAAA
AACTTGCTGCGCCATGGCACGGATCGCGCTTGCAGGCTGCAACCTGCGCGC
AAGGTCAAATACACAGCAAAAGATACTAACAGAATTTCTAAAAACATTTAAAT
ATTTGTTTCGACCAGCCAATTGTGGTTCGTAGGCACGCAAAAGACTTTGTTTGC
GCCACCGAGCATCCACGCTGGCAGTCAAGCCAGTCCGATGTGCATTGCGTGG
CAGCATCGAGGAGCATCAAAAACCTCGTGCACGCTTTTCTGTCAATCATCATCA
ACCACTCCACCATGTATACCCGATGCATCGCGGTGCGCAGCGCGCCACGCGTCC
CAGACCCGCCCAAAAACCCAGCAGCGGCGAAAAGCAAATCTTCACTTGCCCGAA
ACCCCGAGCAGCGGCATTACACGCTGGGCGAAAACCCCACTTGCCCTAACAGG
CGTATGTCTGCTGTACGATGCCTGACAACGGTATTATAGATATACACTGATTA
ATGTTTGAGTGTGTGCGAGTCGCGAATCAGGAATGAATTGCTAGTAGGCACTCC
GACCGGGCGGGGGCCGAGGGACCA

10

20

配列番号 60

Prototheca moriformis の Amt03-アンモニウムトランスポー
タープロモーター／5' UTR

GGCCGACAGGACGCGCGTCAAAGGTGCTGGGCGTGTATGCCCTGGTCGGCAGG
TCGTTGCTGTTGCTGCGCTCGTGTTCCGCAACCCTGATTTTGGCGTCTTATTCT
GGCGTGGCAAGCGCTGACGCCCCGCGAGCCGGGCGGCGGCGATGCGGTGTCTC
ACGGCTGCCGAGCTCCAAGGGAGGCAAGAGCGCCCGGATCAGCTGAAGGGCTT
TACACGCAAGGTACAGCCGCTCCTGCAAGGCTGCGTGGTGGACTTGAACCTGT
AGGTCCTCTGCTGAAGTTCCTCCACTACCTCACCAGGCCAGCAGACCAAAGCA
CAGGCTTTTTCAGGTCCGTGTATCCACTCTAAAACACTCGACTACGACCTACTG
ATGGCCCTAGATTCTTCATCAACAATGCCTGAGACACTTGCTCAGAATTGAAAC
TCCCTGAAGGGACCACCAGAGGCCCTGAGTTGTTTCTTCCCCCGTGGCGAGCT
GCCAGCCAGGCTGTACCTGTGATCGAGGCTGGCGGGAAAATAGGCTTCGTGTG
CTCAGGTATGGGAGGTGCAGGACAGCTCATGAAACGCCAACAATCGCACAAT
TCATGTCAAGCTAATCAGCTATTTCTCTTACGAGCTGTAATTGTCCCAAAAT
TCTGGTCTACCGGGGGTGATCCTTCGTGTACGGGCCCCCTCCCTCAACCCTAGGT
ATGCGCGCATGCGGTGCGCGCAACTCGCGCGAGGGCCGAGGGTTTGGGACG
GGCCGTCCCGAAATGCAGTTGCACCCGGATGCGCGGCGCCTTTCTTGCGATAAT
TTATGCAATGGACTGCTCTGCAAATTTCTGGGTCTGTGCGCAACCCTAGGATCA
GCGGCGTAGGATTTTCGTAATCATTCGTCCTGATGGGGAGCTACCGACTACCTA
ATATCAGCCCGGCTGCCTGACGCCAGCGTCCACTTTTTCGTACACATTCCATTC
GTGCCCAAGACATTTTCATTGTGGTGCAGGCGTCCCCAGTTACGCTCACCTGTT

30

40

【0 7 8 1】

【数 3 6】

TCCCGACCTCCTTACTGTTCTGTCGACAGAGCGGGCCACAGGCCGGTCGCAGC
C

配列番号 61

Prototheca moriformis の Amt 02-アンモニウムトランスポー
タープロモーター／5' UTR

TCACCAGCGGACAAAGCACCGGTGTATCAGGTCCGTGTCATCCACTCTAAAGA
GCTCGACTACGACCTACTGATGGCCCTAGATTCTTCATCAAAAACGCCTGAGAC
ACTTGCCCAGGATTGAACTCCCTGAAGGGACCACCAGGGGCCCTGAGTTGTTC
CTTCCCCCGTGGCGAGCTGCCAGCCAGGCTGTACCTGTGATCGGGGCTGGCGG
GAAAACAGGCTTCGTGTGCTCAGGTTATGGGAGGTGCAGGACAGCTCATTAAA
CGCCAACAATCGCACAAATTCATGGCAAGCTAATCAGTTATTTCCCATTAACGAG
CTATAATTGTCCCAAAATTCTGGTCTACCGGGGGTGATCCTTCGTGTACGGGCC
CTTCCCTCAACCCTAGGTATGCGCACATGCGGTGCGCCGCGCAACGCGCGCGAG
GGCCGAGGGTTTGGGACGGGGCCGTCCCGAAATGCAGTTGCACCCGGATGCGTG
GCACCTTTTTTTCGATAATTTATGCAATGGACTGCTCTGCAAAATTCTGGCTCT
GTGCGCAACCCTAGGATCAGCGGTGTAGGATTTTCGTAATCATTCGTCTGATGG
GGAGCTACCGACTGCCCTAGTATCAGCCCGACTGCCTGACGCCAGCGTCCACTT
TTGTGCACACATTCCATTTCGTGCCCAAGACATTTTCATTGTGGTGCGAAGCGTCC
CCAGTTACGCTCACCTGATCCCCAACCTCCTTATTGTTCTGTCGACAGAGTGGG
CCCAGAGGCCGGTCGCAGCC

10

20

配列番号 62

Prototheca moriformis の Aat-01 アミノ酸トランスポーター
プロモーター／5' UTR

CGAAGGGGTCTGCATCGATTGCGCGGGTCTGGAGGCCAGCGTGACTGCTCGCG
AAAATGCTCTGCCGTGTGCGGCTCTGGCTGGGGCGGCCAGAGATCTCACCGTGC
CACACGCAACTGCCGCACTCTGTGCCCCGCCACCTGGCGCGCACATGCGACCTCT
TCCCCGTCATACCCTCTCCTCATGTGATCTTTCCACACGAGTGACGCAAGGTGCG
CGGAGTGGAGGGAATCAGGACGTTTTCAAGGTACCTGCTCGAGCCGTACCAAC
AGCTGCCGCCCGGCAAGGAAGAGATCGAGGCAGAGATTGCCCGGCTGGAGGCC
CGGATAACGGAGCTCAAGAGCAAGCTGTCCGAGTGAGACCGCCAGGTGCACG
TGTCGACTCGCTATGACATGTACTCGACACAACATGAGGAATTCATCGAATTTG
TAGGAAGCGGGCATTGGTACGGGAGTGGGAAAGCGAAAAAACCTCCCTCCGGC
AGTGCCATCTGCCGGAGTCGAACGTTGATAGGGTTCTCGTGACAGGGTGTGACC
TCTCAGCCTTGCATCAATTAACGCTATAGACATTATCAGTAACCGTGAATCCC
GCATTGGATGCCACCCGCGCGACCATTTGGGGACCTGCATTACAGATCTAGGTG
AGATGACAGCGAGGCAACTTCGGCCCCGCGGCCAGCTTGCGGCGCACCAATAT
TGGTCACGGGAAGCCACACACCGACCATAAATGAATACTTGTAAGCTATGTCA
ACCGATCAATGGCGTCGAAAGTGTGCCACGAGGATCCATCTGGCGGGGCGGCG
TGGCGCACAAAGCGCAGTCGCAATTTCTCGGACCCATCTGACCTAGGCCAGCGC
CGCGGGAGAAATCCCCGGCGGGTCTCCACGCAGTAACCTAATGAGTATCGA
GCGCCGACCATTTACACCATCGCCCCGAAATCCTTCCGACATTATTATTATCT
TTAGATCTTGGAACAGACTCTGCCAACC

30

40

配列番号 63

Prototheca moriformis の Aat 02-アミノ酸トランスポーター
プロモーター／5' UTR

【0 7 8 2】

【数 3 7】

AGAGAGCGGAGGTGGGGTTGTGAGGTGGGGTTGCTGACCAGGAGCTCGCGTCG
 CCGAGCGCGACTCGCACACGGTCCAGTTACCCCCCCTCCGCCCCAACGCAAG
 CCTCCCATCTTGATGCCTTTCCGGCCACCTATACTATTTCTTAGTTTCGCTGTAAC
 ATCCAGACCGTCCTGAATAATAACAATGCCCTGTGTCAAGTGCAATTCCTAAAAA
 AATTCTGTCCCAACCAACAATCCACCTGAAATACCACCAGCCCTGCCAGTAC
 ACTCTTCCAATACCATCTCCCTACCTCCACGCGCAAGCGACCCCCATGCGCGAC
 CAGGCTCGAAAGTGATTTATGACTTGAGACGAGCGAGTGCGGGCGCGGTCGAC
 TGCCTTTTCATCACGTGCCGTACGTCGGCGACCGCTAGGGCTTTGCACGGCAAC
 GCACGGCTTCGCCAACCCGACCAGCCAGGACCTCGACTACTCTACCGCGAATTC
 GCCTCAAGAAGTCGCCAAATGTGCCATACACCATTCTTACAGCACTGTTCAAA
 CTTGATGCCAATTTTGACATTTCGGGTGCTCGTTGGCTGCGCCCACATCGGGCCG
 TGAGTGCAGCAGGCGGGATCGGACACGGAGGACGCGGCGTCACGCCCCGAACG
 CAGCCCGTAACCTCTACATCAACACGACGTGTTGCGTAATCCCGCCCGGCTGCGC
 ATCGTGCCAACCCATTGCGGATGGATGGTTCGGAAAATGGTGTGCCAACTGCCCT
 GAGGGAGGCTCTCGCGAAACGGGACGTCCTGAAACCGAAACTGTGGCCTTG
 TCGTCGGCCACGCAAGCACGTGGACCCTAAACACCAAGAAAATCAGTAAACAA
 GGTTGACATCCTCTACGGGCGAATTGTTTGCCCAACCCCTTCATCGCACACTGCC
 ATTATAATGCATCTAGCTCGGCGACAAGTTTAGAAAAGGCAGGCTGCATTGTTT
 CATTTGCGCGTGCGGCGGTGGGTGCCCATTTTACGAGGTTTGGGCTCCCGGGCA
 GCGACCGAGCCAGGTCGAGTCCCTCTCGCCGTCGACAATGTTGCGAACCCAC
 AAGCGGCTAACAACTTGATGGTACCTGTACACTGCCAATTCCTTCTTCCCC
 GGCCGAGGTTTACACGTGATGGCCATGGCTTCGCATTACAGGCCGACTTCCATT
 CCGACTTTCCAGAGGGTCCGCGGACGCTGGGGGTGGCTGCCTGAGGCCCACC
 CTTTGTTCCTCCGCGTCCCGACAAACACAATTGCGTTACATAAGGGGGAGCCGCC
 CCCGTTTCAGAGTGCAGAAATCTTTCCTATATTTTCCAGTCGTCAGCGAAATCA
 AGT

10

20

配列番号 64

Prototheca moriformis の Aat03-アミノ酸トランスポーター
 プロモーター／5' UTR

GATGGTGGGGTGTCTGCCTTGGGCTGGGTGATGGAGGCTGGTGGTGC GCGGGT
 TTCCTGATGCATTCTATCTACGCAAGTGTGATGGTGTCCATTCCACACACAGTA
 CACCCCTTACACTAAGGATCCATCCCTCCTTCCCTCTTCAGGACTACATGGACCC
 CACGAGCTACCGACCGGGCTTTCTCAAAAACGTCAAGGTCATGTTTGACATGCG
 GGACGTGGTGGACGACGTGCAAGGTGCGTCCGGAGTGCGCGCAAATGAGCAAG
 TCGGGCAATGTGTGCGGGGTGGGCACCGGGGCTGGAGATCCGCGATCCCCGAGA
 AAACGCCGTACCACCCCCCGCGCTATTCCCTCGATTGCGCGCAGATGTGGTGAC
 CGACACGGGGGACAACCTGGCGGACATGGGGCGCCGGACCTGGAAGCACGCCA
 AGTCGCACACGGGGAGGCTCGTGCAGTCCCCCATCGTACCTCAAGGGTCTCT
 TTGGTGCAGATCCAAAGTACGCTGGTGGCATGGCATGCCCCGAAATGAACATCA
 TGTGTGATCTCCGATTGCCAATGGCCACCTCCACGGACCACCTTGCAAGGCGGAA
 GCGCAATCCAGGGCCCCGAGCCTGACGAGGACGGAGACTCCTCGTCCAGCGCGG
 GGTCCCCGACCCGACGACGAGCCGACCCCTGCTAACCCGGCAACGATCGGAC
 CAGCAACCTTGCTGTAGTTCCGATCCGTGATGACGGGCATTGCCGCCGCTCGAT
 CCGCTTTGATGACTGTCTATTATTTGCGCGGAGCCCCCTCGGAACCCTACCCCG
 CTCTTGCAAGCCCCTTGATCGGAGATCCTCGTGCGCCCGCCATGACCCCACTG
 GATTGCCCAACATCCTTCTTTATCGTGTAATAATGTGATTCTCGGCTGCAATCG
 ACTGGCCTTCGCTTCTGGCCCCAAGAGGGCTCGAACGTGCGGCAGCGAGGGCG

30

40

【0 7 8 3】

【数 3 8】

CTGACACACCCAAGCCCTAGGGCTTTCAACGTCGGCTGCCAGGCCGGATAGGG
GGATCGCCTCCTTTCCACCACCCACCTACGAGGGATTGAGTCGGCTTCCAGCT
CAGCTATTCGGCCGCGCCCCGGCCCTGCAGACGTCCTCCAGTTTCCGAACAGG
TCGCTCTCAGAACACCTGCCGCGGCTGCGATACGGCAGGCTCTCAAAGCGTCG
AC

配列番号 65

Prototheca moriformis の Aat 04-アミノ酸トランスポーター
プロモーター／5' UTR

10

CGCGTGGAGCGGTGCGTGCGGATGCCGCGCGCCTGCCAAGGCCTTTTGTATGCC
TGGCCTGGGAAGTTTCTGACTGAAGCATCTTCAAGATGCTCTCTCACGACCAG
CGACACCAACACCGTCACTTTTTGCCCCCTCCTGCCGCAGGTGCCACTTTCTACTT
TGACGTCTTCTCCAGGCGGTACATTGCGGGACTGAGCGCCAATTCGGCCAAGA
ACAGCGCTGTGCACTTGAGGAGGCAGGGGTCCGTCGACTCTGCCGAGTGACAC
GCCTTCGACCCGACTGTACTACGGCCTGCTGAAGAGTGGGTCTCGCCGGCCGGC
GTGACCGGCCCTGTGCCACAAATCGACCATCTATTCGCTCCTTGTCATCTGGCG
CCGTCAATTGCCCGCGACTTGACGGCAACTGGCTCGATCGAGTCGTATTGAAAA
AGCACGTTTTTGTCTACAGGGCCGCGGTCCGTTACCAACGTGGTTCTCGTTAGG
TTTTCGTCGGGCGGTGGTGCGCGAACTGTCCGATGCCATCCCGGCAAACCCAG
CAAGGTCGCCAGTCTGGTTCTGACGCAATAGAGTGCGTTTTTGGGCCAGTCTAAA
AATTCGTCTGGCATGACGTGGCTCCACATCGTACCCGGAGCCTGCCTTGTAAT
GTGAGGCACCGGTGCCAACTCCATTATGGCAGGCATCGAGCGCGCAGGTGAGT
ACATGACCTTCCGTGAATTGGGAAGGCGAGCTTGTGTAACGCCTGCGATCGTGC
CAGTGAGGCATCGTAAACTCAAAATATTTTGTAGAAAGTGTCTGATGCCTGGTG
AGGCTGCGTAGGGCAAGGGCAAGCCCTTGGCAGATGGGTAATGGGTCCGGACC
TCACAACAGCAACCCCGCGTCCCCCTTAGGGCCCCCTGAGGCTCGATGGCAGGG
CCAGCGAGCCCGCGGCCAAAGGGCGCCATCCCACGGTCGCCCAACGACTCCAC
GGGTCTATACCTCATCTTGAATGGCACTAAAACTATAGAATATCGGGCACTG
GTGGGCGTCTGGGGTACAGCTGGCCGAGCGCAGTGGCAAACCCTAGGTCCCGC
CTCAAGGGCGATTCCCGGGTCAATGACACGCAAGCAAGATCACATGGCGCGGT
CCGCCTCGCGGCTCCACACCCAGGCCCTAGTTTCGCAACCCATAAATATCGCCC
CGATACCATCATAAGCCAGCAAATAATTTTTTATCAGAGTTCCAAACCTCCTCA
GCTGTGGGAAACCAGCCCACTCTGAACG

20

30

配列番号 66

Prototheca moriformis の Aat 05-アミノ酸トランスポーター
プロモーター／5' UTR

CCGAGCAGTTCATGGCCAAGTACAAGGACTAGAGACCGGAGGTGCGTAGGCTG
AATGGAGCTGGCGTCGTGTCGCGACGTGCACGCGATGCGATACTACGACCC
CACAAACGCATGCCTCCCATCTTGATGCCTTTCCGGCCATTTATACTATTTCTCA
TTTCGCTGTAACATCTTGAATAATAGAATTGCCCTGTGTCAAGTGGAATCCAAG
AAATATTCTGTCCCAACAAAACAACCCAACCTGAAAACAACCTCAAATACCAC
CAGCCCTGCCACCTGCCAGTACACTTTTCCAATACCATCTCCCTACCTTCAC
GCGCAAGCGGCACCCATGCGCGACCAAGGCTCGAAAGGATTTACGACTCAGGA
CGAGCGAGTGGCGGCGGACCGCCTGCCTGTTTCGTCACGTGCCGTACGTCCGC
GACCGCTAGAGCTTTGCCTGGCAACCCCCGGCTTCGTCAACCCGGCCAGCCAGG
ATCTCGACCACTCTACCGCGAAATCGCCTCAAGAAGTCGCCAAAAGTGCCGTA
CACCATGCTTCGACGCGCTGTTCAAACCTTGATGCCAATCTTGACAATCAGGTTG

40

【0 7 8 4】

【数 3 9】

CTCGTTGGCTGCGTCCACATCGGCCGTGATTGCAGCAGGCGGGGATCGGACAC
GGAGGACGCGGCGTCACGCCGGAACGCAGCCCGTAACTCTACATCAACGCGA
TATGTTGCGTAATCCCGCCCGGCTGCGCATTGTGACAACCCATTCGCGATGGAT
GGTCGGAATAATGGTGTGCCAACTGCCCTGAGGGACTCTCTCGCGAAACGGGCA
CGTCCCTGTATCCGAAACTGTGGCATGGCCTTGTTCGACCACGCAAGCACGTGGA
CCCTAACACCACGAAAATAAGTAAAAAAGGTTGACATCCTCTACGAGCGAATT
GTTTGCTCGACCCTTCATCGCACACTGTCATTATAATGCATCTAGCTCGGCGAC
AAGTTTAAAAAAGGCAGGCTGCATTATTCCATTTTGCCGTGGCGGCATGGGTGC
CCATTTTATGAGGTTTGGGCTCTTGGGCAGCGACCGAGCCAGGTTGAGTCCCTC
TCGCCCCTCGACAACGTTCCAAAGCCCCATAAGTGGCTAATAAAACAATTGATG
GTACCTGTACACTGCCAGTTCCTTCTTCCCCGGCCGAGGTTTACACGTGATGGC
CATGGCTTCGCGTTTCAGGCTGACTTCCCATTCCGACTTTCAGAGGGTCCGCG
GACGCCGGGGGTTGGCTGCGTGAGGCCACCCCTTGTTCGCCGCTCCCGACAA
ACACAATTGCGTTACATAAGGGGGAAGCCGCCCCCGTTTCAGAGTGCAAACAT
CTTTCATTATATTTTTCAGTCGTCAGCGAAATCAAGTATGTCGCTGACAGGCAT
GAAGGCC

10

配列番号 67

Prototheca moriformis の Aat 01 の推定プロモーター／5' U
TR を試験するためのレポーター構築物の関連部分

20

GCTCTTCGGCCGCCGCGCCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCGACTCGCGCTCCGCCTG
CGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCGCCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCGCGTC
GCTGATGTCCATCACCAGGTCCATGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTG
CTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGGAGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCC
TGACGTGGTTCGCGGCTCTGGGAGCGGGCCAGCATCATCTGGCTCTGCCGCACCG
AGGCCGCTCCAACCTGGTCTCCAGCAGCCGCGAGTCGCCGCCGACCTGGCAG
AGGAAGACAGGTGAGGGGGGTATGAATTGTACAGAACACCACGAGCCTTGTC
TAGGCAGAATCCCTACCAGTCATGGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGC
TGTCAGCGACCCCTCGCTGCCGCCGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCG
TGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCACGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGA
CAGTCGGGGAACCTCTGATCAGTCTAAACCCCTTGCAGCTTAGTGTGGCATCC
TTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACTTGTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCT
CCCAGACCAATTCTGTACCTTTTGGCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAG
AGGACAGCAGTGCCAGCCGCTGGGGGTTGGCGGATGCACGCTCAGGTACCCT
TTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTC
CCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGG
CTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGG
CCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCT
AGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAA
GGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCCATGC
TGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCT
CCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCACTTCACCCCCAACAAAG
GGCTGGATGAACGACCCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTG
GCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCCGTCTGGGGGACGCCCTTGTT
CTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATCG
CCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGG
ACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCT
GCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCC
TACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGCT

30

40

【0 7 8 5】

【数 4 0】

GGCCGCCAACTCCACCCAGTTCGCGGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTC
CCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGATCT
ACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTCGCCAACGAG
GGCTTCCTCGGCTACCAAGTACGAGTGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAG
CAGGACCCAGCAAGTCTACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCC
CCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTCGTGCGCAGCTTCAACGGCACCCAC
TTCGAGGCCTTCGACAACCAAGTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTAC
GCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATC
GCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGTACTCCGCTTCGTGCCCCACCAACCCCTGGCGC
TCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAAC
CCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAA
CGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAA
GCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGT
ACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCC
TCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAG
GTGTCCGCGTCTCCTTCTTCTGGAACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTG
AAGGAGAACCCCTACTTCAACCAACCGCATGAGCGTGAACAACCAGCCCTTCAA
GAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACA
TCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAACACCTACTTCA
TGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAAC
CTGTTCTACATCGACAAGTTCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGC
AGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTT
GCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACA
GCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTG
TGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGC
ATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCT
CCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCTGTATTCTCCTGG
TACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGA
TGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGAGGAACGC
TGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAATAACCACCT
GACGAATGCGCTTGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCACACACGTG
CCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATGGTCGAAAC
GTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCATCGAATTTGTAGGAAGCGGGCATTGGT
ACGGGAGTGGGAAAGCGAAAAAACCTCCCTCCGGCAGTGCCATCTGCCGGAGT
CGAACGTTGATAGGGTTCTCGTGACAGGGTGTGACCTCTCAGCCTTGCAAT
TAAACGCTATAGACATTATCAGTAACCGTGAATCCCGCATTGGATGCCACCCGC
GCGACCATTGGGGACCTGCATTACAGATCTAGGTGAGATGACAGCGAGGCAAC
TTCGGCCCCGCGGCCAGCTTGCGGCGCACCAATATTGGTACGCGGAAGCCACA
CACCGACCATAAATGAATACTTGTAAGCTATGTCAACCGATCAATGGCGTCGA
AAGTGTGCCACGAGGATCCATCTGGCGGGGCGGCGTGGCGCACAAAGCGCAGTC
GCAATTTCTCGGACCCATCTGACCTAGGCCAGCGCCGCGGGAGAAATCCCCG
GCGGGTCTCCACGCAGTAACCCTAATGAGTATCGAGCGCCGACCATTACACC
ATCGCCCCCGAAATCCTTCCGACATTATTATTATCTTTTAGATCTTGGAACAG
ACTCTGCCAACCACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCC
CGCTGCGGCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGCGGCCAGCGAG
GCCCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCCCCGACTGGTCCATGCTGTTCCGCGTGAT
CACCACCATCTTCTCCGCCGCCGAGAAGCAGTGGACCAACCTGGAGTGGAAAGC
CCAAGCCCAACCCCCCCCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCCCCACGGCCTGG
TGTTCCGCGCGACCTTCGCCATCCGCAGCTACGAGGTGGGCCCCGACCGCTCCA
CCAGCATCGTGGCCGTGATGAACCACCTGCAGGAGGCCGCCCTGAACCACGCC

10

20

30

40

【0 7 8 6】

【数 4 1】

AAGTCCGTGGGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCAACCCTGGAGATGTCCAA
GCGCGACCTGATCTGGGTGGTGAAGCGCACCCACGTGGCCGTGGAGCGCTACC
CCGCTGGGGCGACACCGTGGAGGTGGAGTGCTGGGTGGGCGCCTCCGGCAAC
AACGGCCGCCGCCACGACTTCCTGGTGCGGACTGCAAGACCGGCGAGATCCT
GACCCGCTGCACCTCCCTGAGCGTGATGATGAACACCCGCACCCGCCGCTGA
GCAAGATCCCCGAGGAGGTGCGCGGCGAGATCGGCCCGCCTTCATCGACAAC
GTGGCCGTGAAGGACGAGGAGATCAAGAAGCCCCAGAAGCTGAACGACTCCAC
CGCCGACTACATCCAGGGCGGCCTGACCCCCCGCTGGAACGACCTGGACATCA
ACCAGCACGTGAACAACATCAAGTACGTGGACTGGATCCTGGAGACCGTGCCC
GACAGCATCTTCGAGAGCCACCACATCTCCTCCTTCACCATCGAGTACCGCCGC
GAGTGCACCATGGACAGCGTGCTGCAGTCCCTGACCACCGTGAGCGGGCGGCTC
CTCCGAGGCCGGCCTGGTGTGCGAGCACCTGCTGCAGCTGGAGGGCGGCAGCG
AGGTGCTGCGCGCCAAGACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACCGACTCCTTCCGC
GGCATCAGCGTGATCCCCGCCGAGTCCAGCGTGATGGACTACAAGGACCACGA
CGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGAC
TCGAGTTAATTAACCTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTG
GACGCTGGTCTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGA
ATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGC
GCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATC
CCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCC
TGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTGCACAGCCTTGG
TTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAA
TGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTGTAGAGC
TCCTTGTTTTCCAGAAGGAGTTGCTCCTTGAGCCTTTCATTCTCAGCCTCGATAA
CCTCCAAAGCCGCTCTAATTGTGGAGGGGGTTTGAATTTAAAAGCTTGGAATGT
TGGTTCGTGCGTCTGGAACAAGCCCAGACTTGTTGCTCACTGGGAAAAGGACC
ATCAGCTCCAAAAAACTTGCCGCTCAAACCGCGTACCTCTGCTTTCGCGCAATC
TGCCCTGTTGAAATCGCCACCACATTCATATTGTGACGCTTGAGCAGTCTGTAA
TTGCCTCAGAATGTGGAATCATCTGCCCCCTGTGCGAGCCCATGCCAGGCATGT
CGCGGGCGAGGACACCCGCCACTCGTACAGCAGACCATTATGCTACCTCACAA
TAGTTCATAACAGTGACCATATTTCTCGAAGCTCCCCAACGAGCACCTCCATGC
TCTGAGTGGCCACCCCCCGGCCCTGGTGTCTTGCGGAGGGCAGGTCAACCGGCA
TGGGGCTACCGAAATCCCCGACCGGATCCCACCACCCCCGCGATGGGAAGAAT
CTCTCCCCGGGATGTGGGGCCACCACCAGCACAACTGCTGGCCCAGGCGAGC
GTCAAACCATAACACACAAATATCCTTGGCATCGGCCCTGAATTCCTTCTGCCG
CTCTGCTACCCGGTGCTTCTGTCCGAAGCAGGGGTTGCTAGGGATCGCTCCGAG
TCCGCAAACCTTGTGCGGTGGCGGGGCTTGTTCGAGCTTGTTTCGAGCTTGAAG
AGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAATCATGGTCATAGC
TGTTTTCCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATTCCACACAACATACGAGCCG
GAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAGCTAACTCACATTA
ATTGCGTTGCGCTCACTGCCCCGCTTTCAGTCGGGAAACCTGTCGTGCCAGCTG
CATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTGCCTATTGGGCGCTC
TTCC

10

20

30

40

配列番号 68

C. campora チオエステラーゼ順プライマー

TACCCCGCCTGGGGCGACAC

配列番号 69

【0 7 8 7】

【数 4 2】

C. c a m p h o r a チオエステラーゼ逆プライマー

CTTGCTCAGGCGGCGGGTGC

配列番号 70

c d 1 8 9 順プライマー

CCGGATCTCGGCCAGGGCTA

10

配列番号 71

c d 1 8 9 逆プライマー

TCGATGTCGTGCACCGTCGC

配列番号 72

P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s のデルタ 1 2 F A D ノックアウト相同組み換え標的化構築物の 5' ドナー DNA 配列

GCTCTTCGGGTTTGCTCACCCGCGAGGTCGACGCCCAGCATGGCTATCAAGACG
AACAGGCAGCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGC
CATCCCCGCGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTAGCAGCATGTACCTGGC
CTTTGACATCGCGGTCACTGTCCCTGCTCTACGTCGCGTCGACGTACATCGACCC
TGCGCCGGTGCCTACGTGGGTCAAGTATGGCGTCATGTGGCCGCTCTACTGGTT
CTTCCAGGTGTGTGTGAGGGTTGTGGTTGCCCGTATCGAGGTCCTGGTGCGCG
CATGGGGGAGAAGGCGCCTGTCCCGCTGACCCCCCGGCTACCCTCCCGGCAC
CTTCCAGGGCGCCTTCGGCACGGGTGTCTGGGTGTGCGCGCACGAGTGCGGCC
ACCAGGCCTTTTCTCCTCCAGCCAGGCCATCAACGACGGCGTGCGGCTGGTGTTC
ACAGCCTGCTGCTGGTGCCCTACTACTCCTGGAAGCACTCGCACCGCCGCCACC
ACTCCAACACGGGGTGCCTGGACAAGGACGAGGTGTTTGTGCCGCCGCACCGC
GCAGTGCGGCACGAGGGCCTGGAGTGGGAGGAGTGGCTGCCCATCCGCATGGG
CAAGGTGCTGGTCACCCTGACCCTGGGCTGGCCGCTGTACCTCATGTTCAACGT
CGCCTCGCGGCCGTACCCGCGCTTCGCCAACCACTTTGACCCGTGGTCGCCCAT
CTTCAGCAAGCGCGAGGTACCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGT
AGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTT
CGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGG
CGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCT
ACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCG
AGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTCAGTCAC
AACCCGCAAACGGCGCGCC

20

30

配列番号 73

P r o t o t h e c a m o r i f o r m i s のデルタ 1 2 F A D ノックアウト相同組み換え標的化構築物の 3' ドナー DNA 配列

CAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGT
GATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCT
TTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTG
CTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTC
ATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTTGCTATCCCTCAGC
GCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCT

40

【 0 7 8 8 】

【数 4 3】

GTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGG
 AAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAGCATCGAGGTGGTCATCTCCGACCTC
 GCGTTGGTGGCGGTGCTCAGCGGGCTCAGCGTGCTGGGCCGCACCATGGGCTG
 GGCTGGCTGGTCAAGACCTACGTGGTGCCCTACATGATCGTGAACATGTGGCT
 GGTGCTCATCACGCTGCTCCAGCACACGCACCCGGCCCTGCCGCACTACTTCGA
 GAAGGACTGGGACTGGCTACGCGGCGCCATGGCCACCGTCGACCGCTCCATGG
 GCCCGCCCTTCATGGACAGCATCCTGCACCACATCTCCGACACCCACGTGCTGC
 ACCACCTCTTCAGCACCATCCCAGCACTACCACGCCGAGGAGGCCTCCGCCGCCA
 TCCGGCCCATCCTGGGCAAGTACTACCAATCCGACAGCCGCTGGGTGCGCCGC
 GCCCTGTGGGAGGACTGGCGCGACTGCCGCTACGTCGTCCCCGACGCGCCCGA
 GGACGACTCCGCGCTCTGGTTCCACAAGTGAGCGCGCCTGCGCGAGGACGCGAG
 AACAACGCTGCCGCCGTGTCTTTTGACGCGCGACTCCGGCGCTTCGCTGGTGG
 CACCCCATAAAGAAACCTCAATTCTGTTTGTGGAAGACACGGTGTACCCCA
 CCCACCCACCTGCACCTCTATTATTGGTATTATTGACGCGGGAGTGGGCGTTGT
 ACCCTACAACGTAGCTTCTCTAGTTTTTCAGCTGGCTCCCACCATTGTAAAGAGC
 CTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAATCATGGTCATAGCTGT
 TTCCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATTCCACACAACATACGAGCCGGAA
 GCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAGCTAACTCACATTAATT
 GCGTTGCGCTCACTGCCCGCTTTCAGTCGGGAAACCTGTCGTGCCAGCTGCAT
 TAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTGCGTATTGGGCGCTCTTC
 C

10

20

配列番号 74

Prototheca moriformis のデルタ 12 F AD ノックアウト相同組み
 換え標的化構築物

GCTCTTCGGGTTTGCTCACCCGCGAGGTCGACGCCCAGCATGGCTATCAAGACG
 AACAGGCAGCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGC
 CATCCCCGCGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTAGCAGCATGTACCTGGC
 CTTTGACATCGCGGTATGTCCCTGCTCTACGTGCGCTCGACGTACATCGACCC
 TGCGCCGGTGCCCTACGTGGGTCAAGTATGGCGTCATGTGGCCGCTCTACTGGTT
 CTTCCAGGTGTGTGTGAGGGTTGTGGTTGCCCGTATCGAGGTCCTGGTGGCGCG
 CATGGGGGAGAAGGCGCCTGTCCCGCTGACCCCCCGGCTACCCTCCCGGCAC
 CTTCCAGGGCGCCTTCGGCACGGGTGTCTGGGTGTGCGCGCACGAGTGCGGCC
 ACCAGGCCTTTTCCTCCAGCCAGGCCATCAACGACGGCGTGGGCCTGGTGTTC
 ACAGCCTGCTGCTGGTGCCCTACTACTCCTGGAAGCACTCGCACCGCCGCCACC
 ACTCCAACACGGGGTGCCTGGACAAGGACGAGGTGTTTGTGCCGCCGCACCGC
 GCAGTGGCGCACGAGGGCCTGGAGTGGGAGGAGTGGCTGCCCATCCGCATGGG
 CAAGGTGCTGGTCACCCTGACCCTGGGCTGGCCGCTGTACCTCATGTTCAACGT
 CGCCTCGCGGCCGTACCCGCGCTTCGCCAACCACTTTGACCCGTGGTCGCCCAT
 CTTAGCAAGCGCGAGGTACCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGT
 AGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTT
 CGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGG
 CGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCGCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCT
 ACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCG
 AGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTCAGTCAC
 AACCCGCAAACGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTGCTGGCCGG
 CTTGCCCGCAAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCT
 GGTGCACTTACCCCCAACAAGGGCTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGT
 ACGACGAGAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGAC

30

40

【0 7 8 9】

【数 4 4】

ACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTCTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACC
AACTGGGAGGACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGC
CTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGA
CACCATCGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGG
AGTCCGAGGAGCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTCACC
GAGTACCAGAAGAACCCCGTGCTGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCGCGACCC
GAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGT
CCCAGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAG
CTGGAGTCCGCGTTTCGCCAACGAGGGCTTCCTCGGCTACCAGTACGAGTGCCCC
GGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCCTACTGGGTGAT
GTTCACTCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCGGCGGCTCCTTCAACCACTACTT
CGTCGGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGGCCTTCGACAACCACTCCGCGT
GGTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCC
GACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAACTGGGAGTACTCCG
CCTTCGTGCCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCT
CCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAG
GCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCAC
CAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTGACCTGTCCAACAGCA
CCGGCACCCCTGGAGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCT
CCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCG
AGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCCTCCTTCTTCTGACC
GCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCTACTTCACCAACCGC
ATGAGCGTGAACAACCAAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAA
GGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCG
ACGTCGTGTCCACCAACACCTACTTTCATGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCG
TGAACATGACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTTCAGGTG
CGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTC
TGGACGCTGGTCTGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGT
GAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTAC
GCGCTTTTGCAGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCA
TCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGT
CCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCTCGCACAGCCTT
GGTTTGGGCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGC
AATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAGCATCGAGGT
GGTCATCTCCGACCTCGCGTTGGTGGCGGTGCTCAGCGGGCTCAGCGTGCTGGG
CCGCACCATGGGCTGGGCCTGGCTGGTCAAGACCTACGTGGTGCCCTACATGAT
CGTGAACATGTGGCTGGTGTCTATCAGCTGCTCCAGCACACGCACCCGGCCCT
GCCGCACTACTTCGAGAAGGACTGGGACTGGCTACGCGGCGCCATGGCCACCG
TCGACCGCTCCATGGGCCCCGCCCTTCATGGACAGCATCCTGCACCACATCTCCG
ACACCCACGTGCTGCACCACCTCTTCAGCACCATCCCGCACTACCACGCCGAGG
AGGCCTCCGCCGCCATCCGGCCCATCCTGGGCAAGTACTACCAATCCGACAGCC
GCTGGGTCCGGCCGCGCCCTGTGGGAGGACTGGCGCGACTGCCGCTACGTGCTC
CCCGACGCGCCCGAGGACGACTCCGCGCTCTGGTTCCACAAGTGAGCGCGCCT
GCGCGAGGACGCAGAACAACGCTGCCGCCGTGTCTTTTGCACGCGCGACTCCG
GCGCTTCGCTGGTGGCACCCCCATAAAGAAACCCTCAATTCTGTTTGTGGAAGA
CACGGTGTACCCCCACCCACCCACCTGCACCTCTATTATTGGTATTATTGACGC
GGGAGTGGGCGTTGTACCCTACAACGTAGCTTCTCTAGTTTTTCAGCTGGCTCCC
ACCATTGTAAAGAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAA
TCATGGTCATAGCTGTTTCCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATTCCACAC
AACATACGAGCCGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAG

10

20

30

40

【0 7 9 0】

【数 4 5】

CTAACTCACATTAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCGCTTTCCAGTCGGGAAACCT
GTCGTGCCAGCTGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTGC
GTATTGGGCGCTCTTCC

配列番号 75

Prototheca moriformis の SAD2A ノックアウト相同組み換え標
的化構築物の 5' ドナー DNA 配列

GCTCTTCCGCCTGGAGCTGGTGCAGAGCATGGGTCACTTTGCGGAGGAGAGGG
TGCTCCCCGTGCTGCACCCCGTGGACAAGCTGTGGCAGCCGAGGACTTCCTGC
CCGACCCCGAGTCGCCCCGACTTCGAGGACCAGGTGGCGGAGCTGCGCGCGCGC
GCCAAGGACCTGCCCCGACGAGTACTTTGTGGTGTCTGGTGGGCGACATGATCAC
GGAGGAGGCGCTGCCGACCTACATGGCCATGCTCAACACCTTGGACGGTGTGC
GCGACGACACGGGCGCGGCTGACCACCCGTGGGCGCGCTGGACGCGGCAGTGG
GTGGCCGAGGAGAACCGGCACGGCGACCTGCTGAACAAGTACTGTTGGCTGAC
GGGGCGCGTCAACATGCGGGCCGTGGAGGTGACCATCAACAACCTGATCAAGA
GCGGCATGAACCCGCAGACGGACAACAACCTTACTTGGGCTTCGTCTACACCT
CCTTCCAGGAGCGCGCCACCAAGTAGGTACC

10

配列番号 76

Prototheca moriformis の SAD2A ノックアウト相同組み換え標
的化構築物の 3' ドナー DNA 配列

20

CAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGT
GATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCT
TTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTG
CTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCGAGCATCCCCTTCCCTCGTTTC
ATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGC
GCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCCT
GTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGG
AAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAGGATCGTAGAGCTCCAGCCACGGCA
ACACCGCGCGCCTGGCGGCCGAGCACGGCGACAAGGGCCTGAGCAAGATCTGC
GGGCTGATCGCCAGCGACGAGGGCCGGCACGAGATCGCCTACACGCGCATCGT
GGACGAGTTCTTCCGCCTCGACCCCGAGGGCGCCGTCGCCGCCTACGCCAACAT
GATGCGCAAGCAGATCACCATGCCCCGCGCACCTCATGGACGACATGGGCCACG
GCGAGGCCAACCCGGGCGCAACCTCTTCGCCGACTTCTCCGCCGTCGCCGAGA
AGATCGACGTCTACGACGCCGAGGACTACTGCCGCATCCTGGAGCACCTCAAC
GCGCGCTGGAAGGTGGACGAGCGCCAGGTCAGCGGCCAGGCCGCCGCGGACCA
GGAGTACGTTCTGGGCCTGCCCCAGCGCTTCCGGAACCTCGCCGAGAAGACCG
CCGCCAAGCGCAAGCGCGTCGCGCGCAGGCCCGTCGCCTTCTCCTGGAGAGAA
GAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAATCATGGTCATA
GCTGTTTCCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATTCCACACAACATACGAGC
CGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAGCTAACTCACAT
TAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCGCTTTCCAGTCGGGAAACCTGTCGTGCCAGC
TGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTGCGTATTGGGCGC
TCTTCC

30

40

配列番号 77

Prototheca moriformis の SAD2A ノックアウト相同組み換え標
的化構築物

【0 7 9 1】

【数 4 6】

GCTCTTCCGCCTGGAGCTGGTGCAGAGCATGGGTTCAGTTTGC GGAGGAGAGGG
TGCTCCCCGTGCTGCACCCCGTGGACAAGCTGTGGCAGCCGCAGGACTTCCTGC
CCGACCCCGAGTCGCCCCGACTTCGAGGACCAGGTGGCGGAGCTGCGCGCGCGC
GCCAAGGACCTGCCCGACGAGTACTTTGTGGTGCTGGTGGGCGACATGATCAC
GGAGGAGGCGCTGCCGACCTACATGGCCATGCTCAACACCTTGGACGGTGTGC
GCGACGACACGGGCGCGGCTGACCACCCGTGGGCGCGCTGGACGCGGCAGTGG
GTGGCCGAGGAGAACCGGCACGGCGACCTGCTGAACAAGTACTGTTGGCTGAC
GGGCGCGTCAACATGCGGGCCGTGGAGGTGACCATCAACAACCTGATCAAGA
GCGGCATGAACCCGCAGACGGACAACAACCCCTACTTGGGCTTCGTCTACACCT
CCTTCCAGGAGCGCGCCACCAAGTAGGTACCCTTTCTTGCCTATGACACTTCC
AGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACC
GATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGC
CGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATT
ATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACAC
AGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTTCG
TTTCAGTCAACAACCCGCAAACGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCTGTTC
TGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCC
GACCGCCCCCTGGTGCCTTACCCCCAACAGGGCTGGATGAACGACCCCAA
CGGCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACA
ACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTTCTGGGGCCACGCCACGTCC
GACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAA
CGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGG
CTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTA
CAACACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGGCT
ACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGTGGCCGCCAACTCCACCCAG
TTCCGCGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGACC
GCGGCCAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAA
GTCTTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTTCGCCAACGAGGGCTTCTCGGCTACCAGTA
CGAGTGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCCT
ACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTCA
ACCAGTACTTCGTGCGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACC
AGTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCA
ACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAACCTGG
GAGTACTCCGCCTTCGTGCCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTG
CGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGAT
CAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGCC
GGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTCGACCTG
TCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCAC
CCAGACGATCTCAAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCT
GGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCTCCTT
CTTCTGGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTACT
TCACCAACCGCATGAGCGTGAACAACAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTG
TCCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTC
AACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAACACCTACTTCATGACCACCGGGAACGC
CCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACA
AGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTA
TCGACACACTCTGGACGCTGGTTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTG
CCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGT
CTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACC

10

20

30

40

【0 7 9 2】

【数 4 7】

ACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGTCATCCCAACCGCAACTTA
TCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCTC
GCACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAA
CCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGA
AGGATCGTAGAGCTCCAGCCACGGCAACACCGCGCGCCTGGCGGCCGAGCACG
GCGACAAGGGCCTGAGCAAGATCTGCGGGCTGATCGCCAGCGACGAGGGCCGG
CACGAGATCGCCTACACGCGCATCGTGGACGAGTTCTTCCGCCTCGACCCCGAG
GGCGCCGTCGCCGCCTACGCCAACATGATGCGCAAGCAGATCACCATGCCCCG
GCACCTCATGGACGACATGGGCCACGGCGAGGCCAACCCGGGCCGCAACCTCT
TCGCCGACTTCTCCGCCGTGCCGAGAAGATCGACGTCTACGACGCCGAGGACT
ACTGCCGCATCCTGGAGCACCTCAACGCGCGCTGGAAGGTGGACGAGCGCCAG
GTCAGCGGCCAGGCCGCCGCGGACCAGGAGTACGTTCTGGGCCCTGCCCCAGCG
CTTCCGAAACTCGCCGAGAAGACCGCCGCCAAGCGCAAGCGCGTCGCGCGCA
GGCCCGTCGCCTTCTCCTGGAGAGAAGAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCAT
GCAAGCTTGCGCTAATCATGGTCATAGCTGTTTCCTGTGTGAAATTGTTATCCG
CTCACAATTCCACACAACATACGAGCCGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGG
TGCCTAATGAGTGAGCTAACTCACATTAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCCGCTT
CCAGTCGGGAAACCTGTCTGTGCCAGCTGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGG
GGAGAGGCGGTTTTCGTATTGGGCGCTCTTCC

10

配列番号 78

Prototheca moriformis の SAD2B ノックアウト相同組み換え標
的化構築物の 5' ドナー DNA 配列

20

GCTCTTCCCGCCTGGAGCTGGTGCAGAGCATGGGGCAGTTTGCGGAGGAGAGG
GTGCTCCCCGTGCTGCACCCCGTGGACAAGCTGTGGCAGCCGCAGGACTTCCTG
CCCGACCCGAGTCGCCCGACTTCGAGGACCAGGTGGCGGAGCTGCGCGCGCG
CGCCAAGGACCTGCCCCGACGAGTACTTTGTGGTGTGTTGGGCGACATGATCA
CGGAGGAGGCGCTGCCGACCTACATGGCCATGCTCAACACCTTGGACGGTGTG
CGCGACGACACGGGCGCGGCTGACCACCCGTGGGCGCGCTGGACGCGGCAGTG
GGTGGCCGAGGAGAACCGGCACGGCGACCTGCTGAACAAGTACTGTTGGCTGA
CGGGGCGCGTCAACATGCGGGCCGTGGAGGTGACCATCAACAACCTGATCAAG
AGCGGCATGAACCCGCAGACGGACAACAACCTTACTTGGGCTTCGTCTACAC
CTCCTTCCAGGAGCGCGCCACCAAGTAGGTACC

30

配列番号 79

Prototheca moriformis の SAD2B ノックアウト相同組み換え標
的化構築物の 3' ドナー DNA 配列

CAGCCACGGCAACACCGCGCGCCTTGCGGCCGAGCACGGCGACAAGAACCTGA
GCAAGATCTGCGGGCTGATCGCCAGCGACGAGGGCCGGCACGAGATCGCCTAC
ACGCGCATCGTGGACGAGTTCTTCCGCCTCGACCCCGAGGGCGCCGTGCCCGCC
TACGCCAACATGATGCGCAAGCAGATCACCATGCCCCGCGCACCTCATGGACGA
CATGGGCCACGGCGAGGCCAACCCGGGCCGCAACCTCTTCGCCGACTTCTCCGC
GGTCGCCGAGAAGATCGACGTCTACGACGCCGAGGACTACTGCCGCATCCTGG
AGCACCTCAACGCGCGCTGGAAGGTGGACGAGCGCCAGGTCAGCGGCCAGGCC
GCCGCGGACCAGGAGTACGTCCTGGGCCCTGCCCCAGCGCTTCCGGAAACTCGC
CGAGAAGACCGCCGCCAAGCGCAAGCGCGTCGCGCGCAGGCCCGTCGCCTTCT
CCTGGAGAAGAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAATC
ATGGTCATAGCTGTTTCCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAAATCCACACAA

40

【0 7 9 3】

【数 4 8】

CATACGAGCCGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAGCT
AACTCACATTAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCCGCTTTCAGTCGGGAAACCTGT
CGTGCCAGCTGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTGCGT
ATTGGGCGCTCTTCC

配列番号 80

Prototheca moriformis の SAD2B ノックアウト 相同組み換え標
的化構築物

GCTCTTCCCGCCTGGAGCTGGTGCAGAGCATGGGGCAGTTTGCGGAGGAGAGG
GTGCTCCCCGTGCTGCACCCCGTGGACAAGCTGTGGCAGCCGACGAGACTTCCTG
CCCGACCCCGAGTCGCCCCGACTTCGAGGACCAGGTGGCGGAGCTGCGCGCGCG
CGCCAAGGACCTGCCCGACGAGTACTTTGTGGTGTGTTGGGCGACATGATCA
CGGAGGAGGCGCTGCCGACCTACATGGCCATGCTCAACACCTTGGACGGTGTG
CGCGACGACACGGGCGCGGCTGACCACCCGTGGGCGCGCTGGACGCGGCAGTG
GGTGGCCGAGGAGAACCGGCACGGCGACCTGCTGAACAAGTACTGTTGGCTGA
CGGGGCGCGTCAACATGCGGGCCGTGGAGGTGACCATCAACAACCTGATCAAG
AGCGGCATGAACCCGCAGACGGACAACAACCCCTTACTTGGGCTTCGTCTACAC
CTCCTTCCAGGAGCGCGCCACCAAGTAGGTACCCTTTCTTGCGCTATGACACTT
CCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGCGCTGCATGCAACA
CCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGAT
GCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCGCGATTGCAAAGACA
TTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTAC
ACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTT
CGTTTCAGTCACAACCCGCAAACGGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCTGT
CCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGT
CCGACCGCCCCCTGGTGCACCTTACCCCCAACAAGGGCTGGATGAACGACCCC
AACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTA
CAACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTCTGGGGCCACGCCACGT
CCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGC
AACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCC
GGCTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACC
TACAACACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGG
CTACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGTGCTGGCCGCCAACTCCACCCA
GTTCCGCGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGAC
CGCGGCCAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGA
AGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTCGCCAACGAGGGCTTCTCGGCTACCACT
ACGAGTGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCC
TACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTC
AACCAGTACTTCGTCGGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAAC
CAGTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTC
AACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAACCTG
GGAGTACTCCGCCTTCGTGCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGT
GCGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGA
TCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGC
CGGTTCCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTCGACCT
GTCCAACAGCACCCGGCACCCCTGGAGTTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCA
CCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCC
TGGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCTCTCT
TCTTCTGGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTAC

10

20

30

40

【0 7 9 4】

【数 4 9】

TTCACCAACCGCATGAGCGTGAACAACCAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCT
 GTCCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTT
 CAACGACGGCGACGTTCGTGTCCACCAACACCTACTTCATGACCACGGGAACG
 CCCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGAC
 AAGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGT
 ATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCT
 GCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTG
 ATCTTGTGTGTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATA
 CCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACT
 TATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCC
 TCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTA
 AACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATG
 GACAGCCACGGCAACACCGCGCGCCTTGCGGCCGAGCACGGCGACAAGAACCT
 GAGCAAGATCTGCGGGCTGATCGCCAGCGACGAGGGCCGGCACGAGATCGCCT
 ACACGCGCATCGTGGACGAGTTCTTCCGCTCGACCCCGAGGGCGCCGTCGCCG
 CCTACGCCAACATGATGCGCAAGCAGATCACCATGCCCGCGCACCTCATGGAC
 GACATGGGCCACGGCGAGGCCAACCCGGGCCGCAACCTCTTCGCCGACTTCTC
 CGCGGTGCGCGAGAAGATCGACGCTACGACGCCGAGGACTACTGCCGCATCC
 TGGAGCACCTCAACGCGCGCTGGAAGGTGGACGAGCGCCAGGTCAGCGGCCAG
 GCCGCCGCGGACCAGGAGTACGTCTGGGCTGCCCGAGCGCTTCCGGAAACT
 CGCCGAGAAGACCGCCGCCAAGCGCAAGCGCGTCGCGCGCAGGCCCCGTCGCCT
 TCTCCTGGAGAAGAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTA
 ATCATGGTCATAGCTGTTTCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATTCCACA
 CAACATACGAGCCGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCTAATGAGTGA
 GCTAACTCACATTAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCGCTTTCCAGTCGGGAAACC
 TGTCGTGCCAGCTGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTG
 CGTATTGGGCGCTCTTCC

10

20

配列番号 81

P. moriformis の Aat02 プロモーター／5' UTR : : *C. protot*
hecoides ステアロイル ACP デサチュラーゼ PTS : : *Cinnamomum c*
amphora の C14 チオエステラーゼ : : *C. vulgaris* 硝酸還元酵素 3' U
 TR

30

AGAGAGCGGAGGTGGGGTTGTGAGGTGGGGTTGCTGACCAGGAGCTCGCGTCG
 CCGAGCGCGACTCGCACACGGTCCAGTTACCCCCCTCCGCCAAACGCAAG
 CCTCCCATCTTGATGCCTTCCGGCCACCTATACTATTTCTTAGTTTCGCTGTAAC
 ATCCAGACCGTCCTGAATAATAACAATGCCCTGTGTCAAGTGCATTCTAAAAA
 AATTCTGTCCCAACCAACAATCCACCTGAAATACCACCAGCCCTGCCAGTAC
 ACTCTTCCAATACCATCTCCCTACCTCCACGCGCAAGCGACCCCCATGCGCGAC
 CAGGCTCGAAAGTGATTTATGACTTGAGACGAGCGAGTGGCGGCGCGGTCGAC
 TGCCTTTTCATCACGTGCCGTACGTGCGGCGACCGCTAGGGCTTTGCACGGCAAC
 GCACGGCTTCGCCAACCCGACCAGCCAGGACCTCGACTACTCTACCGCGAATTC
 GCCTCAAGAAGTCGCCAAATGTGCCATACACCATTCTTACAGCACTGTTCAAA
 CTTGATGCCAATTTTGACATTTCGGGTTGCTCGTTGGCTGCGCCACATCGGGCG
 TGAGTGCAGCAGGCGGGATCGGACACGGAGGACGCGGCGTCACGCCCCGAACG
 CAGCCCCTAACTCTACATCAACACGACGTGTTGCGTAATCCCGCCCGGCTGCGC
 ATCGTGCCAAACCATTCGCGATGGATGGTCGAAAAATGGTGTGCCAACTGCCCT
 GAGGGAGGCTCTCGCGAAACGGGCACGTCCCTGAAACCGAAACTGTGGCCTTG
 TCGTCGGCCACGCAAGCACGTGGACCCTAAACACCAAGAAAATCAGTAAACAA

40

【0 7 9 5】

【数 5 0】

GGTTGACATCCTCTACGGGCGAATTGTTTGCCCAACCCTTCATCGCACACTGCC
ATTATAATGCATCTAGCTCGGCGACAAGTTTAGAAAAGGCAGGCTGCATTGTTTC
CATTTCCGCGTGCGGGCGTGGGTGCCCATTTTACGAGGTTTGGGCTCCCGGGCA
GCGACCGAGCCAGGTCGAGTCCCTCTCGCCCGTCGACAATGTTGCGAACCCAC
AAGCGGCTAACAACAACCTTGATGGTACCTGTACACTGCCAATTCCTTCTTCCCC
GGCCGAGGTTTACACGTGATGGCCATGGCTTCGCATTTCAGGCCGACTTCCCATT
CCGACTTTCCAGAGGGTCCGCGGACGCTGGGGGTTGGCTGCCTGAGGCCACC
CTTTGTTCCCCGCGTCCCGACAAACACAATTGCGTTACATAAGGGGGAGCCGCC
CCCGTTTCAGAGTGCAGAAATCTTTCACTATATTTTCCAGTCGTCAGCGAAATCA
AGTACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGC
GACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCAGCGAGGCCCTCCC
CGTGCGCGGGCGCGCCCCGACTGGTCCATGCTGTTTCGCCGTGATCACCACCAT
CTTCTCCGCCGCCGAGAAGCAGTGGACCAACCTGGAGTGGAAGCCCAAGCCCA
ACCCCCCCCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCCCCACGGCCTGGTGTTCGCC
GCACCTTCGCCATCCGCAGCTACGAGGTGGGCCCCGACCGCTCCACCAGCATCG
TGGCCGTGATGAACCACCTGCAGGAGGCCGCCCTGAACCACGCCAAGTCCGTG
GGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCACCTGGAGATGTCCAAGCGCGACCT
GATCTGGGTGGTGAAGCGCACCCACGTGGCCGTGGAGCGCTACCCCGCCTGGG
GCGACACCGTGGAGGTGGAGTGCTGGGTGGGCGCCTCCGGCAACAACGGCCGC
CGCACCGACTTTCCTGGTGCGCGACTGCAAGACCGGCGAGATCCTGACCCGCTG
CACCTCCCTGAGCGTGATGATGAACACCCGCACCCGCCCGCTGAGCAAGATCC
CCGAGGAGGTGCGCGCGAGATCGGCCCCGCCTTCATCGACAACGTGGCCGTG
AAGGACGAGGAGATCAAGAAGCCCCAGAAGCTGAACGACTCCACCGCCGACTA
CATCCAGGGCGGCCTGACCCCCCGCTGGAACGACCTGGACATCAACCAGCACG
TGAACAACATCAAGTACGTGGACTGGATCCTGGAGACCGTGCCCGACAGCATC
TTCGAGAGCCACCACATCTCCTCCTTACCATCGAGTACCGCCGCGAGTGCACC
ATGGACAGCGTGCTGCAGTCCCTGACCACCGTGAGCGGCGGCTCCTCCGAGGC
CGGCCTGGTGTGCGAGCACCTGCTGCAGCTGGAGGGCGGCAGCGAGGTGCTGC
GCGCCAAGACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACCGACTCCTTCCGCGGCATCAGC
GTGATCCCCGCCGAGTCCAGCGTGATGGACTACAAGGACCACGACGGCGACTA
CAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGACTCGAGTTAA
TTAACTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGT
CGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTG
CCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCG
AGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTC
GTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCT
CAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTC
CGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGC
ACGGGAAGTAGTGGAATGGGAACACAAATGGAAAGCTT

10

20

30

配列番号 82

5' 6 S 領域 ゲノムドナー配列

GCTCTTCGCCGCCGCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCG
CCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCGCGTCGCTGATGTCCATCACCAGGTCCA
TGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTGCTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGG
AGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCCTGACGTGGTTCGCGGCTCTGGGA
GCGGGCCAGCATCATCTGGCTCTGCCGCACCGAGGCCGCTCCAACCTGGTCTC
CAGCAGCCGCAGTCGCCGCCGACCTGGCAGAGGAAGACAGGTGAGGGGGGTA

40

【0 7 9 6】

【数 5 1】

TGAATTGTACAGAACAACCACGAGCCTTGTCTAGGCAGAATCCCTACCAAGTCAT
 GGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGCTGTCCAGCGACCCTCGCTGCCGC
 CGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCGTGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCA
 CGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGACAGTCGGGGAACCTCTGATCAGTCT
 AAACCCCTTGC GCGTTAGTGTGTCATCCTTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACT
 TGTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCTCCAGACCAATTCTGTACCTTTTT
 GCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAGAGGACAGCAGTGCCCAGCCGCTGG
 GGGTTGGCGGATGCACGCTCAGGTACC

10

配列番号 83

Cinnamomum camphora のチオエステラーゼ用関連発現構築物
 (β tub::neo::nitred:: β tub::C. camphora TE::
 nitred)

CTTTCTTGCCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCT
 TCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGG
 GGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTAAATAGCCA
 GGCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACAC
 CTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCT
 AAGGGGGCGCCTCTTCTCTTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACCTCTAGAATAT
 CAATGATCGAGCAGGACGGCCTCCACGCCGGCTCCCCCGCCGCCTGGGTGGAG
 CGCCTGTTCCGGCTACGACTGGGCCCAGCAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCC
 GTGTTCCGCTGTCCGCCAGGGCCGCCCGCTGCTGTTTCGTGAAGACCGACCTG
 TCCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGACGAGGCCGCCCGCCTGTCTGGCTGGC
 CACCACCGGCGTGCCCTGCGCCGCCGTGCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCC
 GCGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGCCCGGCCAGGACCTGCTGTCTCTCCACC
 TGGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCATGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCAC
 ACCCTGGACCCCGCCACCTGCCCTTCGACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGA
 GCGCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGCCTGGTGGACCAGGACGACCTGGACG
 AGGAGCACCAAGGGCCTGGCCCCCGCCGAGCTGTTGCCCCGCCTGAAGGCCCGC
 ATGCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGACCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAA
 CATCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCGGCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGG
 CGTGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCCTGGCCACCCGCGACATCGCCGAGG
 AGCTGGGCGGCGAGTGGGCGGACCGCTTCTGGTGCTGTACGGCATCGCCGCC
 CCCGACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGCCTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAA
 TTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGAT
 GGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTT
 ATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCT
 AGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCGAGCATCCCTTCCCTCGTTTCAT
 ATCGCTTGATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGC
 TGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGT
 ATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAA
 GTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCA
 GAGGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACA
 ATAACCACCTGACGAATGCGCTTGGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTT
 CACACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGA
 TGGTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCCTTTCTTGCGCTATGACA
 CTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCA
 ACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCC

20

30

40

【0 7 9 7】

【数 5 2】

GATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAG
 ACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTC
 TACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCT
 CTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCT
 CGGCGTTCAATGCCCCTGCGGGCAGCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCC
 GGCGCCCAGCGAGGCCCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCCCCGACTGGTCCATG
 CTGTTCCGCGTGATCACCACCATCTTCTCCGCGCCGAGAAGCAGTGGACCAAC
 CTGGAGTGGAAGCCCAAGCCCAACCCCCCCCAGCTGCTGGACGACCACCTTCGG
 CCCCCACGGCCTGGTGTTCGCGCCGACCTTCGCCATCCGCAGCTACGAGGTGGG
 CCCCCAGCGCTCCACCAGCATCTGTGGCCGTGATGAACCACCTGCAGGAGGCCG
 CCCTGAACCACGCCAAGTCCGTGGGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCAAC
 CTGGAGATGTCCAAGCGCGACCTGATCTGGGTGGTGAAGCGCACCCACGTGGC
 CGTGGAGCGCTACCCCGCCTGGGGCGACACCGTGGAGGTGGAGTGTGGGTGG
 GCGCCTCCGGCAACAACGGCCGCGGCCACGACTTCCTGGTGCGCGACTGCAAG
 ACCGGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCCCTGAGCGTGATGATGAACACCCG
 CACCCGCCGCTGAGCAAGATCCCCGAGGAGGTGCGCGGCGAGATCGGCCCCG
 CCTTCATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACGAGGAGATCAAGAAGCCCCAGAAG
 CTGAACGACTCCACCGCCGACTACATCCAGGGCGGCCTGACCCCCGCTGGAA
 CGACCTGGACATCAACCAGCACGTGAACAACATCAAGTACGTGGACTGGATCC
 TGGAGACCGTGCCTCGAGCATCTTCGAGAGCCACCACATCTCCTTCACCA
 TCGAGTACCGCCGCGAGTGCACCATGGACAGCGTGCTGCAGTCCCTGACCACC
 GTGAGCGGCGGCTCCTCCGAGGCCGGCCTGGTGTGCGAGCACCTGCTGCAGCT
 GGAGGGCGGCGAGCGAGGTGCTGCGCGCCAAGACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGA
 CCGACTCCTTCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGCCGAGTCCAGCGTGATGGACT
 ACAAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGAC
 GACGACAAGTGAATCGAGGCGAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGG
 ACGCTGGTCTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAA
 TATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCG
 CTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCC
 CCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCT
 GCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTGCACAGCCTTGGT
 TTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAAT
 GCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTT

10

20

30

配列番号 84

3' 6 S 領域 ゲノムドナー配列

GAGCTCCTTGTTTTCCAGAAGGAGTTGCTCCTTGAGCCTTTCATTCTCAGCCTCG
 ATAACCTCCAAAGCCGCTCTAATTGTGGAGGGGTTTGAATTTAAAAGCTTGGA
 ATGTTGGTTCGTGCGTCTGGAACAAGCCCAGACTTGTGCTCACTGGGAAAAG
 ACCATCAGCTCCAAAAAACTTGCCGCTCAAACCGCGTACCTCTGCTTTCGCGCA
 ATCTGCCCTGTTGAAATCGCCACCACATTCATATTGTGACGCTTGAGCAGTCTG
 TAATTGCCTCAGAATGTGGAATCATCTGCCCCCTGTGCGAGCCCATGCCAGGCA
 TGTCGCGGGCGAGGACACCCGCCACTCGTACAGCAGACCATTATGCTACCTCAC
 AATAGTTCATAACAGTGACCATATTTCTCGAAGCTCCCCAACGAGCACCTCCAT
 GCTCTGAGTGGCCACCCCCCGGCCCTGGTGTGCTTGGGAGGGGAGGTCAACCGG
 CATGGGGCTACCGAAATCCCCGACCGGATCCCACCACCCCCGCGATGGGAAGA
 ATCTCTCCCCGGGATGTGGGCCACCACCAGCACAACTGCTGGGCCAGGCGA
 GCGTCAAACCATACCACACAAATATCCTTGGCATCGGCCCTGAATTCCTTCTGC

40

【0 7 9 8】

【数 5 3】

CGCTCTGCTACCCGGTGCTTCTGTCCGAAGCAGGGGTTGCTAGGGATCGCTCCG
AGTCCGCAAACCCTTGTGCGGTGGCGGGGCTTGTTGAGCTTGAAGAGC

配列番号 85

A m t 0 3 順プライマー

5'-GGAGGAATTTCGGCCGACAGGACGCGCGTCA-3'

配列番号 86

A m t 0 3 逆プライマー

5'-GGAGACTAGTGGCTGCGACCGGCCTGTG-3'

配列番号 87

A m t 0 2 順プライマー

5'-GGAGGAATTCTCACCAGCGGACAAAGCACCG-3'

配列番号 88

A m t 0 2 逆プライマー

5'-GGAGACTAGTGGCTGCGACCGGCCTCTGG-3'

配列番号 89

a m t 0 3 プロモーター／U T R 配列

GGCCGACAGGACGCGCGTCAAAGGTGCTGGTTCGTGTATGCCCTGGCCGGCAGG
TCGTTGCTGCTGCTGGTTAGTGATTCCGCAACCCTGATTTTGGCGTCTTATTTTG
GCGTGGCAAACGCTGGCGCCCGCGAGCCGGGCGGCGGCGATGCGGTGCCCA
CGGCTGCCGGAATCCAAGGGAGGCAAGAGCGCCCGGGTCAAGTTGAAGGGCTTT
ACGCGCAAGGTACAGCCGCTCCTGCAAGGCTGCGTGGTGAATTGGACGTGCA
GGTCCTGCTGAAGTTCCTCCACCGCCTCACCAGCGGACAAAGCACCGGTGTATC
AGGTCGCTGTCATCCACTCTAAAGAGCTCGACTACGACCTACTGATGGCCCTAG
ATTCTTCATCAAAAACGCCTGAGACACTTGCCCAGGATTGAAACTCCCTGAAGG
GACCACCAGGGGCCCTGAGTTGTTTCTTCCCCCGTGGCGAGCTGCCAGCCAGG
CTGTACCTGTGATCGAGGCTGGCGGGGAAAATAGGCTTCGTGTGCTCAGGTCATG
GGAGGTGCAGGACAGCTCATGAAACGCCAACAATCGCACAAATTCATGTCAAGC
TAATCAGCTATTTCTCTTCACGAGCTGTAATTGTCCCAAAATTCTGGTCTACCG
GGGGTGATCCTTCGTGTACGGGCCCCCTCCCTCAACCCTAGGTATGCGCGCATGC
GGTCGCCGCGCAACTCGCGCGAGGGCCGAGGGTTTGGGACGGGCGTCCCGAA
ATGCAGTTGCACCCGGATGCGTGGCACCTTTTTTTCGATAATTTATGCAATGGA
CTGCTCTGCAAAATTCTGGCTCTGTGCGCAACCCTAGGATCAGCGGCGTAGGAT
TTCGTAATCATTCGTCCTGATGGGGAGCTACCGACTACCCTAATATCAGCCCGA
CTGCCTGACGCCAGCGTCCACTTTTGTGCACACATTCCATTTCGTGCCCAAGACA
TTTCATTGTGGTGCAGAGCGTCCCCAGTTACGCTCACCTGTTTCCCGACCTCCTT
ACTGTTCTGTCGACAGAGCGGGCCCACAGGCCGGTTCGACAGC

配列番号 90

a m t プロモーター／U T R : : C . C a m p h o r a チオエステラーゼ発現構築物の関
連配列

【0 7 9 9】

【数 5 4】

GCTCTTCGGCCGCGCCGCGCCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCGACTCGCGCTCCGCCTG
CGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCGCCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCGCGTC
GCTGATGTCCATCACCAGGTCCATGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTG
CTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGGAGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCC
TGACGTGGTCGCGGCTCTGGGAGCGGGGCCAGCATCATCTGGCTCTGCCGCACCG
AGGCCCGCTCCAACCTGGTCCTCCAGCAGCCGCGAGTCGCCGCCGACCCTGGCAG
AGGAAGACAGGTGAGGGGGGTATGAATTGTACAGAACAACCACGAGCCTTGTC
TAGGCAGAATCCCTACCAGTCATGGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGC
TGTCCAGCGACCCTCGCTGCCGCCGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCG
TGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCACGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGA
CAGTCGGGGAACCTCTGATCAGTCTAAACCCCTTGC GCGTTAGTGTTGCCATCC
TTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACTTGTTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCT
CCCAGACCAATTCTGTACCTTTTTGGCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAG
AGGACAGCAGTGCCCAGCCGCTGGGGGTTGGCGGATGCACGCTCAGGTACCCT
TTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTC
CCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGG
CTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGG
CCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCT
AGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAA
GGGGGCGCCTCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCCATGC
TGCTGCAGGCCTTCTGTTCCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCT
CCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCACTTCACCCCCAACAAAG
GGCTGGATGAACGACCCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTG
GCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTT
CTGGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATCG
CCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGG
ACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCT
GCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCC
TACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGCT
GGCCGCCAACTCCACCCAGTTCGCGGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTC
CCAGAAGTGATCATGACCGCGGCCAAGTCCAGGACTACAAGATCGAGATCT
ACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTCGCCAACGAG
GGCTTCTCTGGCTACCACTACGAGTGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAG
CAGGACCCAGCAAGTCCTACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCC
CCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTCGTCGGCAGCTTCAACGGCACCCAC
TTCGAGGCCTTCGACAACCAGTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTAC
GCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATC
GCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGTACTCCGCCTTCGTGCCACCAACCCCTGGCGC
TCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAAC
CCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAA
CGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACA
GCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGT
ACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCC
TCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAG
GTGTCCGCGTCTCTCTTCTTCTGGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTG
AAGGAGAACCCCTACTTCAACCAACCGCATGAGCGTGAACAACAGCCCTTCAA
GAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACA
TCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAACACCTACTTCA
TGACCACCGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAAC

10

20

30

40

【0 8 0 0】

【数 5 5】

CTGTTCTACATCGACAAGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGC
AGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTT
GCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACA
GCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTG
TGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGC
ATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCT
CCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGG
TACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGA
TGGAACACAAATGGAGGATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGAGGAACGC
TGAAGGTCTCGCCTCTGTGCGACCTCAGCGCGGCATACACCACAATAACCACCT
GACGAATGCGCTTGTTCTTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCACACACGTG
CCACGTTGGCGAGGTGGCAGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATGGTCGAAAC
GTTACAGCCTAGGGATATCGAATTCGGCCGACAGGACGCGCGTCAAAGGTGC
TGGTCGTGTATGCCCTGGCCGGCAGGTGCTTGCTGCTGCTGGTTAGTGATTCCG
CAACCCTGATTTTGGCGTCTTATTTTGGCGTGGCAAACGCTGGCGCCCCGCGAGC
CGGGCCGGCGGGCGATGCGGTGCCCCACGGCTGCCGGAATCCAAGGGAGGCAAG
AGCGCCCGGGTCAGTTGAAGGGCTTTACGCGCAAGGTACAGCCGCTCCTGCAA
GGCTGCGTGGTGGAATTGGACGTGCAGGTCTGCTGAAGTTCCTCCACCGCCTC
ACCAGCGGACAAAGCACCGGTGTATCAGGTCCGTGTCATCCACTCTAAAGAGC
TCGACTACGACCTACTGATGGCCCTAGATTCTTCATCAAAAACGCCTGAGACAC
TTGCCCAGGATTGAAACTCCCTGAAGGGACCACCAGGGGCCCTGAGTTGTTCT
TCCCCCGTGGCGAGCTGCCAGCCAGGCTGTACCTGTGATCGAGGCTGGCGGG
AAAATAGGCTTCGTGTGCTCAGGTTCATGGGAGGTGCAGGACAGCTCATGAAAC
GCCAACAATCGCACAAATTCATGTCAAGCTAATCAGCTATTTCTCTTACGAGC
TGTAATTGTCCCAAAATTCTGGTCTACCGGGGGTGATCCTTCGTGTACGGGCCC
TTCCCTCAACCTAGGTATGCGCGCATGCGGTGCGCGCGCAACTCGCGCGAGGG
CCGAGGGTTTGGGACGGGGCCGTCCCGAAATGCAGTTGCACCCGGATGCGTGGC
ACCTTTTTTTCGATAATTTATGCAATGGACTGCTCTGCAAAATTCTGGCTCTGTC
GCCAACCCTAGGATCAGCGGCGTAGGATTTCTGTAATCATTCTGTCCTGATGGGGA
GCTACCGACTACCCTAATATCAGCCGACTGCCTGACGCCAGCGTCCACTTTTG
TGCACACATTCCATTCTGTGCCCAAGACATTTTATTGTGGTGCAGGCGTCCCCA
GTTACGCTCACCTGTTTCCCGACCTCCTTACTGTTCTGTCGACAGAGCGGGCCC
ACAGGCCGGTTCGACGCCACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCA
ATGCCCGCTGCGGGCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGCGGCCCA
GCGAGGCCCTCCCGTGCAGGGGCGCGCCCCGACTGGTCCATGCTGTTTCGCC
GTGATCACCACCATCTTCTCCGCCGCCGAGAAGCAGTGGACCAACCTGGAGTG
GAAGCCCAAGCCCAACCCCCCCCAGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCCCCAGC
GCCTGGTGTTCGCGCGACCTTCGCCATCCGCAGCTACGAGGTGGGCCCCGACC
GCTCCACCAGCATCGTGGCCGTGATGAACCACCTGCAGGAGGCCGCCCTGAAC
CACGCCAAGTCCGTGGGCATCCTGGGCGACGGCTTCGGCACCAACCTGGAGAT
GTCCAAGCGCGACCTGATCTGGGTGGTGAAGCGCACCCACGTGGCCGTGGAGC
GCTACCCCGCCTGGGGCGACACCGTGGAGGTGGAGTGCTGGGTGGGCGCCTCC
GGCAACAACGGCCGCCGCCACGACTTCCTGGTGCAGCGACTGCAAGACCGGCGA
GATCCTGACCCGCTGCACCTCCCTGAGCGTGATGATGAACACCCGCACCCGCCG
CCTGAGCAAGATCCCCGAGGAGGTGCGCGGCGAGATCGGCCCCGCCTTCATCG
ACAACGTGGCCGTGAAGGACGAGGAGATCAAGAAGCCCCAGAAGCTGAACGA
CTCCACCGCCGACTACATCCAGGGCGGCCTGACCCCCGCTGGAACGACCTGG
ACATCAACCAGCACGTGAACAACATCAAGTACGTGGACTGGATCCTGGAGACC
GTGCCCGACAGCATCTTCGAGAGCCACCACATCTCCTCCTTACCATCGAGTAC
CGCCGCGAGTGACCATGGACAGCGTGCTGCAGTCCCTGACCACCGTGAGCGG

10

20

30

40

【0 8 0 1】

【数 5 6】

CGGCTCCTCCGAGGCCGGCCTGGTGTGCGAGCACCTGCTGCAGCTGGAGGGCG
 GCAGCGAGGTGCTGCGCGCCAAGACCGAGTGGCGCCCCAAGCTGACCGACTCC
 TTCCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGCCGAGTCCAGCGTGATGGACTACAAGGA
 CCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACGACGACA
 AGTGAICTCGAGTTAATTAATCTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACAC
 ACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGAC
 CTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGT
 GTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCC
 AGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACG
 CTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAG
 CTTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCA
 CTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTG
 TAGAGCTCCTTGTTTTCCAGAAGGAGTTGCTCCTTGAGCCTTTCATTCTCAGCCT
 CGATAACCTCCAAAGCCGCTCTAATTGTGGAGGGGGTTTGAATTTAAAGCTTG
 GAATGTTGGTTCGTGCGTCTGGAACAAGCCAGACTTGTTGCTCACTGGGAAAA
 GGACCATCAGCTCCAAAAAACTTGCCGCTCAAACCGCGTACCTCTGCTTTCGCG
 CAATCTGCCCTGTTGAAATCGCCACCACATTTCATATTGTGACGCTTGAGCAGTC
 TGTAATTGCCTCAGAATGTGGAATCATCTGCCCCCTGTGCGAGCCCATGCCAGG
 CATGTCGCGGGCGAGGACACCCGCCACTCGTACAGCAGACCATTATGCTACCTC
 ACAATAGTTTATAACAGTGACCATATTTCTCGAAGCTCCCCAACGAGCACCTCC
 ATGCTCTGAGTGGCCACCCCCCGGCCCTGGTGCTTGGCGAGGGCAGGTCAACC
 GGCATGGGGCTACCGAAATCCCCGACCGGATCCCAACACCCCCGCGATGGGAA
 GAATCTCTCCCCGGGATGTGGGCCCCACCACCAGCACAACTGCTGGCCCCAGGC
 GAGCGTCAAACCATACCACACAAATATCCTTGGCATCGGCCCTGAATTCCTTCT
 GCCGCTCTGCTACCCGGTGCTTCTGTCCGAAGCAGGGGTTGCTAGGGATCGCTC
 CGAGTCCGCAAACCTTGTCGCGTGGCGGGGCTTGTTTCGAGCTTGTTTCGAGCTT
 GAAGAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTGGCGTAATCATGGTC
 ATAGCTGTTTCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATTCCACACAACATACG
 AGCCGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATGAGTGAGCTAACTCA
 CATTAAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCCGCTTTCAGTCGGGAAACCTGTGCTGCC
 AGCTGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCGGTTTTCGTATTGGG
 CGCTCTTCC

10

20

30

配列番号 91

コドン最適化された C. C a m p h o r a チオエステラーゼ配列

ATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCCGCTGCGGCGACCTGCGT
 CGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCAGCGAGGCCCCCTCCCCGTGCGCGG
 GCGCGCCCCCGACTGGTCCATGCTGTTCCGCGTGATCACCACCATCTTCTCCGC
 CGCCGAGAAGCAGTGGAACCAACCTGGAGTGGAAGCCCAAGCCCAACCCCCCCC
 AGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCCCCACGGCCTGGTGTTCGCGCGCACCTTCG
 CCATCCGCAGCTACGAGGTGGGCCCCGACCGCTCCACCAGCATCGTGGCCGTG
 ATGAACCACCTGCAGGAGGCCGCCCTGAACCACGCCAAGTCCGTGGGCATCCT
 GGGCGACGGCTTCGGCACCAACCTGGAGATGTCCAAGCGCGACCTGATCTGGG
 TGGTGAAGCGCACCCACGTGGCCGTGGAGCGCTACCCCGCCTGGGGCGACACC
 GTGGAGGTGGAGTGCTGGGTGGGCGCCTCCGGCAACAACGGCCGCCGCCACGA
 CTTCTGTTGCGCGACTGCAAGACCGGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCCCT
 GAGCGTGATGATGAACACCCGCACCCGCCGCTGAGCAAGATCCCCGAGGAGG
 TCGCGGCGGAGATCGGCCCGCCTTCATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACGAG
 GAGATCAAGAAGCCCCAGAAGCTGAACGACTCCACCGCCGACTACATCCAGGG

40

【0 8 0 2】

CGGCCCTGACCCCCGCTGGAACGACCTGGACATCAACCAGCACGTGAACAACA
TCAAGTACGTGGACTGGATCCTGGAGACCGTGCCCGACAGCATCTTCGAGAGC
CACCACATCTCCTCCTTACCATCGAGTACCGCCGCGAGTGCACCATGGACAGC
GTGCTGCAGTCCCTGACCACCGTGAGCGGCGGCTCCTCCGAGGCCGGCCTGGTG
TGCAGACACCTGCTGCAGCTGGAGGGCGGCAGCGAGGTGCTGCGCGCCAAGAC
CGAGTGCGCGCCCCAAGCTGACCGACTCCTTCCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGC
CGAGTCCAGCGTGATGGACTACAAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACG
ACATCGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGA

配列番号 92

GGCGCGCCCCGACTGTTCCATGCTGTTTCGCCGTGATCACCACCATCTTCAGCG
CCGCCGAGAAGCAGTGGACCAACCTGGAGTGGAAAGCCCAAGCCCAAGCTGCC
CAGCTGCTGGACGACCACTTCGGCCTGCACGGCCTGGTGTTCGCCGCACCTTC
GCCATCCGCTCCTACGAGGTGGGCCCCGACCGCAGCACCTCCATCCTGGCCGTG
ATGAACCACATGCAGGAGGCCACCCTGAACCACGCCAAGAGCGTGGGCATCCT
GGGCGACGGCTTCGGCACCAACCCTGGAGATGTCCAAGCGCGACCTGATGTGGG
TGGTGCGCCGCACCCACGTGGCCGTGGAGCGCTACCCACCTGGGGCGACACC
GTGGAGGTGGAGTGCTGGATCGGCGCCAGCGGCAACAACGGCATGCGCCGCGA
CTTCCTGGTGC GCGACTGCAAGACCGGCGAGATCCTGACCCGCTGCACCTCCCT
GAGCGTGCTGATGAACACCCGCACCCGCCGCTGAGCACCATCCCCGACGAGG
TGCGCGGCGAGATCGGCCCCGCCTTCATCGACAACGTGGCCGTGAAGGACGAC
GAGATCAAGAAGCTGCAGAAGCTGAACGACTCCACCGCCGACTACATCCAGGG
CGGCCTGACCCCCCGCTGGAACGACCTGGACGTGAACCAGCACGTGAACAACC
TGAAGTACGTGGCCTGGGTGTTTGAGACCGTGCCCGACAGCATCTTCGAGTCCC
ACCACATCAGCTCCTTCACCCTGGAGTACCGCCGCGAGTGCACCCGCGACTCCG
TGCTGCGCAGCCTGACCACCGTGAGCGGCGGCAGCTCCGAGGGCCGGCCTGGTG
TGCGACCACCTGCTGCAGCTGGAGGGCGGCAGCGAGGTGCTGCGCGCCCGCAC
CGAGTGCGCGCCCCAAGCTGACCGACTCCTTCCGCGGCATCAGCGTGATCCCCGC
CGAGCCCCGCGTGATGGACTACAAGGACCACGACGGCGACTACAAGGACCACG
ACATCGACTACAAGGACGACGACGACAAGTGACTCGAG

30

配列番号 93

GGCGCGCCAGCTGCCGACTGGAGCATGCTGCTGGCCGCGATCACCAACCTGT
TCCTGGCGGCCGAGAAGCAGTGGATGATGCTGGACTGGAAGCCCAAGCGCCCC
GACATGCTGGTGGACCCCTTCGGCCTGGGCGCTTCGTGCAGGACGGCCTGGTG
TTCCGCAACAACCTCAGCATCCGCAGCTACGAGATCGGCGCGGACCGCACCGC
CAGCATCGAGACCCTGATGAACCACCTGCAGGAGACCGCCCTGAACCACGTGA
AGAGCGTGGGCCTGCTGGAGGACGGCCTGGGCAGCACCCGCGAGATGAGCCTG
CGCAACCTGATCTGGGTGGTGACCAAGATGCAGGTGGCGGTGGACCGCTACCC
CACCTGGGGCGACGAGGTGCAGGTGAGCAGCTGGGCGACCGCCATCGGCAAGA
ACGGCATGCGCCGCGAGTGGATCGTGACCGACTTCCGCACCGGCGAGACCCTG
CTGCGCGCCACCAGCGTGTGGGTGATGATGAACAAGCTGACCCGCCGCGATCAG
CAAGATCCCCGAGGAGGTGTGGCACGAGATCGGCCCCAGCTTCATCGACGCGC
CCCCCTGCCACCGTGGAGGACGACGGCCGCAAGCTGACCCGCTTCGACGAG
AGCAGCGCCGACTTCATCCGCAAGGGCCTGACCCCCCGCTGGAGCGACCTGGA
CATCAACCAGCACGTGAACAACGTGAAGTACATCGGCTGGCTGCTGGAGAGCG

40

【 0 8 0 3 】

【数 5 8】

CGCCCCCGAGATCCACGAGAGCCACGAGATCGCCAGCCTGACCCTGGAGTAC
CGCCGCGAGTGCGGCCGCGACAGCGTGCTGAACAGCGCCACCAAGGTGAGCGA
CAGCAGCCAGCTGGGCAAGAGCGCCGTGGAGTGCAACCACCTGGTGCGCCTGC
AGAACGGCGGCGAGATCGTGAAGGGCCGCACCGTGTGGCGCCCCAAGCGCCCC
CTGTACAACGACGGCGCCGTGGTGGACGTGCCCCGCAAGACCAGCGATGACGA
TGACAAGCTGGGATGACTCGAG

配列番号 94

コドン最適化された *C. hookeriana* チオエステラーゼ配列

10

ACTAGTATGGCTATCAAGACGAACAGGCAGCCTGTGGAGAAGCCTCCGTTAC
GATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCGCGCACTGTTTCGAGCGCTCGGCGCT
TCGTGGGCGCGCCCAGCTGCCCCGACTGGAGCCGCCTGCTGACCGCCATCACCAC
CGTGTTTCGTGAAGTCCAAGCGCCCCGACATGCACGACCGCAAGTCCAAGCGCC
CCGACATGCTGGTGGACAGCTTCGGCCTGGAGTCCACCGTGCAGGACGGCCTG
GTGTTCCGCCAGTCCTTCTCCATCCGCTCCTACGAGATCGGCACCGACCGCACC
GCCAGCATCGAGACCCTGATGAACCACCTGCAGGAGACCTCCCTGAACCACTG
CAAGAGCACCGGCATCCTGCTGGACGGCTTCGGCCGCACCCTGGAGATGTGCA
AGCGCGACCTGATCTGGGTGGTGATTAAGATGCAGATCAAGGTGAACCGCTAC
CCCGCCTGGGGCGACACCGTGGAGATCAACACCCGCTTCAGCCGCCTGGGCAA
GATCGGCATGGGCGCGACTGGCTGATCTCCGACTGCAACACCGGCGAGATCC
TGGTGCGCGCCACCAGCGCCTACGCCATGATGAACCAGAAGACCCGCCGCTG
TCCAAGCTGCCCTACGAGGTGCACCAGGAGATCGTGCCCCCTGTTTCGTGGACAGC
CCCGTGATCGAGGACTCCGACCTGAAGGTGCACAAGTTCAAGGTGAAGACCGG
CGACAGCATCCAGAAGGGCCTGACCCCCGGCTGGAACGACCTGGACGTGAACC
AGCACGTGTCCAACGTGAAGTACATCGGCTGGATCCTGGAGAGCATGCCCCACC
GAGGTGCTGGAGACCCAGGAGCTGTGCTCCCTGGCCCTGGAGTACCGCCGCGA
GTGCGGCCGCGACTCCGTGCTGGAGAGCGTGACCGCCATGGACCCAGCAAGG
TGGGCGTGCGCTCCCAGTACCAGCACCTGCTGCGCCTGGAGGACGGCACCGCC
ATCGTGAACGGCGCCACCGAGTGGCGCCCCAAGAACGCCGGCGCCAACGGCGC
CATCTCCACCGGCAAGACCAGCAACGGCAACTCCGTGTCCATGGACTACAAGG
ACCACGACGGCGACTACAAGGACCACGACATCGACTACAAGGACGACGACGAC
AAGTGACTCGAG

20

30

配列番号 95

U. californica チオエステラーゼ順プライマー

CTGGGCGACGGCTTCGGCAC

配列番号 96

U. californica チオエステラーゼ逆プライマー

AAGTCGCGGCGCATGCCGTT

40

配列番号 97

U. americana チオエステラーゼ順プライマー

CCCAGCTGCTCACCTGCACC

配列番号 98

【0 8 0 4】

【数 5 9】

U. americana チオエステラーゼ逆プライマー

CACCCAAGGCCAACGGCAGCGCCGTG

配列番号 99

C. hookeriana チオエステラーゼ順プライマー

TACCCCGCCTGGGGCGACAC

10

配列番号 100

C. hookeriana チオエステラーゼ逆プライマー

AGCTTGGACAGGCGGCGGGT

配列番号 101

FAD プライマー 1

5'-TCACTTCATGCCGGCGGTCC-3'

20

配列番号 102

FAD プライマー 2

5'-GCGCTCCTGCTTGGCTCGAA-3'

配列番号 103

pSZ1124 (FAD2B) 5' ゲノム標的化配列

GCTCTTCGAGACGTGGTCTGAATCCTCCAGGCGGGTTTCCCCGAGAAAGAAAG
GGTGCCGATTTCAAAGCAGAGCCATGTGCCGGGCCCTGTGGCCTGTGTTGGCGC
CTATGTAGTCACCCCCCTCACCCAATTGTCGCCAGTTTGGCGCAATCCATAAAC
TCAAAACTGCAGCTTCTGAGCTGCGCTGTTCAAGAACACCTCTGGGGTTTGCTC
ACCCGCGAGGTCGACGCCAGCATGGCTATCAAGACGAACAGGCAGCCTGTGG
AGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCGCGCACTGTT
TCGAGCGCTCGGCGCTTCGTAGCAGCATGTACCTGGCCTTTGACATCGCGGTCA
TGTCCTTGCTCTACGTCGCGTCGACGTACATCGACCCTGCGCCGGTGCTACGT
GGGTCAAGTATGGCGTCATGTGGCCGCTCTACTGGTTCTTCCAGGTGTGTGTGA
GGGTTGTGGTTGCCCCGATCGAGGTCCTGGTGGCGCGCATGGGGGAGAAGGCG
CCTGTCCCCTGACCCCCCGGCTACCCTCCCGGCACCTTCCAGGGCGCCTTCG
GCACGGGTGTCTGGGTGTGCGCGCACGAGTGCGGCCACCAGGCCTTTTCCTCCA
GCCAGGCCATCAACGACGGCGTGGGCCTGGTGTTCACAGCCTGCTGCTGGTGC
CCTACTACTCCTGGAAGCACTCGCACCGGGTACC

30

配列番号 104

pSZ1124 (FAD2B) 3' ゲノム標的化配列

CCGCCACCACTCCAACACGGGGTGCCTGGACAAGGACGAGGTGTTTGTGCCGC
CGCACCGCGCAGTGCGCACGAGGGCCTGGAGTGGGAGGAGTGGCTGCCCATC
CGCATGGGCAAGGTGCTGGTACCCCTGACCCTGGGCTGGCCGCTGTACCTCATG
TTCAACGTCGCCTCGCGGCCGTACCCGCGCTTCGCCAACCCTTTGACCCGTGG

40

【0805】

【数 6 0】

TCGCCCATCTTCAGCAAGCGCGAGCGCATCGAGGTGGTCATCTCCGACCTGGCG
CTGGTGGCGGTGCTCAGCGGGCTCAGCGTGCTGGGCCGCACCATGGGCTGGGC
CTGGCTGGTCAAGACCTACGTGGTGCCCTACCTGATCGTGAACATGTGGCTCGT
GCTCATCACGCTGCTCCAGCACACGCACCCGCGCTGCCGCACTACTTCGAGAA
GGACTGGGACTGGCTGCGCGGGGCCATGGCCACCGTGGACCGCTCCATGGGCC
CGCCCTTCATGGACAACATCCTGCACCACATCTCCGACACCCACGTGCTGCACC
ACCTCTTCAGCACCATCCCGCACTACCACGCCGAGGAGGCCTCCGCCGCCATCA
GGCCCATCCTGGGCAAGTACTACAGTCCGACAGCCGCTGGGTGCGCCGCGCC
CTGTGGGAGGACTGGCGCGACTGCCGCTACGTCTCCCGGACGCGCCCGAGGA
CGACTCCGCGCTCTGGTTCCACAAGTGAGTGAGTGAGAAGAGC

10

配列番号 105

S. cerevisiae の suc2 カセット

CTTTCTTGCCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCT
TCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGG
GGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTAAATAGCCA
GGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACAC
CTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCT
AAGGGGGCGCCTCTTCTCTTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCCAT
GCTGCTGCAGGCCTTCTGTTCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGC
CTCCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCCTTACCCCCAACA
GGGCTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGT
GGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGT
TCTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATC
GCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTG
GACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGC
TGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTC
CTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGC
TGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCGCGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCT
CCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGATC
TACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTCCGCAACGAG
GGCTTCTCGGCTACCACTACGAGTGGCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAG
CAGGACCCAGCAAGTCTTACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCC
CCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTCGTCGGCAGCTTCAACGGCACCCAC
TTCGAGGCCTTCGACAACCAGTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTAC
GCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATC
GCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGTACTCCGCCTTCGTGCCCACCAACCCCTGGCGC
TCCTCCATGTCCCTCGTGCACAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAAC
CCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAA
CGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACA
GCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGT
ACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCC
TCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAG
GTGTCCGCGTCTCTCTTCTTCTGGAACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTG
AAGGAGAACCCCTACTTCAACCAACCGCATGAGCGTGAACAACAGCCCTTCAA
GAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACA
TCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAACACCTACTTCA
TGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAAC
CTGTTCTACATCGACAAGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGC

20

30

40

【0 8 0 6】

【数 6 1】

AGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCTGTGTGATGGACTGTT
GCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACA
GCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGTTGCTAGCTGCTTG
TGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGC
ATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCT
CCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGG
TACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGA
TGGAACACAAATGGA

10

配列番号 106

pSZ1125 (FAD2C) 5' ゲノム標的化配列

GCTCTTCGAGGGGCTGGTCTGAATCCTTCAGGCGGGTGTACCCGAGAAAGAA
AGGGTGCCGATTTCAAAGCAGACCCATGTGCCGGGCCCTGTGGCCTGTGTTGGC
GCCTATGTAGTCACCCCCCTCACCAATTGTCGCCAGTTTGCGCACTCCATAA
ACTCAAAACAGCAGCTTCTGAGCTGCGCTGTTCAAGAACACCTCTGGGGTTTGC
TACCCGCGAGGTCGACGCCCAGCATGGCTATCAAGACGAACAGGCAGCCTGT
GGAGAAGCCTCCGTTACGATCGGGACGCTGCGCAAGGCCATCCCCGCGCACT
GTTTCGAGCGCTCGGCGCTTCGTAGCAGCATGTACCTGGCCTTTGACATCGCGG
TCATGTCCTGCTCTACGTCGCGTCGACGTACATCGACCCTGCACCGGTGCCTA
CGTGGGTCAAGTACGGCATCATGTGGCCGCTCTACTGGTTCTTCCAGGTGTGTT
TGAGGGTTTTTGTTGCCCGTATTGAGGTCCTGGTGGCGCGCATGGAGGAGAAG
GCGCCTGTCCCGCTGACCCCCCGGCTACCCTCCCGGCACCTTCCAGGGCGCCT
TCGGCACGGGTGTCTGGGTGTGCGCGCACGAGTGCGGCCACCAGGCCTTTTCCT
CCAGCCAGGCCATCAACGACGGCGTGGGCCTGGTGTTCACAGCCTGCTGCTG
GTGCCCTACTACTCCTGGAAGCACTCGCACCGGGTACC

20

配列番号 107

pSZ1125 (FAD2C) 3' ゲノム標的化配列

CCGCCACCACTCCAACACGGGGTGCCTGGACAAGGACGAGGTGTTTGTGCCGC
CGCACCGCGCAGTGCGCACGAGGGCCTGGAGTGGGAGGAGTGGCTGCCCATC
CGCATGGGCAAGGTGCTGGTCACCTGACCCTGGGCTGGCCGCTGTACCTCATG
TTCAACGTCGCCTCGCGGCCGTACCCGCGCTTCGCCAACCCTTTGACCCGTGG
TCGCCATCTTCAGCAAGCGCGAGCGCATCGAGGTGGTCATCTCCGACCTGGCG
CTGGTGGCGGTGCTCAGCGGGCTCAGCGTGCTGGGCCGCACCATGGGCTGGGC
CTGGCTGGTCAAGACCTACGTGGTGCCCTACCTGATCGTGAACATGTGGCTCGT
GCTCATCACGCTGCTCCAGCACACGCACCCGGCGCTGCCGCACTACTTCGAGAA
GGACTGGGACTGGCTGCGCGGCCCATGGCCACCGTGGACCGCTCCATGGGCC
CGCCCTTCATGGACAACATCCTGCACCACATCTCCGACACCCACGTGCTGCACC
ACCTCTTCAGCACCATCCCGCACTACCACGCCGAGGAGGCCTCCGCCGCCATCA
GGCCCATCCTGGGCAAGTACTACCAGTCCGACAGCCGCTGGGTGCGGCCGCGCC
CTGTGGGAGGACTGGCGCGACTGCCGCTACGTCTCCCGGACGCGCCCGAGGA
CGACTCCGCGCTCTGGTTCCACAAGTGAGTGAGTGAGAAGAGC

30

40

配列番号 108

S. carlbergensis の MEL1 アミノ酸配列

MFAFYFLTACISLKGVFVSPSYNGLGLTPQMGWDNWNNTFACDVSEQLLLDTADR
ISDLGLKDMGYKYIILDDCWSSGRSDSGFLVADEQKFPNGMGHVADHLHNNSFLF

【0807】

【数 6 2】

GMYSAGEYTCAGYPGSLGREEEDAQFFANNRVDYLKYDNCYNKGQFGTPEISYH
RYKAMSDALNKTGRPIFYSLCNWGQDLTFYWGSGIANSWRMSGDVTAEFTRPDS
RCPDGDDEYDCKYAGFHCSIMNILNKAAPMGQNAGVGGWNDLDNLEVGVGNTL
DDEEKAHFSMWAMVKSPLIIGANVNNLKASSYSIYSQASVIAINQDSNGIPATRVW
RYYVSDTDEYGQGEIQMWSGPLDNGDQVVALLNGGSVSRPMNTTLEEIFFDSNLG
SKKLTSTWDIYDLWANRVDNSTASAILGRNKTATGILYNATEQSYKDGLSKNDTR
LFGQKIGSLSPNAILNTTTPAHGIAFYRLRPSS

配列番号 109

S. carlbergensis の MEL1 天然シグナルペプチドのアミノ酸配列

MFAFYFLTACISLKGVFG

配列番号 110

S. carlbergensis の MEL1 発現カセットの関連配列

GCGGCCGCGTGGACGAGGGCTACAACCCCGCCTACGGCGCGCGCCCGCTGCGC
CGCGCCATCATGCGCCTGCTGGAGGACGCGCTGGCCGAGCGCATGCTCGCCGG
CGACGTCAAGGAGGGCGACTCGGTTCATCATGGACGTCGATGGCGATGGCGCCA
TCAGCGTCTCTCAACGGAGACCGCACCCACACCACCACCATCGACTCCTCCCCGG
CGGGCATCTCGTAGACGCGAGAGGGAGGGAGGGAGGATTTTCAGAGGGAGATG
AGACGAGGACTGGGCCGGGGGCTTGGGGCGCTGCTGGAGCGTGGTGAGAGCG
CGGCGGACGTGCCTTTTCTTCTTCCGTGCGCGCGCTCTTGGCCATTGATCCCCG
ATTCGCGCCCCGCATCCCCCACTGCCCCCATCATCTTGCTGTTGTCGTGGCACT
GACATAAACCCCTGCGCTGCGCTGCTCCGCTACTATTGATATAGGTCTCACGC
GCCAATCTTTTTTGTCTCCGGGTAACCGTCTGGACGCCAGAATTCCTTTCTTGCGC
TATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCT
GCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGG
GCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCGCGATT
GCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTA
CCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCC
TCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGTTTCGCGTTCTACT
TCCTGACGGCCTGCATCTCCCTGAAGGGCGTGTTTCGGCGTCTCCCCCTCCTACA
ACGGCCTGGGCCTGACGCCCCAGATGGGCTGGGACAACTGGAACACGTTTCGCC
TGCGACGTCTCCGAGCAGCTGCTGCTGGACACGGCCGACCGCATCTCCGACCTG
GGCCTGAAGGACATGGGCTACAAGTACATCATCCTGGACGACTGCTGGTCCTCC
GGCCGCGACTCCGACGGCTTCCTGGTCGCCGACGAGCAGAAGTTCCCCAACGG
CATGGGCCACGTCGCCGACCACCTGCACAACAACCTCCTTCCTGTTTCGGCATGTA
CTCCTCCGCGGGCGAGTACACGTGCGCCGGCTACCCCGGCTCCCTGGGCCGCGA
GGAGGAGGACGCCCAGTTCTTCGCGAACAACCGCGTGGACTACCTGAAGTACG
ACAACCTGCTACAACAAGGGCCAGTTTCGGCACGCCCAGATCTCCTACCACCGC
TACAAGGCCATGTCCGACGCCCTGAACAAGACGGGGCCGCCCATCTTCTACTCC
CTGTGCAACTGGGGCCAGGACCTGACCTTCTACTGGGGCTCCGGCATCGCGAAC
TCCTGGCGCATGTCCGGCGACGTACGGCGGAGTTCACGCGCCCCGACTCCCGC
TGCCCCCTGCGACGGCGACGAGTACGACTGCAAGTACGCCGGCTTCCACTGCTCC
ATCATGAACATCCTGAACAAGGCCGCCCATGGGCCAGAACGCGGGCGTTCGG
CGGCTGGAACGACCTGGACAACCTGGAGGTTCGGCGTCGGCAACCTGACGGACG
ACGAGGAGAAGGCGCACTTCTCCATGTGGGCCATGGTGAAGTCCCCCTGATC
ATCGGCGCGAACGTGAACAACCTGAAGGCCTCCTCCTACTCCATCTACTCCCAG
GCGTCCGTCATCGCCATCAACCAGGACTCCAACGGCATCCCCGCCACGCGCGTC

【0 8 0 8】

【数 6 3】

TGGCGCTACTACGTGTCCGACACGGACGAGTACGGCCAGGGCGAGATCCAGAT
 GTGGTCCGGCCCCCTGGACAACGGCGACCAGGTCGTGGCGCTGCTGAACGGCG
 GCTCCGTGTCCCGCCCCATGAACACGACCCTGGAGGAGATCTTCTTCGACTCCA
 ACCTGGGCTCCAAGAAGCTGACCTCCACCTGGGACATCTACGACCTGTGGGCG
 AACCGCGTCGACAACTCCACGGCGTCCGCCATCCTGGGCGCAACAAGACCGC
 CACCGGCATCCTGTACAACGCCACCGAGCAGTCCTACAAGGACGGCCTGTCCA
 AGAACGACACCCGCCTGTTTCGGCCAGAAGATCGGCTCCCTGTCCCCAACGCG
 ATCCTGAACACGACCGTCCCCGCCACGGCATCGCGTTCTACCGCCTGCGCCCC
 TCCTCCTGACAATTGAAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGAC
 GCTGGTCTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATA
 TCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCT
 TTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCC
 TTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGC
 TATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTT
 GGGCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGC
 TGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGCTCAGA
 ATAGTATCGGGTGATGCGAAGTCAGAACCGAGGCAGGGCCTGTGCGCTGAGGTG
 GCAACGATGGGAAGCAATCAATCTGGGTACAGTCGTCCGCACGATCCCGTGAT
 CTCCCCACCGACACCTATCCCCGCCCATCCCGGCCACCCCTTCAGTCCCCTC
 AGCATGCATTGTGCACCGCGACAAAGCATGTCTGCTCGTGCCTGAGGTG
 ACGGCGCACCGAGTCCTCGCCCTTCGCAGAGTGATCACCTCCCCGGAACCGC
 CACGCTCGCTGCTGCGGGCCGATCAGCCGCGCGCACTCCCTGCAACTAGGGAC
 AACTCAGGCAACCACGCGCCTCACAAGCATGGCCGCCGTGGCATCCAACCGC
 TCGTGACGGTGGGTGCGCAAGTGCCAGGGGCCTCGTCGTCACGGCGTGATCCT
 CGAGGGATGCGATCCGGCAACTATATGTCGTTTATCTCCCCACCAATCACAGGA
 TGAGCCCCTGTCTAGA

10

20

配列番号 111

コドン最適化された *S. carlbergensis* の MEL1 配列

ATGTTGCGTTTCTACTTCCTGACGGCCTGCATCTCCCTGAAGGGCGTGTTCCGGC
 GTCTCCCCCTCCTACAACGGCCTGGGCCTGACGCCCCAGATGGGCTGGGACAAC
 TGGAACACGTTTCGCTGCGACGTCTCCGAGCAGCTGCTGCTGGACACGGCCGA
 CCGCATCTCCGACCTGGGCCTGAAGGACATGGGCTACAAGTACATCATCTGG
 ACGACTGCTGGTCTCTCCGGCCGCGACTCCGACGGCTTCCTGGTCGCCGACGAGC
 AGAAGTTCCCCAACGGCATGGGCCACGTCGCCGACCACCTGCACAACAACCTCC
 TTCCTGTTCCGGCATGTACTCCTCCGCGGGCGAGTACACGTGCGCCGGCTACCCC
 GGCTCCCTGGGCCGCGAGGAGGAGGACGCCCAGTTCTTCGCGAACAACCGCGT
 GGACTACCTGAAGTACGACAACCTGCTACAACAAGGGCCAGTTTCGGCACGCCCCG
 AGATCTCCTACCACCGCTACAAGGCCATGTCCGACGCCCTGAACAAGACGGGC
 CGCCCCATCTTCTACTCCCTGTGCAACTGGGGCCAGGACCTGACCTTCTACTGG
 GGCTCCGGCATCGCAACTCCTGGCGCATGTCCGGCGACGTACACGGCGGAGTT
 CACGCGCCCCGACTCCCGCTGCCCCCTGCGACGGCGACGAGTACGACTGCAAGT
 ACGCCGGCTTCCACTGCTCCATCATGAACATCCTGAACAAGGCCGCCCCCATGG
 GCCAGAACGCGGGCGTCGGCGGCTGGAACGACCTGGACAACCTGGAGGTCCGGC
 GTCGGCAACCTGACGGACGACGAGGAGAAGGCGCACTTCTCCATGTGGGCCAT
 GGTGAAGTCCCCCTGATCATCGGCGCGAACGTGAACAACCTGAAGGCCTCCT
 CCTACTCCATCTACTCCCAGGCGTCCGTCATCGCCATCAACCAGGACTCCAACG
 GCATCCCCGCCACGCGCGTCTGGCGCTACTACGTGTCCGACACGGACGAGTAC
 GGCCAGGGCGAGATCCAGATGTGGTCCGGCCCCCTGGACAACGGCGACCAGGT

30

40

【0 8 0 9】

【数 6 4】

CGTGGCGCTGCTGAACGGCGGGCTCCGTGTCCCGCCCCATGAACACGACCCTGG
AGGAGATCTTCTTCGACTCCAACCTGGGCTCCAAGAAGCTGACCTCCACCTGGG
ACATCTACGACCTGTGGGCGAACCGCGTCGACAACTCCACGGCGTCCGCCATCC
TGGGCCGCAACAAGACCGCCACCGGCATCCTGTACAACGCCACCGAGCAGTCC
TACAAGGACGGCCTGTCCAAGAACGACACCCGCCTGTTCCGGCCAGAAGATCGG
CTCCCTGTCCCCCAACGCGATCCTGAACACGACCGTCCCCGCCACGGCATCGC
GTTCTACCGCCTGCGCCCCCTCCTCCTGA

配列番号 112

5' C l p 相同組み換え標的化配列

GCGGCCGCGTGGACGAGGGCTACAACCCCGCCTACGGCGCGCGCCCCGCTGCGC
CGCGCCATCATGCGCCTGCTGGAGGACGCGCTGGCCGAGCGCATGCTCGCCGG
CGACGTCAAGGAGGGCGACTCGGTCATCATGGACGTCGATGGCGATGGCGCCA
TCAGCGTCCTCAACGGAGACCGCACCCACACCACCACCATCGACTCCTCCCCGG
CGGGCATCTCGTAGACGCGAGAGGGAGGGAGGGAGGATTTTCAGAGGGAGATG
AGACGAGGACTGGGCCGCGGGGCTTGGGGCGCTGCTGGAGCGTGGTGAGAGCG
CGGCGGACGTGCCTTTTCTTCTCCGTGCGCGCGCTCTTGGCCATTGATCCCCG
ATTCGCGCCCGCATCCCCCACTGCCCCCATCATCTTGCTGTTGTCGTGGCACT
GACATAAACCCCTGCGCTGCGCTGCTCCGCTACTATTGATATAGGTCTCACGC
GCCAATCTTTTTTGTCTCCGGGTAACCGTCTGGACGCCAGAATTC

配列番号 113

3' C l p 相同組み換え標的化配列

GAGCTCAGAATAGTATCGGGTGATGCGAAGTCAGAACCAGGCAGGGCCTGTCTG
CCTGAGGTGGCAACGATGGGAAGCAATCAATCTGGGTACAGTCGTCCGCACGA
TCCCGTGATCTCCCCACCGACACCTATCCCCGCCATCCCGGCCACCCCTTTC
AGTCCCCTCAGCATGCATTGTGCACCGCGACAAAGCATGTCTGCTCGTGCACTG
GTTCAGGCCACGGCGCACCGAGTCCTCGCCCTTCGCAGAGTGATCACCTCCCC
GGAACCAGCCACGCTCGCTGCTGCGGGCCGATCAGCCGCGCGCACTCCCTGCA
ACTAGGGACAACCTCAGGCAACCACGCGCCTCACAAGCATGGCCGCCGTGGCAT
CCAACCCGCTCGTGACGGTGGGTGCGCAAGTGCCAGGGGCCTCGTCGTACGG
CGTGATCCTCGAGGGATGCGATCCGGCAACTATATGTCGTTTATCTCCCCACC
AATCACAGGATGAGCCCCTGTCTAGA

配列番号 114

Chlamydomonas reinhardtii の TUB 2 プロモーター / 5' UTR

CTTTCTTGCCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCT
TCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGG
GGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCA
GGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACAC
CTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCT
AAGGGGGCGCCTCTTCTTCTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAAC

配列番号 115

Chlorella vulgaris の硝酸還元酵素 3' UTR

【0 8 1 0】

【数 6 5】

GCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGG
ACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATC
AAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCAGTTGCTAGC
TGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATC
GCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGC
TCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCTGTATT
CTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGT
AGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTT

10

配列番号 116

A. n i g e r A l g C のアミノ酸配列

MIGSSHAVVALGLFTLYGHSAAPAIASNSQTIVTNGTSFALNGDNVSYRFHVNS
STGDLISDHFGGVVSGTIPSPVEPAVNGWVGMPGRIRREFPDQGRGDFRIPAVRIRE
SAGYTVSDLQYVSHEVIEGKYALPGLPATFGDAQDATTLVVHLYDNYSSVAADLS
YSIFPKYDAIVRSVNVNQGPGNITIEALASISIDFPYEDLDMVSLRGDWAREANVQ
RSKVQYGVVQFGSSTGYSSHLHNPFLAIVDPATTESQGEAWGFNLVYTGFSFAQV
EKGSQGFTRALLGFNPDQLSWNLGPGETLTSPECVAVYSDKGLGSVSRKFHRLYR
NHLMKSKFATSDRPVLLNSWEGVYFDYNQSSIETLAEEAALGVHLFVMDGWF
GDKYPRVSDNAGLDWMPNPARFPDGLTPVVQDITNLTVNGTESTKLRFGIWVEP
EMVNPNSTLYHEHPEWALHAGPYPRTERRNQLVLNLALPAVQDFIIDFMTNLLQD
TGISYVKWDNNRGIHETPSPSTDHQMGLYRVFDTLTTRFPDVLWEGCASGGGR
FDAGMLQYVPQIWTSNDTDAIDRITIQFGTSLAYPPSAMGAHLSAVPNAQTGRTPV
FTFRAHVAMMGGSFGLELDPATVEGDEIVPELLALAEKVNPIILNGDLYRLRLPQD
SQWPAALFVSQDGAQAVLFYFQVQPNVNHAVPWVRLQGLDPKADYTVDGDQTY
SGATLMNLGLQYSFDTEYGSKVVFLERQ

20

配列番号 117

A. n i g e r A l g C の天然シグナルペプチドのアミノ酸配列

MIGSSHAVVALGLFTLYGHSAAPAIAGA

30

配列番号 118

コドン最適化された A. n i g e r A l g C コード配列

ATGATCGGCTCCTCCCACGCGGTCGTCGCCCTGGGCCTGTTACCCCTGTACGGC
CACTCCGCCGCCGCGCCCGCCATCGGCGCCTCCAACTCCCAGACCATCGTCACG
AACGGCACCTCCTTCGCCCTGAACGGCGACAACGTGTCCTACCGCTTCCACGTG
AACTCCTCCACGGGCGACCTGATCTCCGACCACTTCGGCGGGCTGGTGTCCGGC
ACCATCCCCTCCCCCGTGGAGCCCGCGGTCAACGGCTGGGTGGGCATGCCCGG
CCGCATCCGCCGCGAGTTCCCCGACCAGGGCCGCGGCGACTTCCGCATCCCCGC
GGTGCGCATCCGCGAGTCCGCCGGCTACACCGTCTCCGACCTGCAGTACGTGTC
CCACGAGGTGATCGAGGGCAAGTACGCGCTGCCCGGCCCTGCCCGCCACGTTCG
GCGACGCCCAGGACGCCACCACCCTGGTGGTGCACCTGTACGACAACACTACTCCT
CCGTCGCGGCCGACCTGTCTACTCCATCTTCCCCAAGTACGACGCGATCGTCC
GCTCCGTGAACGTGACCAACCAGGGCCCCGGCAACATCACCATCGAGGCGCTG
GCCTCCATCTCCATCGACTTCCCCCTACGAGGACCTGGACATGGTGTCCCTGCGC
GGCGACTGGGCCCCGCGAGGCGAACGTGCAGCGCTCCAAGGTCCAGTACGGCGT
GCAGGGCTTCGGCTCCTCCACCGGCTACTCCTCCCACCTGCACAACCCCTTCCT

40

【0 8 1 1】

【数 6 6】

GGCGATCGTCGACCCCGCGACCACCGAGTCCCAGGGCGAGGCCTGGGGCTTCA
 ACCTGGTCTACACCGGCTCCTTCTCCGCCAGGTTCGAGAAGGGCTCCCAGGGCT
 TCACGCGCGCCCTGCTGGGCTTCAACCCCGACCAGCTGTCCTGGAACCTGGGCC
 CCGGCGAGACGCTGACGTCCCCCGAGTGCCTCGCCGTCTACTCCGACAAGGGC
 CTGGGCTCCGTCTCCCGCAAGTTCCACCGCCTGTACCGCAACCACCTGATGAAG
 TCCAAGTTCGCCACGTCCGACCGCCCCGTGCTGCTGAACTCCTGGGAGGGCGTC
 TACTTCGACTACAACCAGTCCTCCATCGAGACGCTGGCGGAGGAGTCCGCCGCC
 CTGGGCGTGCACCTGTTTCGTTCATGGACGACGGCTGGTTCGGCGACAAGTACCCC
 CGCGTGTCCGACAACGCCGGCCTGGGCGACTGGATGCCCAACCCCGCCGCTTC
 CCCGACGGCCTGACGCCCGTCGTGCAGGACATCACCACCTGACCGTCAACGG
 CACCGAGTCCACCAAGCTGCGCTTCGGCATCTGGGTGGAGCCCAGATGGTGA
 ACCCAACTCCACCCTGTACCACGAGCACCCCGAGTGGGCGCTGCACGCGGGC
 CCCTACCCCGCACCGAGCGCCGCAACCAGCTGGTCTGAACCTGGCCCTGCCC
 GCGGTCCAGGACTTCATCATCGACTTCATGACCAACCTGCTGCAGGACACCGGC
 ATCTCCTACGTCAAAGTGGGACAACAACCGCGGCATCCACGAGACGCCCTCCCC
 CTCCACGGACCACCAGTACATGCTGGGCCTGTACCGCGTGTTCGACACGCTGAC
 CACGCGCTTCCCCGACGTCTCTGTGGGAGGGCTGCGCGTCCGGCGGGCGCCGGTT
 CGACGCGGCATGCTGCAGTACGTCCCCAGATCTGGACGTCCGACAACACGG
 ACGCGATCGACCGCATCACCATCCAGTTCGGCACCTCCCTGGCCTACCCCCCT
 CCGCCATGGGCGCCCACCTGTCCGCGGTGCCAACGCCAGACCGGCCGCACG
 GTGCCCTTCACTTCCGCGCCCACGTGCGGATGATGGGCGGCTCCTTCGGCCTG
 GAGCTGGACCCCGCCACCGTGGAGGGCGACGAGATCGTGCCCGAGCTGCTGGC
 GCTGGCCGAGAAGGTGAACCCCATCATCTGAACGGCGACCTGTACCGCCTGC
 GCCTGCCCCAGGACTCCCAGTGGCCCGCGGCCCTGTTCGTGTCCCAGGACGGCG
 CCCAGGCCGTCTGTCTACTTCCAGGTGCAGCCCAACGTCAACCACGCCGTCC
 CCTGGGTCCGCCTGCAGGGCCTGGACCCCAAGGCCGACTACACGGTGGACGGC
 GACCAGACGTACTCCGGCGCGACCTGATGAACCTGGGCCTGCAGTACTCCTTC
 GACACCGAGTACGGCTCCAAGGTGGTGTTCCTGGAGCGCCAGTAA

10

20

配列番号 119

A. n i g e r A l g C の発現カセットの関連配列

GCGGCCGCGTGGACGAGGGCTACAACCCCGCCTACGGCGCGCGCCCGCTGCGC
 CGCGCCATCATGCGCCTGCTGGAGGACGCGCTGGCCGAGCGCATGCTCGCCGG
 CGACGTCAAGGAGGGCGACTCGGTTCATCATGGACGTGATGGCGATGGCGCCA
 TCAGCGTCCTCAACGGAGACCGCACCCACACCACCACCATCGACTCCTCCCCGG
 CGGGCATCTCGTAGACGCGAGAGGGAGGGAGGGAGGATTTTCAGAGGGAGATG
 AGACGAGGACTGGGCCGGGGGCCTTGGGGCGCTGCTGGAGCGTGGTGAGAGCG
 CGGCGGACGTGCCTTTTCTTCTTCCGTGCGCGCGCTCTTGCCATTGATCCCCG
 ATTCGCGCCCGCATCCCCCACTGCCCCCATCATCTTGCTGTTGCTGCTGGCACT
 GACATAAACCCCTGCGCTGCGCTGCTCCGCTACTATTGATATAGGTCTCACGC
 GCCAATCTTTTTTGTCTCCGGGTAACCGTCTGGACGCCAGAATTCTTTCTTGCGC
 TATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCT
 GCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGG
 GCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATT
 GCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTA
 CCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCC
 TCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGATCGGCTCCTCCC
 ACGCGGTGCTGCGCCTGGGCCTGTTACCTGTACGGCCACTCCGCCGCCGCGC
 CCGCCATCGGCGCCTCCAACCTCCAGACCATCGTCACGAACGGCACCTCCTTCG

30

40

【0 8 1 2】

【数 6 7】

CCCTGAACGGCGACAACGTGTCTACCGCTTCCACGTGAACTCCTCCACGGGGCG
ACCTGATCTCCGACCACTTCGGCGGGGTGGTGTCCGGCACCATCCCCCTCCCCCG
TGGAGCCCCGCGGTCAACGGCTGGGTGGGCATGCCCCGGCCGCATCCGCCGCGAG
TCCCCCGACCAAGGGCCGCGGCGACTTCCGCATCCCCGCGGTGCGCATCCGCGAG
TCCGCCGGCTACACCGTCTCCGACCTGCAGTACGTGTCCACGAGGTGATCGAG
GGCAAGTACGCGCTGCCCGGCCTGCCCGCCACGTTCCGGCGACGCCAGGACGC
CACCACCCTGGTGGTGCACCTGTACGACAACCTACTCCTCCGTCGCGGGCCGACCT
GTCCTACTCCATCTTCCCCAAGTACGACGCGATCGTCCGCTCCGTGAACGTGAC
CAACCAGGGCCCCGGCAACATCACCATCGAGGCGCTGGCCTCCATCTCCATCG
ACTTCCCCTACGAGGACCTGGACATGGTGTCCCTGCGCGGCGACTGGGCCCCGCG
AGGCGAACGTGCAGCGCTCCAAGGTCCAGTACGGCGTGCAGGGCTTCGGCTCC
TCCACCGGCTACTCCTCCCACCTGCACAACCCCTTCCTGGCGATCGTCGACCCC
GCGACCACCGAGTCCCAGGGCGAGGCCTGGGGCTTCAACCTGGTCTACACCGG
CTCCTTCTCCGCCCAGGTTCGAGAAGGGCTCCCAGGGCTTACGCGCGGCCCTGCT
GGGCTTCAACCCCGACCACTGTCTCTGGAACCTGGGCCCCGGCGAGACGCTGA
CGTCCCCCGAGTGCCTCGCCGTCTACTCCGACAAGGGCCTGGGCTCCGTCTCCC
GCAAGTTCCACCGCCTGTACCGCAACCACTGATGAAGTCCAAGTTCGCCACGT
CCGACCGCCCCGTGCTGCTGAACTCCTGGGAGGGCGTCTACTTCGACTACAACC
AGTCTCCATCGAGACGCTGGCGGAGGAGTCCGCCGCCCTGGGCGTGCACCTG
TTCGTATGGACGACGGCTGGTTCGGCGACAAGTACCCCCGCGTGTCCGACAAC
GCCGGCCTGGGCGACTGGATGCCCAACCCCGCCGCTTCCCCGACGGCCTGAC
GCCCGTCGTGCAGGACATCAACAACCTGACCGTCAACGGCACCGAGTCCACCA
AGCTGCGCTTCGGCATCTGGGTGGAGCCCGAGATGGTGAACCCCAACTCCACC
CTGTACCACGAGCACCCCGAGTGGGCGCTGCACGCGGGCCCTACCCCGCAC
CGAGCGCCGCAACCAGCTGGTCTGAACCTGGCCCTGCCCGCGGTCCAGGACTT
CATCATCGACTTCATGACCAACCTGCTGCAGGACACCGGCATCTCCTACGTCAA
GTGGGACAACAACCGCGGCATCCACGAGACGCCCTCCCCCTCCACGGACCACC
AGTACATGCTGGGCCTGTACCGCGTGTTCGACACGCTGACCACGCGCTTCCCCG
ACGTCTGTGGGAGGGGTGCGCGTCCGGCGGCGGCGGTTTCGACGCCGGCATG
CTGCAGTACGTCCCCAGATCTGGACGTCCGACAACACGGACGCGATCGACCG
CATCACCATCCAGTTCGGCACCTCCCTGGCCTACCCCCCTCCGCCATGGGCGC
CCACCTGTCCGCGGTGCCCAACGCCAGACCGGCCGACGGTGGCCTTCACTT
CCGCGCCACGTGCGGATGATGGGCGGCTCCTTCGGCCTGGAGCTGGACCCCGC
CACCGTGGAGGGCGACGAGATCGTGCCCGAGCTGCTGGCGCTGGCCGAGAAGG
TGAACCCCATCATCCTGAACGGCGACCTGTACCGCCTGCGCCTGCCCCAGGACT
CCCAGTGGCCCGCGGCCCTGTTCTGTGTCCCAGGACGGCGCCCAGGCCGTCTGT
TCTACTTCCAGGTGCAGCCCAACGTCAACCACGCCGTCCCCTGGGTCCGCCTGC
AGGGCCTGGACCCCAAGGCCGACTACACGGTGGACGGCGACCAGACGTACTCC
GGCGCGACCCTGATGAACCTGGGCCTGCAGTACTCCTTCGACACCGAGTACGG
CTCCAAGGTGGTGTTCCTGGAGCGCCAGTAACAATTGAAGCAGCAGCAGCTCG
GATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCTGTGATGGACTGTTGCCGCCACA
CTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGT
GTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGC
GAATACCACCCCGAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACC
GCAACTTATCTACGCTGTCTGTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCAC
TGCCCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAA
CCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACA
CAAATGGAAAGCTTGAGCTCAGAATAGTATCGGGTGATGCGAAGTCAGAACCA
GGCAGGGCCTGTGCGCTGAGGTGGCAACGATGGGAAGCAATCAATCTGGGTAC
AGTCGTCCGCACGATCCCGTGATCTCCCCACCGACACCTATCCCCGCCCATCC

10

20

30

40

【0 8 1 3】

【数 6 8】

CGGCCCCACCCCTTTCAGTCCCCTCAGCATGCATTGTGCACCGCGACAAAGCATGT
CTGCTCGTGCACCTGGTTCAGGCCACGGCGCACCGAGTCCTCGCCCTTCGCAGAG
TGATCACCCCTCCCCGGAACCAGCCACGCTCGCTGCTGCGGGCCGATCAGCCGCG
CGCACTCCCTGCAACTAGGGACAACCTCAGGCAACCACGCGCCTCACAAGCATG
GCCGCCGTGGCATCCAACCCGCTCGTGACGGTGGGTGCGCAAGTGCCAGGGGC
CTCGTCTGTCACGGCGTGATCCTCGAGGGATGCGATCCGGCAACTATATGTCGT
TTATCTCCCCACCAATCACAGGATGAGCCCCTGTCTAGA

配列番号 120

C. tetragonobola の α -ガラクトシダーゼのアミノ酸配列

MATHYSIIIGMIIIVLLMIIGSEGGRLLEKKNRTSAEAEHYNVRRYLAENGLGQTP
PMGWNSWNHFGCDINENVRETADAMVSTGLAALGYQYINLDDCWAEINRDSE
GNMVPNAAAFPSGIKALADYVHSKGLKLGVSADAGNQTC SKRMPGSLGHEEQDA
KTFASWGV DYLKYDNCENLGISVKERYPPMGKALLSSGRPIFFSMCEWG WEDPQI
WAKSIGNSWRTTGDIEDNWSMTSIADSNDKWASYAGPGGWNDPDMLEVGNNG
MTTEEYRSHFSIWALAKAPLLVGCDIRAMDDTTHELISNAEVI AVNQDKLGVQ GK
KVKSTNDLEVWAGPLSDNKVAVILWNRSSSRATVTASWSDIGLQQGTTVDARDL
WEHSTQSLVSGEISAEIDSHACKMYVLTPRS

配列番号 121

コドン最適化された C. tetragonobola の α -ガラクトシダーゼ配列

ATGGCCACCCACTACTCCATCATCGGCGGCATGATCATCGTCGTCCTGCTGATG
ATCATCGGCTCCGAGGGCGGCCGGCTGCTGGAGAAGAAGAACC GCACCTCCGC
CGAGGCGGAGCACTACAACGTGCGCCGCTACCTGGCCGAGAACGGCCTGGGCC
AGACCCCCCATGGGCTGGAACCTCCTGGAACCACTTCGGCTGCGACATCAAC
GAGAACGTCGTCCGCGAGACGGCGGACGCCATGGTGTCCACCGGCCTGGCCGC
CCTGGGCTACCA GTACATCAACCTGGACGACTGCTGGGCGGAGCTGAACCGCG
ACTCCGAGGGCAACATGGTGCCCAACGCCGCCGCGTTCCCTCCGGCATCAAG
GCGCTGGCGGACTACGTCCACTCCAAGGGCCTGAAGCTGGGCGTCTACTCCGA
CGCGGGCAACCAGACCTGCTCCAAGCGCATGCCCGGCTCCCTGGGCCACGAGG
AGCAGGACGCGAAGACGTTCCGCTCCTGGGGCGTCGACTACCTGAAGTACGAC
AACTGCGAGAACCTGGGCATCTCCGTGAAGGAGCGCTACCCCCCATGGGCAA
GGCGCTGCTGTCTCCGCGCCGCCCATCTTCTTCTCCATGTGCGAGTGGGGCTG
GGAGGACCCCCAGATCTGGGCCAAGTCCATCGGCAACTCCTGGCGCACCACCG
GCGACATCGAGGACAACCTGGAACCTCATGACCTCCATCGCCGACTCCAACGAC
AAGTGGGCCTCCTACGCCGGCCCCGGCGGCTGGAACGACCCCGACATGCTGGA
GGTCGGCAACGGCGGCATGACGACGGAGGAGTACCGCTCCCACTTCTCCATCT
GGGCCCTGGCCAAGGCGCCCCCTGCTGGTGGGCTGCGACATCCGCGCGATGGAC
GACACGACGCACGAGCTGATCTCCAACGCCGAGGTGATCGCGGTGAACCAGGA
CAAGCTGGGCGTGCAAGGGCAAGAAGGTCAAGTCCACGAACGACCTGGAGGTCT
GGGCCGGCCCCCTGTCCGACAACAAGGTGGCGGTGATCCTGTGGAACCGCTCC
TCCTCCCGCGCCACCGTCACCGCGTCTGGTCCGACATCGGCCTGCAGCAGGGC
ACCACCGTCGACGCGCGCGACCTGTGGGAGCACTCCACGCAGTCCCTGGTGTCC
GGCGAGATCTCCGCCGAGATCGACTCCCACGCCTGCAAGATGTACGTCCTGAC
GCCCCGCTCCTAA

配列番号 122

C. tetragonobola の α -ガラクトシダーゼ発現カセットの関連配列

【0 8 1 4】

【数 6 9】

GCGGCCGCGTGGACGAGGGCTACAACCCCGCCTACGGCGCGCGCCCGCTGCGC
CGCGCCATCATGCGCCTGCTGGAGGACGCGCTGGCCGAGCGCATGCTCGCCGG
CGACGTCAAGGAGGGGCGACTCGGTTCATCATGGACGTCGATGGCGATGGCGCCA
TCAGCGTCCTCAACGGAGACCGCACCCACACCACCACCATCGACTCCTCCCCGG
CGGGCATCTCGTAGACGCGAGAGGGAGGGAGGGAGGATTTTCAGAGGGAGATG
AGACGAGGACTGGGCCGGGGGCCTTGGGGCGCTGCTGGAGCGTGGTGAGAGCG
CGGCGGACGTGCCTTTTCTTCTTCCGTGCGCGCGCTCTTGGCCATTGATCCCCG
ATTCGCGCCCGCATCCCCCACTGCCCCCATCATCTTGCTGTTGTCGTGGCACT
GACATAAACCCCTGCGCTGCGCTGCTCCGCTACTATTGATATAGGTCTCACGC
GCCAATCTTTTTTGCTCCGGGTAAACGTCTGGACGCCAGAATTCTTTCTTGCGC
TATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCT
GCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGG
GCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATT
GCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTA
CCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCC
TCTTCCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCCACTAC
TCCATCATCGGCGGCATGATCATCGTCGTCCTGCTGATGATCATCGGCTCCGAG
GGCGGCCGGCTGCTGGAGAAGAAGAACCGCACCTCCGCCGAGGCGGAGCACTA
CAACGTGCGCCGCTACCTGGCCGAGAACGGCCTGGGCCAGACCCCCCATGG
GCTGGAACCTCTGGAACCACTTCGGCTGCGACATCAACGAGAACGTCGTCCGC
GAGACGGCGGACGCCATGGTGTCCACCGGCCTGGCCGCCCTGGGCTACAGTA
CATCAACCTGGACGACTGCTGGGCGGAGCTGAACCGCGACTCCGAGGGCAACA
TGGTGCCCAACGCCGCCGCGTTCCCCCTCCGGCATCAAGGCGCTGGCGGACTACG
TCCACTCCAAGGGCCTGAAGCTGGGCGTCTACTCCGACGCGGGCAACCAGACC
TGCTCCAAGCGCATGCCCGGCTCCCTGGGCCACGAGGAGCAGGACGCGAAGAC
GTTTCGCTCCTGGGGCGTCGACTACCTGAAGTACGACAACTGCGGAGAACCTGG
GCATCTCCGTGAAGGAGCGCTACCCCCCATGGGCAAGGCGCTGCTGTCTCCG
GCCGCCCATCTTCTTCTCCATGTGCGAGTGGGGCTGGGAGGACCCCCAGATCT
GGGCAAGTCCATCGGCAACTCCTGGCGCACCAACGGCGACATCGAGGACAAC
TGGAACCTCCATGACCTCCATCGCCGACTCCAACGACAAGTGGGCCTCCTACGCC
GGCCCCGGCGGCTGGAACGACCCGACATGCTGGAGGTGGCAACGGCGGCAT
GACGACGGAGGAGTACCGCTCCCACTTCTCCATCTGGGCCCTGGCCAAGGCGC
CCCTGCTGGTGGGCTGCGACATCCGCGCGATGGACGACACGACGCACGAGCTG
ATCTCCAACGCCGAGGTGATCGCGGTGAACCAGGACAAGCTGGGCGTGACGGG
CAAGAAGGTCAAGTCCACGAACGACCTGGAGGTCTGGGCCGGCCCCCTGTCCG
ACAACAAGGTGGCGGTGATCCTGTGGAACCGCTCCTCCTCCCGCGCCACCGTCA
CCGCGTCCTGGTCCGACATCGGCCTGCAGCAGGGCACCAACCGTCGACGCGCGC
GACCTGTGGGAGCACTCCACGCAGTCCCTGGTGTCCGGCGAGATCTCCGCCGA
GATCGACTCCCACGCCTGCAAGATGTACGTCCTGACGCCCCGCTCCTAACAATT
GAAGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGA
TGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTT
ATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCT
AGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCAT
ATCGCTTGCAATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGC
TGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGT
ATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAA
GTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGCTCAGAATAGTATCGGGTG
ATGCGAAGTCAGAACCAGGCAGGGCCTGTGCGCTGAGGTGGCAACGATGGGAA
GCAATCAATCTGGGTACAGTCGTCCGCACGATCCCGTGATCTCCCCACCGACA

10

20

30

40

【0 8 1 5】

【数 7 0】

CCTATCCCCGCCCATCCCGGCCACCCCTTTCAGTCCCCTCAGCATGCATTGTGC
ACCGCGACAAAGCATGTCTGCTCGTGCCTGTTTCAGGCCACGGCGCACCGAG
TCCTCGCCCTTTCGAGAGTGATCACCTCCCCGGAACCAGCCACGCTCGCTGCT
GCGGGCCGATCAGCCGCGCGCACTCCCTGCAACTAGGGACAACCTCAGGCAACC
ACGCGCCTCACAAGCATGGCCGCGGTGGCATCCAACCCGCTCGTGACGGTGGG
TGCGCAAGTGCCAGGGGCTCGTCTGTCACGGCGTGCATCCTCGAGGGATGCGA
TCCGGCAACTATATGTCGTTTATCTCCCCACCAATCACAGGATGAGCCCCTGTC
TAGA

10

配列番号 123

5' プライマー *C. vulgaris* の 3' UTR : 下流 Clp 配列

5'-ACTGCAATGCTGATGCACGGGA-3'

配列番号 124

3' プライマー *C. vulgaris* の 3' UTR : 下流 Clp 配列

5'-TCCAGGTCCTTTTCGCACT-3'

配列番号 125

Coccomyxa の C-169 THIC アミノ酸配列

20

MTTNLAKLPLGGLSSRSSIAGAPLRVNSHSRERHLGAKTTAIAAPERLDYLDNAEE
ARLQQTDAFAELKALSSRQSVNRPQKGELSFQSPQTFQDCFPGSEKCYREVEHDGK
TLKVPFRVHLQDDNGHFDLYDTSGPQGVNPREGLPKIRSSWVEPREARGDKVQT
QQYYAKQGIITEEMAFCAARERMDPEFIRSEVARGRAIIPANKRHLELEPTVVGRN
FLVKVNANIGNSAVSSSIEEEVEKLQWSTIWGADTAMDLSGNNIHETREWVMRN
SPVPVGTVPPIYQCLEKAGGIVENITWELFRETIEQAEQGVDFYTIHAGVLLRYIPL
TANRVTGIVSRGGSIHAKLCLLDHTENFAYMHWDEILDICAQYDITLSIGDGLRPG
CIADANDAAQFAELKTQGELTRRAWAKDVQVMNEGPGHVPLHKIPENMEKQLD
WCSEAPFYTLGPLATDIAPAYDHITS AIGAATIGALGTALLCYVTPKEHLGLPDRD
DVKAGVIAKYIAAHAADLAKGHPYAQEWDNALSKARFEFRWYDQFHLSLDPVTA
RLFHDATLPQEPAKTAHFCSMCGPKFCMQITQDLREYAKNHQMEEDEAIQTGMA
EMSEQFKSIGAEVYLDEAVLEHA

30

配列番号 126

Coccomyxa の C-169 THIC 天然トランジットペプチドのアミノ酸配列

MTTNLAKLPLGGLSSRSSIAGAPLRVNSHSRERHLGAKTT

配列番号 127

Coccomyxa の C-169 THIC 発現カセットの関連配列

GCTCTTCGCCGCCGCGCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCG
CCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCCTGCTCGCTGATGTCCATCACCAGGTCCA
TGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTGCTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGG
AGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCTGACGTGGTGCCTGCTGCTGGA
GCGGGCCAGCATCATCTGGTCTGCGGCACCGAGGCCGCTCCAACCTGGTCTCT
CAGCAGCCGCGAGTCGCCGCCGACCCTGGCAGAGGAAGACAGGTGAGGGGGGTA
TGAATTGTACAGAACAACCACGAGCCTTGCTAGGCAGAATCCCTACCAGTCAT

40

【0 8 1 6】

【数 7 1】

GGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGCTGTCCAGCGACCCTCGCTGCCGC
CGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCGTGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCA
CGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGACAGTCGGGGAACCTCTGATCAGTCT
AAACCCCTTGC GCGTTAGTGTGTCATCCTTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACT
TGTTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCTCCAGACCAATTCTGTACCTTTTT
GGCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAGAGGACAGCAGTGCCCAGCCGCTGG
GGGTTGGCGGATGCACGCTCAGGTACCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCA
AAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATG
ATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCT
CCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAG
CGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGC
CACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTC
AGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTCTGCT
GGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACC
GCCCCCTGGTGCACCTTACCCCCAACAAGGGCTGGATGAACGACCCCCAACGGC
CTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCC
GAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTCTGGGGCCACGCCACGTCCGACG
ACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGAC
TCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTC
TTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAAC
ACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCTACAGCCTGGACGGCGGCTACAC
CTTCAACGAGTACCAGAAGAACCCCGTGCTGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCG
CGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAAGTGGATCATGACCGCGG
CAAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCT
GGAAGCTGGAGTCCGCGTTTCGCCAACGAGGGCTTCCTCGGCTACCAGTACGAG
TGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCCTACTG
GGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCA
GTACTTCGTGCGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACCAAGTC
CCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACAC
CGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGT
ACTCCGCCTTCGTGCCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCA
AGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGATCAAC
CTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTT
CGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTGACCTGTCCA
ACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCACCCAG
ACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAG
GACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCCTCCTTCTTC
CTGGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTACTTCAC
CAACCGCATGAGCGTGAACAACCAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCTCT
ACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACG
ACGGCGACGTGCTGTCCACCAACACCTACTTCATGACCACCGGGAACGCCCTG
GGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTT
CCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGACAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGA
CACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTT
GACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTT
GTGTGTACGCGCTTTTGCAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCAC
CCCCAGCATCCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATC
TACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGC
ACAGCCTTGTTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACC
AGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAGG

10

20

30

40

【0 8 1 7】

【数 7 2】

ATCCCGCGTCTCGAACAGAGCGCGCAGAGGAACGCTGAAGGTCTCGCCTCTGT
CGCACCTCAGCGCGGCATACACCACAATAACCACCTGACGAATGCGCTTGTTT
TTCGTCCATTAGCGAAGCGTCCGGTTCACACACGTGCCACGTTGGCGAGGTGGC
AGGTGACAATGATCGGTGGAGCTGATGGTCGAAACGTTACAGCCTAGGGATA
TCGAATTCTTTCTTGCCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCG
AGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAG
CTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTA
AATAGCCAGGCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATAT
TCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGC
ACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACAC
TAGTATGACCACCAACCTGGCTAAGCTGCCTCTCGGCGGCCTCTCTTCTCGGT
GTCCATCGCCGGGGCTCCTCTGCGCGTGAACAGCCACAGCCGCGAGCGCCACC
TGGGCGCCAAGACCACCGCGATCGCCGCTCCCGAGCGGCTGGACTACCTCGAC
AACGCGGAGGAGGCGCGGCTGCAGCAGACGGACGCCTTCGCCGAGCTGAAGGC
GCTGTCGAGCCGCCAGTCCGTGAACCGGCCCAAAAGGGCGAGCTGTGCTTCC
GGCAGTCGCCGACCTTTCAGGACTGCTTCCCTGGCTCGGAGAAGTGCTACCGCG
AGGTGGAGCACGATGGCAAGACGCTCAAGGTGCCTTTTCGCCGGGTGCACCTG
CAGGACGACAACGGCCATTTGACCTGTACGACACCTCTGGCCCCAGGGCGT
GAACCCCCGCGAGGGTCTGCCAAGATCCGCTCCTCCTGGGTGGAGCCGCGCG
AGGCGCGGGGCGACAAGGTGCAAACGCAGCAGTACTACGCCAAGCAAGGCATC
ATCACCGAGGAGATGGCCTTCTGCGCTGCGCGCGAGCGCATGGACCCCGAGTT
CATCCGGTCTGAGGTGGCCCCGGGGTCGGGCCATCATCCCTGCGAACAAGCGCC
ATCTGGAGCTGGAGCCGACCGTCGTGGGCCGCAACTTTCTGGTCAAGGTGAAC
GCCAACATCGGCAACTCTGCGGTGAGCTCGAGCATCGAGGAGGAGGTGGAGAA
GCTGCAGTGGAGCACCATCTGGGGTGCCGACACGGCCATGGACCTGAGCACCG
GCAACAACATCCACGAGACGCGCGAGTGGGTGATGCGCAACAGCCCGTCCCT
GTGGGTACGGTCCCTATCTACCAGTGCCTGGAGAAGGCGGGCGGCATCGTGGA
GAACATCACCTGGGAGCTGTTCCGGGAGACGCTGATCGAGCAGGCCGAGCAGG
GCGTCGACTACTTTACCATCCACGCGGGGGTCTGCTCCGCTACATCCCCCTGA
CGGCGAACC GCGTCACCGGCATCGTCAGCCGCGGCGGCTCTATCCATGCCAAG
CTCTGCCTGCTGGACCACACCGAGAACTTCGCCTACATGCACTGGGACGAGATC
CTGGACATCTGCGCCCAGTACGACATCACCTGTGATCGGCGACGGCCTGCGC
CCCCGCTGCATCGCGGACGCCAACGACGCTGCCAGTTTGCTGAGCTGAAGAC
CCAGGGCGAGCTGACCCGCCGCGCCTGGGCGAAGGACGTGCAGGTGATGAACG
AGGGTCCCGGCCATGTGCCGCTGCACAAGATCCCCGAGAACATGGAGAAGCAG
CTGGACTGGTGCAGCGAGGCGCCCTTCTACACGCTCGGCCCCCTGGCGACGGA
CATCGCGCCTGCGTACGACCACATCACCTCCGCGATCGGCGCCGCCACGATCGG
CGCGCTGGGGACCGCGCTGCTGTGTTACGTGACCCCGAAGGAGCACCTGGGCC
TCCCCGATCGCGACGACGTGAAGGCCGGGGTGATCGCCTACAAGATCGCGGCG
CACGCGGTGACCTGGCGAAGGGTCAACCCTACGCTCAGGAGTGGGATAACGC
CCTCTCTAAGGCGCGCTTCGAGTTCCGGTGGTACGACCAGTTCCACCTGTCGCT
GGACCCCGTCACCGCCCGCCTGTTCCATGACGCGACCCTGCCGAGGAGCCCGC
CAAGACCGCCCACTTCTGCTCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCTCCATGCAGAT
CACCCAGGACCTCCGCGAGTACGCCAAGAACCATCAAATGGAGGAGGACGAGG
CGATCCAAACCGGCATGGCCGAGATGTCCGAGCAGTTCAAGAGCATCGGCGCG
GAGGTCTACCTCGACGAGGCGGTGCTGGAGCACGCGTAAGCAGCAGCAGCTCG
GATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACA
CTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGT
GTTTGATCTTGTTGTGTACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGC
GAATACCACCCCGAGCATCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACC

10

20

30

40

【0 8 1 8】

【数 7 3】

GCAACTTATCTACGCTGTCCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCAC
TGCCCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAA
CCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACA
CAAATGGAAAGCTTGAGCTCTTGTTCAGAAAGGAGTTGCTCCTTGAGCCTTT
CATTCTCAGCCTCGATAACCTCCAAAGCCGCTCTAATTGTGGAGGGGGTTCGAA
TTTAAAAGCTTGGAATGTTGGTTCGTGCGTCTGGAACAAGCCCAGACTTGTTGC
TCACTGGGAAAAGGACCATCAGCTCCAAAAAACTTGCCGCTCAAACCGCGTAC
CTCTGCTTTCGCGCAATCTGCCCTGTTGAAATCGCCACCACATTCATATTGTGA
CGCTTGAGCAGTCTGTAATTGCCTCAGAATGTGGAATCATCTGCCCCCTGTGCG
AGCCCATGCCAGGCATGTCGCGGGCGAGGACACCCGCCACTCGTACAGCAGAC
CATTATGCTACCTCACAATAGTTCATAACAGTGACCATATTTCTCGAAGCTCCC
CAACGAGCACCTCCATGCTCTGAGTGGCCACCCCCGGCCCTGGTGCTTGCGGA
GGGCAGGTCAACCGGCATGGGGCTACCGAAATCCCCGACCGGATCCCACCACC
CCCGCGATGGGAAGAATCTCTCCCCGGGATGTGGGGCCACCACCAGCACAACC
TGCTGGCCCAGGCGAGCGTCAAACCATAACCACACAAATATCCTTGGCATCGGC
CCTGAATTCTTCTGCCGCTCTGCTACCCGGTGCTTCTGTCCGAAGCAGGGGT
GCTAGGGATCGCTCCGAGTCCGCAAACCCTTGTCGCGTGGCGGGGCTTGTTTGA
GCTGAAGAGC

10

配列番号 128

コドン最適化された *Coccomyxa* の C-169 THIC 配列

20

ATGACCACCAACCTGGCTAAGCTGCCTCTCGGCGGGCTCTCTTCTCGGTGCTCC
ATCGCCGGGGCTCCTCTGCGCGTGAACAGCCACAGCCGCGAGCGCCACCTGGG
CGCCAAGACCACCGCGATCGCCGCTCCCGAGCGGCTGGACTACCTCGACAACG
CGGAGGAGGCGCGGCTGCAGCAGACGGACGCCTTCGCCGAGCTGAAGGCGCTG
TCGAGCCGCCAGTCCGTGAACCGGCCCCAAAAGGGCGAGCTGTCTGTTCCGGCA
GTCGCCGACCTTTTCAAGGACTGCTTCCCTGGCTCGGAGAAGTGCTACCGCGAGGT
GGAGCACGATGGCAAGACGCTCAAGGTGCCTTTTCGCCGGGTGCACCTGCAGG
ACGACAACGGCCATTTTCGACCTGTACGACACCTCTGGCCCCCAGGGCGTGAAC
CCCCGCGAGGGTCTGCCCAAGATCCGCTCCTCCTGGGTGGAGCCGCGCGAGGC
GCGGGGCGACAAGGTGCAAACGCAGCAGTACTACGCCAAGCAAGGCATCATCA
CCGAGGAGATGGCCTTCTGCGCTGCGCGCGAGCGCATGGACCCCGAGTTCATC
CGGTCTGAGGTGGCCCCGGGGTCGGGCCATCATCCCTGCGAACAAGCGCCATCT
GGAGCTGGAGCCGACCGTCGTGGGCCGCAACTTTCTGGTCAAGGTGAACGCCA
ACATCGGCAACTCTGCGGTCAGCTCGAGCATCGAGGAGGAGGTGGAGAAGCTG
CAGTGGAGCACCATCTGGGGTGCCGACACGGCCATGGACCTGAGCACCAGCAA
CAACATCCACGAGACGCGCGAGTGGGTGATGCGCAACAGCCCGGTCCCTGTGG
GTACGGTCCCTATCTACCAAGTGCCTGGAGAAGGCGGGCGGCATCGTGGAGAAC
ATCACCTGGGAGCTGTTCCGGGAGACGCTGATCGAGCAGGCCGAGCAGGGCGT
CGACTACTTTACCATCCACGCGGGGGTCTGCTCCGCTACATCCCCCTGACGGC
GAACCGCGTCACCGGCATCGTCAGCCGCGGGCGGCTCTATCCATGCCAAGCTCTG
CCTGCTGGACCACACCGAGAACTTCGCCTACATGCACTGGGACGAGATCCTGG
ACATCTGCGCCCAGTACGACATCACCTGTGATCGGCGACGGCCTGCGCCCCG
GCTGCATCGCGGACGCCAACGACGCTGCCAGTTTGCTGAGCTGAAGACCCAG
GGCGAGCTGACCCGCCGCGCCTGGGCGAAGGACGTGCAGGTGATGAACGAGGG
TCCCGGCCATGTGCCGCTGCACAAGATCCCCGAGAACATGGAGAAGCAGCTGG
ACTGGTGCAGCGAGGCGCCCTTCTACACGCTCGGCCCCCTGGCGACGGACATC
GCGCCTGCGTACGACCACATCACCTCCGCGATCGGCGCCGCCACGATCGGCGC
GCTGGGGACCGCGCTGCTGTGTTACGTGACCCCGAAGGAGCACCTGGGCCTCC

30

40

【0 8 1 9】

【数 7 4】

CCGATCGCGACGACGTGAAGGCCGGGGTGATCGCCTACAAGATCGCGGCGCAC
GCGGCTGACCTGGCGAAGGGTCACCCCCTACGCTCAGGAGTGGGATAACGCCCT
CTCTAAGGCGCGCTTCGAGTTCCGGTGGTACGACCAGTTCCACCTGTCGCTGGA
CCCCGTCAACGCCCGCCTGTTCCATGACGCGACCCTGCCGCAGGAGCCCGCCAA
GACCGCCCACTTCTGCTCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCTCCATGCAGATCAC
CCAGGACCTCCGCGAGTACGCCAAGAACCATCAAATGGAGGAGGACGAGGCGA
TCCAAACCGGCATGGCCGAGATGTCCGAGCAGTTCAAGAGCATCGGCGCGGAG
GTCTACCTCGACGAGGCGGTGCTGGAGCACGCGTAA

10

配列番号 129

コドン最適化された *S. cerevisiae* の *suc 2* 配列

GGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCA
AGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCACTTC
ACCCCAACAAGGGCTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAA
GGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCTGGG
GGACGCCCTTGTCTGCGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAG
GACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGC
TCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGAC
CCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCGAGGA
GCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCGAGTACCAGA
AGAACCCCGTGCTGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCGCGACCCGAAGGTCTTCT
GGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTCCCAGGACTAC
AAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGC
GTTCCGCCAACGAGGGCTTCCTCGGCTACCAGTACGAGTGCCCCGGCCTGATCGA
GGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCCTACTGGGTGATGTTTATCTCCAT
CAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTCGTCCGCAGCTT
CAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACCAGTCCCGCGTGGTGGACTTCGG
CAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCGACCTACGGGA
GCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGTACTCCGCCTTCGTGCCCA
CCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAACACCG
AGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATC
CTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTT
GACGAAGGCCAACAGCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGG
AGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGT
TCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCGAGGAGTACCTCC
GCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCTCCTTCTTCTGACCGCGGGAACAGCA
AGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTACTTCACCAACCGCATGAGCGTGAAC
AACCAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAGGTGTACGGCTT
GCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCA
CCAACACCTACTTCATGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACG
ACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAA
GTGACAATTG

20

30

40

配列番号 130

C. protothecoides トランジットペプチドを有する、*Coccomyxa*
の C-169 THIC 発現カセットの関連配列

GCGGCCGCGTGGACGAGGGCTACAACCCCGCCTACGGCGCGCGCCCGCTGCGC
CGCGCCATCATGCGCCTGCTGGAGGACGCGCTGGCCGAGCGCATGCTCGCCGG

【0 8 2 0】

【数 7 5】

CGACGTCAAGGAGGGGCGACTCGGTTCATCATGGACGTCGATGGCGATGGCGCCA
TCAGCGTCCTCAACGGAGACCGCACCCACACCACCACCATCGACTCCTCCCCGG
CGGGCATCTCGTAGACGCGAGAGGGAGGGAGGGAGGATTTTCAGAGGGAGATG
AGACGAGGACTGGGCCGGGGGCTTGGGGCGCTGCTGGAGCGTGGTGAGAGCG
CGGCGGACGTGCCTTTTCTTCTTCCGTGCGCGCGCTCTTGGCCATTGATCCCCG
ATTCGCGCCCCGCATCCCCCACTGCCCCCATCATCTTGCCTGTTGTCGTGGCACT
GACATAAACCCCTGCGCTGCGCTGCTCCGCTACTATTGATATAGGTCTCACGC
GCCAATCTTTTTTGTCTCCGGTAACCGTCTGGACGCCAGAATTCTTTCTTGCGC
TATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCT
GCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGG
GCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATT
GCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTA
CCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCC
TCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACACTAGTATGGCCACCGCATCC
ACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCCGTGCGGCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCC
GGGCCCCGGCGCCAGCGAGGCCCTCCCCGTGCGCGGGCGCGCCGCGATCGC
CGCTCCCGAGCGGCTGGACTACCTCGACAACGCGGAGGAGGCGCGGCTGCAGC
AGACGGACGCCTTCGCCGAGCTGAAGGCGCTGTCGAGCCGCCAGTCCGTGAAC
CGGCCCCAAAAGGGCGAGCTGTCGTTCCGGCAGTCGCCGACCTTTCAGGACTG
CTTCCCTGGCTCGGAGAAGTGCTACCGCGAGGTGGAGCACGATGGCAAGACGC
TCAAGGTGCCTTTTTCGCCGGGTGCACCTGCAGGACGACAACGGCCATTTTCGACC
TGTACGACACCTCTGGCCCCAGGGCGTGAACCCCCGCGAGGGTCTGCCCAAG
ATCCGCTCCTCTGGGTGGAGCCGCGCGAGGCGCGGGGCGACAAGGTGCAAAC
GCAGCAGTACTACGCCAAGCAAGGCATCATCACCGAGGAGATGGCCTTCTGCG
CTGCGCGCGAGCGCATGGACCCCGAGTTCATCCGGTCTGAGGTGGCCCCGGGT
CGGGCCATCATCCCTGCGAACAAGCGCCATCTGGAGCTGGAGCCGACCGTCGT
GGGCCGCAACTTTCTGGTCAAGGTGAACGCCAACATCGGCAACTCTGCGGTCA
GCTCGAGCATCGAGGAGGAGGTGGAGAAGCTGCAGTGGAGCACCATCTGGGGT
GCCGACACGGCCATGGACCTGAGCACCGGCAACAACATCCACGAGACGCGCGA
GTGGGTGATGCGCAACAGCCCGGTCCCTGTGGGTACGGTCCCTATCTACCAAGT
CCTGGAGAAGGCGGGCGGCATCGTGGAGAACATCACCTGGGAGCTGTTCCGGG
AGACGCTGATCGAGCAGGCCGAGCAGGGCGTCGACTACTTTACCATCCACGCG
GGGGTCTTGCTCCGCTACATCCCCCTGACGGCGAACCGCGTCACCGGCATCGTC
AGCCGCGGGCGGCTCTATCCATGCCAAGCTCTGCCTGCTGGACCACACCGAGAA
CTTCGCCTACATGCACTGGGACGAGATCCTGGACATCTGCGCCCAGTACGACAT
CACCTGTGATCGGCGACGGCCTGCGCCCCGGCTGCATCGCGGACGCCAACG
ACGCTGCCCAGTTTGCTGAGCTGAAGACCCAGGGCGAGCTGACCCGCCGCGCC
TGGGCGAAGGACGTGCAGGTGATGAACGAGGGTCCCGGCCATGTGCCGCTGCA
CAAGATCCCCGAGAACATGGAGAAGCAGCTGGACTGGTGCAGCGAGGCGCCCT
TCTACACGCTCGGCCCCCTGGCGACGGACATCGCGCCTGCGTACGACCACATCA
CCTCCGCGATCGGCGCCGCCACGATCGGCGCGCTGGGGACCGCGCTGCTGTGTT
ACGTGACCCCGAAGGAGCACCTGGGCCTCCCCGATCGCGACGACGTGAAGGCC
GGGGTGATCGCCTACAAGATCGCGGCGCACGCGGCTGACCTGGCGAAGGGTCA
CCCCTACGCTCAGGAGTGGGATAACGCCCTCTCTAAGGCGCGCTTCGAGTTCCG
GTGGTACGACCAGTTCCACCTGTCGCTGGACCCCGTCACCGCCCGCCTGTTCCA
TGACGCGACCCCTGCCGAGGAGCCCGCCAAGACCGCCCACTTCTGCTCCATGTG
CGGCCCCAAGTTCTGCTCCATGCAGATACCCAGGACCTCCGCGAGTACGCCAA
GAACCATCAAATGGAGGAGGACGAGGGCGATCCAAACCGGCATGGCCGAGATGT
CCGAGCAGTTCAAGAGCATCGGCGCGGAGGTCTACCTCGACGAGGCGGTGCTG
GAGCACGCGTAACAATTGAAGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCT

10

20

30

40

【0 8 2 1】

【数 7 6】

GGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTG
 AATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACG
 CGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCCAGCAT
 CCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTC
 CTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCTCGCACAGCCTTG
 GTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCA
 ATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGCT
 CAGAATAGTATCGGGTGATGCGAAGTCAGAACCCAGGCAGGGCCTGTCGCCTGA
 GGTGGCAACGATGGGAAGCAATCAATCTGGGTACAGTCGTCGCGACGATCCCG
 TGATCTCCCCACCGACACCTATCCCCGCCCATCCCCGGCCACCCTTTCAGTCC
 CCTCAGCATGCATTGTGCACCGCGACAAAGCATGTCTGCTCGTGCCTGCTGCTCA
 GGCCACGGCGCACCGAGTCCTCGCCCTTCGCGAGAGTGATCACCTCCCCGGAAC
 CAGCCACGCTCGCTGCTGCGGGCCGATCAGCCGCGCGCACTCCCTGCAACTAG
 GGACAACTCAGGCAACCACGCGCCTCACAAGCATGGCCGCCGTGGCATCCAAC
 CCGCTCGTGACGGTGGGTGCGCAAGTGCCAGGGGCCTCGTCGTACGGCGTGC
 ATCCTCGAGGGATGCGATCCGGCAACTATATGTCGTTTATCTCCCCACCAATCA
 CAGGATGAGCCCCCTGTCTAGA

10

配列番号 131

C. p r o t o t h e c o i d e s トランジットペプチドを有する、コドン最適化された
 C o c c o m y x a の C-169 T H I C 配列

20

ACTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGGCGAC
 CTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCCCTCCCCGTG
 CGCGGGCGCGCCGCGATCGCCGCTCCCGAGCGGCTGGACTACCTCGACAACGC
 GGAGGAGGCGCGGCTGCAGCAGACGGACGCCTTCGCCGAGCTGAAGGCGCTGT
 CGAGCCGCCAGTCCGTGAACCGGGCCCCAAAAGGGCGAGCTGTGTTCCGGCAG
 TCGCCGACCTTTCAGGACTGCTTCCCTGGCTCGGAGAAGTGCTACCGCGAGGTG
 GAGCACGATGGCAAGACGCTCAAGGTGCCTTTTCGCCGGGTGCACCTGCAGGA
 CGACAACGGCCATTTGACCTGTACGACACCTCTGGCCCCCAGGGCGTGAACCC
 CCGCGAGGGTCTGCCCAAGATCCGCTCCTCCTGGGTGGAGCCGCGCGAGGGCGC
 GGGGCGACAAGGTGCAAACGCAGCAGTACTACGCCAAGCAAGGCATCATCACC
 GAGGAGATGGCCTTCTGCGCTGCGCGCGAGCGCATGGACCCCGAGTTCATCCG
 GTCTGAGGTGGCCCCGGGTGCGGGCCATCATCCCTGCGAACAAGCGCCATCTGG
 AGCTGGAGCCGACCGTCGTGGGCCGCAACTTTCTGGTCAAGGTGAACGCCAAC
 ATCGGCAACTCTGCGGTGAGCTCGAGCATCGAGGAGGAGGTGGAGAAGCTGCA
 GTGGAGCACCATCTGGGGTGCCGACACGGCCATGGACCTGAGCACCGGCAACA
 ACATCCACGAGACGCGCGAGTGGGTGATGCGCAACAGCCCCGGTCCCTGTGGGT
 ACGGTCCCTATCTACAGTGCTGGAGAAGGCGGGCGGCATCGTGGAGAACAT
 CACCTGGGAGCTGTTCCGGGAGACGCTGATCGAGCAGGCCGAGCAGGGCGTCG
 ACTACTTTACCATCCACGCGGGGGTCTGCTCCGCTACATCCCCCTGACGGCGA
 ACCGCGTCACCGGCATCGTCAGCCGCGCGGCTCTATCCATGCCAAGCTCTGCC
 TGCTGGACCACACCGAGAACTTCGCCTACATGCACTGGGACGAGATCCTGGAC
 ATCTGCGCCCAGTACGACATCACCTGTGATCGGCGACGGCCTGCGCCCCGGC
 TGCATCGCGGACGCCAACGACGCTGCCCAGTTTGCTGAGCTGAAGACCCAGGG
 CGAGCTGACCCGCGCGCCTGGGCGAAGGACGTGCAGGTGATGAACGAGGGTC
 CCGGCCATGTGCCGCTGCACAAGATCCCCGAGAACATGGAGAAGCAGCTGGAC
 TGGTGCAGCGAGGCGCCCTTCTACACGCTCGGCCCCCTGGCGACGGACATCGC
 GCCTGCGTACGACCACATCACCTCCGCGATCGGCGCCGCCACGATCGGCGCGCT
 GGGGACCGCGCTGCTGTGTTACGTGACCCCGAAGGAGCACCTGGGCCTCCCCG

30

40

【0 8 2 2】

【数 7 7】

ATCGCGACGACGTGAAGGCCGGGGTGATCGCCTACAAGATCGCGGGCGCACGCG
GCTGACCTGGCGAAGGGTCACCCCTACGCTCAGGAGTGGGATAACGCCCTCTCT
AAGGCGCGCTTCGAGTTCCGGTGGTACGACCAGTTCCACCTGTCGCTGGACCCC
GTCACCGCCCCGCTGTTCCATGACGCGACCCTGCCGAGGAGCCCCGCAAGAC
CGCCCACCTTCTGCTCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCTCCATGCAGATCACCCA
GGACCTCCGCGAGTACGCCAAGAACCATCAAATGGAGGAGGACGAGGCGATCC
AAACCGGCATGGCCGAGATGTCCGAGCAGTTCAAGAGCATCGGCGCGGAGGTC
TACCTCGACGAGGCGGTGCTGGAGCACGCGTAACAATTG

10

配列番号 132

Chlorella protothecoides のアクチンプロモーター／5' UTR

ACTAGAGAGTTTAGGTCCAGCGTCCGTGGGGGGGACGGGCTGGGAGCTTGGG
CCGGGAAGGGCAAGACGATGCAGTCCCTCTGGGGAGTCACAGCCGACTGTGTG
TGTTGCACTGTGCGGCCCGCAGCACTCACACGCAAAATGCCTGGCCGACAGGC
AGGCCCTGTCCAGTGCAACATCCACGGTCCCTCTCATCAGGCTCACCTTGCTCA
TTGACATAACGGAATGCGTACCGCTCTTTCAGATCTGTCCATCCAGAGAGGGGA
GCAGGCTCCCCACCGACGCTGTCAAACCTTGCTTCCTGCCCAACCGAAAACATTA
TTGTTTGAGGGGGGGGGGGGGGGGGGAGATTGCATGGCGGGATATCTCGTGAG
GAACATCACTGGGACACTGTGGAACACAGTGAGTGCAGTATGCAGAGCATGTA
TGCTAGGGGTCAGCGCAGGAAGGGGGCCTTTCCCAGTCTCCCATGCCACTGCAC
CGTATCCACGACTCACCGAGGACCAGCTTCTTGATCGGCTTCCGCTCCCGTGGAC
ACCAAGTGTGTAGCCTCTGGACTCCAGGTATGCGTGCACCGCAAAGGCCAGCCG
ATCGTGCCGATTCTTGGGGTGGAGGATATGAGTCAGCCAACTTGGGGCTCAGA
GTGCACACTGGGGCACGATACGAAACAACATCTACACCGTGTCTCTCCATGCTG
ACACACCACAGCTTCGCTCCACCTGAATGTGGGCGCATGGGCCCCGAATCACAG
CCAATGTGCTGCTGCCATAATGTGATCCAGACCCTCTCCGCCCAGATGCCGAG
CGGATCGTGGGCGCTGAATAGATTCTGTTTCGATCACTGTTTGGGTCTTTCTCT
TTTCGTCTCGGATGCGCGTCTCGAAACAGGCTGCGTCGGGCTTTCGGATCCCTT
TTGCTCCCTCCGTCAACATCCTGCGCGCGGGCAAGTTGCTTGACCCTGGGCTGG
TACCAGGGTTGGAGGGTATTACCGCGTCAGGCCATTCAGCCCGGATTCAATT
CAAAGTCTGGGCCACCACCCTCCGCCGCTCTGTCTGATCACTCCACATTCGTGC
ATACACTACGTTCAAGTCCTGATCCAGGCGTGTCTCGGGACAAGGTGTGCTTGA
GTTTGAATCTCAAGGACCCACTCCAGCACAGCTGCTGGTTGACCCCGCCCTCGC
AA

20

30

配列番号 133

Chlorella protothecoides のEF1A 3' UTR

ACGGAGCGTCGTGCGGGAGGGAGTGTGCCGAGCGGGGAGTCCCGGTCTGTGCG
AGGCCCGGCAGCTGACGCTGGCGAGCCGTACGCCCCGAGGGTCCCCCTCCCCT
GCACCCTCTTCCCCTTCCCCTCTGACGGCCGCGCCTGTTCTTGATGTTTACGCGAC

40

配列番号 134

A. thaliana のTH1C発現カセットの関連配列

GCTCTTCGCCGCCGCCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCG
CCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCGGTCGCTGATGTCCATCACAGGTCCA
TGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTGCTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGG

【0 8 2 3】

【数 7 8】

AGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCCTGACGTGGTCGCGGCTCTGGGA
GCGGGCCAGCATCATCTGGCTCTGCCGCACCGAGGCCGCTCCAAGTGGTCTC
CAGCAGCCGCAGTCGCCGCCGACCTGGCAGAGGAAGACAGGTGAGGGGGGTA
TGAATTGTACAGAACAACCACGAGCCTTGTCTAGGCAGAATCCCTACCAGTCAT
GGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGCTGTCCAGCGACCCCTCGCTGCCGC
CGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCGTGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCA
CGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGACAGTCGGGGAACTCTGATCAGTCT
AAACCCCTTGC GCGTTAGTGTGTCATCCTTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACT
TGTTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCTCCAGACCAATTCTGTACCTTTTT
GGCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAGAGGACAGCAGTGCCAGCCGCTGG
GGGTTGGCGGATGCACGCTCAGGTACCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCA
AAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATG
ATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCT
CCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCGATTGCAAAGACATTATAG
CGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGC
CACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTTCGTTTC
AGTCACAACCCGCAAACCTCTAGAATATCAATGATCGAGCAGGACGGCCTCCAC
GCCGGCTCCCCCGCCGCTGGGTGGAGCGCCTGTTCCGGCTACGACTGGGCCCAG
CAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCCGTGTTCCGCTGTCCGCCAGGGCCGC
CCCGTGCTGTTCTGTAAGACCGACCTGTCCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGA
CGAGGCCGCCCGCCTGTCTGGCTGGCCACCACCGGCGTGCCCTGCGCCGCCGT
GCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCCGCGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGC
CCGGCCAGGACCTGCTGTCTCCACCTGGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCA
TGGCCGACGCCATGCGCCGCTGCACACCCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCG
ACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGCGCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGC
CTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAGGAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCCGA
GCTGTTTCGCCCCGCTGAAGGCCCGCATGCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGA
CCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACATCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCG
GCTTCATCGACTGCGGCCGCTGGGCGTGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCC
TGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAGCTGGGCGGCGAGTGGGCCGACCGCTTC
CTGGTGCTGTACGGCATCGCCGCCCGGACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGC
CTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACA
CACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGA
CCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTG
TGTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCC
CAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTAC
GCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGACA
GCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGC
ACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATC
CACTAGAGAGTTTAGGTCCAGCGTCCGTGGGGGGGGACGGGCTGGGAGCTTGG
GCCGGGAAGGGCAAGACGATGCAGTCCCTCTGGGGAGTCACAGCCGACTGTGT
GTGTTGCACTGTGCGGCCCGCAGCACTCACACGCAAAATGCCTGGCCGACAGG
CAGGCCCTGTCCAGTGCAACATCCACGGTCCCTCTCATCAGGCTCACCTTGCTC
ATTGACATAACGGAATGCGTACCGCTCTTTTACAGATCTGTCCATCCAGAGAGGGG
AGCAGGCTCCCCACCGACGCTGTCAAACCTTGCTTCCTGCCCAACCGAAAACATT
ATTGTTTGAGGGGGGGGGGGGGGGGGGGCAGATTGCATGGCGGGATATCTCGTGA
GGAACATCACTGGGACACTGTGGAACACAGTGAGTGAGTATGCAGAGCATGT
ATGCTAGGGGTCAGCGCAGGAAGGGGGCCTTTCCAGTCTCCCATGCCACTGC
ACCGTATCCACGACTCACAGGACCAGCTTCTTGATCGGCTTCCGCTCCCGTGG
ACACCAGTGTGTAGCCTCTGGACTCCAGGTATGCGTGCACCGCAAAGGCCAGC

10

20

30

40

【0 8 2 4】

【数 7 9】

CGATCGTGCCGATTCTGTTGGGGTGGAGGATATGAGTCAGCCAACTTGGGGCTCA
GAGTGACACACTGGGGCACGATACGAAACAACATCTACACCGTGTCTCCATGC
TGACACACCACAGCTTCGCTCCACCTGAATGTGGGCGCATGGGCCCCGAATCAC
AGCCAATGTGCTGCTGCCATAATGTGATCCAGACCCCTCTCCGCCAGATGCCG
AGCGGATCGTGGGCGCTGAATAGATTCTGTTTCGATCACTGTTTGGGTCCTTT
CCTTTTTCGTCTCGGATGCGCGTCTCGAAACAGGCTGCGTCGGGCTTTTCGGATCC
CTTTTGTCTCCCTCCGTACCATCTGCGCGCGGGCAAGTTGCTTGACCCTGGGC
TGGTACCAGGGTTGGAGGGTATTACCGCGTCAGGCCATTCCCAGCCCCGGATTCA
ATTCAAAGTCTGGGCCACCACCCTCCGCCGCTCTGTCTGATCACTCCACATTG
TGCATACACTACGTTCAAGTCTGATCCAGGCGTGTCTCGGGACAAGGTGTGCT
TGAGTTTGAATCTCAAGGACCCACTCCAGCACAGCTGCTGGTTGACCCCCGCCCT
CGCAAAC TAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCCGCTGCG
GCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCCCTC
CCCGTGC GCGGGCGCGCCGTCCAGGCCGCGGCCACCCGCTTCAAGAAGGAGAC
GACGACCACCCGCGCCACGCTGACGTTTCGACCCCCCACGACCAACTCCGAGC
GCGCCAAGCAGCGCAAGCACACCATCGACCCCTCCTCCCCGACTTCCAGCCCA
TCCCCCTCCTTCGAGGAGTGCTTCCCCAAGTCCACGAAGGAGCACAAGGAGGTG
GTGCACGAGGAGTCCGGCCACGTCTGAAGGTGCCCTTCCGCCGCGTGACCTG
TCCGGCGGCGAGCCCCGCCTTCGACAAC TACGACACGTCCGGCCCCCAGAACGT
CAACGCCACATCGGCCTGGCGAAGCTGCGCAAGGAGTGATCGACCGCCGCG
AGAAGCTGGGCACGCCCCGCTACACGCAGATGTACTACGCGAAGCAGGGCATC
ATCACGGAGGAGATGCTGTACTGCGCGACGCGCGAGAAGCTGGACCCCCGAGTT
CGTCCGCTCCGAGGTGCGCGGGGGCGGCCATCATCCCTCCAACAAGAAGC
ACCTGGAGCTGGAGCCCATGATCGTGGGCCGCAAGTTCTTGGTGAAGGTGAAC
GCGAACATCGGCAACTCCGCCGTGGCCTCCTCCATCGAGGAGGAGGTCTACAA
GGTGCAGTGGGCCACCATGTGGGGCGCCGACACCATCATGGACCTGTCCACGG
GCCGCCACATCCACGAGACGCGCGAGTGGATCCTGCGCAACTCCGCGGTCCCC
GTGGGCACCGTCCCCATCTACCAGGCGCTGGAGAAGGTGGACGGCATCGCGGA
GAACCTGAACTGGGAGGTGTTCCGCGAGACGCTGATCGAGCAGGCCGAGCAGG
GCGTGGACTACTTCACGATCCACGCGGGCGTGTGCTGCGCTACATCCCCCTGA
CCGCCAAGCGCCTGACGGGCATCGTGTCCCGCGGCGGCTCCATCCACGCGAAG
TGGTGCCTGGCCTACCACAAGGAGAACTTCGCCTACGAGCACTGGGACGACAT
CCTGGACATCTGCAACCAGTACGACGTGCCCCTGTCCATCGGCGACGGCCTGCG
CCCCGGCTCCATCTACGACGCCAACGACACGGCCCAGTTTCGCCGAGCTGCTGAC
CCAGGGCGAGCTGACGCGCCGCGCGTGGGAGAAGGACGTGCAGGTGATGAACG
AGGGCCCCGGCCACGTGCCCATGCACAAGATCCCCGAGAACATGCAGAAGCAG
CTGGAGTGGTGCAACGAGGCGCCCTTCTACACCCTGGGCCCCCTGACGACCGA
CATCGCGCCCGGCTACGACCACATCACCTCCGCCATCGGCGCGGCCAACATCG
GCGCCCTGGGCACCGCCCTGCTGTGCTACGTGACGCCCAAGGAGCACCTGGGC
CTGCCAACCGCGACGACGTGAAGGCGGGCGTCATCGCCTACAAGATCGCCGC
CCACGCGGCCGACCTGGCCAAGCAGCACCCCCACGCCCAGGCGTGGGACGACG
CGCTGTCCAAGGCGCGCTTCGAGTTCCGCTGGATGGACCAGTTTCGCGCTGTCCC
TGGACCCCATGACGGCGATGTCCTTCCACGACGAGACGCTGCCC GCGGACGGC
GCGAAGGTGCCCCACTTCTGCTCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCTCCATGAAG
ATCACGGAGGACATCCGCAAGTACGCCGAGGAGAACGGCTACGGCTCCGCCGA
GGAGGCCATCCGCCAGGGCATGGACGCCATGTCCGAGGAGTTCAACATCGCCA
AGAAGACGATCTCCGGCGAGCAGCACGGCGAGGTCCGGCGGCGAGATCTACCTG
CCCGAGTCTTACGTCAAGGCCGCGCAGAAAGTGATACGTACTCGAGACGGAGCG
TCGTGCGGGAGGGAGTGTGCCGAGCGGGGAGTCCCGGTCTGTGCGAGGCCCGG
CAGCTGACGCTGGCGAGCCGTACGCCCCGAGGGTCCCCCTCCCCTGCACCCTCT

10

20

30

40

【0 8 2 5】

【数 8 0】

TCCCCCTCCCTCTGACGGCCGCGCCTGTTCTTGCAATGTTTCAGCGACGAGCTCTTG
TTTTCCAGAAGGAGTTGCTCCTTGAGCCTTTCATTCTCAGCCTCGATAACCTCCA
AAGCCGCTCTAATTGTGGAGGGGGTTCGAATTTAAAAGCTTGGAATGTTGGTTC
GTGCGTCTGGAACAAGCCCAGACTTGTTGCTCACTGGGAAAAGGACCATCAGC
TCCAAAAAAGCTTGCCGCTCAAACCGCGTACCTCTGCTTTCGCGCAATCTGCCCT
GTTGAAATCGCCACCACATTCATATTGTGACGCTTGAGCAGTCTGTAATTGCCT
CAGAATGTGGAATCATCTGCCCCCTGTGCGAGGCCATGCCAGGCATGTCGCGG
GCGAGGACACCCGCCACTCGTACAGCAGACCATTATGCTACCTCACAATAGTTC
ATAACAGTGACCATATTTCTCGAAGCTCCCCAACGAGCACCTCCATGCTCTGAG
TGGCCACCCCCCGGCCCTGGTGCTTGCGGAGGGCAGGTCAACCGGCATGGGGC
TACCGAAATCCCCGACCGGATCCCAACCCCCGCGATGGGAAGAATCTCTCCC
CGGGATGTGGGGCCACCACCAGCACAACTGCTGGGCCAGGCGAGCGTCAAAC
CATACCACACAAATATCCTTGGCATCGGCCCTGAATTCCTTCTGCCGCTCTGCT
ACCCGGTGCTTCTGTCCGAAGCAGGGGTTGCTAGGGATCGCTCCGAGTCCGCAA
ACCCTTGTCGCGTGGCGGGGCTTGTTTCGAGCTTGAAGAGC

10

配列番号 135

C. p r o t o t h e c o i d e s トランジットペプチドを有する、コドン最適化された
A. t h a l i a n a の T H I C

ATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGCGACCTGCGT
CGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCAGCGAGGCCCTCCCCGTGCGCGG
GCGCGCCGTCCAGGCCGCGGCCACCCGCTTCAAGAAGGAGACGACGACCACCC
GCGCCACGCTGACGTTTCGACCCCCCACGACCAACTCCGAGCGCGCCAAGCAG
CGCAAGCACACCATCGACCCCTCCTCCCCGACTTCCAGCCCATCCCCCTCCTT
GAGGAGTGCTTCCCCAAGTCCACGAAGGAGCACAAAGGAGGTGGTGCACGAGGA
GTCCGGCCACGTCTTGAAGGTGCCCTTCCGCCGCGTGCACCTGTCCGGCGGGCA
GCCCCGCTTCGACAACCTACGACACGTCCGGCCCCCAGAACGTCAACGCCACCA
TCGGCCTGGCGAAGCTGCGCAAGGAGTGGATCGACCGCCGCGAGAAGCTGGGC
ACGCCCCGCTACACGCGAGATGTACTACGCGAAGCAGGGCATCATCACGGAGGA
GATGCTGTACTGCGCGACGCGCGAGAAGCTGGACCCCGAGTTCTGTCGCTCCG
AGGTGCGCGGGGGCCGCGCCATCATCCCTCCAACAAGAAGCACCTGGAGCTG
GAGCCCATGATCGTGGGCCGCAAGTTCTTGGTGAAGGTGAACGCGAACATCGG
CAACTCCGCCGTGGCCTCCTCCATCGAGGAGGAGGTCTACAAGGTGCAGTGGG
CCACCATGTGGGGCGCCGACACCATCATGGACCTGTCCACGGGCCGCCACATC
CACGAGACGCGGAGTGGATCCTGCGCAACTCCGCGGTCCCCGTGGGCACCGT
CCCCATCTACCAGGCGCTGGAGAAGGTGGACGGCATCGCGGAGAACCTGAACT
GGGAGGTGTTCCGCGAGACGCTGATCGAGCAGGCCGAGCAGGGCGTGGACTAC
TTCACGATCCACGCGGGCGTGCTGCTGCGCTACATCCCCCTGACCGCCAAGCGC
CTGACGGGCATCGTGTCGCGGGCGGCTCCATCCACGCGAAGTGGTGCCTGGCC
TACCACAAGGAGAACTTCGCCTACGAGCACTGGGACGACATCCTGGACATCTG
CAACCAGTACGACGTCGCCCTGTCCATCGGCGACGGCCTGCGCCCCGGCTCCAT
CTACGACGCCAACGACACGGCCCAGTTCCGCCGAGCTGCTGACCCAGGGCGAGC
TGACGCGCCGCGCGTGAGGAGAACGAGTGCAGGTGATGAACGAGGGCCCCGGC
CACGTGCCCATGCACAAGATCCCCGAGAACATGCAGAAGCAGCTGGAGTGGTG
CAACGAGGCGCCCTTCTACACCCTGGGCCCCCTGACGACCGACATCGCGCCCCG
GCTACGACCACATCACCTCCGCCATCGGCGCGGCCAACATCGGCGCCCTGGGC
ACCGCCCTGCTGTGCTACGTGACGCCCAAGGAGCACCTGGGCCTGCCCAACCG
CGACGACGTGAAGGCGGGCGTTCATCGCTACAAGATCGCCGCCACGCGGCCG
ACCTGGCCAAGCAGCACCCCCACGCCAGGCGTGGGACGACGCGCTGTCCAAG

20

30

40

【0 8 2 6】

【数 8 1】

GCGCGCTTCGAGTTCCGCTGGATGGACCAAGTTCGCGCTGTCCCTGGACCCCATG
ACGGCGATGTCCTTCCACGACGAGACGCTGCCCCGCGGACGGCGCGAAGGTCGC
CCACTTCTGCTCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCTCCATGAAGATCACGGAGGA
CATCCGCAAGTACGCCGAGGAGAACGGCTACGGCTCCGCCGAGGAGGCCATCC
GCCAGGGCATGGACGCCATGTCCGAGGAGTTCAACATCGCCAAGAAGACGATC
TCCGCGCAGCAGCACGGCGAGGTCGGCGGCGAGATCTACCTGCCCGAGTCCTA
CGTCAAGGCCGCGCAGAAGTGA

配列番号 136

A. thaliana のアミノ酸配列 (天然トランジットペプチド配列を有する)

MAASVHCTLMSVVCNNKNHSARPKLPNSSLLPGFDVVVQAAATRFKKETTTTRAT
LTFDPPTTNSERAKQRKHTIDPSSPDFQPIPSFEECFPKSTKEHKEVVHEESGHVLK
VPFRRVHLSGGEPAFDNYDTSGPQNVNAHIGLAKLRKEWIDRREKLGTPTYTQMY
YAKQGIITEEMLYCATREKLDPEFVRSEVARGRAIIPSNKKHLELEPMIVGRKFLVK
VNANIGNSAVASSIEEEVYKVQWATMWGADTIMDLSTGRHIEHETREWILRNSAVP
VGTVPYIYQALEKVDGIAENLNWEVFRETIEQAEQGVDFYFTIHAGVLLRYIPLTAK
RLTGIVSRGGSIAKWCLAYHKNFAYEHWDIDILICNQYDVALSIGDGLRPGSIY
DANDTAQFAELLTQGELTRRAWEKDVQVMNEGPVPMHKIPENMQKQLEWCN
EAPFYTLGPLTTDIAPGYDHITS AIGAANIGALGTALLCYVTPKEHLGLPNRDDVK
AGVIA YKIAAHAADLAKQHPHAQAWDDALSKARFEFRWMDQFALS LDPMTAMSF
HDETL PADGAKVAHFCSMCGPKFCSMKITEDIRKYAEENGYGSAEEAIRQGMDAM
SEEFNIAKKTISGEQHGEVGGEIYLPESYVKAQK

配列番号 137

Synechocystis sp. の thic 発現カセットの関連配列

GCTCTTCGCCGCCGCCACTCCTGCTCGAGCGCGCCCGCGCGTGCGCCGCCAGCG
CCTTGGCCTTTTCGCCGCGCTCGTGCGGTCGCTGATGTCCATCACCAGGTCCA
TGAGGTCTGCCTTGCGCCGGCTGAGCCACTGCTTCGTCCGGGCGGCCAAGAGG
AGCATGAGGGAGGACTCCTGGTCCAGGGTCCTGACGTGGTTCGCGGCTCTGGGA
GCGGGCCAGCATCATCTGGCTCTGCCGCACCGAGGCGCCTCCA ACTGGTCCTC
CAGCAGCCGCAGTCGCCGCCGACCCTGGCAGAGGAAGACAGGTGAGGGGGGTA
TGAATTGTACAGAACAACCACGAGCCTTGCTAGGCAGAATCCCTACCAGTCAT
GGCTTTACCTGGATGACGGCCTGCGAACAGCTGTCCAGCGACCCTCGCTGCCGC
CGCTTCTCCCGCACGCTTCTTTCCAGCACCGTGATGGCGCGAGCCAGCGCCGCA
CGCTGGCGCTGCGCTTCGCCGATCTGAGGACAGTCGGGGA ACTCTGATCAGTCT
AAACCCCTTGCGCGTTAGTGTTGCCATCCTTTGCAGACCGGTGAGAGCCGACT
TGTTGTGCGCCACCCCCACACCACCTCCTCCAGACCAATTCTGTACCTTTTT
GGCGAAGGCATCGGCCTCGGCCTGCAGAGAGGACAGCAGTGCCCAGCCGCTGG
GGGTTGGCGGATGCACGCTCAGGTACCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCA
AAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATG
ATGCTTCGACCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCT
CCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAG
CGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGC
CACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTTCGTTTC
AGTCACAACCCGCAA ACTCTAGAATATCAATGATCGAGCAGGACGGCCTCCAC
GCCGCTCCCCCGCCGCTGGGTGGAGCGCCTGTTCCGGCTACGACTGGGCCCAG
CAGACCATCGGCTGCTCCGACGCCGCGGTGTTCCGCTGTCCGCCAGGGCCGC
CCCGTGCTGTTCTGTGAAGACCGACCTGTCCGGCGCCCTGAACGAGCTGCAGGA

【0 8 2 7】

【数 8 2】

CGAGGCCGCCCGCCTGTCCTGGCTGGCCACCACCGGCGTGCCCTGCGCCGCCGT
GCTGGACGTGGTGACCGAGGCCGGCCGCGACTGGCTGCTGCTGGGCGAGGTGC
CCGGCCAGGACCTGCTGTCTCCACCTGGCCCCCGCCGAGAAGGTGTCCATCA
TGGCCGACGCCATGCGCCGCCTGCACACCTGGACCCCGCCACCTGCCCCCTTCG
ACCACCAGGCCAAGCACCGCATCGAGCGCGCCCGCACCCGCATGGAGGCCGGC
CTGGTGGACCAGGACGACCTGGACGAGGAGCACCAGGGCCTGGCCCCCGCCGA
GCTGTTCGCCCCGCCTGAAGGCCCGCATGCCCGACGGCGAGGACCTGGTGGTGA
CCCACGGCGACGCCTGCCTGCCCAACATCATGGTGGAGAACGGCCGCTTCTCCG
GCTTCATCGACTGCGGCCGCCTGGGCGTGGCCGACCGCTACCAGGACATCGCCC
TGGCCACCCGCGACATCGCCGAGGAGCTGGGCGGCGAGTGGGCGGACCGCTTC
CTGGTGTGTACGGCATCGCCGCCCCCGACTCCCAGCGCATCGCCTTCTACCGC
CTGCTGGACGAGTTCTTCTGACAATTGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACA
CACTCTGGACGCTGGTCGTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGA
CCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTG
TGACGCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCC
CAGCATCCCCCTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTAC
GCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCTCGCACA
GCCTTGTTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGC
ACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAGGATC
CACTAGAGAGTTTAGGTCCAGCGTCCGTGGGGGGGGACGGGCTGGGAGCTTGG
GCCGGAAGGGCAAGACGATGCAGTCCCTCTGGGGAGTCACAGCCGACTGTGT
GTGTTGCACTGTGCGGCCCGCAGCACTCACACGCAAAATGCCTGGCCGACAGG
CAGGCCCTGTCCAGTGCAACATCCACGGTCCCTCTCATCAGGCTCACCTTGCTC
ATTGACATAACGGAATGCGTACCGCTCTTTTCAGATCTGTCCATCCAGAGAGGGG
AGCAGGCTCCCCACCGACGCTGTCAAACCTTGCTTCCTGCCCAACCGAAAACATT
ATTGTTTGAGGGGGGGGGGGGGGGGGGGCAGATTGCATGGCGGGATATCTCGTGA
GGAACATCACTGGGACACTGTGGAACACAGTGAGTGCAGTATGCAGAGCATGT
ATGCTAGGGGTCAGCGCAGGAAGGGGGCCTTTCCAGTCTCCCATGCCACTGC
ACCGTATCCACGACTCACCAGGACCAGCTTCTTGATCGGCTTCCGCTCCCGTGG
ACACCAGTGTGTAGCCTCTGGACTCCAGGTATGCGTGCACCGCAAAGGCCAGC
CGATCGTGCCGATTCTGGGGTGGAGGATATGAGTCAGCCAACTTGGGGCTCA
GAGTGCACACTGGGGCACGATACGAAACAACATCTACACCGTGTCTCCATGC
TGACACACCACAGCTTCGCTCCACCTGAATGTGGGCGCATGGGCCCCGAATCAC
AGCCAATGTGCTGCTGCCATAATGTGATCCAGACCTCTCCGCCCAGATGCCG
AGCGGATCGTGGGCGCTGAATAGATTCTGTTTCGATCACTGTTTGGGTCCTTT
CCTTTTCGTCTCGGATGCGCGTCTCGAAACAGGCTGCGTCGGGCTTTTCGGATCC
CTTTTGCTCCCTCCGTACCATCCTGCGCGCGGGCAAGTTGCTTGACCCTGGGC
TGGTACCAGGGTTGGAGGGTATTACCGCGTCAGGCCATTCCCAGCCCGGATTCA
ATTCAAAGTCTGGGCCACCACCTCCGCGCTCTGTCTGATCACTCCACATTCTG
TGCATACACTACGTTCAAGTCCTGATCCAGGCGTGTCTCGGGACAAGGTGTGCT
TGAGTTTGAATCTCAAGGACCCACTCCAGCACAGCTGCTGGTTGACCCCGCCCT
CGCAAACCTAGTATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCG
GCGACCTGCGTCGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCCAGCGAGGCCCTC
CCCGTGC GCGGGCGCGCCATGCGCACCGCGTGGGTGCGCAAGCGCCAGGGCCA
GACGAACGTCTCCAGATGCACTACGCGCGCAAGGGCGTGATACCGAGGAGA
TGGACTACGTGGCGAAGCGCGAGAACCTGCCCGTGGAGCTGATCAAGGACGAG
GTGGCGCGGGGCGCATGATCATCCCCGCCAACATCAACCACACGAACCTGGA
GCCCATGGCCATCGGCATCGCCTCCAAGTGCAAGGTCAACGCGAACATCGGCG
CGTCCCCCAACTCCTCCAACATCGACGAGGAGGTGGAGAAGCTGCTGCTGTCC
GTGAAGTACGGCGGGACACGGTGATGGACCTGTCCACCGGCGGCGGCGACCT

10

20

30

40

【0 8 2 8】

【数 8 3】

GGACGTGATCCGCACCGCCATCATCAACGCCTCCCCGTGCCCATCGGCACGGT
GCCCATCTACCAGGCCCTGGAGTCCGTGCACGGCTCCATCGAGAACCTGACGCC
CGACGACTTCCTGCACATCATCGAGAAGCACGCCAGCAGGGCGTGGACTACA
TGACGATCCACGCGGGCCTGCTGATCGAGTACCTGCCCTGGTGAAGTCCCGCA
TCACGGGCATCGTGTCCCGCGGCGGCGGCATCATCGCCAAGTGGATGCTGCAC
CACCACAAGCAGAACCCCCCTGTACACGCACTTCGACGAGATCATCGAGATCTTC
AAGAAGTACGACGTGTCTTCTCCCTGGGCGACTCCCTGCGCCCCGGCTGCACC
CACGACGCCTCCGACGACGCCAGCTGTCCGAGCTGAAGACGCTGGGCCAGCT
GACGCGCCGCGCCTGGGAGCACGACGTCCAGGTCATGGTGGAGGGCCCCGGCC
ACGTCCCCATCGACCAGATCGAGTTCAACGTCAAGAAGCAGATGGAGGAGTGC
TCCGAGGGCCCCCTTCTACGTGCTGGGCCCCCTGGTCACCGACATCGCGCCCCGGC
TACGACCACATCACCTCCGCGATCGGCGCCGCCATCGCGGGCTGGCACGGCAC
CGCGATGCTGTGCTACGTGACGCCCAAGGAGCACCTGGGCCTGCCCAACGCGG
AGGACGTGCGCAACGGCCTGATCGCCTACAAGATCGCCGCGCACGCCGCGGAC
ATCGCCCGCCACCGCCCCGGCGCGCGCGACCGCGACGACGAGCTGTCCAAGGC
GCGCTACAACTTCGACTGGAACCGCCAGTTCGAGCTGTCCCTGGACCCCGAGCG
CGCGAAGGAGTACCACGACGAGACGCTGCCCGCGGACATCTACAAGACCGCGG
AGTTCTGCTCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCCCCATGCAGACCAAGGTGGACG
CCGAGATGCTGGAGGAGCTGGAGGTCTTCTGGCCAAGGACAAGGAGATGGTG
TCCAGCGCTGATACGTACTCGAGACGGAGCGTCGTGCGGGAGGGAGTGTGCC
GAGCGGGGAGTCCCGGTCTGTGCGAGGCCCGGCAGCTGACGCTGGCGAGCCGT
ACGCCCCGAGGGTCCCCCTCCCCTGCACCCTCTTCCCCTTCCCTCTGACGGCCG
CGCCTGTTCTTGCAATGTTTCAGCGACGAGCTCTTGTTTTCCAGAAGGAGTTGCTC
CTTGAGCCTTTCATTCTCAGCCTCGATAACCTCCAAAGCCGCTCTAATTGTGGA
GGGGGTTTCGAATTTAAAAGCTTGGAATGTTGGTTTCGTGCGTCTGGAACAAGCCC
AGACTTGTTGCTCACTGGGAAAAGGACCATCAGCTCCAAAAAACTTGCCGCTC
AAACCGCGTACCTCTGCTTTCGCGCAATCTGCCCTGTTGAAATCGCCACCACAT
TCATATTGTGACGCTTGAGCAGTCTGTAATTGCCTCAGAATGTGGAATCATCTG
CCCCCTGTGCGAGCCCATGCCAGGCATGTGCGGGGCGAGGACACCCGCCACTC
GTACAGCAGACCATTATGCTACCTCACAATAGTTTCATAACAGTGACCATATTTTC
TCGAAGCTCCCCAACGAGCACCTCCATGCTCTGAGTGGCCACCCCCCGGCCCTG
GTGCTTGCGGAGGGCAGGTCAACCGGCATGGGGCTACCGAAATCCCCGACCGG
ATCCCACCACCCCCGCGATGGGAAGAATCTCTCCCCGGGATGTGGGCCACCA
CCAGCACAACTGCTGGCCCAGGCGAGCGTCAAACCATAACACACAAATATCC
TTGGCATCGGCCCTGAATTCCTTCTGCCGCTCTGCTACCCGGTGCTTCTGTCCGA
AGCAGGGGTTGCTAGGGATCGCTCCGAGTCCGCAAACCCTTGTCGCGTGGCGG
GGCTTGTTTCGAGCTTGAAGAGCCTCTAGAGTCGACCTGCAGGCATGCAAGCTTG
GCGTAATCATGGTCATAGCTGTTTCCTGTGTGAAATTGTTATCCGCTCACAATT
CCACACAACATACGAGCCGGAAGCATAAAGTGTAAGCCTGGGGTGCCTAATG
AGTGAGCTAACTCACATTAATTGCGTTGCGCTCACTGCCCGCTTTCAGTCGGG
AAACCTGTCGTGCCAGCTGCATTAATGAATCGGCCAACGCGCGGGGAGAGGCG
GTTTGCGTATTGGGCGCTCTTC

10

20

30

配列番号 138

C. *prothecoides* トランジットペプチドを有する、コドン最適化された
Synechocystis sp. の *thiC* 配列

40

ATGGCCACCGCATCCACTTTCTCGGCGTTCAATGCCCGCTGCGGCGACCTGCGT
CGCTCGGCGGGCTCCGGGCCCCGGCGCCAGCGAGGGCCCTCCCCGTGCGCGG
GCGCGCCATGCGCACCGCGTGGGTCGCCAAGCGCCAGGGCCAGACGAACGTCT

【0 8 2 9】

【数 8 4】

CCCAGATGCACTACGCGCGCAAGGGCGTGATCACCGAGGAGATGGACTACGTG
GCGAAGCGCGAGAACCTGCCCCTGGAGCTGATCAAGGACGAGGTGGCGCGGGG
CCGCATGATCATCCCCGCCAACATCAACCACACGAACCTGGAGCCCATGGCCA
TCGGCATCGCCTCCAAGTGCAAGGTCAACGCGAACATCGGCGCGTCCCCCAAC
TCCTCCAACATCGACGAGGAGGTGGAGAAGCTGCTGCTGTCCGTGAAGTACGG
CGCGGACACGGTGATGGACCTGTCCACCGGCGGGCGGCGACCTGGACGTGATCC
GCACCGCCATCATCAACGCCTCCCCCTGCCCATCGGCACGGTGCCCATCTACC
AGGCCCTGGAGTCCGTGCACGGCTCCATCGAGAACCTGACGCCCCGACGACTTC
CTGCACATCATCGAGAAGCACGCCAGCAGGGCGTGGACTACATGACGATCCA
CGCGGGCCTGCTGATCGAGTACCTGCCCCCTGGTGAAGTCCCGCATCACGGGCAT
CGTGTCCCGCGGCGGCGGCATCATCGCCAAGTGGATGCTGCACCACCACAAGC
AGAACCCCCCTGTACACGCACTTCGACGAGATCATCGAGATCTTCAAGAAGTAC
GACGTGTCTTCTCCCTGGGCGACTCCCTGCGCCCCGGCTGCACCCACGACGCC
TCCGACGACGCCAGCTGTCCGAGCTGAAGACGCTGGGCCAGCTGACGCGCCG
CGCCTGGGAGCACGACGTCCAGGTCATGGTGGAGGGCCCCGGCCACGTCCCCA
TCGACCAGATCGAGTTCAACGTCAAGAAGCAGATGGAGGAGTGCTCCGAGGCC
CCCTTCTACGTGCTGGGCCCCCTGGTCACCGACATCGCGCCCCGGCTACGACCAC
ATCACCTCCGCGATCGGCGCCGCCATCGCGGGCTGGCACGGCACCGCGATGCT
GTGCTACGTGACGCCAAGGAGCACCTGGGCCTGCCCAACGCGGAGGACGTGC
GCAACGGCCTGATCGCCTACAAGATCGCCGCGCACGCCGCGGACATCGCCCGC
CACCGCCCGGCGCGCGGACCGCGACGACGAGCTGTCCAAGGCGCGCTACAA
CTTCGACTGGAACCGCCAGTTCGAGCTGTCCCTGGACCCCGAGCGCGCGAAGG
AGTACCACGACGAGACGCTGCCCCGCGGACATCTACAAGACCGCGGAGTTCTGC
TCCATGTGCGGCCCAAGTTCTGCCCCATGCAGACCAAGGTGGACGCCGAGAT
GCTGGAGGAGCTGGAGGTCTTCTTGCCAAAGGACAAGGAGATGGTGTCCCAGC
GCTGA

10

20

配列番号 139

Synechocystis sp. の th i C アミノ酸配列 (天然トランジットペプチ
ド配列を有する)

MRTAWVAKRQGQTNVSQMHYARKGVITEEMDYVAKRENLPVELIKDEVARGRM
IIPANINHTNLEPMAIGIASCKCKVNANIGASPNSSNIDEEVEKLLLSVKYGADTVMD
LSTGGDLVDVIRTAIINASPVPIGTVPIYQALSVHGSIENTPDDFLHIIKHAQQG
VDYMTIHAGLLIEYLPLVKSRTGIVSRGGGIIAKWMLHHHKQNPLYTHFDEIIEIF
KKYDVSFSLGDSLRPGCTHDASDDAQLSELKTLGQLTRRAWEDVQVMVEGPGH
VPIDQIEFNVKKQMEECSEAPFYVLGPLVTDIAPGYDHITS AIGAAIAGWHGTAML
CYVTPKEHLGLPNAEDVRNGLIAYKIAAHAADIARHRPGARDRDELSKARYNFD
WNRQFELSLDPERAKEYHDETLPADIIYKTAEFCSMCGPKFCPMQTKVDAEMLEEL
EVFLAKDKEMVSQR

30

配列番号 140

コドン最適化された neo R 遺伝子

CTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCT
TCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCG
GGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCA
GGCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACAC
CTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCT
AAGGGGGCGCCTCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAAC

40

【0 8 3 0】

【数 8 5】

配列番号 141

5' THIC *Coccomyxa* の C-169 確認用プライマー

5'-GGGTGATCGCCTACAAGA-3'

配列番号 142

3' THIC 確認用プライマー

5'-ACGTCGCGACCCATGCTTCC-3'

配列番号 143

5' THIC *A. thaliana* 確認用プライマー

5'-GCGTCATCGCCTACAAGA-3'

配列番号 144

5' thiC *Synechocystis* sp. 確認用プライマー

5'-CGATGCTGTGCTACGTGA-3'

配列番号 145

C. callophylla の TE ; UTEX 1450 SAD トランジットペプチドに下線

atggcttcgcggcat tcacatgtc ggcggtcccc gcgatgactg gcagggcccc
tggggcacgtcgctccggac ggccagtcgc caccgcctg agggggcgcg ccccaaggc
 caacggctccgctgtgcc tgaagtccgg ctccctggac acccaggagg acactctc
 ctctctccccccccgcga cttcatcaa ccagctgcc gactggtcca tctgtctgtc
 cgccatcaccacgtgttcg tggccgccga gaagcagtg accatgctgg accgcaagtc
 caagcggcccgacacctga tggacctt cgcggtggac cgctgtgtgc aggacggcgt
 ggtgttcggcagctcttct ccatccgtc ctacgagatc ggcgccgacc gcaccgcctc
 catcgagacctgatgaaca tcttcagga gacctccctg aaccactgca agtccatcgg
 cctgtgaacgacggcttcg gccgcacccc cgagatgtgc aagcgcgacc tgatctgggt
 ggtgaccaagatgcacatg aggtgaaccg ctacccacc tggggcgaca ccatcgaggt
 gaacacctgggtgtccagt ccggcaagac cggcatgggc cgcgactggc tgatctccga
 ctgccacaccggcgagatcc tgatccgcgc cactccgtg tgcgcatga tgaaccagac
 caccgcggcttctccaagt tcccctacga ggtgcgccag gagctggccc cccacttct
 ggactccgccccgtgatcg aggactacca gaagctgcac aagctggacg tgaagaccgg
 cgactccatctgcaacggcc tgaccccccg ctggaacgac ctggacgtga accagcacgt
 gaacaacgtgaagtacatg gctggattct ggagtcctg cccaaggagg tggtcgagac
 ccaggagctgtgcggcctga ccttgagta ccgcccgcgag tgcggccgcg actccgtgct
 gaagtccgtgaccgcatgg accctccaa ggaggcgac cgctccctgt accagcacct
 gctgcgcctggagacggca ccgacatgc caagggccgc accaagtggc gccccaagaa
 cgccggcaccaacggcgcca tctccaccgg caagacctcc aacggcaact ccatctctg a

配列番号 146

C. callophylla の TE ; UTEX 1450 SAD トランジットペプチドに下線

【0 8 3 1】

【数 8 6】

MASAAFTMSACPAMTGRAPGARRSGRPVATRLRGRAPKANGSAVSLKSGSLDTQ
 EDTSSS
 SSPRTFINQLPDWSMLLSAITTVFVAAEKQWTMLDRKSKRPDTLMDPFGVDRVV
 QDGVV
 FRQSFSIRS YEIGADRTAS IETLMNIFQETSLNHCKSIGLLNDGFGRTPEMCKRDLIW
 VV
 TKMHIEVNRYPTWGD TIEVNTWVSESGKTGMGRDWLISDCHTGEILIRATSVCAM
 MNQTT
 RRFSKFPYEV RQELAPHFVDSAPVIEDYQKLHKLDVKTGDSICNGLTPRWNDLDV
 NQHVN
 NVKYIGWILESPKEVFETQELCGLTLEYRRECGRDSVLKSVTAMDPSKEGDRSLY
 QHLL
 RLEDGTDIAKGR TKWRPKNAGTNGAISTGKTSNGNSIS

10

配列番号 147

R. communis の SAD nt 配列 ; UTEX 250 SAD トランジットペプチド
に下線

atggccaccgcacacatttctcggttcaatgcccgcgtgcggcgacctgcgtcgctcgggcggtccgggccccgg
cgccccagcgaggccccctcccgctgcggcgccgcgcgcctccacccctgaagtcgggtcccaaggagggtgagaacct
 gaagaagcccttcatgcccccccgaggtgacagtgacagtgacccactccatgccccccagaagatcgagatctt
 caagtccttgacaaactgggcccagagagagaacatcctggtgacactgaagcccgtggagaagtgcggcagccccagg
 acttcctgcccgaacccgcctccgacggcttcgacgagcaggtgcgcgagctgcgcgagcgcgccaaggagatcccc
 gacgactactcgtggtgctggtggcgacatgatcaccgaggagccctgcccacctaccagaccatgctgaacacc
 ctggacggcggtgcgcgacgagaccggcgctccccacctcctgggcatctggacccgcgcctggacggccgagg
 agaaccgcccacggcgacctgctgaacaagtacctgtacctgtccggccgctggacatgcgccagatcgagaagacc
 atccagtacctgatcggtcctcgacatggacccccgcaccgagaactccccctacctgggttcatctacacctccttcca
 ggagcgcgccaccttcatctcccacggcaacaccgcccgcagggccaaggagcagcgcgacatcaagctggcccag
 atctgcggcaccatcgccgcccagagagaagcggccacgagaccgcctacaccaagatcggtgagaagctgttcgagat
 cgaccccgacggcaccgtgctggccttcgcccagatgatgcgaagaagatctccatgcccgcacccctgatgtacga
 cgggccgacgacacaacctgttcgacacattctccgcccgtggcccagcgccctgggctgtacaccgccaaggactacgc
 cgacatcctggagttcctggtgggcccgtggaaggtggacaagctgacccgctgtccgcccaggggccagaaggccc
 aggactacgtgtgcgcctgcccccccgatccgcccgtggaggagcgcgccagggccgccaaggaggcccc
 caccatgcccttctcctggaattctgaccgccaggtgaagctgatggactacaaggaccacgacggcgactacaagga
 ccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagtga

20

30

配列番号 148

R. communis の SAD aa 配列 ; UTEX 250 SAD トランジットペプチド
に下線

MATASTFSAFNARCGDLRRSAGSGPRRPARPLPVRGRAASTLKSGSKEVENLKKPF
 MPPR
 EVHVQVTHSMPPQKIEIFKSLDNWAEENILVHLKPVEK CWQPQDFLPDPASDGFDE
 QVRE
 LRERAKEIPDDYFVVLVGDMITEEALPTYQTMLNTLDGVRDET GASPTSWAIWTR
 AWTAE
 ENRHGDLLNKYLYLSGRVDMRQIEKTIQYLIGSGMDPRTENSPYLGFIYTSFQERA
 TFIS
 HGNTARQAKEHGDIKLAQICGTIAADEKRHETAYTKIVEKLFEIDPDGTVLAFADM
 MRKK

40

【 0 8 3 2 】

【数 8 7】

ISMPAHLMYDGRDDNLFDFHSAVAQRLGVYTA KDYADILEFLVGRWKVDKLTGL
SAEGQK
AQDYVCRLPPRIRRLERAQGRAKEAPTMPFSWIFDRQVKLMDYKDHDGDYKDH
DIDYKD
DDDK

配列番号 149

pSZ1503_ [KASII_b tub-y. inv-nr_KASII] に含まれる
形質転換DNAのヌクレオチド配列

10

gctcttcccgcaaccggtggctccaccccaacttgaacctcgagaaccccgcgctggcgtegaccccgctgctgct
cgtggggcgcggaaggagcgcgccgaagacctggacgtgctctctccaactccttggcttggcgggcacaat
tctgtcgctcggtaccctttcttgcgtatgacacttccagcaaaaggtagggcggtcgagacggcttcccgcgct
gcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgctccagggcg
agcgctgtttaaatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaaagccatattcaaacacctagatca
ctaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgctaagggggcgctcttctcttcttcttctcagtcacaa
cccgcaaacggcgcgccATGctgtgcaggccttctgttctgtctgctggcggttcgcgcgaagatcagcgctcc
atgacgaacgagacgtccgaacggccccctgggtgcacttcaaccccaacaagggtggatgaacgaccccaacggc
ctgtggtaacgacgagaaggacgccaagtggcactgtacttccagtacaacccgaacgacacggcttgggggacgc
ccttgttctggggccacgccacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagccccatcgccccgaagcg
caacgactccggcgcttctccggctccatgggtggactacaacaacacctccggcttcttcaacgacaccatcg
cccgcgccagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcgagggagcagttacatctctacagcctg
gacggcggtctacaccttaccgagtaccagaagaaccccgctgtgctggcgccaaactccacccagttccgcgacccga
aggcttcttggtacgagccctcccagaagtggatcatgaccgcggccaaagtccaggagctacaagatcgagatctac
tctccgacgacctgaagtcttggaaagtggagtcgcgttcgccacgaggggttctctgggtaccagtacgagt
ccccggcctgatcgaggtccccaccgacgagcagcccccagcaagtctacttgggtgatgttcatctccataaccccg
gcgccccggcgcggtccttcaaccagtaacttctgctggcagcttcaacggcaccacacttcgagggccttcgacaac
cagtcgcgcgtgttggtgacttcggcaaggactactacgcccgcagaccttcttcaacaccgacccgacctacgggag
cgccttgggcatcgctgggctccaactgggagtaactcgccttctgtgcccaacacccctggcgctcttccatgtc
cctctgtcgcaagtcttccctcaacaccgagtaccaggccaaacccggagacggagctgatcaacctgaaggccgag
ccgatctgaacatcagcaacgcgcggccccctggagcgggttcgccaccaacacccagttgaegaaggccaacagct
acaaegtgaactgtccaacagcaccggcaacctggagttcgagctgggttacgcgctcaacacacccagacgat
ctccaagtccgtgttcgcggaccttctcttctgttcaagggcctggaggaccccaggagttacctccgatgggctt
cgagggttcgcgctctcttcttcttctggaccgcgggaacagcaaggtgaagtctgtgaaggagaacccctacttca
caaccgatgagcgtgaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacctgtctactacaagggtgaeggcttctgt
gaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtctgttccaccaacacctacttcatgaccaccgggaa
cgccttgggctccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacatcgacaagtccagggtgcgcgagggtca
agTGACaattggcagcagcagctcggatagtatcgacacactctggacgctggtcgtgtgatgactgttgcgcga
cacttctgctccttgacctgtgaatatccctgccgctttatcaaacagcctcagttgtttgatcttgtgttacgcgctttt
cgagttgctagctgcttgtgtatatttgcgaataccacccccagcatcccccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaacc
gcaacttatctacgctgtctctgtatccctcagcgctgtctctgtctcactgccccctgcacagccttggtttgggc
tccgctgtattctcctggctactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagttagtggatgggaaca
caaatggaggatcgtagagctcatcttccgaagtagcagcagtgagcgagctgattcttctttagcgggggtcgggt
ggttcggggagagtgcgcggaaggcgagagacgtgcggcgccggtgtccctcgtcttcccttgggtgtgt
atagtaacctgctgtgtcgcgtgcgcgtcggaagagc

20

30

40

配列番号 150

B. braunii リンゴ酸脱水素酵素 5' UTR

【0 8 3 3】

【数 8 8】

aattggaaaccccgcgcaagaccgggtgtttggcgcctgaccggaaaggggggctgtcccgaaggggtctatc
tcttgggggatgtcggcgcggaagtcgatgttgatggacctcttctcgacctgtcgggtcgaggccaagagccg
cgctccatttcgcccaggttcgatggaggtgaatgaccgcatcgccaccgaacgcccagaagcgggcgaccgatcg
ccccgcgtcgtcagcccttgcgaggaagtcggctgtgtggcgttcgacgagatgatggtgacgaacagcccggac
gcgatgatcctgtcggcgtgttcaccgctgatcgaggcgggggtgacgatcgtcaccacctccaaccggccgccc
agggatctctataagaacgggctcaaccgagcagcatttctgcccctcatcgcgctgatcgaggcggcgtggacgtgc
tggcgtgaacggcccgcgactatcggcgcgaccggcgtggggcggcgtggacacgtggttgggtgccaatggcccc
aaggcgacgattacctgtcggcggcgttcttcgacctgaccgactatccggtcgaggatgcccgcgcatgtgccctctga
ggacctgaaggtggcgggcgcggtgtgaatgtcccgaaggcgtgaaggcgctcgggtcttctcgttcaagcgggtt
gtcggcggaagcgcgggggcgcgcgactatctggcgtcgcgcggggcttccacaccgtcctcgttcggaatcc
ccaagctggggcggaagaaccgcaacgagcgggcggttcctcagctgatcgacgcgtctacgaacataaggtc
aagctgtctcgcgcagccgatgccagcccgcgaactctatgaaaccggcgacggccggttcgagtttgagcgagat
cagccggttggaagagatgcgtccgaggattatctggcccaaggccatggctcggaggggccttgatcaggcctta
gcacttcgcaaccattatcgttaaaactttaactctgtggaataacggttccccgacgcgcgaatacacgtacgtccact
acggagtaggattgga

10

配列番号 151

Chlamydomonas の RBCS 2 プロモーター

cgcttagaagatttcgataaggcgccagaaggagcgagccaaaccaggatgatgtttgatggggtatttgagcacttg
caacccttatccggaagccccctggcccacaaaggctaggcgccaatgcaagcagttcgatgcagccccctggagcg
gtgccctcctgataaacggccagggggcctatgttcttactttttcaagagaagtcaactcaacatcttaaacggtctt
aagaagtctatccgg

20

配列番号 152

pCAMBIA由来のCMV-Hyg-CMV BamHI-SacIIカセット

ggatccccgggaattcggcgcgccggggcccaacatggtggagcacgacactctcgtctactccaagaatatcaaagat
acagtctcagaagaccaaagggtattgagactttcaacaaagggtatatacgggaaacctcctcggattccattgcc
agctatctgtcacttcatcaaaaggacagtagaaaagggaaggtggcacctacaatgccatcattcgataaaaggaaag
gctatcgttcaagatgcctctgcgacagtggtcccaagatggacccccaccacgaggagcatcgtggaaaagaa
gacgttccaaccagcttcaagcaagtggattgatgtgataacatggtggagcacgacactctcgtctactccaagaa
tatcaagatacagtcctcagaagaccaaagggtattgagactttcaacaaagggtatatacgggaaacctcctcggatt
ccattgccagctatctgtcacttcatcaaaaggacagtagaaaagggaaggtggcacctacaatgccatcattcgata
aaggaaaggctatcgttcaagatgcctctgcgacagtggtcccaagatggacccccaccacgaggagcatcgtgg
aaaaagaagacgttccaaccagcttcaagcaagtggattgatgtgatatctccactgacgtaagggtgacgcacaa
tcccactatccttcgcaagaccttctctatataaggaagttcatttggagaggacacgctgaaatcaccagctct
ctctacaaatctatctctctcgagctttcgagatccccgggggcaatgagatatgaaaaagcctgaactcaccgcgacg
tctgtcgagaagtttctgatcgaaaagttcgacagcgtctccgacctgatgcagctctcgaggggcgaagaatctcgtgc
ttcagcttcgatgtaggaggcggtgatatgtcctgcgggtaaatagctgcgcatggtttctacaaagatcgttatgtt
tatcggcactttgcatcgccgcgctccgattccggaagtgttgacattggggagtttagcgagagcctgacctattg
catctcccgcgtgcacaggggtgcacgttgcaagacctgcctgaaaccgaactgccgctgttctcaaccggtcgcg
gaggctatggatgcgatcgctcgccgcatcttagccagacgagcgggttcggccattcggaaccgaaggaatcggt
caatacactcatggcgtgatttcatatgcgcgattgtgatccccatgtgtatcactggcaaacgtgtatggacgacac
gtcagtcgctcgctcgcgaggtctcgtgatgctgtgttggggcgaggactgccccgaagtccggcacctcgtgc
acgcggtattccggtccaacatgtcctgacggacaatggccgataacagcggtcattgactggagcgaggcgatgtt
cggggattcccaatacaggggtcgccaacatcttcttgaggccgtgtgttggtgttatggagcagcagacgcgtact
tcgagcgggagcatccggagcttcgagatcgccacgactccgggcgtatatgtcgcgcatgtgttgaacactctat

30

40

【0 8 3 4】

【数 8 9】

cagagcttggttgacggcaatttcgatgatgcagcttgggcgagggtcgatgcgacgcaatcgatccgatccggagccg
 ggactgtcgggcggtacacaaatcgccgcagaagcgcgccgtctggaccgatggctgtgtagaagtactcgccgata
 gtggaaaccgacgccccagcactcgtccgagggcagaagaatagagtagatgccgaccggatctgtcgatcgacaag
 ctcgagtttctccataataatgtgtgagtagttccagataagggaattagggttcctatagggttcgctcatgtgttgagc
 atataagaaacccttagtatgtattgtattgttaaatacttctatcaataaaatttctaattcctaaacaaaatccagtac
 taaaatccagatccccgaattaattcggcggttaattcagtagcattaaaaacgtccgcaatgtgttattaagtgtctaaagcg
 tcaattgtttacaccacaatatatctgccaccagccagccaacagctccccgaccggcagctcggcacaatacaccac
 ctcgatagcaggcagcccatcagtcgggacggcgctcagcgggagagccgttgtaaggcgagcagactttgctcatgtta
 ccgatgtattcggaagaacggcaactaagctgccgggttgaaacacgggatgatctcgcggagggttagcatgttgatt
 gtaacgatgacagagcggttgctgctgtgatcaccgcgg

10

配列番号 153

CAACCACGTCTTCAAAGCAA

配列番号 154

AGCAATCGCGCATATGAAAT

配列番号 155

内在性 *Chlorella protothecoides* のアクチンプロモーターおよ
 び 5' UTR

20

GAATTCGAGTTTAGGTCCAGCGTCCGTGGGGGGGGACGGGCTGGGAGCTTGGG
 CCGGGAAGGGCAAGACGATGCAGTCCCTCTGGGGAGTCACAGCCGACTGTGTG
 TGTTGCACTGTGCGGCCCGCAGCACTCACACGCAAAATGCCTGGCCGACAGGC
 AGGCCCTGTCCAGTGCAACATCCACGGTCCCTCTCATCAGGCTCACCTTGCTCA
 TTGACATAACGGAATGCGTACCGCTCTTTCAGATCTGTCCATCCAGAGAGGGGA
 GCAGGCTCCCCACCGACGCTGTCAAACCTTGCTTCCTGCCCAACCGAAAACATTA
 TTGTTTGAGGGGGGGGGGGGGGGGGGAGATTGCATGGCGGGATATCTCGTGAG
 GAACATCACTGGGACACTGTGGAACACAGTGAGTGAGTGCAGTATGCAGAGCATGTA
 TGCTAGGGGTCAGCGCAGGAAGGGGGCCTTTCCAGTCTCCCATGCCACTGCAC
 CGTATCCACGACTCACAGGACCAGCTTCTTGATCGGCTTCCGCTCCCGTGGAC
 ACCAGTGTGTAGCCTCTGGACTCCAGGTATGCGTGCACCGCAAAGGCCAGCCG
 ATCGTGCCGATTCTGCGGTGGAGGATATGAGTCAGCCAACTTGGGGCTCAGA
 GTGCACACTGGGGCACGATACGAAACAACATCTACACCGTGTCTCCATGCTG
 ACACACCACAGCTTCGCTCCACCTGAATGTGGGCGCATGGGCCCCGAATCACAG
 CCAATGTGCTGCTGCCATAATGTGATCCAGACCCTCTCCGCCAGATGCCGAG
 CGGATCGTGGGCGCTGAATAGATTCTGTTTCGATCACTGTTTGGGTCTTTTCT
 TTTCTGCTCGGATGCGCGTCTCGAAACAGGCTGCGTCCGGCTTTCCGATCCCTT
 TTGCTCCCTCCGTCACCATCCTGCGCGCGGGCAAGTTGCTTGACCCTGGGCTGG
 TACCAGGGTTGGAGGGTATTACCGCGTCAGGCCATTCCCAGCCCGGATTCAATT
 CAAAGTCTGGGCCACCACTCCGCGCTCTGTCTGATCACTCCACATTCGTGC
 ATACACTACGTTCAAGTCCTGATCCAGGCGTGTCTCGGGACAAGGTGTGCTTGA
 GTTTGAATCTCAAGGACCACTCCAGCACAGCTGCTGGTTGACCCCGCCCTCGC
 AACTCCCTACCATGTCTGCTGtaggtccaggatctttgcatgcacacaggacccccgtttgtgggggt
 ccccggtgcatgctgtcgtgtgcaggcgccggtgtggggcctgggccccggggagctcaactcctcccatatgcc
 tgcggtccctccaccaccgacgtggccccctttgcagAGGAAGGCAGAGTCAGCGCCATCGTGT
 GCGATAATGGATCCGG

30

40

【0 8 3 5】

【数 9 0】

配列番号 156

内在性 *Chlorella protothecoides* の EF1a プロモーターおよび 5' UTR

GAATTCGCCCTTGAGTTTAGGTCCAGCGTCCGTGGGGGGGGCGTGAGACTCCCC
 CCTGACCTTCGTATGGCAGGGACTCCTACTTGCCAAGTAATCAGTTGACAATGC
 CACTTCAATGCTCGTTGTGGTACACTGACGCGGGTCTAACATACTGGGAAGCAT
 GAATTGCCGACATGGACTCAGTTGGAGACAGTAACAGCTCTTTGTGTTCTATCT
 TCAGGAACACATTTGGCAGCGCACCCATACAGTGGCGCACACGCAGCTGTACC
 TGATGTGGCTCTATTCCACATGTTTCAACTTGATCCAAAAGTCACTCAGACTC
 TCAGCAGCTAGACTTGATCGCATCTTTGGCCATGAAGATGCTTGCGCAACTCTA
 GGAATGGGACGAGAAAAGAGCCTGCTCTGATCGGATATTTCCATTCTCTGGATG
 GGACTGAGATGATTCTGAAGAAATGCTGCTCGACTTATTTGGAAGAACAGCAC
 CTGACGCATGCTTTGAGGCTGCTGTGGCTGGGATGTGCTGTATTTGTCAGCATT
 GAGCATCTACGGGTAGATGGCCATAACCACGCGCTGCCTATCATGCGGTGGGTT
 GTGTGGAACACGTACAATGGACAGAAATCAATCCCATTGCGAGCCTAGCGTGC
 AGCCATGCGCTCCCTCTGTAGCCCCGCTCCAAGACAAAGCCAGCCAATGCCAG
 AACCACATAGAGAGGGTATCTTCTAATGACCTCGCCCATCATTTCTCCAAA
 TTAATAATAATGCCTTGATTGTGGAGTTGGCTTTGGCTTGCGAGCTGCTCGCGCT
 GGCACTTTTGTAGGCAGCACAGGGTATGCCAGCGCCGAACTTTGTGCCCTTGAG
 CAGGCCACAAGGGCACAAAGACTACACCATGCAGCTGGTATACTTGGAAGTATG
 ACCATTCTTACCAAGCAAGGCACAGCACAGCCTGCACCGACTCACTTTGCTTGA
 GCGGGGCACAGCGCCGCGACTGATCCTGCGAGCTGTGGGGAGTTCCGACTGTT
 CTGGACCTCGGTCTCTGAAAGATGTGTACGATGGGATCAAGTCATTCAAGTATG
 CTCTTCACATGAGCAATCGGGGGAGACACGGTGGCCCTAAAGGTGTTTCATCTG
 ATTCAAGTGTAAGTGGGGGGGTGCTGTTTGTCCCGGGGCGCCCCCGCTCCCCGA
 CCCCCGAGAAGGGCCCCAGAGGACTCGGCCGCCACAGAGGAATAACCGGGCG
 TGGCTCGGCCCTGCGCCTCCCTCTTTCAATATTTACCTGGTGTTCAGTGCACGG
 ACACGTAAAGAACTAGATACAATGGCCGAGGGAAAGACGgtgagagcttgcggttgga
 ccgggcagcatcagaaactcctctccccgccgccttgaaactcactgtaactccctcctctccccctgcagCATC
 TGTCTATCGTTATCgtgagtgaaaggactgccatgtgtcggtcggtgaccaggtcggtcgggcgctgctg
 ccgcgctgcgaacgttcctgcaaacgccgcgcagccgctcccttttctgcgcgcgcacccccctgcctccccctt
 caatcacaccgcagTGCGGACATGTTCGATTCCGGCAAGTCCACC

10

20

30

配列番号 157

内在性 *Chlorella protothecoides* の β チューブリンプロモーター (アイソフォーム A)

GAATTCCTGCAGGAAGAAGGCCGGCAGCAGCTGGTACTTGTCTTCACCTCCT
 TGATCGGCTGGGTGAGCTTGGCCGGGTGCGAGTCGTCGATGCCGGCATCGCCCA
 GCACGCTGTGCGGGGAGCCGGCATCGACAACCTTGGCACTGCTCACCTTGGTCA
 CCGGCATGGGGTTCATGGCGCTGCAGACCAGCGGCCTGTCAGCATGCTGCAGGC
 ATCTGTGTTTTGTAGTAGATACTTTCTGATGCATCACCACACGTTTGGAAGGTC
 CCCAAGCCCCCTTCAACAGTCTCGACATATGACACTCGCGCCCTCTTCCTCGTCC
 CGTGGCCTGATGAGGGTACGCAGGTACCGCAGCTGCGCCCCGTCCCGCCAGTT
 GCCCTGGCCCCGCCGGGCCCAATCTGTTCAATTGCCGCTCCCTGGCAGCCGTGAA
 CTTACACTACCGCTCTCTGTGACCTTCAGCACAGCAGGAATCGCCATTTACC
 GGCGGTGCTTGTGCGGAGCCTCAGCTGATCTCGCCTGCGAGACCCACAGTTT
 GAATTTGCGGTCCCCACACAACCTCTGACGCC

40

【0 8 3 6】

【数 9 1】

配列番号 158

内在性 *Chlorella protothecoides* の β -チューブリンプロモーター (アイソフォーム B)

GAATTCCCTCAGGAAGAAGGCCGGCAGCAGCTGGTACTTGTCTTCACCTCCTT
GATCGGCTGGGTGAGCTTCGCAGGATCGCAGTCGTCGATGCCGGCATCGCCCA
GCACGCTGTGCGGGGAGCCGGCATCNACAACCTTGGCACTGCTCCCCTTGGTCA
CCGGCATGGGGTCATGGCGCTGCAGCCCAGCGGCCTGTCAGCATGCTGCAGGC
ATCTGTGTATTGTAGTAGGTACTTCCTGATGCATCAACACACGTTTGGAAGCTC
CCCAAGCCCCCTTCAACAGTCTCGACGTATGACACTCGCGCCCTCTTCCTCGCCC
CGTGGCCTGATGAGGGTACGCAGGTACCACAGCTGCGCCCCGTCCCGCCAGTT
GCCCTGGCCCCGGCCGGGCCCAATCTGTTTCATTGCCGCTCCCTGGTAGCCGTGAA
CTCACATTACCGCTCTCTGTGACCTTCAGCACAGCAGGAATCGCCATTTACCCG
GCGGTCGTTGCTGCGGAGCCTCAGCTGATCTCGCCTGCGAGACCCACAGTTTG
AATTTGCGGTCCCCACACAACCTCTGACGCC

10

配列番号 159

アシルACPデサチュラーゼ

atcaaaggcatagattcacatttgttggcattgcagagcaatcatcgcgaggacgaacatcgctcaccaagcacgtact
gggcatccggaggcctccgcaaattcctgcaacaggactcgctgatcagttcgcccaaggctctacgacgtccctatcg
gcgctagacttcaacacatatcttcaactgtcacagcctcggcATGCATCAGGCCTCAGTCTCCACCATG
AAGACCATCCAGTCTCGGCACGCCGGTCCCATCGGACATGTGCAGTCGGGTCG
CCGATCGGCGGGGCGCGCGGGATCCCGCATGGCGACCCCCGTGGCCGCAGCTA
CCGTGCGAGCCCCCTCGCTCGGCCCTCAACCTCTCCCCACCATCATTGACAGG
AGGTGCTCCACTCCGCCAGCGCCAGCAACTAGACTGCGTGGCCTCCCTGGCGC
CCGTCTTCGAGTCCCAGATCCTCCCCCTCCTGACGCCCCGTGGACGAGATGTGGC
AGCCCACCGACTTCCTCCCCGCCTCGAACTCGGAGGCATTCTTCGACCAGATCG
GCGACCTGCGGGCGCGATCGGCGGCCATCCCCGACGACCTGCTGGTCTGCCTG
GTGGGGGACATGATCACGGAGGAGGCCCTGCCCACCTACATGGCCATGCTGAA
CACCTTGACGTGCTGCGCGATGAGACAGGGCACAGCCAGCACCCCTACGCCA
AGTGGACCAGGGCTTGGATCGCGGAGGAGAACCGCCATGGCGACCTGCTGAAC
AAGTACATGTGGCTGACGGGGCGGGTGGGACATGCTGGCGGTGGAGCGCACCA
TCCAGCCATGCTGGCGGTGGAGCGCACCATCCAGCGCCTCATCTCATCGGGCAT
GGACCCGGGCACGGAGAACCACCCCTACCACGCCTTTGTGTTCAACAGCTTCCA
GGAGCGCGCCACCAAGCTGAGCCACGGCTCCACCGCCCCGCTGGCGGTGCGCG
CCGGGGACGAGGCCCTGGCCAAGATCTGCGGGACCATGCGCGGGACGAGTCG
CGCCACGAGGCGGCGTACACGCGGACCATGGATGCCATCTTCCAGCGCGACCC
CAGCGGGGCCATGGTGGCGTTTGCGCACATGATGATGCGCAAGATCACCATGC
CCGCCACCTCATGGACGACGGCCAGCACGGCGCGCGCAACGGGGGGGCGCAA
CTTGTTTCGACGACTTTGCGGCAGTGGCGGAGCGGGCAGGGGTGTACACCGCCG
GCGACTACATCGGCATCCTGCGCCACCTCATCCGGCGCTGGGACGTGGAGGG

20

30

配列番号 160

アシルACPデサチュラーゼ

MHQASVSTMKTIQSRHAGPIGHVQSGRRSAGRAGSRMATPVAAATVAAPRSALNL
SPTIIRQEVLSASAAQLDCVASLAPVFESQILPLLTPVDEMWWQPTDFLPASNSEAF
FDQIGDLRARSAAIPDDLVLCLVGDMITEALPTYMAMNLTLDVVRDETGHSHQP
YAKWTRAWIAEENRHGDLNLYMWLTGRVGHAGGGGAHHPAMLAVERTIQRLLS

40

【0 8 3 7】

【数 9 2】

GMDPGTENHPYHAFVFTSFQERATKLSHGSTARLAVAAGDEALAKICGTIARDES
RHEAAYTRTMDAIFQRDPSGAMVAFAHMMMRKITMPAHLMDDGQHGARNGGAQ
LVRRLCGSGGAGRGVHRRRLHRHPAPHPALGRGG

配列番号 161

ゲラニルゲラニルジホスフェートシンターゼ

attatacatcgccatcgctctcaggtttcacgatctgcatgctatctatgggactgtgactccgccggccaggttggtgc
gcgagaatctccccgctcctgccttctcatttccctgacgggagtgccgctgagcaccggcgcgatcATGGGCG
TCGGCACACTCCAAACCCCATATACATGTGGTCGTGCATTACGCATAGCGCAC
GGTATGTCCCGCGACGCGCGGCTCGAAGCCGTGGCCATCCGACGCGCTGCACG
GCCGAGGTGAGGGCACGCCCCCTCCGCCAATGGCGCGCAGCCCATGACCGCCTT
CGACTTCCGGCAGTACATGCAGCAGCGCGCCGCGCTGGTGGACGCAGCGCTGG
ACCTGGCAGTGCCGCTGCAGTACCCCGAGAAGATCAACGAGGCCATGCGGTAC
AGCCTGCTGGCCGGGGGCAAGCGCGTGCGCCCCGCGCTCTGCCTCGCTGCCTGC
GAGCTCGTGGGCGGCCCCCTGGAGGCGGCCATGCCCGCCGCTGCGCCATGGA
GATGATCCACACCATGAGCCTCATCCACGACGACCTCCCCGCCATGGACAACG
ACGACTTCCGGCGCGGCCAGCCCGCCAACCACAAGGCCTATGGCGAGGAGATT
GCGATCCTGGCGGGCGACGCGCTGCTGTCGCTGAGCTTTGAGCACATCGCGCGC
GAGACGCGAGGCGTGGACCCGGTGC GCGTCTGGCCGCCATCTCGGAGTGGCG
CGCGGTGGGCAGCCGCGGGCTGGTGGCGGGGCAGGTGGTGGACCTGGGTTTCG
AGGGCGGCGGCGTGGGGCTGGCCCCGCTGCGCTACATCCACGAGCACAAAACC
GCGGCGCTGCTGGAGGCGGCGGTGGTGTCCGGCGCGCTGCTGGGCGGCGCGGA
GGAGGCGGACCTGGAGCGCCTGCGCACCTACAACCGCGCCATCGGCCTCGCTT
TCCAGGTGGTGGGGGACATCCTGGACATCCCGGGGACCAGCGAGGAGCTGGGC
AAGACCGCGGGCAAGGACCTGAGCTCCCCCAAAACCCCTACCCGTCCCTGGT
GGGGCTGGCCAGGTCCAAAAAATTGCGGACGAACTGATTGAGGACGCGAAAA
CCCAACTCACCCAGTACGAGCCGGCCCCGAGCGGCGCCCCCTCGTAACCCTGGCC
GAAACATTTGAaaccggaagaactgactgggggccccccctgccccagatacggcggggctcctccatcc
agttttgggatgggaggagcgacaaccgaccccgtaacctgtgacgcgtttgccttgcatagctacgcatgccttgaaa
cccatccatgacctcaacaataacctggtgtgtgtgtagcttggtcctgaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa

10

20

30

配列番号 162

ゲラニルゲラニルジホスフェートシンターゼ

MGVGTLPYTCGRAFTHSARYVPRRAARSRGHPTRCTAEVRARPSANGAQPMT
AFDFRQYMQRAALVDAALDLAVPLQYPEKINEAMRYSLLAGGKRVRLCLAA
CELVGGPLEAAMPAACAMEMIHTMSLIHDDLPAAMDNDDFRRGQPANHKAYGEEI
AILAGDALLSLSFEHIARETRGVDPVRVLA AISEWRAVGSRLVAGQVVDLGFEG
GGVGLAPLRYIHEHKTAALLEAAVVSGALLGGAEEADLERLRTYNRAIGLAFQVV
GDILDIPGTSEELGKTAGKDLSSPKTPYPSLVGLARSKKIADELIEDAKTQLTQYEP
ARAAPLVTLAENI

配列番号 163

ゲラニルゲラニルジホスフェートシンターゼ

cagatgccATGCGCCCTCGGGCCGCGGGCCTGAGGGTCCACGCAGCGTCTCGGTG
GCCCAGACGCACCAGGCCGCCCCCGGCGGACAGGAGGTTGACGACTACCA
GCCCCGCACCGCCATCCTCTTCCCCGCCAGGGCGCGCAGAGCGTGGGCATGG
CGGGAGAGCTGGCGAAGGCCGTCCCCGCCGCCGCGGCGCTGTTGACGCCGCC

40

【0 8 3 8】

【数 9 3】

TCCGACCAGCTCGGCTATGACCTGCTCCGCGTGTGCGTTGAGGGCCCCAAGGCG
CGCCTGGACAGCACCGCCGTCAGCCAGCCCGCCATCTACGTGGCCAGCCTGGC
GGCGGTGGAGAAGCTGCGCGCGGAGGGCGGGGAGGAGGCACTGGCCGCCATC
GACGTGCGTGCCGGTCTGTCTTGGGCGAGTACACCGCGCTGGCCTTTGCCGGC
GCCTTCTCCTTCGCCGACGGGCTGCGCCTGGTGGCCCTGCGCGGCGCCAGCATG
CAGGCCGCCGCCGACGCCGACCCCTCGGGCATGGTCTCCGTCATCGGTCTGCCC
TCCGACGCGGTGGCCGCGCTGTGCGAGGCCGCCAACGCGCAGGTGGCCCCCGA
CCAGGCCGTGCGCATCGCCAACCTACCTCTGCGACGGCAACTACGCCGTCAGCG
GTGGGCTGGAGGGCTGCGCGGGCGGTGGAGGGCCTGGCCAAGGCCACAAAGGCG
CGCATGACGGTGCGCCTGGCGGTGGCGGGCGCCTTCCACACCCCTTCATGCAG
CCGGCGGTGGAGGCGCTGAGCGCGGGCGCTGGCGGACACGCCGCTGGTCGCGC
CGCGCATCCCCGTGGTCAGCAACGGGACGCC

10

配列番号 164

グラニルグラニルジホスフェートシンターゼ

MRPRAAGLRVHAASSVAQTHQAAPPADRRFDDYQPRTAILFPGQGAQSVGMAGE
LAKAVPAAALFDAASDQLGYDLLRVCVEGPKARLDSTAVSQPAIYVASLAAVEK
LRAEGGEEALAAIDVAAGLSLGEY TALAFAGAFSFADGLRLVALRGASMQAAAD
AAPSGMVSVIGLPSDAVAALCEAANAQVAPDQAVRIANYLCDGNYAVSGGLEGC
AAVEGLAKAHKARMTVRLAVAGAFHTPFMQPAVEALSAGAGGHAAGRAAHPRG
QQRDA

20

配列番号 165

グリセルアルデヒド 3-ホスフェート脱水素酵素 cDNA 配列

TGTCCATCTCCCCCACCCTCCATCCAACCATCGTCGACGGCATGCAGGCGCTG
TGTTCTCACCCCGCGTCCCTCACGGCGCGTGCGGTACCCCATGGGCGGGCCAGC
CCAGCACAGCGGGTGTCCAGCGCCGGCCCGGCCTACACCGGCCTGTCCCGGCA
CACCTGGGCTGCCCCAGCACCCCCACCCTCCAGTCCCGCGCCGCGGTCCAGAC
CCGCGGCTCCTCCTCCGGCTCCACCACGCGCATGACCACCACCGCCCAGCGCAA
GATCAAGGTGGCCATCAACGGGTTTCGGCCGCATCGGCCGCCAGTTCCTGCGCTG
CGTGGAGGGGCGCGAGGACTCGCTGCTGGAGATCGTGGCCGTGAACGACTCCG
GCGGCGTGAAGCAGGCCAGCCACCTGCTCAAGTACGACTCCACCATGGGCACC
TTCAACGCCGACATCAAGATCTCGGGCGAGGGCACCTTCTCCGTCAACGGCCGC
GACATCCGCGTCGTCTCCTCCCGCGACCCCTGGCCCTGCCCTGGGGCGAGCTG
GGCGTGGACCTGGTGATCGAGGGGACGGGAGTGTGTTGTGGACCGCAAGGGTGC
CAGCAAGCACCTGCAGGCGGGGGCCAAGAAGGTCATCATCACCGCGCCGCCA
AGGGCTCCGACGTGCCACCTACGTCATGGGCGTGAACGCGGACCAGTACTCC
AACTCCGACGACATCATCTCCAACGCCTCCTGCACCACCAACTGCCTGGCGCCC
TTTGTCAAGGTGCTCAACGACCGCTTCGGCATCGTGA

30

配列番号 166

グリセルアルデヒド 3-ホスフェート脱水素酵素

MQALCSHPASLTARAVPHGRASPAQRVSSAGPAYTGLSRHTLGCPSTPTLQSRAA
VQTRGSSSGSTTRMTTTAQRKIKVAINGFGRIGRQFLRCVEGREDSLLEIVAVNDS
GGVKQASHLLKYDSTMGTFNADIKISGEGTFSVNGRDIRVVSSRDPLALPWGELG
VDLVIEGTGVFVDRKGASKHLQAGAKKVIITAPAKGSDVPTYVMGVNADQYSNS
DDIISNASCTTNCLAPFVKVLNDRFGIV

40

【0 8 3 9】

【数 9 4】

配列番号 167

酸素発生複合体タンパク質 (O E E 3 3) c D N A 配列

gatgttgagaatagtagcttgctgccttgctgccatgcagagcgtgtgcgcgcagtcggtttcatgcaagggggccttca
cccagtccttcgcggacccccgatgcagcaggagccagctcgtctgcccggctgatggcaaggccggagccttcac
aagaccgtaaagagcgggtgctgcccctctggctgcctccctcctcctgctgggggtgcgggcgcactgacctttgatg
agctgcagggcctgacctacctgcaggtgaagggtctgtgcatgccaacacctgccccacctgtctggcggtcctc
caacatcaaggacctgaagagcgggacctactccgtcaacaagatgtgcctggagcccacgtccttcaaggtaagga
ggaggcacagttcaagaacggcgaggccgacctttgtgcccaccaagctcgtcacgcgtctgacctacacctggacga
gatctctggccagatgaagatcgacggcagcggcggtggagtcaaggaggaggtggcatcgactatgctgcagt
cacctgtcagcttcggggcgaggcggtgcccctcctccttaccatcaaggagcttgacgccaaggggactgccga
cggttcaagggcgagttcaccgtgcccctcctaccgtgggtcctccttcttgaccccaagggcgcgccctccacc
ggctacgacaacgcctgtggccctgcccgcgcggcgattccgaggagttggagaaggagaacaacaagtcaccaa
ggctctgaagggggaggccatcttccatcgccaaggtggacgcccgggacaggggaggtggcgggcatctttgagt

10

配列番号 168

酸素発生複合体タンパク質 (O E E 3 3)

MQSVCAQSVSCKGAFTQSLRTPRCRSRSQLVCRADGKAGAFIKTVKSGAAALAASL
LLSGGAGALTFDLQGLTYLQVKGSGIANTCPTLSGGSSNIKDLKSGTYSVNKMCL
EPTSFKVKEEA QFKNGEADFPVKLVTRLTYTLDEISGQMKIDGSGGVFKEEDGI
DYAAVTVQLPGERVPFLFTIKELDAKGTADGFKGEFTVPSYRGSSFLDPKGRGAS
TGYDNAVALPAAGDSELEKENNKSTKALKGEAIFSIKVDAGTGEVAGIFE

20

配列番号 169

C l p プロテアーゼ c D N A 配列

ataatcggaaccagctgcacgcaccatcagtcgggcagcatgcagaccgtgcagccagctatggcgattggcgcc
ctccggctccagcgtgacccggggctcgaccagcagcaagcagcacttcaccacctcactccctttccggcttcagg
cgctgaatcatgttgatcgggcggggagcgggggtctgggagccccagaccctgcagcaggccgtgggcaagg
ccgtgcgcgggtgcggggccgcaccaccagcgcgggtgcggtgaccgcgatgatgttgagcgggttcaccgagaag
gccaatcaagggtggtcatgctgcgcaggaggaggtcgcggtctgggccacaacttcgtggggacggagcaaatcctg
ctgggggttgattggggagtccacaggcatcgccccaaggctcctcaagtcgatggcgctacgctgaaagatgcgcgt
gtggaggctgagaagatcatcgccgggggagcggctttgtggcgtggagatcccccttccccccgcgccaagcgt
gtgctggagctgtccctggaggaggctcgcagctcgccacaactacattggcacggagcacatcctgctgggcctg
ctgcgcgagggtgaggcggtggcctcccgctgctggagaccctgggcgcggacccccagaagatccgcactcaggt
ggtacgcatggtgggtgagtcgcaggagcccgtgggcaccacgggtggcgagggtccaccggctccaacaagatg
cccccttgaggagtacggcaccacacctgaccgccaggccg

30

配列番号 170

C l p プロテアーゼ

MQTVAASYGV LAPSGSSVTRGSTSSKQHFTTLTPFSGFRRLNHVDRAQAGSGSP
QTLQQAVGKAVRRSRGRITSAVRVTRMMFERFTEKAIKVVMLAQEEARRLGHNF
VGTEQILLGLIGESTGIAAKVLKSMGVTLKDARVEVEKIIIGRSGSFVAVEIPFTPRA
KRVLELSLEEARQLGHNYIGTEHILLGLLREGGVASRVLETGLADPQKIRTQVVR
MVGESQEPVGT TVGGGSTGSNKMPTLEEYGTNLTAQA

40

配列番号 171

【 0 8 4 0 】

【数 9 5】

TCCGGTGTGTTGTAAGTCCA

配列番号 172

TTGTTCGGAATGTCATATCAA

配列番号 173

AACGCCTTTGTACAACTGCA

配列番号 174

CTGACCCGACCTATGGGAGCGCTCTTGGC

配列番号 175

CTTGACTTCCTCACCTGGAATTTGTCTG

配列番号 176

GTGGCCATATGGACTTACAA

配列番号 177

CAAGGGCTGGATGAATGACCCCAATGGACTGTGGTACGACG

配列番号 178

CACCCGTCGTCATGTTTACGGAGCCCAGTGCG

配列番号 179

KE 8 5 8 相同組み換え構築物 S Z 7 2 5

GCCCTTTGTCATCGTTGGCATGCTTTTTGCGTATGTACCATATGTTGAATGTATA
ATACGAACGGTTGACCGTCTGAGATGCGAGCTTTGGGTCTTGTCAAATGCGTGG
CCGCACGGCTCCCTCGCACCCAGCCCCGAGGCGTCGCGCACCTGGCGAGGAGC
AGACCCACGCCAAGAAAGTCTAGTCCAGCATGTAACAACATCAGGCAATGTGA
CGTTTTTCGGTTCCCGATTTCTCTGCCGCTCTTTGACGGCAGGCACGGGCGAGCA
ACCGGCGGGCGCTCGCGTCAGGCACGATGGATGCGGCGCTGCCCACCTGTCAAT
GTACCCCAACAGTCTGTTCGATCGCTACAAGCAACCTTGTGCTCCACATTCCCAC
TTGCAGACAGTCTAGTCGATTTTGCCAAGCTGGATGTGAGGATTGGCCATATCT
TGGAGGCCAAGATTACCCGGATGCTGATGGGTACGTACGCGAGCCAGGCAGG
CAGCTGCGTTGACTTTCTGATTGGCACAAAGCTTTGGCTACTCTCAATACCAAC
CACGTGCCCCCTTCTGCACACCTGCTTCTTCTGATGACCACTCGCCACGCATGT
CGCAGTCTGTACGTCGAGCAGATCGACCTCGGCGAGGAGGGGGGCCCTCGCAC
CATCGTGAGTGCCCTGGTCCGGCACGTGACCCTGGAGGACCTTGTCGGCCGGC
GGGTGGTGGTGGTGGCCAACCTCAAGCCTCGGAGCATGCGCGGGGTCAAATCG
GCTGGGATGCTGCTCTGCGCCGCCAACGCGGATCACACCGCGGTGGAGCCGCT
GCGGGTCCCGGACGCCGCCGTGACGGGGGAGCGGGTCTGGGCGGGGGACGAG

【0 8 4 1】

10

20

30

40

【数 9 6】

GCACCTCCTGTCCACGGAGCCTGCCACACCCAATCAGGTAAGGACACGTTATTGG
TGCGCATGGTGCGAATGCGTGGTCTGACCTGCTGTGGGTATGTGTTGTGGGATT
GGAAACCGAATGAGGGCCGTTTACAGGATTGAGCCCTTGGCCCCACCCTGCTCATC
CTCTCACGCCCCGAGGTCCAGAAGAAGAAAATCTGGGAGGCAGTACAGCCGCT
GCTGAGAGTGAAACGCCAGGGGATCGCTACTGTGGCAGGAGAGGCTATGGTGA
CCAGTGCGGGGGCCACTGACCGCGCCCCACGCTGGTTGACGCCGCGATTTCCTGAC
GCGAGCGACTGATTCTTGACCTTTGAGAAGCCACCACAGCACCATTTCATTGT
TCATCCTTGATTTCAGTACGACTTCTCACCATTTCAGTACTGTAGGACCCCCAA
AATAGTGTGATCACGCTCGCAAGGCACCTGTGTGATCACGGGGAAGGGCGAAT
TCCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGG
CTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTC
GGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCTGTTAAATAGC
CAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGCCATATTCAAAC
ACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCG
CTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCC
ATGCTGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGC
GCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCACTTCACCCCCAAC
AAGGGCTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAA
GTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTT
GTTCTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCA
TCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGG
TGGACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGC
GCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATC
TCCTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCGAGTACCAGAAGAACCCCGT
GCTGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCGCGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCC
CTCCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGA
TCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAGTCCGCGTTTCGCCAACG
AGGGCTTCCTCGGCTACCAGTACGAGTGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCG
AGCAGGACCCCAGCAAGTCCTACTGGGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCG
CCCCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCACTTTCGTCGGCAGCTTCAACGGCACCC
ACTTCGAGGCCTTCGACAACCACTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACT
ACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGC
ATCGCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGTACTCCGCCTTCGTGCCACCAACCCCTGG
CGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCC
AACCCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAG
CAACGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCA
ACAGCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTG
GTGTACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTC
TCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTC
GAGGTGTCCGCGTCTCCTTCTTCTGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTC
GTGAAGGAGAACCCCTACTTCAACCAACCGCATGAGCGTGAACAACAGCCCTT
CAAGAGCGAGAACGACCTGTCCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGA
ACATCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAACACCTACT
TCATGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGAC
AACCTGTTCTACATCGACAAGTTCCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGATTAATTAAC
TCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCGTGT
GATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCT
TTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTTCGAGTTG
CTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCGCATCCCCTTCCCTCGTTTC
ATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGTCTTGCTATCCCTCAGC

10

20

30

40

【0 8 4 2】

【数 9 7】

GCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCT
GTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGG
AAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTT

配列番号 180

相同組み換え構築物 S Z 7 2 6

CCCGTGATCACACAGGTGCCTTGCGAGCGTGATCACACTATTTTGGGGGTCCTA
CAGTACTGAAATGGTGAGAAGTCGTACTGAAATCAAGGATGAACAATGAAAAT
GGTGCTGTGGTGGCTTCTCAAAGGTCAAGAATCAGTCGCTCGCGTCAGGAAATC
GCGGCGTCAACCAGCGTGGGCGCGGTCACTGGCCCCGCACTGGTCACCATAGC
CTCTCCTGCCACAGTAGCGATCCCCCTGGGCGTTCACTCTCAGCAGCGGCTGTAC
TGCCTCCCAGATTTTCTTCTTCTGGACCTGCGGGCGTGAGAGGATGAGCAGGGT
GGGGCCAAGGGCTCAATCCTGAACGGCCCTCATTTCGGTTTCCAATCCACACA
CATACCCACAGCAGGTGAGACCACGCATTTCGCACCATGCGCACCAATAACGT
GTCCTTACCTGATTGGGTGTGGCAGGCTCCGTGGACAGGAGTGCCCTCGTCCCC
GCCAGACCCGCTCCCCCGTCACGGCGGCGTCCGGGACCCGCAGCGGCTCCAC
CGCGGTGTGATCCGCGTTGGCGGCGCAGAGCAGCATCCAGCCGATTGACCC
CGCGCATGCTCCGAGGCTTGAGGTTGGCCAGCACCACCACCCGCCGGCCGACA
AGGTCCTCCAGGGTCACGTGCCGGACCAGGCCACTCACGATGGTGCGAGGGCC
CCCCTCCTCGCCGAGGTCGATCTGCTCGACGTACAGACTGCGACATGCGTGGCG
AGTGGTCATCAGAAGGAAGCAGGTGTGCAGAAGGGGCACGTGGTTGGTATTGA
GAGTAGCCAAAGCTTTGTGCCAATCAGAAAGTCAACGCAGCTGCCTGCCTGGC
TCGCGTACAATTCTTTCTTGCGCTATGACACTTCCAGCAAAAGGTAGGGCGGG
CTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATGATGCTTCGACCCCC
GAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCTCCAGGGCGAGCGCT
GTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAGCGAGCTACCAAAGC
CATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGCCACTCGAGCTTGTG
ATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCTCTTCGTTTCAGTCACAACCCGCA
AACGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCTGTTCCTGCTGGCCGGCTTCGCCG
CCAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGAC
TTCACCCCCAACAAGGGCTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGTACGACGA
GAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCT
GGGGGACGCCCTTGTCTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGG
GAGGACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTC
CGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCAT
CGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCG
AGGAGCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTACCCGAGTAC
CAGAAGAACCCCGTGTGTCGCCGCAACTCCACCCAGTTCCGCGACCCGAAGGT
CTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTCCCAGG
ACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGCTGGAG
TCCGCGTTCCGCAACGAGGGCTTCTTCGGCTACCAGTACGAGTGCCCCGGCCTG
ATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCCTACTGGGTGATGTTTCATC
TCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCAGTACTTCGTCCGC
AGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACCAGTCCCGCGTGGTGGAC
TTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACACCGACCCGACCTAC
GGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAAGTGGGAGTACTCCGCCTTCGTG
CCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAAC
ACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCC
GATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCTGGAGCCGGTTCCGCCACCAACACCA

10

20

30

40

【0 8 4 3】

【数 9 8】

CGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACC
 CTGGAGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCC
 GTGTTGCGGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGAGGAGTAC
 CTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCTCCTTCTTCCTGGACCGCGGGAAC
 AGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTACTTCACCAACCGCATGAGCGT
 GAACAACCAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCCTACTACAAGGTGTACG
 GCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTGCTGT
 CCACCAACACCTACTTCATGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATG
 ACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTTCAGGTGCGCGAGGT
 CAAGTGATTAATTAACCTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGATAGTATCGACACACTC
 TGGACGCTGGTCTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTTGCTGCCTTGACCTGT
 GAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGTTTGATCTTGTGTGTAC
 GCGCTTTTGCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGAATACCACCCCGAGCA
 TCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGCAACTTATCTACGCTGT
 CCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTGCCCCCTCGCACAGCCTT
 GGTTTGGGCTCCGCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCTGTAAACCAGCACTGC
 AATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAAATGGAAAGCTTGAGC
 TCGGTACCCGTACCCATCAGCATCCGGGTGAATCTTGGCCTCCAAGATATGGCC
 AATCTCACATCCAGCTTGGCAAAATCGACTAGACTGTCTGCAAGTGGGAATGT
 GGAGCACAAGGTTGCTTGTAGCGATCGACAGACTGGTGGGGTACATTGACAGG
 TGGGCAGCGCCGCATCCATCGTGCCTGACGCGAGCGCCGCGGTTGCTCGCCCG
 TGCCTGCCGTCAAAGAGCGGCAGAGAAATCGGGAACCGAAAACGTCACATTGC
 CTGATGTTGTTACATGCTGGACTAGACTTTCTTGGCGTGGGTCTGCTCCTCGCC
 AGGTGCGCGACGCCTCGGGGCTGGGTGCGAGGGAGCCGTGCGGCCACGCATTT
 GACAAGACCCAAAGCTCGCATCTCAGACGGTCAACCGTTTCTGATTATACATTCA
 ACATATGGTACATACGCAAAAAGCATG

10

20

配列番号 181

相同組み換え：Prototheca moriformis のステアロイル ACP デサ
 チュラーゼコード領域を破壊するための標的カセット（ β -チューブリンによつてによつ
 て作動する suc2 カセット）

30

TTTGGCCCCGCTTTCCAGCTCCGGATCTGCTGGCGTCCGCCGCGAGACGTGACA
 TCGCACGTGCGCGGGAGCGCCAGCTTGATCACTTGGCAGGGGGCCGTGCTCTAC
 AAATACCAGGCCCCGCGGCGGTTCAGTTTCGCACATCCAATACCTGCCGAGCCAT
 CTTGCCTACACTTTTTATCGACTCCTCTACTCTGTTTCGCGAGAGCGCTCGGTCCA
 GGCTTGGAATTCGCCGAATTCAGCTCGATCAGTCGCTTCTGCAACTGATCTCGG
 CCGTTCGCAGACTGCCTTTTCTCAGCTTGTGAGGTAGCGAGTTGTTGTTTATAT
 TTATTCGATTTTCATCTGTGTTGCATGCTTTGTTTCGTGCTGTGCGTTCCTTTCTGGG
 CCGCGCTGTGCGGTTCGCATGGGCTAGCTGTACTCATGTTAGTCATGCCGGTCCG
 ACCTTGTTTCGAGGAAGGCCCCACACTGAGCGTGCCCTCTTTCTACACCCCTTGT
 GCAGAAATTAGATAGAAAGCAGAATTCCTTTCTTGGCGCTATGACACTTCCAGCA
 AAAGGTAGGGCGGGCTGCGAGACGGCTTCCCGGCGCTGCATGCAACACCGATG
 ATGCTTCGACCCCCCGAAGCTCCTTCGGGGCTGCATGGGCGCTCCGATGCCGCT
 CCAGGGCGAGCGCTGTTTAAATAGCCAGGCCCCCGATTGCAAAGACATTATAG
 CGAGCTACCAAAGCCATATTCAAACACCTAGATCACTACCACTTCTACACAGGC
 CACTCGAGCTTGTGATCGCACTCCGCTAAGGGGGCGCCTCTTCCTCTTCGTTTC
 AGTCACAACCCGCAAACGGCGCGCCATGCTGCTGCAGGCCTTCCTGTTCTGCT
 GGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCTCCATGACGAACGAGACGTCCGACC
 GCCCCCTGGTGCATTCACCCCCAACAAAGGGCTGGATGAACGACCCCAACGGC

40

【0 8 4 4】

【数 9 9】

CTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGTGGCACCTGTACTTCCAGTACAACCC
GAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCTTGTCTGGGGCCACGCCACGTCCGACG
ACCTGACCAACTGGGAGGACCAGCCCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGAC
TCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCATGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTC
TTCAACGACACCATCGACCCGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAAC
ACCCCGGAGTCCGAGGAGCAGTACATCTCCTACAGCCTGGACGGCGGCTACAC
CTTCACCGAGTACCAGAAGAACCCCGTGCTGGCCGCCAACTCCACCCAGTTCCG
CGACCCGAAGGTCTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGACCGCGG
CCAAGTCCCAGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCT
GGAAGCTGGAGTCCGCGTTTCGCCAACGAGGGCTTCCTCGGCTACCAGTACGAG
TGCCCCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCAGCAAGTCCTACTG
GGTGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCCGGCGGCTCCTTCAACCA
GTACTTCGTGCGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACCAAGTC
CCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTCAACAC
CGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAACCTGGGAGT
ACTCCGCCTTCGTGCCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCCTCGTGCGCA
AGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGGAGCTGATCAAC
CTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCCCCCTGGAGCCGGTT
CGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACAACGTGACCTGTCCA
ACAGCACCGGCACCCCTGGAGTTCGAGCTGGTGTACGCCGTCAACACCACCCAG
ACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCTCTGGTTCAAGGGCCTGGAG
GACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGAGGTGTCCGCGTCTCTCTTCTTC
CTGGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTCGTGAAGGAGAACCCCTACTTCAC
CAACCGCATGAGCGTGAACAACCAAGCCCTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCTCT
ACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGACCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACG
ACGGCGACGTGCTGTCCACCAACACCTACTTCATGACCACCGGGAACGCCCTG
GGCTCCGTGAACATGACGACGGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTT
CCAGGTGCGCGAGGTCAAGTGATTAATTAAGTTCGAGGCAGCAGCAGCTCGGAT
AGTATCGACACACTCTGGACGCTGGTCTGTGATGGACTGTTGCCGCCACACTT
GCTGCCTTGACCTGTGAATATCCCTGCCGCTTTTATCAAACAGCCTCAGTGTGT
TTGATCTTGTGTGTACGCGCTTTTTCGAGTTGCTAGCTGCTTGTGCTATTTGCGA
ATACCACCCCCAGCATCCCTTCCCTCGTTTCATATCGCTTGCATCCCAACCGC
AACTTATCTACGCTGTCTGCTATCCCTCAGCGCTGCTCCTGCTCCTGCTCACTG
CCCCTCGCACAGCCTTGGTTTGGGCTCCGCCTGTATTCTCCTGGTACTGCAACCT
GTAAACCAGCACTGCAATGCTGATGCACGGGAAGTAGTGGGATGGGAACACAA
ATGGACCGACACGCCCCCGGCCAGGTCCAGTTCTCCTGGGTCTTCCAGAGGCC
CGTCGCCATGTAAAGTGGCAGAGATTGGCGCCTGATTTCGATTTGGATCCAAGG
ATCTCCAATCGGTGATGGGGACTGAGTGCCCAACTACCACCCCTTGCACTATCGT
CCTCGCACTATTTATTCCACCTTCTGCTCGCCCTGCCGGGCGATTGCGGGCGTT
TCTGCCCTTGACGTATCAATTTTCGCCCTGCTGGCGCGAGGATTCTTCATTCTAA
TAAGAAGTCACTCCCGCCAGCTCTGTACTTTTCTGCGGGGCCCCCTGCATGGCT
TGTTCCCAATGCTTGCTCGATCGACGGCGCCCATTTGCCACGGCGCTGCCGCAT
CCATGTGAAGAAACACGGAAGAGTGCGAAGACTGGAAGTGAATTAAGAGTATA
AGAAGAGGTACCAAGGGATTCTCAGGTGCTCTTAGGAACGGCTTTTCTTCGCC
AAGAGAACTGCTACTGCTCGTGTGCGCCACGGTGGTCAAGCCGCCCCATCTGCG
ATCCACCAGGCCCATCCGCGGACTCGCGATCAGCCTGCTGGATCCGGACTGCCG
ACCTGACCGCTCGCATCCACCATTACAACCCTCCAATTGGACACCACTCCACG
TCCTAAAGTTCACCATGCAAGCTGATCGATCGCATTCGCCGATGCACTCGCCTG
CCACAGAGGTGTGCGCTTCGGACTAGCGTGCAGGCGCCCCGAGGCCACCAGCA
TGCACCGATGGAAGCGGGCACGGCCGCTGCTCCAGGTGCTGGCTCGCTCAGA

10

20

30

40

【0 8 4 5】

【数 1 0 0】

CCCATAGCAACCTCCGCTGCGTCCCTAAATGTCACACAGAGCGTCTTTGATGGG
TACGGATGGGAGAGAATCTGATTGGGCATTGCTGGTGCAGTGCAGGAAGATGG
CAAGTGCACAGTCAGTCATGCTGTACAACTGGTGCCTCGTAGTATTGACTCGT
ATAGTGCATAGTATCATGCATGGTTCGTTACTTGCAA

配列番号 182

相同組み換え: *Prototheca moriformis* のステアロイル ACP デサ
チュラーゼコード領域を破壊するための標的カセット (suc2 カセットのみ)

10

TTTGGCCCCGCTTTCCAGCTCCGGATCTGCTGGCGTCCGCCGCGAGACGTGA
CATCGCACGTGCGCCGGAGCGCCAGCTTGATCACTTGGCAGGGGGCCGTGC
TCTACAAATACCAAGCCCCGCGCGGTTCAGTTCGCACATCCAATACCTGCC
GAGCCATCTTGCCCTACACTTTTTATCGACTCCTCTACTCTGTTGCGGAGAGC
GCTCGGTCCAGGCTTGGAATTCGCCGAATTCAGCTCGATCAGTCGCTTCTGC
AACTGATCTCGGCCGTTTCGCAGACTGCCTTTTCTCAGCTTGTTCAGGTAGCGA
GTTGTTGTTTTATTTATTCGATTTTCATCTGTGTTGCATGTCTTGTTCGTGCT
GTGCGTTCTTCTGGGCCGCGCTGTGCGGTTCGCATGGGCTAGCTGTACTCAT
GTTAGTCATGCCGGTCCGACCTTGTTTCGAGGAAGGCCCCACACTGAGCGTG
CCCTCTTCTACACCCCTTGTCAGAAATTAGATAGAAAGCAATGCTGCTGC
AGGCCTTCTGTTCTGCTGGCCGGCTTCGCCGCCAAGATCAGCGCCTCCAT
GACGAACGAGACGTCCGACCGCCCCCTGGTGCACCTTCAACCCCAACAAGG
CTGGATGAACGACCCCAACGGCCTGTGGTACGACGAGAAGGACGCCAAGT
GGCACCTGTACTTCCAGTACAACCCGAACGACACCGTCTGGGGGACGCCCT
TGTTCTGGGGCCACGCCACGTCCGACGACCTGACCAACTGGGAGGACCAGC
CCATCGCCATCGCCCCGAAGCGCAACGACTCCGGCGCCTTCTCCGGCTCCA
TGGTGGTGGACTACAACAACACCTCCGGCTTCTTCAACGACACCATCGACC
CGCGCCAGCGCTGCGTGGCCATCTGGACCTACAACACCCCGGAGTCCGAGG
AGCAGTACATCTCTACAGCCTGGACGGCGGCTACACCTTCAACGAGTACC
AGAAGAACCCCGTGCTGGCCGCCAAGTCCACCCAGTTCGCGGACCCGAAGG
TCTTCTGGTACGAGCCCTCCCAGAAGTGGATCATGACCGCGGCCAAGTCCC
AGGACTACAAGATCGAGATCTACTCCTCCGACGACCTGAAGTCCTGGAAGC
TGGAGTCCGCGTTCCGCAACGAGGGCTTCCTCGGCTACCAAGTACGAGTGCC
CCGGCCTGATCGAGGTCCCCACCGAGCAGGACCCCAAGTCCACTACTGGG
TGATGTTTCATCTCCATCAACCCCGGCGCCCCGGCGGCGGCTCCTTCAACCA
GTACTTCGTGCGCAGCTTCAACGGCACCCACTTCGAGGCCTTCGACAACCA
GTCCCGCGTGGTGGACTTCGGCAAGGACTACTACGCCCTGCAGACCTTCTTC
AACACCGACCCGACCTACGGGAGCGCCCTGGGCATCGCGTGGGCCTCCAAC
TGGGAGTACTCCGCCTTCGTGCCACCAACCCCTGGCGCTCCTCCATGTCCC
TCGTGCGCAAGTTCTCCCTCAACACCGAGTACCAGGCCAACCCGGAGACGG
AGCTGATCAACCTGAAGGCCGAGCCGATCCTGAACATCAGCAACGCCGGCC
CCTGGAGCCGGTTCGCCACCAACACCACGTTGACGAAGGCCAACAGCTACA
ACGTCGACCTGTCCAACAGCACCGGCACCCTGGAGTTCGAGCTGGTGTACG
CCGTCAACACCACCCAGACGATCTCCAAGTCCGTGTTTCGCGGACCTCTCCCT
CTGGTTCAAGGGCCTGGAGGACCCCGAGGAGTACCTCCGCATGGGCTTCGA
GGTGTCCGCGTCTCTCTTCTTCTGGACCGCGGGAACAGCAAGGTGAAGTTC
GTGAAGGAGAACCCCTACTTCAACCAACCGCATGAGCGTGAACAACAGGCC
CTTCAAGAGCGAGAACGACCTGTCTACTACAAGGTGTACGGCTTGCTGGA
CCAGAACATCCTGGAGCTGTACTTCAACGACGGCGACGTCGTGTCCACCAA
CACCTACTTCATGACCACCGGGAACGCCCTGGGCTCCGTGAACATGACGAC
GGGGGTGGACAACCTGTTCTACATCGACAAGTTCAGGTGCGCGAGGTCAA

20

30

40

【0 8 4 6】

【数 1 0 1】

GTGACCGACACGCCCCCGGCCAGGTCCAGTTCTCCTGGGTCTTCCAGAGG
 CCCGTCGCCATGTAAAGTGGCAGAGATTGGCGCCTGATTTCGATTTGGATCC
 AAGGATCTCCAATCGGTGATGGGGACTGAGTGCCCAACTACCACCCTTGCA
 CTATCGTCCTCGCACTATTTATTCCCACCTTCTGCTCGCCCTGCCGGGCGATT
 GCGGGCGTTTTCTGCCCTTGACGTATCAATTTGCCCCCTGCTGGCGCGAGGAT
 TCTTCATTCTAATAAGAACTCACTCCCGCCAGCTCTGTACTTTTCTGCGGG
 GCCCCTGCATGGCTTGTTCCCAATGCTTGCTCGATCGACGGCGCCCATTGCC
 CACGGCGCTGCCGCATCCATGTGAAGAAACACGGAAGAGTGCGAAGACTG
 GAAGTGAATTAAGAGTATAAGAAGAGGTACCAAGGGATTCTCAGGTGCTCT
 TAGGAACGGCTTTTCTTCGCCAAGAGAACTGCTACTGCTCGTGTGCGCCAC
 GGTGGTCAAGCCGCCCATCTGCGATCCACCAGGCCCATCCGCGGACTCGC
 GATCAGCCTGCTGGATCCGGACTGCCGACCTGACCGCTCGCATCCACCATT
 ACAACCCTCCAATTGGACACCACTCCCACGTCCTAAAGTTCACCATGCAAG
 CTGATCGATCGCATTGCGCGATGCACTCGCCTGCCACAGAGGTGTGCGCTTC
 GGACTAGCGTGCAAGGCGCCCCGAGGCCACCAGCATGCACCGATGGAAGCG
 GGCACGGCCGCTGCTCCAGGTGCTGGCTCGCTCAGACCCATAGCAACCTC
 CGCTGCGTCCCTAAATGTACACAGAGCGTCTTTGATGGGTACGGATGGGA
 GAGAATCTGATTGGGCATTGCTGGTGCAGTGCAGGAAGATGGCAAGTGCAC
 AGTCAGTCATGCTGTACAACTGGTGCCTCGTAGTATTGACTCGTATAGTGC
 ATAGTATCATGCATGGTCGTTACTTGCAA

10

20

配列番号 183

Cuphea wrightii のアシル-ACPチオエステラーゼ、Genbank 寄
 託番号U56103、バージョンU56103.1GI:1336005

MVAAAASSAFFSVPTPGTSPKPGKFGNWPSSLSVPFKPDNGGFH
 VKANASAHPKANGSAVNLKSGSLETPPRSFINQLPDLMLLSKITTVFGAAEKQWKRP
 GMLVEPFQVDRIFQDGVFFRQSFIRSIEIGVDRTASIELMNIFQETSLNHCKSIGL
 LNDGFGRTPEMCKRDLIWVVTKIQVEVNRYPTWGDITIEVNTWVSESGKNGMRDWLIS
 DCRTGEILIRATSVWAMMNQNTRRLSKFPYEVQRQEIAPHFVDSAPVIEDDRKLHKLDV
 KTGDSIRDGLTPRWNDLDVNQHVNNVKYIGWILKSVPIEVFETQELCGVTLEYRRECG
 RDSVLESVTTMDPAKEGDRCVYQHLLRLEDGADITIGRTEWRPKNAGANGAIISSGKTS
 NGNSVS

30

配列番号 184

Cuphea wrightii のアシル-ACPチオエステラーゼ、Genbank 寄
 託番号U56104、バージョンU56104.1GI:1336007

MVAAAASSAFFVPAPRPTPKPGKFGNWPSSLSQPFKPKSNPN
 GRFQVKANVSPHPKANGSAVSLKSGSLNTLEDPPSSPPPRFTLNQLPDWSRLRTAITT
 VFVAAEKQFTRLDRKSKRPDMLVDWFGSETIVQDGLVFRERFSIRSIEIGADRTASIE
 TLMNHLQDTSLNHCKSVGLLNDGFGRTPEMCTRDLIWVLTKMQIVVNRYPTWGDITVEI
 NSWFSQSGKIGMGREWLSDCNTGEILVRATSAWAMMNQKTRRFSKLPCEVRQEIAPH
 FVDAPPVIEDNDRKLHKFDVKTGDSICKGLTPGWNDFDVNQHVSNNVKYIGWILESMPT
 EVLETQELCSLTLEYRRECGRESVSVSMNPSKVGDRSQYQHLLRLEDGADIMKGR
 TEWRPKNAGTNRAIST

40

配列番号 185

Cuphea wrightii のβ-ケトアシル-ACPシンターゼII、Genba
 nk 寄託番号U67317、バージョンU67317.1

【0 8 4 7】

【数 1 0 2】

MAAAASMVASPFCTWLVASCMSTSFDNDPRSPSVKRFPRRKRVL
 SQRGSTFQCLVASCIDPCDQYRSSASLSFLGDNGFASLFGSKPFMSNRGHRRLRRASH
 SGEAMAVALQPAQEAGTKKKPVIKQRRVVVTGMGVVTPLGHEPDVFYNNLLDGVSGIS
 EIETFDCTQFPTRIAGEIKSFSTDGWVAPKLSKRMDFMLYLLTAGKKALADGGITDE
 VMKELDKRKCGVLIGSGMGGMKVFNDALRVSYKKMNPFVFPFATTNMGSAAMLAMD
 LGWMGPNYSISTACATSNFCILNAAHNIIRGEADMMLCGGSDAVIIPIGLGGFVACRA
 LSQRNSDPTKASRPWDSNRDGFVMGEGAGVLLLEEELEHAKKRGATIYAEFLGGSFCTD
 AYHMTPEHPGAGVILCIEKALAQAGVSKEDVNYINAHATSTSAGDIKEYQALARCFG
 QNSELRVNSTKSMIGHLLGAAGGVEAVTVQAI RTGWIHPNLNLEDPDKAVDAKLLVG
 PKKERLNVKVGLSNSFGFGGHNSSILFAPCNV

10

配列番号 186

Cuphea hookeriana の 3-ケートアシル-ACP シンターゼ (Kas4)、
 Genbank 寄託番号 AF060519、バージョン AF060519.2 GI: 3
 0995500

MATASCMVASPFCTWLVAACMPTSSDNDPRSLSHKRLRLSRRRR
 TLSSHCSLRGSTFQCLDPCNQQRFLGDNGFASLFGSKPLRSNRGHLRLGRTSHSGEVM
 AVAMQPAQEVSTNKKPATKQRRVVVTGMGVVTPLGHDPDVYNNLLDGISGISEIENF
 DCSQFPTRIAGEIKSFSTDGWVAPKFSERMDKFMLYMLTAGKKALADGGITDAMKEL
 NKRKCGVLIGSGLGGMKVFSDSIEALRTSYKKISPFCVPFSTNMGSAIAMD LGWMG
 PNYSISTACATSNFCILNAAHNIKGEADMMLCGGSDAAVLPVGLGGFVACRALSQRN
 NDPTKASRPWDSNRDGFVMGEGAGVLLLEEELEHAKKRGATIYAEFLGGSFCTDAYHMT
 EHPGAGVILCIEKALAQSGVSRD VNYINAHATSTPAGDIKEYQALAHCFGQNSEL
 RVNSTKSMIGHLLGGAGGVEAVAVVQAI RTGWIHPNINLEDPDEGVDAKLLVGPKKEK
 LKVKVGLSNSFGFGGHNSSILFAPCN

20

配列番号 187

オレオイル-アシルキリヤータンパク質チオエステラーゼ [CARTHAM
 USTINCTORIUS] (ベニバナ)、Genbank 寄託番号 AAA
 33019、バージョン AAA33019.1 GI: 404026

30

MLSKGAPAAP AVAAMYNASA KDTTFALTHS RSIGSVSIRR RYNVFLCNSS
 SSSRKVSPLL
 AVATGEQPSG VASLREADKE KSLGNRLRLG SLTEDGLSYK EK FVIRCYEV
 GINKTATIET
 IANLLQEVGG NHAQGVGFST DGFATTTTMR KLHLIWVTAR MHIEIYRYPA
 WSDVIEIETW
 VQGEQKVGTR RDWILKDYAN GEVIGRATSK WVMNEDTRR LQKVSDDVRE
 EYLVFCPRTL
 RLAFPEENNN SMKKIPKLED PAEYSRLGLV PRRSDLD MNK HVNNVTYIGW
 ALESIPPEII
 DTHELQAITL DYRRECQRDD IVDSLTSREP LGNAAGVKFK EINGSVSPKK
 DEQDLSRFMH
 LLRSAGSGLE INRCRTEWRK KPAKR

40

配列番号 188

Arabidopsis thaliana (シロイヌナズナ)、Genbank 寄託番号 NP_566464、バージョン NP_566464.1

【0 8 4 8】

【数 1 0 3】

MTKEVCSNIG LWLLLTLLIG NYVVNLEASH HVYKRLTQST NTKSPSVNQF
 YRTGFHFQPP
 KNWMNDPNGP MIYKGIYHLF YQWNPKGAVW GNIVWAHSTS TDLINWDPHP
 PAIFPSAPFD
 INGCWSGSAT ILPNGKPVIL YTGIDPKNQO VQNIAPKLN SDPYLREWKK
 SPLNPLMAPD
 AVNGINASSF RDPTTAWLGQ DKKWRVIIGS KIHRRGLAIT YTSKDFLKWE
 KSPEPLHYDD
 GSGMWECPDF FPVTRFGSNG VETSSFGEPN EILKHVLKIS LDDTKHDYYT
 IGTYDRVKDK
 FVPDNGFKMD GTAPRYDYGK YYASKTFFDS AKNRRILWGW TNESSSVEDD
 VEKGWSGIQT
 IPRKIWLDRS GKQLIQWPVR EVERLRKQV KNLRNKVLKS GSRLEVYGVV
 AAQADVEVLF
 KVRDLEKADV IEPSTWDPQL ICSKMNVSVK SGLGPFGLMV LASKNLEEYT
 SVYFRIFKAR
 QNSNKYVVLN CSDQSRSSLK EDNDKTTYGA FVDINPHQPL SLRALIDHSV
 VESFGGKGRA
 CITSRVYPKL AIGKSSHLFA FNYGYQSVDV LNLNAWSMNS AQIS

10

20

配列番号 189

C o c o s n u c i f e r a の F a t B 3 - B の コ ド ン 最 適 化 コ ー ド 領 域

1ACTAGTATGG TGGCCTCCGT GGCCGCCTCC TCCTCCTTCT TCCCCGTGCC
 CTCCTCCTCC
 61TCCTCCGCCT CCGCCAAGGC CTCCCGCGGC ATCCCCGACG GCCTGGACGT
 GCGCGGCATC
 121GTGGCCAAGC CCGCCTCCTC CTCCGGCTGG ATGCAGGCCA AGGCCTCCGC
 CCGCGCCATC
 181CCCAAGATCG ACGACACCAA GGTGGGCCTG CGCACCGACG TGGAGGAGGA
 CGCCGCCTCC
 241ACCGCCCGCC GCACCTCCTA CGGGCGCGCC AACCAGCTGC CCGACTGGTC
 CATGCTGCTG
 301GCCGCCATCC GCACCATCTT CTCCGCCGCC GAGAAGCAGT GGACCCTGCT
 GGACTCCAAG
 361AAGCGCGGCG CCGACGCCGT GGCCGACGCC TCCGGCGTGG GCAAGATGGT
 GAAGAACGGC
 421CTGGTGTACC GCCAGAACTT CTCCATCCGC TCCTACGAGA TCGGCGTGGA
 CAAGCGCGCC
 481TCCGTGGAGG CCCTGATGAA CCACTTCCAG GAGACCTCCC TGAACCACTG
 CAAGTGCATC
 541GGCCTGATGC ACGGCGGCTT CGGCTGCACC CCCGAGATGA CCCGCCGCAA
 CCTGATCTGG
 601GTGGTGGCCA AGATGCTGGT GCACGTGGAG CGCTACCCCT GGTGGGGCGA
 CGTGGTGCAG
 661ATCAACACCT GGATCTCCTC CTCCGGCAAG AACGGCATGG GCCGCGACTG
 GCACGTGCAC
 721GACTGCCAGA CCGGCCTGCC CATCATGCGC GGCACCTCCG TGTGGGTGAT
 GATGGACAAG

30

40

【0 8 4 9】

【数 1 0 4】

781CACACCCGCC GCCTGTCCAA GCTGCCCCGAG GAGGTGCGCG CCGAGATCAC
 CCCCTTCTTC
 841TCCGAGCGCG ACGCCGTGCT GGACGACAAC GGCCGCAAGC TGCCCAAGTT
 CGACGACGAC
 901TCCGCCGCCC ACGTGCGCCG CGGCCTGACC CCCCCTGGC ACGACTTCGA
 CGTGAACCAG
 961CACGTGAACA ACGTGAAGTA CGTGGGCTGG ATTCTGGAGT CCGTGCCCGT
 GTGGATGCTG
 1021GACGGCTACG AGGTGGCCAC CATGTCCCTG GAGTACCGCC GCGAGTGCCG
 CATGGACTCC
 1081GTGGTGCACT CCCTGACCGC CGTGTCTCTC GACCACGCCG ACGGCTCCCC
 CATCGTGTGC
 1141CAGCACCTGC TGCGCCTGGA GGACGGCACC GAGATCGTGC GCGGCCAGAC
 CGAGTGGCGC
 1201CCCAAGCAGC AGGCCCCGCGA CCTGGGCAAC ATGGGCCTGC ACCCCACCGA
 GTCCAAGTGA
 1261TTAATTAAC CGAG

10

配列番号 190

A s p e r g i l l u s a w a m o r i、プレプログルコアミラーゼ G 1、
 G e n b a n k 寄託番号 A A B 5 9 2 9 6、バージョン A A B 5 9 2 9 6. 1

20

MSFRSLLALS GLVCTGLANV ISKRATLDSW LSNEATVART AILNNIGADG
 AWVSGADSGI
 VVASPSTDNP DYFYTWTRDS GLVLKTLVDL FRNGDTSLLS TIENYISAQA
 IVQGISNPSG
 DLSSGAGLGE PKFNVDETAY TGSWGRPQRD GPALRATAMI GFGQWLLDNG
 YTSTATDIVW
 PLVRNDLSYV AQYWNQTGYD LWEEVNGSSF FTIAVQHRAL VEGSAFATAV
 GSSCSWCDSQ
 APEILCYLQS FWTGSFILAN FDSSRSGKDA NTLLGSIHTF DPEAACDDST
 FQPCSPRALA
 NHKEVVDSEFR SIYTLNDGLS DSEAVAVGRY PEDTYYNGNP WFLCTLAAAE
 QLYDALYQWD
 KQGSLEVTDV SLDEFFKALYS DAATGTYSST SSTYSSIVDA VKTFADGFVS
 IVETHAASNG
 SMSEQYDKSD GEQLSARDLT WSYAALLTAN NRRNSVVPAS WGETSASSVP
 GTCAATSAIG
 TYSSVTVTSTW PSIVATGGTT TTATPTGSGS VTSTSKTTAT ASKTSTSTSS
 TSCTTPTAVA
 VTFDLTATTT YGENIYLVGS ISQLGDWETS DGIALSADKY TSSDPLWYVT
 VTLPAGESFE
 YKFIRIESDD SVEWESDPNR EYTPVQACGT STATVTDTWR

30

40

配列番号 191

R h i z o p u s o r y z a e (R h i z o p u s d e l e m a r) グル
 コアミラーゼ 1 ;
 1, 4- α -D-グルカングルコヒドロラーゼ、G e n b a n k 寄託番号 P 0
 7 6 8 3 バージョン P 0 7 6 8 3. 2

【0 8 5 0】

【数 1 0 5】

MQLFNLPLKV SFFLVLSYFS LLVSAASIPS SASVQLDSYN YDGSTFSGKI
YVKNIAYSKK
VTVIYADGSD NWNNGNTIA ASYSAPISGS NYEYWTFSAS INGIKEFYIK
YEVSGKTYD
NNNSANYQVS TSKPTTTTAT ATTTTAPSTS TTTPPSRSEP ATFPTGNSTI
SSWIKKQEGI
SRFAMLRNIN PPGSATGFIA ASLSTAGPDY YYAWTRDAAL TSNVIVYEYN
TTLSGNKTIL
NVLKDYVTFS VKTQSTSTVC NCLGEPKFNP DASGYTGAWG RPQNDGPAER
ATTFILFADS
YLTQTKDASY VTGTLKPAIF KDLDYVVNVW SNGCFDLWEE VNGVHFYTLN
VMRKGLLLGA
DFAKRNGDST RASTYSSTAS TIANKISSFW VSSNNWQVS QSVTGGVSKK
GLDVSTLLAA
NLGSVDDGFF TPGSEKILAT AVAVEDSFAS LYPINKNLPS YLGNSIGRYP
EDTYNGNGNS
QGNWSFLAVT GYAELYRAI KEWIGNGGVT VSSISLPFFK KFDSSATSGK
KYTVGTSDFN
NLAQNIALAA DRFLSTVQLH AHNNGSLAEE FDRTTGLSTG ARDLTWSHAS
LITASYAKAG
APAA

10

20

配列番号 192

Chlamydomonas reinhardtii のヒドロキシメチルピ
リミジンホスファートシナーゼ、Genbank 寄託番号 XP_00169
7756、バージョン XP_001697756.1

MQLFARSPAG VRVQQAQRK SAKVAGRRL NVRAEAIAMP PAPAEQEKEL
QRLEKGNAFE
ELKAMATSPR QSVNRPKAE DLTFRQPTI ADCFPDSEKM YKEVKYDDEI
TLRVPFRRH
LTTGTDFDVY DTSGPQNVDP RVGLPKLRKP WVERREANGT HARAGVTQMA
LARAGIISEE
MRFAAEREGL DPEFVRSELA RGRAIIPANK CHLELEPCVI GRNFMTKVNS
NFGNSAVTSS
IEEEVEKLQW STIWGADTVM DLSTGHNIFE TREWVMRNSP VPGTVPIYE
ALERADGQVE
GITWELFRQV LLDQAEQGV D YWTHAGVLL RHVPLTANRI TGIVSRGGS
HAKLCLMEHK
ENFAYEHWDE ILDICAKYDI TLSIGDGLRP GCIADANDAA QFAELKTQGE
LTRRAWEKNV
QVMNEGPGHV PLNKIPENMA KQLEWCSEAP FYTLGPLTTD IAPGYDHITS
AIGAATIGAL
GTALLCYVTP KEHLGLPNRD DVKAGVIAYK IAAHAADLAK GHFAAASWDL
ELSKARFEFR
WRDQFALS LD PVTAQAYHDA TLPQEPAKTA HFCSMCGPKF CSMNITQELR
QMVQAEQAQE
AAAAAAAADD ADLLAAAAEG MKEMSEKFKQ SGAQLYH

30

40

配列番号 193

【0 8 5 1】

【数 1 0 6】

チアミン生合成タンパク質 *ThiC* [*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium* str. LT2]、Genbank 寄託番号 NP_463033、バージョン NP_463033.1

MSTTTLTRRE QRAKAQHFID TLEGTAFFNS KRIYVTGSQH DIRVPMREIQ
LSPTLIGGSK
DNPQFEENE VPHYDTS GPY GDPEVAINVQ QGLAKLRQPW IDARNDSEEL
DDRSSAYTRE
RLADDGLDDL RFTGLLTPKR AKAGKRVTLQ HYARKGIVTP EMEFIAIREN
MGRERIRSEV
LRHQHPGMNF GARLPENITP EFVRDEVAAG RAIIPANINH PESEPMIIGR
NFLVKVNANI
GNSAVTSSIE EEVEKLVWST RWGADTVMDL STGRYIHETR EWILRNSPVP
IGTVPIYQAL
EKVNGIAEDL TWEAFRDILL EQAEQGVDFY TIHAGVLLRY VPMTAKRLTG
IVSRGGSIMA
KWCLSHHKEN FLFEHFREIC EICAAVDVSL SLGDGLRPGS IQDANDEAQF
SELHTLGELT
KIAWEYDVQV MIEGPGHVPM HMIQRNMTEE LESCHEAPFY TLGPLTTDIA
PGYDHFTSGI
GAAMIGWFGC AMLCYVTPKE HLGLPNKEDV KQGLITYKIA AHAADLAKGH
PGAQIRDNAM
SKARFEFRWE DQFNALDPF TARAYHDETL PQESGKVAHF CSMCGPKFCS
MKISQEV RDY
AAAQTIEIGM ADMSEDFRAK GGEIYLKREE A

10

20

配列番号 194

アミノグリコシド-3'-O-ホスホトランスフェラーゼ [クローニングベクター pTAP6]、Genbank 寄託番号 ADJ58594、バージョン ADJ58594.1

30

MIEQDGLHAG SPAAWVERLF GYDWAQQTIG CSDAAVFRLS AQGRPVLVFK
TDL SGALNEL
QDEAARLSWL ATTGVPCAAV LDVVTEAGRD WLLLGEVPGQ DLLSSHLAPA
EKVSIMADAM
RRLHTLDPAT CFPDHQAKHR IERARTRMEA GLVDQDDLDE EHQGLAPAEI
FARLKARMPD
GEDLVVTHGD ACLPNIMVEN GRFSGFIDCG RLGVADRYQD IALATRDIAE
ELGGEWADRF
LVLYGIAAPD SQRIAFYRLI DEFF

配列番号 195

アシルACPチオエステラーゼ [*Brassica napus* (菜種)]、Genbank 寄託番号 CAA52070、バージョン CAA52070.1

40

MLKLSCNVTN NLHTFSFFSD SSLFIPVNRR TIAVSSSQLR KPALDPLRAV
ISADQGSISP
VNSCTPADRL RAGRLMEDGY SYKEKFIVRS YEVGINKTAT VETIANLLQE
VACNHVQKCG

【0 8 5 2】

【数 1 0 7】

FSTDGFATTL TMRKLHLI WV TARMHIEIYK YPAWSDVVEI ETWCQSEGRI
 GTRRDWILRD
 SATNEVIGRA TSKWVMNQD TRRLQRTDE VRDEYLVFCP REPRLAFPEE
 NNSSLKKIPK
 LEDPAQYSML ELKP RRADLD MNQHVNNVTY IGWVLESIPQ EIIDTHELQV
 ITLDYRRECQ
 QDDIVDSLTT SEIPDDPISK FTGTNGSAMS SIQGHNESQF LHMLRLSENG
 QEINRGRTQW
 RKKSSR

10

配列番号 196

アシルーACPチオエステラーゼ [*Garcinia mangostana*],
 Genbank 寄託番号 AAB51525、バージョン AAB51525.1

MVATAATSSF FPLTSPSGDA KSGNPGKGSV SFGSMKSKSA ASSRGLQVKA
 NAQAPT KING
 STDDAQLPAP RTFINQLPDW SMLLAAITTV FLAAEKQWMM LDWKPRRPDM
 LIDTFGLGRI
 VQDGLVFRQN FSIRSYEIGA DRTASIE TVM NHLQETALNH VKTAGLLGDG
 FGSTPEMSKR
 NLIWVVT KMQ VEVD RYPTWG DVVQVDTWVS ASGKNGMRRD WLLRDGNTGE
 TLTRASSVWV
 MMNKLTRRLS KIPEEVREEI GSYFVNSDPV VEEDGRK VTK LDDNTADFVR
 KGLTPKWN DL
 DINQHVNNVK YIGWILESAP QPILETRELS AVTLEYRREC GRDSVLRSLT
 AVSGGGVGD L
 GHAGNVECQH VLRLEDGAEI VRGRTEWRPK YINNFSIMGQ IPTDAS

20

配列番号 197

Cuphea hookeriana 8:0-及び10:0-ACP特異的
 チオエステラーゼ (FatB2) mRNA、完全 cds.、Genbank 寄
 託番号 U39834、バージョン U39834.1

30

MVAAAASSAF FPVPAPGASP KPGKFGNWPS SLSPSFKPKS IPNGGFQVKA
 NDSAHPKANG
 SAVSLKSGSL NTQEDTSSSP PPRTFLHQLP DWSRLLTAIT TVFVKSKRPD
 MHDRKSKRPD
 MLVDSFGLES TVQDGLVFRQ SFSIRSYEIG TDRTASIE TL MNHLQETSLN
 HCKSTGILLD
 GFGRTLEMCK RDLIWVVIKM QIKVNRYPAW GDTVEINTRF SRLGKIGMGR
 DWLISDCNTG
 EILVRATSAY AMMNQKTRRL SKLPYEVHQE IVPLFVDSPV IEDSDLKVHK
 FKVKTGDSIQ
 KGLTPGWNDL DVNQHVSNVK YIGWILESMP TEVLETQELC SLALEYRREC
 GRDSVLESVT
 AMDPSKVGVR SQYQHLLRLE DGTAI VNGAT EWRPKNAGAN GAISTGKTSN GNSVS

40

配列番号 198

【0 8 5 3】

【数108】

アシルーACPチオエステラーゼFatA [Ricinus communis] (トウゴマの実) Genbank 寄託番号ABS30422、バージョンABS30422.1

MLKVPCCNAT DPIQSLSSQC RFLTHFNNRP YFTRRPSIPT FFSSKNSSAS
LQAVVSDISS
VESAACDSL A NRLRLGKLTE DGFSYKEKFI VRSYEVGINK TATVETIANL
LQEVGCNHAQ
SVGFSTDGFA TTTSMRKMHL IWVTARMHIE IYKYPAWSDV VEVETWCQSE
GRIGTRRDWI
LTDYATGQII GRATSKWVMM NQDTRRLQKV TDDVREEYLV FCPRELRLAF
PEENNRSSKK
ISKLEDPAQY SKLGLVPRRA DLDMNQHVNN VTYIGWVLES IPQEIIDTHE
LQTITLDYRR
ECQHDDIVDS LTSVEPSEN L EAVSELRGTN GSATTTAGDE DCRNFLHLLR
LSGDGLEINR
GRTEWRKKSA R

10

配列番号 199

ステアロイルーアシルーキャリアータンパク質デサチュラーゼ [Ricinus communis]、Genbank 寄託番号AAA74692、バージョンAAA74692.1

20

FRQITKNQKK KVRKKTMA LK LNPFLSQTQK LPSFALPPMA STRSPKFYMA
STLKSGSKEV
ENLKKPFMP PP REVHVQVTHS MPPQKIEIFK SLDNWAEENI LVHLKPVEKC
WQPQDFLPDP
ASDGFDEQVR ELRERAKEIP DDYFVVLVGD MITEEALPTY QTMLNTLDGV
RDET GASPTS
WAIWTRAWTA EENRHGDL LN KYLYLSGRVD MRQIEKTIQY LIGSGMDPRT
ENSPYLGFIY
TSFQERATFI SHGNTARQAK EHGD IKLAQI CGTIAADEKR HETAYTKIVE
KLFEIDPDGT
VLAFA DMMRK KISMPAHL MY DGRDDNLF DH FSAVAQRLGV Y TAKDYADIL
EFLVGRWKVD
KLTGLSAEGQ KAQDYVCRLP PRIRRL EERA QGRAKEAPTM PFSWIFDRQV KL

30

配列番号 200

ステアロイルーACPデサチュラーゼ [Olea europaea] Genbank 寄託番号AAB67840、バージョンAAB67840.1

MALKLCFPPH KMPSFPDARI RSHRVFMAST IHSPSMEVGK VKKPFTPPRE
VHVQVTHSLA
PEKREIFNSL NNWAQENILV LLKDVDK CWQ PSDFLPDSAS EGFDEQVMEL
RKRCKEIPDD
YFIVLVGDMI TEEALPTYQT MLNTLDGVRD ETGASLTPWA IWTRAWTAE
NRHGDLLNKY
LYLSGRVDMK QIEKTIQYLI GSGMDPRTEN NPYLGFIYTS FQERATFISH
GNTARLAK EH

40

【0854】

【数 1 0 9】

GDLKLAQICG IIAADEKRHE TAYTKIVEKL FEIDPDGTVL ALADMMRKKV
 SMPAHLMYDG
 QDDNLFENFS SVAQRLGVYT AKDYADILEF LVGRWDIEKL TGLSGEGRKA
 QDYVCTLPFR
 IRRLEERAQS RVKKASATPF SWIFGREINL

配列番号 201

ミリストイルーアシルキャリアータンパク質チオエステラーゼ、葉緑体；*Cuphea hookeriana*、Genbank 寄託番号 Q39513、バージョン Q39513.1

10

MVATAASSAF FPLPSADTSS RPKGLGNKPS SLSPLKPKST PNGGLQVKAN
 ASAPPKINGS
 PVGLKSGGLK TQEDAHSAAPP PRTFINQLPD WSMLLAIAIT VFLAAEKQWM
 MLDWKPKRPD
 MLVDPFGLGS IVQDGLVFRQ NFSIRSYEIG ADRTASIE TV MNHLQETALN
 HVKIAGLSND
 GFGRTPEMYK RDLIWVVAKM QVMVNRYPTW GDTVEVNTWV AKSGKNGMRR
 DWLISDCNTG
 EILTRASSVW VMMNQKTRRL SKIPDEVRE IEPHFVDSPP VIEDDDRKLKLP
 KLDEKTADSI
 RKGLTPRWND LDVNQHVNNV KYIGWILEST PPEVLETQEL CSLTLEYRRE
 CGRESVLESL
 TAMDPSSGGY GSQFQHLLRL EDGGEIVKGR TEWRPKNGVI NGVVPTGESS PGDYS

20

配列番号 202

チオエステラーゼ FatB1-1 [*Cuphea hookeriana*]、Genbank 寄託番号 AAC72882、バージョン AAC72882.1

MVATAASSAF FVPSSPVTSS RPKKPGNGSS SFSPKPKFV ANGGLQVKAN
 ASAPPKINGS
 SVGLKSCSLK TQEDTPSAPA PRTFINQLPD WSMLLAIAIT VFLAAEKQWM
 MLDWKPKRPD
 MLVDPFGLGS IVQHGLVFRQ NFSIRSYEIG ADRTASIE TV MNHLQETALN
 HVKSAGLMND
 GFGRTPEMYK KDLIWVVAKM QVMVNRYPTW GDTVEVNTWV AKSGKNGMRR
 DWLISDCNTG
 EILTRASSVW VMMNQKTRRL SKIPDEVRE IEPHFVDSPP VIEDDDRKLKLP
 KLDDKTADSI
 RKGLTPKWND LDVNQHVNNV KYIGWILEST PQEVLETQEL CSLTLEYRRE
 CGRESVLESL
 TAADPSGKGF GSQFQHLLRL EDGGEIVKGR TEWRPKTAGI NGAIPSGETS PGDS

30

40

配列番号 203

Uc FatB2 [*Umbellularia californica*]、Genbank 寄託番号 AAC49001、バージョン AAC49001.1

MVTTSLSASF FSMKAVMLAP DGSGIKPRSS GLQVRACKEQ NSCKMINGTK
 VKDTEGLKGR

【0 8 5 5】

【数 1 1 0】

STLHGWSMPL ELITTIFSAA EKQWTLNLSK PPQLLDDHLG LHGLVFRRTF
 AIRCSEVGPD
 RSTSIVAVMN YLQEAACNHA ESLGLLGDF GETLEMSRRD LIWVVRRTHV
 VVERYPAWGD
 TVEVEAWIGA AGNIGMRRHF LVRDCKTGHI LARCTSVSVM MNMRTRRLSK
 IPQEVGRGEID
 PLFIEKFAVK EGEIKKLQKF NDSTADYIQG GWTPRWNDLD VNQHVNNIKY
 VGWIFKSVPD
 SIYENHHLSS ITLEYRRECT RGRALQSLTT VCGGSSEAGI ICEHLLQLED
 GSEVLRGRD
 WRPKRTDSFE GISERFPQQE PHN

10

配列番号 204

パルミトイルーACPチオエステラーゼ [E l a e i s g u i n e e n s i s]
 s]、(アフリカ油ヤシ)、Genbank 寄託番号 ABD 8 3 9 3 9、バージョン
 ABD 8 3 9 3 9. 1

MVASIAASAF FPTPSFSPTA SAKASKTIGE GSENL DARGI IAKPTSSSAA
 MQGKVMAQAV
 SKINGAKVGL KAESQKAEED AAPSSAPRTF YNQLPDWSVL LAAVTTIFLA
 AEKQWTLLDW
 KPRRPDMLTD AFSLGKIVQD GLVFKQNFSI RSYEIGADRT ASIETLMNHL
 QETALNHVRS
 AGLMGDGF GA TPMSKRNL I WVVT KVRVLI EHYPSWGDVV EVDTWVGPA G
 KNGMRRDWHV
 RDHRTGQTIL RATRVWMMN KNTRKLSKVP EEVRAEIGPY FVERAAIVDE
 DSRKLPKLDE
 DTTDYVKKGL TPRWSDLDVN QHVNNVKYIG WILESAPISI LENHELASMT
 LEYRRECGRD
 SVLQSLTAVA NDCTGGLPEA SIECQHLLQL ECGAEIVRGR TQWRPRRASG PTSAGSA

20

配列番号 205

パルミトイルーアシルキャリアータンパク質チオエステラーゼ [E l a e i s
 g u i n e e n s i s] (アフリカ油ヤシ)、Genbank 寄託番号 AAD
 4 2 2 2 0、バージョン AAD 4 2 2 2 0. 2

30

MVASIVAWAF FPTPSFSPTA SAKASKTIGE GSENLNVRGI IAKPTSSSAA
 KQGKVMAQAV
 PKINGAKVGL KAESQKAEED AAPSSAPRTF YNQLPDWSVL LAAVTTIFLA
 AEKQWTLLDW
 KPRRPDMLTG AFSLGKIVQD GLVFRQNFSI RSYEIGADRT ASIETLMNHL
 QETALNHVRN
 AGLLGDGF GA TPMSKRNL I WVVT KMQVLI EHYPSWGDVV EVDTWVGAS G
 KNGMRRDWHV
 RDYRTGQTIL RATSIVMM D KHTRKLSKMP EEVRAEIGPY FMEHAAIVDE
 DSRKLPKLDD
 DTADYIKWGL TPRWSDLDVN QHVNNVKYIG WILESAPISI LENHELASMT
 LEYRRECGRD
 SVLQSLTAVA NDCTGGLPEA SIECQHLLQL ECGAEIVRGR TQWRPRRASG PTSAGSA

40

【0 8 5 6】

【数 1 1 1】

配列番号 206

パルミトイル-ACPチオエステラーゼ [*Elaeis guineensis*]
s]、Genbank 寄託番号 AAL15645、バージョン AAL15645.1

FYNQLPDWSV LLAAVTTIFL AAEKQWTLLD WKPRRPDMLA DAFGLGKIVQ
DGLVFKQNFs
IRSYEIGADR TASIETLMNH LQETALNHVR SAGLMGDGFG ATPEMSKRNL
IWVVTkMRVL
IKHYPSWGDV VEVDTWVGPT GKNGMRRDWH VRDHRTGQTI LRATSVWVMM
NKNTRKLSKV
PEEVRAELGP YFVERAAIVD EDSRKLPKLD EDTTDYIKKG LTPRWSLDLV
NQHVNNVKYI
GWILESAPIS FLENHELASM SLEYRRECGR DSVLQSLTAV SNDLTDGLPE
AGIECQHLLQ
LECGTELVKG RTEWRPKHSL ALRNMGPTPG GSA

10

配列番号 207

FATB [*Populus tomentosa*]、Genbank 寄託番号
ABC47311、バージョン ABC47311.1

20

MVATAATSSF FPVPSPPGDA KSSKVGSGSA SLGGIKSKSA SSGALQVKAN
AQAPPKINGS
PVGLTASVET AKKEDVVSSP APRTFINQLP DWSMLLAAIT TMFLAAEKQW
MMLDWKPKRA
DMLIDPFGIG RIVQDGLVFS QNFSIRSIEI GADRTASIEI LMNHLQETAL
NHVKTAGLLG
DGFGSTPEMS KRNLIVVTR MQILVDRYPT WGDVVHVDTW VSASGKNGMR
RDWLVRDAKT
GETLTRASSL WVMNKNVTRR LSKIPEDVRG EIEPYFLNSD PVVNEDSTKL
PKLDDKTADY
IRKGLTPRWN DLDVNQHVNN VKYIGWILES APPPILESHE LAAITLEYRR
ECGRDSVLQS
LTAVSGAGIG NLGGPGKVEC QHLLRHEDGA EIVRGRTEWR PKHANNFGMM
GGQMPADESG
A

30

配列番号 208

FATB (脂肪族アシル-ACPチオエステラーゼB) ; アシルキャリアー/
アシル [アシルキャリアータンパク質] ヒドロラーゼ加水分解酵素 [*Arabidopsis thaliana*]
、Genbank 寄託番号 NP_172327、バージョン NP_172327.1

MVATSATSSF FPVPSSSLDP NGKGNKIGST NLAGLNSAPN SGRMKVKPNA
QAPPKINGKK
VGLPGSVDIV RTDTETSSHP APRTFINQLP DWSMLLAAIT TIFLAAEKQW
MMLDWKPRRS
DMLVDPFGIG RIVQDGLVFR QNFSIRSIEI GADRSASIEI VMNHLQETAL
NHVKTAGLLG

40

【0 8 5 7】

【数 1 1 2】

DGFGSTPEMF KKNLIWVVTR MQVVVDKYPT WGDVVEVDTW VSQSGKNGMR
 RDWLVRDCNT
 GETLTRASSV WVMNKLTRR LSKIPPEVRG EIEPYFVNSD PVLAEDSRKL
 TKIDDKTADY
 VRSGLTPRWS DLDVNQHVNN VKYIGWILES APVGIMERQK LKSMTLEYRR
 ECGRDSVLQS
 LTAVTGCDIG NLATAGDVEC QHLLRLQDGA EVVRGRTEWS SKTPTTTWGT AP

配列番号 209

アシルー (アシルキャリアータンパク質) チオエステラーゼ [A r a b i d o
 p s i s t h a l i a n a]、Genbank 寄託番号 C A A 8 5 3 8 7、
 バージョン C A A 8 5 3 8 7 . 1

MVATSATSSF FVPSSSLDP NGKGNKIGST NLAGLNSAPN SGRMKVKPNA
 QAPPKINGKR
 VGLPGSVDIV RTDTETSSHP APRTFINQLP DWSMLLAIT TIFLAAEKQW
 MMLDWKPRRS
 DMLVDPFGIG RIVQDGLVFR QNFSIRSYEI GADRSASIET VMNHLQETAL
 NHVKTAGLLG
 DGFGSTPEMF KKNLIWVVTR MQVVVDKYPT WGDVVEVDTW VSQSGKNGMR
 RDWLVRDCNT
 GETLTRASSV WVMNKLTRR LSKIPPEVRG EIEPYFVNSD PVLAEDSRKL
 TKIDDKTADY
 VRSGLTPRWS DLDVNQHVNN VKYIGWILES APVGIMERQK LKSMTLEYRR
 ECGRDSVLQS
 LTAVTGCDIG NLATAGDVEC QHLLRLQDGA EVVRGRTEWS SKTPTTTWGT AP

配列番号 210

アシルー (アシルキャリアータンパク質) チオエステラーゼ [A r a b i d o
 p s i s t h a l i a n a]、Genbank 寄託番号 C A A 8 5 3 8 8、
 バージョン C A A 8 5 3 8 8 . 1

MVATSATSSF FVPSSSLDP NGKGNKIGST NLAGLNSTPN SGRMKVKPNA
 QAPPKINGKR
 VGLPGSVDIV RTDTETSSHP APRTFINQLP DWSMLLAIT TIFLAAEKQW
 MMLDWKPRRS
 DMLVDPFGIG RIVQDGLVFR QNFSIRSYEI GADRSASIET VMNHLQETAL
 NHVKTAGLLG
 DGFGSTPEMF KKNLIWVVTR MQVVVDKYPT WGDVVEVDTW VSQSGKNGMR
 RDWLVRDCNT
 GETLTRASSV WVMNKLTRR LSKIPPEVRG EIEPYFVNSD PVLAEDSRKL
 TKIDDKTADY
 VRSGLTPRWS DLDVNQHVNN VKYIGWILES APVGIMERQK LKSMTLEYRR
 ECGRDSVLQS
 LTAVTGCDIG NLATAGDVEC QHLLRLQDGA EVVRGRTEWS SKTPTTTWGT AP

配列番号 211

G o s s y p i u m h i r s u t u m、Genbank 寄託番号 Q 9 S Q I

【0 8 5 8】

10

20

30

40

【数 1 1 3】

MVATAVTSAP FPVTSSPDSS DSKNKKLGS I KSKPSVSSGS LQVKANAQAP
 PKINGTVAST
 TPVEGSKNDD GASSPPPRTF INQLPDWSML LAAITTTIFLA AEKQWMLLDW
 KPRRPDMVID
 PFGIGKIVQD GLVFSQNF SI RSYEIGADQT ASIETLMNHL QETAINHCRS
 AGLLGEGFGA
 TPMECKKNLI WVVTMQVVV DRYPTWGDVV QVDTWVSASG KNGMRRDWLV
 SNSETGEILT
 RATSVVVMN KLTRRLSKIP EEVRGEIEPF FMNSDPVLAE DSQKLVKLDD
 STAEHVCKGL
 TPKWSDLDVN QHVNNVKYIG WILESAPLPI LESHEL SALT LEYRRECGRD
 SVLQSLTTVS
 DSENTENAVNV GEFNCQHLLR LDDGAEIVRG RTRWRPKHAK SSANMDQITA KRA

10

配列番号 212

アシルーACPチオエステラーゼ [Cuphea lanceolata]、
 Genbank 寄託番号 CAA54060、バージョン CAA54060.1

MVATAASSAF FPLPSPDTSS RPGKLGNGSS SLSPLKPKFV ANAGLKVKAS
 ASAPPKINGS
 SVGLKSGSLK TQEDTPSVPP PRTFINQLPD WSMLLAAITT VFLAAEKQWM
 MLDWKPKRPD
 MLVDPFGLGS IVQGGLVFRQ NFSIRS YEIG ADRTAS IETV MNHLQETALN
 HVKSAGLLND
 GFGRTPEMFK RDLIWVAKM QVMVNRYPTW GDTVEVNTWV AKSGKNGMRR
 DWLISDCNTG
 EILTRASSVW VMMNQKTRKL SKIPDEV RHE IEPHFIDCAP VIEDDDRKL R
 KLDEKTADSI
 RKGLTPKWND LDVNQHVNNV KYIGWILEST PQEVLETQEL SSLTLEYRRE
 CGRESVLESL
 TAVDSSGKGF GSQFQHLLRL EDGGEIVKGR TEWRPKTAGV NGAIASGETS HGDS

20

30

配列番号 213

アシルーアシルキャリアータンパク質チオエステラーゼ [Cuphea calophylla subsp. mesostemon]、Genbank 寄託番号 ABB71581、バージョン ABB71581.1

MVATAASSAF FVPSPDTSS RPGKLGNGSS SLSPLKPKLM ANGGLQVKAN
 ASAPPKINGS
 SVGLKSGSLK TQEDTPSAPP PRTFINQLPD WSMLLAAITT VFLAAEKQWM
 MLDWKPKRPD
 MLVDPFGLGR IVQDGLVFRQ NFSIRS YEIG ADRTAS IETV MNHLQETALN
 HVKSAGLLND
 GFGRTPEMYK RDLIWVAKM QVMVNRYPTW GDTVEVNTWV AKSGKNGMRR
 DWLISDCNTG
 EILTRASSVW VMMNQKTRRL SKIPDEV RHE IEPHFVDSAP VIEDDDRKL P
 KLDEKTADSI
 RKGLTPKWND LDVNQHVNNV KYIGWILEST PPEVLETQEL CSLTLEYRRE
 CGRESVLESL

40

【0 8 5 9】

【数 1 1 4】

TAVDPSGKGS GSQFQHLLRL EDGGEIVKGR TEWRPKTAGI NGPIASGETS PGDS

配列番号 214

パルミトイルーアシルキャリアータンパク質チオエステラーゼ [*Gossypium hirsutum*] (リクチメン)、Genbank 寄託番号 AAD01982、バージョン AAD01982.1

TAVTSAFFPV TSSPDSSDSK NKKLGSIKSK PSVSSGSLQV KANAQAPPKI
 NGTVASTTPV
 EGSKNDDGAS SPPPRTFINQ LPDWSMLLAA ITTIFLAAEK QWMMLDWKPR
 RPDVIDPFG
 IGKIVQDGLV FSQNFSIRSY EIGADQTASI ETLNMHLQET AINHCRSAGL
 LGEGFGATPE
 MCKKNLIWVV TRMQVVVDY PTWGDVVQVD TWVSASGKNG MRRDWLVSNS
 ETGEILTRAT
 SVWVMNKLK RRLSKIPEEV RGEIEPFFMN SDPVLAEDSQ KLVKLDDSTA
 EHVCKGLTPK
 WSDLDVNQHV NNVKYIGWIL ESAPLFILES HELSALTLEY RRECGRDSVL
 QSLTTVSDSN
 TENAVNVGEF NCQHLLRLDD GAEIVRGRTR WRPKHAKSSA NMDQITAKRA

10

20

配列番号 215

仮想タンパク質 VITISV_008781 [*Vitis vinifera*]、Genbank 寄託番号 CAN81819、バージョン CAN81819.1

MVATAATSAF FAVASPSSDP DAKPSTKPGX GSAILRGIKS RNAPSGSLQV
 KANAQAPPKI
 NGTTVGYTSS AEGVKIEDDM SSPPRTFIN QLPDWSMLLA AITTIFLAAE
 KQWMMLDWKP
 RRSDDLIDPF GLGKIVQDGL VFRQNFSIRS YEIGADRTAS IETLMNHLQE
 TALNHVRTAG
 LLGDGFGSTP EMSIRNLIWV VTRMQVVVDY YPTWGDVVQV DTWVCASGKN
 GMRRDWIIRD
 CKTGETLTRA SSVWVMNKKQ TRRLSKIPDA VRAEIEPYFM DSAPIVDEDG
 RKLPKLDDST
 ADYIRTGLTP RWSLDVNQH VNNVKYIGWI LESAPLPILE SHELSSMTLE
 YRRECGRDSV
 LQSLTAVSGT GVGNLLDCGN VECQHLLRLE EGAEIVEGKD

30

配列番号 216

パルミトイルーACPチオエステラーゼ [*Brassica juncea*]、Genbank 寄託番号 ABI18986、バージョン ABI18986.1

MVATSATSLF FPLPSSSLDP NXKTNNRVTS TNFAGLGPTP NSGGRMKVKP
 NAQAPPKING
 KKVGLPGSVE IETSQQQQPA PRTFINQLPD WSMLLAAITT VFLAAEKQWM
 MLDWKPRRSD
 MIMEPFGLGR IVQDGLVFRQ NFSIRSYEIG ADRSASIVTV MNHLQETALN
 XVKTAGLLGD

40

【0 8 6 0】

【数 1 1 5】

GFGSTPEMVK KXLIWVVTRM QVVVDITYPTW GDVVEVDTWV SKSGKNGMRR
 DWLVRDGN TG
 QILTRASSVW VMMNKLTRRL SKIPEEVRGE IEPYFVDFDP VLAEDSRKLT
 KLDDKTADYV
 RSGLTPRWSD LDVNQHVNNV KYIGWILESA PVGMMESQKL KSMTLEYRRE
 CGRDSVLQSL
 TAVSGCDIGN LGTAGEVECO HLLRLQDGAE VVRGRTEWSS KPTTTTWDIT P

配列番号 217

葉緑体ステアロイル／オレオイル特異的アシル－アシルキャリアータンパク質
 チオエステラーゼ前駆体 [Madhuca longifolia var.
 latifolia]、Genbank 寄託番号 AAX51637、バージョン AAX51637.1

INQLPDWSML LAAITTIFLA AEKQWMMLDW KPKRPDMLID PFGLGKIVQD
 GLVFRQNF SI
 RSYEIGADRT ASIETLMNHL QETALNHVKT AGLLG DGFGV TP EMCCKKNLI
 WVAKMQVLV
 DRYPTWGDVV QVDTWVAASG KNGMRRDWLV RDFETGDILT KASSVWVM MN
 RETRRLSKIP
 DEVRLEIGSY FVDSPPVLDE DGRKLPKLDE STADHIRTGL TPRWN DL DVN
 QHVNNVKYIG
 WILESAPQPI LENHELASMT LEYRRECGKD SVLQSLTGVT SGGVGGLADS
 GHVECOHLLR
 LEGGAEIVKG RTEWRPKYAN RLGCLDQLPA GST

配列番号 218

仮想タンパク質 O s I _ 0 8 2 6 1 [Oryza sativa Indica
 Group]、Genbank 寄託番号 EAY86877、バージョン EAY
 86877.1

MAGSLAASAF FPGPGSSPAA SARSSKSAAV TGELPENLSV RGIVAKPNPP
 PAAMQVKAQA
 QTLPKVNGTK VNLKTVKPD M EETVPYSAPK TFYNQLPDWS MLLAAITTIF
 LAAEKQWTL L
 DWKPKKPDML VDTFGFGRII QDGMVFRQNF MIRS YEIGAD RTAS IETLMN
 HLQETALNHV
 RTAGLLGDGF GATPEMSKRN LIWVVS KIQL LVEQYPAWGD TVQVDTWVAA
 AGKNGMRRDW
 HVRDYN SGRT ILRATSVWVM MHKKTRRLSK MPDEVRAEIG PYFNDRSAIT
 EEQSEKLAKT
 GNKVGDDATE QFIRKGLTPR WGDLDVNQHV NNVKYIGWIL ESAPISVLEK
 HELASMTLDY
 RKECGRDSVL QSLTTVSGEC TSIGADKQAS AIQCDHLLQL ESGADIVKAH
 TEWRPKRSHA
 AAENA

配列番号 219

【0 8 6 1】

【数 1 1 6】

O s 1 1 g 0 6 5 9 5 0 0 [O r y z a s a t i v a J a p o n i c a
G r o u p]、G e n b a n k 寄託番号 N P _ 0 0 1 0 6 8 4 0 0、ページ
ン N P _ 0 0 1 0 6 8 4 0 0 . 1

MAGSLAASAF FPGPGSSPAA SARSSKNAAV TGELPENLSV RGIVAKPNPP
PAAMQVKAQA
QTLPKVNGTK VNLKTVKPDML EETVPYSAPK TFYNQLPDWS MLLAAITTIF
LAAEKQWTLL
DWKPKKPDML VDTFGFGRII QDGMVFRQNF MIRSIEIGAD RTASIEITLMN
HLQETALNHV
RTAGLLGDGF GATPEMSKRN LIWVVSQIQL LVEQYPAWGD TVQVDTWVAA
AGKNGMRRDW
HVRDYNNGRT ILRATSVWVM MHKKTTRRLSK MPDEVRAEIG PYFNDRSAIT
EEQSEKLAKT
GNKVGDDATE QFIRKGLTPR WGDLDVNQHV NNVKYIGWIL ESAPISVLEK
HELASMTLDY
RKECGRDSVL QSLTTVSGEC TSIGADKQAS AIQCDHLLQL ESGADIVKAH
TEWRPKRSHA
AAENA

10

配列番号 220

仮想タンパク質 O s 1 _ 2 1 5 9 6 [O r y z a s a t i v a I n d i c
a G r o u p]、G e n b a n k 寄託番号 E A Y 9 9 6 1 7、ページ
ン E A Y 9 9 6 1 7 . 1

MAGSLAASAF FPVPGSSPAA SARSSKNNTG ELPENLSVRG IVAKPNPSPG
AMQVKAQAQA
LPKVNGTKVN LKTTSPDKED IIPYTAPKTF YNQLPDWSML LAAVTTIFLA
AEKQWTLLDW
KPKKPDMLAD TFGFGRIIQD GLVFRQNFLI RSYEIGADRT ASIETLMNHL
QETALNHVKT
AGLLGDGFGA TPMSKRNLI WVVSKIQLLV ERYPSWGDMV QVDTWVAAAG
KNGMRRDWHV
RDYNSGQTIL RATSVWVMN KNTRRLSKMP DEVRAEIGPY FNGRSAISEE
QGEKLPKPGT
TFDGAATKQF TRKGLTPKWS DLDVNQHVNN VKYIGWILES APISILEKHE
LASMTLDYRK
ECGRDSVLQS LTTVSGECDD GNTESIQCD HLLQLESGAD IVKAHTEWRP
KRAQGEENMG
FFPAESA

20

30

配列番号 221

アシルー (ACP) チオエステラーゼ B 型 [C u p h e a l a n c e o l a
t a]、G e n b a n k 寄託番号 C A B 6 0 8 3 0、ページ
ン C A B 6 0 8 3 0 . 1

MVAAAATSAF FPVPAPGTSP KPGKSGNWPS SLSPTFKPKS IPNAGFQVKA
NASAHPKANG
SAVNLKSGSL NTQEDTSSSP PPRAFLNQLP DWSMLLTAIT TVFVAAEKQW
TMLDRKSKRP

40

【0 8 6 2】

【数 1 1 7】

DMLVDSVGLK SIVRDGLVSR QSFLIRSYEI GADRTASJET LMNHLQETSI
 NHCKSLGLLN
 DGFGRTPGMC KNDLIWVLTK MQIMVNRYPT WGDTEINTW FSQSGKIGMA
 SDWLISDCNT
 GEILIRATSV WAMMNQKTRR FSRLPYEVRO ELTPHFVDSP HVIEDNDQKL
 HKFDVKTGDS
 IRKGLTPRW N DLDVNQHVS N VKYIGWILES MPEVLETQE LCSLTVEYRR
 ECGMDSVLES
 VTAVDPSENG GRSQYKHLR LEDGTDIVKS RTEWRPKNAG TNGAISTSTA
 KTSNGNSAS

10

配列番号 222

アシルーACPチオエステラーゼ[Myristica fragrans]、
 Genbank 寄託番号 AAB71730、バージョン AAB71730.1

PDWSMLLAAI TTIFLAAEQ WTNLDWKPRR PDMLVDFDPF SLGRFVQDGL
 IFRQNFIRS
 YEIGADRTAS IETLMNHLQE TALNHVRCIG LLDDGFGSTP EMTRRDLIWN
 VTRMQVLVDR
 YPSWGDVIEV DSWVTPSGKN GMKREWFRLD CKTGEILTRA TSVWVMNKR
 TRRLSKIPEE
 VRVEIEPYFV EHGVLDEDSR KLPKLNDNTA NYIRRLAPR WSDLDVNQHV
 NNVKYIGWIL
 ESPVSSLLES HELYGMTLEY RKECGKDGLL QSLTAVASDY GGSLEAGVE
 CDHLLRLLEDG
 SEIMRGKTEW RPKRAANTTY FGSVDDIPPH PIYIYIYIYI YIYIYWVGSS
 CSGSSTTMSR
 TR

20

配列番号 223

Cinnamomum camphora アシルーACPチオエステラーゼ、
 Genbank 寄託番号 U31813、バージョン U31813.1

30

MATTSLASAFCSMKAVMLARDGRGMKPRSSDLQLRAGNAQTSK
 MINGTKFSYTESLKKLPDWSMLFAVITTIFSAAEKQWTNLEWKPKPNPPQLLDDHFGP
 HGLVFRRTFAIRSYEVGPDRSTSI VAVMNHLQEAALNHAKSVGILGDGFGTTLEMSKR
 DLIWVVKRTHVAVERYPAWGDTEVEECWVGASGNNRRHDFLVRDCKTGEILTRCTSL
 SVMNTRTRRLSKIPEEVRGEIGPAFIDNVAVKDEEIKKPKLNDSTADYIQGGLTPR
 WNDLDINQHVNNIKYVDWILETVPDSIFESHHSFTIEYRRECTMDSVLQSLTTVSG
 GSSEAGLVCEHLLQLEGGSEVLRAKTEWRPKLTDSFRGISVIPAESSV

配列番号 224

アシルーACPチオエステラーゼ[Myristica fragrans]、
 Genbank 寄託番号 AAB71729、バージョン AAB71729.1

40

MVATSAASAF FVPASPPVK PSMMLGGGGG SDNLDARGIK SRPASSGGLQ
 VKANAHTVPK
 INGNKAGLLT PMESTKDEDI VAAPTVAPKR TFINQLPDWS MLLAAITTIF
 LAAEKQWTNL

【0 8 6 3】

【数 1 1 8】

DWKPRRPDML VDFDPFSLGR FVQDGLIFRQ NFSIRSYEIG ADRTASIELT
 MNHLQETALN
 HVRCIGLLDD GFGSTPEMTR RDLIWVVTM QVLVDRYPSW GDVIEVDSWV
 TPSGKNGMKR
 EWFLRDCKTG EILTRATSVW VMMNKRTRRL SKIPEEVRVE IEPYFVEHGV
 LDEDSRKLPK
 LNDNTANYIR RGLAPRWSDL DVNQHVNNVK YIGWILESVP SSLLESHELY
 GMTLEYRKEC
 GKDGLLQSLT AVASDYGGGS LEAGVECDHL LRLEDGSEIM RGKTEWRPKR
 AANTTYFGSV
 DDIPPANNA

10

配列番号 225

p S Z 1 4 2 0

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAACT
 301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
 ATCCTTTTAA
 361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
 TCTGACAGTT
 421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
 TCATCCATAG
 481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
 TCTGGCCCCA
 541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
 GCAATAAACC
 601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
 TCCATCCAGT
 661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
 TTGCGCAACG
 721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
 GCTTCATTCA
 781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
 AAAAAAGCGG
 841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
 TTATCACTCA
 901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
 TGCTTTTCTG
 961TGAAGTGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
 CCGAGTTGCT

20

30

40

【0 8 6 4】

【数 1 1 9】

1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCCGCG TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAACCTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGCTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCAGGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTGCGCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC

10

20

30

40

【0 8 6 5】

【数 1 2 0】

2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GGCCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGC
2941TGCTGCAGGC CTTCTGTTC CTGCTGGCCG GCTTCGCCGC CAAGATCAGC
GCCTCCATGA
3001CGAACGAGAC GTCCGACCGC CCCCTGGTGC ACTTCACCCC CAACAAGGGC
TGGATGAACG
3061ACCCCAACGG CCTGTGGTAC GACGAGAAGG ACGCCAAGTG GCACCTGTAC
TTCCAGTACA
3121ACCCGAACGA CACCGTCTGG GGGACGCCCT TGTCTGGGG CCACGCCACG
TCCGACGACC
3181TGACCAACTG GGAGGACCAG CCCATCGCCA TCGCCCCGAA GCGCAACGAC
TCCGGCGCCT
3241TCTCCGGCTC CATGGTGGTG GACTACAACA ACACCTCCGG CTTCTTCAAC
GACACCATCG
3301ACCCGCGCCA GCGCTGCGTG GCCATCTGGA CCTACAACAC CCCGGAGTCC
GAGGAGCAGT
3361ACATCTCCTA CAGCCTGGAC GGCGGCTACA CCTTCACCGA GTACCAGAAG
AACCCCGTGC
3421TGGCCGCCAA CTCCACCCAG TTCCGCGACC CGAAGGTCTT CTGGTACGAG
CCCTCCCAGA
3481AGTGGATCAT GACCGCGGCC AAGTCCCAGG ACTACAAGAT CGAGATCTAC
TCCTCCGACG
3541ACCTGAAGTC CTGGAAGCTG GAGTCCGCGT TCGCCAACGA GGGCTTCCTC
GGCTACCACT
3601ACGAGTGCCC CGGCCTGATC GAGGTCCCCA CCGAGCAGGA CCCCAGCAAG
TCCTACTGGG
3661TGATGTTTCT CTCCATCAAC CCCGGCGCCC CGGCCGGCGG CTCCTTCAAC
CAGTACTTCG
3721TCGGCAGCTT CAACGGCACC CACTTCGAGG CCTTCGACAA CCAGTCCCGC
GTGGTGGACT
3781TCGGCAAGGA CTACTACGCC CTGCAGACCT TCTTCAACAC CGACCCGACC
TACGGGAGCG
3841CCCTGGGCAT CGCGTGGGCC TCCAACGGG AGTACTCCGC CTTGCTGCCC
ACCAACCCCT
3901GGCGCTCCTC CATGTCCCTC GTGCGCAAGT TCTCCCTCAA CACCGAGTAC
CAGGCCAACC
3961CGGAGACGGA GCTGATCAAC CTGAAGGCCG AGCCGATCCT GAACATCAGC
AACGCCGGCC

10

20

30

40

【0 8 6 6】

【数 1 2 1】

4021CCTGGAGCCG GTTCGCCACC AACACCACGT TGACGAAGGC CAACAGCTAC
AACGTCGACC
4081TGTC AACAG CACCGGCACC CTGGAGTTCG AGCTGGTGTA CGCCGTCAAC
ACCACCCAGA
4141CGATCTCCAA GTCCGTGTTT GCGGACCTCT CCCTCTGGTT CAAGGGCCTG
GAGGACCCCG
4201AGGAGTACCT CCGCATGGGC TTCGAGGTGT CCGCGTCCTC CTTCTTCCTG
GACCGCGGGA
4261ACAGCAAGGT GAAGTTCGTG AAGGAGAACC CCTACTTCAC CAACCGCATG
AGCGTGAACA
4321ACCAGCCCTT CAAGAGCGAG AACGACCTGT CCTACTACAA GGTGTACGGC
TTGCTGGACC
4381AGAACATCCT GGAGCTGTAC TTCAACGACG GCGACGTCGT GTCCACCAAC
ACCTACTTCA
4441TGACCACCGG GAACGCCCTG GGCTCCGTGA ACATGACGAC GGGGGTGGAC
AACCTGTTCT
4501ACATCGACAA GTTCCAGGTG CCGGAGGTCA AGTGACAATT GGCAGCAGCA
GCTCGGATAG
4561TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC
TTGCTGCCTT
4621GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA
TCTTGTGTGT
4681ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC
CCAGCATCCC
4741CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT ATCTACGCTG
TCCTGCTATC
4801CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTGGTT
TGGGCTCCGC
4861CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG
CACGGGAAGT
4921AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAGGATCCC GCGTCTCGAA CAGAGCGCGC
AGAGGAACGC
4981TGAAGGTCTC GCCTCTGTCT CACCTCAGCG CGGCATACAC CACAATAACC
ACCTGACGAA
5041TGCGCTTGGT TCTTCGTCCA TTAGCGAAGC GTCCGGTTCA CACACGTGCC
ACGTTGGCGA
5101GGTGGCAGGT GACAATGATC GGTGGAGCTG ATGGTCGAAA CGTTCACAGC
CTAGGGATAT
5161CGAATTCCCTT TCTTGGGCTA TGACACTTCC AGCAAAAGGT AGGGCGGGCT
GCGAGACGGC
5221TTCCCGGCGC TGCATGCAAC ACCGATGATG CTTGACCCCC CCGAAGCTCC
TTCGGGGCTG
5281CATGGGCGCT CCGATGCCGC TCCAGGGCGA GCGCTGTTTA AATAGCCAGG
CCCCCGATTG
5341CAAAGACATT ATAGCGAGCT ACCAAAGCCA TATTCAAACA CCTAGATCAC
TACCACTTCT
5401ACACAGGCCA CTCGAGCTTG TGATCGCACT CCGCTAAGGG GGCGCCTCTT
CCTCTTCGTT
5461TCAGTCACAA CCCGCAAACA CTAGTATGGC CACCGCATCC ACTTTCTCGG
CGTTCAATGC

10

20

30

40

【0 8 6 7】

【数 1 2 2】

5521CCGCTGCGGC GACCTGCGTC GCTCGGCGGG CTCCGGGCCC CGGCGCCCAG
CGAGGCCCCT
5581CCCCGTGCGC GGGCGCGCCA CCCAGGAGGA CGCCCACTCC GGGGGGGGGG
CCCGCACCTT
5641CATCAACCAG CTGCCCCACT GGTCCATGCT GCTGGCCGCC ATCACCACCG
TGTTCCCTGGC
5701CGCCGAGAAG CAGTGGATGA TGCTGGACTG GAAGCCCAAG CGCCCCGACA
TGCTGGTGGA
5761CCCCCTTCGGC CTGGGCTCCA TCGTGCAGGA CGGCCTGGTG TTCCGCCAGA
ACTTCTCCAT
5821CCGCTCCTAC GAGATCGGCG CCGACCGCAC CGCCTCCATC GAGACCGTGA
TGAACCACT
5881GCAGGAGACC GCCCTGAACC ACGTGAAGAT CGCCGGCCTG TCCAACGACG
GCTTCGGCCG
5941CACCCCCGAG ATGTACAAGC GCGACCTGAT CTGGGTGGTG GCCAAGATGC
AGGTGATGGT
6001GAACCGCTAC CCCACCTGGG GCGACACCGT GGAGGTGAAC ACCTGGGTGG
CCAAGTCCGG
6061CAAGAACGGC ATGCGCCGCG ACTGGCTGAT CTCCGACTGC AACACCGGCG
AGATCCTGAC
6121CCGCGCCTCC TCCGTGTGGG TGATGATGAA CCAGAAGACC CGCCGCCTGT
CCAAGATCCC
6181CGACGAGGTG CGCAACGAGA TCGAGCCCCA CTTCGTGGAC TCCCCCCCCG
TGATCGAGGA
6241CGACGACCGC AAGCTGCCCCA AGCTGGACGA GAAGACCGCC GACTCCATCC
GCAAGGGCCT
6301GACCCCCCGC TGGAACGACC TGGACGTGAA CCAGCACGTG AACAACGTGA
AGTACATCGG
6361CTGGATCCTG GAGTCCACCC CCCCCGAGGT GCTGGAGACC CAGGAGCTGT
GCTCCCTGAC
6421CCTGGAGTAC CGCCGCGAGT GCGGCCGCGA GTCCGTGCTG GAGTCCCTGA
CCGCCATGGA
6481CCCCCTCCGGC GGCGGCTACG GCTCCCAGTT CCAGCACCTG CTGCGCCTGG
AGGACGGCGG
6541CGAGATCGTG AAGGGCCGCA CCGAGTGGCG CCCCAGAAGC GGCCTGATCA
ACGGCGTGGT
6601GCCCACCGGC GAGTCCTCCC CCGGCGACTA CTCCATGGAC TACAAGGACC
ACGACGGCGA
6661CTACAAGGAC CACGACATCG ACTACAAGGA CGACGACGAC AAGTGAATCG
ATAGATCTCT
6721TAAGGCAGCA GCAGCTCGGA TAGTATCGAC ACACTCTGGA CGCTGGTCGT
GTGATGGACT
6781GTTGCCGCCA CACTTGCTGC CTTGACCTGT GAATATCCCT GCCGCTTTTA
TCAAACAGCC
6841TCAGTGTGTT TGATCTTGTG TGTACGCGCT TTTGCGAGTT GCTAGCTGCT
TGTGCTATTT
6901GCGAATACCA CCCCCAGCAT CCCCTTCCCT CGTTTCATAT CGCTTGCATC
CCAACCGCAA
6961CTTATCTACG CTGTCCTGCT ATCCCTCAGC GCTGCTCCTG CTCCTGCTCA
CTGCCCCCTCG

10

20

30

40

【0 8 6 8】

【数 1 2 3】

7021CACAGCCTTG GTTTGGGCTC CGCCTGTATT CTCCTGGTAC TGCAACCTGT
AAACCAGCAC
7081TGCAATGCTG ATGCACGGGA AGTAGTGGGA TGGGAACACA AATGGAAAGC
TTAATTAAGA
7141GCTCTTGTTT TCCAGAAGGA GTTGCTCCTT GAGCCTTTCA TTCTCAGCCT
CGATAACCTC
7201CAAAGCCGCT CTAATTGTGG AGGGGGTTCG AATTTAAAAG CTTGGAATGT
TGGTTCGTGC
7261GTCTGGAACA AGCCCAGACT TGTGCTCAC TGGGAAAAGG ACCATCAGCT
CCAAAAAAGT
7321TGCCGCTCAA ACCGCGTACC TCTGCTTTCG CGCAATCTGC CCTGTTGAAA
TCGCCACCAC
7381ATTCATATTG TGACGCTTGA GCAGTCTGTA ATTGCCTCAG AATGTGGAAT
CATCTGCCCC
7441CTGTGCGAGC CCATGCCAGG CATGTCGCGG GCGAGGACAC CCGCCACTCG
TACAGCAGAC
7501CATTATGCTA CCTCACAATA GTTCATAACA GTGACCATAT TTCTCGAAGC
TCCCCAACGA
7561GCACCTCCAT GCTCTGAGTG GCCACCCCCC GGCCCTGGTG CTTGCGGAGG
GCAGGTCAAC
7621CGGCATGGGG CTACCGAAAT CCCCAGCCGG ATCCCACCAC CCCCAGGATG
GGAAGAATCT
7681CTCCCCGGGA TGTGGGCCCA CCACCAGCAC AACCTGCTGG CCCAGGCGAG
CGTCAAACCA
7741TACCACACAA ATATCCTTGG CATCGGCCCT GAATTCCTTC TGCCGCTCTG
CTACCCGGTG
7801CTTCTGTCCG AAGCAGGGGT TGCTAGGGAT CGCTCCGAGT CCGCAAACCC
TTGTGCGGTG
7861GCGGGGCTTG TTCGAGCTTG AAGAGCCTCT AGAGTCGACC TGCAGGCATG
CAAGCTTGGC
7921GTAATCATGG TCATAGCTGT TTCCTGTGTG AAATTGTTAT CCGCTCACAA
TTCCACACAA
7981CATACGAGCC GGAAGCATAA AGTGTAAGC CTGGGGTGCC TAATGAGTGA
GCTAACTCAC
8041ATTAATTGCG TTGCGCTCAC TGCCCGCTTT CCAGTCGGGA AACCTGTCGT
GCCAGCTGCA
8101TTAATGAATC GGCCAACGCG CGGGGAGAGG CGGTTTGCGT ATTGGGCGCT
CTTCCGCTTC
8161CTCGCTCACT GACTCGCTGC GCTCGGTCGT TCGGCTGCGG CGAGCGGTAT
CAGCTCACTC
8221AAAGGCGGTA ATACGGTTAT CCACAGAATC AGGGGATAAC GCAGGAAAGA
ACATGTGAGC
8281AAAAGGCCAG CAAAAGGCCA GGAACCGTAA AAAGGCCGCG TTGCTGGCGT
TTTTCCATAG
8341GCTCCGCCCC CCTGACGAGC ATCACAACAAA TCGACGCTCA AGTCAGAGGT
GGCGAAACCC
8401GACAGGACTA TAAAGATACC AGGCGTTTCC CCCTGGAAGC TCCCTCGTGC
GCTCTCCTGT
8461TCCGACCCTG CCGCTTACCG GATACCTGTC CGCCTTTCTC CCTTCGGGAA
GCGTGGCGCT

10

20

30

40

【0 8 6 9】

【数 1 2 4】

8521TTCTCATAGC TCACGCTGTA GGTATCTCAG TTCGGTGTAG GTCGTTTCGCT
CCAAGCTGGG

8581CTGTGTGCAC GAACCCCCCG TTCAGCCCGA CCGCTGCGCC TTATCCGGTA
ACTATCGTCT

8641TGAGTCCAAC CCGGTAAGAC ACGACTTATC GC

配列番号 226

p S Z 1 4 1 7

10

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG

61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG

121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA

181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG

241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAACT

301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
ATCCTTTTAA

20

361ATTAAAAATG AAGTTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT

421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG

481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA

541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC

601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT

661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG

30

721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA

781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG

841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA

901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG

961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT

1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA

40

1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA

1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG

【0 8 7 0】

【数 1 2 5】

1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAAGTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GGCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG

10

20

30

40

【0 8 7 1】

【数 1 2 6】

2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACGGGCGC
CCATGCTGCT
2941GCAGGCCTTC CTGTTCTGCT TGGCCGGCTT CGCCGCCAAG ATCAGCGCCT
CCATGACGAA
3001CGAGACGTCC GACCGCCCCC TGGTGCACTT CACCCCCAAC AAGGGCTGGA
TGAACGACCC
3061CAACGGCCTG TGGTACGACG AGAAGGACGC CAAGTGGCAC CTGTACTTCC
AGTACAACCC
3121GAACGACACC GTCTGGGGGA CGCCCTTGTT CTGGGGCCAC GCCACGTCCG
ACGACCTGAC
3181CAACTGGGAG GACCAGCCCA TCGCCATCGC CCCGAAGCGC AACGACTCCG
GCGCCTTCTC
3241CGGCTCCATG GTGGTGGACT ACAACAACAC CTCCGGCTTC TTCAACGACA
CCATCGACCC
3301GCGCCAGCGC TCGGTGGCCA TCTGGACCTA CAACACCCCG GAGTCCGAGG
AGCAGTACAT
3361CTCCTACAGC CTGGACGGCG GCTACACCTT CACCGAGTAC CAGAAGAACC
CCGTGCTGGC
3421CGCCAACTCC ACCCAGTTCC GCGACCCGAA GGTCTTCTGG TACGAGCCCT
CCCAGAAGTG
3481GATCATGACC GCGGCCAAGT CCCAGGACTA CAAGATCGAG ATCTACTCCT
CCGACGACCT
3541GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT CCGCGTTCGC CAACGAGGGC TTCCTCGGCT
ACCAGTACGA
3601GTGCCCCGGC CTGATCGAGG TCCCCACCGA GCAGGACCCC AGCAAGTCCT
ACTGGGTGAT
3661GTTTCATCTCC ATCAACCCCG GCGCCCCGGC CGGCGGCTCC TTCAACCAGT
ACTTCGTGCG
3721CAGCTTCAAC GGCACCCACT TCGAGGCCTT CGACAACCAG TCCCGCGTGG
TGGACTTCGG
3781CAAGGACTAC TACGCCCTGC AGACCTTCTT CAACACCGAC CCGACCTACG
GGAGCGCCCT
3841GGGCATCGCG TGGGCCTCCA ACTGGGAGTA CTCCGCCTTC GTGCCCACCA
ACCCCTGGCG
3901CTCCTCCATG TCCCTCGTGC GCAAGTTCTC CCTCAACACC GAGTACCAGG
CCAACCCGGA
3961GACGGAGCTG ATCAACCTGA AGGCCGAGCC GATCCTGAAC ATCAGCAACG
CCGGCCCCCTG
4021GAGCCGGTTC GCCACCAACA CCACGTTGAC GAAGGCCAAC AGCTACAACG
TCGACCTGTC
4081CAACAGCACC GGCACCCTGG AGTTCGAGCT GGTGTACGCC GTCAACACCA
CCCAGACGAT
4141CTCCAAGTCC GTGTTGCGCG ACCTCTCCCT CTGGTTCAAG GGCCTGGAGG
ACCCCGAGGA

10

20

30

40

【0 8 7 2】

【数 1 2 7】

4201GTACCTCCGC ATGGGCTTCG AGGTGTCCGC GTCCTCCTTC TTCCTGGACC
GCGGGAACAG
4261CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG AGAACCCCTA CTTACCAAC CGCATGAGCG
TGAACAACCA
4321GCCCTTCAAG AGCGAGAACG ACCTGTCTTA CTACAAGGTG TACGGCTTGC
TGGACCAGAA
4381CATCCTGGAG CTGTACTTCA ACGACGGCGA CGTCGTGTCC ACCAACACCT
ACTTCATGAC
4441CACCGGGAAC GCCCTGGGCT CCGTGAACAT GACGACGGGG GTGGACAACC
TGTTCTACAT
4501CGACAAGTTC CAGGTGCGCG AGGTCAAGTG ACAATTGGCA GCAGCAGCTC
GGATAGTATC
4561GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG CCACACTTGC
TGCCTTGACC
4621TGTGAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT GTTTGATCTT
GTGTGTACGC
4681GCTTTTGC GA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA CCACCCCCAG
CATCCCCTTC
4741CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT ACGCTGTCCT
GCTATCCCTC
4801AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC TTGGTTTGGG
CTCCGCCTGT
4861ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACCAG CACTGCAATG CTGATGCACG
GGAAGTAGTG
4921GGATGGGAAC ACAAATGGAG GATCCCGCGT CTCGAACAGA GCGCGCAGAG
GAACGCTGAA
4981GGTCTCGCCT CTGTGCGACC TCAGCGCGGC ATACACCACA ATAACCACCT
GACGAATGCG
5041CTTGTTCTT CGTCCATTAG CGAAGCGTCC GGTTACACA CGTGCCACGT
TGGCGAGGTG
5101GCAGGTGACA ATGATCGGTG GAGCTGATGG TCGAAACGTT CACAGCCTAG
GGATATCGAA
5161TTCGGCCGAC AGGACGCGCG TCAAAGGTGC TGGTCGTGTA TGCCCTGGCC
GGCAGGTCTG
5221TGCTGCTGCT GGTTAGTGAT TCCGCAACCC TGATTTTGGC GTCTTATTTT
GGCGTGGCAA
5281ACGCTGGCGC CCGCGAGCCG GGCCGGCGGC GATGCGGTGC CCCACGGCTG
CCGGAATCCA
5341AGGGAGGCAA GAGCGCCCGG GTCAGTTGAA GGGCTTTACG CGCAAGGTAC
AGCCGCTCCT
5401GCAAGGCTGC GTGGTGGAAT TGGACGTGCA GGTCTGCTG AAGTTCCTCC
ACCGCCTCAC
5461CAGCGGACAA AGCACCAGTG TATCAGGTCC GTGTCATCCA CTCTAAAGAA
CTCGACTACG
5521ACCTACTGAT GGCCCTAGAT TCTTCATCAA AAACGCCTGA GACACTTGCC
CAGGATTGAA
5581ACTCCCTGAA GGGACCACCA GGGGCCCTGA GTTGTTCCTT CCCCCGTGG
CGAGCTGCCA
5641GCCAGGCTGT ACCTGTGATC GAGGCTGGCG GGAAAATAGG CTTCGTGTGC
TCAGGTCATG

10

20

30

40

【0 8 7 3】

【数 1 2 8】

5701GGAGGTGCAG GACAGCTCAT GAAACGCCAA CAATCGCACA ATTCATGTCA
AGCTAATCAG
5761CTATTTCTC TTCACGAGCT GTAATTGTCC CAAAATTCTG GTCTACCGGG
GGTGATCCTT
5821CGTGACGGG CCCTTCCCTC AACCCTAGGT ATGCGCGCAT GCGGTCGCGG
CGCAACTCGC
5881GCGAGGGCCG AGGGTTTGGG ACGGGCCGTC CCGAAATGCA GTTGCACCCG
GATGCGTGGC
5941ACCTTTTTTG CGATAATTTA TGCAATGGAC TGCTCTGCAA AATTCTGGCT
CTGTGCGCAA
6001CCCTAGGATC AGCGGCGTAG GATTTCTGTA TCATTCGTCC TGATGGGGAG
CTACCGACTA
6061CCCTAATATC AGCCCGACTG CCTGACGCCA GCGTCCACTT TTGTGCACAC
ATTCCATTCTG
6121TGCCCAAGAC ATTTTCATTGT GGTGCGAAGC GTCCCCAGTT ACGCTCACCT
GTTTCCCGAC
6181CTCCTTACTG TTCTGTGAC AGAGCGGGCC CACAGGCCGG TCGCAGCCAC
TAGTATGGTG
6241GCCACCGCCG CCTCCTCCGC CTTCTTCCCC CTGCCCTCCG CCGACACCTC
CTCCCGCCCC
6301GGCAAGCTGG GCAACAAGCC CTCCTCCCTG TCCCCCTGA AGCCCAAGTC
CACCCCAAC
6361GGCGGCCTGC AGGTGAAGGC CAACGCCTCC GCCCCCCCCA AGATCAACGG
CTCCCCCGTG
6421GGCCTGAAGT CCGGCGGCCT GAAGGGGCGC GCCACCCAGG AGGACGCCCA
CTCCGCCCCC
6481CCCCCCCCGCA CCTTCATCAA CCAGCTGCCC GACTGGTCCA TGCTGCTGGC
CGCCATCACC
6541ACCGTGTTC TGGCCGCCGA GAAGCAGTGG ATGATGCTGG ACTGGAAGCC
CAAGCGCCCC
6601GACATGCTGG TGGACCCCTT CGGCCTGGGC TCCATCGTGC AGGACGGCCT
GGTGTTCCGC
6661CAGAACTTCT CCATCCGCTC CTACGAGATC GCGCGCGACC GCACCGCCTC
CATCGAGACC
6721GTGATGAACC ACCTGCAGGA GACCGCCCTG AACCACGTGA AGATCGCCGG
CCTGTCCAAC
6781GACGGCTTCG GCCGCACCCC CGAGATGTAC AAGCGCGACC TGATCTGGGT
GGTGGCCAAG
6841ATGCAGGTGA TGGTGAACCG CTACCCCACC TGGGGCGACA CCGTGGAGGT
GAACACCTGG
6901GTGGCCAAGT CCGGCAAGAA CGGCATGCGC CGCGACTGGC TGATCTCCGA
CTGCAACACC
6961GGCGAGATCC TGACCCGCGC CTCCTCCGTG TGGGTGATGA TGAACCAGAA
GACCCGCCGC
7021CTGTCCAAGA TCCCCGACGA GGTGCGCAAC GAGATCGAGC CCCACTTCGT
GGACTCCCCC
7081CCCGTGATCG AGGACGACGA CCGCAAGCTG CCCAAGCTGG ACGAGAAGAC
CGCCGACTCC
7141ATCCGCAAGG GCCTGACCCC CCGCTGGAAC GACCTGGACG TGAACCAGCA
CGTGAACAAC

10

20

30

40

【0 8 7 4】

【数 1 2 9】

7201GTGAAGTACA TCGGCTGGAT CCTGGAGTCC ACCCCCCCG AGGTGCTGGA
GACCCAGGAG
7261CTGTGCTCCC TGACCCTGGA GTACCGCCGC GAGTGCGGCC GCGAGTCCGT
GCTGGAGTCC
7321CTGACCGCCA TGGACCCCTC CGGCGGCGGC TACGGCTCCC AGTTCCAGCA
CCTGCTGCGC
7381CTGGAGGACG GCGGCGAGAT CGTGAAGGGC CGCACCGAGT GGCGCCCCAA
GAACGGCGTG
7441ATCAACGGCG TGGTGCCAC CGGCGAGTCC TCCCCGGCG ACTACTCCAT
GGACTACAAG
7501GACCACGACG GCGACTACAA GGACCACGAC ATCGACTACA AGGACGACGA
CGACAAGTGA
7561ATCGATAGAT CTCTTAAGGC AGCAGCAGCT CGGATAGTAT CGACACACTC
TGGACGCTGG
7621TCGTGTGATG GACTGTTGCC GCCACACTTG CTGCCTTGAC CTGTGAATAT
CCCTGCCGCT
7681TTTATCAAAC AGCCTCAGTG TGTTTGATCT TGTGTGTACG CGCTTTTGCG
AGTTGCTAGC
7741TGCTTGTGCT ATTTGCGAAT ACCACCCCCA GCATCCCCTT CCCTCGTTTC
ATATCGCTTG
7801CATCCCAACC GCAACTTATC TACGCTGTCC TGCTATCCCT CAGCGCTGCT
CCTGCTCCTG
7861CTCACTGCCC CTCGCACAGC CTTGGTTTGG GCTCCGCCTG TATTCTCCTG
GTACTGCAAC
7921CTGTAAACCA GCACTGCAAT GCTGATGCAC GGGAAAGTAGT GGGATGGGAA
CACAAATGGA
7981AAGCTTAATT AAGAGCTCTT GTTTTCCAGA AGGAGTTGCT CTTGAGCCT
TTCATTCTCA
8041GCCTCGATAA CCTCCAAAGC CGCTCTAATT GTGGAGGGGG TTCGAATTTA
AAAGCTTGGA
8101ATGTTGGTTC GTGCGTCTGG AACAAGCCCA GACTTGTTGC TCACTGGGAA
AAGGACCATC
8161AGCTCCAAA AACTTGCCGC TCAAACGCG TACCTCTGCT TTCGCGCAAT
CTGCCCTGTT
8221GAAATCGCCA CCACATTCAT ATTGTGACGC TTGAGCAGTC TGTAATTGCC
TCAGAATGTG
8281GAATCATCTG CCCCCTGTGC GAGCCCATGC CAGGCATGTC GCGGGCGAGG
ACACCCGCCA
8341CTCGTACAGC AGACCATTAT GCTACCTCAC AATAGTTCAT AACAGTGACC
ATATTTCTCG
8401AAGCTCCCCA ACGAGCACCT CCATGCTCTG AGTGGCCACC CCCC GGCCCT
GGTGCTTGCG
8461GAGGGCAGGT CAACCGGCAT GGGGCTACCG AAATCCCCGA CCGGATCCCCA
CCACCCCGC
8521GATGGGAAGA ATCTCTCCCC GGGATGTGGG CCCACCACCA GCACAACCTG
CTGGCCCAGG
8581CGAGCGTCAA ACCATAACCAC ACAAATATCC TTGGCATCGG CCCTGAATTC
CTTCTGCCGC
8641TCTGCTACCC GGTGCTTCTG TCCGAAGCAG GGGTTGCTAG GGATCGCTCC
GAGTCCGCAA

10

20

30

40

【0 8 7 5】

【数 1 3 0】

8701ACCCTTGTCG CGTGGCGGGG CTTGTTTCGAG CTTGAAGAGC CTCTAGAGTC
GACCTGCAGG
8761CATGCAAGCT TGGCGTAATC ATGGTCATAG CTGTTTCCTG TGTGAAATTG
TTATCCGCTC
8821ACAATTCCAC ACAACATACG AGCCGGAAGC ATAAAGTGTA AAGCCTGGGG
TGCCTAATGA
8881GTGAGCTAAC TCACATTAAT TGC GTTGC GC TCACTGCCCCG CTTTCCAGTC
GGGAAACCTG
8941TCGTGCCAGC TGCATTAATG AATCGGCCAA CGCGCGGGGA GAGGCGGTTT
GCGTATTGGG
9001CGCTCTTCCG CTTCTCGCT CACTGACTCG CTGCGCTCGG TCGTTCGGCT
GCGGCGAGCG
9061GTATCAGCTC ACTCAAAGGC GGTAATACGG TTATCCACAG AATCAGGGGA
TAACGCAGGA
9121AAGAACATGT GAGCAAAAGG CCAGCAAAAG GCCAGGAACC GTAAAAAGGC
CGCGTTGCTG
9181GCGTTTTTCC ATAGGCTCCG CCCCCCTGAC GAGCATCACA AAAATCGACG
CTCAAGTCAG
9241AGGTGGCGAA ACCCGACAGG ACTATAAAGA TACCAGGCGT TTCCCCCTGG
AAGCTCCCTC
9301GTGCGCTCTC CTGTTCCGAC CCTGCCGCTT ACCGGATACC TGTCCGCCTT
TCTCCCTTCG
9361GGAAGCGTGG CGCTTTCTCA TAGCTCACGC TG TAGGTATC TCAGTTCCGT
GTAGGTCGTT
9421CGCTCCAAGC TGGGCTGTGT GCACGAACCC CCCGTT CAGC CCGACCGCTG
CGCCTTATCC
9481GGTAACTATC GTCTTGAGTC CAACCCGGTA AGACACGACT TATCG

10

20

配列番号 227

p S Z 1 1 1 9

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG
61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG
121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA
181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG
241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAACT
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA

30

40

【0 8 7 6】

【数 1 3 1】

541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGGTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATT
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
CGGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCGC CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC

10

20

30

40

【0 8 7 7】

【数 1 3 2】

2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTGGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAACTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGC GCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACGGCGCG
CCATGCTGCT
2941GCAGGCCTTC CTGTTCTGCG TGGCCGGCTT CGCCGCCAAG ATCAGCGCCT
CCATGACGAA
3001CGAGACGTCC GACCGCCCCC TGGTGCATT CACCCCCAAC AAGGGCTGGA
TGAACGACCC
3061CAACGGCCTG TGGTACGACG AGAAGGACGC CAAGTGGCAC CTGTACTTCC
AGTACAACCC
3121GAACGACACC GTCTGGGGGA CGCCCTTGTT CTGGGGCCAC GCCACGTCCG
ACGACCTGAC
3181CAACTGGGAG GACCAGCCCA TCGCCATCGC CCCGAAGCGC AACGACTCCG
GCGCCTTCTC
3241CGGCTCCATG GTGGTGGACT ACAACAACAC CTCCGGCTTC TTCAACGACA
CCATCGACCC
3301GCGCCAGCGC TCGTGGCCA TCTGGACCTA CAACACCCCG GAGTCCGAGG
AGCAGTACAT
3361CTCCTACAGC CTGGACGGCG GCTACACCTT CACCGAGTAC CAGAAGAACC
CCGTGCTGGC
3421CGCCAACTCC ACCCAGTTCC GCGACCCGAA GGTCTTCTGG TACGAGCCCT
CCCAGAAGTG
3481GATCATGACC GCGGCCAAGT CCCAGGACTA CAAGATCGAG ATCTACTCCT
CCGACGACCT

10

20

30

40

【0 8 7 8】

【数 1 3 3】

3541GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT CCGCGTTCGC CAACGAGGGC TTCCTCGGCT
ACCAGTACGA
3601GTGCCCCGGC CTGATCGAGG TCCCCACCGA GCAGGACCCC AGCAAGTCCT
ACTGGGTGAT
3661GTTTCATCTCC ATCAACCCCG GCGCCCCGGC CGGCGGCTCC TTCAACCAGT
ACTTCGTCCG
3721CAGCTTCAAC GGCACCCACT TCGAGGCCTT CGACAACCAG TCCCGCGTGG
TGGACTTCGG
3781CAAGGACTAC TACGCCCTGC AGACCTTCTT CAACACCGAC CCGACCTACG
GGAGCGCCCT
3841GGGCATCGCG TGGGCCTCCA ACTGGGAGTA CTCCGCCTTC GTGCCCACCA
ACCCCTGGCG
3901CTCCTCCATG TCCCTCGTGC GCAAGTTCTC CCTCAACACC GAGTACCAGG
CCAACCCGGA
3961GACGGAGCTG ATCAACCTGA AGGCCGAGCC GATCCTGAAC ATCAGCAACG
CCGGCCCCCTG
4021GAGCCGGTTC GCCACCAACA CCACGTTGAC GAAGGCCAAC AGCTACAACG
TCGACCTGTC
4081CAACAGCACC GGCACCCTGG AGTTCGAGCT GGTGTACGCC GTCAACACCA
CCCAGACGAT
4141CTCCAAGTCC GTGTTGCGGG ACCTCTCCCT CTGGTTCAAG GGCCTGGAGG
ACCCCGAGGA
4201GTACCTCCGC ATGGGCTTCG AGGTGTCCGC GTCCTCCTTC TTCCTGGACC
GCGGGAACAG
4261CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG AGAACCCTA CTTACCAAC CGCATGAGCG
TGAACAACCA
4321GCCCTTCAAG AGCGAGAACG ACCTGTCCTA CTACAAGGTG TACGGCTTGC
TGGACCAGAA
4381CATCCTGGAG CTGTACTTCA ACGACGGCGA CGTCGTGTCC ACCAACACCT
ACTTCATGAC
4441CACCGGGAAC GCCCTGGGCT CCGTGAACAT GACGACGGGG GTGGACAACC
TGTTCTACAT
4501CGACAAGTTC CAGGTGCGCG AGGTCAAGTG ACAATTGGCA GCAGCAGCTC
GGATAGTATC
4561GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG CCACACTTGC
TGCCTTGACC
4621TGTGAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT GTTTGATCTT
GTGTGTACGC
4681GCTTTTTCGA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA CCACCCCCAG
CATCCCCTTC
4741CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT ACGCTGTCCT
GCTATCCCTC
4801AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC TTGGTTTGGG
CTCCGCCTGT
4861ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACCAG CACTGCAATG CTGATGCACG
GGAAGTAGTG
4921GGATGGGAAC ACAAATGGAG GATCCCGCGT CTCGAACAGA GCGCGCAGAG
GAACGCTGAA
4981GGTCTCGCCT CTGTGCGACC TCAGCGCGGC ATACACCACA ATAACCACCT
GACGAATGCG

10

20

30

40

【0 8 7 9】

【数 1 3 4】

5041CTTGTTCTT CGTCCATTAG CGAAGCGTCC GGTTCACACA CGTGCCACGT
TGGCGAGGTG
5101GCAGGTGACA ATGATCGGTG GAGCTGATGG TCGAAACGTT CACAGCCTAG
GGATATCGAA
5161TTCGGCCGAC AGGACGCGCG TCAAAGGTGC TGGTCGTGTA TGCCCTGGCC
GGCAGGTCGT
5221TGCTGCTGCT GGTTAGTGAT TCCGCAACCC TGATTTTGGC GTCTTATTTT
GGCGTGGCAA
5281ACGCTGGCGC CCGCGAGCCG GGCCGGCGGC GATGCGGTGC CCCACGGCTG
CCGGAATCCA
5341AGGGAGGCAA GAGCGCCCGG GTCAGTTGAA GGGCTTTACG CGCAAGGTAC
AGCCGCTCCT
5401GCAAGGCTGC GTGGTGAAT TGGACGTGCA GGTCTGCTG AAGTTCCTCC
ACCGCTCAC
5461CAGCGGACAA AGCACCAGGTG TATCAGGTCC GTGTCATCCA CTCTAAAGAG
CTCGACTACG
5521ACCTACTGAT GGCCCTAGAT TCTTCATCAA AAACGCCTGA GACACTTGCC
CAGGATTGAA
5581ACTCCCTGAA GGGACCACCA GGGGCCCTGA GTTGTTCCTT CCCCCGTGG
CGAGCTGCCA
5641GCCAGGCTGT ACCTGTGATC GAGGCTGGCG GGAAAATAGG CTTCGTGTGC
TCAGGTCATG
5701GGAGGTGCAG GACAGCTCAT GAAACGCCAA CAATCGCACA ATTCATGTCA
AGCTAATCAG
5761CTATTTCTC TTCACGAGCT GTAATTGTCC CAAAATTCTG GTCTACGGGG
GGTGATCCTT
5821CGTGACGGG CCCTTCCCTC AACCCTAGGT ATGCGCGCAT GCGGTGCGCG
CGCAACTCGC
5881GCGAGGGCCG AGGGTTTGGG ACGGGCCGTC CCGAAATGCA GTTGCACCCG
GATGCGTGGC
5941ACCTTTTTTG CGATAATTTA TGCAATGGAC TGCTCTGCAA AATTCTGGCT
CTGTCGCCAA
6001CCCTAGGATC AGCGGCGTAG GATTTCTGTA TCATTCGTCC TGATGGGGAG
CTACCGACTA
6061CCCTAATATC AGCCCGACTG CCTGACGCCA GCGTCCACTT TTGTGCACAC
ATTCCATTCTG
6121TGCCCAAGAC ATTTTCATTGT GGTGCGAAGC GTCCCCAGTT ACGCTCACCT
GTTTCCCGAC
6181CTCCTTACTG TTCTGTGAC AGAGCGGGCC CACAGGCCGG TCGCAGCCAC
TAGTATGGCC
6241ACCGCATCCA CTTTCTCGGC GTTCAATGCC CGCTGCGGCG ACCTGCGTCG
CTCGGCGGGC
6301TCGGGGCCCC GCGGCCAGC GAGGCCCTC CCCGTGCGCG GCGCGCCCCA
GCTGCCCGAC
6361TGAGCATGC TGCTGGCCGC GATCACCACC CTGTTCTTGG CGGCCGAGAA
GCAGTGGATG
6421ATGCTGGACT GGAAGCCCCA GCGCCCCGAC ATGCTGGTGG ACCCCTTCGG
CCTGGGCCGC
6481TTCGTGCAGG ACGGCCTGGT GTTCCGCAAC AACTTCAGCA TCCGCAGCTA
CGAGATCGGC

10

20

30

40

【0 8 8 0】

【数 1 3 5】

6541GCGGACCGCA CCGCCAGCAT CGAGACCCTG ATGAACCACC TGCAGGAGAC
CGCCCTGAAC
6601CACGTGAAGA GCGTGGGCCT GCTGGAGGAC GGCCTGGGCA GCACCCGCGA
GATGAGCCTG
6661CGCAACCTGA TCTGGGTGGT GACCAAGATG CAGGTGGCGG TGGACCGCTA
CCCCACCTGG
6721GGCGACGAGG TGCAGGTGAG CAGCTGGGCG ACCGCCATCG GCAAGAACGG
CATGCGCCGC
6781GAGTGGATCG TGACCGACTT CCGCACCGGC GAGACCCTGC TGCGCGCCAC
CAGCGTGTGG
6841GTGATGATGA ACAAGCTGAC CCGCCGCATC AGCAAGATCC CCGAGGAGGT
GTGGCACGAG
6901ATCGGCCCCA GCTTCATCGA CGCGCCCCC CTGCCCACCG TGGAGGACGA
CGGCCGCAAG
6961CTGACCCGCT TCGACGAGAG CAGCGCCGAC TTCATCCGCA AGGGCCTGAC
CCCCCGCTGG
7021AGCGACCTGG ACATCAACCA GCACGTGAAC AACGTGAAGT ACATCGGCTG
GCTGCTGGAG
7081AGCGCGCCCC CCGAGATCCA CGAGAGCCAC GAGATCGCCA GCCTGACCCT
GGAGTACCGC
7141CGCGAGTGCG GCCGCGACAG CGTGCTGAAC AGCGCCACCA AGGTGAGCGA
CAGCAGCCAG
7201CTGGGCAAGA GCGCCGTGGA GTGCAACCAC CTGGTGCGCC TGCAGAACGG
CGGCGAGATC
7261GTGAAGGGCC GCACCGTGTG GCGCCCCAAG CGCCCCCTGT ACAACGACGG
CGCCGTGGTG
7321GACGTGCCCC CCAAGACCAG CGATGACGAT GACAAGCTGG GATGACTCGA
GGCAGCAGCA
7381GCTCGGATAG TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT
GCCGCCACAC
7441TTGCTGCCTT GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA
GTGTGTTTGA
7501TCTTGTGTGT ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG
AATACCAACC
7561CCAGCATCCC CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT
ATCTACGCTG
7621TCCTGCTATC CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC
AGCCTTGGTT
7681TGGGCTCCGC CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC
AATGCTGATG
7741CACGGGAAGT AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAAAGCTTG AGCTCTTGTT
TTCCAGAAGG
7801AGTTGCTCCT TGAGCCTTTC ATTCTCAGCC TCGATAACCT CCAAAGCCGC
TCTAATTGTG
7861GAGGGGGTTC GAATTTAAAA GCTTGGAATG TTGGTTCGTG CGTCTGGAAC
AAGCCCAGAC
7921TTGTTGCTCA CTGGGAAAAG GACCATCAGC TCCAAAAAAC TTGCCGCTCA
AACCGCGTAC
7981CTCTGCTTTC GCGCAATCTG CCCTGTTGAA ATCGCCACCA CATTATATT
GTGACGCTTG

10

20

30

40

【0 8 8 1】

【数 1 3 6】

8041AGCAGTCTGT AATTGCCTCA GAATGTGGAA TCATCTGCCC CCTGTGCGAG
CCCATGCCAG
8101GCATGTCGCG GGCGAGGACA CCGCCACTC GTACAGCAGA CCATTATGCT
ACCTCACAAT
8161AGTTCATAAC AGTGACCATA TTTCTCGAAG CTCCCCAACG AGCACCTCCA
TGCTCTGAGT
8221GGCCACCCCC CGGCCCTGGT GCTTGCGGAG GGCAGGTCAA CCGGCATGGG
GCTACCGAAA
8281TCCCCGACCG GATCCCACCA CCCCCGCGAT GGAAGAATC TCTCCCCGGG
ATGTGGGCCC
8341ACCACCAGCA CAACCTGCTG GCCCAGGCGA GCGTCAAACC ATACCACACA
AATATCCTTG
8401GCATCGGCCC TGAATTCCTT CTGCCGCTCT GCTACCCGGT GCTTCTGTCC
GAAGCAGGGG
8461TTGCTAGGGA TCGCTCCGAG TCCGCAAACC CTTGTCGCGT GGCGGGGCTT
GTTGAGCTT
8521GAAGAGCCTC TAGAGTCGAC CTGCAGGCAT GCAAGCTTGG CGTAATCATG
GTCATAGCTG
8581TTTCCTGTGT GAAATTGTTA TCCGCTCACA ATTCCACACA ACATACGAGC
CGGAAGCATA
8641AAGTGTAAG CCTGGGGTGC CTAATGAGTG AGCTAACTCA CATTAATTGC
GTTGCGCTCA
8701CTGCCCGCTT TCCAGTCGGG AAACCTGTCTG TGCCAGCTGC ATTAATGAAT
CGGCCAACGC
8761GCGGGGAGAG GCGGTTTGCG TATTGGGCGC TCTTCGCTT CCTCGCTCAC
TGACTCGCTG
8821CGCTCGGTCTG TTCGGCTGCG GCGAGCGGTA TCAGCTCACT CAAAGGCGGT
AATACGGTTA
8881TCCACAGAAT CAGGGGATAA CGCAGGAAAG AACATGTGAG CAAAAGGCCA
GCAAAAGGCC
8941AGGAACCGTA AAAAGGCCGC GTTGCTGGCG TTTTCCATA GGCTCCGCCC
CCCTGACGAG
9001CATCACAAAA ATCGACGCTC AAGTCAGAGG TGGCGAAACC CGACAGGACT
ATAAAGATAC
9061CAGGCGTTTC CCCCTGGAAG CTCCCTCGTG CGCTCTCCTG TTCCGACCCT
GCCGCTTACC
9121GGATACCTGT CCGCCTTTCT CCCTTCGGGA AGCGTGGCGC TTTCTCATAG
CTCACGCTGT
9181AGGTATCTCA GTTCGGTGTA GGTCGTTCGC TCCAAGCTGG GCTGTGTGCA
CGAACCCCC
9241GTTTCAGCCCG ACCGCTGCGC CTTATCCGGT AACTATCGTC TTGAGTCCAA
CCCGGTAAGA
9301CACGACTTAT CGC

10

20

30

40

配列番号 228

p S Z 9 4 4

1CTAAATTGTA AGCGTTAATA TTTTGTTAAA ATTCGCGTTA AATTTTTGTT
AAATCAGCTC

【0 8 8 2】

【数 1 3 7】

61ATTTTTTAAC CAATAGGCCG AAATCGGCAA AATCCCTTAT AAATCAAAAG
AATAGACCGA
121GATAGGGTTG AGTGTTGTTT CAGTTTGGAA CAAGAGTCCA CTATTAAAGA
ACGTGGACTC
181CAACGTCAAA GGGCGAAAAA CCGTCTATCA GGGCGATGGC CCACTACGTG
AACCATCACC
241CTAATCAAGT TTTTGGGGT CGAGGTGCCG TAAAGCACTA AATCGGAACC
CTAAAGGGAG
301CCCCGATTT AGAGCTTGAC GGGGAAAGCC GGCGAACGTG GCGAGAAAGG
AAGGGAAGAA
361AGCGAAAGGA GCGGGCGCTA GGGCGCTGGC AAGTGTAGCG GTCACGCTGC
GCGTAACCA
421CACACCCGCC GCGCTTAATG CGCCGCTACA GGGCGCGTCC CATTGCCAT
TCAGGCTGCG
481CAACTGTTGG GAAGGGCGAT CGGTGCGGGC CTCTTCGCTA TTACGCCAGC
TGGCGAAAGG
541GGGATGTGCT GCAAGGCGAT TAAGTTGGGT AACGCCAGGG TTTTCCCAGT
CACGACGTTG
601TAAAACGACG GCCAGTGAGC GCGCGTAATA CGACTCACTA TAGGGCGAAT
TGCAGCTTTT
661GTTCCCTTTA GTGAGGGTTA ATTGCGCGCT TGGCGTAATC ATGGTCATAG
CTGTTTCCTG
721TGTGAAATTG TTATCCGCTC ACAATTCCAC ACAACATACG AGCCGGAAGC
ATAAAGTGTA
781AAGCCTGGGG TGCCTAATGA GTGAGCTAAC TCACATTAAT TGC GTTGCGC
TCACTGCCCC
841CTTCCAGTC GGGAAACCTG TCGTGCCAGC TGCATTAATG AATCGGCCAA
CGCGCGGGGA
901GAGGCGGTGC GTATTGGGCG CTCTCCGCT CCCGTGATCA CACAGGTGCC
TTGCGAGCGT
961GATCACACTA TTTTGGGGGT CCTACAGTAC TGAAATGGTG AGAAGTCGTA
CTGAAATCAA
1021GGATGAACAA TGAAATGGT GCTGTGGTGG CTTCTCAAAG GTCAAGAATC
AGTCGCTCGC
1081GTCAGGAAAT CGCGGCGTCA ACCAGCGTGG GCGCGGTCAG TGGCCCCGCA
CTGGTCACCA
1141TAGCCTCTCC TGCCACAGTA GCGATCCCCT GGGCGTTCAC TCTCAGCAGC
GGCTGTACTG
1201CCTCCCAGAT TTTCTTCTTC TGGACCTGCG GGC GTGAGAG GATGAGCAGG
GTGGGGCCAA
1261GGGCTCAATC CTGAACGGCC CTCATTCGGT TTCCAATCCC ACAACACATA
CCCACAGCAG
1321GTCAGACCAC GCATTGCGAC CATGCGCACC AATAACGTGT CCTTACCTGA
TTGGGTGTGG
1381CAGGCTCCGT GGACAGGAGT GCCTCGTCCC CCGCCCAGAC CCGTCCCCC
GTCACGGCGG
1441CGTCCGGGAC CCGCAGCGGC TCCACCGCGG TGTGATCCGC GTTGGCGGCG
CAGAGCAGCA
1501TCCCAGCCGA TTTGACCCCG CGCATGCTCC GAGGCTTGAG GTTGGCCAGC
ACCACCACCC

10

20

30

40

【0 8 8 3】

【数 1 3 8】

1561GCCGGCCGAC AAGGTCTCTC AGGGTCACGT GCCGGACCAG GCCACTCACG
ATGGTGCGAG
1621GGCCCCCTC CTCGCCGAGG TCGATCTGCT CGACGTACAG ACTGCGACAT
GCGTGGCGAG
1681TGGTCATCAG AAGGAAGCAG GTGTGCAGAA GGGGCACGTG GTTGGTATTG
AGAGTAGCCA
1741AAGCTTTGTG CCAATCAGAA AGTCAACGCA GCTGCCTGCC TGGCTCGCGT
ACGGTACCCCT
1801TTCTTGCGCT ATGACACTTC CAGCAAAAGG TAGGGCGGGC TGCGAGACGG
CTTCCCGGCG
1861CTGCATGCAA CACCGATGAT GCTTCGACCC CCCGAAGCTC CTTCGGGGCT
GCATGGGCGC
1921TCCGATGCCG CTCCAGGGCG AGCGCTGTTT AAATAGCCAG GCCCCGATT
GCAAAGACAT
1981TATAGCGAGC TACCAAAGCC ATATTCAAAC ACCTAGATCA CTACCACTTC
TACACAGGCC
2041ACTCGAGCTT GTGATCGCAC TCCGCTAAGG GGGCGCCTCT TCCTCTTCGT
TTCAGTCACA
2101ACCCGCAAAC TCTAGAATAT CAATGCTGCT GCAGGCCTTC CTGTTCTGCG
TGGCCGGGCTT
2161CGCCGCCAAG ATCAGCGCCT CCATGACGAA CGAGACGTCC GACCGCCCCC
TGGTGCACCTT
2221CACCCCCAAC AAGGGCTGGA TGAACGACCC CAACGGCCTG TGGTACGACG
AGAAGGACGC
2281CAAGTGGCAC CTGTACTTCC AGTACAACCC GAACGACACC GTCTGGGGGA
CGCCCTTGTT
2341CTGGGGCCAC GCCACGTCCG ACGACCTGAC CAACTGGGAG GACCAGCCCA
TCGCCATCGC
2401CCCGAAGCGC AACGACTCCG GCGCCTTCTC CGGCTCCATG GTGGTGGACT
ACAACAACAC
2461CTCCGGCTTC TTCAACGACA CCATCGACCC GCGCCAGCGC TGCGTGGCCA
TCTGGACCTA
2521CAACACCCCG GAGTCCGAGG AGCAGTACAT CTCCTACAGC CTGGACGGCG
GCTACACCTT
2581CACCGAGTAC CAGAAGAACC CCGTGCTGGC CGCCAACTCC ACCCAGTTCC
GCGACCCGAA
2641GGTCTTCTGG TACGAGCCCT CCCAGAAGTG GATCATGACC GCGGCCAAGT
CCCAGGACTA
2701CAAGATCGAG ATCTACTCCT CCGACGACCT GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT
CCGCGTTTCG
2761CAACGAGGGC TTCCTCGGCT ACCAGTACGA GTGCCCCGGC CTGATCGAGG
TCCCCACCGA
2821GCAGGACCCC AGCAAGTCCT ACTGGGTGAT GTTCATCTCC ATCAACCCCG
GCGCCCCGGC
2881CGGCGGCTCC TTCAACCAGT ACTTCGTCGG CAGCTTCAAC GGCACCCACT
TCGAGGCCTT
2941CGACAACCAG TCCCGCGTGG TGGACTTCGG CAAGGACTAC TACGCCCTGC
AGACCTTCTT
3001CAACACCGAC CCGACCTACG GGAGCGCCCT GGGCATCGCG TGGGCCTCCA
ACTGGGAGTA

10

20

30

40

【0 8 8 4】

【数 1 3 9】

3061CTCCGCCTTC GTGCCCACCA ACCCCTGGCG CTCCTCCATG TCCCTCGTGC
GCAAGTTCTC
3121CCTCAACACC GAGTACCAGG CCAACCCGGA GACGGAGCTG ATCAACCTGA
AGGCCGAGCC
3181GATCCTGAAC ATCAGCAACG CCGGCCCTTG GAGCCGGTTC GCCACCAACA
CCACGTTGAC
3241GAAGGCCAAC AGCTACAACG TCGACCTGTC CAACAGCACC GGCACCCTGG
AGTTCGAGCT
3301GGTGTACGCC GTCAACACCA CCCAGACGAT CTCCAAGTCC GTGTTGCGCG
ACCTCTCCCT
3361CTGGTTCAAG GGCCTGGAGG ACCCCGAGGA GTACCTCCGC ATGGGCTTCG
AGGTGTCCGC
3421GTCCTCCTTC TTCCTGGACC GCGGGAACAG CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG
AGAACCCTA
3481CTTCACCAAC CGCATGAGCG TGAACAACCA GCCCTTCAAG AGCGAGAACG
ACCTGTCCTA
3541CTACAAGGTG TACGGCTTGC TGGACCAGAA CATCCTGGAG CTGTACTTCA
ACGACGGCGA
3601CGTCGTGTCC ACCAACACCT ACTTCATGAC CACCGGGAAC GCCCTGGGCT
CCGTGAACAT
3661GACGACGGGG GTGGACAACC TGTCTACAT CGACAAGTTC CAGGTGCGCG
AGGTCAAGTG
3721ACAATTGGCA GCAGCAGCTC GGATAGTATC GACACACTCT GGACGCTGGT
CGTGTGATGG
3781ACTGTTGCCG CCACACTTGC TGCCCTTGACC TGTGAATATC CCTGCCGCTT
TTATCAAACA
3841GCCTCAGTGT GTTTGATCTT GTGTGTACGC GCTTTTGCGA GTTGCTAGCT
GCTTGTGCTA
3901TTTGCGAATA CCACCCCCAG CATCCCCTTC CCTCGTTTCA TATCGCTTGC
ATCCCAACCG
3961CAACTTATCT ACGCTGTCCT GCTATCCCTC AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC
TCACTGCCCC
4021TCGCACAGCC TTGGTTTGGG CTCCGCCTGT ATTCTCCTGG TACTGCAACC
TGTAACACAG
4081CACTGCAATG CTGATGCACG GGAAGTAGTG GGATGGGAAC ACAAATGGAG
GATCCCGCGT
4141CTCGAACAGA GCGCGCAGAG GAACGCTGAA GGTCTCGCCT CTGTGCGACC
TCAGCGCGGC
4201ATACACCACA ATAACCACCT GACGAATGCG CTTGGTTCTT CGTCCATTAG
CGAAGCGTCC
4261GGTTCACACA CGTGCCACGT TGGCGAGGTG GCAGGTGACA ATGATCGGTG
GAGCTGATGG
4321TCGAAACGTT CACAGCCTAG GGATATCGAA TTCCTTTCTT GCGCTATGAC
ACTTCCAGCA
4381AAAGGTAGGG CGGGCTGCGA GACGGCTTCC CGGCGCTGCA TGCAACACCG
ATGATGCTTC
4441GACCCCCCGA AGCTCCTTCG GGGCTGCATG GGCCTCCGA TGCCGCTCCA
GGGCGAGCGC
4501TGTTTAAATA GCCAGGCCCC CGATTGCAAA GACATTATAG CGAGCTACCA
AAGCCATATT

10

20

30

40

【0 8 8 5】

【数 1 4 0】

4561CAAACACCTA GATCACTACC ACTTCTACAC AGGCCACTCG AGCTTGTGAT
CGCACTCCGC
4621TAAGGGGGCG CCTCTTCCTC TTCGTTTCAG TCACAACCCG CAAACACTAG
TATGGCCACC
4681GCATCCACTT TCTCGGCGTT CAATGCCCCG TCGGGCGACC TCGTCTGCTC
GGCGGGCTCC
4741GGGCCCCGGC GCCCAGCGAG GCCCCCTCCC GTGCGCGGGC GCGCCCCCGA
CTGGTCCATG
4801CTGTTTCGCCG TGATCACCAC CATCTTCTCC GCCGCCGAGA AGCAGTGGAC
CAACCTGGAG
4861TGGAAGCCCA AGCCCAACCC CCCCCAGCTG CTGGACGACC ACTTCGGCCC
CCACGGCCTG
4921GTGTTCCGCC GCACCTTCGC CATCCGCAGC TACGAGGTGG GCCCCGACCG
CTCCACCAGC
4981ATCGTGGCCG TGATGAACCA CCTGCAGGAG GCCGCCCTGA ACCACGCCAA
GTCCGTGGGC
5041ATCCTGGGCG ACGGCTTCGG CACCACCCTG GAGATGTCCA AGCGCGACCT
GATCTGGGTG
5101GTGAAGCGCA CCCACGTGGC CGTGGAGCGC TACCCCGCCT GGGGCGACAC
CGTGGAGGTG
5161GAGTGCTGGG TGGGCGCCTC CGGCAACAAC GGCCGCCGCC ACGACTTCCT
GGTGC GCGAC
5221TGCAAGACCG GCGAGATCCT GACCCGCTGC ACCTCCCTGA GCGTGATGAT
GAACACCCGC
5281ACCCGCCGCC TGAGCAAGAT CCCCAGGAG GTGCGCGGGC AGATCGGCCC
CGCCTTCATC
5341GACAACGTGG CCGTGAAGGA CGAGGAGATC AAGAAGCCCC AGAAGCTGAA
CGACTCCACC
5401GCCGACTACA TCCAGGGCGG CCTGACCCCC CGCTGGAACG ACCTGGACAT
CAACCAGCAC
5461GTGAACAACA TCAAGTACGT GGACTGGATC CTGGAGACCG TGCCCGACAG
CATCTTCGAG
5521AGCCACCACA TCTCCTCCTT CACCATCGAG TACCGCCGCG AGTGCACCAT
GGACAGCGTG
5581CTGCAGTCCC TGACCACCGT GAGCGGCGGC TCCTCCGAGG CCGGCCTGGT
GTGCGAGCAC
5641CTGCTGCAGC TGGAGGGCGG CAGCGAGGTG CTGCGGCCA AGACCGAGTG
GCGCCCCAAG
5701CTGACCGACT CCTTCCGCGG CATCAGCGTG ATCCCGCCG AGTCCAGCGT
GATGGACTAC
5761AAGGACCACG ACGGCGACTA CAAGGACCAC GACATCGACT ACAAGGACGA
CGACGACAAG
5821TGA CTGAGG CAGCAGCAGC TCGGATAGTA TCGACACACT CTGGACGCTG
GTCGTGTGAT
5881GGACTGTTGC CGCCACACTT GCTGCCTTGA CCTGTGAATA TCCCTGCCGC
TTTTATCAAA
5941CAGCCTCAGT GTGTTTGATC TTGTGTGTAC GCGCTTTTGC GAGTTGCTAG
CTGCTTGTGC
6001TATTTGCGAA TACCACCCCC AGCATCCCCT TCCCTCGTTT CATATCGCTT
GCATCCCAAC

10

20

30

40

【0 8 8 6】

【数 1 4 1】

6061CGCAACTTAT CTACGCTGTC CTGCTATCCC TCAGCGCTGC TCCTGCTCCT
GCTCACTGCC
6121CCTCGCACAG CTTGGTTTG GGCTCCGCCT GTATTCTCCT GGTACTGCAA
CCTGTAAACC
6181AGCACTGCAA TGCTGATGCA CGGGAAGTAG TGGGATGGGA ACACAAATGG
AAAGCTTGAG
6241CTCGTACCCA TCAGCATCCG GGTGAATCTT GGCCTCCAAG ATATGGCCAA
TCCTCACATC
6301CAGCTTGCCA AAATCGACTA GACTGTCTGC AAGTGGGAAT GTGGAGCACA
AGGTTGCTTG
6361TAGCGATCGA CAGACTGGTG GGGTACATTG ACAGGTGGGC AGCGCCGCAT
CCATCGTGCC
6421TGACGCGAGC GCCGCCGGTT GCTCGCCCGT GCCTGCCGTC AAAGAGCGGC
AGAGAAATCG
6481GGAACCGAAA ACGTCACATT GCCTGATGTT GTTACATGCT GGACTAGACT
TTCTTGGCGT
6541GGGTCTGCTC CTCGCCAGGT GCGCGACGCC TCGGGGCTGG GTGCGAGGGA
GCCGTGCGGC
6601CACGCATTTG ACAAGACCCA AAGCTCGCAT CTCAGACGGT CAACCGTTTCG
TATTATACAT
6661TCAACATATG GTACATACGC AAAAAGCATG CCAACGATGA CAGCTCTTCG
CCCACATGTG
6721AGCAAAAGGC CAGCAAAAGG CCAGGAACCG TAAAAAGGCC GCGTTGCTGG
CGTTTTTCCA
6781TAGGCTCCGC CCCCCTGACG AGCATCACAA AAATCGACGC TCAAGTCAGA
GGTGGCGAAA
6841CCCGACAGGA CTATAAAGAT ACCAGGCGTT TCCCCCTGGA AGCTCCCTCG
TGCGCTCTCC
6901TGTTCCGACC CTGCCGCTTA CCGGATACCT GTCCGCCTTT CTCCCTTCGG
GAAGCGTGGC
6961GCTTTCTCAT AGCTCACGCT GTAGGTATCT CAGTTCGGTG TAGGTCGTTT
GCTCCAAGCT
7021GGGCTGTGTG CACGAACCCC CCGTTCAGCC CGACCGCTGC GCCTTATCCG
GTAACATCG
7081TCTTGAGTCC AACCCGGTAA GACACGACTT ATCGCCACTG GCAGCAGCCA
CTGGTAACAG
7141GATTAGCAGA GCGAGGTATG TAGGCGGTGC TACAGAGTTC TTGAAGTGGT
GGCCTAACTA
7201CGGCTACACT AGAAGGACAG TATTTGGTAT CTGCGCTCTG CTGAAGCCAG
TTACCTTCGG
7261AAAAAGAGTT GGTAGCTCTT GATCCGGCAA ACAAACCACC GCTGGTAGCG
GTGGTTTTTT
7321TGTTTGCAAG CAGCAGATTA CGCGCAGAAA AAAAGGATCT CAAGAAGATC
CTTTGATCTT
7381TTCTACGGGG TCTGACGCTC AGTGGAACGA AAATCACGT TAAGGGATTT
TGGTCATGAG
7441ATTATCAAAA AGGATCTTCA CCTAGATCCT TTAAATTA AAATGAAGTT
TTAAATCAAT
7501CTAAAGTATA TATGAGTAAA CTTGGTCTGA CAGTTACCAA TGCTTAATCA
GTGAGGCACC

10

20

30

40

【0 8 8 7】

【数 1 4 2】

7561TATCTCAGCG ATCTGTCTAT TTCGTTTCATC CATAGTTGCC TGA CTCCCCG
 TCGTGTAGAT
 7621AACTACGATA CGGGAGGGCT TACCATCTGG CCCCAGTGCT GCAATGATAC
 CGCGAGACCC
 7681ACGCTCACC GCTCCAGATT TATCAGCAAT AAACCAGCCA GCCGGAAGGG
 CCGAGCGCAG
 7741AAGTGGTCCT GCAACTTTAT CCGCCTCCAT CCAGTCTATT AATTGTTGCC
 GGGAAGCTAG
 7801AGTAAGTAGT TCGCCAGTTA ATAGTTTGCG CAACGTTGTT GCCATTGCTA
 CAGGCATCGT
 7861GGTGTACGCG TCGTCGTTTG GTATGGCTTC ATTCAGCTCC GGTTCCTAAC
 GATCAAGGCG
 7921AGTTACATGA TCCCCATGT TGTGCAAAAA AGCGGTTAGC TCCTTCGGTC
 CTCGATCGT
 7981GTTCAGAAGT AAGTTGGCCG CAGTGTTATC ACTCATGGTT ATGGCAGCAC
 TGCATAATTC
 8041TCTTACTGTC ATGCCATCCG TAAGATGCTT TTCTGTGACT GGTGAGTACT
 CAACCAAGTC
 8101ATTCTGAGAA TAGTGTATGC GGCGACCGAG TTGCTCTTGC CCGGCGTCAA
 TACGGGATAA
 8161TACCGCGCCA CATAGCAGAA CTTTAAAAGT GCTCATCATT GGAAAACGTT
 CTTGCGGGCG
 8221AAAACCTCTCA AGGATCTTAC CGCTGTTGAG ATCCAGTTCG ATGTAACCCA
 CTCGTGCACC
 8281CAACTGATCT TCAGCATCTT TTA CTTTAC CAGCGTTTCT GGGTGAGCAA
 AAACAGGAAG
 8341GCAAAATGCC GCAAAAAGG GAATAAGGGC GACACGGAAA TGTGAATAC
 TCATACTCTT
 8401CCTTTTTTCAA TATTATTGAA GCATTTATCA GGGTTATTGT CTCATGAGCG
 GATACATATT
 8461TGAATGTATT TAGAAAAATA AACAAATAGG GGTTCGCGC ACATTTCCCC
 GAAAAGTGCC
 8521AC

10

20

30

配列番号 229

p S Z 1 2 8 3

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAAC
 301CACGTAAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAGGAT CTCACCTAG
 ATCCTTTTAA

40

【0 8 8 8】

【数 1 4 3】

361ATTAAAAATG AAGTTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTTCGT
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATT
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA

10

20

30

40

【0 8 8 9】

【数 1 4 4】

1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAACTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GGCCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACGGCGCG
CCATGCTGCT
2941GCAGGCCTTC CTGTTCTGTC TGGCCGGCTT CGCCGCCAAG ATCAGCGCCT
CCATGACGAA
3001CGAGACGTCC GACCGCCCCC TGGTGCACTT CACCCCCAAC AAGGGCTGGA
TGAACGACCC
3061CAACGGCCTG TGGTACGACG AGAAGGACGC CAAGTGGCAC CTGTACTTCC
AGTACAACCC
3121GAACGACACC GTCTGGGGGA CGCCCTTGTT CTGGGGCCAC GCCACGTCCG
ACGACCTGAC
3181CAACTGGGAG GACCAGCCCA TCGCCATCGC CCCGAAGCGC AACGACTCCG
GCGCCTTCTC
3241CGGCTCCATG GTGGTGGACT ACAACAACAC CTCCGGCTTC TTCAACGACA
CCATCGACCC
3301GCGCCAGCGC TCGTGGCCA TCTGGACCTA CAACACCCCG GAGTCCGAGG
AGCAGTACAT

10

20

30

40

【0 8 9 0】

【数 1 4 5】

3361CTCCTACAGC CTGGACGGCG GCTACACCTT CACCGAGTAC CAGAAGAACC
CCGTGCTGGC
3421CGCCAACTCC ACCCAGTTCC GCGACCCGAA GGTCTTCTGG TACGAGCCCT
CCCAGAAGTG
3481GATCATGACC GCGGCCAAGT CCCAGGACTA CAAGATCGAG ATCTACTCCT
CCGACGACCT
3541GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT CCGCGTTTCG CAACGAGGGC TTCCTCGGCT
ACCACTACGA
3601GTGCCCCGGC CTGATCGAGG TCCCCACCGA GCAGGACCCC AGCAAGTCCT
ACTGGGTGAT
3661GTTTCATCTCC ATCAACCCCG GCGCCCCGGC CGGCGGCTCC TTCAACCAGT
ACTTCGTCCG
3721CAGCTTCAAC GGCACCCACT TCGAGGCCTT CGACAACCAG TCCCGCGTGG
TGGACTTCGG
3781CAAGGACTAC TACGCCCTGC AGACCTTCTT CAACACCGAC CCGACCTACG
GGAGCGCCCT
3841GGGCATCGCG TGGGCCTCCA ACTGGGAGTA CTCCGCCTTC GTGCCCACCA
ACCCCTGGCG
3901CTCCTCCATG TCCCTCGTGC GCAAGTTCTC CCTCAACACC GAGTACCAGG
CCAACCCGGA
3961GACGGAGCTG ATCAACCTGA AGGCCGAGCC GATCCTGAAC ATCAGCAACG
CCGGCCCCCTG
4021GAGCCGGTTC GCCACCAACA CCACGTTGAC GAAGGCCAAC AGCTACAACG
TCGACCTGTC
4081CAACAGCACC GGCACCCTGG AGTTCGAGCT GGTGTACGCC GTCAACACCA
CCCAGACGAT
4141CTCCAAGTCC GTGTTGCGCG ACCTCTCCCT CTGGTTCAAG GGCCTGGAGG
ACCCCGAGGA
4201GTACCTCCGC ATGGGCTTCG AGGTGTCCGC GTCCTCCTTC TTCCTGGACC
GCGGGAACAG
4261CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG AGAACCCTA CTTACCAAC CGCATGAGCG
TGAACAACCA
4321GCCCTTCAAG AGCGAGAACG ACCTGTCCTA CTACAAGGTG TACGGCTTGC
TGGACCAGAA
4381CATCCTGGAG CTGTACTTCA ACGACGGCGA CGTCGTGTCC ACCAACACCT
ACTTCATGAC
4441CACCGGGAAC GCCCTGGGCT CCGTGAACAT GACGACGGGG GTGGACAACC
TGTTCTACAT
4501CGACAAGTTC CAGGTGCGCG AGGTCAAGTG ACAATTGGCA GCAGCAGCTC
GGATAGTATC
4561GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG CCACACTTGC
TGCCTTGACC
4621TGTAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT GTTTGATCTT
GTGTGTACGC
4681GCTTTTTCGA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA CCACCCCAG
CATCCCCTTC
4741CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT ACGCTGTCCT
GCTATCCCTC
4801AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC TTGGTTTGGG
CTCCGCCTGT

10

20

30

40

【0 8 9 1】

【数 1 4 6】

4861ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACCAG CACTGCAATG CTGATGCACG
GGAAGTAGTG
4921GGATGGGAAC ACAAATGGAG GATCCCGCGT CTCGAACAGA GCGCGCAGAG
GAACGCTGAA
4981GGTCTCGCCT CTGTGCGACC TCAGCGCGGC ATACACCACA ATAACCACCT
GACGAATGCG
5041CTTGGTTCTT CGTCCATTAG CGAAGCGTCC GGTTCACACA CGTGCCACGT
TGGCGAGGTG
5101GCAGGTGACA ATGATCGGTG GAGCTGATGG TCGAAACGTT CACAGCCTAG
GGATATCGAA
5161TTCGGCCGAC AGGACGCGCG TCAAAGGTGC TGGTCGTGTA TGCCCTGGCC
GGCAGGTCTG
5221TGCTGCTGCT GGTTAGTGAT TCCGCAACCC TGATTTTGGC GTCTTATTTT
GGCGTGGCAA
5281ACGCTGGCGC CCGCGAGCCG GGCCGGCGGC GATGCGGTGC CCCACGGCTG
CCGGAATCCA
5341AGGGAGGCAA GAGCGCCCGG GTCAGTTGAA GGGCTTTACG CGCAAGGTAC
AGCCGCTCCT
5401GCAAGGCTGC GTGGTGGAAT TGGACGTGCA GGTCTGCTG AAGTTCCTCC
ACCGCCTCAC
5461CAGCGGACAA AGCACCGGTG TATCAGGTCC GTGTCATCCA CTCTAAAGAG
CTCGACTACG
5521ACCTACTGAT GGCCCTAGAT TCTTCATCAA AAACGCCTGA GACACTTGCC
CAGGATTGAA
5581ACTCCCTGAA GGGACCACCA GGGGCCCTGA GTTGTTCTTT CCCCCGTGG
CGAGCTGCCA
5641GCCAGGCTGT ACCTGTGATC GAGGCTGGCG GGAAAATAGG CTTCGTGTGC
TCAGGTCATG
5701GGAGGTGCAG GACAGCTCAT GAAACGCCAA CAATCGCACA ATTCATGTCA
AGCTAATCAG
5761CTATTTCTC TTCACGAGCT GTAATTGTCC CAAAATTCTG GTCTACCGGG
GGTGATCCTT
5821CGTGACGGG CCCTTCCCTC AACCTAGGT ATGCGCGCAT GCGGTCGCCG
CGCAACTCGC
5881GCGAGGGCCG AGGGTTTGGG ACGGGCCGTC CCGAAATGCA GTTGCACCCG
GATGCGTGGC
5941ACCTTTTTTG CGATAATTTA TGCAATGGAC TGCTCTGCAA AATTCTGGCT
CTGTGCGCAA
6001CCCTAGGATC AGCGGCGTAG GATTTCTGTA TCATTCGTCC TGATGGGGAG
CTACCGACTA
6061CCCTAATATC AGCCCGACTG CCTGACGCCA GCGTCCACTT TTGTGCACAC
ATTCCATTCTG
6121TGCCCAAGAC ATTTCAATTGT GGTGCGAAGC GTCCCCAGTT ACGCTCACCT
GTTTCCCGAC
6181CTCCTTACTG TTCTGTGAC AGAGCGGGCC CACAGGCCGG TCGCAGCCAC
TAGTATGGTG
6241GTGGCCGCG CCGCCAGCAG CGCCTTCTTC CCCGTGCCCG CCCCCGCCC
CACCCCAAG
6301CCCGGCAAGT TCGGCAACTG GCCCAGCAGC CTGAGCCAGC CCTTCAAGCC
CAAGAGCAAC

10

20

30

40

【0 8 9 2】

【数 1 4 7】

6361CCCAACGGCC GCTTCCAGGT GAAGGCCAAC GTGAGCCCCC ACGGGCGCGC
CCCAAGGCC
6421AACGGCAGCG CCGTGAGCCT GAAGTCCGGC AGCCTGAACA CCCTGGAGGA
CCCCCCCAGC
6481AGCCCCCCCC CCCGCACCTT CCTGAACCAG CTGCCCCGACT GGAGCCGCCT
GCGCACCGCC
6541ATCACCACCG TGTTTCGTGGC CGCCGAGAAG CAGTTCACCC GCCTGGACCG
CAAGAGCAAG
6601CGCCCCGACA TGCTGGTGGG CTGGTTCGGC AGCGAGACCA TCGTGCAGGA
CGGCCTGGTG
6661TTCCGCGAGC GCTTCAGCAT CCGCAGCTAC GAGATCGGCG CCGACCGCAC
CGCCAGCATC
6721GAGACCCTGA TGAACCACCT GCAGGACACC AGCCTGAACC ACTGCAAGAG
CGTGGGCCTG
6781CTGAACGACG GCTTCGGCCG CACCCCCGAG ATGTGCACCC GCGACCTGAT
CTGGGTGCTG
6841ACCAAGATGC AGATCGTGGT GAACCGCTAC CCCACCTGGG GCGACACCGT
GGAGATCAAC
6901AGCTGGTTCA GCCAGAGCGG CAAGATCGGC ATGGGCCGCG AGTGGCTGAT
CAGCGACTGC
6961AACACCGGCG AGATCCTGGT GCGCGCCACC AGCGCCTGGG CCATGATGAA
CCAGAAGACC
7021CGCCGCTTCA GCAAGCTGCC CTGCGAGGTG CGCCAGGAGA TCGCCCCCA
CTTCGTGGAC
7081GCCCCCCCCG TGATCGAGGA CAACGACCGC AAGCTGCACA AGTTCGACGT
GAAGACCGGC
7141GACAGCATCT GCAAGGGCCT GACCCCCGGC TGGAACGACT TCGACGTGAA
CCAGCACGTG
7201AGCAACGTGA AGTACATCGG CTGGATTCTG GAGAGCATGC CCACCGAGGT
GCTGGAGACC
7261CAGGAGCTGT GCAGCCTGAC CCTGGAGTAC CGCCGCGAGT GCGGCCGCGA
GAGCGTGGTG
7321GAGAGCGTGA CCAGCATGAA CCCCAGCAAG GTGGGCGACC GCAGCCAGTA
CCAGCACCTG
7381CTGCGCCTGG AGGACGGCGC CGACATCATG AAGGGCCGCA CCGAGTGGCG
CCCCAAGAAC
7441GCCGGCACCA ACCGCGCCAT CAGCACCTGA TTAATTA ACT CGAGGCAGCA
GCAGCTCGGA
7501TAGTATCGAC AACTCTGGA CGCTGGTCGT GTGATGGACT GTTGCCGCCA
CACTTGCTGC
7561CTTGACCTGT GAATATCCCT GCCGCTTTTA TCAAACAGCC TCAGTGTGTT
TGATCTTGTG
7621TGACGCGCT TTTGCGAGTT GCTAGCTGCT TGTGCTATTT GCGAATACCA
CCCCAGCAT
7681CCCCTTCCCT CGTTTCATAT CGCTTGCATC CCAACCGCAA CTTATCTACG
CTGTCCTGCT
7741ATCCCTCAGC GCTGCTCCTG CTCCTGCTCA CTGCCCTCG CACAGCCTTG
GTTTGGGCTC
7801CGCCTGTATT CTCCTGGTAC TGCAACCTGT AAACCAGCAC TGCAATGCTG
ATGCACGGGA

10

20

30

40

【0 8 9 3】

【数 1 4 8】

7861AGTAGTGGGA TGGGAACACA AATGGAAAGC TTGAGCTCTT GTTTTCCAGA
AGGAGTTGCT
7921CCTTGAGCCT TTCATTCTCA GCCTCGATAA CCTCCAAAGC CGCTCTAATT
GTGGAGGGGG
7981TTCGAATTTA AAAGCTTGGA ATGTTGGTTC GTGCGTCTGG AACAAGCCCA
GACTTGTTGC
8041TCACTGGGAA AAGGACCATC AGCTCCAAAA AACTTGCCGC TCAAACCGCG
TACCTCTGCT
8101TTCGCGCAAT CTGCCCTGTT GAAATCGCCA CCACATTCAT ATTGTGACGC
TTGAGCAGTC
8161TGTAATTGCC TCAGAATGTG GAATCATCTG CCCCCTGTGC GAGCCCATGC
CAGGCATGTC
8221GCGGGCGAGG ACACCCGCCA CTCGTACAGC AGACCATTAT GCTACCTCAC
AATAGTTCAT
8281AACAGTGACC ATATTTCTCG AAGCTCCCCA ACGAGCACCT CCATGCTCTG
AGTGGCCACC
8341CCCCGGCCCT GGTGCTTGCG GAGGGCAGGT CAACCGGCAT GGGGCTACCG
AAATCCCCGA
8401CCGGATCCCA CCACCCCCGC GATGGGAAGA ATCTCTCCCC GGGATGTGGG
CCCACCACCA
8461GCACAACCTG CTGGCCCAGG CGAGCGTCAA ACCATACCAC ACAAATATCC
TTGGCATCGG
8521CCCTGAATTC CTTCTGCCGC TCTGCTACCC GGTGCTTCTG TCCGAAGCAG
GGGTTGCTAG
8581GGATCGCTCC GAGTCCGCAA ACCCTTGTCG CGTGGCGGGG CTTGTTTCGAG
CTTGAAGAGC
8641CTCTAGAGTC GACCTGCAGG CATGCAAGCT TGGCGTAATC ATGGTCATAG
CTGTTTCCTG
8701TGTGAAATTG TTATCCGCTC ACAATTCCAC ACAACATACG AGCCGGAAGC
ATAAAGTGTA
8761AAGCCTGGGG TGCCTAATGA GTGAGCTAAC TCACATTAAT TGC GTTGCGC
TCACTGCCCC
8821CTTTCCAGTC GGGAAACCTG TCGTGCCAGC TGCATTAATG AATCGGCCAA
CGCGCGGGGA
8881GAGGCGGTTT GCGTATTGGG CGCTCTTCCG CTTCTCTGCT CACTGACTCG
CTGCGCTCGG
8941TCGTTTCGGCT GCGGCGAGCG GTATCAGCTC ACTCAAAGGC GGTAATACGG
TTATCCACAG
9001AATCAGGGGA TAACGCAGGA AAGAACATGT GAGCAAAAGG CCAGCAAAAG
GCCAGGAACC
9061GTAAAAAGGC CGCGTTGCTG GCGTTTTTCC ATAGGCTCCG CCCCCCTGAC
GAGCATCACA
9121AAAATCGACG CTCAAGTCAG AGGTGGCGAA ACCCGACAGG ACTATAAAGA
TACCAGGCGT
9181TTCCCCCTGG AAGCTCCCTC GTGCGCTCTC CTGTTCCGAC CCTGCCGCTT
ACCGGATACC
9241TGTCGCGCTT TCTCCCTTCG GGAAGCGTGG CGCTTTCTCA TAGCTCACGC
TG TAGGTATC
9301TCAGTTCGGT GTAGGTCGTT CGCTCCAAGC TGGGCTGTGT GCACGAACCC
CCCGTTCAGC

10

20

30

40

【0 8 9 4】

【数 1 4 9】

9361CCGACCGCTG CGCCTTATCC GGTAACATATC GTCTTGAGTC CAACCCGGTA
 AGACACGACT
 9421TATCGC

配列番号 230

p S Z 1 4 1 0

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG 10
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAACT
 301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
 ATCCTTTTAA
 361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
 TCTGACAGTT 20
 421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
 TCATCCATAG
 481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
 TCTGGCCCCA
 541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
 GCAATAAACC
 601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
 TCCATCCAGT
 661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
 TTGCGCAACG
 721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
 GCTTCATTCA 30
 781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
 AAAAAAGCGG
 841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
 TTATCACTCA
 901TG GTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
 TGCTTTTCTG
 961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
 CCGAGTTGCT
 1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
 AAAGTGCTCA
 1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
 TTGAGATCCA 40
 1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
 TTCACCAAGC
 1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
 AGGGCGACAC

【0 8 9 5】

【数 1 5 0】

1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCCGCCTGG AGCTGGTGCA
GAGCATGGGG
1921CAGTTTGCGG AGGAGAGGGT GCTCCCCGTG CTGCACCCCG TGGACAAGCT
GTGGCAGCCG
1981CAGGACTTCC TGCCCGACCC CGAGTCGCCC GACTTCGAGG ACCAGGTGGC
GGAGCTGCGC
2041GCGCGCGCCA AGGACCTGCC CGACGAGTAC TTTGTGGTGC TGGTGGGCGA
CATGATCACG
2101GAGGAGGCGC TGCCGACCTA CATGGCCATG CTCAACACCT TGGACGGTGT
GCGCGACGAC
2161ACGGGCGCGG CTGACCACCC GTGGGCGCGC TGGACGCGGC AGTGGGTGGC
CGAGGAGAAC
2221CGGCACGGCG ACCTGCTGAA CAAGTACTGT TGGCTGACGG GCGCGTCAA
CATGCGGGCC
2281GTGGAGGTGA CCATCAACAA CCTGATCAAG AGCGGCATGA ACCCGCAGAC
GGACAACAAC
2341CCTTACTTGG GCTTCGTCTA CACCTCCTTC CAGGAGCGCG CCACCAAGTA
GGTACCCTTT
2401CTTGCGCTAT GACACTTCCA GCAAAAGGTA GGGCGGGCTG CGAGACGGCT
TCCCGGCGCT
2461GCATGCAACA CCGATGATGC TTCGACCCCC CGAAGCTCCT TCGGGGCTGC
ATGGGCGCTC
2521CGATGCCGCT CCAGGGCGAG CGCTGTTTAA ATAGCCAGGC CCCGATTGC
AAAGACATTA
2581TAGCGAGCTA CCAAAGCCAT ATTCAAACAC CTAGATCACT ACCACTTCTA
CACAGGCCAC
2641TCGAGCTTGT GATCGCACTC CGCTAAGGGG GCGCCTCTTC CTCTTCGTTT
CAGTCACAAC
2701CCGCAAACTC TAGAATATCA ATGCTGCTGC AGGCCTTCCT GTTCCTGCTG
GCCGGCTTCG

【0 8 9 6】

10

20

30

40

【数 1 5 1】

2761CCGCCAAGAT CAGCGCCTCC ATGACGAACG AGACGTCCGA CCGCCCCCTG
GTGCACTTCA
2821CCCCAACAA GGGCTGGATG AACGACCCCA ACGGCCTGTG GTACGACGAG
AAGGACGCCA
2881AGTGGCACCT GTACTTCCAG TACAACCCGA ACGACACCGT CTGGGGGACG
CCCTTGTTCT
2941GGGGCCACGC CACGTCCGAC GACCTGACCA ACTGGGAGGA CCAGCCCATC
GCCATCGCCC
3001CGAAGCGCAA CGACTCCGGC GCCTTCTCCG GCTCCATGGT GGTGGACTAC
AACAACACCT
3061CCGGCTTCTT CAACGACACC ATCGACCCGC GCCAGCGCTG CGTGGCCATC
TGGACCTACA
3121ACACCCCGGA GTCCGAGGAG CAGTACATCT CCTACAGCCT GGACGGCGGC
TACACCTTCA
3181CCGAGTACCA GAAGAACCCC GTGCTGGCCG CCAACTCCAC CCAGTTCCGC
GACCCGAAGG
3241TCTTCTGGTA CGAGCCCTCC CAGAAGTGGA TCATGACCGC GGCCAAGTCC
CAGGACTACA
3301AGATCGAGAT CTACTCCTCC GACGACCTGA AGTCCTGGAA GCTGGAGTCC
GCGTTCGCCA
3361ACGAGGGCTT CCTCGGCTAC CAGTACGAGT GCCCCGGCCT GATCGAGGTC
CCCACCGAGC
3421AGGACCCCAG CAAGTCCTAC TGGGTGATGT TCATCTCCAT CAACCCCGGC
GCCCCGGCCG
3481GCGGCTCCTT CAACCAGTAC TTCGTGGCA GCTTCAACGG CACCCACTTC
GAGGCCTTCG
3541ACAACAGTC CCGCGTGGTG GACTTCGGCA AGGACTACTA CGCCCTGCAG
ACCTTCTTCA
3601ACACCGACCC GACCTACGGG AGCGCCCTGG GCATCGCGTG GGCCTCCAAC
TGGGAGTACT
3661CCGCCTTCGT GCCACCAAC CCCTGGCGCT CCTCCATGTC CCTCGTGCGC
AAGTTCTCCC
3721TCAACACCGA GTACCAGGCC AACCCGGAGA CGGAGCTGAT CAACCTGAAG
GCCGAGCCGA
3781TCCTGAACAT CAGCAACGCC GGCCCTGGA GCCGGTTCGC CACCAACACC
ACGTTGACGA
3841AGGCCAACAG CTACAACGTC GACCTGTCCA ACAGCACCGG CACCCTGGAG
TTCGAGCTGG
3901TGACGCCGT CAACACCACC CAGACGATCT CCAAGTCCGT GTTCGCGGAC
CTCTCCCTCT
3961GGTTCAAGGG CCTGGAGGAC CCCGAGGAGT ACCTCCGCAT GGGCTTCGAG
GTGTCCGCGT
4021CCTCCTTCTT CCTGGACCGC GGGAACAGCA AGGTGAAGTT CGTGAAGGAG
AACCCTACT
4081TCACCAACCG CATGAGCGTG AACAACCAGC CCTTCAAGAG CGAGAACGAC
CTGTCCTACT
4141ACAAGGTGTA CGGCTTGCTG GACCAGAACA TCCTGGAGCT GTACTTCAAC
GACGGCGACG
4201TCGTGTCCAC CAACACCTAC TTCATGACCA CCGGGAACGC CCTGGGCTCC
GTGAACATGA

10

20

30

40

【0 8 9 7】

【数 1 5 2】

4261CGACGGGGGT GGACAACCTG TTCTACATCG ACAAGTTCCA GGTGCGCGAG
 GTCAAGTGAC
 4321AATTGGCAGC AGCAGCTCGG ATAGTATCGA CACACTCTGG ACGCTGGTCG
 TGTGATGGAC
 4381TGTTGCCGCC ACACCTTGCTG CCTTGACCTG TGAATATCCC TGCCGCTTTT
 ATCAAACAGC
 4441CTCAGTGTGT TTGATCTTGT GTGTACGCGC TTTTGCGAGT TGCTAGCTGC
 TTGTGCTATT
 4501TGCGAATACC ACCCCCAGCA TCCCCTTCCC TCGTTTCATA TCGCTTGCAT
 CCCAACCGCA
 4561ACTTATCTAC GCTGTCTGCTG TATCCCTCAG CGCTGCTCCT GCTCCTGCTC
 ACTGCCCCCTC
 4621GCACAGCCTT GGTTTGGGCT CCGCCTGTAT TCTCCTGGTA CTGCAACCTG
 TAAACCAGCA
 4681CTGCAATGCT GATGCACGGG AAGTAGTGGG ATGGGAACAC AAATGGAGGA
 TCCCGCGTCT
 4741CGAACAGAGC GCGCAGAGGA ACGCTGAAGG TCTCGCCTCT GTCGCACCTC
 AGCGCGGCAT
 4801ACACCACAAT AACCACCTGA CGAATGCGCT TGGTTCTTCG TCCATTAGCG
 AAGCGTCCGG
 4861TTCACACACG TGCCACGTTG GCGAGGTGGC AGGTGACAAT GATCGGTGGA
 GCTGATGGTC
 4921GAAACGTTCA CAGCCTAGGG ATATCGAATT CGGCCGACAG GACGCGCGTC
 AAAGGTGCTG
 4981GTCGTGTATG CCCTGGCCGG CAGGTCGTTG CTGCTGCTGG TTAGTGATTC
 CGCAACCCTG
 5041ATTTTGGCGT CTTATTTTGG CGTGGCAAAC GCTGGCGCCC GCGAGCCGGG
 CCGGCGGCGA
 5101TGCGGTGCCC CACGGCTGCC GGAATCCAAG GGAGGCAAGA GCGCCCGGGT
 CAGTTGAAGG
 5161GCTTTACGCG CAAGGTACAG CCGCTCCTGC AAGGCTGCGT GGTGGAATTG
 GACGTGCAGG
 5221TCCTGCTGAA GTTCCTCCAC CGCCTCACCA GCGGACAAAG CACCGGTGTA
 TCAGGTCCGT
 5281GTCATCCACT CTAAAGAACT CGACTACGAC CTACTGATGG CCCTAGATTC
 TTCATCAAAA
 5341ACGCCTGAGA CACTTGCCCA GGATTGAAAC TCCCTGAAGG GACCACCAGG
 GGCCCTGAGT
 5401TGTTCCCTTCC CCCCCTGGCG AGCTGCCAGC CAGGCTGTAC CTGTGATCGA
 GGCTGGCGGG
 5461AAAATAGGCT TCGTGTGCTC AGGTCATGGG AGGTGCAGGA CAGCTCATGA
 AACGCCAACA
 5521ATCGCACAAT TCATGTCAAG CTAATCAGCT ATTTCCCTCTT CACGAGCTGT
 AATTGTCCCA
 5581AAATTCTGGT CTACCGGGGG TGATCCTTCG TGTACGGGCC CTTCCTCAA
 CCCTAGGTAT
 5641GCGCGCATGC GGTCGCCGCG CAACTCGCGC GAGGGCCGAG GGTTTGGGAC
 GGGCCGTCCC
 5701GAAATGCAGT TGCACCCGGA TCGGTGGCAC CTTTTTTGCG ATAATTTATG
 CAATGGACTG

10

20

30

40

【0 8 9 8】

【数 1 5 3】

5761CTCTGCAAAA TTCTGGCTCT GTCGCCAACC CTAGGATCAG CGGCGTAGGA
TTTCGTAATC
5821ATTTCGTCTG ATGGGGAGCT ACCGACTACC CTAATATCAG CCCGACTGCC
TGACGCCAGC
5881GTCCACTTTT GTGCACACAT TCCATTCTGT CCCAAGACAT TTCATTGTGG
TGCGAAGCGT
5941CCCCAGTTAC GCTCACCTGT TTCCCGACCT CCTTACTGTT CTGTGACAG
AGCGGGCCCCA
6001CAGGCCGGTC GCAGCCACTA GTATGGTGGT GGCCGCCGCC GCCAGCAGCG
CCTTCTTCCC
6061CGTGCCCGCC CCCCGCCCCA CCCCCAAGCC CGGCAAGTTC GGCAACTGGC
CCAGCAGCCT
6121GAGCCAGCCC TTCAAGCCCA AGAGCAACCC CAACGGCCGC TTCCAGGTGA
AGGCCAACGT
6181GAGCCCCAC GGGCGCGCCC CCAAGGCCAA CGGCAGCGCC GTGAGCCTGA
AGTCCGGCAG
6241CCTGAACACC CTGGAGGACC CCCCCAGCAG CCCCCCCCCC CGCACCTTCC
TGAACCAGCT
6301GCCCCGACTGG AGCCGCCTGC GCACCGCCAT CACCACCGTG TTCGTGGCCG
CCGAGAAGCA
6361GTTACCCGC CTGGACCGCA AGAGCAAGCG CCCCAGCATG CTGGTGGACT
GGTTCGGCAG
6421CGAGACCATC GTGCAGGACG GCCTGGTGTG CCGCGAGCGC TTCAGCATCC
GCAGCTACGA
6481GATCGGCGCC GACCGCACCG CCAGCATCGA GACCCTGATG AACCACCTGC
AGGACACCAG
6541CCTGAACCAC TGCAAGAGCG TGGGCCTGCT GAACGACGGC TTCGGCCGCA
CCCCCGAGAT
6601GTGCACCCGC GACCTGATCT GGGTGCTGAC CAAGATGCAG ATCGTGGTGA
ACCGCTACCC
6661CACCTGGGGC GACACCGTGG AGATCAACAG CTGGTTCAGC CAGAGCGGCA
AGATCGGCAT
6721GGGCCGCGAG TGGCTGATCA GCGACTGCAA CACCGGCGAG ATCCTGGTGC
GCGCCACCAG
6781CGCCTGGGCC ATGATGAACC AGAAGACCCG CCGCTTCAGC AAGCTGCCCT
GCGAGGTGCG
6841CCAGGAGATC GCCCCCACT TCGTGGACGC CCCCCCGTG ATCGAGGACA
ACGACCGCAA
6901GCTGCACAAG TTCGACGTGA AGACCGGCGA CAGCATCTGC AAGGGCCTGA
CCCCCGGCTG
6961GAACGACTTC GACGTGAACC AGCACGTGAG CAACGTGAAG TACATCGGCT
GGATTCTGGA
7021GAGCATGCCC ACCGAGGTGC TGGAGACCCA GGAGCTGTGC AGCCTGACCC
TGGAGTACCG
7081CCGCGAGTGC GGCCGCGAGA GCGTGGTGGA GAGCGTGACC AGCATGAACC
CCAGCAAGGT
7141GGGCGACCGC AGCCAGTACC AGCACCTGCT GCGCCTGGAG GACGGCGCCG
ACATCATGAA
7201GGGCCGCAACC GAGTGGCGCC CCAAGAACGC CGGCACCAAC CGCGCCATCA
GCACCTGATT

10

20

30

40

【0 8 9 9】

【数 1 5 4】

7261AATTAAGCTCG AGGCAGCAGC AGCTCGGATA GTATCGACAC ACTCTGGACG
CTGGTCGTGT
7321GATGGACTGT TGCCGCCACA CTTGCTGCCT TGACCTGTGA ATATCCCTGC
CGCTTTTATC
7381AAACAGCCTC AGTGTGTTTG ATCTTGTGTG TACGCGCTTT TGCGAGTTGC
TAGCTGCTTG
7441TGCTATTTGC GAATACCACC CCCAGCATCC CCTTCCCTCG TTTCATATCG
CTTGCATCCC
7501AACCGCAACT TATCTACGCT GTCCTGCTAT CCCTCAGCGC TGCTCCTGCT
CCTGCTCACT
7561GCCCCCTCGCA CAGCCTTGGT TTGGGCTCCG CCTGTATTCT CCTGGTACTG
CAACCTGTAA
7621ACCAGCACTG CAATGCTGAT GCACGGGAAG TAGTGGGATG GGAACACAAA
TGGAAAGCTT
7681GAGCTCCAGC CACGGCAACA CCGCGCGCCT TCGGGCCGAG CACGGCGACA
AGAACCTGAG
7741CAAGATCTGC GGGCTGATCG CCAGCGACGA GGGCCGGCAC GAGATCGCCT
ACACGCGCAT
7801CGTGGACGAG TTCTTCCGCC TCGACCCCGA GGGCGCCGTC GCCGCCTACG
CCAACATGAT
7861GCGCAAGCAG ATCACCATGC CCGCGCACCT CATGGACGAC ATGGGCCACG
GCGAGGCCAA
7921CCCGGGCCGC AACCTCTTCG CCGACTTCTC CGCGGTGCGC GAGAAGATCG
ACGTCTACGA
7981CGCCGAGGAC TACTGCCGCA TCCTGGAGCA CCTCAACGCG CGCTGGAAGG
TGGACGAGCG
8041CCAGGTCAGC GGCCAGGCCG CCGCGGACCA GGAGTACGTC CTGGGCCTGC
CCCAGCGCTT
8101CCGGAAGCTC GCCGAGAAGA CCGCCGCCAA GCGCAAGCGC GTCGCGCGCA
GGCCCCTCGC
8161CTTCTCCTGG AGAAGAGCCT CTAGAGTCGA CCTGCAGGCA TGCAAGCTTG
GCGTAATCAT
8221GGTCATAGCT GTTTCCTGTG TGAAATTGTT ATCCGCTCAC AATTCACAC
AACATACGAG
8281CCGGAAGCAT AAAGTGTAAG GCCTGGGGTG CCTAATGAGT GAGCTAACTC
ACATTAATTG
8341CGTTGCGCTC ACTGCCCCGCT TTCCAGTCGG GAAACCTGTC GTGCCAGCTG
CATTAATGAA
8401TCGGCCAACG CGCGGGGAGA GGCGGTTTGC GTATTGGGCG CTCTTCCGCT
TCCTCGCTCA
8461CTGACTCGCT GCGCTCGGTC GTTCGGCTGC GGCAGCGGT ATCAGCTCAC
TCAAAGGCGG
8521TAATACGGTT ATCCACAGAA TCAGGGGATA ACGCAGGAAA GAACATGTGA
GCAAAAGGCC
8581AGCAAAAGGC CAGGAACCGT AAAAAGGCCG CGTTGCTGGC GTTTTTCCAT
AGGCTCCGCC
8641CCCCTGACGA GCATCACAAA AATCGACGCT CAAGTCAGAG GTGGCGAAAC
CCGACAGGAC
8701TATAAAGATA CCAGGCGTTT CCCCCTGGAA GCTCCCTCGT GCGCTCTCCT
GTTCCGACCC

10

20

30

40

【0 9 0 0】

【数 1 5 5】

8761TGCCGCTTAC CGGATACCTG TCCGCCTTTC TCCCTTCGGG AAGCGTGGCG
CTTTCTCATA
8821GCTCACGCTG TAGGTATCTC AGTTCGGTGT AGGTCGTTCG CTCCAAGCTG
GGCTGTGTGC
8881ACGAACCCCC CGTTCAGCCC GACCGCTGCG CCTTATCCGG TAACTATCGT
CTTGAGTCCA
8941ACCCGGTAAG ACACGACTTA TCGC

配列番号 231

p S Z 1 4 1 3

10

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG
61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG
121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA
181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG
241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAACT
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTTGT
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCCTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAAGT GTCTTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGAGTG
TTATCACTCA
901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA

20

30

40

【0 9 0 1】

【数 1 5 6】

1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTG
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCCGCCTGG AGCTGGTGCA
GAGCATGGGG
1921CAGTTTGCGG AGGAGAGGGT GCTCCCCGTG CTGCACCCCG TGGACAAGCT
GTGGCAGCCG
1981CAGGACTTCC TGCCCGACCC CGAGTCGCCC GACTTCGAGG ACCAGGTGGC
GGAGCTGCGC
2041GCGCGCGCCA AGGACCTGCC CGACGAGTAC TTTGTGGTGC TGGTGGGCGA
CATGATCACG
2101GAGGAGGCGC TGCCGACCTA CATGGCCATG CTCAACACCT TGGACGGTGT
GCGCGACGAC
2161ACGGGCGCGG CTGACCACCC GTGGGCGCGC TGGACGCGGC AGTGGGTGGC
CGAGGAGAAC
2221CGGCACGGCG ACCTGCTGAA CAAGTACTGT TGGCTGACGG GGCGCGTCAA
CATGCGGGCC
2281GTGGAGGTGA CCATCAACAA CCTGATCAAG AGCGGCATGA ACCCGCAGAC
GGACAACAAC
2341CCTTACTTGG GCTTCGTCTA CACCTCCTTC CAGGAGCGCG CCACCAAGTA
GGTACCCTTT
2401CTTGCGCTAT GACACTTCCA GCAAAAGGTA GGGCGGGCTG CGAGACGGCT
TCCCGGCGCT
2461GCATGCAACA CCGATGATGC TTCGACCCCC CGAAGCTCCT TCGGGGCTGC
ATGGGCGCTC
2521CGATGCCGCT CCAGGGCGAG CGCTGTTTAA ATAGCCAGGC CCCCATTGCG
AAAGACATTA
2581TAGCGAGCTA CCAAAGCCAT ATTCAAACAC CTAGATCACT ACCACTTCTA
CACAGGCCAC

10

20

30

40

【0 9 0 2】

【数 1 5 7】

2641TCGAGCTTGT GATCGCACTC CGCTAAGGGG GCGCCTCTTC CTCTTCGTTT
CAGTCACAAC
2701CCGCAAACCTC TAGAATATCA ATGCTGCTGC AGGCCTTCCT GTTCCTGCTG
GCCGGCTTCG
2761CCGCCAAGAT CAGCGCCTCC ATGACGAACG AGACGTCCGA CCGCCCCCTG
GTGCACTTCA
2821CCCCCAACAA GGGCTGGATG AACGACCCCA ACGGCCTGTG GTACGACGAG
AAGGACGCCA
2881AGTGGCACCT GTACTTCCAG TACAACCCGA ACGACACCGT CTGGGGGACG
CCCTTGTTCT
2941GGGGCCACGC CACGTCCGAC GACCTGACCA ACTGGGAGGA CCAGCCCATC
GCCATCGCCC
3001CGAAGCGCAA CGACTCCGGC GCCTTCTCCG GCTCCATGGT GGTGGACTAC
AACAACACCT
3061CCGGCTTCTT CAACGACACC ATCGACCCGC GCCAGCGCTG CGTGGCCATC
TGGACCTACA
3121ACACCCCGGA GTCCGAGGAG CAGTACATCT CCTACAGCCT GGACGGCGGC
TACACCTTCA
3181CCGAGTACCA GAAGAACCCC GTGCTGGCCG CCAACTCCAC CCAGTTCCGC
GACCCGAAGG
3241TCTTCTGGTA CGAGCCCTCC CAGAAGTGGA TCATGACCGC GGCCAAGTCC
CAGGACTACA
3301AGATCGAGAT CTACTCCTCC GACGACCTGA AGTCCTGGAA GCTGGAGTCC
GCGTTCGCCA
3361ACGAGGGCTT CCTCGGCTAC CAGTACGAGT GCCCCGGCCT GATCGAGGTC
CCCACCGAGC
3421AGGACCCCAG CAAGTCCTAC TGGGTGATGT TCATCTCCAT CAACCCCGGC
GCCCCGGCCG
3481GCGGCTCCTT CAACCAGTAC TTCGTCGGCA GCTTCAACGG CACCCACTTC
GAGGCCTTCG
3541ACAACAGTC CCGCGTGGTG GACTTCGGCA AGGACTACTA CGCCCTGCAG
ACCTTCTTCA
3601ACACCGACCC GACCTACGGG AGCGCCCTGG GCATCGCGTG GGCCTCCAAC
TGGGAGTACT
3661CCGCCTTCGT GCCACCAAC CCCTGGCGCT CCTCCATGTC CCTCGTGCAG
AAGTTCTCCC
3721TCAACACCGA GTACCAGGCC AACCCGGAGA CGGAGCTGAT CAACCTGAAG
GCCGAGCCGA
3781TCCTGAACAT CAGCAACGCC GGCCCCCTGGA GCCGGTTCGC CACCAACACC
ACGTTGACGA
3841AGGCCAACAG CTACAACGTC GACCTGTCCA ACAGCACCGG CACCCTGGAG
TTCGAGCTGG
3901TGACGCCGT CAACACCACC CAGACGATCT CCAAGTCCGT GTTCGCGGAC
CTCTCCCTCT
3961GGTTCAAGGG CCTGGAGGAC CCCGAGGAGT ACCTCCGCAT GGGCTTCGAG
GTGTCCGCGT
4021CCTCCTTCTT CCTGGACCGC GGGAACAGCA AGGTGAAGTT CGTGAAGGAG
AACCCCTACT
4081TCACCAACCG CATGAGCGTG AACAACCAGC CCTTCAAGAG CGAGAACGAC
CTGTCTTACT

10

20

30

40

【0 9 0 3】

【数 1 5 8】

4141ACAAGGTGTA CGGCTTGCTG GACCAGAACA TCCTGGAGCT GTACTTCAAC
 GACGGCGACG
 4201TCGTGTCCAC CAACACCTAC TTCATGACCA CCGGGAACGC CCTGGGCTCC
 GTGAACATGA
 4261CGACGGGGGT GGACAACCTG TTCTACATCG ACAAGTTCCA GGTGCGCGAG
 GTCAAGTGAC
 4321AATTGGCAGC AGCAGCTCGG ATAGTATCGA CACACTCTGG ACGCTGGTCG
 TGTGATGGAC
 4381TGTTGCCGCC ACACCTGCTG CCTTGACCTG TGAATATCCC TGCCGCTTTT
 ATCAAACAGC
 4441CTCAGTGTGT TTGATCTTGT GTGTACGCGC TTTTGCGAGT TGCTAGCTGC
 TTGTGCTATT
 4501TGCGAATACC ACCCCCAGCA TCCCCTTCCC TCGTTTCATA TCGCTTGCAT
 CCCAACCGCA
 4561ACTTATCTAC GCTGTCTGCTG TATCCCTCAG CGCTGCTCCT GCTCCTGCTC
 ACTGCCCCCTC
 4621GCACAGCCTT GGTTTGGGCT CCGCCTGTAT TCTCCTGGTA CTGCAACCTG
 TAAACCAGCA
 4681CTGCAATGCT GATGCACGGG AAGTAGTGGG ATGGGAACAC AAATGGAGGA
 TCCCGCGTCT
 4741CGAACAGAGC GCGCAGAGGA ACGCTGAAGG TCTCGCCTCT GTCGCACCTC
 AGCGCGGCAT
 4801ACACCACAAT AACCACCTGA CGAATGCGCT TGGTTCTTCG TCCATTAGCG
 AAGCGTCCGG
 4861TTCACACACG TGCCACGTTG GCGAGGTGGC AGGTGACAAT GATCGGTGGA
 GCTGATGGTC
 4921GAAACGTTCA CAGCCTAGGG ATATCGAATT CGGCCGACAG GACGCGCGTC
 AAAGGTGCTG
 4981GTCGTGTATG CCCTGGCCGG CAGGTCGTTG CTGCTGCTGG TTAGTGATTC
 CGCAACCCTG
 5041ATTTTGGCGT CTTATTTTGG CGTGGCAAAC GCTGGCGCCC GCGAGCCGGG
 CCGGCGGGCA
 5101TGCGGTGCCC CACGGCTGCC GGAATCCAAG GGAGGCAAGA GCGCCCGGGT
 CAGTTGAAGG
 5161GCTTTACGCG CAAGGTACAG CCGCTCCTGC AAGGCTGCGT GGTGGAATTG
 GACGTGCAGG
 5221TCCTGCTGAA GTTCCTCCAC CGCCTCACCA GCGGACAAAG CACCGGTGTA
 TCAGGTCCGT
 5281GTCATCCACT CTAAAGAACT CGACTACGAC CTACTGATGG CCCTAGATTG
 TTCATCAAAA
 5341ACGCCTGAGA CACTTGCCCA GGATTGAAAC TCCCTGAAGG GACCACCAGG
 GGCCCTGAGT
 5401TGTTCCCTTCC CCCCCTGGCG AGCTGCCAGC CAGGCTGTAC CTGTGATCGA
 GGCTGGCGGG
 5461AAAATAGGCT TCGTGTGCTC AGGTCATGGG AGGTGCAGGA CAGCTCATGA
 AACGCCAACA
 5521ATCGCACAAAT TCATGTCAAG CTAATCAGCT ATTTCCCTCTT CACGAGCTGT
 AATTGTCCCA
 5581AAATTCTGGT CTACCGGGGG TGATCCCTCG TGTACGGGCC CTTCCTCAA
 CCCTAGGTAT

10

20

30

40

【0 9 0 4】

【数 1 5 9】

5641GCGCGCATGC GGTCGCCGCG CAACTCGCGC GAGGGCCGAG GGTTTGGGAC
GGGCCGTCCC
5701GAAATGCAGT TGCACCCGGA TGCGTGGCAC CTTTTTTGCG ATAATTTATG
CAATGGACTG
5761CTCTGCAAAA TTCTGGCTCT GTCGCCAACC CTAGGATCAG CGGCGTAGGA
TTTCGTAATC
5821ATTCTGTCCTG ATGGGGAGCT ACCGACTACC CTAATATCAG CCCGACTGCC
TGACGCCAGC
5881GTCCACTTTT GTGCACACAT TCCATTCTGT CCCAAGACAT TTCATTGTGG
TGCGAAGCGT
5941CCCCAGTTAC GCTCACCTGT TTCCCGACCT CCTTACTGTT CTGTGCACAG
AGCGGGCCCA
6001CAGGCCGGTC GCAGCCACTA GTATGGCTAT CAAGACGAAC AGGCAGCCTG
TGGAGAAGCC
6061TCCGTTACG ATCGGGACGC TCGCAAGGC CATCCCCGCG CACTGTTTCG
AGCGCTCGGC
6121GCTTCGTGGG CGCGCCCCCA AGGCCAACGG CAGCGCCGTG AGCCTGAAGT
CCGGCAGCCT
6181GAACACCCTG GAGGACCCCC CCAGCAGCCC CCCCCCCGCG ACCTTCCTGA
ACCACTGACC
6241CGACTGGAGC CGCCTGCGCA CCGCCATCAC CACCGTGTTT GTGGCCGCCG
AGAAGCAGTT
6301CACCCGCTG GACCGCAAGA GCAAGCGCCC CGACATGCTG GTGGACTGGT
TCGGCAGCGA
6361GACCATCGTG CAGGACGGCC TGGTGTTCGG CGAGCGCTTC AGCATCCGCA
GCTACGAGAT
6421CGGCGCCGAC CGCACCGCCA GCATCGAGAC CCTGATGAAC CACCTGCAGG
ACACCAGCCT
6481GAACCACTGC AAGAGCGTGG GCCTGCTGAA CGACGGCTTC GGCCGCACCC
CCGAGATGTG
6541CACCCGCGAC CTGATCTGGG TGCTGACCAA GATGCAGATC GTGGTGAACC
GCTACCCAC
6601CTGGGGCGAC ACCGTGGAGA TCAACAGCTG GTTCAGCCAG AGCGGCAAGA
TCGGCATGGG
6661CCGCGAGTGG CTGATCAGCG ACTGCAACAC CGGCGAGATC CTGGTGCGCG
CCACCAGCGC
6721CTGGGCCATG ATGAACCAGA AGACCCGCCG CTTAGCAAG CTGCCCTGCG
AGGTGCGCCA
6781GGAGATCGCC CCCCCTTCG TGGACGCCCC CCCCCTGATC GAGGACAACG
ACCGCAAGCT
6841GCACAAGTTC GACGTGAAGA CCGGCGACAG CATCTGCAAG GGCCTGACCC
CCGGCTGGAA
6901CGACTTCGAC GTGAACCAGC ACGTGAGCAA CGTGAAGTAC ATCGGCTGGA
TTCTGGAGAG
6961CATGCCACC GAGGTGCTGG AGACCCAGGA GCTGTGCAGC CTGACCCTGG
AGTACCGCCG
7021CGAGTGCGGC CGCGAGAGCG TGGTGGAGAG CGTGACCAGC ATGAACCCCA
GCAAGGTGGG
7081CGACCGCAGC CAGTACCAGC ACCTGCTGCG CCTGGAGGAC GGCGCCGACA
TCATGAAGGG

10

20

30

40

【0 9 0 5】

【数 1 6 0】

7141CCGCACCGAG TGGCGCCCCA AGAACGCCGG CACCAACCGC GCCATCAGCA
CCTGATTAAT
7201TAACTCGAGG CAGCAGCAGC TCGGATAGTA TCGACACACT CTGGACGCTG
GTCGTGTGAT
7261GGACTGTTGC CGCCACACTT GCTGCCCTTGA CCTGTGAATA TCCCTGCCGC
TTTTATCAAA
7321CAGCCTCAGT GTGTTTGATC TTGTGTGTAC GCGCTTTTGC GAGTTGCTAG
CTGCTTGTGC
7381TATTTGCGAA TACCACCCCC AGCATCCCCT TCCCTCGTTT CATATCGCTT
GCATCCCAAC
7441CGCAACTTAT CTACGCTGTC CTGCTATCCC TCAGCGCTGC TCCTGCTCCT
GCTCACTGCC
7501CCTCGCACAG CCTTGTTTTG GGCTCCGCCT GTATTCTCCT GGTACTGCAA
CCTGTAAACC
7561AGCACTGCAA TGCTGATGCA CGGGAAGTAG TGGGATGGGA ACACAAATGG
AAAGCTTGAG
7621CTCCAGCCAC GGCAACACCG CGCGCCTTGC GGCCGAGCAC GGCGACAAGA
ACCTGAGCAA
7681GATCTGCGGG CTGATCGCCA GCGACGAGGG CCGGCACGAG ATCGCCTACA
CGCGCATCGT
7741GGACGAGTTC TTCCGCCTCG ACCCCGAGGG CGCCGTCGCC GCCTACGCCA
ACATGATGCG
7801CAAGCAGATC ACCATGCCCC CGCACCTCAT GGACGACATG GGCCACGGCG
AGGCCAACCC
7861GGGCCGCAAC CTCTTCGCCG ACTTCTCCGC GGTCGCCGAG AAGATCGACG
TCTACGACGC
7921CGAGGACTAC TGCCGCATCC TGGAGCACCT CAACGCGCGC TGGAAGGTGG
ACGAGCGCCA
7981GGTCAGCGGC CAGGCCGCCG CGGACCAGGA GTACGTCCTG GGCCTGCCCC
AGCGCTTCCG
8041GAAACTCGCC GAGAAGACCG CCGCCAAGCG CAAGCGCGTC GCGCGCAGGC
CCGTGCGCTT
8101CTCCTGGAGA AGAGCCTCTA GAGTCGACCT GCAGGCATGC AAGCTTGGCG
TAATCATGGT
8161CATAGCTGTT TCCTGTGTGA AATTGTTATC CGCTCACAAT TCCACACAAC
ATACGAGCCG
8221GAAGCATAAA GTGTAAAGCC TGGGGTGCCT AATGAGTGAG CTAATCACA
TTAATTGCGT
8281TGCGCTCACT GCCCGCTTTC CAGTCGGGAA ACCTGTCGTG CCAGCTGCAT
TAATGAATCG
8341GCCAACGCGC GGGGAGAGGC GGTTTGCGTA TTGGGCGCTC TTCCGCTTCC
TCGCTCACTG
8401ACTCGCTGCG CTCGGTCGTT CGGCTGCGGC GAGCGGTATC AGCTCACTCA
AAGGCGGTAA
8461TACGTTTATC CACAGAATCA GGGGATAACG CAGGAAAGAA CATGTGAGCA
AAAGGCCAGC
8521AAAAGGCCAG GAACCGTAAA AAGGCCGCGT TGCTGGCGTT TTTCCATAGG
CTCCGCCCCC
8581CTGACGAGCA TCACAAAAAT CGACGCTCAA GTCAGAGGTG GCGAAACCCG
ACAGGACTAT

10

20

30

40

【0 9 0 6】

【数 1 6 1】

8641AAAGATACCA GCGTTTTCCC CCTGGAAGCT CCCTCGTGCG CTCTCCTGTT
 CCGACCCTGC
 8701CGCTTACCGG ATACCTGTCC GCCTTTCTCC CTTGCGGAAG CGTGGCGCTT
 TCTCATAGCT
 8761CACGCTGTAG GTATCTCAGT TCGGTGTAGG TCGTTCGCTC CAAGCTGGGC
 TGTGTGCACG
 8821AACCCCCCGT TCAGCCCGAC CGCTGCGCCT TATCCGGTAA CTATCGTCTT
 GAGTCCAACC
 8881CGGTAAGACA CGACTTATCG C

10

配列番号 232

p S Z 1 4 9 1

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAAC
 301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
 ATCCTTTTAA
 361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
 TCTGACAGTT
 421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
 TCATCCATAG
 481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
 TCTGGCCCCA
 541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
 GCAATAAACC
 601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
 TCCATCCAGT
 661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
 TTGCGCAACG
 721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
 GCTTCATTCA
 781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
 AAAAAAGCGG
 841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
 TTATCACTCA
 901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
 TGCTTTTCTG
 961TGAAGTGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
 CCGAGTTGCT
 1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
 AAAGTGCTCA

20

30

40

【0 9 0 7】

【数 1 6 2】

1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCCG TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAAGTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCAGC
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC

10

20

30

40

【0 9 0 8】

【数 1 6 3】

2581GCTGGGGGTT GCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGGCGC CTCTTCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGC
2941TGCTGCAGGC CTTCTGTTC CTGCTGGCCG GCTTCGCCGC CAAGATCAGC
GCCTCCATGA
3001CGAACGAGAC GTCCGACCGC CCCCTGGTGC ACTTCACCCC CAACAAGGGC
TGGATGAACG
3061ACCCCAACGG CCTGTGGTAC GACGAGAAGG ACGCCAAGTG GCACCTGTAC
TTCCAGTACA
3121ACCCGAACGA CACCGTCTGG GGGACGCCCT TGTTCGGGG CCACGCCACG
TCCGACGACC
3181TGACCAACTG GGAGGACCAG CCCATCGCCA TCGCCCCGAA GCGCAACGAC
TCCGGCGCCT
3241TCTCCGGCTC CATGGTGGTG GACTACAACA ACACCTCCGG CTTCTTCAAC
GACACCATCG
3301ACCCGCGCCA GCGCTGCGTG GCCATCTGGA CCTACAACAC CCCGGAGTCC
GAGGAGCAGT
3361ACATCTCCTA CAGCCTGGAC GGCGGCTACA CCTTCACCGA GTACCAGAAG
AACCCCGTGC
3421TGCCCGCCAA CTCCACCCAG TTCCGCGACC CGAAGGTCTT CTGGTACGAG
CCCTCCCAGA
3481AGTGGATCAT GACCGCGGCC AAGTCCCAGG ACTACAAGAT CGAGATCTAC
TCCTCCGACG
3541ACCTGAAGTC CTGGAAGCTG GAGTCCGCGT TCGCCAACGA GGGCTTCCTC
GGCTACCACT
3601ACGAGTGCCC CGGCCTGATC GAGGTCCCCA CCGAGCAGGA CCCCAGCAAG
TCCTACTGGG
3661TGATGTTTAT CTCCATCAAC CCCGGCGCCC CGGCCGGCGG CTCCTTCAAC
CAGTACTTCG
3721TCGGCAGCTT CAACGGCACC CACTTCGAGG CCTTCGACAA CCAGTCCCGC
GTGGTGGACT
3781TCGGCAAGGA CTACTACGCC CTGCAGACCT TCTTCAACAC CGACCCGACC
TACGGGAGCG
3841CCCTGGGCAT CGCGTGGGCC TCCAACTGGG AGTACTCCGC CTTCGTGCCC
ACCAACCCCT
3901GGCGCTCCTC CATGTCCCTC GTGCGCAAGT TCTCCCTCAA CACCGAGTAC
CAGGCCAACC
3961CGGAGACGGA GCTGATCAAC CTGAAGGCCG AGCCGATCCT GAACATCAGC
AACGCCGGCC
4021CCTGGAGCCG GTTCGCCACC AACACCACGT TGACGAAGGC CAACAGCTAC
AACGTCGACC

10

20

30

40

【0 9 0 9】

【数 1 6 4】

4081TGTC AACAG CACCGGCACC CTGGAGTTCG AGCTGGTGTA CGCCGTCAAC
ACCACCCAGA
4141CGATCTCCAA GTCCGTGTTT GCGGACCTCT CCCTCTGGTT CAAGGGCCTG
GAGGACCCCG
4201AGGAGTACCT CCGCATGGGC TTCGAGGTGT CCGCGTCCTC CTTCTTCCTG
GACCGCGGGA
4261ACAGCAAGGT GAAGTTCGTG AAGGAGAACC CCTACTTCAC CAACCGCATG
AGCGTGAACA
4321ACCAGCCCTT CAAGAGCGAG AACGACCTGT CCTACTACAA GGTGTACGGC
TTGCTGGACC
4381AGAACATCCT GGAGCTGTAC TTCAACGACG GCGACGTCGT GTCCACCAAC
ACCTACTTCA
4441TGACCACCGG GAACGCCCTG GGCTCCGTGA ACATGACGAC GGGGGTGGAC
AACCTGTTCT
4501ACATCGACAA GTTCCAGGTG CGCGAGGTCA AGTGACAATT GGCAGCAGCA
GCTCGGATAG
4561TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC
TTGCTGCCTT
4621GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA
TCTTGTGTGT
4681ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC
CCAGCATCCC
4741CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT ATCTACGCTG
TCCTGCTATC
4801CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTGGTT
TGGGCTCCGC
4861CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG
CACGGGAAGT
4921AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAGGATCCC GCGTCTCGAA CAGAGCGCGC
AGAGGAACGC
4981TGAAGGTCTC GCCTCTGTCT CACCTCAGCG CGGCATACAC CACAATAACC
ACCTGACGAA
5041TGCGCTTGGT TCTTCGTCCA TTAGCGAAGC GTCCGGTTCA CACACGTGCC
ACGTTGGCGA
5101GGTGGCAGGT GACAATGATC GGTGGAGCTG ATGGTCGAAA CGTTCACAGC
CTAGGGATAT
5161CGAATTCCGC CGACAGGACG CGCGTCAAAG GTGCTGGTCG TGTATGCCCT
GGCCGGCAGG
5221TCGTTGCTGC TGCTGGTTAG TGATTCCGCA ACCCTGATTT TGGCGTCTTA
TTTTGGCGTG
5281GCAAACGCTG GCGCCCGCGA GCCGGGCGG CGGCGATGCG GTGCCCCACG
GCTGCCGGAA
5341TCCAAGGGAG GCAAGAGCGC CCGGGTCAGT TGAAGGGCTT TACGCGCAAG
GTACAGCCGC
5401TCCTGCAAGG CTGCGTGGTG GAATTGGACG TGCAGGTCCT GCTGAAGTTC
CTCCACCGCC
5461TCACCAGCGG ACAAAGCACC GGTGTATCAG GTCCGTGTCA TCCACTCTAA
AGAACTCGAC
5521TACGACCTAC TGATGGCCCT AGATTCTTCA TCAAAAACGC CTGAGACACT
TGCCCAGGAT

10

20

30

40

【0 9 1 0】

【数 1 6 5】

5581TGAAACTCCC TGAAGGGACC ACCAGGGGCC CTGAGTTGTT CCTTCCCCC
GTGGCGAGCT
5641GCCAGCCAGG CTGTACCTGT GATCGAGGCT GGCGGGAAAA TAGGCTTCGT
GTGCTCAGGT
5701CATGGGAGGT GCAGGACAGC TCATGAAACG CCAACAATCG CACAATTCAT
GTCAAGCTAA
5761TCAGCTATTT CCTCTTCACG AGCTGTAATT GTCCCAAAAT TCTGGTCTAC
CGGGGGTGAT
5821CCTTCGTGTA CGGGCCCTTC CCTCAACCCT AGGTATGCGC GCATGCGGTC
GCCGCGCAAC
5881TCGCGCGAGG GCCGAGGGTT TGGGACGGGC CGTCCCGAAA TGCAGTTGCA
CCCGGATGCG
5941TGGCACCTTT TTTGCGATAA TTTATGCAAT GGAATGCTCT GCAAAATTCT
GGCTCTGTCTG
6001CCAACCCTAG GATCAGCGGC GTAGGATTTT GTAATCATTC GTCCTGATGG
GGAGCTACCG
6061ACTACCCTAA TATCAGCCCG ACTGCCTGAC GCCAGCGTCC ACTTTTGTGC
ACACATTCCA
6121TTCGTGCCCC AGACATTTCA TTGTGGTGCG AAGCGTCCCC AGTTACGCTC
ACCTGTTTCC
6181CGACCTCCTT ACTGTTCTGT CGACAGAGCG GGCCACAGG CCGGTGCGAG
CCCATATGGC
6241TTCGCGGGCA TTCACCATGT CGGCGTGCCC CGCGATGACT GGCAGGGCCC
CTGGGGCACG
6301TCGCTCCGGA CGGCCAGTCG CCACCCGCCT GAGGTACGTA TTCCAGTGCC
TGGTGGCCAG
6361CTGCATCGAC CCCTGCGACC AGTACCGCAG CAGCGCCAGC CTGAGCTTCC
TGGGCGACAA
6421CGGCTTCGCC AGCCTGTTCTG GCAGCAAGCC CTTATGAGC AACCGCGGCC
ACCGCCGCCT
6481GCGCCGCGCC AGCCACAGCG GCGAGGCCAT GGCCGTGGCC CTGCAGCCCG
CCCAGGAGGC
6541CGGCACCAAG AAGAAGCCCG TGATCAAGCA GCGCCGCGTG GTGGTGACCG
GCATGGGCGT
6601GGTGACCCCC CTGGGCCACG AGCCCGACGT GTTCTACAAC AACCTGCTGG
ACGGCGTGAG
6661CGGCATCAGC GAGATCGAGA CCTTCGACTG CACCCAGTTC CCCACCCGCA
TCGCCGGCGA
6721GATCAAGAGC TTCAGCACCG ACGGCTGGGT GGCCCCAAG CTGAGCAAGC
GCATGGACAA
6781GTTTCATGCTG TACCTGCTGA CCGCCGGCAA GAAGGCCCTG GCCGACGGCG
GCATCACCGA
6841CGAGGTGATG AAGGAGCTGG ACAAGCGCAA GTGCGGCGTG CTGATCGGCA
GCGGCATGGG
6901CGGCATGAAG GTGTTCAACG ACGCCATCGA GGCCCTGCGC GTGAGCTACA
AGAAGATGAA
6961CCCCTTCTGC GTGCCCTTCG CCACCACCAA CATGGGCAGC GCCATGCTGG
CCATGGACCT
7021GGGCTGGATG GGCCCCAACT ACAGCATCAG CACCGCCTGC GCCACCAGCA
ACTTCTGCAT

10

20

30

40

【0 9 1 1】

【数 1 6 6】

7081CCTGAACGCC GCCAACCACA TCATCCGCGG CGAGGCCGAC ATGATGCTGT
GCGGCGGCAG
7141CGACGCCGTG ATCATCCCCA TCGGCCTGGG CGGCTTCGTG GCCTGCCGCG
CCCTGAGCCA
7201GCGCAACAGC GACCCACCA AGGCCAGCCG CCCCTGGGAC AGCAACCGCG
ACGGCTTCGT
7261GATGGGCGAG GGCGCCGGCG TGCTGCTGCT GGAGGAGCTG GAGCACGCCA
AGAAGCGCGG
7321CGCCACCATC TACGCCGAGT TCCTGGGCGG CAGCTTCACC TGCGACGCCT
ACCACATGAC
7381CGAGCCCCAC CCCGAGGGCG CCGGCGTGAT CCTGTGCATC GAGAAGGCCC
TGGCCCCAGG
7441CGGCGTGAGC AAGGAGGACG TGAACATACAT CAACGCCAC GCCACCAGCA
CCAGCGCCG
7501CGACATCAAG GAGTACCAGG CCCTGGCCCCG CTGCTTCGGC CAGAACAGCG
AGCTGCGCGT
7561GAACAGCACC AAGAGCATGA TCGGCCACCT GCTGGGCGCC GCCGGCGGCG
TGGAGGCCGT
7621GACCGTGGTG CAGGCCATCC GCACCGGCTG GATTCACCCC AACCTGAACC
TGGAGGACCC
7681CGACAAGGCC GTGGACGCCA AGCTGCTGGT GGGCCCCAAG AAGGAGCGCC
TGAACGTGAA
7741GGTGGGCTG AGCAACAGCT TCGGCTTCGG CGGCCACAAC AGCAGCATCC
TGTTGCCCC
7801CTGCAACGTG TGAATGCATA CGGAGCGTCG TCGGGGAGGG AGTGTGCCGA
GCGGGGAGTC
7861CCGGTCTGTG CGAGGCCCGG CAGCTGACGC TGGCGAGCCG TACGCCCCGA
GGGTCCCCCT
7921CCCCCTCCCC CTCTTCCCCCT TCCCTCTGAC GGCCGCGCCT GTTTTTGCAT
GTTACAGCGAC
7981CTTAAGGATC TAAGTAAGAT TCGAAGCGCT CGACCGTGCC GGACGGACTG
CAGCCCCATG
8041TCGTAGTGAC CGCCAATGTA AGTGGGCTGG CGTTTCCCTG TACGTGACTC
AACGTCACTG
8101CAGCGCACCC ACCCTCTCGA CCGGCAGGAC CAGGCATCGC GAGATACAGC
GCGAGCCAGA
8161CACGGAGTGC CGAGCTATGC GCACGCTCCA ACTAGATATC GAATTCGGCC
GACAGGACGC
8221GCGTCAAAGG TGCTGGTCTG GTATGCCCTG GCCGGCAGGT CGTTGCTGCT
GCTGGTTAGT
8281GATTCCGCAA CCCTGATTTT GGCGTCTTAT TTTGGCGTGG CAAACGCTGG
CGCCGCGAG
8341CCGGGCCGGC GGCGATGCGG TGCCCCACGG CTGCCGGAAT CCAAGGGAGG
CAAGAGCGCC
8401CGGGTCAGTT GAAGGGCTTT ACGCGCAAGG TACAGCCGCT CCTGCAAGGC
TGCGTGGTGG
8461AATTGGACGT GCAGGTCCTG CTGAAGTTCC TCCACCGCCT CACCAGCGGA
CAAAGCACCG
8521GTGTATCAGG TCCGTGTCAT CCACTCTAAA GAACTCGACT ACGACCTACT
GATGGCCCTA

10

20

30

40

【0 9 1 2】

【数 1 6 7】

8581GATTCTTCAT CAAAAACGCC TGAGACACTT GCCCAGGATT GAAACTCCCT
GAAGGGACCA
8641CCAGGGGCCC TGAGTTGTTC CTTCCCCCG TGGCGAGCTG CCAGCCAGGC
TGTACCTGTG
8701ATCGAGGCTG GCGGGAAAAT AGGCTTCGTG TGCTCAGGTC ATGGGAGGTG
CAGGACAGCT
8761CATGAAACGC CAACAATCGC ACAATTCATG TCAAGCTAAT CAGCTATTTT
CTCTTCACGA
8821GCTGTAATTG TCCCAAAT CTGGTCTACC GGGGGTGATC CTTCGTGTAC
GGGCCCTTCC
8881CTCAACCCTA GGTATGCGCG CATGCGGTG CCGCGCAACT CGCGCGAGGG
CCGAGGGTTT
8941GGGACGGGCC GTCCCGAAAT GCAGTTGCAC CCGGATGCGT GGCACCTTTT
TTGCGATAAT
9001TTATGCAATG GACTGCTCTG CAAAATTCTG GCTCTGTGCG CAACCCTAGG
ATCAGCGGCG
9061TAGGATTTTCG TAATCATTCG TCCTGATGGG GAGCTACCGA CTACCCTAAT
ATCAGCCCGA
9121CTGCCTGACG CCAGCGTCCA CTTTTGTGCA CACATTCCAT TCGTGCCCAA
GACATTTTCAT
9181TGTGGTGCGA AGCGTCCCCA GTTACGCTCA CCTGTTTCCC GACCTCCTTA
CTGTTCTGTC
9241GACAGAGCGG GCCACAGGC CGGTGCGAGC CACTAGTATG GCCACCGCAT
CCACTTTCTC
9301GGCGTTCAAT GCCCGCTGCG GCGACCTGCG TCGCTCGGCG GGCTCCGGGC
CCCGGCGCCC
9361AGCGAGGCCC CTCCCCGTGC GCGGGCGCGC CCCCAGGCC AACGGCAGCG
CCGTGAGCCT
9421GAAGTCCGGC AGCCTGAACA CCCTGGAGGA CCCCCCAGC AGCCCCCCCC
CCCGCACCTT
9481CCTGAACCAG CTGCCCCACT GGAGCCGCCT GCGCACCGCC ATCACCACCG
TGTTCTGTGGC
9541CGCCGAGAAG CAGTTCACCC GCCTGGACCG CAAGAGCAAG CGCCCCGACA
TGCTGGTGGA
9601CTGGTTCCGC AGCGAGACCA TCGTGCAGGA CGGCCTGGTG TTCCGCGAGC
GCTTCAGCAT
9661CCGCAGCTAC GAGATCGGCG CCGACCGCAC CGCCAGCATC GAGACCCTGA
TGAACCACCT
9721GCAGGACACC AGCCTGAACC ACTGCAAGAG CGTGGGCCTG CTGAACGACG
GCTTCGGCCG
9781CACCCCCGAG ATGTGCACCC GCGACCTGAT CTGGGTGCTG ACCAAGATGC
AGATCGTGGT
9841GAACCGCTAC CCCACCTGGG GCGACACCGT GGAGATCAAC AGCTGGTTCA
GCCAGAGCGG
9901CAAGATCGGC ATGGGCCGCG AGTGGCTGAT CAGCGACTGC AACACCGGCG
AGATCCTGGT
9961GCGCGCCACC AGCGCCTGGG CCATGATGAA CCAGAAGACC CGCCGCTTCA
GCAAGCTGCC
10021CTGCGAGGTG CGCCAGGAGA TCGCCCCCA CTTCTGTGGAC GCCCCCCCCG
TGATCGAGGA

10

20

30

40

【0 9 1 3】

【数 1 6 8】

10081CAACGACCGC AAGCTGCACA AGTTCGACGT GAAGACCGGC GACAGCATCT
GCAAGGGCCT
10141GACCCCCGGC TGGAACGACT TCGACGTGAA CCAGCACGTG AGCAACGTGA
AGTACATCGG
10201CTGGATTCTG GAGAGCATGC CCACCGAGGT GCTGGAGACC CAGGAGCTGT
GCAGCCTGAC
10261CCTGGAGTAC CGCCGCGAGT GCGGCCGCGA GAGCGTGGTG GAGAGCGTGA
CCAGCATGAA
10321CCCCAGCAAG GTGGGCGACC GCAGCCAGTA CCAGCACCTG CTGCGCCTGG
AGGACGGCGC
10381CGACATCATG AAGGGCCGCA CCGAGTGGCG CCCCAGAAG GCGGGCACCA
ACCGCGCCAT
10441CAGCACCTGA TTAATTAAT CGAGGCAGCA GCAGCTCGGA TAGTATCGAC
ACACTCTGGA
10501CGCTGGTCTG GTGATGGACT GTTGCCGCCA CACTTGCTGC CTTGACCTGT
GAATATCCCT
10561GCCGCTTTTA TCAAACAGCC TCAGTGTGTT TGATCTTGTG TGTACGCGCT
TTTGCGAGTT
10621GCTAGCTGCT TGTGCTATTT GCGAATACCA CCCCAGCAT CCCCTTCCCT
CGTTTCATAT
10681CGCTTGCATC CCAACCGCAA CTTATCTACG CTGTCCTGCT ATCCCTCAGC
GCTGCTCCTG
10741CTCCTGCTCA CTGCCCCCTG CACAGCCTTG GTTTGGGCTC CGCCTGTATT
CTCCTGGTAC
10801TGCAACCTGT AAACCAGCAC TGCAATGCTG ATGCACGGGA AGTAGTGGGA
TGGGAACACA
10861AATGGAAAGC TTGAGCTCTT GTTTTCCAGA AGGAGTTGCT CTTGAGCCT
TTCATTCTCA
10921GCCTCGATAA CCTCCAAAGC CGCTCTAATT GTGGAGGGGG TTCGAATTTA
AAAGCTTGGA
10981ATGTTGGTTC GTGCGTCTGG AACAAGCCCA GACTTGTTGC TCACTGGGAA
AAGGACCATC
11041AGCTCCAAA AACTTGCCGC TCAAACCGCG TACCTCTGCT TTCGCGCAAT
CTGCCCTGTT
11101GAAATCGCCA CCACATTCAT ATTGTGACGC TTGAGCAGTC TGTAATTGCC
TCAGAATGTG
11161GAATCATCTG CCCCCTGTGC GAGCCCATGC CAGGCATGTC GCGGGCGAGG
ACACCCGCCA
11221CTCGTACAGC AGACCATTAT GCTACCTCAC AATAGTTCAT AACAGTGACC
ATATTTCTCG
11281AAGCTCCCCA ACGAGCACCT CCATGCTCTG AGTGGCCACC CCCCAGCCCT
GGTGCTTGCG
11341GAGGGCAGGT CAACCGGCAT GGGGCTACCG AAATCCCCGA CCGGATCCCA
CCACCCCGC
11401GATGGGAAGA ATCTCTCCCC GGGATGTGGG CCCACCACCA GCACAACCTG
CTGGCCCAGG
11461CGAGCGTCAA ACCATAACCAC ACAAATATCC TTGGCATCGG CCCTGAATTC
CTTCTGCCGC
11521TCTGCTACCC GGTGCTTCTG TCCGAAGCAG GGGTTGCTAG GGATCGCTCC
GAGTCCGCAA

10

20

30

40

【0 9 1 4】

【数 1 6 9】

11581ACCCCTTGTCG CGTGGCGGGG CTTGTTTCGAG CTTGAAGAGC CTCTAGAGTC
GACCTGCAGG
11641CATGCAAGCT TGGCGTAATC ATGGTCATAG CTGTTTCCTG TGTGAAATTG
TTATCCGCTC
11701ACAATTCCAC ACAACATACG AGCCGGAAGC ATAAAGTGTA AAGCCTGGGG
TGCCTAATGA
11761GTGAGCTAAC TCACATTAAT TGC GTTGCGC TCACTGCCCCG CTTTCCAGTC
GGGAAACCTG
11821TCGTGCCAGC TGCATTAATG AATCGGCCAA CGCGCGGGGA GAGGCGGTTT
GCGTATTGGG
11881CGCTCTTCCG CTTCTCGCT CACTGACTCG CTGCGCTCGG TCGTTCGGCT
GCGGCGAGCG
11941GTATCAGCTC ACTCAAAGGC GGTAATACGG TTATCCACAG AATCAGGGGA
TAACGCAGGA
12001AAGAACATGT GAGCAAAAGG CCAGCAAAAG GCCAGGAACC GTAAAAAGGC
CGCGTTGCTG
12061GCGTTTTTCC ATAGGCTCCG CCCCCCTGAC GAGCATCACA AAAATCGACG
CTCAAGTCAG
12121AGGTGGCGAA ACCCGACAGG ACTATAAAGA TACCAGGCGT TTCCCCCTGG
AAGCTCCCTC
12181GTGCGCTCTC CTGTTCCGAC CCTGCCGCTT ACCGGATACC TGTCCGCCTT
TCTCCCTTCG
12241GGAAGCGTGG CGCTTTCTCA TAGCTCACGC TGTAGGTATC TCAGTTCCGT
GTAGGTCGTT
12301CGCTCCAAGC TGGGCTGTGT GCACGAACCC CCCGTTTCAGC CCGACCGCTG
CGCCTTATCC
12361GGTAACTATC GTCTTGAGTC CAACCCGGTA AGACACGACT TATCGC

10

20

配列番号 233

p S Z 1 5 0 0

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG
61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG
121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA
181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG
241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAAC
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA

30

40

【0 9 1 5】

【数 1 7 0】

541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TTGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGGTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCAGGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATT
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGGGCTGG TCTGAATCCT
TCAGGCGGGT
1921GTTACCCGAG AAAGAAAGGG TGCCGATTTC AAAGCAGACC CATGTGCCGG
GCCCTGTGGC
1981CTGTGTTGGC GCCTATGTAG TCACCCCCC TCACCCAATT GTCGCCAGTT
TGCGCACTCC

10

20

30

40

【0 9 1 6】

【数 1 7 1】

2041ATAAACTCAA AACAGCAGCT TCTGAGCTGC GCTGTTCAAG AACACCTCTG
GGGTTTGCTC
2101ACCCGCGAGG TCGACGCCCA GCATGGCTAT CAAGACGAAC AGGCAGCCTG
TGGAGAAGCC
2161TCCGTTTACG ATCGGGACGC TCGCAAGGC CATCCCCGCG CACTGTTTCG
AGCGCTCGGC
2221GCTTCGTAGC AGCATGTACC TGGCCTTTGA CATCGCGGTC ATGTCCCTGC
TCTACGTCGC
2281GTCGACGTAC ATCGACCCTG CACCGGTGCC TACGTGGGTC AAGTACGGCA
TCATGTGGCC
2341GCTCTACTGG TTCTTCCAGG TGTGTTTGAG GGTTTTGGTT GCCCGTATTG
AGGTCCTGGT
2401GGCGCGCATG GAGGAGAAGG CGCCTGTCCC GCTGACCCCC CCGGCTACCC
TCCCGGCACC
2461TTCCAGGGCG CCTTCGGCAC GGGTGTCTGG GTGTGCGCGC ACGAGTGC GG
CCACCAGGCC
2521TTTTCTCCA GCCAGGCCAT CAACGACGGC GTGGGCCTGG TGTTCCACAG
CCTGCTGCTG
2581GTGCCCTACT ACTCCTGGAA GCACTCGCAC CGGGTACCCT TTCTTGCGCT
ATGACACTTC
2641CAGCAAAAGG TAGGGCGGGC TCGGAGACGG CTTCCCGGCG CTGCATGCAA
CACCGATGAT
2701GCTTCGACCC CCCGAAGCTC CTTCGGGGCT GCATGGGCGC TCCGATGCCG
CTCCAGGGCG
2761AGCGCTGTTT AAATAGCCAG GCCCCGATT GCAAAGACAT TATAGCGAGC
TACCAAAGCC
2821ATATTCAAAC ACCTAGATCA CTACCACTTC TACACAGGCC ACTCGAGCTT
GTGATCGCAC
2881TCCGCTAAGG GGGCGCCTCT TCCTCTTCGT TTCAGTCACA ACCCGCAAAC
TCTAGAATAT
2941CAATGCTGCT GCAGGCCTTC CTGTTCCCTGC TGGCCGGCTT CGCCGCCAAG
ATCAGCGCCT
3001CCATGACGAA CGAGACGTCC GACCGCCCC TGGTGCACTT CACCCCCAAC
AAGGGCTGGA
3061TGAACGACCC CAACGGCCTG TGGTACGACG AGAAGGACGC CAAGTGGCAC
CTGTACTTCC
3121AGTACAACCC GAACGACACC GTCTGGGGGA CGCCCTTGTT CTGGGGCCAC
GCCACGTCCG
3181ACGACCTGAC CAACTGGGAG GACCAGCCCA TCGCCATCGC CCCGAAGCGC
AACGACTCCG
3241GCGCCTTCTC CGGCTCCATG GTGGTGGACT ACAACAACAC CTCCGGCTTC
TTCAACGACA
3301CCATCGACCC GCGCCAGCGC TGCGTGGCCA TCTGGACCTA CAACACCCCG
GAGTCCGAGG
3361AGCAGTACAT CTCCTACAGC CTGGACGGCG GCTACACCTT CACCGAGTAC
CAGAAGAACC
3421CCGTGCTGGC CGCCAACTCC ACCCAGTTCC GCGACCCGAA GGTCTTCTGG
TACGAGCCCT
3481CCCAGAAGTG GATCATGACC GCGGCCAAGT CCCAGGACTA CAAGATCGAG
ATCTACTCCT

10

20

30

40

【0 9 1 7】

【数 1 7 2】

3541CCGACGACCT GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT CCGCGTTCGC CAACGAGGGC
TTCCTCGGCT
3601ACCAGTACGA GTGCCCCGGC CTGATCGAGG TCCCCACCGA GCAGGACCCC
AGCAAGTCCT
3661ACTGGGTGAT GTTCATCTCC ATCAACCCCG GCGCCCCGGC CGGCGGCTCC
TTCAACCAGT
3721ACTTCGTGG CAGCTTCAAC GGCACCCACT TCGAGGCCTT CGACAACCAG
TCCCGCGTGG
3781TGGA CTTCGG CAAGGACTAC TACGCCCTGC AGACCTTCTT CAACACCGAC
CCGACCTACG
3841GGAGCGCCCT GGGCATCGCG TGGGCCTCCA ACTGGGAGTA CTCCGCCTTC
GTGCCCCACCA
3901ACCCCTGGCG CTCCTCCATG TCCCTCGTGC GCAAGTTCTC CCTCAACACC
GAGTACCAGG
3961CCAACCCGGA GACGGAGCTG ATCAACCTGA AGGCCGAGCC GATCCTGAAC
ATCAGCAACG
4021CCGGCCCCCTG GAGCCGGTTC GCCACCAACA CCACGTTGAC GAAGGCCAAC
AGCTACAACG
4081TCGACCTGTC CAACAGCACC GGCACCCTGG AGTTCGAGCT GGTGTACGCC
GTCAACACCA
4141CCCAGACGAT CTCCAAGTCC GTGTTGCGGG ACCTCTCCCT CTGGTTCAAG
GGCCTGGAGG
4201ACCCCGAGGA GTACCTCCGC ATGGGCTTCG AGGTGTCCGC GTCCTCCTTC
TTCCTGGACC
4261GCGGGAACAG CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG AGAACCCTA CTTACCAAC
CGCATGAGCG
4321TGAACAACCA GCCCTTCAAG AGCGAGAACG ACCTGTCCTA CTACAAGGTG
TACGGCTTGC
4381TGGACCAGAA CATCCTGGAG CTGTACTTCA ACGACGGCGA CGTCGTGTCC
ACCAACACCT
4441ACTTCATGAC CACCGGGAAC GCCCTGGGCT CCGTGAACAT GACGACGGGG
GTGGACAACC
4501TGTTCTACAT CGACAAGTTC CAGGTGCGCG AGGTCAAGTG ACAATTGGCA
GCAGCAGCTC
4561GGATAGTATC GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG
CCACACTTGC
4621TGCCTTGACC TGTGAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT
GTTTGATCTT
4681GTGTGTACGC GCTTTTGCGA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA
CCACCCCAG
4741CATCCCCTTC CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT
ACGCTGTCCT
4801GCTATCCCTC AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC
TTGGTTTGGG
4861CTCCGCCTGT ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACCAG CACTGCAATG
CTGATGCACG
4921GGAAGTAGTG GGATGGGAAC ACAAATGGAG GATCCCGCGT CTGGAACAGA
GCGCGCAGAG
4981GAACGCTGAA GGTCTCGCCT CTGTGCGACC TCAGCGCGGC ATACACCACA
ATAACCACCT

10

20

30

40

【0 9 1 8】

【数 1 7 3】

5041GACGAATGCG CTTGGTTCTT CGTCCATTAG CGAAGCGTCC GGTTCACACA
CGTGCCACGT
5101TGGCGAGGTG GCAGGTGACA ATGATCGGTG GAGCTGATGG TCGAAACGTT
CACAGCCTAG
5161GGATATCGAA TTCGGCCGAC AGGACGCGCG TCAAAGGTGC TGGTCGTGTA
TGCCCTGGCC
5221GGCAGGTCGT TGCTGCTGCT GGTTAGTGAT TCCGCAACCC TGATTTTGGC
GTCTTATTTT
5281GGCGTGCCAA ACGCTGGCGC CCGCGAGCCG GGCCGGCGGC GATGCGGTGC
CCCACGGCTG
5341CCGGAATCCA AGGGAGGCAA GAGCGCCCGG GTCAGTTGAA GGGCTTTACG
CGCAAGGTAC
5401AGCCGCTCCT GCAAGGCTGC GTGGTGGAAT TGGACGTGCA GGTCCGTGCTG
AAGTTCCTCC
5461ACCGCCTCAC CAGCGGACAA AGCACCGGTG TATCAGGTCC GTGTCATCCA
CTCTAAAGAA
5521CTCGACTACG ACCTACTGAT GGCCCTAGAT TCTTCATCAA AAACGCCTGA
GACACTTGCC
5581CAGGATTGAA ACTCCCTGAA GGGACCACCA GGGGCCCTGA GTTGTTCCTT
CCCCCGTGG
5641CGAGCTGCCA GCCAGGCTGT ACCTGTGATC GAGGCTGGCG GGAAAATAGG
CTTCGTGTGC
5701TCAGGTCATG GGAGGTGCAG GACAGCTCAT GAAACGCCAA CAATCGCACA
ATTCATGTCA
5761AGCTAATCAG CTATTTCCCTC TTCACGAGCT GTAATTGTCC CAAAATTCTG
GTCTACCGGG
5821GGTGATCCTT CGTGTACGGG CCCTTCCCTC AACCCTAGGT ATGCGCGCAT
GCGGTCGCCC
5881CGCAACTCGC GCGAGGGCCG AGGGTTTGGG ACGGGCCGTC CCGAAATGCA
GTTGCACCCG
5941GATGCGTGGC ACCTTTTTTG CGATAATTTA TGCAATGGAC TGCTCTGCAA
AATTCTGGCT
6001CTGTCGCCAA CCCTAGGATC AGCGGCGTAG GATTTCTGTA TCATTCGTCC
TGATGGGGAG
6061CTACCGACTA CCCTAATATC AGCCCGACTG CCTGACGCCA GCGTCCACTT
TTGTGCACAC
6121ATTCCATTCTG TGCCCAAGAC ATTTCAATTGT GGTGCGAAGC GTCCCCAGTT
ACGCTCACCT
6181GTTTCCCGAC CTCCTTACTG TTCTGTGAC AGAGCGGGCC CACAGGCCGG
TCGCAGCCAC
6241TAGTATGGCC ACCGCATCCA CTTTCTCGGC GTTCAATGCC CGCTGCGGCG
ACCTGCGTCG
6301CTCGGCGGGC TCCGGGCCCC GCGGCCAGC GAGGCCCTC CCCGTGCGCG
GGCGCGCCG
6361CACCGGCGAG CAGCCCTCCG GCGTGGCCTC CCTGCGCGAG GCCGACAAGG
AGAAGTCCCT
6421GGGCAACCGC CTGCGCCTGG GCTCCCTGAC CGAGGACGGC CTGTCCTACA
AGGAGAAGTT
6481CGTGATCCGC TGCTACGAGG TGGGCATCAA CAAGACCGCC ACCATCGAGA
CCATCGCCAA

10

20

30

40

【0 9 1 9】

【数 1 7 4】

6541CCTGCTGCAG GAGGTGGGCG GCAACCACGC CCAGGGCGTG GGCTTCTCCA
CCGACGGCTT
6601CGCCACCACC ACCACCATGC GCAAGCTGCA CCTGATCTGG GTGACCGCCC
GCATGCACAT
6661CGAGATCTAC CGCTACCCCG CCTGGTCCGA CGTGATCGAG ATCGAGACCT
GGGTGCAGGG
6721CGAGGGCAAG GTGGGCACCC GCCGCGACTG GATCCTGAAG GACTACGCCA
ACGGCGAGGT
6781GATCGGCCGC GCCACCTCCA AGTGGGTGAT GATGAACGAG GACACCGCC
GCCTGCAGAA
6841GGTGTCCGAC GACGTGCGCG AGGAGTACCT GGTGTTCTGC CCCCGCACCC
TGCGCCTGGC
6901CTTCCCCGAG GAGAACAACA ACTCCATGAA GAAGATCCCC AAGCTGGAGG
ACCCCGCCGA
6961GTACTCCCGC CTGGGCCTGG TGCCCCGCCG CTCCGACCTG GACATGAACA
AGCACGTGAA
7021CAACGTGACC TACATCGGCT GGGCCCTGGA GTCCATCCCC CCCGAGATCA
TCGACACCCA
7081CGAGCTGCAG GCCATCACCC TGGACTACCG CCGCGAGTGC CAGCGCGACG
ACATCGTGGA
7141CTCCCTGACC TCCCGCGAGC CCCTGGGCAA CGCCGCCGGC GTGAAGTTCA
AGGAGATCAA
7201CGGCTCCGTG TCCCCAAGA AGGACGAGCA GGACCTGTCC CGCTTCATGC
ACCTGCTGCG
7261CTCCGCCGGC TCCGGCCTGG AGATCAACCG CTGCCGCACC GAGTGGCGCA
AGAAGCCCGC
7321CAAGCGCATG GACTACAAGG ACCACGACGG CGACTACAAG GACCACGACA
TCGACTACAA
7381GGACGACGAC GACAAGTGAA TCGATAGATC TCTTAAGGCA GCAGCAGCTC
GGATAGTATC
7441GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG CCACACTTGC
TGCCTTGACC
7501TGTGAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT GTTTGATCTT
GTGTGTACGC
7561GCTTTTTCGA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA CCACCCCCAG
CATCCCCTTC
7621CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT ACGCTGTCCT
GCTATCCCTC
7681AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC TTGGTTTGGG
CTCCGCCTGT
7741ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACACAG CACTGCAATG CTGATGCACG
GGAAGTAGTG
7801GGATGGGAAC ACAAATGGAA AGCTTAATTA AGAGCTCCCG CCACCACTCC
AACACGGGGT
7861GCCTGGACAA GGACGAGGTG TTTGTGCCGC CGCACCGCGC AGTGGCGCAC
GAGGGCCTGG
7921AGTGGGAGGA GTGGCTGCCC ATCCGCATGG GCAAGGTGCT GGTCACCCTG
ACCCTGGGCT
7981GGCCGCTGTA CCTCATGTTT AACGTGCGCT CGCGGCCGTA CCCGCGCTTC
GCCAACCACT

10

20

30

40

【0 9 2 0】

【数 1 7 5】

8041TTGACCCGTG GTCGCCCATC TTCAGCAAGC GCGAGCGCAT CGAGGTGGTC
ATCTCCGACC
8101TGGCGCTGGT GCGGGTGCTC AGCGGGCTCA GCGTGCTGGG CCGCACCATG
GGCTGGGCCT
8161GGCTGGTCAA GACCTACGTG GTGCCCTACC TGATCGTGAA CATGTGGCTC
GTGCTCATCA
8221CGCTGCTCCA GCACACGCAC CCGGCGCTGC CGCACTACTT CGAGAAGGAC
TGGGACTGGC
8281TGCGCGGCGC CATGGCCACC GTGGACCGCT CCATGGGCCC GCCCTTCATG
GACAACATCC
8341TGCACCACAT CTCCGACACC CACGTGCTGC ACCACCTCTT CAGCACCATC
CCGCACTACC
8401ACGCCGAGGA GGCCTCCGCC GCCATCAGGC CCATCCTGGG CAAGTACTAC
CAGTCCGACA
8461GCCGCTGGGT CGGCCGCGCC CTGTGGGAGG ACTGGCGCGA CTGCCGCTAC
GTCGTCCCGG
8521ACGCGCCCGA GGACGACTCC GCGCTCTGGT TCCACAAGTG AGTGAGTGAG
AAGAGCCTCT
8581AGAGTCGACC TGCAGGCATG CAAGCTTGGC GTAATCATGG TCATAGCTGT
TTCCTGTGTG
8641AAATTGTTAT CCGCTCACAA TTCCACACAA CATACGAGCC GGAAGCATAA
AGTGTAAGC
8701CTGGGGTGCC TAATGAGTGA GCTAACTCAC ATTAATTGCG TTGCGCTCAC
TGCCCGCTTT
8761CCAGTCGGGA AACCTGTCTG GCCAGCTGCA TTAATGAATC GGCCAACGCG
CGGGGAGAGG
8821CGGTTTGCGT ATTGGGCGCT CTTCCGCTTC CTCGCTCACT GACTCGCTGC
GCTCGGTCTG
8881TCGGCTGCGG CGAGCGGTAT CAGCTCACTC AAAGGCGGTA ATACGGTTAT
CCACAGAATC
8941AGGGGATAAC GCAGGAAAGA ACATGTGAGC AAAAGGCCAG CAAAAGGCCA
GGAACCGTAA
9001AAAGGCCGCG TTGCTGGCGT TTTTCCATAG GCTCCGCCCC CCTGACGAGC
ATCACAAAAA
9061TCGACGCTCA AGTCAGAGGT GGCGAAACCC GACAGGACTA TAAAGATACC
AGGCGTTTCC
9121CCCTGGAAGC TCCCTCGTGC GCTCTCCTGT TCCGACCCTG CCGCTTACCG
GATACCTGTC
9181CGCCTTTCTC CCTTCGGGAA GCGTGGCGCT TTCTCATAGC TCACGCTGTA
GGTATCTCAG
9241TTCGGTG TAG GTCGTTTCGCT CCAAGCTGGG CTGTGTGCAC GAACCCCCCG
TTCAGCCCCA
9301CCGCTGCGCC TTATCCGGTA ACTATCGTCT TGAGTCCAAC CCGGTAAGAC
ACGACTTATC
9361GC

10

20

30

40

配列番号 234

p S Z 1 5 0 1 _ _ F A D c - i n v

【0 9 2 1】

【数 1 7 6】

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG
61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG
121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA
181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTGT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG
241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAAC
301CAGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAGGAT CTTACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGAAGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCAGGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG

10

20

30

40

【0 9 2 2】

【数 1 7 7】

1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGGGCTGG TCTGAATCCT
TCAGGCGGGT
1921GTTACCCGAG AAAGAAAGGG TGCCGATTTC AAAGCAGACC CATGTGCCGG
GCCCTGTGGC
1981CTGTGTTGGC GCCTATGTAG TCACCCCCC TCACCCAATT GTCGCCAGTT
TGCGCACTCC
2041ATAAACTCAA AACAGCAGCT TCTGAGCTGC GCTGTTCAAG AACACCTCTG
GGGTTTGCTC
2101ACCCGCGAGG TCGACGCCCA GCATGGCTAT CAAGACGAAC AGGCAGCCTG
TGGAGAAGCC
2161TCCGTTACAG ATCGGGACGC TGCGCAAGGC CATCCCCGCG CACTGTTTCG
AGCGCTCGGC
2221GCTTCGTAGC AGCATGTACC TGGCCTTTGA CATCGCGGTC ATGTCCCTGC
TCTACGTCGC
2281GTCGACGTAC ATCGACCCTG CACCGGTGCC TACGTGGGTC AAGTACGGCA
TCATGTGGCC
2341GCTCTACTGG TTCTTCCAGG TGTGTTTGAG GGTTTTGGTT GCCCGTATTG
AGGTCCTGGT
2401GGCGCGCATG GAGGAGAAGG CGCCTGTCCC GCTGACCCCC CCGGCTACCC
TCCCGGCACC
2461TTCCAGGGCG CTTTCGGCAC GGGTGTCTGG GTGTGCGCGC ACGAGTGC GG
CCACCAGGCC
2521TTTTCTCCA GCCAGGCCAT CAACGACGGC GTGGGCCTGG TGTTCACAG
CCTGCTGCTG
2581GTGCCCTACT ACTCCTGGAA GCACTCGCAC CGGGTACCCT TTCTTGCGCT
ATGACACTTC
2641CAGCAAAAGG TAGGGCGGGC TGCGAGACGG CTTCCCGGCG CTGCATGCAA
CACCGATGAT
2701GCTTCGACCC CCCGAAGCTC CTTCCGGGGCT GCATGGGCGC TCCGATGCCG
CTCCAGGGCG
2761AGCGCTGTTT AAATAGCCAG GCCCCGATT GCAAAGACAT TATAGCGAGC
TACCAAAGCC
2821ATATTCAAAC ACCTAGATCA CTACCACTTC TACACAGGCC ACTCGAGCTT
GTGATCGCAC
2881TCCGCTAAGG GGGCGCCTCT TCCTCTTCGT TTCAGTCACA ACCCGCAAAC
TCTAGAATAT
2941CAATGCTGCT GCAGGCCTTC CTGTTCTGCT TGGCCGGCTT CGCCGCCAAG
ATCAGCGCCT

10

20

30

40

【0 9 2 3】

【数 1 7 8】

3001CCATGACGAA CGAGACGTCC GACCGCCCCC TGGTGCACTT CACCCCCAAC
AAGGGCTGGA
3061TGAACGACCC CAACGGCCTG TGGTACGACG AGAAGGACGC CAAGTGGCAC
CTGTACTTCC
3121AGTACAACCC GAACGACACC GTCTGGGGGA CGCCCTTGTT CTGGGGCCAC
GCCACGTCCG
3181ACGACCTGAC CAACTGGGAG GACCAGCCCA TCGCCATCGC CCCGAAGCGC
AACGACTCCG
3241GCGCCTTCTC CGGCTCCATG GTGGTGGACT ACAACAACAC CTCCGGCTTC
TTCAACGACA
3301CCATCGACCC GCGCCAGCGC TGCGTGGCCA TCTGGACCTA CAACACCCCG
GAGTCCGAGG
3361AGCAGTACAT CTCCTACAGC CTGGACGGCG GCTACACCTT CACCGAGTAC
CAGAAGAACC
3421CCGTGCTGGC CGCCAACTCC ACCCAGTTCC GCGACCCGAA GGTCTTCTGG
TACGAGCCCT
3481CCCAGAAGTG GATCATGACC GCGGCCAAGT CCCAGGACTA CAAGATCGAG
ATCTACTCCT
3541CCGACGACCT GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT CCGCGTTCGC CAACGAGGGC
TTCCTCGGCT
3601ACCAGTACGA GTGCCCCGGC CTGATCGAGG TCCCCACCGA GCAGGACCCC
AGCAAGTCCT
3661ACTGGGTGAT GTTCATCTCC ATCAACCCCG GCGCCCCGGC CGGCGGCTCC
TTCAACCAGT
3721ACTTCGTGCG CAGCTTCAAC GGCACCCACT TCGAGGCCTT CGACAACCAG
TCCCGCGTGG
3781TGGA CTTCGG CAAGGACTAC TACGCCCTGC AGACCTTCTT CAACACCGAC
CCGACCTACG
3841GGAGCGCCCT GGGCATCGCG TGGGCCTCCA ACTGGGAGTA CTCCGCCTTC
GTGCCCCACCA
3901ACCCCTGGCG CTCCTCCATG TCCCTCGTGC GCAAGTTCTC CCTCAACACC
GAGTACCAGG
3961CCAACCCGGA GACGGAGCTG ATCAACCTGA AGGCCGAGCC GATCCTGAAC
ATCAGCAACG
4021CCGGCCCCCTG GAGCCGGTTC GCCACCAACA CCACGTTGAC GAAGGCCAAC
AGCTACAACG
4081TCGACCTGTC CAACAGCACC GGCACCCTGG AGTTCGAGCT GGTGTACGCC
GTCAACACCA
4141CCCAGACGAT CTCCAAGTCC GTGTTGCGGG ACCTCTCCCT CTGGTTCAAG
GGCCTGGAGG
4201ACCCCGAGGA GTACCTCCGC ATGGGCTTCG AGGTGTCCGC GTCCTCCTTC
TTCCTGGACC
4261GCGGGAACAG CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG AGAACCCCTA CTTCACCAAC
CGCATGAGCG
4321TGAACAACCA GCCCTTCAAG AGCGAGAACG ACCTGTCCTA CTACAAGGTG
TACGGCTTGC
4381TGGACCAGAA CATCCTGGAG CTGTACTTCA ACGACGGCGA CGTCGTGTCC
ACCAACACCT
4441ACTTCATGAC CACCGGGAAC GCCCTGGGCT CCGTGAACAT GACGACGGGG
GTGGACAACC

10

20

30

40

【0 9 2 4】

【数 1 7 9】

4501TGTTCTACAT CGACAAGTTC CAGGTGCGCG AGGTCAAGTG ACAATTGGCA
GCAGCAGCTC
4561GGATAGTATC GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG
CCACACTTGC
4621TGCTTGACC TGTGAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT
GTTTGATCTT
4681GTGTGTACGC GCTTTTGC GA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA
CCACCCCCAG
4741CATCCCCTTC CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT
ACGCTGTCTT
4801GCTATCCCTC AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC
TTGGTTTGGG
4861CTCCGCCTGT ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACCAG CACTGCAATG
CTGATGCACG
4921GGAAGTAGTG GGATGGGAAC ACAAATGGAG GATCCCGCGT CTCGAACAGA
GCGCGCAGAG
4981GAACGCTGAA GGTCTCGCCT CTGTGCGACC TCAGCGCGGC ATACACCACA
ATAACCACCT
5041GACGAATGCG CTTGGTTCTT CGTCCATTAG CGAAGCGTCC GGTTACACA
CGTGCCACGT
5101TGCGGAGGTG GCAGGTGACA ATGATCGGTG GAGCTGATGG TCGAAACGTT
CACAGCCTAG
5161GGATATCGAA TTCCTTTCTT GCGCTATGAC ACTTCCAGCA AAAGGTAGGG
CGGGCTGCGA
5221GACGGCTTCC CGGCGCTGCA TGCAACACCG ATGATGCTTC GACCCCCGA
AGCTCCTTCG
5281GGGCTGCATG GCGCTCCGA TGCCGCTCCA GGGCGAGCGC TGTTTAAATA
GCCAGGCCCC
5341CGATTGCAA GACATTATAG CGAGCTACCA AAGCCATATT CAAACACCTA
GATCACTACC
5401ACTTCTACAC AGGCCACTCG AGCTTGTGAT CGCACTCCGC TAAGGGGGCG
CCTCTTCCTC
5461TTCGTTTTCAG TCACAACCCG CAAACACTAG TATGGCCACC GCATCCACTT
TCTCGGCGTT
5521CAATGCCCCG TCGGGCGACC TCGCTCGCTC GGGGGGCTCC GGGCCCCGGC
GCCAGCGAG
5581GCCCCCTCCCC GTGCGCGGGC GCGCCGCCAC CGGCGAGCAG CCCTCCGGCG
TGGCCTCCCT
5641GCGCGAGGCC GACAAGGAGA AGTCCCTGGG CAACCGCCTG CGCCTGGGCT
CCCTGACCGA
5701GGACGGCCTG TCCTACAAGG AGAAGTTCGT GATCCGCTGC TACGAGGTGG
GCATCAACAA
5761GACCGCCACC ATCGAGACCA TCGCCAACCT GCTGCAGGAG GTGGGCGGCA
ACCACGCCCA
5821GGGCGTGGGC TTCTCCACCG ACGGCTTCGC CACCACCACC ACCATGCGCA
AGCTGCACCT
5881GATCTGGGTG ACCGCCCCGA TGACATCGA GATCTACCGC TACCCGCTT
GGTCCGACGT
5941GATCGAGATC GAGACCTGGG TGCAGGGCGA GGGCAAGGTG GGCACCCGCC
GCGACTGGAT

10

20

30

40

【0 9 2 5】

【数 1 8 0】

6001CCTGAAGGAC TACGCCAACG GCGAGGTGAT CGGCCGCGCC ACCTCCAAGT
GGGTGATGAT
6061GAACGAGGAC ACCCGCCGCC TGCAGAAGGT GTCCGACGAC GTGCGCGAGG
AGTACCTGGT
6121GTTCTGCCCC CGCACCTGTC GCCTGGCCTT CCCCAGGAG AACAACAAC
CCATGAAGAA
6181GATCCCCAAG CTGGAGGACC CCGCCGAGTA CTCCCGCCTG GGCCTGGTGC
CCCGCCGCTC
6241CGACCTGGAC ATGAACAAGC ACGTGAACAA CGTGACCTAC ATCGGCTGGG
CCCTGGAGTC
6301CATCCCCCCC GAGATCATCG ACACCCACGA GCTGCAGGCC ATCACCCTGG
ACTACCGCCG
6361CGAGTGCCAG CGCGACGACA TCGTGGACTC CCTGACCTCC CGCGAGCCCC
TGGGCAACGC
6421CGCCGGCGTG AAGTTCAAGG AGATCAACGG CTCCGTGTCC CCCAAGAAGG
ACGAGCAGGA
6481CCTGTCCCGC TTCATGCACC TGCTGCGCTC CGCCGGCTCC GGCCTGGAGA
TCAACCGCTG
6541CCGCACCGAG TGGCGCAAGA AGCCCGCCAA GCGCATGGAC TACAAGGACC
ACGACGGCGA
6601CTACAAGGAC CACGACATCG ACTACAAGGA CGACGACGAC AAGTGAATCG
ATAGATCTCT
6661TAAGGCAGCA GCAGCTCGGA TAGTATCGAC AACTCTGGA CGCTGGTCGT
GTGATGGACT
6721GTTGCCGCCA CACTTGCTGC CTTGACCTGT GAATATCCCT GCCGCTTTTA
TCAAACAGCC
6781TCAGTGTGTT TGATCTTGTG TGTACGCGCT TTTGCGAGTT GCTAGCTGCT
TGTGCTATTT
6841GCGAATACCA CCCCCAGCAT CCCCTTCCCT CGTTTCATAT CGCTTGCTATC
CCAACCGCAA
6901CTTATCTACG CTGTCCTGCT ATCCCTCAGC GCTGCTCCTG CTCCTGCTCA
CTGCCCCCTCG
6961CACAGCCTTG GTTTGGGCTC CGCCTGTATT CTCCTGGTAC TGCAACCTGT
AAACCAGCAC
7021TGCAATGCTG ATGCACGGGA AGTAGTGGGA TGGGAACACA AATGGAAAGC
TTAATTAAGA
7081GCTCCCGCCA CCACTCCAAC ACGGGGTGCC TGGACAAGGA CGAGGTGTTT
GTGCCGCCGC
7141ACCGCGCAGT GGCGCACGAG GGCCTGGAGT GGGAGGAGTG GCTGCCCATC
CGCATGGGCA
7201AGGTGCTGGT CACCCTGACC CTGGGCTGGC CGCTGTACCT CATGTTCAAC
GTCGCCTCGC
7261GGCCGTACCC GCGCTTCGCC AACCACCTTG ACCCGTGGTC GCCCATCTTC
AGCAAGCGCG
7321AGCGCATCGA GGTGGTCATC TCCGACCTGG CGCTGGTGGC GGTGCTCAGC
GGGCTCAGCG
7381TGCTGGGCCG CACCATGGGC TGGGCCTGGC TGGTCAAGAC CTACGTGGTG
CCCTACCTGA
7441TCGTGAACAT GTGGCTCGTG CTCATCACGC TGCTCCAGCA CACGCACCCG
GCGCTGCCGC

10

20

30

40

【0 9 2 6】

【数 1 8 1】

7501ACTACTTCGA GAAGGACTGG GACTGGCTGC GCGGCGCCAT GGCCACCGTG
 GACCGCTCCA
 7561TGGGCCCCGCC CTTTCATGGAC AACATCCTGC ACCACATCTC CGACACCCAC
 GTGCTGCACC
 7621ACCTCTTCAG CACCATCCCCG CACTACCACG CCGAGGAGGC CTCCGCCGCC
 ATCAGGCCCA
 7681TCCTGGGCAA GTACTACCAG TCCGACAGCC GCTGGGTTCGG CCGCGCCCTG
 TGGGAGGACT
 7741GGCGCGACTG CCGCTACGTC GTCCCGGACG CGCCCGAGGA CGACTCCGCG
 CTCTGGTTCC
 7801ACAAGTGAGT GAGTGAGAAG AGCCTCTAGA GTCGACCTGC AGGCATGCAA
 GCTTGGCGTA
 7861ATCATGGTCA TAGCTGTTTC CTGTGTGAAA TTGTTATCCG CTCACAATTC
 CACACAACAT
 7921ACGAGCCGGA AGCATAAAGT GTAAAGCCTG GGGTGCCTAA TGAGTGAGCT
 AACTCACATT
 7981AATTGCGTTG CGCTCACTGC CCGCTTTCCA GTCGGGAAAC CTGTCGTGCC
 AGCTGCATTA
 8041ATGAATCGGC CAACGCGCGG GGAGAGGCGG TTTGCGTATT GGGCGCTCTT
 CCGCTTCCTC
 8101GCTCACTGAC TCGCTGCGCT CGGTCTGTCG GCTGCGGCGA GCGGTATCAG
 CTCACTCAAA
 8161GGCGGTAATA CGGTTATCCA CAGAATCAGG GGATAACGCA GGAAAGAACA
 TGTGAGCAAA
 8221AGGCCAGCAA AAGGCCAGGA ACCGTAAAAA GGCCGCGTTG CTGGCGTTTT
 TCCATAGGCT
 8281CCGCCCCCCT GACGAGCATC AAAAAATCG ACGCTCAAGT CAGAGGTGGC
 GAAACCCGAC
 8341AGGACTATAA AGATACCAGG CGTTTCCCCC TGGAAGCTCC CTCGTGCGCT
 CTCCTGTTCC
 8401GACCCTGCCG CTTACCGGAT ACCTGTCCGC CTTTCTCCCT TCGGGAAGCG
 TGGCGCTTTC
 8461TCATAGCTCA CGCTGTAGGT ATCTCAGTTC GGTGTAGGTC GTTCGCTCCA
 AGCTGGGCTG
 8521TGTGCACGAA CCCCCGTTT AGCCCGACCG CTGCGCCTTA TCCGGTAACT
 ATCGTCTTGA
 8581GTCCAACCCG GTAAGACACG ACTTATCGC

10

20

30

配列番号 235

p S Z 1 5 7 0

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG

40

【0 9 2 7】

【数 1 8 2】

241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAAC T
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA

10

20

30

40

【0 9 2 8】

【数 1 8 3】

1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAACCTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACGGCGCG
CCATGCTGCT
2941GCAGGCCTTC CTGTTCTGTC TGGCCGGCTT CGCCGCCAAG ATCAGCGCCT
CCATGACGAA
3001CGAGACGTCC GACCGCCCCC TGGTGCACTT CACCCCCAAC AAGGGCTGGA
TGAACGACCC
3061CAACGGCCTG TGGTACGACG AGAAGGACGC CAAGTGGCAC CTGTACTTCC
AGTACAACCC
3121GAACGACACC GTCTGGGGGA CGCCCTTGTT CTGGGGCCAC GCCACGTCCG
ACGACCTGAC
3181CAACTGGGAG GACCAGCCCCA TCGCCATCGC CCCGAAGCGC AACGACTCCG
GCGCCTTCTC

10

20

30

40

【0 9 2 9】

【数 1 8 4】

3241CGGCTCCATG GTGGTGGACT ACAACAACAC CTCCGGCTTC TTCAACGACA
CCATCGACCC
3301GCGCCAGCGC TCGGTGGCCA TCTGGACCTA CAACACCCCG GAGTCCGAGG
AGCAGTACAT
3361CTCCTACAGC CTGGACGGCG GCTACACCTT CACCGAGTAC CAGAAGAACC
CCGTGCTGGC
3421CGCCAACTCC ACCCAGTTCC GCGACCCGAA GGTCTTCTGG TACGAGCCCT
CCCAGAAGTG
3481GATCATGACC GCGGCCAAGT CCCAGGACTA CAAGATCGAG ATCTACTCCT
CCGACGACCT
3541GAAGTCCTGG AAGCTGGAGT CCGCGTTCGC CAACGAGGGC TTCCTCGGCT
ACCAGTACGA
3601GTGCCCCGGC CTGATCGAGG TCCCCACCGA GCAGGACCCC AGCAAGTCCT
ACTGGGTGAT
3661GTTTCATCTCC ATCAACCCCG GCGCCCCGGC CGGCGGCTCC TTCAACCAGT
ACTTCGTGCG
3721CAGCTTCAAC GGCACCCACT TCGAGGCCTT CGACAACCAG TCCCGCGTGG
TGGACTTCGG
3781CAAGGACTAC TACGCCCTGC AGACCTTCTT CAACACCGAC CCGACCTACG
GGAGCGCCCT
3841GGGCATCGCG TGGGCCTCCA ACTGGGAGTA CTCCGCCTTC GTGCCCACCA
ACCCCTGGCG
3901CTCCTCCATG TCCCTCGTGC GCAAGTTCTC CCTCAACACC GAGTACCAGG
CCAACCCGGA
3961GACGGAGCTG ATCAACCTGA AGGCCGAGCC GATCCTGAAC ATCAGCAACG
CCGGCCCCCTG
4021GAGCCGGTTC GCCACCAACA CCACGTTGAC GAAGGCCAAC AGCTACAACG
TCGACCTGTC
4081CAACAGCACC GGCACCCTGG AGTTCGAGCT GGTGTACGCC GTCAACACCA
CCCAGACGAT
4141CTCCAAGTCC GTGTTGCGCG ACCTCTCCCT CTGGTTCAAG GGCCTGGAGG
ACCCCGAGGA
4201GTACCTCCGC ATGGGCTTCG AGGTGTCCGC GTCCTCCTTC TTCCTGGACC
GCGGGAACAG
4261CAAGGTGAAG TTCGTGAAGG AGAACCCTA CTTACCAAC CGCATGAGCG
TGAACAACCA
4321GCCCTTCAAG AGCGAGAACG ACCTGTCCTA CTACAAGGTG TACGGCTTGC
TGGACCAGAA
4381CATCCTGGAG CTGTACTTCA ACGACGGCGA CGTCGTGTCC ACCAACACCT
ACTTCATGAC
4441CACCGGGAAC GCCCTGGGCT CCGTGAACAT GACGACGGGG GTGGACAACC
TGTTCTACAT
4501CGACAAGTTC CAGGTGCGCG AGGTCAAGTG ACAATTGGCA GCAGCAGCTC
GGATAGTATC
4561GACACACTCT GGACGCTGGT CGTGTGATGG ACTGTTGCCG CCACACTTGC
TGCCTTGACC
4621TGTGAATATC CCTGCCGCTT TTATCAAACA GCCTCAGTGT GTTTGATCTT
GTGTGTACGC
4681GCTTTTGCGA GTTGCTAGCT GCTTGTGCTA TTTGCGAATA CCACCCCCAG
CATCCCCCTC

10

20

30

40

【0 9 3 0】

【数 1 8 5】

4741CCTCGTTTCA TATCGCTTGC ATCCCAACCG CAACTTATCT ACGCTGTCCT
GCTATCCCTC
4801AGCGCTGCTC CTGCTCCTGC TCACTGCCCC TCGCACAGCC TTGGTTTGGG
CTCCGCCTGT
4861ATTCTCCTGG TACTGCAACC TGTAACCAG CACTGCAATG CTGATGCACG
GGAAGTAGTG
4921GGATGGGAAC ACAAATGGAG GATCCCGCGT CTCGAACAGA GCGCGCAGAG
GAACGCTGAA
4981GGTCTCGCCT CTGTGCGACC TCAGCGCGGC ATACACCACA ATAACCACCT
GACGAATGCG
5041CTTGGTTCTT CGTCCATTAG CGAAGCGTCC GGTTCACACA CGTGCCACGT
TGGCGAGGTG
5101GCAGGTGACA ATGATCGGTG GAGCTGATGG TCGAAACGTT CACAGCCTAG
GGATATCGAA
5161TTCGGCCGAC AGGACGCGCG TCAAAGGTGC TGGTCGTGTA TGCCCTGGCC
GGCAGGTCGT
5221TGCTGCTGCT GGTTAGTGAT TCCGCAACCC TGATTTTGGC GTCTTATTTT
GGCGTGGCAA
5281ACGCTGGCGC CCGCGAGCCG GGCCGGCGGC GATGCGGTGC CCCACGGCTG
CCGGAATCCA
5341AGGGAGGCAA GAGCGCCCGG GTCAGTTGAA GGGCTTTACG CGCAAGGTAC
AGCCGCTCCT
5401GCAAGGCTGC GTGGTGAAT TGGACGTGCA GGTCTGCTG AAGTTCCTCC
ACCGCCTCAC
5461CAGCGGACAA AGCACCGGTG TATCAGGTCC GTGTCATCCA CTCTAAAGAG
CTCGACTACG
5521ACCTACTGAT GGCCCTAGAT TCTTCATCAA AAACGCCTGA GACACTTGCC
CAGGATTGAA
5581ACTCCCTGAA GGGACCACCA GGGGCCCTGA GTTGTTCCTT CCCCCGTGG
CGAGCTGCCA
5641GCCAGGCTGT ACCTGTGATC GAGGCTGGCG GGAAAATAGG CTTCGTGTGC
TCAGGTCATG
5701GGAGGTGCAG GACAGCTCAT GAAACGCCAA CAATCGCACA ATTCATGTCA
AGCTAATCAG
5761CTATTTCTC TTCACGAGCT GTAATTGTCC CAAAATTCTG GTCTACCGGG
GGTGATCCTT
5821CGTGACGGG CCCTTCCCTC AACCTAGGT ATGCGCGCAT GCGGTCGCGG
CGCAACTCGC
5881GCGAGGGCCG AGGGTTTGGG ACGGGCCGTC CCGAAATGCA GTTGCACCCG
GATGCGTGGC
5941ACCTTTTTTG CGATAATTTA TGCAATGGAC TGCTCTGCAA AATTCTGGCT
CTGTGCGCAA
6001CCCTAGGATC AGCGGCGTAG GATTTCTGTA TCATTCGTCC TGATGGGGAG
CTACCGACTA
6061CCCTAATATC AGCCCGACTG CCTGACGCCA GCGTCCACTT TTGTGCACAC
ATTCCATTG
6121TGCCCAAGAC ATTTCAATTGT GGTGCGAAGC GTCCCCAGTT ACGCTCACCT
GTTTCCCGAC
6181CTCCTTACTG TTCTGTGAC AGAGCGGGCC CACAGGCCGG TCGCAGCCAC
TAGTATGGCT

10

20

30

40

【0 9 3 1】

【数 1 8 6】

6241TCCGCGGCAT TCACCATGTC GGCGTGCCCC GCGATGACTG GCAGGGCCCC
TGGGGCACGT
6301CGCTCCGGAC GGCCAGTCGC CACCCGCCTG AGGGGGCGCG CCCCCAAGGC
CAACGGCTCC
6361GCCGTGTCCC TGAAGTCCGG CTCCCTGGAC ACCCAGGAGG ACACCTCCTC
CTCCTCCTCC
6421CCCCCCCCGCA CCTTCATCAA CCAGCTGCCC GACTGGTCCA TGCTGCTGTC
CGCCATCACC
6481ACCGTGTTTCG TGGCCGCCGA GAAGCAGTGG ACCATGCTGG ACCGCAAGTC
CAAGCGCCCC
6541GACACCCTGA TGGACCCCTT CGGCGTGGAC CGCGTGGTGC AGGACGGCGT
GGTGTTCCGC
6601CAGTCCTTCT CCATCCGCTC CTACGAGATC GGCGCCGACC GCACCGCCTC
CATCGAGACC
6661CTGATGAACA TCTTCCAGGA GACCTCCCTG AACCCTGCA AGTCCATCGG
CCTGCTGAAC
6721GACGGCTTCG GCCGCACCCC CGAGATGTGC AAGCGCGACC TGATCTGGGT
GGTGACCAAG
6781ATGCACATCG AGGTGAACCG CTACCCACCC TGGGGCGACA CCATCGAGGT
GAACACCTGG
6841GTGTCCGAGT CCGGCAAGAC CGGCATGGGC CGCGACTGGC TGATCTCCGA
CTGCCACACC
6901GGCGAGATCC TGATCCGCGC CACCTCCGTG TGCGCCATGA TGAACCAGAC
CACCCGCCGC
6961TTCTCCAAGT TCCCCTACGA GGTGCGCCAG GAGCTGGCCC CCCACTTCGT
GGACTCCGCC
7021CCCGTGATCG AGGACTACCA GAAGCTGCAC AAGCTGGACG TGAAGACCGG
CGACTCCATC
7081TGCAACGGCC TGACCCCCCG CTGGAACGAC CTGGACGTGA ACCAGCACGT
GAACAACGTG
7141AAGTACATCG GCTGGATTCT GGAGTCCGTG CCCAAGGAGG TGTTTCGAGAC
CCAGGAGCTG
7201TGCGGCCTGA CCCTGGAGTA CCGCCGCGAG TCGGGCCGCG ACTCCGTGCT
GAAGTCCGTG
7261ACCGCCATGG ACCCCTCCAA GGAGGGCGAC CGCTCCCTGT ACCAGCACCT
GCTGCGCCTG
7321GAGGACGGCA CCGACATCGC CAAGGGCCGC ACCAAGTGGC GCCCCAAGAA
CGCCGGCACC
7381AACGGCGCCA TCTCCACCGG CAAGACCTCC AACGGCAACT CCATCTCCTG
ATTAATTAAC
7441TCGAGGCAGC AGCAGCTCGG ATAGTATCGA CACACTCTGG ACGCTGGTCG
TGTGATGGAC
7501TGTTGCCGCC ACACTTGCTG CCTTGACCTG TGAATATCCC TGCCGCTTTT
ATCAAACAGC
7561CTCAGTGTGT TTGATCTTGT GTGTACGCGC TTTTGCGAGT TGCTAGCTGC
TTGTGCTATT
7621TGCGAATACC ACCCCCAGCA TCCCCTTCCC TCGTTTCATA TCGCTTGCAT
CCCCAACGCA
7681ACTTATCTAC GCTGTCTGTC TATCCCTCAG CGCTGCTCCT GCTCCTGCTC
ACTGCCCCCTC

10

20

30

40

【0 9 3 2】

【数 1 8 7】

7741GCACAGCCTT GGTTTGGGCT CCGCCTGTAT TCTCCTGGTA CTGCAACCTG
TAAACCAGCA
7801CTGCAATGCT GATGCACGGG AAGTAGTGGG ATGGGAACAC AAATGGAAAG
CTTGAGCTCT
7861TGTTTTCCAG AAGGAGTTGC TCCTTGAGCC TTTCATTCTC AGCCTCGATA
ACCTCCAAAG
7921CCGCTCTAAT TGTGGAGGGG GTTCGAATTT AAAAGCTTGG AATGTTGGTT
CGTGCGTCTG
7981GAACAAGCCC AGACTTGTTG CTCACTGGGA AAAGGACCAT CAGCTCCAAA
AAACTTGCCG
8041CTCAAACCGC GTACCTCTGC TTTCGCGCAA TCTGCCCTGT TGAAATCGCC
ACCACATTCA
8101TATTGTGACG CTTGAGCAGT CTGTAATTGC CTCAGAATGT GGAATCATCT
GCCCCCTGTG
8161CGAGCCCATG CCAGGCATGT CGCGGGCGAG GACACCCGCC ACTCGTACAG
CAGACCATTA
8221TGCTACCTCA CAATAGTTCA TAACAGTGAC CATATTTCTC GAAGCTCCCC
AACGAGCACC
8281TCCATGCTCT GAGTGGCCAC CCCCCGGCCC TGGTGCTTGC GGAGGGCAGG
TCAACCGGCA
8341TGGGGCTACC GAAATCCCCG ACCGGATCCC ACCACCCCCG CGATGGGAAG
AATCTCTCCC
8401CGGGATGTGG GCCCACCACC AGCACAACCT GCTGGCCCAG GCGAGCGTCA
AACCATACCA
8461CACAAATATC CTTGGCATCG GCCCTGAATT CCTTCTGCCG CTCTGCTACC
CGGTGCTTCT
8521GTCCGAAGCA GGGGTTGCTA GGGATCGCTC CGAGTCCGCA AACCCTTGTC
GCGTGGCGGG
8581GCTTGTTTGA GCTTGAAGAG CCTCTAGAGT CGACCTGCAG GCATGCAAGC
TTGGCGTAAT
8641CATGGTCATA GCTGTTTCCT GTGTGAAATT GTTATCCGCT CACAATTCCA
CACAACATAC
8701GAGCCGGAAG CATAAAGTGT AAAGCCTGGG GTGCCTAATG AGTGAGCTAA
CTCACATTAA
8761TTGCGTTGCG CTCACTGCCC GCTTTCCAGT CGGGAAACCT GTCGTGCCAG
CTGCATTAAAT
8821GAATCGGCCA ACGCGCGGGG AGAGGCGGTT TCGGTATTGG GCGCTCTTCC
GCTTCCTCGC
8881TCACTGACTC GCTGCGCTCG GTCGTTCTGGC TCGGGCGAGC GGTATCAGCT
CACTCAAAGG
8941CGGTAATACG GTTATCCACA GAATCAGGGG ATAACGCAGG AAAGAACATG
TGAGCAAAAG
9001GCCAGCAAAA GGCCAGGAAC CGTAAAAAGG CCGCGTTGCT GGC GTTTTTTC
CATAGGCTCC
9061GCCCCCTGA CGAGCATCAC AAAAATCGAC GCTCAAGTCA GAGGTGGCGA
AACCCGACAG
9121GACTATAAAG ATACCAGGCG TTTCCCCCTG GAAGCTCCCT CGTGCGCTCT
CCTGTTCCGA
9181CCCTGCCGCT TACCGGATAC CTGTCCGCCT TTCTCCCTTC GGGAAGCGTG
GCGCTTTCTC

10

20

30

40

【0 9 3 3】

【数 1 8 8】

9241ATAGCTCACG CTGTAGGTAT CTCAGTTCGG TGTAGGTCGT TCGCTCCAAG
 CTGGGCTGTG
 9301TGCACGAACC CCCCGTTCAG CCGGACCGCT GCGCCTTATC CGGTAACTAT
 CGTCTTGAGT
 9361CCAACCCGGT AAGACACGAC TTATCGC

配列番号 236

p S Z 9 4 1

10

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GSTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAACT
 301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
 ATCCTTTTAA
 361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
 TCTGACAGTT
 421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
 TCATCCATAG
 481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
 TCTGGCCCCA
 541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
 GCAATAAACC
 601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
 TCCATCCAGT
 661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
 TTGCGCAACG
 721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
 GCTTCATTCA
 781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
 AAAAAAGCGG
 841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
 TTATCACTCA
 901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
 TGCTTTTCTG
 961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
 CCGAGTTGCT
 1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
 AAAGTGCTCA
 1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
 TTGAGATCCA
 1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
 TTCACCAGCG

20

30

40

【0 9 3 4】

【数 1 8 9】

1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAAGTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GGCCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG

10

20

30

40

【0 9 3 5】

【数 1 9 0】

2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGA
2941TCGAGCAGGA CGGCCTCCAC GCCGGCTCCC CCGCCGCCTG GGTGGAGCGC
CTGTTCCGGCT
3001ACGACTGGGC CCAGCAGACC ATCGGCTGCT CCGACGCCGC CGTGTTCGCG
CTGTCCGCCC
3061AGGGCCGCCC CGTGCTGTTC GTGAAGACCG ACCTGTCCGG CGCCCTGAAC
GAGCTGCAGG
3121ACGAGGCCGC CCGCCTGTCC TGGCTGGCCA CCACCGGCGT GCCCTGCGCC
GCCGTGCTGG
3181ACGTGGTGAC CGAGGCCGGC CGCGACTGGC TGCTGCTGGG CGAGGTGCCC
GGCCAGGACC
3241TGCTGTCTC CCACCTGGCC CCCGCCGAGA AGGTGTCCAT CATGGCCGAC
GCCATGCGCC
3301GCCTGCACAC CCTGGACCCC GCCACCTGCC CCTTCGACCA CCAGGCCAAG
CACCGCATCG
3361AGCGCGCCCG CACCCGCATG GAGGCCGGCC TGGTGGACCA GGACGACCTG
GACGAGGAGC
3421ACCAGGGCCT GGCCCCCGCC GAGCTGTTCG CCCGCCTGAA GGCCCGCATG
CCCGACGGCG
3481AGGACCTGGT GGTGACCCAC GGCGACGCCT GCCTGCCCAA CATCATGGTG
GAGAACGGCC
3541GCTTCTCCGG CTTTCATCGAC TGCGGCCGCC TGGGCGTGGC CGACCGCTAC
CAGGACATCG
3601CCCTGGCCAC CCGCGACATC GCCGAGGAGC TGGGCGGCGA GTGGGCCGAC
CGCTTCCTGG
3661TGCTGTACGG CATCGCCGCC CCCGACTCCC AGCGCATCGC CTTCTACCGC
CTGCTGGACG
3721AGTTCTTCTG ACAATTGGCA GCAGCAGCTC GGATAGTATC GACACACTCT
GGACGCTGGT
3781CGTGTGATGG ACTGTTGCCG CCACACTTGC TGCCTTGACC TGTGAATATC
CCTGCCGCTT
3841TTATCAAACA GCCTCAGTGT GTTTGATCTT GTGTGTACGC GCTTTTGCGA
GTTGCTAGCT
3901GCTTGTGCTA TTTGCGAATA CCACCCCCAG CATCCCCTTC CCTCGTTTCA
TATCGCTTGC
3961ATCCCAACCG CAACTTATCT ACGCTGTCCT GCTATCCCTC AGCGCTGCTC
CTGCTCCTGC
4021TCACTGCCCC TCGCACAGCC TTGGTTTGGG CTCCGCCTGT ATTCTCCTGG
TACTGCAACC
4081TGTAACCAG CACTGCAATG CTGATGCACG GGAAGTAGTG GGATGGGAAC
ACAAATGGAG
4141GATCCCGCGT CTCGAACAGA GCGCGCAGAG GAACGCTGAA GGTCTCGCCT
CTGTGCAACC

10

20

30

40

【0 9 3 6】

【数 1 9 1】

4201TCAGCGCGGC ATACACCACA ATAACCACCT GACGAATGCG CTTGGTTCTT
CGTCCATTAG
4261CGAAGCGTCC GGTTCACACA CGTGCCACGT TGGCGAGGTG GCAGGTGACA
ATGATCGGTG
4321GAGCTGATGG TCGAAACGTT CACAGCCTAG GGATATCGAA TTCCTTTCTT
GCGCTATGAC
4381ACTTCCAGCA AAAGGTAGGG CGGGCTGCGA GACGGCTTCC CGGCGCTGCA
TGCAACACCG
4441ATGATGCTTC GACCCCCCGA AGCTCCTTCG GGGCTGCATG GGCGCTCCGA
TGCCGCTCCA
4501GGGCGAGCGC TGTTTAAATA GCCAGGCCCC CGATTGCAA GACATTATAG
CGAGCTACCA
4561AAGCCATATT CAAACACCTA GATCACTACC ACTTCTACAC AGGCCACTCG
AGCTTGATGAT
4621CGCACTCCGC TAAGGGGGCG CCTCTTCCTC TTCGTTTCAG TCACAACCCG
CAAACACTAG
4681TATGGCCACC GCATCCACTT TCTCGGCGTT CAATGCCCCG TGCGGCGACC
TGCGTCGCTC
4741GGCGGGCTCC GGGCCCCGGC GCCCAGCGAG GCCCCTCCCC GTGCGCGGGC
GCGCCCCCGA
4801CTGGTCCATG CTGTTGCGCG TGATCACCAC CATCTTCTCC GCCGCCGAGA
AGCAGTGGAC
4861CAACCTGGAG TGGAAGCCCA AGCCCAACCC CCCCCAGCTG CTGGACGACC
ACTTCGGCCC
4921CCACGGCCTG GTGTTCCGCC GCACCTTCGC CATCCGCAGC TACGAGGTGG
GCCCCGACCG
4981CTCCACCAGC ATCGTGGCCG TGATGAACCA CCTGCAGGAG GCCGCCCTGA
ACCACGCCAA
5041GTCCGTGGGC ATCCTGGGCG ACGGCTTCGG CACCACCCTG GAGATGTCCA
AGCGCGACCT
5101GATCTGGGTG GTGAAGCGCA CCCACGTGGC CGTGGAGCGC TACCCCGCCT
GGGGCGACAC
5161CGTGGAGGTG GAGTGCTGGG TGGGCGCCTC CGGCAACAAC GGCCGCCGCC
ACGACTTCCT
5221GGTGCGCGAC TGCAAGACCG GCGAGATCCT GACCCGCTGC ACCTCCCTGA
GCGTGATGAT
5281GAACACCCGC ACCCGCCGCC TGAGCAAGAT CCCCAGGAG GTGCGCGGCG
AGATCGGCCC
5341CGCCTTCATC GACAACGTGG CCGTGAAGGA CGAGGAGATC AAGAAGCCCC
AGAAGCTGAA
5401CGACTCCACC GCCGACTACA TCCAGGGCGG CCTGACCCCC CGCTGGAACG
ACCTGGACAT
5461CAACCAGCAC GTGAACAACA TCAAGTACGT GGAAGTGGATC CTGGAGACCG
TGCCCCGACAG
5521CATCTTCGAG AGCCACCACA TCTCCTCCTT CACCATCGAG TACCGCCGCG
AGTGCACCAT
5581GGACAGCGTG CTGCAGTCCC TGACCACCGT GAGCGGCGGC TCCTCCGAGG
CCGGCCTGGT
5641GTGCGAGCAC CTGCTGCAGC TGGAGGGCGG CAGCGAGGTG CTGCGCGCCA
AGACCGAGTG

10

20

30

40

【0 9 3 7】

【数 1 9 2】

5701GCGCCCCAAG CTGACCGACT CCTTCCGCGG CATCAGCGTG ATCCCCGCGG
AGTCCAGCGT
5761GATGGACTAC AAGGACCACG ACGGCGACTA CAAGGACCAC GACATCGACT
ACAAGGACGA
5821CGACGACAAG TGA CTGAGG CAGCAGCAGC TCGGATAGTA TCGACACACT
CTGGACGCTG
5881GTCGTGTGAT GGACTGTTGC CGCCACACTT GCTGCCTTGA CCTGTGAATA
TCCCTGCCGC
5941TTTTATCAAA CAGCCTCAGT GTGTTTGATC TTGTGTGTAC GCGCTTTTGC
GAGTTGCTAG
6001CTGCTTGTGC TATTTGCGAA TACCACCCCC AGCATCCCCT TCCCTCGTTT
CATATCGCTT
6061GCATCCCAAC CGCAACTTAT CTACGCTGTC CTGCTATCCC TCAGCGCTGC
TCCTGCTCCT
6121GCTCACTGCC CCTCGCACAG CCTTGGTTTG GGCTCCGCCT GTATTCTCCT
GGTACTGCAA
6181CCTGTAAACC AGCACTGCAA TGCTGATGCA CGGGAAGTAG TGGGATGGGA
ACACAAATGG
6241AAAGCTTGAG CTCTTGTTTT CCAGAAGGAG TTGCTCCTTG AGCCTTTCAT
TCTCAGCCTC
6301GATAACCTCC AAAGCCGCTC TAATTGTGGA GGGGGTTCGA ATTTAAAAGC
TTGGAATGTT
6361GGTTCGTGCG TCTGGAACAA GCCCAGACTT GTTGCTCACT GGGAAAAGGA
CCATCAGCTC
6421CAAAAACTT GCCGCTCAAA CCGCGTACCT CTGCTTTCGC GCAATCTGCC
CTGTTGAAAT
6481CGCCACCACA TTCATATTGT GACGCTTGAG CAGTCTGTAA TTGCCTCAGA
ATGTGGAATC
6541ATCTGCCCCC TGTGCGAGCC CATGCCAGGC ATGTCGCGGG CGAGGACACC
CGCCACTCGT
6601ACAGCAGACC ATTATGCTAC CTCACAATAG TTCATAACAG TGACCATATT
TCTCGAAGCT
6661CCCCAACGAG CACCTCCATG CTCTGAGTGG CCACCCCCCG GCCCTGGTGC
TTGCGGAGGG
6721CAGGTCAACC GGCATGGGGC TACCGAAATC CCCGACCGGA TCCCACCACC
CCCGCGATGG
6781GAAGAATCTC TCCCCGGGAT GTGGGCCCCAC CACCAGCACA ACCTGCTGGC
CCAGGCGAGC
6841GTCAAACCAT ACCACACAAA TATCCTTGGC ATCGGCCCTG AATTCCTTCT
GCCGCTCTGC
6901TACCCGGTGC TTCTGTCCGA AGCAGGGGTT GCTAGGGATC GCTCCGAGTC
CGCAAACCCT
6961TGTCGCGTGG CGGGGCTTGT TCGAGCTTGA AGAGCCTCTA GAGTCGACCT
GCAGGCATGC
7021AAGCTTGCG TAATCATGGT CATAGCTGTT TCCTGTGTGA AATTGTTATC
CGCTCACAAT
7081TCCACACAAC ATACGAGCCG GAAGCATAAA GTGTAAAGCC TGGGGTGCCT
AATGAGTGAG
7141CTAACTCACA TTAATTGCGT TCGCGCTCACT GCCCGCTTTC CAGTCGGGAA
ACCTGTCTGTG

10

20

30

40

【0 9 3 8】

【数 1 9 3】

7201CCAGCTGCAT TAATGAATCG GCCAACGCGC GGGGAGAGGC GGTTTGCGTA
TTGGGCGCTC
7261TTCCGCTTCC TCGCTCACTG ACTCGCTGCG CTCGGTCGTT CGGCTGCGGC
GAGCGGTATC
7321AGCTCACTCA AAGGCGGTAA TACGGTTATC CACAGAATCA GGGGATAACG
CAGGAAAGAA
7381CATGTGAGCA AAAGGCCAGC AAAAGGCCAG GAACCGTAAA AAGGCCGCGT
TGCTGGCGTT
7441TTTCCATAGG CTCCGCCCCC CTGACGAGCA TCACAAAAAT CGACGCTCAA
GTCAGAGGTG
7501GCGAAACCCG ACAGGACTAT AAAGATACCA GGC GTTTCCC CCTGGAAGCT
CCCTCGTGCG
7561CTCTCCTGTT CCGACCCTGC CGCTTACCGG ATACCTGTCC GCCTTTCTCC
CTTCGGGAAG
7621CGTGGCGCTT TCTCATAGCT CACGCTGTAG GTATCTCAGT TCGGTGTAGG
TCGTTGCTC
7681CAAGCTGGGC TGTGTGCACG AACCCCCCGT TCAGCCCGAC CGCTGCGCCT
TATCCGGTAA
7741CTATCGTCTT GAGTCCAACC CGGTAAGACA CGACTTATCG C

10

配列番号 237

p S Z 1 4 3 9

20

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG
61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG
121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA
181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG
241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAAC
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTTAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTGCT
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA

30

40

【0 9 3 9】

【数 1 9 4】

781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTG
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAAGTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG

10

20

30

40

【0 9 4 0】

【数 1 9 5】

2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTGCGCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGC
2941TGCTGCAGGC CTTCTGTTC CTGCTGGCCG GCTTCGCCGC CAAGATCAGC
GCCTCCATGA
3001CGAACGAGAC GTCCGACCGC CCCCTGGTGC ACTTCACCCC CAACAAGGGC
TGGATGAACG
3061ACCCCAACGG CCTGTGGTAC GACGAGAAGG ACGCCAAGTG GCACCTGTAC
TTCCAGTACA
3121ACCCGAACGA CACCGTCTGG GGGACGCCCT TGTTCTGGGG CCACGCCACG
TCCGACGACC
3181TGACCAACTG GGAGGACCAG CCCATCGCCA TCGCCCCGAA GCGCAACGAC
TCCGGCGCCT
3241TCTCCGGCTC CATGGTGGTG GACTACAACA ACACCTCCGG CTTCTTCAAC
GACACCATCG
3301ACCCGCGCCA GCGCTGCGTG GCCATCTGGA CCTACAACAC CCCGGAGTCC
GAGGAGCAGT
3361ACATCTCCTA CAGCCTGGAC GGCGGCTACA CCTTCACCGA GTACCAGAAG
AACCCCGTGC
3421TGGCCGCCAA CTCCACCCAG TTCCGCGACC CGAAGGTCTT CTGGTACGAG
CCCTCCCAGA
3481AGTGATCAT GACCGCGGCC AAGTCCCAGG ACTACAAGAT CGAGATCTAC
TCCTCCGACG
3541ACCTGAAGTC CTGGAAGCTG GAGTCCGCGT TCGCCAACGA GGGCTTCCTC
GGCTACCAGT
3601ACGAGTGCCC CGGCCTGATC GAGGTCCCCA CCGAGCAGGA CCCAGCAAG
TCCTACTGGG
3661TGATGTTTCT CTCCATCAAC CCGGCGCCCC CGGCCGGCGG CTCCTTCAAC
CAGTACTTCG
3721TCGGCAGCTT CAACGGCACC CACTTCGAGG CCTTCGACAA CCAGTCCCGC
GTGGTGGA

10

20

30

40

【0 9 4 1】

【数 1 9 6】

3781TCGGCAAGGA CTACTACGCC CTGCAGACCT TCTTCAACAC CGACCCGACC
TACGGGAGCG
3841CCCTGGGCAT CGCGTGGGCC TCCAACTGGG AGTACTCCGC CTTCGTGCCC
ACCAACCCCT
3901GGCGCTCCTC CATGTCCCTC GTGCGCAAGT TCTCCCTCAA CACCGAGTAC
CAGGCCAACC
3961CGGAGACGGA GCTGATCAAC CTGAAGGCCG AGCCGATCCT GAACATCAGC
AACGCCGGCC
4021CCTGGAGCCG GTTCGCCACC AACACCACGT TGACGAAGGC CAACAGCTAC
AACGTCGACC
4081TGTTCCAACAG CACCGGCACC CTGGAGTTCG AGCTGGTGTA CGCCGTCAAC
ACCACCCAGA
4141CGATCTCCAA GTCCGTGTTT GCGGACCTCT CCCTCTGGTT CAAGGGCCTG
GAGGACCCCG
4201AGGAGTACCT CCGCATGGGC TTCGAGGTGT CCGCGTCCTC CTTCTTCCTG
GACCGCGGGA
4261ACAGCAAGGT GAAGTTCGTG AAGGAGAACC CCTACTTCAC CAACCGCATG
AGCGTGAACA
4321ACCAGCCCTT CAAGAGCGAG AACGACCTGT CCTACTACAA GGTGTACGGC
TTGCTGGACC
4381AGAACATCCT GGAGCTGTAC TTCAACGACG GCGACGTCGT GTCCACCAAC
ACCTACTTCA
4441TGACCACCGG GAACGCCCTG GGCTCCGTGA ACATGACGAC GGGGGTGGAC
AACCTGTTCT
4501ACATCGACAA GTTCCAGGTG CGCGAGGTCA AGTGACAATT GGCAGCAGCA
GCTCGGATAG
4561TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC
TTGCTGCCTT
4621GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA
TCTTGTGTGT
4681ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC
CCAGCATCCC
4741CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT ATCTACGCTG
TCCTGCTATC
4801CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTGGTT
TGGGCTCCGC
4861CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG
CACGGGAAGT
4921AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAGGATCCC GCGTCTCGAA CAGAGCGCGC
AGAGGAACGC
4981TGAAGGTCTC GCCTCTGTCG CACCTCAGCG CGGCATACAC CACAATAACC
ACCTGACGAA
5041TGCCTTGGT TCTTCGTCCA TTAGCGAAGC GTCCGGTTCA CACACGTGCC
ACGTTGGCGA
5101GGTGGCAGGT GACAATGATC GGTGGAGCTG ATGGTCGAAA CGTTCACAGC
CTAGGGATAT
5161CGAATTCTTT TCTTGCGCTA TGACACTTCC AGCAAAAGGT AGGGCGGGCT
GCGAGACGGC
5221TTCCCGGCGC TGCATGCAAC ACCGATGATG CTTGACCCCC CGAAGCTCC
TTCGGGGCTG

10

20

30

40

【0 9 4 2】

【数 1 9 7】

5281CATGGGCGCT CCGATGCCGC TCCAGGGCGA GCGCTGTTTA AATAGCCAGG
CCCCCGATTG
5341CAAAGACATT ATAGCGAGCT ACCAAAGCCA TATTCAAACA CCTAGATCAC
TACCACTTCT
5401ACACAGGCCA CTCGAGCTTG TGATCGCACT CCGCTAAGGG GGCGCCTCTT
CCTCTTCGTT
5461TCAGTCACAA CCCGCAAACA CTAGTATGGC CACCGCATCC ACTTTCTCGG
CGTTCAATGC
5521CCGCTGCGGC GACCTGCGTC GCTCGGCGGG CTCCGGGCCC CGGCGCCCAG
CGAGGCCCT
5581CCCCGTGCGC GGGCGCGCCG CCTCCGCCAA GGCCTCCAAG ACCATCGGCG
AGGGCTCCGA
5641GAACCTGAAC GTGCGCGGCA TCATCGCCAA GCCACCTCC TCCTCGGCCG
CCAAGCAGGG
5701CAAGGTGATG GCCCAGGCCG TGCCCAAGAT CAACGGCGCC AAGGTGGGCC
TGAAGGCCGA
5761GTCCCAGAAG GCCGAGGAGG ACGCCGCCCC CTCCTCCGCC CCCCGCACCT
TCTACAACCA
5821GCTGCCCGAC TGGTCCGTGC TGCTGGCCGC CGTGACCACC ATCTTCCTGG
CCGCCGAGAA
5881GCAGTGGACC CTGCTGGACT GGAAGCCCCG CCGCCCCGAC ATGCTGACCG
GCGCCTTCTC
5941CCTGGGCAAG ATCGTGCAGG ACGGCCTGGT GTTCCGCCAG AACTTCTCCA
TCCGCTCCTA
6001CGAGATCGGC GCCGACCGCA CCGCCTCCAT CGAGACCCTG ATGAACCACC
TGCAGGAGAC
6061CGCCCTGAAC CACGTGCGCA ACGCCGGCCT GCTGGGCGAC GGCTTCGGCG
CCACCCCCGA
6121GATGTCCAAG CGCAACCTGA TCTGGGTGGT GACCAAGATG CAGGTGCTGA
TCGAGCACTA
6181CCCCCTCCTGG GGCGACGTGG TGGAGGTGGA CACCTGGGTG GGCGCCTCCG
GCAAGAACGG
6241CATGCGCCGC GACTGGCACG TGCGCGACTA CCGCACCAGG CAGACCATCC
TGCGCGCCAC
6301CTCCATCTGG GTGATGATGG ACAAGCACAC CCGCAAGCTG TCCAAGATGC
CCGAGGAGGT
6361GCGCGCCGAG ATCGGCCCCCT ACTTCATGGA GCACGCCGCC ATCGTGGACG
AGGACTCCCG
6421CAAGCTGCCC AAGCTGGACG ACGACACCGC CGACTACATC AAGTGGGGCC
TGACCCCCCG
6481CTGGTCCGAC CTGGACGTGA ACCAGCACGT GAACAACGTG AAGTACATCG
GCTGGATCCT
6541GGAGTCCGCC CCCATCTCCA TCCTGGAGAA CCACGAGCTG GCCTCCATGA
CCCTGGAGTA
6601CCGCCGCGAG TGCGGCCGCG ACTCCGTGCT GCAGTCCCTG ACCGCCGTGG
CCAACGACTG
6661CACCGGCGGC CTGCCCCGAGG CCTCCATCGA GTGCCAGCAC CTGCTGCAGC
TGGAGTGC GG
6721CGCCGAGATC GTGCGCGGCC GCACCCAGTG GCGCCCCCGC CGCGCCTCCG
GCCCCACCTC

10

20

30

40

【0 9 4 3】

【数 1 9 8】

6781CGCCGGCTCC GCCATGGACT ACAAGGACCA CGACGGCGAC TACAAGGACC
ACGACATCGA
6841CTACAAGGAC GACGACGACA AGTGAATCGA TAGATCTCTT AAGGCAGCAG
CAGCTCGGAT
6901AGTATCGACA CACTCTGGAC GCTGGTCGTG TGATGGACTG TTGCCGCCAC
ACTTGCTGCC
6961TTGACCTGTG AATATCCCTG CCGCTTTTAT CAAACAGCCT CAGTGTGTTT
GATCTTGTGT
7021GTACGCGCTT TTGCGAGTTG CTAGCTGCTT GTGCTATTTG CGAATACCAC
CCCCAGCATC
7081CCCTTCCCTC GTTTCATATC GCTTGCATCC CAACCGCAAC TTATCTACGC
TGTCCCTGCTA
7141TCCCTCAGCG CTGCTCCTGC TCCTGCTCAC TGCCCCTCGC ACAGCCTTGG
TTTGGGCTCC
7201GCCTGTATTC TCCTGGTACT GCAACCTGTA AACCAGCACT GCAATGCTGA
TGCACGGGAA
7261GTAGTGGGAT GGGAACACAA ATGGAAAGCT TAATTAAGAG CTCTTGTTTT
CCAGAAGGAG
7321TTGCTCCTTG AGCCTTTCAT TCTCAGCCTC GATAACCTCC AAAGCCGCTC
TAATTGTGGA
7381GGGGGTTCGA ATTTAAAAGC TTGGAATGTT GGTTCGTGCG TCTGGAACAA
GCCCAGACTT
7441GTTGCTCACT GGGAAAAGGA CCATCAGCTC CAAAAAACTT GCCGCTCAAA
CCGCGTACCT
7501CTGCTTTTCGC GCAATCTGCC CTGTTGAAAT CGCCACCACA TTCATATTGT
GACGCTTGAG
7561CAGTCTGTAA TTGCCTCAGA ATGTGGAATC ATCTGCCCCC TGTGCGAGCC
CATGCCAGGC
7621ATGTCGCGGG CGAGGACACC CGCCACTCGT ACAGCAGACC ATTATGCTAC
CTCACAATAG
7681TTCATAACAG TGACCATATT TCTCGAAGCT CCCCACGAG CACCTCCATG
CTCTGAGTGG
7741CCACCCCCCG GCCCTGGTGC TTGCGGAGGG CAGGTCAACC GGCATGGGGC
TACCGAAATC
7801CCCGACCGGA TCCCACCACC CCCGCGATGG GAAGAATCTC TCCCCGGGAT
GTGGGCCCCAC
7861CACCAGCACA ACCTGCTGGC CCAGGCGAGC GTCAAACCAT ACCACACAAA
TATCCTTGGC
7921ATCGGCCCTG AATTCCTTCT GCCGCTCTGC TACCCGGTGC TTCTGTCCGA
AGCAGGGGTT
7981GCTAGGGATC GCTCCGAGTC CGCAAACCCT TGTCGCGTGG CGGGGCTTGT
TCGAGCTTGA
8041AGAGCCTCTA GAGTCGACCT GCAGGCATGC AAGCTTGGCG TAATCATGGT
CATAGCTGTT
8101TCCTGTGTGA AATTGTTATC CGCTCACAAT TCCACACAAC ATACGAGCCG
GAAGCATAAA
8161GTGTAAAGCC TGGGGTGCCT AATGAGTGAG CTAACCTACA TTAATTGCGT
TGCGCTCACT
8221GCCCCGCTTTC CAGTCGGGAA ACCTGTCGTG CCAGCTGCAT TAATGAATCG
GCCAACGCGC

10

20

30

40

【0 9 4 4】

【数 1 9 9】

8281GGGGAGAGGC GGT TTGCGTA TTGGGCGCTC TTCCGCTTCC TCGCTCACTG
 ACTCGCTGCG
 8341CTCGGTCGTT CGGCTGCGGC GAGCGGTATC AGCTCACTCA AAGGCGGTAA
 TACGGTTATC
 8401CACAGAATCA GGGGATAACG CAGGAAAGAA CATGTGAGCA AAAGGCCAGC
 AAAAGGCCAG
 8461GAACCGTAAA AAGGCCGCGT TGCTGGCGTT TTTCCATAGG CTCCGCCCCC
 CTGACGAGCA
 8521TCACAAAAAT CGACGCTCAA GTCAGAGGTG GCGAAACCCG ACAGGACTAT
 AAAGATACCA
 8581GGCGTTTCCC CCTGGAAGCT CCCTCGTGCG CTCTCCTGTT CCGACCCTGC
 CGCTTACCGG
 8641ATACCTGTCC GCCTTTCTCC CTTCCGGAAG CGTGGCGCTT TCTCATAGCT
 CACGCTGTAG
 8701GTATCTCAGT TCGGTGTAGG TCGTTCGCTC CAAGCTGGGC TGTGTGCACG
 AACCCCCCGT
 8761TCAGCCCGAC CGCTGCGCCT TATCCGGTAA CTATCGTCTT GAGTCCAACC
 CGGTAAGACA
 8821CGACTTATCG C

10

配列番号 238

p S Z 1 4 4 9

20

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAAC
 301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
 ATCCTTTTAA
 361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
 TCTGACAGTT
 421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTTCT
 TCATCCATAG
 481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
 TCTGGCCCCA
 541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
 GCAATAAACC
 601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
 TCCATCCAGT
 661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
 TTGCGCAACG
 721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
 GCTTCATTCA

30

40

【0 9 4 5】

【数 2 0 0】

781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGCTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTG
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTTCG
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAAGTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG

10

20

30

40

【0 9 4 6】

【数 2 0 1】

2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGC
2941TGCTGCAGGC CTTCTGTTC CTGCTGGCCG GCTTCGCCGC CAAGATCAGC
GCCTCCATGA
3001CGAACGAGAC GTCCGACCGC CCCCTGGTGC ACTTCACCCC CAACAAGGGC
TGGATGAACG
3061ACCCCAACGG CCTGTGGTAC GACGAGAAGG ACGCCAAGTG GCACCTGTAC
TTCCAGTACA
3121ACCCGAACGA CACCGTCTGG GGGACGCCCT TGTTCTGGGG CCACGCCACG
TCCGACGACC
3181TGACCAACTG GGAGGACCAG CCCATCGCCA TCGCCCCGAA GCGCAACGAC
TCCGGCGCCT
3241TCTCCGGCTC CATGGTGGTG GACTACAACA ACACCTCCGG CTTCTTCAAC
GACACCATCG
3301ACCCGCGCCA GCGCTGCGTG GCCATCTGGA CCTACAACAC CCCGGAGTCC
GAGGAGCAGT
3361ACATCTCCTA CAGCCTGGAC GGCGGCTACA CCTTCACCGA GTACCAGAAG
AACCCCGTGC
3421TGGCCGCCAA CTCCACCCAG TTCCGCGACC CGAAGGTCTT CTGGTACGAG
CCCTCCCAGA
3481AGTGATCAT GACCGCGGCC AAGTCCCAGG ACTACAAGAT CGAGATCTAC
TCCTCCGACG
3541ACCTGAAGTC CTGGAAGCTG GAGTCCGCGT TCGCCAACGA GGGCTTCCTC
GGCTACCAGT
3601ACGAGTGCCC CGGCCTGATC GAGGTCCCCA CCGAGCAGGA CCCAGCAAG
TCCTACTGGG
3661TGATGTTTCT CTCCATCAAC CCGGCGCCCC CGGCCGGCGG CTCCTTCAAC
CAGTACTTCG
3721TCGGCAGCTT CAACGGCACC CACTTCGAGG CCTTCGACAA CCAGTCCCGC
GTGGTGGA

10

20

30

40

【0 9 4 7】

【数 2 0 2】

3781TCGGCAAGGA CTACTACGCC CTGCAGACCT TCTTCAACAC CGACCCGACC
TACGGGAGCG
3841CCCTGGGCAT CGCGTGGGCC TCCAACTGGG AGTACTCCGC CTTCGTGCCC
ACCAACCCCT
3901GGCGCTCCTC CATGTCCCTC GTGCGCAAGT TCTCCCTCAA CACCGAGTAC
CAGGCCAACC
3961CGGAGACGGA GCTGATCAAC CTGAAGGCCG AGCCGATCCT GAACATCAGC
AACGCCGGCC
4021CCTGGAGCCG GTTCGCCACC AACACCACGT TGACGAAGGC CAACAGCTAC
AACGTCGACC
4081TGTC AACAG CACCGGCACC CTGGAGTTCG AGCTGGTGTA CGCCGTCAAC
ACCACCCAGA
4141CGATCTCCAA GTCCGTGTTT GCGGACCTCT CCCTCTGGTT CAAGGGCCTG
GAGGACCCCG
4201AGGAGTACCT CCGCATGGGC TTCGAGGTGT CCGCGTCCTC CTTCTTCCTG
GACCGCGGGA
4261ACAGCAAGGT GAAGTTCGTG AAGGAGAACC CCTACTTCAC CAACCGCATG
AGCGTGAACA
4321ACCAGCCCTT CAAGAGCGAG AACGACCTGT CCTACTACAA GGTGTACGGC
TTGCTGGACC
4381AGAACATCCT GGAGCTGTAC TTCAACGACG GCGACGTCGT GTCCACCAAC
ACCTACTTCA
4441TGACCACCGG GAACGCCCTG GGCTCCGTGA ACATGACGAC GGGGGTGGAC
AACCTGTTCT
4501ACATCGACAA GTTCCAGGTG CGCGAGGTCA AGTGACAATT GGCAGCAGCA
GCTCGGATAG
4561TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC
TTGCTGCCTT
4621GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA
TCTTGTGTGT
4681ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC
CCAGCATCCC
4741CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT ATCTACGCTG
TCCTGCTATC
4801CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTGGTT
TGGGCTCCGC
4861CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG
CACGGGAAGT
4921AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAGGATCCC GCGTCTCGAA CAGAGCGCGC
AGAGGAACGC
4981TGAAGGTCTC GCCTCTGTCG CACCTCAGCG CGGCATACAC CACAATAACC
ACCTGACGAA
5041TGCCTTGGT TCTTCGTCCA TTAGCGAAGC GTCCGGTTCA CACACGTGCC
ACGTTGGCGA
5101GGTGGCAGGT GACAATGATC GGTGGAGCTG ATGGTCGAAA CGTTCACAGC
CTAGGGATAT
5161CGAATTCGGC CGACAGGACG CGCGTCAAAG GTGCTGGTCG TGTATGCCCT
GGCCGGCAGG
5221TCGTTGCTGC TGCTGGTTAG TGATTCCGCA ACCCTGATTT TGGCGTCTTA
TTTTGGCGTG

10

20

30

40

【0 9 4 8】

【数 2 0 3】

5281GCAAACGCTG GCGCCCGCGA GCCGGGCGCG CGGCGATGCG GTGCCCCACG
GCTGCCGGAA
5341TCCAAGGGAG GCAAGAGCGC CCGGGTCAGT TGAAGGGCTT TACGCGCAAG
GTACAGCCGC
5401TCCTGCAAGG CTGCGTGGTG GAATTGGACG TGCAGGTCCT GCTGAAGTTC
CTCCACCGCC
5461TCACCAGCGG ACAAAGCACC GGTGTATCAG GTCCGTGTCA TCCACTCTAA
AGAACTCGAC
5521TACGACCTAC TGATGGCCCT AGATTCTTCA TCAAAAACGC CTGAGACACT
TGCCCAGGAT
5581TGAAACTCCC TGAAGGGACC ACCAGGGGCC CTGAGTTGTT CCTTCCCCC
GTGGCGAGCT
5641GCCAGCCAGG CTGTACCTGT GATCGAGGCT GCGGGGAAAA TAGGCTTCGT
GTGCTCAGGT
5701CATGGGAGGT GCAGGACAGC TCATGAAACG CCAACAATCG CACAATTCAT
GTCAAGCTAA
5761TCAGCTATTT CCTCTTCACG AGCTGTAATT GTCCCAAAT TCTGGTCTAC
CGGGGGTGAT
5821CCTTCGTGTA CGGGCCCTTC CCTCAACCCT AGGTATGCGC GCATGCGGTC
GCCGCGCAAC
5881TCGCGCGAGG GCCGAGGGTT TGGGACGGGC CGTCCCGAAA TGCAGTTGCA
CCCGGATGCG
5941TGGCACCTTT TTTGCGATAA TTTATGCAAT GGACTGCTCT GCAAAATTCT
GGCTCTGTCTG
6001CCAACCCTAG GATCAGCGGC GTAGGATTTT GTAATCATTC GTCCTGATGG
GGAGCTACCG
6061ACTACCCTAA TATCAGCCCG ACTGCCTGAC GCCAGCGTCC ACTTTTGTGC
ACACATTCCA
6121TTCGTGCCA AGACATTTCA TTGTGGTGCG AAGCGTCCCC AGTTACGCTC
ACCTGTTTCC
6181CGACCTCCTT ACTGTTCTGT CGACAGAGCG GGCCACAGG CCGGTGCGAG
CCACTAGTAT
6241GGCCACCGCA TCCACTTTCT CGGCGTTCAA TGCCCGCTGC GGCGACCTGC
GTCGCTCGGC
6301GGGCTCCGGG CCCC GGCGCC CAGCGAGGCC CCTCCCCGTG CGCGGGCGCG
CCTCCCAGCT
6361GCGCAAGCCC GCCCTGGACC CCCTGCGCGC CGTGATCTCC GCCGACCAGG
GCTCCATCTC
6421CCCCGTGAAC TCCTGCACCC CCGCCGACCG CCTGCGCGCC GGCCGCCTGA
TGGAGGACGG
6481CTACTCCTAC AAGGAGAAGT TCATCGTGCG CTCCTACGAG GTGGGCATCA
ACAAGACCGC
6541CACCGTGGAG ACCATCGCCA ACCTGCTGCA GGAGGTGGCC TGCAACCACG
TGCAGAAGTG
6601CGGCTTCTCC ACCGACGGCT TCGCCACCAC CCTGACCATG CGCAAGCTGC
ACCTGATCTG
6661GGTGACCGCC CGCATGCACA TCGAGATCTA CAAGTACCCC GCCTGGTCCG
ACGTGGTGGA
6721GATCGAGACC TGGTGCCAGT CCGAGGGCCG CATCGGCACC CGCCGCGACT
GGATCCTGCG

10

20

30

40

【0 9 4 9】

【数 2 0 4】

6781CGACTCCGCC ACCAACGAGG TGATCGGCCG CGCCACCTCC AAGTGGGTGA
TGATGAACCA
6841GGACACCCGC CGCCTGCAGC GCGTGACCGA CGAGGTGCGC GACGAGTACC
TGGTGTTCTG
6901CCCCGCGAG CCGCGCCTGG CCTTCCCCGA GGAGAACAAC TCCTCCCTGA
AGAAGATCCC
6961CAAGCTGGAG GACCCCGCCC AGTACTCCAT GCTGGAGCTG AAGCCCCGCC
GCGCCGACCT
7021GGACATGAAC CAGCACGTGA ACAACGTGAC CTACATCGGC TGGGTGCTGG
AGTCCATCCC
7081CCAGGAGATC ATCGACACCC ACGAGCTGCA GGTGATCACC CTGGACTACC
GCCGCGAGTG
7141CCAGCAGGAC GACATCGTGG ACTCCCTGAC CACCTCCGAG ATCCCCGACG
ACCCCATCTC
7201CAAGTTCACC GGCACCAACG GCTCCGCCAT GTCCTCCATC CAGGGCCACA
ACGAGTCCCA
7261GTTCCCTGCAC ATGCTGCGCC TGTCCGAGAA CGGCCAGGAG ATCAACCGCG
GCCGCACCCA
7321GTGGCGCAAG AAGTCCTCCC GCATGGACTA CAAGGACCAC GACGGCGACT
ACAAGGACCA
7381CGACATCGAC TACAAGGACG ACGACGACAA GTGAATCGAT AGATCTCTTA
AGGCAGCAGC
7441AGCTCGGATA GTATCGACAC ACTCTGGACG CTGGTCGTGT GATGGACTGT
TGCCGCCACA
7501CTTGCTGCCT TGACCTGTGA ATATCCCTGC CGCTTTTATC AAACAGCCTC
AGTGTGTTTG
7561ATCTTGTGTG TACGCGCTTT TCGGAGTTGC TAGCTGCTTG TGCTATTTGC
GAATACCACC
7621CCCAGCATCC CCTTCCCTCG TTTCATATCG CTTGCATCCC AACCGCAACT
TATCTACGCT
7681GTCCTGCTAT CCCTCAGCGC TGCTCCTGCT CCTGCTCACT GCCCCTCGCA
CAGCCTTGGT
7741TTGGGCTCCG CCTGTATTCT CCTGGTACTG CAACCTGTAA ACCAGCACTG
CAATGCTGAT
7801GCACGGGAAG TAGTGGGATG GGAACACAAA TGGAAAGCTT AATTAAGAGC
TCTTGTTTTT
7861CAGAAGGAGT TGCTCCTTGA GCCTTTCATT CTCAGCCTCG ATAACCTCCA
AAGCCGCTCT
7921AATTGTGGAG GGGGTTTCGAA TTTAAAAGCT TGGAATGTTG GTTCGTGCGT
CTGGAACAAG
7981CCCAGACTTG TTGCTCACTG GGAAAAGGAC CATCAGCTCC AAAAACTTG
CCGCTCAAAC
8041CGCGTACCTC TGCTTTCGCG CAATCTGCCC TGTGAAATC GCCACCACAT
TCATATTGTG
8101ACGCTTGAGC AGTCTGTAAT TGCTCAGAA TGTGGAATCA TCTGCCCCCT
GTGCGAGCCC
8161ATGCCAGGCA TGTCGCGGGC GAGGACACCC GCCACTCGTA CAGCAGACCA
TTATGCTACC
8221TCACAATAGT TCATAACAGT GACCATATTT CTCGAAGCTC CCCAACGAGC
ACCTCCATGC

10

20

30

40

【0 9 5 0】

【数 2 0 5】

8281TCTGAGTGGC CACCCCCCGG CCCTGGTGCT TCGGAGGGC AGGTCAACCG
 GCATGGGGCT
 8341ACCGAAATCC CCGACCGGAT CCCACCACCC CCGCGATGGG AAGAATCTCT
 CCCC GGATG
 8401TGGGCCCACC ACCAGCACAA CCTGCTGGCC CAGGCGAGCG TCAAACCATA
 CCACACAAAT
 8461ATCCTTGGCA TCGGCCCTGA ATTCTTCTG CCGCTCTGCT ACCCGGTGCT
 TCTGTCCGAA
 8521GCAGGGGTTG CTAGGGATCG CTCCGAGTCC GCAAACCCTT GTCGCGTGCC
 GGGGCTTGTT
 8581CGAGCTTGAA GAGCCTCTAG AGTCGACCTG CAGGCATGCA AGCTTGGCGT
 AATCATGGTC
 8641ATAGCTGTTT CCTGTGTGAA ATTGTTATCC GCTCACAATT CCACACAACA
 TACGAGCCGG
 8701AAGCATAAAG TGTAAGCCT GGGGTGCCTA ATGAGTGAGC TAACTCACAT
 TAATTGCGTT
 8761GCGCTCACTG CCCGCTTTCC AGTCGGGAAA CCTGTCGTGC CAGCTGCATT
 AATGAATCGG
 8821CCAACGCGCG GGGAGAGGCG GTTTGCGTAT TGGGCGCTCT TCCGCTTCCT
 CGCTCACTGA
 8881CTCGCTGCGC TCGGTGTTT GGCTGCGGCG AGCGGTATCA GCTCACTCAA
 AGGCGGTAAT
 8941ACGGTTATCC ACAGAATCAG GGGATAACGC AGGAAAGAAC ATGTGAGCAA
 AAGGCCAGCA
 9001AAAGGCCAGG AACCGTAAAA AGGCCGCGTT GCTGGCGTTT TTCCATAGGC
 TCCGCCCCC
 9061TGACGAGCAT CACAAAAATC GACGCTCAAG TCAGAGGTGG CGAAACCCGA
 CAGGACTATA
 9121AAGATACCAG GCGTTTCCCC CTGGAAGCTC CCTCGTGCGC TCTCCTGTTC
 CGACCCTGCC
 9181GCTTACCGGA TACCTGTCCG CCTTTCTCCC TTCGGGAAGC GTGGCGCTTT
 CTCATAGCTC
 9241ACGCTGTAGG TATCTCAGTT CGGTGTAGGT CGTTCGCTCC AAGCTGGGCT
 GTGTGCACGA
 9301ACCCCCGTT CAGCCCGACC GCTGCGCCTT ATCCGGTAAC TATCGTCTTG
 AGTCCAACCC
 9361GGTAAGACAC GACTTATCGC

10

20

30

配列番号 239

p S Z 1 4 5 1

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAACAAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTC GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG

40

【0 9 5 1】

【数 2 0 6】

241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAAC T
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT
661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGGTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA

10

20

30

40

【0 9 5 2】

【数 2 0 7】

1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAACCTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GCGCTGCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT
2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGC
2941TGCTGCAGGC CTTCTGTTC CTGCTGGCCG GCTTCGCCGC CAAGATCAGC
GCCTCCATGA
3001CGAACGAGAC GTCCGACCGC CCCCTGGTGC ACTTCACCCC CAACAAGGGC
TGGATGAACG
3061ACCCCAACGG CCTGTGGTAC GACGAGAAGG ACGCCAAGTG GCACCTGTAC
TTCCAGTACA
3121ACCCGAACGA CACCGTCTGG GGGACGCCCT TGTTCTGGGG CCACGCCACG
TCCGACGACC
3181TGACCAACTG GGAGGACCAG CCCATCGCCA TCGCCCCGAA GCGCAACGAC
TCCGGCGCCT

10

20

30

40

【0 9 5 3】

【数 2 0 8】

3241TCTCCGGCTC CATGGTGGTG GACTACAACA ACACCTCCGG CTTCTTCAAC
GACACCATCG
3301ACCCGCGCCA GCGCTGCGTG GCCATCTGGA CCTACAACAC CCCGGAGTCC
GAGGAGCAGT
3361ACATCTCCTA CAGCCTGGAC GGCGGCTACA CCTTCACCGA GTACCAGAAG
AACCCCGTGC
3421TGGCCGCCAA CTCCACCCAG TTCCGCGACC CGAAGGTCTT CTGGTACGAG
CCCTCCCAGA
3481AGTGGATCAT GACCGCGGCC AAGTCCCAGG ACTACAAGAT CGAGATCTAC
TCCTCCGACG
3541ACCTGAAGTC CTGGAAGCTG GAGTCCGCGT TCGCCAACGA GGGCTTCCTC
GGCTACCAGT
3601ACGAGTGCCC CGGCCTGATC GAGGTCCCCA CCGAGCAGGA CCCCAGCAAG
TCCTACTGGG
3661TGATGTTTCAT CTCCATCAAC CCCGGCGCCC CGGCCGGCGG CTCCTTCAAC
CAGTACTTCG
3721TCGGCAGCTT CAACGGCACC CACTTCGAGG CCTTCGACAA CCAGTCCCGC
GTGGTGGACT
3781TCGGCAAGGA CTACTACGCC CTGCAGACCT TCTTCAACAC CGACCCGACC
TACGGGAGCG
3841CCCTGGGCAT CGCGTGGGCC TCCAAC TGGG AGTACTCCGC CTCGTGCCC
ACCAACCCCT
3901GGCGCTCCTC CATGTCCCTC GTGCGCAAGT TCTCCCTCAA CACCGAGTAC
CAGGCCAACC
3961CGGAGACGGA GCTGATCAAC CTGAAGGCCG AGCCGATCCT GAACATCAGC
AACGCCGGCC
4021CCTGGAGCCG GTTCGCCACC AACACCACGT TGACGAAGGC CAACAGCTAC
AACGTCGACC
4081TGTCCAACAG CACCGGCACC CTGGAGTTCG AGCTGGTGTA CGCCGTCAAC
ACCACCCAGA
4141CGATCTCCAA GTCCGTGTTT GCGGACCTCT CCCTCTGGTT CAAGGGCCTG
GAGGACCCCC
4201AGGAGTACCT CCGCATGGGC TTCGAGGTGT CCGCGTCCTC CTTCTTCCTG
GACCGCGGGA
4261ACAGCAAGGT GAAGTTCGTG AAGGAGAACC CCTACTTCAC CAACCGCATG
AGCGTGAACA
4321ACCAGCCCTT CAAGAGCGAG AACGACCTGT CCTACTACAA GGTGTACGGC
TTGCTGGACC
4381AGAACATCCT GGAGCTGTAC TTCAACGACG GCGACGTCGT GTCCACCAAC
ACCTACTTCA
4441TGACCACCGG GAACGCCCTG GGCTCCGTGA ACATGACGAC GGGGGTGGAC
AACCTGTTCT
4501ACATCGACAA GTTCCAGGTG CGCGAGGTCA AGTGACAATT GGCAGCAGCA
GCTCGGATAG
4561TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC
TTGCTGCCTT
4621GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA
TCTTGTGTGT
4681ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC
CCAGCATCCC

10

20

30

40

【0 9 5 4】

【数 2 0 9】

4741CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT ATCTACGCTG
TCCTGCTATC
4801CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTGGTT
TGGGCTCCGC
4861CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG
CACGGGAAGT
4921AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAGGATCCC GCGTCTCGAA CAGAGCGCGC
AGAGGAACGC
4981TGAAGGTCTC GCCTCTGTCG CACCTCAGCG CGGCATACAC CACAATAACC
ACCTGACGAA
5041TTCGCTTGGT TCTTCGTCCA TTAGCGAAGC GTCCGGTTCA CACACGTGCC
ACGTTGGCGA
5101GGTGGCAGGT GACAATGATC GGTGGAGCTG ATGGTCGAAA CGTTCACAGC
CTAGGGATAT
5161CGAATTCGGC CGACAGGACG CGCGTCAAAG GTGCTGGTCG TGTATGCCCT
GGCCGGCAGG
5221TCGTTGCTGC TGCTGGTTAG TGATTCCGCA ACCCTGATTT TGGCGTCTTA
TTTTGGCGTG
5281GCAAACGCTG GCGCCCGCGA GCCGGGCCGG CGGCGATGCG GTGCCCCACG
GCTGCCGGAA
5341TCCAAGGGAG GCAAGAGCGC CCGGGTCAGT TGAAGGGCTT TACGCGCAAG
GTACAGCCGC
5401TCCTGCAAGG CTGCGTGGTG GAATTGGACG TGCAGGTCCT GCTGAAGTTC
CTCCACCGCC
5461TCACCAGCGG ACAAAGCACC GGTGTATCAG GTCCGTGTCA TCCACTCTAA
AGAACTCGAC
5521TACGACCTAC TGATGGCCCT AGATTCTTCA TCAAAAACGC CTGAGACACT
TGCCCAGGAT
5581TGAAACTCCC TGAAGGGACC ACCAGGGGCC CTGAGTTGTT CCTTCCCCC
GTGGCGAGCT
5641GCCAGCCAGG CTGTACCTGT GATCGAGGCT GGCGGGAAAA TAGGCTTCGT
GTGCTCAGGT
5701CATGGGAGGT GCAGGACAGC TCATGAAACG CCAACAATCG CACAATTCAT
GTCAAGCTAA
5761TCAGCTATTT CCTCTTCACG AGCTGTAATT GTCCCAAAT TCTGGTCTAC
CGGGGGTGAT
5821CCTTCGTGTA CGGGCCCTTC CCTCAACCCT AGGTATGCGC GCATGCGGTC
GCCGCGCAAC
5881TCGCGCGAGG GCCGAGGGTT TGGGACGGGC CGTCCCGAAA TGCAGTTGCA
CCCGGATGCG
5941TGGCACCTTT TTTGCGATAA TTTATGCAAT GGACTGCTCT GCAAAATTCT
GGCTCTGTCTG
6001CCAACCCTAG GATCAGCGGC GTAGGATTTT GTAATCATTC GTCCTGATGG
GGAGCTACCG
6061ACTACCCTAA TATCAGCCCG ACTGCCTGAC GCCAGCGTCC ACTTTTGTGC
ACACATTCCA
6121TTCGTGCCCA AGACATTTCA TTGTGGTGCG AAGCGTCCCC AGTTACGCTC
ACCTGTTTCC
6181CGACCTCCTT ACTGTTCTGT CGACAGAGCG GGCCCACAGG CCGGTGCGAG
CCACTAGTAT

10

20

30

40

【0 9 5 5】

【数 2 1 0】

6241GGCCACCGCA TCCACTTTCT CGGCGTTCAA TGCCCGCTGC GGCGACCTGC
GTCGCTCGGC
6301GGGCTCCGGG CCCC GGCGCC CAGCGAGGCC CCTCCCCGTG CGCGGGCGCG
CCGCCACCGG
6361CGAGCAGCCC TCCGGCGTGG CCTCCCTGCG CGAGGCCGAC AAGGAGAAGT
CCCTGGGCAA
6421CCGCCTGCGC CTGGGCTCCC TGACCGAGGA CGGCCTGTCC TACAAGGAGA
AGTTCGTGAT
6481CCGCTGCTAC GAGGTGGGCA TCAACAAGAC CGCCACCATC GAGACCATCG
CCAACCTGCT
6541GCAGGAGGTG GCGGGCAACC ACGCCCAGGG CGTGGGCTTC TCCACCGACG
GCTTCGCCAC
6601CACCACCACC ATGCGCAAGC TGCACCTGAT CTGGGTGACC GCGCGCATGC
ACATCGAGAT
6661CTACCGCTAC CCGCCTGGT CCGACGTGAT CGAGATCGAG ACCTGGGTGC
AGGGCGAGGG
6721CAAGGTGGGC ACCCGCCGCG ACTGGATCCT GAAGGACTAC GCCAACGGCG
AGGTGATCGG
6781CCGCGCCACC TCCAAGTGGG TGATGATGAA CGAGGACACC CGCCGCTGCG
AGAAGGTGTC
6841CGACGACGTG CGCGAGGAGT ACCTGGTGTT CTGCCCCCGC ACCCTGCGCC
TGGCCTTCCC
6901CGAGGAGAAC AACAACTCCA TGAAGAAGAT CCCCAGCTG GAGGACCCCG
CCGAGTACTC
6961CCGCCTGGGC CTGGTGCCCC GCGCTCCGA CCTGGACATG AACAAAGCAG
TGAACAACGT
7021GACCTACATC GGCTGGGCCC TGGAGTCCAT CCCCCCGAG ATCATCGACA
CCCACGAGCT
7081GCAGGCCATC ACCCTGGACT ACCGCCGCGA GTGCCAGCGC GACGACATCG
TGGACTCCCT
7141GACCTCCCGC GAGCCCCTGG GCAACGCCGC CGGCGTGAAG TTCAAGGAGA
TCAACGGCTC
7201CGTGTCCCCC AAGAAGGACG AGCAGGACCT GTCCCGCTTC ATGCACCTGC
TGCGCTCCGC
7261CGGCTCCGGC CTGGAGATCA ACCGCTGCCG CACCGAGTGG CGCAAGAAGC
CCGCCAAGCG
7321CATGGACTAC AAGGACCACG ACGGCGACTA CAAGGACCAC GACATCGACT
ACAAGGACGA
7381CGACGACAAG TGAATCGATA GATCTCTTAA GGCAGCAGCA GCTCGGATAG
TATCGACACA
7441CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC TTGCTGCCTT
GACCTGTGAA
7501TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA TCTTGTGTGT
ACGCGCTTTT
7561GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC CCAGCATCCC
CTTCCCTCGT
7621TTCATATCGC TTGCATCCCA ACGCAACTT ATCTACGCTG TCCTGCTATC
CCTCAGCGCT
7681GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTG GTT TGGGCTCCGC
CTGTATTCTC

10

20

30

40

【0 9 5 6】

【数 2 1 1】

7741CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG CACGGGAAGT
AGTGGGATGG
7801GAACACAAAT GGAAAGCTTA ATTAAGAGCT CTTGTTTTCC AGAAGGAGTT
GCTCCTTGAG
7861CCTTTCATTTC TCAGCCTCGA TAACCTCCAA AGCCGCTCTA ATTGTGGAGG
GGGTTCGAAT
7921TTAAAAGCTT GGAATGTTGG TTCGTGCGTC TGGAACAAGC CCAGACTTGT
TGCTCACTGG
7981GAAAAGGACC ATCAGCTCCA AAAAAGCTTGC CGCTCAAACC GCGTACCTCT
GCTTTCGCGC
8041AATCTGCCCT GTTGAAATCG CCACCACATT CATATTGTGA CGCTTGAGCA
GTCTGTAATT
8101GCCTCAGAAT GTGGAATCAT CTGCCCCCTG TGCGAGCCCA TGCCAGGCAT
GTCGCGGGCG
8161AGGACACCCG CCACTCGTAC AGCAGACCAT TATGCTACCT CACAATAGTT
CATAACAGTG
8221ACCATATTTTC TCGAAGCTCC CCAACGAGCA CCTCCATGCT CTGAGTGGCC
ACCCCCGGC
8281CCTGGTGCTT GCGGAGGGCA GGTCAACCGG CATGGGGCTA CCGAAATCCC
CGACCGGATC
8341CCACCACCCC CGCGATGGGA AGAATCTCTC CCCGGGATGT GGGCCCACCA
CCAGCACAAAC
8401CTGCTGGCCC AGGCGAGCGT CAAACCATAC CACACAAATA TCCTTGGCAT
CGGCCCTGAA
8461TTCCTTCTGC CGCTCTGCTA CCCGGTGCTT CTGTCCGAAG CAGGGGTTGC
TAGGGATCGC
8521TCCGAGTCCG CAAACCCTTG TCGCGTGGCG GGGCTTGTTT GAGCTTGAAG
AGCCTCTAGA
8581GTCGACCTGC AGGCATGCAA GCTTGGCGTA ATCATGGTCA TAGCTGTTTC
CTGTGTGAAA
8641TTGTTATCCG CTCACAATTC CACACAACAT ACGAGCCGGA AGCATAAAGT
GTAAAGCCTG
8701GGGTGCCTAA TGAGTGAGCT AACTCACATT AATTGCGTTG CGCTCACTGC
CCGCTTTCCA
8761GTCGGGAAAC CTGTCGTGCC AGCTGCATTA ATGAATCGGC CAACGCGCGG
GGAGAGGCGG
8821TTTGCGTATT GGGCGCTCTT CCGCTTCCTC GCTCACTGAC TCGCTGCGCT
CGGTCGTTTCG
8881GCTGCGGCGA GCGGTATCAG CTCACTCAAA GGCGGTAATA CGGTTATCCA
CAGAATCAGG
8941GGATAACGCA GGAAAGAACA TGTGAGCAAA AGGCCAGCAA AAGGCCAGGA
ACCGTAAAAA
9001GGCCGCGTTG CTGGCGTTTT TCCATAGGCT CCGCCCCCT GACGAGCATC
ACAAAAATCG
9061ACGCTCAAGT CAGAGGTGGC GAAACCCGAC AGGACTATAA AGATACCAGG
CGTTTCCCCC
9121TGGAAGCTCC CTCGTGCGCT CTCCTGTTCC GACCTGCCG CTTACCGGAT
ACCTGTCCGC
9181CTTTCTCCCT TCGGGAAGCG TGGCGCTTTC TCATAGCTCA CGCTGTAGGT
ATCTCAGTTC

10

20

30

40

【0 9 5 7】

【数 2 1 2】

9241GGTGTAGGTC GTTCGCTCCA AGCTGGGCTG TGTGCACGAA CCCCCGTTT
AGCCCGACCG

9301CTGCGCCTTA TCCGGTAACT ATCGTCTTGA GTCCAACCCG GTAAGACACG
ACTTATCGC

配列番号 240

p S Z 1 4 5 2

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG

61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG

121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA

181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG

241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAACT

301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
ATCCTTTTAA

361ATTAAAAATG AAGTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT

421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG

481TTGCCTGACT CCCCCTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA

541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC

601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT

661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG

721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA

781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG

841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA

901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG

961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT

1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA

1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA

1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAAGC

1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC

【0 9 5 8】

10

20

30

40

【数 2 1 3】

1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTT
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTC
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCGCCGCCG CCACTCCTGC
TCGAGCGCGC
1921CCGCGCGTGC GCCGCCAGCG CCTTGGCCTT TTCGCCGCGC TCGTGCGCGT
CGCTGATGTC
1981CATCACCAGG TCCATGAGGT CTGCCTTGCG CCGGCTGAGC CACTGCTTCG
TCCGGGCGGC
2041CAAGAGGAGC ATGAGGGAGG ACTCCTGGTC CAGGGTCCTG ACGTGGTCGC
GGCTCTGGGA
2101GCGGGCCAGC ATCATCTGGC TCTGCCGCAC CGAGGCCGCC TCCAAGTGGT
CCTCCAGCAG
2161CCGCAGTCGC CGCCGACCCT GGCAGAGGAA GACAGGTGAG GGGGGTATGA
ATTGTACAGA
2221ACAACCACGA GCCTTGTCTA GGCAGAATCC CTACCAGTCA TGGCTTTACC
TGGATGACGG
2281CCTGCGAACA GCTGTCCAGC GACCCTCGCT GCCGCCGCTT CTCCCGCACG
CTTCTTTCCA
2341GCACCGTGAT GGCGCGAGCC AGCGCCGCAC GCTGGCGCTG CGCTTCGCCG
ATCTGAGGAC
2401AGTCGGGGAA CTCTGATCAG TCTAAACCCC CTTGCGCGTT AGTGTTGCCA
TCCTTTGCAG
2461ACCGGTGAGA GCCGACTTGT TGTGCGCCAC CCCCCACACC ACCTCCTCCC
AGACCAATTC
2521TGTCACCTTT TTGGCGAAGG CATCGGCCTC GGCCTGCAGA GAGGACAGCA
GTGCCCAGCC
2581GCTGGGGGTT GGCGGATGCA CGCTCAGGTA CCCTTTCTTG CGCTATGACA
CTTCCAGCAA
2641AAGGTAGGGC GGGCTGCGAG ACGGCTTCCC GGCCTGTCAT GCAACACCGA
TGATGCTTCG
2701ACCCCCGAA GCTCCTTCGG GGCTGCATGG GCGCTCCGAT GCCGCTCCAG
GGCGAGCGCT

10

20

30

40

【0 9 5 9】

【数 2 1 4】

2761GTTTAAATAG CCAGGCCCCC GATTGCAAAG ACATTATAGC GAGCTACCAA
AGCCATATTC
2821AAACACCTAG ATCACTACCA CTTCTACACA GGCCACTCGA GCTTGTGATC
GCACTCCGCT
2881AAGGGGGGCGC CTCTTCCTCT TCGTTTCAGT CACAACCCGC AAACCTCTAGA
ATATCAATGC
2941TGCTGCAGGC CTTCTGTTC CTGCTGGCCG GCTTCGCCGC CAAGATCAGC
GCCTCCATGA
3001CGAACGAGAC GTCCGACCGC CCCCTGGTGC ACTTCACCCC CAACAAGGGC
TGGATGAACG
3061ACCCCAACGG CCTGTGGTAC GACGAGAAGG ACGCCAAGTG GCACCTGTAC
TTCCAGTACA
3121ACCCGAACGA CACCGTCTGG GGGACGCCCT TGTTCGTTGGG CCACGCCACG
TCCGACGACC
3181TGACCAACTG GGAGGACCAG CCCATCGCCA TCGCCCCGAA GCGCAACGAC
TCCGGCGCCT
3241TCTCCGGCTC CATGGTGGTG GACTACAACA ACACCTCCGG CTTCTTCAAC
GACACCATCG
3301ACCCGCGCCA GCGCTGCGTG GCCATCTGGA CCTACAACAC CCCGGAGTCC
GAGGAGCAGT
3361ACATCTCCTA CAGCCTGGAC GGCGGCTACA CCTTCACCGA GTACCAGAAG
AACCCCGTGC
3421TGCGCGCCAA CTCCACCCAG TTCCGCGACC CGAAGGTCTT CTGGTACGAG
CCCTCCCAGA
3481AGTGGATCAT GACCGCGGCC AAGTCCCAGG ACTACAAGAT CGAGATCTAC
TCCTCCGACG
3541ACCTGAAGTC CTGGAAGCTG GAGTCCGCGT TCGCCAACGA GGGCTTCCTC
GGCTACCACT
3601ACGAGTGCCC CGGCCTGATC GAGGTCCCCA CCGAGCAGGA CCCAGCAAG
TCCTACTGGG
3661TGATGTTTCT CTCCATCAAC CCCGGCGCCC CGGCCGGCGG CTCCTTCAAC
CAGTACTTCG
3721TCGGCAGCTT CAACGGCACC CACTTCGAGG CCTTCGACAA CCAGTCCCGC
GTGGTGGACT
3781TCGGCAAGGA CTACTACGCC CTGCAGACCT TCTTCAACAC CGACCCGACC
TACGGGAGCG
3841CCCTGGGCAT CGCGTGGGCC TCCAACCTGGG AGTACTCCGC CTTCTGCCCC
ACCAACCCCT
3901GGCGCTCCTC CATGTCCCTC GTGCGCAAGT TCTCCCTCAA CACCGAGTAC
CAGGCCAACC
3961CGGAGACGGA GCTGATCAAC CTGAAGGCCG AGCCGATCCT GAACATCAGC
AACGCCGGCC
4021CCTGGAGCCG GTTCGCCACC AACACCACGT TGACGAAGGC CAACAGCTAC
AACGTCGACC
4081TGTTCAACAG CACCGGCACC CTGGAGTTCG AGCTGGTGTA CGCCGTCAAC
ACCACCCAGA
4141CGATCTCCAA GTCCGTGTTC GCGGACCTCT CCCTCTGGTT CAAGGGCCTG
GAGGACCCCG
4201AGGAGTACCT CCGCATGGGC TTCGAGGTGT CCGCGTCCTC CTTCTTCCTG
GACCGCGGGA

10

20

30

40

【0 9 6 0】

【数 2 1 5】

4261ACAGCAAGGT GAAGTTCGTG AAGGAGAAACC CCTACTTCAC CAACCGCATG
AGCGTGAACA
4321ACCAGCCCTT CAAGAGCGAG AACGACCTGT CCTACTACAA GGTGTACGGC
TTGCTGGACC
4381AGAACATCCT GGAGCTGTAC TTCAACGACG GCGACGTCGT GTCCACCAAC
ACCTACTTCA
4441TGACCACCGG GAACGCCCTG GGCTCCGTGA ACATGACGAC GGGGGTGGAC
AACCTGTTCT
4501ACATCGACAA GTTCCAGGTG CGCGAGGTCA AGTGACAATT GGCAGCAGCA
GCTCGGATAG
4561TATCGACACA CTCTGGACGC TGGTCGTGTG ATGGACTGTT GCCGCCACAC
TTGCTGCCCT
4621GACCTGTGAA TATCCCTGCC GCTTTTATCA AACAGCCTCA GTGTGTTTGA
TCTTGTGTGT
4681ACGCGCTTTT GCGAGTTGCT AGCTGCTTGT GCTATTTGCG AATACCACCC
CCAGCATCCC
4741CTTCCCTCGT TTCATATCGC TTGCATCCCA ACCGCAACTT ATCTACGCTG
TCCTGCTATC
4801CCTCAGCGCT GCTCCTGCTC CTGCTCACTG CCCCTCGCAC AGCCTTG GTT
TGGGCTCCGC
4861CTGTATTCTC CTGGTACTGC AACCTGTAAA CCAGCACTGC AATGCTGATG
CACGGGAAGT
4921AGTGGGATGG GAACACAAAT GGAGGATCCC GCGTCTCGAA CAGAGCGCGC
AGAGGAACGC
4981TGAAGGTCTC GCCTCTGTCT CACCTCAGCG CGGCATACAC CACAATAACC
ACCTGACGAA
5041TGCGCTTGGT TCTTCGTCCA TTAGCGAAGC GTCCGGTTCA CACACGTGCC
ACGTTGGCGA
5101GGTGGCAGGT GACAATGATC GGTGGAGCTG ATGGTCGAAA CGTTCACAGC
CTAGGGATAT
5161CGAATTCGGC CGACAGGACG CGCGTCAAAG GTGCTGGTCG TGTATGCCCT
GGCCGGCAGG
5221TCGTTGCTGC TGCTGGTTAG TGATTCCGCA ACCCTGATTT TGGCGTCTTA
TTTTGGCGTG
5281GCAAACGCTG GCGCCCGCGA GCCGGGCCGG CGGCGATGCG GTGCCCCACG
GCTGCCGGAA
5341TCCAAGGGAG GCAAGAGCGC CCGGGTCAGT TGAAGGGCTT TACGCGCAAG
GTACAGCCGC
5401TCCTGCAAGG CTGCGTGGTG GAATTGGACG TGCAGGTCCT GCTGAAGTTC
CTCCACCGCC
5461TCACCAGCGG ACAAAGCACC GGTGTATCAG GTCCGTGTCA TCCACTCTAA
AGAACTCGAC
5521TACGACCTAC TGATGGCCCT AGATTCTTCA TCAAAAACGC CTGAGACACT
TGCCCAGGAT
5581TGAAACTCCC TGAAGGGACC ACCAGGGGCC CTGAGTTGTT CCTTCCCCC
GTGGCGAGCT
5641GCCAGCCAGG CTGTACCTGT GATCGAGGCT GGCGGGAAAA TAGGCTTCGT
GTGCTCAGGT
5701CATGGGAGGT GCAGGACAGC TCATGAAACG CCAACAATCG CACAATTCAT
GTCAAGCTAA

10

20

30

40

【0 9 6 1】

【数 2 1 6】

5761TCAGCTATTT CCTCTTCACG AGCTGTAATT GTCCCAAAT TCTGGTCTAC
CGGGGGTGAT
5821CCTTCGTGTA CGGGCCCTTC CCTCAACCCT AGGTATGCGC GCATGCGGTC
GCCGCGCAAC
5881TCGCGCGAGG GCCGAGGGTT TGGGACGGGC CGTCCCGAAA TGCAGTTGCA
CCCGGATGCG
5941TGGCACCTTT TTTGCGATAA TTTATGCAAT GGAAGTGTCT GCAAAATTCT
GGCTCTGTCT
6001CCAACCCTAG GATCAGCGGC GTAGGATTTC GTAATCATTC GTCCTGATGG
GGAGCTACCG
6061ACTACCCTAA TATCAGCCCG ACTGCCTGAC GCCAGCGTCC ACTTTTGTGC
ACACATTCCA
6121TTCGTGCCCA AGACATTTCA TTGTGGTGCG AAGCGTCCCC AGTTACGCTC
ACCTGTTTCC
6181CGACCTCCTT ACTGTTCTGT CGACAGAGCG GGCCACAGG CCGGTCGCAG
CCACTAGTAT
6241GGCCACCGCA TCCACTTTCT CGGCGTTCAA TGCCCGCTGC GGCGACCTGC
GTCGCTCGGC
6301GGGCTCCGGG CCCC GGCGCC CAGCGAGGCC CCTCCCCGTG CGCGGGCGCG
CCGCCAACGC
6361CCAGGCCCCC ACCAAGATCA ACGGCTCCAC CGACGACGCC CAGCTGCCCC
CCCCCGCAC
6421CTTCATCAAC CAGCTGCCCC ACTGGTCCAT GCTGCTGGCC GCCATCACCA
CCGTGTTTCT
6481GGCCGCCGAG AAGCAGTGGA TGATGCTGGA CTGGAAGCCC CGCCGCCCGC
ACATGCTGAT
6541CGACACCTTC GGCCTGGGCC GCATCGTGCA GGACGGCCTG GTGTTCCGCC
AGAACTTCTC
6601CATCCGCTCC TACGAGATCG GCGCCGACCG CACCGCCTCC ATCGAGACCG
TGATGAACCA
6661CCTGCAGGAG ACCGCCCTGA ACCACGTGAA GACCGCCGGC CTGCTGGGCG
ACGGCTTCGG
6721CTCCACCCCC GAGATGTCCA AGCGCAACCT GATCTGGGTG GTGACCAAGA
TGCAGGTGGA
6781GGTGGACCGC TACCCACCT GGGGCGACGT GGTGCAGGTG GACACCTGGG
TGTCCGCCTC
6841CGGCAAGAAC GGCATGCGCC GCGACTGGCT GCTGCGCGAC GGCAACACCG
GCGAGACCTT
6901GACCCGCGCC TCCTCCGTGT GGGTGATGAT GAACAAGCTG ACCCGCCGCC
TGTTCCAAGAT
6961CCCCGAGGAG GTGCGCGAGG AGATCGGCTC CTAATTCGTG AACTCCGACC
CCGTGGTGGA
7021GGAGGACGGC CGCAAGGTGA CCAAGCTGGA CGACAACACC GCCGACTTCG
TGCGCAAGGG
7081CCTGACCCCC AAGTGGAACG ACCTGGACAT CAACCAGCAC GTGAACAACG
TGAAGTACAT
7141CGGCTGGATC CTGGAGTCCG CCCCCAGCC CATCCTGGAG ACCCGCGAGC
TGTCCGCCGT
7201GACCCTGGAG TACCGCCGCG AGTGCGGCCG CGACTCCGTG CTGCGCTCCC
TGACCGCCGT

10

20

30

40

【0 9 6 2】

【数 2 1 7】

7261GTCCGGCGGC GCGTGGGCG ACCTGGGCCA CGCCGGCAAC GTGGAGTGCC
AGCACGTGCT
7321GCGCCTGGAG GACGGCGCCG AGATCGTGCG CGGCCGCACC GAGTGGCGCC
CCAAGTACAT
7381CAACAACCTT TCCATCATGG GCCAGATCCC CACCGACGCC TCCATGGACT
ACAAGGACCA
7441CGACGGCGAC TACAAGGACC ACGACATCGA CTACAAGGAC GACGACGACA
AGTGAATCGA
7501TAGATCTCTT AAGGCAGCAG CAGCTCGGAT AGTATCGACA CACTCTGGAC
GCTGGTCGTG
7561TGATGGACTG TTGCCGCCAC ACTTGCTGCC TTGACCTGTG AATATCCCTG
CCGCTTTTAT
7621CAAACAGCCT CAGTGTGTTT GATCTTGTGT GTACGCGCTT TTGCGAGTTG
CTAGCTGCTT
7681GTGCTATTTG CGAATACCAC CCCCAGCATC CCCTTCCCTC GTTTCATATC
GCTTGCAATC
7741CAACCGCAAC TTATCTACGC TGTCTGCTA TCCCTCAGCG CTGCTCCTGC
TCCTGCTCAC
7801TGCCCTCGC ACAGCCTTGG TTTGGGCTCC GCCTGTATTC TCCTGGTACT
GCAACCTGTA
7861AACCAGCACT GCAATGCTGA TGCACGGGAA GTAGTGGGAT GGGAACACAA
ATGGAAAGCT
7921TAATTAAGAG CTCTTGTTTT CCAGAAGGAG TTGCTCCTTG AGCCTTTCAT
TCTCAGCCTC
7981GATAACCTCC AAAGCCGCTC TAATTGTGGA GGGGGTTCTGA ATTTAAAAGC
TTGGAATGTT
8041GGTTCTGCG TCTGGAACAA GCCCAGACTT GTTGCTCACT GGGAAAAGGA
CCATCAGCTC
8101CAAAAACTT GCCGCTCAAA CCGCGTACCT CTGCTTTCGC GCAATCTGCC
CTGTTGAAAT
8161CGCCACCACA TTCATATTGT GACGCTTGAG CAGTCTGTAA TTGCCTCAGA
ATGTGGAATC
8221ATCTGCCCC TGTGCGAGCC CATGCCAGGC ATGTCGCGGG CGAGGACACC
CGCCACTCGT
8281ACAGCAGACC ATTATGCTAC CTCACAATAG TTCATAACAG TGACCATATT
TCTCGAAGCT
8341CCCCAACGAG CACCTCCATG CTCTGAGTGG CCACCCCCCG GCCCTGGTGC
TTGCGGAGGG
8401CAGGTCAACC GGCATGGGGC TACCGAAATC CCCGACCGGA TCCCACCACC
CCCGCGATGG
8461GAAGAATCTC TCCCCGGGAT GTGGGCCAC CACGAGCACA ACCTGCTGGC
CCAGGCGAGC
8521GTCAAACCAT ACCACACAAA TATCCTTGGC ATCGGCCCTG AATTCCTTCT
GCCGCTCTGC
8581TACCCGGTGC TTCTGTCCGA AGCAGGGGTT GCTAGGGATC GCTCCGAGTC
CGCAAACCTT
8641TGTCGCGTGG CGGGGCTTGT TCGAGCTTGA AGAGCCTCTA GAGTCGACCT
GCAGGCATGC
8701AAGCTTGGCG TAATCATGGT CATAGCTGTT TCCTGTGTGA AATTGTTATC
CGCTCACAAT

10

20

30

40

【0 9 6 3】

【数 2 1 8】

8761TCCACACAAC ATACGAGCCG GAAGCATAAA GTGTAAAGCC TGGGGTGCCT
 AATGAGTGAG
 8821CTAACTCACA TTAATTGCGT TGGGCTCACT GCCCGCTTTC CAGTCGGGAA
 ACCTGTCGTG
 8881CCAGCTGCAT TAATGAATCG GCCAACGCGC GGGGAGAGGC GGTTTGCCTA
 TTGGGCGCTC
 8941TTCCGCTTCC TCGCTCACTG ACTCGCTGCG CTCGGTCGTT CGGCTGCGGC
 GAGCGGTATC
 9001AGCTCACTCA AAGGCGGTAA TACGGTTATC CACAGAATCA GGGGATAACG
 CAGGAAAGAA
 9061CATGTGAGCA AAAGGCCAGC AAAAGGCCAG GAACCGTAAA AAGGCCGCGT
 TGCTGGCGTT
 9121TTTCCATAGG CTCCGCCCCC CTGACGAGCA TCACAAAAAT CGACGCTCAA
 GTCAGAGGTG
 9181GCGAAACCCG ACAGGACTAT AAAGATACCA GCGGTTTCCC CCTGGAAGCT
 CCTCGTGCG
 9241CTCTCCTGTT CCGACCCTGC CGCTTACCGG ATACCTGTCC GCCTTTCTCC
 CTTGCGGAAG
 9301CGTGGCGCTT TCTCATAGCT CACGCTGTAG GTATCTCAGT TCGGTGTAGG
 TCGTTCGCTC
 9361CAAGCTGGGC TGTGTGCACG AACCCCCCGT TCAGCCCGAC CGCTGCGCCT
 TATCCGGTAA
 9421CTATCGTCTT GAGTCCAACC CGGTAAGACA CGACTTATCG C

10

20

配列番号 241

p S Z 1 4 9 3

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
 GGTGCTACAG
 61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAG GACAGTATTT
 GGTATCTGCG
 121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
 GGCAAAACAA
 181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
 AGAAAAAAG
 241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
 AACGAAAAC
 301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTACCTAG
 ATCCTTTTAA
 361ATTAAAAATG AAGTTTTTAAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
 TCTGACAGTT
 421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
 TCATCCATAG
 481TTGCCTGACT CCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
 TCTGGCCCCA
 541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
 GCAATAAACC
 601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
 TCCATCCAGT

30

40

【0 9 6 4】

【数 2 1 9】

661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTG
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCCGCCTGG AGCTGGTGCA
GAGCATGGGG
1921CAGTTTGCGG AGGAGAGGGT GCTCCCCGTG CTGCACCCCG TGGACAAGCT
GTGGCAGCCG
1981CAGGACTTCC TGCCCGACCC CGAGTCGCCC GACTTCGAGG ACCAGGTGGC
GGAGCTGCGC
2041GCGCGCGCCA AGGACCTGCC CGACGAGTAC TTTGTGGTGC TGGTGGGCGA
CATGATCACG
2101GAGGAGGCGC TGCCGACCTA CATGGCCATG CTCAACACCT TGGACGGTGT
GCGCGACGAC

10

20

30

40

【0 9 6 5】

【数 2 2 0】

2161ACGGGCGCGG CTGACCACCC GTGGGCGCGC TGGACGCGGC AGTGGGTGGC
CGAGGAGAAC
2221CGGCACGGCG ACCTGCTGAA CAAGTACTGT TGGCTGACGG GGCGCGTCAA
CATGCGGGCC
2281GTGGAGGTGA CCATCAACAA CCTGATCAAG AGCGGCATGA ACCCGCAGAC
GGACAACAAC
2341CCTTACTTGG GCTTCGTCTA CACCTCCTTC CAGGAGCGCG CCACCAAGTA
GGTACCCTTT
2401CTTGCGCTAT GACACTTCCA GCAAAAGGTA GGGCGGGCTG CGAGACGGCT
TCCCGGCGCT
2461GCATGCAACA CCGATGATGC TTCGACCCCC CGAAGCTCCT TCGGGGCTGC
ATGGGCGCTC
2521CGATGCCGCT CCAGGGCGAG CGCTGTTTAA ATAGCCAGGC CCCCATTGC
AAAGACATTA
2581TAGCGAGCTA CCAAAGCCAT ATTCAAACAC CTAGATCACT ACCACTTCTA
CACAGGCCAC
2641TCGAGCTTGT GATCGCACTC CGCTAAGGGG GCGCCTCTTC CTCTTCGTTT
CAGTCACAAC
2701CCGCAAATC TAGAATATCA ATGCTGCTGC AGGCCTTCCT GTTCCTGCTG
GCCGGCTTCG
2761CCGCCAAGAT CAGCGCCTCC ATGACGAACG AGACGTCCGA CCGCCCCCTG
GTGCACTTCA
2821CCCCAACA GGGCTGGATG AACGACCCCA ACGGCCTGTG GTACGACGAG
AAGGACGCCA
2881AGTGGCACCT GTACTTCCAG TACAACCCGA ACGACACCGT CTGGGGGACG
CCCTTGTTCT
2941GGGGCCACGC CACGTCCGAC GACCTGACCA ACTGGGAGGA CCAGCCCATC
GCCATCGCCC
3001CGAAGCGCAA CGACTCCGGC GCCTTCTCCG GCTCCATGGT GGTGGACTAC
ACAACACCT
3061CCGGCTTCTT CAACGACACC ATCGACCCGC GCCAGCGCTG CGTGGCCATC
TGGACCTACA
3121ACACCCCGGA GTCCGAGGAG CAGTACATCT CCTACAGCCT GGACGGCGGC
TACACCTTCA
3181CCGAGTACCA GAAGAACCCC GTGCTGGCCG CCAACTCCAC CCAGTTCGC
GACCCGAAGG
3241TCTTCTGGTA CGAGCCCTCC CAGAAGTGA TCATGACCGC GGCCAAGTCC
CAGGACTACA
3301AGATCGAGAT CTACTCCTCC GACGACCTGA AGTCCTGGAA GCTGGAGTCC
GCGTTCGCCA
3361ACGAGGGCTT CCTCGGCTAC CAGTACGAGT GCCCCGGCCT GATCGAGGTC
CCCACCGAGC
3421AGGACCCCAG CAAGTCCTAC TGGGTGATGT TCATCTCCAT CAACCCCGGC
GCCCCGGCCG
3481GCGGCTCCTT CAACCAGTAC TTCGTCGGCA GCTTCAACGG CACCCACTTC
GAGGCCTTCG
3541ACAACCAAGTC CCGCGTGGTG GACTTCGGCA AGGACTACTA CGCCCTGCAG
ACCTTCTTCA
3601ACACCGACCC GACCTACGGG AGCGCCCTGG GCATCGCGTG GGCCTCCAAC
TGGGAGTACT

10

20

30

40

【0 9 6 6】

【数 2 2 1】

3661CCGCCTTCGT GCCACCAAC CCCTGGCGCT CCTCCATGTC CCTCGTGCGC
AAGTTCTCCC
3721TCAACACCGA GTACCAGGCC AACCCGGAGA CGGAGCTGAT CAACCTGAAG
GCCGAGCCGA
3781TCCTGAACAT CAGCAACGCC GGCCCCCTGGA GCCGGTTTCGC CACCAACACC
ACGTTGACGA
3841AGGCCAACAG CTACAACGTC GACCTGTCCA ACAGCACCGG CACCCTGGAG
TTCGAGCTGG
3901TGACGCCGT CAACACCACC CAGACGATCT CCAAGTCCGT GTTCGCGGAC
CTCTCCCTCT
3961GGTTCAAGGG CCTGGAGGAC CCCGAGGAGT ACCTCCGCAT GGGCTTCGAG
GTGTCCGCGT
4021CCTCCTTCTT CCTGGACCGC GGGAACAGCA AGGTGAAGTT CGTGAAGGAG
AACCCTACT
4081TCACCAACCG CATGAGCGTG AACACCAGC CCTTCAAGAG CGAGAACGAC
CTGTCTACT
4141ACAAGGTGTA CGGCTTGCTG GACCAGAACA TCCTGGAGCT GTACTTCAAC
GACGGCGACG
4201TCGTGTCCAC CAACACCTAC TTCATGACCA CCGGGAACGC CCTGGGCTCC
GTGAACATGA
4261CGACGGGGGT GGACAACCTG TTCTACATCG ACAAGTTCCA GGTGCGCGAG
GTCAAGTGAC
4321AATTGGCAGC AGCAGCTCGG ATAGTATCGA CACACTCTGG ACGCTGGTCG
TGTGATGGAC
4381TGTTGCCGCC ACACTTGCTG CCTTGACCTG TGAATATCCC TGCCGCTTTT
ATCAAACAGC
4441CTCAGTGTGT TTGATCTTGT GTGTACGCGC TTTTGCGAGT TGCTAGCTGC
TTGTGCTATT
4501TGCGAATACC ACCCCCAGCA TCCCCTTCCC TCGTTTCATA TCGCTTGCAT
CCCAACCGCA
4561ACTTATCTAC GCTGTCTGCTG TATCCCTCAG CGCTGCTCCT GCTCCTGCTC
ACTGCCCCCTC
4621GCACAGCCTT GGTTTGGGCT CCGCCTGTAT TCTCCTGGTA CTGCAACCTG
TAAACCAGCA
4681CTGCAATGCT GATGCACGGG AAGTAGTGGG ATGGGAACAC AAATGGAGGA
TCCCGCGTCT
4741CGAACAGAGC GCGCAGAGGA ACGCTGAAGG TCTCGCCTCT GTCGCACCTC
AGCGCGGCAT
4801ACACCACAAT AACCACCTGA CGAATGCGCT TGGTTCTTCG TCCATTAGCG
AAGCGTCCGG
4861TTCACACACG TGCCACGTTG GCGAGGTGGC AGGTGACAAT GATCGGTGGA
GCTGATGGTC
4921GAAACGTTCA CAGCCTAGGG ATATCGAATT CGGCCGACAG GACGCGCGTC
AAAGGTGCTG
4981GTCGTGTATG CCCTGGCCGG CAGGTCGTTG CTGCTGCTGG TTAGTGATTC
CGCAACCCTG
5041ATTTTGGCGT CTTATTTTGG CGTGGCAAAC GCTGGCGCCC GCGAGCCGGG
CCGGCGGCGA
5101TGCGGTGCCC CACGGCTGCC GGAATCCAAG GGAGGCAAGA GCGCCCGGGT
CAGTTGAAGG

10

20

30

40

【0 9 6 7】

【数 2 2 2】

5161GCTTTACGCG CAAGGTACAG CCGCTCCTGC AAGGCTGCGT GGTGGAATTG
GACGTGCAGG
5221TCCTGCTGAA GTTCCTCCAC CGCCTCACCA GCGGACAAAG CACCGGTGTA
TCAGGTCCGT
5281GTCATCCACT CTAAAGAACT CGACTACGAC CTA CTGATGG CCCTAGATT
TTCATCAAAA
5341ACGCCTGAGA CACTTGCCCA GGATTGAAAC TCCCTGAAGG GACCACCAGG
GGCCCTGAGT
5401TGTTCTTCC CCCCCTGGCG AGCTGCCAGC CAGGCTGTAC CTGTGATCGA
GGCTGGCGGG
5461AAAATAGGCT TCGTGTGCTC AGGTCATGGG AGGTGCAGGA CAGCTCATGA
AACGCCAACA
5521ATCGCACAAAT TCATGTCAAG CTAATCAGCT ATTTCTCTT CACGAGCTGT
AATTGTCCCA
5581AAATTCTGGT CTACCGGGGG TGATCCTTCG TGTACGGGCC CTTCCCTCAA
CCCTAGGTAT
5641GCGCGCATGC GGTCGCCGCG CAACTCGCGC GAGGGCCGAG GGTTTGGGAC
GGGCCGTCCC
5701GAAATGCAGT TGCACCCGGA TCGGTGGCAC CTTTTTGCG ATAATTTATG
CAATGGACTG
5761CTCTGCAAAA TTCTGGCTCT GTCGCCAACC CTAGGATCAG CGGCGTAGGA
TTTCGTAATC
5821ATTCGTCTG ATGGGGAGCT ACCGACTACC CTAATATCAG CCCGACTGCC
TGACGCCAGC
5881GTCCACTTTT GTGCACACAT TCCATTCTGT CCCAAGACAT TTCATTGTGG
TGCGAAGCGT
5941CCCCAGTTAC GCTCACCTGT TTCCCGACCT CCTTACTGTT CTGTGACAG
AGCGGGCCCA
6001CAGGCCGGTC GCAGCCACTA GTATGGCCAC CGCATCCACT TTCTCGGCGT
TCAATGCCCC
6061CTGCGGCGAC CTGCGTCGCT CGGCGGGCTC CGGGCCCCGG CGCCCAGCGA
GGCCCCCTCCC
6121CGTGCGGGG CGCGCCCCCG ACTGGTCCAT GCTGTTCGCC GTGATCACCA
CCATCTTCAG
6181CGCCGCCGAG AAGCAGTGGA CCAACCTGGA GTGGAAGCCC AAGCCCAAGC
TGCCCCAGCT
6241GCTGGACGAC CACTTCGGCC TGCACGGCCT GGTGTTCCGC CGCACCTTCG
CCATCCGCTC
6301CTACGAGGTG GGCCCCGACC GCAGCACCTC CATCCTGGCC GTGATGAACC
ACATGCAGGA
6361GGCCACCCTG AACCACGCCA AGAGCGTGGG CATCCTGGGC GACGGCTTCG
GCACCACCCT
6421GGAGATGTCC AAGCGCGACC TGATGTGGGT GGTGCGCCGC ACCCACGTGG
CCGTGGAGCG
6481CTACCCACC TGGGGCGACA CCGTGAGGT GGAGTGCTGG ATCGGCGCCA
GCGGCAACAA
6541CGGCATGCGC CGCGACTTCC TGGTGCGCGA CTGCAAGACC GGCGAGATCC
TGACCCGCTG
6601CACCTCCCTG AGCGTGCTGA TGAACACCCG CACCCGCCGC CTGAGCACCA
TCCCCGACGA

10

20

30

40

【0 9 6 8】

【数 2 2 3】

6661GGTGCGCGGC GAGATCGGCC CCGCCTTCAT CGACAACGTG GCCGTGAAGG
ACGACGAGAT
6721CAAGAAGCTG CAGAAGCTGA ACGACTCCAC CGCCGACTAC ATCCAGGGCG
GCCTGACCCC
6781CCGCTGGAAC GACCTGGACG TGAACCAGCA CGTGAACAAC CTGAAGTACG
TGGCCTGGGT
6841GTTTCGAGACC GTGCCCAGCA GCATCTTCGA GTCCCACCAC ATCAGCTCCT
TCACCCTGGA
6901GTACCGCCGC GAGTGCACCC GCGACTCCGT GCTGCGCAGC CTGACCACCG
TGAGCGGCGG
6961CAGCTCCGAG GCCGGCCTGG TGTGCGACCA CCTGCTGCAG CTGGAGGGCG
GCAGCGAGGT
7021GCTGCGCGCC CGCACCAGT GCGCCCCAA GCTGACCGAC TCCTTCCGCG
GCATCAGCGT
7081GATCCCCGCC GAGCCCCGCG TGATGGACTA CAAGGACCAC GACGGCGACT
ACAAGGACCA
7141CGACATCGAC TACAAGGACG ACGACGACAA GTGACTCGAG GCAGCAGCAG
CTCGGATAGT
7201ATCGACACAC TCTGGACGCT GGTCTGTGA TGGACTGTTG CCGCCACACT
TGCTGCCTTG
7261ACCTGTGAAT ATCCCTGCCG CTTTTATCAA ACAGCCTCAG TGTGTTTGAT
CTTGTGTGA
7321CGCGCTTTTG CGAGTTGCTA GCTGCTTGTG CTATTTGCGA ATACCACCCC
CAGCATCCCC
7381TTCCTCGTT TCATATCGCT TGCATCCCAA CCGCAACTTA TCTACGCTGT
CCTGCTATCC
7441CTCAGCGCTG CTCCTGCTCC TGCTCACTGC CCCTCGCACA GCCTTGGTTT
GGGCTCCGCC
7501TGTATTCTCC TGGTACTGCA ACCTGTAAAC CAGCACTGCA ATGCTGATGC
ACGGGAAGTA
7561GTGGGATGGG AACACAAATG GAAAGCTTGA GCTCCAGCCA CGGCAACACC
GCGCGCCTTG
7621CGGCCGAGCA CGGCGACAAG AACCTGAGCA AGATCTGCGG GCTGATCGCC
AGCGACGAGG
7681GCCGGCACGA GATCGCCTAC ACGCGCATCG TGGACGAGTT CTTCCGCCTC
GACCCCGAGG
7741GCGCCGTCGC CGCCTACGCC AACATGATGC GCAAGCAGAT CACCATGCCC
GCGCACCTCA
7801TGGACGACAT GGGCCACGGC GAGGCCAACC CGGGCCGCAA CCTCTTCGCC
GACTTCTCCG
7861CGGTGCGCGA GAAGATCGAC GTCTACGACG CCGAGGACTA CTGCCGCATC
CTGGAGCACC
7921TCAACGCGCG CTGGAAGGTG GACGAGCGCC AGGTCAGCGG CCAGGCCGCC
GCGGACCAGG
7981AGTACGTCCT GGGCCTGCCC CAGCGCTTCC GGAAACTCGC CGAGAAGACC
GCCGCCAAGC
8041GCAAGCGCGT CGCGCGCAGG CCGTTCGCCT TCTCCTGGAG AAGAGCCTCT
AGAGTCGACC
8101TGAGGCATG CAAGCTTGGC GTAATCATGG TCATAGCTGT TTCCTGTGTG
AAATTGTTAT

10

20

30

40

【0 9 6 9】

【数 2 2 4】

8161CCGCTCACAA TTCCACACAA CATACGAGCC GGAAGCATAA AGTGTAAGC
CTGGGGTGCC
8221TAATGAGTGA GCTAACTCAC ATTAATTGCG TTGCGCTCAC TGCCCGCTTT
CCAGTCGGGA
8281AACCTGTCTG GCCAGCTGCA TTAATGAATC GGCCAACGCG CGGGGAGAGG
CGGTTTGCGT
8341ATTGGGCGCT CTTCCGCTTC CTCGCTCACT GACTCGCTGC GCTCGGTCTG
TCGGCTGCGG
8401CGAGCGGTAT CAGCTCACTC AAAGGCGGTA ATACGGTTAT CCACAGAATC
AGGGGATAAC
8461GCAGGAAAGA ACATGTGAGC AAAAGGCCAG CAAAAGGCCA GGAACCGTAA
AAAGGCCGCG
8521TTGCTGGCGT TTTTCCATAG GCTCCGCCCC CCTGACGAGC ATCACAAAAA
TCGACGCTCA
8581AGTCAGAGGT GCGGAAACCC GACAGGACTA TAAAGATACC AGGCGTTTCC
CCCTGGAAGC
8641TCCCTCGTGC GCTCTCCTGT TCCGACCCTG CCGCTTACCG GATACCTGTC
CGCCTTTCTC
8701CCTTCGGGAA GCGTGGCGCT TTCTCATAGC TCACGCTGTA GGTATCTCAG
TTCGGTGTAG
8761GTCGTTGCT CCAAGCTGGG CTGTGTGCAC GAACCCCCCG TTCAGCCCGA
CCGCTGCGCC
8821TTATCCGGTA ACTATCGTCT TGAGTCCAAC CCGGTAAGAC ACGACTTATC
GC

10

配列番号 242

p S Z 1 3 2 1

1CACTGGCAGC AGCCACTGGT AACAGGATTA GCAGAGCGAG GTATGTAGGC
GGTGCTACAG
61AGTTCTTGAA GTGGTGGCCT AACTACGGCT AACTAGAAAG GACAGTATTT
GGTATCTGCG
121CTCTGCTGAA GCCAGTTACC TTCGGAAAAA GAGTTGGTAG CTCTTGATCC
GGCAAACAAA
181CCACCGCTGG TAGCGGTGGT TTTTTTGTTT GCAAGCAGCA GATTACGCGC
AGAAAAAAG
241GATCTCAAGA AGATCCTTTG ATCTTTTCTA CGGGGTCTGA CGCTCAGTGG
AACGAAAAC
301CACGTTAAGG GATTTTGGTC ATGAGATTAT CAAAAAGGAT CTTCACCTAG
ATCCTTTTAA
361ATTAAAAATG AAGTTTTTAA TCAATCTAAA GTATATATGA GTAAACTTGG
TCTGACAGTT
421ACCAATGCTT AATCAGTGAG GCACCTATCT CAGCGATCTG TCTATTTCTG
TCATCCATAG
481TTGCCTGACT CCCGTCGTG TAGATAACTA CGATACGGGA GGGCTTACCA
TCTGGCCCCA
541GTGCTGCAAT GATACCGCGA GACCCACGCT CACCGGCTCC AGATTTATCA
GCAATAAACC
601AGCCAGCCGG AAGGGCCGAG CGCAGAAGTG GTCCTGCAAC TTTATCCGCC
TCCATCCAGT

20

30

40

【0 9 7 0】

【数 2 2 5】

661CTATTAATTG TTGCCGGGAA GCTAGAGTAA GTAGTTCGCC AGTTAATAGT
TTGCGCAACG
721TTGTTGCCAT TGCTACAGGC ATCGTGGTGT CACGCTCGTC GTTTGGTATG
GCTTCATTCA
781GCTCCGGTTC CCAACGATCA AGGCGAGTTA CATGATCCCC CATGTTGTGC
AAAAAAGCGG
841TTAGCTCCTT CGGTCCTCCG ATCGTTGTCA GAAGTAAGTT GGCCGCAGTG
TTATCACTCA
901TGTTTATGGC AGCACTGCAT AATTCTCTTA CTGTCATGCC ATCCGTAAGA
TGCTTTTCTG
961TGACTGGTGA GTACTCAACC AAGTCATTCT GAGAATAGTG TATGCGGCGA
CCGAGTTGCT
1021CTTGCCCGGC GTCAATACGG GATAATACCG CGCCACATAG CAGAACTTTA
AAAGTGCTCA
1081TCATTGGAAA ACGTTCTTCG GGGCGAAAAC TCTCAAGGAT CTTACCGCTG
TTGAGATCCA
1141GTTTCGATGTA ACCCACTCGT GCACCCAACT GATCTTCAGC ATCTTTTACT
TTCACCAGCG
1201TTTCTGGGTG AGCAAAAACA GGAAGGCAAA ATGCCGCAAA AAAGGGAATA
AGGGCGACAC
1261GGAAATGTTG AATACTCATA CTCTTCCTTT TTCAATATTA TTGAAGCATT
TATCAGGGTT
1321ATTGTCTCAT GAGCGGATAC ATATTTGAAT GTATTTAGAA AAATAAACAA
ATAGGGGTTC
1381CGCGCACATT TCCCCGAAAA GTGCCACCTG ACGTCTAAGA AACCATTATT
ATCATGACAT
1441TAACCTATAA AAATAGGCGT ATCACGAGGC CCTTTCGTCT CGCGCGTTTC
GGTGATGACG
1501GTGAAAACCT CTGACACATG CAGCTCCCGG AGACGGTCAC AGCTTGTCTG
TAAGCGGATG
1561CCGGGAGCAG ACAAGCCCGT CAGGGCGCGT CAGCGGGTGT TGGCGGGTGT
CGGGGCTGGC
1621TTAACTATGC GGCATCAGAG CAGATTGTAC TGAGAGTGCA CCATATGCGG
TGTGAAATAC
1681CGCACAGATG CGTAAGGAGA AAATACCGCA TCAGGCGCCA TTCGCCATTG
AGGCTGCGCA
1741ACTGTTGGGA AGGGCGATCG GTGCGGGCCT CTTCGCTATT ACGCCAGCTG
GCGAAAGGGG
1801GATGTGCTGC AAGGCGATTA AGTTGGGTAA CGCCAGGGTT TTCCCAGTCA
CGACGTTGTA
1861AAACGACGGC CAGTGAATTG ATGCATGCTC TTCCGCCTGG AGCTGGTGCA
GAGCATGGGG
1921CAGTTTGCGG AGGAGAGGGT GCTCCCCGTG CTGCACCCCG TGGACAAGCT
GTGGCAGCCG
1981CAGGACTTCC TGCCCGACCC CGAGTCGCCC GACTTCGAGG ACCAGGTGGC
GGAGCTGCGC
2041GCGCGCGCCA AGGACCTGCC CGACGAGTAC TTTGTGGTGC TGGTGGGCGA
CATGATCACG
2101GAGGAGGCGC TGCCGACCTA CATGGCCATG CTCAACACCT TGGACGGTGT
GCGCGACGAC

10

20

30

40

【0 9 7 1】

【数 2 2 6】

2161ACGGGCGCGG CTGACCACCC GTGGGCGCGC TGGACGCGGC AGTGGGTGGC
CGAGGAGAAC
2221CGGCACGGCG ACCTGCTGAA CAAGTACTGT TGGCTGACGG GGCGCGTCAA
CATGCGGGCC
2281GTGGAGGTGA CCATCAACAA CCTGATCAAG AGCGGCATGA ACCCGCAGAC
GGACAACAAC
2341CCTTACTTGG GCTTCGTCTA CACCTCCTTC CAGGAGCGCG CCACCAAGTA
GGTACCCTTT
2401CTTGCGCTAT GACACTTCCA GCAAAAGGTA GGGCGGGCTG CGAGACGGCT
TCCCGGCGCT
2461GCATGCAACA CCGATGATGC TTCGACCCCC CGAAGCTCCT TCGGGGCTGC
ATGGGCGCTC
2521CGATGCCGCT CCAGGGCGAG CGCTGTTTAA ATAGCCAGGC CCCCATTGCT
AAAGACATTA
2581TAGCGAGCTA CCAAAGCCAT ATTCAAACAC CTAGATCACT ACCACTTCTA
CACAGGCCAC
2641TCGAGCTTGT GATCGCACTC CGCTAAGGGG GCGCCTCTTC CTCTTCGTTT
CAGTCACAAC
2701CCGCAAATC TAGAATATCA ATGCTGCTGC AGGCCTTCCT GTTCCTGCTG
GCCGGCTTCG
2761CCGCCAAGAT CAGCGCCTCC ATGACGAACG AGACGTCCGA CCGCCCCCTG
GTGCACTTCA
2821CCCCAACA GGGCTGGATG AACGACCCCA ACGGCCTGTG GTACGACGAG
AAGGACGCCA
2881AGTGGCACCT GTACTTCCAG TACAACCCGA ACGACACCGT CTGGGGGACG
CCCTTGTTCT
2941GGGGCCACGC CACGTCCGAC GACCTGACCA ACTGGGAGGA CCAGCCCATC
GCCATCGCCC
3001CGAAGCGCAA CGACTCCGGC GCCTTCTCCG GCTCCATGGT GGTGGACTAC
ACAACACCT
3061CCGGCTTCTT CAACGACACC ATCGACCCGC GCCAGCGCTG CGTGGCCATC
TGGACCTACA
3121ACACCCCGGA GTCCGAGGAG CAGTACATCT CCTACAGCCT GGACGGCGGC
TACACCTTCA
3181CCGAGTACCA GAAGAACCCC GTGCTGGCCG CCAACTCCAC CCAGTTCCGC
GACCCGAAGG
3241TCTTCTGGTA CGAGCCCTCC CAGAAGTGA TCATGACCGC GGCCAAGTCC
CAGGACTACA
3301AGATCGAGAT CTACTCCTCC GACGACCTGA AGTCCTGGAA GCTGGAGTCC
GCGTTCGCCA
3361ACGAGGGCTT CCTCGGCTAC CAGTACGAGT GCCCCGGCCT GATCGAGGTC
CCCACCGAGC
3421AGGACCCCAG CAAGTCCTAC TGGGTGATGT TCATCTCCAT CAACCCCGGC
GCCCCGGCCG
3481GCGGCTCCTT CAACCAGTAC TTCGTCGGCA GCTTCAACGG CACCCACTTC
GAGGCCTTCG
3541ACAACCAAGTC CCGCGTGGTG GACTTCGGCA AGGACTACTA CGCCCTGCAG
ACCTTCTTCA
3601ACACCGACCC GACCTACGGG AGCGCCCTGG GCATCGCGTG GGCCTCCAAC
TGGGAGTACT

10

20

30

40

【0 9 7 2】

【数 2 2 7】

3661CCGCCTTCGT GCCCACCAAC CCCTGGCGCT CCTCCATGTC CCTCGTGCGC
AAGTTCTCCC
3721TCAACACCGA GTACCAGGCC AACC CGGAGA CGGAGCTGAT CAACCTGAAG
GCCGAGCCGA
3781TCCTGAACAT CAGCAACGCC GGCCCTGGA GCCGGTTCGC CACCAACACC
ACGTTGACGA
3841AGGCCAACAG CTACAACGTC GACCTGTCCA ACAGCACCGG CACCCTGGAG
TTCGAGCTGG
3901TGACGCCGT CAACACCACC CAGACGATCT CCAAGTCCGT GTTCGCGGAC
CTCTCCCTCT
3961GGTTCAAGGG CCTGGAGGAC CCCGAGGAGT ACCTCCGCAT GGGCTTCGAG
GTGTCCGCGT
4021CCTCCTTCTT CCTGGACCGC GGGAACAGCA AGGTGAAGTT CGTGAAGGAG
AACCCTACT
4081TCACCAACCG CATGAGCGTG AACAACCAGC CCTTCAAGAG CGAGAACGAC
CTGTCTACT
4141ACAAGGTGTA CGGCTTGCTG GACCAGAACA TCCTGGAGCT GTACTTCAAC
GACGGCGACG
4201TCGTGTCCAC CAACACCTAC TTCATGACCA CCGGGAACGC CCTGGGCTCC
GTGAACATGA
4261CGACGGGGGT GGACAACCTG TTCTACATCG ACAAGTTCCA GGTGCGCGAG
GTCAAGTGAC
4321AATTGGCAGC AGCAGCTCGG ATAGTATCGA CACACTCTGG ACGCTGGTCG
TGTGATGGAC
4381TGTTGCCGCC ACACTTGCTG CCTTGACCTG TGAATATCCC TGCCGCTTTT
ATCAAACAGC
4441CTCAGTGTGT TTGATCTTGT GTGTACGCGC TTTTGCGAGT TGCTAGCTGC
TTGTGCTATT
4501TGCGAATACC ACCCCCAGCA TCCCCTTCCC TCGTTTCATA TCGCTTGCAT
CCCAACCGCA
4561ACTTATCTAC GCTGTCTGCTG TATCCCTCAG CGCTGCTCCT GCTCCTGCTC
ACTGCCCCCTC
4621GCACAGCCTT GGTTTGGGCT CCGCCTGTAT TCTCCTGGTA CTGCAACCTG
TAAACCAGCA
4681CTGCAATGCT GATGCACGGG AAGTAGTGGG ATGGGAACAC AAATGGAGGA
TCCCGCGTCT
4741CGAACAGAGC GCGCAGAGGA ACGCTGAAGG TCTCGCCTCT GTCGCACCTC
AGCGCGGCAT
4801ACACCACAAT AACCACCTGA CGAATGCGCT TGGTTCTTCG TCCATTAGCG
AAGCGTCCGG
4861TTCACACACG TGCCACGTTG GCGAGGTGGC AGGTGACAAT GATCGGTGGA
GCTGATGGTC
4921GAAACGTTCA CAGCCTAGGG ATATCGAATT CGGCCGACAG GACGCGCGTC
AAAGGTGCTG
4981GTCGTGTATG CCCTGGCCGG CAGGTCGTTG CTGCTGCTGG TTAGTGATTC
CGCAACCCTG
5041ATTTTGGCGT CTTATTTTGG CGTGGCAAAC GCTGGCGCCC GCGAGCCGGG
CCGGCGGCGA
5101TGCGGTGCCC CACGGCTGCC GGAATCCAAG GGAGGCAAGA GCGCCCGGGT
CAGTTGAAGG

10

20

30

40

【0 9 7 3】

【数 2 2 8】

5161GCTTTACGCG CAAGGTACAG CCGCTCCTGC AAGGCTGCGT GGTGGAATTG
GACGTGCAGG
5221TCCTGCTGAA GTTCCTCCAC CGCCTCACCA GCGGACAAAG CACCGGTGTA
TCAGGTCCGT
5281GTCATCCACT CTAAAGAACT CGACTACGAC CTA CTGATGG CCCTAGATT
TTCATCAAAA
5341ACGCCTGAGA CACTTGCCCA GGATTGAAAC TCCCTGAAGG GACCACCAGG
GGCCCTGAGT
5401TGTTCTTCC CCCCCTGGCG AGCTGCCAGC CAGGCTGTAC CTGTGATCGA
GGCTGGCGGG
5461AAAATAGGCT TCGTGTGCTC AGGTCATGGG AGGTGCAGGA CAGCTCATGA
AACGCCAACA
5521ATCGCACAAAT TCATGTCAAG CTAATCAGCT ATTTCTCTT CACGAGCTGT
AATTGTCCCA
5581AAATTCTGGT CTACCGGGGG TGATCCTTCG TGTACGGGCC CTTCCCTCAA
CCCTAGGTAT
5641GCGCGCATGC GGTCGCCGCG CAACTCGCGC GAGGGCCGAG GGTTTGGGAC
GGGCCGTCCC
5701GAAATGCAGT TGCACCCGGA TGCGTGGCAC CTTTTTTCG ATAATTTATG
CAATGGACTG
5761CTCTGCAAAA TTCTGGCTCT GTCGCCAACC CTAGGATCAG CGGCGTAGGA
TTTCGTAATC
5821ATTCGTCTG ATGGGGAGCT ACCGACTACC CTAATATCAG CCCGACTGCC
TGACGCCAGC
5881GTCCACTTTT GTGCACACAT TCCATTCTG CCAAGACAT TTCATTGTGG
TGCGAAGCGT
5941CCCCAGTTAC GCTCACCTGT TTCCCGACCT CCTTACTGTT CTGTGACAG
AGCGGGCCCA
6001CAGGCCGGTC GCAGCCACTA GTATGGCCAC CGCATCCACT TTCTCGGCGT
TCAATGCCCC
6061CTGCGGCGAC CTGCGTCGCT CGGCGGGCTC CGGGCCCCGG CGCCCAGCGA
GGCCCCCTCCC
6121CGTGCGCGGG CGCGCCCAGC TGCCCGACTG GAGCATGCTG CTGGCCGCGA
TCACCACCCT
6181GTTCTTGGCG GCCGAGAAGC AGTGGATGAT GCTGGACTGG AAGCCCAAGC
GCCCCGACAT
6241GCTGGTGGAC CCCTTCGGCC TGGGCCGCTT CGTGCAGGAC GGCCTGGTGT
TCCGCAACAA
6301CTTCAGCATC CGCAGCTACG AGATCGGCGC GGACCGCACC GCCAGCATCG
AGACCCTGAT
6361GAACCACCTG CAGGAGACCG CCCTGAACCA CGTGAAGAGT GTGGGCCTGC
TGGAGGACGG
6421CCTGGGCAGC ACCCGCGAGA TGAGCCTGCG CAACCTGATC TGGGTGGTGA
CCAAGATGCA
6481GGTGCGGGTG GACCGCTACC CCACCTGGGG CGACGAGGTG CAGGTGAGCA
GCTGGGCGAC
6541CGCCATCGGC AAGAACGGCA TGCGCCGCGA GTGGATCGTG ACCGACTTCC
GCACCGGCGA
6601GACCCTGCTG CGCGCCACCA GCGTGTGGGT GATGATGAAC AAGCTGACCC
GCCGCATCAG

10

20

30

40

【0 9 7 4】

【数 2 2 9】

6661CAAGATCCCC GAGGAGGTGT GGCACGAGAT CGGCCCCAGC TTCATCGACG
CGCCCCCCTT
6721GCCCACCGTG GAGGACGACG GCCGCAAGCT GACCCGCTTC GACGAGAGCA
GCGCCGACTT
6781CATCCGCAAG GGCCTGACCC CCCGCTGGAG CGACCTGGAC ATCAACCAGC
ACGTGAACAA
6841CGTGAAGTAC ATCGGCTGGC TGCTGGAGAG CGCGCCCCC GAGATCCACG
AGAGCCACGA
6901GATCGCCAGC CTGACCCTGG AGTACCGCCG CGAGTGCGGC CGCGACAGCG
TGCTGAACAG
6961CGCCACCAAG GTGAGCGACA GCAGCCAGCT GGGCAAGAGC GCCGTGGAGT
GCAACCACCT
7021GGTGCGCCTG CAGAACGGCG GCGAGATCGT GAAGGGCCGC ACCGTGTGGC
GCCCCAAGCG
7081CCCCCTGTAC AACGACGGCG CCGTGGTGGG CGTGCCCGCC AAGACCAGCT
GACTCGAGGC
7141AGCAGCAGCT CGGATAGTAT CGACACACTC TGGACGCTGG TCGTGTGATG
GACTGTTGCC
7201GCCACACTTG CTGCCTTGAC CTGTGAATAT CCCTGCCGCT TTTATCAAAC
AGCCTCAGTG
7261TGTTTGATCT TGTGTGTACG CGCTTTTGCG AGTTGCTAGC TGCTTGTGCT
ATTTGCGAAT
7321ACCACCCCCA GCATCCCCTT CCCTCGTTTC ATATCGCTTG CATCCCAACC
GCAACTTATC
7381TACGCTGTCC TGCTATCCCT CAGCGCTGCT CCTGCTCCTG CTCACTGCCC
CTCGCACAGC
7441CTTGTTTTGG GCTCCGCCTG TATTCTCCTG GTACTGCAAC CTGTAAACCA
GCACTGCAAT
7501GCTGATGCAC GGGAAGTAGT GGGATGGGAA CACAAATGGA AAGCTTGAGC
TCCAGCCACG
7561GCAACACCGC GCGCCTTGCG GCCGAGCACG GCGACAAGAA CCTGAGCAAG
ATCTGCGGGC
7621TGATCGCCAG CGACGAGGGC CGGCACGAGA TCGCCTACAC GCGCATCGTG
GACGAGTTCT
7681TCCGCCTCGA CCCCAGGGG GCGTCGCCG CCTACGCCAA CATGATGCGC
AAGCAGATCA
7741CCATGCCCCG GCACCTCATG GACGACATGG GCCACGGCGA GGCCAACCCG
GGCCGCAACC
7801TCTTCGCCGA CTTCTCCGCG GTCGCCGAGA AGATCGACGT CTACGACGCC
GAGGACTACT
7861GCCGCATCCT GGAGCACCTC AACGCGCGCT GGAAGGTGGA CGAGCGCCAG
GTCAGCGGCC
7921AGGCCGCCGC GGACCAGGAG TACGTCCTGG GCCTGCCCCA GCGCTTCCGG
AAACTCGCCG
7981AGAAGACCGC CGCCAAGCGC AAGCGCGTCG CGCGCAGGCC CGTCGCCTTC
TCCTGGAGAA
8041GAGCCTCTAG AGTCGACCTG CAGGCATGCA AGCTTGCGGT AATCATGGTC
ATAGCTGTTT
8101CCTGTGTGAA ATTGTTATCC GCTCACAATT CCACACAACA TACGAGCCGG
AAGCATAAAG

10

20

30

40

【0 9 7 5】

【数 2 3 0】

8161TGTAAGCCT GGGTGCCTA ATGAGTGAGC TAACTCACAT TAATTGCGTT
 GCGCTCACTG
 8221CCCGCTTTCC AGTCGGGAAA CCTGTCTGTC CAGCTGCATT AATGAATCGG
 CCAACGCGCG
 8281GGGAGAGGCG GTTTGCGTAT TGGGCGCTCT TCCGCTTCCT CGCTCACTGA
 CTCGCTGCGC
 8341TCGGTCGTTC GGCTGCGGCG AGCGGTATCA GCTCACTCAA AGGCGGTAAT
 ACGGTTATCC
 8401ACAGAATCAG GGGATAACGC AGGAAAGAAC ATGTGAGCAA AAGGCCAGCA
 AAAGGCCAGG
 8461AACCGTAAAA AGGCCGCGTT GCTGGCGTTT TTCCATAGGC TCCGCCCCC
 TGACGAGCAT
 8521CACAAAAATC GACGCTCAAG TCAGAGGTGG CGAAACCCGA CAGGACTATA
 AAGATACCAG
 8581GCGTTTCCCC CTGGAAGCTC CCTCGTGCGC TCTCCTGTTT CGACCCTGCC
 GCTTACCGGA
 8641TACCTGTCCG CCTTCTCCC TTCGGGAAGC GTGGCGCTTT CTCATAGCTC
 ACGCTGTAGG
 8701TATCTCAGTT CGGTGTAGGT CGTTCGCTCC AAGCTGGGCT GTGTGCACGA
 ACCCCCCGTT
 8761CAGCCCGACC GCTGCGCCTT ATCCGGTAAC TATCGTCTTG AGTCCAACCC
 GGTAAGACAC
 8821GACTTATCGC

10

20

配列番号 243

C. h o o k e r i a n a の C 1 0 : 0 特異的チオエステラーゼ構築物

ggtaccgcctgcaacgcaagggcagccacagccgctccacccgccgctgaaccgacacgtgcttgggcgctgccc
 gcctgctgcccgcagcttgtgctggtaggctgggcagtgctgcatgctgattgaggcttgggtcatcggttggaag
 cttatgtgtgtgctgggcttgcagtcggggcaatgcgcatggtaggcaagagggcgccagcacttgcaggctgccc
 ggtgctccaggtggttcaatcgcgccagccagaggatctcagatgatcgcgctacaggttgagcagcagtgatcag
 caaaggtagcagtttccagaatgatcggttcagctgttaataatgccagcaagagaaggggtcaagtgaacac
 gggcatgccacagcacgggcaaccggggagtggaatggcaccaccaagtgtgtgagcagcagcatcgccgctggctg
 tttcagctacaacggcaggagtcacccaacgtaaccatgagctgatcaaacactgcaatcatcgggcgggcgctgatgca
 agcatgcctggcggaagacacatggtgtgaggatgctgcccggctgctgctgctgcgacgcccgttgattggcagcag
 gctcagccatgactggatggcagctgggctgcccactgcaatgtggtggataggatgcaaggaggagcgaataccaaac
 cctctggctgcttgcgtgggttgcagtcgcatcgaccatcagcaggagcgcatgcgaagggaactggcccatgcacgcc
 atgccaaaccggagcgccagcagtggtccacactgtcaccaggcccgcaagcttgcagaacctgctcatggacgcag
 gtagcgctgacgtcccttgacggcgctcctctcggtgtgggaaacgcaatgcagcacaggcagcagaggcgggcgcc
 agcagagcgggcgccagcagcgggggggccacccttcttgcggggtcgcgcccagccagcggtgatgcgtgatcc
 caaacgagttcacattcatttgcagtcctggagaagcgaggctggggccttgggctgggtgcagcccgaatggaatg
 cgggaccgccaggctagcagcaaggcgccctccctactccgcatcgatgttccatagtgacttgactgcatttgggt
 gggcgccggcgctgttcttctgtgttgcaaaacgcgcagctcagcaacctgtcccgtgggtccccgtgccgatgaa
 atcgtgtgcacgcccagtcagctgattgcccggctcggaagtaggcgcccctcttctgctgcctctctccgtccgc
ctctagaatatca**ATG**atcgagcaggacggcctccacgcccggctccccgcgcctgggtggagcgctgttgcg
 ctacgactggggccagcagaccatcggtgctccgacgcccgtgttccgctgtccgcccaggggcgccccgtgc
 gtgtcgtgaagaccgacctgtccggcgccctgaacgagctgcaggacgaggccgcccgtgtcctggctggccac
 caccggcgctgcccgtgcggcgccgtggtgacgtggtaggagggcgccgagctggctgctggtggcgagggt
 gcccggccaggacgtgctcctccacctggccccgcccaggaaggtgtccatcatggccgacgcatgcgcccgc
 ctgcacacccctggaccccgccacctgccccctcgaccaccaggccaagcaccgcatcgagcgcgcccgcacccgca

30

40

【0 9 7 6】

50

【数 2 3 1】

tggaggccggcctggtggaccaggacgacctggacgaggagcaccagggcctggccccgcccagctgttcgccc
 gcctgaaggcccgcatgcccgcggcgaggacctggtggtgacccacggcgacgctgcctgcccacatcatgg
 tggagaacggccgcttctccggcttcacgactgcggccgctgggctggccgaccgctaccaggacatcgccct
 ggccacccgagacatcgccgaggagctgggcgggagtgggccgaccgcttctggtgctgtacggcatcgccgc
 ccccgactccagcgcatcgcccttctaccgctgctggacgagttcttcTGA caattg gcagcagcagctcgatag
 tatcgacacactctggacgctggcgtgtgatggactgttgcgccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgc
 cgcttttatcaaacagcctcagtggtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcg
 aataaccacccccagcatccccctccctcgtttcatatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatc
 cctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccctgcacagccttggttgggctccgcctgtattctcctggtactgca
 acctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatgga ggatcc cgctctc
 gaacagagcgcgagaggaaacgctgaaggctcgcctctgtcgcacctcagcgcgccatacaccacaataaccacct
 gacgaatgcgcttggttcttctccattagcgaagcgtccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgac
 aatgatcggtggagctgatggtcgaaacgttcacagcctagggatatc gaattc ctttcttgcgctatgacacttccag
 caaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttgcacccccgaagctc
 cttcggggctgcatggcgctccgatgcccgtccaggcgagcgctgtttaaatagccaggcccccgattgcaaagac
 attatagcgagctaccaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcg
 cactccgctaagggggcgcttcttcttctgtttcagtcacaaccgcgaac actagt ATGgccaccgcatccactt
 tctcggcgttcaatgcccgtgcgggcgacctgcgtcgtcggcggtcggggccccggcgcccagcgaggccccct
 ccccgctgcgcg ggccggcc cagctgcccgaactggagccgctgctgaccgccatcaccacgctgttcgtgaagtcc
 aagcgccccgacatgcacgaccgcaagtccaagcgccccgacatgctggtggacagcttcggcctggagtcacc
 gtgcaggacggcctggtgttcgccagtccttctccatccgctcctacgagatcggcaccgaccgaccgccagcat
 cgagaccctgatgaaccacctgcaggagacctccctgaaccactgcaagagcaccggcatcctgctggacggcttc
 ggccgacccctggagatgtgcaagcgcgacctgatctgggtggtgatcaagatgcagatcaaggtaaccgctac
 cccgctggggcgacaccgtggagatcaacaccgcttcagccgctgggcaagatcggcattggcgccgactgg
 ctgatctccgactgcaacaccggcgagatcctggtgcgcgccaccagcgctacgccatgatgaaccagaagacc
 cgccgctgtccaagctgcccacgaggtgcaccaggagatcggtcccctgttcgtggacagccccgtgatcgagg
 actccgacctgaagggtgcacaagttcaagggtgaagaccggcgacagcatccagaagggctgacccccggtg
 aacgacctggacgtgaaccagcacgtgtccaacgtgaagtacatcggttggtcctggagagcatgccaccgag
 gtgctggagaccagagctgtgtccttggccctggagtaccgcccgcgagtgccggccgactcctgctggag
 agcgtgaccgccatggacccagcaagggtggcgctgcgtcccagtagcagcacctgctgcgcctggaggacggc
 accgccatcgtgaacggcgccaccgagtgccgcccccaagaacgcggcgccaacggcgccatctccaccggcaa
 gaccagcaacggcaactcctgttccatggactacaaggaccagcagcgccgactacaaggaccagacatcgact
 acaaggacgacgacgacaagTGA ctcgaggcagcagcagctcgatagtagtatcgacacactctggacgctggtcg
 tgtgatggactgttgcgccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggt
 ttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataaccacccccagcatccccctccct
 cgtttcatatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcac
 tggccctgcacagccttggttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacagcactgcaatgctg
 atgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagctt gagctc

10

20

30

配列番号 244

C. hookeriana の C10 : 0 特異的チオエステラーゼ (コドン最適化) のコード領域

40

ATGgccaccgcatccactttctcggcgttcaatgcccgtgcgggcgacctgcgtcgtcggcgggctcggggccc
 ggcgcccagcgaggccccctccccgtgcgcg ggccggcc cagctgcccgaactggagccgctgctgaccgccatca
 ccaccgtgttcgtgaagtccaagcgccccgacatgcacgaccgcaagtccaagcgccccgacatgctggtggaca
 gcttcggcctggagtcaccgtgcaggacggcctggtgttcgccagtccttctccatccgctcctacgagatcggc
 accgaccgcaccgcccagcatcgagaccctgatgaaccacctgcaggagacctccctgaaccactgcaagagcacc
 ggcatcctgctggacggcttcggccgacccctggagatgtgcaagcgcgacctgatctgggtggtgatcaagatgc
 agatcaagggtgaaccgctaccccgctggggcgacaccgtggagatcaacaccgcttcagccgctgggcaaga

【0 9 7 7】

50

【数 2 3 2】

tcggcatggggcgcgactggctgatctccgactgcaacaccggcgagatcctggtgcgcgccaccagcgctacgc
 catgatgaaccagaagacccgcccctgtccaagctgccctacgaggtgcaccaggagatcgtgccctgttcgtg
 gacagccccgtgatcgaggactccgacctgaaggtgcacaagttcaaggtgaagaccggcgacagcatccagaa
 gggcctgacccccggctggaacgacctggacgtgaaccagcacgtgtccaacgtgaagtacatcggttgatcct
 ggagagcatgccaccgaggtgctggagaccaggagctgtgtccctggccctggagtaccgcccgcgagtgccg
 ccgcgactccgtgctggagagcgtgaccgccatggacccagcaaggtggcgctgcgtcccagtaccagcacct
 gctgcgcctggaggacggcaccgccatcgtgaacggcgccaccgagtgggcgcccaagaacgcccggcgccaacg
 gcgccatctccaccggcaagaccagcaacggcaactccgtgtccatggactacaaggaccacgacggcgactaca
 aggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGA

10

配列番号 245

C. hookeriana の KAS I V 酵素構築物

ggtagccgcctgcaacgcaagggcagccacagccgctccacccgcccgtgaaccgacacgtgcttgggcgcctgcc
 gcctgcctgcgcgatgcttgtgctggtagggctgggcagtgctgcatgctgattgaggcttgggtcatcggttgaag
 cttatgtgtgtgctgggcttgcagccgggcaatgcgcatgggtggcaaggggcggcagcacttgcaggctgcgcg
 ggtgcctccagggtggttcaatgcgggcagccagagggatttcagatgatcgcgctacaggttgagcagcagtgta
 gcaaaaggttagcagtttgcagaatgatcggttgcagctgttaataatccagcaagagaagggtcaagtgcacac
 acgggcatgccacagcacgggcaccggggagtggaatggcaccaccaagtgtgtgagcagccagcatcgccgcctgg
 ctgtttcagctacaacggcaggagtcacaaacgtaacctgagctgatcaactgcaatcatcgggcgggcgctga
 tgcaagcatgcttggcgaagacacatgggtgtgaggatgctgcccgtgctgctgctgcgcacgcccgttgagttggca
 gcaggctcagccatgactggatggcagctgggctgccactgcaatgtggtggataggatgcaagtggagcgaatac
 caaacctctggtgcttgcgtgggttgcagtcacacatcagcaggagcgcatgcgaagggaactggccccatgc
 acgcatgccaaaccggagcgccaccgagtgctccactgtcaccaggcccgcaagcttgcagaacctgctcatgg
 acgcatgtagcgctgacgtcccttgacggcgctcctctcggtgtgggaaacgcaatgcagcacaggcagcagggc
 ggccggcagcagagcggcgccgagcagcggcgggggccacccttcttcgggggtcgcgccccagccagcggtgatgcg
 ctgatcccaaaccaggttccattcatttgcagtcctggagaagcgaggctggggccttgggtggtgcagcccga
 tggaatgcgggaccgccaggctagcagcaaaaggcgctccctactccgcatcgatgttccatagtgattggactgc
 atttgggtggggcgccggctgttcttctgtgttgcaaaacgcggcagctcagcaacctgtcccggtgggtccccgtg
 ccgatgaaatcgtgtgcacgccgatcagctgattgccggctcggaagttaggcgcctccttctgctgcctctct
 ccgtcccgctctaga tctaga atataATGatcgagcaggacggcctccacgcccgtccccgcgcctgggtg
 gagcgctgttcggctacgactgggcccagcagaccatcggtgctccgacgcccgtgttcgcctgtccgccc
 gggccgccccgtgctgttcgtgaagaccgacctgtccggcgccctgaacgagctgcaggacgagggccgcccgt
 gtctgtggtggccaccaccggcgtgcccgtgcggccgtgctggacgtggtgaccgagggccgcccgcgactgggtg
 ctgctgggagaggtgcccggccaggacctgtgtcctccacctggccccgcgagaaggtgtccatcatggccg
 acgcatgcgccgctgcacaccttgacccccgccactgccccttcgaccaccaggccaagcacccgcatcgagcg
 cgcccgacccgcatggaggccggcctggtggaccaggacgacctggacgaggagcaccaggccgtggcccccg
 ccgagctgttcgcccgtgaaggcccgcatgccgacggcgaggacctggtggtgaccacggcgacgctgct
 gcccacatcatggtggagaacggccgttctccggttcacgactgcggccgctgggctggccgaccgctac
 caggacatcgccctggccaccgcgacatcgccgaggagctggggcgagtgggccgaccgcttctggtgctg
 tacggcatcgccgccccgactcccagcgcatcgcttctaccgctgctggacgagttcttcTGA caattg gcagc
 agcagctcggatagtatcgacacactctggacgctggctgctgtagtggactgttgcgccacacttgccttgacct
 gtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtgctgtttgatcttgtgtgtacgcttttgcgagttgctagctgc
 ttgtgctatttgcgaataaccacccccagcatccccctcctcgtttcatatcgcttgcacccaacgcaacttatctacg
 ctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccctgcacagccttgggttgggtcctcgctgattc
 tcctggctactgcaacctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatgga gg
 atcc cgctctgaacagagcgcgagaggaaacgctgaaggctctgcctctgtgcacctcagcgcgccataaccac
 aataaccacctgacgaatgcgcttgggttcttctccattagcgaagcgtccggttcacacacgtgccacgttggcgagg
 tggcaggtgacaatgatcggtaggctgagtgctgaaacgttcacagcctagggatatc gaattccttcttgcgctat
 gacacttccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttcccgccgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacc

20

30

40

【0 9 7 8】

50

【数 2 3 3】

cccgaagctccttcggggctgcatgggctccgatgccgctccagggcgagcgctgtttaaatagccaggccccga
 ttgcaaagacattatagcgagctaccaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcga
 gcttgatgcactccgctaagggggcgcttcttcttctgcttctcagtcacaacccgcaaactagtgggcgccA
 TGgcgaccgccagctgcatggtggcgctgccccttctgacctggctggtcgccgctgcatgcccacctccagcga
 caacgacccccgctgctgtccacaagcgccctgcgctgagccgcccgcgcccacccctgagctgcactgtccc
 tgcgcccagcaccttccagtgcctggacccctgcaaccagcagcgcttcttgggagacaacggcttcgctgct
 gttcggtccaagccccctgcgagcaaccgcccacctgcgctgggcccacctgcactccggcgaggtgatg
 gccgtcgcatgacgcccggcaggaggtgagaccaacaagaagcccgcgaccaagcagcgccgctggtcgt
 gaccggcatgggctgctgacccccctgggcccagaccccgacgtgtattataacaacctgctggacggcatctcg
 ggcattctcgagatcgagaacttcgactgcagccagttccccacccgcatcgccggcgagatcaagtctgttccac
 cgacggctgggtcgcgcccaagttcagcgagcgcatggacaagttcatgctgtatatgctgaccgcccgaagaa
 ggcgtggcgacggcgccatcacgaggacgcatgaaggagctgaacaagcgcaagtggcgctgctgac
 ggctcgggcctgggcccagtgaggtcttctccgacagcatcgaggccctgcgacccctgtataagaagatctccc
 ctttctgctgcccctcagcaccaccaacatgggctcgcgatcctggcgatggacctgggctggatgggcccac
 ctattccatcagcacccgctgcccacctcgaacttctgcatcctgaacgcccgaaccacatcatcaaggcgag
 gcggacatgatgctgtgcccggctccgacggcggtgctgcccgtcgccctgggccccttctggcctgcccgcg
 cgctgagccagcgcaacaacgacccccaccaaggcctcgccccctgggactccaaccgacggcttcgtcatgg
 gcgagggcgccggcgctgctgctgctggaggagctggagcacgccaagaagcgccgcccgcgaccatctatgccgag
 ttcttggggcgagcttcacctgcgacgcatcacatgaccgagccccacccgagggcgccggcgctcatcctgt
 gcatcgagaaggcgctggcccagtcggcgctgcccgcgaggacgtgaactatatcaacgcgacgccaccagc
 acccccgggcgacatcaaggagatcaggccctggcgactgcttgggcccagaactcgagctgcgctcaac
 tccaccaagagcatgatcgccacctgctgggcccgcgcccggcgctggaggcggtcgccgtggtccaggcgatc
 cgacccggctggatccaccccaacatcaacctggaggaccccgacgaggcgctggacgccaagctgctggtcggc
 ccaagaaggagaagctgaagggtgaaggctggcctgtcgaactccttggcttcggcgccacaacagctcgatc
 ctgttcgcgcccctgcaacTGA ctcgag gcagcagcagctcgatagatcgacacactctggacgctggctgctgta
 tggactgttccgccacacttgctgcttgacctgtgaatatccctgccgttttatcaaacagcctcagtggtttgatc
 ttgtgtgtacgcgttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataaccaccccgacatcccccttccctcgttct
 atatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccc
 tcgcacagccttggttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacg
 ggaagtagtgggatgggaacacaaatgga aagctt gagctc

10

20

30

配列番号 246

C. hookeriana の KAS IV 酵素 (コドン最適化) のコード領域

ATGgcgaccgccagctgcatggtggcgctgccccttctgacctggctggtcgccgctgcatgcccacctccagcga
 caacgacccccgctgctgtccacaagcgccctgcgctgagccgcccgcgcccacccctgagctgcactgtccc
 ctgcccggcagcaccttccagtgcctggacccctgcaaccagcagcgcttcttgggagacaacggcttcgctgct
 gttcggtccaagccccctgcgagcaaccgcccacctgcgctgggcccacctgcactccggcgaggtgatg
 gccgtcgcatgacgcccggcaggaggtgagaccaacaagaagcccgcgaccaagcagcgccgctggtcgt
 gaccggcatgggctgctgacccccctgggcccagaccccgacgtgtattataacaacctgctggacggcatctcg
 ggcattctcgagatcgagaacttcgactgcagccagttccccacccgcatcgccggcgagatcaagtctgttccac
 cgacggctgggtcgcgcccaagttcagcgagcgcatggacaagttcatgctgtatatgctgaccgcccgaagaa
 ggcgtggcgacggcgccatcacgaggacgcatgaaggagctgaacaagcgcaagtggcgctgctgac
 ggctcgggcctgggcccagtgaggtcttctccgacagcatcgaggccctgcgacccctgtataagaagatctccc
 ctttctgctgcccctcagcaccaccaacatgggctcgcgatcctggcgatggacctgggctggatgggcccac
 ctattccatcagcacccgctgcccacctcgaacttctgcatcctgaacgcccgaaccacatcatcaaggcgag
 gcggacatgatgctgtgcccggctccgacggcggtgctgcccgtcgccctgggccccttctggcctgcccgcg
 cgctgagccagcgcaacaacgacccccaccaaggcctcgccccctgggactccaaccgacggcttcgtcatgg
 gcgagggcgccggcgctgctgctgctggaggagctggagcacgccaagaagcgccgcccgcgaccatctatgccgag
 ttcttggggcgagcttcacctgcgacgcatcacatgaccgagccccacccgagggcgccggcgctcatcctgt

40

【0 9 7 9】

50

【数 2 3 4】

gcatcgagaaggcgctggcccagtcggcgctgtcccgagaggacgtgaactatatcaacgcgcacgccaccagc
 acccccgcgggcgacatcaaggagtatcaggccctggcgactgttcggccagaactcggagctgcgcgtcaac
 tccaccaagagcatgatcgccacactgctggcgcgccggcggtggaggcggtcgccgtggtccaggcgatc
 cgacccggtggatccaccccaacatcaacctggaggaccccgacgaggcggtggacgccaagctgctggtcggc
 cccaagaaggagaagctgaagggtcgccctgtcgaactccttcggcttcggcgccacaacagctcgatc
 ctgttcgcgcctgcaacTGA

配列番号 247

C. hookeriana の KAS IV 酵素

10

MATASCMVASPFCTWLVAACMPTSSDNDPRSLSHKRLRLSRRRRTLSSHCSLR GSTFQCL
 DPCNQQRFLGDNGFASLFGSKPLRSNRGHLRLGRTSHSGEVMAMQPAQEVSTNKKPAT
 KQRRVVVTGMGVVTPLGHDVYNNLLDGISGISEIENFDCSQFPTRIAGEIKSFSTDG
 WVAPKFSERMDKFMPLYMLTAGKKALADGGITEDAMKELNKRKCGVLIGSGLGGMKVFSDS
 IEALRTSYKKISPFVFPSTTNMGSAILAMD LGWMGPNYSISTACATSNFCILNAANHII
 KGEADMMLCGGSDAAVLVGLGGFVACRALSQRNNDPTKASRPWDSNRDGFVMGEGAGVL
 LLEELEHAKKRGATIYAEFLGGSFTCDAYHMTPEHPEGAGVILCIEKALAQSGVSREDVN
 YINAHATSTPAGDIKEYQALAHCFGQNSELRVNSTKSMIGHLLGGAGGVEAVAVVQAIPT
 GWIHPNINLEDPDGVDKLLVGPKEKLLKVKVGLSNSFGFGGHNSSILFAPCN

20

配列番号 248

C. hookeriana の C10 : 0 特異的チオエステラーゼ + C. hookeriana KAS IV 酵素構築物

ggtagcgcctgcaacgcaagggcagccacagccgctcccacccgctgaaccgacacgtgcttggcgctgccc
 gcctgctgcccgcctgcttgcctgagggcagtgctgcatgctgattgaggcttgggtcatcggttggag
 cttatgtgtgtgctgggtgcatgcccggcaatgcatggtggcaagagggcgccagcacttgcctggagctgccc
 ggtgctccaggtggttcaatcgccgagccagagggatttcagatgatcgcgctacaggttagcagcagtgctca
 gcaaaggtagcagtttccagaatgatcggttcagctgttaataatgccagcaagagaaggggtcaagtgcacac
 acgggcatgccacagcacgggcacccgggagtggaatggcaccaccaagtgtgtgcgagccagcatcgccgctgg
 ctgtttcagctacaacggcaggagtcacccaacgtaacatgagctgatcaacactgcaatcatcgggcgggcgctga
 tgcaagcatgcttggcgaagacacatggtgtgctgagtgctgcccggctgctgctgctgcgcacgccgttgagttggca
 gcaggctcagccatgcactggatggcagctgggctgcccactgcaatgtggtggataggatgcaagtggagcgaatac
 caaacctctggtgcttgcctggttgcatggcatcgaccatcagcaggagcgcatgcaagggactggccccatgc
 acgcatgcaaacgggagcgacccagtgctccacactgtcaccaggcccgaagcttgcagaacatgtcatgg
 acgcatgtagcgctgacgtccctgacggcgctcctctcggtgtgggaaacgcaatgcagcacaggcagcagaggc
 ggccggcagcagagcgccggcagcagcgccggggggccacccttcttcgggggtcgccccagccagcggtgatcg
 ctgatcccaacgagttcacattcatttgcatgcctggagaagcgaggctggggccttgggctggtgcagccgcaa
 tggaatgcgggaccgcccaggtagcagcaaaggcgctccctactccgcatcgatgttccatagtgattggactgc
 atttgggtggggcgccggctgtttcttctgtgtgcaaaacgcgcccagctcagcaacctgtcccgtgggtccccgtg
 ccgatgaaatcgtgtgcacgccgatcagctgattggcggtcggaagtaggcgcccctcttctgctgcctctct
 ccgtcccgcctctaga ctaga atatcaATGatcgagcaggacggcctccacgcccggctccccgcgcctgggtg
 gagcgctgttcggctacgactgggcccagcagaccatcggtgctccgacgcccggctgttcgcctgtccgccc
 gggccgccccgtgctgttcgtgaagaccgacctgtccggcgccctgaacgagctgcaggacgaggccgcccgcct
 gtccgtggctggccaccacggcgctgcccgtgcgcgcccgtgctggacgtggtgaccgagggccggcgactggctg
 ctgctgggagaggtgcccggccaggacctgtgtcctccacctggcccccgagagaaggtgtccatcatggccg
 acgcatgcccgcctgcacacccctggaccccgccacctgccccttcgaccaccaggccaagcaccgcacgcagcg
 cggccgcacccgcctgagggccggcctggtggaccaggacgacctggacgaggagcaccaggccctggccccg
 ccgagctgttcggccgctgaaggcccgatggcgacggcgaggacctggtggtgaccacggcgacgcctgcct
 gcccacatcatggtggagaacggccgcttctccggcttcacgactgcggccgctgggctggtggcggaccgctac

30

40

【0 9 8 0】

50

【数 2 3 5】

caggacatcgccctggccacccgcgacatcgccgaggagctgggcggcgagtgggccgaccgcttctggtgctg
 tacggcatcgccgccccgactcccagcgcatcgcccttctaccgctgctggacgagttcttc**TGA caattg**gcagc
 agcagctcggatagtatcgacacactctggacgctggctgctgtagtgactgttgcgccacacttgctgccttgacct
 gtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggtgttgatcttggtgtacgcgcttttcgagttgctagctgc
 ttgtgctatttggaataccacccccagcatccccttccctggttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacg
 ctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgccccctgcacagccttggttgggctccgctgtattc
 tcctggtagtgcaacctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggga**gg**
atcccgctctcgaacagagcgcgagaggaaacgtgaaggtctgcctctgtcgacctcagcgcgccatacaccac
 aataaccacctgacgaatgcgcttggttcttctgctcattagcgaagcgctccggttcacacacgtgccacgttggcgagg
 tggcaggtgacaatgatcggtggagctgatggtcgaaacgttcacag**cctagggag**tttaggtccagcgctccgtgggg
 ggggacgggctgggagcttggggccgggaaggggcaagacgatgcagtcctctggggagtcacagccgactgtgtgtg
 ttgactgtgcgggcccgacgactcacacgcaaaatgcctggccgacaggcaggccctgtccagtgaacatccacgg
 tccctctcatcaggctcaccttgctcattgacataacggaatgcgtaccgctcttccagatctgtccatccagagagggg
 agcaggctccccaccgacgctgtcaaaacttgcttctgccaaccgaaaacattattgtttgagggggggggggggg
 ggcagattgcatggcgggatattctgtgaggaacatcactgggacactgtggaacacagtgagtgagtgatgcagagc
 atgtatgctaggggtcagcgaggaagggggcttccaggtctccatgccactgcaccgtatccacgactccagg
 gaccagcttcttgatcggttccgctccgctggacaccagtggtgtagcctctggactccagggtatgcgtgcaccgcaaa
 ggccagccgatcgtgccgattcctgggggtggaggatagagtcagccaacttggggctcagagtgacactggggcac
 gatacgaacaacatctacacggtgtcctccatgctgacacaccacagcttcgctccacctgaatgtggcgcatggg
 ccgaatcacagccaatgtcgctgctgccataatgtgatccagacctctccgcccagatgccgagcggatcgtgggc
 gctgaatagattcctgtttcgatcactgtttgggtccttctcttctgctcggatgcgctctcgaaacagggtgcgtcg
 ggcttccggtatcccttttgcctccctcgctacacatcctgcgcggggcaagttgcttgacctgggctggtagcagggtt
 ggagggtattaccgctcaggccattcccagcccgattcaattcaaagctggggccaccaccctccgcccgtctgtct
 gatcactccacattcgtgcatacactacgttcaagtcctgatccaggcgtgtctcgggacaagggtgcttgagtttga
 tctcaaggaccactccagcacagctgctggttgaccccgccctcgcaacat**ATG**gcgaccgccagctgcatggtg
 cgtcgcccttctgcacctggctggtcgccgctgcatgccacctccagcgacaacgacccccgctcgctgtccac
 aagcgctgctgctgagccgcccgcgcacccctgagctcgactgctcctgctgcccagcaccttccagtgcct
 ggacccctgcaaccagcagcgttcttggcgacaacggcttcgctgctgctgttcggctccaagccctgctgagc
 aaccgcccacctgctgctggcgccacctcgactccggcgaggtgatggcgtcgcatgcagcccggccag
 gaggtgagcaccaacaagaagcccgcgaccaagcagcgccgctggtgctgacggcatgggctgctgacccc
 cctggggccacgaccccgacgtgtattataacaacctgctggacggcatctcgggcatctccgagatcgagaacttc
 gactgcagccagtccccaccgcatcgccggcgagatcaagtcgttctccaccgacggctgggtcgcgcccaagt
 tcagcgagcgcatggacaagtctatgctgtatgtgtagccgcccgaagaaggcgtggccgacggcgccatca
 ccgaggacgcatgaaggagctgaacaagcgcaagtgcggcgtgctgatcggtcgggctgggctggcgcatgaa
 ggtcttctccgacagcatcgaggccctgcgcacctgtataagaagatctcccccttctgctgcccctcagcaccac
 caacatgggctcgcgcatcctggcgatggacctgggctggatggggcccaactattccatcagcaccgctgcgccc
 acctcgaacttctgcatcctgaacggcgccaaccacatcatcaaggcgaggcgacatgatgctgtgcccggc
 tccgacggcggtgctgcccgtcgccctggggcggttctggtgctgcccgcgctgagccagcgcaacaagcacc
 ccaccaaggcctcgcccctgggactccaaccgcgacggcttcgtcatggcgaggcgcgggcggtgctgctgct
 ggaggagctggagcagccaagaagcgcgccgacacatctatgccgagttcctggggcgagcttccactgcg
 acgctatcacatgacggagccccacccgagggcgccgctcatcctgtgcatcgagaaggcgctggcccagt
 cggcgctgtcccgcgaggacgtgaactatatcaacgcgcacgccaccagcacccccggggcgacatcaaggagt
 atcaggccctggcgactgcttcggccagaactcggagctgcgcgtcaactccaccaagagcatgatcgccacct
 gctggggcgggcgccggcggtggaggcggtcgccgtggttcaggcgatccgcacggctggatccaccccaacat
 caacctggaggaccccgacgaggcggtggacgccaagtgtggtcgggcccaagaaggagaagctgaagggtg
 aaggctggcctgtcgaactcctcggttcggcgggccacaacagctcgatcctgttcgcgcctgcaac**TG Atgca**
tacggagcgtcgtgcccggaggagtggtgccgagcggggagtcgggtctgtgcgaggcccgagctgacgctggc
gagccgtacggccgagggtccccctccccctcccccttcccccttccccctgacggccgcgctgtttttgcatgttc
agcgac cttaaggcgtcgaccgtgccggacggactgcagccccatgtcgtagtgcaccgaatgtaagtgggctgg
 cgtttccctgtacgtgagctcaacgtcactgcacgcgacaccacctctcgaccggcaggaccaggcatcgcgagatac

10

20

30

40

【0 9 8 1】

【数 2 3 6】

agcgcgagccagacacggagtgccgagctatgcgacgctccaactagatatcatgtggatgatgagcat**gaattcct**
 ttcttgcgctatgacacttccagcaaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttcccggcgctgcatgcaacaccgatg
 atgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgctccagggcgagcgctgtttaaatagc
 caggcccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaagccatatccaacacctagatcactaccacttctacac
 agggcactcgagcttgtgatgcactccgctaagggggcgcttctccttctgttcagtcacaaccgcaaac**acta**
gtATGgctatcaagacgaacaggcagcctgtggagaagcctccgttcacgatcgggacgctgcgcaaggccatc
 cccgcgactgtttcgagcgctcggcgcttcgtggcgcgccagctgccgactggagccgctgtgaccgccat
 caccaccgtgttcgtgaagtccaagcgccccgacatgcacgacgcgaagtccaagcgccccgacatgctggtgga
 cagcttcggcctggagtcaccgtgcaggacggcctgtgttcgccagtccttctccatccgctcctacgagatcg
 gcaccgaccgcaccgcccagcatcgagaccctgatgaaccactgcaggagacctccctgaaccactgcaagagca
 ccggcatcctgtggacggcttcggcgcaccctggagatgtgcaagcgacactgatctgggtggtgatcaagat
 gcagatcaaggtaaccgctaccccgctggggcgacaccgtggagatcaacaccgcttcagccgctgggcaa
 gatcggcatggggcgagctggctgatctccgactgcacacccggcgagatcctggtgcgcgccaccagcgctac
 gccatgatgaaccagaagacccgcgcctgtccaagctgcctacgaggtgcaccaggagatcgtgcccctgttcg
 tggacagccccgtgatcgaggactccgacctgaaggtgcacaagttcaaggtgaagaccggcgacagcatccag
 aagggcctgacccccggctggaacgacctggacgtgaaccagcacgtgtccaacgtgaagtacatcggtggatc
 ctggagagcatgccaccgaggtgctggagaccaggagctgtgctcctggccctggagtaccgcgcgagtg
 ggccgcgactccgtgtggagagcgtgaccgccatggacccagcaaggtgggctgcgctccagtaaccagcac
 ctgtgcgcctggaggacggcaccgccatcgtgaacggcgccaccgagtgggcggcggcggcgccaa
 cggcgccatctccaccggcaagaccagcaacggcaactccgtgtccatggactacaaggaccacgacggcgacta
 caaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaag**TGA ctcgag**gcagcagcagctcgatagtatcg
 acacactctggacgctggctgtgtgatggactgttgcgcacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgcgcttt
 tatcaaacagcctcagtggttctgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaatacc
 accccagcatcccttccctcgtttcatatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagc
 gctgtcctgtcctgtcactgcccctgcacagccttggttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgta
 aaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagctt**gagctc**

10

20

配列番号 249

UTEX1435Δ12 脂肪酸デサチュラーゼを有する *C. lanceolata* の C10:0 特異的チオエステラーゼのコード領域

actagtATGgctatcaagacgaacaggcagcctgtggagaagcctccgttcacgatcgggacgctgcgcaaggc
 catccccgcgactgtttcgagcgctcggcgcttcgtg**ggcgcgcc**cccgcgaaaggcagcgcggtgaacctgaa
 gtcgggtccctgaacacccaggaggacagagctcgtccccccccccgcgcttctgaaccagctgcccgac
 tggagcatgctgctgaccgcgatcaccaccgtcttcgtggcgcgaggaagcagtggaacgatgtggaccgcaag
 tcgaagcgccccgacatgctggtggactccgtcggcctgaagagcatcgtgcgcgacggcctggtctcgccagt
 cttctctgatccgcagctacgagatcggcgcggaaccgcaccgcgtcgcagacacctgatgaaccactgcagga
 gacgtccatcaaccactgcaagagcctgggcctgtgaacgacggcttcggcgcacccccggcatgtgcaagaa
 cgacctgatctgggtgctgaccaagatgcagatcatggtcaaccgctacccacgtggggcgacaccgtcgagat
 caacacgtggttctcgagtcgggcaagatcggcatggcgagcgactggctgatctcggactgcaacacggcgga
 gatcctgatccgcgcgacctccgtgtggcgatgatgaaccagaagacgcgcgcttcagccgcctgcctacgag
 gtccgcccaggagctgacccccacttcgtggactgccccacgtcatcgaggacaacgaccagaagctgcacaag
 ttcgacgtgaagaccggcgactccatccgaagggcctgacgccccgctggaacgacctggacgtcaaccagcac
 gtgtcgaacgtgaagtacatcggttgatcctggagtcctgcccacgaggtcctggagacccaggagctgtgt
 cgctgaccgtggagtaccgcgcgagtgcgcatggactccgtgctggagtccgttacggcggtggacccagcg
 agaacggcgggccgagccagtaacgacactgctgcgcctggaggacggcaccgacatcgtcaagtgcgcgacc
 gagtggcgcccaagaacgcggggcacgaacggcgcgatctccaccagcaccggaagacgtgcaacggcaactc
 cgcgagcgtgacgatgacaagctggga**TGA ctcgag**

30

40

配列番号 250

【0 9 8 2】

U. c a l i f o r n i c a の C 1 2 : 0 特異的チオエステラーゼ構築物

ggatcccgctgcaacgcgaaggcgaccacagccgctcccaacccgcgcctgaaccgcacacgtgtggcgccgtccgcctgacctgccgcatgcttgtgtgctgggtgaggctgggagctgctgccatgctgattgaggcttggttcatcgggtggaagcttatgtgtgtgctgggcttgcatgccgggcaatgcgcatgggtggcaagagggcggcagcacttgctggagctgccgggtgacctcagggtggtcaatcgcgggcagccagaggggatttcagatgatcgcgcgtacaggttgagcagcagtgctcagcaagggtagcagtttgccagaatgatcgggttcagctgttaatcaatgccagcaagagaaggggtcaagtgc aaacacgggcatgccacagcacggggcacgggggagtggaatggcaccaccaagtgtgtgctgagccagcagcatcgccgcctgggctgtttcagctacaacggcaggagtcatccaacgtaacatgagctgatcaacactgcaatcatcgggcggggcgtgatgcaagcatgcctggcgaagacacatgggtgtgcggatgctgccggctgctgcctgctgcgcacgccgttgagttggcagcaggtcagccatgcactggatggcagctgggctgccactgcaatgtggtggataggatgcaagtggagcgaataccaaacctctggctgcttgctgggttgcatggcatcgaccatcagcaggagcgcatgcgaagggactggccccatgcacgccatgcaaaaccggagcgaccgagtggtccacactgtcacaggcccgcgaagctttgcgaacatgctcatggacgcatgtagcgctgacgtcccttgacggcgctcctctcgggtgtgggaaacgcaatgcagcacaggcagcagaggcgggcgagcagagcgggcggcagcagcgggcgggggccacccttcttgcgggctcgccccagccagcggtgatgcgtgatcccaacgagttcacattcatttgcatgcctggagaaagcgaggctggggcctttgggctgggtgcagcccgaatggaatgcgggaccgccaggctagcagcaaaaggcgctccccctactccgcatcgatgttccatagtgcatgtggactgatttgggtggggcgggcggtgtttcttctgtttgcaaaacgcgccagctcagcaacctgtccgtgggtcccccgctgccgatgaatcgtgtgcacgccgatcagctgattgccggctcgcgaaagtagggcgccctcttctgctcgccctctctcgtccgcctctagaatatca**ATG**atcgagcaggacggcctccacgcggctccccgcgcctgggtggagcgctgttcggtctacgactgggcccagcagaccatcggtgctccgcagcgcgcgtgttcgcctgtccgcccagggcgccccgtgtgttcgtgaagaccgacctgtccggcgccctgaacgagctgcaggacgaggccgcccgcctgtcctggctggccacccggcgctgccctgcgcccgcctgctggacgtggtgaccgagggccggcgactggctgctgctgggcgaggtgcccggccaggacctgtgtctctccacctggcccccgcgagaagggtgtccatcatggccgacgccatgcgccgctgcacacacctggaccccgccacctgccccctcgacacacaggccaagcacccgcatcgagcgcgccgcacccgcattggaggccggcctgggtggaccaggacgacctggacgaggagcaccagggcctggcccccgcgagctgttcggccgctgaaggccgcgatgcccgacggcgaggacctgggtggtgaccacggcgacgcctgctgcccacatcatgttggaagaacggccgcttctcgggttcacgcactgcagctgcggccgctgggctgagccgtaccaggacatcgccctggccacccgcgacatcgccgaggagctggggcgcgagtgggcgaccgcttctggtgtgtacggcatcgccgccccgactcccagcgcatcgcttctacgcctgtggacgagttcttc**TGA**caattggcagcagcagctcggtatgtatgcacactctggacgctggctgtgtgatggactgttgccgccacacttgctgccttgacctgtgaatatcctgctgcgttttatcaaacagcctcagtggttgatcttgtgtgtacgcgttttgagagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataccacccccagcatccccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgtcctgtcctgtcactgccccctgcacagccttggtttgggctccgcctgtatttctcgtggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgtgatgcacgggaagttagtgggatgggaacacaaatgga**ggatcc**cgcgctcgaacagagcgcgagaggaacgctgaagggtctcgctctgtcgacactcagcgcggcatacaccaataaccacctgacgaatgcgcttggttcttcgtccattagcgaagcgctccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcgggtggagctgatggtcgaaacgttcacagcctagggatc**gaattc**cttcttgcgctatgacacttcagcaaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggggcgtccgatgccgtccaggggcgagcgctgtttaaatagacaggcccccgattgcaaaagacattatagcgagctacaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatgcactccgctaagggggcgccttctccttctcgtttcagtcacaacccgcaaac**actagt****ATG**gccaccgcatccacttctcggcgttcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcggcgggctccgggccccggcgcccagcgaggccctccccgtgcgcg**ggcgcgcc**cccgactgggtccatgctgttcgcctgataccaccatcttcagcgccgcgagagcagtgggaccaacctggagtggaagcccaagcccaagctgccccagctgctggacgacaccttcggcctgcacggcctggtgttcggccgacaccttcgccatccgctcctacgaggtgggccccgaccgcagcacctccatcctggccgtgatgaaccacatgcaggaggccacctgaaccacgccaagagcggtgggcacctctgggcgacggcttcggcaccacctggagatgtccaagcgcgacctgatgtgggtggtgcgcgcgacccacgtggccgtggagcgctacccacctggggcgacaccgtggaggtgagtgctggatcggcgccagcggaacaacggcatgcgccgcgacttctgggtgcgcgactqcaaaagaccggcgagatcctgacccgctgcacctccctgaagctgctgatgaacacccgcacccgcccgcctga

【 0 9 8 3 】

40

【数 2 3 8】

caccatccccgacgaggtgcgcgcgagatcgccccgccttcacgacaacgtggccgtgaaggacgacgagat
 caagaagctgcagaagctgaacgactccaccgcccactacatccagggcgccgtgacccccgctggaacgacct
 ggacgtgaaccagcacgtgaacaacctgaagtacgtggcctgggtgttcgagaccgtgcccgacagcatcttcga
 gtccaccacatcagctccttcaccctggagtaccgcccgcgagtgaccccgactccgtgctgagcagcctgacca
 ccgtgagcggcgagcctccgagggccgctgggtgtgagaccacctgctgagcctggagggcgagcagcaggtg
 ctgcgcgcccgcaccgagtgcgcccccaagctgaccgactccttcgcgccatcagcgtgatccccgcgagcccc
 gcgtgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaa
 gTGActcgaggcagcagcagcctggatagtagatcgacacactctggacgctggctgctgtaggactgttgcgcca
 cacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgttttatcaaacagcctcagtggtttgatcttctgtgtacgcgtt
 ttgcgagttgtagctgcttgtgctatttgcgaataaccacccccagcatcccttccctcgtttcatatcgcttgcatccc
 aaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgccctcgcacagccttggt
 ttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgga
 tggaacacaaatggaaagcttgagctc

10

配列番号 251

U. californica の C12 : 0 特異的チオエステラーゼ (コドン最
 適化) のコード領域

ATGgccaccgcatccactttctcgcggttcaatgcccgtgcgggcgacctgcgtcgctcgggcggtccgggcccc
 ggcgcccagcgaggccccctcccgtgcgcgggcgagcctggtccatgctgttcgccgtgatcaccacat
 cttcagcgccgcccagagaagcagtggaaccaacctggagtgggaagcccaagcccaagctgccccagctgctggacg
 accacttcggcctgcacggcctgggtgttcgcccgcaccttcgccatccgctcctacgaggtgggccccgaccgcagc
 acctccatcctggcgtgatgaaccacatgcaggaggccacctgaaccacgccaagagcgtgggcatcctgggc
 gacggcttcggcaccacctggagatgtccaagcgcgacctgatgtgggtgggtgcgccgacccacgtggccgtg
 gagcgctacccccacctggggcgacaccgtggaggtggagtctggatcgcgccagcggaacaaacggcatgcg
 ccgagacttctgtgcgcgactgcaagaccggcgagatcctgaccgctgcacctccctgagcgtgctgatgaac
 acccgaccccgccgctgagcaccatccccgacgaggtgcgcgcgagatcgccccgccttcacgacaacgtg
 gccgtgaaggacgacgagatcaagaagctgcagaagctgaacgactccaccgcccactacatccagggcgccct
 gacccccgctggaacgacctggacgtgaaccagcacgtgaacaacctgaagtacgtggcctgggtgttcgagac
 cgtgcccgcagacatcttcgagctccaccacatcagctccttcaccttgagtagcccgcgagtgacccgcgact
 ccgtgctgcgagcctgaccacctgagcggcgccgagctccgagggccgctgggtgtgagaccacctgctgcagct
 ggagggcgccagcaggtgctgcgcgcccgacccaggtggcgcccaagctgaccgactccttcgcgccatcag
 cgtgatccccgcccagccccgctgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgacta
 caaggacgacgacgacaagTGA

20

30

配列番号 252

G. mangostana の C16 : 0 チオエステラーゼ構築物

gctcttcgccgcccactcctgctcgagcgcgcccgcgctgcgccgagcgcccttggccttttcgccgctcgtg
 cgctgctgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgcgccgctgagccactgcttcgtccggcgccaa
 gaggagcatgaggaggactcctgggtccagggtcctgacgtggctcgcgctctgggagcgggacagcatcatctggc
 tctgccgcaccgaggccgctccaactggctcctcagcagccgagtcgcccgcacctggcagaggaagacaggt
 gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttcttaggcagaatccctaccagtcagctttacctggat
 gacggcctgcgaacagctgtccagcgacctcgtgcccgcgttctccgcacgcttcttcagcaccgtgatggcg
 cgagccagcgccgacgctggcgctgcttcgagctgagggacagtcggggaactctgatcagtcctaaacccct
 tgcgcttagtgttccatcctttgcagaccggtgagagccgacttgttgcgccccccacaccacctcctcca
 gaccaattctgtcacctttttggcgaaggcatcggtcggcctgcagagaggacagcagtgcccagccgctgggggt
 tgggggatgcacgctca ggtacc ctttcttgcgtatgacattccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggcct
 cccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgct
 ccagggcgagcgctgtttaaatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaagccatattcaaac

40

【0 9 8 4】

10

20

30

40

50

【数 2 4 0】

atgaaccacctgcaggagaccgcccctgaaccacgtgaagaccgcccggcctgctgggcgacggcttcggctccac
ccccgagatgtccaagcgcaacctgatctgggtgggtgaccaagatgcagggtggaggtggaccgctacccccacct
ggggcgacgtggtgcagggtggacacctgggtgtccgcctccggcaagaacggcatgcgccgcgactggctgctg
cgcgacggcaacaccggcgagacctgacccgcgcctcctccgtgtgggtgatgatgaacaagctgacccgccg
cctgtccaagatccccgaggaggtgcgcgaggagatcggtcctacttcgtgaactccgacccccgtggtggagg
aggacggccgcaagggtgaccaagctggacgacaacaccgcccgaacttcgtgcgaagggcctgacccccaaagt
gaacgacctggacatcaaccagcacgtgaacaacgtgaagtacatcggttgatcctggagtcgcgcacccagc
ccatcctggagacccgcgagctgtccgcctgacccctggagtaccgcccgcgagtgcgccgcgactccgtgctgc
gctccctgacccgcctgtccggcgggcggtgggacactggggccacgcccggcaacgtggagtgcacgacgtg
ctgcgcctggaggacggcgccgagatcgtgcgcggccgcaccgagtgggcgcccaagtacatcaacaacttctc
catcatggggcagatccccaccgacgcctccatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgaca
tcgactacaaggacgacgacgacaagTGA atcgat agatctcttaaggca gcagcagctcggatagtatcgaca
cactctggacgctggctgtgtgatggactgttgcgccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgctttatc
aaacagccctcagtggtgtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataccaccc
ccagcatcccccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctg
ctcctgctcctgctcactgccccctcgacacgcttgggttgggctccgcctgtatttctctggactgcaacctgtaaacc
agcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatgg aaagcttaattaa gagctc ttgtttc
cagaaggagttgtccttgagcctttcatttctcagcctcgataacctccaaagccgctctaattgtggaggggggttcga
atttaaaagcttggaatgttgggtcgtgcgtctggaacaagcccagacttgttgcactgggaaaaggaccatcagc
tccaaaaaacttgccgctcaaacccgctacctctgctttcgcgcaatctgcctgttgaaatcgccaccacattcatat
tgtgacgcttgagcagctctgtaattgcctcagaatgtggaatcatctgccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtcg
cgggcgaggacacccgccactcgtacagcagaccattatgtacctcacaatagttcataacagtgacatatatttctc
gaagctcccaacgagcacctccatgctctgagtgccaccccccgccctggtgcttgcggagggcaggtcaaccg
gcatggggctaccgaaatccccgacccgatccacaccccccgcgatgggaagaatctctccccgggatgtggggcc
accaccagcacaacctgctggcccaggcgagcgtcaaaccataccacacaaatatccttggcatcgccctgaattc
cttctgccgctctgctacccggtgcttctgtccgaagcaggggttgcagggatcgctccgagtcgcaaaccttgtc
gcgtggcggggcttgttcgagctt gaagagc

10

20

配列番号 253

G. mangostana の C16 : 0 チオエステラーゼ (コドン最適化) の
コード領域

30

ATGgccaccgcatccactttctcggcgttcaatgcccgctgcggcgacctgcgtcgtcggcggggtccgggcccc
ggcgcccagcgaggccccctccccgtgcgcg ggcgcgcc gccaacgcccaggccccccaccaagatcaacggctcc
accgacgacgcccagctgcccgcacccctcatcaaccagctgcccgaactggtccatgctgctggcgcca
tcaccaccgtgttcttgccgcccagagaagcagtggtgatgctggactggaagccccgcgccccgacatgtga
tcgacaccttcggcctgggcccgcacgtgcaggacggcctggtgttcgccagaacttctccatccgctcctacga
gatcggcgccgacccgacccgcctccatcgagacccgtgatgaaccacctgcaggagaccgcccctgaaccacgtga
agaccgcccgcctgctgggcgacggcttcggctccacccccgagatgtccaagcgcaacctgatctgggtggtga
ccaagatgcagggtggaggtggaccgctacccacctggggcgacgtggtgcagggtggacacctgggtgtccgcc
tccggcaagaacggcatgcgccgcgactgggtgctgcgcgacggcaacaccggcgagacctgacccgcgcctc
ctccgtgtgggtgatgatgaacaagctgacccgcccgtgtccaagatccccgaggaggtgcgcgaggagatcg
gctcctacttcgtgaactccgacccccgtggtggaggaggacggccgcaagggtgaccaagctggacgacaacacc
gccgaacttcgtgcgaagggcctgaccccaagtggaaacgacctggacatcaaccagcacgtgaacaacgtga
agtacatcggctggatcctggagtcgccccccagcccatcctggagacccgcgagctgtccgcctgacccctgg
agtaccgcccgcgagtgccggcgacactccgtgctgcgctccctgaccgcccgtgtccggcgggcggtggcgacc
tggggcacgcgggcaacgtggagtgccagcacgtgctgcgcctggaggacggcgccgagatcgtgcgcggccg
caccgagtggtgcgcaccccaagtacatcaacaacttctccatcatggggcagatccccaccgacgcctccatggactac
aaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGA

40

【0 9 8 6】

50

【数 2 4 1】

配列番号 254

B. n a p u s の C 1 8 : 0 チオエステラーゼ構築物

gctcttcgccgcccactcctgctcgagcgcgcccgcgctgcgccgagcgcccttggcctttcgccgctcg
cgcgctgctgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgcgcccgtgagccactgcttcgtccggcgccaa
gaggagcatgagggaggactcctggtccagggtcctgacgtggtcgcgctctgggagcgggccagcatcatctggc
tctgccgcaccgaggccgctccaactggtcctccagcagccgagtcgcccgcgaccctggcagaggaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgtctaggcagaatccctaccagtcagctttacctggat
gacggcctgcgaacagctgtccagcgaccctcgctgcgcccgttctcccgcacgctttttccagcacggtgatggcg
cgagccagcgccgcacgtggcgctgcgcttcgccgatctgaggacagtcgggggaactctgatcagtcctaaacccct
tgcgcttagtggttccatcctttgcagaccggtgagagccgacttgttgcgccccccacaccacctctcca
gaccaattctgtcactttttggcgaaggcatcggcctcgccctgcagagaggacagcagtgcccagccgctgggggt
tggcggtatgcagctcaggatcccttcttgcgctatgacacttccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggctt
ccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgct
ccagggcgagcgctgtttaaatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaaagccatattcaaac
acctagatcactaccattctacacaggccactcgagcttgcagtcgactccgctaaggggcgcccttctcttctgt
ttcagtcacaacccgcaaacggcgcgcc**ATG**ctgctgcaggccttctgttctgctggccggttcgcccgaaga
tcagcgctccatgacgaacgagacgtccgaccgccccctggtgcacttcaaccccaacaagggctggatgaacg
accccaacggcctgtgtgtagcagcagaaggacgccaagtggcacctgtacttccagtacaacccgaacgacaccg
tctgggggacgcccgtgttctggggccacgcacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagcccatcgccat
cgccccgaagcgcaacgactccggcgcccttctcggctccatggtggtgactacaacaacacctccggcttcttca
acgacaccatcgacccgcgcccagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcggaggagcagtaca
tctctacagcctggacggcggtctacaccttcaccgagtaccagaagaaccccgctgctggccgccaactccacca
gttcgcgacccgaaggtcttctggtacgagccctcccagaagtggatcatgaccgcggccaagtcccaggactac
aagatcgagatctactcctccgacgacctgaagtccgtgaagctggagtcgcgcttcgccaacgagggcttctctg
gctaccagtagcagtgccccggcctgatcgaggtccccaccgagcaggaccccagcaagtcctactgggtgatgtt
catctccatcaaccccgcgccccggcgccggtccttcaaccagtacttctgctggcagcttcaacggcaccact
tcgaggccttcgacaaccagtcctcgctggtggaacttcggcaaggactactacgcccgcagaccttcttcaacacc
gacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaactgggagtagtccgcttctgcccccaaac
cctggcgctcctccatgtccctcgctgcgaagttctccctcaacaccgagtagcaggccaacccggagacggagctg
atcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcccggccccctggagccggttcgccaccaacaccacg
ttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcacccctggagttcgagctggtgtacgcc
gtcaacacacccagacgatctccaagtccgtgttcgcgacctctccctctggttcaagggcctggaggacccga
ggagtacctccgatgggcttcgaggtgtccgcgtcctcttctctggaccgcgggaacagcaaggtgaagttc
gtgaaggagaacccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagccctcaagagcgagaacgacctgtcc
tactacaaggtgtacggcttctgtagcagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtccacca
acacctacttcatgaccacggggaacgcccgtgggtccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacat
cgacaagttccaggtgcgcgaggtcaag**TGA**caattggcagcagcagctcgatagtatcgacacactctggacg
ctggctgctgtgatggactgttgcgcccacactgtgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctc
agtgtgtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgcctatttgcgaataaccaccccgatccc
cttccctcgcttcatatcgcttgcacccaacccgcaactatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcct
gctcactgccccctgcacagccttgggttgggctccgctgtatttctcctggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaa
tgtgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcccgcgctcgaacagagcgcgagaggaac
gctgaaggtctgcctctgtcgcacctcagcgcgccatcacccacaataaccacctgacgaatgcgcttgggttcttct
ccattagcgaagcgtccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctgatggt
cgaaacgttcacagcctagggatacgaattcggccgacaggacgcgcgtcaaaaggtgctggtgctgtatgccctg
gccggcaggtcggtgctgctgctggttagtgattccgcaaccctgattttggcgctttattttggcggtggcaacgct
ggcgcccgagccggggccggcgccgatgcggtgccccacggctgcgggaatccaagggagggaagagcgccc
gggtcagttgaagggctttacgcgaaggtacagccgctcctgcaaggtcgctggtggaattggacgtgcaggt
cctgctgaagttctccaccgctcaccagcggacaaagcaccgggtgatcaggtccgtgtcatccactctaaaga

10

20

30

40

【0 9 8 7】

50

【数 2 4 2】

actcgactacgacctactgatggccctagattcttcatcaaaaacgcctgagacacttgcccaggattgaaactccc
 tgaaggggaccaccagggggccctgagttgttcttccccctggcgagctgccagccaggctgtacctgtgatcga
 ggctggcgggaaaataggcttcgtgtgctcaggtcatgggaggtgcaggacagctcatgaaacgccaacaatcg
 cacaattcatgtcaagctaatacagctatttcttctcacgagctgttaattgtccaaaattctggctaccgggggtg
 atccttcgtgtacgggccccttccctcaaccctaggtatgcgcgcctgcggtcgcgcgcaactcgcgcgaggccg
 agggtttgggacgggcccgtcccgaaatgcagttgcacccggatgcgtggcacctttttgcgataatttatgcaat
 ggactgctctgcaaaattctggctctgtcgcaaccctaggtatcagcggcgtaggatttcgtaatacttcgtctga
 tggggagctaccgactaccctaataatcagcccgcctgacgcccagcgctccacttttgcacacattccattcg
 tgcccaagacatttcattgtggtgcgaagcgtccccagttacgctcacctgtttcccgacctccttactgttctgtcga
 cagagcggggccacaggccggtcgcagccactagtATGctgaagctgtctgcaacgtgaccaacaacctgcac
 accttctcttcttctccgactctcctgttcatccccgtgaaccgcccaccatcgccgtgtctccgggcgccct
 cccagctgcgcaagcccgcctggacccccgtgcgcgcctgatctccgcccaggggtccatctccccgtgaa
 ctctgcacccccgcgaccgcctgcgcgcggccgcctgatggaggacggctactctacaaggagaagttcat
 cgtgcgctctacgaggtgggcatcaacaagaccgcccacgtggagaccatcgccaacctgctgcaggaggtgg
 cctgcaaccacgtgcagaagtgcggcttctccaccgacggcttcgccaccacctgacctgcgcaagctgcacct
 gatctgggtgaccgcccgcctgcacatcgagatctacaagtaccccgctggtccgacgtggtggagatcgaga
 cctggtgcagtcgaggggcccgcctgcgcaaccgcccgcctggatcctgcgcgactccgccaccaacgaggtga
 tcggccgcgcccacctccaagtgggtgatgatgaaccaggacacccgcccctgcagcgcgtgaccgacgaggtg
 cgcgacgagtacctggtgttctgccccgcgagccccgcctggccttccccgaggagaaacactcctcctgaaga
 agatccccaagctggaggaccccgcctgactccatgtgagctgaagccccgcgcccgcctggaatg
 aaccagcagctgaacaacgtgacctacatcggtggtgctggagtccatccccaggagatcatcgacaccca
 cgagctgcaggtgatcacctggactaccgcccgcgagtgccagcaggacgacatcgtggactcctgaccacctc
 cgagatccccgcgacccccatctccaagttcacgggcaccaacggctccgcatgtctccatccaggggccacaac
 gagtcccagttctctgcacatgtgcgcctgtccgagaacggccaggagatcaaccgcccgcgacccagtgggc
 caagaagtctccccgcctggaactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggac
 gacgacgacaagTGAatcgatagatctcttaaggca gcagcagctcggatagtatcgacacactctggacgctgg
 cgtgtgatggactgttgcgcccacacttgctgccttgacctgtaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcaggt
 gtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttggctatttgcgaataaccacccccagcatccccctcc
 ctgcttcatatcgcttgcaccccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgtgctcctgctcctgctc
 actgccccctgcacagccttgggttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacgagcactgcaatgct
 gatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagcttaattaa gagctcttgttttccagaaggagtgtct
 ccttgagcctttcattctcagcctcgataacctccaaagccgctctaattgtggagggttcgaatttaaaagcttgg
 aatgttgggtcgtgcgtctggaacaagcccagactgttgtgctcactgggaaaaggaccatcagctccaaaaaactg
 cgctcaaacccgctacctctgcttgcgcgaatctgcctgttgaaatcgccaccacattcatattgtgacgcttgagc
 agtctgtaattgctcagaatgtggaatcatctgccccctgtgcgagccatgccaggcatgtcgcgggcgaggacac
 ccgccactcgtacagcagaccattatgctacctcacaatagttcataacagtgaacctatttctcgaagctcccaac
 gagcacctccatgctctgagtgccacccccggcctggtgcttgcggagggcaggtcaaccggcatggggctaccg
 aaatccccgaccggatcccacacccccgcgatgggaagaatctctcccgggatgtggggccaccaccagcacaac
 ctgctggcccaggcgagcgtcaaacataccacacaaatatccttggcatcgccctgaattccttctcgcgctctgct
 acccggtgcttctgtccgaagcaggggtgctagggatcgctccgagtcgcaaaccttgtcgcgtggcggggcttg
 ttcgagcttgaagagc

10

20

30

40

配列番号 255

B. n a p u s の C 1 8 : 0 チオエステラーゼ (コドン最適化) のコード領域

ATGctgaagctgtctgcaacgtgaccaacaacctgcacaccttctccttcttccgactctccttcttccg
 tgaaccgcccaccatcgccgtgtcctccgggcgccctcccagctgcgcaagcccgcctggacccccgtgcgcgc
 gtgatctccgagaccaggggtccatctccccgtgaactcctgcacccccgcgaccgcctgcgcgcggccgcct
 gatggaggacggctactctacaaggagaagttcatcgtgcgctcctacgaggtgggcatcaacaagaccgcccac
 cgtggagaccatcgccaacctgctgcaggaggtggcctgcaaccacgtgcagaagtgcggcttctccaccgacgg

【0 9 8 8】

【数 2 4 3】

cttcgccaccacccctgaccatgcgcaagctgcacctgatctgggtgaccgcccgcacatcgagatctacaagt
 accccgcctggtccgacgtggtggagatcgagacctggtgccagtcgagggccgcacatcgccacccgcccgcgact
 ggatcctgcgcgactccgccaccaacgaggtgatcgccgcgcccacctccaagtgggtgatgatgaaccaggaca
 cccgcccctgcagcgcgtagccgacgaggtgcgagcagagtacctggtgttctgcccccgagagccccgcctggc
 cttccccgaggagaaactcctccctgaagaagatcccaagctggaggacccgcccagttccatgctggag
 ctgaagccccgcccgcgacctggacatgaaccagcacgtgaacaacgtgacctacatcggtggtgctggag
 tccatccccagagatcatcgacccccagagctgcaggtgatccctggactaccgcccgcaggtgccagcag
 gacgacatcgtggactccctgaccacctccgagatccccgacgaccccatctccaagttaccgggaccaacggct
 ccgccatgtctccatccaggggccacaacgagtcacagttcctgcacatgctgcgctgtccgagaaacggccagga
 gatcaaccgcgccgcacccagtggtgcgaagaagtctcccgcatggactacaaggaccacgacggcgactaca
 aggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGA

10

配列番号 256

O. europaea ステアロイル-ACP デサチュラーゼ 構築物

gctcttcgcccgcgcaactcctgctcgagcgcgcccgcgctgcgcccagcgcccttgcccttttcgcccgcctcgtg
cgctgctgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgcccggctgagccactgcttcgtccgggcccga
gaggagcatgaggaggactcctggtccagggtcctgacgtggtcgcgctctgggagcgggccagcatcatctggc
tctgccgcaccgaggccgctccaactggtcctccagcagccgcagtcgcccgcgacctggcagaggaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgtctaggcagaatccctaccagtcaggtttacctggat
gacggcctgcgaacagctgtccagcgacccctcgctgcgcccgttctcccgacgcttcttccagcaccgtgatggcg
cgagccagcgccgcacgtggcgctgcgcttcgcatctgaggacagtcggggaactctgatcagtctaaacccct
tgcgcttagtggttccatccttgcagaccggtgagagccgacttggttgcgccacccccacaccacctctccca
gaccaattctgtcaccttttggcgaaggcatcgccctggcctgcagagaggacagcagtgcccagccgctgggggt
tggcggtatgcacgtcaggtaccctttctgctgatgacactccagcaaaaggtagggcggtgcgagacggcctt
 cccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgt
 ccaggggcagcgctgttaaatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctacaaagccatattcaaac
 acctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgatgcactccgctaaggggcgcccttctctctcgt
 ttcagtcacaacccgcaaactctagaatatcaATGctgctgcaggccttctgttctgctggtggcggttcgcccgc
 aagatcagcgctccatgacgaacgagacgtccgacggccccctggtgcacttcccccaacaagggctggatg
 aacgacccccacggcctgtggtacgacgagaaggacgccaagtggcactgtacttccagtacaacccgaacga
 caccgtctgggggacgcccctgttctggggccacgcacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagcccatc
 gccatcgccccgaagcgcaacgactccggcgcttctccggtccatggtggtgactacaacaacacctccggctt
 cttaacgacaccatcgacccgcgcccagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcgaggagca
 gtacatctctacagcctggacggcggtacaccttcaccgagtaaccagaagaaccccgctgctggccgccaactcc
 acccagttccgacccgaaggtcttctggtacgagccctccagaagtggatcatgaccgggccaagtcccagg
 actacaagatcgagatctactctccgacgacctgaagtcctggaagctggagtcgcgttcgccaacgagggctt
 cctcggtaccagtacgagtgccccggcctgatcgaggtccccaccgagcaggacccagcaagtcctactgggtg
 atgttcatctccatcaaccccgcgccccggcggtccttcaaccagtacttcgtcggcagcttcaacggcac
 ccacttcgaggccttcgacaaccagtcctcgctggtggacttcggcaaggactactacgacctgcagaccttctca
 aacccgacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaactgggagtaactccgcttctgtgccac
 caacccctggcgctcctccatgtccctcgtgcgaagttctccctcaacaccgagtaaccaggccaacccggagacgg
 agctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcccggccccctggagccggttcgccaccaaca
 ccacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcacccctggagttcgagctggtgt
 acgccgtcaacacccaccagacgatctccaagtcggtgttcgaggacctctccctctggttcaagggcctggaggac
 cccgaggagtaacctccgatgggttcgaggtgtccgctcctcttcttgaccgcggggaacagcaaggtga
 agttcgtgaaggagaacccctacttcaaccaaccgcatgagcggtgaacaaccagcccttaagagcgagaacgacc
 tgcctactacaaggtgtacggcttgctggaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtcc
 accaaccctacttcatgaccacgggaacgccttgggtcctggaacatgacgacgggggtggacaacctgttct
 acatcgacaagttccaggtgcgagaggtcaagTGA caattggcagcagcagctcgatagtatcgacacactctg

20

30

40

【0 9 8 9】

【数 2 4 4】

gacgctggctgctgatggactgttgcgcccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacag
cctcagtgctgtttgatcttgggtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataaccacccccagca
tccccctccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgc
tcctgctcactgccctcgcacagccttgggttgggctccgctgtatttctcctggtactgcaacctgtaaaccagcact
gcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcccgctctcgaacagagcgcgagag
 gaacgctgaaggctctgcctctgtgcacctcagcgcggtacacaccacaataaccacctgacgaatcgcttgggttct
 tctccattagcgaagcgctccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctga
 tggctgaaacgttcacagcctagggatatacgaattcctttctgctgtgacacttccagcaaaaggtagggcggg
 ctgcgagacggcttccccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttggggctgcatg
 ggcgctccgatgccgctccagggcgagcgctgtttaatatagccaggcccccgattgcaagacattatagcgagc
 taccaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgcta
 agggggcgcttcttcttcttcttctcgttcagtcacaacccgcaaacactagtATGgccaccgcacccactttctcggcgt
 tcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcgccgggctccgggccccggcgcccagcgaggccccctccccgtgc
 gcgggcgccgaggtgcacgtgcaggtgacccactccctggcccccgagaagcgcgagatcttcaactccctg
 aacaactgggcccaggagaaacatctggtgctgctgaaggacgtggacaagtgcctggcagccctccgacttct
 gcccgactccgctccgagggcttcgacgagcaggtgatggagctgcgcaagcgctgcaaggagatccccgacg
 actacttcatcgctgctggtggcgacatgatcaccgaggagggccctgccacctaccagaccatgctgaacccc
 tggacggcgctgcgcgacgagaccggcgctccctgacccccgggcatctggacccgcgctggaccgcccag
 gagaaccgccacggcgacctgctgaacaagtacctgtacctgtccggcgctggacatgaagcagatcgaga
 agaccatccagtagctgctcggtccggcatggacccccgcaccgagaacaacccctacctgggcttcatctacac
 ctcttccaggagcgcgccacttcatctccacggcaacacccgcccgcctggccaaggagcacggcgacctgaa
 gctggcccagatctgcggcatcatcgccgcgacgagaagcgccacgagaccgctacaccaagatcgtaggaga
 agctgttcgagatcgaccccgacggcaccgtgctggccctggccgacatgatgcgcaagaagggtgctcatgcc
 gccacctgatgtacgacggccaggacgacaacctgttcgagaacttctcctcgtggcccagcgctgggcgtg
 tacaccgccaaggactacggcgcacatctggagttctggtgggcccgtgggacatcgagaagctgacggcgct
 gtccggcgagggccgcaaggccaggactacgtgtgcacctgccccccgcacccgctggaggagcgcg
 cccagctcccgctgaagaaggctccgcaaccccttctcctggatcttcggccgagatcaacctgatggacta
 caaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGAatcgata
 gatctcttaaggcagcagcagctcggatagtatcgacacactctggacgctggctgctgatggactgttccgccaca
 ctgtgctccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggtttgatcttgtgtacgcgcttttgc
 cgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataaccacccccagcatcccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaac
 cgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccctcgacagccttgggttgg
 gctccgcctgtatttctcctggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatggga
 acacaaatggaaagcttaattaaagagctcttgggtttccagaaggagttgctccttgagcctttcattctcagcctgat
 aacctccaaagccgctctaattgtggaggggggttcgaatttaaaagcttggatgttgggtcgtctggaacaag
 ccgagacttgtgctcactgggaaaaggacatcagctccaaaaaacttgccgctcaaacgcgtacctgtcttctg
 cgcaatctgcctgttgaaatcgccaccacattcatattgtgacgcttgagcagctgtaattgcctcagaatgtggaa
 tcatctgccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtcgggcgaggacacccgcccactcgtagcagaccattatg
 ctacctcacaatagttcataacagtgacctatatttctcgaagctccccaacgagcacctccatgctctgagtgccacc
 ccccgccctggtgcttgcggaggggcaggtcaaccggcatggggctaccgaaatccccgaccggatccaccacccc
 cgcatgggaagaatctctccccgggatgtgggcccaccaccagcacacactgctggccaggcgagcgctcaaacca
 taccacacaaatatccttggcatcgccctgaattccttctgcccgtctgctacccgggtgcttctgtccgaagcagggg
 ttgctagggatcgctccgagtcgcaaaccttgtcgctggcggggcttgttcgagcttgaagagc

10

20

30

40

配列番号 257

O. europaea ステアロイル-ACP デサチュラーゼ (コドン最適化)
 のコード領域

ATGgccaccgcacccactttctcggcgttcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcgccgggctccgggccc
 ggcgcccagcgaggccccctccccgtgcgcgggcgccgaggtgcacgtgcaggtgacccactccctggccccgc

【0 9 9 0】

【数 2 4 5】

agaagcgcgagatcttcaactccctgaacaactgggcccaggagaaacatcctggtgctgctgaaggacgtggac
aagtgtgtggcagccctccgacttctgcccactccgcctccgagggcttcgacgagcaggtgatggagctgcgc
aagcgtgcaaggagatccccgacgactacttcatcgtgctggtgggagacatgatcaccgaggaggccctgcc
cacctaccagaccatgctgaacacccctggacggcgctgcgcgacgagaccggcgctccctgacccctgggcat
ctggacccgcgcctggaccgcccaggagaaacggccacggcgacctgctgaacaagtacctgtacctgtccggcc
gcgtggacatgaagcagatcgagaagaccatccagtacctgatcggtccggcatggacccccgcaccgagaa
caacccctacctgggttcatctacacctccttccaggagcgcgccaccttcatctcccacggcaacaccgcccgc
tggccaaggagcacggcgacctgaagctggcccagatctgcggcatcatcgccgcccagagaaagcgccacga
gaccgctacaccaagatcgtggagaagctgttcgagatcgaccccgacggcacctgtgacctggccgaca
tgatgcgcaagaaggtgtccatgcccgccacctgatgtacgacggccaggacgacaacctgttcgagaacttct
cctcgtggcccagcgctggcggtgtacacggccaaggactacggcgacatcctggagtctcgtggggcgct
gggacatcgagaagctgacggcctgtccggcgagggcgcaaggcccaggactacgtgtgacacctgcccccc
cgcatccgcccgtggaggagcgcgcccagctcccgctgaagaaggcctccgccaccccttctcctggatcttcg
gccgcgagatcaacctgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaagga
cgacgacgacaagTGA

10

配列番号 258

C. hookeriana の C16 : 0 チオエステラーゼ 構築物

gctcttcgccgcccactcctgctcgagcgcgcccgcgctgcgccccagcgcttggccttttcgccgctcgtg
cgctcgtgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgcgccggtgagccactgcttcgctcgggcgccaa
gaggagcatgaggaggactcctgggtccagggtctgacgtggctcgggctctgggagcgggccagcatcatctggc
tctccgcaccgaggccgctccaactggctcctccagcagccgcagtcgccgcccacccctggcagaggaaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgtctaggcagaatccctaccagtcatggctttacctggat
gacggcctgcgaacagctgtccagcgacccctcgtgcgccgcttctccgcacgcttcttccagcacccgtgatggcg
cgagccagcgccgcacgctggcgctgcgttcgccgatctgaggacagtcggggaactctgatcagctaaacccct
tgccgcttagtggttccatcctttgcagaccgggtgagagccgacttgttgcgccacccccacaccacctcctcca
gaccaattctgtcaccttttggcgaaggcatcgccctcgccctgcagagaggacagcagtgcccagccgctgggggt
tgccggatgcacgtcaggtacccttcttgcgctatgacactccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggctt
ccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgct
ccaggggcgagcgctgttaaatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctacaaagccatattcaaac
acctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatgcactccgctaaggggcgcccttctccttctcgt
ttcagtcacaacccgcaaaccttagaatatcaATGctgctgcaggccttctcgttctgctggccggcttcgccgc
aagatcagcgctccatgacgaacgagacgtccgacggccccctggtgcacttcacccccacaagggctggatg
aacgacccccacggcctgtggtacgacgagaaggacggccaagtggacctgtacttcagtagacaacccgaacga
caccgtctgggggacgcccctgttctggggccacggcagctccgacgacctgaccaactgggaggaccagccatc
gccatcgccccgaagcgcaacgactccggcgcccttctccggctccatggtggtggactacaacaacacctccggct
cttcaacgacaccatcgacccgcgcagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgaggtccgaggagca
gtacatctctacagcctggacggcggtacaccttcaccgagtagcagaagaaccccgctgtggccgccaactcc
accagttccgcgacccgaaggcttctgtgtacgagccctccagaagtggatcatgacggcgggccaagtccagg
actacaagatcgagatctactctccgacgacctgaagtcctggaagctggagtcgcgcttcgccaacgagggctt
cctcggtaccagtagagtgccccggcctgatcgagggtccccaccgagcaggacccagcaagtctactgggtg
atgttcatctccatcaacccccggcgccccggcgggcctccttcaaccagtagcttctcgtcggcagcttcaacggcac
ccacttcgaggccttcgacaaccaggtcccgcgtggtggacttcggcaaggactactacgccttcgagaccttcttca
acaccgacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaaactgggagtagctccgcttctgtgccac
caacccctggcgctcctccatgtcctcgtgcgaagttctcctcaacaccgagtagcaggccaacccggagacgg
agctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacggcgccccctggagccggttcgccaccaaca
ccacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcacccggcaccttgaggttcgagctggtgt
acggcgtcaacaccacccagacgatctcaagtcctgttccgaggacctctcctctgttcaagggcctggaggac
cccaggagtagctccgcatgggcttcgaggtgtccgcgtcctccttctcgtgaccgcggggaacagcaaggtga

20

30

40

【0 9 9 1】

50

【数 2 4 6】

agttcgtgaaggagaacccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacc
 tgtctactacaagggtgtacggcttctggtaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtcc
 accaacacactacttcatgaccaccgggaacgccttgggtcctgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttct
 acatcgacaagttccaggtgctgaggtcaag**TGA caattggcagcagcagctcggatagtatcgacacactctg**
gacgctggctcgtgtgatggactgttgcgcacacttgccttgacctgtgaatatccctgccgctttatcaaacag
cctcagtggtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgtctatttgcgaataaccacccccagca
tccccctccctcgtttcatatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgtgctcctgc
tcctgctcactgccccctgcacagccttgggttgggtcgcctgtatttctcctggctactgcaacctgtaaacagcact
gcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcccgctcctgaacagagcgcgagag
 gaacgctgaaggctcgcctctgtcgcacctcagcgcgcatcacccacaataaccacctgacgaatgctgtgttct
 tcgtccattagcgaagcgtccggtcacacagtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctga
 tggctgaaacgttcacagccttagggatatc**gaattc****ggccgacagggacgcgcgtcaagggtgctggctgtatgc**
cctggccggcaggtcgttgcgtgctggttagtgattccgcaacctgattttggcgcttattttggcggtggcaaa
cgctggcgcccgagccgggcccggcgatgagggtgccccacggctgccggaatcaaggagggaagagc
gccccgggtcagttgaagggtttacgcgcaagggtacagccgctcctgcaagggtgctggttgggaattggacgtgc
aggtcctgctgaagttctccaccgcctcaccagcggacaaagcacccggtgtatcaggtccgtgtcatccactctaa
agaactcgactacgacactactgatggccctagattcttcatcaaaaaacgcctgagacacttggccaggattgaaac
tcctgaagggaaccaccaggggcccctgagttgttcttcccccggtggcgagctgccagccagggtgtacctgtgat
cgagggtggcggaataataggcttcgtgtgctcaggtcatgggaggtgcaggacagctcatgaacgccacadaa
tcgcacaattcatgtcaagctaatcagctatttcttccacgagctgtaattgtccaaaattctggtctaccgggg
gtgatccttcgtgtacgggcccctccctcaacctaggtatgcgcgcatgagggtgcgcgcaactcgcgcgagggc
cgagggtttgggacgggcccgtcccgaatgcagttgcacccggatgctgtggcacctttttgcgataatttatgca
atggactgctctgcaaaattctggtctgtcgcacacctaggtacagcggcgtaggatttcgtaattcctcgtcct
gatggggagctaccgactaccctaataatcagcccagctgctgacgccagcgtccacttttgcacacattccatt
cgtgcccaagacatttcatgtgtgtgcgaagcgtccccagttacgtcacctgtttcccgacctccttactgttctgtc
gacagagcgggcccacaggccggtcgcagcc**actagtATGgccaccgcatccactttctcggcggttcaatgcc**
gctgcggcgacctgcgtcgtcggcggtcctcgggccccggcgcccagcgaggccctccccgtgcgcg**ggcgcg**
ccaccagggaggacgcccactccgcccccccccccgaccttcatcaaccagctgccgactggtccatgctgct
ggccgccatcaccaccgtgttcttggccgcccagagaagcagtggtgatgctggactggaagcccaagcgccccg
acatgctggtggacccccctcggcctgggtccatcgtgcaggacggcctgggtgttccgcgaacttctccatccg
ctcctacgagatcggcgccgaccgcacccgctccatcgagaccgtgatgaaccacctgcaggagaccgcccgtga
ccacgtgaagatcgcggcctgtccaacgacggcttcggccgacccccgagatgtacaagcgcgacctgatctg
ggtggtggccaagatgcaggtgatggtgaaccgctacccacctggggcgacaccgtggaggtgaacacctgg
gtggccaagtccggcaagaacggcatgcgcgcgactggctgatctcgcactgcaacaccggcgagatcttgac
ccgcgcctcctcgtgtgggtgatgatgaaccagaagaccgcgcgctgtccaagatccccgacgaggtgcgcaa
cgagatcgagccccacttcgtggactcccccccgatcgaggacgacgaccgcaagctgccaagctggacg
agaagaccgcgactccatccgcaagggtgacccccgctggaacgacctggacgtgaaccagcacgtgaac
aacgtgaagtacatcggtggatcctggagtcaccccccccgaggtgctggagaccaggagctgtgctcctg
acctggagtaccgcccgcgagtgccgcccgcgagtcctgctggagtcctgaccgcatggaccccccgcgcg
ggctacggctcccagttccagcacctgctgcgcctggaggacggcgggcgagatcgtgaaggggcgacccgagtg
gcgcccccaagaacggcgtgatcaacggcgtggtgccacggcgagtcctccccggcgactactccatggacta
caaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgaag**TGA atcgat****a**
 gatctcttaaggca **gcagcagctcggatagtatcgacacactcggacgctggctcgtgtgatggactgttgcgcacaca**
cttgcctccttgacctgtgaatatccctgccgctttatcaaacagccctcagtggtgtttgatcttgtgtgtacgcgctttg
cgagttgctagctgcttgtgtctatttgcgaataaccacccccagcatccccctccctcgtttcatatcgcttgcacccaac
cgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgccccctgcacagccttgggttgg
gctccgcctgtatttctcctggctactgcaacctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatggga
acacaaatgg**aaagcttaattaa****gagctc****ttgtttccagaaggagttgctccttgagcctttcattctcagcctcgat**
aacctccaaagccgctctaattgtggaggggggttcgaatttaaagcttggaaatgttggttcgtgcgtctggaacaag
cccagacttgttgcctcactgggaaaaggaccatcagctccaaaaaacttgccgctcaaacccgctacctctgctttcg

10

20

30

40

【0 9 9 2】

50

【数 2 4 7】

cgcaatctgccctgttgaaatcgccaccacattcatattgtgacgcttgagcagctctgtaattgcctcagaatgtggaa
tcatctgccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtcgcgggcgaggacacccgccactcgtacagcagaccattatg
ctacctcacaatagttcataacagtgaccatatttctcgaagctccccaacgagcacctccatgctctgagtggccacc
ccccggccctgggtgcttgccggaggcgaggtcaaccggcatggggctaccgaaatccccgaccggatcccaccacccc
cgcatggggaagaatctctccccgggatgtggggcccaccaccagcacaacctgtggcccaggcgagcgtcaaacca
taccacacaaatatccttgccatcgccctgaattccttctgccgctctgctacccgggtgcttctgtccgaagcagggg
ttgctaggggatcgctccgagtcgcgcaaaccttgcgcgtggcggggcttgttcgagcttgaagagc

配列番号 259

C. hookeriana の C16 : 0 チオエステラーゼ (コドン最適化) の
コード領域

ATGgccaccgcacacatttctcggcggttcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgtcggcggggtccgggcccc
ggcgccagcgaggccccctccccgtgcgcggcgccgacccaggaggacgcccactccgcccccccccccgca
ccttcatcaaccagctgcccgaactggtccatgctgctggcgccatcaccacgtgttctggcgccgagaagca
gtggatgatgctggactggaagcccaagcgccccgacatgctggtggaccccttcggcctgggtccatcgtgca
ggacggcctggtgttcggcagaacttctccatccgctcctacgagatcggcgcgcgaccgacccgctccatcgag
accgtgatgaaccacctgcaggagacggcctgaaccacgtgaagatcgccggcctgtccaacgacggcttcgg
ccgacccccgagatgtacaagcgcgacctgatctgggtggtggccaagatgcaggtgatggtgaaccgctacc
ccacctggggcgacaccgtggagggtgaacacctgggtggccaagtccggcaagaacggcatgcgccgcgactg
gctgatctccgactgcaacaccggcgagatcctgaccgcgcctcctccgtgtgggtgatgatgaaccagaagac
ccgcccgtgtccaagatccccgacgaggtgcgcaacgagatcgagccccacttcgtggactcccccccgatgc
gaggacgacgacggcaagctgccaagctggacgagaagaccgacgactccatccgcaagggtgaccccc
gctggaacgacctggacgtgaaccagacgtgaacaacgtgaagtacatcggtggatcctggagtcaccccc
cccgggtgctggagacccaggagctgtgctcctgacccctggagtagccgcgcgagtgccggcgaggtccgt
gctggagtcctgacggccatggacccctccggcggggctacggctccagttccagcacctgctgcgcctggag
gacggcgcgagatcgtaagggcgccagagtgggcgccccagaacggcggtgatcaacggcggtggtgcccc
ccggcgagtcctccccggcgactactccatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatc
gactacaaggacgacgacgaagTGA

配列番号 260

E. guineensis の C16 : 0 チオエステラーゼ構築物

gctcttcgccgcccactcctgctcgagcgcgcccgcgctgcgccccagcgcccttggccttttcgccgctcgtg
cgctcgtgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgcttgcgccgctgagccactgcttcgtccggcgggccaa
gaggagcatgaggaggactcctggtccagggtctgacgtggctcgcgctctgggagcgggccagcatcatctggc
tctgccgacccgagggcgccctccaactggtcctccagcagccgcagtcgccgacccctggcagaggaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgtctaggcagaatccctaccagtcatggctttacctggat
gacggcctgcaacagctgtccagcgacccctcgtcgccgcttctccgcacgcttcttccagcacctgtatggcg
cgagccagcgccgacgctggcgctgcgcttgcggatctgaggacagtcggggaaactctgatcagtctaaacccct
tgcgcgtagtggttccatccttgcagaccggtgagagccgacttgttgcgccacccccacaccacctcctcca
gaccaattctgtcaccttttggcgaaggcatcgccctcgccctgcagagaggacagcagtgcccagccgctgggggt
tgccggatgcacgctcaggtacccttcttgcgctatgacacttccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggctt
ccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgt
ccaggcgagcgctgtttaaatagcagggccccgattgcaaagacattatagcgagctacaaagccatattcaaac
acctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgacactccgctaaggggcgccctcttctcttctg
ttcagtcacaacccgcaaacggcgccATGctgctgcaggccttctgttctgctggccggcttcgccgccaaga
tcagcgctccatgacgaacgagacgtccgacggccccctggtgcaattaccccccaaaagggctggatgaacg
accccaacggcctgtgtgacgacgagaaggacgccaagtggcacctgtacttcagtacaacccgaacgacacgg
tctgggggacgcccctgttctggggccacgccacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagcccatcgccat

【0 9 9 3】

【数 2 4 8】

cgccccgaagcgcaacgactccggcgcttctccggctccatggtggtggactacaacaacacctccggcttctca
 acgacaccatcgaccgcgccagcgctgctggtggccatctggacctacaacaccccgagtgccgaggagcagtaca
 tctctacagcctggacggcggtacaccttcaccgagtagcagaagaaccccgctgctggccgcaactccaccca
 gttccgagaccggaaggtcttctggtacgagccctccagaagtggtatcatgaccgggccaagtcccaggactac
 aagatcgagatctactcctccgacgacctgaagtcctggaagctggagtcgcgttcgccaacgaggggcttctcg
 gctaccagtacgagtgccccggcctgatcgaggccccaccgagcaggacccagcaagtcctactgggtgatgtt
 catctccatcaaccccgcgccccggcgccggcggtccttcaaccagtacttcgtcggcagcttcaacggcaccact
 tcgaggccttcgacaaccagtcccgcgtggtggacttcggcaaggactactacgacctgcagaccttcttaacacc
 gaccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaactgggagtagtccgcttcgtgccaccaacc
 cctggcgctcctccatgtcctcgtgcgcaagttcctcctcaacaccgagtaccaggccaacccggagacggagctg
 atcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcggccctggagccggttcgccaccaacaccacg
 ttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcaccctggagttcgagctggtgtacgcc
 gtcaacaccaccagacgatctccaagtccgtgttcgcgacctctcctctggttcaagggcctggaggaccccgga
 ggagtagctccgcatgggcttcgaggtgtccgcgtcctccttcttctggtgaccgcggaacagcaaggtgaagttc
 gtgaaggagaacccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacctgtcc
 tactacaaggtgtacggcttctggtgaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtccacca
 acacctacttcatgaccacgggaacgccttgggtcctgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacat
 cgacaagttccaggtgctcgaggtcaagTGAcaattggcagcagcagctcgatagtagtacacactctggacg
 ctggctcgtgatggactgttgcggcacacttgctgccttgacctggaatatccctgcccgttttatcaaacagcctc
 agtctgtttgatcttctgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttctgtctatttgcgaataccaccccgatccc
 ctctcctcgtttcatatcgcttgcacccaaccgcaactatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctct
 gctcactgcccctcgacacgaccttgggttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacagcactgcaa
 tgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcccgctctcgaacagagcgcgagaggaa
 gctgaaggctcgcctctgtcgacactcagcgcgccatcacccacaataaccacctgacgaatgcgcttgggttctctgt
 ccattagcgaagcgctccggttcacacacgtgccaagttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctgatggt
 cgaaacgttcacagcctagggatatagaattcggccgacaggacgcgctcaaggtgctggtcgtgtatgcctg
 gccggcaggtcgttctgctgctggttagtgattccgcaacctgattttggcgtcttattttggcgtggcaaacgct
 ggcgcccgagcgccggcgccggcgatgcggtgccccacggctgcgggaatccaaggagggaagagcgccc
 gggctcagttgaagggttttacgcgcaaggtacagccgctcctgcaaggctgctggtggaattggacgtgcaggt
 cctgctgaagttcctccaccgctcaccagcggaacaaagcacccggtgtatcagggtccgtgtcatccactctaagga
 actcgactacgacctactgatggccctagattcttcatcaaaaacgcctgagacacttggccaggattgaaactccc
 tgaagggaaccaccaggggcccctgagttgttcttcccccgctggcgagctgccagccaggctgtacctgtgatcga
 ggctggcggggaataaggcttctgtgtcaggtcatgggaggtgcaggacagctcatgaaacgccaacaatcg
 cacaattcatgtcaagctaatacagctatttctcttcacgagctgtaattgtcccaaatcttgggtctaccgggggtg
 atccttcgtgtacgggccccttccctcaacctaggtatgcgcgcatgcggtcgccgcgcaactcgcgcgagggcgg
 aggggtttgggacgggcccgtcccgaaatgcagttgcacccggatgcgtggcacctttttgcgataatttatgcaat
 ggactgctctgcaaaattctggctctgtcgccaacctaggtatcagcgcgtaggatttcgtaatacttcgtcctga
 tggggagctaccgactaccctaataatcagcccgactgctgacgccagcgtccacttttgtgcacacattccattcg
 tgcccaagacatttcattgtggtgcgaagcgtccccagttacgtcacctgtttcccgacctccttactgttctgtcga
 cagagcgggccacagggccggtcgagccactagtagtATGgtggcctccatcgccgctccgcttcttccccacccc
 ctcttctccccacggggcgccgctccgccaaggcctccaagaccatcgggcgagggtccgagaacctgga
 cgcccgggcatcatcgccaagcccacctctcctccgcccagtcaggggcaaggtgatggccaggccgctgtcc
 aagatcaacggcgccaaggtgggctgaaggccgagtcaccagaaggccgaggaggacgcgccccctctccg
 cccccgcaccttctacaaccagctgcccgaactggtccgtgctgtggccgcccgtgaccacctcttcttggcgcc
 gagaagcagtggaacctgctggactggaagccccgcggccccgacatgctgaccgacgcttctccttgggcaa
 gatcgtgcaggacggcctggtgttcaagcagaacttctccatccgctcctacgagatcggcgcccagaccgcaccgc
 ctccatcgagacctgatgaaccacctgcaggagaccgcccgaaccacgtgcgctccgcccggcctgatggcgga
 cggcttcggcgccacccccgagatgtccaagcgcaacctgatctgggtggtagcaaggtgcgcgtgctgatcga
 gcaactaccttctggggcgacgtggtggaggtggacacctgggtgggccccgcggcaagaaacggcatgcgcc
 gcgactggcacgtgcgcgaccaccgcaccggccagaccatcctgcgcgccaccccgctgtgggtgatgatgaac

10

20

30

40

【0 9 9 4】

【数 2 4 9】

aagaacacccgcaagctgtccaaggtgccgaggaggtgcgcgccgagatcgccccctacttcgtggagcgcgc
 cgccatcgtggacgaggactcccgaagctgccaagctggacgaggacaccaccgactacgtgaagaagggc
 ctgacccccgctggtccgacctggacgtgaaccagcacgtgaacaacgtgaagtacatcggtggatcctgga
 gtccgccccatctccatcctggagaaccacgagctggcctccatgacctggagtaccgcgcgagtgcgccg
 cgactccgtgtcgcagtcctgacctgacctggccaacgactgcaccggcgccctgcccaggcctccatcgagt
 ccagcacctgtcgcagctggagtgcggcgccgagatcgtgcgcggccgacccagtgggcgccccgcgcgcctc
 cggccccacctccgcccgtccgcatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgact
 acaaggacgacgacgacaagTGA atcgat agatctcttaaggca gcagcagctcggatagtatcgacacactctg
 gacgctggctcgtgtgatggactgttgccgccacattgctgccttgacctgtaatatccctgccgctttatcaaacag
 cctcagtggtgtttgatcttgtgttacgcgcttttgcgagttgctagctgctgtgtctatttgcgaataccacccccagca
 tccccctccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgc
 tcctgctcactgccccctgcacagccttggtttgggctccgctgtattctcctgggtactgcaacctgtaaacagcact
 gcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagcttaattaa gagctcttgtttccagaag
 gagttgtccttgagcctttcattctcagcctcgataacctccaaagccgctctaattgtggagggggttcgaatttaa
 aagcttggaatgttgggtcgtgcgtctggaacaagcccagacttgttgcactgggaaaaggaccatcagctccaaa
 aaacttgccgtcaaaccgctacctctgctttgcgcgaatctgcctgttgaatcgccaccacattcatattgtgac
 gcttgagcagctctgtaattgcctcagaatgtggaatcatctccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtcgccggc
 gaggacacccgccactcgtacagcagaccattatgctacctcacaatagttcataacagtgcacatatttctcgaagc
 tccccaacgagcacctccatgctctgagtggccacccccggccttggcttgcggagggcaggtcaaccggcatgg
 ggctaccgaaatccccgaccggatccaccacccccgcgatgggaagaatctctcccgggatgtggggccaccacc
 agcacaacctgctggccaggcgagcgtcaaaccataccacacaaatatccttggcatcgccctgaattccttctgc
 cgctctgctacccggtgcttctgtccgaagcaggggttctagggatcgctcagagtcgcgaaaccttgtcgcgtggc
 ggggcttgttcgagctt gaagagc

10

20

配列番号 261

E. guineensis の C16 : 0 チオエステラーゼ (コドン最適化) の
コード領域

ATGgtggcctccatcgccgctccgcttcttccccacccccctcttctccccacccggcgcgccgctccgccaag
 gcctccaagaccatcgccgaggggtccgagaacctggacgcccggcatcatcgccaagccacctcctcctccg
 ccgcatgcagggcaaggtgatggcccaggccgtgtccaagatcaacggcgccaaggtggcctgaaggccgag
 tccagaaggccgaggaggacgcccctcctccgccccccgacattctacaaaccagctgcccgactggtccgt
 gctgctggccgcccgtgaccaccatcttctggccgcccgaagcagtggaacctgctggactggaagccccgccc
 cccgacatgctgaccgacgccttctcctgggcaagatcgtgcaggacggcctggttcaagcagaacttctccat
 ccgctctacgagatcgccgcccgaccgacccgctccatcgagacctgatgaaccacctgcaggagaccgacctg
 aaccacgtgcgctccgcccgtgatggcgacggcttggcgccacccccgagatgtccaagcgcaacctgatct
 ggggtggtgaccaaggtgcgcgtgctgatcgagcactacccctcctggggcgacgtggtggaggtggacacctggg
 tgggccccgcccgaagaacggcatgcgccgagctggcacgtgcgcgaccaccgacccggccagaccatcctgc
 gcgccacccgcgtgtgggtgatgatgaacaagaacacccgcaagctgtccaaggtgccgaggaggtgcgcgcc
 gagatcgccccctacttctgtggagcgcgccgcatcgtggacgaggactcccgaagctgccaagctggacgag
 gacaccaccgactacgtgaagaaggcctgacccccgctggtccgacctggacgtgaaccagcacgtgaacaac
 gtgaagtacatcggttgatcctggagtccgccccatctccatcctggagaaccacgagctggcctccatgacct
 ggagtaccgcgcgagtgccgcccgcgactccgtgctgcagtcctgacctggccacgactgcaccggcgg
 cctgcccagggcctccatcgagtgcagcacctgctgcagctggagtgcggcgccgagatcgtgcgcggccgacc
 cagtggcgccccgcgcgctccggccccacctccgcccgtccgcatggactacaaggaccacgacggcgact
 acaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGA

30

40

配列番号 262

Δ 12 脂肪酸デサチュラーゼ遺伝子座構築物にある C. tinctorius
の ACP-チオエステラーゼ

【0 9 9 5】

【数 2 5 0】

gctcttcgggctggtctgaatccttcaggcggggtgttacccgagaaagaaagggtgccgatttcaaagcagacccat
 gtgcccgggcccctgtggcctgtgttgccctatgtagtaccaccccccctacccaattgtgccagtttgcgactccat
 aaactcaaaacagcagcttctgagctgcgtgttcaagaacacctctggggttctcaccgcgaggtgcagccca
 gcatggctatcaagacgaacaggcagcctgtggagaagcctccgttcacgatcgggacgctgcgcaaggccatcccc
 gcgactgtttcagagcgtcggcgcttctgtagcagcatgtacctggcctttgacatcgcggtcatgtccctgctctacgt
 cgcgctgacgtacatcgaccctgcaccggtgcctacgtgggtcaagtagcgcatcatgtggccgctctactggttcttc
 cagggtgtgtttgaggggtttggttggcctattgaggtcctgggtggcgcatggaggagaaggcgctgtcccgtg
 accccccggctaccctccggcaccttcaggggcgcttcggcacgggtgtctgggtgtgcgcgacgagtgccggcc
 accaggccttttctcagccaggccatcaacgacggcggtgggctgtgtccacagcctgctgctggtgcctacta
 ctctctggaagcactcgaccg ggtacc ctttcttgcgctatgacacttcagcaaaaggtagggcggggtgcgagacg
 gcttcccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgc
 cgctccaggggcgagcgctgtttaaatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaagccatattc
 aaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgctaagggggcgctcttctctc
 ttcgtttcagtcacaacccgcaaac tctaga atatca **ATG**ctgtctgcaggccttctgttctgtctggtggcggttcgc
 cgccaagatcagcgctccatgacgaacgagacgtccgaccgccccctggtgcacttcacccccacaagggtg
 gatgaacgaccccaacggcctgtggtacgacgagaaggacgccaagtggcactgtacttccagtacaacccga
 acgacacccgtctgggggacgccttgttctggggccacgcccagctccgacgacctgaccaactgggaggaccagc
 ccctcgccatcgccccgaagcgcaacgactccggcgcttctcgggtccatggtggtggactacaacaacacctcc
 ggcttcttcaacgacaccatcgaccgcgcccagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcggagg
 agcagtagactctcctacagcctggacggcggtacaccttcacagtagtaccagaagaaccccgctgctggcgccaa
 ctccaccagttccgcgacccgaaggcttctgtgtacgagccctcccagaagtggatcatgaccgcgccaaagtcc
 caggactacaagatcgagatctactcctccgacgacctgaagtccctggaagctggagtccgcgttcgccaacgag
 ggcttctcggctaccagtacgagtgcggcgctgatcgaggctccccaccgagcaggaccccgacaagtccact
 ggggtgatgttcatctccatcaacccggcgccccggcgggcggtccttcaaccagtacttctgctggcgagttcaac
 ggcacccacttcgaggccttcgacaaccagtcccgcgtggtggacttcggcaaggactactacgcctgcagacct
 tcttcaacaccgacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaactgggagtagtccgccttcgtg
 cccaccaacccctggcgctcctccatgtccctcgctgcgaagtctccctcaacaccgagtaccaggccaacccgga
 gacggagctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcccggccccctggagccggttcgccac
 caacaccacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcacccctggagttcgagct
 ggtgtacgcgtcaacaccacccagacgatctccaagtccgtgttcgggacctctcctctgttcaagggtcgtg
 aggaccccgaggagtacctccgcatgggcttcgaggtgtccgcgtcctccttcttctggaccgcggaacagcaa
 ggtgaagttcgtgaaggagaacccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagccctcaagagcgaga
 acgacctgtcctactacaagggtgtacggcttctggtgaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgagt
 cgtgtccaccaacacctaacttcatgaccacggggaacgcctgggctccgtgaacatgacgacgggggtggacaa
 cctgttctacatcgacaagttccaggtgcgcgaggtcaag **TGA** caattggcagcagcagctcggatagtatcgaca
cactctggacgctggctgtgtgatggactgttggccacacattgctgccttgacctgtgaatatccctgccgtttt
aaacagcctcagtggtgtttgatcttgtgtgtacgcgttttgcgagttgctagctgctgtgtatattcgaaataccacc
ccagcatcccccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgtatccctcagcgctg
ctcctgctcctgctcactgcccctgcacagccttgggttgggctccgcctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacc
agcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcc cgctctcgaacagagcgc
 gcagaggaacgctgaaggctcgcctctgtcgcacctcagcgcgcatacaccacaataaccacctgacgaatgcgt
 tggttcttcgtccattagcgaagcgtccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtg
 agctgatggtcgaaacgttcacagcctagggatc gaattc
cttcttgcgctatgacacttcagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttccggcgctgcatgcaacacc
gatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatgggctccgatgccgctccagggcgagcgctgtt
aatagccaggcccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaagccatattcaaacacctagatcactacc
acttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgctaagggggcgcttctccttctcgtttcagtcacaacc
cgcaaac actagt **ATG**gccaccgcatccactttctcgcggttcaatgcccgctgcggcgacctgcgtcgtcggc
 gggctccgggccccggcgccagcgaggccctccccgtgcgcg ggcgcgcc gccaccggcgagcagccctccg

10

20

30

40

【0 9 9 6】

【数 2 5 1】

gcgtggcctccctgcgcgaggccgacaaggagaagtccctgggcaaccgcctgcgcctgggctccctgaccgag
gacggcctgtcctacaaggagaagtctcgtgatccgctgctacgaggtgggcatcaacaagaccgccaccatcga
gaccatcgccaacctgctgcaggaggtgggaggcaaccacgcccagggcgctgggcttctccaccgacggcttcg
ccaccaccaccaccatgcgcaagctgcacctgatctgggtgaccgcccgcctgcacatcgagatctaccgctaccc
cgcttggtccgacgtgatcgagatcgagacctgggtgcagggcgagggcaaggtgggacccgcccgcgactgg
atcctgaaggactacgccaacggcgaggtgatcgccgcgcccacctccaagtgggtgatgatgaacgaggaca
cccgcgcctgcagaaggtgtccgacgacgtgcgcgaggagtagctggtgttctgccccgcacctgcgcctgg
ccttccccgaggagaacaacaactccatgaagaagatccccaaagctggaggaccccgccgagtagctccgcctg
ggcctgggtgccccgcgctccgacctggacatgaacaagcacgtgaacaacgtgacctacatcggtgggacctg
gagtcacatccccccgagatcatcgacacccacgagctgcaggccatcacctggactaccgcccgcgagtgcag
cgcgacgacatcgtggactccctgacctccgcgagcccctgggcaacgcccggcgctgaagttcaaggagat
caacggctccgtgtccccaagaaggacgagcaggacctgtcccgcctcatgcacctgctgcgctccgcccgtcc
ggcctggagatcaaccgctgcccgcaccgagtggtgcgaagaagcccgcgaagcgcatggactacaaggaccacg
acggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGA atcgat agatctcttaaggc
a gcagcagctcggatagtagtacacactctggacgctggctgctgtagtggaactgttgccgccacacttgctgccttga
cctgtgaatatccctgcccgttttatcaaacagcctcagtggtgtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagc
tgtgtgtctatttgcgaataaccacccccagcatccccttccctcgcttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatct
acgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccctcgacagccttggttgggctccgcctgta
ttctcctggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatgga
aagcttaattaa gagctc ccgccaccactccaacacgggggtcctggacaaggacgaggtgtttgtgcccgcgacc
gcgcagtggtgcgcagagggcctggagtgaggagtggtgcccacccgcctggtgcaaggtgctggtcacctgacc
ctgggctggccgctgtacctcatgttcaacgtcgccctgcggccgtaccgcgcttcgccaaccactttgacctggt
cgcccatcttcagcaagcgcgagcgcatcgaggtggtcatctccgacctggcgctggtggcggtgctcagcgggctca
gcgtgctggggccgaccatgggctgggctgggtggtcaagacctacgtggtgcccacacctgatcgtgaacatgtggc
tcgtgctcatcacgctgctccagcacacgcacccggcgctgccgactacttcgagaaggactgggactggctgcgcg
gcgcatggccaccgtggaccgctccatggggccgccccttcatggacaacatcctgcaccacatctccgacaccacg
tgctgcaccacctcttcagcaccatcccgactaccacgcccagggagggcctccgcccacatcagggccatcctgggca
agtactaccagtcgacagccgctgggtcgccgcgcccctgtgggaggactggcgcgactccgctacgtcgtcccgg
acgcgcccgaggacgactccgcgctctggttccacaagtgagtgagtga gaagagc

10

20

配列番号 263

30

C. t i n c t o r i u s の A C P - チオエステラーゼ (コドン最適化) のコ
ード領域

ATGgccaccgcatccactttctcggcggttcaatgcccgcctgcggcgacctgcgtcgctcggcgggctccgggcccc
ggcggccagcgaggccctcccggtgcgcg ggcgccgccc gccaccggcgagcagccctccggcggtggcctccctgc
gcgaggccgacaaggagaagtccctgggcaaccgcctgcgcctgggctccctgaccgaggacggcctgtcctaca
aggagaagtctcgtgatccgctgctacgaggtgggcatcaacaagaccgccaccatcgagaccatcgccaacctgc
tgcaggaggtgggaggcaaccacgcccagggcgctgggcttctccaccgacggcttcgcccaccaccaccaccatgc
gcaagctgcacctgatctgggtgaccgcccgcctgcacatcgagatctaccgctaccccgctggtccgacgtgatc
gagatcgagacctgggtgcagggcgagggcaaggtgggacccgcccgcgactggatcctgaaggactacgcca
acggcgaggtgatcgccgcgcccacctccaagtgggtgatgatgaacgaggacacccgcccgcctgcagaaggtg
tccgacgacgtgcgcgaggagtagctggtgttctgccccgcacctgcgcctggccttccccgaggagaacaaca
actccatgaagaagatccccaaagctggaggaccccgccgagtagctccgcctgggctggtgccccgcgctccga
cctggacatgaacaagcacgtgaacaacgtgacctacatcggtgggcccctggagtccatccccccgagatcatc
gacaccacgagctgcaggccatcacctggactaccgcccgcgagtgccagcgcgacgacatcgtggactccctg
acctcccgcgagcccctgggcaacgcccggcgctgaagttcaaggagatcaacggctccgtgtccccaagaag
gacgagcaggacctgtcccgttcatgcacctgctgcgctccgcccgtccggcctggagatcaaccgctgcccga
ccgagtggtgcgaagaagcccgcgaagcgcatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacat
cgactacaaggacgacgacgacaagTGA

40

【0 9 9 7】

50

【数 2 5 2】

配列番号 264

M. f r a g r a n s の C 1 4 : 0 ~ C 1 8 : 0 の広範特異性チオエステラーゼ構築物

gctcttcgccgccactcctgctcagcgcgcccgcgctgcgcgccagcgcccttggccttttcgccgcgctcgtg
cgcgtcgtgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgcgcggctgagccactgcttcgtccggcgccaa
gaggagcatgagggaggactcctggtccagggctcgtacgtggtgcgcgctctgggagcgggccagcatcatctggc
tctgccgcaccgaggcgccctccaactggctcctcagcagccgcagtcgccgccgacctggcagaggaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgtctaggcagaatccctaccagtcattgctttacctggat
gacggcctgcgaacagctgtccagcgaccctcgtgcgcgcgttctccgcacgcttctttccagcaccgtgatggcg
cgagccagcgccgcacgtggcgctgcgcttcgcgatctgaggacagtcggggaactctgatcagtctaaacccct
tgcgcgttagtggttccatcctttgcagaccggtgagagccgacttgtgtgcgccacccccacaccacctctcca
gaccaattctgtcacctttttggcgaaggcatcgccctcgccctgcagagaggacagcagtgccagccgctgggggt
tggcggtgacagctcaggatcc ctttctgcgctatgacacttccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggctt
cccgcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgt
ccagggcgagcgctgtttaaatagccaggccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaaagccatattcaaac
acctagatcactaccacttctacacagccactcgagcttgtgatcgactccgctaaggggcgccctcttctcttctgt
ttcagtcacaacccgcaaac ggcgcgcc **ATG** ctgctgcaggccttctgttctgtggtggcggttcgcccgaaga
tcagcgctccatgacgaacgagacgtccgacgcgcccttgggtgacttcccccaacaagggtggatgaacg
accccaacggcctgtgtgacgacgagaaggacgccaagtggcacctgtacttccagtacaacccgaacgacaccg
tctgggggacgcccttgttctggggccacgcccagtcgcgacactgaccaactgggaggaccagcccatcgccat
cgccccgaagcgcaacgactccggcgcccttctcggctccatggtggtggactacaacaacacctccggcttctca
acgacaccatcgacccgcgcccagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcggaggagcagtaca
tctctacagcctggacggcggtacaccttcaccgagtagcagaagaaccccgctgtggcgccaactccacca
gttcgcgacccgaaggcttcttggtacgagccctccagaagtggatcatgaccgcggccaagtccaggactac
aagatcgagatctactcctccgacgacctgaagtctggaagctggagtcgcgttcgccaacgagggcttctctg
gtaccagtagcagtgccccggcctgatcgaggtccccaccgagcaggacccagcaagtctactgggtgatgtt
catctccatcaacccggcgccccggcgccggtccttcaaccagtagtctcgtcggcagcttcaacggcaccact
tcgaggccttcgacaaccagtcgccggtggtggaactcggaaggactactacgcctgcagaccttctcaacacc
gacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaactgggagtagtccgccttctgtgccaccaacc
cctggcgctctccatgtccctcgtgcgcaagtttccctcaacaccgagtagcaggccaacccggagacggagctg
atcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcggccctggagccggttcgccaccaacaccag
ttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcaccctggagttcgagctggtgtacgcc
gtcaacaccacccagacgatctccaagtccgtgttcgcggaccttccctctggttcaagggcctggaggacccga
ggagtagctccgcatgggcttcgaggtgtccgcgtctcttcttcttgaccgcgggaacagcaagggtgaagttc
gtgaaggagaaacctacttcaacaaccgcatgagcgtgaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacctgtcc
tactacaaggtgtacggcttgcgtggaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtccacca
acacctacttcatgaccacgggaacgccctgggctccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacat
cgacaagttccaggtgcgcgaggtcaag **TGA** caattggcagcagcagctcggtatgatcgacacactctggagc
ctggctcgtgatggactgttgcgccacacttgccttgacctgtgaatatccctgccgctttatcaaacagcctc
agtgtgttgatcttgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgcctatttgcgaataccacccccagcatccc
cttccctcgttcatatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcct
gctcactgcccctcgacagccttgggttgggctccgctgtattctcctggtagtgcacacctgtaaacaggcactgcaa
tgcctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggag **ggatcc** cgcgctcgaacagagcgcgagaggaac
gctgaaggctcgcctctgtcgcacctcagcgcgccatacaccacaataaccacctgacgaatgcgcttgggttctcgt
ccattagcgaagcgtccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctgatggt
cgaaacgttcacagcctagggatgc **gaattc** ggccgacaggacgcgcgtcaaaagggtgctggtcgtgtatgcctgt
gccggcaggtcggttgcgtgctggttagtgattccgcaaccctgatttggcgcttatttggcggtggcaaacgct
ggcgcccgagccggggccggcgatgcggtgccccacggctgcccgaatccaaggagggaagagcgccc

10

20

30

40

【0 9 9 8】

【数 2 5 3】

gggtcagttgaagggctttacgcgcaaggtacagccgctcctgcaaggctgctggtggaattggacgtgcaggt
 cctgctgaagttcctccaccgcctcaccagcggacaaagcaccggtgtatcaggtccgtgtcatccactctaaaga
 actcgactacgacctactgatggccctagattcttcatcaaaaacgcctgagacacttggccaggattgaaactccc
 tgaagggaccaccaggggcccctgagttgttcttccccccgtggcgagctgccagccaggctgtacctgtgatcga
 ggctggcgggaaaataggcttcgtgtgctcaggtcatgggaggtgcaggacagctcatgaaacgccaaacaatcg
 cacaattcatgtcaagctaatacagctatttctcttcacgagctgtaattgtcccaaaattctggtctaccgggggtg
 atccttcgtgtacggcccttccctcaaccctaggtatgcgcgcatgcggtcgccgcgcaactcgcgcgagggccg
 agggtttgggacgggcccgtcccgaatgcagttgcacccggatgctggcacctttttgcgataatttatgcaat
 ggactgctctgcaaaattctggctctgtcgccaaccctaggtatcagcggcgtaggatttctgtaatacttcgtcctga
 tggggagctaccgactaccctaataatcagcccagctgctgacgccagcgtccacttttgcacacattccattcg
 tgcccaagacatttcatgtgtgtggaagcgtccccagttacgctcacctgtttcccgacctccttactgttctgtcga
 cagagcggggcccacaggccggtcgagccactagtATGgctatcaagacgaacaggcagcctgtggagaagc
ctccgttcacgatcgggacgctgcgaaggccatccccgcgactgtttcgagcgtcggcgcttcgtgggcgcg
cgccaacgcccacaccgtgcccaagatcaacggcaacaaggccggcctgctgacccccatggagagcaccaa
gacgaggacatcgctcgcgccccaccgtggcgcccaagcgcaccttcatcaaccagctgcccgactggtcgatg
ctgctggccgcgatcaccaccatcttctggcgccgagaagcagtggaaccaacctggactggaagccccgcgc
cccgacatgctggtcgacttcgaccccttctccctggcgccgttcgtgcaggacggcctgatcttcgccgaactt
cagcatccgctcgtagagatcgcgcggaaccgcaccgcctccatcgagacctgatgaaccacctgcaggaga
ccgcgctgaaccacgtccgctgcacggcctgtggacgacggcttcggcagcacccccgagatgacccgcgcg
acctgatctgggtggtcacccgatgcaggtcctggtggaccgctacccctcggtggggcgacgtgatcgaggtcg
actctgggtgacccccagcggcaagaacggcatgaagcgcgagtggttctgcgcgactgcaagaccggcga
gatcctgacccgcgccacctcggtctgggtgatgatgaacaagcgacccgcgcctgtccaagatccccgagga
ggtccgctggagatcgagccctacttcgtcgagcacggcgtgctggacgaggactcgcgcaagctgcccagc
tgaacgacaacaccgccaaactacatccgcgcggcctggcgccccgctggtccgacctggacgtcaaccagcacg
tgaacaacgtcaagtacatcggttggtatcctggagagcgtgccagcagcctgctggagtcgcacgagctgtac
ggcatgacctggagtaccgcaaggagtgcggcaaggacggcctgctgcagtccttgaccgcgctgcacagcga
ctacggcgggcgtcgctggaggccggcgtggagtgcgaccacctgctgcgcctggaggacggcctcgagatca
tgcgcggcaagaccgagtggcgccccaaagcgcgccggaacaccacctacttcggcagcgtcgacgacatcccc
cccgccaacaacgcgTGActcgaggcagcagcagcctcgatagtatcgacacactctggacgctggtcgtgtgatg
gactgttccgccaacattgtgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggtttgatctt
gtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgctgtgctatttgcgaataaccacccccagcatcccttccctcgtttcat
atcgcttgcacccaacggcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgccctc
gcacagccttggtttgggctccgcctgtatttctctggtactgcaacctgtaaacagcactgcaatgtgatgcagg
gaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagccttgagctcttgttttccagaaggagttgctccttgagcctttcatt
ctcagcctcgataacctccaaagccgctctaattgtggagggggttgaatttaaaagcttggaatgttggttcgtgc
gtctggaaacaagcccagacttgttgcactgggaaaaggaccatcagctcaaaaaaacttgccgctcaaacgcgt
acctctgctttcgcgcaatctgcctgttgaaatcgccaccacattcatattgtgacgcttgagcagctgttaattgcct
cagaatgtggaatcatctgccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtcgggcgaggacacccgccactcgtaca
gcagaccattatgctacctcacaatagttcataacagtaccatatttctgaagctcccaacgagcacctccatgc
tctgagtgggcaccccccggccctgggtgcttgcggagggcaggtcaaccggcatggggctaccgaaatccccgaccg
gatccaccaccccccgatgggaagaatctctccccgggatgtggggccaccaccagcacacctgctggcccagg
cgagcgtcaaacataaccacacaaatatccttggcatcgccctgaattccttctgcgctctgctaccgggtgcttct
gtccgaagcaggggttctagggatcgctccgagtcgcgaacccttgcgcgtggcggggcttgttcgagcttgaag
agc

配列番号 265

M. f r a g r a n s の C 1 4 : 0 ~ C 1 8 : 0 の広範特異性チオエステル
 ゼ (コドン最適化) のコード領域

【0 9 9 9】

【数 2 5 4】

ATGgctatcaagacgaacaggcagcctgtggagaagcctccgttcacgatcgggacgctgcgcaaggccatcc
ccgcgcactgtttcgagcgctcggcgcttcgtg ggcgcgcgccaaacgcccacaccgtgccaaagatcaacggca
acaaggccggcctgctgacccccatggagagcaccaaggacgaggacatcgtcgcggccccaccgtggcgccc
aagcgcaccttcacaaaccagctcccgcactgggtcgatgctgctggccgcgatcaccaccatcttcctggcgccg
agaagcagtggaaccaacctggactggaagccccgcgccccgacatgctgggtcgacttcgaccccttctcctgg
gccgcttcgtgcaggacggcctgatcttcgccagaacttcagcatccgctcgtacgagatcggcgcggaaccgca
ccgcctccatcgagacacctgatgaaccacctgcaggagaccgcgctgaaccacgtccgctgcacggcctgctgg
acgacggcttcggcagcacccccagatgaccgcgcgacctgatctgggtgggtcaccgcgatgcaggctcctgg
tggaccgctaccctcgtggggcgacgtgatcgaggtcgactcctgggtgacccccagcggcaagaacggcatg
aagcgcgagtggttctgcgcgactgcaagaccggcgagatcctgacccgcgccacctcggctggtgatgat
gaacaagcgcacccgcgcctgtccaagatccccgaggaggtccgcgtggagatcgagccctacttcgtcgagc
acggcgctgctggacgaggactcgcgcaagctgccaagctgaacgacaacaccgccaaactacatccgcgcggc
ctggcgccccgctgggtccgacctggacgtcaaccagcacgtgaacaacgtcaagtacatcggtggatcctgga
gagcgtgcccagcagcctgctggagtcgcacgagctgtacggcatgacctggagtaccgcaaggagtgcggc
aaggacggcctgctgcagtcctgaccgccgtcgccagcgactacggcgggcgctcgtggaggccggcgtgga
gtgcgacacactgctgcgcctggaggacggctccgagatcatgcgcggcaagaccgagtgggcgccccaaagcgcg
ccgcgaacaccacactacttcggcagcgtcgacgacatccccccgccaaacaacgcgTGA

10

配列番号 266

M. f r a g r a n s の C : 1 4 : 0 特異的チオエステラーゼのコード領域

20

actagtATGgctatcaagacgaacaggcagcctgtggagaagcctccgttcacgatcgggacgctgcgcaaggc
catccccgcgcactgtttcgagcgctcggcgcttcgtg ggcgcgcgccaaacgcccacaccgtgccaaagatcaac
ggcaacaaggccggcctgctgacccccatggagagcaccaaggacgaggacatcgtcgcggccccaccgtggc
gcccagcgcaccttcacaaaccagctcccgcactgggtcgatgctgctggccgcgatcaccaccatcttcctggcgg
ccgagaagcagtggaaccaacctggactggaagccccgcgccccgacatgctgggtcgacttcgaccccttctcct
gggcccgttcgtgcaggacggcctgatcttcgccagaacttcagcatccgctcgtacgagatcggcgcggaaccgc
accgcctccatcgagacacctgatgaaccacctgcaggagaccgcgctgaaccacgtccgctgcacggcctgctgg
acgacggcttcggcagcacccccagatgaccgcgcgacctgatctgggtgggtcaccgcgatgcaggctcctggt
ggaccgctaccctcgtggggcgacgtgatcgaggtcgactcctgggtgacccccagcggcaagaacggcatgaa
gcgcgagtggttctgcgcgactgcaagaccggcgagatcctgacccgcgccacctcggctggtgatgatgaa
caagcgcacccgcgcctgtccaagatccccgaggaggtccgcgtggagatcgagccctacttcgtcgagcaggg
cgtgctggacgaggactcgcgcaagctgccaagctgaacgacaacaccgccaaactacatccgcgcggcctggc
gccccgctgggtccgacctggacgtcaaccagcacgtgaacaacgtcaagtacatcggtggatcctggagagcgt
gcccagcagcctgctggagtcgcacgagctgtacggcatgacctggagtaccgcaaggagtgcggaaggacg
gcctgctgcagtcctgaccgccgtcgccagcgactacggcgggcggtcgtggaggccggcgtggagtgcgacc
acctgctgcgcctggaggacggctccgagatcatgcgcggcaagaccgagtgggcgccccaaagcgcgccgcgaac
accacctacttcggcagcgtcgacgacatccccccgccaaacaacgcgTGA ctcgag

30

配列番号 267

Δ 1 2 F A D トランジットペプチドを有する M. f r a g r a n s の C 1 4 :
 0 特異的チオエステラーゼ

40

MAIKTNRQPVEKPPFTIGTLRKAIPAHCFERSALR GRAANAHTVPKINGNKAGLLTPMES
TKDEDIVAAPTVPKRTFINQLPDWSMLAAITIFLAAEKQWTNLDWKPRRPDMLVDFD
PFSLGRFVQDGLIFRQNFIRSIEIGADRTASIETLMNHLQETALNHVRCIGLLDDGFGS
TPEMTRRDLIWVVTRMQVLVDYPSWGDVIEVDSWVTPSGKNGMKREWFLRDCKTGEILT
RATSVWVMNMKRRRLSKIPEEVRVEIEPYFEVHGVLDEDSRKLPLKNDNTANYIRRGLA
PRWSDLDVNQHVNNVKYIGWILESVPSSLLESHELYGMTLEYRKECGKDGLLQSLTAVAS
DYGGGSLEAGVECDHLLRLEDGSEIMRGKTEWRPKRAANTTYFGSVDDIPPANNA

【1 0 0 0】

50

【数 2 5 5】

配列番号 268

R i c i n u s c o m m u n i s の A C P - チオエステラーゼ構築物

gctcttcgccgcccactcctgctcgagcgcgcccgcgctgcccagcgcttgcccttttcgccgctcgtg
cgcgtcgtgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgcccggctgagccactgcttcgtccggcgccaa
gaggagcatgaggaggactcctgggtccagggtcctgacgtggctcgccgctctgggagcgccagcatcatctggc
tctgccgcaccgaggccgctccaactggctcctccagcagccgcagtcgcccgaccctggcagaggaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgcttaggcagaatccctaccagtcatggctttacctggat
gacggcctgcgaacagctgtccagcgaccctcgctgcgcgcgttctcccgcacgcttctttccagcaccgtgatggcg
cgagccagcgccgcacgctggcgctgcgcttcgccgatctgaggacagtcggggaactctgatcagctaaacccct
tgcgcgttagtgttgccatcctttgcagaccggtgagagccgacttggtgtgcgccacccccacaccacctcctcca
gaccaattctgtcacctttttggcgaaggcatcgccctcgccctgcagagaggacagcagtgcccagccgctgggggt
tggcggtgacagctca ggatacc ctttcttgcgctatgacacttcagcaaaaggtagggcggtgagacggcct
cccgcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatccgct
ccagggcgagcgctgtttaaatagccaggccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaagccatattcaaac
acctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgatcgcaactccgctaaggggcgccctcttctcttctgt
ttcagtcacaacccgcaaac tctaga atatca ATG ctgctgcaggccttctgttctctgctggccggcttcgccgc
aagatcagcgctccatgacgaacgagacgtccgacccgccccctgggtgcacttcacccccacaagggctggatg
aacgacccccacggcctgtggtacgacgagaaggacgccaagtggcacctgtacttccagtacaacccgaacga
caccgtctgggggacgccctgttctggggccacgccacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagcccatc
gccatcgccccgaagcgcaacgactccggcgcccttctccggctccatggtggtggactacaacaacacctccggctt
cttaacgacaccatcgaccgcgcagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcggaggagca
gtacatctctacagcctggacggcggtacaccttcaccgagtaccagaagaacccgtgctggccgcaactcc
acccagttccgacccgaaggcttcttggtacgagccctccagaagtggatcatgaccgggccaagtcccagg
actacaagatcgagatctactcctccgacgacctgaagtcctggaagctggagtccgcgttcgccaacgagggctt
cctcggtaccagtagcagtgccccggcctgatcgaggtccccaccgacgagcagcagccagcaagtctactgggtg
atgttcatctccatcaacccggcgccccggcgccgtccttcaaccagtacttcgtcggcagcttcaacggcac
ccacttcgagggccttcgacaaccagtcccgcgtgggtgacttcggcaaggactactacgcctgcagaccttctca
acaccgacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaaactgggagtagtccgccttcgtgccac
caacccctggcgctctccatgtccctcgctgcgaagttctccctcaacaccgagtaccaggccaacccggagacgg
agctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcccggccccctggagccggttcgccaccaaca
ccacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcacccctggagttcgagctggtgt
acgcctgaacacccacccagacgatctcaagtcctgttcgggacctctccctctggttcaagggcctggaggac
cccgaggagtagctccgcatgggttcgaggtgtccgcgtccttcttcttggaaccgcggaacagcaaggtga
agttcgtgaaggagaacccctacttcaacaaccgcatgagcgtgaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacc
tgtctactacaagggtgtacggcttgctggaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtcc
accaacacctacttcatgaccacgggaacgccctgggtccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttct
acatcgacaagttccaggtgcgcgaggtcaag TGA caattggcagcagcagctcggatagtagtacacactctg
gacgctggctcgtgtgatggactgttgcgccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacag
cctcagtggtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgctatattgcgaataccacccccagca
tcccccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgc
tcctgctcactgccccctgcacagccttggtttgggctccgcctgtattctcctggtagtcaacctgtaaaccagcact
gcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcc cgctctcgaaacagagcgcgagag
gaacgctgaaggctctgcctctgtgcacctcagcgcgcatacaccacaataaccacctgacgaatgcgcttggttct
tcgtccattagcgaagcgtccggttcacacacgtgccagttggcgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctga
tggtcgaacggttcacagcctaggatata gaattc ctttcttgcgctatgacacttccagcaaaaggtagggcggt
ctgcgagacggcttccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatg
ggcgctccgatgccgctccagggcgagcgctgtttaaatagccaggccccgattgcaaagacattatagcgagc
taccaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgcaactccgcta

10

20

30

40

【1 0 0 1】

【数 2 5 6】

aggggggcgcctcttctctctgtttcagtcacacccgcaaacactagtATGgccaccgcatccactttctcggcgt
 tcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcggcgggctcggggccccggcgcccagcgaggccccctccccgtgc
 gcgggcgcgccgctcctacgaggtgggcatcaacaagaccgccaccgtggagaccatcgccaacctgctgcag
 gaggtgggctgcaaccacgcccagtcctgtgggttctccaccgacggcttcgccaccaccacctccatgcgcaag
 atgcacctgatctgggtgaccgcccgcacatcgagatctacaagtaccccgctggtccgacgtggtggag
 gtggagacctggtgccagtccgagggccgcacatcggcaccgcccgcgactggatcctgaccgactacgccaccgg
 ccagatcatcgccgcgcacacctcaagtgggtgatgatgaaccaggacacccgcccgcctgcagaaggtgaccg
 acgacgtgcgcgaggagtagctgtgttctgccccgcgagctgcgcctggccttccccgaggagaaacacggct
 cctccaagaagatctccaagctggaggacccccgccagtactccaagctgggcctggtgccccgcgcgcgacc
 tggacatgaaccagcacgtgaacaacgtgacctacatcggtggtgctggagtccatccccaggagatcatc
 gacacccacgagctgcagaccatcacctggactaccgcccgcgagtgcacgacgacgacatcgtggactccctg
 acctcgtggagccctccgagaacctggaggccgtgtccgagctgcgcggcaccaacggctccgccaccaccacc
 gccggcgacgaggactgcgcacacttctgcacctgctgcgcctgtccggcgacggcctggagatcaaccgggc
 cgcaccgagtgggcgcaagaagtccgcccgcacatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgac
 atcgactacaaggacgacgacgacaagTGAatcgatagatctcttaaggca gcagcagctcggatagtatcgac
 acactctggacgctggctggtgatggactgttgcggccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgctttat
 caaacagcctcagtggtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataccacc
 cccagcatcccccttccctcgttcatatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgct
 gctcctgctcctgctcactgccccctgcacagccttgggttgggctccgctgtatttctcctggtactgcaacctgtaaac
 cagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagcttaattaa gagctcttgtttt
 ccagaaggagttgctccttgagcctttcattctcagcctcgataacctccaaagccgctctaattgtggagggggttcg
 aatttaaaagcttggaaatgttggctcgtgcgtcgtgaacaagcccagacttgttgcactgggaaaaggaccatcag
 ctcaaaaaaacttgccgctcaaacgcgtacctctgcttgcgcgaatctgccctgttgaaatcgccaccacattcata
 ttgtgacgcttgagcagctctgtaattgcctcagaatgtggaatcatctgccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtc
 gcgggcgaggacaccgcccactcgtacagcagaccattatgtaacctcacaatagttcataacagtgaccatatttct
 cgaagctcccaacgagcacctccatgctctgagtggcaccccccggccctggtgcttgcggaggggcaggtcaaccg
 gcatggggctaccgaaatccccgacggatccccaccacccccgcgatgggaagaatctctccccgggatgtggggcc
 accaccagcacaacctgctggcccaggcgagcgtcaaacataccacacaaatatccttggcatcgccctgaattc
 cttctgcgctctgctacccggtgcttctgtccgaagcaggggttgcctagggatcgtccgagtcgcaaaccttgtc
 gcgtggcggggcttgttcgagctt gaagagc

10

20

30

配列番号 269

R i c i n u s c o m m u n i s の A C P - チオエステラーゼ（コドン最適化）のコード領域

ATGgccaccgcatccactttctcggcgttcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcggcgggctcggggcccc
 ggcgcccagcgaggccccctccccgtgcgcg ggcgcgccgctcctacgaggtgggcatcaacaagaccgccaccg
 tggagaccatcgccaacctgctgcaggaggtgggctgcaaccacgcccagtcctgtgggttctccaccgacggctt
 cgccaccaccacctccatgcgcaagatgcacctgatctgggtgaccgcccgcacatcgagatctacaagtac
 cccgcctggtccgacgtggtggaggtggagacctggtgccagtccgagggccgcacatcggcaccgcccgcgactgg
 atcctgaccgactacgccaccggccagatcatcgccgcgcacacctcaagtgggtgatgatgaaccaggacacc
 cgccgcctgcagaaggtgaccgacgacgtgcgcgaggagtagctgtgttctgccccgcgagctgcgcctggcct
 tccccgaggagaaacacggctcctccaagaagatctccaagctggaggacccccgccagtactccaagctgggct
 tgggtgccccgcgcgcccacctggacatgaaccagcacgtgaacaacgtgacctacatcggtggtgctggagt
 ccatccccaggagatcatcgacacccacgagctgcagaccatcacctggactaccgcccgcgagtgcagacacg
 acgacatcgtggactccctgacctcctgtagccctccgagaacctggaggccgtgtccgagctgcgcggcaccaa
 cggtccgccaccaccaccgcccggcgacgaggactgcgcgaacttctgcacctgctgcgcctgtccggcgacggc
 ctggagatcaaccgcccgcacccagtggtgcgaagaagtccgcccgcacatggactacaaggaccacgacggcga
 ctacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacgacgacaagTGA

40

【1 0 0 2】

【数 2 5 7】

配列番号 270

C. camp h o r a の C 1 4 : 0 チオエステラーゼ構築物

gctcttcgccgcccactcctgctcgagcgcgcccgcggtgcgccgagcgcttgccctttcgccgctcggtg
cgcgctcgctgatgtccatcaccaggtccatgaggtctgccttgccggtgagccactgcttcgctccggcgccaa
gaggagcatgaggaggactcctggtccagggtcctgacgtggtcgcggtctgggagcgggccagcatcatctggc
tctgccgcaccgaggccgctccaactggtcctccagcagccgagtcgcccgcgaccctggcagaggaagacaggt
gaggggggtatgaattgtacagaacaaccacgagccttgtctaggcagaatccctaccagtcattggtttacctggat
gacggcctgcaacagctgtccagcgaccctcgctgccgcccgttctccgcacgcttctttccagcacctgatggcg
cgagccagcgccgacgctggcgctgcgcttcgcgatctgaggacagtcggggaaactctgatcagtcataaacccct
tgcggttagtggtgccatcctttgcagaccggtgagagccgacttgtgtgcgccacccccacaccacctctccca
gaccaattctgtcacctttttgggaaggcatcggtcctcggtcgagagaggacagcagtgccagccgctgggggt
tggcggtgcacgctcaggtaccctttcttgcgctatgacacttcagcaaaaaggtagggcggtgctcgagacggctt
ccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgct
ccaggcgagcgctgtttaatagccaggccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaaagccatattcaaac
acctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttctgatcgactccgctaaggggcgccctcttctcttctgt
ttcagtcacaaccgcgaactctagaatatcaATGatcgagcaggacggcctccacgcccgtccccgcgcgtg
ggtggagcgctgttcggctacgactgggcccagcagaccatcggtgctccgacgcccgtgttcgcctgtccg
cccaggggcgcccgtgctgttcgtgaagaccgacctgtccggcgccctgaacgagctgcaggacgagggcgccc
gcctgtcctgggtggccaccaccggcggtgcccgtgcgcgcccgtgctggacgtggtgaccgagggcgccgagctg
gctgctgctgggaggtgcccggccaggacctgctgtcctccacctggccccgcgagaggtgtccatcatg
gcccagccatgcgccgctgcacacctggacccccccacctgccccttcgaccaccaggccaagcaccgcatcg
agcgcgcccgcacccgcatggaggccggcctggtggaccaggacacctggacgaggagcaccaggcgctggcc
cccgcgagctgttcgcccgcctgaaggcccgatgcccgcggcgaggacctggtggtgaccacggcgacgcc
tgctgtcccaacatcatggtggagaacggccgcttctcgggtctcatcgactgcggccgctgggctggccgacc
gctaccaggacatcgccctggccaccgcgacatcgccgaggagctgggcggcgagtgggccgaccgttctctgg
tgctgtacggcatcgccgccccgactcccagcgcatcgcttctacgcctgctggacgagttcttcTGAcaattg
gcagcagcagctcggaatgatcgacacactctggacgctggtcgtgtgatggactgttcgcccacacttgctgcctt
gacctgtgaatatccctgcgccttttatcaaacagcctcagtggtttgatcttctgtgtacgcgcttttgcgagtgtca
gctgcttctgtctatttggaataaccacccccagcatcccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttat
ctacgctgtctgtctatccctcagcgctgctcctgctcactgcccctcgacagccttggtttgggctccgcctg
tattctcctggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatg
gaggatcccgcttctgaacagagcgcgagaggaaacgtgaaggctctgcctctgtcgacctcagcgcgccatc
accacaataaccacctgacgaatcgcttgggttcttcgtccattagcgaagcgctccggttcacacagtgccacgttg
cgaggtggcaggtgacaatgatcggtggagctgatggtcgaaacgttcacagcctagggatatcgaattcctttcttg
cgctatgacacttcagcaaaaaggtagggcggtgctcgagacggcttccggcgctgcatgcaacaccgatgatgctt
cgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgtccaggcgagcgctgtttaatagccaggc
ccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggcc
actcgagcttctgtatcgactccgctaaggggcgcccttctcttctgtttcagtcacaaccgcgaacactagtAT
Ggccaccgcattccatttctcggcggttaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcgggcggtcgggccccggc
gcccagcgagggccctccccgtgcgcgggcgcgcccccgactggtccatgctgttcgcccgtgatcaccacatcttc
tccgcccgcgagagcagtggaaccaacctggagtggaagcccaagcccaacccccccagctgctggacgaccac
ttcgccccccacggcctggtgttcgcccgcaccttcgcatccgagctacgaggtgggccccgaccgctccaccag
catcgtggcgctgatgaaccacctgcaggaggccgcccctgaaccacgccaagtcggtgggcatctgggagcaggg
cttcggcaccacctggagatgtccaagcgcgacctgatctgggtggtgaagcgacccacgtggcgctggagcg
ctaccccgctggggcgacaccgtggaggtggagtgctgggtggcgccctccggcaacaacggccgcccacga
cttctggtgctgcgactgcaagaccggcgagatcctgacccgctgcacctccctgagcgctgatgatgaacaccgc
acccgcccgtgagcaagatccccgaggaggtgcgcggcgagatcgccccgccttcacgacaacgtggccgtg
aaggacgaggagatcaagaagccccagaagctgaacgactccaccgcccactacatccagggcgccgtgacccc
ccgctggaacgacctggacatcaaccagcacgtgaacaacatcaagtagctggactggatcctggagacctgccc

10

20

30

40

【1 0 0 3】

【数 2 5 8】

cgacagcatcttcgagagccaccacatctcctccttcaccatcgagtaccgcccgcgagtgacccatggacagcgtg
ctgcagtccttgaccaccgtgagcggcggtcctccgaggccggcctgggtgtgcgagcacctgctgcagctggagg
gcccgcagcgggtgctgcgcgccaagaccgagtgggcgcccaagctgaccgactcctccgcccgcacagcgtga
tccccgcgagtgccagcgtgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaag
gacgacgacgacaag**TGA**ctcgaggcagcagcagctcggatagatcgacacactctggacgctggctgtgatg
gactgttgcggccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggtttgatctt
gtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgctatttgcgaataccacccccagcatccccttccctcgtttcat
atcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccctc
gcacagccttggtttgggctccgctgtatttctcctggactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgg
gaagtagtgggatgggaacacaaaatggaaagcttgagctccttgtttccagaaggagttgctccttgagcctttcatt
ctcagcctcgataacctccaaagccgctctaattgtggaggggggtcgaatttaaaagcttggaatgttggttcgtgc
gtctggaaacagcccagactgttgctcactgggaaaaggaccatcagctccaaaaaacttgccgctcaaaccgcgt
acctctgctttcgcgaatctgcccgttgaaatgccaccacattcatattgtgacgcttgagcagctgtgaattgcct
cagaatgtggaatcatctgccccctgtgcgagcccatgccaggcatgtcgggcgaggacaccgcccactcgtaca
gcagaccattatgctacctcacaatagttcataacagtgaccatatttctgaagctcccaacgagcacctccatgc
tctgagtgggcaccctggcctgttgcttgaggaggcaggtcaaccggcatggggctaccgaaatccccgaccg
gatccaccacccccgcgatgggaagaatctctcccgggatgtggggccaccaccagcacaacctgctggccagg
cgagcgtcaaacataaccacacaaaatatccttggcatcgccctgaattccttctgccgctgtgtaccgggtgcttct
gtccgaagcaggggttgctagggatcgctccgagtcgcaaaccttgtcgctggcggggcttgttcgagcttgaag
agc

10

20

配列番号 271

C. camp h o r a の C 1 4 : 0 チオエステラーゼ (コドン最適化) のコード領域

ATGgccaccgcatccactttctcggcgttcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgtcggcgggctccgggcccc
ggcgcccagcagggccctcccgctgcgcg **ggcgcgcc**cccgactggtccatgctgttcgccgtgatcaccaccat
cttctccgcccgcgagaagcagtggaaccaacctggagtggaagcccaagcccaacccccccagctgctggacga
ccacttcggccccacggcctggtgttcgcgcgaccttcgccatccgcagctacgaggtgggccccgaccgctcca
ccagcatcgtggcctgatgaaccacctgcaggaggccgcctgaaccacgccaagtcctgggcactcctgggcg
acggccttcggcaccacacctggagatgtccaagcgcgacctgatctgggtggtgaagcgcacccacgtggccgtgg
agcgctacccgcctggggcgacacctggaaggtggagtgctgggtgggcctccggcaacaacggccgcccgc
acgacttcttggtgcgcgactgcaagaccggcgagatctgacccgctgcacctcctgagcgtgatgatgaacac
ccgcacccgcccgtgagcaagatccccgaggaggtgcgcggcgagatcgccccgccttcacagcaacgtggc
cgtgaaggacgaggagatcaagaagccccagaagctgaacgactccaccgcccactacatccaggggggcctga
cccccgctggaacgacctggacatcaaccagcacgtgaacaacatcaagtacgtggactggatcctggagaccg
tgcccgacagcatcttcgagagccaccacatctcctccttcaccatcgagtaccgcccgcgagtgacccatggacagc
gtgctgcagtccttgaccacctgagcggcggtcctccgaggccggcctgggtgtgcgagcacctgctgcagctgg
agggcggcagcaggtgctgcgcgccaagaccgagtgggcggcccaagctgaccgactcctccgcccgcacagc
tgatccccgcccagtgccagcgtgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactac
aaggacgacgacgacaag**TGA**

30

40

配列番号 272

C. camp h o r a の C 1 4 : 0 特異的チオエステラーゼ構築物

gaattcgccctcccgtgatcacacaggtgccttcgagcgtgatcacactattttgggggtcctacagtactgaaatgg
tgagaagtcgtactgaaatcaaggatgaacaatgaaaatgggtgctgtgggtgcttctcaaagggtcaagaatcagtcgc
tcgctgcaggaaatcgcggcgtcaaccagcgtggggcgggcagtggtgccccgcactggtcacccatagcctctcctgcc
acagtagcgtatcccctgggcgttcaactctcagcagcggtgtactgcctccagatttcttcttctggacctgcgggcg
tgagaggatgagcaggggtgggccaagggtcattcctgaacggccctcattcggtttccaatcccacaacataccc

【1 0 0 4】

50

【数 2 5 9】

acagcaggtcagaccacgcattccaccatgcgaccaataacgtgtccttacctgattgggtgtggcaggctccgtgga
 caggagtgcctcgtccccgccagacccgctccccgtacggcggcgtccgggacccgcagcggctccaccgcggt
 gtgatccgcgttggcggcgagagcagcatcccagccgatttgaccccgcatgctccgaggcttgaggtggccag
 caccaccaccgccggccgacaaggtcctccagggtcagtgccggaccaggccactcacgatggtgagggcccc
 cctctcgcgagggtgatctgctgacgtacagactgcgacatgctggcgagtggatcatcagaaggaagcaggtgt
 gcagaagggggcacgtggttggtattgagtagcacaagcttctgtgccaatcagaagtcacgcagctgctgcctg
 gctcgcgtacaaattccttcttgcgctatgacacttccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttccggcgct
 gcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgcccgtccaggcg
 agcgtgtttaatagccaggccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaaagcatattcaaacacctagatc
 actaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgctaaggggcgcttctcccttcgtttcagtcaca
 acccgcaaac**ggcgcgcc****ATG**ctgctgcaggccttctgttctgctggcggcttcgcccgaagatcagcgct
 ccatgacgaacgagacgtccgaccccccctggtgacttaccaccaacaagggtggtgaacgaccccaacg
 gcctgtggtacgacgagaaggacgccaagtggcacctgtacttccagtacaacccgaacgacaccgtctggggga
 cgccctgttctggggccacgccacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagcccatcgccatcgccccga
 gcgaacgactccggcgcttctccggctccatggtggtggactacaacaacacctccgcttcttaacgacacca
 tcgacccgcgcccagcgctgcgtggccatctggacctacaacaccccgagtcgaggagcagtagatctctacag
 cctggacggcggtacaccttaccgagtaccagaagaaccccgctgctggccgccaactccaccagttccgcgac
 ccgaaggcttctggtacgagccctccagaagtggatcatgaccgcgccaagtccaggactacaagatcgag
 atctactcctccgacgacctgaagtctggaagctggagtcgcgcttcgccaacgaggggttctcggctaccagta
 cgagtgcgccggcctgatcgaggtccccaccgagcaggaccccaagtcactggtgatgttcatctccatc
 aaccccgggcgccccggcgggcgtccttcaaccagtacttctgctggcagcttcaacggcaccacttcgaggcctt
 cgacaaccagtcgccggtggtgacttcggcaaggactactacgcctgcagaccttcttcaacacgacccgacc
 tacgggagcgccctgggcatcgctgggctccaactgggagtagtccgccttcgtgccaccaacccctggcgctc
 ctccatgtccctcgctgcgaagtcttccctcaacaccgagtaccaggccaacccggagacggagctgatcaacctg
 aaggccgagccgatctgaacatcagcaacgcggccccctggagccggttcgccaccaacaccagttgacgaag
 gccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcaccctggagttcgagctggtgtacgccgtcaacacca
 ccagacgatctccaagtccgtgttcgaggaccttccctctggttcaagggcctggaggaccccgaggagtacctc
 cgcatgggcttcgagggtgtccgcgtctccttcttctggaaccggggaacagcaaggtaagttcgtgaaggaga
 acccctacttcaacaaccgcatgagcgtgaacaaccagccctcaagagcgagaacgacctgtcctactacaaggt
 gtacggcttctgtaggaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtccaccaacacctattc
 atgaccaccgggaacgccttgggctccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacatcgacaagttc
 cagggtgcgcgaggtcaag**TGA****tttaattaa**ctcaggcagcagcagctcggtatgtatcgacacactctggacgct
 ggtcgtgtgatggactgttgcgccacacttgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctca
 gtgtgtttgatcttgtgtgacgcttcttcgagttgtagctgttctgtctatttgcgaataaccacccacgcatccc
 ctccctcgtttcataatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgtctatccctcagcgtgctcctgctcct
 gctcactgcccctcgacagccttgggttgggctccgctgtattctcctggtactgcaacctgtaaaccagcactgca
 atgctgatg
 cacgggaagtagtgggatgggaacacaaatgga**aagctt**gagctccttcttgcgctatgacacttccagcaaaagg
 tagggcgggctgcgagacggcttccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcgggg
 ctgcatggcgctccgatgccgctccagggcgagcgtgtttaatagccaggccccgattgcaaagacattatagc
 gagctacaaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgc
 taagggggcgcttctcctcttcgtttcagtcacaacccgcaaac**actagt****ATG**acgttcggggtcgccctccggc
 catgggcccgggtgtctccttccccggccagggtcgcggtgcgcccagtcggcgagtcagggttttgagagac
 g**ggcgccc**cccgactggtccatgctgttcgctgtatcaccaccatcttctccgcccggagaagcagtggaacca
 acctggagtgggaagcccaagcccaacccccccagctgctggacgaccacttcggccccacggcctggtgttcg
 ccgaccttcgccatccgcagctacgaggtgggccccgacgctccaccagcatcgtggccgtgatgaaccacctg
 caggaggccgcccgaaccacgccaagtccgtgggcatcctgggacggttcggcaccacccctggagatgtcc
 aagcgcgacctgatctgggtggtgaagcgcacccacgtggccgtggagcgtaccccgctggggcgacaccgtg
 gaggtggagtgtggtgggcccctccggcaacaacggccgcccacgacttctggtgctgcgactgcaagacc
 ggcgagatcctgaccgctgcacctccctgagcgtgatgatgaacccgcaccccgccgctgagcaagatccccg

10

20

30

40

【1 0 0 5】

aggagggtgcgcggcgagatcggtcccgacttcagataacagctggccgtgaaggacgagagatcaagaagacc
cagaagctgaacgactccaccgcccagctacatccagggcggcctgacccccgcgtggaaacgacctggacatcaac
cagcacgtgaacaacatcaagtacgtggactggatcttggagaccgtgcccgcacgc
atcttcgagagccaccacatctctctcttcaccatcgagtaccgccgcgagtgacccatggacagcgtgctgcagtc
cctgaccaccgtgagcggcggctcctccgaggccggcctggtgtgcgagcacctgctgcagctggaggggcggcag
cgagggtgctgcgcgccaagaccgagtgggcgcccaagctgaccgactccttcgcggcatcagcgtgatccccgc
gagtcacgcgtgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggacgacg
acgacaagTGActcgaggcagcagcagctcggaatgatcgacacactctggacgcgtggctgtgtgatggactgtt
gccgccacacttgctgccttgacctgtgaatatcctgccgctttatcaaacagcctcagtggtgtttgatcttgtgtgt
acgcgcttttgcgagttgctagctcttgtgtctatttgcgaataaccacccccagcatccccttccctcgtttcatatcgctt
gcatcccaaccgcaacttatctacgctgtctctgctatccctcagcgtgctcctgctcctgctcactgccctcgcacag
ccttggtttgggctccgctgtattctcttggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcacgggaagta
gtgggatgggaacacaaatggaaagctggtaccgtaaccatcagcatccgggtgaatcttggcctccaagatatggg
ccaatcctcacatccagcttggcaaaatcgactagactgtctgcaagtgggaatgtggagcacaaaggttgccttgtagcg
atcgacagactgggtggggtacattgacaggtgggcagcgccgcacatccatcgtgcctgacgcgagcgccgcccggttgct
cgcccgctgcctgcccgtcaaagagcggcagagaaaatcgggaaccgaaaacgtcacattgcctgatgttgttacatgctg
gactagactttcttggcgtgggtctgtcctcgcacaggtgcgcgacgcctcggggctgggtgcgagggagccgtgcggc
cacgcatttgacaagacccaaagctcgcacatctcagacgggtcaaccgcttgcattatacattcaacatatggtacatacg
caaaaagcatgccaacgatgacataggcgaattc

20

C. c a m p h o r a の C 1 4 : 0 特異的チオエステラーゼ構築物

40

50

【数 2 6 1】

ccaggccaacccggagacggagctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgccggccct
 ggagccggttcgccaccaacaccacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggca
 ccctggagttcgagctggtgtacgccgtcaacaccacccagacgatctccaagtcctgttcgaggacctctccctct
 ggttcaagggcctggaggaccccgaggagtacctccgcatgggcttcgagggttccgctcctctctctctggac
 cgcgggaacagcaagggtgaagttcgtgaaggagaacccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagcc
 cttaagagcgagaacgacctgtcctactacaagggtgtacggcttgctggaccagaacatcctggagctgtacttc
 aacgacggcgacgtcgtgtccaccaacacctacttcatgaccacggggaacgccctgggctcctgtgaacatgacg
 acgggggtggacaacctgtttacatcgacaagttccagggtgcgcgagggtcaagTGAcaattggcagcagcagct
 cggatagtatcgacacactctggacgctggctcgtgtgatggactgttgccgccacacttgctgccttgacctgtgaatat
 ccctgccgttttatcaaacagcctcagtggtttgatcttgggtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtctat
 ttgcgaataaccaccccccagcatccccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgc
 tatcccctcagcgtgctcctgctcctgctcactgccctcgacagccttggtttgggctccgcctgtattctcctggtag
 tgcaacctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcccgct
 ctgaaacagagcgcgcagaggaacgctgaaggctcgcctctgtcgacctcagcgcggcatacaccacaataacca
 cctgacgaatgcgcttggttcttctgctcattagcgaagcgtccggttcacacagtgccacgctggcgagggtggcaggt
 gacaatgatcggtggagctgatggtcgaaacggttcacagcctagggatatcgaattcggccgacaggacgcgcgtc
 aaagggtgctggtcgtgtatgccctggccggcagggtcgttgctgctgctggttagtgattccgcaacctgattttg
 gcgtcttattttggcgtggcaaacgctggcgcccgagccggggccggcgatgcggtgccccacggctgccg
 gaatccaaggaggagcagagcgcgggtcagttgaagggtttacgcgcaaggtagcgcgtcctgcaagg
 ctgctggttggaattggacgtgcaggtcctgtgaagttcctccaccgcctcaccagcggacaaagcacgggtgt
 atcagggtcctgtcatccactctaaagagctcgactacgacctactgatggccctagattcttcatcaaaaaacgcc
 tgagacacttgcccaggattgaactcctgaagggaaccaccaggggcccctgagttgttcttcccccggtggcg
 agctgccagccaggctgtacctgtgatcgaggctggcgggaaaataggcttctgtgtcaggtcatgggaggt
 gcaggacagctcatgaacgccacaacatcgacaattcatgtcaagctaatacagctatttctcttcacgagctgt
 aattgtccaaaattctggtctaccgggggtgatccttctgttacgggcccttccctcaacctaggtatgcgcgca
 tgcggtcgccgcgcaactcgcgcgagggccgaggggtttgggacgggcccgtcccgaatgcagttgacccggat
 gcgtggcaccttttttgcgataatttatgcaatggactgctctgcaaaattctggctctgtcgcaaccttaggatc
 agcggcgtaggatttctgaatcattcgtcctgatgggagctaccgactaccctaatacagccgactgcctgac
 gccagcgtccacttttgtgcacacattccattcgtgcccaagacatttcatttggtgcaagcgtcccagttacg
 ctacctgtttcccgacctccttactgttctgtcgacagagcgggcccacaggccggtcgcagccactagtATGgc
 caccgcatccactttctcggcggttcaatgcccgtgcggcgacctgcgtcgctcggcgggctccgggccccggcgcc
 cagcgaggccccctcccgtgcgcgaggcgcgcgactgggtccatgctgttcgccgtgatcaccacatcttctcc
 gccgccgagaagcagtggaaccaacctggagtggaagcccaagcccaacccccccagctgctggacgaccattc
 ggccccacggcctggtgttcgcgcgaccttcgccatccgcagctacgaggtgggccccgaccgctccaccagcat
 cgtggccgtgatgaaccacctgcaggaggccgcctgaaccacgccaagtccgtgggcatcctgggcgacggctt
 cggcaccacacctggagatgtccaagcgcgacctgatctgggtggtgaagcgcacccacgtggccgtggagcgcta
 ccccgctggggcgacaccgtggaggtggagtgctgggtgggcgctccggcaacaacggcgccgcccagactt
 cctggtgcgcgactgcaagaccggcgagatcctgacccgctgcacctccctgagcgtgatgatgaacacccgcacc
 cgccgctgagcaagatccccgaggaggtgcgcggcgagatcgccccgccttcacgacaacgtggccgtgaag
 gacgaggagatcaagaagccccagaagctgaacgactccaccgcccagctacatccagggcgccctgacccccg
 ctggaacgacctggacatcaaccagcacgtgaacaacatcaagtagctggactggatcctggagaccgtgcccga
 cagcatcttcgagagccaccacatctcctcttaccatcgagtagccgcgcgagtgacacatggacagcgtgtgc
 agtccctgaccacgtgagcggcggtcctccgaggccggcctggtgtgcgagcacctgctgcagctggagggcg
 gcagcgaggtgctgcgcgccaagaccgagtgggcggcccaagctgaccgactccttccggcgcatcagcgtgatcc
 ccgcccaggtccagcgtgatggactacaaggaccacgacggcgactacaaggaccacgacatcgactacaaggac
 gacgacgacaagTGActcgagttaattaactcgaggcagcagcagctcgatagtagtacacactctggacgctg
 gtcgtgtgatggactgttgccggcacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagt
 gtgtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgctatttgcgaataaccaccccccagcatccccttc
 cctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgtgctcctgctcctgctc
 actgcccctcgacagccttggttgggctccgcctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacagcactgcaatgct

10

20

30

40

【1 0 0 7】

50

【数 2 6 2】

gatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatggaaagctgta **gagctc** cttgttttccagaaggagttgctcct
 tgagcctttcattctcagcctcgataacctccaaagccgctctaatttgaggaggggttcgaatttaaaagcttggaat
 gttggttcgtgctgctggaacaagcccagacttggtgctcactgggaaaaggaccatcagctccaaaaaacttgccgc
 tcaaaccgctacctctgctttcgcgcaatctgccctgttgaaatcgccaccacattcatatttgacgcttgagcagt
 ctgtaattgcctcagaatgtggaatcatctgccccctgtgagagcccatgccaggcatgtcgcgggcgaggacacccg
 ccactcgtacagcagaccattatgctacctcacaatagttcataacagtaccatatttctcgaagctcccaacgag
 cacctccatgctctgagtgggcaccctccggccctgggtgcttgaggagggcaggtcaaccggcatggggctaccgaa
 atccccgaccggatcccaccacccccgcgatgggaagaatctctccccgggatgtggggccaccaccagcacaaact
 gctggcccaggcgagcgtcaaaccataccacacaaatatccttggtcatcgccctgaattccttctgcccgtctgctac
 ccggtgcttctgtccgaagcaggggttgctagggatcgctccgagtcgcaaaccttctgctgctggcggggcttgttc
gagcttgttcgagctt **gaagagc** ctctagagtcgacctgcaggcatgcaagcttggtgtaatcatggtcatagctgtt
 cctgtgtgaaattgttatccgctcacattccacacacatacagccggaagcataaagtgtaaagcctgggggtgcct
 aatgagtgagctaactcacattaattgcgttcgctcactgcccgtttccagtcgggaaacctgtcgtgccagctgcat
 taatgaatcggcccaacgcgcggggagaggcggttgctattggcgctcttcc

10

配列番号 274

SAD 遺伝子座内の U. Americana の C10:0 ~ C16:0 特異的
 チオエステラーゼ

gctcttccgcctggagctggtgcagagcatggggcagtttgcggaggagaggggtgctccccgtgctgcaccccgctgg
 acaagctgtggcagccgaggacttctgcccagccccgagtcgcccgacttcgaggaccaggtggcgagctgcgc
 gcgcgcgccaaggacctgcccagcagtagcttctggtgtggtggcgacatgatcacggaggaggcgctgccgac
 ctacatggccatgctcaacaccttgacgggtgtgcgcgacgacggcgcggtgaccacccgtggcgcgctgga
 cgcggcagtggtggcgaggagaaccggcacggcgacctgtgaacaagtactgttggtgacggggcgctgaa
 catgcgggcccgtggaggtgacctcaacaacctgatcaagagcggtcatgaaccgcagacggacaacaaccttac
 ttgggcttctctacacctcttccaggagcgcgccaccaagta **ggtacc** ctttcttgcgctatgacacttccagcaaa
 aggtagggcgggctgcgagacggcttcccggcgctgcatgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcg
 gggctgcatggcgctccgatgccgctccagggcgagcgctgtttaaatagccaggccccgattgcaaagacattat
 agcgagctaccaaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttctgacgactc
 cgctaagggggcgcttcttcttcttctgcttcagtcacaacccgcaaac **tctaga** atatca|atatca **ATG**ctgctgag
 gccttctgttctgctggtggcggttcgcccgaagatcagcgctccatgacgaacgagacgtccgaccgccccct
 ggtgcacttccaccccaacaagggtggtgacgaccccaacggcctgtggtacgacgagaaggacgccaagt
 ggacctgtacttccagtacaacccgaacgacaccgtctggtgggacgcccctgttctggtgggacgcccagctccga
 cgacctgaccaactgggaggaccagcccatcgccatcgccccgaagcgcaacgactccggcgcttctccggctcc
 atggtggtgactacaacaacacctccggcttcttcaacgacaccatcgacccgcgacgctgctggtggcatct
 ggacctacaacaccccgagtcgagggagcagtaacctctctacagcctggacggcggtacaccttaccagagt
 accagaagaacccccgtgctggcgccaactccaccagttccgcgacccgaagggtcttctggtacgagccctccca
 gaagtggatcatgaccgcgccaagtcccaggactacaagatcgagatctactcctccgacgacctgaagtctctg
 gaagctggagtcgcttcgccaacgagggttctctgggtaccagtagagtgccccggcctgatcgaggtcccc
 accgagcaggacccagcaagtctactggtgagttcatctccatcaacccggcgccccggcgggcttctt
 caaccagtagtctgctggcagcttcaacggcaccacttcgaggccttcgacaaccagtcggcggtggtgacttcg
 gcaaggactactacgcccgtcagaccttcttcaacaccgacccgacctacgggagcgccctgggcatcgctgggc
 ctccaactgggagtactccgcttctgtgcccaccaacccctggcgctcctccatgtccctcgtgcgcaagttctccctc
 aacaccgagtaccaggccaacccggagacggagctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaa
 cgccggccccctggagccggttcgccaccaacaccacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaa
 cagcaccggcaccttgaggttcgagctggtgtacggctcaacaccacccagacgatctccaaagtccgtgttcgag
 gacctctccctctggttaagggtcggaggaccccgaggagtagctccgcatgggcttcgaggtgtccgctcctc
 ctttcttctggaccgcggaacagcaaggtgaagttcgtgaaggagaacccctacttccaacaccgcatgagcgt
 gaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacctgtctactacaaggtgtacggcttctggtgaccagaacatcct
 ggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtccaccaacacacttctcatgaccacgggaacgccccgggctcc

20

30

40

【1 0 0 8】

【数 2 6 3】

gtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacatcgacaagttccaggtgcgcgaggtcaag**TGA**caatt
 gacggagcgctcgtgcgggaggagtggtccgagcggggagtcgggtctgtgcgaggcccggaagctgacgctggcg
 agccgtacgccccgaggggtccccctcccctgcaccctcttcccctcccctctgacggccgcgctgttcttgcattgttcag
 cgacggatcccgcgtctcgaacagagcgcgagaggaacgctgaaggctcgcctctgtgcacctcagcgcgccata
 caccacaataaccacctgacgaatgcgcttgggttcttctgctccattagcgaagcgctccgggtcacacacgtgccacgttg
 gcgagggtggcaggtgacaatgatcggtggagctgatggctgaaaacgttcacagcctagggaatatcgaattcggccga
 caggacgcgcgctcaaaaggtgctggtctgtatgccctggccggcaggtcgttgcgtgctggttagtgattccgc
 aaccctgattttggcgtcttattttggcgtggcaaacgctggcgcccgagcgccggcgccggcgatgcggtgcc
 ccacggctgcccgaatccaaggaggcaagagcgccgggtcagttgaagggtttacgcgcaaggtagcggc
 ctctgcaaggctgctggtggaattggacgtgcaggtcctgctgaagtctctccaccgctcaccagcggacaaa
 gcaccggtgtatcaggtccgtgtcatccactctaaagaactcgactacgacctaactgatggccctagattcttcac
 aaaaacgcctgagacacttgcccaggattgaaactccctgaagggaaccaccaggggcccctgagttgttcttcccc
 ccgtggcgagctgccagccaggtgtacctgtgatcgaggctggcgggaaaataggcttcgtgtgctcaggtcat
 gggagggtgcaggacagctcatgaaacgccaacaatcgacaattcatgtcaagctaatacagctatttcttctcac
 gagctgtaattgtccaaaatttctggtctaccgggggtgatccttcgtgtacgggcccctcccctcaaccctaggtatg
 cgcgcatcggtcgccgcgcaactcgcgcgagggccgaggggttgggacgggcccgtccgaaatgcagttgcacc
 cggatgctggcaccttttttgcgataatttatgcaatggactgctctgcaaaattctggctctgtcgcaaccctag
 gatcagcggcgtaggatttctgaatcattcgtcctgatggggagctaccgactaccctaataatcagcccagctgcct
 gacgccagcgtccacttttgtgcacacattccattcgtgcccaagacatttcattgtggtgcaagcgtcccagtta
 cgctcacctgttccccgacctccttactgttctgtcgacagagcgggcccacaggccggtcgcagccactagt**ATG**
 gccaccgcacccactttctcggcgttcaatgcccgctgcggcgacctgcgtcgtcggcggggtccgggccccggc
 gccagcgaggccccctcccgtgcgcgagcgagccagctgcccgaactggagcatgctgctggccgcgatcacc
 accctgttcttggcgccgagaaagcagtggtgatgctggactggaagcccaagcgccccgacatgctggtgga
 ccccttcggcctgggcccgttctgtcaggacggcctggtgttcgcaacaacttcagcatccgcagctacgagatc
 ggcggcgaccgcaccgcccagcatcgagaccctgatgaaccacctgcaggagaccgcccgaaccacgtgaaga
 gtgtgggctgctggaggacggcctgggcagcaccgcgagatgagcctgcgaacctgatctgggtggtgacc
 aagatgcaggtggcggtggaccgtacccccctggggcgacgaggtgcaggtgagcagctgggcgaccgcca
 tcggcaagaacggcatgcgcgcgagtggtatgctgaccgacttcgcaccggcgagaccctgctgcgcgccacc
 agcgtgtgggtgatgatgaacaagctgaccgcccgcacagcaagatccccgaggaggtgtggcacgagatcg
 gccccagcttcacgcgcgccccctgcccaccgtggaggacgagcgccgcaagctgaccgcttcgcagcaga
 gcagcgccgacttcacgcgaaggccctgacccccctgaggagcagctggacatcaaccagcacgtgaacaac
 gtgaagtacatcggtggtgctggtgagagcgcgcccccgagatccacgagagccacgagatcgccagcctgac
 cctggagtaccgcccgcgagtgccgcccgcagcgtgtgaacagcgccaccaaggtgagcgacagcagccag
 ctgggcaagagcgccgtggagtgaaccacctggtgcgcctgcagaacggcgggcgagatcgtgaaggggcgca
 ccgtgtggcgccccaaagcggccctgtacaacgacggcgccgtggtggacgtgcccgccaagaccagc**TGA**ctc
 gaggcagcagcagctcggatagtatcgacacactctggacgctggtcgtgtgatggactgttccgccacacttgctgc
 cttagcctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggtttgatcttgtgtgtacgcgcttttgcgagttg
 ctgctgcttgtgctattttgcgaataaccacccccagcatcccccttcccctgcttcatatcgcttgcacccaaccgcaact
 tatctacgctgtcctgctatcccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccctcgcacagccttgggttgggctccgc
 ctgtattctcctgggtactgcaacctgtaaaccagcactgcaatgctgatgcaggggaagtagtggtggtgggaacacaa
 atggaaaagcttgagctcagccacggcaacaccgcgcgcttgcggccgagcacggcgacaagaacctgagcaaga
 tctgcgggctgatcgccagcgacgagggccggcacgagatgcctacacgcgcatcgtggacgagttcttccgcctcg
 accccgagggcgccgtcggcctacgccaacatgatgcgcaagcagatcacctgcccgcgacctcatggacgac
 atgggccaaggcgaggccaaccggggccgcaacctcttcggcacttctccgcggtcggcagagaagatcgacgtcta
 cgacggcgaggactactggcgcacctcaggacacctaaccgcgcgctggaagggtggacgagcgccaggtcagcggc
 caggccgcccggaccaggagtagctcctgggctgcccagcgcttccggaaaactcgccgagaagaccgcccga
 gcgcaagcgctgcgcgcgagggccgctgccttctcctggagaagagc

配列番号 275

【1 0 0 9】

U. A m e r i c a n a の C 1 0 : 0 ~ C 1 6 : 0 特異的チオエステラーゼ (コード最適化) のコード領域

10

20

C. w r i g h t i i の K A S A 1 + C. w r i g h t i i の F a t B 2 チオエステル+ s u c 2 構築物

30

40

【 1 0 1 0 】

【数 2 6 5】

acccctggcgctcctccatgtccctcggtgcgcaagtttccctcaacaccgagtaccaggccaacccggagacgga
 gctgatcaacctgaaggccgagccgatcctgaacatcagcaacgcccgtggagccggttcgccaccaacac
 cacgttgacgaaggccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcaccctggagttcgagctggtgta
 cgccgtcaacaccaccagacgatctccaagtccgtgttcgaggacctctccctctggttcaaggccctggaggacc
 ccgaggagtacctccgatgggcttcgaggtgtccgctcctccttcttgaccgagggaacagcaaggtgaa
 gttcgtgaaggagaacccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagccctcaagagcgagaacgacct
 gtctactacaagggtgtacggcttgctggaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgcc
 accaacacctacttcatgaccaccgggaacgcccgtgggctccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttct
 acatcgacaagttccaggtgcgcgaggtcaagTGAcaattggcagcagcagctcggaatagatcgacacactctg
 gacgctggctcgtgtgtaggactgttgccgccacacttgctgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaa
 gcctcagtggtttgatctgtgtgtacgcgcttttgaggttgctagctgcttgctatttgcaataaccaccccgag
 catcccttccctcgtttcatatcgcttgcatcccaaccgcaacttatctacgtgtcctgctatccctcagcgctgtcc
 tgctcctgctcactgcccctgcacagccttggttgggctccgctgtatttctcctggtactgcaacctgtaaaccagc
 actgcaatgctgatgcacgggaagtagtgggatgggaacacaaatgga ggatcccgctctcgaacagagcgcg
 agagggaacgctgaagggtctgcctctgtgcacctcagcgcgccatacaccacaataaccacctgacgaatgcgc
 ttggttcttcgtccattagcgaagcgctccggttcacacacgtgccacgttggcgaggtggcaggtgacaatgatcg
 gtggagctgatggtcgaacggttcacagccctagg gatatcgaattcggcgctatgacacttccagcaaaaggtagg
 gcgggctgcgagacggcttccggcgctgcatgcaacccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgc
 atgggctcggatgcccgtccagggcgagcgctgtttaaataagccaggcccccgattgcaaaagacattatagcgagc
 taccaaagccatattcaaacacctagatcactaccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgcactccgctaag
 gggcgcccttctccttctgttccagtcggccgacaggacgcgcgtcaaagggtgctggtcgtgtatgcctggccggca
 ggtcgttgcgtgctggttagtgattccgcaaccctgattttggcgtcttattttggcgtggcaaacgctggcgccgc
 gagccggggccggcgatgggtgccccagggctgccggaatccaaggaggcaagagcgcccggtcagttgaa
 gggctttacgcgcaagggtacagccgtcctgcaaggctgcgtgggtggaattggacgtgcaggtcctgtaagttcctc
 caccgcctcaccagcgggacaaagcaccgggttatcaggtccgtgtcatccactctaaagagctcgactacgacctact
 gatggccctagattcttcatcaaaaacgcctgagacacttgcccaggattgaaactccctgaaggggaccaccaggggc
 cctgagttgttcttcccccggtggcgagctgccagccaggctgtacctgtgatcgaggctggcggggaaaataggcttc
 gtgtgctcaggtcatgggaggtgcaggacagctcatgaaacgccaaacatcgcaacaattcatgtcaagctaatacagct
 atttcttctacagagctgaattgtccaaaattctggtctaccgggggtgatccttcgtgtacgggccccttccctcaac
 cctaggtatgcgcgatgcggctgcgcgcaactcgcgagggcgagggttgggacgggcccgtcccgaatgca
 gttgcacccggatgcgtggcacctttttgcgataatttatgcaatggactgctctgcaaaattctggctctgtcgcaa
 ccctaggtacagcggcgtaggatttcgtaattctgtcctgatggggagctaccgactaccctaataatcagcccagct
 gcctgacgccagcgtccacttttgtgcacacattccattcgtgcccaagacatttcattgtggtggaagcgtcccagt
 tacgtcacctgtttcccgaacctcttactgttctgtgcagagagcggggccacaggccgggtcgagcccatATGgcc
 accgcatccactttctcggttcaatgccgctgcggcgacctgcgtcgtcggcggggtccgggccccggcgccc
 agcgaggccccctccccgtgcgtacgtattccagtgctggtggccagctgcacgcaccctgcgaccagtaccgc
 agcagcgccagcctgagcttctggcgacaacggcttcgccagcctgttcggcgcaagccctcatgagcaacc
 gcggccaccgcgcctgcgcgcgagccacagcggcgaggccatggccgtggccctgcagcccggccaggag
 gccggcaccaagaagaagcccgtgatcaagcagcggcggtggtggtgacggcatgggctggtgacccccct
 gggccacgagcccagctgtttacaacaacctgctggacggcgtgagcggcatcagcgagatcgagaccttcga
 ctgcaccaggttccccaccgcacgcggcgagatcaagagcttcagcaccgacggctgggtggccccaagctg
 agcaagcgcatggacaagttcatgctgtacctgctgacggccggcaagaaggccctggccgacggcgcatcacc
 gacgaggtgatgaaggagctggacaagcgcaagtgcggcgtgctgatcggcagcggcatgggcggtatgaagg
 tgttcaacgacgccatcgaggccctgcgcgtgagctacaagaagatgaaccccttctgcgtgcccttcgccaccacc
 aacatgggcagcgccatgctggccatggacctgggctggatgggccccaaactacagcatcagcaccgctgcgcc
 accagcaacttctgcatcctgaacgcgcgaaccacatcatccgcggcgaggccgacatgatgctgtgcggcgga
 gcgacgcgtgatcatcccatcgccctggcggttctgtggcctgcgcgcccctgagccagcgcaacagcgaccc
 caccaggccagcccccctgggacagcaaccgcgacggcttcgtgatggcgaggcgccggcgctgctgctgct
 ggaggagctggagcagccaagaagcgcgccaccatctacgcgagttcctggcgggcagcttcacctgcg
 acgcctaccacatgaccgagccccaccccgaggcgccggcggtgatcctgtgcatcgagaaggccctggccagg

10

20

30

40

【1 0 1 1】

50

[illegible]

40

50

【数 2 6 7】

ggaacaagcccagacttggtgctcactgggaaaaggaccatcagctccaaaaaacttgccgctcaaaccggtacctc
tgttttcgcgcaatctgccctgttgaaatcgccaccacattcatattgtgacgcttgagcagctctgtaattgcctcagaa
tgtggaatcatctgccccctgtgagagcccatgccaggcatgtcgcgggcgaggacacccgccactcgtacagcagac
cattatgctacctcacaatagttcataacagtgaccataattctcgaagctccccaacgagcacctccatgctctgagtg
gccaccccccgccctggtgcttgcgaggggcaggtcaaccggcatggggctaccgaaatccccgaccggatcccacc
acccccgcgatgggaagaatctctccccgggatgtggggccaccaccagcacacacctgctggccaggcgagcgtca
aaccataccacacaaaatatccttggcatcgccctgaattccttctgccgctctgctacccgggtgcttctgtccgaagca
ggggttgctagggatcgctccgagtcgcgaacaccttgtcgctggcggggcttgttcgagcttgaagagc

配列番号 277

C. w r i g h t i i の K A S A 1 (コドン最適化) のコード領域

ATGgccaccgcatccactttctcggcggttaatgcccgtgcgggcgacctgcgtcgtcggcgggctccggggccc
ggcgcccagcgaggccctccccgtgcgct**acgta**ttccagtgcctggtggccagctgcatgacccctgcgacca
gtaccgcagcagcgccagcctgagcttctgggcgacaacggcttcgccagcctgttcggcagcaagcccttcag
agcaaccgcggccaccgcccgtgcgcgcgcagccacagcggcgaggccatggccgtggccctgcagcccgcc
caggaggccggcaccagaagaagcccgtgatcaagcagcgcgcgctggtggtgaccggcatggcgctggtga
ccccctggggccacgagcccgcgtgttctacaacaacctgctggacggcgtgagcggcatcagcgagatcgaga
ccttcgactgcaccagttccccaccgcacgcgcggcgagatcaagagcttcagcacccgacggctgggtggcccc
caagctgagcaagcgcatggacaagttcatgctgtacctgctgaccgccggcaagaaggccctggccgacggcg
gcatcaccgacgaggtgatgaaggagctggacaagcgcaagtgcggcgctgctgatcggcagcggcatggcgcg
catgaagggtgttaacgacgccatcgaggccctgcgcgtgagctacaagaagatgaaccccttctgcgtgcccttc
gccaccaccaacatgggcagcgccatgctggccatggacctgggctggatgggccccaaactacagcatcagcacc
gcctgcgccaccagcaacttctgcacccctgaacgcgcgccaaccacatcatccgcggcgaggccgacatgatgctgt
gcggcggcagcgacgccgtgatcatccccatcgccctggggcggttcctggtgctgccgcgccctgagccagcgcaa
cagcgaccccccaaggccagccgcccctgggacagcaaccgcgacggcttcgtgatgggcgagggcgccggcg
tgctgctgctggaggagctggagcacgccaagaagcgcgggcgccaccatctacgccgagttcctgggcggcagct
tcacctgcgacgcctaccacatgaccgagccccaccccgagggcgccggcgctgatcctgtgcatcgagaaggccct
ggcccaggccggcgctgagcaaggaggacgtgaactacatcaacgcccacgccaccagcaccagcgccggcgaca
tcaaggagtaccaggccctggcccgctgcttcggccagaacagcgagctgcgcgtgaacagcaccagaagagcatg
atcgccacactgctgggcgcgcggcgcggtggaggccgtgaccgtggtgcaggccatccgcaccggctggatt
caccccaacctgaacctggaggaccccgacaaggccgtggacgccaagctgctggtgggccccagaaggagcg
cctgaacgtgaagggtgggctgagcaacagcttcggcttcggcgggccacaacagcagcatcctgttcgccccctgc
aacgtg**TGA**

配列番号 278

C. w r i g h t i i の F a t B 2 チオエステラーゼ (コドン最適化) のコード領域

ATGgccaccgcatccactttctcggcggttaatgcccgtgcgggcgacctgcgtcgtcggcgggctccggggccc
ggcgcccagcgaggccctccccgtgcgcgg**ggcg**gcccccaaggccaacggcagcgccgtgagcctgaagtccg
gcagcctgaacacccctggaggacccccccagcagccccccccccgcaccttctgaaccagctgcccgaactggag
ccgcctgcgcaccgccatcaccacgtgttcgtggccgcccagagaagcagttcaccgcctggaccgcaagagcaa
gcgccccgacatgctggtggactgggttcggcagcgagaccatcgtgcaggacggcctggtgttcgcgagcgcttc
agcatccgcagctacgagatcggcgccgaccgcaccgccagcatcgagaccctgatgaaccacctgcaggacacc
agcctgaaccactgcaagagcgtgggcctgctgaacgacggcttcggccgcacccccgagatgtgcacccgcgac
ctgatctgggtgctgaccaagatgcagatcgtggtgaaccgctacccacctggggcgacaccgtggagatcaac
agctggttcagccagagcggcaagatcggcatggggcgagtggtgatcagcgactgcaacacccggcgagat
cctggtgcgcgccaccagcgccctgggcatgatgaaccagaagacccgcgcttcagcaagctgcctgcgaggt
gcgccaggagatcgccccccacttctgtagcgcgcccccccgctgatcaggagacaacgaccgcaagctgcacaagtt

【1 0 1 3】

【数 2 6 8】

*cgacgtgaagaccggcgacagcatctgcaagggcctgacccccgctggaacgacttcgacgtgaaccagcacg
tgagcaacgtgaagtacatcggctggattctggagagcatgccaccgaggtgctggagaccaggagctgtgca
gcctgaccctggagtaccgccgagtgccgcccgcgagagcgtggtggagagcgtgaccagcatgaacccagc
aaggtgggcgaccgcagccagtaccagcacctgctgcgcctggaggacggcgccgacatcatgaagggccgcac
cgagtggcgccccaagaacgccggcaccaaccgcgccatcagcaccTGA*

配列番号 279

K A S I I - 対立遺伝子 __ 1 __ c D N A

ATGCAGACCGCGCACCAAGCGGCCCCCGACCGAGGGGCACTGCTTCGGTGCGAGGCTGCCC
ACGGCGTTCGAGGCGGGCGGTGCGCCGGGCATGGTCCCGCATCGCGCGCGCGGCGGCCGCG
GCCGACGCAAACCCCGCCCGCCCTGAGCGCCGCGTGGTCATCACGGGCCAGGGCGTGCTG
ACCAGCCTGGGCCAGACGATCGAGCAGTTTTACAGCAGCCTGCTGGAGGGCGTGAGCGGC
ATCTCGCAGATACAGAAGTTCGACACCACGGGCTACACGACGACGATCGCGGGCGAGATC
AAGTCGCTGCAGCTGGACCCGTACGTGCCCAAGCGCTGGGCGAAGCGCGTGGACGACGTG
ATAAAGTACGTCTACATCGCGGGCAAGCAGGCGCTGGAGAGCGCCGGCCTGCCGATCGAG
GCGGCGGGGCTGGCGGGCGCGGGGCTGGACCCGGCGCTGTGCGGCGTGCTCATCGGCACC
GCCATGGCGGGCATGACGTCTTTCGCGGCGGGCGTGGAGGCGCTGACGCGCGGCGGGCGTG
CGCAAGATGAACCCCTTTTGCATCCCCCTTCTCCATCTCCAACATGGGCGGCGCGATGCTG
GCGATGGACATCGGCTTCATGGGCCCCAACTACTCCATCTCCACGGCCTGCGCGACGGGC
AACTACTGCATCCTGGGCGCGGGCGGACACATCCGGCGCGGCGACGCAAACGTGATGCTG
GCCGCGGGCGCGGACGCGGCCATCATCCCCTCGGGCATCGGCGGGCTTCATCGCGTGCAAG
GCGCTGAGCAAGCGCAACGACGAGCCCGAGCGCGCGAGCCGGCCCTGGGACGCCGACCGC
GACGGCTTCGTATGGGCGAGGGCGCCGGCGTGCTGGTGCTGGAGGAGCTGGAGCACGCC
AAGCGCCGCGGCGCGACCATTTTGGCTGAATTAGTTGGCGGCGCGGCCACCTCGGACGCG
CACCACATGACCGAGCCCGACCCGCGAGGGCCGCGGCGTGCGCCTCTGCCTCGAGCGCGCG
CTCGAGCGCGCGCCTCGCGCCCCGAGCGCGTGGCTACGTCAACGCGCACGGCACCAGC
ACGCCCCGCGGGCGACGTGGCCGAGTACCGCGCCATCCGCGCCGTATCCCGCAGGACTCA
CTACGCATCAACTCCACAAAGTCCATGATCGGGCACCTGCTCGGCGGGCGCCGGCGCGGTC
GAGGCCGTGGCCGCCATCCAGGCCCTGCGCACCGGCTGGCTCCACCCCAACTTGAACCTC
GAGAACCCCGCGCCTGGCGTCGACCCCGTCTGCTGCTGGGGCCGCGGAAGGAGCGCGCC
GAAGACCTGGACGTCTCTCTCCAACCTCTTTGGCTTTGGCGGGCACAAATTCGTGCGTC
ATCTTCCGAAAGTACGACGAGTGA

10

20

30

配列番号 280

K A S I I - 対立遺伝子 __ 2 __ c D N A

ATGCAGACCGCGCACCAAGCGGCCCCCGACCGAGGGGCACTGCTTCGGTGCGAGGCTGCCC
ACGGCGTTCGAGGCGGGCGGTGCGCCGGGCGTGGTCCCGCATCGCGCGCGCGGCGGCCGCG
GCCGACGCGACCCCGCCCGCCCTCCGCGCCGCGTGGTCGTGACGGGCCAGGGCGTGCTG
ACCAGCCTGGGCCAGACGATCGAGCAGTTTTACAGCAGCCTGCTGGAGGGCGTGAGCGGC
ATCTCGCAGATCCAAAAGTTTGACACCACGGGCTACACGACGACGATCGCGGGCGAGATC
AAGTCGCTGCAGCTGGACCCGTACGTGCCCAAGCGCTGGGCGAAGCGCGTGGACGACGTC
ATCAAGTACGTCTACATCGCGGGCAAGCAGGCGCTGGAGAACGCGGGGCTGCCGATCGAG
GCGGCGGGGCTGGCGGGCGCGGGGCTGGACCCCGCGCTGTGCGGCGTGCTCATCGGCACC
GCCATGGCGGGCATGACGTCTTTCGCGGCGGGCGTGGAGGCGCTGACGCGCGGCGGGCGTG
CGCAAGATGAACCCCTTTTGCATCCCCCTTCTCCATCTCCAACATGGGCGGCGCGATGCTG
GCGATGGACATCGGCTTCATGGGCCCCAACTACTCCATCTCCACGGCCTGCGCGACGGGC
AACTACTGCATCCTGGGCGCGGGCGGACACATCCGGCGCGGCGACGCGGACGTGATGCTG
GCCGCGGGCGCGGACGCGGCCATCATCCCCTCGGGCATCGGCGGGCTTCATCGCGTGCAAG

40

【1 0 1 4】

50

【数 2 6 9】

GCGCTGAGCAAGCGCAACGACGAGCCCGAGCGCGCGAGCCGGCCCTGGGACGCCGACCGC
 GACGGCTTCGTCATGGGCGAGGGCGCCGGCGTGCTGGTGTGGAGGAGCTGGAGCACGCC
 AAGCGCCGCGGCGCGACCATCCTGGCCGAATTCGTCGGCGGCGCGGCCACCTCGGACGCG
 CACCACATGACCGAGCCGGACCCGAGGGCCGCGGCGTGCGCCTCTGCCTCGAACGCGCG
 CTCGAGCGCGCGCCTCGCGCCCGAGCGCGTGGCTACGTCAACGCGCACGGCACCAGC
 ACGCCCGCGGGCGACGTGGCCGAGTACCGCGCCATCCGCGCCGTCATCCCGCAGGACTCG
 CTGCGCATCAACTCCACCAAGTCCATGATCGGGCACCTGCTCGGCGGCGCCGGCGCGGTC
 GAGGCCGTGGCCGCCATCCAGGCCCTGCGCACCGGCTGGCTCCACCCCAACCTCAACCTC
 GAGAACCCCGCACCCGGGGTCGACCCCGTCGTGCTCGTGGGGCCGCGCAAGGAGCGCGCC
 GAAGACCTCGACGTCGTCTCTCCAACCTCCTTTGGCTTCGGCGGGCACAACTCGTGCGTC
 ATCTTCCAAAAGTACGACGAGTGA

10

配列番号 281

K A S I I - 対立遺伝子 __ 1

MQTAHQRPPTGHCFCGARLPTASRRAVRRAWSRIARAAAAADANPARPERRVVITGQGVV
 TSLGQTIEQFYSSLLEGVSGISQIQKFDTTGYTTTIAGEIKSLQLDPYVPKRWAKRVDDV
 IKYVYIAGKQALESAGLPIEAAGLAGAGLDPALCGVLIGTAMAGMTSFAAGVEALTRGGV
 RKMNPFCIPFSISNMGGAMLAMDIGFMGPNYSSISTACATGNYCILGAADHIRRGDANVML
 AGGADAAIIPSGIGGFIACKALSKRNDEPERASRPWDADRDGFVMGEGAGVLVLEELEHA
 KRRGATILAEVLVGAATSDAHHMTEPDQPQGRGVRLCLERALERARLAPERVGYVNAHGT
 TPAGDVAEYRAIRAVIPQDSLRLNSTKSMIGHLLGGAGAVEAVAAIQALRTGWLHPNLNL
 ENPAPGVDPVVLVGPRKERAEDLDVVLNSFSGFGGHNSCVIFRKYDE

20

配列番号 282

K A S I I - 対立遺伝子 __ 2

MQTAHQRPPTGHCFCGARLPTASRRAVRRAWSRIARAAAAADATPARPPRRVVVT
 GQGVVVTSLGQTIEQFYSSLLEGVSGISQIQKFDTTGYTTTIAGEIKSLQLDPYVPKR
 WAKRVDDVIKYVYIAGKQALENAGLPIEAAGLAGAGLDPALCGVLIGTAMAGMT
 SFAAGVEALTRGGVRKMNPFCIPFSISNMGGAMLAMDIGFMGPNYSSISTACATGN
 YCILGAADHIRRGDADVMLAGGADAAIIPSGIGGFIACKALSKRNDEPERASRPWD
 ADRDGFVMGEGAGVLVLEELEHAKRRGATILAEFVGAATSDAHHMTEPDQPGR
 GVRCLCLERALERARLAPERVGYVNAHGTSTPAGDVAEYRAIRAVIPQDSLRLNSTK
 SMIGHLLGGAGAVEAVAAIQALRTGWLHPNLNLNENPAPGVDPVVLVGPRKERA
 ELDVVLNSFSGFGGHNSCVIFQKYDE

30

配列番号 283

p S Z 1 5 0 3

gctcttcccgcaccggtggctccaccccaacttgaacctcgagaaccccgcgcttgctcgaccccgctgtgctcg
tggggccgcggaaggagcgcgccgaagacctggacgtcgctcctccaactccttggcttggcgggcacaattcgt
gcgtcggtagcctttcttgcgctatgacacttccagcaaaaggtagggcgggctgcgagacggcttccggcgctgca
 tgcaacaccgatgatgcttcgacccccgaagctccttcggggctgcatggcgctccgatgccgtccaggcgagc
 gctgtttaaatagccagggccccgattgcaaagacattatagcgagctaccaagccatattcaaacacctagatcac
 taccacttctacacaggccactcgagcttgtgatcgactccgctaagggggcgctccttctccttctcgttcagtcacaa
 cccgcaaac**ggcgcgcc****ATG**ctgtgcaggccttctgttctgtgtgcccggcttcgcccgaagatcagcgcctc
 catgacgaacgagacgtccgacgcgcccttggtgcacttcaccccaacaagggctggatgaacgaccccaacgg
 cctgtgttacgacgagaaggacgccaagtggcacctgtacttcagtaacaacccgaacgacaccgctcgtgggggac
 gcccttgttctggggccacgcccacgtccgacgacctgaccaactgggaggaccagcccatcgccatcgccccgaag

40

【1 0 1 5】

50

【数 2 7 0】

cgcaacgactccggcgcccttctccggctccatgggtgggactacaacaacacctccggcttcttcaacgacaccat
 cgccccgcgccagcgctgctggtggccatctggacctacaacaccccgaggtccgaggagcagtagcatctctacagc
 ctggacggcggtctacaccttcaccgagtaccagaagaaccccgctgctggccgccaactccacccaggttcgcgacc
 cgaaggctcttctggtacgagccctccagaagtggatcatgaccgcgccaagtcccaggactacaagatcgaga
 tctactctccgacgacctgaagtctggaagctggagtcgcgttcgccaacgagggcttctcggctaccagtac
 gagtgccccggcctgatcgagggtccccaccgagcaggacccagcaagtctactgggtgatgttcatctccatca
 accccggcgccccggcggtccttcaaccagtacttctgctggcagcttcaacggcaccacattcgaggccttc
 gacaaccagttcccgcgtgggtggacttcggcaaggactactacgcccctgcagaccttcttcaacacggacccgacct
 acgggagcgccctgggcatcgctggtggcctccaactgggagttactccgccttcgtgcccaccaacccctggcgctc
 ctccatgtccctcgctgcgaagttctccctcaacacccgagtaccaggccaacccggagacggagctgatcaacctg
 aaggccgagccgatctgaacatcagcaacgccccgggcttggagccggttcgccaccaacaccacgttgacgaag
 gccaacagctacaacgtcgacctgtccaacagcaccggcacccctggagttcgagctggtgtacgccgtcaacacca
 cccagacgatctccaagtccgtgttcgaggacctctccctctggttcaagggcctggaggaccccgaggagtagctc
 cgcatgggcttcgaggtgtccgctcctcttcttctggtaccgcggaacagcaaggtgaagttcgtgaaggaga
 acccctacttcaccaaccgcatgagcgtgaacaaccagcccttcaagagcgagaacgacctgtcctactacaaggt
 gtacggcttgcgtggaccagaacatcctggagctgtacttcaacgacggcgacgtcgtgtccaccaacacctaacttc
 atgaccacggggaacgccttgggctccgtgaacatgacgacgggggtggacaacctgttctacatcgacaagttc
 caggtgctgcgaggtcaag**TGA**caattggcagcagcagctcggatagtatcgacacactctggacgctggctgtgtg
atggactgttgcgccacacttgccttgacctgtgaatatccctgccgcttttatcaaacagcctcagtggtttgat
cttgtgtgtacgcgcttttgcgagttgctagctgcttgtgtctatttgcgaataccacccccagcatcccttccctcgttcc
atatcgcttgcacccaaccgcaacttatctacgctgtcctgctatccctcagcgctgctcctgctcctgctcactgcccc
tgcacagccttgggttgggctccgcctgtattctcctggtactgcaacctgtaaacagcactgcaatgctgatgcacg
ggaagtagtgggatgggaacacaaatggaggatcgtagagctcatcttcgaaagtacgacgagtgagcgagctga
 ttctctttgagcggggctcgggtggttcggggagagtgcgcgaaaggcgagagacgtgcggccggcgtgtcctcc
 gtcttccctggttgggtgctatagtaacctgcctgtgtcgctgcgctcggggaagagc

10

20

配列番号 284

G a n o d e r m a t s u g a e マンガン過酸化酵素ジムスターゼ (Mn-S
 OD) 遺伝子、部分的 c d s . 、G e n b a n k 寄託番号 U 5 6 1 0 6 、パー
 ジョン U 5 6 1 0 6 . 1

30

CTCCACCACA AGAAGCACCA CCAGACCTAC GTGAACGCGC TCAACGCCGC
 AGAGCAGGCC
 TACGCCAAGG CCACCACCCC CAAGGAGCGC ATCGCCCTCC AGTCCGCCCT
 CAAGTTCAAC
 GCGGGTGGTG AGTGAATTTT GCGAATGTCT GCTCACCGCG ACGCGATTAC
 GAATCCGCTA
 ACTCTAACAC TTTGCTGCGG GGGATGTGCA GGTCACATCA ACCACTCCCT
 CTTCTGGAAG
 AACCTCGCCC CAGCCAAGTC TGAGGGCAAG GGAAACGGCG GCGCCATCAA
 GGACGGCCCC
 CTCAAGTCGG CGATCGAGCA GAACTTTGGT TCCGTCGACG TCTTCATCAA
 GGAGTTCAAC
 GCGACCACCG CGTCCATCCA GGGCTCCGGC TGGGGCTGGC TCGTGAGTCT
 TCTCTTCTGC
 GATCGGAAGG CGCATCCGGT GTTATGGTCG CGCGCTGCAC GCGTGTCTCG
 CTTCCGGCTCC
 GCCGTCTGAAG CGCTGATACC GAGACCGATC TGCTGCAAAT CATTTGCGCT
 GCGATAGAGC

40

【1 0 1 6】

50

【数 2 7 1】

TCCGGGGGGCT TTAACCCTTC GTTCCATGTG ATAAGACCGC GTCTGACCGG
 GTGGTGTTTT
 CTATCGCAGG GTCTCAACCC GGCGACCAAG CGCCTCGAGA TCACGACGAC
 GGCCAACCAG
 GACCCTCTCC TCACGCACGT CCCCATCATC GGCGTCGACA TCTGGGAGCA CGCGTTC

配列番号 285

Umbellularia californica (カリフォルニア月桂樹)
 チオエステラーゼ mRNA、完全 cds.、Genbank 寄託番号 M94159、バージョン M94159.1

10

AGAGAGAGAG AGAGAGAGAG AGCTAAATTA AAAAAAAAAAC CCAGAAGTGG
 GAAATCTTCC
 CCATGAAATA ACGGATCCTC TTGCTACTGC TACTACTACT ACTACAACT
 GTAGCCATTT
 ATATAATTCT ATATAATTTT CAACATGGCC ACCACCTCTT TAGCTTCCGC
 TTTCTGCTCG
 ATGAAAGCTG TAATGTTGGC TCGTGATGGC CGGGGCATGA AACCCAGGAG
 CAGTGATTTG
 CAGCTGAGGG CGGGAAATGC GCCAACCTCT TTGAAGATGA TCAATGGGAC
 CAAGTTCAGT
 TACACGGAGA GCTTGAAAAG GTTGCCTGAC TGGAGCATGC TCTTTGCAGT
 GATCACAACC
 ATCTTTTCGG CTGCTGAGAA GCAGTGGACC AATCTAGAGT GGAAGCCGAA
 GCCGAAGCTA
 CCCCAGTTGC TTGATGACCA TTTTGGACTG CATGGGTTAG TTTTCAGGCG
 CACCTTTGCC
 ATCAGATCTT ATGAGGTGGG ACCTGACCGC TCCACATCTA TACTGGCTGT
 TATGAATCAC
 ATGCAGGAGG CTACACTTAA TCATGCGAAG AGTGTGGGAA TTCTAGGAGA
 TGGATTCCGG
 ACGACGCTAG AGATGAGTAA GAGAGATCTG ATGTGGGTTG TGAGACGCAC
 GCATGTTGCT
 GTGGAACGGT ACCCTACTTG GGGTGATACT GTAGAAGTAG AGTGCTGGAT
 TGGTGCACTT
 GGAAATAATG GCATGCGACG TGATTTCTTT GTCCGGGACT GCAAAACAGG
 CGAAATTCTT
 ACAAGATGTA CCAGCCTTTC GGTGCTGATG AATACAAGGA CAAGGAGGTT
 GTCCACAATC
 CCTGACGAAG TTAGAGGGGA GATAGGGCCT GCATTCATTG ATAATGTGGC
 TGTCAAGGAC
 GATGAAATTA AGAACTACA GAAGCTCAAT GACAGCACTG CAGATTACAT
 CCAAGGAGGT
 TTGACTCCTC GATGGAATGA TTTGGATGTC AATCAGCATG TGAACAACCT
 CAAATACGTT
 GCCTGGGTTT TTGAGACCGT CCCAGACTCC ATCTTTGAGA GTCATCATAT
 TTCCAGCTTC
 ACTCTTGAAT ACAGGAGAGA GTGCACGAGG GATAGCGTGC TGCGGTCCCT
 GACCACTGTC

20

30

40

【1 0 1 7】

50

【数 2 7 2】

TCTGGTGGCT CGTCGGAGGC TGGGTTAGTG TGCGATCACT TGCTCCAGCT
 TGAAGGTGGG
 TCTGAGGTAT TGAGGGCAAG AACAGAGTGG AGGCCTAAGC TTACCGATAG
 TTTTCAAGGG
 ATTAGTGTGA TACCCGCAGA ACCGAGGGTG TAACTAATGA AAGAAGCATC
 TGTTGAAGTT
 TCTCCCATGC TGTTCTGTGAG GATACTTTTT AGAAGCTGCA GTTTGCATTG
 CTTGTGCAGA
 ATCATGGTCT GTGGTTTTAG ATGTATATAA AAAATAGTCC TGTAGTCATG
 AAACCTAATA
 TCAGAAAAAT AACTCAATGG GTCAAGGTTA TCGAAGTAGT CATTTAAGCT
 TTGAAATATG
 TTTTGTATTC CTCGGCTTAA TCTGTAAGCT CTTTCTCTTG CAATAAAGTT
 CGCCTTTCAA
 T

10

配列番号 286

Cuphea calophylla subsp. *Mesosystemon*、
 種特異的アシルーアシルキャリアータンパク質チオエステラーゼ、Genbank 寄託番号 ABB71579、バージョン ABB71579.1

20

MVAEEASSAL FSVRTPGTSP KPGKERNWPS SLSVFPKSKS NHNGGFQVKA
 NASARPKANG
 SAVSLKSGSL DTQEDTSSSS SPPTFINQL PDWSMLLSAI TTVFVAAEKQ
 WTMLDRKSKR
 PDTLMDPFGV DRVVDGQGVVF RQSFSSIRSYE IGADRTASIE TLMNIFQETS
 LNHCKSIGLL
 NDGFGRTPEM CKRDLIWVVT KMHIEVNRYP TWGDTIEVNT WVSESGKTGM
 GRDWLISDCH
 TGEILIRATS VCAMMNQTTR RFSKFPYEVF QELAPHFVDS APVIEDYQKL
 HKLDVKTGDS
 ICNGLTPRWL DLDVNQHVNN VKYIGWILES VPKEVFETQE LCGLTLEYRR
 ECGRDSVLKS
 VTAMDPSKEG DRSLYQHLLR LEDGTDIAKG RTKWRPKNAG TNGAISTGKT SNGNSIS

30

配列番号 287

Ulmus americana (アメリカニレ) アシルーACPチオエステ
 ラーゼ、Genbank 寄託番号 AAB71731、バージョン AAB717
 31.1

GSGALQVKAS SQAPPKLNGS NVGLVKSSQI VKKGDDTTSP PARTFINQLP
 DWSMLLAIT
 TLFLAAEKQW MMLDWKPKRP DMLVDPFGLG RFVQDGLVFR NNFSIRSYEI
 GADRTASIE
 LMNHLQETAL NHVKSIVGLLE DGLGSTREMS LRNLIWVVTQ MQVAVDRYPT
 WGDEVQVSSW
 ATAIGKNGMR REWIVTDFRT GETLLRATSV WVMNKLTRR ISKIPEEVWH
 EIGPSFIDAP
 PLPTVEDDGR KLTRFDESSA DFIRXGLTPR WSDLDINQHV NNVKYIGWLL
 ESAPPEIHES

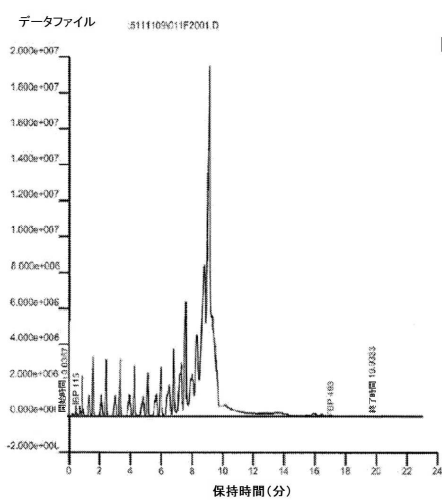
40

【1018】

【数 2 7 3】

HEIASLTLEY RRECGRDSVL NSATKVSDSS QLGKSAVECN HLVRLQNGGE
IVKGRTVWRP
KRPLYNDGAV VDVXAKTS

【図 1】



【配列表】

0005996527000001.app

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/374,992
(32)優先日 平成22年8月18日(2010.8.18)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/349,774
(32)優先日 平成22年5月28日(2010.5.28)
(33)優先権主張国 米国(US)

前置審査

- (72)発明者 フランクリン, スコット
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94080, サウス サンフランシスコ, ゲートウェイ
ブルーバード 225
(72)発明者 ソマンチ, アラビンド
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94080, サウス サンフランシスコ, ゲートウェイ
ブルーバード 225
(72)発明者 ウィー, ジャニス
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94080, サウス サンフランシスコ, ゲートウェイ
ブルーバード 225
(72)発明者 ルデenko, ジョージ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94080, サウス サンフランシスコ, ゲートウェイ
ブルーバード 225
(72)発明者 モーズリー, ジェフリー エル
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94080, サウス サンフランシスコ, ゲートウェイ
ブルーバード 225
(72)発明者 ラキットスカイ, ウォルト
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94080, サウス サンフランシスコ, ゲートウェイ
ブルーバード 225

審査官 福間 信子

- (56)参考文献 国際公開第2010/045368 (WO, A1)
特開平10-046181 (JP, A)
国際公開第2008/151149 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A23D

C12N 15/00-90

CAPLUS/MEDLINE/BIOSIS (STN)