

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6504530号
(P6504530)

(45) 発行日 平成31年4月24日 (2019. 4. 24)

(24) 登録日 平成31年4月5日 (2019. 4. 5)

(51) Int. Cl.

F I

C O 7 C 51/09 (2006. 01)

C O 7 C 51/09

C O 7 C 57/58 (2006. 01)

C O 7 C 57/58

C O 7 B 53/00 (2006. 01)

C O 7 B 53/00

B

C O 7 C 67/343 (2006. 01)

C O 7 C 67/343

C O 7 C 69/65 (2006. 01)

C O 7 C 69/65

請求項の数 15 (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-543596 (P2017-543596)
 (86) (22) 出願日 平成28年9月29日 (2016. 9. 29)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/078939
 (87) 国際公開番号 W02017/057642
 (87) 国際公開日 平成29年4月6日 (2017. 4. 6)
 審査請求日 平成30年2月2日 (2018. 2. 2)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-194284 (P2015-194284)
 (32) 優先日 平成27年9月30日 (2015. 9. 30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000002819
 大正製薬株式会社
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100118902
 弁理士 山本 修
 (74) 代理人 100106208
 弁理士 宮前 徹
 (74) 代理人 100120112
 弁理士 中西 基晴
 (74) 代理人 100106080
 弁理士 山口 晶子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸の製造法

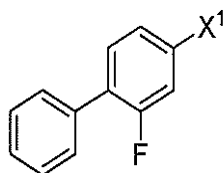
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸又はその製薬学的に許容される塩の製造法において、下記 (a) ~ (c) 工程を含むことを特徴とする製造法：

(a) 式 [1] で表される化合物をマグネシウムと反応させることを含む有機金属試薬を調製する工程、

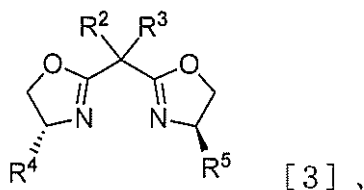
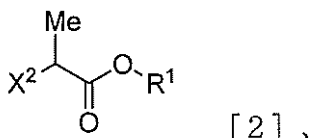
【化 1】



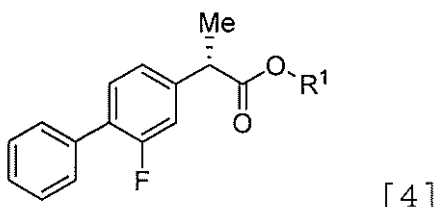
[1]

(b) 触媒量のニッケル化合物、及び触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の存在下、式 [2] で表される化合物を工程 (a) において調製した有機金属試薬と反応させ、式 [4] で表される化合物を得る工程、及び

【化 2】



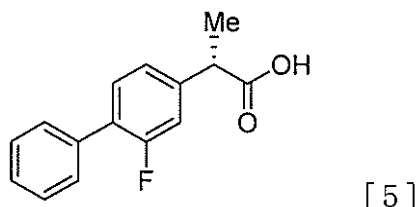
10



(c) 得られた式 [4] で表される化合物を式 [5] で表される化合物又はその製薬学的に許容される塩に変換する工程

20

【化 3】



なお、上記 (a) ~ (c) 工程中上記式 [1] から [5] において、

X¹ はハロゲン原子を表し、

X² はハロゲン原子を表し、

30

R¹ は tert - ブチルジフェニルシリル、C₁₋₆ アルキル、C₂₋₆ アルケニル、C₃₋₈ シクロアルキル、フェニル、又は置換基群 A 1 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいベンジルを表し、

R² 及び R³ は独立して C₁₋₆ アルキルを表し、

または R²、R³、及び該置換基に隣接する炭素原子は一緒になって C₃₋₆ シクロアルカンを形成してもよく、

R⁴ 及び R⁵ は独立して C₁₋₆ アルキル、ベンジル、フェネチル、又は置換基群 A 2 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいフェニルを表し、

ここで、置換基群 A 1 は、C₁₋₆ アルキル及びフェニルからなる群を表し、

置換基群 A 2 は、ハロゲン原子、C₁₋₆ アルキル、ハロ C₁₋₆ アルキル、C₁₋₆ アルコキシ、ハロ C₁₋₆ アルコキシ、及びフェニルからなる群

40

を表す。

【請求項 2】

工程 (a) において、式 [1] で表される化合物をマグネシウムと反応させた後、さらに塩化亜鉛又は臭化亜鉛を反応させて、有機金属試薬を調製する、請求項 1 に記載の製造法。

【請求項 3】

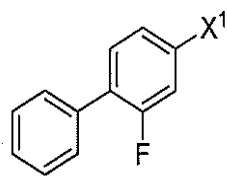
請求項 1 に記載の式 [4] で表される化合物の製造法であって、下記 (a) ~ (b) 工程を含むことを特徴とする製造法：

(a) 式 [1] で表される化合物をマグネシウムと反応させることを含む有機金属試薬を調

50

製する工程、

【化 4】

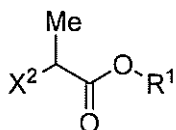


[1]

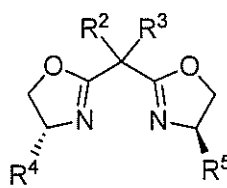
(b) 触媒量のニッケル化合物、及び触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の存在下、式 [2] で表される化合物を工程 (a) において調製した有機金属試薬と反応させ、式 [4] で表される化合物を得る工程

10

【化 5】

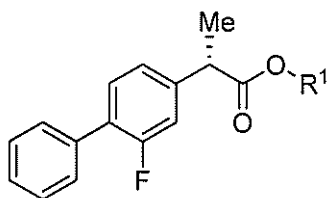


[2] 、



[3] 、

20



[4]

なお、上記 (a) ~ (b) 工程中上記式 [1] から [4] において、

X¹、X²、R¹、R²、R³、R⁴、及び R⁵ は、請求項 1 に定義された通りである。

30

【請求項 4】

工程 (a) において、式 [1] で表される化合物をマグネシウムと反応させた後、さらに塩化亜鉛又は臭化亜鉛を反応させて、有機金属試薬を調製する、請求項 3 に記載の製造法。

【請求項 5】

工程 (b) における式 [2] で表される化合物について、R¹ が C₁₋₆ アルキルである請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 6】

工程 (b) における式 [2] で表される化合物について、R¹ が tert - ブチルである、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項のいずれか 1 項に記載の製造法。

40

【請求項 7】

工程 (b) において、式 [2] で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が 10 mol % 以下である請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 8】

工程 (b) において、式 [2] で表される化合物に対して、使用する式 [3] で表される光学活性な化合物の触媒量が 12 mol % 以下である請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 9】

工程 (b) において、式 [2] で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が 0.03 から 1.00 mol % であり、使用する式 [3] で表される光学活性な化

50

合物の触媒量が 0.036 から 1.20 mol % である請求項 2、4～8 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 10】

工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が 0.50 から 1.00 mol % であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が 0.60 から 1.20 mol % である請求項 1、3、5～8 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 11】

工程(b)において、反応温度が -78 から反応溶媒の沸点である請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 12】

工程(b)において、反応温度が -20 から 25 である請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 13】

工程(b)において、反応温度が 0 から 25 である請求項 2、4～9、11、12 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 14】

工程(b)において、反応温度が -20 から 0 である請求項 1、3、5～8、10～12 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【請求項 15】

工程(c)において、式[4]で表される化合物を式[5]で表される化合物に変換する工程が酸性条件下における変換である請求項 1、2、5～14 のいずれか 1 項に記載の製造法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学活性な 2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸の新規な製造法に関する。

【背景技術】

【0002】

2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸又はその製薬学的に許容される塩は、薬剤として抗炎症作用、鎮痛作用等を有し、広く用いられていることが知られている。この 2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸の製法としては、例えば、2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)マグネシウムブロミドと 2-プロモプロピオン酸の金属塩を用いることで得る方法(特許文献 1)、2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)マグネシウムブロミド、2-プロモプロピオン酸エステルとニッケル触媒とを用いることでエステル中間体としてから得る方法(特許文献 2)が報告されている。しかしながら、これらはいずれもラセミ体としての合成法であり、光学活性な 2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸を得るためには、この後更に光学分割を行う必要がある。光学分割法としては、例えば、光学活性アミンとの塩を形成することで一方の光学異性体の塩を優先的に結晶化させる方法が報告されているが、高光学純度の 2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸を得るには複数回の再結晶工程が必須であり、回収率も 6 割程度と低い(特許文献 3)。また、不斉合成法としては例えば、2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)アクリル酸の不斉水素化が報告されているが(非特許文献 1)、工程数が長いうえに、最終工程で毒性を有するロジウム触媒を使用するため、実用的なものではない。

【0003】

一方、カルボニル位に、立体選択的に炭素-炭素結合を構築する手法として、非特許文献 2 にニッケル触媒と光学活性なビスオキサゾリン配位子を用い、 α -ハロケトンを経験とした不斉熊田反応が報告されており、また、非特許文献 3 に α -ハロアミド、非特許

10

20

30

40

50

文献 4 に - ハロケトンをそれぞれ基質とした不斉根岸反応が報告されている。しかしながら、不斉熊田反応においては - 60 から - 40 という低い反応温度が必要であることに加え、不斉熊田反応及び不斉根岸反応のいずれの反応においても多段階合成により得られる光学活性なビスオキサゾリン配位子を 6.5 から 13% 用いており、工業的製法としては適しておらず、またプロフェン類の合成報告、およびプロフェン類への誘導が容易な - ハロエステルを基質とした合成報告はない。更に、プロフェン構造構築の報告としては、特許文献 4、特許文献 5、非特許文献 5 においてコバルト触媒と光学活性なビスオキサゾリン配位子を用いた不斉熊田反応が、非特許文献 6 において鉄触媒と光学活性なビスオキサゾリン配位子を用いた不斉熊田反応が報告されている。しかしながら、コバルト触媒を用いた不斉熊田反応は - 80 という極めて低い反応温度条件であることに加え、いずれの反応においてもこれらも光学活性なビスオキサゾリン配位子を 6 から 12% 用いており、工業的製法としては適していない。

10

【 0 0 0 4 】

そのため、工業的製法として適当な、光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸の製造法が求められていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】US3959364A

【特許文献 2】特開 2004-339085

【特許文献 3】特開 2000-143580

【特許文献 4】CN103755554

【特許文献 5】CN103755566

【非特許文献】

【 0 0 0 6 】

【非特許文献 1】Org. Chem. Front., 2014, 1, 155.

【非特許文献 2】J. Am. Chem. Soc., 2010, 132, 1264.

【非特許文献 3】J. Am. Chem. Soc., 2005, 127, 4594.

【非特許文献 4】Angew. Chem. Int. Ed., 2009, 48, 154.

【非特許文献 5】J. Am. Chem. Soc., 2014, 136, 17662.

【非特許文献 6】J. Am. Chem. Soc., 2015, 137, 7128.

20

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸の新規な製造法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明者らは、上記課題を達成すべく鋭意検討を重ねた結果、スキーム 1 に示すように、式 [1] で表される化合物 (以下、化合物 [1] と記載することもある) をマグネシウムと反応させ、場合によってはさらに亜鉛化合物を反応させて、調製した有機金属試薬を、触媒量のニッケル化合物、及び触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物 (以下、化合物 [3] と記載することもある) の存在下、式 [2] で表される化合物 (以下、化合物 [2] と記載することもある) と反応させて、得られた式 [4] で表される化合物 (以下、化合物 [4] と記載することもある) を式 [5] で表される化合物 (以下、化合物 [5] と記載することもある) 又はその製薬学的に許容される塩に変換することにより、光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸を製造できることを見出した。

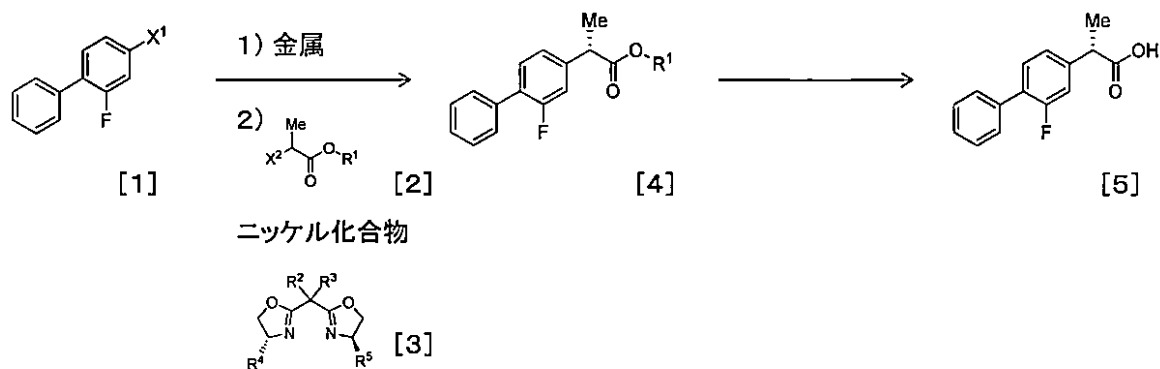
40

【 0 0 0 9 】

スキーム 1

50

【化 1】



10

【 0 0 1 0 】

また、本発明者らは、上記製造法では、従来の方法に比べ、より少量の触媒量のニッケル化合物、及びより少量の触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の存在下、式 [2] で表される化合物と調製した有機金属試薬を反応させて、式 [4] で表される化合物を製造できることを見出した。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明者らは、上記製造法では、従来の方法に比べ、より高い反応温度で、触媒量のニッケル化合物、及び触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の存在下、式 [2] で表される化合物と調製した有機金属試薬を反応させて、式 [4] で表される化合物を製造できることを見出した。

20

【 0 0 1 2 】

すなわち、本発明は以下の通りである。

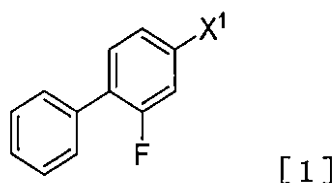
(1) 光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸又はその製薬学的に許容される塩の製造法において、下記 (a) ~ (c) 工程を含むことを特徴とする製造法：

(a) 式 [1] で表される化合物をマグネシウムと反応させることを含む、有機金属試薬を調製する工程、

【 0 0 1 3 】

30

【化 2】

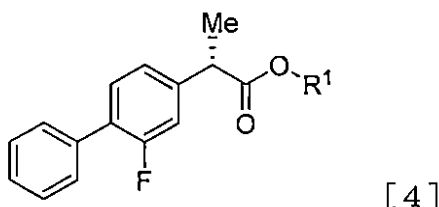
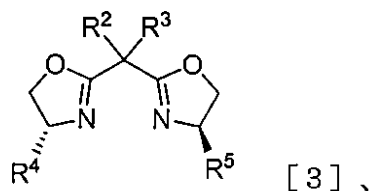
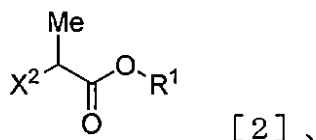


(b) 触媒量のニッケル化合物、及び触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の存在下、式 [2] で表される化合物を工程 (a) において調製した有機金属試薬と反応させ、式 [4] で表される化合物を得る工程、及び

40

【 0 0 1 4 】

【化 3】

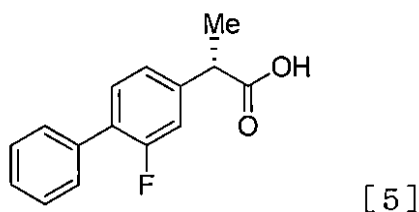


(c) 得られた式 [4] で表される化合物を

式 [5] で表される化合物又はその製薬学的に許容される塩に変換する工程

【 0 0 1 5 】

【化 4】



【 0 0 1 6 】

なお、上記 (a) ~ (c) 工程中、上記式 [1] から [5] で表される化合物において、
 X^1 はハロゲン原子を表し、
 X^2 はハロゲン原子を表し、
 R^1 は *tert*-ブチルジフェニルシリル、 C_{1-6} アルキル、 C_{2-6} アルケニル、 C_{3-8} シクロアルキル、フェニル、又は置換基群 A 1 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいベンジルを表し、
 R^2 及び R^3 は独立して C_{1-6} アルキルを表し、
 または R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子は一緒になって C_{3-6} シクロアルカン
 を形成してもよく、
 R^4 及び R^5 は独立して C_{1-6} アルキル、ベンジル、フェネチル、又は置換基群 A 2 から選
 ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいフェニルを表し、
 ここで、置換基群 A 1 は、 C_{1-6} アルキル及びフェニルからなる群を表し、
 置換基群 A 2 は、ハロゲン原子、 C_{1-6} アルキル、ハロ C_{1-6} アルキル、 C_{1-6} アルコキシ
 、ハロ C_{1-6} アルコキシ、及びフェニルからなる群
 を表す。

(2) 工程 (a) において、式 [1] で表される化合物をマグネシウムと反応させた後、さら
 に塩化亜鉛又は臭化亜鉛を反応させて、有機金属試薬を調製する、(1) に記載の製造
 法。

10

20

30

40

50

(3) 工程(b)における式[2]で表される化合物について、 R^1 が C_{1-6} アルキルである、(1)又は(2)に記載の製造法。

(4) 工程(b)における式[2]で表される化合物について、 R^1 がtert-ブチルである、(3)に記載の製造法。

(5) 工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が0.03から1.00mol%であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が0.036から1.20mol%である、(2)～(4)のいずれかに記載の製造法。

(6) 工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が0.50から1.00mol%であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が0.60から1.20mol%である(1)、(3)又は(4)に記載の製造法。

10

(7) 工程(b)において、反応温度が0から25である、(2)～(5)のいずれかに記載の製造法。

(8) 工程(b)において、反応温度が-20から0である(1)、(3)、(4)又は(6)に記載の製造法。

(9) 工程(c)において、式[4]で表される化合物を式[5]で表される化合物に変換する工程が酸性条件下における変換である、(1)～(8)のいずれかに記載の製造法。

(10) 工程(b)における式[3]で表される光学活性な化合物について、 R^2 及び R^3 がともにメチルであり、

20

R^4 及び R^5 がともにフェニルである、(1)～(9)のいずれかに記載の製造法、

(11) 工程(a)において、式[1]で表される化合物とマグネシウムと反応させて調製した有機マグネシウム試薬と、さらに反応させる塩化亜鉛又は臭化亜鉛のモル比が、2:1から3:1である、(2)～(5)、7～(9)のいずれかに記載の製造法。

(12) 工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が0.10mol%以下であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が0.12mol%以下である、(2)に記載の製造法。

(13) 工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が1.00mol%以下であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が1.20mol%以下である、(1)に記載の製造法。

30

(14) 工程(c)について、酸性条件下において、式[5]で表される化合物への変換に使用する酸が、塩酸、硫酸、ギ酸、トリフルオロ酢酸、メタンスルホン酸、及びp-トルエンスルホン酸からなる群から選ばれる酸である、(9)に記載の製造法。

(15) 工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が1.00mol%以下であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が1.20mol%以下である、(2)に記載の製造法。

(16) 工程(b)において、反応温度が0以上である、(15)に記載の製造法。

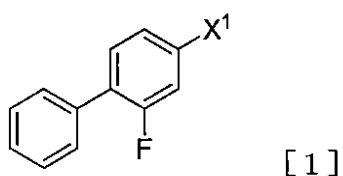
(17) 光学活性な2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸の製造法であって、

(a)式[1]で表される化合物をマグネシウムと反応させ、場合によってはさらに塩化亜鉛又は臭化亜鉛を反応させて、有機金属試薬を調製する工程、

40

【0017】

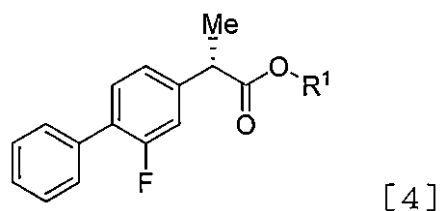
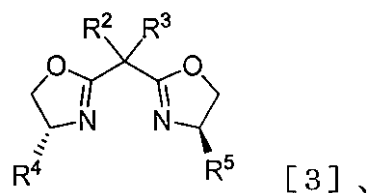
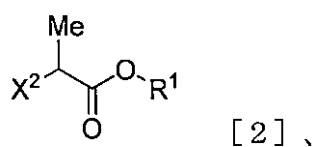
【化 5】



(b) 触媒量のニッケル化合物、及び触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の存在 10
 下、式 [2] で表される化合物を工程 (a) において調製した有機金属試薬と反応させ、式
 [4] で表される化合物を得る工程、及び

【 0 0 1 8 】

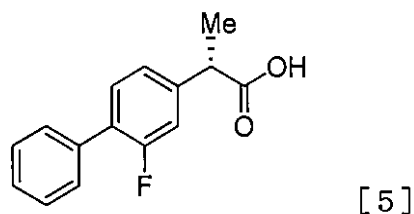
【化 6】



(c) 得られた式 [4] で表される化合物を
 式 [5] で表される化合物又はその製薬学的に許容される塩に変換する工程

【 0 0 1 9 】

【化 7】



からなることを特徴とする光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパ 40
 ン酸の製造法、

ここで、

上記式 [1] から [5] において、

X¹ はハロゲン原子を表し、

X² はハロゲン原子を表し、

R^1 はtert-ブチルジフェニルシリル、 C_{1-6} アルキル、 C_{2-6} アルケニル、 C_{3-8} シクロアルキル、フェニル、又は置換基群A 1から選ばれる1から2個の基で置換されてもよいベンジルを表し、

R^2 及び R^3 は独立して C_{1-6} アルキルを表し、

または R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子は一緒になって C_{3-6} シクロアルカンを形成してもよく、

R^4 及び R^5 は独立して C_{1-6} アルキル、ベンジル、フェネチル、又は置換基群A 2から選ばれる1から2個の基で置換されてもよいフェニルを表し、

ここで、置換基群A 1は、 C_{1-6} アルキル及びフェニルからなる群を表し、

置換基群A 2は、ハロゲン原子、 C_{1-6} アルキル、ハロ C_{1-6} アルキル、 C_{1-6} アルコキシ、ハロ C_{1-6} アルコキシ、及びフェニルからなる群を表す、

10

(18)工程(a)において、式[1]で表される化合物をマグネシウムと反応させた後、さらに塩化亜鉛又は臭化亜鉛を反応させる、(17)に記載の製造法、

(19)工程(a)において、式[1]で表される化合物をマグネシウムと反応させた後、塩化亜鉛又は臭化亜鉛を反応させない、(17)に記載の製造法、

(20)工程(b)における式[2]で表される化合物について、 R^1 が C_{1-6} アルキルである、(17)に記載の製造法、

(21)工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が1.00mol%以下であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が1.20mol%以下である、(17)に記載の製造法、

20

(22)工程(b)において、反応温度が0以上である、(21)に記載の製造法、

(23)工程(c)において、式[4]で表される化合物を式[5]で表される化合物に変換する工程が酸性条件下における変換である、(17)に記載の製造法、

(24)工程(b)における式[3]で表される光学活性な化合物について、

R^2 及び R^3 がともにメチルであり、

R^4 及び R^5 がともにフェニルである、(17)に記載の製造法、

(25)工程(b)における式[2]で表される化合物について、

R^1 がtert-ブチルである、(20)に記載の製造法、

(26)工程(a)において、式[1]で表される化合物とマグネシウムと反応させて調製した有機マグネシウム試薬と、さらに反応させる塩化亜鉛又は臭化亜鉛のモル比が、2:1から3:1である、(18)に記載の製造法、

30

(27)工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が0.10mol%以下であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が0.12mol%以下である、(18)に記載の製造法、

(28)工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が0.03から0.10mol%であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が0.036から0.12mol%である、(27)に記載の製造法、

(29)工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が1.00mol%以下であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が1.20mol%以下である、(19)に記載の製造法、

40

(30)工程(b)において、式[2]で表される化合物に対して、使用するニッケル化合物の触媒量が0.50から1.00mol%であり、使用する式[3]で表される光学活性な化合物の触媒量が0.60から1.20mol%以下である、(29)に記載の製造法、

(31)工程(b)において、反応温度が0から25である、(22)に記載の製造法、

(32)工程(c)について、酸性条件下において、式[5]で表される化合物への変換に使用する酸が、塩酸、硫酸、ギ酸、トリフルオロ酢酸、メタンスルホン酸、及びp-トルエンスルホン酸からなる群から選ばれる酸である、(23)に記載の製造法。

50

【発明の効果】

【0020】

本発明により、2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸を高い光学純度で製造することができる。また、本発明によれば、従来の方法に比べて、より少量の触媒量のニッケル化合物、及びより少量の触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物の使用で、式 [4] で表される化合物を製造することができる。さらに、本発明によれば、従来の方法に比べて、より高い反応温度で、式 [4] で表される化合物を製造することができる。

【0021】

本発明により、抗炎症作用、鎮痛作用を有する薬剤である光学活性な2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸の工業的な製法として有用な方法を提供できる。

10

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明について、詳細に説明する。

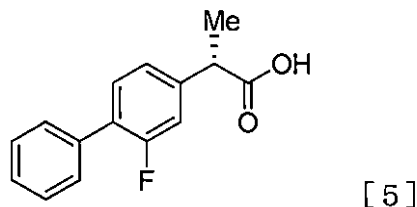
【0023】

本発明により製造できる光学活性な2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸は、以下に示す構造を有している。

【0024】

【化8】

20



【0025】

本明細書において、特記ない限り、式 [4] 及び [5] により表される「光学活性な化合物」は、絶対配置が (S) 体及び (R) 体のいずれかを示す。

30

【0026】

本発明において、「n」はノルマルを、「i」はイソを、「s」及び「sec」はセカンダリーを、「t」及び「tert」はターシャリーを、「c」はシクロを、「o」はオルトを、「m」はメタを、「p」はパラを意味する。

【0027】

「ハロゲン原子」とは、フッ素原子、塩素原子、臭素原子又はヨウ素原子である。

【0028】

「C₁₋₆アルキル」とは、炭素原子を1から6個有する直鎖又は分枝状のアルキルを示す。例えば、メチル、エチル、n - プロピル、イソプロピル、n - ブチル、イソブチル、sec - ブチル、tert - ブチル、n - ペンチル、イソペンチル、ネオペンチル、2 - メチルブチル、tert - アミル、n - ヘキシル、イソヘキシル等が挙げられる。

40

【0029】

「ハロC₁₋₆アルキル」とは、ハロゲン原子で置換された、炭素原子を1から6個有する直鎖状又は分枝状のアルキルを示す。ハロゲン原子の好ましい置換数は1から5個であり、好ましいハロゲン原子はフッ素原子である。例えば、モノフルオロメチル、ジフルオロメチル、トリフルオロメチル、1 - フルオロエチル、1, 1 - ジフルオロエチル、1, 1, 2, 2, 2 - ペンタフルオロエチル、2 - フルオロエチル、2 - フルオロ - 2 - メチルプロピル、2, 2 - ジフルオロプロピル、1 - フルオロ - 2 - メチルプロパン - 2 - イル、1, 1 - ジフルオロ - 2 - メチルプロパン - 2 - イル、1 - フルオロペンチル、1 - フルオロヘキシル等が挙げられる。

50

【0030】

「 C_{2-6} アルケニル」とは、炭素原子を2から6個有する直鎖又は分枝状のアルケニルを示す。例えば、エテニル、(E)-プロパ-1-エン-1-イル、(Z)-プロパ-1-エン-1-イル、プロパ-2-エン-1-イル、ブタ-3-エン-1-イル、ペンタ-4-エン-1-イル、ヘキサ-5-エン-1-イル等が挙げられる。

【0031】

「 C_{1-6} アルコキシ」とは、炭素原子を1から6個有する直鎖又は分枝状のアルコキシを示す。例えば、メトキシ、エトキシ、n-プロポキシ、イソプロポキシ、n-ブトキシ、イソブトキシ、sec-ブトキシ、tert-ブトキシ、n-ペンチルオキシ、イソペンチルオキシ、ネオペンチルオキシ、2-メチルブトキシ、n-ヘキシルオキシ、イソヘキシルオキシが挙げられる。

10

【0032】

「ハロ C_{1-6} アルコキシ」とは、ハロゲン原子で置換された、炭素原子を1から6個有する直鎖状又は分岐状のアルコキシを示す。ハロゲン原子の好ましい置換数は1から5個であり、好ましいハロゲン原子はフッ素原子である。例えば、モノフルオロメトキシ、ジフルオロメトキシ、トリフルオロメトキシ、1-フルオロエトキシ、1,1-ジフルオロエトキシ、1,1,2,2-テトラフルオロエトキシ、2-フルオロエトキシ、2,2,2-トリフルオロエトキシ、3,3,3-トリフルオロプロポキシ、1,3-ジフルオロプロパン-2-イルオキシ、2-フルオロ-2-メチルプロポキシ、2,2-ジフルオロプロポキシ、1-フルオロ-2-メチルプロパン-2-イルオキシ、1,1-ジフルオロ-2-メチルプロパン-2-イルオキシ、4,4,4-トリフルオロブトキシ等が挙げられる。

20

【0033】

「 C_{3-6} シクロアルカン」とは、炭素原子を3から6個有する環状アルカンを意味し、シクロプロパン、シクロブタン、シクロペンタン、シクロヘキサンである。

【0034】

「 C_{3-8} シクロアルキル」とは、炭素原子を3から8個有する環状のアルキルを意味し、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、シクロヘプチル、シクロオクチルである。

【0035】

「有機金属試薬」とは、有機化合物と金属試薬とを反応させて調製する試薬であり、該有機金属試薬は、得られた有機金属試薬へさらに別の金属試薬を反応させて調整した試薬も含む。本発明では、有機化合物とマグネシウムを反応させて調製する有機マグネシウム試薬（以下、グリニャール試薬と記載することもある）と、さらに「亜鉛化合物」を反応させて調製する有機亜鉛含有試薬（以下、「有機亜鉛試薬」という）を示す。

30

【0036】

「亜鉛化合物」とは、有機マグネシウム試薬と反応させた時に、有機亜鉛試薬として調整できるものであればよく、例えば、ハロゲン化亜鉛が挙げられる。具体的には、塩化亜鉛、臭化亜鉛、又はヨウ化亜鉛が挙げられる。

【0037】

「ニッケル化合物」とは、ハロゲン含有ニッケル化合物又はニッケル錯体をいい、例えば、塩化ニッケル(II)、臭化ニッケル(II)、ヨウ化ニッケル(II)、塩化ニッケル(II)・DME錯体(DME: 1,2-ジメトキシエタン)、アセチルアセトンニッケル(II)、塩化ビス(トリフェニルホスフィン)ニッケル(II)が挙げられる。

40

【0038】

「エーテル系の溶媒」とは、例えば、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、メチルテトラヒドロフラン、ジエチルエーテル、ジメトキシエタン、シクロペンチルメチルエーテルが挙げられる。

【0039】

「ベンゼン系の溶媒」とは、例えば、ベンゼン、トルエン、キシレンが挙げられる。

50

【 0 0 4 0 】

「炭化水素系の溶媒」とは、例えば、トルエン、キシレン、ベンゼン、ヘプタン、ヘキサンが挙げられる。

【 0 0 4 1 】

「アルコール系の溶媒」とは、例えば、メタノール、エタノール、1 - プロパノール、2 - プロパノール、tert - ブチルアルコールが挙げられる。

【 0 0 4 2 】

「エステル系の溶媒」とは、例えば、酢酸エチルが挙げられる。

【 0 0 4 3 】

「製薬学的に許容される塩」とは、例えば、グリシン塩、リジン塩、アルギニン塩、ヒスチジン塩、オルニチン塩、グルタミン酸塩、アスパラギン酸塩のようなアミノ酸塩、リチウム塩、ナトリウム塩、カリウム塩、カルシウム塩、マグネシウム塩のような無機塩、又はアンモニウム塩、トリエチルアミン塩、ジイソプロピルアミン塩、シクロヘキシルアミン塩のような有機塩基との塩が挙げられる。

10

【 0 0 4 4 】

なお、塩には、含水塩が含まれる。

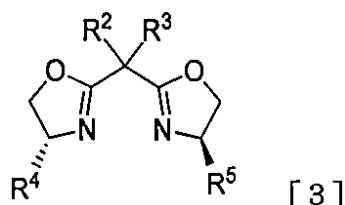
【 0 0 4 5 】

式 [3] で表される光学活性な化合物について、以下に説明する。

【 0 0 4 6 】

【 化 9 】

20



【 0 0 4 7 】

本発明にかかる製造法では、触媒量の式 [3] で表される光学活性な化合物を使用して、触媒量のニッケル化合物の存在下、式 [2] で表される化合物を工程 (a) において調製した有機金属試薬と反応させることで、光学活性な式 [4] で表される化合物を製造することができる。

30

【 0 0 4 8 】

ここで、絶対配置が (R , R) である式 [3] で表される光学活性な化合物を使用すると、絶対配置が (S) である式 [4] で表される化合物を製造することができる。また、反対に、絶対配置が (S , S) である式 [3] で表される光学活性な化合物を使用すると、絶対配置が (R) である式 [4] で表される化合物を製造することができる。

【 0 0 4 9 】

式 [3] で表される光学活性な化合物は、市販により、また文献記載による公知の方法 (例えば、J. Am. Chem. Soc., 2014, 136, 17662.) により入手することができる。

40

【 0 0 5 0 】

本明細書中の (R) 及び (S) は、中心性キラルティーが存在するキラルな分子の立体配置を表示するものである。本明細書中の (Z) 及び (E) は、二重結合でつながれた分子の平面部分内で二重結合をつくる原子に結合した基のうち、順位則上位のものが反対側に出ているときを (E) として、同じ側に出ているときを (Z) として、立体化学を表示するものである。

【 0 0 5 1 】

「触媒」とは、それ自身は変化をしないが、他の物質の化学反応のなかだちとなって、反応の速度を速めたり遅らせたりする物質のことである。一般的に、触媒の使用量は、反

50

応させる他の物質（基質）に対して等量以下でよい。本発明において、「触媒量」とは、例えば、式〔2〕で表される化合物と有機マグネシウム試薬を反応させる場合は、式〔2〕で表される化合物に対して、ニッケル化合物の使用量が10mol%以下、好ましくは1.00mol%以下、より好ましくは0.50から1.00mol%の範囲に、式〔3〕で表される光学活性な化合物の使用量が12mol%以下、好ましくは1.20mol%以下、より好ましくは0.60から1.20mol%の範囲にあることを意味する。また、式〔2〕で表される化合物と有機亜鉛試薬を反応させる場合は、式〔2〕で表される化合物に対して、ニッケル化合物の使用量が10mol%以下、好ましくは1.00mol%以下、より好ましくは0.03から1.00mol%の範囲に、さらに好ましくは0.10mol%以下、特に好ましくは0.03から0.10mol%の範囲に、式〔3〕で表される光学活性な化合物の使用量が12mol%以下、好ましくは0.036から1.20mol%の範囲に、さらに好ましくは0.12mol%以下、特に好ましくは0.036から0.12mol%の範囲にあることを意味する。

10

【0052】

化合物〔3〕の使用量として上限は特に制限されないが、ニッケル化合物に対して過剰量使用すれば、良好に反応を進行せしめることができる。

【0053】

化合物〔3〕を触媒として使用する場合、その量は、化合物〔2〕に対して、12mol%以下であり、式〔2〕で表される化合物と有機マグネシウム試薬を反応させる場合は、より好ましくは1.20mol%以下であり、さらに好ましくは0.60から1.20mol%であり、式〔2〕で表される化合物と有機亜鉛試薬を反応させる場合は、より好ましくは0.12mol%以下であり、さらに好ましくは0.036から0.12mol%である。

20

【0054】

ニッケル化合物の量の上限は特に制限されない。

【0055】

ニッケル化合物を触媒として使用する場合、その量は、化合物〔2〕に対して、10mol%以下であり、式〔2〕で表される化合物と有機マグネシウム試薬を反応させる場合は、より好ましくは1.00mol%以下であり、さらに好ましくは0.50から1.00mol%であり、式〔2〕で表される化合物と有機亜鉛試薬を反応させる場合は、より好ましくは0.10mol%以下であり、さらに好ましくは0.03から0.10mol%である。

30

【0056】

本発明の好ましい態様は、以下の通りである。

【0057】

好ましい X^1 は塩素原子、臭素原子、又はヨウ素原子であり、より好ましい X^1 は臭素原子である。

【0058】

好ましい X^2 は塩素原子、臭素原子、又はヨウ素原子であり、より好ましい X^2 は塩素原子又は臭素原子である。

40

【0059】

好ましい R^1 はtert-ブチルジフェニルシリル、 C_{1-6} アルキル、 C_{2-6} アルケニル、 C_{3-8} シクロアルキル、フェニル、又は置換基群A1から選ばれる1から2個の基で置換されてもよいベンジルであり、より好ましい R^1 はtert-ブチルジフェニルシリル、 C_{1-6} アルキル、 C_{3-8} シクロアルキル、又は置換基群A1から選ばれる1から2個の基で置換されてもよいベンジルであり、さらに好ましい R^1 はtert-ブチルジフェニルシリル、tert-ブチル、ネオペンチル、tert-アミル、シクロヘキシル、1-メチル-1-フェニルエチル、又はベンズヒドリルであり、特に好ましい R^1 はtert-ブチルである。

【0060】

50

好ましい R^2 は C_{1-6} アルキルであり、より好ましい R^2 はメチル又はエチルであり、さらに好ましい R^2 はメチルである。

【0061】

好ましい R^3 は C_{1-6} アルキルであり、より好ましい R^3 はメチル又はエチルであり、さらに好ましい R^3 はメチルである。

【0062】

また、 R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子が一緒になって形成する好ましい C_{3-6} シクロアルカンシクロプロパンである。

【0063】

好ましい R^4 は C_{1-6} アルキル又は置換基群A2から選ばれる1から2個の基で置換されてもよいフェニルであり、より好ましい R^4 はフェニルである。

10

【0064】

好ましい R^5 は C_{1-6} アルキル又は置換基群A2から選ばれる1から2個の基で置換されてもよいフェニルであり、より好ましい R^5 はフェニルである。

【0065】

式[1]で表される化合物をマグネシウムと反応させて得られた有機マグネシウム試薬(グリニャール試薬)に、場合によってさらに反応させる好ましい亜鉛化合物は、塩化亜鉛又は臭化亜鉛である。

【0066】

好ましいニッケル化合物は、塩化ニッケル(II)、ヨウ化ニッケル(II)、塩化ニッケル(II)・DME錯体、アセチルアセトンニッケル(II)、又は塩化ビス(トリフェニルホスフィン)ニッケル(II)である。

20

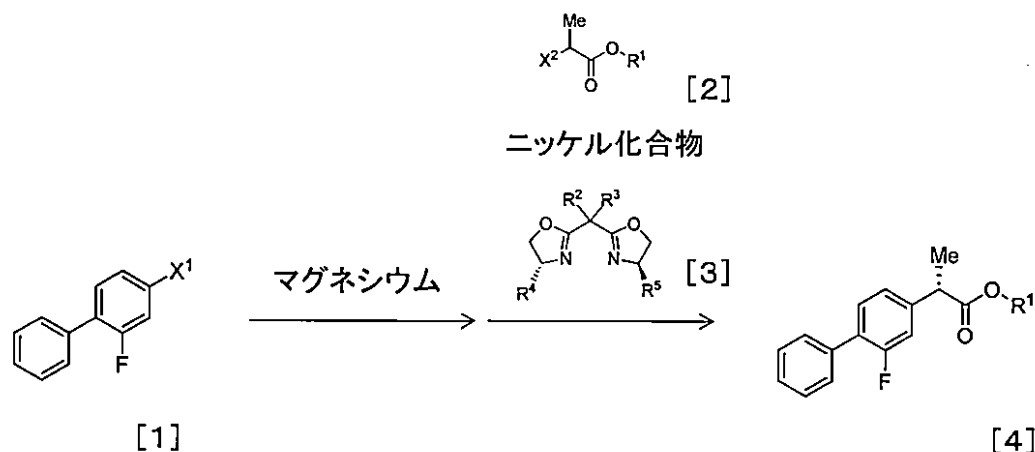
【0067】

本発明において、式[4]で表される化合物を製造する、ひとつの好ましい態様は、下記スキーム2で示される製造法である。

【0068】

スキーム2

【化10】



30

40

ここで、 X^1 、 X^2 、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び R^5 の好ましい態様は、上記に記載した通りである。

【0069】

このとき、より好ましい態様は、

X^1 が臭素原子であり、

X^2 が塩素原子又は臭素原子であり、

R^1 がtert-ブチルであり、

R^2 及び R^3 がともにメチルであり、

R^4 及び R^5 がともにフェニルである場合である。

50

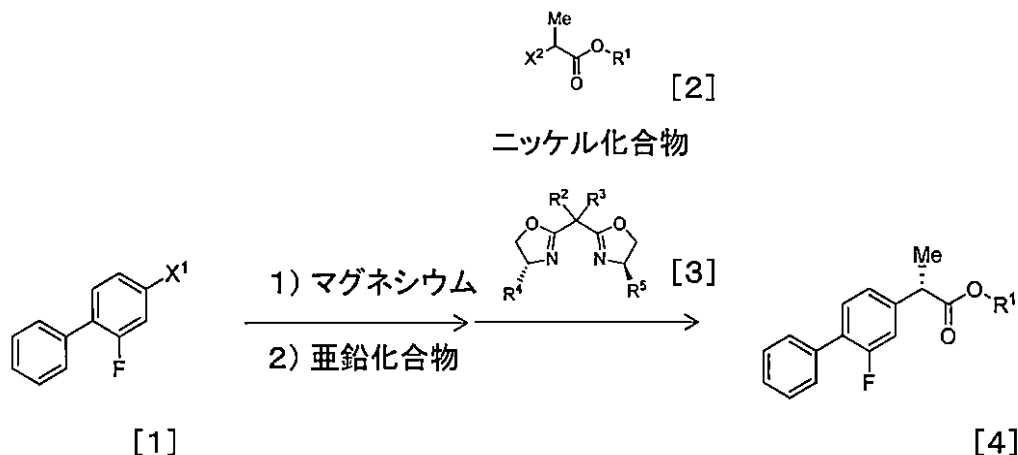
【 0 0 7 0 】

本発明において、式 [4] で表される化合物を製造する、他の好ましい態様は、下記スキーム 3 で示される製造法である。

【 0 0 7 1 】

スキーム 3

【 化 1 1 】



10

ここで、 X^1 、 X^2 、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び R^5 の好ましい態様は、上記に記載した通りである。また、亜鉛化合物とは、塩化亜鉛又は臭化亜鉛を表す。

20

【 0 0 7 2 】

このとき、より好ましいひとつの態様は、

X^1 が臭素原子であり、

X^2 が臭素原子であり、

R^1 が *tert*-ブチルジフェニルシリル、*tert*-ブチル、ネオペンチル、*tert*-アミル、シクロヘキシル、1-メチル-1-フェニルエチル、又はベンズヒドリルであり、

R^2 及び R^3 がともにメチル又はエチルであり、

または、 R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子が一緒になって形成する C_{3-6} シクロアルカンがシクロプロパンであり、

30

R^4 及び R^5 がともにフェニルであり、

亜鉛化合物が臭化亜鉛である場合である。

【 0 0 7 3 】

このとき、さらに好ましいひとつの態様は、

R^2 及び R^3 がともにメチルである場合である。

【 0 0 7 4 】

このとき、さらに好ましい他の態様は、

R^1 が *tert*-ブチルである場合である。

【 0 0 7 5 】

より好ましい他の態様は、

X^1 が臭素原子であり、

X^2 が臭素原子であり、

R^1 が *tert*-ブチル、*tert*-アミル、1-メチル-1-フェニルエチル、又はベンズヒドリルであり、

40

R^2 及び R^3 がともにメチル又はエチルであり、

または、 R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子が一緒になって形成する C_{3-6} シクロアルカンがシクロプロパンであり、

R^4 及び R^5 がともにフェニルであり、

亜鉛化合物が臭化亜鉛である場合である。

50

【 0 0 7 6 】

このとき、さらに好ましいひとつの態様は、
 R^2 及び R^3 がともにメチルである場合である。

【 0 0 7 7 】

このとき、さらに好ましい他の態様は、
 R^1 が *tert*-ブチルである場合である。

【 0 0 7 8 】

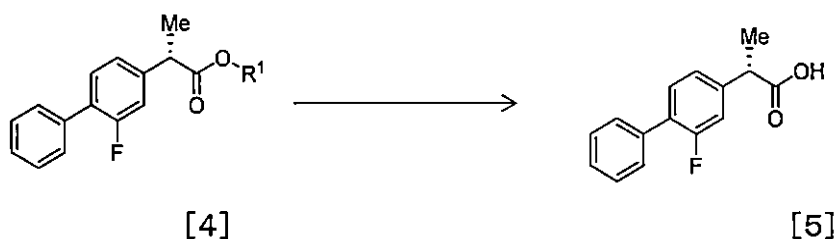
得られた式 [4] で表される化合物を式 [5] で表される化合物に変換する、下記スキーム 4 で示される製造法において、ひとつの好ましい態様は、酸性条件下における変換である。

10

【 0 0 7 9 】

スキーム 4

【 化 1 2 】



20

ここで、 R^1 の好ましい態様は、上記に記載した通りである。

【 0 0 8 0 】

このとき、より好ましい態様は、
 R^1 が *tert*-ブチルである場合である。

【 0 0 8 1 】

このとき、式 [5] で表される化合物への変換に使用する好ましい酸は、塩酸、硫酸、ギ酸、トリフルオロ酢酸、メタンスルホン酸、及び *p*-トルエンスルホン酸からなる群から選ばれる酸であり、より好ましい酸はギ酸である。

【 0 0 8 2 】

次に、本発明製造法における各工程について、詳細に説明する。

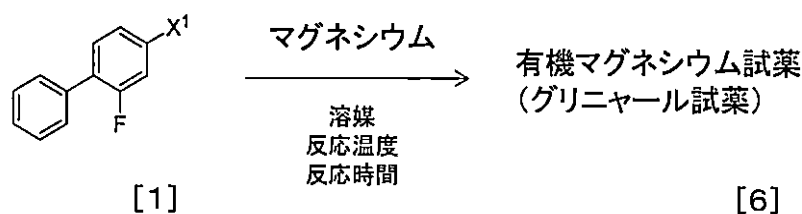
30

1. 工程 (a)、有機マグネシウム試薬 [6] の調製法

【 0 0 8 3 】

スキーム 5

【 化 1 3 】



40

ここで、 X^1 は前記の定義の通りである。

【 0 0 8 4 】

この工程において、化合物 [1] として、 X^1 がハロゲン原子である化合物 [1] を使用することができる。ここで、 X^1 が塩素原子、臭素原子、又はヨウ素原子である化合物 [1] の使用が好ましく、 X^1 が臭素原子である化合物 [1] の使用がより好ましい。

【 0 0 8 5 】

マグネシウムの使用量は、化合物 [1] に対して、理論的には等モルでよいが、1.0

50

から 1.3 当量程度とすることができる。

【0086】

この工程で使用できる溶媒としては、それ自身が反応の進行を阻害しなければよい。好ましい溶媒は、エーテル系の溶媒であり、より好ましい溶媒は、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、メチルテトラヒドロフラン、ジエチルエーテルであり、さらに好ましい溶媒は、テトラヒドロフランである。

【0087】

反応温度は、0 から 60 となるように調整することが好ましく、必要であれば冷却や加熱してもよい。また、グリニャール試薬の調製にはヨウ素、1,2-ジブromoエタン等の添加剤を使用してもよい。

10

【0088】

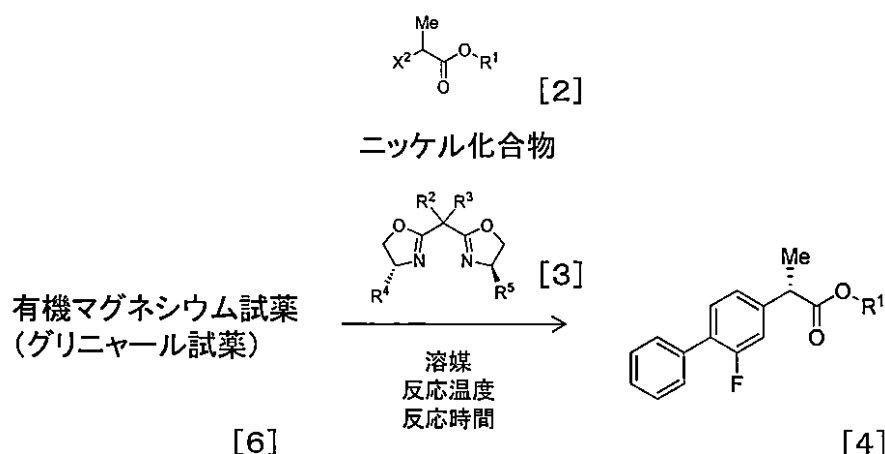
反応時間は、原料である化合物 [1] の残量を確認しつつ決定すればよいが、通常、化合物 [1] の添加から 0.5 時間以上、10 時間以下とすることができる。好ましくは 2 から 3 時間である。

2. 工程 (b)、有機マグネシウム試薬 [6] から式 [4] で表される化合物の製造法

【0089】

スキーム 6

【化 14】



20

30

ここで、 X^2 、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び R^5 は前記の定義の通りである。

【0090】

この工程において、化合物 [2] として、 X^2 がハロゲン原子である化合物を使用することができる。ここで、 X^2 が塩素原子又は臭素原子である化合物 [2] の使用が好ましく、臭素原子である化合物 [2] の使用がより好ましい。また、 R^1 が C_{1-6} アルキルである化合物 [2] を使用することができる。ここで、 R^1 が *tert*-ブチルである化合物 [2] の使用が好ましい。

【0091】

化合物 [2] に対して反応させるグリニャール試薬は、原料の化合物 [1] の使用量が、化合物 [2] に対して、好ましくは 1.0 から 1.5 当量であるように用いる。

40

【0092】

この工程において、化合物 [3] として、 R^2 及び R^3 が独立して C_{1-6} アルキルである化合物 [3] を使用することができる。ここで、 R^2 及び R^3 がともにメチルである化合物 [3] の使用が好ましい。

【0093】

また、化合物 [3] として、 R^4 及び R^5 が独立して C_{1-6} アルキル、ベンジル、フェネチル、又は置換基群 A2 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいフェニルである化合物 [3] を使用することができる。ここで、 R^4 及び R^5 がともにフェニルである化合物 [3] の使用が好ましい。

50

【 0 0 9 4 】

化合物 [3] の使用量として上限は特に制限されないが、ニッケル化合物に対して過剰量使用すれば、良好に反応を進行せしめることができる。

【 0 0 9 5 】

化合物 [3] を触媒として使用する場合、その量は、化合物 [2] に対して、12 mol % 以下であり、より好ましくは1.20 mol % 以下であり、さらに好ましくは0.60 から1.20 mol % である。

【 0 0 9 6 】

ニッケル化合物の量の上限は特に制限されないが、化合物 [2] に対して0.5 mol % 以上とすれば、良好に反応を進行させることができる。

10

【 0 0 9 7 】

ニッケル化合物を触媒として使用する場合、その量は、化合物 [2] に対して、10 mol % 以下であり、より好ましくは1.00 mol % 以下であり、さらに好ましくは0.50 から1.00 mol % である。

【 0 0 9 8 】

用いるニッケル化合物としては、通常、塩化ニッケル(II)・DME錯体、塩化ニッケル(II)、塩化ビス(トリフェニルホスフィン)ニッケル(II)、ヨウ化ニッケル(II)、アセチルアセトンニッケル(II)等の公知のニッケル触媒が挙げられるが、塩化ニッケル(II)・DME錯体、アセチルアセトンニッケル(II)がより好ましく、アセチルアセトンニッケル(II)がさらに好ましい。

20

【 0 0 9 9 】

この工程で使用できる溶媒としては、それ自身が反応の進行を阻害しなければよい。好ましい溶媒は、エーテル系、ベンゼン系の溶媒であり、より好ましい溶媒は、テトラヒドロフランである。

【 0 1 0 0 】

溶媒は、単独で用いても、複数の溶媒を混合して用いても良い。その使用量としては、通常、反応に用いる化合物、及び試薬の物性によっても影響を受けるので、化合物の種類に応じて任意に設定可能である。好ましくは化合物 [2] の濃度が0.05 から1 M、より好ましくは0.1 から0.5 M である。

【 0 1 0 1 】

反応温度は-78 から反応溶媒の沸点までのいずれでも行うことができるが、好ましくは-20 から室温まで、より好ましくは-20 から0 まで、さらに好ましくは0 で行われる。

30

【 0 1 0 2 】

反応時間は、化合物 [2] の残量を確認しつつ決定すればよいが、通常、有機マグネシウム試薬 [6] の添加から0.5時間以上、24時間以下とすることができる。

【 0 1 0 3 】

有機マグネシウム試薬 [6] と化合物 [2] との「カップリング反応」で得られる、(S) 体である化合物 [4] は、(R) 体との混合物として得られる。

【 0 1 0 4 】

所定の有機溶媒に化合物 [4] を加熱溶解させた後、放冷することにより結晶を析出させ、析出した結晶をろ過、遠心分離等により溶媒と分離した後に乾燥させ、化合物 [4] の結晶を得ることができる。なお、再結晶は、2度以上繰り返してもよいが、通常は1度のみ行う。

40

【 0 1 0 5 】

冷却させる時間は、特に制限されないが、通常10分から24時間であり、好ましくは1から5時間である。

【 0 1 0 6 】

化合物 [4] の再結晶で使用する溶媒としては、アルコール系の溶媒、水であり、好ましい溶媒は、メタノール、エタノール、2-プロパノール、水であり、より好ましい溶

50

媒は、エタノール、水である。

【0107】

また、結晶化に際しては、必要に応じて、化合物[4]の種晶を使用することができる。

【0108】

種晶は、晶析のための溶液が入った容器の壁をスパチュラ(Spatula)でこするなど、当業者にとって良く知られた方法で取得することができる。

【0109】

結晶化の温度は、特に記載がない限り、-20 から60 の範囲で行なわれる。

【0110】

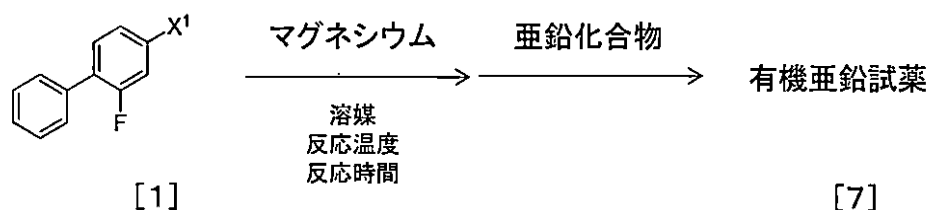
本工程で再結晶を行うことで、高い光学純度で(S)体である化合物[4]を得ることができる。また、本工程で再結晶を行わずに、化合物[5]又はその製薬学的に許容される塩に変換してから再結晶を行っても、高い光学純度で(S)体である化合物[5]を得ることもできる。

3. 工程(a)、有機亜鉛試薬[7]の調製法

【0111】

スキーム7

【化15】



ここで、X¹及び亜鉛化合物は前記で定義した通りである。

【0112】

この工程において、化合物[1]として、X¹がハロゲン原子の化合物[1]を使用することができる。ここで、X¹が塩素原子、臭素原子、又はヨウ素原子である化合物[1]の使用が好ましく、X¹が臭素原子である化合物[1]の使用がより好ましい。

【0113】

マグネシウムの使用量は、理論的には等モルでよいが、化合物[1]に対して、1.0から1.3当量程度とすることができる。亜鉛化合物としては臭化亜鉛、塩化亜鉛を用いることができるが、好ましくは臭化亜鉛である。また、亜鉛化合物の使用量は化合物[1]に対して、0.3当量から1.0当量使用することができるが、好ましくは0.3当量から0.5当量の使用であり、より好ましくは0.5当量の使用である。

【0114】

この工程で使用する溶媒としては、それ自身が反応の進行を阻害しなければよい。好ましい溶媒は、エーテル系の溶媒であり、より好ましい溶媒は、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、2-メチルテトラヒドロフラン、ジエチルエーテルであり、さらに好ましい溶媒は、テトラヒドロフランである。

【0115】

溶媒は、単独で用いても、複数の溶媒を混合して用いても良い。その使用量としては、通常、反応に用いる化合物、及び試薬の物性によっても影響を受けるので、化合物の種類に応じて任意に設定可能である。好ましくは化合物[2]の濃度が0.05から1M、より好ましくは0.1から0.5Mである。

【0116】

反応温度は、0から60 となるように調整することが好ましく、必要であれば冷却や加熱してもよい。また、グリニャール試薬の調製にはヨウ素、1,2-ジブromoエタン等の添加剤を使用してもよい。

【 0 1 1 7 】

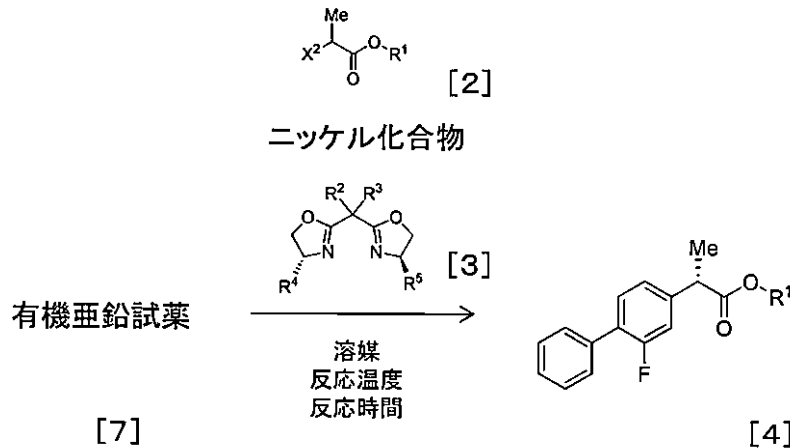
反応時間は、グリニャール試薬の調製については原料である化合物 [1] の残量を確認しつつ決定すればよいが、通常、化合物 [1] の添加から 0 . 5 時間以上、1 0 時間以下とすることができる。好ましくは 2 から 3 時間である。有機亜鉛試薬の調製については、グリニャール試薬に臭化亜鉛もしくは塩化亜鉛を添加してから、1 0 分から 1 時間が好ましい。

4 . 工程 (b)、有機亜鉛試薬 [7] から式 [4] で表される化合物の製造法

【 0 1 1 8 】

スキーム 8

【 化 1 6 】



ここで、 X^2 、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び R^5 は前記の定義の通りである。

【 0 1 1 9 】

この工程において、化合物 [2] として、 X^2 がハロゲン原子である化合物を使用することができる。ここで、 X^2 が臭素原子である化合物 [2] の使用が好ましい。また、 R^1 が *tert*-ブチルジフェニルシリル、 C_{1-6} アルキル、 C_{2-6} アルケニル、 C_{3-8} シクロアルキル、フェニル、又は置換基群 A 1 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいベンジルである化合物 [2] を使用することができる。ここで、 R^1 が *tert*-ブチルジフェニルシリル、 C_{1-6} アルキル、 C_{3-8} シクロアルキル、又は置換基群 A 1 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいベンジルである化合物 [2] の使用が好ましく、 R^1 が *tert*-ブチルジフェニルシリル、*tert*-ブチル、ネオペンチル、*tert*-アミル、シクロヘキシル、1-メチル-1-フェニルエチル、又はベンズヒドリルである化合物 [2] の使用がより好ましく、 R^1 が *tert*-ブチルである化合物 [2] の使用がさらに好ましい。

【 0 1 2 0 】

化合物 [2] に対して反応させる有機亜鉛試薬は、原料の化合物 [1] の使用量が、化合物 [2] に対して、好ましくは 1 . 0 から 1 . 5 当量であるように用いる。

【 0 1 2 1 】

この工程において、化合物 [3] として、 R^2 及び R^3 が独立して C_{1-6} アルキルである化合物 [3] を使用することができる。ここで、 R^2 及び R^3 がともにメチル又はエチルである化合物 [3] の使用が好ましく、ともにメチルである化合物 [3] の使用がより好ましい。

【 0 1 2 2 】

また、化合物 [3] として、 R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子が一緒になって C_{3-6} シクロアルカンを形成する化合物 [3] を使用することもできる。ここで、 R^2 、 R^3 、及び該置換基に隣接する炭素原子が一緒になってシクロプロパンを形成する化合物 [3] の使用が好ましい。

【 0 1 2 3 】

また、化合物 [3] として、 R^4 及び R^5 が独立して C_{1-6} アルキル、ベンジル、フェネチル、又は置換基群 A 2 から選ばれる 1 から 2 個の基で置換されてもよいフェニルである化合物 [3] を使用することができる。ここで、 R^4 及び R^5 がともにフェニルである化合物 [3] の使用が好ましい。

【 0 1 2 4 】

化合物 [3] の使用量として上限は特に制限されないが、ニッケル化合物に対して過剰量使用すれば、良好に反応を進行せしめることができる。

【 0 1 2 5 】

化合物 [3] を触媒として使用する場合、その量は、化合物 [2] に対して、12 mol % 以下であり、好ましくは 0.036 から 1.20 mol % の範囲に、より好ましくは 0.12 mol % 以下であり、さらに好ましくは 0.036 から 0.12 mol % である。

10

【 0 1 2 6 】

ニッケル化合物の量の上限は特に制限されない。

【 0 1 2 7 】

ニッケル化合物を触媒として使用する場合、その量は、化合物 [2] に対して、10 mol % 以下であり、好ましくは、0.03 から 1.00 mol % の範囲、より好ましくは 0.10 mol % 以下であり、さらに好ましくは 0.03 から 0.10 mol % である。

【 0 1 2 8 】

用いるニッケル化合物としては、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体、塩化ニッケル (II) 、塩化ビス (トリフェニルホスフィン) ニッケル (II) 、ヨウ化ニッケル (II) 、アセチルアセトンニッケル (II) 等の公知のニッケル触媒が挙げられる。

20

【 0 1 2 9 】

この工程で使用できる溶媒としては、それ自身が反応の進行を阻害しなければよい。好ましい溶媒は、エーテル系、ベンゼン系、エステル系の溶媒であり、より好ましい溶媒は、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、2-メチルテトラヒドロフラン、トルエン、酢酸エチルであり、さらに好ましい溶媒は、テトラヒドロフランである。

【 0 1 3 0 】

溶媒は、単独で用いても、複数の溶媒を混合して用いても良い。その使用量としては、通常、反応に用いる化合物、及び試薬の物性によっても影響を受けるので、化合物の種類に応じて任意に設定可能である。好ましくは化合物 [2] の濃度が 0.05 から 1 M、より好ましくは 0.1 から 0.5 M である。

30

【 0 1 3 1 】

添加剤を用いる場合、単独で用いても、複数の添加剤を混合して用いても良い。用いる場合の添加剤の使用量としては、反応に用いる化合物の種類に応じて任意に設定可能であり、化合物 [1] に対して 0.1 から 50 当量、好ましくは 0.5 から 20 当量、より好ましくは 1 から 5 当量である。

【 0 1 3 2 】

反応温度は -78 から反応溶媒の沸点までのいずれでも行うことができるが、好ましくは -20 から 25 で、より好ましくは 0 から 25 で行われる。

40

【 0 1 3 3 】

反応時間は、原料化合物の残量を確認しつつ決定すればよいが、通常、有機亜鉛試薬 [7] の添加から 0.5 時間以上、24 時間以下とすることができる。

【 0 1 3 4 】

有機亜鉛試薬 [7] と化合物 [2] との「カップリング反応」で得られる、(S) 体である化合物 [4] は、(R) 体との混合物として得られる。

【 0 1 3 5 】

前述したように、本工程で再結晶を行うことで、高い光学純度で (S) 体である化合物 [4] を得ることができる。また、本工程で再結晶を行わずに、化合物 [5] 又はその製薬学的に許容される塩に変換してから再結晶を行っても、高い光学純度で (S) 体である

50

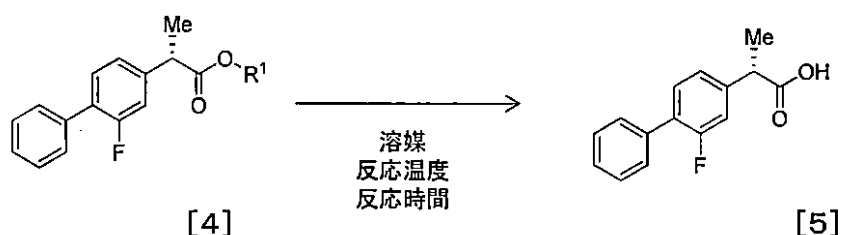
化合物 [5] を得ることもできる。

5 . 工程 (c)、式 [5] で表される化合物の製造法

【 0 1 3 6 】

スキーム 9

【 化 1 7 】



10

ここで、R¹は前記の定義の通りである。

【 0 1 3 7 】

好ましいR¹は前記の通りであるが、より好ましいR¹はtert-ブチルである。

【 0 1 3 8 】

この脱保護工程としては、一般的に知られている条件を用いることができる (Theodora W. Greene, Peter G. M. Wuts, 「有機合成における保護基 (Greene's Protective Groups in Organic Synthesis, Forth Edition)」; Wiley Interscience参照)。

20

【 0 1 3 9 】

この工程において、化合物 [5] への変換として、酸性条件下における変換を行うことができる。

【 0 1 4 0 】

用いる酸としては、塩酸、硫酸、ギ酸、酢酸、トリフルオロ酢酸、リン酸、メタンスルホン酸、又はp-トルエンスルホン酸を使用することができる。塩酸、硫酸、ギ酸、トリフルオロ酢酸、メタンスルホン酸、又はp-トルエンスルホン酸の使用が好ましく、ギ酸の使用がより好ましい。

【 0 1 4 1 】

この工程で使用する溶媒としては、反応を阻害しなければよい。好ましい溶媒は、ヘプタン、トルエン、酢酸、1,4-ジオキサンである。

30

【 0 1 4 2 】

反応温度は、室温から反応溶媒の沸点までのいずれでも行うことができるが、好ましくは室温から80℃で行われる。

【 0 1 4 3 】

反応時間は、原料である化合物 [4] の残量を確認しつつ決定すればよいが、通常、0.5時間以上、40時間以下とすることができる。

【 0 1 4 4 】

所定の有機溶媒に化合物 [5] を加熱溶解させた後、放冷することにより結晶を析出させ、析出した結晶をろ過、遠心分離等により溶媒と分離した後に乾燥させ、化合物 [5] の結晶を得ることができる。なお、再結晶は、2度以上繰り返してもよいが、通常は1度のみ行う。

40

【 0 1 4 5 】

冷却させる時間は、特に制限されないが、通常10分から24時間であり、好ましくは1から5時間である。

【 0 1 4 6 】

化合物 [5] の再結晶で使用する溶媒としては、ベンゼン系の溶媒、炭化水素系の溶媒、アルコール系の溶媒、水であり、好ましい溶媒は、トルエン、ヘプタン、メタノール、エタノール、2-プロパノール、水であり、より好ましい溶媒は、トルエン、ヘプタンである。

50

【 0 1 4 7 】

本再結晶に使用する溶媒は、単独で用いても、複数の溶媒を混合して用いても良い。

【 0 1 4 8 】

また、結晶化に際しては、必要に応じて、化合物 [5] の種晶を使用することができる。

【 0 1 4 9 】

種晶は、晶析のための溶液が入った容器の壁をスパチュラ (S p a t u l a) でこするなど、当業者にとって良く知られた方法で取得することができる。

【 0 1 5 0 】

化合物 [5] の種晶は、例えば、後述の実施例 9 - 1 に記載の方法で得ることもできる。

10

【 0 1 5 1 】

結晶化の温度は、特記ない限り、 - 2 0 から 8 0 の範囲で行なわれる。

【 0 1 5 2 】

上記製造法により得られた化合物は、公知の手段、例えば、再結晶や各種クロマトグラフィー等の精製操作を行うことで目的物を得ることができる。

【実施例】

【 0 1 5 3 】

本発明は、以下の実施例によって、更に詳細に説明されるが、これらは本発明を限定するものではなく、また本発明の範囲を逸脱しない範囲で変化させてもよい。

20

【 0 1 5 4 】

以下の実施例において、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにはパッキドカラム (グレース社製 R e v e l e r i s (登録商標) F l a s h C a r t r i d g e s S i l i c a 、並びにバイオタージ社製 B i o t a g e (登録商標) S N A P C a r t r i d g e H P - S p h e r e) を使用した。

【 0 1 5 5 】

以下の実施例におけるフェーズセパレーターは、バイオタージ社製 I S O L U T E (登録商標) P h a s e S e p a r a t o r を使用した。

【 0 1 5 6 】

核磁気共鳴 (N M R) スペクトルは、室温にて、6 0 0 M H z (J N M - E C A 6 0 0 , 日本電子)、4 0 0 M H z (A V A N C E I I I - H D 4 0 0 、 B R U K E R) 、にて測定した。本明細書中の化学シフト値は、内部標準物質 (テトラメチルシラン) に対する p a r t s p e r m i l l i o n () 値で示した。

30

【 0 1 5 7 】

マススペクトルは、島津 L C M S - I T - T O F m a s s s p e c t r o m e t e r (E S I : 電子スプレーイオン化法 / A P C I : 大気圧イオン化法 D u a l) にて測定した。

【 0 1 5 8 】

光学純度は、アジレント・テクノロジー社製 A g i l e n t 1 1 0 0 を用いた高速液体クロマトグラフィー (H P L C) 、及びウォータース社製 A c q u i t y U P C 2 を用いた超臨界流体クロマトグラフィー (S F C) にて測定した。

40

【 0 1 5 9 】

旋光度は、ルドルフ・リサーチ・アナリティカル社製 A U T O P O L V 旋光計にて測定した。

【 0 1 6 0 】

本明細書中で用いられている各略語は次を意味する。

s : シングレット (s i n g l e t)

d : ダブレット (d o u b l e t)

t : トリプレット (t r i p l e t)

q : クアルテット (q u a r t e t)

50

m : マルチプレット (m u l t i p l e t)
 J : カップリング定数 (c o u p l i n g c o n s t a n t)
 H z : ヘルツ (H e r t z)
 C H L O R O F O R M - d、C D C l₃ : 重クロロホルム
 N M R : 核磁気共鳴
 M S : マススペクトル
 e e : 鏡像体過剰率
 H P L C : 高速液体クロマトグラフィー
 E t : エチル
 M e : メチル
 P h : フェニル
 M s O H : メシル酸、メタンスルホン酸
 T s O H : トシル酸、p - トルエンスルホン酸
 T F A : トリフルオロ酢酸
 a c a c : アセチルアセトナト
 P P h₃ : トリフェニルホスフィン
 T B D P S : t e r t - ブチルジフェニルシリル
 T H F : テトラヒドロフラン
 D M E : 1 , 2 - ジメトキシエタン
 M g S O₄ : 無水硫酸マグネシウム
 r t : 室温

10

【 0 1 6 1 】

化合物の命名には、A C D / N a m e (A C D / L a b s 12.01, A d v a n c e d C h e m i s t r y D e v e l o p m e n t I n c .) 等のソフトを使用している場合がある。

【 0 1 6 2 】

本明細書では、室温とは20から30を指す。

【 0 1 6 3 】

氷冷下とは0から5を指す。

【 0 1 6 4 】

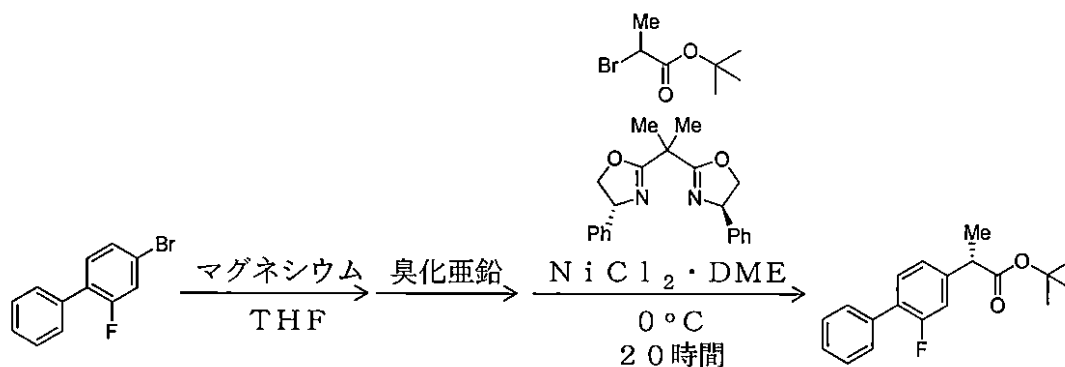
30

実施例 1 - 1

(S) - 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸 t e r t - ブチルエステルの製造法

【 0 1 6 5 】

【 化 1 8 】



40

【 0 1 6 6 】

(1) アルゴン雰囲気下、金属マグネシウム片 (116 mg、4.78 mmol) に 4 - ブロモ - 2 - フルオロビフェニル (1.00 g、3.98 mmol) の T H F 溶液 (1.99 mL) を加え、室温にて2時間攪拌し、グリニャール試薬を調製した。これに臭化亜鉛 (448 mg、1.99 mmol) の T H F 溶液 (3.98 mL) を加え、室温にて

50

30分間撹拌することで、有機亜鉛試薬を調製した。

【0167】

(2) アルゴン雰囲気下、塩化ニッケル(II)・DME錯体(11mg、0.0501mmol)、および(R,R)-2,2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン)(20mg、0.0598mmol)のTHF(5mL)溶液を調整し、そのうち0.306mL(0.0031mmolの塩化ニッケル(II)・DME錯体、0.0037mmolの(R,R)-2,2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン); 2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステルに対して、0.1mol%の塩化ニッケル(II)・DME錯体、0.12mol%の(R,R)-2,2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン))を、2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステル(640mg、3.06mmol)のTHF溶液(3.92mL)に0にて加え、同温で5分間撹拌した。さらに、上記(1)で調製した有機亜鉛試薬の全量を0にて滴下し、同温にて20時間撹拌した。飽和塩化アンモニウム水溶液を加えた後、クロロホルムで抽出した。フェーズセパレーターにて有機層を分離し、減圧下溶媒を留去した。残渣にメタノールを加え、室温にて30分間撹拌した後、不溶物をろ別して、ろ液を減圧下濃縮した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(ヘキサン:酢酸エチル=98:2から85:15)にて精製し、目的の表題化合物が含まれるフラクションを集め、減圧下溶媒を留去して、表題化合物(770mg)を無色固体として得た。

10

【0168】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率: 84%

【0169】

得られた化合物の¹H NMR, MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.43 (s, 9 H), 1.48 (d, J=7.0 Hz, 3 H), 3.64 (q, J=7.0 Hz, 1 H), 7.08 - 7.16 (m, 2 H), 7.33 - 7.40 (m, 2 H), 7.43 (t, J=7.6 Hz, 2 H), 7.54 (d, J=8.3 Hz, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 323[M+Na]⁺

【0170】

得られた化合物の光学純度、及びキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

30

カラム名: DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6mm x 250mm)

溶離液: ヘキサン: エタノール = 84:16

流速: 1.0mL/分

カラム温度: 40

保持時間: R体 = 4.19分、S体 = 4.60分

光学純度: 93% ee (S)

【0171】

絶対立体配置については、得られた化合物を、後述する実施例9-6の方法により2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸へ誘導した後、特許文献、CN1356304の記載([α]_D²⁰ = +45.1 (c = 1, EtOH))を参照して、比旋光度の測定結果により決定した。

40

【0172】

得られた2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸の¹H NMR, MS、比旋光度の結果を以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.52 (d, J=7.0 Hz, 3 H), 3.75 (q, J=7.0 Hz, 1 H), 7.08 - 7.16 (m, 2 H), 7.29 - 7.43 (m, 4 H), 7.45 - 7.51 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual neg.) m/z: 243[M-H]⁻

[α]_D²⁰ = +44.9 ± 0.05 (c = 1.01, EtOH)

50

【0173】

得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

カラム名：DAICEL CHIRALPAK AY-H/SFC (4.6 mm x 250 mm)

溶離液：メタノール：二酸化炭素 = 10 : 90

流速：3.0 mL/分

カラム温度：40

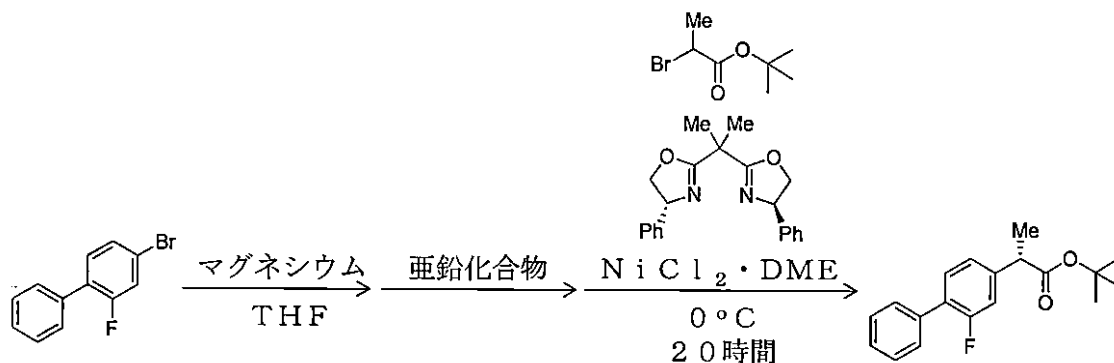
保持時間：R体 = 2.37分、S体 = 3.13分

光学純度：97% ee (S)

【0174】

実施例2-1

【化19】



【0175】

2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステル(640 mg、3.06 mmol)、塩化ニッケル(II)・DME錯体(0.0031 mmol、2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステルに対して0.1 mol%)、(R,R)-2,2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン)(0.0037 mmol、2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステルに対して0.12 mol%)を用い、実施例1-1と同様の条件下、臭化亜鉛を塩化亜鉛へと変更して反応を実施した。使用した化合物及びその使用量、収率、並びに光学純度について表1-1に示す。

【0176】

実施例2-2

2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステル(641 mg、3.07 mmol)、塩化ニッケル(II)・DME錯体(0.031 mmol、2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステルに対して1.0 mol%)、(R,R)-2,2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン)(0.037 mmol、2-プロモプロピオン酸tert-ブチルエステルに対して1.2 mol%)を用い、金属マグネシウム片(116 mg、4.78 mmol)の代わりに金属マグネシウム片(101 mg、4.14 mmol)を用いた以外は、実施例1-1と同様の条件下、臭化亜鉛の使用量を変更し、反応を実施した。使用した化合物及びその使用量、収率、並びに光学純度について表1-1に示す。

【0177】

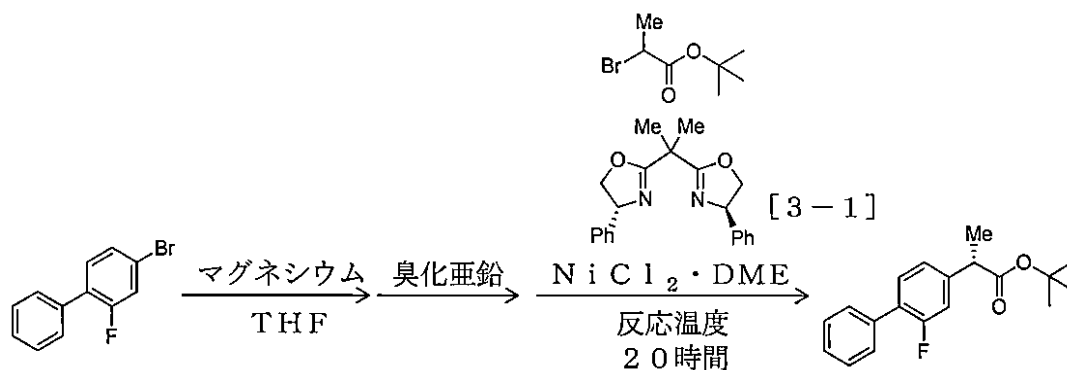
【表1-1】

実施例番号	亜鉛化合物	亜鉛化合物量 [mmol]	グリニャール試薬量 [mmol]	収率[%]	光学収率[%ee] / 絶対配置
2-1	塩化亜鉛	1.99	3.98	76	92 / (S)
2-2	臭化亜鉛	1.34	3.99	56	94 / (S)

【0178】

実施例3-1及び実施例3-2

【化 20】



10

【0179】

4 - ブロモ - 2 - フルオロビフェニル (1.007 g、3.99 mmol)、2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステル (641 mg、3.07 mmol)、臭化亜鉛 (1.99 mmol) を用い、実施例 1 - 1 と同様の条件下、反応温度を変更し、反応を実施した。使用した化合物及びその使用量、収率、並びに光学純度について表 2 - 1 に示す。

【0180】

実施例 3 - 3 及び実施例 3 - 4

4 - ブロモ - 2 - フルオロビフェニル (1.007 g、3.99 mmol)、2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステル (641 mg、3.07 mmol)、臭化亜鉛 (1.99 mmol) を用い、実施例 1 - 1 と同様の条件下、塩化ニッケル (II) · DME 錯体及び (R, R)-2, 2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン) (表 2 - 1 では化合物 [3 - 1] と表記) の使用量 (各々 2 - ブロモプロピオン酸 *t* - ブチルエステルに対する mol % で表記) を変更し、反応を実施した。使用した化合物及びその使用量、収率、並びに光学純度について表 2 - 1 に示す。

20

【0181】

【表 2 - 1】

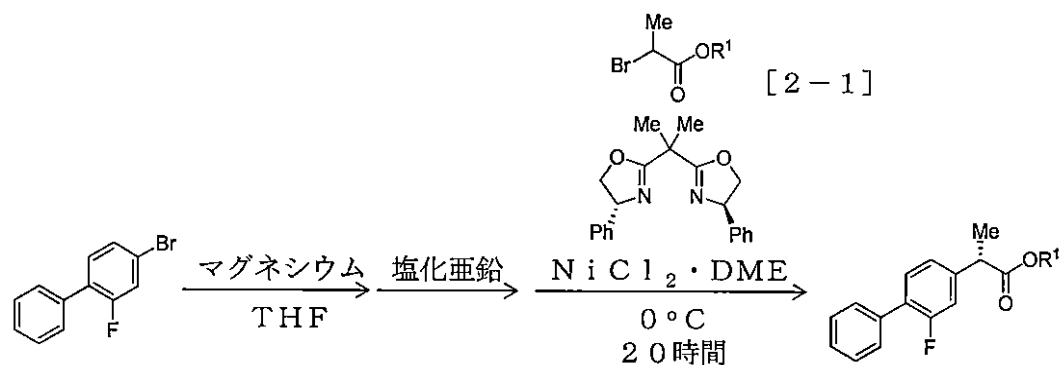
実施例番号	NiCl ₂ ·DME [mol%]	化合物[3-1] [mol%]	反応温度 [°C]	収率[%]	光学純度[%ee] / 絶対配置
3-1	0.1	0.12	25	56	90 / (S)
3-2	0.1	0.12	15	65	93 / (S)
3-3	0.05	0.06	0	55	92 / (S)
3-4	0.03	0.036	0	54	91 / (S)

30

【0182】

実施例 4 - 1 から実施例 4 - 10

【化 21】



40

【0183】








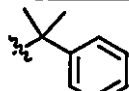
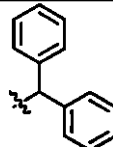

実施例 1 - 1 と同様の条件下、使用する化合物として 2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステルを変更し、反応を実施した (2 - ブロモプロピオン酸エステル (表 3 -

50

1では化合物[2-1]と表記)に対して、0.1mol%の塩化ニッケル(II)・DM E錯体、0.12mol%の(R,R)-2,2'-イソプロピリデンビス(4-フェニル-2-オキサゾリン)を使用した。)。使用した化合物、収率、並びに光学純度について表3-1に示す。

【0184】

【表3-1】

実施例番号	化合物[2-1]の 構造: R ¹	収率[%]	光学純度[%ee] / 絶対配置
4-1		64	84 / (S)
4-2		83	88 / (S)
4-3		53	96 / (S)
4-4		51	86 / (S)
4-5		75	89 / (S)
4-6		61	84 / (S)
4-7		62	85 / (S)
4-8		66	94 / (S)
4-9		69	88 / (S)
4-10		79	91 / (S)

【0185】

実施例4-1において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.25 (t, J=7.2 Hz, 3 H), 1.53 (d, J=7.2 Hz, 3 H), 3.74 (q, J=7.2 Hz, 1 H), 4.11 - 4.24 (m, 2 H), 7.09 - 7.18 (m, 2 H), 7.35 - 7.47 (m, 4 H), 7.50 - 7.57 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 273[M+H]⁺

【0186】

実施例4-1において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

カラム名: DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6 mm x 250 mm)

溶離液: ヘキサン: エタノール = 84 : 16

流速: 1.0 mL/分

カラム温度：40

保持時間：R体 = 5.50分、S体 = 6.18分

【0187】

実施例4-2において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 0.88 (s, 9 H), 1.56 (d, J=7.4 Hz, 3 H), 3.73 - 3.85 (m, 3 H), 7.10 - 7.19 (m, 2 H), 7.34 - 7.47 (m, 4 H), 7.49 - 7.58 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 337[M+Na]⁺

【0188】

実施例4-2において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。 10

カラム名：DAICEL CHIRALPAK AD-3 x 2 (4.6 mm x 150 mm L x 2)

溶離液：ヘキサン：エタノール = 96 : 4

流速：1.0 mL/分

カラム温度：40

保持時間：R体 = 4.44分、S体 = 5.54分

【0189】

実施例4-3において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 0.80 (t, J=7.6 Hz, 3 H), 1.36 - 1.43 (m, 6 H), 1.49 (d, J=7.2 Hz, 3 H), 1.70 - 1.83 (m, 2 H), 3.66 (q, J=7.2 Hz, 1 H), 7.09 - 7.17 (m, 2 H), 7.34 - 7.47 (m, 4 H), 7.49 - 7.59 (m, 2 H). 20

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 315[M+H]⁺

【0190】

実施例4-3において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

カラム名：DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6 mm x 250 mm L)

溶離液：ヘキサン：エタノール = 84 : 16

流速：1.0 mL/分

カラム温度：40

保持時間：R体 = 4.02分、S体 = 4.31分

【0191】

実施例4-4において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.55 (d, J=7.2 Hz, 3 H), 3.79 (q, J=7.2 Hz, 1 H), 4.55 - 4.68 (m, 2 H), 5.19 - 5.30 (m, 2 H), 5.82 - 5.95 (m, 1 H), 7.11 - 7.19 (m, 2 H), 7.34 - 7.47 (m, 4 H), 7.50 - 7.57 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 285[M+H]⁺

【0192】

実施例4-4において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。 40

カラム名：DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6 mm x 250 mm L)

溶離液：ヘキサン：エタノール = 84 : 16

流速：1.0 mL/分

カラム温度：40

保持時間：R体 = 6.18分、S体 = 6.91分

【0193】

実施例4-5において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.14 - 1.90 (m, 10 H), 1.50 - 1.55 (m, 3 H) 50

), 3.72 (q, J=7.3 Hz, 1 H), 4.74 - 4.87 (m, 1 H), 7.10 - 7.18 (m, 2 H), 7.27 - 7.47 (m, 4 H), 7.49 - 7.59 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 327[M+H]⁺

【0194】

実施例4-5において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

カラム名: DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6 mm x 250 mm L)

溶離液: ヘキサン: エタノール = 84 : 16

流速: 1.0 mL/分

10

カラム温度: 40

保持時間: R体 = 4.61分、S体 = 5.15分

【0195】

実施例4-6において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.66 (d, J=7.0 Hz, 3 H), 4.00 (q, J=7.0 Hz, 1 H), 7.01 - 7.06 (m, 2 H), 7.19 - 7.28 (m, 3 H), 7.33 - 7.48 (m, 6 H), 7.54 - 7.58 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 343[M+Na]⁺

【0196】

実施例4-6において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

20

カラム名: DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6 mm x 250 mm L)

溶離液: ヘキサン: エタノール = 84 : 16

流速: 1.0 mL/分

カラム温度: 40

保持時間: R体 = 22.7分、S体 = 26.9分

【0197】

実施例4-7において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.54 - 1.57 (m, 3 H), 3.81 (q, J=7.3 Hz, 1 H), 5.05 - 5.21 (m, 2 H), 7.09 - 7.16 (m, 2 H), 7.26 - 7.39 (m, 7 H), 7.42 - 7.47 (m, 2 H), 7.51 - 7.56 (m, 2 H).

30

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 357[M+Na]⁺

【0198】

実施例4-7において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

カラム名: DAICEL CHIRALPAK OJ-3 (4.6 mm x 250 mm L)

溶離液: ヘキサン: エタノール = 84 : 16

流速: 1.0 mL/分

40

カラム温度: 40

保持時間: S体 = 10.5分、R体 = 12.4分

【0199】

実施例4-8において得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.49 (d, J=7.2 Hz, 3 H), 1.71 (s, 3H), 1.77 (s, 3H), 3.73 (q, J=7.2 Hz, 1 H), 7.06 - 7.15 (m, 2 H), 7.16 - 7.29 (m, 5 H), 7.32 - 7.49 (m, 4 H), 7.53 - 7.60 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 385[M+Na]⁺

【0200】

実施例4-8において得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下

50

に記載する。

カラム名：DAICEL CHIRALPAK OJ - 3 (4 . 6 m m x 2 5 0 m m L)

溶離液：ヘキサン：エタノール = 8 4 : 1 6

流速：1 . 0 m L / 分

カラム温度：4 0

保持時間：S 体 = 8 . 2 3 分、R 体 = 9 . 1 9 分

【 0 2 0 1 】

実施例 4 - 9 において得られた化合物の¹H NMR、MS を以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.56 (d, J=7.2 Hz, 3 H), 3.87 (q, J=7.2 Hz, 1 H), 6.85 (s, 1 H), 7.06 - 7.17 (m, 4 H), 7.20 - 7.40 (m, 10 H), 7.42 - 7.48 (m, 2 H), 7.51 - 7.57 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 433[M+Na]⁺

【 0 2 0 2 】

実施例 4 - 9 において得られた化合物のキラルカラムを用いた HPLC 分析条件を以下に記載する。

カラム名：DAICEL CHIRALPAK OJ - 3 (4 . 6 m m x 2 5 0 m m L)

溶離液：ヘキサン：エタノール = 8 4 : 1 6

流速：1 . 0 m L / 分

カラム温度：4 0

保持時間：S 体 = 1 6 . 2 分、R 体 = 1 7 . 7 分

【 0 2 0 3 】

実施例 4 - 1 0 において得られた化合物の¹H NMR、MS を以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.01 (s, 9 H), 1.58 (d, J=7.2 Hz, 3 H), 3.88 (q, J=7.2 Hz, 1 H), 7.12 - 7.21 (m, 2 H), 7.29 - 7.73 (m, 16 H).

MS (ESI/APCI Dual pos.) m/z: 505[M+Na]⁺

【 0 2 0 4 】

得られた化合物の絶対立体配置については、得られた化合物を、実施例 4 - 1 ~ 4 - 6 については後述する実施例 9 - 6 の方法により、実施例 4 - 7 ~ 4 - 1 0 については、下記記載の方法により各々 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸へ誘導した後、実施例 1 - 1 に記載のキラルカラムを用いた HPLC 分析の結果により S 体であると決定した。

【 0 2 0 5 】

実施例 4 - 7 で得られた化合物 (1 0 0 m g) をメタノール (3 m L) に溶解し、1 0 % パラジウム / 活性炭 (2 0 m g) を加え、水素雰囲気下、室温で反応液を 3 時間攪拌した。反応液をセラライト (登録商標) ろ過し不溶物を除いた後、ろ液を減圧濃縮した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン：酢酸エチル = 9 0 : 1 0 から 8 5 : 1 5) にて精製し、目的の表題化合物が含まれるフラクションを集め、減圧下溶媒を留去して、2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸 (6 6 m g) を無色固体として得た。

【 0 2 0 6 】

得られた化合物の光学純度を、実施例 1 - 1 と同様の方法で、キラルカラムを用いた HPLC 分析にて測定した。

光学純度：8 4 % e e (S)

【 0 2 0 7 】

実施例 4 - 8 で得られた化合物 (5 0 m g) をクロロホルム (0 . 3 m L) に溶解し、TFA (0 . 1 0 6 m L) を加え、室温で反応液を 3 時間攪拌した。反応液に水を加え、クロロホルムで 2 回抽出した。フェーズセパレーターにて有機層を分離し、減圧下溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン：酢酸エチル

10

20

30

40

50

= 88 : 12 から 10 : 90) にて精製し、目的の表題化合物が含まれるフラクションを集め、減圧下溶媒を留去して、2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸 (29 mg) を無色固体として得た。

【 0 2 0 8 】

得られた化合物の光学純度を、実施例 1 - 1 と同様の方法で、キラルカラムを用いた H P L C 分析にて測定した。

光学純度 : 95 % e e (S)

【 0 2 0 9 】

実施例 4 - 9 で得られた化合物 (57 mg) をクロロホルム (0 . 3 mL) に溶解し、T F A (0 . 106 mL) を加え、反応液を室温で 3 時間、60 にて 3 時間攪拌した。反応液に水を加え、クロロホルムで二回抽出した。フェーズセパレーターにて有機層を分離し、減圧下溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン : 酢酸エチル = 88 : 12 から 10 : 90) にて精製し、目的の表題化合物が含まれるフラクションを集め、減圧下溶媒を留去して、2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸 (34 mg) を無色固体として得た。

【 0 2 1 0 】

得られた化合物の光学純度を、実施例 1 - 1 と同様の方法で、キラルカラムを用いた H P L C 分析にて測定した。

光学純度 : 89 % e e (S)

【 0 2 1 1 】

実施例 4 - 10 で得られた化合物 (30 mg) をテトラヒドロフランに溶解し、テトラ n - ブチルアンモニウムフルオリド・1 M テトラヒドロフラン溶液 (0 . 124 mL) を加えて室温で 8 時間攪拌した。反応液に水と 1 M 塩酸を加え pH を 3 から 4 に調整後、クロロホルムで 2 回抽出した。フェーズセパレーターにて有機層を分離後、減圧下溶媒を留去し、2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸 (30 mg) を無色固体として得た。

【 0 2 1 2 】

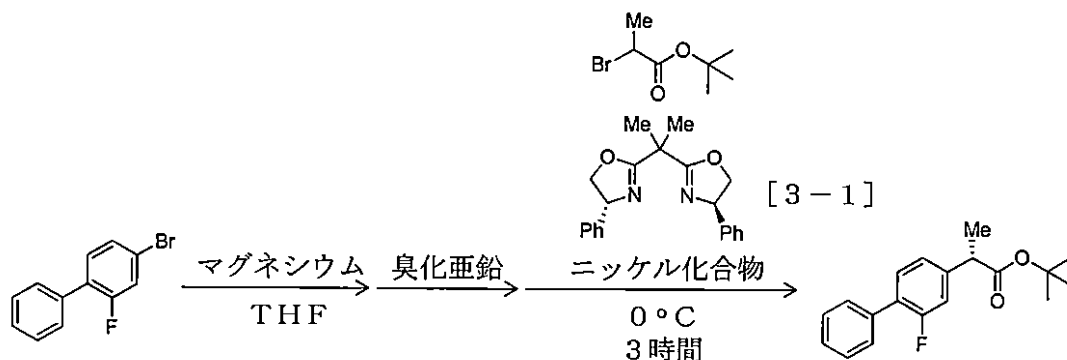
得られた化合物の光学純度を、実施例 1 - 1 と同様の方法で、キラルカラムを用いた H P L C 分析にて測定した。

光学純度 : 91 % e e (S)

【 0 2 1 3 】

実施例 5 - 1 から実施例 5 - 4

【 化 2 2 】



【 0 2 1 4 】

実施例 1 - 1 と同様の条件下、有機亜鉛試薬の T H F 溶液 6 . 0 mL (1 . 36 mmol、2 - プロモプロピオン酸 t - ブチルエステルに対して 0 . 90 当量)、及び (R , R) - 2 , 2' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (表 4 - 1 では化合物 [3 - 1] と表記、使用量は、2 - プロモプロピオン酸 t - ブチルエステルに対する mol % として、表 4 - 1 に表記) を用い、また用いる化合物として塩化ニッケル (II) ・ DM

E 錯体とその使用量 (2 - プロモプロピオン酸 t - ブチルエステルに対する mol % で表記) を変更し、反応を実施した。使用した化合物及びその使用量、収率、並びに光学純度について表 4 - 1 に示す。

【 0 2 1 5 】

なお、本実施例において、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体と化合物 [3 - 2] については、実施例 1 - 1 と同様に、予めこれらの化合物の THF 溶液を調整し、反応に必要な量を量り取り、使用した。

【 0 2 1 6 】

【表 4 - 1】

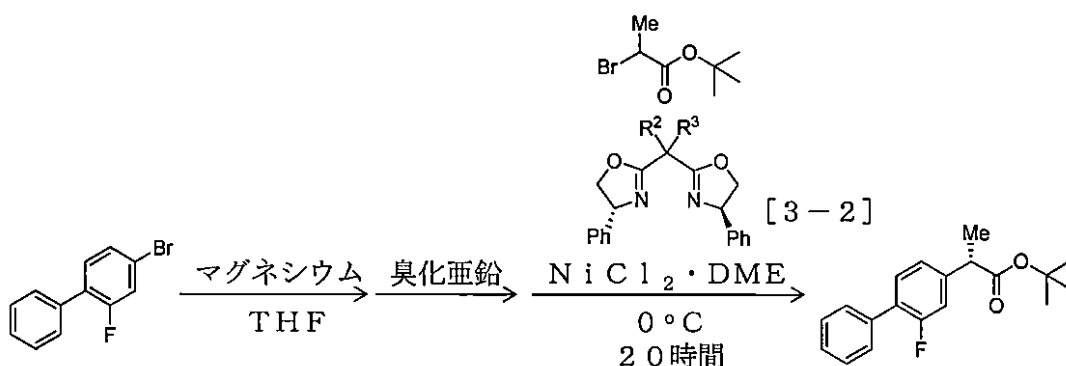
実施例番号	ニッケル化合物	ニッケル化合物量 [mol%]	化合物[3-1] [mol%]	収率[%]	光学純度[%ee] / 絶対配置
5-1	NiCl ₂	0.31	0.38	65	92 / (S)
5-2	NiCl ₂ (PPh ₃) ₂	0.10	0.12	67	94 / (S)
5-3	NiI ₂	0.30	0.38	68	93 / (S)
5-4	Ni(acac) ₂	0.10	0.12	65	93 / (S)

10

【 0 2 1 7 】

実施例 6 - 1 及び実施例 6 - 2

【化 2 3】



20

【 0 2 1 8 】

4 - プロモ - 2 - フルオロビフェニル (999 mg、3.98 mmol)、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステル (640 mg、3.06 mmol)、臭化亜鉛 (2.9 mmol)、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体 (0.0031 mmol、2 - プロモプロピオン酸 t - ブチルエステルに対して 0.1 mol %) を用い、実施例 1 - 1 と同様の条件下、使用する化合物として (R, R) - 2, 2' - イソプロピリデンビス(4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) を変更し、反応を実施した。使用した化合物 (表 5 - 1 では化合物 [3 - 2]) と表記) 及びその使用量 (2 - プロモプロピオン酸 t - ブチルエステルに対する mol % で表記)、収率、並びに光学純度について表 5 - 1 に示す。

30




【 0 2 1 9 】

なお、本実施例において、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体と化合物 [3 - 2] については、実施例 1 - 1 と同様に、予めこれらの化合物の THF 溶液を調整し、反応に必要な量を量り取り、使用した。

40

【 0 2 2 0 】

【表 5 - 1】

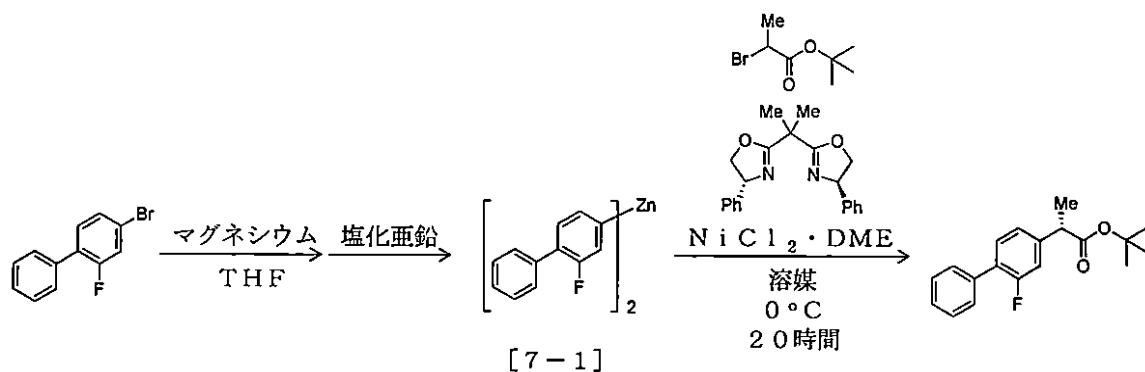
実施例番号	化合物[3-2]の構造: 	化合物[3-2]の当量 [mol%]	収率[%]	光学純度[%ee] / 絶対配置
6-1		0.12	48	91 / (S)
6-2		0.12	64	88 / (S)

10

【0221】

実施例 7 - 1 から実施例 7 - 5

【化 2 4】



20

【0222】

実施例 1 - 1 と同様の条件下、2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステルの使用量を 209 mg (1.0 mmol) とし、有機亜鉛試薬 (化合物 [7 - 1]) の THF 溶液 1.5 ml (0.341 mmol、2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステルに対して 0.68 当量)、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体 (0.0010 mmol、2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステルに対して 0.1 mol%)、(R, R) - 2, 2' - イソプロピリデンビス(4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0.0012 mmol、2 - ブロモプロピオン酸 *tert* - ブチルエステルに対して 0.12 mol%) を用い、使用する溶媒を変更し、反応を実施した。使用した溶媒、収率、並びに光学純度について表 6 - 1 に示す。

30

【0223】

なお、化合物 [7 - 1] は、前述の通り、調整した有機マグネシウム試薬に対して、0.5 当量の塩化亜鉛を用いて調整した。

【0224】

【表 6 - 1】

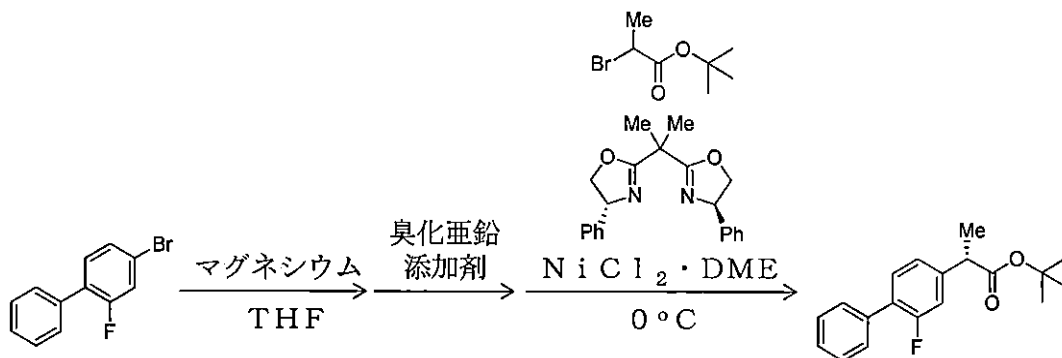
実施例番号	溶媒	収率[%]	光学純度[%ee] / 絶対配置
7-1	THF	62	92 / (S)
7-2	1, 4-ジオキサン	55	93 / (S)
7-3	2-MeTHF	58	93 / (S)
7-4	トルエン	61	93 / (S)
7-5	酢酸エチル	60	92 / (S)

40

【0225】

実施例 8 - 1

【化 2 5】



10

上記スキーム中「添加剤」は、酢酸エチル、又は臭化リチウムである。

【0 2 2 6】

実施例 1 - 1 と同様の条件下、有機亜鉛試薬を調製した後に酢酸エチル（4 - プロモ - 2 - フルオロビフェニルに対して 20 倍量）を加えて T H F との混媒にし、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルとのカップリング反応を 3 時間実施した。また、シリカゲルカラムクロマトグラフィーによる精製ではなく、エタノール - 水（3 : 1）の混合溶媒を用いて再結晶による精製を行った。

【0 2 2 7】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

20

化学収率：7 5 %

【0 2 2 8】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度：9 9 % e e (S)

【0 2 2 9】

実施例 8 - 2

実施例 1 - 1 と同様の条件下、有機亜鉛試薬を調製した後に臭化リチウム（2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 当量）を加えて、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルとのカップリング反応を 2 時間実施した。

【0 2 3 0】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

30

化学収率：5 5 %

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度：8 9 % e e (S)

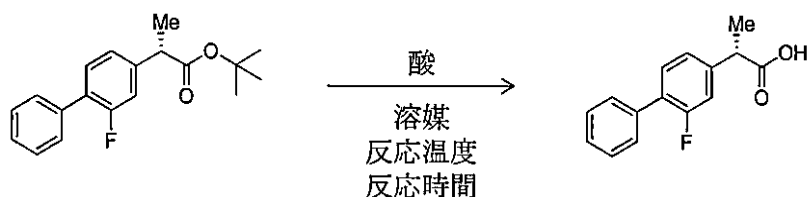
【0 2 3 1】

実施例 9 - 1

(S) - 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸の製造法

【0 2 3 2】

【化 2 6】



40

【0 2 3 3】

(S) - 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸 t e r t - ブチルエステル（37.0 g、123 mmol）にヘプタン（111 mL）、ギ酸（111 mL）を加え、室温にて 20 時間撹拌した。トルエン（74 mL）、水（111 mL）を加え、内温

50

50 にて1時間撈拌した。有機層を分離した後、水(111 mL、50)で洗浄した。有機層にヘプタン(333 mL)を加え、内温70 に昇温して溶解させた。撈拌放冷し、60 にて下記により入手した種晶を加え、室温にて1時間、氷冷下1時間撈拌した。析出した固体をろ取し、ヘプタン(148 mL、5)にて洗浄した。得られた固体を減圧下乾燥し、表題化合物(25.5 g)を無色粉末として得た。収率、並びに光学純度について表7-1に示す。

【0234】

得られた化合物の¹H NMR、MSを以下に記載する。

¹H NMR (600 MHz, CHLOROFORM-d) ppm 1.52 (d, J=7.0 Hz, 3 H), 3.75 (q, J=7.0 Hz, 1 H), 7.08 - 7.16 (m, 2 H), 7.29 - 7.43 (m, 4 H), 7.45 - 7.51 (m, 2 H).

MS (ESI/APCI Dual neg.) m/z: 243[M-H]⁻

【0235】

得られた化合物のキラルカラムを用いたHPLC分析条件を以下に記載する。

カラム名: DAICEL CHIRALPAK AY-H/SFC(4.6 mm x 250 mm)

溶離液: メタノール: 二酸化炭素 = 10 : 90

流速: 3.0 mL/分

カラム温度: 40

【0236】

ここで、実施例9-1で用いた種晶は、以下の方法により入手した。

【0237】

(S)-2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸tert-ブチルエステル(4.88 g、16.2 mmol)を用い、実施例9-1と同様の方法で反応、後処理を実施し、得られた有機層を減圧濃縮した。得られた残渣を内温90 にてトルエン(4.9 mL)、ヘプタン(4.9 mL)に溶解させ、撈拌放冷し、室温にて1時間、氷冷下1時間撈拌した。析出した固体をろ取し、ヘプタン(19.5 mL、5)にて洗浄した。得られた固体を減圧下乾燥し、(S)-2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸(3.51 g、光学純度99% ee (S))を無色粉末として得た。得られた粉末のうちの1 gを内温70 にてトルエン(2 mL)、ヘプタン(12 mL)に溶解させ、撈拌放冷し、室温にて1時間、氷冷下1時間撈拌した。析出した固体をろ取し、ヘプタン(4 mL、5)にて洗浄した。得られた固体を減圧下乾燥し、(S)-2-(2-フルオロビフェニル-4-イル)プロパン酸(950 mg)を無色粉末として得、これを種晶とした。

【0238】

実施例9-2から実施例9-9

実施例9-1と同様の条件下、反応温度、反応時間、使用する酸と溶媒を変更し、反応を実施した。使用した化合物、収率、並びに光学純度について表7-1に示す。

【0239】

【表7-1】

実施例番号	酸	溶媒	反応温度 [°C]	時間 [時間]	収率[%]	光学純度[%ee] / 絶対配置
9-1	ギ酸	ヘプタン	rt	20	85	>99 / (S)
9-2	ギ酸	なし	rt	20	90	>99 / (S)
9-3	トリフルオロ酢酸	トルエン	rt	20	91	99 / (S)
9-4	塩酸	1,4-ジオキサン	rt	40	78	99 / (S)
9-5	濃塩酸	酢酸	rt	40	84	99 / (S)
9-6	10%硫酸水溶液	酢酸	80	2	89	99 / (S)
9-7	トリル酸一水和物	トルエン	80	2	93	99 / (S)
9-8	メシル酸	トルエン	rt	1	90	99 / (S)
9-9	88%ギ酸水溶液	トルエン	80	5	92	99 / (S)

【0240】

実施例 10 - 1

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (47.8 mmol)、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステル (10 g、47.8 mmol)、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体 (0.478 mmol、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステルに対して 1 mol %)、(R , R) - 2 , 2' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0.574 mmol、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステルに対して 1.2 mol %) を用い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、反応温度 - 20 、反応時間 24 時間にて、カップリング反応を実施した。

【 0 2 4 1 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 72 %

【 0 2 4 2 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 86 % ee (S)

【 0 2 4 3 】

実施例 10 - 2

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (12 mmol)、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステル (2.09 g、10 mmol)、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体 (0.1 mmol、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステルに対して 1 mol %)、(R , R) - 2 , 2' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0.12 mmol、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステルに対して 1.2 mol %) を用い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、反応温度 - 20 、反応時間 24 時間にて、カップリング反応を実施した。

【 0 2 4 4 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 89 %

【 0 2 4 5 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 87 % ee (S)

【 0 2 4 6 】

実施例 10 - 3

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (10 mmol)、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステル (2.09 g、10 mmol)、塩化ニッケル (II) ・ DME 錯体 (0.05 mmol、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステルに対して 0.5 mol %)、(R , R) - 2 , 2' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0.06 mmol、2 - プロモプロピオン酸 tert - ブチルエステルに対して 0.6 mol %) を用い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、反応温度 - 10 、反応時間 3 時間にて、カップリング反応を実施した。

【 0 2 4 7 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 72 %

【 0 2 4 8 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 87 % ee (S)

【 0 2 4 9 】

実施例 10 - 4

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグ

10

20

30

40

50

リニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (1 0 m m o l)、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステル (2 . 0 9 g、1 0 m m o l)、塩化ニッケル (I I) ・ D M E 錯体 (0 . 1 m m o l、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 m o l %)、(R , R) - 2 , 2 ' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0 . 1 2 m m o l、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 . 2 m o l %) を用い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、反応温度 - 1 0 、反応時間 3 時間にて、カップリング反応を実施した。

【 0 2 5 0 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 7 3 %

10

【 0 2 5 1 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 8 9 % e e (S)

【 0 2 5 2 】

実施例 1 0 - 5

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (1 0 m m o l)、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステル (2 . 0 9 g、1 0 m m o l)、塩化ニッケル (I I) ・ D M E 錯体 (0 . 1 m m o l、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 m o l %)、(R , R) - 2 , 2 ' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0 . 1 2 m m o l、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 . 2 m o l %) を用い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、反応時間 3 時間にて、カップリング反応を実施した。

20

【 0 2 5 3 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 7 2 %

【 0 2 5 4 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 8 6 % e e (S)

【 0 2 5 5 】

30

実施例 1 0 - 6

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (1 0 m m o l)、塩化ニッケル (I I) ・ D M E 錯体 (0 . 1 m m o l、2 - クロロプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 m o l %)、(R , R) - 2 , 2 ' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0 . 1 2 m m o l、2 - クロロプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 . 2 m o l %) を用い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルの代わりに 2 - クロロプロピオン酸 t e r t - ブチルエステル (1 . 6 5 g、1 0 m m o l) を用い、反応時間 2 4 時間にてカップリング反応を実施した。

40

化学収率 : 6 0 %

【 0 2 5 6 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 9 4 % e e (S)

【 0 2 5 7 】

実施例 1 0 - 7

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (1 0 m m o l)、塩化ニッケル (I I) ・ D M E 錯体 (0 . 1 m m o l、2 - クロロプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 m o l %)、(R , R) - 2 , 2 ' - イソプロピリデンビス (4 - フェニル -

50

2 - オキサゾリン) (0 . 1 2 m m o l 、 2 - クロロプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 1 . 2 m o l %) を使い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルの代わりに 2 - クロロプロピオン酸エチルエステル (1 . 3 7 g 、 1 0 m m o l) を使い、反応時間 2 4 時間にてカップリング反応を実施した。

【 0 2 5 8 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 7 9 %

【 0 2 5 9 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 8 5 % e e (S)

【 0 2 6 0 】

実施例 1 0 - 8

実施例 1 - 1 (1) と同様の条件下、臭化亜鉛を加えずに、有機亜鉛試薬の代わりにグリニャール試薬を調製した。調製したグリニャール試薬 (2 . 0 m m o l) 、 2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステル (0 . 4 2 g 、 2 . 0 m m o l) 、 塩化ニッケル (II) ・ D M E 錯体 (0 . 1 m m o l 、 2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 5 m o l %) を使い、実施例 1 - 1 (2) と同様の条件下、(R , R) - 2 , 2 ' - イソプロピリデンビス(4 - フェニル - 2 - オキサゾリン)の代わりに(R , R) - 2 , 2 ' - (ペンタン - 3 , 3 - ジイル)ビス(4 - フェニル - 2 - オキサゾリン) (0 . 1 2 m m o l 、 2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルに対して 6 m o l %) を使い、反応温度 - 2 0 、反応時間 3 時間にて、2 - プロモプロピオン酸 t e r t - ブチルエステルとのカップリング反応を実施した。

【 0 2 6 1 】

得られた化合物の収率を以下に記載する。

化学収率 : 5 3 %

【 0 2 6 2 】

得られた化合物の光学純度を以下に記載する。

光学純度 : 9 0 % e e (S)

【産業上の利用可能性】

【 0 2 6 3 】

本発明により、医薬品として有用な、光学活性な 2 - (2 - フルオロビフェニル - 4 - イル) プロパン酸を高い光学純度で製造することができる。

10

20

30

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 C 0 7 B 61/00 (2006.01) C 0 7 B 61/00 3 0 0
 C 0 7 F 7/18 (2006.01) C 0 7 F 7/18 A

- (72)発明者 大嶽 憲一
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 松田 大輔
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 下野 梨絵
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 田伏 英哲
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 守谷 実
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 小橋 陽平
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 松田 洋平
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内
- (72)発明者 玉置 智一
 東京都豊島区高田 3 丁目 2 4 番 1 号 大正製薬株式会社内

審査官 東 裕子

- (56)参考文献 特開昭 6 0 - 1 1 2 7 3 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 3 3 9 0 8 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 0 6 5 6 9 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 2 5 5 5 7 7 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 3 / 0 7 3 5 9 6 (W O , A 1)
 LOU,Sha et al. , Nickel/Bis(oxazoline)-Catalyzed Asymmetric Kumada Reactions of Alkyl Electrophiles: Cross-Couplings , J. Am. Chem. Soc. , 米国 , American Chemical Society , 2 0 1 0 年 1 月 5 日 , 132(4) , 1264-1266
 西口郁三 , 有機合成化学協会誌 , 1 9 7 9 年 , 37(12) , 996-1000
 MAO, Jianyou et al. , Cobalt-Bisoxazoline-Catalyzed Asymmetric Kumada Cross-Coupling of Racemic α -Bromo Esters with Aryl G , J. Am. Chem. Soc. , 米国 , American Chemical Society , 2 0 1 4 年 1 2 月 5 日 , 136(50) , 17662-17668

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 C 0 7 C
 C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)