

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月31日(31.10.2024)



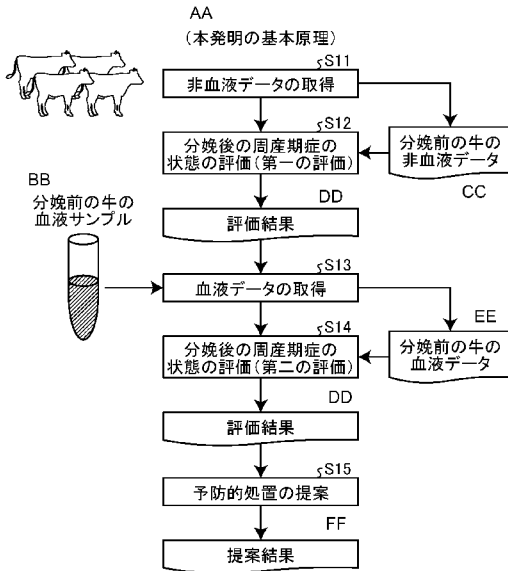
(10) 国際公開番号
WO 2024/225424 A1

- (51) 国際特許分類:
A01K 29/00 (2006.01) G01N 33/68 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/016392
- (22) 国際出願日: 2024年4月26日(26.04.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-074785 2023年4月28日(28.04.2023) JP
- (71) 出願人: 味の素株式会社 (AJINOMOTO CO., INC.) [JP/JP]; 〒1048315 東京都中央区京橋一丁目15番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 今泉 明 (IMAIZUMI, Akira); 〒2108681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-1 味の素株式会社内 Kanagawa (JP). 杉本 裕介

- (SUGIMOTO, Yusuke); 〒2108681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-1 味の素株式会社内 Kanagawa (JP). 春野 篤 (HARUNO, Atsushi); 〒2108681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-1 味の素株式会社内 Kanagawa (JP). 中川 一輝 (NAKAGAWA, Kazuki); 〒2108681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-1 味の素株式会社内 Kanagawa (JP). 夏目 愛実 (NATSUME, Manami); 〒2108681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-1 味の素株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: METHOD FOR EVALUATING METABOLIC DISEASE FOLLOWING CALVING

(54) 発明の名称: 分娩後の代謝性疾患の評価方法



- S11 Acquire non-blood data
S12 Evaluate state of perinatal diseases following calving (first evaluation)
S13 Acquire blood data
S14 Evaluate state of perinatal diseases following calving (second evaluation)
S15 Propose preventive treatment
AA Basic principle of present invention
BB Blood samples from cows before calving
CC Non-blood data from cows before calving
DD Evaluation result
EE Blood data from cows before calving
FF Proposal result

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an evaluation method whereby the state of metabolic diseases following the most recent calving can be evaluated without using blood data prior to the most recent calving. In the present embodiment, a first evaluation evaluating the metabolic disease state of a cow after the most recent calving is performed using a first value, which is a value related to cattle management information about the cow before the most recent calving and can be obtained by a non-invasive method, an equation including a variable into which the first value is substituted and the value of the equation calculated using the first value, or a graph generated on the basis of the first value.



WO 2024/225424 A1

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
-

(57) 要約 : 今回の分娩後の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に血液データを用いずに評価することができる評価方法などを提供することを課題とする。本実施形態では、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う。

明 細 書

発明の名称：分娩後の代謝性疾患の評価方法

技術分野

[0001] 本発明は、評価方法、算出方法、評価装置、算出装置、評価プログラム、算出プログラム、記録媒体、評価システム、端末装置および式生成方法に関するものである。

背景技術

[0002] 分娩後3週間の周産期と呼ばれる時期は、牛にとって重要な時期である。この時期には、ケトーシス、乳熱、胎盤停滞、第四胃変位、子宮炎、蹄病および乳房炎などの代謝性疾患が多く発症する。

[0003] たとえば、ケトーシスは、繁殖成績および乳生産の低下との関連性が報告されている重要な疾患である（非特許文献1）。ケトーシスの確定診断は、血中 β ヒドロキシ酪酸（BHBA： β -hydroxy butyric acid）濃度に基づいて行われる。分娩後血中BHBA濃度が $3000\mu\text{mol/l}$ 以上を示す場合は顕在性ケトーシスと診断され、分娩後血中BHBA濃度が $1200\mu\text{mol/l}$ 以上を示す場合は潜在性ケトーシスと診断される。近年、臨床症状から明らかにケトーシスと診断される顕在性ケトーシスに加えて、明確な症状は示さないものの血中BHBA濃度がある程度高い潜在性ケトーシスへの対応が着目されている。これは、従来は、潜在性ケトーシスは治療の対象とされていなかった一方で、乳量の減少や繁殖成績の低下などの影響が大きいためである。

[0004] ケトーシスを確定診断し治療することを目的として開発された、分娩後血中BHBA濃度を簡易的に測定することができるBHBA簡易測定キットが、農場で用いられている。

[0005] また、ケトーシスのリスク診断技術に関する報告は幾つか存在する。例えば、分娩前の血中非エステル型脂肪酸（NEFA：non esterified fatty acid）濃度による分娩後ケトーシス診断の可能性

が報告されている（非特許文献2）。また、乾乳期から泌乳後期までの各乳期での血中指標の正常範囲を提示し、正常範囲から逸脱した個体をケトosisリスク牛として抽出する代謝プロファイルが提唱されている（非特許文献3）。

[0006] 乳熱すなわち分娩性低カルシウム血症は、分娩後の乳汁中に大量のカルシウムが排出されるために血液中のカルシウム濃度が低下して筋肉が収縮できずに起立不能になる代謝性疾患である。この確定診断は血中のカルシウム濃度を測定することでわかるが、発症時にすばやく対処するための診断方法は確立されておらず目視や触診で行われており、そのリスクを診断する方法は開示されていない。

[0007] 胎盤停滞は、子牛を分娩後に胎盤が剥離せずに子宮内に残存してしまい異常出血の原因となりうる。胎盤停滞を起こしうるリスクについては、特許第5710180号公報が血中のエストラジオール17 β 濃度をマーカーにしてその発症を予測する方法を開示している。

[0008] 分娩時の過肥および乾物摂取量不足によって分娩後一か月以内に発症することが多いといわれる第四胃変位は、餌の消化の障害となるほか閉塞の症状を示す。この第四胃変位については分娩翌日の血中GOT濃度、NEFA濃度、3-ヒドロキシ酪酸濃度、グルコース濃度、分娩前のボディコンディションスコア（BCS）、前産次の空胎日数、受精回数、乾乳期間がリスクファクターとして知られている。

[0009] 乳房炎のリスクを予測する技術としては、分娩前の乳汁の性状とCMT変法の結果とから経産牛の乳房炎発症リスクを見積もることが知られている。

[0010] 代謝異常疾患のリスクを評価する方法として、たとえば、本出願人による国際出願である国際公開第2018/003638号には、乳牛の分娩前の血中アミノ酸プロファイルを用いて分娩後のケトosisリスクを評価する方法が開示されている。また、中国特許出願公開第114373505号明細書には、分娩前の腸内の細菌叢から分娩後のケトosis罹患のマーカーとして知られる β ヒドロキシ酪酸の濃度を予測するモデルが開示されている。あ

るいは上述の特許第5710180号公報には、血中のエストラジオール17 β 濃度をマーカーにして胎盤停滞の発症を予測する方法が開示されている。しかしながら、分娩前の牛からのサンプリングはいずれも侵襲的な方法であった。

[0011] ここで侵襲的な方法とは、身体に負担がかかる方法であり、たとえば注射針を牛の体にさして血液を採取することは侵襲的な方法である。

[0012] 非侵襲的なサンプルを用いる方法として、国際公開第2021/221249号には、人工知能ベースの家畜管理方法として、画像カメラおよびサーモグラフィカメラで家畜を撮影して得られた体温情報や畜舎の環境情報とを説明変数として家畜の異常状態を目的変数としたディープラーニングモデルを作成して、家畜の異常な兆候の一つとして病気の症状およびその感染経路を予測する方法が開示されている。しかし、具体的な疾患を予測するモデルは開示されておらず、たとえば代謝性疾患のリスクを評価する方法は開示されていない。

先行技術文献

非特許文献

[0013] 非特許文献1: T. F. Duffield, K. D. Lissemore, B. W. McBride, and K. E. Leslie, Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *J. Dairy. Sci.* 92: 571-580 (2009)

非特許文献2: P. A. Ospina, D. V. Nydam, T. Stokol, and T. R. Overton, Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Clinical thresholds for prediction of clinical diseases. *J. Dairy. Sci.* 93: 546-554 (2010)

非特許文献3: K. Kida, The metabolic profile test: Its practicality in assessing feeding management and periparturient diseases in high yielding commercial dairy herds. *J. Vet. Med.*

Sci. 64: 557-563 (2002)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] ここで、分娩後にケトーシスとなるリスクを分娩前に予め診断することができれば、例えば、分娩前に予防的な栄養的介入を行うことで、ケトーシス発症を低減させ、延いては酪農家の効率的な生産に貢献することができる、と考えられる。更にいうなら、この診断を、牛の血液データを用いずに行うことができれば、酪農家が牛1頭1頭の血液を採取する手間を省くことができる。

[0015] しかしながら、分娩後にケトーシスとなるリスクを分娩前に予め診断することに関し、実際に農場で使われているリスク診断技術は存在しない、という問題点があった。また、牛の血液データを用いず（＝非侵襲的に）当該診断を行う技術は存在しないという問題点もあった。

[0016] なお、上述したキットは、ケトーシスを確定診断し治療することを目的として開発されたものであるため、分娩後にケトーシスとなるリスクを分娩前に予め把握することを目的として用いることはできない。また、仮に、上述したキットを当該把握の目的として用いたとしても、信頼できる結果を得ることはできない。

[0017] 本発明は、上記に鑑みてなされたもので、今回の分娩後の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に血液データを用いず評価することができる評価方法等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる評価方法は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う評価ステップを含むこと、を特徴とする。

- [0019] また、本発明にかかる評価方法において、前記第一の値が、採食時間、反芻時間、代謝タンパク質充足率（MP充足率）、代謝エネルギー充足率（ME充足率）、乾物摂取量充足率（DMI充足率）、搾乳量、乳量充足率および前回の分娩後の日数のうちの少なくとも一つの値であってもよい。
- [0020] また、本発明にかかる評価方法において、前記牛が、乳牛または肉牛であってもよい。
- [0021] また、本発明にかかる評価方法において、前記第一の値が、所定の乳期における値であってもよい。
- [0022] また、本発明にかかる評価方法において、前記第一の値が、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方であってもよい。
- [0023] また、本発明にかかる評価方法において、前記第一の値が、更に、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方の属性を持ってもよい。
- [0024] また、本発明にかかる評価方法において、前記第一の値が、平均値および標準偏差の少なくとも一方であってもよい。
- [0025] また、本発明にかかる評価方法において、前記第一の評価においては、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患している状態であるか、および、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患してはいないものの検査が必要な状態であるか、の少なくとも一方を評価してもよい。
- [0026] また、本発明にかかる評価方法において、前記代謝性疾患の状態が、今回の分娩後の所定時点における代謝性疾患の状態であってもよい。
- [0027] また、本発明にかかる評価方法において、前記代謝性疾患が、潜在性ケトosis、顕在性ケトosis、子宮炎、胎盤停滞、第四胃変位、乳熱、アシドーシス、蹄病または乳房炎であってもよい。
- [0028] また、本発明にかかる評価方法において、前記評価ステップにおいては、前記前回の分娩後の日数を一方の軸の値とし、前記搾乳量を他方の軸の値とすることで生成された前記グラフの画像を用いて、前記第一の評価を行ってもよい。

- [0029] また、本発明にかかる評価方法において、前記評価ステップにおいては、今回の分娩前の前記牛の血液中のアミノ酸の濃度値である第二の値、または、前記第二の値が代入される変数を含む式および前記第二の値を用いて算出された前記式の値を用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第二の評価を更に行ってもよい。
- [0030] また、本発明にかかる評価方法において、前記評価ステップにおいては、前記第二の評価に続いて、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第三の値、または、前記第三の値が代入される変数を含む式および前記第三の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第三の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第三の評価を更に行ってもよい。
- [0031] また、本発明にかかる評価方法は、前記評価ステップにおいて分娩後に前記代謝性疾患に罹患する可能性が高いと評価された牛に対して、予防的処置を提案する提案ステップを更に含んでもよい。
- [0032] また、本発明にかかる評価方法において、前記予防的処置が、Rumen Protect アミノ酸の投与、飼料添加物の投与、薬剤の投与および獣医の診断からなる群から選択される少なくとも一つであってもよい。
- [0033] また、本発明にかかる評価方法において、前記飼料添加物が、PH調整剤、イオンバランス調整剤、カビ毒吸着剤、プロピオン酸カルシウム等のプロピオン酸類縁体、ビタミン、ミネラル、アミノ酸、脂肪酸、尿素、生菌剤、酵母、酵素、抗生物質、抗酸化剤、抗菌剤および有機酸からなる群から選択される少なくとも一つであってもよい。
- [0034] また、本発明にかかる評価方法において、前記提案ステップにおいては、前記代謝性疾患に罹患する可能性があるとして評価された牛に対して、統計的因果推論を行って罹患する原因を推測し、その原因に対応する予防的処置を提案してもよい。
- [0035] また、本発明にかかる評価方法において、前記評価ステップおよび前記提案ステップが、制御部を備える情報処理装置の前記制御部において実行され

てもよい。

[0036] また、本発明にかかる算出方法は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて、前記式の値を算出する算出ステップを含むこと、を特徴とする。

[0037] また、本発明にかかる算出方法において、前記算出ステップは、制御部を備える情報処理装置の前記制御部において実行されてもよい。

[0038] また、本発明にかかる評価装置は、制御部を備える評価装置であって、前記制御部は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う評価手段を備えること、を特徴とする。

[0039] また、本発明にかかる評価装置において、前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを提供する端末装置とネットワークを介して通信可能に接続されており、前記制御部は、前記端末装置から送信された前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを受信するデータ受信手段と、前記評価手段で得られた評価結果を前記端末装置へ送信する結果送信手段と、を更に備え、前記評価手段は、前記データ受信手段で受信した前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを用いてもよい。

[0040] また、本発明にかかる算出装置は、制御部を備える算出装置であって、前記制御部は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて、前記式の値を算出する算出手段を備えること、を特徴とする。

[0041] また、本発明にかかる評価プログラムは、制御部を備える情報処理装置において実行させるための評価プログラムであって、前記制御部において実行

させるための、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う評価ステップを含むこと、を特徴とする。

[0042] また、本発明にかかる算出プログラムは、制御部を備える情報処理装置において実行させるための算出プログラムであって、前記制御部において実行させるための、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて、前記式の値を算出する算出ステップを含むこと、を特徴とする。

[0043] また、本発明にかかる記録媒体は、前記評価プログラムまたは前記算出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。具体的には、本発明にかかる記録媒体は、一時的でないコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、情報処理装置に前記評価方法または前記算出方法を実行させるためのプログラム化された命令を含むこと、を特徴とする。

[0044] また、本発明にかかる評価システムは、制御部を備える評価装置と制御部を備える端末装置とをネットワークを介して通信可能に接続して構成される評価システムであって、前記端末装置の前記制御部は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを前記評価装置へ送信するデータ送信手段と、前記評価装置から送信された、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態に関する評価結果を受信する結果受信手段と、を備え、前記評価装置の前記制御部は、前記端末装置から送信された前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを受信するデータ受信手段と、前記データ受信手段で受信した前記第一の値、前記式の前記値また

は前記グラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する評価手段と、前記評価手段で得られた前記評価結果を前記端末装置へ送信する結果送信手段と、を備えること、を特徴とする。

[0045] また、本発明にかかる端末装置は、制御部を備えた端末装置であって、前記制御部は、今回の分娩後の牛の代謝性疾患の状態に関する評価結果を取得する結果取得手段を備え、前記評価結果は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価した結果であること、を特徴とする。

[0046] また、本発明にかかる端末装置は、前記評価を行う評価装置とネットワークを介して通信可能に接続されており、前記結果取得手段は、前記評価装置から送信された前記結果を受信してもよい。

[0047] また、本発明にかかる式生成方法は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値を取得し、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を取得し、前記取得した第一の値および前記取得した今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を教師データとして用いて、所定の解析手法により、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に評価するための式を生成する式生成ステップを含むこと、を特徴とする。

[0048] また、本発明にかかる式生成方法において、前記第一の値が、採食時間、反芻時間、代謝タンパク質充足率（MP充足率）、代謝エネルギー充足率（ME充足率）、乾物摂取量充足率（DMI充足率）、搾乳量、乳量充足率および前回の分娩後の日数のうちの少なくとも一つの値であってもよい。

[0049] また、本発明にかかる式生成方法において、前記牛が、乳牛または肉牛であってもよい。

[0050] また、本発明にかかる式生成方法において、前記第一の値が、所定の乳期

における値であってもよい。

[0051] また、本発明にかかる式生成方法において、前記第一の値が、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方であってもよい。

[0052] また、本発明にかかる式生成方法において、前記第一の値が、更に、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方の属性を持ってもよい。

[0053] また、本発明にかかる式生成方法において、前記第一の値が、平均値および標準偏差の少なくとも一方であってもよい。

[0054] また、本発明にかかる式生成方法において、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態とは、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患している状態であるか、または、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患してはいないものの検査が必要な状態であるか、であってもよい。

[0055] また、本発明にかかる式生成方法において、前記代謝性疾患の状態が、今回の分娩後の所定時点における代謝性疾患の状態であってもよい。

[0056] また、本発明にかかる式生成方法において、前記代謝性疾患が、潜在性ケトーシス、顕在性ケトーシス、子宮炎、胎盤停滞、第四胃変位、乳熱、アシドーシス、蹄病または乳房炎であってもよい。

[0057] また、本発明にかかる式生成方法において、前記所定の解析手法が、決定木、ランダムフォレスト、ニューラルネットワークおよびロジスティック回帰からなる群から選択される少なくとも一つの解析手法であってもよい。

発明の効果

[0058] 本発明によれば、今回の分娩後の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に血液データを用いずに評価することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0059] [図1]図1は、第1実施形態の基本原理を示す原理構成図である。

[図2]図2は、第2実施形態の基本原理を示す原理構成図である。

[図3]図3は、本システムの全体構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、本システムの全体構成の他の一例を示す図である。

[図5]図5は、本システムの評価装置100の構成の一例を示すブロック図である。

[図6]図6は、非血液データファイル106aに格納される情報の一例を示す図である。

[図7]図7は、B H B A状態情報ファイル106bに格納される情報の一例を示す図である。

[図8]図8は、指定B H B A状態情報ファイル106cに格納される情報の一例を示す図である。

[図9]図9は、式ファイル106d1に格納される情報の一例を示す図である。

[図10]図10は、評価結果ファイル106eに格納される情報の一例を示す図である。

[図11]図11は、評価部102dの構成を示すブロック図である。

[図12]図12は、本システムのクライアント装置200の構成の一例を示すブロック図である。

[図13]図13は、本システムのデータベース装置400の構成の一例を示すブロック図である。

[図14]図14は、1産次サイクルあたりの検証の時系列を示す図である。

[図15]図15は、実施例1において得られたROCおよびAUCスコアを示す図である。

[図16]図16は、実施例2において得られたROCおよびAUCスコアを示す図である。

[図17]図17は、実施例3の(1)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図18]図18は、実施例3の(1)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図19]図19は、実施例3の(1)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図20]図20は、実施例3の(1)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図21]図21は、実施例3の(1)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図22]図22は、実施例3の(1)において得られたROCおよびAUCスコアを示す図である。

[図23]図23は、実施例3の(2)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図24]図24は、実施例3の(2)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図25]図25は、実施例3の(2)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図26]図26は、実施例3の(2)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図27]図27は、実施例3の(2)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図28]図28は、実施例3の(2)において得られたROCおよびAUCスコアを示す図である。

[図29]図29は、実施例3の(3)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図30]図30は、実施例3の(3)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図31]図31は、実施例3の(3)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図32]図32は、実施例3の(3)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図33]図33は、実施例3の(3)において生成された決定木の一例を示す図である。

[図34]図34は、実施例3の(3)において得られたROCおよびAUCスコアを示す図である。

[図35]図35は、各式の係数を示す図である。

[図36]図36は、ROC_AUCを示す図である。

[図37]図37は、ロジスティック回帰の係数を示す図である。

[図38]図38は、ロジスティック回帰のROCを示す図である。

[図39]図39は、特徴量重要度を示す図である。

[図40]図40は、LightGBMのROCを示す図である。

[図41]図41は、ロジスティック回帰のROCを示す図である。

[図42]図42は、LightGBMのROCを示す図である。

[図43]図43は、選択された11種の説明変数を示す図である。

[図44]図44は、選択された9種の説明変数を示す図である。

[図45]図45は、選択された13種の説明変数を示す図である。

[図46]図46は、2変数モデルを構成する2つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図47A]図47Aは、3変数モデルを構成する3つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図47B]図47Bは、3変数モデルを構成する3つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図47C]図47Cは、3変数モデルを構成する3つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図48A]図48Aは、4変数モデルを構成する4つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図48B]図48Bは、4変数モデルを構成する4つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図48C]図48Cは、4変数モデルを構成する4つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図48D]図48Dは、4変数モデルを構成する4つの説明変数の組み合わせを示す図である。

示す図である。

[図49A]図49Aは、5変数モデルを構成する5つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図49B]図49Bは、5変数モデルを構成する5つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図49C]図49Cは、5変数モデルを構成する5つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図49D]図49Dは、5変数モデルを構成する5つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図50A]図50Aは、6変数モデルを構成する6つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図50B]図50Bは、6変数モデルを構成する6つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図50C]図50Cは、6変数モデルを構成する6つの説明変数の組み合わせを示す図である。

[図50D]図50Dは、6変数モデルを構成する6つの説明変数の組み合わせを示す図である。

発明を実施するための形態

[0060] 以下に、本発明にかかる評価方法、算出方法および式生成方法の実施形態（第1実施形態）ならびに本発明にかかる評価装置、算出装置、評価方法、算出方法、評価プログラム、算出プログラム、記録媒体、評価システムおよび端末装置の実施形態（第2実施形態）を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明はこれらの実施形態により限定されるものではない。

[0061] [第1実施形態]

ここでは、第1実施形態の概要について図1を参照して説明する。図1は第1実施形態の基本原理を示す原理構成図である。

[0062] [1-1. 一次スクリーニング]

最初に、牛の血液を用いずに行うスクリーニングである一次スクリーニン

グを以下のようにして行う。

- [0063] まず、今回の分娩前の評価対象となる牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値（第一の値）を含む非血液データを取得する（図1のステップS11）。
- [0064] 前記非侵襲的な方法とは、牛に負担をかけないまたは牛を傷つけない方法であり、例えば、牛に取り付けられたセンサーから情報を取得する方法および牛に関する飼料設計情報から情報を取得する方法等を指す。
- [0065] 評価対象となる牛は、特に制限されず、例えば、乳牛（乳用牛）または肉牛（肉用牛）である。
- [0066] 前記第一の値は、例えば、採食時間、反芻時間、代謝タンパク質充足率（MP充足率）、代謝エネルギー充足率（ME充足率）、乾物摂取量充足率（DMI充足率）、搾乳量、乳量充足率および前回の分娩後の日数という8種の数値うちの少なくとも一つの値である。
- [0067] 前記第一の値は、例えば、所定の乳期における値である。前記所定の乳期は、例えば、フレッシュ期（前回の分娩後1～20日）、泌乳前期（前回の分娩後21～80日）、泌乳ピーク期（前回の分娩後81～180日）または泌乳後期（前回の分娩後181日～今回の分娩前60日）という4種の乳期である。
- [0068] 前記所定の乳期の分け方は、前段落で説明した例に限定されず、例えば、次のような分け方であってもよい。すなわち、（1）前期（0～10週前後）、中期（10～20週前後）および後期（20週前後～）に分け、（2）当該前期の最初3週間をフレッシュ期とし、（3）乳量がピークに到達する分娩後約3か月をピーク期とする、という分け方であってもよい。
- [0069] 前記採食時間は、牛が採食行動にかけた時間である。前記反芻時間は、牛が反芻行動（第一胃まで飲み込んだ食べ物を再び口の中に戻して、再咀嚼する行動）にかけた時間である。前記採食時間および前記反芻時間は、例えば、前記牛に取り付けられたセンサー（加速度センサー等）から、行動履歴として日々自動的に取得することができる。

[0070] 前記代謝タンパク質充足率（MP充足率）は、飼料設計情報から想定される代謝タンパク質の量に対して、実際に摂取された代謝タンパクが占める割合である。前記代謝エネルギー充足率（ME充足率）は、飼料設計情報から想定される代謝エネルギーに対して、実際に摂取された代謝エネルギーが占める割合である。前記乾物摂取量充足率（DMI充足率）は、飼料設計情報から想定される乾物摂取量に対して、実際に摂取された乾物摂取量が占める割合である。前記乾物摂取量は、飼料の摂取量から、水分に相当する分を除いた量である。

[0071] 前記代謝タンパク質充足率（MP充足率）、前記代謝エネルギー充足率（ME充足率）および前記乾物摂取量充足率（DMI充足率）は、採食時間の相対比率を用いて算出することができる。前記採食時間の相対比率は、例えば、「（採食時間の相対比率）＝（採食時間の重み）／（その牛群での採食時間の重みの平均値）」という計算式により算出することができる。前記採食時間の重みは、例えば、「（採食時間の重み）＝（採食時間）^λ」という計算式により算出することができる。λの値は、農場の過去データの推定DMIの分散が規定値になるように調整する。λの値を小さくすることで、摂取時間が大きい場合の重みを小さくすることができる。

[0072] 前記代謝タンパク質充足率（MP充足率）は、例えば、「（MP充足率）＝（飼料設計情報における牛群一頭あたりのMP充足率）×（採食時間の相対比率）」という計算式により算出することができる。

[0073] 前記代謝エネルギー充足率（ME充足率）は、例えば、「（ME充足率）＝（飼料設計情報における牛群一頭あたりのME充足率）×（採食時間の相対比率）」という計算式により算出することができる。

[0074] 前記乾物摂取量充足率（DMI充足率）は、例えば、「（DMI充足率）＝（推定DMI）／（飼料設計情報における想定DMI）」という計算式により算出することができる。前記推定DMIは、例えば、「（推定DMI）＝（飼料設計情報における牛群一頭あたりのDMI）×（採食時間の相対比率）」という計算式により算出することができる。

- [0075] 前記搾乳量は、例えば、牛の飼料設計情報から取得することができる。前記乳量充足率は、飼料設計情報から想定される乳量に対して、実測された乳量が占める割合である。前記乳量充足率は、例えば、「(乳量充足率) = (実際の乳量) / (飼料設計情報における想定乳量)」という計算式により算出することができる。
- [0076] 前記第一の値は、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方であってもよい。前記産次数とは、牛が何回分娩を経験したのかを表す数である。
- [0077] 前記第一の値は、更に、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方の属性を持ってよい。言い換えると、前記第一の値は、所定の産次数または所定の総搾乳日数における値であってもよい。たとえば、畜牛管理情報の採食時間であれば、ある産次数（牛が経験した出産回数）のときの採食時間や、ある総搾乳日数のときの採食時間として表現できる。
- [0078] 前記第一の値は、例えば、平均値および標準偏差という2種の統計用数値の少なくとも一方である。
- [0079] ここで、前記4種の乳期、前記8種の数値および前記2種の統計用数値の組合せを、基本データセットと定義する。例えば、当該基本データセットを構成する組合せの一例として、「前記泌乳ピーク期における前記搾乳量の平均値」が挙げられる。また、当該基本データセットを構成する組合せの別例として、「前記フレッシュ期における前記反芻時間の標準偏差」が挙げられる。
- [0080] つぎに、一次スクリーニングとして、ステップS11で取得した非血液データに含まれている前記第一の値を用いて、今回の分娩後の評価対象となる牛の代謝性疾患の状態を評価（予測／推定）する第一の評価を行う（図1のステップS12）。なお、ステップS12を実行する前に、ステップS11で取得した非血液データから欠損値や外れ値などのデータを除去してもよい。
- [0081] 前記第一の評価においては、評価対象となる牛が今回の分娩後に前記代謝

性疾患に罹患している状態であるか、および、評価対象となる牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患してはいないものの更なる評価（後述する第二の評価）が必要な状態であるか、の少なくとも一方を評価してもよい。

[0082] 前記代謝性疾患の状態は、例えば、今回の分娩後の所定時点における代謝性疾患の状態である。また、前記代謝性疾患は、例えば、潜在性ケトーシス、顕在性ケトーシス、子宮炎、胎盤停滞、第四胃変位、乳熱、アシドーシス、蹄病または乳房炎等である。

[0083] ここで、ステップS12では、前記第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて式の値を算出することで、前記第一の評価を行ってもよい。また、前記第一の値が代入される変数には、前記第一の値を例えば後述する手法等で変換した後の値が代入されてもよい。

[0084] また、分娩後のケトーシスの状態を評価する際、前記第一の値以外に、例えば、代謝性疾患発生に影響を与える以下に挙げた因子に関する値などをさらに用いても構わない。また、式には、前記第一の値が代入される変数以外に、例えば、代謝性疾患発生に影響を与える以下に挙げた因子に関する値などが代入される変数がさらに含まれていてもよい。

・経産か未経産かを意味する産次項（2値変数）

・体重、摂食量、ボディコンディションスコア（BCS）、気温、湿度、飼育密度、及び季節

[0085] また、前記第一の値または前記式の値を例えば以下に挙げた手法などで変換し、変換後の値を用いて、評価対象の分娩後の代謝性疾患の状態を評価してもよい。

前記第一の値または前記式の値の取り得る範囲が所定範囲（例えば0.0から1.0までの範囲、0.0から10.0までの範囲、0.0から100.0までの範囲、又は-10.0から10.0までの範囲、など）に収まるようにする等のために、例えば、前記第一の値または前記式の値に対して任意の値を加減乗除したり、前記第一の値または前記式の値を所定の変換手法

(例えば、指数変換、対数変換、角変換、平方根変換、プロビット変換、逆数変換、 Box-Cox 変換、又はべき乗変換など)で変換したり、また、前記第一の値または前記式の値に対してこれらの計算を組み合わせで行ったりすることで、前記第一の値または前記式の値を変換してもよい。例えば、前記第一の値または前記式の値を指数としネイピア数を底とする指数関数の値(具体的には、分娩後の代謝性疾患の状態が所定の状態(例えば血中BHBA濃度が基準値を超えた状態など)である確率 p を定義したときの自然対数 $\ln(p/(1-p))$ が前記第一の値または前記式の値と等しいとした場合における $p/(1-p)$ の値)をさらに算出してもよく、また、算出した指数関数の値を1と当該値との和で割った値(具体的には、確率 p の値)をさらに算出してもよい。

また、特定の条件のときの変換後の値が特定の値となるように、前記第一の値または前記式の値を変換してもよい。例えば、感度が95%のときの変換後の値が5.0となり且つ感度が80%のときの変換後の値が8.0となるように前記第一の値または前記式の値を変換してもよい。

また、前記第一の値を正規分布化した後、平均50、標準偏差10となるように前記第一の値を偏差値化してもよい。また、前記式の値に関しては、平均50、標準偏差10となるように前記式の値を偏差値化してもよい。

[0086] また、モニタ等の表示装置又は紙等の物理媒体に視認可能に示される所定の物差し上における所定の目印の位置に関する位置情報を、前記第一の値(当該値を変換した場合にはその変換後の値)または前記式の値(当該式の変換した場合にはその変換後の値)を用いて生成し、生成した位置情報を、評価対象の分娩後の代謝性疾患の状態に関する評価結果としてもよい。なお、所定の物差しとは、分娩後の代謝性疾患の状態を評価するためのものであり、例えば、目盛りが示された物差しであって、「前記第一の値若しくは前記式の値の取り得る範囲」又は「当該範囲の一部」における上限値と下限値に対応する目盛りが少なくとも示されたもの、などである。また、所定の目印とは、前記第一の値若しくは前記式の値又は変換後の値に対応するも

のであり、例えば、丸印又は星印などである。

[0087] また、前記第一の値または前記式の値が、所定値（平均値±1SD、2SD、3SD、N分位点、Nパーセンタイル又は臨床的意義の認められたカットオフ値など）より低い若しくは所定値以下である場合又は所定値以上若しくは所定値より高い場合に、評価対象の分娩後の代謝性疾患の状態を評価してもよい。その際、前記第一の値または前記式の値そのものではなく、偏差値を用いてもよい。例えば、偏差値が平均値−2SD未満の場合（偏差値<30の場合）又は偏差値が平均値+2SDより高い場合（偏差値>70の場合）に、評価対象の分娩後の代謝性疾患の状態を評価してもよい。

[0088] また、評価対象が分娩後に代謝性疾患となるリスク（可能性）を定性的に評価してもよい。

例えば、前記第一の値と予め設定された1つ又は複数の閾値を用いて、又は、前記第一の値と前記第一の値が代入される変数を含む式と予め設定された1つ又は複数の閾値とを用いて、評価対象を、分娩後に代謝性疾患となるリスクの程度を少なくとも考慮して定義された複数の区分のうちのどれか1つに分類してもよい。なお、複数の区分には、分娩後に代謝性疾患となるリスクが高い対象（例えば、分娩後の血中BHBA濃度が基準値（例えば1200μmol/dlなど）以上となる対象）を属させるための区分、および、分娩後に代謝性疾患となるリスクが低い対象（例えば、分娩後の血液BHBA濃度が基準値（例えば1200μmol/dlなど）未満となる対象）を属させるための区分が含まれていてもよい。また、複数の区分には、分娩後に代謝性疾患となるリスクが高い対象を属させるための区分、分娩後に代謝性疾患となるリスクが低い対象を属させるための区分、および分娩後に代謝性疾患となるリスクが中程度の対象を属させるための区分が含まれていてもよい。

また、例えば、前記第一の値と予め設定された1つ又は複数の閾値を用いて、又は、前記第一の値と前記第一の値が代入される変数を含む式と予め設定された1つ又は複数の閾値とを用いて、評価対象の分娩後の血液中のBH

B Aの濃度値を推定してもよい。

また、前記第一の値または前記式の値を所定の手法で変換し、変換後の値を用いて、評価対象を複数の区分のうちのどれか1つに分類してもよい。

[0089] また、評価の際に用いる式について、その形式は特に問わないが、例えば、以下に示す形式のものでもよい。

- ・最小二乗法に基づく重回帰式、線形判別式、主成分分析、正準判別分析などの線形モデル

- ・最尤法に基づくロジスティック回帰、C o x回帰などの一般化線形モデル

- ・一般化線形モデルに加えて個体間差、施設間差などの変量効果を考慮した一般化線形混合モデル

- ・MCMC(マルコフ連鎖モンテカルロ法)、ベイジアンネットワーク、ナイーブベイズ法などベイズ統計に基づき作成された式

- ・K - m e a n s法、階層的クラスタ解析などクラスタ解析で作成された式

- ・k近傍法、サポートベクターマシン、決定木などクラス分類により作成された式

- ・ニューラルネットワークおよび畳み込みニューラルネットワークや再帰的ニューラルネットワークに基づく深層学習で作成された式

- ・ランダムフォレストや勾配ブースティングなどアンサンブル学習に基づくクラス分類により作成された式

- ・既存の学習済みモデルに基づく転移学習に基づくクラス分類により作成された式

- ・分数式など上記のカテゴリに属さない手法により作成された式

- ・異なる形式の式の和で示されるような式

[0090] また、評価の際に用いる式を、例えば、本出願人による国際出願である国際公開第2004/052191号に記載の方法又は本出願人による国際出願である国際公開第2006/098192号に記載の方法で作成してもよい。なお、これらの方法で得られた式であれば、入力データとしての非血液

データにおける前記第一の値の単位に因らず、当該式を、分娩後の代謝性疾患の状態を評価するのに好適に用いることができる。

[0091] ここで、重回帰式、多重ロジスティック回帰式、正準判別関数などにおいては各変数に係数及び定数項が付加されるが、この係数及び定数項は、好ましくは実数であれば構わず、より好ましくは、データから前記の各種分類を行うために得られた係数及び定数項の99%信頼区間の範囲に属する値であれば構わず、さらに好ましくは、データから前記の各種分類を行うために得られた係数及び定数項の95%信頼区間の範囲に属する値であれば構わない。また、各係数の値及びその信頼区間は、それを実数倍したのもでもよく、定数項の値及びその信頼区間は、それに任意の実定数を加減乗除したのもでもよい。ロジスティック回帰式、線形判別式、重回帰式などを評価の際に用いる場合、線形変換（定数の加算、定数倍）及び単調増加（減少）の変換（例えば \log 変換など）は評価性能を変えるものではなく変換前と同等であるので、これらの変換が行われた後のものを用いてもよい。

[0092] また、分数式とは、当該分数式の分子が変数 A, B, C, \dots の和で表わされ及び/又は当該分数式の分母が変数 a, b, c, \dots の和で表わされるものである。また、分数式には、このような構成の分数式 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ の和（例えば $\alpha + \beta$ のようなもの）も含まれる。また、分数式には、分割された分数式も含まれる。なお、分子や分母に用いられる変数にはそれぞれ適当な係数がついても構わない。また、分子や分母に用いられる変数は重複しても構わない。また、各分数式に適当な係数がついても構わない。また、各変数の係数の値や定数項の値は、実数であれば構わない。ある分数式と、当該分数式において分子の変数と分母の変数が入れ替えられたものとは、目的変数との相関の正負の符号が概して逆転するものの、それらの相関性は保たれるが故に、評価性能も同等と見做せるので、分数式には、分子の変数と分母の変数が入れ替えられたものも含まれる。

[0093] また、ステップ S12 では、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、前記第一の評価を行ってもよい。具体的には、前記前回の分娩後の

日数を一方の軸（X軸）の値とし、前記搾乳量を他方の軸（Y軸）の値とすることで生成された前記グラフの画像を用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により、前記第一の評価を行ってもよい。ここで、生成された前記グラフは、畜牛管理情報を用いて作成された図であれば如何なるものであってもよく、例えば、散布図、折れ線グラフ、レーダーチャート、棒グラフ、円グラフ、帯グラフおよびヒストグラム等である。

[0094] 以上、本項目 [1-1] で説明してきたように、本実施形態に係る評価方法によれば、今回の分娩後の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に血液データを用いずに評価することができる。より具体的には、牛の血液データではなく、センサーから日々取得される情報（前記採食時間および前記反芻時間）や飼料設計情報を用いる本実施形態に係る一次スクリーニングを行うことで、今回の分娩後の代謝性疾患の状態に関する信頼性の高い情報を今回の分娩前に提供することができる。これにより、例えば、酪農家が牛1頭1頭の血液を採取する手間を省くことができる。

[0095] なお、本項目 [1-1] では、ステップS12を含む評価方法について説明したが、本発明は、ステップS12を含む飼育方法や給餌方法等であってもよい。

[0096] ここで、本実施形態においては、血液データを用いずに行う [1-1] で説明した一次スクリーニングに続けて、血液データを用いて行う [1-2] で説明する二次スクリーニング（血液スクリーニング）を行ってもよい。

[0097] [1-2. 二次スクリーニング（血液スクリーニング）]

つぎに、「一次スクリーニングにおいて前記代謝性疾患に罹患するリスクが高いと判断された牛」または「一次スクリーニングにおいて前記代謝性疾患に罹患するリスクが極めて低いと判断された健康な牛を除いた牛」を対象として、牛の血液を用いて行うスクリーニングである二次スクリーニング（血液スクリーニング）を行う。

[0098] ここで、二次スクリーニングの対象となる牛の選定は、例えば、以下のように行うことができる。すなわち、決定木およびロジスティック回帰を用い

た一次スクリーニングの結果、決定木を用いた一次スクリーニングで「リスク有」となった牛のうち、ロジスティック回帰を用いた一次スクリーニングでリスク値が高くなった上位N頭（例えば12頭）を、二次スクリーニングの対象となる牛として選定してもよい。そして、二次スクリーニングを以下のようにして行う。

[0099] まず、今回の分娩前の評価対象となる牛の血液（例えば血漿、血清などを含む）中のアミノ酸の濃度値（第二の値）を含む血液データを取得する（図1のステップS13）。前記血液データは、更に、前記濃度値と共にまたは前記濃度値に代えて、生化学の検査値を含んでもよい。前記濃度値および前記検査値としては、例えば、本出願人による国際出願である国際公開第2018/003638号に記載のものを用いることができる。

[0100] なお、ステップS13では、例えば、前記濃度値または前記検査値の測定を行う企業等が測定した血液データを取得してもよい。また、評価対象から採取した分娩前の血液から、例えば以下の（A）、（B）、または（C）などの測定方法により前記濃度値または前記検査値を測定することで、前記血液データを取得してもよい。ここで、前記濃度値の単位は、例えばモル濃度、重量濃度又は酵素活性であってもよく、これらの濃度に任意の定数を加減乗除することで得られるものでもよい。

（A）採取した血液サンプルを遠心することにより血液から血漿を分離する。全ての血漿サンプルは、濃度値の測定時まで -80°C で凍結保存する。濃度値測定時には、 0.02N 塩酸を添加し限外ろ過で除蛋白処理を行った後、標識試薬（3-アミノピリジル-N-ヒドロキシスクシンイミジルカルバメート）を用いてプレカラム誘導体化を行い、そして、液体クロマトグラフ質量分析計（LC/MS）により濃度値を分析する（国際公開第2003/069328号、国際公開第2005/116629号を参照）。

（B）採取した血液サンプルを遠心することにより血液から血漿を分離する。全ての血漿サンプルは、濃度値の測定時まで -80°C で凍結保存する。濃度値測定時には、 0.02N 塩酸を添加し限外ろ過で除蛋白処理を行った後

、ニンヒドリン試薬を用いたポストカラム誘導体化法を原理としたアミノ酸分析計により濃度値を分析する。

(C) 採取した血液サンプルを、膜やMEMS技術または遠心分離の原理を用いて血球分離を行い、血液から血漿または血清を分離する。血漿または血清取得後すぐに濃度値の測定を行わない血漿または血清サンプルは、濃度値の測定時まで -80°C で凍結保存する。濃度値測定時には、酵素やアプタマーなど、標的とするアミノ酸又は生化学と反応または結合する分子等を用い、基質認識によって増減する物質や分光学的値を定量等することにより濃度値を分析する。

[0101] つぎに、二次スクリーニングとして、ステップS13で取得した血液データに含まれている前記第二の値を用いて、今回の分娩後の評価対象となる牛の代謝性疾患の状態を評価（予測／推定）する第二の評価を行う（図1のステップS14）。なお、ステップS14を実行する前に、ステップS13で取得した血液データから欠損値や外れ値などのデータを除去してもよい。

[0102] ここで、ステップS14では、前記第二の値、および、前記第二の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて式の値を算出することで、前記第二の評価を行ってもよい。また、前記第二の値が代入される変数には、前記第二の値を例えば後述する手法等で変換した後の値が代入されてもよい。

[0103] 本項目[1-2]における各用語および統計解析手法等の記載は、[1-1]における各用語および統計解析手法等の記載をそのまま又は読み替えて援用することができる。

[0104] 以上、本項目[1-2]で説明してきたように、本実施形態に係る評価方法によれば、血液データを用いて行う二次スクリーニングは、一次スクリーニングにより牛の頭数を絞った上で行うことができる。これにより、二次スクリーニングを行う場合であっても、酪農家がすべての牛の血液を採取する必要はなくなるので、酪農家の負担が大幅に軽減する。

[0105] [1-3. 三次スクリーニング（中リスク群の分類）]

さらに、「二次スクリーニングにおいて前記代謝性疾患に罹患するリスクが極めて高いと判断された牛（高リスク群の牛）」および「二次スクリーニングにおいて前記代謝性疾患に罹患するリスクが低いと判断された健康な牛（低リスク群の牛）」を除いた牛（中リスク群の牛）を対象として、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する情報を用いて行うクラスタリングである三次クラスタリングを行う。

- [0106] 前記高リスク群の牛は、獣医の診断による予防的処置が必要な牛である。前記低リスク群の牛は、予防的処置が必要ない牛である。
- [0107] 前記中リスク群の牛は、飼料添加物の投与による予防的処置が有効な牛である。前記中リスク群の牛を前記三次クラスタリングにより更に分類することで、各分類についての属性情報、因果関係および作用機序等を考慮して、各分類に適した飼料添加物を決定することができる。
- [0108] 三次クラスタリングは、前記第二の評価（ステップS14）に続いて、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第三の値、または、前記第三の値が代入される変数を含む式および前記第三の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第三の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第三の評価ということもできる。
- [0109] ここで、三次クラスタリングの対象となる牛の選定は、例えば、以下のように行うことができる。すなわち、ロジスティック回帰を用いた二次スクリーニングの結果、リスク値が高くなった上位N頭（例えば12頭）とリスク値が低くなった下位M頭（例えば10頭）を除いた牛を、三次クラスタリングの対象となる牛として選定してもよい。
- [0110] 三次クラスタリングの手法としては、階層的クラスタリング、k-means法などの非階層的クラスタリング、混合ガウスモデルを用いることができる。さらに、特開2022-013409号公報で開示された手法を用いることもできる。
- [0111] [1-4. 予防的処置の提案]

つぎに、前記評価ステップにおいて分娩後に前記代謝性疾患に罹患している可能性が高いと評価された牛に対して、予防的処置を提案する（図1のステップS15）。なお、予防的処置の提案は、前記第一の評価（一次スクリーニング）のみを行った後に行ってもよいし、前記第一の評価（一次スクリーニング）および前記第二の評価（二次スクリーニング）を行った後に行ってもよいし、前記第一の評価（一次スクリーニング）、前記第二の評価（二次スクリーニング）および前記第三の評価（三次スクリーニング）を行った後に行ってもよい。

[0112] 前記予防的処置は、例えば、AjiPro（登録商標）-LなどのRumenProtectアミノ酸の投与、飼料添加物の投与、薬剤の投与および獣医の診断からなる群から選択される少なくとも一つである。なお、AjiPro（登録商標）-Lとしては、例えば、本出願人による国際出願である国際公開第2008/041371号に記載のものを用いることができる。前記飼料添加物は、例えば、PH調整剤、イオンバランス調整剤、カビ毒吸着剤、プロピオン酸カルシウム等のプロピオン酸類縁体、ビタミン、ミネラル、アミノ酸、脂肪酸、尿素、生菌剤、酵母、酵素、抗生物質、抗酸化剤、抗菌剤および有機酸からなる群から選択される少なくとも一つである。

[0113] ここで、ステップS15では、前記代謝性疾患に罹患する可能性があるとして評価された牛に対して、統計的因果推論を行って罹患する原因を推測し、その原因に対応する予防的処置を提案してもよい。具体的には、予防的処置の提案は前記第一の評価（一次スクリーニング）および代謝性疾患のリスクの度合いに応じて予防的処置を変えてもよい。たとえば、一次スクリーニングで中程度のリスクであると評価された牛についてクラスタリング解析を実施してさらにリスクの度合いを細分化してそれぞれに対して原因とそれに対応する予防的処置を提案してもよい。たとえば、一次スクリーニング後のクラスタリングについては一次スクリーニングを実施した決定木の結果からリーフノードごとに予防的処置をあらためて提案してもよい。またさらに一次スクリーニングのあとで中程度のリスク群の牛について因果探索解析を行って

説明変数と代謝性疾患の間の因果を解析することで予防的処置の種類を選定してもよい。なお、一次スクリーニングで高リスクであると評価された牛については、獣医師の個別対処による予防的処置を提案してもよい。

[0114] 以下、予防的処置の提案の具体例を説明する。

[0115] 予防的処置の提案においては、前記代謝エネルギー充足率（ME充足率）または前記代謝タンパク質充足率（MP充足率）と、二次スクリーニング（血液スクリーニング）の結果と、を用いて、以下で説明するように飼料設計情報の変更を提案してもよい。

[0116] まず、フレッシュ期（前回の分娩後1～20日）におけるME充足率またはMP充足率が、80%を超えていることを、フレッシュ期についての要求基準とする。ただし、二次スクリーニングの結果が「陽性（高リスク）」である場合には、 $+\alpha$ の要求基準として、ME充足率については+2%、MP充足率については+6%が設定されるものとする。

[0117] ME充足率またはMP充足率と、二次スクリーニングの結果と、前記フレッシュ期についての要求基準と、を用いて、栄養状態が「充足」と「不足」のどちらに該当するかを判定する。例えば、「ME充足率=85%、二次スクリーニングの結果=陰性」の牛がいた場合、当該牛のME充足率=85%は、前記フレッシュ期についての要求基準=80%を超えているため、判定結果は「充足」となる。これに対して、例えば、「ME充足率=81%、二次スクリーニングの結果=陽性」の牛がいた場合、当該牛のME充足率=81%は、前記フレッシュ期についての要求基準=82%（陽性のため、+2%した値）を超えていないため、判定結果は「不足」となる。また、二次スクリーニングの結果、「ME充足率=120%、二次スクリーニングの結果=陽性」であったときには充足率が100%を超えるときにはリスクが高まることもあるので「過剰」と判断してもよい。

[0118] このようにして、各牛が「充足」と「不足」のどちらに該当するかを判定し、判定結果を用いて、フレッシュ期スコアを算出する。前記フレッシュ期スコアは、「 $1 - (\text{不足と判定された牛の数} / \text{フレッシュ期の牛の総数})$ 」

に100を掛けることで算出可能である。例えば、フレッシュ期の牛の総数30頭に対して、「不足と判定された牛の数」が12頭である場合には、前記フレッシュ期スコアは、「 $1 - (12 / 30)$ 」に100を掛けて60ptと算出可能である。

[0119] 一方で、泌乳後期（前回の分娩後181日～今回の分娩前60日）におけるME充足率またはMP充足率が、120%以下であることを、泌乳後期についての要求基準とする。

[0120] ME充足率またはMP充足率と、前記泌乳後期についての要求基準と、を用いて、栄養状態が「許容」と「過肥」のどちらに該当するかを判定する。例えば、「ME充足率=100%」の牛がいた場合、当該牛のME充足率=100%は、前記泌乳後期についての要求基準=120%以下であるため、判定結果は「許容」となる。これに対して、例えば、「ME充足率=125%」の牛がいた場合、当該牛のME充足率=125%は、前記泌乳後期についての要求基準=120%以下ではないため、判定結果は「過肥」となる。

[0121] このようにして、各牛が「許容」と「過肥」のどちらに該当するかを判定し、判定結果を用いて、泌乳後期スコアを算出する。前記泌乳後期スコアは、「 $1 - (\text{過肥と判定された牛の数} / \text{泌乳後期の牛の総数})$ 」に100を掛けることで算出可能である。例えば、泌乳後期の牛の総数120頭に対して、「過肥と判定された牛の数」が20頭である場合には、前記泌乳後期スコアは、「 $1 - (20 / 120)$ 」に100を掛けて83.3ptと算出可能である。

[0122] そして、前記算出したフレッシュ期スコアおよび前記算出した泌乳後期スコアに基づいて、健康スコア（合算値）を算出する。前記健康スコアは、「フレッシュ期スコア×フレッシュ期重要度+泌乳後期スコア×泌乳後期重要度」という式により算出可能である。フレッシュ期重要度：泌乳後期重要度は、「フレッシュ期重要度+泌乳後期重要度=1」となるように適宜設定可能だが、例えば、0.6：0.4である。当該式にここまで説明した値を代入すると、前記健康スコアは、「フレッシュ期スコア60pt×フレッシュ

期重要度 0.6 + 泌乳後期スコア 83.3 pt × 泌乳後期重要度 0.4 = 69.3 pt と算出可能である。

[0123] 最後に、前記算出した健康スコアに基づいて、飼料設計情報の変更を提案する。前記算出した健康スコア 69.3 pt は、現状の飼料設計情報を用いて算出した現状の健康スコアである。同様の方法で、仮の飼料設計情報（例えば、栄養濃度を変更したもの）を用いて、仮の健康スコアを算出することができる。算出された仮の健康スコアが、現状の健康スコア 69.3 pt よりも大きい値である場合には、仮の飼料設計情報の方が好ましいということとなるため、現状の飼料設計情報に代えて仮の飼料設計情報を提案することで、飼料設計情報の変更を提案してもよい。

[0124] [1-5. 代謝性疾患の状態を評価するための式の生成]

一次スクリーニングに先立って、今回の分娩後の牛の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に評価するための式を以下のようにして生成してもよい。

[0125] まず、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値を取得する。

[0126] 前記牛は、特に制限されず、例えば、乳牛（乳用牛）または肉牛（肉用牛）である。

[0127] 前記第一の値は、例えば、採食時間、反芻時間、代謝タンパク質充足率（MP 充足率）、代謝エネルギー充足率（ME 充足率）、乾物摂取量充足率（DMI 充足率）、搾乳量、乳量充足率および前回の分娩後の日数のうちの少なくとも一つの値である。また、前記第一の値は、例えば、所定の乳期における値である。

[0128] 前記第一の値は、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数のうち少なくとも一方であってもよい。

[0129] 前記第一の値は、更に、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方の属性を持ってもよい。

[0130] 前記第一の値は、例えば、平均値および標準偏差という前記 2 種の統計用数値の少なくとも一方である。

- [0131] 一方で、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を取得する。今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態とは、例えば、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患している状態であるか、または、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患してはいないものの検査が必要な状態であるか、である。
- [0132] 今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態として、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患している状態であるかを取得する場合、前記牛が代謝性疾患であるか否かを表す二者択一の情報を取得してもよいし、あるいは、分娩後血中BHBA濃度が $3000 \mu\text{mol/l}$ 以上を示す顕在性ケトosisの状態、分娩後血中BHBA濃度が $1200 \mu\text{mol/l}$ 以上を示す潜在性ケトosisの状態および分娩後血中BHBA濃度が $1200 \mu\text{mol/l}$ 未満を示す非ケトosisの状態のいずれの状態に該当するかを表す段階的な情報を取得してもよい。
- [0133] 前記代謝性疾患の状態は、例えば、今回の分娩後の所定時点における代謝性疾患の状態である。また、前記代謝性疾患は、例えば、潜在性ケトosis、顕在性ケトosis、子宮炎、胎盤停滞、第四胃変位、乳熱、アシドーシス、蹄病または乳房炎等である。
- [0134] そして、前記取得した第一の値および前記取得した今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を教師データとして用いて、所定の解析手法により、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に評価するための式を生成する。
- [0135] 前記所定の解析手法は、特に制限されないが、例えば、決定木、ランダムフォレスト、ニューラルネットワークおよびロジスティック回帰からなる群から選択される少なくとも一つの解析手法である。前記ニューラルネットワークとしては、例えば、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）等が挙げられる。
- [0136] 本項目 [1-5] における各用語の記載は、[1-1] における各用語の記載をそのまま又は読み替えて援用することができる。

[0137] [第2実施形態]

[2-1. 第2実施形態の概要]

ここでは、第2実施形態の概要について図2を参照して説明する。図2は第2実施形態の基本原理を示す原理構成図である。なお、本第2実施形態の説明では、上述した第1実施形態と重複する説明を省略する場合がある。特に、ここでは、分娩後の代謝性疾患の状態を評価する際に、式の値又は当該式の値の変換後の値を用いるケースを一例として記載しているが、例えば、前記第一の値又はその変換後の値を用いてもよい。

[0138] 制御部は、前記非血液データに含まれている前記第一の値および前記第一の値が代入される変数を含む予め記憶部に記憶された式を用いて当該式の値を算出することで、評価対象の分娩後の代謝性疾患の状態を評価する（図2のステップS21）。

[0139] なお、ステップS21で用いられる式は、以下に説明する式作成処理（工程1～工程4）に基づいて作成されたものでもよい。ここで式作成処理の概要について説明する。

[0140] まず、制御部は、前記第一の値を含む非血液データと分娩後の血液中のBHBAの濃度値に関するBHBAデータとを含む予め記憶部に記憶されたBHBA状態情報（欠損値や外れ値などを持つデータが事前に除去されているものでもよい）から所定の式作成手法に基づいて、候補式（例えば、 $y = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$ 、 y ：BHBAデータ、 x_i ：非血液データ、 a_i ：定数、 $i = 1, 2, \dots, n$ ）を作成する（工程1）。

[0141] なお、工程1において、BHBA状態情報から、複数の異なる式作成手法（主成分分析や判別分析、サポートベクターマシン、重回帰分析、Cox回帰分析、ロジスティック回帰分析、k-means法、クラスター解析、決定木などの多変量解析に関するものを含む。）を併用して複数の候補式を作成してもよい。具体的には、多数の牛から得た分娩前の非血液データと分娩後のBHBAデータとから構成される多変量データであるBHBA状態情報に対して、複数の異なるアルゴリズムを利用して、複数群の候補式を同時並

行的に作成してもよい。例えば、異なるアルゴリズムを利用して判別分析およびロジスティック回帰分析を同時に行い、2つの異なる候補式を作成してもよい。また、主成分分析を行って作成した候補式を利用してB H B A状態情報を変換し、変換したB H B A状態情報に対して判別分析を行うことで候補式を作成してもよい。これにより、最終的に、評価に最適な式を作成することができる。

[0142] ここで、主成分分析を用いて作成した候補式は、全ての非血液データの分散を最大にするような各変数を含む一次式である。また、判別分析を用いて作成した候補式は、各群内の分散の和の全ての非血液データの分散に対する比を最小にするような各変数を含む高次式（指数や対数を含む）である。また、サポートベクターマシンを用いて作成した候補式は、群間の境界を最大にするような各変数を含む高次式（カーネル関数を含む）である。また、重回帰分析を用いて作成した候補式は、全ての非血液データからの距離の和を最小にするような各変数を含む高次式である。また、C o x回帰分析を用いて作成した候補式は、対数ハザード比を含む線形モデルで、そのモデルの尤度を最大とするような各変数とその係数を含む1次式である。また、ロジスティック回帰分析を用いて作成した候補式は、確率の対数オッズを表す線形モデルであり、その確率の尤度を最大にするような各変数を含む一次式である。また、k - m e a n s法とは、各非血液データのk個近傍を探索し、近傍点の属する群の中で一番多いものをそのデータの所属群と定義し、入力された血液データの属する群と定義された群とが最も合致するような変数を選択する手法である。また、クラスタ解析とは、全ての非血液データの中で最も近い距離にある点同士をクラスタリング（群化）する手法である。また、決定木とは、変数に序列をつけて、序列が上位である変数の取りうるパターンから非血液データの群を予測する手法である。

[0143] 式作成処理の説明に戻り、制御部は、工程1で作成した候補式を、所定の検証手法に基づいて検証（相互検証）する（工程2）。候補式の検証は、工程1で作成した各候補式に対して行う。なお、工程2において、ブートスト

ラップ法やホールアウト法、N-フォールド法、リーブワンアウト法などのうち少なくとも1つに基づいて、候補式の判別率や感度、特異度、情報量基準、ROC_AUC（受信者特性曲線の曲線下面積）などのうち少なくとも1つに関して検証してもよい。これにより、BHBA状態情報や評価条件を考慮した予測性または頑健性の高い候補式を作成することができる。

[0144] ここで、判別率とは、例えば、分娩後に代謝性疾患となった評価対象（具体的には分娩後の血液中のBHBAの濃度値が基準値（例えば $1200 \mu\text{mol/dl}$ ）以上となった評価対象）を本実施形態に係る評価手法で正しく「リスクが高い（具体的には当該基準値以上となる）」と評価し、分娩後に代謝性疾患とならなかった評価対象（具体的には分娩後の血液中のBHBAの濃度値が基準値（例えば $1200 \mu\text{mol/dl}$ ）未満となった評価対象）を当該評価手法で正しく「リスクが低い（具体的には当該基準値未満となる）」と評価している割合である。また、感度とは、例えば、分娩後に代謝性疾患となった評価対象（具体的には分娩後の血液中のBHBAの濃度値が基準値以上となった評価対象）を本実施形態に係る評価手法で正しく「リスクが高い（具体的には当該基準値以上となる）」と評価している割合である。また、特異度とは、例えば、分娩後に代謝性疾患とならなかった評価対象（具体的には分娩後の血液中のBHBAの濃度値が基準値未満となった評価対象）を本実施形態に係る評価手法で正しく「リスクが低い（具体的には当該基準値未満となる）」と評価している割合である。また、赤池情報量規準とは、回帰分析などの場合に、観測データが統計モデルにどの程度一致するかを表す基準であり、「 $-2 \times (\text{統計モデルの最大対数尤度}) + 2 \times (\text{統計モデルの自由パラメータ数})$ 」で定義される値が最小となるモデルを最もよいと判断する。また、ROC_AUC（受信者特性曲線の曲線下面積）は、二次元座標上に $(x, y) = (1 - \text{特異度}, \text{感度})$ をプロットして作成される曲線である受信者特性曲線（ROC）の曲線下面積として定義され、ROC_AUCの値は完全な判別では1となり、この値が1に近いほど判別性が高いことを示す。また、予測性とは、候補式の検証を繰り返すことで得られ

た判別率や感度、特異度を平均したものである。また、頑健性とは、候補式の検証を繰り返すことで得られた判別率や感度、特異度の分散である。

[0145] 式作成処理の説明に戻り、制御部は、所定の変数選択手法に基づいて候補式の変数を選択することで、候補式を作成する際に用いるB H B A状態情報に含まれる非血液データの組み合わせを選択する（工程3）。なお、工程3において、変数の選択は、工程1で作成した各候補式に対して行ってもよい。これにより、候補式の変数を適切に選択することができる。そして、工程3で選択した非血液データを含むB H B A状態情報を用いて再び工程1を実行する。また、工程3において、工程2での検証結果からステップワイズ法、ベストパス法、近傍探索法、遺伝的アルゴリズムのうち少なくとも1つに基づいて候補式の変数を選択してもよい。なお、ベストパス法とは、候補式に含まれる変数を1つずつ順次減らしていき、候補式が与える評価指標を最適化することで変数を選択する方法である。

[0146] 式作成処理の説明に戻り、制御部は、上述した工程1、工程2および工程3を繰り返し実行し、これにより蓄積した検証結果に基づいて、複数の候補式の中から評価の際に用いる候補式を選出することで、評価の際に用いる式を作成する（工程4）。なお、候補式を選出には、例えば、同じ式作成手法で作成した候補式の中から最適なものを選出する場合と、すべての候補式の中から最適なものを選出する場合とがある。

[0147] 以上、説明したように、式作成処理では、B H B A状態情報に基づいて、候補式の作成、候補式の検証および候補式の変数の選択に関する処理を一連の流れで体系化（システム化）して実行することにより、分娩後の代謝性疾患の状態の評価に最適な式を作成することができる。換言すると、式作成処理では、前記非血液データを多変量の統計解析に用い、最適でロバストな変数の組を選択するために変数選択法とクロスバリデーションとを組み合わせ、評価性能の高い式を抽出する。

[0148] 以上、本項目[2-1]では、一次スクリーニングを行う場合の第2実施形態の概要について説明したが、本項目[2-1]の「非血液データ」を「

血液データ」と読み替え、本項目〔2-1〕の「第一の値」を「第二の値」と読み替えることで、二次スクリーニングを行う場合の第2実施形態の概要にも援用することができる。

[0149] 〔2-2. 第2実施形態の構成〕

ここでは、第2実施形態にかかる評価システム（以下では本システムと記す場合がある。）の構成について、図3から図13を参照して説明する。なお、本システムはあくまでも一例であり、本発明はこれに限定されない。特に、ここでは、分娩後の代謝性疾患の状態を評価する際に、式の値又はその変換後の値を用いるケースを一例として記載しているが、例えば、前記第一の値又はその変換後の値を用いてもよい。

[0150] まず、本システムの全体構成について図3および図4を参照して説明する。図3は本システムの全体構成の一例を示す図である。また、図4は本システムの全体構成の他の一例を示す図である。本システムは、図3に示すように、分娩後の代謝性疾患の状態を評価する評価装置100と、非血液データを提供するクライアント装置200（本発明の端末装置に相当）とを、ネットワーク300を介して通信可能に接続して構成されている。なお、本システムは、図4に示すように、評価装置100やクライアント装置200の他に、評価装置100で式を作成する際に用いるBHBA状態情報や、評価の際に用いる式などを格納したデータベース装置400を、ネットワーク300を介して通信可能に接続して構成されてもよい。

[0151] つぎに、本システムの評価装置100の構成について図5から図11を参照して説明する。図5は、本システムの評価装置100の構成の一例を示すブロック図であり、該構成のうち本発明に係る部分のみを概念的に示している。

[0152] 評価装置100は、当該評価装置を統括的に制御するCPU等の制御部102と、ルータ等の通信装置および専用線等の有線または無線の通信回線を介して当該評価装置をネットワーク300に通信可能に接続する通信インターフェース部104と、各種のデータベースやテーブルやファイルなどを格

納する記憶部106と、入力装置112や出力装置114に接続する入出力インターフェース部108と、で構成されており、これら各部は任意の通信路を介して通信可能に接続されている。ここで、評価装置100は、各種の分析装置（例えば非血液データ分析装置等）と同一筐体で構成されてもよい。例えば、前記第一の値を算出（測定）し、算出した値を出力（印刷やモニタ表示など）する構成（ハードウェアおよびソフトウェア）を備えた小型分析装置において、後述する評価部102dをさらに備え、当該評価部102dで得られた結果を前記構成を用いて出力すること、を特徴とするものでもよい。

[0153] 通信インターフェース部104は、評価装置100とネットワーク300（またはルータ等の通信装置）との間における通信を媒介する。すなわち、通信インターフェース部104は、他の端末と通信回線を介してデータを通信する機能を有する。

[0154] 入出力インターフェース部108は、入力装置112や出力装置114に接続する。ここで、出力装置114には、モニタ（家庭用テレビを含む）の他、スピーカやプリンタを用いることができる。入力装置112には、キーボードやマウスやマイクの他、マウスと協働してポインティングデバイス機能を実現するモニタを用いることができる。

[0155] 記憶部106は、ストレージ手段であり、例えば、RAM・ROM等のメモリ装置や、ハードディスクのような固定ディスク装置、フレキシブルディスク、光ディスク等を用いることができる。記憶部106には、OS（Operating System）と協働してCPUに命令を与え各種処理を行うためのコンピュータプログラムが記録されている。記憶部106は、図示の如く、非血液データファイル106aと、BHBA状態情報ファイル106bと、指定BHBA状態情報ファイル106cと、式関連情報データベース106dと、評価結果ファイル106eと、を格納する。

[0156] 非血液データファイル106aは、前記第一の値に関する非血液データを格納する。図6は、非血液データファイル106aに格納される情報の一例を

示す図である。非血液データファイル106aに格納される情報は、図6に示すように、評価対象である個体（サンプル）を一意に識別するための個体番号と、非血液データとを相互に関連付けて構成されている。ここで、図6では、非血液データを数値、すなわち連続尺度として扱っているが、非血液データは名義尺度や順序尺度でもよい。なお、名義尺度や順序尺度の場合は、それぞれの状態に対して任意の数値を与えることで解析してもよい。また、非血液データに、代謝性疾患発生に影響を与える上述した因子に関する値を組み合わせてもよい。

[0157] 図5に戻り、BHBA状態情報ファイル106bは、式を作成する際に用いるBHBA状態情報を格納する。図7は、BHBA状態情報ファイル106bに格納される情報の一例を示す図である。BHBA状態情報ファイル106bに格納される情報は、図7に示すように、個体番号と、分娩後の血液中のBHBAの濃度値を表すBHBAデータ（T）と、非血液データと、を相互に関連付けて構成されている。ここで、図7では、BHBAデータおよび非血液データを数値（すなわち連続尺度）として扱っているが、BHBAデータおよび非血液データは名義尺度や順序尺度でもよい。なお、名義尺度や順序尺度の場合は、それぞれの状態に対して任意の数値を与えることで解析してもよい。

[0158] 図5に戻り、指定BHBA状態情報ファイル106cは、後述する指定部102bで指定したBHBA状態情報を格納する。図8は、指定BHBA状態情報ファイル106cに格納される情報の一例を示す図である。指定BHBA状態情報ファイル106cに格納される情報は、図8に示すように、個体番号と、指定したBHBAデータと、指定した非血液データと、を相互に関連付けて構成されている。

[0159] 図5に戻り、式関連情報データベース106dは、後述する式作成部102cで作成した式を格納する式ファイル106d1で構成される。式ファイル106d1は、評価の際に用いる式を格納する。図9は、式ファイル106d1に格納される情報の一例を示す図である。式ファイル106d1に格

納される情報は、図9に示すように、ランクと、式（図9では、 F_p （採食時間、・・・）や F_p （採食時間、反芻時間、DMI充足率）、 F_k （採食時間、反芻時間、DMI充足率、・・・）など）と、各式作成手法に対応する閾値と、各式の検証結果（例えば各式の値）と、を相互に関連付けて構成されている。

[0160] 図5に戻り、評価結果ファイル106eは、後述する評価部102dで得られた評価結果を格納する。図10は、評価結果ファイル106eに格納される情報の一例を示す図である。評価結果ファイル106eに格納される情報は、評価対象である個体（サンプル）を一意に識別するための個体番号と、予め取得した個体の非血液データと、分娩後の代謝性疾患の状態に関する評価結果（例えば、後述する算出部102d1で算出した式の値、後述する変換部102d2で得られた変換後の値、後述する生成部102d3で生成した位置情報、又は、後述する分類部102d4で得られた分類結果、など）と、を相互に関連付けて構成されている。

[0161] 図5に戻り、制御部102は、OS（Operating System）等の制御プログラム・各種の処理手順等を規定したプログラム・所要データなどを格納するための内部メモリを有し、これらのプログラムに基づいて種々の情報処理を実行する。制御部102は、図示の如く、大別して、取得部102aと指定部102bと式作成部102cと評価部102dと結果出力部102eと送信部102fとを備えている。制御部102は、データベース装置400から送信されたBHBA状態情報やクライアント装置200から送信された非血液データに対して、欠損値のあるデータの除去・外れ値の多いデータの除去・欠損値のあるデータの多い変数の除去などのデータ処理も行う。

[0162] 取得部102aは、情報（具体的には、非血液データ、BHBA状態情報および式など）を取得する。例えば、取得部102aは、クライアント装置200やデータベース装置400から送信された情報（具体的には、非血液データ、BHBA状態情報および式など）を、ネットワーク300などを介

して受信することで、情報の取得を行ってもよい。なお、取得部102aは、評価結果の送信先のクライアント装置200とは異なるクライアント装置200から送信された評価に用いられるデータを受信してもよい。また、例えば、記録媒体に記録されている情報の読み出しを行うための機構（ハードウェアおよびソフトウェアを含む）を評価装置100が備える場合、取得部102aは、記録媒体に記録されている情報（具体的には、非血液データ、BHBA状態情報および式など）を当該機構を介して読み出すことで、情報の取得を行ってもよい。指定部102bは、式を作成するにあたり対象とするBHBAデータおよび非血液データを指定する。

[0163] 式作成部102cは、取得部102aで取得したBHBA状態情報や指定部102bで指定したBHBA状態情報に基づいて式を作成する。なお、式が予め記憶部106の所定の記憶領域に格納されている場合には、式作成部102cは、記憶部106から所望の式を選択することで、式を作成してもよい。また、式作成部102cは、式を予め格納した他のコンピュータ装置（例えばデータベース装置400）から所望の式を選択しダウンロードすることで、式を作成してもよい。

[0164] 評価部102dは、事前に得られた式（例えば、式作成部102cで作成した式、又は、取得部102aで取得した式など）及び取得部102aで取得した非血液データに含まれる前記第一の値を用いて式の値を算出することで、個体の分娩後の代謝性疾患の状態を評価する。なお、評価部102dは、前記第一の値又はその変換後の値を用いて、個体の分娩後の代謝性疾患の状態を評価してもよい。

[0165] また、評価部102dは、取得部102aで取得した非血液データに含まれる前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、個体の分娩後の代謝性疾患の状態を評価してもよい。具体的には、評価部102dは、前記前回の分娩後の日数を一方の軸（X軸）の値とし、前記搾乳量を他方の軸（Y軸）の値とすることで生成された前記グラフの画像を用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により、個体の分娩後の代謝性疾患の状態を

評価してもよい。

- [0166] ここで、評価部102dの構成について図11を参照して説明する。図11は、評価部102dの構成を示すブロック図であり、該構成のうち本発明に係る部分のみを概念的に示している。評価部102dは、算出部102d1と、変換部102d2と、生成部102d3と、分類部102d4と、をさらに備えている。
- [0167] 算出部102d1は、前記第一の値および当該前記第一の値が代入される変数を含む式を用いて、式の値を算出する。なお、評価部102dは、算出部102d1で算出した式の値を評価結果として評価結果ファイル106eの所定の記憶領域に格納してもよい。
- [0168] 変換部102d2は、算出部102d1で算出した式の値を例えば上述した変換手法などで変換する。なお、変換部102d2は、非血液データに含まれている前記第一の値を、例えば上述した変換手法などで変換してもよい。また、評価部102dは、変換部102d2で得られた変換後の値を評価結果として評価結果ファイル106eの所定の記憶領域に格納してもよい。
- [0169] 生成部102d3は、モニタ等の表示装置又は紙等の物理媒体に視認可能に示される所定の物差し上における所定の目印の位置に関する位置情報を、算出部102d1で算出した式の値又は変換部102d2で得られた変換後の値（前記第一の値又はその変換後の値でもよい）を用いて生成する。なお、評価部102dは、生成部102d3で生成した位置情報を評価結果として評価結果ファイル106eの所定の記憶領域に格納してもよい。
- [0170] 分類部102d4は、算出部102d1で算出した式の値又は変換部102d2で得られた変換後の値（前記第一の値又はその変換後の値でもよい）を用いて、個体を、分娩後に代謝性疾患となるリスクの程度を少なくとも考慮して定義された複数の区分のうちのどれか1つに分類する。
- [0171] 結果出力部102eは、制御部102の各処理部での処理結果（評価部102dで得られた評価結果を含む）等を出力装置114に出力する。
- [0172] 送信部102fは、個体の非血液データの送信元のクライアント装置20

0に対して評価結果を送信したり、データベース装置400に対して、評価装置100で作成した式や評価結果を送信したりする。

[0173] つぎに、本システムのクライアント装置200の構成について図12を参照して説明する。図12は、本システムのクライアント装置200の構成の一例を示すブロック図であり、該構成のうち本発明に係る部分のみを概念的に示している。

[0174] クライアント装置200は、制御部210とROM220とHD230とRAM240と入力装置250と出力装置260と入出力IF270と通信IF280とで構成されており、これら各部は任意の通信路を介して通信可能に接続されている。クライアント装置200は、プリンタ・モニタ・イメージスキャナ等の周辺装置を必要に応じて接続した情報処理装置（例えば、既知のパーソナルコンピュータ・ワークステーション・家庭用ゲーム装置・インターネットTV・PHS端末・携帯端末・移動体通信端末・PDA等の情報処理端末など）を基にしたものであってもよい。

[0175] 入力装置250はキーボードやマウスやマイク等である。なお、後述するモニタ261もマウスと協働してポインティングデバイス機能を実現する。出力装置260は、通信IF280を介して受信した情報を出力する出力手段であり、モニタ（家庭用テレビを含む）261およびプリンタ262を含む。この他、出力装置260にスピーカ等を設けてもよい。入出力IF270は入力装置250や出力装置260に接続する。

[0176] 通信IF280は、クライアント装置200とネットワーク300（またはルータ等の通信装置）とを通信可能に接続する。換言すると、クライアント装置200は、モデムやTAやルータなどの通信装置および電話回線を介して、または専用線を介してネットワーク300に接続される。これにより、クライアント装置200は、所定の通信規約に従って評価装置100にアクセスすることができる。

[0177] 制御部210は、受信部211および送信部212を備えている。受信部211は、通信IF280を介して、評価装置100から送信された評価結

果などの各種情報を受信する。送信部212は、通信IF280を介して、個体の非血液データなどの各種情報を評価装置100へ送信する。

[0178] 制御部210は、当該制御部で行う処理の全部または任意の一部を、CPUおよび当該CPUにて解釈して実行するプログラムで実現してもよい。ROM220またはHD230には、OS(Operating System)と協働してCPUに命令を与え、各種処理を行うためのコンピュータプログラムが記録されている。当該コンピュータプログラムは、RAM240にロードされることで実行され、CPUと協働して制御部210を構成する。また、当該コンピュータプログラムは、クライアント装置200と任意のネットワークを介して接続されるアプリケーションプログラムサーバに記録されてもよく、クライアント装置200は、必要に応じてその全部または一部をダウンロードしてもよい。また、制御部210で行う処理の全部または任意の一部を、ワイヤードロジック等によるハードウェアで実現してもよい。

[0179] ここで、制御部210は、評価装置100に備えられている評価部102dが有する機能と同様の機能を有する評価部210a(算出部210a1、変換部210a2、生成部210a3、及び分類部210a4を含む)を備えていてもよい。そして、制御部210に評価部210aが備えられている場合には、評価部210aは、評価装置100から送信された評価結果に含まれている情報に応じて、変換部210a2で式の値(前記第一の値でもよい)を変換したり、生成部210a3で式の値又は変換後の値(前記第一の値またはその変換後の値でもよい)に対応する位置情報を生成したり、分類部210a4で式の値又は変換後の値(前記第一の値またはその変換後の値でもよい)を用いて個体を複数の区分のうちのどれか1つに分類したりしてもよい。

[0180] つぎに、本システムのネットワーク300について図3、図4を参照して説明する。ネットワーク300は、評価装置100とクライアント装置200とデータベース装置400とを相互に通信可能に接続する機能を有し、例

例えばインターネットやイントラネットやLAN（有線／無線の双方を含む）等である。なお、ネットワーク300は、VANや、パソコン通信網や、公衆電話網（アナログ／デジタルの双方を含む）や、専用回線網（アナログ／デジタルの双方を含む）や、CATV網や、携帯回線交換網または携帯パケット交換網（IMT2000方式、GSM（登録商標）方式またはPDC／PDC-P方式等を含む）や、無線呼出網や、Bluetooth（登録商標）等の局所無線網や、PHS網や、衛星通信網（CS、BSまたはISDB等を含む）等でもよい。

[0181] つぎに、本システムのデータベース装置400の構成について図13を参照して説明する。図13は、本システムのデータベース装置400の構成の一例を示すブロック図であり、該構成のうち本発明に係る部分のみを概念的に示している。

[0182] データベース装置400は、評価装置100または当該データベース装置で式を作成する際に用いるBHBA状態情報や、評価装置100で作成した式、評価装置100での評価結果などを格納する機能を有する。図13に示すように、データベース装置400は、当該データベース装置を統括的に制御するCPU等の制御部402と、ルータ等の通信装置および専用線等の有線または無線の通信回路を介して当該データベース装置をネットワーク300に通信可能に接続する通信インターフェース部404と、各種のデータベースやテーブルやファイルなどを格納する記憶部406と、入力装置412や出力装置414に接続する入出力インターフェース部408と、で構成されており、これら各部は任意の通信路を介して通信可能に接続されている。

[0183] 記憶部406は、ストレージ手段であり、例えば、RAM・ROM等のメモリ装置や、ハードディスクのような固定ディスク装置や、フレキシブルディスクや、光ディスク等を用いることができる。記憶部406には、各種処理に用いる各種プログラムなどを格納する。通信インターフェース部404は、データベース装置400とネットワーク300（またはルータ等の通信装置）との間における通信を媒介する。すなわち、通信インターフェース部4

04は、他の端末と通信回線を介してデータを通信する機能を有する。入出力インターフェース部408は、入力装置412や出力装置414に接続する。ここで、出力装置414には、モニタ（家庭用テレビを含む）の他、スピーカやプリンタを用いることができる。また、入力装置412には、キーボードやマウスやマイクの他、マウスと協働してポインティングデバイス機能を実現するモニタを用いることができる。

[0184] 制御部402は、OS (Operating System) 等の制御プログラム・各種の処理手順等を規定したプログラム・所要データなどを格納するための内部メモリを有し、これらのプログラムに基づいて種々の情報処理を実行する。制御部402は、図示の如く、大別して、送信部402aと受信部402bを備えている。送信部402aは、BHBA状態情報や式などの各種情報を、評価装置100へ送信する。受信部402bは、評価装置100から送信された、式や評価結果などの各種情報を受信する。

[0185] なお、本説明では、評価装置100が、非血液データの取得から、式の値の算出、個体の区分への分類、そして評価結果の送信までを実行し、クライアント装置200が評価結果の受信を実行するケースを例として挙げたが、クライアント装置200に評価部210aが備えられている場合は、評価装置100は式の値の算出を実行すれば十分であり、例えば式の値の変換、位置情報の生成、及び、個体の区分への分類などは、評価装置100とクライアント装置200とで適宜分担して実行してもよい。

例えば、クライアント装置200が評価装置100から式の値を受信した場合には、評価部210aは、変換部210a2で式の値を変換したり、生成部210a3で式の値又は変換後の値に対応する位置情報を生成したり、分類部210a4で式の値又は変換後の値を用いて個体を複数の区分のうちのどれか1つに分類したりしてもよい。

また、クライアント装置200が評価装置100から変換後の値を受信した場合には、評価部210aは、生成部210a3で変換後の値に対応する位置情報を生成したり、分類部210a4で変換後の値を用いて個体を複数

の区分のうちのどれか1つに分類したりしてもよい。

また、クライアント装置200が評価装置100から式の値又は変換後の値と位置情報とを受信した場合には、評価部210aは、分類部210a4で式の値又は変換後の値を用いて個体を複数の区分のうちのどれか1つに分類してもよい。

[0186] 以上、本項目[2-2]では、一次スクリーニングを行う場合の第2実施形態の構成について説明したが、本項目[2-2]の「非血液データ」を「血液データ」と読み替え、本項目[2-2]の「第一の値」を「第二の値」と読み替えることで、二次スクリーニングを行う場合の第2実施形態の構成にも援用することができる。

[0187] [2-3. 他の実施形態]

本発明にかかる評価装置、評価方法、評価プログラム、評価システム、および情報通信端末装置は、上述した第2実施形態以外にも、特許請求の範囲に記載した技術的思想の範囲内において種々の異なる実施形態にて実施されてよいものである。

[0188] また、第2実施形態において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部または一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部または一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。

[0189] このほか、上記文献中や図面中で示した処理手順、制御手順、具体的名称、各処理の登録データや検索条件等のパラメータを含む情報、画面例、データベース構成については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。

[0190] また、評価装置100に関して、図示の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。

[0191] 例えば、評価装置100が備える処理機能、特に制御部102にて行われる各処理機能については、その全部または任意の一部を、CPU (Central Processing Unit) および当該CPUにて解釈実行

されるプログラムにて実現してもよく、また、ワイヤードロジックによるハードウェアとして実現してもよい。尚、プログラムは、情報処理装置に本発明にかかる評価方法を実行させるためのプログラム化された命令を含む一時的でないコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されており、必要に応じて評価装置100に機械的に読み取られる。すなわち、ROMまたはHDDなどの記憶部106などには、OS（Operating System）と協働してCPUに命令を与え、各種処理を行うためのコンピュータプログラムが記録されている。このコンピュータプログラムは、RAMにロードされることによって実行され、CPUと協働して制御部を構成する。

[0192] また、このコンピュータプログラムは評価装置100に対して任意のネットワークを介して接続されたアプリケーションプログラムサーバに記憶されていてもよく、必要に応じてその全部または一部をダウンロードすることも可能である。

[0193] また、本発明にかかる評価プログラムを、一時的でないコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納してもよく、また、プログラム製品として構成することもできる。ここで、この「記録媒体」とは、メモリーカード、USBメモリ、SDカード、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、EPROM、EEPROM（登録商標）、CD-ROM、MO、DVD、および、Blu-ray（登録商標）Disc等の任意の「可搬用の物理媒体」を含むものとする。

[0194] また、「プログラム」とは、任意の言語または記述方法にて記述されたデータ処理方法であり、ソースコードまたはバイナリコード等の形式を問わない。なお、「プログラム」は必ずしも単一的に構成されるものに限られず、複数のモジュールやライブラリとして分散構成されるものや、OS（Operating System）に代表される別個のプログラムと協働してその機能を達成するものをも含む。なお、実施形態に示した各装置において記録媒体を読み取るための具体的な構成および読み取り手順ならびに読み取り後のインストール手順等については、周知の構成や手順を用いることができ

る。

[0195] 記憶部106に格納される各種のデータベース等は、RAM、ROM等のメモリ装置、ハードディスク等の固定ディスク装置、フレキシブルディスク、および、光ディスク等のストレージ手段であり、各種処理やウェブサイト提供に用いる各種のプログラム、テーブル、データベース、および、ウェブページ用ファイル等を格納する。

[0196] また、評価装置100は、既知のパーソナルコンピュータまたはワークステーション等の情報処理装置として構成してもよく、また、任意の周辺装置が接続された当該情報処理装置として構成してもよい。また、評価装置100は、当該情報処理装置に本発明の評価方法を実現させるソフトウェア（プログラムまたはデータ等を含む）を実装することにより実現してもよい。

[0197] 更に、装置の分散・統合の具体的形態は図示するものに限られず、その全部または一部を、各種の付加等に応じてまたは機能負荷に応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。すなわち、上述した実施形態を任意に組み合わせて実施してもよく、実施形態を選択的に実施してもよい。

実施例 1

[0198] 実施例1においては、非血液データを用いて、ロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。

[0199] 一般酪農場で計399頭のメスのホルスタイン種乳牛（経産牛）の牛群管理データを取得した。なお、牛群管理データには、説明変数として以下の項目が含まれていた。

[0200] 説明変数は、各牛の産次ごとに算出される変数と分娩後の泌乳期間中に記録される日次データとから構成される。

[0201] 前記各牛の産次ごとに算出される変数として、以下の3つの変数を用いた。

・ 今回の分娩の産次（今回の分娩の産次数が2以下の場合は今回の分娩の産次を「0」とし、今回の分娩の産次数が3以上の場合は今回の分娩の産次を

「1」とした)

- ・搾乳日数（今回の分娩日60日前までの搾乳日数）
- ・分娩間隔

[0202] 前記分娩後の泌乳期間中に記録される日次データの変数として、以下の3つの変数を用いた。前記日次データには、その牛の1日の中での採食行動および反芻時間等の行動データが記録されている。前記行動データは、センサーから得ることができる。

- ・搾乳量
- ・採食時間
- ・反芻時間

[0203] 前記日次データの3つの変数それぞれについて、泌乳期間毎に、平均値および標準偏差（分散）を算出した。そして、当該算出した平均値および標準偏差（分散）を、説明変数として用いた。なお、前記泌乳期間とは、フレッシュ期（前回の分娩後1～20日）、泌乳前期（前回の分娩後21～80日）、泌乳ピーク期（前回の分娩後81～180日）および泌乳後期（前回の分娩後181日～今回の分娩前60日）という4つの期間である。

[0204] 目的変数は、今回の分娩後に、ケトーシスを発症するか（1）、しないか（0）、である。

[0205] 1産次サイクルあたりの検証の時系列は、図14に示すとおりとなる。

[0206] 計399頭の牛を、分娩後ケトーシス罹患の有無を基準に、健常群とケトーシス群の2群に分類した。そして、分娩前牛群管理データを用いて、この2群の判別性能を最大化する指標をロジスティック解析により探索し、探索された式についてROC曲線のAUCによる評価を行った。

[0207] なお、複数の特徴量の中には、予測にとって重要でないものおよび他の特徴量との相関が強いものがある。このような特徴量は予測の精度を悪化させる恐れがあるため、以下の表1に示す特徴量を選択することで、ロジスティック解析式の精度を向上させた。具体的には、最終的に式に採用された変数は、以下の表1に示すように、産次、フレッシュ期搾乳量平均、泌乳前期搾

乳量平均、泌乳ピーク期搾乳量平均、泌乳後期搾乳量平均、フレッシュ期搾乳量標準偏差、泌乳前期搾乳量標準偏差、泌乳ピーク期搾乳量標準偏差および泌乳後期搾乳量標準偏差であった。

[0208] [表1]

	平均	分散	最小値	第一四分位数	中央値	第三四分位数	最大値
産次	2.12	1.36	1	1	2	3	8
フレッシュ期_搾乳量_mean	32.9	8.8	5.5	26.9	32.7	39.3	63.6
泌乳前期_搾乳量_mean	40.1	9.1	15.4	34.0	40.0	46.1	66.7
泌乳ピーク期_搾乳量_mean	38.5	7.8	16.0	33.4	38.3	44.1	68.5
泌乳後期_搾乳量_mean	30.3	6.1	5.2	26.4	30.4	34.4	47.4
フレッシュ期_搾乳量_std	7.53	2.16	2.45	6.15	7.25	8.64	15.5
泌乳前期_搾乳量_std	6.91	2.21	2.13	5.38	6.50	8.02	18.0
泌乳ピーク期_搾乳量_std	6.63	2.21	3.13	5.07	6.21	7.66	20.8
泌乳後期_搾乳量_std	7.12	2.12	0.54	5.60	6.92	8.37	15.7

[表1]

[0209] 生成されたロジスティック回帰式の精度検証の方法として、データを5分割する交差検証法を用いた。分割されたデータセットごとのロジスティック回帰のパラメータ（回帰係数）を表2に示す。精度の指標としては、ROC曲線の曲線下面積(ROC AUC:Area under the ROC curve)を用いた。得ら

れたROCおよびAUCスコアを、図15に示す。

[0210] [表2]

[表2]

split	intercept	産次	フレッシュ期 搾乳量.mean	泌乳前期 搾乳量.mean	泌乳ピーク 搾乳量.mean	泌乳後期 搾乳量.mean	フレッシュ期 搾乳量.std	泌乳前期 搾乳量.std	泌乳ピーク 搾乳量.std	泌乳後期 搾乳量.std
0	0.39218	0.06484	0.05090	0.01853	-0.03274	-0.11796	0.00279	-0.14154	0.05039	0.18400
1	0.22291	0.16035	0.07476	-0.03777	-0.00071	-0.12305	-0.03363	-0.11978	0.12205	0.18282
2	0.56424	0.09611	0.04531	0.01346	-0.04268	-0.11034	-0.04110	-0.10000	0.01018	0.27593
3	0.68981	0.04225	0.06876	-0.01589	-0.02624	-0.12759	-0.00502	-0.13473	0.06234	0.25369
4	1.10592	0.16549	0.03027	-0.02529	0.01357	-0.14235	-0.03068	-0.12991	0.09601	0.23449

[0211] 図15に示すように、ROC_AUCは、0.665~0.748という高い値となった。このことから、非血液データを用いて、ロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

実施例 2

[0212] 実施例2においては、搾乳量を除く非血液データ（行動データ）を用いて、ロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。実施例2においては、実施例1と同様の方法で検証を行ったが、説明変数として搾乳量は用いなかった。

[0213] なお、複数の特徴量の中には、予測にとって重要でないものおよび他の特徴量との相関が強いものがある。このような特徴量は予測の精度を悪化させる恐れがあるため、以下の表3に示す特徴量を選択することで、ロジスティック解析式の精度を向上させた。具体的には、最終的に式に採用された変数は、以下の表3に示すように、産次、フレッシュ期反芻時間平均、泌乳前期反芻時間平均、泌乳ピーク期反芻時間平均、泌乳後期反芻時間平均、フレッシュ期反芻時間標準偏差、泌乳前期反芻時間標準偏差、泌乳ピーク期反芻時間標準偏差および泌乳後期反芻時間標準偏差であった。

[0214]

[表3]

[表3]

	平均	分散	最小値	第一四分位数	中央値	第三四分位数	最大値
産次	2.12	1.36	1	1	2	3	8
フレッシュ期_反芻時間_mean	346	101	0	293	352	420	583
泌乳前期_反芻時間_mean	379	105	0	328	390	449	645
泌乳ピーク_反芻時間_mean	396	87	29	359	404	453	572
泌乳後期_反芻時間_mean	412	61	74	377	412	451	584
フレッシュ期_反芻時間_std	80	23	0	65	77	92	185
泌乳前期_反芻時間_std	72	22	0	60	68	78	236
泌乳ピーク_反芻時間_std	73	25	28	58	66	78	236
泌乳後期_反芻時間_std	81	20	48	67	77	89	198

[0215] 生成されたロジスティック回帰式の精度検証の方法として、データを5分割する交差検証法を用いた。分割されたデータセットごとのロジスティック

回帰のパラメータ（回帰係数）を表4に示す。精度の指標としては、ROC曲線の曲線下面積を用いた。得られたROCおよびAUCスコアを、図16に示す。

[表4]

[表4]

split	intercept	産次	フレッシュ期 反芻時間_mean	泌乳前期 反芻時間_mean	泌乳ピーク 反芻時間_mean	泌乳後期 反芻時間_mean	フレッシュ期 反芻時間_std	泌乳前期 反芻時間_std	泌乳ピーク 反芻時間_std	泌乳後期 反芻時間_std
0	-0.00707	0.211625	0.00141	-0.00143	-0.00082	-0.00225	-0.00597	0.002131	-0.00443	0.00577
1	-0.00781	0.297617	-0.00013	0.001153	-0.00329	-0.00142	-0.00247	0.004519	-0.00915	0.004326
2	-0.00048	0.240722	0.000427	0.000331	-0.00191	-0.00286	-0.00211	0.006809	-0.00847	0.004725
3	0.001686	0.202887	0.00015	0.001705	-0.0039	-0.00232	0.000524	0.007564	-0.00495	0.001054
4	-0.00761	0.326024	0.000722	-0.00176	-0.00046	-0.00083	-0.00988	0.004269	-0.00855	0.003832

[0216] 図16に示すように、ROC_AUCは、0.554~0.687という

高い値となった。このことから、搾乳量なしの非血液データ（行動データ）を用いて、ロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

実施例 3

[0217] 実施例 3 においては、非血液データを用いて、決定木により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。なお、実施例 3 においては、特に説明がない限り、実施例 1 と同様の牛、説明変数および目的変数を用いた。

[0218] 実施例 3 においては、（1）乳量データを説明変数として用いた場合、（2）乳量データに加えて行動データ（反芻時間）も説明変数として用いた場合、および、（3）乳量データに加えて採食時間も説明変数として用いた場合の 3 パターンについて、生成した決定木により分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。

[0219] （1）乳量データを説明変数として用いた場合

計 399 頭の牛を、分娩後ケトosis罹患の有無を基準に、健常群（334 頭）とケトosis群（65 頭）の 2 群に分類した。そして、分娩前牛群管理データを用いて、この 2 群の判別性能を最大化する決定木を生成した。この際、ノードの最大深さは 6、最小頭数 15 頭を指定した。

[0220] 説明変数として、産次、フレッシュ期搾乳量平均、泌乳前期搾乳量平均、泌乳ピーク期搾乳量平均、泌乳後期搾乳量平均、フレッシュ期搾乳量標準偏差、泌乳前期搾乳量標準偏差、泌乳ピーク期搾乳量標準偏差および泌乳後期搾乳量標準偏差を使用した。

[0221] 生成された決定木の精度検証の方法として、データを 5 分割する交差検証法を用いた。生成された 5 つの決定木を、図 17～図 21 に示す。精度の指標としては、ROC 曲線の曲線下面積を用いた。得られた ROC および AUC スコアを、図 22 に示す。

[0222] 図 22 に示すように、ROC_AUC は、0.511～0.659 という高い値となった。このことから、乳量データを用いて、決定木により、分娩

後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

[0223] (2) 乳量データに加えて行動データ（反芻時間）も説明変数として用いた場合

乳量データに加えて行動データ（反芻時間）も説明変数として用いた以外は（1）と同様の方法で、決定木を生成した。

[0224] 生成された決定木の精度検証の方法として、データを5分割する交差検証法を用いた。生成された5つの決定木を、図23～図27に示す。精度の指標としては、ROC曲線の曲線下面積を用いた。得られたROCおよびAUCスコアを、図28に示す。

[0225] 図28に示すように、ROC_AUCは、0.503～0.651という高い値となった。このことから、乳量データに加えて行動データ（反芻時間）を用いて、決定木により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

[0226] (3) 乳量データに加えて採食時間も説明変数として用いた場合

乳量データに加えて採食時間も説明変数として用いた以外は（1）と同様の方法で、決定木を生成した。

[0227] 生成された決定木の精度検証の方法として、データを5分割する交差検証法を用いた。生成された5つの決定木を、図29～図33に示す。精度の指標としては、ROC曲線の曲線下面積を用いた。得られたROCおよびAUCスコアを、図34に示す。

[0228] 図34に示すように、ROC_AUCは、0.535～0.703という高い値となった。このことから、乳量データに加えて採食時間を用いて、決定木により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

実施例 4

[0229] 実施例4においては、非血液データを用いて、ロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。

[0230] 一般酪農場（計3件）で計4460頭のメスのホルスタイン種乳牛（経産牛）の牛群管理データを取得した。なお、牛群管理データには分娩前の説明変数

として、日次の乳量、産次、分娩間隔日数および分娩後ケトosis罹患記録が含まれていた。

[0231] 計4460頭のうちランダム抽出した3568頭を学習データとして、残りの892頭を検証データとして分娩後ケトosis罹患の有無を基準に、健常群（3524頭）とケトosis群（44頭）の2群に分類した。そして、学習データを用いて、この2群間を判別するモデル（ロジスティック回帰式）を、産次と分娩間隔日数を説明変数として用いたロジスティック回帰により推定した。

[0232] 推定したモデルを、健常群（875頭）とケトosis群（17頭）からなる検証データに当てはめ、検証データでの判別性能をROC曲線の曲線下面積にて評価を行った。この結果、ROC_AUCは、0.716という高い値となった。このことから、非血液データを用いて、ロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

実施例 5

[0233] 実施例5においては、非血液データを用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。

[0234] 実施例5においては、実施例4と同一の4460頭のメスのホルスタイン種乳牛の牛群管理データを用いた。健常群およびケトosis群について、前産次の分娩後日数をX軸、日次の乳量をY軸にプロットし、X軸とY軸のレンジを設定した。このプロットを画像データ(png形式)として保存し、その後、当該画像データを画像解析プログラムにより3次元のテンソルデータに変換した。

[0235] 前記4460頭を、ランダムに、学習データ用の3032頭、バリデーションデータ用の536頭および検証データ用の892頭に分けた。そして、学習データ用の3032頭およびバリデーションデータ用の536頭のそれぞれの個体に対応するプロットより得られた前記テンソルデータを用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により、健常群とケトosis群

を識別するための識別モデルを構築した。なお、識別モデルに用いられる変数は、乳量に限らず、日次で取得される任意の情報（体重等）でもよく、分娩後日数のレンジも任意のものでよい。

[0236] そして、検証データ用の892頭のそれぞれの個体に対応するプロットより得られた前記テンソルデータを用いて、前記構築された識別モデルにより、各個体がケトosisである予測スコアを得た。この結果、ROC_AUCは、0.810という高い値となった。このことから、非血液データを用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

実施例 6

[0237] 実施例6においては、非血液データを用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）およびロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることを確認した。

[0238] 実施例5において学習データおよびバリデーションデータとして用いた計3568頭についての各個体がケトosisである予測スコアに加えて、実施例4において学習データとして用いた3568頭についての産次および分娩後日数も説明変数として用いて、健常群とケトosis群を判別するためのモデル（ロジスティック回帰式）を、ロジスティック回帰により推定した。

[0239] そして、実施例4および実施例5で検証データとして用いた892頭についての、メスのホルスタイン種乳牛の牛群管理データより実施例4で取得した産次および分娩間隔日数ならびに実施例5で取得した予測スコアを前記推定したモデルに当てはめ、検証データでの判別性能をROC曲線の曲線下面積で評価した。この結果、ROC_AUCは、0.811という高い値となった。このことから、非血液データを用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）およびロジスティック回帰式により、分娩後の代謝性疾患の状態を評価できることが判明した。

実施例 7

[0240] [検証1]

畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いたケトosis予測式及びInception（CNN）を用いたケトosis予測式の作成を行った。

[0241] 一般の酪農場（計7件）で計4815頭のメスのホルスタイン種乳牛（経産牛）の牛群管理データを取得した。なお、牛群管理データには、分娩前の説明変数として日次の乳量、産次、分娩間隔日数、および分娩後ケトosis罹患記録が含まれていた。健全群およびケトosis群について、前産次の分娩後日数をX軸、日次の乳量をY軸にプロットし、X軸とY軸のレンジを全データに対して設定した。このプロットを画像ファイル（png形式）として保存し、その後、画像データを画像解析プログラムにより3次元のテンソルデータに変換した。

[0242] 4815頭のうち学習データ用の1農場分3721頭のそれぞれの個体に対応するプロットより得られた前記テンソルデータを用いて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により、健全群とケトosis群を識別するための識別モデルを構築した。なお、識別モデルに用いられる変数は、乳量に限らず、日次で取得される任意の情報（体重等）でもよく、分娩後日数のレンジも任意のものでよい。

[0243] 6農場分1094頭のそれぞれの個体に対応する「前産次の分娩後日数をX軸、日次の乳量をY軸に取ったプロット」に基づく3次元のテンソルデータ（当該1094頭のメスのホルスタイン種乳牛の牛群管理データより上記と同様のプロセスで得られたもの）を検証データとして用いて、前記構築された識別モデルにより、各個体がケトosisである予測スコアを得た。この結果、新規データに対して、CNNのROC_AUCは0.557であり、InceptionのROC_AUCは0.62であった。

[0244] [検証2]

CNNとロジスティック回帰を用いたケトosis予測式及びInception（CNN）とロジスティック回帰を用いたケトosis予測式の作成を行った。

[0245] 上記検証1で得られた、学習データ用の3721頭の個体のケトーシス予測スコアならびに牛群管理データに含まれる産次および分娩後日数を説明変数として用いて、ロジスティック回帰により、健常群とケトーシス群の2群を判別するモデルを推定した。

[0246] 1094頭のメスのホルスタイン種乳牛の牛群管理データに含まれる産次および分娩間隔日数ならびに上記検証1で得られたケトーシス予測スコアを検証データとして上記推定したロジスティック回帰モデルに当てはめて、当該モデルの判別性能をROC_AUCで評価した。この結果、新規データに対して、CNNのROC_AUCは0.654であり、InceptionのROC_AUCは0.688であった。

[0247] [検証3]

上記検証1、2により、ケトーシスを予測できる4種類の式を構築できた。なお、InceptionはCNNの1種である。各式の係数を図35に示す。また、前産次における日乳量について、本実施例では、データの不規則な変動や欠損などを除去するべく、10日間分の時系列の日乳量データを平均した10日移動平均の日乳量を採用した。続いて、式を構築した牧場とは異なる牧場のデータを用いて、構築した式を用いてスコアを算出し、分娩後の代謝性疾患、炎症関連因子の予測精度を検証した。

[0248] 日本の牧場において、37頭のメスのホルスタイン種乳牛（全て経産牛）の各頭から、前産次の情報と、分娩から7日後に採取された血液サンプルのハプトグロビンを測定した。また、当該37頭の乳牛の各頭の、分娩後21日までの疾患発症を記録した。「産次」、「前産次における日乳量（10日移動平均）」および「分娩間隔の情報」を、上記検証1、2で作成した4種類のモデル（CNNモデル、Inceptionモデル、CNN_ロジスティック回帰モデルおよびInception_ロジスティック回帰モデル）に当てはめてスコアを算出した。

[0249] 4種類のモデルから算出されたスコアで、分娩後のハプトグロビンの高低（基準800 μ g/mL）を予測し、その予測精度をROC_AUCで評価

した。また、7種類の疾患（乳房炎、子宮炎、乳熱、肺炎、第4胃変異、跛行および胎盤停滞）を対象として、作成した4種類のモデルで、分娩後の各疾患の発症有無を予測し、その予測精度をROC_AUCで評価した。ROC_AUCの結果を図36に示す。ハプトグロビンの予測精度については、2つのモデルで、ROC_AUCが0.55以上という結果が得られたことから、当該2つのモデルは、ハプログロビンの高低予測に有用であると考えられる。また、各々の疾患の予測精度については、少なくとも1つのモデルで、ROC_AUCが0.55以上という結果が得られたことから、ROC_AUCが0.55以上であったモデルは、分娩後の各疾患の発症予測に有用であると考えられる。

実施例 8

[0250] 日本の農場において、442頭のメスのホルスタイン種乳牛（全て経産牛）の各頭から、以下に列挙した前産次の情報を入手した。なお、肉牛を用いる場合は、「分娩直後からピーク期まで」、「ピークから離乳期まで」および「離乳以降の期」の3期の期毎に分類する。分娩後のケトosis発症の有無を予測する予測式を、以下に列挙した前産次の情報を説明変数とし、ロジスティック回帰を用いて作成した。結果、ROC_AUCは0.557であり、すべての説明変数を用いて、分娩後のケトosis発症の有無を予測することは可能であることを確認した（図37、図38参照）。

・産次

・フレッシュ期採食平均（フレッシュ期__採食__mean）、泌乳前期採食平均（泌乳前期__採食__mean）、泌乳ピーク期採食平均（泌乳ピーク__採食__mean）、泌乳後期採食平均（泌乳後期__採食__mean）

・フレッシュ期全反芻時間平均（フレッシュ期__all__ruminat ion__mean）、泌乳前期全反芻時間平均（泌乳前期__all__ruminat ion__mean）泌乳ピーク期全反芻時間平均（泌乳前期__all__ruminat ion__mean）、泌乳後期全反芻時間平均（泌乳前期__all__ruminat ion__mean）

- ・フレッシュ期乳量充足率平均（フレッシュ期__乳量充足率__mean）、泌乳前期乳量充足率平均（泌乳前期__乳量充足率__mean）、泌乳ピーク期乳量充足率平均（泌乳ピーク期__乳量充足率__mean）、泌乳後期乳量充足率平均（泌乳後期__乳量充足率__mean）
- ・フレッシュ期DMI充足率平均（フレッシュ期__DMI充足率__mean）、泌乳前期DMI充足率平均（泌乳前期__DMI充足率__mean）、泌乳ピーク期DMI充足率平均（泌乳ピーク期__DMI充足率__mean）、泌乳後期DMI充足率平均（泌乳後期__DMI充足率__mean）
- ・フレッシュ期ME充足率平均（フレッシュ期__ME充足率__mean）、泌乳前期ME充足率平均（泌乳前期__ME充足率__mean）、泌乳ピーク期ME充足率平均（泌乳ピーク期__ME充足率__mean）、泌乳後期ME充足率平均（泌乳後期__ME充足率__mean）
- ・フレッシュ期MP充足率平均（フレッシュ期__MP充足率__mean）、泌乳前期MP充足率平均（泌乳前期__MP充足率__mean）、泌乳ピーク期MP充足率平均（泌乳ピーク期__MP充足率__mean）、泌乳後期MP充足率平均（泌乳後期__MP充足率__mean）
- ・フレッシュ期搾乳量平均（フレッシュ期__搾乳量__mean）、泌乳前期搾乳量平均（泌乳前期__搾乳量__mean）、泌乳ピーク期搾乳量平均（泌乳ピーク期__搾乳量__mean）、泌乳後期搾乳量平均（泌乳後期__搾乳量__mean）
- ・フレッシュ期採食標準偏差（フレッシュ期__採食__std）、泌乳前期採食標準偏差（泌乳前期__採食__std）、泌乳ピーク期採食標準偏差（泌乳ピーク期__採食__std）、泌乳後期採食標準偏差（泌乳後期__採食__std）
- ・フレッシュ期全反芻時間標準偏差（フレッシュ期__all__ruminat ion__std）、泌乳前期全反芻時間標準偏差（泌乳前期__all__ruminat ion__std）、泌乳ピーク期全反芻時間標準偏差（泌乳ピーク期__all__ruminat ion__std）、泌乳後期全反芻時間標

標準偏差 (泌乳後期__a l l__r u m i n a t i o n__s t d)

・フレッシュ期乳量充足率標準偏差 (フレッシュ期__乳量充足率__s t d)
、泌乳前期乳量充足率標準偏差 (泌乳前期__乳量充足率__s t d)、泌乳ピーク期乳量充足率標準偏差 (泌乳ピーク期__乳量充足率__s t d)、泌乳後期乳量充足率標準偏差 (泌乳後期__乳量充足率__s t d)

・フレッシュ期DMI充足率標準偏差 (フレッシュ期__DMI充足率__s t d)、泌乳前期DMI充足率標準偏差 (泌乳前期__DMI充足率__s t d)、泌乳ピーク期DMI充足率標準偏差 (泌乳ピーク期__DMI充足率__s t d)、泌乳後期DMI充足率標準偏差 (泌乳後期__DMI充足率__s t d)

・フレッシュ期ME充足率標準偏差 (フレッシュ期__ME充足率__s t d)、泌乳前期ME充足率標準偏差 (泌乳前期__ME充足率__s t d)、泌乳ピーク期ME充足率標準偏差 (泌乳ピーク期__ME充足率__s t d)、泌乳後期ME充足率標準偏差 (泌乳後期__ME充足率__s t d)

・フレッシュ期MP充足率標準偏差 (フレッシュ期__MP充足率__s t d)、泌乳前期MP充足率標準偏差 (泌乳前期__MP充足率__s t d)、泌乳ピーク期MP充足率標準偏差 (泌乳ピーク期__MP充足率__s t d)、泌乳後期MP充足率標準偏差 (泌乳後期__MP充足率__s t d)

・フレッシュ期搾乳量標準偏差 (フレッシュ期__搾乳量__s t d)、泌乳前期搾乳量標準偏差 (泌乳前期__搾乳量__s t d)、泌乳ピーク期搾乳量標準偏差 (泌乳ピーク期__搾乳量__s t d)、泌乳後期搾乳量標準偏差 (泌乳後期__搾乳量__s t d)

[0251] 次に、同じデータセットを使用して、ロジスティック回帰とは異なるモデルで、分娩後のケトーシス発症の有無を予測することが可能であるかを検証した。分娩後のケトーシス発症の有無を予測するモデルを、上記に列挙した前産次の情報すべてを説明変数とし、L i g h t G B Mを用いて作成した。結果、R O C__A U Cは0. 6 0 1であり、L i g h t G B Mを用いたモデルは、ロジスティック回帰よりも高い精度を持つことが分かった (図39、図40参照)。

[0252] 上記に列挙した前産次の情報以外に以下に列挙した項目のセンサーデータを説明変数として追加して、ロジスティック回帰と Light GBM の精度を確認した。結果、ロジスティック回帰の ROC_AUC は、0.558 であり、Light GBM の ROC_AUC は、0.572 であった（図 4 1、図 4 2 参照）。

- ・採食
- ・動態
- ・横臥
- ・起立
- ・全反芻時間 (all_rumination)
- ・起立反芻
- ・横臥反芻
- ・搾乳量

実施例 9

[0253] 実施例 8 と同じデータセットのうち、乳量に関する 16 項目のデータを除いたものを用いて、40 種の説明変数の中から変数を選択して予測式を作成した。

[0254] まず、実施例 8 で用いられた 442 例のデータを、ケトosis 発生個体の割合が均等になるように、学習データと検証データに分割した。学習データと検証データのサンプルサイズの比は 3 : 1 として（つまり学習データは 331 例、検証データは 111 例として）、以下のケトosis 予測モデルの構築を行った。

[0255] はじめに、学習データを用いて、L1 正則化を行ったロジスティック回帰（Lasso 回帰）を行い、説明変数の絞り込みを行った。L1 正則化を行ったロジスティック回帰の実行においては、学習データをランダムに 4 分割したクロスバリデーションにより、正則化項の係数が予測の平均二乗誤差を最小化する最適条件を推定した。この条件で、図 4 3 に示した 11 種類の説明変数が選択された。

[0256] 得られた11種の説明変数の候補を用いたロジスティック回帰をフルモデルとして、ステップワイズ変数選択により、AICが最小となるロジスティック回帰モデルを推定した。その結果、9種の説明変数が選ばれた。選ばれた説明変数は図44に示す。

[0257] この9種の説明変数からなるロジスティック回帰モデルを学習データにより推定し、推定されたモデルを検証データに代入することにより、ケトosis発症有無についてのROC_AUCを算出した。その結果、学習データのROC_AUCは0.74であり、検証データのROC_AUCは0.56となった。本結果から、乳量の情報がない場合においても、分娩後のケトosis発症の有無を予測することは可能であると考えられる。

実施例 10

[0258] 実施例8と同じデータセットのうち、乳量に関係する16項目のデータを除いたものを用いて、40種の説明変数の中から変数を選択して予測式を作成した。

[0259] まず、実施例8で用いられた442例のデータを、ケトosis発生個体の割合が均等になるように、学習データと検証データに分割した。学習データと検証データのサンプルサイズの比は3:1として（つまり学習データは331例、検証データは111例として）、以下のケトosis予測モデルの構築を行った。

[0260] はじめに、学習データを用いて、「L1正則化を行ったロジスティック回帰（Lasso回帰）」を行うことにより、説明変数の絞り込みを行った。L1正則化を行ったロジスティック回帰の実行においては、「学習データをランダムに4分割したクロスバリデーションにより、正則化項の係数が予測の平均二乗誤差を最小化する最適条件を推定して説明変数の絞り込みを行う操作」（クロスバリデーションのリサンプリング）を100回行うことで、100パターンの説明変数の抽出を実施した。得られた100回のリサンプリング結果から、「少なくとも1回は選択された説明変数」を抽出した。結果、図45に示す13種の説明変数が抽出された。

[0261] 引き続き、得られた13種の説明変数を用いて、説明変数の個数が2～6個のロジスティック回帰モデルをそれぞれ総当たり法により抽出し、AICの最も小さいものを最良モデルとして上位モデルを選択した。説明変数の個数が2個のモデルにおいては上位20モデルを、説明変数の個数が3～6個のモデルにおいては上位100モデルをそれぞれ選択した。その結果、2変数モデルでは図46に示された変数の組み合わせのモデルが、3変数モデルでは図47A、図47Bおよび図47Cに示された変数の組み合わせのモデルが、4変数モデルでは図48A、図48B、図48Cおよび図48Dに示された変数の組み合わせのモデルが、5変数モデルでは図49A、図49B、図49Cおよび図49Dに示された変数の組み合わせのモデルが、6変数モデルでは図50A、図50B、図50Cおよび図50Dに示された変数の組み合わせのモデルがそれぞれ選択された。

[0262] 図46から図50Dに示された説明変数の各組み合わせからなる各ロジスティック回帰モデルを学習データにより推定し、推定された各モデルを検証データに代入することにより、ケトosis発症有無についてのROC_AUCを算出した。変数が2～6個のモデルのいずれにおいても、検証データのROC_AUCが0.55以上となるモデルが複数得られた。本結果から、乳量の情報がない場合においても、分娩後のケトosis発症の有無を予測することは可能であると考えられる。

産業上の利用可能性

[0263] 以上のように、本発明は、産業上の多くの分野、特に、酪農、牛用医薬品若しくは牛用飼料の開発、又は牛を対象とする獣医療などの分野で広く実施することができ、極めて有用である。

符号の説明

- [0264] 100 評価装置
102 制御部
102a 取得部
102b 指定部

- 102c 式作成部
- 102d 評価部
 - 102d1 算出部
 - 102d2 変換部
 - 102d3 生成部
 - 102d4 分類部
- 102e 結果出力部
- 102f 送信部
- 104 通信インターフェース部
- 106 記憶部
 - 106a 非血液データファイル
 - 106b BHB A状態情報ファイル
 - 106c 指定BHB A状態情報ファイル
 - 106d 式関連情報データベース
 - 106d1 式ファイル
 - 106e 評価結果ファイル
- 108 入出力インターフェース部
- 112 入力装置
- 114 出力装置
- 200 クライアント装置（端末装置（情報通信端末装置））
- 300 ネットワーク
- 400 データベース装置

請求の範囲

- [請求項1] 今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う評価ステップを含むこと、
を特徴とする評価方法。
- [請求項2] 前記第一の値が、採食時間、反芻時間、代謝タンパク質充足率（MP充足率）、代謝エネルギー充足率（ME充足率）、乾物摂取量充足率（DMI充足率）、搾乳量、乳量充足率および前回の分娩後の日数のうちの少なくとも一つの値であること、
を特徴とする請求項1に記載の評価方法。
- [請求項3] 前記牛が、乳牛または肉牛であること、
を特徴とする請求項1に記載の評価方法。
- [請求項4] 前記第一の値が、所定の乳期における値であること、
を特徴とする請求項1に記載の評価方法。
- [請求項5] 前記第一の値が、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方であること、
を特徴とする請求項1に記載の評価方法。
- [請求項6] 前記第一の値が、更に、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方の属性を持つこと、
を特徴とする請求項1に記載の評価方法。
- [請求項7] 前記第一の値が、平均値および標準偏差の少なくとも一方であること、
を特徴とする請求項1に記載の評価方法。
- [請求項8] 前記第一の評価においては、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患している状態であるか、および、前記牛が今回の分娩後に前

記代謝性疾患に罹患してはいないものの検査が必要な状態であるか、
の少なくとも一方を評価すること、

を特徴とする請求項 1 に記載の評価方法。

[請求項9] 前記代謝性疾患の状態が、今回の分娩後の所定時点における代謝性疾患の状態であること、

を特徴とする請求項 1 に記載の評価方法。

[請求項10] 前記代謝性疾患が、潜在性ケトーシス、顕在性ケトーシス、子宮炎、胎盤停滞、第四胃変位、乳熱、アシドーシス、蹄病または乳房炎であること、

を特徴とする請求項 1 に記載の評価方法。

[請求項11] 前記評価ステップにおいては、前記前回の分娩後の日数を一方の軸の値とし、前記搾乳量を他方の軸の値とすることで生成された前記グラフの画像を用いて、前記第一の評価を行うこと、

を特徴とする請求項 2 に記載の評価方法。

[請求項12] 前記評価ステップにおいては、今回の分娩前の前記牛の血液中のアミノ酸の濃度値である第二の値、または、前記第二の値が代入される変数を含む式および前記第二の値を用いて算出された前記式の値を用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第二の評価を更に行うこと、

を特徴とする請求項 1 に記載の評価方法。

[請求項13] 前記評価ステップにおいては、前記第二の評価に続いて、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第三の値、または、前記第三の値が代入される変数を含む式および前記第三の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第三の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第三の評価を更に行うこと、

を特徴とする請求項 1 2 に記載の評価方法。

[請求項14] 前記評価ステップにおいて分娩後に前記代謝性疾患に罹患する可能

性が高いと評価された牛に対して、予防的処置を提案する提案ステップを更に含むこと、

を特徴とする請求項 1 に記載の評価方法。

[請求項15] 前記予防的処置が、Rumen Protect アミノ酸の投与、飼料添加物の投与、薬剤の投与および獣医の診断からなる群から選択される少なくとも一つであること、

を特徴とする請求項 1 4 に記載の評価方法。

[請求項16] 前記飼料添加物が、PH調整剤、イオンバランス調整剤、カビ毒吸着剤、プロピオン酸カルシウム等のプロピオン酸類縁体、ビタミン、ミネラル、アミノ酸、脂肪酸、尿素、生菌剤、酵母、酵素、抗生物質、抗酸化剤、抗菌剤および有機酸からなる群から選択される少なくとも一つであること、

を特徴とする請求項 1 5 に記載の評価方法。

[請求項17] 前記提案ステップにおいては、前記代謝性疾患に罹患する可能性があるとして評価された牛に対して、統計的因果推論を行って罹患する原因を推測し、その原因に対応する予防的処置を提案すること、

を特徴とする請求項 1 4 から 1 6 のいずれか一つに記載の評価方法

。

[請求項18] 前記評価ステップおよび前記提案ステップが、制御部を備える情報処理装置の前記制御部において実行されること、

を特徴とする請求項 1 4 に記載の評価方法。

[請求項19] 今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて、前記式の値を算出する算出ステップを含むこと、

を特徴とする算出方法。

[請求項20] 前記算出ステップは、制御部を備える情報処理装置の前記制御部において実行されること、

を特徴とする請求項 19 に記載の算出方法。

[請求項21]

制御部を備える評価装置であって、

前記制御部は

今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う評価手段を備えること、

を特徴とする評価装置。

[請求項22]

前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを提供する端末装置とネットワークを介して通信可能に接続されており、

前記制御部は、

前記端末装置から送信された前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを受信するデータ受信手段と、

前記評価手段で得られた評価結果を前記端末装置へ送信する結果送信手段と、

を更に備え、

前記評価手段は、前記データ受信手段で受信した前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを用いること、

を特徴とする請求項 21 に記載の評価装置。

[請求項23]

制御部を備える算出装置であって、

前記制御部は、

今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて、前記式の値を算出する算出手段を備えること、

を特徴とする算出装置。

- [請求項24] 制御部を備える情報処理装置において実行させるための評価プログラムであって、
前記制御部において実行させるための、
今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する第一の評価を行う評価ステップを含むこと、
を特徴とする評価プログラム。
- [請求項25] 制御部を備える情報処理装置において実行させるための算出プログラムであって、
前記制御部において実行させるための、
今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、および、前記第一の値が代入される変数を含む、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価するための式を用いて、前記式の値を算出する算出ステップを含むこと、
を特徴とする算出プログラム。
- [請求項26] 請求項24または25に記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。
- [請求項27] 制御部を備える評価装置と制御部を備える端末装置とをネットワークを介して通信可能に接続して構成される評価システムであって、
前記端末装置の前記制御部は、
今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを前記評価装置へ送信するデータ送信手段と、

前記評価装置から送信された、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態に関する評価結果を受信する結果受信手段と、

を備え、

前記評価装置の前記制御部は、

前記端末装置から送信された前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを受信するデータ受信手段と、

前記データ受信手段で受信した前記第一の値、前記式の前記値または前記グラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価する評価手段と、

前記評価手段で得られた前記評価結果を前記端末装置へ送信する結果送信手段と、

を備えること、

を特徴とする評価システム。

[請求項28]

制御部を備えた端末装置であって、

前記制御部は、

今回の分娩後の牛の代謝性疾患の状態に関する評価結果を取得する結果取得手段

を備え、

前記評価結果は、今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値、前記第一の値が代入される変数を含む式および前記第一の値を用いて算出された前記式の値、または、前記第一の値に基づいて生成されたグラフを用いて、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を評価した結果であること、

を特徴とする端末装置。

[請求項29]

前記評価を行う評価装置とネットワークを介して通信可能に接続されており、

前記結果取得手段は、前記評価装置から送信された前記結果を受信すること、

を特徴とする請求項 28 に記載の端末装置。

[請求項30] 今回の分娩前の牛の、非侵襲的な方法により取得可能な畜牛管理情報に関する値である第一の値を取得し、

今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を取得し、

前記取得した第一の値および前記取得した今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を教師データとして用いて、所定の解析手法により、今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態を今回の分娩前に評価するための式を生成する式生成ステップを含むこと、

を特徴とする式生成方法。

[請求項31] 前記第一の値が、採食時間、反芻時間、代謝タンパク質充足率（M P 充足率）、代謝エネルギー充足率（M E 充足率）、乾物摂取量充足率（D M I 充足率）、搾乳量、乳量充足率および前回の分娩後の日数のうちの少なくとも一つの値であること、

を特徴とする請求項 30 に記載の式生成方法。

[請求項32] 前記牛が、乳牛または肉牛であること、

を特徴とする請求項 30 に記載の式生成方法。

[請求項33] 前記第一の値が、所定の乳期における値であること、

を特徴とする請求項 30 に記載の式生成方法。

[請求項34] 前記第一の値が、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方であること、

を特徴とする請求項 30 に記載の式生成方法。

[請求項35] 前記第一の値が、更に、今回の分娩前の牛の産次数および総搾乳日数の少なくとも一方の属性を持つこと、

を特徴とする請求項 30 に記載の式生成方法。

[請求項36] 前記第一の値が、平均値および標準偏差の少なくとも一方であること、

を特徴とする請求項 30 に記載の式生成方法。

[請求項37] 今回の分娩後の前記牛の代謝性疾患の状態とは、前記牛が今回の分

娩後に前記代謝性疾患に罹患している状態であるか、または、前記牛が今回の分娩後に前記代謝性疾患に罹患してはいないものの検査が必要な状態であるか、であること、

を特徴とする請求項30に記載の式生成方法。

[請求項38] 前記代謝性疾患の状態が、今回の分娩後の所定時点における代謝性疾患の状態であること、

を特徴とする請求項30に記載の式生成方法。

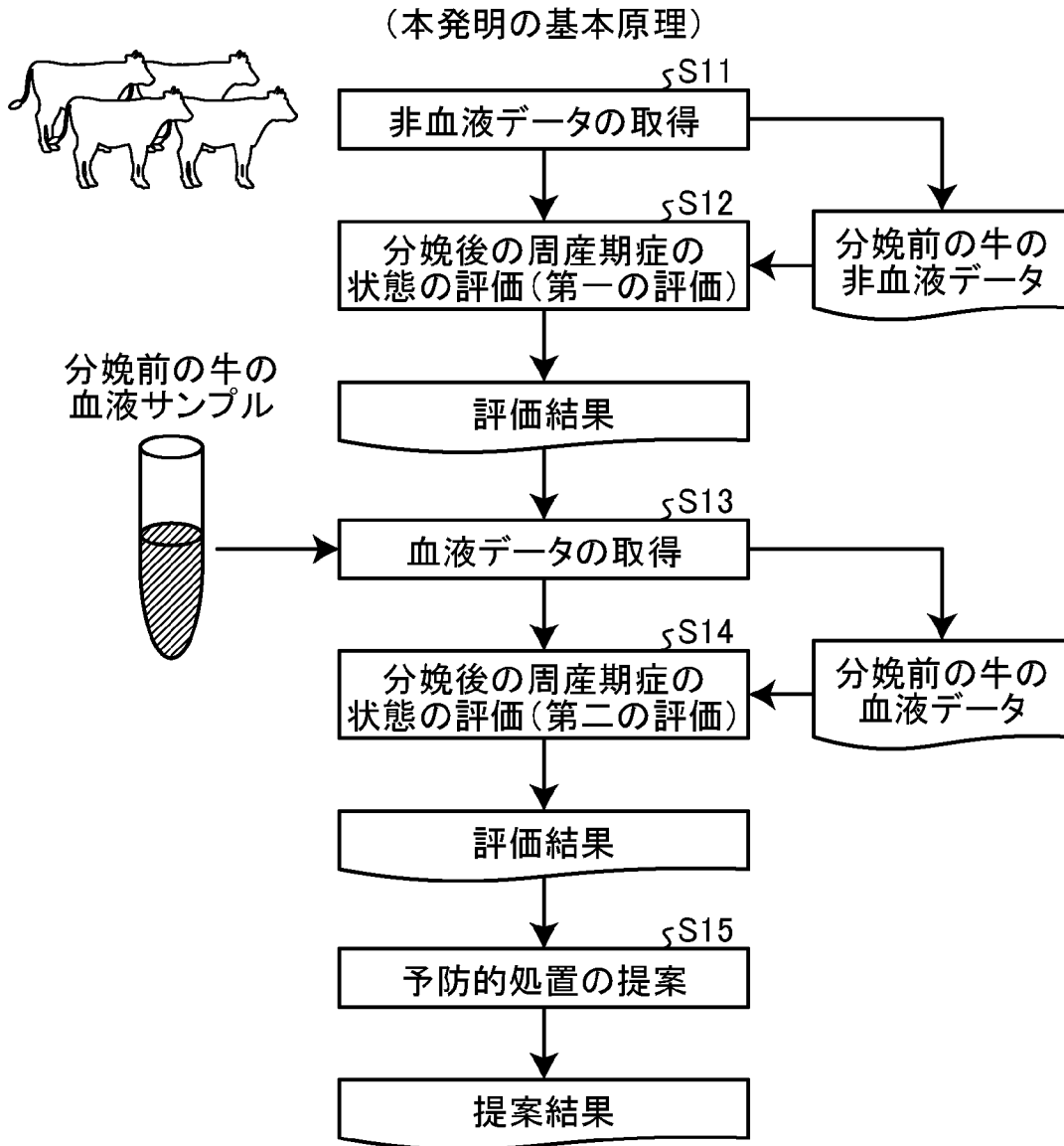
[請求項39] 前記代謝性疾患が、潜在性ケトーシス、顕在性ケトーシス、子宮炎、胎盤停滞、第四胃変位、乳熱、アシドーシス、蹄病または乳房炎であること、

を特徴とする請求項30に記載の式生成方法。

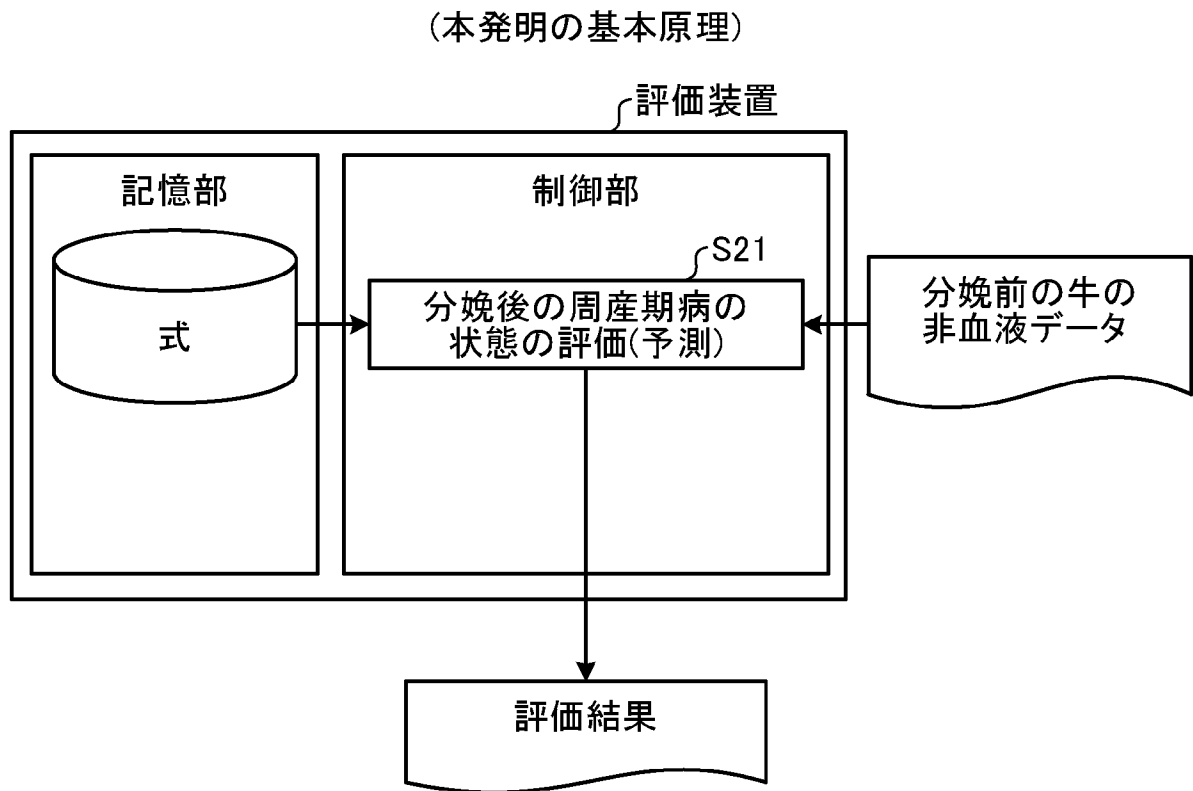
[請求項40] 前記所定の解析手法が、決定木、ランダムフォレスト、ニューラルネットワークおよびロジスティック回帰からなる群から選択される少なくとも一つの解析手法であること、

を特徴とする請求項30から39のいずれか一つに記載の式生成方法。

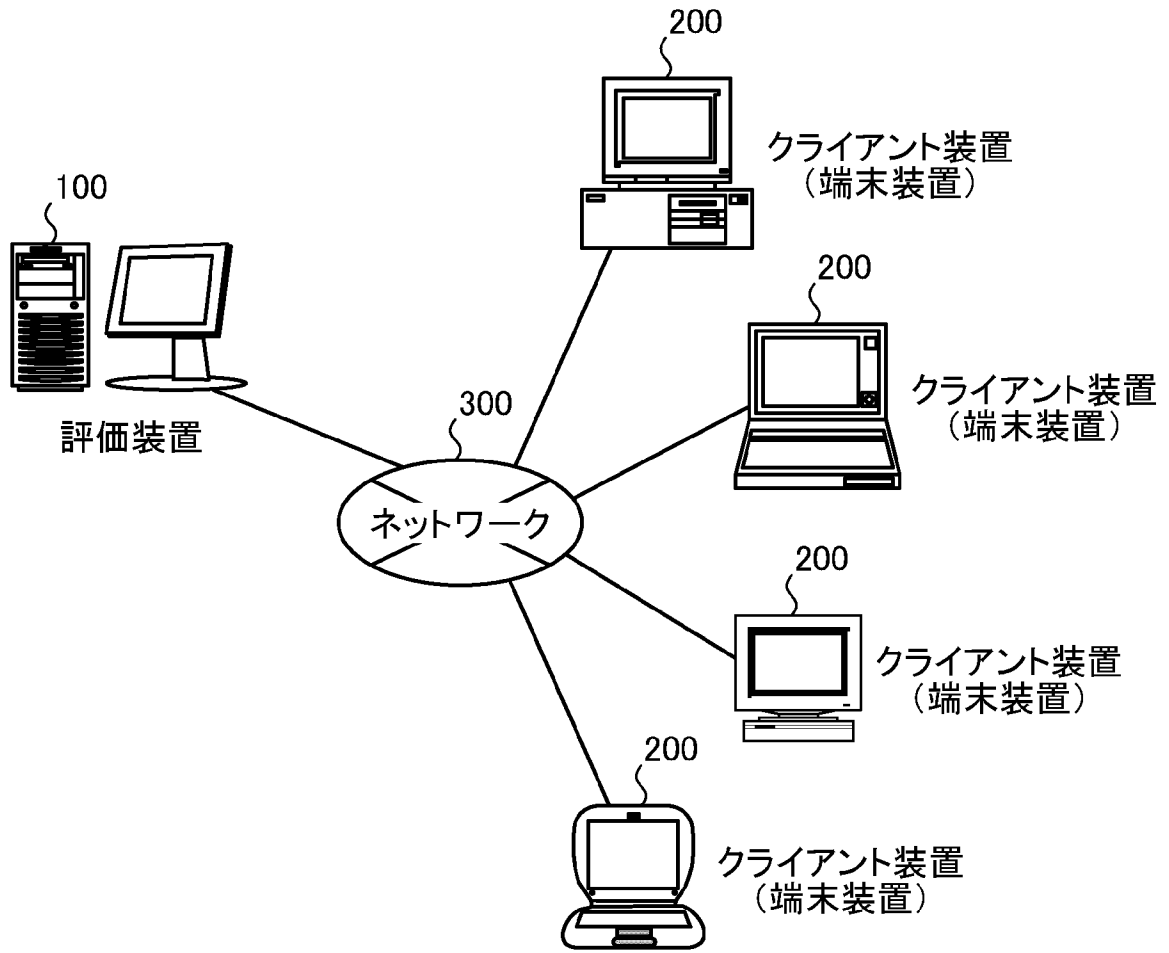
[図1]



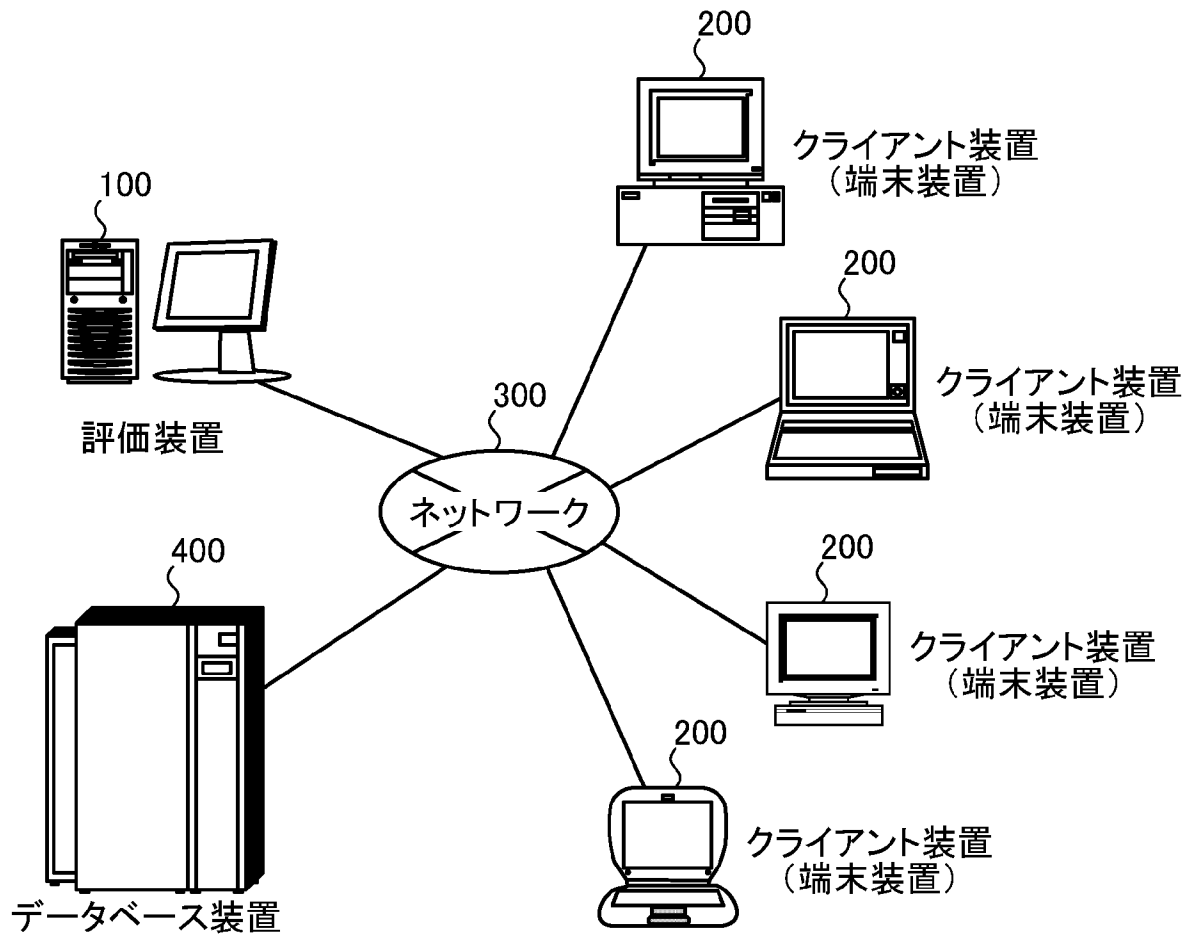
[図2]



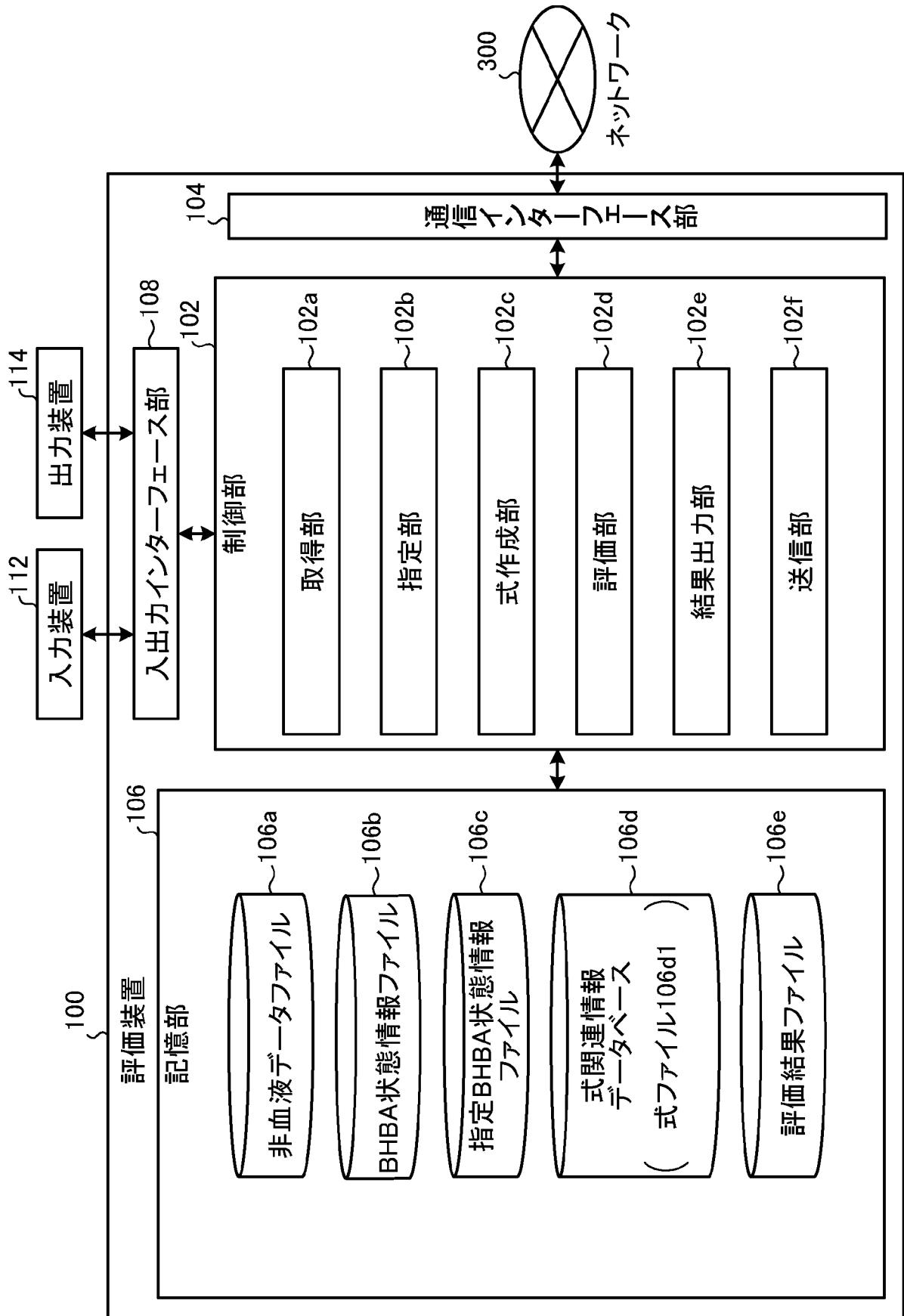
[図3]



[図4]



[図5]



[図8]

106c

個体(サンプル) 番号	BHBAデータ	非血液データ			
	BHBA	採食時間	反芻時間	DMI充足率	...
A-1	1100	9.5	11.2	4.9	...
A-2	1500	8.5	10.5	6.1	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図9]

106d1

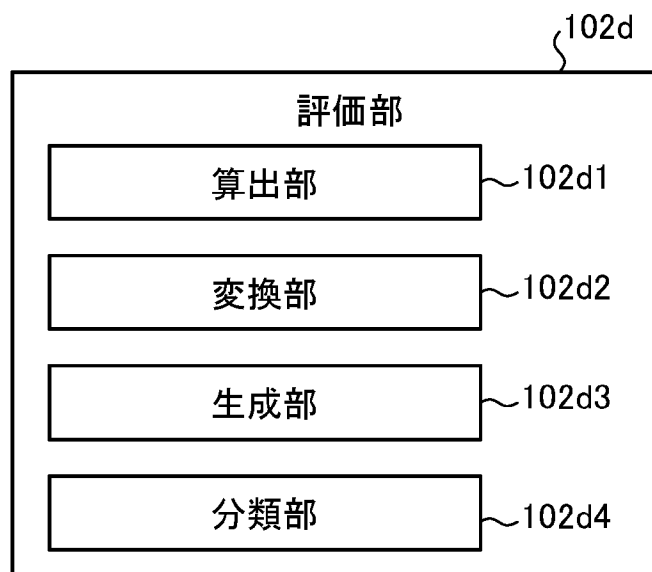
ランク	式	閾値	検証結果
1	$F_p(\text{採食時間}, \dots)$	0.23	0.62
2	$F_p(\text{採食時間}, \text{反芻時間}, \text{DMI充足率})$	-2.12	1.02
3	$F_k(\text{採食時間}, \text{反芻時間}, \text{DMI充足率}, \dots)$	1.23	1.22
⋮	⋮	⋮	⋮

[図10]

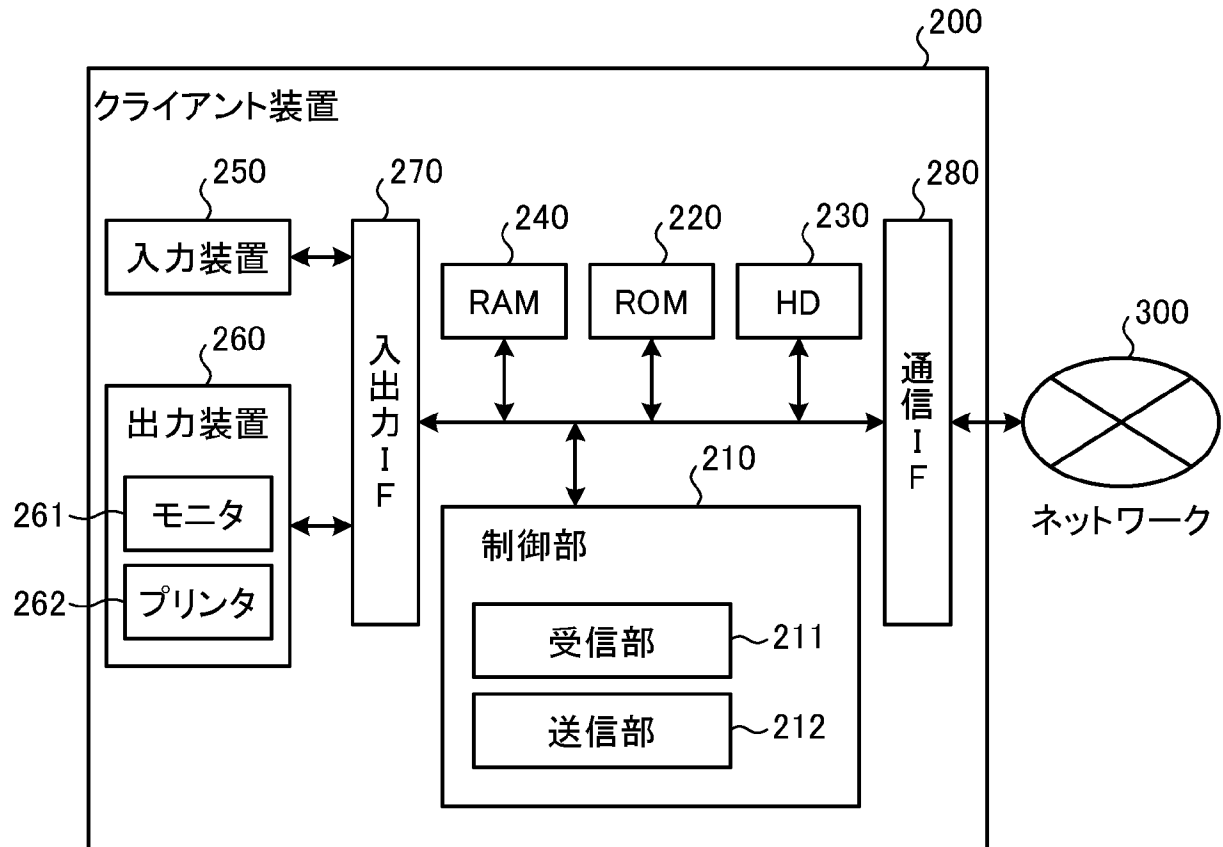
106e

個体(サンプル) 番号	非血液データ				評価結果
	採食 時間	反芻 時間	DMI 充足率	...	
U-1	9.5	11.2	4.9	...	
U-2	8.5	10.5	6.1	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

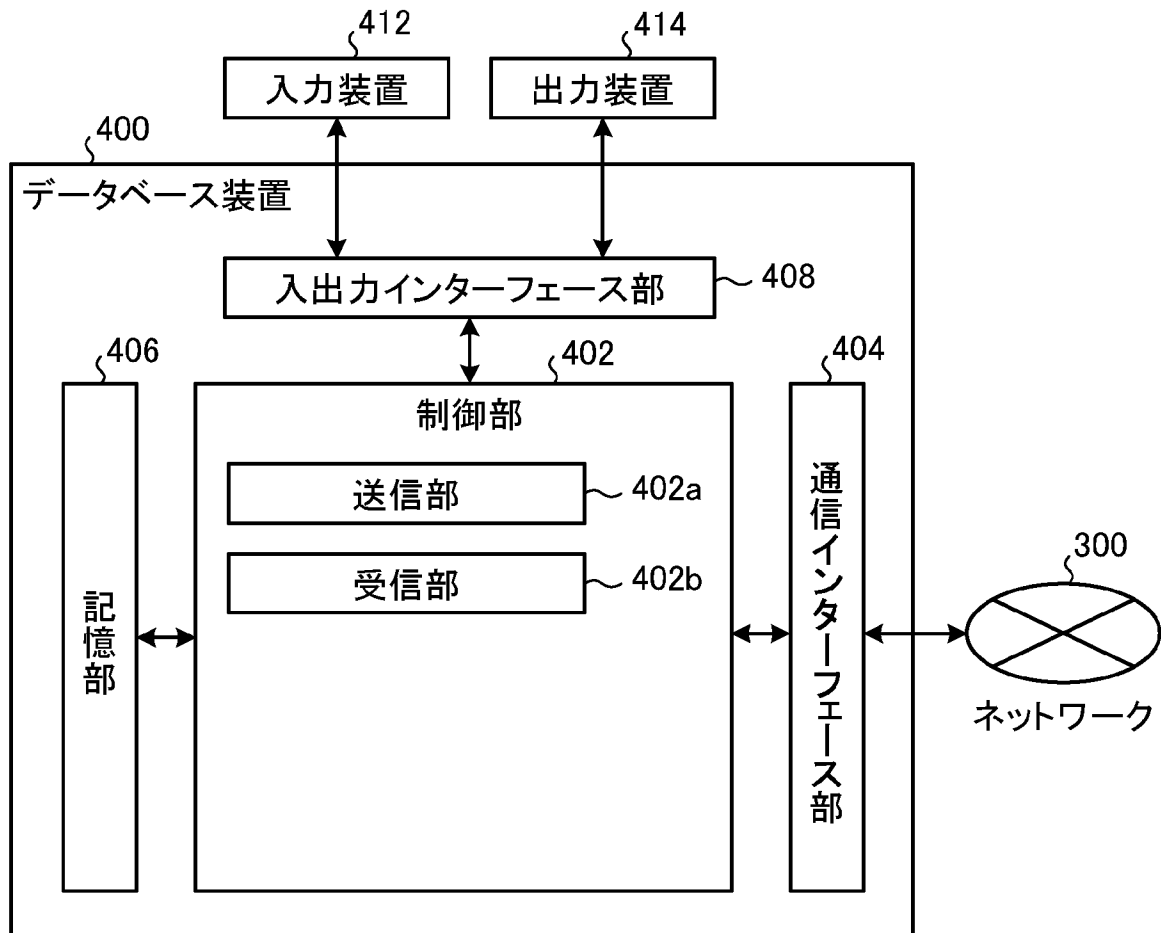
[図11]



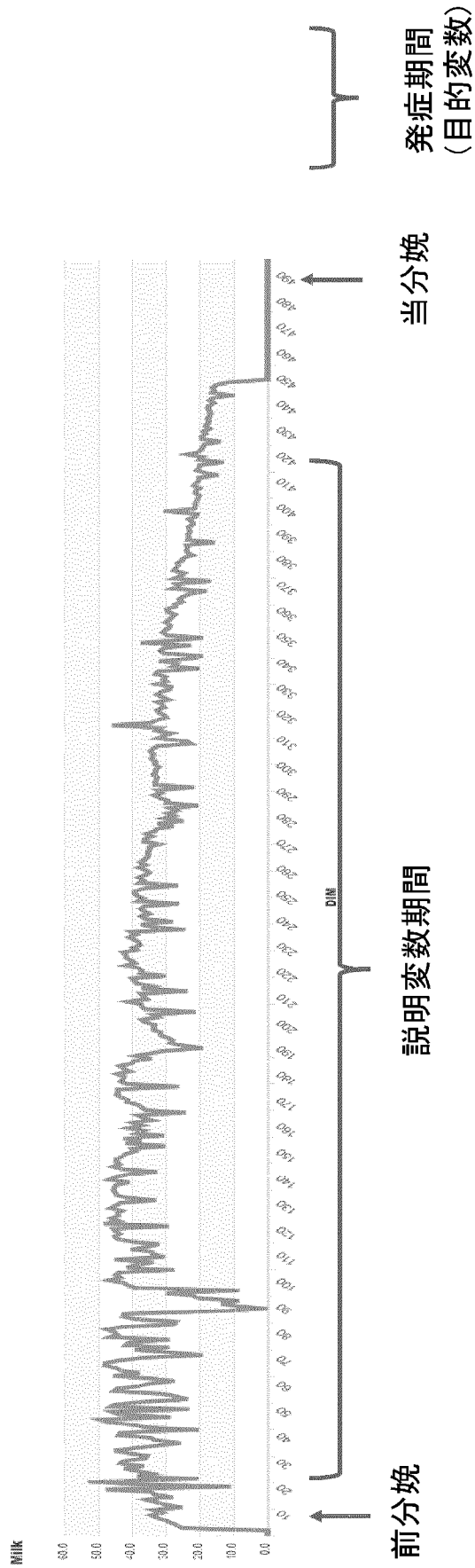
[図12]



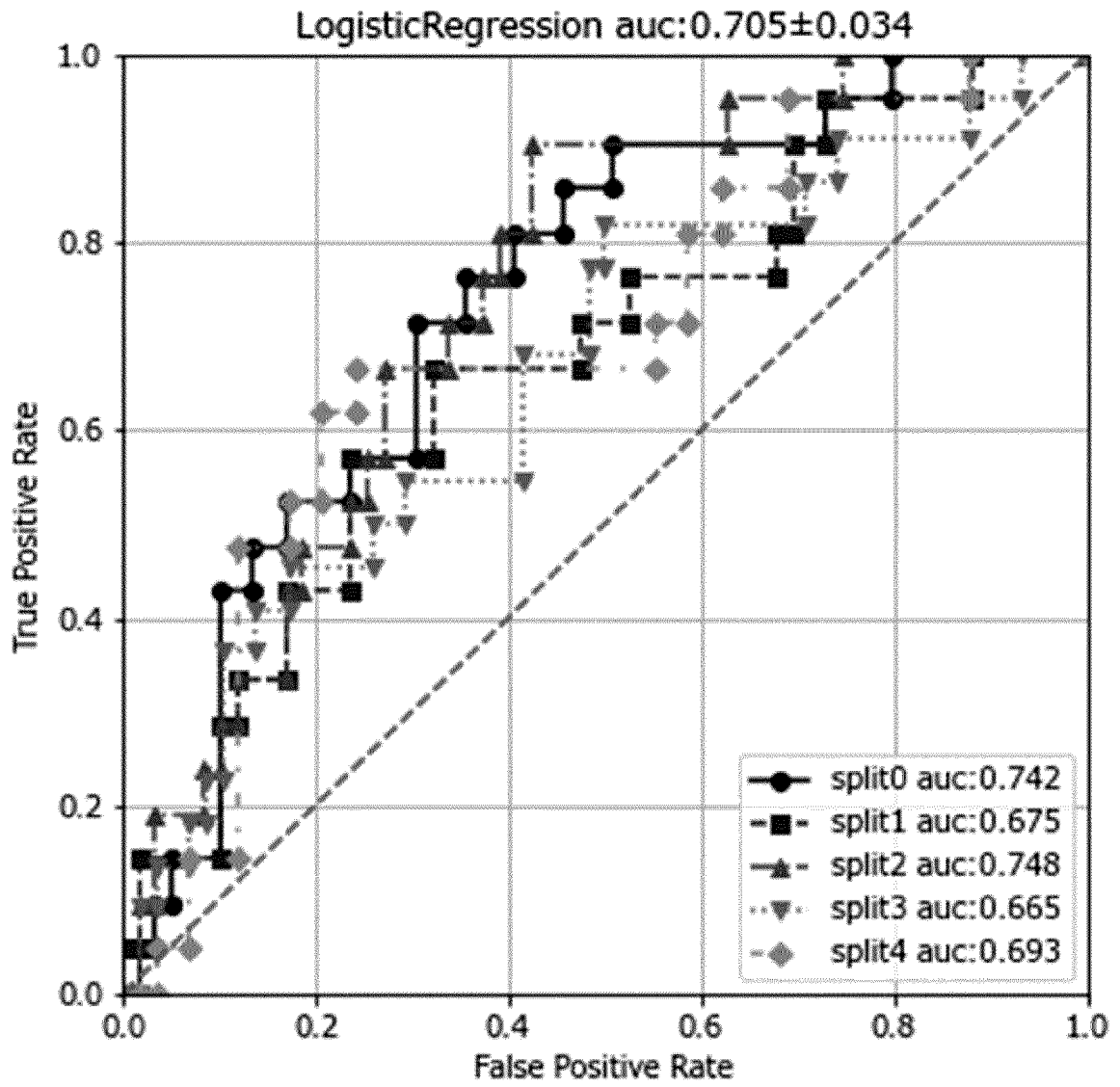
[図13]



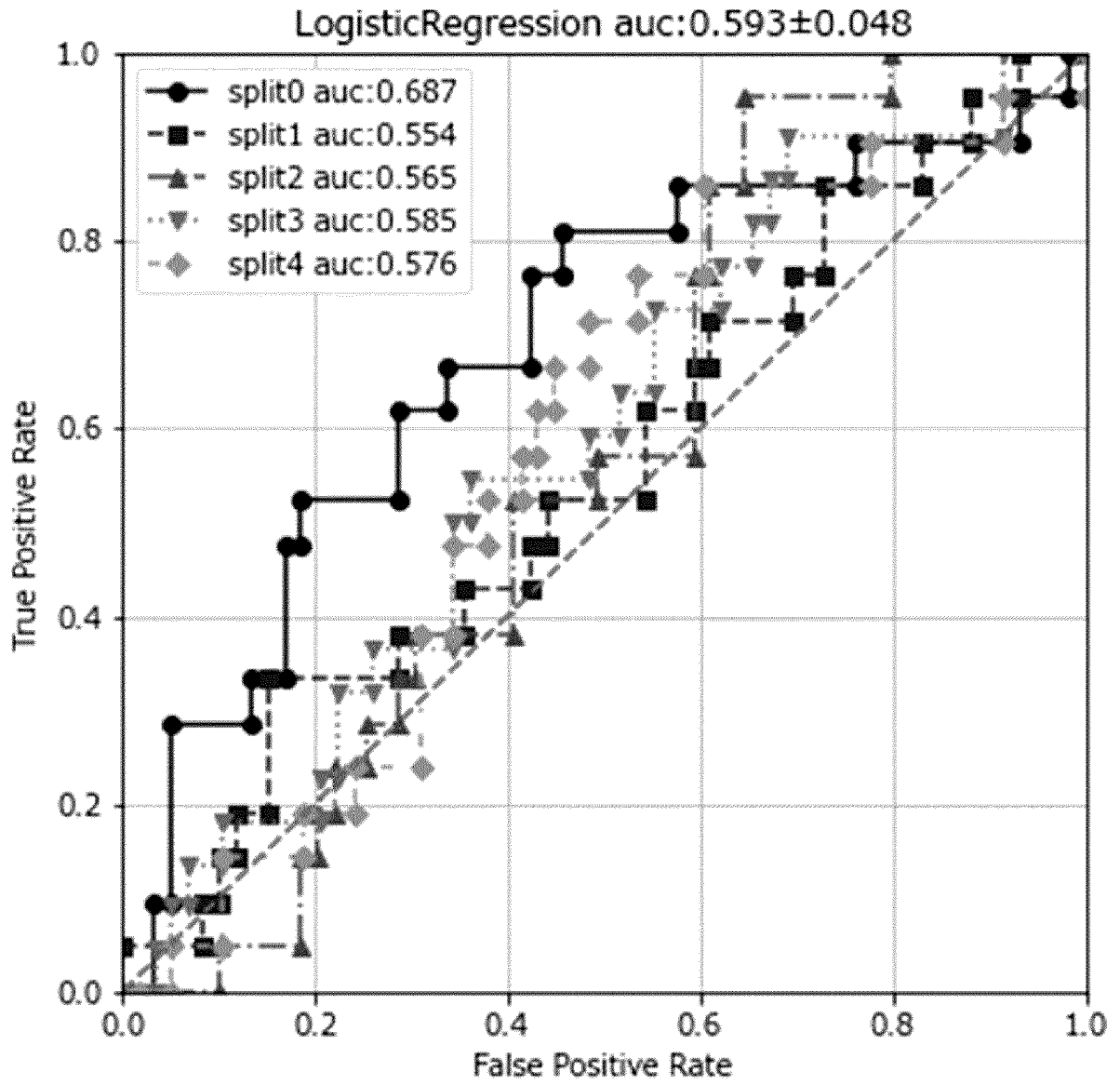
[図14]



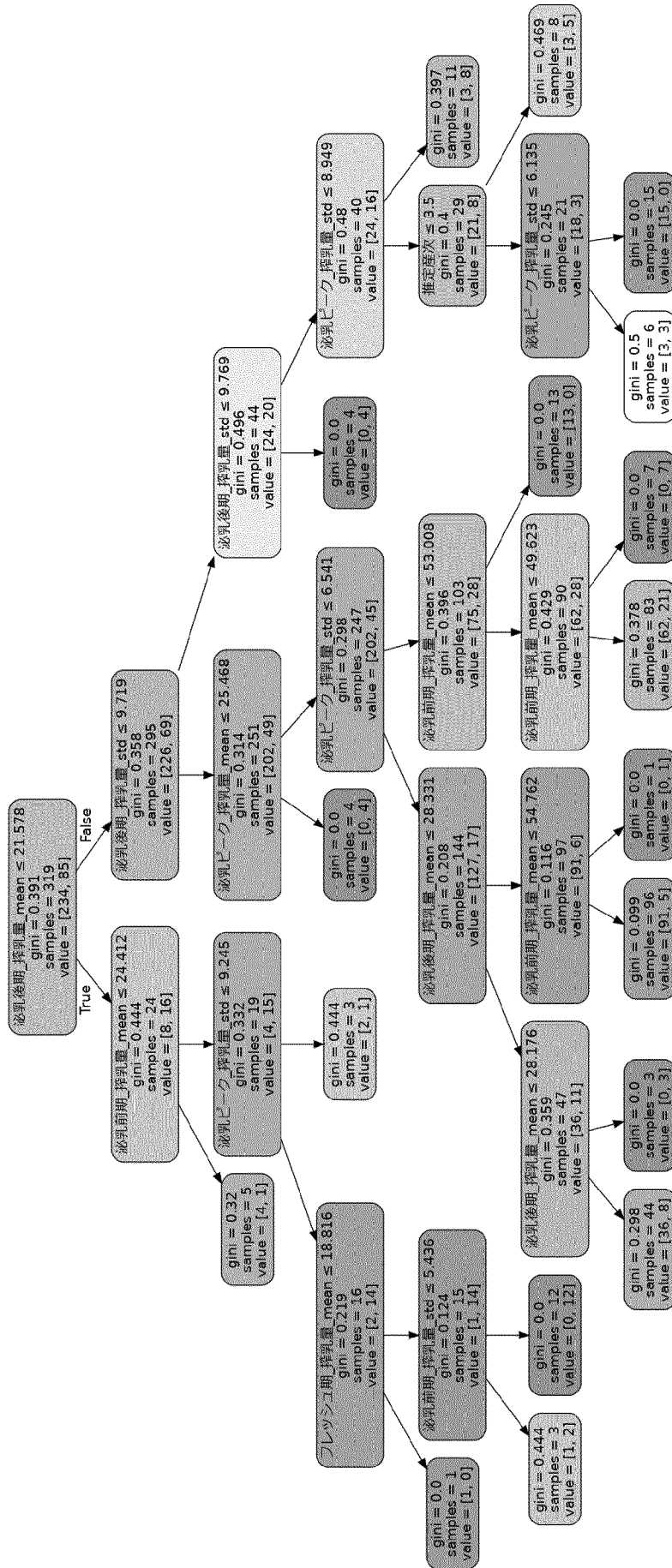
[図15]



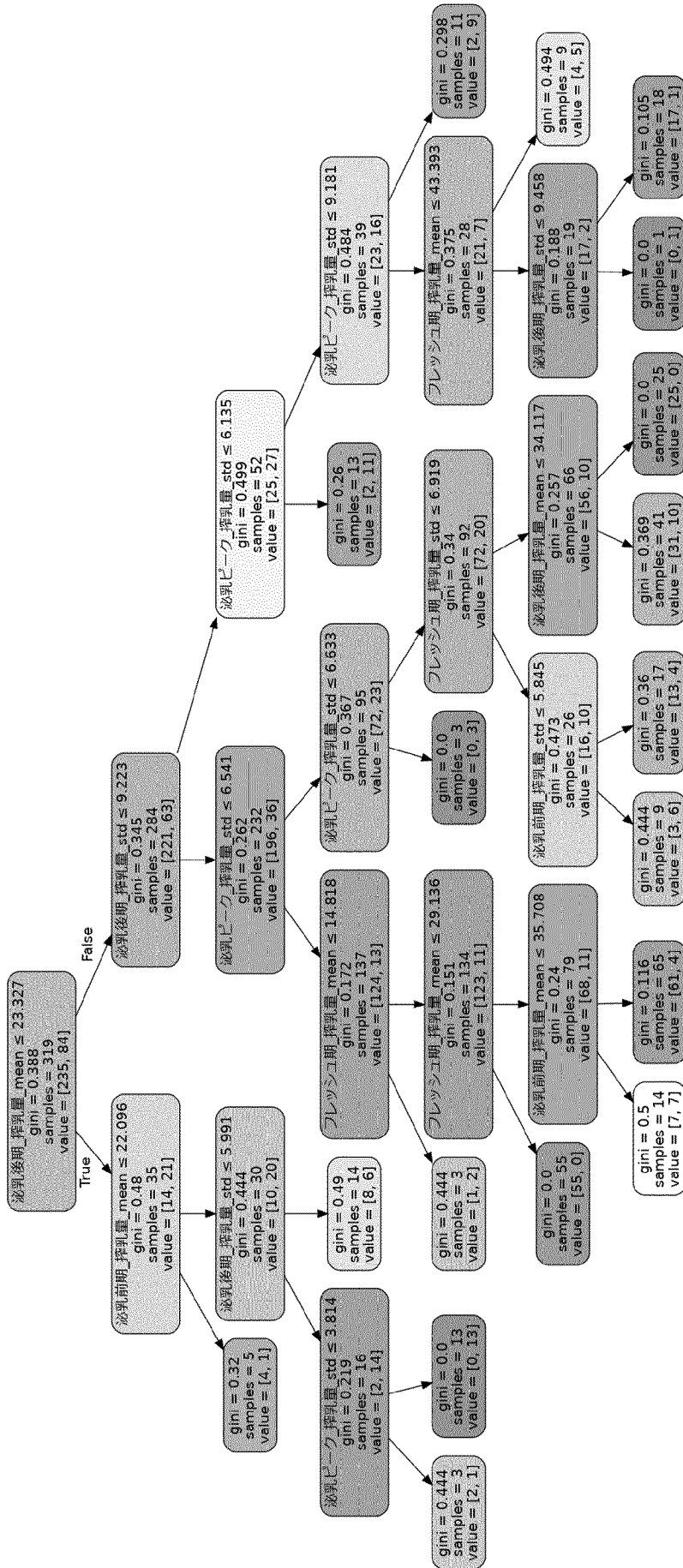
[図16]



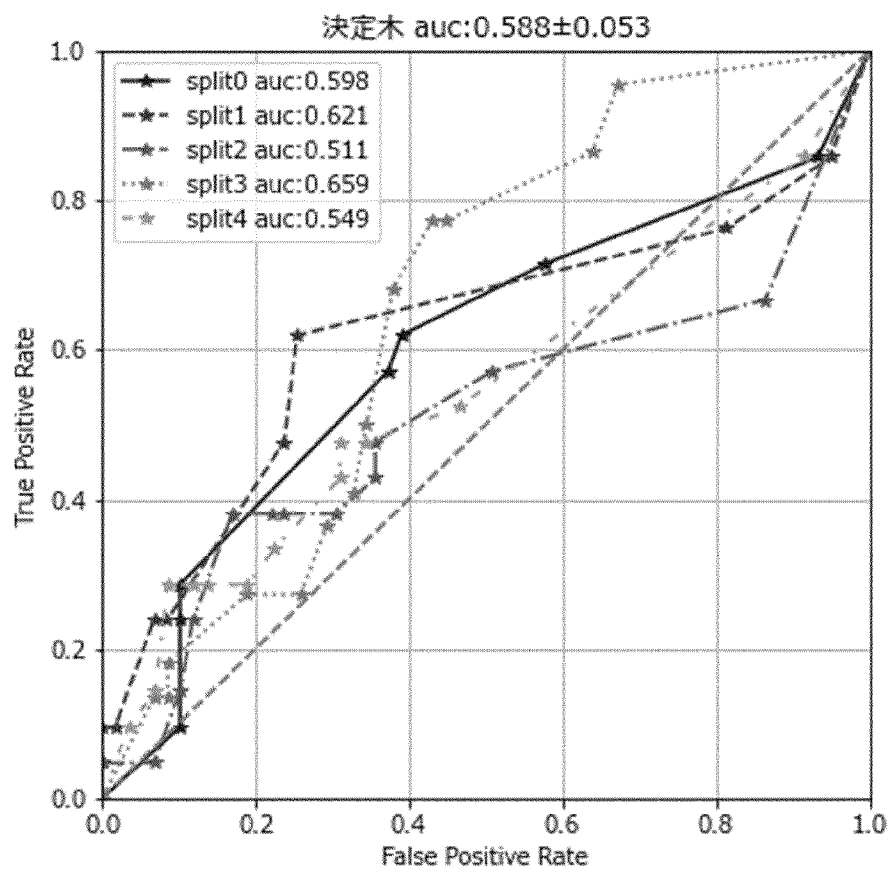
[図17]



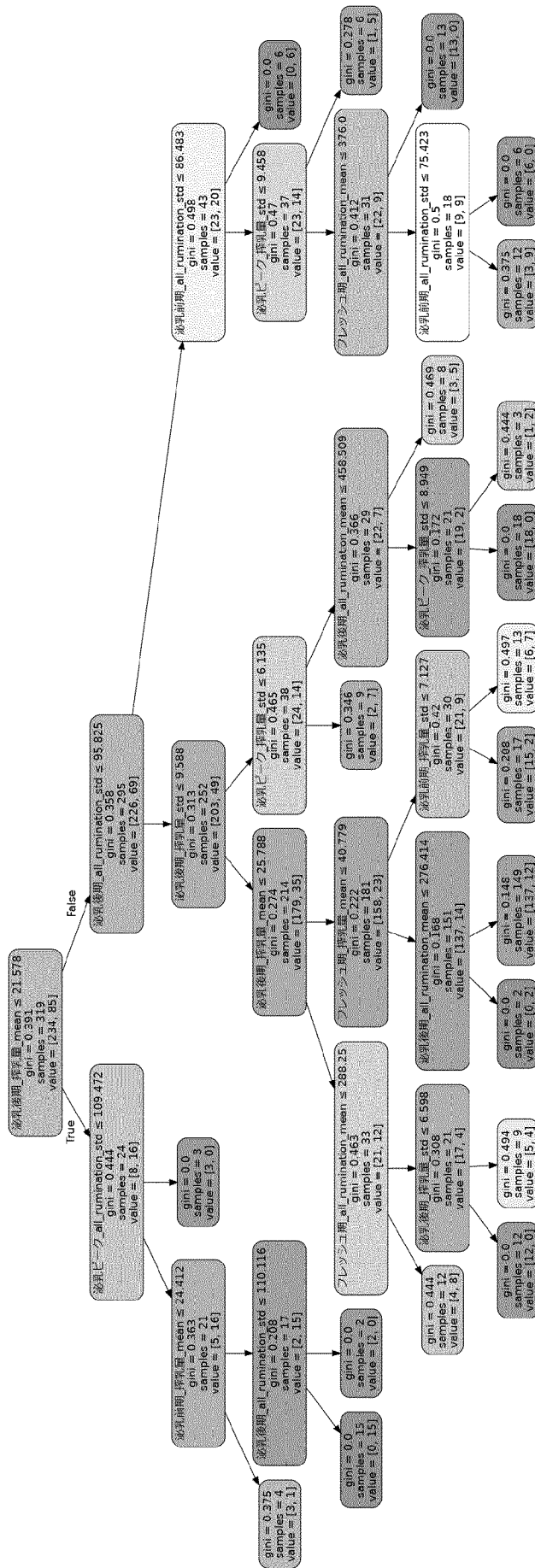
[図20]



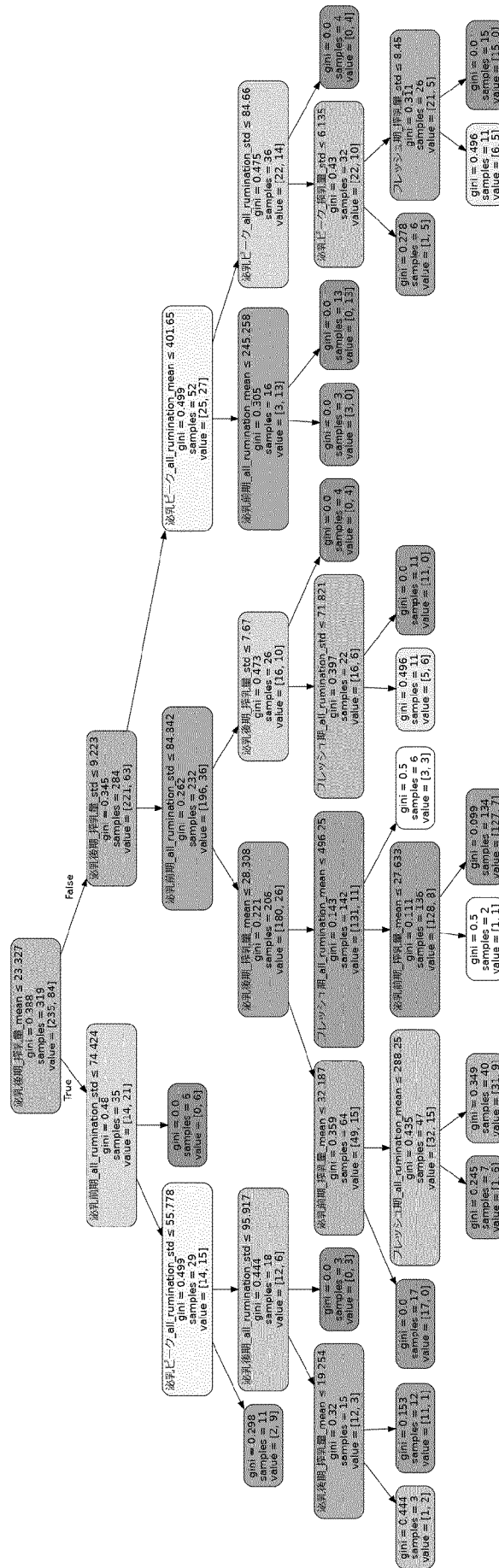
[図22]



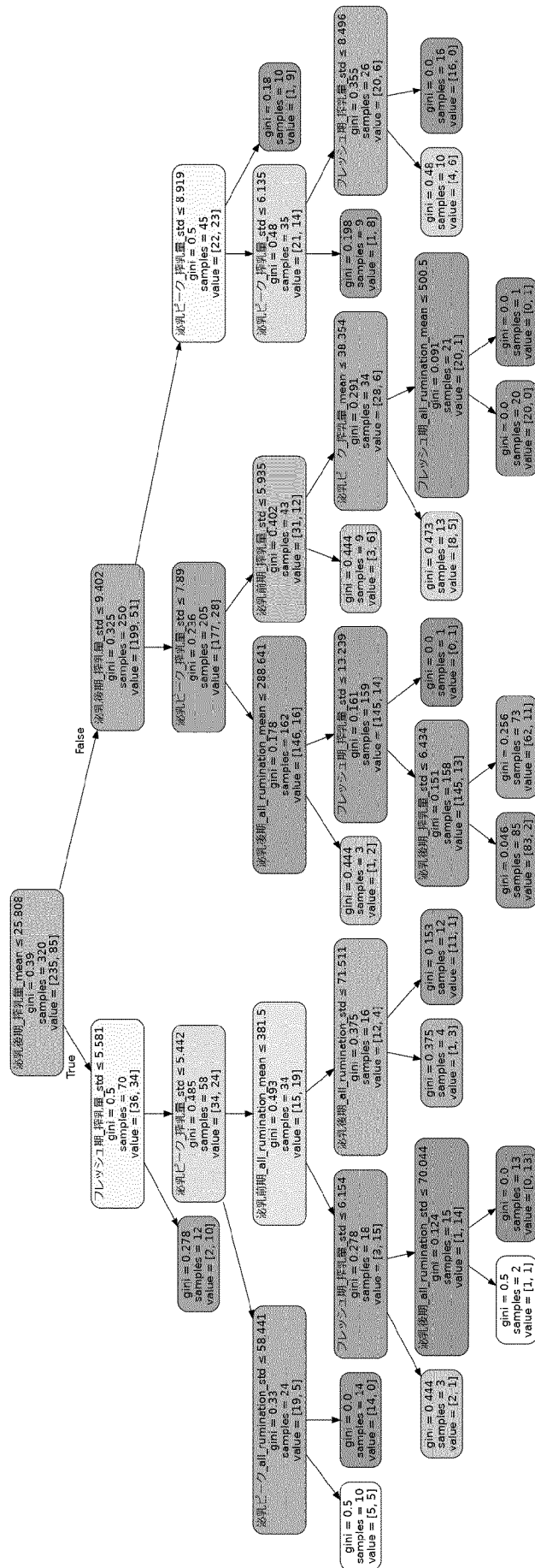
[図23]



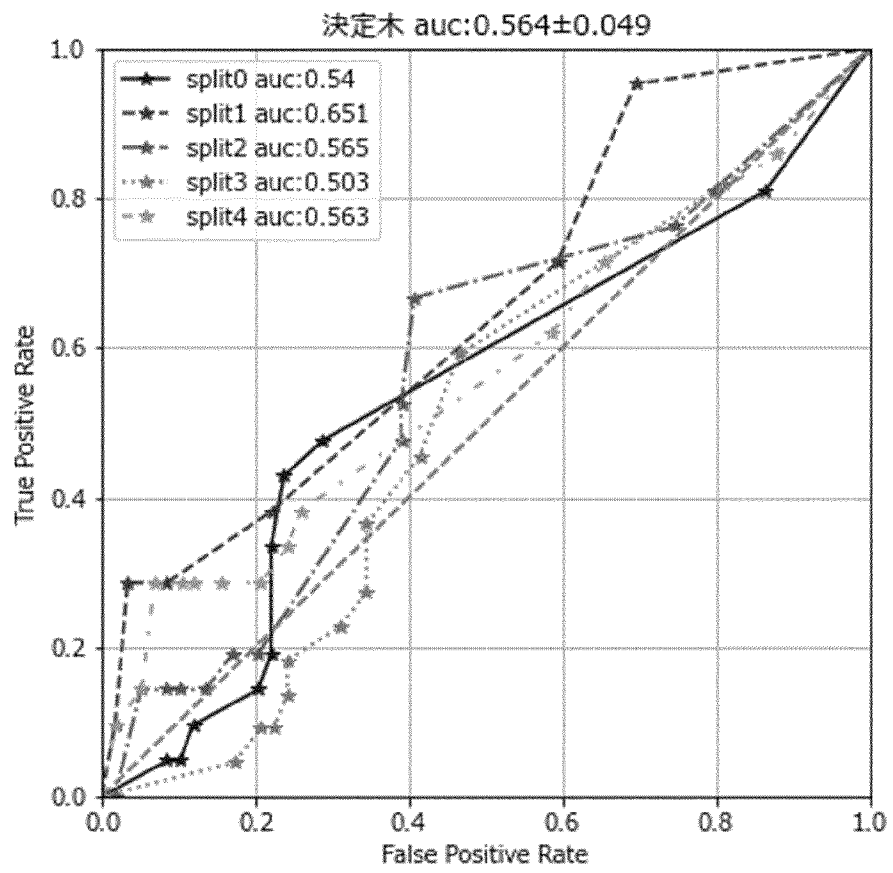
[図26]



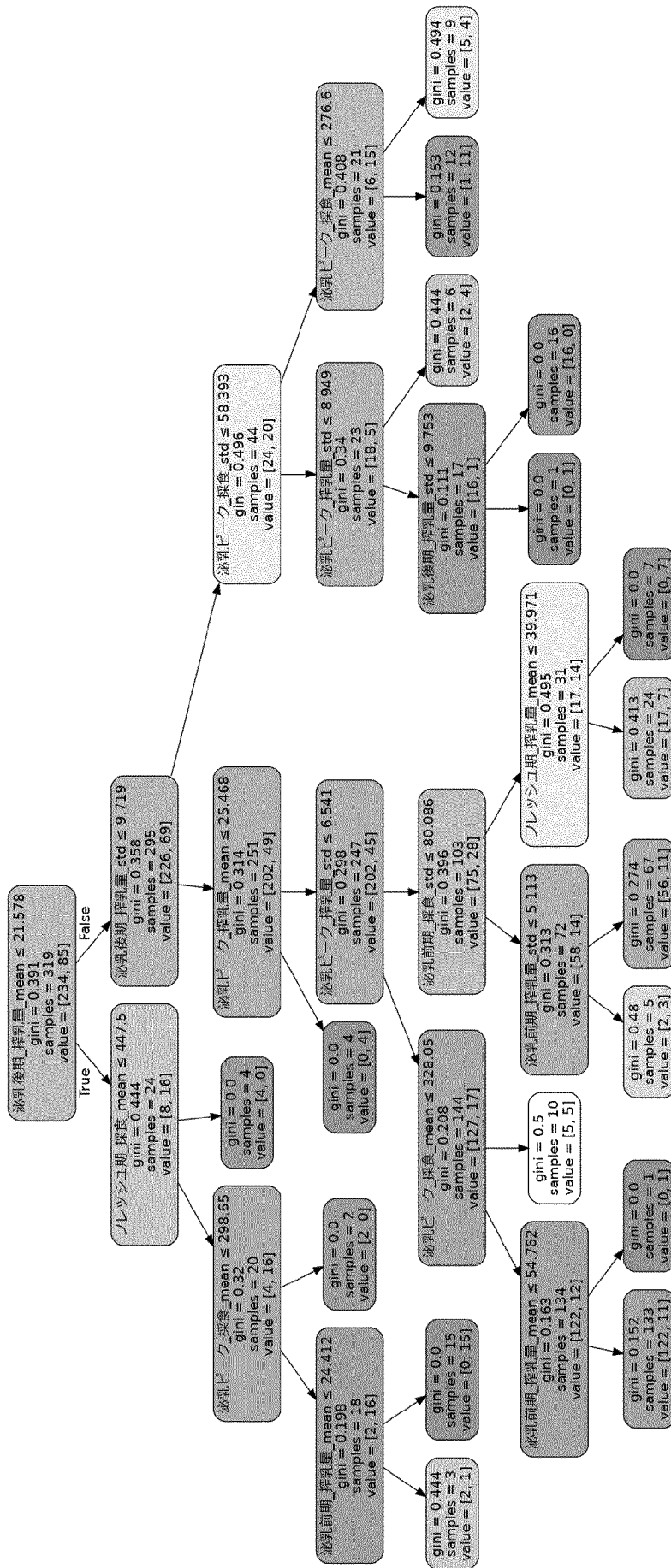
[図27]



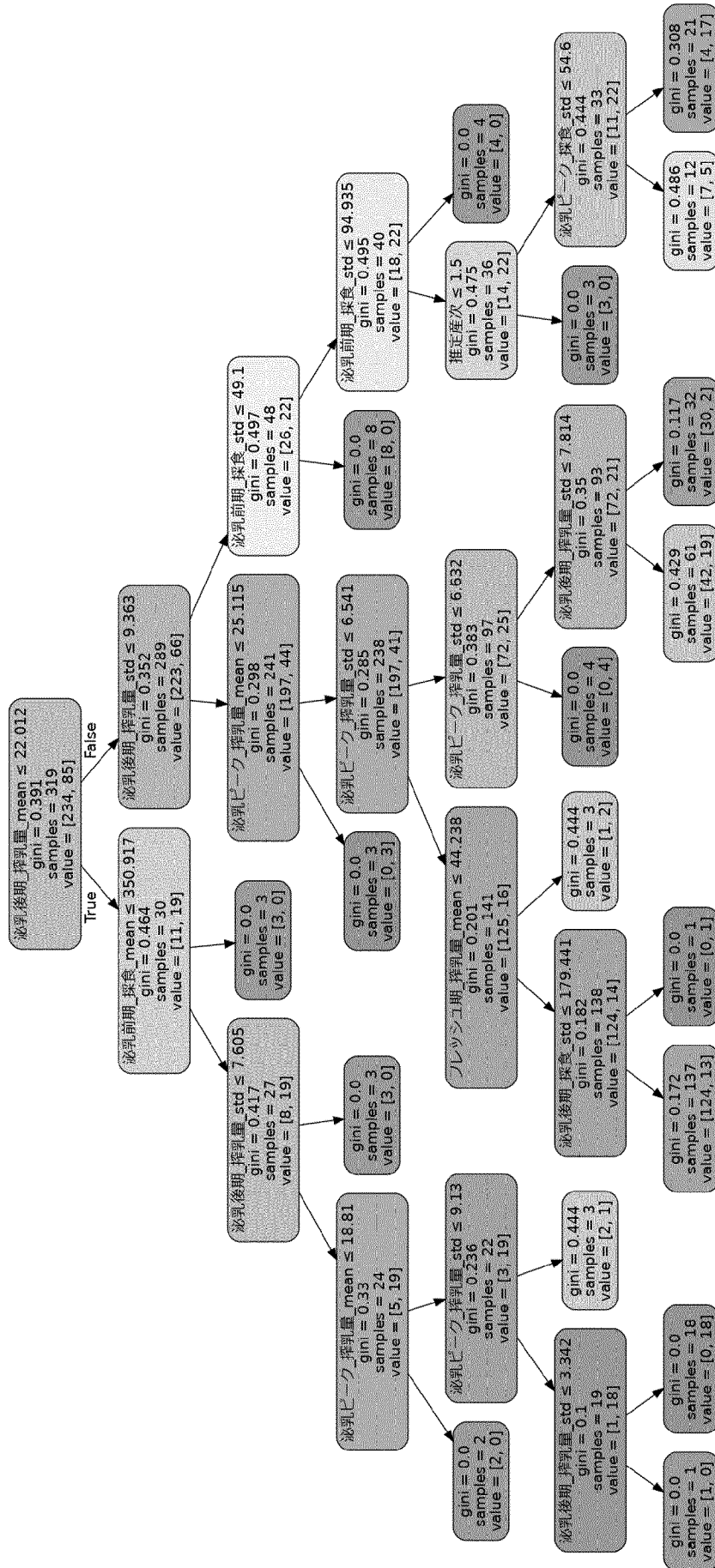
[図28]



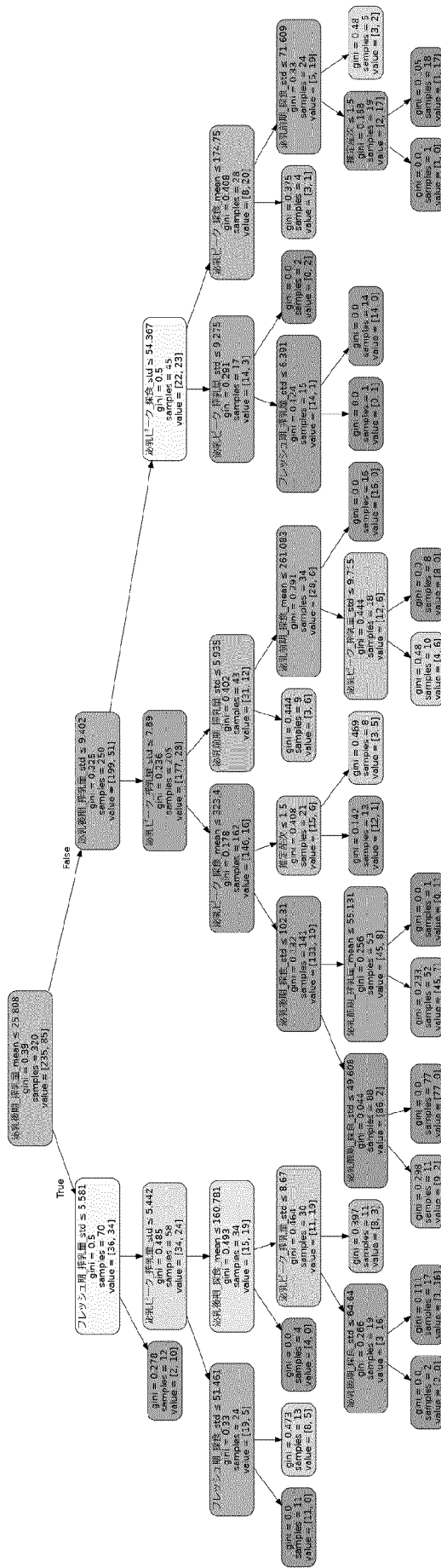
[図29]



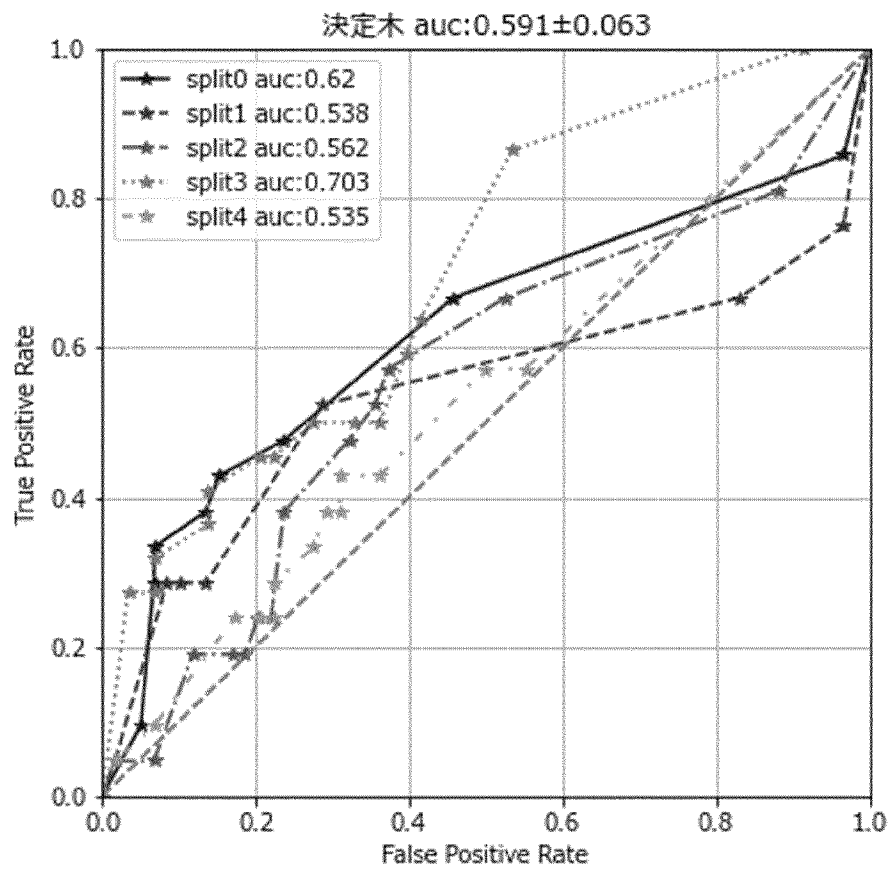
[30]



[図33]



[図34]



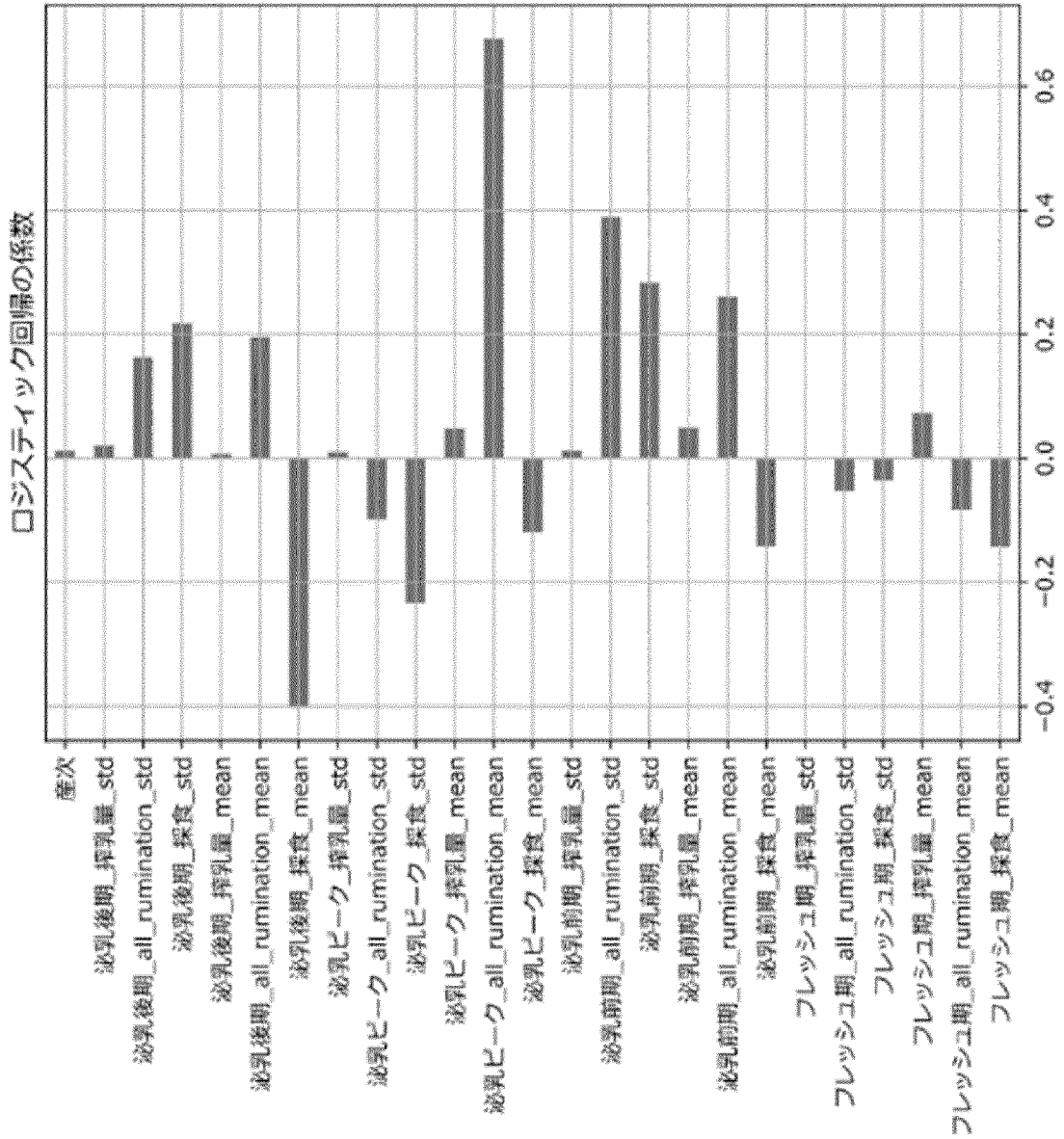
[図35]

モデル	産次	分換間隔	INCEPTIONモデル リスク値	CNNモデル リスク値	INTERCEPT
Inception_ロジスティック回帰モデル	0.00387	0.00623	8.25 -	-	-7.04
CNN_ロジスティック回帰モデル	0.110	0.00736	-	0.483	-7.12

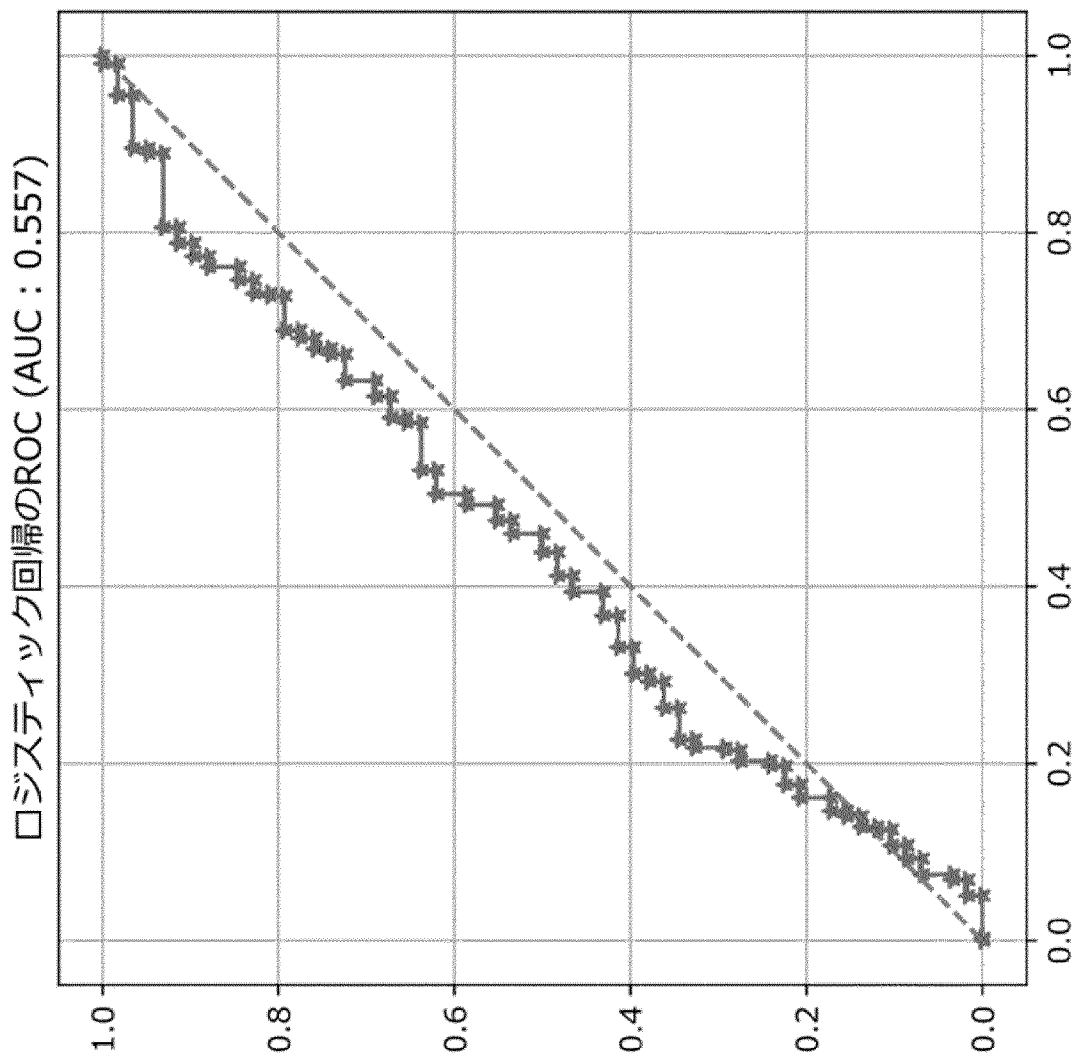
[図36]

ROC-AUC 一覧表	CNN	Inception	CNN+ロジス ティック回帰	Inception + ロジス ティック回帰	発症率
ハプトグロビン	0.61	0.55	0.40	0.40	18%
乳房炎	0.61	0.50	0.85	0.85	20%
子宮炎	0.57	0.47	0.67	0.66	25%
乳熱	0.50	0.66	0.35	0.35	8%
肺炎	0.54	0.53	0.57	0.57	5%
第4胃変異	0.48	0.52	0.68	0.32	8%
跛行	0.89	0.97	0.89	0.92	3%
胎盤停滞	0.59	0.49	0.74	0.74	5%

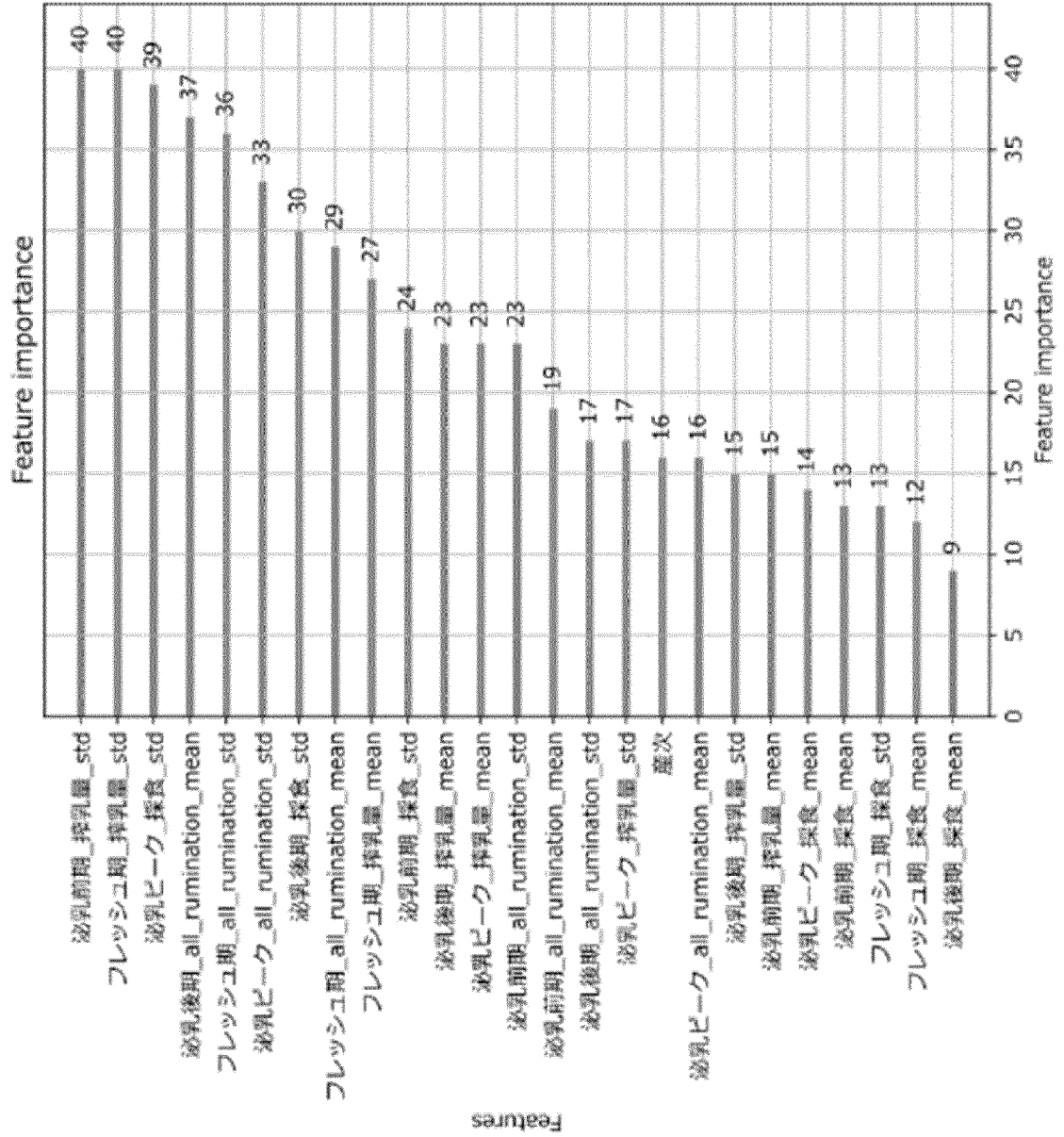
[図37]



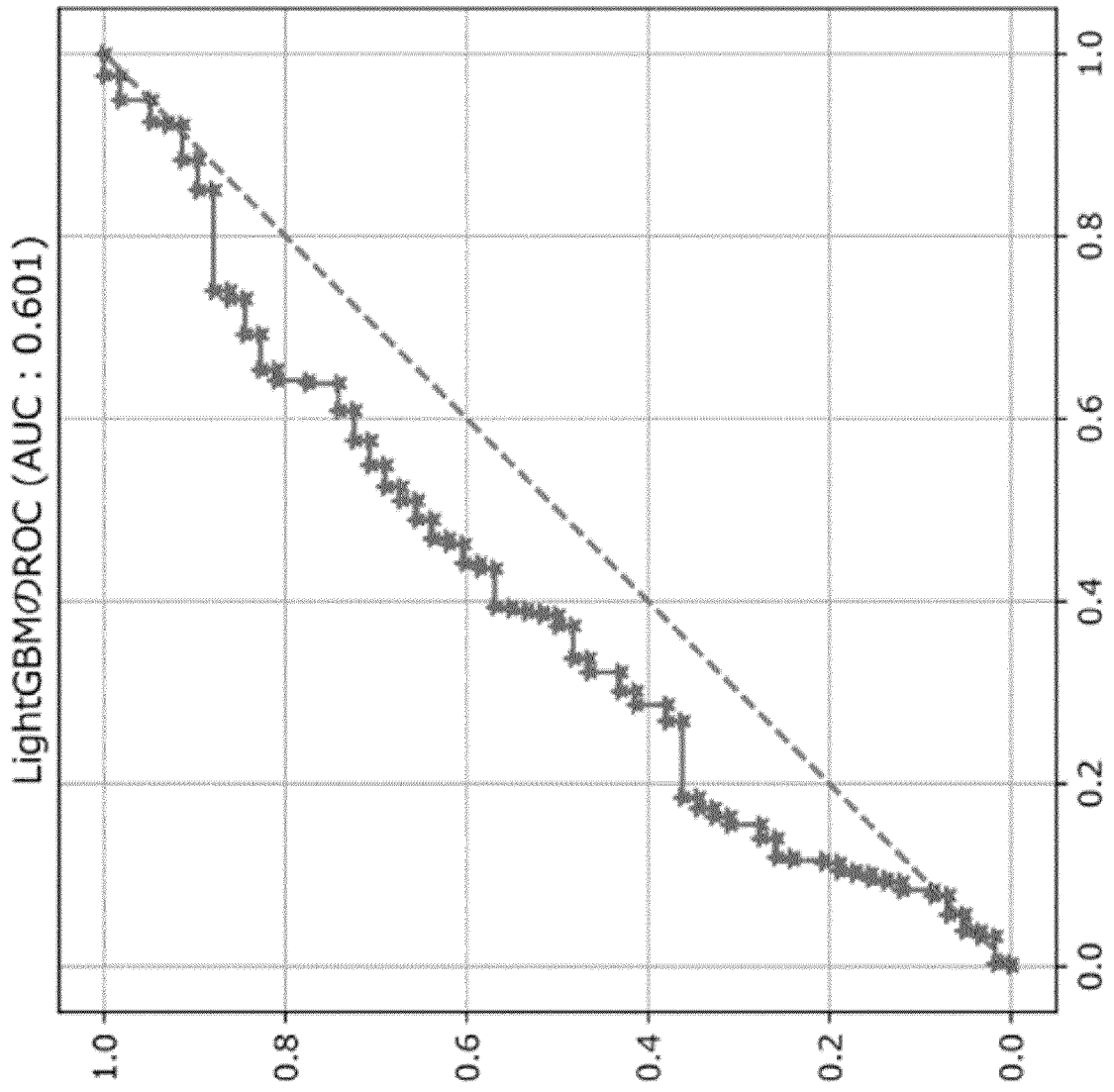
[図38]



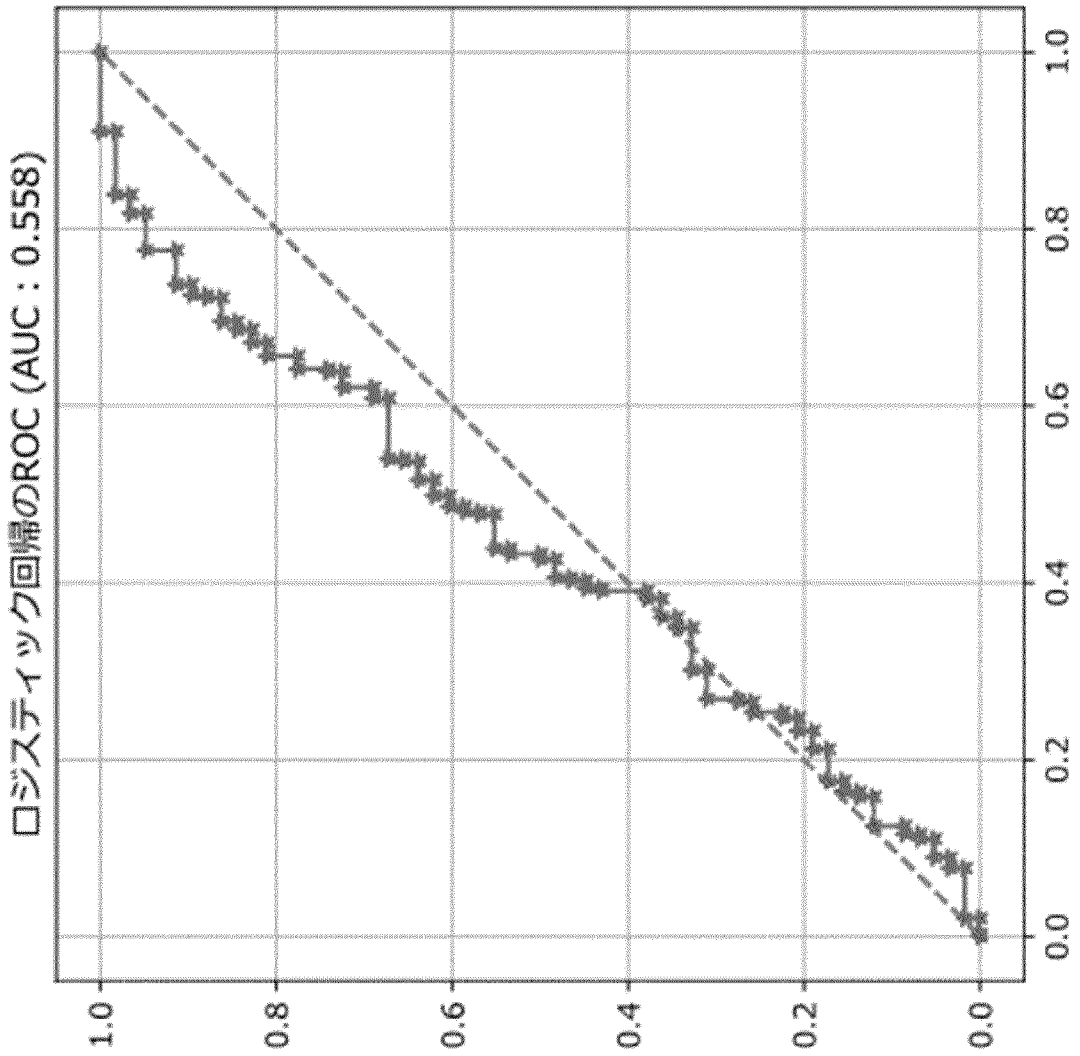
[図39]



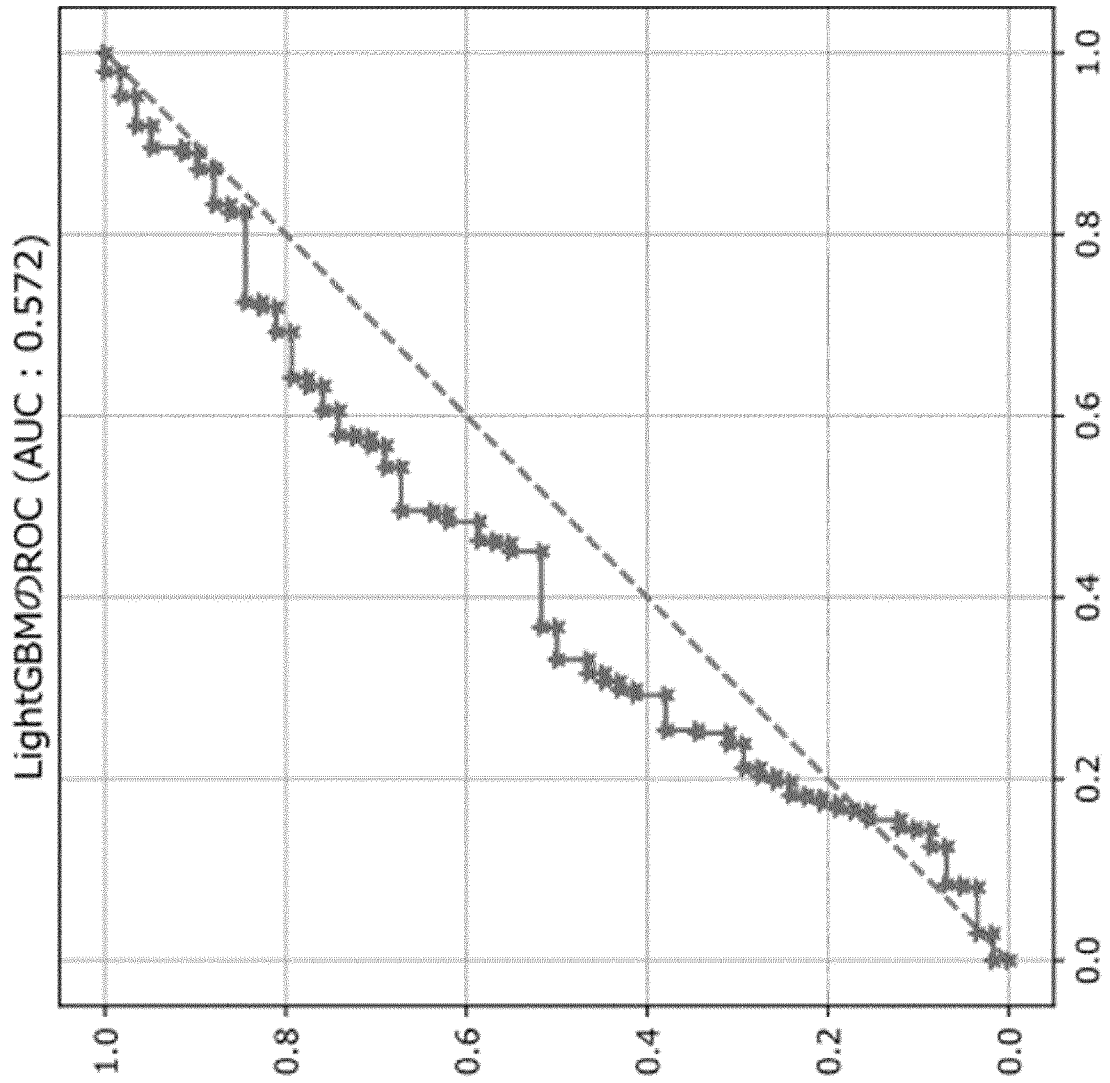
[図40]



[図41]



[図42]



[図43]

No.	選択された説明変数
1	フレッシュ期_ME充足率_mean
2	泌乳前期_all_rumination_std
3	泌乳ピーク_DMI充足率_mean
4	泌乳後期_DMI充足率_mean
5	フレッシュ期_all_rumination_std
6	泌乳前期_DMI充足率_std
7	泌乳ピーク_採食_std
8	泌乳後期_DMI充足率_std
9	泌乳前期_採食_std
10	泌乳前期_ME充足率_std
11	泌乳ピーク_all_rumination_std

[図44]

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.2104	0.2333	-9.473	< 2e-16 ***
フレッシュ期_ME充足率_mean	-1.4865	0.5678	-2.618	0.008846 **
フレッシュ期_all_rumination_std	-0.3452	0.1920	-1.798	0.072155 .
泌乳前期_採食_std	0.6622	0.1936	3.421	0.000623 ***
泌乳前期_ME充足率_std	-0.4899	0.4338	-1.129	0.258769
泌乳ピーク_DMI充足率_mean	0.5560	0.2116	2.627	0.008605 **
泌乳ピーク_採食_std	-0.3712	0.2669	-1.391	0.164318
泌乳ピーク_all_rumination_std	-0.5411	0.2986	-1.812	0.069923 .
泌乳後期_DMI充足率_mean	-0.5097	0.2158	-2.362	0.018183 *
泌乳後期_DMI充足率_std	-0.2744	0.1949	-1.408	0.159181

[図45]

1	"フレッシュ期_ME充足率_mean"	8	泌乳ピーク_all_rumination_std
2	フレッシュ期_採食_std	9	泌乳ピーク_ME充足率_std
3	泌乳前期_DMI充足率_mean	10	泌乳後期_採食_mean
4	泌乳前期_all_rumination_std	11	泌乳後期_DMI充足率_mean
5	泌乳前期_DMI充足率_std	12	泌乳後期_all_rumination_std
6	泌乳ピーク_all_rumination_mean	13	泌乳後期_DMI充足率_std
7	泌乳ピーク_採食_std		

[図46]

変数1	変数2	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	0.64	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.61	0.65
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.62	0.53
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.63	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	0.62	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	0.61	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.60	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	0.63	0.65

[図47A]

変数1	変数2	変数3	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	0.70	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.68	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.67	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.65	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.65	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	0.66	0.66
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_採食_mean	0.65	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.65	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	0.66	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.65	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.64	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	0.65	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_mean	0.64	0.62

[図47B]

変数1	変数2	変数3	AUC_学習データ	AUC_検証データ
泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.64	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.63	0.67
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.62	0.51
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.62	0.67
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.62	0.53
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.63	0.66
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.62	0.50
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.62	0.50
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.63	0.52
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.64	0.51
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.62	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.62	0.62
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.64	0.51
泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.65	0.51
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.62	0.62
泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.65	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳ピーク_採食_std	0.63	0.68
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	0.62	0.63
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.61	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.62	0.66
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.62	0.65
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.63	0.56

[図47C]

変数1	変数2	変数3	AUC_学習データ	AUC_検証データ
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.62	0.58
フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.62	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_all_rumination_std	0.64	0.66
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.61	0.68
フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.63	0.51
泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.61	0.53
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.63	0.56
フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.64	0.55
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.62	0.53
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.61	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳後期_採食_mean	0.62	0.61
泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_採食_std	0.63	0.56
泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.62	0.52
泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_採食_std	0.64	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.62	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_採食_std	0.64	0.66
泌乳前期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.63	0.61
泌乳前期_ME充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.63	0.61
泌乳前期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.61	0.66
泌乳前期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std			

[48A]

変数1	変数2	変数3	変数4	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.70	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.71	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.70	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.71	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.71	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.70	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.70	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.68	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.70	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	0.70	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	0.68	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.68	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.68	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.68	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.68	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.60

[48B]

変数1	変数2	変数3	変数4	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.68	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.67	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.67	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.54
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.67	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_mean	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.54
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.67	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.67	0.67
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.60

[48C]

変数1	変数2	変数3	変数4	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.66	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.67
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.65	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.66	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.65	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_採食_std	泌乳ビーク_採食_std	0.67	0.68
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.65	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.66	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_採食_mean	0.66	0.53
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.66	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.60

[図48D]

変数1	変数2	変数3	変数4	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_採食_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.66	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.65	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	0.67	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.67	0.68
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳ビーク_採食_std	0.67	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	0.66	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	0.66	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳後期_採食_mean	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.65	0.54
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	0.67	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.65	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.66	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_採食_mean	0.65	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.66	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.65	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.65	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.66	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.65	0.56

[49A]

変数1	変数2	変数3	変数4	変数5	AUC_学習子→	AUC_検証子→
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.72	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.72	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.71	0.53
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	0.72	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.71	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.71	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.72	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.70	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.70	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.70	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.70	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.71	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.70	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.71	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	0.71	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_採食_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.71	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_std	0.70	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.71	0.65
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.70	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_ME充足率_std	0.71	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	0.71	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ビーク_all_rumination_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.63

[図49B]

変数1	変数2	変数3	変数4	変数5	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.70	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.71	0.52
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	0.71	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_採食_std	0.71	0.64
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.69	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.70	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.71	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	0.68	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.70	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.70	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	0.69	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.68	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.68	0.56
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.69	0.60
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.64

[49C]

変数1	変数2	変数3	変数4	変数5	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.61
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.57
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.60
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.55
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.67	0.55
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.70	0.64
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.57
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.68	0.57
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	0.70	0.59
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.55
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.61
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.63
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	0.68	0.64
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.57
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	0.70	0.60
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.61
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.59
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.69	0.61
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.68	0.59
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.67	0.59
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.63
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.60
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.69	0.58
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.68	0.63
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.68	0.59
フレッシユ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.67	0.58

[図50B]

変数1	変数2	変数3	変数4	変数5	変数6	AUC_学習于一タ	AUC_検証于一タ
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.71	0.53
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.71	0.53
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.55
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.62
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	フレッシュユキ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.72	0.54
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.71	0.54
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.71	0.59
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.71	0.58
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_採食_mean	0.72	0.58
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.72	0.59
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.71	0.52
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.72	0.54
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.72	0.56
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	フレッシュユキ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.72	0.65
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	フレッシュユキ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.72	0.59
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	フレッシュユキ期_採食_std	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.72	0.63
フレッシュユキ期_ME充足率_mean	フレッシュユキ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.63

[図50C]

変数1	変数2	変数3	変数4	変数5	変数6	AUC_学習データ	AUC_検証データ
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.72	0.63
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.71	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_all_rumination_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_mean	0.70	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳後期_all_rumination_std	0.72	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳ピーク_all_rumination_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.71	0.59
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.62
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.72	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_ME充足率_std	0.70	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_ME充足率_std	泌乳後期_採食_mean	0.71	0.53
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	0.70	0.55
フレッシュ期_ME充足率_mean	フレッシュ期_採食_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_採食_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.71	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	0.72	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_all_rumination_mean	泌乳後期_DMI充足率_mean	0.70	0.57
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.58
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳ピーク_採食_std	泌乳後期_採食_mean	泌乳後期_DMI充足率_std	0.71	0.61
フレッシュ期_ME充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_mean	泌乳前期_DMI充足率_std	泌乳後期_DMI充足率_mean	泌乳後期_all_rumination_std	泌乳後期_DMI充足率_std	0.70	0.56

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/016392

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*A01K 29/00*(2006.01)i; *G01N 33/68*(2006.01)i

FI: A01K29/00 A; G01N33/68; A01K29/00 D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01K29/00; G01N33/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-137430 A (KOWA NET SERVICES CO., LTD.) 03 September 2020 (2020-09-03) paragraph [0022]	1-40
A	JP 2022-52809 A (MIYAZAKI UNIVERSITY) 05 April 2022 (2022-04-05) paragraphs [0024]-[0027]	1-40
A	及川伸. 乳牛潜在性ケトーシスに関する最近の動向. 日獣会誌. 2015, vol. 68, pp. 33-42, (OIKAWA, Shin. Recent Research Trend on Subclinical Ketosis in Dairy Cattle. Journal of the Japan Veterinary Medical Association.) 3. Diagnostic Criteria for Subclinical Ketosis	1-40

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 08 July 2024	Date of mailing of the international search report 16 July 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/016392

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-137430 A	03 September 2020	JP 6579476 B1	
JP 2022-52809 A	05 April 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A01K 29/00(2006.01)i; G01N 33/68(2006.01)i FI: A01K29/00 A; G01N33/68; A01K29/00 D		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A01K29/00; G01N33/68 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2020-137430 A (光和ネットサービス株式会社) 03.09.2020 (2020 - 09 - 03) [0022]	1-40
A	JP 2022-52809 A (国立大学法人 宮崎大学) 05.04.2022 (2022 - 04 - 05) [0024] - [0027]	1-40
A	及川 伸, 乳牛潜在性ケトーシスに関する最近の動向, 日獣会誌, 2015, 68, 33 - 42 3 潜在性ケトーシスの診断基準	1-40
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 08.07.2024	国際調査報告の発送日 16.07.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 竹中 靖典 2B 9507 電話番号 03-3581-1101 内線 3237	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/016392

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-137430 A	03.09.2020	JP 6579476 B1	
JP 2022-52809 A	05.04.2022	(ファミリーなし)	