(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9月6日(06.09.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/181018 A1

(51) 国際特許分類:
G16H 10/40 (2018.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/003405

(22) 国際出願日： 2024年2月2日(02.02.2024)

(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 2023-030042 2023年2月28日(28.02.2023) JP

(71) 出願人:テルモ株式会社(**TERUMO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目４４番１号 Tokyo (JP).

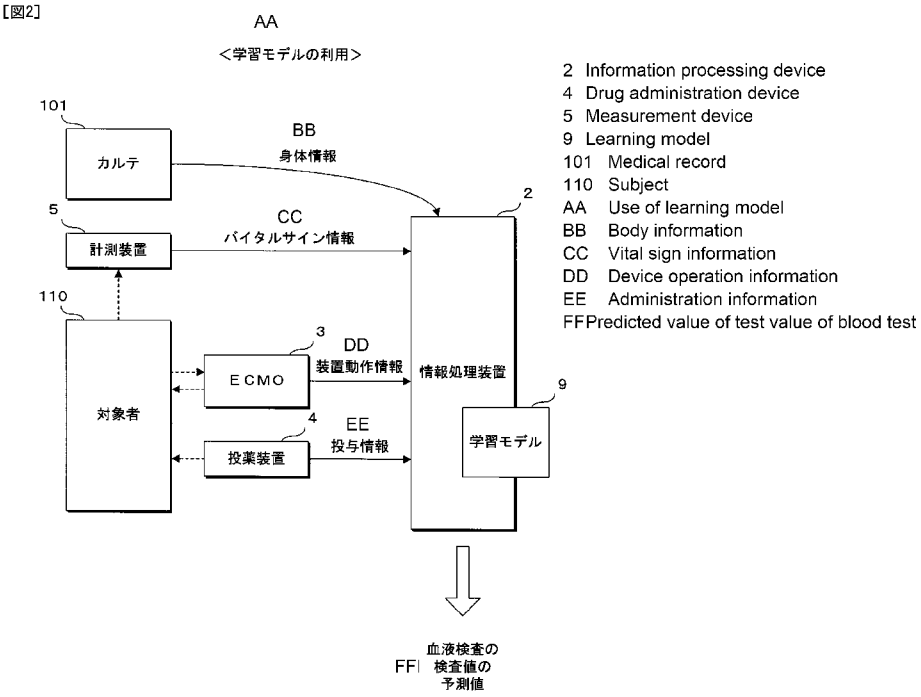
(72) 発明者: 町 田 佳 士 (**MACHIDA, Yoshihito**); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口１５００番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 池上 賢(**IKEGAMI, Masaru**); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口１５００番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 寺根 将太郎 (**TERANE, Shotaro**); 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口１５００番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 鈴木 綾人(**SUZUKI, Ayato**); 〒4180015 静岡県富士宮市舞々木町１５０番地 テルモ株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 河野 英仁, 外(**KOHNO, Hideto** et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目４番３号 河野特許事務所 Osaka (JP).

(54) **Title:** COMPUTER PROGRAM, INFORMATION PROCESSING METHOD, METHOD FOR GENERATING LEARNING MODEL, AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称： コンピュータプログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法及び情報処理装置

[図2]



(57) **Abstract:** The present invention provides a computer program, an information processing method, a method for generating a learning model, and an information processing device that can be expected to achieve prediction of a test value relating to the blood of a subject. A computer program according to an embodiment of the present invention causes a computer to perform processing for: acquiring administration information that relates to administration of a drug to a

WO 2024/181018 A1

[続葉有]

(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, 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))

subject; acquiring device operation information that includes the operation amount of an extracorporeal blood circulation device worn by the subject or the range of the operation amount; and, on the basis of a learning model that has performed machine learning so as output a predicted value of a test value relating to the blood of the subject after a prescribed time has elapsed from the administration of the drug upon receiving input of the administration information and the operation amount of the extracorporeal blood circulation device, and the administration information and device operation information that have been acquired, predicting the test value of the subject according to the operation amount included in the device operation information, or the test value of the subject in the range.

(57) 要約:対象者の血液に関する検査値の予測を実現することが期待できるコンピュータプログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法及び情報処理装置を提供する。 本実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに、対象者への医薬品の投与に関する投与情報を取得し、前記対象者に装着された体外血液循環装置の動作量又は当該動作量の範囲を含む装置動作情報を取得し、前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量を入力として受け付けて前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値の予測値を出力するよう機械学習がなされた学習モデルと、取得した前記投与情報及び前記装置動作情報とを基に、前記装置動作情報に含まれる前記動作量に応じた前記対象者の前記検査値又は前記範囲内における前記対象者の前記検査値を予測する処理を実行させる。

明　細　書

発明の名称 ：

コンピュータプログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法及び情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、医薬品及び体外血液循環装置による処置を受ける対象者の血液に関する検査値を予測するためのコンピュータプログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法及び情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１においては、患者に接続される血液循環路と、人体及び人工心肺の間で血液を循環させる遠心ポンプとを備え、血液の圧力測定手段から入力される圧力測定値に基づいて遠心ポンプの回転数の増減を制御することによって、血液の圧力を調整する血液循環システムが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００６－３２５７５０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えばＩＣＵ（Intensive Care Unit）において、患者の血栓を予防するためにヘパリン等の抗凝固薬が利用されている。抗凝固薬の投与量は、患者の体重及び医師の経験等に基づいて決定され得る。抗凝固薬を過剰投与すると出血合併症の発症リスクが高まり、抗凝固薬が不足していると血栓による合併症の発症リスクが高まる。更に、患者に対して体外血液循環装置、いわゆるＥＣＭＯ（Extracorporeal Membrane Oxygenation）が用いられている場合、患者に対する抗凝固薬の投与量の管理が困難化する。

[0005] 本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであって、その目的とすると

ころは、対象者の血液に関する検査値の予測を実現することが期待できるコンピュータプログラム、情報処理方法、学習モデルの生成方法及び情報処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 一実施形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに、対象者への医薬品の投与に関する投与情報を取得し、前記対象者に装着された体外血液循環装置の動作量又は当該動作量の範囲を含む装置動作情報を取得し、前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量を入力として受け付けて前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値の予測値を出力するよう機械学習がなされた学習モデルと、取得した前記投与情報及び前記装置動作情報とを基に、前記装置動作情報に含まれる前記動作量に応じた前記対象者の前記検査値又は前記範囲内における前記対象者の前記検査値を予測する処理を実行させる。

発明の効果

[0007] 一実施形態による場合は、対象者の血液に関する検査値の予測を実現することが期待できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施の形態に係る情報処理システムの概要を説明するための模式図である。

[図2]本実施の形態に係る情報処理システムの概要を説明するための模式図である。

[図3]学習モデルの一構成例を示す模式図である。

[図4]本実施の形態に係る情報処理装置の一構成例を示すブロック図である。

[図5]患者ＤＢの一構成例を示す模式図である。

[図6]本実施の形態に係る情報処理装置の一構成例を示すブロック図である。

[図7]本実施の形態に係る情報処理装置が行う学習モデルの生成処理の手順の一例を示すフローチャートである。

[図8]本実施の形態に係る情報処理装置が行う検査値の予測処理の手順の一例

を示すフローチャートである。

[図9]本実施の形態に係る情報処理装置が検査結果に基づく制御処理を行う場合の手順の一例を示すフローチャートである。

[図10]本実施の形態に係る情報処理装置が行う検査値の予測処理の手順の他の例を示すフローチャートである。

[図11]本実施の形態に係る情報処理装置が表示する予測結果の一例を示す模式図である。

[図12]図１１のグラフを拡大したものである。

発明を実施するための形態

[0009] 本発明の実施形態に係る情報処理システムの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0010] ＜システム概要＞

本実施の形態に係る情報処理システムは、例えばＩＣＵ等において、ヘパリン等の抗凝固薬の投与が行われ、且つ、ＥＣＭＯが装着された対象者について、抗凝固薬の投与から１時間又は３時間等の所定時間が経過した後の血液検査の検査値、例えばＡＣＴ（Activated Clotting Time、活性化凝固時間）又はＡＰＴＴ（Activated Partial Thromboplastin Time、活性化部分トロンボプラスチン時間）等の血液凝固活性指標の予測値を出力するシステムである。本実施の形態に係る情報処理システムは、検査値を予測するために、機械学習による学習モデル、いわゆるＡＩ（Artificial Intelligence）を用いる。なお本実施の形態においては、情報処理システムが扱う医薬品を抗凝固薬として説明するが、これに限るものではなく、医薬品は例えば抗血小板薬等であってもよい。

[0011] 図１及び図２は、本実施の形態に係る情報処理システムの概要を説明するための模式図である。図１には、検査値を予測する学習モデル９を生成する段階における情報処理システムの概要を示す。図２には、生成した学習モデ

ル９を利用して検査値を予測する段階における情報処理システムの概要を示す。本実施の形態に係る情報処理システムは、情報処理装置１，２、ＥＣＭＯ３、投薬装置４及び計測装置５等を備えて構成されている。なお本実施の形態に係る情報処理システムでは、学習モデルの生成段階において学習モデル９を生成する情報処理装置を情報処理装置１とし、学習モデルの利用段階において検査値を予測する情報処理装置を情報処理装置２として区別しているが、情報処理装置１及び情報処理装置２は同じ装置であってもよい。

[0012] 本実施の形態において、ＩＣＵ等で治療を受ける患者１００は、ＥＣＭＯ３が装着されて血液の体外循環が行われると共に、投薬装置４によるヘパリン等の抗凝固薬の投与が行われる。ＥＣＭＯ３は、患者１００から血液を取り出して酸素を与え、患者１００の体内へ再び血液を送り込む装置である。投薬装置４は、医師又は看護師等のユーザが設定した投与量及び投与周期等に応じて、薬剤を患者１００へ自動的に投与する装置である。また患者１００には血圧及び心拍数等のバイタルサイン情報を計測する計測装置５が装着され、例えば計測装置５の計測結果を医師又は看護師等がリアルタイムにモニタすることができる。また抗凝固薬を投与された患者１００に対しては、例えば１時間に１回又は３時間に１回等の所定の周期で血液検査が行われ、ＡＣＴ又はＡＰＴＴ等の検査値が得られる。なお、バイタルサイン情報とは、人間が生きている状態であるということを示す兆候に関する情報であり、血圧、脈拍、体温、呼吸速度に関する情報が含まれる。

[0013] 情報処理装置１は、患者１００に関するこれら種々の情報を取得して患者ＤＢ（データベース）７に記憶して蓄積する。本実施の形態において情報処理装置１は、ＥＣＭＯ３の動作に関する装置動作情報、患者１００に対して投与した抗凝固薬に関する投与情報、医師等が作成したカルテ１０１等に記録された患者１００の身体情報、計測装置５が計測した患者１００のバイタルサイン情報、及び、患者１００の血液検査の検査値を含む検査情報を少なくとも取得し、取得したこれらの情報を例えば患者１００の識別情報に対応付けて患者ＤＢ７に記憶する。

[0014] 情報処理装置１は、ＥＣＭＯ３の動作に関する装置動作情報として、例えばＥＣＭＯ３の体外血液循環回路内の血液の流量又はポンプの回転数等の情報を取得し、患者ＤＢ７に記憶する。また更に情報処理装置１が取得して記憶する装置動作情報には、ＥＣＭＯ３の動作範囲、例えばＥＣＭＯ３のポンプの回転数として設定することが可能な設定値の上限値及び下限値等の情報が含まれ得る。情報処理装置１は、例えばＥＣＭＯ３との間でネットワークを介した通信を行うことにより、装置動作情報をＥＣＭＯ３から取得してもよく、また例えばＥＣＭＯ３の動作の設定を行った医師又は看護師等のユーザから、設定値の入力を受け付けて装置動作情報として取得してもよい。

[0015] また情報処理装置１は、患者１００に対する抗凝固薬の投与情報として、例えばヘパリンの投与量及び投与周期等の情報を取得し、患者ＤＢ７に記憶する。例えば情報処理装置１は、投薬装置４との間でネットワークを介した通信を行うことにより、抗凝固薬の投与情報を投薬装置４から取得することができる。また例えば情報処理装置１は、投薬装置４の動作の設定を行った医師又は看護師等のユーザから、設定値の入力を受け付けて投与情報として取得してもよい。また例えば、患者に対する抗凝固薬の投与は投薬装置４によらず、医師又は看護師等のユーザが点滴又は注射等により行ってもよく、この場合には投与を行ったユーザから投与量等の情報の入力を受け付けて投与情報として取得してもよい。

[0016] また情報処理装置１は、患者１００の身体情報として、例えば患者１００の体重、身長及び年齢等の情報を取得し、患者ＤＢ７に記憶する。例えば患者１００の担当医師が作成した電子的なカルテ１０１を例えば病院等のデータベースから取得し、このカルテ１０１に含まれる患者１００の体重及び年齢等の情報を身体情報として取得することができる。また例えば情報処理装置１は、患者１００を担当する医師又は看護師等のユーザから、この患者１００の体重及び年齢等の情報の入力を受け付けて身体情報として取得してもよい。

[0017] また情報処理装置１は、患者１００の検査情報として、例えば患者１００

の血液検査の結果として得られるＡＣＴ又はＡＰＴＴ等の検査値を取得し、患者ＤＢ７に記憶する。本実施の形態において患者１００の血液検査は、例えば医師、看護師又は検査技師等のユーザにより別途行われる。情報処理装置１は、これらのユーザから血液検査の検査値を含む検査情報の入力を受け付けて患者ＤＢ７に記憶する。

[0018] また情報処理装置１は、患者１００のバイタルサイン情報として、例えば血圧又は心拍数等を取得し、患者ＤＢ７に記憶する。本実施の形態において情報処理装置１は、計測装置５が継続的に計測する患者１００のバイタルサイン情報を通信等の手段により取得する。ただし、医師又は看護師等が患者１００の血圧又は心拍数等を計測し、計測結果を情報処理装置１へ入力してもよい。なお本実施の形態においては、バイタルサイン情報が学習モデル９の生成及び学習モデル９を利用した検査値の予測等の処理に用いられるが、これに限るものではなく、バイタルサイン情報はこれらの処理に用いられなくてもよい。

[0019] 情報処理装置１は、複数の（出来るだけ多くの）患者１００について、上記の装置動作情報、投与情報、身体情報、検査情報及びバイタルサイン情報等を取得して患者ＤＢ７に記憶し、記憶したこれらの情報を用いて学習モデル９を生成する機械学習の処理を行う。図３は、学習モデル９の一構成例を示す模式図である。本実施の形態に係る学習モデル９は、対象者の身体情報、対象者のバイタルサイン情報、対象者に装着されたＥＣＭＯ３の動作に関する装置動作情報、及び、対象者への抗凝固薬の投与に関する投与情報を入力として受け付けて、所定時間が経過した後の対象者の血液検査の検査値の予測値を出力する。情報処理装置１は、患者ＤＢ７に記憶した身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を入力データとし、抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の検査値を出力データ（正解データ）として対応付けた学習用データ（教師データ）を生成し、生成した学習用データを用いたいわゆる教師ありの機械学習の処理を行うことによって、学習モデル９を生成することができる。学習モデル９には、例えばＤＮＮ（Deep Neur

al Network）、ＳＶＭ（Support Vector Machine）、ロジスティック回帰又は決定木等の種々の構成の学習モデルが採用され得る。なお、これらの学習モデルについての教師ありの機械学習の処理は、既存の技術であるため、詳細な説明を省略する。

[0020] 情報処理装置１は、機械学習の処理により生成した学習モデル９に関する情報、例えば学習モデル９の構造を示す情報及び機械学習により決定された内部のパラメータの値等の情報を、この学習モデル９を利用した処理を行う情報処理装置２へ与える。情報処理装置１は、例えばネットワークを介した通信により学習モデル９に関する情報を情報処理装置２へ与えてもよい。また学習モデル９に関する情報は、例えば記録媒体を介して情報処理装置１から情報処理装置２へ、本実施の形態に係る情報処理システムの管理者等の人手により授受されてもよい。また例えば、学習モデル９を生成した情報処理装置１がこの学習モデル９を利用した処理を行う構成、即ち情報処理装置１及び情報処理装置２が同一の装置であってもよい。

[0021] また図２には、学習済の学習モデル９を利用して検査値を予測する段階における情報処理システムの概要が示されている。情報処理装置２は、情報処理装置１が機械学習により生成した学習モデル９に関する情報を予め取得して記憶しており、学習モデル９を利用した検査値の予測処理を行うことができる。情報処理装置２は、抗凝固薬を投与する（又は投与した）対象者１１０に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を取得して、取得した身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を学習モデル９へ入力する。情報処理装置２は、学習モデル９が出力する抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の検査値の予測値を取得し、取得した予測値を表示部に表示して医師又は看護師等のユーザに検査値の予測結果を提示する。

[0022] なお情報処理装置２は、これらの身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を、例えばこれらの情報を管理する装置との通信により取得してもよく、また例えば医師又は看護師等のユーザの入力に基づいて受

け付けてもよい。

[0023] また本実施の形態に係る情報処理システムにおいて情報処理装置２は、ＥＣＭＯ３の装置動作情報として、ＥＣＭＯ３の動作に関する血液の流量又はポンプの回転数等の一点の値に基づいて検査値の予測を行うのではなく、例えばＥＣＭＯ３の動作に関する血液の流量又はポンプの回転数等の上限値及び下限値等のような動作範囲に基づいて、当該動作範囲内でＥＣＭＯ３回路内の血液の流量又はポンプの回転数等を変化させて検査値の予測を行うことにより検査値の上限値及び下限値等の予測を行ってもよい。これにより例えば、医師又は看護師等のユーザが設定した動作範囲内でＥＣＭＯ３を自動運転した場合に、抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の対象者１１０の検査結果の範囲を情報処理装置２が予測することができ、ユーザはこの範囲が適正範囲内であるか否かに基づいてＥＣＭＯ３の自動運転の設定が適切であるか否かを判断することが期待できる。

[0024] 同様に、情報処理装置２は、抗凝固薬の投与情報として、対象者１１０に対する抗凝固薬の投与量又は投与周期等の一点の値に基づいて検査値の予測を行うのではなく、例えば投薬装置４による抗凝固薬の投与量の上限値及び下限値等のような動作範囲に基づいて検査値の上限値及び下限値等の範囲の予測を行ってもよい。これにより例えば、医師又は看護師等のユーザが設定した動作範囲内で投薬装置４を自動運転した場合に、抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の対象者１１０の検査結果の範囲を情報処理装置２が予測することができ、ユーザはこの範囲が適正範囲内であるか否かに基づいて投薬装置４の自動運転の設定が適切であるか否か、又は、抗凝固薬の投与量が適切であるか否か等を判断することが期待できる。

[0025] ＜装置構成＞

図４は、本実施の形態に係る情報処理装置１の一構成例を示すブロック図である。本実施の形態に係る情報処理装置１は、患者１００の身体情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報等の情報を収集し、収集したこれらの情報を基に学習モデル９を生成する処理を行う装置であり、例えばＰＣ（パー

ソナルコンピュータ）又はサーバコンピュータ等の汎用のコンピュータを用いて構成され得る。情報処理装置１は、処理部１１、記憶部１２、通信部１３、表示部１４及び操作部１５等を備えて構成されている。なお本実施の形態においては、１つの情報処理装置１にて処理が行われるものとして説明を行うが、情報処理装置１の処理を複数の装置が分散して行ってもよい。

[0026] 処理部１１は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro-Processing Unit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）又は量子プロセッサ等の演算処理装置、ＲＯＭ（Read Only Memory）及びＲＡＭ（Random Access Memory）等を用いて構成されている。処理部１１は、記憶部１２に記憶されたプログラム１２ａを読み出して実行することにより、患者１００に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報等を取得して収集する処理、及び、これらの情報を基に検査値を予測する学習モデルを生成する処理等の種々の処理を行う。

[0027] 記憶部１２は、例えばハードディスク等の大容量の記憶装置を用いて構成されている。記憶部１２は、処理部１１が実行する各種のプログラム、及び、処理部１１の処理に必要な各種のデータを記憶する。本実施の形態において記憶部１２は、処理部１１が実行するプログラム１２ａを記憶する。また記憶部１２には、複数の患者１００に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報等の情報を記憶して蓄積する患者ＤＢ７が設けられている。

[0028] 本実施の形態においてプログラム（コンピュータプログラム、プログラム製品）１２ａは、メモリカード又は光ディスク等の記録媒体９９に記録された態様で提供され、情報処理装置１は記録媒体９９からプログラム１２ａを読み出して記憶部１２に記憶する。ただし、プログラム１２ａは、例えば情報処理装置１の製造段階において記憶部１２に書き込まれてもよい。また例えばプログラム１２ａは、遠隔のサーバ装置等が配信するものを情報処理装置１が通信にて取得してもよい。例えばプログラム１２ａは、記録媒体９９に記録されたものを書込装置が読み出して情報処理装置１の記憶部１２に書

き込んでもよい。プログラム１２ａは、ネットワークを介した配信の態様で提供されてもよく、記録媒体９９に記録された態様で提供されてもよい。

[0029] 記憶部１２の患者ＤＢ７は、患者１００に関して取得した身体情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報等の情報を、例えば患者１００に対して一意に付されたＩＤ等の識別情報に対応付けて記憶するデータベースである。図５は、患者ＤＢ７の一構成例を示す模式図である。本実施の形態に係る患者ＤＢ７は、例えば「患者ＩＤ」、「身体情報」、「バイタルサイン情報」、「装置動作情報」、「投与情報」及び「検査情報」を対応付けて記憶する。「患者ＩＤ」は、患者１００に対して一意に付される識別情報であり、適宜の文字及び数字等を組み合わせた情報であってよく、患者の氏名等の情報であってよい。

[0030] 「身体情報」は、例えば患者１００の「年齢」、「体重」及び「身長」等の情報を含み得る。患者１００に関するこれらの情報は、例えば医療機関のデータベースに記憶された患者１００の電子カルテから取得されてもよく、また例えば患者１００を担当する医師又は看護師等のユーザからの入力を受け付けることで取得されてもよい。「バイタルサイン情報」は、例えば患者１００の「血圧」、「心拍数」及び「体温」等の情報を含み得る。患者１００に関するこれらの情報は計測装置５により計測される。情報処理装置１は、計測装置５との通信によりこれらの情報を取得してもよく、医師又は看護師等のユーザから計測装置５の計測結果の入力を受け付けてこれらの情報を取得してもよい。

[0031] 本願明細書において、体外血液循環装置の「動作量」とは、体外血液循環装置に関する変更、調整又は設定可能なパラメータおよび当該パラメータを変更等することにより変化する体外血液循環装置に関する量をいう。体外血液循環装置の「動作量」には、体外血液循環装置のポンプ回転数、体外血液循環装置の回路内の血液流量及び血液とガス交換を行う装置内における酸素と空気の混合ガス等の「ガス流量」を含み得る。

[0032] 本願明細書において、体外血液循環装置の「装置動作情報」は、体外血液

循環装置の動作量及び当該動作量の範囲に関する情報を含むものとする。「装置動作情報」は、例えばＥＣＭＯ３の動作に関する「ポンプ回転数」、ＥＣＭＯ３の回路内の「血液流量」、及び、血液とガス交換を行う装置内における酸素と空気の混合ガス等の「ガス流量」等の情報、ＥＣＭＯ３のポンプ回転数の上限値または下限値を含み得る。情報処理装置１は、例えばネットワークを介したＥＣＭＯ３との通信により、ＥＣＭＯ３から動作履歴等を取得することによって、これら「ポンプ回転数」、「血液流量」及び「ガス流量」等の情報を取得してよい。また情報処理装置１は、ＥＣＭＯ３の動作設定を行った医師又は看護師等のユーザから、これら「ポンプ回転数」、「血液流量」及び「ガス流量」等の情報の入力を受け付けて患者ＤＢ７に記憶してもよい。なお図示の患者ＤＢ７は「装置動作情報」として「ポンプ回転数」、「血液流量」及び「ガス流量」等の複数の情報を記憶しているが、これに限るものではなく、「ポンプ回転数」、「血液流量」及び「ガス流量」等の少なくとも１つの情報を記憶する構成であればよい。

[0033] 「投与情報」は、例えば患者１００に対する抗凝固薬の「投与日時」及び「投与量」等の情報を含み得る。「投与日時」は患者１００に対して抗凝固薬の投与を行った日時であり、「投与量」はこのときに投与した抗凝固薬の量である。患者１００に対して複数回の投与がなされた場合、「投与情報」には複数回分の情報が記憶され得る。情報処理装置１は、例えばネットワークを介した投薬装置４との通信により、投薬装置４から動作履歴等を取得することによって、これら「投与日時」及び「投与量」等の情報を取得してよい。また情報処理装置１は、投薬装置４の動作設定を行ったユーザ、又は、投薬装置４を用いずに抗凝固薬の投与を行ったユーザ等から、これら「投与日時」及び「投与量」等の情報の入力を受け付けて患者ＤＢ７に記憶してもよい。なお図示の患者ＤＢ７は「投与情報」として「投与量」の情報を記憶しているが、これに限るものではなく、「投与量」と共に又は「投与量」に代えて例えば「投与周期」又は「投与速度」等の情報を記憶してもよい。

[0034] 「検査情報」は、例えば患者１００に対して行った血液検査に関する「検

査日時」及び「検査値」等の情報を含み得る。「検査日時」は患者１００に対して血液検査を行った日時であり、「検査値」は血液検査の結果として得られるＡＣＴ又はＡＰＴＴ等の値である。患者１００に対して複数回の検査がなされた場合、「検査情報」には複数回分の検査に関する情報が記憶され得る。情報処理装置１は、例えば検査を行ったユーザから、これらの「検査日時」及び「検査値」等の情報の入力を受け付けて患者ＤＢ７に記憶する。

[0035] 情報処理装置１の通信部１３は、例えばＬＡＮ（Local Area Network）又はインターネット等のネットワークＮを介して、情報処理装置２、ＥＣＭＯ３、投薬装置４及び計測装置５等の他の装置との間でデータの送受信を行う。本実施の形態において通信部１３は、ＥＣＭＯ３から装置動作情報を受信し、投薬装置４から投与情報を受信し、計測装置５からバイタルサイン情報を受信し、受信したこれらの情報を処理部１１へ与える。また通信部１３は、処理部１１から与えられた情報、例えば機械学習により生成した学習モデル９に関する情報を情報処理装置２へ送信する。

[0036] 表示部１４は、液晶ディスプレイ等を用いて構成されており、処理部１１の処理に基づいて種々の画像及び文字等を表示する。本実施の形態において表示部１４は、例えば患者ＤＢ７に記憶された各種の情報の表示、及び、生成した学習モデル９に関する情報の表示等を行うことができる。

[0037] 操作部１５は、ユーザの操作を受け付け、受け付けた操作を処理部１１へ通知する。例えば操作部１５は、機械式のボタン又は表示部１４の表面に設けられたタッチパネル等の入力デバイスによりユーザの操作を受け付ける。また例えば操作部１５は、マウス及びキーボード等の入力デバイスであってよく、これらの入力デバイスは情報処理装置１に対して取り外すことが可能な構成であってもよい。

[0038] なお記憶部１２は、情報処理装置１に接続された外部記憶装置であってよい。また情報処理装置１は、複数のコンピュータを含んで構成されるマルチコンピュータであってよく、ソフトウェアによって仮想的に構築された仮想マシンであってもよい。また情報処理装置１は、上記の構成に限定されず、

例えば表示部１４及び操作部１５等を備えていなくてもよい。

[0039] また本実施の形態に係る情報処理装置１には、記憶部１２に記憶されたプログラム１２ａを処理部１１が読み出して実行することにより、情報取得部１１ａ、学習用データ生成部１１ｂ、学習モデル生成部１１ｃ及び表示処理部１１ｄ等が、ソフトウェア的な機能部として処理部１１に実現される。

[0040] 情報取得部１１ａは、患者１００に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報を取得する処理を行う。情報取得部１１ａは、例えば医療機関のデータベースに記憶された患者１００の電子カルテから年齢、体重及び身長等の情報を抽出して取得し、これらの情報を身体情報として患者ＤＢ７に記憶する。情報取得部１１ａは、例えば計測装置５との間で通信を行って、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、患者１００の血圧、心拍数及び体温等の計測結果を取得し、これらの情報をバイタルサイン情報として患者ＤＢ７に記憶する。情報取得部１１ａは、例えばＥＣＭＯ３との間で通信を行って、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、患者１００に装着されたＥＣＭＯ３の動作に関するポンプ回転数、血液流量又はガス流量等の情報を取得し、これらの情報を装置動作情報として患者ＤＢ７に記憶する。情報取得部１１ａは、例えば投薬装置４との間で通信を行って、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、患者１００に対して投与された抗凝固薬の投与量及び投与日時等の情報を取得し、取得したこれらの情報を投与情報として患者ＤＢ７に記憶する。また情報取得部１１ａは、例えば患者１００の血液検査を行ったユーザからの情報の入力を受け付けることによって、患者１００の血液検査の検査値及び検査日時等の情報を取得し、取得したこれらの情報を患者ＤＢ７に記憶する。

[0041] 学習用データ生成部１１ｂは、患者ＤＢ７に記憶された身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報を基に、学習モデル９を生成する機械学習を行うための学習用データを生成する処理を行う。学習用データ生成部１１ｂは、例えば身体情報に含まれる患者１００の体重、バ

イタルサイン情報に含まれる血圧、装置動作情報に含まれるＥＣＭＯ３のポンプ回転数及び投与情報に含まれる抗凝固薬の投与量と、検査情報に含まれる検査値とを対応付けたものを学習用データとすることができる。なおこのときに学習用データ生成部１１ｂは、投与情報に含まれる投与日時及び検査情報に含まれる検査日時に基づいて、患者１００に対する抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の検査値を患者ＤＢ７から取得して学習用データに含める。学習用データ生成部１１ｂは、患者ＤＢ７に記憶された複数の患者について同様の処理を繰り返し行い、複数の学習用データを生成する。学習用データ生成部１１ｂは、生成した学習用データを記憶部１２に記憶する。

[0042] 学習モデル生成部１１ｃは、学習用データ生成部１１ｂが生成した複数の学習用データを用いた機械学習を行うことにより、学習モデル９を生成する処理を行う。本実施の形態に係る学習モデル９は、身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を入力として受け付け、所定時間が経過した後の検査値の予測値を出力する構成である。学習用データ生成部１１ｂが生成した学習用データは、身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報、投与情報及び検査情報を対応付けたデータであり、これらの情報のうち身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報が学習モデル９への入力データに相当し、検査情報が学習モデル９の出力データの正解値に相当する。学習モデル生成部１１ｃは、学習用データを用いたいわゆる教師ありの機械学習の処理を行い、学習モデル９の内部パラメータを決定することによって、学習モデル９を生成する。学習モデル生成部１１ｃは、生成した学習モデルに関する情報を、記憶部１２に記憶すると共に、ネットワークＮを介した通信により情報処理装置２へ送信してよい。

[0043] なお上記の学習モデル生成部１１ｃが生成する学習モデル９は検査情報の予測値を出力する回帰モデルであるが、これに限るものではなく、学習モデル生成部１１ｃは分類モデルの学習モデル９を生成してもよい。分類モデルの学習モデル９は、身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を入力として受け付け、例えば所定時間が経過した後の検査値について

正否の２クラスに分類する。また学習モデルは、検査値について例えば過少、適正及び過剰等の他クラスに分類してもよい。この場合に学習用データ生成部１１ｂは、患者ＤＢ７に記憶された検査情報に基づいて検査値がいずれのクラスに該当するかを判断し、身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報等の入力データと、これに対する正解クラスとを対応付けた学習用データを生成する。

[0044] 表示処理部１１ｄは、表示部１４に種々の文字及び画像等を表示する処理を行う。本実施の形態において表示処理部１１ｄは、例えば情報取得部１１ａによる各種の情報の取得をユーザからの入力を受け付けることによって行う場合、これらの情報の入力を行うための画面を表示部１４に表示する。また例えば表示処理部１１ｄは、学習モデル生成部１１ｃが生成した学習モデル９に関する正解率又は適合率等の評価値又はグラフ等の情報を表示してもよい。

[0045] 図６は、本実施の形態に係る情報処理装置２の一構成例を示すブロック図である。本実施の形態に係る情報処理装置２は、医療機関のＩＣＴ等において医師又は看護師等のユーザが使用する装置であり、例えばＰＣ、スマートフォン又はタブレット型端末装置等の汎用のコンピュータを用いて構成され得る。情報処理装置２は、処理部２１、記憶部２２、通信部２３、表示部２４及び操作部２５等を備えて構成されている。

[0046] 処理部２１は、ＣＰＵ、ＭＰＵ、ＧＰＵ又は量子プロセッサ等の演算処理装置、ＲＯＭ及びＲＡＭ等を用いて構成されている。処理部２１は、記憶部２２に記憶されたプログラム２２ａを読み出して実行することにより、対象者１１０に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を取得する処理、及び、取得した情報を基に学習済の学習モデル９を用いて対象者１１０の血液検査の検査値を予測する処理等の種々の処理を行う。記憶部２２は、例えばハードディスク等の大容量の記憶装置を用いて構成されている。記憶部２２は、処理部２１が実行するプログラム２２ａを記憶する。また本実施の形態において記憶部２２は、情報処理装置１が生成した学

習モデル９に関する情報を記憶している。

[0047] 本実施の形態においてプログラム（コンピュータプログラム、プログラム製品）１２ａは、メモリカード又は光ディスク等の記録媒体９８に記録された態様で提供され、情報処理装置２は記録媒体９８からプログラム２２ａを読み出して記憶部２２に記憶する。ただし、プログラム２２ａは、例えば情報処理装置２の製造段階において記憶部２２に書き込まれてもよい。また例えばプログラム２２ａは、遠隔のサーバ装置等が配信するものを情報処理装置２が通信にて取得してもよい。例えばプログラム２２ａは、記録媒体９８に記録されたものを書込装置が読み出して情報処理装置２の記憶部２２に書き込んでもよい。プログラム２２ａは、ネットワークを介した配信の態様で提供されてもよく、記録媒体９８に記録された態様で提供されてもよい。

[0048] 通信部２３は、ネットワークＮを介して情報処理装置１、ＥＣＭＯ３、投薬装置４及び計測装置５等の他の装置との間でデータの送受信を行う。通信部２３は、他の装置が送信する種々のデータを受信して処理部２１へ与えると共に、処理部２１から与えられたデータを他の装置へ送信する。表示部２４は、液晶ディスプレイ等を用いて構成されており、例えば対象者１１０の血液検査の検査値の予測結果を表示する。操作部１５は、例えば機械式のボタン又は表示部２４の表面に設けられたタッチパネル等の入力デバイスによりユーザの操作を受け付け、受け付けた操作を処理部２１へ通知する。また例えば操作部１５は、マウス及びキーボード等の入力デバイスであってよく、これらの入力デバイスは情報処理装置２に対して取り外すことが可能な構成であってもよい。

[0049] なお記憶部２２は、情報処理装置２に接続された外部記憶装置であってよい。また情報処理装置２は、複数のコンピュータを含んで構成されるマルチコンピュータであってよく、ソフトウェアによって仮想的に構築された仮想マシンであってもよい。また情報処理装置２は、上記の構成に限定されず、例えば表示部２４及び操作部２５等を備えていなくてもよい。

[0050] また本実施の形態に係る情報処理装置２には、記憶部２２に記憶されたプ

ログラム２２ａを処理部２１が読み出して実行することにより、情報取得部２１ａ、予測処理部２１ｂ及び表示処理部２１ｃ等が、ソフトウェア的な機能部として処理部２１に実現される。

[0051] 情報取得部２１ａは、対象者１１０に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を取得する処理を行う。情報取得部２１ａは、例えば情報処理装置１の情報取得部１１ａと同様の方法で、これらの情報を取得することができる。ただし情報取得部２１ａは、情報処理装置１の情報取得部１１ａとは異なる方法で情報を取得してもよい。

[0052] 予測処理部２１ｂは、情報取得部２１ａが取得した対象者１１０の身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報と、記憶部２２に記憶された学習モデル９とを基に、対象者１１０に対する抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の血液検査の検査値を予測する処理を行う。予測処理部２１ｂは、例えば対象者１１０に関して取得された身体情報に含まれる体重、バイタルサイン情報に含まれる血圧、装置動作情報に含まれるポンプ回転数、及び、投与情報に含まれる投与量を、学習モデル９へ入力する。予測処理部２１ｂは、これらの情報の入力に応じて学習モデル９が出力する検査値の予測値を取得することで、抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の検査値を予測する。

[0053] また本実施の形態に係る情報処理システムにおいて予測処理部２１ｂは、ＥＣＭＯ３の装置動作情報として例えばポンプ回転数の１つの値に対して検査値を予測するのではなく、ポンプ回転数の上限値及び下限値等の動作範囲内において、ポンプ回転数を変化させてポンプ回転数毎の検査値を予測することにより検査値の範囲を予測することができる。この場合に情報取得部２１ａは、ＥＣＭＯ３に対して設定し得るポンプ回転数の上限値及び下限値、ＥＣＭＯ３に対してユーザが設定したポンプ回転数の上限値及び下限値等の情報を装置動作情報として取得する。予測処理部２１ｂは、取得した動作範囲の上限値及び下限値等の情報と記憶部２２に記憶した学習モデル９とを用いて、ＥＣＭＯ３の動作範囲の上限値に対応する検査値の予測値と、下限値

に対応する検査値の予測値とを取得し、この上限値及び下限値で規定される範囲を検査値の範囲の予測結果とすることができる。

[0054] また本実施の形態に係る情報処理システムにおいて予測処理部２１ｂは、対象者１１０に関する投与情報として例えば抗凝固薬の投与量の１つの値に対して検査値を予測するのではなく、例えば所定量毎の段階的に複数の投与量について検査値を予測することができる。この場合に情報取得部２１ａは、対象者１１０に投与する抗凝固薬の投与量の上限値及び下限値と、予測を行うステップ数又は投与量を段階的に変化させる所定量との情報を投与情報として取得する。予測処理部２１ｂは、複数の投与量についてそれぞれ学習モデル９を用いて検査値の予測値を取得し、複数の予測値を複数の投与量に対する検査値の予測結果とし、例えば投与量と検査値とを対応付けたグラフを作成して表示部１４に表示させることができる。

[0055] また本実施の形態に係る予測処理部２１ｂは、学習モデル９が出力する検査値の予測値を、設定された一又は複数の閾値に基づいて複数のクラスに分類し、予測結果をクラス分類としてユーザに提供してもよい。予測処理部２１ｂは、例えば学習モデル９が出力するＡＰＴＴの値が第１閾値より小さい場合に予測結果を「過少」とし、第１閾値から第２閾値の間である場合に予測結果を「適正」とし、第２閾値より大きい場合に「過多」とすることができる。なお、分類されるクラスの数は２つ又は４つ以上であってよい。またクラス分類を行うための閾値は、本実施の形態に係る情報処理システムの管理者、又は、本実施の形態に係る情報処理システムを利用するユーザ等により予め設定され、設定された値が記憶部２２に記憶される。

[0056] また学習モデル９が分類モデルである場合、上記のような閾値判定を行うことなく、ＡＰＴＴの値が「過少」、「適正」又は「過多」の３つのクラスのいずれであるかを学習モデル９が予測することができる。分類モデルの学習モデル９は、例えば「過少」、「適正」及び「過多」の３クラスに対応する３つの値を出力し、最も大きな値に対応するクラスが予測結果となる。分類モデルの学習モデル９が分類するクラスの数は、上記の３つのクラスに限

らず、２つのクラス又は４つ以上のクラスであってよい。

[0057] 表示処理部２１ｃは、表示部２４に種々の文字及び画像等を表示する処理を行う。本実施の形態において表示処理部２１ｃは、予測処理部２１ｂによる検査値の予測結果に関する情報を表示部２４に表示する処理を行う。本実施の形態において表示処理部２１ｃは、例えば予測した検査値について１つの値を表示してもよく、例えば予測した検査値を複数のクラスに分類した場合のクラス名を表示してもよく、例えばＥＣＭＯ３の動作範囲に対応する検査値の範囲を表示してもよく、また例えば投与量と検査値とを対応付けたグラフを表示してもよく、これら以外の種々の態様で検査結果を表示してもよい。検査結果をどのような態様で表示するかは、例えばユーザにより設定され得る。

[0058] ＜学習モデルの生成処理＞

図７は、本実施の形態に係る情報処理装置１が行う学習モデルの生成処理の手順の一例を示すフローチャートである。本実施の形態に係る情報処理装置１の処理部１１の情報取得部１１ａは、ＥＣＭＯ３、投薬装置４及び計測装置５等との間で通信を行うことにより、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることにより、患者１００に関する身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を取得する（ステップＳ１）。情報取得部１１ａは、ステップＳ１にて取得したこれらの情報を、例えば患者１００のＩＤ等の情報に対応付けて、記憶部１２の患者ＤＢ７に記憶する（ステップＳ２）。

[0059] 処理部１１の学習用データ生成部１１ｂは、患者ＤＢ７に記憶された複数の患者１００に関する情報の中から、一例分の情報を読み出す（ステップＳ３）。学習用データ生成部１１ｂは、読み出した一例分の情報に基づいて、例えば身体情報に含まれる患者１００の体重と、バイタルサイン情報に含まれる血圧と、装置動作情報に含まれるＥＣＭＯ３のポンプ回転数と、投与情報に含まれる投与量と、検査情報に含まれる抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の検査値とを対応付けた学習用データを生成する（ステップＳ４

）。学習用データ生成部１１ｂは、ステップＳ４にて生成した学習用データを記憶部１２に記憶する（ステップＳ５）。学習用データ生成部１１ｂは、例えば患者ＤＢ７に記憶された全ての情報について学習用データを生成したか否かに基づき、学習用データの生成を完了したか否かを判定する（ステップＳ６）。学習用データの生成を完了していない場合（Ｓ６：ＮＯ）、学習用データ生成部１１ｂは、ステップＳ３へ処理を戻し、患者ＤＢ７に記憶された別の情報を基に学習用データを生成することを繰り返す。

[0060] 学習用データの生成を完了した場合（Ｓ６：ＹＥＳ）、処理部１１の学習モデル生成部１１ｃは、学習用データ生成部１１ｂが生成した複数の学習用データを記憶部１２から読み出す（ステップＳ７）。学習モデル生成部１１ｃは、予め構成等が定められ、内部パラメータに初期値が設定された未学習の学習モデルに対し、ステップＳ７にて読み出した複数の学習用データを用いた教師ありの機械学習の処理を行う（ステップＳ８）。学習モデル生成部１１ｃは、ステップＳ８の機械学習の処理により生成された学習モデル９に関する情報、例えば学習モデルの構成を示す情報及び決定された内部パラメータ等の情報を記憶部１２に記憶する（ステップＳ９）。処理部１１の表示処理部１１ｄは、学習モデル生成部１１ｃにより生成された学習モデル９の精度等に関する情報を表示部１４に表示して（ステップＳ１０）、処理を終了する。

[0061] 予め情報処理装置１により生成された学習モデル９に関する情報は、検査結果の予測処理を行う情報処理装置２に与えられる。情報処理装置２は、与えられた学習モデル９に関する情報を記憶部２２に記憶し、対象者１１０について血液検査の検査値を予測する際にこの学習モデル９を用いる。

[0062] ＜検査値の予測処理１＞

図８は、本実施の形態に係る情報処理装置２が行う検査値の予測処理の手順の一例を示すフローチャートである。本実施の形態に係る情報処理装置２の処理部２１は、予め記憶部２２に記憶された学習モデル９に関する情報を読み出す（ステップＳ２１）。

[0063] 次いで処理部２１の情報取得部２１ａは、例えば対象者１１０の電子カルテから必要な情報を抽出する、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、対象者１１０の体重等の身体情報を取得する（ステップＳ２２）。情報取得部２１ａは、例えば計測装置５との通信により、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、対象者１００のバイタルサイン情報を取得する（ステップＳ２３）。情報取得部２１ａは、例えばＥＣＭＯ３との通信により現時点の動作に関する情報を取得する、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、対象者１１０に装着されたＥＣＭＯ３のポンプ回転数等の装置動作情報を取得する（ステップＳ２４）。情報取得部２１ａは、例えば投薬装置４との通信により現時点の投与量等の情報を取得する、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、対象者１１０に対する抗凝固薬の投与量等の投与情報を取得する（ステップＳ２５）。

[0064] 次いで処理部２１の予測処理部２１ｂは、ステップＳ２２にて取得した身体情報、ステップＳ２３にて取得したバイタルサイン情報、ステップＳ２４にて取得した装置動作情報、及び、ステップＳ２５にて取得した投与情報を、ステップＳ２１にて読み出した学習モデル９へ入力する（ステップＳ２６）。予測処理部２１ｂは、これらの情報の入力に応じて学習モデル９が出力する、対象者１１０に対する抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の血液検査の検査値の予測値を取得する（ステップＳ２７）。処理部２１の表示処理部２１ｃは、ステップＳ２７にて取得した予測値を予測結果として表示部２４に表示して（ステップＳ２８）、処理を終了する。

[0065] 本実施の形態に係る情報処理装置システムは、予め生成された学習モデル９を用いて情報処理装置２が対象者１１０の検査結果を予測することができる。情報処理装置２は、医師又は看護師等のユーザが入力する情報を取得して検査結果を予測してもよく、ＥＣＭＯ３、投薬装置４又は計測装置５等の装置から通信により情報を取得して検査結果を予測してもよい。情報処理装置２がユーザからの入力情報に基づいて予測を行う場合、例えばユーザが自

身で決定したＥＣＭＯ３のポンプ回転数及び抗凝固薬の投与量が適切であるか否かを情報処理装置２の予測結果に基づいて判断することができる。情報処理装置２が装置から情報を取得して予測を行う場合、例えば装置から情報を周期的に取得して予測を繰り返し行い、予測結果に異常がある場合にユーザへの警告を行う、又は、予測結果に基づいて装置を制御することができる。

[0066] 図９は、本実施の形態に係る情報処理装置２が検査結果に基づく制御処理を行う場合の手順の一例を示すフローチャートである。本実施の形態に係る情報処理装置２の処理部２１は、予め記憶部２２に記憶された学習モデル９に関する情報を読み出す（ステップＳ３１）。処理部２１の情報取得部２１ａは、例えば対象者１１０の電子カルテから必要な情報を抽出する、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、対象者１１０の体重等の身体情報を取得する（ステップＳ３２）。

[0067] 次いで情報取得部２１ａは、通信部２３にて計測装置５との通信を行い、計測装置５から現時点の対象者１１０の血圧等のバイタルサイン情報を取得する（ステップＳ３３）。情報取得部２１ａは、通信部２３にてＥＣＭＯ３との通信を行い、ＥＣＭＯ３から現時点のポンプ回転数等の装置動作情報を取得する（ステップＳ３４）。情報取得部２１ａは、通信部２３にて投薬装置４との通信を行い、投薬装置４から現時点の投与量等の投与情報を取得する（ステップＳ３５）。処理部２１の予測処理部２１ｂは、ステップＳ３２にて取得した身体情報、ステップＳ３３にて取得したバイタルサイン情報、ステップＳ３４にて取得した装置動作情報、及び、ステップＳ３５にて取得した投与情報を、ステップＳ３１にて読み出した学習モデル９へ入力する（ステップＳ３６）。予測処理部２１ｂは、これらの情報の入力に応じて学習モデル９が出力する、対象者１１０に対する抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の血液検査の検査値の予測値を取得する（ステップＳ３７）。

[0068] 次いで処理部２１は、ステップＳ３７にて学習モデル９から取得した検査値の予測値に基づいて、ＥＣＭＯ３の動作量及び投薬装置４による抗凝固薬

の投与量を決定する（ステップＳ３８）。例えば情報処理装置２は、ＡＣＴ又はＡＰＴＴ等の検査値に関する適正値及び予測値の差分値と、差分値に応じたＥＣＭＯ３の動作量の増減値及び投薬装置４による投与量の増減値とを対応付けたテーブルを予め記憶している。処理部２１は、ステップＳ３７にて取得した予測値と予め定められた適正値の差分を算出し、算出した差分値に対応する増減値をテーブルから取得する。処理部２１は、現時点の動作量に対して増減値を適用することでＥＣＭＯ３の動作量を決定することができ、現時点の投与量に対して増減値を適用することで投薬装置４の投与量を決定することができる。決定した投与量に基づいて再度検査値を予測して、検査値が適正な値となるか確認する機会を設けてもよい。ただし、上記の動作量及び投与量の決定方法は一例であってこれに限るものではなく、情報処理装置２は、検査値の予測結果に基づいてどのような方法でＥＣＭＯ３の動作量及び投薬装置４の投与量を決定してもよい。

[0069] 処理部２１は、ステップＳ３８にて決定したＥＣＭＯ３の動作量及び投薬装置４の投与量に基づいて、ＥＣＭＯ３及び投薬装置４の動作を制御する（ステップＳ３９）。このときに処理部２１は、例えば決定した動作量の情報をＥＣＭＯ３へ送信し、この動作量での動作を行うようＥＣＭＯ３に命令を与えることで、ＥＣＭＯ３の動作を制御することができる。同様に処理部２１は、例えば決定した投与量の情報を投薬装置４へ送信し、この投与量での投薬を行うよう投薬装置４に命令を与えることで、投薬装置４の動作を制御することができる。

[0070] 処理部２１は、例えばユーザにより制御を終了する操作が行われたか否かに基づいて、ＥＣＭＯ３及び投薬装置４の制御を終了するか否かを判定する（ステップＳ４０）。制御を終了しない場合（Ｓ４０：ＮＯ）、処理部２１は、ステップＳ３３へ処理を戻し、新たにバイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を取得して制御処理を繰り返し行う。制御を終了する場合（Ｓ４０：ＹＥＳ）、処理部２１は、ＥＣＭＯ３及び投薬装置４の制御処理を終了する。

[0071] ＜検査値の予測処理２＞

上述の検査値の予測処理１においては、一組の身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を基に情報処理装置２が学習モデル９を用いて１つの検査値の予測を行っている。これに対して、検査値の予測処理２においては、ＥＣＭＯ３の動作範囲及び投薬装置４の投薬量の設定ステップの組み合わせに基づいて、情報処理装置２が複数の検査値の予測を行う。

[0072] 例えば、医師又は看護師等のユーザは、対象者１１０に対して使用するＥＣＭＯ３のポンプ回転数又は血流量等の動作量に関して、例えば上限値及び下限値で規定される動作範囲を装置動作情報として情報処理装置２へ入力する。ＥＣＭＯ３の装置動作情報は、例えば上限値が５０００ｒｐｍ且つ下限値が５００ｒｐｍ等の動作範囲として入力され得る。またユーザは、対象者１１０に対して使用する投薬装置４の投薬量等の動作量に関して、例えば上限値及び下限値で規定される動作範囲と、動作量の設定を変更することが可能な増減量とを、投与情報として情報処理装置２へ入力する。投薬装置４の投与情報は、例えば上限値が１００００単位且つ下限値が１０００単位等の動作範囲と、１０００単位等の増減量との組み合わせとして入力され得る。なお、これらの装置の動作範囲は、例えば装置として動作可能な限界を示す範囲であってよく、また例えば装置に対してユーザが設定することが可能な範囲であってよく、また例えば装置として設定可能な範囲内でユーザが適宜に決定した範囲であってもよい。また動作範囲は、上限値及び下限値で規定されるものに限らず、例えば上限値のみで規定されてもよく、例えば下限値のみで規定されてよく、これら以外の値に基づいて規定されるものであってよい。

[0073] 情報処理装置２は、入力されたこれらの装置動作情報及び投与情報を基に、例えばＥＣＭＯ３のポンプ回転数及び投薬装置４の投与量の組み合わせを複数組作り、各組について検査値の予測を行う。例えば装置動作情報としてポンプ回転数の上限値５０００ｒｐｍ及び下限値５００ｒｐｍが入力され、投与情報として投与量の上限値７０００単位、下限値１０００単位及び増減

量１０００単位が入力された場合、ポンプ回転数の２通り×投与量の７通り＝１４通りの組み合わせを作ることができる。情報処理装置２は、例えば１４通りの組み合わせについてそれぞれ学習モデル９を用いた予測を行い、１４個の予測値を得ることができる。情報処理装置２は、装置動作情報及び投与情報の複数の組み合わせに対して得られた複数の予測値を基に、例えばグラフ又はテーブル（表）等を作成して表示部２４に表示することで、予測結果をユーザに対して提示することができる。

[0074] 図１０は、本実施の形態に係る情報処理装置２が行う検査値の予測処理の手順の他の例を示すフローチャートである。本実施の形態に係る情報処理装置２の処理部２１は、予め記憶部２２に記憶された学習モデル９に関する情報を読み出す（ステップＳ５１）。処理部２１の情報取得部２１ａは、例えば対象者１１０の電子カルテから必要な情報を抽出する、又は、ユーザからの情報の入力を受け付けることによって、対象者１１０の体重等の身体情報を取得する（ステップＳ５２）。また情報取得部２１ａは、通信部２３にて計測装置５との通信を行い、対象者１１０の血圧等のバイタルサイン情報を取得する（ステップＳ５３）。

[0075] 情報取得部２１ａは、例えばユーザからの入力に基づいて、対象者１１０に装着されたＥＣＭＯ３の動作範囲を装置動作情報として取得する（ステップＳ５４）。このときに情報取得部２１ａは、表示部２４に動作範囲の入力を促すメッセージを表示し、ＥＣＭＯ３の動作範囲として例えば上限値及び下限値の入力をユーザから受け付ける。ただしＥＣＭＯ３の動作範囲が頻繁に変更される情報ではない場合、情報処理装置２は例えば以前にユーザから受け付けた動作範囲を設定情報として記憶部２２に記憶しておき、ステップＳ５４において情報取得部２１ａが記憶部２２から設定情報を取得することで動作範囲を取得してもよい。

[0076] また情報取得部２１ａは、例えばユーザからの入力に基づいて、対象者１１０に対して抗凝固薬を投与する投薬装置４の動作範囲及び増減量を投与情報として取得する（ステップＳ５５）。このときに情報取得部２１ａは、表

示部２４に動作範囲及び増減量の入力を促すメッセージを表示し、投薬装置４の動作範囲の上限値及び下限値と投与量の増減量との入力をユーザから受け付ける。ただし投薬装置４の動作範囲及び増減量が頻繁に変更される情報ではない場合、情報処理装置２は例えば以前にユーザから受け付けた動作範囲及び増減量を設定情報として記憶部２２に記憶しておき、ステップＳ５５において情報取得部２１ａが記憶部２２から設定情報を取得することで動作範囲及び増減量を取得してもよい。

[0077] 次いで、処理部２１の予測処理部２１ｂは、ステップＳ５４にて取得したＥＣＭＯ３の動作範囲内から一の動作量、例えば上限値又は下限値のいずれか一方を選択する（ステップＳ５６）。また予測処理部２１ｂは、ステップＳ５５にて取得した投薬装置４の動作範囲及び増減量を基に、この動作範囲内で取り得る複数の投与量の中から１つの投与量を選択する（ステップＳ５７）。

[0078] 次いで処理部２１の予測処理部２１ｂは、ステップＳ５２にて取得した身体情報、ステップＳ５３にて取得したバイタルサイン情報、ステップＳ５６にて選択した動作量、及び、ステップＳ５７にて選択した投与量等の情報を、ステップＳ５１にて読み出した学習モデル９へ入力する（ステップＳ５８）。予測処理部２１ｂは、これらの情報の入力に応じて学習モデル９が出力する、対象者１１０に対する抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の血液検査の検査値の予測値を取得する（ステップＳ５９）。また予測処理部２１ｂは、ステップＳ５９にて取得した予測値と、予め定められた一又は複数の閾値との比較により、予測値を複数のクラスに分類する（ステップＳ６０）。

[0079] 予測処理部２１ｂは、ステップＳ５７において選択し得る全ての投与量について学習モデル９を用いた予測を終了したか否かを判定する（ステップＳ６１）。全ての投与量について予測を終了していない場合（Ｓ６１：ＮＯ）、予測処理部２１ｂは、ステップＳ５７へ処理を戻し、別の投与量を選択して同様の処理を繰り返し行う。全ての投与量について予測を終了した場合（

Ｓ６１：ＹＥＳ）、予測処理部２１ｂは、ステップＳ５６において選択し得る全ての動作量について学習モデル９を用いた予測を終了したか否かを判定する（ステップＳ６２）。全ての動作量について予測を終了していない場合（Ｓ６２：ＮＯ）、予測処理部２１ｂは、ステップＳ５６へ処理を戻し、別の動作量を選択して同様の処理を繰り返し行う。

[0080] 全ての動作量について予測を終了した場合（Ｓ６２：ＹＥＳ）、処理部２１の表示処理部２１ｃは、ステップＳ５９にて取得した複数の予測値、及び、ステップＳ６０にて行った分類結果等に基づいて、予測結果を提示する画面を表示部２４に表示して（ステップＳ６３）、処理を終了する。

[0081] 図１１は、本実施の形態に係る情報処理装置２が表示する予測結果の一例を示す模式図である。図示の例は、ＥＣＭＯ３の動作量の上限値及び下限値の２つと、投薬装置４において設定可能な７つの投与量とによる１４通りの組み合わせに基づいて、情報処理装置２が検査値としてＡＰＴＴの予測値を１４個取得した場合の予測結果である。本例では、投薬装置４の動作範囲に関して上限値が７０００と入力され、下限値が１０００と入力され、増減量が１０００と入力されたものとし、投与量が１０００，２０００，３０００，４０００，５０００，６０００，７０００の７通りであるものとしている。

[0082] 図示の例において情報処理装置２は、表示部２４の画面の左側領域に予測結果のグラフを表示し、右側領域に予測結果のテーブルを表示している。予測結果のグラフは、横軸を抗凝固薬の投与量とし、縦軸をＡＰＴＴの予測値としたものであり、ＥＣＭＯ３の動作量の上限値に対応するグラフを実線で示し、下限値に対応するグラフを破線で示してある。また予測結果のテーブルは、７通りの投与量及び２通りの動作量による１４通りの予測値を「過少」、「適正」、「過多」の３クラスに分類し、２×７のマトリクス状に予測結果を配置したものである。図示の予測結果に基づいて、ユーザは、例えば対象者１１０に対する抗凝固薬の投与量を決定することができる。また例えばユーザは、図１１に示したテーブルに基づいて、ＥＣＭＯ３のポンプ回転

が下限値であっても上限値であっても、投与量が４０００単位又は５０００単位であれば予測値が「適正」となると判断できる。

[0083] 図１２は、図１１のグラフを拡大したものである。例えば、ＥＣＭＯ３についてはポンプ回転数等の動作量の上限値及び下限値の範囲内で自動運転を行わせるものとする。ＥＣＭＯ３は、例えば対象者１１０の動脈血酸素飽和度（ＳｐＯ２）、混合静脈血酸素飽和度（ＳｖＯ２）、動脈血酸素分圧（ＰａＯ２）、動脈血二酸化炭素分圧（ＰａＣＯ２）又は回路内圧力等を計測し、所定の上限値及び下限値の範囲内でポンプ回転数等の動作量をフィードバック制御することができる。ここで例えば対象者１１０のＡＰＴＴの適正範囲が図１２に水平破線で示したＹ０からＹ１までの範囲である場合、この対象者１１０に投与すべき抗凝固薬の投与量は図１２に垂直破線で示したＸ０からＸ１までの範囲であると判断できる。

[0084] この判断に基づいてユーザは、投薬装置４による抗凝固薬の投与量をＸ０からＸ１までの適宜の値に設定して自動運転を行うことで、所定時間が経過した後の対象者１１０のＡＰＴＴをＹ０からＹ１までの適正範囲に収めることが期待できる。なお抗凝固薬の投与は、投薬装置４を用いずに、例えば点滴又は注射等を用いてＸ０からＸ１までの適宜の投与量でユーザが行ってもよい。

[0085] ＜まとめ＞

以上の構成の本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置１が、患者１００への抗凝固薬の投与に関する投与情報及び患者１００に装着されたＥＣＭＯ３の動作量に関する装置動作情報と、抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の患者１００の血液に関する検査値とを対応付けた学習用データを取得し、取得した学習用データを用いた教師ありの機械学習の処理を行うことで学習モデル９を生成する。学習モデル９は、対象者の投与情報及び装置動作情報を入力として受け付けて、対象者の検査値の予測値を出力する。学習用データに含まれる装置動作情報について、ＥＣＭＯ３の動作範囲内における動作量に関するものを用いることで、学習モデル９が出力す

る予測値は、ＥＣＭＯ３の動作範囲におけるものとなり得る。情報処理装置１が生成した学習モデル９を利用することによって、対象者の血液に関する検査値の予測を実現することが期待できる。また、ＥＣＭＯの自動運転を行う場合で治療中のＥＣＭＯの回路内流量やポンプ回転数のパターンが事前に分からない場合であっても、ＥＣＭＯの動作範囲内において対象者の血液に関する検査値の範囲を予測することにより、医療従事者が検査値の範囲を知ることができるため、医療従事者はその情報を参考にして適切に対象者に対する治療の方針やＥＣＭＯ、投薬装置等の設定を決定することができる。

[0086] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置２が、対象者１１０への抗凝固薬の投与に関する投与情報を取得し、対象者１１０に装着されたＥＣＭＯ３の動作量又はその範囲を含む装置動作情報を取得し、予め機械学習がなされた学習モデル９と取得した投与情報及び装置動作情報とを基に、動作量に応じた検査値又は動作量の範囲内における検査値を予測する。学習モデル９は、対象者１１０の投与情報と及び対象者１１０に装着されたＥＣＭＯ３の動作量を入力として受け付けて、抗凝固薬の投与から所定時間が経過した後の対象者１１０の血液に関する検査値の予測値を出力する。これにより本実施の形態に係る情報処理システムは、対象者１１０の血液に関する検査値の予測を実現することが期待できる。

[0087] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置２が、対象者１１０の身体に関する身体情報を更に取得し、予め機械学習がなされた学習モデル９と、取得した投与情報、装置動作情報及び身体情報とを基に検査値の予測を行う。これにより情報処理システムは、対象者の体重、身長又は年齢等の身体情報の差異を考慮して検査値を予測することができ、予測精度の向上が期待できる。

[0088] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置２が、対象者１１０の検査値の予測値に基づいて、抗凝固薬の投与量又はＥＣＭＯ３の動作量を決定し、決定したこれらの量に基づいて投薬装置４又はＥＣＭＯ３の動作を制御する。これにより情報処理システムは、学習モデル９の予測結

果を反映したＥＣＭＯ３又は投薬装置４の自動運転を実現することが期待できる。

[0089] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置２が、学習モデル９の予測値を例えば「過少」、「適正」及び「過多」等の複数のクラスに分類する。これにより情報処理システムは、学習モデル９による検査値の予測結果を、単なる検査値の予測値として提供するのではなく、予測値を分類した複数のクラスとして提供することができるため、ユーザによる予測結果の把握を容易化することが期待できる。また情報処理装置２は、クラス分類に関して予測値との比較を行う閾値の設定をユーザから受け付けてもよい。これにより情報処理システムは、ユーザに適した条件で予測値の分類を行うことが期待できる。

[0090] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置２が、抗凝固薬の投与量及びＥＣＭＯ３の動作量の複数の組み合わせについて、学習モデル９を用いた検査値の予測を行い、複数の投与量、動作量及び予測値の対応関係をグラフ又はテーブル（表）として出力する。複数の組み合わせには、ＥＣＭＯ３の動作量についての上限値、下限値又は中央値等に対応する検査結果の予測値を含めてもよい。これにより情報処理システムは、例えばＥＣＭＯ３の動作範囲又は投薬装置４の動作範囲において、予測結果がどのように変化するかをユーザに把握させることが期待できる。

[0091] なお本実施の形態においては、患者１００及び対象者１１０へ投与される医薬品としてヘパリン等の抗凝固薬を扱う場合について説明したが、これに限るものではなく、医薬品は例えば抗血小板薬であってもよく、血液の流れに影響を与えうる種々の医薬品であってよい。またＥＣＭＯ３の動作量としてポンプ回転数を例に説明したが、これに限るものではなく、ＥＣＭＯ３の動作量には例えば血液流量又はガス流量等であってもよく、これら以外の種々の量が動作量として採用され得る。また血液の検査に関する検査値として、ＡＣＴ又はＡＰＴＴを例に説明したが、これに限るものではなく、検査値にはどのような値が採用されてもよい。

[0092] また本実施の形態においては、学習モデル９が身体情報、バイタルサイン情報、装置動作情報及び投与情報を入力として受け付けて、検査値の予測値を出力する構成としたが、これに限るものではない。学習モデル９は、少なくとも装置動作情報及び投与情報を入力として受け付け、身体情報及び／又はバイタルサイン情報については入力として受け付けない構成であってもよい。この場合に情報処理装置１，２は、身体情報及び／又はバイタルサイン情報を取得しなくてもよい。

[0093] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0094] 各実施形態に記載した事項は相互に組み合わせることが可能である。また、請求の範囲に記載した独立請求項及び従属請求項は、引用形式に関わらず全てのあらゆる組み合わせにおいて、相互に組み合わせることが可能である。さらに、請求の範囲には他の２以上のクレームを引用するクレームを記載する形式（マルチクレーム形式）を用いているが、これに限るものではない。マルチクレームを少なくとも１つ引用するマルチクレーム（マルチマルチクレーム）を記載する形式を用いて記載してもよい。

符号の説明

[0095] １　情報処理装置（コンピュータ）

２　情報処理装置（コンピュータ）

３　ＥＣＭＯ（体外血液循環装置）

４　投薬装置

５　計測装置

７　患者ＤＢ

９　学習モデル

１１　処理部

１１ａ　情報取得部

１１ｂ　学習用データ生成部

１１ｃ　学習モデル生成部

１１ｄ　表示処理部

１２　記憶部

１２ａ　プログラム（コンピュータプログラム）

１３　通信部

１４　表示部

１５　操作部

２１　処理部

２１ａ　情報取得部

２１ｂ　予測処理部

２１ｃ　表示処理部

２２　記憶部

２２ａ　プログラム（コンピュータプログラム）

２３　通信部

２４　表示部

２５　操作部

９８，９９　記録媒体

１００　患者

１０１　カルテ

１１０　対象者

Ｎ　ネットワーク

請求の範囲

[請求項1] コンピュータに、

対象者への医薬品の投与に関する投与情報を取得し、

前記対象者に装着された体外血液循環装置の動作量又は当該動作量の範囲を含む装置動作情報を取得し、

前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量を入力として受け付けて前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値の予測値を出力するよう機械学習がなされた学習モデルと、取得した前記投与情報及び前記装置動作情報とを基に、前記装置動作情報に含まれる前記動作量に応じた前記対象者の前記検査値又は前記範囲内における前記対象者の前記検査値を予測する

処理を実行させる、コンピュータプログラム。

[請求項2] 前記学習モデルは、前記対象者の身体に関する身体情報、前記対象者のバイタルサイン情報、前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量を入力として受け付けて前記検査値の予測値を出力するよう機械学習がなされ、

前記コンピュータに、

前記身体情報及び前記バイタルサイン情報を取得し、

取得した前記身体情報、前記バイタルサイン情報、前記投与情報及び前記装置動作情報及び前記身体情報と、前記学習モデルとを基に前記検査値を予測する

処理を実行させる、請求項１に記載のコンピュータプログラム。

[請求項3] 前記学習モデルが出力した前記検査値の予測値に基づいて、前記医薬品の投与量又は前記体外血液循環装置の動作量を決定する、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項4] 前記学習モデルが出力した前記検査値の予測値を複数のクラスに分類する、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項5] 前記検査値に対する閾値の設定を受け付け、

受け付けた前記閾値に基づいて、前記クラスを決定する、

請求項４に記載のコンピュータプログラム。

[請求項6] 前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量の複数の組み合わせについて前記学習モデルがそれぞれ出力する複数の前記検査値の予測値を取得し、

複数の前記投与情報及び前記検査値の予測値の対応関係、又は、複数の前記体外血液循環装置の動作量及び前記検査値の予測値の対応関係を表又はグラフとして出力する、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項7] 体外血液循環装置の動作量の範囲内で、少なくとも前記動作量の上限値、下限値又は中央値に対応する前記検査値の予測値を取得する、

請求項６に記載のコンピュータプログラム。

[請求項8] 前記学習モデルが出力した前記検査値の予測値に基づいて、前記体外血液循環装置の動作量を決定し、

決定した前記動作量に基づいて前記体外血液循環装置の動作を制御する、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項9] 前記学習モデルが出力した前記検査値の予測値に基づいて、投薬装置による前記医薬品の投与量を決定し、

決定した前記投与量に基づいて前記投薬装置の動作を制御する、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項10] 前記医薬品は、抗凝固薬又は抗血小板薬であり、

前記動作量は、前記体外血液循環装置のポンプ回転数又は血液流量であり、

前記検査値は、ＡＣＴ（Activated Clotting Time）又はＡＰＴＴ（Activated Partial Thromboplastin Time）である、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項11] 前記医薬品は、抗凝固薬又は抗血小板薬であり、

前記動作量は、前記体外血液循環装置のガス流量であり、

前記検査値は、ＡＣＴ又はＡＰＴＴである、

請求項１又は請求項２に記載のコンピュータプログラム。

[請求項12] コンピュータに、

患者への医薬品の投与に関する投与情報及び前記患者に装着された体外血液循環装置の動作量に関する装置動作情報と、前記医薬品の投与から所定時間後の前記患者の血液に関する検査値とを対応付けた学習用データを取得し、

取得した前記学習用データを用いた教師ありの機械学習により、対象者の前記投与情報及び前記装置動作情報を入力として受け付けて、前記体外血液循環装置の動作範囲内における前記対象者の前記検査値の予測値を出力する学習モデルを生成する

処理を実行させる、コンピュータプログラム。

[請求項13] コンピュータに、

複数の患者への医薬品の投与に関する第１の投与情報を取得し、

前記複数の患者に装着された体外血液循環装置の動作に関する第１の装置動作情報を取得し、

対象者への前記医薬品の投与に関する第２の投与情報を取得し、

前記対象者に装着された前記体外血液循環装置の動作範囲に関する第２の装置動作情報を取得し、

取得した前記第１の投与情報、前記第１の装置動作情報、前記第２の投与情報及び前記第２の装置動作情報を基に、前記体外血液循環装置を前記動作範囲内で動作させた場合の、前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値を予測する

処理を実行させる、コンピュータプログラム。

[請求項14] 情報処理装置が、

対象者への医薬品の投与に関する投与情報を取得し、

前記対象者に装着された体外血液循環装置の動作量又は当該動作量の範囲を含む装置動作情報を取得し、

前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量を入力として受け付けて前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値の予測値を出力するよう機械学習がなされた学習モデルと、取得した前記投与情報及び前記装置動作情報とを基に、前記装置動作情報に含まれる前記動作量に応じた前記対象者の前記検査値又は前記範囲内における前記対象者の前記検査値を予測する、

情報処理方法。

[請求項15] 情報処理装置が、

複数の患者への医薬品の投与に関する第１の投与情報を取得し、

前記複数の患者に装着された体外血液循環装置の動作に関する第１の装置動作情報を取得し、

対象者への前記医薬品の投与に関する第２の投与情報を取得し、

前記対象者に装着された前記体外血液循環装置の動作範囲に関する第２の装置動作情報を取得し、

取得した前記第１の投与情報、前記第１の装置動作情報、前記第２の投与情報及び前記第２の装置動作情報を基に、前記体外血液循環装置を前記動作範囲内で動作させた場合の、前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値を予測する、

学習モデルの生成方法。

[請求項16] 処理部を備え、

前記処理部が、

対象者への医薬品の投与に関する投与情報を取得し、

前記対象者に装着された体外血液循環装置の動作量又は当該動作量の範囲を含む装置動作情報を取得し、

前記投与情報及び前記体外血液循環装置の動作量を入力として受け付けて前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する

検査値の予測値を出力するよう機械学習がなされた学習モデルと、取得した前記投与情報及び前記装置動作情報とを基に、前記装置動作情報に含まれる前記動作量に応じた前記対象者の前記検査値又は前記範囲内における前記対象者の前記検査値を予測する、

情報処理装置。

[請求項17] 処理部を備え、

前記処理部が、

複数の患者への医薬品の投与に関する第１の投与情報を取得し、

前記複数の患者に装着された体外血液循環装置の動作に関する第１の装置動作情報を取得し、

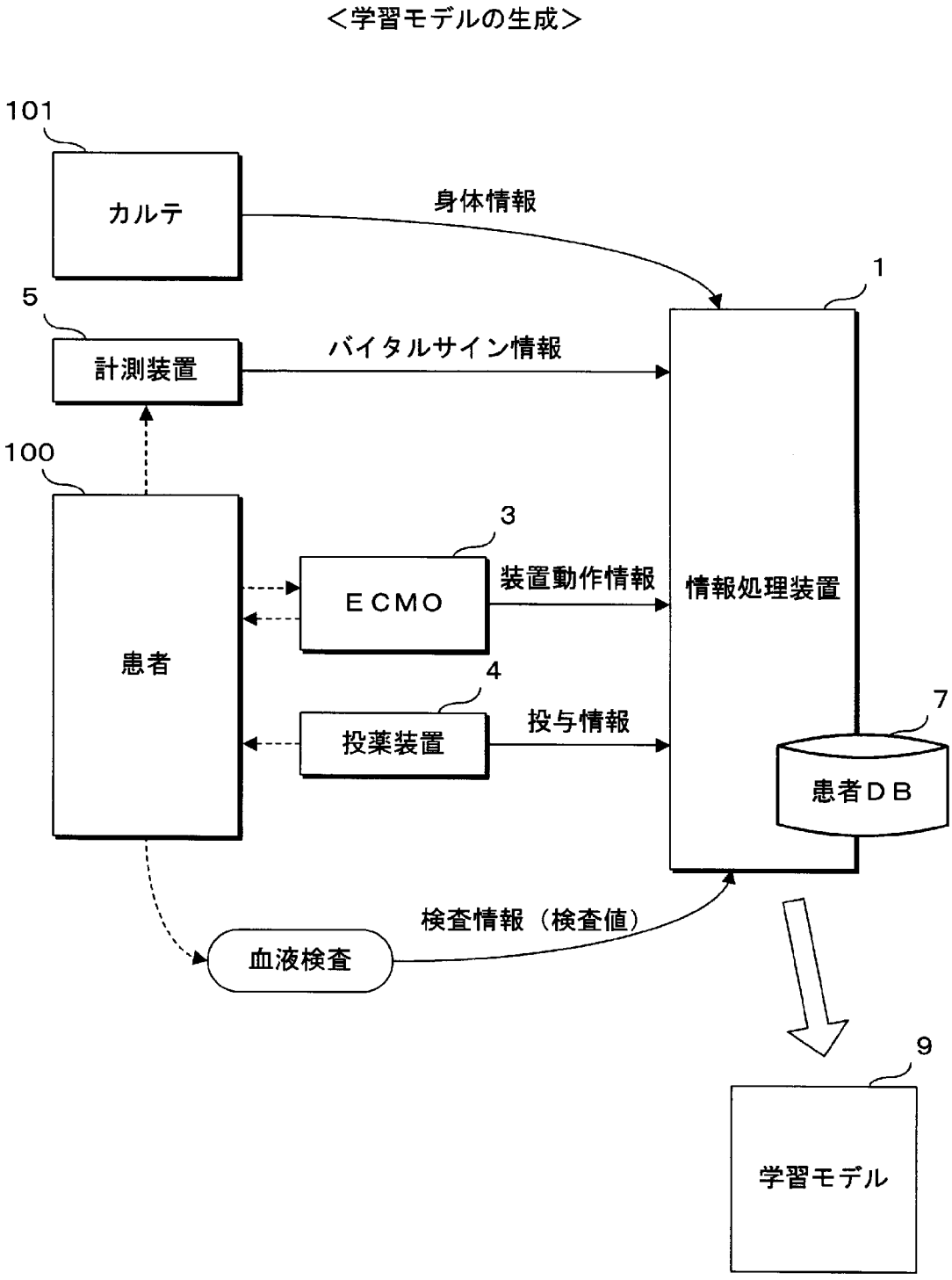
対象者への前記医薬品の投与に関する第２の投与情報を取得し、

前記対象者に装着された前記体外血液循環装置の動作範囲に関する第２の装置動作情報を取得し、

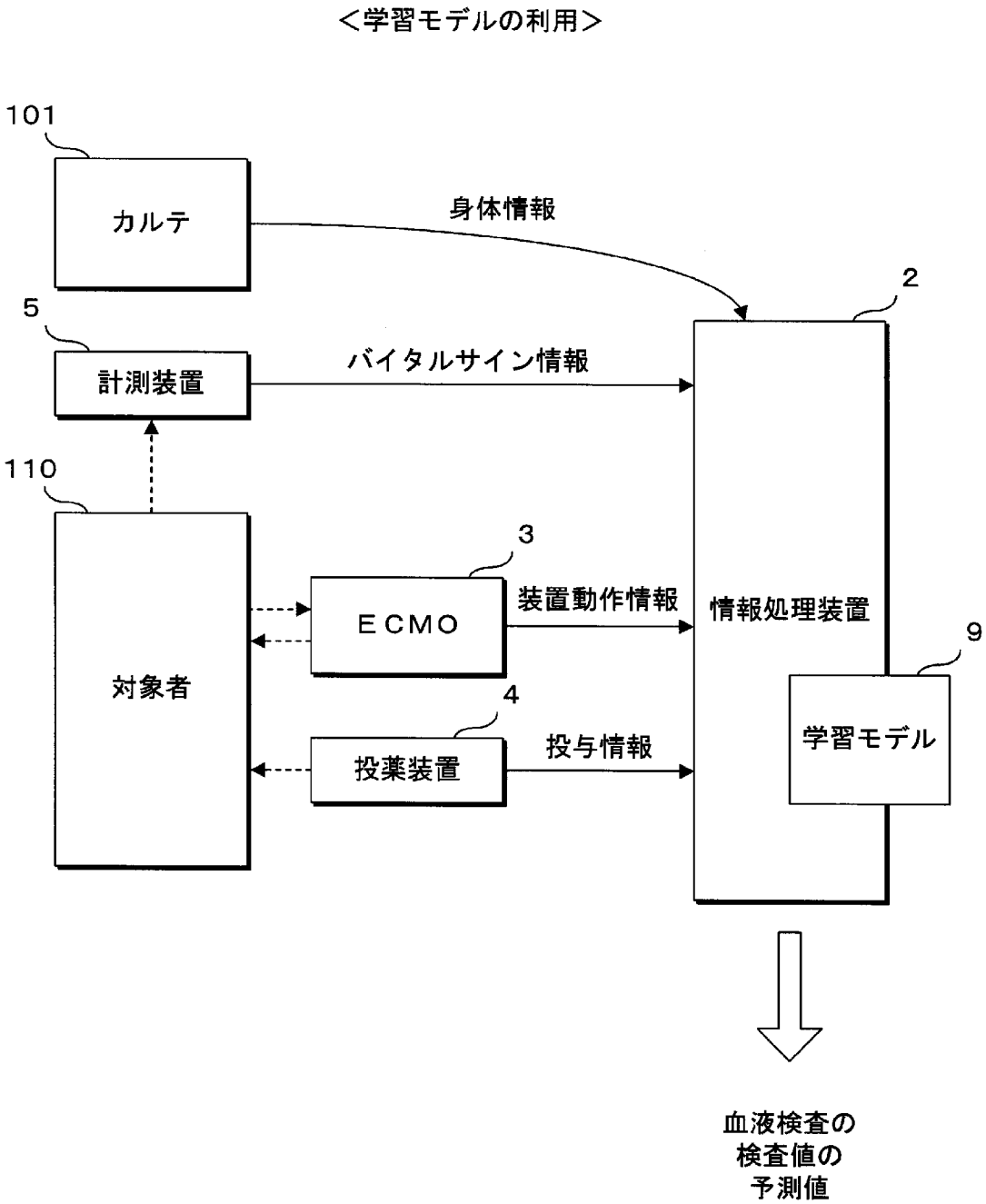
取得した前記第１の投与情報、前記第１の装置動作情報、前記第２の投与情報及び前記第２の装置動作情報を基に、前記体外血液循環装置を前記動作範囲内で動作させた場合の、前記医薬品の投与から所定時間後の前記対象者の血液に関する検査値を予測する、

情報処理装置。

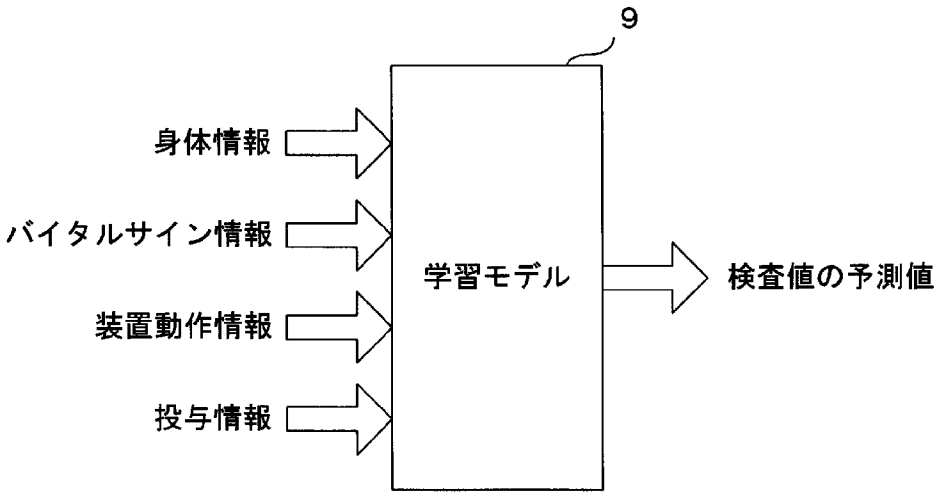
[図1]


＜学習モデルの生成＞
101
カルテ
身体情報
1
5
計測装置
バイタルサイン情報
100
3
ECMO
装置動作情報
情報処理装置
患者
4
投薬装置
投与情報
7
患者ＤＢ
検査情報（検査値）
血液検査
9
学習モデル

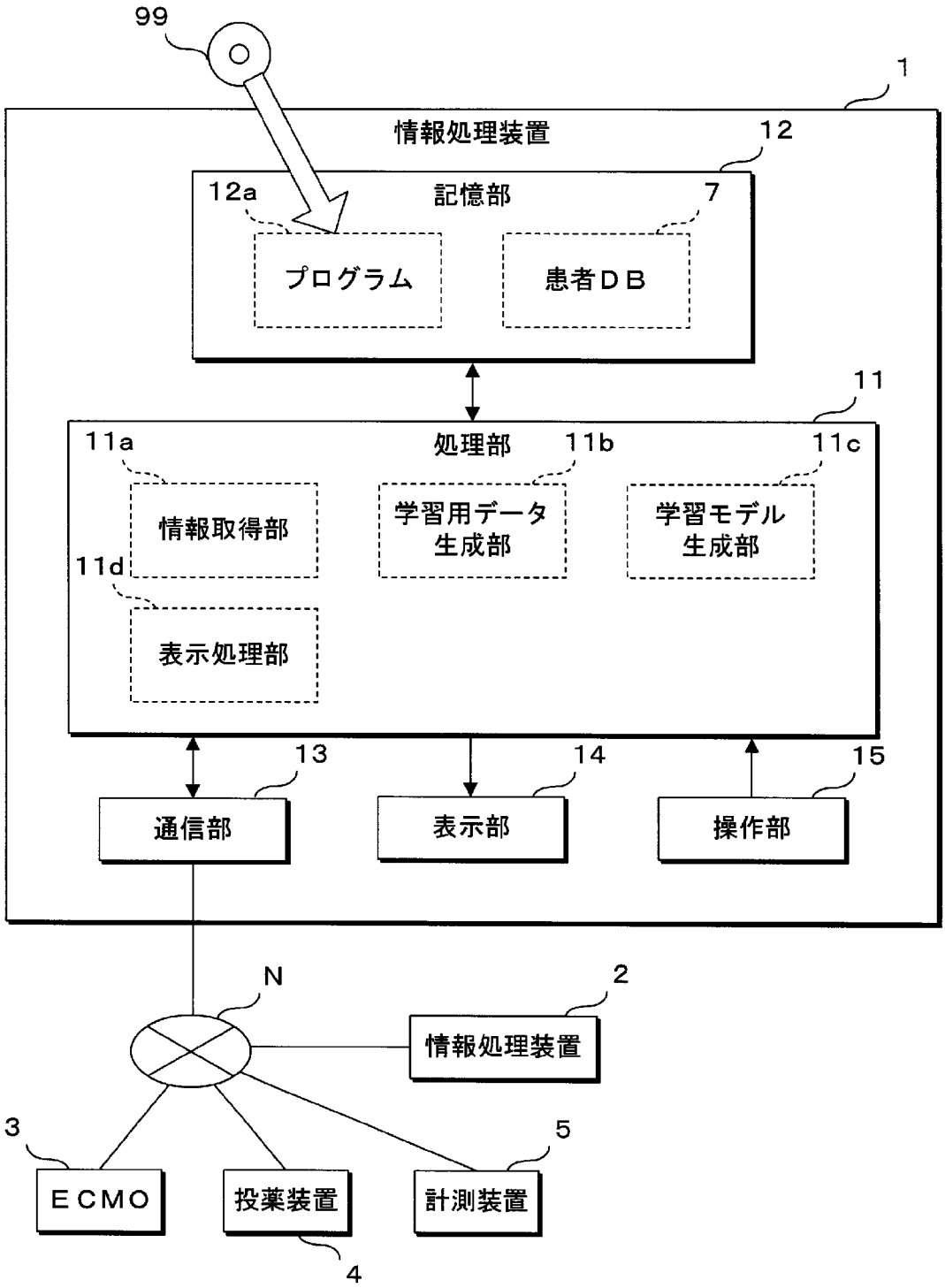
[図2]


<学習モデルの利用>
101
カルテ
身体情報
2
5
計測装置
バイタルサイン情報
110
3
ECMO
装置動作情報
情報処理装置
9
対象者
4
投薬装置
投与情報
学習モデル
血液検査の
検査値の
予測値

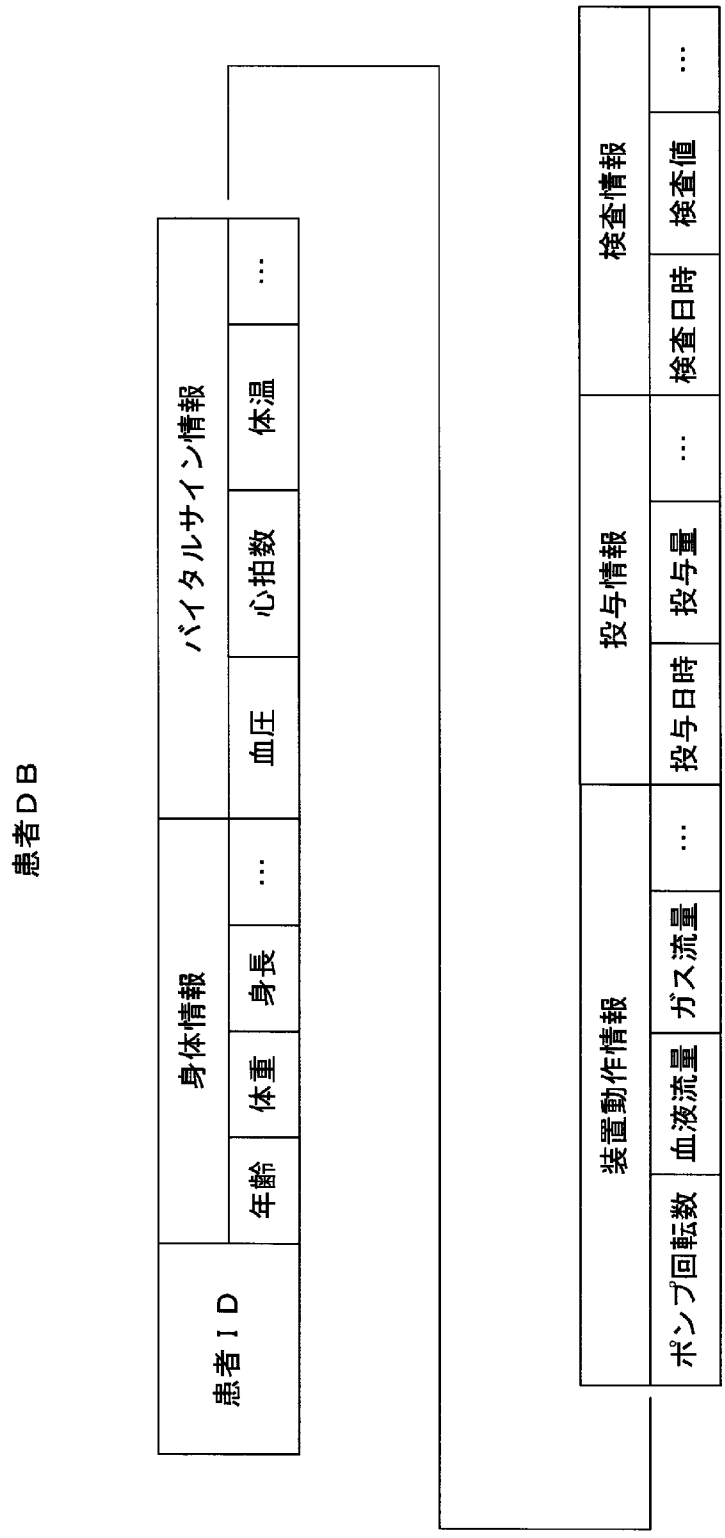
[図3]



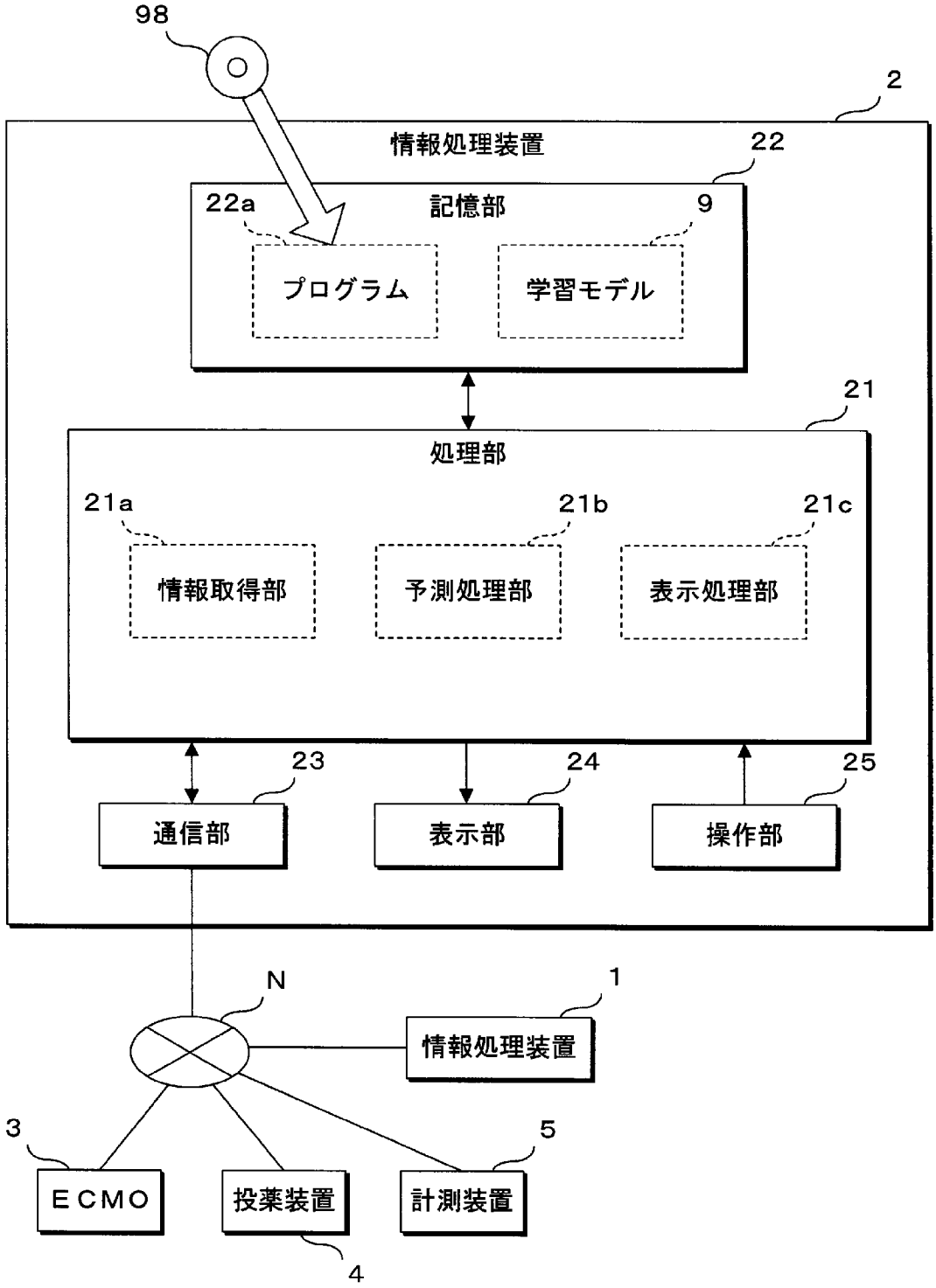
[図4]


99
1
情報処理装置
12
12a
記憶部
7
プログラム
患者ＤＢ
11
11a
処理部
11b
11c
情報取得部
学習用データ生成部
学習モデル生成部
11d
表示処理部
13
14
15
通信部
表示部
操作部
N
2
情報処理装置
3
5
ＥＣＭＯ
投薬装置
計測装置
4

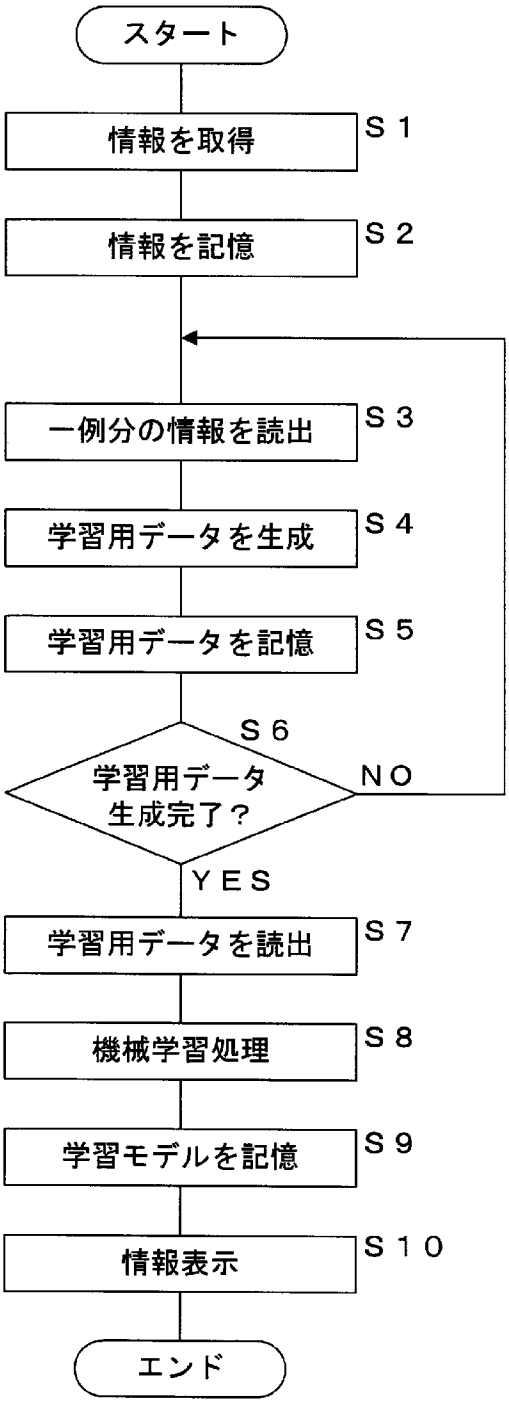
[図5]


患者ＤＢ
患者ＩＤ
身体情報
年齢
体重
身長
…
バイタルサイン情報
血圧
心拍数
体温
…
装置動作情報
ポンプ回転数
血液流量
ガス流量
…
投与情報
投与日時
投与量
…
検査情報
検査日時
検査値
…

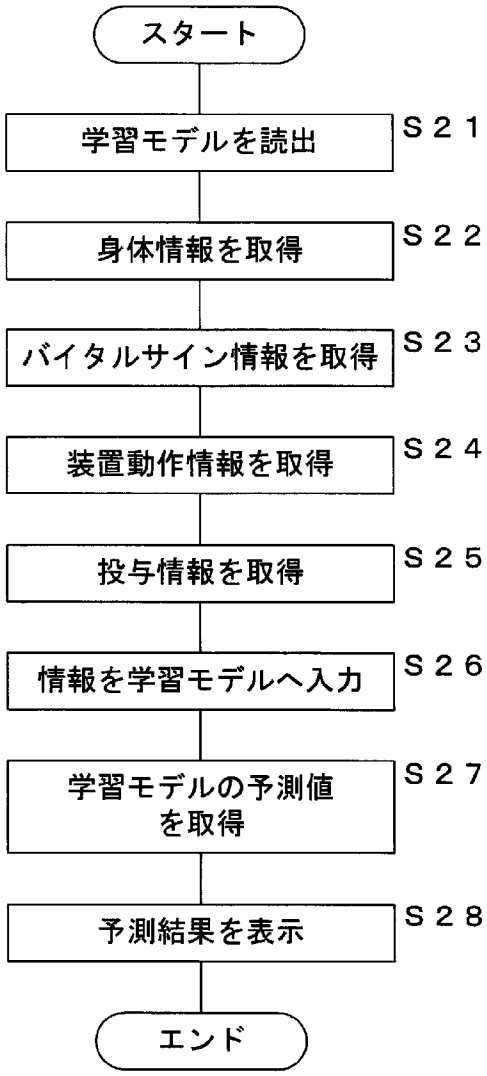
[図6]


98
2
情報処理装置
22
22a
記憶部
9
プログラム
学習モデル
21
処理部
21a
21b
21c
情報取得部
予測処理部
表示処理部
23
24
25
通信部
表示部
操作部
N
1
情報処理装置
3
5
ECMO
投薬装置
計測装置
4

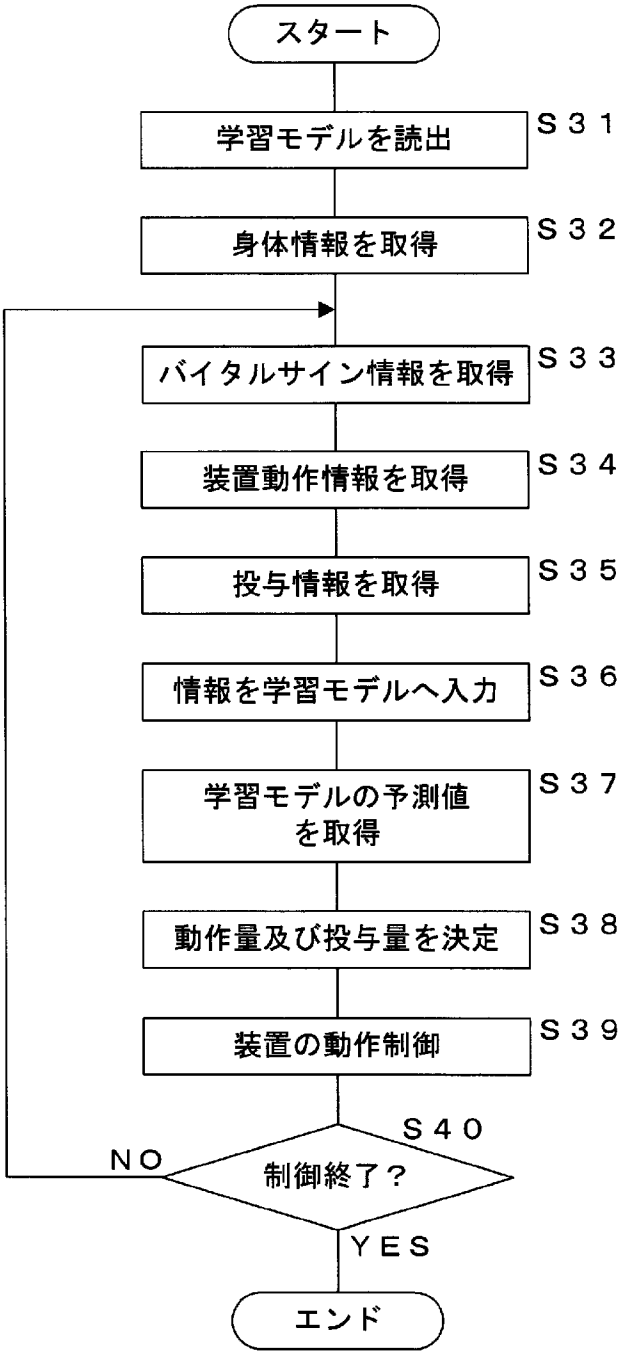
[図7]


スタート
情報を取得
S１
情報を記憶
S２
一例分の情報を読出
S３
学習用データを生成
S４
学習用データを記憶
S５
S６
学習用データ
生成完了？
NO
YES
学習用データを読出
S７
機械学習処理
S８
学習モデルを記憶
S９
情報表示
S１０
エンド

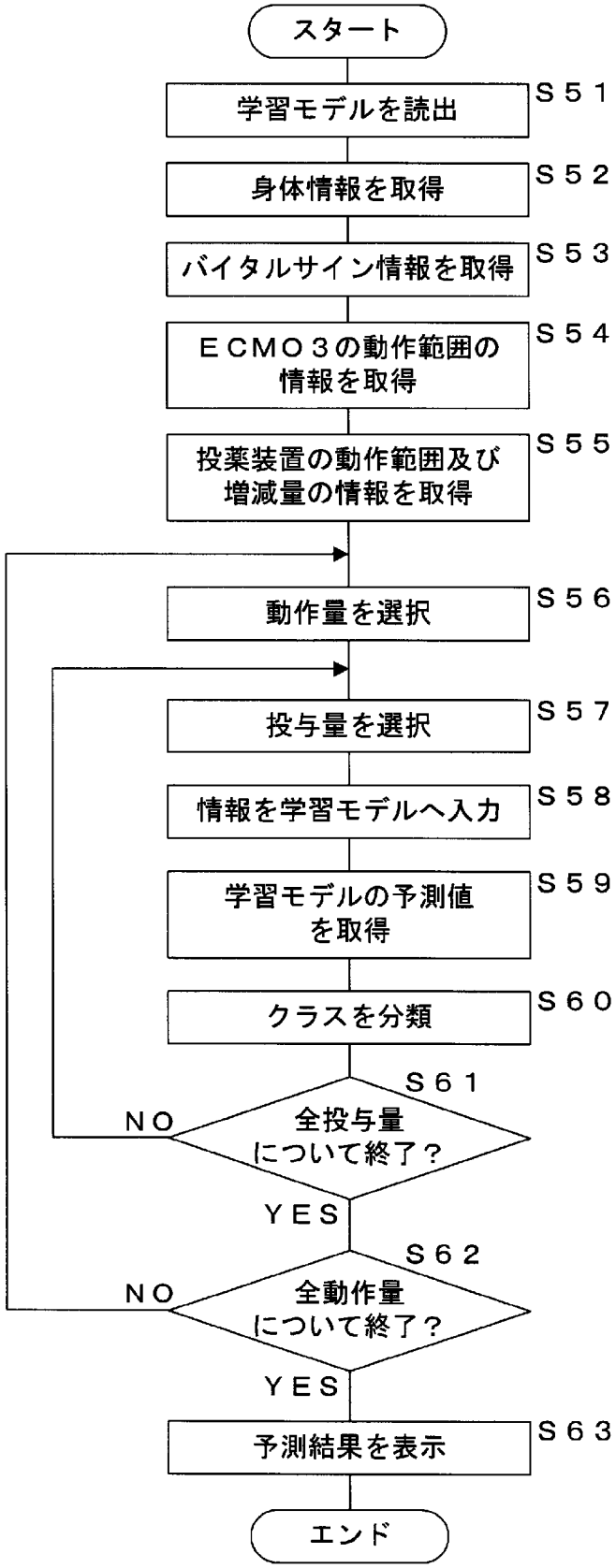
[図8]


スタート
学習モデルを読出
S２１
身体情報を取得
S２２
バイタルサイン情報を取得
S２３
装置動作情報を取得
S２４
投与情報を取得
S２５
情報を学習モデルへ入力
S２６
学習モデルの予測値
を取得
S２７
予測結果を表示
S２８
エンド

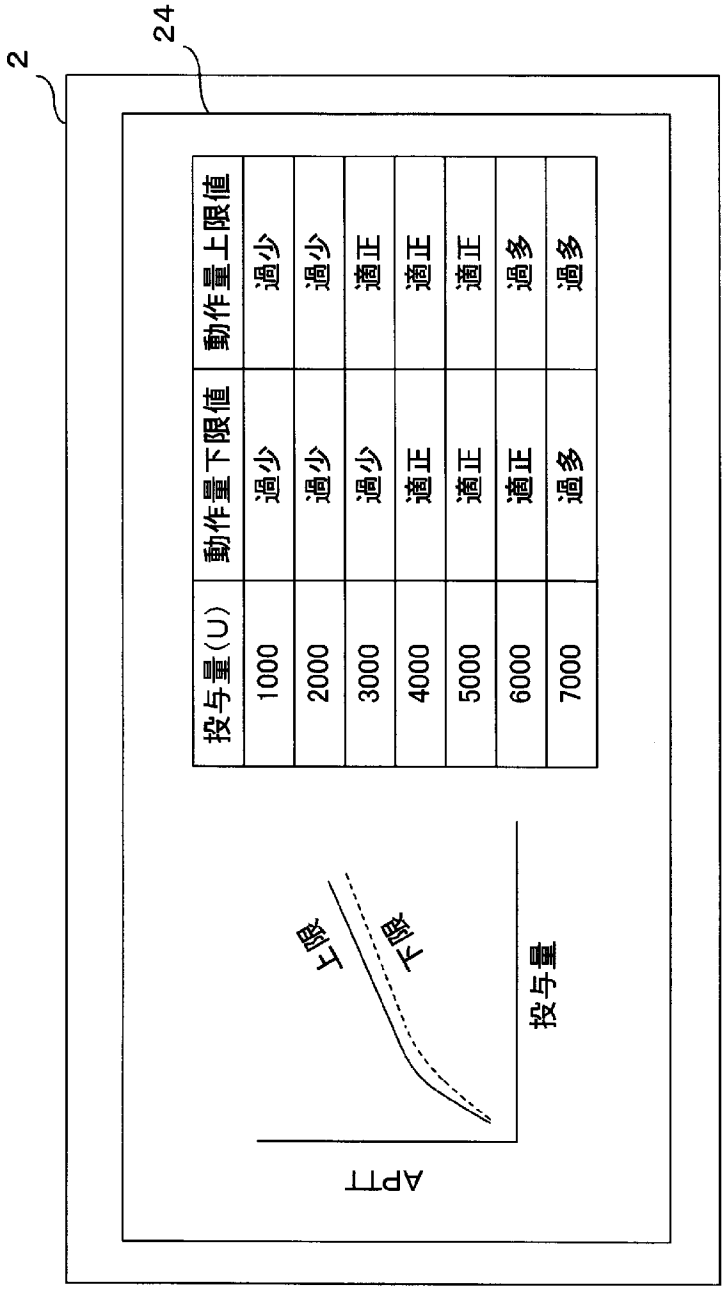
[図9]


スタート
学習モデルを読出
S31
身体情報を取得
S32
バイタルサイン情報を取得
S33
装置動作情報を取得
S34
投与情報を取得
S35
情報を学習モデルへ入力
S36
学習モデルの予測値
を取得
S37
動作量及び投与量を決定
S38
装置の動作制御
S39
S40
制御終了？
NO
YES
エンド

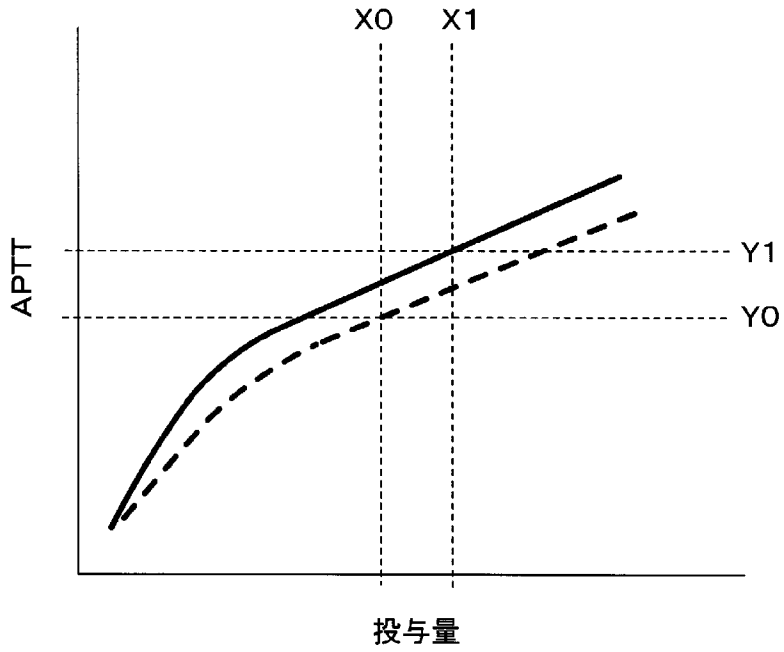
[図10]


スタート
学習モデルを読出
S51
身体情報を取得
S52
バイタルサイン情報を取得
S53
ECMO3の動作範囲の情報を取得
S54
投薬装置の動作範囲及び増減量の情報を取得
S55
動作量を選択
S56
投与量を選択
S57
情報を学習モデルへ入力
S58
学習モデルの予測値を取得
S59
クラスを分類
S60
S61
全投与量について終了？
NO
YES
S62
全動作量について終了？
NO
YES
予測結果を表示
S63
エンド

[図11]


2
24
投与量(U)
動作量下限値
動作量上限値
1000 過少 過少
2000 過少 過少
3000 過少 適正
4000 適正 適正
5000 適正 適正
6000 適正 過多
7000 過多 過多
APT
上限
下限
投与量

[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/003405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G16H 10/40(2018.01)i
FI: G16H10/40

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)

G16H10/40

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 2004-94621 A (ASAHI MEDICAL CO., LTD.) 25 March 2004 (2004-03-25) entire text	1-17
A	WO 2002/053209 A1 (PHILIPS JAPAN, LTD.) 11 July 2002 (2002-07-11) entire text	1-17
A	JP 2022-66479 A (MAQUET CARDIOPULMONARY GMBH) 28 April 2022 (2022-04-28) entire text	1-17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10 April 2024	**23 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/003405

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2004-94621 A	25 March 2004	(Family: none)	
WO 2002/053209 A1	11 July 2002	US 2005/0102165 A1 entire text EP 1364666 A1	
JP 2022-66479 A	28 April 2022	US 2017/0102846 A1 entire text WO 2017/062549 A1 CA 3001213 A1 CN 108136087 A KR 10-2018-0093885 A EP 4129357 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/003405

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G16H 10/40(2018.01)i
FI: G16H10/40

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））

G16H10/40

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 2004-94621 A (旭メディカル株式会社) 25.03.2004 (2004-03-25) 全文	1-17
A	WO 2002/053209 A1 (日本フィリップス株式会社) 11.07.2002 (2002-07-11) 全文	1-17
A	JP 2022-66479 A (マクエット カルディオプルモナリー ゲーエムベーハー) 28.04.2022 (2022-04-28) 全文	1-17

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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、一般的技術水準を示すもの
“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	国際調査報告の発送日
10.04.2024	23.04.2024

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）
吉田　誠 5N 3659
電話番号 03-3581-1101 内線 3519

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/JP2024/003405

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2004-94621 A	25.03.2004	（ファミリーなし）	
WO 2002/053209 A1	11.07.2002	US 2005/0102165 A1 全文 EP 1364666 A1	
JP 2022-66479 A	28.04.2022	US 2017/0102846 A1 全文 WO 2017/062549 A1 CA 3001213 A1 CN 108136087 A KR 10-2018-0093885 A EP 4129357 A1	