

(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
2021年7月1日(01.07.2021)



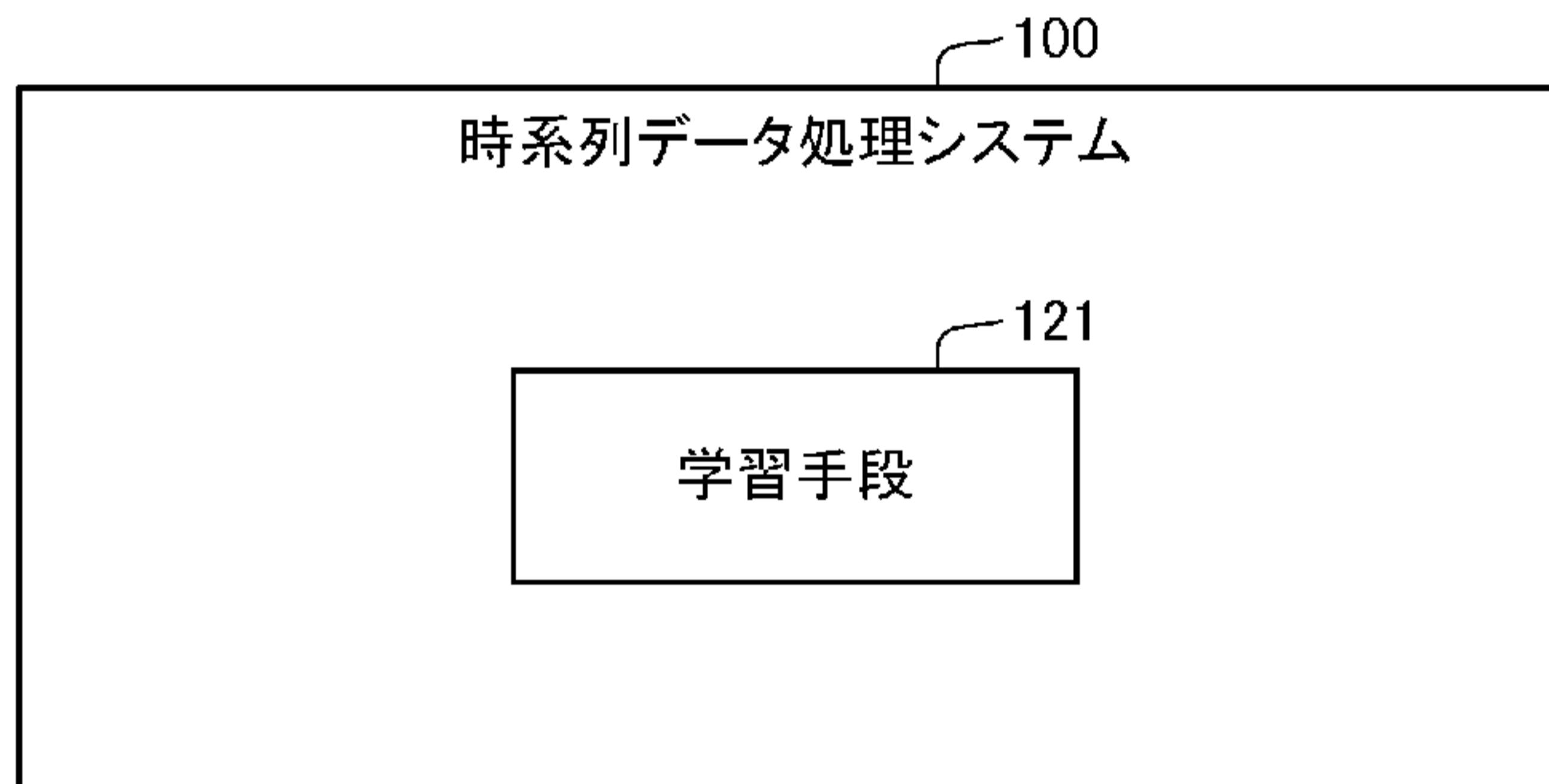
(10) 国際公開番号

WO 2021/130936 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/050988
- (22) 国際出願日: 2019年12月25日(25.12.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 飯澤 洋平 (IIZAWA, Yohei); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 馬場 資博, 外 (BABA, Motohiro et al.); 〒3500046 埼玉県川越市菅原町25番地1 石井ビル2階 Saitama (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, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: TIME-SERIES DATA PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 時系列データ処理方法



100 Time-series data processing system
121 Learning means

(57) Abstract: A time-series data processing system 100 according to the present invention is provided with a learning means 121 which learns to generate a model that takes, as an input from among time-series data obtained by measuring an object to be measured, boundary period time-series data, which is time-series data in a boundary period between a normal period in which the object to be measured is determined as being in a normal state and an abnormal period in which the object to be measured is determined as being in an abnormal state, and takes, as an output, a teacher signal determined by a function preset according to a temporal change in the boundary period time-series data.

(57) 要約: 本発明の時系列データ処理システム100は、計測対象から計測された時系列データのうち、計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段121を備える。

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：時系列データ処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、時系列データ処理方法、時系列データ処理システム、プログラムに関する。

背景技術

[0002] エネルギー（電気、ガス、上水など）や工業製品（機械製品、化学製品、食品、医薬品など）を製造する産業プラント、情報処理システムといった設備、大型機械では、各種センサからの計測値である時系列データを分析し、異常状態が発生したことを検出して出力することが行われている。具体的に、異常状態の検出は、まず、事前に異常状態であることが判明している監視対象から計測した時系列データを機械学習して異常モデルを生成し、その後に監視対象から計測した時系列データが異常モデルに相当するか否かを判断することで行う。

[0003] ここで、特許文献1には、機械設備の故障を検知する方法が記載されている。特許文献1では、まず、正常状態のセンサデータから正常モデルを生成し、異常状態のセンサデータから異常モデルを生成する。そして、センサデータを正常モデルや異常モデルに入力することで、異常状態の判別を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-185422号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述したように、正常状態と異常状態とを学習する方法では、時系列データが正常状態から異常状態に遷移している期間である境界状態において、適切に異常状態の予兆を検知することができない、という問題

が生じる。つまり、時系列データの正常状態と異常状態との間の境界期間では、監視対象がどちらの状態であるかを検知することができない。

[0006] 一方で、時系列データの正常状態と異常状態との間の期間を異常予兆期間として学習し、新たな時系列データから異常予兆期間であることを検出することも考えられる。しかしながら、正常状態から異常状態に遷移している境界期間が長時間である場合には、異常状態の予兆をより早く検知してしまい、より適切に異常状態の予兆を検知することができない。

[0007] このため、本発明の目的は、上述した課題である、より適切に異常状態の予兆を検知することができない、ことを解決することができる時系列データ処理方法、時系列データ処理システム、プログラム、を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一形態である時系列データ処理方法は、

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する、
という構成をとる。

[0009] また、本発明の一形態である時系列データ処理システムは、

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、前記境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段を備えた、
という構成をとる。

[0010] また、本発明の一形態であるプログラムは、
情報処理装置に、

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、前記境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段、
を実現させる、
という構成をとる。

発明の効果

[0011] 本発明は、以上のように構成されることにより、対象が異常状態となることの予兆をより適切に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態1における時系列データ処理システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図1に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図3]図1に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図4]図1に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図5]図1に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図6]図1に開示した時系列データ処理システムの動作を示すフローチャートである。

[図7]図1に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図8]図 1 に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図9]図 1 に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図10]図 1 に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図11]図 1 に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図12]図 1 に開示した時系列データ処理システムによる時系列データの処理の様子を示す図である。

[図13]本発明の実施形態 2 における時系列データ処理システムのハードウェア構成を示すブロック図である。

[図14]本発明の実施形態 2 における時系列データ処理システムの構成を示すブロック図である。

[図15]本発明の実施形態 2 における時系列データ処理システムの動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] <実施形態 1 >

本発明の第 1 の実施形態を、図 1 乃至図 1 2 を参照して説明する。図 1 は、時系列データ処理システムの構成を説明するための図であり、図 2 乃至図 1 2 は、時系列データ処理システムの処理動作を説明するための図である。

[0014] [構成]

本発明における時系列データ処理システム 1 0 は、プラントなどの計測対象 P に接続されている。そして、時系列データ処理システム 1 0 は、計測対象 P の少なくとも一以上のデータ項目の計測値を取得して分析し、分析結果に基づいて計測対象 P の状態を監視して、所定の状態を検知するものである。特に、本実施形態における時系列データ処理システム 1 0 では、過去の計測値を用いて、ニューラルネットワークまたはディープラーニングといった

教師あり学習である機械学習を行い、かかる学習により生成されたモデルを用いて、新たな計測対象 P の計測値から当該計測対象 P の状態を検知することとしている。

[0015] ここで、例えば、計測対象 P は、製造工場や処理施設などのプラントであり、各データ項目の計測値は、プラント内の温度、圧力、流量、消費電力値、原料の供給量、残量など、複数種類のデータ項目の値からなる。但し、本発明の時系列データ処理システム 10 で状態を監視する計測対象 P は、プラントであることに限定されず、情報処理システムなどの設備や大型機械といったいかなるものであってもよい。例えば、計測対象 P が情報処理システムである場合には、情報処理システムを構成する端末やサーバ等の各情報処理装置の CPU (Central Processing Unit) 使用率、メモリ使用率、ディスクアクセス頻度、入出力パケット数、入出力パケットレート、消費電力値などを、各データ項目の計測値として計測し、かかる計測値を分析して情報処理システムの状態を検知してもよい。また、計測対象 P が機械である場合には、かかる機械の構成要素が動作することで生じるトルクや回転数などの計測値を計測して、機械の状態を検知してもよい。

[0016] そして、本実施形態における時系列データ処理システム 10 は、計測対象 P の状態として、計測対象 P の正常状態、異常状態を検知することはもちろんのこと、特に、異常状態となる予兆、を検知するよう構成される。以下、時系列データ処理システム 10 の構成について詳細に説明する。

[0017] 時系列データ処理システム 10 は、演算装置と記憶装置とを備えた 1 台又は複数台の情報処理装置にて構成される。そして、時系列データ処理システム 10 は、図 1 に示すように、計測部 11、ラベル作成部 12、学習部 13、閾値決定部 14、予測部 15、判定部 16、を備える。なお、計測部 11、ラベル作成部 12、学習部 13、閾値決定部 14、予測部 15、判定部 16 の機能は、演算装置が記憶装置に格納された各機能を実現するためのプログラムを実行することにより、実現することができる。また、時系列データ処理システム 10 は、計測データ記憶部 17、ラベル記憶部 18、モデル記

憶部 19、要件記憶部 20 を備える。なお、計測データ記憶部 17、ラベル記憶部 18、モデル記憶部 19、要件記憶部 20 は、記憶装置により構成される。以下、各構成について詳述する。

[0018] 上記計測部 11 は、計測対象 P に設置された各種センサにて計測された各センサ値を、所定の時間間隔で時系列データとして取得して、計測データ記憶部 17 に記憶する。ここで、図 2 に、計測部 11 にて取得し、時系列データ処理システム 10 にて処理する時系列データの一例を示す。図 2 の上図に示すように、本実施形態における時系列データ処理システム 10 は、1 つのセンサにて計測された 1 つのセンサ値の時系列データを処理対象とする。但し、時系列データ処理システム 10 は、複数種類のデータ項目の時系列データからなる時系列データセットを処理対象としてもよい。

[0019] なお、計測部 11 による時系列データの取得は常時行われている。そして、計測部 11 は、取得した時系列データを、後述するように、計測対象 P の異常状態の予兆を検知するためのモデルを生成するために使用する学習用データとして計測データ記憶部 17 に記憶したり、計測対象 P の状態を予測するとき使用する予測用データとして取得して、予測部 15 に渡す。

[0020] 上記ラベル作成部 12（作成手段）は、計測データ記憶部 17 から過去に計測された学習用データである時系列データを読み出し、モデルを生成するための処理を行う。具体的に、ラベル作成部 12 は、まず、図 2 の上図に示すような過去の時系列データを読み出し、かかる時系列データに対して、計測対象 P の状態毎に対応する各期間を表すラベルを設定する。このとき、ラベル作成部 12 は、時系列データのうち、計測対象 P が正常状態であると判定された正常期間と、計測対象 P が異常状態であると判定された異常期間と、をそれぞれ特定する時間情報の入力を受け付け、図 2 の下図に示すように、各期間に対応する時間の時系列データに、正常期間のラベルと異常期間のラベルを設定する。そして、ラベル作成部 12 は、時系列データのうち、正常期間のラベルと異常期間のラベルとの間に別の期間が存在している場合には、かかる間の別の期間を、計測対象 P が正常状態から異常状態に遷移する

境界状態である境界期間として判定し、境界期間のラベルを設定する。

[0021] 続いて、ラベル作成部12は、各期間内の時系列データから所定の時間幅の部分時系列データを抽出し、かかる部分時系列データに、計測対象Pの状態を表すカテゴリの重みを対応付けたラベルデータを作成する。ここで、計測対象Pの状態を表す「カテゴリ」として、「正常状態」と「異常状態」とを設定し、各カテゴリの「重み」として、「正常状態である確信度合いを表す確信度」と「異常状態である確信度合いを表す確信度」との両方を設定することとする。具体的に、ラベル作成部12は、まず、図3の上図に示すように、各期間の時系列データに対して所定の時間幅のウィンドウwを設定する。なお、ウィンドウwの時間幅、数、スライド幅については後述する。そして、ラベル作成部12は、各ウィンドウw内の部分時系列データに対して、各期間に応じて設定された基準に従い、各カテゴリの重みを対応付けて、ラベルデータを作成する。

[0022] ここで、図3の下図を参照して、ラベル作成部12によって作成するラベルデータの一例を説明する。まず、ラベル作成部12は、「正常期間」に属する部分時系列データに対しては、どの時間においても、正常状態の確信度「1.0」、異常状態の確信度「0.0」を設定して、当該部分時系列データに対応付けたラベルデータを生成する。また、ラベル作成部12は、「異常期間」に属する部分時系列データに対しては、どの時間においても、正常状態の確信度「0.0」、異常状態の確信度「1.0」を設定して、当該部分時系列データに対応付けたラベルデータを生成する。このとき、異常状態の確信度「1.0」は、異常状態であることを表す「異常値」であることとする。なお、ウィンドウwの時間幅、数、スライド幅は任意であるが、例えば、下記の「境界期間」で設定する時間幅やスライド幅と同様に設定してもよい。つまり、「正常期間」と「異常期間」で設定するウィンドウwは、時系列データのサンプル数を基準として、サイズW=サンプル数3つ分、スライド幅S=サンプル数2つ分としてもよい。

[0023] そして、ラベル作成部12は、「境界期間」に属する部分時系列データに

対しては、以下のようにしてラベルデータを作成する。ここで、一例として「境界期間」の時系列データは、図4の上図に示すように、サンプル数Bが6個（ $B = 6$ ）、ウィンドウwのサイズ（時間幅）Wがサンプル数3つ分（ $W = 3$ ）、そして、ウィンドウwの時間方向におけるスライド幅Sがサンプル数2つ分（ $S = 2$ ）、であることとする。この場合、ラベル作成部12は、上述したパラメータから、下記数1式により、「境界期間」で作成するラベルデータの数Lを4つ（ $L = 4$ ）と決定する。

[0024] [数1]

$$L = \text{floor} \left[\frac{B + W - 1}{S} \right] = \text{floor} \left[\frac{6 + 3 - 1}{2} \right] = 4$$

[0025] 続いて、ラベル作成部12は、「境界期間」の時系列データから、4つのラベルデータに対応する4つの部分時系列データを作成し、それぞれの部分時系列データに、カテゴリの重みを設定して対応付ける。なお、ここで生成する境界期間の4つのラベルデータに対応する部分時系列データは、所定の時間幅の時系列データであるため、隣接する正常期間や異常期間の時系列データの一部も含みうる。そして、ラベル作成部12は、部分時系列データの時間の経過に伴い予め設定された「関数 $f(x)$ 」に従って決定される値を、各カテゴリの重みとして設定する。例えば、「境界期間」が、「正常期間」から「異常期間」に遷移する間の期間である場合であって、カテゴリ「異常状態」の「重み」を表す決定する関数 $f(x)$ は、時系列データのサンプリング間隔を Δt としたときに、数2式で表されることとする。なお、「 t 」は、境界期間の開始時間を表すこととする。

[0026] [数2]

$$f(x) = \frac{1}{\Delta t(B + W)} (x - t)$$

[0027] ここで、上記数2式により、境界期間における各ラベルデータを構成する各部分時系列データの時間に応じて決定されるカテゴリ「異常状態」の「重み」の値を、図4の下図に示す。この図に示すように、ラベル作成部12は、境界期間におけるラベルデータを構成する部分時系列データの時間が、異常期間に近づくほど、カテゴリ「異常状態」の「重み」の値が増加し、かつ、異常期間の部分時系列データに設定されたカテゴリ「異常状態」の「重み」である「異常値=1」に近づくよう設定される。なお、この図において、「 ΔT 」は、ラベルデータの間隔を表しており、「 $\Delta T = (B + W) / L$ 」で与えられる。すると、この図に示すように、最も「正常期間」寄りの時間「 $t + \Delta T$ 」の部分時系列データに対しては、異常状態の重みとして「0.2」が設定され、「異常期間」に近づくにつれて、異常状態の重みは「0.4」、「0.6」、「0.8」というように線形的に増加するよう設定される。

[0028] このように、本実施形態では、カテゴリ「異常状態」の「重み」を決定する関数 $f(x)$ は、部分時系列データの時間の経過に伴い値が増加する単調増加関数であり、特に、線形関数である。但し、関数 $f(x)$ は、シグモイド関数のような他の関数であってもよく、必ずしも増加関数であることに限定されない。例えば、関数 $f(x)$ は、「境界期間」の時間の経過に伴い、「異常期間」におけるラベルデータの部分時系列データに対して設定されるカテゴリ「異常状態」の「重み」の値に近づくよう増減するような値を決定する関数であってもよい。さらには、関数 $f(x)$ は、「境界期間」の時間の経過に伴い、「異常期間」までの時間に応じてその値がいかなる変化をするような関数であってもよい。なお、関数 $f(x)$ は、予めユーザによって指定され、要件記憶部20に記憶されている。

[0029] なお、ラベル作成部12は、各ラベルデータを構成する各部分時系列データに対して、カテゴリ「正常状態」の「重み」も設定するが、この例では、上記 $f(x)$ とは逆に、部分時系列データの時間が「異常期間」に近づくにつれて、「正常期間」の「重み=1」から徐々に値が減少するよう設定され

る。つまり、カテゴリ「正常状態」の「重み」は、「 $1 - f(x)$ 」で決定される。なお、本実施形態では、教師あり学習で「正常」と「異常」の2つのカテゴリ分類を行う場合を説明しているため、「正常状態」の重みと、「異常状態」の重みとがセットで設定される。但し、ラベル作成部12は、必ずしも正常状態の重みを設定しなくてもよい。

[0030] そして、ラベル作成部12は、上述したように、各期間に応じて作成した、部分時系列データと、当該部分時系列データに対応付けた各カテゴリの重みと、からなるラベルデータを、ラベル記憶部18に記憶する。なお、ラベル作成部12は、計測データ記憶部17に記憶されている他の学習用データに対しても上述同様にラベルデータの作成を行い、作成したラベルデータをラベル記憶部18に記憶する。

[0031] 上記学習部13（学習手段）は、ラベル記憶部18からラベルデータを読み出し、当該ラベルデータの学習を行ってモデルを生成する。具体的に、学習部13は、ラベルデータを構成する部分時系列データを入力データとし、当該部分時系列データに対応付けられたカテゴリ「正常状態」の「重み」とカテゴリ「異常状態」の「重み」とのセットを教師信号として出力するようなモデルを生成するよう機械学習を行う。つまり、「正常期間」の部分時系列データについては、「正常状態の重み（確信度）= 1」、「異常状態の重み（確信度）= 0」となる教師信号を用いて学習し、「異常期間」の部分時系列データについては「正常状態の重み（確信度）= 0」、「異常状態の重み（確信度）= 1」となる教師信号を用いて学習する。さらに「境界期間」の部分時系列データについては、上述したように「正常状態」と「異常状態」とのそれぞれの「重み（確信度）」が、「0より大きく1未満の値」に設定された教師信号を用いて学習することとなる。

[0032] これにより、モデルは、計測対象Pから計測された時系列データが入力されたときに、入力された時系列データが過去に正常状態と判定された時系列データに対応するような場合には、カテゴリ「異常状態」の「重み= 0」を出力し、入力された時系列データが過去に異常状態と判定された時系列デー

タに対応するような場合には、カテゴリ「異常状態」の「重み＝1」を出力するよう構成される。また、モデルは、入力された時系列データが過去に境界状態と判定された時系列データに対応するような場合には、異常期間までの時間に応じてカテゴリ「異常状態」の「重み＝0より大きく1未満の値」を出力するよう構成される。

[0033] 上記閾値決定部14（閾値決定手段）は、ラベル記憶部18に記憶されたラベルデータを用いて、後に上述したモデルを用いて計測対象Pの状態を予測する際に使用する閾値を決定する。ここで、本実施形態では特に、計測対象Pが異常状態となる予兆を検知するための閾値を設定する。このとき、事前に、計測対象Pが異常状態となるまでの時間的要件が要件記憶部20に記憶されており、かかる時間的要件を満たすような閾値が決定される。

[0034] 一例として、「平均で異常状態となる10秒前に予兆を検知」という時間的要件が設定されていた場合には、閾値決定部14は、まず、図5の上図に示すように、「境界期間」のラベルデータを構成する部分時系列データの中から、「異常期間」の10秒前の時間における部分時系列データに対応付けられたカテゴリ「異常状態」の「重み」を読み出し、その頻度の統計を作成する。そして、かかる「重み」の頻度の統計情報から、図5の上図に示すように、平均値を算出し、算出された平均値「0.5」を閾値として決定する。

[0035] また、別の例として、「異常状態となる10秒前までに予兆を検知」という時間的要件が設定されていた場合には、閾値決定部14は、上述同様に、図5の下図に示すように、「境界期間」のラベルデータを構成する部分時系列データの中から、「異常期間」の10秒前の時間における部分時系列データに対応付けられたカテゴリ「異常状態」の「重み」を読み出し、その頻度の統計を作成する。そして、かかる「重み」の頻度の統計情報から、図5の下図に示すように、「重み」の最小値「0.2」を閾値として決定する。

[0036] 上記予測部15（検知手段）は、計測対象Pから新たに計測された時系列データを取得して、上述したように生成したモデルを用いて、計測対象Pの

状態を予測する。具体的に、予測部 15 は、まず、モデル記憶部 19 に記憶されているモデルを読み出し、計測部 11 にて計測対象 P から新たに計測された時系列データを取得して、かかる時系列データの所定の時間幅の部分時系列データをモデルに入力する。そして、予測部 15 は、モデルから出力される値として、入力された部分時系列データに対応するカテゴリ「異常状態」の「重み」の値を取得し、かかる重みの値を計測対象 P の状態として予測する。そして、予測部 15 は、取得した重みの値を判定部 16 に渡す。

[0037] 上記判定部 16（検知手段）は、上述したように計測対象 P から計測された時系列データに対応してモデルから出力されたカテゴリ「異常状態」の「重み」の値から、計測対象 P の状態を判定する。具体的に、判定部 16 は、重みの値が「0」である場合には、計測対象 P が正常状態であると判定し、重みの値が「1」である場合には、計測対象 P が異常状態であると判定する。また、判定部 16 は、重みの値が「0 より大きく 1 未満」である場合には、かかる重みの値と閾値とを比較する。そして、判定部 16 は、重みの値が閾値以上である場合には、計測対象 P が異常状態となる予兆を検知したと判定する。なお、判定部 16 は、重みの値と閾値との比較の結果、重みの値が閾値以上である場合には計測対象 P が「異常状態」であり、重みの値が閾値未満である場合には計測対象 P が「正常状態」である、と判定してもよい。

[0038] そして、判定部 16 は、判定結果に応じた処理を行う。例えば、計測対象 P が異常状態となる予兆を検知したと判定した場合には、その旨を管理者などの予め設定された通知先に通知する。

[0039] ここで、上述した閾値決定部 14 は、上述とは異なる方法で閾値を決定してもよい。例えば、閾値決定部 14 は、上述した予測部 15 に依頼して、計測データ記憶部 17 に記憶しているラベルデータの生成元となる学習用データである時系列データをモデルに対して入力して、その出力であるカテゴリ「異常状態」の「重み」の値を取得する。特に、予測部 15 に対して依頼して、境界期間のラベルデータを構成する部分時系列データをモデルに対して入力して、その出力であるカテゴリ「異常状態」の「重み」を取得する。そ

して、図5で示したように上述同様に、計測対象Pが異常状態となるまでの時間的要件（例えば、異常状態となる10秒前に予兆を検知）に応じて、所定の時間の「重み」の頻度の統計を作成し、その統計情報から閾値を決定する。但し、閾値決定部14は、いかなる方法で閾値を決定してもよい。

[0040] [動作]

次に、上述した構成の時系列データ処理システム10の動作を、図6乃至図12のフローチャートを参照して説明する。まず、時系列データ処理システム10は、計測対象Pの管理者などから入力された検知要件を取得して、要件記憶部20に記憶する（図6のステップS1）。検知要件としては、例えば、上述したようにラベルデータを作成する際に、部分時系列データに対応付けるカテゴリ「異常状態」の「重み」を決定する基準を表す情報があり、特に、「境界期間」の部分時系列データに対応付ける重みを決定する関数 $f(x)$ の情報がある。また、検知要件としては、計測対象Pの状態の予測時に、異常状態となる予兆を検知する際の要件を表す情報があり、特に、計測対象Pが異常状態となる予兆を検知したい時間的要件がある。さらに、検知要件としては、後述するようにラベルデータを作成する際に必要な情報があり、例えば、時系列データのサンプル数に対するウィンドウwのサイズW、スライド幅S、ラベルデータ数の算出式、などの情報がある。

[0041] 続いて、時系列データ処理システム10は、計測対象Pから学習用データとして取得した時系列データの学習を行う（図6のステップS2）。ここで、時系列データ処理システム10による学習動作の詳細を、図7乃至図9のフローチャートを参照して説明する。

[0042] まず、時系列データ処理システム10は、学習用データである時系列データを読み出し、かかる時系列データに設定されたラベルが複数含まれているかを調べる（図7のステップS11）。そして、時系列データ処理システム10は、例えば図2の下図に示すように、時系列データに、正常期間のラベル、異常期間のラベルといった複数のラベルが含まれており（図7のステップS11でYes）、これらのラベル間が離れている場合には（図7のステ

ップS 1 2でY e s)、その間の時系列データに境界期間のラベルを設定する。そして、時系列データ処理システム1 0は、境界期間の時系列データに対してラベルデータを作成する(図7のステップS 1 3)。

[0043] 具体的に、時系列データ処理システム1 0は、図8のフローチャートに示すように、境界期間のラベルデータを作成する。まず、時系列データ処理システム1 0は、ラベルデータを作成する際に必要となる要件情報を要件記憶部2 0から読み込み(図8のステップS 2 1)、かかる要件情報を用いて、境界期間で作成するラベルデータの数を設定する(図8のステップS 2 2)。そして、時系列データ処理システム1 0は、要件情報から、境界期間のラベルデータを構成する部分時系列データ毎に対応付けるカテゴリ「異常状態」の「重み」を決定する関数 $f(x)$ を決定し(図8のステップS 2 3)、各部分時系列データにそれぞれ「重み」を対応付けてラベルデータを生成する(図8のステップS 2 4)。なお、時系列データ処理システム1 0は、正常期間や異常期間の時系列データについてもラベルデータを作成する。このようにして、時系列データ処理システム1 0は、図3の下図や図4の下図に示すような各期間のラベルデータを生成する。

[0044] そして、時系列データ処理システム1 0は、学習用データの時系列データ内から、正常期間、異常期間、境界期間、といった、学習対象となる区間を選択し(図9のステップS 3 1)、かかる区間のラベルデータを用いて機械学習を行う。具体的に、時系列データ処理システム1 0は、ラベルデータを構成する部分時系列データを入力データとし、当該部分時系列データに対応付けられたカテゴリ「異常状態」の「重み」を教師信号として出力するようなモデルを生成するよう機械学習を行い、随時、モデルを更新する(図9のステップS 3 2)。そして、時系列データ処理システム1 0は、機械学習が終了すると(図9のステップS 3 3でY e s)、モデルをモデル記憶部1 9に記憶して保存する。以上のように、時系列データ処理システム1 0は、学習を行い(図7のステップS 1 5)、作成したラベルデータをラベル記憶部1 8に記憶して保存する(図7のステップS 1 6)。

[0045] その後、時系列データ処理システム10は、作成したモデルを用いて、計測対象Pの状態の予測を行う（図6のステップS3）。具体的に、時系列データ処理システム10は、図10のフローチャートに示すように、計測対象Pが異常状態となる予兆を検知することとなる。ここで、時系列データ処理システム10は、まず、後述するようにモデルから出力される値と比較される閾値を決定する（図10のステップS41）。

[0046] 閾値を決定するために、時系列データ処理システム10は、まず、要件情報を読み込み（図11のステップS51）、併せて、境界期間のラベルデータを読み込む。そして、時系列データ処理システム10は、要件情報に対応する時間の部分時系列データに対応付けられているカテゴリ「異常状態」の「重み」の頻度の統計を作成する（図11のステップS52）。そして、「重み」の頻度の統計情報から、要件情報に対応する閾値を決定する（図11のステップS53）。一例として、時系列データ処理システム10は、「平均で異常状態となる10秒前に予兆を検知」という要件情報が設定されていた場合には、図5の上図に示すように、まず、「境界期間」のラベルデータを構成する部分時系列データの中から、「異常期間」の10秒前の時間における部分時系列データに対応付けられたカテゴリ「異常状態」の「重み」の頻度の統計を作成する。そして、かかる「重み」の頻度の統計情報から平均値を算出し、算出された平均値「0.5」を閾値として決定する。

[0047] 但し、時系列データ処理システム10は、図12に示すフローチャートのように、別の方法で閾値を決定してもよい。時系列データ処理システム10は、まず、要件情報を読み込み（図12のステップS61）、併せて、境界期間のラベルデータとモデルを読み込み、モデルに境界期間のラベルデータを構成する部分時系列データを入力して、その出力値を取得する。そして、時系列データ処理システム10は、モデルからの出力値を、上述したラベルデータに含まれる「重み」と同様に扱う。つまり、時系列データ処理システム10は、要件情報に対応する時間の部分時系列データを入力とした出力値の頻度の統計を作成する（図12のステップS62）。そして、出力値の頻

度の統計情報から、要件情報に対応する閾値を決定する（図12のステップS63）。

[0048] 続いて、時系列データ処理システム10は、計測対象Pから新たに計測された時系列データを取得して、上述したように生成したモデルを用いて、計測対象Pの状態を予測する（図10のステップS41）。具体的に、時系列データ処理システム10は、計測された時系列データに所定の時間幅のウィンドウwを設定し、かかるウィンドウw内の部分時系列データをモデルに入力して、当該モデルからの出力値である入力された部分時系列データに対応するカテゴリ「異常状態」の「重み」の値を取得する。そして、時系列データ処理システム10は、出力値と閾値とを比較し、出力値が閾値以上である場合には、計測対象Pが異常状態となる予兆を検知したと判定する（図10のステップS43）。なお、時系列データ処理システム10は、上述した予測処理を、時系列データ上に設定するウィンドウwをスライドさせて、時系列データが終了するまで行う（図10のステップS44, S45）。

[0049] 以上のように、本発明の時系列データ処理システム10によると、計測対象Pが異常状態となる予兆をより適切に検知することができる。特に、計測対象Pの正常期間と異常期間との間の境界期間が長い場合であっても、異常状態となる前の所望のタイミングを検知することができる。

[0050] <実施形態2>

次に、本発明の第2の実施形態を、図13乃至図15を参照して説明する。図13乃至図14は、実施形態2における時系列データ処理システムの構成を示すブロック図であり、図15は、時系列データ処理システムの動作を示すフローチャートである。なお、本実施形態では、上述した各実施形態で説明した時系列データ処理システム及び時系列データ処理方法の構成の概略を示している。

[0051] まず、図13を参照して、本実施形態における時系列データ処理システム100のハードウェア構成を説明する。時系列データ処理システム100は、一般的な情報処理装置にて構成されており、一例として、以下のようなハ

ードウェア構成を装備している。

- ・ CPU (Central Processing Unit) 101 (演算装置)

- ・ ROM (Read Only Memory) 102 (記憶装置)

- ・ RAM (Random Access Memory) 103 (記憶装置)

- ・ RAM 303 にロードされるプログラム群 104

- ・ プログラム群 304 を格納する記憶装置 105

- ・ 情報処理装置外部の記憶媒体 110 の読み書きを行うドライブ装置 106

- ・ 情報処理装置外部の通信ネットワーク 111 と接続する通信インタフェース 107

- ・ データの入出力を行う入出力インタフェース 108

- ・ 各構成要素を接続するバス 109

[0052] そして、時系列データ処理システム 100 は、プログラム群 104 を CPU 101 が取得して当該 CPU 101 が実行することで、図 14 に示す学習手段 121 を構築して装備することができる。なお、プログラム群 104 は、例えば、予め記憶装置 105 や ROM 102 に格納されており、必要に応じて CPU 101 が RAM 103 にロードして実行する。また、プログラム群 104 は、通信ネットワーク 111 を介して CPU 101 に供給されてもよいし、予め記憶媒体 110 に格納されており、ドライブ装置 106 が該プログラムを読み出して CPU 101 に供給してもよい。但し、上述した学習手段 121 は、電子回路で構築されるものであってもよい。

[0053] なお、図 13 は、時系列データ処理システム 100 である情報処理装置のハードウェア構成の一例を示しており、情報処理装置のハードウェア構成は上述した場合に限定されない。例えば、情報処理装置は、ドライブ装置 106 を有さないなど、上述した構成の一部から構成されてもよい。

[0054] そして、時系列データ処理システム 100 は、上述したようにプログラム

によって構築された学習手段 1 2 1 の機能により、図 1 5 のフローチャートに示す時系列データ処理方法を実行する。

[0055] 図 1 5 に示すように、時系列データ処理システム 1 0 0 は、

計測対象から計測された時系列データのうち、計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する（ステップ S 1 0 1）。

[0056] 本発明は、以上のように、計測対象が正常状態と異常状態との間の状態である境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成している。このため、かかるモデルに対して新たに計測対象から計測された時系列データを入力することで、境界期間の時間の変化に応じた出力値を得ることができ、かかる出力値に基づいて異常状態となる予兆をより適切に検知することができる。

[0057] <付記>

上記実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうる。以下、本発明における時系列データ処理方法、時系列データ処理システム、プログラムの構成の概略を説明する。但し、本発明は、以下の構成に限定されない。

[0058] (付記 1)

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する、

時系列データ処理方法。

[0059] (付記2)

付記1に記載の時系列データ処理方法であって、

所定の時間幅の前記時系列データからなる部分時系列データに、前記計測対象の状態に応じた前記教師信号を対応付けたラベルデータを作成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて、前記境界期間に対応して設定された前記関数により決定される前記教師信号を対応付けた前記ラベルデータを作成し、

前記ラベルデータを用いて学習して前記モデルを生成する、

時系列データ処理方法。

[0060] (付記3)

付記2に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、当該異常期間内の前記部分時系列データに対応付けられる前記教師信号の値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、

時系列データ処理方法。

[0061] (付記4)

付記3に記載の時系列データ処理方法であって、

前記異常期間内の前記部分時系列データに、前記異常状態であることを表す異常値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記異常値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、

時系列データ処理方法。

[0062] (付記5)

付記4に記載の時系列データ処理方法であって、

前記正常期間内の前記部分時系列データに前記異常値よりも低い値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理方法。

[0063] (付記6)

付記5に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって単調増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理方法。

[0064] (付記7)

付記1乃至6のいずれかに記載の時系列データ処理方法であって、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する、
時系列データ処理方法。

[0065] (付記8)

付記2乃至6のいずれかに記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データから作成した前記ラベルデータと、当該ラベルデータを構成する前記部分時系列データの前記異常期間に対する時間と、に

基づいて閾値を設定し、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値と前記閾値との比較結果に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する、
時系列データ処理方法。

[0066] (付記 9)

付記 8 に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データのうち、前記異常期間までの予め設定された時間における当該部分時系列データに対応付けられた前記教師信号に基づいて前記閾値を設定する、

時系列データ処理方法。

[0067] (付記 10)

付記 8 に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データを前記モデルに対して入力し、当該モデルから出力された値に基づいて前記閾値を設定する、

時系列データ処理方法。

[0068] (付記 11)

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、前記境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段を備えた、

時系列データ処理システム。

[0069] (付記 12)

付記 11 に記載の時系列データ処理システムであって、

所定の時間幅の前記時系列データからなる部分時系列データに、前記計測対象の状態に応じた前記教師信号を対応付けたラベルデータを作成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて、前記境界期間に対応して設定された前記関数により決定される前記教師信号を対応付けた前記ラベルデータを作成する作成手段を備え、

前記学習手段は、前記ラベルデータを用いて学習して前記モデルを生成する、
時系列データ処理システム。

[0070] (付記 1 3)

付記 1 2 に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、当該異常期間内の前記部分時系列データに対応付けられる前記教師信号の値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理システム。

[0071] (付記 1 4)

付記 1 3 に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記異常期間内の前記部分時系列データに、前記異常状態であることを表す異常値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記異常値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理システム。

[0072] (付記 1 5)

付記 1 4 に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記正常期間内の前記部分時系列データに前記異常値よりも低い値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理システム。

[0073] (付記 16)

付記 15 に記載の時系列データ処理システムであって、
前記作成手段は、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって単調増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理システム。

[0074] (付記 17)

付記 11 乃至 16 のいずれかに記載の時系列データ処理システムであって、
生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する検知手段を備えた、
時系列データ処理システム。

[0075] (付記 18)

付記 12 乃至 16 のいずれかに記載の時系列データ処理システムであって、
前記境界期間時系列データから作成した前記ラベルデータと、当該ラベルデータを構成する前記部分時系列データの前記異常期間に対する時間と、に

基づいて閾値を設定する閾値設定手段と、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値と前記閾値との比較結果に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する検知手段と、を備えた時系列データ処理システム。

[0076] (付記 19)

付記 18 に記載の時系列データ処理システムであって、

前記閾値設定手段は、前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データのうち、前記異常期間までの予め設定された時間における当該部分時系列データに対応付けられた前記教師信号に基づいて前記閾値を設定する、時系列データ処理システム。

[0077] (付記 20)

付記 18 に記載の時系列データ処理システムであって、

前記閾値設定手段は、前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データを前記モデルに対して入力し、当該モデルから出力された値に基づいて前記閾値を設定する、時系列データ処理システム。

[0078] (付記 21)

情報処理装置に、

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、前記境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段、を実現させるためのプログラム。

[0079] (付記 22)

付記 2 1 に記載のプログラムであって、

前記情報処理装置に、さらに、

所定の時間幅の前記時系列データからなる部分時系列データに、前記計測対象の状態に応じた前記教師信号を対応付けたラベルデータを作成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて、前記境界期間に対応して設定された前記関数により決定される前記教師信号を対応付けた前記ラベルデータを作成する作成手段を実現させると共に、

前記学習手段は、前記ラベルデータを用いて学習して前記モデルを生成する、

ことを実現させるためのプログラム。

[0080] (付記 2 3)

付記 2 2 に記載のプログラムであって、

前記情報処理装置に、さらに、

前記境界期間時系列データから作成した前記ラベルデータと、当該ラベルデータを構成する前記部分時系列データの前記異常期間に対する時間と、に基づいて閾値を設定する閾値設定手段と、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値と前記閾値との比較結果に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する検知手段と、を実現させるためのプログラム。

[0081] なお、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD

ー R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（Random Access Memory））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0082] 以上、上記実施形態等を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解しうる様々な変更をすることができる。また、上述した計測部、ラベル作成部、学習部、閾値決定部、予測部、判定部、計測データ記憶部、ラベル記憶部、モデル記憶部、要件記憶部の機能のうちの少なくとも一以上の機能は、ネットワーク上のいかなる場所に設置され接続された情報処理装置で実行されてもよく、つまり、いわゆるクラウドコンピューティングで実行されてもよい。

符号の説明

- [0083] 10 時系列データ処理システム
- 11 計測部
 - 12 ラベル作成部
 - 13 学習部
 - 14 閾値決定部
 - 15 予測部
 - 16 判定部
 - 17 計測データ記憶部
 - 18 ラベル記憶部
 - 19 モデル記憶部
 - 20 要件記憶部

- 1 0 0 時系列データ処理システム
- 1 0 1 CPU
- 1 0 2 ROM
- 1 0 3 RAM
- 1 0 4 プログラム群
- 1 0 5 記憶装置
- 1 0 6 ドライブ装置
- 1 0 7 通信インタフェース
- 1 0 8 入出力インタフェース
- 1 0 9 バス
- 1 1 0 記憶媒体
- 1 1 1 通信ネットワーク
- 1 2 1 学習手段

請求の範囲

[請求項1] 計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する、
時系列データ処理方法。

[請求項2] 請求項1に記載の時系列データ処理方法であって、
所定の時間幅の前記時系列データからなる部分時系列データに、前記計測対象の状態に応じた前記教師信号を対応付けたラベルデータを作成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて、前記境界期間に対応して設定された前記関数により決定される前記教師信号を対応付けた前記ラベルデータを作成し、
前記ラベルデータを用いて学習して前記モデルを生成する、
時系列データ処理方法。

[請求項3] 請求項2に記載の時系列データ処理方法であって、
前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、当該異常期間内の前記部分時系列データに対応付けられる前記教師信号の値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理方法。

[請求項4] 請求項3に記載の時系列データ処理方法であって、
前記異常期間内の前記部分時系列データに、前記異常状態であることを表す異常値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列デー

タに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記異常値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理方法。

[請求項5]

請求項4に記載の時系列データ処理方法であって、

前記正常期間内の前記部分時系列データに前記異常値よりも低い値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理方法。

[請求項6]

請求項5に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって単調増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理方法。

[請求項7]

請求項1乃至6のいずれかに記載の時系列データ処理方法であって、
、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する、
時系列データ処理方法。

[請求項8]

請求項2乃至6のいずれかに記載の時系列データ処理方法であって、
、

前記境界期間時系列データから作成した前記ラベルデータと、当該ラベルデータを構成する前記部分時系列データの前記異常期間に対する時間と、に基づいて閾値を設定し、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値と前記閾値との比較結果に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する、

時系列データ処理方法。

[請求項9]

請求項8に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データのうち、前記異常期間までの予め設定された時間における当該部分時系列データに対応付けられた前記教師信号に基づいて前記閾値を設定する、

時系列データ処理方法。

[請求項10]

請求項8に記載の時系列データ処理方法であって、

前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データを前記モデルに対して入力し、当該モデルから出力された値に基づいて前記閾値を設定する、

時系列データ処理方法。

[請求項11]

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、前記境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段を備えた、

時系列データ処理システム。

[請求項12]

請求項11に記載の時系列データ処理システムであって、

所定の時間幅の前記時系列データからなる部分時系列データに、前

記計測対象の状態に応じた前記教師信号を対応付けたラベルデータを作成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて、前記境界期間に対応して設定された前記関数により決定される前記教師信号を対応付けた前記ラベルデータを作成する作成手段を備え、

前記学習手段は、前記ラベルデータを用いて学習して前記モデルを生成する、

時系列データ処理システム。

[請求項13]

請求項12に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、当該異常期間内の前記部分時系列データに対応付けられる前記教師信号の値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、

時系列データ処理システム。

[請求項14]

請求項13に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記異常期間内の前記部分時系列データに、前記異常状態であることを表す異常値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記異常値に近づくよう前記関数により決定される値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、

時系列データ処理システム。

[請求項15]

請求項14に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記正常期間内の前記部分時系列データに前記異常値よりも低い値を前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列デ

ータに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理システム。

[請求項16]

請求項15に記載の時系列データ処理システムであって、

前記作成手段は、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該部分時系列データが前記正常期間から前記異常期間に近づくほど、前記正常期間の前記部分時系列データに前記教師信号として対応付けた値から前記異常値に向かって単調増加するよう前記関数により決定される値を、前記教師信号として対応付けて前記ラベルデータを生成する、
時系列データ処理システム。

[請求項17]

請求項11乃至16のいずれかに記載の時系列データ処理システムであって、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する検知手段を備えた、
時系列データ処理システム。

[請求項18]

請求項12乃至16のいずれかに記載の時系列データ処理システムであって、

前記境界期間時系列データから作成した前記ラベルデータと、当該ラベルデータを構成する前記部分時系列データの前記異常期間に対する時間と、に基づいて閾値を設定する閾値設定手段と、

生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値と前記閾値との比較結果に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知

する検知手段と、

を備えた時系列データ処理システム。

[請求項19]

請求項18に記載の時系列データ処理システムであって、

前記閾値設定手段は、前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データのうち、前記異常期間までの予め設定された時間における当該部分時系列データに対応付けられた前記教師信号に基づいて前記閾値を設定する、

時系列データ処理システム。

[請求項20]

請求項18に記載の時系列データ処理システムであって、

前記閾値設定手段は、前記境界期間時系列データから生成した前記ラベルデータを構成する前記部分時系列データを前記モデルに対して入力し、当該モデルから出力された値に基づいて前記閾値を設定する、

、

時系列データ処理システム。

[請求項21]

情報処理装置に、

計測対象から計測された時系列データのうち、前記計測対象が正常状態と判定された期間である正常期間と、前記計測対象が異常状態と判定された期間である異常期間と、の間の境界期間の時系列データである境界期間時系列データを入力とし、前記境界期間時系列データの時間の変化に応じて予め設定された関数により決定される教師信号を出力とするモデルを生成するよう学習する学習手段、

を実現させるためのプログラム。

[請求項22]

請求項21に記載のプログラムであって、

前記情報処理装置に、さらに、

所定の時間幅の前記時系列データからなる部分時系列データに、前記計測対象の状態に応じた前記教師信号を対応付けたラベルデータを作成すると共に、前記境界期間時系列データ内の前記部分時系列データに、当該境界期間時系列データの時間の変化に応じて、前記境界期

間に対応して設定された前記関数により決定される前記教師信号を対応付けた前記ラベルデータを作成する作成手段を実現させると共に、

前記学習手段は、前記ラベルデータを用いて学習して前記モデルを生成する、

ことを実現させるためのプログラム。

[請求項23]

請求項22に記載のプログラムであって、

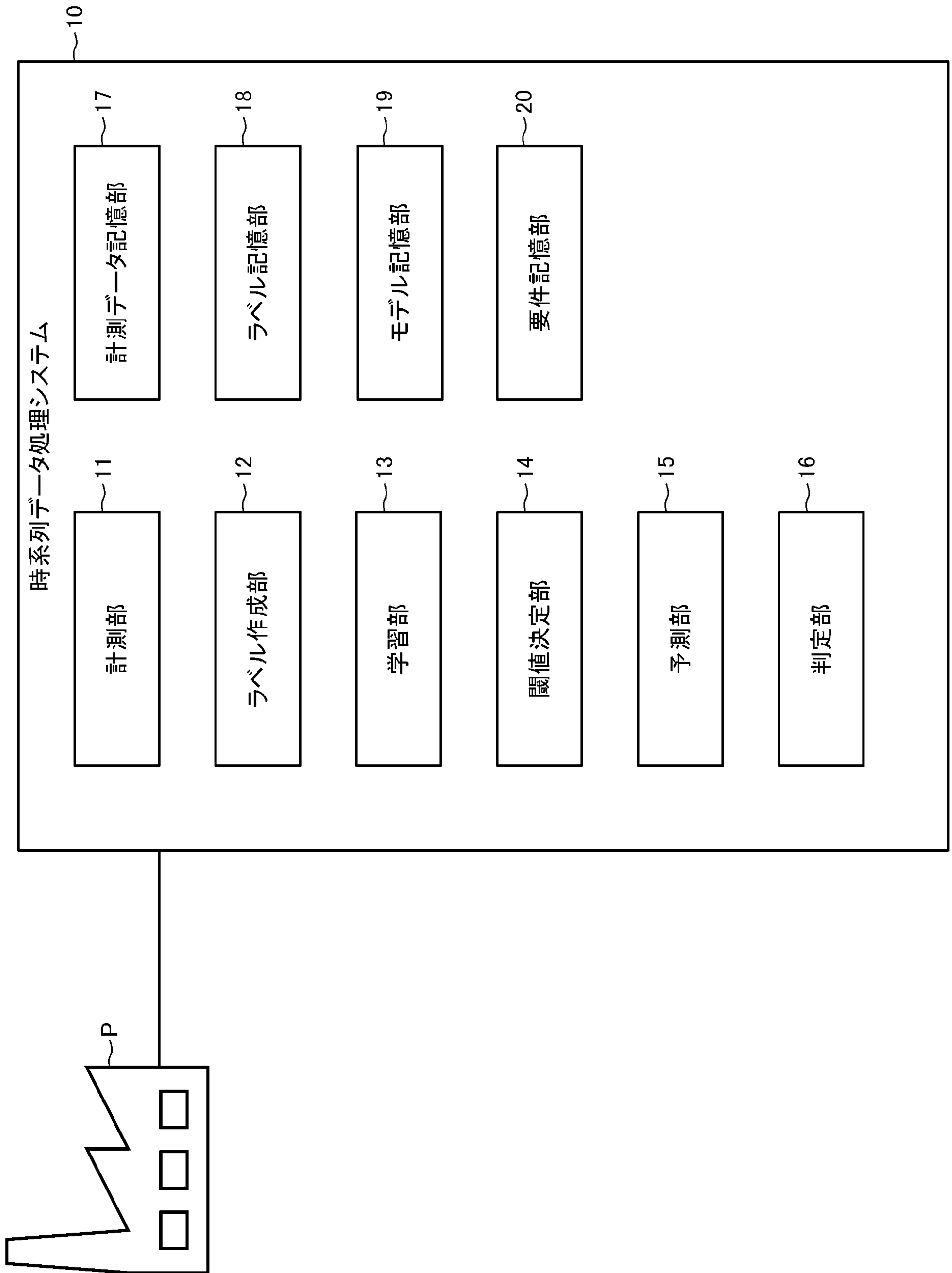
前記情報処理装置に、さらに、

前記境界期間時系列データから作成した前記ラベルデータと、当該ラベルデータを構成する前記部分時系列データの前記異常期間に対する時間と、に基づいて閾値を設定する閾値設定手段と、

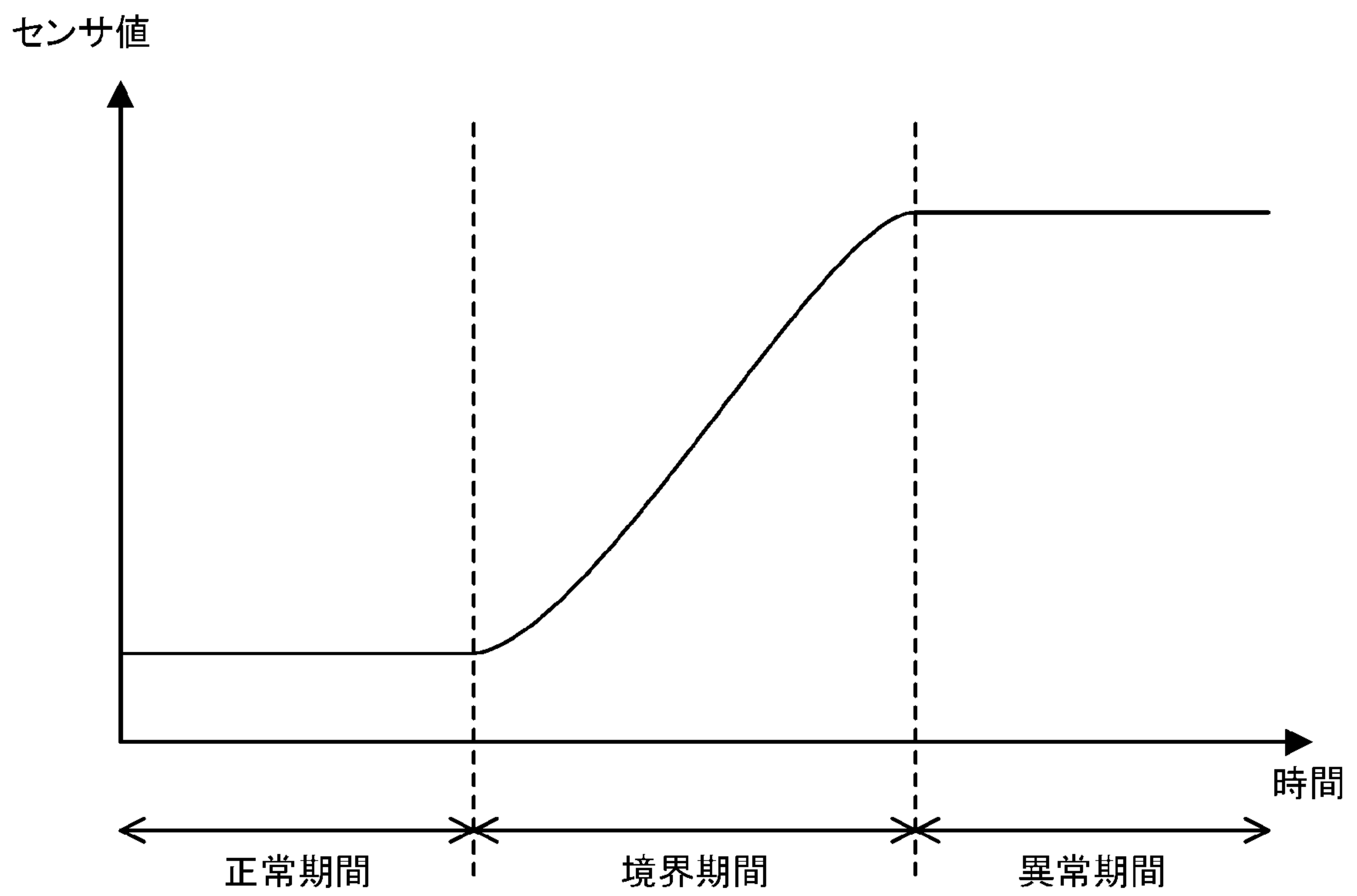
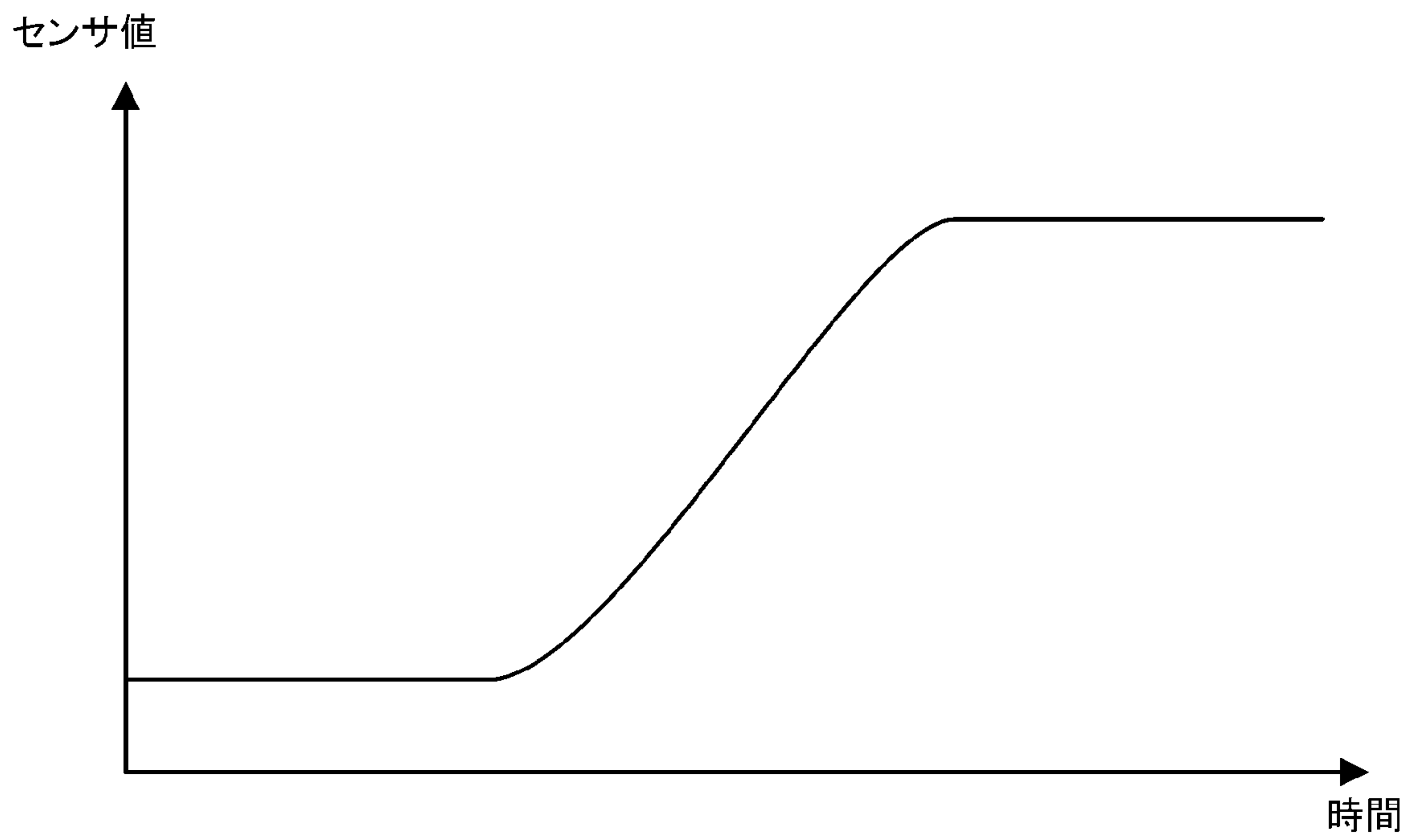
生成された前記モデルに対して前記計測対象から新たに計測された時系列データを入力し、当該モデルから出力された値と前記閾値との比較結果に基づいて、前記計測対象が前記異常状態となる予兆を検知する検知手段と、

を実現させるためのプログラム。

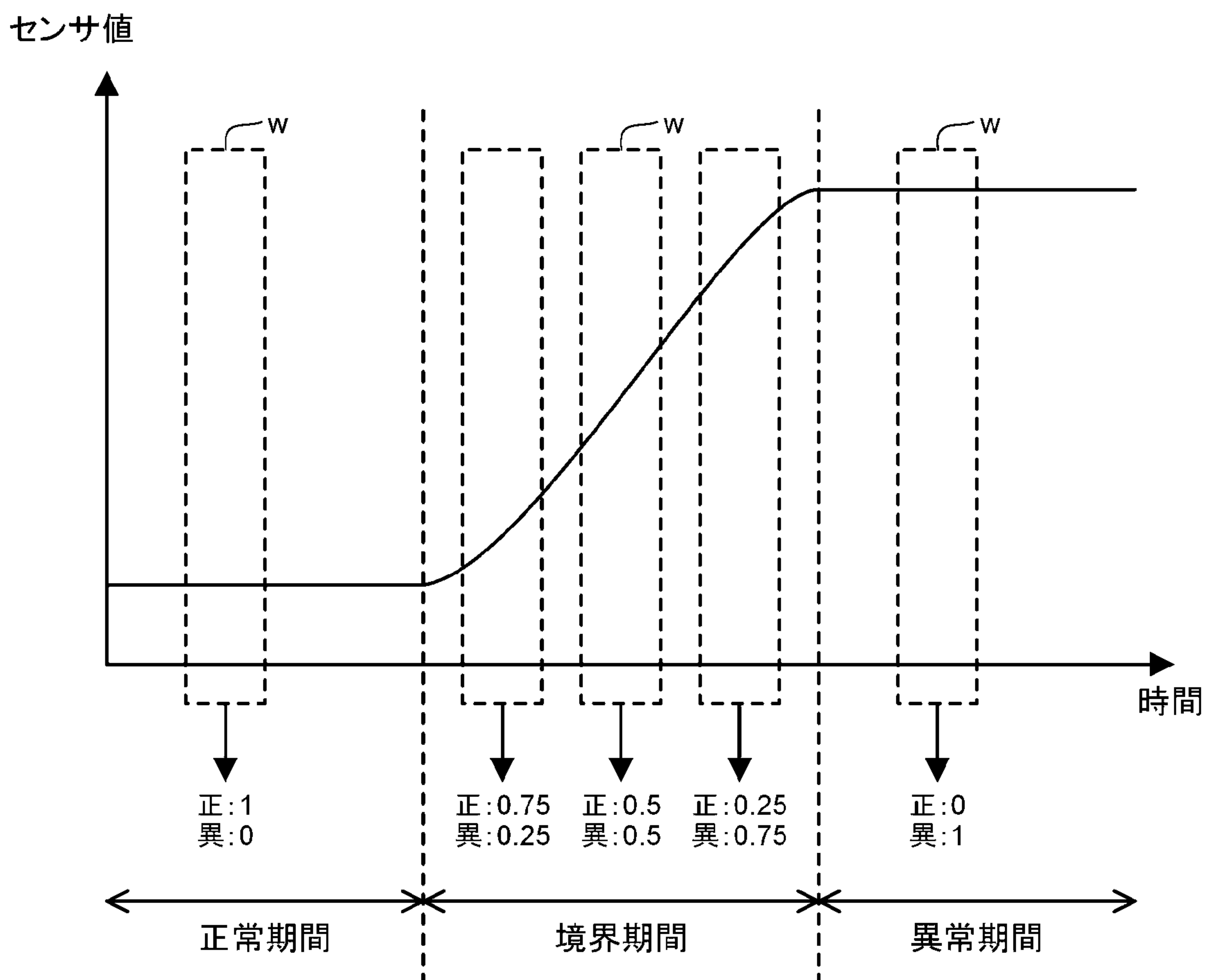
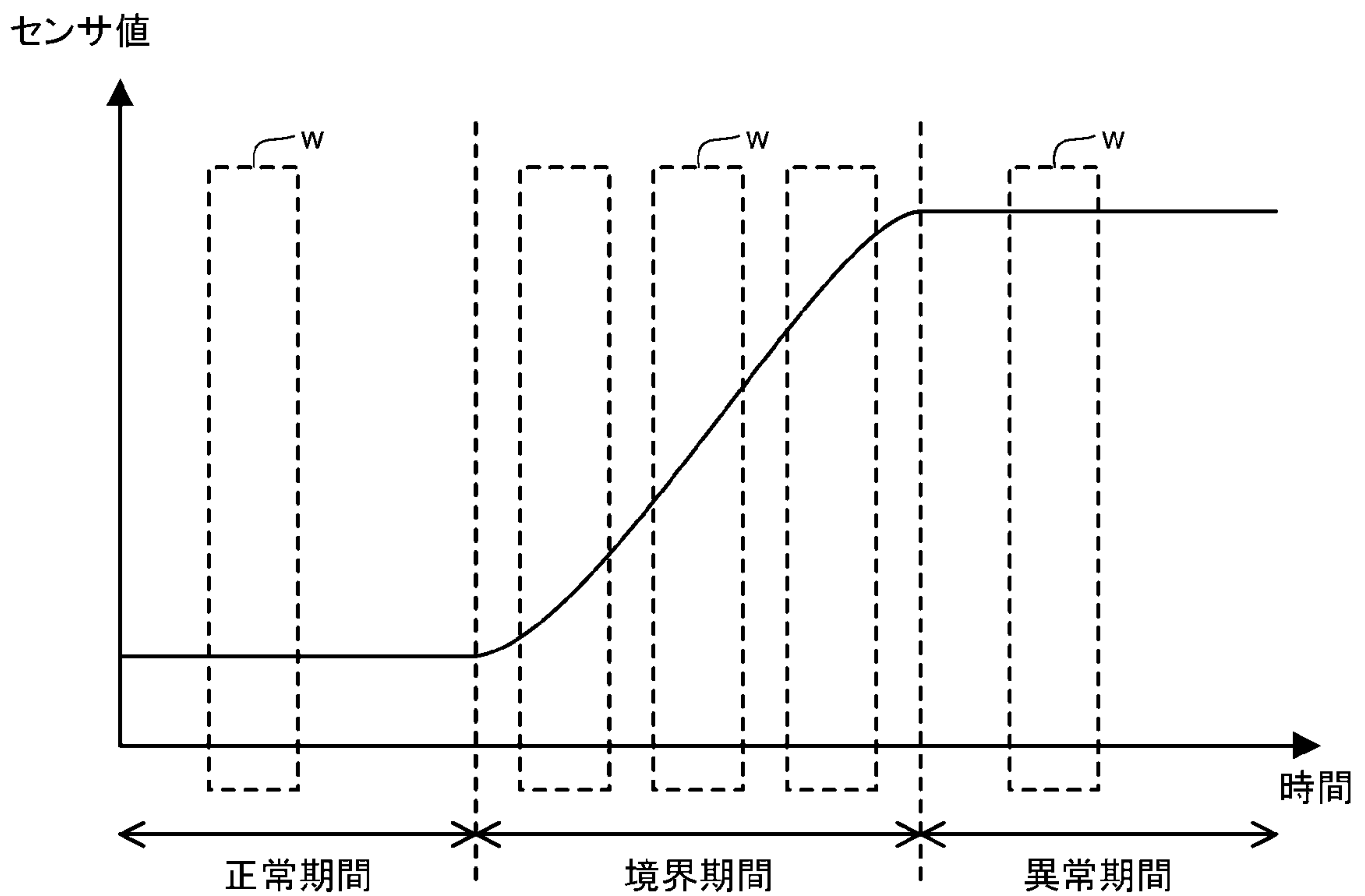
[図1]



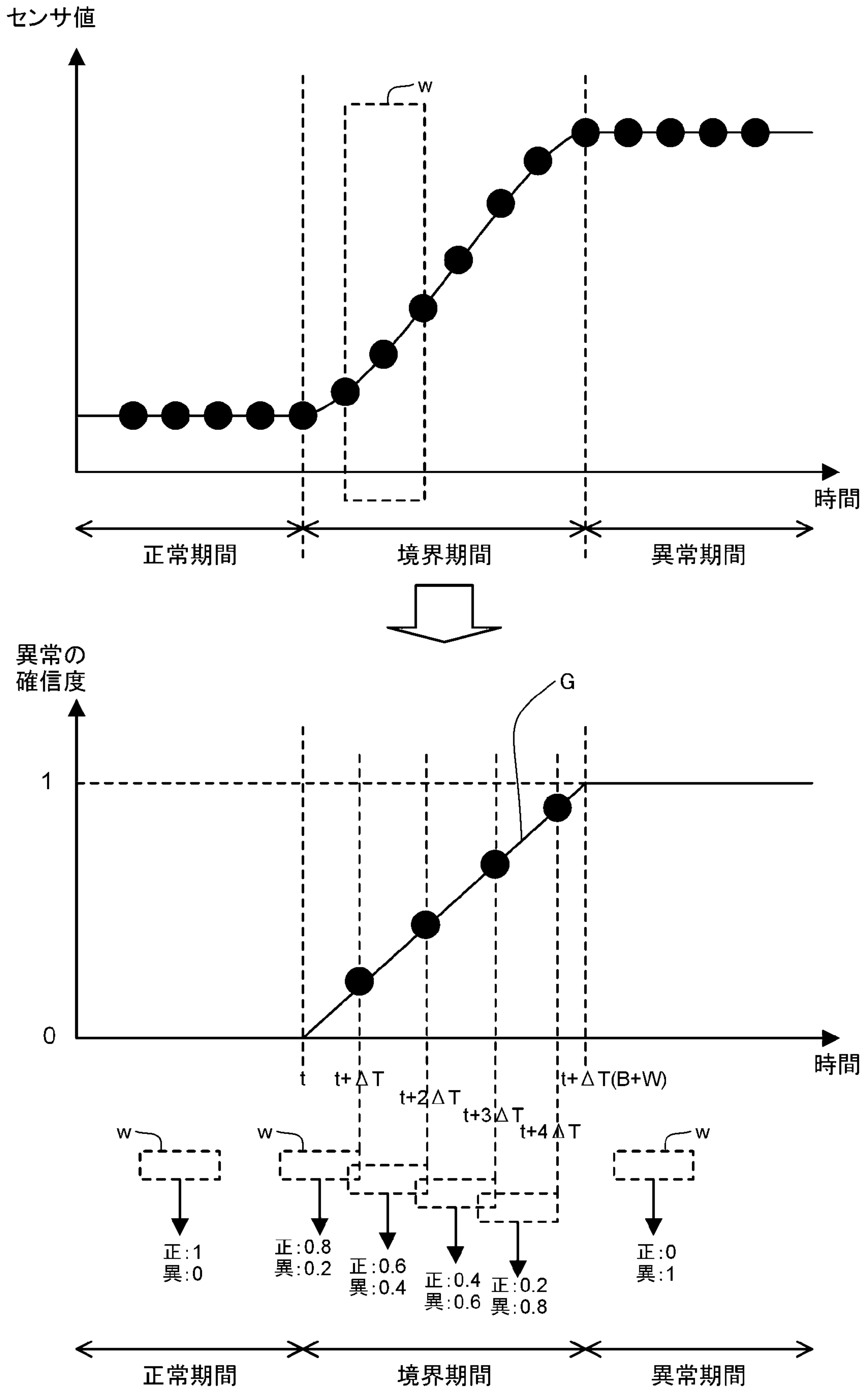
[図2]



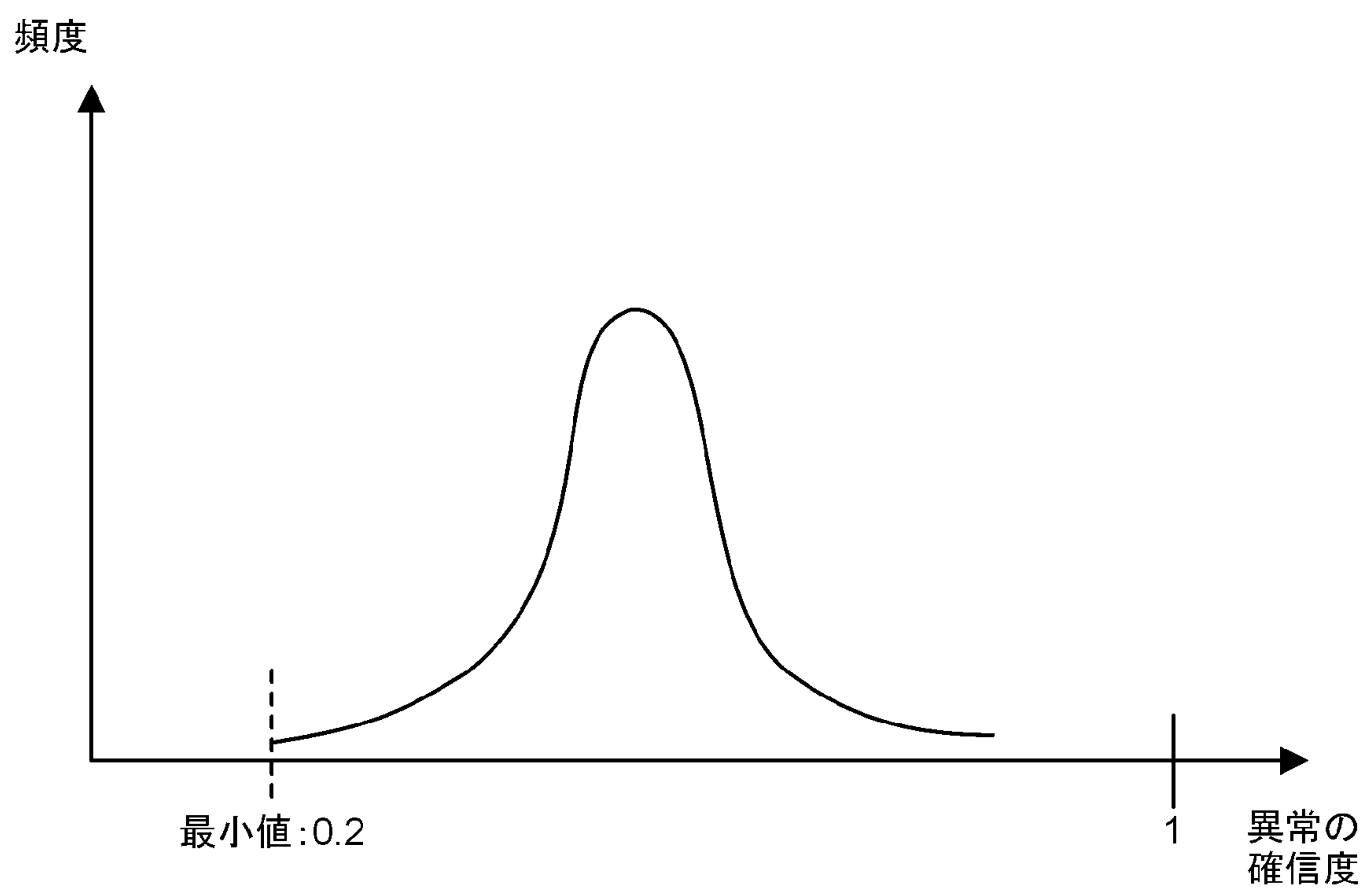
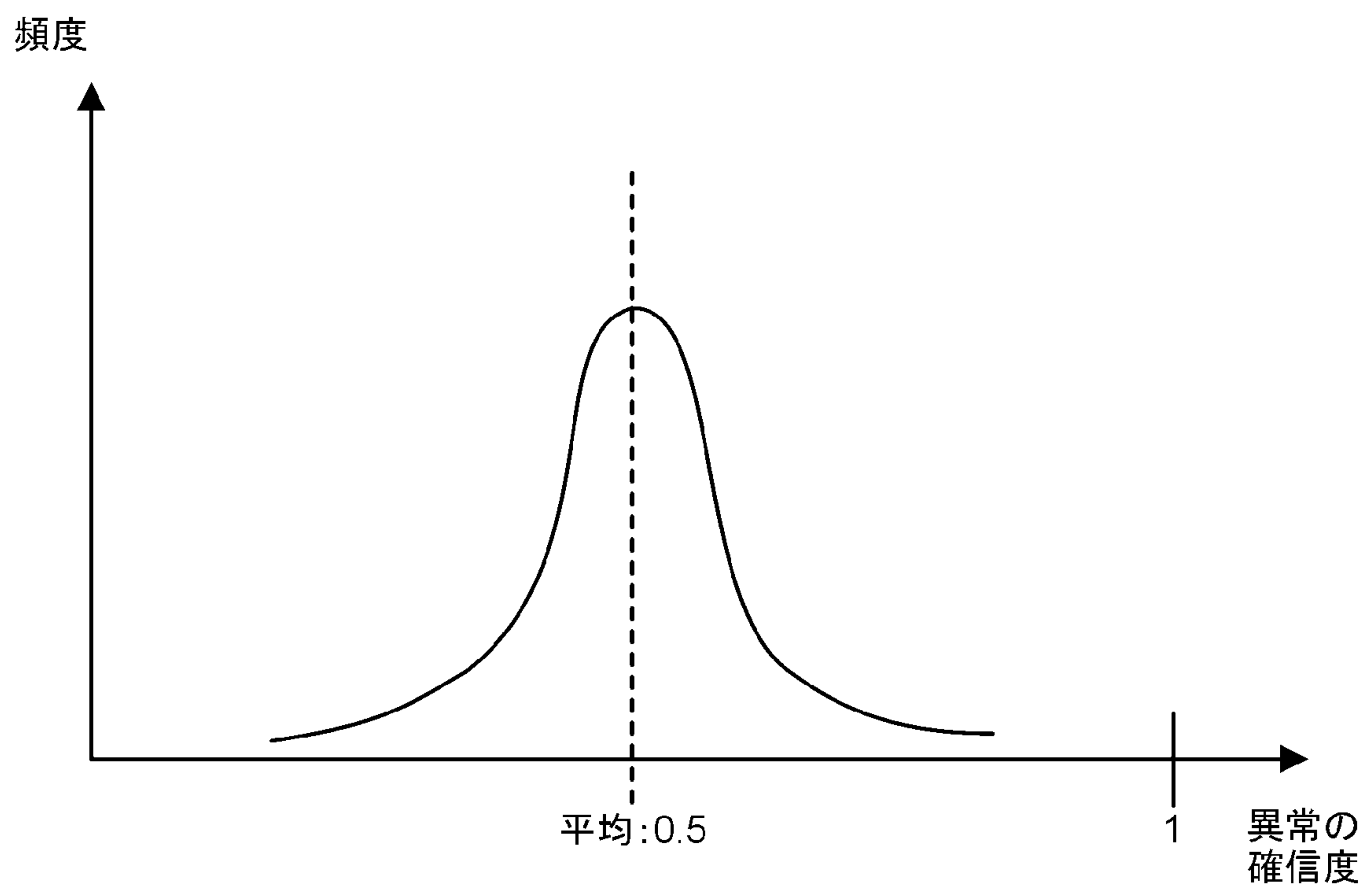
[図3]



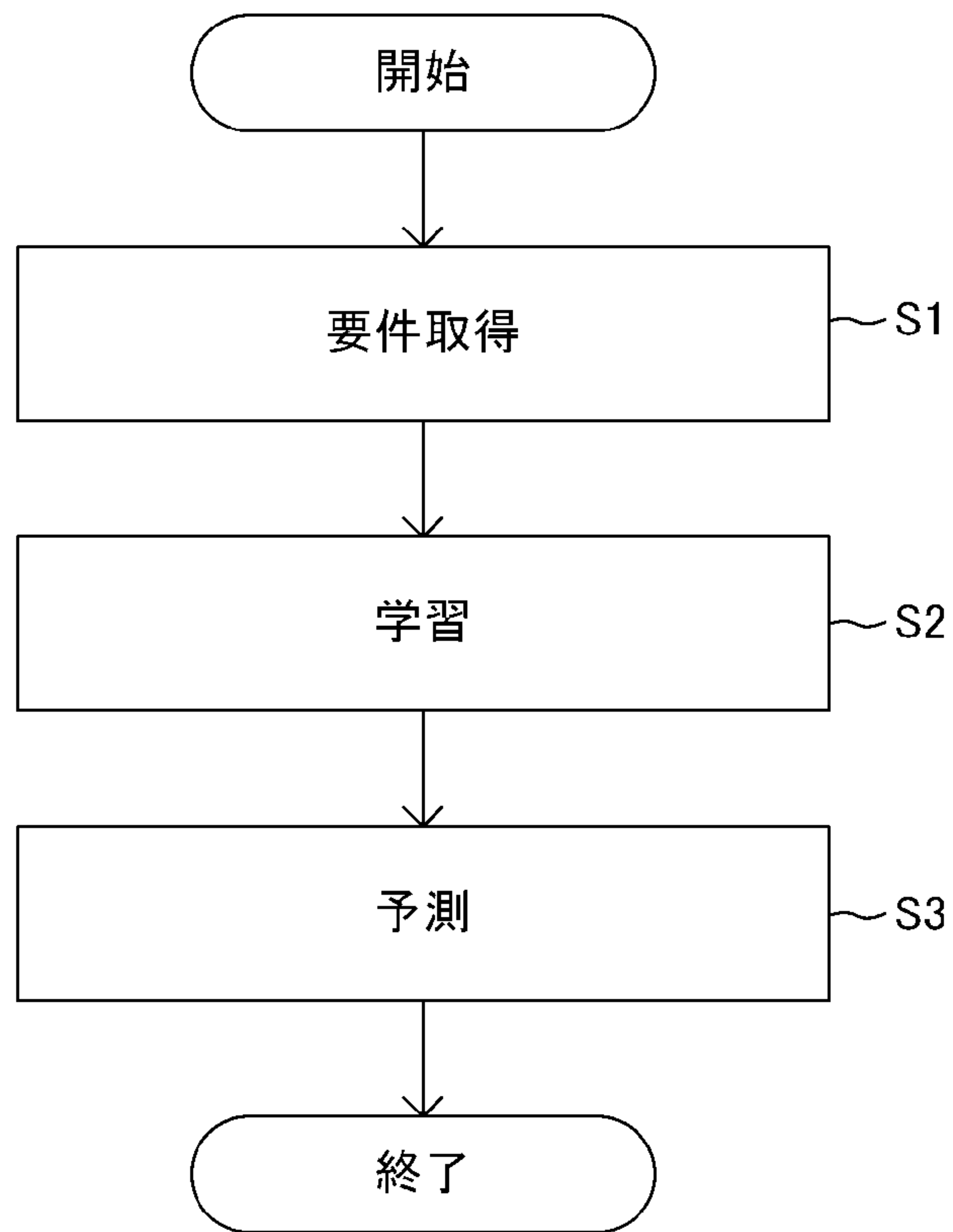
[図4]



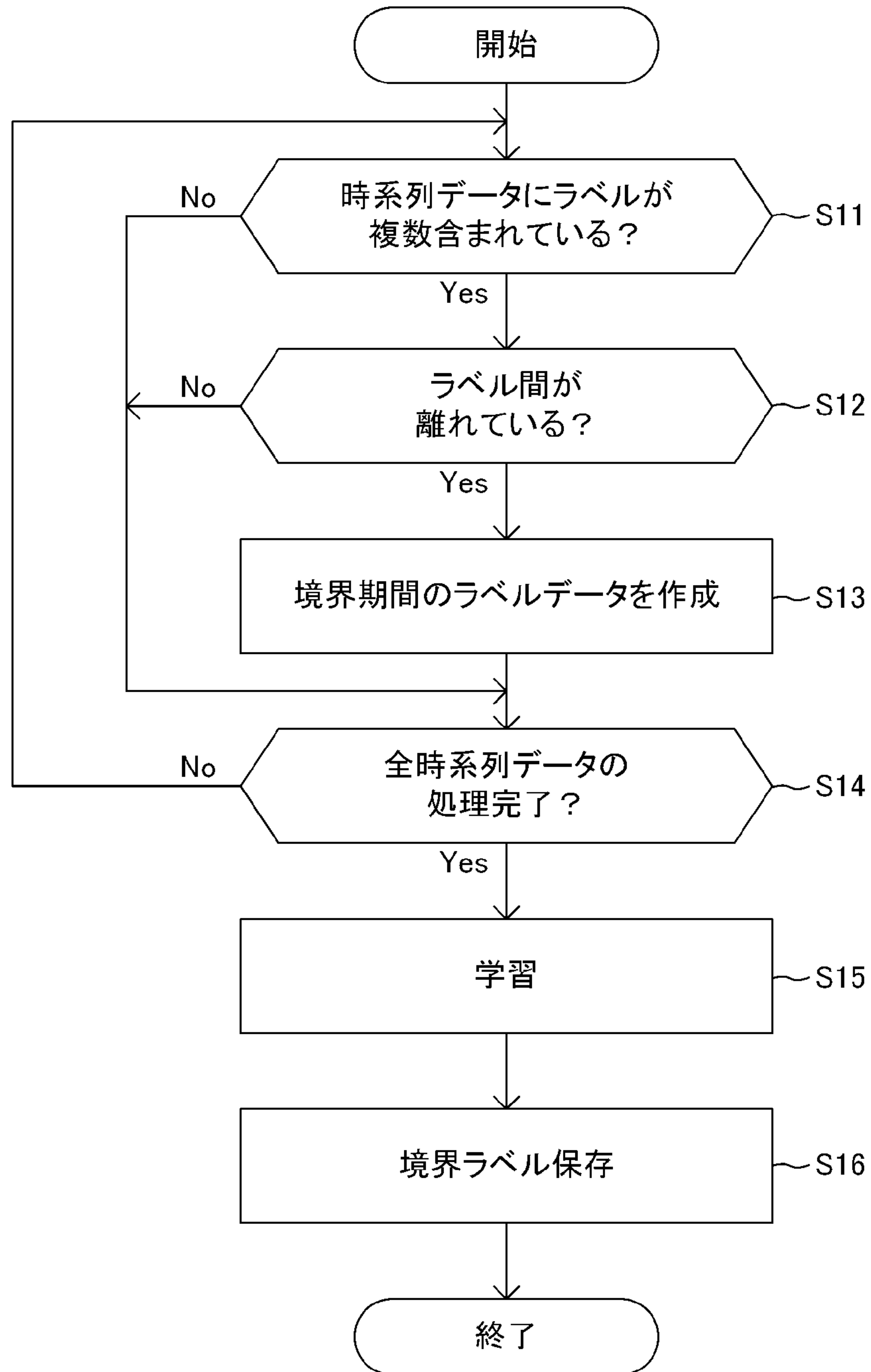
[図5]



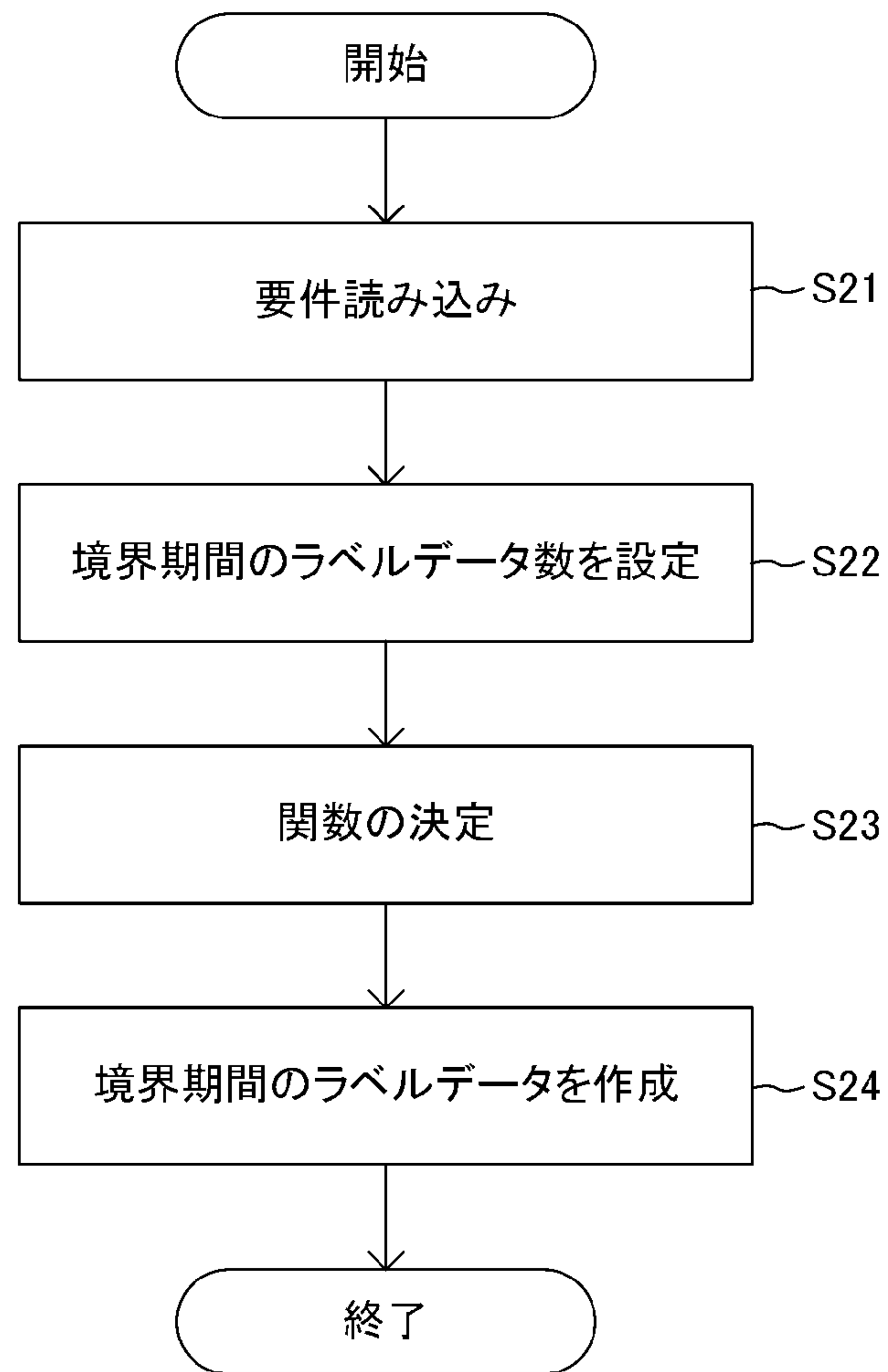
[図6]



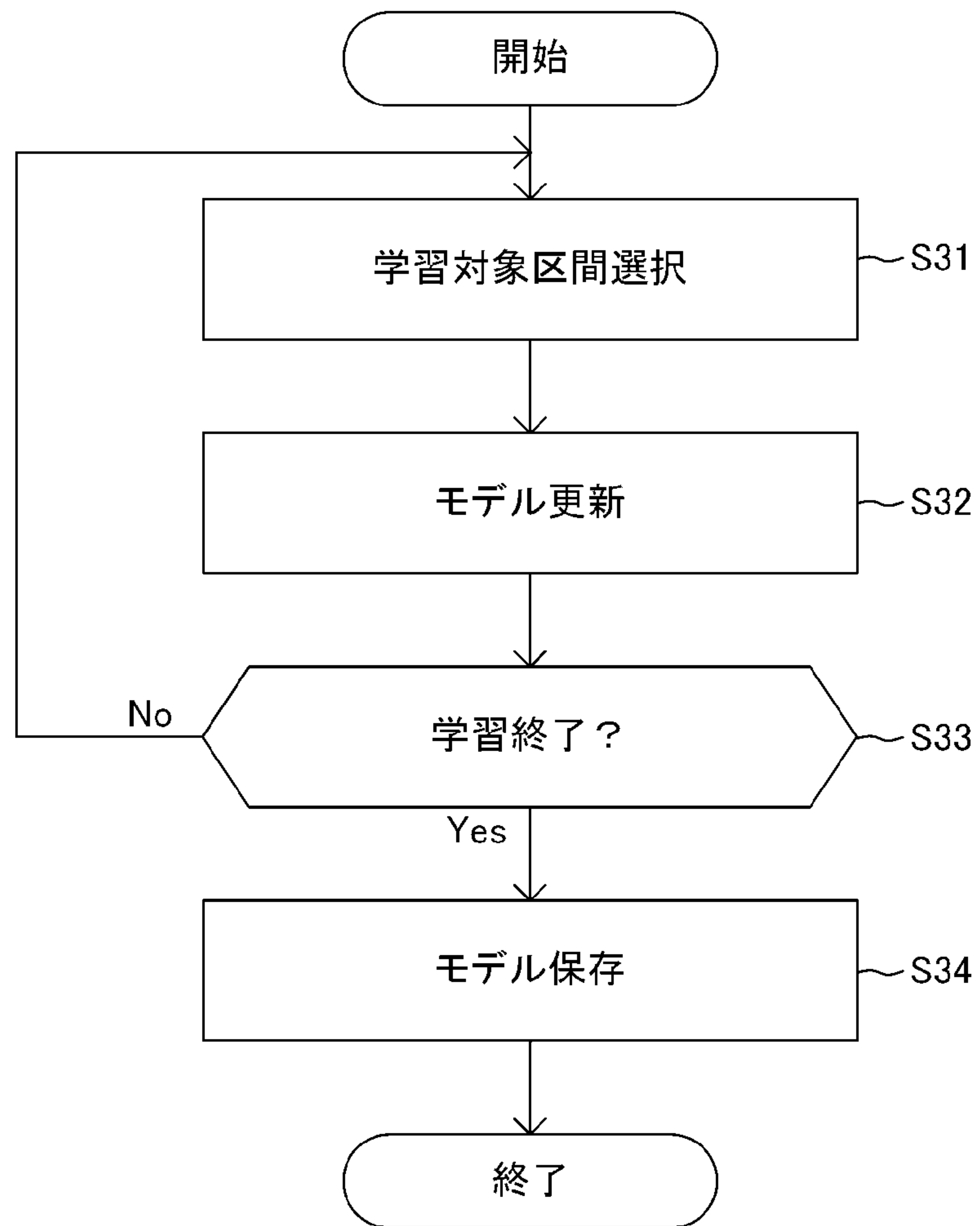
[図7]



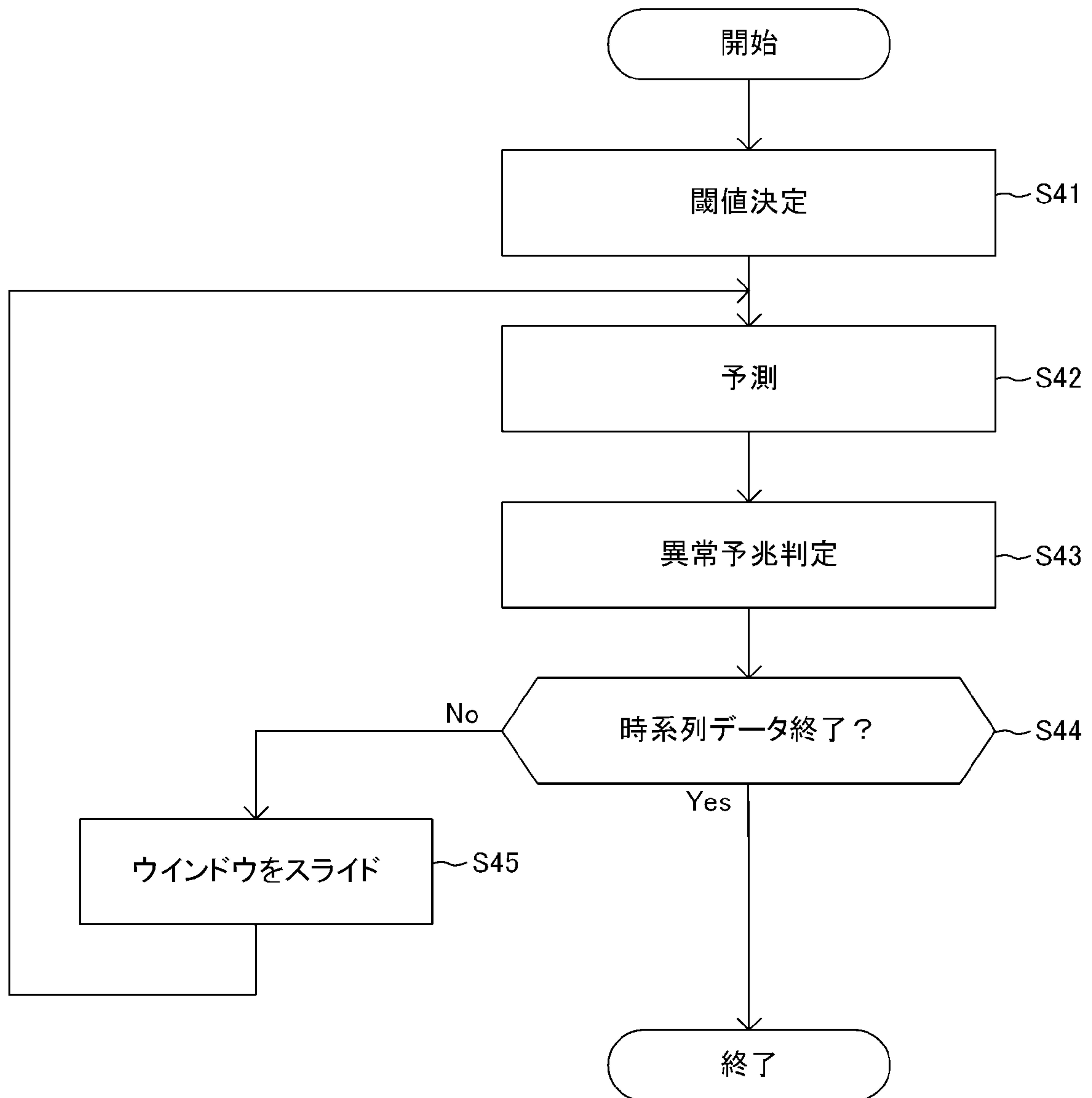
[図8]



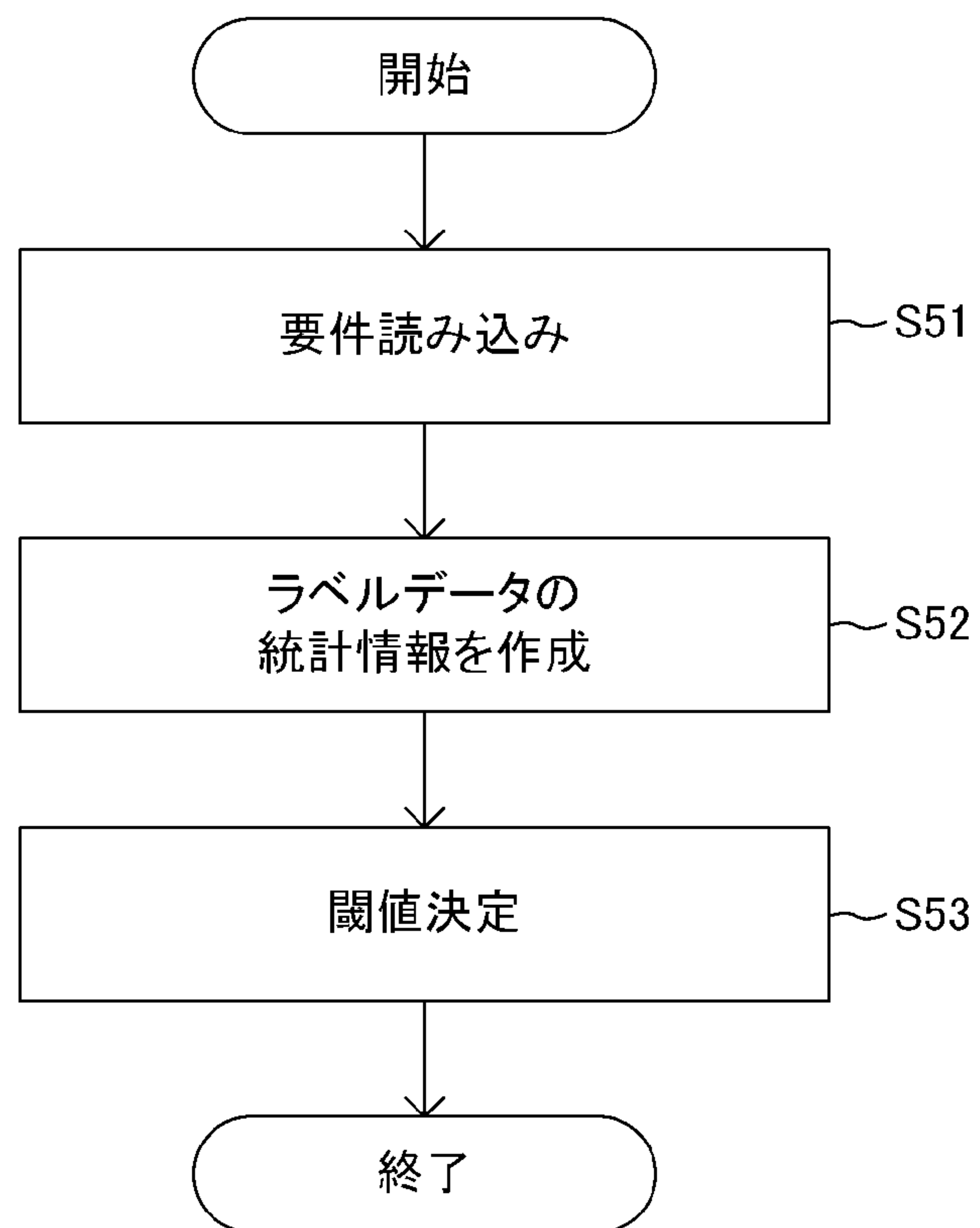
[図9]



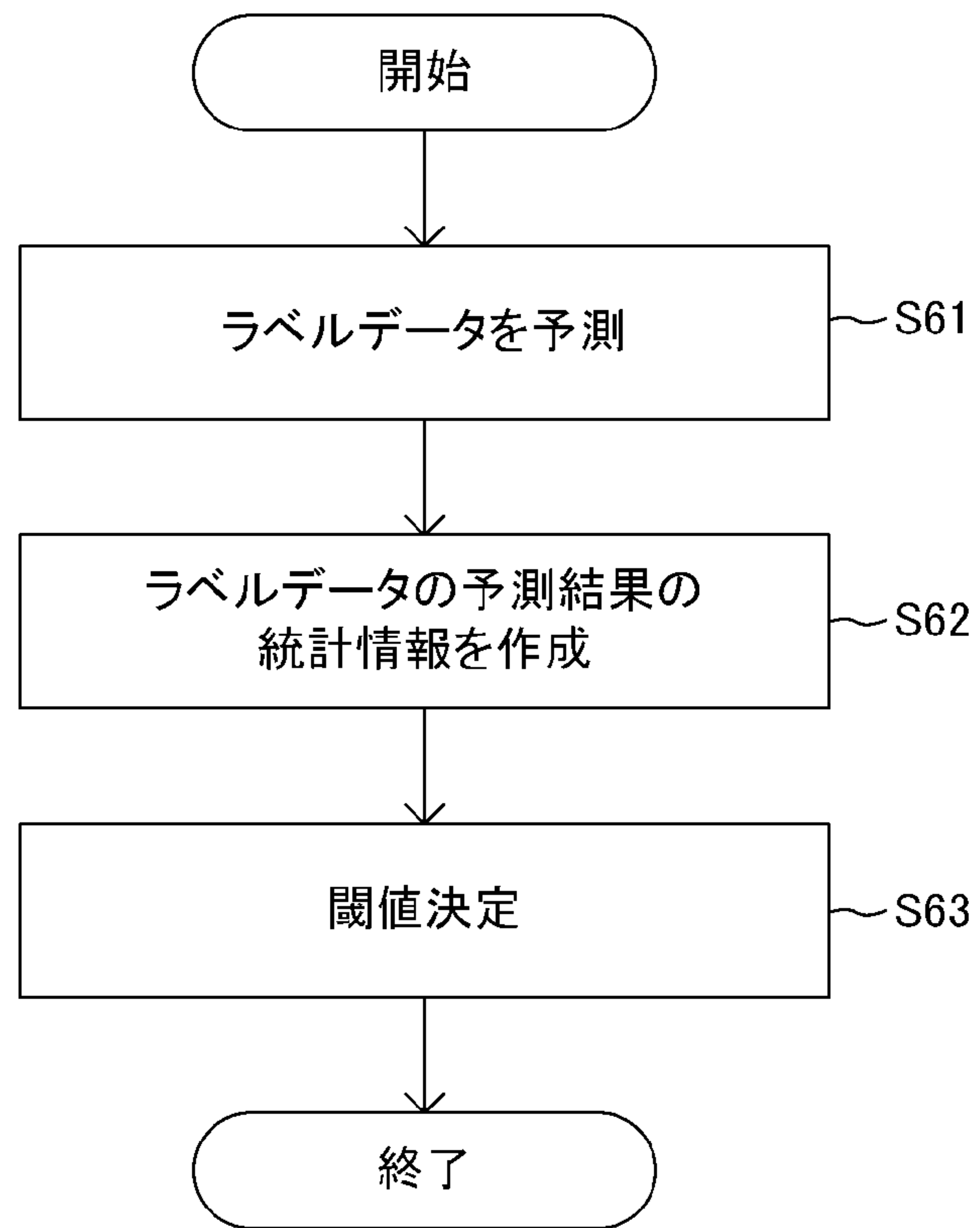
[図10]



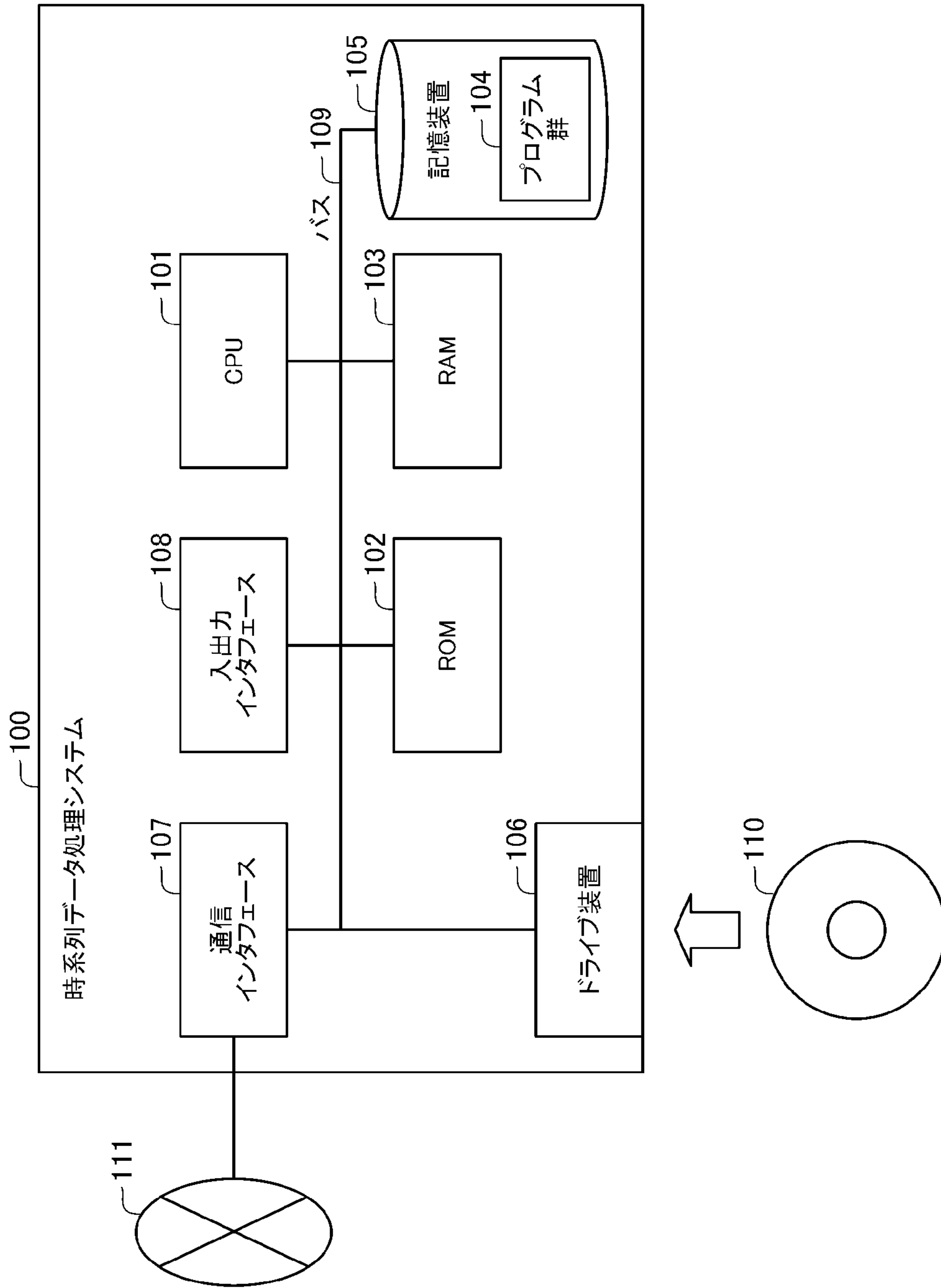
[図11]



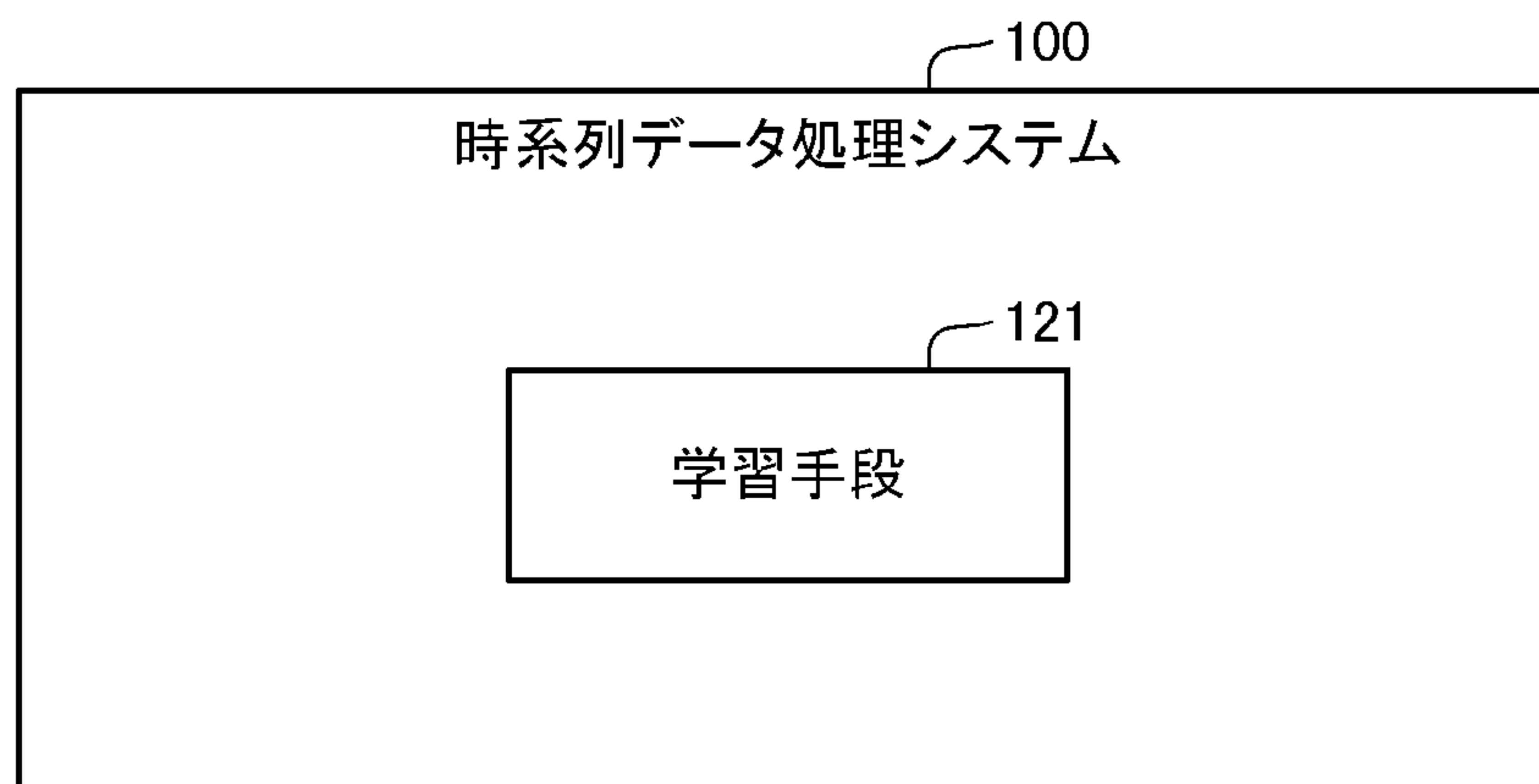
[図12]



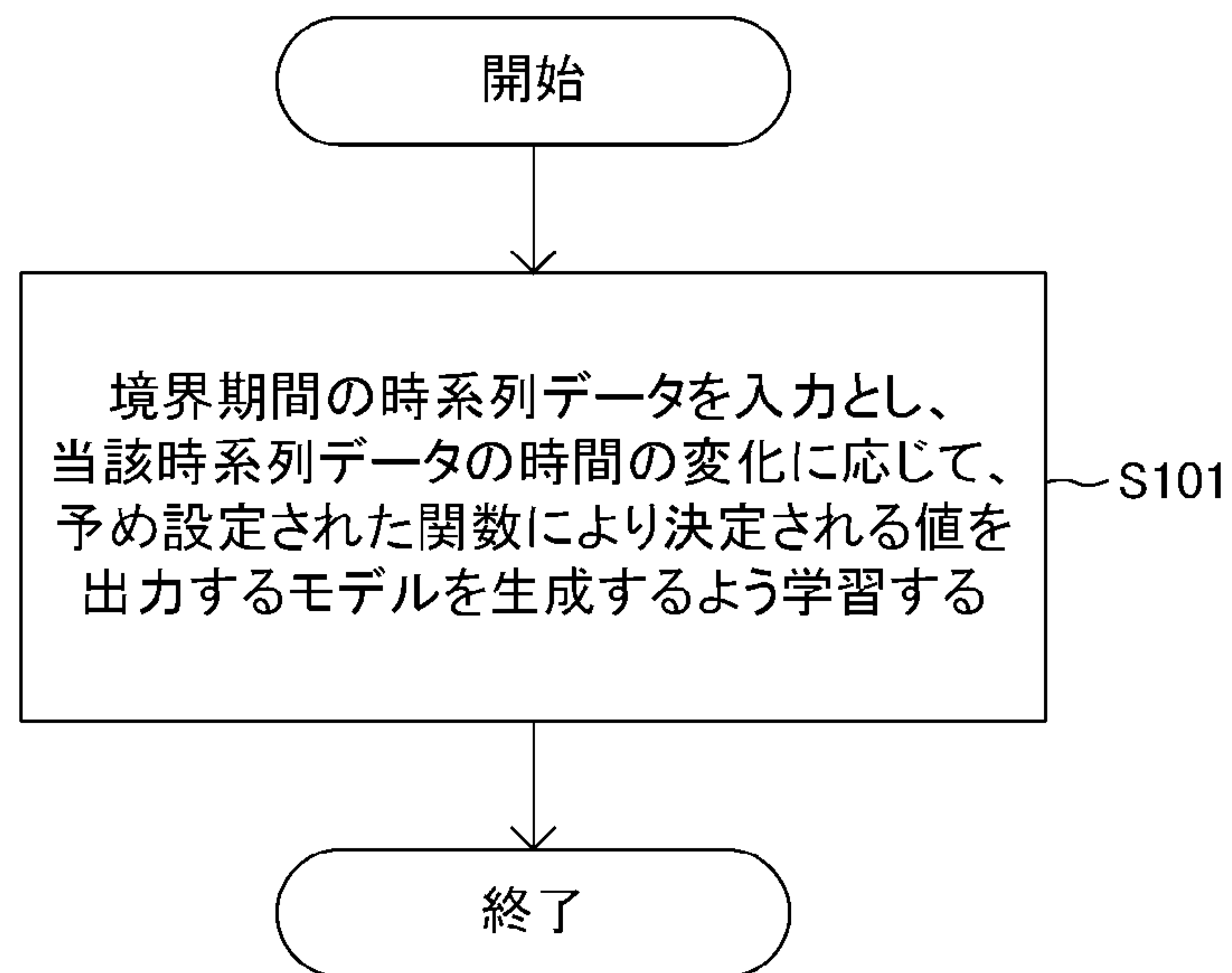
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G05B23/02 (2006.01) i
 FI: G05B23/02 G, G05B23/02 302V

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)
 Int. Cl. G05B23/02

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 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y	JP 2010-191556 A (HITACHI, LTD.) 02 September 2010, in particular, paragraph [0056]	1-23
Y	JP 2019-144767 A (FUJITSU LTD.) 29 August 2019, in particular, paragraphs [0011]-[0059]	1-23
E, X	JP 2020-24139 A (FANUC LTD.) 13 February 2020, in particular, paragraphs [0022]-[0031]	1-6, 11-16, 21-22
A	JP 2019-204155 A (FANUC LTD.) 28 November 2019, in particular, paragraph [0031]	1-23
A	JP 2019-79089 A (HITACHI, LTD.) 23 May 2019, in particular, paragraph [0025]	1-23

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
 12.03.2020

Date of mailing of the international search report
 24.03.2020

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/050988

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019/102884 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 31 May 2019, in particular, paragraph [0018]	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/050988

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-191556 A	02.09.2010	US 2012/0041575 A1 in particular, paragraph [0111] WO 2010/095314 A1 CN 102282516 A	
JP 2019-144767 A	29.08.2019	US 2019/0258935 A1 in particular, paragraphs [0024]- [0077]	
JP 2020-24139 A	13.02.2020	(Family: none)	
JP 2019-204155 A	28.11.2019	US 2019/0354080 A1 in particular, paragraph [0036] DE 102019003382 A1 CN 110515351 A	
JP 2019-79089 A	23.05.2019	(Family: none)	
WO 2019/102884 A1	31.05.2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) G05B 23/02(2006.01)i FI: G05B23/02 G; G05B23/02 302V		
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)) G05B23/02		
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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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
Y	JP 2010-191556 A (株式会社日立製作所) 02.09.2010 (2010-09-02) 特に、段落 [0056]	1-23
Y	JP 2019-144767 A (富士通株式会社) 29.08.2019 (2019-08-29) 特に、段落 [0011] - [0059]	1-23
E, X	JP 2020-24139 A (ファナック株式会社) 13.02.2020 (2020-02-13) 特に、段落 [0022] - [0031]	1-6, 11-16, 21-22
A	JP 2019-204155 A (ファナック株式会社) 28.11.2019 (2019-11-28) 特に、段落 [0031]	1-23
A	JP 2019-79089 A (株式会社日立製作所) 23.05.2019 (2019-05-23) 特に、段落 [0025]	1-23
A	WO 2019/102884 A1 (日本電信電話株式会社) 31.05.2019 (2019-05-31) 特に、段落 [0018]	1-23
<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、一般的技術水準を示すもの “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	
12.03.2020	24.03.2020	
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) 藤崎 詔夫 3U 5075 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2010-191556	A	02.09.2010	US	2012/0041575	A1	
				特に、段落 [0 1 1 1]			
				WO	2010/095314	A1	
				CN	102282516	A	
JP	2019-144767	A	29.08.2019	US	2019/0258935	A1	
				特に、段落 [0 0 2 4] – [0 0 7 7]			
JP	2020-24139	A	13.02.2020	(ファミリーなし)			
JP	2019-204155	A	28.11.2019	US	2019/0354080	A1	
				特に、段落 [0 0 3 6]			
				DE	102019003382	A1	
				CN	110515351	A	
JP	2019-79089	A	23.05.2019	(ファミリーなし)			
WO	2019/102884	A1	31.05.2019	(ファミリーなし)			