

(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
2020年7月23日(23.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/148813 A1

(51) 国際特許分類:
H02S 50/00 (2014.01)

川町 7 2 番地 3 4 東芝エネルギーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/000972

(22) 国際出願日: 2019年1月15日(15.01.2019)

(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: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝エネルギーシステムズ株式会社 (TOSHIBA ENERGY SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 Kanagawa (JP).

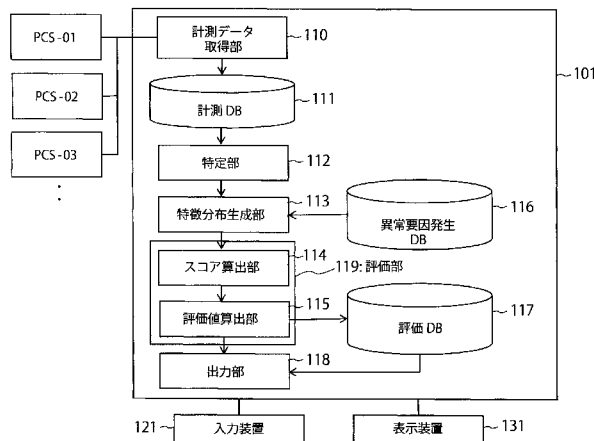
(74) 代理人: 永井 浩之, 外 (NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, 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.

(72) 発明者: 小磯 貴史 (KOISO Takashi); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 水野 洋 (MIZUNO Hiroshi); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀

(54) Title: ANOMALOUS FACTOR DIAGNOSTIC DEVICE, METHOD FOR SAME, AND ANOMALOUS FACTOR DIAGNOSTIC SYSTEM

(54) 発明の名称: 異常要因診断装置及びその方法、並びに異常要因診断システム



- 110 Measurement data acquisition unit
- 111 Measurement database
- 112 Identification unit
- 113 Characteristic distribution generation unit
- 114 Score calculation unit
- 115 Evaluation value calculation unit
- 116 Anomalous factor occurrence database
- 117 Rating database
- 118 Output unit
- 119 Evaluation unit
- 121 Input device
- 131 Display device

(57) Abstract: [Problem] To identify anomalous factors in a power generator. [Solution] An anomalous factor diagnostic device according to an embodiment of the present invention comprises: an identification unit that, on the basis of anomalous factor occurrence data identifying a first time at which an anomalous factor occurred in a power generator, identifies first measurement data, corresponding to said first time, in measurement data for the power generator; a distribution generation unit that, on the basis of the first measurement data, calculates a first distribution function representing the distribution of characteristic values in the first measurement data; and an evaluation unit that, on the basis of the first distribution function and measurement data for a testing target in the power generator, calculates an evaluation value for the potential for the occurrence of the anomalous factor in the power generator.

(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))

(57) 要約: [課題] 発電装置の異常要因を特定する。[解決手段] 本発明の実施形態としての異常要因診断装置は、発電装置の異常要因が発生した第1時刻を特定する異常要因発生データに基づき、前記発電装置の計測データにおいて前記第1時刻に対応する第1計測データを特定する特定部と、前記第1計測データに基づき、前記第1計測データの特徴値の分布を表す第1分布関数を算出する分布生成部と、前記第1分布関数と、前記発電装置のテスト対象の計測データとに基づいて、前記発電装置における前記異常要因の発生の可能性の評価値を算出する評価部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

異常要因診断装置及びその方法、並びに異常要因診断システム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、異常要因診断装置及びその方法、並びに異常要因診断システムに関する。

背景技術

[0002] 近年では、広い敷地（例えば、1 h a 以上）に、多数枚（例えば、1 0 0 0 枚以上）の太陽電池モジュール（P V パネル）を搭載した太陽光発電システムが設置されている。このような太陽光発電システムにおいて、草の影や建物の影、アレイの汚損などの要因により、発電量が当初の予想量よりも下回ることが起こる。

[0003] そのような要因が発生していても、太陽光発電システムの所有者が気づくことが難しい場合がある。また、太陽光発電をメンテナンスする業者が要因の発生状況を把握するために、その発電システムに出向くと、派遣費用などがかかり、コスト高になる。派遣前に性能低下の要因を特定できれば、作業員が太陽光発電システムに派遣される前に、対応するための道具や部品などを選定することができるため、より効率的なメンテナンスサービスが可能となる。

[0004] P C S（Power Conditioning System）で計測される電力・電圧・電流値と、各時刻における日射量とを含む各計測データに基づいて、発電量の性能の低下を推定するアルゴリズムを構築する手法が提案されている。しかしながら、この手法では、発電量の性能の低下の有無を発見できるものの、性能の低下の要因に対する知見を得ることはできない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2 0 1 6 / 1 6 6 9 9 1 号

特許文献2：国際公開第2017／169473号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明の実施形態は、発電装置の異常要因を特定することを可能とする太陽光発電システムの異常要因診断装置及びその方法、並びに異常要因診断システムを提供する。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の実施形態としての異常要因診断装置は、発電装置の異常要因が発生した第1時刻を特定する異常要因発生データに基づき、前記発電装置の計測データにおいて前記第1時刻に対応する第1計測データを特定する特定部と、前記第1計測データに基づき、前記第1計測データの特徴値の分布を表す第1分布関数を算出する分布生成部と、前記第1分布関数と、前記発電装置のテスト対象の計測データとに基づいて、前記発電装置における前記異常要因の発生の可能性の評価値を算出する評価部と、を備える。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]第1の実施形態に係る異常要因診断装置と太陽光発電システムとを備えた異常要因診断システムの全体構成を示す図。
- [図2]異常要因診断装置のブロック図。
- [図3]計測DBの例を示す図。
- [図4]異常要因発生DBの例を示す図。
- [図5]正例グループ及び負例グループごとに、各日について得られた特徴時系列データの波形のグラフを示す図。
- [図6]確率分布（特徴分布）を計算する例を示す図。
- [図7]スコア算出部の動作の具体例を説明するための図。
- [図8]スコア算出部の動作の具体例を説明するための図。
- [図9]スコア算定時間帯のスコアの計算を説明するための図。
- [図10]スコア計算条件の具体例を説明するための図。

[図11]表示装置の画面の表示例を示す図。

[図12]表示装置の画面の表示例を示す図。

[図13]ユーザが条件の指定を行うユーザインタフェース画面の例を示す図。

[図14]第1の実施形態に係る計測データ取得部及び特徴分布生成部の動作のフローチャート。

[図15]第1の実施形態に係るスコア算出部、評価値算出部及び出力部の動作のフローチャート。

[図16]第2の実施形態に係る異常要因診断装置のブロック図。

[図17]異常要因発生DBにおけるシミュレーション用の異常要因発生データの例を示す図。

[図18]実測データと、シミュレーションデータとを対応づける例。

[図19]統合DBの例を示す図。

[図20]ユーザがシミュレーションデータの選択条件を指定するユーザインタフェース画面の例を示す図。

[図21]複数のユーザインタフェース画面を1つにまとめた例を示す。

[図22]第2の実施形態に係る補正関数生成部、補正部及び統合部に係る処理のフローチャート。

[図23]第2の実施形態に係る補正関数生成部、補正部及び統合部に係る処理の他の例のフローチャート。

[図24]本発明の実施形態に係る異常要因診断装置のハードウェア構成例を示す図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

[0010] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る異常要因診断装置と太陽光発電システムとを備えた異常要因診断システムの全体構成を示す。

[0011] 太陽光発電システムは、発電装置11と、PCS（パワーコンディショナシステム）12と含む基本ユニットを複数備える。図では1つ以上の基本ユ

ニットが存在する場合を示している。各基本ユニットのPCS12をPCS-01, PCS-02, PCS-03と表記している。発電装置11は、PVパネルPNを1つ以上直列接続したストリングを1つ又は複数備える。図では1番目の基本ユニットの発電装置11が、2つのストリングST01、ST01を備えている。各基本ユニットの発電装置11が備えるストリング数が異なってもよい。

[0012] 各基本ユニットのPCS12は、PCS12に接続された発電装置11における1つ又は複数のストリングを制御する。各PCS12は、接続装置21と、DC/DC変換機22と、AC/DC変換機23と、計測装置24とを備える。各PCS12の計測装置24には日射計25が接続されている。各PCS12の計測装置24は、異常要因診断装置101に共通に接続されている。

[0013] 各PCS12の接続装置21は、発電装置11における1つ又は複数のストリングに接続され、これらのストリングの発電電力を集約する。AC/DC変換機23が、接続装置21で集約した電力を交流電力に変換して、電力系統26に出力する。AC/DC変換機23が、集約された電力を、電力系統26の代わりに、交流電力で動作する負荷装置に出力してもよい。または、DC/DC変換機22が、接続装置21で集約した電力を変圧（昇圧又は降圧）し、変圧した電力を、図示しない蓄電装置又は負荷装置に出力してもよい。接続装置21で集約された電力の利用方法はこれらに限定されない。

[0014] 計測装置24は、接続装置21で集約された電力、電圧、電流等を計測する。その他、計測装置24は、気温又は湿度等を計測してもよい。日射計25は日射量を計測する。

[0015] 本実施形態に係る太陽光発電システムの規模は問わない。一例としてPVパネルが1000枚以上、数100kW規模以上の発電システムも、本実施形態の対象とする。

[0016] 図2は、異常要因診断装置101のブロック図である。異常要因診断装置101は、計測データ取得部110、計測データベース(DB)111、特

定部 112、特徴分布生成部 113、スコア算出部 114、評価値算出部 115、異常要因発生 DB 116、評価 DB 117、出力部 118 を備えている。スコア算出部 114 及び評価値算出部 115 の組は、評価部 119 に対応する。異常要因診断装置 101 には、入力装置 121 及び表示装置 131 が接続されている。入力装置 121 は、キーボード、マウス又はタッチパッドなどの、ユーザがデータ又は指示を入力するための装置である。表示装置 131 は、本装置 101 で生成されたデータ又は本装置 101 が備える各 DB 内に格納されたデータを表示するための装置である。表示装置 153 は、例えば液晶表示装置、有機 EL 表示装置、CRT 表示装置等である。

[0017] 計測データ取得部 110 は、各 PCS から連続的、もしくは間欠的に送信される時系列の計測データを受信する。計測データは、一例として、計測時刻、日射量、気温、PCS_ID (PCS の識別子)、直流電圧、直流電流、直流電力 (発電量) を含む。PCS_ID は、各 PCS (あるいは基本ユニット) に付与された ID である。計測データ取得部 110 は、受信した計測データを計測 DB 111 に格納する。計測 DB 111 は、データを表形式で管理する。各 PCS の計測間隔は、予め設定されており、例えば 1 分間又は 60 分間である。

[0018] 図 3 に計測 DB 111 の例を示す。計測 DB 111 は、計測時刻、日射量、気温、PCS_ID (PCS の識別子)、直流電圧、直流電流、直流電力などのデータを格納している。図の例では 1 分間隔で計測データが格納されている。

[0019] 異常要因発生 DB 116 は、計測 DB 111 に蓄積されている計測データに対して、異常要因の発生の有無を表すラベルを関連づけて、異常要因発生データとして格納している。異常要因発生データは、異常要因が発生した時刻を特定するデータである。ラベルは、すべての計測データに設定してもよいし、特定の PCS_ID 又は特定の時間帯 (例えば後述する評価時間帯) の計測データに対してのみ設定してもよい。例えば、予めユーザー (作業員) が、太陽光発電装置が設置されている現地で異常要因の有無を確認し、確

認した結果に基づき、各計測データのラベルを設定する。ラベルの設定は、入力装置 1 2 1 を用いてユーザが行ってもよいし、P C（パーソナルコンピュータ）、サーバ又はタブレット端末等の外部装置でラベルの設定を行い、設定されたラベルのデータを外部装置からインストールしてもよい。異常要因の例として、影（例えば高木の影、草影）がP Vパネルにかかること、又はP Vパネルの汚損（アレイ汚損）などがある。いずれの異常要因も発電量低下の原因となる。

[0020] 図4に、異常要因発生DB 1 1 6の例を示す。3つのPCS-01, PCS-02, PCS-03について、時刻毎に、棒状影の有無のラベルと、アレイ汚損の有無のラベルが設定されている。“有”は異常あり、“無”は異常なしを意味する。例えば、PCS-03の2017/10/10 8:03以降では、棒状の影はなかったが、アレイ汚損があったことがわかる。ラベルは1日の全時間ではなく、1日のうち評価対象となる時間帯（評価時間帯）を設定し、評価時間帯についてのみ設定してもよい（後述する図13参照）。評価時間帯の例として、例えば発電が期待される時間帯（例えば8:00~17:00や、10:00~16:00など）がある。以下の説明では評価時間帯についてラベルを設定した場合を想定する。異常要因が発生している時刻は本実施形態の第1時刻、異常要因が発生していない時刻は本実施形態の第2時刻に対応する。

[0021] 特定部 1 1 2 は、計測DB 1 1 1 に格納された計測データのうち評価時間帯の計測データをトレーニングデータとして取得する。また、特定部 1 1 2 は、異常要因発生DB 1 1 6 に格納された異常要因発生データを取得する。特定部 1 1 2 及び特徴分布生成部 1 1 3 は、以降の処理を、PCSかつ異常要因ごとに行う。

[0022] 特定部 1 1 2 は、取得した計測データに基づき、異常ありのラベルが設定された計測データ（以降、これを正例データ、という）と、異常なしのラベルが設定された計測データ（以降、これを負例データ、という）とを特定し、正例データのグループと負例データのグループにグループ分けする。正例

データが属するグループを正例グループ、負例データが属するグループを負例グループと呼ぶ。正例データは、本実施形態に係る第1計測データに対応する。負例データは、本実施形態に係る第2計測データに対応する。

[0023] 特徴分布生成部113は、正例グループに属する各日の評価時間帯に属する計測データ（第1計測データ）に基づき、当該計測データの特徴値の分布を表す分布関数（第1分布関数）を算出する。

[0024] より詳細には、まず特徴分布生成部113は正例グループに属する各日の評価時間帯に属する計測データに基づき、時刻毎に発電電力を評価する指標として特徴値を計算する。一例として、1つの計測データから1つの特徴値が得られる。例えば、（直流電力／日射量）を、（直流電力／日射量）の最大値で除算した値を用いることができる。この場合の特徴値の計算式を以下に示す。

[0025] 特徴値＝（直流電力／日射量）／（（直流電力／日射量）の最大値）・・・
式（1）

[0026] “（直流電力／日射量）の最大値”は、計測DB111から取得した評価時間帯の全計測データ（正例グループ及び負例グループ全体）を対象に各計測データから（直流電力／日射量）を算出した（直流電力／日射量）のうちの最大値である。したがって、特徴値は、0以上1以下の範囲の値である。

[0027] 各日について、評価時間帯で特徴値を時系列に並べた時系列データ（以降、特徴時系列データと呼ぶ）を生成する。

[0028] 特徴分布生成部113は、負例グループについても、正例グループと同様に、各日について評価時間帯で特徴値を時系列に並べて、特徴時系列データを生成する。

[0029] なお、ある1日の評価時間帯の途中で「異常あり」から「異常なし」、又は、「異常なし」から「異常あり」に変わる場合もあり得る。そのときは、評価時間帯の計測データのうち、一部の時間帯の計測データは正例グループに分類され、別の時間帯の計測データは負例グループに属する。この場合、各特徴時系列データの長さは、評価時間帯の長さよりも短くなる。あるいは

、このような場合は、異常ありと異常なしの時間長の比率が大きい方を特定し、特定した方に対応するグループに、当該評価時間帯に属する全計測データを分類してもよい。

[0030] 図5は、正例グループ及び負例グループごとに、各日について得られた特徴時系列データの波形グラフを示す。横軸は時刻、縦軸は特徴値である。図では数個の特徴時系列データが示されるが、実際にはより多くの特徴時系列データが存在してよい。実線の波形が、正例（異常あり）の特徴時系列データを示す。破線の波形が、負例（異常なし）の特徴時系列データを示す。これらの特徴時系列データは同一のPCSのものである。なお、負例の特徴時系列データは9時から始まっており、正例の特徴時系列データは10時から始まっているが、これはたまたまであり、これに限定されない。

[0031] 特徴分布生成部113は、正例グループ及び負例グループのそれぞれに対して、評価時間帯に属する各単位時間帯について特徴値の分布関数（特徴分布）を計算する。例えば評価時間帯が9:00～17:00であり、単位時間帯の長さを1時間とする。この場合、9:00～10:00、10:00～11:00、11:00～12:00、・・・16:00～17:00の時間帯（単位時間帯）に対してそれぞれ特徴分布を計算する。特徴分布の具体例として、確率分布である正規分布がある。この場合、例えば、各グループについて単位時間帯ごとに平均及び分散を求め、これを正規分布のパラメータとすればよい。ただし、確率分布は正規分布である必要はなく、他の種類の確率分布でもよい。

[0032] 図6に、11:00～12:00の時間帯の特徴分布を計算する例を示す。図6の上側には、図5と同じ図が示される。時刻11:00について、正例の各特徴時系列データの値と、負例の各特徴時系列データの値を特定する。これらの値は、各時系列データのグラフと、時刻11:00に時間軸に垂直な縦線との交点に相当する。当該交点の値を、横軸を特徴値とする軸に展開してプロットした例を図7の下側に示す。正例の値は白抜きの丸、負例の値はハッチングされた丸で示される。正例の点群を近似する確率分布、負例

の点群を近似する確率分布をそれぞれ計算する。ここでは確率分布として正規分布を求める。

[0033] 時刻 11 : 00 の正例の特徴値（プロット値）の平均 x_{11} 及び分散 θ_{11} を計算し、計算した平均及び分散の値をパラメータとする正規分布 $f_{11}(x) = \text{PDF}(x_{11}; \theta_{11})$ を得る。これを 11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯の正例の確率分布（第 1 の分布関数）とする。この分布 $f_{11}(x)$ が図 6 の下側に実線で示されている。正例のプロット点はこの分布 $f_{11}(x)$ 内に配置されている。

[0034] 同様に、時刻 11 : 00 の負例の特徴値（プロット値）の平均 x''_{11} 及び分散 θ''_{11} を計算し、計算した平均及び分散の値をパラメータとする正規分布 $f''_{11}(x) = \text{PDF}(x''_{11}; \theta''_{11})$ を得る。これを 11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯の負例の確率分布と（第 2 の分布関数）する。この分布 $f''_{11}(x)$ が図 6 の下側に破線で示されている。負例のプロット点がこの分布 $f''_{11}(x)$ 内に配置されている。

[0035] ここでは、11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯の確率分布を計算するために、時刻 11 : 00 の特徴値を用いた（これは例えば、1 時間内での特徴値の変化は少ないと想定される場合には、計算量も少なく、有効である）。しかしながら、11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯に属する全特徴値を利用して確率分布を計算することも可能である。または、11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯に属する全特徴値からサンプリングにより特徴値を選択し、選択した特徴値を用いて 11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯の確率分布を計算することも可能である。

[0036] 11 : 00 ~ 12 : 00 の時間帯以外の時間帯についても同様にして、確率分布を計算する。

[0037] ここでは単位時間帯を 1 時間としたが、これに限定されず、10 分でも、30 分でも、2 時間でもよい。また、単位時間帯が、計測データの取得間隔時間に一致してもよい。この場合、計測データの時刻ごとに（例えば 1 分間隔の時刻ごとに）、確率分布（特徴分布）を計算することになる。

- [0038] 以上のように正例及び負例のグループごとに、単位時間帯ごとの特徴分布を生成する処理までをトレーニングフェーズと呼ぶ。以降の処理では、トレーニングで生成された特徴分布を用いて、異常要因の発生有無がまだわからない日の計測データを用いて、異常要因の発生有無を診断する。このフェーズをテストフェーズと呼ぶ。以下、テストフェーズについて説明する。
- [0039] スコア算出部 114 は、特徴分布生成部 113 で生成された単位時間帯毎の正例・負例の特徴分布を用いて、テスト対象になる各日の計測データに対して、スコアリングを行う。テスト対象になる各日の計測データは、特徴分布の生成に利用した計測データと異なるデータであり、異常要因発生 DB でラベルが設定されていない日の計測データである。以下、スコアリングの詳細を説明する。
- [0040] スコア算出部 114 は、評価時間帯における単位時間帯ごとに、正例・負例の特徴分布の組が、分布の分離条件を満たすか調べる。分離条件は第 1 要件と第 2 要件を含む。スコア算出部 114 は、当該組が両方の要件を満たす単位時間帯をスコア算定時間帯として選択する。図 7 及び図 8 を用いて、スコア算出部 114 の動作を説明する。
- [0041] 図 7 及び図 8 は、スコア算出部 114 の動作の具体例を説明するための図である。評価時間帯に属する各単位時間帯をそれぞれ対象として、第 1 及び第 2 要件を満たすかを調べる。
- [0042] 第 1 要件は、対象となる単位時間帯について、正例の特徴分布及び負例の特徴分布の両方が生成されていることである。少なくともいずれか一方の特徴分布が生成されていない場合、当該単位時間帯は、第 1 要件を満たさない。
- [0043] 図 7 の上側の例は、9:00~10:00 の単位時間帯の負例の特徴分布 $f''_{09}(\times)$ を示す。当該単位時間帯を含む正例の特徴時系列データが存在しなかったため、正例の特徴分布は生成されていない。よって、この単位時間帯は第 1 要件を満たさない。
- [0044] 第 2 要件は、対象となる単位時間帯について、正例の特徴分布と負例の特

徴分布とが分離していることである。これらの特徴分布が近接している場合、第2要件を満たさない。正例の特徴分布と負例の特徴分布とが分離しているかの判断は、以下のようにして行う。

- [0045] 正例の特徴分布の上側の $n\%$ 点（例えば 0.1 ）を正例上位 $n\%$ 点とし、負例の特徴分布の下側の $n\%$ 点を負例下位 $n\%$ 点とする。正例上位 $n\%$ 点と負例下位 $n\%$ 点の区間に、正例の特徴分布のピーク（山）、及び負例の特徴分布のピーク（山）がいずれも属さなければ、第2要件は満たされる。少なくとも一方の特徴分布のピークがこの区間に属していれば、第2要件は満たされない。ここでは%点の値は、正例の特徴分布と負例の特徴分布とでともに n であったが、%点の値が互いに異なってもよい。
- [0046] 図7の下側の例は、 $10:00 \sim 11:00$ の単位時間帯の正例の特徴分布 $f_{10}(x)$ と、負例の特徴分布 $f''_{10}(x)$ を示す。正例の特徴分布 $f_{10}(x)$ の正例上位 $n\%$ 点と、負例の特徴分布 $f''_{10}(x)$ の負例下位 $n\%$ 点との区間SC1が示される。区間SC1には負例の特徴分布の $f''_{10}(x)$ のピークP1が属している。よって、この単位時間帯は第2要件を満たさない。
- [0047] 図8の上側の例は、 $11:00 \sim 12:00$ の単位時間帯の正例の特徴分布 $f_{11}(x)$ と、負例の特徴分布 $f''_{11}(x)$ を示す。正例の特徴分布 $f_{11}(x)$ の正例上位 $n\%$ 点と、負例の特徴分布 $f''_{11}(x)$ の負例下位 $n\%$ 点との区間SC2が示される。区間SC2には、正例の特徴分布及び負例の特徴分布のいずれのピークも属していない。よって、この単位時間帯は第2要件を満たしている。また、2つの特徴分布が生成されているため、第1要件も満たされている。よって、この単位時間帯をスコア算定時間帯として選択する。
- [0048] 図8の下側の例は、 $12:00 \sim 13:00$ の単位時間帯の正例の特徴分布 $f_{12}(x)$ と、負例の特徴分布 $f''_{12}(x)$ を示す。正例の特徴分布 $f_{12}(x)$ の正例上位 $n\%$ 点と、負例の特徴分布 $f''_{12}(x)$ の負例下位 $n\%$ 点との区間SC3が示される。区間SC3には、正例の特徴分布及び負例の特

徴分布のいずれのピークも属していない。よって、この単位時間帯は第2要件を満たしている。また、2つの特徴分布が生成されているため、第1要件も満たされている。よって、この単位時間帯をスコア算定時間帯として選択する。

[0049] 13:00以降の各単位時間帯についても同様にして、第1要件および第2要件を満たすかを判断する。両方の要件を満たす（すなわち分離条件を満たす）単位時間帯を、スコア算定時間帯として選択する。

[0050] 図7及び図8の例では、正例の特徴分布の方が、負例の特徴分布よりも特徴値が低い側（紙面に沿って左側）に位置するが、特徴値の定義によっては逆になる場合もある。その場合は、正例の特徴分布の下側の $n\%$ 点（例えば0.1）を正例下位 $n\%$ 点とし、負例の特徴分布の上側の $n\%$ 点を負例上位 $n\%$ 点とする。そして、正例下位 $n\%$ 点と負例上位 $n\%$ 点の区間に、正例の特徴分布のピーク（山）、及び負例の特徴分布のピーク（山）がいずれも属さない場合に、第2要件が満たされると判断すればよい。

[0051] スコア算出部114は、評価時間帯に属する複数の単位時間帯から選択されたスコア算定時間帯について、特徴値に応じたスコアを計算する。以下、スコアの計算方法を説明する。

[0052] 図9は、あるスコア算定時間帯のスコアの計算例を説明するための図である。図には、算出対象時間帯の正例の特徴分布 $f_{Hr}(x)$ が模式的に示される。 x は特徴値を表す入力変数である。 Hr は算出対象時間帯を示す値である。例えば11:00～12:00の時間帯の特徴分布は $f_{11}(x)$ と表される。算出対象時間帯におけるテスト対象の計測データの特徴値 x_{tst} を、算出対象時間帯の正例の特徴分布の最大値 $\max(f_{Hr}(x))$ で除算する。これにより、スコア算定時間帯のスコア s_{cr} を得る。時間帯 Hr におけるスコア s_{cr} の計算式を以下に示す。この例では、各算出対象時間帯で、特徴値が大きいほど、スコアが大きくなるが、特徴値の定義に応じて、特徴値とスコアの関係は変わってよい。

[0053]
$$s_{cr_{Hr}} = x_{tst} / \max(f_{Hr}(x)) \quad \cdots (2)$$

[0054] ここで、スコア計算条件を導入し、スコア算出部 114 は、スコア計算条件を満たす場合には、式 (2) でスコアを計算し、満たさない場合は、スコアを一律にゼロとしてもよい。

[0055] 具体的には、まず、テスト対象の計測データの特徴値が、スコア算定時間帯の負例の特徴分布の何%点に相当するかを計算する。計算した%点と、負例の特徴分布の上側及び下側のうち正例の特徴分布の側の基準点 (n%点) とを比較する。計算した点が、基準点よりも正例の特徴分布の側に位置していれば、スコア計算条件が満たされる。この場合、式 (2) によりスコアを計算する。一方、計算した点が、基準点よりも負例の特徴分布の側に位置していれば、スコア計算条件が満たされない。この場合、スコアをゼロとする。

[0056] 図 10 は、スコア計算条件の具体例を説明するための図である。ある算出対象時間帯におけるテスト対象の計測データの特徴値が x_{tst_1} の場合と x_{tst_2} の場合を考える。 x_{tst_1} は負例の特徴分布の下位 n%点 (基準点) に対して、負例の特徴分布の側に位置している。すなわち、 x_{tst_1} は、基準点よりも大きい。このため、スコア計算条件は満たされない。よって、この算出対象時間帯のスコアをゼロとする。一方、 x_{tst_2} は負例の特徴分布の下位 n%点 (基準点) に対して、正例の特徴分布の側に位置している。すなわち x_{tst_2} は、基準点よりも小さい。このため、スコア計算条件が満たされる。算出対象時間帯のスコアを、式 (2) により計算する。

[0057] スコア計算条件を導入することなく、すべての算出対象時間帯について式 (2) でスコアを計算することも可能である。

[0058] スコア算出部 114 は、各スコア算定時間帯のスコアを計算したら、スコア算定時間帯毎のスコアを含む異常要因ベクトル V (以下、ベクトル V) を生成する。ベクトル V の定義式を以下に示す。スコア算出部 114 は、テスト対象となる各日についてベクトル V を生成する。

[0059]
$$V = (scr_{T1}, scr_{T2}, \dots, scr_{Ti}) \quad \dots (3)$$

scr_{T1} はスコア算定時間帯 $T1$ のスコア、 scr_{T2} はスコア算定時間帯

T_2 のスコア、 scr_{Ti} はスコア算定時間帯 T_i のスコアである。例えば、スコア算定時間帯を時間の早い順に $T_1, T_2, \dots, T_i$ と表す。例えば、 T_1 は 11:00～12:00 の時間帯、 T_2 は 12:00～13:00 の時間帯である。

[0060] 評価値算出部 115 は、スコア算出部 114 で生成された各日のベクトル V を用いて、異常要因の発生可能性の評価値 E を各日について算出する。評価値 E は、例えばベクトル V に含まれるスコアの平均値である。この場合のスコアの定義式を以下に示す。

[0061] [数1]

$$E = \frac{\sum_{Ti \in T_{avail}} scr_{Ti}}{N(T_{avail})} \quad \dots(4)$$

[0062] T_{avail} は、算出対象時間帯の集合を表す。 $N(T_{avail})$ は、 T_{avail} に含まれる要素数を表す。 T_i は T_{avail} に含まれる i 番目の要素を表す。式 (4) の分子は、集合 T_{avail} に含まれる要素（算出対象時間帯）のスコアの合計を表す。

[0063] この例では、評価値 E は 0 以上 1 以下の範囲をとる。評価値 E が 1 に近いほど、異常要因の発生の可能性が高い。平均以外に、中央値、最大値、又は最小値を評価値 E としてもよい。また、ベクトルに含まれる要素を重み付け平均した値を評価値 E としてもよい。

[0064] 評価値算出部 115 は、評価値 E と、 PCS_ID (PCS の識別子) と、日付とを 1 セットとした結果データを評価 DB 117 に格納する。

[0065] 出力部 118 は、評価値算出部 115 に格納されている結果データに基づき、表示用の出力情報を生成し、表示装置 131 に出力する。表示装置 131 は、出力部 118 から入力された出力情報を画面に表示する。一例として、出力部 118 は、評価値算出部 115 に格納されている結果データを評価値の降順にソートし、ソート後の結果データを含む評価表を、表示装置 131 に出力する。

- [0066] また、出力部 118 は、各結果データの評価値を、予め設定した閾値と比較し、比較結果に応じた判定ラベルを結果データに設定してもよい。具体的には、評価値が閾値以上の場合、異常要因が発生している可能性が高いとして、“異常あり”又は“要確認”の判定ラベルを結果データに設定する。また、評価値が閾値未満の場合、異常要因が発生している可能性が低いとして、“異常なし”又は“良好”の判定ラベルを結果データに設定する。閾値は、異常要因の種類ごとに異なってもよい。出力部 118 は、設定した判定ラベルを、結果データに関連づけた評価表を、表示装置 131 に出力してもよい。
- [0067] 図 11 及び図 12 に、表示装置 131 の画面の表示例を示す。図 11 では、異常要因が棒状影の場合の評価表の例、図 12 は異常要因がアレイ汚損の場合の評価表の例を示す。これまで述べてきた処理を異常要因ごとに実行することで、異常要因ごとの評価表を得ることができる。評価表には、各結果データに設定された判定ラベル（“要確認”もしくは“良好”）が関連づけられている。
- [0068] 例えば、図 11 において、1～9 番目の結果データでは、評価値が閾値（ここでは 0.7）以上のため、“要確認”の判定ラベルが設定されている。10 番目以降の結果データは、評価値が閾値未満のため、“良好”の判定ラベルが設定されている。
- [0069] 図 12 の例では、1～5 番目の結果データでは、評価値が閾値（ここでは 0.6）以上のため、“要確認”の判定ラベルが設定されている。6 番目以降の結果データは、評価値が閾値未満のため、“良好”の判定ラベルが設定されている。
- [0070] ユーザは、例えば図 11 の表を、棒状影の発生の有無を判断する知見として役立てることができる。例えば、ユーザは図 11 の表から PCS__01 は棒状影が発生している可能性が高いと判断し、現地に作業員を派遣する際に、棒状影を取り除くために必要な準備を事前に行うことができる。図 12 の表についても同様にして、アレイ汚損の発生の有無を判断する知見として役

立てることができる。

[0071] 本実施形態において、ユーザがトレーニングフェーズの条件（トレーニング条件）及びテストフェーズの条件（テスト条件）を指定し、ユーザにより指定された条件に従って、トレーニングフェーズ及びテストフェーズの処理を行ってもよい。

[0072] 図13は、ユーザが条件の指定を行うユーザインタフェース画面の例を示す。本装置はこの画面を表示装置131に表示し、ユーザが入力装置121から条件を入力する。

[0073] トレーニング条件の例として、日射量の閾値（図の例では0.7）を指定してもよい。この場合、日射量が閾値以上の日（閾値がある程度高ければ晴れた日に相当する）の計測データをトレーニングデータとして用いる。また、トレーニングデータとして用いる計測データの期間をトレーニング対象期間として指定してもよい（図の例では2018年7月1日～2018年8月31日）。また、トレーニングデータとして用いる南中高度の範囲を指定してもよい（図の例では44～54度）。この場合、時刻と南中高度との対応データを予めDBに格納しておく。対応データを外部のサーバから受信することにより取得してもよい。トレーニング条件としてここで述べた以外の項目があってもよい。例えば発電量（電力値）の範囲を指定し、指定された発電量の範囲に属する計測データのみをトレーニングデータとして用いてもよい。

[0074] また、テスト条件の例として、テスト対象とする計測データの対象期間（テスト対象期間）を指定してもよい（図の例では2019年7月1日～2019年7月31日）。テスト対象期間は、年次横断の形式で指定してもよい。例えば、“7月1日～8月31日の期間を毎年”などと指定してもよい。

[0075] トレーニング条件及びテスト条件に共通する条件として、前述した単位時間間隔（図の例では60分）、及び評価時間帯（図の例では10:00～16:00）を指定してもよい。

[0076] 図14は、本実施形態に係る計測データ取得部110、特定部112及び

特徴分布生成部 113 の動作の一例のフローチャートである。本フローチャートは、主としてトレーニングフェーズに係る処理を示す。

- [0077] 一例として、本処理を開始する前に、計測データ取得部 110 が各 P C S から計測データを取得して、計測 D B 111 に格納する。また異常要因発生 D B 116 に各 P C S について時刻毎に異常要因発生有無を表すラベルを異常要因別に格納しておく。ユーザが本処理の開始の指示データを入力し、入力された指示データに従って、本処理が開始される。
- [0078] ステップ S 101 において、本装置は、表示装置 131 にユーザインタフェース画面を表示して、ユーザにトレーニングフェーズの条件（トレーニング条件）及びテストフェーズの条件（テスト条件）を設定させてもよい。本ステップを省略してもよい。その場合、事前に定められたトレーニング条件及びテスト条件に従って、以降の処理を行う。
- [0079] 特定部 112 及び特徴分布生成部 113 は、以降の処理を、各 P C S について、異常要因ごとに行う。
- [0080] ステップ S 102 において、特定部 112 は、計測 D B 111 から評価時間帯の計測データを読み出し、読み出した計測データに、異常要因発生 D B 116 を用いて、異常要因の発生有無のラベルを設定する。すべての計測データにラベルを設定したら、ラベルの値に応じて、計測データを正例グループ及び負例グループに分類する。異常ありのラベルが設定された計測データは正例グループ、異常なしのラベルが設定された計測データは負例グループに分類される。
- [0081] ステップ S 103 において、特徴分布生成部 113 は、正例グループについて、計測データの特徴値を計算し、日ごとに特徴値を時系列に配置した時系列データ（特徴時系列データ）を生成する。負例グループについても同様にして、日ごとに特徴時系列データを生成する。
- [0082] ステップ S 104 において、特徴分布生成部 113 は、正例グループにおける複数の日の特徴時系列データに基づき、評価時間帯における単位時間帯ごとに、特徴値の確率分布（正例の特徴分布）を生成する。負例グループに

についても同様にして、評価時間帯における単位時間帯ごとに、特徴値の確率分布（負例の特徴分布）を生成する。特徴分布生成部 113 は、生成した正例及び負例の特徴分布をスコア算出部 114 に送る。特徴分布生成部 113 は、スコア算出部 114 により読出可能な記憶装置に、生成した正例及び負例の特徴分布を格納してもよい。スコア算出部 114 は、記憶装置から正例及び負例の特徴分布を読み出してもよい。以上の処理により、各 PCS について、評価時間帯における単位時間帯ごとの正例の特徴分布及び負例の特徴分布が、異常要因ごとに生成される。

[0083] 図 15 は、本実施形態に係るスコア算出部 114、評価値算出部 115 及び出力部 118 の動作の一例のフローチャートである。本フローチャートは、主としてテストフェーズに係る処理を示す。図 15 の処理は、図 14 の処理と連続して行ってもよいし、図 14 の処理とは独立したタイミングで行ってもよい。図 14 の処理を行うタイミングと、図 15 の処理を行うタイミングをユーザが個別に制御してもよい。以降の処理を、各 PCS について、異常要因の種類ごとに行う。

[0084] ステップ S201 において、スコア算出部 114 は、評価時間帯に含まれる各単位時間帯について、正例の特徴分布及び負例の特徴分布を用いて、予め定めた分離条件が満たされてかを判断する。正例の特徴分布及び負例の特徴分布として、該当する PCS 及び該当する異常要因の種類に応じたものを用いる。分離条件の詳細については前述した通りである。

[0085] ステップ S202 において、分離条件が満たされる場合は、正例の特徴分布及び負例の特徴分布が十分に分離していると判断し、当該単位時間帯をスコア算定時間帯として選択する。ステップ S203 において、分離条件が満たされない場合は、正例の特徴分布及び負例の特徴分布の重なりが大きいと判断し、当該単位時間帯をスコア算定時間帯として選択しない。

[0086] ステップ S204 において、スコア算出部 114 は、ステップ S202 で選択された各スコア算定時間帯について、該当する PCS のテスト対象の計測データに基づき、スコア計算条件が満たされるかを判断する。スコア計算

条件の詳細は前述した通りである。

- [0087] ステップS 2 0 5において、スコア計算条件が満たされる場合は、スコア算出部1 1 4は、スコア算定時間帯におけるテスト対象の計測データ（例えばスコア算定時間帯の開始時刻の計測データ）の特徴値を計算する。そして、計算した特徴値を、当該スコア算定時間帯の正例の特徴分布の最大値で除算する。除算により得られた値（除算値）を、スコアとする。
- [0088] ステップS 2 0 6において、スコア計算条件が満たされない場合は、スコア算出部1 1 4は、計測データが負例の特徴分布に近接していると判断し、当該スコア算定時間帯のスコアをゼロにする。
- [0089] 上述した例では、スコアの計算をするために、スコア算定時間帯の開始時刻の計測データを用いたが、スコア算定時間帯に属する複数の計測データから1つの計測データを選択し、選択した計測データを用いてもよい。また、上述した例では、スコアの計算をするために1つの計測データを用いたが、テスト対象としてスコア算定時間帯に属する複数の計測データを用いてもよい。この場合、例えば、計測データごとにステップS 2 0 5、S 2 0 6を行う。そして、これらの計測データについて得られた値（除算値又はゼロ）の平均又は中央値、最大値などを算出し、算出した値をスコアとすればよい。ここで述べた以外の方法でスコアを計算してもよい。
- [0090] ステップS 2 0 7において、スコア算出部1 1 4は、テスト対象の各日について、各スコア算定時間帯のスコアを含むベクトルVを生成する。
- [0091] ステップS 2 0 8において、評価値算出部1 1 5は、ベクトルVに基づき、異常要因の発生の可能性の評価値Eを算出する。例えばベクトルVに含まれる要素の平均を計算することにより評価値Eを算出する。平均以外に、中央値、最大値、又は最小値を評価値Eとしてもよい。また、ベクトルに含まれる要素を重み付け平均した値を評価値Eとしてもよい。
- [0092] ステップS 2 0 9にいて、評価値算出部1 1 5は、PCSのID、日付及び異常要因発生の可能性の評価値を含む結果データを生成し、結果データを評価DB 1 1 7に格納する。評価DB 1 1 7には、各PCSに関する結果デ

ータを、異常要因の種類ごとに表形式で格納される。

[0093] ステップS 2 1 0において、出力部 1 1 8は、評価DB 1 1 7内の結果データを評価値の降順にソートして、表示用の出力情報を生成する。出力情報は、例えば異常要因の種類ごとに生成する。出力部 1 1 8は、生成した出力情報を表示装置 1 3 1に出力する。表示装置 1 3 1は、出力情報を表示する。出力部 1 1 8は、結果データの評価値が閾値以上かに応じかに応じて、結果データに判定ラベルを設定してもよい。そして、判定ラベルを結果データに関連づけた出力情報を生成してもよい。この出力情報を表示することで、ユーザは各PCSに異常要因が発生しているかの判断の目安として判定ラベルを利用できる。

[0094] 以上、本実施形態によれば、太陽光発電システムの異常要因を特定することが可能となる。

[0095] (第2の実施形態)

第1の実施形態では、実際の計測データ（実測データ）及び実際に測定した異常の発生有無のデータ（異常要因発生DB 1 1 6）を用いて、正例及び負例の特徴分布を学習した。しかしながら、実際の太陽光発電システムでは、異常の発生頻度が低く、この場合、正例の特徴時系列データが得られない可能性もある。

[0096] 第2の実施形態では、太陽光発電のシミュレーションツールを用いて、正例及び負例の特徴分布を生成する。シミュレーションツールの例として、PV Systが知られている。シミュレーションツールでは、パネルの設置条件、太陽光の日射条件、地形及び太陽の日出・日入りまでの入射角などを変数としつつ、発電量をシミュレーションできる。また、天候やスモッグなどの大気の遮光要素も考慮して、発電量をシミュレーションできる。また、その他の遮光要素として、遮光割合が0～100%の間に設定された平面上の遮光物や、棒状の物体などをシミュレーション空間に設置し、その影響をシミュレーションしたりすることもできる。

[0097] 障害物がなく、パネルが設置された地形も平坦で、天候も快晴であれば、

高精度に発力量を見積ることができる。一方で雲や雨などの大気や空の条件による日射量低下や、平坦なではない場所にパネルが設置された場合、配線による送電ロスなどの影響などを含め、シミュレーションの発電量が実績値とのずれが大きくなる場合もある。その誤差は、異常要因の発生で発電量が低下する比率よりも大きい比率に相当する場合もある。そのため、シミュレーションデータと実績値とのずれが小さくなるように、キャリブレーションすることが望ましい。

[0098] 図16に、第2の実施形態に係る異常要因診断装置のブロック図を示す。図2のブロック図と同一又は対応する要素には同一の符号を付して、変更又は拡張された処理を除き、説明を省略する。図16の異常要因診断装置101は、図2の要素に加えて、シミュレーションDB141、補正関数生成部142、補正部143、統合部144、及び統合DB145を備える。補正関数生成部142及び補正部143の組は補正処理部146に対応する。

[0099] シミュレーションDB141には、予め各PCSの発電量のシミュレーションを行うことにより生成されたシミュレーションデータが格納されている。一例として、シミュレーションDB141は、各PCSの各日付の1日のシミュレーションデータを格納している。シミュレーションを実行するシミュレーション実行部を図16の異常要因診断装置に追加してもよい。

[0100] 具体的には、シミュレーションDB141には計測データと同一日付及び同一時刻における計測値の見積もりデータがシミュレーションデータ（以下、第1シミュレーションデータと呼ぶ）として格納されている。ここでは、一例として少なくとも異常要因の発生がない計測データ（負例のデータ）と同一日付及び同一時刻に対する第1シミュレーションデータが格納されている。ただし、異常要因の発生がある計測データ（正例のデータ）と同一日付及び同一時刻に対する第1シミュレーションデータが格納されていてもよい。また計測DB111には、日時・時間帯・障害要因など様々変えて発電量をシミュレーションした場合の、正例及び負例のその他のシミュレーションデータ（以下、第2シミュレーションデータと呼ぶ）が格納されている。第

2 シミュレーションデータには時刻の項目がなくてもよいし、任意の時刻が設定されていてもよい。任意の時刻は、計測データの時刻より将来の時刻でも、過去の時刻でもよいし、仮想上の時刻（第2シミュレーションデータを区別できる時刻であればよい）でもよい。以下では、第2シミュレーションデータには、任意の時刻が設定されている場合を想定する。シミュレーションで異常要因が発生している時刻は、本実施形態に係る第3時刻に対応する。正例の第2シミュレーションデータは、一例として正例の計測データが存在しない又は少ない場合に、正例の特徴分布を生成する際に活用されることができる。第1シミュレーションデータも、同一時刻の計測データとの対応づけがなされていれば、時刻の項目がなくてもよい。以下の説明では、第1シミュレーションデータには、対応する計測データと同一の時刻が設定されている場合を想定する。第1及び第2シミュレーションデータの項目は、第1の実施形態の図3の計測データと同じでもよいし、一部の項目（電圧、電流など）を省いてもよいし、追加の項目があってもよい。以下の説明では異常要因が1種類の場合（例えば棒状影又はアレイ汚損など）を想定して説明を行うが、2種類以上の場合は、第1の実施形態と同様に、異常要因の種類ごとに独立して処理を行えばよい。

[0101] 異常要因発生DB116は、少なくとも第2シミュレーションデータが生成された各日又は各時刻について、異常要因の有無を表すフラグが、PCSIDと、日付又は時刻と関連づけて、格納されている。各日又は各時刻の異常要因の有無は、シミュレーション時に決められている。ここでは日単位又は時刻単位でフラグを設定しているが、評価時間帯又は単位時間帯の単位でフラグを設定してもよい。

[0102] 図17に、異常要因発生DB116の例を示す。第2シミュレーションデータの時刻（任意の時刻）に対して、異常要因の有無を表すフラグが格納されている。任意の時刻はSTP00001、STP00002などにより表されている。第2シミュレーションデータと対応づけがなされていれば、時刻の項目がなくてもよい。異常要因発生DB116には、第1の実施形態と

同様に、実測データに対する異常要因発生データ（図4参照）も格納されている。

[0103] 補正関数生成部142は、負例（異常なし）の実測データと、負例（異常なし）の第1シミュレーションデータとに基づき、シミュレーションデータの値を補正するための補正関数を、各PCSについて生成する。以下、補正関数の生成について詳細に説明する。

[0104] 補正関数生成部142は、同一時刻の負例の実測データ（計測データ）と、負例の第1シミュレーションデータとを対応付け、同一時刻のこれらのデータの組を生成する。

[0105] 図18に、実測データと、第1シミュレーションデータとを対応づける例を示す。図18の左上は、横軸が時刻、縦軸が電力値の座標系に計測データをプロットした例を模式的に示す図である。図18の右上は、横軸が時刻、縦軸が電力値の座標系に第1シミュレーションデータをプロットした例を模式的に示す図である。図18の左上の計測データ及び図18の右上の第1シミュレーションデータに基づき、同一時刻の実測データと第1シミュレーションデータを対応づけ、これらのデータの組を、横軸をシミュレーションの電力値、縦軸を実測の電力値とする座標系にプロットする。図18の下は、これらの組をプロットした例を模式的に示す図である。

[0106] なお、計測の時間間隔及びシミュレーションの時間間隔が一致している場合は、当該同じ時間間隔毎で実測データ及び第1シミュレーションデータを対応づければよい。両方で時間間隔が異なる場合、例えば実測が1分間隔、シミュレーションが60分間隔の場合は、以下のようにする。すなわち、実測データの60分間の代表値（例えば平均値）を60分毎に算出して、算出した値と第1シミュレーションデータの値との組を同一時刻のデータとして対応づける。

[0107] 補正関数生成部142は、対応づけられた計測データの値と第1シミュレーションデータの値との差分を最小化するように、シミュレーションデータの値（例えば電力値）を補正するための補正関数を生成する。例えば、シミ

ュレーションデータの値を入力変数、補正後の値（補正值）を出力変数とする関数として、例えば $y = f(x) + \varepsilon$ を設定する。 x は入力変数、 y は出力変数である。負例の計測データの値を出力変数の教師データとして用いて、最小自乗法などの最適化手法により、 x と y の差分を最小するように、 $f(x)$ のパラメータ及び ε を推定する。 $f(x)$ は一次関数でも、二次関数でも、それ以外の型の関数でもよい。補正関数生成部 142 は、生成した補正関数を補正部 143 に送る。補正関数生成部 142 は、生成した補正関数を補正部 143 からアクセス可能な記憶装置に格納してもよい。この場合、補正部 143 は、記憶装置から補正関数を読み出してもよい。

[0108] $f(x)$ の入力変数として、例えば直流電圧、直流電流、気温など、電力値と異なる値を用い、出力変数を、補正後の電力値としてもよい。入力変数に電力値がなくとも、電力値に依存する値を入力変数とすれば、補正後の電力値を求めることができる。また、電流、電圧又は気温等の項目を補正する関数を生成し、これらの項目を補正の対象としてもよい。

[0109] 補正部 143 は、補正関数を用いて、正例及び負例の第 2 シミュレーションデータの値（例えば電力値）を補正する。すなわち、正例及び負例の第 2 シミュレーションデータの値を入力変数 x として補正関数を計算し、出力変数 y を求める。 y の値が、第 2 シミュレーションデータの補正值である。補正は、P C S ごとに、それぞれの補正関数を用いて行う。補正部 143 は、正例及び負例の第 2 シミュレーションデータの補正值を D B に格納してもよい。

[0110] 本補正処理を行うことで、実際には故障事例が多くない P V プラントでも、発電電力の多くの事例を生成できる。すなわち、故障事例が多くない P V プラントに対しても、正例（異常あり）の特徴分布を生成できる。

[0111] 統合部 144 は、計測 D B 111 の計測データと、補正後の第 2 シミュレーションデータとを統合し、統合 D B 145 に格納する。統合 D B 145 のデータを表示装置 131 に表示して、ユーザに第 2 シミュレーションデータの補正の結果を確認させてもよい。例えば、計測 D B 111 の計測データ群

の末尾に、補正後の第2シミュレーションデータを追加し、追加後のデータ群を統合DB145に格納する。なお、電流又は電圧等の項目など、以降の処理で用いない項目がある場合は、該項目を削除してもよい。

[0112] 図19に、統合DB145の一例を示す。統合DB145には計測データ（実測データ）と補正後の第2シミュレーションデータとが格納されている。補正前の第2シミュレーションデータの値がさらに格納されていてもよい。この例ではシミュレーションデータの項目として電圧及び電流の値が格納されていないが、電圧及び電流の補正值を格納してもよい。

[0113] 変形例として、補正部143が第2シミュレーションデータのみならず、第1シミュレーションデータの補正も行い、補正後の第1シミュレーションデータも統合部144に追加してもよい。そして、ユーザに第1シミュレーションデータの補正の結果も確認させてもよい。

[0114] また、別の変形例として、負例の計測データが十分に存在する場合には、シミュレーションにおいて正例の第2シミュレーションデータのみを生成してもよい。

[0115] 特定部112、特徴分布生成部113、スコア算出部114及び評価値算出部115は、第1の実施形態の計測DB111の代わりに、統合DB145を用いて、第1の実施形態と同様の処理を行えばよい。この際、正例の特徴分布を生成するために、一例として、正例の第2シミュレーションデータを用いることができ、正例の計測データが存在する場合は、正例の計測データも用いることができる。負例の特徴分布を生成するために、一例として、負例の計測データと負例の第2シミュレーションデータの少なくとも一方を用いることができる。

[0116] ユーザがシミュレーションの条件を指定し、ユーザが指定した条件に従って、シミュレーションに用いるシミュレーションデータの選択を行ってもよい。

[0117] 図20は、ユーザがシミュレーションデータの選択条件を指定するユーザインタフェース画面の例を示す。本装置はこの画面を表示装置131に表示

し、ユーザが入力装置 121 から条件を入力する。図の例ではシミュレーション対象期間として 2018 年 7 月 1 日～2018 年 8 月 31 日までを指定し、シミュレーション対象南中高度として 44～54 度を指定している。シミュレーション対象期間は、一例として計測データと同一の日付と、計測データに存在しない日付とを含む。単位時間間隔として 60 分、評価時間帯として 10:00～16:00 を指定している。単位時間間隔及び評価時間帯は、特徴分布生成部 113 以降の処理に適用されてもよい。また、シミュレーションデータの利用有無も指定できる。図 20 に示した以外の項目の条件を指定できるようにしてもよい。

[0118] 補正関数生成部 142 は、図 20 のユーザインタフェース画面でユーザが指定した条件を満たすシミュレーションデータを、シミュレーション DB 141 から選択するように動作する。ユーザがシミュレーションデータの利用を指定した場合は、前述した実施形態に従って、補正処理部の処理を行う。一方、ユーザがシミュレーションデータの利用を指定しない場合は、補正処理部の処理を行わない。すなわち、シミュレーションデータを利用せず、この場合、第 1 の実施形態の動作が行われる。実測データに対して異常要因の発生有無の情報が十分に得られている場合は、シミュレーションデータを利用しないことで、PV パネルの実際の設置環境を反映した分析結果を得ることができる。正例の実測データが蓄積されるのに時間を要する場合には、ある程度の個数の正例の実測データが蓄積されるまではシミュレーションデータを使い、当該個数の正例の実測データが蓄積されたら、実測データのデータベースに切り替えるようにしてもよい。これにより、正例の実測データが蓄積されるまではシミュレーションを用いて暫定的に分析結果を高速に得るとともに、正例の実測データが蓄積された後は、実測データのデータベースに切り替えることで、実際の設置環境に忠実な分析結果を得ることができる。

[0119] 変形例として、補正関数の作成有無をユーザが指定してもよい。ユーザが補正関数の作成有を指示した場合、補正関数生成部 142 が補正関数を生成

する。ユーザが補正関数の作成無を指示した場合、補正関数生成部 142 が補正関数を生成しない。この場合、補正部 143 は、以前に（例えば前回）作成された補正関数を用いてシミュレーションデータの補正を行う。補正関数を毎回生成しないことで、効率的な処理が可能となる。

[0120] 図 20 のユーザインタフェース画面と、第 1 の実施形態における条件の指定を行うユーザインタフェース画面（図 13 参照）とを 1 つにまとめてもよい。

[0121] 図 21 は、これらのユーザインタフェース画面を 1 つにまとめた例を示す。ユーザは、この統合されたユーザインタフェース画面で条件の入力を行ってもよい。あるいは、本装置が図 13 と図 16 の画面を別々に提示して、別々に条件の入力をユーザに行わせてもよい。単位時間間隔及び評価時間帯など両画面で共通する項目については、一方のユーザインタフェース画面への入力結果が、他方のユーザインタフェース画面に自動的に反映されるようにしてもよい。

[0122] 図 22 は、補正関数生成部 142、補正部 143 及び統合部 144 に係る処理のフローチャートである。

[0123] ステップ S301 において、補正関数生成部 142 が、同一時刻で、負例の計測データと、負例のシミュレーションデータ（第 1 シミュレーションデータ）とを対応づけ、同一時刻のデータ組を生成する。

[0124] ステップ S302 において、補正関数生成部 142 が、ステップ S301 で生成されたデータ組に基づき、シミュレーションデータの値を入力変数し、補正值を出力変数とする補正関数のパラメータを推定する。補正関数のパラメータは、例えば、計測データの値を教師データとして用い、計測データの値とシミュレーションデータの値の差分を最小化するように求める。

[0125] ステップ S303 において、補正部 143 は、ステップ S302 で生成された補正関数を用いて、正例及び負例のシミュレーションデータ（第 2 シミュレーションデータ）を補正する。

[0126] ステップ S304 において、統合部 144 は、補正後の第 2 シミュレーシ

ョンデータを、計測DB111内の計測データとともに、統合DBに格納する。以降の処理は、第1の実施形態と同様である。

[0127] 図23は、図22のフローチャートにステップS305を追加した処理のフローチャートである。ステップS305がステップS301とステップS302の間に追加されている。ステップS305において、補正関数生成部142は、ステップS301で生成されたデータ組のうち、計測データの日射量が所定値（例えば0.7）以上のデータ組を選択する。ステップS302では、ステップS305で選択されたデータ組を用いて、補正関数を生成（補正関数のパラメータを推定）する。ここでは日射量の条件でデータ組を選択したが、計測時刻の範囲（例えば10時以降16時まで）を指定し、その範囲に属する計測データを含むデータ組を選択してもよい。指定する計測時刻の範囲は評価時間帯でもよい。

[0128] 図24は、本発明の実施形態に係る異常要因診断装置のハードウェア構成例を示す。図24のハードウェア構成はコンピュータ150として構成される。コンピュータ150は、CPU151、入力インタフェース152、表示装置153、通信装置154、主記憶装置155、外部記憶装置156を備え、これらはバス157により相互に通信可能に接続される。

[0129] 入力インタフェース152は、入力装置121に対応する。表示装置153は表示装置131に対応する。通信装置154は、無線または有線の通信手段を含み、PCSと有線または無線の通信を行う。通信装置154を介して、計測データを取得してもよい。入力インタフェース152及び通信装置154は、それぞれ別個の集積回路等の回路で構成されていてもよいし、単一の集積回路等の回路で構成されてもよい。

[0130] 外部記憶装置156は、例えば、HDD、SSD、メモリ装置、CD-R、CD-RW、DVD-RAM、DVD-R等の記憶媒体等を含む。外部記憶装置156は、異常要因診断装置の各処理部の機能を、プロセッサであるCPU151に実行させるためのプログラムを記憶している。また、異常要因診断装置が備える各種DBも、外部記憶装置156に含まれる。ここでは

、外部記憶装置 156 を 1 つのみ示しているが、複数存在しても構わない。

[0131] 主記憶装置 155 は、CPU 151 による制御の下で、外部記憶装置 156 に記憶された制御プログラムを展開し、当該プログラムの実行時に必要なデータ、当該プログラムの実行により生じたデータ等を記憶する。主記憶装置 155 は、例えば揮発性メモリ（DRAM、SRAM等）または不揮発性メモリ（NANDフラッシュメモリ、MRAM等）など、任意のメモリまたは記憶部を含む。主記憶装置 155 に展開された制御プログラムがCPU 151 により実行されることで、異常要因診断装置の各処理部の機能が実行される。

[0132] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0133] 11 : 発電装置
12 : PCS（パワーコンディショナシステム）
STO1、STO2 : ストリング
PN : PVパネル
21 : 接続装置
22 : DC／DC変換機
23 : AC／DC変換機
24 : 計測装置
25 : 日射計
101 : 異常要因診断装置
110 : 計測データ取得部
111 : 計測データベース（DB）

1 1 2 : 特定部
1 1 3 : 特徴分布生成部
1 1 4 : スコア算出部
1 1 5 : 評価値算出部
1 1 6 : 異常要因発生 D B
1 1 7 : 評価 D B
1 1 8 : 出力部
1 1 9 : 評価部
1 2 1 : 入力装置
1 3 1 : 表示装置
1 5 1 : C P U
1 5 2 : 入力インタフェース
1 5 3 : 表示装置
1 5 4 : 通信装置
1 5 5 : 主記憶装置
1 5 6 : 外部記憶装置
1 5 7 : バス
1 4 1 : シミュレーション D B
1 4 2 : 補正関数生成部
1 4 3 : 補正部
1 4 4 : 統合部
1 4 5 : 統合 D B
1 4 6 : 補正処理部

請求の範囲

- [請求項1] 発電装置の異常要因が発生した第1時刻を特定する異常要因発生データに基づき、前記発電装置の計測データにおいて前記第1時刻に対応する第1計測データを特定する特定部と、
- 前記第1計測データに基づき、前記第1計測データの特徴値の分布を表す第1分布関数を算出する分布生成部と、
- 前記第1分布関数と、前記発電装置のテスト対象の計測データとに基づいて、前記発電装置における前記異常要因の発生の可能性の評価値を算出する評価部と、
- を備えた異常要因診断装置。
- [請求項2] 前記評価部は、前記テスト対象の計測データの特徴値に基づき前記第1分布関数の値を計算し、前記第1分布関数の値に基づいて、前記評価値を算出する
- 請求項1に記載の異常要因診断装置。
- [請求項3] 前記評価部は、前記第1分布関数の値と、前記第1分布関数の最大値とに基づいて、前記評価値を算出する
- 請求項2に記載の異常要因診断装置。
- [請求項4] 前記分布生成部は、単位時間帯ごとに前記第1分布関数を生成し、
- 前記評価部は、前記単位時間帯ごとの前記第1分布関数の値に基づいて、前記評価値を算出する
- 請求項2又は3に記載の異常要因診断装置。
- [請求項5] 前記特定部は、前記異常要因が発生していない第2時刻に対応する第2計測データを特定し、
- 前記分布生成部は、前記第2計測データの特徴値の分布を表す第2分布関数を前記単位時間帯ごとに生成し、
- 前記評価部は、前記単位時間帯ごとに前記第1分布関数と前記第2分布関数とが分布の分離条件を満たすかを判断し、前記分離条件を満たす前記単位時間帯の前記第1分布関数の値のみに基づいて、前記評

価値を算出する

請求項4に記載の異常要因診断装置。

[請求項6] 前記特徴値は、発電量を日射量で除算した値と、発電量を日射量で除算した値の最大値との比率である

請求項1～5のいずれか一項に記載の異常要因診断装置。

[請求項7] 前記発電装置の発電のシミュレーションデータと、
前記シミュレーションデータを補正する補正処理部と、を備え、
前記補正処理部は、前記異常要因が発生していない第2時刻に対応する第2計測データと、前記第2時刻に対応する前記シミュレーションデータとに基づき、前記シミュレーションデータと前記第2計測データとの差分を小さくする前記シミュレーションデータの補正関数を生成し、

前記補正処理部は、前記補正関数に基づき、少なくとも前記発電装置のシミュレーションにおいて前記異常要因が発生した第3時刻に対応するシミュレーションデータを補正し、

前記分布生成部は、補正された前記シミュレーションデータの特徴値に基づき、前記第1分布関数を生成する

請求項1～6のいずれか一項に記載の異常要因診断装置。

[請求項8] 前記特定部は、日射量、時刻、南中高度、及び発電量の少なくともいずれか1つに基づく条件を満たす前記第1計測データを特定し、

前記分布生成部は、特定した前記第1計測データに基づいて、前記第1分布関数を生成する

請求項1～7のいずれか一項に記載の異常要因診断装置。

[請求項9] 前記補正処理部は、前記第2時刻に対応する前記シミュレーションデータのうち、日射量、時刻、南中高度、及び発電量の少なくともいずれか1つに基づく条件を満たすシミュレーションデータを特定し、特定したシミュレーションデータを用いて、前記補正関数を生成する

請求項7、又は請求項7を引用する請求項8に記載の異常要因診断

装置。

[請求項10] ユーザインタフェースからのユーザの指示データを受信し、前記指示データが前記シミュレーションデータの利用を指示している場合に前記補正処理部の処理を行い、前記指示データが前記シミュレーションデータの利用を指示していない場合に前記補正処理部の処理を行わない

請求項7～9のいずれか一項に記載の異常要因診断装置。

[請求項11] 前記補正処理部により補正された前記シミュレーションデータを表示するための出力情報を生成する出力部

を備えた請求項7～10のいずれか一項に記載の異常要因診断装置

。

[請求項12] 出力部を備え、

前記評価部は、複数の前記発電装置ごとに又は日別に前記評価値を算出し、

前記出力部は、降順又は昇順にソートした前記評価値を表示するための出力情報を生成する

請求項1～11のいずれか一項に記載の異常要因診断装置。

[請求項13] 前記出力情報を表示する表示装置

を備えた請求項11又は12に記載の異常要因診断装置。

[請求項14] 発電装置の異常要因が発生した第1時刻を特定する異常要因発生データに基づき、前記発電装置の計測データから、前記第1時刻に対応する第1計測データを特定するステップと、

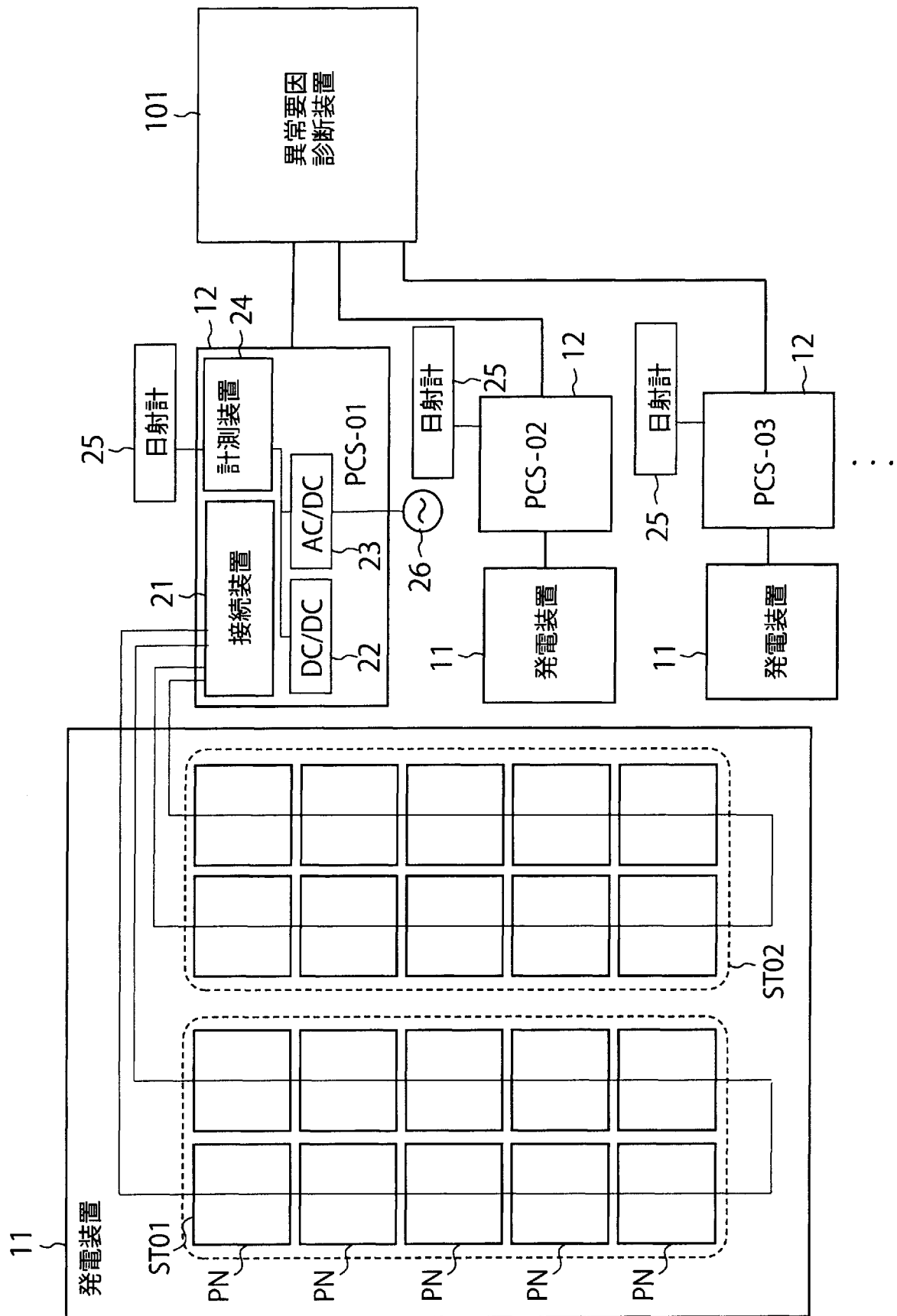
前記第1計測データの特徴値の分布を表す第1分布関数を算出するステップと、

前記第1分布関数と、前記発電装置のテスト対象の計測データとに基づいて、前記発電装置における前記異常要因の発生の可能性の評価値を算出するステップと、

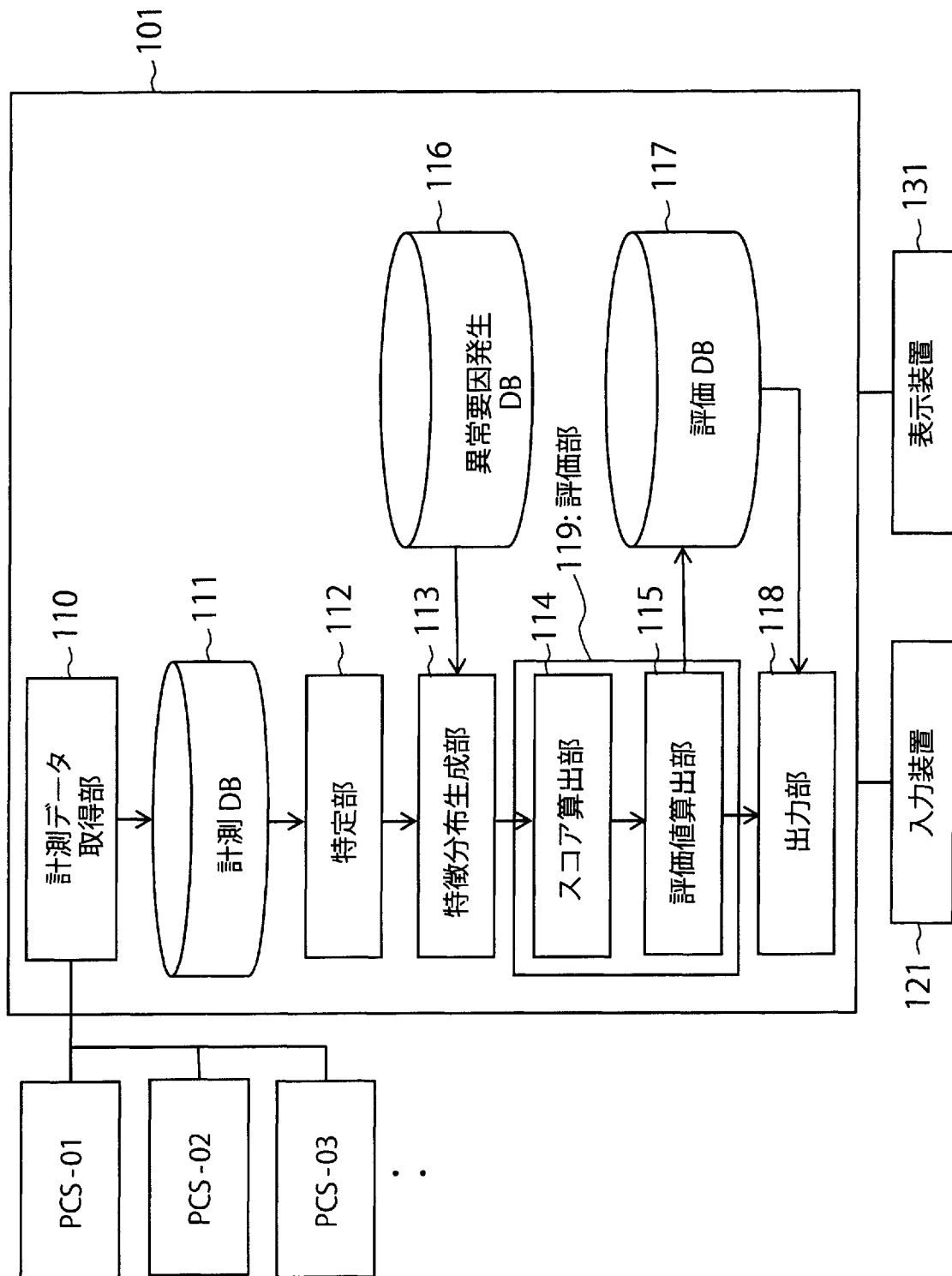
を備えた異常要因診断方法。

- [請求項15] 少なくとも1つの発電装置と、
- 前記少なくとも1つの発電装置に対する異常要因診断装置と、を備え、
- 前記異常要因診断装置は、
- 前記発電装置の異常要因が発生した第1時刻を特定する異常要因発生データに基づき、前記発電装置の計測データから、前記第1時刻に対応する第1計測データを特定する特定部と、
- 前記第1計測データの特徴値の分布を表す第1分布関数を算出する分布生成部と、
- 前記第1分布関数と、前記発電装置のテスト対象の計測データとに基づいて、前記発電装置における前記異常要因の発生の可能性の評価値を算出する評価部と、を含む、
- 異常要因診断システム。

[図1]



[図2]



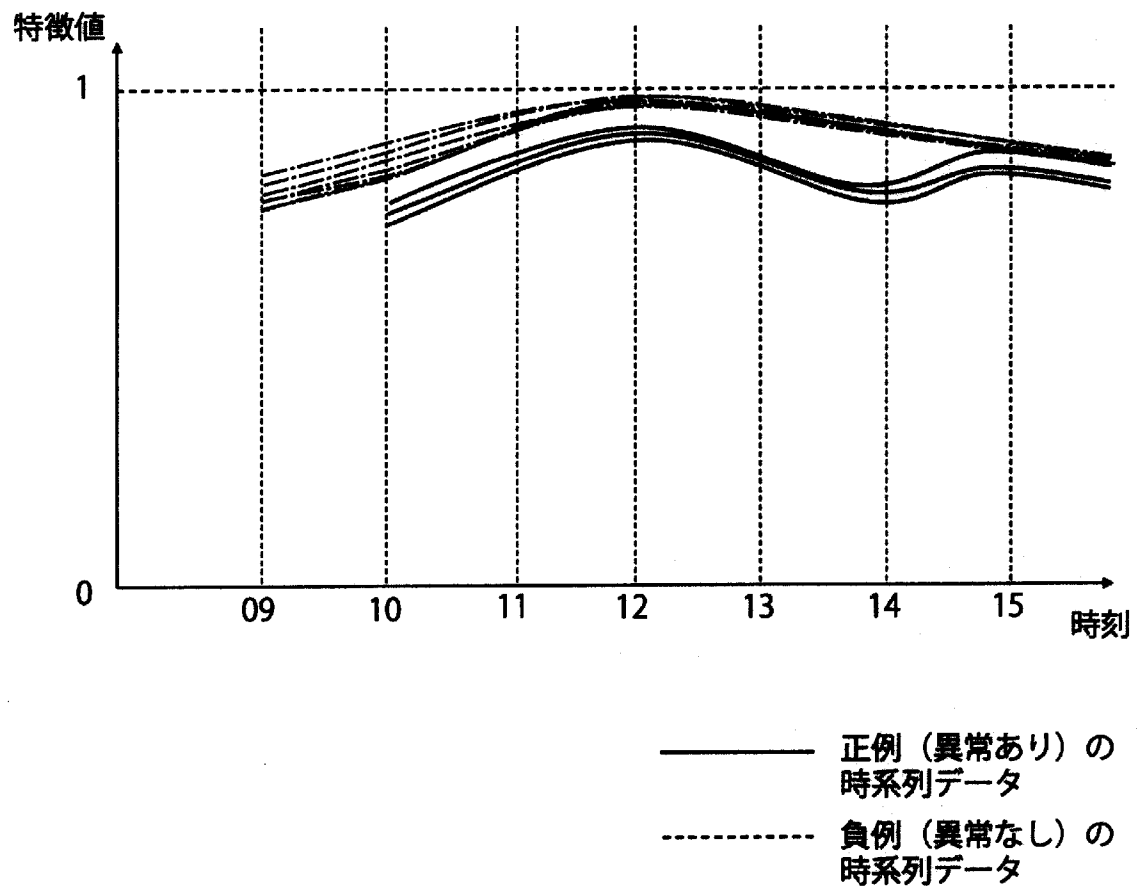
[図3]

時刻	日射量	気温	PCS_ID	電圧	電流	電力
...	...	...	...	...	...	...
2017/10/16/9:24	103	14.7	PCS-01	596.24	4.504	2.633
2017/10/16/9:25	108	14.7	PCS-01	596.67	4.773	2.775
2017/10/16/9:26	114	14.7	PCS-01	598.01	4.989	2.911
2017/10/16/9:27	121	14.8	PCS-01	602.73	5.238	3.074
2017/10/16/9:28	129	14.8	PCS-01	602.29	5.59	3.281
...	...	...	...	...	...	...

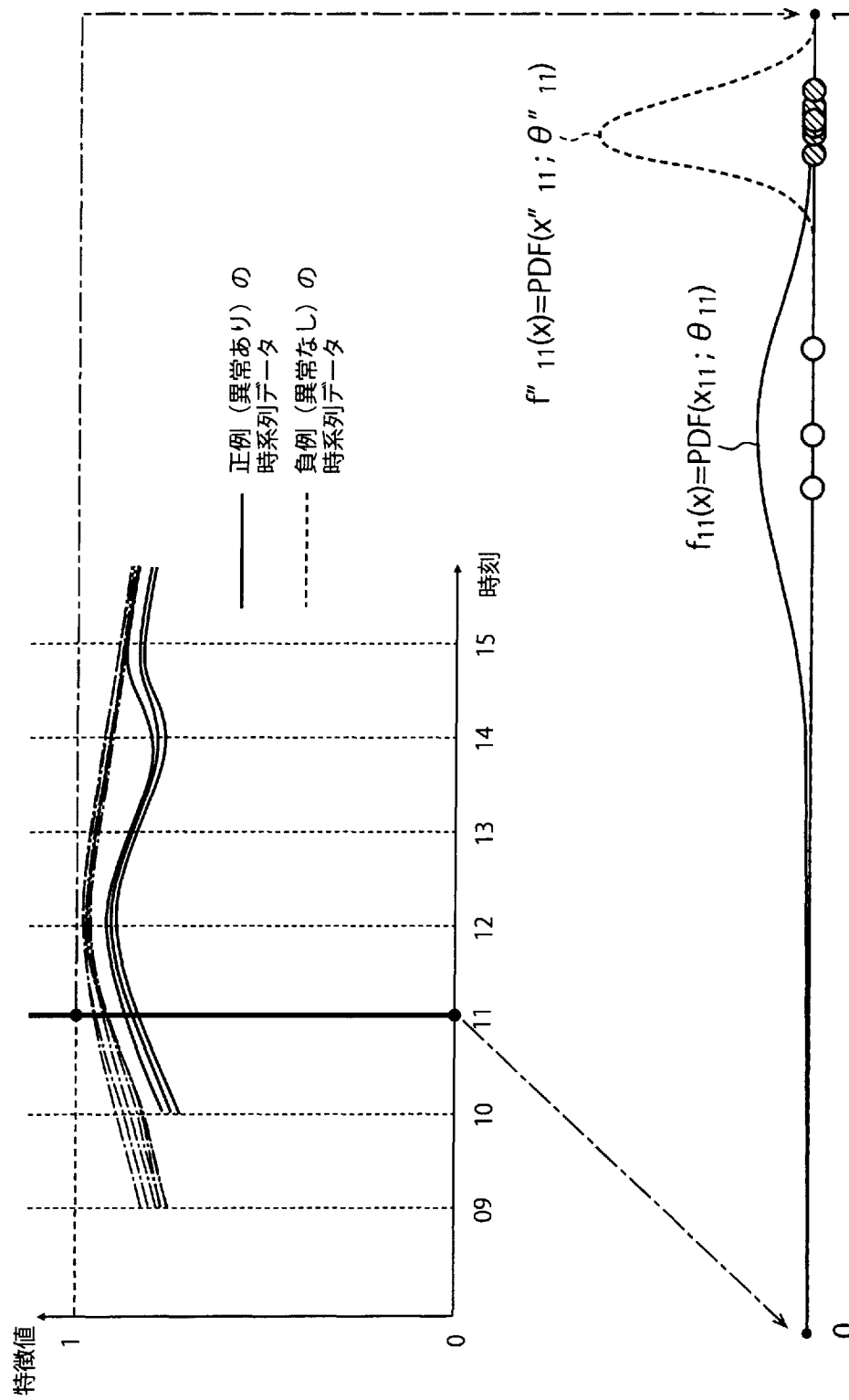
[図4]

PCS_ID	時刻	棒状影	アレイ汚損
...	...	...	...
PCS-01	2017/10/10/10/ 10:10	無	無
PCS-01	2017/10/10/10/ 10:11	無	無
PCS-01	2017/10/10/10/ 10:12	無	無
PCS-01	2017/10/10/10/ 10:13	無	無
...	...	...	...
PCS-02	2017/10/10/10/ 08:21	有	無
PCS-02	2017/10/10/10/ 08:22	有	無
PCS-02	2017/10/10/10/ 08:23	有	無
PCS-02	2017/10/10/10/ 08:24	有	無
...	...	...	...
PCS-03	2017/10/10/10/ 08:03	無	有
PCS-03	2017/10/10/10/ 08:04	無	有
PCS-03	2017/10/10/10/ 08:05	無	有
PCS-03	2017/10/10/10/ 08:06	無	有
...	...	...	...

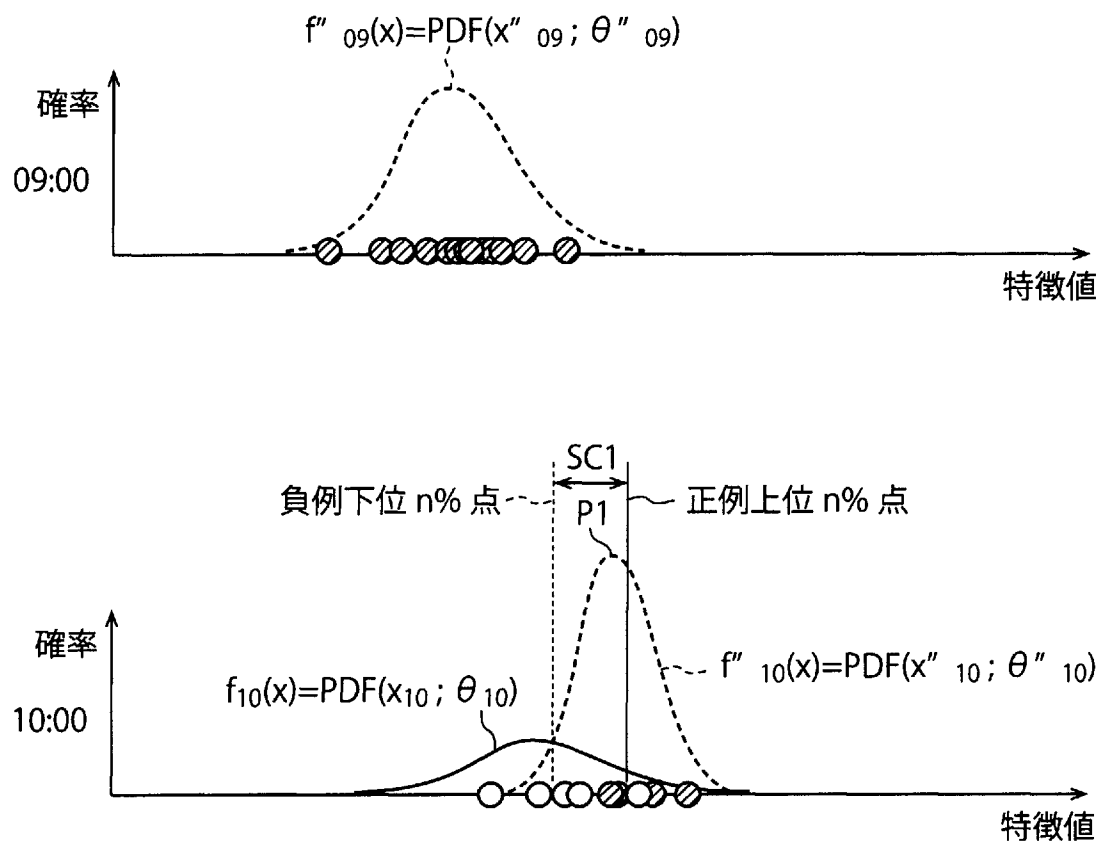
[図5]



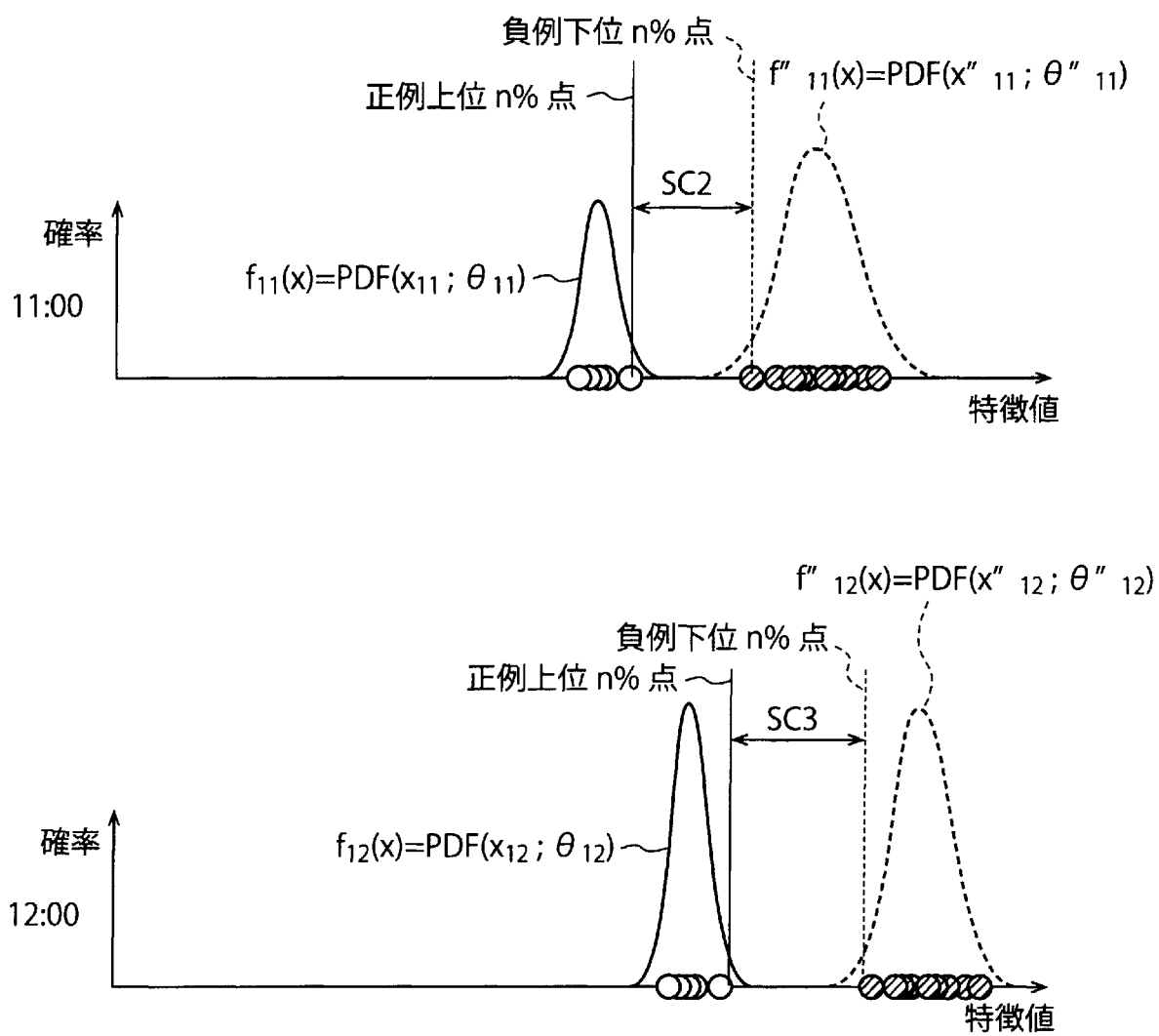
[図6]



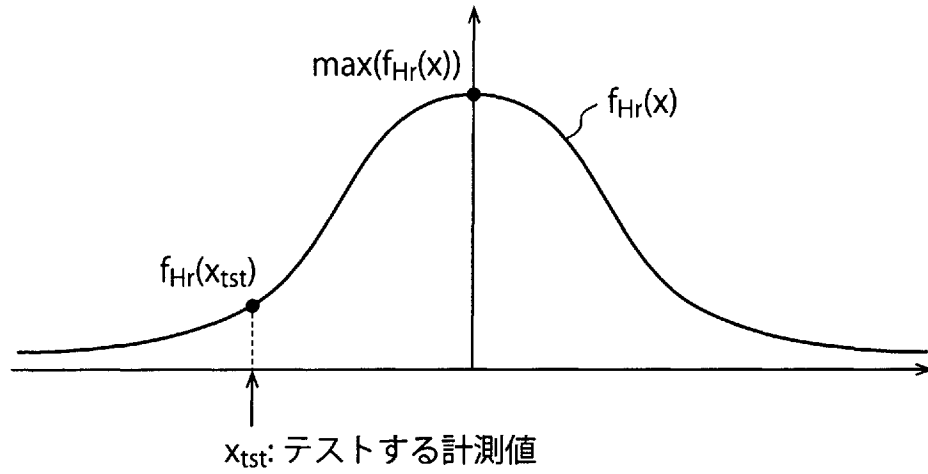
[図7]



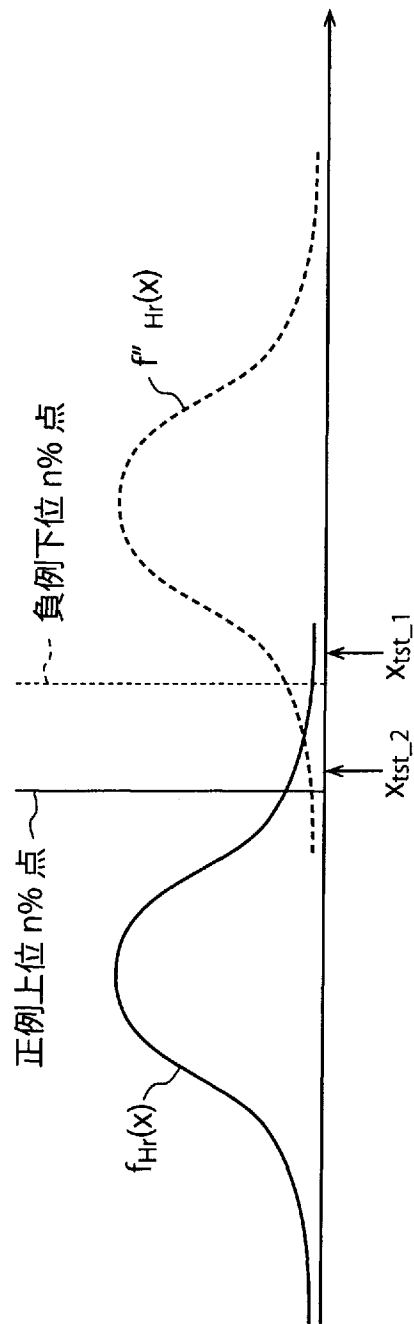
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

PCS ID	年	月	日	棒状影 発生可能性 の評価値		閾値=0.7
PCS_01	2017	10	25	0.925	→	要確認
PCS_12	2017	10	25	0.919	→	要確認
PCS_06	2017	10	26	0.892	→	要確認
PCS_06	2017	10	25	0.886	→	要確認
PCS_01	2017	10	26	0.884	→	要確認
PCS_04	2017	10	25	0.881	→	要確認
PCS_08	2017	10	26	0.705	→	要確認
PCS_04	2017	10	26	0.704	→	要確認
PCS_06	2017	10	20	0.701	→	要確認
PCS_01	2017	10	20	0.698	→	良好
PCS_09	2017	10	26	0.670	→	良好
PCS_02	2017	10	27	0.665	→	良好
PCS_06	2017	10	24	0.659	→	良好
PCS_01	2017	10	24	0.651	→	良好
PCS_09	2017	10	23	0.625	→	良好
PCS_22	2017	10	23	0.625	→	良好
PCS_01	2017	10	23	0.624	→	良好

[図12]

PCS ID	年	月	日	アレイ汚損 発生可能性 の評価値		閾値=0.6
PCS_04	2017	10	25	0.812	→	要確認
PCS_06	2017	10	26	0.698	→	要確認
PCS_08	2017	10	26	0.688	→	要確認
PCS_09	2017	10	25	0.647	→	要確認
PCS_04	2017	10	26	0.608	→	要確認
PCS_12	2017	10	26	0.572	→	良好
PCS_09	2017	10	26	0.567	→	良好
PCS_22	2017	10	27	0.559	→	良好
PCS_01	2017	10	26	0.542	→	良好
PCS_15	2017	10	27	0.508	→	良好
PCS_09	2017	10	27	0.428	→	良好
PCS_19	2017	10	27	0.372	→	良好
PCS_08	2017	10	27	0.367	→	良好
PCS_04	2017	10	27	0.364	→	良好
PCS_06	2017	10	25	0.364	→	良好
PCS_01	2017	10	27	0.351	→	良好
PCS_06	2017	10	27	0.346	→	良好

[図13]

日射量： 以上

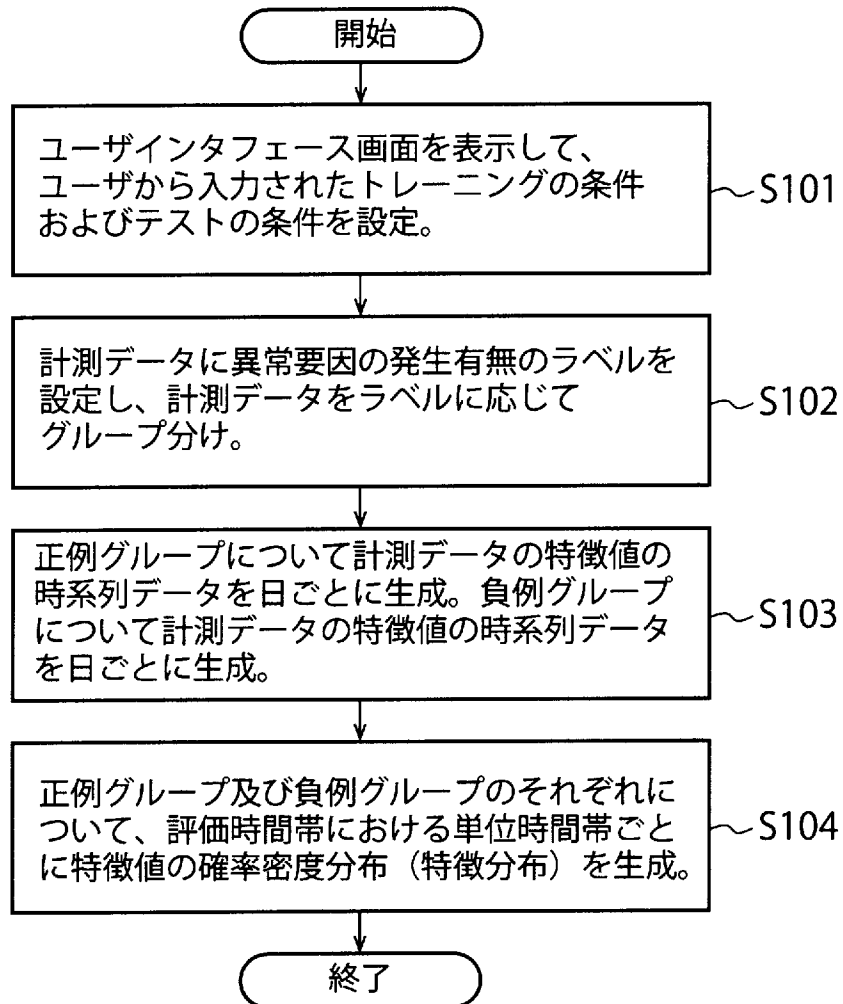
トレーニングデータ対象期間： ~

トレーニングデータ対象南中高度： ~ 度

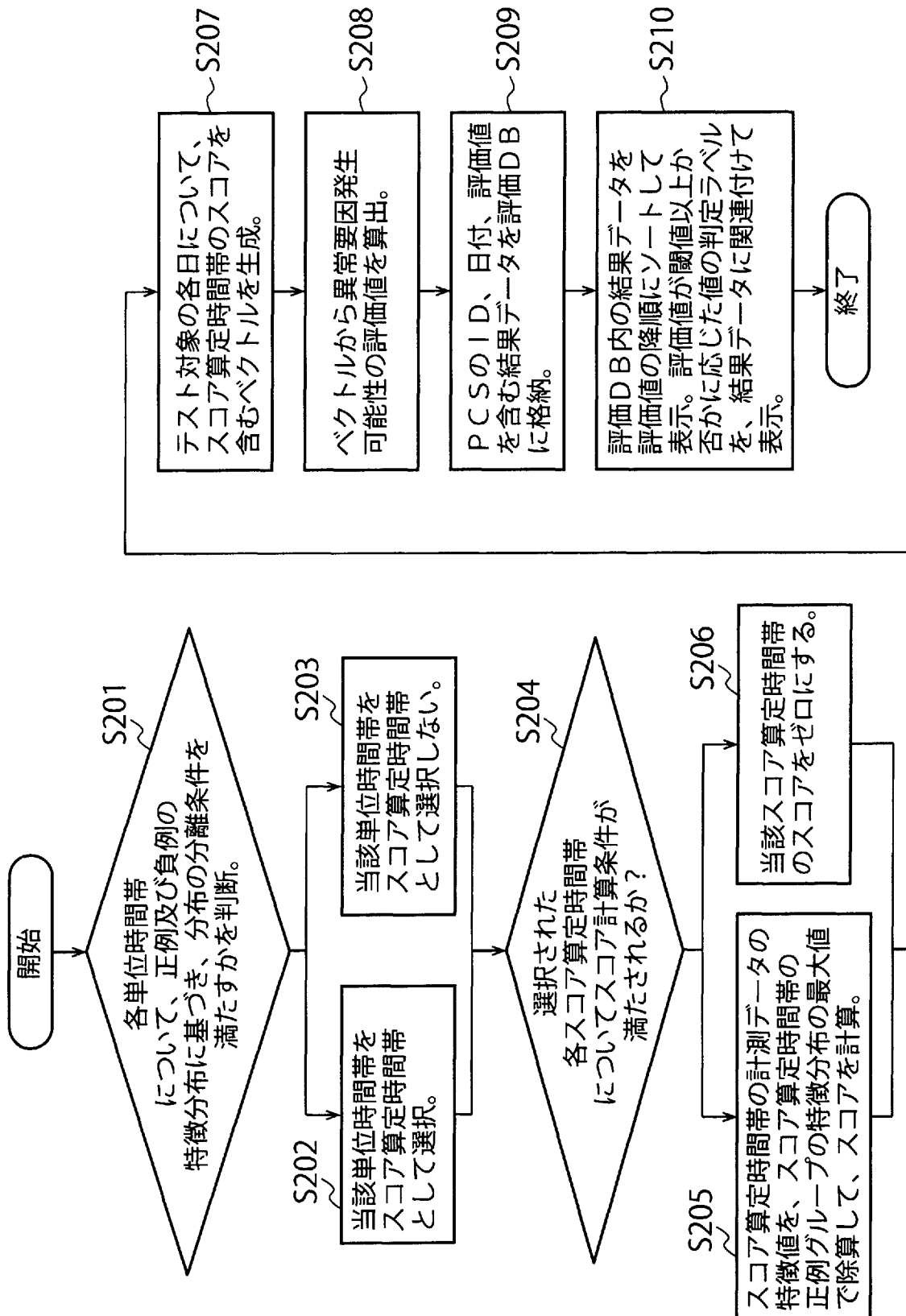
テストデータ対象期間： ~

単位時間間隔：
(スコア集計時間間隔) 分 評価時間帯： ~

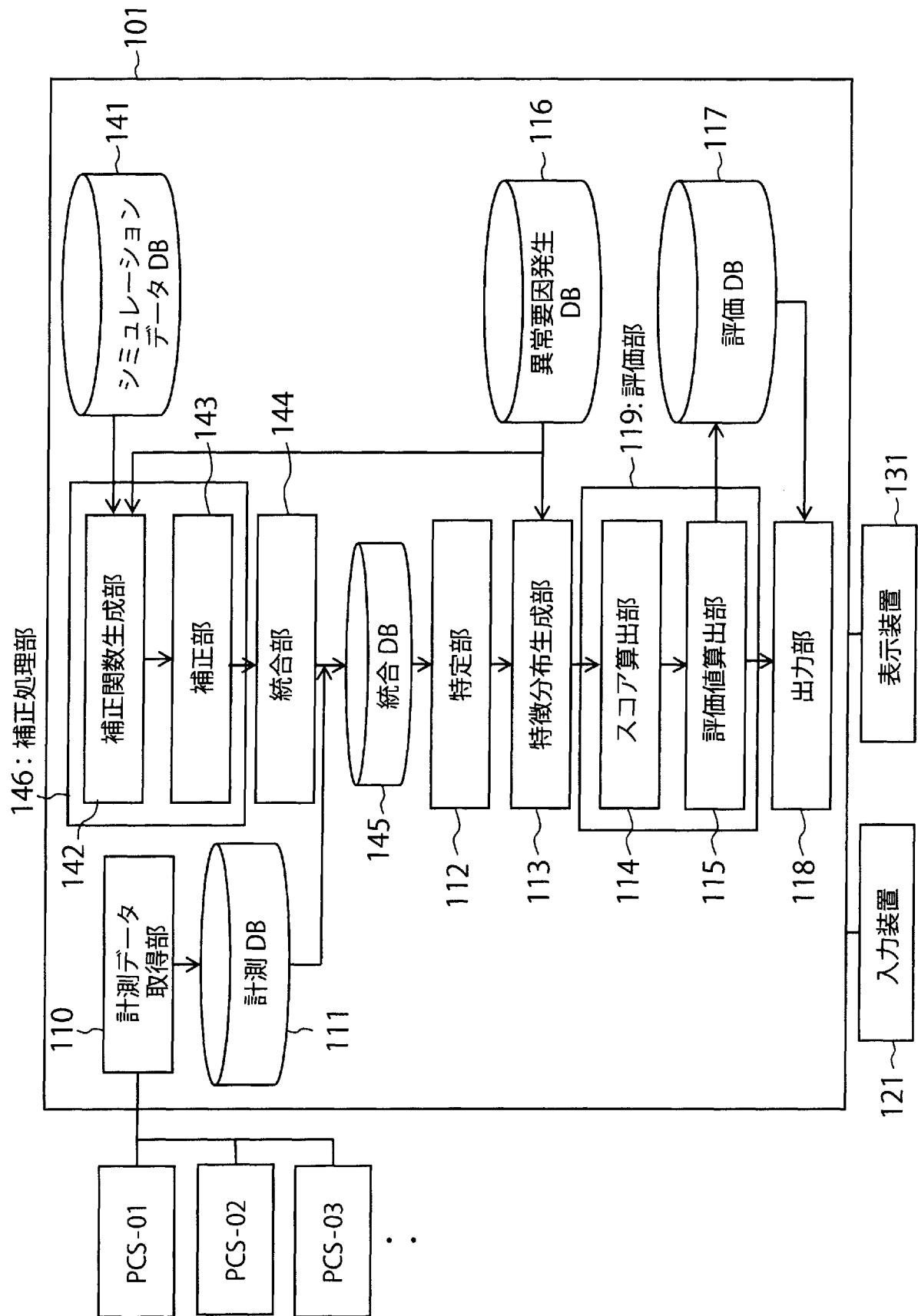
[図14]



[図15]



[図16]

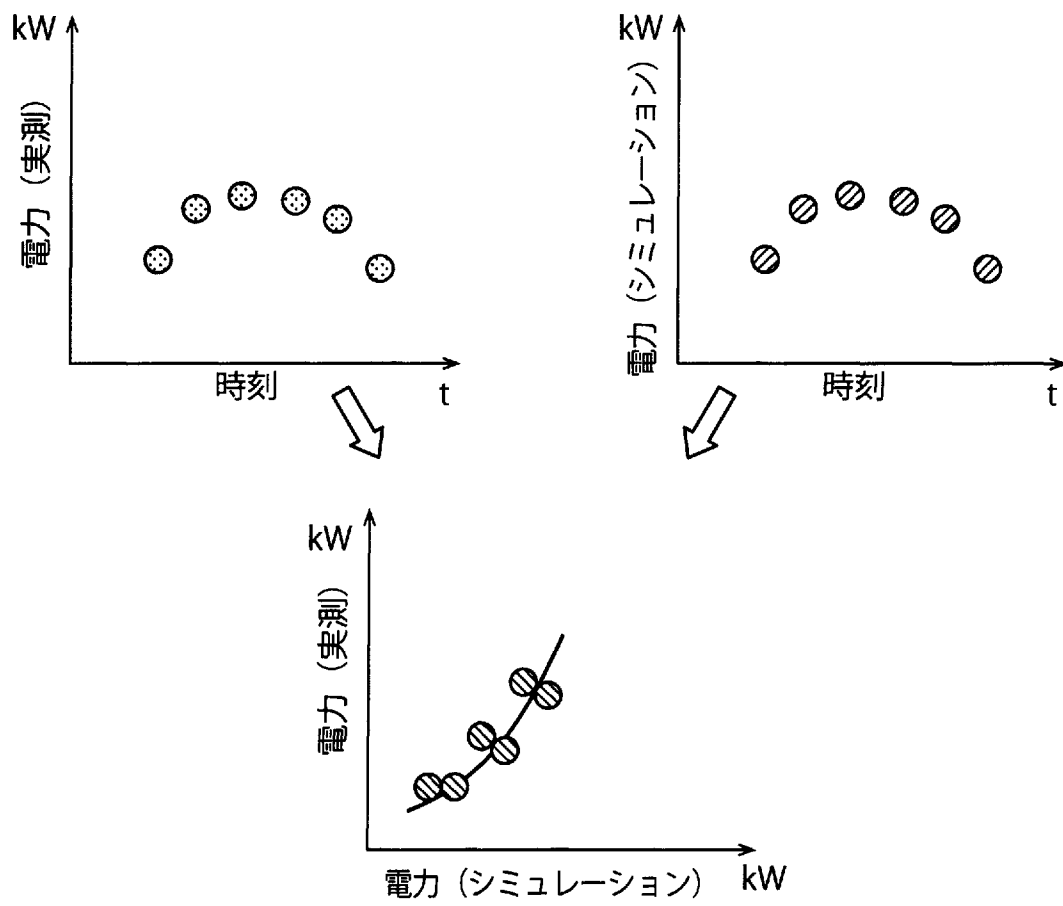


[図17]

シミュレーション用

PCS_ID	時刻	棒状影
...	...	...
PCS-01	STP00001	有
PCS-01	STP00002	有
...	...	...

[図18]



[図19]

時刻	日射量	気温	PCS_ID	電圧	電流	電力
...	...	...	...	...	...	...
2017/10/16/ 9:24	103	14.7	PCS01	596.24	4.504	2.633
2017/10/16/ 9:25	108	14.7	PCS01	596.67	4.773	2.775
2017/10/16/ 9:26	114	14.7	PCS01	598.01	4.989	2.911
2017/10/16/ 9:27	121	14.8	PCS01	602.73	5.238	3.074
2017/10/16/ 9:28	129	14.8	PCS01	602.29	5.59	3.281
...	...	...	...	...	...	...
STP000001	133	18.7	PCS01	—	—	4.323 (補正值)
STP000002	128	17.7	PCS01	—	—	4.012 (補正值)
...	...	...	...	...	...	...

[図20]

シミュレーション対象期間： **2018/07/01** ~ **2018/08/31**

シミュレーション対象南中高度： **44** ~ **54** 度

単位時間間隔：
(スコア集計時間間隔) **60** 分 評価時間帯： **10:00** ~ **16:00**

シミュレーションデータの利用： ☒ する ☐ しない

[図21]

日射量： **0.7** 以上

トレーニングデータ対象期間： **2018/07/01** ~ **2018/08/31**

トレーニングデータ対象南中高度： **44** ~ **54** 度

テストデータ対象期間： **2019/07/01** ~ **2019/07/31**

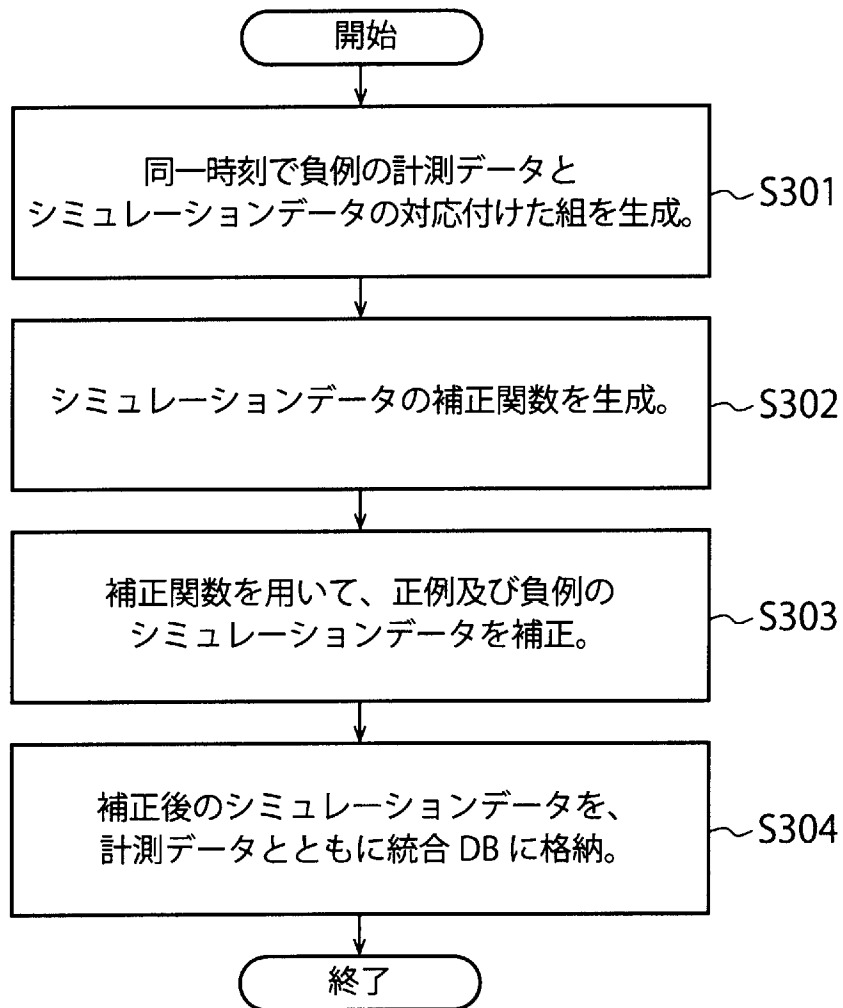
シミュレーション対象期間： **2018/07/01** ~ **2018/08/31**

シミュレーション対象南中高度： **44** ~ **54** 度

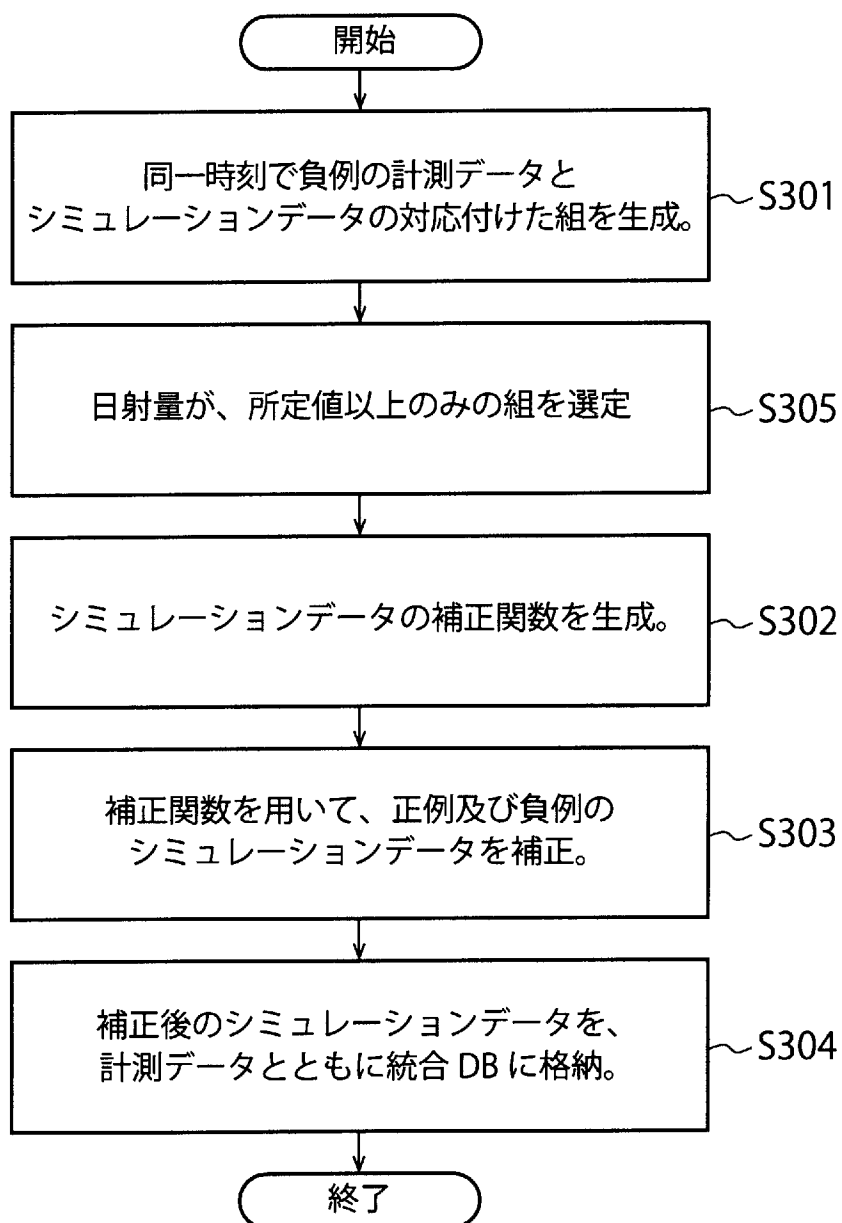
単位時間間隔：
(スコア集計時間間隔) **60** 分 評価時間帯： **10:00** ~ **16:00**

シミュレーションデータの利用： ☒ する ☐ しない

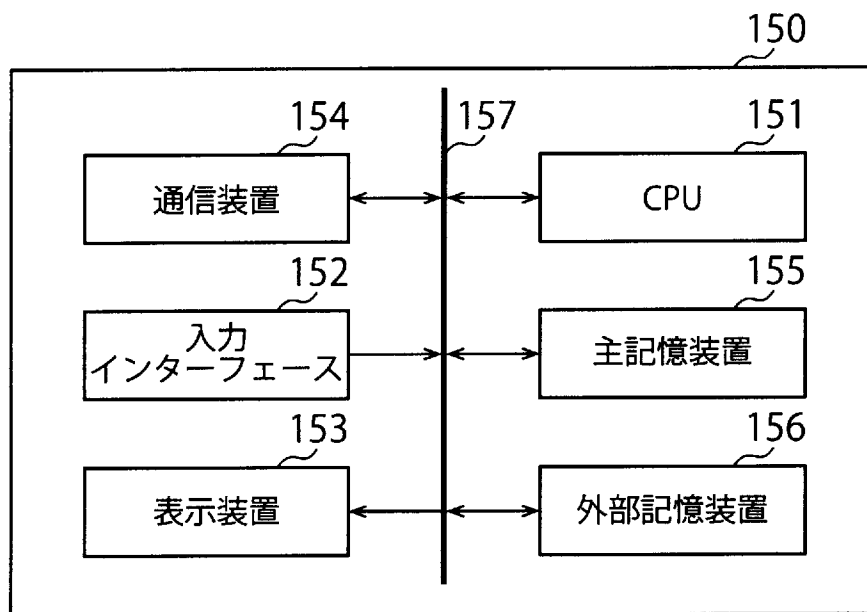
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/000972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02S50/00 (2014.01) i

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. H02S50/00-50/15, G05B23/02, G01D21/00-21/02, F03D17/00, G01N1/00-37/00

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

Published utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

Google Scholar

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZHAO, Y. et al., "Decision Tree-Based Fault Detection and Classification in Solar Photovoltaic Arrays", Twenty-Seventh Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2012, pp. 93-99	1-15
A	JP 7-280603 A (SHIKOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 27 October 1995, entire text, all drawings (Family: none)	1-15
A	KR 10-1775065 B1 (HAEZOOM INC.) 06 September 2017, the whole document (Family: none)	1-15



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

"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
21 February 2019 (21.02.2019)

Date of mailing of the international search report
05 March 2019 (05.03.2019)

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/JP2019/000972

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	TRIKI-LAHIANI, A. et al., "Fault detection and monitoring systems for photovoltaic installations: A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, vol. 82, pp. 2680-2692	1-15
A	JP 2007-311487 A (EKO INSTRUMENTS B.V.) 29 November 2007, entire text, all drawings & US 2009/0000659 A1, the whole document & WO 2007/132616 A1 & EP 2019433 A1 & CN 101375408 A & KR 10-2009-0016443 A & KR 10-1369435 B1	1-15
A	JP 2014-59910 A (HITACHI, LTD.) 03 April 2014, entire text, all drawings & JP 2011-70635 A & JP 2015-172945 A & US 2012/0290879 A1 & WO 2011/024382 A1	1-15
A	JP 2018-95429 A (HITACHI BUILDING SYSTEMS CO., LTD.) 21 June 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02S50/00(2014.01)i

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））

Int.Cl. H02S50/00-50/15, G05B23/02, G01D21/00-21/02, F03D17/00, G01N1/00-37/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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）

Google Scholar

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	ZHAO, Y. et al., "Decision Tree-Based Fault Detection and Classification in Solar Photovoltaic Arrays", Twenty-Seventh Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2012, p. 93-99	1-15
A	JP 7-280603 A（四国電力株式会社）1995. 10. 27, 全文全図（ファミリーなし）	1-15

☒ 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

「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矛盾するものではなく、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

21.02.2019

国際調査報告の発送日

05.03.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

島田 英昭

2 K

1132

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 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	KR 10-1775065 B1 (HAEZOOM INC) 2017.09.06, the whole document (ファミリーなし)	1-15
A	TRIKI-LAHIANI, A. et al., "Fault detection and monitoring systems for photovoltaic installations: A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, Vol.82, p.2680-2692	1-15
A	JP 2007-311487 A (英弘精機株式会社) 2007.11.29, 全文全図 & US 2009/0000659 A1, the whole document & WO 2007/132616 A1 & EP 2019433 A1 & CN 101375408 A & KR 10-2009-0016443 A & KR 10-1369435 B1	1-15
A	JP 2014-59910 A (株式会社日立製作所) 2014.04.03, 全文全図 & JP 2011-70635 A & JP 2015-172945 A & US 2012/0290879 A1 & WO 2011/024382 A1	1-15
A	JP 2018-95429 A (株式会社日立ビルシステム) 2018.06.21, 全文全図 (ファミリーなし)	1-15