

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号

特許第7094431号
(P7094431)

(45)発行日 令和4年7月1日(2022. 7. 1)

(24)登録日 令和4年6月23日(2022. 6. 23)

(51)Int. Cl.

G 0 5 B 23/02 (2006. 01)

F I

G 0 5 B 23/02 3 0 1 Y

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21)出願番号	特願2021-178235(P2021-178235)	(73)特許権者	594162308 西日本技術開発株式会社 福岡県福岡市中央区渡辺通一丁目1番1号
(22)出願日	令和3年10月29日(2021. 10. 29)	(73)特許権者	000006507 横河電機株式会社 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
審査請求日	令和4年1月25日(2022. 1. 25)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
早期審査対象出願		(74)代理人	230118913 弁護士 杉村 光嗣
		(74)代理人	100169823 弁理士 吉澤 雄郎
		(74)代理人	100195534 弁理士 内海 一成

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プラント性能管理方法、プラント性能管理装置、及びプラント性能管理プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

運転データのうち少なくとも2項目のデータの関係に基づいてプラントの性能を評価するステップと、

前記プラントの性能が異常であると評価した場合に、前記運転データのうち2項目のデータを含む少なくとも2組のデータセットそれぞれについて、前記運転データが正常であるか上に外れているか下に外れているかを分類し、各データセットにおける前記運転データの3通りの分類結果の組み合わせであって前記データセットの数だけ3を累乗した数の組み合わせのそれぞれに対応づけられている少なくとも1つの要因を、前記プラントの性能を異常にしている要因として特定するステップと

を含む、プラント性能管理方法。

【請求項2】

前記プラントの性能を異常にしている少なくとも1つの要因を特定するステップにおいて、前記プラントに設置されている少なくとも1つの計器の異常が生じていることを特定する、請求項1に記載のプラント性能管理方法。

【請求項3】

前記プラントの性能を評価するステップにおいて、前記運転データのうち少なくとも1項目のデータの経時変化に基づいて前記プラントの性能を評価する、請求項1又は2に記載のプラント性能管理方法。

【請求項4】

前記プラントの性能が正常であると評価した場合に、前記運転データのうち少なくとも1項目のデータが異常であるか評価するステップを更に含む、請求項1から3までのいずれか一項に記載のプラント性能管理方法。

【請求項5】

前記プラントの性能を評価するステップにおいて、前記運転データのうち3項目のデータの関係に基づいて前記プラントの性能を評価する、請求項1から4までのいずれか一項に記載のプラント性能管理方法。

【請求項6】

前記運転データのうち少なくとも一部の項目のデータの組み合わせの関係を表すグラフを表示するステップを更に含む、請求項1から5までのいずれか一項に記載のプラント性能管理方法。

10

【請求項7】

前記プラントの性能を異常にしている要因の解析結果に基づいて前記プラントで生じる損失を推定するステップを更に含む、請求項1から6までのいずれか一項に記載のプラント性能管理方法。

【請求項8】

前記損失の推定結果に基づいて前記プラントのメンテナンス計画を生成するステップを更に含む、請求項7に記載のプラント性能管理方法。

【請求項9】

請求項1から8までのいずれか一項に記載のプラント性能管理方法を実行するプラント性能管理装置。

20

【請求項10】

コンピュータに、請求項1から8までのいずれか一項に記載のプラント性能管理方法を実行させるプラント性能管理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、プラント性能管理方法、プラント性能管理装置、及びプラント性能管理プログラムに関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、地熱プラントにおいて運転データの相互妥当性を監視することによって性能を管理する方法が知られている（例えば、非特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】日本地熱学会 地熱エネルギーハンドブック刊行委員会編、「地熱エネルギーハンドブック」オーム社、平成26年2月20日、「第5章地熱発電所の運用」（569頁）

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

プラント性能を効率的に管理することが求められる。

【0005】

本開示は、上述の点に鑑みてなされたものであり、プラント性能を効率的に管理できるプラント性能管理方法、プラント性能管理装置、及びプラント性能管理プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

幾つかの実施形態に係るプラント性能管理方法は、運転データのうち少なくとも2項目

50

のデータの関係に基づいてプラントの性能を評価するステップと、前記プラントの性能が異常であると評価した場合に、前記運転データのうち2項目のデータを含む少なくとも2組のデータセットそれぞれについて、前記運転データが正常であるか上に外れているか下に外れているかを分類し、各データセットにおける前記運転データの3通りの分類結果の組み合わせであって前記データセットの数だけ3を累乗した数の組み合わせのそれぞれに対応づけられている少なくとも1つの要因を、前記プラントの性能を異常にしている要因として特定するステップとを含む。このようにすることで、プラントの性能が異常であると評価した場合に限って異常要因が解析される。その結果、プラント性能が効率的に管理される。

【0007】

一実施形態に係るプラント性能管理方法の前記プラントの性能を評価するステップにおいて、前記運転データのうち少なくとも1項目のデータの経時変化に基づいて前記プラントの性能が評価されてよい。このようにすることで、プラントの性能が異常になる予兆が検出され得る。その結果、プラント性能が効率的に管理される。

【0008】

一実施形態に係るプラント性能管理方法は、前記プラントの性能が正常であると評価した場合に、前記運転データのうち少なくとも1項目のデータが異常であるか評価するステップを更に含んでよい。このようにすることで、運転データの異常が検出された場合に早期にプラントに対する処置が実行される。その結果、プラント性能が効率的に管理される。

【0009】

一実施形態に係るプラント性能管理方法の前記プラントの性能を評価するステップにおいて、前記運転データのうち3項目のデータの関係に基づいて前記プラントの性能が評価されてよい。このようにすることで、評価対象とする項目の組み合わせとプラント性能との相関が高まり得る。その結果、プラント性能の評価精度が高くなる。

【0010】

一実施形態に係るプラント性能管理方法の前記プラントの性能を異常にしている要因を解析するステップにおいて、前記運転データのうち2項目のデータを含む複数のデータセットそれぞれについて、前記運転データが正常であるか上に外れているか下に外れているかが分類されてよい。また、各データセットの分類結果の組み合わせに基づいて前記プラントの性能を異常にしている要因が解析されてよい。このようにすることで、プラントの異常要因が簡易に解析され得る。その結果、異常要因の解析処理の負荷が低減され得る。また、プラントの性能が効率的に管理される。

【0011】

一実施形態に係るプラント性能管理方法は、前記運転データのうち少なくとも一部の項目のデータの組み合わせの関係を表すグラフを表示するステップを更に含んでよい。このようにすることで、プラント性能の評価及び異常要因の解析の処理内容がユーザに対して可視化され得る。その結果、ユーザが安心して評価結果及び解析結果を受け入れられる。

【0012】

一実施形態に係るプラント性能管理方法は、前記プラントの性能を異常にしている要因の解析結果に基づいて前記プラントで生じる損失を推定するステップを更に含んでよい。このようにすることで、プラントのメンテナンスを実施するかが簡便に判断され得る。その結果、プラントの性能が効率的に管理される。

【0013】

一実施形態に係るプラント性能管理方法は、前記損失の推定結果に基づいて前記プラントのメンテナンス計画を生成するステップを更に含んでよい。このようにすることで、発生電力量の最大化が図られる。その結果、プラントの性能が効率的に管理される。

【0014】

幾つかの実施形態に係るプラント性能管理装置は、前記プラント性能管理方法を実行する。このようにすることで、プラントの性能が異常であると評価した場合に限って異常要

10

20

30

40

50

因が解析される。その結果、プラント性能が効率的に管理される。

【 0 0 1 5 】

幾つかの実施形態に係るプラント性能管理プログラムは、コンピュータに前記プラント性能管理方法を実行させる。このようにすることで、プラントの性能が異常であると評価した場合に限って異常要因が解析される。その結果、プラント性能が効率的に管理される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本開示によれば、プラント性能を効率的に管理できるプラント性能管理方法、プラント性能管理装置、及びプラント性能管理プログラムが提供される。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 比較例に係るプラント性能管理方法を示すフローチャートである。

【 図 2 】 一実施形態に係るプラント管理システムの構成例を示すブロック図である。

【 図 3 】 一実施形態に係るプラント性能管理方法を示すフローチャートである。

【 図 4 】 プラント性能を評価するために用いられる 2 項目のデータの関係の一例を表すグラフである。

【 図 5 】 プラント性能を評価するために用いられる 3 項目のデータの関係の一例を表すグラフである。

【 図 6 】 復水器性能の低下に起因してプラント性能が低下していると解析される場合に用いられる 2 項目のデータの複数の関係の一例を表すグラフである。

20

【 図 7 】 復水器圧力を測定する圧力計が異常であると解析される場合に用いられる 2 項目のデータの複数の関係の一例を表すグラフである。

【 図 8 】 復水器性能及び冷却塔性能の低下に起因してプラント性能が低下していると解析される場合に用いられる 2 項目のデータの複数の関係の一例を表すグラフである。

【 図 9 】 復水器と冷却塔との間の循環水量の低下に起因してプラント性能が低下していると解析される場合に用いられる 2 項目のデータの複数の関係の一例を表すグラフである。

【 図 1 0 】 運転データの経時変化に基づいて将来の期間の運転データが正常範囲外にプロットされると推定される場合を例示するグラフである。

【 図 1 1 】 運転データの複数の項目のうち 2 項目のデータを含む 4 つのデータセットの例を示すグラフである。

30

【 図 1 2 】 各データセットの分類結果の組み合わせにプラントの状態を対応づけた表の一例である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

本開示の一実施形態に係るプラント性能管理システム 1 0 0 (図 2 参照) は、地熱発電所等のプラント 1 0 (図 2 参照) の性能を管理する。以下、プラント 1 0 の性能を管理するプラント性能管理システム 1 0 0 の実施形態が、比較例に係るシステムと対比しながら説明される。

【 0 0 1 9 】

40

(比較例)

比較例に係るシステムは、図 1 に示される手順例を含むプラント性能管理方法を実行することによってプラント 1 0 の性能を管理する。比較例に係るシステムは、プラント 1 0 から運転データを取得する (ステップ S 9 1) 。運転データは、大気湿球温度と、復水器 5 0 の冷却水温度と、復水器 5 0 の真空度と、発電機 4 0 による発電出力とを含む。比較例に係るシステムは、大気湿球温度と復水器 5 0 の冷却水温度との関係に基づいて冷却塔 6 0 の性能を評価する (ステップ S 9 2) 。比較例に係るシステムは、復水器 5 0 の冷却水温度と復水器 5 0 の真空度との関係に基づいて復水器 5 0 の性能を評価する (ステップ S 9 3) 。比較例に係るシステムは、復水器 5 0 の真空度と発電出力の変化との関係に基づいてタービン 3 0 と発電機 4 0 の性能を評価する (ステップ S 9 4) 。比較例に係るシ

50

システムは、ステップ S 9 2 から S 9 4 までの手順で取得したプラント 1 0 の性能の評価結果に基づいてプラント 1 0 の性能を異常にしている要因を解析する（ステップ S 9 5）。

【 0 0 2 0 】

以上述べたように、比較例に係るシステムは、運転データの各項目の複数の組み合わせに基づいてプラント 1 0 の性能を評価し、その評価結果に基づいてプラント 1 0 の性能を異常にしている要因を解析する。ここで、複数の組み合わせに基づいてプラント 1 0 の性能を評価する場合、必要な手順が多い。その結果、評価のための負荷が多くなり得る。つまり、プラント 1 0 の性能を管理する作業の効率性が低下し得る。

【 0 0 2 1 】

そこで、本開示において、プラント 1 0 の性能を効率的に管理できるプラント性能管理システム 1 0 0 が説明される。

【 0 0 2 2 】

（本開示の一実施形態）

図 2 に示されるように、本開示の一実施形態に係るプラント性能管理システム 1 0 0 は、プラント 1 0 と、管理装置 1 1 0 とを備える。管理装置 1 1 0 は、プラント性能管理装置とも称される。

【 0 0 2 3 】

本実施形態において、プラント 1 0 は、地熱貯留層 2 0 0 から気水分離器 2 0 を経由して供給される蒸気を用いて発電する地熱発電所として構成されたとする。プラント 1 0 は、気水分離器 2 0 と、タービン 3 0 と、発電機 4 0 と、復水器 5 0 と、冷却塔 6 0 と、湿球温度計 7 0 とを備える。プラント 1 0 は、地熱発電所に限られず、地熱バイナリ発電又は火力プラント等の他の施設として構成されてもよい。

【 0 0 2 4 】

管理装置 1 1 0 は、検出部 1 1 2 と、出力部 1 1 4 とを備える。検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の運転データを取得する。プラント 1 0 の運転データは、例えば発電機 4 0 の出力、復水器 5 0 の入口における冷却水の温度、復水器 5 0 の真空度、又は、湿球温度計 7 0 で測定した大気湿球温度等を含む。プラント 1 0 の運転データは、これらに限られず、冷却塔 6 0 の出口における冷却水の温度、又は、復水器 5 0 と冷却塔 6 0 との間の冷却水の循環水量等の種々のデータを含んでもよい。管理装置 1 1 0 は、プラント 1 0 と通信可能に構成される通信モジュールを更に備えてよい。通信モジュールは、プラント 1 0 と有線又は無線で通信可能に接続されてよい。

【 0 0 2 5 】

検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の運転データに基づいてプラント 1 0 の性能を評価し、プラント 1 0 の性能を異常にしている要因を解析する。検出部 1 1 2 は、性能の評価結果又は異常要因の解析結果を出力部 1 1 4 で出力してよい。

【 0 0 2 6 】

検出部 1 1 2 は、例えば CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサを含んで構成されてよい。検出部 1 1 2 は、プロセッサに所定のプログラムを実行させることによって所定の機能を実現してもよい。検出部 1 1 2 は、記憶部を備えてもよい。記憶部は、検出部 1 1 2 の動作に用いられる各種情報、又は、検出部 1 1 2 の機能を実現するためのプログラム等を格納してよい。記憶部は、検出部 1 1 2 のワークメモリとして機能してよい。記憶部は、例えば半導体メモリ等で構成されてよい。記憶部は、検出部 1 1 2 に含まれてもよいし、検出部 1 1 2 と別体として構成されてもよい。

【 0 0 2 7 】

出力部 1 1 4 は、検出部 1 1 2 から取得した情報を出力する。出力部 1 1 4 は、直接又は外部装置等を介して、文字、図形、又は画像等の視覚情報を出力することによってユーザに情報を通知してよい。出力部 1 1 4 は、表示デバイスを備えてもよいし、表示デバイスと有線又は無線で接続されてもよい。表示デバイスは、例えば液晶ディスプレイ等の種々のディスプレイを含んでもよい。出力部 1 1 4 は、直接又は外部装置等を介して、音声等の聴覚情報を出力することによってユーザに情報を通知してもよい。出力部 1 1 4 は、ス

10

20

30

40

50

ピーカ等の音声出力デバイスを備えてもよいし、音声出力デバイスと有線又は無線で接続されてもよい。出力部 114 は、視覚情報又は聴覚情報だけでなく、直接又は外部装置等を介して、ユーザが他の感覚で知覚できる情報を出力することによってユーザに情報を通知してもよい。

【0028】

(プラント性能管理方法のフローチャートの一例)

管理装置 110 の検出部 112 は、図 3 に例示されるフローチャートの手順を含むプラント性能管理方法を実行してもよい。プラント性能管理方法は、検出部 112 等のプロセッサに実行させるプラント性能管理プログラムとして実現されてもよい。プラント性能管理プログラムは、非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体に格納されてよい。プラント性能管理プログラムは、プラント性能管理プログラムを実行するコンピュータを管理装置 110 として機能させることができる。

10

【0029】

検出部 112 は、運転データを取得する(ステップ S1)。

【0030】

検出部 112 は、運転データの項目のうち少なくとも 2 項目の関係に基づいてプラント 10 の性能を評価する(ステップ S2)。

【0031】

検出部 112 は、例えば図 4 に 2 次元のグラフとして示されるように、大気湿球温度(WBT: Wet Bulb Temperature)と SSC (Specific Steam Consumption) との関係に基づいてプラント 10 の性能が正常であるか異常であるかを評価してよい。図 4 のグラフにおいて、縦軸は、SSC に対応する。横軸は、WBT に対応する。

20

【0032】

図 4 のグラフに、ある時点においてプラント 10 で得られる WBT 及び SSC のデータがプロットされている。プラント 10 の性能が正常である場合にデータがプロットされる 2 次元の領域の境界 A_2D が一点鎖線で示されている。プラント 10 の性能が正常である場合にデータがプロットされる領域は、正常領域とも称される。データをプロットした点が白抜き円で示されるように正常領域内に位置する場合、プラント 10 の性能が正常であると評価される。データをプロットした点が白抜き三角形で示されるように正常領域外に位置する場合、プラント 10 の性能が異常であると評価される。

30

【0033】

検出部 112 は、例えば図 5 に 3 次元のグラフとして示されるように、蒸気流量と WBT と発電出力との関係に基づいてプラント 10 の性能が正常であるか異常であるかを評価してよい。言い換えれば、検出部 112 は、運転データのうち 3 項目のデータの関係に基づいてプラント 10 の性能を評価してよい。図 5 のグラフにおいて、3 次元のグラフの高さ方向の軸は、発電出力に対応する。3 次元のグラフの平面に対応する 2 本の軸は、それぞれ蒸気流量と大気湿球温度とに対応する。

【0034】

図 5 のグラフに、ある時点においてプラント 10 で得られる蒸気流量と大気湿球温度と発電出力とのデータがプロットされている。プラント 10 の性能が正常である場合にデータがプロットされる 3 次元の領域の境界 A_3D が一点鎖線で示されている。データをプロットした点が白抜き円で示されるように正常領域内に位置する場合、プラント 10 の性能が正常であると評価される。データをプロットした点が白抜き三角形で示されるように正常領域外に位置する場合、プラント 10 の性能が異常であると評価される。

40

【0035】

検出部 112 は、復水器真空度と蒸気流量と発電出力との関係に基づいてプラント 10 の性能が正常であるか異常であるかを評価してもよい。

【0036】

プラント 10 の性能を評価するために用いられる運転データの項目数が増えることによって、評価対象とする項目の組み合わせとプラント 10 の性能との相関が高まり得る。そ

50

の結果、プラント10の性能の評価精度が高まり得る。

【0037】

図3のフローチャートに戻って、検出部112は、プラント10の性能が異常であるか判定する(ステップS3)。検出部112は、プラント10の性能が異常である場合(ステップS3:YES)、2項目の関係を表す複数のグラフに基づいて異常の要因を解析する(ステップS4)。例えば、検出部112は、WBTとSSCとの関係と、WBTと復水器50に入る冷却水温度との関係と、復水器圧力と復水器50に入る冷却水温度との関係と、復水器圧力と発電出力との関係とに基づいて異常の要因を解析してよい。

【0038】

検出部112は、図6に例示されるように、それぞれの関係を表すグラフを用いて異常の要因を解析してよい。図6の左上のグラフは、WBT(横軸)とSSC(縦軸)との関係を表す。図6の左下のグラフは、WBT(横軸)と冷却水温度(縦軸)との関係を表す。図6の右下のグラフは、復水器圧力(横軸)と冷却水温度(縦軸)との関係を表す。図6の右上のグラフは、復水器圧力(横軸)と発電出力(縦軸)との関係を表す。

10

【0039】

図6の各グラフに描かれている実線は、プラント10の性能が正常である場合のデータがプロットされる領域を近似した曲線を表している。つまり、図6において、正常領域は、曲線で近似して表されているが、実際には線状に限られない。以下、性能が正常であるプラント10から取得される運転データのうち2項目のデータをグラフ上にプロットした場合、プロットした点は正常領域の近似曲線の上に位置するとして異常要因の解析手法が説明される。

20

【0040】

図6の左上のWBTとSSCとの関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点におけるSSCの値は、プラント10の性能が正常である場合において同じWBTの値に対応するSSCの値(実線と破線とが交差する点の値)よりも大きい。検出部112は、左上のグラフに基づいて、プラント10の性能が低下していると評価する。

【0041】

左上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の破線とが交差する点から縦軸に対して一点鎖線の垂線が下ろされている。一点鎖線と縦軸との交点で表されるSSCの値は、正常状態のSSCの値に対応する。白抜き円がプロットされた点から縦軸に対して下された垂線(水平方向の破線)で表される実際のSSCの値は、正常状態のSSCの値より大きい。

30

【0042】

検出部112は、左上のグラフに基づくプラント10の性能の評価を、図3のステップS3の手順として実行する。検出部112は、以下、図3のステップS4の異常の要因の解析に対応する手順を実行する。

【0043】

図6の左下のWBTと冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線上にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。検出部112は、WBTと冷却水温度との関係に基づいて、冷却水温度が正常であると評価する。

40

【0044】

図6の右下の復水器圧力と冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点における復水器圧力の値は、プラント10の性能が正常である場合において同じ冷却水温度の値に対応する復水器圧力の値(近似曲線と水平の破線とが交差する点の値)よりも大きい。検出部112は、右下のグラフに基づいて復水器圧力が異常であると評価する。

【0045】

50

図6の右上の復水器圧力と発電出力との関係を表すグラフにおいて、近似曲線上にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。検出部112は、復水器圧力と発電出力との関係に基づいて、タービン性能が正常であると評価する。

【0046】

図6の右下のグラフと右上のグラフとは、復水器圧力を表す共通の横軸を有する。右下のグラフにおいて、近似曲線と水平の破線とが交差する点における復水器圧力の値は正常状態の復水器圧力の値に対応する。右下のグラフと右上のグラフとで共通する、正常状態の復水器圧力の値は、垂直の一点鎖線と復水器圧力を表す横軸との交点として表される。右上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の一点鎖線とが交差する点における発電出力の値は、正常状態の発電出力の値に対応する。図6の右上のグラフにおいて、実際の発電出力の値は、正常状態の発電出力の値よりも小さい。

10

【0047】

以上述べてきたように、検出部112は、ステップS4の手順において、2項目のデータの関係に基づいてプラント10の性能が異常になる要因を解析できる。検出部112は、ステップS4の手順の実行後、図3のフローチャートの手順の実行を終了する。

【0048】

図3のフローチャートに戻って、検出部112は、プラント10の性能が異常でない場合(ステップS3:NO)、つまりプラント10の性能が正常である場合、運転データの各項目を評価する(ステップS5)。言い換えれば、検出部112は、運転データのうち少なくとも1項目のデータが異常であるか評価する。例えば、検出部112は、運転データの各項目を測定する測定装置又はセンサにおいて測定値が正常であるか評価してよい。このようにすることで、運転データの異常が早期に検出された場合にプラント10の性能が異常になる前にプラント10に対する処置が実行され得る。その結果、プラント性能が効率的に管理される。検出部112は、ステップS5の手順の実行後、図3のフローチャートの手順の実行を終了する。

20

【0049】

以上述べてきたように、本実施形態に係るプラント性能管理システム100において、管理装置110の検出部112は、プラント10の性能が正常であるか異常であるかを運転データのうち少なくとも2項目のデータの1つの組み合わせの関係に基づいて評価する。検出部112は、評価結果に基づいて異常要因を解析する。データの1つの組み合わせの関係に基づく評価によって、プラント10の性能が簡便に評価され得る。また、プラント10の性能が異常であると評価された場合に異常要因を解析することによって、運転データを評価する毎に異常要因を解析する場合よりも、異常要因の解析処理の負荷が低減され得る。その結果、プラント10の性能が効率的に管理され得る。

30

【0050】

(他の実施形態)

<異常要因の解析例>

図3のステップS4の手順における異常要因の解析の他の例が図7、図8及び図9を参照して説明される。

40

【0051】

<<プラント10の性能が正常、かつ、1つの項目が異常である場合>>

図7の左上のWBTとSSCとの関係を表すグラフにおいて、近似曲線上にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、検出部112は、左上のグラフに基づいて、プラント10の性能が正常であると評価する。検出部112は、左上のグラフに基づくプラント10の性能の評価を、図3のステップS3の手順として実行する。検出部112は、プラント10の性能が正常であると評価した場合、以下、図3のステップS5の運転データの各項目の評価に対応する手順を実行する。

【0052】

50

図7の左下のWBTと冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線上にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、検出部112は、WBTと冷却水温度との関係に基づいて、冷却水温度が正常であると評価する。

【0053】

図7の右下の復水器圧力と冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点における復水器圧力の値は、プラント10の性能が正常である場合において同じ冷却水温度の値に対応する復水器圧力の値（近似曲線と水平の破線とが交差する点の値）よりも大きい。この場合、復水器圧力が異常である可能性がある。

10

【0054】

図7の右上の復水器圧力と発電出力との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、タービン性能が異常である可能性がある。

【0055】

ここで、図7の右下のグラフと右上のグラフとは、復水器圧力を表す共通の横軸を有する。右下のグラフにおいて、近似曲線と水平の破線とが交差する点における復水器圧力の値は、正常状態の復水器圧力の値に対応する。右下のグラフと右上のグラフとで共通する、正常状態の復水器圧力の値は、垂直の一点鎖線と復水器圧力を表す横軸との交点として表される。右上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の一点鎖線とが交差する点における発電出力の値は、正常状態の発電出力の値に対応する。図7の右上のグラフにおいて、実際の発電出力の値は、正常状態の発電出力の値と一致している。この場合、復水器圧力の値だけが正常な値よりも大きい値で測定されている可能性が高い。したがって、検出部112は、復水器50の圧力の測定値が異常であると評価する。

20

【0056】

<< 複数の項目が異常である場合 >>

図8の左上のWBTとSSCとの関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、検出部112は、左上のグラフに基づいて、プラント10の性能が異常であると評価する。検出部112は、左上のグラフに基づくプラント10の性能の評価を、図3のステップS3の手順として実行する。検出部112は、プラント10の性能が異常であると評価した場合、以下、図3のステップS4の異常の要因の解析に対応する手順を実行する。

30

【0057】

左上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の破線とが交差する点から縦軸に対して一点鎖線の垂線が下ろされている。一点鎖線と縦軸との交点で表されるSSCの値は、正常状態のSSCの値に対応する。白抜き円がプロットされた点から縦軸に対して下された垂線（水平方向の破線）で表される実際のSSCの値は、正常状態のSSCの値より大きい。

【0058】

図8の左下のWBTと冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点における冷却水温度の値は、プラント10の性能が正常である場合において同じWBTの値に対応する冷却水温度の値（近似曲線と垂直の破線とが交差する点の値）よりも大きい。この場合、冷却水温度が異常である可能性がある。つまり、冷却塔性能が異常である可能性がある。

40

【0059】

図8の右下の復水器圧力と冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点における復水器圧力の値は

50

、プラント10の性能が正常である場合において同じ冷却水温度の値に対応する復水器圧力の値（近似曲線と水平の破線とが交差する点の値）よりも大きい。この場合、復水器圧力が異常である可能性がある。

【0060】

図8の右上の復水器圧力と発電出力との関係を表すグラフにおいて、近似曲線上にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、検出部112は、復水器圧力と発電出力との関係に基づいて、タービン性能が正常であると評価する。

【0061】

ここで、図8の左下のグラフと右下のグラフとは、冷却水温度を表す共通の縦軸を有する。左下のグラフにおいて、近似曲線と垂直の破線とが交差する点における冷却水温度の値は、正常状態の冷却水温度の値に対応する。左下のグラフと右下のグラフとで共通する、正常状態の冷却水温度の値は、水平の一点鎖線と冷却水温度を表す横軸との交点として表される。右下のグラフにおいて、近似曲線と水平の一点鎖線とが交差する点における復水器圧力の値は、正常状態の復水器圧力の値に対応する。図8の右下のグラフにおいて、実際の復水器圧力の値は、正常状態の復水器圧力の値よりも大きい。

10

【0062】

また、図8の右下のグラフと右上のグラフとは、復水器圧力を表す共通の横軸を有する。右下のグラフと右上のグラフとで共通する、正常状態の復水器圧力の値は、垂直の一点鎖線と復水器圧力を表す横軸との交点として表される。右上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の一点鎖線とが交差する点における発電出力の値は、正常状態の発電出力の値に対応する。図8の右上のグラフにおいて、実際の発電出力の値は、正常状態の発電出力の値よりも小さい。

20

【0063】

図8に例示される場合において発電出力が実際に低下していることからすると、冷却水温度と復水器圧力とが両方とも異常である可能性が高い。つまり、冷却塔60の性能と復水器50の性能とが両方とも低下している可能性が高い。したがって、検出部112は、冷却塔60及び復水器50が異常であると評価する。

【0064】

複数の項目に異常が認められる場合における異常要因の他の例が図9を参照して説明される。

30

【0065】

図9の左上のWBTとSSCとの関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、検出部112は、左上のグラフに基づいて、プラント10の性能が異常であると評価する。検出部112は、左上のグラフに基づくプラント10の性能の評価を、図3のステップS3の手順として実行する。検出部112は、プラント10の性能が異常であると評価した場合、以下、図3のステップS4の異常の要因の解析に対応する手順を実行する。

【0066】

左上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の破線とが交差する点から縦軸に対して一点鎖線の垂線が下ろされている。一点鎖線と縦軸との交点で表されるSSCの値は、正常状態のSSCの値に対応する。白抜き円がプロットされた点から縦軸に対して下された垂線（水平方向の破線）で表される実際のSSCの値は、正常状態のSSCの値より大きい。

40

【0067】

図9の左下のWBTと冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点における冷却水温度の値は、プラント10の性能が正常である場合において同じWBTの値に対応する冷却水温度の値（近似曲線と垂直の破線とが交差する点の値）よりも小さい。この場合、むしろ冷却水温度

50

が正常状態の温度よりも低い。したがって、冷却塔60の性能が向上している可能性がある。

【0068】

図9の右下の復水器圧力と冷却水温度との関係を表すグラフにおいて、近似曲線から外れた位置にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。具体的に、白抜き円でプロットされた点における復水器圧力の値は、プラント10の性能が正常である場合において同じ冷却水温度の値に対応する復水器圧力の値（近似曲線と水平の破線とが交差する点の値）よりも大きい。この場合、復水器圧力が異常である可能性がある。つまり、復水器50の性能が低下している可能性がある。

【0069】

図9の右上の復水器圧力と発電出力との関係を表すグラフにおいて、近似曲線上にデータが白抜き円でプロットされている。また、白抜き円から各軸に破線で垂線が下ろされている。この場合、検出部112は、復水器圧力と発電出力との関係に基づいて、タービン性能が正常であると評価する。

【0070】

ここで、図9の左下のグラフと右下のグラフとは、冷却水温度を表す共通の縦軸を有する。左下のグラフにおいて、近似曲線と垂直の破線とが交差する点における冷却水温度の値は、正常状態の冷却水温度の値に対応する。左下のグラフと右下のグラフとで共通する、正常状態の冷却水温度の値は、水平の一点鎖線と冷却水温度を表す横軸との交点として表される。右下のグラフにおいて、近似曲線と水平の一点鎖線とが交差する点における復水器圧力の値は、正常状態の復水器圧力の値に対応する。図9の右下のグラフにおいて、実際の復水器圧力の値は、正常状態の復水器圧力の値よりも大きい。

【0071】

また、図9の右下のグラフと右上のグラフとは、復水器圧力を表す共通の横軸を有する。右下のグラフと右上のグラフとで共通する、正常状態の復水器圧力の値は、垂直の一点鎖線と復水器圧力を表す横軸との交点として表される。右上のグラフにおいて、近似曲線と垂直の一点鎖線とが交差する点における発電出力の値は、正常状態の発電出力の値に対応する。図9の右上のグラフにおいて、実際の発電出力の値は、正常状態の発電出力の値よりも小さい。

【0072】

図9に例示される場合において発電出力が実際に低下していることからすると、プラント10に何らかの異常が生じている可能性がある。ここで、検出部112は、冷却塔60の性能が向上していると推定できる。一方で、検出部112は、復水器50の性能が低下していると推定できる。検出部112は、これら2つの事象に基づいて、復水器50と冷却塔60との間の循環水量が低下している可能性が高いと評価する。

【0073】

<<小括>>

以上述べてきたように、本実施形態に係る管理装置110は、運転データの少なくとも2つの項目の組み合わせを生成し、複数の組み合わせに基づいて種々の異常要因を解析できる。

【0074】

<運転データの経時変化に基づく性能評価>

検出部112は、運転データのうち少なくとも1項目のデータの経時変化に更に基づいてプラント10の性能を評価してもよい。例えば図10に示されるように、WBTとSSCとの関係を表すグラフにおいて、第1期間に得られるプラント10の複数の運転データが白抜き円の第1データP__T1としてプロットされている。第1データP__T1のプロットは、T1として表される実線の楕円で囲まれたグループに分類されている。また、第1期間より後の第2期間に得られるプラント10の複数の運転データが白抜き矩形の第2データP__T2としてプロットされている。第2データP__T2のプロットは、T2として表される実線の楕円で囲まれたグループに分類されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

図 1 0 のグラフにおいて、縦軸及び横軸は、それぞれ S S C 及び W B T を表す。図 1 0 のグラフは、時刻が第 1 期間から第 2 期間に進んだときの運転データの S S C 及び W B T の経時変化を表す。第 1 期間及び第 2 期間に得られるプラント 1 0 の運転データは、境界 A _ 2 D で囲まれる正常領域の中に位置する。したがって、検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の性能が正常であると評価する。

【 0 0 7 6 】

検出部 1 1 2 は、第 1 期間から第 2 期間に進んだときに運転データがプロットされている位置の変化に基づいて、第 2 期間よりさらに後の第 3 期間に得られるプラント 1 0 の運転データがプロットされる位置を推定する。図 1 0 のグラフにおいて、第 3 期間に得られるプラント 1 0 の運転データとして推定されたデータが第 3 データ P _ T 3 としてプロットされている。第 3 データ P _ T 3 のプロットは、T 3 として表される破線の楕円で囲まれたグループに分類されている。

10

【 0 0 7 7 】

第 3 期間に得られると推定されるプラント 1 0 の運転データが境界 A _ 2 D で囲まれる正常領域の外に位置する場合、検出部 1 1 2 は、時刻が将来の第 3 期間に進んだときにプラント 1 0 の性能が異常になることを予測できる。検出部 1 1 2 は、時刻が将来の第 3 期間に進む前にプラント 1 0 の性能が異常になることの予測結果を出力してよい。

【 0 0 7 8 】

検出部 1 1 2 は、運転データの経時変化を確認する期間を、例えば 1 日、1 週間、1 か月、又は 1 年を単位として設定してよいし、1 秒、1 分、又は 1 時間を単位として設定してもよい。

20

【 0 0 7 9 】

以上述べてきたように、管理装置 1 1 0 は、現在又は過去の期間にプラント 1 0 から得られる運転データのプロットが正常の範囲内に位置している場合であっても、運転データの経時変化の傾向に基づいて将来の時刻又は期間における運転データのプロットが正常の範囲外に出ることを推定できる。つまり、管理装置 1 1 0 は、プラント 1 0 の性能が異常になる予兆を検出できる。プラント 1 0 の性能が異常になる予兆を検出することによって、プラント 1 0 に対する処置が早期に実施され得る。その結果、プラント性能が効率的に管理される。

30

【 0 0 8 0 】

< プロット位置の分類に基づく性能評価 >

検出部 1 1 2 は、運転データの複数の項目のうち 2 項目のデータを含むデータセットを生成してよい。検出部 1 1 2 は、複数のデータセットを生成してよい。検出部 1 1 2 は、図 1 1 に示されるように、複数のデータセットそれぞれについてグラフを生成し、グラフの中において、運転データがプロットされたときにプラント 1 0 の性能が正常であると評価可能な位置を含む範囲を設定してよい。図 1 1 の左上のグラフは、W B T (横軸) と S S C (縦軸) との関係を表す。図 1 1 の左下のグラフは、W B T (横軸) と冷却水温度 (縦軸) との関係を表す。図 1 1 の右下のグラフは、復水器圧力 (横軸) と冷却水温度 (縦軸) との関係を表す。図 1 1 の右上のグラフは、復水器圧力 (横軸) と発電出力 (縦軸) との関係を表す。

40

【 0 0 8 1 】

図 1 1 の各グラフに描かれている近似曲線は、運転データがプロットされたときにプラント 1 0 の性能が正常であると評価可能な位置を含む範囲を表す。つまり、プラント 1 0 から取得される運転データのうち 2 項目のデータを図 1 1 の各グラフ上にプロットした点が近似曲線上に位置する場合、プラント 1 0 の性能が正常であると評価可能である。また、図 1 1 の各グラフに描かれている実線より上の領域は A で表される。近似曲線より下の領域は B で表される。A で表される領域は、運転データが正常から上に外れる領域に対応する。B で表される領域は、運転データが正常から下に外れる領域に対応する。

【 0 0 8 2 】

50

検出部 1 1 2 は、各グラフにおいて運転データをプロットしたときに、正常、又は、A 若しくは B のいずれに分類されるか評価する。つまり、検出部 1 1 2 は、各データセットについて運転データが正常であるか上に外れているか下に外れているかを分類する。検出部 1 1 2 は、各データセットの分類結果の組み合わせに基づいてプラント 1 0 の性能を異常にしている要因を解析する。具体的に、検出部 1 1 2 は、図 1 2 に示されるように、4 つのデータセット（4 枚のグラフ）それぞれについて正常、又は、A 若しくは B のいずれに分類されるかの組み合わせを設定する。4 つのデータセットそれぞれが 3 種類に分類されることにより、分類結果について 8 1 通り（ $= 3 \times 3 \times 3 \times 3$ 通り）の組み合わせが設定される。検出部 1 1 2 は、分類結果の組み合わせそれぞれにプラント 1 0 の性能を対応づけてよい。

10

【 0 0 8 3 】

例えば、左端のセルで「解析 - 1」と表示されている行は、図 6 に例示した運転データの分類結果に対応する。上述したように、図 6 に例示した運転データがプラント 1 0 から得られた場合、プラント 1 0 の異常の要因は、復水器 5 0 の圧力の低下であると推定される。したがって、検出部 1 1 2 は、「解析 - 1」と表示されている行にプラント 1 0 の性能として復水器圧力低下を対応づける。

【 0 0 8 4 】

また、左端のセルで「解析 - 2」と表示されている行は、図 7 に例示した運転データの分類結果に対応する。上述したように、図 7 に例示した運転データがプラント 1 0 から得られた場合、プラント 1 0 の異常の要因は、復水器 5 0 の圧力の測定値の異常であると推定される。したがって、検出部 1 1 2 は、「解析 - 2」と表示されている行にプラント 1 0 の性能として復水器圧力計異常を対応づける。

20

【 0 0 8 5 】

また、左端のセルで「解析 - 3」と表示されている行は、図 8 に例示した運転データの分類結果に対応する。上述したように、図 8 に例示した運転データがプラント 1 0 から得られた場合、プラント 1 0 の異常の要因は、冷却塔 6 0 及び復水器 5 0 の性能の低下であると推定される。したがって、検出部 1 1 2 は、「解析 - 3」と表示されている行にプラント 1 0 の性能として冷却塔 6 0 の性能低下及び復水器 5 0 の性能低下を対応づける。

【 0 0 8 6 】

また、左端のセルで「解析 - 4」と表示されている行は、図 9 に例示した運転データの分類結果に対応する。上述したように、図 9 に例示した運転データがプラント 1 0 から得られた場合、プラント 1 0 の異常の要因は、復水器 5 0 と冷却塔 6 0 との間の循環水量の異常であると推定される。したがって、検出部 1 1 2 は、「解析 - 4」と表示されている行にプラント 1 0 の性能として復水器 5 0 と冷却塔 6 0 との間の循環水量低下を対応づける。

30

【 0 0 8 7 】

以上述べてきたように、検出部 1 1 2 は、各データセットについて運転データを分類し、各データセットの分類結果の組み合わせに基づいてプラント 1 0 の性能を異常にしている要因を解析できる。あらかじめ分類結果の組み合わせにプラント 1 0 の異常要因が対応づけられたテーブルが準備されることによって、プラント 1 0 の異常要因が簡易に解析され得る。その結果、異常要因の解析処理の負荷が低減され得る。また、プラント 1 0 の性能が効率的に管理され得る。

40

【 0 0 8 8 】

< 運転データのグラフ表示 >

管理装置 1 1 0 の検出部 1 1 2 は、上述してきたように運転データの各項目に基づいてプラント 1 0 の性能を評価し、異常の要因を解析する。検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の性能を評価するために用いる運転データの少なくとも一部の項目のデータの組み合わせの関係を表すグラフを出力部 1 1 4 に表示させてよい。このようにすることで、検出部 1 1 2 が実行している評価及び解析の処理内容がユーザに対して可視化され得る。その結果、ユーザが安心して評価結果及び解析結果を受け入れられる。

50

【 0 0 8 9 】

< プラント 1 0 のメンテナンス計画 >

管理装置 1 1 0 の検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の性能の評価結果に基づいて、プラント 1 0 のメンテナンス計画を生成してよい。プラント 1 0 のメンテナンスは、例えば 1 年に 1 回等のあらかじめ定められた時期に実施される。検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の性能の評価結果に基づいて、あらかじめ定められた時期が到来するまでに臨時でプラント 1 0 のメンテナンスを実行する必要があるか判定してよい。検出部 1 1 2 は、臨時でプラント 1 0 のメンテナンスを実行する必要があると判定した場合、プラント 1 0 のメンテナンス計画を生成してよい。

【 0 0 9 0 】

検出部 1 1 2 は、プラント 1 0 の性能の評価結果に基づいて、プラント 1 0 で生じる損失を推定してよい。プラント 1 0 における損失は、例えばプラント 1 0 の出力の低下等のプラント 1 0 の性能の低下に起因して生じる。プラント 1 0 が地熱発電所である場合、プラント 1 0 における損失は、発電量の減少（発電出力の低下）に起因して生じる。検出部 1 1 2 は、次のメンテナンスまでの期間におけるプラント 1 0 の出力の低下に起因する損失が所定の損失より大きい場合に、プラント 1 0 を臨時でメンテナンスする必要があると判定してよい。

【 0 0 9 1 】

プラント 1 0 における損失は、臨時でメンテナンスを実行した場合にプラント 1 0 を停止させることによって生じる機会損失を含む。また、プラント 1 0 における損失は、プラント 1 0 のメンテナンスを実行するために費やされる作業工数又は部品等に起因する費用を含む。つまり、プラント 1 0 における損失は、プラント 1 0 を臨時でメンテナンスすることに起因する損失を含む。検出部 1 1 2 は、次の定期メンテナンスまでプラント 1 0 をメンテナンスしない場合に生じる損失がプラント 1 0 を臨時でメンテナンスすることに起因する損失よりも大きい場合に、プラント 1 0 を臨時でメンテナンスする必要があると判定してよい。つまり、検出部 1 1 2 は、損失の推定結果に基づいてプラント 1 0 のメンテナンス計画を生成してよい。

【 0 0 9 2 】

プラント 1 0 における損失が推定されることによって、プラント 1 0 のメンテナンスを実施するかが簡便に判断され得る。また、プラント 1 0 における損失の推定結果に基づいてプラント 1 0 のメンテナンス計画が生成されることによって、プラント 1 0 のメンテナンスのための過剰な費用又は作業負荷が削減され得る。その結果、プラント 1 0 の性能が効率的に管理される。

【 0 0 9 3 】

本開示に係る実施形態について、諸図面及び実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形又は改変を行うことが可能であることに注意されたい。従って、これらの変形又は改変は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各構成部又は各ステップに含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部又はステップを 1 つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 4 】

1 0 プラント（ 2 0 : 気水分離器、 3 0 : タービン、 4 0 : 発電機、 5 0 : 復水器、
6 0 : 冷却塔、 7 0 : 湿球温度計）
8 0 電力網
1 0 0 プラント管理システム
1 1 0 管理装置（ 1 1 2 : 検出部、 1 1 4 : 出力部）
2 0 0 地熱貯留層

【 要約 】

【 課題 】 プラント性能を効率的に管理できるプラント性能管理方法、プラント性能管理装

10

20

30

40

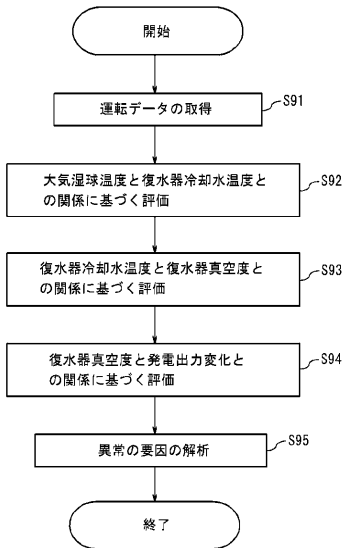
50

置、及びプラント性能管理プログラムを提供する。

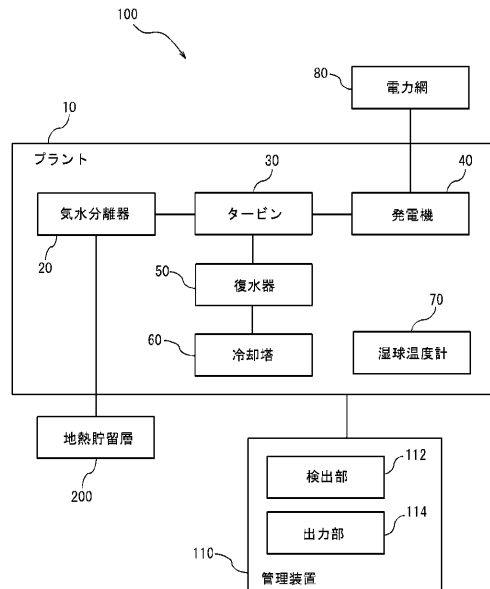
【解決手段】プラント性能管理方法は、運転データのうち少なくとも2項目のデータの関係に基づいてプラント10の性能を評価するステップと、プラント10の性能が異常であると評価した場合に、運転データに基づいて、プラント10の性能を異常にしている要因を解析するステップとを含む。

【選択図】図3

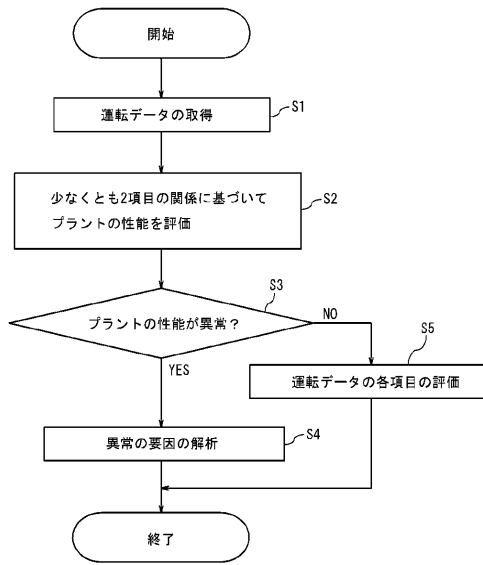
【図1】



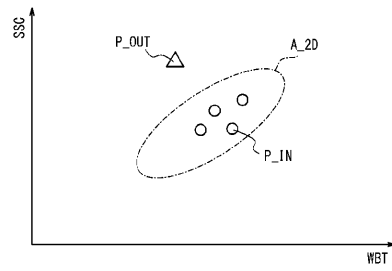
【図2】



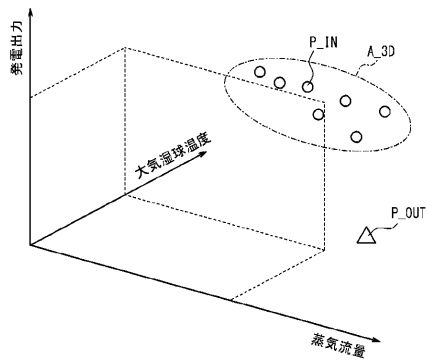
【 図 3 】



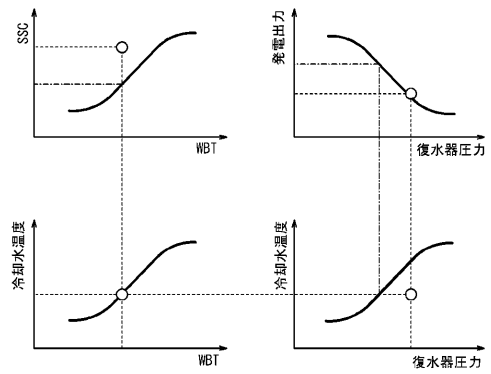
【 図 4 】



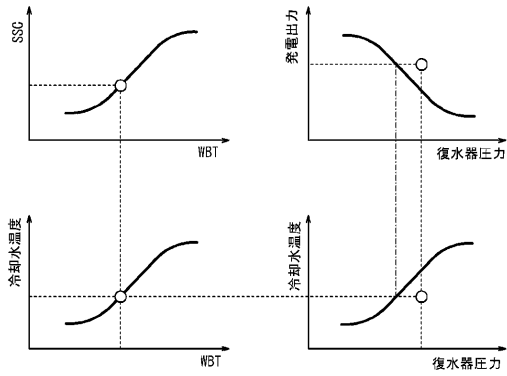
【 図 5 】



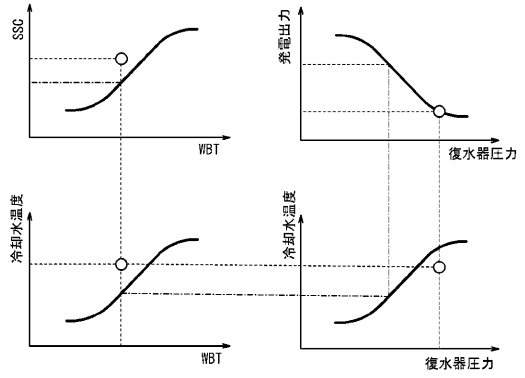
【 図 6 】



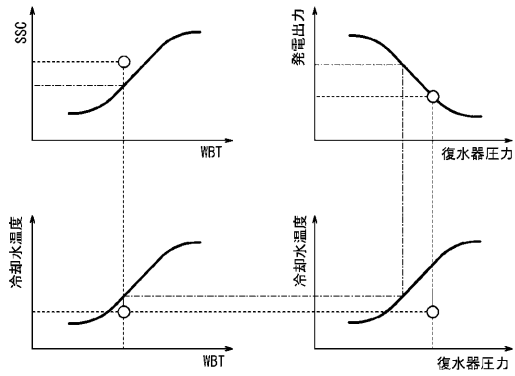
【 図 7 】



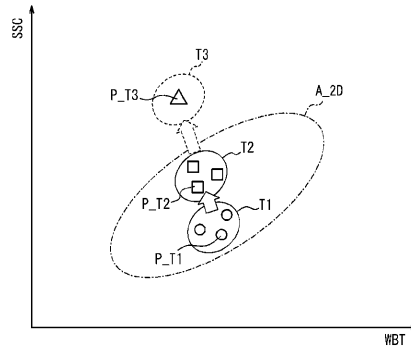
【 図 8 】



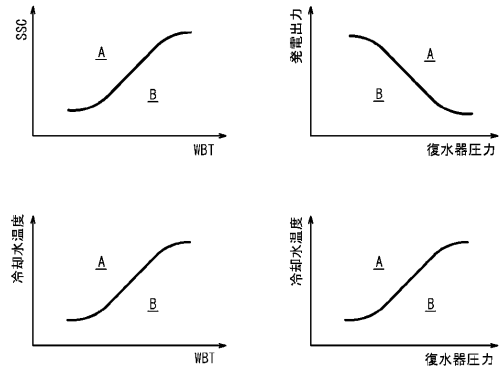
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

	WBT -SSC	WBT -冷却水温度	復水器圧力 -冷却水温度	復水器圧力 -発電出力	プラント状態
解析-1	A	正常	B	正常	復水器圧力低下
解析-2	正常	正常	B	A	復水器圧力計算異常
解析-3	A	A	B	正常	冷却塔の性能低下及び 復水器の圧力低下
解析-4	A	B	B	正常	復水器と冷却塔との間の 循環水量低下
...
解析-81	正常	正常	正常	正常	正常

フロントページの続き

(72)発明者 川副 聖規

福岡県福岡市中央区渡辺通1-1-1 電気ビルサンセルコ別館8階 西日本技術開発株式会社内

(72)発明者 安村 浩平

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

(72)発明者 佐藤 哲平

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

審査官 山村 秀政

(56)参考文献 特開2012-031799(JP,A)

特開2020-046964(JP,A)

国際公開第2010/047312(WO,A1)

国際公開第2020/183766(WO,A1)

特開2016-205640(JP,A)

特開2016-045793(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 23/02