

明 細 書

発明の名称：

運転支援装置、運転支援方法、運転支援プログラム及びプラント管理システム

技術分野

[0001] 本開示は、運転支援装置、運転支援方法、運転支援プログラム及びプラント管理システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、プラントの異常を検知する技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、故障予兆監視システムのアラームおよび異常情報を受けると、人工知能プラットフォームが、予兆の原因となった事象と関連性の高い過去の事象を事象データベースから検索し、検索結果を出力する技術が記載されている。しかしながら、特許文献 1 に記載された技術では、プラントの運転を十分に支援することができない。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2020-201764 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、プラントの運転を支援することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様に係る運転支援装置は、プラントの運転を支援する運転支援装置であって、プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部と、対象データと、プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位にお

ける伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力部であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力部と、を備える。

[0006] 本開示の他の一態様に係る運転支援方法は、プラントの運転を支援する運転支援方法であって、コンピュータに、プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得するステップと、対象データと、プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力するステップであって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力するステップと、を実行させる。

[0007] 本開示の他の一態様に係る運転支援プログラムは、プラントの運転を支援する運転支援プログラムであって、コンピュータを、プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得手段と、対象データと、プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力手段であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力手段と、として機能させる。

[0008] 本開示の他の一態様に係るプラント管理システムは、プラントと、当該プラントの運転を支援する運転支援装置を含むプラント管理システムであって、運転支援装置は、プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部と、対象データと、プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力部であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力部と、を備える。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、プラントの運転を支援することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]プラント管理システム1の概要を示す図である。

[図2]プラント管理システム1の全体の構成の一例を示す図である。

[図3]運転支援装置4の機能構成の一例を示す図である。

[図4]運転支援装置4の動作の一例を説明するための図である。

[図5]運転支援装置4の動作の一例を説明するための図である。

[図6]運転支援装置4の動作の一例を説明するための図である。

[図7]運転支援装置4の表示画面例を説明するための図である。

[図8]運転支援装置4のハードウェアの一例を示す図である。

[図9]運転支援装置4の動作の他の一例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0011] <1. 概要>

近年、FIT (Feed-in Tariff) 制度のもと、バイオマスを用いた汽力発電設備が急速に増加している。バイオマスとしては、建築廃材、木質チップ、木質ペレット、PKS (Palm Kernel Shell (パーム椰子殻)) 等の素材が使用されている。しかしながら、バイオマス燃料は、例えば、ナトリウム及びカリウム等の多量のアルカリ物質を含むため、CFB (Circulating Fluidized Bed (循環流動層)) ボイラ等の伝熱媒体である循環材を凝集させ得る。火炉内で伝熱媒体の凝集が発生した場合には、伝熱媒体の流動障害が発生し、プラントの停止に至るリスクがある。また、バイオマス燃料は、形状及び成分にばらつきがあり、火炉に供給される際には、一時的に伝熱媒体中のアルカリ濃度を上昇させてプラント停止のリスクを上昇させることがある。

[0012] 流動障害の発生又はその予兆を検知するためには、例えば、アルカリパーシによって得られた循環材中のアルカリ濃度を分析する手法が考えられる。しかしながら、この手法では、プラントの運転状態の評価に時間を要する。

また、プラントの運転員が運転データの時系列データや散布図に基づいて流動障害の発生を検知するためには、相当な熟練を要する。

[0013] 本開示に係るプラント管理システム1によれば、プラントの運転を効率的に支援することができる。図1は、プラント管理システム1の概要について説明するための図である。プラント管理システム1は、プラント2及び運転支援装置4を含む。プラント2のボイラ内では伝熱媒体が流動している。運転支援装置4は、プラント2に設置されたセンサから、ボイラに関する、温度、圧力及び流量等の測定値を判定対象の運転データとして取得する（S1）。次に、運転支援装置4は、プラント2の通常運転時（例えば、プラント2が何の障害もなく正常に動作している時）に取得した運転データと、判定対象の運転データとを比較する（S2）。運転支援装置4は、通常運転時の運転データと、判定対象の運転データとを比較することによってボイラ内の流動障害又はその予兆を検知した場合には、その旨をプラント2の運転員に対して出力する（S3）。

[0014] プラント管理システム1によれば、熟練の運転員でなくても流動障害又はその予兆を容易に検知することが可能となる。また、プラント管理システム1は、プラント2に既に設けられたセンサから得られる運転データに基づいて流動障害及びその予兆を検知することができるため、計器点数を増加させる必要がなく、導入が容易である。また、プラント管理システム1は、燃料の種類によらず流動障害及びその予兆を検知することができる。

[0015] 本開示において、「プラント2の部位」は、プラント2を構成する装置、設備及びこれらの一部のいずれであってもよい。プラント2の部位の一例は、ボイラ、火炉、セパレータ、物質の供給装置、物質の貯蔵装置、排気設備及び排液設備等である。部位の他の一例は、火炉の上部の壁面、火炉の中部の壁面、火炉の下部の壁面、火炉の排気口及び火炉の吸気口等である。

[0016] 本開示において、「伝熱媒体」は、ボイラ内で燃料とともに流動する物質を含む。伝熱媒体は、流動媒体又は循環材ということもできる。伝熱媒体は、例えば、珪砂等である。

- [0017] 本開示において、「伝熱媒体がプラント2の一以上の部位を流動する」ことは、伝熱媒体が当該一以上の部位を循環又は通過することを含む。
- [0018] 本開示において、「プラント2が通常状態で運転している」状態は、プラント2内に流動障害及びその予兆が存在しない状態を含む。「通常状態」は、プラント2の流動障害に関するアラートが発令されていない状態ということもできる。「通常状態」は、プラント2に異常が発生していない状態ということもできる。なお、本開示において、「異常」は、プラント2の運転を停止させ得るものに限らず、プラント2の運転は継続可能であるものの、理想的な運転状態からは外れている状態を含む。
- [0019] 本開示において、「流動障害が発生している状態」は、プラント2の運転効率（燃焼プロセスの効率、ボイラ効率及びプラント2の安全性を含む）が流動障害によって低下している状態を含む。また、本開示において、「流動障害の予兆が発生している状態」は、将来的にプラント2の運転効率が流動障害によって低下する蓋然性が高い状態を含む。
- [0020] <2. 構成>
- 図2-3を参照して、プラント管理システム1の構成の一例について説明する。
- [0021] 図2は、プラント管理システム1の全体構成を示す図である。プラント管理システム1は、プラント2、DCS（discrete control system（分散制御システム））2、運転支援装置4及び通信ネットワーク5を含む。
- [0022] プラント2は、CFBボイラを含む。CFBボイラは、図2に示すとおり、燃料バンカ、ドラム、火炉、セパレータ、ウォールシール、エアヒータ、過熱器、主蒸気排出口、給水口、集塵機、煙突、誘引通風機、押込通風機、ボトムアッシュクーラ、ボトムアッシュ排出路、フライアッシュ排出路及び灰タンク接続路等を備える。これらの装置及び設備には、温度、圧力及び流量等を計測するセンサが設けられている。
- [0023] 運転支援装置4は、DCS2及び通信ネットワーク5を介して、プラント

2に設けられた各種センサからプラント2の運転データを取得する。運転支援装置4は、取得した運転データに基づいてプラント2の伝熱媒体の流動障害又はその予兆を検知し、プラント2の運転員に対してプラント2の運転を支援するための支援情報を出力する。運転支援装置4は、ディスプレイ及びスピーカー等の出力装置と、キーボード、タッチパネル及びマウス等入力装置とを備えてよい。

[0024] 〔運転支援装置4〕

図3は、運転支援装置4の構成の一例を示す図である。運転支援装置4は、制御部10、記憶部12、ネットワークインタフェース部14及びバス16を含む。制御部10、記憶部12及びネットワークインタフェース部14は、バス16を介して電氣的に接続されている。

[0025] （制御部10）

制御部10は、後述する記憶部12に記憶された各種プログラムを実行することにより、取得部100、生成部102、判定部104、推定部106及び出力部108として機能する。

[0026] ー取得部100ー

取得部100は、プラント2において伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく運転データを取得する。

[0027] ～部位に関する測定値の定義～

プラント2の所定の部位の温度に関する測定値は、当該所定の部位の壁面の温度、当該所定の部位の内部の気体の温度、及び、当該所定の部位において流動する物質（すなわち、伝熱媒体又は燃料）の温度等のいずれであってもよい。

[0028] プラント2の所定の部位の圧力に関する測定値は、当該所定の部位の内部の気体の圧力、及び、当該所定の部位において流動する物質（すなわち、伝熱媒体又は燃料）が当該所定の部位の壁面に作用する力等のいずれであってもよい。

[0029] プラント 2 の所定の部位の流量に関する測定値は、当該所定の部位の内部の気体の流量、当該所定の部位において流動する物質（すなわち、伝熱媒体又は燃料）の流量、及び、当該部位に接続された流量調節弁の開度（例えば、流入口のバルブ開度、排出口のバルブ開度、ダンパー開度等）等のいずれであってもよい。なお、典型的には、流量調節弁の開度は、当該所定の部位の流量に関する測定値に応じて自動的に制御されるため、当該所定の部位の流量に関する測定値を間接的に示す情報になり得る。また、所定の部位の流量に関する測定値は、当該所定の部位の流速に関する測定値を含んでもよい。

[0030] ～基準データと対象データ～

一実施形態において、取得部 100 は、基準データ取得部 100 a、対象データ取得部 100 b 及び運転負荷情報取得部 100 c を含む。

[0031] 基準データ取得部 100 a は、プラント 2 が通常状態で運転している場合における所定の部位に関する運転データである基準データを取得する。基準データは、プラント 2 に流量障害又はその予兆が発生しているか否かを判定する際の基準となるデータである。

[0032] 対象データ取得部 100 b は、判定対象期間における所定の部位に関する運転データである対象データを取得する。一実施形態において、判定対象期間は、基準データ取得部 100 a が基準データを取得した後の期間である。一実施形態において、判定対象期間は、後述する生成部 102 が学習モデルを生成した後の期間である。また、一実施形態において、対象データ取得部 100 b は、対象データを所定の時間間隔（例えば、1 分間隔又は 10 秒間隔等）で継続的に取得する。

[0033] 基準データは、対象データに対応する測定値に基づく。すなわち、基準データは、対象データと比較可能な測定値を含む。基準データ及び対象データは、共通の部位及び共通の物理量の測定値を含むということもできる。

[0034] ～所定の部位の測定値～

一実施形態において、対象データは、プラント 2 の所定の部位に関する温

度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値である。対象データは、例えば、「火炉の上部の壁面の温度」等である。

[0035] 一実施形態において、基準データは、プラント2が通常状態で運転している場合における所定の部位の、対象データに対応する測定値である。例えば、対象データが「火炉の上部の壁面の温度」である場合には、基準データの一例は、「プラント2が通常状態で運転している場合における火炉の上部の壁面の温度」である。

[0036] ～2つの部位の測定値～

一実施形態において、対象データは、プラント2の、第1部位及び第2部位のそれぞれの、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される。対象データは、例えば、「火炉の上部の壁面と温度（第1部位の温度に相当）、及び、火炉の下部の壁面の温度（第2部位の温度に相当）の温度差」等である。

[0037] 一実施形態において、基準データは、プラント2が通常状態で運転している場合における第1部位及び第2部位のそれぞれに関する測定値であって、対象データに対応する測定値を比較することにより生成される。例えば、対象データが、「火炉の上部の壁面と温度、及び、火炉の下部の壁面の温度の温度差」である場合には、基準データの一例は、「プラント2が通常状態で運転している場合における、火炉の上部の壁面と温度、及び、火炉の下部の壁面の温度の温度差」である。

[0038] ～複数の組み合わせの測定値～

一実施形態において、プラント2の一以上の部位に、少なくとも2つの部位を含む組み合わせが複数存在する場合には、対象データは、（1）第1の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第1対象データと、（2）第2の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第2対象データと、を含んでよい。

- [0039] 例えば、プラント2に部位A、部位B及び部位Cという3つ部位があった場合において、対象データは、(1) 部位Aと部位B(第1の組み合わせに相当)の温度差(第1対象データに相当)と、(2) 部位Bと部位C(第2の組み合わせに相当)の圧力差(第2対象データに相当)と、を含んでよい。
- [0040] 一実施形態において、プラント2の一以上の部位に、少なくとも2つの部位の組み合わせが複数存在する場合には、基準データは、(1) プラント2が通常状態で運転している場合における第1の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、第1対象データに対応する測定値を比較することにより生成される第1基準データと、(2) プラント2が通常状態で運転している場合における第2の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、第2対象データに対応する測定値を比較することにより生成される第2基準データと、を含んでよい。
- [0041] 例えば、対象データが、部位Aと部位Bの温度差と、部位Bと部位Cの圧力差とを含む場合において、基準データは、(1) プラント2が通常状態で運転している場合における部位Aと部位B(第1の組み合わせに相当)の温度差(第1基準データに相当)と、(2) プラント2が通常状態で運転している場合における部位Bと部位C(第2の組み合わせに相当)の圧力差(第2基準データに相当)と、を含んでよい。
- [0042] 運転負荷情報取得部100cは、運転データが取得された際のプラント2の運転負荷に関する情報を取得する。具体的には、基準データ取得部100aが基準データを取得した場合に、運転負荷情報取得部100cは、当該基準データが取得された際のプラント2の運転負荷に関する情報を取得する。また、対象データ取得部100bが対象データを取得した場合に、運転負荷情報取得部100cは、当該対象データが取得された際のプラント2の運転負荷に関する情報を取得する。なお、プラント2の運転負荷の一例は、プラント2のボイラにおける定格蒸発量に対する実蒸発量の割合等である。
- [0043] なお、本開示において、「情報を取得すること」は、当該情報を制御部1

0において処理可能な状態にすることを含む。情報を取得することは、他の装置が当該情報を受信すること、記憶部12から当該情報を読み出すこと、及び、制御部10における何らかの演算の結果として当該情報を得ることのいずれであってもよい。

[0044] 一生成部102ー

生成部102は、基準データ取得部100aが取得した基準データを学習用データとして学習させた学習モデルを生成する。生成部102は、教師あり学習により学習モデルを生成してよく、教師なし学習により学習モデルを生成してもよい。

[0045] 生成部102が生成する教師あり学習による学習モデルは、回帰モデル及び分類モデルのいずれであってもよい。回帰モデルは、例えば、単回帰分析及び重回帰分析等に基づく学習モデルを含む。分類モデルは、SVM (Support Vector Machine)、決定木、k近傍法及びロジスティック回帰等に基づく学習モデルを含む。

[0046] 生成部102が生成する教師なし学習による学習モデルは、確率分布に基づく学習モデル、クラスタリングに基づく学習モデル、及び、アソシエーション分析に基づく学習モデル等のいずれであってもよい。確率分布に基づく学習モデルは、外れ値の検出及び変化点の検出のいずれを目的とするものであってもよい。

[0047] 生成部102が生成する学習モデルは、ニューラルネットワークを含む学習モデルであってもよい。ニューラルネットワークを含む学習モデルは、ディープニューラルネットワーク (DNN: Deep Neural Network)、畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network)、再起型ニューラルネットワーク (RNN: Recurrent Neural Network)、敵対的生成ネットワーク (GAN: Generative Adversarial Network) 等を含んでよい。

[0048] 一実施形態において、生成部102は、プラント2に関する複数の運転負

荷のそれぞれに対して、一以上の基準データを関連付けて学習させた学習モデルを生成する。すなわち、生成部102は、プラント2の運転負荷毎に、適正とされる運転データの値又は範囲を学習させた学習モデルを生成してよい。

[0049] 一判定部104一

判定部104は、対象データ取得部100bが取得した対象データと、基準データ取得部100aが取得した基準データとに基づいて、伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する。一実施形態において、判定部104は、対象データと、基準データとを比較することによって、伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する。

[0050] 判定部104が、伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定することは、伝熱媒体の流動障害又はその予兆が存在する可能性を出力することを含む。すなわち、判定部104による出力は、真偽値に限らず、段階及び点数等による連続値であってもよい。

[0051] 一実施形態において、判定部104は、生成部102が生成した学習モデルに対して、判定用データとして対象データを入力することによって、伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する。なお、基準データを学習した学習モデルに対して対象データを入力することは、対象データと基準データとを比較することの一態様である。

[0052] 一実施形態において、生成部102がプラント2に関する複数の運転負荷のそれぞれに対して一以上の基準データを関連付けて学習させた学習モデルを生成した場合には、判定部104は、対象データとともに、当該対象データが取得された際のプラント2の運転負荷に関する情報を学習モデルに入力することによって、伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する。

[0053] 一推定部106一

推定部106は、対象データ及び基準データの関係に基づいて、プラント2の所定の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆の原因を推定する

。流動障害又はその予兆の原因と、対象データ及び基準データの関係には、以下に例示されるパターンが考えられる。

[0054] (1) ボイラ内で伝熱媒体の凝集による流動障害が発生する場合には、ボイラ内の温度は通常と比較して上昇する場合がある。これは、伝熱媒体が凝集した場合には、本来伝熱媒体に蓄えられるはずだった熱エネルギーが、ボイラ内の他の物質（例えば、気体及び燃料）に蓄えられるからである。なお、伝熱媒体の凝集塊が温度センサ付近に堆積した場合には、凝集塊が温度センサによる正確な測定を阻害するため、ボイラ内の温度の測定値が通常と比較して低下する場合もある。

[0055] (2) ボイラ内の燃焼灰の蓄積によって流動障害が発生する場合には、ボイラ内の温度の測定値は通常と比較して下降する傾向にある。これは、燃焼灰が温度センサを被覆することによって、正しくボイラ内の温度を測定されなくなるからである。

[0056] (3) 燃料等を介してボイラ内に異物が混入したことが原因で流動障害が発生する場合には、ボイラ内の温度及び圧力が不均一になる傾向にある。これは、ボイラ内に異物が混入することによって伝熱媒体及び燃料の流動が阻害されるからである。

[0057] 上記(1)～(3)で例示したように、対象データ及び基準データの関係と、流動障害又はその予兆の原因とには密接な関連性があるため、対象データ及び基準データの関係に基づいて、プラント2の所定の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆の原因を推定することが可能である。なお、流動障害又はその予兆の原因と、対象データ及び基準データの関係は上記(1)～(3)の例示には限定されない。

[0058] 一実施形態において、推定部106は、一以上の条件のそれぞれに対して原因が関連付けられた情報を参照し、対象データ及び基準データの関係が当該一以上の条件のいずれを満たすか否かに基づいてプラント2の所定の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆の原因を推定する。

[0059] 一出力部108—

出力部 108 は、対象データと、基準データとに基づいて、伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する。支援情報は、図形、文字、数値、色彩、グラフ（例えば、散布図、時系列データ）等を含んでよい。また、支援情報は、音声であってもよい。

- [0060] 一実施形態において、支援情報は、判定部 104 による判定結果を含む。例えば、判定部 104 により伝熱媒体の流動障害が発生していると判定された場合には、出力部 108 は、警告マーク及び「流動障害が発生しています」というテキストを支援情報として表示画面上に表示してよい。また、一実施形態において、判定部 104 による判定結果は、生成部 102 が生成した学習モデルに対して対象データを入力した場合に得られる出力を含む。
- [0061] 一実施形態において、支援情報は、対象データと、基準データとを比較した情報を含む。出力部 108 は、例えば、基準データ及び対象データを共通の散布図に重疊的にプロットしたグラフを支援情報として出力してよい。
- [0062] 一実施形態において、支援情報は、第 1 対象データ及び第 1 基準データを比較した情報と、第 2 対象データ及び第 2 基準データを比較した情報とを含む。出力部 108 は、例えば、プラント 2 が通常状態で運転している場合における部位 A と部位 B の温度差（第 1 基準データに相当）及び判定対象期間における部位 A と部位 B の温度差（第 1 対象データに相当）を共通の散布図に重疊的にプロットした第 1 グラフと、プラント 2 が通常状態で運転している場合における部位 B 及び部位 C の圧力差（第 2 基準データに相当）及び判定対象期間における部位 B 及び部位 C の圧力差（第 2 対象データに相当）を共通の散布図に重疊的にプロットした第 2 グラフと、を支援情報として出力してよい。
- [0063] 一実施形態において、支援情報は、推定部 106 により推定された原因に関する情報を含む。例えば、推定部 106 が、部位 A に伝熱媒体の凝集に起因する流動障害が発生していると推定した場合には、出力部 108 は、「部位 A に伝熱媒体の凝集が発生している可能性があります」というテキストを支援情報として表示画面上に表示してよい。

[0064] なお、本開示において、「支援情報が所定の情報を含む」ことは、支援情報が当該所定の情報をそのまま含むことと、当該所定の情報を適宜加工することによって得られた情報を支援情報が含むこととのいずれであってもよい。

[0065] (記憶部 12)

記憶部 12 は、制御部 10 が実行する各種プログラムを記憶する。また、記憶部 12 は、取得部 100 が取得した対象データ及び基準データ、並びに、生成部 102 が生成した学習モデル等、運転支援装置 4 が動作するために必要な各種情報を記憶する。

[0066] (ネットワークインタフェース部 14)

ネットワークインタフェース部 14 は、通信ネットワーク 5 を介した他の装置との通信を実現する。

[0067] <3. 動作>

図 4-7 を参照して、プラント管理システム 1 の動作及び表示画面例について説明する。

[0068] 図 4 は、以下で説明する例におけるプラント 2 のボイラの概念図を示す図である。ボイラの内部では伝熱媒体が流動している。ボイラは部位 A、部位 B 及び部位 C を有し、それぞれの部位に温度センサ及び圧力センサが設けられている。

[0069] [基準データの取得～学習モデルの生成]

図 5 は、運転支援装置 4 が基準データを取得してから学習モデルを生成するまでの動作を示すフローチャートである。

[0070] 運転支援装置 4 は、まず、基準データを取得する (S100)。この例では、運転支援装置 4 が取得する基準データは、プラント 2 が通常状態で運転している場合における部位 A 及び部位 B の温度差であるとする。次に、運転支援装置 4 は、基準データが取得された際のボイラの運転負荷に関する情報を取得する (S102)。

[0071] 次に、運転支援装置 4 は、学習モデルの生成に十分な数の基準データを取

得したか否かを判定する（S104）。学習モデルの生成に十分な数の基準データが取得されていない場合（S104 NO）には、運転支援装置4は、再度基準データ及び当該基準データが取得された際のボイラの運転負荷に関する情報を取得する（S102－S104）。

[0072] 一方で、学習モデルの生成に十分な数の基準データが取得されている場合（S104 YES）には、運転支援装置4は、ボイラの運転負荷に対して基準データを関連付けて学習モデルに学習させる（S106）。具体的には、運転支援装置4は、単回帰分析により、ボイラの運転負荷と、基準データとの関係を示す数式を決定する（S106a）。すなわち、運転支援装置4は、ボイラの運転負荷と、プラント2が通常状態で運転している場合における部位A及び部位Bの温度差との関係を示す数式を決定する。

[0073] 運転支援装置4は、さらに、S106aで決定した数式に基づいて、ボイラの運転負荷と、プラント2に流動障害及びその予兆が発生していないと判定可能な運転データの上限との関係を示す数式を決定する（S106b）。同様に、運転支援装置4は、S106aで決定した数式に基づいて、ボイラの運転負荷と、プラント2に流動障害及びその予兆が発生していないと判定可能な運転データの下限との関係を示す数式を決定する（S106c）。すなわち、運転支援装置4は、ボイラの運転負荷と、プラント2に流動障害及びその予兆が発生していないと判断可能な部位A及び部位Bの温度差の上限及び下限との関係を示す数式を決定する。

[0074] この例では、S106aの単回帰分析により決定された数式は、関数 f を用いて「 $y = f(x)$ 」と表現されとする。なお、「 x 」はボイラの運転負荷であり、「 y 」はプラント2が通常状態で運転している場合における部位A及び部位Bの温度差である。このとき、S106bで決定された数式、及び、S106cで決定された数式は、それぞれ「 $y = f(x) + \alpha/2$ 」及び「 $y = f(x) - \alpha/2$ 」と表現されてよい。ここで、「 α 」は、部位A及び部位Bの温度差として許容される幅に対応する定数である。

[0075] 以下では、S106a－S106cにおいて決定された数式をグラフ上に

描いた線を、それぞれ「基準線」、「上限閾値線」及び「下限閾値線」と称する。また、以下では、上限閾値線及び下限閾値線を特に区別しないとき、これらをまとめて「閾値線」と称する。基準線及び閾値線の具体例については、後述する図7の表示画面例を参照して説明する。

[0076] [対象データの取得～支援情報の出力]

図6は、運転支援装置4が対象データを取得してから支援情報を出力するまでの動作を示すフローチャートである。

[0077] 運転支援装置4は、まず、対象データを取得する(S200)。この例では、運転支援装置4が取得する対象データは、部位A及び部位Bの温度差である。次に、運転支援装置4は、対象データが取得された際のボイラの運転負荷に関する情報を取得する(S202)。

[0078] 次に、運転支援装置4は、対象データ及び当該対象データが取得された際の運転負荷に関する情報をS106で生成した学習モデルに入力する。これにより、運転支援装置4は、プラント2に流動障害及びその予兆が発生していないと判定可能な運転データの上限及び下限の範囲内に対象データがあるか否かを判定する(S206)。対象データがその上限及び下限の範囲内にある場合(S206 YES)には、処理を終了する。一方で、対象データがその範囲外にある場合(S206 NO)には、運転支援装置4はS106で学習済みの基準データと、S200で取得した対象データとの関係に基づいて、流動障害又はその予兆の原因を推定し(S208)、アラート及びS208において推定された原因を支援情報として出力する(S210)。

[0079] また、運転支援装置4は、S100～S106及びS200～S210において説明した方法と同様の方法により、部位A及び部位Cの圧力差に関しても、基準データを学習した学習モデルを生成し、当該学習モデルに対して対象データを入力する。

[0080] 図7は、運転支援装置4における表示画面例を示す図である。プラント2の運転員は、このような表示画面例を目視することができる。図7の表示画面例には、プロット凡例d100、線凡例d102、グラフ表示領域d10

4、グラフ表示領域 d 1 0 6、アラート d 1 0 8、テキスト d 1 1 0 及び切り替えボタン d 1 1 2 が表示されている。

[0081] プロット凡例 d 1 0 0 及び線凡例 d 1 0 2 は、グラフ表示領域 d 1 0 4 及びグラフ表示領域 d 1 0 6 に表示されたグラフの凡例を表示している。具体的には、プロット凡例 d 1 0 0 は、グラフ上の丸のプロットが基準データに対応し、四角のプロットが対象データに対応することを示している。また、線凡例 d 1 0 2 は、グラフ上の実線が基準線に対応し、点線が閾値線に対応することを示している。すなわち、すべての四角のプロットが2本の点線の間に存在することは、対象データが、プラント2に流動障害及びその予兆が発生していないと判定可能な運転データの上限及び下限の範囲内にあることに対応する。一方で、四角のプロットの少なくとも一部が2本の点線の外側に存在することは、対象データが、プラント2に流動障害及びその予兆が発生していないと判定可能な運転データの上限及び下限の範囲外（すなわち、流動障害又はその予兆が発生していると判定される範囲内）にあることに対応する。

[0082] グラフ表示領域 d 1 0 4 には、部位 A 及び部位 B の温度差に関して、ボイラの運転負荷と、基準データ及び対象データとの関係を示す散布図が表示されている。また、グラフ表示領域 d 1 0 4 には、S 1 0 6 a－S 1 0 6 c で決定された基準線及び閾値線が表示されている。この例では、すべての対象データは上限閾値線と下限閾値線との間に含まれている。そのため、部位 A 及び部位 B の温度差に関しては、アラートは表示されない（S 2 0 6 Y E S 参照）。

[0083] グラフ表示領域 d 1 0 6 には、部位 A 及び部位 C の圧力差に関して、ボイラの運転負荷と、基準データ及び対象データとの関係を示す散布図が表示されている。また、グラフ表示領域 d 1 0 6 にも、S 1 0 6 a－S 1 0 6 c と同様の方法で決定された基準線及び閾値線が表示されている。この例では、上限閾値線を上回っている対象データが存在する。そのため、部位 A 及び部位 C の圧力差に関しては、アラート d 1 0 8 が表示されるとともに、流動障

害又はその予兆として推定される原因を示すテキストd 1 1 0が表示されている。テキストd 1 1 0には、「部位Aと部位Cの間に異物がある可能性があります」と表示されている。なお、グラフ表示領域d 1 0 4、グラフ表示領域d 1 0 6、アラートd 1 0 8及びテキストd 1 1 0は、それぞれが、支援情報の一態様である。

[0084] 切り替えボタンd 1 1 2は、プラント2の運転員が選択又は押下することにより、グラフ表示領域d 1 0 4及びグラフ表示領域d 1 0 6に表示されるデータを切り替えることができるボタンである。プラント2の運転員は、切り替えボタンd 1 1 2を押下することにより、例えば、部位A及び部位Cの温度差、部位Bと部位Cの圧力差、及び、部位Aと部位Cの圧力差等に関するデータをグラフ表示領域d 1 0 4及びグラフ表示領域d 1 0 6に表示することができる。

[0085] <4. 効果>

本開示の一態様に係る運転支援装置4は、プラント2の運転を支援する運転支援装置4であって、プラント2において伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部（対象データ取得部1 0 0 b）と、対象データと、プラント2が通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力部1 0 8であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力部1 0 8と、を備える。

[0086] 上述したとおり、運転支援装置4を備えるプラント管理システム1によれば、熟練の運転員でなくても流動障害又はその予兆を容易に検知することが可能となる。また、プラント管理システム1は、プラント2に既に設けられたセンサから得られる運転データに基づいて流動障害又はその予兆を検知することができるため、計器点数を増加させる必要がなく、導入が容易である。また、プラント管理システム1は、燃料の種類によらず流動障害又はその予兆を検知することができる。

- [0087] 一実施形態に係る運転支援装置4は、対象データと、一以上の基準データに基づいて、一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する判定部104、をさらに備え、支援情報は、判定部104による判定結果を含む。
- [0088] この構成によれば、プラント2の運転員は、運転支援装置4による判定結果を把握できるようになるため、より容易にプラント2の流動障害又はその予兆を認識することが可能となる。
- [0089] 一実施形態において、判定部104は、学習用データとして一以上の基準データを学習させた学習モデルに対して、判定用データとして対象データを入力することによって一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する。
- [0090] この構成によれば、より容易に基準データと対象データとを比較することができるようになり、判定結果の精度も向上する。
- [0091] 一実施形態において、学習モデルは、プラント2に関する複数の運転負荷のそれぞれに対して一以上の基準データを関連付けて学習し、対象データ取得部100bは、対象データが取得された際の運転負荷に関する情報をさらに取得し、判定部104は、対象データとともに、当該対象データが取得された際の運転負荷に関する情報を学習モデルに入力することによって、一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する。
- [0092] 一般的に、流動障害及びその予兆が発生していないと判定されるべき運転データの範囲は、運転負荷によって異なる。この構成によれば、そのような傾向を考慮して判定が行われるようになるため、判定結果の精度が向上する。
- [0093] 一実施形態において、一以上の部位は、第1部位と、当該第1部位とは異なる第2部位とを含み、対象データは、第1部位及び第2部位のそれぞれに関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成され、一以上の基準データは、それぞれが、プラント

2が通常状態で運転している場合における第1部位及び第2部位のそれぞれに関する測定値であって、対象データに対応する測定値を比較することにより生成され、支援情報は、対象データと、一以上の基準データとを比較した情報を含む。

[0094] 流動障害又はその予兆を検知するためには、複数の部位の測定値を比較することによって得られた運転データを基準データ及び対象データとして用いることが有効である。これは、伝熱媒体の流動の異常は、温度や圧力等の不均一さとして現れる傾向があるからである。この構成によれば、そのような不均一さを捉えることができるようになるため、判定結果の精度が向上する。

[0095] 一実施形態に係る運転支援装置4は、一以上の部位における少なくとも2つの部位の組み合わせを複数記憶する記憶部12、をさらに備え、記憶部12において記憶される複数の組み合わせは、第1の組み合わせと、第2の組み合わせを含み、対象データは、第1の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第1対象データと、第2の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第2対象データと、を含み、一以上の基準データは、プラント2が通常状態で運転している場合における第1の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、第1対象データに対応する測定値を比較することにより生成される一以上の第1基準データと、プラント2が通常状態で運転している場合における第2の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、第2対象データに対応する測定値を比較することにより生成される一以上の第2基準データと、を含み、支援情報は、第1対象データ及び一以上の第1基準データを比較した情報と、第2対象データ及び一以上の第2基準データを比較した情報とを含む。

[0096] 例えば、第1の組み合わせに含まれるそれぞれの部位の測定値の差からは

流動障害及びその予兆を検知できない場合であっても、第2の組み合わせに含まれるそれぞれの部位の測定値の差からは流動障害又はその予兆を検知できる場合がある。この構成によれば、複数の部位の組み合わせに基づいて、網羅的に流動障害又はその予兆を検知できるようになる。

[0097] 一実施形態において、対象データ取得部100bは、対象データを所定の時間間隔で継続的に取得してよい。

[0098] この構成によれば、流動障害又はその予兆の発生を継続的に監視することができるようになる。その結果、プラント2の運転員が早期に対策をとることが可能になる。

[0099] 一実施形態に係る運転支援装置4は、対象データ及び一以上の基準データの関係に基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆の原因を推定する推定部106、をさらに備えてよく、支援情報は、推定部106により推定された原因に関する情報を含んでよい。

[0100] この構成によれば、プラント2の運転員は流動障害又はその予兆の原因を容易に把握することができるようになる。

[0101] なお、上述した効果は一例に過ぎず、本開示の適用範囲を限定するものではない。

[0102] <5. ハードウェア構成>

図8を参照して、運転支援装置4をコンピュータ70により実現する場合のハードウェア構成の一例を説明する。なお、それぞれの装置の機能は、複数台の装置に分けて実現することもできる。

[0103] 図8に示すように、コンピュータ70は、プロセッサ700と、記憶装置702と、入力I/F704と、データI/F706と、通信I/F708、及び表示装置710を含む。

[0104] プロセッサ700は、記憶装置702に記憶されているプログラムを実行することによりコンピュータ70における様々な処理を制御する。例えば、運転支援装置4の制御部10が備える各機能部等は、記憶装置702に記憶されたプログラムを、プロセッサ700が実行することにより実現可能であ

る。

- [0105] 記憶装置702は、例えばRAM (Random Access Memory) 等の記憶媒体である。RAMは、プロセッサ700によって実行されるプログラムのプログラムコードや、プログラムの実行時に必要となるデータを一時的に記憶する。
- [0106] 記憶装置702は、他にも、例えばハードディスクドライブ (HDD) やフラッシュメモリ等の不揮発性の記憶媒体である。記憶装置702は、オペレーティングシステムや、上記各構成を実現するための各種プログラムを記憶する。当該各種プログラムを格納した記憶媒体は、コンピュータ読み取り可能な非一時的な記憶媒体 (Non-transitory computer readable medium) であってもよい。この他、記憶装置702は、各種情報を登録するテーブルと、当該テーブルを管理するDBを記憶することも可能である。このようなプログラムやデータは、必要に応じて記憶装置702にロードされることにより、プロセッサ700から参照される。
- [0107] 入力I/F704は、ユーザからの入力を受け付けるためのデバイスである。入力I/F704の具体例としては、カメラ、ボタン、マイク、キーボード、マウス、タッチパネル、各種センサ、ウェアラブル・デバイス等が挙げられる。入力I/F704は、例えばUSB (Universal Serial Bus) 等のインタフェースを介してコンピュータ70に接続されてもよい。
- [0108] データI/F706は、コンピュータ70の外部からデータを入力するためのデバイスである。データI/F706の具体例としては、各種記憶媒体に記憶されているデータを読み取るためのドライブ装置等がある。データI/F706は、コンピュータ70の外部に設けられることも考えられる。その場合、データI/F706は、例えばUSB等のインタフェースを介してコンピュータ70へと接続される。
- [0109] 通信I/F708は、コンピュータ70の外部の装置と有線または無線に

より、通信ネットワーク5を介したデータ通信を行うためのデバイスである。通信I/F708は、コンピュータ70の外部に設けられることも考えられる。その場合、通信I/F708は、例えばUSB等のインタフェースを介してコンピュータ70に接続される。

[0110] 表示装置710は、各種情報を表示するためのデバイスである。表示装置710の具体例としては、例えば液晶ディスプレイや有機EL (Electro-Luminescence) ディスプレイ、ウェアラブル・デバイスのディスプレイ等が挙げられる。表示装置710は、コンピュータ70の外部に設けられてもよい。その場合、表示装置710は、例えばディスプレイケーブル等を介してコンピュータ70に接続される。また、入力I/F704としてタッチパネルが採用される場合には、表示装置710は、入力I/F704と一体化して構成することが可能である。

[0111] また、上記実施の形態で記載された運転支援装置4の各種装置が備える構成要素は、記憶装置702に格納されたプログラムがプロセッサ700によって実行されることで、定められた処理が他のハードウェアと協働して実現されるものとする。また、言い換えれば、これらの構成要素は、ソフトウェアまたはファームウェアとしても、それと対応するハードウェアとしても想定され、その双方の概念において、「機能」、「手段」、「部」、「処理回路」、「ユニット」、または「モジュール」等とも記載され、またそれぞれに読み替えることができる。

[0112] <6. 変形例>

上記実施形態では、主には単回帰分析に基づく学習モデルを利用する例について説明したが、これに限られない。学習モデルは、図9に示すようなニューラルネットワークを含んでよい。具体的には、学習モデルは、(1) プラント2に関する運転負荷、第1の部位の温度、第1の部位の圧力、第1の部位の流量、・・・、第Nの部位の温度、第Nの部位の圧力及び第Nの部位の流量の入力を受け付ける入力層(ただし、Nは自然数)のノード(2) 複数の中間層のノード(3) 正常、凝集発生及び異物混入のそれぞれに対応す

る値を出力する出力層のノードからなるニューラルネットワークを含んでもよい。このようなニューラルネットワークを含む学習モデルによれば、複数の部位における測定値を総合的に考慮した流動障害又はその予兆の検知が可能になる。なお、「正常」のノードから得られる出力値は、流動障害及びその予兆が発生している可能性の高さに対応し、「凝集発生」のノードから得られる出力値は、伝熱媒体の凝集により流動障害又はその予兆が発生している可能性の高さに対応し、「異物混入」のノードから得られる出力値は、異物の混入により流動障害又はその予兆が発生している可能性の高さに対応してよい。

[0113] 上記実施形態では、主にはC F Bボイラを前提として説明したが、本開示の適用先はこれに限られない。本開示は、流動障害を起こし得る伝熱媒体を利用する任意の装置に対して適用することができる。

[0114] 上記実施形態では、主にはバイオマス燃料を燃料として使用するプラント2について説明したが、本開示の適用先はこれに限られない。本開示は、例えば、廃材燃料を利用するプラント2に対しても適用することができる。

[0115] 上記実施形態では、運転支援装置4は自装置上の表示画面に支援情報を出力する例について説明したが、これに限られない。運転支援装置4は、プラント2の運転員が有する端末装置に対して支援情報を送信してもよい。

[0116] <7. 本開示の実施の態様>

本開示は、例えば、以下の実施の態様を含む。なお、括弧書きで上記実施形態との対応関係を示す。

[0117] [付記1]

本開示の一態様に係る運転支援装置4は、プラント2の運転を支援する運転支援装置4であって、プラント2において伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部（対象データ取得部100b）と、対象データと、プラント2が通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその

予兆に関する支援情報を出力する出力部 108 であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力部 108 と、を備える。

[0118] [付記 2]

付記 1 に記載の運転支援装置 4 は、対象データと、一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する判定部 104、をさらに備えてよく、支援情報は、判定部 104 による判定結果を含んでよい。

[0119] [付記 3]

付記 2 に記載の運転支援装置 4 において、判定部 104 は、学習用データとして一以上の基準データを学習させた学習モデルに対して、判定用データとして対象データを入力することによって一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定してよい。

[0120] [付記 4]

付記 3 に記載の運転支援装置 4 において、学習モデルは、プラント 2 に関する複数の運転負荷のそれぞれに対して一以上の基準データを関連付けて学習してよく、取得部（対象データ取得部 100b）は、対象データが取得された際の運転負荷に関する情報をさらに取得してよく、判定部 104 は、対象データとともに、当該対象データが取得された際の運転負荷に関する情報を学習モデルに入力することによって、一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定してよい。

[0121] [付記 5]

付記 1 から付記 4 のいずれか一つに記載の運転支援装置 4 において、一以上の部位は、第 1 部位と、当該第 1 部位とは異なる第 2 部位とを含んでよく、対象データは、第 1 部位及び第 2 部位のそれぞれに関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成されてよく、一以上の基準データは、それぞれが、プラント 2 が通常状態で運転している場合における第 1 部位及び第 2 部位のそれぞれに関する測定値であって、対象データに対応する測定値を比較することにより生成されてよ

く、支援情報は、対象データと、一以上の基準データとを比較した情報を含んでよい。

[0122] [付記 6]

付記 1 から付記 5 のいずれか一つに記載の運転支援装置 4 は、一以上の部位における少なくとも 2 つの部位の組み合わせを複数記憶する記憶部 1 2、をさらに備えてよく、記憶部 1 2 において記憶される複数の組み合わせは、第 1 の組み合わせと、第 2 の組み合わせとを含んでよく、対象データは、第 1 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第 1 対象データと、第 2 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第 2 対象データと、を含んでよく、一以上の基準データは、プラント 2 が通常状態で運転している場合における第 1 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、第 1 対象データに対応する測定値を比較することにより生成される一以上の第 1 基準データと、プラント 2 が通常状態で運転している場合における第 2 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、第 2 対象データに対応する測定値を比較することにより生成される一以上の第 2 基準データと、を含んでよく、支援情報は、第 1 対象データ及び一以上の第 1 基準データを比較した情報と、第 2 対象データ及び一以上の第 2 基準データを比較した情報とを含んでよい。

[0123] [付記 7]

付記 1 から付記 6 のいずれか一つに記載の運転支援装置 4 において、取得部（対象データ取得部 1 0 0 b）は、対象データを所定の時間間隔で継続的に取得してよい。

[0124] [付記 8]

付記 1 から付記 7 のいずれか一つに記載の運転支援装置 4 は、対象データ及び一以上の基準データの関係に基づいて、一以上の部位における伝熱媒体

の流動障害又はその予兆の原因を推定する推定部 106、をさらに備えてよく、支援情報は、推定部 106 により推定された原因に関する情報を含んでよい。

[0125] [付記 9]

本開示の他の一態様に係る運転支援方法は、プラント 2 の運転を支援する運転支援方法であって、コンピュータに、プラント 2 において伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得するステップと、対象データと、プラント 2 が通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力するステップであって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力するステップと、を実行させる。

[0126] [付記 10]

本開示の他の一態様に係る運転支援プログラムは、プラント 2 の運転を支援する運転支援プログラムであって、コンピュータを、プラント 2 において伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得手段と、対象データと、プラント 2 が通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力手段であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力手段と、として機能させる。

[0127] [付記 11]

本開示の他の一態様に係るプラント管理システム 1 は、プラント 2 と、当該プラント 2 の運転を支援する運転支援装置 4 を含むプラント 2 管理システムであって、運転支援装置 4 は、プラント 2 において伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部（対象データ取得部 100b

）と、対象データと、プラント2が通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力部108であって、一以上の基準データは、対象データに対応する測定値に基づく、出力部108と、を備える。

符号の説明

[0128] 1…プラント管理システム、2…プラント、3…DCS、4…運転支援装置、5…通信ネットワーク、10…制御部、12…記憶部、14…ネットワークインタフェース部、70…コンピュータ、100…取得部、100a…基準データ取得部、100b…対象データ取得部、100c…運転負荷情報取得部、102…生成部、104…判定部、106…推定部、108…出力部

請求の範囲

- [請求項1] プラントの運転を支援する運転支援装置であって、
 プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、
 圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部と、
 前記対象データと、前記プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、前記一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力部であって、前記一以上の基準データは、前記対象データに対応する測定値に基づく、出力部と、
 を備える、運転支援装置。
- [請求項2] 前記対象データと、前記一以上の基準データとに基づいて、前記一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する判定部、をさらに備え、
 前記支援情報は、前記判定部による判定結果を含む、請求項1に記載の運転支援装置。
- [請求項3] 前記判定部は、学習用データとして前記一以上の基準データを学習させた学習モデルに対して、判定用データとして前記対象データを入力することによって前記一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆があるか否かを判定する、請求項2に記載の運転支援装置。
- [請求項4] 前記学習モデルは、前記プラントに関する複数の運転負荷のそれぞれに対して前記一以上の基準データを関連付けて学習し、
 前記取得部は、前記対象データが取得された際の運転負荷に関する情報をさらに取得し、
 前記判定部は、前記対象データとともに、当該対象データが取得された際の運転負荷に関する情報を前記学習モデルに入力することによって、前記一以上の部位において伝熱媒体の流動障害又はその予兆が

あるか否かを判定する、請求項 3 に記載の運転支援装置。

[請求項 5] 前記一以上の部位は、第 1 部位と、当該第 1 部位とは異なる第 2 部位とを含み、

前記対象データは、前記第 1 部位及び前記第 2 部位のそれぞれに関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成され、

前記一以上の基準データは、それぞれが、前記プラントが通常状態で運転している場合における前記第 1 部位及び前記第 2 部位のそれぞれに関する測定値であって、前記対象データに対応する測定値を比較することにより生成され、

前記支援情報は、前記対象データと、前記一以上の基準データとを比較した情報を含む、請求項 1 に記載の運転支援装置。

[請求項 6] 前記一以上の部位における少なくとも 2 つの部位の組み合わせを複数記憶する記憶部、をさらに備え、

前記記憶部において記憶される複数の組み合わせは、第 1 の組み合わせと、第 2 の組み合わせをと含み、

前記対象データは、

前記第 1 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第 1 対象データと、

前記第 2 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値を比較することにより生成される第 2 対象データと、

を含み、

前記一以上の基準データは、

前記プラントが通常状態で運転している場合における前記第 1 の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、前記第 1 対象データに対応する測定値を比較することにより生成される一以

上の第1基準データと、

前記プラントが通常状態で運転している場合における前記第2の組み合わせに含まれるそれぞれの部位に関する測定値であって、前記第2対象データに対応する測定値を比較することにより生成される一以上の第2基準データと、

を含み、

前記支援情報は、前記第1対象データ及び前記一以上の第1基準データを比較した情報と、前記第2対象データ及び前記一以上の第2基準データを比較した情報とを含む、請求項1に記載の運転支援装置。

[請求項7] 前記取得部は、前記対象データを所定の時間間隔で継続的に取得する、請求項1に記載の運転支援装置。

[請求項8] 前記対象データ及び前記一以上の基準データの関係に基づいて、前記一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆の原因を推定する推定部、をさらに備え、

前記支援情報は、前記推定部により推定された原因に関する情報を含む、請求項1に記載の運転支援装置。

[請求項9] プラントの運転を支援する運転支援方法であって、コンピュータに、

プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得するステップと、

前記対象データと、前記プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、前記一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力するステップであって、前記一以上の基準データは、前記対象データに対応する測定値に基づく、出力するステップと、

を実行させる、運転支援方法。

[請求項10] プラントの運転を支援する運転支援プログラムであって、コンピュ

ータを、

プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得手段と、

前記対象データと、前記プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、前記一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力手段であって、前記一以上の基準データは、前記対象データに対応する測定値に基づく、出力手段と、

として機能させる、運転支援プログラム。

[請求項11]

プラントと、当該プラントの運転を支援する運転支援装置を含むプラント管理システムであって、

前記運転支援装置は、

前記プラントにおいて伝熱媒体が流動する一以上の部位に関する、温度、圧力及び流量の少なくともいずれか一つに関する測定値に基づく対象データを取得する取得部と、

前記対象データと、前記プラントが通常状態で運転している場合における一以上の基準データとに基づいて、前記一以上の部位における伝熱媒体の流動障害又はその予兆に関する支援情報を出力する出力部であって、前記一以上の基準データは、前記対象データに対応する測定値に基づく、出力部と、

を備える、プラント管理システム。