

明 細 書

発明の名称： システム、装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、プラントの状態を表示するシステム、装置及び方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、プラントにセンサを設置して、センサの測定値を通じてプラントの稼働状況を監視することが行われている。例えば、特許文献1には、操作者がセンサの検出対象や検出結果を直感的に把握できるように、表示画面上のオブジェクトが選択されると、そのオブジェクトに関連するセンサからの情報が表示されることが開示されている。また、特許文献2には、警報監視画面内に複数の警報メッセージが表示され、操作者が表示画面上のグラフ表示を押下することにより、対応する警報メッセージのグラフの情報が表示されることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4－308895号公報

特許文献2：特開2016－115195号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] これらの従来の構成においては、プラントに設置されたセンサのデータを監視することはできるが、プラントの異常の発生事象を解決するためには、センサから取得されたプロセスデータを監視することに加え、演繹的に関連のあるプロセスデータを確認すること等が必要であるため、従来の構成ではプラントの異常の原因及びその対策を把握することが難しい場合がある。

[0005] 本発明のある態様の例示的な目的の一つは、プラントの異常が発生した場合においてプラントの状態をわかりやすく操作者に示すことができるシステム、装置及び方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するため、本発明の第1態様のシステムは、プラントの状態を表示するシステムであって、プラントの停止可能性を有する異常の発生を示す異常表示を表示し、操作者に確認を促す第1表示機能と、第1表示機能で異常表示が操作者により選択されると、プラント全体における管の位置と、管に設けられたセンサの位置と、を示す画像情報を表示するとともに、センサで検出した管の異常状態を所定の態様で示す第2表示機能と、所定の態様で示された異常状態の根拠となるセンサのデータを表示する第3表示機能とを備える。
- [0007] 上記態様によれば、プラントに異常が発生した場合において、操作者が把握すべきプラントの状態を段階的かつ順番に表示することができるため、プラントの状態をわかりやすく操作者に示すことができる。
- [0008] 本発明の第1態様の方法は、プラントの状態を表示する方法であって、プラントの停止可能性を有する異常の発生を示す異常表示を表示し、操作者に確認を促すこと、異常表示の選択を操作者から受け付けること、異常表示が操作者により選択されると、プラント全体における管の位置と、管に設けられたセンサの位置と、を示す画像情報を表示するとともに、センサで検出した管の異常状態を所定の態様で表示すること、所定の態様の表示の選択を操作者から受け付けること、管の異常状態の表示が操作者より選択されると、所定の態様で示された異常状態の根拠となるセンサのデータを表示することを含む。
- [0009] 上記態様によれば、プラントに異常が発生した場合において、操作者が把握すべきプラントの状態を段階的かつ順番に表示することができるため、プラントの状態をわかりやすく操作者に示すことができる。
- [0010] 本発明の第2態様に係る装置は、プラントの状態を表示するための表示画面を備える。そして、表示画面の第1領域に、プラントの停止可能性を有する異常の発生を表示可能に構成し、表示画面の第2領域に、プラントの運転効率に影響を与える異常の発生履歴を表示可能に構成されている。

- [0011] この態様によれば、噴破のような重大な異常と運転効率の低下に関連する異常の双方を容易に認識することが可能となる。
- [0012] なお、「異常の発生」を表示可能に構成するとは、異常が発生していると判断されたことその他、将来に異常が発生する可能性が高いと判断されたことを表示可能に構成する場合を含む。
- [0013] また、「異常の発生履歴」を表示可能に構成するとは、異常が発生していると判断されたことの履歴の他、将来に異常が発生する可能性が高いと判断されたことの履歴を表示可能に構成する場合を含む。
- [0014] また、第2領域に表示される異常の発生履歴は、この異常の発生時を示す時間情報とこの異常の内容を示す情報とを発生時の順番に配列された態様で表示されてもよい。異常の発生時とは、異常が発生していると判断された時の他、将来に異常が発生する可能性が高いと判断された時を含む。
- [0015] この態様によれば、プラントの運転効率と安定操業に影響を与える異常の発生時を示す時間情報とこの異常の内容を示す情報とを発生時の順番に配列された状態で表示されるから、運転効率の低下に影響を与える複数の異常の発生時間を認識することが可能になる。
- [0016] また、プラントは、複数のセンサを備え、第2領域に表示される異常の発生履歴は、これらセンサにより取得されたデータが異常値を示した回数をセンサごとに配列された態様で表示されてもよい。
- [0017] この態様によれば、センサが異常値を示した回数を、センサごとに表示可能に構成されるから、問題となるセンサを容易に特定することが可能になる。
- [0018] また、第2領域に表示される異常の発生履歴は、少なくとも2つのセンサから取得されたデータに基づいて発生したと判断された異常の発生履歴と、単一のセンサから取得されたデータに基づいて発生したと判断された異常の発生履歴と、を含んでもよい。
- [0019] この態様によれば、少なくとも2つのセンサから取得されたデータに基づいて発生したと判断された異常の発生履歴を表示可能に構成されるから、異

常の検出精度を高めることが可能になる。

[0020] また、プラントは、複数のコンポーネントから構成されており、装置は、表示画面の第4領域に、運転効率と安定操業に影響を与える異常が発生した可能性がある少なくとも一つのコンポーネントを、他のコンポーネントと異なる態様で表示可能に構成されていてもよい。

[0021] この態様によれば、運転効率に影響を与える異常が発生した可能性がある少なくとも一つのコンポーネントを、他のコンポーネントと異なる態様で表示可能に構成されるから、容易に問題となるコンポーネントを特定することが可能になる。

[0022] また、装置は、表示画面の第5領域に、プラントの運転効率を示す情報を表示可能に構成されていてもよい。

[0023] この態様によれば、プラントの運転効率を示す情報を表示可能に構成されるから、異常に伴う運転効率の低下を容易に認識することが可能になる。

[0024] また、本発明の第2態様に係るシステムは、プラントの状態を表示するための表示画面を備えた装置であって、表示画面の第1領域に、プラントの停止可能性を有する異常の発生を表示可能に構成し、表示画面の第2領域に、プラントの運転効率に影響を与える異常の発生履歴を表示可能に構成されている、装置と、装置を制御する制御装置と、を備える。

[0025] この態様によれば、プラントの運用にとって重要な2つの情報を同時に表示画面に表示させることが可能になるため、噴破のような重大な異常と運転効率の低下に関連する異常の双方を容易に認識することが可能となる。

[0026] 本発明の第3態様に係る装置は、プラントの状態を表示するための画面を備える装置であって、プラント全体における管の位置と、管に設けられたセンサの位置と、を示す画像情報を画面の第1領域に表示するとともに、センサで検出した管の状態を所定の態様で第1領域に表示するように構成され、かつ、管の状態をプラントの運転データに基づいて判定したときに使用された判定情報を当該画面の第2領域に表示するように構成されるものである。

[0027] また、本発明の第3態様に係るシステムは、プラントの状態を表示する画

面を有する表示装置と、表示装置を制御する制御装置と、を備えるシステムであって、表示装置は、プラント全体における管の位置と、管に設けられたセンサの位置と、を示す画像情報を画面の第1領域に表示するとともに、センサで検出した管の状態を所定の態様で第1領域に表示するように構成され、かつ、管の状態をプラントの運転データに基づいて判定したときに使用された判定情報を当該画面の第2領域に表示するように構成されるものである。

[0028] かかる構成を採用すると、プラント全体における管の位置と、管に設けられたセンサの位置と、を示す画像情報を画面の第1領域に表示するとともに、センサで検出した管の状態を所定の態様で表示することができる。また、管の状態をプラントの運転データに基づいて判定したときに使用された判定情報を画面の第2領域に表示することができる。従って、本装置（本システム）の画面を視認した運転員は、管及びセンサのプラント全体における位置を把握することができることに加え、異なる方式（センサと、プラントの運転データと、の双方）で判定又は検出した管の状態を把握することができる。すなわち、運転員は、管を監視する上で必要になる重要情報を、単一の画面を視認するだけで効率良く把握することができるため、総合的な判断を行うことができる。この結果、本装置（本システム）は、プラントの安定操業に貢献することが可能となる。なお、「管の状態」とは、管に噴破や詰まり等の異常が発生した状態（異常状態）だけではなく、このような異常が発生していない状態（通常状態）をも含む。すなわち、本装置（本システム）は、管の異常状態を表示するだけでなく、管の通常状態をも表示することができる。

[0029] 本発明の第3態様に係る装置又はシステムは、判定情報を第2領域に時系列的に表示するように構成されることができる。判定情報の例としては、運転データから管の異常度を算出した値、運転データから管の状態（異常度等）の信頼度を算出した値、管の状態判定（異常度や信頼度の判定）に影響のある特徴量データ、等を挙げることができる。

- [0030] かかる構成を採用すると、プラントの運転データに基づいて判定された管の状態に関する判定情報を、時系列的に把握することができる。
- [0031] 本発明の第3態様に係る装置又はシステムは、センサによる管の状態の検出結果と、プラントの運転データに基づく管の状態の判定結果と、の双方を、当該画面の第3領域に同一の形式で時系列的に表示するように構成されることができる。また、本装置又はシステムは、第2領域における時間軸と、第3領域における時間軸と、を連動して表示するように構成されることもできる。
- [0032] かかる構成を採用すると、センサによる管の状態の検出結果と、プラントの運転データに基づく管の状態の判定結果と、の双方を、当該画面の第3領域に同一の形式（例えばバーチャート形式）で時系列的に表示することができる。従って、運転員は、異なる方法による管状態判定（検出）結果を同一の形式で視認して把握することができ、総合的な判断を行うことができる。
- [0033] 本発明の第3態様に係る装置又はシステムは、第1領域に表示されたセンサのうち特定センサが選択された場合に、特定センサで検出された検出情報を第4領域に時系列的に表示するように構成されることができる。
- [0034] かかる構成を採用すると、画面の第1領域に表示されたセンサのうち選択されたセンサ（特定センサ）で検出された検出情報を、時系列的に把握することができる。
- [0035] 本発明の第3態様に係る装置又はシステムは、当該画面とは別の画面の第4領域に検出情報を表示するように構成されることができる。
- [0036] かかる構成を採用すると、画面の第1領域に表示されたセンサのうち選択されたセンサ（特定センサ）で検出された検出情報を、第1領域等を有する画面とは別の画面の第4領域に表示することができる。従って、第1領域等を有する画面とは別の画面（第4領域）で検出情報を拡大表示することができ、検出情報の時間履歴等を詳細に把握することができるという利点がある。
- [0037] 本発明の第4態様に係る装置は、プラントの状態を表示する表示画面を備

えた装置であって、表示画面の第1領域に、プラントに関する第1プロセスデータのグラフを表示可能に構成し、第1領域に隣接する表示画面の第2領域に、第1プロセスデータに関する説明文を表示可能に構成されている。

[0038] この態様によれば、表示画面の第1領域に第1プロセスデータのグラフを表示し、隣接する第2領域に第1プロセスデータに関する説明文を表示することで、どのような事象が発生しているのかが理解しやすくなり、どのような対応が必要であるかがわかりやすくなる。

[0039] 上記態様において、第1領域に、第1プロセスデータに関連する第2プロセスデータのグラフを表示可能に構成されていてもよい。

[0040] この態様によれば、第1プロセスデータだけでなく、関連する第2プロセスデータのグラフを表示することで、プラントの状態を多角的に監視することができる。

[0041] 上記態様において、第1領域に、第1プロセスデータのグラフとは異なる第1プロセスデータの他のグラフを表示可能に構成されていてもよい。

[0042] この態様によれば、第1プロセスデータについて、複数種類のグラフを表示することで、プラントの状態を多角的に監視することができる。

[0043] 上記態様において、表示画面に、複数のプロセスデータの少なくともいずれかが異常状態となった場合に警告を示す第1画面を表示可能に構成し、警告の選択に応答して第1画面から遷移して表示画面に第2画面を表示可能に構成されており、第2画面は、第1領域及び第2領域を含んでもよい。

[0044] この態様によれば、第1画面において複数のプロセスデータを通じてプラントの状態の概要を確認し、第2画面において特定のプロセスデータを通じてプラントの状態を詳細に確認することができる。

[0045] 上記態様において、第1画面の第3領域に、警告を表示可能に構成し、第3領域に隣接する第4領域に、プラントに関する代表的な1又は複数のプロセスデータのグラフを表示可能に構成されていてもよい。

[0046] この態様によれば、第1画面の第3領域に警告を表示することで、異常のおそれを迅速に把握することができ、第1画面の第4領域に代表的なプロセ

スデータのグラフを表示することで、プラントの状態の概要を確認することができる。

[0047] 上記態様において、説明文は、グラフから事象を捉える方法を説明する文章を含んでもよい。

[0048] この態様によれば、グラフから事象を捉える方法を確認することができ、どのような事象が発生しているのか理解しやすくなる。

[0049] 上記態様において、説明文は、第1プロセスデータの状態を適正化するための方法を説明する文章を含んでもよい。

[0050] この態様によれば、第1プロセスデータの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。

[0051] 本発明の第4態様に係るシステムは、プラントの状態を表示するための表示画面を備えた装置と、装置を制御する制御装置と、を備え、装置は、表示画面の第1領域に、プラントに関する第1プロセスデータのグラフを表示可能に構成し、第1領域に隣接する表示画面の第2領域に、第1プロセスデータに関する説明文を表示可能に構成されている。

[0052] この態様によれば、表示画面の第1領域に第1プロセスデータのグラフを表示し、隣接する第2領域に第1プロセスデータに関する説明文を表示することで、どのような事象が発生しているのか理解しやすく、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。

[0053] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システム、コンピュータプログラム、データ構造、記録媒体などの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0054] 本発明によれば、プラントの異常が発生した場合においてプラントの状態をわかりやすく操作者に示すことができる。

図面の簡単な説明

[0055] [図1]本発明の一実施形態に係るプラントの全体構成を示す概略図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るシステムの機能ブロックを示す図である。

[図3]本実施形態に係るシステムの物理的構成を示す図である。

[図4]本実施形態に係るシステムの機能ブロックの詳細を示す図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る方法を示すフローチャートである。

[図6]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図7]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図8]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図9]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図10]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図11]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図12]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図13]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

[図14]本実施形態に係るシステムの表示機能を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0056] 以下、図面を参照しつつ、発明の実施形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせのすべてが発明の解決手段に必須であるとは限らない。各図面に示される同一又は同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。

[0057] 図1は、本発明の実施形態に係るプラントの全体構成を示す概略図である。まず、図1を用いて、本実施形態が対象とするプラント1の構成について説明する。プラント1は、例えば、循環流動層ボイラ（Circulating Fluidized Bed型）を含む発電プラント（焼却プラント）であって、高温で流動する珪砂等の循環材を循環させながら燃料を燃焼して、蒸気を発生させるボイラを備えるものである。プラント1の燃料としては、石炭のような化石燃料の他、例えば非化石燃料（木質バイオマス、廃タイヤ、廃プラスチック、スラッジ等）を使用することができる。プラント1で発生した蒸気は、タービン100の駆動に用いられる。なお、本発明が対象とするプラントは、ボイラ

を含む発電プラントや焼却プラントに限られるものではなく、化学プラント、排水処理プラント等、プロセスデータが取得できるプラントであればよい。

[0058] プラント 1 は、火炉 2 内で燃料を燃焼させ、固気分離装置として機能するサイクロン 3 によって排ガスから循環材を分離し、分離された循環材を火炉 2 内に戻して循環させるように構成されている。分離された循環材は、サイクロン 3 の下方に接続された循環材回収管 4 を経由して火炉 2 の下部に返送される。なお、循環材回収管 4 の下部と火炉 2 の下部とは、流路が絞られたループシール部 4 a を介して接続されている。これにより、循環材回収管 4 の下部には所定量の循環材が貯められた状態となる。サイクロン 3 によって循環材が取り除かれた排ガスは、排ガス流路 3 a を経由して後部煙道 5 に供給される。

[0059] ボイラは、燃料を燃焼させるための火炉 2 と、燃焼により得られた熱を用いて水蒸気等を発生させるための熱交換器を備える。火炉 2 の中間部には、燃料を供給する燃料供給口 2 a が設けられており、火炉 2 の上部には、燃焼ガスを排出するガス出口 2 b が設けられている。図示されていない燃料供給装置から火炉 2 に供給される燃料は、燃料供給口 2 a を介して火炉 2 の内部に供給される。また、火炉 2 の炉壁には、ボイラ給水を加熱するための炉壁管 6 が設けられている。炉壁管 6 を流れるボイラ給水は、火炉 2 での燃焼によって加熱される。

[0060] 火炉 2 内では、下部の給気ライン 2 c から導入される燃焼・流動用の空気により、燃料供給口 2 a から供給された燃料を含む固形物が流動し、燃料は流動しながら例えば約 800～900℃で燃焼する。サイクロン 3 には、火炉 2 で発生した燃焼ガスが循環材を同伴しながら導入される。サイクロン 3 は、遠心分離作用により循環材と気体とを分離し、循環材回収管 4 を介して分離された循環材を火炉 2 に戻すとともに、循環材が除かれた燃焼ガスを排ガス流路 3 a から後部煙道 5 へと送出する。

[0061] 火炉 2 では、底部に炉内ベッド材と呼ばれる循環材の一部が滞留する。こ

のベッド材には、循環流動に不適な粗い粒径を有するベッド材や排燃夾雑物が含まれることがあり、これらの循環材として不適なベッド材によって流動不良が発生することがある。そのため、流動不良を抑制するために、火炉 2 では、底部の排出口 2 d から炉内ベッド材が連続的又は断続的に外部に排出されている。排出されたベッド材は、図示されていない循環ライン上で金属や粗大粒径等の不適物を取り除いた後、再び火炉 2 に供給されるか、若しくはそのまま廃棄される。火炉 2 の循環材は、火炉 2、サイクロン 3 及び循環材回収管 4 で構成される循環系内を循環する。

[0062] 後部煙道 5 は、サイクロン 3 から排出されたガスを後段へ流す流路を有している。後部煙道 5 は、排ガスの熱を回収する排熱回収部として、過熱蒸気が発生させる過熱器 10 と、ボイラ給水を予熱する節炭器 12 と、を有している。後部煙道 5 を流れる排ガスは、過熱器 10 及び節炭器 12 を流通する蒸気やボイラ給水と熱交換されて冷却される。また、節炭器 12 を通過したボイラ給水が貯留される蒸気ドラム 8 を有し、蒸気ドラム 8 は火炉壁 6 にも接続されている。

[0063] 節炭器 12 は、排ガスの熱をボイラ給水に伝熱して、ボイラ給水を予熱するものである。節炭器 12 は、管 21 によってポンプ 7 と接続される一方、管 22 によって蒸気ドラム 8 と接続されている。ポンプ 7 から管 21 を経由して節炭器 12 に供給され、節炭器 12 によって予熱されたボイラ給水は、管 22 を経由して蒸気ドラム 8 に供給される。

[0064] 蒸気ドラム 8 には、降水管 8 a 及び炉壁管 6 が接続されている。蒸気ドラム 8 内のボイラ給水は、降水管 8 a を下降し、火炉 2 の下部側で炉壁管 6 に導入されて蒸気ドラム 8 へ向かって流通する。炉壁管 6 内のボイラ給水は、火炉 2 内で発生する燃焼熱によって加熱されて、蒸気ドラム 8 内で蒸発し蒸気となる。

[0065] 蒸気ドラム 8 には、内部の蒸気を排出する飽和蒸気管 8 b が接続されている。飽和蒸気管 8 b は、蒸気ドラム 8 と過熱器 10 とを接続している。蒸気ドラム 8 内の蒸気は、飽和蒸気管 8 b を経由して過熱器 10 に供給される。

過熱器 10 は、排ガスの熱を用いて蒸気を過熱して過熱蒸気を生成するものである。過熱蒸気は、管 10a を通り、プラント 1 外のタービン 100 に供給されて発電に利用される。

[0066] タービン 100 から排出された蒸気の圧力と温度は、過熱器 10 から排出される蒸気の圧力と温度よりも低い。特に限定されるものではないが、タービン 100 へ供給される蒸気の圧力は、約 10 ～ 17 MPa 程度であり、温度は約 530 ～ 570℃ 程度となる。タービン 100 から排出される蒸気の圧力は、約 3 ～ 5 MPa 程度であり、温度は約 350 ～ 400℃ 程度となる。

[0067] タービン 100 の下流には復水器 102 が設けられている。タービン 100 から排出された蒸気は復水器 102 に供給され、復水器 102 において凝縮して飽和水に戻された上でポンプ 7 へと供給される。タービン 100 には、タービン 100 の回転により得られる運動エネルギーを電気エネルギーに変換するジェネレータが接続される。

[0068] ポンプ 7a は、復水器 102 の水位を一定に保つように、補給水を供給する。図 1 では、ポンプ 7a により補給される補給水流量 u_1 を示している。

[0069] 本実施形態で取り扱うプロセスデータ（プラント 1 の運転データ）は、プラント 1 に関する任意のデータであってよいが、例えば、プラント 1 の状態をセンサで測定したデータであってよく、より具体的には、プラント 1 の温度、圧力及び流量等の測定値を含んでよい。図 1 では、ポンプ 7 から節炭器 12 に供給されるボイラ給水流量 u_2 を示している。さらに、図 1 では、過熱器 10 からタービン 100 に供給されるボイラ出口蒸気流量 u_3 を示し、蒸気ドラム 8 から過熱器 10 に供給される飽和蒸気流量 u_4 を示している。なお、補給水流量 u_1 は、飽和蒸気流量 u_4 に追従するように制御されてよい。また、ボイラ出口蒸気流量 u_3 （又は過熱蒸気流量）と、蒸気ドラム 8 の液面レベルの双方を監視しながら、ボイラ給水流量 u_2 を調整に追従するように制御されてよい。

[0070] プラント 1 に破孔が生じた場合、補給水流量 u_1 が上昇したり、ボイラ給

水流量 u_2 とボイラ出口蒸気流量 u_3 の流量差が増大したりする。DCS (Distributed Control System) 20 は、補給水流量 u_1 、ボイラ給水流量 u_2 、ボイラ出口蒸気流量 u_3 及び飽和蒸気流量 u_4 等のプラント 1 のプロセスデータについて異常が生じていないか監視する。

[0071] なお、プロセスデータとして補給水流量 u_1 、ボイラ給水流量 u_2 、ボイラ出口蒸気流量 u_3 及び飽和蒸気流量 u_4 を例示したが、プラント 1 に関するプロセスデータは、他のデータであってもよい。プラント 1 に関するプロセスデータは、温度、圧力等の他のデータであってもよい。

[0072] 次に、図 2～図 4 を用いて、本発明の実施形態に係るシステム 30 について説明する。

[0073] 図 2 は、本実施形態に係るシステム 30 の機能ブロックを示す図である。図 3 は、本実施形態に係るシステム 30 の物理的構成を示す図である。図 4 は、図 2 のシステム 30 の機能ブロックの詳細を示す図である。

[0074] DCS 20 は、プラント 1 を制御するための分散制御システムであり、図 2 に示されるように、プラント 1 に設けられるセンサ等からプロセスデータを取得し、これに基づいてプラント 1 を制御するための制御信号をプラント 1 に供給する。

[0075] システム 30 は、制御部 31 及び装置 32 を備えている。制御部 31 は、DCS 20 からプロセスデータを取得し、プロセスデータに基づいて装置 32 が有する表示画面にプラントの状態を表示するための制御信号を生成し、装置 32 に供給する。

[0076] 装置 32 は、プラントの状態を表示するための表示画面を備えている。装置 32 は、制御部 31 から取得した制御信号に基づいて表示画面にプラントの状態を表示する。装置 32 の表示画面については後述する。

[0077] システム 30 は、物理的には、図 3 に示すように演算部に相当する CPU (Central Processing Unit) 30a と、記憶部に相当する RAM (Random Access Memory) 30b と、記憶部に相当する ROM (Read only Memory) 30c と、通信部 30d と、入力部 30e と、表示部 30f と、を有しており

、これらの各構成は、バスを介して相互にデータ送受信可能に接続されている。なお、本実施形態では、システム30が一台のコンピュータで構成される場合について説明するが、システム30は、複数のコンピュータが組み合わせられて実現されてもよい。例えば、表示部30fの他に、他の情報を表示するための異なる表示部を構成するディスプレイが設けられてもよい。また、表示システム30は、タブレット端末で構成されてもよい。タブレット端末で表示システム30を構成することで、表示システム30を持ち歩くことができ、例えばプラント1を巡回しながら表示システム30を利用することができる。また、図3で示す構成は一例であり、システム30はこれら以外の構成を有してもよいし、これらの構成のうち一部を有さなくてもよい。また、構成の一部が遠隔地に設けられてもよい。例えば、CPU30a等を有する制御部31を遠隔地に設けてもよい。この場合、表示部30f等を有する装置32は、遠隔地に設けられた制御部31において生成された制御信号をネットワークを介して取得するように構成されてもよい。

[0078] CPU30aは、RAM30b又はROM30cに記憶されたプログラムの実行に関する制御やデータの演算、加工を行う演算部である。CPU30aは、プラント1のプロセスデータのグラフと説明文を表示するプログラム（監視プログラム）を実行する演算部である。CPU30aは、入力部30eや通信部30dから種々のデータを受け取り、データの演算結果を表示部30fに表示したり、RAM30bに格納したりする。

[0079] RAM30bは、記憶部のうちデータの書き換えが可能なものであり、例えばDRAM又はSRAM等の半導体記憶素子で構成されてよい。RAM30bは、CPU30aが実行するプログラム、プラント1のプロセスデータといったデータを記憶してよい。なお、これらは例示であって、RAM30bには、これら以外のデータが記憶されていてもよいし、これらの一部が記憶されていなくてもよい。

[0080] ROM30cは、記憶部のうちデータの読み出しが可能なものであり、例えばフラッシュメモリ等の半導体記憶素子又はHDDで構成されてよい。R

ROM 30c は、例えば、本実施形態に示される各種処理を実行するためのコンピュータ・プログラム及び書き換えが行われないデータ、を記憶してよい。書き換えが行われないデータとは、例えば、プラント1、プラント1のコンポーネントの仕様等に関する情報を含む。

[0081] 通信部30d は、システム30を他の機器に接続するインターフェースである。通信部30d は、インターネット等の通信ネットワークに接続されてよい。

[0082] 入力部30e は、ユーザからデータの入力を受け付けるものであり、例えば、キーボード及びタッチパネルを含んでよい。

[0083] 表示部30f は、CPU 30aによる演算結果を視覚的に表示する表示画面を有するものであり、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) により構成されてよい。表示部30f は、プロセスデータのグラフや説明文を表示してよい。また、複数のディスプレイを連ねることによって、一画面を構成するように、表示部30f を設けてもよい。

[0084] 本実施形態に示される各種処理を実行するためのコンピュータ・プログラムは、ROM 30c等のコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供されてもよいし、通信部30dにより接続される通信ネットワークを介して提供されてもよい。システム30では、CPU 30aが監視プログラムを実行することにより、本実施形態に含まれる様々な動作が実現される。なお、これらの物理的な構成は例示であって、必ずしも独立した構成でなくてもよい。例えば、システム30は、CPU 30aとRAM 30b又はROM 30cが一体化したLSI (Large-Scale Integration) を備えていてもよい。

[0085] 図4に示すように、システム30は、ログイン表示機能40、異常表示機能42、異常詳細表示機能44、センサデータ詳細表示機能46、異常履歴表示機能48、ガイド表示機能50、及び、評価項目表示機能52を備える。

[0086] ログイン表示機能40は、操作者がシステム30にログインするために必

要な情報を表示する。ログインに必要な情報は、例えば操作者のユーザID及びパスワードなどである。ログイン表示機能40は、操作者からユーザID及びパスワードの入力を受け付け、これにより、異常表示機能42が実行される。

[0087] 異常表示機能42は、プラント1の停止可能性を有する異常の発生を示す異常表示と、プラントに関するプロセスデータが所定の状態となった場合の警告の発生を示す警告表示とを表示する。ここで、異常表示は、異常の発生があった場合のほか、異常の可能性が高い場合も含む。また、警告表示も同様に、警告の発生があった場合のほか、警告の可能性が高い場合も含む。警告表示は、プロセスデータが所定の閾値の範囲外となった場合を指すものであり、プラント1の運転効率の低下などのプラント1の運転に何らかの影響を及ぼす状態の発生を表示するものである。

[0088] 異常詳細表示機能44は、プラント1の全体における管の位置と、管に設けられたセンサの位置と、を示す画像情報を表示するとともに、センサで検出した管の異常状態を所定の態様で示す。異常詳細表示機能44は、例えば、異常表示機能42による異常表示の原因及び対策を特定可能である詳細情報を表示する。

[0089] センサデータ詳細表示機能46は、異常詳細表示機能44において、所定の態様で示された異常状態の根拠となるセンサのデータを表示する。センサのデータは、プラント1のプロセスデータでもある。センサデータ詳細表示機能46は、例えば、異常詳細表示機能44による異常詳細表示の原因及び対策を特定可能である詳細情報を表示する。

[0090] 異常履歴表示機能48は、異常表示機能42による異常表示の履歴を表示する。また、ガイド表示機能50は、異常表示機能42による警告表示に対応するプロセスデータのグラフと、当該警告表示に対応するプロセスデータの説明文とを互いに隣接して表示する。また、評価項目表示機能52は、プラント1の状態を評価する評価項目を表示する。

[0091] 図4に示される各機能ブロックの矢印は、操作者からの指示に基づいて各

機能が遷移することを示したものである。すなわち、システム３０においては、操作者からの指示に基づいて、異常表示機能４２から、異常詳細表示機能４４、ガイド表示機能５０及び評価項目表示機能５２のいずれかへ遷移する。また同様に、システム３０において、操作者からの指示に基づいて、異常詳細表示機能４４からセンサデータ詳細表示機能４６及び異常履歴表示機能４８のいずれかへ遷移する。また、システム３０において、操作者からの指示に基づいて、評価項目表示機能５２からガイド表示機能５０へ遷移する。なお、システム３０において各機能が遷移する場合、前の機能の表示が次の機能の表示に入れ替わってもよいし、あるいは、前の機能の表示が残ったままで次の機能の表示が併せて表示されてもよい。

[0092] なお、上述したシステム３０の各種機能ブロックの具体的な動作については後述の方法及び表示画面を用いた説明においてより詳述する。

[0093] 以下、本発明の一実施形態に係る方法として、システム３０を用いた方法の一例を説明する。図５は、本実施形態に係る方法のフローチャートである。また、図６～図１４は、システム３０の各機能ブロックによって表示された表示画面の一例を示すものである。以下では、プラント１の停止可能性を有する異常の一態様として、プラント１の噴破が発生した場合を例に説明する。

[0094] 図５において、システム３０の異常表示機能４２が、プラント１の停止可能性を有する異常の発生を示す異常表示を表示し、操作者に確認を促す（Ｓ１０）。具体的には、ＤＣＳ２０によってプラント１から取得された複数のプロセスデータに基づいて、システム３０の制御部３１が異常の発生を示す異常表示を表示する。

[0095] ここで、図６を用いて、異常表示機能４２による表示画面ＤＰ１の一例を説明する。表示画面ＤＰ１は、領域Ｒ１０～Ｒ１５と、評価項目表示６０とを含む。

[0096] 領域Ｒ１０には、システム３０の名称として、「プラント運用支援システム」と表示され、現在の画面のステータスとして、「ダッシュボード」と表

示されている。領域 R 1 0 の表示により、現在の画面が、いずれのシステムにおけるいずれのステータスであるかを容易に把握することができる。

[0097] 表示画面 D P 1 の左上の領域 R 1 1 には、プラント 1 の停止可能性を有する異常の発生を示す情報と、その異常が発生した時間情報とが表示される。図 6 では、プラント 1 の停止可能性を有する異常の発生を示す情報の一例として、「噴破」という情報が大きなサイズの文字で表示される。その下には、現在の時間情報として、「2 0 1 9 / 0 8 / 0 7 1 4 : 0 0」という文字情報が表示される。この現在の時間情報は、例えば所定時間ごと（例えば 1 分ごと）に自動更新される。あるいは操作者の操作によって手動更新が可能であってもよい。この領域 R 1 1 に表示される情報によって、プラント 1 の操作者は、噴破という、プラント 1 の停止可能性を有する重大な異常が、2 0 1 9 年 8 月 7 日午後 2 時現在に発生したことを認識することができる。なお、変形例として、「噴破」という情報の直下の時間情報は、異常が発生した時刻としてもよい。

[0098] 本実施形態において「噴破」という情報は、噴破が発生していると判断された場合（将来、例えば、所定時間以内に、噴破が発生する可能性が高いと判断され、噴破の兆候が現れたと判断された場合を含む。以下同じ）に表示される。噴破の有無は、単一のセンサから取得されるプロセスデータを所定の閾値と比較して判断することができる。更に、噴破の有無は、所定のアルゴリズムに従って、複数のセンサから取得されたプロセスデータに基づいて判断することができる。センサとは、例えば、発生する弾性波の特徴を損なうことなく伝搬できる金属構造物（炉壁管又は管に接続されている金属面等）に設けられた複数の A E（Acoustic Emission）センサの他、プラント 1 の各所に設けられ、温度、圧力、流量、バルブ開度、ダンパ開度、液面レベル、振動、音響その他のプラント 1 の状態量を検出するための各種センサを含む。本実施形態において「噴破」という情報が表示されるのは、例えば、単一の A E センサから取得されたプロセスデータが所定の閾値を超える異常値を示した場合のみではない。単一の A E センサから取得されたプロセスデー

タが所定の閾値を超えない場合であっても、複数のA Eセンサ、又は、A Eセンサと他の種類のセンサなど、複数種類のセンサから取得されたプロセスデータを所定のアルゴリズムに従って処理して所定の条件式に従って噴破が発生して可能性が高いと判断された場合を含む。従って、各センサから得られたプロセスデータを運転員の知識と経験に依拠して判断する場合と比較して、噴破の早期検出を安定的に精度良く実現することが可能になる。

[0099] 所定のアルゴリズムは、所定の異常に影響を与える複数のセンサをノウハウ、経験則等に基づいて選択し、所定の異常が発生したときの複数のセンサのプロセスデータ（異常発生前のプロセスデータを含んでもよい）を多変量解析等することにより導かれる数式又は数理モデルに基づくものであってもよい。また、所定のアルゴリズムは、後述するように、機械学習によって所定の学習モデルに従って動的に生成されるアルゴリズムであってもよい。

[0100] 噴破が発生していないと判断された場合（将来、例えば、24時間以内に、噴破が発生する可能性が無いと判断され、噴破の兆候が現れていないと判断された場合を含む。以下同じ）又は過去に噴破が発生したと判断されたものの、その後所定の処置を取ることで等により噴破が発生していないと判断される状態に至った場合、例えば、「噴破」の文字が表示されたまま背景色を変更されてもよいし（例えば背景色が赤色から緑色へ変更されてもよい）、あるいは、「噴破」の文字が非表示に変更されてもよい。従って、プラント1の操作者は、領域R11に「噴破」という情報が表示されている場合又はその背景色が例えば赤色のままとなっている場合、その直下に表示された現在時間に至るまでプラント1に噴破が継続している、又は、噴破に近い将来に発生する可能性が高い状態が継続している、ことを容易に認識することができる。

[0101] 噴破が発生していると判断された場合にその表示を点滅させる等の手段により強調し、噴破が発生していないと判断された場合にその表示を抑制するようにしてもよい。また、噴破が発生していると判断された場合に警告音などの効果音又は音声を出力するようにしてもよい。また、領域R11に、プ

ラント1の停止可能性を有する異常が発生している確率を示す情報を同時に表示するようにしてもよい。例えば、確率が高い場合は、赤色を領域R11の背景色に使用し、確率が低い場合は、緑色を領域R11の背景色に使用してもよい。こうして、色の度合いによって確率の高さを直感的に把握できるようにしてもよい。また、複数種類の異常を識別可能に表示するために、発生した異常名を示す文字情報を表示するようにしてもよい。また、異常が発生していないと判断された場合に、「なし」等、異常が発生していないことを示す文字情報を表示するようにしてもよい。

[0102] 操作者は、領域R11を見ることにより、噴破等、プラント1の停止可能性を有する異常の発生（近い将来に噴破が発生する可能性が高い状態を含む）を容易に認識することが可能になる。なお、プラント1の停止可能性を有する異常は、噴破に限られるものではない。例えば、過熱器の管等の内部で堆積が進んだスケール（給水等によって管内に持ち込まれる無機物）により管内部が閉塞する異常管を、プラント1の停止可能性を有する異常として検出できるように構成してもよい。

[0103] 領域R11は、「噴破」にかかわる説明文62を含む。説明文62は、噴破の発生を検知したセンサやその検知の手法、プロセスデータの種別、噴破の原因やその対策、又は、操作者が次にすべきアクションなどを含む。説明文62には、例えば、操作者に対して領域R11の「噴破」表示を選択するように促す内容を含むことができる。このような異常表示にかかわる説明文62が、当該異常表示に隣接して表示されることにより、操作者はプラント1の現状の把握及び次に取るべきアクションなどを容易に把握することができる。

[0104] 表示画面DP1の左下の領域R12には、「最新アラーム情報」として、プラントに関するプロセスデータが所定の状態となった場合の警告の発生を示す警告表示が表示される。警告表示は、プラント1の運転効率に影響を与えるプロセスデータの所定状態を表示するものであり、例えば、噴破のようなプラント1の停止可能性を有するものではないが、プラント1の運転効率

を低下させるものである。領域 R 1 2 において、警告表示の発生履歴は、その発生時を示す時間情報と、その内容を示す情報とを発生時の順番に配列された状態で表示される。例えば、領域 R 1 2 の先頭には、「2019/08/07 13:15:00」という時間情報と、「ボイラ効率（損失法）」という警告の内容を示す情報が対応付けられて表示されている。この領域 R 1 2 に表示される情報によって、プラント 1 の操作者は、熱損失法の下、ボイラ効率の低下という、プラント 1 についての警告が、2019 年 8 月 7 日午後 1 時 15 分 0 秒に発生したことを認識することができる。同様にプラント 1 の操作者は、プラント 1 の運転効率に影響を与える他のプロセスデータの所定状態の発生時を示す時間情報とその内容を示す情報の履歴を認識することができる。

[0105] 領域 R 1 2 のアラームは、警告が発生したと判断された場合（将来、例えば、所定時間以内に、運転効率に影響を与えるプロセスデータの所定状態が発生すると判断された場合を含んでもよい。）に表示される。プロセスデータの警告は、噴破などのプラント 1 の異常と同様に、単一のセンサから取得されるプロセスデータに基づいて判断される場合と、所定のアルゴリズム（機械学習によって所定のモデルに従って動的に生成されるアルゴリズムを含む。）に従って複数のセンサから取得されるプロセスデータに基づいて判断される場合を含む。なお、現時刻において、警告が継続しているアラームを、例えば、赤字で表示し、警告の確認が終了したアラームを、例えば、黒字で表示してもよい。

[0106] なお、領域 R 1 2 における一覧表示されたいずれかの項目が操作者によって選択されると、ガイド表示機能 50 によって表示画面 DP 5 a ~ DP 5 d が表示される。この表示機能及び表示画面の詳細は後述する（図 10 ~ 図 13 参照）。

[0107] このような表示画面 DP 1 における領域 R 1 1 及び R 1 2 によれば、システム 30 は、プラント 1 の停止可能性を有する重大な異常と、プラント 1 の運転効率に影響を与える警告とを、異なる領域に異なる態様で同時に表示す

る機能を備える。従って、操作者は、プラント１の停止可能性を有する重大な異常と、運転効率に影響を与える警告の双方を容易に認識することが可能となる。また、プラント１の停止可能性を有する重大な異常については、現在、そのような異常が生じているか否かを表示する一方で、運転効率に影響を与える警告については、警告の発生履歴を表示するように構成されている。従って、操作者は、領域Ｒ１１を見ることによって、現在、重大な異常が生じているか否かを容易に認識することができる。また、領域Ｒ１２を見ることによって、運転効率に影響を与える警告が複数回にわたって発生しているか否かを容易に認識することができる。運転効率に影響を与える警告については、警告の発生時を示す時間情報とこの警告の内容を示す情報とを発生時の順番に配列された状態で表示されるから、運転効率に影響を与える警告の発生頻度と、運転効率に影響を与える多様な警告（ボイラ以外のコンポーネントにおいて発生する異常を含む）の内容を、容易に把握することができる。なお、領域Ｒ１１には、プラント１の運転効率に影響を与える警告の履歴及びプラント１の停止可能性を有する重大な異常の履歴を表示しないようにしてもよい。一般に操作者は、プラント１を含むプラントを適正に稼働させるために、極めて多数の事象及びパラメータを監視しなければならない。このため、効率的かつ迅速に、操作者にとって重要性の高い情報を伝え、重要性の低い情報を伝えないように、情報を表示することが好ましい。重要性の低い情報をあえて表示させないように構成することにより、運転員は、領域Ｒ１１を見ることによって、現在、重大な異常が生じているか否かを容易に認識することが可能になる。

[0108] 表示画面ＤＰ１の左側中央における領域Ｒ１１と領域Ｒ１２の間のスペースには、領域Ｒ１３が設けられる。領域Ｒ１３には、「機器・コンポーネント別」情報として、プラント１を構成する複数のコンポーネントが表示される。また、運転効率に影響を与える警告が発生した可能性があるコンポーネントは、他のコンポーネントと異なる態様で表示される。

[0109] 具体的には、プラント１のコンポーネントとして、「プラント」、「ボイ

ラ」、「タービン」、「ジェネレータ」及び「補機」が表示される。「ボイラ」は、火炉2等、ボイラを構成する部品に相当する。「タービン」は、タービン100等、タービンを構成する部品に相当する。「補機」は、ポンプ7及びポンプ7a等、ボイラ等の主要部品には該当しない部品に相当する。また、「ジェネレータ」等、プラント1を構成し警告が発生する可能性が高い部品を適宜コンポーネントとして設定してもよい。また、運転効率に影響を与える警告の原因となるプロセスデータを特定し、これに基づいて、現時点において、警告が発生しているコンポーネント（例えば「ボイラ」及び「ジェネレータ」）を、例えば、赤色の背景色で表示し、警告が発生していないコンポーネント（例えば「プラント」及び「タービン」）を、例えば、緑色の背景色で表示し、評価項目が未設定のコンポーネント（例えば「補機」）を灰色で表示するように構成されている。更に、領域R12に警告が継続しているアラームを赤字で表示し、領域R13にそのアラームに対応するコンポーネントを赤の背景色で表示するようにして、運転効率に影響を与える警告の原因となるコンポーネントを容易に特定可能に構成してもよい。

[0110] 操作者は、領域R13を見ることによって、プラント1を構成するどのコンポーネントにおいて、運転効率に影響を与える警告が発生した可能性があるコンポーネントを容易に認識することができる。また、領域R12と領域R13を見ることによって、領域R12に基づいて複数回の警告が発生しているにもかかわらず、現時点において、警告が継続しているコンポーネントを特定することができる。また、領域R12のみでは、運転効率に影響を与える警告が発生した可能性があるコンポーネントを推測できない操作者であっても、領域R13を見ることによって、そのようなコンポーネントを認識することが可能になる。

[0111] 表示画面DP1の右下の領域R15には、センサにより取得されたデータが異常値を示した回数を、センサごとに配列された態様で、異常の発生履歴が表示される。具体的には、「DCSアラーム集計」情報として、所定時間内、例えば、過去24時間以内に、DCS20により判断された異常の回数

を、センサごとに集計し、降順に並べたパレート図が示されている。なお、図6における「アラーム1」、「アラーム2」等は、具体的なセンサの識別情報が表示されるように構成してもよい。例えば、アラーム1として、特定の位置に設けられたAEセンサの識別情報が表示されてもよい。また、アラーム1として、特定のセンサにより検出される項目名が表示されてもよい。例えば、アラーム1として、補給水流量u1を識別する情報が表示されてもよい。

[0112] DCS20は、単一のセンサから取得されるプロセスデータを所定の閾値と比較して、プロセスデータが閾値を超える異常値を示したときに、異常が発生したと判断するように構成されている。なお、DCS20は、所定のアルゴリズムに従って、複数のセンサから取得されたプロセスデータに基づいて異常の有無を判断するように構成されていない。

[0113] 操作者は、領域R15を見ることによって、異常の頻度が高いため、不具合に発展するリスクが大きい項目を認識することができる。

[0114] なお、操作者は、領域R12に表示される「最新アラーム情報」又は領域R11に表示される情報と、領域R15に表示される「DCSアラーム集計」とを比較することにより、運転効率の異常の原因に関する情報を推測することが可能になる。例えば、領域R1に「噴破」と表示されているときに、領域R15に、ボイラに設置され噴破に影響を与える所定のセンサが多数回の異常を示していれば、そのセンサ付近で噴破の原因となる異常が発生したと推測することが可能になる。また、領域R12に複数回に亘って「SH収熱量」の警告が発生しているときに、領域R15に、火炉に設置され運転効率に影響を与える所定のセンサが多数回の異常を示していれば、そのセンサ付近で運転効率の低下原因となる異常が発生したと推測することが可能になる。

[0115] 表示画面DP1の右上の領域R14には、プラント1の運転実績を示す情報が表示される。例えば、領域R14には、安定操業のために重要な指標を縦軸とし、横軸を時間とする一又は複数のトレンドグラフが表示される。図

6においては、例えば、「ボイラ効率(損失法)[%-LHV]」、「発電端効率[%]」（「運転効率を示す情報」の一例）、「発電機電力[MW]」及び「送電電力[MW]」の4つのトレンドグラフが示されている。なお、領域R 1 4に表示する指標は、操作者によって、任意に選択されることができる。

[0116] これによれば、表示画面D P 1という限られた領域に、プラント1を操業するための情報を表示する際、プラント1に発生し得る様々な異常のうち、プラント1の停止可能性を有する異常については、他の異常を表示するための領域とは独立した領域である領域R 1 1に表示し、プラント1の運転効率に影響を与える警告については、領域R 1 1とは異なる領域R 1 2に表示されている。また、運転効率については、発生履歴を表示するから、運転効率の全体傾向を把握することが可能になる。操作者は、停止可能性を有する異常の発生の有無と、運転効率に影響を与える警告の有無を、容易に認識することが可能になる。また、領域R 1 5には、各センサにより取得されたデータが異常値を示した回数を各センサごとに表示するため、停止可能性を有する異常及び運転効率に影響を与える警告の原因を推測することが可能になる。また、領域R 1 4に表示される情報によって、運転効率に影響を与える警告が発生した可能性があるコンポーネントを容易に認識することが可能になる。

[0117] 評価項目表示6 0は、例えば、領域R 1 2の下に表示され、複数の評価項目一覧の確認を促すものとして、「評価項目一覧」と表示されている。評価項目表示6 0は、プラントの状態を評価する評価項目の確認を促すものであり、表示画面D P 1において、操作者によって評価項目表示6 0が選択されると、評価項目表示機能5 2によってプラントの状態を評価する評価項目の表示画面D P 6が表示される。この表示機能及び表示画面の詳細は後述する（図1 4参照）。

[0118] 図5のフローチャートに戻ると、異常表示機能4 2が、異常表示に対する操作者からの選択を受け付ける（S 1 1）。例えば、図6に示される表示画面D P 1における領域R 1 1に表示される「噴破」という異常表示が操作者

により選択されると、異常詳細表示機能44によってその異常の詳細が表示される(S12)。

[0119] ここで、図7を用いて、異常詳細表示機能44による表示画面DP2の一例を説明する。表示画面DP2は、領域R20～R24と、画面更新表示72と、異常確認表示74と、異常履歴表示76とを含む。

[0120] 領域R20には、システム30の名称として、「プラント運用支援システム」と表示され、現在の画面のステータスとして、「噴破詳細」と表示されている。領域R20の表示により、現在の画面が、いずれのシステムにおけるいずれのステータスであるかを容易に把握することができる。

[0121] 表示画面DP2の右側の領域R21には、プラント1全体における管の位置と、これら管に設けられたセンサの位置(図7では「丸囲み数字1～7」と表記しているが、本明細書では「(1)～(7)」と表記する。)と、を示す画像情報が表示されている。領域R21におけるプラント1全体における管の位置は、図1に示されるプラント1に対応する。本実施形態においては、プラント1の過熱器10を構成する3つの管及びこれら3つの管に各々設けられた3つのAEセンサ((1)、(2)、(3))のプラント1全体における位置と、節炭器12を構成する2つの管及びこれら2つの管に各々設けられた2つのAEセンサ((4)、(5))のプラント1全体における位置と、が表示画面DP2の領域R21に表示されている。また、本実施形態においては、プラント1の火炉2に隣接する炉壁管6並びに炉壁管6の上部及び下部に各々設けられたAEセンサ((6)、(7))のプラント1全体における位置もまた、表示画面DP2の領域R21に表示されている。なお、これら管(過熱器10の管、節炭器12の管、炉壁管6)及びそれに対応するAEセンサ(1)～(7)は一例であり、その他の管及びAEセンサもまた領域R21に表示することができる。また、AEセンサは、炉壁管又は管に接続されている金属面であって、発生する弾性波の特徴を損なうことなく伝播できる金属構造物に設けられている。

[0122] また、領域R21には、AEセンサで検出した管の状態を所定の態様で表

示るように構成されている。例えば、領域R 2 1に表示されたA Eセンサ（１）～（７）のうち、特定のA Eセンサ（例えば（１））から取得されたプロセスデータ（A E信号（波形）を信号処理し抽出したA Eパラメータ）が所定の閾値を超える異常値を示すことにより、対応する管（過熱器１０の管）に噴破が発生していると判定された場合には、異常詳細表示機能４４は、特定のA Eセンサ（（１））の表示を点滅させたり、特定のA Eセンサ（（１））の表示の色を他のA Eセンサ（（２）～（７））の表示の色と異ならせたりする。

[0123] また、異常詳細表示機能４４は、管の状態をプラント１に関するプロセスデータ（プラント１の運転データ）に基づいて所定のアルゴリズムで判定したときに使用された判定情報を、表示画面D P 2の領域R 2 2に時系列的に表示する。本実施形態においては、A Eセンサ（（１）～（７））で取得されたプロセスデータ（A E信号（波形）を信号処理し抽出したA Eパラメータ）とは異なるプロセスデータを所定のアルゴリズムに従って処理することにより、噴破発生可能性（異常度）を算出するとともに、その算出に用いられたプロセスデータ及びアルゴリズムの信頼性の高さ（信頼度）を算出する。異常度及び信頼度は、判定情報の一例である。そして、異常詳細表示機能４４は、これら異常度及び信頼度の双方を縦軸とし、直近２４時間を横軸としたタイムチャートを、表示画面D P 2の領域R 2 2の上方に表示する。図７に示す領域R 2 2の上方において、破線が異常度のタイムチャートであり、実線が信頼度のタイムチャートである。操作者は、これら異常度及び信頼度双方のタイムチャートを視認することにより、噴破が発生した可能性のある時間帯を特定することができる。例えば操作者は、図７に示す例においては、異常度と信頼度の双方が高い値を示す時刻１１：００の後において噴破が発生した可能性があるかと判断することができる。

[0124] また、異常詳細表示機能４４は、図７に示すように、異常度及び信頼度と各々相関を有する２種類のパラメータ α 、 β （異常度や信頼度の判定に影響のある特徴量データ）のタイムチャートを領域R 2 2の下方に表示する。パ

ラメータ α 、 β もまた、判定情報の一例である。図7において、一点鎖線が異常度と相関を有するパラメータ α のタイムチャートであり、二点鎖線が信頼度と相関を有するパラメータ β のタイムチャートである。操作者は、領域R22の上方に表示された異常度及び信頼度のタイムチャートとともに、領域R22の下方に配置された2種類のパラメータ α 、 β のタイムチャートを視認することにより、噴破発生に関する総合的な判断を行うことができる。パラメータ α 、 β は、例えば、異常度及び信頼度を算出するに至る過程の計算式から導き出されるものであり、これにより異常度及び信頼度の確度を確認に用いてもよい。図7に示す例では、判定情報と相関するグラフは一つであるが、複数のグラフを表示してもよい。

[0125] また、異常詳細表示機能44は、AEセンサによる管の状態の検出結果と、AEセンサで取得されたプロセスデータ（AE信号（波形）を信号処理し抽出したAEパラメータ）とは異なるプロセスデータに基づく管の状態の判定結果と、の双方を、表示画面DP2の領域R23に同一の形式で表示するように構成されている。本実施形態における異常詳細表示機能44は、管に噴破が発生しているか否かについての直近24時間におけるAEセンサによる検出結果を、領域R23の上方に横長のバーチャートで時系列的に表示している（「AE法」と表示）。また、異常詳細表示機能44は、管に噴破が発生しているか否かについての直近24時間におけるプロセスデータ及びアルゴリズムに基づいた判定結果を、領域R23の下方に横長のバーチャートで時系列的に表示している（「ロジック」と表示）。すなわち、本実施形態においては、AE法による検出結果と、ロジックによる判定結果と、の双方を同一形式のバーチャートで時系列的に表示するようにしている。また、本実施形態においては、領域R22に表示した各タイムチャートにおける時間軸と、領域R23に表示した各バーチャートにおける時間軸と、を連動させて表示するようにしている。

[0126] 各バーチャートにおいて、「水平線」のハッチングで示した領域は、噴破が発生しているものと判定（検出）されかつ操作者がその事実を既に確認し

ている時間帯を示し、「白抜き」で感嘆符が表示されている領域は、噴破が発生しているものと判定（検出）されかつ操作者がその事実を未だ確認していない時間帯を示している。一方、「右上がり斜線」のハッチングで示した領域は、噴破が発生していないものと判定（検出）されかつ操作者がその事実を未だ確認していない時間帯を示し、「黒塗り」の領域は、噴破が発生していないものと判定（検出）されかつ操作者がその事実を既に確認している時間帯を示す。操作者は、双方のバーチャートを視認し、主に「白抜き」で感嘆符が表示されている領域が重複している時間帯（例えば、時刻14：00前後、時刻8：00前後、等）に噴破が発生している可能性が高いと判断することができる。

[0127] なお、操作者は、表示画面DP2の領域R21の表示により、現時点で噴破が発生している管に対応する特定のAEセンサ（例えば（1））を把握できるようになっており、表示画面DP2の領域R23の表示により、噴破発生の時間履歴が把握できるようになっている。よって、操作者は、領域R21と領域23との双方を視認することにより、特定のAEセンサ（例えば（1））に対応する管に噴破が発生してからどの程度の時間が経過したかを把握することができる。

[0128] 本実施形態で示す例では、AE法及びロジック法の各判定結果のいずれもが現時点である「14：00」において噴破の発生を示しており、これにより異常表示機能42が、先の表示画面DP1の領域R11において、噴破の発生を示す異常表示を表示することとなっている。この場合、表示画面DP1の領域R11の説明文62において、AE法及びロジック法の各判定結果がいずれも噴破の発生を示した旨を表示してもよい。なお、異常表示機能42による異常表示は、AE法及びロジック法の両方が噴破の発生を示した場合に限らず、いずれか一方が噴破の発生を示した場合に表示することもできる。この場合、表示画面DP1の領域R11の説明文62において、噴破の発生を判定した手法がAE法又はロジック法のいずれであるかを表示してもよい。

- [0129] 表示画面D P 2の領域R 2 4には、「噴破」にかかわる説明文7 0が表示される。表示画面D P 2における説明文7 0は、先の表示画面D P 1における説明文6 2よりも異常の内容を詳細に示したものであってもよい。例えば、A E法による噴破の発生の場合、説明文7 0は、噴破の発生を示す異常表示の根拠となった特定のA Eセンサを示すとともに、操作者にこの特定のA Eセンサのデータを確認するよう促す内容を含むことができる。このように、異常表示にかかわる説明文7 0が、異常表示の詳細を示した表示画面D P 2において表示されることにより、操作者は、プラント1の状態について表示画面D P 1よりもさらに詳細な視点で、現状の把握及び次に取りべきアクションなどを容易に把握することができる。
- [0130] 表示画面D P 2において、操作者によって画面更新表示7 2が選択されると、表示画面D P 2の表示内容が更新される。こうして、例えば表示画面D P 1などの異なる表示に遷移しなくても、最新の表示画面D P 2の内容を把握することができる。
- [0131] 表示画面D P 2において、操作者によって噴破確認表示7 4が選択されると、システム3 0が、操作者によって噴破の発生が確認されたことを判定し、図6に示される表示画面D P 1に戻ったときに、プラント1の停止可能性を有する噴破の発生があったことを示す異常表示とは異なる態様に表示することができる。この場合、例えば、表示画面D P 1において、「噴破」の文字が表示されないようにしてもよいし、「噴破」の強調表示を抑制してもよい。また、併せて警告音などの効果音又は音声を停止してもよい。
- [0132] なお、表示画面D P 2において、操作者によって噴破履歴表示7 6が選択されると、異常履歴表示機能4 8によって表示画面D P 4が表示される。この表示機能及び表示画面の詳細は後述する（図9参照）。
- [0133] 図5のフローチャートに戻ると、異常詳細表示機能4 4が、表示画面D P 2の領域R 2 1において、異常値を示した特定のA Eセンサ（（1））に対応する、管の異常状態の表示に対する操作者からの選択を受け付ける（S 1 3）。例えば、表示画面D P 2における領域R 2 1に表示されたA Eセンサ

((1) ~ (7))のうち特定のA Eセンサ(例えば(1))の表示が操作者により選択されると、センサデータ詳細表示機能46によって、噴破の発生を示す異常状態の根拠となる特定のA Eセンサ(例えば(1))のデータが表示される(S14)。

[0134] ここで、図8を用いて、センサデータ詳細表示機能46による表示画面D P 3の一例を説明する。表示画面D P 3は、領域R 30~R 34を含む。

[0135] 領域R 30には、現在の画面のステータスとして、「噴破詳細」と表示されている。領域R 30の表示により、現在の画面が、いずれのステータスであるかを容易に把握することができる。

[0136] 表示画面D P 3の上方の領域R 31は、日時、センサ番号及びY軸調整の入力を受け付ける。また、表示画面D P 3の下方の領域R 32には、センサデータ詳細表示機能46によって、噴破の発生を示す異常状態の根拠となる特定のA Eセンサ(例えば(1))のデータが、時系列的に表示されている。図8に示す例では、特定のA Eセンサ((1))で検出されたプロセスデータ(A E信号(波形))を信号処理し抽出したA Eパラメータを縦軸とし、直近24時間を横軸としたタイムチャートを、表示画面D P 3の領域R 32に表示する。噴破が発生すると、通常運転と比較して大きなエネルギー(弾性波)が放出されるため、例えば操作者は、表示画面D P 3の領域R 32に表示された時系列グラフを視認し、A Eパラメータの最大値が発生した時間帯に噴破が発生したものと判断することができる。なお、操作者が、領域R 31の日時、センサ番号及びY軸調整を入力することによって、領域R 32において、対象となるグラフの日時やセンサ番号を表示又は変更したり、特定のセンサデータのY軸のスケールを調整したりすることができる。こうして、操作者は各センサデータの分析を容易かつ迅速に行うことができる。

[0137] また、表示画面D P 3の領域R 30と領域R 31との間のスペースには、「噴破」にかかわる説明文80が表示される。表示画面D P 3における説明文80は、先の表示画面D P 2における説明文70よりも異常の内容をさら

に詳細に示したものであってもよい。例えば、説明文 80 は、噴破の発生を示す異常表示の根拠となった特定の A E センサのデータの傾向や分析及び対処方法などの内容を表示してもよい。このように、異常表示にかかわる説明文 80 が、異常状態の根拠となるセンサのデータを表示した表示画面 D P 3 において表示されることにより、操作者は、プラント 1 の状態について、表示画面 D P 2 よりもさらに詳細な視点で、現状の把握及び次に取りべきアクションなどを容易に把握することができる。

[0138] なお、表示画面 D P 3 は、表示画面 D P 2 と同時に表示部 30 f によって表示することもできる。これにより操作者は噴破詳細とその根拠となるセンサデータを同時に把握することができる。

[0139] このような表示画面 D P 2 及び D P 3 によれば、プラント 1 全体における管の位置と、管に設けられた A E センサの位置と、を示す画像情報を表示画面 D P 2 の領域 R 2 1 に表示するとともに、噴破が発生した管に対応する A E センサ（例えば（1））を所定の態様（例えば点滅や着色）で表示することができる。また、管の状態を所定のアルゴリズムで判定したときに使用された判定情報を表示画面 D P 2 の領域 R 2 2 に時系列的に表示することができる。従って、本システム 30 の表示画面 D P 2 を視認した操作者は、管及び A E センサのプラント 1 全体における位置を把握することができることに加え、異なる方式（A E センサとアルゴリズムとの双方）で判定又は検出した管の状態を把握することができる。すなわち、操作者は、管を監視する上で必要になる重要情報を、例えば、単一の画面（表示画面 D P 2）を視認するだけで効率良く把握することができるため、総合的な判断を行うことができる。例えば、(i) A E センサ（領域 R 2 1）とアルゴリズム（領域 R 2 2）の双方において噴破の発生が検出・判定された場合には、操作者は、プラント 1 内における特定の管に噴破が発生した可能性が高いものと判断し、噴破発生を検出した A E センサを領域 R 2 1 で選択することにより第 3 画面 D P 3（図 8）の領域 R 3 2 でその A E センサの音圧レベルの時間履歴を確認し、どの時間帯で噴破が発生したかを特定することができる。また、(ii) A E

センサ（領域 R 2 1）では噴破の発生を検出する一方、アルゴリズム（領域 R 2 2）では噴破の発生が判定されない場合には、操作者は、プラント 1 内の何れかの管で噴破が発生した可能性があるものと判断し、噴破発生を検出した A E センサを領域 R 2 1 で選択することにより第 3 画面 D P 3（図 8）の領域 R 3 2 でその A E センサの音圧レベルの時間履歴を確認するとともに、領域 R 2 2 における判定情報（異常度及び信頼度）を確認することにより、噴破の確実性を判断することができる。さらに、(iii) A E センサ（領域 R 2 1）では噴破の発生が検出されないにも拘わらず、アルゴリズム（領域 R 2 2）では噴破の発生が判定された場合には、操作者は、プラント 1 内の何れかの管で噴破が発生した可能性があるものと判断し、領域 R 2 2 における判定情報（異常度及び信頼度に加えて、異常度及び信頼度と各々相関を有する 2 種類のパラメータ α 、 β ）に基づいて噴破の確実性を判断することができる。従って、本システム 3 0 は、プラント 1 の安定操業に貢献することが可能となる。

[0140] また、システム 3 0 においては、A E センサによる管の状態の検出結果と、所定のアルゴリズムに基づく管の状態の判定結果と、の双方を、表示画面 D P 2 の領域 R 2 3 に同一の形式（バーチャート形式）で表示することができる。従って、操作者は、異なる方法による管状態判定（検出）結果を同一の形式で視認して把握することができ、総合的な判断を行うことができる。

[0141] また、システム 3 0 においては、表示画面 D P 2 の領域 R 2 1 に表示された A E センサのうち選択された特定のセンサ（例えば（1））で検出された検出情報を、領域 R 2 1 等を有する表示画面 D P 2 から遷移した表示画面 D P 3 の領域 R 3 2 に時系列的に表示することができる。従って、領域 R 2 1 等を有する表示画面 D P 2 とは別の表示画面 D P 3 の領域 R 3 2 で検出情報を拡大表示することができ、検出情報の時間履歴等を詳細に把握することができるという利点がある。

[0142] 以上のとおり、図 5 のフローチャートを用いて、図 4 における各機能ブロックの遷移として、ログイン表示機能 4 0 から異常表示機能 4 2 への遷移、

異常表示機能 4 2 から異常詳細表示機能 4 4 への遷移、及び、異常詳細表示機能 4 4 からセンサデータ詳細表示機能 4 6 への遷移を説明したが、各機能ブロックの遷移はこれに限るものではない。以下では、図 9～図 14 を用い、図 4 に示される他の機能ブロックへの遷移を説明する。

[0143] 図 9 は、異常履歴表示機能 4 8 による表示画面 D P 4 の一例を示したものである。この表示画面 D P 4 は、表示画面 D P 2 において、操作者によって噴破履歴表示 7 6 が選択されることにより表示される画面である。表示画面 D P 4 は、領域 R 4 0～R 4 3 を含む。

[0144] 領域 R 4 0 には、現在の画面のステータス及びこれまでの画面の遷移を示す情報が表示されている。図 9 では、「ダッシュボード＞噴破詳細＞」と表示されており、現在の表示画面 D P 4 が、表示画面 D P 1（ダッシュボード）及び表示画面 D P 2（噴破詳細）の順に遷移したことを把握することができる。

[0145] 領域 R 4 1 は、異常が発生したと判断された発生日時、判定（A E 法又はロジック法）の種別、正誤判定済みの可否、及び、最大表示件数の入力を受け付ける。操作者が領域 R 4 1 の各項目を入力した後、検索表示を選択すると、領域 R 4 3 に検索結果が表示される。

[0146] 領域 R 4 2 は、異常の実績として、正誤判定（確報／誤報／失報）及びコメントの入力を受け付ける。また、領域 R 4 2 では、システム 3 0 によって検出できなかった噴破などの異常の発生は、失報としてその発生日時や解除日時を入力できるようになっている。

[0147] 領域 R 4 3 には、領域 R 4 1 による検出結果が表示される。具体的には、領域 R 4 3 には、異常の発生日時や解除日時、異常の種類、異常を検出したセンサの番号、正誤判定済みの可否等に応じた所望の検索結果が表示される。これにより、操作者が異常の発生の履歴を容易に把握できるようになっている。

[0148] 図 10～図 13 は、ガイド表示機能 5 0 による表示画面の一例を示したものである。この表示画面 D P 5 a～D P 5 d は、表示画面 D P 1 において、

領域 R 1 2 において一覧表示されたいずれかの項目が操作者によって選択されることにより表示される画面である。

[0149] 図 1 0 は、ガイド表示機能 5 0 による表示画面の第 1 例を示したものである。この表示画面 D P 5 a は、表示画面 D P 1 の領域 R 1 2 の警告表示の選択に応答して表示画面 D P 1 から遷移して表示されるものである。表示画面 D P 5 a は、領域 R 5 1 a 及び領域 R 5 2 a を含む。システム 3 0 によって、表示画面 D P 1 において複数のプロセスデータを通じてプラント 1 の状態の概要を確認し、表示画面 D P 2 において特定のプロセスデータを通じてプラント 1 の状態を詳細に確認することができる。なお、表示画面 D P 2 の表示内容を確認し、表示画面 D P 1 に遷移すると、「最新アラーム情報」のうち対応するアラームについて確認済みであることが示される。確認済みであることは、例えば、当初赤色で表示されていた文字が、黒色に変更されることによって示される。また、表示画面 D P 5 a の下部に「1 / 1 0」と示された遷移ボタンを押下すると、選択されたアラームに関する他のグラフが表示される。

[0150] 本例の場合、領域 R 5 1 a は、「ボイラ効率(損失法) (%)」及び「ボイラ負荷 (%)」の第 1 グラフ(散布図)と、「ボイラ効率(損失法) (%)」の時間変化を示す第 2 グラフとを含む。領域 R 5 1 a に、第 1 プロセスデータ(本例ではボイラ効率(損失法))に関連する第 2 プロセスデータ(本例ではボイラ負荷)のグラフを表示可能に構成されている。このように、第 1 プロセスデータだけでなく、関連する第 2 プロセスデータのグラフを表示することで、プラントの状態を多角的に監視することができる。なお、第 1 グラフには、アラームを発するか否かを定めるための閾値を併せて表示してもよい。また、第 2 グラフには、アラームを発するか否かを定めるための閾値を併せて表示してもよく、アラームの原因が生じた時間を併せて表示してもよい。また、第 1 プロセスデータに関連する第 2 プロセスデータのグラフは、1 つに限られず、2 以上表示してもよい。本例の場合、表示画面 D P 5 a の下部に「1 / 1 0」と示された遷移ボタンを押下することで、第 2 プロセス

データの他のグラフが表示される。この点は後述する図 1 1 ～図 1 3 に示す他の表示画面についても同様のことが当てはまる。

- [0151] また、ガイド表示機能 5 0 は、領域 R 5 1 a に、第 1 グラフとは異なる第 1 プロセスデータの第 2 グラフを表示可能に構成されている。第 1 プロセスデータである「ボイラ効率(損失法) (%)」の第 1 グラフ(散布図)と、「ボイラ効率(損失法) (%)」の時間変化を示す第 2 グラフとを示して、第 1 プロセスデータについて、複数種類のグラフを表示することで、プラント 1 の状態を多角的に監視することができる。なお、ガイド表示機能 5 0 は、第 1 プロセスデータに関する 3 以上のグラフを表示してもよい。
- [0152] ガイド表示機能 5 0 は、領域 R 5 1 a に隣接する表示画面の領域 R 5 2 a に、第 1 プロセスデータに関する説明文を表示可能に構成されている。本例の場合、ガイド名が「ボイラ効率」であり、内容が「ボイラ効率(入出熱法)」であり、発生日時が「2019/08/07 10:35:24」であり、対応方法の欄には「1. 監視ポイント(グラフの見方)」と題されたグラフから事象を捉える方法を説明する文章と、「2. 対応方法」と題された第 1 プロセスデータの状態を適正化するための方法を説明する文章が記載されている。なお、第 1 プロセスデータの状態を適正化するための方法とは、注目しているプロセスデータが閾値を超えている状態を適正化し、閾値以内とするための方法である。
- [0153] 「1. 監視ポイント(グラフの見方)」には、ボイラ効率(損失法)の定義と、算出式とが記載されている。このような説明文によって、グラフから事象を捉える方法を確認することができ、どのような事象が発生しているのか理解しやすくなる。
- [0154] 「2. 対応方法」には、ボイラ効率(損失法)が通常とは異なる状態である場合、確認すべき項目が列挙されている。このような説明文によって、第 1 プロセスデータの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。
- [0155] 図 1 1 は、ガイド表示機能 5 0 による表示画面の第 2 例を示したものであ

る。この表示画面D P 5 bは、表示画面D P 1の領域R 1 2の警告表示の選択に応答して表示画面D P 1から遷移して表示されるものである。表示画面D P 5 bは、領域R 5 1 b及び領域R 5 2 bを含む。

[0156] 本例の場合、領域R 5 1 bは、「蒸発倍数(-)」及び「ボイラ負荷(%)」の第1グラフ(散布図)と、「ボイラ効率(損失法)[%-LHV]」の時間変化を示す第2グラフとを含む。このように、領域R 5 1 bに、第1プロセスデータ(本例では蒸発倍数)に関連する第2プロセスデータ(本例ではボイラ効率(損失法))のグラフを表示可能に構成されている。このように、第1プロセスデータだけでなく、関連する第2プロセスデータのグラフを表示することで、プラントの状態を多角的に監視することができる。

[0157] ガイド表示機能5 0は、領域R 5 1 bに隣接する表示画面の領域R 5 2 bに、第1プロセスデータに関する説明文を表示可能に構成されている。本例の場合、ガイド名が「ボイラ効率」であり、内容が「ボイラ効率(入出熱法)」であり、発生日時が「2 0 1 9 / 0 8 / 0 7 1 0 : 3 5 : 2 4」であり、対応方法の欄には「1. 監視ポイント(グラフの見方)」と題されたグラフから事象を捉える方法を説明する文章と、「2. 対応方法」と題された第1プロセスデータの状態を適正化するための方法を説明する文章が記載されている。

[0158] 「1. 監視ポイント(グラフの見方)」には、蒸発倍数の定義と、算出式とが記載されている。このような説明文によって、グラフから事象を捉える方法を確認することができ、どのような事象が発生しているのか理解しやすくなる。

[0159] 「2. 対応方法」には、蒸発倍数が通常とは異なる状態である場合、確認すべき項目が列挙されている。このような説明文によって、第1プロセスデータの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。

[0160] 図1 2は、ガイド表示機能5 0による表示画面の第3例を示したものである。この表示画面D P 5 cは、表示画面D P 1の領域R 1 2の警告表示の選

択に応答して表示画面D P 1 から遷移して表示されるものである。表示画面D P 5 c は、領域R 5 1 c 及び領域R 5 2 c を含む。

[0161] 本例の場合、領域R 5 1 c は、「タービン蒸気消費率(kg/kWh)」及び「発電量(MW)」の第1 グラフ（散布図）と、「タービン蒸気消費率(kg/kWh)」の時間変化を示す第2 グラフとを含む。このように、領域R 5 1 c に、第1 プロセスデータ（本例ではタービン蒸気消費率）に関連する第2 プロセスデータ（本例では発電量）のグラフを表示可能に構成されている。このように、第1 プロセスデータだけでなく、関連する第2 プロセスデータのグラフを表示することで、プラントの状態を多角的に監視することができる。

[0162] また、ガイド表示機能5 0 は、領域R 5 1 c に、第1 グラフとは異なる第1 プロセスデータの第2 グラフを表示可能に構成されている。第1 プロセスデータである「タービン蒸気消費率(kg/kWh)」の第1 グラフ（散布図）と、「タービン蒸気消費率(kg/kWh)」の時間変化を示す第2 グラフとを示して、第1 プロセスデータについて、複数種類のグラフを表示することで、プラント1 の状態を多角的に監視することができる。

[0163] ガイド表示機能5 0 は、領域R 5 1 c に隣接する表示画面の領域R 5 2 c に、第1 プロセスデータに関する説明文を表示可能に構成されている。本例の場合、ガイド名が「ボイラ効率」であり、内容が「ボイラ効率（入出熱法）」であり、発生日時が「2 0 1 9 / 0 8 / 0 7 1 0 : 3 5 : 2 4」であり、対応方法の欄には「1. 監視ポイント（グラフの見方）」と題されたグラフから事象を捉える方法を説明する文章と、「2. 対応方法」と題された第1 プロセスデータの状態を適正化するための方法を説明する文章が記載されている。

[0164] 「1. 監視ポイント（グラフの見方）」には、蒸気消費率の定義と、算出式とが記載されている。このような説明文によって、グラフから事象を捉える方法を確認することができ、どのような事象が発生しているのか理解しやすくなる。

[0165] 「2. 対応方法」には、蒸気消費率が通常とは異なる状態である場合、確

認すべき項目が列挙されている。このような説明文によって、第1プロセスデータの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。

[0166] 図13は、ガイド表示機能50による表示画面の第4例を示したものである。この表示画面DP5dは、表示画面DP1の領域R12の警告表示の選択に応答して表示画面DP1から遷移して表示されるものである。表示画面DP5dは、領域R51d及び領域R52dを含む。

[0167] 本例の場合、領域R51dは、「蒸気消費率(燃料給料ベース)(kg/kWh)」及び「発電量(MW)」の第1グラフ(散布図)と、「蒸気消費率(燃料給料ベース)(kg/kWh)」の時間変化を示す第2グラフとを含む。このように、領域R51dに、第1プロセスデータ(本例では蒸気消費率(燃料給料ベース))に関連する第2プロセスデータ(本例では発電量)のグラフを表示可能に構成されている。このように、第1プロセスデータだけでなく、関連する第2プロセスデータのグラフを表示することで、プラントの状態を多角的に監視することができる。

[0168] また、ガイド表示機能50は、領域R51dに、第1グラフとは異なる第1プロセスデータの第2グラフを表示可能に構成されている。第1プロセスデータである「蒸気消費率(燃料給料ベース)(kg/kWh)」の第1グラフ(散布図)と、「蒸気消費率(燃料給料ベース)(kg/kWh)」の時間変化を示す第2グラフとを示して、第1プロセスデータについて、複数種類のグラフを表示することで、プラント1の状態を多角的に監視することができる。

[0169] ガイド表示機能50は、領域R51dに隣接する表示画面の領域R52dに、第1プロセスデータに関する説明文を表示可能に構成されている。本例の場合、ガイド名が「ボイラ効率」であり、内容が「ボイラ効率(入出熱法)」であり、発生日時が「2019/08/07 10:35:24」であり、対応方法の欄には「1. 監視ポイント(グラフの見方)」と題されたグラフから事象を捉える方法を説明する文章と、「2. 対応方法」と題された第1プロセスデータの状態を適正化するための方法を説明する文章が記載さ

れている。

[0170] 「１．監視ポイント（グラフの見方）」には、熱消費率の定義と、算出式とが記載されている。このような説明文によって、グラフから事象を捉える方法を確認することができ、どのような事象が発生しているのか理解しやすくなる。

[0171] 「２．対応方法」には、熱消費率が通常とは異なる状態である場合、確認すべき項目が列挙されている。このような説明文によって、第１プロセスデータの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。

[0172] なお、図９～図１３で示される領域Ｒ５０ａ～Ｒ５０ｄには、現在の画面のステータス及びこれまでの画面の遷移を示す情報が表示されている。具体的には、領域Ｒ５０ａ～Ｒ５０ｄには、「ダッシュボード＞ガイド表示」と表示されており、現在の表示画面が、表示画面ＤＰ１（ダッシュボード）から遷移したことを把握することができる。

[0173] これらの図９～図１３で説明したガイド表示機能５０によって、表示画面の第１領域に第１プロセスデータのグラフを表示し、隣接する第２領域に第１プロセスデータに関する説明文を表示することで、操作者に対して、どのような事象が発生しているのか理解しやすく、どのような対応が必要であるかわかりやすくなる。

[0174] また、ガイド表示機能５０による説明文は、文字情報や数式などのほか画像や凡例グラフなどを含んでもよい。さらに、ガイド表示機能５０による説明文は、同プロセスの警告で過去に発生した時刻を表示する機能を備えてもよい。これらの情報が追加されることにより操作者への理解をさらに向上させることができる。

[0175] また、表示画面の第１領域に表示される第１プロセスデータのグラフは、警告の発生時刻を中心とした前後１２時間を時系列で示すことができる。これにより、発生時刻の前後のプロセスデータの変化を容易に把握することができる。

- [0176] 特に、プラントは、監視すべき事象やパラメータが非常に多く、プラントの状態に変化が生じた場合には、そのことを効率的かつ迅速に操作者に伝える必要がある。その点、本実施形態に係るシステム30のガイド表示機能50によれば、第1プロセスデータだけでなく、関連する第2プロセスデータのグラフを表示することで、プラントの状態の変化を効率的に把握することができ、説明文を表示することで、プラントの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるか迅速に把握することができるようになる。
- [0177] 図14は、評価項目表示機能52による表示画面DP6の一例を示したものである。この表示画面DP6は、表示画面DP1において、操作者によって評価項目表示60が選択されることにより表示される画面である。表示画面DP6は、領域R60及びR61を含む。
- [0178] 領域R60には、現在の画面のステータス及びこれまでの画面の遷移を示す情報が表示されている。具体的には、領域R60には、「ダッシュボード＞評価項目一覧」と表示されており、現在の表示画面が、表示画面DP1（ダッシュボード）から遷移したことを把握することができる。
- [0179] 領域R61には、プラント1の状態を評価する評価項目が表示される。具体的には、領域R61には、評価項目のID、大分類、中分類、小分類及び評価項目名が表示される。これにより、異常表示又は警報表示されない状況においても、システム30によるプラント1の状態を評価する評価項目を把握することができる。また、領域R61に表示されるいずれかの評価項目が操作者によって選択されると、図9～図13に示されるようなガイド表示機能50による表示画面DP5a～DP5dに遷移してもよい。この場合、ガイド表示機能50によって表示されるプロセスデータのグラフは、例えば現在時間から直近の24時間のグラフを表示してもよい。
- [0180] 以上のとおり、本実施形態によれば、プラント1に異常が発生した場合において、操作者が把握すべきプラント1の状態を段階的かつ順番に表示することができるため、プラントの状態をわかりやすく操作者に示すことができ

る。特に、プラントは、監視すべき事象やパラメータが非常に多く、プラントの状態に変化が生じた場合には、そのことを効率的かつ迅速に操作者に伝える必要があるところ、本実施形態に係るシステム及び方法によりプラントの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるか迅速に把握することができるようになる。

[0181] 上記発明の実施形態を通じて説明された実施の態様は、用途に応じて適宜に組み合わせて、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施形態の記載に限定されるものではない。そのような組み合わせ又は変更若しくは改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0182] 1…プラント、30…システム、42…異常表示機能、44…異常詳細表示機能
46…センサデータ詳細表示機能、48…異常履歴表示機能、50…ガイド表示機能
52…評価項目表示機能