(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
2022年2月10日(10.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/030143 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/024452

(22) 国際出願日： 2021年6月29日(29.06.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2020-135159 2020年8月7日(07.08.2020) JP

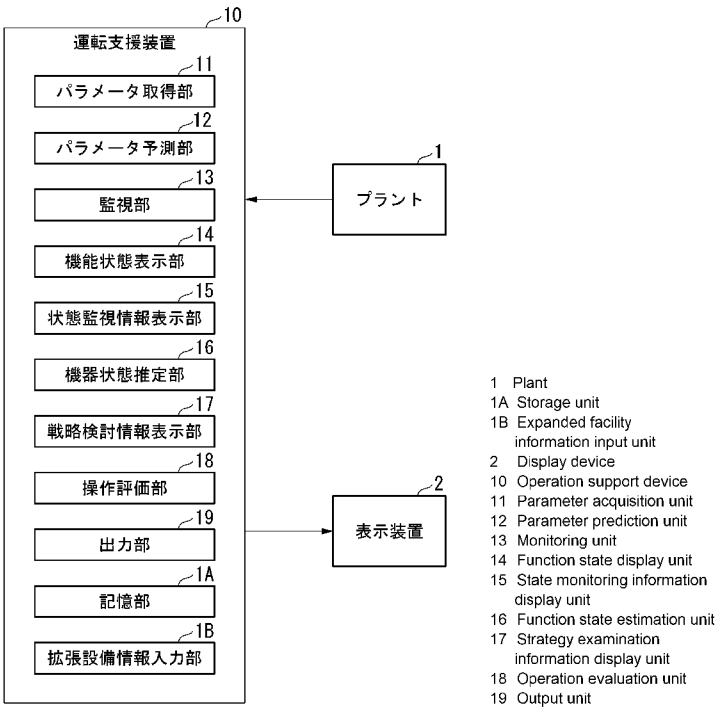
(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 堀田 智宏 (**HOTTA Tomohiro**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 野田 英介(**NODA Eisuke**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 笠松 瑞樹(**KASAMATSU Mizuki**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 藤原 和也(**FUJIWARA Kazuya**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(**MATSUNUMA Yasushi et al.**); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(54) **Title:** DISPLAY DEVICE, DISPLAY METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 表示装置、表示方法及びプログラム



(57) **Abstract:** Provided is a display device for guiding monitoring items and operations necessary for protecting safety-critical functions when an accident occurs. The display device displays the states of safety-critical functions in a plant after the occurrence of an accident in the priority order of the functions, displays the values of monitoring parameters for determining the states of the functions, and, when the values of the monitoring parameters deviate from a normal range, provides a warning display of the monitoring parameters, displays operations necessary for bringing the values of

WO 2022/030143 A1

［続葉有］

(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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)）

the monitoring parameters back into the normal range in order of high to low priority, and indicates whether or not the operations are executable.

(57) 要約：事故発生時に、安全上重要な機能を守るために必要な監視項目や操作を案内する表示装置を提供する。表示装置は、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示するとともに、前記操作の実行可否を提示する。

明　細　書

発明の名称 ： 表示装置、表示方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、表示装置、表示方法及びプログラムに関する。本願は、２０２０年８月７日に、日本に出願された特願２０２０－１３５１５９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 原子力プラントにおいて事故が発生したときに、（１）事故の内容を特定し、特定された内容に対して予め定められた手順に沿って対処を行う方法と、（２）事故の内容が特定できないような場合に、事故後のプラントにおいて安全上重要な機能が損なわれないように対処を行う方法と、が存在する。

[0003] 特許文献１には、苛酷事故の発生時に運転員がプラントを安全に停止させることができるように、プラントの安全停止のための安全系統および代替系統の起動要否を、多角的、かつ、総合的に判断することを支援する監視装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第６１０４６８５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の（２）の方法で対処を行う場合、当該プラント状況下において異常状態となっている、あるいは近い将来に異常状態となりうる安全上重要な機能は何か、どのような対処を行えばその安全上重要な機能の維持や回復を図ることができるかを判断することが難しい。

[0006] 本開示は、上記課題を解決することができる表示装置、表示方法及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の表示装置は、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示する機能状態表示部と、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する状態監視情報表示部と、を備える。

[0008] 本開示の表示方法は、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する。

[0009] 本開示のプログラムは、コンピュータに、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する処理を実行させる。

発明の効果

[0010] 上述の表示装置、表示方法及びプログラムによれば、事故発生後において、運転員の判断をサポートし、適切な操作を行うことを支援することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の一実施形態に係る運転支援装置の一例を示すブロック図である。

[図2]本開示の一実施形態に係る状態監視画面の一例を示す図である。

[図3]本開示の一実施形態に係る戦略検討画面の一例を示す第１図である。

[図4]本開示の一実施形態に係る戦略検討画面の一例を示す第２図である。

[図5]本開示の一実施形態に係る設定テーブルの一例を示す図である。

[図6]本開示の一実施形態に係る拡張設備状況表示設定画面の一例を示す図である。

[図7]本開示の一実施形態に係る戦略検討画面の一例を示す第３図である。

[図8]本開示の一実施形態に係る状態監視画面の表示処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]本開示の一実施形態に係る戦略検討画面の表示処理および評価処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]本開示の一実施形態に係る運転支援装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図11]本開示の一実施形態に係る表示システムの一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] ＜実施形態＞

以下、本開示の運転支援システムについて図１～図９を参照しながら説明する。（構成）

図１は、本開示の一実施形態に係る運転支援装置の一例を示すブロック図である。運転支援装置１０は、運転員のプラント監視、操作の支援を行う装置である。運転支援装置１０は、プラントに事故が発生したときに、運転員が、事故後のプラントにおいて安全上重要な機能（単に重要機能と記載する場合がある。）の状態を把握し、それらの機能を守る（機能を回復する、又は、維持する）ために必要な操作を適切に行うことができるよう支援する。

[0013] 図示するように運転支援装置１０は、パラメータ取得部１１と、パラメータ予測部１２と、監視部１３と、機能状態表示部１４と、状態監視情報表示部１５と、機器状態推定部１６と、戦略検討情報表示部１７と、操作評価部１８と、出力部１９と、記憶部１Ａと、拡張設備情報入力部１Ｂと、を備える。

[0014] パラメータ取得部１１は、プラント１から、所定の温度、圧力、流量、速度等の物理量、バルブ開度等の機器の制御量、機器の稼働状態などのプラン

ト１の各種状態を示すパラメータの値を、その値が検出された時刻の情報とともに取得する。パラメータ取得部１１が取得するパラメータには、プラント１の安全上重要な機能の監視に必要な監視パラメータ、監視パラメータが使用できないときに監視パラメータの代替として使用するバックアップパラメータ、安全上重要な機能の実現に必要なプラント１の設備系統が備える機器の稼働状態を示すパラメータ等が含まれる。

[0015] パラメータ予測部１２は、パラメータ取得部１１が取得したパラメータの将来の予測値を算出する。パラメータ予測部１２が予測する方法は任意であってよい。例えば、パラメータ予測部１２は、所定時間に得られたパラメータのトレンドから所定時間先の予測値を予測してもよいし、所定の予測モデルに基づいて予測してもよいし、シミュレータを用いて所定時間先のプラント１の状態を模擬し、その時のパラメータの値を演算してもよい。パラメータ予測部１２は、運転支援装置１０が備えるのではなく、他の装置に設け、運転支援装置１０が予測結果を取得するように構成してもよい。

[0016] 監視部１３は、パラメータ取得部１１が取得した各種パラメータの監視を行う。例えば、監視部１３は、パラメータ取得部１１が取得したパラメータのうち、重要機能に対応する監視パラメータおよびバックアップパラメータの現在値と所定の閾値とを比較して、それらのパラメータが正常範囲を逸脱しているかどうかを判定する。同様に、監視部１３は、重要機能に対応する監視パラメータおよびバックアップパラメータに関して、パラメータ予測部１２が予測した将来予測値と閾値とを比較して、それらのパラメータの予測値が正常範囲を逸脱しているかどうかを判定する。パラメータの予測値が閾値を超過することが予測される場合、監視部１３は、パラメータの予測値が閾値を超過する時刻を特定する。

[0017] 機能状態表示部１４は、安全上重要な機能の状態を表示する。機能状態表示部１４は、監視部１３による判定結果に基づいて、重要機能が正常に発揮されているか、正常な状態から逸脱しているかを評価し、その評価結果を重要機能の優先度順に表示する。

[0018] ここで、図２～図４を参照する。図２に状態監視画面１００の一例を示す。状態監視画面１００は、プラント１の重要機能の状態に関係する監視パラメータを表示する画面である。機能状態表示部１４は、状態監視画面１００の領域１０１に重要機能の状態を表示する。機能１～機能５は重要機能で、優先度（重要度）順に並んで表示されている。機能１が最も重要で優先して守るべき機能である。重要機能の状態は、文字の色等によって表される。例えば、機能状態表示部１４は、機能１～機能５のうち、正常な状態にある機能を黒字、正常状態から逸脱した機能を赤字で表示する。図２の状態監視画面１００では“機能１”が、正常状態から逸脱したことを示す態様で表示されている。

[0019] 図３、図４に戦略検討画面２００の一例を示す。戦略検討画面２００は、正常状態から逸脱した機能を正常な状態に戻すためにどのような操作を行うべきかを検討するための情報を表示する画面である。戦略検討画面２００の下部には領域２０１が設けられ、機能状態表示部１４は、領域２０１に重要機能の状態を表示する。図３、図４の戦略検討画面２００では、“機能１”が正常な状態から逸脱したことを示す文字の態様で表示されている。後述するように、図２に示す状態監視画面１００と戦略検討画面２００は切り替えて表示することが可能である。運転員は、何れの画面が表示されているときにも、重要機能の状態を把握することができる。

[0020] 状態監視情報表示部１５は、監視パラメータの詳細を表示する。監視パラメータの現在値又は予測値が正常な範囲から逸脱する場合、状態監視情報表示部１５は、監視パラメータの値を正常な範囲に戻すために必要な操作を優先順に表示する。図２を参照する。領域１０１の機能１～機能５が選択可能に構成されており、状態監視情報表示部１５は、機能１～機能５のうち、選択された機能（機能１とする）に関するパラメータの詳細を状態監視画面１００の領域１０２、１０３に表示する。状態監視情報表示部１５は、領域１０３に、監視パラメータの現在値および将来値の閾値からの逸脱状態を表示する。パラメータ１～６は、機能１の状態を判断するうえで監視すべき監視

パラメータである。状態監視情報表示部１５は、監視部１３の判定結果に基づいて以下の表示を行う。パラメータ１～６の現在値が閾値を超過していなければ、状態監視情報表示部１５は、領域１０３の“現状”に「ＯＫ」を表示し、閾値を超過する場合には「ＮＧ」を表示する。同様に、パラメータ予測部１２によって予測されたパラメータ１～６の将来予測値が閾値を超過していなければ、状態監視情報表示部１５は、“予測”に「ＯＫ」を表示し、閾値を超過する場合には「ＮＧ」を表示する。パラメータ１～６は、１つのパラメータであってもよいし、複数のパラメータの総称であってもよい。複数のパラメータの総称の場合、何れかのパラメータの現在値や予測値が閾値を超過すれば、“現状”又は“予測”に「ＮＧ」が表示される。パラメータ４～６には、バックアップパラメータが存在する。バックアップパラメータとは、例えば、何らかの理由でパラメータ４が取得できない場合等に、パラメータ４の代わりに監視すべきパラメータである。監視員が、パラメータ４～６の左側の＋ボタンを押下すると、状態監視情報表示部１５は、バックアップパラメータとその逸脱状態を表示する。逆に－ボタンを押下すると状態監視情報表示部１５は、バックアップパラメータの表示を止める。

[0021] 領域１０２には、領域１０３において選択された監視パラメータ又はバックアップパラメータ（パラメータ３が選択されているとする。）の詳細が表示される。状態監視情報表示部１５は、パラメータ取得部１１が取得したパラメータや監視部１３の判定結果に基づいて以下の表示を行う。状態監視情報表示部１５は、領域１０２の上段に、パラメータ３の現在値と、パラメータ予測部１２が予測するパラメータ３の将来予測値が閾値を超過する推定時刻を表示する。詳細パラメータ３１～３６は、パラメータ３を構成する具体的なパラメータである。パラメータ３が容器の圧力の場合、詳細パラメータ３１～３６は、例えば、その容器の様々な位置（例えば、出口、入口等）における圧力である。状態監視情報表示部１５は、領域１０２の下段に、詳細パラメータ３１～３６の過去値、現在値、予測値の推移を示すグラフ１０２ａを表示する。グラフ１０２ａの縦軸は、詳細パラメータ３１～３６の単位

、横軸は時間である。各パラメータのグラフの実線の部分が過去から現在までのパラメータの値、破線部分が将来予測値である。つまり、実線部分の最後の値が各パラメータの現在値であり、この値が領域１０２の上段の“現在値”に表示される。グラフ１０２ａには、例えば、詳細パラメータ３１～３６の３０分前の実績値から３０分未来までの予測値が表示される。グラフ１０２ａには、閾値１０２ｂが表示される。予測値が閾値１０２ｂを超過する予測時刻が、領域１０２の上段の“予測警告発生時刻”に表示される。これらの時刻は、監視部１３によって特定された時刻である。監視パラメータの中には、警告の対象とするかどうかを判定する閾値１０２ｂの他に、注意の対象（警告よりは緊急度や危険度が低いが、何らかの対処が必要）とするかどうかを判定する閾値が設けられているパラメータが存在する。状態監視情報表示部１５は、予測値がこの閾値を超過する予測時刻を、領域１０２の上段の“予測注意発生時刻”に表示する。

[0022] 領域１０４には、現在値又は予測値が閾値１０２ｂを超過した監視パラメータについて、その値を正常範囲内に収めるために必要な操作が優先順に表示される。図２の例では、操作１、操作２、操作３、操作４が、機能１の維持のために必要な操作であり、上方に表示される操作の方が、優先度が高く、操作１が最優先の操作である。監視パラメータとの関係では、パラメータ１～３が閾値を超過する場合には操作１、パラメータ４～６（又は対応するバックアップパラメータ）が閾値を超過する場合には、それぞれ操作２～４が実施すべき操作となる。状態監視情報表示部１５は、監視パラメータのうち現在値又は予測値が閾値を超過したものに対応する操作（図２の例では“操作１”）を赤字で表示する等、他の操作は異なる態様で表示する。状態監視情報表示部１５は、領域１０４において、正常な範囲から逸脱した監視パラメータに対応する“操作１”のみを選択可能とし、他の操作２～操作４については選択できないように表示してもよい。“操作１”を選択すると、状態監視画面１００から戦略検討画面２００へ切り替え表示され、領域２０２に示す通り、“操作１”を実行するための手段を提示する。手順書が存在し

ない事故が発生した場合には、どのような優先順位でどのような操作を行うべきか判断が難しいが、領域１０４の表示により、運転員は、最も優先して行うべき操作を把握することができる。

[0023] ここで、図５を参照する。記憶部１Ａには、図５に例示する設定テーブル３００が格納されている。設定テーブル３００には、安全上重要な機能と、監視パラメータと、閾値（警告）と、閾値（注意）と、バックアップパラメータと、詳細パラメータと、対応操作と、対応系統などが対応付けて登録されている。安全上重要な機能は、領域１０１に表示される各機能、監視パラメータは領域１０３に表示される監視パラメータ、閾値（警告）は閾値１０２ｂ、閾値（注意）は注意の対象の判定に用いる閾値、バックアップパラメータは領域１０３に表示されるバックアップパラメータ、詳細パラメータは領域１０２の上段に表示される詳細パラメータ、対応操作は領域１０４に表示される操作、対応系統は操作を実施する対象の設備や系統である（後述）。状態監視情報表示部１５は、設定テーブル３００に登録された情報に従って、図２に例示する状態監視画面１００を作成する。

[0024] 機器状態推定部１６は、パラメータ取得部１１が取得したパラメータの値に基づいて、プラント１が備える機器の状態を推定する。例えば、ポンプが故障している場合、ポンプが故障信号を発していれば、その故障信号に基づいてポンプの故障を認識することができる。これに対し、直接稼働状態を取得できない機器の場合、パラメータ取得部１１が、その機器の周辺に設けられたセンサが計測した値を取得し、機器状態推定部１６が、取得されたセンサ値に基づいて、機器の稼働状態を推定する。例えば、機器１の近くに３つのセンサが設けられている場合、３つのセンサが計測する値に基づいて、機器１の稼働状態を判断するルールが予め記憶部１Ａに登録されている。機器状態推定部１６は、このルールと、３つのセンサの計測値に基づいて、機器１の稼働状態（稼働、停止）を推定する。

[0025] 戦略検討情報表示部１７は、戦略検討画面２００を作成し、操作の実行可否、操作の対象となる設備や系統の構成、系統の稼働状態、操作の影響など

を表示する。図３を参照する。図３に例示する戦略検討画面２００は、図２の領域１０４にて“操作１”が選択されたときに表示される。戦略検討画面２００の領域２０２には、操作１を実施する対象となる系統の候補が優先度順に表示される。操作１は、機能１の監視パラメータ１～３を正常化させるための対処方法であるが、操作１は様々な方法で実施し得る。例えば、系統１１を用いて操作１を実施してもよいし、系統１２～１５の何れかを用いて、操作１を実施してもよい。但し、各系統への操作１に実施については、優先度が予め定められており（図５の設定テーブル３００の“対応系統”フィールド）、戦略検討情報表示部１７は、この優先度に従って、領域２０２ａに系統１１～１５を上方から順に並べて表示する。これは、系統１１の優先度が最も高く、系統１５の優先度が最も低いことを示している。記憶部１Ａには、系統１１～１５のそれぞれを動作させることで操作１を実施することによる正の効果と負の効果が登録されている。例えば、図３の領域２０３には、系統１１の系統図が表示されている。系統１１は、ポンプ２０９～２１０を駆動させて、タンク２０４～２０８に蓄えられた水や薬品等をスプレイ２１１～２１２から噴射させて対象設備を冷却する系統である。例えば、系統１１について、正の効果として「対象設備の温度、圧力の低減」、負の効果として「対象設備に設けられセンサの水没」等の情報が記憶部１Ａには登録されている。系統１１に対応する、領域２０２ｂの“（１）”が選択されると、戦略検討情報表示部１７は、系統１１について登録された正の効果と負の効果をポップアップ表示する。

[0026] 領域２０３には、領域２０１ａにて選択された系統１１の系統図が表示される。記憶部１Ａには、領域２０１ａに表示される系統１１～１５ごとに、系統図、その系統が備えるタンク、ポンプ、バルブ等の機器の情報が登録されている。戦略検討情報表示部１７は、系統１１が選択されると、系統１１の系統図を読み出して領域２０３に表示する。このとき、戦略検討情報表示部１７は、パラメータ取得部１１が取得した機器の稼働状態を示すパラメータ、又は、機器状態推定部１６が推定した機器の稼働状態に基づいて、使用

不可の機器が存在すれば、系統図内にその機器が使用不可であることを表示する。図４にバルブ２１３が使用不可状態となっている場合の表示例を示す。図４の例では、戦略検討情報表示部１７は、バルブ２１３を他と異なる色で表示し、バルブ２１３付近に注意を喚起する印を表示している。記憶部１Ａには、バルブ２１３が使用不可となる原因（例えば、バルブの故障、電源の喪失等）が登録されていて、戦略検討情報表示部１７は、パラメータ取得部１１がバルブ２１３について取得したパラメータに基づき、使用不可の原因を特定し、バルブ２１３が使用不可となった詳細理由をウインドウ２１４に示すロジックツリーにて表示する。例えば、運転員がバルブ２１３を選択すると、戦略検討情報表示部１７がウインドウ２１４を表示してもよい。図４の例では、原因１がバルブ２１３の使用不可の原因として特定されている。戦略検討情報表示部１７は、バルブ２１３の使用不可によって水を噴射できないスプレイ２１１については噴射の様子を表示せず、スプレイ２１２については噴射の様子を表示する。これにより、運転員は、系統１１の稼働状態を容易に把握することができる。例えば、運転員は、図４の領域２０３の系統図を見て、系統１１を用いて操作１を実施しても、系統１１が本来の能力を発揮できないことを把握することができる。運転員は、ウインドウ２１４に示される原因１を参考にして、バルブ２１３を使用可能な状態に復旧することや、次に優先度が高い系統１２を用いて操作１を実施すること等を検討することができる。戦略検討画面２００を参照することで、運転員は、状態監視画面１００の領域１０４にて提示された操作について、具体的にどのようにして実施すべきかを検討することができる。

[0027] 後に図７を用いて説明するように、戦略検討情報表示部１７は、パラメータ取得部１１がパラメータを取得しない設備の稼働状況を戦略検討画面２００に表示することができる。

[0028] 状態監視画面１００と戦略検討画面２００は切り替えて表示することができる。状態監視画面１００において、操作が選択されると、戦略検討画面２００が表示され、所定の操作により、戦略検討画面２００が閉じられると状

態監視画面１００が表示される。

[0029] 操作評価部１８は、各系統を用いて操作が実施された場合の結果を系統別に評価する。例えば、図３に示す操作１の場合、操作評価部１８は、系統１１～１５のそれぞれを用いて操作１を実施した場合の（１）監視パラメータの挙動、（２）負の効果の影響、を系統別に評価する。操作評価部１８は、プラント１の状態を模擬する機能を有しており、系統１１を用いて操作１（冷却）を実施した場合のパラメータ１～３（図２）の変化を演算する。パラメータ１～３が、図２に示す予測値と異なり、将来においても閾値で規定された正常範囲内で推移すれば、操作評価部１８は、系統１１による操作１の実施は有効であると評価し、予測されたとおりに正常範囲から逸脱するようであれば有効ではないと評価する。操作評価部１８は、系統１１を用いて操作１（冷却）を実施した場合の負の効果の影響を演算する。例えば、負の効果がセンサ類の水没であれば、操作評価部１８は、スプレイ２１１～２１２によって水を噴射した場合の時間ごとの対象設備周辺における水位の変化を演算する。例えば、操作１の実施後に、重要なセンサが水没していなければ、操作評価部１８は、系統１１による操作１の実施は有効であると評価し、重要なセンサが水没し、そのセンサによって計測ができなくなる状況となると、系統１１を用いて操作１を実施することは有効ではないと評価する。操作評価部１８は、他の系統１２～１５についても同様の演算を行い、（１）監視パラメータの逸脱状態、（２）負の効果の影響の２つの面から各系統を通じた操作を評価する。戦略検討情報表示部１７は、操作評価部１８による系統別の（１）、（２）の評価結果をポップアップ表示してもよい。

[0030] 図４に例示する例（バルブ２１３の故障により、片系からしか水が噴射できない。）の場合、例えば、操作評価部１８は、バルブ２１３が使用可能になるまではスプレイ２１２のみから水を噴射し、バルブ２１３が使用可能となった後は、スプレイ２１１～２１２を用いて水を噴射する動作を模擬し、このような動作を行った場合の（１）監視パラメータの逸脱状態、（２）負の効果の影響の演算及び評価を行う。バルブ２１３が使用可能になるまでの

時間は予め定められているとする。これにより、運転員は、系統１１～１５のそれぞれを用いて操作１を実施した場合の効果を把握することができる。例えば、系統１１における機器の故障により、優先度の低い系統１２を用いて操作１を行った方が操作評価部１８による評価が高ければ、運転員は、系統１２を用いた操作１の実施を検討してもよい。

[0031] 拡張設備情報入力部１Ｂは、普段はプラント１に接続されていない等の理由で、オンラインでパラメータ取得部１１がパラメータを取得していない拡張設備や、何らかの事情でパラメータ取得部１１を通じてパラメータの取得ができない機器や設備について、それらの稼働状態や稼働状態に関連する情報の入力を受け付ける。拡張設備とは、例えば、重大事故等への対処設備、多様性拡張設備と位置づけられた常設または可搬の機器や設備である。拡張設備は、普段は、プラント１に設置されていなかったり、設置されていたとしても使用されていなかったりする設備であり、いわば後発的に、プラント１の適切な系統に追加して使用される設備である。拡張設備の例としては、消防自動車が挙げられる。消防自動車は、例えば、タンクから水を供給する系統の故障などで水の供給ができないような状況での代替手段として用いられる。拡張設備情報入力部１Ｂは、拡張設備状況入力画面４００を作成し、表示する。拡張設備情報入力部１Ｂは、拡張設備状況入力画面４００を通じて、拡張設備の稼働状態、稼働できない状態の場合には復旧見込みや準備の状況に関する情報など（これらをまとめて稼働状況と称する。）の表示および入力の受け付けを行う。図６に拡張設備状況入力画面４００の一例を示す。拡張設備状況入力画面４００の領域４０１には、プラント１が備える設備および拡張設備を機能面から分類した区分の一覧が表示される。領域４０２には、ある区分に分類される一般設備と拡張設備の一覧および各設備の稼働状況が表示される。一般設備は、パラメータ取得部１１がパラメータを取得することができる設備を示す。例えば、運転員が領域４０１にて、区分Ａを選択すると、領域４０２には、区分Ａに分類される設備の一覧が表示される。図６の設備１～２は一般設備であり、拡張設備１～２は拡張設備である。

各区分に分類される一般設備と拡張設備の情報は予め記憶部１Ａに登録されている。設備１の状況は“サポート喪失”で、設備１の稼働に必要な電源や燃料が喪失された状態であることを示す。設備２の状況は“故障”で、設備２が故障している状態であることを示す。領域４０２の状況欄には、には各設備の状況とその原因が表示される。図６の例の場合、設備１、２はともに稼働できない状態であり、例えば、このような状況に対応するために拡張設備が利用される。図６の例では、拡張設備１は準備中で、稼働できるようになるまであとＸ時間が必要である。拡張設備２については未確認状態である。領域４０３には、ある設備の状況に関する詳細な情報が表示される。例えば、運転員が領域４０２にて、拡張設備１を選択すると、領域４０３には、拡張設備１の詳細な情報が表示される。領域４０３の最左列には、選択された設備の”運転継続可能時間”、”使用開始時刻”、”準備完了時刻”などの情報が表示される。拡張設備１が消防自動車の場合、”運転継続可能時間”には、例えば、１回の給油で運転可能な時間が表示され、”使用開始時刻”、”準備完了時刻”にはそれぞれの実績値が表示される。中央の列の”所要時間”には事前に想定される稼働可能となるまでの時間（“Ｘ時間”）、”所要時間（その他）”には、実際に準備しているときに想定外の事象が生じた場合などにおける追加の所要時間、”準備開始時刻”には実績値、”準備完了予定時刻”には準備完了時刻や復旧見込み時刻など拡張設備１が使用できるようになる見込みの時刻が表示される。最右列の”機器”、”水源”、”電源”には、拡張設備１が備える機能の状態が表示されている。例えば、消防自動車であれば、ポンプなどの搭載機器に問題が無ければ、“機器”については“OK””が表示され、水源が無ければ水源について“NG”が表示され、電源や燃料等に問題が無ければ電源について”OK”が表示される。この例の場合、準備時間の”Ｘ時間”は、例えば、水源の確保に要する時間である。領域４０３に表示されるそれぞれの情報は、編集ボタン４０４を押下した場合に拡張設備情報入力部１Ｂが作成、表示する入力画面（図示せず）から登録することができる。この入力画面では、例えば、領域４０３に表示

される各項目別に入力欄が設けられ、運転員が手入力することができる。“運転継続可能時間”など事前に標準的な値が分かっているものについては初期値が自動表示されるようになっていてもよい。運転員が図示しない入力画面にて、必要な情報を登録すると、入力画面は非表示となり、領域４０３の情報が更新される。領域４０３の情報が更新されると、領域４０２に表示がある項目（例えば、“準備所要時間”）については情報の更新が反映される。例えば、機器にＮＧが入力されると、領域４０２の対応する設備の状況欄では“故障”が表示され、電源にＮＧが入力されると、領域４０２の対応する設備の状況欄では“サポート喪失”が表示される。拡張設備状況入力画面４００に表示される情報は、入力画面を通じて入力される（項目名や設備名を除く）。

[0032] このように、拡張設備状況入力画面４００を利用して、各設備についての現場の最新情報を入力することで、パラメータを自動取得していない拡張設備についてもその稼働状況に関する情報を一括管理することができる。拡張設備状況入力画面４００から入力する設備の状況に関する情報は、拡張設備に限らず、パラメータの自動取得が可能な一般設備についても入力が可能であってもよい。反対に、拡張設備の稼働状況の情報は、例えば、拡張設備を使用する際に拡張設備を運転支援装置１０と通信可能に接続することにより、拡張設備状況入力画面４００を通じてではなくパラメータ取得部１１を通じて取得されてもよい。拡張設備状況入力画面４００にて入力された情報は、記憶部１Ａに記録される。

[0033] 次に拡張設備状況入力画面４００を通じて入力された情報がどのように戦略検討画面２００に反映されるかについて図７を用いて説明する。図７に拡張設備の稼働状態を戦略検討画面２００Ａに表示した例を示す。戦略検討画面２００Ａの領域２０２ａでは、図３にて例示した画面と比較して、領域２０２ｃ、領域２０２ｄが追加されている。領域２０２ｃには、各系統の状況が表示され、領域２０２ｄには、各系統の復旧見込みが表示される。領域２０２ａの１つ系統（例えば、系統１２）は、拡張設備状況入力画面４００に

おける１つ又は複数の設備と紐づいている。戦略検討情報表示部１７は、拡張設備状況入力画面４００に入力された稼働状況に関する情報に基づいて、領域２０２ｃに系統ごとの状況を表示する。例えば、戦略検討情報表示部１７は、系統の状況が運転中の場合には二重丸、使用可能な場合には丸、準備中の場合には三角、異常が発生している場合にはバツ、未確認の場合についてはバーを表示する。戦略検討情報表示部１７は、拡張設備状況入力画面４００に入力された復旧見込みに関する情報（例えば、準備完了予定時刻）に基づいて、領域２０２ｄに系統ごとの復旧見込みを表示する。戦略検討情報表示部１７は、拡張設備状況入力画面４００にて拡張設備の稼働状況が入力されると、領域２０３に拡張設備を加えた系統図を表示する。例えば、パラメータ取得部１１が取得したパラメータに基づいて、ポンプ２１９、２２０が故障していると判定される場合、タンク２１５～２１６に蓄えられた水をスプレイ２２１から噴射させることができない。このような状況に対し、消防自動車２１８（拡張設備）を使って、水源２１７（拡張設備）からスプレイ２２１へ給水しているとする。運転員は、拡張設備（水源２１７、消防自動車２１８）を稼働させていることを、拡張設備状況入力画面４００を通じて入力する。すると、戦略検討情報表示部１７は、例えば、記憶部１Ａに記録された水源２１７および消防自動車２１８の使用開始時刻に基づいてこれらの拡張設備が稼働状態にあることを判定し、系統図に拡張設備を加えて表示する。戦略検討情報表示部１７は、水源２１７から消防自動車２１８を経由してスプレイ２２１へ給水する系統を、太線や他とは異なる色で表示する等して、拡張設備を用いた系統が稼働中であることを表示する。これにより、運転員は、拡張設備が使用されていることを把握することができる。このように普段は運転支援装置１０と接続されていない拡張設備の稼働状況を入力し、戦略検討画面２００Ａにその稼働状態を反映させて表示することで、拡張設備を含めて操作の検討を行うことができる。拡張設備がどの系統図のどの位置に追加されるか等の設計情報は、事前に記憶部１Ａに登録されており、戦略検討情報表示部１７は、この設計情報に基づいて領域２０３の表示

を行う。戦略検討情報表示部１７は、対象とする系統について拡張設備の稼働状況が入力されていない場合や対象とする系統に拡張設備が存在しない場合であっても、機器状態推定部１６の推定結果や拡張設備状況入力画面４００を通じて一般設備について入力された稼働状況に基づいて状況（領域２０２ｃ）、復旧見込（領域２０２ｄ）を表示することができる。

[0034] 出力部１９は、状態監視情報表示部１５が作成した状態監視画面１００や、戦略検討情報表示部１７が作成した戦略検討画面２００を表示装置２に出力する。

記憶部１Ａは、パラメータ取得部１１が取得したパラメータ、図５に例示する設定テーブル３００、系統ごとの正の効果と負の効果、重要機能の優先度、操作を実施する系統の優先度などを記憶する。

[0035] （動作）

図８は、本開示の一実施形態に係る状態監視画面の表示処理の一例を示すフローチャートである。運転支援装置１０は、状態監視画面１００の表示中、以下の処理を所定の周期で実行する。

まず、パラメータ取得部１１が、プラント１から各種パラメータを取得する（ステップＳ１）。パラメータ取得部１１は、取得したパラメータのうち監視パラメータおよびバックアップパラメータをパラメータ予測部１２、監視部１３、状態監視情報表示部１５へ出力する。パラメータ取得部１１は、取得したパラメータのうち機器の稼働状態に関するパラメータを機器状態推定部１６に出力し、機器の稼働状態を示すパラメータを戦略検討情報表示部１７へ出力する。

[0036] 次に監視部１３が、監視パラメータおよびバックアップパラメータの現在値と閾値（例えば、閾値１０２ｂ）とを比較して、パラメータの現在値を評価する（ステップＳ２）。監視部１３は、監視パラメータが閾値の範囲内であれば正常、閾値を超過していれば逸脱状態と評価する。監視部１３は、評価結果を機能状態表示部１４と、状態監視情報表示部１５とに出力する。

[0037] 次にパラメータ予測部１２が、パラメータの予測値を予測する（ステップ

Ｓ３）。例えば、パラメータ予測部１２は、監視パラメータおよびバックアップパラメータの所定時間先までの推移を予測する。パラメータ予測部１２は、予測結果を監視部１３と、状態監視情報表示部１５とに出力する。

[0038] 次に監視部１３が、監視パラメータおよびバックアップパラメータの予測値と閾値とを比較して、パラメータの予測値を評価する（ステップＳ４）。監視部１３は、パラメータ予測部１２によって予測された所定時間先までの予測値の何れかが閾値を超過していれば、その監視パラメータは所定時間先までに正常範囲から逸脱すると評価し、そうでない場合は、正常範囲内の値で推移すると評価する。監視部１３は、評価結果を機能状態表示部１４と、状態監視情報表示部１５とに出力する。

[0039] 次に状態監視情報表示部１５が、状態監視画面１００を作成・更新する（ステップＳ５）。例えば、状態監視情報表示部１５は、領域１０１にて重要機能が選択されていない場合、最も優先度の高い重要機能である機能１について、設定テーブル３００の設定に基づいて、機能１に対応する監視パラメータ、バックアップパラメータ、詳細パラメータ、対応操作を読み出して、領域１０２～１０４に表示する。状態監視情報表示部１５は、監視部１３の評価結果に基づいて、領域１０２上段の現在値や予測注意発生時刻等、領域１０３の現状及び予測の値を表示する。状態監視情報表示部１５は、パラメータ予測部１２による予測結果と記憶部１Ａに蓄積された過去のパラメータの実績値に基づいて、領域１０２下段のグラフ１０２ａを表示する。領域１０１にて重要機能が選択されている場合、状態監視情報表示部１５は、選択された機能について同様の処理を行う。機能状態表示部１４が、監視部１３による機能１に関する監視パラメータの現在値および予測値に対する評価に基づいて、機能１が所定時間先まで正常か否かを判定し、その結果を、状態監視画面１００の領域１０１にて表示する。機能状態表示部１４は、機能２～５についても同様の処理を行う。次に出力部１９が、更新された状態監視画面１００を表示装置２に出力する（ステップＳ６）。

[0040] 図８のフローチャートにおいて、ステップＳ２と、ステップＳ３及びステ

ップＳ４の順番は便宜的なものであって、ステップＳ２と、ステップＳ３及びステップＳ４は、並行して実行されてもよい。

[0041] 図９は、本開示の一実施形態に係る戦略検討画面の表示処理および評価処理の一例を示すフローチャートである。運転支援装置１０は、戦略検討画面２００の表示中、以下の処理を所定の周期で実行する。

ステップＳ１～Ｓ４の処理は、図６を用いて説明したものと同様である。パラメータ取得部１１が、プラント１から各種パラメータを取得する（ステップＳ１）。監視部１３は、パラメータの現在値を評価する（ステップＳ２）。パラメータ予測部１２は、パラメータの予測値を演算し、監視部１３は、パラメータの将来予測値を評価する（ステップＳ４）。機能状態表示部１４は、監視部１３の評価結果に基づいて、戦略検討画面２００の領域２０１の表示を行う。

[0042] 次に拡張設備情報入力部１Ｂが、運転員の操作に基づき、拡張設備状況入力画面４００を表示する。拡張設備情報入力部１Ｂは、拡張設備などの稼働状況の情報の入力を受け付け、入力された情報を記憶部１Ａに記録する（ステップＳ１０）。ステップＳ１～Ｓ１０の処理順は便宜的なものであって、ステップＳ１０の処理は、ステップＳ１～Ｓ４や次のＳ１１と並行して実行される。

[0043] 次に機器状態推定部１６が、状態監視画面１００の領域１０４にて選択された操作に対応する系統（設定テーブル３００の対応系統）が備える機器のうち、稼働状態を示すパラメータを取得できない機器について、稼働状態の推定を行う（ステップＳ１１）。機器状態推定部１６は、稼働状態の推定結果（例えば、稼働、停止）を戦略検討情報表示部１７へ出力する。ステップＳ１１の処理は、ステップＳ１～Ｓ４、Ｓ１０と並行して実行されてもよい。

[0044] 次に戦略検討情報表示部１７が、戦略検討画面２００を作成・更新する（ステップＳ１２）。戦略検討情報表示部１７は、設定テーブル３００に基づいて、領域１０４にて選択された操作に対応する系統を領域２０２ａに表示

し、系統ごとに正の効果と負の効果を表示させるためのボタンを領域２０２ｂに表示する。戦略検討情報表示部１７は、拡張設備状況入力画面４００から入力された拡張設備を系統図に含めて表示し、さらに系統の状況（領域２０２ｃ）、復旧見込み（領域２０２ｄ）を表示する。戦略検討情報表示部１７は、領域２０２ａにて選択された系統（選択されていない場合には最上位の系統）の系統図を領域２０３に表示する。戦略検討情報表示部１７は、機器状態推定部１６の推定結果などに基づいて、使用不可の機器が系統内に存在すれば、その機器が使用不可であることを表示する（図４）。出力部１９は、更新された戦略検討画面２００を表示装置２に出力する（ステップＳ１３）。

[0045] 次に、例えば、運転員が、各系統を用いた操作の評価の実行を指示する操作を運転支援装置１０に入力する。すると、操作評価部１８は、系統別に操作を評価する（ステップＳ１４）。例えば、操作１について、操作評価部１８は、系統１１によって操作１を実施したときの監視パラメータの推移と負の効果を評価する。操作評価部１８は、系統１２～１５のそれぞれについて、同様の評価を行う。操作評価部１８は、評価結果を戦略検討情報表示部１７に出力する。戦略検討情報表示部１７は、操作の評価結果を出力する（ステップＳ１５）。例えば、戦略検討情報表示部１７は、「系統１１による操作１の実施について、監視パラメータと負の効果の両方について有効、系統１２による操作１の実施について、監視パラメータと負の効果の両方について有効ではない・・・」などの評価結果を、戦略検討画面２００上でポップアップ表示する画像を作成し、出力部１９がこの画像を表示装置２へ出力する。

[0046] 以上説明したように、本実施形態の運転支援装置１０によれば、手順書に基づく操作では対応できない事故が発生した場合でも、事故後のプラントにおいて安全上重要な機能が損なわれていないかどうかを常時監視することができる。それらの機能の状態について、現在だけではなく、未来の状態を把握することができる。また、安全上重要な機能が損なわれている場合、ある

いは、その可能性がある場合、領域１０４に操作が優先順で表示されるので、運転員は、どのような対処（操作）を行うべきかを明確に判断することができる。複数の監視パラメータの過去値、現在値、予測値およびトレンドを表示することで、どのパラメータの異常によって、安全上重要な機能が損なわれるかを予期し、前もって対処の準備を行うことができる。

[0047] 戦略検討画面２００を参照することで、実施すべき操作を把握するだけではなく、具体的にどのような系統を用いて、その操作を実施するのかを視覚的に確認することができる。操作評価部１８による評価によって、どの系統を用いて操作を実施すると効果が高いかを確認することができる。これらの機能により、本実施形態によれば、プラント１の事故発生後に、運転員の負担を低減し、運転員による判断の迅速化、適切な対処の実施を支援することができる。

[0048] 図１０は、本開示の一実施形態に係る運転支援装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

コンピュータ９００は、ＣＰＵ９０１、主記憶装置９０２、補助記憶装置９０３、入出力インタフェース９０４、通信インタフェース９０５を備える。

上述の運転支援装置１０は、コンピュータ９００に実装される。そして、上述した各機能は、プログラムの形式で補助記憶装置９０３に記憶されている。ＣＰＵ９０１は、プログラムを補助記憶装置９０３から読み出して主記憶装置９０２に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。ＣＰＵ９０１は、プログラムに従って、記憶領域を主記憶装置９０２に確保する。ＣＰＵ９０１は、プログラムに従って、処理中のデータを記憶する記憶領域を補助記憶装置９０３に確保する。

[0049] 運転支援装置１０の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各機能部による処理を行ってもよい。ここでいう「コンピュータシステム」と

は、ＯＳや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、ＣＤ、ＤＶＤ、ＵＳＢ等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。このプログラムが通信回線によってコンピュータ９００に配信される場合、配信を受けたコンピュータ９００が当該プログラムを主記憶装置９０２に展開し、上記処理を実行しても良い。上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。運転支援装置１０は、通信可能な複数のコンピュータ９００によって構成されていてもよい。

[0050] 出願人は、緊急時の意思決定支援システムについての出願を行っている（特願２０１５－５５５８６５）。本開示の運転支援装置１０を同システムと連携して使用することができる。図１１は、本開示の一実施形態に係る表示システムの一例を示すブロック図である。

図示するように表示システム２０は、プラント１に接続された運転支援装置１０と、Ｉ／Ｆ部２１と、情報管理部２２と、入力機器２３と、出力機器２４と、操作部２５と、表示部２６とを備える。表示部２６は、例えば、複数の運転員が見ることのできる大型のディスプレイである。大型のディスプレイは、メイン画面とサブ画面を有していてもよい。操作部２５は、表示部２６の画面に設けられたタッチパネル、または表示部２６に接続されたマウスやキーボードである。Ｉ／Ｆ部２１は、入出力部として構成され、各種データの入出力を行う。Ｉ／Ｆ部２１には、入力機器２３および出力機器２４が接続される。入力機器２３はＰＣやモバイル端末、出力機器２４はプリンタやＰＣ等である。Ｉ／Ｆ部２１には、運転支援装置１０が接続されている。運転支援装置１０は、状態監視画面１００や戦略検討画面２００をＩ／Ｆ部２１へ出力する。情報管理部２２は、外部から入力された各種データを加

工することで、表示部２６に表示させる表示データを作成する。例えば、情報管理部２２は、運転支援装置１０が出力した状態監視画面１００や戦略検討画面２００を表示部２６に表示する。情報管理部２２は、操作部２５の操作に基づき表示部２６の表示を切り替える。表示システム２０に、運転支援装置１０を組み込むことで、安全上重要な機能の状態や、監視パラメータの逸脱状況を複数の人で共有することができる。

[0051] 以上のとおり、本開示に係るいくつかの実施形態を説明したが、これら全ての実施形態は、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を意図していない。これらの実施形態は、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。これらの実施形態及びその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、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。

[0052] ＜付記＞

各実施形態に記載の表示装置、表示方法及びプログラムは、例えば以下のように把握される。

[0053] （１）第１の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示する機能状態表示部１４と、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示（領域１０３における“ＮＧ”の表示）するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する状態監視情報表示部１５と、を備える。

これにより、予め定められた手順どおりに運転することでは対処できないような事故が発生した場合でも、安全上重要な機能（最低限、守るべき機能）の状態（正常に機能しているか、機能が損なわれているか）を監視し、機能が損なわれそうな場合に行うべき操作を把握することができる。

[0054] （２）第２の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（１）の表示装

置であって、前記状態監視情報表示部１５は、前記監視パラメータの現在値および予測値の前記正常な範囲に対する逸脱状態を表示する。

これにより、安全上重要な機能の状態を示す監視パラメータの現在値及び予測値を確認することができる。

[0055] （３）第３の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（１）～（２）の表示装置であって、前記状態監視情報表示部１５は、前記監視パラメータの代替となるバックアップパラメータの現在値および予測値の前記正常な範囲に対する逸脱状態を表示する。

これにより、何らかの理由で監視パラメータを監視することができない状況でも、その代替となるバックアップパラメータの現在値及び予測値を確認することで、安全上重要な機能の状態の監視を継続することができる。

[0056] （４）第４の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（１）～（３）の表示装置であって、前記状態監視情報表示部１５は、前記監視パラメータの現在値、過去値の推移、将来の予測値の推移、前記正常な範囲を規定する閾値、及び前記予測値が前記正常な範囲を逸脱する場合に逸脱が予想される時刻を表示する。

これにより、監視パラメータのトレンドを把握し、安全上重要な機能の状態の変化を予測し、その予測に基づいて、対処の準備を行うことができる。

[0057] （５）第５の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（１）～（４）の表示装置であって、前記操作の対象であり、且つ、前記機能を正常な状態に回復するために必要な前記プラントの設備系統（系統１１～１５）を優先度順に表示する戦略検討情報表示部１７、をさらに備える。

これにより、操作を実施するために使用する系統の種類と、その優先度を把握することができる。

[0058] （６）第６の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（５）の表示装置であって、前記戦略検討情報表示部１７は、前記設備系統について、その構成を系統図として表示する。

これにより、操作を実施するために使用する系統を視覚的に確認すること

ができる。

[0059] （７）第７の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（６）の表示装置であって、前記設備系統が備える機器について、または、前記設備系統に追加する拡張設備について、稼働状況の入力を受け付ける拡張設備情報入力部、をさらに備え、前記戦略検討情報表示部は、前記拡張設備について稼働状況が入力されると、前記系統図に前記拡張設備を追加して表示する。

後発的に追加して使用する拡張設備についても稼働状況の管理、監視が可能になる。系統図に拡張設備を含めることで、拡張設備を含めて操作を実施するために使用する系統を視覚的に確認することができる。また、設備系統が元々備える機器についても稼働状況を入力することができる。

[0060] （８）第８の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（５）～（７）の表示装置であって、前記戦略検討情報表示部１７は、前記設備系統が備える機器（バルブ２１３等）の状態に応じて前記設備系統の稼働状態（図4におけるスプレイ２１１の無噴射）を表示する。

これにより、操作を実施するために使用する系統の稼働状態（操作の実行可否）を視覚的に把握することができる。

[0061] （９）第９の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（８）の表示装置であって、前記戦略検討情報表示部１７は、前記機器が使用不可となった場合、その原因を表示する（ウインドウ２１４）。

これにより、運転員は、対処方法を検討することができる。例えば、原因が短時間で除去できるものであれば、運転員は、その原因を除去し、機器を復旧させることを検討し、原因が簡単に除去できるものではない場合、他の系統を用いた操作の実施を検討することができる。

[0062] （１０）第１０の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（５）～（９）の表示装置であって、前記戦略検討情報表示部１７は、前記操作が前記プラントに与える正の効果又は負の効果を表示する。

これにより、操作を実施した場合の効果を事前に確認することができる。

[0063] （１１）第１１の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（１）～（

１０）の表示装置であって、前記戦略検討情報表示部は、前記設備系統の稼働状況と、復旧見込み時間を表示する。

これにより、系統の稼働状況と復旧見込みを把握することができる。

[0064] （１２）第１２の態様に係る表示装置（運転支援装置１０）は、（１）～（１１）の表示装置であって、前記プラントが備える１つの系統設備（系統１１～１５の何れか）を用いて前記操作を実施した場合の前記監視パラメータの値および前記プラントに与える影響を評価する操作評価部、をさらに備える。

これにより、どの系統を用いて操作を行うのが効果的かを確認することができる。

[0065] （１３）第１３の態様に係る表示方法では、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する。

[0066] （１４）第１４の態様に係るプログラムは、コンピュータ９００に、事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する処理、を実行させる。

産業上の利用可能性

[0067] 上述の表示装置、表示方法及びプログラムによれば、事故発生後において、運転員の判断をサポートし、適切な操作を行うことを支援することができる。

符号の説明

[0068] １・・・・プラント

２・・・・表示装置

１１・・・パラメータ取得部

１２・・・パラメータ予測部

１３・・・監視部

１４・・・機能状態表示部

１５・・・状態監視情報表示部

１６・・・機器状態推定部

１７・・・戦略検討情報表示部

１８・・・操作評価部

１９・・・出力部

１Ａ・・・記憶部

２０・・・表示システム

２１・・・Ｉ／Ｆ部

２２・・・情報管理部

２３・・・入力機器

２４・・・出力機器

２５・・・操作部

２６・・・表示部

９００・・・コンピュータ

９０１・・・ＣＰＵ

９０２・・・主記憶装置

９０３・・・補助記憶装置

９０４・・・入出力インタフェース

９０５・・・通信インタフェース

請求の範囲

[請求項1] 事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示する機能状態表示部と、

前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する状態監視情報表示部と、

を備える表示装置。

[請求項2] 前記状態監視情報表示部は、前記監視パラメータの現在値および予測値の前記正常な範囲に対する逸脱状態を表示する、

請求項１に記載の表示装置。

[請求項3] 前記状態監視情報表示部は、前記監視パラメータの代替となるバックアップパラメータの現在値および予測値の前記正常な範囲に対する逸脱状態を表示する、

請求項１または請求項２に記載の表示装置。

[請求項4] 前記状態監視情報表示部は、前記監視パラメータの現在値、過去値の推移、将来の予測値の推移、前記正常な範囲を規定する閾値、及び前記予測値が前記正常な範囲を逸脱する場合に逸脱が予想される時刻を表示する、

請求項１から請求項３の何れか１項に記載の表示装置。

[請求項5] 前記操作の対象であって、且つ、前記機能を正常な状態に回復するために必要な前記プラントの設備系統を優先度順に表示する戦略検討情報表示部、

をさらに備える請求項１から請求項４の何れか１項に記載の表示装置。

[請求項6] 前記戦略検討情報表示部は、前記設備系統について、その構成を系統図として表示する、請求項５に記載の表示装置。

[請求項7] 前記設備系統が備える機器について、または、前記設備系統に追加する拡張設備について、稼働状況を含む情報の入力を受け付ける拡張設備情報入力部、をさらに備え、

前記戦略検討情報表示部は、前記拡張設備について稼働状況を含む情報が入力されると、前記系統図に前記拡張設備を追加して表示する、

請求項６に記載の表示装置。

[請求項8] 前記戦略検討情報表示部は、前記設備系統が備える機器の状態に応じて前記設備系統の稼働状態を表示する。

請求項５から請求項７の何れか１項に記載の表示装置。

[請求項9] 前記戦略検討情報表示部は、前記機器が使用不可となった場合、その原因を表示する、

請求項８に記載の表示装置。

[請求項10] 前記戦略検討情報表示部は、前記操作が前記プラントに与える正の効果又は負の効果を表示する、

請求項５から請求項９の何れか１項に記載の表示装置。

[請求項11] 前記戦略検討情報表示部は、前記設備系統の稼働状況と、復旧見込み時間を表示する、

請求項５から請求項１０の何れか１項に記載の表示装置。

[請求項12] 前記プラントが備える１つの系統設備を用いて前記操作を実施した場合の前記監視パラメータの値および前記プラントに与える影響を評価する操作評価部、

をさらに備える請求項１から請求項１１の何れか１項に記載の表示装置。

[請求項13] 事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、

前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメ

ータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する、表示方法。

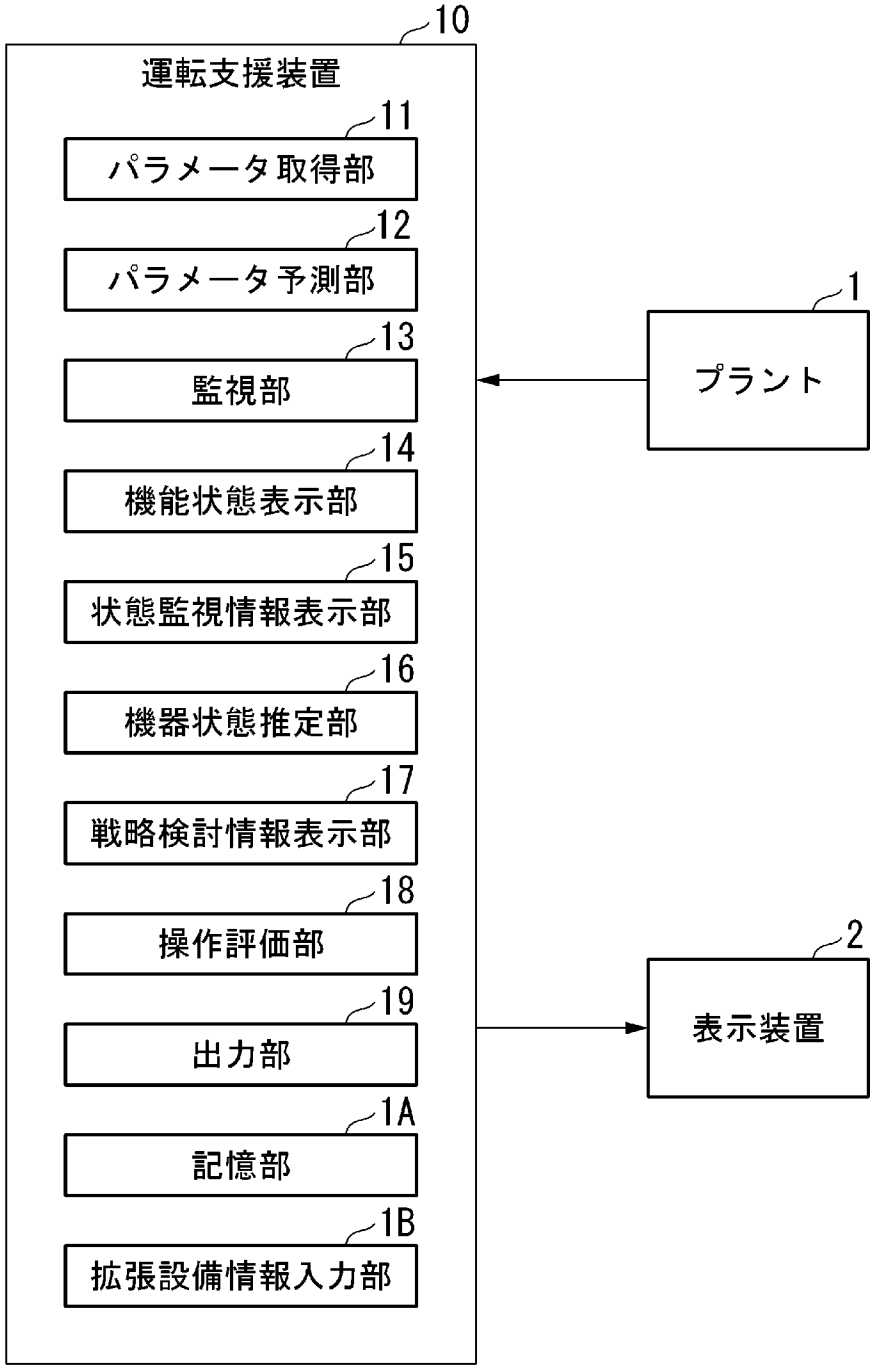
[請求項14] コンピュータに、

事故発生後のプラントにおける安全上重要な機能の状態を前記機能の優先度順で表示し、

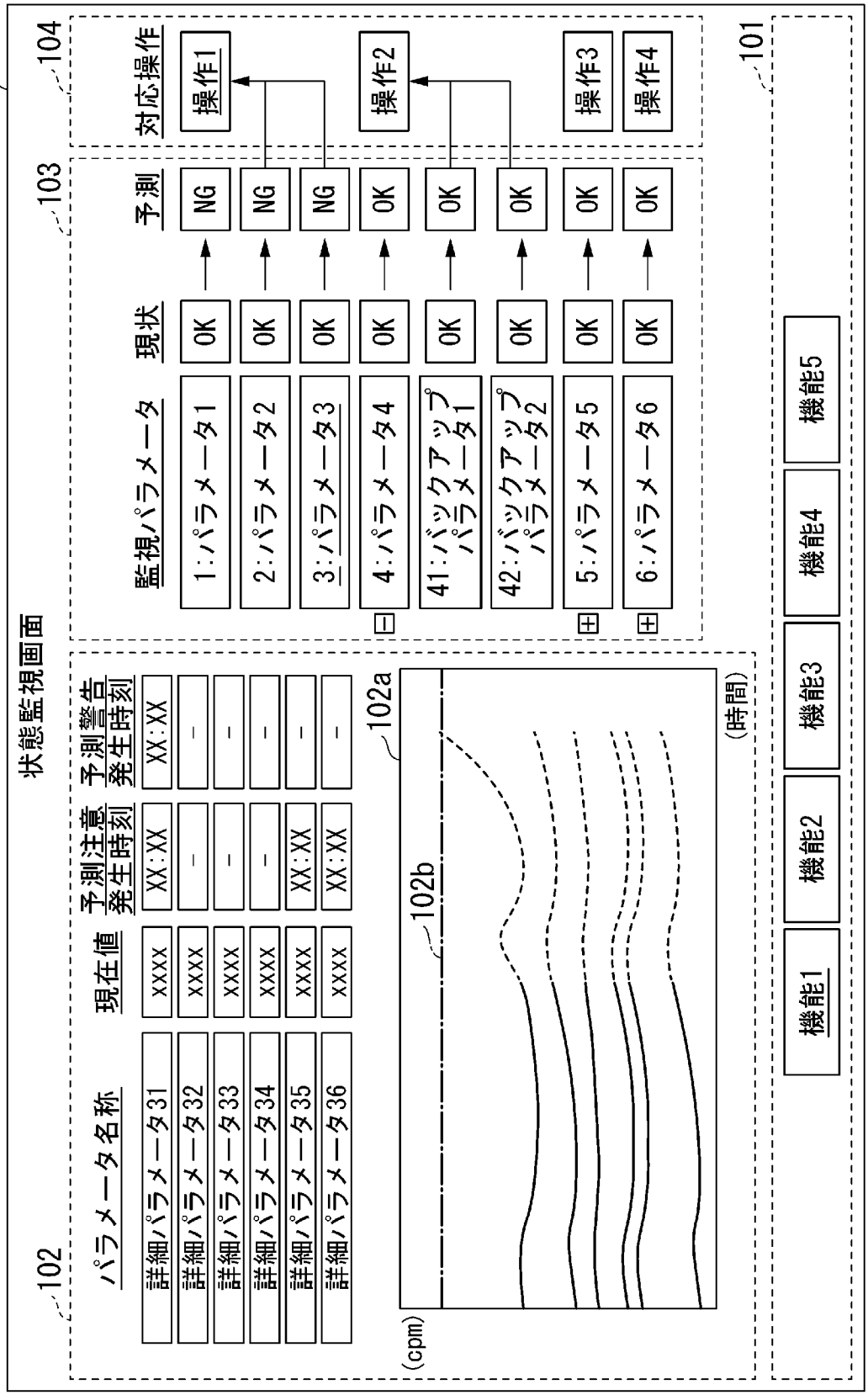
前記機能の状態を判定するための監視パラメータの値を表示し、前記監視パラメータの値が正常な範囲を逸脱する場合、前記監視パラメータを警報表示するとともに、前記監視パラメータの値を前記正常な範囲に戻すために必要な操作を優先度の高い順に表示する処理、

を実行させるプログラム。

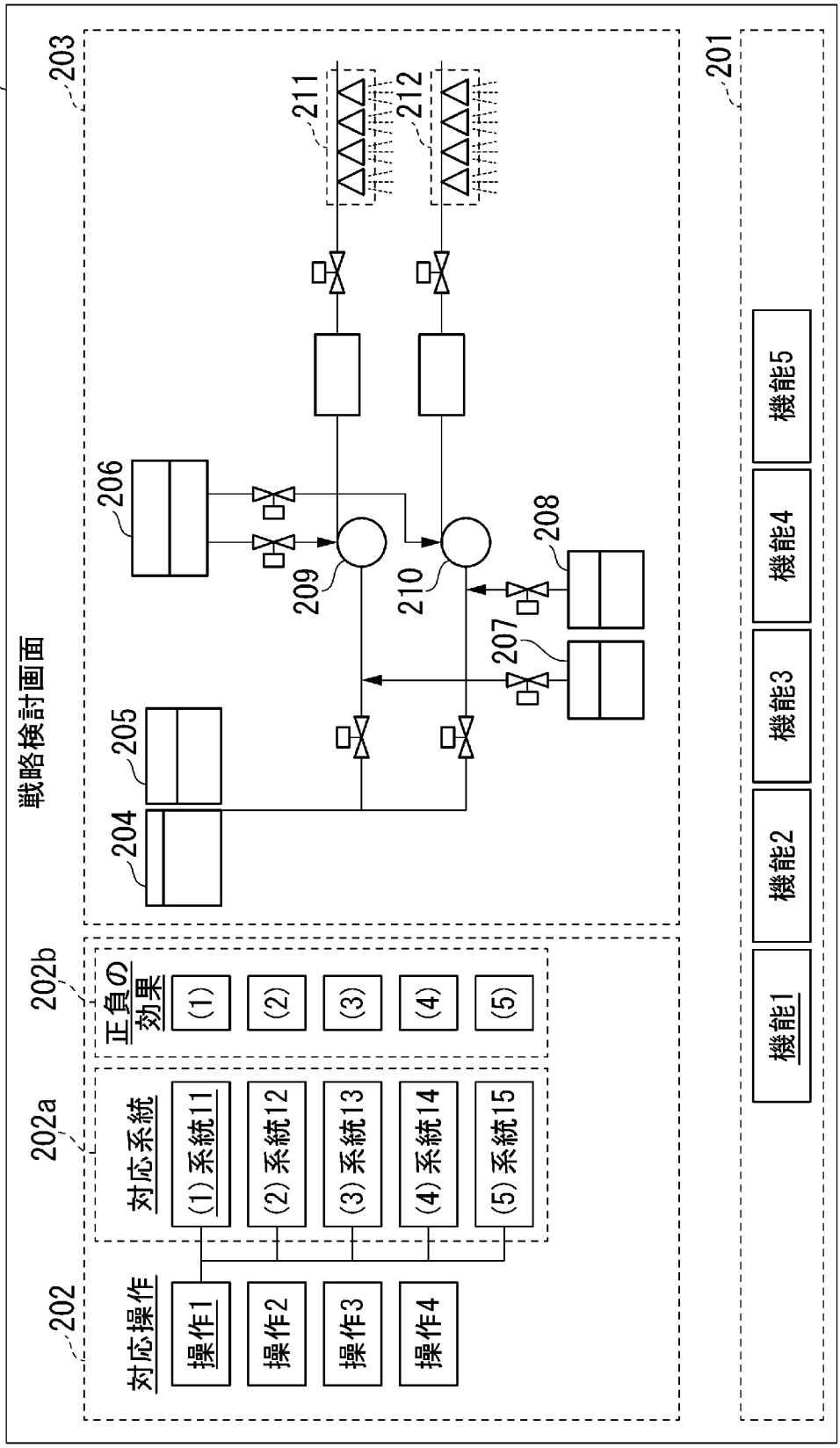
[図1]


10
運転支援装置
11
パラメータ取得部
12
パラメータ予測部
13
監視部
14
機能状態表示部
15
状態監視情報表示部
16
機器状態推定部
17
戦略検討情報表示部
18
操作評価部
19
出力部
1A
記憶部
1B
拡張設備情報入力部
1
プラント
2
表示装置

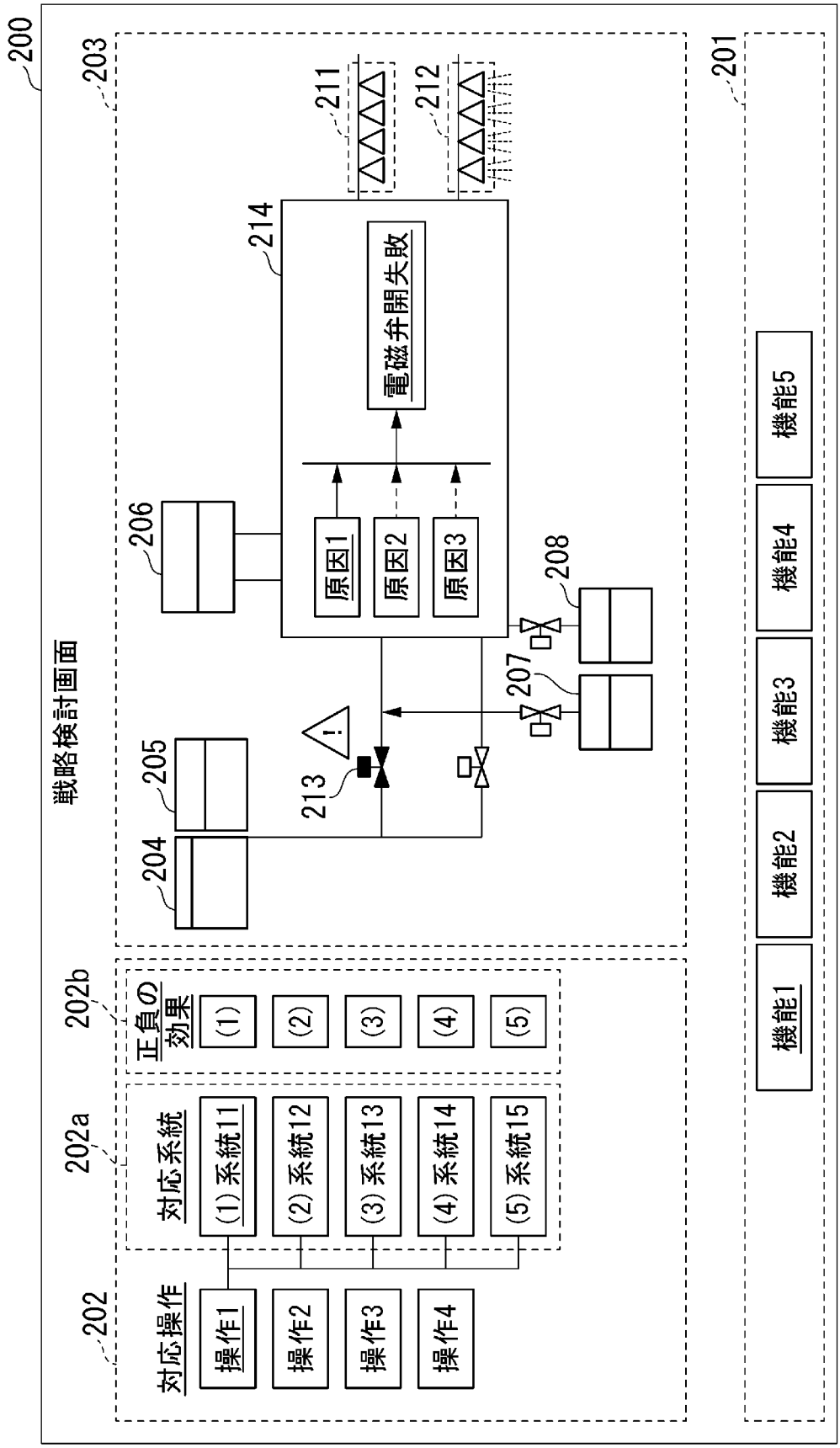
[図2]


100
状態監視画面
101
102
103
104
パラメータ名称
現在値
予測注意発生時刻
予測警告発生時刻
詳細パラメータ31
詳細パラメータ32
詳細パラメータ33
詳細パラメータ34
詳細パラメータ35
詳細パラメータ36
XXXX
XX:XX
102a
102b
(cpm)
(時間)
監視パラメータ
現状
予測
対応操作
1:パラメータ1
2:パラメータ2
3:パラメータ3
4:パラメータ4
41:バックアップパラメータ1
42:バックアップパラメータ2
5:パラメータ5
6:パラメータ6
OK
NG
操作1
操作2
操作3
操作4
機能1
機能2
機能3
機能4
機能5

[図3]


200
戦略検討画面
203
201
202
202a
202b
対応操作
操作1
操作2
操作3
操作4
対応系統
(1)系統11
(2)系統12
(3)系統13
(4)系統14
(5)系統15
正負の効果
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
機能1
機能2
機能3
機能4
機能5
204
205
206
207
208
209
210
211
212

[図4]

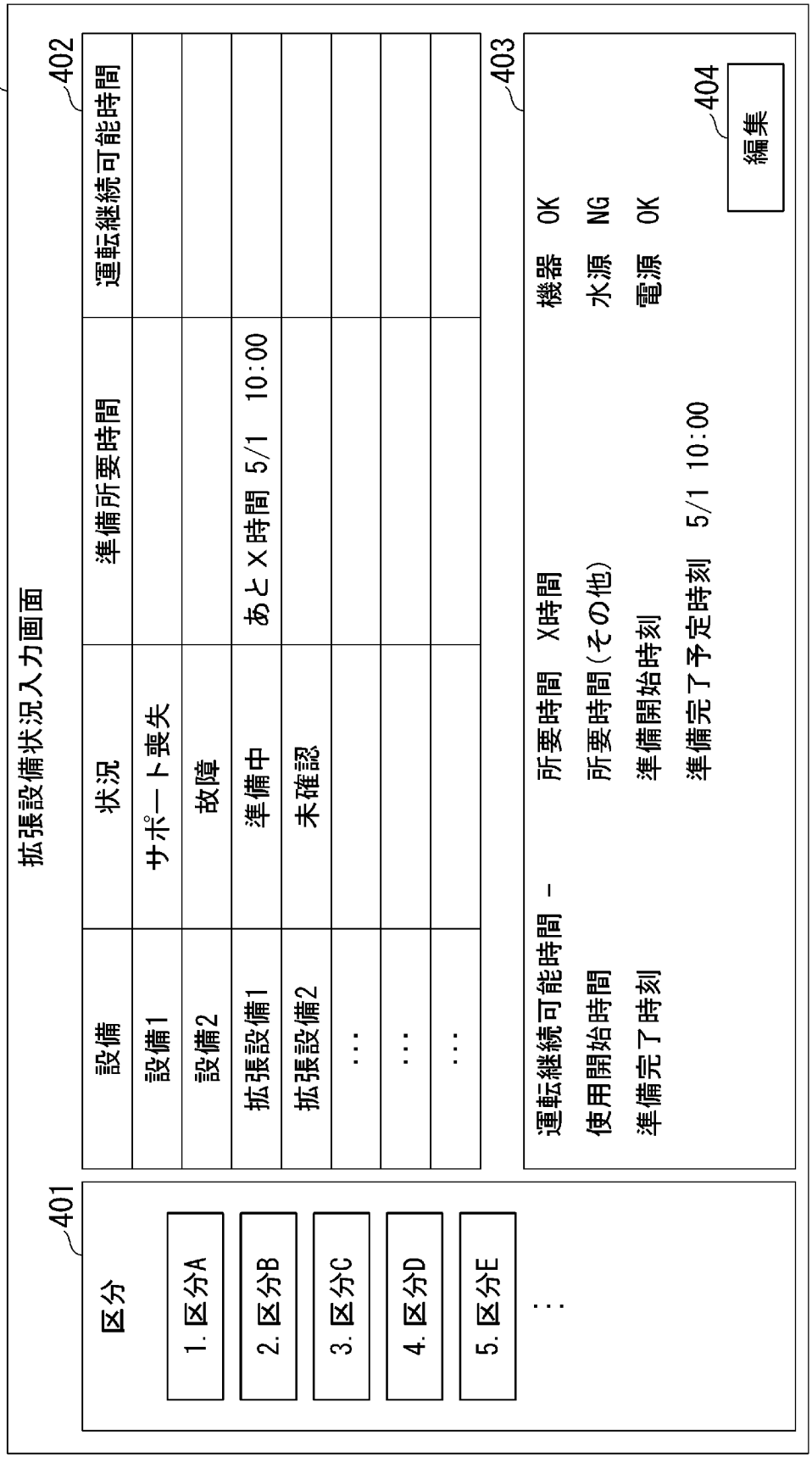

200
戦略検討画面
203
201
211
212
214
電磁弁開失敗
原因1
原因2
原因3
206
208
207
205
213
204
202b
正負の効果
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
202a
対応系統
(1) 系統11
(2) 系統12
(3) 系統13
(4) 系統14
(5) 系統15
202
対応操作
操作1
操作2
操作3
操作4
機能1
機能2
機能3
機能4
機能5

[図5]

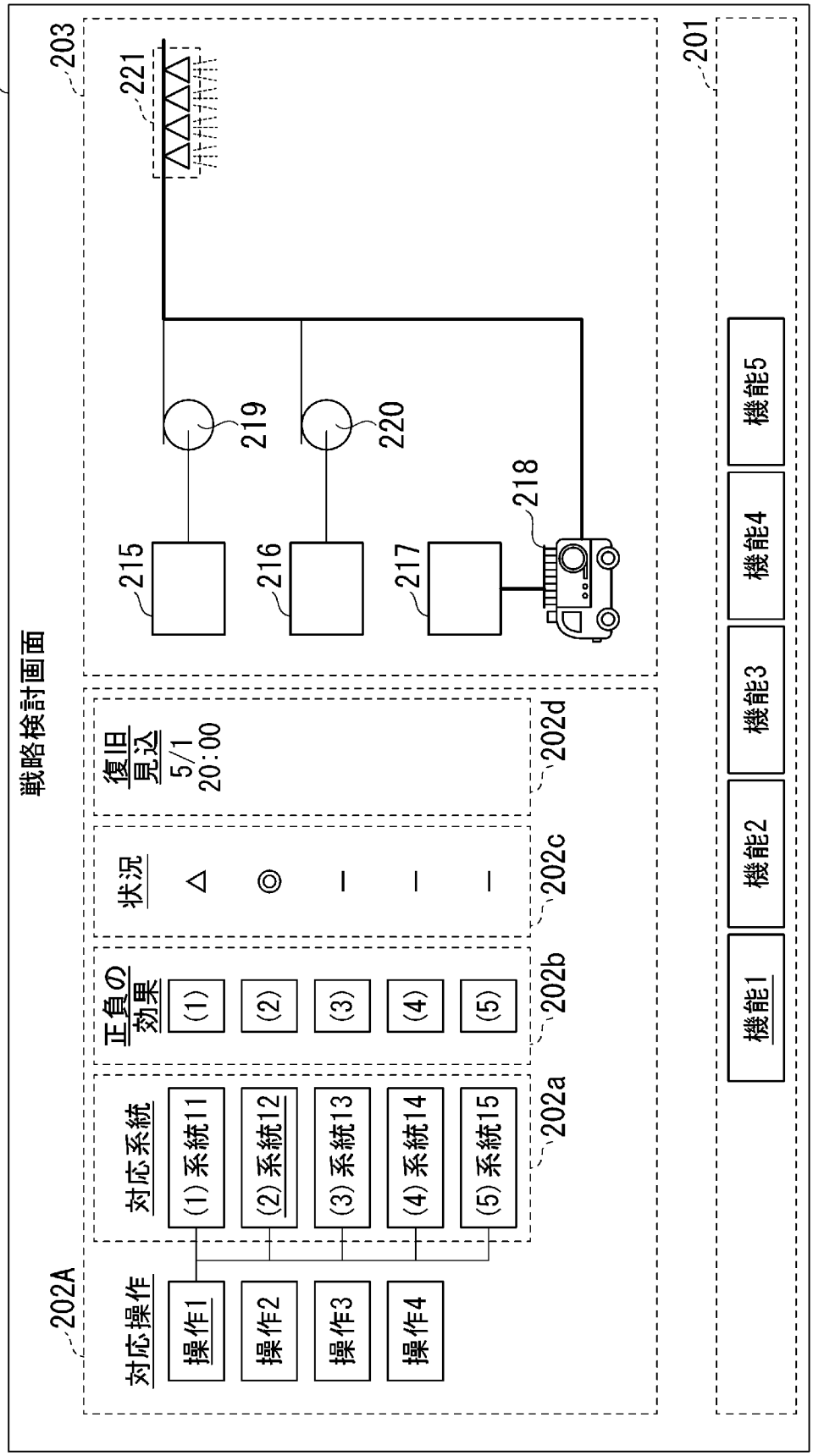
300

安全上重要な機能	監視パラメータ	閾値(警告)	閾値(注意)	バックアップパラメータ	詳細パラメータ	対応操作	対応系統	…
機能1	パラメータ1	XXX	XXX	-	…	操作1	系統11(優先度1)、系統12(優先度2)、系統13(優先度3)、系統14(優先度4)、系統15(優先度5)	…
機能1	パラメータ2	…	…	-	…	…	同上	…
機能1	パラメータ3	…	…	-	詳細パラメータ31、詳細パラメータ32、詳細パラメータ33、詳細パラメータ34、詳細パラメータ35、詳細パラメータ36	…	同上	…
機能1	パラメータ4	XXX	XXX	バックアップパラメータ41、バックアップパラメータ42	…	操作2	同上	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
機能2	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…

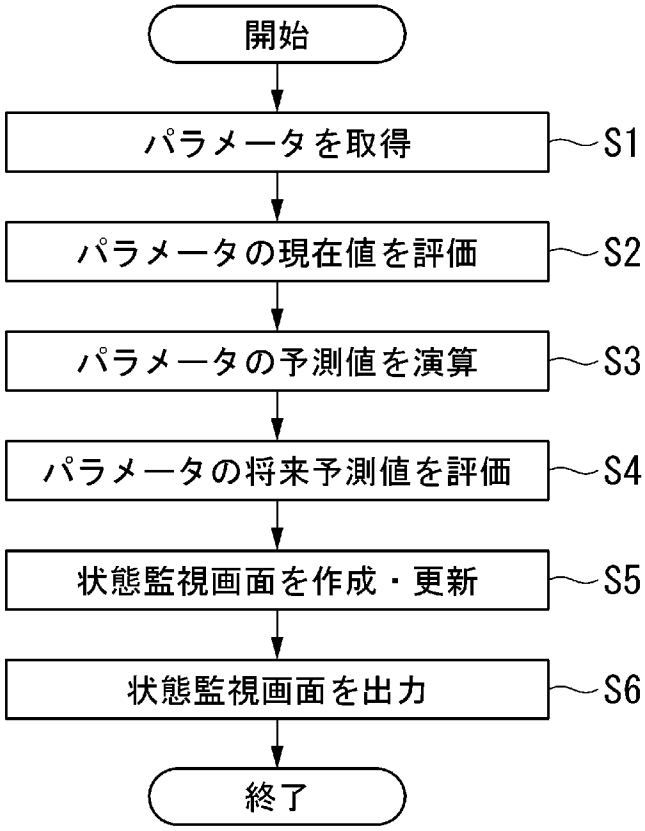
[図6]


400
拡張設備状況入力画面
401
区分
1. 区分A
2. 区分B
3. 区分C
4. 区分D
5. 区分E
…
402
設備
状況
準備所要時間
運転継続可能時間
設備1
サポート喪失
設備2
故障
拡張設備1
準備中
あとX時間 5/1 10:00
拡張設備2
未確認
403
運転継続可能時間 －
使用開始時間
準備完了時刻
所要時間 X時間
所要時間（その他）
準備開始時刻
準備完了予定時刻 5/1 10:00
機器 OK
水源 NG
電源 OK
404
編集

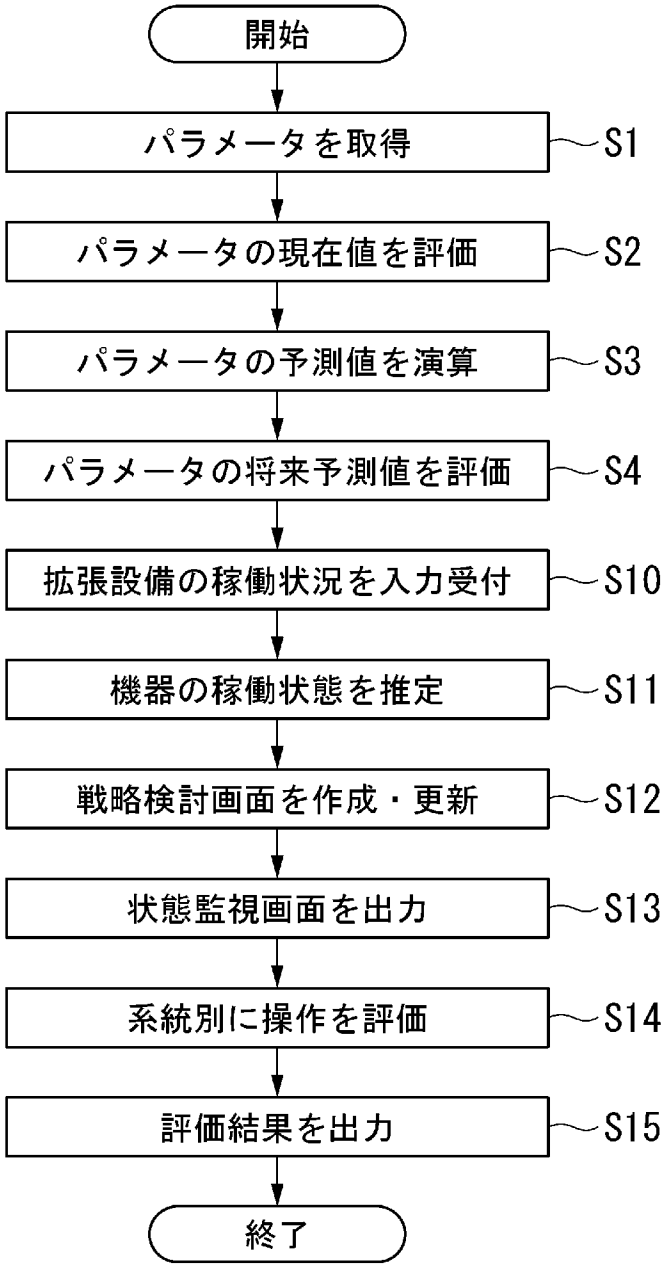
[図7]


200A
戦略検討画面
202A
対応操作
操作1
操作2
操作3
操作4
202a
対応系統
(1) 系統11
(2) 系統12
(3) 系統13
(4) 系統14
(5) 系統15
202b
正負の効果
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
202c
状況
△
◎
—
—
—
202d
復旧見込
5/1
20:00
203
221
219
220
218
215
216
217
201
機能1
機能2
機能3
機能4
機能5

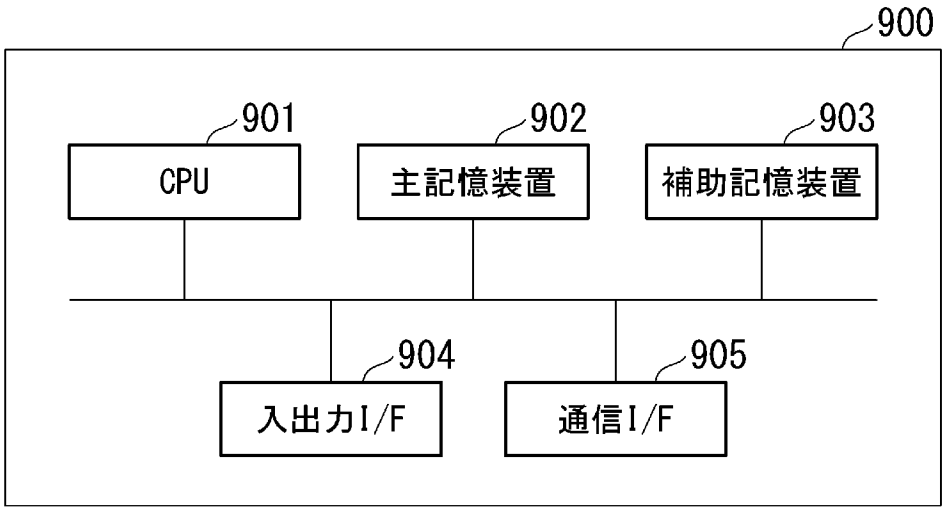
[図8]


開始
パラメータを取得
S1
パラメータの現在値を評価
S2
パラメータの予測値を演算
S3
パラメータの将来予測値を評価
S4
状態監視画面を作成・更新
S5
状態監視画面を出力
S6
終了

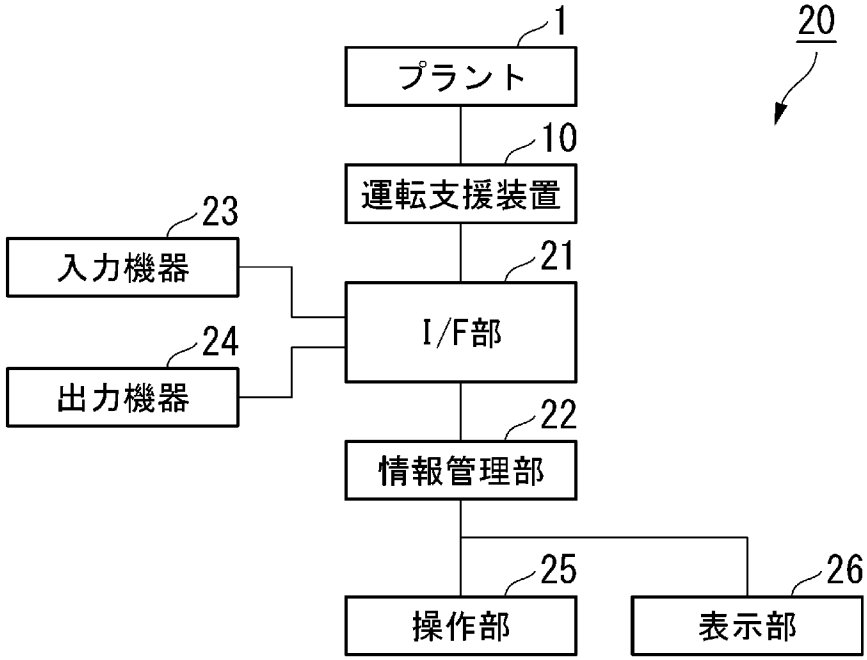
[図9]


開始
パラメータを取得
S1
パラメータの現在値を評価
S2
パラメータの予測値を演算
S3
パラメータの将来予測値を評価
S4
拡張設備の稼働状況を入力受付
S10
機器の稼働状態を推定
S11
戦略検討画面を作成・更新
S12
状態監視画面を出力
S13
系統別に操作を評価
S14
評価結果を出力
S15
終了

[図10]


900
901
CPU
902
主記憶装置
903
補助記憶装置
904
入出力I/F
905
通信I/F

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/024452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G05B23/02(2006.01)i
FI: G05B23/02X, G05B23/02301Y

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G05B23/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-206947 A (TOSHIBA CORPORATION) 30 October 2014 (2014-10-30), paragraphs [0079]-[0107], fig. 6-8	1-14
A	WO 2016/063374 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 28 April 2016 (2016-04-28), paragraphs [0014]-[0035], fig. 1-7	1-14
A	JP 10-161737 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 19 June 1998 (1998-06-19), paragraphs [0026]-[0028], fig. 9-11	1-14

☐ 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 07 September 2021	Date of mailing of the international search report 21 September 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

JP 2014-206947 A	30 October 2014	(Family: none)
WO 2016/063374 A1	28 April 2016	US 2017/0269580 A1 paragraphs [0027]-[0057], fig. 1-7
JP 10-161737 A	19 June 1998	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/024452

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05B 23/02(2006.01)i
FI: G05B23/02 X; G05B23/02 301Y

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05B23/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2014-206947 A (株式会社東芝) 30.10.2014 (2014-10-30) 段落[0079]-[0107], 図6-8	1-14
A	WO 2016/063374 A1 (三菱電機株式会社) 28.04.2016 (2016-04-28) 段落[0014]-[0035], 図1-7	1-14
A	JP 10-161737 A (三菱電機株式会社) 19.06.1998 (1998-06-19) 段落[0026]-[0028], 図9-11	1-14

☐ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
07.09.2021	21.09.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
今井　貞雄 3U 4129
電話番号 03-3581-1101 内線 3364

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/024452

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-206947 A	30.10.2014	（ファミリーなし）	
WO 2016/063374 A1	28.04.2016	US 2017/0269580 A1 段落[0027]-[0057]，図1-7	
JP 10-161737 A	19.06.1998	（ファミリーなし）	