

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/218962 A1

(51) 国際特許分類:

H02J 3/00 (2006.01) *H02J 3/46* (2006.01)
G06Q 50/06 (2012.01) *H02J 13/00* (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/016462

(22) 国際出願日: 2023年4月26日(26.04.2023)

(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 2022-078134 2022年5月11日(11.05.2022) JP

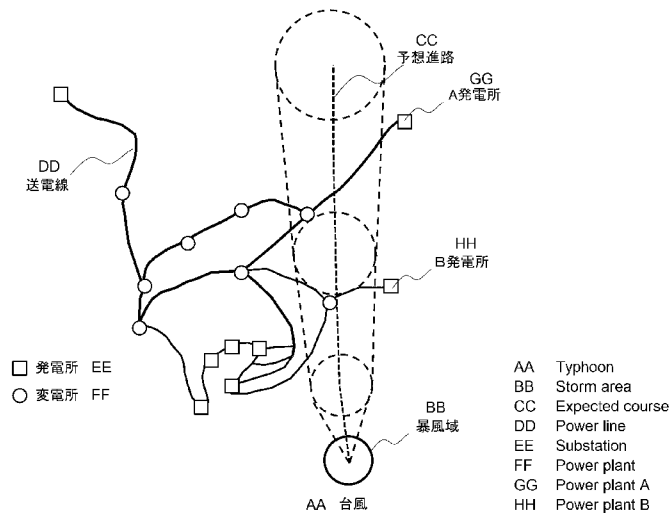
(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松崎 隆久(MATSUZAKI Takahisa);

〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 村上 洋平(MURAKAMI Yohei); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 千田 将也(SENDA Masaya); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 渡辺 雅浩(WATANABE Masahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 大原 伸也(OHARA Shinya); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 吉原 徹(YOSHIHARA Tohru); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製

(54) Title: PLANNED POWER SYSTEM OPERATION DEVICE AND PLANNED POWER SYSTEM OPERATION METHOD

(54) 発明の名称: 電力系統計画運用装置、及び電力系統計画運用方法



(57) Abstract: A planned power system operation device (10) according to the present invention is configured so as to include: a typhoon countermeasure candidate calculation unit (22) that determines typhoon countermeasure candidate calculation result data that contain a power-plant output change value for each case of typhoon countermeasures from typhoon information data containing at least course information and the wind speed of a typhoon and system operation countermeasure candidate data containing power-plant output information; a reliability economy index value calculation unit (23) that determines reliability economy index value calculation result data, which are reliability economy index values from the typhoon countermeasure candidate calculation result data, system data indicating a system configuration, blackout-associated damage cost data, and reliability economy index data indicating the weight with respect to the impact of a blackout; and a typhoon countermeasure determination unit (24) that determines typhoon countermeasure determination result data from the reliability economy index value calculation result data, in order to reduce social costs due to the

作所内 Tokyo (JP). 原口 瑠理子(**HARAGUCHI Ruriko**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 助田 浩子(**SUKEDA Hiroko**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). エリス ロバート ジョセフ (**ELLIS Robert Joseph**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 土屋 祐太(**TSUCHIYA Yuta**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁 理 士 法 人 磯 野 国 際 特 許 商 標 事 務 所 (**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1020082 東京都千代田区一番町 2 1 一番町東急ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

typhoon, such as overhead wiring damage, and to enhance resilience before an accident due to the typhoon and blackout associated therewith occur.

(57) 要約: 本発明の電力系統計画運用装置 (10) は、台風における少なくとも進路情報と風速を含む台風情報データと発電所の出力情報を含む系統運用対策候補データとから台風対策ケース毎の発電所の出力の変更値を含む台風対策候補計算結果データを求める台風対策候補計算部 (22) と、台風対策候補計算結果データと系統構成を示す系統データと停電に伴う被害費用データと停電の影響に対する重みを示す信頼度経済性指標データとから信頼度経済性の指標値である信頼度経済性指標値計算結果データを求める信頼度経済性指標値計算部 (23) と、信頼度経済性指標値計算結果データから台風対策決定結果データを求める台風対策決定部 (24) と、を備えるようにし、台風による事故、及びそれに伴う停電が発生する前において、台風による架線の被害等の社会コストの低減とレジリエンス向上を行う。

明 細 書

発明の名称：電力系統計画運用装置、及び電力系統計画運用方法 技術分野

[0001] 本発明は、電力系統計画運用装置、及び電力系統計画運用方法に関する。

背景技術

[0002] 電力系統は、単一故障が発生しても系統安定性（同期安定性、電圧安定性、周波数安定性、過負荷等）を維持し、停電させないような設備形成及び運用がされている。以後、これをN－1基準と呼ぶ。

[0003] 台風、地震、落雷などの自然災害が発生した場合、複数の故障が同時又は連続的に生じて多重故障（N－1基準以上の事故）が発生する可能性がある。多重故障に対しては、当該故障の発生による社会的影響（停電による社会的損失）が大きくなる。近年、気候変動による台風の激甚化から台風時における電力供給の維持が課題となっており、送電鉄塔など系統設備・機器の増強などの対策が求められている。

[0004] 例えば、特許文献1には、配電線路の各所に配設されて気象データを実測する気象データ観測計と、前記気象データ観測計と遠隔伝送路網を介して接続され、実測された前記気象データを受信する管理サーバと、過去の被害内容の履歴が被害位置及びその時の気象条件と共に記録された被害履歴データベースとを有し、前記管理サーバは、被害予測対象領域を設定する被害予測対象領域設定手段と、台風情報発信源から台風情報を取得する台風情報取得手段と、前記台風情報取得手段によって取得した台風情報と前記気象データ観測計により実測された気象データとを加味して、前記設定された被害予測対象領域における各被害予測対象座標での時刻別の気象条件を予測する気象条件予測手段と、前記各被害予測対象座標で予測された気象条件から当該被害予測対象座標での被害内容を前記被害履歴データベースに基づき予測する被害内容予測手段と、予測された前記被害内容を記録する被害内容記録手段とを具備することを特徴とする台風被害予測支援システムが記載されている。

。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-049433号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1の技術では、台風被害が発生した際に台風の予測と、各被害予測箇所での実測データの両者を記録する。これにより、台風による架線の被害などが出た場合でも、被害予測データベースに、予測された被害内容と共に被害予測確率が記録されるので、被害予測対象座標の被害予測をその発生確率と共に情報提供することが可能となり、予測される被害の信憑性を確認することが可能となる。そしてその被害予測に基づく事故後の対応を取ることができる。

[0007] 特許文献1の技術では、事故後の対応を適切化することで、台風による被害が出た後の被害を減ずることができるが、台風による事故、及びそれに伴う停電が発生する前に、対策を講じることはできない。

[0008] 本発明の目的は、台風による事故、及びそれに伴う停電が発生する前においても、台風による架線の被害等の社会コストの低減とレジリエンス（resilience；強靱性）向上を行える電力系統計画運用装置、及び電力系統計画運用方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するため、本発明の電力系統計画運用装置は、台風における少なくとも進路情報と風速を含む台風情報データと発電所の出力情報を含む系統運用対策候補データとから台風対策ケース毎の発電所の出力の変更値を含む台風対策候補計算結果データを求める台風対策候補計算部と、前記台風対策候補計算結果データと系統構成を示す系統データと停電に伴う被害費用データと停電の影響に対する重みを示す信頼度経済性指標データとから信

信頼度経済性の指標値である信頼度経済性指標値計算結果データを求める信頼度経済性指標値計算部と、前記信頼度経済性指標値計算結果データから台風対策決定結果データを求める台風対策決定部と、を備えるようにした。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、電力系統の台風による社会コストの低減と電力系統のレジリエンス向上を実現できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]台風が接近している際の電力系統図と台風の予想進路との関係を示す図である。

[図2]実施例1の電力系統計画運用装置の機能構成を示す図である。

[図3]実施例1の電力系統計画運用装置を適用した電力系統計画運用システムを示す図である。

[図4]実施例1の電力系統計画運用装置のハードウェア構成を説明する図である。

[図5]台風対策計算プログラムの構成を示す図である。

[図6]台風対策計算入力データDBの台風情報データの構成を示す図である。

[図7]発生確率を鉄塔の風速に対する倒壊確率の確率分布関数で表すことを示す図である。

[図8]台風対策計算入力データDBの系統運用対策候補データの構成を示す図である。

[図9]台風対策計算入力データDBの被害費用データの構成を示す図である。

[図10]台風対策計算入力データDBの信頼度経済性指標データの構成を示す図である。

[図11]台風対策計算結果データDBの台風対策候補計算結果データの構成を示す図である。

[図12]台風対策計算結果データDBの信頼度経済性指標値計算結果データの構成を示す図である。

[図13]台風対策計算結果データDBの台風対策決定結果データの構成を示す

図である。

[図14]電力系統計画運用装置の台風対策計算部の処理フローを説明する図である。

[図15]表示制御部が表示部に出力する表示例を示す図である。

[図16]表示制御部が表示部に出力する他の表示例を示す図である。

[図17]実施例2における電力系統計画運用装置の機能構成と中央給電指令システムの機能構成を示す図である。

[図18]図17で説明した電力系統計画運用装置と中央給電指令システムを適用した実施例2の電力系統計画運用システムを示す図である。

[図19]実施例3における電力系統計画運用装置の機能構成を示す図である。

[図20A]系統整備対策種別が送電線増設の場合の系統整備対策候補データの構成を示す図である。

[図20B]系統整備対策種別が変電所増設の場合の系統整備対策候補データの構成を示す図である。

[図20C]系統整備対策種別が調相設備増設の場合の系統整備対策候補データの構成を示す図である。

[図21A]台風対策ケース毎に記憶され、系統整備対策と系統運用対策の情報を記憶する台風対策候補計算結果データについて説明する図である。

[図21B]台風対策ケース毎に記憶され、系統整備対策と系統運用対策の情報を記憶する他の台風対策候補計算結果データについて説明する図である。

[図22]実施例3の電力系統計画運用装置のハードウェア構成を示す図である。

[図23]実施例4における電力系統計画運用装置の機能構成と中央給電指令システムの機能構成を示す図である。

[図24]実施例5における電力系統計画運用装置の機能構成と系統計画システムの機能構成を示す図である。

[図25]図24で説明した電力系統計画運用装置と系統計画システムを適用した実施例5の電力系統計画運用システムを示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

まず、図 1 により、実施形態の電力系統計画運用装置 10 の処理概要を説明する。

[0013] 図 1 は、台風が接近している際の電力系統図と台風の予想進路との関係を示す図である。図 1 の電力系統図は、発電所と変電所とこれらを接続する送電線を地図表示している。台風の通過に伴い、送電鉄塔が倒壊して送電が遮断され、停電が生じることがある。

[0014] 電力系統計画運用装置 10 は、台風の予想進路の暴風域と最大風速から、送電鉄塔の倒壊による送電遮断を予測し、送電ルートの変更や発電所出力の変更等の系統運用を変更して、停電の発生を予防する。

[0015] 具体的には、図 1 に示すように、台風の予想進路から、B 発電所の送電線と A 発電所の送電線が順に暴風域に入ることが予想され、電力系統計画運用装置 10 は、所定に周期で送電遮断を予測して、系統運用を変更する。なお、図 1 において、実線の円は暴風域であり、破線の円は予報円である。

[0016] 電力系統計画運用装置 10 は、系統運用の変更を行うのに当り、B 発電所と A 発電所の出力を他の発電所の出力を増加させて代替するように系統運用を変更できる場合もあるが、全て代替できずに一部で停電が生じる場合もある。また、地域によって停電した場合の影響が異なる。さらに、発電所数が多い場合には、系統運用を変更する組み合わせ条件も多大になる。

[0017] このため、電力系統計画運用装置 10 は、複数の系統運用候補の信頼度経済性の指標値を算出して、指標値に基づいて台風対策結果を求める。

[0018] また、電力系統計画運用装置 10 は、電力系統の送電線、変電所、調相設備等の増設を含めて、過去の台風の進路に基づいて台風対策結果を求めることにより、電力系統の送電線、変電所、調相設備等の増設の最適化を行う。

実施例 1

[0019] 図 2 は、実施例 1 における電力系統計画運用装置 10 の機能構成を示す図である。

電力系統計画運用装置 10 は、台風による台風対策の計算入力データを記憶するデータベース（以下、DB と記す）である台風対策計算入力データ DB 30 と、台風対策計算入力データ DB 30 を用いて台風対策を求める台風対策計算部 20 と、台風対策計算部 20 で求めた台風対策を記憶する台風対策計算結果データ DB 40 と、台風対策結果を後記する表示部 105（図 4）に表示する際の表示制御を行う表示制御部 50 と、から構成する。

[0020] 詳しくは、台風対策計算部 20 は、台風対策計算入力データ DB 30 を用いて、台風情報を選択し、選択した台風情報に対する台風対策候補を計算し、計算した台風対策候補に対する信頼度経済性指標値を計算し、計算した信頼度経済性指標値に基づいて台風対策を決定し、台風対策結果を台風対策計算結果データ DB 40 に記憶する。

[0021] 以下、台風対策計算入力データ DB 30 と台風対策計算部 20 と台風対策計算結果データ DB 40 の構成をより詳細に説明する。

[0022] 台風対策計算入力データ DB 30 には、台風情報データ 31 と、系統運用対策候補データ 33 と、系統データ 34 と、被害費用データ 35 と、信頼度経済性指標データ 36 と、を記憶する。

[0023] 台風情報データ 31 は、図 6 により詳細を後述するが、発生した台風の予想進路と規模（最大風速等）を示す情報である。

[0024] 系統運用対策候補データ 33 は、図 8 により詳細を後述するが、系統の発電所等の設備における台風被害に対する運用変更の候補を示す情報である。後述する台風対策計算部 20 は、推定される台風被害の対策候補を実施した際の効果を、定量的に計算する。

[0025] 系統データ 34 は、系統構成、線路インピーダンス（ $R + jX$ ）、対地静電容量（サセプタンス： jB ）、系統構成と状態推定に必要なデータ（バットデータの閾値など）、発電機データ、その他の潮流計算・状態推定・時系列変化計算に必要なデータである。

[0026] 被害費用データ 35 は、図 9 により詳細を後述するが、変電所の停電に伴う費用等を示す情報である。後述する台風対策計算部 20 は、被害費用デー

タ 3 5 を参照して、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値を定量的かつ高精度に計算する。

[0027] 信頼度経済性指標データ 3 6 は、図 1 0 により詳細を後述するが、信頼度経済性の種別毎の重みを示す情報である。後述する台風対策計算部 2 0 は、社会維持のために停電をできる限り避ける必要のある重要な施設をスコア化して信頼度経済性指標データ 3 6 とし、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値を定量的に計算する。

[0028] 台風対策計算結果データ D B 4 0 には、台風情報選択結果データ 4 1 と、台風対策候補計算結果データ 4 2 と、信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 と、台風対策決定結果データ 4 4 と、を記憶する。

[0029] 台風情報選択結果データ 4 1 は、実施形態の電力系統計画運用装置 1 0 が台風対策候補を求めた台風情報である。

[0030] 台風対策候補計算結果データ 4 2 は、図 1 1 により詳細を後述するが、実施形態の電力系統計画運用装置 1 0 が求めた台風対策の計算結果を示す情報である。

[0031] 信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 は、図 1 2 により詳細を後述するが、実施形態の電力系統計画運用装置 1 0 が算出した台風対策毎の台風対策の信頼度経済性指標値計算結果を示す情報であり、台風対策候補計算結果データ 4 2 と対応付ける。

[0032] 台風対策決定結果データ 4 4 は、図 1 3 により詳細を後述するが、実施形態の電力系統計画運用装置 1 0 が算出した台風ケースの信頼度経済性指標値を、台風対策ケース毎に一覧表示する情報と台風対策ケースの選択結果の情報である。これにより、台風対策ケースに対する信頼度経済性指標値の計算結果を比較することができ、選択結果と選択理由を容易に確認することができる。

[0033] 台風対策計算結果データ D B 4 0 に記憶される情報は、計算結果としてのデータばかりではなく、中間処理時点のデータも含めて記憶されており、適宜利用が可能とされている。

- [0034] 台風対策計算部 20 は、台風対策を求める処理部であり、台風情報選択部 21 と台風対策候補計算部 22 と信頼度経済性指標値計算部 23 と台風対策決定部 24 とから構成する。台風対策計算部 20 の処理内容は、図 14 により詳細に説明する。
- [0035] 台風情報選択部 21 は、台風情報データ 31 から台風対策を求める台風情報を選択し、選択結果を台風情報選択結果データ 41 に出力する。
- [0036] 台風対策候補計算部 22 は、台風情報選択部 21 で選択した台風情報に基づいて、系統運用対策候補データ 33 を用いて、系統運用に関わる台風対策候補を計算し、台風対策候補計算結果データ 42 として出力する。
- [0037] 信頼度経済性指標値計算部 23 は、系統データ 34 と被害費用データ 35 と信頼度経済性指標データ 36 を用いて、台風対策候補計算部 22 で計算した系統運用に関わる台風対策候補の信頼度経済性指標値を計算し、信頼度経済性指標値計算結果データ 43 として出力する。
- [0038] 台風対策決定部 24 は、信頼度経済性指標値計算部 23 で計算した信頼度経済性指標値に基づいて系統運用に関わる台風対策を決定し、台風対策決定結果データ 44 として出力する。
- [0039] 表示制御部 50 は、電力系統計画運用装置 10 において取り扱う各種のデータを、適宜見やすい形式に加工して表示する。また、表示制御部 50 は、マウスやキーボードなどの入力手段の入力結果を表示画面に反映する。
- [0040] 図 3 は、実施例 1 の電力系統計画運用装置 10 を適用した電力系統計画運用システムを示す図である。
- [0041] 電力系統計画運用装置 10 は、電力系統 306 に連系する火力発電や原子力発電、水力発電などの同期機電源 304 を監視制御する監視制御端末 301、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー電源 303 を監視制御する監視制御端末 301、及び、電力系統 306 の系統内の潮流分布を測定する計測装置 305 を監視する監視端末 302 に、ネットワーク 300 を介して接続してデータを送受信し、発電所の出力や送電状態を取得する。
- [0042] 次に、図 4 により、実施例 1 の電力系統計画運用装置 10 のハードウェア

構成を説明する。

- [0043] 電力系統計画運用装置 10 は、表示部 105、キーボードやマウス等の入力部 103、通信部 104、CPU (Central Processing Unit) 101、メモリ 102 と記憶装置がバス線 91 により接続されたコンピュータ、情報処理装置、または計算機サーバである。
- [0044] 記憶装置は、台風情報データ 31、系統運用対策候補データ 33、系統データ 34、被害費用データ 35 と信頼度経済性指標データ 36 をデータベースとして記憶する台風対策計算入力データ DB 30 と、台風情報選択結果データ 41、台風対策候補計算結果データ 42、信頼度経済性指標値計算結果データ 43 と台風対策決定結果データ 44 をデータベースとして記憶する台風対策計算結果データ DB 40 と、台風対策計算プログラム 20P を含んでいる。
- [0045] CPU 101 は、図 5 で後述する台風対策計算プログラム 20P の所定のコンピュータプログラムを実行して、台風対策計算部 20 の台風情報選択部 21、台風対策候補計算部 22、信頼度経済性指標値計算部 23、台風対策決定部 24 と表示制御部 50 の機能を実現する。
- [0046] 表示部 105 は、ディスプレイ装置として構成される。また、表示部 105 は、ディスプレイ装置に代えて、または、ディスプレイ装置と共に、プリンタ装置または音声出力装置等を用いる構成でも良い。
- また、電力系統計画運用装置 10 の表示部 105 は、各プログラムやデータベースの書き換えを行うための簡単な画面表示を行い、求めた台風対策の候補結果を、ネットワーク 300 に接続するディスプレイ装置に表示するようにしても良い。
- [0047] 入力部 103 は、キーボードスイッチ、マウス等のポインティング装置、タッチパネル、音声指示装置等の少なくともいずれか一つを備えて構成である。
- [0048] 通信部 104 は、ネットワーク 300 に接続するための回路及び通信プロトコルを備えている。

[0049] メモリ 102 は、RAM (Random Access Memory) により構成され、台風対策計算部 20 から読み出されたコンピュータプログラムを記憶したり、各処理に必要な計算結果データ及び画像データ等を一時記憶したりする。メモリ 102 に格納された画面データは、表示部 105 に送られて表示される。表示される画面の例は後述する。

[0050] 詳しくは、メモリ 102 は、表示用の画像データ、台風情報選択結果データ 41、台風対策候補計算結果データ 42、信頼度経済性指標値計算結果データ 43、台風対策決定結果データ 44 等の計算一時データ及び計算結果データを一旦格納する。また、CPU 101 (表示制御部 50) によって必要な画像データを生成して表示部 105 (例えば表示ディスプレイ画面) に表示する。

[0051] 図 5 は、台風対策計算プログラム 20P の構成を示す図である。

台風対策計算プログラム 20P は、台風情報選択プログラム 21P、台風対策候補計算プログラム 22P、信頼度経済性指標値計算プログラム 23P、台風対策決定プログラム 24P と表示プログラム 50P を格納している。

[0052] 台風情報選択プログラム 21P は、台風情報データ 31 から台風情報を選択し、台風情報選択結果データ 41 に記憶するプログラムであり、CPU 101 が実行して台風情報選択部 21 を実現する。

[0053] 台風対策候補計算プログラム 22P は、台風情報選択部 21 で選択した台風情報について、系統運用対策候補データ 33 を用いて、系統運用に関わる台風対策候補を計算し、台風対策候補計算結果データ 42 として記憶するプログラムであり、CPU 101 が実行して台風対策候補計算部 22 を実現する。

[0054] 信頼度経済性指標値計算プログラム 23P は、系統データ 34 と被害費用データ 35 と信頼度経済性指標データ 36 を用いて、台風対策候補計算部 22 で計算した系統運用に関わる台風対策候補の信頼度経済性指標値を計算し、信頼度経済性指標値計算結果データ 43 として記憶するプログラムであり、CPU 101 が実行して信頼度経済性指標値計算部 23 を実現する。

- [0055] 詳しくは、信頼度経済性指標値は、台風対策候補の対策を実施した際の電力供給不足が発生する回数、時間、または不足力の期待値の電力の供給信頼度や、台風対策候補の対策を実施するための費用等の経済性を示し、台風対策候補を定量的に比較するための数値である。
- [0056] 台風対策決定プログラム24Pは、信頼度経済性指標値計算部23で計算した信頼度経済性指標値に基づいて系統運用に関わる台風対策を決定し、台風対策決定結果データ44として記憶するプログラムであり、CPU101が実行して台風対策決定部24を実現する。
- [0057] 表示プログラム50Pは、電力系統計画運用装置10において取り扱う各種のデータを適宜見やすい形式に加工して表示する、また、マウスやキーボードなどの入力手段の入力結果を表示画面に反映するプログラムであり、CPU101が実行して表示制御部50を実現する。
- [0058] 以後、台風対策計算入力データDB30と台風対策計算結果データDB40の内容について詳細に説明する。
- [0059] 図6は、台風対策計算入力データDB30の台風情報データ31の構成を示す図である。台風情報データ31は、発生した台風の予想進路毎の、台風の規模と予想される台風被害を示す。なお、台風被害の種別として、台風に伴う洪水による鉄塔の倒壊や落雷などの情報を含んでも良い。
- [0060] 詳しくは、台風情報データ31は、台風ケース311毎に、予想進路の日時312における当該台風の中心位置313、中心気圧314、最大風速315、暴風域半径316、及び強風域半径317の台風の規模と、予想進路の日時312における当該台風による予想される被害設備318、被害内容319、及び被害の発生確率320の台風被害と、から構成する。
- [0061] 具体的には、台風ケース311が台風ケースCT1においては、予想進路の日時312がYYYY年MM月DD日18時では、中心位置313が北緯N1・東経E1、中心気圧314が1000hPa、最大風速315が30m/s、暴風域半径316が50km、及び強風域半径317が300kmであり、当該日時の台風による被害設備318と被害内容319及び発生確率320は無いことを示している。

[0062] また、予想進路の日時 3 1 2 がYYYY年MM月DD日21時では、中心位置 3 1 3 が北緯N2・東経E2、中心気圧 3 1 4 が950hPa、最大風速 3 1 5 が40m/s、暴風域半径 3 1 6 が70km、及び強風域半径 3 1 7 が400kmであり、当該日時に、被害設備 3 1 8 が送電線L21、被害内容 3 1 9 が遮断、発生確率 3 2 0 が0.05の台風被害の予想されることを示している。

[0063] なお、風速について、気象庁のホームページによれば、風速は10分間平均風速であり、最大風速は10分間平均風速の最大値である。ちなみに、瞬間風速は風速計の測定値（0.25秒間隔）を3秒間平均した値（測定値12個の平均）であり、最大瞬間風速は瞬間風速の最大値である。本開示においても風速は気象庁の定義と同じであるが、これに限定されるものではない。最大風速は風速でも良い。

[0064] このように地震などの災害と違って台風による影響の特徴として、台風の進展によって被害範囲や被害確率、被害の大きさなどが変化して行くことである。また地震などの災害と違って、時間的な予測や風速などのハザードの大きさの予測が容易であることである。そのため、本実施例では台風の予測データを用いて、将来時間断面までそれぞれのリスクを評価して、台風が過ぎ去るまでのトータルでのリスクを評価する。

[0065] ここで、送電線の遮断被害の発生確率 3 2 0 について説明する。

送電鉄塔のような構造物の倒壊は、ある一定の風速に達するまで倒壊する確率はほぼ0であり、設計基準風速に設計余裕を見込んだ風速を超えると急激に倒壊確率が上昇するのが一般的である。そこで、図7に示すように、発生確率 3 2 0 は、横軸に鉄塔に対する風速、縦軸に倒壊確率を取った確率分布関数（フラジリティ曲線、フラジリティカーブとも呼ばれる）で示される。

[0066] 台風の予想進路から鉄塔の地点の風速を予測し、図7のフラジリティカーブから鉄塔の倒壊確率を算出する。送電線の遮断被害の発生確率は、その送電線に含まれる鉄塔のうちいずれか1つの鉄塔で倒壊が起きる確率である。このようにして送電線の遮断被害の発生確率を算出する。

[0067] 図8は、台風対策計算入力データDB30の系統運用対策候補データ33

の構成を示す図である。系統運用対策候補データ 33 は、系統の設備である系統運用対策種別における台風被害に対する運用変更の候補を示す情報である。図 8 は、系統運用対策種別として、所定日時毎の発電所の運用変更の場合を示している。

[0068] 詳しくは、所定の系統運用対策種別における系統運用対策候補データ 33 は、日時 332（日付と時刻）毎に、発電所名 333、当該発電所の出力 334（現在値・出力上限値・出力下限値）、及び当該発電所の出力変更にかかる費用 335（上げ・下げ）から構成する。

[0069] 具体的には、図 8 は、系統運用対策種別 331 が発電所で、日時 332 が YYY年MM月DD日00時00分では、発電所 G1 の現在出力が 500MW、出力上限が 1000MW、出力下限が 300MW、出力増加にかかる費用が 6円/kWh、出力減少にかかる費用が -6円/kWhであることを示している。

[0070] 系統運用対策候補データ 33 により、例えば発電所 G1 の出力を減らし、発電所 G2 の出力を上げることで、台風による鉄塔の倒壊による断線が起きる可能性の高い箇所を流れる電力量を減らしたり、断線が起きた場合に過負荷になる期待値が高い箇所の電力量を減らしたりする。これにより停電リスクを低減する。

[0071] 図 8 は、系統運用対策種別 331 が発電所の場合の系統運用対策候補データ 33 を示しているが、系統運用対策種別 331 としては、発電所の運用変更以外の系統運用対策、例えば、発電所の起動または停止、変電所タップの変更、変電所調相設備の投入または開放、送電線の投入または開放であっても良いし、他の系統運用対策であっても良い。

[0072] 系統運用対策候補データ 33 により、系統運用に関わる台風対策候補を具体化することができる。また、台風対策候補に対する費用等の信頼度経済性指標値を定量的かつ高精度に計算することができる。これら指標値を台風近接時から台風が過ぎ去って行くタイミングまで全ての時間断面で評価する。

[0073] 図 9 は、台風対策計算入力データ DB30 の被害費用データ 35 の構成を示す図である。被害費用データ 35 は、変電所の停電に伴う費用等を示す情

報である。

[0074] 詳しくは、被害費用データ 3 5 は、変電所名 3 5 1 と当該変電所の停電に伴う費用 3 5 2 から構成する。

具体的には、図 9 では、変電所名 3 5 1 が変電所 S1 の変電所では、停電によって費用 3 5 2 が 4000 円/kWh の被害が生じることを示している。

[0075] 被害費用データ 3 5 は、個別の需要家毎の費用であっても良いし、需要家種別（一般家庭、工場、オフィス、病院など）毎の費用であっても良いし、他の種別であっても良い。即ち、被害費用データ 3 5 は、変電所毎の停電費用と需要家毎の停電費用と需要家種別毎の停電費用の少なくともいずれか 1 つである。以上のような情報を含むことで、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値を定量的かつ高精度に計算することができる。

[0076] 図 1 0 は、台風対策計算入力データ D B 3 0 の信頼度経済性指標データ 3 6 の構成を示す図である。信頼度経済性指標データ 3 6 は、信頼度経済性の種別毎の重みを示す情報である。

[0077] 詳しくは、信頼度経済性指標データ 3 6 は、信頼度経済性指標の種別 3 6 1 と指標毎の重み係数 3 6 2 から構成する。

具体的には、図 1 0 では、信頼度経済性指標の種別 3 6 1 として対策費用と被害費用期待値があり、対策費用の重み 3 6 2 が 1、被害費用期待値の重み 3 6 2 が 1000 であることを示している。

[0078] 信頼度経済性指標値の種別 3 6 1 は、L O L P (Loss Of Load Probability) や L O L E (Loss Of Load Expectation) や E U E (Expected Unserved Energy) であっても良いし、V O L L (Value Of Lost Load) であっても良いし、系統安定性（同期安定性、電圧安定性、周波数安定性、過負荷等）に関わる指標（発電機の脱調有無や発電機の内部相差角の最大値、P - V カーブのノーズポイントまでの負荷余裕、短絡容量、短絡容量比（S C R : Short Circuit Ratio）、最大周波数低下値、R o C o F (Rate Of Change Of Frequency)、送電線の過負荷率、送電線の過負荷量）であっても良いし、他の指標であっても良い。また停電によって失われる GDP など経済的な指標でも良

いし、例えば、社会機能維持のために停電をできる限り避ける必要のある重要官庁や病院などをスコア化しても良い。

[0079] 信頼度経済性指標データ36により、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値を定量的に計算することができる。

[0080] 図11は、台風対策計算結果データDB40の台風対策候補計算結果データ42の構成を示す図である。台風対策候補計算結果データ42は、台風対策ケース名421毎の台風対策の計算結果を示す情報である。台風対策候補計算結果データ42は、系統運用対策421Bと停電量緩和対策421Cの情報を含んでいる。

[0081] 台風対策候補計算結果データ42の系統運用対策421Bには、系統運用対策候補データ33に記憶されている系統運用対策が系統運用対策種別422B毎に記憶される。

詳しくは、系統運用対策種別422Bが発電所の運用変更の場合、日時423B（日付と時刻）毎に、発電所名424B、当該発電所の変更前出力値（現在値）及び出力上限値及び出力下限値及び変更後出力値の情報425Bが記憶されている。なお、図11では、台風対策ケース名421は、「台風対策ケースCC1」である。

[0082] 具体的には、図11の台風対策ケース421が台風対策ケースCC1では、系統運用対策421Bは、YYYY年MM月DD日00時00分の発電所G1の出力を500MWから1000MWに変更し、発電所G2の出力を300MWから150MWに変更することを示している。

[0083] また、台風対策候補計算結果データ42の停電量緩和対策421Cには、系統運用対策候補データ33に記憶されている停電量緩和対策毎に記憶されている。

詳しくは、停電量緩和対策種別422Cが変電所への電源車の配備と運用出力の変更を示す変電所の場合、日時423C（日付と時刻）毎に、配備する変電所名424C、当該変電所の電源車配備の変更前出力値（現在値）及び出力上限値及び出力下限値及び変更後出力値、今後の増援予定の情報42

5 C が記憶されている。

[0084] 具体的には、図 1 1 の台風対策ケース名 4 2 1 が台風対策ケース C C 1 では、YYYY年MM月DD日00時00分の変電所CS 1 の出力が30MWであり、今後100MWまで出力を上げることができ、さらに200MW分の増援が予定されていることを示している。

[0085] 図 1 1 の台風対策ケース C C 1 は、それぞれ、台風対策として系統運用対策 4 2 1 B（即ち発電所の運用変更）と停電量緩和対策 4 2 1 C（即ち変電所への電源車の配備と運用出力の変更）の両者を実施した場合であるが、それぞれ単独で実施しても良い。系統運用対策種別 4 2 2 B（図 1 1 では発電所の運用変更）は、系統運用対策候補データ 3 3 の説明で記載した他の系統運用対策であっても良い。停電緩和対策も変電所への電源車の配備の他に、需要抑制（デマンドレスポンス）や電気自動車の充放電の制御など他の対策手法を取っても良い。

[0086] これら上記の対策を組み合わせることで、最適な対策を選択できるようなシステムとする必要があるが、それら組み合わせは膨大であり、また台風の予測が外れた場合も停電リスクが大きく上昇することがない対策を取るなど、考慮が必要な事項が多い。そこで強化学習などと組み合わせて多数の対策から、より最適な対策を絞り込んで表示するアルゴリズムを持っても良い。

[0087] また、多数の送電線があることから、断線する送電線の組み合わせも無数に存在する。これらの組み合わせを全て想定して計算する場合、計算時間が膨大となる。そこで条件を設定して想定するケース数を縮減することが考えられる。この縮減には発生確率を使って確率が一定以上のものを利用するという方法もあるが、その他に確率ではなく、断線確率とその線が断線した場合の停電量を乗じた停電リスクや、断線確率とその線を流れている電力量を乗じた送電リスクなどを評価指標として評価ケース数を縮減しても良い。

[0088] 台風対策候補計算結果データ 4 2 により、各台風対策候補を具体化することができる。また、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値（信頼度経済性の指標値）を定量的かつ高精度に計算することができる。

[0089] 図 1 2 は、台風対策計算結果データ D B 4 0 の信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 の構成を示す図である。信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 は、台風対策毎の台風対策の信頼度経済性指標値計算結果を示す情報であり、台風対策候補計算結果データ 4 2 と対応付けている。

[0090] 信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 には、台風情報選択結果データ 4 1（図 4 参照）に記憶されている台風ケースに対応する台風ケース名 4 3 1、台風対策候補計算結果データ 4 2（図 1 1 参照）に記憶されている台風対策ケース（台風対策ケース名 4 2 1）に対応する台風対策ケース名 4 3 2、当該台風対策ケース実施時にかかる 1 回あたりの対策費用 4 3 3、当該台風対策ケース実施時の 1 回あたりの被害費用期待値 4 3 4、当該台風対策ケース実施時の信頼度経済性の指標値 4 3 5 の情報から構成する。

[0091] 台風対策ケース実施時にかかる 1 回あたりの対策費用 4 3 3 は、例えば、当該台風対策ケース 4 2 1 において実施する系統運用対策に対応する系統運用対策候補データ 3 3 の費用 3 3 5 に、発電所出力変更（運用変更）前後の差分値を乗じて求める。また、変電所への電源車配備などにより生じる追加コストも加算する。

[0092] また、当該台風対策ケース実施時の 1 回あたりの被害費用期待値 4 3 4 は、次のように求める。

まず、当該台風ケースにおいて発生する設備被害内容及び当該台風対策ケース名 4 3 2 の台風対策ケース（台風対策ケース C C 1 や C C 2 等）において実施する系統運用対策を模擬した系統解析によって、系統安定性（同期安定性、電圧安定性、周波数安定性、過負荷等）を評価する。

[0093] 同期安定性または電圧安定性が維持できない場合には、解析対象地域で停電が生じるものとして被害費用データ 3 5 に記憶されている費用 3 5 2 を求める。一方、周波数が低下する場合には、周波数低下リレー（U F R : Under Frequency Relay）の動作を模擬した負荷（変電所）の遮断量を求め、解析対象地域において遮断される変電所により停電するものとして被害費用データ 3 5 に記憶されている費用 3 5 2 を求める。

- [0094] 過負荷が発生する場合には、過負荷が発生する送電線の下位につながる変電所により停電するものとして被害費用データ 3 5（図 9）に記憶されている費用 3 5 2 を求める。更に、求めた被害費用に当該台風ケースにおいて発生する設備被害の発生確率を乗じることで、当該台風対策ケース実施時の 1 回あたりの被害費用期待値 4 3 4 を求める。
- [0095] 台風対策ケース実施時の信頼度経済性の指標値 4 3 5 は、例えば、当該台風ケース名 4 3 1 の台風ケース及び当該台風対策ケース名 4 3 2 の台風対策ケースに対応する 1 回あたりの対策費用 4 3 3 と 1 回あたりの被害費用期待値 4 3 4 に対し、対応する信頼度経済性指標データ 3 6 に記憶されている重み係数 3 6 2 の重み付き和（加重平均値）として求める。
- [0096] 具体的には、図 1 2 では、台風ケース名 4 3 1 の台風ケース C T 1 に対して台風対策ケース名 4 3 2 の台風対策ケース C C 1 を実施した結果の対策費用が 0.5 億円／回、被害費用期待値が 0.01 億円／回、信頼度経済性指標値が 15 0であることを示している。なお、台風対策ケース実施時にかかる 1 回あたりの対策費用 4 3 3、台風対策ケース実施時の 1 回あたりの被害費用期待値 4 3 4、台風対策ケース実施時の信頼度経済性の指標値 4 3 5 の計算は、それぞれ、前記以外の方法で求めても良い。
- [0097] また、台風対策ケース実施時にかかる 1 回あたりの対策費用 4 3 3、台風対策ケース実施時の 1 回あたりの被害費用期待値 4 3 4 は、特定の時間数（例えば、台風が日本本土上に上陸している時間のみに限定するといったケース）であっても良い。
- [0098] 信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 により、各台風ケース（C T 1、C T 2 等）及び各台風対策ケース（なし、C C 1、C C 2 等）に対する信頼度経済性指標値を定量的に計算し、比較することができる。
- [0099] 図 1 3 は、台風対策計算結果データ D B 4 0 の台風対策決定結果データ 4 4 の構成を示す図である。台風対策決定結果データ 4 4 は、台風ケースの信頼度経済性指標値（信頼度経済性の指標値）を、台風対策ケース毎に一覧表示する情報と台風対策ケースの選択結果の情報である。

- [0100] 台風対策決定結果データ 4 4 は、信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 (図 1 2) に記憶されている台風対策ケース名 4 3 2 の台風対策ケースに対応する台風対策ケース名 4 4 1、台風ケース名 4 4 2 の台風ケース、信頼度経済性の指標値 4 3 5 に対する台風対策としての選択結果 4 4 4 の情報により構成する。
- [0101] 台風対策の選択は、例えば、台風対策ケース名 4 4 1 の台風対策における各台風ケース 4 4 2 の台風ケースに対する信頼度経済性の指標値 4 4 3 の和が最も小さい台風対策ケースを選択する。例えば、図 1 3 では、台風対策ケースに C C 1 が選択されたことを示している。なお、台風対策の選択は、前記以外の方法で選択しても良い。
- [0102] 台風対策決定結果データ 4 4 により、各台風対策ケース (なし、C C 1、C C 2 等) 及び各台風ケースに対する信頼度経済性の指標値の計算結果を比較することができ、選択結果と選択理由を容易に確認することができる。また、対策費用と被害費用を低減できる台風対策を選択できるため、社会コストの低減と電力レジリエンスの向上を実現できる。
- [0103] 次に、図 1 4 により、電力系統計画運用装置 1 0 の台風対策計算部 2 0 (図 2 参照) の処理フローを説明する。
- [0104] ステップ S 1 で、台風対策計算部 2 0 の台風情報選択部 2 1 が、台風情報データ 3 1 を用いて、台風情報データ 3 1 (図 6 参照) に記憶されている台風情報を選択し、選択結果を台風情報選択結果データ 4 1 として出力する。
- [0105] ステップ S 2 で、台風対策計算部 2 0 の台風情報選択部 2 1 が、台風情報選択結果データ 4 1 と系統運用対策候補データ 3 3 を用いて、ステップ S 1 で選択した台風についての系統運用に関わる対策候補を計算し、台風対策候補計算結果データ 4 2 (図 1 1 参照) として出力する。
- [0106] ステップ S 3 で、台風対策計算部 2 0 の信頼度経済性指標値計算部 2 3 が、台風対策候補計算結果データ 4 2 と系統データ 3 4 と被害費用データ 3 5 と信頼度経済性指標データ 3 6 を用いて、台風対策候補計算部 2 2 で計算した台風対策候補に対する信頼度経済性の指標値を計算し、信頼度経済性指標

値計算結果データ43（図12参照）として出力する。

[0107] ステップS4で、台風対策計算部20の台風対策決定部24が、ステップS1で選択した台風情報に関し、ステップS2において未選択の台風対策候補の有無を判定する。未選択の台風対策候補が存在する場合は（S4のYES）、ステップS2へ戻る。未選択の台風対策候補が存在しない場合には（S4のNO）、ステップS5へ進む。

[0108] ステップS5で、台風対策決定部24が、ステップS1における未選択の台風情報の有無を判定する。未選択の台風情報が存在する場合は（S5のYES）、ステップS1に戻る。未選択の台風情報が存在しない場合には（S5のNO）、ステップS6へ進む。

[0109] ステップS6で、台風対策決定部24が、信頼度経済性指標値計算結果データ43を用いて、台風対策を決定し、台風対策決定結果データ44（図13参照）として出力する。

[0110] 台風対策計算部20は、以上の処理により、台風情報データ、系統運用対策候補データ、被害費用データ、系統データ、及び信頼度経済性指標データから計算される信頼度経済性の指標値に基づいて対策費用と被害費用を低減する台風対策を選択できるため、社会コストの低減と電力レジリエンスの向上を両立できる。

[0111] 次に、図15と図16により、台風対策計算部20の表示制御部50（図2参照）が表示部105に出力する表示例を示す。

[0112] 図15は、台風情報における台風ケース53及び台風内容54、台風対策候補における台風対策候補ケース55及び台風対策候補内容56を表示したものである。これらの表示データ項目は利用者が自由に選択できる。

また、図15の表示には、系統図51や凡例52が併せて表示されており、利用者が台風対策候補の位置を理解しやすい表示形式となっている。

[0113] 図16は、表示内容の別の例である。図16は、台風対策ケース57、系統運用対策における日付59、時刻510、内容511、信頼度経済性指標値計算結果512、台風対策決定結果513を表示したものである。これら

の表示データ項目は利用者が自由に選択できる。

また、図 1 6 の表示にも、系統図 5 1 や凡例 5 2 が併せて表示されており、利用者が台風対策の位置を理解しやすい表示形式となっている。

実施例 2

[0114] 次に、図 1 7 と図 1 8 により、電力系統計画運用装置 1 0 が中央給電指令システム（EMS）に台風対策決定結果データ 4 4（図 1 3 参照）を送信し、中央給電指令システムにおいて調整力運用コストの低減と電力レジリエンスの向上を行う実施例について説明する。

[0115] 図 1 7 は、実施例 2 における電力系統計画運用装置 1 0 の機能構成と中央給電指令システム 6 0 の機能構成を示す図である。

[0116] 図 1 7 の電力系統計画運用装置 1 0 は、図 2 の電力系統計画運用装置 1 0 に、台風対策決定部 2 4 で決定した台風対策決定結果データ 4 4 を中央給電指令システム 6 0 に送信する台風対策送信部 2 5 を追加したことが異なる。電力系統計画運用装置 1 0 の他の構成は、図 2 と同様のため、ここでは説明を省略する。

[0117] 中央給電指令システム 6 0 は、台風対策決定結果データ 4 4、需給計画データ 8 1、調達調整力データ 8 2、及び運用調整力決定結果データ 7 2 を記憶するデータベースと、運用調整力決定部 7 1 と、を備える。

[0118] 台風対策決定結果データ 4 4 は、電力系統計画運用装置 1 0 の台風対策送信部 2 5 から送信された情報である。

[0119] 需給計画データ 8 1 は、発電事業者及び小売事業者から一般送配電事業者に提供される発電計画及び需給計画に関する情報である。

調達調整力データ 8 2 は、需給調整市場で調達した調整力の情報である。

運用調整力決定結果データ 7 2 は、運用する調整力の決定結果に関する情報である。

[0120] 運用調整力決定部 7 1 は、台風対策決定結果データ 4 4 と需給計画データ 8 1 と調達調整力データ 8 2 を用いて、運用する調整力を決定し、運用調整力決定結果データ 7 2 を出力する。

[0121] 詳しくは、運用調整力決定部 7 1 は、需給計画データ 8 1 から発電及び負荷のインバランスを予測し、調達調整力データ 8 2 に記憶されている調整力、かつ、台風対策決定結果データ 4 4 に記憶されている発電所出力変更量の中から、インバランスを調整可能な発電所出力変更量をメリットオーダーで求める。なお、運用調整力の決定方法は、前記以外の方法であっても良い。

[0122] 以上により、発電及び需要のインバランスに対する需給及び周波数変動を抑制に加え、調整力運用コストの低減と電力レジリエンスの向上を両立可能な調整力の運用ができる。

[0123] 図 1 8 は、図 1 7 で説明した電力系統計画運用装置 1 0 と中央給電指令システム 6 0 を適用した実施例 2 の電力系統計画運用システムを示す図である。

図 1 8 の電力系統計画運用システムは、図 3 の電力系統計画運用システムに、ネットワーク 3 0 0 を介して電力系統計画運用装置 1 0 に接続する中央給電指令システム 6 0 を追加したことが異なる。

[0124] 本実施例では電力系統計画運用装置 1 0 を中央給電指令システム 6 0 とネットワーク 3 0 0 を介してデータを送受できるものとしたが、電力系統計画運用装置 1 0 を中央給電指令システム 6 0 の内部装置とし、内部の通信ネットワークを介してデータを送受しても良い。

[0125] また、本実施例では、台風対策決定結果データ 4 4 の送信先を中央給電指令システム 6 0 とする例を説明したが、中央給電指令システム 6 0 に替えて、系統安定化システム、基幹給電指令システム、系統給電指令システム、市場管理システム等でも良い。

実施例 3

[0126] 実施例 3 では実施例 1 に対して、実際の台風予測データではなく、過去の台風の統計データなどを入力して、変電所の強化や送電線の強化などに活用するケースについて説明する。

[0127] 図 1 9 は、実施例 3 における電力系統計画運用装置 1 0 の機能構成を示す図である。

[0128] 図2で説明した電力系統計画運用装置10とは、台風情報データ31が過去の台風の進路と規模を示す情報であることが異なり、過去の台風データを多数入力することで、統計的に電力系統の弱点を把握する。

[0129] また、台風対策計算入力データDB30が、詳細を後述する系統整備対策候補データ32を記録し、台風対策候補計算部22が、台風情報選択部21で選択した台風情報について、系統整備対策候補データ32と系統運用対策候補データ33を用いて、系統運用に関わる台風対策候補を計算し、台風対策候補計算結果データ42（図11参照）として出力することが異なる。

[0130] 以後、系統整備対策候補データ32と台風対策候補計算結果データ42の詳細を説明する。

まず、系統整備対策候補データ32の詳細を、図20A、図20B、図20Cにより説明する。

[0131] 図20Aは、系統整備対策種別321が送電線増設の場合の系統整備対策候補データ32の構成を示している。

この場合、系統整備対策候補データ32は、送電線増設ケース名322Aにおける、当該送電線名323A（送電線L1、L2等）、当該送電線の回線数324A（1、2等）、当該送電線の送電端及び受電端の変電所名325A、当該送電線の増設にかかる費用326Aの情報を記憶する。

[0132] 具体的には、図20Aの送電線増設ケース名322AがCL1の送電線増設ケースは、送電端の変電所S1と受電端の変電所S2を結ぶ回線数1の送電線L1を費用1000億円で増設することを示している。

[0133] 図20Bは、系統整備対策種別321が変電所増設の場合の系統整備対策候補データ32の構成を示している。

この場合、系統整備対策候補データ32は、変電所増設ケース名322B（CS1、CS2等）における、当該変電所名323B（変電所S1、S2等）、当該変電所の変圧器バンク数324B、当該変電所の増設にかかる費用325Bの情報を記憶する。

[0134] 具体的には、図20Bの変電所増設ケース名322BがCS1の変電所増

設ケースは、バンク数2の変電所S1を費用100億円で増設することを示している。

[0135] 図20Cは、系統整備対策種別321が調相設備増設の場合の系統整備対策候補データ32の構成を示している。

この場合、系統整備対策候補データ32は、調相設備増設ケース名322Cにおける相設備増設ケース(CY1、CY2等)、当該調相設備名323Cにおける調相設備名(調相Y1、Y2等)、当該調相設備数324C、当該調相設備を増設する変電所名325C、当該調相設備の増設にかかる費用326Cの情報を記憶する。

[0136] 具体的には、図20Cの調相設備増設ケース名322CがCY1の調相設備増設ケースは、1つの調相設備Y1を変電所S1に費用0.05億万円で増設することを示している。ここで、調相設備とは、電力用コンデンサ(SC: Static Condensor)や分路リアクトル(SHR: Shunt Reactor)等である。

[0137] 系統整備対策種別321は、送電線増設及び変電所増設及び調相設備増設以外の系統整備対策、例えば、直流設備(HVDC: High Voltage Direct Current)、同期調相機、静止型無効電力補償装置(SVC: Static Var Compensator)、自励式SVC、SVG(Static Var Generator)、STATCOM(STATIC synchronous COMPensator)、位相調整器(Phase Shiftor)であっても良いし、他の系統整備対策であっても良い。

[0138] 系統整備対策候補データ32を設けることにより、系統整備に関わる台風対策候補を具体化することができる。また、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値を定量的かつ高精度に計算することができる。

[0139] 次に、図21Aと図21Bにより、台風対策ケース421毎に記憶され、系統整備対策421Aと系統運用対策421Bの情報を記憶する台風対策候補計算結果データ42について説明する。

[0140] 図21Aに示す台風対策ケース421がCC1の台風対策候補計算結果データ42の系統整備対策421Aには、系統整備対策候補データ32の系統整備対策種別が送電線増設の場合の送電線増設ケース名422Aと、系統整

備対策種別が変電所増設の場合の変電所増設ケース名４２３Ａと、系統整備対策種別が調相設備増設の場合の調相設備増設ケース名４２４と、の情報を記憶する。

[0141] そして、図２１Ａに示す台風対策候補計算結果データ４２の系統運用対策４２１Ｂには、系統運用対策候補データ３３に記憶されている系統運用対策が系統運用対策種別４２２Ｂ毎に記憶される。

[0142] 詳しくは、系統運用対策４２１Ｂには、系統運用対策種別４２２Ｂが発電所の運用変更の場合、日時４２３Ｂ（日付と時刻）毎に、発電所名４２４Ｂ、当該発電所の変更前出力値及び出力上限値及び出力下限値及び変更後出力値の情報４２５Ｂが記憶されている。

[0143] 図２１Ｂに示す台風対策ケース４２１がＣＣ２の台風対策候補計算結果データ４２の系統整備対策４２１Ａには、送電線増設ケースＣＬ１、変電所増設ケースＣＳ１の系統整備対策候補データ３２が記憶されていることが、図２１Ａと異なる。

[0144] または、図２１Ｂに示す台風対策ケース４２１がＣＣ２の台風対策候補計算結果データ４２では、系統運用対策のための運用変更なしであることを示している（発電所の変更後の出力が、現在値から変更なし）。

[0145] 台風対策ケースＣＣ１（図２１Ａ）では、台風対策として系統運用対策のみを行い、台風対策ケースＣＣ２（図２１Ｂ）では、台風対策として系統整備対策のみを行う場合を示しているが、台風対策として系統運用対策と系統整備対策の両方を行っても良いことは言うまでもない。

[0146] 系統整備対策種別は、系統整備対策候補データ３２の説明で記載した他の系統整備対策であっても良く、また、系統運用対策種別は、系統運用対策候補データ３３の説明で記載した他の系統運用対策であっても良い。

[0147] 以上により、台風対策候補を具体化することができる。また、台風対策候補に対する信頼度経済性指標値（信頼度経済性の指標値）を定量的かつ高精度に計算することができる。

[0148] 図２２は、実施例３の電力系統計画運用装置１０のハードウェア構成を示

す図である。

図4の電力系統計画運用装置10とは、台風対策計算入力データDB30が系統整備対策候補データ32を含みデータベースとして記憶装置に記憶する点が異なる。他の構成は、図4の構成と同じため、説明は省略する。

実施例 4

[0149] 次に、図23により、電力系統計画運用装置10が中央給電指令システム(EMS)に台風対策決定結果データ44を送信し、中央給電指令システムにおいて調整力運用コストの低減と電力レジリエンスの向上を行う実施例について説明する。

[0150] 図23は、実施例4における電力系統計画運用装置10の機能構成と中央給電指令システム60の機能構成を示す図である。

[0151] 図23の電力系統計画運用装置10は、図19の図2の電力系統計画運用装置10に、台風対策決定部24で決定した台風対策決定結果データ44を中央給電指令システム60に送信する台風対策送信部25を追加したことが異なる。電力系統計画運用装置10の他の構成は、図2と同様のため、ここでは説明を省略する。また、中央給電指令システム60は、図17で説明した中央給電指令システム60と同じため、ここでは説明を省略する。

[0152] 実施例4によれば、発電及び需要のインバランスに対する需給及び周波数変動を抑制に加え、調整力運用コストの低減と電力レジリエンスの向上を両立可能な調整力の運用ができる。

実施例 5

[0153] 次に、図24と図25により、電力系統計画運用装置10が系統計画システムに台風対策決定結果データ44を送信し、系統計画システムにおいて系統計画コストの低減と電力レジリエンスの向上を行う実施例について説明する。

[0154] 図24は、実施例5における電力系統計画運用装置10の機能構成と系統計画システム1100の機能構成を示す図である。

[0155] 図24の電力系統計画運用装置10は、図19の電力系統計画運用装置1

〇に、台風対策決定部 24 で決定した台風対策決定結果データ 44 を系統計画システム 1100 に送信する台風対策送信部 25 を追加したことが異なる。電力系統計画運用装置 10 の他の構成は、図 19 と同様のため、ここでは説明を省略する。

[0156] 系統計画システム 1100 は、台風対策決定結果データ 44、需給計画データ 1301、及び系統データ 34 を記憶するデータベースと、系統設備計画決定部 1201 と、系統作業停止計画決定部 1202 と、系統運用計画決定部 1203 と、系統設備計画決定結果データ 1401、系統作業停止計画決定結果データ 1402、及び系統運用計画決定結果データ 1403 を記憶するデータベースと、を備える。

[0157] 台風対策決定結果データ 44 は、電力系統計画運用装置 10 の台風対策送信部 25 から送信された情報である。

[0158] 需給計画データ 1301 は、発電事業者及び小売事業者から一般送配電事業者に提供される発電計画及び需給計画に関する情報である。

[0159] 系統データ 34 は、系統構成、線路インピーダンス ($R + jX$)、対地静電容量 (サセプタンス: jB)、系統構成と状態推定に必要なデータ (バットデータの閾値など)、発電機データ、その他の潮流計算・状態推定・時系列変化計算に必要なデータである。

[0160] 系統設備計画決定結果データ 1401 は、系統整備対策候補データ 32 で説明した系統整備対策に関する設備計画の決定結果に関する情報である。

[0161] 系統作業停止計画決定結果データ 1402 は、系統整備対策に関する設備の作業停止計画の決定結果に関する情報である。

[0162] 系統運用計画決定結果データ 1403 は、系統整備対策に関する設備の運用計画の決定結果に関する情報である。

[0163] 系統設備計画決定部 1201 は、台風対策決定結果データ 44 と需給計画データ 81 と系統データ 34 を用いて、系統整備対策候補データ 32 の説明のような系統整備対策に関する設備計画を決定し、系統設備計画決定結果データ 1401 を出力する。設備計画の決定方法は、例えば、 $N-1$ 基準や信

頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 で説明した系統安定性を維持可能かつ設備増設費用の安価な設備計画を求める。なお、設備計画の決定方法は、前記以外の方法であっても良い。

[0164] 系統作業停止計画決定部 1 2 0 2 は、系統設備計画決定結果データ 1 4 0 1 を用いて、系統整備対策に関する設備の作業停止計画を決定し、系統作業停止計画決定結果データ 1 4 0 2 を出力する。作業停止計画の決定方法は、例えば、N - 1 基準や信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 で説明した系統安定性を維持可能かつ作業停止費用の安価な作業停止計画を求める。なお、作業停止計画の決定方法は、前記以外の方法であっても良い。

[0165] 系統運用計画決定部 1 2 0 3 は、系統作業停止計画決定結果データ 1 4 0 2 を用いて、系統整備対策に関する設備の運用計画を決定し、系統運用計画決定結果データ 1 4 0 3 を出力する。運用計画の決定方法は、例えば、N - 1 基準や信頼度経済性指標値計算結果データ 4 3 で説明した系統安定性を維持可能かつ運用費用の安価な運用計画を求める。なお、運用計画の決定方法は、前記以外の方法であっても良い。

[0166] 以上により、N - 1 基準や系統安定性の維持に加え、系統整備コストの低減と電力レジリエンスの向上を両立可能な系統計画ができる。

[0167] 図 2 5 は、図 2 4 で説明した電力系統計画運用装置 1 0 と系統計画システム 1 1 0 0 を適用した実施例 5 の電力系統計画運用システムを示す図である。

図 2 5 の電力系統計画運用システムは、図 1 8 の電力系統計画運用システムの中央給電指令システム 6 0 を、ネットワーク 3 0 0 を介して電力系統計画運用装置 1 0 に接続する系統計画システム 1 1 0 0 に替えたことが異なる。

[0168] 本実施例では電力系統計画運用装置 1 0 を系統計画システム 1 1 0 0 とネットワーク 3 0 0 を介してデータを送受できるものとしたが、電力系統計画運用装置 1 0 を系統計画システム 1 1 0 0 の内部装置とし、内部の通信ネットワークを介してデータを送受しても良い。

[0169] また、本実施例では、台風対策決定結果データ44の送信先として系統計画システム1100を例にとって説明したが、他にも系統安定化システム、基幹給電指令システム、系統給電指令システム、市場管理システム等でも良い。

[0170] また、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。上記の実施例は本発明で分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。

符号の説明

- [0171]
- 10 電力系統計画運用装置
 - 20 台風対策計算部
 - 21 台風情報選択部
 - 22 台風対策候補計算部
 - 23 信頼度経済性指標値計算部
 - 24 台風対策決定部
 - 25 台風対策送信部
 - 30 台風対策計算入力データDB
 - 31 台風情報データ
 - 32 系統整備対策候補データ
 - 33 系統運用対策候補データ
 - 34 系統データ
 - 35 被害費用データ
 - 36 信頼度経済性指標データ
 - 40 台風対策計算結果データDB
 - 41 台風情報選択結果データ
 - 42 台風対策候補計算結果データ

4 3 信頼度経済性指標値計算結果データ

4 4 台風対策決定結果データ

5 0 表示制御部

6 0 中央給電指令システム

4 3 5 信頼度経済性の指標値

1 1 0 0 系統計画システム

請求の範囲

[請求項1] 台風における少なくとも進路情報と風速を含む台風情報データと発電所の出力情報を含む系統運用対策候補データとから台風対策ケース毎の発電所の出力の変更値を含む台風対策候補計算結果データを求める台風対策候補計算部と、

前記台風対策候補計算結果データと系統構成を示す系統データと停電に伴う被害費用データと停電の影響に対する重みを示す信頼度経済性指標データとから信頼度経済性の指標値である信頼度経済性指標値計算結果データを求める信頼度経済性指標値計算部と、

前記信頼度経済性指標値計算結果データから台風対策決定結果データを求める台風対策決定部と、

を備えることを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項2] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、

前記台風情報データは、過去の台風の進路情報と風速であることを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項3] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、

前記台風対策候補計算部は、風速と送電鉄塔の倒壊確率の関係を示す確率分布関数を用いて、台風による送電鉄塔の倒壊確率から送電線の遮断確率を求め、発電所の出力の変更値から成る前記台風対策候補計算結果データを求める

ことを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項4] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、

前記系統運用対策候補データは、発電所の出力変更と発電所起動停止と変電所タップ変更と調相設備投入開放と送電線投入開放の少なくともいずれか一つの系統運用対策、及びその運用費用を含むことを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項5] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、

前記被害費用データは、変電所毎の停電費用と需要家毎の停電費用

と需要家種別毎の停電費用の少なくともいずれか1つであることを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項6] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、
前記信頼度経済性指標データは対策費用と被害費用期待値のそれぞれの重みを示す
ことを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項7] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、
前記台風対策候補計算結果データは、少なくとも系統整備対策に対する増設内容と系統運用対策に対する運用変更内容のいずれかを含む
ことを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項8] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、
前記信頼度経済性指標値計算結果データは、前記台風対策ケースと前記台風対策ケースに対する前記台風対策ケースの対策費用と前記台風対策ケースにおける被害費用期待値と信頼度経済性の指標値を含む
ことを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項9] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、
前記台風対策決定部は、前記台風対策ケースにおける信頼度経済性の指標値の和が最小となる台風対策ケースを台風対策の選択結果とする
ことを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項10] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、
前記電力系統計画運用装置で求めた台風対策決定結果データを中央給電指令システムと系統計画システムと系統安定化システムと基幹給電指令システムと系統給電指令システムと市場管理システムのいずれかを送信する台風対策送信部
を備えることを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項11] 請求項1に記載の電力系統計画運用装置において、
前記電力系統計画運用装置は、中央給電指令システムと系統計画シ

システムと系統安定化システムと基幹給電指令システムと系統給電指令システムと市場管理システムのいずれかシステムの内部装置であることを特徴とする電力系統計画運用装置。

[請求項12]

電力系統の電力系統計画運用方法であって、

台風における少なくとも進路情報と風速を含む台風情報データと系統運用対策候補データと系統整備対策候補データとから台風対策ケース毎の対策候補計算結果データを求める台風対策候補計算ステップと、

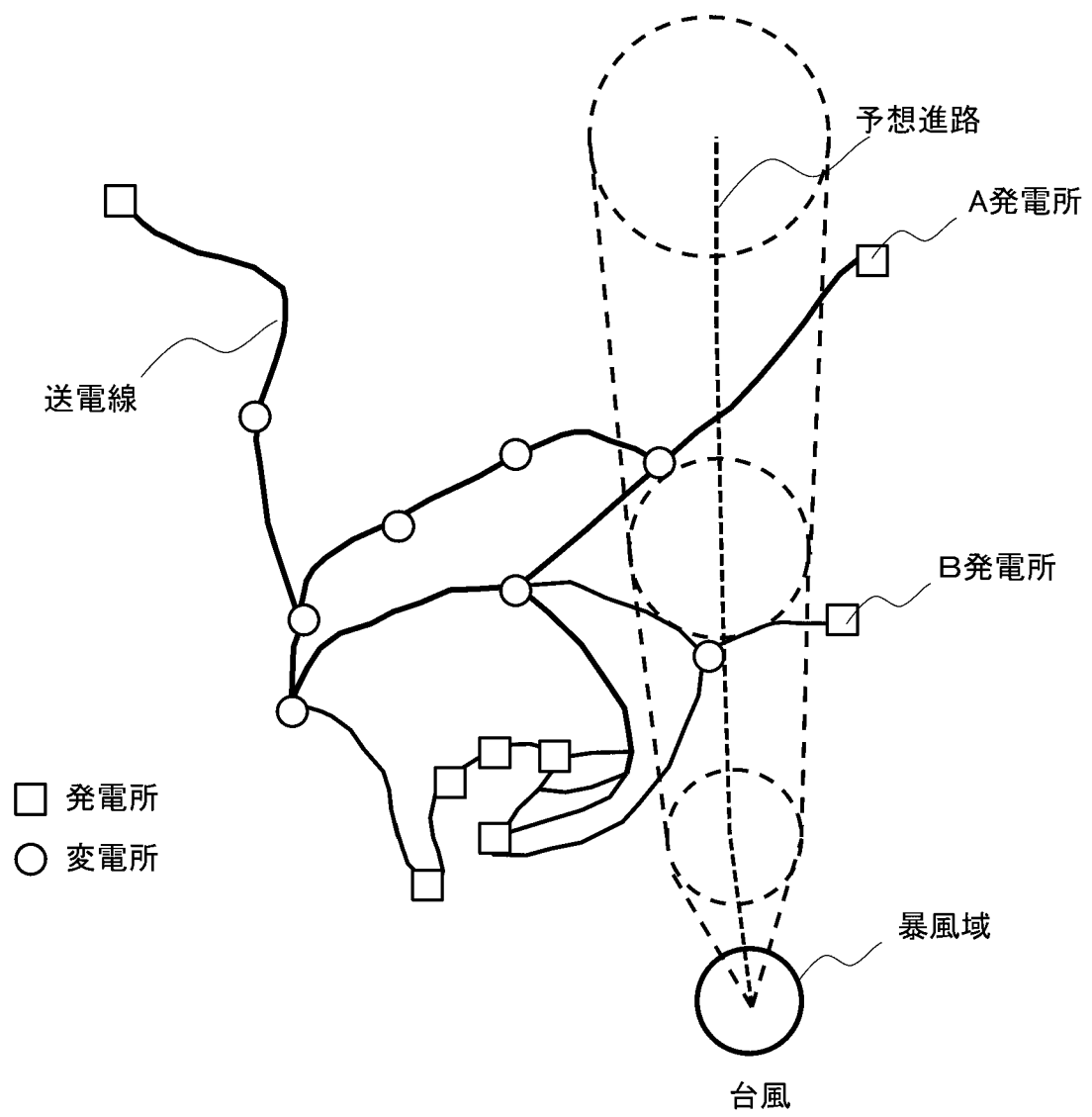
前記対策候補計算結果データと系統構成を示す系統データと停電に伴う被害費用データと停電の影響に対する重みを示す信頼度経済性指標データとから信頼度経済性の指標値である信頼性経済性指標計算結果データを求める信頼度経済性指標値計算ステップと、
前記信頼性経済性指標計算結果データから台風対策決定結果データを求める台風対策決定ステップと、を含む電力系統計画運用方法。

[請求項13]

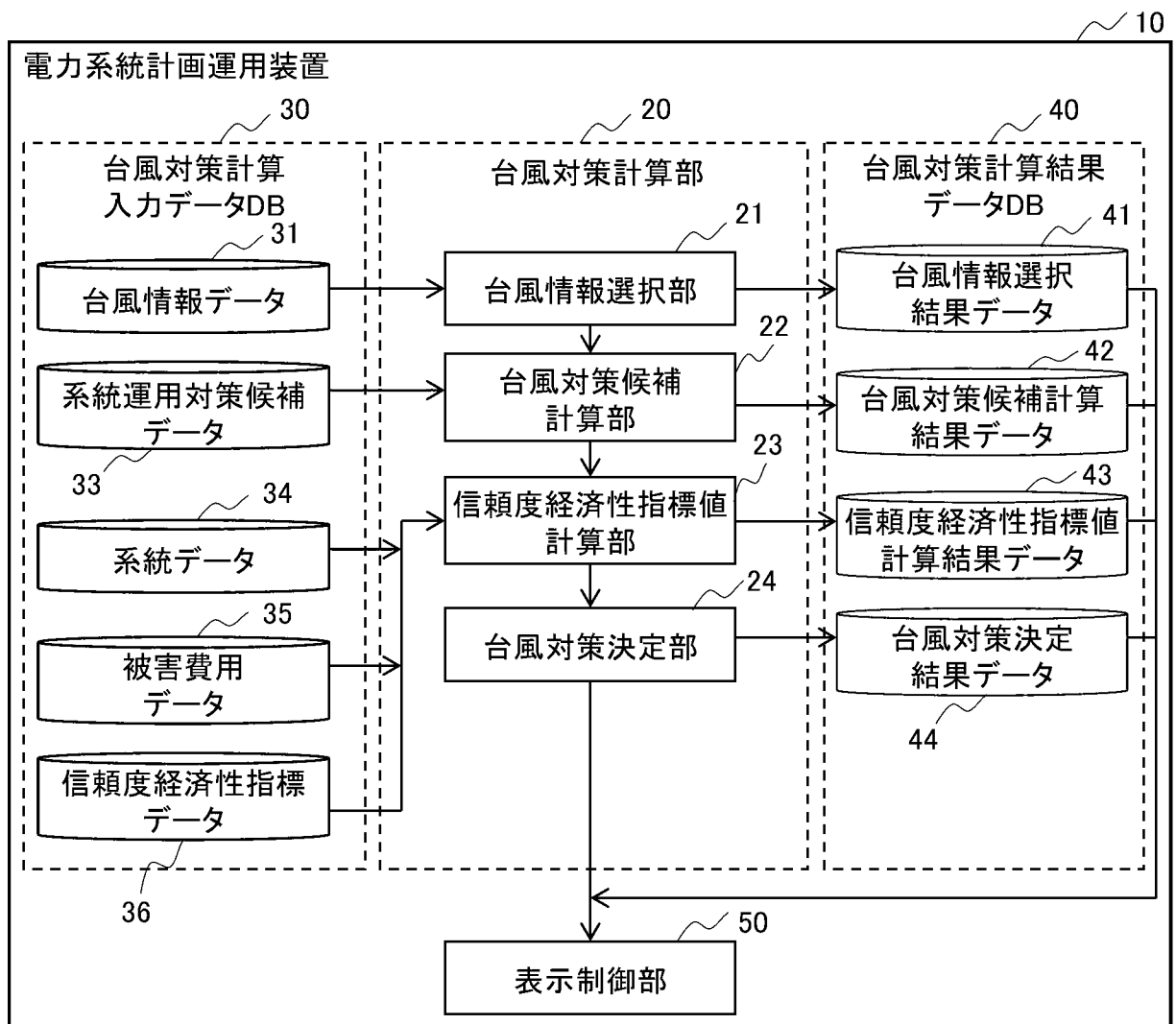
請求項12に記載の電力系統計画運用方法において、

前記系統整備対策候補データは送電線増設と変電所増設と調相設備増設と直流設備増設と同期調相機増設と静止型無効電力補償装置増設と自励式SVC増設とSVG増設とSTATCOM増設と位相調整器増設のいずれか一つ以上の系統整備対策及びその増設費用を含むことを特徴とする電力系統計画運用方法。

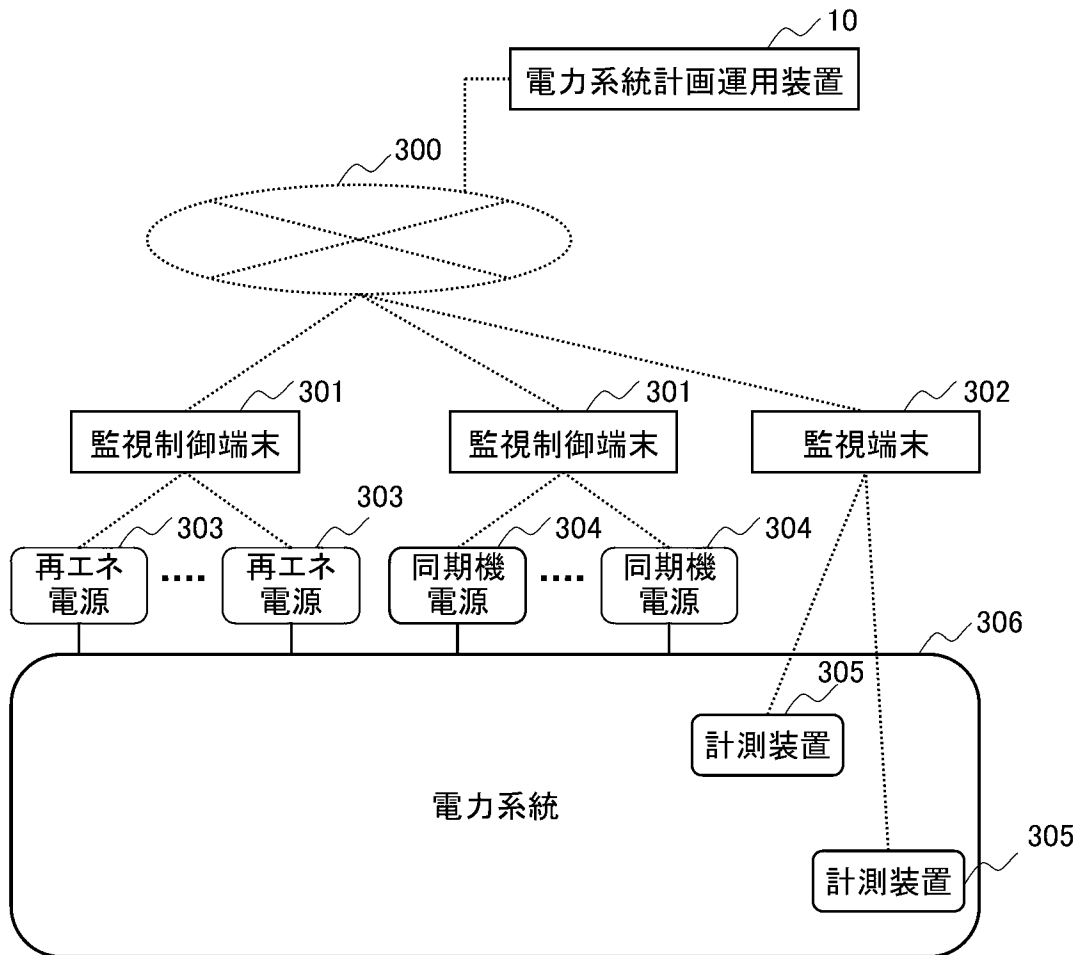
[図1]



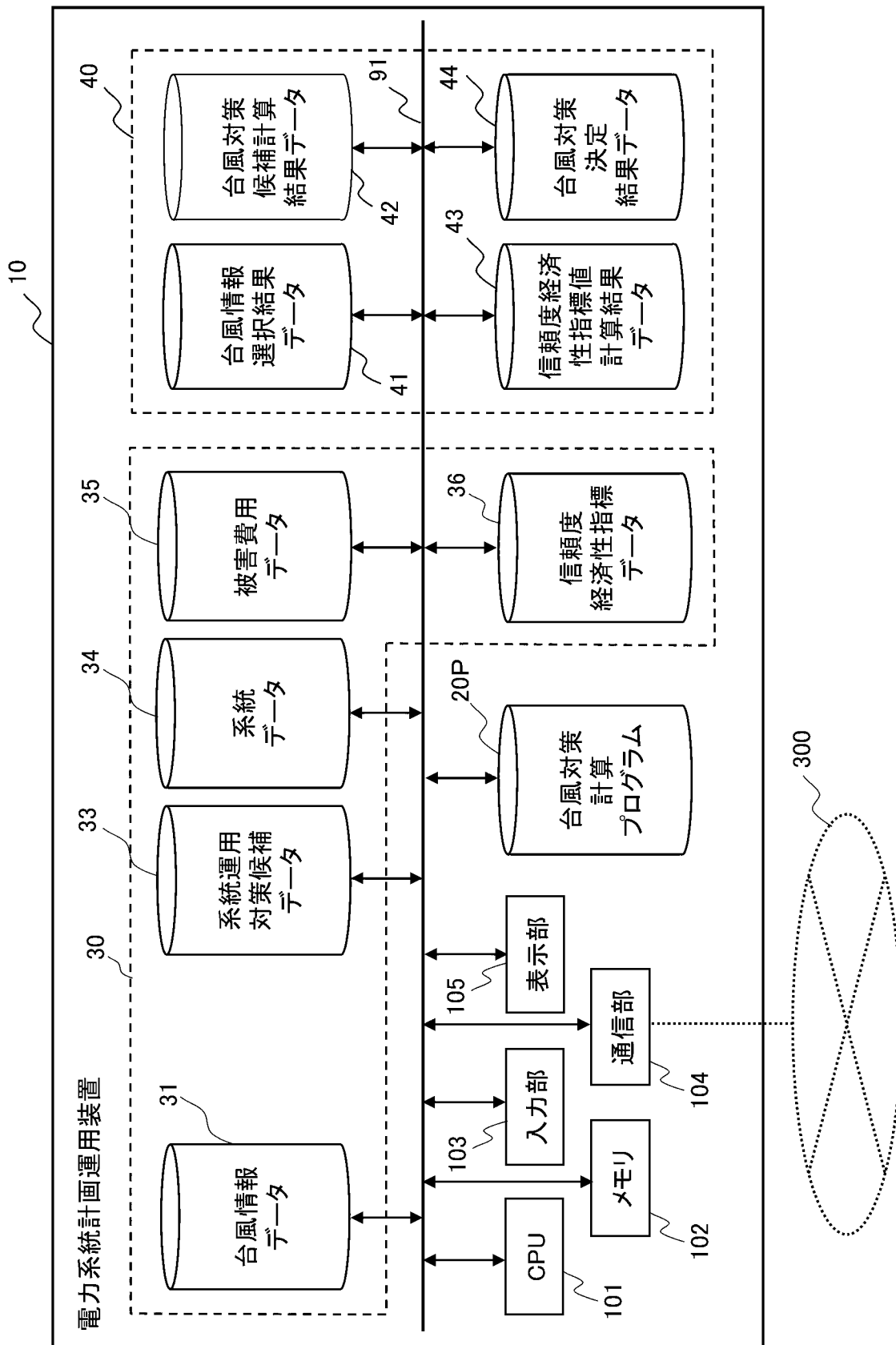
[図2]



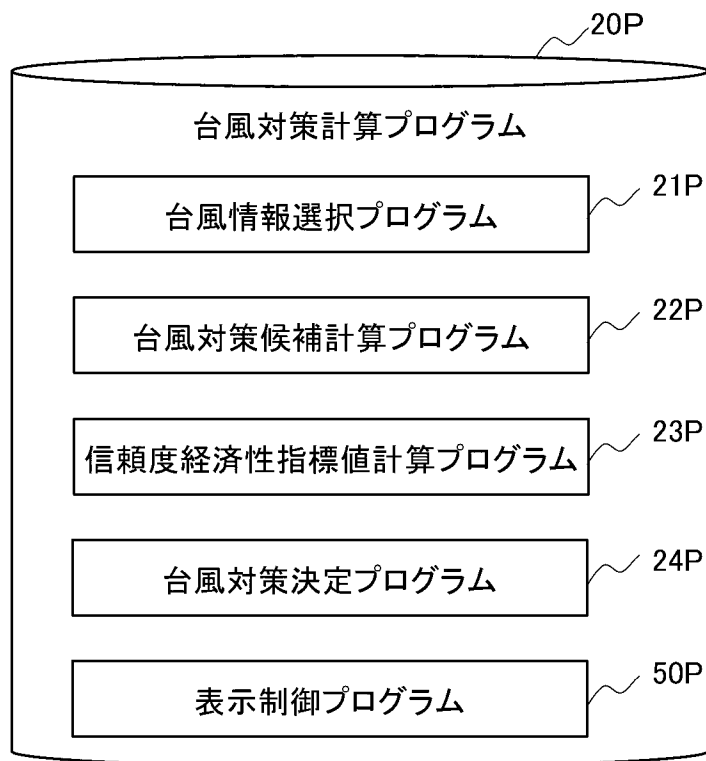
[図3]



[図4]

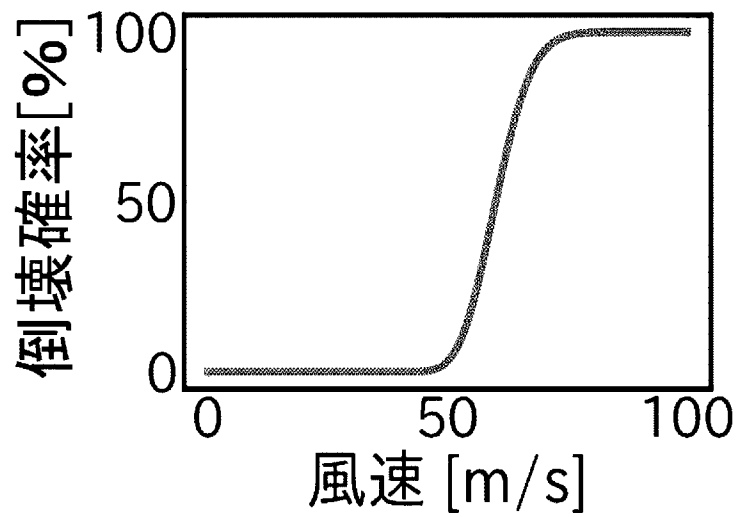


[図5]



[illegible]

[図7]



[図8]

発電所 日付YYYY/MM/DD 時刻00:30					
発電所	日付YYYY/MM/DD 時刻00:00				
331	332				
333	334	335			
発電所名	出力(MW)			費用(円/kWh)	
	現在値	上限	下限	上げ	下げ
発電所 G1	500	1000	300	6	-6
発電所 G2	300	500	150	10	-10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図9]

変電所	費用(円 /kWh)
変電所S1	4000
変電所S2	2000
⋮	⋮

351 352 35

[図10]

種別	重み
対策費用(円)	1
被害費用期待値(円)	1000

361 362 36

[図11]



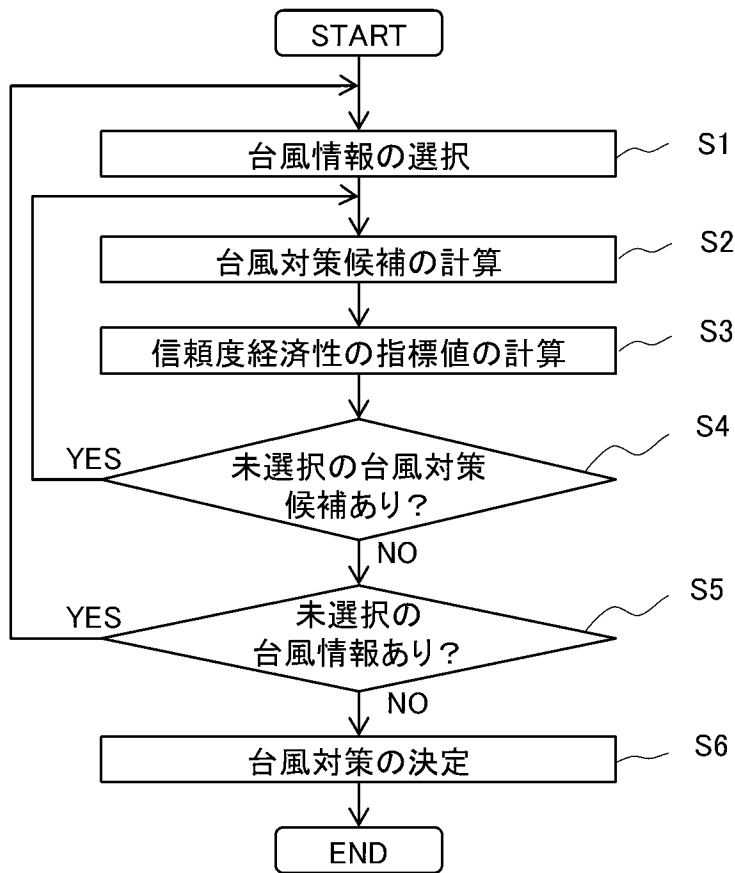
[図12]

台風 ケース 名	台風対策 ケース名	対策費用 (億円/回)	被害費用 期待値 (億円/回)	指標値
CT1	なし	0	1	1200
	CC1	0.5	0.01	150
	CC2	3	0	110
CT2	なし	0	0.02	200
	CC1	0.5	0	50
	CC2	3	0	110

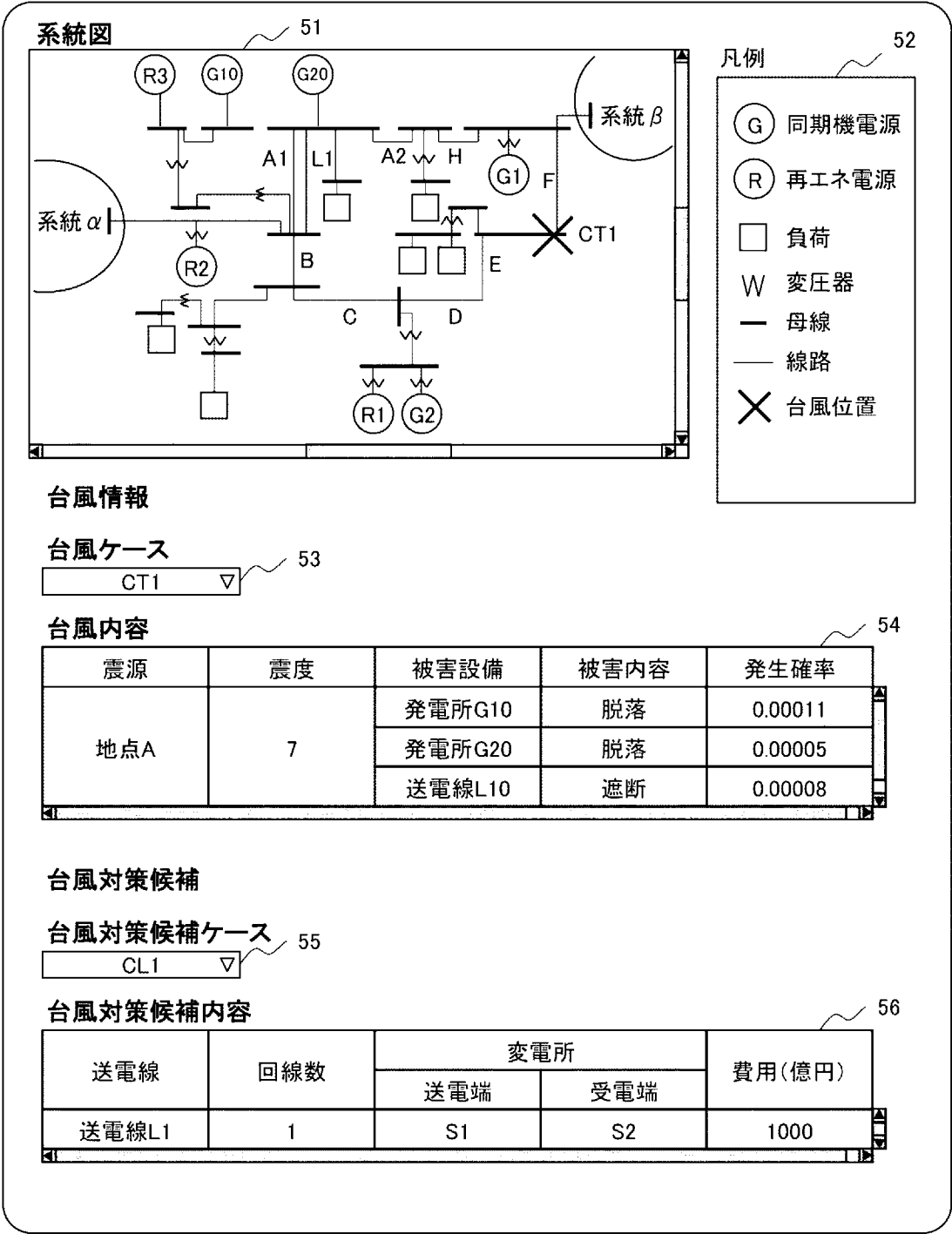
[図13]

台風対策 ケース	台風 ケース	指標値	選択結果
なし	CT1	1200	-
	CT2	200	
CC1	CT1	150	✓
	CT2	50	
CC2	CT1	110	-
	CT2	110	

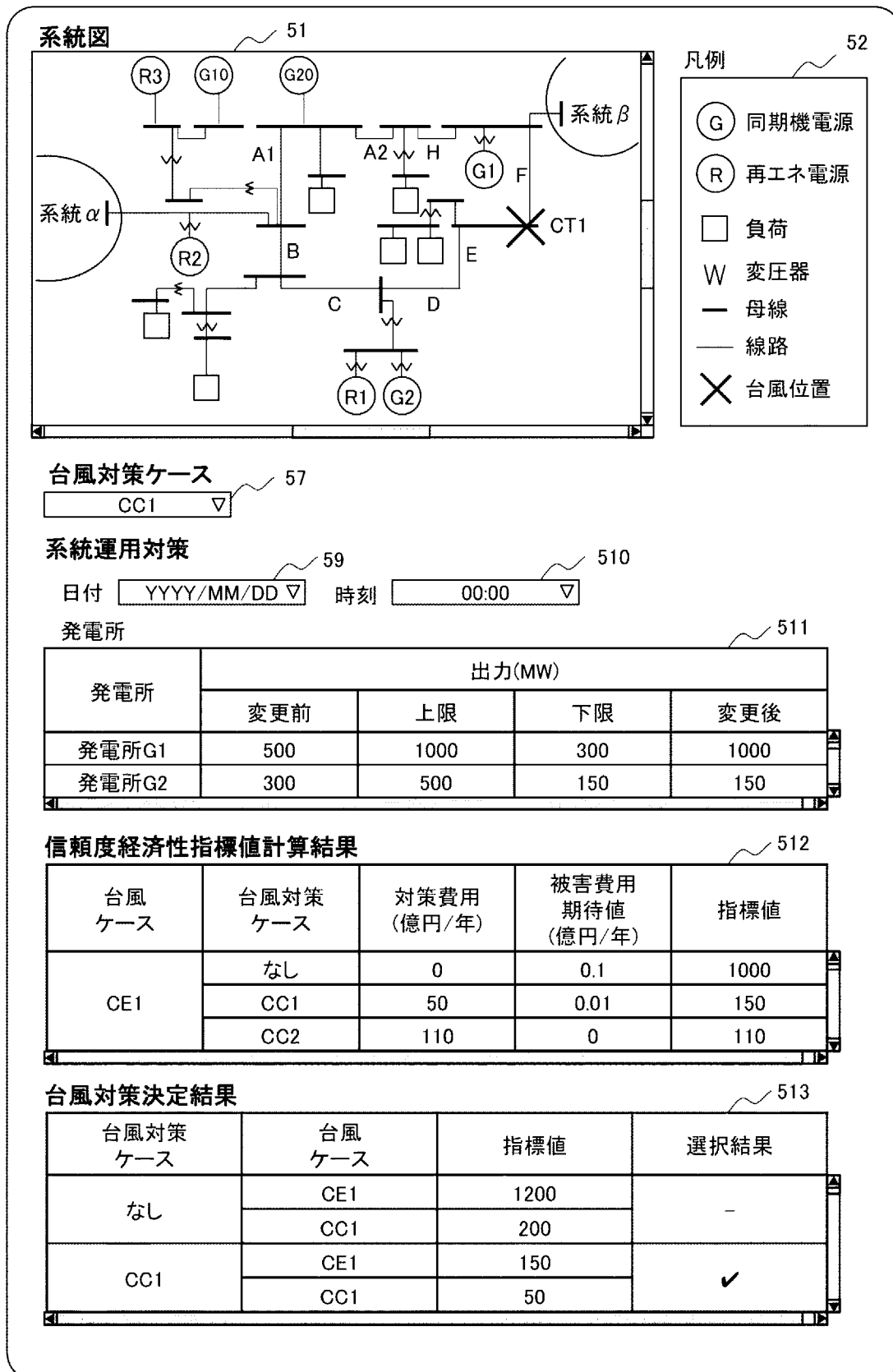
[図14]



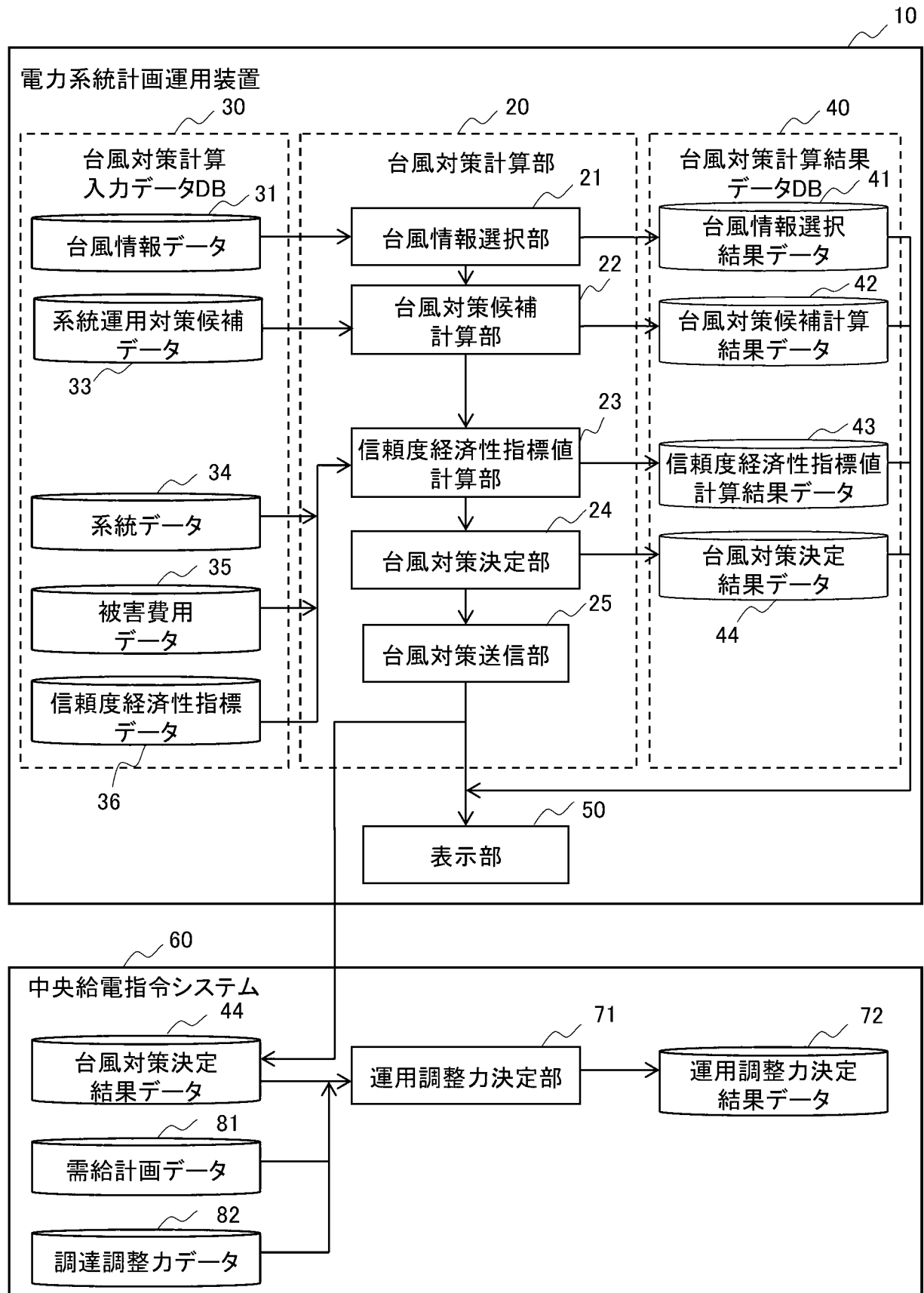
[図15]



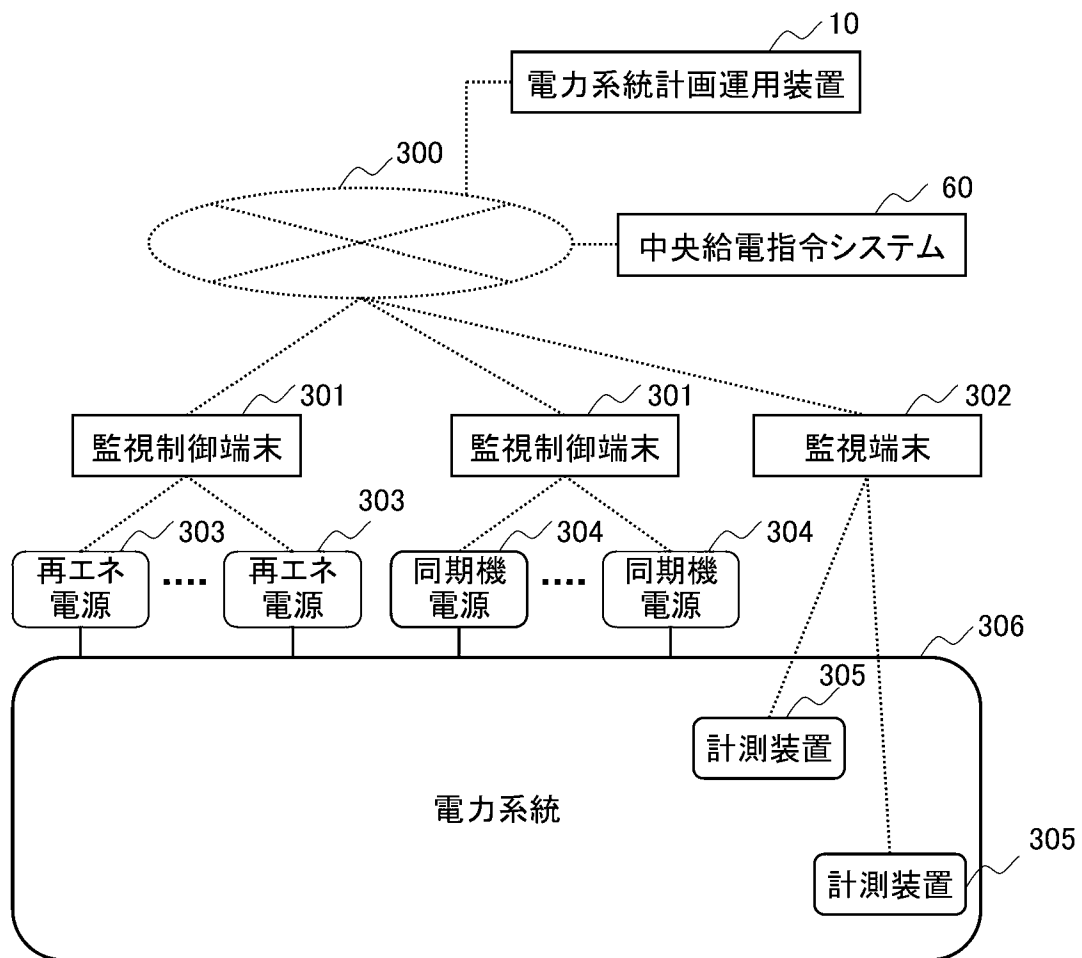
[図16]



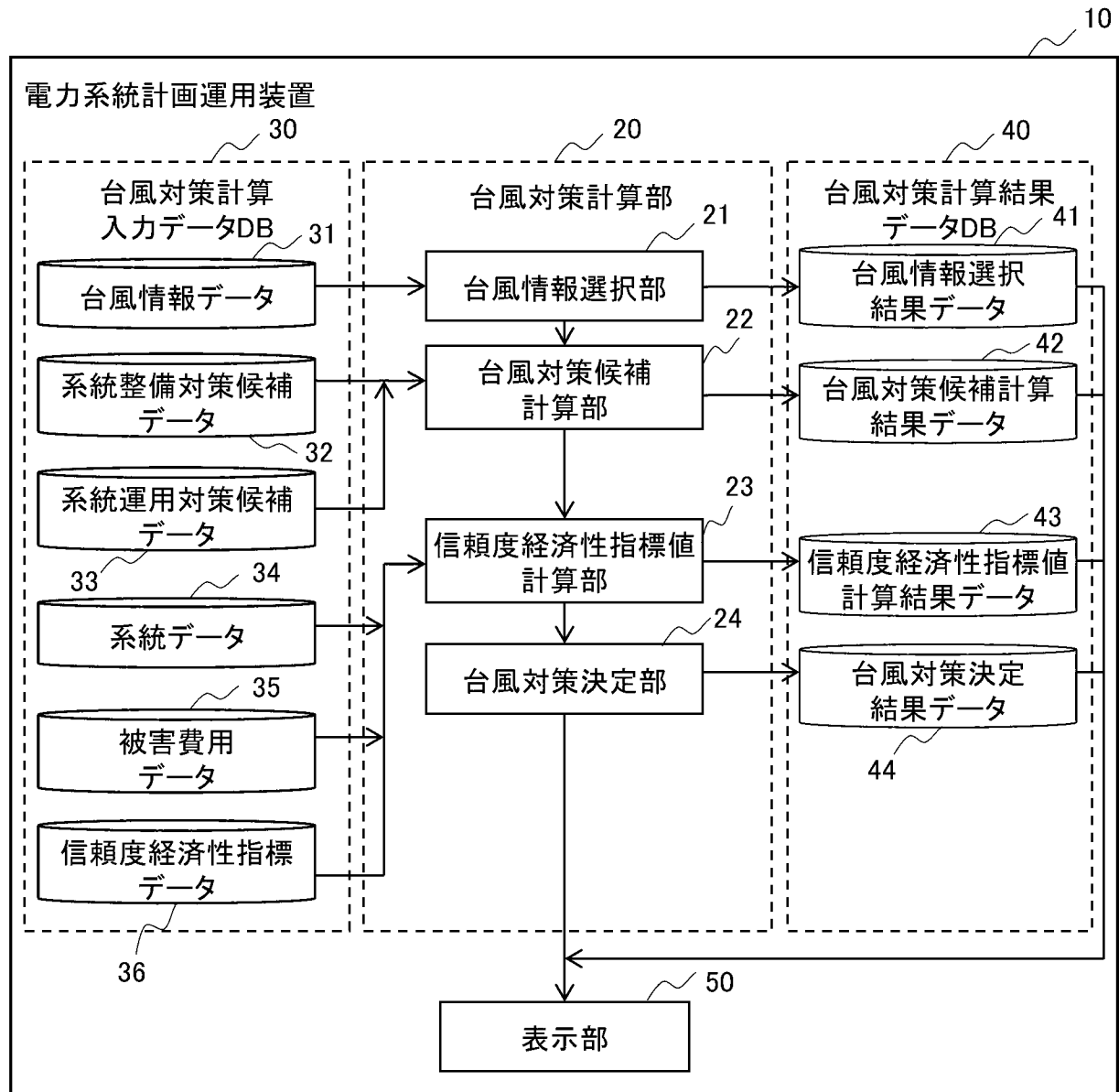
[図17]



[図18]



[図19]



[図20A]

32

送電線増設 321

送電線増設 ケース名	送電線 名	回線数	変電所		費用(億円)
			送電端	受電端	
CL1	送電線L1	1	S1	S2	1000
CL2	送電線L2	2	S2	S3	500
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図20B]

32

変電所増設 321

変電所増設 ケース名	変電所 名	バンク数	費用(億円)
CS1	変電所S1	2	100
CS2	変電所S2	4	200
⋮	⋮	⋮	⋮

[図20C]

32

調相設備増設 321

調相設備増設 ケース名	調相設備	数	変電所	費用(億円)
CY1	調相Y1	1	S1	0.05
CY2	調相Y2	2	S2	0.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図21A]

台風対策ケースCC1 421

系統整備対策 421A

送電線増設ケース 422A	変電所増設ケース 423A	調相設備増設ケース 424A
なし	なし	なし

系統運用対策 421B

発電所 日付YYYY/MM/DD 時刻00:30

発電所 日付YYYY/MM/DD 時刻00:00 423B

422B 424B 425B

発電所	出力(MW)			
	変更前	上限	下限	変更後
発電所G1	500	1000	300	1000
発電所G2	300	500	150	150
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図21B]

台風対策ケースCC2 421

系統整備対策 421A

送電線増設ケース	変電所増設ケース	調相設備増設ケース
CL1	CS1	なし

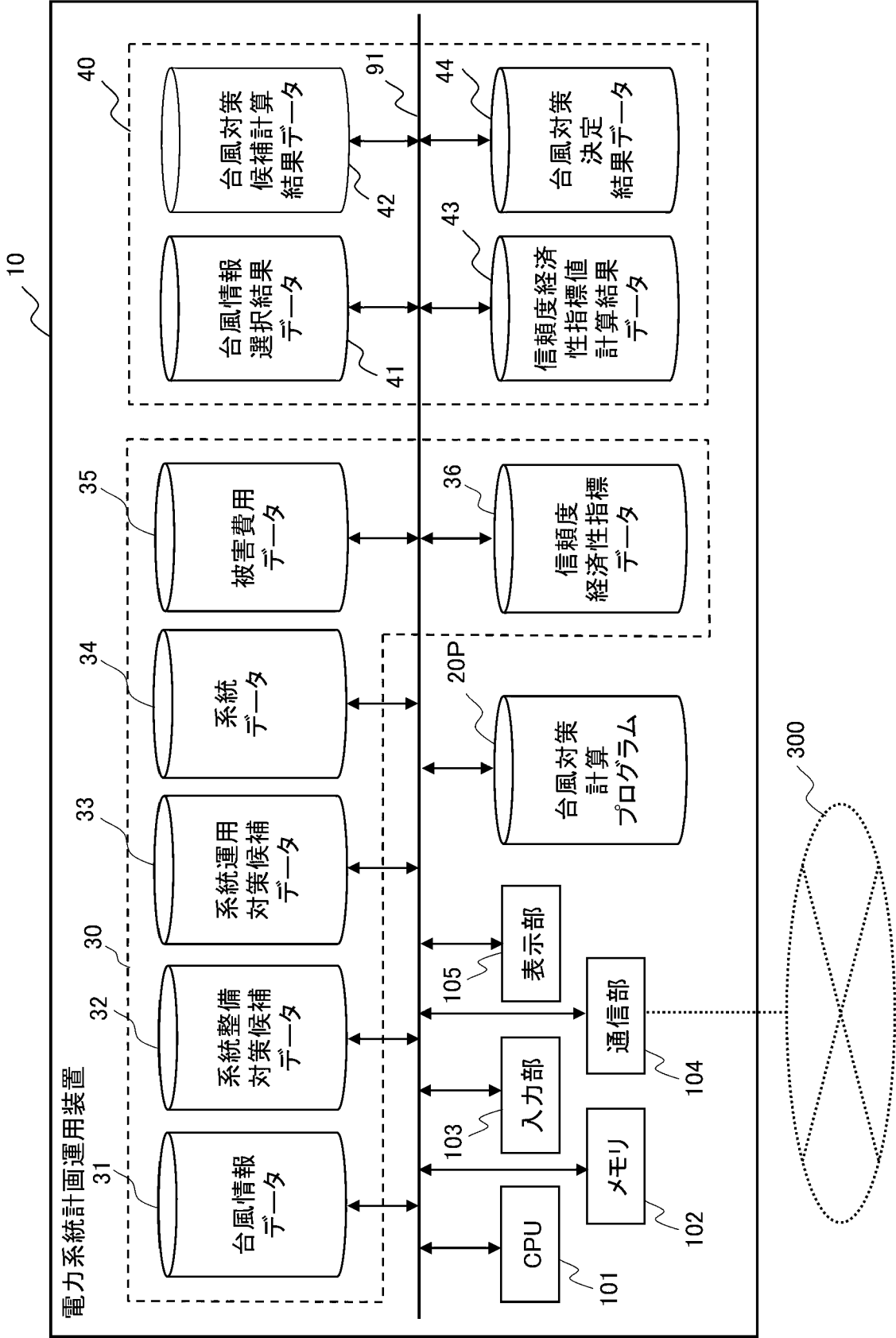
系統運用対策 421B

発電所 日付YYYY/MM/DD 時刻00:30

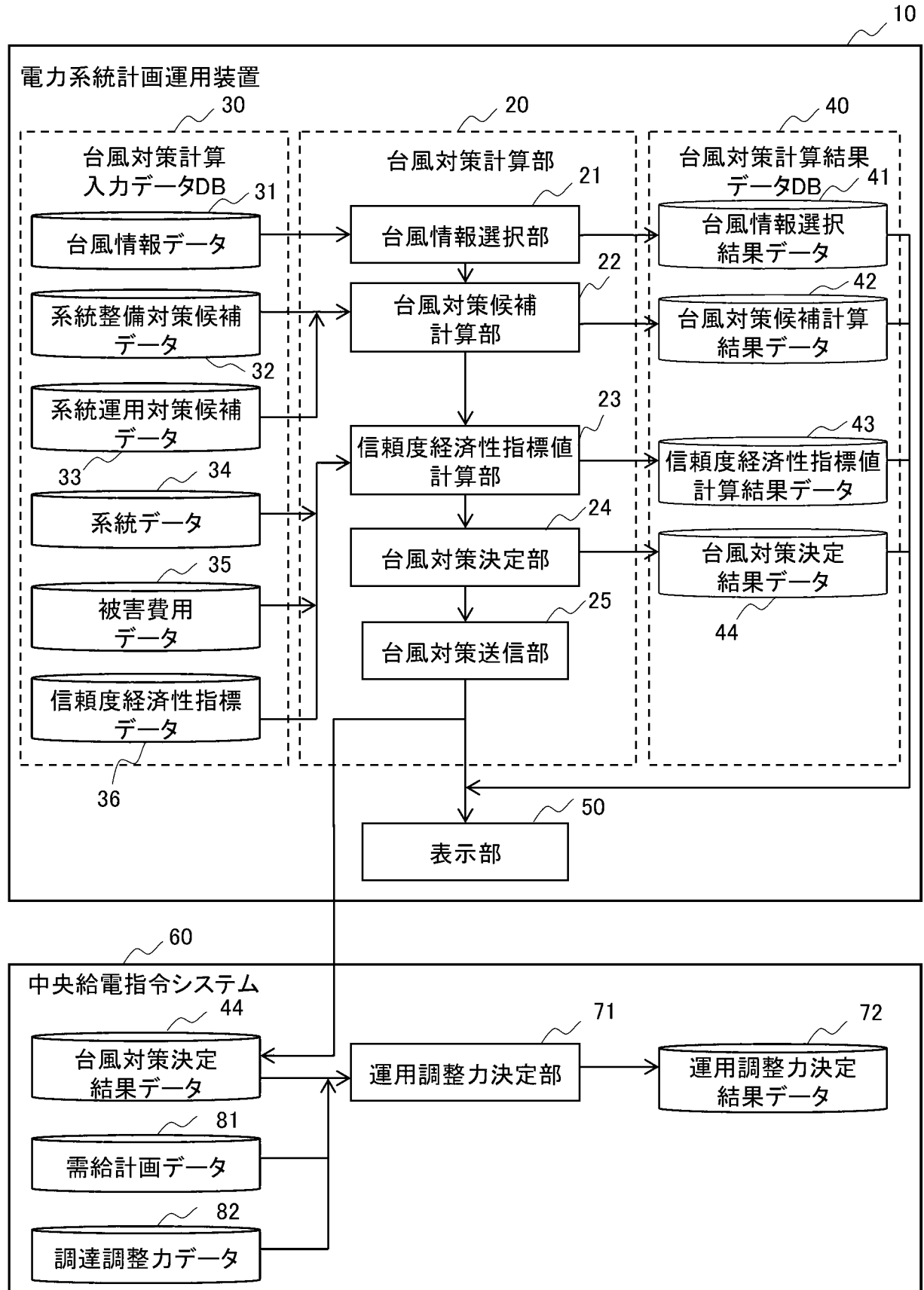
発電所 日付YYYY/MM/DD 時刻00:00

発電所	出力(MW)			
	現在値	上限	下限	変更後
発電所G1	500	1000	300	500
発電所G2	300	500	150	300
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

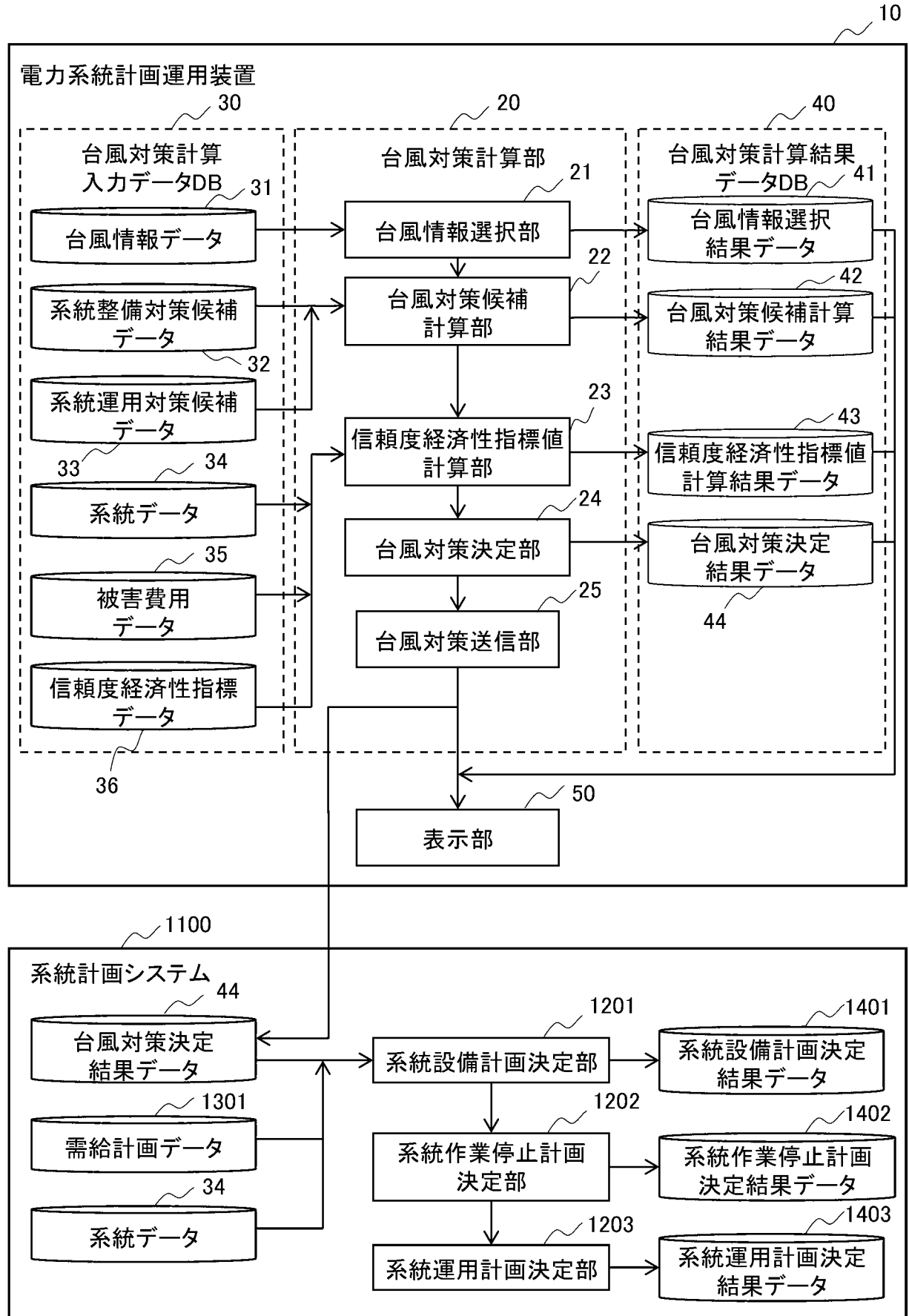
[図22]



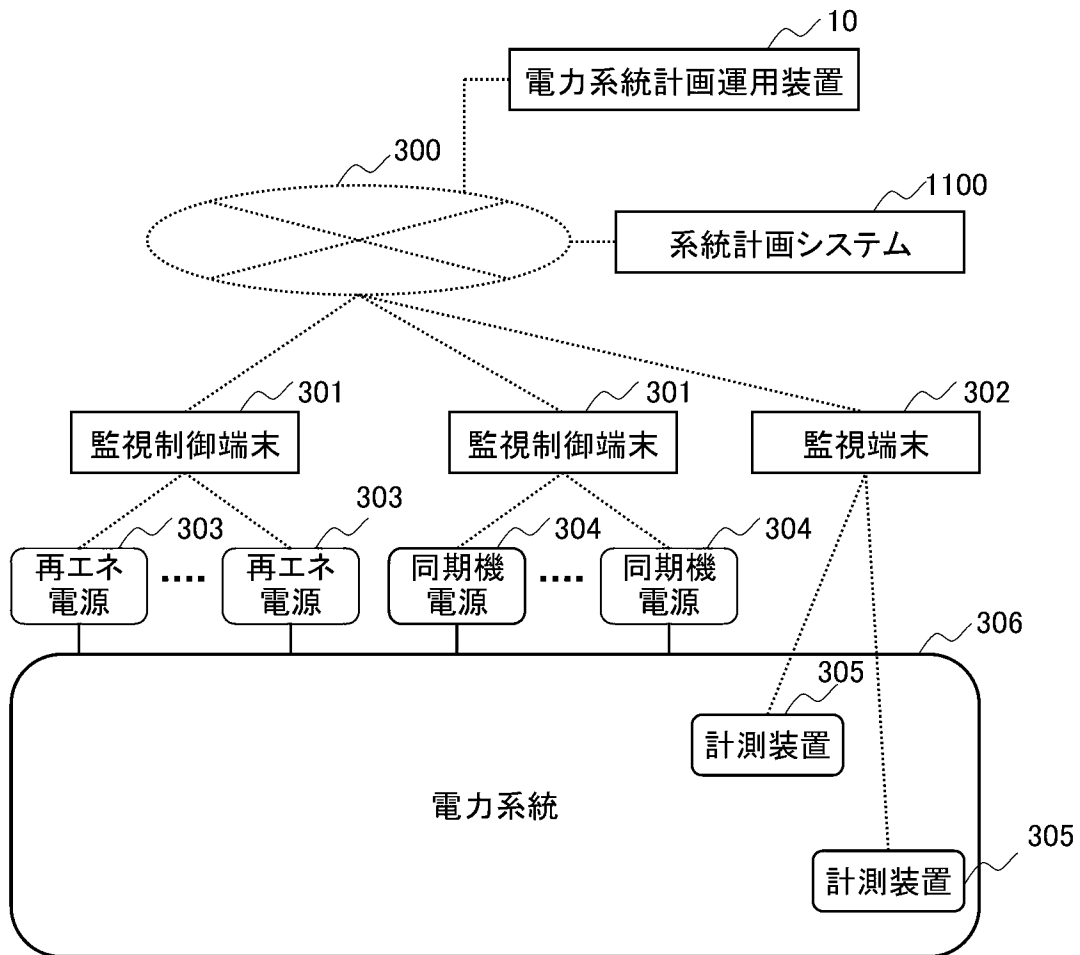
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/016462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/00(2006.01)i; **G06Q 50/06**(2012.01)i; **H02J 3/18**(2006.01)i; **H02J 3/46**(2006.01)i; **H02J 13/00**(2006.01)i
 FI: H02J3/00 170; G06Q50/06; H02J3/18 128; H02J3/18 157; H02J3/18 178; H02J3/46; H02J13/00 311R

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)

H02J3/00; G06Q50/06; H02J3/18; H02J3/46; H02J13/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2020-107294 A (HITACHI LTD) 09 July 2020 (2020-07-09) paragraphs [0001]-[0138], fig. 1-31	1-13
A	WO 2016/006254 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 14 January 2016 (2016-01-14) paragraphs [0001]-[0076], fig. 1-5	1-13

☐ 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

20 June 2023

Date of mailing of the international search report

27 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/016462

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-107294	A	09 July 2020	(Family: none)	
WO	2016/006254	A1	14 January 2016	US 2017/0161656 A1	paragraphs [0001]-[0080], fig. 1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02J 3/00(2006.01)i; G06Q 50/06(2012.01)i; H02J 3/18(2006.01)i; H02J 3/46(2006.01)i; H02J 13/00(2006.01)i FI: H02J3/00 170; G06Q50/06; H02J3/18 128; H02J3/18 157; H02J3/18 178; H02J3/46; H02J13/00 311R										
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）） H02J3/00; G06Q50/06; H02J3/18; H02J3/46; H02J13/00										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 2020-107294 A（株式会社日立製作所）09.07.2020（2020 - 07 - 09） 段落[0001]-[0138], 図1-31	1-13								
A	WO 2016/006254 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）14.01.2016（2016 - 01 - 14） 段落[0001]-[0076], 図1-5	1-13								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 20.06.2023	国際調査報告の発送日 27.06.2023									
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） 鈴木 大輔 5T 5582 電話番号 03-3581-1101 内線 3526									

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/JP2023/016462

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-107294	A	09.07.2020	(ファミリーなし)	
WO	2016/006254	A1	14.01.2016	US 2017/0161656 A1	
				段落[0001]-[0080], 図1-5	