

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6230055号
(P6230055)

(45) 発行日 平成29年11月15日(2017.11.15)

(24) 登録日 平成29年10月27日(2017.10.27)

(51) Int.Cl. F I
G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 50/06
H02J 3/00 (2006.01) H02J 3/00 130

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-237364 (P2013-237364)	(73) 特許権者	000233044
(22) 出願日	平成25年11月15日(2013.11.15)		株式会社日立パワーソリューションズ
(65) 公開番号	特開2015-97059 (P2015-97059A)		茨城県日立市幸町3丁目2番2号
(43) 公開日	平成27年5月21日(2015.5.21)	(74) 代理人	110001807
審査請求日	平成28年8月5日(2016.8.5)		特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(74) 代理人	100064414
			弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(73) 特許権者	304026696
			国立大学法人三重大学
			三重県津市栗真町屋町1577
		(74) 代理人	100064414
			弁理士 磯野 道造

特許法第30条第2項適用 平成25年9月4日にIM
 PRES2013 Organizing Commi
 tteeが開催した「Innovative Mate
 rials for Processes in En
 ergy Systems2013」において発表

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力需要予測装置及び電力需要予測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気象情報を管理する気象情報管理サーバから、所定地域における気温予測値と、湿度予測値と、日射量予測値と、を含む気象情報を受信する気象情報受信手段と、

前記気温予測値及び前記湿度予測値に対応する外気エンタルピが電力需要に与える影響度を表す外気エンタルピ係数と、前記日射量予測値が電力需要に与える影響度を表す日射係数と、がそれぞれ格納される記憶手段と、

前記気象情報受信手段によって受信される前記気象情報と、前記記憶手段に格納される前記外気エンタルピ係数及び前記日射係数と、に基づいて、前記所定地域における電力需要の予測値である電力需要予測値を算出する電力需要予測値算出手段と、を備え、

前記記憶手段は、さらに、建物への日射が当該建物の室内温度の上昇に反映されるまでの遅れ時間が格納される建物情報データベースを有し、

前記電力需要予測値算出手段は、

前記遅れ時間の候補となる複数の遅れ時間候補ごとに、日射量の時間的变化を前記遅れ時間候補だけ遅らせたグラフと、前記電力需要の時間的变化を示すグラフと、の相関を表す相関係数を算出し、複数の前記遅れ時間候補のうち前記相関係数が最大となるものを前記遅れ時間として設定し、

将来の所定時刻について前記電力需要予測値を算出する際、前記建物情報データベースを参照し、前記所定時刻よりも前記遅れ時間だけ遡った時刻における前記日射量予測値を用いて、前記電力需要予測値を算出すること

10

20

を特徴とする電力需要予測装置。

【請求項 2】

前記電力需要予測値算出手段は、複数の前記遅れ時間候補のうち前記相関係数が最大となるものを、前記建物の識別情報に対応付けて、前記遅れ時間として前記建物情報データベースに格納すること

を特徴とする請求項 1 に記載の電力需要予測装置。

【請求項 3】

前記記憶手段は、

前記外気エンタルピ係数が、電力需要の予測対象を特定するための時間帯を少なくとも含むイベントに対応付けて格納されるイベント情報データベースと、

前記日射係数が、前記所定地域に存在する建物の伝熱特性を反映させた建物区分に対応付けて格納される日射係数データベースと、を有し、

前記電力需要予測値算出手段は、前記イベントに対応する前記外気エンタルピ係数と、前記建物区分に対応する前記日射係数と、を用いて前記電力需要予測値を算出すること

を特徴とする請求項 1 に記載の電力需要予測装置。

【請求項 4】

前記電力需要予測値算出手段は、前記外気エンタルピ係数と前記外気エンタルピの積と、前記日射係数と前記日射量予測値の積と、の和に基づいて、前記電力需要予測値を算出すること

を特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の電力需要予測装置。

【請求項 5】

前記所定地域内の負荷装置に接続される電力計から、前記負荷装置の消費電力検出値を含む電力情報を受信する電力情報受信手段を備え、

前記記憶手段は、前記電力情報受信手段によって前記電力計から受信した前記電力情報が格納される電力情報データベースを有し、

前記気象情報受信手段は、前記所定地域における温度実測値及び湿度実測値をさらに含む前記気象情報を前記気象情報管理サーバから受信して前記記憶手段に格納し、

前記電力需要予測値算出手段は、前記温度実測値及び前記湿度実測値を用いて外気エンタルピを算出し、当該外気エンタルピと、前記消費電力検出値と、に基づく相関係数分析によって、前記イベントごとに前記外気エンタルピ係数を算出すること

を特徴とする請求項 3 に記載の電力需要予測装置。

【請求項 6】

前記所定地域内の負荷装置に接続される電力計から、前記負荷装置の消費電力検出値を含む電力情報を受信する電力情報受信手段を備え、

前記記憶手段は、前記電力情報受信手段によって前記電力計から受信した前記電力情報が格納される電力情報データベースを有し、

前記気象情報受信手段は、前記所定地域における日射量実測値をさらに含む前記気象情報を前記気象情報管理サーバから受信して前記記憶手段に格納し、

前記電力需要予測値算出手段は、前記日射量実測値と、前記消費電力検出値と、に基づく相関係数分析によって、前記建物区分ごとに前記日射係数を算出すること

を特徴とする請求項 3 に記載の電力需要予測装置。

【請求項 7】

所定地域における電力需要を予測する電力需要予測装置が実行する電力需要予測方法であって、

前記電力需要予測装置は、気温予測値及び湿度予測値に対応する外気エンタルピが電力需要に与える影響度を表す外気エンタルピ係数と、日射量予測値が電力需要に与える影響度を表す日射係数と、がそれぞれ格納される記憶手段を備えており、

前記記憶手段は、さらに、建物への日射が当該建物の室内温度の上昇に反映されるまでの遅れ時間が格納される建物情報データベースを有しており、

気象情報を管理する気象情報管理サーバから、所定地域における前記気温予測値と、前

10

20

30

40

50

記湿度予測値と、前記日射量予測値と、を含む気象情報を受信する気象情報受信ステップと、

前記気象情報受信ステップで受信した前記気象情報と、前記記憶手段に格納される前記外気エンタルピー係数及び前記日射係数と、に基づいて、前記所定地域における電力需要の予測値である電力需要予測値を算出する電力需要予測値算出ステップと、を含み、

前記電力需要予測値算出ステップにおいて、

前記遅れ時間の候補となる複数の遅れ時間候補ごとに、日射量の時間的变化を前記遅れ時間候補だけ遅らせたグラフと、前記電力需要の時間的变化を示すグラフと、の相関を表す相関係数を算出し、複数の前記遅れ時間候補のうち前記相関係数が最大となるものを前記遅れ時間として設定し、

将来の所定時刻について前記電力需要予測値を算出する際、前記建物情報データベースを参照し、前記所定時刻よりも前記遅れ時間だけ遡った時刻における前記日射量予測値を用いて、前記電力需要予測値を算出すること

を特徴とする電力需要予測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力需要を予測する電力需要予測装置及び電力需要予測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境の保護やエネルギー資源の有効利用を目的として、風力発電や太陽光発電等、自然エネルギーを利用した発電機の開発が進められている。また、工場設備等に設置される発電機から負荷装置に電力供給する際、その不足分を電力会社から買い取ったり、余剰分を電力会社に販売したりする事業が広まりつつある。

【0003】

発電機を所有する事業者にとっては、電力会社から買い取る電力量をできるだけ小さくして電力コストを抑制することが望まれる。一方、電力需要は、気象条件や時間帯等によって大きく変動する。したがって、将来（例えば、翌日）の電力需要を正確に予測し、その予測結果に応じて発電電力を調整することで、無駄な発電を行わないことが要請される。

【0004】

例えば、特許文献1には、予測対象となる負荷量を含む時系列の実績データを取得する取得部と、気象要素の時系列の予報データを受信する受信部と、気象状態を表す因子と負荷量とを変数に含む回帰式の係数を変更する演算部と、を備えた負荷量予測装置について記載されている。

なお、前記した因子として、不快指数、外気エンタルピー、湿球温度、及び気温のうち、いずれか一種類が用いられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-5465号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前記したように、特許文献1に記載の発明では、予測に用いるパラメータが一種類（例えば、不快指数）であるため、負荷量（つまり、電力需要）を正確に予測できない可能性がある。実際の負荷量と、予測した負荷量と、の間に大きな差が生じた場合、無駄な発電に伴うエネルギーロスが生じて電力コストが高くなる可能性がある。

【0007】

そこで、本発明は、電力需要を正確に予測する電力需要予測装置及び電力需要予測方法

10

20

30

40

50

を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明は、気象情報を管理する気象情報管理サーバから、所定地域における気温予測値と、湿度予測値と、日射量予測値と、を含む気象情報を受信する気象情報受信手段と、前記気温予測値及び前記湿度予測値に対応する外気エンタルピが電力需要に与える影響度を表す外気エンタルピ係数と、前記日射量予測値が電力需要に与える影響度を表す日射係数と、がそれぞれ格納される記憶手段と、前記気象情報受信手段によって受信される前記気象情報と、前記記憶手段に格納される前記外気エンタルピ係数及び前記日射係数と、に基づいて、前記所定地域における電力需要の予測値である電力需要予測値を算出する電力需要予測値算出手段と、を備え、前記記憶手段は、さらに、建物への日射が当該建物の室内温度の上昇に反映されるまでの遅れ時間が格納される建物情報データベースを有し、前記電力需要予測値算出手段は、前記遅れ時間の候補となる複数の遅れ時間候補ごとに、日射量の時間的变化を前記遅れ時間候補だけ遅らせたグラフと、前記電力需要の時間的变化を示すグラフと、の相関を表す相関係数を算出し、複数の前記遅れ時間候補のうち前記相関係数が最大となるものを前記遅れ時間として設定し、将来の所定時刻について前記電力需要予測値を算出する際、前記建物情報データベースを参照し、前記所定時刻よりも前記遅れ時間だけ遡った時刻における前記日射量予測値を用いて、前記電力需要予測値を算出することを特徴とする。

10

なお、詳細については、発明を実施するための形態において説明する。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、電力需要を正確に予測する電力需要予測装置及び電力需要予測方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係る電力需要予測装置を含む電力管理システムの構成図である。

【図2】(a)は電力需要の内訳を示す説明図であり、(b)は電力需要の内訳の時間的变化を示すグラフである。

30

【図3】電力需要予測装置を備える電力情報管理サーバの構成図である。

【図4】記憶部の各データベースに格納される情報を示す説明図であり、(a)は電力情報データベースの説明図であり、(b)は温湿度データベースの説明図であり、(c)は日射量データベースの説明図であり、(d)建物情報データベースの説明図であり、(e)はイベント情報データベースの説明図であり、(f)は日射係数データベースの説明図である。

【図5】電力管理システムの動作の流れを示すシーケンスである。

【図6】(a)は電力需要及び日射量の時間的变化と、遅れ時間を考慮した日射量の時間的变化と、を示すグラフであり、(b)は遅れ時間だけシフトさせた日射量のグラフと電力需要のグラフとの相関係数と、複数の遅れ時間の候補と、の関係を示す説明図である。

40

【図7】(a)は外気エンタルピと電力需要実績との相関関係を示す説明図であり、(b)は日射量実測値と電力需要実績との相関関係を示す説明図である。

【図8】電力需要予測処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】電力需要予測処理の結果を示す説明図であり、(a)は外気エンタルピ及び日射量予測値に基づいて電力需要が予測される時間帯を示す説明図であり、(b)は電力需要を直線で近似する処理の説明図であり、(c)は正午付近の電力需要予測値を補正する処理の説明図である。

【図10】制御信号生成装置が実行する処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】電力需要の時間的变化と、蓄電池の充放電を行う時間帯と、ガスエンジン発電機を駆動する時間帯と、を示す説明図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明を実施するための形態（以下、実施形態という）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。以下では、一例として、図1に示す負荷装置 L_1, \dots, L_m と、発電機 G_1, G_2, G_3 と、蓄電池 B_1, \dots, B_n とが、所定地域の工場設備（図示せず）に設置されている場合について説明する。

【0012】

実施形態

図1は、本実施形態に係る電力需要予測装置を含む電力管理システムの構成図である。電力管理システム S は、電力系統 K から供給される電力や、発電機 G_1, G_2, G_3 の発電電力によって、負荷装置 L_1, \dots, L_m に電力を供給するシステムである。また、電力管理システム S は、負荷装置 L_1, \dots, L_m の電力需要に応じて、蓄電池 B_1, \dots, B_n を充放電させるように構成されている。

10

【0013】

電力管理システム S は、電力情報管理サーバ100と、電力計 $P_0, P_{L_1}, \dots, P_{L_m}, P_{G_1}, P_{G_2}, P_{G_3}, P_{B_1}, \dots, P_{B_n}$ と、 $PCS21$ （Power Conditioning Subsystems） $22, 23, 31, \dots, 3n$ と、気象情報管理サーバ400と、管理用 $PC500$ と、を備えている。

以下では、まず、負荷装置 L_1, \dots, L_m 、発電機 G_1, G_2, G_3 、及び蓄電池 B_1, \dots, B_n について簡単に説明した後、電力管理システム S の各構成について説明する。

20

【0014】

<負荷装置>

負荷装置 L_1 は、電力系統 K から供給される電力を消費する機器である。負荷装置 L_1 として、例えば、工場設備の生産ラインに設置される機械設備、室内を照らす照明設備、機械設備を駆動させるためのエネルギー（例えば、圧縮空気）を供給するユーティリティ設備、室内を空調する空調設備が挙げられる（図2（a）参照）。他の負荷装置 L_2, \dots, L_m についても同様である。

【0015】

なお、図1に示す電力系統 K は、変電所（図示せず）の下流側に接続される配電線 k_1 と、配電線 k_1 の電圧を降圧する変圧器 Tr と、変圧器 Tr の下流側に接続される引込線 k_2 と、を含んでいる。引込線 k_2 は、図1に示すように分岐しており、負荷装置 L_1, \dots, L_m 、発電機 G_1, G_2, G_3 、及び蓄電池 B_1, \dots, B_n に接続されている。

30

【0016】

<発電機>

太陽光発電機 G_1 は、太陽光が照射されることで発電する太陽光発電パネル（図示せず）を有し、 $PCS21$ 及び引込線 k_2 を介して変圧器 Tr に接続されている。

風力発電機 G_2 は、風力によって回転するブレード（図示せず）と、このブレードの回転軸に連結される発電機と、を有し、 $PCS22$ 及び引込線 k_2 を介して変圧器 Tr に接続されている。

【0017】

ガスエンジン発電機 G_3 は、燃料ガスを燃焼させて運動エネルギーを発生させるガスエンジン（図示せず）と、このガスエンジンで発生させた運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、を有し、 $PCS23$ 及び引込線 k_2 を介して変圧器 Tr に接続されている。

40

発電機 G_1, G_2, G_3 によって発電される電力は、 $PCS21 \sim 23$ による制御に応じて負荷装置 L_1, \dots, L_m に供給されたり、蓄電池 B_1, \dots, B_n に充電されたりする。

なお、発電機の種類及び個数は、図1に示すものに限定されない。

【0018】

<蓄電池>

50

蓄電池 B 1 は、直列又は直並列に接続された複数の電池セル（図示せず）を有し、P C S 3 1 及び引込線 k 2 を介して変圧器 T r に接続されている。なお、他の蓄電池 B 2 , ... , B n についても同様である。

【 0 0 1 9 】

< 電力計 >

電力計 P₀ は、電力系統 K を介して工場設備に供給される電力を検出するセンサであり、引込線 k 2 に接続されている。電力計 P₀ は、有線又は無線通信によって、検出した電力値を電力情報管理サーバ 1 0 0 に送信するように構成されている。

電力計 P_{L1} は、負荷装置 L 1 の消費電力を検出し、その電力値を電力情報管理サーバ 1 0 0 に送信する（電力計 P_{L2} , ... , P_{Lm} についても同様）。

10

【 0 0 2 0 】

電力計 P_{G1} は、太陽光発電機 G 1 で発電された電力を検出し、その電力値を電力情報管理サーバ 1 0 0 に送信する（電力計 P_{G2} , P_{G3} についても同様）。

電力計 P_{B1} は、蓄電池 B 1 の充放電電力を検出し、その電力値を電力情報管理サーバ 1 0 0 に送信する（電力計 P_{B2} , ... , P_{Bn} についても同様）。

なお、前記した各電力計として、自身が制御機能を有するスマートメータを用いてもよいし、単に検出機能と通信機能のみを有する電力計を用いてもよい。

【 0 0 2 1 】

< P C S >

P C S 2 1 は、インバータ回路、開閉器等を有しており、太陽光発電機 G 1 の発電状態に応じて、直流 / 交流変換や電力変動補償を実行する（P C S 2 2 についても同様）。

20

P C S 2 3 は、電力情報管理サーバ 1 0 0 からの指令に応じて、ガスエンジン発電機 G 3 の発電電力を制御する。なお、ガスエンジン発電機 G 3 の運転開始 / 停止を手動で行うようにしてもよい。

P C S 3 1 は、電力情報管理サーバ 1 0 0 からの指令に応じて、蓄電池 B 1 の充放電電力を制御したり、充放電に伴う電圧変動を抑制したりする（P C S 3 2 , ... , 3 n についても同様）。

【 0 0 2 2 】

以下では、任意の負荷装置、発電機、蓄電池、電力計、P C S（P C S 3 1 , ... , 3 n を含む）を指す場合、それぞれ負荷装置 L、発電機 G、蓄電池 B、電力計 P、P C S 2 0 と記す。

30

【 0 0 2 3 】

< 気象情報管理サーバ >

気象情報管理サーバ 4 0 0 は、例えば、気象庁（図示せず）から取得した気象情報を管理するサーバであり、ネットワーク N を介して電力情報管理サーバ 1 0 0 に接続されている。なお、前記した気象情報には、各地の気温予測値・湿度予測値・日射量予測値（つまり、将来の気象情報）と、各地の気温実測値・湿度実測値・日射量実測値（つまり、現在又は過去の気象情報）と、が含まれる。

【 0 0 2 4 】

< 管理用 P C >

管理用 P C 5 0 0 は、例えば、入力手段（マウス、キーボード等）を介した操作に応じて電力情報管理サーバ 1 0 0 に各種情報を送信するコンピュータであり、ネットワーク N を介して電力情報管理サーバ 1 0 0 に接続されている。前記した操作は、例えば、電力管理システム S の管理者によって行われる。

40

【 0 0 2 5 】

< 電力情報管理サーバ >

電力情報管理サーバ 1 0 0 は、工場設備を含む所定地域の電力情報を管理するサーバである。電力情報管理サーバ 1 0 0 は、電力需要予測装置 1 1 0 と、制御信号生成装置 1 2 0 と、を備えている。

【 0 0 2 6 】

50

(電力需要予測装置)

電力需要予測装置 110 は、気象情報管理サーバ 400 から取得した気象情報を用いて、所定地域における電力需要を予測する装置であり、ネットワーク N を介して気象情報管理サーバ 400 及び管理用 PC 500 に接続されている。まず、電力需要予測装置 110 が実行する処理の概要を説明する。

図 2 (a) は、電力需要の内訳を示す説明図である。工場設備に設置される負荷装置 L の電力需要は、例えば、図 2 (a) に示す内訳になる。ここで、生産ライン、照明、及びユーティリティ (例えば、圧縮空気の生成) の電力需要は、外気条件 (温湿度) や日射量の変化に影響されにくい「定常負荷」に相当する。図 2 (b) は、電力需要の内訳の時間的変化を示すグラフである。図 2 (b) に示す「定常負荷」は、工場設備の稼働スケジュール等に基づいて推定される。

10

【0027】

一方、空調に伴う電力需要は、外気条件や日射量によって変動する「変動負荷」に相当する。本実施形態において電力需要予測装置 110 (図 1 参照) は、図 2 (a)、(b) に示すように、外気条件による負荷と、日射による負荷と、の和で表わされる変動負荷と、前記した定常負荷と、に基づいて工場設備の電力需要を予測する。

すなわち、電力需要予測装置 110 は、外気エンタルピ h と、日射量予測値 S_r と、に基づいて、以下に示す (数式 1) によって工場設備の電力需要予測値 P_1 を算出する。

【0028】

$$P_1 = \quad \cdot h + \quad \cdot S_r + \quad + \quad \cdot \cdot \cdot \quad (\text{数式 1})$$

20

【0029】

ここで、外気エンタルピ h は外気条件に応じて変化する値であり、気象情報管理サーバ 400 (図 1 参照) から送信される気温予測値・湿度予測値に基づいて算出される。外気エンタルピ係数 \quad は、外気エンタルピ h が電力需要に与える影響度を表している。日射係数 \quad は、日射量 S_r が電力需要に与える影響度を表している。

(数式 1) のうち $(\quad \cdot h + \quad \cdot S_r)$ の部分が、外気条件及び日射によって変化する「変動負荷」に相当する。

【0030】

また、(数式 1) の定数 \quad は、外気条件や日射量の変化に影響されることはほとんどなく、工場の稼働スケジュール等に基づいて算出される。補正值 \quad は、工場設備の昼休憩等に伴う一時的な電力需要の低下を電力需要予測値 P_1 に反映させるために設定される。

30

(数式 1) のうち $(\quad + \quad)$ の部分が、外気条件及び日射の影響を受けない「定常負荷」に相当する。電力需要予測装置 110 は、「変動負荷」と「定常負荷」との和をとることで、電力需要予測値 P_1 を算出する。

なお、(数式 1) に示す各パラメータの詳細については後記する。

【0031】

図 3 は、電力需要予測装置を備える電力情報管理サーバの構成図である。なお、図 3 では、ネットワーク N (図 1 参照) の図示を省略した。図 3 に示すように、電力需要予測装置 110 は、電力情報受信部 111 と、気象情報受信部 112 と、パラメータ算出部 113 と、電力需要予測部 114 と、記憶部 115 と、を備えている。

40

【0032】

電力情報受信部 111 (電力情報受信手段) は、電力計 P (図 3 参照) から電力情報を受信して電力情報データベース 115 a に格納する。なお、前記した「電力情報」には、電力計 P の識別情報と、検出された電力値である電力需要実績と、が含まれる。

気象情報受信部 112 (気象情報受信手段) は、工場設備を含む所定地域の気象情報を気象情報管理サーバ 400 から受信し、記憶部 115 に格納する。なお、前記した「気象情報」には、気温予測値と、湿度予測値と、日射量予測値と、が含まれる。

気象情報受信部 112 は、受信した気象情報のうち温湿度に関する情報を温湿度データベース 115 b に格納し、日射量に関する情報を日射量データベース 115 c に格納する。

50

【 0 0 3 3 】

パラメータ算出部 1 1 3 は、記憶部 1 1 5 に格納された情報を用いて、前記した外気エンタルピ係数、日射係数、定数、及び補正値を算出する。

電力需要予測部 1 1 4 (電力需要予測値算出手段) は、記憶部 1 1 5 に格納された情報を用いて、所定の日付・時間帯 (例えば、翌日の 1 時間ごと) における工場設備の電力需要を予測する。

なお、電力需要予測装置 1 1 0 が実行する処理の詳細については、後記する。

【 0 0 3 4 】

記憶部 1 1 5 (記憶手段) は、電力情報データベース 1 1 5 a と、温湿度データベース 1 1 5 b、日射量データベース 1 1 5 c と、建物情報データベース 1 1 5 d と、イベント情報データベース 1 1 5 e と、日射係数データベース 1 1 5 f と、を有している。

10

【 0 0 3 5 】

図 4 は、記憶部の各データベースに格納される情報を示す説明図である。

図 4 (a) に示すように、電力情報データベース 1 1 5 a には、電力計 P の識別情報である電力計 ID と、予測 (又は検出) 対象を特定するための日付・時間帯・位置と、電力需要予測値と、電力需要実績と、を含む電力情報が格納される。

ここで、「電力需要予測値」とは、負荷装置 L (図 1 参照) の電力需要であり、電力需要予測部 1 1 4 (図 2 参照) によって予測される。また、「電力需要実績」とは、負荷装置 L の消費電力であり、電力計 P によって検出される。

【 0 0 3 6 】

20

図 4 (b) に示すように、温湿度データベース 1 1 5 b には、予測 (又は実測) 対象を特定するための日付・時間帯・位置と、気温予測値と、湿度予測値と、気温実測値と、湿度実測値と、を含む温湿度情報が格納される。

気温予測値・湿度予測値は、所定地域について予測される将来 (例えば、翌日) の気温・湿度である。一方、気温実測値・湿度実測値は、所定地域において実際に検出された気温・湿度である。温湿度データベース 1 1 5 b に格納される情報は、気象情報受信部 1 1 2 によって、気象情報管理サーバ 4 0 0 から取得される (図 3 参照)。

【 0 0 3 7 】

図 4 (c) に示すように、日射量データベース 1 1 5 c には、予測 (又は実測) 対象を特定するための日付・時間帯・位置と、日射量予測値と、日射量実測値と、を含む日射量情報が格納される。

30

日射量予測値は、所定地域について予測される将来 (例えば、翌日) の日射量である。一方、日射量実測値は、所定地域において実際に検出された日射量である。日射量データベース 1 1 5 c に格納される情報は、気象情報受信部 1 1 2 によって、気象情報管理サーバ 4 0 0 から取得される (図 3 参照)。

【 0 0 3 8 】

図 4 (d) に示すように、建物情報データベース 1 1 5 d には、建物 ID、住所、緯度・経度、面積、壁厚、材質、建物区分、及び遅れ時間 t が格納される。建物 ID とは、所定地域 (例えば、工場設備内) に存在する建物の識別情報であり、電力需要予測装置 1 1 0 によって付与される。住所、緯度・経度は、前記した建物の位置情報であり、ネットワーク N (図 1 参照) を介して管理用 PC 5 0 0 から取得される。

40

【 0 0 3 9 】

図 4 (d) に示す面積は、建物を平面視した場合の面積である。壁厚は、建物を構成する壁 (例えば、天井壁) の厚さである。材質は、建物を構成する壁の材質 (例えば、コンクリート) である。建物区分は、前記した面積・壁厚・材質等を考慮して、建物の伝熱特性を反映させるように設定される区分である。例えば、壁の材質を基準としてコンクリート、鋼板、及び漆喰の 3 区分で建物を分類してもよい。

前記した面積・壁厚・材質・建物区分は、ネットワーク N を介して管理用 PC 5 0 0 から取得される。なお、図 4 (d) に示す遅れ時間 t については後記する。

【 0 0 4 0 】

50

図4(e)に示すように、イベント情報データベース115eには、イベントID、日付、時間帯、イベント区分、影響範囲、及び外気エンタルピ係数を含むイベント情報が格納される。

イベントIDとは、各イベントの識別情報であり、電力需要予測装置110によって付与される。日付・時間帯は、イベントの時期を特定するための情報である。

【0041】

イベント区分とは、日付に対応する季節・曜日、時間帯が朝・昼・夜のいずれに属するか、行事内容、工場の稼働スケジュール等を考慮して定められる区分である。例えば、夏季の日曜日の昼間と、夏季の平日の昼間と、は外気条件が同一でも電力需要への影響の仕方が異なる。したがって、これらは互いに異なるイベント区分に分類される。

10

一方、電力需要に対する影響が同等とみなせるイベント（例えば、春季の日曜日の昼間と、秋季の日曜日の昼間）は、同一のイベント区分に分類される。

【0042】

影響範囲は、イベントが電力需要に影響する範囲を特定するための情報であり、例えば、緯度・経度を指定することで外縁が特定される領域である。日付、時間帯、イベント区分、及び影響範囲は、ネットワークN（図1参照）を介して管理用PC500から取得される。

【0043】

建物に設置される空調装置の稼働状態は、外気エンタルピhの大きさが同じであっても、季節、曜日、時間帯等（つまり、イベント）によって異なる。本実施形態では、パラメータ算出部113（図3参照）によって、イベント区分ごとに外気エンタルピ係数を算出するようにした。これによって、電力需要に対するイベントの影響を、（数式1）の外気エンタルピ係数に反映させることができる。なお、外気エンタルピ係数の算出処理については後記する。

20

【0044】

図4(f)に示すように、日射係数データベース115fには、建物区分、イベント区分、及び日射係数が格納される。ここで、図4(f)に示す建物区分は、建物情報データベース115d（図4(d)参照）に格納される建物区分に対応している。また、図4(f)に示すイベント区分は、イベント情報データベース115eに格納されるイベント区分に対応している。

30

【0045】

ところで、建物に設置される空調装置の稼働状態は、日射条件が同じであっても、建物の伝熱特性（構造・材質）や、前記したイベントによって異なってくる。本実施形態では、パラメータ算出部113（図3参照）によって、イベント区分及び建物区分ごとに日射係数を算出するようにした。これによって、電力需要に対するイベントの影響と、建物の伝熱特性と、を（数式1）の日射係数に反映させることができる。なお、日射係数の算出処理については後記する。

【0046】

（制御信号生成装置）

図3に示す制御信号生成装置120は、電力需要予測装置110によって予測された電力需要と、電力情報データベース115aに格納されている電力情報と、に基づいて制御信号を生成し、PCS20及び発電機Gに出力する。

40

なお、制御信号生成装置120が実行する処理については後記する。

【0047】

<電力管理システムの動作>

図5は、電力管理システムの動作の流れを示すシーケンスである。

ステップS101において電力情報管理サーバ100は、管理用PC500から設定情報を受信する。この設定情報には、電力需要の予測対象とする地域を特定するための情報と、当該地域内に存在する建物の住所・建物ID・面積・壁厚・材質・建物区分（図4(d)参照）と、が含まれる。なお、図4(d)に示す遅れ時間tは、次のステップS1

50

02の処理で算出される。電力情報管理サーバ100は、管理用PC500から受信した情報を建物情報データベース115d(図3参照)に格納する。

【0048】

ステップS102において電力情報管理サーバ100は、ステップS101で受信した設定情報に基づいて、遅れ時間 t を算出する。ここで、「遅れ時間 t 」とは、建物への日射が、壁を介した伝熱によって室内温度の上昇(つまり、空調負荷・電力需要の増加)に反映されるまでの時間を意味している。このような遅れ時間 t の長さは、建物の面積、壁厚、壁の材質によって異なる。

【0049】

図6(a)は、電力需要及び日射量の時間的変化と、遅れ時間を考慮した日射量の時間的変化と、を示すグラフである。図6(a)に示す例では、電力需要(破線)のグラフがM字状を呈している。これは、工場設備で昼休憩(12:00~13:00)がとられることに伴い、電力需要が一時的に減少したためである。このような一時的な減少は、前記した(数式1)の補正值 (< 0) によって電力需要予測値 P_1 に反映される。

【0050】

また、図6(a)に示す例では、電力需要(破線)が14:30付近で最大になっているのに対し、日射量(一点鎖線)は13:00付近で最大になっている。これは、建物の壁を介した伝熱に時間を要するため、日射が空調負荷に影響するまでに約1.5時間の遅れが生じることに起因している。

電力情報管理サーバ100は、以下の相関係数分析を実行し、建物情報データベース115d(図4(d)参照)に格納された建物区分ごとに最適な遅れ時間 t を算出する。

【0051】

図6(b)は、遅れ時間だけシフトさせた日射量のグラフと電力需要のグラフとの相関係数と、複数の遅れ時間の候補と、の関係を示す説明図である。電力情報管理サーバ100は、遅れ時間 t の候補として、例えば、0[h]、0.5[h]、...、2.5[h]を設定する。そして、電力情報管理サーバ100は、過去1年間のデータを用いて、複数の遅れ時間候補に関する電力需要のグラフ(図6(a)の破線)と、遅れ時間候補ぶんだけシフトした日射量のグラフ(図6(a)の実線)と、の相関係数を算出する。

ちなみに、電力情報管理サーバ100は、相関係数が最大値 $_{Max}$ となる遅れ時間(図6(b)では、1.5h)を遅れ時間 t として設定し、建物情報データベース115dに格納する(図4(d)参照)。

【0052】

また、電力需要予測部114(図3参照)は、設定した遅れ時間 t (1.5h)だけ遡った時刻の日射量を用いて、電力需要予測値 P_1 を算出する。例えば、翌日の午後4時における電力需要を予測する際、電力需要予測部114は、遅れ時間1.5時間だけ遡った午後2時半の日射量予測値を用いる。これによって、建物の構造に伴う伝熱の遅れを電力需要予測値 P_1 に反映させることができる。

【0053】

再び、図5に戻って説明を続ける。ステップS201において電力情報管理サーバ100は、電力情報受信部111(図3参照)によって、電力計Pから電力情報を受信し、電力情報データベース115aに格納する。前記した電力情報には、実際に検出された電力値(電力需要実績)と、電力計IDと、検出時刻と、が含まれる。ステップS201で取得した電力情報は、ステップS204のパラメータ算出処理に用いられる。

【0054】

ステップS202において電力情報管理サーバ100は、気象情報受信部112(図3参照)によって、気象情報管理サーバ400から気象情報を受信し、温湿度データベース115b及び日射量データベース115cに格納する。前記した気象情報には、検出対象を特定するための日付・時刻・位置、気温実測値、湿度実測値、及び日射量実測値が含まれる。ステップS202で取得した気象情報は、ステップS204のパラメータ算出処理に用いられる。

10

20

30

40

50

なお、ステップ S 2 0 1 , S 2 0 2 の処理は、所定時間ごとに逐次実行される。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 2 0 3 において管理用 P C 5 0 0 は、電力情報管理サーバ 1 0 0 に対し、ネットワーク N を介してパラメータ算出指令を送信する。当該送信処理は、自動的に行ってもよいし、入力手段（図示せず）を介した管理者の操作に応じて手動で行ってもよい。

ステップ S 2 0 4 において電力情報管理サーバ 1 0 0 は、パラメータ算出部 1 1 3（図 3 参照）によって、ステップ S 2 0 1 , S 2 0 2 で取得した情報を用いてパラメータ算出処理を実行する。

【 0 0 5 6 】

図 7（a）は、外気エンタルピと電力需要実績との相関関係を示す説明図である。図 7（a）に示すように、外気エンタルピと電力需要実績（消費電力検出値）との間には正の相関がある。パラメータ算出部 1 1 3 は、外気エンタルピと、電力需要実績と、に基づく相関係数分析によって、外気エンタルピ係数を算出する。

10

【 0 0 5 7 】

すなわち、パラメータ算出部 1 1 3 は、外気エンタルピ及び電力需要実績の共分散を、外気エンタルピ、電力需要実績それぞれの分散幾何平均の積で割ることによって相関係数を算出する。そして、パラメータ算出部 1 1 3 は、外気エンタルピ及び電力需要実績の標準偏差と、前記した相関係数と、に基づいて、図 7（a）に示す傾きを算出し、外気エンタルピ係数として設定する。

つまり、前記した（数式 1）の外気エンタルピ係数は、外気エンタルピ（の変化）が電力需要（の変化）に与える影響度を表している。

20

【 0 0 5 8 】

なお、図 7（a）に示すデータは、ある特定のイベント（例えば、日曜日の昼間）に関して取得されたデータである。つまり、イベントが異なる場合、図 7（a）に示す傾きの大きさも異なってくる。

パラメータ算出部 1 1 3 は、過去 1 年間に取得した電力情報及び気象情報を用いてイベント区分ごとに外気エンタルピ係数を算出し、イベント区分に対応付けてイベント情報データベース 1 1 5 e に格納する（図 4（e）参照）。

【 0 0 5 9 】

また、図 7（b）に示すように、日射量実測値と電力需要実績との間にも正の相関がある。前記した場合と同様に、パラメータ算出部 1 1 3 は、日射量実測値と、電力需要実績（消費電力検出値）と、に基づく相関係数分析によって傾きを算出し、日射係数として設定する。つまり、前記した（数式 1）の日射係数は、日射量（の変化）が電力需要（の変化）に与える影響度を表している。

30

【 0 0 6 0 】

なお、図 7（b）に示すデータは、ある特定のイベント（例えば、日曜日の昼間）と、建物区分（例えば、コンクリート製の建物）と、の組合せに関して取得されたデータである。パラメータ算出部 1 1 3 は、過去 1 年間に取得したデータを用いて、建物区分及びイベント区分の組合せごとに日射係数を算出する。そして、パラメータ算出部 1 1 3 は、算出した日射係数を建物区分及びイベント区分に対応付けて、日射係数データベース 1 1 5 f に格納する（図 4（f）参照）。

40

【 0 0 6 1 】

また、パラメータ算出部 1 1 3 は、前記した（数式 1）の定数及び補正値を算出する。定数は、例えば、工場設備の稼働スケジュール等に基づいて算出される。

補正値は、例えば、工場設備の昼休憩において一時的に機器が停止される（つまり、一時的に電力需要が小さくなる）場合を考慮して算出される。補正値は、電力計 P から入力される電力情報（実測値）と、工場設備の運営状況と、に基づいて算出される。

ステップ S 2 0 3 , S 2 0 4 の処理は、例えば、一年ごとに行われる（つまり、過去の電力需要実績に基づいて、定期的にパラメータが更新される）。

【 0 0 6 2 】

50

再び、図 5 に戻って説明を続ける。ステップ S 3 0 1 において電力情報管理サーバ 1 0 0 は、気象情報受信部 1 1 2 (図 3 参照) によって、気象情報管理サーバ 4 0 0 から気象情報を受信する(気象情報受信ステップ)。当該気象情報には、予測対象を特定するための日付・時間帯・位置、気温予測値、湿度予測値、及び日射量予測値が含まれている。

なお、外気エンタルピに関する情報は温湿度データベース 1 1 5 b (図 4 (b) 参照) に格納され、日射量に関する情報は日射量データベース 1 1 5 c (図 4 (c) 参照) に格納される。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 0 2 において電力情報管理サーバ 1 0 0 は、電力需要予測部 1 1 4 (図 3 参照) によって、電力需要予測処理を実行する。図 8 は、電力需要予測処理の流れを示すフローチャートである。

10

ステップ S 1 において電力需要予測部 1 1 4 は、前記した所定地域に属する区域を指定して電力需要の予測対象を特定する。ここで「区域」とは、例えば、緯度・経度を指定することで外縁が定まる領域である。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 2 において電力需要予測部 1 1 4 は、建物情報データベース 1 1 5 d (図 4 (d) 参照) から建物情報を読み込む。この建物情報には、ステップ S 1 で指定した区域に存在する建物の建物区分、遅れ時間 t 等が含まれている。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 3 において電力需要予測部 1 1 4 は、時間帯(例えば、翌日の午前 0 時 ~ 1 時)を指定して電力需要の予測対象を特定する。

20

ステップ S 4 において電力需要予測部 1 1 4 は、イベント情報データベース 1 1 5 e (図 4 (e) 参照) からイベント情報を読み込む。このイベント情報には、イベント区分、外気エンタルピ係数 等が含まれている。

なお、管理用コンピュータ 5 0 0 が、ネットワーク N (図 1 参照) を介して区域の指定 (S 1) や時間帯の指定 (S 3) を行ってもよい。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 5 において電力需要予測部 1 1 4 は、前記した(数式 1)の外気エンタルピ係数、日射係数、定数、及び補正值を記憶部 1 1 5 から読み込む。なお、外気エンタルピ係数は、ステップ S 4 で読み込んだイベント情報に含まれている(図 4 (e) 参照)。日射係数は、日射係数データベース 1 1 5 f (図 4 (f) 参照)を参照して取得される。

30

なお、定数及び補正值は、前記したパラメータ算出処理 (S 2 0 4 : 図 5 参照) で算出され、予め記憶部 1 1 5 に格納されている。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 6 において電力需要予測部 1 1 4 は、温湿度データベース 1 1 5 b (図 4 (b) 参照) から温度予測値及び湿度予測値を読み込む。この温湿度予測値及び湿度予測値は、ステップ S 1, S 3 で指定された区域・時間帯に対応している。

ステップ S 7 において電力需要予測部 1 1 4 は、ステップ S 6 で読み込んだ温度予測値及び湿度予測値を用いて、前記した(数式 1)の外気エンタルピ h を算出する。

40

【 0 0 6 8 】

ステップ S 8 において電力需要予測部 1 1 4 は、日射量データベース 1 1 5 c (図 4 (c) 参照) から日射量予測値 S_r を読み込む。この日射量予測値は、ステップ S 1, S 3 で指定された区域・時間帯に対応している。なお、前記した時間帯は、ステップ S 3 で指定された時間帯よりも遅れ時間 t だけ遡った時間帯である(図 6 (a) 参照)。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 9 において電力需要予測部 1 1 4 は、前記した(数式 1)に基づいて電力需要予測値を算出する(電力需要予測値算出ステップ)。すなわち、電力需要予測部 1 1 4 は、ステップ S 5 で読み込んだ各パラメータと、ステップ S 7 で算出した外気エンタルピ h と、ステップ S 8 で読み込んだ日射量予測値 S_r と、を(数式 1)に代入して電力需要

50

予測値 P 1 を算出する。

【 0 0 7 0 】

図 9 は、電力需要予測処理の結果を示す説明図である。本実施形態では、図 9 (a) に示すように、翌日の 0 : 0 0 ~ 6 : 0 0、及び 1 0 : 0 0 ~ 1 7 : 0 0 の電力需要を、(数式 1) に基づいて 1 時間刻みで予測するようにした (図 9 (b)、(c) に示す複数の黒点に対応)。

【 0 0 7 1 】

このような予測処理を行った後、図 9 (b) に示すように、翌日の 6 : 0 0 に対応する点 X 1 と、1 0 : 0 0 に対応する点 X 2 と、を直線で結んで近似する。また、1 7 : 0 0 ~ 2 4 : 0 0 の電力需要についても点 X 3 , X 4 を直線で結んで近似する。ちなみに、実際の電力需要も、6 : 0 0 ~ 1 0 : 0 0、及び 1 7 : 0 0 ~ 2 4 : 0 0 において線形的に変化する。したがって、実際の電力需要との誤差を小さくしつつ、電力需要予測処理に要する演算量を低減できる。

【 0 0 7 2 】

また、正午付近の電力需要に関して、(数式 1) で説明した補正值 (< 0) が加算される。つまり、図 9 (c) に示すように、電力需要予測部 1 1 4 は、電力需要予測値のグラフが正午付近 (領域 Q を参照) において凹状を呈するように補正する。これによって、電力需要予測値を、実際の電力需要の変化に近付けることができる。なお、補正值 は、正午付近を除く領域においてゼロになるように設定されている。

【 0 0 7 3 】

次に、図 8 のステップ S 1 0 において電力需要予測部 1 1 4 は、翌日の 2 4 時間分の予測が完了したか否かを判定する。翌日の 2 4 時間分の予測が完了していない場合 (S 1 0 N o)、電力需要予測部 1 1 4 の処理はステップ S 1 1 に進む。ステップ S 1 1 において電力需要予測部 1 1 4 は、他の時間帯 (例えば、翌日の午前 1 時 ~ 2 時) を指定し、ステップ S 4 の処理に戻る。一方、翌日の 2 4 時間分の予測が完了した場合 (S 1 0 Y e s)、電力需要予測部 1 1 4 の処理はステップ S 1 2 に進む。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 2 において電力需要予測部 1 1 4 は、全ての区域について予測が完了したか否かを判定する。なお、「全ての区域」とは、工場設備を含む複数の区域を意味しており、予め設定されている。

予測が完了していない区域が存在する場合 (S 1 2 N o)、電力需要予測部 1 1 4 の処理はステップ S 1 3 に進む。ステップ S 1 3 において電力需要予測部 1 1 4 は、他の区域を指定する。一方、全ての区域について予測が完了した場合 (S 1 2 Y e s)、電力需要予測部 1 1 4 は処理を終了する (E N D)。

【 0 0 7 5 】

再び、図 5 に戻って説明を続ける。ステップ S 3 0 3 において制御信号生成装置 1 2 0 (図 3 参照) は、ガスエンジン発電機 G 3 (図 1 参照) の駆動や蓄電池 B の充放電を制御するための制御信号を生成する。ステップ S 3 0 4 において制御信号生成装置 1 2 0 (図 3 参照) は、ステップ S 3 0 3 で生成した制御信号を P C S 2 0 及び発電機 G に送信する (図 3 参照)。

【 0 0 7 6 】

図 1 0 は、制御信号生成装置が実行する処理 (S 3 0 2 , S 3 0 3) の流れを示すフローチャートである。なお、図 1 0 に示す処理の実行中も、太陽光発電機 G 1 (図 1 参照) 及び風力発電機 G 2 による発電は継続し、その発電電力及び電力系統 K からの電力が負荷装置 L に供給されているものとする。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 2 1 において制御信号生成装置 1 2 0 は、翌日の電力ピーク時間帯と、ピーク電力量と、を予測する。ここで、ピーク電力量 [k W h] とは、電力需要予測値 (ステップ S 9 : 図 8 参照) に基づいて算出される所定時間あたりの電力量の最大値である。また、ピーク時間帯とは、翌日のピーク電力量に対応する時間帯である。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 2 2 において制御信号生成装置 1 2 0 は、蓄電池 B からの放電電力でピークカットすることが可能であるか否かを判定する。

図 1 1 は、電力需要の時間的变化と、蓄電池の充放電を行う時間帯と、ガスエンジン発電機を駆動する時間帯と、を示す説明図である。図 1 1 に示すように、工場設備を運営する事業者は、電力会社との契約に基づいて、電力系統 K からの供給電力の目標上限値 P_s を予め設定している。

【 0 0 7 9 】

前記したピークカットとは、蓄電池 B からの放電電力によって、電力系統 K からの供給電力を目標上限値 P_s 以下に抑えられる（図 1 1 に示す斜線部が、蓄電池 B の放電電力で補われる）ことを意味している。ステップ S 2 2 の判定処理は、電力情報データベース 1 1 5 a に格納された負荷装置 L の消費電力、太陽光発電機 G 1 及び風力発電機 G 2 の発電電力、蓄電池 B の充電電力等に基づいて実行される。

ちなみに、ガスエンジン発電機 G 3（図 1 参照）は、通常時において停止している。

【 0 0 8 0 】

再び、図 1 0 に戻って説明を続ける。蓄電池 B の放電電力でピークカットが可能である場合（S 2 2 Yes）、制御信号生成装置 1 2 0 の処理はステップ S 2 3 に進む。ステップ S 2 3 において制御信号生成装置 1 2 0 は、P C S 2 0 に対して蓄電池 B への充電指令を出力する（図 1 1 参照）。なお、安価な夜間電力を用いて蓄電池 B を充電することで、負荷の平準化及び電力コストの低減を図ることが好ましい。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 2 4 において制御信号生成装置 1 2 0 は、ステップ S 2 1 で予測した電力ピーク時間帯になったか否かを判定する。電力ピーク時間帯になっていない場合（S 2 4 No）、制御信号生成装置 1 2 0 はステップ S 2 4 の処理を繰り返す。一方、電力ピーク時間帯になった場合（S 2 4 Yes）、制御信号生成装置 1 2 0 の処理はステップ S 2 5 に進む。

ステップ S 2 5 において制御信号生成装置 1 2 0 は、P C S 2 0 に対して蓄電池 B の放電指令を出力する。その結果、蓄電池 B からの放電電力が負荷装置 L に供給される。

【 0 0 8 2 】

一方、蓄電池 B の放電電力のみではピークカットが不可能である場合（S 2 2 No）、制御信号生成装置 1 2 0 の処理はステップ S 2 6 に進む。ステップ S 2 6 において制御信号生成装置 1 2 0 は、ガスエンジン発電機 G 3（図 1 参照）に発電準備指令を出力する。例えば、制御信号生成装置 1 2 0 は、ガスエンジン発電機 G 3 の操作盤（図示せず）のランプを点灯させることで、操作者に対してガスエンジン発電機 G 3 の発電準備を促す。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 2 7 , S 2 8 は、前記したステップ S 2 3 , 2 4 と同様であるから説明を省略する。ステップ S 2 9 において制御信号生成装置 1 2 0 は、発電機 G 3（図 1 参照）にガスエンジンの発電開始指令を出力する。また、制御信号生成装置 1 2 0 は、操作者に対してガスエンジン発電機 G 3 の発電開始時刻になったことを通知する。これによって、操作者は、手動でガスエンジン発電機 G 3 の発電を開始させる（図 1 1 参照）。

なお、ガスエンジン発電機 G 3 は、ステップ S 9（図 8 参照）で予測した電力需要予測値に基づき、電力需要をピークカットできる程度の発電電力を供給するように制御される。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 のステップ S 3 0 において制御信号生成装置 1 2 0 は、P C S 2 0 に対して蓄電池 B の放電指令を出力し、処理を終了する（END）。その結果、ガスエンジン発電機 G 3 の発電電力と、蓄電池 B からの放電電力と、が負荷装置 L に供給される。

【 0 0 8 5 】

< 効果 >

本実施形態に係る電力需要予測装置 1 1 0 によれば、気象情報管理サーバ 4 0 0 から取

10

20

30

40

50

得される外気エンタルピ h 及び日射量予測値 S_r に基づいて電力需要予測値 P_1 を算出するため（（数式1）を参照）、従来よりも電力需要を正確に予測できる。

例えば、実際の電力需要が電力需要予測値を大幅に超えた場合、蓄電池 B やガスエンジン発電機 G_3 では不足分を補うことができず、系統電力 K からの供給電力が目標上限値 P_s （図11参照）を超える可能性がある。また、実際の電力需要が電力需要予測値よりも小さい場合、ガスエンジン発電機 G_3 を無駄に発電することでエネルギーロスが発生する可能性がある。

【0086】

これに対して、本実施形態では、電力需要を正確に予測することでエネルギーロスを少なくし、かつ、電力系統 K からの供給電力を目標上限値 P_s （図11参照）以下に抑えることができる。その結果、発電機 G を高効率で運転し、工場設備に要する電力コストを低減できる。

10

また、外気エンタルピ係数及び日射係数を随時補正する必要はない（更新する場合でも、1年間に1回程度でよい）。したがって、イベント区分や建物区分を特定することで、係数 α 、 β を簡単に特定できる。

【0087】

また、本実施形態では、外気エンタルピ係数を相関係数分析に基づいてイベント区分ごとに算出し、日射係数を建物区分とイベント区分との組合せごとに算出する。これによって、イベントや建物の構造が電力需要（主に、空調に伴う変動負荷）に与える影響を反映させ、電力需要を正確に予測できる。

20

【0088】

また、日射が建物の室内温度の上昇に反映されるまでの遅れ時間 t を考慮することで、電力需要を正確に予測できる。特に、建物の構造や材質に基づく建物区分ごとに遅れ時間 t を算出することで、建物の伝熱特性（蓄熱に伴う時間遅れ）を電力需要予測値 P_1 に反映させることができる。

また、電力需要予測装置110は、外気エンタルピ係数 α と外気エンタルピ h の積と、日射係数 β と日射量予測値 S_r の積と、の和に基づいて電力需要予測値 P_1 を算出する（（数式1）を参照）。このように、電力需要予測値の算出式が単純であるため、電力需要予測装置110の演算量を低減できる。

【0089】

30

また、相関係数分析に基づいて外気エンタルピ係数 α 、日射係数 β を算出することで、実際に検出された消費電力検出値と外気エンタルピとの相関や、消費電力検出値と日射量との相関を、係数 α 、 β の大きさに反映させることができる。したがって、電力需要を正確に予測し、それぞれの発電機 G を効率的に稼働させることができる。

【0090】

変形例

以上、本発明に係る電力需要予測装置110について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、前記実施形態では、（数式1）に基づいて電力需要を予測する場合について説明したが、これに限らない。例えば、指数関数、対数関数等を用いた他の計算式を用いて電力需要予測値を算出してもよい。

40

【0091】

また、前記実施形態では、外気エンタルピ係数 α をイベント区分ごとに設定し、日射係数 β をイベント区分と建物区分の組合せごとに設定する場合について説明したが、これに限らない。例えば、個々のイベントや建物に応じて、外気エンタルピ係数 α 及び日射係数 β を算出してもよい。

また、建物の伝熱特性を反映させた建物区分のみに対応付けて日射係数 β を設定し、日射係数データベース115fに格納してもよい。この場合、需要電力予測部114は、日射量実測値と、消費電力検出値と、に基づく相関係数分析によって、建物区分ごとに日射係数 β を算出する。

50

【 0 0 9 2 】

また、前記実施形態では、相関係数分析に基づいて外気エンタルピ係数、日射係数、遅れ時間 t を算出する場合について説明したが、これに限らない。例えば、相関係数分析に代えて、回帰分析に基づき各係数、 t を算出してもよい。また、遅れ時間 t を電力需要と日射量との相互相関関数とみなし、両者の類似度を最大化するように遅れ時間 t を算出してもよい。

【 0 0 9 3 】

また、前記実施形態では、ガスエンジン発電機 G_3 によって発電電力を調整する場合について説明したが、ディーゼルエンジン発電機、ガスタービンエンジン発電機、ボイラ発電機等を用いてもよい。

10

また、前記実施形態では、負荷装置 L (図 1 参照)、発電機 G 、及び蓄電池 B が引込線 k_2 を介して同一の変圧器 T_r に接続されている場合について説明したが、これらの構成の一部が電力系統 K を介して他の変圧器に接続されていてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、前記実施形態では、負荷装置 L 、発電機 G 、及び蓄電池 B が工場設備に設置されている場合について説明したが、これに限らない。すなわち、大学構内に設置される複数の施設、工業団地等、他の設備に前記実施形態を適用してもよい。また、電力系統 K に接続される需要家、発電事業者が運営する発電設備、需要家に設置される太陽光発電機等を網羅した広域の範囲に適用してもよい。

また、電力計 P (図 1 参照) としてスマートメータを用いた自律分散型のスマートグリッドシステムに前記実施形態を適用してもよい。

20

【 0 0 9 5 】

また、電力需要予測処理 (S 3 0 2 : 図 5 参照) を、プログラムによって、コンピュータである電力情報管理サーバ 1 0 0 に実行させるようにしてもよい。前記したプログラムは、通信回線を介して提供することもできるし、C D - R O M 等の記録媒体に書き込んで配布することも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 6 】

S 電力管理システム

1 0 0 電力情報管理サーバ

30

1 1 0 電力需要予測装置

1 1 1 電力情報受信部 (電力情報受信手段)

1 1 2 気象情報受信部 (気象情報受信手段)

1 1 3 パラメータ算出部

1 1 4 電力需要予測部 (電力需要予測値算出手段)

1 1 5 記憶部 (記憶手段)

1 1 5 a 電力情報データベース

1 1 5 b 温湿度データベース

1 1 5 c 日射量データベース

1 1 5 d 建物情報データベース

40

1 1 5 e イベント情報データベース

1 1 5 f 日射係数データベース

1 2 0 制御信号生成装置

4 0 0 気象情報管理サーバ

5 0 0 管理用 P C

L_1, \dots, L_m 負荷装置

B_1, \dots, B_n 蓄電池

G_1 太陽光発電機

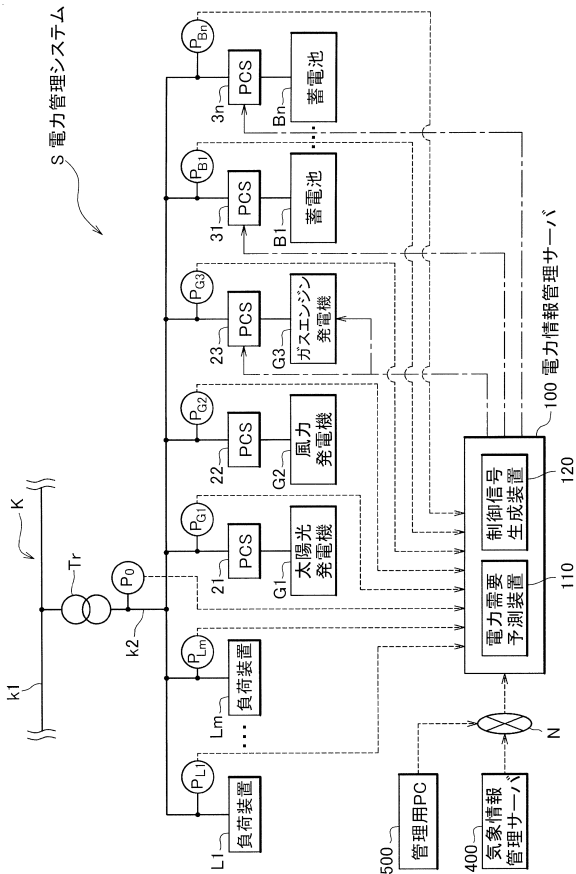
G_2 風力発電機

G_3 ガスエンジン発電機

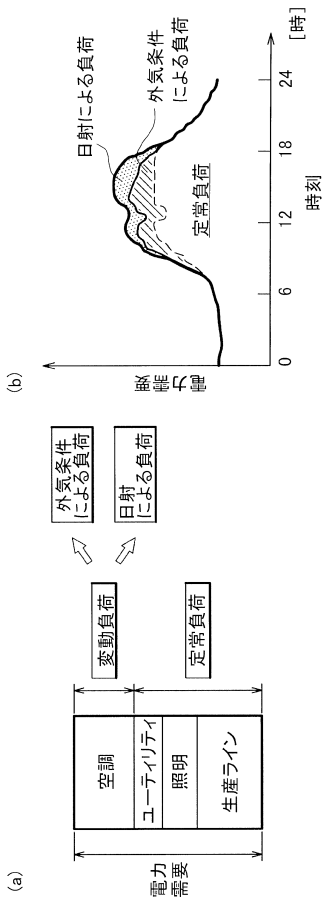
50

K 電力系統
P 電力計

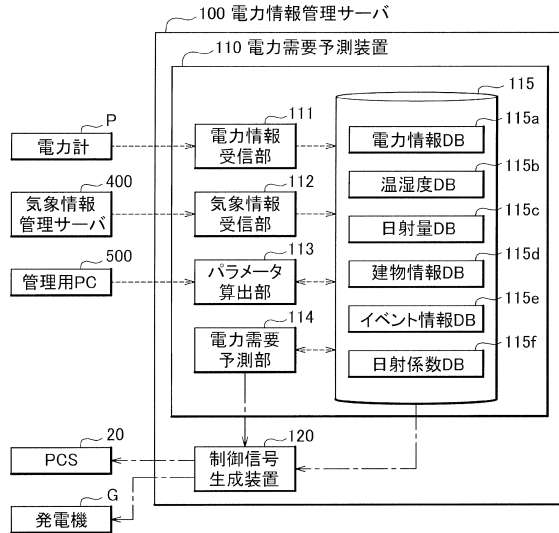
【図 1】



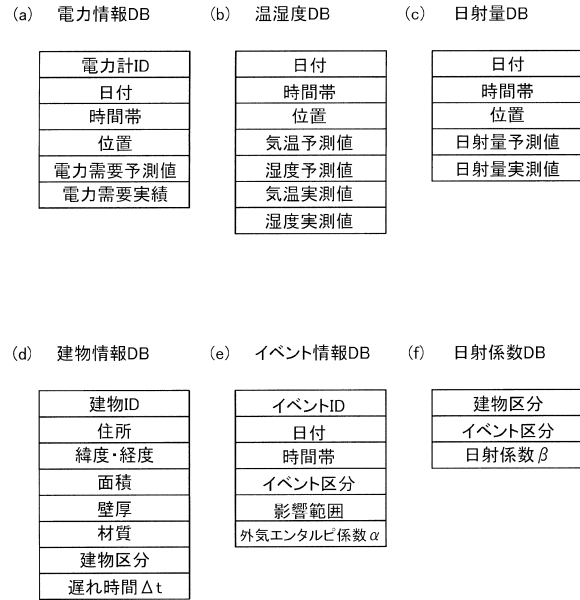
【図 2】



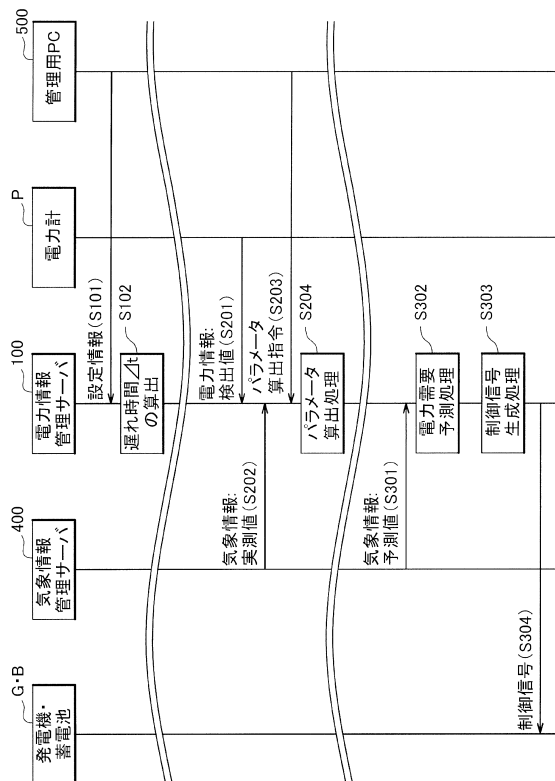
【 図 3 】



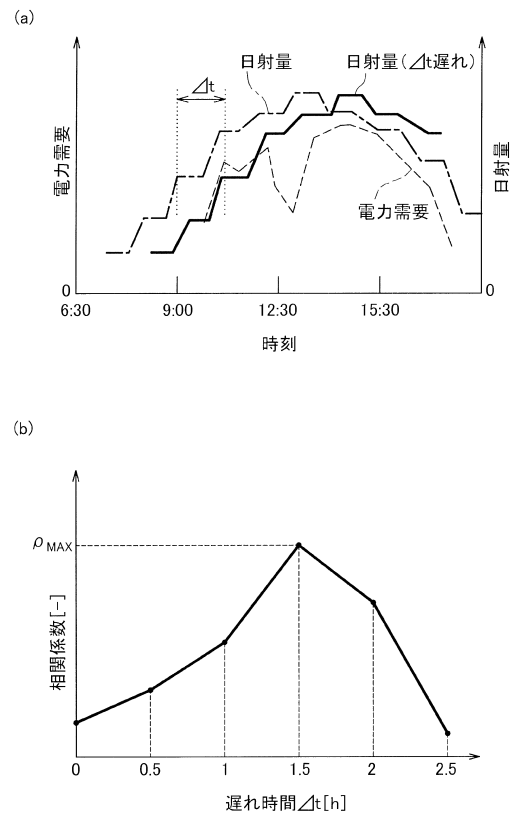
【 図 4 】



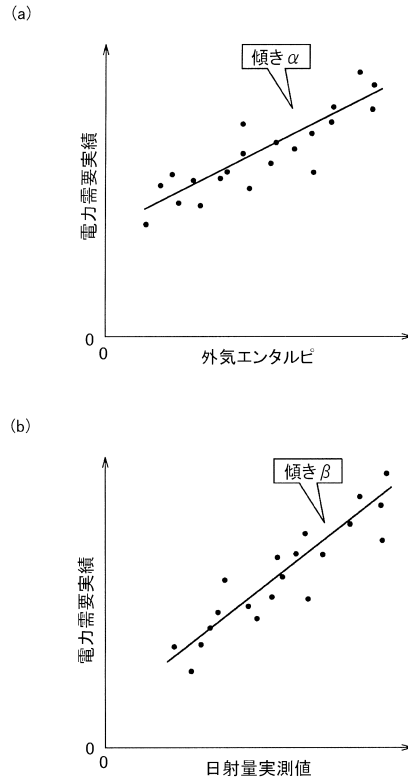
【 図 5 】



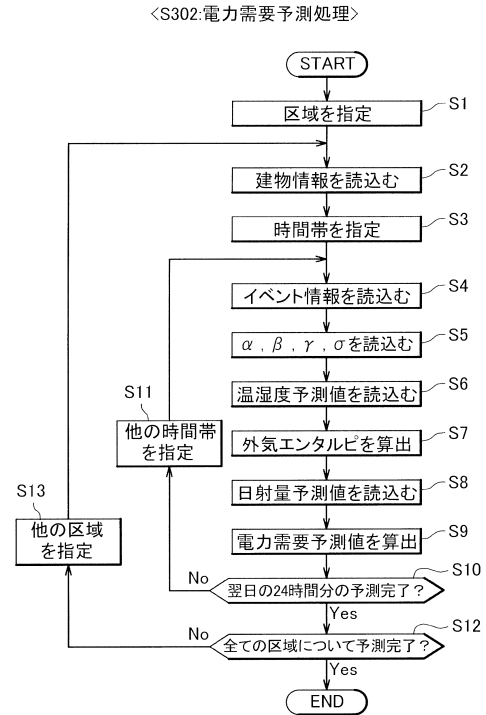
【 図 6 】



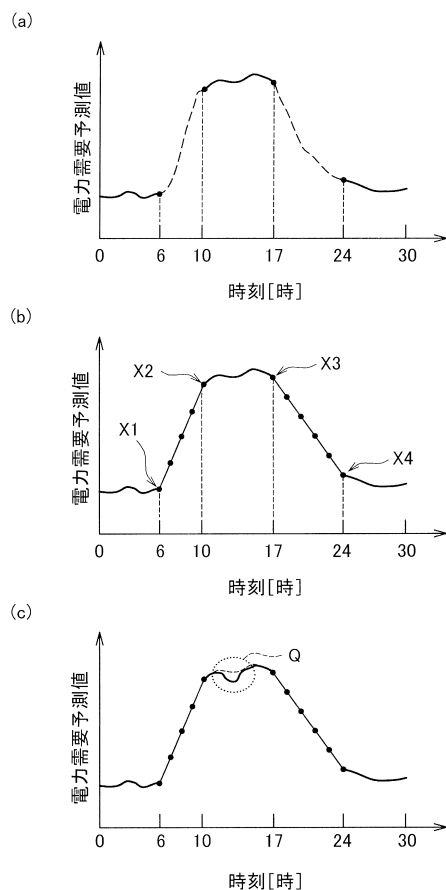
【図 7】



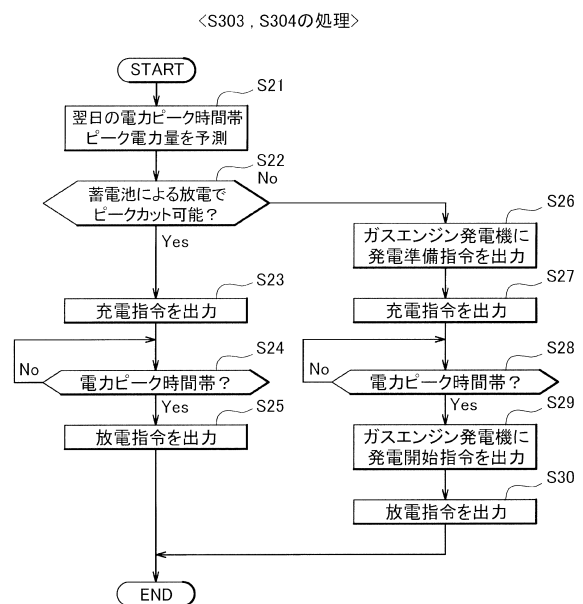
【図 8】



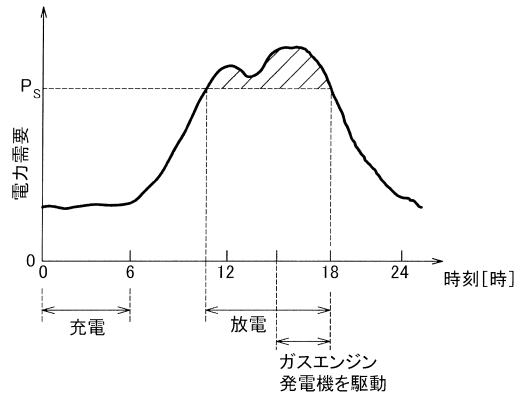
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (74)代理人 100111545
弁理士 多田 悦夫
- (72)発明者 長合 憲人
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 神田 勢生
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 永野 英明
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 林 一堯
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 坂内 正明
三重県津市栗真町屋町1577 国立大学法人三重大学内

審査官 松野 広一

- (56)参考文献 特開2013-141331(JP,A)
特開平03-195849(JP,A)
特開昭49-083246(JP,A)
特開平04-372046(JP,A)
特開2012-143098(JP,A)
特開2005-056103(JP,A)
特開平07-151369(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| G06Q | 10/00-99/00 |
| H02J | 3/00 |