

明 細 書

発明の名称： 気象補正装置、空調管理システム及び気象補正方法 技術分野

[0001] 本発明は、空調管理を行うための気象補正装置、空調管理システム及び気象補正方法の技術に関する。

背景技術

[0002] 電力負荷の平準化を目的に、建物等の電力消費量の予測が行われている。このような電力予測の一つとして、過去の電力データや気象予報値を基にした電力消費量の予測が行われている。このときに使用される気象予報値は、地域別（例えば、市町村別）に気象予報会社や気象庁等から配信されたデータである。

[0003] 例えば、特許文献１に記載の技術は、気象状態を表す因子と電力消費量とを変数に含む回帰式に気象予報値を代入する。そして、特許文献１に記載の技術は、該代入結果を基に予測対象期間の電力消費量の予測値を演算する。さらに、特許文献１に記載の技術は、電力消費量の予測値の演算を行うとともに、曜日に区分可能なパターンごとに予め登録されている実測データのうち予測値と同一のパターンに属する実績データの負荷量と予測値との間の偏差が最小になるように、回帰式の係数を変更する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 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

[0005] ここで、建物の設置位置等により、実際の温度や湿度が、気象予報値と異なることがある。例えば、沿岸部の建物付近と、山間に位置する建物付近とでは、同じ市町村の中でも実際の温度や湿度が異なることがある。また、深夜、明け方、昼間、夜等、時刻によって気象予報値と実際の温度湿度のずれ

が生じてくる。

[0006] このような理由から、建物の電力消費量の予測には、建物が設置されている場所における気象条件を加味して電力消費量を予測することが重要である。すなわち、建物が設置されている場所における気象条件から電力消費量を予測することが、電力消費量の予測精度向上に繋がると考えられる。

[0007] しかしながら、特許文献 1 に記載の技術は、予測対象となる建物の立地条件等を考慮せずに、気象予報値を用いている。従って、立地条件を反映した気象条件を用いているわけではないので、予測対象となる建物付近の正確な電力消費量を算出することができない。また、曜日の区分のパターンによる気象予報値を用いているため、深夜、明け方、昼間、夜等といった時刻による気象条件の変化も考慮されていないので、時刻毎の正確な電力消費量を算出することができない。

[0008] また、特許文献 1 に記載の技術は、気象情報から直接電力消費量を算出するため、予測した気象情報を中間情報として利用することができず、幅の広い電力消費量の予測を行うことが不可能である。

[0009] このような背景に鑑みて本発明がなされたのであり、本発明は、予測地点及び予測時刻における気象値の予測精度を向上させることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] 前記した課題を解決するため、本発明は、時刻ごとに取得した過去の気象予報値と、当該時刻における過去の実測気象値と、を基に、予測対象となる前記気象予報値を補正することを特徴とする。

その他の解決手段については、実施形態中において記載する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、予測地点及び予測時刻における気象値の予測精度を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施形態に係る気象補正システムの構成例を示す図である。

[図2]気象補正システムの別の構成例を示す図である。

[図3]補正装置の構成例を示す図である。

[図4]気象データ補正処理の全体処理の手順を示すフローチャート（その1）である。

[図5]データの概要を示す図である。

[図6A]気象予報データの実際を示す図である。

[図6B]気象実測データの実際を示す図である。

[図7]補正係数算出のフローチャートである。

[図8A]0時における温度の補正係数算出を説明するための図である。

[図8B]13時における温度の補正係数算出を説明するための図である。

[図9]補正係数の算出に用いる期間を説明するための図である。

[図10A]0時における絶対湿度の補正係数算出を説明するための図である。

[図10B]13時における絶対湿度の補正係数算出を説明するための図である。

[図11A]補正温度の算出方法を説明するための図である。

[図11B]補正絶対湿度の算出方法を説明するための図である。

[図12]気象予報サーバから取得した予報温度と実測温度との関係を示すグラフである。

[図13]補正係数によって補正された補正温度と実測温度との関係を示すグラフである。

[図14]気象予報サーバから取得した値を基に算出された予報絶対湿度と実測絶対湿度との関係を示すグラフであり。

[図15]補正係数によって補正された補正絶対湿度と実測絶対湿度との関係を示すグラフである。

[図16]本実施形態に係る補正装置の構成例を示す図である。

[図17]気象データ補正処理の全体処理の手順を示すフローチャート（その2）である。

[図18]気象予報値の補間を説明するための図である。

[図19]本実施形態に係る空調管理サーバを含む空調システムの構成図である。

[図20]本実施形態に係る空調管理サーバの構成図である。

[図21]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その1）である。

[図22]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その2）である。

[図23]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その3）である。

[図24]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その4）である。

[図25]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その5）である。

[図26]本実施形態に係る空調管理サーバを含む空調システムの構成図である。

[図27]本実施形態に係る空調管理サーバの構成図である。

[図28]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その6）である。

[図29]空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャート（その7）である。

[図30A]気象予報値の補正を行う前における熱負荷予測の結果を示す図である。

[図30B]気象予報値の補正を行った後における熱負荷予測の結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 次に、本発明を実施するための形態（「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。

[0014] 《気象補正システム》

[第1実施形態]

まず、図1～図15を参照して、本発明の第1実施形態について説明する

。

＜システムの構成＞

図１は、本実施形態に係る気象補正システムの構成例を示す図である。

気象補正システムＺ１，Ｚは、演算装置１０１と、温湿度センサ１０２と、気象予報センタに設置されている気象予報サーバ１０３とがネットワーク１０４によって互いに接続されている。ここで、ネットワーク１０４は、例えば、ＷＡＮ（Wide Area Network）等である。

演算装置１０１は、図３で後記する補正装置２００であり、気象予報データ２２１（図３参照）の取得や、気象予報データ２２１に含まれる気象予報値の補正係数の算出や、補正係数を用いた気象補正値の算出等を行う。

温湿度センサ１０２は、外気温湿度（温度及び湿度の実測値：以下、気象実測データ２２２（図３参照）と称する）を計測する。なお、ここで「温度」とは「乾球温度」を指すものとする。

気象予報サーバ１０３は、内部に設置されている気象予報装置等を用いて、気象予報を行い、予報温度や、予報湿度等の気象予報値を含む気象予報データ２２１を、ネットワーク１０４に配信する。

[0015] 図２は、気象補正システムの別の構成例を示す図である。

気象補正システムＺ２，Ｚは、図１の気象補正システムＺ１において、クラウドサーバ１０５がネットワーク１０４に接続されている。

クラウドサーバ１０５は、図３で後記する補正装置２００であり、演算装置１０１を介して、温湿度センサ１０２によって計測された気象実測データ２２２を取得する。また、クラウドサーバ１０５は、気象予報値を含む気象予報データ２２１（図３参照）を気象予報サーバ１０３から取得する。そして、クラウドサーバ１０５は、取得した気象実測値と、気象予報値とを基に、補正係数を算出する。

[0016] ＜補正装置の構成＞

図３は、補正装置の構成例を示す図である。

なお、補正装置２００は、図１に示される構成では演算装置１０１が相当

し、図2に示される構成ではクラウドサーバ105が相当する。

[0017] 補正装置200は、RAM(Random Access Memory)等のメモリ201、CPU(Central Processing Unit)202、HD(Hard Disk)等の記憶装置203及びNIC(Network Interface Card)等の送受信装置204を有している。

記憶装置203に格納されているプログラムが、メモリ201に展開され、CPU202によって実行されることで、処理部211が具現化しているとともに、処理部211を構成する気象予報データ取得部212、気象実測データ取得部213、絶対湿度算出部214、補正係数算出部215及び気象補正值算出部216が具現化している。

[0018] 気象予報データ取得部212は、送受信装置204を介して、気象予報サーバ103(図1、図2参照)から配信される気象予報データ221を取得する。気象予報データ221には、予報温度や、予報湿度等、複数の気象予報値が格納されている。

気象実測データ取得部213は、送受信装置204を介して、温湿度センサ102(図1、図2参照)から気象実測データ222を取得する。気象実測データ222には、実測温度や、実測湿度等、複数の気象実測値が格納されている。

絶対湿度算出部214は、気象予報データ221に含まれる予報湿度から予報絶対湿度を算出し、気象実測データ222に含まれる実測湿度から実測絶対湿度を算出する。

[0019] 補正係数算出部215は、時刻毎の気象予報値と、時刻毎の気象実測値とを基に補正係数を時刻毎に算出する。

気象補正值算出部216は、補正係数算出部215が算出した補正係数を、補正しようとする時刻の気象予報値に適用することで、気象補正值を算出する。

また、記憶装置203には、取得された気象予報データ221、気象実測

データ 222 等が格納されている。

[0020] <補正装置の全体動作>

図 4 は、気象データ補正処理の全体処理の手順を示すフローチャートである。

まず、ステップ S 301 において補正装置 200 は、気象予報データ取得部 212 によって気象予報サーバ 103 から気象予報データ 221 を取得する。

そして、ステップ S 302 において補正装置 200 は、絶対湿度算出部 214 によって取得した気象予報データ 221 に含まれる予報湿度から予報絶対湿度を算出する。そして、補正装置 200 は、算出した予報絶対湿度を含む気象予報データ 221 を記憶装置 203 に格納する。

[0021] また、ステップ S 311 において補正装置 200 は、気象実測データ取得部 213 によって温湿度センサ 102 から気象実測データ 222 を取得する。

そして、ステップ S 312 において補正装置 200 は、絶対湿度算出部 214 によって取得した気象実測データ 222 に含まれる実測湿度から実測絶対湿度を算出する。その後、補正装置 200 は算出した実測絶対湿度を含む気象実測データ 222 を記憶装置 203 に格納する。

[0022] 次に、ステップ S 321 において補正装置 200 は、補正係数算出部 215 によって気象予報データ 221 に含まれる気象予報値と、気象実測データ 222 に含まれる気象実測値とを基に、補正係数を算出する。補正係数の算出処理は後記して説明する。

そして、補正係数算出部 215 は、算出した補正係数を記憶装置 203 に格納する。

さらに、ステップ S 322 において補正装置 200 は、気象補正值算出部 216 によって気象予報データ 221 に含まれている気象予報値に、ステップ S 321 で算出した補正係数を適用することで、気象予報値を補正した気象補正值を算出する。その後、補正装置 200 は、算出した気象補正值を気

象補正データとして記憶装置 203 に格納する。気象補正值の算出については後記する。

[0023] <データ構造>

図 5 は、データの概要を示す図である。

図 5 に示すように、気象予報データ 221 と気象実測データ 222 とは、それぞれ温度（予報温度及び実測温度）と絶対湿度（予報絶対湿度及び実測絶対湿度）とを有している。ここで、絶対湿度は、図 4 のステップ S302 及びステップ S312 で算出された予報絶対湿度及び実測絶対湿度である。

図 5 に示すように、気象予報データ 221、気象実測データ 222 それぞれでは、温度データ、絶対湿度データが 0 時から 23 時で一時間毎に格納されている。

[0024] 図 6 A、図 6 B は、データの実際を示す図である。

図 6 A は気象予報データ 221 を示しており、図 6 B は気象実測データ 222 を示している。

図 6 A、図 6 B に示すように、気象予報データ 221 及び気象実測データ 222 は、日時、温度（予報温度、実測温度）、絶対湿度（予報絶対湿度、実測絶対湿度）のそれぞれを有している。

日時は、気象予報データ 221 及び気象実測データ 222 を取得した日時である。

図 6 A、図 6 B に示すように、気象予報データ 221 及び気象実測データ 222 は、0 時から 23 時の 1 時間毎にデータが格納されている。なお、本実施形態では、気象予報データ 221 及び気象実測データ 222 が、1 時間毎に格納されているが、これに限らず、30 分毎や、1 分毎等でもよい。

[0025] <補正係数算出>

図 7 は、補正係数算出のフローチャートである。なお、図 7 に示すフローチャートは、図 4 のステップ S321 の処理を詳細に示したものである。

まず、補正装置 200 は、補正係数算出部 215 によって気象予報データ 221 及び気象実測データ 222 から、処理対象となっている時刻における

予報温度及び実測温度を取得する。そして、ステップS401において補正装置200は、補正係数算出部215によって取得した予報温度及び実測温度を基に、処理対象となっている時刻における温度の補正係数を算出する。そして、補正係数算出部215は算出した温度の補正係数を記憶装置203に格納する。

[0026] 次に、補正装置200は、補正係数算出部215によって気象予報データ221及び気象実測データ222から、処理対象となっている時刻における予報絶対湿度及び実測絶対湿度を取得する。そして、ステップS402において補正装置200は、補正係数算出部215によって取得した予報絶対湿度及び実測絶対湿度を基に、処理対象となっている時刻における絶対湿度の補正係数を算出する。そして、補正装置200は算出した絶対湿度の補正係数を記憶装置203に格納する。

[0027] そして、ステップS403において補正装置200は、補正係数算出部215によって処理対象となっているすべての時刻について、温度及び絶対湿度の補正係数算出が完了したか否かを判定する。処理対象となっている時刻とは、気象補正值の算出対象となっている時刻である。

完了していない場合（ステップS403→No）、補正係数算出部215はステップS401へ処理を戻し、次の時刻について温度及び絶対湿度の補正係数を算出する。

また、完了している場合（ステップS403→Yes）、補正係数算出部215は図4のステップS322へ処理をリターンする。

[0028] 次に、図8A～図10Bを参照して、補正係数算出グラフの実際について説明する。

（温度の補正係数算出）

図8A、図8Bは、温度の補正係数算出を説明するための図である。

ここで、図8Aはある場所での0時における補正係数算出グラフの例であり、図8Bは図8Aと同じ場所での13時における補正係数算出グラフの例である。

補正係数算出グラフは、横軸が予報温度であり、縦軸は実測温度である。そして、補正係数算出グラフには、過去における同時刻の予報温度と、実測温度とがプロットされている。

[0029] すなわち、図 8 A には、過去 1 年間に於ける 0 時の予報温度と、実測温度とがプロットされている。同様に、図 8 B には、過去 1 年間に於ける 13 時の予報温度と、実測温度とが対応付けられている。ここでは、過去 1 年間に於ける予報温度と、実測温度とが対応付けられているが、一定期間であれば、過去 1 年間に限らない。例えば、過去半年でもよいが、過去 2 週間程度が望ましい。また、どの期間の気象予報値及び実測予報値を用いるかは、ユーザが変更可能としてもよい。

このようにすることで、補正係数に使用される気象予報値、気象実測値の数を低減し、処理負荷を軽減することが可能となる。

また、過去に於ける同じ月日にデータを使用しないことで、年毎に於ける気象変動の影響をうけにくくすることができる。

[0030] 例えば、図 9 に示すように、本日が 11/15 だとすれば、11/14 ~ 11/1 までの 2 週間分の各時刻に於ける気象予報データ及び気象実測データを基に、補正係数を時刻毎に算出する。

そして、次の日 (11/16) では、11/15 ~ 11/2 までの 2 週間分の各時刻に於ける気象予報データ及び気象実測データを基に、補正係数を時刻毎に算出する。

さらにその次の日 (11/17) では、11/16 ~ 11/3 までの 2 週間分の各時刻に於ける気象予報データ及び気象実測データを基に、補正係数を時刻毎に算出する。

このようにすることで、補正係数算出の際に、季節等の変動の影響を受けにくくすることができる。

[0031] そして、補正係数算出部 215 は、補正係数算出グラフに対応付けられた点に対し、最小二乗法を適用することで、時刻 i に於ける以下の式 (1) を算出する。

[0032] $y = a_1^i x + b_1^i \dots (1)$

[0033] なお、 x は予報温度、 y は実測温度を示す。

式(1)における a_1^i 及び b_1^i が時刻 i における温度の補正係数である。すなわち、図8Aにおける補正係数算出グラフにおいて、最小二乗法を適用することで得られる回帰直線801の傾き a_1^0 、 y 切片 b_1^0 が、0時における温度の補正係数である。同様に、図8Bにおける補正係数算出グラフにおいて、最小二乗法を適用することで得られる回帰直線802の傾き a_1^{13} 、 y 切片 b_1^{13} が、13時における温度の補正係数である。なお、「 a_1^{13} 」、「 b_1^{13} 」は、「 a_1^{13} 」、「 b_1^{13} 」というひとつの変数であり、「 a_1 」の13乗、「 b_1 」の13乗という意味ではない。以下の変数も同様である。

補正係数算出部215は、このような温度の補正係数を処理対象となっている時刻毎に算出する。

[0034] (絶対湿度の補正係数算出)

図10A、図10Bは、絶対湿度の補正係数算出を説明するための図である。

ここで、図10Aはある場所での0時における補正係数算出グラフの例であり、図10Bは図10Aと同じ場所での13時における補正係数算出グラフの例である。

補正係数算出グラフは、横軸が予報絶対湿度であり、縦軸は実測絶対湿度である。そして、補正係数算出グラフには、過去における同時刻の予報絶対湿度と、実測絶対湿度とが対応付けられている。

[0035] すなわち、図10Aには、過去1年間における0時の予報絶対湿度と、実測絶対湿度とが対応付けられている。同様に、図10Bには、過去1年間における13時の予報絶対湿度と、実測絶対湿度とが対応付けられている。ここでは、過去1年間における予報絶対湿度と、実測絶対湿度とが対応付けられているが、過去1年間に限らない。温度と同様、例えば、過去半年でもよいが、過去2週間程度が望ましい。

[0036] そして、補正係数算出部215は、補正係数算出グラフに対応付けられた

点に対し、最小二乗法を適用することで、以下の式（２）を算出する。

[0037]
$$y = a_2^i x + b_2^i \quad \dots \quad (2)$$

[0038] なお、 x は予報絶対湿度、 y は実測絶対湿度を示す。

式（１）における a_2^i 及び b_2^i が時刻 i における絶対湿度の補正係数である。すなわち、図１０Ａにおける補正係数算出グラフにおいて、最小二乗法を適用することで得られる回帰直線９０１の傾き a_2^0 、 y 切片 b_2^0 が、０時における絶対湿度の補正係数である。同様に、図１０Ｂにおける補正係数算出グラフにおいて、最小二乗法を適用することで得られる回帰直線９０２の傾き a_2^{13} 、 y 切片 b_2^{13} が、１３時における絶対湿度の補正係数である。

補正係数算出部２１５は、このような絶対湿度の補正係数を処理対象となっている時刻毎に算出する。

[0039] ＜気象補正值の算出＞

次に、補正係数を用いた気象補正值の算出について説明する。

図１１Ａ、図１１Ｂは、気象補正值の算出方法を説明するための図である。

例えば、本日の０時における温度及び絶対湿度の気象補正值（補正温度、補正絶対湿度）を算出する場合について説明する。

気象補正值算出部２１６は、０時における予報温度を、０時（ $i = 0$ ）における式（１）に代入する。すなわち、図１１Ａに示されるように、０時における予報温度を x_1 とすると、 x_1 を、０時（ $i = 0$ ）における式（１）に代入して得られる y_1 が、０時における温度の補正值（補正温度）となる。

[0040] また、気象補正值算出部２１６は、０時における絶対湿度についても同様の処理を行う。

すなわち、気象補正值算出部２１６は、０時における予報絶対湿度を、０時における式（２）に代入する。すなわち、図１１Ｂに示されるように、０時における予報絶対湿度を x_2 とすると、 x_2 を、０時における式（２）に代入して得られる y_2 が、０時における絶対湿度の補正值となる。

[0041] このように、気象補正值算出部２１６は、各時刻における補正係数を基に

、各時刻における補正温度及び補正絶対湿度を算出する。

[0042] <適用結果>

次に、図12～図15を参照して、本実施形態に係る手法で算出された気象補正值と、比較例としての気象予報値との対比を行う。

(温度)

図12は、気象予報サーバから取得した予報温度と実測温度との関係を示すグラフであり、図13は補正係数によって補正された補正温度と実測温度との関係を示すグラフである。

図12において、実線は実測温度を示し、破線は予報温度を示している。また、図13において、実線は実測温度を示し、破線は補正温度を示している。

図12及び図13を比較すると明らかなように、図12の予報温度より、図13の補正温度の方が実測温度に近い値となっている。

[0043] (絶対湿度)

図14は、気象予報サーバから取得した値を基に算出された予報絶対湿度と実測絶対湿度との関係を示すグラフであり、図15は補正係数によって補正された補正絶対湿度と実測絶対湿度との関係を示すグラフである。

図14において、実線は実測絶対湿度を示し、破線は予報絶対湿度を示している。また、図15において、実線は実測絶対湿度を示し、破線は補正絶対湿度を示している。

図14及び図15を比較すると明らかなように、図14の予報絶対湿度より、図15の補正絶対湿度の方が実測絶対湿度に近い値となっている。

[0044] 第1実施形態によれば、適用される建物近辺（温湿度センサ102周辺）の気象情報を加味した気象補正值を算出することができ、例えば、山間といった地形や、日照条件といった立地条件による影響等を考慮した気象補正值の算出が可能となる。さらに、時刻毎に気象補正值を算出することで、朝、昼及び夕方等における気象予報値と、気象実測値との乖離を防ぐことができる。

[0045] 本実施形態では、補正係数の算出に、（線形）最小二乗法を用いている。このようにすることで、処理負荷を軽減することができる。なお、補正係数の算出は、（線形）最小二乗法に限らない。例えば、非線形最小二乗法等によって、補正係数が算出されてもよい。

また、本実施形態では、建物の熱負荷変動に大きくかわる温度と絶対湿度との両方について、補正係数及び気象補正値を算出しているが、どちらか一方の補正係数及び気象補正値が算出されるようにしてもよい。例えば、予報温度の精度が比較的良好であれば、補正絶対湿度のみを算出してもよい。

また、本実施形態では、温度及び絶対湿度について気象補正値を算出しているが、これに限らず、例えば、気圧や、風速等に適用されてもよい。

[0046] [第2実施形態]

次に、図16～図18を参照して、本発明の第2実施形態について説明する。なお、第2実施形態において、第1実施形態と同様の処理については、適宜図示及び説明を省略する。

なお、第2実施形態において、システムの構成は、図1、図2に示されるものと同様であるため、ここでは図示及び説明を省略する。

<補正装置の構成>

図16は、本実施形態に係る補正装置の構成例を示す図である。

補正装置200aのメモリ201には、処理部211aを構成するものとして、補間処理部217が追加されている。補間処理部217は、記憶装置203に格納されているプログラムが、メモリ201に展開され、CPU202によって実行されることで具現化している。

補間処理部217は、気象予報値の補間を行う。

その他の構成は、図4と同様であるので、同一の符号を付して説明を省略する。

[0047] <補正装置の全体動作>

図17は、気象データ補正処理の全体処理の手順を示すフローチャートである。

図 17 において、図 4 と同様の処理については、同一のステップ番号を付して説明を省略する。

ステップ S 3 0 2 の予報絶対湿度の算出後、ステップ S 3 0 3 において、補正装置 2 0 0 a は、補間処理部 2 1 7 によって気象予報値の補間を行う。補間された気象予報値を、補間気象予報値と称する。補正装置 2 0 0 a は、気象予報データ 2 2 1 に算出された補間気象予報値を追加する。

そして、ステップ S 3 1 2 の後、ステップ S 3 2 1 において、補正装置 2 0 0 a は、補正係数算出部 2 1 5 によって補間気象予報値を追加された気象予報値と、補間気象予報値と、気象実測値とを基に補正係数を算出する。

その後の処理は、図 4 と同様である。

[0048] <気象予報値の補間>

図 18 は、気象予報値の補間を説明するための図である。

仮に、6 時と 12 時の気象予報値（ここでは、予報温度とする）しか取得することができず、ユーザは、6 時～12 時の間について 1 時間毎に気象補正値の算出（図 17 のステップ S 3 2 2）を行いたいものとする。つまり、7 時から 11 時にかけての気象予報値が足りない。

このような場合、取得できている 6 時と 12 時の気象予報値を基に、補間処理部 2 1 7 が図 18 に示すように 7 時～11 時の間の気象予報値を補間する（図 17 のステップ S 3 0 3）。

図 18 では、6 時の気象予報値（予報温度）と、12 時の気象予報値（予報温度）との間を 6 等分した値を補間気象予報値（補間気象温度）としているが、これに限らない。例えば、過去の実測気象値等から気象予報値の変化曲線等が分かっているならば、この変化曲線等から補間値を求めてもよい。

[0049] 実測気象値は、6 時～12 の間で取得可能であるので、補正係数算出部 2 1 5 は、6 時と 12 時については、第 1 実施形態の手法で補正係数を算出する（図 4 のステップ S 3 2 1）。

また、補正係数算出部 2 1 5 は、7 時～11 時の間では、第 1 実施形態の手法において、気象予報値の代わりに補間気象予報値を用いて補正係数を算

出する（図１７のステップＳ３２１）。

[0050] 第２実施形態によれば、開発途上国等、きめの細かい気象予報値を得ることができない場所でも、第１実施形態と同様に正確な気象補正值を得ることができる。

そして、気象補正值算出部２１６が、第１実施形態と同様の手法で気象補正值を算出する（図１７のステップＳ３２２）。

[0051] 《空調システム》

次に、図１９～図３０Ｂを参照して、第１実施形態及び第２実施形態における手法で算出した気象補正值を用いて、空調システムＳの熱負荷を推定し、さらに推定された熱負荷を基に空調システムＳにおける消費電力を推定する手法を説明する。

[0052] [第３実施形態]

<空調システムの構成>

図１９は、本実施形態に係る空調管理サーバを含む空調システムの構成図である。なお、図１９に示す実線矢印は各配管を流れる冷水等の向きを表し、破線矢印は信号線を表している。

空調システムＳは、空調設備Ａと、温湿度センサ３０と、コントローラ４０と、補正装置２００と、空調管理サーバ６０と、を備えている。

[0053] 空調設備Ａは、冷凍機１１で冷却された冷水を蓄熱槽１４に貯留し、その後、冷凍機１１及び蓄熱槽１４のうち少なくとも一方から、室内機２２を経由して冷水を循環させる設備である。空調設備Ａは、冷熱を生成して蓄える一次側空調設備１０と、冷熱を消費する二次側空調設備２０と、を備えている。

[0054] （一次側空調設備）

一次側空調設備１０は、冷凍機１１と、冷却塔１２と、冷却水ポンプ１３と、蓄熱槽１４と、一次側冷水ポンプ１５と、を備えている。

冷凍機１１は、例えば、ターボ冷凍機であり、配管q２を介して流入する冷水を冷却する冷熱源である。

[0055] 冷却塔 1 2 は、冷凍機 1 1 の凝縮器（図示せず）で吸熱した冷却水を冷やす設備であり、外気を取り込んで冷却水に送風する送風機 1 2 a を有している。

なお、図 1 9 に示す配管 p 1 の上流端は冷凍機 1 1 に接続され、下流端は冷却塔 1 2 の上部に接続されている。配管 p 2 の上流端は冷却塔 1 2 の下部に接続され、下流端は冷凍機 1 1 に接続されている。

[0056] 冷却水ポンプ 1 3 は、冷却塔 1 2 で放熱して冷やされた冷却水を冷凍機 1 1 に向けて圧送するポンプであり、配管 p 2 に設置されている。

蓄熱槽 1 4 は、例えば、温度成層型蓄熱槽であり、冷凍機 1 1 の蒸発器（図示せず）で冷やされた冷水を貯留することで冷熱を蓄える設備である。ちなみに、冷水は低温であるほど密度が大きく沈降しやすいため、蓄熱槽 1 4 に貯留される冷水は下方に向かうにつれて低温になっている。

[0057] なお、配管 q 1 の上流端は冷凍機 1 1 に接続され、下流端は蓄熱槽 1 4 の下部領域に臨んでいる。配管 q 2 の上流端は蓄熱槽 1 4 の上部領域に臨んでおり、下流端は冷凍機 1 1 に接続されている。

一次側冷水ポンプ 1 5 は、蓄熱槽 1 4 から冷凍機 1 1 に向けて冷水を圧送するポンプであり、配管 q 2 に設置されている。

[0058] （二次側空調設備）

二次側空調設備 2 0 は、二次側冷水ポンプ 2 1 と、室内機 2 2 と、を備えている。

二次側冷水ポンプ 2 1 は、蓄熱槽 1 4 から室内熱交換器 2 2 a に向けて冷水を圧送するポンプであり、配管 q 3 に設置されている。なお、配管 q 3 の上流端は蓄熱槽 1 4 の下部領域に臨んでおり、配管 q 3 の下流端は、室内熱交換器 2 2 a が有する伝熱管 r の上流端に接続されている。また、配管 q 4 の上流端は伝熱管 r の下流端に接続され、配管 q 4 の下流端は蓄熱槽 1 4 の上部領域に臨んでいる。

[0059] 室内機 2 2（FCU：Fan Coil Unit）は、冷水との熱交換によって室内空気を冷却するものであり、施設 K の室内に設置されている。

室内機 2 2 は、室内熱交換器 2 2 a と、室内ファン 2 2 b と、を有している。室内熱交換器 2 2 a において、伝熱管 r を通流する低温の冷水と、室内ファン 2 2 b から送り込まれる高温の空気と、の間で熱交換することによって室内空気が冷やされる。

[0060] 前記した冷凍機 1 1、冷却塔 1 2 の送風機 1 2 a、冷却水ポンプ 1 3、一次側冷水ポンプ 1 5、二次側冷水ポンプ 2 1、及び室内ファン 2 2 b は、電力系統（図示せず）から供給される電力で駆動し、その動作はコントローラ 4 0 によって制御される。

[0061] また、施設（空調対象領域）K の室内には、照明装置 R 1 及び業務用パソコン R 2 を含む複数の機器が設置されている。照明装置 R 1 等は、気象条件の変動に関わらず稼働／停止が行われるため、その消費電力は日付・曜日・時間帯等によって略決まったパターンで変動する。なお、照明装置 R 1 等の電力消費パターンは、後記する空調管理サーバ 6 0 の電力消費パターン D B 6 1 a（図 2 0 参照）に格納されている。

以下では、空調設備 A が備える機器（冷凍機 1 1 等）と、空調設備 A に含まれない機器（照明装置 R 1 等）と、を併せて「負荷装置」と記す。

[0062] （温湿度センサ）

温湿度センサ 3 0 は、外気の気温及び湿度を実測するセンサであり、施設 K 付近に設置されている。温湿度センサ 3 0 によって実測された温湿度は、コントローラ 4 0 に出力される。

[0063] （コントローラ）

コントローラ 4 0（管理端末）は、空調設備 A の各機器を制御するものであり、CPU、ROM（Read Only Memory）、RAM、各種インタフェース等の電子回路を含んで構成される。

図 1 9 に示すように、コントローラ 4 0 は、ネットワーク N を介して空調管理サーバ 6 0 に接続されている。温湿度センサ 3 0 によって実測された施設 K 付近の温湿度は、コントローラ 4 0 からネットワーク N を介して空調管理サーバ 6 0 に送信される。

[0064] また、空調設備 A の運転スケジュールを含む情報が、空調管理サーバ 60 からネットワーク N を介してコントローラ 40 に送信される。コントローラ 40 は、空調管理サーバ 60 から受信する情報に応じて、空調設備 A の運転モードを切り替えるようになっている。

ちなみに、コントローラ 40 がディスプレイ（図示せず）に運転スケジュールを含む情報を表示させ、この情報を見た管理者の操作によって空調設備 A の運転モードを切り替えるようにしてもよい。

[0065] 前記した運転モードには、蓄熱運転、追掛運転、及び放熱運転が含まれる。

「蓄熱運転」とは、冷凍機 11 で冷水を冷やし、冷やされた冷水を蓄熱槽 14 に貯留する運転モードである。

「追掛運転」とは、冷凍機 11 で冷やされた冷水をそのまま室内機 22 に供給する運転モードである。

「放熱運転」とは、蓄熱槽 14 に貯留されている低温の冷水を、室内機 22 を経由するように循環させる運転モードである。なお、放熱運転中において、冷凍機 11 及び冷却塔 12 は停止しているため、空調設備 A の消費電力は他の運転モードの実行中よりも大幅に小さくなる。

[0066] なお、図 19 では空調設備 A、温湿度センサ 30、及びコントローラ 40 をそれぞれ一つずつ図示したが、実際には複数の空調設備 A 等が各拠点に設置されている。そして、各拠点のコントローラ 40 がネットワーク N を介して空調管理サーバ 60 と情報をやり取りするクラウド・コンピューティングのシステムになっている。

[0067] （補正装置）

補正装置 200 は、第 1 実施形態における補正装置 200 である。なお、補正装置 200 として、第 2 実施形態における補正装置 200 a が用いられてもよい。

補正装置 200 には、図 1 及び図 2 に示すように温湿度センサ 102 や、気象予報サーバ 103 が接続されているが、ここでは温湿度センサ 102 や

、気象予報サーバ１０３を図示省略する。

[0068] (空調管理サーバ)

空調管理サーバ６０（空調管理装置）は、補正装置２００から受信する気象補正值に基づいて空調設備Ａの運転スケジュールを作成したり、コントローラ４０から受信する温湿度の実測値に応じて、放熱運転を開始するか否かの指令信号を生成したりするサーバである。空調管理サーバ６０は、各拠点に設置された空調設備Ａの運転スケジュール等を一括して管理するようになっている。

[0069] <空調管理サーバの構成>

図２０は、本実施形態に係る空調管理サーバの構成図である。なお、図２０では、ネットワークＮ（図１９参照）の図示を省略した。

空調管理サーバ６０は、運転スケジュールの設定に関わる情報が格納される記憶部６１と、各種の演算処理を実行する演算処理部６２と、を備えている。

[0070] 記憶部６１には、電力消費パターンＤＢ（Ｄａｔａ Ｂａｓｅ）６１ａと、消費電力閾値ＤＢ６１ｂと、がデータベースとして格納されている。

電力消費パターンＤＢ６１ａには、前記した「負荷装置」のうち空調設備Ａに含まれない照明装置Ｒ１等の電力消費パターンが格納されている。すなわち、電力消費パターンＤＢ６１ａには、照明装置Ｒ１等の消費電力の予測値が、日付、曜日、時刻等に対応付けて格納されている。

[0071] 消費電力閾値ＤＢ６１ｂには、前記した負荷装置の消費電力の閾値 P_M （所定閾値）に関する情報が格納されている。この閾値 P_M は、放熱運転を行うか否かの判定基準となる閾値であり、各拠点の空調設備Ａごとに予め設定されている。なお、閾値 P_M は、買電電力の上限閾値である契約電力 P_C よりも小さい値に設定されている。

[0072] 図２０に示すように、演算処理部６２は、気象補正值取得部６２ａと、熱負荷予測部６２ｂと、消費エネルギー予測部６２ｃと、消費電力予測部６２ｄと、スケジュール設定部６２ｅと、実測値取得部６２ｆと、熱負荷算出部６

2 g と、消費エネルギー算出部 6 2 h と、消費電力算出部 6 2 i と、指令信号生成部 6 2 j と、指令信号送信部 6 2 k と、を有している。

[0073] 気象補正值取得部 6 2 a は、施設 K を含む地域の気象補正值を、補正装置 2 0 0 から定期的に取得する。

熱負荷予測部 6 2 b は、気象補正值取得部 6 2 a によって取得された気象補正值に基づいて、施設 K 内の熱負荷を予測する。この熱負荷は、施設 K 内を所定温度に保つための空調負荷（冷房負荷）である。熱負荷予測部 6 2 b は、前記した気象補正值、施設 K 内の設定温度、施設 K を構成する躯体の構造等に基づいて施設 K 内の熱負荷を算出する。

[0074] 消費エネルギー予測部 6 2 c は、熱負荷予測部 6 2 b によって予測された熱負荷に基づいて、冷凍機 1 1 から施設 K に冷熱を供給する（追掛運転で施設 K 内を冷やす）場合の空調設備 A の消費エネルギーを予測する。

消費エネルギー予測部 6 2 c は、前記した熱負荷、翌日の外気湿球温度の気象補正值、空調設備 A の仕様情報等に基づいて、空調設備 A の消費エネルギーを算出する。

[0075] 消費電力予測部 6 2 d は、消費エネルギー予測部 6 2 c によって予測された消費エネルギーに基づいて、空調設備 A を含む負荷装置の消費電力を予測する。この消費電力は、追掛運転で施設 K 内を冷やす（つまり、放熱運転を行わない）場合の消費電力に相当する。

[0076] スケジュール設定部 6 2 e は、消費電力予測部 6 2 d によって予測された消費電力に基づいて、空調設備 A の運転スケジュールを設定する。そして、スケジュール設定部 6 2 e は、設定した運転スケジュールをネットワーク N（図 1 9 参照）を介してコントローラ 4 0 に送信する。

なお、スケジュール設定部 6 2 e が実行する処理の詳細については後記する。

[0077] 実測値取得部 6 2 f は、施設 K 付近の温湿度の現在の実測値を、ネットワーク N（図 1 9 参照）を介してコントローラ 4 0 から所定時間毎（例えば、5 分毎）に取得する。なお、前記した「現在」には、実測値取得部 6 2 f が

温湿度の実測値を取得した時刻の数分前、数十分前等も含まれる。

[0078] 熱負荷算出部 6 2 g は、実測値取得部 6 2 f によって取得された温湿度の実測値に基づいて、施設 K 内の現在の熱負荷を算出する。

消費エネルギー算出部 6 2 h は、熱負荷算出部 6 2 g によって算出された熱負荷に基づいて、冷凍機 1 1 から施設 K に冷熱を供給する（追掛運転で施設 K 内を冷やす）場合の空調設備 A の消費エネルギーを算出する。

[0079] 消費電力算出部 6 2 i は、消費エネルギー算出部 6 2 h によって算出された消費エネルギーに基づいて、空調設備 A を含む負荷装置の消費電力を算出する。この消費電力は、追掛運転で施設 K 内を冷やしている（つまり、放熱運転を行っていない）と仮定した場合の消費電力に相当する。

[0080] 指令信号生成部 6 2 j は、放熱運転を実行するか否かの指令信号を生成する機能を有している。図 20 に示すように、指令信号生成部 6 2 j は、熱負荷比較部 6 2 1 j と、消費電力比較部 6 2 2 j と、放熱開始時刻変更部 6 2 3 j と、を有している。

熱負荷比較部 6 2 1 j は、熱負荷予測部 6 2 b によって予測された熱負荷と、熱負荷算出部 6 2 g によって算出された熱負荷（実際の熱負荷）と、の大小を比較する。熱負荷比較部 6 2 1 j による比較結果は、放熱開始時刻変更部 6 2 3 j に出力される。

消費電力比較部 6 2 2 j は、消費電力算出部 6 2 i によって算出された消費電力と、消費電力閾値 DB 6 1 b に格納されている閾値 P_M と、の大小を比較する。消費電力比較部 6 2 2 j による比較結果は、放熱開始時刻変更部 6 2 3 j に出力される。

[0081] 放熱開始時刻変更部 6 2 3 j は、熱負荷比較部 6 2 1 j による比較結果と、消費電力比較部 6 2 2 j による比較結果と、に基づいて、スケジュール設定部 6 2 e で設定された放熱運転の開始時刻を変更する。つまり、放熱開始時刻変更部 6 2 3 j は、放熱運転の開始時刻を、運転スケジュールの開始予定時刻よりも早めたり遅らせたりする機能を有している。なお、放熱開始時刻変更部 6 2 3 j が実行する処理については後記する。

指令信号送信部 62k は、指令信号生成部 62j によって生成された指令信号を、ネットワーク N（図 19 参照）を介してコントローラ 40 に送信する。

[0082] <空調管理サーバの動作>

図 21～図 25 は、空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

ステップ S101 において空調管理サーバ 60 は、気象補正値の配信時刻になったか否かを判定する。

ステップ S102 において空調管理サーバ 60 は、気象補正値取得部 62a によって、補正装置 200 から気象補正値を取得する（気象補正値取得ステップ）。この「気象補正値」には、前記したように、24 時間分（1 時間毎）の気温補正値及び絶対湿度補正値が含まれている。

[0083] ステップ S103 において空調管理サーバ 60 は、前記した 24 時間を複数（例えば、1 時間毎）に分割した各時間帯、及び取得した気象補正値に対応した時刻に関して、施設 K 内の熱負荷 q_f を予測する（熱負荷予測ステップ）。なお、気象補正値、施設 K 内の設定温度等に基づき、熱負荷シミュレータを用いて熱負荷を予測することが好ましい。

[0084] ステップ S104 において空調管理サーバ 60 は、ステップ S103 で予測した熱負荷 q_f に基づき、消費エネルギー予測部 62c によって、空調設備 A の消費エネルギーを各時間帯に関して予測する（消費エネルギー予測ステップ）。なお、熱負荷 q_f や空調設備 A の仕様情報等に基づき、熱源シミュレータを用いて空調設備 A の消費エネルギーを予測することが好ましい。

[0085] ステップ S105 において空調管理サーバ 60 は、ステップ S104 で予測した消費エネルギーに基づき、消費電力予測部 62d によって、空調設備 A の消費電力 P_{1f} を各時間帯に関して予測する。前記したように、この消費電力 P_{1f} は、追掛運転で施設 K 内を冷やす場合の消費電力である。

ステップ S106 において空調管理サーバ 60 は、電力消費パターン DB 61a（図 20 参照）を参照し、空調設備 A 以外の機器（照明装置 R1 等）

の消費電力 P_{2f} を各時間帯に関して予測する。

[0086] ステップS107において空調管理サーバ60は、空調設備Aの消費電力 P_{1f} と、空調設備A以外の機器の消費電力 P_{2f} と、を足し合わせることで、前記した負荷装置の消費電力 P_{3f} を各時間帯に関して予測する（消費電力予測ステップ）。

[0087] 図22のステップS108において空調管理サーバ60は、値 $n=1$ とし、必要蓄熱量 Q_v の初期値をゼロに設定する。この値 n に対応して、時刻 $(t_1 + (n-1)\Delta t) \sim$ 時刻 $(t_1 + n\Delta t)$ で表される時間帯が特定される。時刻 t_1 は、例えば、蓄熱運転を終了して追掛運転を開始する午前7時であり、所定時間 Δt は、例えば、1時間である。

また、必要蓄熱量 Q_v は、負荷装置の消費電力 P_{3f} が閾値 P_M を超える領域の電力量を打ち消すために必要となる冷熱量である。

[0088] ステップS109において空調管理サーバ60は、消費電力閾値DB61bを参照して、ステップS108の値 n で特定した時間帯に関して、負荷装置の消費電力 P_{3f} が閾値 P_M を超えているか否かを判定する。消費電力 P_{3f} が閾値 P_M を超えている場合（ステップS109→Yes）、空調管理サーバ60の処理はステップS110に進む。一方、消費電力 P_{3f} が閾値 P_M 以下である場合（ステップS109→No）、空調管理サーバ60の処理はステップS113に進む。

[0089] ステップS110において空調管理サーバ60は、消費電力 P_{3f} から閾値 P_M を減算することで超過電力 ΔP を算出する。

ステップS111において空調管理サーバ60は、ステップS110で算出した超過電力 ΔP に対応する蓄熱量 ΔQ を算出する。すなわち、空調管理サーバ60は、超過電力 $\Delta P \times$ 所定時間 Δt で算出される電力量を打ち消すのに要する蓄熱量 ΔQ を算出する。この蓄熱量 ΔQ は、空調設備Aを構成する機器の仕様情報、外気湿球温度の気象補正值等に基づいて算出される。

[0090] ステップS112において空調管理サーバ60は、ステップS111で算出した蓄熱量 ΔQ を必要蓄熱量 Q_v に足し合わせることで、必要蓄熱量 Q_v を

更新する。なお、 $n = 1$ の場合、空調管理サーバ60は、必要蓄熱量 Q_v の初期値ゼロ（ステップS108）に蓄熱量 ΔQ を足し合わせることで必要蓄熱量 Q_v を更新する。

[0091] ステップS113において空調管理サーバ60は、 $n = N$ であるか否かを判定する。なお、自然数 N は、必要蓄熱量 Q_v の予測対象となる時間帯の終了時刻（例えば、翌々日の午前0時）に対応している。

$n < N$ である場合（ステップS113→No）、空調管理サーバ60の処理はステップS114に進む。ステップS114において空調管理サーバ60は、値 n をインクリメントしてステップS109の処理に進む。例えば、 $n = 2$ の場合には、翌日の時刻（ $t_1 + \Delta t$ ）～（ $t_1 + 2\Delta t$ ）の時間帯の蓄熱量 ΔQ が算出され（ステップS111）、前回までの必要蓄熱量 Q_v に足し合わされる（ステップS112）。

一方、 $n = N$ である場合（ステップS113→Yes）、空調管理サーバ60の処理はステップS115に進む。

[0092] ステップS115において空調管理サーバ60は、ステップS112で最終的に更新された必要蓄熱量 Q_v を満たすように、蓄熱運転を行う時間帯（蓄熱時間帯）及び蓄熱量（冷凍機11の負荷率等）を設定する。なお、安価な夜間電力を用いて蓄熱運転するように、蓄熱運転の時間帯を設定することが好ましい。

ステップS116において空調管理サーバ60は、放熱運転を行う時間帯（放熱時間帯）及び放熱量（冷水の流量等）を設定する。例えば、空調管理サーバ60は、負荷装置の消費電力 P_{3f} が閾値 P_M を超えている時間帯で放熱運転を行うように運転スケジュールを設定する。これによって、施設K付近の温湿度が気象補正值どおりに変化した場合、負荷装置の消費電力を閾値 P_M 以下に抑えることができる。

[0093] ステップS117において空調管理サーバ60は、スケジュール設定部62eによって、ステップS115で設定した蓄熱運転のスケジュールと、ステップS116で設定した放熱運転のスケジュールに、追掛運転等のスケジ

ジュールを加えた運転スケジュールを設定する（スケジュール設定ステップ）。この運転スケジュールには、運転モードの種類（蓄熱運転、追掛運転、放熱運転等）と、各運転モードを行う時間帯（開始時刻、終了時刻）と、が含まれている。

そして、空調管理サーバ60は、ネットワークNを介して設定した運転スケジュールをコントローラ40に送信する。

[0094] 図23は、空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャートである。なお、ステップS118の開始時において蓄熱槽14には冷熱が蓄えられており（蓄熱運転が終了しており）、図22のステップS117で設定された運転スケジュールに従ってコントローラ40が追掛運転又は放熱運転を実行しているものとする。

[0095] ステップS118において空調管理サーバ60は、実測値取得部62fによって、施設K付近の温湿度の実測値をコントローラ40から取得する（実測値取得ステップ）。前記した温湿度は、温湿度センサ30によってステップS118の処理の直前に検出された値である。なお、5分毎に温湿度を実測し、ステップS118の処理を行う直前1時間分の実測値を平均するようにしてもよい。

[0096] ステップS119において空調管理サーバ60は、ステップS118で取得した温湿度の実測値に基づき、熱負荷算出部62gによって、空調設備Aの現在の熱負荷 q_r を算出する（熱負荷算出ステップ）。

ステップS120において空調管理サーバ60は、ステップS119で算出した熱負荷 q_r に基づき、消費エネルギー算出部62hによって、空調設備Aの現在の消費エネルギーを算出する（消費エネルギー算出ステップ）。

[0097] ステップS121において空調管理サーバ60は、ステップS120で算出した消費エネルギーに基づき、消費電力算出部62iによって、空調設備Aの消費電力 P_{1r} を算出する（消費電力算出ステップ）。この消費電力 P_{1r} は、空調設備Aが放熱運転を行わずに追掛運転を継続していると仮定した場合の消費電力である。

ステップS 1 2 2において空調管理サーバ6 0は、電力消費パターンD B 6 1 aを参照し、空調設備A以外の機器（照明設備等）の消費電力 P_{2r} を読み出す。

[0098] ステップS 1 2 3において空調管理サーバ6 0は、空調設備Aの消費電力 P_{1r} と、空調設備A以外の機器の消費電力 P_{2r} と、を足し合わせることで、負荷装置の消費電力 P_{3r} を算出する。

[0099] 図2 4のステップS 1 2 4において空調管理サーバ6 0は、ステップS 1 1 9（図2 3参照）で算出した現在の熱負荷 q_r が、ステップS 1 0 3（図2 1参照）で予測した熱負荷 q_f 以上であるか否かを判定する。

現在の熱負荷 q_r が、予測した熱負荷 q_f 以上である場合（ステップS 1 2 4→Y e s）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 2 5に進む。例えば、温湿度センサ3 0によって検出された気温が補正装置2 0 0から配信された補正温度を上回った場合、 $q_r \geq q_f$ となる可能性が高い。

[0100] ステップS 1 2 5において空調管理サーバ6 0は、ステップS 1 1 6（図2 2参照）で設定した放熱時間帯に現在時刻が含まれるか否かを判定する。設定した放熱時間帯に現在時刻が含まれない場合（ステップS 1 2 5→N o）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 2 6に進む。例えば、運転スケジュールの放熱時間帯が1 3時～1 8時であり、現在時刻が1 1時である場合、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 2 6に進む。

[0101] ステップS 1 2 6において空調管理サーバ6 0は、ステップS 1 2 3（図2 3参照）で算出した負荷装置の消費電力 P_{3r} が閾値 P_M を超えているか否かを判定する。消費電力 P_{3r} が閾値 P_M を超えている場合（ステップS 1 2 6→Y e s）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 2 7に進む。

[0102] ステップS 1 2 7において空調管理サーバ6 0は、蓄熱槽1 4に冷熱が蓄えられているか否か（蓄熱があるか否か）を判定する。例えば、空調管理サーバ6 0は、蓄熱運転中に一次側空調設備1 0で生成した冷熱量から、放熱運転中に二次側空調設備2 0で消費した冷熱量を減算した値がゼロよりも大きいかなにかによって、ステップS 1 2 7の判定処理を行う。

[0103] 蓄熱槽 14 に冷熱が蓄えられている場合（蓄熱がある場合：ステップ S 127 → Yes）、空調管理サーバ 60 の処理はステップ S 128 に進む。

ステップ S 128 において空調管理サーバ 60 は、放熱運転を実行（開始）する旨の指令信号を生成する（指令信号生成ステップ）。つまり、空調管理サーバ 60 は、放熱運転の開始予定時刻よりも前に消費電力 P_{3r} が閾値 P_M を超えた場合、放熱運転の開始時刻を予定よりも早める。

[0104] 一方、ステップ S 127 において蓄熱槽 14 に冷熱が蓄えられていない場合（蓄熱がない場合：ステップ S 127 → No）、空調管理サーバ 60 の処理はステップ S 129 に進む。ステップ S 129 において空調管理サーバ 60 は、放熱運転を行わない（継続できない）と判定する。

なお、放熱運転の開始時には蓄熱槽 14 に冷熱が蓄えられているが、前記したように放熱運転の時間帯を早めた場合、当該時間帯の終盤には蓄熱槽 14 の冷熱を使い切ってしまう可能性がある。

[0105] そこで、ステップ S 130 において空調管理サーバ 60 は、放熱運転とは別の施策を行う旨の指令信号を生成することで、別の施策を設定する。例えば、空調管理サーバ 60 は、負荷装置の消費電力を閾値 P_M 以下に抑えるために、追掛運転を継続しつつ照明装置 R 1 等の消費電力を通常よりも低減させる。

ステップ S 125 において放熱時間帯に現在時刻が含まれている場合（ステップ S 125 → Yes）、空調管理サーバ 60 はステップ S 127 に進む。なお、ステップ S 127 以降の処理は前記したとおりである。

[0106] また、ステップ S 126 において現在の消費電力 P_{3r} が閾値 P_M 以下である場合（ステップ S 126 → No）、空調管理サーバ 60 の処理はステップ S 131 に進む。ステップ S 131 において空調管理サーバ 60 は、放熱運転を行わない（まだ、開始しない）旨の指令信号を生成する。

例えば、温湿度の実測値に基づく熱負荷 q_r のほうが、気象補正值に基づく熱負荷 q_f よりも大きい、消費電力 P_r は閾値 P_M を超えていないこともある。この場合には、放熱運転を行う必要はない（ステップ S 131）。

[0107] また、ステップS 1 2 4において現在の熱負荷 q_r が、予測した熱負荷 q_f 未満である場合（ステップS 1 2 4→N o）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 3 2に進む。

ステップS 1 3 2において空調管理サーバ6 0は、ステップS 1 1 6（図2 2参照）で設定した放熱時間帯に現在時刻が含まれるか否かを判定する。設定した放熱時間帯に現在時刻が含まれない場合（ステップS 1 3 2→N o）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 3 3に進む。

ステップS 1 3 3において空調管理サーバ6 0は、放熱運転を行わない（まだ、開始しない）ことに決定する。

[0108] ステップS 1 3 2において、設定した放熱時間帯に現在時刻が含まれる場合（ステップS 1 3 2→Y e s）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 3 4に進む。

ステップS 1 3 4において空調管理サーバ6 0は、ステップS 1 2 3で算出した現在の消費電力 P_3 が閾値 P_M を超えているか否かを判定する。現在の消費電力 P_3 が閾値 P_M を超えている場合（ステップS 1 3 4→Y e s）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 3 5に進む。

[0109] ステップS 1 3 5において空調管理サーバ6 0は、蓄熱槽1 4に冷熱が蓄えられているか否か（蓄熱があるか否か）を判定する。蓄熱槽1 4に冷熱が蓄えられている場合（蓄熱がある場合：ステップS 1 3 5→Y e s）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 3 6に進む。

ステップS 1 3 6において空調管理サーバ6 0は、放熱運転を実行（開始）する旨の指令信号を生成する。つまり、空調設備Aの熱負荷は予測よりも若干小さいが、負荷装置の消費電力が閾値 P_M を超えている場合、空調設備A以外の負荷による発熱が考えられるため、コントローラ4 0によって放熱運転を行う。

[0110] 一方、蓄熱槽1 4に冷熱が蓄えられていない場合（蓄熱がない場合：ステップS 1 3 5→N o）、空調管理サーバ6 0の処理はステップS 1 3 7に進む。ステップS 1 3 7において空調管理サーバ6 0は、放熱運転を行わない

(継続できない)と判定する。

ステップS 1 3 8において空調管理サーバ6 0は、放熱運転とは別の施策(例えば、照明装置R 1等の消費電力の低減)を行う旨の指令信号を生成することで、別の施策を設定する。

[0111] また、ステップS 1 3 4で現在の消費電力 P_{3r} が閾値 P_M 以下である場合(ステップS 1 3 4→N o)、ステップS 1 3 3において空調管理サーバ6 0は、放熱運転を行わない(まだ、開始しない)旨の指令信号を生成する。つまり、空調管理サーバ6 0は、放熱運転の開始予定時刻以後、消費電力 P_{3r} が閾値 P_M 以下である場合、放熱運転の開始時刻を遅らせる。

[0112] 図2 5のステップS 1 3 9において空調管理サーバ6 0は、ステップS 1 2 8等で生成した指令信号を、指令信号送信部6 2 kによってコントローラ4 0に送信する(指令信号送信ステップ)。

ステップS 1 4 0において空調管理サーバ6 0は、蓄熱槽1 4の残蓄熱量を算出する。すなわち、空調管理サーバ6 0は、放熱運転中に二次側空調設備2 0に供給した冷熱量に基づき、蓄熱槽1 4の残蓄熱量を算出する。この残蓄熱量は、次のサイクルのステップS 1 2 7, ステップS 1 3 5の処理(蓄熱があるか否かの判定処理: 図2 4参照)で用いられる。

[0113] ステップS 1 4 1において空調管理サーバ6 0は、気象補正值の配信時刻になったか否かを判定する。気象補正值の配信時刻になった場合(ステップS 1 4 1→Y e s)、空調管理サーバ6 0の処理は、図2 1のステップS 1 0 2に戻る。

一方、気象補正值の配信時刻になっていない場合(ステップS 1 4 1→N o)、空調管理サーバ6 0の処理は、図2 3のステップS 1 1 8に戻る。なお、ステップS 1 1 8～ステップS 1 4 1の一連の処理は、気象補正值が配信される時刻(例えば、1時間毎)に合わせて繰り返し行われる。ちなみに、ステップS 1 1 8～ステップS 1 4 1の処理を、例えば、数分毎に行ってもよいし、数秒毎に行ってもよい。

[0114] <効果>

第3実施形態では、補正装置によって算出された気象補正值を用いて熱負荷の予測を行うことで、建物の立地条件を考慮した熱負荷の予測を行うことができる。さらに、時刻毎に算出された気象補正值を用いて熱負荷の予測を行うことで、時刻毎の熱負荷の予測を行うことができる。これによって、朝、昼及び夕方等における気象予報値と、気象実測値との乖離を防ぐことができる。

また、第2実施形態に係る手法を、第3実施形態及び後記する第4実施形態に適用することで、気象予報データを取得できない時間でも、気象補正值を用いて熱負荷の予測を行うことができる。

[0115] このように、第3実施形態によれば、第1実施形態又は第2実施形態に係る手法を用いて算出された気象補正值を用いることで、立地条件や、時刻による気象条件の変化を考慮した熱負荷の予測や電力消費量の予測が可能となる。これにより、熱負荷の予測精度や、電力消費量の予測精度を向上させることができる。また、第3実施形態及び後記する第4実施形態によれば、ピークシフトについて適切な計画をたてることが可能となり、契約電力削減の効果によるランニングコストの削減等が可能となる。

さらに、第3実施形態及び第4実施形態に係る空調システムSは、過去の気象予報値から消費電力をダイレクトに算出するものではないので、柔軟な適用が可能となる。

[0116] また、本実施形態では、放熱運転の開始予定時刻よりも前に負荷装置の消費電力 P_{3r} が閾値 P_M を超えている場合（ステップS126→Yes）、空調管理サーバ60は放熱運転の開始時刻を予定よりも早める（ステップS128）。これによって、運転スケジュールどおりに空調設備Aを制御する場合と比較して、負荷装置の電力平準化を適切に行うことができる。

また、放熱運転の開始予定時刻以後において負荷装置の消費電力 P_{3r} が閾値 P_M 以下である場合（ステップS134→No）、空調管理サーバ60は放熱運転の開始時刻を予定よりも遅らせる（ステップS133）。これによって、その後に熱負荷が予測よりも大きくなるという事態に備え、蓄熱槽14

に蓄えられた冷熱を有効利用できる。

[0117] また、空調管理サーバ60は、実測した温湿度に基づいて運転スケジュールの放熱時間帯の適否をリアルタイムでチェックし、そのチェック結果に応じてコントローラ40に指令信号を送信する。これによって、例えば、気象補正値が外れて施設K内の熱負荷が急激に上昇しても、即座に放熱運転を開始することで負荷装置の消費電力を抑制できる。したがって、負荷装置の消費電力が契約電力 P_0 を超えることを防止できる。

[0118] また、空調システムSは、複数の空調設備Aに関する情報を空調管理サーバ60で一括して管理し、多数のユーザに情報を提供するクラウド・コンピューティングのシステムになっている。したがって、ユーザが用意すべきものは最低限の接続環境のみであり、空調設備Aの管理に要するコストを大幅に削減できる。

また、空調管理サーバ60の処理は熱源シミュレータ等を用いて自動的に行われるため、作業員が試行錯誤しながら運転スケジュールを調整する場合と比較して、消費電力の平準化を高精度で行うことができる。

[0119] [第4実施形態]

第4実施形態は、各機器の消費電力を実測する電力計70（図26参照）を第3実施形態に係る空調システムSに追加した点と、空調管理サーバ60A（図27参照）の構成と、が異なるが、その他の点については第3実施形態と同様である。したがって、第3実施形態と異なる部分について説明し、重複する部分については説明を省略する。

[0120] 図26は、本実施形態に係る空調管理サーバを含む空調システムの構成図である。電力計70は、冷凍機11、送風機12a、冷却水ポンプ13、一次側冷水ポンプ15、二次側冷水ポンプ21、室内ファン22b、施設K内の各機器の消費電力 P_{3r} （合計値）を実測するものである。電力計70によって実測された消費電力 P_{3r} の値は、コントローラ40に出力される。そして、コントローラ40は、温湿度センサ30及び電力計70の実測値を、例えば、5分毎にネットワークNを介して空調管理サーバ60Aに送信する。

[0121] <空調管理サーバの構成>

図 2 7 は、本実施形態に係る空調管理サーバの構成図である。

図 2 7 に示す空調管理サーバ 6 0 A の構成は、第 3 実施形態で説明した空調管理サーバ 6 0 (図 2 0 参照) から消費エネルギー算出部 6 2 h (図 2 0 参照) を省略し、消費電力算出部 6 2 i (図 2 0 参照) に代えて消費電力取得部 6 2 m を備える点が異なっているが、その他の点については第 3 実施形態の構成と同様である。

消費電力取得部 6 2 m は、ネットワーク N を介してコントローラ 4 0 から電力計 7 0 の実測値 (つまり、負荷装置の実際の消費電力) を取得する。消費電力取得部 6 2 m によって取得された消費電力の実測値は、消費電力比較部 6 2 2 j に出力される。

なお、消費電力比較部 6 2 2 j によって、消費電力の実測値と閾値 P_M との大小が比較される。

[0122] <空調管理サーバの動作>

図 2 8 は、空調管理サーバが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

なお、空調設備 A の運転スケジュールを設定する処理 (ステップ S 1 0 1 ~ ステップ S 1 1 7 : 図 2 1、図 2 2 参照) については、第 3 実施形態と同様である。また、図 2 8 に示す処理の開始時において、空調設備 A では追掛運転又は放熱運転が行われている。

[0123] ステップ S 1 1 8 において空調管理サーバ 6 0 A は、実測値取得部 6 2 f によって、施設 K 付近の温湿度の実測値をコントローラ 4 0 から取得する。

ステップ S 1 1 9 において空調管理サーバ 6 0 A は、ステップ S 1 1 8 で取得した温湿度の実測値に基づき、熱負荷算出部 6 2 g によって、空調設備 A の現在の熱負荷 q_r を算出する。この熱負荷 q_r は、予測した熱負荷 q_f との比較処理で用いられる (ステップ S 1 2 4 : 図 2 9 参照)。

次に、ステップ S 2 0 1 において空調管理サーバ 6 0 A は、消費電力取得部 6 2 m によって、コントローラ 4 0 から負荷装置の現在の消費電力 P_s を取

得する（消費電力取得ステップ）。前記したように、この消費電力 P_s は電力計70によって実測された値である。

[0124] ステップS201の処理を実行した後、空調管理サーバ60Aの処理は図29に示すステップS124に進む。なお、図29に示す一連の処理は、ステップS202、ステップS203を除いて第3実施形態で説明した図24のフローチャートと同様である。

[0125] 例えば、放熱運転の開始予定時刻よりも前に（ステップS125→No）、実測された消費電力 P_s が閾値 P_M を超えた場合（ステップS202→Yes）、空調管理サーバ60Aは放熱を実行することで、放熱運転の開始時刻を予定よりも早める（ステップS128）。

また、放熱運転の開始予定時刻以後（ステップS132の、計画した放熱時間帯に現在時刻が含まれる？→Yes）、実測された消費電力 P_s が閾値 P_M 以下である場合（ステップS203→No）、空調管理サーバ60Aは放熱を実行しないことで、放熱運転の開始時刻を予定よりも遅らせる（ステップS133）。

なお、ノードD以降のステップS139～ステップS141の処理については、第3実施形態で説明した図25のフローチャートと同様であるから説明を省略する。

[0126] <効果>

本実施形態によれば、第3実施形態と同様に、実測された温湿度の変化に応じて運転スケジュールを柔軟に変更できる。

また、第3実施形態では、温湿度センサ30の実測値に基づいて空調設備Aの消費電力 P_{1r} を算出し（ステップS121：図23参照）、空調設備A以外の機器の消費電力 P_{2r} については電力消費パターンDB61aから読み出し（ステップS122）、両者の和をとって負荷装置の消費電力 P_{3r} を算出していた（ステップS123）。

これに対して本実施形態では、電力計70によって負荷装置の消費電力を直接的に実測するため、負荷装置の消費電力が実際に閾値 P_M を超えているか

否かの判定精度を高めることができる。したがって、運転スケジュールの調整を第3実施形態よりも高精度に行うことができる。

[0127] 《変形例》

以上、本発明に係る空調管理サーバ60、60Aについて各実施形態により説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変更を行うことができる。

例えば、各実施形態は、複数の空調設備Aに関する運転スケジュールの設定・調整を空調管理サーバ60（60A）が一括して行う場合について説明したが、複数のサーバに処理を分散させてもよい。

[0128] また、各実施形態では、現在の熱負荷 q_r が、予測した熱負荷 q_f 以上であるか否かという判定処理（ステップS124：図24参照）を行う場合について説明したが、これに限らない。すなわち、熱負荷 q_r 、 q_f の大小に関わらず、電力計70によって実測した消費電力が閾値 P_M を超えた場合に放熱運転を所定時間だけ継続して行うという処理を繰り返し実行するようにしてもよい。この場合でも、負荷装置の消費電力を契約電力 P_C 以下に抑えることができる。

[0129] また、各実施形態では、気象補正值取得部62aが取得する気象補正值の内容が、施設K付近の補正温度及び補正絶対湿度である場合について説明したが、これに限らない。例えば、補正温度及び補正絶対湿度に加えて、気象補正值に日射量予測値等を追加してもよい。

また、各実施形態では、消費電力 P_{3f} が閾値 P_M を超える分の電力量を打ち消すために必要となる最低限の冷熱を蓄熱槽14に蓄える場合について説明したが、これに限らない。例えば、気象補正值の内容に関わらず、蓄熱運転によって蓄熱槽14を満蓄の状態にしておいてもよい。

さらに、第3実施形態及び第4実施形態以外の電力消費量の予測手法が用いられてもよい。

[0130] ＜適用結果＞

図30A、図30Bは、気象予報値の補正を行う前及び後における熱負荷

予測の結果を示す図である。

熱負荷予測は、第3実施形態における手法を用いている。

図30Aは比較例として気象予報値を用いて熱負荷を算出した場合を示し、図30Bは第1実施形態に係る手法にて算出した気象補正值を用いて熱負荷を算出した場合を示す。

なお、図30Aにおいて、実線は実際の熱負荷の変化を示し、破線は気象予報値を用いて算出した熱負荷の変化を示している。また、図30Bにおいて、実線は実際の熱負荷の変化を示し、破線は気象補正值を用いて算出した熱負荷の変化を示している。

図30A及び図30Bを比較すると明らかなように、図30Aの気象予報値を基に算出された熱負荷より、図30Bの気象補正值を基に算出された熱負荷の方が実際の熱負荷に近い値となっている。

[0131] 本発明は前記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前記した実施形態は本発明を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、必ずしも説明したすべての構成を有す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、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。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0132] また、前記した各構成、機能、各部211～217、62、62a～62k、62m、621j、622j、623j、記憶装置203、記憶部61等は、それらの一部又はすべてを、例えば集積回路で設計すること等によりハードウェアで実現してもよい。また、図3、図16、図20、図27に示すように、前記した各構成、機能等は、CPU等のプロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、HDに格納すること以外に、メモリや、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、又は、IC (Integrated Ci

ircuit) カードや、SD (Secure Digital) カード、DVD (Digital Versatile Disc) 等の記録媒体に格納することができる。

[0133] さらに、図3、図16、図20、図27に示す補正装置200、200a、空調管理サーバ60、60Aの各部211~217、62、62a~62k、62m、621j、622j、623jが一つの装置に搭載されるようにしてもよい。また、各部211~217、62、62a~62k、62m、621j、622j、623jのうち、少なくとも1つを有する装置が補正装置200、200a、空調管理サーバ60、60Aとは別に設置されてもよい。

[0134] また、各実施形態において、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしもすべての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、ほとんどすべての構成が相互に接続されていると考えてよい。

符号の説明

- [0135] S 空調システム (空調管理システム)
K 施設
A 空調設備
Z, Z1, Z2 気象補正システム
11 冷凍機
14 蓄熱槽
30 温湿度センサ
40 コントローラ
60, 60A 空調管理サーバ
62 演算処理部 (空調制御部)
62a 気象補正值取得部
62b 熱負荷予測部
62c 消費エネルギー予測部

- 6 2 d 消費電力予測部（消費電力予測部）
- 6 2 e スケジュール設定部
- 6 2 f 実測値取得部
- 6 2 g 熱負荷算出部
- 6 2 h 消費エネルギー算出部
- 6 2 i 消費電力算出部
- 6 2 j 指令信号生成部
- 6 2 k 指令信号送信部
- 6 2 m 消費電力取得部
- 7 0 電力計
- 1 0 2 温湿度センサ
- 1 0 3 気象予報サーバ
- 2 0 0, 2 0 0 a 補正装置（気象補正装置）
- 2 1 1 処理部
- 2 1 2 気象予報データ取得部
- 2 1 3 気象実測データ取得部
- 2 1 4 絶対湿度算出部
- 2 1 5 補正係数算出部
- 2 1 6 気象補正值算出部
- 2 1 7 補間処理部
- 2 2 1 気象予報データ
- 2 2 2 気象実測データ

請求の範囲

- [請求項1] 時刻ごとにおける、過去の気象予報値を取得する気象予報値取得部と、
前記時刻における、過去の気象実測値を取得する気象実測値取得部と、
取得した前記気象予報値及び前記気象実測値を基に、予測対象となる前記気象予報値を補正した気象補正値を、前記時刻ごとに算出する補正値算出部と、
を有することを特徴とする気象値補正装置。
- [請求項2] 前記気象実測値取得部は、
過去所定期間で、前記時刻における気象実測値を取得することを特徴とする請求項1に記載の気象補正装置。
- [請求項3] 前記気象予報値取得部は、
過去所定期間で、前記時刻における気象予報値を取得することを特徴とする請求項1に記載の気象補正装置。
- [請求項4] 前記気象予報値と、前記気象実測値とを対応付け、該対応付けられた前記気象予報値と、前記気象実測値とを基に、最小二乗法によって、直線式を算出し、該直線式における傾きと、 y 切片とを前記気象補正値を求めるための補正係数とする補正係数算出部を、有し、
前記補正値算出部は、
予想対象となっている前記気象予報値を、前記直線式に代入した結果を前記気象補正値とする
ことを特徴とする請求項1に記載の気象補正装置。
- [請求項5] 取得した気象予報値を基に、取得した気象予報値の間の時刻における気象予報値を補間する補間処理部を
さらに有することを特徴とする請求項1に記載の気象補正装置。
- [請求項6] 時刻ごとにおける、過去の気象予報値を取得する気象予報値取得部と、

前記時刻における、過去の気象実測値を取得する気象実測値取得部と、

取得した前記気象予報値及び前記気象実測値を基に、予測対象となる前記気象予報値又は前記気象実測値を補正した気象補正値を、前記時刻ごとに算出する補正値算出部と、

前記気象補正値を基に、空調設備の消費電力を予測する消費電力予測部と、

前記予測された消費電力に基づいて、前記空調設備を制御する空調制御部と、

を有することを特徴とする空調管理システム。

[請求項7] 前記気象補正値を基に、前記空調設備の空調対象領域における熱負荷を予測する熱負荷予測部を有し

前記消費電力予測部は、

前記気象補正値と、予測された前記熱負荷とを基に、空調設備の消費電力を予測する

ことを特徴とする請求項6に記載の空調管理システム。

[請求項8] 気象予報値を基に、気象補正値を算出する気象補正装置が、

時刻ごとにおける、過去の気象予報値を取得し、

前記時刻における、過去の気象実測値を取得し、

取得した前記気象予報値及び前記気象実測値を基に、予測対象となる前記気象予報値を補正した気象補正値を、前記時刻ごとに算出する

ことを特徴とする気象値補正方法。