

明 細 書

発明の名称： 電力制御システムおよびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、電力制御システムおよびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、負荷で消費される消費電力を測定する電力計を含むグループ化された複数の需要家と、電力計で測定された消費電力を需要家の各々から受け付け、需要家の各々の消費電力を用いて、グループ消費電力をグループ毎に出力し、何れかのグループのグループ消費電力が、グループ毎に予め設定されたグループ契約電力を超えた場合、電力超過グループのグループ消費電力をグループ契約電力以下に制御する制御装置と、を含む電力制御システムが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2019-30087 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 個々の需要家設備の具体的な動作状況によっては、グループ単位で設定された目標電力に基づく需要家設備ごとの制御を調整する必要がある場合がある。

[0005] 本開示は、複数の需要家からなるグループによる使用電力に対して制御を行う場合に、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を加え、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の電力制御システムは、複数の需要家により構成されたグループを対象として設定された目標電力を超えないように電力制御するシステムであって、前記グループに属する各需要家の予め定められた時限ごとの使用電力

に関する予測を行う第1予測手段と、前記第1予測手段による予測結果に基づき、各時限において需要家ごとの使用電力の積算値が前記目標電力を超えないように、各需要家の使用電力の制限値を設定する制限値設定手段と、現在の時限内において、前記グループに属する需要家の設備機器の使用電力の実績に基づいて、当該時限における当該需要家の使用電力を予測する第2予測手段と、前記現在の時限における前記第2予測手段による当該需要家の使用電力の予測値に基づき、当該時限における当該需要家の使用電力の前記制限値を超えないように、各需要家の設備機器の使用電力を制御する制御手段と、を備える、電力制御システムである。

このようにすれば、複数の需要家からなるグループによる使用電力に対して制御を行う場合に、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を加え、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0007] ここで、前記第1予測手段は、少なくとも、過去の各需要家の設備機器の稼働に関する履歴情報に基づいて使用電力に関する予測を行い、前記第2予測手段は、前記現在の時限内における各需要家の設備機器の稼働状況に関する情報に基づいて当該時限における使用電力を予測することとしても良い。

このようにすれば、現在の時限内における各需要家の設備機器の稼働状況に基づいて、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を行うことができる。

[0008] また、前記制御手段は、前記現在の時限における各需要家の設備機器の使用電力を、当該使用電力の時間的変化を抑制するように制御することとしても良い。

このようにすれば、各需要家の設備機器において使用電力の急激な変化を抑制し、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0009] また、前記制御手段は、前記現在の時限に後続する時限における前記使用電力の前記制限値と、当該現在の時限における前記需要家の使用電力および当該使用電力の予測結果とに基づき、当該現在の時限から当該後続の時限に切り替わる前後において当該需要家の設備機器の使用電力の変化を抑制する

ように当該設備機器の使用電力を制御することとしても良い。

このようにすれば、時限が切り替わる前後において、各需要家の設備機器において使用電力の急激な変化を抑制し、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

- [0010] また、前記制御手段は、前記第1予測手段および前記第2予測手段による予測結果が予め定められた条件を満たす場合、当該需要家の設備機器に対し、前記現在の時限における当該需要家の使用電力の前記制限値を超える制御を行うこととしても良い。

このようにすれば、時限が切り替わる前後において、前の時限で当初の制限値を超える制御が行われることにより、各需要家の設備機器において使用電力の急激な変化を抑制し、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

- [0011] また、前記制御手段は、一の需要家の前記設備機器に関して前記現在の時限における当該一の需要家の使用電力の前記制限値を超える制御を行う場合、他の需要家の使用電力が当該他の需要家の使用電力の前記制限値に対して余裕があるならば、当該他の需要家の使用電力の前記制限値を低下させ、前記一の需要家の使用電力の前記制限値を、前記他の需要家の使用電力の前記制限値の低下分に相当するだけ上昇させることとしても良い。

このようにすれば、需要家どうしの間で当初の制限値により示される利用可能な使用電力を融通し合うことにより、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

- [0012] また、本開示のプログラムは、複数の需要家により構成されたグループを対象として設定された目標電力を超えないように電力制御するシステムを制御するコンピュータを、

前記グループに属する各需要家の予め定められた時限ごとの使用電力に関する予測を行う第1予測手段と、前記第1予測手段による予測結果に基づき、各時限において需要家ごとの使用電力の積算値が前記目標電力を超えないように、各需要家の使用電力の制限値を設定する制限値設定手段と、現在の

時限内において、前記グループに属する需要家の設備機器の使用電力の実績に基づいて、当該時限における当該需要家の使用電力を予測する第2予測手段と、前記現在の時限における前記第2予測手段による当該需要家の使用電力の予測値に基づき、当該時限における当該需要家の使用電力の前記制限値を超えないように、各需要家の設備機器の使用電力を制御する制御手段として、機能させる、プログラムである。

このプログラムをインストールしたコンピュータによれば、複数の需要家からなるグループによる使用電力に対して制御を行う場合に、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を加え、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本実施形態が適用される設備機器の制御システムの全体構成を示す図である。

[図2]サーバの構成を示す図である。

[図3]制御装置の構成を示す図である。

[図4]制御装置およびサーバのハードウェア構成例を示す図である。

[図5]設備機器の構成を示す図である。

[図6]一の需要家の使用電力の予測例を示す図であり、図6（A）は過去の使用電力の実績の例を示す図、図6（B）は一日の使用電力の予測結果を示す図、図6（C）は予測結果における時限ごとの予測値の例を示す図である。

[図7]複数の需要家により構成されるグループの使用電力の予測の積算例を示す図であり、図7（A）はグループを構成する需要家ごとの予測例を示す図、図7（B）はグループ全体の予測結果を示す図、図7（C）はグループの予測結果における時限ごとの予測値の例を示す図である。

[図8]グループを構成する各需要家に対する制限値の設定例を示す図であり、図8（A）はグループの時限ごとの平均使用電力の予想例を示す図、図8（B）はグループを構成する各需要家に対する制限値の配分結果を示す図、図8（C）は、グループの一の需要家に配分された時限ごとの制限値の例を示す図である。

す図である。

[図9]グループの目標電力とグループを構成する各需要家の制限値との関係を示す図である。

[図10]各需要家の制限値と時限内予測による使用電力の値との関係の例を示す図である。

[図11]制限値を調整した場合における個々の需要家の使用電力の実績の例を示す図であり、図11(A)は調整により制限値が低下する場合の例を示す図、図11(B)は調整により制限値が上昇する場合の例を示す図である。

[図12]各需要家の制限値と時限内予測による使用電力の値との関係の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照して、実施の形態について詳細に説明する。

<システム構成>

図1は、本実施形態が適用される設備機器の制御システムの全体構成を示す図である。本実施形態の制御システムは、制御装置100と、被制御装置である設備機器200と、サーバ300とを備える。制御装置100と設備機器200とは、ネットワークを介して接続されている。このネットワークは、専用回線によるLAN (Local Area Network) であっても良いし、WAN (Wide Area Network) やインターネット上に設定されたVPN (Virtual Private Network) 等を用いても良い。

[0015] 設備機器200は、電力を使用して作動する設備や機器である。制御装置100は、一または複数の設備機器200の動作を制御する。図1には、制御装置100が複数の設備機器200を制御する構成例を示している。設備機器200は、電力を使用して動作し、制御装置100により動作を制御される設備や機器であれば、その種類を問わない。以下の説明では、設備機器200の具体例として空調機器の制御に本実施形態の制御システムを適用した例について説明する場合がある。

[0016] また、設備機器200は、制御装置100からの指示にしたがって自装置

を制御する制御手段を備えている。制御装置１００は、制御対象である設備機器２００を制御するための指示（以下、「制御指示」と呼ぶ）を生成し、生成した制御指示を各設備機器２００に対して送信する。各設備機器２００は、制御装置１００から制御指示を取得し、自装置の制御手段により、取得した制御指示にしたがって自装置の設定を行い、動作を制御する。

[0017] 制御装置１００とサーバ３００とは、ネットワークを介して接続されている。図１に示す構成例では、サーバ３００に接続された一つの制御装置１００が示されているが、実際には、複数の制御装置１００がサーバ３００に接続される。そして、各制御装置１００に、一または複数の設備機器２００が接続される。制御装置１００とサーバ３００とを接続するネットワークには、例えば、インターネットが用いられる。また、ＬＡＮやＷＡＮを用いても良い。

[0018] <電気料金と設備機器２００の制御の関係>

ここで、電気料金について説明する。電気料金は、主に基本料金と電力量料金とにより構成され、月ごとに特定される。基本料金は、基本料金単価と契約電力とに基づいて計算される。契約電力は、当月から遡って１年以内の最大需要電力の最大値とされる。最大需要電力とは、月間の時限（デマンド時限：３０分）ごとの平均使用電力の最大値である。平均使用電力とは、各時限における需要電力（使用電力）の平均値である。また、電力量料金は、電力量料金単価と月ごとの使用電力量とに基づいて計算される。

[0019] 上述したように、契約電力は、過去１年以内の最大需要電力の最大値である。したがって、ある月の最大需要電力（言い換えれば、その月におけるある時限の平均使用電力）が契約電力となると、その月以後、その契約電力よりも低い最大需要電力を維持し続けたとしても、１年間にわたり、この契約電力に基づく基本料金が課されることとなる。また、ある時限において平均使用電力がそれまでの契約電力の値を上回り、その時限が含まれる月の最大需要電力となると、この時限の平均使用電力（最大需要電力）が、新たな契約電力として、それ以降の基本料金の計算に用いられる。

- [0020] また、電力量料金単価の設定には様々な態様があり、所定の条件に基づいて電力量料金単価が変動する設定が行われ得る。例えば、1日の中の時間帯、平日か休日かの別、季節などに応じて、電力量料金単価が変動する設定が行われる場合がある。また、電力が市場で取引されるようになり、市場における電力の取引価格を反映させて変動する電力量料金単価が設定される場合もある。
- [0021] 設備機器200の制御において、設備機器200の運転に要する電気料金を削減することを指向して制御が行われる場合がある。この場合、平均使用電力が現在の契約電力を超えないように設備機器200を制御することが求められる。また、電力量料金単価が変動する場合、電気料金を低下させる観点では、単価の低い時間帯よりも単価の高い時間帯で使用する電力量を削減する方が、効率が良い。ただし、電力量料金単価が時限ごとの電力量料金に対してのみ影響するのに対し、契約電力は当月以後の1年間の電気料金に対して影響する。このため、電力量料金単価の変動を考慮した制御よりも、平均使用電力を考慮した制御の方が優先される。
- [0022] 電気料金は、電力供給の契約者に対して課される。ここで、本実施形態では、電力供給の契約者として、複数の需要家により構成されるグループを想定する。したがって、平均使用電力は、このグループを構成する複数の需要家の各々による時限ごとの平均使用電力の積算値として得られる。また、基本料金は、このグループ単位の最大需要電力（月間の時限ごとの平均使用電力の最大値）に基づいて定まる。
- [0023] ここで、グループ単位の最大需要電力は、通常、グループを構成する各需要家の最大需要電力の総和よりも小さい。これは、グループを構成する各需要家の間で最大需要電力となる時限が、一般に異なるためである。したがって、グループに対して設定される基本料金は、グループを構成する需要家ごとに最大需要電力に基づいて設定された基本料金の総和よりも安くなる。
- [0024] 一のグループには、一または複数の制御装置100が割り当てられる。この一または複数の制御装置100は、このグループ単位で設定された電気料

金（基本料金および電力量料金）に応じて、グループを構成する各需要家の設備機器 200 に対し、所定の単位時間ごとの平均使用電力や電力量料金単価を考慮した制御を行う。

[0025] また、需要家は、一または複数の設備機器 200 を有し、制御装置 100 は、一または複数の需要家の設備機器 200 を制御する。しかしながら、一の需要家が一の制御装置 100 に対応するとは限らない。一の需要家が有する複数の設備機器 200 が、複数の制御装置 100 により制御されても良いし、複数の需要家が有する設備機器 200 が、一の制御装置 100 により制御されても良い。また、一の制御装置 100 は、複数のグループに割り当てられても良い。ただし、以下の説明では、簡単のため、一の需要家に対して一の制御装置 100 が割り当てられ、各需要家の設備機器 200 を各需要家に対応する制御装置 100 が制御する構成を想定して説明する。

[0026] <サーバ 300 の構成>

図 2 は、サーバ 300 の構成を示す図である。サーバ 300 は、例えば、ネットワークのクラウド環境上に構築されたサーバ（いわゆるクラウドサーバ）等として実現される。サーバ 300 は、グループ管理部 310 と、第 1 予測部 320 と、制限値設定部 330 と、制御情報生成部 340 と、第 2 予測部 350 と、実績情報取得部 360 と、制限値調整部 370 と、送信制御部 380 とを備える。

[0027] グループ管理部 310 は、上記の需要家のグループを管理する。上記のように、このグループは、電力契約の単位として設定される。グループ管理部 310 は、グループの契約電力、最大需要電力および時限ごとの平均使用電力の情報を取得し、保持する。また、グループ管理部 310 は、グループを構成する需要家を管理する。グループ管理部 310 は、グループを構成する各需要家の契約電力、最大需要電力および時限ごとの平均使用電力の情報を取得し、保持する。各需要家の平均使用電力の情報は、例えば、各需要家の設備機器 200 を制御する制御装置 100 から得られる。そして、グループの平均使用電力の情報は、例えば、グループを構成する需要家の設備機器 2

〇〇（以下、「グループの設備機器２００」と記す）を制御する制御装置１００から得られる。具体的には、例えば、グループを構成する各需要家の時限ごとの平均使用電力を積算して、グループの平均使用電力とする。

[0028] 第１予測部３２０は、グループを構成する需要家ごとに、各需要家の設備機器２００による時限ごとの平均使用電力を予測する。第１予測部３２０は、予測手段の一例である。第１予測部３２０による時限ごとの平均使用電力の予測は、例えば、グループを構成する各需要家の設備機器２００における過去の稼働に関する履歴情報に基づいて行われる。ここで、稼働に関する履歴情報には、設備機器２００の稼働状態の情報の他、設備機器２００の稼働環境の情報等、広く、設備機器２００の稼働に関連する種々の情報を含む。設備機器２００の稼働状態の情報としては、例えば、稼働率、連続稼働時間、稼働回数等の情報が含まれる。稼働環境の情報としては、例えば、天気、気温、湿度等の気象条件、月日および時間帯等の情報が含まれる。

[0029] 特定の日時の特定の時限（以下、「特定時限」と呼ぶ）における平均使用電力の予測は、例えば、稼働に関する履歴情報に基づいて特定時限に対する参考時限を設定し、この参考時限における設備機器２００の平均使用電力に基づいて行っても良い。参考時限は、例えば、特定時限が該当する日時に予想される気象条件と類似する気象条件である過去の時限や、１年前の同月同日の対応する時限等としても良い。また、特定時限における設備機器２００の平均使用電力の予測において、参考時限の前後の時限における設備機器２００の平均使用電力や、参考時限が含まれる日に至る数日間の時限における設備機器２００の平均使用電力の推移等を参酌しても良い。

[0030] 制限値設定部３３０は、第１予測部３２０による予測結果に基づき、グループを構成する需要家ごとに、各需要家の設備機器２００による時限ごとの平均使用電力に対して制限値を設定する。制限値設定部３３０は、設定手段の一例である。グループの平均使用電力がそのグループの契約電力を超えると、この平均使用電力が新たな契約電力となって、電気料金における基本料金を引き上げてしまう。そこで、グループに対し、契約電力に基づく目標電

力を設定し、グループの設備機器200の全体で、時限ごとの平均使用電力が目標電力を超えないように制御することが求められる。そして、各需要家の制限値の積算値が目標電力に基づく閾値以下となるように、各需要家の時限ごとの制限値が設定される。なお、目標電力は、契約電力以下の値、例えば、契約電力よりも一定値だけ低い値に設定される。また、閾値は、目標電力以下の値、例えば、目標電力よりも一定値だけ低い値に設定される。

[0031] 図9は、グループの目標電力とグループを構成する各需要家の制限値との関係を示す図である。ここでは、目標電力の値と上記の閾値とが等しいものとし、各需要家の制限値の積算値と比較している。図9に示す例では、12の需要家（需要家（1）～需要家（12））の制限値を積算した値が、各需要家により構成されるグループの目標電力を超えないようにすることが示されている。図9に示すように、本実施形態では、グループに対して設定された目標電力に相当する電力を、グループを構成する各需要家に配分する。このような構成において、グループを構成する各需要家は、電力消費単位の一例である。

[0032] ここで、グループを構成する需要家の各々の制限値は、例えば、第1予測部320による各需要家に対する平均使用電力の予測に基づいて設定される。第1予測部320の予測から、時限ごとに、グループの各需要家による予測される平均使用電力の割合が特定される。そこで、例えば各需要家の制限値の積算値が上記の目標電力に基づく閾値と等しくなるように設定される場合、この閾値に相当する平均使用電力を、第1予測部320により予測された各需要家による平均使用電力の割合となるように振り分けて、各需要家の制限値とする。言い換えれば、制限値は、その時限において各需要家が利用可能な使用電力を意味する。

[0033] また、制限値の設定を、各需要家に関して時限ごとに予測される平均使用電力の割合ではなく、各需要家の過去の特定期間における時限ごとの平均使用電力の実績値に基づいて行っても良い。例えば、第1予測部320による予測の説明で示した特定時限に対して、同説明で示した参考時限における各

需要家の平均使用電力の実績値の割合を特定する。そして、この実績値の割合に基づいて、特定時限における各需要家の制限値を設定しても良い。特定期間は、参考時限の実績値として得られる情報の量に応じて定めれば良く、例えば、過去１年間または数年間や、特定の月日から特定の月日までの間等のように設定しても良い。

[0034] また、制限値の設定を、各需要家の特定期間における時限ごとの平均使用電力の最大値に基づいて行っても良い。例えば、特定期間を過去１年間とすると、需要家ごとに、過去１年間における時限ごとの平均使用電力の最大値を得ることができる。そして、各需要家の最大値を比較し、その比に応じた割合で、各需要家の制限値を設定しても良い。この場合、参考時限の実績値を用いる場合と異なり、平均使用電力が最大値となる時限は、需要家ごとに異なる時限となり得る。

[0035] また、制限値には、下限値を設けても良い。下限値は、０よりも大きい値である。これにより、第１予測部３２０による予測において、ある需要家に関して、ある時限での平均使用電力が０と予測された場合であっても、下限値に相当する制限値が設定される。これは、ある需要家に関して平均使用電力が０と予測された時限において、制限値を０と設定した場合に、その需要家がその時限で設備機器２００を使用すると直ちに制限値を超えてしまうこととなるため、かかる不都合を回避するためである。平均使用電力が０と予測される場合とは、例えば、第１予測部３２０による予測に用いられる参考時限での需要家の平均使用電力が０であった場合等が考えられる。

[0036] 下限値の設定方法は、制御システムの運用や仕様、グループや個々の需要家等の間の取り決め等に応じて適宜定めて良い。例えば、予め固定値を定めておいても良いし、グループ全体における時限ごとの平均使用電力の予測値等に基づいて変動する値としても良い。下限値として固定値を設定する場合、各需要家に対して同じ値としても良いし、適当な条件や需要家の要請に応じて需要家ごとに別個の値を設定しても良い。グループ全体における時限ごとの平均使用電力の予測値は、第１予測部３２０によるグループを構成する

各需要家における時限ごとの平均使用電力の予測値を積算することにより得られる。

[0037] 制限値に下限値を設定する場合、制限値に対して下限閾値を設定しておき、ある需要家に与えられる制限値が下限閾値を下回る場合に、制限値として下限値を適用するようにしても良い。下限閾値としては、下限値とは異なる値を設定しても良い。例えば、下限閾値として下限値を下回る値を設定すると、ある時限において、ある需要家に割り当てられた制限値が下限閾値を下回った場合に、下限閾値よりも大きい下限値が、その時限におけるその需要家の制限値として設定される。

[0038] 制限値に上記のような下限値を設定した場合、グループを構成する需要家のうち、一部の需要家に対しては、上述した制限値の設定方法により特定される割合に基づく値とは異なる（より大きい）制限値が与えられる。このため、上記の設定方法による割合で算出された値に、単純に下限値で付与される値を加算して各需要家の制限値を設定すると、各需要家の制限値の積算値が上記の目標電力に基づく閾値を超えてしまう可能性がある。したがって、制限値として下限値が適用される需要家がある場合、下限値を考慮した各需要家の制限値の積算値が上記の閾値を超えないように補正する必要がある。例えば、上記の設定方法による割合で算出された値と適用される下限値とを加算した値が上記の閾値以下となるように、各需要家の制限値を設定することが考えられる。また、適用される下限値の合計値分を、下限値が適用されない需要家の制限値から差し引くことが考えられる。

[0039] なお、ここでは、需要家ごとの設備機器 200 による各時限の平均使用電力に対して制限値を設定することとして説明した。これに対し、特定の条件を満たす時限の平均使用電力に対してのみ制限値を設定する構成としても良い。例えば、第 1 予測部 320 によるグループを構成する各需要家におけるある時限の平均使用電力の予測値を積算することで、その時限におけるグループ全体の平均使用電力の予測値が得られる。このグループの平均使用電力の予測値が上記の閾値を超えることを条件として、そのような時限の平均使

用電力に対してのみ制限値を設定するようにしても良い。

[0040] 一方、グループの平均使用電力の予測値が上記の閾値を下回る場合について考える。閾値は目標電力に基づいて設定され、目標電力は契約電力に基づいて設定される。このため、ある時限においてグループを構成する需要家の多くが大きな電力を使用しない場合（例えば、深夜から明け方にかけての時間帯等）、その時限に対するグループの平均使用電力の予測値は、閾値を大きく下回ることが考えられる。このような場合は、グループの各需要家の制限値を、各需要家の制限値の積算値が閾値を超えない範囲で、各需要家の平均使用電力の予測値よりも高い値に設定しても良い。

[0041] 制御情報生成部340は、グループを構成する各需要家の設備機器200を制御するための制御情報を生成する。制御情報は、需要家の設備機器200による時限ごとの平均使用電力が制限値設定部330により設定されたその需要家におけるその時限の制限値を超えないように、制御装置100に設備機器200を制御させる情報である。したがって、制御情報には、制限値設定部330により設定された需要家ごとの制限値の情報が含まれる。制御情報生成部340は、各制御情報による制御が行われる時限が開始される前に、該当する時限の制御情報を生成する。

[0042] また、制御情報生成部340は、制限値設定部330により設定された各需要家の制限値が、制限値調整部370により調整された場合に、この制限値の調整結果を設備機器200の制御に反映させるための制御情報を生成する。以下、制限値設定部330により設定された制限値に基づく上記の制御情報と、制限値調整部370により調整された制限値に基づく制御情報とを区別する場合、前者を「一般制御情報」と呼び、後者を「個別制御情報」と呼ぶ。詳しくは後述するが、制限値調整部370による制限値の調整は、制限値の調整を反映させようとする制御が行われている時限内において行われる。したがって、個別制御情報は、一般制御情報と異なり、個別制御情報による制御が行われている時限が開始された後に、その時限内において生成される。

- [0043] 第2予測部350は、設備機器200の制御が実施されている現在進行中の時限（以下、「現在の時限」と呼ぶ）内において、現在の時限における設備機器200の平均使用電力を予測する。第2予測部350による平均使用電力の予測は、例えば、現在の時限の前の時限における設備機器200の使用電力の実績に基づいて行われる。以下、第2予測部350による現在の時限における設備機器200の平均使用電力の予測を、第1予測部320による時限開始前の予測と区別する場合、「時限内予測」と呼ぶ。
- [0044] ここで、ある時限における設備機器200の使用電力の実績は、その時限が終了した後に確定する。したがって、ある時限（例えば、13:00～13:30の時限）におけるグループの実績としての各需要家の設備機器200による確定した使用電力の積算値（以下、「積算確定値」と呼ぶ）は、次の時限（13:30～14:00の時限）になってから得られる。
- [0045] 第2予測部350による時限内予測は、現在の時限における各需要家の設備機器200の稼働状況に関する情報および現在の時限の前の時限における積算確定値に基づいて行われる。なお、時限内予測において積算確定値が参酌される現在の時限の前の時限は、現在の時限の直前の時限には限定されない。現在の時限から複数時限前の時限における積算確定値が用いられる場合もあり得る。また、現在の時限の前の複数時限の積算確定値を参酌して時限内予測を行っても良い。稼働状況に関する情報には、例えば、設備機器200の運転状態、運転に関する設定等の情報が含まれる。例えば、設備機器200が空調機器である場合、設定温度と実際の室温との差分等の情報を用い得る。
- [0046] 実績情報取得部360は、グループを構成する各需要家の設備機器200の稼働状況に関する実績情報を取得する。取得される実績情報には、上記の現在の時限における実績情報（現在の時限が開始されてから実績情報を取得する時点までの実績情報）の他、既に終了した時限における実績情報を取得しても良い。実績情報は、設備機器200を制御する制御装置100から取得しても良いし、設備機器200自体から取得しても良い。実績情報取得部

３６０により取得された現在の時限の実績情報は、第２予測部３５０による設備機器２００の平均使用電力の予測、制限値調整部３７０による制限値の調整などに用いられる。

[0047] 制限値調整部３７０は、所定の条件に基づいて、制限値設定部３３０により設定されたグループを構成する各需要家の制限値を調整する。一例として、制限値調整部３７０は、第２予測部３５０による予測に基づき、各需要家の制限値を調整する。また、他の例として、制限値調整部３７０は、実績情報取得部３６０により取得された現在の時限における設備機器２００の稼働状況に関する実績情報に基づき、各需要家の制限値を調整する。制限値の調整は、グループを構成する需要家どうしの間で、各需要家が利用可能な使用電力を融通し合うように調整される。例えば、グループを構成する需要家のうちの一部の需要家に関して制限値を低下させ、他の需要家に関して、一部の需要家の制限値の低下分に相当するだけ制限値を上昇させる。制限値の調整の詳細については後述する。

[0048] 送信制御部３８０は、制御情報生成部３４０により生成された制御情報を、各制御情報に対応する需要家の設備機器２００を制御する制御装置１００へ送信する。送信制御部３８０は、各制御情報による制御が行われる時限が開始される前に、該当する時限の一般制御情報を制御装置１００へ送信する。送信制御部３８０は、各時限の一般制御情報を制御装置１００へ送信する場合に、送信しようとする時限の直前の時限における使用電力から低下させる一般制御情報を、送信しようとする時限の直前の時限における使用電力から上昇させる一般制御情報よりも先に送信するようにしても良い。

[0049] また、送信制御部３８０は、個別制御情報が生成されると、直ちに、生成された個別制御情報による制御の対象である設備機器２００を制御する制御装置１００へ送信する。送信制御部３８０は、個別制御情報を制御装置１００へ送信する場合に、調整により制限値が低下する設備機器２００に対する個別制御情報を、調整により制限値が上昇する設備機器２００に対する個別制御情報よりも先に送信するようにしても良い。

[0050] <制御装置１００の構成>

図３は、制御装置１００の構成を示す図である。制御装置１００は、ネットワークを介してサーバ３００および設備機器２００と接続された情報処理装置として実現される。制御装置１００は、制御対象の設備機器２００の近隣に設けられた装置（例えば、エッジサーバ）であっても良いし、クラウド環境上に構築されたサーバ（クラウドサーバ）であっても良い。制御装置１００は、制御情報取得部１１０と、稼働情報取得部１２０と、記憶部１３０と、制御指示生成部１４０と、制御指示出力部１５０と、稼働情報出力部１６０とを備える。

[0051] 制御情報取得部１１０は、サーバ３００から設備機器２００の制御情報を取得する。制御情報取得部１１０が取得する制御情報には、ある時限に対する制御情報として、その時限が開始される前に取得される一般制御情報と、その時限の進行中に取得される個別制御情報とがある。一般制御情報には、需要家ごとに設定された平均使用電力の制限値の情報が含まれる。個別制御情報には、進行中の時限に対する一般制御情報に含まれる制限値を調整する新たな制限値の情報が含まれる。

[0052] 稼働情報取得部１２０は、制御装置１００の制御対象である設備機器２００の稼働情報を取得する。ここで、稼働情報取得部１２０が取得する稼働情報には、広く、設備機器２００の稼働に関する種々の情報が含まれる。例えば、設備機器２００の稼働率や継続稼働時間等の動作状態を表す情報が含まれる。また、稼働された時間帯、平日の稼働と休日の稼働の別等、設備機器２００の稼働に影響を及ぼすと考えられる種々の情報を含んでも良い。さらに、稼働情報取得部１２０は、気温や湿度等の設備機器２００が設置された環境の情報を取得しても良い。これらの情報は、情報の種類に応じて、既存の種々の方法で取得し得る。例えば、設備機器２００自体から取得し得る他、各種のセンサ装置等から取得し得る。また、日時の情報は、例えば、制御装置１００に設けられた時計機能やカレンダー機能により得られる。

[0053] 記憶部１３０は、制御情報取得部１１０および稼働情報取得部１２０によ

り取得された各種の情報を記憶する。制御情報取得部 110 により取得された制御情報は、設備機器 200 を制御するために用いられる。制御情報のうち、各時限の一般制御情報は、各々の一般制御情報による制御が行われる時限が開始される前に、記憶部 130 に記憶される。稼働情報取得部 120 により取得された設備機器 200 の稼働情報は、所定のタイミングでサーバ 300 へ送られ、サーバ 300 の第 1 予測部 320 および第 2 予測部 350 による予測に用いられる。

[0054] 制御指示生成部 140 は、制御情報取得部 110 により取得された制御情報に基づいて、設備機器 200 を制御するための制御指示を生成する。制御指示生成部 140 は、各需要家の設備機器 200 による時限ごとの平均使用電力が、時限ごとに需要家に対して設定された制限値を超えないように設備機器 200 を動作させる制御指示を生成する。一の需要家が複数の設備機器 200 を有する場合は、時限ごとに、その一の需要家が有する全ての設備機器 200 の平均使用電力の積算値が対応する時限の制限値を超えないように、制御指示が生成される。この場合、需要家に対して設定された制限値を超えないようにするために、需要家が自身の複数の設備機器 200 に対して電力を割り振る方法については、特に限定しない。例えば、設備機器 200 の種類や装置規模等に応じて均等に割り振っても良い。また、特定の設備機器 200 に対して十分に電力を割り当て、残りの電力を他の設備機器 200 に割り振っても良い。また、ある時限では、一部の設備機器 200 を動作させず、一部の設備機器 200 のみで電力を使用するようにしても良い。また、制御指示生成部 140 は、稼働情報取得部 120 により取得した設備機器 200 の稼働情報を参照して制御指示を生成しても良い。制御情報取得部 110 により取得された制御情報のうち、一般制御情報に基づいて制御指示生成部 140 により生成された制御指示は、記憶部 130 に保持される。

[0055] また、制御指示生成部 140 は、現在の時限内における各需要家の設備機器 200 の稼働状態に関して、使用電力の時間的变化が抑制されるように各設備機器 200 を動作させる制御指示を生成する。設備機器 200 における

使用電力の時間的変化が大きいと、時間の経過に伴って変化する使用電力の値が現在の時限の終了時に確定する平均使用電力に対する影響も大きい。そのため、時限の終了時付近で使用電力が上がることで、現在の時限における平均使用電力が需要家における制限値を超えてしまうことが起こり得る。また、サーバ300の第2予測部350による予測の精度の低下を招く。そこで、設備機器200の種類によっては、時限内の動作において使用電力の時間的変化が少なくなるような制御を行う。例えば、設備機器200の一例としての空調機器は、急激に稼働状態を変化させても、周囲の温度や湿度に対して影響が出るまでにある程度の時間を要する。そのため、稼働状態の強弱を頻繁に切り替える場合と、一定の強度で稼働を継続させる場合とで、機器の稼働による効果の差異が少ないと考えられる。そこで、制御指示生成部140は、室温や湿度等の設定条件を満たす範囲において、稼働状態の時間的変化が少なくなるように制御指示を生成する。設備機器200の使用電力の時間的変化が抑制されるような制御を実現するためには、現在の時限における設備機器200の稼働状態を認識し、現在の時限が終了した際に確定する平均使用電力を現在の時限内において予測することが必要となる。このため、かかる制御には、サーバ300の第2予測部350による予測結果が参酌される。

[0056] また、制御指示生成部140は、現在の時限から後続の時限（現在の時限の直後の時限）に切り替わる前後において、各需要家の設備機器200の稼働状態に関して、使用電力の時間的変化が抑制されるように各設備機器200を動作させる制御指示を生成する。現在の時限において、制限値を超えないために設備機器200の使用電力を抑制する制御が行われた場合、設備機器200の設定を満足しない制御となる場合があり得る。例えば、設備機器200の一例としての空調機器において、使用電力を抑制する制御が行われたために設定温度に達しないということが起こり得る。このような場合、現在の時限が終了して後続の時限に切り替わると、抑制された設備機器200の稼働を回復するために使用電力を増大させる制御が行われることが考えら

れる。そこで、制御指示生成部 140 は、現在の時限の終了時付近で、現在の時限における設備機器 200 による電力需要の実績およびサーバ 300 の第 2 予測部 350 による現在の時限の平均使用電力の予測結果と、後続の時限の制限値とに基づいて、時限が切り替わる前後における設備機器 200 の稼働状態の時間的变化が少なくなるように制御指示を生成する。

[0057] 制御指示出力部 150 は、制御情報取得部 110 により取得された制御情報のうち、一般制御情報に基づいて制御指示生成部 140 により生成された制御指示を、その一般制御情報による制御が行われる時限において記憶部 130 から読み出し、制御対象の設備機器 200 へ送信する。また、制御指示出力部 150 は、制御情報取得部 110 により取得された制御情報のうち、個別制御情報に基づいて制御指示生成部 140 により生成された制御指示を、直ちに制御対象の設備機器 200 へ送信する。

[0058] 稼働情報出力部 160 は、稼働情報取得部 120 により取得され、記憶部 130 に保持された設備機器 200 の稼働情報を、所定の条件に応じて、記憶部 130 から読み出してサーバ 300 へ送信する。稼働情報の読み出しおよび送信は、サーバ 300 からの要求に応じて行っても良いし、1 日の決まった時間等に定期的に行っても良い。

[0059] <制御装置 100 およびサーバ 300 のハードウェア構成>

図 4 は、制御装置 100 およびサーバ 300 のハードウェア構成例を示す図である。制御装置 100 およびサーバ 300 は、例えば、コンピュータにより実現される。制御装置 100 およびサーバ 300 がクラウド環境に構築されたサーバとして実現される場合であっても、ネットワーク上の図 4 に示すような物理的なコンピュータのシステムリソースを用いた仮想的なシステムとして構成される。

[0060] 制御装置 100 を実現するコンピュータは、演算手段である CPU (Central Processing Unit) 101 と、記憶手段である RAM (Random Access Memory) 102、ROM (Read Only Memory) 103、記憶装置 104 とを備える。RAM 102 は、主記憶装置 (メイン・メモリ) であり、CPU 101

が演算処理を行う際の作業用メモリとして用いられる。ROM 103にはプログラムや予め用意された設定値等のデータが保持されており、CPU 101はROM 103から直接プログラムやデータを読み込んで処理を実行することができる。記憶装置104は、プログラムやデータの保存手段である。記憶装置104にはプログラムが記憶されており、CPU 101は記憶装置104に格納されたプログラムを主記憶装置に読み込んで実行する。また、記憶装置104には、CPU 101による処理の結果が格納され、保存される。記憶装置104としては、例えば磁気ディスク装置やSSD (Solid State Drive) 等が用いられる。

[0061] 制御装置100が図4に示すコンピュータにより実現される場合、図3を参照して説明した制御情報取得部110、稼働情報取得部120、制御指示生成部140、制御指示出力部150および稼働情報出力部160の各機能は、例えば、CPU 101がプログラムを実行することにより実現される。記憶部130は、例えば、RAM 102や記憶装置104により実現される。また、サーバ300が図4に示すコンピュータにより実現される場合、図2を参照して説明したグループ管理部310、第1予測部320、制限値設定部330、制御情報生成部340、第2予測部350、実績情報取得部360、制限値調整部370および送信制御部380の各機能は、例えば、CPU 101がプログラムを実行することにより実現される。なお、図4に示した構成例は、制御装置100をコンピュータにより実現する場合の一例に過ぎない。

[0062] <設備機器200の構成>

図5は、設備機器200の構成を示す図である。設備機器200は、受け付け部210と、動作制御部220と、出力部230とを備える。なお、設備機器200は、その種類に応じて、設備機器200の機能を実現するために動作する機構や装置を有している。例えば、設備機器200が空調機器である場合、設備機器200は、室内機および室外機等を有する。また、設備機器200が照明設備である場合、設備機器200は、照明器具や制御スイ

ッチ等を有する。このような機構等の種類や態様は、設備機器 200 の種類に応じて様々であるため、ここでは図示しない。

[0063] 受け付け部 210 は、制御装置 100 から出力された制御指示を、図示しないネットワークインターフェイスを用い、ネットワークを介して受け付ける。

[0064] 動作制御部 220 は、受け付け部 210 により受け付けた制御指示に基づいて、設備機器 200 に設けられた機構や装置の動作を制御する。具体的には、例えば、設備機器 200 が空調機器である場合、受け付け部 210 により制御指示として設定温度を特定する情報を受け付け、動作制御部 220 は、受け付けた設定温度になるように室内機および室外機の動作を制御する。なお、ここでは温度設定に係る制御の例を挙げたが、その他、空調機器により制御可能な気体に関する種々の制御（例えば、湿度や気体成分の制御等）に対して、動作制御部 220 による制御指示に基づく制御を適用し得る。また、空調機器以外の種々の設備機器 200 においても、動作制御部 220 は、制御装置 100 から受け付ける制御指示にしたがって、設備機器 200 の種類に応じた制御を実行する。

[0065] 出力部 230 は、設備機器 200 の動作状態に関する情報を、図示しないネットワークインターフェイスを用い、ネットワークを介して制御装置 100 へ出力する。

[0066] 受け付け部 210、動作制御部 220 および出力部 230 は、例えば、コンピュータにより実現される。動作制御部 220 を実現するコンピュータは、図 4 を参照して説明した構成としても良い。この場合、受け付け部 210、動作制御部 220 および出力部 230 の各機能は、例えば、図 4 に示した CPU 101 がプログラムを実行することにより実現される。また、受け付け部 210、動作制御部 220 および出力部 230 の各機能を、専用のハードウェアにより実現しても良い。例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、その他の回路により実現される。さらに、CPU 101 がプログラム（ソフトウ

エア) を実行して実現される機能と、専用のハードウェアにより実現される機能とを組み合わせ、受け付け部 210、動作制御部 220 および出力部 230 としても良い。

[0067] <制限値の設定例>

本実施形態では、複数の需要家により構成されるグループを契約対象とし、グループ単位の時限ごとの平均使用電力に基づいて契約電力を設定する。このグループ単位の時限ごとの平均使用電力について、図面を参照してさらに説明する。

[0068] 図6は、一の需要家の使用電力の予測例を示す図である。図6(A)は過去の使用電力の実績の例を示す図、図6(B)は一日の使用電力の予測結果を示す図、図6(C)は予測結果における時限ごとの予測値の例を示す図である。図6(A)、(B)のグラフにおいて、横軸は1日(24時間)の時限(48時限)であり、縦軸は時限ごとの平均使用電力(kW)である。図6(A)、(B)のグラフおよび図6(C)の表は、1日の各時限における設備機器200の平均使用電力の実績および予測結果を示す。また、図6(A)～(C)は、一の需要家の設備機器200に関して、需要家が有する設備機器200全体の実績および予測結果と、設備機器200のうちの空調機器の実績および予測結果とを示す。

[0069] 図6(A)には、使用電力を予測しようとする日の前3日間(3日前、2日前および1日前)について時限ごとの平均使用電力の実績が示されている。各図において、薄い色のグラフが設備機器200全体の実績を示し、濃い色のグラフが空調機器の実績を示す。図6(B)には、図6(A)に示すような実績を参酌して予測された時限ごとの平均使用電力の予測結果の例が示されている。図6(B)のグラフにおいても、図6(A)の各図と同様に、薄い色のグラフが設備機器200全体の予測結果を示し、濃い色のグラフが空調機器の予測結果を示す。図6(C)には、1日の各時限(第1時限～第48時限)における設備機器200全体(図では、各設備機器200が設置された施設を表す「建物」と記載)の平均使用電力の予測値と、設備機器2

00のうちの空調機器の平均使用電力の予測値とが対応付けて示されている。

[0070] 図7は、複数の需要家により構成されるグループの使用電力の予測の積算例を示す図である。図7(A)はグループを構成する需要家ごとの予測例を示す図、図7(B)はグループ全体の予測結果を示す図、図7(C)はグループの予測結果における時限ごとの予測値の例を示す図である。図7(A)、(B)のグラフにおいて、横軸は1日(24時間)の時限(48時限)であり、縦軸は時限ごとの平均使用電力(kW)である。図7(A)、(B)のグラフおよび図7(C)の表は、1日の各時限における需要家およびグループの平均使用電力の予測結果を示す。ここでは、各需要家の設備機器200全体の平均使用電力の予測結果を、需要家の平均使用電力の予測結果または需要家の予測結果と記す。

[0071] 図7(A)には、グループを構成する需要家の各々における時限ごとの平均使用電力の予測結果が示されている。なお、図7(A)には、グループを構成する複数の需要家のうち、3需要家(需要家(1)~(3))の予測結果のみが示され、他は省略されている。図7(A)の各図において、薄い色のグラフが設備機器200全体の予測結果を示し、濃い色のグラフが空調機器の予測結果を示す。図7(B)には、図7(A)に示す3需要家を含むグループ全体における時限ごとの平均使用電力の予測結果が示されている。図7(B)において、各時限のグラフの区分(色分け)は、個々の時限において、グループを構成する各需要家の平均使用電力の予測値が積算されていることを表している。図7(C)には、1日の各時限(第1時限~第48時限)における各需要家の平均使用電力の予測結果の積算値が示されている。

[0072] ここで、このグループの目標電力(図では「目標値」と記載)を1000kWとし、図7(B)および図7(C)を参照すると、第22時限~第31時限で、グループ全体の平均使用電力の予測値が目標電力を超えている。したがって、少なくともこれらの時限においては、グループ全体の平均使用電力の予測値が目標電力を超えないように、グループを構成する各需要家の使

用電力に対する制限値が設定される。なお、各需要家の制限値自体は、グループ全体の予測値が目標電力を超えている時限だけでなく、グループ全体の予測値が目標電力を超えていない他の時限においても設定して良い。

[0073] 図8は、グループを構成する各需要家に対する制限値の設定例を示す図である。図8(A)はグループの時限ごとの平均使用電力の予想例を示す図、図8(B)はグループを構成する各需要家に対する制限値の配分結果を示す図、図8(C)は、グループの一の需要家に配分された時限ごとの制限値の例を示す図である。図8(A)、(B)のグラフにおいて、横軸は1日(24時間)の時限(48時限)であり、縦軸は時限ごとの平均使用電力(kW)である。

[0074] 図8(A)には、グループを構成する需要家の各々における時限ごとの平均使用電力の予測結果が示されている。このグラフは、図7(B)に示したグラフと同一である。図8(B)には、グループの各時限における平均使用電力を目標電力に揃えた場合に、グループを構成する各需要家に対して設定される制限値の配分結果の例が示されている。図8(B)において、各時限のグラフの区分(色分け)は、個々の時限において、各需要家に配分される制限値(その需要家が利用可能な使用電力)の割合を表している。各時限において各需要家に配分される制限値の割合は、原則として、図8(A)に示したグループの平均使用電力の予測における各需要家の平均使用電力の予測値の割合である。なお、個々の需要家の予測値によっては、制限値として、平均使用電力の予測値の割合ではなく下限値が与えられる場合がある。図8(C)には、グループを構成する需要家のうちの一の需要家(需要家(1))に対して配分された、1日の各時限(第1時限～第48時限)における制限値が示されている。

[0075] <制限値の調整例>

本実施形態では、グループを構成する各需要家の設備機器200に対する制御が行われる時限ごとに、該当する時限が開始される前に、時限開始前の予測に基づいて各需要家の平均使用電力に対する制限値が設定され、かかる

制限値に基づいて各需要家の設備機器 200 が制御される。一方、該当する時限が開始されると、時限内予測に基づいて、必要に応じて各需要家の制限値が調整され、時限内における設備機器 200 の制御が変更される。この制限値の調整について、図面を参照してさらに説明する。以下の例では、目標電力の値と目標電力に基づく閾値とが等しく、グループを構成する各需要家の制限値の積算値がグループの目標電力以下となるように制御される場合について説明する。

[0076] 図 10 は、各需要家の制限値と時限内予測による使用電力の値との関係の例を示す図である。図 10 に示す例では、3 需要家（需要家（1）～需要家（3））によりグループが構成されている。図 10 には、ある時限において、第 1 予測部 320 による予測に基づいて時限が開始される前に設定された各需要家の制限値（以下、「当初制限値」と呼ぶ）と、第 2 予測部 350 による時限内予測によって得られた当該の時限における各需要家の平均使用電力の予測値（以下、「時限内予測値」と呼ぶ）と、第 2 予測部 350 による時限内予測に基づいて制限値調整部 370 により調整された各需要家の制限値（以下、「調整後制限値」と呼ぶ）とが示されている。

[0077] 図 10 に示す例において、ある時限（図では、14:00～14:30 の時限）のグループの目標電力は 450 kW である。また、需要家（1）の当初制限値が 100 kW、需要家（2）の当初制限値が 150 kW、需要家（3）の当初制限値が 200 kW に設定されている。

[0078] ここで、当該の時限において各需要家が実際に電力を使用すると、その実績は、設備機器 200 の稼働状況や環境に起因して、第 1 予測部 320 による時限の開始前の予測に対してずれが生じる場合がある。図 10 に示す例では、第 2 予測部 350 による時限内予測により、需要家（1）の時限内予測値（図では、「予測値」と記載）が 110 kW、需要家（2）の時限内予測値が 140 kW、需要家（3）の時限内予測値が 230 kW となっている。

[0079] 各需要家の当初制限値と時限内予測値とを比較すると、需要家（1）では、当初制限値よりも時限内予測値の方が 10 kW 大きい。また、需要家（2

）では、当初制限値よりも時限内予測値の方が10kW小さい。また、需要家（3）では、当初制限値よりも時限内予測値の方が30kW大きい。したがって、グループ全体では、目標電力に対して時限内予測値の積算値が30kW大きくなる（乖離している）。そこで、この当初制限値と時限内予測値との乖離を考慮し（言い換えれば、設備機器200の稼働状況や環境の影響を加味して）、制限値の調整が行われる。

[0080] 制限値を調整する手法は特に限定されない。例えば、当初制限値の積算値と時限内予測値の積算値との差分を各需要家に対して等分に振り分ける、当初制限値の積算値と時限内予測値の積算値との差分を各需要家における当初制限値または時限内予測値の比に応じて振り分ける等の手法を取り得る。図10に示す例では、グループを構成する3需要家により当初制限値と時限内予測値との差分（30kW）を等分に振り分け、各需要家の時限内予測値から10kWずつ差し引いて調整後制限値とした。したがって、需要家（1）の調整後制限値が100kW、需要家（2）の調整後制限値が130kW、需要家（3）の調整後制限値が220kWとなっている。

[0081] 図11は、制限値を調整した場合における個々の需要家の使用電力の実績の例を示す図である。図11（A）は調整により制限値が低下する場合の例を示す図、図11（B）は調整により制限値が上昇する場合の例を示す図である。図11（A）、（B）には、図10に示したグループの需要家（2）、需要家（3）の1時限（時限14：00～14：30）における使用電力の実績の例を表すグラフが示されている。

[0082] このグラフは、横軸を時限（30分）とし、縦軸を時間経過に伴って各時点までの電力需要実績から推定されるその時限の平均使用電力とするグラフである。このグラフにおいて、1時限の使用電力を、時限の終了時に平均使用電力の値に達する線で示している。このグラフで、1時限のあいだ使用電力が一定であった場合、使用電力のグラフは直線となる。この直線は、その時限の平均使用電力が小さいほど角度が小さく、その時限の平均使用電力が大きいほど角度が大きい。図11（A）、（B）に示すグラフには、それぞ

れ、時限の終了時に各需要家の当初制限値に達する直線Cと実績値を表す曲線Pとが示されている。

[0083] 図10に示した例において、需要家(2)の当初制限値は、150kWである。したがって、図11(A)に示す需要家(2)のグラフにおける直線Cは、時限の終了時(14:30)に150kWに達する直線である。ここで、需要家(2)の実際の電力需要は、当初制限値に相当する平均使用電力よりも小さい。このため、実績値の曲線Pは、直線Cから下方へ乖離していく。ここで、時限の途中(図では、14:15)で時限内予測が行われ、時限内予測値(図では、「予測値」と記載)として140kWが得られる。図11(A)には、時限内予測が行われた時点(14:15)から時限終了時(14:30)までの需要家(2)における使用電力の予測が、時限内予測の時点(14:15)で曲線Pから分岐する破線で示されている。この後、図10を参照して説明したように、時限内予測値の積算値と目標電力(当初制限値の積算値)との乖離に基づく制限値の調整が行われ、需要家(2)の使用電力(図では、「終局値」と記載)は、調整後制限値130kW以下に収まるように制御される。

[0084] また、図10に示した例において、需要家(3)の当初制限値は、200kWである。したがって、図11(B)に示す需要家(3)のグラフにおける直線Cは、時限の終了時(14:30)に200kWに達する直線である。ここで、需要家(3)の実際の電力需要は、当初制限値に相当する平均使用電力よりも大きい。このため、実績値の曲線Pは、直線Cから上方へ乖離していく。ここで、時限の途中(図では、14:15)で時限内予測が行われ、時限内予測値として230kWが得られる。図11(B)には、時限内予測が行われた時点(14:15)から時限終了時(14:30)までの需要家(3)における使用電力の予測が、時限内予測の時点(14:15)で曲線Pから分岐する破線で示されている。この後、時限内予測値の積算値と目標電力(当初制限値の積算値)との乖離に基づく制限値の調整が行われ、需要家(3)の使用電力は、調整後制限値220kW以下に収まるように制

御される。

[0085] なお、図 1 1 において、時限内予測を行った時間（時限の開始から 1 5 分後）は例示に過ぎず、上記および図示の時間には限定されない。ただし、現在の時限において設備機器 2 0 0 の稼働によるある程度の実績を経てから制限値の調整が行われることを考慮すると、時限が開始され、一定の時間が経過した後、時限内予測を行うこととしても良い。また、時限内予測自体は時限の開始時から継続的に行い、制限値と実績との乖離が一定以上となる等の条件を満たした場合に制限値を調整することとしても良い。

[0086] 図 1 0 を参照して説明した制限値の調整例では、各需要家における当初制限値の積算値と時限内予測値の積算値との差分を、各需要家に対して等分に振り分けた。次に、制限値の他の調整例として、当初制限値の積算値と時限内予測値の積算値との差分を、各需要家における時限内予測値の比に応じて振り分ける場合について説明する。

[0087] 図 1 2 は、各需要家の制限値と時限内予測による使用電力の値との関係の他の例を示す図である。図 1 2 に示す例において、グループを構成する需要家、グループの目標電力、各需要家に設定された当初制限値、各需要家における時限内予測値（図では、「予測値」と記載）は、図 1 0 に示した例と同様である。ここでは、単純に各需要家の時限内予測値の比を用いるのではなく、需要家の設備機器 2 0 0 のうち空調機器に着目し、時限内予測値において空調機器の使用電力が占める分（以下、「空調占有分」と呼ぶ）の比を用いる。制限値を調整した場合に、各需要家の全ての設備機器 2 0 0 を対象として調整後制限値に基づき制御を変更することは煩雑であるため、この例では、各需要家における特定の設備機器 2 0 0 に対して制限値の調整を反映させることとした。なお、特定の設備機器 2 0 0 を何れの機器とするかは特に限定しないが、ここでは、需要家の設備機器 2 0 0 のうちでも使用電力が大きいことが想定される空調機器を選択した。

[0088] 図 1 2 に示す例において、需要家（1）における時限内予測値（1 1 0 k W）の空調占有分が 4 0 k W、需要家（2）における時限内予測値（1 4 0

k W) の空調占有分が 50 k W、需要家 (3) における時限内予測値 (230 k W) の空調占有分が 70 k Wであるものとする。各需要家の時限内予測値における空調占有分の合計は、160 k W ($=40 \text{ k W} + 50 \text{ k W} + 70 \text{ k W}$) である。そして、各需要家の調整後制限値は、例えば、下記の式により算出される。

調整後制限値

$$= \text{時限内予測値} - 30 \text{ k W} \times \text{対象の需要家の空調占有分} / 160 \text{ k W}$$

[0089] 上式より、

需要家 (1) の調整後制限値は、102.5 k W ($=110 - 30 \times 40 / 160$)

需要家 (2) の調整後制限値は、130.625 k W ($=140 - 30 \times 50 / 160$) 需要家 (3) の調整後制限値は、216.875 k W ($=230 - 30 \times 70 / 160$) となる。なお、図 12 に示す調整後制限値の計算方法は例示に過ぎず、上記の計算式や計算対象 (空調占有分) には限定されない。

。

[0090] 現在の時限において、制御装置 100 は、設備機器 200 から稼働に関する情報を取得し、サーバ 300 へ送信する。サーバ 300 の第 2 予測部 350 は、取得した情報を解析して時限内予測を行い、制限値調整部 370 は、時限内予測に基づき、必要に応じて制限値を調整する。制限値の調整が行われると、サーバ 300 の制御情報生成部 340 は、調整後制限値を含む個別制御情報を生成し、生成した個別制御情報を送信制御部 380 により制御装置 100 へ送信する。

[0091] 制御装置 100 は、現在の時限において制限値の調整が行われると、一般制御情報で取得した当初制限値を個別制御情報で新たに取得した調整後制限値に置き換える。そして、制御装置 100 は、各需要家における使用電力が調整後制限値を超えないように、各需要家の設備機器 200 を制御する制御指示を生成し、各設備機器 200 へ送信する。上記のように、制限値を付与される需要家によっては、調整後制限値は、当初制限値を超えるものとなる。

。言い換えると、この場合、制御装置１００は、かかる需要家の設備機器２００に対して、その使用電力が一般制御情報で付与された当初の制限値を超える制御を行うこととなる。

[0092] また、この場合、調整後制限値は、ある需要家に関しては、当初制限値を超えるものであり、他のある需要家に関しては、当初制限値を低下させるものと言える。そして、当初制限値の合計および調整後制限値の合計の何れもグループの目標電力に相当する値となるため、当初制限値から上昇する調整後制限値の上昇分の合計と、当初制限値から低下する調整後制限値の低下分の合計とは等しくなる。したがって、グループ全体においては、一の需要家の設備機器２００に関して使用電力が当初制限値を超えるような制御を行う場合に、当初制限値に対して使用電力に余裕のある他の需要家の当初制限値を低下させて調整後制限値とすると共に、この一の需要家の当初制限値を、他の需要家の当初制限値の低下分に相当するだけ上昇させて調整後制限値とすることに相当する。

[0093] 以上、実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は上記実施形態には限定されない。例えば、上記の実施形態では、制御情報に基づく制御が行われる時限の開始前に制限値を設定し、当該の時限が開始された後に制限値を調整し得るとしたが、時限の開始前には制限値を設定せず、当該の時限内において設備機器２００の稼働状況に応じて制限値を設定するようにしても良い。また、上記の実施形態では、サーバ３００において時限開始後の制限値の調整を行ったが、制御装置１００において制限値の調整を行っても良い。この場合、グループを構成する全ての需要家の設備機器２００を制御する制御装置１００が複数である場合、制御装置１００どうしの間で設備機器２００の稼働状況の情報をやり取りし、得られた情報に基づいて制限値を調整することが考えられる。

[0094] 上記の実施形態では、サーバ３００の第２予測部３５０による時限内予測では、現在の時限の前の時限における積算確定値を参酌して現在の時限における使用電力の予測を行った。ここで、現在の時限が開始された後、ある程

度の時間が経過すると、現在の時限における経過時間分の設備機器 200 の使用電力の実績に関する情報が得られる。そこで、現在の時限が開始されてから一定時間が経過した後は、前の時限の積算確定値に代えて、現在の時限における経過時間分の各需要家における設備機器 200 の使用電力の積算値（以下、「中途積算値」と呼ぶ）を参酌して時限内予測を行うことが考えられる。また、現在の時限が開始されてから一定時間が経過した後は、前の時限の積算確定値と現在の時限の中途積算値とを共に参酌して時限内予測を行っても良い。その他、本開示の技術思想の範囲から逸脱しない様々な変更や構成の代替は、本開示に含まれる。

[0095] ここで、上記にて説明した実施形態は、以下のように捉えることができる。本開示の電力制御システムは、複数の需要家により構成されたグループを対象として設定された目標電力を超えないように電力制御するシステムであって、グループに属する各需要家の予め定められた時限ごとの使用電力に関する予測を行う第 1 予測部 320 と、第 1 予測部 320 による予測結果に基づき、各時限において需要家ごとの使用電力の積算値が目標電力を超えないように、各需要家の使用電力の制限値を設定する制限値設定部 330 と、現在の時限内において、グループに属する需要家の設備機器の使用電力の実績に基づいて、この時限における需要家の使用電力を予測する第 2 予測部 350 と、現在の時限における第 2 予測部 350 による需要家の使用電力の予測値に基づき、この時限における需要家の使用電力の制限値を超えないように、各需要家の設備機器の使用電力を制御する制限値調整部 370 および制御情報生成部 340 と、を備える、電力制御システムである。

このようにすれば、複数の需要家からなるグループによる使用電力に対して制御を行う場合に、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を加え、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0096] ここで、第 1 予測部 320 は、少なくとも、過去の各需要家の設備機器の稼働に関する履歴情報に基づいて使用電力に関する予測を行い、第 2 予測部 350 は、現在の時限内における各需要家の設備機器の稼働状況に関する情

報に基づいてこの時限における使用電力を予測することとしても良い。

このようにすれば、現在の時限内における各需要家の設備機器の稼働状況に基づいて、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を行うことができる。

[0097] また、制御情報生成部340は、現在の時限における各需要家の設備機器の使用電力を、使用電力の時間的変化を抑制するように制御することとしても良い。

このようにすれば、各需要家の設備機器において使用電力の急激な変化を抑制し、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0098] また、制御情報生成部340は、現在の時限に後続する時限における使用電力の制限値と、現在の時限における需要家の使用電力および使用電力の予測結果とに基づき、現在の時限から後続の時限に切り替わる前後において需要家の設備機器の使用電力の変化を抑制するように設備機器の使用電力を制御することとしても良い。

このようにすれば、時限が切り替わる前後において、各需要家の設備機器において使用電力の急激な変化を抑制し、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0099] また、制御情報生成部340は、第1予測部320および第2予測部350による予測結果が予め定められた条件を満たす場合、需要家の設備機器に対し、現在の時限における需要家の使用電力の制限値を超える制御を行うこととしても良い。

このようにすれば、時限が切り替わる前後において、前の時限で当初の制限値を超える制御が行われることにより、各需要家の設備機器において使用電力の急激な変化を抑制し、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0100] また、制御情報生成部340は、一の需要家の設備機器に関して現在の時限における一の需要家の使用電力の制限値を超える制御を行う場合、他の需要家の使用電力が他の需要家の使用電力の制限値に対して余裕があるならば

、この他の需要家の使用電力の制限値を低下させ、一の需要家の使用電力の制限値を、他の需要家の使用電力の制限値の低下分に相当するだけ上昇させることとしても良い。

このようにすれば、需要家どうしの間で当初の制限値により示される利用可能な使用電力を融通し合うことにより、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

[0101] また、本開示のプログラムは、複数の需要家により構成されたグループを対象として設定された目標電力を超えないように電力制御するシステムを制御するコンピュータを、

グループに属する各需要家の予め定められた時限ごとの使用電力に関する予測を行う第1予測部320と、第1予測部320による予測結果に基づき、各時限において需要家ごとの使用電力の積算値が目標電力を超えないように、各需要家の使用電力の制限値を設定する制限値設定部330と、現在の時限内において、グループに属する需要家の設備機器の使用電力の実績に基づいて、この時限における需要家の使用電力を予測する第2予測部350と、現在の時限における第2予測部350による需要家の使用電力の予測値に基づき、時限における需要家の使用電力の制限値を超えないように、各需要家の設備機器の使用電力を制御する制限値調整部370および制御情報生成部340として、機能させる、プログラムである。

このプログラムをインストールしたコンピュータによれば、複数の需要家からなるグループによる使用電力に対して制御を行う場合に、個々の需要家設備の具体的な動作状況に応じた調整を加え、需要家設備ごとの使用電力を適切に制御することができる。

符号の説明

[0102] 100…制御装置、110…制御情報取得部、120…稼働情報取得部、130…記憶部、140…制御指示生成部、150…制御指示出力部、160…稼働情報出力部、200…設備機器、210…受け付け部、220…動作制御部、230…出力部、300…サーバ、310…グループ管理部、32

0…第1予測部、330…制限値設定部、340…制御情報生成部、350…第2予測部、360…実績情報取得部、370…制限値調整部、380…送信制御部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の需要家により構成されたグループを対象として設定された目標電力を超えないように電力制御するシステムであって、
- 前記グループに属する各需要家の予め定められた時限ごとの使用電力に関する予測を行う第1予測手段と、
- 前記第1予測手段による予測結果に基づき、各時限において需要家ごとの使用電力の積算値が前記目標電力を超えないように、各需要家の使用電力の制限値を設定する制限値設定手段と、
- 現在の時限内において、前記グループに属する需要家の設備機器の使用電力の実績に基づいて、当該時限における当該需要家の使用電力を予測する第2予測手段と、
- 前記現在の時限における前記第2予測手段による当該需要家の使用電力の予測値に基づき、当該時限における当該需要家の使用電力の前記制限値を超えないように、各需要家の設備機器の使用電力を制御する制御手段と、
- を備える、電力制御システム。
- [請求項2] 前記第1予測手段は、少なくとも、過去の各需要家の設備機器の稼働に関する履歴情報に基づいて使用電力に関する予測を行い、
- 前記第2予測手段は、前記現在の時限内における各需要家の設備機器の稼働状況に関する情報に基づいて当該時限における使用電力を予測する、請求項1に記載の電力制御システム。
- [請求項3] 前記制御手段は、前記現在の時限における各需要家の設備機器の使用電力を、当該使用電力の時間的変化を抑制するように制御する、請求項1に記載の電力制御システム。
- [請求項4] 前記制御手段は、前記現在の時限に後続する時限における前記使用電力の前記制限値と、当該現在の時限における前記需要家の使用電力および当該使用電力の予測結果とに基づき、当該現在の時限から当該後続の時限に切り替わる前後において当該需要家の設備機器の使用電

力の変化を抑制するように当該設備機器の使用電力を制御する、請求項 1 に記載の電力制御システム。

[請求項5] 前記制御手段は、前記第 1 予測手段および前記第 2 予測手段による予測結果が予め定められた条件を満たす場合、当該需要家の設備機器に対し、前記現在の時限における当該需要家の使用電力の前記制限値を超える制御を行う、請求項 4 に記載の電力制御システム。

[請求項6] 前記制御手段は、
一の需要家の前記設備機器に関して前記現在の時限における当該一の需要家の使用電力の前記制限値を超える制御を行う場合、他の需要家の使用電力が当該他の需要家の使用電力の前記制限値に対して余裕があるならば、当該他の需要家の使用電力の前記制限値を低下させ、
前記一の需要家の使用電力の前記制限値を、前記他の需要家の使用電力の前記制限値の低下分に相当するだけ上昇させる、請求項 5 に記載の電力制御システム。

[請求項7] 複数の需要家により構成されたグループを対象として設定された目標電力を超えないように電力制御するシステムを制御するコンピュータを、

前記グループに属する各需要家の予め定められた時限ごとの使用電力に関する予測を行う第 1 予測手段と、

前記第 1 予測手段による予測結果に基づき、各時限において需要家ごとの使用電力の積算値が前記目標電力を超えないように、各需要家の使用電力の制限値を設定する制限値設定手段と、

現在の時限内において、前記グループに属する需要家の設備機器の使用電力の実績に基づいて、当該時限における当該需要家の使用電力を予測する第 2 予測手段と、

前記現在の時限における前記第 2 予測手段による当該需要家の使用電力の予測値に基づき、当該時限における当該需要家の使用電力の前記制限値を超えないように、各需要家の設備機器の使用電力を制御す

る制御手段として、
機能させる、プログラム。