明　細　書

発明の名称 ：

機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器運転設定値決定プログラム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器運転設定値決定プログラムに関する。

背景技術

[0002] ネガワット取引で入札したネガワット量を、デマンドレスポンス（DR：Demand Response）の対象の時間帯に、需要家の節約によって余剰となった電力量が達成した場合、需要家は、インセンティブを受け取ることができる。しかしながら、従来の装置は、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成することができない場合があった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１４－９８２４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明が解決しようとする課題は、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる、機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器運転設定値決定プログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態の機器運転設定値決定装置は、予測部と、マージン決定部と、スケジュール決定部とを持つ。予測部は、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。マージン決定部は、ネガワット量を入札するためのマージ

ンとして、エネルギー量の予測値のマージンを決定する。マージン決定部は、エネルギー量の予測値に、決定したマージンを付加する。スケジュール決定部は、マージンが付加されたエネルギー量の予測値と、機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、機器の運転を定める設定値を決定する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]第１の実施形態における、制御システムの図。

[図2]第１の実施形態における、制御対象機器の図。

[図3]第１の実施形態における、入札管理システムの図。

[図4]第１の実施形態における、受電電力量の推移の図。

[図5]第１の実施形態における、機器運転設定値決定装置の動作を示す図。

[図6]第１の実施形態における、マージン設定画面の図。

[図7]第１の実施形態における、最適化する変数を示す図。

[図8]第１の実施形態における、インセンティブ単価の変更を示す図。

[図9]第１の実施形態における、入札条件を確認するための画面の図。

[図10]第２の実施形態における、マージン設定画面の図。

[図11]第３の実施形態における、入札管理システムの図。

[図12]第３の実施形態における、機器運転設定値決定装置の動作を示す図。

[図13]第３の実施形態における、入札条件を確認するための画面の図。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、実施形態の機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器運転設定値決定プログラムを、図面を参照して説明する。

（第１の実施形態）

図１は、第１の実施形態の制御システム１の図である。制御システム１は、制御対象機器２と、ローカル制御装置３と、中央監視システム４と、入札管理システム５ａとを備える。図１では、制御対象機器２と、ローカル制御装置３と、中央監視システム４と、入札管理システム５ａとは、対象建物Ａに備えられている。

[0008] 制御対象機器２は、エネルギー消費機器と、エネルギー供給機器と、エネルギー貯蔵機器とのうち、少なくとも一つを含む。エネルギー消費機器と、エネルギー供給機器と、エネルギー貯蔵機器とは、互いに二つ以上を兼ねた機器でもよい。

[0009] エネルギー消費機器は、供給されたエネルギーを消費する機器である。エネルギー消費機器は、例えば、空気調和機器（空調機）、照明機器や、熱源機器である。

エネルギー供給機器は、エネルギー消費機器やエネルギー貯蔵機器に、エネルギーを供給する機器である。エネルギー供給機器は、例えば、太陽光発電装置（PV: photovoltaics）、太陽熱温水機、コジェネレーションシステム（CGS : Co-Generation System）、電気式冷凍機や、吸収式冷温水機である。

エネルギー貯蔵機器は、供給されたエネルギーを貯蔵する機器である。エネルギー貯蔵機器は、例えば、蓄電池、蓄熱槽である。

[0010] ローカル制御装置３は、制御対象機器２と通信する。ローカル制御装置３は、運転スケジュールに基づいて、制御対象機器２の運転を制御する装置である。ローカル制御装置３は、例えば、制御対象機器２の出力レベルと、起動又は停止（発停）とを制御する。ローカル制御装置３は、制御対象機器２ごとに設けられてもよい。ローカル制御装置３は、複数の制御対象機器２をまとめて制御してもよい。

[0011] 中央監視システム４は、ローカル制御装置３から取得したプロセスデータを、入札管理システム５ａに送信する。プロセスデータとは、時間の経過に応じて変化する情報である。入札管理システム５ａは、プロセスデータを中央監視システム４から取得する。プロセスデータは、例えば、気象データや、運用データである。気象データは、過去における気象データと、天気予報データとを含む。運用データは、過去における制御対象機器２ごとの設定値と、運転スケジュールの実行時における制御対象機器２ごとの状態量を表す情報や、故障を表す情報とを含む。

[0012] 運転スケジュールの実行時における制御対象機器２ごとの状態量を表す情報は、制御対象機器２によって消費されたエネルギー量を表す情報と、制御対象機器２によって生産されたエネルギーを表す情報とを含む。例えば、制御対象機器２ごとの状態量は、エネルギー供給機器の出力や負荷率を表す情報を含む。また、例えば、制御対象機器２ごとの状態量は、エネルギー貯蔵機器の放電量や蓄熱量を表す情報を含む。

[0013] 入札管理システム５ａは、ネガワット取引におけるネガワット量の入札を管理するシステムである。入札管理システム５ａは、通信回線ＮＴを介して、気象データを取得する。

入札管理システム５ａは、通信回線ＮＴを介して、ベースライン情報を取得する。

[0014] ベースラインとは、インセンティブを与えるか否かの基準となる使用電力量の閾値である。ベースラインは、制御対象機器２を有する需要家における、過去の一定期間の使用電力量に基づいて算定される。例えば、ベースラインは、過去の何日間又は何週間かの対象建物Ａにおける、使用電力量の実績値に基づいて算定される。以下では、一例として、ベースラインが一日単位で設定され、その一日ではベースラインが一定である場合について説明する。

[0015] 入札管理システム５ａは、例えば、設定値（設定パラメータ）と、プロセスデータと、デマンドレスポンスの対象の時間帯（以下、「ＤＲ対象時間帯」という。）と、ベースライン情報とに基づいて、制御対象機器２の運転スケジュールを最適化する。ＤＲ対象時間帯とは、デマンドレスポンスによって使用電力量の削減を図る対象とされた時間帯である。ＤＲ対象時間帯では、電力単価は引き上げられてもよい。また、ＤＲ対象時間帯において、需要家は、入札したネガワット量よりも使用電力量を削減できた場合、インセンティブを受け取ることができる。

[0016] 入札管理システム５ａは、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価情報と、ネガワット量情報とを、デマンドレスポンス信号を発行する装置

（不図示）に、通信回線ＮＴを介して送信する。インセンティブ単価とは、インセンティブの金額を算出するための単価である。インセンティブの金額は、エネルギー使用料金の対象とされたエネルギーの消費量のうちから削減した消費量に、インセンティブ単価を乗算した金額である。インセンティブ単価は、（円／ｋＷ）や、（円／ｋＷｈ）といった単位で表現される。

[0017] エネルギー使用料金の対象とされたエネルギーは、使用に対して対価を支払うもの、と定められたエネルギーである。エネルギー使用料金の対象とされたエネルギーは、例えば、電力、ガスや、水である。このため、エネルギー使用料金には、電力料金、ガス料金や、水道料金が含まれる。インセンティブの対象とされたエネルギー使用料金は、電力料金でもよいし、電力以外のエネルギーの使用料金でもよい。

[0018] 運転スケジュールは、将来の所定期間における、制御対象機器２の動作のスケジュールである。運転スケジュールは、制御対象機器２ごとに定められる。運転スケジュールは、時間帯ごとに定められる。運転スケジュールは、制御対象機器２を何時から何時まで起動又は停止させるかを表す情報を含む。運転スケジュールは、制御対象機器２が複数である場合、そのうちの何台を何時から何時まで起動させるかを表す情報を含む。運転スケジュールは、制御対象機器２の出力レベルを表す情報を含む。

[0019] 運転スケジュールは、例えば、数量や数値の単位（例えば、（ｋＷ）、（ｋＷｈ））で表すことができる設定値を含む。設定値は、制御対象機器２ごとの動作状態を決定するパラメータの値である。設定値は、例えば、エネルギー消費機器としての照明機器の照度を決定するパラメータの値である。

[0020] 設定値は、例えば、エネルギー消費機器としての空調機における、温度設定値や、予測平均温冷感（PMV ： Predicted Mean Vote）設定値である。予測平均温冷感設定値は、空調機の温熱指標ISO7730によって規定される。予測平均温冷感は、人の寒冷の感じ方を数値化した指標である。予測平均温冷感における値０は、人が快適を感じることを表す。予測平均温冷感における符号がマイナスの値は、寒いと人が感じることを表す。予測平均温冷感における

符号がプラスの値は、暖かいと人が感じることを表す。予測平均温冷感の算出に用いられるパラメータは、温度、湿度、平均輻射温度、着衣量、活動量や、風速等である。

[0021] 図２は、第１の実施形態における、制御対象機器２の図である。制御対象機器２は、一例として、蓄電池２０と、ＰＶ２１（太陽光発電装置）と、ＣＧＳ２２（コジェネレーションシステム）と、電気式冷凍機２３と、吸収式冷温水機２４と、蓄熱槽２５と、空調機２６を備える。制御対象機器２は、ヒートポンプ・チラー（ヒートポンプ冷凍機）や、太陽熱温水機などの機器を備えてもよい。

[0022] 制御対象機器２は、受電部Ｅ１が受電した電力と、ガス供給部Ｇ１が供給するガスとをエネルギー源として生産された電力、冷熱及び温熱を、部屋２７に設置された空調機２６等に供給する。

受電部Ｅ１は、電力系統から受電した電力を、制御対象機器２のエネルギー消費機器に供給する。受電部Ｅ１は、電力系統から受電した電力を、蓄電池２０に貯蔵可能である。

ガス供給部Ｇ１は、ガス供給系統から取得したガスを、ＣＧＳ２２と、吸収式冷温水機２４とに供給する。

[0023] 蓄電池２０は、充電と放電の双方が可能な二次電池を有する。

ＰＶ２１は、発電機器である。ＰＶ２１は、太陽光を電気エネルギーに変換するための太陽光パネルを備える。ＰＶ２１は、天候等の気象条件に応じて、電気エネルギーの供給量が変化する。ＰＶ２１が発電した電力は、蓄電池２０に貯蔵される。また、ＰＶ２１が発電した電力は、制御対象機器２のエネルギー消費機器に供給される。

[0024] ＣＧＳ２２は、内燃機関や外燃機関によって発電する。ＣＧＳ２２は、内燃機関や外燃機関による排熱を利用可能である。図２では、ＣＧＳ２２は、ガスをエネルギー源として発電する。また、ＣＧＳ２２は、排熱を利用可能な熱電併給システムである。ＣＧＳ２２は、燃料電池でもよい。ＣＧＳ２２が発電した電力は、蓄電池２０に貯蔵される。また、ＣＧＳ２２が発電した

電力は、制御対象機器２のエネルギー消費機器に供給される。

[0025] 電気式冷凍機２３は、気体状態の冷媒を圧縮して凝縮させてから蒸発させるプロセスによって、冷却を行う、圧縮式の冷凍機である。電気式冷凍機２３は、冷媒を圧縮するための電動の圧縮機を備える。電気式冷凍機２３は、制御対象機器２のエネルギー消費機器に供給された電力を消費して、熱を生産する。電気式冷凍機２３は、生産した冷熱を、蓄熱槽２５が貯蔵してもよい。電気式冷凍機２３は、生産した冷熱を、部屋２７に設置された空調機２６に供給してもよい。

[0026] 吸収式冷温水機２４は、冷媒の凝縮器と蒸発器との間に、水蒸気の吸収と熱源による再生のプロセスを介在させることにより、冷水又は温水を供給する機器である。吸収式冷温水機２４は、ガス供給部Ｇ１から供給されたガスや、ＣＧＳ２２から供給された排熱を、熱源のエネルギーとして利用する。

[0027] 吸収式冷温水機２４は、ＣＧＳ２２２が生産した温熱を利用して、冷熱を生産することができる。吸収式冷温水機２４は、ガスを利用して、冷熱の生産量を増加させる。吸収式冷温水機２４は、ガスのみを利用して、温熱を発生させることもできる。吸収式冷温水機２４は、生産した冷熱を、蓄熱槽２５に貯蔵してもよい。吸収式冷温水機２４は、生産した冷熱を、部屋２７に設置された空調機２６に供給してもよい。

[0028] 蓄熱槽２５は、貯留した熱媒によって蓄熱を行う槽である。

空調機２６は、空気調和機器である。空調機２６は、供給された冷熱を利用して部屋２７の空調を実行する。空調機２６は、ＣＧＳ２２や吸収式冷温水機２４から温水を取得して、暖房を実行してもよい。空調機２６は、電気式冷凍機２３、吸収式冷温水機２４や、蓄熱槽２５から、温水又は冷水を取得することができる。

[0029] 設定値（設定パラメータ）は、例えば、インセンティブ単価の変更幅、インセンティブ単価の上限値、重み係数、評価指標や、機器のエネルギー特性である。インセンティブ単価の変更幅は、制御対象機器２の運転スケジュールを決定して最適化する処理において、繰り返し演算に用いられる設定値で

ある。同様に、インセンティブ単価の変更幅は、制御対象機器２の運転スケジュールを決定して最適化する処理において、繰り返し演算に用いられる設定値である。

[0030] 重み係数は、類似度の演算（後述する）に用いられる係数である。

評価指標は、制御対象機器２に消費されるエネルギー量、制御対象機器２に供給されるエネルギー量や、コストなどを最適化するための目的関数によって表される。この目的関数は、運転スケジュールを決定して最適化する処理において最小化される。

[0031] 機器のエネルギー特性は、制御対象機器２ごとのエネルギー特性を定める各種の設定パラメータ（エネルギー特性を表す値）によって表される。設定パラメータは、例えば、熱量、定格出力、電力の上限値、電力の下限値や、ＣＯＰ（Coefficient of performance)を定めるパラメータである。これらのパラメータは、運転スケジュールを決定する処理に用いられる。なお、ＣＯＰとは、ヒートポンプ等の熱源機器の成績係数である。すなわち、ＣＯＰは、熱源機器の冷却又は加熱の能力を、その熱源機器の消費電力で除算した結果を示す値である。

[0032] 図３は、第１の実施形態における、入札管理システム５ａの図である。入札管理システム５ａは、送受信部５１と、データ取得部５２と、設定値取得部５３と、処理データ記憶部５４と、最適化データ記憶部５５と、機器運転設定値決定装置５６ａと、提示部５７とを備える。

[0033] 送受信部５１は、通信回線ＮＴを介して、デマンドレスポンス信号やベースライン情報を発行する上位システムとの通信を実行する。送受信部５１は、通信回線ＮＴを介して、気象データ等をサーバ装置（不図示）から受信する。送受信部５１は、中央監視システム４からプロセスデータを受信する。送受信部５１は、機器運転設定値決定装置５６ａが最適化した運転スケジュールを表す情報などを、対象建物Ａの管理者の情報端末（不図示）に出力してもよい。送受信部５１は、処理データ記憶部５４や最適化データ記憶部５５が記憶している各種のデータを送信可能である。

[0034] 送受信部５１は、キーボード、マウス、タッチパネルや、スイッチ等の操作部を備えてもよい。この操作部は、ユーザによる操作を受け付ける。この操作は、入札管理システム５ａの各部の処理に必要な情報、処理を選択するための情報や、指示情報を、送受信部５１を介して、入札管理システム５ａの各部に送信する操作である。この操作部は、データ取得部５２や、設定値取得部５３に備えられてもよい。

[0035] データ取得部５２は、機器運転設定値決定装置５６ａによって実行される処理に必要なデータを、中央監視システム４から取得する。処理に必要なデータとは、例えば、プロセスデータである。また、データ取得部５２は、機器運転設定値決定装置５６ａによって実行される処理に必要な他のデータを、通信回線ＮＴと送受信部５１を介して取得する。処理に必要な他のデータとは、例えば、ＤＲ対象時間帯を表す情報や、ベースライン情報である。

[0036] 設定値取得部５３は、機器運転設定値決定装置５６ａによって実行される処理に必要な設定値（設定パラメータ）を表す情報を、中央監視システム４などから取得する。設定値を表す情報は、例えば、インセンティブ単価の変更幅を表す情報と、インセンティブ単価の上限値を表す情報と、重み係数を表す情報と、評価指標を表す情報と、制御対象機器２のエネルギー特性を表す情報とである。

[0037] 処理データ記憶部５４は、データ取得部５２又は設定値取得部５３から、各種のデータを取得する。処理データ記憶部５４は、機器運転設定値決定装置５６ａによって実行される処理に必要なデータを記憶する。処理データ記憶部５４は、例えば、プロセスデータと、ＤＲ対象時間帯を表す情報と、ベースライン情報とを記憶する。処理データ記憶部５４は、例えば、プロセスデータと、ＤＲ対象時間帯を表す情報と、ベースライン情報と、インセンティブ単価の変更幅を表す情報と、インセンティブ単価の上限値を表す情報と、重み係数を表す情報と、評価指標を表す情報と、機器のエネルギー特性を表す情報とを、設定値を表す情報として記憶する。

[0038] 最適化データ記憶部５５は、機器運転設定値決定装置５６ａによって最適

化された運転スケジュールを表す情報を記憶する。最適化データ記憶部５５は、機器運転設定値決定装置５６ａによる運転スケジュールの最適化処理で使用された各種のデータを記憶してもよい。

[0039] 機器運転設定値決定装置５６ａは、開始指示部５６１と、予測部５６２と、マージン決定部５６３と、スケジュール決定部５６４と、変更部５６５とを備える。

開始指示部５６１は、最適化処理の開始を指示するトリガー信号を、予め定められたタイミングに予測部５６２に出力する。このタイミングは、運転スケジュールを実行する日の前日にその運転スケジュールを最適化する場合では、例えば、毎日の同時刻である。開始指示部５６１が何日ごとにトリガー信号を出力するかは、任意に定めることが可能である。また、開始指示部５６１がトリガー信号を何時に出力するかは、任意に定めることが可能である。開始指示部５６１は、運転スケジュールを実行する当日にその運転スケジュールを最適化する場合、２４時間未満の一定周期で、トリガー信号を出力してもよい。

[0040] 予測部５６２は、開始指示部５６１からトリガー信号を受信した場合、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。

[0041] マージン決定部５６３は、予測部５６２によって予測された消費又は供給されるエネルギー量の変化に基づいて、ネガワット量を入札するためのマージンを決定する。ネガワット量を入札するためのマージンは、例えば、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージン、制御対象機器２の運転を定める設定値のマージンや、制御対象機器２のエネルギー特性を表す値のマージンである。これらのマージンの詳細については後述する。制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギーのうち余剰となったエネルギー量が、事前に入札したネガワット量を達成するように、マージン決定部５６３は、マージンを決定する。なお、マージン決定部５６３は、デマンドレスポンスの要求レベルに応じて、複数のマージンを決定してもよい。

[0042] スケジュール決定部５６４は、制御対象機器２の運転を定める設定値を決

定して、決定した運転を定める設定値を最適化する。すなわち、スケジュール決定部５６４は、制御対象機器２の運転スケジュールを最適化する。スケジュール決定部５６４は、制御対象機器２に定められた評価指標を最小化することにより、運転スケジュールを最適化する。評価指標は、例えば、制御対象機器２を動作させるために要するエネルギーのコストである。

[0043] スケジュール決定部５６４は、例えば、予測部５６２によって予測されたエネルギーの予測値と、制約条件式とに基づいて、評価指標を表す目的関数の値が最小となるように、その目的関数に含まれる変数（設定パラメータ）の値を決定する。スケジュール決定部５６４は、ＤＲ対象時間帯における、電力料金の単価とインセンティブ単価とに基づいて、デマンドレスポンスに対応した運転スケジュールを最適化する。

[0044] スケジュール決定部５６４は、変更されたインセンティブ単価を表す情報を、変更部５６５から取得する。スケジュール決定部５６４は、変更されたインセンティブ単価に基づいて、制御対象機器２の運転スケジュールを決定して、決定した運転スケジュールを最適化する。すなわち、スケジュール決定部５６４は、運転スケジュールを最適化する処理を繰り返す。なお、スケジュール決定部５６４は、将来に実行される予定の運転スケジュールを最適化する。制御対象機器２の最適化された運転スケジュールは、例えば、最適化された日の翌日以降に実行されてもよい。

[0045] 変更部５６５は、インセンティブ単価の変更幅で、インセンティブ単価を変更する。変更部５６５は、予め定められた規則に基づいて、インセンティブ単価を変更する。変更部５６５は、変更したインセンティブ単価（新たな最適入札点）を表す情報を、スケジュール決定部５６４に出力する。

[0046] 提示部５７は、表示装置や印刷装置である。提示部５７は、マージン決定部５６３によって決定されたマージンを表す情報を表示する。また、提示部５７は、スケジュール決定部５６４によって繰り返し演算された複数の運転スケジュールのうち、需要家がインセンティブを受け取ることが可能な入札条件を、マップ上に表示する。提示部５７は、操作キー画像などの情報入力

インタフェース、処理データ記憶部５４が記憶しているデータ、最適化データ記憶部５５が記憶しているデータ、インセンティブ単価や、処理結果等を表示する。需要家において、機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータ（管理者）は、提示部５７に表示された情報を参照することができる。

[0047] 提示部５７は、各種の操作キー画像を表示してもよい。操作キー画像は、機器運転設定値決定装置５６ａの動作モードに対応付けられている。動作モードは、例えば、インセンティブを高額にすることを優先させるための動作モード（以下、「インセンティブ優先モード」という。）である。動作モードは、例えば、インセンティブを確実に受け取ることを優先させるための動作モード（以下、「確実性優先モード」という。）である。動作モードは、例えば、インセンティブ優先モードと確実性優先モードとの中間の動作モード（以下、「通常モード」という。）である。

[0048] マージン決定部５６３は、インセンティブ優先モードでは、マージンの値を相対的に小さくする。マージン決定部５６３は、確実性優先モードでは、マージンの値を相対的に大きくする。マージン決定部５６３は、通常モードでは、インセンティブ優先モードでのマージンの値と、確実性優先モードでのマージンの値との平均値に、通常モードでのマージンの値を決定する。

[0049] 図４は、第１の実施形態における、受電電力量の推移の図である。縦軸は、需要家の対象建物Ａにおける受電電力量（ｋＷｈ）を示す。横軸は、ＤＲ対象時間帯を含む１日における時刻を示す。グラフの実線は、受電電力量を表す。ベースラインは、対象建物Ａにおける過去の受電電力量の実績値に基づいて予め定められる。ネガワット量ＮＷは、ＤＲ対象時間帯において、ベースラインに対して実際に下回った受電電力量（需要家の節約によって実際に余剰となった電力量）である。ネガワット取引では、ＤＲ対象時間帯におけるネガワット量が、予め入札される。

[0050] 入札したネガワット量を、実際のネガワット量ＮＷが達成した場合、需要家は、インセンティブを受け取ることができる。すなわち、需要家は、ＤＲ

対象時間帯において、入札したネガワット量よりも使用電力量を削減できた場合、インセンティブを受け取ることができる。

[0051] ＤＲ対象時間帯（図４では、１３時台から１６時台まで）に含まれない時間帯Ｔ１において、ベースラインに対して受電電力量が下回った場合でも、需要家は、インセンティブを受け取ることはできない。一方、ＤＲ対象時間帯に含まれる時間帯Ｔ２において、ベースラインに対して受電電力量が下回った場合には、需要家は、インセンティブを受け取ることができる。

[0052] 図５は、第１の実施形態における、機器運転設定値決定装置の動作を示す図である。開始指示部５６１は、開始を指示するトリガー信号を、予め定められたタイミングで、予測部５６２に出力する。開始指示部５６１は、例えば、運転スケジュールを実行する日の前日の２１時に、トリガー信号を予測部５６２に出力する。図５に示す動作は、このタイミングで実行される。

[0053] 予測部５６２は、過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを、処理データ記憶部５４から取得する。取得したプロセスデータは、例えば、気象データ、運用データである。予測部５６２は、取得した気象データ及び運用データに基づいて、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。

[0054] 気象データ及び運用データが、過去の所定期間に対応付けられた曜日、天候、温度及び湿度である場合、予測部５６２は、その気象データ及び運用データに基づいて、類似度を演算する。類似度の演算の式は、一例として、式（１）により表される。

[0055] [数1]

$$\begin{aligned}\text{類似度} = &|\text{曜日による重み}| + |\text{天候による重み}| \\ &+ a\times|\text{翌日最高気温} - TMi| + b\times|\text{翌日最低気温} - TLi| \\ &+ c\times|\text{翌日相対湿度} - RHi| \rightarrow \min \quad (i = 1,2,3,\ldots,n-1,n)\end{aligned} \qquad \cdots(1)$$

[0056] ここで、「曜日による重み」は、曜日ごとに予め定められた重み係数を示す。「曜日による重み」は、例えば、運転スケジュールを実行する日である

翌日が「火曜日」である場合、その「火曜日」に定められた重み係数を示す。「天候による重み」は、天候ごとに予め定められた重み係数を示す。「天候による重み」は、例えば、運転スケジュールを実行する日である翌日の天気予報が「晴れ」である場合、その「晴れ」に定められた重み係数を示す。

[0057] ａとｂとｃは、各因子（気温や湿度など）の重み係数である。翌日最高気温は、翌日の予想最高気温を示す。翌日最低気温は、翌日の予想最低気温を示す。翌日相対湿度は、翌日の予想相対湿度を示す。最高気温TM_iは、過去の日付の日番号ｉ（ｉ＝１～ｎ）に対応付けられた最高気温を示す。最低気温TL_iは、過去の日付の日番号ｉに対応付けられた最低気温を示す。相対湿度RH_iは、過去の日付の日番号ｉに対応付けられた相対湿度を示す。日番号とは、互いに対応付けられた運用データ及び気象データに対して、日付の順に割り振った通し番号である。

[0058] 重み係数ａ～ｃの値は、任意に定められる。例えば、過去の気象データが「晴れ」であり、かつ、翌日の天気予報が「晴れ」である場合、重み係数は、相対的に小さく定められる。例えば、過去の気象データが「雨」であり、かつ、翌日の天気予報が「晴れ」である場合、重み係数は、相対的に大きく定められる。また、「曜日による重み」と、「天候による重み」と、重み係数ａ～ｃとは、天気予報等の予測精度に応じて、それぞれ定められてもよい。

[0059] 予測部５６２は、式（１）に基づく演算によって、過去の所定期間における類似度を算出する。なお、過去の所定期間における類似度を予測部５６２が演算によって算出する方法は、特定の方法に限定されず、どのような方法が用いられてもよい。

[0060] 予測部５６２は、算出した類似度が最小となる日番号ｉを、日番号１～ｎから抽出する。予測部５６２は、抽出された日番号ｉが示す過去の日において制御対象機器２に消費又は供給されたエネルギー量を、翌日に制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値と定める（ステップＳ１０１）。

[0061] マージン決定部５６３は、予測部５６２によって予測された消費又は供給されるエネルギー量の変化に基づいて、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージンを決定する。マージン決定部５６３は、例えば、式（２）～（５）に基づいて、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージンを決定する。式（２）～（５）における変数等の上付きのｔは、時刻を示す。

[0062] [数2]

$$E_{PV}{}^{t} = e_{PV}{}^{t} + MG_{PV}{}^{t} \qquad \cdots(2)$$

E_{PV}：予測 PV 発電量、
e_{PV}：エネルギー予測部が予測した PV 発電量、
MG_{PV}：予測 PV 発電量のマージン、

[0063] [数3]

$$E_{DEMAND}{}^{t} = e_{DEMAND}{}^{t} + MG_{E-DEMAND}{}^{t} \qquad \cdots(3)$$

E_{DEMAND}：予測電力消費エネルギー、
e_{DEMAND}：エネルギー予測部が予測した予測電力消費エネルギー、
$MG_{E\text{-}DEMAND}$：予測電力消費エネルギーのマージン

[0064] [数4]

$$HC_{DEMAND}{}^{t} = hc_{DEMAND}{}^{t} + MG_{HC-DEMAND}{}^{t} \qquad \cdots(4)$$

HC_{DEMAND}：予測冷熱消費エネルギー、
hc_{DEMAND}：エネルギー予測部が予測した予測冷熱消費エネルギー、
$MG_{HC\text{-}DEMAND}$：予測冷熱消費エネルギーのマージン

[0065] [数5]

$$HH_{DEMAND}{}^{t} = hh_{DEMAND}{}^{t} + MG_{HH-DEMAND}{}^{t} \qquad \cdots(5)$$

HH_{DEMAND}：予測温熱消費エネルギー、
hh_{DEMAND}：エネルギー予測部が予測した予測温熱消費エネルギー、
$MG_{HH\text{-}DEMAND}$：予測温熱消費エネルギーのマージン

[0066] 提示部５７は、マージン決定部５６３によって決定されたマージンを表す情報を、マージンを設定するための画面（マージン設定画面）に表示してもよい（ステップＳ１０２）。なお、機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータ（管理者）は、マージン設定画面を介して、マージンの値を修正してもよい。

[0067] 図６は、第１の実施形態における、マージン設定画面の図である。決定されたマージンは、正値又は負値のいずれでもよい。例えば、予測電力消費エネルギーについて、決定されたマージンは、過去の予測電力消費エネルギーの平均値と、過去の予測誤差とに基づいて、式（６）によって表される。

[0068] [数6]

$$MG_{E-DEMAND}{}^{t} = ERR_{E_DEMAND}{}^{t} \times \frac{e_{DEMAND_OLD}{}^{t}}{e_{DEMAND}{}^{t}} \quad \cdots (6)$$

$ERR_{E\text{-}DEMAND}{}^{t}$：$t$時における過去の予測誤差の平均値、
$e_{DEMAND_OLD}{}^{t}$：t時における過去の予測電力消費エネルギーの平均値

[0069] スケジュール決定部５６４は、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量のマージンに基づいて、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値を算出する。スケジュール決定部５６４は、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値と、そのマージンとに基づいて、制御対象機器２の運転スケジュールを最適化する（ステップＳ１０３）。

[0070] 評価指標を表す目的関数は、式（７）によって表される。この目的関数が最小化された場合、運転スケジュールは最適となる。制約条件式は、一例として、式（８）～（１３）によって表される。式（８）～（１１）は、図２に示すエネルギーフローを表現したものである。式（１２）は、蓄熱槽２５の最大蓄熱量と最大放熱量を表現したものである。式（１３）は、蓄電池２０の最大充電量と最大放電量を表現したものである。式（７）～（１３）における変数等の上付きのｔは、時刻を示す。

[0071] [数7]

$$\sum_{t=1}^{24}\left[X1^t \cdot {E_C}^t + GAS^t \cdot GAS_C\right] \Rightarrow \min \qquad \cdots(7)$$

E_C：電力係数
GAS：ガス使用量
GAS_C：ガス係数

[0072] [数8]

$$X1^t + E_{CGS} \cdot X6^t + E_{PV} + \left(X8^t - X8^{t+1}\right) = \frac{H_R}{COP_R} \cdot X5^t + {E_{DEMAND}}^t \qquad \cdots(8)$$

E_{CGS}：CGS 定格発電量
E_{PV}：予測 PV 発電量
H_R：電気式冷凍機 定格冷却量
COP_R：電気式冷凍機 COP
E_{DEMAND}：予測電力消費エネルギー

[0073] [数9]

$$GAS^t = GAS_{CGS} \cdot X6^t + GAS_{ABR-CG} \cdot X3^t + GAS_{ABR-HG} \cdot X4^t \qquad \cdots(9)$$

GAS：ガス使用量
GAS_{CGS}：CGS 定格ガス使用量
GAS_{ABR-CG}：吸収式冷温水器 定格ガス使用量（冷水製造時）
GAS_{ABR-HG}：吸収式冷温水器 定格ガス使用量（温水製造時）

[0074] [数10]

$$H_{ABR-CH} \cdot X2^t + H_{ABR-CG} \cdot X3^t + H_R \cdot X5^t + \left(X7^t - X7^{t+1}\right) = {HC_{DEMAND}}^t \qquad \cdots(10)$$

H_{ABR-CH}：吸収式冷温水器 定格冷却量（冷水製造、排熱投入）
H_{ABR-CG}：吸収式冷温水器 定格冷却量（冷水製造、ガス使用）
HC_{DEMAND}：予測冷熱消費エネルギー

[0075]

[数11]

$$H_{CGS} \cdot X6^{t} + H_{ABR-HG} \cdot X4^{t} > H_{ABR-IN} \cdot X2^{t} + HH_{DEMAND}^{t} \quad \cdots (11)$$

H_{ABR-HG}：吸収式冷温水器 定格加熱量（温水製造、ガス使用）
H_{ABR-IN}：吸収式冷温水器 定格排熱投入量
HH_{DEMAND}：予測温熱消費エネルギー

[0076] [数12]

$$\left| X7^{t} - X7^{t+1} \right| \leq FL_{Hs} \quad \cdots (12)$$

FL_{Hs}：蓄熱槽の最大蓄（放）熱量

[0077] [数13]

$$\left| X8^{t} - X8^{t+1} \right| \leq FL_{Bat} \quad \cdots (13)$$

FL_{Bat}：蓄電池の最大充（放）電量

[0078] スケジュール決定部５６４は、式（７）を最小化する変数Ｘ１～Ｘ８を、式（８）～（１３）により求めることにより、決定した運転スケジュールを最適化することができる。

[0079] 図７は、第１の実施形態における、最適化する変数を示す図である。変数Ｘ１は、使用電力量を示す。変数Ｘ２～Ｘ６は、制御対象機器２に含まれる各機器の負荷率を示す。変数Ｘ７は、蓄熱槽２５の残蓄熱量を示す。変数Ｘ８は、蓄電池２０の残電力量（SOC : State of Charge)を示す。時刻ｔ＝０における変数Ｘ７及び変数Ｘ８は、変数Ｘ１～Ｘ６を使用する最適化処理の初期条件を定める各設定値を示す。

[0080] 式（７）に示す電力係数$Ｅ_{C}$とガス係数$ＧＡＳ_{C}$は、最適化する評価指標に応じて異なる。例えば、電力係数$Ｅ_{C}$は、コストを最小化する場合、電力料金の単価である。ガス係数$ＧＡＳ_{C}$は、コストを最小化する場合、ガス料金の単価である。

[0081] また、例えば、電力係数$Ｅ_{C}$は、二酸化炭素の排出量を最小化する場合、消

費又は供給される電力に応じて排出される二酸化炭素の量によって定まる係数である。ガス係数ＧＡＳ$_C$は、二酸化炭素の排出量を最小化する場合、消費又は供給されるガスに応じて排出される二酸化炭素の量によって定まる係数である。

[0082] スケジュール決定部５６４は、式（８）～（１３）と、他の制約条件式とを満たし、かつ、評価指標を表す目的関数を最小にする変数の値を、数理計画手法又はシミュレーションによる繰り返し演算等によって算出する。

[0083] スケジュール決定部５６４は、デマンドレスポンスによるインセンティブの金額を考慮して、運転スケジュールを最適化する。スケジュール決定部５６４は、評価指標がコストである場合、電力係数Ｅ$_C{}^t$（円／ｋＷｈ）を、式（１４）に示すように変更する。また、スケジュール決定部５６４は、時刻ｔにおける使用電力量Ｘ１の上限を、ベースラインと同じ値とする。

[0084] 式（１４）において、Ｅ$_{CHG}{}^t$（円／ｋＷｈ）は、時刻ｔにおける電力の従量料金の単価を示す。ＩＮＣ（円／ｋＷｈ）は、インセンティブ単価を示す。つまり、式（１４）では、インセンティブ単価ＩＮＣが、電力料金に加味されている。

[0085] [数14]

$$E_C{}^t = E_{CHG}{}^t + INC \qquad \cdots(14)$$

[0086] 変更部５６５は、インセンティブ単価ＩＮＣを変更する（ステップＳ１０４）。

図８は、第１の実施形態における、インセンティブ単価の変更を示す図である。変更部５６５は、予め定められた規則に基づいて、インセンティブ単価を算出する。例えば、変更部５６５は、予め定められたインセンティブ単価の変更幅ΔＩＮＣで、インセンティブ単価を増加させる。

[0087] スケジュール決定部５６４は、インセンティブ単価が上限値以下であるか否かを判定する（ステップＳ１０５）。インセンティブ単価が上限値以下である場合（ステップＳ１０５：ＹＥＳ）、スケジュール決定部５６４は、運

転スケジュールの最適化処理を再度実行する（繰り返し演算）。スケジュール決定部５６４は、需要家が損をしないと見込まれる入札条件を、最適化処理を再度実行した結果に基づいて決定する。変更部５６５は、ステップＳ１０４に処理を戻す。

[0088] インセンティブ単価が上限値以下でない場合（ステップＳ１０５：ＮＯ）、提示部５７は、需要家が損をしないと見込まれる入札条件を、入札条件を確認するための画面（入札条件の確認画面）に表示する。これにより、需要家が損をしないと見込まれる入札条件が、入札条件を決定する者に通知される（ステップＳ１０６）。入札条件を決定する者は、例えば、機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータ（管理者）である。

[0089] 図９は、第１の実施形態における、入札条件を確認するための画面（入札条件確認画面）の図である。縦軸はインセンティブ単価を示す。横軸はネガワット量を示す。グラフの実線は、最適化処理を再度実行した結果を示す。このグラフの実線上でハッチングされている範囲では、最適化された運転スケジュールは、最適化されていない運転スケジュールと比較して、電力とガスのコストが安くなる。したがって、このグラフの実線上でハッチングされた範囲の入札条件であれば、需要家は損をしないと見込まれる。

[0090] 入札条件の確認画面には、ネガワット取引の市場における前回の約定価格が表示されてもよい。また、入札条件の確認画面には、電力の削減を図るために活用される制御対象機器２として、蓄電池（バッテリ）と、蓄熱槽と、マイクロコージェネレーション（ＭＣＧ）と、吸収式冷温水機（ＡＢＲ）とが表示されてもよい。

[0091] 以上のように、第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、予測部５６２と、マージン決定部５６３と、スケジュール決定部５６４とを持つ。予測部５６２は、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。マージン決定部５６３は、ネガワット量を入札するためのマージンを決定する。スケジュール決定部５６４は、エネルギー量の予測値と、制御対象機器２のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティ

ブ単価とに基づいて、制御対象機器２の運転を定める設定値を決定する。

[0092] この構成によって、マージン決定部５６３は、ネガワット量を入札するためのマージンを決定する。これによって、第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

[0093] 第１の実施形態のマージン決定部５６３は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージンを決定する。マージン決定部５６３は、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量の予測値に、決定したマージンを付加する。スケジュール決定部５６４は、マージンが付加されたエネルギー量の予測値と、制御対象機器２のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器２の運転を定める設定値を決定する。

[0094] すなわち、第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量に、マージンを考慮する。第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、マージンが考慮されたエネルギー量に基づいて、制御対象機器２の運転スケジュールを最適化する。これによって、ネガワット量の入札時に想定されなかった事態（電力需要の増加など）が生じた場合でも、第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、達成可能なネガワット量を入札することができる。需要家は、ネガワット量の入札時に想定したインセンティブを受け取ることができる。

[0095] 第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、デマンドレスポンスの実行時に受電電力量が予想よりも増加した場合でも、需要家の節約によって余剰となった電力量が、入札したネガワット量を達成することができる確率を、向上させることができる。第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、需要家がインセンティブを受け取ることができるので、その需要家の利益を拡大させることができる。

第１の実施形態のマージン決定部５６３は、デマンドレスポンスの要求レ

ベルに応じて、複数のマージンを決定してもよい。

[0096] 第１の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、変更部５６５を持つ。変更部５６５は、予め定められた規則に基づいて、インセンティブ単価を変更する。スケジュール決定部５６４は、変更されたインセンティブ単価に基づいて、制御対象機器２の運転スケジュールを更新する。

[0097] （第２の実施形態）

第２の実施形態では、制御対象機器２の運転を定める設定値のマージンをマージン決定部５６３が決定する点が、第１の実施形態と相違する。第２の実施形態では、第１の実施形態との相違点についてのみ説明する。

[0098] マージン決定部５６３は、制御対象機器２の運転を定める設定値に、マージンを付加する。スケジュール決定部５６４は、マージンが付加された設定値に基づいて、制御対象機器２の運転に制限を設けるように、制御対象機器２の運転スケジュールを最適化する。

[0099] 図１０は、第２の実施形態における、マージン設定画面の図である。機器運転設定値決定装置５６ａのオペレータは、マージン設定画面を介して、例えば、全体の容量１００（ｋＷｈ）を有する蓄電池２０について、蓄電池２０の使用可能容量を６０（ｋＷｈ）と設定することができる。

[0100] マージン決定部５６３は、蓄電池２０や蓄熱槽２５の使用可能容量にマージンを付加する。スケジュール決定部５６４は、蓄電池２０の使用可能容量を６０（ｋＷｈ）までに制限して、蓄電池２０を含む制御対象機器２の運転スケジュールを決定する。スケジュール決定部５６４は、この決定した運転スケジュールを実行する場合における、ネガワット量を算出する。スケジュール決定部５６４は、入札したネガワット量を達成することが難しいと判定した場合、全体の容量１００（ｋＷｈ）から使用可能容量６０（ｋＷｈ）を差し引いた残りである４０（ｋＷｈ）の容量を利用して、蓄電池２０から放電させる。これにより、機器運転設定値決定装置５６ａは、ネガワット量を達成する確率を向上させることができる。蓄熱槽２５についても同様である。

[0101] また、マージン決定部５６３は、例えば、ＣＧＳ２２が出力する電力の上限値に、マージンを付加してもよい。機器運転設定値決定装置５６ａのオペレータは、マージン設定画面を介して、例えば、定格電気出力５０（ｋＷ）を有するＣＧＳ２２について、ＤＲ対象時間帯に出力する電力の上限値を３０（ｋＷ）と設定することができる。マージン決定部５６３は、ＣＧＳ２２が出力する電力の上限値に、マージンを付加する。

[0102] スケジュール決定部５６４は、ＣＧＳ２２が出力する電力の上限値を３０（ｋＷ）までに制限して、ＣＧＳ２２を含む制御対象機器２の運転スケジュールを決定する。スケジュール決定部５６４は、この決定した運転スケジュールを実行する場合における、ネガワット量を算出する。スケジュール決定部５６４は、入札したネガワット量を達成することが難しいと判定した場合、定格電気出力５０（ｋＷ）から上限値３０（ｋＷ）を差し引いた残りである２０（ｋＷ）を利用して、ＣＧＳ２２から電力を出力させる。これにより、機器運転設定値決定装置５６ａは、ネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

[0103] また、マージン決定部５６３は、例えば、吸収式冷温水機２４などの非電気式熱源機の起動又は停止の動作に、マージンを付加してもよい。このマージンは、例えば、オン又はオフの開始時刻と停止時刻によって表現されてもよい。機器運転設定値決定装置５６ａのオペレータは、マージン設定画面を介して、例えば、非電気式熱源機の運転を停止に設定することができる。マージン決定部５６３は、非電気式熱源機の運転を定める設定値に、マージンを付加する。

[0104] スケジュール決定部５６４は、例えば、制御対象機器２の非電気式熱源機の運転をＤＲ対象時間帯において停止（オフ）させ、かつ、制御対象機器２の電気式熱源機をＤＲ対象時間帯において運転（オン）させる、という運転スケジュールを決定する。スケジュール決定部５６４は、この決定した運転スケジュールを実行した場合における、ネガワット量を算出する。機器運転設定値決定装置５６ａのオペレータは、この算出されたネガワット量を入札

する。スケジュール決定部５６４は、決定したスケジュールに基づいて制御対象機器２が実際に運転されている場合、入札したネガワット量を達成することが難しいか否かを判定する。スケジュール決定部５６４は、入札したネガワット量を達成することが難しいと判定した場合、非電気式熱源機を運転（オン）させ、かつ、電気式熱源機を停止（オフ）させることによって、制御対象機器２の受電電力量を低下させる。これによって、機器運転設定値決定装置５６ａは、ネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

[0105] なお、蓄電池２０や蓄熱槽２５の使用可能容量にマージンを付加すること、ＣＧＳ２２が出力する電力の上限値にマージンを付加すること、又は、非電気式熱源機の起動又は停止の動作にマージンを付加することのうち、マージン決定部５６３がいずれを実行するかは、例えば、ネガワット取引において入札条件を決定する者が決めてもよい。ネガワット取引において入札条件を決定する者は、マージン決定部５６３がいずれを実行するかを、制御対象機器２の故障リスク等を考慮して決定してもよい。

[0106] 以上のように、第２の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、予測部５６２と、マージン決定部５６３と、スケジュール決定部５６４とを持つ。予測部５６２は、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。マージン決定部５６３は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、制御対象機器２のエネルギー特性を表す値のマージンを決定する。マージン決定部５６３は、制御対象機器２のエネルギー特性を表す値に、決定したマージンを付加する。スケジュール決定部５６４は、エネルギー量の予測値と、マージンが付加された機器のエネルギー特性を表す値と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器２の運転を定める設定値を決定する。

[0107] 第２の実施形態のマージン決定部５６３は、運転を定める設定値のマージンとして、蓄電池２０又は蓄熱槽２５の使用可能容量のマージンを決定してもよい。マージン決定部５６３は、運転を定める設定値のマージンとして、ＣＧＳ２２などの発電機の出力の上限値のマージンを決定してもよい。第２

の実施形態のマージン決定部５６３は、運転を定める設定値のマージンとして、非電気式熱源機の運転又は停止の設定値のマージンを決定してもよい。

[0108] 第２の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、運転スケジュールを最適化する場合、ネガワット量にマージンを付加することと等価になるように、最適化の対象とする機器の運転を制限する。これによって、第２の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ａは、実際に電力需要（エネルギー消費量）が増加した場合でも、入札したネガワット量を確保することができる。需要家は、予め想定したインセンティブを受け取ることができる。

[0109] （第３の実施形態）

第３の実施形態では、変更部５６５に対して処理の流れの後段にマージン決定部５６３が挿入される点が、第２の実施形態と相違する。第３の実施形態では、第２の実施形態との相違点についてのみ説明する。

[0110] 図１１は、第３の実施形態における、入札管理システム５ｂの図である。入札管理システム５ｂは、送受信部５１と、データ取得部５２と、設定値取得部５３と、処理データ記憶部５４と、最適化データ記憶部５５と、機器運転設定値決定装置５６ｂと、提示部５７とを備える。

[0111] 機器運転設定値決定装置５６ｂは、開始指示部５６１と、予測部５６２と、マージン決定部５６３と、スケジュール決定部５６４と、変更部５６５とを備える。第３の実施形態では、マージン決定部５６３は、変更部５６５に対して処理の流れの後段に挿入される。

[0112] 図１２は、第３の実施形態における、機器運転設定値決定装置５６ｂの動作を示す図である。開始指示部５６１は、開始を指示するトリガー信号を、予め定められたタイミングに予測部５６２に出力する。開始指示部５６１は、例えば、運転スケジュールを実行する日の前日の２１時に、トリガー信号を予測部５６２に出力する。図１２に示す動作は、このタイミングで実行される。ステップＳ２０１は、図５に示すステップＳ１０１と同様である。ステップＳ２０２～Ｓ２０５は、図５に示すステップＳ１０３～Ｓ１０６と同様である。

[0113] マージン決定部５６３は、スケジュール決定部５６４が決定した運転を定める設定値を表す情報を、変更部５６５を介して取得する。マージン決定部５６３は、その運転を定める設定値のマージンを決定する（ステップＳ２０６）。制御対象機器２は、マージンが付加された運転を定める設定値に基づいて運転される。

[0114] 図１３は、第３の実施形態における、入札条件を確認するための画面（入札条件確認画面）の図である。機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータ（管理者）は、マージンを付加した場合におけるインセンティブ単価とネガワット量との関係を、入札条件確認画面を参照して確認することができる。機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータは、入札条件確認画面を介して、入札するネガワット量にマージンを設定することができる。この設定されたマージンは、マージン決定部５６３に通知される。この設定されたマージンは、マージン決定部５６３が決定したマージンを上書きしてもよい。

[0115] 入札条件群１００は、マージンが付加されない場合における、複数の入札条件である。

入札条件群１０１は、マージンが付加される場合における、複数の入札条件である。ネガワット量のマージンは、矢印ＭＧの長さによって表現される。

[0116] 最適入札点１０２は、入札条件群１００を表す実線に乗っている。最適入札点１０４は、最適入札点１０２にマージンが付加された場合における、新たな最適入札点である。最適入札点１０４は、入札条件群１０１を表す破線に乗っている。等評価指標曲線１０３－１は、同じ運転スケジュールが実行された場合に、式（７）に示す評価指標が等しくなるインセンティブ単価を結ぶ曲線である。最適入札点１０２と最適入札点１０４は、等評価指標曲線１０３－１に乗っている。

[0117] 最適入札点１０５は、入札条件群１００を表す実線に乗っている。最適入札点１０６は、最適入札点１０２にマージンが付加された場合における、新

たな最適入札点である。最適入札点１０６は、入札条件群１０１を表す破線に乗っている。等評価指標曲線１０３－２は、同じ運転スケジュールが実行された場合に、式（７）に示す評価指標が等しくなるインセンティブ単価を結ぶ曲線である。最適入札点１０５と最適入札点１０６は、等評価指標曲線１０３－２に乗っている。

[0118] マージンが付加された場合における、新たな最適入札点のインセンティブ単価は、式（１５）によって表される。

[0119] [数15]

$$INC_{NEW} = \frac{Ne}{Ne - MGN} \times INC_{OLD} \qquad \cdots(15)$$

INC_{NEW}：マージンを加味した最適入札点のインセンティブ単価、
INC_{OLD}：元の最適入札点のインセンティブ単価
Ne：元の最適入札点のネガワット量、
MGN：入札ネガワット量のマージン

[0120] 機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータは、入札条件確認画面を介して、入札するネガワット量のマージンを設定することができる。機器運転設定値決定装置５６ａを管理するオペレータは、マージンが付加された入札条件を、視覚的に確認することができる。

[0121] 以上のように、第３の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ｂは、予測部５６２と、スケジュール決定部５６４と、マージン決定部５６３とを持つ。予測部５６２は、制御対象機器２に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。スケジュール決定部５６４と、エネルギー量の予測値と、制御対象機器２のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器２の運転を定める設定値を決定する。マージン決定部５６３は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、制御対象機器２の運転を定める設定値のマージンを決定する。マージン決定部５６３は、制御対象機器２の運転を定める設定値に、決定したマージンを付加する。

これにより、第３の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ｂは、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

[0122] 第３の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ｂは、入札するネガワット量にマージンを見込むことによって、減少するインセンティブ収入を補償するだけのインセンティブ単価を算出する。オペレータは、算出されたインセンティブ単価を、画面上で視覚的に確認することができる。

[0123] 第３の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ｂは、マージンを考慮した適正なネガワット量を入札することができる。第３の実施形態の機器運転設定値決定装置５６ｂでは、実際に電力需要が増加するなど、入札時に想定されていなかった事象が発生した場合でも、入札したネガワット量を確保することができる。需要家は、予め想定したインセンティブを受け取るごとができる。

[0124] 以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、ネガワット量を入札するためのマージンを決定するマージン決定部を持つことにより、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

[0125] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

請求の範囲

[請求項1] 機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する予測部と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記エネルギー量の予測値のマージンを決定し、前記エネルギー量の予測値に、前記決定したマージンを付加するマージン決定部と、

前記マージンが付加された前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するスケジュール決定部と、

を備える機器運転設定値決定装置。

[請求項2] 機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する予測部と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンを決定し、前記機器のエネルギー特性を表す値に、前記決定したマージンを付加するマージン決定部と、

前記エネルギー量の予測値と、前記マージンが付加された前記機器のエネルギー特性を表す値と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するスケジュール決定部と、

を備える機器運転設定値決定装置。

[請求項3] 前記マージン決定部は、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンとして、蓄電池又は蓄熱槽の使用可能容量のマージンを決定する、請求項２に記載の機器運転設定値決定装置。

[請求項4] 前記マージン決定部は、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンとして、発電機の出力の上限値のマージンを決定する、請求項２に記載の機器運転設定値決定装置。

[請求項5] 前記マージン決定部は、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンとして、非電気式熱源機の運転又は停止の設定値のマージンを決定する、請求項２に記載の機器運転設定値決定装置。

[請求項6] 機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する予測部と、

前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するスケジュール決定部と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記機器の運転を定める設定値のマージンを決定し、前記機器の運転を定める設定値に、前記決定したマージンを付加するマージン決定部と、

を備える機器運転設定値決定装置。

[請求項7] 前記マージン決定部は、デマンドレスポンスの要求レベルに応じて、複数のマージンを決定する、請求項１に記載の機器運転設定値決定装置。

[請求項8] 予め定められた規則に基づいて前記インセンティブ単価を変更する変更部

を更に備え、

前記スケジュール決定部は、変更された前記インセンティブ単価に基づいて、前記機器の運転を決定する、請求項１に記載の機器運転設定値決定装置。

[請求項9] 前記インセンティブ単価を提示する提示部

を更に備える、請求項１に記載の機器運転設定値決定装置。

[請求項10] 機器運転設定値決定装置における機器運転設定値決定方法であって、

機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測するステップと、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記エネルギー量の予測値のマージンを決定し、前記エネルギー量の予測値に、前記決定したマージンを付加するステップと、

前記マージンが付加された前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するステップ

と、

を含む機器運転設定値決定方法。

[請求項11] コンピュータに、

機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する手順と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記エネルギー量の予測値のマージンを決定し、前記エネルギー量の予測値に、前記決定したマージンを付加する手順と、

前記マージンが付加された前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定する手順と、

を実行させるための機器運転設定値決定プログラムを記憶した記憶媒体。