

明 細 書

発明の名称：

運転計画最適化装置、運転計画最適化方法及び運転計画最適化プログラム 技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、制御対象となる機器の運転スケジュールを最適化する運転計画最適化装置、運転計画最適化方法及び運転計画最適化プログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、スマートコミュニティに向けた取組みが活発化している。スマートコミュニティでは、ＩＴ技術を活用して電力や交通などの様々な都市インフラを統合管理し、街や地域全体で最適なエネルギー利用が可能となる街づくりを目指している。このスマートコミュニティのアプリケーションの一つとして挙げられるのが、デマンドレスポンスである（以降、ＤＲと略す）。

[0003] ＤＲは、主に電力需給のひっ迫時など消費電力の削減要求が顕在化したときに、家庭やビルなど電力需要側の使用電力量の抑制を誘引または促進して、街や地域全体で最適なエネルギー利用を実現するための仕組みである。その方法としては、購入電力単価の引き上げ、または使用電力量の削減分に応じてインセンティブを付与することなどがある。

[0004] 特に大規模なビルでは、ＤＲにより使用電力量の一部を削減するだけでも、地域のエネルギー需給に与えるインパクトが大きい。加えて、ＤＲでは、電気エネルギーあるいは熱エネルギーを貯蔵可能な蓄電蓄熱設備を活用することにより、エネルギー需給の時間シフトを実現することが可能である。

[0005] 蓄電蓄熱設備における「蓄電蓄熱」とは、蓄電池や蓄熱槽のエネルギー貯蔵能力を活用することであり、蓄電又は蓄熱あるいはその両方を活用することである。つまり、蓄電蓄熱設備はエネルギー貯蔵機器であって、地域全体のエネルギー利用の最適化を図る上で、電力の調整力として担う役割が大きい。

[0006] 大規模なビルに設置された各種の機器を制御する場合、制御対象となる機器の運転スケジュールを、所定の評価指標に従って最適化する運転計画最適化装置が提案されている。ここで、運転計画最適化装置の制御対象となる各種の機器とは、前記蓄電蓄熱設備などのエネルギー貯蔵機器をはじめとして、エネルギー供給機器やエネルギー消費機器も含まれる。特許文献１は、消費エネルギーの削減、消費電力の削減、エネルギーコストの削減、二酸化炭素排出量の最小化を図りつつ、機器の運転スケジュールを最適化する技術である。

[0007] ところで、ＤＲにおいては、投資対効果であるインセンティブが重要であり、これを公平に決定するために、需要家が削減した使用電力量を明確にする必要がある。したがって、需要家の使用電力量に対する基準値が定められる場合が多い。以降、この使用電力量の基準値をベースラインと記述する。

[0008] ベースラインは、ＤＲにより使用電力量の削減を行わなかった場合における需要家の使用電力量の見込み値であり、これは主にＤＲ非発動日における需要家の過去の一定期間の使用電力量の実績値から算出される。つまり、ＤＲでは、このベースラインとＤＲ時の使用電力量の実績値の差に応じて、電力削減量が求められ、インセンティブが決定される。したがって、ＤＲにおいては、機器の運転スケジュールの最適化を図る上で、使用電力量を定量的に正確に予測することが必須である。

[0009] しかし実際には、様々な予期せぬ事象が発生することがあり、使用電力量の正確な予測は難しかった。予期せぬ事象としては、コジェネやＰＶ等の発電設備の故障や出力変動、電力や熱の需要量の変動などがある。これらの事象が発生した場合、事前に予測した想定とは異なる何がしかの乖離が生じることは免れず、使用電力量が予測の範囲を外れる可能性がある

[0010] したがって、その時々状況に応じて適切に機器の運転スケジュールを見直し、使用電力量の予測値を調整する必要がある。そこで、所定の動作タイミングのある項目の実績値と、その項目における事前の想定値とを比較し、比較結果に基づいて制御対象機器の運転スケジュールを見直す技術が考えら

れる。このような運転スケジュールの最適化技術では実績値と想定値との偏差が予め設定した閾値より大きくなると、事前の想定と異なる何がしかの乖離が発生したと判断して、制御対象機器の運転スケジュールを見直し、運転スケジュールの最適化を再実施することができる。

[0011] しかしながら、上記の技術では前記閾値の設定が難しいとされている。たとえば、蓄熱槽の蓄熱残量が事前の計画値より減少してしまい、DR対象時刻に該当した時間内に蓄熱残量が空になってしまうという状況を想定する。このような状況が予見された場合には、事前の計画で見込んだ所望の電力削減量を維持しつつ、不足する熱供給量を補うように、機器の運転スケジュールを見直さなくてはならない。なお、DR対象時刻とは、DRにより使用電力量の削減を図る対象の時刻のことである。

[0012] しかし、蓄熱残量が空になってしまうことで、実際に電力削減量がどの程度変化するかは、次のような要因に左右される。電力削減量の変化量を決める要因としては、不足する熱量の大きさ、運転中の熱源機器や追加起動する熱源機器の種類や特性など様々である。たとえば、運転中の熱源機器がガス式熱源で、且つ部分負荷運転中であり、不足熱量がその余力分より小さければ、ガス式熱源機の出力を増加させるだけで済み、使用電力量を増加させることなく運転の継続が可能である。

[0013] 一方、ガス式熱源が定格負荷運転中の場合には、その他の熱源機器を追加起動せざるを得ない。このとき、追加起動する熱源機器が電動式熱源であれば、その特性や熱供給量に応じて、ビル全体の使用電力量が当然ながら増加することになる。このように、事前の想定と異なる状況が発生した場合に、ビル全体の使用電力量がこの先どのように変化するかは、その時々状況によって異なる。したがって、運転スケジュールを最適化する場合に、前記閾値を一意に設定するだけでは、刻々と変化する状況に柔軟に対応することは難しかった。

[0014] そこで、前記閾値を設定するのではなく、運転スケジュールの更新タイミングを設定し、最新の実測値を用いて、設定されたタイミングで運転スケジ

ュールをやり直す技術が提案されている。この技術では、上記閾値の設定が不要なので、運転スケジュールを繰り返し計算する計算機等の制約がなければ、事前の想定と異なる事象が発生した場合に対処できる運転スケジュールの最適化技術として、最も簡単な方法と言える。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開2008-289276号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] しかしながら、設定されたタイミングで最適な運転スケジュールに更新するとなると、運転スケジュールを更新するたびに、設備運用者が運転スケジュールを確認後、これを承認する承認作業を行わなくてはならない。この運転スケジュールの承認作業は、運転スケジュールの更新頻度が高いと、設備運用者への大きな負担となってしまう。

[0017] 特にDRでは、インセンティブなどによる投資対効果を、設備運用者が評価し、さらに、使用電力量の削減に応じるか否かの意思決定を、設備運用者が下さなくてはならない。加えて、その意思決定如何でビル設備の運転スケジュールは大きく変わるので、最終的な判断は設備運用者に下すほかない。したがって、DRにおいては最適な運転スケジュールの承認作業を全面的に自動化することには無理があった。

[0018] 設備運用者の負担軽減対策としては、運転スケジュールの更新タイミングの周期を長くして設備運用者の承認作業の回数を減らすことが考えられる。しかし、運転スケジュールの更新頻度が減った分、使用電力量が予測の範囲を逸脱する可能性が高まることになる。つまり、上記の閾値の設定の場合と同様、様々な状況に応じて、設備運用者の負担を最大限に軽減すると同時に、機器の運転スケジュールの最適化を図るための、適切な周期を設定することは難しかった。

[0019] 本発明の実施形態は、以上の課題を解消するために提案されたものであり、その目的は、設備運用者の負担を最大限に軽減しつつ、制御対象機器の最適な運転を確保することができる運転計画最適化装置、運転計画最適化方法及び運転計画最適化プログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0020] 上記目的を達成するために、本発明の実施形態は、エネルギーの供給、消費あるいは貯蔵を行う制御対象機器の運転計画最適化装置において、次のような構成要素（１）～（４）を有している。

（１）前記制御対象機器について、プロセスデータに基づき将来の所定の期間における消費エネルギー若しくは供給エネルギーの予測値を設定するエネルギー予測部。

（２）前記予測値、前記制御対象機器の特性とプロセスデータに基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の運転スケジュールを、所定の評価指標により最適化するスケジュール最適化部。

（３）予め定められた判定条件に基づいて最新の運転スケジュール承認の必要性を判定する承認依頼判定部。

（４）前記承認依頼判定部における判定結果を伝達する判定結果伝達部。

なお、他の態様として、上記の各部の機能をコンピュータにより実現するための蓄電蓄熱設備の運転計画最適化方法及びコンピュータに実現させる蓄電蓄熱設備の運転計画最適化プログラムとして捉えることもできる。

図面の簡単な説明

[0021] [図１]第１の実施形態のブロック図。

[図２]第１の実施形態の各種の制御対象機器の接続構成と、冷水、温水、電気、ガス等のエネルギーのフロー図。

[図３]第１の実施形態の運転計画最適化装置の全体構成を示すブロック図。

[図４]第１の実施形態においてインセンティブ型ＤＲが採用される場合における建物１の使用電力量、ベースライン、電力抑制が求められるＤＲ対象時刻、電力削減量の関係を示すグラフ。

[図5]第1の実施形態において運転計画最適化装置の処理手順を示すフローチャート。

[図6]第1の実施形態において最適化する変数 $X_1 \sim X_8$ の一例をまとめた図。

[図7]第1の実施形態において設備運用者に対して運転スケジュールの承認を依頼する表示例を示す図。

[図8]第1の実施形態において予測温熱消費エネルギーを一日分のトレンドで表したグラフ。

[図9]第1の実施形態における判定処理のフローチャート。

[図10]第1の実施形態において承認依頼を行う場合の画面例を示す図。

[図11]図10に示した“評価指標値の比較”ボタンを押したときに展開される画面例を示す図。

[図12]図10に示した“運転スケジュールの詳細確認画面”ボタンを押したときに展開される画面例を示す図。

[図13]第1の実施形態において承認依頼を行わない場合の画面例を示す図。

[図14]第2の実施形態における判定処理のフローチャート。

[図15]第2の実施形態において現在時刻以降の機器稼働リストを示す図。

[図16]第2の実施形態において承認依頼を行う場合の画面例を示す図。

[図17]第3の実施形態における判定処理のフローチャート。

[図18]第3の実施形態において承認依頼を行う場合の表示例を示す図。

[図19]図18に示した“需給誤差の確認”ボタンを押したときに展開される画面例を示す図。

[図20]第4の実施形態における判定処理のフローチャート。

[図21]第4の実施形態において承認依頼を行う場合の表示例を示す図。

[図22]図21に示した“貯蔵残量見込みの確認”ボタンを押したときに展開される画面例を示す図。

[図23]第5の実施形態の運転計画最適化装置の全体構成を示すブロック図。

[図24]第5の実施形態の判定ルール選択部における画面展開例を示す図。

[図25]他の実施形態のブロック図。

発明を実施するための形態

[0022] [A. 第1の実施形態]

[1. 運転計画最適化システムの概要]

本実施形態が適用される運転計画最適化システム5は、図1に示すように、対象となる建物1に設置された各種の制御対象機器2、ローカル制御装置3、運転計画最適化装置4を有している。

[0023] [1-1. 制御対象機器]

制御対象機器2は、エネルギー消費機器、エネルギー供給機器、エネルギー貯蔵機器のうち、少なくとも一つを含む。制御対象機器2には、エネルギー消費機器、エネルギー供給機器、エネルギー貯蔵機器のいずれかを兼ねた機器も包含する。エネルギー消費機器とは、供給されたエネルギーを消費する機器であり、たとえば、空気調和機器（空調）、照明機器、熱源機器などがある。

[0024] エネルギー供給機器とは、エネルギー消費機器あるいはエネルギー貯蔵機器にエネルギーを供給する機器であって、たとえば、太陽光発電装置（PV）、太陽熱温水器は、エネルギー供給機器などがある。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り、たとえば、蓄電池、蓄熱槽などがある。

[0025] [1-2. ローカル制御装置]

ローカル制御装置3は、制御対象機器2に接続され、各制御対象機器2の作動つまり起動、停止、出力などを制御する装置である。なお、以下の説明では、起動及び停止を発停と呼ぶ場合がある。

[0026] このローカル制御装置3は、制御対象機器2毎に設けてもよいし、複数の制御対象機器2をまとめて制御する構成でもよい。各ローカル制御装置3による制御は、各ローカル制御装置3にネットワークN1を介して接続された運転計画最適化装置4からの制御情報に従う。

[0027] [1-3. 運転計画最適化装置]

運転計画最適化装置4は、設定パラメータ、インセンティブ単価、プロセスデータ、DR対象時刻、ベースラインなど大きく分けて5種類の情報などを取り込み、これらに基づいて、制御対象機器2の運転スケジュールを最適化する装置である。

[0028] (1) 運転スケジュール

運転スケジュールとは、将来の所定の期間における時間帯別の各制御対象機器2の作動のスケジュールである。たとえば、運転スケジュールには、制御対象機器2を何時から何時まで起動させるかといった発停の情報、制御対象機器2が複数台ある場合には、そのうちの何台を何時から何時まで起動させるかといった情報が含まれる。

[0029] また、運転スケジュールには、制御対象機器2の出力をどの程度とするかという情報が含まれる。たとえば、何kW、何kWhのように、定量的な数値で表せるような値で示すことができる制御設定値も、運転スケジュールに含まれる。このような制御設定値は各制御対象機器2の作動状態を決定するパラメータである。

[0030] たとえば、制御設定値は、エネルギー消費機器である空調機の温度設定値やPMV設定値、照明の照度設定値などを含む。なお、PMVは、Predicted Mean Voteの略であり、空調の温熱指標ISO7730が規定している。PMVは、人の寒冷の感じ方を数値化したものであり、0が快適、-が寒い、+が暖かいを示す。PMVの算出に用いるパラメータは、温度、湿度、平均輻射温度、着衣量、活動量、風速等である。

[0031] (2) 設定パラメータ

運転計画最適化装置4に取り込まれる情報のうち、設定パラメータは、たとえば、処理タイミング、重み係数、評価指標、機器特性、処理周期であり、本実施形態の処理に用いる各種のパラメータを含む。処理タイミングは、後述する“翌日の運転スケジュールを前日に最適化する処理”の場合に、最適化処理部40(図3に図示)が処理を開始する時刻の設定であり、処理周期は“当日に運転スケジュールの再計算をする処理”の場合に、最適化処理

部 4 0 が処理を開始する周期の設定である。

[0032] たとえば、処理周期を 1 0 分と設定した場合、1 0 分毎に最新のプロセスデータ等を用いて、最適化処理部 4 0 の処理が開始される。重み係数は、後述する類似度演算に用いられる係数である。評価指標は、消費エネルギー、供給エネルギー、コストなど、最適化のために最小化すべき指標である。

[0033] 設定パラメータの一例である機器特性は、各制御対象機器 2 の定格、下限出力、C O P 等、それぞれの機器の特性に応じて定まる各種のパラメータを含む。これらのパラメータには、後述する各種の演算に用いられるパラメータが含まれる。なお、C O P (Coefficient of performance)は、ヒートポンプ等の熱源機器の成績係数であり、冷却又は加熱能力を消費電力で割ったものである。

[0034] (3) インセンティブ単価

運転計画最適化装置 4 に取り込まれるインセンティブ単価という情報は、エネルギー使用料金の対象となるエネルギー消費量のうち、削減した消費量に乘算することにより、インセンティブの金額を算定するための価格情報である。たとえば、これらの単価は、円／k w、円／k w hといった単位で表現できる。

[0035] インセンティブ単価の算定に際して、エネルギー使用料金の対象となるエネルギーは、使用に対して対価を支払うエネルギーであり、たとえば、電力、ガスが含まれる。水も、ここでいうエネルギーに含まれる。このため、エネルギー使用料金には、電力料金、ガス料金、水道料金が含まれる。

[0036] また、インセンティブの対象となるエネルギー使用料金は、一般的には電力料金であり、本実施形態では、電力料金に基づいた処理となっている。ただし、他のエネルギー使用料金がインセンティブの対象となる場合には、そのような対象を含める処理を排除するものではない。

[0037] (4) プロセスデータ

運転計画最適化装置 4 に取り込まれるプロセスデータは、時間の経過により変化する外部からの情報を含む。たとえば、気象データ、運用データはプ

ロセスデータに含まれる。気象データは、過去の気象データ、天気予報データを含む。運用データは、過去の各制御対象機器 2 の制御設定値、運転スケジュールの実行時における各制御対象機器 2 の状態量や故障状態などを含む。

[0038] 運用データ中の 1 つである、運転スケジュールの実行時における各制御対象機器 2 の状態量には、各制御対象機器 2 の消費エネルギー、生産エネルギーを含む。たとえば、状態量は、エネルギー供給機器としての C G S（段落 0045 に記載）、電気式冷凍機、吸収式冷温水器の出力、負荷率なども含む。さらに、状態量は、エネルギー貯蔵機器である蓄電池の放電量、蓄熱量、蓄熱装置の放熱量、蓄熱量などを含む。

[0039] (5) D R 対象時刻

運転計画最適化装置 4 に取り込まれる D R 対象時刻という情報は、前述したように、D R により使用電力量の削減を図る対象の時刻情報であり、電力単価が引き上げられる時刻、もしくは使用電力量の削減に成功したら、インセンティブを与える用意がある時刻をいう。

[0040] (6) ベースライン

ベースラインは、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しきい値である。このベースラインは、需要家の過去の一定期間の使用電力量に基づいて設定することができる。たとえば、過去の何日間又は何週間かの建物等における使用電力の実績値に基づいて、ベースラインが算定される。なお、本実施形態のベースラインは、一日単位で設定し、一日の中では一定のものを一例として採用するものとする。

[0041] [2. 制御対象機器の接続構成]

各種の制御対象機器 2 の接続構成と、エネルギーのフローの一例を図 2 に示す。図 2 では、実線が冷水の流れを、長めの破線が温水の流れを、短めの破線が電気の流れを、細かい点線がガスの流れを、それぞれ示している。これらの制御対象機器 2 のエネルギー授受の関係は、外部からの受電した電力、外部から供給されたガスをエネルギー源として、電気、冷熱、温熱を部屋

１１０に取り付けられた空調機１１１などに供給するものである。

[0042] 制御対象機器２としては、蓄電池１００、ＰＶ１０１、ＣＧＳ１０２、電気式冷凍機１０３、吸収式冷温水機１０４、蓄熱槽１０５が設置されている。熱源のエネルギーとしては、ガスや、ＣＧＳ１０２等からの排熱を利用できる。なお、ここで示した制御対象機器２は一例であり、いずれの制御対象機器２を使用するか又は使用しないかは自由である。

[0043] また、第１の実施形態は、例示されていない制御対象機器２を排除するものではない。たとえば、ヒートポンプ、水冷冷凍機、太陽熱温水器など、他の制御対象機器も設置可能である。つまり、本実施形態の制御対象は、上記の機器構成に限定するものではなく、一部の機器が無い場合や本実施形態の手法を拡張して容易に適用できる場合の構成も含まれる。

[0044] [２－１．蓄電池及びＰＶ]

蓄電池１００は、充電及び放電の双方を行うことが可能な二次電池を利用した設備である。ＰＶ１０１は、太陽光のエネルギーを電気エネルギーに変換する太陽光パネルを備えた発電設備である。ＰＶ１０１は、天候等の気象条件により、電気エネルギーの供給量が変化する機器の一つである。

[0045] [２－２．ＣＧＳ]

ＣＧＳ(Co-Generation System)１０２は、内燃機関や外燃機関による発電とともに、その排熱を利用可能なシステムである。この例のＣＧＳ１０２は、ガスをエネルギー源として発電するとともに、排熱を利用可能な熱電併給システムである。発電及び熱源として、燃料電池を用いてもよい。

[0046] [２－３．電気式冷凍機、吸収式冷温水機及び蓄熱槽]

電気式冷凍機１０３は、気体の冷媒の圧縮、凝縮、蒸発のプロセスにより冷却を行う圧縮式の冷凍機であり、冷媒を圧縮するために、電動の圧縮機を用いる。吸収式冷温水機１０４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て、冷水又は温水を供給する機器である。蓄熱槽１０５は、貯留した熱媒により蓄熱を行う槽である。これら電気式冷凍機１０３、吸収式冷温水器１０４、蓄熱槽１０５は、部屋１

10に設置された空調機111のための温水、冷水を供給するようになっている。

[0047] [3. 運転計画最適化装置の構成]

運転計画最適化装置4の構成を、図3を参照して説明する。図3は、運転計画最適化装置4の全体構成を示すブロック図である。運転計画最適化装置4は、最適化処理部40、データ取得部20、設定パラメータ入力部21、処理データ記憶部22、最適化データ記憶部23、送受信部24を有する。

[0048] [3-1. 最適化処理部]

最適化処理部40は、エネルギー予測部10、スケジュール最適化部11、承認依頼判定部12、判定結果伝達部13、制御情報出力部14、開始指示部15を有する。

[0049] (1) エネルギー予測部

このうちエネルギー予測部10は、制御対象機器2における消費エネルギー又は供給エネルギーを予測する処理部である。なお、後述のように、“当日に運転スケジュールを再計算する場合”においては、エネルギー予測部10は、処理データ記憶部22に記憶されたプロセスデータに基づいて、エネルギー予測値を修正する。

[0050] (2) スケジュール最適化部

スケジュール最適化部11は、制御対象機器2の評価指標が最小化するように、運転スケジュールを最適化する処理部である。本実施形態の評価指標としては、たとえば、制御対象機器2を作動させた場合のエネルギーに要するコストとする。

[0051] スケジュール最適化部11は、たとえば、エネルギー予測部10のエネルギー予測値に基づいて、目的関数が最小となるように、目的関数及び制約条件式の変数を最適化することにより行う。また、DRに対応した運転スケジュールを最適化する場合には、スケジュール最適化部11は、前記のDR対象時刻において電力料金の単価に、インセンティブ単価を加味する。

[0052] (3) 承認依頼判定部

承認依頼判定部 12 は、スケジュール最適化部 11 で計算された運転スケジュールの承認について、設備運用者に対し依頼する必要があるか否かを判定する処理部である。承認依頼判定部 12 は、あらかじめ設備運用者が設定したルールに基いて、判定を行うようになっている。

[0053] (4) 判定結果伝達部

判定結果伝達部 13 は、承認依頼判定部 12 による判定結果を設備運用者に伝えるための手段である。判定結果伝達部 13 では、判定結果と共に、承認が必要な場合にはその理由が表示される。判定結果伝達部 13 は何がしかの方法で判定結果を設備運用者に伝えるため手段であり、その方法は問わない。図 3 ではディスプレイを有するパソコン端末であるが、たとえば、音声によるもの、メール送信によるものなどでも構わない。

[0054] (5) 制御情報出力部

制御情報出力部 14 は、スケジュール最適化部 11 で計算された運転スケジュールについて、設備運用者が承認したことを受けて、制御対象機器 2 に対し制御情報を出力する処理部である。

[0055] (6) 開始指示部

開始指示部 15 は、あらかじめ設定されたタイミングで、最適化処理部 40 による最適化処理の実行を開始させる処理部である。たとえば、実行日の前日に蓄電蓄熱スケジュールを設定する場合、毎日の所定時間を設定タイミングとすることが考えられる。これを何日おきにするか、何時にするかは、自由に設定可能である。一方、実行日の当日に蓄電蓄熱スケジュールを設定する場合では、設定パラメータである処理周期に基づいて、一定時間間隔で最適化処理の実行を開始させる。

[0056] [3-2. データ取得部]

データ取得部 20 は、最適化処理部 40 の処理に必要なデータを、外部から取得する処理部である。取得されるデータとしては、前述したインセンティブ単価、プロセスデータ、DR 対象時刻、ベースラインなどである。

[0057] [3-3. 設定パラメータ入力部]

設定パラメータ入力部 21 は、最適化処理部 40 の処理に必要な設定パラメータを入力する処理部である。設定パラメータとしては、上記のように、処理タイミング、重み係数、評価指標、機器特性、処理周期を含む。

[0058] [3-4. 処理データ記憶部]

処理データ記憶部 22 は、最適化処理部 40 の処理に必要なデータを記憶する処理部であり、データ取得部 20 及び設定パラメータ入力部 21 を介して取得した各種のデータを記憶する。

[0059] [3-5. 最適化データ記憶部]

最適化データ記憶部 23 は、最適化処理部 40 による最適化処理で求められたデータを記憶する処理部である。たとえば、最適化データ記憶部 23 は、スケジュール最適化部 11 により最適化された運転スケジュールや最適化に用いた種々のデータを記憶する。

[0060] [3-6. 送受信部]

送受信部 24 は、ネットワーク N1（図 1 に図示）を介して、運転計画最適化装置 4 と、ローカル制御装置 3、建物管理者の端末、上位の監視制御装置、気象情報等を提供するサーバ等との情報の送受信を行う処理部である。なお、処理データ記憶部 22、最適化データ記憶部 23 が記憶したデータを、送受信部 24 が送信することにより、上記のような外部の装置が活用できる。

[0061] なお、運転計画最適化装置 4 は、各部の処理に必要な情報の入力、処理の選択や指示を入力する入力部、情報入力のためのインタフェース、処理結果等出力する出力部を有している。入力部としては、キーボード、マウス、タッチパネル、スイッチ等、現在又は将来において利用可能な入力装置を含む。

[0062] 入力部は、上記のデータ取得部 20、設定パラメータ入力部 21 の機能を果たすこともできる。出力部としては、表示装置、プリンタ等、現在又は将来において利用可能なあらゆる出力装置を含む。なお、処理データ記憶部 22、最適化データ記憶部 23 が記憶したデータを、出力部が表示等すること

により、オペレータが参照できる。

[0063] [4. 運転計画最適化装置の作用]

以上のような本実施形態による運転計画最適化装置4の作用を、図2、図4を参照して説明する。

[0064] [4-1. エネルギーの流れ]

まず、制御対象機器2における電気、ガス、冷水、温水の流れを、図2を参照して説明する。すなわち、電力系統から受電された電力は、蓄電池100が貯蔵するか、上記のエネルギー消費機器へ供給される。PV101及びCGS102で発電された電力も、蓄電池100が貯蔵するか、上記のエネルギー消費機器へ供給される。エネルギー消費機器に供給された電気は、電気式冷凍機103が熱製造のために消費する。

[0065] 一方、ガス供給系統からのガスは、CGS102、吸収式冷温水機104に供給される。なお、吸収式冷温水機104は、CGS102で発生した温熱によっても、冷熱製造が可能である。さらに、吸収式冷温水機104は、ガス投入によっても、冷熱製造量を増加できる。

[0066] なお、吸収式冷温水機104は、ガス投入のみでも温熱供給が可能である。電気式冷凍機103、吸収式冷温水機104で製造した冷熱は、蓄熱槽105が貯蔵するか、部屋110に設置された空調機111に供給される。供給された冷熱により、空調機111は部屋110の空調を行う。また、空調機111は、CGS102、吸収式冷温水機104のいずれかで発生する温水の供給を受けて、暖房を行うことも可能である。

[0067] [4-2. 使用電力量とベースラインとの関係]

ここで、インセンティブ型DRが採用される場合における建物1の使用電力量、ベースライン、電力抑制が求められるDR対象時刻、電力削減量の関係を、図4を参照して説明する。図4は、建物1の一日分の使用電力量の推移を表したものであり、横軸を一日分の時刻とし、縦軸を建物1の使用電力量とする。

[0068] ベースラインは、上記のように、対象となる建物1、工場等における過去

の電力需要（消費電力量）の実績値に基づいて決定される。たとえば、何日間、何週間又は一カ月分のDR対象時刻における最大使用電力を、ベースラインに設定できる。ただし、ベースラインの設定方法はこれには限定されない。

[0069] 図4のハッチング箇所の例に示すように、DR対象時刻（この例では、13時～16時）において、設定されたベースラインに対して、使用電力量が下回った分だけが、電力削減量とみなされる。なお、図4において、時刻AはDR対象時刻ではないため、ベースラインを下回る使用電力量であっても、インセンティブを受け取ることはできない。一方、時刻BはDR対象時刻であるため、ベースラインを下回る分に依じて、インセンティブを受け取ることが可能となる。ただし、インセンティブを含む契約体系の例としては、以下のPTR、L-PTR、CCPが想定されている。

[0070] (1) PTR : Peak Time Rebate

PTRは、上記電力削減量に、インセンティブ単価を乗じた額が、需要家に支払われる場合の契約体系である。

(2) L-PTR : Limited Peak Time Rebate

L-PTRは、PTRとほぼ同様であるが、支払われるインセンティブに上限がある場合の契約体系である。

(3) CCP : Capacity Commitment Program

DR対象時刻の全ての時間において、あらかじめ決められた電力削減量の目標値を上回った場合にのみ、ベースラインと目標値に応じた固定額が支払われる場合の契約体系である。

[0071] つまり、単純に電力削減量に比例する金額がインセンティブとなるとは限らず、何らかの限界を設ける場合もある。なお、これらはあくまでも例示であり、一般的にこれらの手法のみが確立し又は実施が予定されているわけではない。実際の適用にあたっては、種々の異なる手法も適用可能である。

[0072] [4-3. 翌日の運転スケジュールを前日に最適化する処理]

運転計画最適化装置4の処理手順について、図5のフローチャートに沿っ

て説明する。以下に説明する処理は、たとえば、建物 1 における制御対象機器 2 の翌日の運転スケジュールを、前日の夜に最適化する例である。なお、最適化する運転スケジュールは、将来の所定の期間であればよく、翌日であるか、翌日より後のいずれかの一日であるかは限定されない。

[0073] [4-3. 最適化実行開始処理]

まず、開始指示部 15 は、あらかじめ設定された時刻に、最適化処理の実行を指示する。たとえば、前日の 21 時になると、最適化処理部 40 が、最適化処理の実行を開始する。図 5 のフローチャートは、開始指示部 16 の指示で、最適化処理の実行が開始された後の処理フローを示す。

[0074] [4-4. エネルギー予測処理]

エネルギー予測部 10 は、処理データ記憶部 22 に記憶された過去の所定期間の気象データ及び運用データに基づいて、制御対象機器 2 の消費エネルギー又は供給エネルギーを予測する（図 5 のステップ S1）。

[0075] ここで、エネルギー予測部 10 による予測処理の一例を説明する。まず、気象データ及び運用データとして処理データ記憶部 22 に保存された過去の曜日、天候、温湿度に基づいて、類似度を演算する。類似度の演算式の一例を、以下の式（1）に示す。

[数1]

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

…式（1）

[0076] ここで「曜日による重み」は、あらかじめ設定しておいた曜日毎の重み係数を使用する。a、b、c は、各因子の重み係数である。「天候による重み」も同様に、あらかじめ設定しておいた天候毎の重み係数を使用する。たとえば、翌日が「火曜日」であれば、「曜日による重み」は、「火曜日」の重みを用いる。翌日の天気予報に基づく天候が「晴れ」ならば、「天候による重み」は、「晴れ」の重みを用いる。翌日の最高気温、最低気温、相対湿度は予想のものを用いる。

[0077] そして、過去の気象データとして、過去の日の日番号に対応して記録されたそれぞれの日の最高気温 T_{Mi} 、最低気温 T_{Li} 、相対湿度 R_{Hi} を用いる。日番号とは、処理データ記憶部 22 に記憶された運用データ及びこれに対応する気象データを、日毎に並べて割り振った通し番号である。

[0078] 各重みの設定は自由である。たとえば、翌日の予報に基づく天候が「晴れ」の場合に、過去のデータは「晴れ」であれば重み係数は小さくなるが、過去のデータが「雨」であれば重み係数は大きくなる。なお、「曜日による重み」と「天候による重み」、 a 、 b 、 c などの各因子の重み係数は、設定パラメータ入力部 21 から入力され、処理データ記憶部 22 に記憶されたものを、予測精度に応じて任意に設定可能である。

[0079] このように、式 (1) によって、過去の日類似度を演算により求める。なお、その他の類似度の算出方法も存在するので、本実施形態は、この手法には限定されない。次に、上記のように求めた類似度が最小となる日番号を抽出する。最後に、抽出された日番号に該当する日付における、制御対象機器 2 の消費エネルギー又は供給エネルギーを翌日のエネルギー予測値として設定する。

[0080] [4-6. スケジュール最適化処理]

<1. 通常の運転スケジュール>

スケジュール最適化部 11 は、エネルギー予測部 10 の予測値に基づいて機器の運転スケジュールを最適化する (図 5 のステップ S2)。最小化する目的関数は、以下の式 (2) のように定義でき、制約条件式は、以下の式 (3) ~ (8) のように定義することができる。なお、図 2 のエネルギーフローを表現したものが、制約条件式の (3) ~ (6) である。式 (7) ~ (8) は制御対象機器 2 の容量の制約式である。ただし、これらの定式化も一例にすぎない。

[0081] [数2]

$$\sum_{t=1}^{24} [X P_t \cdot E_{G,t} + G A S_t \cdot G A S_{G,t}] \Rightarrow \min \quad \dots \text{式 (2)}$$

[数3]

$$X1^t + E_{CGS} \cdot X6^t + E_{PI} + (X8^t - X8^{t+1}) = \frac{H_R}{COP_R} \cdot X5^t + E_{DEMAND}^t \quad \cdots \text{式 (3)}$$

[0082] [数4]

$$GAS^t = GAS_{CGS} \cdot X6^t + GAS_{ABR-CG} \cdot X3^t + GAS_{ABR-HZ} \cdot X4^t \quad \cdots \text{式 (4)}$$

[数5]

$$H_{ABR-CG} \cdot X2^t + H_{ABR-CG} \cdot X3^t + H_R \cdot X5^t + (X7^t - X7^{t+1}) = HC_{DEMAND}^t \quad \cdots \text{式 (5)}$$

[0083] [数6]

$$H_{CGS} \cdot X6^t + H_{ABR-HZ} \cdot X4^t > H_{ABR-IN} \cdot X2^t + HH_{DEMAND}^t \quad \cdots \text{式 (6)}$$

[数7]

$$|X7^t - X7^{t+1}| \leq FL_{HS} \quad \cdots \text{式 (7)}$$

[数8]

$$|X8^t - X8^{t+1}| \leq FL_{Bst} \quad \cdots \text{式 (8)}$$

[0084]

E_C : 電力係数
 GAS_C : ガス係数
 E_{CGS} : CGS定格発電量
 E_{PV} : 予測PV発電量
 R_R : 電気式冷凍機 定格冷却量
 R_{ABR-CG} : 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)
 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
 COP_R : 電気式冷凍機COP
 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)
 E_{DEMAND} : 予測電力消費エネルギー
 HC_{DEMAND} : 予測冷熱消費エネルギー
 HH_{DEMAND} : 予測温熱消費エネルギー
 FL_{HS} : 蓄熱槽の最大蓄 (放) 熱量
 FL_{BET} : 蓄電池の最大充 (放) 電量

[0085] ここで、式 (3) ~ (8) における変数等の上付きの t は時刻を表す。式 (2) を最小化する変数 $X_1 \sim X_8$ を、式 (3) ~ (8) により求めることにより、最適化が可能となる。最適化する変数 $X_1 \sim X_8$ の一例をまとめたものを、図 6 に示す。 X_1 は使用電力量、 $X_2 \sim X_6$ は制御対象機器 2 の負荷率である。 X_7 は蓄熱槽の蓄熱残量、 X_8 は蓄電池のSOC(State of Charge)であり、 X_7^0 及び X_8^0 はこれらの初期条件で、設定パラメータとして与えられる。

[0086] なお、式 (2) の電力係数およびガス係数は最適化する指標によって異なる。たとえば、コスト最小化であればそれぞれ電力料金の単価、ガス料金の単価となり、 CO_2 最小化であれば、それぞれの CO_2 排出量又はこれに対応する係数になる。式 (3) ~ (8) は、主だった制約条件式であり、これらの条件を満足しつつ、最適化指標を最小とする変数値を、数理計画手法またはシミュレーションによる繰り返し演算などで導出する。

[0087] <2. DR に応じた運転スケジュール>

次に、スケジュール最適化部 11 は、DR によるインセンティブを考慮に含めた運転スケジュールの最適化を実施する。このとき、評価指標がコストであった場合には、電力係数 E_C^t [円/kWh] を、以下の式 (9) のように変更し、当該時刻の使用電力量 X_1 の上限を、ベースラインに変更する。

[0088] なお、式 (9) の E_{CHG}^t [円/kWh] は時刻 t の電力従量料金単価であ

り、 INC^t [円/kWh] は時刻 t におけるインセンティブ単価である。これにより、電力料金にインセンティブ単価が加味される。

[0089] [数9]

$$E_C^t = E_{cut}^t + INC^t \quad \dots \text{式 (9)}$$

[0090] <3. 採用スケジュールの選択>

最後にスケジュール最適化部 11 において、上記の方法で得られた「1. 通常の運転スケジュール」、もしくは「2. DRに応じた運転スケジュール」のうち、採用する運転スケジュールを選択する。この判断は、各スケジュールの一日の合計の評価指標値を計算していずれか小さい方を自動で選択しても良いし、設備運用者に委ねても良い。

[0091] [4-7. 承認依頼判定処理]

承認依頼判定部 12 は、設備運用者に対して、スケジュール最適化部 11 にて算出された機器の運転スケジュールの承認することを、依頼するか否かを判定する（図 5 のステップ S3）。また、“翌日の運転スケジュールを前日に最適化する処理” の場合は、処理タイミングで定められた、たとえば日毎の定期的な最適化処理、もしくは設備運用者の要求により強制的に最適化処理を実施した場合であり、このとき承認依頼判定部 12 は、必ず設備運用者に対して運転スケジュールの承認を依頼することとする。

[0092] [4-8. 判定結果伝達処理]

判定結果伝達部 13 は、承認依頼判定部 12 における判定結果と判定結果に至った理由を、設備運用者に伝達する（図 5 のステップ S4）。“翌日の運転スケジュールを前日に最適化する処理” の場合は、必ず設備運用者に対して運転スケジュールの承認を依頼する。判定結果伝達の手段が PC などのディスプレイの場合に、表示画面の例を図 7 に示す。図 7 に示した判定結果確認画面では、判定結果と、その理由が表示され、加えて、理由の下部に、“運転スケジュールの詳細確認画面” ボタンと、“運転スケジュールの承認

” ボタンが表示される。

[0093] また、このような画面の表示とともに、たとえば承認依頼を行う場合にはアラーム等を併用しても良い。以上のようにして、判定結果と判定結果に至った理由を設備運用者に伝達することで、設備運用者は運転スケジュールの確認又は承認作業が必要であるか否かということと、承認が必要な場合にはその理由を認識することができる。

[0094] [4 - 9 . 制御情報の出力]

最後に、制御情報出力部 1 4 が、制御対象機器 2 に制御設定値を含む運転スケジュールに基づく制御情報を出力する（図 5 のステップ S 5）。なお、制御情報の出力タイミングは、種々のものが考えられる。たとえば、出力タイミングを、運転スケジュールの実行日の前日とし、各ローカル制御装置 3 が受信した制御設定値を保持しておく。そして、各ローカル制御装置 3 が、実行日に制御情報に基づく制御を実行する。また、運転スケジュールの実行日の当日を出力タイミングとしてもよい。

[0095] なお、得られた運転スケジュールを始めとする一連の処理で計算された値は最適化データ記憶部 2 3 が保存する。以上が、翌日の運転スケジュールを前日のうちに最適化する場合の、運転計画最適化装置 4 の動作フローである。最小化する評価指標は、コスト以外のものであってもよい。たとえば、CO₂、ピーク受電量、消費エネルギー等についても、最小化する評価指標とすることができる。また、これらの評価指標を組み合わせた複合指標を用いることもできる。

[0096] [4 - 1 0 . 当日にスケジュールを変更する場合]

以上のようにして、前日夜に最適化した運転スケジュールに基づいて、翌日、実際に制御対象機器 2 が運用を開始する。ここで、制御対象機器 2 を運用している当日に、スケジュールを更新する場合の運転計画最適化装置 4 の処理の流れについては、図 5 のフローチャートと同様である。

[0097] [4 - 1 1 . 最適化実行開始処理]

開始指示部 1 5 は、あらかじめ設定された周期毎に、最適化処理の実行を

指示する。たとえば、設定パラメータの処理周期が１０分である場合には、１０分毎に最適化処理の実行を指示する。

[0098] [４－１２．エネルギー予測処理]

エネルギー予測部１０は、最新のプロセスデータを用いて、前記“翌日の運転スケジュールを前日に最適化する処理”の場合と同様にまずはエネルギー予測値を設定する。次にプロセスデータであるエネルギー予測値の最新の実績値と、上記の現在時刻におけるエネルギー予測値の誤差ERRを算出して、以下の式（１０）に基づき、エネルギー予測値を修正する（図５のステップＳ１）。このような方法で修正されたエネルギー予測値を図８に示す。図８は予測温熱消費エネルギーを一日分のトレンドで表したものであり、図中の破線が、最新のプロセスデータを用いて設定されたエネルギー予測値である。

[0099] [数１０]

$$E_{PRED_NEW}^i = E_{PRED_OLD}^i + ERR \quad (i = \text{現在時刻}, \text{現在時刻}+1, \dots, \text{現在時刻}+n) \quad \dots \text{式 (10)}$$

$E_{PRED_NEW}^i$: 修正されたエネルギー予測値
 $E_{PRED_OLD}^i$: 最新のプロセスデータを用いて設定されたエネルギー予測値
 ERR : 誤差

[0100] 温熱消費エネルギーの現在値は、プロセスデータとして、データ取得部２０を介して、処理データ記憶部２２に記憶されているため、この現在値とエネルギー予測値の差を誤差として、エネルギー予測値を修正する。なお、ここで述べた修正方法はあくまで一例であり、その他の方法によりエネルギー予測値を修正しても構わない。

[0101] [４－１３．スケジュール最適化処理]

上記エネルギー予測部１０で再設定されたエネルギー予測値に基づいて、制御対象機器２の現在時刻以降の運転スケジュールを最適化する（図５のステップＳ２）。ここで蓄熱槽１０５の蓄熱残量、蓄電池１００のSOCの初期条件Ｘ７°及びＸ８°は、プロセスデータにある現在の蓄電池１００のSOCや蓄熱槽１０５の蓄熱残量に設定される。加えてプロセスデータに制御対

象機器 2 の故障が記憶された場合には、図 6 に示した該当機器にあたる変数 $X2 \sim X8$ の上限が 0 に設定される。以降の処理内容の詳細は、前記“翌日の運転スケジュールを前日に最適化する処理”と同様であるため割愛する。

[0102] [4-14. 承認依頼判定処理]

承認依頼判定部 12 は、設備運用者に対して、スケジュール最適化部 11 にて算出された最新の機器の運転スケジュールを承認の依頼をするか否かを判定する（図 5 のステップ S3）。スケジュール最適化部 11 では、通常の運転スケジュールと、DR に応じた運転スケジュールが算出される。承認依頼判定部 12 は、この 2 種類の運転スケジュールを用いて、最新の運転スケジュールの承認の依頼を、設備運用者にするか否かを判定する。判定の処理フローを図 9 に示す。以降は承認依頼判定部 12 における判定プロセスを述べる。

[0103] まず、現在採用している運転スケジュールが、上記 2 種類の運転スケジュールのどちらであるかを判別する（ステップ S10）。現在採用しているのが通常の運転スケジュールの場合（ステップ S10 の Yes）、上記 2 種類の最新の運転スケジュールにおける評価指標値を計算して、評価指標値が DR 対応スケジュールの方が小さいか否かを判別する（ステップ S11）。

[0104] もし、DR 対応スケジュールの評価指標値が小さい場合には（ステップ S11 の Yes）、設備運用者に最新のスケジュールの承認依頼を行う（ステップ S13）。逆に、DR 対応スケジュールの評価指標値が大きい場合には（ステップ S11 の No）、運転スケジュールの承認を依頼しない（ステップ S14）。

[0105] 一方、現在採用しているのが DR 対応スケジュールの場合（ステップ S10 の No）、同様に上記 2 種類の最新の運転スケジュールにおける評価指標値を計算して、評価指標値が通常運転スケジュールの方が小さいか否かを判別する（ステップ S12）。もし、通常運転スケジュールの評価指標値が小さい場合には（ステップ S12 の Yes）、ステップ 13 に進み、運転スケジュールの承認を依頼する。

[0106] 逆に、通常運転スケジュールの評価指標値が大きい場合には（ステップS 12のNo）、ステップ14に進み、運転スケジュールの承認を依頼しない。以上の判定プロセスを経て、承認依頼判定部12は、設備運用者に対して、スケジュール最適化部11にて算出された最新の機器の運転スケジュールを承認の依頼をするか否かを判定する。

[0107] [4-15. 判定結果伝達処理]

判定結果伝達部13は、承認依頼判定部12における判定結果と判定結果に至った理由を、設備運用者に伝達する（図5のステップS4）。承認依頼を行う場合の画面例を図10に示す。図10に示した判定結果確認画面では、判定結果と、その理由と、“運転スケジュールの詳細確認画面”ボタンと、“運転スケジュールの承認”ボタンが表示され、加えて、“運転スケジュールの詳細確認画面”ボタンの画面左側に、“評価指標値の比較”ボタンが表示される。

[0108] 図11は、図10に示した“評価指標値の比較”ボタンを押したときに展開される画面例である。図11の例では評価指標値“コスト”が設定された場合に、現行のスケジュールを維持した場合と最新のスケジュールを反映した場合の各々コストが示されている。設備運用者はこの画面を確認することで、スケジュール更新の効果を認識できる。

[0109] また、図10の下部における“運転スケジュールの詳細確認画面”ボタンを押したときに展開される画面例を図12に示す。図12では上段に現行の運転スケジュールのトレンド表示と運転モード、下段では最新の運転スケジュールのトレンド表示と運転モードが示されている。設備運用者はこの画面を確認することで、スケジュール更新前後の運転スケジュールの差異を認識できる。一方、承認依頼を行わない場合の画面例を図13に示す。図13に示した判定結果確認画面では、判定結果の表示はあるが、承認依頼を行わないので、その理由については表示されない。なお、図13で表示しなかったが、承認依頼を行わなかった理由を、たとえば、「通常の運転スケジュールを維持した方がよい」などと表示してもよい。

[0110] [4-16. 制御情報の出力]

最後に、制御情報出力部 15 が、制御対象機器 2 に制御設定値を含む現在時刻以降の運転スケジュールに基づく制御情報を出力する（図 5 のステップ S6）。以上が、当日に運転スケジュールを変更する場合の、運転計画最適化装置 4 の動作フローである。

[0111] [5. 効果]

以上述べた第 1 の実施形態においては、たとえば前日の最適化処理の段階で通常の運転スケジュールを選択して、翌日にそのスケジュールに沿って制御対象機器を運転していた場合に、使用電力量の急減により、DR に応じることで評価指標の改善がみられるのであれば、その時点で設備運用者にその旨を伝達する。逆に、通常の運転スケジュールを維持した方が良ければ設備運用者にその旨を伝達することも可能である。

[0112] 上記のような第 1 の実施形態によれば、必要なときにのみ運転スケジュールの承認を、設備運用者に認識させることができる。これにより、設備運用者の負担を最大限に軽減しつつ、DR に対応して制御対象機器 2 の最適運転を確保することが可能となる。

[0113] [B. 第 2 の実施形態]

[1. 構成]

第 2 の実施形態の構成は、上記の第 1 の実施形態と同様である。

[0114] [2. 作用]

第 2 の実施形態の作用は、基本的に上記の第 1 の実施形態の場合と同様である。異なる点は“当日にスケジュールを変更する場合”の〔承認依頼判定処理〕ならびに〔判定結果伝達処理〕のみである。

[0115] [2-1. 承認依頼判定処理]

判定の処理フローを図 14 に示す。以降は承認依頼判定部 12 における判定プロセスを述べる。まず、処理データ記憶部に記憶されたプロセスデータのうち、機器の故障を抽出して当該機器を判別する（図 14 のステップ 20）。

[0116] 次に、現在制御対象機器の運転に採用されている運転スケジュールを最適化データ記憶部 23 から抽出して、故障状態にある機器をこの先の時刻で使用予定か否かを判定する（図 14 のステップ 21）。この判定は、たとえば以下のように行う。

[0117] [1] 最適化データ記憶部 23 から抽出した運転スケジュールから、図 15 に示すような現在時刻以降の機器稼働リストを作成する。図 15 では機器が停止の場合は 0、運転の場合は 1 と表現する。

[2] 故障した機器が機器稼働リストにあるどの機器に該当するかを判別する（図 15 の例では機器 C と機器 D が該当）

[0118] [3] 故障機器の運転状態を現在時刻から順次判別していき、すべての要素が 0 であれば故障状態の機器を未使用予定と判定、1 つでも要素が 1 であれば、故障状態の機器を使用予定と判定し（図 14 のステップ 21 の Yes）、ステップ 22 に進む。図 15 の例では、先ず機器 C の運転状態を判別し終わった段階では“故障状態の機器は未使用予定”と判定、次いで機器 D の 18:00 の運転状態の判別が終了した時点で“故障状態の機器は使用予定”と判定する。

[0119] 次にステップ 22 では、故障状態の機器を使用予定の場合に、設備運用者に最新の運転スケジュールの承認を依頼する。故障状態の機器を未使用予定の場合には、設備運用者に最新の運転スケジュールの承認を依頼しない（図 14 のステップ 23）。

[0120] 以上の判定プロセスを経て、承認依頼判定部 12 は、設備運用者に対して、スケジュール最適化部 11 にて算出された最新の機器の運転スケジュールを承認の依頼をするか否かを判定する。なお、この最新の機器運転スケジュールは、故障機器を除外して計算された運転スケジュールである。

[0121] [2-2. 判定結果伝達処理]

判定結果伝達部 13 は、承認依頼判定部 12 における判定結果と判定結果に至った理由を、設備運用者に伝達する。承認依頼を行う場合の画面例を図 16 に示す。図 16 では、「運転予定の機器が故障したため」といった判定

結果の理由が表示されている。なお、機器の故障が発生してもスケジュール通りの運転が可能な場合に、承認依頼を行わない根拠として、故障状態の機器は未使用である旨を、設備運用者に伝達するようにしてもよい。

[0122] [3. 効果]

以上の第2の実施形態によれば、機器の故障が発生してスケジュール通りの運転が不可能な場合には、最新の運転スケジュールの承認依頼と、承認依頼の根拠となる判定理由が機器の故障である旨を設備運用者に伝達する。また、機器の故障が発生してもスケジュール通りの運転が可能な限りは、最新の運転スケジュールの承認依頼を行わない。したがって、第2の実施形態では、たとえ機器が故障してもスケジュール通りの運転が継続できる限りは、運転スケジュールの承認について、設備運用者に認識させることがない。その結果、設備運用者の作業負担のさらなる軽減化を図ることができる。また、運転予定の機器が故障した場合には、最新の運転スケジュールの承認依頼を設備運用者に伝達するので、最新の運転スケジュールに対する設備運用者の承認を確実に受けることができ、DRに対応して制御対象機器2の最適運転を維持することが可能である。

[0123] [C. 第3の実施形態]

[1. 構成]

第3の実施形態の構成は、上記の第1の実施形態と同様である。

[0124] [2. 作用]

第3の実施形態の作用は、基本的に上記の第1の実施形態の場合と同様である。異なる点は、上記第2の実施形態と同じく、“当日にスケジュールを変更する場合”の[承認依頼判定処理]ならびに[判定結果伝達処理]である。

[0125] [2-1. 承認依頼判定処理]

判定の処理フローを図17に示す。以降は承認依頼判定部12における判定プロセスを述べる。まず、最適化データ記憶部23に記憶された現行採用されている運転スケジュールとエネルギー予測部10で予測されたエネルギー

一供給量の予測値から、各時刻のエネルギーの最大供給可能量と最小供給可能量を算出する（ステップS 3 0）。この供給可能量の算出は以下の手順で行う。

[0126] [1] 最適化データ記憶部 2 3 から抽出した現行の運転スケジュールから、現在時刻以降の機器稼働リストを作成する（この手順は上記の第 2 の実施形態の場合と同様なので、機器稼働リストは前記図 1 5 を参照）。

[2] 最大供給可能量を以下の式（1 1）を用いて算出する。

[3] 最小供給可能量を以下の式（1 2）を用いて算出する。

[0127] [数11]

$$E_{\max}^t = \sum_{i=1}^{\text{機器数}} (N_i^t \times CAP_i) + E_{\text{PRED_STP}}^t + E_{\text{ST}}^t \quad (t = \text{現在時刻}, \text{現在時刻}+1, \dots, \text{現在時刻}+n)$$

…式（1 1）

[0128] [数12]

$$E_{\min}^t = \sum_{i=1}^{\text{機器数}} (N_i^t \times LCAP_i) + E_{\text{PRED_STP}}^t + E_{\text{ST}}^t \quad (t = \text{現在時刻}, \text{現在時刻}+1, \dots, \text{現在時刻}+n)$$

…式（1 2）

$E_{\max}$: 最大供給可能量

N_i : 機器iの稼働状態（運転：1、停止：0）

CAP_i : 機器iの最大出力

$LCAP_i$: 機器iの最小出力

$E_{\text{PRED_STP}}$: エネルギー供給量の予測値

E_{ST} : エネルギー貯蔵装置のエネルギー貯蔵量もしくは放出量（貯蔵は－、放出は＋）

[0129] 次に算出されたエネルギーの供給可能量と、エネルギー予測部 1 0 で設定された最新のエネルギー消費量の予測値 $E_{\text{PRED_DEM}}^t$ を比較する（ステップS 3 1）。仮にエネルギー消費量の予測値 $E_{\text{PRED_DEM}}^t$ が最小供給可能量 $E_{\min}^t$ と最大供給可能量 $E_{\max}^t$ の間には入らない場合には（ステップS 3 1のYes）、機器の追加起動/停止が必要であるため、最新スケジュールの承認を依頼する（ステップS 3 2）。逆に、エネルギー消費量の予測値 $E_{\text{PRED_DEM}}^t$ が最小供給可能量 $E_{\min}^t$ と最大供給可能量 $E_{\max}^t$ の間に入る場合には（ステップS 3 1のNo）、機器の追加起動/停止は不要であるため、最新スケジュールの承認を依頼しない（ステップS 3 3）。

[0130] 以上の判定プロセスを経て、承認依頼判定部 12 は、設備運用者に対して、スケジュール最適化部 11 にて算出された最新の機器の運転スケジュールを、承認について依頼するか否かを判定する。

[0131] [2-2. 判定結果伝達処理]

判定結果伝達部 13 は、承認依頼判定部 12 における判定結果と判定結果に至った理由を、設備運用者に伝達する。承認依頼を行う場合の画面例を図 18 に示す。図 18 では、「機器の追加起動もしくは追加停止が必要です」といった判定結果の理由が表示されている。

[0132] また、図 18 に示す画面例では、下部の“需給誤差の確認”ボタンが表示されている。この“需給誤差の確認”ボタンを押した場合に展開される画面例を図 19 に示す。図 19 の表示によれば、上記のエネルギー消費量の予測値と最小供給可能量、最大供給可能量、エネルギー需給の不整合量と不整合時刻を、設備運用者が一目で認識できる。なお、エネルギー消費量の予測値に若干の変動が生じても機器の追加起動もしくは追加停止が不要な場合に、承認依頼を行わない根拠として、予測値の変動が運転スケジュールに影響を与えない旨を、設備運用者に伝達するようにしてもよい。

[0133] 一般にエネルギー需給に若干の不整合が生じて、制御対象機器 2 単体やローカル制御装置 3 の働きにより、その不整合は解消されるように自動で制御される場合が多い。たとえば、熱源機器などでは出口冷温水温度を補償するように機器単体の出力制御が働くようになっている。故に、仮に事前の運転スケジュールにおける機器出力と比較して、実際の機器出力が多少ずれていたとしても、機器の運転範囲内であれば上記のような調整機構が働くため、設備運用上は支障ない。

[0134] [3. 効果]

第 3 の実施形態によれば、エネルギー消費量の予測値の変動等により、機器の追加起動もしくは追加停止が必要な場合にのみ最新の運転スケジュールの承認依頼を設備運用者に伝達し、逆に、若干の変動が生じても機器の追加起動もしくは追加停止が不要な場合には最新の運転スケジュールの承認依頼

を設備運用者に伝達することはない。

[0135] したがって、第3の実施形態においては、機器の追加起動もしくは追加停止が必要となった場合には、最新の運転スケジュールの承認依頼を設備運用者に伝えるので、最新の運転スケジュールに対する設備運用者の承認を確実に受けることができ、設備運用者の作業負担を軽減しつつ、DRに対応した制御対象機器2の最適運転を確実に確保することが可能となる。

[0136] [D. 第4の実施形態]

[1. 構成]

第4の実施形態の構成は、上記の第1の実施形態と同様である。

[0137] [2. 作用]

第4の実施形態の作用は、基本的に上記の第1の実施形態の場合と同様である。異なる点は、上記第2及び第3の実施形態と同じく、“当日にスケジュールを変更する場合”の[承認依頼判定処理]ならびに[判定結果伝達処理]のみである。

[0138] [2-1. 承認依頼判定処理]

判定の処理フローを図20に示す。以降は承認依頼判定部12における判定プロセスを述べる。まず、最適化データ記憶部23に記憶された現行採用されている運転スケジュールのうち、エネルギー貯蔵装置のエネルギー貯蔵量もしくは放出量 E_{ST} 、処理データ記憶部22に記憶された現在のエネルギー貯蔵装置の貯蔵残量 S_{PV} を用いて、現在時刻以降の貯蔵残量見込み S を算出する(ステップS40)。この貯蔵残量見込み S は以下の式(13)により算出できる。

[0139] [数13]

$$S^{est} = S_{PV} + E_{ST} \cdot t \quad (t = \text{現在時刻}, \text{現在時刻}+1, \dots, \text{現在時刻}+n) \quad \dots \text{式 (13)}$$

S_{PV} : 現在のエネルギー貯蔵装置の貯蔵残量

E_{ST} : エネルギー貯蔵装置のエネルギー貯蔵量もしくは放出量 (貯蔵は-、放出は+)

[0140] 次に、算出された貯蔵残量見込み S が、エネルギー貯蔵装置の特性から定義

される最小貯蔵残量 $S_{\min}$ と最大貯蔵残量 $S_{\max}$ の間に入るか否かを評価する（ステップS 4 1）。仮に、貯蔵残量見込み S が最小貯蔵残量 $S_{\min}$ と最大貯蔵残量 $S_{\max}$ の間に入らない場合には（ステップS 4 1のYes）、最新スケジュールの承認を依頼する（ステップS 4 2）。逆に、貯蔵残量見込み S が最小貯蔵残量 $S_{\min}$ と最大貯蔵残量 $S_{\max}$ の間に入る場合には（ステップS 4 1のNo）、最新スケジュールの承認を依頼しない（ステップ4 3）。

[0141] 以上の判定プロセスを経て、承認依頼判定部12は、設備運用者に対して、スケジュール最適化部11にて算出された最新の機器の運転スケジュールを承認の依頼をするか否かを判定する。

[0142] [2-2. 判定結果伝達処理]

判定結果伝達部13は、承認依頼判定部12における判定結果と判定結果に至った理由を、設備運用者に伝達する。承認依頼を行う場合の画面例を図21に示す。図21では、承認依頼の根拠となった判定理由として、「エネルギー貯蔵装置の残量が上下限を逸脱します」といった表示がなされる。

[0143] また、図21に示す画面例では、下部の“貯蔵残量見込みの確認”ボタンが表示されている。この“貯蔵残量見込みの確認”ボタンを押した場合に展開される画面例を図22に示す。図22の表示によれば、エネルギー貯蔵装置の貯蔵残量見込みと最小貯蔵残量、最大貯蔵残量、ならびに貯蔵残量見込みが最小貯蔵残量もしくは最大貯蔵残量からどの程度逸脱してしまうかを、設備運用者が一目で認識することができる。このとき、エネルギー貯蔵残量に若干の変動が生じて、運用上順守しなければならない範囲内に収まる場合には、その旨を設備運用者に伝えるようにしてもよい。

[0144] 通常の機器では、故障や劣化等の防止の観点から、運用上順守しなければならない運転範囲が上下限で与えられる。制御対象機器2の運転スケジュールを最適化する場合には、この機器特性上の上下限よりも更に厳しめの上下限を設定するのが一般的である。このような設定により、実際の機器運用時に若干の誤差が生じて、運用上順守しなければならない運転範囲を逸脱することを回避している。

[0145] [3. 効果]

第4の実施形態によれば、エネルギー貯蔵残量が、運用上順守しなければならない範囲を逸脱しそうな場合にのみ、最新の運転スケジュールの承認依頼を設備運用者に伝達する。また、エネルギー貯蔵残量に若干の変動が生じて、運用上順守しなければならない範囲内に収まるのであれば、最新の運転スケジュールの承認依頼を設備運用者に伝達することはない。したがって、設備運用者は、エネルギー貯蔵残量を過度に気にすることがなく、作業負担を軽減することが可能である。

[0146] また、エネルギー貯蔵残量が上下限を逸脱する場合には、そのことを設備運用者に伝えと共に、運転スケジュールの承認を、設備運用者に認識させる。その結果、最新の運転スケジュールに対する設備運用者の承認を確実に受けることができ、DRに対応した制御対象機器2の最適運転を確実に確保することが可能となる。

[0147] [E. 第5の実施形態]

[1. 構成]

第5の実施形態の構成を図23に示す。図23は、第5の実施形態における運転計画最適化装置4の全体構成を示すブロック図である。第5の実施形態の構成と上記の第1～3の実施形態における構成との差異は、承認依頼判定部12で判定するルールを、設備運用者が任意に選択できる判定ルール選択部16を追加したことである。

[0148] [2. 作用]

本実施形態の作用は、基本的に上記の第1の実施形態の場合と同様である。異なるのは「判定ルール選択処理」が追加されたことである。

[0149] [2-1. 判定ルール選択処理]

設備運用者が任意のタイミングで判定ルールを選択し、以降は選択した判定ルールが承認依頼判定部12の承認依頼判定処理に採用される。判定ルール選択部16における画面展開例を図24に示す。

[0150] 図24では運転計画最適化装置4に内蔵された判定ルールが全て表示され

る。各ルールのチェックボックスにチェックを入れることで、以降、承認依頼判定部 12 において判定ルールに採用される。このチェック数は 0 個であっても、全てであっても構わない。各判定ルールにおける「承認依頼判定処理」は前記と同様である。

[0151] [3. 効果]

第 5 の実施形態によれば、設備運用者が任意に判定ルールを選択することが可能であり、プラント毎の特性や設備運用者の価値判断に応じて、設備運用者の負担を最大限に軽減しつつ、DR に対応してビル等における機器の最適な運転を確保する、蓄電蓄熱設備の運転計画最適化装置を提供できる。

[0152] [F. 他の実施形態]

本実施形態は、上記の態様に限定されるものではない。

(1) 制御対象機器は、上記で例示したものには限定されない。たとえば、エネルギー供給機器としては、太陽光発電設装置、太陽熱温水器の代わりに、又はこれに加えて、風力発電設備等、気象条件によって出力が変化する設備を用いることもできる。なお、本実施形態は、ビル等の所定の建物内に設置された制御対象機器を管理するシステムである BEMS (Building Energy Management System) に適している。ただし、制御対象機器の設置位置は、単一の建物か複数の建物かには限定されず、屋外を含んでいてもよい。つまり、所定の領域に設置された制御対象機器を制御する EMS (Energy Management System) として、広く適用可能である。

[0153] (2) 運転計画最適化装置、ローカル制御装置、端末等は、CPU 等を含むコンピュータを所定のプログラムで制御することによって実現できる。この場合のプログラムは、コンピュータのハードウェアを物理的に活用することで、上記のような各部の処理を実現するものである。

[0154] 上記の各部の処理を実行する方法、プログラム及びプログラムを記録した記録媒体も、実施形態の一態様である。また、ハードウェアで処理する範囲、プログラムを含むソフトウェアで処理する範囲をどのように設定するかは、特定の態様には限定されない。たとえば、上記の各部のいずれかを、それ

それぞれの処理を実現する回路として構成することも可能である。

[0155] (3) 上記の各処理部、記憶部等は、共通のコンピュータにおいて実現してもよいし、ネットワークで接続された複数のコンピュータによって実現してもよい。たとえば、処理データ記憶部、最適化データ記憶部を、最適化処理部とネットワークで接続されたサーバに構成してもよい。

[0156] さらに、図25に示すように、制御対象機器2を設置した建物などに設けられた情報通信装置6に、遠隔に設置された運転計画最適化装置4を、ネットワークN2を介して接続した構成とすることも可能である。情報通信装置6は、パーソナルコンピュータ、制御パネル等により構成することができる。

[0157] 情報通信装置6は、たとえば、送受信部61、制御情報出力部62、表示部63を有する。送受信部61は、運転計画最適化装置4との情報の送受信を行う処理部である。たとえば、送受信部61は、運転計画最適化装置4からの制御情報を含む運転スケジュールを受信し、運転計画最適化装置4へ、優先順位や運転スケジュールの選択指示を送信することができる。

[0158] 制御情報出力部62は、ネットワークN2で接続されたローカル制御装置3に制御情報を出力する処理部である。表示部63は、制御情報を含む受信した運転スケジュール等を表示する処理部である。入力部64は、優先順位や運転スケジュールの選択指示等を入力する処理部である。表示部63及び入力部64は、上記のスケジュール表示部26及び優先順位入力部25としての機能を有する。

[0159] さらに、需要家側には、運転計画最適化装置4から出力された制御情報を受信する受信部のみが存在して、受信部が受信した制御情報に基づいて、ローカル制御機器3が制御される構成とすることも可能である。このように、たとえば、クラウドコンピューティングのように、ネットワークを介して、制御対象機器2から遠隔の地に構成された単一若しくは複数のサーバにより、運転計画最適化装置4を実現する態様も、本実施形態の一態様である。これにより、需要家側の設備を簡略化して、導入コストを節約することができる。

、普及の促進に繋がる。

[0160] (4) 処理データ記憶部、最適化データ記憶部に記憶される各データの記憶領域は、それぞれが各データの記憶部として構成できる。これらの記憶部は、典型的には、内蔵された又は外部接続された各種メモリ、ハードディスク等により構成できる。ただし、記憶部としては、現在又は将来において利用可能なあらゆる記憶媒体を利用可能である。演算に用いるレジスタ等も、記憶部として捉えることができる。記憶の態様も、長時間記憶が保持される態様のみならず、処理のために一時的に記憶され、短時間で消去又は更新される態様も含まれる。

[0161] (5) 実施形態に用いられる情報の具体的な内容、値は自由であり、特定の内容、数値には限定されない。実施形態において、しきい値に対する大小判断、一致不一致の判断等において、以上、以下、として値を含めるように判断するか、より大きい、より小さい、超える、超えない、上回る、下回る、未満として値を含めないように判断するかも自由である。したがって、たとえば、値の設定によっては、「以上」を「より大きい」、「超える」、「上回る」に、「以下」を「より小さい」、「超えない」、「下回る」、「未満」に読み替えても、実質的には同じである。

[0162] (6) 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、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。

符号の説明

- [0163] 1 …建物
2 …制御対象機器
3 …ローカル制御装置
4 …運転計画最適化装置

- 5 …運転計画最適化システム
- 6 …情報通信装置
- 1 0 …エネルギー予測部
- 1 1 …スケジュール最適化部
- 1 2 …承認依頼判定部
- 1 3 …判定結果伝達部
- 1 4 …制御情報出力部
- 1 5 …開始指示部
- 2 0 …データ取得部
- 2 1 …設定パラメータ入力部
- 2 2 …処理データ記憶部
- 2 3 …最適化データ記憶部
- 2 4 …送受信部
- 4 0 …最適化処理部
- 6 1 …送受信部
- 6 2 …制御情報出力部
- 6 3 …表示部
- 1 0 0 …蓄電池
- 1 0 1 …P V
- 1 0 2 …C G S (Co-Generation System)
- 1 0 3 …電気式冷凍機
- 1 0 4 …吸収式冷温水機
- 1 0 5 …蓄熱槽
- 1 1 1 …空調機
- N 1、N 2 …ネットワーク

請求の範囲

- [請求項1] エネルギーの供給、消費あるいは貯蔵を行う制御対象機器の運転計画最適化装置において、
- 前記制御対象機器について、プロセスデータに基づき将来の所定の期間における消費エネルギー若しくは供給エネルギーの予測値を設定するエネルギー予測部と、
- 前記予測値、前記制御対象機器の特性とプロセスデータに基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の運転スケジュールを、所定の評価指標により最適化するスケジュール最適化部と、
- 予め定められた判定条件に基づいて最新の運転スケジュール承認の必要性を判定する承認依頼判定部と、
- 前記承認依頼判定部における判定結果を伝達する判定結果伝達部を有する運転計画最適化装置。
- [請求項2] 前記スケジュール最適化部は、デマンドレスポンスによるインセンティブを考慮して制御対象機器の運転スケジュールを最適化する請求項1に記載の運転計画最適化装置。
- [請求項3] 前記承認依頼判定部は、運転予定の機器が故障した場合に、最新の運転スケジュール承認の依頼を行う請求項1または2に記載の運転計画最適化装置。
- [請求項4] 前記承認依頼判定部は、消費エネルギーの予測値が運転スケジュールにおける供給可能エネルギー範囲を逸脱し、運転予定の機器の運転又は停止状態が変化する場合に、最新の運転スケジュール承認の依頼を行う請求項1または2に記載の運転計画最適化装置。
- [請求項5] 前記承認依頼判定部は、エネルギーの貯蔵を行う制御対象機器の貯蔵量が予め設定した範囲を逸脱する場合に、最新の運転スケジュール承認の依頼を行う請求項1または2に記載の運転計画最適化装置。
- [請求項6] 前記貯蔵量の限界値は、機器特性で定められる運用上順守すべき範囲である請求項5に記載の運転計画最適化装置。

[請求項7] 前記承認依頼判定部は、デマンドレスポンスによるインセンティブを考慮した運転スケジュールの評価指標がデマンドレスポンスによるインセンティブを考慮しない運転スケジュールの評価指標よりも改善する場合に、最新の運転スケジュール承認の依頼を行う請求項2に記載の運転計画最適化装置。

[請求項8] 前記承認依頼判定部は、デマンドレスポンスによるインセンティブを考慮しない運転スケジュールの評価指標がデマンドレスポンスによるインセンティブを考慮した運転スケジュールの評価指標よりも改善する場合に、最新の運転スケジュール承認の依頼を行う請求項1に記載の運転計画最適化装置。

[請求項9] エネルギーの供給、消費あるいは貯蔵を行う制御対象機器の運転計画最適化方法であって、

前記制御対象機器について、プロセスデータに基づき将来の所定の期間における消費エネルギー若しくは供給エネルギーの予測値を設定するエネルギー予測ステップと、

前記予測値、前記制御対象機器の特性とプロセスデータに基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の運転スケジュールを、所定の評価指標により最適化するスケジュール最適化ステップと、

予め定められた判定条件に基づいて最新の運転スケジュール承認の必要性を判定する承認依頼判定ステップと、

前記承認依頼判定ステップによる判定結果を伝達する判定結果伝達ステップを、コンピュータを用いて行う運転計画最適化方法。

[請求項10] コンピュータを利用して、エネルギーの供給、消費あるいは貯蔵を行う制御対象機器の運転計画最適化装置を、実現する運転計画最適化プログラムにおいて、

前記制御対象機器について、プロセスデータに基づき将来の所定の期間におけるエネルギー消費機器の消費エネルギー若しくはエネルギー供給機器の供給エネルギーの予測値を設定するエネルギー予測機能

と、

前記予測値、前記制御対象機器の特性とプロセスデータに基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の運転スケジュールを、所定の評価指標により最適化するスケジュール最適化機能と、

予め定められた判定条件に基づいて最新の運転スケジュール承認の必要性を判定する承認依頼判定機能と、

前記承認依頼判定機能による判定結果を伝達する判定結果伝達機能を、前記コンピュータに実現させる運転計画最適化プログラム。