

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

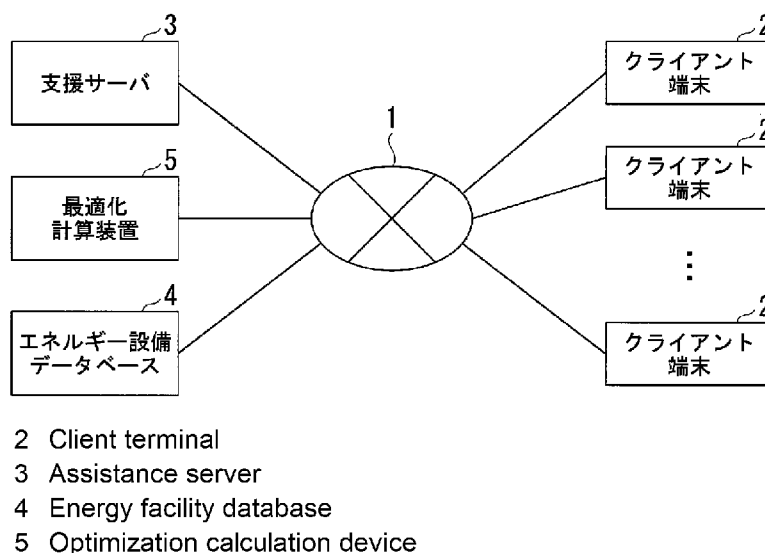
WO 2020/004454 A1

- (51) 国際特許分類:
G06Q 10/04 (2012.01) *G06Q 50/06* (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/025358
- (22) 国際出願日: 2019年6月26日(26.06.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
62/689,853 2018年6月26日(26.06.2018) US
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小熊 祐司(KOGUMA Yuji); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 稲村 彰信(INAMURA Akinobu); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 藤井 正和(FUJII Masakazu); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西澤 和純, 外(NISHIZAWA Kazuyoshi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: ENERGY SYSTEM OPTIMIZATION PROGRAM, ENERGY SYSTEM OPTIMIZATION METHOD, AND ENERGY SYSTEM OPTIMIZATION DEVICE

(54) 発明の名称: エネルギーシステム最適化プログラム、エネルギーシステム最適化方法及びエネルギーシステム最適化装置

[図1]



(57) Abstract: This energy system optimization program is for causing a computer to perform prescribed steps. The steps include: an input step for designating a plurality of kinds of energy facilities which constitute an energy system; a calculation step for calculating, regarding a system configuration and/or an operation pattern of the energy system which meets a prescribed demand, an optimal system configuration and/or an optimal operation pattern in which a prescribed index presents the smallest value; and an output step for outputting the optimal system configuration and/or the optimal

[続葉有]



WO 2020/004454 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

operation pattern.

(57) 要約: このエネルギーシステム最適化プログラムは、コンピュータに所定のステップの処理を行わせるエネルギーシステム最適化プログラムであって、前記ステップは、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力ステップと、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算ステップと、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力ステップとを有する。

明 細 書

発明の名称：

エネルギーシステム最適化プログラム、エネルギーシステム最適化方法及びエネルギーシステム最適化装置

技術分野

[0001] 本開示は、エネルギーシステム最適化プログラム、エネルギーシステム最適化方法及びエネルギーシステム最適化装置に関する。

本願は、2018年6月26日に米国に出願された米国仮出願62／689，853号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 下記特許文献1には、コンピュータを用いたエネルギー貯蔵システムにおけるエネルギー貯蔵設備の充放電制御方法と、上記エネルギー貯蔵設備の充放電制御をコンピュータに実行させる実行コードが格納されたコンピュータに読取り可能な記録媒体と、上記エネルギー貯蔵設備の充放電制御システムとが開示されている。この背景技術は、コンピュータを用いることにより、履歴データと予測データ、第1、第2の物理モデル、経済的なインセンティブ情報、エネルギー貯蔵システムの拘束条件、エネルギー貯蔵システムの構成、コストモデル等に基づいてエネルギー貯蔵の経済的な価値を最大化し得るエネルギー貯蔵設備の充放電戦略を求めることを目的としている。

特許文献1：米国特許第9509176号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] ところで、エネルギーシステムを構成するエネルギー設備には、上記エネルギー貯蔵設備の他に様々な種類の設備、例えば各種形態の発電設備や水電解装置のようなエネルギー変換設備がある。エネルギーシステムは、このような様々な種類のエネルギー設備が複合されて運用されることが多い。しかしながら、上記背景技術は、エネルギー貯蔵設備のみを取扱っており、複数

種類のエネルギー設備を含むエネルギーシステムを取扱うことを想定していない。

[0004] 本開示は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、複数種類のエネルギー設備を含むエネルギーシステムを取扱うことが可能なエネルギーシステム最適化技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記目的を達成するために、本開示の第1態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、コンピュータに所定のステップの処理を行わせるエネルギーシステム最適化プログラムであって、前記ステップは、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力ステップと、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算ステップと、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力ステップとを有する。

[0006] 本開示の第2態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第1態様において、前記計算ステップでは、前記指標の最小を示す目的関数と所定の制約条件とを含む最適化問題を解くことにより前記最適運転パターンを求め、前記入力ステップでは、前記目的関数及び前記制約条件を指定する。

[0007] 本開示の第3態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第2態様において、前記指標としてシステムコストを用いる。

[0008] 本開示の第4態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第3態様において、前記システムコストは、前記エネルギーシステムのイニシャルコストとランニングコストとの重み付け和である。

[0009] 本開示の第5態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第4態様において、前記ランニングコストは、前記エネルギーシステムのメンテナンスコストと、前記エネルギーシステムに入力される入力資源及び前記

エネルギーシステムから出力される出力資源の少なくとも一方に関するリソースコストと、の重み付け和である。

[0010] 本開示の第6態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第2態様～第5態様のいずれか1つにおいて、前記制約条件は、前記エネルギーシステムに入力される資源の入力量 U 、前記エネルギー設備が生成する資源の生成量 G 、前記エネルギー設備が消費する資源の消費量 S 、前記エネルギーシステムに対する資源の需要量 J 及び前記エネルギーシステムの外部への資源の出力量 O からなる以下の式(1)を含む。

[0011] [数1]

$$U + G = S + J + O \quad (1)$$

[0012] 本開示の第7態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第1態様～第6態様のいずれか1つにおいて、前記入力ステップでは、予め登録されたエネルギー設備を選択することと、新たな前記エネルギー設備の消費資源及び生成資源並びに前記消費資源及び前記生成資源に関する特性値を設定することと、の少なくともいずれか一方を行うことによって、前記エネルギー設備を指定する。

[0013] 本開示の第8態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第7態様において、前記入力ステップでは、前記予め登録されたエネルギー設備の前記特性値が変更可能である。

[0014] 本開示の第9態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第1態様～第8態様のいずれか1つにおいて、前記出力ステップでは、前記エネルギー設備の所定期間かつ当該所定期間内における複数の単位期間について、前記エネルギーシステムに入力される資源及び前記エネルギーシステムに対する需要の時間変化を出力し、前記入力ステップでは、前記所定期間及び前記単位期間をさらに入力する。

[0015] 本開示の第10態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第1態様～第9態様のいずれか1つにおいて、前記出力ステップでは、前記入力ステップで指定された前記複数種類のエネルギー設備のうち、前記最適

システム構成に含まれるエネルギー設備と前記最適システム構成に含まれないエネルギー設備とを異なる態様で出力する。

[0016] 本開示の第1態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第1態様～第10態様のいずれか1つにおいて、前記出力ステップでは、前記需要に対するシャドープライスをさらに出力する。

[0017] 本開示の第2態様に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、上記第1態様～第11態様のいずれか1つにおいて、前記入力ステップでは、種々の形態のエネルギーを発生させるエネルギー発生設備と、ある形態のエネルギーを他の形態のエネルギーに変換するエネルギー変換設備と、外部から供給されるエネルギーを内部に貯め込むエネルギー貯蔵設備とのうち2種類以上を指定する。

[0018] 本開示の第3態様に係るエネルギーシステム最適化方法は、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力工程と、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算工程と、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力工程とを有する。

[0019] 本開示の第4態様に係るエネルギーシステム最適化装置は、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力部と、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算部と、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力部とを備える。

発明の効果

[0020] 本開示によれば、複数種類のエネルギー設備を含むエネルギーシステムを取扱うことが可能なエネルギーシステム最適化技術を提供することが可能で

ある。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本開示の一実施形態に係るエネルギーシステム最適化システムの構成を示すブロック図である。

[図2]本開示の一実施形態におけるエネルギーシステムを示す模式図である。

[図3]本開示の一実施形態におけるエネルギー設備を示す模式図である。

[図4]本開示の一実施形態に係るエネルギーシステム最適化システムの基本動作を示すフローチャートである。

[図5A]本開示の一実施形態におけるエネルギー設備の第1の指定画面を示す模式図である。

[図5B]本開示の一実施形態におけるエネルギー設備の第2の指定画面を示す模式図である。

[図6]本開示の一実施形態における計算条件の入力画面を示す模式図である。

[図7]本開示の一実施形態におけるシステムコスト（総コスト）を示す模式図である。

[図8]本開示の一実施形態におけるエネルギーシステムのリソースバランスを示す模式図である。

[図9]本開示の一実施形態における最適システム構成の一例を示す模式図である。

[図10]本開示の一実施形態における最適運転パターンの一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照して、本開示の一実施形態について説明する。

本実施形態は、ネットワークを用いた会員への情報提供サービスとして本開示を実現する場合に関し、図1に示すエネルギーシステム最適化システムによって構成される。

[0023] このエネルギーシステム最適化システムは、複数種類のエネルギー設備を含むエネルギーシステムを最適化の対象とする。上記エネルギー設備は例え

ば3つの形態に分類することができる。第1の種類は、種々の形態のエネルギーを発生させるエネルギー発生設備（Renewable）である。

[0024] また、第2の種類は、ある形態のエネルギーを他の形態のエネルギーに変換するエネルギー変換設備（Converter）である。さらに、第3の種類は、外部から供給されたエネルギーを内部に貯め込むエネルギー貯蔵設備（Storage）である。最適化対象のエネルギーシステムは、これら複数種類のエネルギー設備のうち、少なくとも2種類以上を含む。

[0025] 上記エネルギー発生設備は、火力発電、原子力発電、風力発電及び太陽光発電等の各種発電設備である。また、エネルギー変換設備は、水電解設備やガスコージェネレーション設備のように電力（電気エネルギー）や燃料ガス（化学エネルギー）を用いて水素（化学エネルギー）や湯（熱エネルギー）等を発生させる設備である。さらに、エネルギー貯蔵設備は、電力（電気エネルギー）をそのまま蓄える各種の蓄電池、電力（電気エネルギー）を運動エネルギーに変換して蓄えるフライホイール等である。

[0026] 図2は、エネルギーシステムAの構成例を示している。このエネルギーシステムAは、風力発電設備a1（エネルギー発生設備：Renewable）、水電解設備a2（エネルギー変換設備：Converter）、ガスコージェネレーション設備a3（エネルギー変換設備：Converter）、太陽発電設備a4（エネルギー発生設備：Renewable）及び蓄電設備a5（エネルギー貯蔵設備：Storage）を備えている。

[0027] 以下の説明では、このようなエネルギーシステムAの構成要素である風力発電設備a1（エネルギー発生設備：Renewable）、水電解設備a2（エネルギー変換設備：Converter）、ガスコージェネレーション設備a3（エネルギー変換設備：Converter）、太陽発電設備a4（エネルギー発生設備：Renewable）及び蓄電設備a5（エネルギー貯蔵設備：Storage）を総称してエネルギー設備aという。エネルギー設備aは、所定の資源の消費及び所定の資源を生成の少なくとも一方を行う設備である。

[0028] なお、本開示は、外部と基本的に通信しない1台のコンピュータ（スタン

ドアローン・コンピュータ）に本開示に係るエネルギーシステム最適化プログラムをインストールすることによって実現することも可能である。このコンピュータは、CPU（中央処理装置、プロセッサ）、記憶装置、及び入出力装置等を備える。記憶装置は、RAM（Random Access Memory）等の揮発性メモリ、ROM（Read Only Memory）等の不揮発性メモリ、HDD（Hard Disk Drive）、及びSSD（Solid State Drive）等のうちの1以上を含む。入出力装置は、有線又は無線で外部の入力機器及び出力機器と信号やデータのやり取りを行う。入力機器としては、キーボードやマウス、タッチパネル等が挙げられる。出力機器としては、ディスプレイやプリンタ等が挙げられる。コンピュータは、記憶装置に保存されたプログラムに基づいて後述する所定の機能を果たすことができる。

[0029] しかしながら、本実施形態に係るエネルギーシステム最適化システムは、より多くのユーザにより低価格で本開示の恩恵を提供するために、エネルギーシステム最適化プログラムの機能をネットワーク上における複数の情報通信装置に分散搭載することにより、本開示の恩恵をネットワークにおける1つの情報提供サービスとしてユーザに提供する。

[0030] このようなエネルギーシステム最適化システムは、図1に示すように、上記ネットワークに相当する通信網1、並びに上記複数の情報通信装置に相当する複数のクライアント端末2、中継サーバ3、エネルギー設備データベース4及び最適化計算装置5を備えている。このエネルギーシステム最適化システムは、本開示に係るエネルギーシステム最適化装置に相当する。

[0031] また、上記各構成要素のうち、通信網1、複数のクライアント端末2及び中継サーバ3は、本開示に係るエネルギーシステム最適化装置の入力部及び出力部を構成している。すなわち、通信網1、複数のクライアント端末2及び中継サーバ3は、本開示に係るエネルギーシステム最適化プログラムにおける入力ステップ及び出力ステップを実行する構成要素であり、また本開示に係るエネルギーシステム最適化方法における入力工程及び出力工程を実行する構成要素でもある。

- [0032] さらに、本実施形態における最適化計算装置5は、本開示に係るエネルギーシステム最適化装置の計算部に相当する。すなわち、最適化計算装置5は、本開示に係るエネルギーシステム最適化プログラムにおける計算ステップを実行する構成要素であり、また本開示に係るエネルギーシステム最適化方法における計算工程を実行する構成要素でもある。
- [0033] ここで、本開示に係るエネルギーシステム最適化プログラムは、コンピュータに所定のステップの処理を行わせるプログラムであり、詳細については後述するが、上記ステップは入力ステップ、計算ステップ及び出力ステップを有する。
- [0034] 本実施形態では、このようなエネルギーシステム最適化プログラムにおいて入力ステップ、計算ステップ及び出力ステップに各々対応する3つの要素プログラム、つまり入力プログラム、計算プログラム及び出力プログラムは、入力プログラムと出力プログラムとが1つのプログラムモジュール（第1モジュール）として作成されて所定の記録媒体に記憶される。また、計算プログラムは、上記プログラムモジュールとは異なるプログラムモジュール（第2モジュール）として作成されて所定の記録媒体に記憶される。
- [0035] 上記記録媒体は、パッケージ形態は特に限定されないが、例えばUSBメモリあるいは各種のメモリーカードである。また、本開示に係るエネルギーシステム最適化プログラムについては、提供元となるファイルサーバからダウンロードされてコンピュータにインストールされる提供態様が考えられる。本実施形態における記録媒体は、エネルギーシステム最適化プログラムが記憶されているファイルサーバの記憶領域をも含む概念である。すなわち、本実施形態の記録媒体は、プログラムを記憶し非一時的にコンピュータで読み取り可能な有形の媒体である。
- [0036] なお、本開示に係るエネルギーシステム最適化プログラムをスタンドアローン・コンピュータにインストールして本開示に係るエネルギーシステム最適化装置を構成する場合、エネルギーシステム最適化プログラムは、単一のプログラムモジュールとして構成されて当該コンピュータにおける所定の記

憶領域に記憶される。

[0037] 通信網 1 は、所定の通信プロトコルに準拠した通信パケットを伝送する有線及び無線のうち少なくともいずれか一方の情報通信網であり、典型的には複数のコンピュータネットワークが相互接続されたインターネットである。なお、この通信網 1 については、単一の事業体が運営するイントラネットであってもよい。

[0038] このような通信網 1 には、複数のクライアント端末 2、中継サーバ 3、エネルギー設備データベース 4 及び最適化計算装置 5 が電氣的に接続されている。この通信網 1 は、複数のクライアント端末 2、中継サーバ 3、エネルギー設備データベース 4 及び最適化計算装置 5 間の情報通信を可能にする有線及び無線の少なくともいずれか一方の通信媒体である。

[0039] 複数のクライアント端末 2 は、中継サーバ 3 から情報提供サービスを受ける個々のユーザが各々管理する通信端末である。各クライアント端末 2 は、各々のユーザが管理する通信端末であり、各々のユーザの情報提供要求及び最適化計算装置 5 が必要とする演算条件等を通信網 1 を介して中継サーバ 3 に送信する。各クライアント端末 2 は、CPU、記憶装置、及び入出力装置等を備える。

[0040] また、各クライアント端末 2 は、上記情報提供要求に対する回答情報を通信網 1 を介して中継サーバ 3 から受信する。このような複数のクライアント端末 2 は、据置型のデスクトップ PC（パーソナル・コンピュータ）、可搬型のノート PC 及びタブレット端末等のうちの 1 以上を含む。

[0041] 中継サーバ 3 は、エネルギーシステム最適化システムを運営する事業者が管理する通信サーバであり、上述した第 1 モジュールがインストールされることにより、上述した入力ステップ及び出力ステップを実行するコンピュータである。この中継サーバ 3 は、上記情報提供要求等を通信網 1 を介してクライアント端末 2 から受信すると共に、最適化計算装置 5 から取得した上記回答情報を通信網 1 を介してクライアント端末 2 に送信する。

[0042] このような中継サーバ 3 は、複数のクライアント端末 2 と最適化計算装置

5 との間の情報中継を行う情報通信装置である。すなわち、本実施形態に係るエネルギーシステム最適化システムは、本開示に係るエネルギーシステム最適化装置が有する 3 つの機能構成部（入力部、計算部及び出力部）を通信網 1 を介して相互接続された複数の情報通信装置（複数のクライアント端末 2、中継サーバ 3 及び最適化計算装置 5）に分散配置することにより、エネルギーシステム最適化システムの利便性を向上させると共に稼働効率をより向上させている。

[0043] エネルギー設備データベース 4 は、上記中継サーバ 3 と同様に最適化計算装置 5 を補助する通信機器であり、通信網 1 に接続されている。このエネルギー設備データベース 4 は、多数のエネルギー設備 a に関する属性情報を記憶する記憶装置を備えており、最適化計算装置 5 から受信する提供要求に応じて上記属性情報を最適化計算装置 5 に提供する。

[0044] ここで、上記属性情報は、上述した各種のエネルギー設備 a のうち、個々のエネルギー設備 a の特徴を定義するための情報であり、エネルギー設備 a に入力される入力資源、エネルギー設備 a から出力される出力資源を含む。また、この属性情報は、上記入力資源及び出力資源に関する特性値をも含む。

[0045] 上記入力資源はエネルギー設備 a に入力される資源（リソース）であり、上記出力資源はエネルギー設備 a から出力される資源（リソース）である。また、上記特性値は、入力資源と出力資源との関係、つまり入力資源及び出力資源に関するエネルギー設備 a の特性（性能）を示す概念である。

[0046] すなわち、本実施形態では、入力資源（入力リソース）及び出力資源（出力リソース）並びに当該入力資源（入力リソース）と出力資源（出力リソース）との入出力特性を示す特性値を用いることにより、図 3 に示すように複数種類のエネルギー設備 a を個別に定義する。

[0047] なお、図 3 に示すように、入力資源（入力リソース）は、エネルギー設備 a で消費される消費資源と称することができる。また、出力資源（出力リソース）はエネルギー設備 a で生成される生成資源と称することができる。

なお、エネルギー設備 a は、資源（例えば電力）を貯蔵及び放出できる蓄電池等を含んでいるため、上記消費資源とは、エネルギー設備 a で消費または貯蔵される資源を示し、上記生成資源とは、エネルギー設備 a で生成または放出される資源を示す。

[0048] 例えば、エネルギー設備 a の一例としてガスコージェネレーション設備 a 3 を取り上げた場合、入力資源（入力リソース、消費資源）は都市ガス等の燃料ガスであり、出力資源（出力リソース、生成資源）は電力、熱及び二酸化炭素（CO₂）となる。

[0049] 最適化計算装置 5 は、上述した第 2 モジュールがインストールされることにより、上述した計算ステップを実行するコンピュータである。この最適化計算装置 5 は、風力発電設備 a 1、水電解設備 a 2、ガスコージェネレーション設備 a 3、太陽発電設備 a 4 及び蓄電設備 a 5 を含むエネルギーシステム A について、所定の資源需要（出力資源に対する需要、すなわちエネルギーシステム A に対する需要）を満足するシステム構成及び運転パターンのうち、システムコストが最小となる最適システム構成及び最適運転パターンを求める。

なお、本実施形態のシステム構成とは、エネルギー設備の導入可否や導入個数だけでなく、例えばエネルギー設備の定格出力や容量、効率等も含む。すなわち、求められた最適システム構成において、エネルギー設備の導入可否や導入個数、定格出力、容量、効率等が示されていてもよい。

[0050] より具体的には、最適化計算装置 5 は、エネルギーシステム A に関する最適化問題、つまり所定の目的関数と制約条件とからなる数理計画問題を解くことにより、エネルギーシステム A のシステムコストが最小となる最適システム構成及び最適運転パターンを求める。なお、本実施形態における最適化問題の詳細については、動作説明として後述する。

[0051] 次に、本実施形態に係るエネルギーシステム最適化システムの動作について、図 4 に示すフローチャートに沿って説明する。

[0052] 最初に、このエネルギーシステム最適化システムを利用するユーザとして

は、事前登録によって本システムの利用権利を取得した者や、所定の利用料を支払うと共に所定の利用条件を満足した者が挙げられる。このようなユーザは、本システムを利用する場合、クライアント端末2を操作することによって中継サーバ3にアクセスし、クライアント端末2と中継サーバ3との間で必要情報を送受信することによって、自らが指定したエネルギーシステムに関する最適システム構成及び最適運転パターンをクライアント端末2に出力させる。

[0053] より具体的には、ユーザがクライアント端末2を操作することによって中継サーバ3に情報提供要求を送信すると、中継サーバ3は、エネルギーシステムAを構成するエネルギー設備a及び計算条件をユーザに入力させる入力画面をクライアント端末2に表示させる。ユーザは、この入力画面に従ってエネルギー設備a及び計算条件を順次指定する（ステップS1）。

[0054] このステップS1では、中継サーバ3は、エネルギー設備aのための指定画面をクライアント端末2に表示させる。この指定画面には、例えば図5A及び5Bに示すようにエネルギー設備選択画面G1とエネルギー設備設定画面G2とがある。

[0055] エネルギー設備選択画面G1は、エネルギー設備データベース4に予め登録された多数のエネルギー設備aの中からユーザが特定のエネルギー設備aを選択指定する指定画面である。図5Aの例では、エネルギー設備選択画面G1は、エネルギー設備aの種類毎、つまりエネルギー発生設備（Renewable）、エネルギー変換設備（Converter）及びエネルギー貯蔵設備（Storage）毎に1あるいは複数のエネルギー設備aを選択指定することができる。

[0056] 中継サーバ3は、通信網1を介してエネルギー設備データベース4と通信を行うことにより、エネルギー設備データベース4に予め登録された多数のエネルギー設備aを種類毎にエネルギー設備選択画面G1に表示させる。

[0057] なお、このような指定画面では、ユーザが選択したエネルギー設備aの属性情報が変更自在である。すなわち、指定画面では、ユーザは自らが選択したエネルギー設備aの属性情報の表示を中継サーバ3に要求することにより

特性値を確認することができる。そして、ユーザは、指定画面上で特性値を編集することにより、編集後の特性値を備えるエネルギー設備 a をエネルギーシステム A の構成要素として指定する。

[0058] 一方、エネルギー設備設定画面 G 2 は、エネルギー設備データベース 4 に予め登録されていない新たなエネルギー設備 a について、エネルギー設備 a 毎に入力資源（消費資源）、出力資源（生成資源）及び特性値を指定する指定画面である。図 5 B の例では、エネルギー設備設定画面 G 2 は、個々のエネルギー設備 a について、最大で 3 つの入力資源（消費資源）、出力資源（生成資源）及び特性値を入力設定することができるように構成されている。

[0059] また、ステップ S 1 では、上記計算条件を設定画面を用いて入力する。この設定画面は、指定画面で指定されたエネルギーシステム A に関する最適化問題（エネルギーシステム最適化問題）を解く上で必要な画面であり、図 6 に示す計算条件設定画面 G 3 のように、最適化問題の目的関数及び制約条件並びに目的関数及び制約条件で使用する変数やパラメータの定義情報を入力する画面である。

[0060] なお、変数やパラメータの定義情報には、当然にエネルギーシステム A に期待される資源需要に関する情報が含まれている。この資源需要は、所定期間（例えば 1 年間）及び当該所定期間における複数の単位期間（例えば 1 日）毎の出力資源（生成資源）の必要量としてクライアント端末 2 に入力される。

[0061] すなわち、ステップ 1 では、ユーザがクライアント端末 2 を用いて複数種類のエネルギー設備 a に関するエネルギーシステム最適化問題を解く上で必要な情報、つまりエネルギー設備 a の定義情報及び最適化問題の計算条件を通信網 1 を介して中継サーバ 3 に全て入力する。

[0062] 中継サーバ 3 は、このようにしてエネルギー設備 a の定義情報及び最適化問題の計算条件が入力されると、当該エネルギー設備 a の定義情報及びエネルギーシステム最適化問題の計算条件を最適化計算装置 5 に送信することにより、エネルギーシステム最適化問題の計算指示を出力する。この計算指示

が中継サーバ3から最適化計算装置5に入力されることによって、ステップ1は完了する。

[0063] 最適化計算装置5は、上記計算指示に基づいてエネルギーシステム最適化問題を解く、つまりエネルギーシステムAのシステムコストが最小となる最適システム構成及び最適運転パターンを求めるが、本実施形態では、例えば下式(2)～(29)及び表1～5Bで示すように最適化問題を定義する。

[0064] すなわち、本実施形態では、式(2)～(29)に示すように、エネルギーシステム最適化問題を混合整数計画問題として定式化する。なお、式(2)～(29)は、エネルギー設備aの構成を特定しない一般的なエネルギーシステムについて定式化した数式である。

[0065] [数2]

$$\text{minimize } f^{\text{Initial}}(x, y, z) + \sum_{k \in \mathcal{K}} f_k^{\text{Running}}(x, y, z, s_k^+, s_k^{++}, s_k^-, s_k^{--}, \psi_k^{+\text{Peak}}, \psi_k^{-\text{Peak}}) \quad (2)$$

subj. to

[数3]

$$x_i^{\min} z_i \leq x_i \leq x_i^{\max} z_i, \quad i \in \mathcal{E}, \quad (3)$$

[数4]

$$y_i^{\min} z_i \leq y_i \leq y_i^{\max} z_i, \quad i \in \mathcal{S}, \quad (4)$$

[数5]

$$\sum_{i \in \mathcal{E}} z_i \leq N_E, \quad (5)$$

[数6]

$$r_{ikl}^{\min p} x_i - (1 - h_{ikl}) x_i^{\max} \leq p_{ikl} \leq r_{ikl}^{\max p} x_i, \quad i \in \mathcal{C}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (6)$$

[数7]

$$0 \leq p_{ikl}^+ \leq r_{ikl}^{\max p} x_i, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (7)$$

[数8]

$$0 \leq p_{ikl}^- \leq r_{ikl}^{\max p} x_i, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (8)$$

[数9]

$$0 \leq p_{ikl}^- \leq r_{ikl}^{\max p} x_i, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (9)$$

[数10]

$$0 \leq p_{ikl}^- \leq r_{ikl}^{\max p} x_i, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (10)$$

[数11]

$$0 \leq p_{ikl}^- \leq r_{ikl}^{\max p} x_i, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (11)$$

[数12]

$$r_{ikl}^{\min q} y_i \leq q_{ikl}(p_{ik}^+, p_{ik}^-, q_{ik0}) \leq r_{ikl}^{\max q} y_i, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (12)$$

[数13]

$$q_{ik|L-1|}(p_{ik}^+, p_{ik}^-, q_{ik0}) = q_{ik0}, \quad i \in S, k \in \mathcal{K}, \quad (13)$$

[数14]

$$s_{nkl}^+ \geq 0, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (14)$$

[数15]

$$s_{nkl}^- \geq 0, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (15)$$

[数16]

$$s_{nkl}^{++} \geq 0, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (16)$$

[数17]

$$s_{nkl}^{--} \geq 0, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (17)$$

[数18]

$$s_{nkl}^{++} + s_{nkl}^{+\max} \geq s_{nkl}^{+}, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (18)$$

[数19]

$$s_{nkl}^{--} + s_{nkl}^{-\max} \geq s_{nkl}^{-}, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (19)$$

[数20]

$$\phi_{nkl}^{+\text{Peak}} s_{nkl}^{+} \leq \psi_{nk}^{+\text{Peak}}, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (20)$$

[数21]

$$\phi_{nkl}^{-\text{Peak}} s_{nkl}^{-} \leq \psi_{nk}^{-\text{Peak}}, \quad n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (21)$$

[数22]

$$\begin{aligned} & \sum_{i \in \mathcal{C}} g_{in} p_{ikl} + \sum_{i \in \mathcal{S}} g_{in} p_{ikl}^{-} + \sum_{i \in \mathcal{R}} g_{in} \bar{r}_{ikl} x_i + s_{nkl}^{-} \\ &= \sum_{i \in \mathcal{C}} c_{in} p_{ikl} + \sum_{i \in \mathcal{S}} c_{in} p_{ikl}^{+} + \sum_{i \in \mathcal{R}} c_{in} \bar{r}_{ikl} x_i + s_{nkl}^{+} + d_{nkl} \\ & n \in \mathcal{N}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \end{aligned} \quad (22)$$

[数23]

$$z_i \in \{0,1\}, \quad i \in \mathcal{E}, \quad (23)$$

[数24]

$$h_{ikl} \in \{0,1\}, \quad i \in \mathcal{C}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}, \quad (24)$$

where

[数25]

$$f^{\text{Initial}}(x, y, z) = \sum_{i \in \mathcal{E}} (\alpha_i^0 x_i + \gamma_i^0 z_i) + \sum_{i \in \mathcal{S}} \beta_i^0 y_i, \quad (25)$$

[数26]

$$\begin{aligned}
& f_k^{\text{Running}}(x, y, z, s_k^+, s_k^{++}, s_k^-, s_k^{--}, \psi_k^{+\text{Peak}}, \psi_k^{-\text{Peak}}) \\
& = f_k^{\text{Maintenance}}(x, y, z) \\
& + f_k^{\text{Resource}}(s_k^+, s_k^{++}, s_k^-, s_k^{--}, \psi_k^{+\text{Peak}}, \psi_k^{-\text{Peak}}), \quad k \in \mathcal{K},
\end{aligned} \tag{26}$$

[数27]

$$f_k^{\text{Maintenance}}(x, y, z) = \sum_{i \in \mathcal{E}} (\alpha_i^k x_i + \gamma_i^k z_i) + \sum_{i \in \mathcal{S}} \beta_i^k z_i, \quad k \in \mathcal{K}, \tag{27}$$

[数28]

$$\begin{aligned}
& f_k^{\text{Resource}}(s_k^+, s_k^{++}, s_k^-, s_k^{--}, \psi_k^{+\text{Peak}}, \psi_k^{-\text{Peak}}) \\
& = D\Delta T \sum_{l \in \mathcal{L}} \sum_{n \in \mathcal{N}} (\phi_{nkl}^+ s_{nkl}^+ + \phi_{nkl}^{++} s_{nkl}^{++} + \phi_{nkl}^- s_{nkl}^- + \phi_{nkl}^{--} s_{nkl}^{--}) \\
& + D \sum_{n \in \mathcal{N}} (\psi_{nk}^{+\text{Peak}} + \psi_{nk}^{-\text{Peak}}), \quad k \in \mathcal{K},
\end{aligned} \tag{28}$$

[数29]

$$q_{ikl}(p_{ik}^+, p_{ik}^-, q_{ik0}) = q_{ik0} + \Delta T \sum_{m \in \mathcal{L}, m \leq l} (p_{ikm}^+ - p_{ikm}^-), \quad i \in \mathcal{S}, k \in \mathcal{K}, l \in \mathcal{L}. \tag{29}$$

[0066]

[表1]

No.	記号	説明
1	$\mathcal{E}$	エネルギー設備の集合
2	$\mathcal{C}$	エネルギー設備のうちエネルギー変換設備 (Converter) の集合 ($\mathcal{C} \subseteq \mathcal{E}$)
3	$\mathcal{S}$	エネルギー設備のうちエネルギー貯蔵設備 (Storage) の集合 ($\mathcal{S} \subseteq \mathcal{E}$)
4	$\mathcal{R}$	エネルギー設備のうちエネルギー発生設備 (Renewable) の集合 ($\mathcal{R} \subseteq \mathcal{E}$)
5	$\mathcal{K}$	年の集合 ($\mathcal{K}=\{1, \dots, \mathcal{K} \}$)
6	$\mathcal{L}$	時刻の集合 ($\mathcal{L}=\{0, 1, \dots, \mathcal{L} -1\}$) (代表的な需要パターン日の0~24時に対応)
7	$\mathcal{N}$	リソース (資源) の集合

[0067] [表2]

No.	記号	説明
1	D	365day/ year
2	ΔT	1時刻ステップあたりの時間幅 [hour]

[0068]

[表3]

No.	記号	説明
1	x_i	エネルギー設備 <i>i</i> の出力
2	y_i	エネルギー設備の容量 ($i \in S$)
3	z_i	エネルギー設備 <i>i</i> を導入するとき1, そうでないとき0
4	p_{ikl}	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での出力 ($i \in C$)
5	h_{ikl}	エネルギー設備 <i>i</i> を年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> で稼働するとき1, そうでないとき0 ($i \in C$)
6	p_{ikl}^+	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での充エネルギー出力 ($i \in S$)
7	p_{ikl}^-	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での放エネルギー出力 ($i \in S$)
8	q_{ik0}	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 蓄エネルギー残量初期値 ($i \in S$)
9	s_{nkl}^+	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> のシステム外部出力
10	s_{nkl}^{++}	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> のシステム外部出力のうち許容出力超過分
11	s_{nkl}^-	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> のシステム外部入力
12	s_{nkl}^{--}	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> のシステム外部入力のうち許容入力超過分
13	ψ_{nk}^{+Peak}	年 <i>k</i> におけるリソース <i>n</i> のシステム外部出力の最大値に対するコスト(1日あたり換算)
14	ψ_{nk}^{-Peak}	年 <i>k</i> におけるリソース <i>n</i> のシステム外部入力の最大値に対するコスト(1日あたり換算)

[0069] [表4]

No.	記号	説明
1	f^{Initial}	設備投資などの初期投資コスト
2	f_k^{Running}	年 <i>k</i> の運用コスト
3	$f_k^{\text{Maintenance}}$	年 <i>k</i> のメンテナンスコスト(エネルギー設備を運転しなくても発生するコスト)
4	f_k^{Resource}	年 <i>k</i> においてリソースの過不足から生じるコスト(エネルギー設備の運転に応じて発生するコスト)
5	q_{ikl}	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> における蓄エネルギー残量 ($i \in S$)

[0070] [表5A]

No.	記号	説明
1	$x_i^{\min}$	エネルギー設備 <i>i</i> の出力最小値
2	$x_i^{\max}$	エネルギー設備 <i>i</i> の出力最大値
3	$y_i^{\min}$	エネルギー設備 <i>i</i> の容量最小値 ($i \in S$)
4	$y_i^{\max}$	エネルギー設備 <i>i</i> の容量最大値 ($i \in S$)
5	$r_{ikl}^{\min p}$	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での最小運転出力(設備出力に対する比) ($i \in C$)
6	$r_{ikl}^{\max p}$	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での最大運転出力(設備出力に対する比) ($i \in C$)
7	$r_{ikl}^{\min q}$	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での最小蓄エネルギー残量(設備容量に対する比) ($i \in S$)
8	$r_{ikl}^{\max q}$	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> での最大蓄エネルギー残量(設備容量に対する比) ($i \in S$)
9	$s_{nkl}^{+\max}$	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> のシステム外部許容出力
10	$s_{nkl}^{-\max}$	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> のシステム外部許容入力
11	g_{in}	エネルギー設備 <i>i</i> を単位出力で運転したときのリソース <i>n</i> 生成速度
12	c_{in}	エネルギー設備 <i>i</i> を単位出力で運転したときのリソース <i>n</i> 消費速度
13	d_{nkl}	年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> でのリソース <i>n</i> の需要
14	$\bar{r}_{ikl}$	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> , 時刻 <i>l</i> における運転出力(設備出力に対する比) ($i \in \mathcal{R}$)
15	α_i^0	エネルギー設備 <i>i</i> の単位出力あたりの設備投資コスト
16	β_i^0	エネルギー設備 <i>i</i> の単位容量あたりの設備投資コスト ($i \in S$)
17	γ_i^0	エネルギー設備 <i>i</i> の規模によらず要する設備投資コスト
18	α_i^k	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> における単位出力あたりのメンテナンスコスト
19	β_i^k	エネルギー設備 <i>i</i> の年 <i>k</i> における単位容量あたりのメンテナンスコスト ($i \in S$)

[0071]

[表5B]

No.	記号	説明
20	γ_i^k	エネルギー設備 i の年 k における規模によらず要するメンテナンスコスト
21	ϕ_{nkl}^+	年 k , 時刻 l でのリソース n の外部出力単位量に対するコスト
22	ϕ_{nkl}^{++}	年 k , 時刻 l でのリソース n のシステム外部出力のうち許容出力超過分単位量に対するコスト(正とする)
23	ϕ_{nkl}^-	年 k , 時刻 l でのリソース n のシステム外部入力単位量に対するコスト
24	ϕ_{nkl}^{--}	年 k , 時刻 l でのリソース n のシステム外部入力のうち許容入力超過分単位量に対するコスト(正とする)
25	ϕ_{nkl}^{+Peak}	年 k において, リソース n のシステム外部出力の最大値が時刻 l で生じたときの単位出力あたりのコスト(1日あたり換算)
26	ϕ_{nkl}^{-Peak}	年 k において, リソース n のシステム外部入力の最大値が時刻 l で生じたときの単位出力あたりのコスト(1日あたり換算)
27	N_E	導入可能なエネルギー設備の上限

[0072] ここで、上式（２）は、初期投資コスト及び年間における運用コストの合計を最小化する目的関数である。すなわち、本実施形態における目的関数（２）は、図７に示すように、エネルギーシステムＡのシステムコスト（総コスト）をイニシャルコスト（初期投資コスト）とランニングコスト（運用コスト）との総和として定義すると共に、ランニングコストをメンテナンスコストとリソースコストとの総和として定義している。

[0073] 上式（３）～（２９）は、最適化問題の制約条件を構成する条件式である。これら式（３）～（２９）のうち、式（３）はエネルギー設備 a の出力が予め設定された上下限以内にあることを示し、式（４）はエネルギー設備 a の容量が予め設定された上下限以内にあることを示している。式（５）はエネルギー設備 a の導入数が予め設定された数以下であることを示している。

[0074] また、式（６）、（７）は、エネルギー変換設備（Converter）の運転出力が「０」か、あるいは予め設定された上下限以内にあることを示している。式（８）は、エネルギー貯蔵設備（Storage）の蓄エネルギー出力が予め設定された上限以下であること、また式（９）は、エネルギー貯蔵設備（Storage）

）の放エネルギー出力が予め設定された上限以下であることを示している。

また、式（１０）、（１１）は、エネルギー貯蔵設備（Storage）におけるエネルギー蓄積及びエネルギー放出が同時に行い得ないことを示している。

[0075] 式（１２）は、エネルギー貯蔵設備（Storage）における蓄エネルギー残量が予め設定された上限以下であることを示し、式（１３）はエネルギー貯蔵設備（Storage）における蓄エネルギー残量が一日運転後に初期値に戻ることを示している。また、式（１４）は、各リソースのエネルギーシステムＡの外部への出力リソースは非負の値をとることを示し、式（１５）は、エネルギーシステムＡの外部から入力される入力リソースは非負の値をとることを示している。

[0076] 式（１６）は、各リソースのエネルギーシステムＡの外部への出力の許容出力超過分は非負の値をとることを示し、式（１７）はエネルギーシステムＡの外部から入力される入力リソースの許容入力超過分は非負の値をとることを示している。また、式（１８）は、各リソースのエネルギーシステムＡの外部への出力が許容出力以上のとき、許容出力超過分は超過分に応じた非負の値をとることを示している。さらに、式（１９）は、各リソースのエネルギーシステムＡの外部への出力が許容出力以上のとき、システム外部入力に超過分に応じた非負の値をとることを示している。

[0077] 式（２０）は、システム外部出力の最大値に対するコストは全時刻のなかで一番保守的な値とすることを示しており、式（２１）は、システム外部入力の最大値に対するコストは全時刻のなかで一番保守的な値とすることを示している。また、式（２２）は、各年の各時刻において各リソースの生成量、入力量、消費量、出力量及び需要のバランスが成立していることを示している。

[0078] すなわち、本実施形態における制約条件は、エネルギーシステムＡに入力される資源の入力量 U 、エネルギー設備 a が生成する資源の生成量 G 、エネルギー設備 a が消費する資源の消費量 S 、エネルギーシステムＡに対する資源の需要量 J 及びエネルギーシステムＡの外部への資源の出力量 O からなる

以下のバランス式（３０）を含む。

なお、式（２２）の左辺第１項は、エネルギー変換設備が生成する資源の生成量（ G ）に相当する。式（２２）の左辺第２項は、エネルギー貯蔵設備が生成（放出）する資源の生成量（ G ）に相当する。式（２２）の左辺第３項は、エネルギー発生設備が生成する資源の生成量（ G ）に相当する。式（２２）の左辺第４項は、エネルギーシステムＡの外部から入力される資源の入力量（ U ）に相当する。式（２２）の右辺第１項は、エネルギー変換設備が消費する資源の消費量（ S ）に相当する。式（２２）の右辺第２項は、エネルギー貯蔵設備が消費（貯蔵）する資源の消費量（ S ）に相当する。式（２２）の右辺第３項は、エネルギー発生設備が消費する資源の消費量（ S ）に相当する。式（２２）の右辺第４項は、エネルギーシステムＡの外部への資源の出力量（ O ）に相当する。式（２２）の右辺第５項は、エネルギーシステムＡに対する資源の需要量（ J ）に相当する。

[0079] [数30]

$$U + G = S + J + O \quad (30)$$

[0080] 上記バランス式（３０）の意味を図２のエネルギーシステムＡを用いて説明すると、例えば図８のようになる。なお、この図８では、便宜上エネルギーシステムＡを構成する５つのエネルギー設備ａのうち、風力発電設備ａ１（エネルギー発生設備：Renewable）、水電解設備ａ２（エネルギー変換設備：Converter）及びガスコージェネレーション設備ａ３（エネルギー変換設備：Converter）のみを示している。

[0081] すなわち、風力発電設備ａ１、水電解設備ａ２及びガスコージェネレーション設備ａ３について見ると、入力資源（消費資源）は、水電解設備ａ２が消費する電力及び水、またガスコージェネレーション設備ａ３が消費する燃料ガスである。

[0082] また、エネルギーシステムＡに対して需要者が供給を期待する資源需要が、風力発電設備ａ１及びガスコージェネレーション設備ａ３の出力資源（生成資源）である電力、水電解設備ａ２の出力資源（生成資源）である水素、

またガスコージェネレーション設備 a 3 の出力資源（生成資源）である熱の場合、ガスコージェネレーション設備 a 3 の出力資源（生成資源）である二酸化炭素（ CO_2 ）は、需要先が存在しないので、外部に別途に出力される。

[0083] 式（22）、（30）をエネルギーシステム最適化問題の制約条件とすることは、風力発電設備 a 1 及びガスコージェネレーション設備 a 3 の出力資源（生成資源）である電力を需要先に単に提供するだけでなく、図 8 に示すように水電解設備 a 2 の入力資源（消費資源）としても活用し、また入力資源（消費資源）である電力の一部を出力資源（生成資源）として需要先に供給することを意味する。

[0084] 式（23）は、表 3 に No. 3 として示すパラメータが「0」あるいは「1」のいずれかの値をとることを示している。また、式（24）は、表 3 に No. 5 として示すパラメータが「0」あるいは「1」のいずれかの値をとることを示している。

[0085] 式（25）は初期投資コストの定義式であり、式（26）は運用コストの定義式である。また、式（27）はメンテナンスコストの定義式であり、式（28）はリソースの過不足によって生じるコストの定義式である。さらに、式（29）は、エネルギー貯蔵設備（Storage）における蓄エネルギー残量の定義式である。

[0086] 最適化計算装置 5 は、上述した式（2）～（29）及び表 1～5 B によって定式化されたエネルギーシステム最適化問題を解くことにより、エネルギーシステム A に関する最適システム構成及び最適運転パターンを取得する。このような最適化計算装置 5 における最適システム構成及び最適運転パターンの取得処理は、本実施形態におけるステップ S 2 の処理であり、本開示における計算ステップに相当する。

なお、この計算ステップでは、上記入力ステップで指定されたエネルギー設備の情報（例えば、エネルギー設備の種類（エネルギー発生設備、エネルギー変換設備、及びエネルギー貯蔵設備）、消費資源及び生成資源の種類並びに当該消費資源及び当該生成資源に関する特性値）を用いるが、この情報

は、予め登録されたエネルギー設備を選択することと、新たなエネルギー設備の消費資源及び生成資源並びに当該消費資源及び当該生成資源に関する特性値を設定することと、の少なくともいずれか一方を入力ステップで行うことによって指定された、エネルギー設備の情報であってもよい。また、上記情報は、予め登録されたエネルギー設備の特性値を入力ステップで変更して得られた新たな特性値を含んでいてもよい。

[0087] すなわち、エネルギーシステム最適化問題を解くことにより初期投資コスト（イニシャルコスト）が得られるが、この初期投資コストは、エネルギーシステムを構成するエネルギー設備 a の構成情報つまり最適システム構成を含む。したがって、最適化計算装置 5 は、エネルギーシステム最適化問題を解くことにより、初期投資コスト（イニシャルコスト）の内訳情報として最適システム構成を取得する。

[0088] また、エネルギーシステム最適化問題を解くことにより初期投資コスト（イニシャルコスト）と同時に運用コスト（ランニングコスト）が得られるが、この運用コスト（ランニングコスト）は、所定期間（＝１年）かつ当該所定期間内における複数の単位期間（＝１日）における各エネルギー設備 a の最適運転パターンを含む。

[0089] 最適化計算装置 5 は、このような最適システム構成及び最適運転パターンを中継サーバ 3 に送信する。そして、中継サーバ 3 は、クライアント端末 2 から先に受信した情報提供要求に対する回答情報として、最適システム構成及び最適運転パターンをクライアント端末 2 に送信する。

[0090] すなわち、中継サーバ 3 は、最適化計算装置 5 から最適システム構成及び最適運転パターンを受信すると、当該最適システム構成及び最適運転パターンをクライアント端末 2 が要求する出力形式に編集してクライアント端末 2 に送信する。この結果、クライアント端末 2 には最適システム構成及び最適運転パターンが出力される。

[0091] このように最適化計算装置 5 が最適システム構成及び最適運転パターンを中継サーバ 3 に送信し、当該最適システム構成及び最適運転パターンがクラ

クライアント端末2に出力されるまでの一連の処理は、本実施形態におけるステップS3の処理であり、本開示における出力ステップに相当する。なお、この出力ステップでは、上記入力ステップで指定されたエネルギー設備の情報（例えば、エネルギー設備の種類（エネルギー発生設備、エネルギー変換設備、エネルギー貯蔵設備）、消費資源及び生成資源の種類並びに当該消費資源及び当該生成資源に関する特性値）の少なくとも一部を出力してもよいが、この情報は、予め登録されたエネルギー設備を選択することと、新たなエネルギー設備の消費資源及び生成資源並びに当該消費資源及び当該生成資源に関する特性値を設定することと、の少なくともいずれか一方を入力ステップで行うことによって指定された、エネルギー設備の情報であってもよい。また、上記情報は、予め登録されたエネルギー設備の特性値を入力ステップで変更して得られた新たな特性値を含んでいてもよい。

[0092] ユーザは、クライアント端末2に出力された最適システム構成及び最適運転パターンを確認し、計算条件を変更した最適システム構成及び最適運転パターンの再取得を希望する場合には、当該再取得の要求（再計算要求）をクライアント端末2に入力する。そして、中継サーバ3は、上記再計算要求がクライアント端末2から入力されると、再計算要求に含まれる計算条件（再計算条件）を最適化計算装置5に送信することにより、最適システム構成及び最適運転パターンの再取得を行わせる。

[0093] すなわち、ユーザが再計算要求をクライアント端末2に入力すると、中継サーバ3が最適システム構成及び最適運転パターンの再計算を判断し（ステップS4）、この結果としてステップS1～S3の処理が繰り返される。

[0094] ここで、先に受信した情報提供要求が最適システム構成及び最適運転パターンのいずれか一方の提供を要求していた場合、中継サーバ3は、情報提供要求に従って最適システム構成及び最適運転パターンのいずれか一方をクライアント端末2に送信する。すなわち、本実施形態に係るエネルギーシステム最適化システムは、ユーザの要求に応じて最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方をユーザに対して出力する。

[0095] 図9は、クライアント端末2に表示される最適システム構成の一例を示す模式図である。この図9では、ユーザがステップS1で指定した5つのエネルギー設備aのうち、太陽光発電設備a4がグレースアウト表示されており、残りの4つのエネルギー設備a、つまり風力発電設備a1、水電解設備a2、ガスコージェネレーション設備a3及び蓄電設備a5について、資源需要を満足すると共にシステムコスト（総コスト）を最小化し得る定格出力及び定格容量が出力資源（生成資源）毎に表示される。

[0096] すなわち、入力ステップ（ステップS1）で指定された複数種類のエネルギー設備aのうち、最適システム構成に含まれるエネルギー設備（エネルギー設備a、つまり風力発電設備a1、水電解設備a2、ガスコージェネレーション設備a3及び蓄電設備a5）と最適システム構成に含まれないエネルギー設備（太陽光発電設備a4）とは、出力ステップ（ステップS3）において異なる態様で表示（出力）される。

[0097] 図9に示す最適システム構成では、ユーザが入力ステップ（ステップS1）で指定した5つのエネルギー設備aのうち、太陽光発電設備a4を除く風力発電設備a1、水電解設備a2、ガスコージェネレーション設備a3及び蓄電設備a5によって資源需要を満足すると共にシステムコスト（総コスト）を最小化し得ることを示している。また、この図9の最適システム構成は、風力発電設備a1、水電解設備a2、ガスコージェネレーション設備a3及び蓄電設備a5に求められる設備性能つまり定格出力及び定格容量を示している。

[0098] また、図10は、クライアント端末2に表示される最適運転パターン表示画面の一例を示す模式図である。この最適運転パターン表示画面は、上述した4つのエネルギー設備aからなる最適システム構成について、資源需要を満足すると共にシステムコスト（総コスト）を最小化し得る各々のエネルギー設備aの運転パターンを1年間（所定期間）に亘る個々の日（単位期間）の出力資源（生成資源）毎の出力として示す。

[0099] なお、この最適運転パターン表示画面では、最適システム構成おける1年

間（所定期間）に亘る各種出力資源（生成資源）の時間変化のうち、ある 1 日（単位期間）における電力（出力資源）の時間変化を拡大して示している。また、この最適運転パターン表示画面では、電力（出力資源）に関する資源需要（電力需要）をプラスの値として示し、この資源需要（電力需要）に対する最適システム構成の電力出力をマイナスの値として示している。

[0100] さらに、この最適運転パターン表示画面では、電力（出力資源）の資源需要に対するシャドープライスを併せて表示している。このシャドープライスは、電力（出力資源）のコストに対する感度を示す量である。この最適運転パターン表示画面では、シャドープライスが 15 時近辺で極端に大きな値となっているが、このことは 15 時近辺の電力需要が 1 日の中で最大となることに起因している。

[0101] このような本実施形態によれば、入力ステップ（ステップ S 1）で複数種類のエネルギー設備 a を指定することができるので、複数種類のエネルギー設備 a を含むエネルギーシステム A を取扱うことが可能なエネルギーシステム最適化システムを提供することが可能である。

[0102] また、本実施形態によれば、入力ステップ（ステップ S 1）において、エネルギー設備選択画面 G 1 を用いてエネルギー設備 a を選択するので、またエネルギー設備設定画面 G 2 を用いて入力資源、出力資源及び特性値を設定するので、複数種類のエネルギー設備 a の指定を容易かつ的確に行うことが可能である。

[0103] また、本実施形態によれば、エネルギー設備選択画面 G 1 を用いて選択したエネルギー設備 a の特性値が変更自在なので、予め登録されたエネルギー設備 a をフレキシブルに活用することが可能である。また、本実施形態によれば、エネルギーシステム最適化問題を解くので、信頼性の高い最適システム構成及び最適運転パターンを取得することが可能である。

[0104] また、本実施形態によれば、エネルギーシステム最適化問題の定式化において式（22）に示すような資源（リソース）のバランス式を制約条件とするので、エネルギーシステム A におけるトータルのシステムコストの最小

化を実現することが可能である。

[0105] また、本実施形態によれば、エネルギーシステム A のシステムコスト（総コスト）をエネルギーシステム A のイニシャルコスト（初期投資コスト）とランニングコスト（運用コスト）との総和と定義するので、初期投資コストあるいは運用コストのいずれか一方だけではなく両方の最小化を実現することができる。

[0106] また、本実施形態によれば、ランニングコスト（運用コスト）をエネルギーシステム A のメンテナンスコストと資源（リソース）に関するリソースコストの総和として定義するので、メンテナンスコストあるいはリソースコストのいずれか一方だけではなく両方の最小化を実現することができる。

[0107] また、本実施形態によれば、出力ステップ（ステップ S 3）において、エネルギー設備 a の所定期間かつ単位期間について入力資源（入力リソース）及び出力資源（出力リソース）の時間変化を出力するので、ユーザは最適システム構成における各エネルギー設備 a の運転状況を的確に把握することができる。

[0108] また、本実施形態によれば、出力ステップ（ステップ S 3）において入力ステップ（ステップ S 1）で指定された複数種類のエネルギー設備 a のうち、最適システム構成に含まれるエネルギー設備と最適システム構成に含まれないエネルギー設備とを異なる態様で出力する、つまり通常表示とグレーアウト表示という異なる表示態様で表示するので、最適システム構成に含まれるエネルギー設備と最適システム構成に含まれないエネルギー設備との識別が容易である。

[0109] また、本実施形態によれば、出力ステップ（ステップ S 3）で資源需要に対するシャドープライスを出力するので、シャドープライスが最も高くなる資源需要を容易に把握することができる。

[0110] さらに、本実施形態によれば、入力ステップ（ステップ S 1）において、3種類のエネルギー設備 a つまりエネルギー発生設備、エネルギー変換設備及びエネルギー貯蔵設備を指定するので、3種類のエネルギー設備 a を含む

エネルギーシステム A の最適システム構成及び最適運転パターンを取得することができる。

[0111] なお、本開示は上記実施形態に限定されず、例えば以下のような変形が考えられる。

(1) 上記実施形態では、5つのエネルギー設備 a、つまり風力発電設備 a 1、水電解設備 a 2、ガスコージェネレーション設備 a 3、太陽光発電設備 a 4 及び蓄電設備 a 5 を備えるエネルギーシステム A について説明したが、本開示はこれに限定されない。エネルギーシステム A が、上記5つのエネルギー設備 a 以外のエネルギー設備を備えていてもよいし、上記5つのエネルギー設備 a のうちのいずれかまたは全てを備えていなくてもよい。

[0112] 本開示は、例えばエネルギー発生設備 (Renewable)、エネルギー変換設備 (Converter) 及びエネルギー貯蔵設備 (Storage) のような複数種類のエネルギー設備 a の指定を可能とすることによって、最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求めるに際して複数種類のエネルギー設備 a を同時に取扱うことを可能にすることを主旨とする。したがって、本開示において、実際に取扱うエネルギーシステムが備えるエネルギー設備 a の種類が複数でなくともよく、単一の種類であってもよい。

[0113] また、本開示におけるエネルギー設備 a の種類は、上述したエネルギー発生設備 (Renewable)、エネルギー変換設備 (Converter) 及びエネルギー貯蔵設備 (Storage) に限定されない。例えば入力資源 (消費資源)、出力資源 (生成資源) 及び特性値によって定義することが可能なエネルギー設備 a であれば、他の種類の設備であってもよい。

[0114] (2) 上記実施形態では、エネルギー設備データベース 4 及び最適化計算装置 5 を通信網 1 に直接接続したが、本開示はこれに限定されない。エネルギー設備データベース 4 及び最適化計算装置 5 は、基本的に中継サーバ 3 とのみ通信が行えれば機能するので、所定の専用通信線を用いて中継サーバ 3 とのみ接続してもよい。

[0115] (3) 上記実施形態では、図 5 A 及び 5 B にエネルギー設備選択画面 G 1 及

びエネルギー設備設定画面 G 2 の一例を示し、また図 6 に計算条件設定画面 G 3 の一例を示したが、本開示はこれに限定されない。すなわち、本開示における複数種類のエネルギー設備の指定方法（指定画面）は、図 5、図 6 に限定されず、他の指定方法であってもよい。

[0116] （４）上記実施形態では、図 9 に最適システム構成図 G 4 の一例を示し、また図 10 に最適運転パターン表示画面 G 5 の一例を示したが、本開示はこれに限定されない。すなわち、本開示における最適システム構成及び最適運転パターンの出力方法は、図 9、図 10 に限定されず、他の出力方法であってもよい。

[0117] （５）上記実施形態では、エネルギーシステム最適化問題の定式化を式（２）～（２９）のように行ったが、本開示はこれに限定されない。すなわち、本開示における目的関数は式（２）に限定されず、制約条件は式（３）～（２９）に限定されない。

[0118] 例えば、上記実施形態では目的関数（総コスト）は、イニシャルコスト（初期投資コスト）とランニングコスト（運用コスト）との和として定義したが、本開示はこれに限定されない。必要に応じてイニシャルコスト（初期投資コスト）及びランニングコスト（運用コスト）のいずれか一方として目的関数（総コスト）を定義してもよい。

[0119] また、上記実施形態では、ランニングコスト（運用コスト）をメンテナンスコストとリソースコストの和として定義したが、本開示はこれに限定されない。必要に応じてメンテナンスコスト及びリソースコストのいずれか一方をランニングコスト（運用コスト）としてもよい。

[0120] また、本開示における制約条件は、式（２２）や式（３０）で示すような、エネルギーシステム A に入力される資源（入力資源）の入力量 U 、エネルギー設備 a が生成する資源（生成資源）の生成量 G 、エネルギー設備 a が消費する資源（消費資源）の消費量 S 、エネルギーシステム A に対する資源の需要量 J 及びエネルギーシステム A の外部への資源（出力資源）の出力量 O からなるバランス式を含むが、このバランス式は必須ではない。式（２２）

や式（30）とは異なる条件式を制約条件として採用してもよい。

[0121] （6）上記実施形態では、最適化計算装置5（または計算ステップ、計算工程）によって、エネルギーシステムAのシステムコストが最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求めているが、本開示はこれに限定されない。所定の需要を満足するエネルギーシステムAのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求めてもよい。この指標としては、例えば、エネルギーシステムAからのCO₂排出量や排熱量、エネルギーシステムAのシステムコスト等が挙げられる。

[0122] （7）上記実施形態における目的関数は、エネルギーシステムAのシステムコスト（総コスト）をイニシャルコスト（初期投資コスト）とランニングコスト（運用コスト）との総和として定義すると共に、ランニングコストをメンテナンスコストとリソースコストとの総和として定義しているが、本開示はこれに限定されない。本開示の目的関数が、エネルギーシステムAのシステムコストをイニシャルコストとランニングコストとの重み付け和として定義してもよいし、ランニングコストをメンテナンスコストとリソースコストとの重み付け和として定義してもよい。なお、一方の重みが零となってもよい。例えば、イニシャルコストとランニングコストの一方の重みを零とした場合は、他方のコストがシステムコストとして使用され、メンテナンスコストとリソースコストの一方の重みを零とした場合は、他方のコストがランニングコストとして使用される。

[0123] （8）上記実施形態における目的関数は、リソースコストを、エネルギーシステムAに入力される入力資源として定義しているが、本開示はこれに限定されない。エネルギーシステムAから出力される出力資源の量によってもコストの増減に繋がるため（例えば処理費用の増加、CO₂排出枠の購入等）、目的関数が、エネルギーシステムAから出力される出力資源をリソースコストとして定義してもよいし、エネルギーシステムAに入力される入力資源と

エネルギーシステム A から出力される出力資源との重み付け和をリソースコストとして定義してもよい。

[0124] また、本開示は、上記態様の他に以下の態様も含む。

本開示の第 15 態様に係る非一時的コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータに所定のステップの処理を行わせるエネルギーシステム最適化プログラムを記憶し、前記ステップは、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力ステップと、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算ステップと、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力ステップとを有する。

[0125] 本開示の第 16 態様に係るエネルギーシステム最適化装置は、指示を記憶する少なくとも 1 つのメモリと、前記指示を実行することで、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定することと、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求めることと、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力することと、を実行するように構成された少なくとも 1 つのプロセッサとを備える。

[0126] 本開示の第 17 態様に係る記録媒体は、コンピュータに所定のステップの処理を行わせるエネルギーシステム最適化プログラムを記憶し、前記ステップは、エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力ステップと、所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算ステップと、前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力ステップとを有する。

産業上の利用可能性

[0127] 本開示によれば、複数種類のエネルギー設備を含むエネルギーシステムを取扱うことが可能なエネルギーシステム最適化技術を提供することができる。

符号の説明

- [0128]
- 1 通信網
 - 2 クライアント端末
 - 3 中継サーバ
 - 4 エネルギー設備データベース
 - 5 最適化計算装置
 - A エネルギーシステム
 - a エネルギー設備
 - a 1 風力発電設備
 - a 2 水電解設備
 - a 3 ガスコージェネレーション設備
 - a 4 太陽光発電設備
 - a 5 蓄電設備
 - G 1 エネルギー設備選択画面
 - G 2 エネルギー設備設定画面
 - G 3 計算条件設定画面
 - G 4 最適システム構成図
 - G 5 最適運転パターン表示画面

請求の範囲

- [請求項1] コンピュータに所定のステップの処理を行わせるエネルギーシステム最適化プログラムであって、
前記ステップは、
エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力ステップと、
所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算ステップと、
前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力ステップと
を有するエネルギーシステム最適化プログラム。
- [請求項2] 前記計算ステップでは、前記指標の最小を示す目的関数と所定の制約条件とを含む最適化問題を解くことにより前記最適運転パターンを求め、
前記入力ステップでは、前記目的関数及び前記制約条件を指定する請求項1に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。
- [請求項3] 前記指標としてシステムコストを用いる請求項2に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。
- [請求項4] 前記システムコストは、前記エネルギーシステムのイニシャルコストとランニングコストとの重み付け和である請求項3に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。
- [請求項5] 前記ランニングコストは、前記エネルギーシステムのメンテナンスコストと、前記エネルギーシステムに入力される入力資源及び前記エネルギーシステムから出力される出力資源の少なくとも一方に関するリソースコストと、の重み付け和である請求項4に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[請求項6] 前記制約条件は、前記エネルギーシステムに入力される資源の入力量 U 、前記エネルギー設備が生成する資源の生成量 G 、前記エネルギー設備が消費する資源の消費量 S 、前記エネルギーシステムに対する資源の需要量 J 及び前記エネルギーシステムの外部への資源の出力量 O からなる以下の式(1)を含む請求項2～5のいずれか一項に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[数1]

$$U + G = S + J + O \quad (1)$$

[請求項7] 前記入力ステップでは、予め登録されたエネルギー設備を選択することと、新たな前記エネルギー設備の消費資源及び生成資源並びに前記消費資源及び前記生成資源に関する特性値を設定することと、の少なくともいずれか一方を行うことによって、前記エネルギー設備を指定する請求項1～6のいずれか一項に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[請求項8] 前記入力ステップでは、前記予め登録されたエネルギー設備の前記特性値が変更可能である請求項7に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[請求項9] 前記出力ステップでは、前記エネルギー設備の所定期間かつ当該所定期間内における複数の単位期間について、前記エネルギーシステムに入力される資源及び前記エネルギーシステムに対する需要の時間変化を出力し、

前記入力ステップでは、前記所定期間及び前記単位期間をさらに入力する請求項1～8のいずれか一項に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[請求項10] 前記出力ステップでは、前記入力ステップで指定された前記複数種類のエネルギー設備のうち、前記最適システム構成に含まれるエネルギー設備と前記最適システム構成に含まれないエネルギー設備とを異なる態様で出力する請求項1～9のいずれか一項に記載のエネルギー

システム最適化プログラム。

[請求項11] 前記出力ステップでは、前記需要に対するシャドープライスをさらに出力する請求項1～10のいずれか一項に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[請求項12] 前記入力ステップでは、種々の形態のエネルギーを発生させるエネルギー発生設備と、ある形態のエネルギーを他の形態のエネルギーに変換するエネルギー変換設備と、外部から供給されるエネルギーを内部に貯め込むエネルギー貯蔵設備とのうち2種類以上を指定する請求項1～11のいずれか一項に記載のエネルギーシステム最適化プログラム。

[請求項13] エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力工程と、

所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算工程と、

前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力工程と

を有するエネルギーシステム最適化方法。

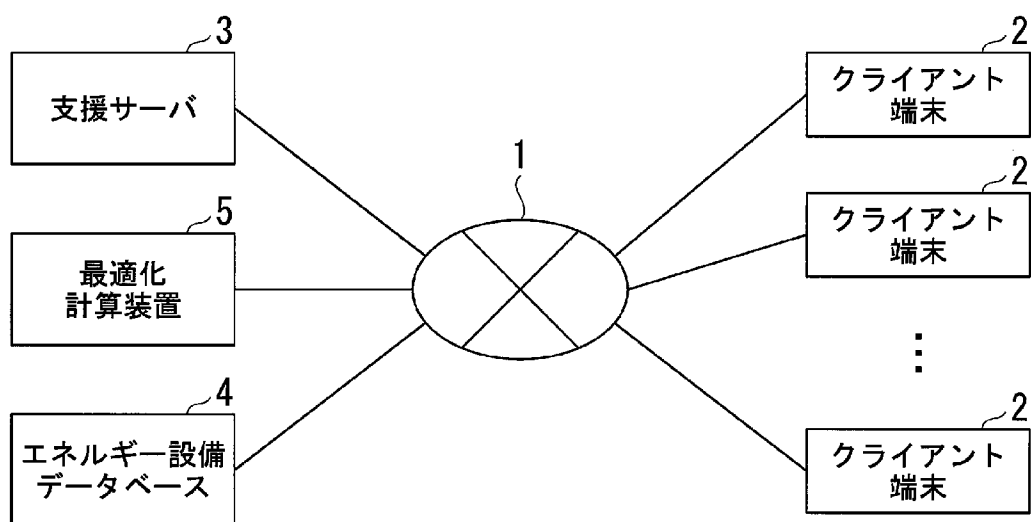
[請求項14] エネルギーシステムを構成する複数種類のエネルギー設備を指定する入力部と、

所定の需要を満足する前記エネルギーシステムのシステム構成及び運転パターンの少なくともいずれか一方のうち、所定の指標が最小となる最適システム構成及び最適運転パターンの少なくともいずれか一方を求める計算部と、

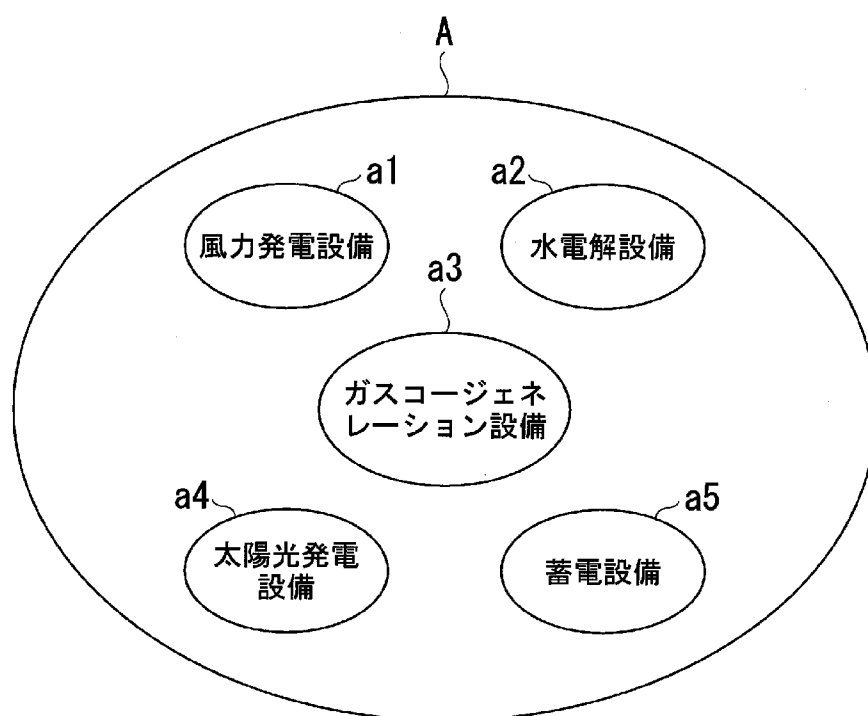
前記最適システム構成及び前記最適運転パターンの少なくとも前記一方を出力する出力部と

を備えるエネルギーシステム最適化装置。

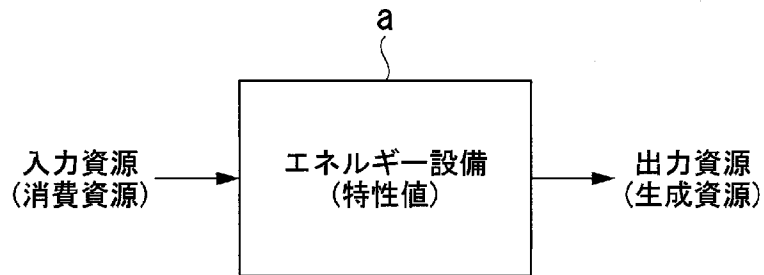
[図1]



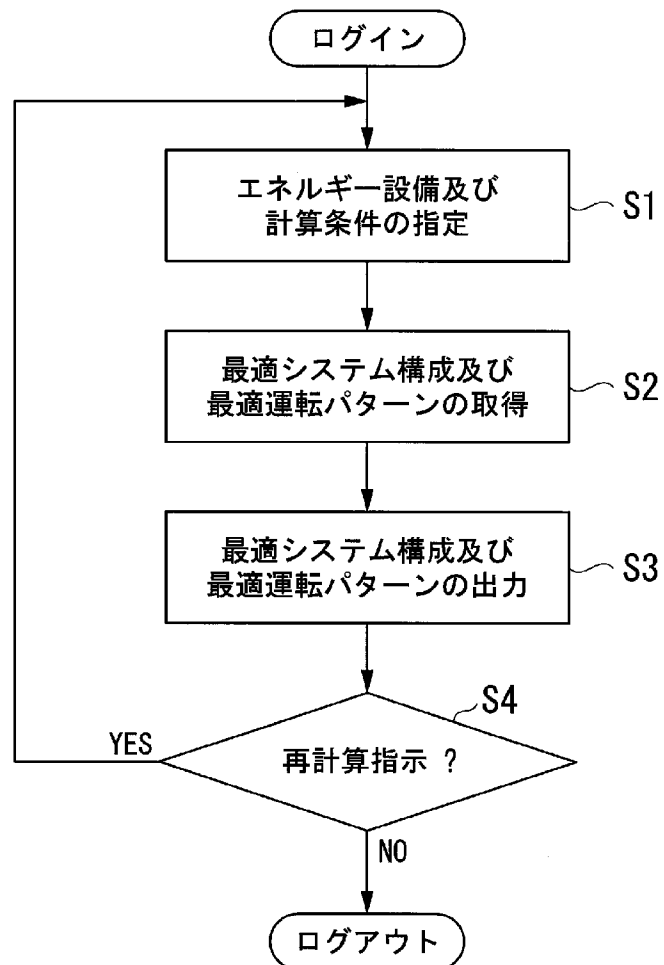
[図2]



[図3]



[図4]



[図5A]

G1

エネルギー設備選択画面

1. エネルギー発生設備

2. エネルギー変換設備

3. エネルギー貯蔵設備

[図5B]

G2

エネルギー設備設定画面

入力資源

出力資源

特性値

設定

[図6]

G3

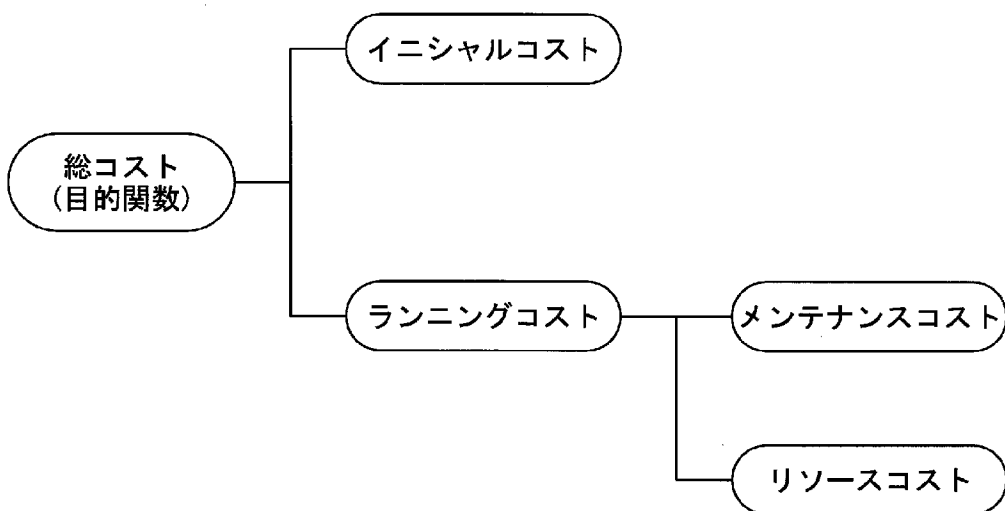
計算条件設定画面

1. 目的関数

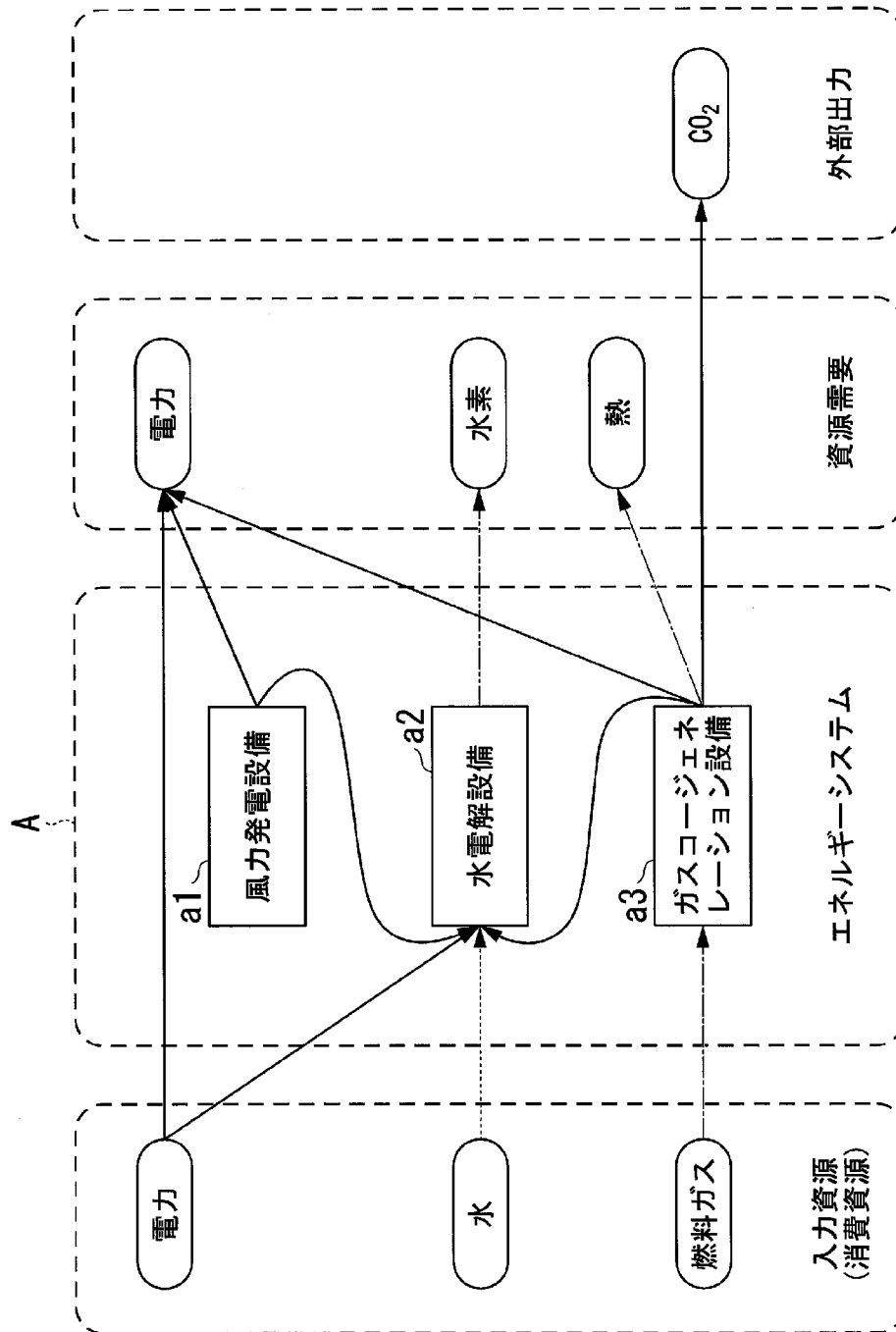
2. 制約条件

3. 変数・パラメータの定義

[図7]



[図8]



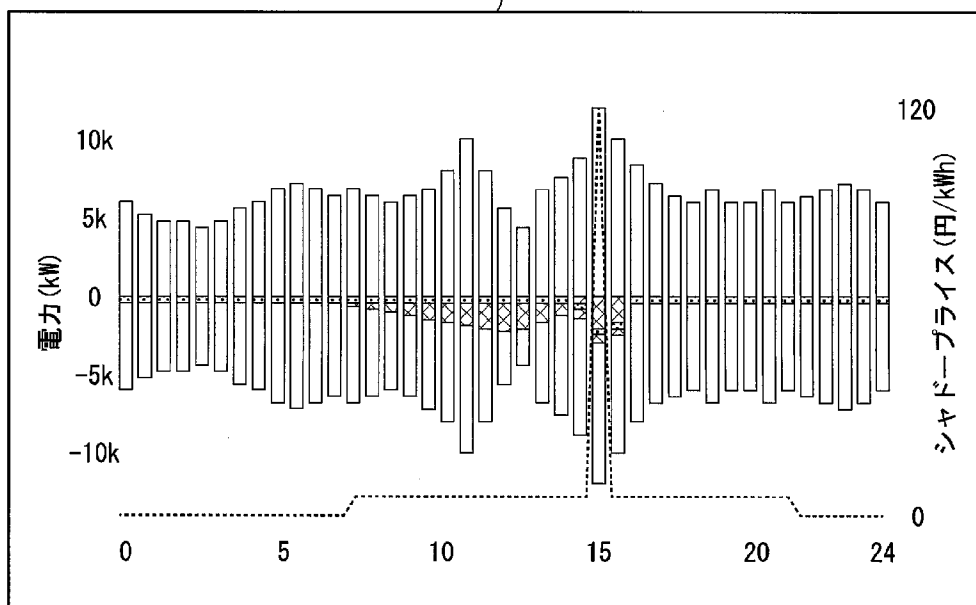
[図9]

G4

最適システム構成図			
エネルギー設備	出力資源	定格出力	定格容量
風力発電設備	電力	2500kW	
水電解設備	水素	1000ml	
ガスコージェネレーション設備	電力	1000kW	
	熱	1000cal	
	CO ₂	500ml	
太陽光発電設備	電力		
蓄電設備	電力	2000kW	2000kWh

[図10]

G5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/025358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06Q10/04(2012.01)i, G06Q50/06(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06Q10/04, G06Q50/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-174277 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 28 September 2017, paragraphs [0038]-[0071], [0083] (Family: none)	1-14
Y	JP 2016-143336 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08 August 2016, paragraphs [0021]-[0022], [0027]-[0049] (Family: none)	1-14
Y	JP 2003-319557 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 November 2003, paragraphs [0014]-[0020], fig. 3 (Family: none)	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 September 2019 (10.09.2019)

Date of mailing of the international search report
17 September 2019 (17.09.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/025358

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-203874 A (E.I. ENGINEERING CO., LTD.) 16 November 2015, paragraphs [0070]-[0071] (Family: none)	10-11
Y	JP 2011-203979 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 13 October 2011, paragraph [0026] (Family: none)	10-11
Y	JP 2005-284420 A (THE TOKYO ELECTRIC POWER CO., INC.) 13 October 2005, paragraphs [0100]-[0102] (Family: none)	11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06Q10/04(2012.01)i, G06Q50/06(2012.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06Q10/04, G06Q50/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2017-174277 A（住友電気工業株式会社） 2017.09.28, 段落[0038]-[0071], [0083]（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2016-143336 A（川崎重工業株式会社） 2016.08.08, 段落[0021]-[0022], [0027]-[0049]（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2003-319557 A（三菱電機株式会社） 2003.11.07, 段落[0014]-[0020], 図3（ファミリーなし）	6-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

10.09.2019

国際調査報告の発送日

17.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

永野 一郎

5 L

1204

電話番号 03-3581-1101 内線 3562

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-203874 A (株式会社E. I. エンジニアリング) 2015.11.16, 段落[0070]-[0071] (ファミリーなし)	10-11
Y	JP 2011-203979 A (中国電力株式会社) 2011.10.13, 段落[0026] (ファミリーなし)	10-11
Y	JP 2005-284420 A (東京電力株式会社) 2005.10.13, 段落[0100]-[0102] (ファミリーなし)	11