

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のクライアント装置と、前記複数のクライアント装置と通信可能なサーバ装置とを具備するエネルギー管理システムにおいて、

前記サーバ装置は、

配電網から電力を供給される電気機器に係わるデータを前記クライアント装置から取得する取得部と、

前記データに基づいて前記電気機器のエネルギー需要量を予測する予測部と、

前記予測されたエネルギー需要量に基づいて、前記電気機器に係わるエネルギーを最適化すべく前記電気機器の動作を計算する計算部と、

前記計算された動作に基づいて、前記電気機器を制御するための制御情報を前記クライアント装置に送信する制御部とを備える、エネルギー管理システム。

10

【請求項 2】

前記クライアント装置は、

前記制御部から送信された制御情報に前記電力の需要者の意思を反映させるためのインタフェース部を備える、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 3】

前記エネルギー需要量を保持するデータベースを備え、

前記予測部は、前記データベースに保持された過去のエネルギー需要量を読み出して前記エネルギー需要量を予測する、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

20

【請求項 4】

前記予測部は、前記エネルギー需要量を異なる基準に基づいて複数予測し、

前記計算部は、前記予測された複数のエネルギー需要量にそれぞれ対応する複数の前記動作を計算し、

前記制御部は、前記計算された複数の動作に基づく複数の制御情報を前記クライアント装置に送信し、

前記インタフェース部は、前記制御部から送信された複数の制御情報のうち前記需要者により選択された制御情報に基づく制御を許可する、請求項 2 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 5】

前記取得されたデータと、前記電気機器の制御対象モデルとを保持するデータベースを備え、

前記計算部は、前記データベースに保持されるデータおよび制御対象モデルに基づいて前記動作を計算する、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

30

【請求項 6】

前記計算部は、エネルギー単価および前記予測されたエネルギー需要量に基づいて遺伝的アルゴリズムにより前記動作を計算する、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 7】

前記サーバ装置は、さらに、

前記予測されたエネルギー需要量に基づいて前記動作の計算に係わるパラメータを変更する変更部を備える、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

40

【請求項 8】

前記サーバ装置は、さらに、

前記計算部による前記動作の計算に係わる負荷を検知する検知部と、

前記負荷の基準からの逸脱を抑制すべく前記動作の計算に係わるパラメータを変更する変更部とを備える、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 9】

前記予測部は、前記エネルギー需要量を異なる基準に基づいて複数予測し、

前記インタフェース部は、前記予測された複数のエネルギー需要量を前記需要者に提示し、前記提示された複数のエネルギー需要量のうちから前記需要者により選択されたエネ

50

ルギー需要量を前記サーバ装置に通知し、

前記計算部は、前記需要者により選択されたエネルギー需要量に基づく前記動作を計算し、

前記制御部は、前記計算された動作に基づく複数の制御情報を前記クライアント装置に送信する、請求項 2 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 10】

前記予測部は、再生可能エネルギーから前記電気機器を稼働させるためのエネルギーを生産するエネルギー生産装置によるエネルギー供給量を予測する、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 11】

前記エネルギー生産装置は太陽光発電システムであり、

前記予測部は、雲の移動予測を示す気象情報と、前記太陽光発電システムの特性をモデル化した太陽光発電モデルと、制御対象とする地域のマップデータとに基づいて、前記地域における前記太陽光発電システムの発電量を予測する、請求項 10 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 12】

前記クライアント装置は、

前記サーバ装置に前記データを送信して前記動作の計算を要求する通信部を備える、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 13】

前記取得部、前記予測部、前記計算部、および前記制御部の少なくともいずれか 1 つは、クラウドコンピューティングシステムに分散配置される機能オブジェクトである、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

【請求項 14】

複数のクライアント装置と前記複数のクライアント装置と通信可能なサーバ装置とを具備するエネルギー管理システムに適用可能なエネルギー管理方法であって、

前記クライアント装置は、

配電網から電力を供給される電気機器に係わるデータを前記サーバ装置に送信して、前記電気機器の動作の計算を要求し、

前記サーバ装置は、

前記データを前記クライアント装置から取得し、

前記データに基づいて前記電気機器のエネルギー需要量を予測し、

前記予測されたエネルギー需要量に基づいて、前記電気機器に係わるエネルギーを最適化すべく前記電気機器の動作を計算し、

前記計算された動作に基づいて、前記電気機器を制御するための制御情報を前記クライアント装置に送信する、エネルギー管理方法。

【請求項 15】

前記クライアント装置は、前記サーバ装置から送信された前記制御情報に前記電力の需要者の意思を反映させる、請求項 14 に記載のエネルギー管理方法。

【請求項 16】

前記予測することは、前記エネルギー需要量を保持するデータベースに保持された過去のエネルギー需要量を読み出して前記エネルギー需要量を予測する、請求項 14 に記載のエネルギー管理方法。

【請求項 17】

前記予測することは、前記エネルギー需要量を異なる基準に基づいて複数予測し、

前記計算することは、前記予測された複数のエネルギー需要量にそれぞれ対応する複数の前記動作を計算し、

前記制御することは、前記計算された複数の動作に基づく複数の制御情報を前記クライアント装置に送信し、

前記反映させることは、前記クライアント装置から送信された複数の制御情報のうち前

10

20

30

40

50

記需要者により選択された制御情報に基づく制御を許可する、請求項 15 に記載のエネルギー管理方法。

【請求項 18】

前記計算することは、前記取得されたデータと前記電気機器の制御対象モデルとを保持するデータベースに保持されるデータおよび制御対象モデルに基づいて、前記動作を計算する、請求項 14 に記載のエネルギー管理方法。

【請求項 19】

前記計算することは、エネルギー単価および前記予測されたエネルギー需要量に基づいて遺伝的アルゴリズムにより前記動作を計算する、請求項 14 に記載のエネルギー管理方法。

10

【請求項 20】

さらに、前記予測されたエネルギー需要量に基づいて前記動作の計算に係わるパラメータを変更する、請求項 14 に記載のエネルギー管理方法。

【請求項 21】

さらに、前記サーバ装置による前記動作の計算に係わる負荷を検知し、前記負荷の基準からの逸脱を抑制すべく前記動作の計算に係わるパラメータを変更する、請求項 14 に記載のエネルギー管理方法。

【請求項 22】

コンピュータにより実行されるプログラムであって、前記プログラムは、配電網から電力を供給される電気機器に係わるデータをクライアント装置から取得し、前記データに基づいて前記電気機器のエネルギー需要量を予測し、前記予測されたエネルギー需要量に基づいて、前記電気機器に係わるエネルギーを最適化すべく前記電気機器の動作を計算し、前記計算された動作に基づいて、前記電気機器を制御するための制御情報を前記クライアント装置に送信する、プログラム。

20

【請求項 23】

前記予測することは、前記エネルギー需要量を保持するデータベースに保持された過去のエネルギー需要量を読み出して前記エネルギー需要量を予測する、請求項 22 に記載のプログラム。

30

【請求項 24】

前記予測することは、前記エネルギー需要量を異なる基準に基づいて複数予測し、前記計算することは、前記予測された複数のエネルギー需要量にそれぞれ対応する複数の前記動作を計算し、前記制御することは、前記計算された複数の動作に基づく複数の制御情報を前記クライアント装置に送信する、請求項 22 および 23 のいずれか 1 項に記載のプログラム。

【請求項 25】

前記計算することは、前記取得されたデータと前記電気機器の制御対象モデルとを保持するデータベースに保持されるデータおよび制御対象モデルに基づいて、前記動作を計算する、請求項 22 に記載のプログラム。

40

【請求項 26】

前記計算することは、エネルギー単価および前記予測されたエネルギー需要量に基づいて遺伝的アルゴリズムにより前記動作を計算する、請求項 22 に記載のプログラム。

【請求項 27】

さらに、前記予測されたエネルギー需要量に基づいて前記動作の計算に係わるパラメータを変更する命令を含む、請求項 22 に記載のプログラム。

【請求項 28】

さらに、前記動作の計算に係わる負荷を検知する命令と、前記負荷の基準からの逸脱を抑制すべく前記動作の計算に係わるパラメータを変更する命令とを含む、請求項 22 に記載のプログラム。

50

【請求項 29】

配電網から電力を供給される需要者のコンピュータにより実行されるプログラムであって、

前記需要者の電気機器に係わるデータを、前記コンピュータと通信可能なサーバ装置に送信して、当該サーバ装置に前記電気機器の動作の計算を要求する、プログラム。

【請求項 30】

さらに、前記サーバ装置から送信された制御情報に前記需要者の意思を反映させるための命令を含む、請求項 29 に記載のプログラム。

【請求項 31】

前記反映させることは、前記サーバ装置から送信された複数の制御情報のうち前記需要者により選択された制御情報に基づく制御を許可する、請求項 30 に記載のプログラム。

10

【請求項 32】

クライアント装置と通信可能なサーバ装置において、
配電網から電力を供給される電気機器に係わるデータを前記クライアント装置から取得する取得部と、

前記データに基づいて前記電気機器のエネルギー需要量を予測する予測部と、

前記予測されたエネルギー需要量に基づいて、前記電気機器に係わるエネルギーを最適化すべく前記電気機器の動作を計算する計算部と、

前記計算された動作に基づいて、前記電気機器を制御するための制御情報を前記クライアント装置に送信する制御部とを備える、サーバ装置。

20

【請求項 33】

前記予測部は、前記エネルギー需要量を保持するデータベースに保持された過去のエネルギー需要量を読み出して前記エネルギー需要量を予測する、請求項 32 に記載のサーバ装置。

【請求項 34】

前記予測部は、前記エネルギー需要量を異なる基準に基づいて複数予測し、

前記計算部は、前記予測された複数のエネルギー需要量にそれぞれ対応する複数の前記動作を計算し、

前記制御部は、前記計算された複数の動作に基づく複数の制御情報を前記クライアント装置に送信する、請求項 32 および 33 のいずれか 1 項に記載のサーバ装置。

30

【請求項 35】

前記計算部は、前記取得されたデータと前記電気機器の制御対象モデルとを保持するデータベースに保持されるデータおよび制御対象モデルに基づいて前記動作を計算する、請求項 32 に記載のサーバ装置。

【請求項 36】

前記計算部は、エネルギー単価および前記予測されたエネルギー需要量に基づいて遺伝的アルゴリズムにより前記動作を計算する、請求項 32 に記載のサーバ装置。

【請求項 37】

さらに、前記予測されたエネルギー需要量に基づいて前記動作の計算に係わるパラメータを変更する変更部を備える、請求項 32 に記載のサーバ装置。

40

【請求項 38】

さらに、

前記計算部による前記動作の計算に係わる負荷を検知する検知部と、

前記負荷の基準からの逸脱を抑制すべく前記動作の計算に係わるパラメータを変更する変更部とを備える、請求項 32 に記載のサーバ装置。

【請求項 39】

前記予測部は、前記エネルギー需要量を異なる基準に基づいて複数予測し、

前記計算部は、前記予測された複数のエネルギー需要量のうちから前記電力の需要者により選択されたエネルギー需要量に基づく前記動作を計算し、

前記制御部は、前記計算された動作に基づく複数の制御情報を前記クライアント装置に

50

送信する、請求項 3 2 および 3 3 のいずれか 1 項に記載のサーバ装置。

【請求項 4 0】

前記予測部は、再生可能エネルギーから前記電気機器を稼働させるためのエネルギーを生産するエネルギー生産装置によるエネルギー供給量を予測する、請求項 3 2 に記載のサーバ装置。

【請求項 4 1】

前記エネルギー生産装置は太陽光発電システムであり、

前記予測部は、雲の移動予測を示す気象情報と、前記太陽光発電システムの特性をモデル化した太陽光発電モデルと、制御対象とする地域のマップデータとに基づいて、前記地域における前記太陽光発電システムの発電量を予測する、請求項 4 0 に記載のサーバ装置

10

【請求項 4 2】

前記取得部、前記予測部、前記計算部、および前記制御部の少なくともいずれか 1 つは、クラウドコンピューティングシステムに分散配置される機能オブジェクトである、請求項 3 2 に記載のサーバ装置。

【請求項 4 3】

配電網から電力を供給される電気機器の動作を計算するサーバ装置と通信可能なクライアント装置であって、

前記電気機器に係わるデータを前記サーバ装置に送信して前記動作の計算を要求する通信部を備える、クライアント装置。

20

【請求項 4 4】

さらに、前記サーバ装置から送信された制御情報に前記電力の需要者の意思を反映させるためのインタフェース部を備える、請求項 4 3 に記載のクライアント装置。

【請求項 4 5】

前記インタフェース部は、前記サーバ装置から送信された複数の制御情報のうち前記需要者により選択された制御情報に基づく制御を許可する、請求項 4 4 に記載のクライアント装置。

【請求項 4 6】

前記インタフェース部は、

前記サーバ装置により予測された複数のエネルギー需要量を前記需要者に提示し、

前記提示された複数のエネルギー需要量のうちから前記需要者により選択されたエネルギー需要量を前記サーバ装置に通知する、請求項 4 4 に記載のクライアント装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、加入者宅などの需要者側におけるエネルギー消費を管理するエネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラム、サーバ装置およびクライアント装置に関する。

【背景技術】

【0002】

省エネルギー（省エネ）に向けた取り組みは、近年の社会背景からますます重要になってきている。ビルや工場などの大規模な設備あるいは個別家庭においても、電力を消費するだけの電気機器でなく太陽光発電（Photovoltaic Power Generation：P V）システムや、蓄電池、燃料電池などといった生産型の電気機器を導入しようとするニーズがある。

40

【0003】

電気機器を計画的に稼働させることで省エネルギー化を図ることができる。しかし、ユーザが複数の電気機器の稼働スケジュールを管理するのは大変な労力と手間がかかる。そこで近年、エネルギー需給を統合的に管理するためのエネルギー管理システム（EMS：Energy Management System）を導入することが検討されている。例えば、家庭向けの管理システムは HEMS（Home Energy Management System）と称して知られている。

50

【 0 0 0 4 】

ところで、太陽光発電装置と蓄電装置とを含むエネルギー管理システムにあつては、発電量と電力需要量とをそれぞれ予測し、予測発電量と予測需要量とに基づいて、電気機器の稼動スケジュールを計算し、決定することが提案されている。また、制約条件下で評価関数を最小化する最適化計算を行い、その結果に従つて各電気機器の使用スケジュールを最適化することも提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

- 【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 9 2 0 0 2 号 公 報
- 【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 2 0 4 8 3 3 号 公 報
- 【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 1 - 8 3 0 8 4 号 公 報
- 【 特許文献 4 】 特開平 0 6 - 2 7 6 6 8 1 号 公 報
- 【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 4 - 1 1 2 8 6 9 号 公 報
- 【 特許文献 6 】 特開 2 0 1 1 - 2 0 0 0 4 0 号 公 報
- 【 特許文献 7 】 特開 2 0 0 9 - 2 4 0 0 8 0 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

電気機器のエネルギー算出には多くの要素が複雑に絡み合うので、一般に計算負荷が高く、計算能力の高い機器が必要とされる。このような機器を電力需要者が個々に用意しなければならないとなれば、電力需要者の負担となる。

20

目的は、かかる課題を解決し得るエネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラム、サーバ装置およびクライアント装置を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

実施形態によれば、エネルギー管理システムは、複数のクライアント装置と、前記複数のクライアント装置と通信可能なサーバ装置とを具備する。サーバ装置は取得部、予測部、計算部、制御部を備える。取得部は配電網から電力を供給される電気機器に係わるデータを前記クライアント装置から取得する。予測部は前記データに基づいて電気機器のエネルギー需要量を予測する。計算部は予測されたエネルギー需要量に基づいて、前記電機機器に係わるエネルギーを最適化すべく前記電気機器の動作を計算する。制御部は計算された動作に基づいて前記電気機器を制御するための制御情報を前記クライアント装置に送信する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 実施形態に係わるシステムの一例を示す図である。

【 図 2 】 実施形態に係るエネルギー管理システムの一例を示す図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態に係るクラウドコンピューティングシステム 3 0 0 および H E M S の要部を示す機能ブロック図である。

40

【 図 4 】 制御対象モデルについて説明するための図である

【 図 5 】 第 1 の実施形態における処理手順を示すフローチャートである。

【 図 6 】 実施形態に係る最適化演算の流れの一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 一日のなかでの計算負荷の推移を示す模式図である。

【 図 8 】 第 2 の実施形態に係わるエネルギー管理システムの作用を説明するための図である。

【 図 9 】 第 3 の実施形態に係るクラウドコンピューティングシステム 3 0 0 および H E M S の要部を示す機能ブロック図である。

【 図 1 0 】 第 5 の実施形態に係わるエネルギー管理システムの作用を説明するための図である。

50

【図 1 1】第 5 の実施形態における作用を説明するための図である。

【図 1 2】第 5 の実施形態における作用を説明するための図である。

【図 1 3】第 6 の実施形態に係るクラウドコンピューティングシステム 3 0 0 および H E M S の要部を示す機能ブロック図である。

【図 1 4】第 6 の実施形態に係わるエネルギー管理システムの作用を説明するための図である。

【図 1 5】第 6 の実施形態において端末 1 0 5 に表示される内容の一例を示す図である。

【図 1 6】第 7 の実施形態に係るエネルギー管理システムの特徴を示す機能ブロック図である。

【図 1 7】第 7 の実施形態における作用を説明するための図である。

10

【図 1 8】第 7 の実施形態における作用を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 0 9】

図 1 は、実施形態に係わるシステムの一例を示す図である。図 1 は、いわゆるスマートグリッドとして知られる電力送配電網の一例を示す。既存の配電ネットワークでは原子力、火力、水力などの既存発電所と、一般家庭や、ビル、工場といった多種多様な需要者と電力網によって接続される。次世代の配電ネットワークではこれらに加えて新たな電源として太陽光や風力などの再生可能エネルギーと蓄電装置とを組み合わせた分散型電源や、新たな需要として新交通システムや充電スタンドなどが電力送配電網に接続される。これら多種多様な要素は通信ネットワークを介して接続され統括的に制御される。

20

【0 0 1 0】

電力をインテリジェントに分配するシステムは、エネルギーマネジメントシステム (Energy Management System: EMS) と総称される。EMS はその規模などに応じて幾つかに分類される。例えば一般家庭向けの HEMS (Home Energy Management System)、ビルディング向けの BEMS (Building Energy Management System) などがある。このほか、より小規模なシステム、あるいは地域コミュニティ向けの CEMS (Community Energy Management System)、大口の工場向けの FEMS (Factory Energy Management System) などがある。これらのシステムが連携することできめ細かな電力制御が実現される。

【0 0 1 1】

この種のシステムによれば既存の発電所、分散型電源、太陽光や風力などの再生可能エネルギー源、および需要者の相互間で高度な協調運用が可能になる。これにより自然エネルギーを主体とするエネルギー供給システムや、需要者と事業者との双方向連携による需要者参加型のエネルギー供給といった、新規かつスマートな形態の電力供給サービスが生まれ出される。

30

図 2 は、実施形態に係るエネルギー管理システムの一例を示す図である。このシステムは、クライアントシステムとしての HEMS と、各 HEMS と通信可能なサーバシステムとしてのクラウドコンピューティングシステム 3 0 0 とを備える。以下では、配電網から電力を供給される需要者の一例として、エネルギー管理サービスに加入する加入者を採りあげる。需要者は電気機器を備え、電気機器も配電網から電力を供給される。

【0 0 1 2】

40

HEMS は、配電網から電力を供給される加入者宅 1 0 0 のそれぞれごとに形成される。HEMS は、ホームゲートウェイ (Home Gateway: HGW) 7 を中核として形成される。ホームゲートウェイ 7 は、クラウドコンピューティングシステム 3 0 0 から各種のサービスの提供を受けることができる。

【0 0 1 3】

クラウドコンピューティングシステム 3 0 0 は、サーバコンピュータ SV とデータベース DB とを備える。サーバコンピュータ SV は単体でも複数でも良い。データベース DB は一つのサーバコンピュータ SV に備えられていても、複数のサーバコンピュータ SV に分散配置されていてもよい。

【0 0 1 4】

50

図2において、配電網としての電力系統6から供給される電力(交流電圧)は、電柱の変圧器61などを経て各家庭に分配され、電力量計(スマートメータ)19を経て加入者宅100の分電盤20に供給される。電力量計19は、加入者宅100に備わる再生可能エネルギー発電システムの発電電力量、加入者宅100の消費電力量、電力系統6から流れ込む電力量、あるいは電力系統6に逆潮流する電力量などを計測する機能を備える。

【0015】

分電盤20は配電線21を介して、この分電盤20に接続される電気機器(照明、エアコン、あるいはヒートポンプ式給湯器(HP)など)5やパワーコンディショニングシステム(PCS)104に電力を供給する。また分電盤20は、フィードごとの電力量を計測する計測装置を備える。

10

【0016】

電気機器5は加入者宅内の配電線21に接続されることの可能な機器であり、電気自動車EVやPVシステム101などを含め、電力を消費する機器、電力を生成する機器、および電力を消費し生成する機器の少なくともいずれかが該当する。特に、電気機器5はコンセント(図示せず)を介して配電線21に着脱可能に接続され、配電線21を介して分電盤20に接続される。

【0017】

加入者宅100の屋根や外壁には太陽光パネルが設置されPVシステム101が形成される。PVシステム101で発生した直流電圧はPCS104に供給される。PCS104は加入者宅100ごとに据え置かれる蓄電装置である蓄電池102を充電すべく、この直流電圧を蓄電池102に与える。なおPVシステム101は、再生可能エネルギーから電気機器5を稼働させるためのエネルギーを生産するエネルギー生産装置としての位置付けにあり、風力発電システムなどもその範疇に入る。

20

【0018】

PCS104はコンバータ(図示せず)を備え、配電線21からの交流電力を直流電力に変換して蓄電池102に供給する。そして、電力系統6から送られる電力を深夜においても蓄電池102に充電することができる。さらにPCS104はインバータ(図示せず)を備え、蓄電池102あるいは燃料電池103から供給される直流電力を交流電力に変換して配電線21に供給する。これにより、電気機器はPCS104を介して、蓄電池102や燃料電池103からも電力の供給を受けることができる。

30

【0019】

要するにPCS104は、蓄電池102、燃料電池103と配電線21との間でエネルギーを授受するための電力変換器としての機能を備える。PCS104は蓄電池102や燃料電池103を安定に制御する機能も備える。さらにPCS104は、電気自動車EVに接続可能な充電用コンセントにも電力を分配する。これにより電気自動車EVに搭載される車上バッテリーを充放電することが可能になる。

【0020】

加入者宅100にはLAN(Local Area Network)などの通信回線が配設され、ホームネットワーク25が形成される。ホームゲートウェイ7はホームネットワーク25とIPネットワーク200との双方に、コネクタ(図示せず)などを介して着脱可能に接続される。これによりホームゲートウェイ7は、ホームネットワーク25に接続される電力量計19、分電盤20、PCS104、および電気機器5と相互に通信可能である。なおホームネットワーク25は有線回線、あるいは無線回線のいずれでも良い。

40

【0021】

ホームゲートウェイ7は、実施形態に係る処理機能として通信部7aを備える。通信部7aは、クラウドコンピューティングシステム300に各種のデータを送信し、またクラウドコンピューティングシステム300から各種のデータを受信する。

【0022】

ホームゲートウェイ7はCentral Processing Unit(CPU)とメモリ(図示せず)を備えるコンピュータである。メモリは、クラウドコンピューティングシステム300と通

50

信したり、クラウドコンピューティングシステム300に、電気機器の動作に係わる稼働スケジュールの計算を要求したり、システムの制御に加入者の意思を反映させたりするための命令を含むプログラムを記憶する。CPUが各種のプログラムに基づいて機能することで、ホームゲートウェイに係る諸機能が実現される。

【0023】

すなわちホームゲートウェイは、クラウドコンピューティングシステム300に各種のデータを送信し、またクラウドコンピューティングシステム300から各種のデータを受信する。ホームゲートウェイは、クラウドコンピューティングシステム300、サーバコンピュータSVと通信可能なクライアント装置である。ホームゲートウェイから送信される各種データには、クラウドコンピューティングシステム300に各種の演算を要求するための要求信号が含まれる。

10

【0024】

ホームゲートウェイは有線回線または無線回線を介して端末105に接続される。ホームゲートウェイと端末105とを合わせて上記クライアント装置としての機能を実現することも可能である。端末105はいわゆるタッチパネルなどのほか、例えば汎用的な携帯情報機器やパーソナルコンピュータなどでもよい。

【0025】

端末105は電気機器5、燃料電池103、蓄電池102、PV装置101の稼働状況や消費電力量を例えばLCD(Liquid Crystal Display)に表示したり、音声ガイダンスなどで加入者(ユーザ)に報知する。また端末105は操作パネルを備え、加入者による各種の操作や設定入力を受け付ける。

20

【0026】

IPネットワーク200は、いわゆるインターネット、あるいはシステムベンダのVPN(Virtual Private Network)などである。ホームゲートウェイは、IPネットワーク200を経由してサーバコンピュータSVと通信したり、データベースDBとデータを授受したりできる。なおIPネットワーク200は、ホームゲートウェイとクラウドコンピューティングシステム300との間に双方向の通信環境を形成するための、無線または有線の通信インフラストラクチャを含んで良い。

【0027】

クラウドコンピューティングシステム300は、収集部300a、予測部300b、計算部300c、制御部300d、検知部300e、および変更部300fを備える。また制御対象モデル300gおよび各種のデータ300hがクラウドコンピューティングシステム300のデータベースDBに記憶される。収集部300a、予測部300b、計算部300c、制御部300d、検知部300e、および変更部300fは、単体のサーバコンピュータSV、あるいは、クラウドコンピューティングシステム300に分散配置される機能オブジェクトである。これらの機能オブジェクトを如何にしてシステムにインプリメントするかは、当業者によれば容易に理解されるであろう。

30

【0028】

例えば収集部300a、予測部300b、計算部300c、制御部300d、検知部300e、および変更部300fは、クラウドコンピューティングシステム300のサーバコンピュータSVにより実行されるプログラムとして実現される。このプログラムは単体のコンピュータにより実行されることもできるし、複数のコンピュータを備えるシステムにより実行されることも可能である。プログラムに記載される命令が実行されることで、実施形態に係わる諸機能が実現される。

40

【0029】

収集部300aは、加入者宅100の電気機器5に係わる各種データを各加入者宅100のHEMS(ホームゲートウェイ)から取得する。取得されたデータはデータベースDBにデータ300hとして保持される。データ300hは、各加入者宅100の電力需要量、各電気機器5の消費電力量、給湯量、稼働状態、蓄電池102の充電残量や充放電電力、PVシステム101の発電量などを含む。これらのデータは、加入者宅100の配

50

電線 2 1 に接続される機器に係わるデータとして、エネルギー需要量の予測などに利用される。

【 0 0 3 0 】

予測部 3 0 0 b は、収集部 3 0 0 a により取得されたデータに基づいて、各電気機器 5 の時間ごとのエネルギー需要量、および、加入者宅 1 0 0 のトータルでの時間ごとのエネルギー需要量を予測する。具体的には、予測部 3 0 0 は、加入者宅 1 0 0 の電力需要量、給湯需要量、P V 発電量などを予測する。

【 0 0 3 1 】

計算部 3 0 0 c は、加入者宅 1 0 0 の蓄電池 1 0 2 または燃料電池 1 0 3 のそれぞれの制御対象モデル 3 0 0 g と、予測した電力需要量、給湯需要量、および P V 発電量から蓄電池 1 0 2 の充放電スケジュール、または燃料電池 1 0 3 の発電スケジュールを計算する。すなわち計算部 3 0 0 c は、予測されたエネルギー需要量に基づいて加入者宅 1 0 0 におけるエネルギーを最適化すべく、電気機器 5 の動作を決定する。つまり計算部 3 0 0 c は、予測されたエネルギー需要量に基づいて加入者宅 1 0 0 におけるエネルギー収支を最適化可能な、電気機器 5 の動作に係わる稼働スケジュールを計算する。この処理を最適スケジュールリングと称する。

10

【 0 0 3 2 】

エネルギー収支とは例えば光熱費収支であり、電気機器 5 により消費される電力エネルギーのコストと、主に P V システム 1 0 1 により生成されるエネルギーの売電料金とのバランスにより評価される量である。計算された電気機器 5 の時系列の稼働スケジュールは、データベース D B に記憶される。

20

【 0 0 3 3 】

制御部 3 0 0 d は、計算された稼働スケジュールに基づいて電気機器 5 を制御するための制御情報を生成する。すなわち制御部 3 0 0 d は、最適スケジュールリングの結果から蓄電池 1 0 2 の充放電、稼働、または燃料電池 1 0 3 の発電のための運転・停止指示、出力目標値などを生成する。これらの制御情報は、通信回線 4 0 を介して H E M S の端末 1 0 5 やホームゲートウェイ 7 に送信される。

【 0 0 3 4 】

検知部 3 0 0 e は、計算部 3 0 0 c による稼働スケジュールの計算に係わる負荷を検知する。負荷とはサーバコンピュータ S V の処理負荷、データベース D B からデータを読み出すのにかかる時間、あるいはクラウドコンピューティングシステム 3 0 0 内における通信負荷などである。変更部 3 0 0 f は、検知された負荷の基準からの逸脱を抑制すべく、稼働スケジュールの計算に係わるパラメータを変更する。

30

【 0 0 3 5 】

加入者宅 1 0 0 の端末 1 0 5 は、制御部 3 0 0 d から送信された制御情報に基づく電気機器 5 の制御に、加入者の意思を反映させるためのインタフェース部 (図 3 のインタフェース部 1 0 5 a) を備える。インタフェース部 1 0 5 a は、蓄電池 1 0 2 の充放電スケジュールや燃料電池 1 0 3 の発電スケジュールを表示するために表示器を備える。加入者は、表示器に表示された内容を見てスケジュールを確認したり、表示されたスケジュールの実行の許可または拒否を選択したりすることができる。これによりスケジュールの実行に加入者の意思を反映させることができる。

40

【 0 0 3 6 】

また、加入者は、クラウドコンピューティングシステム 3 0 0 にスケジュールの再計算を要求したり、そのために必要になる情報をシステムに与えたりするための指示 (コマンド) を、インタフェース部 1 0 5 a を介して入力することができる。

なお上記構成において、サーバコンピュータは主装置としての位置付けにあり、ホームゲートウェイは主装置からの制御信号を受信する従装置としての位置付けにあると理解することが可能である。次に、上記構成を基礎として複数の実施形態について説明する。

【 0 0 3 7 】

[第 1 の実施形態]

50

図3は、第1の実施形態に係るクラウドコンピューティングシステム300およびHEMSの要部を示す機能ブロック図である。図3において、加入者宅100のPCS104、電気機器5、蓄電池102、燃料電池103、電力量計19、および分電盤20から各電気機器5の所定時間ごとの消費電力量、稼動状態、蓄電池102の充電残量や充放電電力量、加入者宅100の電力需要量、給湯需要量、PV発電量などのデータが、ホームゲートウェイを介して定期的、あるいは不定期にクラウドコンピューティングシステム300に送信される。

【0038】

需要者あるいは加入者によりインタフェース部105aを介して設定された各需要量・発電量に係る変動所定量に対し、実際のデータが上回る、あるいは下回る状態になると、ホームゲートウェイは、上記データをクラウドコンピューティングシステム300に送信する。不定期とは、このようなタイミングでの送信を意味する。また加入者の端末105の操作履歴なども、クラウドコンピューティングシステム300に送信される。これらのデータや情報はデータベースDB群に格納される。

10

【0039】

加入者ごとに設けられる予測部300bは、収集したデータのうち電力需要量、給湯需要量、PV発電量に加えて天気予報などの気象情報なども用いて、対象とする日の所定時間ごとの電力需要量、給湯需要量、PV発電量を予測する。気象情報は1日数回のタイミングで他のサーバ（気象庁など）から配信される。予測計算はこの気象情報を受信したタイミングに合わせて実行してもよい。

20

【0040】

そして、加入者ごとに設けられる計算部300cは、予測計算により算出された所定時間ごとのエネルギー需要量と、電気料金と、制御対象モデル300gとに基づいて、電気機器5の動作制御に係わる最適スケジューリングを実行する。

予測部300b、計算部300cは、例えば加入者ごとに専用に設けられる機能オブジェクトとしてインプリメントされることが可能である。つまり予測部300b、計算部300cの機能を加入者ごとに設けることが可能である。例えばプログラムの実行過程においてスレッドを複数立てることで、このような形態が可能である。このような形態によればセキュリティを確保し易いなどのメリットがある。

【0041】

あるいは、予測部300b、計算部300cを、複数の加入者に対して設けられる機能オブジェクトとしてインプリメントすることも可能である。つまり予測部300b、計算部300cによる演算を、複数の加入者をまとめた単位で実行することも可能である。このような形態によれば計算リソースの節約などのメリットを得ることが可能である。

30

【0042】

例えば予測部300bがPV発電予測部（図示せず）を含むケースは、このような形態と親和性が高い。つまりPV発電予測部あるいは予測部300bを、所定エリアの加入者に共通する形態で設けることが可能である、PV発電量は気象と密接に関連し、気象はある程度の広さのエリアを単位とする現象であるからである。詳しくは後述する。

【0043】

図4は制御対象モデルについて説明するための図である。実施形態に係る制御対象モデルは、蓄電池102および燃料電池103の双方、あるいはいずれか一方の入出力モデルと、電力および熱の双方、あるいはいずれか一方の需給バランスモデルとを含む。また実施形態に係る制御対象モデルは、電力系統6への逆潮流量の制限を意味する制約条件と、蓄電池容量および燃料電池の貯湯槽容量あるいはどちらか一方を意味する制約条件とを含む。

40

【0044】

燃料電池103の入出力モデルは、時刻 t のときガス供給 $G_{FC}(t)$ に対して $P_{FC}(t)$ 発電し、 $Q_{FC}(t)$ 排熱する場合、 $P_{FC}(t) = f(G_{FC}(t))$ 、 $Q_{FC}(t) = g(G_{FC}(t))$ とする。蓄電池102の入出力モデルは、充電残量 $S(t)$ の蓄電池は電力

50

$P_{SB}(t)$ で充放電を行うものとし、次式(1)に示される。

【数1】

$$S(t) = S(t-1) - \beta P_{SB}(t) \quad (1)$$

β : 充放電時の損失を表す係数

【0045】

電力の需給バランスモデルは例えば式(2)のように表すことができる。ここで $P_D(t)$ は電気機器5の消費電力量すなわち電力需要を示す。 $P_C(t)$ は電力系統6からの購入電力もしくは売電電力、 $P_{PV}(t)$ はPVシステム101の発電量をを示す。熱の需給バランスモデルは例えば式(3)、(4)のように表すことができる。 $Q_D(t)$ は給湯需要、 $H(t)$ は貯湯量を示す。貯湯槽からの給湯 $Q_{ST}(t)$ で賄いきれない給湯需要 $Q_B(t)$ は補助ボイラから供給されるとする。ガス供給量 $G(t)$ は $G_{FC}(t)$ に補助ボイラへの供給 $G_B(t)$ を加算したものである。

10

【数2】

$$P_C(t) + P_{PV}(t) + P_{FC}(t) + P_{SB}(t) = P_D(t) + P_H(t) \quad (2)$$

$$\alpha H(t-1) + Q_{FC}(t) + Q_H(t) = H(t) + Q_{ST}(t) \quad (3)$$

20

$$Q_{ST}(t) + Q_B(t) = Q_D(t) \quad (4)$$

$P_H(t)$: 逆潮防止ヒータ電力

$Q_H(t)$: 逆潮防止ヒータ発熱量

α : 貯湯効率

30

【0046】

制約条件として、燃料電池103と蓄電池102からの逆潮流の禁止は例えば式(5)に示される。また蓄電池102の容量や燃料電池103の貯湯容量の制約を例えば式(6)、(7)のように表すことができる。

【数3】

$$P_{FC}(t) + P_{SB}(t) \leq P_D(t) + P_H(t) \quad (5)$$

$$S_{\min} \leq S(t) \leq S_{\max} \quad (6)$$

40

$$H_{\min} \leq H(t) \leq H_{\max} \quad (7)$$

H_{\min} : 貯湯容量下限値

H_{\max} : 貯湯容量上限値

S_{\min} : 蓄電容量下限値

S_{\max} : 蓄電容量上限値

【0047】

図3において、計算部300cは電力・給湯需要量とPV発電量、電気・ガスの料金単価および電力買い取り価格が与えられたとき、光熱費収支(エネルギーコスト)が最小と

50

なるように燃料電池 103 の発電 $P_{FC}(t)$ と蓄電池 102 の充放電 $P_{SB}(t)$ のスケジュールを求める。最適化アルゴリズムには例えば遺伝的アルゴリズムを用いることができる。

【0048】

遺伝的アルゴリズムの中で最大化する適合度 Fit は、例えば式 (8)、(9) に示されるように、1日あたりの光熱費収支 C の $f(C) > 0$ なる単調増加関数に機器稼働の不連続性にかかるコストを加算したものの逆数が考えられる。 $f(C) > 0$ なる単調増加関数を用いた理由は、家庭の電力需要量を発電量が大きく上回る場合に光熱費収支 C が負となる可能性があるからである。

【数4】

10

$$Fit = \frac{1}{f(C) + \text{機器稼働の不連続性に掛かるコスト}} \quad (8)$$

$$C = \sum_{t=0}^{23} (c_F G(t) + c_E(t) P_C(t)) \quad (9)$$

$$c_E(t) : \begin{cases} \text{電気料金単価 (¥/kWh)} & P_C(t) > 0 \\ \text{PV買取単価 (¥/kWh)} & P_C(t) \leq 0 \end{cases}$$

20

c_F : ガス料金単価(¥/kcal)

【0049】

制御部 (機器運転スケジューラ) 300d は、最適スケジューリングの結果から蓄電池 102 の充放電、または燃料電池 103 の発電のための運転・停止指示、出力目標値などをスケジュールの時間間隔ごとに生成し、加入者宅 100 のホームゲートウェイに送信する。加入者は送信された制御情報に基づく制御の可否を、ユーザインタフェース 105a を介してシステムに指示する。

30

【0050】

図5は、第1の実施形態における処理手順を示すフローチャートである。最適化演算には電力需要量予測、給湯需要量予測、PV発電量予測などが必要であり、この最適化演算は予測計算が実行される1日数回のタイミングに合わせて実行される。

【0051】

図5において、予測部 300b は所定時間ごとの電力需要量、給湯需要量、PV発電量をデータベースDBから取得する (ステップS1-1)。このステップでは過去のデータを取得しても良い。次に予測部 300b は、稼働スケジュール算出のため所定時間ごとの電力需要量、給湯需要量、PV発電量を予測する (ステップS1-2)。

40

【0052】

次に計算部 300c は、光熱費収支を最小とすべく燃料電池 103 の発電量と蓄電池 102 の充放電量の所定時間ごとのスケジュールを算出する (ステップS1-3)。算出されたスケジュールはデータベースDBに記憶される。

【0053】

次にシステムは、蓄電池の充放電スケジュールまたは燃料電池 103 の発電量のスケジュールを示すメッセージ信号を、IPネットワーク 200 を介して端末 105 に送信する。端末 105 はメッセージ信号を解読して各種スケジュールをインタフェースに表示する (ステップS1-4)。メッセージ信号の送信から表示に係わるルーチンは定期的、あるいはユーザからの要求に応じて実行される。

50

【 0 0 5 4 】

次に、クラウドコンピューティングシステム 3 0 0 は、機器運転スケジュールの実行がユーザにより許可されたことを示す許可メッセージ信号の到来を待ち受ける（ステップ S 1 - 5）。許可されれば、制御部 3 0 0 c は作成されたスケジュールリングされたスケジュールに沿って加入者宅 1 0 0 の電気機器 5 を制御するための制御情報を、IP ネットワーク 2 0 0 経由で加入者宅 1 0 0 のホームゲートウェイに送信する（ステップ S 1 - 6）。制御情報は、例えば蓄電池 1 0 2 の充放電、燃料電池 1 0 3 の発電のための運転・停止指示、出力目標値などを含む。以上の手順はスケジュールの時間間隔ごとに繰り返される。

【 0 0 5 5 】

図 6 は、実施形態に係る最適化演算の流れの一例を示すフローチャートである。先に述べたように、計算部 3 0 0 c は遺伝的アルゴリズムにより最適化演算を実施する。

（ステップ S 2 - 1） 初期個体群の生成

ランダムまたは過去の実績値に基いて n 個の初期個体を発生させる。時刻 t の燃料電池 1 0 3 の運転・停止、燃料電池 1 0 3 の発電量、蓄電池 1 0 2 の充放電電力をそれぞれ遺伝子とし、1 日 2 4 時間分を遺伝子列とする。さらに燃料電池 1 0 3、蓄電池 1 0 2 の各遺伝子列の集合 1 つの固体とする。

【 0 0 5 6 】

（ステップ S 2 - 2） 適合度評価

制約条件を満足していない場合は満足するように遺伝子をビット反転させる。制約条件を満足する個体が n 個生成できれば、各個体の適合度およびその世代での平均適合度を計算する。適合度については、その世代における平均適合度が前 2 世代の平均適合度と比較して、ある（任意に設定する値）以下またはある繰り返し回数以上であれば、アルゴリズムを終了する。

【 0 0 5 7 】

（ステップ S 2 - 3） 淘汰

制約条件を満足しない個体を淘汰する。また、予め定義した個体数以上の個体が存在する場合は適応度の悪い（適応度の小さい）個体をその個体数まで淘汰する。

【 0 0 5 8 】

（ステップ S 2 - 4） 増殖

個体数が予め定義した個体数より少ない場合、適応度が最良の個体を増殖させる。

【 0 0 5 9 】

（ステップ S 2 - 5） 交叉

ランダムにペアリングを行う。ペアリングは全個体数に対する割合（交叉率）分だけ行い、各ペアごとにランダムに遺伝子座を選び、一点交叉させる。

【 0 0 6 0 】

（ステップ S 2 - 6） 突然変異

全個体数に対する割合（突然変異率）分だけランダムに個体を選び、各個体の任意（ランダムに決定する）の遺伝子座の遺伝子をビット反転させる。

【 0 0 6 1 】

（ステップ S 2 - 7） 制約条件チェック

（ステップ S 2 - 2）～（ステップ S 2 - 7）の手順は、ステップ S 1 - 7 とステップ S 2 - 7 のループで、世代数 < 最大世代数の条件が満たされるまで、世代数をインクリメントしつつ繰り返される。この条件が満たされれば結果出力（ステップ S 2 - 8）のちで終了となる。

【 0 0 6 2 】

以上説明したようにこの実施形態によれば、各加入者宅 1 0 0 ごとのトータルのエネルギーコストを最小または低く抑えられるようにするための、燃料電池の発電スケジュールや蓄電池の充放電スケジュールを効率良く求めることが可能になる。すなわち第 1 の実施形態では、クラウドコンピューティングシステム 3 0 0 のサービスを利用する形態で最適

10

20

30

40

50

スケジューリングを実施するようにしたので、加入者宅100に設置する情報機器のリソース負荷を低減することが可能になる。

【0063】

図7は一日のなかでの計算負荷の推移を示す模式図である。負荷の高い最適スケジュール計算は、気象情報の配信を受けた直後のタイミングで1日数回実行されるので、仮に21時と6時に気象情報が配信されるとすれば、その周辺の時間帯に計算負荷のピークが集中する。従ってこの時間帯の計算負荷をクラウドサービスを利用して負荷分散することで、サービス提供者にとっては、固定された専用サーバコンピュータ資源によってサービスを提供するよりも、設備投資などを格段に抑えることが可能となる。変動する計算負荷に合わせて柔軟に計算資源の増強が可能となるからである。

10

【0064】

例えば演算に係わる複数のサーバコンピュータSV1～SV5があるとする。このうち1つのサーバコンピュータSV1に、加入者宅100のうち100件分の計算を行わせるとする。低負荷の時間帯であればサーバコンピュータSV1の能力で賄えるとしても、気象情報の配信を受けた後の所定期間(例えば、30分)は負荷が高くなり、サーバコンピュータSV1のリソースが足りなくなる虞がある。そこで、高負荷の時間帯においてはこの計算を他のサーバコンピュータSV2～SV5にも分担させ、計算の結果をデータベースDBに記憶させるようにすると良い。このようにすれば、後からその計算結果に係るデータに基づいて各加入者の電気機器を制御することができる。

20

【0065】

このようなケースでは、サーバコンピュータSV1は先ず他のサーバコンピュータSV2～SV5に問い合わせメッセージ信号を送信し、計算のためのリソースが十分にあるか否かを問い合わせる。そして、サーバコンピュータSV1は、分担を了承したことを示す応答メッセージ信号を返送したサーバコンピュータSVに処理対象の各種データを送信して、計算の分担を依頼する。

【0066】

なお、計算に要するデータには加入者を特定可能な識別子(加入者番号など)が付与される。この識別子に基づいて、サーバコンピュータSV1は個別の加入者を特定することが可能であり、加入者の電気機器を個別に制御することが可能になる。

30

【0067】

既存の技術では、インターネットアプリケーションサービスプロバイダ(ASP)に最適化計算を委ね、データセンタ等に設置されるサーバコンピュータのリソースを用いることで、加入者の計算機リソースを少なくすることも考えられている。しかしながらサービス提供者の視点に立てば、例えば加入者が増大するにつれデータベース容量を増やしたり、計算負荷のピークに合わせて専用サーバコンピュータの最大計算機能力を増強するなど、多大な設備投資が継続的に必要になることが考えられる。

【0068】

これに対し第1の実施形態によれば、加入者およびサービス提供者の双方にとって、計算負荷やデータベース容量の増大というリスクを解消することが可能になる。よって設備コストを抑えることが可能になる。さらに第1の実施形態によれば、電気機器の省エネルギー化に加入者の意思を反映させることも可能になる。以上から第1の実施形態によれば、演算にかかる負担を軽減し得るエネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラム、サーバ装置およびクライアント装置を提供することが可能となる。

40

【0069】

[第2の実施形態]

図8は、第2の実施形態に係わるエネルギー管理システムの作用を説明するための図である。第2の実施形態におけるシステム構成は、第1の実施形態と同様である。

図5のステップS1-4において、スケジュール情報が端末105のインタフェースに表示されるのに併せて、第2の実施形態では、図8に示されるようなカレンダーも表示する。加入者は、端末105に表示されるカレンダーから過去の任意の特定の日を選択指定

50

する。指定された日付を示す日付指定メッセージ信号はクラウドコンピューティングシステム300の予測部300bに送信される。

【0070】

日付指定メッセージ信号を受けた予測部300bは、当該日付の電力需要量および給湯需要量をデータベースDBから読み出し、計算部300cに渡す。これにより予測部300bは、需要量予測に係わる演算を実行する代わりにデータベースDBから既存のデータを読み出すだけで足りる。従って電力需要量予測と給湯需要量予測にかかる処理を大幅に簡略化することができ、サーバコンピュータSVの計算負荷を大きく低減することが可能になる。

【0071】

[第3の実施形態]

図9は、第3の実施形態に係るクラウドコンピューティングシステム300およびHEMSの要部を示す機能ブロック図である。図9において図3と共通する部分には同じ符号を付して示し、ここでは異なる部分についてのみ説明する。第3の実施形態において予測部300bは、スケジュールを算出しようとする日の電力需要量および給湯需要量の予測として、データベースDBに過去に記憶された、対象とする加入者の1週間前の同じ曜日の同じ時刻の値を読み出して計算部300cに渡す。このようにしても、電力需要量予測と給湯需要量予測にかかる処理を大幅に簡略化することができ、サーバコンピュータSVの計算負荷を大きく低減することが可能になる。

【0072】

加入者が端末105を介してクラウドコンピューティングシステムに対して要求することで、このような処理モードを設定することが可能である。処理モードの実行の如何に係わる設定登録情報はデータベースDBに記憶される。

具体的には、加入者から端末105のインタフェースに設定入力を与えられると、端末105は設定内容に係るメッセージ信号を、IPネットワーク200を介してクラウドコンピューティングシステム300に送信する。このメッセージ信号を受信したクラウドコンピューティングシステム300は、データベースDBにおける、送信元の加入者に係る記憶領域に設定内容を記憶する。

【0073】

予測部300bは、モード設定登録を示すフラグ(図示せず)が登録されているか否かを、制御ルーチンのなかで確認する。フラグが登録されていれば、予測部300bは上記のとおり、対象とする加入者の1週間前の同じ曜日の同じ時刻の値をデータベースDBから読み出して計算部300cに渡す。

【0074】

[第4の実施形態]

第4の実施形態において予測部300bは、スケジュールを算出しようとする日の電力需要量および給湯需要量の予測として、データベースDBに保持された電力需要量および給湯需要量のうち、一日の電力需要量が最大となる日と最小となる日の2通りの電力需要量および給湯需要量を読み出し、計算部300cに渡す。このとき全てのデータを検索するのではなく、例えば季節(春、夏、秋、冬)に対応する、或る範囲内の期間から該当のデータを読み出すようにすれば計算負荷を軽減できる。

【0075】

計算部300cは、対象とする加入者宅100に設置された蓄電池102の充放電スケジュール、または燃料電池103の発電スケジュールを、これら2通りの需要パターンに対応して2通り計算する。これらの稼動スケジュールはHEMSに送信され、端末105から加入者に通知される。加入者はいずれかの稼動スケジュールを選択指定し、選択したスケジュールの実行許可を制御部300dに与える。このようにすることでエネルギー管理システムと加入者との間に対話環境を形成することができ、加入者の希望に近いスケジュールのもとで電気機器を稼動させることができる。

【0076】

10

20

30

40

50

[第 5 の実施形態]

図 10 は第 5 の実施形態に係わるエネルギー管理システムの作用を説明するための図である。第 5 の実施形態におけるシステム構成は、第 1 の実施形態と同様である。

第 5 の実施形態において、変更部 300 f は、予測部 300 b にて算出された需要量予測と検知部 300 e により検知された計算負荷とに基づき、稼動スケジュールの計算に係わるパラメータを変更する。パラメータには例えばスケジュールの時間間隔、つまりスケジュール演算の周期、あるいはスケジュールの対象とする期間などがある。このほかデータベース DB に記憶される各データ項目のそれぞれもパラメータとして考慮することが可能である。

【 0077 】

10

第 1 の実施形態では所定期間ごとに稼動スケジュールを算出した。第 5 の実施形態では、生活スケジュールが加入者ごとに異なることを考慮し、スケジュール演算の周期を加入者ごとに可変する。例えば、加入者が外出しているとエネルギー需要がほとんど変動しないので、在宅時に比べて演算の周期を長くするようにする。これによりクラウドコンピューティングシステム 300 側の負荷、特にサーバコンピュータ SV の処理負荷を抑えることができ、システム全体としての演算リソースを効率的に利用することが可能になる。

【 0078 】

在宅する加入者が多くなると演算の周期が全体として短くなり、クラウドコンピューティングシステム 300 側の負荷が大きくなる。そこで、需要変動の大きい加入者の数が既定の閾値以上になれば、演算周期を短いモードから長いモードへと全体として変更する。これによりクラウドコンピューティングシステム 300 側の負荷を抑制することが可能になる。

20

【 0079 】

図 11 および図 12 は第 5 の実施形態における作用を説明するための図である。図 11 に示されるように、予測された電力需要量の一定区間の平均値が既定の閾値以下となった場合は、例えば加入者が外出中であると判断しても良い。そこで変更部 300 f はスケジュール時間間隔を通常より長くして、計算部 300 c の計算負荷を低減させる。また、サーバコンピュータ SV の計算負荷が既定の閾値以上となった場合は、変更部 300 f は計算負荷を低減させるためにスケジュール時間間隔を長くする。

【 0080 】

30

図 12 に示されるように、サーバコンピュータ SV の計算負荷が既定の閾値以上となった場合は、スケジュール期間を長くすることで変更部 300 f はスケジュール期間を長くすることで計算部 300 c の負荷を低減させる。

【 0081 】

第 5 の実施形態によれば、クラウドコンピューティングシステム 300 の計算負荷を低減させることが可能になる。また、計算負荷が低減可能となった場合、複数の加入者間の計算負荷の差異を利用して計算タスクを振り分けることで、特定のサーバコンピュータへの負荷集中を避けて平準化を行うこともできる。逆に、特定の加入者の求めに応じて最適化計算のパラメータを変更し、その分計算負荷の増大が起こったとしても、当該加入者の最適化計算を別のサーバコンピュータに振り分けるようにしてもよい。このようにすれば加入者からコストの増加の了承を受けたうえで、サービス品質の向上を図ることが可能になる。

40

【 0082 】

[第 6 の実施形態]

図 13 は、第 6 の実施形態に係るクラウドコンピューティングシステム 300 および HEMS の要部を示す機能ブロック図である。図 13 において図 9 と共通する部分には同じ符号を付して示し、ここでは異なる部分についてのみ説明する。

第 6 の実施形態において予測部 300 b は、加入者により選択された日付における電力需要量および給湯需要量の予測を、図 14 に示すようにデータベース DB から複数読み出す。これら複数の需要量予測は通信データ化され、IP ネットワーク 200 を経由して端

50

末 105 またはホームゲートウェイに送られる。

【0083】

端末 105 は送信された複数の需要量予測を視覚的に表示する。これにより図 15 に示すように、複数の需要量予測結果が加入者に提示される。図 15 には電力需要量予測について二通りの予測結果が示される。給湯需要量予測についても同様である。加入者はいずれかの需要量予測結果を、例えばラジオボタンをクリックしたりタッチパネル上で指定するなどして選択する。選択の結果は IP ネットワーク 200 を経由してクラウドコンピューティングシステム 300 に通知される。

【0084】

計算部 300c はこの通知を受けて、加入者により選択された需要量予測（需要パターン）に対応する、蓄電池 102 の充放電スケジュール、または燃料電池 103 の発電スケジュールを計算する。このようにして算出された稼働スケジュールは HEMS に送信され、例えば端末 105 による加入者の実行許可を受けてから電気機器 5 の制御に反映される。

10

【0085】

第 6 の実施形態ではエネルギー需要量予測に加入者の意思を反映させるためのインタフェースを提供できるようにしている。つまり加入者は、システムにより提示された複数のパターンにわたる需要量予測を自ら選択できるようになっている。

【0086】

加入者の行動には、休日と平日などに区分可能な比較的パターン化された生活行動のほか、急な外出や突発的な行動など、予測不能な行動もある。通常のパターンから逸脱する行動は電力や給湯の需要に大きく影響し、蓄電池や燃料電池などの稼働スケジュールもこれに応じて変動するが、加入者の行動までもシステム側で予測することは困難である。これは BEMS や FEMS に比較して、HEMS が家庭向けであることに特有の事情である。

20

【0087】

そこで第 6 の実施形態では、例えば行動パターンに応じて予測される複数の需要パターンを加入者に提示し、いずれかのパターンを加入者に選択させるようにしている。第 4 の実施形態では既に計算された稼働スケジュールを複数、提示するのに対し、第 6 の実施形態は計算のもとになる予測パターンを複数、提示する点に特徴を持つ。

30

【0088】

例えば、計算結果である蓄電池や燃料電池の稼働スケジュールの適、不適を加入者が判断することは必ずしも容易ではない。これに対し需要ベースの情報であれば外出、在宅などの予定から、電力、給湯のいずれにしても加入者は或る程度その適、不適を判断できるはずである。これにより、加入者の突発的な行動や急な予定変更が生じて、これに追従して最適な稼働スケジュールを算出することが可能になる。

なお電力需要量、給湯需要量を予測する基準は、加入者の行動に限られるものではなく、天気予報や計画停電の要請など、異なる他の基準を適用することももちろん可能である。第 7 の実施形態では天気予報を利用した電力の需給予測について説明する。

【0089】

40

[第 7 の実施形態]

図 16 は、第 7 の実施形態に係るエネルギー管理システムの特徴を示す機能ブロック図である。第 7 の実施形態ではエネルギーの需要量に代えて、加入者宅に備わる PV システム 101 によるエネルギーの供給量を予測する。

【0090】

図 16 において予測部 300b は、気象情報サーバ WS から気象情報を取得する。実施形態では気象情報の一例として雲の移動予測情報を探り上げる。雲の移動予測情報は例えば気象レーダや気象衛星により取得された画像を処理して生成することが可能である。

【0091】

データベース DB は、実施形態に係るデータとして PV 発電量モデル 300i とマップ

50

データ300jとを記憶する。PV発電量モデル300iは、PVシステム101の特性をモデル化したデータであり、例えば日照(Lux)に対する発電量といったパラメータが記録される。

マップデータ300jは、制御対象とする地域(加入者宅100がある市町村、県、州など)を例えばメッシュ状に区切ってデジタルマップ化したデータベースであり、雲の移動予測情報と併せて処理可能な程度の解像度を有する。

【0092】

予測部300bは、雲の移動予測情報を気象情報サーバWSから取得し、マップデータ300jを参照して対象地域の雲の移動を予測する。そして予測部300bは、雲に覆われる時間帯と、雲の晴れる時間帯とをメッシュ区域ごとに、時系列的に予測する。その結果に基づいて予測部300bはPVシステム101の発電量を、PV発電量モデル300iを参照してメッシュごとに予測する。

10

【0093】

図17は、第7の実施形態における作用を説明するための図である。図17にはマップデータ300jにより示される地図上に、移動する雲を併せて示す。例えば米国のコロラド州を例に取れば、丁度その東側半分が雲に覆われている。拡大図にはコロラド州を4つの地域C1~C4に分けるメッシュが示される。

【0094】

雲の有無とPVシステム101の発電量とは密接に関係するので、雲の移動や形状の変化を予測できれば発電量を時系列で算出できるはずである。例えば地域C1, C3における発電量は、地域C2, C4における発電量よりも高いことを予測でき、PV発電量モデル300iを用いれば具体的な数値も算出可能である。

20

【0095】

そこで第7の実施形態では雲の移動を予測し、その結果をPV発電量モデル300iに当てはめて発電量を予測するとともに、マップデータ300jも参照して、対象とする加入者宅100におけるエネルギー供給量を予測するようにしている。なおデジタルマップ上で加入者宅を特定するにはサービス契約時に申請された住所を参照しても良いし、Global Positioning System(GPS)などを用いて加入者宅の位置を特定しても良い。

【0096】

図18は、第7の実施形態における作用を説明するための図である。図18は日本の東京都内23区における港区を一例として示すもので、地理的スケールを変更しても上記と同様の効果を得られることを示す。

30

【0097】

港区におけるエリアMは、M1~M4の4つのメッシュに区切られているとする。このうち雲のかかっている区画M2, M4よりも、雲のかかっていない区画M1, M3のほうがPVシステムの発電量は高い。よって区画M1における建物H1の発電量が、区画M4における建物H4の発電量よりも高いことを予測できる。雲は時間の経過とともに移動したり、濃くなったり、消えたりするが、気象情報を利用すればこのような変化をも予測できるので、PVの発電量も時系列で予測することが可能になる。

【0098】

また第7の実施形態では、同じ地域あるいは区画に属する建物におけるPV発電量予測を、地理的領域(地域あるいは区画、またはそれに類する領域)を単位としてまとめて実施することが可能になる。例えば区画M1においては建物H1ごとにPV発電量を個別に予測するのではなく、同じ区画に在る複数の建物H1についてまとめてPV発電量を予測すれば良い。区画M2, 3, 4においても同様である。

40

【0099】

このような形態は、図3、図9、あるいは図13に示される予測部300b、計算部300cを、複数の加入者に対して設けられる機能オブジェクトとしてインプリメントする形態に対応する。これにより計算量を大幅に低減することができ、クラウドコンピューティングシステム300の負荷を減らすことや、計算リソースの節約を図ることが可能にな

50

る。また、クラウドコンピューティングシステム 300 に予測計算機能を設けることのメリットを最大限に享受することが可能になる。

【0100】

以上のようにしたので第7の実施形態によれば、複数の加入者で予測部300bの演算リソースを共用し、例えば既定の地域的エリアにわたる加入者宅100のエネルギー自給量をも予測することが可能になる。これにより、稼働スケジュールの算出の精度が高まるなどの効果も得られる。

【0101】

また第7の実施形態では、PVシステム101の発電性能をモデル化したPV発電量モデル300iを用いている。このPV発電量モデル300iは複数の加入者にわたって共通に用いることができるので、複数の加入者に対する予測演算をまとめて実行することが可能になる。これにより個々の加入者ごとにPV発電量を予測するのに比べて演算の負荷を飛躍的に軽減することが可能になる。

10

【0102】

さらに第7の実施形態では、地理的領域を例えばメッシュ状に区切って特定できるようにしているので、PV発電量の予測に限ることなく、よりきめ細かな最適制御への応用を図ることも可能になる。

例えば電力供給量に比べて電力需要が上回る場合、行政から節電要求や計画停電、あるいは輪番停電を要請されることがある。これらの要請は地域を指定して発令されるので第7の実施形態との親和性が高い。

20

【0103】

つまり需要量予測、発電量予測をエリアごとに実施できることから、節電要請を予測のパラメータに取り入れることで、よりきめ細やかな配電最適化制御を実現することが可能になる。例えば計画停電のスケジュールに併せてエリア単位で蓄電し、充電電力を停電エリアに分配するなどの制御が可能になる。さらには、複数の地域メッシュ任意に組み合わせることで、最適制御に係わる地理的領域を時系列で動的に変化させるようにすることも可能である。

【0104】

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するものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、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ともに、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。

30

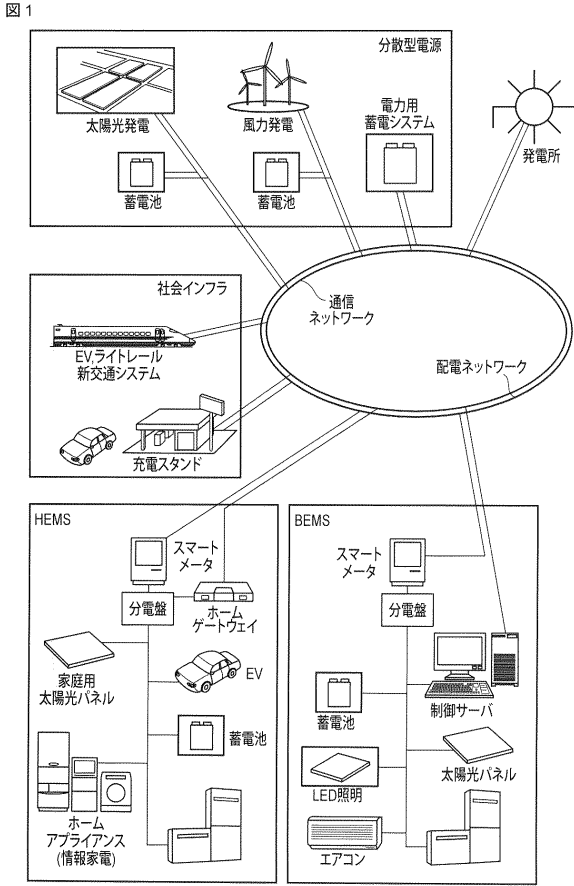
【符号の説明】

【0105】

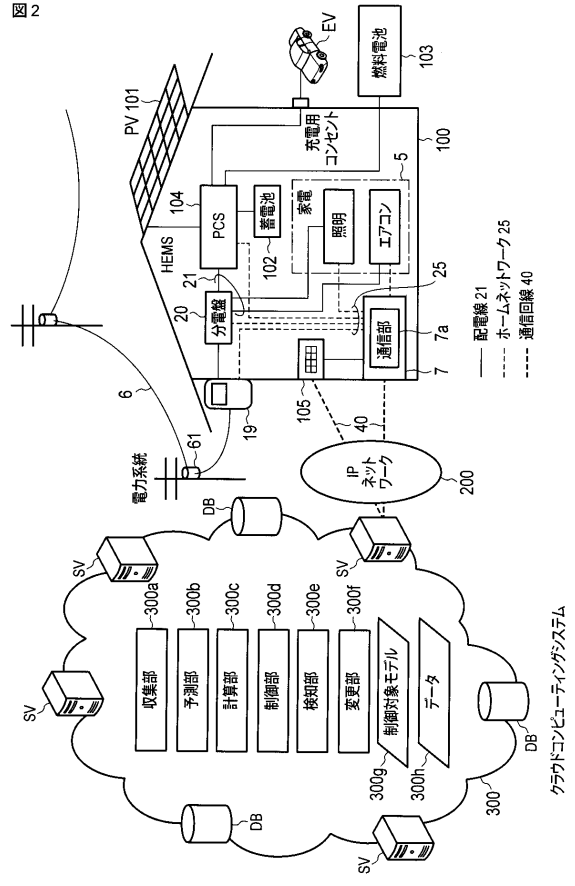
100 ... 加入者宅、300 ... クラウドコンピューティングシステム、7 ... ホームゲートウェイ、7a ... 通信部、SV ... サーバコンピュータ、DB ... データベース、6 ... 電力系統、61 ... 変圧器、19 ... 電力量計、20 ... 分電盤、21 ... 配電線、5 ... 電気機器、104 ... パワーコンディショニングシステム(PCS)、101 ... PVシステム、102 ... 蓄電池、103 ... 燃料電池、EV ... 電気自動車、25 ... ホームネットワーク、105 ... 端末、200 ... IPネットワーク、300a ... 収集部、300b ... 予測部、300c ... 計算部、300d ... 制御部、300e ... 検知部、300f ... 変更部、300g ... 制御対象モデル、300h ... データ、40 ... 通信回線、WS ... 気象情報サーバ、C1 ~ C4 ... 地域、M1 ~ M4 ... 区画、H1, H4 ... 建物

40

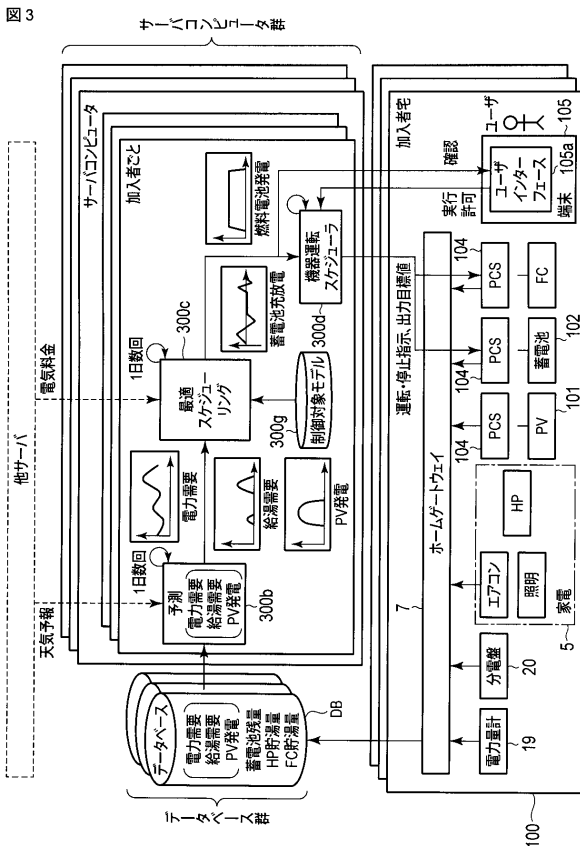
【 図 1 】



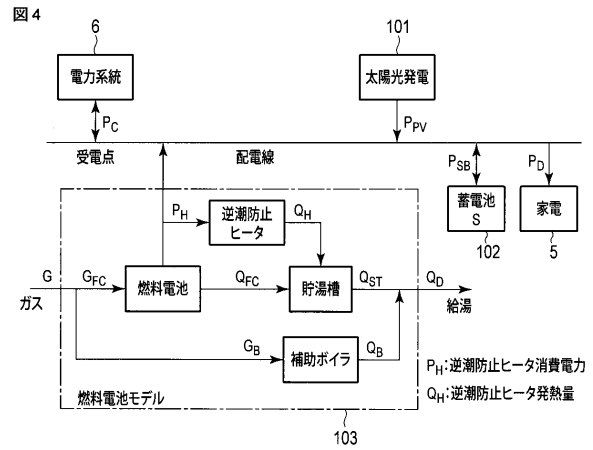
【 図 2 】



【 図 3 】

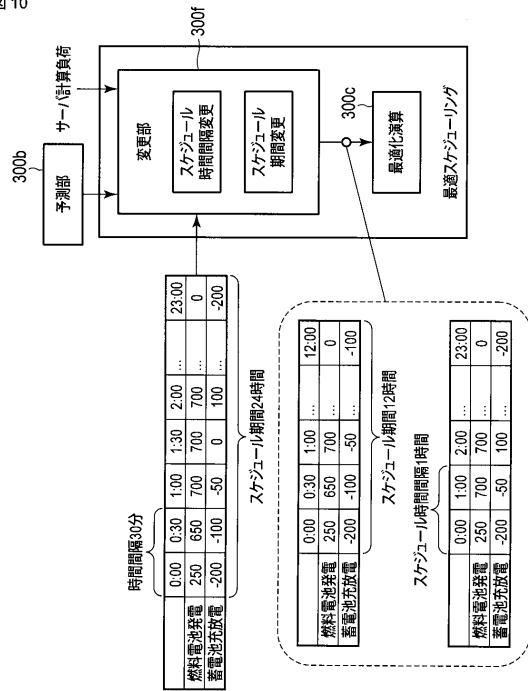


【 図 4 】



【図 10】

図 10



【図 11】

図 11

		一定期間の電力需要平均値	
サーバ負荷	通常	通常	閾値以下
	大	30分	1時間
		1時間	1時間

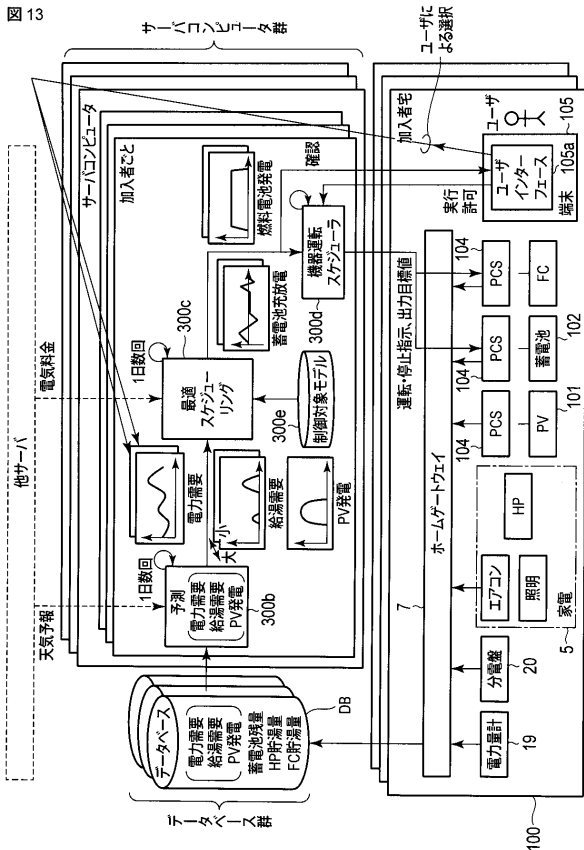
【図 12】

図 12

サーバ負荷	
通常	大
24時間	12時間

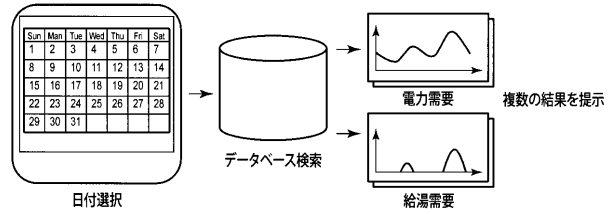
【図 13】

図 13



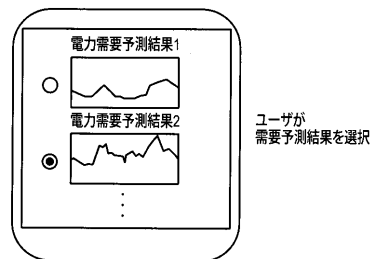
【図 14】

図 14



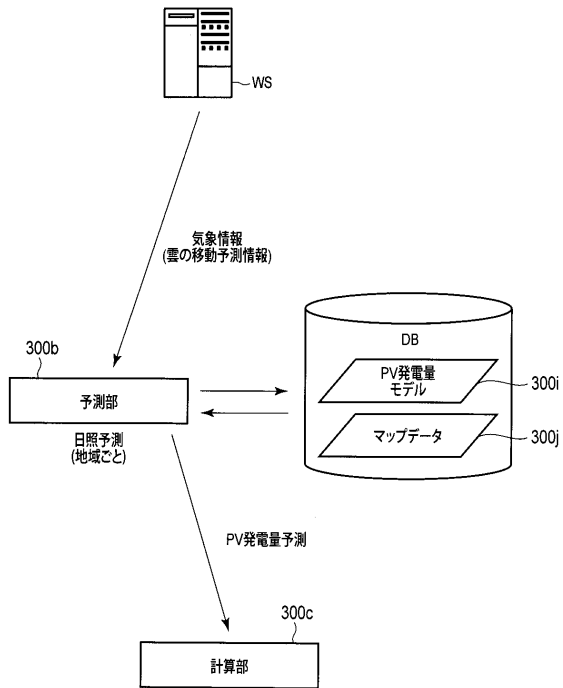
【図 15】

図 15



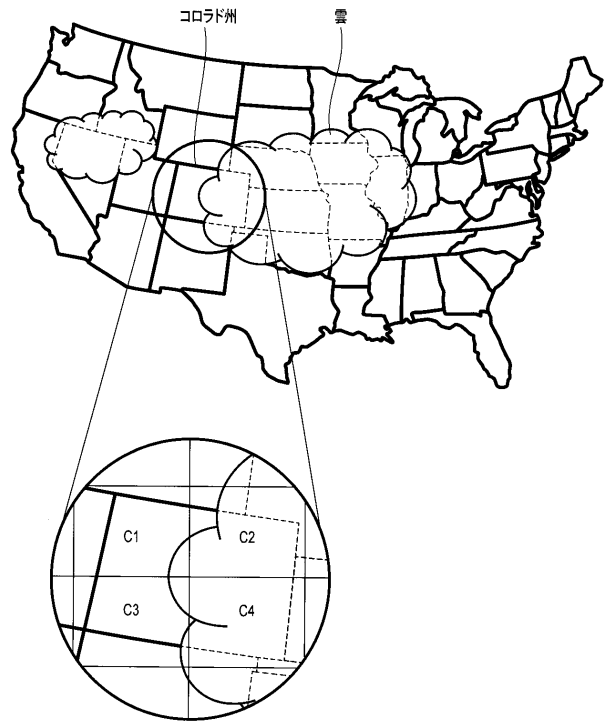
【 図 1 6 】

図 16



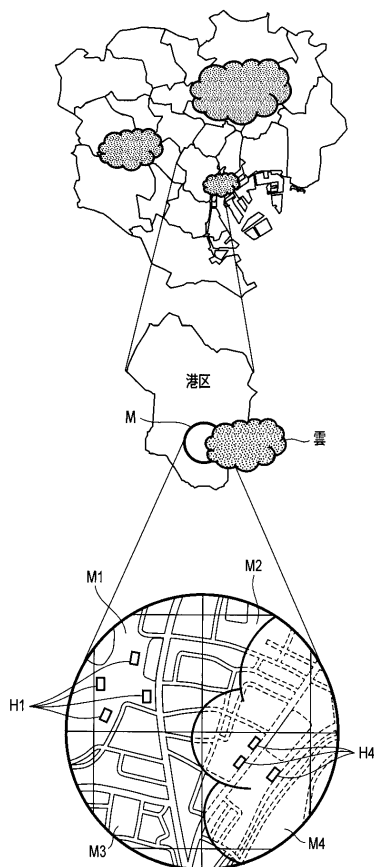
【 図 1 7 】

図 17



【 図 1 8 】

図 18



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 2 J 13/00 (2006.01)		H 0 2 J 3/38		R
		H 0 2 J 13/00		3 0 1 A
		H 0 2 J 13/00		3 1 1 T
		H 0 2 J 13/00		3 0 1 K

(74)代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034
 弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976
 弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051
 弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176
 弁理士 砂川 克

(74)代理人 100158805
 弁理士 井関 守三

(74)代理人 100172580
 弁理士 赤穂 隆雄

(74)代理人 100179062
 弁理士 井上 正

(74)代理人 100124394
 弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807
 弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073
 弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290
 弁理士 竹内 将訓

(72)発明者 片山 恭介
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 村井 雅彦
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 久保田 和人
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 谷本 智彦
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 松江 清高
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 山岸 祐之
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

F ターム(参考) 5G064 AA04 AB03 AC05 AC09 BA02 CB08 CB12 DA03
 5G066 AA02 AE03 AE09 HA13 HA15 HB04 HB06 HB09 JA01 JA07
 JB03 KA01 KA04 KA06 KA11 KB01 KB07 KC01 KD00