

平成25年度「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

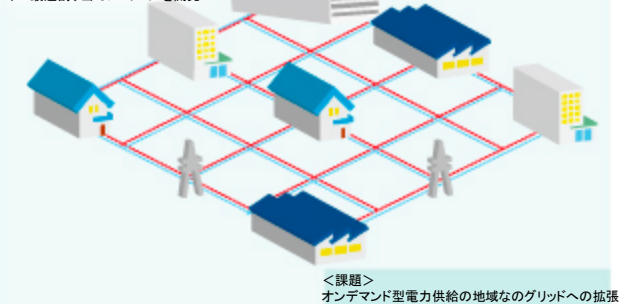
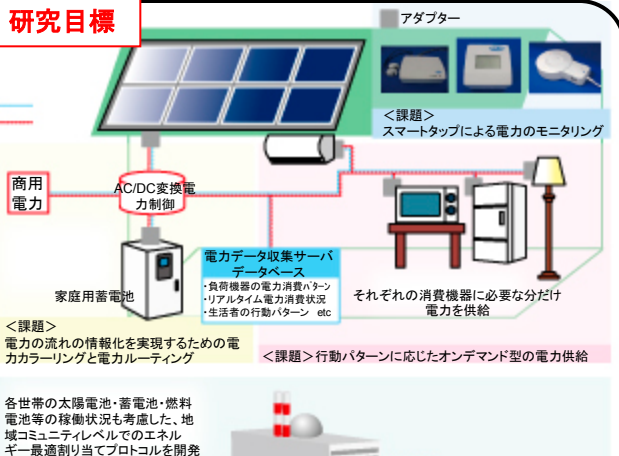
- ◆実施機関 京都大学(代表研究者)、神戸大学、大和ハウス工業(株)、(株)エネゲート、(株)トランス・ニュー・テクノロジー
- ◆研究開発期間 平成21年度から平成25年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額651百万円(平成25年度 114百万円)

2. 研究開発の目標

地域全体で温室効果ガスの削減を図るための技術として、個々の機器レベルだけでなく、ICT等の活用により、住宅やオフィスにとどまらず地域レベルでのエネルギー効率の評価・可視化手法とエネルギー管理技術を開発・確立する。エネルギー利用の制御をおこなうために、電力の流れそのものを情報化する技術や生活者等の行動パターンをふまえ利便性や快適性を失わない範囲で供給電力の最適割り当てを行う技術を開発する

3. 研究開発の成果

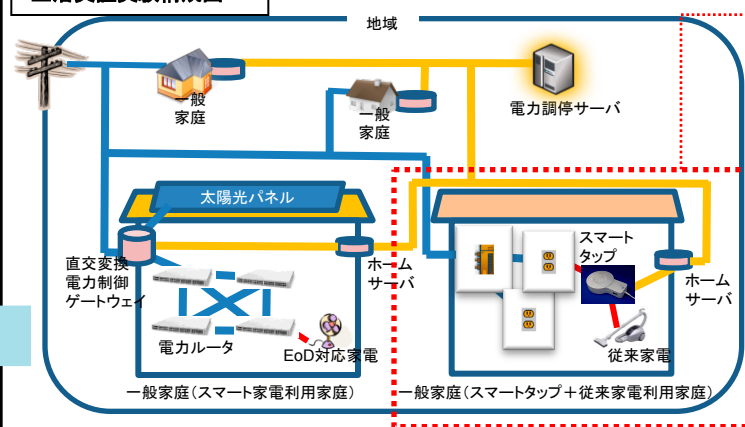
研究目標



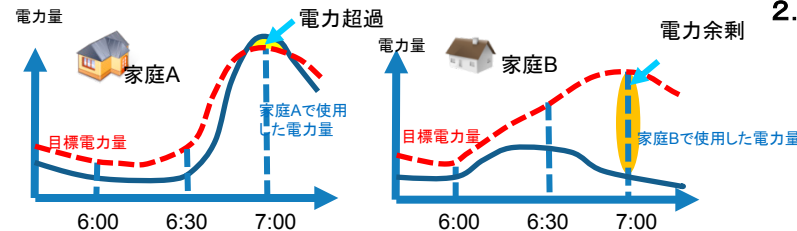
課題ア: エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発

課題イ: エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

生活実証実験構成図



複数家庭における電力融通



基本は家庭内で電力をまかなうが、**時間と優先機器**を決め、超過した場合は**地域調停サーバ**へ要求

家庭での電力使用が少なく、**目標よりも実際の使用量が少ない**

複数の家庭間で電力を融通しあうことにより地域内の目標電力以内を抑えることを実現

研究成果

1. 単一家庭実験

生活データの収集
被験者宅にエネゲート製スマートタップを設置、EoD用ルールを生成するための基礎データとして、実際の生活で使用している家電の消費電力パターン収集。

ローカルルールの生成
収集した基礎データを基に、ローカルルールを手でコンパイル

優先度による電力配送切替
作成した電力制御ルールに基づき、優先度による電力配送先切り替え実験を実施

分散電源出力平滑化システム
単一家庭から複数家庭、地域に適用可能なScalableな制御アルゴリズムを構築、エコハウスで実証実験に成功

2. 複数家庭実験

調停サーバの開発
必要家電を稼働させるに十分な電力が単一家庭で賅えない時は、地域内の(他の家庭に割当てられるべき)電力からの供給を受けるような、調停サーバを開発、家事を行う時間帯の予約を行うようにした。

その時間帯で地域内で余裕がある場合は、その電力を要求した家庭に割当てることができ、QoLが低下しないようにした。

①エネルギー需要予測・最適割り当て技術の主な成果

電力の供給と消費のQoSに基づく最適マッチングアルゴリズムならびにルーティング

太陽光パネル

電力ルータ網

電力ルータ

PoEネットワーク

電源から直近の電力ルータまでの電力経路制御
OSPF-TEによる電力経路の把握
RSVP-TEによる電力の予約GMPLSによる電源カラーリング

電力スイッチルータによるPoEでの大容量の電力配送

優先度電力値	優先度電力値
Low	Low
Middle	Middle
High	High
30W	20W
15W	10W
5W	7W

EoDをPoEで利用するため、LLDPを拡張PoEネットワーク下において優先度に基づき公平に分配

京都大学

プロトコル記述フレームワークとEoDの3階層設計に基づくシステム実装

1. プロトコル記述フレームワーク
BNFに基づいた記法からのソースコード自動生成ツール“GommaDof”を作成。
2. 拡張性を考慮したEoD階層化設計
 - 要求応答層: 各時点の電力要求(QoSに配慮した優先度付き)と節電計画を満たす応答を生成
 - 経路制御層: 送電経路の設定
 - 物理層: 物理的な送電を担当
3. 実証実験システムの実装
 - EoD経路制御層プロトコルとその可視化部をGommaDofを用いて実装。
 - スマートタップで動作する「後追いEoD(計測データに基づくルール動作)」システムを作成し、動作中にソフトウェアを更新する「無停止更新」に対応。

(株)トランス・ニュー・テクノロジー

汎用的ホームゲートウェイ開発

1. OSGiをプラットフォームに採用したホームゲートウェイを構築し、宅内で計測したデータをセンターサーバに蓄積する情報収集システムを開発。さらに、HTTP/XMLベース(REST)のAPIを実装し、機器間の相互連携を容易に実現可能とした。
2. エネネット社のスマートタップ計測データの収集や神戸大の電力制御ルールの配信など他社システムとの連携を行うために、システム間のインターフェースを定義し、システムへの実装を行った。
3. センターサーバに蓄積したデータを活用して、「見える化」手法を取り入れた可視化システムを開発し、ユーザ評価を行った。
4. ユーザ評価を踏まえ、EoD可視化アプリの改修を行い、消費電力の予測や電力超過した際のメッセージ通知機能等を追加した。

汎用的ホームゲートウェイ

計測情報

センターサーバ(データベース)

システム全体図

EoD可視化システム

大和ハウス工業(株)

ルールによる電力機器制御システム

1. ルールエディタやルールコンパイラの統合システムの実装と評価
これまでに開発してきたルールエディタやコンパイラなどを電力機器制御ルールシステムに統合し、シミュレータや実環境で動作実験を行った。
2. 複数家庭での電力機器制御ルールの実証実験
複数家庭を想定して同時に電力機器制御ルールシステムを実行し、電力機器制御ルールによる電力要求が可能であることを確認した。
3. センサデータの活用
センサデータベースを介してセンサデータを共有するフレームワークを開発し、電力機器制御ルールでセンサデータを活用できるように拡張した。

電力機器制御ルール生成システム

電力制御ルールエディタ

電力制御ルールコンパイラ

電力制御ルールシミュレータ

実システム

Internet

Sensor Data Base

Sensors

Home server

Home network

Smart power strip (SPS)

Remote controller

Television

神戸大学

②電力の流れの情報化のためのハードウェア技術の主な成果

負荷機器用通信インターフェイスの開発

1. 統合システムの導入

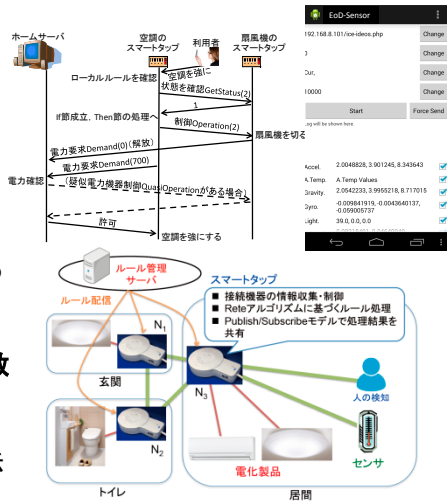
ルールエディタやコンパイラを統合したシステムに負荷機器用通信インターフェイスを導入し、対応ハードウェアを用いて複数家庭を想定した動作実験を行った。

2. 負荷機器用通信インターフェイスのセンサデータへの対応

センサデータベースからセンサデータを取得し、電力機器制御ルールで活用するための負荷機器用通信インターフェイスを開発した。

3. 負荷機器用通信ハードウェアの負荷分散

負荷機器用通信ハードウェアにおけるルール処理の負荷を分散するためにReteアルゴリズムを用いた負荷分散手法の性能評価を行った。



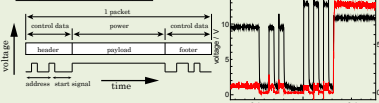
神戸大学

高周波スイッチング電源を用いた電力伝送インターフェイス・ルータの研究開発

1. 電力の packets 化の実現

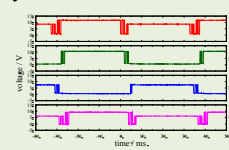
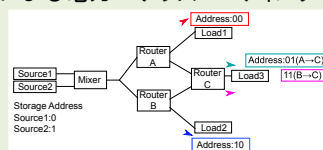
電力の packets 化を実回路で実現

直流 packets 波形



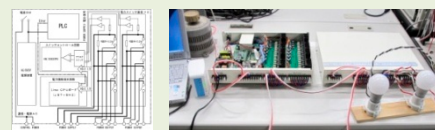
2. 電力 packets 伝送システムのネットワーク化

情報と電力が統合された電力 packets の情報を読むことによる電力 packets ルーティングネットワーク



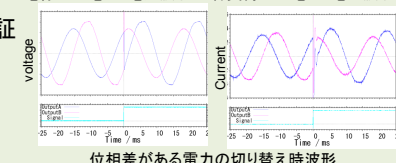
3. 複数交流電力ルータの接続切替え実証

電力ルータの直並列接続による回線交換配電検証



電力ルータの直列接続

配電線上の電圧・電力波形 各負荷上の電圧・電力波形

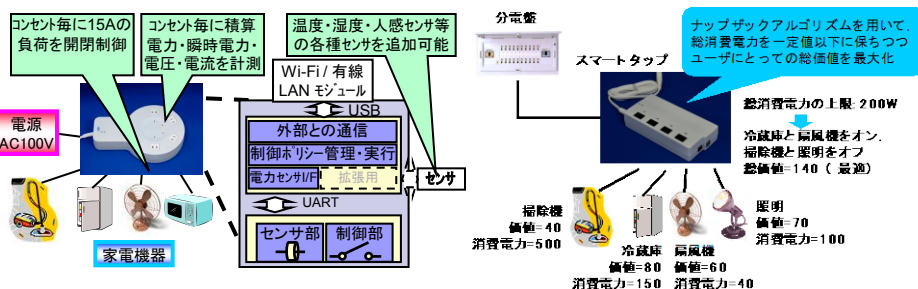


位相差がある電力の切り替え時波形

京都大学

負荷機器用電力計測センサの開発及び電力制御機器の開発

「エネルギー需要予測・最適割り当て」を実現するための機器として、①電源毎に区別した電力の配送、②あらゆる機器の電力の消費状態の把握、③機器へのオンデマンドな電力供給、④温度や人の所在等の把握、を要件として定義した。これを基に制御機能付きの電力計測センサおよび電源・負荷の制御装置を試作し、実生活環境および実証実験システムでの使用・評価によりその有用性を示した。また、実用化に向けて、筐体の小型化、今後普及が期待される ECHONET Lite への対応、およびスマートタップ単体でも実行可能な制御機能の検討と実装を行った。

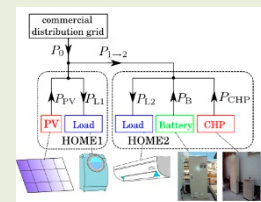


(株)エネゲート

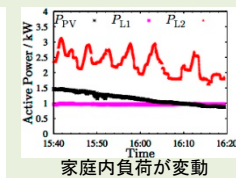
分散電源出力の平滑化と連携制御システムの開発

1. ICE-ITと商用系統との調和を目的とした、分散電源出力平滑化システムの開発

単一家庭から複数家庭、地域に適用可能な Scalable な制御アルゴリズムを構築し、京都モデルエコ住宅で実証実験に成功。



京都モデルエコ住宅内電力システムの構成



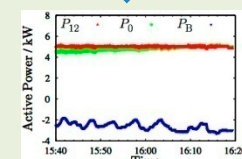
家庭内負荷が変動

2. HEMS/CEMSシミュレータの開発

太陽光発電用PCSや二次電池の連携制御システムの Feasibility 評価に向けた実験環境を構築し、1.の検証実験に適用。



シミュレータの概観



蓄電池制御により複数家庭の出力電力は一定

京都大学

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究 発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
8(1)	0	21(8)	212(48)	0	3(0)	105(21)	1(1)

5. 研究成果発表等について

(1) 情報通信・エネルギー統合技術に関する研究開発シンポジウムを主催(平成25年6月26日 於:学術総合センター 一橋記念講堂)

最終年度にあたり、これまでの研究成果を広く紹介するためシンポジウムを開催。SiCパワーエレクトロニクスおよび電力のルーティングとパッケージ化に関し講演を行った。また、各課題ごとにデモ展示を行い、参加者とのディスカッションを行った。

(2) 学会・展示会での発表

国内外の研究論文誌へ積極的に投稿、平成26年2月現在で17件の採録が決定している。
電子情報通信学会、電気学会、情報処理学会等の国内の主要な学会や、SmartGridComm (International Conference on SmartGrid Communications)、CCNC (Consumer Communications and Networking Conference)、COMPSAC (IEEE International Computers, Software & Applications Conference)などの国際会議において研究発表やデモ展示を行った。また情報処理学会コンシューマ・デバイス&システム研究会ではスマートタップに関する研究発表が優秀発表賞を受賞した。
産業分野では、国際スマートグリッドEXPO、エコプロダクツ2012、電設工業展等、国内外の企業が集まる大規模な展示会において最新の研究成果を紹介し、積極的に情報発信を行った。大和ハウスの汎用的ホームゲートウェイについては、既に住宅商品の一部として販売されている。

(3) 特許出願

・電力パケット生成装置、電カルータおよび電力ネットワーク(京都大学)
・エネルギー供給システム及びエネルギー供給方法(大和ハウス、神戸大学、トランス・ニュー・テクノロジーの共同出願)
・突入電流重なり回避システム(エネゲート)
その他5件の特許出願を行った(平成26年3月現在)。

6. 今後の研究開発計画

この成果により、今後、どのような研究を行うのかを例示を上げながら、具体的、かつ簡潔に記載して下さい。

本プロジェクトの実証を受けたアプリケーションを目指すプロジェクトが採択され、プロトコル制御を含め、家庭及びビル等の環境に置いて実用性を検証する予定である。(JSTスーパークラスタ事業)。また、当プロジェクトの成果を内蔵するスマートタップは小型、低コスト、容易な取り扱いなどを特徴として普及を目指す。