

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

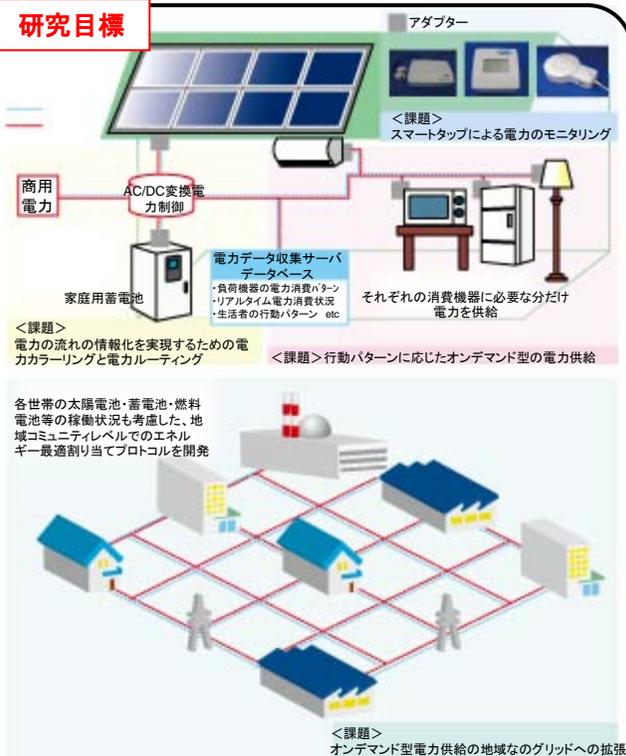
- ◆実施機関 京都大学(幹事者)、神戸大学、大和ハウス工業(株)、(株)エネゲート、(株)トランス・ニュー・テクノロジー
- ◆研究開発期間 平成21年度から平成25年度(5年間)
- ◆研究開発費 総額653百万円(平成23年度 130百万円)

2. 研究開発の目標

単独の家庭だけでなく、それらが複数集まった地域等の面的なエリア内で消費される電力に対して、情報通信技術(ICT)を利用して、生活者の利便性を失わず、かつ生活者が意識することなく、確実に消費電力の削減を達成する技術を確立するため、「電力の流れの情報化」及び「供給電力の最適割り当て」に基づく電力管理・制御技術の研究開発を実施する。

3. 研究開発の成果

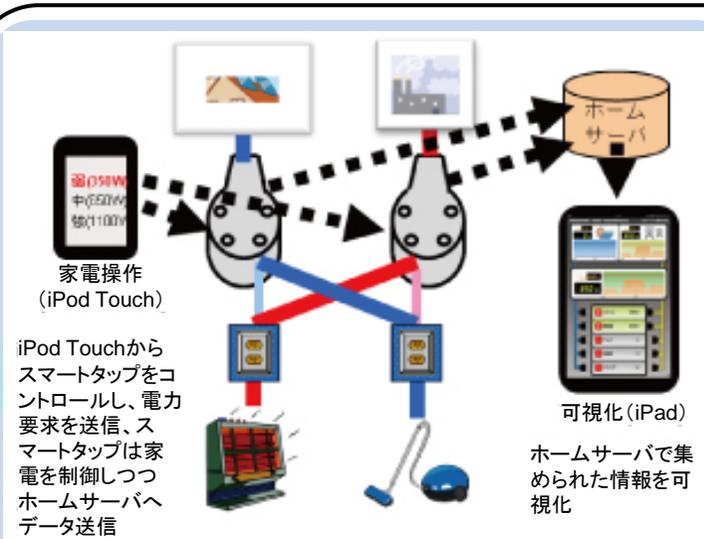
研究目標



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

研究成果



各社の研究成果をふまえ、実際の家電機器を用いてエネルギー最適割り当てを行うシステムを構築、次年度からの実証実験の開始準備を行う

電力のルーティングとカラーリングを実現する交流パワールータと直流電力パケット化回路を開発。PLCで制御するパワールータと無線信号の橋渡しをする ZigBee-PLCブリッジ回路を開発。分散電源を有する複数家庭の間で電力を融通することによる 出力平滑化手法の開発や、定置型二次電池の開発、蓄電池を含む連携制御システムの動作解析を実施

汎用的ホームゲートウェイ(HGW)を開発、ホームネットワークとインターネットを接続するネットワークの一本化を実現した。このHGWを介して、様々な情報を簡易に送受信することが可能となった。

インターネットプロトコルを応用した電力経路資源予約モデルの提案、オンデマンド型電力ネットワークにおける電力経路制御に応用、実環境に適應させるための検証を実施

要件定義を行いAC計測センサ、DC計測センサおよび、制御デバイスとしてリレーを組み込んだ機器(スマートタップ、電源・負荷の制御装置、EV充電用制御装置)を開発、スマートタップについては、実証実験用として長期の使用を考慮し、製品と同等の材料・構成を採用し、共同研究関係各者に供与。

電力機器制御ルールによるシステムアーキテクチャを研究開発、スマートタップの試作から、機器全体制御のためのコンパイルシステムの構築を行った。

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QoEn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

1. オンデマンド型電力ネットワークと電力経路資源予約プロトコル

インターネットプロトコルに基づいた電源および電力経路の予約プロトコルを実装

GMPLSをフレームワークとした供給電力や電力経路などの電力資源を予約するプロトコルを、通信におけるQoS保証のためのプロトコル(RSVP-TE、OSPF-TE)を用いて提案し実装、評価を行った。

プロトコルの実装、可視化による評価



Commercialからの電力が配送
Commercialが停止し、Solarの方から電力が配送

2. オンデマンド型電力ネットワークのためのPoEの拡張

オンデマンド型電力供給の実現のために、PoEおよびPoE+を拡張し、機器側からLLDP(リンク層探索プロトコル)に基づいて電力の割当を行う手法を提案。これにより、既存研究で課題となっていた消費機器から電源に対する電力要求のためのプロトコル設計について検討を行った。

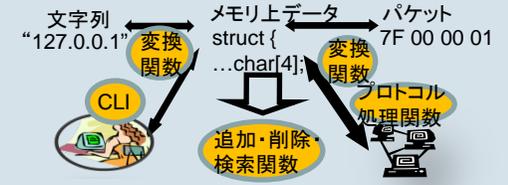


実装図 京都大学

プロトコル記述フレームワークの実装、要素技術の階層化構造の設計

1. プロトコル記述フレームワークの詳細設計に基づく実装を作成

BNFに基づいた記法からソースコードを自動生成するツールを実装した。また、これを用いて各種機器上で動作するプロトコル実装を作成した。



2. 要素技術の階層化構造の設計

要素技術の統合加速化のため、下記の階層化設計を行った。

- 要求応答層: イベント・状態や節電計画に基づいた、優先度付きの電力要求と応答を生成
- 経路制御層: 優先度付き電力要求に対する送電経路制御
- 物理層: 物理的な送電を担当



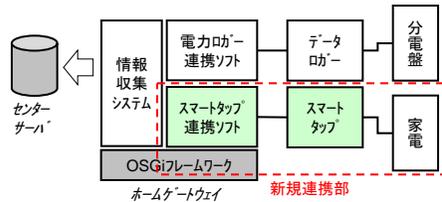
3. 実際の家電機器を用いたシステムを上記階層化設計に基づいて実装した。

(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

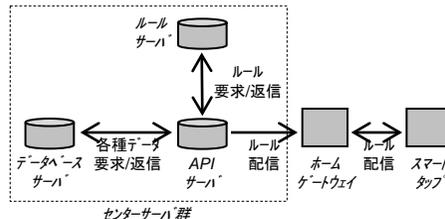
1. スマートタップ連携開発

既存の宅内情報収集システムに、エネゲート社のスマートタップと連携するためのソフトウェアを開発/実装した。これにより、分電盤の回路単位の計測データの収集に加え、家電単位の計測データをセンターサーバに収集することが可能となった。



2. 電力制御ルール連携開発

センターサーバで生成される電力制御ルールをスマートタップに配信するために、各システム間のインタフェースを定義し、システムの構築を行った。これにより、常に最新の電力制御ルールで宅内の機器が動作できる。



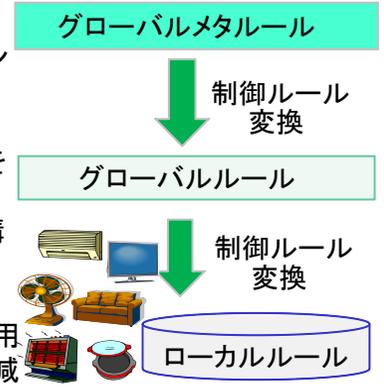
大和ハウス工業(株)

ルールによる電力機器制御システム

家電や電源機器を制御する手法として、「電力機器制御ルール」と呼ぶルールエンジンにより、電力機器を連携させるアーキテクチャの構築し、変換のコンパイラを開発した。

電力機器制御ルールは、全体の連携動作を制御するグローバルルールと、機器単体の自律動作を制御するローカルルールに分けて構築している。

全体の制御ポリシーを記述することで、太陽光発電の優先使用や、信頼度の高い商用電力の使用、全体として1割減の電力使用削減など、これらのポリシーによる制御を機器毎に手動で制御することなく、ルールにより全体制御するシステムを構築した。



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ースの開発

負荷機器用通信インターフェースは、家電や電源機器を電力機器制御ルールにより制御するために必要な、ルール情報や情報収集の通信システムとして、初年度にスマートタップを独自に作成し、次年度以降にエネゲートと連携し作成をし、研究開発を行ってきた。

電力機器制御ルールの情報を交換するメッセージと通信システムについて開発を行い、無線通信におけるルール配信システムの構築や、ミニチュア住居における電力使用シミュレーション実験を行い、インタフェースに求められるシステムの構築を行った。



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ース・ルータの研究開発

1. 電力の packets 化の実現

電力の packets 化を SiC を用いた実回路で実現

2. 電力のカラーリング

情報と電力の統合のため電力の packets 化を実現するシステムを提案

3. ハードウェアの実証実験 (交流ルータ)

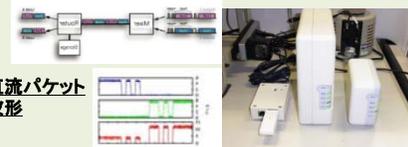
電力 packets 及びルーティングのハードウェアを開発 交流カラーリング実証実験 分散電源を用いた実証実験を外部施設で実施

4. パワールータとスマートタップ間の情報伝達を橋渡しする装置の製作 (ZigBee-PLCブリッジ装置)

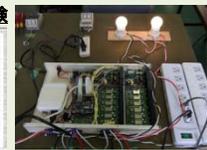
家電に取り付けた ZigBee とパワールータのコミュニケーションを確立する装置の製作

5. 電力 packets の伝送特性の解析

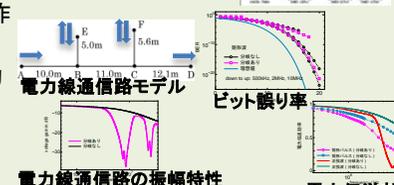
電力線伝送路モデルを用いて電力 packets の電力伝送効率とビット誤り率を評価、packets に適した波形の提案



ZigBee-PLCブリッジ装置

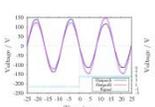


SiCパワールータ



電力線通信路の振幅特性

電力伝送効率



パワールータによる電力切替

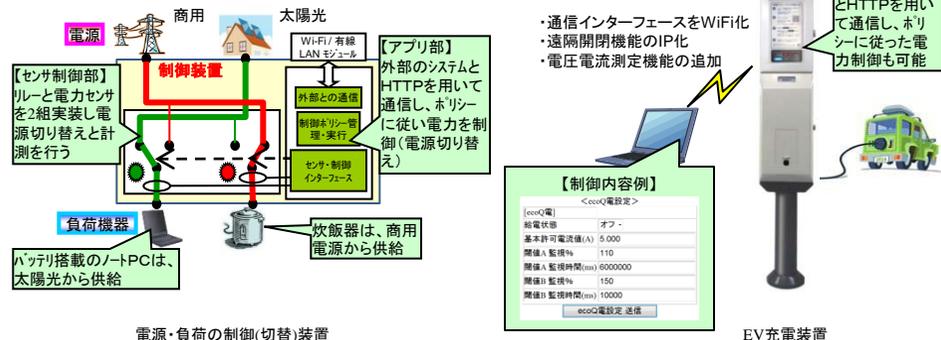
京都大学

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」の実現を目的として、主に以下を実施。

- ・回線交換型で電源・負荷の制御(2入力2出力切替)を行う装置を試作
- ・WiFi経由でEVの充電制御を行う装置を試作(改造)

試作品の概要は、以下の通り。



電源・負荷の制御(切替)装置

EV充電装置

機器開発は、今年度でほぼ完了。今後は、評価や機能改良を行い実用化を目指す。

(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. 分散電源を有する複数家庭の出力平滑化手法の開発

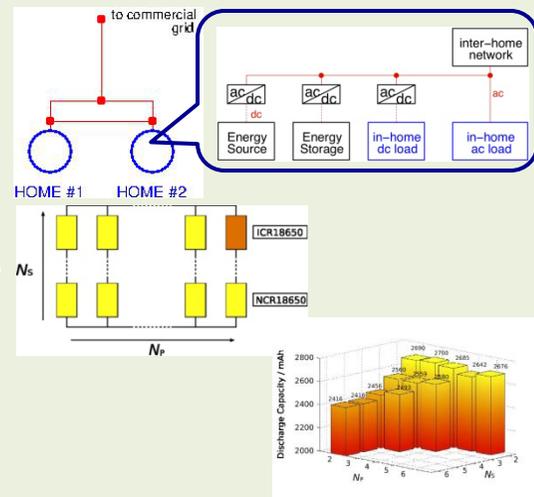
コミュニティレベルの電力フロー管理への分散アルゴリズムの構築

2. 蓄電機器を含む連携制御システムの動作確認

二次電池の充放電特性の検討と複数家庭で構成される電力システムの動作解析への適用

3. 実機検証に向けた定置型二次電池の開発

連系制御システムのフェアシビリティ評価に向けた実験室テストベッドの構築



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 国際会議	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
情報通信・エネルギー統合技術に関する研究開発	6(3)	0	17(14)	119(52)	2(0)	70(35)	0

5. 研究成果発表

(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23年11月15日 於:京都大学時計台記念館)

研究開始後約2年半の時期に、これまでの研究成果を広く一般に紹介するためシンポジウムを開催。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23年度は8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)、SAINT (IEEE/IPSJ International Symposium on Application and the Internet)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、Springer、システム制御情報学会誌等において、研究状況と成果を解説記事として公表している。
EVEX2011、北陸技術交流テクノフェア、ENEX2012、エコハウス・エコビルディングEXPO、北陸技術交流テクノフェア、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、産業分野でも積極的に情報を発信。

(3) 特許出願

平成23年度は3件の特許出願を行った
 ・エネルギー供給システム及びエネルギー供給方法(大和ハウス工業(株)、神戸大学、(株)トランス・ニュー・テクノロジーの共同出願) 特願No.2012-062369
 ・突入電流重なり回避システム((株)エネゲート) 特願No.2012-048011
 ・突入電流重なり回避システム((株)エネゲート) 特願No.2012-048013

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。

京都モデルエコ住宅において実証実験を実施する。平成24年度から家庭内ナノグリッド・電力カラーリング(フェーズ3)の実証実験、地域ナノグリッド(フェーズ4)のシステム開発を行い、成果物の関係検証等を通じて完成度を高めるとともに、標準化への取り組みを行う。