

平成22年度「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」の開発成果について

1. 施策の目標

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。

2. 研究開発の背景

現在、家庭においてライフスタイルの変化に伴い、個別機器の省エネが進んでいるにも係らず、エネルギー消費が増加してきている。家庭における省エネルギー化は、人の不在を検知して消灯する対策や、電力量の局所的な可視化による生活者の自主的な省エネ行動に留まり、CO₂排出削減量は頭打ちとなっている。省エネルギー効果をより向上させるためには、電力ネットワークと情報ネットワークの統合により、実世界の人間の行動パターンに応じてプロアクティブ (proactive) にエネルギーを制御し、管理していくことが必要となるが、現状は個々の機器での省電力にとどまり、情報交換して協調的に動作することが考えられていなかった。

3. 研究開発の概要と期待される効果

本プロジェクトでは、「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・制御技術を研究開発する。これにより、プロアクティブな制御において、分散電源の多様な品質の電力を、それらの特性に合わせて効率よく利用できるようになる。各家電機器が人間の行動パターンを学習・予測しつつこれから必要とする電力の特性 (エネルギーの品質; Quality of Energy, QoEn) を電力網に要求し、電力網がそれらの要求に対して調整を行った上で割り当てを行うことにより、消費電力量を一定のレベル以下に抑制しながら生活者の利便性 (Quality of Life, QoL) をできるだけ維持するような制御が可能になる。

① エネルギー需要予測・最適割り当て技術

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

- ◆ 汎用的ホームゲートウェイ開発 (大和ハウス)
- ◆ プロトコル記述フレームワークとソフトウェア無停止更新機構の開発 (トランス・ニュー・テクノロジー)
- ◆ ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発 (神戸大学)
- ◆ 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 (京都大学)

② 電力の流れの情報化のためのハードウェア技術

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

- ◆ 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 (京都大学)
- ◆ 負荷機器用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 (神戸大学)
- ◆ 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 (京都大学)

4. 研究開発の期間及び体制 平成21年度～平成25年度 (5年間)

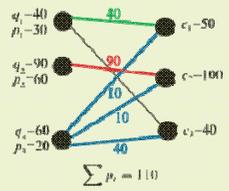
NICT委託研究 (京都大学、神戸大学、大和ハウス工業株式会社、株式会社エネゲート、株式会社トランス・ニュー・テクノロジー)

①エネルギー需要予測・最適割り当て技術の主な成果

電力最適マッチング・ルーティング技術

1. 機器・電源間の最適マッチングを実現する高効率アルゴリズムの設計

グラフ上の資源配分問題として数学的に定式化し、アルゴリズムの設計ならびに効率性の評価を行った。



各機器の持つ特性に対し、どのような電源から供給すれば良いか？最適な電源をアルゴリズムにより決定

2. 電力ルーティングシステムの開発ならびに動作検証

ハードウェア面では電力ルーティングスイッチ試作機を、ソフトウェア面では電力ルーティングプロトコルをそれぞれ開発し、動作検証及び評価を行った。

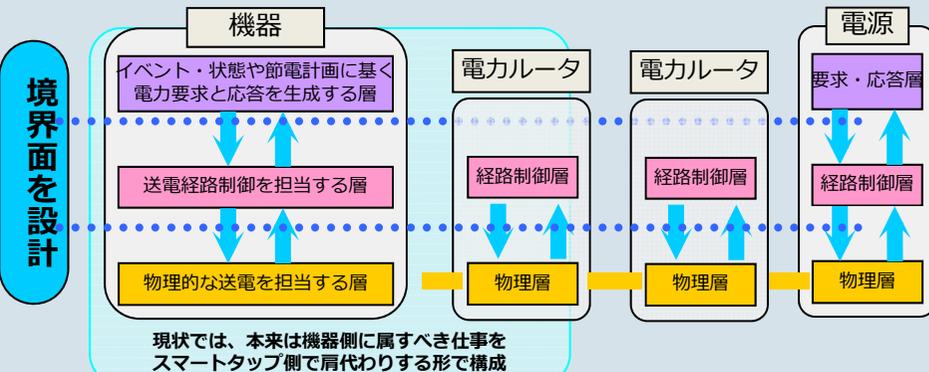


電力ルーティングスイッチ

京都大学

EoDプロトコルの階層化とフレームワークによる実装

- エネルギー割り当てプロトコルを構成する各要素技術をつなぎあわせるため、プロトコルを3階層に分け、各階層の役割と階層間のインターフェースを設計。
- プロトコル記述フレームワークの仕様設計と実装を進め、これを用いたEoDプロトコルの実例としてエネゲート製スマートタップを用いる構成で実証実験。



(株)トランス・ニュー・テクノロジー

可視化手法の研究

汎用的ホームゲートウェイを使ってセンターサーバに蓄積しているデータを活用した、単に数値やグラフ表示ではない“見せる化”手法の研究を行った。

- 現在の見える化システムにおける問題点の抽出
- 蓄積データを外部から取得するためのデータ取得APIの設計・開発
- より居住者の意識を高めることのできる要素を入れた可視化システムの試作開発
- モニター評価
- 見える化システムに必要な表示要素及び蓄積データ項目の要件整理



PDCAサイクルにみる省エネ行動

見せる化システム試作開発

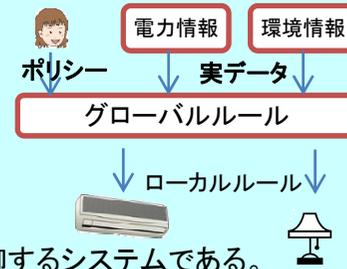
大和ハウス工業(株)

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」と呼ぶプログラムにより家庭内の機器を連携させるシステムにより電力を削減する。

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、これらのポリシーによる制御を機器毎に手動で記述することなく、ルールにより全体制御するシステムである。

本年度は、電力機器制御として直流電池による複数電源の割当及び連携システムの開発や、グローバルルールから電源割当アルゴリズムの検討を行い、シミュレーション評価するシステムを開発した。



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である。

電力機器制御ルールの情報を交換する通信システムについて開発を行い、モバイル機器の直流電源機器において実装評価を行った。また、電源情報の交換により電力割当アルゴリズムをルールにより実装するシミュレーションシステムを構築した。

電力・機器情報や家庭内の環境情報を収集する通信システムとして、センサーネットワークと、その応用システムである放送を用いた大規模情報収集センサーネットワークの高密度センシングシステムの研究開発を行った。



神戸大学

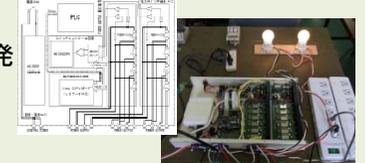
高周波スイッチング電源を用いた電力伝送インターフェース・ルータの研究開発

1. 電力のパケット化の実現
電力のパケット化を実回路で実現



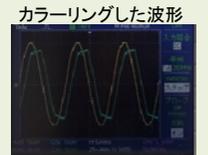
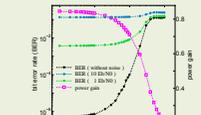
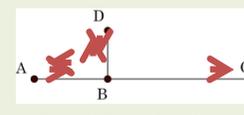
2. 電力のカラーリング
情報と電力の統合のため電力のパケット化を実現するシステムを提案

交流カラーリング実証実験



3. ハードウェアの実証実験 (交流ルータ)
電力パケット及びルーティングのハードウェアを開発分散電源を用いた実証実験を外部施設で実施

4. 電力パケットの伝送特性の解析
電力線伝送路モデルを用いて電力パケットの電力伝送効率とビット誤り率を評価

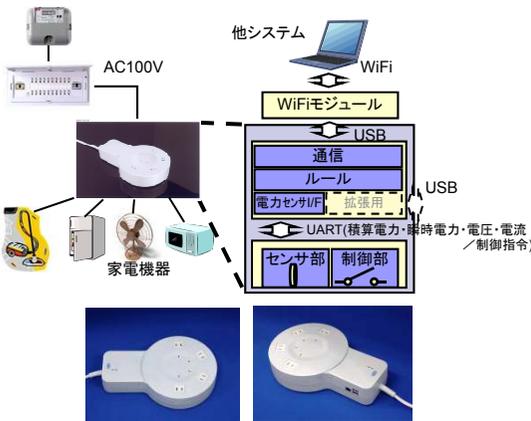


カラーリングした波形

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

H21年度の成果を基に「エネルギー需要予測・最適割り当て」を実現するために必要な機能を持った制御機能付きの電力計測センサを試作し、実証実験システムでの使用・評価を行った。電力計測センサの概要は、以下の通り。

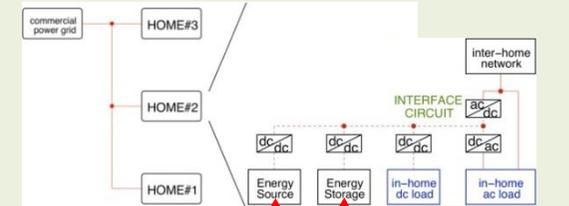


項目	説明
計測項目	積算電力、瞬時電力、電圧、電流
計測仕様	精度: ±5%以内 (1~15A) サンプリング周波数: 20kHz A/D変換分解能: 16bit
形状	テーブルタップ型(4口)
インターフェイス	WiFi、USB(拡張用)
機能	・電力計測(4回路) ・負荷開閉(4回路) ・電流監視による自動負荷制御

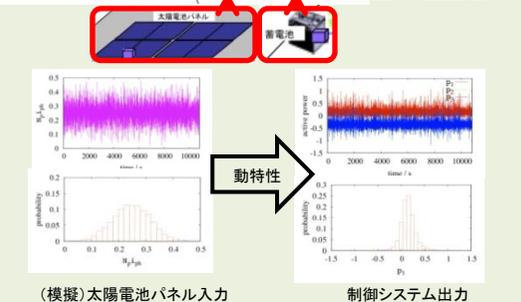
(株)エネゲート

分散電源出力の平滑化と連制御システムの開発

1. 分散電源を含む配電システムの問題設定
小規模な分散電源が多数連系した配電システムのモデルを導出



2. 連系制御システムの動作解析
自然エネルギー源(太陽電池)の出力不確定性の配電システムの安定性への影響を定量的に評価



(模擬)太陽電池パネル入力

制御システム出力

京都大学

1. これまで得られた研究成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	報道発表	展示会	標準化提案
情報通信・エネルギー統合技術の研究開発	3 (3)	0 (0)	3 (2)	50 (20)	2 (2)	21 (17)	0 (0)

(1) 特許出願

1. エネルギー消費量管理システム及びエネルギー消費量管理方法(大和ハウス)
2. エネルギー管理情報報知システム及びエネルギー管理情報報知方法(大和ハウス)
3. 配電装置(エネゲート)

(2) 研究成果発表

1. IEEE主催の国際会議での研究発表

SmartGridComm (International Conference on Smart Grid Communications, Oct. 2010)、CCNC (Consumer Communications and Networking Conference, Jan. 2011)、SAINT2010といった国際会議において、研究発表やデモ展示を実施、海外に向けて情報を発信

2. 論文誌論文への採録

Takashi Hikiyama and Yuzo Murakami, Regulation of Parallel Converters with Respect to Stored Energy and Passivity Characteristics, IEICE, Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences IEICE Trans. E94, No. 3, pp. 1010-1014, Mar. 2011

3. 企業向け展示会でのデモ

国際スマートグリッドEXPO、ENEX、北陸技術交流テクノフェア、第13回組込みシステム開発技術展など、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。

2. スマートタップの標準化に向けて

けいはんなオープンラボ協議会エネルギーの情報化WGの活動に参画、スマートタップの標準化に向けて、家電メーカー、電力会社やエネルギー関連企業等とも協力してスマートマンションでの実証実験に参加



SMA x ECO House
(大和ハウス)



SAINT2010@Seoulの様子



エネルギーの情報化WG1周年記念シンポジウム