

# 次世代エネルギー・社会システム実証事業成果報告【平成26年度報告】

事業者名	シャープ株式会社
関連事業者名	株式会社デンソー(主幹事)、トヨタ自動車株式会社、中部電力株式会社 KDDI株式会社、東邦瓦斯株式会社、アイシン精機株式会社
補助事業の名称	I-1-1 エネルギー管理の構築 B. 家庭部門での実証(HEMS※1(CEMS※2との連携のもと) (豊田市) 創エネ・省エネ機器と蓄電池付きHEMSの連携及びV2H※3システムの 研究開発と実証検証
全体の事業期間	平成23年4月～平成27年3月

※1 HEMS(ホーム・エネルギー・マネジメント・システム)  
※2 CEMS(コミュニティ・エネルギー・マネジメント・システム)  
※3 V2H(Vehicle to Home)

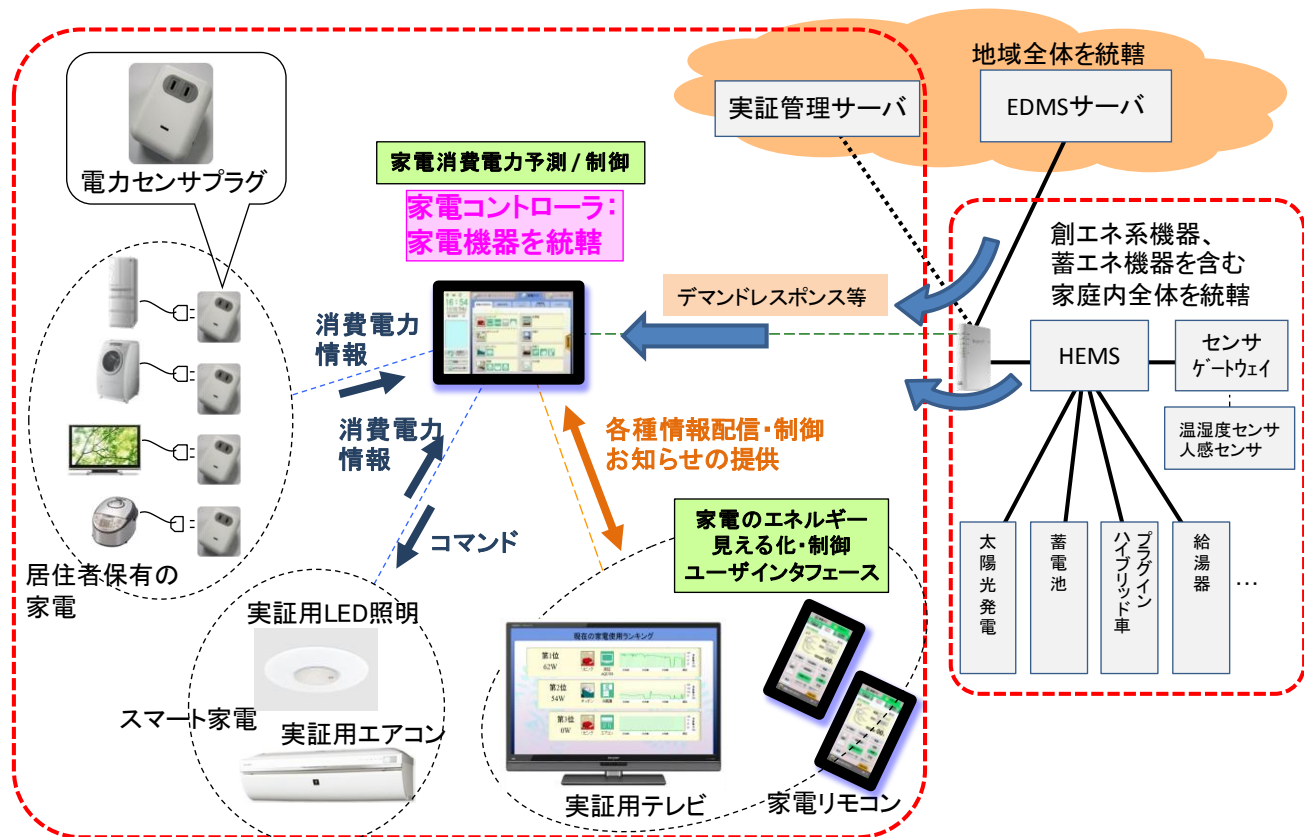
## 実証事業の目標

### 消費電力予測に基づいた家電自動制御技術の開発及び実証

家庭内における電力の使用履歴からユーザの生活パターンを分析し将来的な家庭内消費電力を予測する技術、および、ユーザが設定した月間電気代(電力使用量)の目標値やデマンドレスポンス信号などの情報に応じて家電の消費電力を自動抑制する制御を行ったり、制御できない家電についてはユーザにアドバイスを行ったりする技術に関する研究開発と実証検証を行った。

家電自動制御を行うに際しては、過去の電力使用の実績からユーザの好みを学習し、家電抑制制御を行う際の優先順位を決定する。また月間の電力使用量の上限目標を達成するための自動制御については、翌日以降の家庭内消費電力を予測し、同予測に基づいた家電制御を行うことで、ユーザの快適性の維持と消費電力に関する目標達成の両立を目指す。

## 実証事業の概要



本実証では家電機器の消費電力情報等のデータ収集を行い、収集したデータを元にスマート家電や実証専用テレビを自動制御する家電の自動制御実証を行った。

## 各社分担

再生可能エネルギーを地域全体で有効利用するための管理や制御を行うEDMS(エネルギー・データ・マネジメント・システム)のシステム開発はトヨタ自動車等が、家庭内の創エネ蓄エネ機器の管理や制御を行うHEMSのシステム開発はデンソー等が担当する。

シャープ株式会社はEDMSおよびHEMSと連携し、地域全体・家庭全体の指針に沿った家電の自動抑制制御(またはアドバイス表示)を担当する。

## 実証事業のスケジュール

技術項目	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
消費電力予測	アルゴリズム検討・試作	気象情報等を用いた改良	予測期間の拡張	実証に基づく改良
家電の自動運転		アルゴリズム検討 学習機能追加	予測に基づく制御に対応	実証に基づく改良
家電の見える化・制御UI	実証用ソフト実装	テレビ表示機能等の改良	目標設定・タイムシフトの拡張 (実証に基づく改良)	
機器間通信インターフェース	HEMSとのIF開発	EDMS連携方針検討	EDMS連携仕様検討	EDMS連携実証

## 本事業で製作したユーザインタフェース(参考)

消費電力予測に基づいた家電自動制御技術の開発及び実証を行うにあたり必要な家電コントローラおよび家電リモコン、テレビのユーザインタフェースを製作した。



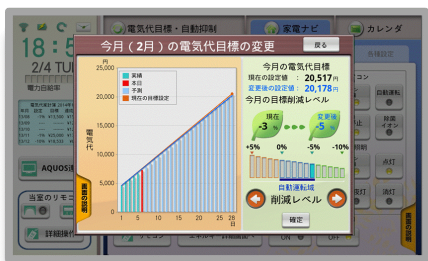
家電コントローラ：全部屋の状況表示



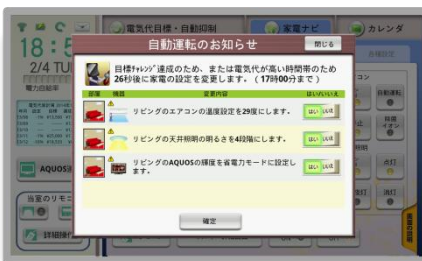
家電コントローラ：家電の利用状況表示



家電コントローラ：家電の消費ワーストランキング表示



家電コントローラ：電気代目標設定



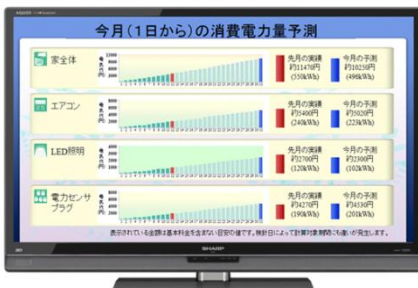
家電コントローラ：自動運転のお知らせ



家電リモコン：遠隔制御画面



家電リモコン：昨日の家電使用ランキングのTV画面



家電リモコン：今月の消費電力量予測のTV画面



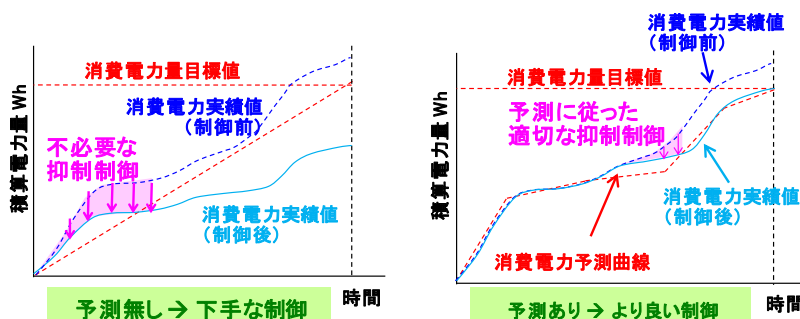
実証宅に設置した家電コントローラの様子

## 消費電力予測に基づく家電制御の概要

具体的な節電目標を達成するために家電を抑制制御する方法は何通りも考えられるが、例えば目標値を超えそうになってから全家電を停止するような制御方法はユーザの生活の快適性や利便性を著しく低下させてしまうため現実的では無い。そこで、過去の生活パターンから家庭内消費電力を予測し、先を見通した適切な家庭内機器制御を行うための技術開発を行った。

家電の抑制運転を行う際に予測情報を用いる効果を下図を用いて説明する。予測情報が無い場合(左)には例えば「その家では通常は日中にはあまり電力を使わない」ということを予測できないので、

例えば1日の積算消費電力量の目標値を達成する制御を行う場合、午前中に不必要な抑制制御を行ってしまい、ユーザに不必要な負担を与えてしまう。これに対して1日の電力使用パターンをあらかじめ予測できた場合(右)には適切なタイミングで適切な家電抑制制御を実施することが可能となる。



## 平成23年度の成果(概要)

家電ごとの消費電力を予測して家電自動制御を行うアルゴリズムの机上検討を行い、ソフトウェアを試作した。

- ・家電の消費電力予測アルゴリズム
- ・家電の自動制御アルゴリズム

また、上記アルゴリズム開発や実証に必要な家電等のエネルギー情報を収集し、収集した情報の表示や家電の遠隔制御が可能なソフトウェアを製作し、一部の実証宅に対して各実証パターンに合わせた実証機器を導入した。

## 平成24年度の成果(概要)

消費電力予測アルゴリズムについては気象情報などを用いて予測精度を改善した。家電自動制御アルゴリズムについては制御する対象の家電を選定・学習できるようにアルゴリズムを改良した。

家電コントローラのソフトウェアについては、テレビ上に家庭内エネルギー情報を表示する機能、ユーザの不在予定を入力できる機能などの拡張を行った。

全67棟の実証宅に対して各実証パターンに合わせた実証機器の導入を完了した。

## 平成25年度の成果(概要)

EDMSならびにHEMSと連携し下記目的で家電の自動制御を行うための技術開発と実証を行った。

- ①家庭内の月間の総消費電力量を上限値以下に抑える。
- ②デマンドレスポンス(CPP)が発生した時に家庭内消費電力のピーク値を抑える。
- ③ユーザが設定した家庭内消費電力の上限値に近づいた時に同ピーク値を抑える。

実際に実証宅で得られたデータを用いて消費電力予測アルゴリズムの評価を行い、予測誤差の平均値・標準偏差等を算出した。また消費電力予測に基づいたいくつかの家電自動制御アルゴリズムの作成・評価を行い、有効な方式を明確化した。さらに当該消費電力予測情報を用いた家電制御を行う方が、予測情報を使わない方法と比較して家電抑制時間や抑制強度を共に小さくすることができ、ユーザの負担を軽減できることをシミュレーション上で確認した。

実証実験を行うにあたり、ユーザによる消費電力の目標設定入力やタイムシフトのアドバイス通知ができるように家電コントローラのUI画面を拡張し、EDMSとの連携用の通信IFの拡張を行った。また当該ソフトウェアを一部の実証住宅に導入し、1か月間の電気代目標を達成するための家電の自動制御、およびデマンドレスポンスやタイムプライス等に応じた家電の自動制御に関する実証を開始した。

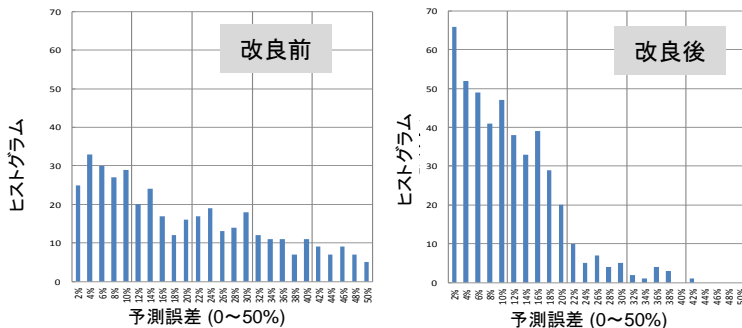


## 平成26年度の成果(概要)

EDMSならびにHEMSと連携した家電の自動制御実証によって得られたデータを解析し、家電コントローラの実用化に向けて必要となる以下の改良および検証を行った。

- ・消費電力予測の予測精度改善、および60棟分の実証データによる予測精度の検証
- ・家電自動制御により節電に関する月間目標を達成できる度合いの改善

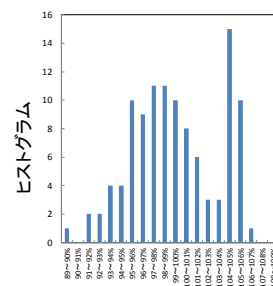
消費電力予測アルゴリズムについては月間の家庭内消費電力量を予測するアルゴリズム、および、1日の時間帯毎の消費電力量を予測するアルゴリズムの性能改善を行った。改良前の消費電力量予測アルゴリズムでは稀に大きな予測外れを引き起こすことがあったが、改良後はその発生頻度を抑えることができた(右図)。



①消費電力量予測誤差の向上

家電の自動制御アルゴリズムについては家庭内消費電力量の上限目標値および削減率目標を達成するための家電の自動制御アルゴリズムを開発し、実証宅において実証検証を実施した。

ユーザが設定した目標に対する制御後の実績値の割合は平均でそれぞれ102%および99.5%となり、ほぼユーザの意図に沿った制御を実現できた(右図)。

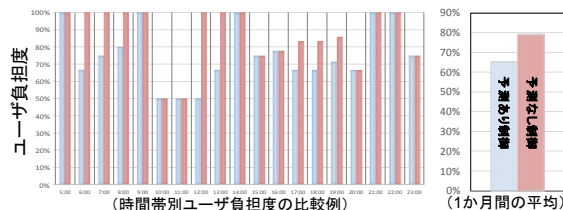


②節電目標(削減率)に対する制御後の実績値の割合

## 実証事業の全体の成果

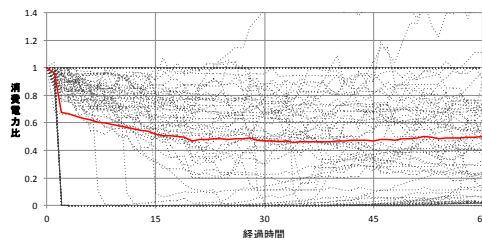
本実証事業で開発した家電の電力見える化・制御ユーザインタフェースを全67棟の実証宅に導入し、実証宅から得られたエネルギー情報を元に家庭内消費電力を予測する技術、および、家電を自動制御する技術を開発した。また、消費電力予測・家電自動制御を行うソフトウェアをシャープ実証管理サーバおよび8棟の実証宅に実際に導入し、HEMS・EDMSとも連携した実証を行った。

右図はユーザが設定した節電目標に向けて家電の消費電力を抑制する制御を行う際に、家庭内消費電力の予測情報がある場合と無い場合で、1日の時間帯別のユーザ負担度を比較した例(右図の左)、および、ユーザ負担度の1ヶ月平均を計算した結果(右図の右)である。予測情報を用いることで多くの時間帯でユーザ負担を軽減できることを確認することができた。



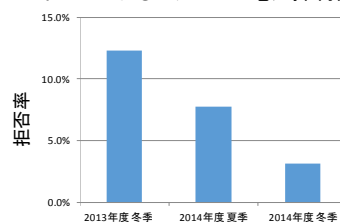
予測に基づく家電の自動制御によるユーザ負担度の軽減効果

EDMSとの連携実証ではデマンドレスポンス発生時に家電の自動抑制制御を実施した結果、対象家電の消費電力を平均で▲48%抑制できることを確認した(右図)。最大で▲74%、電力削減量にして467Wの抑制効果があることを確認できた。



デマンドレスポンスによるエアコンの電力抑制後の電力推移

これらの実証を2014年1月から2015年1月まで実施し、最終的にはユーザによる家電自動制御の拒否率(ユーザにより家電自動運転がキャンセルされる割合)を約3%まで低減することができた(右図)。



ユーザによる自動運転の拒否率の推移

以上のように、ユーザが設定した目標に沿って月間積算消費電力量やピーク電力の削減を行うための家電自動制御システムを開発し、その実証を完了した。