

「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の
創出と融合展開」

H24 年度 実績報告

平成24年度採択研究代表者

鈴木達也

名古屋大学大学院工学研究科・教授

車載蓄電池を活用したモデル予測型エネルギー管理システムの設計

§1. 研究実施体制

(1)「鈴木」グループ

① 研究代表者:鈴木 達也 (名古屋大学大学院工学研究科、教授)

② 研究項目

- ・車載蓄電池を考慮したモデル予測型 HEMS の定式化
- ・マルチモード AR モデルによる多様な状況下での電力需要予測
- ・統計データと Greedy な探索による車使用予測

(2)「金森」グループ

① 主たる共同研究者:推進 太郎 (株式会社デンソー研究開発1部、室長)

② 研究項目

- ・実データ (電力需要・太陽光発電量・車使用等) の計測・整理
- ・モデル予測型 HEMS の定式化における要件の定義
- ・プロトタイプ装置の開発と実機検証

§ 2. 研究実施内容

本研究は、電気自動車（EV）やプラグインハイブリッド車（PHV）に内蔵される車載蓄電池を家庭内、あるいはコミュニティ内での EMS に組み込むことで、より柔軟でロバストな EMS の実現を目指している。その中で、平成 24 年度は、車載蓄電池を活用した家庭用 EMS（HEMS）の設計問題について以下の 5 項目に取り組んだ。

(1) 実データの計測・整理

H24 年度は、主たる共同研究者の協力のもと、**豊田市低炭素社会システム実証プロジェクトより HEMS の設計に必要な基礎データを入手した**。具体的には、世帯毎の消費電力、太陽光パネル発電量、電力売買量、自動車の接続・離脱時刻などのデータを **67 世帯**分取得した。また、本研究で重要となる車の使用状況については実証プロジェクトとは別に、自動車 **30 台**分の被験者を対象として別途データを取得し、データベースの充実をはかった。

表 1 収集したデータの一覧

経済産業省「次世代エネルギー・社会システム実証事業」より家庭のデータ	67 世帯
<ul style="list-style-type: none">● <u>設備構成</u> 全家庭共通：オール電化、太陽光パネル（3～5kW）、蓄電池（5kWh）、PHV 一部家庭のみ(30 軒程度)：燃料電池、V2H（Vehicle to Home）対応充電スタンド● <u>取得データ</u>：世帯毎の消費電力（総消費/分電盤毎）、太陽光パネル発電量、電力売買量、PHV の接続・離脱時刻、PHV 内蔵電池の状態、給湯量、水道使用量など	
車の使用データ	30 台
<ul style="list-style-type: none">● <u>被験者構成</u>：若年層～高年層、1～6 人家族、二世帯家族、二台以上の車保有家族など● <u>取得データ</u>：自動車での出発時刻・帰宅時刻、走行距離、車の使用目的	

(2) 車載蓄電池を考慮したモデル予測型 HEMS の定式化と求解

車載蓄電池が HEMS に組み込める状態かどうかを明示する二値変数を導入した。また、評価関数や制約条件に離散論理変数が含まれる場合に対処するため、ハイブリッドシステムの最適化でデファクトスタンダードなモデルとなっている **Mixed Logical Dynamical System (MLDS) モデルの考え方を採用した**。結果として蓄電池充放電の最適化問題は混合整数計画問題に帰着される。本定式化に対して、項目(1)により得られた実データを適用し、計算機実験により数十世帯を対象としてその有用性を検証した。**図 1** に 2 世帯分の最適化結果を示す。左図は車を通勤で使用する世帯、右図は主婦が日中使用する場合である。上図から順に電力購入価格、正味の電力売買量、車載蓄電池の充放電量、車載蓄電池の残量を示す。これを見ると最適化を行う前に比べて電気代を大幅に節約できていることがわかる。

(3) マルチモード AR モデルによる多様な状況下での電力需要予測

AR モデルを用いた需要予測アルゴリズムを項目(1)でえられた実データを用いて構築した。AIC 基準により具体的に回帰変数の次数を定めた結果、一日前の同時刻と直前の時刻に相当する会機構の影響が大きいことが判明した。今後は曜日や季節の違いを考慮したモデルへと拡張する。

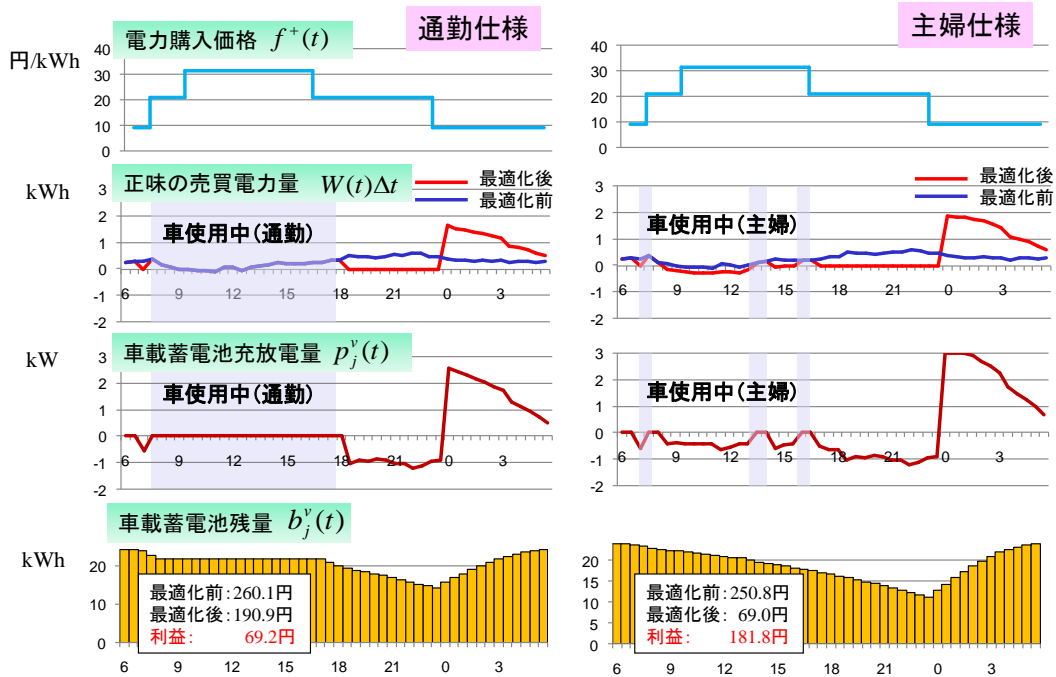


図1 HEMSの最適化結果

(4) 統計データと Greedy な探索による車使用予測

出発時刻と帰宅時刻をあらかじめ 2 次元データベースとして構築し、組み合わせ最適化問題の準最適解を高速に得ることを目的として、Greedy な解探索アルゴリズムを考案した。また、動的計画法による高速解法を提案した。項目(1)で得られた実データを用いて計算量やモデルの精度の評価を行い、ほぼ当初の予定通りの結果を得た。

(5) プロトタイプによる実機検証

共同研究グループが保有している HEMS のプロトタイプ(図 2)を改良して提案手法を実装し、有用性を検証する。そのための準備として、本年度はプロトタイプ装置の構成部品を購入し、実機の開発に着手した。



図2 HEMSのプロトタイプ実験装置