

「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」

H28 年度  
実績報告書

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

エネルギー消費行動の観測と分散蓄電池群の協調的利用に基づく  
車・家庭・地域調和型エネルギー管理システム

## § 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
  - ・エネルギー消費行動の観測と分散蓄電池群の協調的利用に基づく車・家庭・地域調和型エネルギー管理システム

### (2) 「伊藤」グループ(平成 28 年 8 月末まで研究に参加)

- ① 主たる共同研究者:伊藤 章 ((株)デンソー技術開発センター、課長)
- ② 研究項目
  - ・エネルギー消費行動の観測と分散車載蓄電池群の協調的利用に関する実証実験

### (2) 「石井」グループ

- ① 主たる共同研究者:石井 秀明 (東京工業大学工学院、准教授)
- ② 研究項目
  - ・エネルギーデータと通信データを利用した動的モデルベースによる異常・攻撃検知

### (3) 「小野田」グループ

- ① 主たる共同研究者:小野田 崇(青山学院大学理工学部、教授)
- ② 研究項目
  - ・エネルギーデータと通信データを利用した機械学習に基づく異常・攻撃検知

(4) 「馬場」グループ

- ① 主たる共同研究者:馬場 旬平 (東京大学大学院新領域創成科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・車載蓄電池充放電とヒートポンプ (HP) 蓄熱の協調制御

(5) 「藤本」グループ

- ① 主たる共同研究者:藤本 博志 (東京大学大学院新領域創成科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・ワイヤレス給電を活用した走行時の車内 EMS の設計

(6) 「薄」グループ

- ① 主たる共同研究者:薄 良彦 (大阪府立大学大学院工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・分散車載蓄電池群を活用したアンシラリーサービスの設計

(7) 「太田」グループ

- ① 主たる共同研究者:太田 豊 (東京都市大学工学部、准教授)
- ② 研究項目
  - ・分散車載蓄電池群を活用した電力系統のアンシラリーサービスの設計とシステム構築

## § 2. 研究実施の概要

### 1. エネルギー消費行動の観測・モデル化と予測・異常検知

前年度に引き続き、豊田市実証参加世帯において消費電力データと車使用データの同時取得を継続した(データ取得は H28 年度末で終了)。また、取得データの解析も継続して行い、車の利用に関するアンケートと経路情報から駐車拠点に関するラベル付けやその分類を行った。

前年度までに開発した車 1 台の使用予測モデルをベースに、各車の走行履歴をリアルタイムに取得することなく地域内の車群の分布を予測できるモデルを構築し、その評価検討を行った。

太田市で一般家庭を対象として計測された電力消費データ(NEDO プロジェクト)に対し、機械学習手法に基づく、HEMS に対する異常・攻撃検知方法の構築を検討し、HEMS において想定される異常・攻撃を調査した。また、動的システムと制御通信の連成シミュレータを構築した。さらに、動的モデルに基づく異常・攻撃の分散的検知手法について構築した。

### 2. 車載蓄電池を活用した各需要家におけるローカル EMS の設計

車載蓄電池とヒートポンプ給湯機の協調制御によるモデル予測型 HEMS の設計とその余剰電力削減効果に関する検証を行い、その有効性を確認した。

熱出力可変ヒートポンプ給湯機(伊藤 G 提供)について、その部分負荷特性、出力変更時の過渡特性を取得し、系統安定化制御の評価に資するモデルを作成した。また、実給湯負荷データ(伊藤 G 提供)を基にクラスタ解析手法を適用し給湯負荷の特性分類を行った。

車内 EMS の設計、交通状況を考慮するため ITS 情報をフィードバックする車内エネルギーマネジメント最適化システムを構築し、効果検証を行った。また、走行中ワイヤレス給電システムの基礎研究を継続し、ワイヤレスインホイールモータへの走行中ワイヤレス給電を活用した車内 EMS 設計に向けた準備を行った。さらに、走行中ワイヤレス給電実験路の構築を行った。

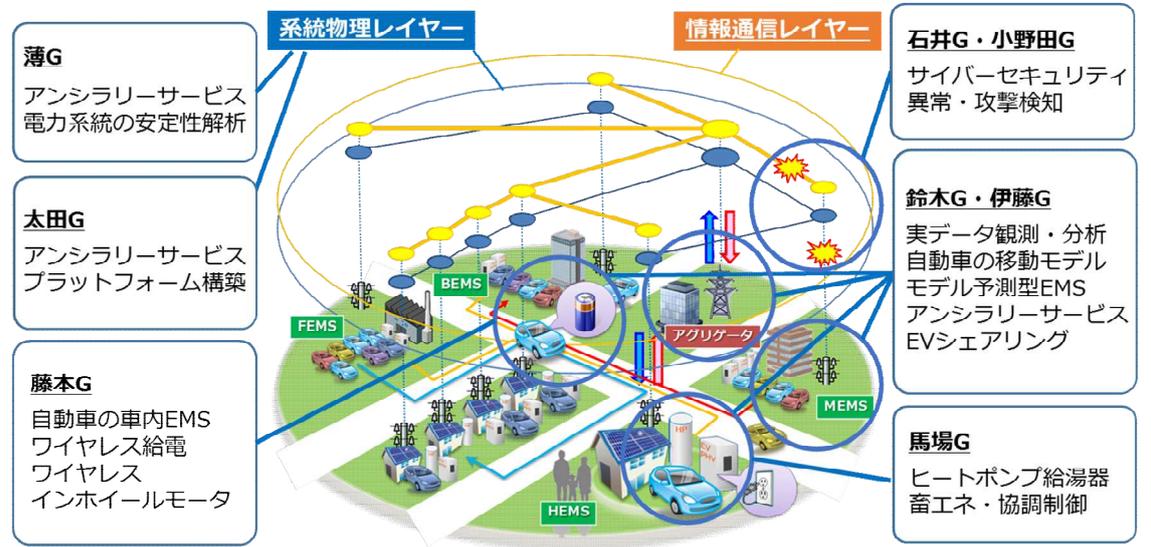
### 3. 分散車載蓄電池群の協調的利用に基づくコミュニティ EMS の設計

EV シェアリングデータを用いた配電システムの電圧変動評価技術、送電システムの電圧不安定化現象のデータ駆動型診断技術、アンシラリーサービス提供のための分散車載蓄電池群の充放電パターンの設計技術について構築した。また、電力システムの周波数変動と配電システムの電圧変動を抑制するアンシラリーサービスについて、シミュレーションやモデル解析により設計した。さらに、アンシラリーサービスについて、ハード・ソフトの実現性確認やシステム検証を行うための環境構築を行った。

需要家ローカル EMS によるアンシラリーサービスのための協調メカニズムの設計について前年度に引き続き実施し、レギュレーション市場参加のために解決すべき問題点を明らかにした。

超小型 EV によるカーシェアリングシステムと EMS との協調設計を行い、EV シェアリングにおける、予約への車両割り当て、PV 発電電力を考慮した車載蓄電池の充放電計画、車両の配車計画の同時最適化手法を構築した。また、その効果検証を行い、最適化に要する計算時間について調査した。

# ——鈴木チームが目指すEMSの全体像——



## 空間的な広がりをもって移動する次世代自動車とその車載蓄電池群を活用したローカルEMS群による車・家庭・地域が調和したエネルギー管理システム

図 2-1: 鈴木チームが目指す EMS の全体像と平成 28 年度の研究実施項目

### 代表的な原著論文(3 編)

Akira Ito, Akihiko Kawashima, Tatsuya Suzuki, Shinkichi Inagaki, Takuma Yamaguchi and Zhuomin Zhou, "Model Predictive Charging Control of In-vehicle Batteries for Home Energy Management based on Vehicle State Prediction", IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2017. (Early Access, DOI: 10.1109/TCST.2017.2664727)

Motoki Sato, G. Yamamoto, D. Gunji, T. Imura. and H. Fujimoto "Development of Wireless In-Wheel Motor using Magnetic Resonance Coupling", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 31, No. 7, pp.5270-5278, 2016.

Yutaka Ota, "Integration of Renewables and Electric Vehicles into the Smart Grid – Innovative Energy Management Strategies and Implementation", Grid Integration of Electric Mobility, Springer, pp.257-268, 2017.