

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. 研究成果の概要

1. エネルギー消費行動の観測・モデル化と予測・異常検知

これまでに取得した 41 世帯 60 台分の車使用データについて、車の経由地の抽出と経由地の分類化を完了した。また、交通状況が EMS に与える影響について評価を行った。また、中島チーム(下田グループ)の需要家モデルにおける外出行動について、車などの移動手段の属性を追加・拡張し、鈴木チームの HEMS モデルとの接続を行った。

前年度に引き続き、実システムで計測した電力消費データと通信データに対し、機械学習手法、ロバスト推定手法に基づく、異常・攻撃検知方法の構築と評価検討を行った。また、変電所構内の監視制御ネットワーク上での通信上での攻撃検知手法の開発およびシミュレータ構築を行った。さらに、林チームとの連携を継続し、配電ネットワークにおける電圧制御のサイバーセキュリティについて取り組んだ。

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

これまでの研究成果として得られたモデル予測型 HEMS の単一拠点・EV 一台のモデルから複数拠点・複数台を同時に扱えるモデルへの拡張とその改善を引き続き実施した。

前年度に引き続き、給湯需要の特性を調査し、給湯需要モデル及び HPWH 制御手法の精緻化について継続して実施した。

太田グループ・鈴木グループ・馬場グループの連携による HEMS 遠隔制御実験に向けたシステム構築を継続し、鈴木グループの HEMS と太田グループの電気自動車・充電システムとを接続した遠隔制御試験を実施した。

複数台の車両走行時における車内 EMS の統合最適化の一つとして、速度軌道最適化を実時間で計算できる近似手法を構築し効果検証を行った。また、走行中ワイヤレス給電に対応するために開発したワイヤレスインホイールモータ 2 号機に対する大電力での試験評価を

行う為に、ベンチ試験装置の制作と評価を前年度に引き続き実施し、より詳細な試験を行うための改善を行った。

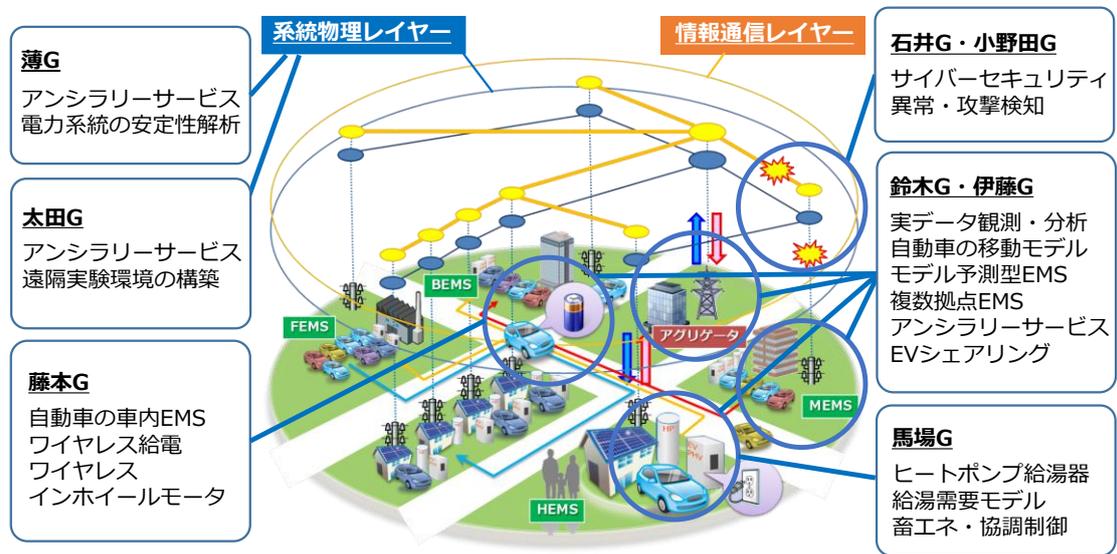
3. 分散車載蓄電池群の協調的利用に基づくコミュニティ EMS の設計

本年度は、分散車載蓄電池群の協調的利用によるマルチスケール・アンシラリーサービスのシステム構築に向けて、必要となる設計の要素技術とシステム全体の開発を前年度に引き続き行った。電気自動車・太陽光発電の有効電力・無効電力の速応ドループ制御を設計・実装することで、周波数変動と電圧分布の両方を安定化できることを検証した。

V2Gの充放電制御に対して、レギュレーション市場参加のための最適運用メカニズムを設計し、実時間制御における評価・検討を行った。車載蓄電池の充放電効率と充放電装置(EVSE)の効率、および運転モードの遷移を考慮したモデルを構築し、また、レギュレーション信号の予測モデルも構築した。検証の結果、従来よりも電力ロスを約 68%減らせることが分かった。

車両の運用計画を同時最適化するワンウェイ型 EV シェアリングシステムについて、最適化に要する計算時間の削減に継続して取り組んだ。また、車載蓄電池群を調整力として活用する配電電圧サポートとの連携システムの設計と評価検証を引き続き実施した。さらに、サービス提供地域内への走行中ワイヤレス給電の導入効果について検討を開始した。

——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 1: 鈴木チームが目指す EMS の全体像と平成 30 年度の研究実施項目

【代表的な原著論文】

1. S. M. Dibaji, H. Ishii, and R. Tempo, “Resilient randomized quantized consensus”, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 63(8): 2508-2522, 2018.
2. N. Mizuta, Y. Susuki, Y. Ota, and A. Ishigame, “Synthesis of spatial charging/discharging patterns of in-vehicle batteries for provision of ancillary service and mitigation of voltage impact”, *IEEE Systems Journal*, *IEEE Systems Journal*, pp.1-11, 2018. (Early Access)
3. H. Fujimoto, T. Takeuchi, K. Hanajiri, K. Hata, T. Imura, M. Sato, D. Gunji, G. Guidi, “Development of Second Generation Wireless In-Wheel Motor with Dynamic Wireless Power Transfer”, *EVS 31 & EVTeC*, 2018.

§ 2. 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) 石井グループ

- ① 主たる共同研究者:石井 秀明 (東京工業大学情報理工学院 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」