

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) 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システム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

前年度までに取得した 41 世帯 60 台分の車使用データについて、経路地の抽出とその分類を行った。また、複数の車(車群)の移動予測手法に対する評価を行った。さらに、林チームとのチーム間連携において、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との関連性を考慮した車の移動モデルの連携に取り組んだ。

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、HEMS に対する異常・攻撃検知方法の構築と評価検討を行った。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その有効性を確認した。さらに、動的モデルに基づく異常・攻撃の分散的検知手法の構築と評価検討について継続して実施した。

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

前年度までに構築したモデル予測型 HEMS を、ラグランジュ双対分解法に基づく分散最適化を適用することにより、複数拠点・複数台を同時に扱うことのできるモデルへと拡張した。

前年度に引き続き、給湯需要データの解析とそのモデル化を行った。また、HPWH(ヒートポンプ給湯機)単体の運用制御による電力系統運用への貢献効果について検討を行った。

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に着手した。また、モデル予測型 HEMS を実システムとして運用する際に必要な予測モデルとして、外気温と水温の予測モデルの検討を行った。さらに、鈴木グループが作成した HEMS モデルを林チームの実験環境に接続し、その動作確認を行った。

複数台の車両に対する速度軌道の同時最適化やオンラインでの速度軌道最適化等の手法について検討を行い、実機実験による効果検証を行った。また、走行中ワイヤレス給電について大電力での詳細な試験評価をベンチ試験装置にて行い、前年度までに開発した車内 EMS 制御系の評価及び改善を行った。

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

分散車載蓄電池群の協調的利用によるマルチスケール AS のシステム構築に向けて必要となる予測モデリング・設計の要素技術開発を前年度に引き続き実施した。また、配電系統運用者(DSO)が電圧変動を抑制しつつ、分散車載蓄電池群に需給調整信号を分配する統合制御手法を設計した。さらに、太陽光発電・電気自動車双方のインバータの有効電力出力と連系点電圧変動に応じて無効電力制御量を自律分散的に決定・制御する手法を開発した。

逆潮流に対して法的な制約のある日本の電力網においても車載蓄電池を有効活用できる日本版アンシラリーサービスの一例として、HEMS を介したレギュレーション市場参加のための協調メカニズムを設計した。

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、実サービス規模を想定した効果検証を行った。また、その最適化に要する計算時間の削減を行った。さらに、車載蓄電池群を調整力として活用する EV シェアリングと配電電圧サポートとの連携システムの設

計と検討を行い、その問題点を抽出した。

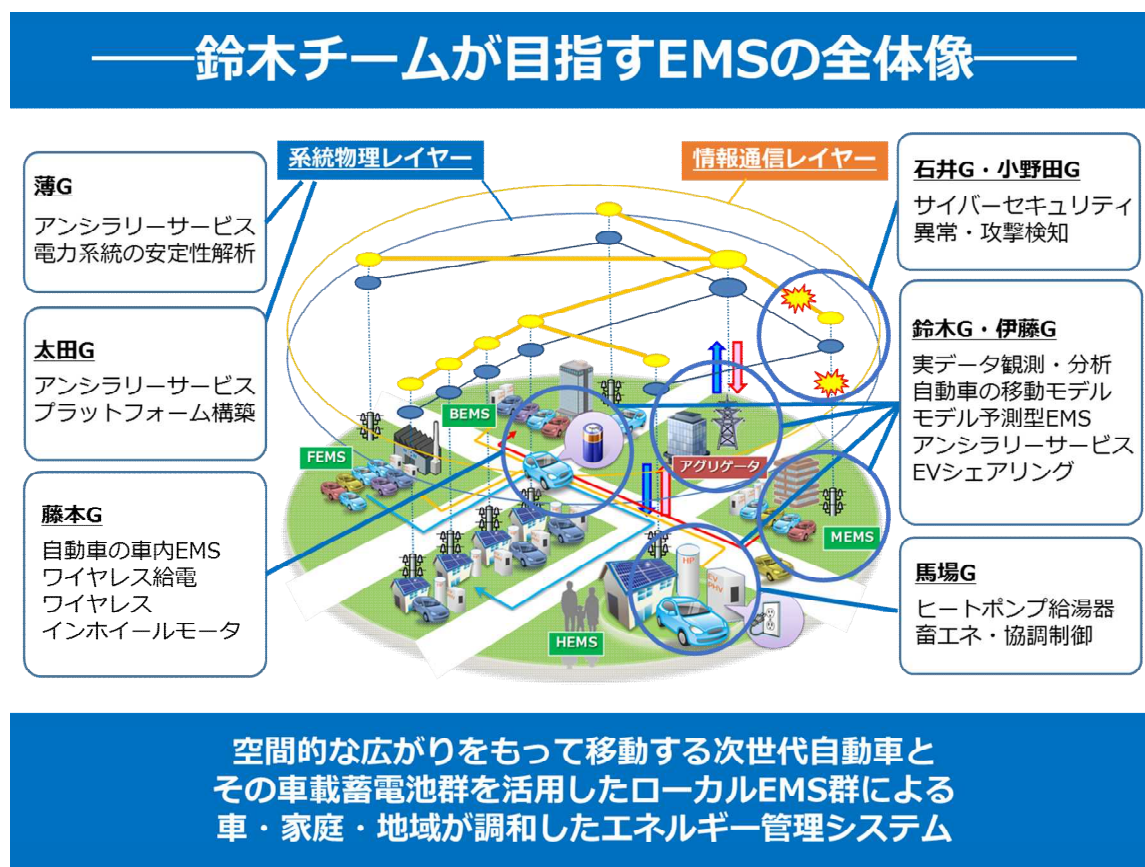


図 2-1: 鈴木チームが目指す EMS の全体像と平成 29 年度の研究実施項目

代表的な原著論文(3 編)

1. Y. Chakhchoukh, V. Vittal, G. T. Heydt, and H. Ishii, “LTS-based robust hybrid SE integrating correlation”, IEEE Transactions on Power Systems, 32: 3127-3135, 2017.
2. Y. Susuki, N. Mizuta, A. Kawashima, Y. Ota, A. Ishigame, S. Inagaki, and T. Suzuki, “A Continuum Approach to Assessing the Impact of Spatio-Temporal EV Charging to Distribution Grids”, IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems, 2017.
3. H. Kikusato, K. Mori, S. Yoshizawa, Y. Fujimoto, H. Asano, Y. Hayashi, A. Kawashima, S. Inagaki, and T. Suzuki, “Electric Vehicle Charge-Discharge Management for Utilization of Photovoltaic by Coordination between Home and Grid Energy Management Systems”, IEEE Transactions on Smart Grid, 2018. (Early Access) ※林チームとの連携