

林 泰弘

早稲田大学理工学術院先進理工学部  
教授

汎用的な実証基盤体系を利用した  
シナリオ対応型分散協調 EMS 実現手法の創出

## § 1. 研究成果の概要

太陽光発電(PV)、蓄電池、燃料電池、ヒートポンプ給湯機(HPWH)、車載蓄電池を搭載した自動車(次世代自動車)などの次世代エネルギー機器が多様な形で設置され自律分散的に制御される住宅のエネルギー管理システム(HEMS:Home Energy Management System)や、商業・オフィスビル等におけるエネルギー管理システム(BEMS:Building Energy Management System)、及びこのような需要家への面的な電力安定供給を効率的に担う中央制御型の配電ネットワークのエネルギー管理システム(GEMS:Grid Energy Management System)を主な対象とした次世代協調型 EMS 実現手法の創出を実施するため、当該年度は昨年度に引き続き、研究実施項目(A)「協調 EMS 実証基盤の開発」、(B)「次世代 EMS 実現手法の開発」、(C)「協調 EMS 実証基盤を用いた統合協調 EMS 実現手法の開発と評価」、および (D)「開発 EMS 実現手法の実証試験」の実施を行った。

上記項目(A)「協調 EMS 実証基盤の開発」では配電ネットワーク解析のための計算機シミュレーションモデル(Open CREST EMS Model)と、協調 EMS 手法の実用性評価のための模擬シミュレータ(CREST-ANSWER)によって構築される統合 EMS 評価基盤プラットフォームの洗練化を引き続き進め、項目(C)での活用を進めた。

また、上記項目(B)「次世代 EMS 実現手法の開発」では、様々な分野の専門家で構成される研究グループ間での知見の共有を密な打合せにより実施しながら、実施項目(A)で抽出される課題を対象として、これまでの研究実施内容をベースに

- ・ H/M/B/GEMS の予測・運用・制御一貫型分散協調 EMS 手法の開発
- ・ 衛星観測情報を利用したエネルギー管理手法の開発と有用性の検証
- ・ 次世代自動車・PV 付設住宅における H/GEMS 協調運用手法の開発

- ・ 配電系統におけるサイバー攻撃の影響評価と対策手法の開発
- ・ HPWH 付設住宅における H/GEMS 協調運用手法の開発
- ・ 開閉器制御に基づく配電系統構成決定手法の開発
- ・ 協調 EMS 実現のための分散電源・デマンドレスポンスの経済分析
- ・ 配電系統における蓄電・PV 設備の分散協調制御手法の開発

等の項目で代表される次世代 EMS 実現のための方法論の開発を進めた。

また、項目(C)「協調 EMS 実証基盤を用いた統合協調 EMS 実現手法の開発と評価」では、項目(A)で開発した計算機シミュレーションモデル、及び模擬シミュレータを活用する形で、項目(B)で開発した手法群の実装を行い開発技術の多角的な定量評価を実施してきた。

項目(D)「開発 EMS 実現手法の実証試験」では、本プロジェクトの開発研究成果の一部である「配電損失最小化手法」に特に着目し、東京電力パワーグリッドの協力の下、実世界の配電ネットワークで計測・収集されるセンサ情報に基づき膨大な開閉器群状態候補から期待される損失の最小化を実現する運用構成の導出を行い、導出された系統構成に基づく年間運用の実証試験を行った。これまでの実運用で経験的に導出されていた配電系統構成と比較して、開発手法で導出された系統構成での運用が電力損失の削減を実現することが定量的に確認され、開発技術の実社会での実装の有用性が示された。

#### 【代表的な原著論文】

1. Hiroshi Kikusato, Kohei Mori, Shinya Yoshizawa, Yu Fujimoto, Hiroshi Asano, Yasuhiro Hayashi, Akihiko Kawashima, Shinkichi Inagaki, Tatsuya Suzuki, "Electric Vehicle Charge-Discharge Management for Utilization of Photovoltaic by Coordination between Home and Grid Energy Management Systems", IEEE Transactions on Smart Grid, Vol.10, No.3, pp.3186-3197, 2019, DOI: 10.1109/TSG.2018.2820026.
2. Ryoichi Kuroha, Yu Fujimoto, Wataru Hirohashi, Yoshiharu Amano, Shin-ichi Tanabe, Yasuhiro Hayashi, "Operation Planning Method for Domestic Air-Considering Characteristics of Installation Environment", Energy and Buildings, Vol.177, pp.351-362, 2018, DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.08.015.
3. Yasuhiro Hayashi, Yu Fujimoto, Hideo Ishii, Yuji Takenobu, Hiroshi Kikusato, Shinya Yoshizawa, Yoshiharu Amano, Shin-ichi Tanabe, Yohei Yamaguchi, Yoshiyuki Shimoda, Jun Yoshinaga, Masato Watanabe, Shunsuke Sasaki, Takeshi Koike, Hans-Arno Jacobsen, Kevin Tomsovic, "Versatile Modeling Platform for Cooperative Energy Management Systems in Smart Cities", Proceedings of the IEEE, Vol.169, Issue 4, pp.594-612, 2018, DOI: 10.1109/JPROC.2018.2809468.

## § 2. 研究実施体制

### (1) 早大林グループ

- ① 研究代表者: 林 泰弘 (早稲田大学理工学術院先進理工学部 教授)
- ② 研究項目
  - ・汎用的な実証基盤体系を利用したシナリオ対応型分散協調 EMS 実現手法の創出

### (2) 東大大橋グループ

- ① 主たる共同研究者: 大橋 弘 (東京大学大学院経済学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・協調 EMS 実現のための分散電源・デマンドレスポンスの経済分析

### (3) 慶應大大森グループ

- ① 主たる共同研究者: 大森 浩充 (慶應義塾大学理工学部 教授)
- ② 研究項目
  - ・配電系統における蓄電・PV 設備の分散協調制御手法の開発