

「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」

H25 年度  
実績報告

平成 24 年度採択研究代表者

馬場 旬平

東京大学大学院新領域創成科学研究科  
准教授

エネルギー貯蔵デバイスの新しい応用方法および負荷側機器の制御手法に  
必要となる基礎的な理論・モデルの構築

## § 1. 研究実施体制

(1) 馬場グループ (東京大学)

① 研究代表者: 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

・エネルギー貯蔵デバイスの新しい応用方法および負荷側機器の制御手法に必要な基礎的な理論・モデルの構築を行う。

## § 2. 研究実施の概要

本研究では、再生可能エネルギー電源が導入された予測困難な系統運用条件においても、安定的かつ高信頼な電力供給システムを維持するために、電池や揚水発電などのエネルギー貯蔵デバイスの新しい応用方法、安定化のために操作されていることを気付かせない負荷側機器(ヒートポンプ機器や電気自動車)の制御手法を研究している。本年度は、下記の研究項目について、モデリング、制御手法、電力システムへの影響評価、シミュレータ実装の研究成果が得られた。

### 【需要家利便性を考慮したヒートポンプ熱機器の制御及びモデル化】

需要家利便性を維持しつつ、ヒートポンプ給湯機を系統安定化に利用可能な可制御負荷として運用する際に必要となる、消費電力特性、生成熱量特性、貯熱特性を実験データから取得し、これらを簡単に求めることが可能な数理モデルを構築した。

空調用ヒートポンプ及び蓄電池を用いた短周期電力変動補償システムにおいて電力変動補償性能・蓄電池エネルギー容量抑制・空調用ヒートポンプ蓄熱槽容量抑制の3つを同時に満たす制御パラメータの決定方法を提案した。また、実証試験により提案手法で得られた制御パラメータが有効であることを確認した。

### 【電気自動車のスマート充電・充放電制御手法の確立と実装】

電気自動車からの一時的な電力供給を活用することで、効果的なデマンドレスポンスを実現し、また、周辺の配電系統や上位の電力系統に柔軟性を提供できるようなアグリゲーション手法を提案した。電気自動車の走行特性と充電シナリオに基づいた解析モデルに適用することで有効性を確認するとともに、電気自動車/充電インフラの実験システムに実装することで、制御・通信インターフェースの実現性を確認した。

### 【系統側エネルギー貯蔵装置及び負荷機器の革新的運用手法の検討】

太陽光発電大量導入時における電力需給運用面からの対策として、電力系統に既存の揚水発電所と新規導入設備である蓄電池の双方の運用最適化手法を提案した。天候による不確実性を考慮したモンテカルロシミュレーションにより、週間運用計画について、経済性、供給信頼度の維持ならびに新規導入設備の効果的な運用ができることを確認した。

### 【系統側エネルギー貯蔵装置による緊急時制御手法の確立】

電力系統における事故時の電圧不安定現象を極めて明快に説明できる安定限界線概念を提案し、計算機シミュレーションによってその有効性を確認した。また、安定限界線を用いた新たな解析手法を太陽光発電が大量連系された電力系統に適用することで、太陽光発電の連系によって危惧される電圧不安定現象について明らかにし、系統用二次電池による系統安定化手法の基礎となる有用な知見を得た。

### § 3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

- A-1.河内駿介, 馬場旬平, 古川慧, 下田英介, “業務用空調機消費電力制御による短周期電力変動補償のマイクログリッドにおける実証試験”, 電気学会論文誌 B, Vol.133, No.4, pp.358-365 (2013-04) (DOI:10.1541/ieejpes.133.358)
- A-2.A. L. M. Mufaris and J. Baba, “Scheduled Operation of Heat Pump Water Heater for Voltage Control in Distribution System with Large Penetration of PV Systems”, Proc. IEEE Green Technologies Conference, pp.85-92 (2013-04) (DOI: 10.1109/GreenTech.2013.21)
- A-3.A. L. M. Mufaris, S. Kawachi, J. Baba, “Voltage Control Using Coordinated Control of Heat Pump Water Heaters with Large Penetration of Photovoltaic Systems”, Proc. The 3rd International Conference on Electric Power and Energy Conversion Systems (EPECS), pp.1-6 (2013-10) (DOI: 10.1109/EPECS.2013.6713104)
- A-4.A. L. M. Mufaris and J. Baba, “Local Control of Heat Pump Water Heaters for Voltage Control with High Penetration of Residential PV Systems”, Proc. IEEE International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), pp.18-23 (2013-12) (DOI: 10.1109/ICIIS.2013.6731948)
- B-1.Y. Ota, H. Taniguchi, H. Suzuki, J. Baba, and A. Yokoyama, “Aggregated Storage Strategy of Electric Vehicles Combining Scheduled Charging and V2G”, Proc. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference, pp.1-5 (2014-02)
- D-1.K. Kawabe, K. Tanaka, “Analytical Method for Short-Term Voltage Stability Using the Stability Boundary in the P-V Plane”, IEEE Transactions on Power Systems, accepted March 17, 2014 (DOI:10.1109/TPWRS.2014.2313152)
- D-2.K. Kawabe, K. Tanaka, “Impact of Dynamic Behavior of Photovoltaic Power Generations on Transient Voltage Stability”, Proc. of XIII SEPOPE, accepted March 24, 2014 (in press)

#### (3-2) 知財出願

- ①特許出願件数(国内 0 件)
- ②CREST 研究機関累積件数(国内 0 件)