

「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

鈴木 秀幸

東京大学大学院情報理工学系研究科・生産技術研究所  
准教授

再生可能エネルギーの大量導入を考慮した電力システムの  
複雑ネットワーク動力学モデル構築とその最適化理論の創成

## § 1. 研究実施体制

### (1) 研究代表者グループ

① 研究代表者: 鈴木 秀幸 (東京大学大学院情報理工学系研究科・生産技術研究所、准教授)

### ② 研究項目

- ・結合振動子系と複雑ネットワーク理論に基づく数理モデル構築と解析
- ・ネットワーク最適化理論の応用
- ・自然エネルギー短期予測理論の構築

## § 2. 研究実施の概要

再生可能エネルギーが大量導入される様々な状況の下で、電力システムの挙動を理解・解析・最適化するためには、電力システムの数理モデルが必要となる。本研究では、電力システムの定性的・定量的モデルの橋渡しが可能な複雑ネットワーク動力学モデルを構築し、その分散協調的ダイナミクスの理論的解明とネットワーク最適化の実現を目指している。

平成 25 年度は、前年度までの調査および基礎的研究の結果に基づき、電力システムの数理モデルの構築と、最適化・予測に関する数理的手法の開発を行った。具体的には以下の通りである。

### 1. 結合振動子系と複雑ネットワーク理論に基づく数理モデル構築と解析

電力工学で用いられる詳細な数理モデルは理論解析が困難である一方で、統計・非線形物理学における数理モデルは実現象からの乖離が大きい。本研究項目では、実現象をより良く理解でき、かつ深い数理解析が可能な定性的数理モデルの構築を目指している。今年度は、前年度の予備的研究をベースに、東日本送電網の構造を考慮した電力システムの定性的数理モデルを構築した。これを用いて、電力の安定供給のために必要な周波数同期が達成される条件を数理的解析によって求めるなど、ネットワーク構造と安定性との関係を解析した。また、既存研究で用いられていた安定性の条件を見直し、より現実的な条件を考慮することにより、これまでの解析では発見できなかった電力システムの潜在的な脆弱性を見出した。これらの成果は、再生可能エネルギーを大量導入した状況における電力網の安定供給の問題を考慮する際の基盤となる。

### 2. ネットワーク最適化理論の応用

不確実性を含む電力システムネットワークに関する問題解決において、数理最適化の技術は今後より重要になると考えられる。本研究項目ではネットワーク最適化を中心とした数理最適化の基礎理論をベースとして「最適化に基づいた電力システム運用」と「最適化による電力システム解析」の2つの側面から研究に取り組んでいる。今年度は、システム運用のための研究として、不確実性を含む発電機スケジューリング問題に対し大規模システムを扱うためのより良い定式化について検討を行った。また、システム解析の研究として、電力ネットワークの脆弱性に対する離散最適化理論に基づく新しい解析手法の設計を行った。

### 3. 自然エネルギー短期予測理論の構築

本研究項目では、様々なタイプの再生可能エネルギーと電力需要の短期予測手法を開発することを目的としている。今年度は、大規模な多変量時系列データ、特に日射量のデータに対して、実時間で将来の発電量時系列を短期予測する手法を提案した。これは既存手法(Hirata et al., Phys. Lett. A, 2012)を多変量時系列データに拡張したものである。また、予測値の信頼区間を同時に与える手法(Hirata et al., Renew. Energy, 2014)を開発した。さらに、発電・送電等の最適化問題(研究項目2)への時系列予測の応用について検討を開始した。特に、前述の発電機スケジューリング問題を、予測の信頼区間を利用する形で定式化するとともに、利用の際に必要な電力需要の予測手法の構築を含めた解析を開始した。

### § 3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

1 Yoshito Hirata, Taiji, Yamada, Jun Takahashi, Kazuyuki Aihara and Hideyuki Suzuki, "Online multi-step prediction for wind speeds and solar irradiation: evaluation of prediction errors", *Renewable Energy*, Vol. 67, pp.35-39, 2014  
(DOI: 10.1016/j.renene.2013.11.034)

#### (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)