

再生可能エネルギー有効活用のための次世代エネルギーネットワークの調査 研究

Advanced Energy Network for practical applications of Renewable energy

研究代表者 中垣 隆雄
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

1. 研究課題

我が国では、2011 年 3 月に発生した東日本大地震により、脆くも原子力及び火力発電設備が損壊し、供給力不足が発生した。このような大規模な電力不足を経験したことにより、家庭、事務所、工場、地方自治体は、電力会社に全面依存しない自前の電源を確保しておくことの必要性を痛感した。その際、地産地消の太陽光や風力発電等の再生可能エネルギーを導入すると、その発電出力の変動が電力ネットワークに影響を与え、電力品質（周波数、電圧）を悪化させることが懸念されるため、新たな電力供給社会インフラの考え方が必要となる。本研究では、実用化レベルに達してきた再生可能エネルギー発電とエネルギー貯蔵システムを活用するための、次世代送配電ネットワーク及び熱エネルギーネットワークへの実運用可能性および有効性の検証を行うことを目的とする。特に、再生可能エネルギー有効活用のためのグリッド構成やネットワーク技術に関して、汎用的な動特性解析のためのモデルとデータベースの構築を進める。前段の調査では、各種再生可能エネルギーの特性、用途事例、制御方法、運用方式、およびシミュレーション手法など現状と開発課題を明らかにする。また、電力システム改革が着手される中、これらの技術が適応される事業の変化をとらえ、それぞれの事業面からの有用性、さらには環境負荷低減効果などの分析を行い、社会インフラの提言を行う。

2. 主な研究成果

本年度は、上記課題で記載した「再生可能エネルギー有効活用のためのグリッド構成やネットワーク技術」に関して、昨年に引き続き、最適化技術を適用した「風力発電向け新設送電線の構築」技術を構築した。さらに、送電線投資に関する経済的な課題を検討するためのモデル開発を行なった。具体的には、

- ・ ウィンドファーム設置に関する既存変電所毎の領域最適化技術
- ・ 風力大量導入のための地域間連系線運用計画技術
- ・ 風力発電出力予測及び対策としての蓄電池最適配置技術

などの手法に焦点を当てて研究を実施した。

また、地図情報の活用を考慮した計画手法のフレームワーク構築を開始し、東南アジア圏の研究者との交流を行い、研究プロジェクト e-Asia スキームを立上げ、プロジェクトを開始した。

3. 共同研究者

- 紙屋 雄史（理工学術院 環境・エネルギー研究科 教授）
中西 要祐（理工学術院 環境・エネルギー研究科 特任教授）
伊庭 健二（理工学術院 環境・エネルギー研究科 客員上級研究員）

4. 研究業績

4.1 学術論文（査読付論文）

- Nguyen Hong Nhung, Y. Nakanishi, “Stochastic Unit Commitment Considering Markov Process of Wind Power Forecast, International Conference on Renewable Energy Research and Applications”, ICRERA-2017, San Diego, USA, 2017-11
- Nguyen Hong Nhung, Y. Nakanishi, “Stochastic Dynamic Power Flow Analysis Based on Stochastic Response Surface Method and ARMA-GARCH Model”, 2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT 2017 North American, Washington DC, USA) 2017-4

4.2 ワークショップ、招待講演

- 早稲田大学にて韓国 KETEP（経産省）とのワークショップ開催（2017 年 12 月 21 日）
早稲田大学にて慶尚大学とのワークショップ開催（2017 年 8 月 28 日）
早稲田大学にてケンブリッジ大学とのワークショップ開催（2017 年 7 月 5 日）
高麗大学にて講義（2017 年 6 月 21 日）
中国地質大学にて講義（2017 年 5 月 3 日）

4.3 学会および社会的活動

- 電気学会全国大会
 - ✓ 三宅 修平、馬郡 英樹、中西 要祐、岩村 一昭、「バッドデータ検出と M-estimator に基づくマルチエリアにおける電力状態推定」平成 30 年電気学会全国大会 6-090、2018/3/5
 - ✓ 西山 航平、小林 良、岩村 一昭、中西 要祐、「送電網建設を考慮したウィンドファーム設置領域最適化手法の開発」平成 30 年電気学会全国大会 6-103、2018/3/5
 - ✓ 森元 雄介、田中 哲人、岩村 一昭、高森 寛、中西 要祐、「拡張型マイクログリッドクラスターにおける送電混雑時の送電運用および託送料金の分析」平成 30 年電気学会全国大会 6-150、2018/3/5
 - ✓ 茂木 文哉、伊庭 健二、中西 要祐、「風力発電の出力平準化のための蓄電池配置個所の検討」平成 30 年電気学会全国大会 6-267、2018/3/5
- タイ合同シンポジウム
 - ✓ Shuhei Miyake, Hideki Magori, Yosuke Nakanishi, Kazuaki Iwamura, “Multi-area State Estimation based on Detection of Bad Data and Analysis using M-estimator”, TJS – 18– 8, Thailand, 2018-3
 - ✓ Kohei Nishiyama, Kazuaki Iwamura, Yosuke Nakanishi, “Optimal Allocation Method for Introduction of a Large Amount of Wind Farms and Substations in Wind Farms”, TJS – 18– 10, Thailand, 2018-3
 - ✓ Yusuke Morimoto, Akito Tanaka, Hiroshi Takamori, Yosuke Nakanishi, “Study on Transmission

Pricing Method for Congested Transmission Line due to Large Penetration of Renewable Energy”, TJS – 18– 11, Thailand, 2018-3

- ✓ Hong Nhung Nguyen, Yosuke Nakanishi, “Unit Commitment considering Frequency Dynamic Constraint and Wind Power Forecast Uncertainties”, TJS – 18– 16, Thailand, 2018-3
- ✓ Duc Huy Nguyen, Hong Nhung Nguyen, Yosuke Nakanishi, “Development of Small Signal Stability Model for Power Systems considering the Network Transients”, TJS – 18– 15, Thailand, 2018-3

➤ 電気学会電力・エネルギー部門大会

- ✓ 小林良, 岩村一昭, 伊庭健二, 中西要祐, 「風力発電向け送電線計画を目的としたクラスタリング手法の適用と評価」, 電気学会 B 部門大会, 9. 2017
- ✓ 佐藤友紀, 高野幸雄, 中西要祐, 「蓄電池モデルの単独運転に関する系統保護対策の検討」, 電気学会 B 部門大会, 9. 2017
- ✓ 田中哲人, 森元雄介, 小林 良, 高森 寛, 中西要祐, 「再生可能エネルギーの大量導入を考慮した地域間連系線の運用計画の検討」, 電気学会 B 部門大会, 9. 2017

➤ 電気学会調査専門委員会

- ・電気学会「風力発電大量導入時の系統計画・運用・制御技術調査専門委員会」委員長として、学会活動中
- ・電気学会「電力系統解析技術の歴史調査専門委員会」委員として、学会活動終了

4.4 海外教授・学生の短期留学研究室受入れ

中国地質大学訪問学生（3ヶ月）受入（2017年8月より）

ハノイ工科大学訪問学者（2ヶ月）受入（2017年8月より）

中国地質大学訪問学生（3ヶ月）受入（2017年8月より）

4.5 講演会開催

電力技術懇談会講演会 （2018年3月12日）

日韓シンポジウム （2017年11月10日）

電力技術懇談会講演会 （2017年9月25日）

電力技術懇談会講演会 （2017年7月12日）

電力技術懇談会講演会 （2017年5月26日）

5. 研究活動の課題と展望

本研究で構築された風力発電のような地域再生可能エネルギーの送電・運用解析に必要となる土地状況、風力発電容量、送電線配置などの情報を地図上で統合管理する地理情報データベースの基本整備を行った。これらの技術に基づいて、需要状況を加味しながら再生可能エネルギー導入に必要な送電ネットワークの構築に向けて、完備された基幹系統と異なる東南アジアでの環境調査、情報収集の方策を立案するための、総合的なツールを開発することは、非常に有意義な研究であり、次へのステップとして、e-Asia プロジェクトと呼ばれる各国との協同研究を開始し、各種関連研究を推進する予定である。