

【18P01】 持続可能な次世代グローバルエネルギーグリッドの研究 (e-Asia)

Sustainable Next Generation of Global Energy Grid (e-Asia)

研究代表者 中西 要祐

(理工学術院 環境・エネルギー研究科 特任教授)

1. 研究課題

本研究では、実用化レベルにある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、次世代グローバルグリッドの設備計画、実運用可能性、有効性検証を行うことを目的とする。国連が掲げる持続可能な開発目標 (SDG: Sustainable Development Goal) である“エネルギーをみんなに、そしてクリーンに”、“産業と技術革新の基礎を作ろう”、“気候変動に具体的な対策を”、“パートナーシップで目標を達成しよう”、などに資する。

我が国では、2011年に発生した東日本大地震により、脆くも火力発電所が損壊し大規模な電力不足を経験したことから、地産地消につながる太陽光や風力発電などの再生可能エネルギーを導入することが重要となっている。また、海外に目を向けると e-Asia プロジェクト参加国である、東南アジア諸国では、全国レベルのグリッド整備は多大なコストが発生するため、日本と同様に地産地消が可能な再生可能エネルギー導入が期待されている。本研究では、再生可能エネルギー導入の本質的な課題となる、①建設コストや電力損失の最小化など経済性を考慮した送電ネットワークポロジ構造、②不確実性を持つ再生可能エネルギーのフローを求める確率潮流の導入、③不確実性の下でエネルギー安定供給計画を立案する確率型運用計画に係る課題、の解決を目指す。調査研究では、国内だけでなく、現在、研究連携を進めている e-Asia 参加国とも協力し海外の各種再生可能エネルギーの特性と、設計手法、制御方法、運用方式の数理モデルとシミュレーション手法の現状と開発課題を明らかにする。

2. 主な研究成果

本プロジェクトの2年目において、主に東南アジア (タイ、フィリッピン、インドネシア) の研究者との研究交流 (e-Asia) を通して、早稲田大学側研究者が提案している拡張型マイクログリッドクラスタシミュレーションのテストベッドのコア機能を作成、その適用可能性を各国の研究者に評価してもらい、最終年度に向けて検討課題を整理する事になった。

その成果として、各国との研究者の共同執筆により後述の学術論文文献④及び⑤を発表し、また、北京で開催された国際会議 ISPEC2019 にて、e-Asia メンバーによる招待講演4件によるパネルセッション (Planning Technology for Integrating Renewable Energies) を企画実施。さらに、各国研究者との全体進捗会議をインドネシアのバリ島にて開催し、同時にインドネシア電力会社 PLN の配電制御所および太陽光発電所の視察及び、意見交換を実施した。

各国との個別活動としては、下記のような成果を挙げた。

▶ タイ研究機関 NECTEC とは、ビルオフィスのエネルギーマネージメントシステム

の開発における、上述のテストベッド適用可能性調査として、研究員を派遣してもらい1ヶ月の早稲田大学研究室内での技術評価を実施した。

- ▶ フィリピンのミンダナオ州立大学イリガン校工学部とは、引き続き、ミンダナオ島でのマイクロ水力発電の実装課題の検討を進めており、当該大学から文部科学省の留学生奨学生を博士課程1年生として受け入れた。
- ▶ インドネシアでのマイクログリッド実装に関するプロジェクト推進を目的とした意見交換として、本 e-Asia メンバーであるサムラツランギ大学に加えて、ERIA(東アジア・アセアン経済研究センター)、UNESCO ジャカルタ事務所を訪問し、今後の協力可能性を得た。

一方、早稲田大学単独では、国際学会5件、国内学会7件を発表し、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、その為の主要課題として

- ✓ ウィンドファーム向け中継変電所の最適配置
 - ✓ 連系線過負荷時の混雑価格、混雑余剰による連系評価
 - ✓ 蓄電池運用を考慮したVPPに関するロバスト最適化、災害時集合住宅などの検討
 - ✓ 任意多項式カオス手法による確率潮流計算手法の確立
 - ✓ ワイブル分布による電力設備の平均寿命推定
- などを実施した。

3. 共同研究者

中垣 隆雄 (理工学術院 環境・エネルギー研究科 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 (査読付き国際会議7件)

- ① Yicheng Zhou, Yosuke Nakanishi, Yokoyama Ryuichi, Jiang Liu, “Estimation of Mean Life of Power Equipment based on Three-parameter Weibull Distribution”, ICEE19J-032,4, July, 2019
- ② Weijia Liang, Kohei Nishiyama, Kazuaki Iwamura, Yosuke Nakanishi, “Effect of the Installation of intermediated Sub -Station Stations Facilities for Wind Power Transmission ”, ICEE19J-353, 4, July, 2019
- ③ Wenxiong FU, Shuhei MIYAKE, Kazuaki IWAMURA, Yosuke NAKANISHI, “Modeling of Equipment Installation Costs for Extended Microgrids Using HOMER”, ICEE19J-349, 5, July, 2019
- ④ Kazuaki Iwamura, Yosuke Nakanishi, Udom Lewlompaisarl, Noel Estoperez, and Abraham Lomi, “Optimization Platform for Cluster Type MicroGrid Installations and Operations”, ICESTI2019, ICESTI_6, 25, October, 2019
- ⑤ Kazuaki Iwamura, Yosuke Nakanishi, Udom Lewlompaisarl, Noel Estoperez, and Abraham Lomi, ” Planning Optimization Platform for Cluster Type Micro-grid Installations and Operations “, iSPEC2019,

- ⑥ Yuki Katagiri, Kazuaki Iwamura, Yosuke Nakanishi, Sachio Takano, Ryohei Suzuki, “Arbitrary Polynomial Chaos Expansion and Its Application to Power Flow Analysis”, ICoCD
- ⑦ Xiaomin Wu, Yumeng Zhang, Min Ding, Koji Kudo, Yicheng Zhou, Yosuke Nakanishi, Yicheng Zhou, “Improved Light Robust based operation strategy for imbalance adjustment with VPP consideration uncertainty demand”, ICoCD,

4.2 ワークショップ、招待講演での発表

- 中国地質大学にて講義（2019年4月12-13日、5月6-7日）
- インドネシア・サムラトランギ大学開催国際会議 ICONSEP2019にて招待講演発表（Keynote Speech）（2019年9月23日）
- インドネシア・バリ島国際会議 ICESTI2019にて招待講演発表（Keynote Speech）（2019年10月25日）
- 中国・清華大学康教授研究室との学術交流を実施（2019年11月22日）

4.3 受賞・表彰

- ICESTI2019(2019年10月インドネシア バリ島)の連名論文発表: Best Presenter Award 受賞。
- ISPEC2019(2019年11月中国北京)の連名論文発表: Award for Excellent Paper 受賞。
- ICOCD2019(2020年2月オーストラリア): Best Student Paper Award 受賞。

4.4 学会発表および学会活動

- 電気学会全国大会（令和2年電気学会全国大会，電機大学）での発表
 - ① 中村洗喜、伊庭健二、中西要祐、「広域的交通を考慮したEVの高速道路網における充電需要についての検討」6-224、2020/3/11
 - ② 神野達哉、伊庭健二、中西要祐、「PVを所有する需要家の蓄電池の最適導入量と最適運用の研究」6-170、2020/3/11
 - ③ 呂学成、岩村一昭、中西要祐、伊庭健二、「集合住宅における災害時運用を考慮したPVと蓄電池の導入容量と運用方式の検討」6-206、2020/3/11
 - ④ 立間桃子、高森寛、中西要祐、「連系線の混雑価格と混雑余剰の市場モデル - 連系線の意義とその価値の評価 -」6-129、2020/3/13
- 電気学会 研究会(京都)，電力・エネルギー部門大会（広島工業大学）での発表
 - ① AlaMusi, 岩村一昭, 周意誠, 中西要祐, 「長短期記憶ニューラルネットワークを用いた風力発電出力予測検討」新エネルギー・環境技術/高電圧技術/電力系統技術合同研究会、2019/5/27
 - ② 森神野達哉, 伊庭健二, 中西要祐, 「一般家庭における蓄電池の導入容量と運用制御の最適化検討」令和1年電力・エネルギー部門大会、240、2019/9/6
 - ③ 董文康, 立間桃子, 高森寛, 周意誠, 中西要祐, 「連系線拡張のための確率計画法の試み」令和1年電力・エネルギー部門大会、P24、2019/9/4

➤ 電気学会・協会での活動・執筆

- ① 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、学会活動終了。電気学会技術報告書作成中
- ② 日本風力アカデミー学会誌特集記事執筆：通巻 128 号特集「系統容量最大活用のための風車連系技術と最新動向」太陽光発電の大量導入と連系制約緩和(pp.456-459)

4.5 海外研究員・学生の短期留学研究室受入れ

タイ国研究機関 NECTEC 研究員受入れ（1ヶ月）
中国地質大学自動化学院から2名の訪問学者受入れ
慶尚大学 Choi 教授研究室から訪問学生（8ヶ月）受入

4.6 講演会開催

電力技術懇談会講演会（2019年5月28日）[日韓シンポジウム]
電力技術懇談会講演会（2019年7月18日）
電力技術懇談会講演会（2019年10月3日）
電力技術懇談会講演会（2020年1月23日）
タイ電力会社 MEA, チャラロン大、早稲田大意見交換会（2019年12月2日）

5. 研究活動の課題と展望

本年度の成果を踏まえ、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のためのテストベッドを開発し、実際の適用準備を行う。実適用対象として、協力国の現地データを取得し、UNESCO が定義している水文学技術を考慮した新たなプロジェクト提案に結び付ける。また、プロジェクト最終年度報告会を開催する。