

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トポロジー構造、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3年目において、主に東南アジア（タイ、フィリピン、インドネシア）の研究者との研究交流(e-Asia)の成果として、4月に中間報告を JST/e-Asia 役員会に提出し、その評価を10月に受領した。また、リモート会議を実施しコロナ禍での活動状況及び意見交換を実施した。JST/e-Asia 役員会5名の評価委員より下記中間報告の成果が高く評価された。

共同執筆学術論文 (7 件)、単独学術論文 (19 件)、共同招待講演 (5 件)、単独講演 (3 件)、ワークショップ (15 件)、交換研究者 (3 名)、受賞 (3 件)

各国との個別活動としては、下記のような成果を挙げている。

- タイ研究機関 NECTEC は、ビルオフィスのエネルギー管理システムにおける省エネルギーのための、DR 信号、スマートメータのプロトコルを用いて EGAT でフィールド実証を実施した。また、ハイブリッド蓄電池の開発と EGAT 実証を準備した。

- フィリピンのミンダナオ州立大学イリガン校工学部は、ミンダナオ島無電化地域の調査、GISを用いた水力発電ポテンシャル調査、先祖神聖地区の電化に対する障壁の抽出を実施した。
- インドネシアのマランガ工科大学は、当初 in-kind 参加から RISTEKDIKTI の承認により正員参加となり、他国メンバーを交えた国際会議を開催し（2019 年）、自国内ではマイクログリッド研究を開始した。
- 全体のプロジェクトリーダーとして、早稲田大学は、毎年の進捗会議として、2017 年日本、2018 年 3 月タイ、2018 年 8 月フィリピン、2019 年 9 月日本、2019 年 10 月インドネシア、2020 年 7 月（リモート）の持ち回り会議を実施した。またコロナ禍でのクラスター型マイクログリッド設計最適化等の共有のため、リモートツールのフレームワーク構築を行った。

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 M. Tatsuma, H. Takamori, Y. Nakanishi, “Transmission Adequacy for Renewables Introduction and Expansion “, ICRERA 2020, Glasgow, United Kingdom (2020)
- ② R. P. Tarife, Y. Nakanishi, J. V. S. Bondaug, R. V. Irosido, A. P. Tahud, and N. R. Estoperez: “Optimization of Electric Transmission Line Routing for a Renewable Energy Based Micro-Grid System using Geographic Information System (GIS) Spatial Analysis”, ICRERA 2020, Glasgow, United Kingdom (2020)
- ③ R. P. Tarife, A. P. Tahud, N. R. Estoperez, M. Tatsuma, and Y. Nakanishi: “Integrated Geographic Information System (GIS) and Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) for Renewable Energy Assessment and Site Suitability in Southern Philippines”, CIGRE-AORC Technical Meeting 2020, Japan Web-Library Event (2020)
- ④ Y. Zhou, S. Jinhua, C. Kang, Y. Nakanishi:” Determining Maintenance Priority for Transmission Lines Based on System Impact Index”. International Conference on Smart Grids and Energy Systems SGES 2020, Perth, Australia, (2020)
- ⑤ Y. Zhou, F. Li, S. Jinhua, C. Kang, Y. Nakanishi:” Cost-Based Approach for Time of Use Pricing Decision”, The 4th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2 2020), Huan, China (2020)
- ⑥ Xiaomin.W, Wei.C, Dianhong.W, min.D, Yicheng. Zhou, Nakanishi.Y, ”A adaptive energy optimization control strategy for hybrid energy storage system considering pulsating load”. IEEE Trans. TEE, Vol.140,(2020)
- ⑦ K. Iwamura, Y. Katagiri, Y. Nakanishi:”Arbitrary Polynomial Chaos Based Simulation of Probabilistic Power Flow Including Renewable Energies”, 21st IFAC World Congress 2020, (IFAC2020), Berlin, Germany, (2020/7/13-17)

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（2020 年 5 月 28 日(木)－6 月 1 日(月)）
- 韓国慶尚大学にて 2020 International Joint Cyber Workshop 特別講演（2020 年 6 月 8 日(月)-10 日(水)）

4.3 受賞・表彰

電気学会高電圧・新エネ技術合同研究会にて若手優良発表賞

立間桃子：「再生可能エネルギーの大量導入に向けた連系線拡張モデル」

4.4 学会発表および学会活動

- 電気学会全国大会（令和 3 年電気学会全国大会，オンライン開催）での発表
 - ① 高木育博，岩村一昭，周意誠，中西要祐，鈴木亮平，藤本久，「周波数変動を考慮した動的確率潮流計算」，324, 2021/3/9
 - ② 栗木涼，中村洸喜，岩村一昭，中西要祐，「水文ネットワークを活用したマイクロ水力発電における時空間情報に基づいた発電ポテンシャル評価法」，868, 2021/3/9
 - ③ 陳，中村洸喜，岩村一昭，中西要祐，「Utilization of Computational Fluid Dynamics For Creation of Micro Hydropower Potential Map」，1027, 2021/3/11
- 電気学会 高電圧・新エネ技術合同研究会での発表（リモート発表）
 - ① 立間桃子，高森寛，岩村一昭，中西要祐：「再生可能エネルギーの大量導入に向けた連系線拡張モデル」，FTE-20-028, HV-20-102（2020）
 - ② 梅谷明生，岩村一昭，中西要祐：「地理情報に基づく風力発電導入サイト選択と送電線計画の連携手法の検討」，FTE-20-030, HV-20-104（2020）
- 国際学生交流発表：3rd International Workshop Smart Power and Energy (SPE2020) 明治大学（リモート発表）

Koki Nakamura, Kazuaki Iwamura, Yosuke Nakanishi, “Concept of Cluster-Type Micro Hydropower Network and Evaluation of Water Potential”
- 電気学会・協会での活動・執筆
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」技術報告書発行，2019 年 139 巻 10 号 p. NL10_9

4.5 学会および社会的活動

- 電気学会電力エネルギー部門電力技術委員会
- 電気学会「洋上風力発電の現状とその普及の鍵となる電力技術調査専門委員会」委員
- 電気学会「島嶼／スマートコミュニティ等における再生可能エネルギーが大量導入された系統の電力供給・需要の特徴調査協同研究委員会」委員
- CIGRE/C1,C6 国際エキスパート

4.6 訪問学者受入れ

- WU,Xiaomin（吴笑民）中国地質大学自動化学院（2019/7/1～2020/6/30）
- ZHOU,Kailong（周凯龙）中国地質大学自動化学院（2019/9/26～2020/9/25）
- Semin Jeong（정세민）慶尚大学[韓国経産省KETEPによる派遣]（2019/12/6～2020/8/31）

4.7 講演会開催

電力技術懇談会講演会	(2020 年 9 月 25 日)
電力技術懇談会講演会	(2020 年 11 月 13 日)
電力技術懇談会講演会	(2021 年 2 月 9 日)
電力技術懇談会講演会	(2021 年 3 月 8 日)

5. 研究活動の課題と展望

2020 年度で理工研プロジェクト 3 年終了となるが、継続申請を行い、引き続き e-Asia プロジェクトの実施(2021 年度終了予定)を経て、構築してきた海外研究機関、大学との共同プロジェクト提案を予定する。具体的には、海外現地実証として、クラスタ型マイクロ水力発電を含む再生可能エネルギー技術を用いたプロジェクトを企画・提案する。その際、電力エネルギーの利用として、農山村・未電化地域のエネルギー課題も解決していき、そのための新たなメンバー構成を検討する。