

未来社会創造事業（探索加速型）

「次世代情報社会の実現」領域

年次報告書（探索研究）

令和 4 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:伊原 学]

[東京工業大学 物質理工学院・教授、
エネルギー・情報卓越教育院・教育院長、
InfoSyEnergy 研究/教育コンソーシアム・代表]

[研究開発課題名:エネルギービッグデータをコアとする
カーボンニュートラルデジタルツイン]

実施期間 : 令和 5 年 4 月 1 日～令和 6 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

- (1)「伊原・Manzhos」グループ(東京工業大学)
 - ① 研究開発代表者:伊原 学 (東京工業大学 物質理工学院応用化学系、教授)
 - ② 研究項目
 - ・研究統括
 - ・エネスワローデジタルツイン構造の開発
 - ・各種シミュレーション開発
- (2)「小野」グループ(東京工業大学)
 - ① 主たる共同研究者:小野 功 (東京工業大学情報理工学院、教授)
 - ② 研究項目
 - ・シミュレーションベース多目的最適化アルゴリズムの開発
 - ・エネスワローデジタルツインへの実装
- (3)「石崎」グループ(東京工業大学)
 - ① 主たる共同研究者:石崎 孝幸 (東京工業大学工学院、准教授)
 - ② 研究項目
 - ・スマートインバーター設計開発に関する数理解析
 - ・エネスワローデジタルツインへの実装と数値解析

§2. 研究開発成果の概要

東工大岡山キャンパスに 2011 年に、研究代表者(伊原)がエネルギーシステム設計及びプロジェクトリーダーとして建設した東工大環境エネルギーイノベーション棟(EEI 棟)では、インテリジェントエネルギーシステム”*Ene-Swallow*®”が実装され、クラウド上に構築されたサーバを經由して 1秒、もしくは、1分ごとに EEI 棟で 8000 ポイント、東工大岡山キャンパス全体では、14000 ポイント以上のエネルギービッグデータを収集している。本研究では、さらに取得データを拡張することで、太陽電池、燃料電池、水電解セル、蓄電池の運用データ、建物の空調や機器の制御に関するデータ、人流データ、水素燃料電池車、電気自動車などの運転データなどを収集する。エネルギーデータの数、種類、取得間隔、規模において、世界トップレベルのリアルタイムエネルギーデータ収集システムとして、開発と実装を繰り返して進化を続けている。

取得した良質な高次元エネルギービッグデータを強みとして技術開発を行い、分散型システムの最適化設計・制御、高精度な予測技術に基づく電力市場取引などによって、システムの安定化と統合コストの低減を実現し、安価となった変動型再生可能エネルギー電源導入を最大化する”系統協調/分散型リアルタイムエネルギーシステム”の開発を行う。また、収集したエネルギービッグデータを活用して、カーボンニュートラルに向けた要素技術開発および、シナリオ研究を、集約したデータや手法を共通化し、連動することで研究を加速させる、情報プラットフォームとしての機能も開発する。これらを「カーボンニュートラルデジタルツイン(エネスワローデジタルツイン)」として構築し、蓄積したエネルギービッグデータを活用して新たな価値、サービスを創出し、それによってエネルギーの利用に際して、**コストや CO₂ 排出の制約のない Human-centric なエネルギー社会”Ambient Energy Society”の実現**を目指している。

2023 年度は、エネルギービッグデータを活用した予測手法、最適化手法、モジュール連携手法、スマートインバーターの開発など、設定した7つの研究開発課題を推進した。また、カーボンニュートラルデジタルツインの全体像を明示するため、計画を先行加速させて、各モジュールの部分実装を行った。また、ビジネスモデル、実装シナリオについても検討、提案した。

【代表的な原著論文情報】

1. S. Manzhos and M. Ihara, Rectangularization of Gaussian process regression for optimization of hyperparameters, Machine Learning with Applications, 13 (2023) 100487
2. S. Manzhos, and M. Ihara, Orders-of-coupling representation with a single neural network with optimal neuron activation functions and without nonlinear parameter optimization, Artificial Intelligence Chemistry. 1, 100013 (2023),
3. Taku Nishino and Takayuki Ishizaki, Estimation of Domain of Attraction Based on Equilibrium-Independent Passivity of Power Systems, Proc. of The 22nd IFAC World

Congress (IFAC WC 2023), pp.2539-2544, 2023