＜年次報告書＞
第 1 年度（2025 年度）
日 ASEAN 科学技術・イノベーション協働連携事業（NEXUS）
日本－シンガポール「AI」研究領域

研究課題名（和文）	非接触給電の物理現象を加味した機械学習を用いたスマートモビリティシステムの推進
研究課題名（英文）	Advancing Electrified Transportation and Intelligent Systems through Physics-Informed Machine Learning in Wireless Power Transfer
研究期間	2025 年 4 月 1 日～2028 年 3 月 31 日

氏名	所属 部署　役職
藤田 稔之	東京大学 大学院新領域創成科学研究科　特任講師

1. 研究進捗状況と成果

研究進捗

本研究課題は 3 つの研究内容から構成される。

WPT パラメータを推定するための物理法則に基づいた機械学習モデル、磁気コアの異種統合のためのグラフベースの多目的最適化アルゴリズム、そして走行中 WPT のための深層強化学習に基づくコントローラ設計である。

初年度は、コイルインダクタンス値などの重要な WPT パラメータのモデリングと選択について検討し、その後の物理法則に基づいたニューラルネットワーク開発の基礎を築きました。関連する研究成果は、IEEE ECCE2025 にて発表した。

さらに、磁気コアの異種統合のためのグラフベースの多目的最適化アルゴリズムを開発しました。この研究成果は、業界トップクラスの学術誌である IEEE Transactions on Industrial Electronics に掲載された。

3 つ目は学習を行うためのシミュレーションモデルの整備や実機の作成を行い、コントローラ設計を行うための環境整備を行うとともに、比較相手となりうる 2 入力 2 出力の MIMO 理論に基づいた制御器設計に関する国内研究会での発表を行った。

国際研究交流活動

お互いの研究代表者がそれぞれの研究室を訪問し、研究設備の見学や所属メンバーにセミナーや技術ディスカッションを行った。

2. 代表的な成果事例

1. Y. Li et al., ”Graph-Based Optimization of Magnetic Cores for Lightweight and Low-Leakage Inductive Power Transfer Systems,” in IEEE Transactions on Industrial Electronics, Early access.
   概要：コア形状の最適化手法をノードベースで提案
2. D. Zhao, Y. Wu, Y. Li, R. Zhang, Y. Jiang and Y. Tang, ”Precise Coil Inductance Modeling with Compensated Image Current Method in WPT Systems,” 2025 IEEE Energy Conversion Conference Congress and Exposition (ECCE), Philadelphia, PA, USA, 2025, pp. 1-6.
   概要：電流映像法を用いたコア形状などを考慮したインダクタンス推定手法の提案。
3. 牧野 隼, 鹿内 豊, 出口 裕也, 高木 優作, 藤田 稔之, 藤本 博志, ”S-S 方式ワイヤレス給電システムにおける電圧および周波数の 2 入力 dq 軸電流フィードバック制御器設計”, 電気学会 半導体電力変換/モータドライブ合同研究会, 滋賀, pp25-30, 2026
   概要：2 入力 2 出力の制御理論に基づく電流フィードバック制御器の設計手法の提案。