

文部科学省補助事業「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ（牽引型）」

2021年度 連携型共同研究 成果報告書

研究課題名	機械学習を用いた物理学実験用機器制御技術の開発
研究代表者	岩崎 昌子（大阪市立大学 理学研究科 准教授）
共同研究者	深澤 優子（大阪教育大学 教育学部 准教授） 住浜 水季（岐阜大学 教育学部 准教授 / 大阪大学 RCNP 特任准教授） 谷口 七重（高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 助教）

研究成果

本研究の目的は、情報分野における最先端機械学習を、素粒子・原子核物理実験（素核実験）、および、物性物理学実験へ適用し、物理実験の実験効率と実験性能を向上させ、測定精度を高めることである。機械学習は、車の自動走行や医療画像の自動診断などで注目される、AIの基盤技術である。明確なモデルや事象の関連性が特定できなくても、学習によって入出力の関係をモデル化できるため、非線形な応答を、高速、高精度で得ることができる。本研究では、環境適応型機械学習（強化学習）を導入した、物理学実験用機器制御の基礎開発を目指した。強化学習は、環境の変化に応じて、最大の報酬が得られるように行動を決定する機械学習である。実験用機器（測定器や加速器）の制御に強化学習を導入することで、温度や気圧の変化、振動等、周囲の環境変化に応じた、高精度な制御が期待される。

本研究に先立ち、2017-2020年度において、物理学実験における制御技術の開発、および機械学習の適用研究を手掛け、研究成果を得た。本研究では、これらの知見をもとに、さらに機械学習を導入した加速器制御の開発を行った。具体的には、1) 直前の実験データを用いた機械学習を行うことで、環境の変化に適応した機器制御が可能であることを示した。2) 強化学習を導入するために必須となる、加速器シミュレータのための基礎開発を行った。機械学習を用いたシミュレータの開発を行い、重要な知見を得た。これらの成果について、国内研究会、国際学会で報告した。

以上、物理学実験機器制御への機械学習適用研究に関する、重要な研究成果をあげることが出来た。

研究業績

- 岩崎昌子, 「素粒子物理学実験への機械学習の適用研究」, JHPCN: 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 第13回 シンポジウム, 2021.
- 久野 彰浩, 岩崎 昌子, 他 6 名, 「機械学習を適用した KEK 電子陽電子入射器ビーム調整システムの開発」, 第18回日本加速器学会年会, 2021.
- 久野 彰浩, 岩崎 昌子, 他 6 名, 「機械学習を適用した KEK 電子陽電子入射器ビーム調整の開発: 加速器シミュレータの基礎開発」, 日本物理学会 2021 年秋季大会, 2021.
- M. Iwasaki, “Application of the machine learning to the collider experiments” (招待あり), 2021 IEEE Nuclear Sci. Sym. (NSS) and Med. Imaging Conf. (MIC), 2021.
- A. Hisano, M. Iwasaki, 他 6 名, “R&D of the KEK Linac Accelerator Tuning using Machine Learning” (招待あり), Int. Conf. on Acc. and Large Exp. Phys. Control Systems (ICALEPCS 2021), 2021.
- 岩崎昌子, 「機械学習を適用した KEK 電子陽電子入射器ビーム調整の開発」(招待あり), 日本物理学会 第77回年次大会, 2022.