

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）」

2022 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シミュレーターの基礎開発
研究代表者	岩崎 昌子（大阪公立大学 理学研究科 准教授（研究教授））
共同研究者	深澤 優子（大阪教育大学 理数情報教育系 准教授） 住濱 水季（岐阜大学 教育学部 准教授・大阪大学核物理研究センター 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 准教授）
研究成果	<p>我々は、素粒子・原子核物理実験、および、物性物理学実験へ機械学習を適用し、物理実験の性能や効率向上を目的とした研究開発を進めてきた。近年では、環境適応型機械学習（強化学習）による、機器制御の開発を進めている。強化学習は、環境の変化に応じて、最大の報酬を得るよう行動を決定する機械学習である。適用例として自動運転がある。加速器や測定器等の実験機器制御に強化学習を導入することで、温度変化、振動等、周囲の環境変化に適用した、高精度な機器制御の実現が期待できる。</p> <p>強化学習は、環境変化に適応するため常時パラメータを最適化する。実際の機器を用いたパラメータ最適化は危険を伴うため、シミュレーターの構築が必須である。したがって、本研究では、機械学習を用いた物理学実験シミュレーターとして、敵対生成型ニューラルネットワーク（Generative Adversarial Networks, GAN）による実験シミュレーターの開発を行った。</p> <p>GAN は、与えられた実データを模倣し、実データにそっくりなデータを作り出す機械学習である。本研究では、加速器の実運転データを GAN に与えることで、加速器データを生成させることを目的とした。本研究によって、<math>O(1000)</math>パラメータの加速器データを再現させるためには、モード崩壊（疑似データが実データの一部領域しか再現しない）の問題を解決することが必要であること、モード崩壊を解決するためには、データの特徴抽出が有効であること、オートエンコーダーによる特徴抽出が加速器データの特徴抽出に有効であることを示し、学会・研究会において成果報告を行った。</p> <p>以上、本研究によって、重要な知見を得ることができた。</p>
研究業績	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 岩崎 昌子、「素粒子物理学実験への機械学習の適用研究」、2022 年、JHPCN: 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 第 14 回 シンポジウム</li> <li>● 岩崎 昌子、「加速器制御への機械学習の適用」、2022 年、第 19 回日本加速器学会年会</li> <li>● 岩崎 昌子、「機械学習」、2022 年、Flavor Physics Workshop 2022 (FPWS2022)</li> <li>● Masako Iwasaki, “Overview of AI application in Accelerator”, 2022, KEK IINAS 5th International School on Beam Dynamics and Accelerator Technology (ISBA22)</li> <li>● 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ための開発」、2023 年、加速器・ビーム物理の機械学習ワークショップ</li> <li>● 度会 龍、岩崎 昌子、他 6 名、「GAN を用いた加速器シミュレータの開発」、2023 年、日本物理学会 2023 年春季大会</li> </ul>