

素核物理学実験における深層学習の適用研究 ：データ解析技術開発および教育教材開発

【代表者】

岩崎昌子 大阪市立大学 大学院理学研究科数物系専攻 准教授

【共同研究者】

越桐國雄 大阪教育大学 教育学部 教授

住浜水季 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 助教

【研究概要（申請書より抜粋）】

本研究の目的は、近年発展が著しい深層学習（深層ニューラルネットワークを用いた機械学習）を、加速器を用いた素粒子・原子核物理学実験へ適応させた研究を行うこと、また、深層学習を用いたデータ解析技術の導入教育用教材を開発・製作することである。

茨城県つくば市にある高エネルギー加速器研究機構では、電子・陽電子衝突型加速器を用いた国際共同実験、Bファクトリー実験を行っている。Bファクトリー実験において、大阪市立大学宇宙・素粒子実験物理学研究室は、大型飛跡検出装置の開発・製作に携わり、実験データ解析を行ってきた。

Bファクトリー実験では、膨大なバックグラウンド事象から、わずかな信号事象を選別するために、高度なデータ解析技術が重要である。従って本研究では、データ解析の最先端手法として、深層学習を適用させたデータ解析手法を開発する。素粒子・原子核実験は、大量データを取り扱う学問であり、大量データを、より効率的に学術的結果へ導くために、深層学習の適応が有効だと考えられる。さらに、大学院生・若手研究スタッフ等、次世代人材育成を目的とし、素粒子・原子核実験における深層学習を用いたデータ解析技術の、導入教育用教材を開発し作成する。

本研究は、素粒子実験（岩崎、谷口）、原子核実験（住浜）、科学教育（越桐、住浜）のエキスパートによる編成で遂行する。4名中3名が女性研究者による構成である。教育教材は、Bファクトリー実験を共同で進めている、国内大学チームへも普及させ、広く次世代人材育成に貢献することを目指す。

【研究成果（報告書より抜粋）】

本研究の目的は、近年発展が著しい深層学習（深層ニューラルネットワークを用いた機械学習）を、加速器を用いた素粒子・原子核物理学実験へ適応させた研究を行うこと、また、深層学習を用いたデータ解析技術の導入教育用教材を開発・製作することである。

茨城県つくば市にある高エネルギー加速器研究機構では、電子・陽電子衝突型加速器を用いた高エネルギー国際共同実験、Bファクトリー実験を行っている。Bファクトリー実験では、膨大なバックグラウンド事象から、わずかな信号事象を選別するために、高度なデータ解析技術が重要である。従って本研究では、データ解析の最先端手法として、深層学習を適用させたデータ解析手法を開発する。さらに、導入教育用教材を開発し、Bファクトリー実験を共同で進める国内大学チームも含めた、次世代人材育成に広く貢献することを目指す。

本研究において、我々は、実験データを解析するための最先端手法として、1) 深層学習による素粒子実験データ解析手法の開発を行い、2) 素粒子実験における、測定器のエネルギー較正方法について、機械学習を導入したエネルギー較正手法を開発した。3) さらに、これら最先端技術を教育するための教育用教材について検討を行った。これらの成果について、研究会、および学会で報告した。

以上、素核物理学実験における深層学習の適用研究、およびその教育に関する、重要な研究成果をあげることが出来た。

研究業績

※助成期間中に本研究課題を基に発表した著書、学術論文、学会発表、報告書等

著書名/論文名/発表タイトル 等	発表年	出版社名/掲載雑誌名/学会名等
機械学習を用いた SiD 測定器電磁カロリメータエネルギー較正の開発	2019	日本物理学会第 74 回年次大会
機械学習を用いたフレーバー識別用ツールの開発	2019	日本物理学会第 74 回年次大会
R&D of The Energy Calibration based on Machine Learning for the SiD ECL	2019	The 2nd KMI school (KMI school 2019)
R&D of the Flavor-tag Method based on Machine Learning for High Energy Experiments	2019	The 2nd KMI school (KMI school 2019)
Machine Learning Application for Experimental Particle Physics : Activities in Osaka	2018	Osaka-Groningen Mini Workshop : Data Science and Nuclear / Elementary Particle Physics