

AI 活用で挑む学問の革新と創成
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

森本 裕也

理化学研究所 光量子工学研究センター
理研白眉研究チームリーダー

機械学習による電子線制御技術のフロンティア開拓

研究成果の概要

電子ビームは電子顕微鏡や描画装置、放射線治療など、広く産業・研究・医療の現場で利用されている。電子ビームの空間形状は高精度で制御できるが、時間形状は未だ精密には制御できない。本研究では、機械学習(AI)を活用し、レーザー光によって電子ビームの時間構造をアト秒の極限的な精度で整形する手法の開発を目指している。

第2年度である2022年度は、まず、昨年度に構築した量子力学モデルをもとにレーザー光によって電子ビームの時間構造が変化する様子の数値シミュレーションを行い、その結果を学習データに用いた機械学習を行った。シミュレーションでは様々な実験上の条件、例えば、電子の量子性(波の性質と粒の性質のどちらが優勢か)、レーザー光の波長(スペクトル)と位相、レーザー光強度などをパラメータとして用いた。多層ニューラルネットワークを用いた機械学習を実施し、変調された電子ビームの時間構造を良く回帰できるモデルを構築することに成功した。また、学習に使用したデータをつぶさに解析することで、数多くの実験条件のもとで、世界最短のパルス(紫外レーザーパルス)の時間幅を下回る電子パルスを発生させることが可能であることが判明した。今後、本予測の実験的な検証に向けて、理論・AI・実験のすべてを駆使して、より詳細な解析・検討を進める。

第3年次に実施を計画している実験に必要な装置の準備も引き続き行った。特に、昨年度に実施した飛行軌道シミュレーションを用いて設計された装置部品の組み立てを行った。そして、組み立てを終えた部品から、動作試験や高電圧印加試験を行った。これらの成果によって、装置の稼働および実験研究開始に向けた準備が整った。

【代表的な原著論文情報】

- 1)
- 2)
- 3)