

AI 活用で挑む学問の革新と創成
2021 年度採択研究者

2021 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
白眉チームリーダー

機械学習による電子線制御技術のフロンティア開拓

§ 1. 研究成果の概要

電子ビームは電子顕微鏡や描画装置など、広く産業・研究の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。

初年度である 2021 年度は、まず、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をシミュレーションするための量子力学モデルを構築した。当モデルは、実験上の条件、例えば、電子ビームの速度、時間幅、レーザー光の波長(スペクトル)、位相、強度等を仮定すると、変調された電子ビームの時間構造を出力するものである。当モデルを用いて様々な条件を仮定した電子ビーム時間構造のシミュレーションを行い、次年度に実施する機械学習に使用するための学習データを生成した。

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行った。特に、最も重要な部品である電子銃については、電子の飛行軌道シミュレーションを繰り返し行い、本研究課題に適した構造を導き出した。

本研究で開発する新技術を、化学反応の画像化や試料損傷の低い顕微鏡技術などへの応用に結び付けるための理論研究も行った。具体的には、時間構造を制御された電子ビームが原子に散乱される確率を独自の量子散乱理論に基づいて計算することで、電子が散乱される確率や方向が、電子ビームの精密な時間構造によって制御できることを明らかにした。