

革新的な量子情報処理技術基盤の創出  
2020年度採択研究代表者

2022年度  
年次報告書

上西 慧理子

慶應義塾大学 大学院理工学研究科  
特任講師

開放系における変分量子アルゴリズムの解析と開発

## 研究成果の概要

本研究は、ノイズ環境にある量子コンピュータにおいて、ノイズを敢えて積極的に利用することで局所解トラップ問題を効率的・高速に抜け出す手法の構築や、量子計算を加速させる変分量子アルゴリズムの開発を目的とする。

古典機械学習では確率的勾配法 (Stochastic Gradient Descent, SGD) のノイズはミニバッチのランダムサンプリングに起因しており、そのノイズが汎化性能や局所解・鞍点からの脱出にポジティブな役割を果たすことが報告されてきた。一方で、変分量子固有値法 (Variational Quantum Eigensolver, VQE) での SGD のノイズには勾配の測定ノイズに起因したまったく異なる機構によるものがある。そこで 2022 年度は、VQE の SGD のノイズの性質を解析し、有限の学習率の効果とともに、鞍点からの脱出にどのような役割を果たすのかを調べた。まず、学習率と測定回数で与えられるノイズの強度を大きくしていったときの鞍点からの脱出時間を数値的に評価し、ノイズの強度と脱出時間の関係式を導出した。また、SGD の連続時間近似の妥当性を検証するために確率微分方程式を解いた結果と比較した結果、連続時間近似が良いことを示した。