

2023 年度年次報告書

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

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。

2023 年度は、測定回数が有限の統計ノイズに着目した解析を行った。具体的には、変分量子固有値法 (Variational Quantum Eigensolver, VQE) で確率的勾配法 (Stochastic Gradient Descent, SGD) を実装しノイズの大きさに対する鞍点や励起状態からの脱出時間の評価をした。その結果、測定ノイズが増加するにつれて、脱出時間がべき乗的に減少することを発見した。学習率 η と測定数 N_s の値を変化させ、比 η/N_s を固定したとき、脱出時間はほぼ一定であることがわかった。このスケーリング挙動は、離散時間 SGD の連続時間近似によって得られる確率微分方程式と一致する。また、SGD の確率性には有限の測定回数だけでなく有限の学習率 η が必要である。有限の学習率の効果も重要な課題であるため、SGD ノイズによる鞍点や励起状態からの脱出を定量的に研究した。