

2023 年度年次報告書

量子・古典の異分野融合による共創型フロンティアの開拓

2023 年度採択研究代表者

山崎 隼汰

東京大学 大学院理学系研究科

助教

高速な定数空間オーバーヘッド誤り耐性量子計算の理論基盤

研究成果の概要

本研究提案では定数空間オーバーヘッド誤り耐性量子計算の時間オーバーヘッドの極限まで効率化しその実装方針まで明確化すること目的として研究を行う。特に本研究では、定数空間オーバーヘッド誤り耐性量子計算を polylogarithmic やそれ以下といった短い時間オーバーヘッドで高速に行う手順を解明する。さらにその将来的な実装可能性を解析するために、実装に必要なリソースの定量的評価と古典数値シミュレーションに関する理論基盤を確立する。2023年度は定数空間オーバーヘッド誤り耐性量子計算の性能評価として、本研究提案に向けて開発してきた量子接続符号を用いた誤り耐性量子計算プロトコルの性能評価を行なった。また並行して、量子LDPC符号を用いた誤り耐性量子計算プロトコルのオーバーヘッドの効率化を行なった。さらにこうした誤り耐性量子計算プロトコルの実装方法の定量的解析に向けて、連続量量子状態間の変換の古典数値シミュレーションを効率化する方法を構築するために、量子リソース理論の手法に基づく古典数値シミュレーションの方法を開発した。また連続量量子状態にも適用可能な一般的な量子リソース理論の基礎理論を構築するために、非凸な量子リソース理論や無限次元2体エンタングルメントの理論を解析した。これらの研究により、誤り耐性量子計算の効率化とその実装方法の定量的解析に向けた量子リソース理論の理論基盤の整備を進めた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Satoshi Yoshida, Shiro Tamiya, Hayata Yamasaki, “Concatenate codes, save qubits,”
[arXiv:2402.09606](https://arxiv.org/abs/2402.09606), February 2024.