

革新的な量子情報処理技術基盤の創出  
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

吉岡 信行

東京大学 大学院工学系研究科  
助教

量子並列回路を用いた計算基盤の構築

## § 1. 研究成果の概要

本研究課題の中心的な課題は、誤り訂正機能のない量子ビットを多数搭載した近未来型の量子計算機 (NISQ) から演算性能を引き出すこと、そして、量子多体計算における量子アドバンテージの達成を早めることにある。増大する量子ビット数に比して回路深さの限られるデバイスによる実証を念頭におくと、付加的な量子・古典リソースの投入による「量から質への変換」が必要になると考えられる。本研究では、前者の量子リソースの活用方法として「マルチコア的量子回路の活用」、後者として「古典モンテカルロ手法との融合」が鍵になると位置付けている。

2021年度は、マルチコア的な量子回路のアルゴリズム開発・理論構築を主な目標に据え、研究を遂行してきた。マルチコア的な量子ビットの活用とは、スーパーコンピュータにおける並列処理の量子的なアナロジーであり、独立な複数の量子回路に対し、疎なエンタングル操作のみを許すような構造を仮定している。量子回路自体の深さが制限されている以上、シングルコア的な利用では到達可能なヒルベルト空間にも制約がある一方で、マルチコア的な枠組を用いることで、実現できる量子状態が実効的に拡大できる。2021年度の研究では、このような性質を「量子部分空間展開法」と呼ばれる手法に応用することで、高精度な量子多体計算が可能になることを示し、原著論文として発表した。提案手法を用いると、確率的ノイズやアルゴリズムエラーといったあらゆる誤差について、ノイズの性質を知ることなく抑制が可能である。本手法は、現在実現しているような中規模の量子デバイスの計算可能性を大幅に押し上げるのみならず、量子誤り耐性自体が不完全な領域においても威力を発揮するため、量子多体計算におけるコア技術の一つになるものと期待される。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Generalized Quantum Subspace Expansion,” Physical Review Letters, accepted to Phys. Rev. Lett., to be published on 6<sup>th</sup> July 2022.
- 2) “Quantum Fluctuation Theorem under Quantum Jumps with Continuous Measurement and Feedback,” Phys. Rev. Lett. 128, 170601 (2022).