

革新的な量子情報処理技術基盤の創出
2020 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

御手洗 光祐

大阪大学 大学院基礎工学研究科
助教

量子計算における低レイヤータスク分割技術の構築

§ 1. 研究成果の概要

量子コンピュータのハードウェアは近年目覚ましい発展を見せているが、それを実応用しようと考えると、量子ビット数や量子ゲートの忠実度は依然として十分ではない。本研究課題は、実行したい大きな量子タスクを適切に分割する手法を開発し、近未来の量子コンピュータを大規模な問題に適用可能にすることを目的とする。特に量子回路・量子ゲートといった低レイヤでのタスク分割技術の開発に取り組んでいる。本年度は、主に2量子ビットゲートを古典的に分割する手法の理論開発に取り組んだ。結果として、任意の2量子ビットゲートを1量子ビット操作へと分解する手法が得られた。この手法は、1量子ビット操作を擬確率分布によってランダムにサンプルし、それらを古典後処理によって平均化することで、2量子ビットゲートを実現する。任意の2量子ビットゲートを直接分解する手法を開発したことにより、非局所性の弱い2量子ビットゲートについては、分割によるオーバーヘッドを小さくできた。

また、並行して本研究課題で開発するタスク分割法の適用先となるアプリケーションの開発も行った。近未来量子コンピュータの応用先として有力視されてきた変分量子アルゴリズムは、パラメータ付き量子回路を逐次的に最適化することにより計算を行う方法だが、パラメータの最適化のために多数回量子回路を実行する必要がある。開発するタスク分割法をそのまま適用すると、分割に伴うオーバーヘッドによってさらに多数の実行が必要となり、実応用が遠のく恐れがあった。そこで最適化に必要な量子回路の実行回数を減らす目的で、摂動論的に量子回路の最適化を行う方法を開発した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Constructing a virtual two-qubit gate by sampling single-qubit operations”, *New Journal of Physics*, vol. 23, pp.023021, 2021.
- 2) “Overhead for simulating a non-local channel with local channels by quasiprobability sampling”, *Quantum*, vol. 5, pp.388, 2021.
- 3) “Quadratic Clifford expansion for efficient benchmarking and initialization of variational quantum algorithms”, arXiv: 2011.09927, 2020.