

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

2021 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

量子コンピュータハードウェアが目覚ましい発展を遂げているが、実現している量子コンピュータはまだまだ小規模なものである。近未来にそれを実応用すること考えると、量子ビット数や量子ゲートの忠実度が十分でないことが問題となる可能性が高い。したがって可能な限り量子コンピュータの使うリソースを削減するため、古典コンピュータとより密接に連携できる手法を構築することは急務である。そこで本研究課題では、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。昨年度は基礎的な手法として2量子ビットゲートを古典的に分割する技術を開発した。今年度は手法を実際の応用につなげるべく、高いレイヤでの古典-量子協働アルゴリズムの開発や、変分量子アルゴリズムにおける測定回数の削減手法の開発、また量子回路分割の自動化に向けたプログラム開発などを行った。

まず、2量子ビットゲートの古典分割手法を用いて、変分量子アルゴリズムにおける古典シミュレート可能性を定量化することに成功した。また、変分量子アルゴリズムにおいて、量子回路のパラメータ最適化を古典コンピュータで行う手法を開発した。これは、古典コンピュータが実行可能なタスクをできるかぎり古典コンピュータに任せるという発想にもとづき、古典シミュレート可能性をうまく使うことで実現した。また、測定回数の削減に関しては、従来より量子系の数値計算法として用いられていた変分量子モンテカルロ法でのエネルギー期待値計算の方法を参考に、計算基底でのサンプリングのみからエネルギー期待値を推定する方法を開発した。最後に量子回路分割のプログラム開発については、量子回路の分割問題がグラフ上の最適化問題として定式化されるため、量子回路をグラフ化するプログラムを作成した。現時点では総当たりで最適な分割方法を生成することが可能である。