

革新的な量子情報処理技術基盤の創出  
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

平石 秀史

東京大学 大学院情報理工学系研究科  
助教

量子ハイブリッド組合せ最適化アルゴリズム開発

## § 1. 研究成果の概要

本研究課題では組合せ最適化に対して、NISQ デバイスを用いた量子・古典ハイブリッドアルゴリズム開発手法の構築を目指す。そのために、グラフ理論やグラフアルゴリズムデザイン分野で重要なグラフ分解理論に着目し、量子アルゴリズム向けのグラフ分解手法を開発することを通じて、量子・古典ハイブリッドアルゴリズムの設計手法を構築する。

本年度は主に、量子ウォーク・量子算術などの既存の量子アルゴリズムをサブルーチンとして用いた際に、どのようなケースならば省サイズの回路で実装が可能かを調査するという観点から研究を進めた。量子算術に関しては、漸近的には既存研究と比べて大きなサイズになってしまうものの、NISQ で現実的に扱えるサイズの回路においては大幅に省サイズとなるような実装手法を開発した。また、グラフ探索のために有効な量子アルゴリズムである量子ウォークに関しては、繰り返し実行を行う際に既存の手法よりも小さいサイズでの実装が可能となるアルゴリズムの開発を行った。さらに、これを量子コンピュータ実機上で実装し、既存の手法と比べいくつかのグラフでは精度の高い結果が得られることを確認した。最後に判定問題のように解の種類が限られる計算問題に対する実装方法として、回路を分割して順方向と逆方向から計算を行い得られた二つの確率分布を比較することで計算結果を推定する双方向計算の手法を提案した。この双方向計算を量子コンピュータ実機上で実装し、Deutsch-Jozsa のアルゴリズムにおいては、双方向計算を用いない実装よりも、より大きなサイズまで計算が可能となることを確かめた。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Hiroshi Imai, Keiko Imai & Hidefumi Hiraishi (2021) Extended formulations of lower-truncated transversal polymatroids, Optimization Methods and Software, 36:2-3, 326-331