

革新的な量子情報処理技術基盤の創出
2020年度採択研究代表者

2022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

研究成果の概要

本研究課題では、近未来量子コンピュータの持つリソースを可能な限り活用するため、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を開発している。昨年度までに引き続き、大きな量子回路を小さな量子回路へと分割するためのプログラム開発を行った。今年度までに、量子回路をグラフ化し、分割後の量子回路の量子ビット数に上限を定めたうえで、総当たりで最適な量子回路分割を得るためのプログラムが作製できた。

他に関連する成果のうち代表的なものとして、量子系の時間発展のための量子回路を、目的とする量子系よりも小さな量子ビット数を用いてコンパイルする技術¹⁾や、大きな量子系をシミュレーションするために重要となる摂動論のための量子アルゴリズム開発²⁾を行った。前者は、局所相互作用しか持たないハミルトニアンによる時間発展では、演算子が物理的に広がるスピードが有限であることを利用する。このことから、目的系の時間発展と、それをより小さな系に制限したものにおける時間発展は、十分短い時間においてほぼ一致するため、小さな系において量子回路のコンパイルを行うことで、実質的に目的系の時間発展が行える量子回路を見出すことができる。この手法は、量子ビットが制限された量子ハードウェア上でより大きな回路をコンパイルすること、あるいはコンパイル対象を古典シミュレート可能な量子ビット数にまで落とし、古典コンピュータ上では本来扱えない時間発展のコンパイルを行うことを可能にする。後者の成果は、近年注目を集めている量子特異値変換を用いることで、量子系のエネルギーを摂動的に求めるアルゴリズムを開発したものである。具体的な分子系をテストとして、必要なリソースの見積もりも行った。摂動論自体は、大きな量子系を小さな量子系に分割して解くこともできる枠組みであり、来年度この方向性で開発を進めたい。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Mizuta, Y. O Nakagawa, K. Mitarai, and K. Fujii, PRXQuantum 3, 040302 (2022)
- 2) K. Mitarai, W. Mizukami, arXiv:2210.00718 (2022)