

数理・情報のフロンティア
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

石塚 天

富士通(株) 富士通研究所
研究員

探索問題の計算量解析を量子計算へ拡張する研究

研究成果の概要

本研究は、「量子計算は古典計算より優れているのか？」という疑問に挑むものである。本研究計画では、探索問題の側面から量子計算と古典計算の間にある本質的な計算能力の差異を明らかにすることを主目的とする。ここで、探索問題とは具体的な解を求める計算問題である。探索問題の難しさを量子計算の俎上で扱う理論基盤を構築していく過程で、これまで研究されてきた計算量クラス TFNP に対する理解を深めることも視野に入れている。

研究計画全体の達成目標として、以下のふたつを挙げている：

- 量子探索問題の計算量解析を行う理論基盤を構築する。
- 古典計算問題の量子計算量クラスの量子アナロジーを定式化する。

今年度は、昨年度に引き続き、量子探索問題の理論基盤の構築として解が古典状態で簡潔に表現可能な探索問題の計算量クラスの定式化および、関連する計算量クラスの性質を中心に研究を進めてきた。

当初、量子探索問題の計算量クラスを定式化し、完備量子探索問題の難しさについて議論する理論基盤を構築することを目標のひとつに掲げていた。しかし、別の研究者たちが「Irani et al., CCC, 2022」で証明した結果から、量子探索問題の計算量クラスを導入できたとしても、古典計算と同じように議論できる保証がないことが判明した。古典計算における探索問題の計算量理論では、探索問題のクラスと判定問題のクラスの等価性から、探索問題の研究で得られた知見を直接的に判定問題の難しさへ結び付けることができた。残念なことに、量子判定問題のクラスが容易に解くことができたとしても、量子探索問題が容易に解けるとは限らないと思われることが判明した。