

中田 芳史

京都大学基礎物理学研究所  
特定助教

持続可能な高度量子技術開発に向けた量子疑似ランダムネスの発展と応用

## § 1. 研究成果の概要

本研究は、次世代情報技術として急激に期待が高まっている量子情報技術において、特に発展が著しい「量子疑似ランダムネス」の理論発展及び応用を目指すものである。量子疑似ランダムネスは、通常の情報処理で用いられる疑似乱数の量子版ともいえるものであり、理論・実験問わず盛んに研究が行われている。2019 年には、量子計算機の実装で世界をけん引する Google が「量子計算機が通常の計算機よりも本質的に速い計算を実行可能であること＝量子計算超越性」を実験的に実証したが、その実験においても量子疑似ランダムネスは重要な役割を果たしている。このように、量子情報処理技術における量子疑似ランダムネスの進展は、理論的・実験的に日進月歩の状況にある。

そのような背景において、2019 年度は、特に量子疑似ランダムネスを量子誤り訂正符号および量子情報通信プロトコルに応用することに注力して研究を行った。通信は計算と同等の重要性を持つ情報処理技術であるが、量子性を使うことによって、通信プロトコルにも量子的なアドバンテージがあることはよく知られている。今年度は、そのようなアドバンテージを更に広範なプロトコルへと拡張することを目指し、理論基盤の発展と、基盤を応用へとつなげるための研究を行った。

研究の結果として、現存する小規模かつノイズな量子計算機を用いて簡易的な量子誤り訂正符号を構成し、量子性を用いない通信処理では達成不可能な通信処理技術を実行することが可能であることが示唆された。今年度の研究成果は理論的提案であるため実装に向けてはより具体的な問題を解決していく必要があるが、通信の文脈における今後の量子技術応用の一つの指針を示すものとして有意義なものである。