

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

田島 裕康

電気通信大学 大学院情報理工学研究科
助教(テニュアトラック)

量子情報幾何に基づく、対称性・不可逆性・量子性の統一的理論の構築と応用

研究成果の概要

2022 年度は、多くの成果を論文の形にし、投稿した。論文投稿数は以下に説明する合計 7 本である。

A. 本研究計画において存在を予想し、研究課題名にもしている、対称性・不可逆性・量子性のトレードオフ構造を定理として証明した論文を投稿した(2022 年 6 月投稿)。この結果は、熱力学、ブラックホール、誤り訂正符号、量子測定など、非常に多岐にわたる対象に対して新しい結果を与える、非常に一般的なものである。この結果はまた、これまでの「対称性と量子情報処理」の間の関係に関する様々な先行研究(測定に対する Wigner-Araki-Yanase 定理、unitary gate 実装に対するコヒーレンスとエラーのトレードオフ、誤り訂正符号に対する Eastin-Knill 定理)などをすべて一つの結果として統一するものである。この結果はまだ投稿中だが、量子情報理論の最高難易度の国際会議である QIP に regular talk として採択され、APS march meeting をはじめとした国内外の 6 件の会議において招待講演を依頼された。

B. resource theory of asymmetry における non-iid convertibility の問題(一般的な状態列に対するリソースの変換)の解決に関する論文を 2 本投稿した(2022 年 4 月投稿、および 2022 年 11 月投稿)。

C. 連続かつ unbounded な演算子に対する Wigner-Araki-Yanase の定理の Yanase condition のもとで解決した論文を 1 本投稿した(2022 年 8 月投稿)。この論文は、1952 年の Wigner の結果以来未解決だった問題に対する重要な進展を与える結果である。

D. 保存量が多数ある場合について、resource theory of asymmetry のリソース指標が Fisher 情報行列になることを示した。(2022 年 4 月投稿)

E. error mitigation のサンプリングコストに対する普遍的な下界を求め、このサンプリングコストがレイヤー数に対し指数増大を起こすことを示す論文を投稿した。(2022 年 8 月投稿)

F. 量子熱機関の性能にノンマルコフ性がどう影響するかを調べた論文を投稿した(2022 年 11 月投稿)

このほか、昨年度 PRL から出版した論文についての寄稿依頼を日本物理学会から受け、これに関する記事を執筆した。