

物質と情報の量子協奏
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

遠藤 護

東京大学 大学院工学系研究科
講師

光周波数コムによるマルチコア光量子コンピュータプラットフォーム

研究成果の概要

2022年度の主要な研究テーマは、非ガウス型状態と称される特殊な量子状態の生成技術の確立でした。光量子コンピュータは、周波数の高い光電場の直交位相振幅に量子情報をエンコードする手法を採用しており、進行波の性質を利用して高速で大規模な量子計算が可能です。しかしながら、その最大の挑戦は、量子計算に非線形性を付加したり、誤り訂正機能を組み込むために不可欠な非ガウス型状態の生成です。これは、量子もつれ光源と光子数識別器を用いた伝令付き手法で生成されるものの、実験系の損失などに敏感で、生成が困難です。従来の非ガウス型状態生成の研究では、ほぼ全てが1光子検出に基づいていました。しかし本研究では、1550 nm 近傍の通信波長帯の光を用いて、多光子を検出することで非ガウス型状態の生成を目指しました。通信波長帯の光を使用することで、低損失の光ファイバーや現代の情報社会を支える光通信技術が利用可能となり、実用的な量子コンピュータの実現に一步近づきます。しかし通信波長帯の光はこれまで量子光学実験が多く行われてきた短波長帯に比べて光子エネルギーが低いいため、光子数識別測定が困難で、さらに光干渉計の精密な安定化も課題でした。

本研究では、産業技術総合研究所から提供を受けた超伝導転移端センサを光子数識別器として利用し、最大3光子検出の実験を成功させました。これにより、通信波長帯における多光子検出による非ガウス型状態生成で、世界初となるウィグナー関数の負値の観測を達成しました。ウィグナー関数の負値は、その状態が非古典的であるという強い証明となります。この成果により、より複雑な量子状態である Gottesman-Kitaev-Preskill 量子ビットの生成が視野に入り、次年度以降の研究につながる予定です。また、本プロジェクトのもう一つの重要テーマであるマルチコア光量子コンピュータの設計も完了し、必要な機材の調達などを進めております。

【代表的な原著論文情報】

1) “Non-Gaussian quantum state generation by multi-photon subtraction at the telecommunication wavelength,” *Optics Express*, vol. 31, No. 8, pp. 12865 (2023)