

2023 年度年次報告書

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出

2021 年度採択研究代表者

金田 文寛

東北大学 大学院理学研究科
教授

光子の時間的量子もつれ連鎖と高分解能光量子計測

研究成果の概要

研究開始から 3 年目となる本年度では、異動に伴う実験設備の移設に多くの時間を要したものの、その後、これまでに構築してきた実験系の立ち上げと新たな実験系の構築を実施した。主な研究内容は、量子もつれ光子連鎖に必要な4つの高不可識別伝令付き単一光子源の構築と評価、空間多重化用スイッチの構築、4光子を同時に保持する量子メモリ開発、通信波長帯で動作する低損失、偏光無依存光子スイッチである。

まず、高不可識別性伝令付き単一光子源の構築では、前年度に実証した高次擬似位相整合による自発パラメトリック下方変換 (SPDC) での伝令付き単一光子の 96%以上の不可識別性、そして空間モード量子もつれ発生による 8%以下での低損失集光を必要な4光源全てで実現した。また、今回の前年度に考案した一般化された2光子干渉実験にも使用し、高い明瞭度 (98.5%) の観測に成功している。これにより、2光子干渉の本質が異なる経路を通して現れる2光子波束の間の干渉であることが明確に示された。このような同時稼働されている高性能光子発生源により、空間多重化、時間多重化も高効率に実行されることが期待される。

光源多重化用デバイスについては、まず空間多重化用光子ルーター開発については電気光学スイッチによる空間モード不整合のため、結合損失を改善する余地があるものの、4つのファイバークラから入力される光パルスを適応的に単一のクラへ誘導させることに成功した。時間多重化を実行するための量子メモリについては、移設前に達成されていたモード整合が再現せず、原因究明中である。一方で、偏光無依存電気光学スイッチについては、波長 800 nm 帯での原理検証に成功し¹⁾、本研究の光子の波長である通信波長帯で動作するスイッチの設計と古典光パルスでのスイッチングの検証に成功しており、量子もつれ光子の保持を実行するための準備が整えられてきている。

【代表的な原著論文情報】

1) P. Wang, S. Baek, E. Edamatsu, F. Kaneda, Low-Loss Polarization-Maintaining Optical Router for Photonic Quantum Information Processing, Jpn. J. Appl. Phys. **63**, 040901 (2024).