

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

2022 年度  
年次報告書

金田 文寛

東北大学 電気通信研究所  
准教授

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2年目となる本年度では、主に量子もつれ光子発生の基盤要素となる、高不可識別伝令付き単一光子源の開発、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の開発を実施した。さらに、偏光の量子もつれにある光子の量子状態保持やスイッチのための低損失、偏光無依存光子スイッチの開発を実施した。

まず、高不可識別性伝令付き単一光子源では、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% 不可識別性をさらに向上すべく、最適な周波数フィルターの設計し、わずか 0.5% の不要なピークを除去することで、純粋度がさらに向上することを実証した。また、空間モードの量子もつれ発生による高効率な光ファイバーへの集光と、高次擬似位相整合結晶の作成の高い再現性も実証され、空間多重化、時間多重化の基礎光源として十分な性能があることが実証された。

次に上記の伝令付き単一光子を空間多重化し、伝令付き単一光子の発生確率を增強するため、低損失光学スイッチの開発を開始した。4つのファイバーカップラから入力される伝令付き単一光子を単一のファイバーへ出力されるスイッチング光学系を構築したところ、イメージング光学系を使用することで、カップラ間の結合損失を3%程度に抑えられていることが確認された。今後電気光学スイッチの導入後、低損失空間多重化の実証が期待される。

量子メモリ開発では、光子の偏光状態を維持しながらメモリするための偏光無依存スイッチの開発を実施した。各光学素子の偏光依存性を抑えた光学系を構築することで、高い入出力の偏光状態の重なりを得ることに成功し、偏光に依存せずスイッチが可能となることを実証した。今後は伝令付き単一光子が発生する通信波長帯で動作するスイッチの開発し、メモリ内に組み込むことで、偏光の量子もつれ状態にある光子の保持を実施する。