

量子の状態制御と機能化  
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

小野 貴史

香川大学 創造工学部  
助教

非線形光学効果を利用した大規模量子シミュレータの開発

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、シリコンの持つ非線形光学効果に着目し、それを利用した大規模な量子シミュレータを開発することを目標に研究を進めています。具体的には、シリコンの持つ3次の非線形性を利用して量子もつれ光子と呼ばれる特殊な光子対を生成、その生成した光子をシリコンフォトニクス技術で作製したプログラマブルな光回路へ入力、さらに超伝導光子検出器で光子1個1個を正確に測定することで、量子シミュレーションが可能な光量子回路の実現を目指します。なお、2020年3月より香川大学創造工学部へ異動し、独立した研究室で活動を開始しました。

2020年度は、①実験系の立上げ及び作製した光量子回路の事前評価、並行して②以前にシリコン基板上に実装した非線形干渉計の理論解析を行いました。

- ① 香川大学での光量子回路実験を開始するため、超伝導光子検出器の立上げ、集積化したチップを制御するための電圧/温度/ピエゾコントローラの整備、チップをモニターするための顕微鏡の構築などを行い、実験系の立上げを行いました。また、構築した実験系を使って、簡単なチップの事前動作確認も行いました。その結果、チップは室温で安定するよう制御できていること、チップ上に配置した位相シフタ、干渉計、フィルタといった各デバイスは正しく動作していることを確認しました。
- ② 以前にシリコン光導波路上で実装した非線形干渉計の実験結果について、詳しい理論解析を行いました。その結果、シリコン光導波路上に実装した、干渉計や周波数フィルタといった各デバイスは設計値通りの性能を示していること、また光導波路の温度をより精度良く制御することで、非線形干渉計のさらなる性能向上が期待できることが示唆されました。本研究により、量子シリコンフォトニクスデバイスの設計手法が有用であること、また非線形干渉計が量子シリコンフォトニクスの構成要素の一つとなり得ることが示唆されました。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “シリコンチップ上に実装した非線形干渉計の評価”小野貴史, G. F. Sinclair, D. Bonneau, M. G. Thompson, J. C. F. Matthews, and J. G. Rarity\*, *レーザー研究* **48**(9), pp.499-504, 2020年9月