

## 通信波長帯における高効率の量子もつれ交換

### Highly efficient entanglement swapping at telecom wavelength

情報通信研究機構<sup>1</sup>, 東京理科大学<sup>2</sup>, 電気通信大学<sup>3</sup>

金 鋭博<sup>1</sup>, °高木 うた子<sup>1,2</sup>, 清水 亮介<sup>3</sup>, 佐々木 雅英<sup>1</sup>

NICT.<sup>1</sup>, Tokyo University of Science<sup>2</sup>, UEC.<sup>3</sup>

Rui-Bo Jin<sup>1</sup>, °Utako Takagi<sup>1,2</sup>, Ryosuke Shimizu<sup>3</sup>, Masahide Sasaki<sup>1</sup>

E-mail: utakagi@nict.go.jp

量子もつれ交換は基礎物理の分野のみならず量子通信や量子暗号の分野で重要な研究課題である。最初の量子もつれ交換は、1998 年に自発的パラメトリック下方変換(SPDC: Spontaneous Parametric Down Conversion)により生成したもつれ光子を使って実施された。その後、近赤外波長帯で多くの原理実証実験が行われた。長距離光通信では損失の低い通信波長帯の光ファイバーが使用されており、光通信に応用するためには通信波長帯で量子もつれ交換を行うことが望ましい。そのため、近年ではバルク結晶や導波路を用いた SPDC もしくは、ファイバーを用いた自発的四光波混合により生成した通信波長帯の光子を使って量子もつれ交換が実証された。しかし、これらの実験では、4 重同時計数率は 0.06 cps 以下と低く、信頼性のあるデータを取得するためには、長い積分時間が必要である。これは、様々な量子通信プロトコルにとって大きな障害となる。低い輝度の量子もつれ光子源と低い効率の検出器を用いていることが、先行実験において効率を下げる大きな原因となっている。

本研究は、最近開発した量子もつれ光子源[1-2]と 4 チャンネル超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SNSPD: Single Photon Detector)[3-4]を使って、量子もつれ交換を実証した。量子もつれ光子源はサニャック干渉計から発生させた。干渉計内に群速度整合 PPKPT 結晶を組み込み、SPDC により生成した光子対を量子もつれ光子源として用いた。SNSPD は暗計測率 1 kcps、最大システム効率 70%である。4 重 Hong-Ou-Mandel dip の測定において、生データ (バックグラウンド補正) の明瞭度は 73.3% (85.1%)、4 重同時計数率は 100 cps を達成した。これは先行実験より 3 桁以上高い値である。量子もつれ交換測定では、生データ(バックグラウンド補正)の明瞭度は 56.3%(73.6%)を観測した。この結果はフィデリティ 80.2%に相当している。将来、最大伝送距離を現在の 2 倍に拡張することを目指し、量子鍵配送に量子もつれ交換を応用する計画である。

参考文献:

- [1] Rui-Bo Jin, *et al*, Opt. Express, **21** 10659-10666 (2013)
- [2] Rui-Bo Jin, *et al*, Opt. Express, **22** 11498-11507(2014)
- [3] Shigehito Miki, *et al*, Opt. Express, **21** 10208-10214 (2013)
- [4] Taro Yamashita, *et al*, Opt. Express, **21** 27177-27184 (2013)