

1.5 μm 帯量子ドット単一光子源を用いた 100 km 量子鍵配付 Quantum key distribution using quantum dot single-photon source at 1.5 μm over 100 km optical link

日本電気¹, 東大ナノ量子², 富士通研³, 物材機構⁴, 東大生研⁵
 ○南部 芳弘¹, 竹本 一矢², 宮澤 俊之³, 佐久間 芳樹⁴, 萬 伸一¹, 山本 剛之³, 荒川 泰彦^{2,5}
 NEC corp.¹, NanoQuine, Univ. of Tokyo², Fujitsu Labs.³, NIMS⁴, IIS, Univ. of Tokyo⁵
 ○Y. Nambu¹, K. Takemoto^{2,3}, T. Miyazawa^{2,3}, Y. Sakuma⁴, S. Yorozu¹, T. Yamamoto³,
 and Y. Arakawa^{2,5}
 E-mail: y-nambu@ah.jp.nec.com

理想単一光子源は、BB84 タイプ量子暗号鍵配付(QKD)の理論的性能限界を与えると共に、QKD プロトコルを簡略化し安全性向上に寄与すると期待される。その有効性を活用するには単一光子性や光子利用効率などの基本性能の向上が必要であり、各機関で強力な研究が推進されている。我々は、光源動作条件の最適化および超伝導単一光子検出器 (SSPD) の利用による精密な光源性能評価に基づき、世界最高性能の単一光子純度となる $g^{(2)}(0) \sim 0.002$ の 1.5 μm 帯量子ドット単一光子源 (Qdot-SPS) の開発に成功した[1]。本光子源と信号対雑音比に優れる SSPD を組み合わせることにより、100 km を越える安全な量子鍵配付が可能となる見込みが得られる[2]。今回、100 km ファイバースプールを用いた量子鍵配付実証実験を行った。光学系は、前回 50 km 安全鍵配付実証実験にも用いた平面光回路 (PLC) ベースの、タイムビン方式の量子暗号鍵配付システム[3]である。用いた SSPD (SCONTEL 社製) の検出効率は、ダークカウント ~ 20 cps において 10% 以上であった。光源及びシステムの繰り返し周波数は 62.5 MHz とした。Alice 側からは BB84 プロトコルに基づき、基底(X,Y)および鍵データ(1,0)に従って変調した 100 ビット巡回 BB84 状態量子ビットを送出した。100 km ファイバー伝送後、Bob 側の BB84 デコード光学系に接続された 4 つの SSPD に到着した光子の到着時間を記録した。光子カウントを 100 ビット周期で時間分解積算し、ヒストグラム化した結果の一部を図 1 に示す。送信状態に整合した到着ポート (図の赤丸) において、最も高い積算数が得られている。講演では、シフト鍵伝送レートや QBER について明らかにし、光源の単一光子純度も考慮に入れた配付鍵の安全性評価結果について報告する予定である。

本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業の支援により遂行された。

[1] 竹本他, 2013 春季応物 28p-G10-5. [2] 南部他, 2012 春季応物講演 18a-E3-9.

[3] K. Takemoto et al., Appl. Phys. Express 3, 092802 (2010).

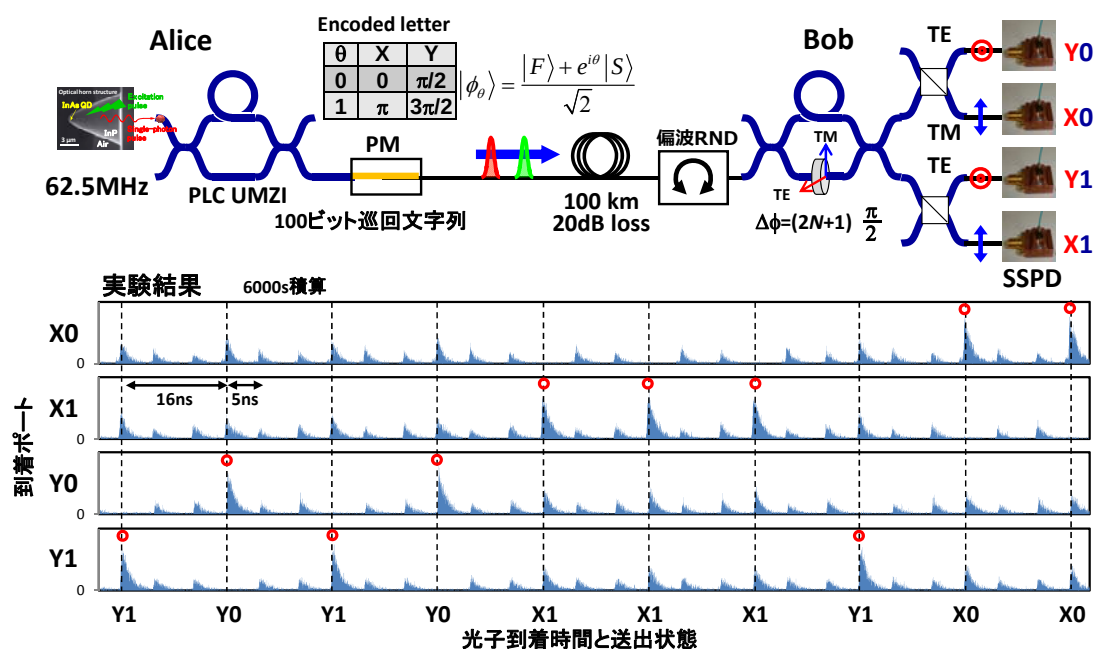


図 1 単一光子鍵伝送実験系(上)および 100 km 伝送後の光子到着時間ヒストグラム(下)