

光注入同期を用いた連続量量子鍵配送

Continuous-Variable Quantum Key Distribution

using Injection Locked Laser as a Local Local-Oscillator

学習院大学¹,[○](M2) 井伊 優貴¹, (B) 大森 春輝¹, (B) 武藤 遼¹, 平野 琢也¹

Gakushuin Univ.¹,[○]Yuki Ii¹, Haruki Omori¹, Ryo Muto¹, Takuya Hirano¹

E-mail: ii@qo.phys.gakushuin.ac.jp

連続量量子鍵配送 (CV-QKD) では、ホモダイン検出によって、微弱な信号光の直交位相振幅を測定する。局部発振光 (Local Oscillator: LO 光) と同じモードの信号光のみが感度良く検出されるので、通常の光通信との共存が容易という特徴がある [1]。従来、LO 光を Alice から Bob に送信する実装が行われてきたが、伝送距離が長くなると光損失により LO 光の強度が小さくなり、信号対雑音比が悪化する問題があった [2]。そのため、Bob 側に LO 光源を設置する実装 (Local LO) について研究が行われている。本発表では、光注入同期を用いて位相同期を行う量子鍵配送システムの原理検証の結果を報告する。

図 1 は今回用いた量子鍵配送の光学系の概略図である。光注入同期のマスターレーザー (ML) には波長 1550 nm、線幅 1.1 kHz の CW レーザーを、スレイブレーザー (SL) には波長 1550 nm、線幅 25 kHz の CW レーザーを使用した。位相同期に用いる同期光と信号光は 600 MHz 周波数をシフトし、偏光を直交して送信した。信号光は強度変調器を用いて、繰り返し周波数 20 MHz、パルス時間幅 10 ns のパルス光にした。

図 2 は、 8×10^5 パルスに対して 4 値位相変調したとき、Bob 側で測定された直交位相振幅の頻度分布を表したもので、4 つの相対位相に分類した頻度分布はガウス関数でよく表された。相対位相が ± 90 度のときの分散は、相対位相が 0 度と 180 度の時の分散とほぼ等しく、光注入同期により位相が安定に保たれていることを示している。また、これらの分散から計算される過剰雑音は 1% 以下であり、周波数分割多重により過剰雑音を抑えることができることが分かり、光注入同期を用いる CV-QKD の原理実証を行うことができた。

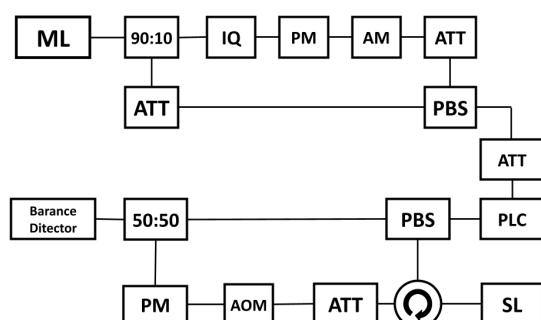


図 1: 実験光学系

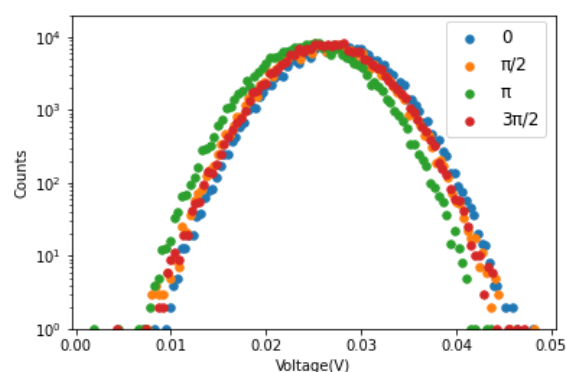


図 2: 直交位相振幅の頻度分布

[1] Tobias A. Eriksson, Takuya Hirano, *et al.*, Communications Physics 2, 9 (2019).

[2] Masataka Nakazawa, *et al.*, IEEE Journal of Quantum Electronics, 53, 800316 (2017).