

連続量量子鍵配送の現状と展望

Continuous-Variable Quantum Key Distribution: current status and prospects

学習院大学¹, °平野 琢也¹

Gakushuin Univ.¹, °Takuya Hirano¹

E-mail: takuya.hirano@gakushuin.ac.jp

連続量量子鍵配送(CV-QKD)は、ホモダイン検出により微弱な信号光を検出する量子鍵配送である。ホモダイン検出は、コヒーレント光通信と共通の検出手法であり、強度の強い局部発振光(LO光)と信号光を重ね合わせることで、微弱な信号光の直交振幅を測定する。LO光と同じモードの信号光のみが検出されるため、漏れ光に対する耐性が高く、高速光通信との共存が容易であるという特長がある。我々はこの特長を生かして、波長分割多重により、18.3 Tbit/s のデータ通信と CV-QKD の共存実験に成功している[1]。波長分割多重により、通常の光通信と共存可能であることは、専用の光ファイバーを用いることなく量子鍵配送を行えることを意味しており、低コスト化に資する特徴といえる。

CV-QKD はコヒーレント状態の光を送信者が直交振幅変調し、受信者がホモダイン検出という点でコヒーレント光通信と共通の技術を使う量子鍵配送であり、市販の光学部品を用いて量子鍵配送装置を組み立てることができる[2]。但し、CV-QKD では、安全性を確保するために、信号光は一光子レベル以下まで非常に微弱にする必要があり、さらに、ホモダイン検出は理論的な雑音限界であるショット雑音限界に近づく必要がある[3]。これらの要請のために、CV-QKD の技術的な難度は、コヒーレント光通信よりも高いといえる。今後の重要な技術的な課題は、これらの要請を満たしつつ、コヒーレント光通信の技術を用いて、量子鍵配送装置の高度化、高性能化を実現していくことである。また、理論的な安全性の研究では、CV-QKD の一般的な安全性が証明されるという非常に大きな進展があった。今後は鍵生成率や通信距離の向上が可能なプロトコルの工夫等の進展が期待される。

謝辞

本研究は、総務省の委託研究「グローバル量子」、JSPS 科研費 18H05237、内閣府 CSTI 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」(管理法人: QST) の助成を受けたものである。また、共同研究者である NEC グループの飯塚浩巳氏、吉野健一郎氏、伊東誠二氏、飯田信彦氏、山根正幸氏、NICT の佐々木雅英氏、藤原幹生氏、遠藤寛之氏、学習院大学の並木亮、柴田康介、井伊優貴、小塩茉敏、他多くの皆様に感謝します。

参考文献

- [1] Tobias A. Eriksson, *et al.*, Communications Physics 2(1), 9 (2019).
- [2] Takuya Hirano, *et al.*, Quantum Science and Technology, 2, 024010 (2017).
- [3] Ryo Namiki, *et al.*, Phys. Rev. A 98, 042319 (2018); Phys. Rev. Lett. 92, 117901 (2004).
- [4] Takaya Matsuura *et al.*, Nature Communications 12, 252 (2021).