

光がつなぐ量子の情報

～レーザ光を用いた最適な量子もつれ生成方法～

どんな研究

量子情報通信と呼ばれる未来の通信を実現するには、微弱なレーザ光を使った方法が最も有望であると考えられています。今回、この方式が持つ可能性と限界を理論的に解析し、厳密かつ定量的な評価に成功しました。

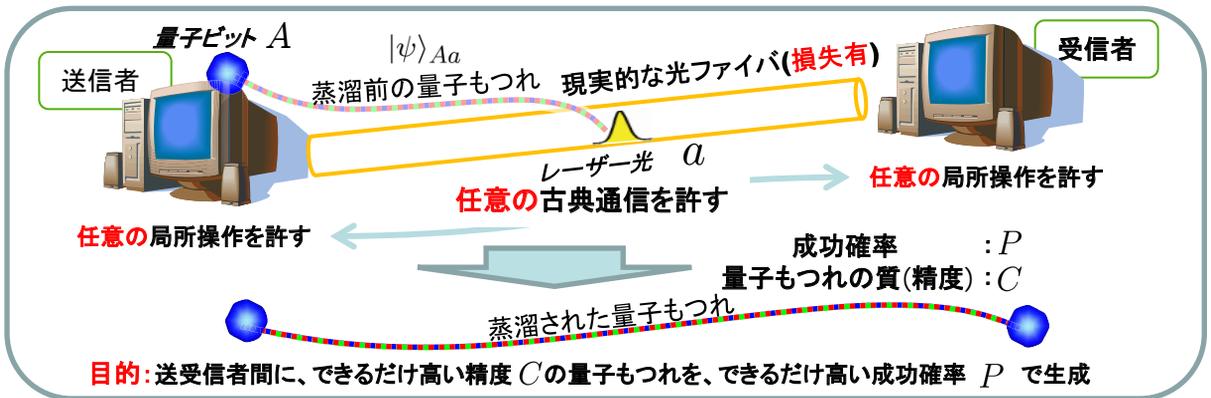
どこが凄い

従来の量子通信の性能に関する研究は、より効率的なプロトコルを順次提案するものであり、改善の余地が不明確でした。そこで、本研究では、**理論限界を定量的に示しました**。また、従来の**全ての提案プロトコルを凌駕した理論限界に近いプロトコル**の提案にも成功しました。

めざす未来

現在推し進められている量子通信の方式における理論限界が見つかったため、現状の技術の延長線上でできる事が明確化し、量子通信技術の迅速な発展が見込まれます。それによって、量子暗号・量子中継・量子分散計算・量子テレポーテーションなどの早期実現が期待されます。

問題設定: ビット値に応じたレーザ光を、現実的な光通信路(損失のある光ファイバ)で伝送すると、精度の低い(=蒸溜前の)量子もつれが生成される。これを、送受信者の任意の局所操作と無制限の古典通信によって「蒸溜」し、高精度な量子もつれ(量子通信のリソース)を高成功率で生成する。



- ・光ファイバが持つ損失により、成功確率と量子もつれの質には原理的な限界が存在すると予想される
- ・量子通信の性能に関する理論的な既存研究は、すべてこの量子もつれ生成方法の特殊化とみなせる
- ・量子もつれの精度とは、古典情報との区別のしやすさを示す

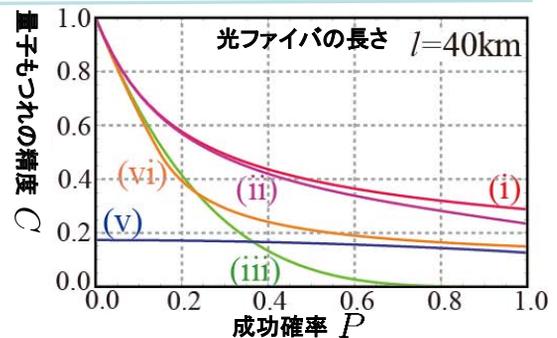
結果: 理論限界の導出に成功

成功確率が P 時の量子もつれの質の理論限界

$$C^{\text{upp}}(P) = \frac{u^{\frac{1-T}{T}} \sqrt{(1-u)(2P+u-1)}}{P} \quad \text{with}$$

$$u := \frac{1}{2} \left[(1-P)(2-T) + \sqrt{4P^2(1-T) + (1-P)^2 T^2} \right]$$

T : 光ファイバの透過率



- (i): 本研究で得られた理論的上限
(ii): 本研究で提案した現実的に実装可能なプロトコル
(iii), (vi), (v): 既存のプロトコル

関連文献

[1] K. Azuma, G. Kato, "Optimal entanglement manipulation via coherent-state transmission," *Physical Review A (PRA)* 85, 060303(R), 2012.

連絡先

加藤 豪 (Go Kato) 協創情報研究部 情報基礎理論研究グループ
E-mail: kato.go[at]lab.ntt.co.jp ({at}の部分をも@に置き換えてください)