

ダイヤモンド NV 中心を用いた量子中継技術の開発

Development of quantum repeater technology using a nitrogen-vacancy center in diamond

○黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、田中統太、三島将太、中村孝秋、延與梨世、佐藤恒司、倉見谷航洋、*小坂英男（横国大院工）

○Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, Yuhei Sekiguchi, Touta Tanaka, Shota Mishima, Takaaki Nakamura, Riyo Enyo, Koji Sato, Koyo Kuramitani, *Hideo Kosaka (Yokohama Natl. Univ.)

*E-mail : kosaka-hideo-yp@ynu.ac.jp

量子暗号通信の実用化を目指した実証実験が世界各国で行われており、その勢いは今後も加速することが予想される。一方で、現行の手法では光ファイバ中での損失により、その通信可能距離は数百 km に制限されることが分かっている。この限界を打ち破るためには、量子中継という従来の古典的な手法とは異なる量子的な中継方式が必要となる。

量子中継は、情報を伝達する光子と保持する量子メモリとの量子もつれを生成した後、中継点において個別の光子ともつれたメモリ間の量子もつれ測定を行うことで、量子もつれの拡張を図る。この量子メモリには様々な候補があるが、固体量子メモリであるダイヤモンド窒素空孔(NV)中心は、操作性、拡張性に優れているだけでなく、光子の発光・吸収といった自然なプロセスによって、量子もつれ生成[1]・測定[2]が可能という利点がある。この特性を利用することで、発光と吸収を組み合わせた新しい中継方式が実現できる(図 1)。発光・吸収型方式のメリットとしては、①二光子干渉[3]を用いないため、タイミングのずれに対して耐性がある②伝令によって吸収の有無が分かるため、忠実度が効率によって制限されない③本質的に共振器[4]を必要としないため、共振器の精度によって忠実度が下がらない、といったことが挙げられる。

本講演では、重要な要素技術の 1 つである光子から核子への量子テレポーテーション転写[5,6](図 2)の進展(具体的には忠実度に直結する初期化率の向上(図 3))に加え、応用に必要不可欠なシングルショット測定といった新たな試みについても報告する。さらに、 ^{14}N および ^{13}C の核スピンへの個別転写、核スピン間の量子もつれ測定といったマルチメモリ化に向けた技術開発についても紹介する。

日頃から、ご議論・ご協力いただく寺地徳之氏、加藤宙光氏、牧野俊晴氏、山崎聡氏、

水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏に感謝いたします。本研究は総務省 NICT 委託研究、科研費 A、S、平山新学術領域の支援を得た。

- [1] E. Togan *et al.*, Nature 466, 730-734 (2010).
- [2] H. Kosaka and N. Niikura, Phys. Rev. Lett. 114, 053603 (2015).
- [3] H. Bernien *et al.*, Nature 497, 86-90 (2013).
- [4] H. Kalb *et al.*, Phys. Rev. Lett. 114, 220501 (2015).
- [5] S. Yang *et al.*, Nat. Photonics. 10, 507-511 (2016).

[6]加納他、応用物理学会 2016 年秋季大会 14p-B8-4

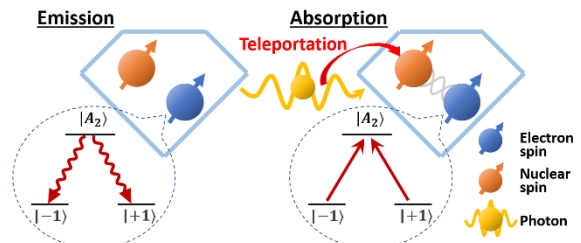
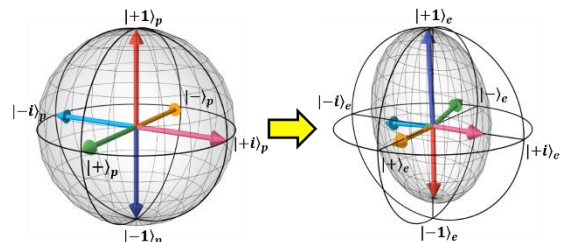


図 1. 発光・吸収型の中継方式



光子の状態 (転写前) 核子の状態 (転写後)

図 2. 光子から核子への量子状態転写

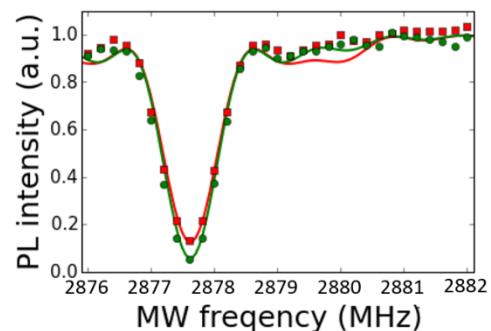


図 3. 初期化率の向上
(緑)改善後:95% (赤)改善前:85%