

# 無磁場下での光子から炭素核スピンへの 量子テレポーテーション転写

Quantum teleportation from a photon to a carbon nuclear spin  
under a zero magnetic field

○鶴本和也、黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、\*小坂英男（横国大院工）

○Kazuya Tsurumoto, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, Yuhei Sekiguchi, \*Hideo Kosaka  
(Yokohama Natl. Univ.)

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

量子もつれを利用した量子テレポーテーションは、秘匿性を保ったままある量子の情報を異なる量子へと写すことができる。そのため量子テレポーテーションは、量子通信や量子コンピューティングといった量子情報テクノロジーで重要な役割を果たす。

我々は、ダイヤモンド窒素空孔中心 (NV 中心) を量子通信の長距離化、効率の向上に必須となる量子中継器として用いることを考えており、これまでに情報の伝送に優れた光子の偏光情報を、情報の保持に優れた NV 中心の窒素核スピンメモリーに量子テレポーテーションにより転写できることを示した[1,2]。

今回我々は、窒素核スピンではなく炭素<sup>13</sup>C核スピンへの量子テレポーテーション転写を実証した。窒素核スピンは一つの NV 中心につき決まった位置に一つであるのに対し、炭素<sup>13</sup>C核スピンはダイヤモンド中に多く存在し、その濃度は可変であり、NV 中心からの相対位置も様々である。また、一般に炭素<sup>13</sup>C核スピンは窒素核スピンよりコヒーレンス時間が長く、NV 中心から遠く、NV 中心の電子スピンとの超微細相互作用が小さい炭素<sup>13</sup>C核スピンを選べば、そのコヒーレンス時間はさらに伸び、電子スピンを操作する際の超微細相互作用による間接的な効果を受けにくくなる。以上の比較により、光子から炭素<sup>13</sup>C核スピンへの量子テレポーテーション転写が可能になれば、窒素核スピンよりも長い情報保持時間と電子スピン操作に対するロバスト性を有したマルチ量子メモリーに膨大な情報を直接保存することや、一つの NV 中心から放射状に量子通信網を拡張する大規模なネットワーク構築の実現も期待できる。さらに、無磁場下で量子テレポーテーション転写を行うことで、光子の吸収・発光によるもつれ測定[3]・生成[4]の忠実度や、電子スピンのスピンエコー[5]によるコヒーレ

ンス時間の伸びを最大にすることができる。

無磁場下でスピンの制御を行うのは縮退する準位があるため一般的なエネルギー選択だけでは難しい。これを克服するためには、角運動量保存的に偏光という自由度を使えるが、今回は新たな手法として、窒素核スピンを $|+1\rangle_N$ とし局所的な微小磁石のように利用することで、無磁場の恩恵を受けつつエネルギー選択的な操作を可能にした(図 1)。

日頃からご議論、ご協力いただく水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏、寺地徳之氏、加藤宙光氏、牧野俊晴氏、山崎聡氏に感謝します。本研究は科研費基盤研究(S)、新学術領域「ハイブリッド量子科学」、ポスト「京」萌芽的課題、光科学技術研究振興財団研究助成の支援を得た。

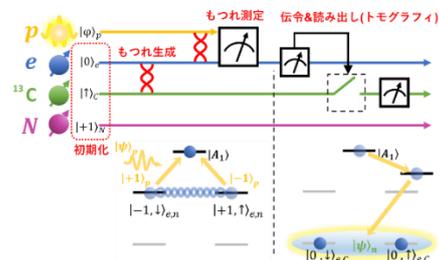


図 1. 光子から炭素への転写の概略図

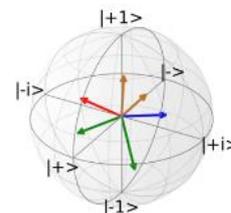


図 2. 光子から炭素への転写トモグラフィ

- [1] S. Yang *et al.*, Nat. Photonics. 10, 507-511 (2016).
- [2] 加納他、日本物理学会 2017 年春季大会
- [3] H. Kosaka and N. Niikura, Phys. Rev. Lett. 114, 053603 (2015).
- [4] E. Togan *et al.*, Nature 466, 730-734 (2010).
- [5] Y. Sekiguchi *et al.*, Nat. Communications. 7, 11668 (2016).