

最小数の量子メモリを用いた量子中継に向けた 幾何学量子ビットの完全ベル測定

Complete Bell state measurement of geometric qubits

toward a quantum repeater with minimal number of quantum memories

○若松 恵大, 三賢 洸介, 川崎 愛大, 関口 雄平, *小坂 英男, 横国大院理工

○Keidai Wakamatsu, Kosuke Mikata, Yoshiki Kawasaki, Yuhei Sekiguchi, *Hideo Kosaka
(Yokohama Natl. Univ.)

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

長距離量子通信に不可欠な量子中継器の実現に向け、ダイヤモンド窒素空孔 (NV) 中心の窒素(^{14}N)や炭素同位体(^{13}C)を量子メモリとした研究が盛んである[1,2,3]。しかしながら、炭素同位体を量子メモリとして用いるには、同位体濃度の制御性に課題がある。

本研究は、決定論的な量子中継に不可欠な完全ベル測定を、NV に常に付随する電子と窒素だけで実現し、量子中継器を一つの量子メモリで構成しようとする野心的な試みである(Fig.(a))。通常完全ベル測定では、2つの量子メモリとこれらの状態を決定論的に読み出すための電子スピンが必要となる[4]。ここでは、窒素核スピンの三準位を用いることで、実効的に電子—窒素間の完全ベル測定を行う手法を考案し、実験を試みた。初期状態として電子—窒素間もつれ (ベル 4 状態) を用意し、電子—窒素間の CNOT 操作、窒素のアダマール操作で電子と窒素の積状態に変換した。窒素の $m_I=0$ 準位を利用することで、電子—窒素間の 4 つのベル状態を一回の準備で完全に読み出すシングルショット測定が可能となる。実験の結果、忠実度は悪いながらも、準備したベル状態と読み出したベル状態の一致が見られた (Fig.(b))。実験では単一の NV を用い、応用上重要となるゼ

ロ磁場下 (5K) で行った。

本研究は、JST-CREST(JPMJCR1773)、科研費基盤研究(S)、科研費挑戦的萌芽研究、総務省委託研究の支援を得た。

- [1] W. Pfaff et al., Science 345, 532-535 (2014).
- [2] N. Kalb et al., Science 356, 928-932 (2017).
- [3] K. Turumoto et al., Comms. Phys. 2, 74 (2019).
- [4] 今池他, 日本物理学会 2019 年秋季大会.

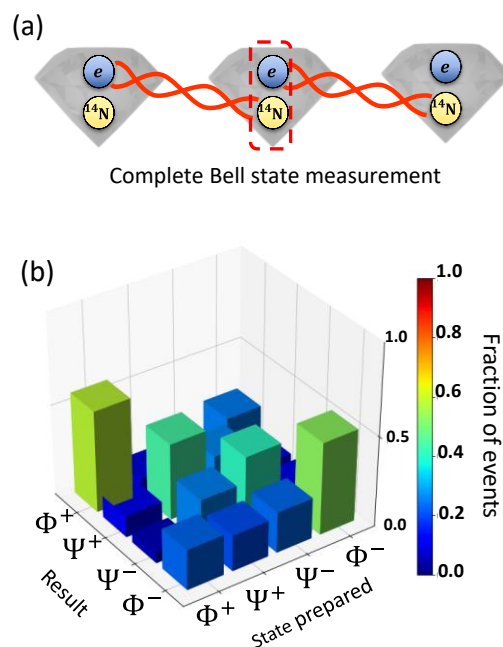


Fig.(a) Schematic of two-qubit quantum repeaters. (b) Characterization of the complete Bell state measurement without post-selection.