

ダイヤモンド NV 中心を用いた量子中継のための マルチスピン量子ビット制御

Control of multi spin qubits for quantum repeater using a nitrogen-vacancy center in diamond

○佐藤恒司、関口雄平、延與梨世、幸村雄介、倉見谷航洋、中村孝秋、
長田昂大、石田直輝、小坂英男(横国大院工)

○Koji Sato, Yuhei Sekiguchi, Riyo Enyo, Yusuke Komura, Koyo Kuramitani, Takaaki Nakamura,
Kodai Nagata, Naoki Ishida, *Hideo Kosaka (Yokohama Natl. Univ.)

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

大陸間通信のように 1000km 程度にわたる原理的に安全な長距離通信を可能とする量子中継は、量子情報ネットワークの構築のための基礎的要素技術である。我々は、ダイヤモンド単一窒素空孔中心 (NV 中心) を量子中継のプラットフォームとして、情報を伝送する役割を担う量子である光子から空孔中の電子スピンを介して情報を保持する役割を担う窒素核スピンへの量子テレポーテーション転写に成功した[1]。

我々の提案する量子中継実現のために取り組んだ問題は2つある。1つ目は、各ノードを量子もつれで接続するための核スピンの最低2つ必要なので(図1)、NV 中心を構成する電子スピンと窒素核スピンの他に、NV 中心付近に存在するスピンを持つ炭素同位体を含めた3量子ビットを利用する。本研究では、炭素の量子状態操作を試みた。その結果、窒素核スピンを62%しながら炭素核スピンを68%の忠実度で初期化した(図2)。また、窒素スピンを $m_I=0$ に初期化した状態で電子スピンと炭素スピンの量子もつれを忠実度~60%で生成および検出した(図3)。2つ目は、窒素核スピンおよび炭素核スピンの操作時間(~10us)は電子スピンのコヒーレンス時間(~1us)よりも長いため、ノード接続に必要な核スピン操作をするため

には電子スピンのコヒーレンス時間を延長する必要がある。そこで、我々の開発した幾何学的ダイナミカルデカップリング[2][3]を構成する周期的な電子スピンプリップに同期した核スピン操作により[4]、窒素スピンのコヒーレンスを維持したままで電子炭素スピンの量子もつれ生成を目指して実験を行っている。

講演では、上記の実験結果を紹介するとともに量子中継技術の実現に向けた幾何位相回転や波形成形技術などの我々の取り組みについて紹介する。

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、科研費基盤 A、S、平山新学術領域の支援を得た。

- [1] Sen Yang *et al.*, *Nature Photonics*, **10**, 507-511(2016).
- [2] Y. Sekiguchi *et al.*, *Nature Communications*, **7**, 11668 (2016).
- [3] 幸村他、日本物理学会 2016 年秋季大会、金沢大学
- [4] T. van der Sar *et al.*, *Nature*, **484**, 82-86(2012).

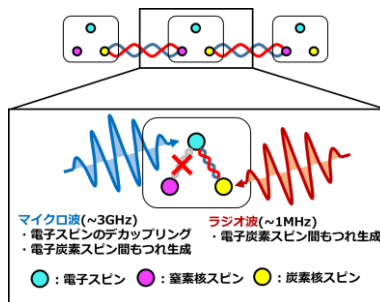


図1、量子中継のスキームと
本研究の取り組み

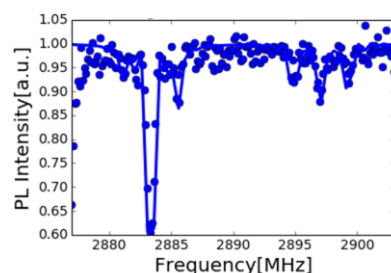


図2、電子窒素炭素
スピン初期化

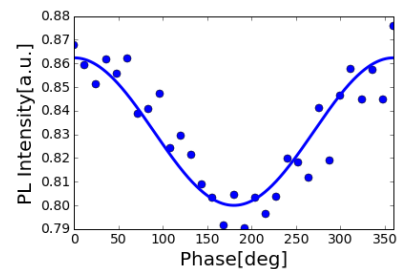


図3、電子炭素スピンの
量子もつれ生成/測定