

量子中継技術に向けたダイヤモンドNV中心の研究

Diamond NV center for a quantum repeater

○三島将太、田中統太、黒岩良太、荒木建人、新倉菜恵子、小坂英男（横国大院工）

°Shota Mishima, Touta Tanaka, Ryota Kuroiwa, Kento Araki, Naeko Niikura, *Hideo Kosaka

(Yokohama National University)

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

昨今、量子暗号通信の実証実験が世界各地で行われており、量子暗号通信システムの運用がより現実的なものになった。一方で量子暗号通信は现阶段では長距離通信が不可能という問題を抱えており、これを打開するためには光子の量子状態を保持する量子メモリー、それを用いた量子中継技術の存在が不可欠である。

ダイヤモンド中の窒素-空孔(NV)中心に付随する電子スピンは、光により容易に初期化・読み出しができ、これに隣接した核スピンは室温で秒を超える量子メモリー時間をもつなど、量子メモリーとして最適である。近年では離れた2つのダイヤモンド間で量子テレポーテーション実験が実証される[1]など量子通信に向けた研究が加速した。我々も昨年、ダイヤモンドに自然に内在する量子もつれを利用し、光子の吸収という自然な過程による量子もつれ検出に成功し[2]、量子中継に向けた大きな前進となった。

我々の研究の特異な点は、従来は磁場によってエネルギー縮退を解いたスピン状態を制御していたのに対して、縮退した2準位のスピン状態を扱うところにある。このような縮退キュービットは通常、操作も読み出しもできないと考えられているが、スピン量子数1の部分系である ± 1 順位をキュービットとすることで幾何学的な操作や読み出しが可能である。[2]

本講演では我々が近年取り組んできた、ダイ

ヤモンドを用いた量子中継デバイス応用に向けた試みを紹介する。特に光波とマイクロ波を組み合わせた軌道とスピンの二重共鳴量子操作、光子と電子の吸収による量子もつれ検出、幾何学的電子スピンエコーの光学的量子プロセストモグラフィ、光共鳴を用いた幾何学的スピン操作などを中心に紹介する。

長距離通信には光が必然的に必要となり、大容量化に向けて開発が進む光コヒーレント通信の次に控える量子通信を下支えするのが量子中継技術である。ダイヤモンド中のスピン量子メモリーは光子の量子コヒーレンスを固体で中継する量子メモリーとして期待され、様々な量子をハイブリッドにつなぐ量子メディア変換技術を目的に見据えた基礎的な要素技術の積み上げが今後とも不可欠である。

謝辞：日ごろからご議論・ご協力いただく水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏、Bill Munro氏、Joerg Wrachtrup氏、Fedor Jelezko氏に感謝いたします。本研究は内閣府最先端研究開発支援プログラム(FIRST)、総務省NICT委託研究、科研費24244044の支援を得た。

[1]W. Praff et al, Science **345**, 532 (2014)

[2]H. Kosaka and N. Niilura, Phys. Rev. Lett., **114**, 053603 (2015)