

ダイヤモンドにおける幾何学的スピン制御と量子中継への応用

Geometric spin control in diamond and its application to quantum repeaters

横国大 IAS¹ ○関口 雄平¹

Yokohama Natl. Univ.¹ ○Yuhei Sekiguchi¹

E-mail: sekiguchi-yuhei-ct@ynu.ac.jp

量子中継は、量子ネットワーク内で量子情報を転送するための技術である。量子中継の主要な目的は、距離に対して指数関数的に増える伝送光子の損失を克服することであるが、距離によらない多様な量子デバイスを接続するための一般的な技術としても応用できる。近年、量子中継のプラットフォームとして、長寿命核スピン量子メモリと光子と相互作用可能な電子を有するダイヤモンド中の窒素空孔 (NV) 中心が期待されている。これまでに、NV 中心を用いた 3 ノードの量子ネットワークでの実験実証[1]が報告されているが、現状では転送速度、転送確率、忠実度の低さから量子中継としての優位性は示せておらず、共振器構造[2]による NV 中心単体の発光レーターの向上や NV 中心の集積化が課題となっている。

我々は、誤り耐性をもつ幾何学的自由度を用いた量子中継を実現するために、発光に基づく電子スピンと光子のもつれ生成[3]、吸収に基づく光子から核スピンへの量子状態転写[4]に成功した。さらに、集積化された NV 中心を光の回折限界の分解能で制御するための手法を開発し[5]、NV 中心の多重化によって量子中継を高速化するプロトコルを提案した[6]。本講演では、これらの成果と展望について議論する。

本研究開発は、総務省の ICT 重点技術の研究開発プロジェクト グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発 (JP MI00316)、JST のムーンショット型研究開発事業(JPMJMS2062)、CREST(JPMJCR1773)、JSPS の科研費(20H05661, 20K2044120)によって実施した成果を含みます。

[1] M. Pompili et al., *Science* **372**, 259-264 (2021).

[2] M. K. Bhaskar et al., *Nature* **580**, 60-64 (2020).

[3] Y. Sekiguchi et al., *Communications Physics* **4**, 264 (2021).

[4] K. Tsurumoto et al., *Communications Physics* **2**, (2019).

[5] Y. Sekiguchi et al., *Nature Photonics* (2022) (in press).

[6] Y. Sekiguchi et al., Preprint at <https://arxiv.org/abs/2205.04243> (2022).