

## ダイヤモンド量子センサによる物性研究

### Physical Properties Measurement Using Diamond Quantum Sensors

東大理<sup>1</sup> °小林研介<sup>1</sup>

Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, °Kensuke Kobayashi<sup>1</sup>

E-mail: kensuke@phys.s.u-tokyo.ac.jp

ダイヤモンドには 100 種類以上の発光欠陥が知られている。その一つである窒素空孔中心 (NV センタ) は光励起後の過程に電子スピンの依存する独特の経路を持つ。この性質とマイクロ波を組み合わせることにより単一の NV センタのスピンの状態を光学的に読み出すことができる。この手法を光検出磁気共鳴 (ODMR) と呼ぶ。磁場中にある NV センタの ODMR スペクトルはゼーマン分裂を示す。逆にスペクトルを解析することにより NV センタが感じる磁場を測定することもできる。我々のねらいは、NV センタを原子サイズの磁気プローブとして利用し様々な物性計測に展開していくことにある。これまでに、スピンの高効率な読み出し手法の開発 [1]・二準位系のフロケエンジニアリング [2]・ロックインサーモグラフィ [3] などの基盤技術を開発してきた。本講演では以下の 2 つを中心に我々の成果をご紹介します。

#### (1) 磁場イメージング技術の開発と超伝導磁束の実空間観測 [4,5]

我々は NV センタがダイヤモンドの[111]方向に完全に配向した完全配向 NV アンサンブルを用いてベクトル磁場計測が可能であることを実証した。参照磁場を用いることで、空間分解能 1  $\mu\text{m}$  以下 (光学分解能)・磁場分解能 1  $\mu\text{T}$  程度で広視野磁場イメージングをする手法を確立した [4]。さらに最近、我々は完全配向 NV アンサンブルを利用して、高温超伝導体  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  の超伝導磁束からの漏れ磁場分布を測定することにより磁束の空間分布の定量的な可視化を行った [5]。

#### (2) 機械学習による精密磁場計測 [6]

NV センタを含むナノサイズのダイヤモンド粒子は、表面に塗布することによって測定対象に nm オーダーで近接させることができるため、局所磁場計測に有用である。その一方で、塗布された粒子の結晶方位がそろっていないため ODMR スペクトルから磁場を正確に推定することが困難であった。我々は機械学習を用いることにより磁場を 1.8  $\mu\text{T}$  という高確度で読み出せることを実証した。本手法では従来法と比較して最大 50 倍程度の正確性の向上が得られている [6]。

(1)は東工大 電気電子系 波多野・岩崎研究室との共同研究、(2)は東大理 知の物理学研究センター 蘆田祐人准教授との共同研究です。ここに感謝申し上げます。

[1] Y. Nakamura *et al.*, *AIP Advances* **12**, 055215 (2022). [2] S. Nishimura *et al.*, *Phys. Rev. Appl.* **18**, 064023 (2022). [3] K. Ogawa *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **92**, 014002 (2023). [4] M. Tsukamoto *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **118**, 264002 (2021). [5] S. Nishimura *et al.* (in preparation). [6] M. Tsukamoto *et al.*, *Sci. Rep.* **12**, 13942 (2022).