

量子の状態制御と機能化  
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

不破 麻里亜

東京大学先端科学技術研究センター  
助教

超伝導 MEMS を用いた浮遊型機械子の量子制御

## § 1. 研究成果の概要

令和二年度は、マイスナー効果を用いたイットリウム鉄ガーネット(YIG)球の浮上に向けて、超伝導コイルの開発と、浮遊した YIG 球の読み出し方法の提案を行った。YIG 球を鉛直方向に持ち上げるために、有限の長さを持つソレノイドコイルの中心で磁束密度が極大値を取り、その極大値に YIG 球が引き寄せらせることを利用する。前年度に数値計算で求めた浮遊の必要条件に基づき、今年度は引き続き実験を続け、超伝導コイルのみを用いて YIG 球を鉛直方向に持ち上げることに成功した。今後は、超伝導コイルと YIG 球の間に高純度ニオブリングを挿入することで、マイスナー効果による安定化を図りたい。

さらに、YIG の磁気異方性を用い、強磁性共鳴の周波数シフトから、YIG 球の回転角度を読み出す方法を新たに提案した。回転の読み出し精度は磁気異方性に比例し、強磁性共鳴の線幅に反比例することから、強磁性共鳴が 1 MHz 程度と極めて狭い YIG は本手法に最適であると言える。本手法を用いることで、これまで回転計測法の中で最も主流であった光てこ法と比較して、同じ mm スケールの回転を 6 桁以上高精度に計測できるようになる。例えば、 $10^{-5}$  rad 程度の回転は、5 GHz の強磁性共鳴に対する 10 kHz の周波数シフトとして読み出すことができる。

開発した二つの手法を用いることで、Einstein によって予言されて以来 100 年間以上厳密な検証がされてこなかった Einstein de Haas 効果を検証できる可能性がある。Einstein de Haas 効果とは、強磁性体内部のスピンの緩和の際に、角運動量の遷移によって最終的に剛体が回転する現象のことである。将来的には、この Einstein de Haas 効果の量子制御を通じて、マイクロ波の量子状態を剛体の回転へと転写し、剛体の回転を量子レベルで制御できるようになると期待される。これは、マグネトメカニクス分野において初めて機械振動を読み出し・制御する方法を具体的に提案したことになる。

### 【代表的な原著論文情報】

なし