

## 磁場の量子計測に向けた低散逸軟磁性振動系の作製と実証

学習院大学理学部 助教 不破 麻里亜

本研究では、重力波分野で蓄積した技術を活かして、磁性体の機械振動を用いた磁力計を開発する。具体的には、軟磁性体球を懸架線で吊したねじれ振り子を作製し、磁気異方性によって軟磁性体が磁場の方向に回転するときの回転角度を量子レベルで計測することを目指す。新しく提案する磁気異方性読み出し法は、回転磁気異方性によって、強磁性共鳴周波数が回転角度に比例してシフトすることを利用する。これより、外部磁場の方向と変動を計測することができる。本手法はマイクロ波を用いた読み出しであるため、光を用いた従来の光てこ法と比較して、低温でも導入しやすい利点がある。これより系の熱雑音を落とし、量子レベルの磁性スピン信号を計測可能である。このように、機械振動子のスピンという材料特性を活かした回転の量子計測を実現し、**マテリアル量子オプトメカニクス**の基盤創生を目指す。

本研究で扱う軟磁性体磁力計は、剛体変位を剛体回転に、光共振器をマイクロ波強磁性共鳴に読み替えることで、重力波望遠鏡と同じ方程式で記述できる。申請者はこの類似性に着目し、同様に低散逸磁性体ねじれ振り子を作製することで、磁束密度の変動を高精度に読み出せるのではないかと考えた。このように本研究は、これまで独立に発展を遂げてきた物性物理分野と、重力波検出器から始まった量子計測分野を融合した分野融合型研究である。本研究によって、量子計測分野には、従来の物理系では困難だった計測を可能とする新たな計測方法をもたらす可能性がある。



図：軟磁性体磁力計の完成系

### 【実用化が期待される分野】

将来的に磁場の変動を 11 桁の精度で観測することで、量子状態である電子スピンにかかる相対論的な重力効果の有無を検証する。地球の重力場による時空の歪みによって、回転する剛体が傾く効果を測地歳差運動というが、この効果を磁性体内部の電子が受けて傾くと、磁場が偏極する。この磁場の変動を観測することによって、量子力学と相対性理論を統合する統一理論への理解を深めることができる。本研究で開発する高感度磁力計は、長さ 5 cm、太さ 1 mm 程度の小型なものであるため、磁気探知機として船舶などの乗物に搭載することで、鉄管・砲弾・凶器・沈船などの埋没磁性体の探査に利用できる。さらに  $\mu\text{Hz}\sim\text{mHz}$  の長期変動をモニターすることで、地磁気観測による気象変動予測に応用できる可能性がある。