

2023 年度年次報告書  
物質と情報の量子協奏  
2023 年度採択研究代表者

横内 智行

理化学研究所 創発物性科学研究センター  
ユニットリーダー

新規量子ビット実現に向けた量子スキルミオンの創出

## 研究成果の概要

本研究では、スキルミオンの巨視的量子トンネリングを観測し、その量子性を実証することを目指している。そのために、量子相転移近傍のスキルミオンに焦点を当て、交流磁場や交流電流を用いてスキルミオンのダイナミクスを励起し、緩和時間の温度依存性に基づいた議論を通じて、スキルミオンの巨視的量子トンネリングの観測を目指す。

本研究の前半では、圧力下で量子相転移を示すスキルミオン物質において、交流磁場で励起されたスキルミオンのダイナミクスを対象にしている。交流磁場で励起されたスキルミオンのダイナミクスの特性は、交流帯磁率測定により評価できる。そこで 2023 年度はまず、クランプ式の圧力セルで交流帯磁率を高感度に測定するための実験系を構築した。ここで、帯磁率測定において核心となる微小コイル作成を、当初予定していた自作から専門業者への外注に切り替えた。これにより微小コイルの精度が向上し、測定の精度や再現性、実験効率が大幅に改善された。

次に、構築した実験系を利用して帯磁率の測定を開始した。特に、様々な測定パラメータを最適化することで、圧力下において帯磁率の周波数依存性から緩和時間の温度依存性を系統的かつ高精度で評価する手法を確立した。そして、実際に量子相転移点から離れた圧力での帯磁率を測定し、緩和時間の温度依存性を見積もった。その結果、当初の予想通り、量子相転移点から離れた場合は、熱活性による緩和過程が主要なメカニズムであることを確認した。

今後は、圧力を変化させて量子相転移点に近づくにつれての緩和時間の温度依存性の振る舞いを詳細に調査し、スキルミオンの巨視的量子トンネリングの観測を目指す。