

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	ヒルシュベルガー マクシミリアン
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院工学系研究科 物理工学専攻
役職名	准教授
研究課題名	中心対称な金属におけるメロン・スキルミオン構造の開拓
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要 Summary of Research Results

本研究計画の 3 つ指針のうち、(a) 磁気渦 (スキルミオン) 構造と結晶格子の間の位相同期の研究、および (b) ファンデルワールス層状構造のスピンのヘリックスの研究で大きな進歩が得られた。

(a) について、 $Gd_3Ru_4Al_{12}$ でスキルミオンと呼ばれる磁気渦の周期格子を実現し、高感度の共鳴 X 線散乱を使用して、磁気周期がその下にある格子の周期にロックされていることを明らかにした。この位相同期には磁気異方性が不可欠であり、磁気渦のコアが格子の原子サイトの間に配置されていることがわかった。より大きな文脈としては、観測された磁気構造は、大きなスキルミオン渦格子 (周期約 10 ~ 100 nm) と単一単位胞の周期を持つ反強磁性体との間に位置する。今後、ひずみや圧力などの外力により磁気異方性を変化させ、ユニットセル内の異なる位置にあるスキルミオンコアによる 2 つの対応する状態間の遷移を制御することが期待される。

(b) について、層状材料 $DyTe_3$ におけるヘリ磁性秩序を実現し、論文にまとめた。主な成果は、中性子散乱によるサイクロイド構造の観測であり、そこでは磁気モーメントが電子ガスの電荷密度波 (CDW) 秩序にロックされている。CDW は結晶構造の局所的な歪みを引き起こし、磁気モーメントの局所的な方向に影響を与える。この効果にしては、さまざまな磁気相の存在、それらの磁気周期、およびそれらのスピン配列を説明する理論モデルを構築した。今後、 $DyTe_3$ を単層極限まで剥離すると、螺旋磁性体の二次元状態における位相揺らぎの役割などについての研究が可能となり、単層実験やツイストロニクス実験に適した層状磁性テルル化合物系における広大な材料探査へと発展することが期待される。

最後に、(c) のさまざまなスキルミオン渦配列間の変換の調査に関する研究は現在進行中である。