

2025年1月16日

円磁気二色性実験を通じて混晶系 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ におけるキラル磁性の起源となる元素を特定することに成功！ ～円磁気二色性実験の特性を利用した元素選択的磁気測定に成功～

九州工業大学大学院工学研究院基礎科学研究系的美藤正樹 教授らのグループは、混晶系キラル磁性体 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ の円磁気二色性実験を行い、元素選択的磁気測定に成功しました。

ポイント

- ・ 混晶系キラル磁性体 $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ の円磁気二色性実験に成功。
- ・ Fe と Co の隣接配置が強磁性発現に有利であることを実験的に明らかにした。
- ・ キラル磁性体のらせん磁気配置が Fe の軌道角運動由来であることを実験的に明らかにした。

キラリティを有する結晶が磁性体（キラル磁性体）になるとき、スピン磁気モーメントがらせん状に配置される。これを物理学的に説明しようとしたとき、軌道磁気モーメントとスピン磁気モーメントの相関が発端となるジャロシンスキー・守谷相互作用ベクトルの存在で説明します。キラル磁性体が磁場中に置かれたとき、磁気渦（スキルミオン）や孤立波（ソリトン）による秩序状態が安定化し、磁気メモリーなどの電子デバイスへの発展が期待されています。

このような背景のもとで、多くのキラル磁性体が研究されています。しかし、それらのキラル磁性の起源である軌道磁気モーメントつまり軌道角運動量の存在やその大きさは評価されずにいました。特に混晶系の $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ には二つの磁性元素 Fe と Co があり、らせん磁性配置には両方のスピン磁気モーメントが参加しています。実際、FeSi も CoSi も非磁性体であり、 $0.05 < x < 0.80$ の領域で磁気秩序（らせん磁気秩序）が発現します。

通常の磁気測定方法では、Fe と Co の磁気モーメントを区別せず、それらの総和を観測します。しかし、円偏光された X 線を利用した円磁気二色性実験は、各元素のエネルギー吸収端が違うことから、元素選択的に磁気モーメントを評価でき、軌道磁気モーメントとスピン磁気モーメントを区別することが可能です。今回、 $x=0.25, 0.50$ の $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$ の円磁気二色性実験を通じて、Fe と Co の両方のスピン磁気モーメントが隣接することで非磁性から磁気活性状態に変化することと、らせん磁性の安定度と Fe の濃度に関係性があることから Fe の軌道磁気モーメントがらせん磁性の発現の鍵になっていることを実験的に明らかにしました。

本研究成果を発表した論文は米国物理学会誌「Physical Review B」において、2025年1月16日にオンラインで公開され(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.111.024412>)、その特出した研究成果のため“Editors’ Suggestion”に選出され、Highlights ページ (<https://journals.aps.org/prb/highlights>) において紹介されています。