

【基盤研究(S)】

理工系(数物系科学)

研究課題名 フラストレーションが創るスピントクスチャ



大阪大学・大学院理学研究科・教授

かわむら ひかる
川村 光

研究課題番号: 17H06137 研究者番号: 30153018

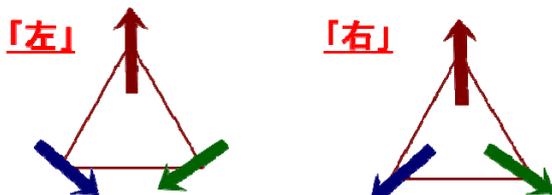
研究分野: 数物系科学

キーワード: 磁性、フラストレーション、スピントクスチャ、 Z_2 渦、スカーミオン

【研究の背景・目的】

「フラストレーション」という語は、物理学分野では、様々な最適化条件が互いに競合し系がそれらを同時に満たすことが出来ないような状況を指して使われる。フラストレーション系は自明な安定状態を取りにくいので、大きな揺らぎを発現したり、非フラストレーション系では見られない新しいタイプの秩序や熱力学相、巨大応答を示す。

本研究では、磁性体をターゲットとする。磁性体をミクロに見ると、原子分子レベルの小さな磁石「スピン」が莫大な数集まって出来ている。通常なら、低温ではスピンは互いに同じ向きを向くか(強磁性体)、あるいは互いに逆向きを向く(反強磁性体)。しかし、3角形の頂点に反強磁性的なスピンの位置する場合には、スピンが互いに逆向きに向うとしても不可能である。このような「フラストレーション磁性体」では、しばしば、スピンは平行でも反平行でもなく、互いに傾いた、いわば「曲がった」構造を取る。このようなフラストレーション誘起の曲がったスピン構造の特徴として、スピン配置に「右回り」か「左回りか」の区別が生じるという点があり(図)、このような右・左の自由度は、「カイラリティ」と呼ばれる。フラストレーション磁性体では、このような「右」と「左」の状態が、お互い同じエネルギーを持っている。

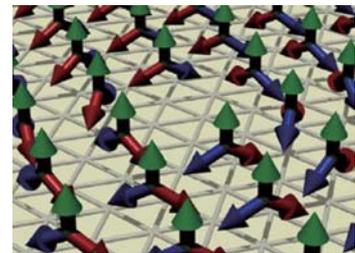


【カイラリティ -】

【カイラリティ +】

フラストレーションが創る「曲がった」スピン構造には、実は多彩なバリエーションがある。本基盤S研究では、このうち、「 Z_2 渦」と「スカーミオン」と呼ばれる2つのスピン構造体を取り上げる。どちらもトポロジカル安定なナノスケールの「スピントクスチャ」で、カイラリティ自由度を内包している。図に示した Z_2 渦は今から30年以上前に研究代表者らの理論研究によってフラストレーション磁性体においてその存在が指摘されたものである。スカーミオンは近

年極めて活発な研究が展開されているが、これら従来型のは右・左がエネルギー的に非等価な「反対称的スカーミオン」である。本研究で着目する「対称的スカーミオン」は、従来型とは異なった性質を持つと期待される。



本基盤S研究では、フラストレーション磁性体を舞台に、カイラリティ自由度に伴う豊富な自由度を持つフラストレーション誘起のスピントクスチャの織り成す新奇な相構造やダイナミクス、輸送現象を、理論と実験の密接な連携によって明らかにする。

【研究の方法】

研究代表者らの理論予想をベースに、零磁場下および高磁場下の弾性・非弾性中性子散乱とX線散乱測定を行う。局在スピン系に対するスピンドイナミクス・シミュレーションの結果やバルク測定結果と比較検討しつつ、一連の3角格子絶縁体物質等を対象に Z_2 渦や対称的スカーミオンの存在を確立する。合わせて、金属物質も含めた新物質探索と合成を行い、輸送測定や電磁応答測定等も併用して、フラストレーション誘起のスピントクスチャが織り成す新奇物性の全貌を明らかにする。

【期待される成果と意義】

統計物理、物性物理における基盤的な学理を発展・深化させるとともに、将来のスピントロニクスにおける要素技術を導く可能性も探る。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・川村光著:「スピンと磁性 — 現代物理学のエッセンス」サイエンス社, 2016.
- ・T. Okubo, S. Chung and H. Kawamura, Phys. Rev. Letters, **108**, 017206-(1-5) (2012).

【研究期間と研究経費】

平成29年度-33年度 165,300千円

【ホームページ等】

<http://thmat8.ess.sci.osaka-u.ac.jp/fstex/>