

放射光軟 X 線吸収による拡張磁気多極子の検出と可視化

Detection and Visualization of Extended Magnetic Multipoles

Using Synchrotron Soft X-ray Absorption

NIMS-CBRM¹, 東北大 SRIS² °山崎 裕一^{1,2}CBRM, NIMS¹, SRIS, Tohoku University², °Yuichi Yamasaki

E-mail: YAMASAKI.Yuichi@nims.go.jp

近年、磁性およびスピントロニクス材料の研究において、スピンや軌道角運動量といった単純な双極子モデルを超える磁気多極子の存在が注目されています。特に、複数の磁性サイトによって構成される拡張磁気多極子の概念は、物質の電子的および磁気的特性を深く理解する上で重要であり、スピン軌道相互作用やトポジカル性に起因する新奇現象の鍵を握るとされています。このような磁気多極子が新たな材料特性を創発する可能性を追求するためには、電子状態を計測・可視化し、磁場や電流といった外場への応答を解明することが有効です。本講演では、放射光軟 X 線吸収分光法を用いて拡張磁気多極子の特異な信号を検出し、その空間分布を可視化する手法を紹介します。

軟 X 線吸収分光法は、元素選択性に優れるだけでなく、磁気円二色性 (XMCD) や磁気直線二色性 (XMLD) を組み合わせることで、従来の手法では検出が困難だった磁気多極子の寄与を分離することが可能です。例えば、カゴメ格子上の 120 度反強磁性体では、異方的な磁気双極子項が完全に打ち消されずに存在し、X 線磁気円二色性によって直接観測できることを理論的および実験的に実証することに成功しました [Fig. 1]。異方的な磁気双極子項は、スピノールと軌道多極子の角運動量の合成から導出される磁気双極子の一種であり、スピンや軌道角運動量と同様の物性量です。これは界面における磁気異方性と関連する物理量として知られていましたが、近年ではホール効果や磁気光学効果の起源としても注目されています。

本講演では、X 線吸収を用いて検出可能な磁気多極子について紹介するとともに、具体的な測定例、理論的予測、さらに伝導度などのマクロ物性との関連性について議論します。

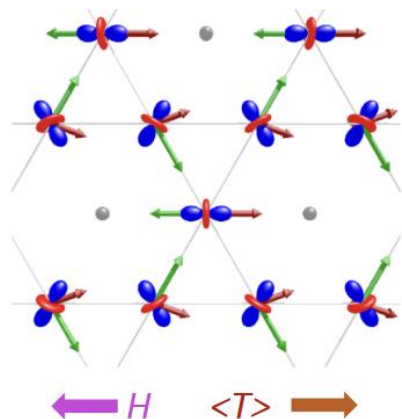


Fig. 1: Ferroic order of anisotropic magnetic dipole moment $\langle T \rangle$ in the 120-degree antiferromagnetic order on the Kagome lattice. Y. Yamasaki *et al.*, Journal of the Physical Society of Japan 89, 083703 (2020)