キラル磁気秩序の物理と応用

Physics and Spin Electronic Applications of Chiral Magnetic Orders

大阪府大工 [1]，グラスゴー大物理天文 [2]，JST さきがけ [3]，○戸川 欣彦 [1, 2, 3]
Osaka Pref. Univ. [1], Univ. of Glasgow [2], JST PRESTO [3], ◦Yoshihiko Togawa [1, 2, 3]
E-mail: y-togawa@pe.osakafu-u.ac.jp

キラル磁性体は、“左手と右手”や“左水晶と右水晶”のように、互いに鏡で映しあうが両者を重ね合わせることができない形態、「キラリティ（掌性）」を持つ磁性結晶のことをいう。キラリティは左手系と右手系を特徴付ける対称性に関する概念であり、ケルビン卿が 1884 年の Baltimore Lectures においてギリシャ語で掌を意味する“$\chi\varepsilon\iota\rho$”にちなんで命名した。キラリティは素粒子から生体系までの自然界のさまざまな現象における基本過程の根底で普遍的に見出され、物質に機能を宿す。例えば、キラルなネマクテック液晶やコレステリック液晶は特異な光学活性のような興味深い機能を示す。これは、電子がキラルな原子・分子配列の骨格の中を動き、キラル対称性に基づく特異な物理的性質を獲得することによる。キラル磁性体においても同様に特異な物性が現れることが期待される。

我々はキラル磁性結晶に固有に現れる“キラルスピンソリトン格子”に着目し、そのスピン位相を制御することを目指して研究を進めている。キラルソリトン格子は、スピンがらせん状に周期配列したキラルな磁気秩序であり、その配列に対して位相を定義することができる。その周期はらせん軸に垂直な磁場を用いて変えることができ、また、結晶欠陥などの外的擾乱に対して極めて強靭かつ安定に振舞う。これらの特性はキラルソリトン格子が結晶キラリティにより頑強に保護され巨視的スピン位相コヒーレンスを示すことに由来している。

本講演では、キラル空間群に属する層状カルコゲナイト単結晶 $CrNb_3S_6$ におけるキラルソリトン格子に関する実験結果を紹介する。透過型電子顕微鏡法を用いた実空間および逆空間での精密磁気構造解析や磁気抵抗計測を通じ、キラルソリトン格子が周期性・非線形・非対称・トポロジカルといった固有の性質を持つことが明らかになってきている。これらの特性を反映して発現する物性を理解し活用すれば、キラルソリトン格子に特有のスピン位相を制御することが可能になるであろう。将来的にはスピン位相コヒーレンスを利用した新しいスピンエレクトロニクス応用が期待されうる。なお、本研究は、独立行政法人日本学術振興会の「研究拠点形成事業（A. 先端拠点形成型）」の支援を受けて実施している。

参考文献

１． Y. Togawa *et al*., Phys. Rev. Lett. **108**, 107202 (2012).
２． Y. Togawa *et al*., Phys. Rev. Lett. **111**, 197204 (2013).
３． Y. Togawa *et al*., Phys. Rev. B **92**, 220412(R) (2015).
４． Y. Togawa *et al*., submitted.

© 2016年 応用物理学会