

熱勾配によるスキルミオンのラチェット回転と トポロジカルマグノンホール効果

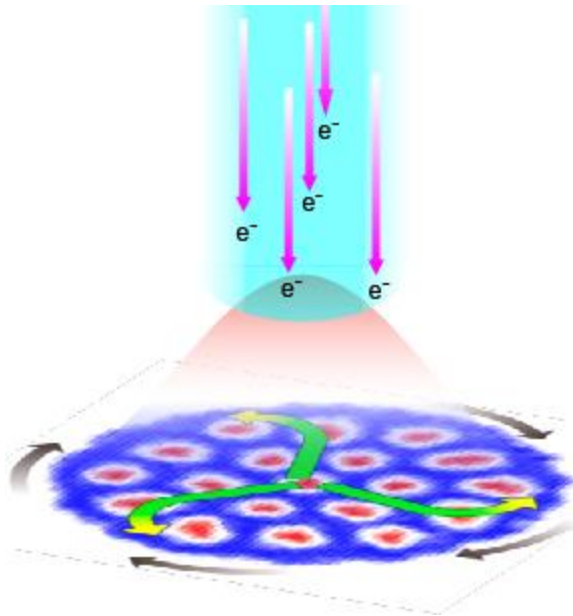
望月維人^{A, B}, 于秀珍^C, 関真一郎^{B, C, D}, 金澤直也^D, 小椎八重航^C, J. Zang^E,
M. Mostovoy^F, 十倉好紀^{C, D}, 永長直人^{C, D}

青学大理工^A, JST さきがけ^B, 理研 CEMS^C, 東大工^D, Johns Hopkins 大^E, Groningen 大^F

Thermally-driven Ratchet Rotation of Skyrmions and Topological Magnon Hall Effect

キラル強磁性体では、磁化を巻こうとする Dzyaloshinskii-Moriya 相互作用 (DM 相互作用) と、磁化を平行に揃えようとする強磁性相互作用が強く競合し、磁場下で磁化の渦状構造であるスキルミオンが発現する。このようなキラル磁性体 (MnSi, Cu₂OSeO₃) の薄膜試料において、面直下向きに磁場を印加した場合に現れるスキルミオンをローレンツ透過型電子顕微鏡で観察したところ、スキルミオンが自発的に一定方向 (時計回り) に回転する現象を発見した。本研究では、この「スキルミオンのラチェット回転」を引き起こす物理的機構を数値シミュレーションや解析的な理論計算によって明らかにしたので報告する。

具体的には、キラル磁性体の微視的なスピンモデルと磁化の時間発展方程式 (LLG 方程式) を用いて、有限温度の磁化ダイナミクスを数値シミュレーションしたところ、電子線照射が引き起こすと期待される微小な同心円状の温度勾配を仮定することで、実験で観察されたスキルミオンの一方向の回転が再現できた。



さらに、詳細な理論解析により、熱的に励起されたマグノンが温度勾配に沿って高温の電子線スポット中心から外側に向かう拡散的な流れ (マグノン流) が、トポロジカル磁気テクスチャであるスキルミオンの作る仮想的な磁束によって曲げられ (トポロジカルマグノンホール効果)、その反作用によってスキルミオンの回転運動が駆動されていることを明らかにした。

M. Mochizuki *et al.*, Nature Materials 13, 241-246 (2014).