

マルチフェロイック Cu_2OSeO_3 におけるスキルミオン格子の電場制御

岡村嘉大

東京大学工学系研究科

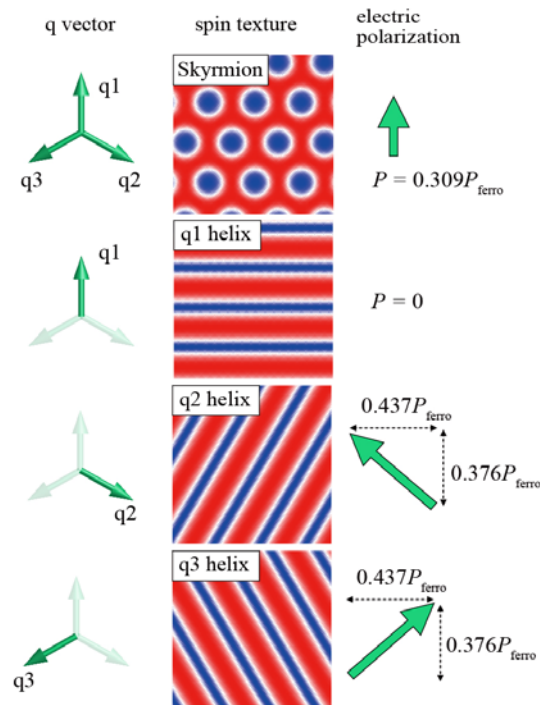
近年、スキルミオンと呼ばれる電子スピンのあらゆる方向をもつような渦状の磁気構造がキラルな結晶構造を持つ物質において実現していることが発見された。このスキルミオンは、その特殊なスピン配列由来の多彩な電気磁気応答を示すために学術的な興味を持たれている一方で、次世代メモリの有力な候補として応用的な観点からも注目を集め、世界的に研究が行われている[1]。

特に、デバイス応用においてスキルミオンの生成消滅は必要不可欠な機能であり、これに向けてスキルミオンの安定性の制御は重要な課題である。最も有力な手段の一つとしては、外場印加によって磁気異方性を導入し、各磁気相のエネルギーを変化させることである。事実、バルク試料のカイラルらせん磁性体において圧力や電場を印加することによる、スキルミオンとコニカル相のスイッチングが報告されている。例えば、マルチフェロイックとしての性質をもつ Cu_2OSeO_3 のバルク試料においては、電場を印加することで電気磁気結合を通して一軸磁気異方性を誘起させ、スキルミオンの安定性の制御が可能である[2, 3]。これらの相転移ダイナミクスは、これまでの実験では物質や外場の詳細によらず共通であるが、理論的には異方性の形に依存して様々な磁気相が現れるなど、潜在的には多彩な相転移ダイナミクスを示す可能性がある。しかしながら、バルク試料における研究では、おそらく安定なコニカル相の存在のために、そのような磁気構造の実現は報告されていなかった。

本研究では、共鳴軟 X 線小角散乱 (KEK-PF、BL-16A) を用いることで、薄膜試料での電場誘起相転移ダイナミクスを調べた。薄膜試料ではバルク試料に比べてコニカル相が不安定化しているために、先行研究とは異なるダイナミクスが期待できる。電場を印加することで、スキルミオンによる六回対称の回折図形が電場の符号に依存して回折強度が異方的に変化した。強度や半値幅の電場依存性からスキルミオンと様々な方向のらせん磁気構造のドメインの分布の変化として理解できることがわかった (図)。また、それぞれの磁気構造について電気分極の大きさを計算し、観測された散乱強度の変化とコンシステントであることを確認した。特に、正電場で観測されたらせん磁気構造は、電場下で必ずしも最安定ではないことから、相転移ダイナミクスが自由エネルギーに加え磁気構造の変形過程にも依存していることが示唆された。講演ではさらに、ストレインによる磁気異方性の効果についても言及する予定である。

Reference

- [1] N. Nagaosa & Y. Tokura, Nat. Nanotechnol. **8**, 899 (2013).
- [2] S. Seki, *et al.*, Science **323**, 915 (2015).
- [3] Y. Okamura, *et al.*, Nat. Commun. **7**, 12669 (2016).



図：スキルミオン、様々な方向のらせん磁気構造。またそれぞれの磁気構造に対応する q ベクトルと電気分極。