

電流駆動スキルミオンダイナミクスの理論的研究

東大工^A, 理研 CMRG&CERGB^B

岩崎惇一^A, 望月維人^A, 永長直人^{A,B}

Theory of current-driven motion of Skyrmions and spirals in helical magnet

Dept. of Applied Physics, Univ. of Tokyo^A CMRG&CERG, RIKEN-ASIB^B

Junichi Iwasaki^A, Masahito Mochizuki^A, Naoto Nagaosa^{A,B}

B-20 型などの結晶構造を持つカイラル磁性体中のスピンは、強磁性交換相互作用、外部磁場との Zeeman 相互作用に加えて、空間反転対称性の破れから生じる Dzyaloshinskii-守谷相互作用が働く。これらの相互作用の拮抗により、スキルミオンという渦状のトポロジカルなスピン構造や、それらが三角格子を組んだスキルミオン結晶が実現する。スキルミオンは高密度省電力データデバイスへの応用が期待されているが、そのためには電流ダイナミクスの理解が必要不可欠である。カイラル磁性体中のスキルミオンは、その存在の発見からまだ日が浅いこともあり、その基礎理論はいまだ構築されていない。

我々は、スキルミオン結晶、およびヘリカル磁性相の不純物の存在下での電流駆動ダイナミクスを、Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式を数値的に解くことにより調べた。まず、ピン止め効果の閾値電流がスキルミオン結晶ではらせん磁性相と比べて圧倒的に小さいという実験事実を確かめた。そして、内的ピン止め効果、外的ピン止め効果を分けて考察することで、(i)ヘリカル磁性相には強い内的ピン止め効果が働く一方、スキルミオン結晶にはまったく働かない、(ii)スキルミオンには変形の自由度やピン止め中心を避けながら運動する自由度があるため、ヘリカル磁性や強磁性ドメイン壁に比べて圧倒的に外的ピン止め効果を受けにくい、という2つのメカニズムを発見したので報告する。

さらに、シミュレーションで観察した変形を伴うスキルミオン結晶の電流駆動ダイナミクスを中性子散乱実験で確認する方法を提案する。

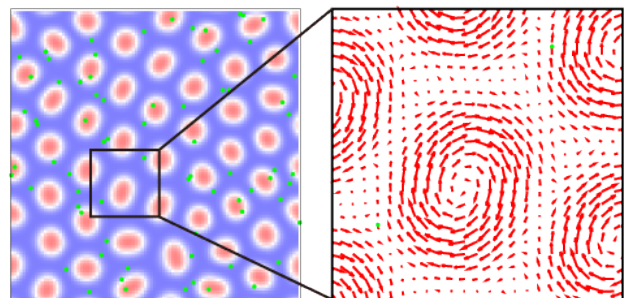


図. スキルミオン結晶の歪み