

物性・原理

2013/09/17

ナノスケールのスピントロニクス「スキルミオン」を利用したマイクロ波整流効果を発見 ～マイクロ波応答の新原理を実証～

東京大学と独立行政法人 理化学研究所(理研)は2013年9月2日、東京大学大学院工学系研究科の十倉好紀教授(理研併任)と岡村嘉大大学院生、賀川史敬講師らの研究グループが、電子スピンの渦巻であるスキルミオンが磁気共鳴を起こす際に吸収されるマイクロ波の量がマイクロ波の伝搬方向によって変わるという現象の観測に成功したと発表した。本成果は、最先端研究開発支援プログラム「強相関量子科学」の事業の一環として得られ、英国科学誌*Nature Communications*のオンライン版で公開された(注)。

電子スピンは規則的な配列によって磁性を発現させる一方、複雑なスピン配列により付加的な機能性を生じさせる。その中で、スピンの渦巻き状に配列した「スキルミオン」が特殊な結晶構造を持つ磁性体中において発見され、数十nmの大きさで粒子としての性質を持つため、次世代記憶素子の情報担体としての可能性が指摘された。このため、その学術基盤構築、応用に向け、新奇な外場応答の探索が進められている。

研究グループは、ある磁場温度域になるとスキルミオンが発現する物質 Cu_2OSeO_3 に着目した。マイクロ波振動磁場によりスキルミオンが回転運動する磁気共鳴を起こすことがすでに報告され、磁性と誘電性の共存するマルチフェロイクスの性質を有するので、振動電場によっても磁気共鳴を起こせる可能性がある。さらには、振動磁場、振動電場に対して同時に磁気共鳴を起こせば、両者の干渉効果によってマイクロ波の伝搬方向に依存した共鳴の強さやマイクロ波の吸収量の変化という電気磁気光学効果の発現が期待される。

Cu_2OSeO_3 は温度57Kで磁場を加えるとスキルミオンが発現するので、研究グループはこの温度において、10MHzから4GHzまでのマイクロ波の吸収スペクトルを測定した。スキルミオン相に対応する300Oeの磁場を加えた時に磁気共鳴吸収ピークが観測され、電磁波の伝搬方向を変えて測定した吸収スペクトルの差スペクトルは有限値を示した。さらに磁場の向きを反転させると、吸収の差スペクトルも符号が反転しており、理論検討と組み合わせてこの現象がスキルミオンの持つ磁化方向とマイクロ波の伝搬方向の相対関係で決まっていることが分った。これらの結果からマイクロ波の伝搬方向に依存して吸収率が変化するという新規性能が実証されたとしている。

今回の成果は、電気磁気光学効果を利用したマイクロ波整流を初めて実証したもので、従来のアインレータとは異なるマイクロ波整流デバイスの可能性を示唆する。また、絶縁体中スキルミオンの電場応答性を実証したという側面も持ち、ジュール発熱を伴わない超低消費電力の磁気記憶・演算素子の開発や、電界で透磁率を制御可能なインダクタといったデバイスにも貢献できないかと、研究グループは期待している。

(注) Y. Okamura, F. Kagawa, M. Mochizuki, M. Kubota, S. Seki, S. Ishiwata, M. Kawasaki, Y. Onose, and Y. Tokura, "Microwave magnetoelectric effect via skyrmion resonance modes in a helimagnetic multiferroic", *Nature Communications*, Vol. 4, Article number: 2391 doi:10.1038/ncomms3391 Published 30 August 2013

関連リンク

- ・ <http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/release/2013/2013090201.html>
- ・ <http://www.t.u-tokyo.ac.jp/etpage/release/2013/2013090201.html>

このサイトは、文部科学省のナノテクノロジープラットフォーム事業の下、(独)物質・材料研究機構が運営しています。
© 2002-2016 National Institute for Materials Science. All rights reserved.