



半導体デバイス
次世代半導体技術
カーエレクトロニクス
産業機器/ロボット
組み込み/IoT
スパコン/HPC
計測機器
エネルギー
医療/バイオ
サイエンス
宇宙・航空
ものづくり
動画ニュース
OKIデータ・インフォテック

ニューストップ > テクノロジー > 次世代半導体技術

## 東大、ナノスケールのスピントロニクスを利用したマイクロ波整流効果を発見

日野雄太 [2013/09/04]



東京大学は、物質中に生じるスピンの渦であるスキルミオンが、マイクロ波の吸収量がその伝搬させる向きに依存して変化するという機能性を有することを発見したと発表した。

同成果は、同大大学院 工学系研究科の岡村嘉大大学院生、賀川史敬講師、同大 理化学研究所 創発物性科学研究センターの十倉好紀センター長らによるもの。科学技術振興機構(JST) 戦略的創造研究推進事業個人型研究(さきがけ)の関真一郎博士、東京大学の川崎雅司教授らと共同で行われた。詳細は英国科学誌「Nature Communications」に掲載された。

最近、スピントロニクスの研究は、省電力メモリ素子の構築などを目的として、電子のスピンの自由度を活用した現象についてなど、盛んに行われている。中でも、スピンの織りなす複雑な磁気構造は、豊かな物性を示すことが知られており、スキルミオンと呼ばれる電子スピンの作るナノスケールの渦が注目されている。スキルミオンは構成するスピンのあらゆる方向を向き、粒子的な形状をしているため、次世代の演算、記憶素子における情報担体として利用できる可能性が指摘されており、現在、スキルミオンの制御手法の確立やスキルミオンを基盤としたデバイスの構築へ向けて、新奇な応答や機能性の探索が盛んに行われている。

高速スイッチングと  
高い駆動能力5A/chを両立

MOSFET用2chゲートドライバIC  
EiceDRIVER™ 2EDNファミリー

> 詳しくはこちら



今回の研究では、マイクロ波(GHz)領域におけるスキルミオンの電磁波応答に着目した。これまでの研究から、スキルミオンに特定の周波数のマイクロ波を照射することで、スキルミオンが磁気共鳴(反時計回りの回転運動)を起こすことが知られている。磁気共鳴は、GHzと周波数が高いために高速のダイナミクスが期待され、実際に強磁性体においては磁気共鳴を用いることで磁化の制御にも活用されている。また、GHzの電磁波は、電子レンジに用いられていることはよく知られているが、この他にも無線通信や無線送電などにも応用されており、汎用性の高い電磁波である。これに対し、スキルミオンという特殊な磁気構造がマイクロ波領域でどのような機能性を有するのかは明らかになっていなかった。

研究グループは、スキルミオンの新たな電磁波応答を探索する上で、ある磁場温度域になるとスキルミオンが発現する物質 $\text{Cu}_2\text{OSeO}_3$ に着目。同物質はマイクロ波を照射すると、その振動磁場成分と相互作用し、スキルミオンが回転運動する磁気共鳴を起こすことがこれまでの研究から報告されているほか、マルチフェロイクスとしての性質を有するので、振動磁場だけでなく振動電場によっても磁気共鳴を起こせる可能性があるという。

さらに、振動磁場、振動電場のそれぞれと相互作用し同時に磁気共鳴を起こすことができれば、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、それに伴う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とのことで、同物質がスキルミオンのGHz帯の機能性を探索するのに最適な素材であるとの判断から、スキルミオン相におけるマイクロ波応答の調査が行われたという。

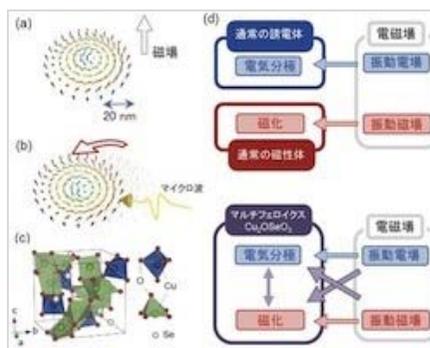


図1 (a)スキルミオンの概念図。(b)スキルミオンの磁気共鳴の概念図(反時計回り回転モード)。(c) $\text{Cu}_2\text{OSeO}_3$ の結晶構造。(d)通常の誘電体、磁性体とマルチフェロイクスの比較の概念図

具体的には、磁場を加えていくと中間磁場でスキルミオンが発現する温度(57K、-216°C)において、10MHz~4GHzのマイクロ波の吸収スペクトルを測定。スキルミオン相に対応する300 Oe(磁場の強さを表す単位)の磁場を加えた時の吸収スペクトルが図2(a)であり、ピークが観測され、磁気共鳴が起こっていることが分かった。

これまでの研究から、低周波側のピークがスキルミオンの磁気共鳴(反時計回り回転モード)に対応していることが報告されていたが、図2(b)のように、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を示したものが図2(c)であり、+300 Oeのデータにおいて、吸収の差スペクトルは有限値を示し、マイクロ波の吸収量がマイクロ波の照射方向に依存していることが判明したほか、磁場の符号を反転させると(-300 Oe)、吸収の差スペクトルも符号が反転しており、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かった。

これらの実験結果について研究グループでは、マイクロ波の伝搬方向に依存してその吸収率が変化するという、マイクロ波領域における新規性能を実証したものと説明している。

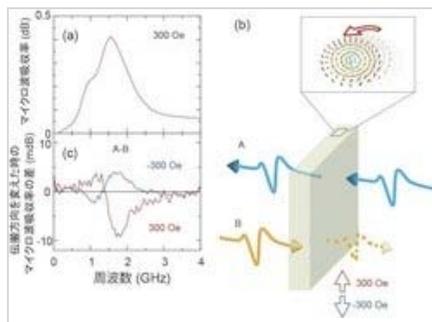
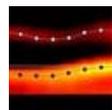


図2 (a)スキルミオン相(57K、300 Oe)におけるマイクロ波吸収スペクトル。(b)今回の研究の概念図。伝搬方向によってマイクロ波の伝搬率(吸収率)が異なる。(c)伝搬方向を変えた際のマイクロ波の吸収の差。それぞれ赤線、青線は300 Oe、-300 Oeのときのデータ

今回の成果と同様の機能性を持つマイクロ波素子としてファラデー効果を利用したマイクロ波アイソレータなどが知られているが、電気磁気光学効果を利用したマイクロ波整流の実証は今回が初めてであり、この新たな原理を用いることで従来のものとは異なるマイクロ波整

流デバイスの実現できる可能性が示唆されたと研究グループはコメント。また、今回の結果は、絶縁体中スルミオンの電場応答性を実証したという側面も持つことから、ジュール発熱によるエネルギー損失を伴わない超低消費電力な磁気記憶・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寄与することが期待されるともコメントしている。

#### 関連記事



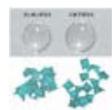
東大、銅酸化物の高温超伝導が生まれる過程に新しい電子構造を発見  
[2013/8/23]



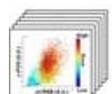
東大、完全な光量子ビットの量子テレポーテーションに成功  
[2013/8/15]



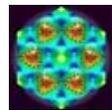
東大など、テラヘルツ光で電場の向きと大きさの時間変化を自在に制御  
[2013/8/13]



東大など、希土類酸化物とニオブ酸化物を原料とした超高屈折率ガラスを開発  
[2013/8/6]



東大、シャノンの情報理論を用いて細胞の情報伝達がロバストであること発見  
[2013/8/6]



東大、ポストグラフェンとして注目の材料WSe2に新しい機能を発見  
[2013/8/5]

#### 関連サイト

東京大学

#### IT製品 "比較 検討" 情報

製品情報  
IT Search+  
マイナビニュース  
セミナー  
Google  
アナリティクス入門  
開催日: 2016年4月13日(水)

マイナビニュース スペシャルセミナー 第7回  
クラウド時代の  
“要求定義”  
完全攻略ガイド  
開催日: 2016年4月20日(水)  
会場: マイナビビルーム9F-A

マイナビニューススペシャルセミナー 第8回  
FinTechのもたらす  
インパクト  
5/11(水)  
会場: マイナビビルーム9F-A