



CHIBA
UNIVERSITY



金沢大学
KANAZAWA
UNIVERSITY



東京大学
物性研究所

プレスリリース

平成28年7月6日
千葉大学 大学院融合科学研究科
金沢大学 理工研究域
東京大学 物性研究所

鏡面で操る電子の動き ～ミラーが映すデバイスのミライ～

本研究は、千葉大学大学院融合科学研究科の坂本一之教授の研究グループを中心に、金沢大学理工研究域の小田竜樹教授のグループと東京大学物性研究所の矢治光一郎助教のグループをはじめとした国際共同研究チーム（日本・韓国・ドイツ・イタリア）により実行された。

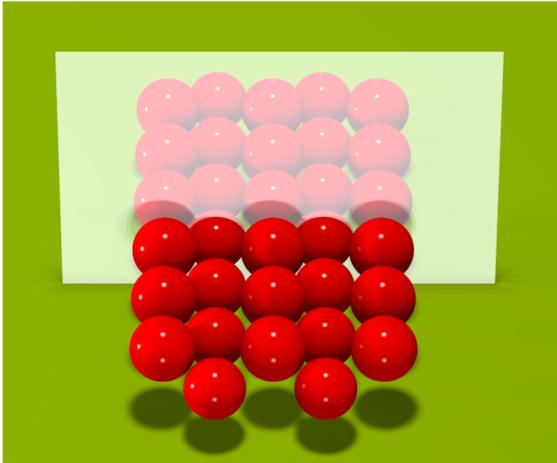
研究チームは、**鏡面を1つだけ有する試料の作製に成功**し、対称性が鏡面のみで回転対称のない（通常試料は回転対称性を有しているが本研究で得た試料はその対称性がない）同試料で**磁石の起源である電子スピンの動きが制御**できる可能性を示した。本結果は、対称性と電子スピンの相関という**基礎科学的**重要性のみでなく、使用している材料が現在のほとんどの半導体デバイスに用いられているシリコンであることから、**現有のシリコンエレクトロニクスデバイス技術を活かした次世代のシリコンスピントロニクスデバイスへの橋渡し**となり、今後**ウェアブル端末などの新規情報端末機器の開発を加速**させる産業界的重要性をも有する。

今後、爆発的に増え続ける情報量に対処できる端末機を実現するには、次世代新規半導体デバイスの構築が不可欠である。現在の半導体デバイスでは、情報伝達は電子の電荷の性質の流れ（電流）が担っているが、これを制御するには多くのエネルギーが必要であり、固体中の欠陥や不純物による散乱で流れも阻害され、効率が低下するという問題がある。電子のスピンの性質の流れ（スピン流）を用いる半導体スピントロニクスデバイスは、より少エネルギーでより多くの情報の制御が可能となるが散乱による効率の低下問題が残っている。スピン流の流れる方向を制御できる試料の作製は、この散乱問題を解消するのに不可欠である。今回、**対称性として鏡面のみを有する結晶の作製に成功し、同試料で電子スピンの動きを制御できることがわかった**。散乱問題の解決が省エネルギー消費に直結することと、エレクトロニクスデバイスにはないスピンの情報加わることから、本結果は、**高効率・省エネルギーの半導体スピントロニクスデバイス開発への道を切り拓くものである**。さらに、試料にシリコンを用いたことで**現在の半導体産業技術をベースとして新しいスピントロニクスデバイスへのスムーズな移行**が大きく期待できる。

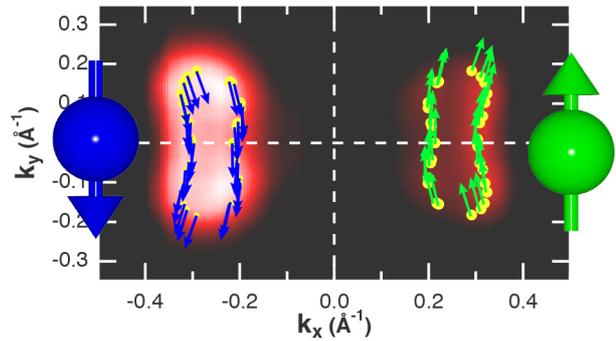
本研究成果は、鏡面を1つだけ有する試料では電子スピンの動きを制御することができ、その結果、**散乱を抑えた高効率・省エネルギーのシリコンスピントロニクスデバイスの開発が強く期待**できることを示すものである。

本研究成果は、平成28年6月30日（木）発行の米科学誌「Physical Review Letters」にオンラインで掲載された。<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.117.016803>

“Nonvortical Rashba Spin Structure on a Surface with C_{1h} Symmetry”
Physical Review Letters 117, 016803 (2016).



鏡面が1つだけある構造、本研究で作製した試料の概略図

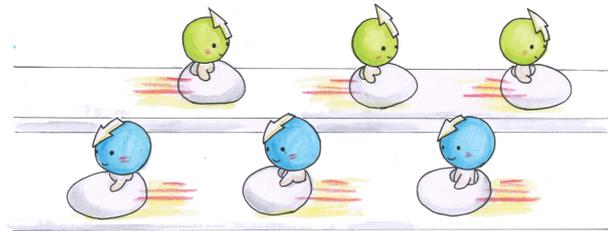
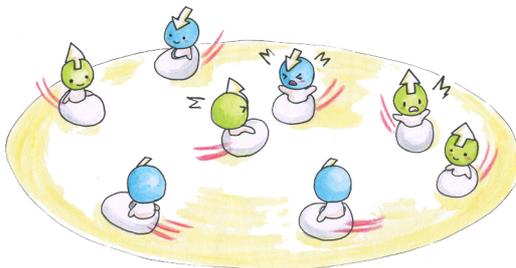


鏡面があることにより、左半分の電子スピンはすべて下方向を向き、右半分は上方向を向く

©千葉大学坂本グループ 2016

[参考資料]

1. 非磁性体のシリコンで電子スピンの性質が活用できるのは、スピン軌道相互作用により固体表面や界面などの二次元電子系で発現するラシュバ効果に因る。また、本研究で用いたのは対称性を利用した特異なラシュバ効果であり、通常のラシュバ効果では電子スピンは 360° すべての方向を向く。上右図のように電子スピンの向きが限られていることは、散乱の影響を受けにくいことを意味している。
2. 通常のラシュバ効果では電子スピンの作る曲線構造の中心は原点となるが、鏡面对称性によって作られる上右図のような原点に中心を持たない特殊曲線構造は、スピン流の方向が制御できることを意味している。
3. 本研究結果の概念図



©千葉大学坂本グループ 2016

通常のラシュバ効果では電子スピンはすべての方向に動けるため散乱（衝突）の影響を受けやすいが（左図）、方向を制御すれば効率よく流れることができる（右図）。

≪本件に関するお問い合わせ先≫
 千葉大学 大学院融合科学研究科 教授 坂本 一之
 Tel: 043-290-3924 (090-5599-1577), Fax: 043-290-3924
 e-mail: kazuyuki_sakamoto@faculty.chiba-u.jp

 金沢大学 理工研究域 教授 小田 竜樹
 Tel: 076-264-5676, Fax: 076-264-5740
 e-mail: oda@cphys.s.kanazawa-u.ac.jp

 東京大学 物性研究所 助教 矢治 光一郎
 Tel: 04-7136-3405, Fax: 04-7136-3283
 e-mail: yaji@issp.u-tokyo.ac.jp

記載されている全ての図の著作権は千葉大学大学院融合科学研究科坂本グループに帰属します