

PRESS RELEASE (2026/10/28)

極薄イリジウムマンガン層によるスピン輸送の増強

島状構造がスピン流の高効率輸送を実現

ポイント

- ① 情報量の急増に伴い、低消費電力で動作する次世代情報デバイスの実現が求められている。
- ② 極薄のイリジウムマンガン層を挿入するとスピン流の伝播効率が向上し、その要因が島状構造にあることを解明。
- ③ メカニズム解明に近づいたことで、元来微弱なスピン流を使いこなす指針が立った。

概要

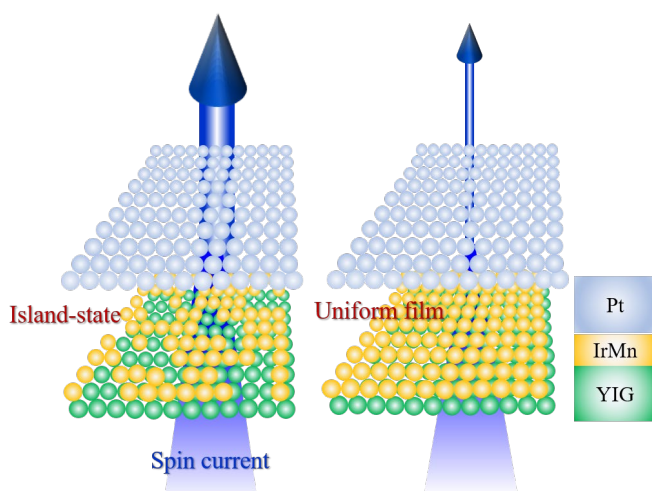
電子の角運動量の流れで説明されるスピン流は、電子自体の動かない流れとして新しい超高度情報社会を担う有力候補として期待されています。スピン流は電流などエレクトロニクスで用いる一般的な物理量に置き換えて使いますが、その変換効率は現状低いため、大きな改善の余地がありました。

今回、磁石になる物質である磁性体と磁石につかない非磁性体の界面に着目し、1 原子層レベルの極薄層を挿入することで、スピン流の伝播効率が上がることを示しました。

九州大学大学院システム情報科学研究院の湯浅裕美教授、黒川雄一郎助教、大学院工学府博士課程3年の Amirah Zahrin、修士課程2年の佐原脩飛らの研究グループは、磁性体の中で熱流によるスピンゼーベック効果(※1)により生成したスピン流を電流として取り出す実験と、非磁性体の中でスピンホール効果により生成したスピン流を磁性体のスピンと相互作用させるスピンホール磁気抵抗効果(※2)の解析を突き合わせ、極薄イリジウムマンガン (IrMn) 合金層によるスピン伝播効率の増加を示しました。加えて、ナノ構造解析を用い、キーとなるのは極薄イリジウムマンガン (IrMn) 合金層が島状を成すことであることを見出しました。

今回の発見は、電子のスピンという性質を使うデバイス実現に役立つことが期待されます。

本研究成果はオランダ Elsevier の雑誌「Material Physics Today」に 2026 年 9 月 30 日 (水) (日本時間) に掲載されました。



参考図：島状 IrMn 層によるスピン流輸送の制御

不連続な島状をなす、ごく薄い IrMn がスピンの輸送効率を向上します。

研究者からひとこと：

磁性体と非磁性体の界面エンジニアリングに着目してスピン流を使いこなすための研究を続けています。その中で、ごく薄い IrMn 層によってスピン流の輸送効率が上がることが示されました。元来微弱なスピン流を増強できれば、我々の世界を支える電子デバイスにおいて、電子の回転の力を使える可能性が高まります。(湯浅裕美)

【研究の背景と経緯】

私達の営みを支える電子を使った情報空間は、多くの電力を必要としています。将来に向けてよりサステナブルな技術が求められる中、電子の角運動量の流れであるスピン流が、これまでにない低消費電力動作により新しい超高度情報社会を担う有力候補として期待されています。スピン流は電流などエレクトロニクスで用いる一般的な物理量に置き換えて使います。その変換効率は現状低いため、大きな改善の余地がありました。

【研究の内容と成果】

九州大学大学院システム情報科学研究院の湯浅裕美教授、黒川雄一郎助教、大学院工学府博士課程3年のAmirah Zahrin、修士課程2年の佐原脩飛らの研究グループは、磁性層と非磁性層の界面に着目し、スピン流の伝播効率を向上する界面エンジニアリングに取り組みました。磁性層には酸化物フェリ磁性体である $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG)、非磁性層には白金 (Pt) を用い、その界面にイリジウムとマンガンから成るIrMn合金を挿入しました。スピンゼーベック効果による熱起電力は、IrMn膜厚が1原子層程度のときに向上し、このことは熱流によりYIGの中で生成されたスピン流が、白金層に効率よく伝播したことを示します。さらにスピホール磁気抵抗効果においてもIrMnを1原子層程度挿入した際に電気抵抗の変化量が向上しました。

一方、IrMn層を厚くすると、いずれの現象も向上効果は失われました。重要となる因子を確かめるため構造解析を進めたところ、IrMnが一様に連続な膜の状態ではスピン流伝播が減衰しました。このことから、IrMnが島状に存在しているときにスピン流伝播を促すということが明らかになりました。

【今後の展開】

スピン流を活用するには、電流などに変換する際の減衰を極力抑えることが重要です。今回の発見は、減衰を抑制する手法として、島状のモフォロジーの重要性を見出したものでした。スピンの長所を使いこなすデバイス実現に向け、役立つことが期待されます。

【参考図】

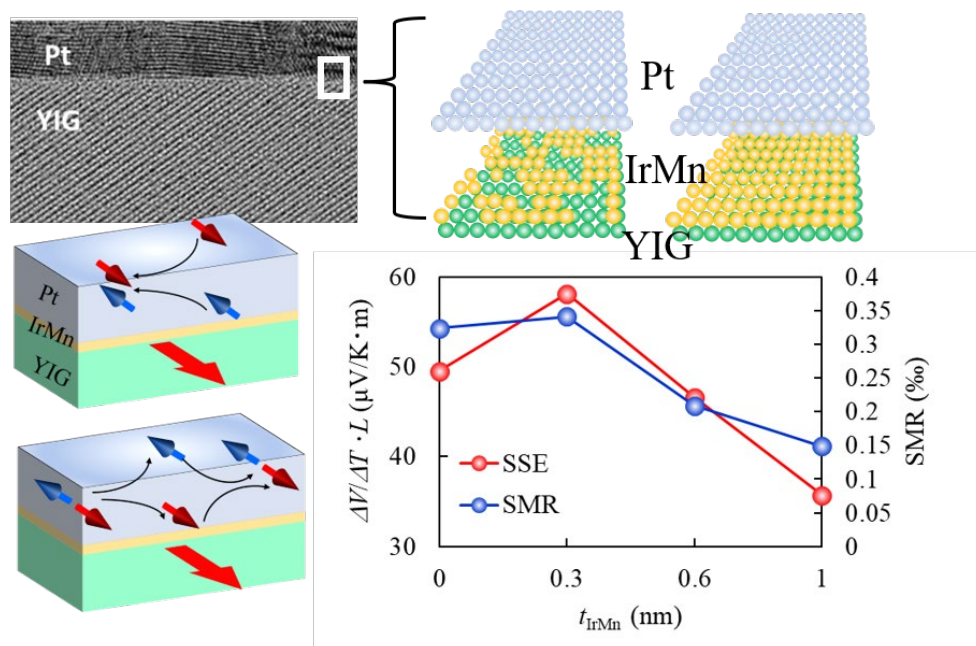


図1 島状のIrMn挿入によるスピン流伝播効率の制御

磁性体YIGの上にごく薄いIrMn層を成膜し、Pt層を成膜します。IrMnが1原子層より薄く島状のとき、スピン流の伝播が大きくなります。

【用語解説】

(※1) スピンゼーベック効果

磁性体に熱勾配を与えたときに、熱流に沿ってスピン流が生成される現象です。スピン流は電子のもつ角運動量の伝播であり、電荷そのものが輸送されるものではありません。このため酸化物磁性体の中でもスピン流が発現します。重金属にスピン流が伝わって電流に変換され、熱起電力を取り出すことができます。

(※2) スピンホール磁気抵抗効果

非磁性金属に流した電流が電子のスピンと軌道の相互作用によりスピン流に変換され、それが隣接する磁性体の磁化の向きに応じて反射し、さらに電流に再変換されることで電気抵抗が変化する現象です。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費（JP23K22827, JP24H00030, および JP24H02235）、文部科学省革次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業 JPJ011438 を受けて行われたものです。

【論文情報】

掲載誌：Material Today Physics

タイトル：Role of ultrathin IrMn layer between Y3Fe5O12 and Pt in enhancement of spin Seebeck effect and spin Hall magnetoresistance

著者名：Amirah Zahrin, Shuto Sahara, Yuichiro Kurokawa, Hiroki Hanamoto and Hiromi Yuasa

D O I : [10.1016/j.mtphys.2026.102247](https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2026.102247)

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院システム情報科学研究院 教授 湯浅裕美（ユアサヒロミ）

TEL：092-802-3706

Mail：hiromi.yuasa@ed.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp