



## スピン流を基盤とした次世代電子技術の新展開

研究者所属・職名：理工学部・准教授

ふりがな あんどう かずや

氏名： 安藤 和也

主な採択課題：

- [基盤研究\(S\)「スピンホールナノエレクトロニクス」\(2014-2018\)](#)
- [基盤研究\(A\)「金属酸化物スピン軌道エレクトロニクス」\(2019-2021\)](#)

分野：応用物性

キーワード：スピントロニクス、スピン流、スピン軌道相互作用、スピndeバイス、スピン物性

### 課題

現代のエレクトロニクスでは実現困難な省エネルギー・高性能デバイスの実現を目指す研究分野にスピントロニクスがある。電子の電気的性質である「電荷」と「電流」に基づく現代のエレクトロニクスに対し、スピントロニクスの中心は、電子の磁氣的性質である「スピン」とスピンの流れ「スピン流」である。

本研究の目的は、スピン流が誘起する新現象・新物性を開拓し、スピン流に基づく次世代電子技術の物理基盤を構築することである。特に、相対論的起源をもつスピン軌道相互作用を駆使することで、電流とスピン流間の自在な変換を実現する新たな物理原理を見出すことを目指した。具体的には、固体素子におけるスピン軌道相互作用が波動関数の対称性の破れに依存することに注目し、スピン軌道相互作用によるスピン流変換に対するスピントロニクス素子への軽元素導入・電場印加・有機分子修飾の効果を系統的に調べた。

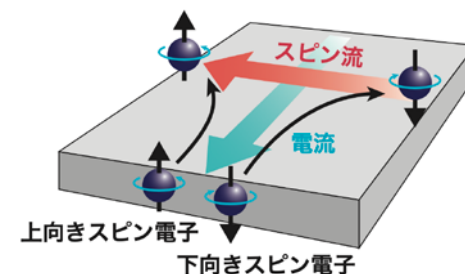


図1 スピン軌道相互作用による電流とスピン流の変換の模式図。



## スピン流を基盤とした次世代電子技術の新展開

### 研究成果

本研究により、スピン流変換の制御を実現する新原理が次々と明らかとなった。特に、古くから広く産業で用いられ、世の中にありふれた金属である銅のスピン流変換効率が、自然酸化するだけで2桁以上も劇的に増大することを初めて見出した。これにより、自然酸化した銅が、スピントロニクスで最も広く用いられている白金を凌駕するスピン流源となることを明らかにした。金属への酸素導入により発現する本現象の系統的 연구를さらに進めた結果、白金の酸化制御により「絶縁体スピン流源」が実現されることを明らかにし、純粹に界面電流のみによって駆動される究極の省エネルギー・スピン流素子への展開が可能となった。さらに、このような素子の性能を最大化するための鍵となるのは、デバイス内部の電子密度分布の精密な制御であることを見出し、原子レベルでのスピン流素子設計の重要性を初めて明らかにした。

スピン流素子への酸素導入により実現された上記成果に加え、金属表面への自己組織化有機単分子膜形成が電子スピン伝導に強い影響を与えることを見出し、光照射による分子構造変化を介することで、スピン流変換現象の光制御さえ可能となることを明らかにした。また、金属超薄膜におけるスピン流変換が界面散乱に支配されていることを見出し、イオン液体を用いたキャリアドーピングにより、わずか1 Vの電圧でスピン流変換効率を約50%変調可能であることを明らかにした。

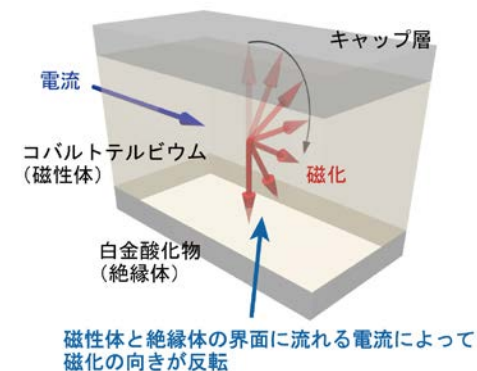


図2 界面スピン流素子の模式図。

### 今後の展望

あらゆるスピントロニクス素子の機能はスピン流の生成と変換によって実現される。したがって、今回の研究により明らかとなったスピン流生成・変換の制御原理は、スピン流を基盤とした次世代の省エネルギー・高性能デバイスへの展開が期待できる。さらに、本研究により明らかとなった新現象のさらなる系統的実験と理論研究は、スピン流基礎物理の体系的理解へと繋がるものである。