

【基盤研究(S)】

理工系（総合理工）

研究課題名 スピンホールナノエレクトロニクス



慶應義塾大学・理工学部・専任講師

あんどう かずや
安藤 和也

研究課題番号：26220604 研究者番号：30579610

研究分野：応用物性

キーワード：スピントロニクス

【研究の背景・目的】

ナノ領域における電子物性にはスピン自由度が顕著に表れ、電子のスピン・電荷が素励起と共に織り成す多彩な物理現象が発現する。物質中で電子スピンの誘起するこのような現象を自在に制御することで、電荷自由度をベースとする現代のエレクトロニクス機能を遙かに凌駕する次世代電子技術への道が拓ける。本研究は、物質中の相対論的効果によって現れるスピン流-電流変換「スピンホール効果」を基軸とする電子物理・技術の開拓により、新時代の電子技術の基盤創出を目指す。

スピントロニクス黎明期以来の系統的実験解析によって完成度の高い物理描像が構築されているバンド伝導系のスピン流に対し、この対極にあるホッピング伝導系に関してはこれまで汎用的スピン注入手法が存在せず、未だ体系的理解が得られていない。最近になり、磁性/非磁性ヘテロ界面におけるスピン角運動量の動的な交換現象を利用することで、広範囲の物質群・環境中にスピン流を創り出す動的スピン流生成手法が確立された。これによりあらゆる物質中のスピン物性を定量的かつ定量的に調べることが初めて可能となり、新現象の発見とスピン物性の解明が実現されている。本研究は、この一連の研究を更に発展させ、動的スピン流生成手法とスピンホール効果によるスピン流-電流相互変換を併用することで、バンド伝導系のみならずホッピング伝導系まで含めたあらゆる物質系を包括する体系的スピン流伝導・変換の物理を構築し、次世代電子技術の物理基盤を切り拓く。



図1 スピン流測定系

【研究の方法】

スピン軌道相互作用によりスピン流-電流相互変換を実現するスピンホール効果を用いることで、ス

ピン流の電氣的生成と検出が可能となる。本研究ではスピンヘテロ界面におけるスピンホール効果を用い、動的スピン交換と組み合わせることで、バンド・ホッピング伝導系を包括するスピン伝導及びスピン-電荷変換の物理を構築する。更に空間反転対称性の破れと非一様スピンドYNAMIXが生み出すヘテロ界面におけるスピン交換の物理を明らかにし、絶縁体/金属界面において発現するマグノンから伝導電子へのスピンキャリア変換を利用することで、格子系からスピン系への角運動量移行を利用した非線形スピントロニクス効果を開拓する。

【期待される成果と意義】

スピンホール効果を基軸としたスピン流物性開拓により、これまでのスピントロニクスの延長線上では到達困難であった体系的スピン流物理の構築が可能となる。特にスピン流伝導・変換はあらゆるスピンベースの電子物理技術の基盤であり、本研究により新原理の電子技術「スピンホールナノエレクトロニクス」を開拓し、次世代省エネルギー電子技術に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Ando, S. Takahashi, J. Ieda, H. Kurebayashi, T. Trypiniotis, C. H. W. Barnes, S. Maekawa, and E. Saitoh, "Electrically tunable spin injector free from the impedance mismatch problem," *Nature Materials* 10, 655 (2011).
- K. Ando, S. Watanabe, S. Mooser, E. Saitoh, and H. Siringhaus, "Solution-processed organic spin-charge converter," *Nature Materials* 12, 622 (2013).

【研究期間と研究経費】

平成26年度-30年度
150,000千円

【ホームページ等】

<http://www.ando.appi.keio.ac.jp>
ando@appi.keio.ac.jp