



2008年10月6日

報道機関 各位

東北大学金属材料研究所

「スピントラッキング効果」を発見
—熱で磁気の流れを作る—

(説明)

慶應義塾大学工学部 齊藤英治専任講師(兼 JST さきがけ 研究員)および東北大学金属材料研究所 前川禎通教授(兼 JST CREST チームリーダー)の研究グループは、電流や磁界を用いずに、磁石の両端に温度差を付けるだけで磁気の流れ「スピン流」を作り出せることを世界で初めて明らかにした。この温度差によって作り出した磁気の流れは、磁気メモリや磁気ディスク、量子コンピューターなどを駆動することができ、新しいエネルギー技術としての利用が期待される。本研究成果は英国科学誌「Nature (ネイチャー)」冊子版(2008年10月9日付)に掲載される。

(報道解禁時間) 平成20年10月9日(木) 午前3時

(概要説明)

○研究の背景

電子は電気と磁気を併せ持っている。電気のみを利用してきた従来のエレクトロニクスに磁気も積極的に取り入れることで、新しい機能や特性の創出を目指す試みが世界的規模で盛んに行われている。現在のIT社会を支えているハードディスクの磁気ヘッドやMRAM(磁気ランダムアクセスメモリ)などの磁気デバイス技術の更なる発展には、磁気の流れ「スピン流」を自在に制御することが非常に重要な課題となっており、スピン流生成技術の開拓が急務となっている。

金属の両端に温度差を与えると電圧が生じるという現象はゼーベック効果として古くから知られており、同様に熱によって磁気湧き出る現象(図1)、すなわちスピン版のゼーベック効果が世界中の研究者によって探し求められてきた。熱でスピン流を駆動できれば、電流や磁界を用いずに小型で汎用性の高い磁気源を構築することが可能になり、磁気記憶素子における新しい書き込み・読み出し技術や次世代スピントロニクスコンピューター素子の開発に大きなブレークスルーを与えると期待される。

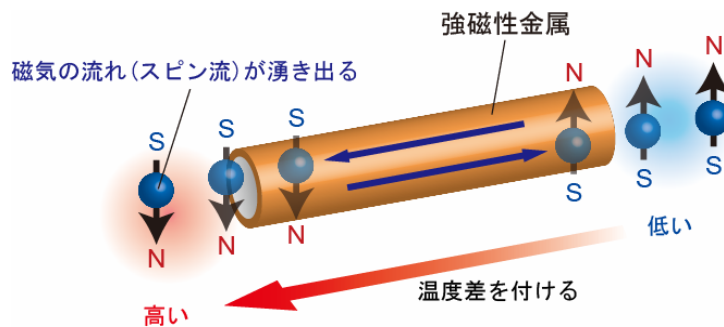


図1 スピントラッキング効果の概念図。強磁性金属(磁石)の両端に温度差を与えると高温側、低温側からそれぞれ逆向きの磁極を持った磁気の流れが湧き出す。

○主要な成果 — スピンゼーベック効果の観測 —

今回の研究では、鉄とニッケルの合金と白金から成る素子を作製し、白金層における磁気・電気変換現象（スピンホール効果）を用いることで、温度差をつけた鉄・ニッケル層から湧き出した磁気の流れの検出に初めて成功した。熱で誘起されたスピン流を観測した素子はミリメートルサイズであり、スピン流を従来の技術より 1000 倍以上長い距離に渡って生成可能であることを初めて確認した。

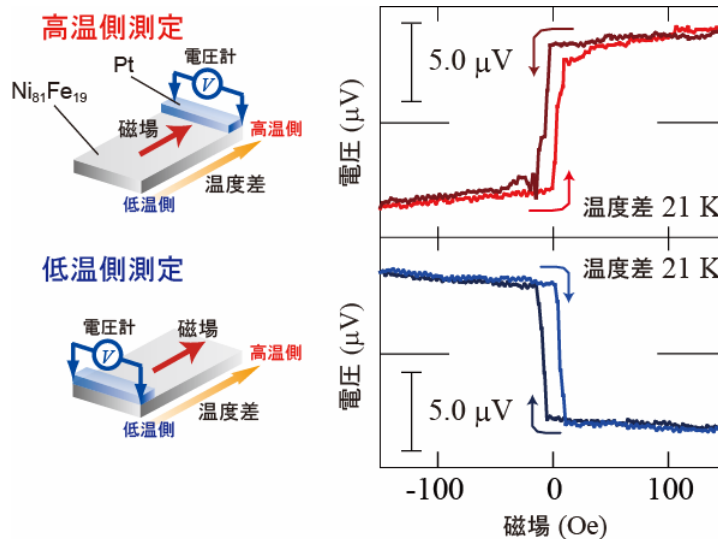


図2 測定起電力の磁場依存性。高温側、低温側の白金端子において、それぞれ逆符号の起電力が観測された。この起電力信号の特異な振る舞いが温度差によってスピン流が誘起された証拠となる。

○本研究のインパクト

主に情報ストレージに用いられる磁気デバイス、微小な磁石の方向（上向き、下向き）によって情報を記録しているが、現在実用化されている素子では磁石の方向の制御に電流や磁界を用いている。これらの技術は莫大なエネルギー損失を伴うため、記録密度の向上には限界があった。しかし、本研究で初めて開拓された磁気熱生成効果を用いれば、磁石の両端に温度差をつけるという非常に単純な方法でエネルギー損失を伴わずに磁気を生成することが可能になる。さらに本研究において示されたように、熱によって生成された磁気は電気エネルギーに変換することが可能である。したがって、スピンゼーベック効果は従来よりもシンプルで汎用性の高いスピン流・電流源として、超低損失磁気デバイスへの幅広い応用を可能にすると期待される。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金（特定領域・計画研究）、および文科省次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェア研究開発プロジェクトの助成を受けて行われた。

（用語解説）

○電子スピン

電子が有する自転のような性質。電子スピンは磁石のもつ磁性の原因であり、スピンの状態には上向きと下向きという二つの状態がある。

○スピン流

電流が流れることなくスピンだけが流れる現象。上向き状態のスピンを持った電子と下向き状態のスピンを持った電子がそれぞれ逆方向に流れることによる。

○ゼーベック効果

金属（もしくは半導体）に温度差をつけると電圧が生じるという現象。熱電変換能の異なる二種の物質を接合した素子は熱電対と呼ばれ、熱エネルギー源や精密な温度計として広く利用されている。

○スピントロニクス

電子スピンの持つ情報を積極的に利用することで、従来のエレクトロニクスを超える機能を持った素子の創出を目指す新しいエレクトロニクス。

○逆スピンホール効果

スピン流と垂直な方向に電圧が発生する現象。スピンの物質中を流れると、流れを横向きに曲げる力が働く「スピン軌道相互作用」という現象が以前から知られている。このとき、上向き状態のスピンと下向き状態のスピンでは逆向きの力を受ける。スピン流では上向き状態のスピンと下向き状態のスピンが逆向きに流れているため、両者とも同じ方向に曲げられる結果となり、スピン流の流れと垂直な方向に電圧が発生することになる。スピン情報と電気情報をつなぐ現象として、スピントロニクスにおいて重要である。

(お問い合わせ先)

東北大学金属材料研究所 金属物性論研究部門

担当 家田淳一、高橋三郎

電話 022-215-2009、022-215-2008