

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	スピン波スピン流伝導の開拓による超省エネルギー情報処理デバイスの創出
研究機関・部局・職名	慶應義塾大学・理工学部・専任講師
氏名	安藤 和也

【研究目的】

電荷の流れである電流に対し、電子のスピンだけの流れ「スピン流」を生成することも可能である。スピン流にはオームの法則に相当するエネルギー散逸機構が無く、これを利用することでジュール熱によるエネルギー損失が原理的に存在しない超省エネルギー情報処理デバイスが構築できる。

本研究は、金属・半導体中の伝導電子に輸送されるスピン流のみならず、絶縁体におけるスピン間の相互作用により輸送されるスピン波スピン流の生成・制御・検出技術を確立する。これによりスピン流を基軸とした超省エネルギー電子技術の基盤を創出することで、環境負荷の極めて小さな省エネルギー社会実現に貢献することを目指す。

【総合評価】

<input type="radio"/>	特に優れた成果が得られている
<input type="radio"/>	優れた成果が得られている
<input type="radio"/>	一定の成果が得られている
<input type="radio"/>	十分な成果が得られていない

【所見】

① 総合所見

強磁性絶縁体/金属接合におけるスピン流の授受に関連して起こる非線形効果、さらに双安定効果の発見、強磁性絶縁体からポリマー導電体へのスピン注入の実現等、強磁性絶縁体中のスピン流を利用する新しい量子情報デバイスの実現に向けて成果が挙げられ、注目度の高い雑誌に掲載され、短期間にもかかわらず多く引用もなされ、客観的な高い評価を受けている。さらに、サブテーマとして、スピンポンピングを利用した強磁性金属から抵抗率の高い半導体へのスピン注入、及びその電界制御の実証をはじめとして、特筆すべき成果を挙げており、当初の研究目的の達成に加えて、当初予期していなかった優れた成果も上げている。

今後、主テーマである強磁性絶縁体中のスピン流を用いた超省エネルギーな量子情報処理デバイス応用に向けての具体的なアイデアとその進展が十分期待できるこ

とから、十分高く評価できる。

② 目的の達成状況

・ 所期の目的が

(全て達成された ・ 一部達成された ・ 達成されなかった)

金属/絶縁体接合を作製し、スピン波の注入・検出及びスピン波スピン流の制御を施し、新規量子デバイスの構築を目指している。スピン波の注入・検出に関しては動的スピン流の生成、強磁性金属から非磁性半導体へのスピンプンピングを利用したスピン注入等順調な成果を得ている。スピン流の制御については課題があるが、交換マグノンモードと伝導電子スピン流の選択的相互作用を明らかとしていることから、物理的な一方法論として将来技術としての可能性を示すことは可能であり、当初の目標を十分達成したと判断できる。

③ 研究の成果

・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・ 当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

強磁性絶縁体/金属界面におけるスピン流の授受に係る強磁性絶縁体のスピン流の非線型効果及び双安定マグノンスピン流の観測は先端的研究の成果として注目できる。特にスピンメモリとして、スピン流/電流変換技術をスピンメモリ等の新しいメモリデバイスとして利用できる可能性を示唆しており、先進性の高い成果と考えられる。

特に当初の目的の他に特筆すべき成果として、Si を対象物質として上記の両効果を適用し、Si へのスピン流注入に成功したこと、またスピン流電流変換の観測実験に成功した事例は意義深く、またグラフェンや電導性ポリマーでも、これらの効果実験を展開していることは将来ブレークスルーをもたらす可能性が大きく、特筆できる。

④ 研究成果の効果

・ 研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・ 社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

物理成果は半導体及び絶縁体にもおよぶため、スピントロニクス分野が金属及び磁性材料から多分野材料へと格段の展開が可能となる。特にスピン編極・マグノン等々で多様な信号変換が可能となり、新・省エネルギー論理デバイス開発に結び付く可能性は高い。特に(伝導電子のスピン流生成に関して)関連への展開は意義深

いものがある。公表論文についても 17 篇、招待講演 18 件があり、既に多くの引用がされた論文もあり、本研究成果の質、並びに注目度の高さを示すものと考えられる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われた ・ 行われなかった)

研究実施マネジメントは概ね適切である。研究代表者の所属機関異動後での研究の迅速な構築より、やや組織としてのマンパワーには欠けるような感じがするものの、概ね良好である。成果の公表 17 件、知的財産件の取得 1 件は、数以上にその質の高さから十分な情報発信と判断できる。

国民との科学技術対話に関しては、Web を通じた情報発信に限られ、もう一步の積極性が望まれる。