

課題番号	GR006
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成24年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

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	東北大学・金属材料研究所・助教
氏名	安藤和也

1. 当該年度の研究目的

平成24年度は、絶縁体中のスピン流非線形効果及び磁化ダイナミクスによるスピン流生成現象を系統的に調べることで、スピン流制御技術の基盤開拓を目指す。平成23年度の研究により明らかとなった磁性絶縁体におけるスピン流非線形効果の精密測定により、非線形効果を用いた絶縁体中スピン流の制御手法のルートを切り拓く。さらにこれまでの研究により、磁化ダイナミクスによる動的スピン流生成が広範囲の物質群へのスピン流注入を可能とすることが明らかとなった(K. Ando *et al.*, *Nature Materials* 2011)。本研究課題により確立されたこの動的スピン流生成を用いることで、特に炭素化合物系に着目し、スピン軌道相互作用の弱い系におけるスピン流物性を開拓し、新しいスピndevice創出のルートを探る。

2. 研究の実施状況

平成24年度は、金属/磁性絶縁体界面におけるモード選択的スピン流-マグノン結合を見出し、さらに負の非線形ダンピングによる交換モードマグノンの双安定性を発見した(K. Ando *et al.*, *Physical Review Letters* 2012)。マグノンは磁性絶縁体中の角運動量キャリアとして利用可能であり、絶縁体中マグノンスピン流を電氣的に生成・制御・検出するためには、金属/絶縁体接合におけるスピン流-マグノン相互作用が本質的である。本研究では、金属Pt/絶縁体YIG接合におけるパラメトリック励起を用いて短波長の交換モードマグノンと長波長の双極子モードマグノンを励起することで、交換モードマグノンが選択的にスピン流と強く結合していることを明らかにした。この結果は短波長モードマグノンの表面局在性に起因するものと考えられ、この逆効果としてスピン流による効果的な交換モードマグノン変調の可能性が示唆される。さらに交換モードマグノンのみが負の非線形ダンピングによる双安定性を示すことが明らかになり、金属/絶縁体接合におけるメモリー効果「スピンポンピングメモリー」を実証した。また動的スピン流生成手法を用いることでグラフェンのみならず導電性ポリマー中にスピン流を注入可能である結果が得られた。これにより著しくスピン軌道相互作用が弱い系におけるスピン流物性開拓の準備が整った。

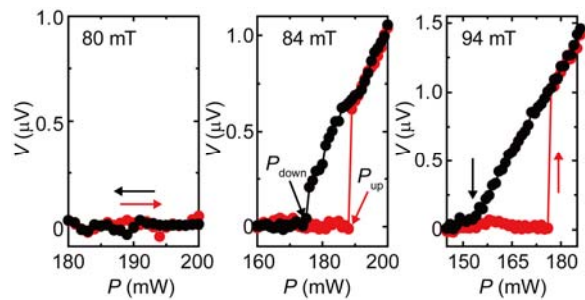


図1. 非線形ダンピングによる双安定マグノンの観測。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 6 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 5 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. R. Iguchi, K. Ando, Z. Qiu, T. An, E. Saitoh, and T. Sato, "Spin pumping by nonreciprocal spin waves under local excitation," <i>Applied Physics Letters</i> 102, 022406 (2013). 2. T. Tashiro, R. Takahashi, Y. Kajiwara, K. Ando, H. Nakayama, T. Yoshino, D. Kikuchi, E. Saitoh, "Thickness dependence of spin pumping at YIG/Pt interface," <i>Proc. SPIE</i> 8461, 846106_1-9 (2012). 3. K. Ando and E. Saitoh, "Spin pumping driven by bistable exchange spin waves," <i>Physical Review Letters</i> 109, 026602 (2012). 4. R. Iguchi, K. Ando, T. An, E. Saitoh, and T. Sato, "Evaluation of Nonlinear Effect in High Power Spin Pumping in Polycrystalline Bi-Substituted Yttrium Iron Garnet (Bi:YIG)/Pt Bilayer Structure," <i>IEEE Transactions on Magnetics</i> 48, 3051-3053 (2012). 5. H. Nakayama, K. Ando, K. Harii, T. Yoshino, R. Takahashi, Y. Kajiwara, K. Uchida, Y. Fujikawa, and E. Saitoh, "Geometry dependence on inverse spin Hall effect induced by spin pumping in Ni₈₁Fe₁₉/Pt films," <i>Physical Review B</i> 85, 144408 (2012). <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Z. Qiu, K. Ando, K. Uchida, Y. Kajiwara, R. Takahashi, H. Nakayama, T. An, Y. Fujikawa, E. Saitoh, "Spin mixing conductance at a well-controlled platinum/yttrium iron garnet interface," (arXiv:1302.7091)
<p>会議発表 計 10 件</p>	<p>専門家向け 計 10 件</p> <p>国際会議招待講演</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K. Ando, "Generation of spin currents from magnetization dynamics," 12th Joint MMM-Intermag Conference, January 14-18, 2013, Chicago, USA. 2. K. Ando, "Dynamical generation of spin currents," 2012 Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems, December 2-7, 2012, Hawaii, USA. 3. 安藤和也, "Dynamical generation of spin currents," 大阪大学基礎工学セミナー, 2012年10月5日, 大阪大学. 4. K. Ando, "Dynamical generation of spin currents," International Conference of the Asian Union of Magnetics Societies (ICAUMS) 2012, October 2-5, 2012, Nara, Japan. 5. K. Ando, "Spin injection into semiconductors using magnetization dynamics," SPIE, August 12, 2012, San Diego, USA. 6. K. Ando, "Dynamical generation of spin currents in semiconductors," Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors (PASPS) 7, August 7, 2012, Eindhoven, Netherlands. 7. K. Ando, "Spin current coupled with magnetization dynamics," International Conference on Superlattices, Nanostructures, and Nanodevices, July 26, 2012, Dresden, Germany. 8. K. Ando, "Generation of spin currents from magnetization dynamics," CMOS Emerging Technologies, July 20, 2012, Vancouver, Canada. 9. K. Ando, "Dynamical generation of spin currents," ASPIMATT: Advanced spintronic materials and transport phenomena, July 4-6, 2012, Sendai, Japan. <p>国際会議</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K. Ando and E. Saitoh, "Dynamical spin injection into semiconductors," Intermag 2012, May 7-11, 2012, Vancouver, Canada. <p>一般向け 計 0 件</p>
<p>図書 計 1 件</p>	<p>K. Ando and E. Saitoh, "Incoherent spin current" (Chapter 2), "Exchange spin current" (Chapter 3), "Experimental observation of the spin Hall effect using spin dynamics" (Chapter 15), in "Spin Current" edited by S. Maekawa, E. Saitoh, S. O. Valenzuela, and T. Kimura (Oxford University Press, 2012), 総ページ数 442 ページ.</p>

様式19 別紙1

<p>産業財産権 出願・取得状 況 計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件 (出願中) 計1件 特許出願番号:2012-231849, 発明者:安藤和也, 齊藤英治, 権利者:国立大学法人東北大学, 特許名称:スピントロニクスデバイス, 出願年月日:2012年10月19日, 国内</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://www-lab.imr.tohoku.ac.jp/~ando/Kazuya_Ando/Next_Program.html</p>
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>ホームページでの研究最新情報の配信およびメールでの質問・疑問への対応</p>
<p>新聞・一般雑 誌等掲載 計0件</p>	
<p>その他</p>	<p>若手科学者賞 (文部科学省) 2012年4月9日.</p>

4. その他特記事項

該当なし。

実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計) (単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	123,000,000	101,150,000	0	21,850,000	0
間接経費	36,900,000	30,345,000	0	6,555,000	0
合計	159,900,000	131,495,000	0	28,405,000	0

2. 当該年度の収支状況 (単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	14,370,112	0	0	14,370,112	4,679,603	9,690,509	0
間接経費	1,796,842	0	1,453,152	3,249,994	342,842	2,907,152	0
合計	16,166,954	0	1,453,152	17,620,106	5,022,445	12,597,661	0

3. 当該年度の執行額内訳 (単位:円)

	金額	備考
物品費	709,161	極低温プローバ-高周波ポート等
旅費	3,594,928	国際会議招待講演等
謝金・人件費等	29,220	実験補助謝金
その他	346,294	論文出版費等
直接経費計	4,679,603	
間接経費計	342,842	
合計	5,022,445	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
				0		
				0		
				0		