

研究プロジェクト名： スピンカロリトロニクス

概要： 近年、様々なスピン流-熱流変換現象が発見・開拓されている。例として、熱流によるスピン流生成現象であるスピnzeーベック効果や、その逆効果であるスピネルチェ効果、表面スピン波による非相反熱輸送効果等が挙げられる。本研究では、電気的スピン流検出技術や動的発熱解析技術を駆使することで、スピン流-熱流相互変換の物理を体系的にまとめ上げると共に、熱スピン効果に基づくスピントロニクスの新たな応用展開を推進する。

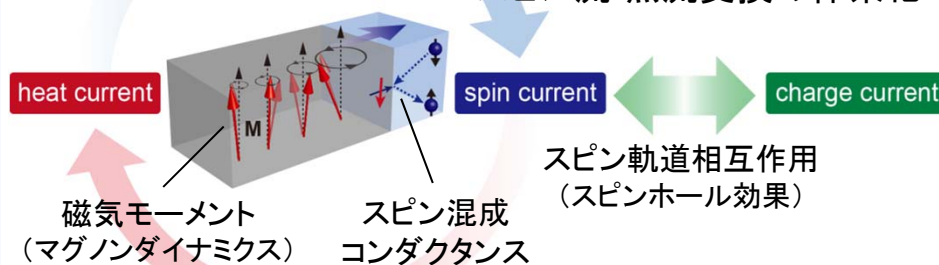
コアメンバー： 齊藤グループ、Bauerグループ（東北大金研）、前川グループ（原研先端研）、石田グループ（日本電気IoTデバイス研究所）

期待される研究成果： 本研究の遂行により、スピン流-熱流変換の微視的なメカニズムの解明や、新奇な熱エネルギー利用技術の創出が期待される。その波及効果として、すでに応用研究段階にあるスピnzeーベック熱電変換の更なる高効率化も実現される。本プロジェクトメンバーは実験・理論の両面においてスピンカロリトロニクス分野の第一人者により構成されており、高い国際競争力を持って研究を遂行可能である。

磁性絶縁体/金属界面におけるスピン流-熱流変換

スピnzeーベック効果 熱流によるスピン流生成

- ・ 熱電変換応用
- ・ スピン流-熱流変換の体系化

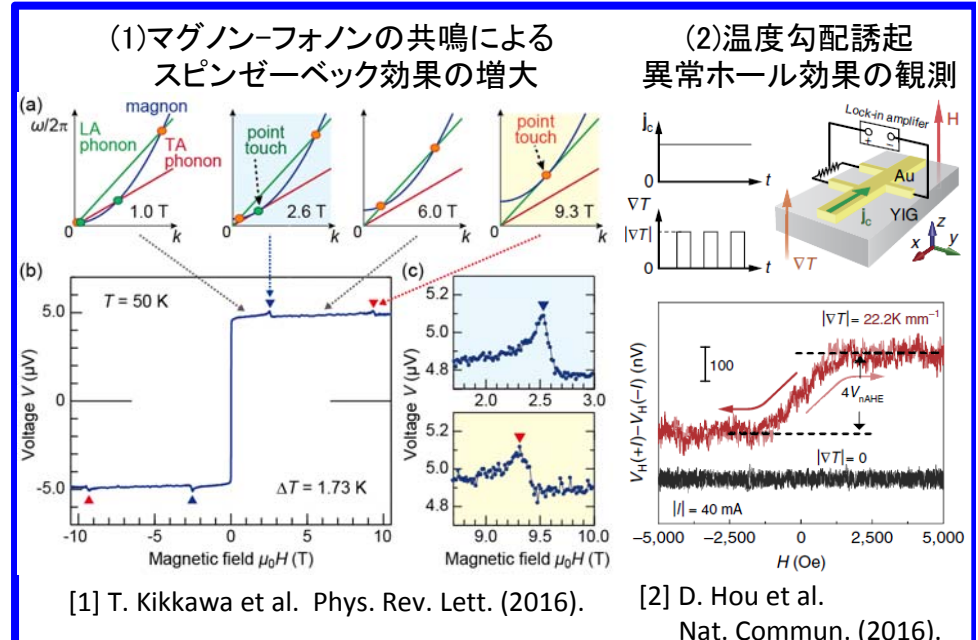


スピネルチェ効果 スピン注入による温度変調

研究プロジェクト名: スピンカロリトロニクス

概要: 近年、様々なスピン流-熱流変換現象が発見・開拓されている。例として、熱流によるスピン流生成現象であるスピンゼーベック効果や、その逆効果であるスピネルチェ効果、表面スピン波による非相反熱輸送効果等が挙げられる。本研究では、電気的スピン流検出技術や動的発熱解析技術を駆使することで、スピン流-熱流相互変換の物理を体系的にまとめ上げると共に、熱スピン効果に基づくスピントロニクスの新たな応用展開を推進する。

研究成果(実施状況): (1) マグノン(スピン波)とフォノン(格子振動)の共鳴効果を利用して、スピンゼーベック効果の起電力信号を増大させる新原理を実証した[1]。本研究により、次世代の熱電変換技術として注目されているスピンゼーベック効果の高効率化へ向けた新しい指針が得られた。(2) 温度勾配を付けた金(Au)薄膜/磁性絶縁体(YIG)接合において異常ホール効果を観測することに成功した[2]。これにより、元来強磁性ではない金属においても、温度勾配をつけることで強磁性的性質を誘起できることを示した。



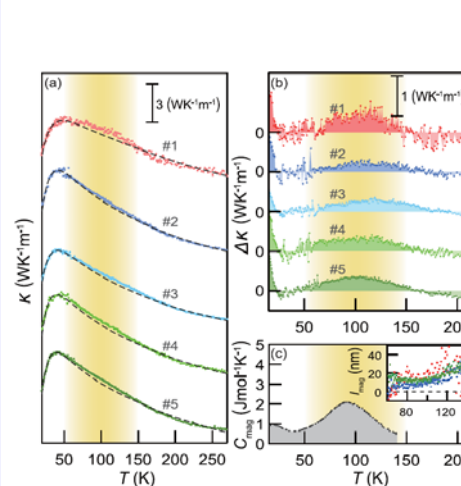
主要発表論文等:

- [1] T. Kikkawa et al. "Magnon Polarons in the Spin Seebeck Effect" Phys. Rev. Lett. **117** (2016) 207203/1-5.
- [2] D. Hou, et al. "Observation of temperature-gradient-induced magnetization" Nat. Commun. **7** (2016) 12265/1-6.
- [3] S. Daimon et al. "Thermal imaging of spin Peltier effect" Nat. Commun. **7** (2016) 13754/1-7.

研究プロジェクト名: スピнкаロイトロニクス

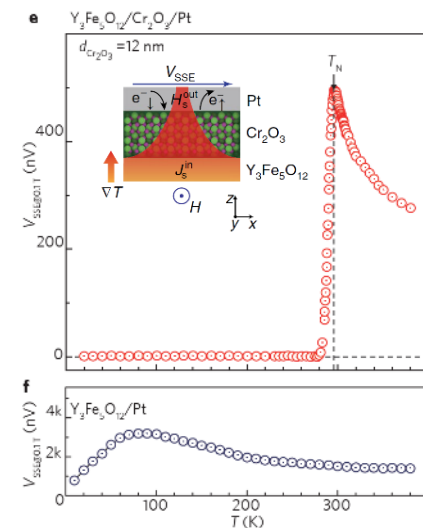
概要: 近年、様々なスピン流-熱流変換現象が発見・開拓されている。例として、熱流によるスピン流生成現象であるスピンゼーベック効果や、その逆効果であるスピンペルチェ効果、表面スピン波による非相反熱輸送効果等が挙げられる。本研究では、電気的スピン流検出技術や動的発熱解析技術を駆使することで、スピン流-熱流相互変換の物理を体系的にまとめ上げると共に、熱スピン効果に基づくスピントロニクスの新たな応用展開を推進する。

研究成果(実施状況): (1) Kitaevスピン液体の兆候が報告されているモット絶縁体 α - RuCl_3 の縦熱伝導率において、フォノン由来のピークとは別にサブピーク構造が100 K程度の高温領域に現れることを見出した。さらにその起源がKitaevスピン液体に特有の相互作用(Kitaev相互作用)に由来するという示唆を引き出した[1]。(2) Pt薄膜と磁性絶縁体YIG膜の間に挿入した反強磁性絶縁体 Cr_2O_3 の相転移での振る舞いを利用して、 Cr_2O_3 がスピン流に対する導体(有限のスピン流透過率)から絶縁体(透過率ゼロ)に変わる現象を見いだした。本研究は、これまでスピントロニクスに欠けていたスピン流スイッチを実証したものとして、さまざまなスピントロニクスデバイスの展開に貢献するものと期待される[3]。

(1) RuCl_3 中の磁気熱伝導現象の観測

D. Hirobe, et al. Phys. Rev. B 95 (2017).

(2) スピン流スイッチングの実証



Z. Qiu, et al. Nat. Mater. 17 (2018).

主要発表論文等:

- [1] D. Hirobe et al. "Magnetic thermal conductivity far above the Neel temperature in the Kitaev-magnet candidate α - RuCl_3 " Phys. Rev. B **95** (2017) 241112(R).
- [2] L. J. Cornelissen et al. "Nonlocal magnon-polaron transport in yttrium iron garnet" Phys. Rev. B **96** (2017) 104441.
- [3] Z. Qiu et al. "Spin colossal magnetoresistance in an antiferromagnetic insulator" Nat. Mater. **17** (2018) 577.