2020年度　提案書（**Web公開用**）

作成者：　齊藤　英治（東北大AIMR）

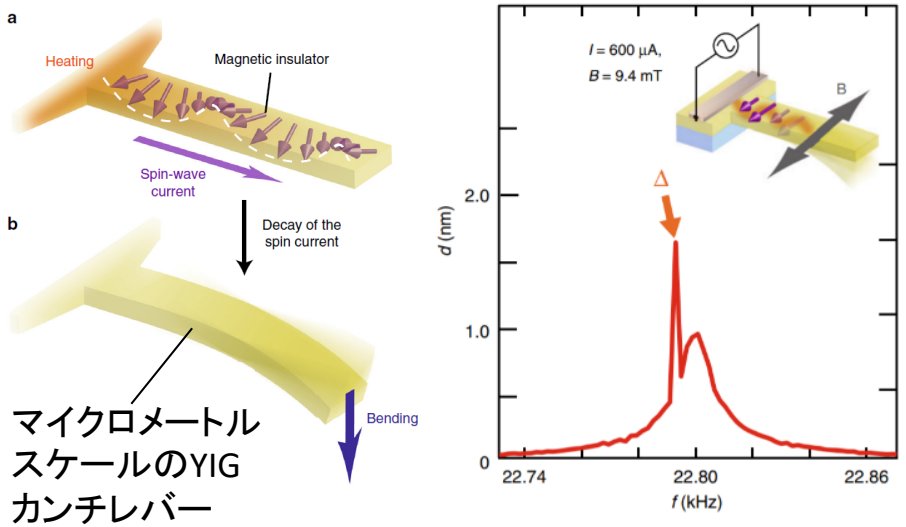
研究プロジェクト名：　スピンメカニクス

概要：　近年、スピン流ー力学運動の相互変換現象を扱う「スピンメカニクス」と呼ばれる分野に注目が集まっており、機械振動を利用したスピン流生成現象やその逆効果（スピン流を利用した機械振動誘起現象）が実験的に開拓されつつある。本研究では、電気的・熱的スピン流生成技術とMEMS技術を駆使することで、スピン流ー機械運動変換現象の物理を体系的にまとめ上げると共に、スピンメカニクス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（東北大AIMR, 東京大学）、Bauerグループ（東北大AIMR/金研）

期待される研究成果：　MEMS技術とスピントロニクスの融合により、スピン流-格子緩和現象の定量的な計測とその原理解明が期待される。これは、スピンの緩和を物体の運動として可視化したり、逆に、物体の回転をスピン系に変換する新しい技術形成の道を開くものである。本プロジェクトは実験・理論の両面において当分野の第一線で研究を行うメンバーから構成されており、高い国際競争力を持って研究を遂行可能である。

スピン流による機械振動の誘起



K. Harii *et al.*, Nat. Commun. **10**, 2616 (2019).

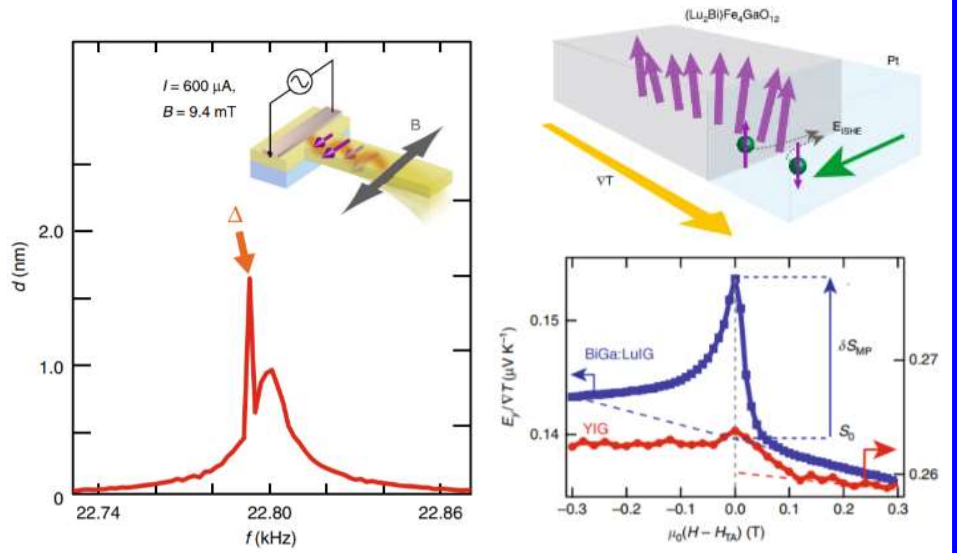
作成者：　齊藤　英治（東北大AIMR）

研究プロジェクト名：　スピンメカニクス

概要：近年、スピン流-力学運動の相互変換現象を扱う「スピンメカニクス」と呼ばれる分野に注目が集まっており、フォノン励起・機械振動を利用したスピン流生成現象やその逆効果（スピン流を利用した振動誘起現象）が実験的に開拓されつつある。本研究では、電気的・熱的スピン流生成技術とMEMS技術を駆使することで、スピン流-機械運動変換現象の物理を体系的にまとめ上げると共に、スピンメカニクス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）マイクロメートルスケールの磁性絶縁体YIGカンチレバーを作製し、そこにスピン波スピン流を流すことで、機械的な振動を誘起させることに成功した。本研究により、スピン流が運ぶ角運動量が巨視的な角運動量・振動へと変換されることが実証された[1]。（2）BiGa置換LuIG試料において、スピン波とフォノンの混成モードによるスピンゼーベック効果(SSE)・スピンペルチェ効果の増大を観測した[2,3]。強磁場・低温が必要であった従来のYIGとは異なり、本材料では低磁場(4 kG)・室温(300 K)下で増大が実現されており、今後の物質開発に新しい視座がもたらされたといえる。

(1)スピン流による機械振動の誘起　　(2)スピン波−フォノン混成によるSSE増大



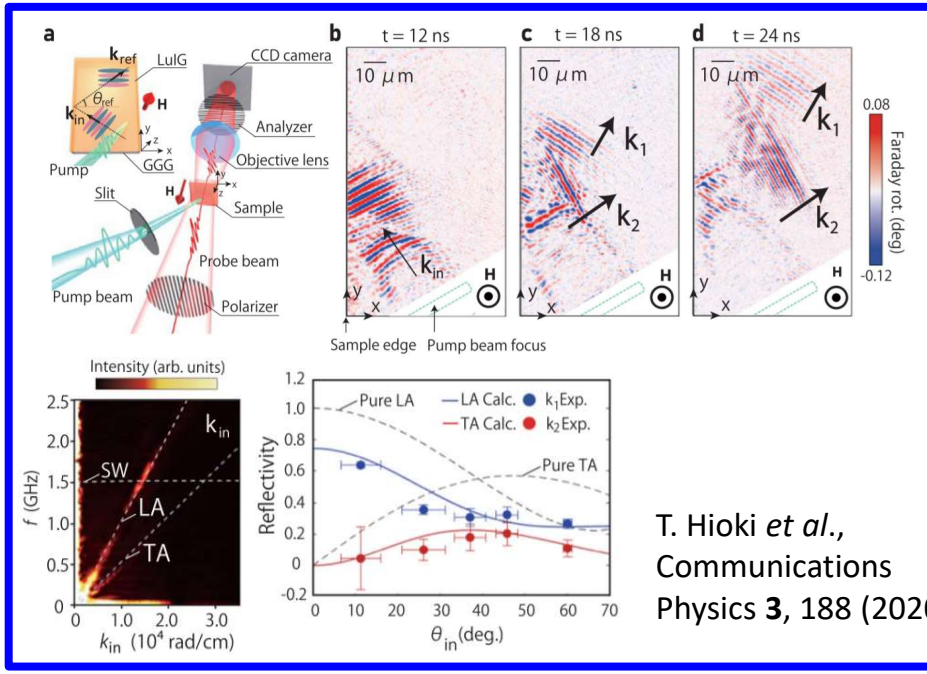
[1] K. Harii et al. Nat. Commun. (2019).　　[2] R. Ramos et al. Nat. Commun. (2019).

主要発表論文等：[1] K. Harii et al., "Spin Seebeck mechanical force" Nature Communications **10**, 2616 (2019).
[2] R. Ramos et al., "Room temperature and low-field resonant enhancement of spin Seebeck effect in partially compensated magnets" Nature Communications **10**, 5162 (2019).
[3] R. Yahiro et al., "Magnon polarons in the spin Peltier effect" Physical Review B **101**, 024407 (2020).

研究プロジェクト名：　スピンメカニクス

概要：近年、スピン流-力学運動の相互変換現象を扱う「スピンメカニクス」と呼ばれる分野に注目が集まっており、フォノン励起・機械振動を利用したスピン流生成現象やその逆効果（スピン流を利用した振動誘起現象）が実験的に開拓されつつある。本研究では、電気的・熱的スピン流生成技術とMEMS技術を駆使することで、スピン流-機械運動変換現象の物理を体系的にまとめ上げると共に、スピンメカニクス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）：　時間分解磁気光学イメージング法により、スピン波の二色性反射現象を見出した。Bi-Ga置換ルテチウム鉄ガーネット（$Lu_2Bi_1Fe_{3.4}Ga_{1.6}O_{12}$）薄膜を対象にスピン波の時間分解イメージング測定を行ったところ、スピン波が試料端面で二つの異なる波長のモードに分裂する振る舞いが観測された。系統的な入射角依存性測定及び理論計算との比較から、この現象が、スピン-フォノン結合を通じてスピン波がフォノンから獲得したモード自由度に由来していることを示した。本研究を通じて、フォノンのモード自由度をスピン波制御に繋げる新しい視座がもたらされたといえる。



T. Hioki *et al.*, Communications Physics **3**, 188 (2020).

主要発表論文等：[1] R. Takahashi, H. Chudo, M. Matsuo, K. Harii, Y. Ohnuma, S. Maekawa, and E. Saitoh, Giant spin hydrodynamic generation in laminar flow, Nature Communications 11, 3009 (2020).
[2]　T. Hioki, Y. Hashimoto, and E. Saitoh, Bi-reflection of spin waves, Communications Physics 3, 188 (2020).