



Title	遷移金属-希土類金属合金におけるスピン流による磁化制御
Author(s)	上田, 浩平
Citation	大阪大学低温センターだより. 2019, 169, p. 9-10
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/76735
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

遷移金属-希土類金属合金におけるスピン流による磁化制御

理学研究科 上田 浩平

E-mail: kueda@phys.sci.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

2018年7月より理学研究科物理学専攻の助教に着任しました上田浩平と申します。これまで金属磁性膜におけるスピントロニクスの研究に携わってまいりました。この研究分野は室温から低温領域に渡り磁性体中の磁化ダイナミクスを理解することを対象としています。そのため私自身、液体ヘリウムや液体窒素のような寒剤には大変お世話になってきました。本学に着任したばかりでまだ寒剤を使う実験までたどり着いていませんが、本学の低温センターの方々のお力無しでは私の研究は遂行できません。今後、低温センターと協力し合い良い研究が出来るように全力を尽くしたいと思います。今回は談話室を執筆させていただく機会をもらいましたので、自己紹介として私の最近の研究成果について紹介させていただきます。

2. フェリ磁性金属薄膜におけるスピン流による磁化制御

近年、微細加工技術の発展に伴ってナノ構造の磁性体を作り出すことが可能になり、スピントロニクスと呼ばれる研究分野が飛躍的に発展してきました。この分野は、現在の情報化社会の急速な発展による電子機器の省電力化が求められる中で注目を集めています。例えば、電力を供給しなくても記録を保持し続ける不揮発性の磁気メモリの開発に貢献できる点です。応用に向けて磁化制御の効率化が求められる中、近年では電子のスピン角運動量の流れであるスピン流を電流によって発生させ、スピン流を通し磁化を制御することが着目されています。スピン流はスピン軌道相互作用の大きな5d遷移金属から生成され、有効磁場として磁化に働きます。近年には、金属磁性膜Pt/Co [1]またはTa/CoFeB [2]において、スピン流から生じる大きな有効磁場による磁化制御が実証されています。このようなスピン流を理解するために、有効磁場の定量的な評価は避けられません。

これまでスピン流に関する研究は主に強磁性体が舞台となっていますが、我々は遷移金属-希土類金属の合金であるフェリ磁性体に着目しました。図1に示すように、フェリ磁性体は遷移金属の磁

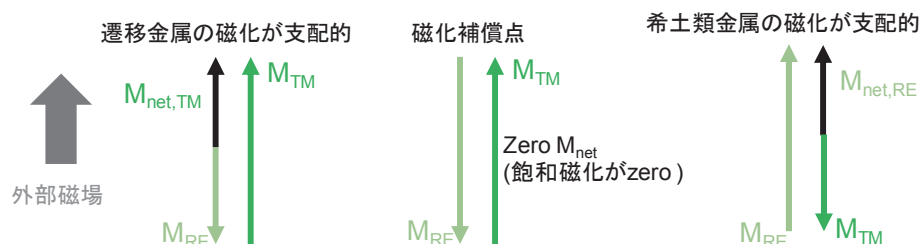


図1. 遷移金属-希土類フェリ磁性体の概念図. 遷移金属の磁化と希土類金属の磁化の差であるネット磁化は常に外部磁場の方向に向いている

化と希土類金属の磁化が反強磁性結合を介して反平行に並んでいる磁化構造を有しています。その結果、強磁性体と比べ小さいネット磁化を持ちます。このネット磁化はフェリ磁性体の組成や温度によって容易に変化し、反平行の二種類の磁化が等しくなるとネット磁化が消失します（これを磁化補償点と呼ぶ）。このようにネット磁化が小さいフェリ磁性体の特性は、磁化を制御しやすく、応用上大きな利点があります。

そこで本研究では、フェリ磁性体を含む二層金属膜 Ta/TbCo 合金を用いてスピン流から生じる有効磁場の定量評価を行いました（ここで用いた Ta は、Pt と同程度のスピン流由来の有効磁場を生成する重金属として幅広く使われている）。厚さ 6-8 nm のフェリ磁性薄膜 TbCo のスピン流由来の有効磁場を評価した結果、厚さ 1 nm の強磁性層で観測される有効磁場と同等の値が得られました [3]。フェリ磁性体の膜厚が厚いにも関わらずこのような結果が得られたのは、強磁性体と比べ飽和磁化が小さいフェリ磁性体の特性に起因しており、スピン流の影響がより有効になると考えられています。

さらに、磁化補償点付近におけるスピン輸送とフェリ磁性体の相互作用を調べるため、それらの温度依存性に着目しました。図2に示すようにスピン流由来の有効磁場の温度依存性から補償温度近辺で有効磁場が最大になり、飽和磁化の逆数に比例して大きくなることが分かりました [4]。つまり、フェリ磁性体における有効磁場はネット磁化だけに依存することを示唆しています。

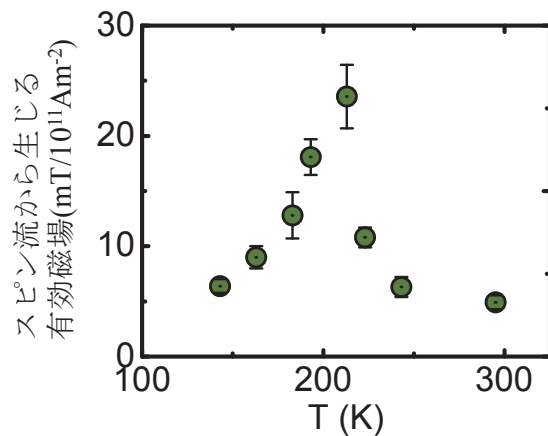


図2. 金属磁性膜 Ta/TbCo におけるスピン流由来の有効磁場の温度依存性結果

3. まとめ

本稿では、Ta/TbCo 合金におけるスピン流由来の有効磁場について紹介しました。これは、二つの副格子を有するフェリ磁性金属薄膜におけるスピン流を用いた磁化制御に関する研究です。これらの結果は、副格子を有する磁性材料におけるスピン輸送現象を理解する上で重要な知見を見出した成果であります。このようなフェリ磁性薄膜とスピン流を併せた最新の研究は、磁化のねじれ構造であるスキルミオンをスピン流で駆動させる研究にまで発展しています。最後に、本稿で紹介した研究成果は、私がポスドク時代にお世話になったマサチューセッツ工科大学材料工学専攻の Geoffrey Beach 先生の研究室で行われました。

参考文献

- [1] I. M. Miron *et al.*, Nature (London) **476**, 189 (2011).
- [2] L. Liu *et al.*, Science **336**, 555 (2012).
- [3] K. Ueda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109**, 232403 (2016).
- [4] K. Ueda *et al.*, Phys. Rev. B **96**, 064410 (2017).