

MERIT 長期海外派遣報告書

理学系研究科物理学専攻 小形研博士課程2年 広沢智紀

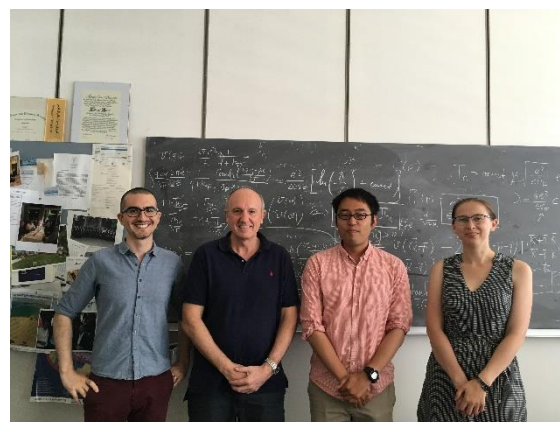
派遣期間:2019/01/15~2019/07/15

● 概要

私はバーゼル大学の Daniel Loss 教授のもとで半年間の共同研究を行いました。本報告書ではその渡航に至る経緯や研究内容を報告します。

● 渡航背景

博士課程に進む際、新しい研究テーマとして磁性体中のスピン波の理論に取り組みたいと考えていました。スピン波とは、磁性体中の電子スピンの共鳴して振動することで、古典的なスピンの基底状態からのずれが伝搬していくことによって生じるものです。特にレーザーを照射することで、スピン波の性質を外部からコントロールするフロケエンジニアリングという考え方をスピン波の理論に組み合わせたいと思っていました。この分野はまだ比較的新しいために先行研究も少ないのですが、Loss 教授の研究室ではスピン波とフロケ理論についてそれぞれ研究を行っていました。そのため、私の研究に必要なアイデアが得られるのではないかと考え、小形先生に紹介していただきました。研究の予算はスイスとの若手研究者交流事業からいただくことができました。



● 研究内容

スカーミオン格子と呼ばれる周期構造について、静磁場下でのスピン波（マグノン）とその上にレーザーを照射することにより生じるフロケマグノンの研究を行いました。スカーミオンとは磁性体中でスピンの渦のことで（図1）。スカーミオンを形成するスピンを取り出すと、球面全体を覆うことができます。そのため、スカーミオンはトポロジカルに安定であるとされています。また、電流などによって移動させることが可能であること、磁性体中にごく短時間レーザーを照射することで作り出すことができることなど、工学的応用に重要な性質をいくつも持っています。スカーミオン格子とは、薄膜の磁性体中で安定化するスカーミオンが周期的に並んだスピン構造です。

写真1：お世話になった方々との写真。左からポストドク研究員の Sebastian、Loss 教授、筆者、Klinovaja 教授

私はまずスカーミオン格子におけるスピン波の計算手法を学びました。他のスピン系に比べてその単位格子が非常に大きいことが特徴の一つで、 Cu_2OSeO_3 という物質では数十ナノメートルの大きさのスカーミオンが見つかっています[1]。こうした複雑かつ大きなスピン構造を持つスピン系に対するスピン波励起の計算手法をポストドク研究員の方に指導してもらいながら、静磁場下でのスカーミオン格子のマグノンの性質を調べていきました。その中で興味深い性質をいくつか見つけることができ、静磁場下でのマグノンの研究として論文にまとめたいと考えています。

静磁場下のスカーミオン格子中のマグノン励起について理解が進んでいくにつれて、レーザーを照

射することで作り出せるフロケマグノンの研究も開始しました。まだこの研究は未完成ですが、バーゼル大学に滞在中に大枠を作り上げることはできたと考えています。重要な点として、これまでの研究では無視されていた時間周期の振動下で生じる磁気単位胞の振動の寄与を取り入れることができるようになりました。これはスカーミオン格子を実現する物質の一つである Cu_2OSeO_3 という物質が、磁化と電気分極の間でつながりを持つ（マルチフェロイクス）という性質を利用しています[2]。まだ理論的に解決していない問題もあり、特に基底状態からの励起であるマグノンを非平衡状態においてどのように定義することができるかという問題は重要な課題です。その解決策を帰国する前に議論できたので、今後日本でバーゼル大学の共同研究者の方々と連絡を取り合いながら取り組んでいく予定です。

● 謝辞

バーゼル大学での半年間の滞在を通して、上で述べたように自身の研究テーマについてより深い理解が得られたとともに、国際色の豊かな環境で研究に取り組むという貴重な経験ができました。長いようであつという間に終わってしまった半年間でしたが、今後の研究生活に活かしていきたいと思っています。お世話になった Loss 研のメンバー、Loss 教授と Klinovaja 教授、小形先生、MERIT プログラムの方々に感謝いたします。

● 参考文献

[1] S. Seki *et al.*, *Science* **336**, 198 (2012).
 [2] Seki, *et al.* *PRB* **86**, 060403 (2012)

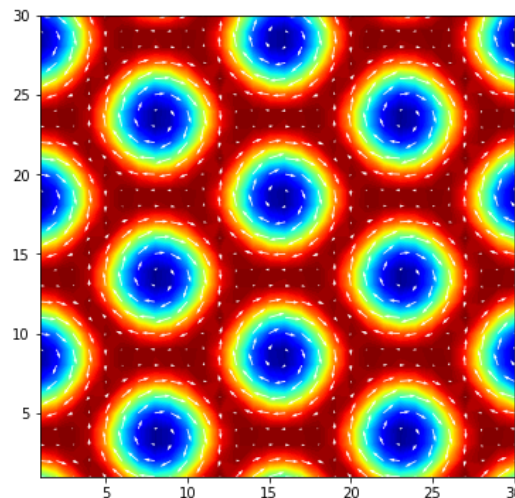


図1：スカーミオン格子の図。矢印は xy 平面上のスピン向き、色は z 方向のスピン大きさを表す。



写真 2: 3 月に行われるバーゼル・ファスナハト。