

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 202480017

氏 名 衛藤倫太郎

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

- 派遣先：都市名 マインツ (国名 ドイツ)
- 研究課題名 (和文)：マグノンバンドトポロジーの光学的手法による検出と制御に関する理論研究
- 採用期間：令和 6 年 5 月 17 日～令和 6 年 11 月 13 日 (181 日間)
- 受入研究機関名・部局名：Institute of Physics, Johannes Gutenberg University Mainz
- 受入研究機関で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

派遣期間中、主に下記 2 つのテーマについて本派遣のホスト研究者である Alexander Mook 博士と共同で研究を遂行した。

- Finite-temperature topological magnon spectra in honeycomb ferromagnets
 - Spontaneous magnon decay in collinear magnets: Ferromagnets, antiferromagnets, and altermagnets
- テーマ 1 では、ファンデルワールスハニカム格子強磁性物質の有限温度における磁気励起スペクトルを、摂動論を用いて調べた。非常に競合の多い研究テーマであり現在論文執筆中であるため、ここでは詳細を伏せるが、スイス連邦工科大学チューリッヒ校・パウル＝シェラー研究所の中性子散乱実験グループ (Stanislav E. Nikitin 博士) から提供してもらった実験データを良く説明する、精度の高い理論を構築することができた。
- テーマ 2 は、Mook 博士に加え、Matthias Gohlke 博士 (沖縄科学技術大学院大学)、Jairo Sinova 教授 (ドイツ・ヨハネス＝グーテンベルク大学マインツ)、望月維人教授 (早稲田大学・指導教員)、Alexander L. Chernyshev 教授 (アメリカ・カリフォルニア大学アーバイン校) との共同研究である。まず、物質中のあらゆる種類の非相対論的コリニア磁気秩序において、絶対零度・長波長極限において許される自発的マグノン減衰を徹底的に調べ上げた。この中で、特に交替磁性 (Altermagnet) と呼ばれる、近年の群論による分類の整備の結果まとめなおされ命名された特定のクラスの磁性体が、普遍的に自発的マグノン減衰を示すことを摂動論を用いて明らかにした。この交替磁性におけるマグノン減衰は、Matthias Gohlke 博士による密度行列繰り込み群 (DMRG) と行列積状態時間発展 (tMPO) を組み合わせた非摂動的な計算によっても確認された。
- この他にも、滞在中に出会った様々な研究者との議論を通して、電子やスピノン励起に関する乱雑位相近似を用いた交替磁性金属 (遷移金属酸化物)・ディラックスピ液体における励起スペクトルの研究など、いくつか研究のアイデアを得ることができた。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

テーマ 1・2 とともに現在論文を執筆中である。特にテーマ 2 に関する論文は執筆の最終段階にあり、2025 年 1 月までにジャーナルに投稿し、プレプリントを公開する予定である。また、テーマ 1 に関しては私が、テーマ 2 に関してはホスト研究者の Alexander Mook 博士が、3 月にアメリカ・ロサンゼルスで開催されるアメリカ物理学会で口頭講演をする予定である。テーマ 1 に関する論文は少々長い論文になるが、この講演の前までに完成させ、プレプリント公開・ジャーナル投稿まで行う予定である。

これらの論文執筆に際して、上に挙げた共同研究者らとは毎週のようにオンラインでディスカッションしており、論文投稿や改訂まで今後も継続的に議論を続ける予定である。また、滞在先であった Mook 博士主催の研究室におけるグループミーティングには帰国後も毎週必ずオンラインで参加しており、自身の研究テーマのみならずグループメンバーそれぞれの研究テーマについても質の高い議論を継続して行っている。

また、これらの研究テーマに派生したいくつかの研究テーマについても、今後順次実施していく予定である。特にフラストレート磁性体におけるマグノンの束縛状態を記述する理論構築・遷移金属酸化物における交替磁性・スピン液体等々の研究テーマについてはすでにシャープなアイデア・問題意識があり、Mook 博士やその他の共同研究者を交えて実施していくつもりである。Mook グループには 2025 年度にも 1 ヶ月程度滞在する予定であり、この際に共同研究をさらに進めていきたいと考えている。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本派遣における一番の収穫は、ドイツ在住の多くの研究者と議論を交わすことができた点にある。私が在籍する日本のグループとの大きな違いとして感じたのが、学生・スタッフ問わず自身や他の人の研究に関してフランクに、かつ積極的に意見を交わすことである。この文化を肌で感じ、派遣前は幾分閉鎖的であった自身の研究に関する視点が、劇的に広がったことを感じることもできた。また、人間として非常に基本的かつ重要なことだが、出勤時・退勤時のあいさつを、しっかりと人の顔や目を見て行う人が多いと感じた。もちろん文化の違いからくるものもあるだろうが、こうした良い点はしっかりと見習うことで、以前よりも「人当たりの良さ」が向上したのではないかと感じている。

また、滞在先のグループの学生やポスドクとほぼ毎日同じ空間で仕事をしたり、昼食を取ったり、コーヒーを飲みながら世間話をする中で、さまざまな国や言語・文化のバックグラウンドを持つ人々が、同じような問題を意識しつつも、それぞれの異なった視点で取り組んでいる学術研究という仕事の普遍的な「面白さ」のようなものを改めて感じ取ることができた点も非常に大きな収穫であった。キャリアに不確定要素の多い学術の世界で今後も仕事を続けていきたい新たなモチベーションのひとつにもなったように思う。

また、博士課程修了後のポストについて、ドイツ・ミュンヘンでポスドクをすることを視野に入れ、現在フェローシップ等の申請書執筆に注力しているところである。こうしたコネクションも本派遣期間中にホスト研究者の Alexander Mook 博士の紹介を通して得られたものであり、ホスピタリティや研究面以外のこうした点に関しても、ホスト研究者の Mook 博士には大変感謝している。

今回の滞在は、観光ビザのみで可能な 90 日を大きく超えるものであったため、滞在許可を取得する必要があったのだが、この申請作業に大変苦労した。マインツ市役所管理のオンライン予約システムはまるで機能しておらず、外国人局に直接メールを送っても数週間程度返信が来ないのはザラであるといった、いかにも「ドイツのお役所らしい」面も感じた。(その分取得できた際の喜びは大きかったし、同僚たちも気にかけてくれていた。) ドイツでポスドクとして働く際は、こうした生活面で苦労する点がかなり多くあると予想されるが、こうした「ドイツ生活苦労あるある」の一端を、学位取得前に身をもって経験することができた点はポジティブに捉えている。

総じて、半年間の派遣・滞在先を通して、今後研究者として競争の激しい学術界で生き残っていくために必要となる多くの資質や知見・モチベーションを得ることができたのではないかと感じている。