

2019年 3月 11日

工学系研究科物理工学専攻
求研究室 博士1年
奥村 駿

計算科学アライアンス海外派遣報告書

申請者は、計算科学アライアンスの海外派遣プログラムを利用し、アメリカ合衆国マサチューセッツ州ボストンにおいて3月3日から8日にかけて開催された American Physical Society (APS) March Meeting 2019 に参加した。この会議は、年に一度アメリカ合衆国内で行われる、物性物理学の分野では最大規模の学会である。今回は世界中から約11000人の研究者が参加し、口頭発表やポスターセッションを行っていた。また、申請者は3月3日、9日にそれぞれ Massachusetts 工科大学 (MIT) のポスドクである磯部大樹氏、車地崇氏と議論を交わした。本報告書では、本会議における研究成果の発表や海外研究者との議論、そこで得られた知見について報告する。

申請者は修士課程ならびに博士課程において、カイラル磁性体と呼ばれる非自明な磁気構造を持った磁性体に関する理論研究を行ってきた。一軸性を持つカイラル磁性体は基底状態でカイラル螺旋磁性を示し、磁場中でカイラルソリトン格子やカイラルコーン状態と呼ばれる特徴的な磁気構造に移り変わる。それに伴って、非線形な負の磁気抵抗や非相反電流などの興味深い量子輸送現象を示すことが実験的に知られている。これまでの先行研究では、計算コストの観点から伝導電子の自由度を無視したモデルが扱われてきたが、カイラル磁性体中の非自明な伝導現象を記述するためには電子の持つスピンと電荷の双方の自由度を取り入れた計算をしなければならない。申請者は、スピン依存するグリーン関数を用いたランダウアータイプの計算手法によって、特徴的な磁性を持った系での電子輸送に関する理論計算を行った。その結果、カイラル磁性体を用いることで、伝導方向によって異なる大きさのスピンの流が生じる非相反スピン輸送の実現が可能になることを明らかにした。この研究結果は、未だ実験的に実現していないスピン流ダイオードの設計に、カイラル磁性体が応用できるということを提案するものである。

申請者は、この研究成果について“Spin-current diode with a monoaxial chiral magnet”という題目で、6日の昼に設けられた“L38: Spin chains, Criticality and QPT”のセッションにて口頭発表を行った(講演番号 L38:00013)。申請者の発表に関する質疑応答では、磁気的な欠陥の影響についての質問を受けたが、これまでの計算ではそのような系について考えてこなかったため、今後の研究の課題としたい。セッションの主要なテーマとは少し方向性の異なる発表内容だったため聴衆の人数こそ少なかったものの、大変有意義な発表ができた

と思う。

3日に議論していただいた磯部氏は現在 MIT の Fu 研究室でポスドクとして活躍しており、主にトポロジカル物質の電子状態と輸送現象の理論についての研究を行っている。今回の口頭発表の内容でもあるカイラル磁性体中の非相反輸送現象について、最近の研究を踏まえながら議論を交わした。そこでは今回の研究では無視している二次元的な伝導パスが与える影響や、トポロジカルな欠陥を含んだ複雑な磁性における電子状態の変化についてご指摘いただき、今後の研究に役立つ有益なアドバイスを受けた。

また、9日に議論していただいた車地氏は現在 MIT の Checkesky 研究室でポスドクとして活躍しており、主に遍歴磁性体の実験に関する研究を行っている。今回は、車地氏の最近の研究成果の一つである重い電子系における磁気フラストレーションを応用した磁気スキルミオンの発現についてお話をうかがった。中性子散乱の実験結果に対する解釈の仕方やすらなる候補物質探索の方向性など、実験の立場から多くの有益な意見を頂いた。さらに、申請者が現在研究を行っている三次元のカイラル磁性体に対する理論研究についても議論をしていただいた。実験結果と数値シミュレーションとの相違に関してどのような解釈ができるのかということや、特徴的な伝導現象を再現できるかといった議論ができたことは申請者の今後の研究活動にとって有意義な収穫であった。

以上のように、今回の APS March Meeting 2019 への参加は非常に充実しており、有意義なものであったと感じている。今回の口頭発表での経験を今後の研究や発表にも活かしていきたい。また、今回の渡航を通じて得た海外の実験家や理論家とのつながりを活かしながら、計算機を用いた物質科学における数値シミュレーションの発展に貢献していきたい。最後に、このような経験を得る機会を提供していただいた計算科学アライアンス関係者の皆様に深い感謝を表したい。