

MERIT 長期海外派遣報告書

東京大学 理学系研究科 物理学専攻
高木・北川研究室 博士課程2年 末次祥大

概要

2018年6月20日～2018年7月21日にかけてドイツのシュトゥットガルトにあるマックス・プランク固体研究所で研究活動を行った。渡航期間中は共同研究者の Juergen Nuss と Claus Muehle と共に私の今後の研究に必要なアンチペロブスカイト Sr_3PbO の単結晶合成を行った。

渡航背景

私の研究では以前より、指導教官の高木先生がディレクターを勤めており本長期海外派遣の渡航先であるマックス・プランク固体研究所からアンチペロブスカイト Sr_3PbO の試料提供を受け、磁気輸送・磁化率・NMR 測定を行っていた。これまでの研究では、磁気輸送測定から Sr_3PbO が非常に軽い有効質量を持つといった3次元ディラック電子系の特徴を示すことや、線形分散を反映した NMR スピン格子緩和率の温度依存性を示すことなどを明らかにしてきた。

しかしながら、現在の研究課題であるディラック電子の巨大反磁性を明らかにするための磁化率・NMR 測定において、試料内への磁性不純物の混入や、試料内におけるキャリア数の不均一性によりシャープな NMR ピークが得られないという問題があった。そのため本渡航により、物質合成の技術を有する共同研究者と協力してこれらの問題の解決を目指した。

研究内容

滞在中は以前より共同研究を行っていた Juergen Nuss と Claus Muehle と協力し、 Sr_3PbO の単結晶合成を行った。共同研究者の二名は化学出身の結晶合成・結晶構造解析の専門家であるため、私が持つ物性測定用の高品質な結晶の合成に関する知識を共有し、これまでよりも高品質な単結晶の合成を目指した。

私の研究の測定では低キャリア密度かつ均一性の高い試料が必要となるため、合成に用いる試薬や道具に不純物の原因となる物質が混入しないように細心の注意を払う必要がある。そのため、共同研究者の協力を得て原料の Sr の蒸留を行い、酸化物を取り除いた。さらに、高純度の酸化鉛の使用や、試薬に接触する可能性がある道具の洗浄を徹底するなどの高純度の試料を合成するために必要な知識を共同研究者と共有して合成に取り組んだ。

さらに試料合成の最適な条件を探索するために、様々なつぼや温度シークエンスを

用いて合成を行った。一度の合成に短くても 10 日程度かかるためそれほど多くの合成は行えなかったが、合成した試料の磁化測定の結果から試料のキャリア密度を見積もり合成条件へとフィードバックして合成を行った。渡航中におおよその傾向はつかめたため、より大きな単結晶の合成を目指した長時間の合成や詳細な温度シーケンスの最適化は共同研究者と連絡を取りながら引き続き行う予定である。

滞在中の生活

シュトゥットガルトはドイツ南西部に位置し、南ドイツではミュンヘンに次ぐ二番目の都市である。ダイムラーやボルシェなどの世界的に有名な自動車企業が本社を構えており、自動車産業が盛んである。日本と比べて緯度が高く、滞在期間中は夜 10 時頃まで明るいなど日照時間が非常に長かった。また、湿度が低いため日中でも蒸し暑さを感じるようなことはなく、(そもそも普通の部屋には基本的にクーラーは付いていないが)夜は涼しくなるためにクーラーの必要もないなど、同時期の日本と比較すると非常に過ごしやすい気候であった。

滞在中はマックス・プランク研究所のゲストハウスに滞在し、研究所まで徒歩 30 秒ほどという非常に便利な立地であった。昼食は研究所の学食を利用していたが、16 時に閉まってしまうため、夕食はゲストハウスの共用キッチンで自炊していた。ドイツの食事はソーセージとビールは絶品であった。特にビールは様々な種類のビールが安価で購入可能であり、日本では入手しづらい白ビールを好んで飲んでいて。一方、料理のバリエーションがあまり多くないという問題があったので、醤油などの日本の調味料をアジアンスーパーマーケットでそろえて夕食の自炊に使用していた。

研究所には以前にも研究会で 2 回ほど訪れたことがある上に、テレビ会議システムを通じてグループセミナーを毎週合同で行っていたため、面識のある研究者や学生が多く、非常に親切にしてくださいました。近々研究所で行われるサッカー大会に向けた練習にも誘っていただきスポーツも楽しむことができた。大会自体は渡航終了後に開催されるので残念ながら参加できなかったが、研究所の友人から結果を聞くのを非常に楽しみにしている。

謝辞

はじめに今回の長期海外派遣の機会をくださった高木先生と受け入れ研究員の Juergen Nuss さんに感謝申し上げます。特に Juergen Nuss さんには結晶合成だけでなく、滞在中に関する様々な点でサポートしていただきました。協力して単結晶合成をしていた Claus Muehle さんには実験装置の使い方教えていただき、試料合成の作業でも非常にお世話になりました。その他、磁化測定やその他の実験、滞在先の手配などの事務手続きでお世話になった Marian Blankenhorn さん、石川さん、高山さん、磯辺さん、Sabine Paulsen さんにもお礼申し上げます。