

日本－米国 国際共同研究「量子分野」 2023 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	トポロジカル反強磁性スピントロニクス の創成
研究課題名（英文）	Development of topological antiferromagnetic spintronics
日本側研究代表者氏名	中辻 知
所属・役職	東京大学理学系研究科物理学専攻・教授/トランススケール量子科学国際連携研究機構・機構長
研究期間	2023 年 4 月 1 日 ～ 2024 年 1 月 31 日

1. 研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
中辻 知	東京大学理学系研究科物理学専攻・教授/ トランススケール量子科学国際連携研究 機構・機構長	日本側研究代表者 トポロジカル反強磁性体 の開発等
有田 亮太郎	東京大学先端科学技術研究センター・教 授	日本側共同研究者 磁気スイッチングダイナミ クスの解明等
三輪 真嗣	東京大学物性研究所量子物質研究グルー プ・准教授	日本側共同研究者 積層単結晶薄膜の作製等
Collin L. BROHOLM	Director and Gerhard H. Dieke Professor・Institute for Quantum Matter and Department of Physics and Astronomy, Johns Hopkins University	米国側研究代表者 トポロジカル反強磁性体 の開発等
N. Peter ARMITAGE	Professor・Institute for Quantum Matter and Department of Physics and Astronomy, Johns Hopkins University	米国側共同研究者 トポロジカル反強磁性体 の開発等
Oleg TCHERNYSHYOV	Professor・Institute for Quantum Matter and Department of Physics and Astronomy, Johns Hopkins University	米国側共同研究者 トポロジカル反強磁性体 の開発等
Chia-Ling CHIEN	Jacob L. Hain Professor・ Department of Physics and Astronomy, Johns Hopkins University	米国側共同研究者 積層単結晶薄膜の作製等

2. 研究目標及び計画概要

本研究の主題であるトポロジカルな反強磁性体のスピントロニクス性能の向上に向け、理論グループがトポロジカル磁性体の電子構造のチューニングの方法を考案し、実験グループが単結晶および薄膜合成を行うと同時に Johns Hopkins 大と共同して磁気構造の同定と電子構造の確認を行う。

3. 研究実施概要

Mn₃X 物質系を中心に、理論グループが数値シミュレーションにより磁気構造と電子構造の詳細を決定し、実験により得られた磁気秩序・電荷秩序などの新しい知見に対して、その発現機構を示した。具体的には、Johns Hopkins 大と共同して新しく Mn₃Ga 系などの薄膜合成を行い、その磁気電気特性および磁気光学特性を解明する実験を通じて、トポロジカルな応答を創出する電子構造の理解を深めた。また、Mn₃Sn に対しては中性子散乱実験を行い、カゴメ格子上的のカイラル反強磁性磁気構造と電荷秩序を伴うヘリカル磁気秩序との競合を明らかにし、室温近傍で現れる磁気八極子秩序の安定性とその制御について理解を深めた。

4. 持続的な国際ネットワーク構築・参画・拡大のための実施計画概要

人材育成は、若手育成計画に従い長期派遣型と短期派遣型を実施すべく先方と協議中である。同時に、同大からは若手研究員と学生を受入れる予定である。研究交流は、交流計画に従い、研究進捗を報告しあうワークショップと日米欧のアカデミアと産業界が集う国際シンポジウムを、それぞれ本邦で隔年に実施すべく先方と協議中である。

5. 持続的な国際ネットワーク構築・参画・拡大のための実施概要

人材育成に関して、若手育成計画の長期派遣型においては、博士課程学生 1 名が Johns Hopkins 大に長期にわたり滞在し、薄膜作製やその評価の実験に従事した。短期派遣型においては、若手研究者 1 名を Johns Hopkins 大に派遣し、共同研究についての打合せや学術講演を行った。同大からは若手研究員 1 名を受入れた。研究交流に関しては、ワークショップを 2023 年 7 月に、200 名規模の国際シンポジウムを本プログラム終了直後の 2024 年 2 月に開催した。