

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

新居 陽一

東北大学 金属材料研究所
助教

トポロジカルフォノンクスと革新的な音波・熱物性の開拓

§ 1. 研究成果の概要

本研究はフォノンに対するトポロジカルな性質を開拓することで既存デバイスでは実現しえない音・熱物性を実現することを目指している。バルク試料と人工物質の二つの観点からアプローチしており、本年度は(1)キラル磁性体 MnSi におけるラッシュバ型フォノンバンドの分裂の観測, (2)巨大な磁気弾性結合をもつ Tb 酸化物の四極子応答, (3)バレーフォノン結晶におけるトポロジカル音波の観測の三つを行った。

(1)に関しては、X線非弾性散乱およびフォノンバンド計算を組み合わせることで、キラリティに起因した特徴的な音響フォノンバンドの分裂を明らかにした。特にフォノン角運動量と呼ばれる擬スピンの依存したバンド分裂が生じていることを明らかにした点が重要であり、今後の新しいフォノン輸送現象の開拓に向け重要な知見となった。(2)に関しては大きな熱ホール効果も観測されている Tb₂Ti₂O₇ の超音波応答を室温から 0.4K まで測定し、その結果 Tb の磁気モーメントのみならず四極子モーメントが本物質において極めて重要な役割を与えていることを明らかにした。(3)に関しては、微細加工を用いて表面弾性波に対するバレーフォノン物質を作成し、マイクロ波顕微鏡を用いた直接可視化を試みた。その結果、GHz 領域のトポロジカル表面音波を直接観測することに成功した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Effect of symmetry breaking on short-wavelength acoustic phonons in the chiral magnet MnSi”, Phys. Rev. B **104**, L081101 (2021)
Y. Nii, Y. Hirokane, T. Koretsune, D. Ishikawa, A. Q. R. Baron, and Y. Onose *et al.*
- 2) “Elastic study of electric quadrupolar correlation in the paramagnetic state of the frustrated quantum magnet Tb₂Ti₂O₇”, Phys. Rev. B **105**, 094414 (2022)
Y. Nii, Y. Hirokane, S. Nakamura, N. Kabeya, S. Kimura, Y. Tomioka, T. Nojima, and Y. Onose