

対称性の破れに誘起されたトポロジカル磁性相の創成と

異常伝導物性の開拓

東京大学 車地崇

派遣援助期間 2017年10月1日～2018年4月30日
研究機関 Department of Physics, Massachusetts Institute of Technology
77 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139, USA
研究指導者 Prof. Joseph G. Checkelsky

最近の物性物理学における基礎的問題は物質の状態の理解にトポロジーの概念を適用することである。この概念は近年非散逸電子伝導をもたらす電子状態を理解するカギになることが分かり、省消費電力デバイス開発への興味から研究が加速している。特に2000年代のトポロジカル絶縁体の理論的・実験的発見が本研究領域を爆発的に進展させた。アメリカは特にこの研究分野が盛んに研究されており、最近の研究動向としては磁性ドーピングした薄膜における量子化異常ホール効果の観測、トポロジカル結晶絶縁体・トポロジカル近藤絶縁体といった新規電子相発見といったものがある。トポロジーの概念の物性物理における重要性はサウレス、ハルデー、コスタリッツの3人のトポロジーに関する発端的研究に対して2016年にノーベル物理学賞が授与されたことからわかる(1)。

発表者の研究対象は単結晶育成を起点とした新規な磁性材料の開発およびそれらの物性解明である。これまでの研究では、主にマルチフェロイクスやスキルミオンと呼ばれる磁性材料の開発に携わってきた。マルチフェロイクスとは強磁性と強誘電性をあわせもつ物質のことで、このような物質では磁性と誘電性が結合することにより電気磁気効果という非自明な物理現象が起きることが興味を持たれている(2)。スキルミオンとはトポロジーで分類できるナノメートルサイズの磁気構造のことでトポロジカル数を0, 1に割り当てることができることから新規メモリ素子への応用が期待されている(3)。本派遣援助に応募した経緯としては、これら磁性材料開発の視野をさらに広げるため、自身の研究領域を金属や半導体に拡張したかったからである。特に電子相関、磁気フラストレーション、強いスピン軌道相互作用といったトポロジカルな電子物性に大きな影響を与えるパラメータを利用した新規物質開発を目指して、これら物質探索に指針を与えることを目的に研究を行った。

本発表では本派遣中にMITで行った物質開発やアメリカ国立標準技術研究所(NIST)で行った中性子散乱実験、国立高磁場研究所(NHMFL)で行った量子振動観測などを取り上げながら、アメリカでの研究生活などを踏まえて長期派遣での成果をお話したい。

【参考文献】

1. 長谷川修司：『トポロジカル物質とは何か』（講談社, 2021）
2. 有馬孝尚：『マルチフェロイクス』（共立出版, 2014）
3. パリティ編集委員会：『物理科学, この1年2022』（丸善出版, 2022）, p47 車地崇：「史上最小の磁気渦粒子」