

談話室 (新博士登場)



強磁性トポロジカル絶縁体
を用いた超薄膜における
新奇磁気構造の発見

高城 拓也*

ヨハネスケプラーリンツ大学,
半導体・固体物理学研究所
アルテンベルガーシュトラッセ, 69,
リンツ, 4040, オーストリア

(2023年12月14日受理)

Discovery of the Unique Magnetic Structure in an
Ultrathin Film Incorporating Ferromagnetic
Topological Insulators

Takuya TAKASHIRO*

Johannes Kepler University Linz, Institute
of Semiconductor and Solid State Physics,
Altenberger Strasse 69 Linz, 4040, Austria

(Received December 14, 2023)

1. はじめに

私は2018年4月からの5年間、東京大学理学系研究科の学生として、トポロジカル絶縁体 (Topological Insulator, TI) と強磁性を融合させて、これまで困難であった様々な量子現象の観測に尽力した。研究遂行にあたり、当時の指導教員の長谷川修司教授と秋山了太助教を初め、多くの共同研究者のお力添えを頂戴した。心より感謝を申し上げたい。

2. 研究の内容

TIは、固体内部が絶縁体であるにもかかわらず、表面に外乱に強固 (ロバスト) な金属状態を有した物質群である。特に、強磁性が付与された強磁性トポロジカル絶縁体 (Ferromagnetic Topological Insulator, FMTI) では、そのロバスト性を反映したミクロな磁気渦 (スキルミオン, Fig. 1 (a)) が形成され、低電力かつ安定的に磁気情報を保存・伝送できるといった可能性を秘めていることから、物性物理学分野で注目されている。

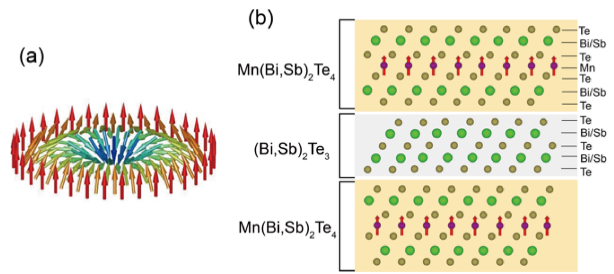


Fig. 1. (color online). Schematics of (a) spin texture of a skyrmion and (b) the sandwich structure.

これまでの磁性原子をTI結晶内部に無秩序添加する方法でFMTIを作製してきたが、結晶の乱れや意図しない磁気クラスター形成が課題であったため、精密に制御可能な物質系が求められていた。そこで最近、磁性原子MnをTI層状物質 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ (BST) に適切に添加すると、Mnが規則的にシート状に配列し、 $\text{Mn}(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_4$ (MBST) というFMTI層状物質になることが報告された。これにより、従来よりも高品質でかつ均一な磁気秩序の実現が可能となった。

本研究では、二つのMBST単層の間に非磁性TIのBSTを挟み込んだサンドイッチ構造超薄膜 (Fig. 1 (b)) を作製し、ホール測定を通してMBST系では初となるスキルミオンの観測に成功した¹⁾。このスペーサーBSTはスキルミオン実現に大変重要で、ある程度のBST膜厚でなければスキルミオンが観測されないことも明らかにした。さらに、MBSTのMnが規則配列したことで、従来のFMTIの1/10程度の弱い印加磁場でスキルミオンを制御できることが分かった。そのため本系は、書き換えが容易なスキルミオン磁気メモリの開発に資することが期待される。

3. 今後の抱負

現在は、AustriaのJohannes Kepler University Linzでポスドク研究員として、強磁性のみならず強誘電をTI上で実現させることにも関心を寄せている。強磁性と強誘電が織りなすマルチフェロイック現象とロバストなTIを組み合わせ、将来的にはエネルギー問題を解決できる革新的デバイスの実現に貢献したい。

文 献

- 1) T. Takashiro, R. Akiyama, I.V. Kibirev, A.V. Matetskiy, R. Nakanishi, S. Sato, T. Fukasawa, T. Sasaki, H. Toyama, K.L. Hiwatari, A.V. Zotov, A.A. Saranin, T. Hirahara and S. Hasegawa : *Nano Lett.* **22**, 881 (2022).

*E-mail : takuya.takashiro@partner.jku.at