

# カルコゲナイド薄膜を用いたトポロジカル物性の開拓

塚崎 敦

東北大学金属材料研究所

グラフェンから注目される「固体中の線形な電子状態」は、結晶の対称性とスピン軌道相互作用を考慮することで、様々な物質中にも生じることが明らかにされている。中でも3次元トポロジカル絶縁体は、バルク電子状態のバンド反転に伴って物質表面に「線形な電子状態」を生じる代表例であり、物質としてはカルコゲナイドの  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  や  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  が活発に研究されている。その線形な電子状態を持つ電子は、物質中で磁氣的相互作用を生じることで「線形な電子状態」の交差点にギャップを生じる。本講演では、磁気と伝導の相関現象として主にこのギャップに起因してもたらされる、異常ホール効果とその量子化[1]や異常ネルンスト効果について紹介する。また、カルコゲンに酸素は含まれるのか悩ましいため、本講演では硫黄、セレンとテルルの化合物の薄膜研究を紹介する。特に、薄膜合成の観点から、物質と薄膜合成手法の特徴を交えて示しつつ、硫黄の化合物ではワイル半金属の  $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$  [2,3]、セレンとテルルの化合物では3次元トポロジカル絶縁体の  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  と  $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$  をベースに磁性不純物を添加した薄膜や界面の物性[1,4,5]を紹介する。

カルコゲナイドにはトポロジカル物質群の他にも層状の強磁性体や超伝導体など特長ある性質を示す物質が豊富に存在するため、界面での相互作用を誘起する異種物質の選択自由度が高い。そのため、多様な「トポロジカル物性」の制御自由度を積層構造で拡張する目的に対しても大変興味深い物質群である。今回は、カルコゲナイドの薄膜や界面ならではの物性研究の一部を紹介するに留めてしまうが、合成と物性、基礎と応用や界面現象と磁気素子など、今後の開拓に向けて様々な観点からの議論をお願いしたい。

【謝辞】講演に含まれる内容は、東北大学、東京大学と理化学研究所をはじめとする多くの方々との共同研究で得られた成果です。

## 【参考文献】

- [1] Y. Tokura, K. Yasuda, A. Tsukazaki, *Nature Rev. Phys.* **1**, 126 (2019).
- [2] E. Liu *et al.*, *Nature Phys.* **14**, 1125 (2018).
- [3] K. Fujiwara and A. T. *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **58**, 050912 (2019).
- [4] H. Zhang *et al.*, *Nature Phys.* **5**, 438 (2009).
- [5] Y. Satake and A. T. *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **4**, 044202 (2020).