

単層 2 次元トポロジカル結晶絶縁体の開発と、 超伝導体との接合による協奏現象の探求

秋山 了太 / 東京大学 理学系研究科 助教

ご存知のように、通常のトポロジカル絶縁体 (TI) が時間反転対称性によって表面状態が保護されているのに対して、結晶の鏡映対称性によって表面状態が担保されている系がトポロジカル結晶絶縁体 (TCI) です [1]。我々はこの系の典型物質である SnTe および $\text{Pn}_x\text{Sb}_{1-x}\text{Te}$ を中心物質として研究しています [2]。SnTe 系の薄膜は大きく分けて 1. 濡れ性が悪く島状・迷路状になりやすい、2. Sn 欠損によってヘビーな p 型になりやすい、の 2 つの面から良質な膜作製が難しいと言われています。我々は TCI と超伝導との接合や TCI 単原子層膜成長によって現れるマヨラナ状態や 2 次元トポロジカル状態など新奇な物理現象の観測を目標としていますが、当然ながらその前にこれらの問題解決が重要となってきます。膜の凹凸改善としては作製した GaAs/CdTe 基板を使用したり [3]、Si(111)- $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Bi 構造の上に成長することで大幅に表面粗さを改善し (RMS $\sim 0.5\text{nm}$)、さらに弱反局在効果によって 2 次元表面状態の確認を行いました。また、最近では Li を同時ドーピングすることで半導体的な温度依存性を示す SnTe が作製でき、シュブニコフドハース振動の観測も行いました。そして、 $\text{Pn}_x\text{Sb}_{1-x}\text{Te}(111)$ においては TI における $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ のように [4]、Sb ドーピングによってフェルミ準位をギャップ中に移動することで、ARPES 測定で表面状態の観測にも成功しました (図 1)。これらの基礎技術を用いて、今後磁性元素のドーピングによるワイル半金属化など、研究を更に進展させていく予定です。

また近年、ラシュバ系などスピネクスタを持つ超薄膜金属における超伝導が 1 重項 + 3 重項の超伝導候補物質として注目を集めています [5]。これらと TCI とのヘテロ接合はとても興味深い系だと考えています。また、Au や Pb などを用いて作られる表面超構造は理論的にトポロジカル超伝導体となることが予想されています [6]。こういった表面・界面が重要な系におけるトポロジカル + 超伝導の織りなす性質を、超高真空 in situ 電気伝導測定などを駆使して、さらに理論家の方々ともコラボレーションして明らかにできればと考えています。



あきやま・りょうた

1982 年生まれ 東京都出身。2012 年東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻博士 (工学) 取得。同年筑波大学数理物質系助教着任。2014 年 12 月より現在に至る。トポロジカル (結晶) 絶縁体の表面超構造・薄膜作製、電気伝導や ARPES を中心に研究に取り組む。趣味は海釣り、ピアノ・作曲、アマチュア無線、山歩きなど。

- [1] Y. Tanaka et al., Nat. Phys **8**, 800 (2012).
- [2] R. Akiyama et al., Nano Research **9**, 490 (2016).
- [3] R. Ishikawa et al., J. of Crys. Growth **453**, 124 (2016).
- [4] R. Akiyama et al., arXiv **1701.00137** (2017).
- [5] A. V. Matetskiy et al., Phys. Rev. Lett. **115**, 147003 (2015).
- [6] B. Huang et al., Phys. Rev. B **93**, 115117 (2016).

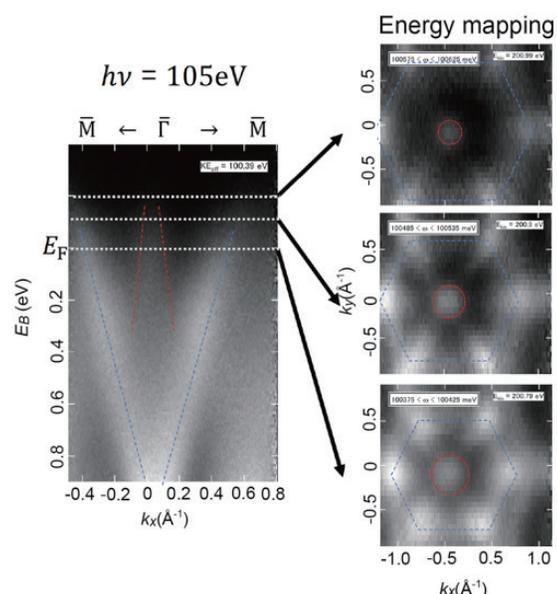


図 1. $\text{Pn}_x\text{Sb}_{1-x}\text{Te}(111)$ における ARPES 像 (HiSOR BL-7 において測定)。