

徳本研究室

[結晶欠陥の構造と物性]



生産技術研究所 物質・環境系部門

Department of Materials and Environmental Science

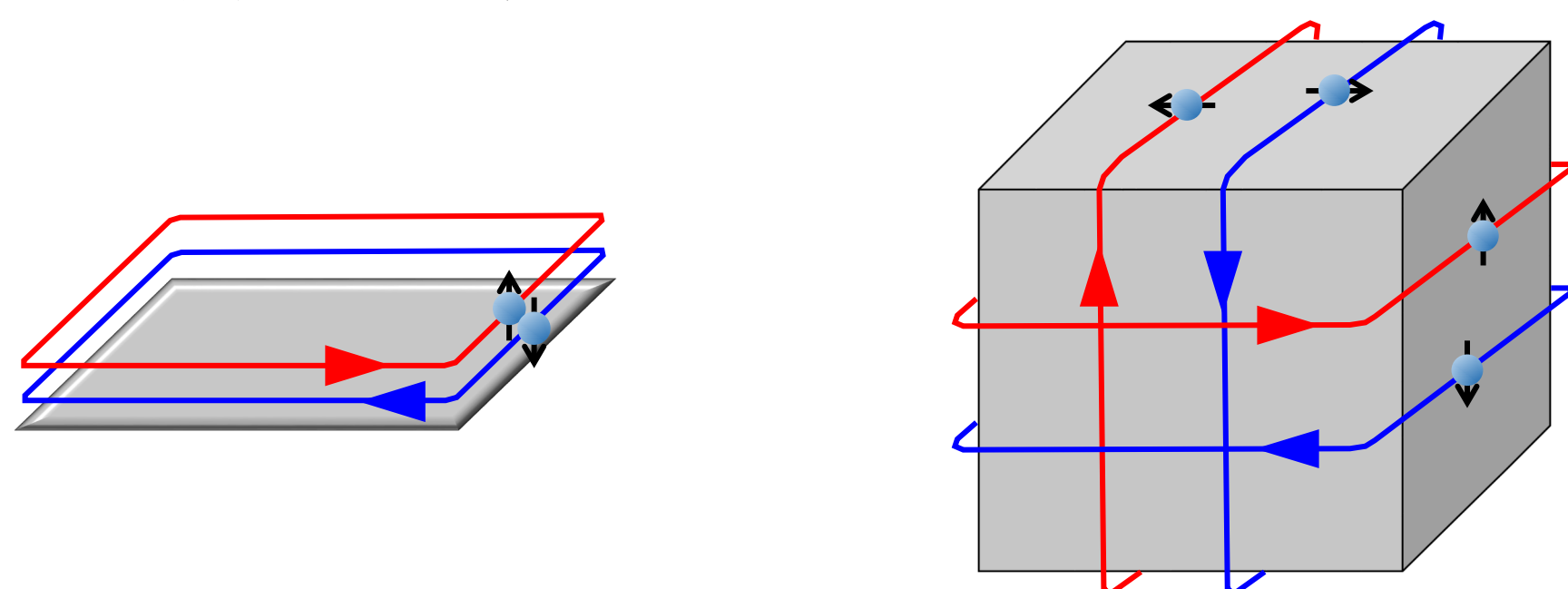
ナノ構造材料科学

工学系研究科 マテリアル工学専攻

<http://www.tokumoto.iis.u-tokyo.ac.jp>

◆トポロジカル絶縁体

トポロジカル絶縁体は、内部は絶縁体でありながら、エッジ/表面には特殊な金属状態が存在している物質です。2005年に提唱され、2007年に初めて実証された比較的歴史の浅い物質ですが、新奇な物理現象の開拓やその応用の研究が世界中でなされています。



2次元トポロジカル絶縁体

3次元トポロジカル絶縁体

内部は絶縁体

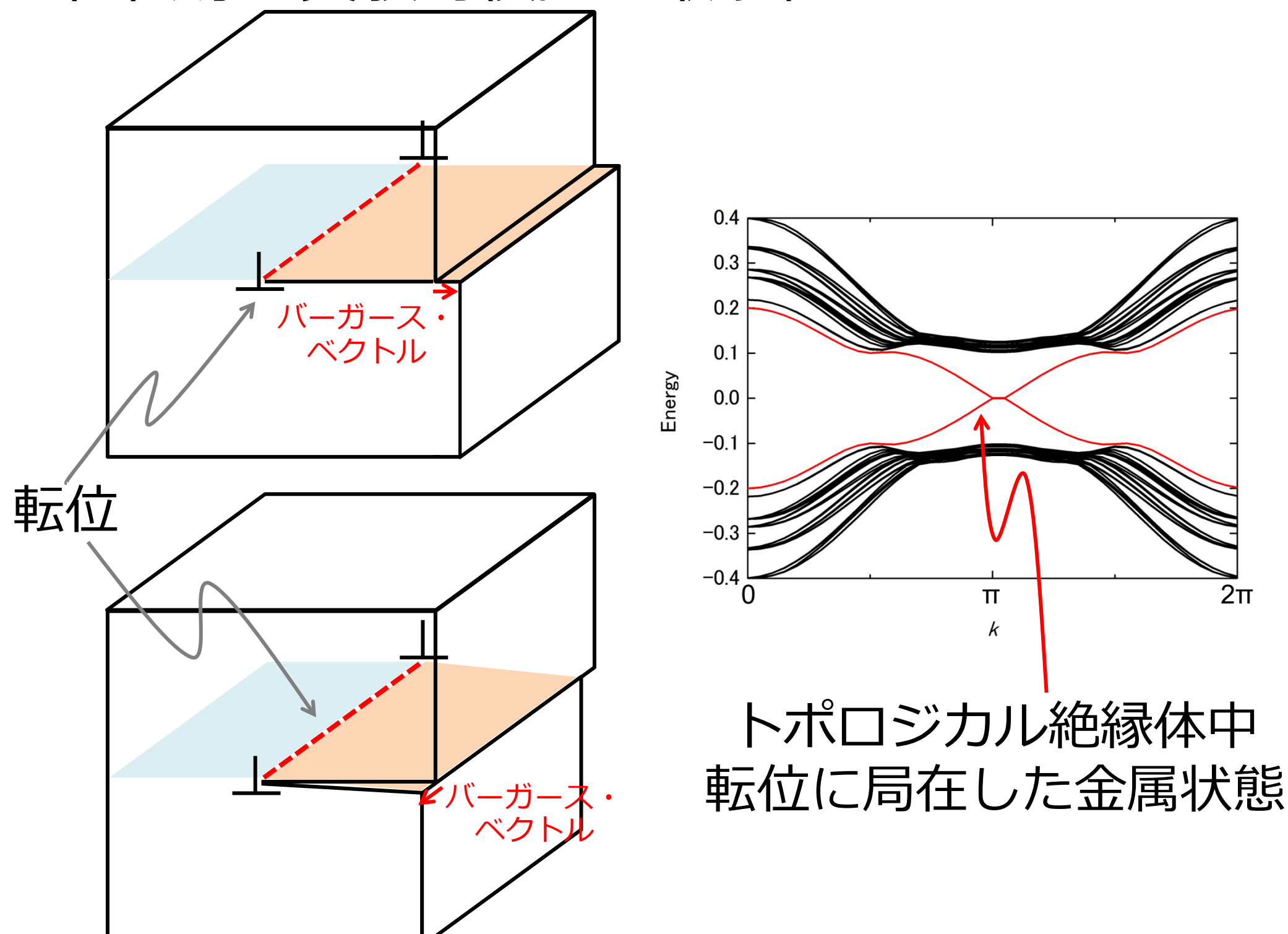
エッジ/表面には特殊な金属状態

- ・ヘリカルスピン偏極
- ・ディラック電子系(直線的な分散関係)
- ・非磁性の摂動に対して頑強

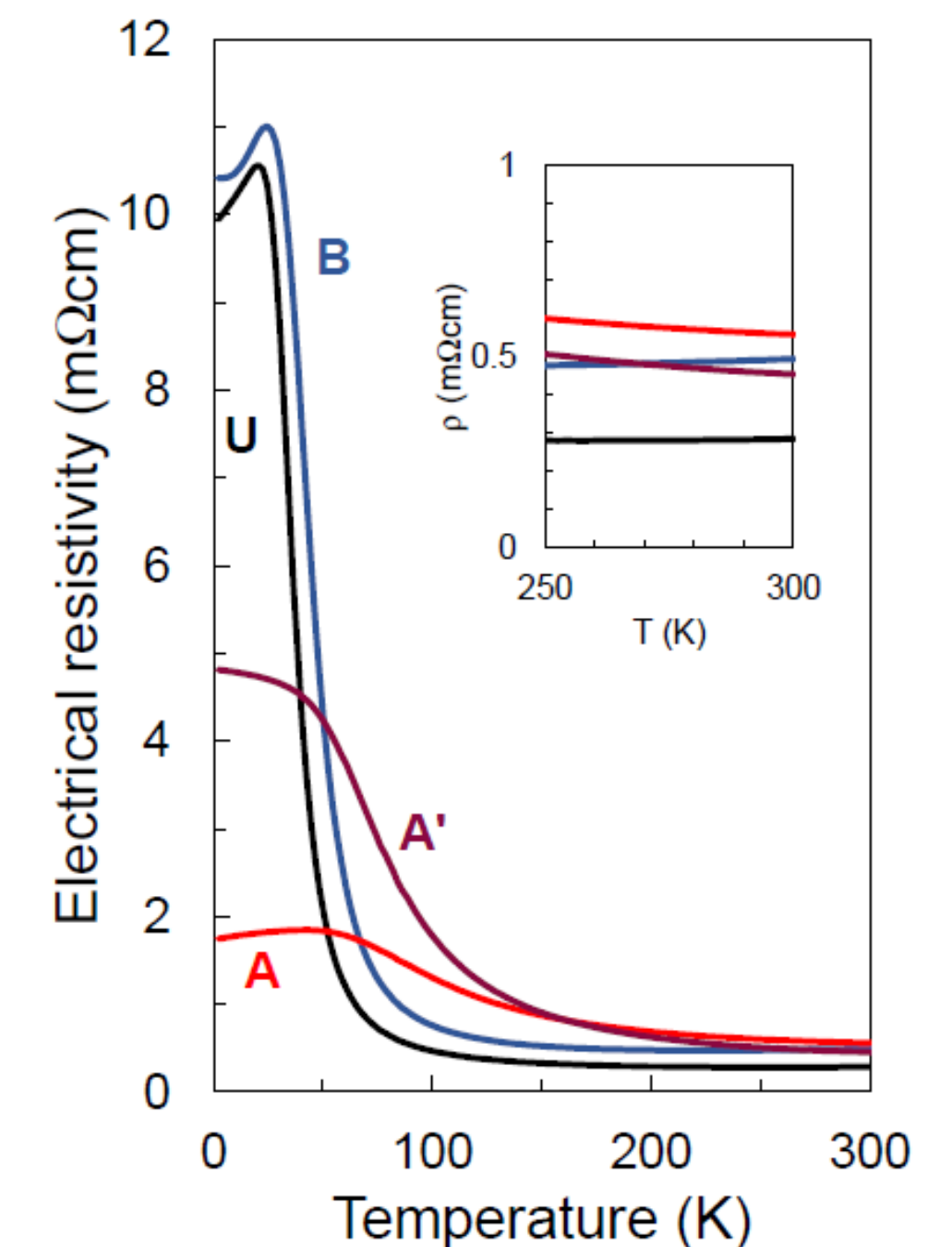
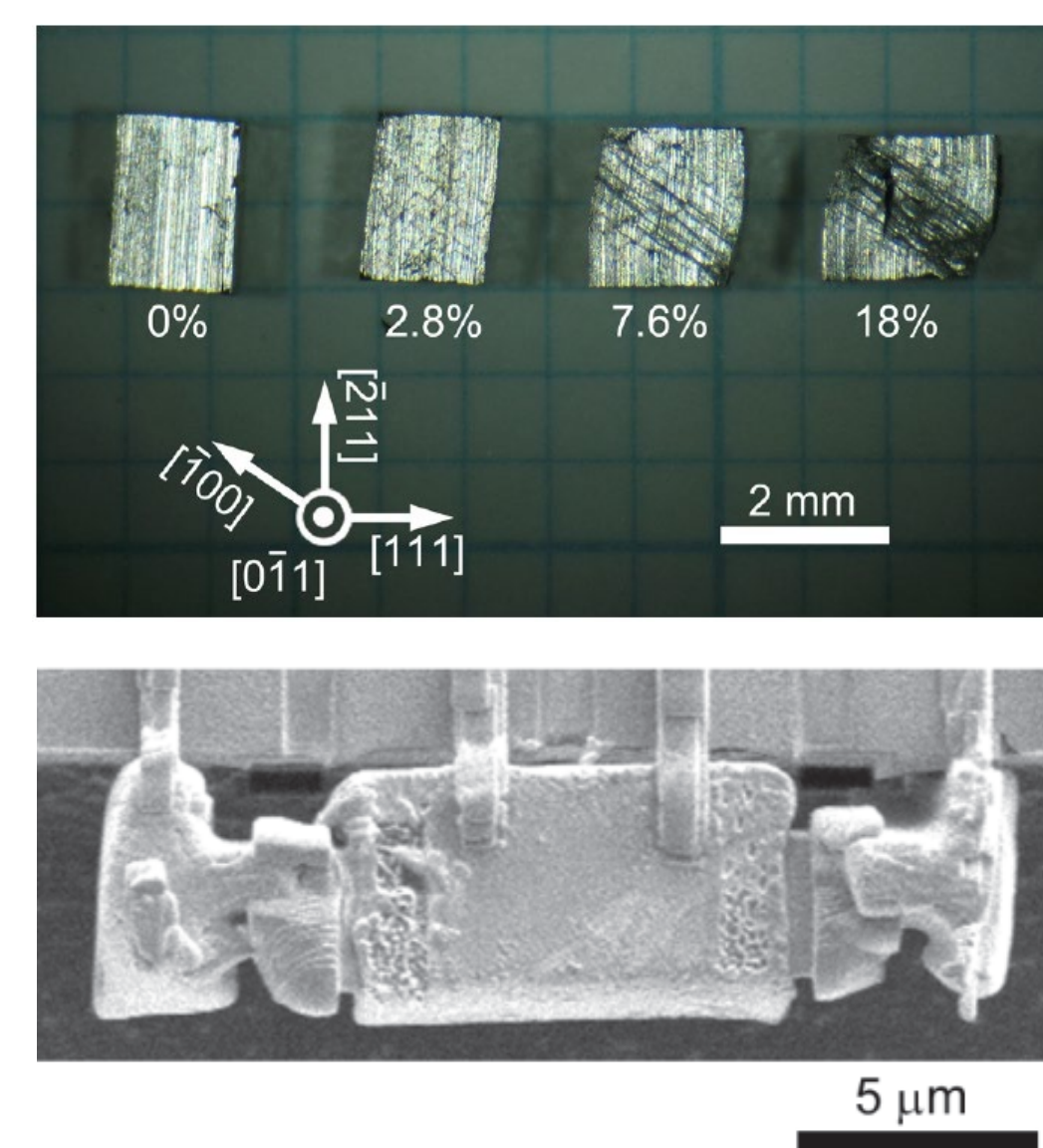
◆トポロジカル絶縁体中転位

3次元トポロジカル絶縁体中転位(一次元欠陥)に沿っても、トポロジカル絶縁体を分類するトポロジカル指数と転位のバーガース・ベクトル(変位ベクトル)がある条件を満たせば、2次元トポロジカル絶縁体のエッジ状態と類似した金属状態が存在することが理論的に予測されています。当研究室では、トポロジカル絶縁体中転位伝導の実験的検証に取り組んでいます。

Bi-Sbトポロジカル絶縁体の塑性変形より高密度な転位を導入し、転位に沿った電気伝導抵抗率の顕著な減少を検出しました。



トポロジカル絶縁体中
転位に局在した金属状態



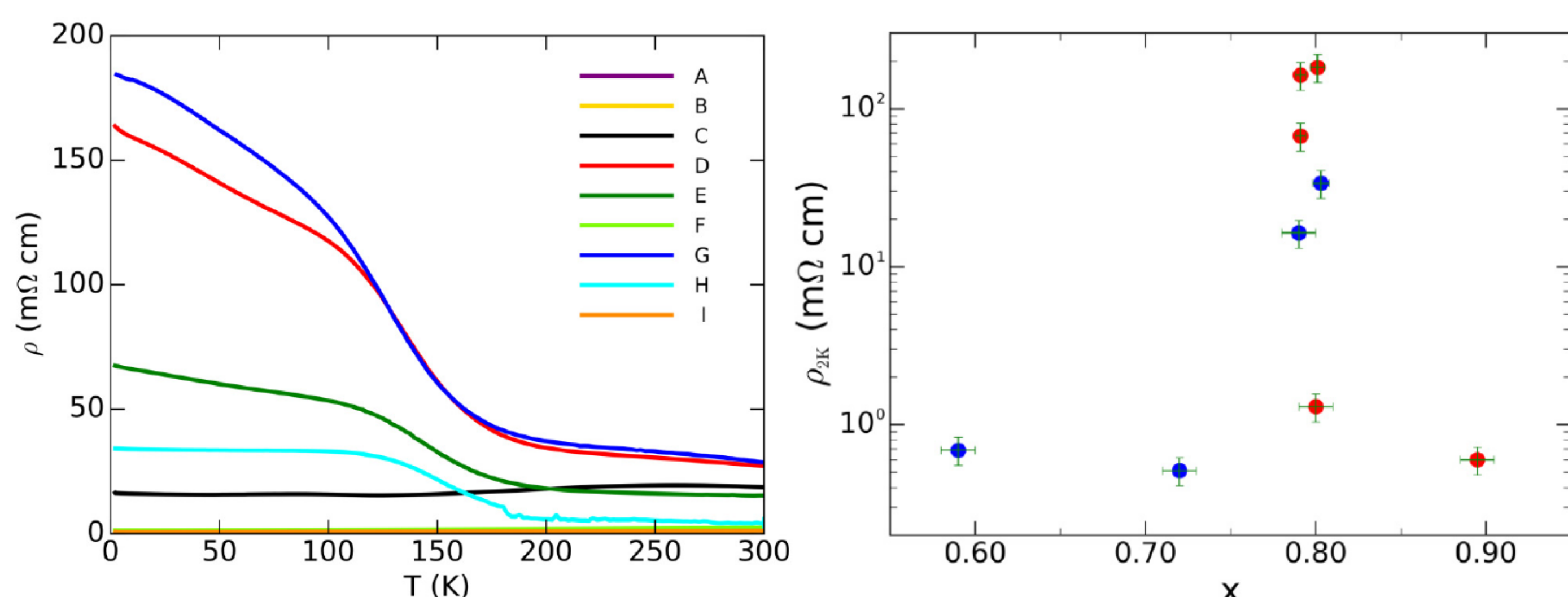
H. Hamasaki et al., *J. Phys. Soc. Jpn.*, **89** (2020) 023703.

◆トポロジカル絶縁体のバルク絶縁性向上

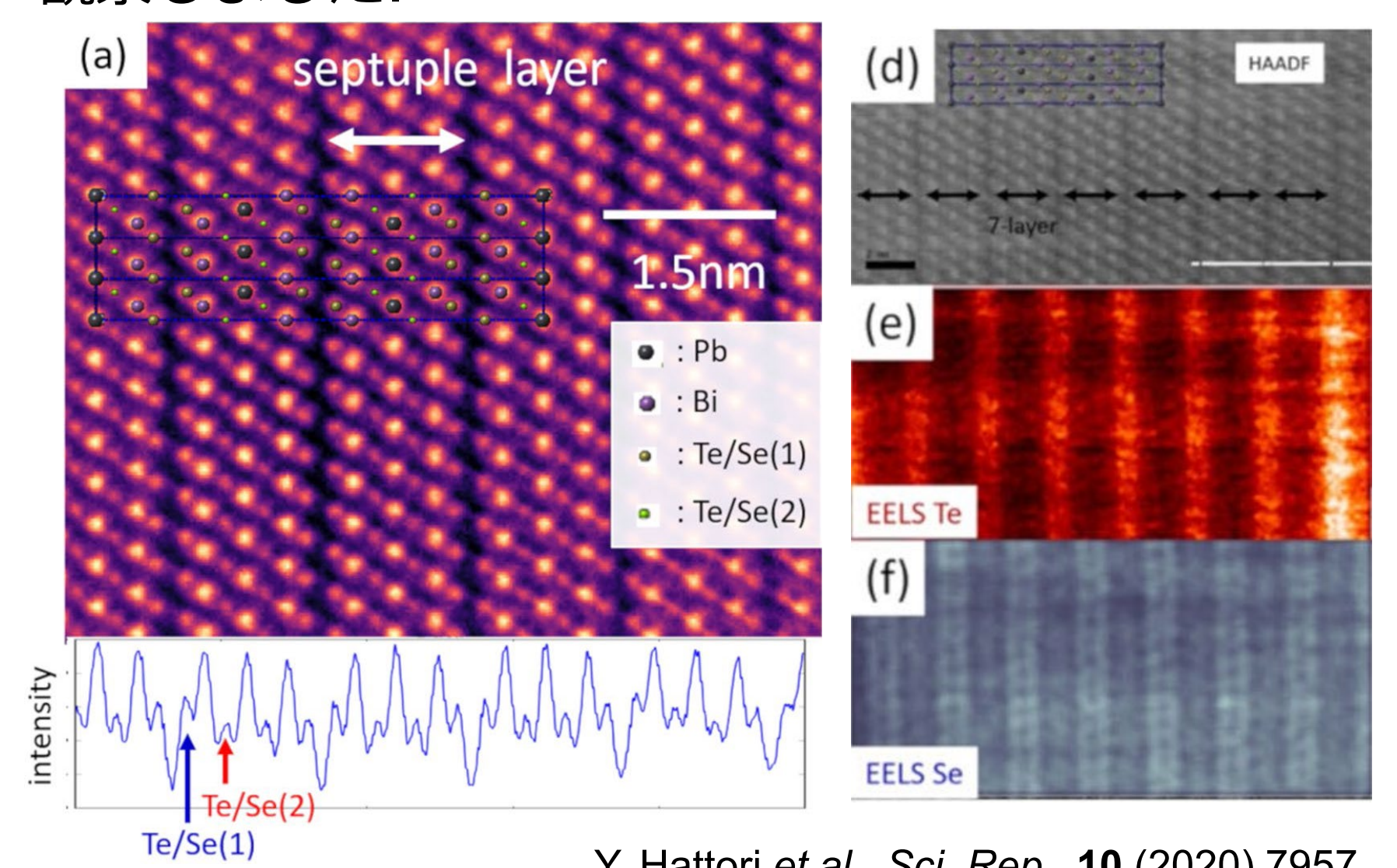
トポロジカル絶縁体の表面や転位の特殊な伝導状態を検出・抽出するために、バルク絶縁性向上が重要な課題となっています。

Bi-Sbと同様に転位に沿って特殊な金属状態が発現し得る $\text{Pb}(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_4$ トポロジカル絶縁体のバルクの絶縁性を向上させることに成功しました。

$\text{Pb}(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2(\text{Te}_{1-y}\text{Se}_y)_4$ トポロジカル絶縁体においてバルクの絶縁性向上の鍵となる秩序構造を直接観察しました。



Y. Hattori et al., *Phys. Rev. Mater.*, **1** (2017) 074201.



Y. Hattori et al., *Sci. Rep.*, **10** (2020) 7957.