

放射光顕微 ARPES による Te の一次元エッジ状態観測

中山耕輔¹¹ 東北大学大学院理学研究科

Te のトポロジカルな性質の解明を目指して、Photon Factory BL-28A においてマイクロ ARPES 測定を行い、(0001)面のエッジに局在した一次元電子状態を観測した。第一原理計算との比較から、このエッジ状態は Te らせん鎖の一次元トポロジカル絶縁体的な性質に由来することを見出した。

トポロジカル絶縁体は、結晶内部は絶縁体でありながら、結晶の表面や端(エッジ)に金属的な状態が現れる新しい物質相である。次元性に依存した様々な性質が期待されており、例えば三次元系ではスピン流生成、二次元系では量子スピンホール効果、一次元系では束縛状態/電荷を利用した量子ビットへの応用などが提案されている。近年、HgTe/CdTe における二次元トポロジカル絶縁体相の実証を皮切りに、三次元トポロジカル絶縁体も相次いで発見され、特異な性質の解明が進められている。一方で一次元トポロジカル絶縁体については実証例が乏しい状況にある。

本研究では、1次元トポロジカル絶縁体になることが理論的に提案された Te らせん鎖に着目して顕微 ARPES 測定を行った結果[1]について紹介する。らせん鎖の束縛状態が表面に現れることが期待される Te(0001)面[図 1(a)]を清浄化し[2]、Photon Factory BL-28A に建設されたマイクロ ARPES 装置[3]を用いて測定した。その結果、バルクバンドギャップ内に 1次元電子状態が現れることを見出した[図 1(b)]。また、実空間イメージングにより、このギャップ内状態は(0001)表面の端に局在したエッジ状態であることを明らかにした。観測結果と第一原理計算の比較を通して、トポロジカルに非自明な Te らせん鎖に由来する束縛状態がエッジ状態を形成していることを見出した[図 1(c)]。

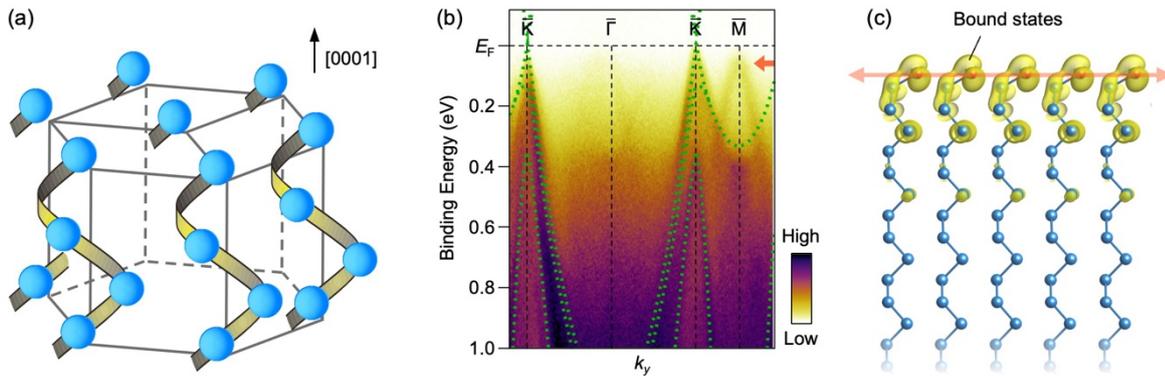


図 1. (a) Te(0001)の模式図. (b) Te(0001)のバンド分散. オレンジの矢印で示したバンドがエッジ状態に対応する. (c) Te らせん鎖の端に現れる束縛状態の模式図.

[1] K. Nakayama *et al.*, Nature **631**, 54-59 (2024).

[2] A. Tokuyama, A. Moriya, K. Nakayama, Rev. Sci. Instrum. **94**, 023904 (2023).

[3] M. Kitamura *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **93**, 033906 (2022).