

角度分解光電子分光 Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy (ARPES)

- 高い表面敏感性を持ち、材料の表面や界面における電子状態解析に有効
- 物質の電子バンド構造が決定でき、材料物性の起源と発現機構の解明に貢献
- スピン分解測定により、磁性などの電子スピンの関与する物性の解明に有力
- 量子デバイスやスピントロニクス材料の探索と開発に威力を発揮

測定原理: 結晶の表面に高輝度紫外線を照射して、外部光電効果により結晶外に放出される電子のエネルギーと運動量を同時に測定する実験手法。

得られる情報 物性発現や新電子機能に直接関わる価電子帯およびフェルミ準位近傍の電子状態を高精度で決定することができる。

特徴 励起光に真空紫外光を用いた場合、表面近傍数 nm の電子状態を反映するため、表面に非常に敏感な実験手法となる。共鳴および偏光依存光電子分光法を用いることで、元素や軌道に選択的な電子状態の測定も可能。磁性体、非磁性体、金属、半導体、複合素子など広範な物質に適応可能。単結晶試料の電子構造解析には、とりわけ強力な手法となる。さらに、電子分析器の後段にスピン検出器を搭載することで、電子のもつ全自由度「運動量」「エネルギー」「スピン」を決定し、量子デバイスやスピントロニクス関連物質などのスピン電子構造の決定に威力を発揮する。

適用例 ミニモット検出器を搭載した高分解能スピン分解 ARPES 装置(東北大;図 2)：半導体 TlBiSe₂ 表面におけるディラックコーン電子バンドを観測することで、この物質がスピン偏極した電子を持つ新しいトポロジカル絶縁体であることを発見した (図 3)。

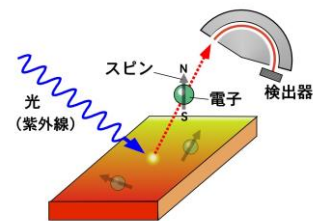


図 1. スピン分解 ARPES 法の原理図

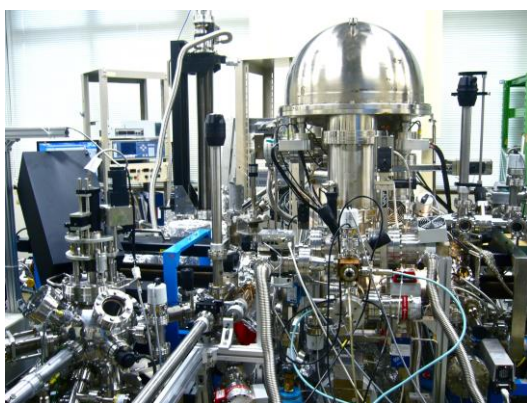


図 2. スピン分解 ARPES 装置 (東北大 WPI-AIMR)

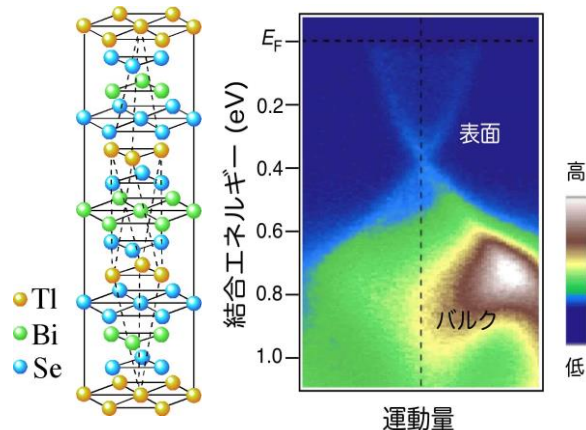


図 3. トポロジカル絶縁体 TlBiSe₂ におけるディラックコーン表面状態