

# トポロジカル半金属における新しい非散逸伝導機能の開拓

## Pioneering New Dissipationless Conduction Function in Topological Semimetal

東工大 打田 正輝

Department of Physics, Tokyo Institute of Technology, Masaki Uchida

E-mail: m.uchida@phys.titech.ac.jp

トポロジカル半金属は、将来のデバイス利用が期待される重要なトポロジカル材料の一つである。グラフェンでは電子のエネルギーと運動量の関係が線形ディラック分散に従うが、トポロジカルディラック半金属はこの三次元版に相当しており、2007年にその存在が理論的に提唱され2014年に具体的な物質が発見された。トポロジカルディラック半金属の電子構造は、三次元のバルクディラック分散とフェルミアークと呼ばれる途切れた表面状態からなっている。その本質的な性質は、グラフェンに比肩する高い移動度によるサイクロトロン運動や量子ホール状態が、三次元的に発現しうる点にある。特に、途切れた表面状態におけるサイクロトロン運動を完結するために、図に示すように、表（おもて）面と裏面におけるフェルミアークが三次元ディラック分散の磁場中状態であるカイラルゼロモードでつながったワイル軌道が実現する可能性が指摘され、その実験的検証が待たれてきた。

$\text{Cd}_3\text{As}_2$  は、等方的に高い電子移動度を示し、ディラック点を守る回転対称軸と結晶成長方位が異なるため、トポロジカル半金属における量子輸送現象を調べる上で理想的な系である。一方で、II-V族半導体に分類される  $\text{Cd}_3\text{As}_2$  は、それ自身が低温で蒸発するため結晶化を促進する高温で気相成長を行うことができず、薄膜作製が非常に困難であることが古くから知られていた。我々は、固相エピタキシー法による独自の成膜手法を開発することで、バルク単結晶を遥かに凌駕する高い結晶性をもつ  $\text{Cd}_3\text{As}_2$  単結晶薄膜の作製に成功し、その特異な量子輸送状態を明らかにしてきた。そして、高品質  $\text{Cd}_3\text{As}_2$  薄膜を加工したデュアルゲート型のトランジスタデバイスを測定することで、上記のワイル軌道に基づく三次元的な量子ホール伝導状態の実証に成功した。この結果は、空間的に離れて分布した二つの表面状態が磁場下で量子力学的に結びつくことを示しており、面直方向への三次元的な非散逸伝導や、二つの離れた表面状態の間における非局所量子相関が新たに実現していることを示している。講演では、このワイル軌道に基づく非散逸伝導機能の可能性について今後の研究展開を含めて議論する。

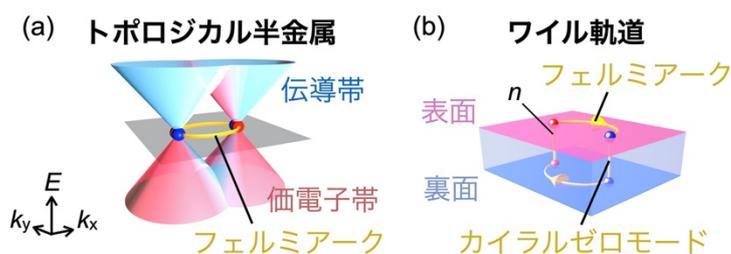


図 (a)トポロジカル半金属の電子構造と(b)ワイル軌道における運動状態。