# トポロジカル絶縁体超格子におけるフェルミアーク

## Fermi Arcs in Topological Insulator Superlattice

北大電子研 [1]　○(M1) 伊藤 蓮 [1], 近藤 憲治 [1]

Hokkaido Univ. Research Inst. For Electronic Science [1], ○Ren Itoh[1] and Kenji Kondo[2]

E-mail: kkondo@es.hokudai.ac.jp

ワイル半金属とは、物質の時間反転対称性または空間反転対称性が破れたような系においてエネルギー分散を考えたとき、縮退していた Dirac 点が Weyl 点へと分裂した物質である。その表面においてはトポロジカルに保護されたフェルミアークが現れる。2011 年には Burkov と Balents によって、Fig.1 のようなトポロジカル絶縁体と通常の絶縁体との超格子を使った多層構造を用いてワイル半金属を実現させるというモデルが発表された[1]。今回、我々はこのモデルにおいて、フェルミアークの電子構造を得ることを目的とした。一般にフェルミアークは具体的に求められていることは少なく、このモデルでも導出されていない。そこで、この系のモデル・ハミルトニアンを $x$ 軸方向に離散化させることにより、表面状態を求めるハミルトニアンを以下のように得た。

$$H=\sum_{\boldsymbol{k}}[v_F(k_y\sigma^x-\sin k_x\sigma^y)+\{m(1+\cos k_x)/2-\Delta(k_z)\}\sigma^z]c^\dagger_{k_x}c_{k_x}. \quad (1)$$

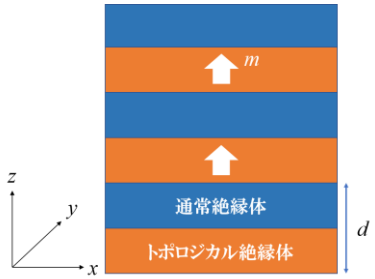


Fig.1 : The calculation model of topological insulator superlattice.

はじめの 2 項はトポロジカル絶縁体の表面状態を示し、$m$ は磁化を表す。$\Delta(k_z)$ はトポロジカル絶縁体間のトンネリングを表し、$\Delta(k_z)=\sqrt{\Delta_S^2+\Delta_D^2+2\Delta_S\Delta_D\cos(k_z d)}$ である。ここで $\Delta_S$ は同じトポロジカル絶縁体における上側と下側の表面のトンネリングの強さを表し、$\Delta_D$ は絶縁体を挟んで隣り合う間のトンネリングの強さを表す。Fig.2 (*a*) にバンド計算結果を示す。二つのワイル点が存在していることがわかる。この図から表面状態のみを取り出すと Fig.2 (*b*)のようになる。2 つのワイルノード間を結ぶ電子状態が現れており、フェルミアークを導出できた。講演においては磁化の方向を変えた場合についてのフェルミアークの変化についても議論する。

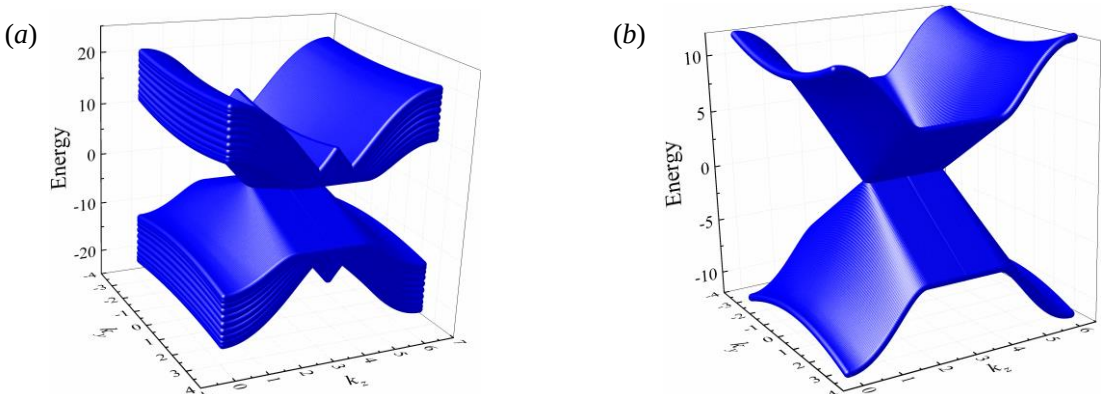


Fig.2: The band structure of (*a*) both bulk and surface states and (*b*) only the surface state. In both cases, parameters are $v_F=2.0, \Delta_S=\Delta_D=m=10.0$.

参考文献: [1] A. A. Burkov and Leon Balents, *Phys. Rev. Lett.* **107**, 127205 (2011).