

ギャップのある vs. ないトポロジカル相における “spin-to-surface locking”

井村健一郎, 高根美武

¹ 広島大学先端物質科学研究科

E-mail address: imura@hiroshima-u.ac.jp

[キーワード] トポロジカル絶縁体, ワイル半金属, フェルミアーク

トポロジカル絶縁体表面に現れるヘリカル Dirac コーンはその存在がトポロジカル絶縁体を自明な絶縁体と区別するだけでなく、スピン状態が試料表面の各点で接平面内にロックされるという特徴的な性質を持つ (spin-to-surface locking)。このことの数学的な表現が大きさ π のスピン Berry 位相である。現実的な有限サイズのトポロジカル絶縁体のエネルギースペクトルの、(若干語義矛盾の嫌いのあるが) ギャップレスの表面状態といえども有限サイズ効果での系の大きさに依存する小さなギャップが開いている。通常この有限サイズギャップの系の大きさの関数として指数関数的に小さくなっていく (実質的に無視できる) が、スピン Berry 位相 π が効くともはやその限りではなく、有限サイズギャップの大きさの系の大きさの関数として代数的にしか減衰しない。例えば、円筒状試料の表面状態において、スピン Berry 位相 π の存在の円筒の軸に沿った角運動量が半整数に量子化されることを意味する [1]。本講演前半においての、このことのより具体的な帰結として、結晶転移に沿ったギャップレスの 1 次元ヘリカル状態ができること [2]、また特徴的な Aharonov-Bohm 振動が期待されることを議論する。一方、パイロクロア型イリジウム酸化物等において、その実装が示唆されている 3 次元版ワイル半金属のグラフェンの 3 次元版とも言うべき存在である。例えば、グラフェンナノリボンの藤田状態に相当する表面状態 (フェルミアーク表面状態) が、系をスラブ状にして表面を導入することで現れる。本発表の後半では、このフェルミアーク表面状態が、一方でトポロジカル絶縁体表面に現れるヘリカル表面ディラック状態に類似した性質=スピンベリ-位相を呈することを明らかにし、その物理的帰結として平坦なエネルギー分散を持ったサブバンドの振る舞いを議論する [3]。

[1] [1] K.-I. Imura, Y. Takane and A. Tanaka, Phys. Rev. B **84**, 195406 (2011).

[2] K.-I. Imura, Y. Takane and A. Tanaka, Phys. Rev. B **84**, 035443 (2011).

[3] K.-I. Imura and Y. Takane, Phys. Rev. B **84**, 245425 (2011).