

18p-E7-4

トポロジカル絶縁体の物理

Physics of Topological Insulators

東工大院理工¹, 東工大元素戦略研究センター² ○村上 修一^{1,2}Dept. of Physics, Tokyo Tech.¹, TIES, Tokyo Tech.² ○Shuichi Murakami^{1,2}

E-mail: murakami@stat.phys.titech.ac.jp

半導体や金属では、スピン軌道相互作用に起因して、外部電場によりそれと垂直方向にスピン流が誘起されるスピンホール効果[1]が起こる。その絶縁体版がトポロジカル絶縁体 [2]である。これは図 1 のような模式図で表わされ、系の内部は絶縁体であるが、系のエッジ（2 次元系の場合、図 1(a)）や表面（3 次元系の場合、図 1(b)）においてギャップレスな状態を持ち、スピン流を運んでいる。この表面状態のギャップレスな性質は、（非磁性）不純物があっても保たれ、これはトポロジカル絶縁体のバルクの性質、つまりトポロジカル秩序に起因する。3 次元トポロジカル絶縁体の代表例である Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 では表面状態はディラックコーン（図 2）を形成しているが、グラフェンと違いスピン縮退しておらず、各波数の状態は決まったスピンを持っている。こうした特異なバンド構造に起因した、スピン流を伴う現象や、スピンと電氣的性質とが互いに関連した現象が予言され盛んに研究されている。

本講演ではこうしたトポロジカル絶縁体の表面状態の新奇な物性現象に関して解説を行う。またトポロジカル絶縁体の研究から派生して、ディラックコーンを持つような特殊なバンド構造の物質が研究されてきており、それらについても説明する。特にトポロジカル絶縁体と通常の絶縁体の超格子においては、トポロジカルな性質に起因して様々な相が実現することが理論的に示唆 [3]されており、それについて説明するとともに、その一例と考えられ、相変化メモリ材料物質でもある $(\text{GeTe})_m(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_n$ 超格子[4]についても解説を行う。

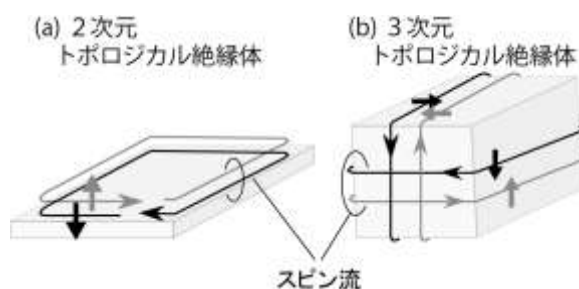


図 1 : トポロジカル絶縁体の模式図

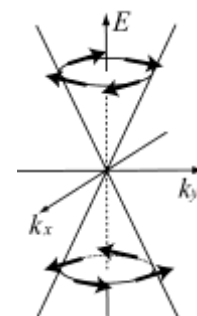


図 2 : トポロジカル絶縁体表面のディラックコーン

[1] S. Murakami, N. Nagaosa, and S.-C. Zhang, Science 301, 1348 (2003).

[2] 村上修一、平原 徹、松田 巖: 日本物理学会誌 65, 840 (2010).

[3] A. Burkov, L. Balents, Phys. Rev. Lett. 107, 127205 (2011)

[4] J. Tominaga, A. V. Kolobov, P. Fons, T. Nakano, and S. Murakami, to appear in Adv. Mater. Interfaces (2013).