

第四回 羽田野研究室合同夏期セミナー

日程

2008年8月21日(木)~23日(土)

場所

白樺湖レイクサイドホテル 山幸閣

〒391-0301 長野県茅野市白樺湖

TEL 0266-68-2021 FAX 0266-68-2092

講師:

井村健一郎 助教 (東北大学理学研究科)

講演題目

量子ホール効果からトポロジカル絶縁体へ グラフェンを舞台に

講演内容

よく知られているように、グラフェン 単層 (2次元) のグラファイト は、(しばしば K 点、 K' 点と呼ばれる) ブリルアン・ゾーン内の2点でギャップレスになった特異なバンド構造を持つ (ということをこの講義の出発点としたい)。この2点の近傍において、キャリアは実効的に質量ゼロのディラック方程式に従い、また位相 の Berry 位相が生じる。このため、磁場中に置かれたグラフェンにおいては、特異なゼロ・モードを持った (相対論的な) ランダウ状態が形成され、その結果として、グラフェンにおける量子ホール効果の量子化則は通常の半導体に対するものとは異なったものになる [1]。

講義の後半では、Kane-Mele 模型 [2] を題材に、スピンホール効果から Z_2 トポロジカル絶縁体へと話しを展開していく。スピン軌道相互作用があると、先の K 点、 K' 点においても小さなバンドギャップが開く場合がある、ということに注目する。このような状況で有限サイズの つまり、エッジ (端) のある サンプルを考えると、量子ホール効果の時と同じように、バルクではギャップが開き絶縁体となったサンプルの端に局在したギャップレスのエッジ状態ができていことが分かる。実はこのエッジ状態、スピン・アップとダウンでペアになっているのだが、系の時間反転対称性と関連して Z_2 トポロジカル絶縁体の特徴づける重要な指標になっている。

[1] K.S. Novoselov et al., Nature **438**, 197-200 (2005); Y. Zhang et al., *ibid.*, 201-204.

[2] C.L. Kane and E.J. Mele, Phys. Rev. Lett. **95**, 226801 (2005); *ibid.*, 146802.