

5 量子相転移と Dirac Fermion

5.1 量子相転移と (隠れた) ディラックフェルミオン

ホール伝導度が不連続に変化するホールプラトー転移は量子相転移の典型的な例であり種々の研究が行われている。ここではこの転移においてはある種 Hidden な Dirac Fermion が重要な役割を果たすことを説明したい。

(時間の都合上現在ノートはできてません。講義で説明したいと思いますが、場合によってはノートをホームページにアップするかもしれません。)

ここでは図だけ説明なしにいくつか示しますので想像してみてください。 [73, 74]

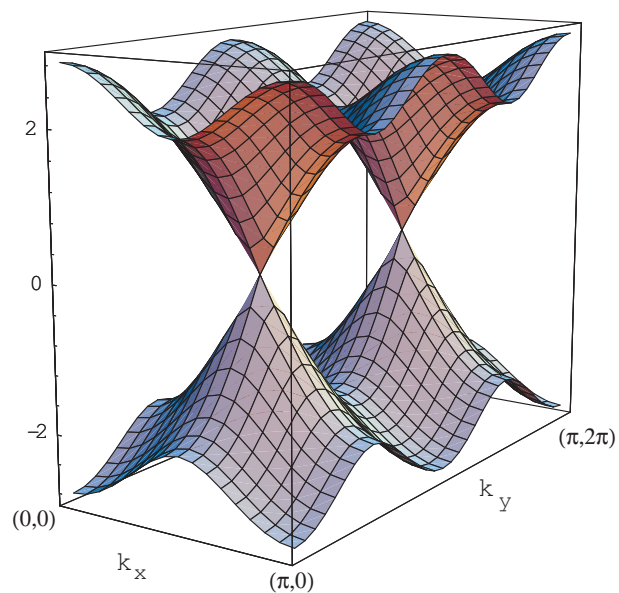


図 31: $\phi = \frac{1}{2}$ の場合のエネルギー分散。ディラックフェルミ粒子型の分散が2カ所見える。

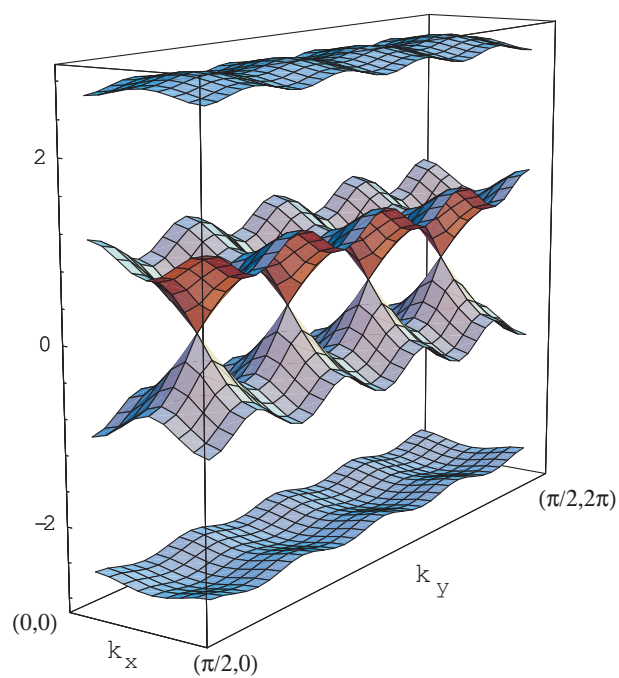


図 32: $\phi = \frac{1}{4}$ の場合のエネルギー分散。ディラックフェルミ粒子型の分散が4カ所見える。

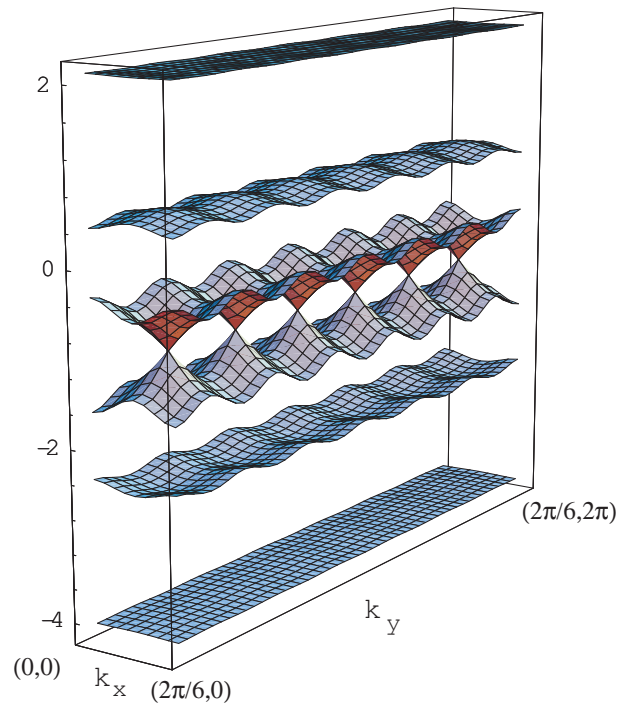


図 33: $\phi = \frac{1}{6}$ の場合のエネルギー分散。ディラックフェルミ粒子型の分散が 4 カ所見える。

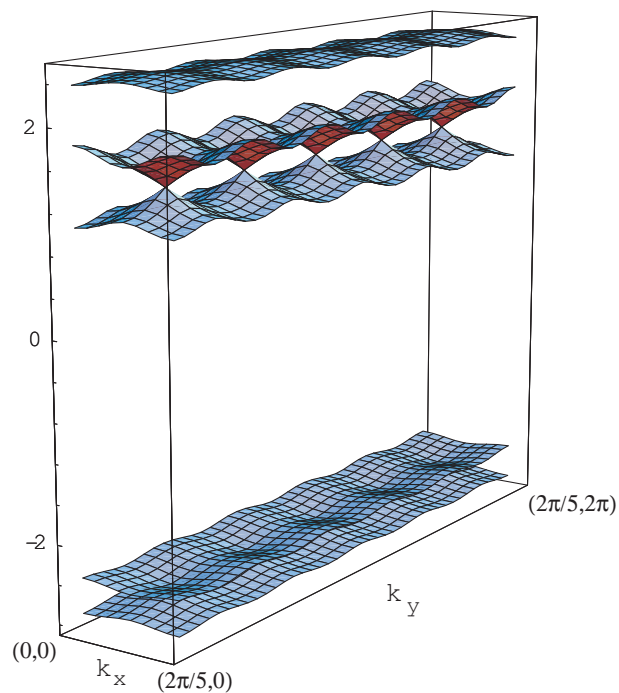


図 34: $\phi = \frac{1}{5}$ の場合のエネルギー分散。ディラックフェルミ粒子型の分散が 5 カ所見える。奇数個のディラック粒子?

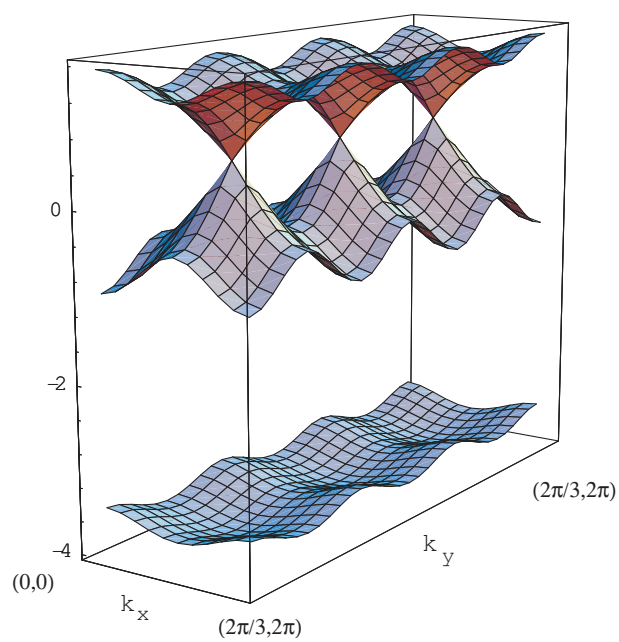


図 35: $\phi = \frac{1}{3}$ の場合のエネルギー分散。ディラックフェルミ粒子型の分散が 5 カ所見える。

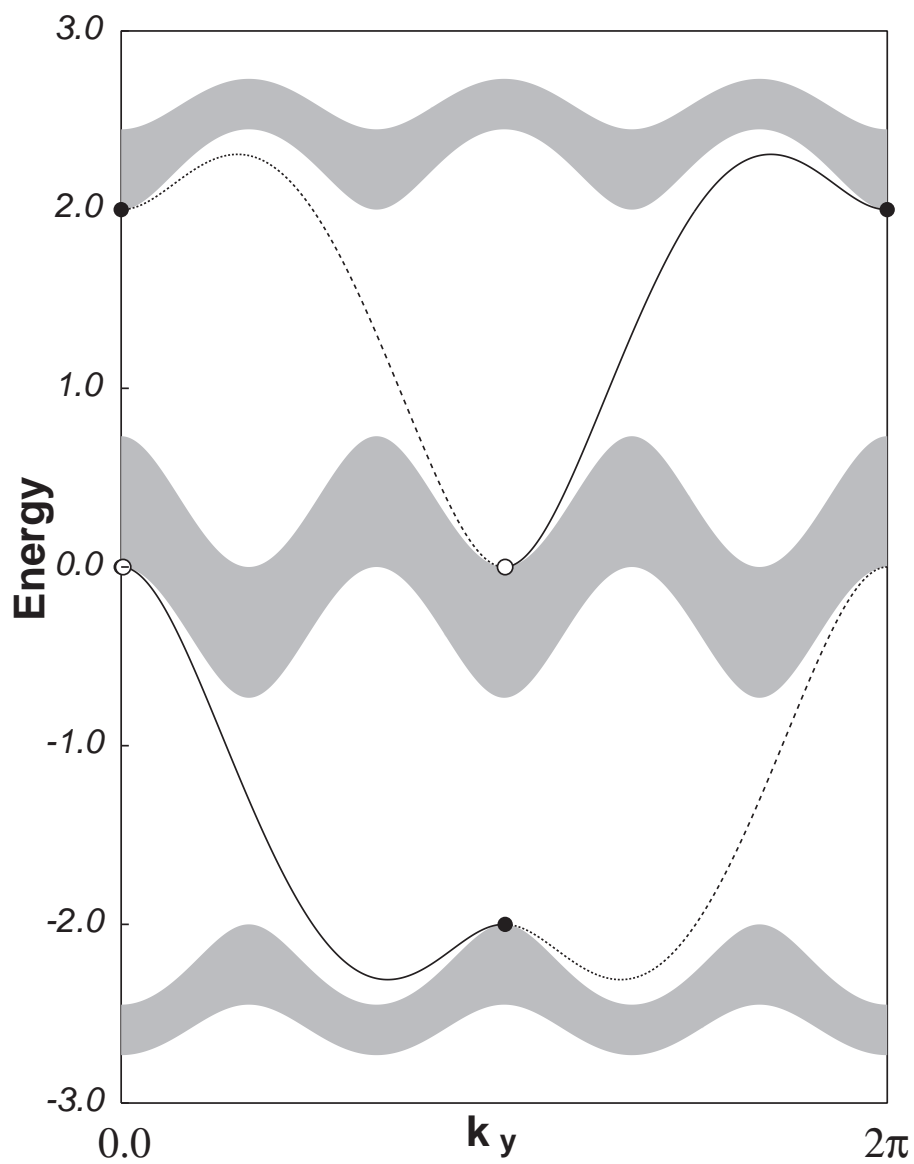


図 36: $\phi = \frac{1}{3}$ の場合のエッジ状態とチャーン数に寄与する vortex

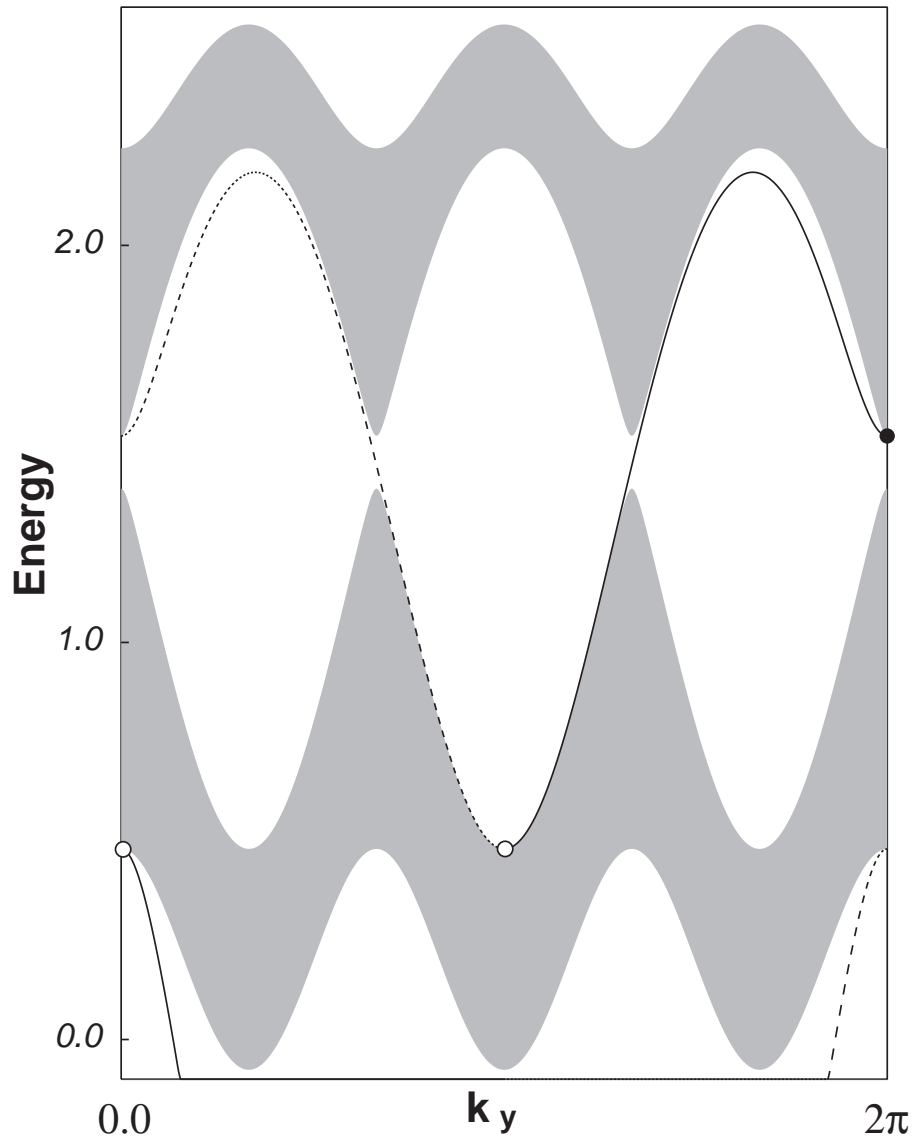


図 37: $\phi = \frac{1}{3}$ の場合のエッジ状態とチャーン数に寄与する vortex (NNN 模型)

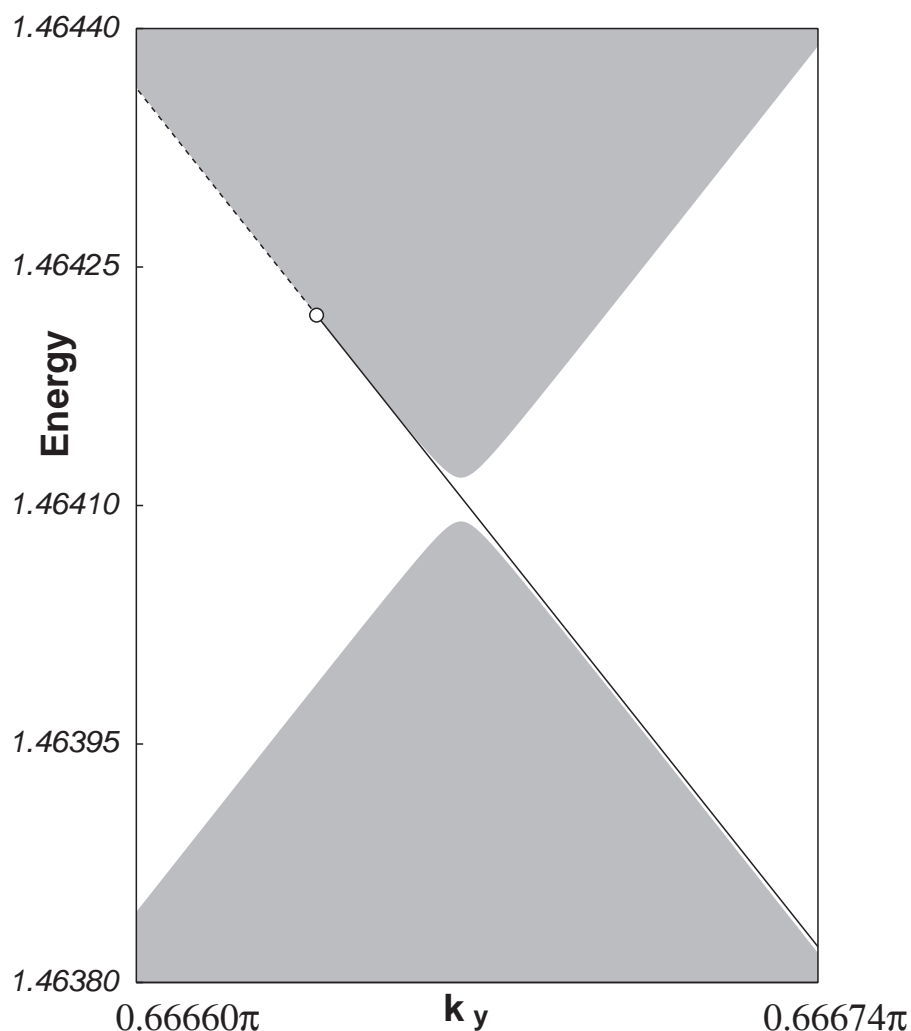


図 38: 量子臨界点近傍でのエッジ状態とチャーン数に寄与する vortex (NNN 模型)。 $\phi = \frac{1}{3}$ の場合

5.2 ランダム系における位相不変量の意義、ゼロモード、非局在状態のフローティング等、最近の話題

(時間の都合上現在ノートはできてません。講義で説明したいと思いますが、場合によってはノートをホームページにアップするかもしれません。) [77, 78, 79]

5.3 時間反転対称性を破る超伝導とスピンホール伝導度の量子化、束縛状態、双対性

(時間の都合上現在ノートはできてません。講義で説明したいと思いますが、場合によってはノートをホームページにアップするかもしれません。)

ここでは図だけ説明なしにいくつか示しますので想像してみてください。[80, 81]