

ディラック分散を持つ電子系の超伝導と“スピン”輸送

東大理 溝口知成、小形正男

”Spin” transport of Dirac electrons in superconducting state

University of Tokyo T. Mizoguchi and M. Ogata

近年、線形分散を持つディラック電子の特異な輸送現象が盛んに研究されている。ディラック電子の特異な輸送現象に関する先行研究の例として、ビスマスのスピンホール効果が挙げられる。[1] この先行研究においては、ビスマスのエネルギー分散のある波数点近傍のディラック電子のスピンホール効果に対する影響を調べるため、軌道とスピンの自由度を持つ 4×4 のディラックハミルトニアンを用いて、スピンホール効果を議論している。そして、ディラック電子はバンド間励起としてスピンホール効果に寄与することが示されている。

一方で、ディラック電子は、常伝導状態から超伝導状態に転移してエネルギー分散にギャップが生じたとしても、元々の線形なエネルギー分散が部分的に保持されるため、超伝導状態のディラック電子も特異な輸送現象を示すことが予想される。

我々は、超伝導状態のディラック電子について、次の2点に着目した。

1. マイスナー効果を示すかどうか。

超伝導状態を特徴づけるマイスナー効果は、通常は電子のエネルギー分散の波数の2乗に比例する項から生じる。エネルギー分散が波数に対して線形なディラック電子がマイスナー効果を示すかどうかは非自明である。

2. スピンホール応答を示すかどうか。

超伝導状態では静的な電場は排除されるため、超伝導状態のスピンホール応答は、常伝導状態のような電場に対する応答ではなく、ベクトルポテンシャルに対する応答として計算する必要がある。それゆえ、常伝導状態のディラック電子が有限のスピンホール応答を示すが、超伝導状態に転移した場合に有限のスピンホール応答を示すかは非自明である。

本ポスター発表では、軌道とスピンの自由度を持つ 4×4 のディラックハミルトニアンに s 波超伝導を平均場で導入し、超伝導状態のディラック電子のマイスナー効果とスピンホール応答について議論する。

[1] Y. Fuseya, M. Ogata and H. Fukuyama: J. Phys. Soc. Jpn. **81** (2012) 093704.