

α -(BEDT-TTF)₂I₃における異常なホール効果と軌道磁性小林晃人、鈴木順三^A、福山秀敏^B(名大高等院、名大院理^A、東理大理^B)

擬2次元有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃では電気抵抗は常温から10K程度まで殆ど変化しないがホール係数は3桁以上増大するなど異常な輸送現象が観測されている[1]。さらに最近ホール係数が10K以下の低温において1~2K程度の幅で急激かつ連続に符号反転する特異な振る舞いが報告された[2]。このとき電気抵抗では何の変化もみられない。この異常な輸送現象は通常の金属や半導体に対する概念では全く理解することができない。本研究ではギャップがゼロまたは小さい場合重要になるバンド間磁場効果と α -(BEDT-TTF)₂I₃固有の性質を考え合わせることで、異常な輸送現象が説明できることを示した。

バンド間磁場効果はビスマスにおける異常な軌道反磁性(フェルミ面が無い場合に最大値を示す)の起源であり[3]、最近ではグラフェンのzerogap fermionに対して適用されている[4]。

Luttinger-Kohn表示の波動関数を用い、対角化する前に平面波のベクトルポテンシャルを導入することにより、ゲージ不変性が保障されると共にバンド間磁場効果が明確に導入される。特に軌道反磁性は、適切に取り扱わないと大変複雑であるにもかかわらず、たった1行の福山公式により厳密に記述される[5]。

本研究ではこれらの研究に基づき、 α -(BEDT-TTF)₂I₃に存在すると考えられているzerogap fermion[6]を記述するTilted Weyl方程式[7]におけるホール伝導率、伝導率、軌道磁化率を計算した。その上で第一原理計算に基づく強束縛近似モデル[8]による現実的な化学ポテンシャルの温度依存性を考慮し、さらにI₃欠損による微少な電子ドーピング(1ppm程度)を仮定することにより、観測される特異な輸送現象を説明できることを示した。この結果はzerogap fermionの存在を強く支持している。また、ホール係数反転温度において軌道反磁性が増大することが理論的に予想される。これが観測された場合zerogap fermionが存在することはほぼ確実と言えるだろう。

[1] K. Kajita et al., J. Phys. Soc. Jpn. 61 (1992) 23.

[2] T. Tajima et al., 日本物理学会2007年春季大会20aRA1

[3] H. Fukuyama and R. Kubo, J. Phys. Soc. Jpn 28 (1970) 570.

[4] H. Fukuyama., J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 043711.

[5] H. Fukuyama, Prog. Theor. Phys. 45 (1971) 879.

[6] S. Katayama, A. Kobayashi and Y. Suzumura, J. Phys. Soc. Jpn. 75 (2006) 054705.

[7] A. Kobayashi, S. Katayama, Y. Suzumura and H. Fukuyama, JPSJ76 (2007) 034711.

[8] H. Kino, T. Miyazaki, J. Phys. Soc. Jpn. 75 (2006) 34704.