

π フラックスを伴うディラック電子状態

京大人環 佐々木和子

近年、擬二次元有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃ が高圧下においてゼロギャップ状態を示すことが発見された [1, 2]。 α -(BEDT-TTF)₂I₃ は、フェルミ面近傍ではディラックコーンが傾斜した形のバンド構造を為すことが第一原理計算からも示されている [3, 4]。また、層間抵抗の磁場依存性の測定により、質量ゼロのディラック電子特有のエネルギーゼロのランダウ準位の存在が示唆されている [5, 6]。

有機導体では、特別な対称性を持たない一般の点にディラック点が位置している。そのため、有機導体におけるディラック点は accidental degeneracy [7] であると考えられている。我々は、有機導体においてディラック点が存在し、安定化する候補の一つとして、各単位格子を貫く実空間上のフラックスが時間反転対称性を破らない π をとる状態を考えた [8]。ディラック点の存在はフラックスが π の場合に限られたことではないが、 π フラックス状態の場合には、より安定的であることがわかった。

二次元正方格子模型において最近接原子間でのみホッピングを持つような系を考え、あるコンタクトポイントが存在する場合に、その近傍でハミルトニアンを展開する。ディラック点まわりでのベリー位相は π になることが知られているが、 π となるか否かを示す指標となる値が存在する。この値は4つのホッピングの大きさ及びフラックスに依存しており、この指標により、(i) コンタクトポイントが存在しない場合、(ii) コンタクトポイントは存在するが線形分散とならない場合、(iii) ディラック点が存在する場合の3つに分けることができる。

上に述べた指標によって、フラックスが π の場合にディラック点を持つホッピングの組み合わせの集合と、フラックスが0の場合の同様な集合とでは、後者は前者の部分集合となっている。また、ディラック点が存在する場合においてもディラック電子として記述されるエネルギー範囲を比べることにより、 π フラックス状態におけるディラック電子のほうがより安定であると考えられる。

- [1] A. Kobayashi, S. Katayama, K. Noguchi, and Y. Suzumura, *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 3135 (2004).
- [2] S. Katayama, A. Kobayashi, and Y. Suzumura, *J. Phys. Soc. Jpn.* **75**, 054705 (2005).
- [3] S. Ishibashi, T. Tamura, M. Kohyama, and K. Terakura, *J. Phys. Soc. Jpn.* **75**, 015005 (2006).
- [4] H. Kino and T. Miyazaki, *J. Phys. Soc. Jpn.* **75**, 034704 (2006).
- [5] T. Osada, *J. Phys. Soc. Jpn.* **77**, 084711 (2008).
- [6] N. Tajima, S. Sugawara, R. Kato, Y. Nishio, and K. Kajita, *Phys. Rev. Lett.* **102**, 176403 (2009).
- [7] C. Herring, *Phys. Rev.* **52**, 365 (1937).
- [8] I. Affleck and J. B. Marston, *Phys. Rev. B* **37**, 3774 (1988).