

# 分子性ディラック電子系における量子伝導現象と新奇ディラック電子系の発見

東邦大理 田嶋尚也

高圧下にある $\alpha$ -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$  (及び類塩物質) に見られる特徴的な現象は、伝導帯と価電子帯との間のエネルギーギャップがゼロ、つまり点 (ディラック点と呼ぶ) で接しているゼロギャップ電気伝導体の描像からよく理解できる。このようにディラック電子系が実現したことから最近この分野への参加者が増えてきたこともあり、この系の物理、特にグラフェンには無い、あるいは観測困難な物理現象が急速に進展してきている。その中で、本講演では以下2つの最近の目覚ましい成果について議論したい。

1. この系では、フェルミ準位が常にディラック点にあるために、磁場下でゼロモード以外のランダウ準位を観測できていなかった。そのために、ディラック電子系に特徴的なランダウ準位の観測、量子ホール効果の観測が大きな課題の1つであった。この物質に適した担体注入法が今まで確立していなかったためである。ところが最近、我々はブレークスルーを起こし、担体注入に成功し、特別なランダウ準位構造に起因した、量子抵抗振動と量子ホール効果の観測に初めて成功した (図1)。高圧下にある $\alpha$ -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$  がディラック電子系であることを直接証明する成果である。最近では、この系の低温状態およびスピン構造が特殊であることが判明してきている。

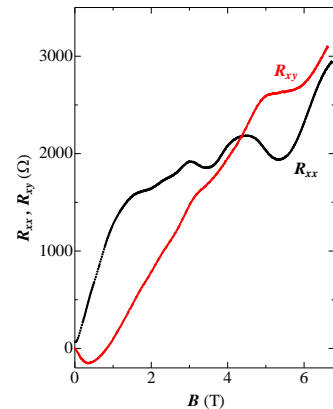


図1: SdH と量子ホール効果

2. 0.5 GPa 以上の圧力下にある $\theta$ -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$  は新しいタイプのディラック電子系であることを見出した。常圧力下では典型的な擬2次元金属であるが、0.5 GPa 以上の圧力でディラック電子系へ相転移する。高圧下では $\alpha$ -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$  と同様ディラック電子系に特徴的な電気伝導性を示す。層間抵抗にはゼロモードの縮重度による負の磁気抵抗も観測されるのである。従って、フェルミ準位はディラック点にあると推察される。ところが驚くべきことに、低温で量子磁気抵抗振動が観測されるのである。振動の位相解析から、量子振動の起源はディラック電子ではなく通常の電子である。ディラックコーンと独立に通常フェルミ面をもつことが明らかである。

このような多バンド系におけるディラック電子は、鉄系超伝導体でホットな話題として注目されている。しかし、鉄系超伝導体ではディラック点はフェルミ準位から離れており、複雑な構造をしている。それに対して、 $\theta$ -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$  はゼロモードの観測からディラック点がちょうどフェルミ準位に位置している。従って、この物質を舞台にして多バンド系におけるディラック電子の理解が発展するだろう。