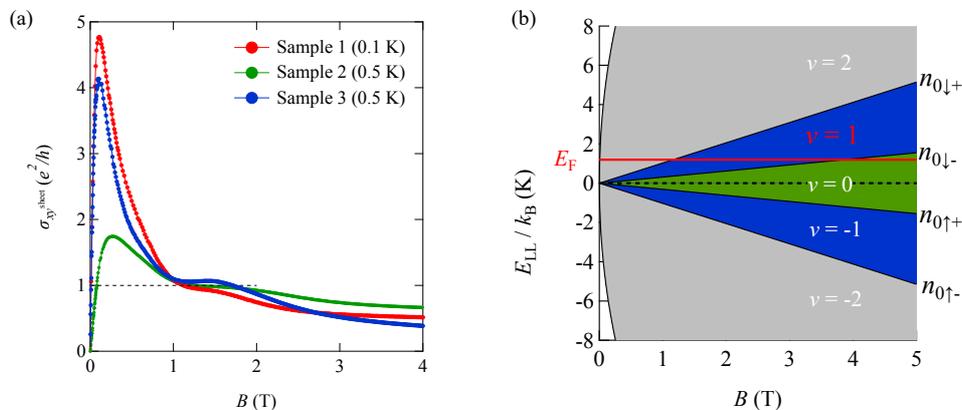


有機ディラック電子系 $\alpha$ -(BETS)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>の圧力下輸送特性

岩田 和之 (物性物理学教室)

グラフェンの実現以来、有機導体、トポロジカル絶縁体の表面、さらには鉄系超伝導体などでもディラック電子が発見され、固体中電子の一類型として広く認知された。着目される理由は、2つの円錐型バンドが上下から角突き合わせた特殊なエネルギー構造をもつことにより、素粒子ニュートリノと同様な性質の電子が固体の中に存在することにある。その中で、有機導体 $\alpha$ -(BETS)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>は常圧力下では質量ギャップをもつディラック電子系であることが示唆されている。一方、圧力印加で質量ゼロのディラック電子系が実現する。

1. 本研究の目的は、 $\alpha$ -(BETS)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>は圧力でどのように質量ゼロのディラック電子系へと切り替わるのかを明らかにすることである。本研究では、 $\alpha$ -(BETS)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>の層間磁気抵抗に $N = 0$ ランダウ準位効果を検出し、その圧力依存性から上記目的を達成することを試みた。しかし結論は、全圧力域で層間磁気抵抗に $N = 0$ ランダウ準位効果を検出できなかった。理由の1つは、層間伝導がインコヒーレントで2次元性強いために、層間抵抗には層内抵抗の情報が含まれるためである。また、高圧力下における質量ゼロのディラック電子系でも $N = 0$ ランダウ準位効果が検出できていないのは、低温でのキャリア濃度からフェルミエネルギーがディラック点から1-2 Kほど離れていることも理由の1つである。
2. そこで次に、高圧力下の質量ゼロのディラック電子系において量子ホール効果を低温で実現することを目的にした。結果、低温で $\nu = 1$ の量子ホール効果を1.5 T程度の磁場下で観測した(下図)。一般に、量子ホール効果は2次元電子系において極低温・高磁場下で実現する現象である。バルクな結晶で量子ホール効果が実現する例は非常に希少である。
3.  $\alpha$ -(BETS)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>は常圧力下でスピン軌道相互作用に伴う質量ギャップをもつディラック電子系であることが指摘されている。つまり、この系は常圧力下で2次元トポロジカル絶縁体を実現していることが期待される。バルクとエッジにおける低温・磁場下での電気伝導性に顕著な違いを見出し、エッジ状態があることを示唆する結果を得た。



図：(a) 3 試料で調べた 1 層あたりのホール伝導度の磁場依存性。1.5 T 近傍に見られるプラトーは $\nu = 1$ 量子ホール効果を示す。(b) 高圧下における $\alpha$ -(BETS)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>の低次ランダウ準位。 $n_0$ は $n = 0$ ランダウ準位を示し、添字の $\uparrow, \downarrow$ はスピン分裂、 $+, -$ はバレー分裂を表す。