

ウルマナイト (NiSbS, PdBiSe) と PbTe, PbS のフェルミ面と輸送現象

大貫惇睦, 垣花将司¹, 川勝祥矢¹, 仲井間憲李¹, 山川結衣¹, 宮里隼人¹,
竹内徹也², 木田孝則³, 田原大夢³, 萩原政幸³, 青木大⁴, 仲村愛⁴, 播磨尚朝⁵,
眞榮平孝裕, 辺土正人, 仲間隆男
琉球大理, 琉球大院理工¹, 阪大低温セ², 阪大先端強磁場³,
東北大金研⁴, 神戸大理⁵

Pb や Bi の 6p 電子はスピン・軌道結合が大きく, 質量補正を含めた相対論効果が無視できない. 最近の Bi 単体や Bi を含んだディラック半金属と呼ばれる化合物の研究が注目される.

本発表は, まず少数キャリア系でない普通の金属間化合物で, Bi を含むと何か特異なことが起こるのかという素朴な疑問から出発し, 立方晶キラル構造のウルマナイト化合物のフェルミ面について報告する[1-3]. 実験は, フェルミ面の極値断面積やサイクロトロン質量を決定するドハース・ファンアルフェン(dHvA)振動の検出で, その結果をエネルギーバンド計算結果と対比した. キラル構造の結晶反転対称性の破れを反映して, フェルミ面は2つに分裂する. NiSbS での主要フェルミ面(α と α' ブランチ)の分裂のエネルギーは 220 K と決定され, PdBiSe ではその分裂が 1050 K と大きい. PdBiSe のフェルミ面の分裂の大きさを理解するには, Bi-6p 電子の大きなスピン・軌道結合以外に, 相対論効果としての質量補正を取り入れることが重要である. なお, このウルマナイト化合物の結晶構造はスキルミオンとして知られる MnSi と同じ空間群に属し, 磁性体の EuPtSi でも同様な磁気構造が見出されている[3, 4].

次に, NaCl 型の立方晶で縮退半導体 PbTe, PbS の少数キャリア系に興味を持ち, dHvA, ホール効果, 磁気抵抗等の測定を通して研究した. これまでの研究から, これらの化合物は fcc ブリルアンゾーンの L 点で, ディラック型のエネルギー分散を持つことが指摘されている[5]. 本研究では, PbTe の単結晶はブリッジマン法で育成し, PbS はトランスポート法による. 両方ともキャリアは電子で, フェルミ面は, fcc ブリルアンゾーンの L 点に位置し, そのフェルミ面の占有率は 0.007 %と極めて小さいことが, dHvA 振動数の角度依存性から明らかにした. PbTe のフェルミ面は Γ L 方向に伸びた回転楕円体を Γ L 方向に少しつぶした形状で, PbS では更につぶれてほとんど球状に近い. 50 T までの磁気抵抗を測定したが, 磁場に対して直線的に増大する磁気抵抗であった.

参考文献

- [1] M. Kakihana *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **84** (2015) 033701.
- [2] M. Kakihana *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **84** (2015) 094711.
- [3] M. Kakihana *et al.*, J. Elec. Mat. **46** (2017) 3572.
- [4] M. Kakihana *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **87** (2018) 023701.
- [5] A. Svane *et al.*, Phys. Rev. B **81** (2010) 245120.