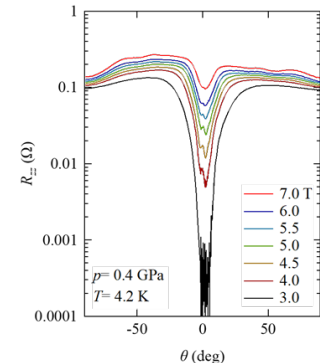


物性物理学教室

1 有機超伝導体 β -(BEDT-TTF)₂I₃ におけるジョセフソン磁束ダイナミクス

益村 飛翠

2次元性が強い超伝導体に磁場を層平行方向にかけると、超伝導の層間にジョセフソン磁束が形成される。一方、ジョセフソン磁束は異方的三次元層状超伝導体には形成されない。本研究では、有機超伝導体 β -(BEDT-TTF)₂I₃ を題材に、層間磁気抵抗測定から超伝導コヒーレンス長が層間の格子定数と同程度である系に、ジョセフソン磁束は形成されるかという問題に取り組んだ。結果、ジョセフソン磁束形成に伴う層間磁気抵抗のピーク構造を検出した。さらに、層間磁気抵抗の四回対象磁場包囲依存性から、 β -(BEDT-TTF)₂I₃ は d 波超伝導体であることが示唆された。

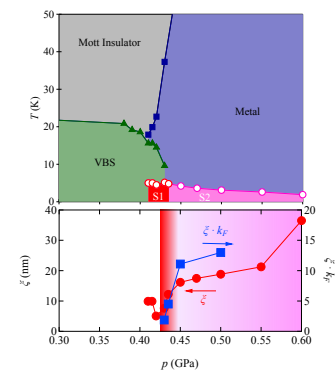


層間磁気抵抗の磁場角度依存性

2 分子性導体 EtMe₃P[Pd(dmit)₂]₂ における磁場に強い超伝導状態

鈴木 愛莉

分子性導体 EtMe₃P[Pd(dmit)₂]₂ は Valence Bond Solid (VBS) から超伝導への転移が発見された。本研究では、電子対を形成した VBS 相が超伝導発現にどのように関与するのか、どのような特徴があるのかという問題に取り組み、この物質における圧力下輸送特性を詳細に調べた。結果、超伝導コヒーレンス長は非常に短く、ボーズアインシュタイン凝縮 (BEC) 超伝導状態と BCS 超伝導状態のクロスオーバー状態にあることが示唆された。そのため、パウリ極限を超える非常に高い上部臨界磁場を持つことがわかった。一方、加圧で VBS 状態を抑制して出現する、金属相からの超伝導状態は非常に低い上部臨界磁場および長い超伝導コヒーレンス長をもつ BCS 超伝導状態であることが示唆された。

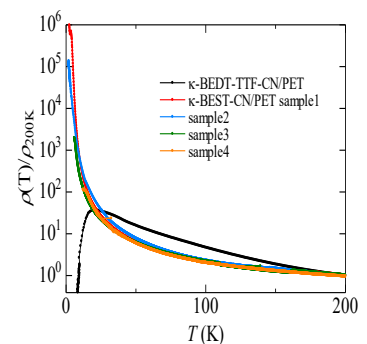


温度-圧力相図と超伝導コヒーレンス長の圧力依存性

3 有機モット絶縁体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu₂(CN)₃ におけるセレン誘導体置換効果

早乙女 真秀

バンド理論で、金属になるはずの物質が電子間の斥力によって絶縁体状態のことをモット絶縁体と呼ぶ。単位胞あたりの電子が奇数になった場合、エネルギーバンドを部分的に占領して、本来なら金属的になるが、電子間に働くクーロン斥力のために局在して電気伝導を示さず、絶縁体になる。本研究では電気伝導を担う BEDT-TTF 分子を類似した分子に替えることによる化学的圧力の効果を調べた。具体的にはモット絶縁体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu₂(CN)₃ の BEDT-TTF 分子を、分子中の硫黄の一部をセレンに置換した BEDT-STF 分子に置き換えることによる化学的な圧力効果を調べた。

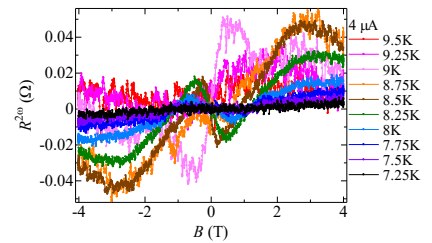


電気抵抗の温度依存性

4 有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Clと κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Brにおける非相反伝導現象

布施 晴輝

均質な結晶中で起こる整流現象である非相反伝導現象が様々な物質で発見され注目を集めている。この現象は超伝導転移温度付近で巨大化し、スピン軌道相互作用が大きい物質で発見されていたが、スピン軌道相互作用が小さいとされている有機導体では観測されていないため、有機モット絶縁体で超伝導相へ相転移する κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Clと κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Brにおいて2倍の周波数成分の磁気抵抗を測定したところ、面内磁場の場合に非相反抵抗が確認され、非相反伝導現象の係数もこれまで知られている超伝導体と同程度の値をとり、超伝導転移温度付近でピーク構造をとることも一致した。この結果から、有機導体でも面内磁場であれば無機物質と同様の非相反伝導現象が観測できることが示された。

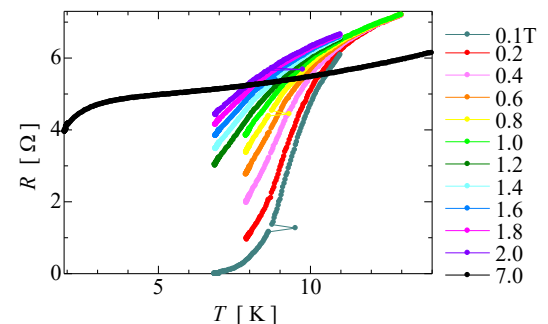


高調波成分の磁気抵抗

5 薄形状有機超伝導体におけるコヒーレンス長の磁場角度依存性

板倉 望

導体に磁場を印加したときの電気抵抗の変化（磁気抵抗）は、物質のバンド構造や乱れの程度、超伝導状態の有無など多彩な情報を含んでおり、最も基本的な測定対象のひとつである。さらに磁場の角度によって電子の運動方向を変えることができるため、磁場角度依存性を測定することで導体の次元性に関する情報を得ることができる。本研究ではステッピングモーターを用いて導体の電気抵抗の磁場角度依存性を測定することができるプローブを立ち上げ、コンピュータ制御で磁場に対する試料の角度を回転させるプログラム作成を行った。それを用いて有機超伝導体薄膜試料のコヒーレンス長の角度依存性を測定し、バルク試料に関する先行研究と矛盾しない結果を得た。



上部臨界磁場の測定

6 有機超伝導体を用いたねじれ2層超伝導接合作製の試み

松田 陸

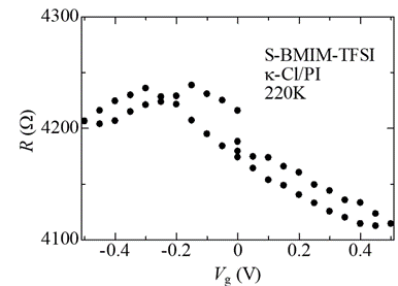
本実験では、有機超伝導体を用いたねじれ2層超伝導接合作製の試みを行った。使用する有機導体は電解法を採用し、結晶合成を行った。また、測定方法は4端子法を採用した。 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl/ κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl、 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br/ κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br、 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂/ κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Brの組み合わせで実験を行った。 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Clの実験結果では、超伝導転移は観測できなかった。また、残りの2つの組み合わせでは、超伝導転移は観測できたが、ゼロ抵抗は観測できなかった。

 κ -Br/ κ -NCSの重ね合わせ

7 キラルイオン液体を用いた電気二重層ドーピング

宇井 翼

キラリティ誘起スピン選択制(CISS)を利用して有機導体のスピン偏極率を制御することを目標として、キラルなイオン液体を用いた有機導体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(N(CN)₂)Clの電気二重層トランジスタ(EDLT)を作成し、まずはキャリア注入による電気抵抗の制御を試みた。ゲート電圧をかけると-0.2Vをピークに両極性電界効果トランジスタのふるまいが観測され、電子および正孔注入による電気抵抗の制御に成功した。電子注入時の表面電気伝導度を見積もると約50K以上の温度で金属伝導が観測された。今後スピン偏極を検出するために磁場依存性を測定したい。

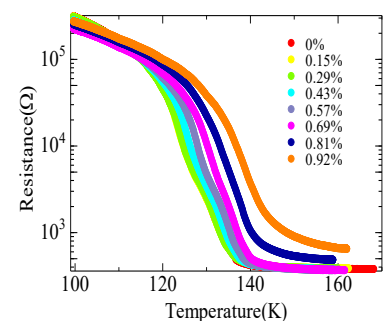


ゲート電圧と抵抗の関係

8 α -(BEDT-TTF)₂I₃に対する曲げひずみ効果のひずみ方向依存性

古積 歩

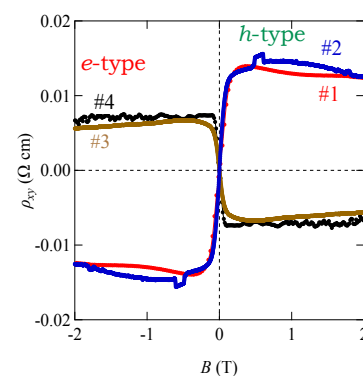
静水圧力下の α -(BEDT-TTF)₂I₃は初めて見出された代表的な有機ディラック電子系であり、電荷秩序相と隣接した電子間相互作用の強い系であることなどから注目を集めている。先行研究により、薄膜状試料の特定の結晶軸方向(*a*軸方向)に曲げ歪みを加えることで、試料を圧力媒体で覆うことなくディラック電子相が実現することが報告されている。本研究では、先行研究と異なる方向に歪みを加えたときの歪み効果について調べた。その結果、*b*軸方向に歪みを加えたときには絶縁化し、歪み効果に強い異方性があることがわかった。

*b*軸における抵抗の温度依存性

9 有機ディラック半金属における異常ホール効果

亀山 麟太郎

最近、高圧下にある α -(BEDT-TTF)₂I₃で極低温で時間反転対称性および空間反転対称性が破れた3次元ディラック半金属が実現していることが明らかになってきた。このような系の輸送特性には、ベリー曲率が重要な役割を担っている。本研究では、異常ホール効果の検出を目的に、1.7 GPaの高圧下・4.2 K以下の低温でこの系のホール効果を電子型と正孔型の2種類の試料で調べた。正孔型と電子型の両試料とも異常ホール効果の特徴を観測した。ホール抵抗はゼロ磁場近傍で階段状に変化し、磁場が強いところでプラトーを示すのである。量子抵抗 (h/e^2) 近傍でシートホール抵抗はプラトーを示すことがわかった。



0.5 Kにおける正孔型(#1, #2)と電子型(#3, #4)のホール抵抗率の磁場依存性。