

○学習院大学大学院自然科学研究科物理学専攻

- |   |       |
|---|-------|
| 1. 有機超伝導体の複素帯磁率   | 秋場 啓史 |
| 2. 有機導体 (DMET) <sub>2</sub> X とその関連物質の ESR  | 奥井 修司 |
| 3. 有効質量無限大の電子の誘電率   | 佐藤 貴彦 |
| 4. 二重セル型吸着平衡圧力測定装置によるグラファイト上に物理吸着した厚い層の 2 次元 - 3 次元相転移の研究                         | 佐藤 博  |
| 5. リポソームの電気穿孔現象の研究  | 重盛 正哉 |
| 6. (TMTSF) <sub>2</sub> PF <sub>6</sub> における SDW 相の内部構造： <sup>1</sup> H-NMR 緩和の異常 | 原田 匡  |
| 7. 低電子濃度 GaAs/Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> As ヘテロ接合試料における分数量子ホール効果の測定        | 深野 敦之 |
| 8. 干渉法によるレーザー光の周波数偏移測定とその応用   | 藤田 忠重 |
| 9. R (Nd, Pr)-Fe-B アモルファス合金の結晶化過程と硬磁性   | 堀口 透  |
| 10. 自然科学における手計算支援数式処理系の必要性とその開発研究   | 山田 俊一 |
| 11. フラッシュフォトリス法による酸素結合反応におけるヘモグロビンの動的構造解析   | 国府田 明 |

1. 有機超伝導体の複素帯磁率

秋 場 啓 史

(1) 序論

2つの有機超伝導物質  $\beta$  - (BEDT-TTF)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>、 $\kappa$  - (BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(NCS)<sub>2</sub> について超伝導のメカニズムを探るべく、複素帯磁率測定を行った。

$\beta$  - (BEDT-TTF)<sub>2</sub>I<sub>3</sub> は常圧で 1.5 K、圧力下 (~0.5 Kbar) で 7.5 K に T<sub>c</sub> を持つ物質と考えられていたが (電気伝導測定から<sup>1)</sup>、最近、100 K ~ 110 K で長時間アニールすることにより 7.5 K 付近、2 K 付近に

2つの超伝導転移が見出された<sup>2)</sup>。ここでは、100~125Kのいくつかの温度でアニールした際に起こる超伝導相の変化を、アニール温度、アニール時間の関数として追った。

$\kappa - (\text{BEDT-TTF})_2\text{Cu}(\text{NCS})_2$ は、現在有機超伝導体の中で最も高い超伝導転移温度（電気伝導測定で10.4K<sup>3)</sup>）を示すことで知られている物質である。我々は帯磁率の解析から有機超伝導体で初めて磁場の侵入長の温度依存性を与えた。

## (2) 実験装置

複素帯磁率測定はHartshornブリッジを用いて測定した<sup>4), 5)</sup>。

この測定法は、Fig. 1のように磁氣的に結合した2つのコイルを用い、1次側コイルに一定の交流電流を流したとき、2次側コイルに誘起される電圧を測定する。2次側コイルに試料を入れたときの電圧の変化から帯磁率が求められる。

また、交流磁場を用いているため、帯磁率の実部 $\chi'$ のほか物質内でのエネルギー散逸を反映する虚部 $\chi''$ も測定することが出来る。

実際の測定では、Fig. 1のように試料はコイル内にセットされたままになっており、試料が超伝導になり磁束を押し出すことによる変化を測定していることになる。（試料に加える交流磁場の振幅は、10~2000mOeに抑えている）

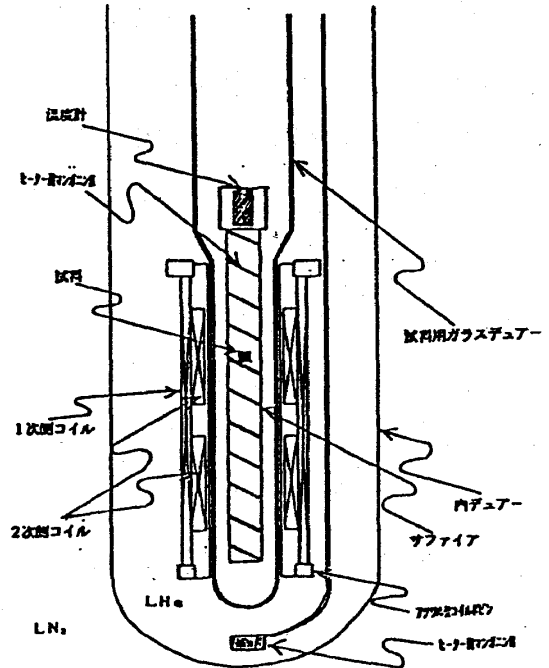


Fig. 1

## (3) 結果

### ① $\beta - (\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$ のアニール効果

我々は、104.5Kでのアニールにより時間とともに超伝導成分が増えていく様子を調べた。Fig. 2に結果を示す（完全反磁性が縦軸のほぼフルスケール=10である）。この図より、アニール200時間で試料のかなりの部分が7.5K相になってしまうことがわかる。

Fig. 3には5Kでの $\chi'$ の値をアニール時間に対してプロットした。アニール200時間でほぼ飽和しはじめていると思われる。

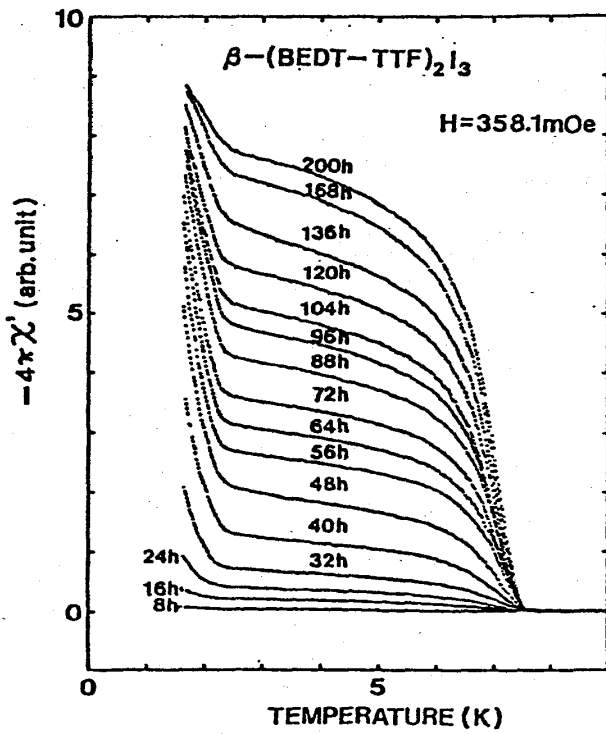


Fig. 2

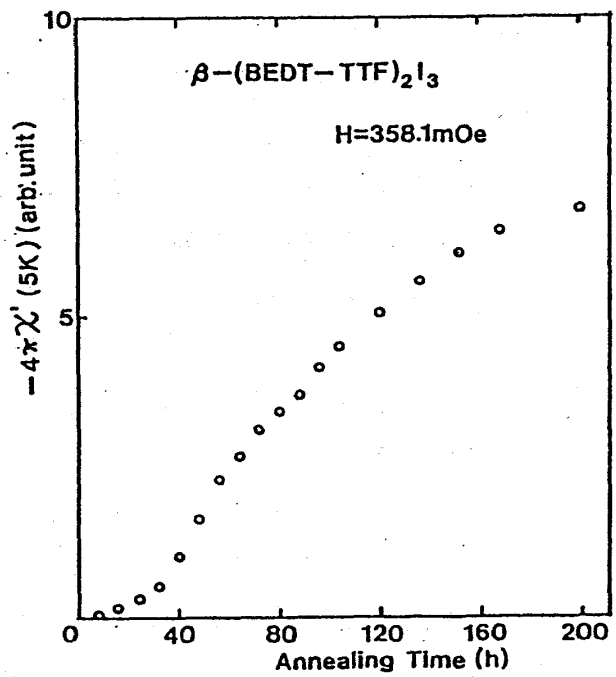


Fig. 3

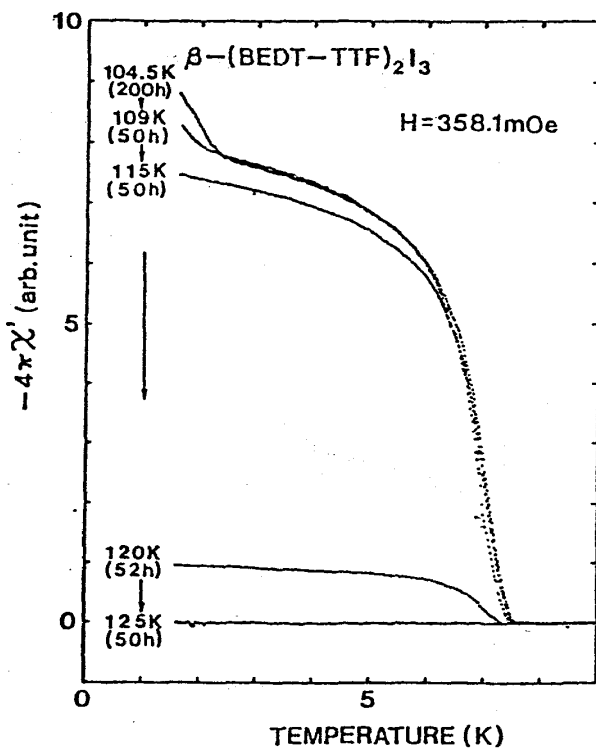


Fig. 4

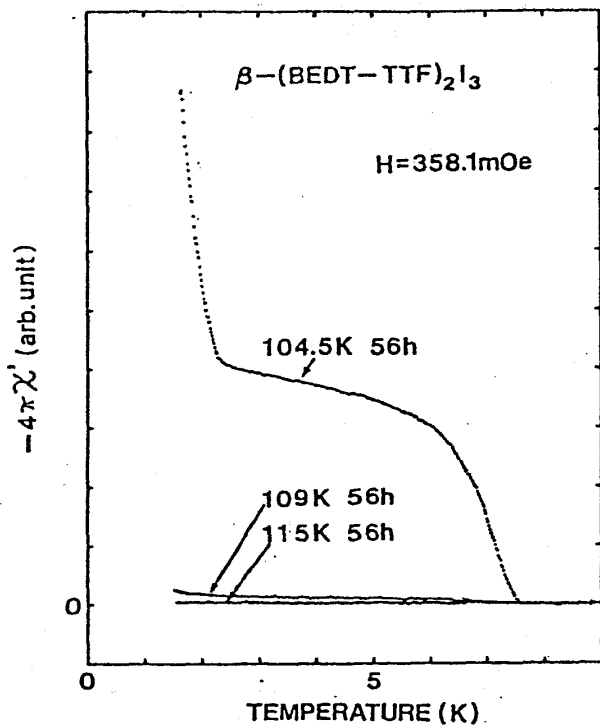


Fig. 5

次にこの試料をさらに温度を上げながらそれぞれ約50時間ずつアニールしては帯磁率を測定した (Fig. 4)。その結果、2 K相は容易に消滅するのに対し、7.5 K相の方が熱的に安定であることがわかった。

最後に、いったん室温に戻してから同一時間 (~56時間) アニールした際のアニール温度による超伝導成分の現れ方の違いを調べた。その結果、Fig. 5のように強い温度依存性が見いだされ、7.5 K相の成長は現在までの実験では104.5 Kが最も顕著であることがわかった。

②  $\kappa - (\text{BEDT-TTF})_2\text{Cu}(\text{NCS})_2$  の磁場の侵入長

Fig. 6は試料と平行に磁場をかけたときの帯磁率の測定の結果である。図のように強い異方性を示す。このことより、磁場の侵入長は層状構造の影響を受けて面に平行に起こっていることがわかる。磁場の侵入長を求めたところ  $\lambda(0) \sim 1\text{ mm}$  とかつて無いほど長いものとなった (Fig. 7)。また、その温度依存性は、低温域では指数関数的なBCS型ではなく温度のべき乗 ( $\propto T^2$ ) に比例していることがわかった (Fig. 7中にそれぞれのBCS理論曲線<sup>6)</sup>を示す)。このことからこの物質の超伝導はフェルミ面上の点ないし線上でギャップが消失している“異方性超伝導”と考らる。これはこの系の超伝導がBCS型ではないことを示すはじめての実験的証拠である。

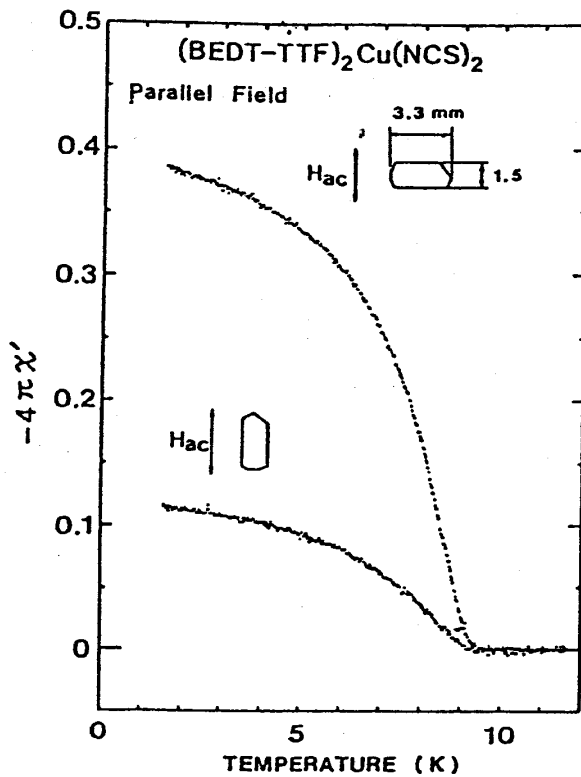


Fig. 6

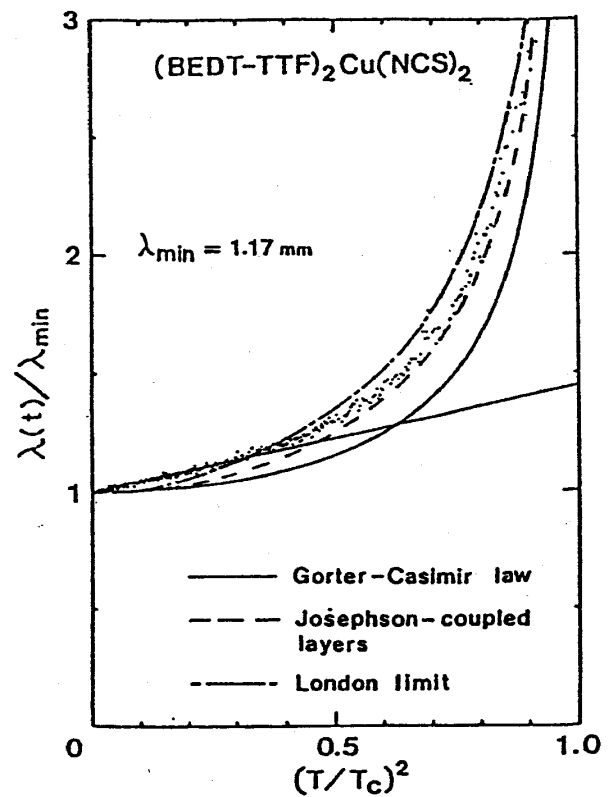


Fig. 7

参考文献

- 1) K.Murata, M.Tokumoto, H.Anzai, H.Bando, G.Saito, K.Kajimura and T.Ishiguro :J.Phys.Soc.Jpn.54(1985)2084, Solid State Comm.Vol.54, No12(1985)1031
- 2) S.Kagoshima, M.Hasumi, Y.Nogami, N.Kinoshita, H.Anzai, M.Tokumoto and G.Saito:Solid State Comm.Vol.71, No.10, pp.843-846, 1989
- 3) K.Oshima, H.Urayama, H.Yamochi and Saito:J.Phys.Soc.Jpn.Vol.57, No.3, 1988, pp.730-733.
- 4) C.J.Gorter:Paramagnetic Relaxation (Elsevier, Amsterdam, 1947).
- 5) D.Bijl:Thesis, 1950, Leiden University.
- 6) M.Tinkham:Introduction to Superconductivity(McGraw-Hill, New York, 1975)

2. 有機導体 (DMET)<sub>2</sub>X とその関連物質の ESR

奥井修司

1. 序

超伝導になる有機導体として TMTSF 系及び BEDT-TTF 系が多くの  
人により研究されている。これまでは、ふたつの系が全く異なるために、両者  
を包括的に理解することが困難であった。近年都立大で合成された有機導体 D  
MET 系は、TMTSF 分子と BEDT-TTF 分子とを半分ずつ足し合わせ  
た分子からなり、両者の性質を兼ね備えた振る舞い  
を示す。DMET 系の研究は両者の溝を埋め、これらの系の理解を深めるものと期待される。

2. 結果と考察

I) DMET 塩

DMET 系の電気抵抗は、図 1 に示すように  
半導体から超伝導までと多岐にわたる。我々は  
DMET 系のさまざまな塩に対して ESR を行  
なった。その結果は、AuBr<sub>2</sub> 塩を除いて、  
スピン帯磁率はどれもみなよく似た振る舞い  
を示した(図 2)。磁氣的にほとんど同一である  
にもかかわらず伝導性が大きく異なるという事  
実は、TMTTF/TMTSF 系の時<sup>1)</sup>と同じ

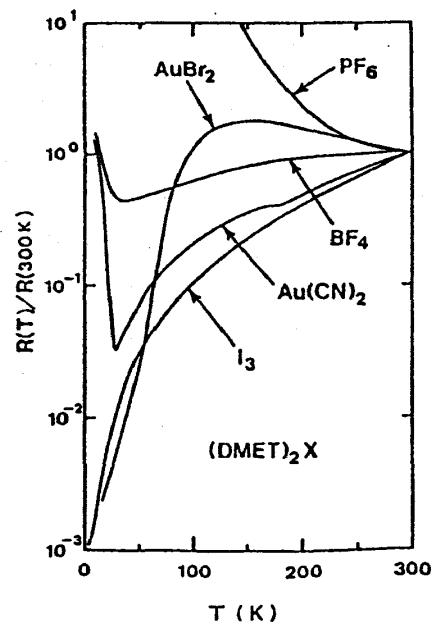


図 1