

HMTSF-TCNQ のフェルミ面探索

Possible Fermi surface in HMTSF-TCNQ

大阪市大・理 村田恵三, 横川敬一, 中坊一也, 瀬能夕貴, Natarajan Rani
 Tamilselvan
 Univ. de Paris-Sud Denis Jérôme, Pascal Senzier
 Copenhagen Univ. Klaus Bechgaard
 東北大・金研 佐々木孝彦

K. Murata¹, K. Yokogawa¹, K. Nakabo¹, Y. Seno¹, N. R. Tamilselvan¹, D. Jérôme², P. Senzier²,
 K. Bechgaard³ and T. Sasaki⁴

¹ Graduate School of Science, Osaka City University

² Université de Paris-Sud

³ Copenhagen University

⁴ Institute for Materials Research, Tohoku University

1. はじめに

有機伝導体研究の歴史を辿ると、TTF-TCNQ, TSeF-TCNQ など、Fig. 1 のような物質の高圧下研究を経て(TMTSF)₂PF₆ での超伝導の発見に至っている。これらの研究経過では、概ね 3GPa 以下の物性を手がかりに進められてきた。その後、(TMTSF)₂PF₆ の超伝導は温度-圧力相図上で SDW に隣接して発見された。一次元 g-ology の提案では、CDW に隣接した超伝導の存在が予言されており [1]、本物質の CDW の隣に超伝導が存在してもよい。

上述のように有機伝導体の研究の流れの中で、3GPa 以上の電子相には未開拓であり未知の部分が多く、我々はこの領域での新しい電子相に興味を持っている。HMTSF-TCNQ の高圧力下の研究は我々のこの一連の研究のなかで行われている。尚、(TMTTF)₂X は相図上で(TMTSF)₂X より低圧側に位置するとされてきたが、最近、5-9 GPa 帯での超伝導が発見されてそれがほぼ実証されながらも、単純な圧力俯瞰図の穴埋めとならず、新しい超伝導性が発見されるなど、この圧力帯の威力と魅力が増していることは明記すべきことである [2]。

TTF-TCNQ	$\rho = 0.59$ (at low temperature)
TSeF-TCNQ	0.63
HMTTF-TCNQ	0.72
HMTSF-TCNQ	0.74 \leq Present Materials
(TMTSF) ₂ PF ₆	0.5

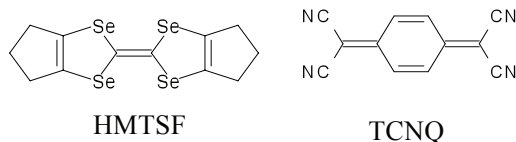


Fig. 1 History and development from TTF-TCNQ to (TMTSF)₂PF₆. The values of ρ stand for the charge transfer ratios.

2-1. 大阪市立大学での予備実験

HMTSF-TCNQ の単結晶は 1970 年代後半に K. Bechgaard 氏によって育成され、Orsay の Jérôme 氏の棚にあったものを用いた。電気抵抗の温度依存性とその圧力変化を Fig. 2 に示す。この結果は 1.5 GPa でも金属非金属転移のような温度降下に伴い抵抗の極小と上昇が見られた。この傾向は 8 GPa まで持続した。

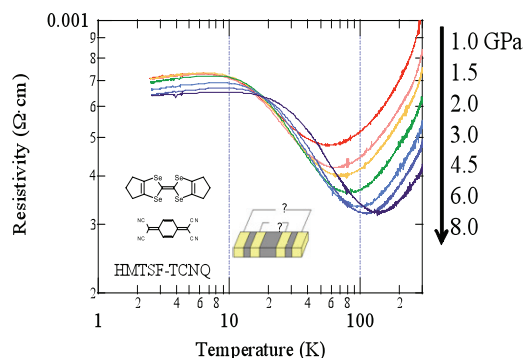


Fig. 2 Temperature dependence of resistivity of HMTSF-TCNQ under various pressures. Cubic anvil is used for this experiment and therefore pressure is kept constant during temperature sweep. Pressure medium is Daphne7373.

一方、30 年前の報告をみると今回の結果と異なっている。1.5 GPa では、電気抵抗の温度依存性では、低温側の絶縁体相が抑制され、Shubnikov-de Haas(SdH) 振動が観測されたとの報告がある [3-6]。

SdH 振動の観測には $\omega\tau > 1$ が必要条件であっても見かけのマクロな抵抗率や抵抗比で、SdH の存否を予想することは困難である。事実、 τ 型有機導体の SdH を金研において発見したことは著者自身を驚かせた。なぜなら、30-50 K に緩やかな抵抗の極小があり、室温との見かけの抵抗比が ~ 1 程度であったからである [7]。

このような経験から、HMTSF-TCNQ も抵抗の極小があり、抵抗比は～1 程度ではあったが、SdH の探索を金研で遂行することになった。

3. 金研および大阪市立大学での実験

試料を 1.5 GPa に加圧して NiCrAl のピストンシリンダーに入れた状態で、金研に移動し測定を行った。圧力媒体は Daphne7373 である。Fig. 3 に示すように、磁場の向きは最低伝導軸方向にかけて、最低温度 1.4 K、最高磁場 27 Tesla で磁気抵抗の測定を行った。

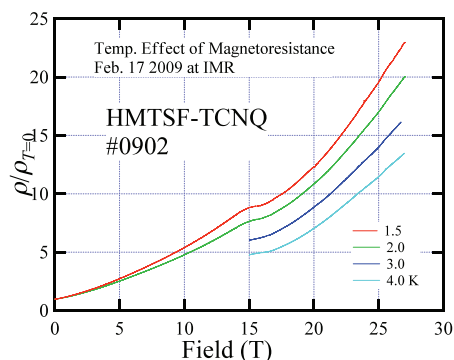


Fig. 3 Magnetoresistance of HMTSF-TCNQ in field along the least conducting axis. Sample in this figure is different from that of Fig. 2.

これからわかるように電気抵抗の温度依存性から低温で絶縁体的にはなるが、磁気抵抗に振動らしき兆候があるようにも思える。もし磁気抵抗振動が事実なら、CDW へのネスティングの不完全性から来るものと思われるが、より低温、あるいはより高磁場の結果を待って、確かな結論を求めたい。

参考文献

- [1] Solyom, Adv. Phys. **28** (1979) 201.
- [2] M. Itoi, C. Araki, M. Hedo, Y. Uwatoko, T. Nakamura, J. Phys. Soc. Jpn. **77** (2008) 23701.
- [3] A.N. Booch, D.O. Cowan, K. Bechgaard, R.E. Pyle, R.H. Baks, Phys. Rev. Lett. **34** (1975) 1561.
- [4] R.H. Friend, D Jérôme, J.M. Fabre, L. Giral, K. Bechgaard, J. Phys. C: Solid State Phys. **11** (1978) 263.
- [5] J.R. Cooper, M. Weger, D. Jérôme, D. Lefur, K. Bechgaard, A.N. Bloch, D.O. Cowan, Solid State Commun., **19** (1976) 749.
- [6] M. Miljak, A. Andrieux, R.H. Friend, G. Malfait, D. Jérôme, K. Bechgaard, **26** (1978) 969.
- [7] T. Konoike, K. Iwashita, H. Yoshino, K. Murata, T. Sasaki, G.C. Papavassiliou, Phys. Rev **B66** (2002) 245308.