

HMTSF-TCNQ の磁場誘起 CDW

Field-induced CDW in HMTSF-TCNQ

村田 恵三¹, 横川 敬一¹, 増田 耕育¹, 福本 雄平¹, 吉野治 一¹, Woun Kang², 佐々木 孝彦³, 加藤 礼三⁴

¹ 大阪市大・理, ² Ewha womans Univ. ³ 東北大・金研, ⁴ 理研

K. Murata¹, K. Yokogawa¹, K. Masuda¹, Y. Fukumoto¹, H. Yoshino¹, W. Kang², Y. Sasaki³ and R. Kato⁴

¹ Graduate School of Science, Osaka City University

² Ewha womans University, Korea

³ Institute for Materials Research, Tohoku University

⁴ Riken

1. はじめに

擬一次元有機導体、HMTSF-TCNQ*は常圧で室温あたりで金属、30 K で CDW 転移を起こす。30 K の CDW は 1 PGa で消失する。この圧力での磁場誘起相を著者らは金研で発見し、その後、金研、および Tallahassee で研究を進めてきた。

磁場誘起相は磁気抵抗が折れ曲がり構造を示すこと、また磁場掃引の上下で履歴を示すことなどから、一次の相転移が起きており、磁場誘起の CDW (FICDW)を発見したと考えている。これと(TMTSF)₂X 塩で見られた磁場誘起の SDW (FISDW)と対比し、類似点、相違点を探求している。

これまでの研究は、圧力をほぼ 1 GPa に固定し、磁気抵抗の角度依存性(AMRO)と角度を固定した磁気抵抗、Hall 効果の測定を中心に行ってきた。

今回の第一の目的は、磁場誘起の CDW 相が現れるような磁場より低い磁場 10 T 以下での AMRO を行い、磁場誘起 CDW が起こる前の一次元 Fermiology を行うこと、第二の目的は、X 線で結晶の方位付けを行った試料で磁気抵抗を測定し、今までの測定の磁場の方向、特に一次元軸に垂直な二つの軸の方向(y, z 軸)の最終同定を試みること、第三の目的は Hall 効果の極性の確認とした。

しかし、第一の目的は直前の金研側の事情で遂行できず、目的を第二と第三に絞ることとなった。

2. 実験

今回の第二の目的で比較を目指した先行データは Fig. 1 である[1]。これは R_{xx} の AMRO とそれで求めた様々な y,z(図中では ca)平面内の磁場角度で、磁気抵抗を Tallahassee で測定したものである。y または z をあらかじめ X 線で決定した試料を Fi.gs. 2-4 のように測定すれば、少なくとも磁気抵抗の増大の大小から Fig.1 の yz の方向を明確にできるものと考えた。但し今回は AMRO の解析を考え、電極配置は R_{xx} ではなく R_{zz} で行った。尚、結晶軸 a, b, c の命名法が過去の論文では二通りあり、混乱を避けるため、x(1D 方向), y(第二の方向、概ね、外形が第二に長い方向), z(概ね外形の面に垂直な方向)とした。なお、これらの実験の圧力媒体はすべて Daphne7373 を用いており、Fig. 1 の圧力は Sn の超伝導転移点から求めた。

3. 結果

磁場を z 方向(y 方向)に印加した R_{zz} の磁気抵抗とその温度変化を Fig. 2 (Fig. 3) に示す。圧力は概ね 1 GPa であり、Fig.2 と Fig.3 の試料は同じ圧力セルに入っており、両者の圧力は全く同一である。

この結果から改めて明確になったことは、

- $B//y$, $B//z$ ともに磁場誘起の相転移が起きていること。
- Fig.4 から分かるように磁気抵抗の形が一見ことなっても、磁場誘起の第一転移磁場値は全く同じである。
- それらの第一転移磁場値は 4.2 T($B//z$), 7.2 T($B//y$) である。
- 磁場掃引での第一の転移磁場は 1.5 K – 4.2 K の範

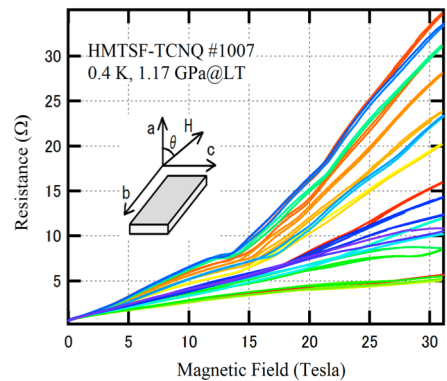
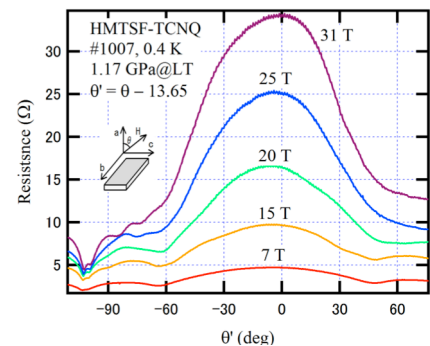


Fig. 1 HMTSF-TCNQ の 1.17 GPa における磁気抵抗 R_{xx} の角度依存性(上)と yz 面内の色々な角度での磁気抵抗。測定は Tallahassee (参考図)。

囲ではほとんど温度変化をしない。

v) Fig. 4 で示すように、一見磁気抵抗の振る舞いが異なっても、磁場誘起の特徴磁場は再現する。

vi) この報告ではグラフでは示さないが Hall 効果の極性は 1 GPa 付近では 0 から 31 T まで、負である。

既報で紹介しているように[1]、Fig. 1 の磁場掃引から決定される転移磁場が $B//z$ で整理すると一定値になることから、転移は $B//z$ 成分が支配していると言える一方で、i)、ii) および iii)の結果は $B//z$ 成分以外、即ち $B_{\perp z}$ でも起きていることを示している。この点で、この磁場誘起相は $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ 塩の FISDW で見られている転移磁場の現れ方と大きく異なっている。その理由として推察されることは、次のことが考えられる。即ち、二つの系列、即ち、電子系と正孔系で 1 GPa 程度の圧力で Fermi 面の nesting が解消されポケットができたとき、ポケットの生じ方が電子と正孔で異なった形状や向きに磁場誘起の CDW 電子相を発生している可能性があるのではないかと考えている。

4. 結論

Fig. 1 と Fig.2、Fig.3 の比較をすることにより軸方向の最終決定を目指したが、Fig.1 との特徴磁場が、はっきり対応しなかった。この理由は二つ考えられる。ひとつは、両者の抵抗測定がそれぞれ R_{xx} と R_{zz} の違いがあったこと。二つ目には Fig.2、Fig.3 は全く同じ圧力であるが、Fig.1 との圧力が微妙に異なっていたことも理由としてあげられる。

方位同定のもうひとつの方法として、磁場の発散の仕方

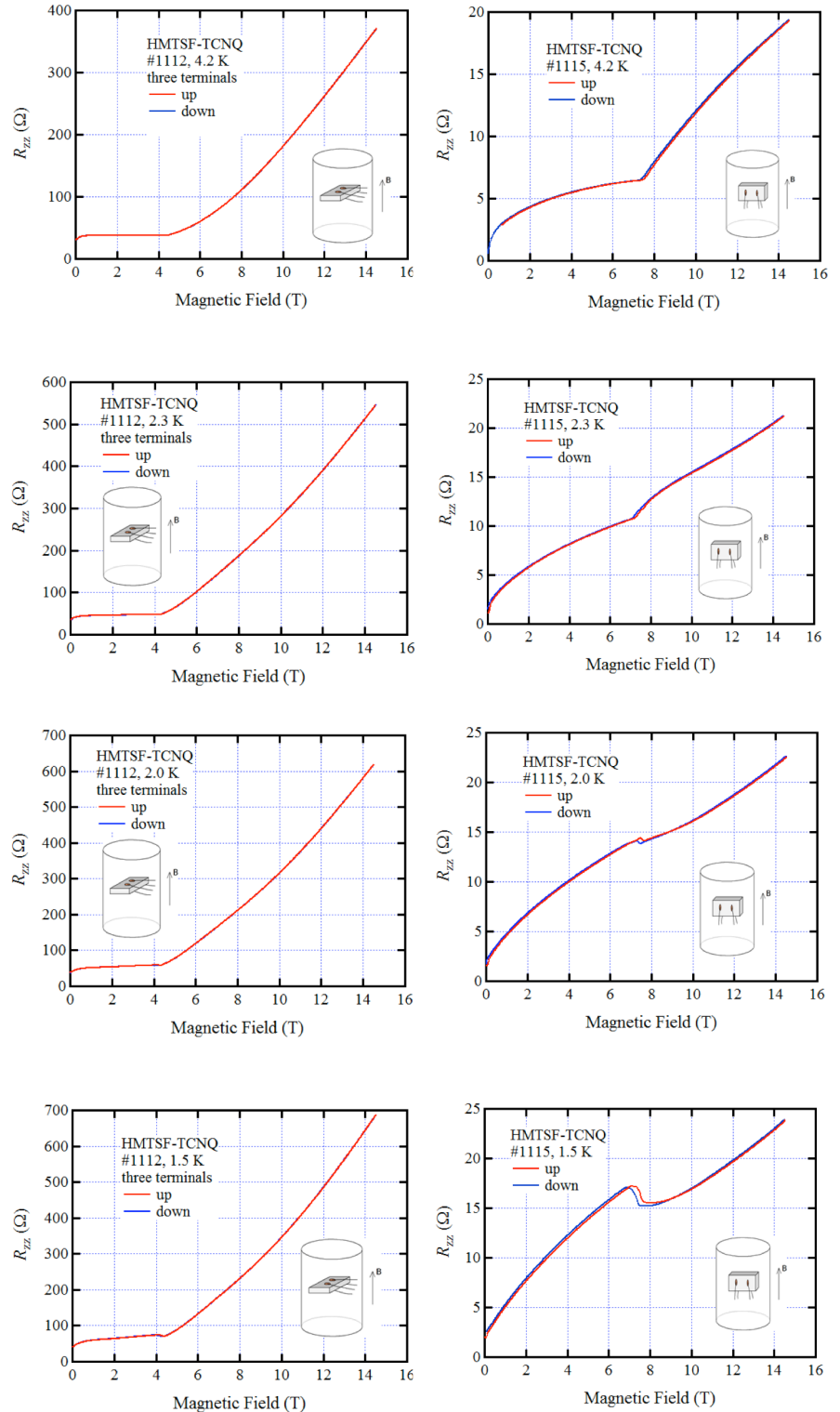


Fig. 2 HMTSF-TCNQ のおよそ 1 GPa における 4 つの温度における R_{zz} の磁気抵抗。 $B//z$ 、 $B//y$ 。 Fig. 1 の結果は R_{xx} であることに注意。

Fig. 3 HMTSF-TCNQ のおよそ 1 GPa における 4 つの温度における R_{zz} の磁気抵抗。 $B//y$ 。 Fig. 2 の試料 1112 と本試料 1115 は同一圧力セル内にあり、圧力は全く同じである。

を比較しようということも考えた。即ち、Fig.1 で見られるように、 yz 面内での磁場方向の内、 $B//z$ のほうが磁気抵抗が発散的に増大すると考えられたが、15 T 程度では大きな違いが生じなかったため、磁場の発散による比較は困難であった。Fig. 1 でもわかるように $B//y$ と $B//z$ の磁気抵抗の大きな違いが生じるのは 15 T 以上であり、20 数 T を超える磁場を発生できれば簡単に解決できるも

のであることを考えると、金研の強磁場施設の早期の復旧が切に望まれる。

Hall 効果については、Tallahassee での測定の極性の再確認に成功した。それによると 0.2 T 付近まで R_{xy} が直線的に負の値で増大しているが、それ以上の磁場でいくつかのステップを持ちながら、絶対値が減少していることから、電子、正孔系の絡み合った量子 Hall 効果が表れているものと考えているが現在解析中である。

参考文献

- [1] K. Murata, W. Kang, K. Masuda, T. Kuse, T. Sasaki, K. Yokogawa, H. Yoshino, J. S. Brooks, E. S. Choi, A. Kiswandhi, R. Kato, Physica B 407 (2012) 1927–1929.

*HMTSF-TCNQ は Hexamethylenetetraselenafulvalene-tetracyanoquinodimethane の略称。

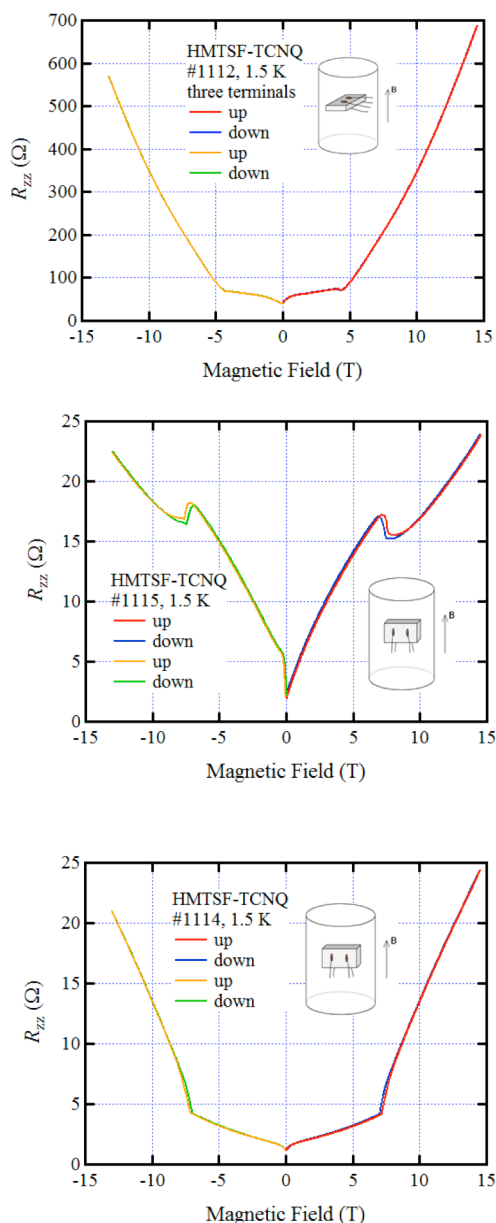


Fig. 4 HMTSF-TCNQ のおよそ 1 GPa における 1.5 K における R_{zz} の磁気抵抗。この3つの試料は同じセルに入っており、圧力が全く同じ。磁気抵抗の形が一見異なっても、磁場誘起の CDW が生じる磁場値は磁場の向きが同じであれば再現していることがわかる。