

## 6. 遷移金属テトラカルコゲナイト NbTe<sub>4</sub>, TaTe<sub>4</sub> の電気抵抗と Shubnikov-de Haas の振動によるフェルミ面の推測

只 木 進 二

### ☆ NbTe<sub>4</sub>, TaTe<sub>4</sub> の特徴、これまでの研究

NbTe<sub>4</sub>, TaTe<sub>4</sub> は、低次元導体に特徴的な電荷密度波 (CDW) 状態の研究の一環として、主に回折法により研究されてきた。結晶は Te の正方形シートと金属原子の一次元チェーンから成る (Fig.1)。衛星反射の波数の温度変化を Fig.2 に示す。TaTe<sub>4</sub> は約 475K で incommensurate 状態から commensurate 状態 (2a×2a×3c) になる (Lock-in 転移)。NbTe<sub>4</sub> には 2 種類の衛星反射が観測され、一つは全測定温度領域で観測され約 50K まで incommensurate ( $q=0.688c^{-1}$ ) である。約 180K 以下で第二の incommensurate なスポットが現れ、約 50K で初めのグループと同時に Lock-in 転移により commensurate になる。降温時の 50K から 100K の間の温度領域では、discommensurate 状態が観測される。Lock-in 転移温度近傍で波数に温度ヒステリシスがあり、一次の転移であることを示している。以上のように、CDW の構造はほぼ解明されたが、電気伝導などの物性の研究はこれまで行われておらず、CDW に関与するフェルミ面の変化、Lock-in 転移の影響については殆ど解っていない。

本研究では、以上のような理由から、電気抵抗を測定することにより、抵抗の変化が、上の結論と一致しているのかを確かめた。また、Shubnikov-de Haas 振動を測定することにより、フェルミ面の形を推測し、実験結果と一致するのか確かめた。

### ☆ 実験結果・考察

【単結晶の作成】 単結晶はハロゲン気相輸送法により作成した。

【電気抵抗率とその温度依存性】 電気抵抗率の測定は、直流四端子法で行った。室温における抵抗率は TaTe<sub>4</sub>, NbTe<sub>4</sub> とも約  $1 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$  である。TaTe<sub>4</sub> の室温以下の抵抗率と温度微分 (Fig.3) には特異な構造はなく、衛星反射が温度変化しないことに対応する。NbTe<sub>4</sub> の室温以下の抵抗率と温度微分 (Fig.4) に現れる約 210K の変化は第二の周期構造の形成に、約 50K での変化は Lock-in 転移に対応する。

【電気抵抗率の異方性】 電気抵抗率の異方性測定は、Montgomery 法で行った。電気抵抗の異方性  $\rho_c/\rho_a$  は TaTe<sub>4</sub>, NbTe<sub>4</sub> のどちらも 1~4 と小さく等方的であり、温度変化は小さい。

【Shubnikov-de Haas 振動 (TaTe<sub>4</sub>)】 低温・高磁場では、電子状態がランダウ準位に量子化され、閉じたフェルミ面では磁場の変化にともない電子系の自由エネルギーが振動しながら変化する。電気抵抗でもこの振動が現れ、振動の周期によりフェルミ面の断面積の極値を求めることができる。磁気抵抗の  $1/H$  に対するプロットから振動成分のみを取り出し (Fig.5 は  $\theta=90^\circ$  の例)、振動成分をフーリエ変換した。振動数分布の例を Fig.6 ( $\theta=90^\circ$ ) に示す。また、ピーク振動数の角度変化を Fig.7 に示す。この断面積の極値の角度変化からフェルミ面の構造を予想した。但し、 $\theta$  は磁場方向と一次元軸方向のなす角度である。

① 高振動数成分:  $0^\circ$  付近の高振動数成分は約  $50^\circ$  で消失し、 $90^\circ$  付近にも高振動数成分が観測されないことから、一次元軸方向に開いた柱状のフェルミ面であると考えられる。この柱体の体積は C 相のブリルアン・ゾーンの約 1/3 である。

② 中振動数成分:  $90^\circ$  付近の中振動数領域には、6 種類の成分が観測される。中振動数成分も高振動数成分と同様に  $40^\circ \sim 50^\circ$  程度で消失する為、開いたフェルミ面に対応する。結晶の対称性により二方向に開く可能性もある。最大の断面積を持つ軌道は  $90^\circ$  でブリルアン・ゾーンの面積の約 37% を占める。角度変化は柱体のそれよりも小さいため、曲率の大きな構造を持つと考えられる。

③ 低振動数成分: 振幅の大きな振動のみに着目すると、 $0^\circ$  近傍には、角度依存性の殆ど無い球面状 (断面積 0.7%) の、また、 $90^\circ$  近傍には角度変化の大きなポケットが存在している。

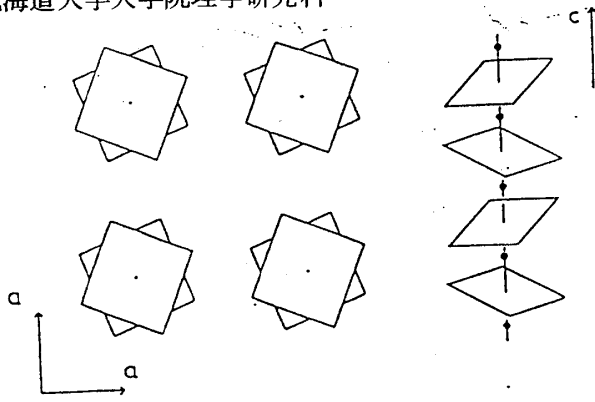


Fig. 1

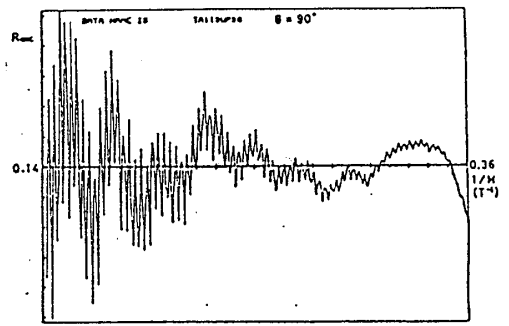


Fig. 5

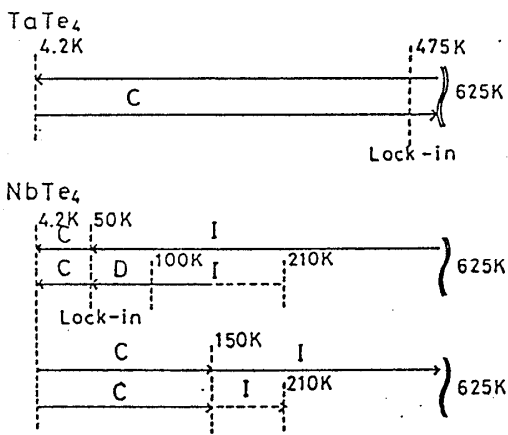


Fig. 2

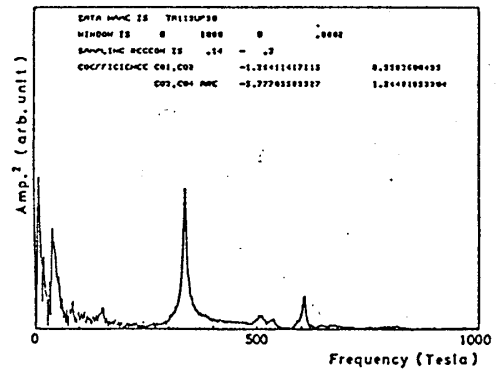


Fig. 6

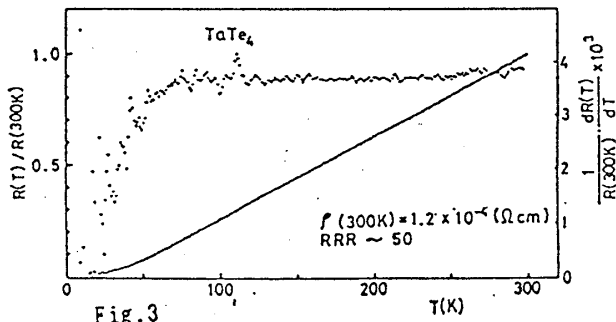


Fig. 3

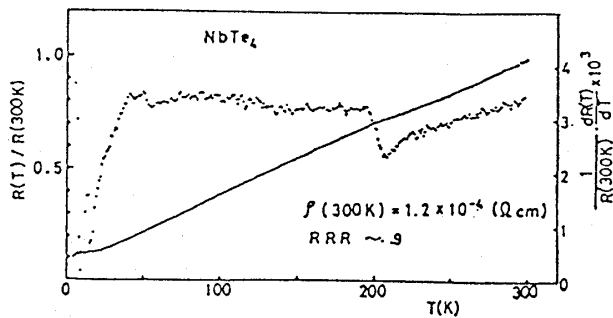


Fig. 4

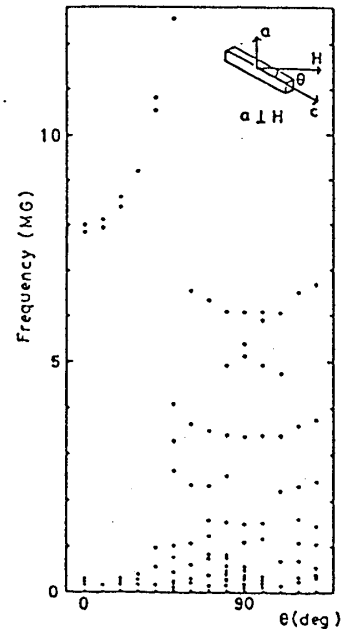


Fig. 7