

○ 北海道大学 理学部 物理学教室

目 次

1. TaS_3 の半導体相における電気伝導	蛸島武尚
2. KNiF_3 における F^{19} の核磁気共鳴	斉田克明
3. NbSe_3 の電気抵抗の不純物による影響	西田邦夫
4. $(\text{Pd}_{0.9966}\text{Fe}_{0.0034})_{0.95}\text{Mn}_{0.05}$ の磁気的挙動	佐藤敏和
5. TGSe の三重臨界点近傍における電気的弾性的研究	武内喜則
6. マグネタイト低温相における誘電的性質	岸上順一
7. 重水素核磁気共鳴及びラマン散乱による強誘電体亜セレン酸三水素 ルビジウムの相転移の研究	酒井 彰

1. TaS_3 の半導体相における電気伝導

蛸 島 武 尚

— 序 論 —

近年, 1次元導体(特定の方向の電気伝導度が他の方向に比べて非常に大きい物質)とみなしうる物質が見つけれられたことにより, 従来は理論的可能性としてのみ理解されていたPeierls転移とこれに伴う電荷密度波(Charge Density Wave; 以下CDWと略す)が実際に観測されるようになり, 現在各方面から精力的な研究が進められている。

私達の研究室では transition-metal trichalcogenide MX_3 ($\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}$; $\text{X}=\text{S}, \text{Se}$) の物性に興味をもち, 現在研究を進めている。 MX_3 のひとつである TaS_3 は典型的な擬1次元導体であり, 218KでPeierls転移を起こし, 擬1次元導体としては唯一, 元の格子の4倍周期をもつ commensurate なCDWを形成する。

1次元導体においてPeierls転移が起きると, Fermi面にenergy gap(Peierls gap)が生じるため系は半導体となる。1次元導体の半導体相は電気伝導の面から見ると通常の半導体と異なり, 系がCDWを形成していることに関連した伝導機構が理論的に指摘されている。これらは不純物などにより格子に固定(pinning)されていたCDWが, 電場から受ける力により

pinning がはずされ並進運動を行なう "CDW の depinning" と, pinning potential が周期的な場合に存在する "phase soliton" の運動に基づくものである。phase soliton は CDW の位相における局所的な歪であり, 電荷を持ちしかも結晶中を形を変えずに動くことができるので荷電粒子とみなすことができる。これら CDW の depinning や phase soliton の運動に基づく伝導の実験的確認は未だ為されていない。

目 的

本研究の目的は, CDW の depinning や phase soliton の運動に基づく伝導を擬 1 次元導体 TaS_3 において実験的に調べることである。このため TaS_3 の半導体相における 1 次元軸方向及びこれに垂直な方向の電気伝導度の温度依存性と I - E 特性の測定を, 一電子励起の寄与が小さくなる低温で行なった。

実験及び結果

(電気伝導度の温度依存性) 測定は直流 4 端子法により行なった。1 次元軸方向とこれに垂直な方向の電気抵抗の温度依存性を図 1 に示す。1 次元軸方向の電気伝導は $T < 100\text{ K}$ で 250 K の activation energy をもつ activation type の温度依存性を示す。一方, 1 次元軸と垂直な方向では activation type の温度依存性は観測されない。このような特定方向にのみ現われる activation type の伝導は不純物伝導などの一電子励起では説明できない。従って, $T < 100\text{ K}$ の低電場の伝導は 1 次元軸方向の伝導にのみ寄与する phase soliton の運動に基づく結論できる。

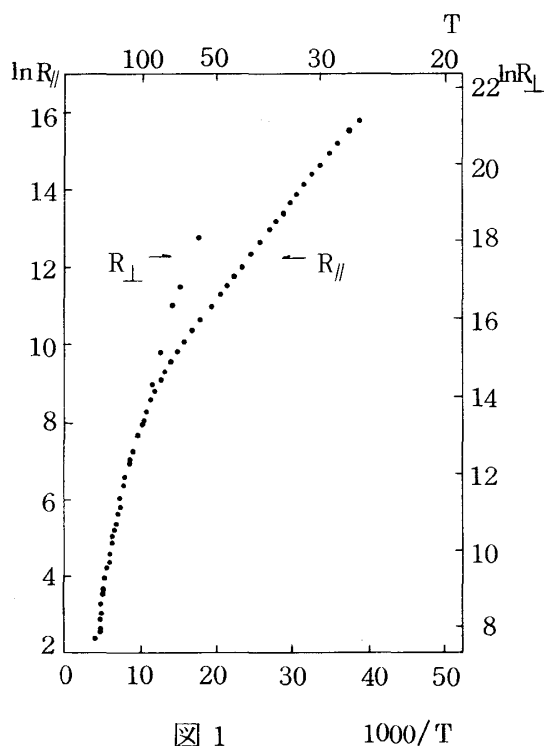


図 1

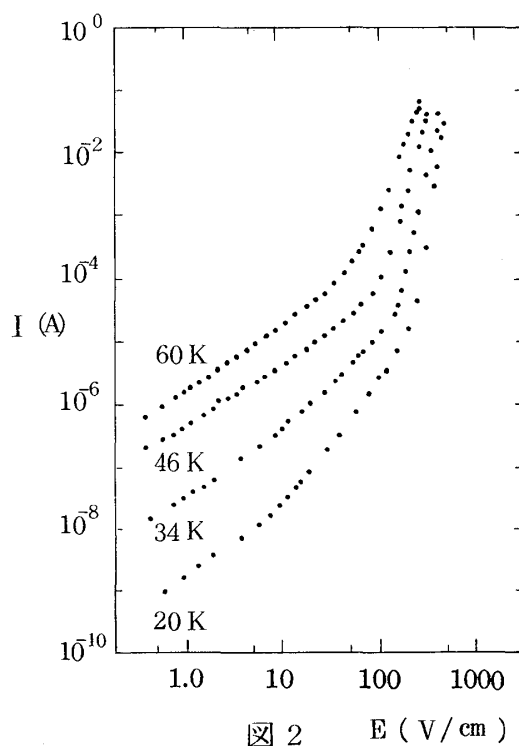


図 2

(I - E 特性) 測定は電流が $1\ \mu\text{A}$ 以下では直流 4 端子法により, それ以上の電流では joule heat の影響を避けるためパルスを用いた 2 端子法により行なった。図 2 に 1 次元軸方向の I - E 特性を示す。1 次元軸方向の電気伝導は強い非線型性を示し, 約 600 V/cm の電場で異なる温度の I - E 曲線が収束している。一方, 1 次元軸と垂直な方向の電気伝導は 1500 V/cm まで完全に線型である。この 1 次元軸方向の高電場でみられる非線型伝導は, 今までに知られている一電子励起に関連した機構では説明できず, CDW の depinning に基づくものと結論できる。

2. KNiF_3 における F^{19} の核磁気共鳴

齊 田 克 明

[序 論]

化合物反強磁性体において磁化容易軸を決めるその起源は, 低対称の物質に関しては一般に明らかになっている。cubic な対称性をもつ場合も容易軸は等価な複数の方向に存在しているが, その異方性エネルギーの起源についてはまだはっきりしていない物質もある (例えば KNiF_3 等)。

この問題に対して, また, 容易軸が一つに決まらないことから出現する cubic 反強磁性体のドメイン^{4,6)} 構造について, これらをマイクロな実験方法である核磁気共鳴 (NMR) を用いて探ってみようと, cubic ペロブスカイト型反強磁性体 KNiF_3 における弗素の NMR の実験を行なった。NMR は磁性体の動的性質をさぐるという点, また, 非常にマイクロな部分を識別できるという点において有効な手段である。

KNiF_3 はネール点 (T_N) 以下でも cubic と言われている数少ない物質の一つであり, スピンの秩序方向は (図-1) のように 3 本の $\langle 100 \rangle$ いずれかである⁶⁾。 T_N が 246 K と比較的高く, 我々の装置が 77 K までの低温測定しか可能でない点から, 広く反強磁性領域を探ることのできる都合のよい物質であった。

[実験方法]

KNiF_3 単結晶はフラックス法により作成した。 KNiF_3 粉末を作り, これに KCl を混ぜ, 加熱・融解し, ゆっくり温度降下して析出させた。

NMR の実験はクロスコイル法を用いた。日本電子製検出器を一部改良し, これと, 作製し