

層間化合物 $Mn_{1/4}TaS_2$ と $Mn_{1/3}TaS_2$ の磁性

筑波大学物質工学系

平井 俊行, 大貫 惇睦, 小松原 武美

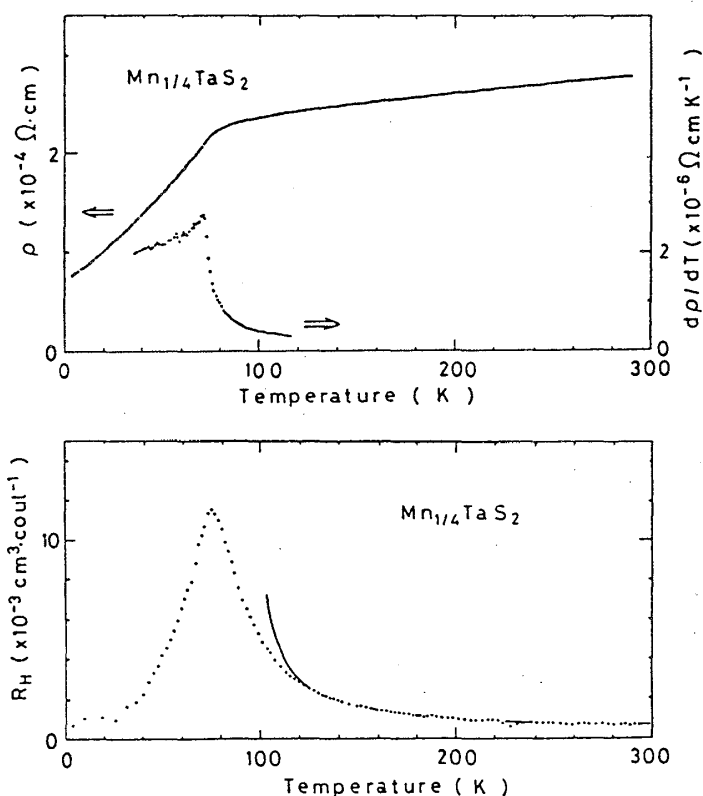
層状構造を有する遷移金属カルコゲナイド MX_2 の層間に周期律表の大部分の金属原子をインターカレートすることができ、インターカランツの種類により、ある場合は超伝導がある場合には強結合磁性が発現する。インターカランツが鉄族の遷移金属 T (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni) の場合、 T_xMX_2 ($x = 1/4$ と $1/3$, $MX_2: TaS_2, TaSe_2, NbS_2, NbSe_2$) は強結合磁性体となり、 $x = 1/4$ では $2a \times 2a$ が、 $x = 1/3$ では $\sqrt{3}a \times \sqrt{3}a$ が新しい単位格子となる。 V, Cr, Mn 層間化合物は強磁性体、 Fe の多くは反強磁性体であるが $Fe_{1/3}TaS_2$ は強磁性体、 Co, Ni の層間化合物は反強磁性体になることが知られている。磁気秩序温度以上の常磁性状態における帯磁率はキュリー・ワイス型に従い、 Ti, V, Cr イオンは3価、 Mn, Fe, Co, Ni イオンは2価である。この中で Mn の有効ボーア磁子数 μ_{eff} は、測定者により、 $4.8 \sim 6.1 \mu_B$ の範囲をとり (2価のとき $5.92 \mu_B$, 3価のとき $4.90 \mu_B$)、そのため、2価と3価の混合原子価になっているのではないかという意見もある。本研究は、 Mn イオンの価数を明らかにすることを主目的に、電気伝導と磁性の測定を行った。

(1) 電気抵抗とホール係数

$Mn_{1/4}TaS_2$ 単結晶の電気抵抗とホール係数を第1図に示す。電気抵抗の急激な減少とホール係数のピークに対応する温度が以下で明らかにするように、強磁性へのキュリー温度 $T_c = 72 K$ である。この場合のホール係数は正常ホール係数 R_0 と異常ホール係数 R_1 により、 $R_H = R_0 + 4\pi R_1 M/H$ で表わされ、 $T > T_c$ では実線で示す常磁性のキュリー・ワイス則を反映している。

(2) 帯磁率と磁化

$Mn_{1/4}TaS_2$ の単結晶と粉末試料の常磁性状態の逆帯磁率の温度依存性を第2



第1図 電気抵抗とホール係数の温度依存性

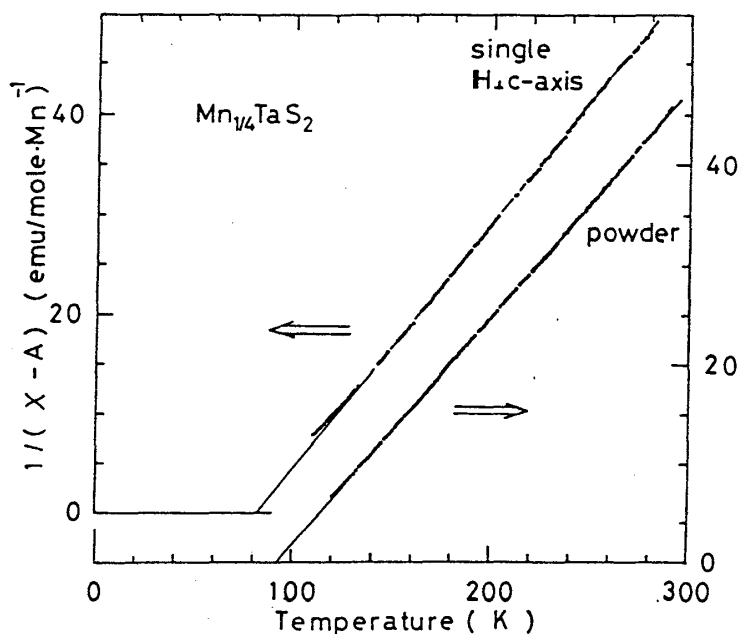
図に示す。 μ_{eff} は単結晶の場合 $5.7 \mu_B$ 、粉末で $5.9 \mu_B$ であり、これらは明らかに Mn^{2+} であることを示す。

$\text{Mn}_{1/3}\text{TaS}_2$ の場合も同様で約 $5.8 \mu_B$ である。

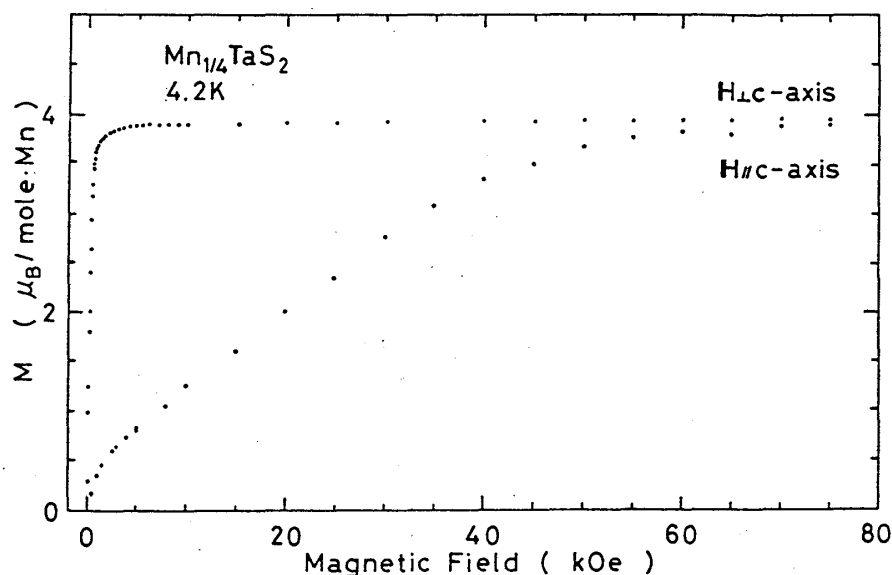
第3図は $\text{Mn}_{1/4}\text{TaS}_2$ の強磁性状態の磁化であり、モーメントは層内(C軸に垂直)方向であることが分かる。飽和磁化は $3.9 \mu_B$ であり、これは Mn^{2+} ($S=5/2$) から期待される $5 \mu_B$ より約20% 小さい。 $\text{Mn}_{1/3}\text{TaS}_2$ も同様で $3.9 \mu_B$ である。

これらの層間化合物の磁性に関しては磁性イオン同志の直接の交換相互作用、カルコゲンを介した超交換

相互作用、伝導電子を介したRKKY相互作用などが議論されているが、ごく最近のParkin 達の $\text{Mn}_{1/4}\text{TaS}_2$ の中性子回折の実験は後者のRKKY相互作用を強く示唆し、Mnのモーメントは $4.2 \mu_B$ で、本研究の $3.9 \mu_B$ と良い一致を示す。



第2図 逆帯磁率の温度依存性



第3図 磁化の磁場依存性

参考文献

- 1) S. S. P. Parkin, E. A. Marseglia and P. J. Brown : J. Phys. C : Solid State Phys. 16 (1983) 2749