

## 5. CeAg の相転移と磁気弾性効果

西岡 孝

CeAg は室温で格子定数  $a = 3.755 \text{ \AA}$  をもつ CsCl 型化合物であり、 $T_Q = 16.5 \text{ K}$  で立方晶から正方晶に、 $T_C = 5.5 \text{ K}$  で常磁性から強磁性へ転移する。このような 2 段階の相転移は 4 f 電子によるヤーン=テラー効果を取り入れた分子場モデルで定性的に理解できる。ところが、CeAg のフェルミ準位は 2 重に縮退した 5d-eg バンドの鋭い山の近傍にあるため Ag の一部を In 等で置換し合金の電子数を変化させることにより構造相転移の機構は 4 f 電子によるものから 5d-eg バンドによるものへと変わり、それに伴い磁氣的・電氣的性質は大きく変化する。  $5 \times 10^4 \text{ Oe}$  以下の 4.2 K での磁化測定において CeAg では通常の強磁性体的磁化過程が観測されるが、 $\text{CeAg}_{1-x}\text{In}_x$  ( $x \geq 0.01$ ) では階段状の磁化過程が観測される。また電気抵抗の温度依存性において CeAg は  $T_Q$  に対して肩を持つが、 $\text{CeAg}_{1-x}\text{In}_x$  ( $x > 0.01$ ) では大きなヒステリシスを描く。

$\text{Ce}^{3+}$  は立方対称結晶場によって多重項  $^2F_{5/2}$  が  $\Gamma_8$  (4 重縮退) と  $\Gamma_7$  (2 重縮退) に分裂する。一般に Ce の 4f 電子は伝導電子との混成により不安定となり  $4f^0$  と  $4f^1$  の中間の価数をとる (価数揺動状態) が、Methfessel たちの磁化率の逆数の温度依存性が  $\Gamma_8$  を基底状態として励起状態  $\Gamma_7$  とのエネルギー差を約 300 K に選ぶことによりよく再現されることから Ce の 4f 電子は局在していて 3 価として取り扱って良いことを示している。

そこで我々は、 $T = T_Q$  以下で観測される階段状の磁化過程と、 $T = T_Q$  でおこる立方晶から正方晶への結晶の歪みとの関係を調べるために、磁場中比熱、磁化、磁気弾性効果の測定を行なった。実験に用いた試料は、 $\text{CeAg}_{1-x}\text{In}_x$  ( $x = 0, 0.01, 0.03$ ) の 3 つの多結晶で、アーク溶解することにより得られた。3 つの試料とも  $500^\circ\text{C}$  で 1 週間焼鈍され、X 線回折で試料の同定を行なった。比熱は断熱法により 4.2 K から 60 K までの温度領域、 $5 \times 10^4 \text{ Oe}$  までの磁場中で測定した。測定精度を上げるためにサンプル・ホルダーにサファイヤの板 ( $15 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$ ) を用いた。磁化は振動試料型磁化測定装置 (PARC 社製) で 4.2 K から 100 K までの  $5 \times 10^4 \text{ Oe}$  以下での磁化過程を測定した。CeAg に関しては 30 T までの強磁場磁化過程を 4.2 K, 2 K で測定した。磁気弾性効果は共和の歪ゲージを用いて、 $\text{CeAg}_{0.99}\text{In}_{0.01}$  に関して 4.2 K で  $5 \times 10^4 \text{ Oe}$  までの磁場中で測定した。

比熱測定の結果から、 $\text{CeAg}_{1-x}\text{In}_x$  の構造相転移及び強磁性転移によるエントロピーの変

化は  $R \ln 4$  となり、Methfessel たちの指摘を確認することができた。また  $\text{CeAg}_{0.97} \text{In}_{0.03}$  の  $T_Q$  は外部磁場  $H = 5 \times 10^4 \text{ Oe}$  で約 2% 高温側へ変化している。更に、 $\text{CeAg}_{0.99} \text{In}_{0.01}$  及び  $\text{CeAg}_{0.97} \text{In}_{0.03}$  では  $T_Q$ ,  $T_C$  に大きな熱ヒステリシスが観測された。

$T < T_Q$  における階段状の磁化過程は初回のみ観測されるが 2 回目以降の磁化測定では観測されない。初回磁化過程を再現するためには一旦  $T_Q$  以上にあげてから測定しなければならない。この異常なふるまいは磁気弾性効果と一致していて約  $10^4 \text{ Oe}$  付近で結晶は磁場方向に約 1% 縮む。また、 $\text{CeAg}_{0.99} \text{In}_{0.01}$ ,  $\text{CeAg}_{0.97} \text{In}_{0.03}$  では約  $10^4 \text{ Oe}$  の比較的低い磁場で磁化の急激な増加が観測されるが、 $\text{CeAg}$  では  $5 \times 10^4 \text{ Oe}$  以上の強い磁場において観測される。

結晶が立方晶から正方晶へ歪むことにより、基底状態  $\Gamma_8$  は 2 つの 2 重縮退に分裂する。この際、小さな  $g$  値を示す波動関数は  $c$  軸方向に広がっていて、大きな  $g$  値を示す波動関数は  $c$  軸に垂直な面内に広がっている。中性子散乱の結果から構造相転移により結晶は  $c$  軸方向に伸びていることが知られているので、この場合小さな  $g$  値を示す波動関数が基底状態になっていると考えられる。そのため高磁場では大きな  $g$  値を示す状態へと移ってゆく。このとき、磁気弾性効果の実験より、磁化が急激に上昇するところで結晶が大きく縮んでいるので、結晶の状態が大きく変わり元の状態に戻りにくくなり、2 回目以降の磁化過程では階段状の磁化過程は観測されないと考えられる。

以上のことから、 $\text{CeAg}_{1-x} \text{In}_x$  の  $T_Q$  以下での異常な振舞いは、 $T = T_Q$  で起こる結晶の歪みと強く関係していることが定性的に確かめられた。今後の課題として、単結晶を作製し、磁化、磁気弾性効果、磁場中比熱などを測定し定量的な解析を行なうことが残される。

## 6. 擬一次元電気伝導体 $\text{K}_{0.3} \text{MoO}_3$ の準安定状態

福田 憲 司

### <序 論>

擬一次元電気伝導体  $\text{K}_{0.3} \text{MoO}_3$  は 180 K 以下で波数  $2k_F$  ( $k_F$  はフェルミ波数) の電子密度と静的なイオンの周期的変位をつくり金属から真性半導体になる。電子密度とイオンの変位の混成波を電荷密度波 (CDW) とよぶ。CDW は高電場で並進運動を開始する (しきい電場  $E_T$ )。  $E_T$  以下の電場での抵抗は電場、温度が一定でもユニークに決まらず、温度ヒステリシス (図