

10. Ce化合物の構造相転移の非線形帯磁率による研究

波多野 将明

CeAgは、5.5K(T_c), 15.5K(T_0)でそれぞれ強磁性転移、構造相転移($T < T_0$ 立方晶 $T_0 < T$ 正方晶)し、構造相転移は、四重極オーダーであると考えられている。また、CeB₆は、2.3K(T_N), 3.3K(T_0)でそれぞれ反強磁性転移、anti-四重極オーダーすると考えられている。(fig.1, fig.2) 四重極モーメントは、 J_z^2 を含むのでスピングラスとの対応から非線形帯磁率が異常を示すことが予想される。P. Morinらにより四重極オーダー点での非線形帯磁率の異常についての理論が示されており、CeAgに関しては、(100)方向で8(T)までの磁化過程より求めた非線形帯磁率の異常が報告されている。(fig.3) 我々は、CeAg, Ce_{0.96}Nd_{0.04}Ag, CeB₆について、交流帯磁率の非線形成分においてこの四重極オーダー点での異常を観測することを試みた。

試料

CeAg, Ce_{0.96}Nd_{0.04}Ag
アルゴンガスarc炉で10数回裏返して融かし 10^{-6} torr以下の真空度に保たれた石英管中で約2週間500°Cでアニールされた多結晶のサンプル

CeB₆
東北大学で floating Zone 法により作成された単結晶のサンプル

実験

測定は、Hartshorn Bridgeを用いて行なった。
常磁性相での磁化Mは、次のように表わされる。

$$M = \chi_0 H + \chi_2 H^2 + \dots$$

サンプルに $h = h_0 \sin \omega t$ で表わされる交流磁場をかけたときの pick up coil に生じる起電力Eは、次のように表わされる。

$$E = A \{ \chi_0^t h_0 \cos \omega t - 3/4 \chi_2^t h_0^3 \cos 3\omega t + \dots \}$$

$$\chi_0^t = \chi_0 + 3/4 \chi_2 h_0^2 + \dots$$

$$3/4 \chi_2^t = 3/4 \chi_2 h_0^2 + 15/16 \chi_4 h_0^4 + \dots$$

h_0 が小さいときには、 $\chi_0^t = \chi_0$, $\chi_2^t = \chi_2$ と考えられ、この 3ω に同期する成分をlock-inアンプで検出することにより非線形帯磁率 χ_2 を測定した。温度計には、カーボン抵抗を用い、温度コントロールは、セル内のHeガスの量をコントロールすることによって行なった。(4.2K-25K)

また、単結晶CeB₆は、X線ラウエ法により面方向を求め、(100)(110)(111)方向にそれぞれ磁場をかけて1.5K-4.2Kの温度領域で χ_2 を測定した。

結果

CeAgでは、 T_0 付近で χ_2 に異常は観測されなかった。またCe_{0.96}Nd_{0.04}Agでは、異常が観測されたが発散の傾向は見られなかった。(fig.4, fig.5) これは、P. Morinらの実験に比べ磁場が弱く、サンプルが多結晶であることが原因であると考えられる。また、CeAgで観測されなかった変化がCe_{0.96}Nd_{0.04}Agで観測されたのは、 T_0 が T_c に近付いたことにより信号が大きくなったためであると考えられる。

CeB₆では、 T_0 から T_c にかけて負の χ_2 が観測され、(100)(110)(111)の順に信号が大きくなっていった。これは、この温度領域での複雑なスピン構造によるのではないかと思われる。(fig.6) しかし、反強磁性でのブリュアン関数の H^3 の係数として χ_2 の温度変化を説明することは難しいと思われる。

- Ref. P. Morin and D. Schmitt Phys. Rev. B 23 (1981) 5936
P. Morin J. Magn. Magn. Mat. 71 (1988) 151-164
M. Takigawa, H. Yasuoka, T. Tanaka and Y. Tanaka
J. Phys. Soc. Jpn. 52 (1983) 728-731
L. P. Regnault, W. A. C. Erkelens, J. Rossat-mignod, C. Vettier,
S. Kunii and T. Kasuya
J. Magn. Magn. Mat. 76&77 (1988) 413-414

