

5. UAl_2 系の磁性

桑 井 智 彦

ウラン化合物は、5f 電子の持つ、3d 電子（遍歴的）と 4f 電子（局在的）の中間的性質を反映し、非常に多彩な物性を示す。 UAl_2 は、C15 型のラーベス相と呼ばれる結晶構造を持ち、U—U 間距離が、約 $3.4\text{\AA}$ と、いわゆる Hill リミット下限に位置する金属間化合物である。(Fig. 1,2) このため、各ウランサイト間の 5f 電子軌道が、直接の空間的重なり合いにより結合し、極めて幅の狭い“f バンド”を形成していると考えられる。従って、この f バンドの性質が、系の物性を支配しているならば、例えば、格子を拡げるなど、周囲の環境のわずかな変化に対し、系の物性は、大きく変化するものと予想される UAl_2 は、Trainor らによって、低温での比熱、帯磁率の測定の際に観測された $T^3 \ln T$ 依存、大きな電子比熱係数 γ ($=143\text{mJ/mol}\cdot\text{K}^2$) (比熱測定：Fig. 4)、及び $-T^2$ 依存（帯磁率測定：Fig. 3）によって特徴づけられる。大きな常磁性的帯磁率を持ち、磁気秩序が認められないことから、 UAl_2 は、低温において、強磁性寸前の金属で“スピンの揺らぎ”が支配的な系である、と解釈されている。

我々は、この UAl_2 に注目し、新物質開発の一環として、このスピンの揺らぎの性質を調べるため、ウランサイトを、合金内で、同じ数の f 電子を持つと予想されるプラセオジウム (Pr) (Fig. 5) で置換した、擬二元合金 (U, Pr) Al_2 を作成し、格子の拡がった各組成 (Fig. 6) の比熱、帯磁率測定を行なった。

<実験結果>

各組成で測定した比熱データより、格子寄与として、参照物質 YAl_2 のデバイ温度 ($\Theta_D = 473\text{K}$) を基に、各組成のデバイ温度を見積り、デバイ関数により差し引きを行なった。その結果、Pr 30%以上の濃度の試料では、 UAl_2 に見られる様な、低温での異常比熱は消失し、Pr 15%の試料の 6 K 以下のふるまいを除き、残りの試料では、低温において、 $C = \gamma T + \delta T^3 \ln(T/T_{\text{SF}})$ とフィットできることがわかった。特性温度 T_{SF} は、Pr 濃度が増すに従い、単調に増大する傾向を見せ、 γ もまた、大きく増大することがわかった。(Fig. 8)

また帯磁率は、高温ですべての試料が、キュリー・ワイス的振るまいを見せ、低温においては、Pr 15%までの試料に関しては、増大傾向を示した。そして Pr 30%以上の試料では、このような増大傾向は消え、 PrAl_2 の局在型強磁性へと移行していくのがわかる。(Fig. 7) これらの測定より得られた物理量及び、パラメータを Fig. 9 に示す。これから現時点で言え

ることは、

1. γ の増大

Uの5fバンドが格子の拡大と共に狭くなったと考えれば、コンシステントである。

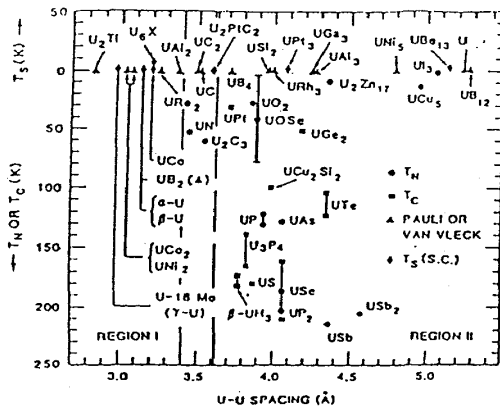
2. $\chi(T=2\text{K})$ の増大

本質的なものであるならば、 γ が増大することとコンシステントであるが、現時点では、はっきりと言えない。Pr 15%と Pr 30%の間で、局在型強磁性が生じると思われる。

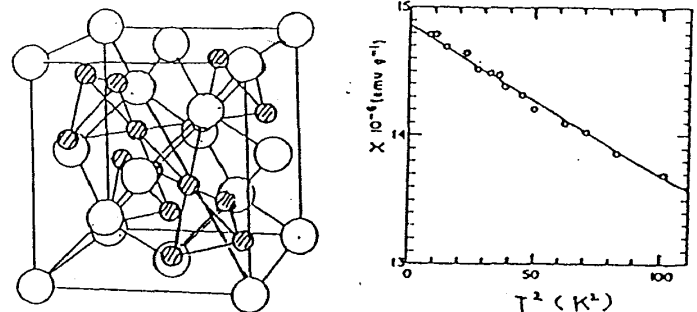
3. T_{SF} の増大

5f バンドが狭くなるならば、 γ が増大するのに対応して T_{SF} は減少するものと思われたが、結果は、相反するものであった。LaAl₂を参照物質として、格子寄与を差し引いたものも、同じ傾向を持ち、最大 2K 程度の誤差を含むものの、この傾向は、本質的と思われ、このモデルを単純に適用することは、できない。

などである。今後は、さらに組成を細かく区切り、詳細な測定を行なうと共に、他元素でも置換して、 UAl_2 系を系統的に調べていく方針である。また、この様な規格化の難しい系での統一的解釈の確立、さらに、スピンの揺らぎに関連した他のU化合物との比較なども課題となる。

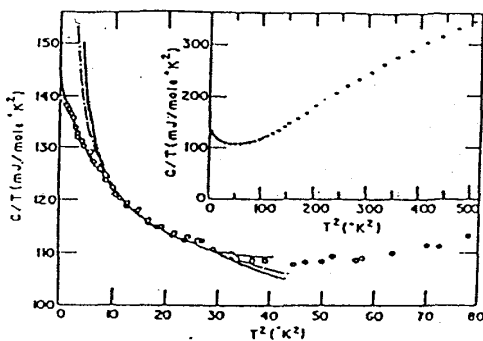


< Fig. 1 >

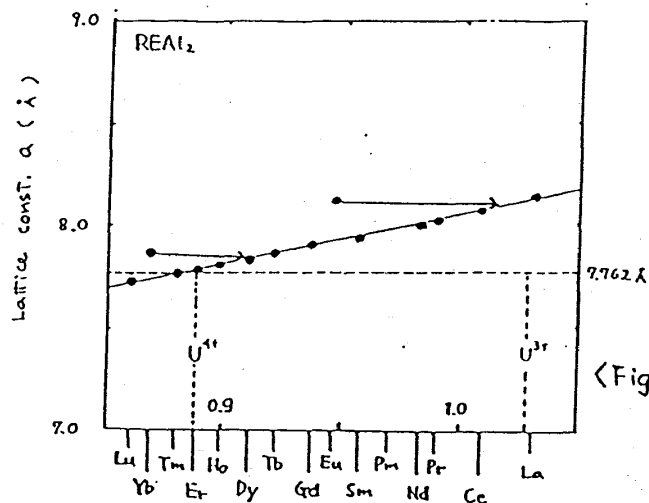


<Fig. 2>

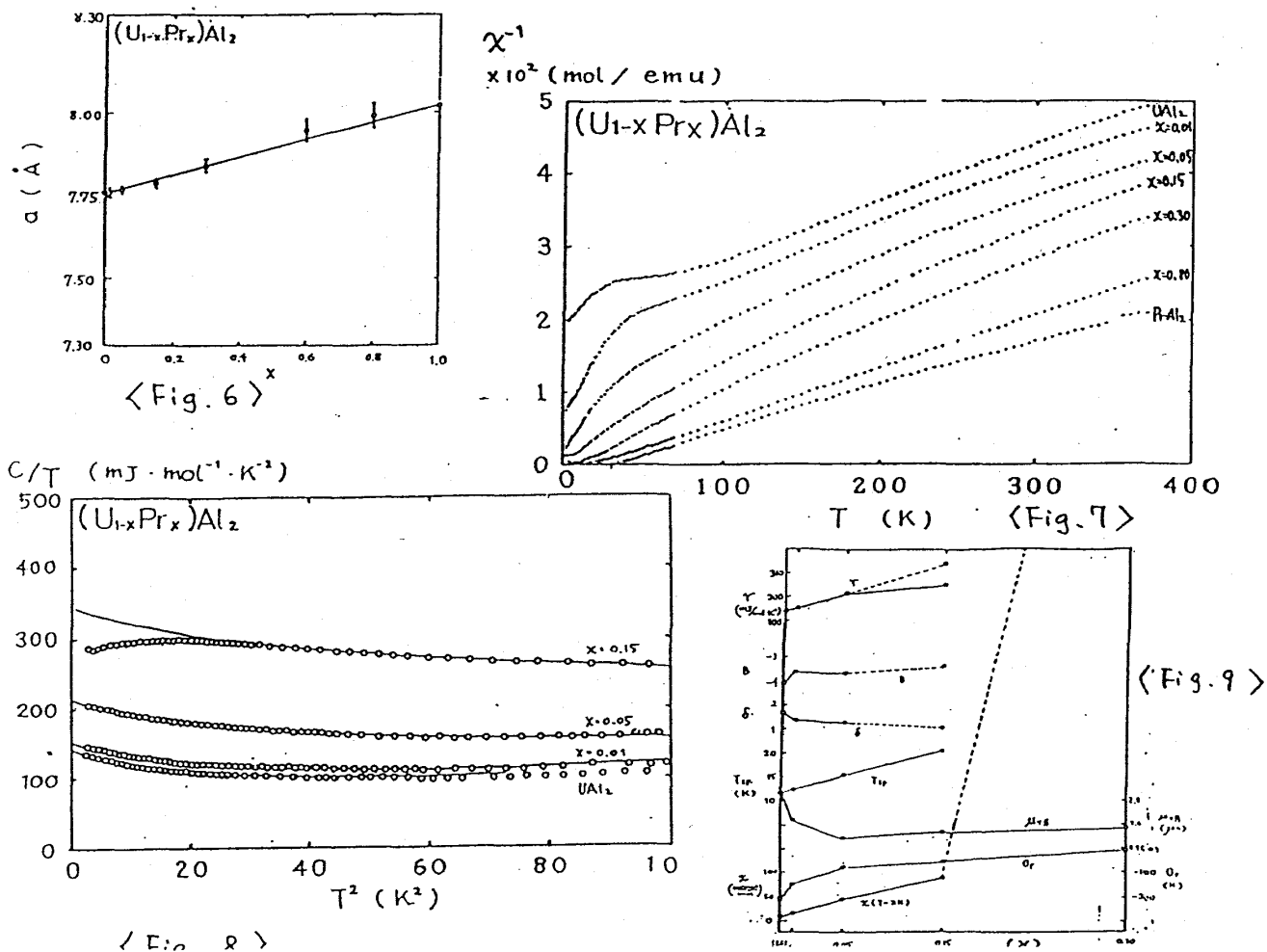
< Fig. 3 >



< Fig. 4 >



<Fig. 5>



6. $Ce_xNd_{1-x}Ag$ における構造相転移

高橋 明子

< 序論 >

$CeAg$ は、室温で $CsCl$ 型の結晶構造を持ち、 $T_c = 15.5$ K で、立方晶から正方晶へ、また、 $T_N = 5.5$ K で強磁性へ磁気オーダーをする。(図1) 希土類と銀の金属間化合物 $R-Ag$ において、 T_c (T_N) (；磁気秩序温度) より高温で構造相転移するものは、 $CeAg$ のみであるが、圧力下では、 $LaAg$, $PrAg$, $NdAg$ もまた、立方晶から正方晶へ転移することが報告されている。[1]

これらの転移は、 RM ($M = Cd, Tl, \dots$) や、 $RAg_{1-y}In_y$ などと関連づけられた、 $5d$ バンド による Band Jahn-Teller 効果や、[2] [3] $4f$ 局在電子間の四重極相互作用から[4] 説明がなされてきた。

$CeAg$, In_{1-y} 系の電気抵抗は、 $(0.98 \geq y)$ では、構造相転移温度 T_0 で大きくなり、ヒステリシスを持つのに対し、 $CeAg$ は、 T_0 では肩を持つのみで減少する。(図2) In 濃度による T_0 の変化の相図 (図3) によると、 $(0.$