



Title	Fermi Surface Properties of Rare Earth and Uranium Compounds Grown by the Self-Flux and Chemical Transport Methods
Author(s)	Aoki, Dai
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3169102">https://doi.org/10.11501/3169102</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	あおき だい 青 木 大
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 1 4 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成12年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Fermi Surface Properties of Rare Earth and Uranium Compounds Grown by the Self-Flux and Chemical Transport Methods (自己フラックス法・化学輸送法によって育成された希土類・ウラン化合物のフェルミ面の性質)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大貫 淳睦  (副査) 教 授 武居 文彦    教 授 竹田 精治    助教授 播磨 尚朝 助教授 摂待 力生

### 論 文 内 容 の 要 旨

希土類化合物・ウラン化合物のf 電子は、磁気秩序・四重極秩序・メタ磁性・伝導電子の重いサイクロトロン質量・超伝導など、さまざまな物理的性質を示す。申請者は、 $\text{RPb}_3$  ( $\text{R} = \text{Pr}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Yb}$ )、 $\text{YbIn}_3$ 、 $\text{UAl}_3$ 、 $\text{UGa}_3$ 、 $\text{UX}_2$  ( $\text{X} = \text{P}, \text{As}, \text{Sb}, \text{Bi}$ )、 $\text{UCd}_{11}$  の純良単結晶を育成した。申請者の知るかぎり、これらの単結晶はいずれも世界最高の純良性を持つ。

このうち  $\text{PrPb}_3$  においては、1 K から降温とともに、サイクロトロン質量が  $1.6m_0$  から  $4.0m_0$  まで増大することを見出した。これは0.4K で起きる反強四重極秩序に起因する。このような反強四重極秩序によるサイクロトロン質量の増大は、これまでに例がなく初めて観測された現象である。さらに0.6K 以下、70kOe においてメタ磁性転移を見出した。これは、反強磁性状態から常磁性状態への相転移に対応する。

同じ希土類化合物において、希土類イオンの価数の変化がフェルミ面に与える影響も興味深い。通常、希土類イオンの価数は3 価であるが、 $\text{YbPb}_3$ 、 $\text{EuPb}_3$ 、 $\text{YbIn}_3$  は価数が2 価の金属である。ドハース・ファンアルフェン (dHvA) 効果から決定したフェルミ面は、対応する  $\text{LaPb}_3$ 、 $\text{LaIn}_3$  のフェルミ面と大きく異なり、価数2 価で計算したバンド計算と良く一致する。

ウラン化合物  $\text{UAl}_3$ 、 $\text{UGa}_3$ 、 $\text{UCd}_{11}$ 、 $\text{UX}_2$  ( $\text{X} = \text{P}, \text{As}, \text{Sb}, \text{Bi}$ ) の5f 電子の研究も行なった。5f 電子は一般に、遍歴な性質を持つ3d 電子と局在的な性質を持つ4f 電子の中間的な電子状態を持つと考えられる。実際のウラン化合物の磁性は、磁気秩序温度が0 K 付近から300K、磁気モーメントも  $0.02 \mu_B/\text{U}$  から  $3 \mu_B/\text{U}$  と極めて多彩であり、興味深い現象も多く見出されている。

申請者の育成したウラン化合物のうち、 $\text{UGa}_3$ 、 $\text{UAl}_3$ 、 $\text{UX}_2$  ( $\text{X} = \text{As}, \text{Sb}, \text{Bi}$ ) については、dHvA 効果の測定に成功した。

$\text{UX}_2$  では、ウラン化合物としては初めて2次元フェルミ面すなわち円筒状フェルミ面を見出した。 $\text{UBi}_2$  のフェルミ面は、球状フェルミ面と円筒状フェルミ面の2種類から構成されている。これらのフェルミ面は、 $\text{USb}_2$  あるいは  $\text{UAs}_2$  では4種類の円筒状フェルミ面に変ぼうする。このフェルミ面の変化は、薄い磁気ブリルアンゾーンで良く説明できる。また、 $\text{UX}_2$  のフェルミ面の2次元性は、遍歴した5f 電子を含むU面の伝導電子に起因する。そのため、サイクロトロン質量は大きい。 $\text{USb}_2$  のdHvA 効果では、磁気ブレイクスルー (磁気貫通、磁気破壊) による振動も検出した。サイクロトロン質量は極めて大きく、しかも110kOeで  $38m_0$  であったのが160kOe では  $30m_0$  と磁場依存性

を持つ。これは、磁場、温度依存性を持つ反強磁性エネルギーギャップを伝導電子がブレイクスルーしているためである。

### 論文審査の結果の要旨

希土類・ウラン化合物の磁性を担うf電子と伝導電子の多体効果がからんだ、重い電子系の研究である。

$\text{RPb}_3$ 、 $\text{RIn}_3$  (R: 希土類) 及び  $\text{UX}_2$  (X=Bi, Sb, As, P) などの多数の純良単結晶をフラックス法と化学輸送法で育成した。それを用いて明らかにしたことは次の通りである。

- (1)  $\text{PrPb}_3$  の四極子秩序に伴う伝導電子の質量増強と四極子秩序相
- (2)  $\text{YbPb}_3$ 、 $\text{EuPb}_3$  及び  $\text{YbIn}_3$  における 4f電子が示す 2 価の性質
- (3) 正方晶の [001] (c 軸) 方向に長い  $\text{UX}_2$  の磁気構造を反映した 2 次元フェルミ面などである。 $\text{UX}_2$  ではウランの 5f電子を含むウランの層が伝導面を形成していて、重い電子系をつくっている

以上のことから本論文

Fermi Surface Properties of Rare Earth and Uranium Compounds Grown by the Self-Flux and Chemical Transport Methods

は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。