Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| 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 | https://doi.org/10.11501/3169102 |
| rights | |
| Note | |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

【9】

| | |
|---|---|
| 氏　　名 | 青　木　　大（あおき　だい） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博　士（理　学） |
| 学　位　記　番　号 | 第　15141　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<br>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<br>（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）<br>教　授　大貫　惇睦<br><br>（副査）<br>教　授　武居　文彦　　教　授　竹田　精治　　助教授　播磨　尚朝<br>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、$RPb_3$（R =Pr、Sm、Eu、Gd、Yb）、$YbIn_3$、$UAl_3$、$UGa_3$、$UX_2$（X=P、As、Sb、Bi）、$UCd_{11}$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$PrPb_3$においては、1K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、$YbPb_3$、$EuPb_3$、$YbIn_3$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$LaPb_3$、$LaIn_3$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$UAl_3$、$UGa_3$、$UCd_{11}$、$UX_2$（X =P、As、Sb、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0K付近から300K、磁気モーメントも$0.02\mu_B$／Uから$3\mu_B$／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、$UGa_3$、$UAl_3$、$UX_2$（X=As、Sb、Bi）については、dHvA効果の測定に成功した。

$UX_2$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。$UBi_2$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、$USb_2$あるいは$UAs_2$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、$UX_2$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。$USb_2$のdHvA効果では、磁気ブレークスルー（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ー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。

$RPb_3$、$RIn_3$（R：希土類）及び$UX_2$（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) $PrPb_3$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) $YbPb_3$、$EuPb_3$及び$YbIn_3$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$UX_2$の磁気構造を反映した2次元フェルミ面などである。$UX_2$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。