



Title	Fermi Surface and Magnetic Properties of 5f-Itinerant and Localized Uranium Compounds
Author(s)	常盤, 欣文
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43590
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	ときわ 常盤 欣文
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 16742 号
学位授与年月日	平成14年3月25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 and Magnetic Properties of 5f-Itinerant and Localized Uranium Compounds (ウラン化合物における5f電子の遍歴と局在に関するフェルミ面と磁気的性質)
論文審査委員	(主査) 教授 大貫 惇陸 (副査) 教授 野末 泰夫 教授 河原崎修三 教授 川村 光 助教授 播磨 尚朝

論文内容の要旨

ウラン化合物は、重い電子状態や異方的超伝導、四極子秩序、小さな磁気モーメント、メタ磁性など、多くの興味深い物性を示し、これまで数多くの研究がなされてきた。ウラン化合物の5f電子は遍歴的な3d電子と局在的な4f電子の中間的な電子状態と言って良い。このような5f電子が遍歴しているのか、局在しているのかを明らかにすることは極めて重要なことである。特に、磁気秩序を示すウラン化合物では、5f電子の電子状態はほとんど分っていない。本研究ではパウリ常磁性体である USi_3 と $UFeGa_5$ 、典型的な5f局在系の UPd_3 、そして反強磁性体の UIn_3 と $UTGa_5$ (T: Ni, Pt) の純良単結晶を育成し、ドハース・ファンアルフェン (dHvA) 効果を中心にフェルミ面の性質に関する研究を行った。

パウリ常磁性体の USi_3 、 $UFeGa_5$ において dHvA 効果の測定に成功し、その実験結果は5f電子を遍歴とするバンド計算によって良く説明された。 USi_3 での dHvA 実験から得られたサイクロトロン有効質量はバンド計算によって求められたものほぼ等しく、有効質量の増強はほとんどない。 $UFeGa_5$ では dHvA 実験のサイクロトロン質量がバンド質量より約2倍大きくなっていることが分った。

一方、典型的な5f局在系である UPd_3 では、強磁場磁化測定によって2つのメタ磁性転移を発見した。その強磁場磁化と磁歪測定によって UPd_3 の磁気相図を作成した。磁気相図における四極子転移の相境界の振る舞いを四極子相互作用 O_x によって解析した。

UPd_3 における5f電子の強い局在性を反映して、 UPd_3 のサイクロトロン質量は小さく、0.24から3.62 m_0 であった。dHvA 実験では4つの閉じたフェルミ面を観測した。この実験結果は5f電子を局在とするバンド計算によって説明可能である。

立方晶構造を持つ反強磁性体 UIn_3 において dHvA 効果の測定を行い、3種類の閉じたフェルミ面の存在を明らかにした。また、磁化測定によってメタ磁性転移を発見した。

正方晶構造を持つ反強磁性体 $UNiGa_5$ 、 $UPtGa_5$ において中性子散乱実験を行い、これらの物質の磁気構造を明らかにした。 $UNiGa_5$ の反強磁性伝播ベクトルは $Q = (1/2, 1/2, 1/2)$ で、磁気モーメントは [001] 方向を向いている。一方、 $UPtGa_5$ においては、伝播ベクトルは $Q = (0, 0, 1/2)$ で、磁気モーメントは [001] 方向である。磁気モーメントの大きさは $UNiGa_5$ では $0.9 \mu_B/U$ 、 $UPtGa_5$ では $0.24 \mu_B/U$ であった。

$UNiGa_5$ 、 $UPtGa_5$ において dHvA 効果の測定を行い、円柱状 (二次元) フェルミ面の存在を明らかにした。 $UPtGa_5$

に関しては得られた磁気構造を基にしたブリルアンゾーンでフェルミ面を構築することができた。5f電子が伝導に強く関与していて、サイクロトロン質量は10~24 m_0 と重い。電子比熱係数の $\gamma = 57 \text{ mJ/K}^2 \text{ mol}$ もこれらのフェルミ面のサイクロトロン質量から定量的に説明できる。これらの反強磁性ウラン化合物において、5f電子は遍歴電子になっていると結論された。

論文審査の結果の要旨

ウラン化合物の5f電子の電子状態を明らかにするため、UPd₃、パワリ常磁性のUSi₃とUFeGa₅及び反強磁性体のUTGa₅(T: Ni, Pt)とUIn₃の純良単結晶を育成し、ドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果によるフェルミ面の性質に関する研究を行った。

UPd₃のフェルミ面の形状は5f電子を局在とするバンド計算によって説明可能であった。一方、USi₃とUFeGa₅は5f電子を遍歴電子とするバンド計算の結果と良く一致した。UNiGa₅とUPtGa₅の反強磁性の磁気構造を中性子散乱の実験から明らかにした。そのブリルアンゾーンを基に、dHvAの実験結果からUPtGa₅のフェルミ面を実験的に構築した。UTGa₅で、2次元フェルミ面を見出したことも大きな特徴である。

以上のことから Fermi Surface and Magnetic Properties of 5f-Itinerant and Localized Uranium Compounds 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。