



Title	Itinerant 5 f-Electrons in Uranium-Based Borides and Carbide
Author(s)	山本, 悦嗣
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43047
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	山 本 悦 嗣
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 5 7 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2項該当
学 位 論 文 名	Itinerant 5 <i>f</i> -Electrons in Uranium-Based Borides and Carbide (ウランホウ化物、炭化物における遍歴 5 <i>f</i> 電子)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大貫 惇睦
	(副査) 教 授 大山 忠司 教 授 阿久津泰弘 助教授 播磨 尚朝 助教授 摂待 力生

論 文 内 容 の 要 旨

ウランの 5 *f* 電子は本来局在磁気モーメントを持つが、伝導電子との混成や近藤効果などの多体効果などにより、遍歴的性質を示す。本論文はウラン化合物の中から UB_2 、 UC 、 UB_4 を取り上げて、ドハース・ファンアルフェン効果による伝導電子のフェルミ面の性質を、5 *f* 電子を遍歴電子としたバンド理論の効果と対比させ、5 *f* 電子の遍歴性を明らかにした。

まず、純良単結晶を得るために原料となるウランの精製を行なった。これは 10^{-10} torr の超高真空中でウランに大電流を流して、そのジュール熱でウランを加熱、精製する。このエレクトロ・トランスポート法によって、たとえば鉄不純物は原材料には約 40 ppm 存在したが、精製後 2 ppm 以下に減少させることに成功した。

この精製ウランを用いて、テトラーク炉でアルゴン雰囲気下でチョクラスキー法でウラン化合物の単結晶を引き上げた。育成した単結晶は 10^{-10} torr の超高真空中で 7 日間約 900°C でアニールを行なった。このアニールの結果、たとえば UB_4 においては、室温での抵抗に対する最低温の残留抵抗の比すなわち残留抵抗比が、ウラン化合物では最も高い 1900 の値を示し、極めて純良なものが得られた。 UB_2 、 UC でも同様な結果を得た。

UB_2 、 UC 、 UB_4 は融点が 2000°C を越える高融点化合物で、磁性的には常磁性体である。それぞれの化合物に対して横磁気抵抗とドハース・ファンアルフェン効果の実験を行なって、5 *f* 電子の性質を明らかにした。得られた結果は次の通りである。

- (1) UB_2 は六方晶の結晶構造をもつ。この化合物の横磁気抵抗はあらゆる方向で外部磁場に対し、 H^2 の依存性を示した。これは開軌道を持たず、閉じたフェルミ面のみからなることを示している。また、ドハース・ファンアルフェン効果の測定から求めたフェルミ面の極値断面積に比例するドハース振動数やサイクロトロン有効質量 m^* ($=1.2 \sim 7.7 m_0$) はウランの 5 *f* 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。
- (2) UC は NaCl 型の立方晶の結晶構造をもつ。ドハース・ファンアルフェン振動数は、ウランの 5 *f* 電子を遍歴電子とするバンド計算の結果と完全に一致する結果が得られた。この物質のフェルミ面は C 原子の 2*p* 電子が主として占有する 3 つの正孔面と U 原子の 5 *f* 電子が占有する 6 つの電子面からなる。サイクロトロン有効質量は $1.1 \sim 15 m_0$ で正孔面は軽く、電子面は重い。この値はバンド質量 m_0 の 1.9~3.9 倍と大きい。これは、室温以上でわずかながら帯磁率が減少するが、その小さなキュリー・ワイス的な磁性が質量増大に反映されたものと考えられる。
- (3) UB_4 は正方晶の結晶構造である。横磁気抵抗から $\langle 100 \rangle$ 方向に開軌道が存在することを明らかにした。またド

ハース・ファンアルフェン効果の測定では、 $3.0 \sim 14m_0$ のサイクロトロン有効質量を有する約11種類のブランチが観測された。

論文審査の結果の要旨

高融点化合物の UB_2 、 UB_4 、及び UC の純良な単結晶を育成して、ドハース・ファンアルフェン効果と横磁気抵抗を主な実験手段として、ウランの $5f$ 電子の性質を明らかにした。実験的に決めたフェルミ面の形状は、 $5f$ 電子を遍歴電子とするバンド計算の結果にほぼ一致した。しかし、 UB_2 ではサイクロトロン質量はバンド質量にほぼ等しいが、UC や UB_4 では数倍大きい値であった。後者の化合物では、 $5f$ 電子の磁気モーメントが関与する多体効果の反映であると結論した。

以上のことから本論文の Itinerant $5f$ -Electrons in Uranium-Based Borides and Carbide 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。