

Title	Tuning of Characteristic Electronic States in Cerium and Uranium Compounds by High Pressures and High Magnetic Fields
Author(s)	中島, 美帆
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2700">https://hdl.handle.net/11094/2700</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	中島美帆
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 18932 号
学位授与年月日	平成 16 年 6 月 17 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	Tuning of Characteristic Electronic States in Cerium and Uranium Compounds by High Pressures and High Magnetic Fields (高圧と強磁場によるセリウム・ウラン化合物の多様な電子状態の創出)
論文審査委員	(主査) 教授 大貫 惇睦  (副査) 教授 竹田 精治    教授 野末 泰夫    助教授 杉山 清寛 助教授 摂待 力生

## 論文内容の要旨

セリウム、およびウラン化合物の f 電子は、価数揺動、重い電子系、異方的超伝導などの、多種多様な現象をひき起こすことで知られている。これらの化合物において、f 電子には二つの代表的な効果が働くことが知られている。RKKY 相互作用と近藤効果である。RKKY 相互作用は長距離磁気秩序を強めるが、近藤効果は、伝導電子のスピンの偏極によって、局在する f 電子の磁気モーメントを消す働きをする。それゆえ電子状態は強く温度に依存する。しかしながらこれらの電子状態は高圧および強磁場によって、制御できるのである。

本研究はセリウムおよびウラン化合物に対して高圧と強磁場を用い電子状態を変化させる実験を行った。

高圧実験は、反強磁性体  $\text{CeNiGe}_3$ 、 $\text{CeNi}_2\text{Al}_5$ 、 $\text{UNiGa}_5$ 、 $\text{UPdGa}_5$ 、 $\text{UPtGa}_5$ 、 $\text{UN}$ 、 $\text{UGa}_3$  および強磁性体である  $\text{CeAgSb}_2$  について行った。これらの化合物の磁気秩序温度は、加圧していくにつれて減少し、ある臨界圧力  $P_c$  でゼロになる。例えば、 $\text{CeNiGe}_3$  では  $P_c=5.5$  GPa である。 $\text{CeNiGe}_3$  の実験結果は、反強磁性状態で局在する 4f 電子が、 $P_c$  での重い電子系状態を経て、非磁性の遍歴状態に移り変わったことを示している。このような f 電子系での局在から遍歴への移り変わりは、その他の化合物： $\text{CeNi}_2\text{Al}_5$ 、 $\text{UNiGa}_5$ 、 $\text{UPdGa}_5$ 、 $\text{UPtGa}_5$ 、 $\text{UN}$ 、 $\text{UGa}_3$  を加圧することでも同様に起こることが明らかになった。

強磁場実験は  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  と  $\text{UPt}_3$  について行った。 $\text{URu}_2\text{Si}_2$  と  $\text{UPt}_3$  の磁化率は、高温では、キュリーワイス則にしたがって降温につれて上昇し、ほぼ近藤温度に対応するとみなされる特徴的な温度  $T_{x\text{max}}$  で最大値を持つ。 $T_{x\text{max}}$  以下では、磁化率は、ほぼ温度によらず一定で、f 電子は重い電子系状態に変化する。遍歴している重い電子系状態の f 電子は、強磁場によっても変化させることができる。つまり、f 電子の遍歴から局在への移り変わりは磁化曲線においてメタ磁性転移として現れる臨界磁場  $H_m$  において起こる。 $\text{URu}_2\text{Si}_2$  では  $H_m=40$  T、 $\text{UPt}_3$  では  $H_m=20$  T の強磁場をかけることによって、遍歴から局在へを制御できる。この研究において、メタ磁性は  $T_{x\text{max}}$  ( $\text{URu}_2\text{Si}_2$  で 60 K、 $\text{UPt}_3$  で 30 K) まで現れることが明らかにされた。

## 論文審査の結果の要旨

本研究はセリウムおよびウラン化合物に対して高圧と強磁場を用い、これら化合物の電子状態を変化させる研究である。

高圧実験において、化合物の磁気秩序温度は、加圧していくにつれて減少し、ある臨界圧力  $P_c$  でゼロになる。 $CeNiGe_3$  などのから、反強磁性状態の 4f 局在性が、 $P_c$  での重い電子系状態を経て、非磁性の 4f 遍歴状態に移ることが明らかになった。すなわち加圧することにより局在から遍歴への移り変わりを起こすことができることが示された。

$URu_2Si_2$  と  $UPt_3$  の強磁場磁化測定の温度変化を詳細に調べることにより、メタ磁性の温度変化を明らかになった。 $URu_2Si_2$  と  $UPt_3$  の磁化率は、高温では、キュリーワイス則にしたがって降温につれて上昇し、ほぼ近藤温度に対応するとみなされる特徴的な温度で最大値を持つが、この温度以下では、磁化率は、ほぼ温度によらず一定で、f 電子は重い電子系状態に変化する。この重い電子系、f 電子の遍歴から局在への移り変わりは磁化曲線においてメタ磁性転移として現れる臨界磁場において起こることが明らかになった。すなわち、強磁場をかけることによって、遍歴から局在へを制御できるということが示された。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。