The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Studies of Electronic Structures of Ce Compounds by High Resolution Photoemission Spectroscopy |
| Author(s) | 松田, 京子 |
| Citation | 大阪大学, 2000, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/42189 |
| 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　松田京子（まつだ きょうこ）

博士の専攻分野の名称　博士（工学）

学位記番号　第 15502 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
基礎工学研究科物理系専攻

学位論文名　Studies of Electronic Structures of Ce Compounds by High Resolution Photoemission Spectroscopy
（高分解能光電子分光によるCe化合物の電子状態の研究）

論文審査委員　（主査）
教授　菅　滋正

（副査）
教授　北岡　良雄　　教授　三宅　和正

## 論文内容の要旨

我々は軟X線領域において100meVという高分解能を達成し、世界でも類を見ないバルク電子状態の緻密な観測を可能にした。さらに、極めて多様な磁気的・電気的性質を示すCe化合物を試料に選び、系統的に調べることで軟X線領域での高分解能共鳴光電子分光を最大限に利用した研究を行った。従来光電子分光においてCe化合物の示す電子状態には様々な矛盾や問題点があったが、本研究ではこれら化合物の電子状態を明らかにし、永年の議論に初めて決着をつけた。さて、本研究では近藤温度約20Kの典型的重い電子系物質である$CeRu_2Si_2$、1K以下の近藤温度を持つより局在した系である$CeRu_2Ge_2$、及び近藤温度1000K以上という非常に強い混成を持つ価数揺動系物質$CeRu_2$について*3d*−*4f*共鳴光電子分光を行い、バルク電子状態を反映したスペクトルを得た。特にフェルミ面近傍でのスペクトル形状では各物質の真の近藤温度の違いを反映した結果が初めて得られた。さらに定量化した議論を行うため、$CeRu_2Si_2$、$CeRu_2Ge_2$についてNCA計算による解析を行ったところ、結晶場を考慮に入れた計算結果は実験結果をよく再現し、得られたパラメーターから見積もった近藤温度は真の近藤温度と非常に近い値を示した。両物質では共にアンダーソン不純物モデルによる描像でよく説明されることを示唆している。また、$CeRu_2$の*3d*−*4f*共鳴領域ではそのスペクトル形状にアンダーソン不純物モデルのみでは説明できない構造が現れた。これはより混成の強いバルクCe4*f*状態がスペクトルを主に支配し、その結果$CeRu_2$の強い遍歴性が反映されているものと解釈でき、遍歴的物質に対するアンダーソン不純物モデルの限界を光電子分光で初めて明確に確認できた。また、Ce4*f*スペクトルをバンド計算と比較したところ、Ce4*f*状態密度と定性的に非常によく似ていることがわかった。さらに、$CeRu_2$の非共鳴スペクトルには主にRu4*d*バンドが反映されるが、その構造も前述のバンド計算により抽出されたRu4*d*状態密度によって、よく説明できることがわかった。共鳴・非共鳴領域共に、固体電子状態のバンド的構造を光電子分光で観測できたことはこれまでにない成果である。

## 論文審査の結果の要旨

強力な連続スペクトル光源であるシンクロトロン放射を用いた光電子分光は共鳴光電子放出という新しい光電子分光の分野を拓き、それによって引き出される固体電子状態についての知見が驚くほど増加した。その中で従来最も広

く行われてきたのが100eV 程度以下の領域での共鳴光電子分光であるが、電子の平均自由行程が小さく固体のごく表面の情報しか得ることができないという弱点がある。一方X線領域での分光は、バルク電子状態の情報を得られるものの、エネルギー分解能の限界から精密な結果を得ることができない。これらの問題により共鳴光電子分光を用いた場合でさえもバルクの固体電子状態については、未だ統一的な描像を取るに到っていなかった。この問題を克服するためには1 keV 付近の軟X線領域において100meV という高分解能の光電子分光が必要とされる。

本研究ではこのような実験をできる装置をSPring－8で建設調整し、世界でもこれまで類を見ないバルク電子状態の緻密な観測を可能にした。本研究で得られた結果は以下の通りである。

1．$CeRu_2Si_2$ 及び $CeRu_2Ge_2$ の高分解能 *3d*－*4f* 共鳴光電子分光

近藤温度約20K の典型的重い電子系物質である $CeRu_2Si_2$ 及び、1K以下の近藤温度を持つ、より局在した系である $CeRu_2Ge_2$ について *3d*－*4f* 共鳴光電子分光を行い、その電子状態を調べた。従来の *4d*－*4f* 共鳴光電子分光では、両物質の Ce4*f* スペクトル形状は大変似通っており、近藤温度にスケールする振る舞いは観測されていなかった。今回の *3d*－*4f* 共鳴光電子分光では *4d*－*4f* 共鳴領域とは明らかに形状の異なるスペクトルが得られた。その形状はバルク電子状態を反映したものとしてNCA計算により近藤温度でスケールできる事が分かった。

2．$CeRu_2$ の高分解能 *3d*－*4f* 共鳴光電子分光

近藤温度1000K という非常に強い混成を持つ価数揺動系物質 $CeRu_2$ のバルク電子状態を *3d*－*4f* 共鳴光電子分光で測定し、遍歴的Ce物質に対するアンダーソン不純物モデルの限界を光電子分光で世界で初めて明確に確認した。この結果はNature に発表した。

1、2の研究ともに世界初演の極めて優れた研究であり博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められる。