

自己評価報告書

平成23年 4月28日現在

機関番号：15301

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20102003

研究課題名（和文）先端光電子分光による f 電子系化合物の高精度バルクフェルミオロジー

研究課題名（英文）High precision bulk fermiology of f electron systems using advanced photoemission spectroscopy

研究代表者

横谷 尚睦 (YOKOYA TAKAYOSHI)

岡山大学・大学院自然科学研究科・教授

研究者番号：90311646

研究分野：光電子固体物性

科研費の分科・細目：物理学・物性 II

キーワード：f 電子系化合物、重い電子、電子状態、バルク高精度光電子分光

1. 研究計画の概要

f 電子系化合物が示す重い電子状態、磁性、超伝導等の性質は、フェルミ準位近傍の微細な電子構造とその温度変化を反映する。光電子分光は、温度に依存した電子状態を波数にまで分解して研究できる唯一の手法である。最近では光電子分光の励起光として軟 X 線やレーザーを使った光電子分光実験技術が格段に進歩し、これまで難しかったバルク電子状態を高精度かつ高信頼性で観測できるようになった。本研究提案において我々は、これらのバルク高精度光電子分光を純良単結晶試料に適用し、f 電子系化合物のフェルミ面や電子構造の温度依存性さらには超伝導や磁性転移等による特徴的な電子構造を観測することにより、f 電子系化合物における重い電子状態の形成および超伝導と磁性等の共存の機構解明を目的とする。

f 電子系化合物の電子状態を研究するために、フェルミ面形状や電子構造を研究する軟 X 線角度分解光電子分光 (ARPES) と超伝導ギャップおよび磁性転移等に伴う電子状態変化を研究するレーザー光電子分光の研究者により研究組織を構築し、試料作製グループ

が作製した純良単結晶 f 電子系化合物試料をの電子状態を明らかにする。

2. 研究の進捗状況

具体的な目的として掲げた(1) 重い電子系形成に伴う電子構造およびフェルミ面形状の変化、(2) 磁気相転移および隠れた秩序転移に伴う電子状態変化、超伝導との相関、(3) 重い電子系超伝導体の超伝導ギャップ異方性の直接観測、(4) 結晶対称性の破れやラットリングが電子状態に与える影響の直接観測、それぞれに対して進展を遂げることができた。例えば、軟 X 線角度分解光電子分光 (ARPES) により典型的重い電子系化合物である (Ce,La)Ru₂Si₂ 希釈系の重いフェルミ面が観測され、量子臨界点近傍でのフェルミ面変化を検証することができた。また、特に 20 年以上謎とされてきた URu₂Si₂ の隠れた秩序に対しては、超高分解能レーザー光電子分光 (Laser-PES) により転移点前後での電子構造変化が明瞭に観測された。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

研究の進捗状況で述べたように、当初掲げた具体的目標に対して着実な成果が得られている。加えて、放射光や超高分解能光電子分光等の新手法の積極活用による f 電子系研究が、中間評価において着実な進展があると認められた。

4. 今後の研究の推進方策

f 電子系化合物の重い電子状態の形成過程と低温での相転移に伴う電子状態変化を研究するため、これまで通り軟 X 線光電子分光、レーザー等の低光エネルギー光電子分光とそれらを補完する手法を組み合わせ研究を進める。測定対象としては、新学術領域において新たに発見された新物質にも広げる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 39 件)

- ① R. Yoshida, S. Shin (8番目), T. Yokoya (11番目) 他8名, Signature of hidden order and evidence for periodicity modulation in URu₂Si₂, Phys. Rev. B 82, 205108-1-205108-6 (2010). 査読有り
- ② A. Sekiyama (1番目), 他11名, The prominent 5d-orbital contribution to the conduction electrons in gold, New J. Phys. 12, 043045-1-043045-11 (2010). 査読有り
- ③ M. Okawa, S. Shin (15番目) 他13人, Strong Valence Fluctuation in the Quantum Critical Heavy Fermion Superconductor beta-YbAlB₄: A Hard X-Ray Photoemission Study, Phys. Rev. Lett. 104, 247201-1-247201-4 (2010). 査読有り
- ④ T. Okane, H. Yamagami (7番目) 他11人, 4f-derived Fermi surfaces of CeRu₂(Si_{1-x}Ge_x)₂ near the quantum critical point: Resonant soft

x-ray ARPES study, Phys. Rev. Lett. 102, 216401-1-216401-4 (2009). 査読有り

[学会発表] (計 95 件)

- ① 横谷尚睦, URu₂Si₂のレーザー角度分解光電子分光, 第4回 物性科学領域横断研究会 凝縮系科学の最前線, 2010年11月14日, 東京大学本郷キャンパス武田先端知ビル
- ② Shin-ichi Fujimori, Nature of 5f electronic state in heavy Fermion superconductor UPd₂Al₃ studied by photoelectron spectroscopy, Third International Workshop on the Dual Nature of f-electrons, 2010年5月25日, Max Planck Institute, Dresden, Germany
- ③ Akira Sekiyama, Three-dimensional soft x-ray ARPES and polarization-dependent hard x-ray photoemission study of strongly correlated electron systems, 11th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure (ICESS-11), 2009年10月8日, Nara Prefecture New Public Hall, Nara, Japan

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 原子軌道解析装置およびその解析方法

発明者: 関山 明

権利者: 国立大学法人大阪大学

種類: 特許

番号: 特許、特願2009-038656

出願年月日: 平成21年2月20日

国内外の別: 国内