

平成 26 年 5 月 22 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540411

研究課題名(和文)希土類化合物における価数相転移現象の研究

研究課題名(英文)Study on valence transition of rare earth compounds

研究代表者

谷口 雅樹(Taniguchi, Masaki)

広島大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：10126120

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：YbInCu₄が～40 Kで示す価数相転移の機構を明らかにするため、Inを周期表両隣の元素で置換したYbXCu₄(X=Cd, Sn)について硬X線光電子分光実験(HAXPES)を行い、YbInCu₄の結果と比較した。YbInCu₄でCuサイト上の伝導電子数が最も多く、CuからYbに電荷が移動しやすくなっていることが価数相転移と関連していると考えられる。最近合成された新規近藤格子系YbNi₃X₉(X=Al, Ga)が、YbInCu₄の高温相、低温相に類似していることに注目してHAXPESを行い、比較から伝導電子がYb 4f軌道に移動することでYbInCu₄の価数相転移が生じる機構を提案した。

研究成果の概要(英文)：In order to reveal the mechanism of valence transition of YbInCu₄ at ~40 K, we have investigated electronic structure of YbXCu₄(X=Cd, Sn), where Cd and Sn are located just in both sides in the periodic table by means of hard x-ray photoemission spectroscopy (HAXPES) and compared the experimental results with those of YbInCu₄. As the result, we obtained the results suggesting that the number of the conduction-band electrons at the Cu site is the greatest for YbInCu₄. It is considered that electrons are easily transferred from the Cu to Yb sites, which would closely be related to the valence transition of YbInCu₄. We noticed that the recently synthesized Kondo lattices YbNi₃X₉(X=Al, Ga) are similar to the high- and low-temperature phases of YbInCu₄ and carried out HAXPES for these compounds. From the comparison, we proposed the mechanism that the valence transition of YbInCu₄ takes place due to the transfer of the conduction-band electrons to the Yb 4f orbitals.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・物性

キーワード：価数相転移 価数揺動 希土類化合物 光電子分光

1. 研究開始当初の背景

希土類元素は通常3価だが、Ceは4価、Sm, Eu, Tm, Ybは2価のものが存在する。物質中では両者はしばしば混在し、温度や圧力によって価数相転移を示す物質もある。YbInCu₄は構造不変のままT_V~40 KでYb価数ν=3(高温相)から、ν=2.9(低温相)に1次相転移する。系を特徴付ける近藤温度は高温相でT_K~25 K、低温相でT_K~400 Kであり、Yb 4f状態は高温側で局在的、低温側で遍歴的である。我々はこれまで、YbInCu₄について紫外線(hν=7 eV)から硬X線(hν=6 keV)を励起光として光電子分光(PES)を行い、転移前後でのYbの電子状態を調べてきた[K. Yoshikawa *et al.*, PRB72, 165106 (2005); H. Sato *et al.*, PRL93, 246404 (2004)]。最近YbInCu₄についてCu 2p、In 3d内殻PESおよびCu 2p吸収分光を行ったところ、T_V以下でCu 4s電子がYb 4f軌道に移ることにより価数相転移が生じていることを示唆する結果を得た[Y. Utsumi *et al.*, PRB84, 115143 (2011)]。

2. 研究の目的

本研究では、Inを周期表の両隣の元素であるCd, Snで置換したYbXCu₄(X=Cd, Sn)単結晶を育成し、硬X線光電子分光(HAXPES; hν=6 keV)により電子状態を明らかにし、比較からYbInCu₄の示す価数相転移の機構を構築することを目的とした。

3. 研究の方法

YbXCu₄単結晶はフラックス法により育成した。HAXPESはSPring-8、BL15XUで行った。清浄試料表面は劈開により得た。また、YbInCu₄の高温相と低温相と類似した電子状態をもつYbNi₃X₉(X=Al, Ga)に対しても測定を行った。

4. 研究成果

Fig. 1に300 Kで測定したYbCdCu₄, YbSnCu₄のYb 3d内殻HAXPESスペクトルを示す。Yb 3dスペクトルはスピン軌道分裂により3d_{5/2}, 3d_{3/2}成分に分裂し、各成分には、Yb²⁺, Yb³⁺に起因する構造がはっきりと分離して観測される。Yb³⁺成分にみられる複数の構造は3d⁹4f¹³多重項であり、Yb²⁺は4f閉殻のため、単一ピークとなる。いずれにおいてもYb²⁺, Yb³⁺成分に起因する構造が現れており、両者とも混合価数であることが分かる。

得られたスペクトルを、Yb²⁺単一ピーク、Yb³⁺多重項でフィッティングを行い、面積比より見積もったYb平均価数を、YbInCu₄の結果とあわせてFig. 2に示す。YbCdCu₄, YbSnCu₄の平均価数はそれぞれ2.96, 2.86であり、温度降下ともない徐々に2価に近づく傾向を示した。YbInCu₄ではT_V~40 Kで価

数転移が明瞭に観測されている。Yb価数でいえば、YbCdCu₄はYbInCu₄の高温相、YbSnCu₄はYbInCu₄の低温相に近く、単純に考えれば5p電子の増加とともにYbInCu₄の低温相が安定化することを示している。

Fig. 3にHAXPESスペクトルから得られたYbCdCu₄, YbSnCu₄のCu 2p_{3/2}結合エネルギーを、YbInCu₄の結果とあわせて示す。YbInCu₄のCu 2p_{3/2}準位はT_V~40 K以下で~40 meV低結合エネルギー側へシフトする。このシフトは、YdopeによりT_Vを下げたY_{0.1}Yb_{0.9}InCu₄(T_V=25 K)でも観測される。この結果は価数相転移に伴いCuの電子状態に変化があり、Cuサイト上の伝導電子が価数相転移に密接に関与していることを示唆する。

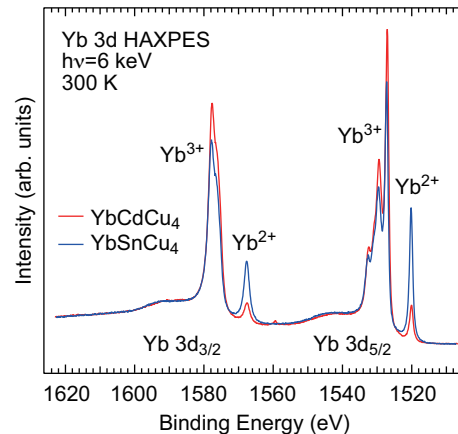


Fig. 1. YbCdCu₄, YbSnCu₄のYb 3d内殻HAXPESスペクトル。

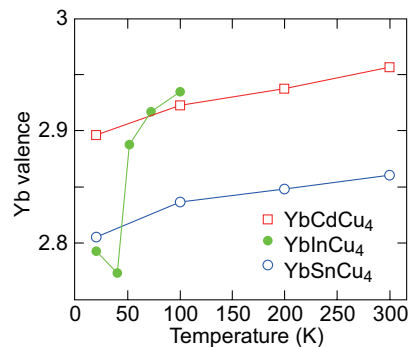


Fig. 2. YbXCu₄のYb価数の温度依存性。

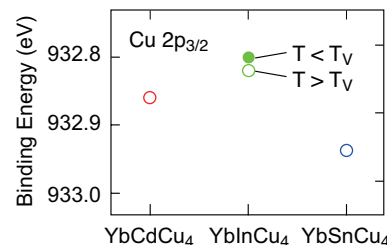


Fig. 3. YbXCu₄のCu 2p_{3/2}結合エネルギー。

Fig. 3より、Cu 2p_{3/2}準位のX(X=Cd, In, Sn)依存性は単純なchemical trendに従わない。rigid band的に考えると、Cd(5p⁰), In(5p¹), Sn(5p²)になるに従い、フェルミ準位(E_F)が高エネルギー側に移動することから、この順で

高結合エネルギー側にシフトすると期待されるが、実際はそうではなく、 YbInCu_4 の $\text{Cu } 2p_{3/2}$ 準位が最も不安定となっている。

この $\text{Cu } 2p_{3/2}$ 準位の X 依存性と、 YbInCu_4 の T_V で見られるシフトに関しては、次のように推測している。 YbCdCu_4 の価電子帯頂上付近は、主に $\text{Cu } 4s$ 軌道からなっており、 $\text{Cd}(5p^0)$ から増えた $5p$ 電子は、 YbInCu_4 までは主に $\text{Cu } 4s$ 軌道にはいる。このとき、 Cu サイトに電子数が増えるため、 $\text{Cu } 2p_{3/2}$ 準位は一旦高結合エネルギー側にシフトする。 $\text{In}(5p^1)$ から $5p$ 電子がさらに増えると、 $5p$ バンドを埋めはじめ、 Cu サイト上の電子数はほとんど変化せず、 E_F が高エネルギー側に移動することにより、単純に低結合エネルギー側へシフトする。 YbInCu_4 では $\text{Cu } 4s$ 電子がやや過剰になっており、 T_V で $\text{Yb } 4f$ 準位に移動することで価数相転移が生じる。このとき、 Cu からみて、 $\text{Cu } 4s$ 電子が移動した分だけ E_F が下がり、これが高結合エネルギー側へのシフトとなって観測されると考えられる。 E_F のシフトを示唆する結果は、 $\text{Cu } 2p$ 吸収スペクトルにも観測されている。

最近、近藤格子系 YbNi_3X_9 ($\text{X}=\text{Al, Ga}$) が新たに発見された。両者は同じ ErNi_3Al_9 型構造を持ち、格子定数もほぼ同じである。 Al と Ga は同族元素で伝導電子数が同じであるにもかかわらず、磁化率や比熱の測定から、 YbNi_3Al_9 は重い電子系反強磁性体 ($T_N=3.4\text{ K}$)、 YbNi_3Ga_9 は価数揺動物質である。 Al を Ga に置換することで、 T_K が数 K から数 100 K まで変化することになる。このことから、 YbNi_3Al_9 は YbInCu_4 の高温相、 YbNi_3Ga_9 は YbInCu_4 の低温相に相当すると考えられることに注目して、測定を行った。

Fig. 4 に YbNi_3X_9 の $\text{Yb } 3d_{5/2}$ HAXPES スペクトルを示す。 YbNi_3Al_9 では Yb^{2+} ピーク強度が弱く、80 K 以上での Cuire-Weiss 型磁化率から予想されるとおり Yb 価数は 3 価に近いことが分かる。一方 YbNi_3Ga_9 では Yb^{2+} 、 Yb^{3+} 構造がどちらも明瞭に観測され、磁化率の温度依存性から予想されたとおり、強い価数揺動状態にあることが分かる。降温とともに、 Yb^{2+} (Yb^{3+}) の強度が増大(減少)し、2 価に近づく傾向を示した。解析から求めた Yb 価数を Fig. 5 に示す。 YbNi_3Al_9 の Yb 価数は ~3 価でほとんど温度変化は見られないが、 YbNi_3Ga_9 の Yb 価数は他の価数揺動物質と同様、降温とともに 2 価に近づく。

Fig. 6 に 20 K で測定した価電子帯 HAXPES スペクトルを示す。2 eV 付近にみられる $\text{Ni } 3d$ 状態は、 YbNi_3Al_9 と比較して、 YbNi_3Ga_9 で 0.3 eV 浅くなっている。このシフトは $\text{Ni } 2p_{3/2}$ 内殻ピークにもみられており、このことは、 YbNi_3Ga_9 において、 Ni の状態密度(DOS)に対し E_F が低エネルギー側へシフトしたことを示唆している。 $\text{Ni } 3d$ バンドが単純な Gauss 型に類似した形状をもつと仮定すれば、 E_F 上の DOS は YbNi_3Ga_9 で高くなる。このことは、 YbNi_3Ga_9 の高い T_K を定性的に説明する。5~12

eV にみられる $\text{Yb}^{3+} 4f$ 構造は逆に YbNi_3Ga_9 で 0.4 eV 深くなっており、このことは、 $\text{Yb } 4f$ ホール準位がより E_F に近くなっていることを示している(非交差近似による不純物 Anderson モデルで示される)。この 2 点が、 YbNi_3Ga_9 の価数揺動を引き起こす要因であると考えられる。

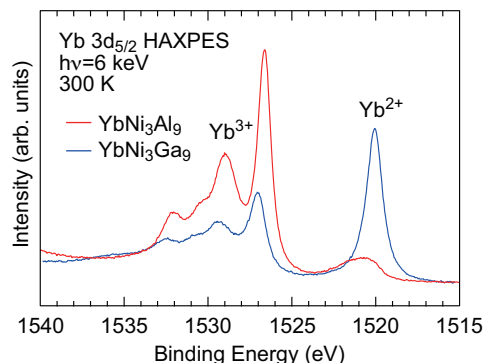


Fig. 4. YbNi_3X_9 の $\text{Yb } 3d$ 内殻 HAXPES スペクトル。

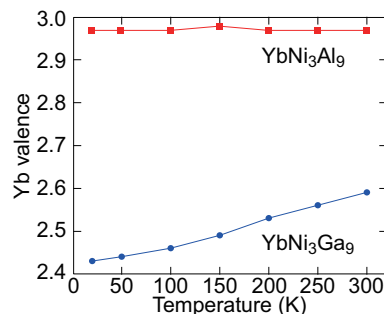


Fig. 5. YbNi_3X_9 の Yb 価数の温度依存性。

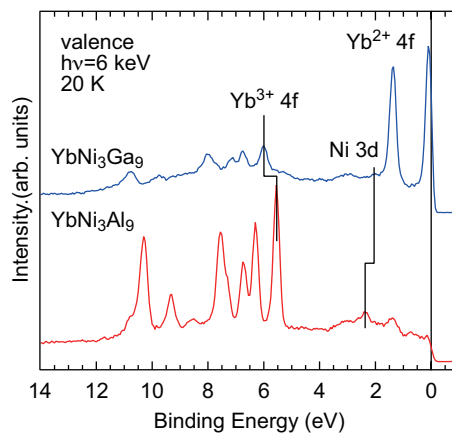


Fig. 6. YbNi_3X_9 の価電子帯 HAXPES スペクトル。

前に少しふれたように(Fig. 3)、 YbInCu_4 では低温相で $\text{Cu } 2p_{3/2}$ 結合エネルギーが ~40 meV 浅くなる。また、価電子帯にみられる $\text{Yb}^{3+} 4f$ 構造は低温相で逆に ~60 meV シフトする [H. Sato *et al.*, PRB69, 165101 (2004)]。このような傾向は、 YbNi_3X_9 でみられたものに共通している。

以上の共通点に着目して、Fig. 7 に YbNi_3X_9 および YbInCu_4 の電子モデルを示した。多電

子描像を用いている。Yb³⁺ 4f準位はクーロン相互作用により U だけ離れており、4fホール準位は当然 E_F より上にある。YbNi₃Al₉では、4fホール準位は E_F より十分上にあり、Yb価数は3価に近い。一方 YbNi₃Ga₉では、4fホール準位が E_F 直上にあり、伝導電子が4fホールに移動して E_F が相対的に低エネルギー側にシフトし、 E_F 上の DOS が上昇すると考えられる。この電子モデルは HAXPES の結果を定性的に説明する。これを YbInCu₄ に適用すると、高温相は Fig. 7 の中央、低温相は Fig. 7 の左に相当すると考えられ、Fig. 7 が価数相転移モデルを与える。

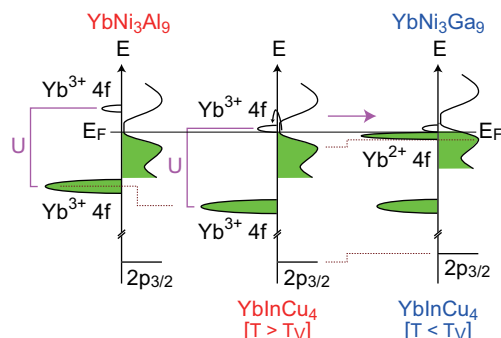


Fig. 7. YbNi₃X₉および YbInCu₄ の電子モデル。

5. 主な発表論文等

(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 12 件)

1. T. Zhuang, K. Hiraoka, M. Kurisu, K. Konishi, T. Kamimori, I. Nakai, Valence fluctuation in YbIn_{1-x}Cd_xCu₄ compounds studied by XANES, J. Phys. Soc. Conf. Proc., 査読有, in press.
2. H. Sato(1 番目), M. Taniguchi(16 番目)他 14 名,, Pressure - induced valence change of YbNiGe₃ investigated by resonant x - ray emission spectroscopy at the Yb L₃ edge, Phys. Rev. B, 査読有, Vol.89, 2014, 045112/8p.
DOI:10.1103/PhysRevB.89.045112
3. Y. Utsumi, H. Sato, H. Nagata, J. Kodama, S. Ohara, T. Yamashita, K. Mimura, S. Motonami, M. Arita, S. Ueda, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Photoemission studies of Kondo lattice compounds YbNi₃(Ga_{1-x}Al_x)₉, J. Phys. Soc. Conf. Proc., 査読有, Vol.1, 2014, 012117/4p.
DOI:10.7566/JPSCP.1.012117
4. M. Taniguchi, H. Iwasawa, T. Miyamoto, T. Okuda, Electronic and spin structures of solids investigated by means of synchrotron radiation photoemission, Rad. Phys. Chem., 査読有, Vol.93, 2013, 14-20.
DOI:10.1016/j.radphyschem.2013.01.033
5. H. Yamaoka, H. Sato(4 番目)他 9 名, Valence transitions in the heavy - fermion compound YbCuAl as a function of temperature and pressure, Phys. Rev. B, 査読有, Vol.87, 2013, 205120/7p.
DOI:10.1103/PhysRevB.87.205120
6. Y. Utsumi, H. Sato, S. Ohara, T. Yamashita, K. Mimura, S. Motonami, K. Shimada, S. Ueda, K. Kobayashi, H. Yamaoka, N. Tsujii, N. Hiraoka, H. Namatame, M. Taniguchi, Electronic structure of Kondo lattice compounds YbNi₃X₉ (X=Al,Ga) studied by hard x - ray spectroscopy, Phys. Rev. B, 査読有, Vol.86, 2012, 115114/9p.
DOI:10.1103/PhysRevB.86.115114
7. H. Yamaoka, M. Arita(6 番目), H. Iwasawa, H. Hayashi, J. Jiang, H. Namatame, M. Taniguchi(11 番目)他 13 名, Electronic structure and the valence state of Yb₂Pd₂Sn and YbPd₂Sn studied by photoelectron and resonant x - ray emission spectroscopies, Phys. Rev. B, 査読有, Vol.86, 2012, 085137/7p.
DOI:10.1103/PhysRevB.86.085137
8. Y. Utsumi, H. Sato, K. Tobimatsu, H. Maso, K. Hiraoka, K. Kojima, K. Mimura, S. Ueda, Y. Yamashita, H. Yoshikawa, K. Kobayashi, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, X - dependent electronic structure of YbXCu₄ (X=Cd, In, Sn) investigated by hard X - ray photoemission spectroscopy, J. Elec. Spec. Relat. Phenom., 査読有, Vol.184, 2011, 203-206.
DOI:10.1016/j.elspec.2010.10.007
9. Y. Utsumi, H. Sato, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, H. Namatame, M. Taniguchi, K. Hiraoka, K. Kojima, K. Sugimoto, Synchrotron radiation diffraction study of YbInCu₄, J. J. Appl. Phys., 査読有, Vol.50, 2011, 05FC10/2p.
DOI:10.1143/JJAP.50.05FC10
10. K. Mimura, H. Sato(5 番目), M. Taniguchi (14 番目)他 11 名, Temperature - induced valence transition of EuPd₂Si₂ studied by hard x - ray photoelectron spectroscopy, J. J. Appl. Phys., 査読有, Vol.50, 2011, 05FD03/2p.
DOI:10.1143/JJAP.50.05FD03
11. H. Sato, M. Taniguchi, K. Hiraoka, K. Kojima, Valence transition of YbInCu₄ observed by photoemission spectroscopy, e-J. Surf. Sci. Nanotech., 査読有, Vol.9, 2011, 90-94.
DOI:10.1380/ejssnt.2011.90
12. Y. Utsumi, H. Sato, H. Kurihara, H. Maso, K. Hiraoka, K. Kojima, K. Tobimatsu, T. Ohkochi, S.-i. Fujimori, Y. Takeda, Y. Saitoh, K. Mimura, S. Ueda, Y. Yamashita, H. Yoshikawa, K. Kobayashi, T. Oguchi, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Conduction - band electronic states of YbInCu₄ studied by photoemission and soft x - ray absorption spectroscopies, Phys. Rev. B, 査読有, Vol.84, 2011, 115143/7p.
DOI:10.1103/PhysRevB.84.115143

[学会発表] (計 38 件)

1. 石井克弥, 佐藤仁(4 番目)他 6 名, 近藤半導体 $\text{Yb}_{1-x}\text{R}_x\text{B}_{12}$ ($\text{R}=\text{Lu}, \text{Sc}, \text{Y}, \text{Zr}$) のエネルギーギャップの強磁場及び x 依存性, 日本物理学会第 69 回年次大会, 27-30 Mar 2014, 東海大学
2. 林健人, 佐藤仁(5 番目)他 9 名, 価数揺動系 RB_6 ($\text{R}=\text{Sm}, \text{Tm}$) の非磁性元素置換効果, 1 に同じ
3. 市木勝也, 佐藤仁(6 番目), 谷口雅樹(15 番目)他 12 名, 温度誘起価数転移を示す $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x)_2$ の電子状態: 硬 X 線光電子分光による研究, 1 に同じ
4. 莊濤, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, 佐藤仁, 希土類化合物 YbInCu_4 の価数相転移に与える Cd, Sn の置換効果, 1 に同じ
5. 永田平祐, 佐藤仁, 島田賢也, 三村功次郎, 上田茂典, 山岡人志, 内海有希, 太田絃司, J.-F. Lin, 平岡望, 石井啓文, K.-D. Tsuei, 伊賀文俊, 飛田祐二, 石井克弥, 林健人, 滝田悠, 福田賢司, 高島敏郎, 近藤晃弘, 金道浩一, 生天目博文, 谷口雅樹, $\text{R}_{1-x}\text{Tm}_x\text{B}_6$ ($\text{R}=\text{Y}, \text{Yb}$) の硬 X 線光電子分光および圧力依存 X 線発光分光, 5 に同じ
6. 市木勝也, 佐藤仁(7 番目), 谷口雅樹(15 番目)他 12 名, 価数転移を示す $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x)_2$ ($x=0.70, 0.79, 0.82$) の硬 X 線光電子スペクトルの温度依存性, 5 に同じ
7. 莊濤, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, 佐藤仁, 谷口雅樹, 希土類化合物 YbInCu_4 における Nb の置換効果, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 25-28 Sep 2013, 徳島大学
8. 佐藤仁, 山岡人志, 内海有希, 永田平祐, 太田絃司, J.-F. Lin, 平岡望, 石井啓文, K.-D. Tsuei, 島田賢也, 上田茂典, 三村功次郎, 伊賀文俊, 飛田祐二, 石井克弥, 林健人, 滝田悠, 福田賢司, 高島敏郎, 近藤晃弘, 金道浩一, 生天目博文, 谷口雅樹, YbB_6 の圧力依存 X 線発光分光, 7 に同じ
9. 石井克弥, 佐藤仁(6 番目)他 7 名, $\text{R}_{1-x}\text{Tm}_x\text{B}_6$ ($\text{R}=\text{Y}^{3+}, \text{Yb}^{2+}$) における価数揺動と近藤状態の変遷, 7 に同じ
10. 市木勝也, 佐藤仁(7 番目), 谷口雅樹(15 番目)他 12 名, 硬 X 線光電子分光による $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x)_2$ ($x=0.70, 0.79, 0.82$) の温度誘起価数転移の研究, 7 に同じ
11. 神野大悟, 莊濤, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, $\text{YbIn}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Cu}_4$ の Yb 価数の温度変化, 7 に同じ
12. H. Sato, Electronic structure of Yb - based heavy fermion compounds : Physics and spectroscopic studies using synchrotron radiation, 2013 Korean - Japanese Students Workshop, 26-27 Aug 2013, Pusan (Korea)
13. 莊濤, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, 佐藤仁, 谷口雅樹, 希土類化合物 $\text{YbIn}_{1-x}\text{M}_x\text{Cu}_4$ ($\text{M}=\text{Cd}, \text{Sn}$) の Yb 価数に与える置換効果, 日本金属学会中国四国支部講演大会, 19-20 Aug 2013, 愛媛大学
14. 神野大悟, 莊濤, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, 佐藤仁, 谷口雅樹, 強相関電子系化合物 $\text{YbIn}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Cu}_4$ の電気特性, 13 に同じ
15. H. Sato(1 番目), M. Taniguchi(15 番目)他 13 名, Yb L_3 resonant x - ray emission spectroscopy of YbNiGe_3 , 8th International Conference on Inelastic X - Ray Scattering - IXS 2013, 12-15 Aug 2013, Stanford (USA)
16. Y. Utsumi, H. Sato, H. Nagata, J. Kodama, S. Ohara, T. Yamashita, K. Mimura, S. Motonami, M. Arita, S. Ueda, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Photoemission studies of Kondo lattice compounds $\text{YbNi}_3(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_9$, 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPs (APPC12), 14-19 Jul 2013, 幕張
17. H. Sato, J. Kodama, Y. Utsumi, S. Ohara, T. Yamashita, H. Nagata, M. Arita, H. Anzai, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Angle - resolved photoemission spectroscopy of YbNi_3X_9 ($\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$), 38th International Conference on Vacuum Ultraviolet and X - ray Physics (VUVX38), 12-19 Jul 2013, Hefei (China)
18. 内海有希, 児玉純一, 佐藤仁, 大原繫男, 永田平祐, 太田絃司, 有田将司, 安斎太陽, 島田賢也, 生天目博文, 谷口雅樹, YbNi_3X_9 ($\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$) の角度分解光電子分光, 日本物理学会第 68 回年次大会, 26-29 Mar 2013, 広島大学
19. 永田平祐, 佐藤仁, 内海有希, 山岡人志, 児玉純一, 太田絃司, M. A. Avila, 梅尾和則, 高島敏郎, 舌古裕美子, 水木純一郎, J.-F. Lin, 平岡望, 石井啓文, K.-D. Tsuei, 生天目博文, 谷口雅樹, YbNiGe_3 の圧力依存 X 線発光分光, 日本物理学会第 68 回年次大会, 26-29 Mar 2013, 広島大学
20. 莊濤, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, 希土類化合物 YbInCu_4 の In サイト置換効果における価数の温度変化 II, 18 に同じ
21. J. Kodama, Y. Utsumi, H. Nagata, K. Ohta, H. Sato, S. Ohara, M. Arita, H. Anzai, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Angle - resolved photoemission spectroscopy of YbNi_3X_9 ($\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$), 17th Hiroshima international Symposium on Synchrotron Radiation, 28 Feb - 1 Mar 2013/2/28-3/1, 広島大学
22. 児玉純一, 内海有希, 永田平祐, 太田絃司, 佐藤仁, 大原繫男, 有田将司, 安斎太陽, 島田賢也, 生天目博文, 谷口雅樹, YbNi_3X_9 ($\text{X}=\text{Al}, \text{Ga}$) の角度分解光電子分光, 第 26 回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム, 12-14 Jan 2013, 名古屋大学
23. 佐藤仁, 山岡人志, 内海有希, 永田平祐,

- 児玉純一, 太田紘司, M. A. Avila, 梅尾和則, 高島敏郎, 舌古裕美子, 水木純一郎, 平岡望, 石井啓文, K.-D. Tsuei, 生天目博文, 谷口雅樹, YbNiGe₃の圧力依存 X線発光分光, 22 に同じ
24. 莊涛, 平岡耕一, 栗栖牧生, 神森達雄, 小西健介, 中井生央, 希土類化合物 YbInCu₄ の In サイト置換効果における価数の温度変化, 日本物理学会 2012 年秋季大会 18-21 Sep 2012, 横浜国立大学
25. 山岡人志, P. Thunstrom, 辻井直人, I. Jarrige, 島田賢也, 有田将司, 岩澤英明, 林博和, 姜健, 生天目博文, 谷口雅樹, 平岡望, 石井啓文, K.-D. Tsuei, M. Giovannini, E. Bauer, Yb₂Pd₂Sn 及び YbPd₂Sn の高分解能光電子・発光分光測定, 24 に同じ
26. K. Mimura, H. Sato(4 番目), M. Taniguchi(14 番目)他 11 名, Hard x - ray photoemission study of the two valence transitions in EuPtP, 12th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure, 16-21 Sep 2012, Saint-Malo (France)
27. Y. Utsumi, H. Nagata, J. Kodama, H. Sato, S. Ohara, T. Yamashita, K. Kimura, S. Motonami, M. Arita, S. Ueda, K. Kobayashi, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Photoemission studies of Kondo Lattice compounds YbNi₃(Ga_{1-x}Al_x)₉ (x=0, 0.02, 0.1, 0.15, 1), 26 に同じ
28. Y. Utsumi, H. Sato, T. Yamashita, S. Ohara, K. Mimura, S. Motonami, K. Shimada, M. Arita, S. Ueda, Y. Yamashita, H. Yoshikawa, K. Kobayashi, H. Namatame, M. Taniguchi, Electronic structure of newly discovered Yb - compounds YbNi₃X₉ (X=Al, Ga) studied by hard x - ray photoemission spectroscopy, 4th International Workshop on the Dual Nature of f Electrons, 4-6 Jul 2012, 姫路
29. 川田翔, 佐藤仁(4 番目), 谷口雅樹(13 番目)他 10 名, 二段価数転移を示す EuPtP における電子相関: 硬 X 線光電子分光による研究, 日本物理学会第 67 回年次大会, 24-27 Mar 2012, 関西学院大学
30. 内海有希, 永田平祐, 児玉純一, 佐藤仁, 山下哲朗, 大原繁男, 三村功次郎, 本並哲, 島田賢也, 有田将司, 上田茂典, 小林啓介, 生天目博文, 谷口雅樹, 真空紫外~硬 X 線光電子分光による YbNi₃(Ga_{1-x}Al_x)₉ (x=0-0.15)の電子状態の研究, 29 に同じ
31. 大原繁男, 河野浩, 山下哲朗, 内海有希, 佐藤仁, 重い電子系反強磁性体 YbNi₃Al₉ の Ni サイトへの Fe, Cu 置換効果, 29 に同じ
32. Y. Utsumi, H. Nagata, J. Kodama, H. Sato, T. Yamashita, S. Ohara, M. Arita, H. Hayashi, J. Jiang, T. Habuchi, D. Hirayama, H. Iwasawa, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, Electronic structures of YbNi₃(Ga_{1-x}Al_x)₉ studied by VUV photoemission spectroscopy, 16th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, 1-2 Mar 2012, 広島大学
33. 三村功次郎, 佐藤仁(5 番目), 谷口雅樹(15 番目)他 13 名, 硬 X 線光電子分光による EuNi₂X₂ (X=Si, P, Ge) の電子状態の研究, 第 25 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, 6-9 Jan 2012, 鳥栖市民文化会館・中央公民館
34. 内海有希, 佐藤仁, 山下哲郎, 大原繁男, 三村功次郎, 本並哲, 島田賢也, 有田将司, 上田茂典, 山下良之, 吉川英樹, 小林啓介, 生天目博文, 谷口雅樹, 高分解能光電子分光による YbNi₃X₉ (X=Al, Ga)の電子状態の研究, 33 に同じ
35. 内海有希, 佐藤仁, 山下哲郎, 大原繁男, 三村功次郎, 本並哲, 島田賢也, 有田将司, 上田茂典, 山下良之, 吉川英樹, 小林啓介, 生天目博文, 谷口雅樹, 硬 X 線光電子分光による YbNi₃X₉ (X=Al, Ga)の電子状態の研究, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 21-24 Sep 2011, 富山大学
36. 三村功次郎, 佐藤仁(5 番目), 谷口雅樹(15 番目)他 13 名, EuNi₂X₂ (X=Si, P, Ge)の硬 X 線光電子分光, 35 に同じ
37. 莊涛, 平岡耕一, 小島健一, 鬼丸孝博, 高島敏郎, YbIn_{1-x}Cd_xCu₄ の価数相転移に与える Cd 置換効果 II, 35 に同じ
38. Y. Utsumi, H. Sato, T. Yamashita, S. Ohara, K. Mimura, S. Motonami, K. Shimada, M. Arita, S. Ueda, Y. Yamashita, H. Yoshikawa, K. Kobayashi, H. Namatame, M. Taniguchi, Electronic structure of newly discovered Yb - compounds YbNi₃X₉ (X=Al, Ga) studied by hard x - ray photoemission spectroscopy, 4th International Workshop on Hard X - ray Photoelectron Spectroscopy (HAXPES2011), 14-16 Sep 2011, Hamburg(Germany)
6. 研究組織
- (1)研究代表者
谷口 雅樹 (TANIGUCHI MASAKI)
広島大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号: 1 0 1 2 6 1 2 0
- (2)研究分担者
佐藤 仁 (SATO HITOSHI)
広島大学・放射光科学研究センター・准教授
研究者番号: 9 0 2 4 3 5 5 0
- 有田 将司 (ARITA MASASHI)
広島大学・技術センター・技術員
研究者番号: 2 0 3 7 9 9 1 0
- 平岡 耕一 (HIRAOKA KOICHI)
愛媛大学・理工学研究科・教授
研究者番号: 0 0 1 9 9 0 4 3