

# 量子電子材料研究チーム

## Quantum Electronic Materials Research Team

チームリーダー 辛 埴

SHIN, Shik

SPring-8, FEL, レーザー等の超高輝度軟X線を利用して、光電子、軟X線発光、光散乱等の実験を行い、半導体、磁性体、生体物質、分子性結晶などの量子材料について、固体の電子物性の解明を行う。当研究チームでもPLD等で試料作成を行いつつ、外部研究者との連携を深めることによって、新規量子材料の開発を積極的に行っている。特に、以下の研究を長期的な展望にたって行っている。

(1) 輸送現象の解明

高分解能軟X線発光分光器、高分解能光電子分光器を開発することにより、超伝導、強相関、電気伝導性ナノ物質の輸送現象に携わる電子状態

(2) 表面吸着物質の研究、表面ナノ構造物質の研究

化学結合状態、低次元電子状態の研究

(3) 光による電子状態や輸送現象の制御。

### (1) 軟 X 線高分解能光電子分光による遷移金属化合物の研究 (堀場, 江口)

金属絶縁体転移を示す $\text{VO}_2$ 薄膜やモット・ハバード型の強相関金属として知られている $\text{SrVO}_3$ ,  $\text{CaVO}_3$ について、内殻光電子分光及び共鳴光電子分光を行った。内殻光電子分光ではコヒーレントバンドからのスクリーニング効果による構造を観測し、硬X線光電子分光の結果と比較を行った。これらの結果から金属絶縁体転移に伴うスペクトルの変化はクラスターモデル計算でよく説明できることがわかった。また $\text{SrRu}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ の共鳴光電子分光を行った。 $\text{SrRuO}_3$  ( $x=0$ ) ではフェルミ準位近傍にシャープな状態密度が観測されたが $x=0.4$ ではその強度が抑えられていることが明らかとなった。この振る舞いは $x=0.4$ 付近での金属絶縁体転移を示しており、遍歴した $\text{Ru} 4d$ 軌道から局在した $\text{Mn} 3d$ 軌道への電荷移動が示唆されている。

### (2) 硬 X 線内殻光電子分光による強相関物質の研究

(高田, Chainani, 松波<sup>\*1</sup>, 田口, 堀場, 鎌倉)

(\*1 辛放射光物性研究室)

近年の硬X線内殻光電子分光測定法の進歩は、目覚ましいものがある。これまでの軟X線光電子分光測定では光電子の運動エネルギーが小さく、固体中での平均自由行程が短い。これは検出深さが浅く表面感度が高い事を意味し、固体内部の電子状態を調べる場合、内殻分光の応用を妨げていた。検出深さの大きい硬X線内殻光電子分光は、従来の内殻分光の弱点を克服する物である。当研究チームは、銅酸化物高温超電導体や金属絶縁体転移を示すV酸化物に対して硬X線を用いた内殻光電子分光を行なった。これにより従来の軟X線光電子分光測定では見られなかった新しい構造が発見された。この結果は、強相関物質系において $E_F$ 近傍の電子状態が内殻スペクト

ルに強く反映されるという新しい分光学的知見をもたらした。

### (3) 硬X線・軟X線光電子分光による近藤半導体 $\text{SmB}_6$ の電子状態の研究 (松波<sup>\*1</sup>, Chainani, 高田, 田口, 堀場, 江口,)(\*1 辛放射光物性研究室)

典型的な価数揺動系 $\text{SmB}_6$ は、低温で局在磁気モーメントの消失とともにフェルミ準位に微小なエネルギーギャップが形成される近藤半導体として知られている。本研究では硬X線励起の $\text{Sm} 3d$ 内殻光電子分光、及び軟X線励起の $\text{Sm} 3d-4f$ 共鳴光電子分光によって、近藤半導体ギャップ形成における電子状態の変化を調べている。硬X線励起の $\text{Sm} 3d$ 内殻光電子分光においては、そのプローブ深さを反映して軟X線励起の場合よりも $\text{Sm}$ の2価成分が3価成分に比較して増大する傾向を観測し、バルク電子状態における正確な価数を決定した。また20 Kと150 Kで明確な温度変化を観測し、低温の近藤半導体ギャップが形成される温度領域で2価成分が増大することがわかった。軟X線励起の $\text{Sm} 3d-4f$ 共鳴光電子分光においては、価電子帯における2価成分と3価成分の巨大な共鳴増大を観測した。そのスペクトル形状は単純な原子内多重項計算によって説明することが可能であり、このことはギャップ形成メカニズムを考える出発点として、局在f電子と伝導電子による局所的スピン-重項の描像が適していることを示唆している。

### (4) 軟 X 線発光・吸収分光による希薄磁性半導体の研究 (竹内, 原田, 徳島, 田口, Chainani, 高田)

希薄磁性半導体はその電荷と磁性の2つの自由度を利用した新しい応用材料としてだけではなく、強磁性発現機構について物性物理学的にも注目を集めている物質である。当研究グループでは、近年発見された室温

で強磁性を示す希薄磁性半導体である $\text{Ga}_{1-x}\text{Cr}_x\text{N}$ について、SPring-8の高輝度放射光を用いた軟X線発光分光及び、内殻吸収分光による電子状態の研究を行っている。本年度は、強磁性を発現する試料と、固溶限界を超えてCrをドーブし、強磁性を示さない試料について内殻吸収分光を用いて比較を行った。その結果、高Crドーブ試料では立方晶CrNが析出することにより強磁性発現が抑制されてしまうことを電子状態から明らかにした。

他方、応用材料として期待されている負の膨張係数をもつ逆ペロブスカイト窒化物や、遷移金属窒化物の高分解能光電子分光の研究も行っている。遷移金属窒化物の硬X線光電子分光の結果では、CrNのCr 2p内殻において低結合側に新たな構造を観測し、スクリーニングによるピークであると考えられる。

#### (1) High-resolution soft x-ray photoemission study on strongly correlated systems

We performed the core level photoemission and resonant photoemission spectroscopy in  $\text{VO}_2$  thin film (metal-insulator transition),  $\text{SrVO}_3$  and  $\text{CaVO}_3$  (Mott-Hubbard system metals). In the core level photoemission spectra, we observed the screening features from the coherent band at Fermi level and also compared these results with hard x-ray photoemission spectra. The spectral changes across the metal-insulator transition were nicely reproduced by a cluster model calculation. We performed the resonant photoemission spectroscopy in  $\text{SrRu}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ . The sharp peak structure near Fermi level, which is clearly observed in  $\text{SrRuO}_3$  ( $x=0$ ), is strongly suppressed in  $\text{SrRu}_{0.6}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_3$  ( $x=0.4$ ). This result indicate the metal-insulator transition around  $x=0.4$  in  $\text{SrRu}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ , which is originated from the charge transfer from the itinerant Ru 4d orbitals to the localized Mn 3d orbitals.

#### (2) High-resolution hard x-ray photoemission study on strongly correlated systems

Hard x-ray photoemission spectroscopy (HX-PES) has developed significantly in the last few years mainly due to its ability to overcome the high surface sensitivity of conventional photoemission spectroscopy. HX-PES results in much higher kinetic energies of emitted electrons and hence longer mean free paths, naturally leading to bulk-sensitive measurements. Its application to strongly correlated systems has led to several significant results, making it an fundamental technique to reveal the true bulk electronic structure. We have reported bulk sensitive HX-PES of transition metal (TM) 2p core-level for various TM compounds (pure and Cr doped  $\text{V}_2\text{O}_3$ , high-Tc cuprates). The present approach reveals features that are hidden in soft-X-ray photoemission spectroscopy as a reliable probe of bulk properties.

#### (3) Hard x-ray and soft x-ray photoemission spectroscopy for Kondo semiconductor $\text{SmB}_6$

$\text{SmB}_6$  is classical Kondo insulator with mixed-valence between  $\text{Sm}^{2+}$  and  $\text{Sm}^{3+}$  states. In this work, we have performed hard x-ray excited Sm 3d core level photoemission spectroscopy (PES), and soft x-ray excited

Sm 3d-4f resonant PES for  $\text{SmB}_6$ . For hard x-ray excited ( $h\nu = 7940$  eV) Sm 3d core-level PES spectra of  $\text{SmB}_6$ , the component ratio  $\text{Sm}^{2+} / \text{Sm}^{3+}$  is enhanced compared to the case of soft x-ray excitation ( $h\nu = 1500$  eV), reflecting the increase of bulk sensitivity. In addition, we have succeeded to detect a small temperature variation of Sm valency between 20 K and 150 K. The results show that  $\text{Sm}^{2+}$  component is stronger at 20 K, which may be related to the Kondo insulating gap formation. For resonant-PES spectra, a giant resonance enhancement of  $\text{Sm}^{2+}$  and  $\text{Sm}^{3+}$  features was observed. Despite strongly mixed-valent behavior, the spectra can be understood by the atomic multiplet calculations, suggesting the importance of the localized and dispersionless electronic state. Hence, a lattice of localized spin singlets is useful for understanding the mechanism of gap formation in  $\text{SmB}_6$ .

#### (4) Photoemission and soft X-ray emission spectroscopy of Diluted magnetic semiconductor

Diluted magnetic semiconductors (DMSs) have received much attention due to their physical properties and applications. Recently, room temperature ferromagnetic DMS of transition metal (Cr or Mn) doped GaN was predicted theoretically, and was grown by molecular beam epitaxy method. In this work, we study the electronic structure of room temperature ferromagnetic DMS  $\text{Ga}_{1-x}\text{Cr}_x\text{N}$  by using soft x-ray emission spectroscopy (SXES) and x-ray absorption spectroscopy (XAS). In this year, we have performed N 1s XAS on the ferromagnetic  $\text{Ga}_{1-x}\text{Cr}_x\text{N}$  and highly Cr doped non-magnetic  $\text{Ga}_{1-x}\text{Cr}_x\text{N}$ . Highly Cr doped sample shows a cubic CrN impurity phase. According to the result, it is indicate that  $\text{Ga}_{1-x}\text{Cr}_x\text{N}$  exhibits ferromagnetism, which keep a wurtzite structure by Cr doping.

On the other hand, we have carried out high-resolution photoemission spectroscopy (PES) for anti-perovskite nitride, which has negative expansion coefficient and transition metal nitride. In the hard x-ray PES result, CrN shows new feature at the low binding energy side of Cr 2p core level. The temperature dependence and the cluster calculation indicate that this feature is “well-screening feature” which is effective bulk electronic structure.

### Staff

#### Head

Dr. Shik SHIN

#### Members

Dr. Ashish CHAINANI

Dr. Ritsuko EGUCHI

Dr. Yoshihisa HARADA

Dr. Koji HORIBA

Dr. Nozomu KAMAKURA

Dr. Yoshiharu MIYAJIMA

Dr. Masaki OURA

Dr. Munetaka TAGUCHI

Dr. Yasutaka TAKATA

Dr. Tomoyuki TAKEUCHI

Dr. Tadashi TOGASHI

### Visiting Members

Prof. Ernst E KURMAEV (Russian Aca. Sic.)  
Prof. Takayoshi YOKOYA (Grad. Sch Sci & Tech, Okayama Univ.)  
Dr. Kyoko ISHIZAKA (ISSP)  
Dr. Takahiro ITO (Inst. Molecular Sci.)  
Dr. Hiroshi KUMIGASHIRA (Fac Eng. Tokyo Univ.)  
Dr. Hitoshi OSAWA (JASRI)  
Dr. Tomohiko SAITO (Fac Sci. Tokyo Sci Univ.)  
Dr. Shunsuke TSUDA (ISSP)

### Trainees

Mr. Kouhei FUJIWARA (ISSP)  
Mr. Takahito HARADA (Fac. Sci., Okayama Univ.)  
Mr. Yusuke HITAKA (Fac. Eng. Hyogo Pref. Univ.)  
Mr. Junya KAWATA (Fac. Sci., Okayama Univ.)  
Mr. Kunihiko MOTOMITSU (Fac. Sci., Okayama Univ.)  
Mr. Mario OKAWA (ISSP)  
Mr. Hiroyuki OKAZAKI (Fac. Sci., Okayama Univ.)  
Mr. Shouhei WADA (Fac. Sci., Okayama Univ.)  
Mr. Shuichiro YASUDA (ISSP)

### (8pt) 誌 上 発 表 Publications

[ 雑誌 ]

(原著論文) \*印は査読制度がある論文誌

Eguchi R, Shin S, Fukushima A, Kiss T, Shimojima T, Muraoka Y, and Hiroi Z. : "Photocarrier-injected electronic structure of VO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>:Nb", Appl. Phys. Lett. 87, 201912-1--201912-3 (2005). \*

Oura M, Taguchi M, Mukoyama T, Takeuchi T, and Shin S. : "Contribution of multielectron excitation to F 1s photoabsorption process in CaF<sub>2</sub> studied by soft x-ray absorption and emission spectroscopy", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 537--540 (2005). \*

Kamakura N, Taguchi M, Yamamoto K, Horiba K, Chainani A. A, Takata Y, Ikenaga E, Namatame H, Taniguchi M, Awaji A, Takeuchi A, Tamasaku K, Nishino Y, Miwa D, Ishikawa T, Ueda Y, Kobayashi K, and Shin S. : "Hard x-ray core level photoemission of vanadium oxides", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 841--843 (2005). \*

Takata Y, Tamasaku K, Nishino Y, Miwa D, Yabashi M, Ikenaga E, Horiba K, Arita M, Shimada K, Namatame H, Nohira H, Hattori T, Sodergren S, Wannberg B, Taniguchi M, Shin S, Ishikawa T, and Kobayashi K. : "A novel probe of intrinsic electronic structure: hard x-ray photoemission spectroscopy", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 1063--1065 (2005). \*

Yamamoto K, Kamakura N, Taguchi M, Chainani A. A, Takata Y, Horiba K, Shin S, Ikenaga E, Mimura K, Shiga M, Wada H, Namatame H, Taniguchi M, Awaji M, Takeuchi A, Nishino Y, Miwa D, Tamasaku K, Ishikawa T, and Kobayashi K. : "Temperature-induced valence transition in EuNi<sub>2</sub>(Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub>)<sub>2</sub> studied by hard x-ray photoemission spectroscopy", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144/147, 553--555 (2005). \*

Horiba K, Taguchi M, Kamakura N, Yamamoto K, Chainani A. A, Takata Y, Ikenaga E, Namatame H, Taniguchi M, Awaji M, Takeuchi A, Miwa D, Nishino Y, Tamasaku K, Ishikawa T, Kumigashira H, Oshima M, Lippmaa M, Kawasaki M, Koinuma H, Kobayashi K, and Shin S. : "Hard x-ray photoemission study of Mn 2p core-levels of La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> thin films",

J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144/147, 557--559 (2005). \*

Takeuchi T, Harada Y, Tokushima T, Takata Y, Chainani A. A, Kim J. J, Chen P. P, Makino H, Hanada T, Yao T, Yamamoto T, Tsukamoto T, Kobayashi K, and Shin S. : "Soft x-ray spectroscopy of diluted magnetic semiconductor Ga<sub>1-x</sub>M<sub>x</sub>N(M=Cr,Mn)", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144/147, 707--710 (2005). \*

Horiba K, Kamakura N, Yamamoto K, Kobayashi K, and Shin S. : "A high-resolution angle-resolved photoemission spectrometer combined with laser molecular-beam epitaxy at SPring-8 BL17SU", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144/147, 1027--1030 (2005). \*

Fujiwara K, Prumper G, Fanis A. D, Tamenori Y, Tanaka T, Shindo H, Kitajima M, Tanaka H, Saito N, Oura M, Pavlychev A. A, and Ueda K. : "Excitation mechanism of the lowest-energy satellite bands in F 1s photoemission from SF<sub>6</sub>", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 207--209 (2005). \*

Morishita Y, Tamenori Y, Machida M, Oura M, Yamaoka H, Ohashi H, Suzuki M, Toyokawa H, Fanis A. D, Nagoshi M, Koyano I, Fujiwara K, Chiba H, Prumper G, Ueda K, Suzuki I. H, and Saito N. : "Three-dimensional electron-ion coincidence momentum imaging spectroscopy using an ultra-fast multi-hit TDC system", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 255--257 (2005). \*

Hattori T, Azuma K, Nakata Y, Nohira H, Okamoto H, Ikenaga E, Kobayashi K, Takata Y, and Shin S. : "Angle-resolved XPS studies on transition layers at SiO<sub>2</sub>/Si interfaces", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 457--460 (2005). \*

Kim J. J, Makino H, Yao T, Takata Y, Kobayashi K, Yamamoto T, Hanada T, Cho M. W, Ikenaga E, Yabashi M, Miwa D, Nishino Y, Tamasaku K, Ishikawa T, and Shin S. : "Electronic structure of the Ga<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>N studied by high-energy photoemission spectroscopy", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 561--564 (2005). \*

Machida M, Tamenori Y, Oura M, and Mukoyama T. : "Study of auger decay process following multielectron excitation accompanying F 1s photoionization of CF<sub>4</sub>", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144/147, 219--222 (2005). \*

Ikenaga E, Hirotsawa I, Kitano A, Takata Y, Muto A, Maeda T, Torii K, Kitajima H, Akikadao T, Yakeuchi A, Awaji M, Tamasaku K, Ishikawa T, Komiya S, Kobayashi K. : "Interface reaction of poly-Si/high-k insulator systems studied by hard x-ray photoemission spectroscopy", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144/147, 491-494 (2005). \*

Yamaoka H, Koizumi T, Oura M, Tamenori Y, Terai A, Takahiro K, Kawatsura K, and Mukoyama T. : "Ion yield spectroscopy of sodium following K-shell photoexcitation", J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 75--78 (2005). \*

Harada Y, Tokushima T, Takata Y, Kamakura N, Takeuchi T, Kobayashi K, Shirota Y, and Shin S. : "Intermolecular Interaction by apical oxygen in titanil phthalocyanine", Jpn. J. Appl. Phys. Pt.2 44, No. 36, pp.L1147--L1149 (2005). \*

Liang S, Harada Y, Shin S, Kitajima Y, Mera Y, and Maeda K. : "Graphitization of tetrahedral amorphous carbon films induced by core electron excitations", Jpn. J. Appl. Phys. Pt.2 44, No. 49, pp.L1472--L1474 (2005). \*

Rader O, Lezaic M, Blugel S, Fujimori A, Kimura A, Kamakura N, Kakizaki A, Miyaniishi S, and Akinaga H. : "Spin-polarized

- surface atate of MnSb(0001)", New J. Phys.(Web)(<http://www.iop.org/EJ/journal/NJP> 7, 111-1--111-10 (2005). \*
- Nakamura T, Yokoyama Y, Kamakura N, Matsushita T, Hirono T, Muro T, and Kobayashi K. : "Soft x-ray magnetic circular dichroism study of  $\text{Al}_{40}\text{Mn}_{25}\text{Fe}_{15}\text{Ge}_{20}$  decagonal quasicrystal", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 238, 251--254 (2005). \*
- Takata Y, Yabashi M, Tamasaku K, Nishino Y, Miwa D, Ishikawa T, Ikenaga E, Horiba K, Shin S, Arita M, Shimada K, Namatame H, Taniguchi M, Nohira H, Hattori T, Sodergren S, Wannberg B, and Kobayashi K. : "Development of hard X-ray photoelectron spectroscopy at BL29XU in SPring-8", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 547, 50--55 (2005). \*
- Chainani A. A, Yokoyama T, Takata Y, Tamasaku K, Taguchi M, Shimojima T, Kamakura N, Horiba K, Tsuda S, Shin S, Miwa D, Nishino Y, Ishikawa T, Yabashi M, Kobayashi K, Namatame H, Taniguchi M, Takada K, Sasaki T, Sakurai H, and Takayama E. M. : "Hard-x-ray photoelectron spectroscopy of  $\text{Na}_x\text{CoO}_2\cdot y\text{H}_2\text{O}$ ", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 547, 163--168 (2005). \*
- Ishiwata Y, Takeuchi T, Eguchi R, Watanabe M, Harada Y, Kanai K, Chainani A. A, Taguchi M, Shin S, Debnath M. C, Souma I, Oka Y, Hayashi T, Hashimoto Y, Katsumoto S, and Iye Y. : "Direct observation of a neutral Mn acceptor in  $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$  by resonant x-ray emission spectroscopy", Phys. Rev. B 71, 121202-1--121202-4 (2005). \*
- Taguchi M, Chainani A. A, Kamakura N, Horiba K, Takata Y, Yabashi M, Tamasaku K, Nishino Y, Miwa D, Ishikawa T, Shin S, Ikenaga E, Yokoyama T, Kobayashi K, Mochiku T, Hirata K, and Motoya K. : "Bulk screening in core-level photoemission from Mott-Hubbard and charge-transfer systems", Phys. Rev. B 71, 155102-1--155102-5 (2005). \*
- Kamakura N, Nakano T, Ikemoto Y, Usuda M, Fukuoka H, Yamanaka S, Shin S, and Kobayashi K. : "Role of Ag doping in  $\text{Ba}_{8-x}\text{Si}_{46}$  compounds", Phys. Rev. B 72, 014511-1--014511-6 (2005). \*
- Tsuda S, Yokoyama T, Kisu T, Shimojima T, Shin S, Togashi T, Watanabe S, Zhang C. Q, Chen C. T, Lee S, Uchiyama H, Tajima S, Nakai N, and Machida K. : "Carbon-substitution dependent multiple superconducting gap of  $\text{MgB}_2$ : a sub-meV resolution photoemission study", Phys. Rev. B 72, 064527-1--064527-5 (2005). \*
- Yamamoto K, Horiba K, Taguchi M, Matsunami M, Kamakura N, Chainani A. A, Takata Y, Mimura K, Shiga M, Wada H, Senba Y, Ohashi H, and Shin S. : "Temperature-dependent Eu  $3d_{4f}$  x-ray absorption and resonant photoemission study of the valence transition in  $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8})_2$ ", Phys. Rev. B 72, 161101-1--161101-4 (2005). \*
- Ishizaka K, Kisu T, Shimojima T, Yokoyama T, Togashi T, Watanabe S, Zhang C. Q, Chen C. T, Onose Y, Tokura Y, and Shin S. : "Ultraviolet laser photoemission spectroscopy of FeSi: observation of a gap opening in density of states", Phys. Rev. B 72, 233202-1--233202-4 (2005). \*
- Taguchi M, Chainani A. A, Horiba K, Takata Y, Yabashi M, Tamasaku K, Nishino Y, Miwa D, Ishikawa T, Takeuchi T, Yamamoto K, Matsunami M, Shin S, Yokoyama T, Ikenaga E, Kobayashi K, Mochiku T, Hirata K, Hori J, Ishii K, Nakamura F, and Suzuki T. : "Evidence for suppressed screening on the surface of high temperature  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  and  $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$  superconductors", Phys. Rev. Lett. 95, No. 17, pp.177002-1--177002-4 (2005). \*
- Ito T, Chainani A. A, Haruna T, Kanai K, Yokoyama T, Shin S, and Kato R. : "Temperature-dependent luttinger surfaces", Phys. Rev. Lett. 95, 246402-1--246402-4 (2005). \*
- Taguchi M, Kuger P, Parlebas J. C, and Kotani A. : "Theoretical study of x-ray photoemission, x-ray absorption and resonant x-ray emission spectroscopy of Mn films on Ag", Phys. Scr. T 115, 122--124 (2005). \*
- Saito N, Liu X. J, Morishita Y, Prumper G, Machida M, Oura M, Yamaoka H, Tamenori Y, Koyano I, Suzuki I. H, and Ueda K. : "Vibrationally resolved molecular-frame angular distribution of  $1s$  photoelectrons from  $\text{CO}_2$  molecules", Phys. Rev. A 72, 042717-1--042717-4 (2005). \*
- Prumper G, Ueda K, Tamenori Y, Kitajima M, Kuze N, Tanaka H, Makochekanwa C, Hoshino M, and Oura M. : "Intramolecular auger-electron scattering in the ultrafast dissociation of  $\text{CF}_4$  at the  $1s \rightarrow \text{Yast}_{1s}$  excitation", Phys. Rev. A 71, 052704-1--052704-5 (2005). \*
- Oura M, Tamenori Y, Hayaishi T, Machida M, and Koike F. : "Manifestation of auger resonant raman effect on double-spectator type auger transitions in the Ne  $1s \rightarrow 3p \rightarrow 3p \rightarrow 2s \rightarrow 1s$  resonant double excitation region", J. Phys. Soc. Jpn. 74, No. 4, pp.1154--1159 (2005). \*
- Yokoyama T, Kiss T, Chainani A. A, Shin S, and Yamaya K. : "Role of charge-density-wave fluctuations on the spectral function in a metallic charge-density-wave system", Phys. Rev. B 71, 140504-1--140504-4 (2005). \*
- Yamaoka H, Taguchi M, Vlaicu A. M, Oohashi H, Yokoi K, Horiguchi D, Tochio T, Ito Y, Kawatsura K, Yamamoto K, Chainani A. A, Shin S, Shiga M, and Wada H. : "Resonant inelastic x-ray scattering of  $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x)_2$  and  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  at Eu  $\text{L}_{3/2}$  absorption edge", J. Phys. Soc. Jpn. 75, No. 3, pp.034702-1--034702-9 (2006). \*
- Yamashita Y, Yamamoto S, Mukai K, Yoshinobu J, Harada Y, Tokushima T, Takeuchi T, Takata Y, Shin S, Akagi K, and Tsuneyuki S. : "Direct observation of site-specific valence electronic structure at the  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  interface", Phys. Rev. B 73, 045336-1--045336-4 (2006). \*
- Shimoyamada A, Tsuda S, Ishizaka K, Kisu T, Shimojima T, Togashi T, Watanabe S, Zhang C. Q, Chen C. T, Matsushita Y, Ueda H, Ueda Y, and Shin S. : "Heavy-fermion-like state in a transition metal oxide  $\text{LiV}_2\text{O}_4$  single crystal: indication of kondo resonance in the photoemission spectrum", Phys. Rev. Lett. 96, 026403-1--026403-4 (2006). \*
- Eguchi R, Kiss T, Tsuda S, Shimojima T, Mizokami T, Yokoyama T, Chainani A. A, Shin S, Inoue I. H, Togashi T, Watanabe S, Zhang C. Q, Chen C. T, Arita M, Shimada K, Namatame H, and Taniguchi M. : "Bulk-and surface-sensitive high-resolution photoemission study of two mott-hubbard systems:  $\text{SrVO}_3$  and  $\text{CaVO}_3$ ", Phys. Rev. Lett. 96, 076402-1--076402-4 (2006). \*
- Shukla A, Calandra M, Taguchi M, Kotani A, Vanko G, and Cheong S. W. : "Polarized resonant inelastic x-ray scattering as an ultrafine probe of excited states of  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ ", Phys. Rev. Lett. 96, 077006-1--077006-4 (2006). \*

原田 慈久, 辛 埴 : "軟X線再結合発光で見るグラファイトの原子移動", 分光研究 53, No. 5, pp. 297--298 (2004). \*

山下 良之, 山本 達, 向井 孝三, 吉信 淳, 原田 慈久, 徳島 高, 高田 恭孝, 辛 埴, 赤木 和人, 常行 真司 : "軟X線吸収発光分光法によるSi<sub>0.2</sub>/Si界面電子状態のサイト選択的観測", 表面科学 26, No. 9, pp. 514--517 (2005). \*

(総説)

原田 慈久 : "軟X線発光の偏光依存性の研究とその応用", 放射光 18, No. 2, pp. 101--103 (2005).

高田 恭孝 : "硬X線光電子分光による界面・バルク電子状態の研究", 表面科学 26, No. 12, pp. 734--740 (2005).

#### 口 頭 発 表 Oral Presentations

(国際会議等)

Horiba K, Taguchi M, Chainani A. A, Takata Y, Kamakura N, Shin S, Tamasaku K, Yabashi M, Miwa D, Nishino Y, Ishikawa T, Ikenaga E, Awaji A, Takeuchi A, and Kobayashi K. : "Hard x-ray photoemission spectroscopy for intrinsic electronic structure of strongly correlated electron systems", International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES'05), Vienna, Austria, July (2005).

Saito A, Maruyama J, Manabe K, Kitamoto K, Takahashi K, Tanaka Y, Yabashi M, Ishii M, Akai-Kasaya M, Shin S, Ishikawa T, Kuwahara Y, and Aono M. : "Scanning Tunneling Microscope Assisted with Inner-Shell Excitation by Hard X-ray Micro-Beam", AVS 52nd International Symposium and Exhibition, Boston, USA, Oct.--Nov. (2005).

Saito A, Kuwahara Y, Shin S, Ishikawa T, and Aono M. : "Coupling of Scanning Tunneling Microscope with Hard X-ray Micro-Beam from 27m Long Undulator at SPring-8", Workshop on the Coupling of Synchrotron Radiation IR and X-rays with Tip based Scanning Probe Microscopies, Grenoble, France, Nov. (2005).

Tokushima T, Harada Y, and Shin S. : "Development of a liquid flow cell for soft X-ray emission spectroscopy", International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2005), Honolulu, USA, Dec. (2005).

Harada Y, Tokushima T, Takata Y, Takeuchi T, Kitajima Y, Tanaka S, Kayanuma Y, Pan L, Nakayama Y, and Shin S. : "Dynamical lattice distortion in graphite observed by soft x-ray recombination emission", International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2005), Honolulu, USA, Dec. (2005).

Harada Y, Tokushima T, Miyajima Y, Shiro Y, Takeuchi T, Fukushima A, Kino H, Fukuyama H, Takakura K, Hieda K, and Shin S. : "Soft x-ray emission spectroscopy of biomaterials", International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2005), Honolulu, USA, Dec. (2005).

Horiba K, Taguchi M, Chainani A. A, Takata Y, Eguchi R, Kamakura N, Shin S, Yabashi M, Tamasaku K, Nishino Y, Miwa D, Ishikawa T, Ikenaga E, Awaji A, Takeuchi A, and Kobayashi K. : "Hard x-ray photoemission spectroscopy for intrinsic electronic structure of strongly correlated oxides", Sixth Taiwan-Korea-Japan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems, Fourth Workshop on Physics of Metal Oxides, (National synchrotron radiation research center(NSRRC)), Hua-Lien, Taiwan, Dec. (2005).

Takeuchi T, Harada Y, Tokushima T, Taguchi M, Takata Y, Chainani A. A, Kim J. J, Makino H, Yao T, Yamamoto T, Shin S, and Kobayashi K. : "Soft x-ray spectroscopy of diluted magnetic semiconductor Ga<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>N", Sixth Taiwan-Korea-Japan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems, Fourth Workshop on Physics of Metal Oxides, (National synchrotron radiation research center), Hua-Lien, Taiwan, Dec. (2005).

(国内会議)

山本 和矢, 堀場 弘司, 田口 宗孝, 鎌倉 望, Chainani A. A, 高田 恭孝, 三村 功次郎, 志賀 正幸, 和田 裕文, 大橋 治彦, 仙波 泰徳, 辛 埴 :

"EuNi<sub>2</sub>(Si<sub>0.20</sub>Ge<sub>0.80</sub>)<sub>2</sub> のEu 3d<sub>5</sub> X線吸収とEu 3d<sub>5</sub>-4f<sub>7</sub> 共鳴光電子分光", 日本物理学会2004年秋季大会, 青森, 9月 (2004).

山本 和矢, 堀場 弘司, 田口 宗孝, 松波 雅治, 鎌倉 望, Chainani A. A, Mimura K, Shiga M, Wada H, Ohashi H, Senba Y, 辛 埴 : "EuNi<sub>2</sub>(Si<sub>0.20</sub>Ge<sub>0.80</sub>)<sub>2</sub> のEu 3d<sub>5</sub> X線吸収とEu 3d<sub>5</sub>-4f<sub>7</sub> 共鳴光電子分光", 第18回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, 鳥栖, 1月 (2005).

田口 宗孝, Chainani A. A, 堀場 弘司, 高田 恭孝, 矢橋 牧名, 玉作 賢治, 西野 吉則, 三輪 大悟, 石川 哲也, 松波 雅治, 山本 和矢, 竹内 智之, 辛 埴, 横谷 尚睦, 池永 英司, 小林 啓介, 茂築 高士, 平田 和人, 堀 純也, 石井 清隆, 中村 文彦, 鈴木 孝至 : "2p硬X線光電子分光における新しいスクリーニング効果", 日本物理学会第60回年次大会, 野田, 3月 (2005).

富樫 格, 津田 俊輔, 溝上 智大, 大沢 仁志, 高田 恭孝, 辛 埴 : "レーザー高調波を用いた時間分解光電子分光による光誘起相転移の研究", 日本物理学会第60回年次大会, 野田, 3月 (2005).

山本 和矢, 堀場 弘司, 松波 雅治, 田口 宗孝, 高田 恭孝, Chainani A. A, Mimura K, 横谷 尚睦, 辻井 直人, 辛 埴 : "放射光を用いた光電子分光による新規物質YbGaGeの電子状態の研究", 日本物理学会第60回年次大会, 野田, 3月 (2005).

田口 宗孝 : "軟X線回折による長距離秩序の観測", 放射光利用連携研究「量子材料研究」平成17年度前期研究会, 播磨, 6月 (2005).

田口 宗孝 : "Hard x-ray core-level photoemission spectroscopy for strongly correlated systems", 日本物理学会2005年秋季大会, 京田辺, 9月 (2005).

田口 宗孝, 小谷 章雄, Shukla A, Calandra M. : "La<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>におけるCu K $\alpha$ 共鳴X線発光スペクトルの理論", 日本物理学会2005年秋季大会, 京田辺, 9月 (2005).

原田 慈久, 徳島 高, 宮嶋 良治, 辛 埴 : "水-アルコール混合系の電子状態の観測", 分子構造総合討論会2005, 東京, 9月 (2005).

徳島 高, 原田 慈久, 辛 埴, 宮嶋 良治 : "軟X線発行分光法による水の電子状態の観測", 分子構造総合討論会2005, 東京, 9月 (2005).

徳島 高, 原田 慈久, 宮嶋 良治, 辛 埴 : "高効率・

高分解能軟X線発光分光器の開発と水の軟X線発光分光”,  
平成17年度電気学会東京支部連合研究会, 東京, 9, (2005).

高橋 浩史, 齋藤 彰, 北本 克征, 高木 康多, 田中 義人,  
三輪 大五, 矢橋 牧名, 石川 哲也, 辛 埴, 桑原 裕司, 青  
野 正和: “放射光STM装置を用いたSi (111) 表面上Geナノア  
イランドの解析”, 関西薄膜・表面物理セミナー, (応用物理  
学会、理研), 兵庫県佐用町, 11月 (2005).

徳島 高, 原田 慈久, 宮嶋 良治, 辛 埴: “軟X線発光分光  
法による水の電子状態の観測”, 第19回日本放射光学会年  
会・放射光科学合同シンポジウム, 名古屋, 1月 (2006).

堀場 弘司, 江口 律子, 田口 宗孝, Chainani A. A, Senba Y,  
Ohashi H, 辛 埴: “LaNi<sub>3</sub>薄膜の{Yit in situ}軟X線光電  
子分光”, 日本物理学会第61回年次大会, 松山, 3月  
(2006).