

光物性測定器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

木村 真一（准教授）（2002年4月1日着任）

A-1) 専門領域：物性物理学，放射光科学

A-2) 研究課題：

- a) 機能性固体・薄膜の電子状態の分光研究
- b) 低エネルギー放射光を使った新しい分光法の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 機能性固体・薄膜の電子状態の分光研究：磁性と伝導が複雑に絡み合うことにより，新しい機能性が期待できる物質について，低温・高圧・高磁場下の赤外・テラヘルツ分光と高分解能三次元角度分解光電子分光を行うことにより，機能性の起源である電子状態を詳細に決定している。また，それらの実験条件に合わせた第一原理電子状態計算を組み合わせることで，機能性固体・薄膜の電子状態の総合的な情報を得ている。本年度実施した研究内容は，以下の通りである。

巨大磁気抵抗物質電子ドーパ EuO 単結晶薄膜の育成と電子状態の評価

低温・高圧下テラヘルツ分光による SmS の excitonic instability による絶縁体金属転移

重い電子系 CeIn₃ の高圧下赤外分光による局在から遍歴に至る電子状態

強相関層状物質 CeTe₂ の CDW の三次元効果

強相関系 YbIr₂Si₂，Yb₁₄MnSb₁₁，Ba₈Ga₁₆Ge₃₀ の電荷ダイナミクス

- b) 低エネルギー放射光を使った新しい分光法の開発：これまでに開発してきた UVSOR-II 三次元角度分解光電子分光 (BL5U) と赤外・テラヘルツ顕微分光 (BL6B)，SPring-8 の多重極限環境下赤外分光 (BL43IR) は順調に結果を出している。新しいアイデアで開発してきた UVSOR-II 真空紫外高分解能角度分解光電子分光ビームライン (BL7U) では $h\nu = 6 \sim 40$ eV のエネルギー範囲で 実用分解能では世界トップレベルの性能が得られ 昨年度後期からユーザー利用が進行している。この分光器の特徴は，UVSOR-II 光源の高輝度性を使って入射スリットをなくすことにより，光電子分光に必要な高フラックスかつ高分解能が実現できるようにした点である。このビームラインは，光源の性能に依存するため，今後予定されている UVSOR-II のトップアップ運転によって，さらなる性能アップが期待できる。

B-1) 学術論文

H. J. IM, T. ITO, H. -D. KIM, S. KIMURA, K. E. LEE, J. B. HONG, Y. S. KWON, A. YASUI and H. YAMAGAMI, "Direct Observation of Dispersive Kondo Resonance Peaks in a Heavy-Fermion System," *Phys. Rev. Lett.* **100**, 176402 (4 pages) (2008).

T. MIZUNO, T. IIZUKA, S. KIMURA, K. MATSUBAYASHI, K. IMURA, H. S. SUZUKI and N. K. SATO, "Excitonic Instability in the Transition from the Black Phase to the Golden Phase of SmS under Pressure Investigated by Infrared Spectroscopy," *J. Phys. Soc. Jpn.* **77**, 113704 (4 pages) (2008).

S. KIMURA, T. ITO, H. MIYAZAKI, T. MIZUNO, T. IIZUKA and T. TAKAHASHI, "Electronic Inhomogeneity EuO: Possibility of Magnetic Polaron States," *Phys. Rev. B* **78**, 052409 (4 pages) (2008).

S. BIELAWSKI, C. EVAIN, T. HARA, M. HOSAKA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA, C. SZWAJ, T. TAKAHASHI and Y. TAKASHIMA, "Tunable Narrowband Terahertz Emission from Mastered Laser-Electron Beam Interaction," *Nat. Phys.* **4**, 390–393 (2008).

J. ONOE, T. ITO and S. KIMURA, "Time Dependence of the Electronic Structure of an Electron-Beam-Irradiated C₆₀ Film," *J. Appl. Phys.* **104**, 103706 (3 pages) (2008).

K. E. LEE, C. I. LEE, H. J. OH, M. A. JUNG, B. H. MIN, H. J. IM, T. IIZUKA, Y. S. LEE, S. KIMURA and Y. S. KWON, "Optical Properties of the Charge-Density-Wave Compound CeTe₂," *Phys. Rev. B* **78**, 134408 (5 pages) (2008).

K. E. LEE, C. I. LEE, H. J. OH, H. J. IM, T. PARK, S. KIMURA and Y. S. KWON, "Optical Evidence for a Change in the Heavy Electron Fermi Surface at a Magnetic Quantum Critical Point of CeNi_{1-x}Co_xGe₂," *J. Phys.: Condens. Matter* **20**, 285202 (5 pages) (2008).

G. FUNABASHI, H. FUJIWARA, A. SEKIYAMA, M. HASUMOTO, T. ITO, S. KIMURA, P. BALTZER and S. SUGA, "Ultrahigh-Resolution Vacuum Ultraviolet Light Source System for Extremely Low Energy Photoelectron Spectroscopy," *Jpn. J. Appl. Phys.* **47**, 2265–2269 (2008).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

S. KIMURA, H. OKAMURA, T. NANBA and H. KIMURA, "Preface," *Infrared Phys. Tech.* **51**, 361–362 (2008).

T. YAJI, Y. YAMAMOTO, T. OHTA and S. KIMURA, "A New Beamline for Infrared Microscopy in the SR Center of Ritsumeikan University," *Infrared Phys. Tech.* **51**, 397–399 (2008).

Y. Y. SONG, K. E. LEE, J. B. HONG, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON, "Dramatic Change of Optical Properties at a Quantum Critical Point in the Heavy Fermion System CeNi_{1-x}Co_xGe₂," *Infrared Phys. Tech.* **51**, 485–487 (2008).

C. I. LEE, K. E. LEE, Y. Y. SONG, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON, "Hybridization Gap-Open in CeIn₃," *Infrared Phys. Tech.* **51**, 488–490 (2008).

S. KIMURA, T. MIZUNO, K. MATSUBAYASHI, K. IMURA, H. S. SUZUKI and N. K. SATO, "Infrared Study on the Electronic Structure of SmS in the Black Phase," *Physica B* **403**, 805–807 (2008).

H. MIYAZAKI, T. ITO, S. OTA, M. KATO, S. YAGI, K. SODA, H. J. IM and S. KIMURA, "Angle-Resolved Photoemission Study on the Ferromagnetic Ordering of EuO Thin Films," *Physica B* **403**, 917–918 (2008).

J. SICHELSCHMIDT, S. KIMURA, C. KRELLNER, C. GEIBEL and F. STEGLICH, "Optical Properties of YbRh₂Si₂ and YbIr₂Si₂: A Comparison," *Physica B* **403**, 775–777 (2008).

B-4) 招待講演

S. KIMURA, "Infrared Synchrotron Radiation," India-Japan Workshop on Quantum Beam Science, Kolkata (India), March 2008.

S. KIMURA, "Optical and photoelectrical studies on the electronic structure of Ce-compounds," The First Nagoya Summer School on Science of Molecular Assembly and Biomolecular Systems, Okazaki (Japan), August 2008.

S. KIMURA, "Origin of Middle-Infrared Peaks in Cerium-Compounds," Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

S. KIMURA, “Optical and photoelectrical studies on the electronic structure of rare-earth compounds across the quantum critical point,” JAEA Actinide Network 1st International Workshop on Synchrotron Radiation Light Source for Actinide Research, Tokai (Japan), October 2008.

木村真一, 「大強度THz光源への期待」第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, 草津, 2008年1月.

木村真一, 「強相関電子系の量子臨界点近傍の電子状態」名古屋大学物理教室セミナー, 名古屋市, 2008年5月.

木村真一, 高橋俊晴, 「相対論的電子ビームからの大強度THzコヒーレント放射光」第69回応用物理学会学術講演会, THz電磁波技術研究会企画「高強度テラヘルツ波光源開発の最先端」愛知県春日井市, 2008年9月.

木村真一, 「赤外放射光の利用」電気学会「量子ビームによるナノバイオエレクトロニクス技術調査専門委員会」愛知県岡崎市, 2008年11月.

木村真一, 「重い電子系の角度分解光電子分光」PF研究会「高分解能角度分解光電子分光研究と将来展望」つくば市, 2008年12月.

T. ITO, “Evidence of Three-Dimensional Charge-Density-Wave Formation on CeTe₂: VUV Three-Dimensional Angle-Resolved Photoemission Study,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

伊藤孝寛, 「光電子分光によるf電子系の電子物性」平成19年度東工大原子炉研・COE-INESワークショップ「f電子系の化学と物理」東京, 2008年1月.

伊藤孝寛, 「放射光を用いた光物性実験による強相関電子系の電子状態」エクストリームフォトニクスセミナー, 和光, 2008年7月.

H. J. IM, “Variation of Bulk Ce 4f-Fermi Surface in Heavy Fermion Systems,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

寺嶋健成, “Autocorrelation Analyses of Photoemission Data and FT-STs Experiments,” 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡市, 2008年9月.

T. IIZUKA, “Infrared Spectroscopy on CeIn₃ under Pressure,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

B-6) 受賞, 表彰

木村真一, 平成20年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門)(2008).

木村真一, 平成20年度森田記念賞(2008).

木村真一, 日本放射光学会・第5回若手奨励賞(2001).

宮崎秀俊, 第17回学生による材料フォーラム奨励賞(2007).

宮崎秀俊, 第21回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム学生会員口頭発表賞(2008).

宮崎秀俊, 第18回学生による材料フォーラム奨励賞(2008).

宮崎秀俊, PF研究会「高分解能角度分解光電子分光研究と将来展望」優秀ポスター賞(2008).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本放射光学会評議員(2006–2008).

日本放射光学会行事幹事(2005–2006).

日本放射光学会渉外幹事 (2003–2004).
日本放射光学会行事委員 (2003–2004, 2007–2010).
日本物理学会名古屋支部委員 (2007–).
VUV・SX 高輝度光源利用者懇談会幹事 (2006–2007, 2008–2010).
UVSOR 利用者懇談会世話人 (2000–2001).

学会の組織委員等

11th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure, Member of International Program Committee (Nara, Japan, October 2009).

5th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, International Advisory Board (Banff, Canada, September 2009).

3rd Asia Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research, Member of Program Advisory Committee, (Melbourne, Australia, December 2008).

第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, 実行委員 (2007).

4th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Co-chair, International Advisory Board (Awaji Island, Japan, September 2007).

UVSOR Workshop on Terahertz Coherent Synchrotron Radiation, Co-Chair (Okazaki, Japan, September 2007).

第20回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員長, プログラム委員, 実行委員 (2006).

第3回次世代光源計画ワークショップ——先端的リング型光源が開くサイエンス—— 実行委員長(日本放射光学会主催, 岡崎, 2006年8月)

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組織委員長, プログラム委員, 実行委員 (2005).

次世代光源計画ワークショップ——未来光源が開くサイエンス—— 実行委員長(日本放射光学会主催, 岡崎, 2005年8月)

International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources 2005, International Advisory Board (Rathen, Germany, June 2005).

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プログラム委員 (2004).

第17回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, プログラム委員 (2003).

第16回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, プログラム委員 (2002).

第15回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (2001).

第14回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, プログラム委員 (2000).

第13回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (1999).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

(財)高輝度光科学研究センター・利用研究課題選定委員会分科会委員 (2003–2008).

(財)高輝度光科学研究センター・ナノテク支援課題審査委員会委員 (2003–2008).

学会誌編集委員

真空誌編集委員 (2007–2009).

Proceedings of 4th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator-Based Sources, Special Issue of Infrared Science and Technology **Vol. 51**, Elsevier, Editor (2008).

B-8) 大学での講義，客員

名古屋大学物理教室学生向けセミナー，「シンクロトロン光を用いた固体電子物性」2008年5月23日。

名古屋大学大学院理学研究科，客員准教授，2008年4月-2009年3月。

立命館大学グローバル・イノベーション研究機構，特別招聘准教授，2008年4月-2009年3月。

東京大学物性研究所，嘱託研究員，1995年4月-。

(財)高輝度光科学研究センター，外来研究員，1999年4月-。

東京大学物性研究所，嘱託研究員，2003年4月-。(伊藤助教)

(財)理化学研究所播磨研究所，非常勤連携研究員，2003年4月-。(伊藤助教)

B-10) 競争的資金

基盤研究(B)，「強相関4f電子系の量子臨界点における電子状態の光学的・光電的研究」木村真一(2006年-2008年)。

(財)光科学技術研究振興財団・助成金，「リング型電子加速器からの大強度テラヘルツ光の発生と制御」木村真一(2006年-2007年)。

特定領域研究(公募研究)「モット転移系有機超伝導体の高圧・高磁場下の電子状態」木村真一(2004年-2005年)。

若手研究(A)，「電子相関が強い系の多重極限環境下における物性発現メカニズムの分光研究」木村真一(2002年-2004年)。

萌芽研究，「シンクロトロン放射光を使ったテラヘルツ顕微分光法の開発」木村真一(2002年)。

(財)ひょうご科学技術協会・奨励研究助成，「多重極限環境下における物質の電子状態の赤外分光」木村真一(2001年)。

(財)ひょうご科学技術協会・海外研究者招聘助成金，「CeSbNi_x(x > 0.08)の金属絶縁体転移の光学的研究」木村真一(2000年)。

科学技術振興事業団・さきかけ研究21，「赤外磁気光学イメージング分光による局所電子構造」木村真一(1999年-2002年)。

日本原子力研究所・黎明研究，「赤外・テラヘルツ磁気光学素子としての低密度キャリアf電子系の基礎研究」木村真一(1999年)。

(財)稲森財団・助成金，「テラヘルツ磁気光学材料としての少数キャリア強相関伝導系の研究」木村真一(1999年)。

(財)鳥津科学技術振興財団・研究開発助成金，「テラヘルツ磁気光学分光法の開発」木村真一(1999年)。

(財)寅吉奨学会・研究助成金，「赤外イメージング分光による磁性体の局所電子構造の研究」木村真一(1999年)。

(財)マツダ財団・研究助成金，「テラヘルツ磁気光学素子としての強相関4f電子系の基礎研究」木村真一(1998年)。

奨励研究(A)，「赤外磁気光学効果による強相関伝導系物質の低エネルギー励起の研究」木村真一(1997年-1998年)。

若手研究(B)，「マイクロ機能イメージングによる強相関電子系のフェルミオロジー」伊藤孝寛(2008年-2009年)。

若手研究(B)，「角度分解光電子分光によるスピン配列した磁性薄膜における電子状態」伊藤孝寛(2005年-2007年)。

特別研究員奨励費，「低エネルギー高輝度放射光励起光電子分光による高温超伝導体電子・ホール対称性の研究」寺嶋健成(2008年-2010年)。

C) 研究活動の課題と展望

2006年から建設してきた真空紫外高分解能角度分解光電子分光ビームライン(BL7U)が稼働しはじめ，これまでに立ち上げた三次元角度分解光電子分光ビームライン(BL5U)と赤外・テラヘルツ顕微分光ビームライン(BL6B)を使った研究の場が整備され，物性をつかさどるフェルミ準位極近傍の電子状態(フェルミオロジー)の研究が順調に進んでいる。また，機能性薄膜試料を育成し，そのままの状態での電子状態を評価する手法(in-situ光電子，X線磁気円二色性)も確立しつつある。これらの方法を用いて，今後は電子状態を評価することによる新奇物質開発への道を切り開いていく方針である。