

## 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) 物質科学に向けた低エネルギー放射光を使った新しい分光法の開発
- c) 新しい量子ビームを使った分析技術の開発

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が現れる固体・薄膜について，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。

結晶異方性が高い磁気転移温度の起源と成っている  $CeT_2Al_{10}$  ( $T = Fe, Ru, Os$ ) の電子構造

重い電子系  $CeIn_3$  の低温高圧下テラヘルツ分光による局在から遍歴に至る電子状態

低温・高圧下で異常な伝導を示す  $\alpha$ -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$  の高圧下テラヘルツ分光

巨大磁気抵抗物質電子ドーブ  $EuO$  単結晶超薄膜試料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  $SmS$  の絶縁体金属転移の起源

- 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 軌道対称性・波数分離角度分解光電子分光 (BL7U)，三次元角度分解光電子分光 (BL5U)，高圧下赤外・テラヘルツ顕微分光 (BL6B) は順調に結果を出している。現在，BL1B にテラヘルツコヒーレント放射光を利用するビームラインを設置し，BL1U のコヒーレント高次高調波と組み合わせたテラヘルツポンプ・光電子プローブ分光などの新しい分光法の開発を進め，物質科学への応用を図る。
- c) 新しい量子ビームを使った分析技術の開発：高エネルギー加速器研究機構で開発中の新規光源コンパクト ERL からの大強度テラヘルツ光を使った近接場分光や励起光としての利用，また，加藤グループと共同して，スピン偏極電子源を使った高エネルギー分解能スピン・角度分解逆光電子分光法の開発を進めている。

B-1) 学術論文

S. KIMURA, T. IIZUKA, H. MIYAZAKI, A. IRIZAWA, Y. MURO and T. TAKABATAKE, "Electronic-Structure-Driven Magnetic Ordering in a Kondo Semiconductor  $CeOs_2Al_{10}$ ," *Phys. Rev. Lett.* **106**, 056404 (4 pages) (2011).

S. KIMURA, T. IIZUKA, H. MIYAZAKI, T. HAJIRI, M. MATSUNAMI, T. MORI, A. IRIZAWA, Y. MURO, J. KAJINO and T. TAKABATAKE, "Optical Study of Charge Instability in  $CeRu_2Al_{10}$  in Comparison with  $CeOs_2Al_{10}$  and  $CeFe_2Al_{10}$ ," *Phys. Rev. B* **84**, 165125 (7 pages) (2011).

- S. KIMURA, Y. MURO and T. TAKABATAKE**, “Anisotropic Electronic Structure of the Kondo Semiconductor  $\text{CeFe}_2\text{Al}_{10}$  Studied by Optical Conductivity,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, 033702 (4 pages) (2011).
- Y. ZHANG, L. X. YANG, M. XU, Z. R. YE, F. CHEN, C. HE, H. C. XU, J. JIANG, B. P. XIE, J. J. YING, X. F. WANG, X. H. CHEN, J. HU, M. MATSUNAMI, S. KIMURA and D. L. FENG**, “Nodeless Superconducting Gap in  $\text{A}_x\text{Fe}_2\text{Se}_2$  ( $A = \text{K, Cs}$ ) Revealed by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy,” *Nat. Mater.* **10**, 273–277 (2011).
- T. HIRAHARA, G. BIHLMAYER, Y. SAKAMOTO, M. YAMADA, H. MIYAZAKI, S. KIMURA, S. BLUGEL and S. HASEGAWA**, “Interfacing 2D and 3D Topological Insulators:  $\text{Bi}(111)$  Bilayer on  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ,” *Phys. Rev. Lett.* **107**, 166801 (5 pages) (2011).
- S. R. PARK, W. S. JUNG, G. R. HAN, Y. K. KIM, C. KIM, D. J. SONG, Y. Y. KOH, S. KIMURA, K. D. LEE, N. HUR, J. Y. KIM, B. K. CHO, Y. S. KWON, J. H. HAN and C. KIM**, “Intrinsic Quasi-Particle Dynamics of Topological Metallic States,” *New J. Phys.* **13**, 013008 (11 pages) (2011).
- S. TANAKA, M. MATSUNAMI and S. KIMURA**, “Observation of Anomalous Peaks in the Photoelectron Spectra of Highly Oriented Pyrolytic Graphite: Folding of the Band due to the Surface Charge Density Wave Transition,” *Phys. Rev. B* **84**, 121411(R) (5 pages) (2011).
- F. NAKAMURA, Y. KOUSA, A. A. TASKIN, Y. TAKEICHI, A. NISHIDE, A. KAKIZAKI, M. D’ANGELO, P. LEFEVRE, F. BERTRAN, A. TALEB-IBRAHIMI, F. KOMORI, S. KIMURA, H. KONDO, Y. ANDO and I. MATSUDA**, “Topological Transition in  $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$  Studied as a Function of Sb Doping,” *Phys. Rev. B* **84**, 235308 (8 pages) (2011).
- M. MATSUNAMI, M. TAGUCHI, A. CHAINANI, R. EGUCHI, M. OURA, A. SAKAI, S. NAKATSUJI and S. SHIN**, “Kondo Resonance in  $\text{PrTi}_2\text{Al}_{20}$ : Photoemission Spectroscopy and Single-Impurity Anderson Model,” *Phys. Rev. B* **84**, 193101 (4 pages) (2011).
- H. YAMAOKA, T. KAMBE, T. SATO, Y. ISHIDA, M. MATSUNAMI, R. EGUCHI, Y. SENBA and H. OHASHI**, “Electronic State of Organic Molecular Magnet: Soft X-Ray Spectroscopy Study of  $\alpha$ -TDAE- $\text{C}_{60}$  Single Crystal,” *Phys. Rev. B* **84**, 161404(R) (4 pages) (2011).
- H. OKAMURA, R. KITAMURA, M. MATSUNAMI, H. SUGAWARA, H. HARIMA, H. SATO, T. MORIWAKI, Y. IKEMOTO and T. NANBA**, “Optical Conductivity and Electronic Structure of  $\text{CeRu}_4\text{Sb}_{12}$  under High Pressure,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, 084718 (9 pages) (2011).
- P. A. BHOBE, A. CHAINANI, M. TAGUCHI, R. EGUCHI, M. MATSUNAMI, T. OHTSUKI, K. ISHIZAKA, M. OKAWA, M. OURA, Y. SENBA, H. OHASHI, M. ISOBE, Y. UEDA and S. SHIN**, “Electronic Structure of an Antiferromagnetic Metal:  $\text{CaCrO}_3$ ,” *Phys. Rev. B* **83**, 165132 (7 pages) (2011).
- H. YAMAOKA, I. JARRIGE, N. TSUJII, M. IMAI, J. LIN, M. MATSUNAMI, R. EGUCHI, M. ARITA, K. SHIMADA, H. NAMATAME, M. TANIGUCHI, M. TAGUCHI, Y. SENBA, H. OHASHI, N. HIRAOKA, H. ISHII and K. D. TSUEI**, “Electronic Structure of  $\text{YbGa}_{1.15}\text{Si}_{0.85}$  and  $\text{YbGa}_x\text{Ge}_{2-x}$  Probed by Resonant X-Ray Emission and Photoelectron Spectroscopies,” *Phys. Rev. B* **83**, 104525 (10 pages) (2011).
- T. OHTSUKI, A. CHAINANI, R. EGUCHI, M. MATSUNAMI, Y. TAKATA, M. TAGUCHI, Y. NISHINO, K. TAMASAKU, M. YABASHI, T. ISHIKAWA, M. OURA, Y. SENBA, H. OHASHI, T. HASEGAWA and S. SHIN**, “Role of Ti 3d Carriers in Mediating the Ferromagnetism of Co:  $\text{TiO}_2$  Anatase Thin Films,” *Phys. Rev. Lett.* **106**, 047602 (4 pages) (2011).

**K. ISHIZAKA, T. KISS, T. YAMAMOTO, Y. ISHIDA, T. SAITOH, M. MATSUNAMI, R. EGUCHI, T. OHTSUKI, A. KOSUGE, T. KANAI, M. NOHARA, H. TAKAGI, S. WATANABE and S. SHIN**, “Femtosecond Core-Level Photoemission Spectroscopy on 1T-TaS<sub>2</sub> Using a 60-eV Laser Source,” *Phys. Rev. B* **83**, 081104(R) (4 pages) (2011).

**K. IMURA, S. KANEMATSU, K. MATSUBAYASHI, H. S. SUZUKI, K. DEGUCHI and N. K. SATO**, “Discontinuous Transition from a Real Bound State to Virtual Bound State in a Mixed-Valence State of SmS,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, 113704 (4 pages) (2011).

**Y. R. JANG, J. B. HONG, B. H. MIN, M. A. JUNG, Y. Y. SONG, H. J. OH, K. J. LEE, M. H. JUNG, S. KANEMATSU, K. IMURA, K. DEGUCHI, N. K. SATO and Y. S. KWON**, “Interplay of the Superconductivity and Magnetism in Eu<sub>0.7</sub>Na<sub>0.3</sub>Fe<sub>2</sub>As<sub>1.4</sub>P<sub>0.6</sub>,” *Supercond. Sci. Technol.* **24**, 085017 (9 pages) (2011).

#### B-2) 国際会議のプロシーディングス

**N. YAMAMOTO, M. SHIMADA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA, Y. TAIRA, S. KIMURA, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. TAKAHASHI and M. KATOH**, “Ultrashort coherent terahertz radiation from ultrashort dips in electron bunches circulating in a storage ring,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **637**, S112–S115 (2011).

**N. K. SATO, K. DEGUCHI, K. IMURA, N. KABEYA, N. TAMURA and K. YAMAMOTO**, “Correlation of Ferromagnetism and Superconductivity in UCoGe,” *AIP Conf. Proc.* **1347**, 132–137 (2011).

**K. DEGUCHI, T. FURUKAWA, S. BAN, K. IMURA, K. MATSUBAYASHI and N. K. SATO**, “Construction of a Magnetometer Using a Piezo Actuator,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, SA108 (3 pages) (2011).

**N. KABEYA, K. IMURA, K. DEGUCHI and N. K. SATO**, “Thermal Expansion Measurements Using the Strain Gauge Technique with Kelvin Double Bridge,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, SA098 (3 pages) (2011).

**K. IMURA, S. KANEMATSU, K. DEGUCHI, H. S. SUZUKI, K. MATSUBAYASHI and N. K. SATO**, “Thermoelectric Power Investigation on SmS,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, SA077 (3 pages) (2011).

#### B-3) 総説, 著書

木村真一, 「固体中の電子は人間社会と同じ?」 「放射光が解き明かす脅威のナノ世界」 講談社ブルーバックス, pp. 119–121 (2011).

松波雅治, 「光電子分光と光反射分光を組み合わせた強相関電子系の研究」 *放射光* **24**, 109–112 (2011).

#### B-4) 招待講演

**S. KIMURA**, “Novel Kondo semiconductors CeM<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> (M = Fe, Ru, Os): Anisotropic Kondo effect and CDW-driven magnetic ordering,” SFB/TRR seminar, Stuttgart University, Stuttgart (Germany), March 2011.

**S. KIMURA**, “Novel Kondo semiconductors CeM<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> (M = Fe, Ru, Os): Anisotropic Kondo effect and CDW-driven magnetic ordering,” Berichte aus der Physik, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), March 2011.

**S. KIMURA**, “Infrared and Terahertz Synchrotron Radiation,” SESAME-JSPS School, Amman (Jordan), November 2011.

松波雅治, 「光電子分光と光反射分光を組み合わせた強相関電子系の研究」 第24回日本放射光学会年会・合同シンポジウム, つくば, 2011年1月.

松波雅治, 木村真一, 「UVSORにおける低エネルギーアンジュレータビームラインの現状」 ISSP-Workshop 「東京大学アウトステーション(SPring-8 BL07LSU)での物性研究の新展開」 柏, 2011年3月.

木村真一,「強相関希土類化合物の量子臨界点近傍の電子状態の低エネルギー分光研究」物性研究所談話会, 柏, 2011年9月.

木村真一,「固体の機能性を生み出す電子構造の分光研究」名工大 - 自然科学研究機構合同講演会第三回講演会, 名古屋, 2011年10月.

木村真一,「大強度テラヘルツ光の利用」第18回FELとHigh Power Radiation研究会, 岡崎, 2011年12月.

#### 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, 第5回日本放射光学会若手奨励賞(2001).

松波雅治, 第15回日本放射光学会奨励賞(2011).

#### 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, 2009–2011).

日本放射光学会会計幹事(2009–2011).

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

7<sup>th</sup> International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Member of International Advisory Committee (Melbourne, Australia, November 2013).

The 11<sup>th</sup> International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, Member of Scientific Program Committee (Lyon, France, July 2012).

6<sup>th</sup> International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Member of International Advisory Committee (Trieste, Italy, September 2011).

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, 組織委員, プログラム委員, 実行委員(2011).

分子研研究会「大強度テラヘルツ光の発生と利用研究」代表者(岡崎, 2010).

第24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, 実行委員(2010).

2<sup>nd</sup> UVSOR Workshop on Low-Energy Photoemission of Solids Using Synchrotron Radiation (LEPES 09), Co-Chair, (Okazaki, Japan, October 2009).

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

5<sup>th</sup> International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Member of International Advisory Board (Banff, Canada, September 2009).

第23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 (2009).

平成21年度総研大国際シンポジウム「総研大学術ネットワークの構築」実行委員 (葉山, 2009).

3<sup>rd</sup> 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).

4<sup>th</sup> International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Co-chair, Member of 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, Member of 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

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験審査委員会委員 (2009–2010, 2011–2012).

東京大学放射光連携研究機構物質科学ビームライン課題審査委員会委員 (2009–2010, 2011–2012).

(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 (2003–2010).

(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

*Proceedings of 11<sup>th</sup> International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure, Special Issue of Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, Guest Editor, Elsevier (2010).

真空誌編集委員 (2007–).

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

#### B-8) 大学での講義, 客員

総合研究大学院大学物理科学研究科, 「物性科学概論」2011年7月.

総合研究大学院大学物理科学研究科, 「極端紫外光分光光学」2011年12月.

東京大学物性研究所, 嘱託研究員, 1995年4月–.

#### B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(B),「室温強磁性半導体を目指した酸化ユーロピウム基礎研究」木村真一(2010年-2012年).

科研費基盤研究(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).

科研費特定領域研究(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).

科研費若手研究(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).

科研費萌芽研究,「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).

科学技術振興事業団さきがけ研究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).

#### C) 研究活動の課題と展望

物質の電子構造を明確にすることは、物性の理解を深め、新しい機能性を創りだすのに重要である。そのため、電子構造を観測するための重要な手段の1つとして、放射光の高輝度性とエネルギー・偏光可変性を使った新しい分光法である3次元角度分解光電子分光(BL5U)軌道対称性・波数分離角度分解光電子分光(BL7U)低温高圧下赤外・テラヘルツ分光(BL6B)を開発して、機能性固体の電子構造研究を行ってきた。今後は、さらに詳細な電子構造を調べることを目的として、高エネルギー分解能スピン・角度分解逆光電子分光やテラヘルツポンプ・光電子プローブ分光の開発を進め、物質科学へ展開していきたい。