

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が現れる物質について，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プ EuO 単結晶薄膜および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

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

CDW 転移を示すカゴ状物質 $\text{CeT}_2\text{Al}_{10}$ ($T = \text{Fe, Ru, Os}$) および非フェルミ液体 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$ の電子状態

- 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。新しいアイデアで建設した 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， $h\nu = 6 \sim 40 \text{ eV}$ 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で，順調に研究及びユーザー利用が進行している。今後，BL1 にテラヘルツコヒーレント放射光およびコヒーレント高調波を積極的に利用するビームラインを設置し，コヒーレント放射光を使った新しい分光法の開発を進める。

B-1) 学術論文

A. HERZOG, M. MARUTZKY, J. SICHELSCHEMIDT, F. STEGLICH, S. KIMURA, S. JOHNSEN and B. B. IVERSEN, “Strong Electron Correlations in FeSb_2 : An Optical Investigation and Comparison with RuSb_2 ,” *Phys. Rev. B* **82**, 245205 (7 pages) (2010).

T. IIZUKA, S. KIMURA, A. HERZOG, J. SICHELSCHEMIDT, J. FERSTL, C. KRELLNER, C. GEIBEL and F. STEGLICH, “Temperature- and Magnetic-Field-Dependent Optical Properties of Heavy Quasiparticles in YbIr_2Si_2 ,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **79**, 123703 (4 pages) (2010).

T. HIRAHARA, Y. SAKAMOTO, T. FUJII, Y. TAKEICHI, H. MIYAZAKI, S. KIMURA, I. MATSUDA, A. KAKIZAKI and S. HASEGAWA, “Anomalous Transport in an n-Type Topological Insulator Ultrathin Bi_2Se_3 Film,” *Phys. Rev. B* **82**, 155309 (6 pages) (2010).

C. EVAÏN, C. SZWAJ, S. BIELAWSKI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, M. SHIMADA, S. KIMURA, M. KATOH, A. MOCHIIHASHI, T. TAKAHASHI and T. HARA, "Laser Induced Narrowband Coherent Synchrotron Radiation: Efficiency versus Frequency and Laser Power," *Phys. Rev. S. T. Accel. Beams* **13**, 090703 (15 pages) (2010).

H. MIYAZAKI, T. ITO, H. J. IM, K. TERASHIMA, S. YAGI, M. KATO, K. SODA and S. KIMURA, "La-Doped EuO: A Rare Earth Ferromagnetic Semiconductor with the Highest Curie Temperature," *Appl. Phys. Lett.* **96**, 232503 (3 pages) (2010).

M. KIMURA, H. FUJIWARA, A. SEKIYAMA, J. YAMAGUCHI, K. KISHIMOTO, H. SUGIYAMA, G. FUNABASHI, S. IMADA, S. IGUCHI, Y. TOKURA, A. HIGASHIYA, M. YABASHI, K. TAMASAKU, T. ISHIKAWA, T. ITO, S. KIMURA and S. SUGA, "Polaronic Behavior of Photoelectron Spectra of Fe₃O₄ Revealed by Both Hard X-Ray and Extremely Low Energy Photons," *J. Phys. Soc. Jpn.* **79**, 064710 (5 pages) (2010).

S. KIMURA, T. ITO, M. SAKAI, E. NAKAMURA, N. KONDO, K. HAYASHI, T. HORIGOME, M. HOSAKA, M. KATOH, T. GOTO, T. EJIMA and K. SODA, "SAMRAI: A Variably Polarized Angle-Resolved Photoemission Beamline in the VUV Region at UVSOR-II," *Rev. Sci. Instrum.* **81**, 053104 (7 pages) (2010).

Y. SAKAMOTO, T. HIRAHARA, H. MIYAZAKI, S. KIMURA and S. HASEGAWA, "Spectroscopic Evidence of a Topological Quantum Phase Transition in Ultrathin Bi₂Se₃ Films," *Phys. Rev. B* **81**, 165432 (4 pages) (2010).

T. HIRAHARA, Y. SAKAMOTO, Y. SAISYU, H. MIYAZAKI, S. KIMURA, T. OKUDA, I. MATSUDA, S. MURAKAMI and S. HASEGAWA, "A Topological Metal at the Surface of an Ultrathin Bi_{1-x}Sb_x Alloy Film," *Phys. Rev. B* **81**, 165422 (5 pages) (2010).

J. H. KIM, S. J. KIM, C. I. LEE, M. A. JUNG, H. J. OH, J.-S. RHYEE, Y. JO, H. MITANI, H. MIYAZAKI, S. KIMURA and Y. S. KWON, "Kondo-Like Behavior in Magnetic and Thermal Properties of Single-Crystal Tm₅Si₂Ge₂," *Phys. Rev. B* **81**, 104401 (8 pages) (2010).

S. R. PARK, W. S. JUNG, C. KIM, D. J. SONG, C. KIM, S. KIMURA, K. D. LEE and N. HUR, "Quasiparticle Scattering and the Protected Nature of the Topological States in a Parent Topological Insulator Bi₂Se₃," *Phys. Rev. B* **81**, 041405(R) (4 pages) (2010).

M. MULAZZI, A. CHAINANI, N. KATAYAMA, R. EGUCHI, M. MATSUNAMI, H. OHASHI, Y. SENBA, M. NOHARA, H. TAKAGI and S. SHIN, "Absence of Nesting in the Charge-Density-Wave System 1T-VS₂ as Seen by Photoelectron Spectroscopy," *Phys. Rev. B* **82**, 075130 (6 pages) (2010).

M. OKAWA, M. MATSUNAMI, K. ISHIZAKA, R. EGUCHI, M. TAGUCHI, A. CHAINANI, Y. TAKATA, M. YABASHI, K. TAMASAKU, Y. NISHINO, T. ISHIKAWA, K. KUGA, N. HORIE, S. NAKATSUJI and S. SHIN, "Strong Valence Fluctuation in the Quantum Critical Heavy Fermion Superconductor β-YbAlB₄: A Hard X-Ray Photoemission Study," *Phys. Rev. Lett.* **104**, 247201 (4 pages) (2010).

P. A. BHOBE, A. CHAINANI, M. TAGUCHI, T. TAKEUCHI, R. EGUCHI, M. MATSUNAMI, K. ISHIZAKA, Y. TAKATA, M. OURA, Y. SENBA, H. OHASHI, Y. NISHINO, M. YABASHI, K. TAMASAKU, T. ISHIKAWA, K. TAKENAKA, H. TAKAGI and S. SHIN, "Evidence for a Correlated Insulator to Antiferromagnetic Metal Transition in CrN," *Phys. Rev. Lett.* **104**, 236404 (4 pages) (2010).

M. TAGUCHI, A. CHAINANI, M. MATSUNAMI, R. EGUCHI, Y. TAKATA, M. YABASHI, K. TAMASAKU, Y. NISHINO, T. ISHIKAWA, S. TSUDA, S. WATANABE, C.-T. CHEN, Y. SENBA, H. OHASHI, K. FUJIWARA, Y. NAKAMURA, H. TAKAGI and S. SHIN, "Anomalous State Sandwiched between Fermi Liquid and Charge Ordered Mott-Insulating Phases of Ti₄O₇," *Phys. Rev. Lett.* **104**, 106401 (4 pages) (2010).

Y. TANAKA, S. P. COLLINS, S. W. LOVESEY, M. MATSUNAMI, T. MORIWAKI and S. SHIN, “Determination of Absolute Chirality of Tellurium: Resonant Diffraction with Circularly Polarized X-Rays,” *J. Phys.: Condens. Matter* **22**, 122201 (7 pages) (2010).

P. A. RAYJADA, A. CHAINANI, M. MATSUNAMI, M. TAGUCHI, S. TSUDA, T. YOKOYA, S. SHIN, H. SUGAWARA and H. SATO, “Kondo Scaling of the Pseudogap in $\text{CeOs}_4\text{Sb}_{12}$ and $\text{CeFe}_4\text{P}_{12}$,” *J. Phys.: Condens. Matter* **22**, 095502 (8 pages) (2010).

R. EGUCHI, H. YOSHIDA, Y. OKAMOTO, A. CHAINANI, M. MATSUNAMI, Y. ISHIDA, Y. SENBA, H. OHASHI, S. SHIN and Z. HIROI, “Resonant Photoemission Spectroscopy of Layered Triangular Lattices Ag_2MO_2 ($M = \text{Ni}$ and Mn); Evidences for M 3d States at Fermi Level,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **79**, 0230704 (4 pages) (2010).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

S. KIMURA, E. NAKAMURA, M. HOSAKA, T. TAKAHASHI and M. KATOH, “Design of Terahertz Pump – Photoemission Probe Spectroscopy Beamline at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **1234**, 63–65 (2010).

H. MIYAZAKI, T. ITO, H. J. IM, K. TERASHIMA, T. IIZUKA, S. YAGI, M. KATO, K. SODA and S. KIMURA, “Change of Lattice Constant due to Hybridization Effect of a Ferromagnetic Semiconductor EuO ,” *J. Phys.: Conf. Series* **200**, 012124 (4 pages) (2010).

S. KIMURA, T. MIZUNO and T. IIZUKA, “Synchrotron Terahertz Spectroscopy of Solids under Extreme Conditions,” *AIP Conf. Proc.* **1214**, 71–74 (2010).

M. ADACHI, M. KATOH, H. ZEN, Y. TAIRA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, S. KIMURA, T. TANIKAWA, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Present Status and Upgrade Plan on Coherent Light Source Developments at UVSOR-II,” *Proc. IPAC’10* 2573–2575 (2010).

N. YAMAMOTO, M. SHIMADA, M. ADACHI, H. ZEN, T. TANIKAWA, Y. TAIRA, S. KIMURA, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. TAKAHASHI and M. KATOH, “Study of the Coherent Terahertz Radiation by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Proc. IPAC’10* 2570–2572 (2010).

M. SHIMADA, M. KATOH, M. ADACHI, T. TANIKAWA, S. KIMURA, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Observation of Transverse-Longitudinal Coupling Effect at UVSOR-II,” *Proc. IPAC’10* 3650–3652 (2010).

H. OKAMURA, M. MATSUNAMI, R. KITAMURA, S. ISHIDA, A. OCHIAI and T. NANBA, “Infrared Studies of f Electron Systems under High Pressure Using Synchrotron Radiation,” *J. Phys.: Conf. Series* **215**, 012051 (6 pages) (2010).

H. OKAMURA, R. KITAMURA, M. MATSUNAMI, T. NANBA, H. SUGAWARA and H. SATO, “High Pressure Infrared Studies of Correlated Electron Materials at SPring-8,” *AIP Conf. Proc.* **1214**, 75 (3 pages) (2010).

B-3) 総説，著書

木村真一, 「テラヘルツシンクロトロン放射光 ; 光学系と利用研究」 *J. Vac. Soc. Jpn.* **53**, 399–405 (2010).

木村真一, 「放射光顕微赤外分光」 「高分子分析入門」 講談社サイエンティフィク, pp. 75–83 (2010).

宮崎秀俊, 木村真一, 「希土類酸化物薄膜の将来展望」 *機能材料* **30(1)**, 55–61 (2010).

M. MATSUNAMI, “Definitive Evidence for Fully Occupied 4f Electrons in YbS and Yb Metal,” *SPring-8 Research Frontiers 2009*, pp. 74–75 (2010).

B-4) 招待講演

S. KIMURA, “Infrared and Terahertz Synchrotron Radiation,” SESAME-JSPS-KEK-Sabancı School, Antalya (Turkey), March 2010.

S. KIMURA, “Optical study on pressure-induced valence transition of CeIn_3 ,” Festkörperphysikalisches Kolloquium, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), July 2010.

S. KIMURA, “Infrared, terahertz and photoemission spectroscopy of correlated materials at UVSOR-II,” The 2010 Users Meeting of National Synchrotron Radiation Laboratory, Lanzhou (China), August 2010.

I. KATAYAMA, H. SHIMOSATO, M. BITO, K. FURUSAWA, M. ADACHI, M. SHIMADA, H. ZEN, S. KIMURA, N. YAMAMOTO, M. HOSAKA, M. KATOH and M. ASHIDA, “Coherent Synchrotron Terahertz Radiation Using Electron Bunch Slicing,” 35th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves, Rome (Italy), September 2010.

木村真一, 「 $\text{CeOs}_2\text{Al}_{10}$ の光学伝導度とギャップの異方性」新学術領域研究「重い電子系の形成と秩序化」ワークショップ——希薄 f 電子格子系の新しい秩序——, 高知, 2010年8月.

松波雅治, 「近藤効果を示す $\text{PrTi}_2\text{Al}_{20}$ の光電子分光」新学術領域研究「重い電子の形成と秩序化」ワークショップ——希薄 f 電子格子系の新しい秩序——, 高知, 2010年8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, 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, 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

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).

- 2nd UVSOR Workshop on Low-Energy Photoemission of Solids Using Synchrotron Radiation (LEPES 09), Co-Chair, (Okazaki, Japan, October 2009).
- 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, 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).
- 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, 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-).
- 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-).
- (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-).
- (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 11th 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 4th 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

立命館大学 SR センター，特別研究員，2009年 4月–2010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–.

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の基礎研究」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).

(財)NPO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)NPO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2 1,「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).

科研費若手研究(スタートアップ)「強磁性基板によって誘起された常磁性体のスピン偏極電子状態」宮崎秀俊 (2009年–2010年).

C) 研究活動の課題と展望

2010年4月より，新たに松波雅治助教および森龍也博士研究員を迎え，研究体制を一新した。また，名古屋大学の伊藤孝寛准教授のグループとも大学院生の受け入れや共同のセミナーを行うなど，共同研究も順調に進行し，成果も上がっている。建設・調整を進め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)は順調にユーザー利用が行われ，成果が出始めている。このビームラインに加えて，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)の研究の場が整備された。また，機能性薄膜試料を育成し，そのままの状態でも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，順調に成果が出ている。今後，これらの放射光技術および薄膜資料作成技術を生かした研究を推進すると共に，テラヘルツおよび真空紫外のコヒーレント放射光を使った全く新しい方法論および新規電子分光法を開発し，物質科学に貢献していく方針である。