

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 EuO 単結晶薄膜の育成と電子状態の評価

高圧下テラヘルツ分光による SmS の excitonic instability

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

スピン揺らぎが強い系 (ZrZn₂, SrFe₄Sb₁₂, YnIr₂Si₂) 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。昨年度から今年度にかけて開発してきた 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、 $h\nu = 7 \sim 40$ eV の狭い範囲ではあるが、実用分解能では世界トップレベルの性能が得られ、2007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、次年度予定されている 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

S. KIMURA, N. KIMURA and H. AOKI, "Low-Energy Electrodynamics of Heavy Quasiparticles in ZrZn₂," *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 084710 (5 pages) (2007).

S. KIMURA, H. J. IM, T. MIZUNO, S. NARAZU, E. MATSUOKA and T. TAKABATAKE, "Infrared Study on the Electronic Structure of the Alkaline-Earth-Filled Skutterudites AM_4Sb_{12} ($A = Sr, Ba$; $M = Fe, Ru, Os$)," *Phys. Rev. B* **75**, 245106 (6 pages) (2007).

- T. NISHI, S. KIMURA, T. TAKAHASHI, H. J. IM, Y. S. KWON, T. ITO, K. MIYAGAWA, H. TANIGUCHI, A. KAWAMOTO and K. KANODA**, “Magnetic-Field-Induced Superconductor–Insulator–Metal Transition in an Organic Conductor: An Infrared Magneto-Optical Imaging Spectroscopic Study,” *Phys. Rev. B* **75**, 014525 (5 pages) (2007).
- Y. SAKURAI, S. KIMURA and K. SEKI**, “Infrared Reflection-Absorption Spectroscopy of Alq₃ Thin Film on Silver Surface Using Synchrotron Radiation,” *Appl. Phys. Lett.* **91**, 061922 (3 pages) (2007).
- K. MATSUBAYASHI, K. IMURA, H. S. SUZUKI, T. MIZUNO, S. KIMURA, T. NISHIOKA, K. KODAMA and N. K. SATO**, “Effect of Single Crystal Composition on Electrical, Optical, Magnetic and Thermodynamic Properties of SmS,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 064601 (6 pages) (2007).
- M. SHIMADA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIHASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. HARA and T. TAKAHASHI**, “Intense Terahertz Synchrotron Radiation by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **46**, 7939–7944 (2007).
- J. ONOE, T. ITO, S. KIMURA, K. OHNO, Y. NOGUCHI and S. UEDA**, “The Valence Electronic Structure of a Peanut-Shaped C₆₀ Polymer: In Situ High-Resolution Photoelectron Spectroscopic and Density-Functional Studies,” *Phys. Rev. B* **75**, 233410 (4 pages) (2007).
- J. ONOE, T. ITO, S. KIMURA and K. OHNO**, “In Situ High-Resolution Valence Photoelectron Spectra of a Peanut-Shaped C₆₀ Polymer,” *Eur. Phys. J. D* **43**, 141–142 (2007).
- T. TAKEUCHI, D. FUKAMAKI, H. MIYAZAKI, K. SODA, M. HASEGAWA, H. SATO, U. MIZUTANI, T. ITO and S. KIMURA**, “Electronic Structure and Stability of the Pd-Ni-P Bulk Metallic Glass,” *Mater. Trans.* **48**, 1292–1298 (2007).
- I. OUCHI, I. NAKAI, M. ONO and S. KIMURA**, “Features of Fluorescence Spectra of Polyethylene 2,6-Naphthalate Films,” *J. Appl. Polym. Sci.* **105**, 114–121 (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- J. ONOE, Y. OCHIAI, T. ITO, S. KIMURA, S. UEDA, Y. NOGUCHI and K. OHNO**, “Electronic and Electron-Transport Properties of Peanut-Shaped C₆₀ Polymers,” *J. Phys.: Conf. Series* **61**, 899–903 (2007).
- S. KIMURA and T. MIZUNO**, “Application of Terahertz Synchrotron Radiation at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **902**, 67–70 (2007).
- H. J. IM, T. ITO, H. D. KIM, S. KIMURA, J. B. HONG and Y. S. KWON**, “Electronic Structure of CeNiGe_{2-x}Si_x Studied by Resonant Photoemission,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 411–413 (2007).
- Y. S. KWON, K. E. LEE, M. A. JUNG, E. Y. SONG, H. J. OH, H. J. IM and S. KIMURA**, “Hybridization Gap Collapse at a Quantum Critical Point of CeNi_{1-x}Co_xGe₂,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 310–312 (2007).
- T. ITO, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON**, “Three-Dimensional Fermi Surface of CeTe₂ Studied by Angle-Resolved Photoemission,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 431–433 (2007).
- S. KIMURA, T. NISHI, T. TAKAHASHI, T. MIZUNO, K. MIYAGAWA, H. TANIGUCHI, A. KAWAMOTO and K. KANODA**, “Pressure Dependence of Phase Separation in Deuterated κ-(ET)₂Cu[N(CN)₂]Br at the Mott Boundary,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 1102–1104 (2007).
- T. ITO, S. KIMURA, H. J. IM, E. NAKAMURA, M. SAKAI, T. HORIGOME, K. SODA and T. TAKEUCHI**, “BL5U at UVSOR-II for Three-Dimensional Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 587–590 (2007).

M. KATOH, E. SHIGEMASA, S. KIMURA and N. KOSUGI, “Present Status of UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 192–195 (2007).

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Coherent Terahertz Radiation at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 71–74 (2007).

S. KIMURA, T. ITO, E. NAKAMURA, M. HOSAKA and M. KATOH, “Design of a High-Resolution and High-Flux Beamline for VUV Angle-Resolved Photoemission at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 527–530 (2007).

S. KIMURA, Y. SAKURAI, E. NAKAMURA and T. MIZUNO, “Terahertz Microspectroscopy and Infrared Reflection-Absorption Spectroscopy Apparatuses at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 595–598 (2007).

B-4) 招待講演

S. KIMURA, “Infrared Magneto-Optical Imaging on Correlated Materials,” 4th International Workshop on Infrared Spectroscopy and Microscopy with Accelerator Based Sources, Awaji Island (Japan), September 2007.

S. KIMURA, “Closing Remark,” UVSOR Workshop on Terahertz Coherent Synchrotron Radiation, Okazaki (Japan), September 2007.

S. KIMURA, “Electrodynamics on spin fluctuation materials,” Berichte aus der Physik, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), July 2007.

S. KIMURA, “Application of terahertz synchrotron radiation at UVSOR-II,” 2nd International Symposium on Portable Synchrotron Light Sources and Advanced Applications, Kusatsu (Japan), January 2007.

T. ITO, “Angle-resolved photoemission study on strongly correlated f electron systems,” Festkörperphysikalisches Kolloquium, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), July 2007.

木村真一, 「テラヘルツ放射光の現状と大強度CSRの利用」 ERL 研究会「コンパクトERLが拓く世界」物構研, 2007年7月.

木村真一, 「空間分解能とエネルギー分解能を上げたARPESでの展望」物性研究所短期研究会「高輝度軟X線放射光が拓く物質科学の新たな地平」東大物性研, 2007年7月.

木村真一, 「放射光赤外利用研究の現状と今後の方向」立命館大学SRセンター成果報告会, 草津市, 2007年6月.

木村真一, 「分子性導体の赤外磁気光学イメージング」 「分子性導体の機能・構造相関の研究と放射光利用」研究会, 兵庫県佐用郡, 2007年6月.

木村真一, 「テラヘルツ放射光利用の現状と大強度CSR テラヘルツ光への期待」放射光セミナー, 物構研, 2007年4月.

B-6) 受賞、表彰

木村真一, 日本放射光学会・第5回若手奨励賞 (2001).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

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, 2007–2009).

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).

UVSOR 利用者懇談会世話人 (2000-2001).

学会の組織委員等

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

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).

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、学術振興会等の役員等

(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 (2003-2007).

(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 (2003-2007).

学会誌編集委員

真空誌編集委員 (2007-2009).

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, 「極端紫外光分光光学」, 2007年10月6日-20日.

立命館大学 COE 推進機構特別招聘准教授, 2007年4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)外部獲得資金

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)「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)実吉奨学会・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),「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).

C) 研究活動の課題と展望

分子研着任の際に提案してい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)が完成し,これまでに立ち上げてき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)と合わせて,本格的に研究の場が整備されたところである。これらの装置を用いることで,これまで以上に高いレベルの研究が遂行できるものと期待される。今後,これらのビームラインと第一原理電子状態計算を併せて行うことで,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)の研究を行っていく。

一方で,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も確立しつつある。この方法を用いて,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。