

## 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  $\text{CeIn}_3$  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  $\text{CeT}_2\text{Al}_{10}$  ( $T = \text{Fe, Ru, Os}$ ) の電子状態変化

強相関系  $\text{YbIr}_2\text{Si}_2$ ,  $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  の磁場下電荷ダイナミクス

- 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

H. MIYAZAKI, T. ITO, H. J. IM, S. YAGI, M. KATO, K. SODA and S. KIMURA, "Direct Observation of Momentum-Dependent Exchange Interaction in a Heisenberg Ferromagnet," *Phys. Rev. Lett.* **102**, 227203 (4 pages) (2009).

M. SHIMADA, M. KATOH, M. ADACHI, S. KIMURA, T. TANIKAWA, M. HOSAKA, N. YAMAMOTO, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, "Transverse-Longitudinal Coupling Effect in Laser Bunch Slicing," *Phys. Rev. Lett.* **103**, 144802 (4 pages) (2009).

S. KIMURA, "Origin of Infrared Peaks in the Optical Conductivity of Ytterbium Compounds," *Phys. Rev. B* **80**, 073103 (4 pages) (2009).

H. J. IM, T. ITO, S. KIMURA, H. -D. KIM, J. B. HONG and Y. S. KWON, "Crystalline Electric Field Effects in Ce 3d Core-Level Spectra of Heavy-Fermion Systems: Hard X-Ray Photoemission Spectroscopy on  $\text{CeNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}_2$ ," *Phys. Rev. B* **79**, 193105 (4 pages) (2009).

**H. MIYAZAKI, T. ITO, H. J. IM, K. TERASHIMA, S. YAGI, M. KATO, K. SODA and S. KIMURA**, “Single Crystalline Growth and Magnetic, Optical and Photoelectrical Properties of EuO Thin Films,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **48**, 055504 (4 pages) (2009).

**A. A. POPOV, V. M. SENYAVIN, V. I. KOREPANOV, I. V. GOLDT, A. M. LEBEDEV, V. G. STANKEVICH, K. A. MENSNIKOV, N. YU. SVECHNIKOV, O. V. BOLTALINA, I. E. KAREEV, S. KIMURA, O. SIDOROVA, K. KANNO and I. AKIMOTO**, “Vibrational, Electronic, and Vibronic Excitations of Polar C<sub>60</sub>F<sub>18</sub> Molecules: Experimental and Theoretical Study,” *Phys. Rev. B* **79**, 045413 (11 pages) (2009).

**S. KIMURA, T. IIZUKA and Y. S. KWON**, “Origin of Middle-Infrared Peaks in Cerium Compounds,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **78**, 013710 (4 pages) (2009).

#### B-3) 総説, 著書

**S. KIMURA**, “Infrared Magneto-Optical Imaging on Phase Separation of Solids,” *SPRING-8 Research Frontiers 2008*, pp. 94–95 (2009).

雨宮健太, 木村真一, 「光のエネルギーを切り出す(真空紫外・軟X線編)」, 「放射光ビームライン光学技術入門～はじめて放射光を使う利用者のために」日本放射光学会編, pp. 151–175 (2008).

木村真一, 「赤外・テラヘルツ高精度反射スペクトルの温度依存性測定の自動化」*JASCO Report* **50**, pp. 6–10 (2008).

木村真一, 「特殊環境下の顕微赤外分光」, 「顕微赤外, 顕微ラマン分光法の基礎と応用」技術情報協会, pp. 381–394 (2008).

#### B-4) 招待講演

**S. KIMURA**, “IR and THz Sciences at UVSOR-II,” 4th Asia-Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research, Shanghai (China), November 2009.

**S. KIMURA**, “IR and THz Spectroscopies of Solids at Extreme Conditions,” 5th International Workshop on Infrared Spectroscopy and Microscopy with Accelerator Based Sources, Banff (Canada), September 2009.

**S. KIMURA**, “Infrared and Terahertz Synchrotron Radiation in Japan,” ANKA Seminar, Synchrotron Light Source ANKA, Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe (Germany), July 2009.

**S. KIMURA**, “Origin of Middle-Infrared Peaks of Optical Conductivity in Ce and Yb Compounds,” Festkörperphysikalisches Kolloquium, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), July 2009.

**H. J. IM, H. MIYAZAKI, T. ITO, S. KIMURA, K. E. LEE, Y. S. KWON, A. YASUI and H. YAMAGAMI**, “Systematic angle-resolved photoemission study of Ce-based heavy-fermion systems,” 11-th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure (ICES-11), Nara (Japan), October 2009.

**H. J. IM, H. MIYAZAKI, T. ITO, S. KIMURA, K. E. LEE, Y. S. KWON, A. YASUI and H. YAMAGAMI**, “Systematic angle-resolved photoemission study of Ce-based heavy-fermion systems,” 2nd UVSOR Workshop on Low-Energy Photoemission of Solids using Synchrotron Radiation (LEPES 09), Okazaki (Japan), October 2009.

木村真一, 「光学伝導度と共鳴光電子分光による重い電子系の量子臨界点での電子状態」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～先端光電子分光による重い電子系研究～, 岡山, 2009年12月.

木村真一, 「UVSOR 低エネルギービームラインの現状」ISSPワークショップ「真空紫外アンジュレタビームラインの高度化と物性科学」, 柏, 2009年12月.

木村真一,「趣旨説明」第22回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム企画講演「光電子分光によるフェルミオロジ：熱力学物性は光電子分光でどの程度理解できるか?」東京, 2009年1月.

宮崎秀俊,「酸化ユーロピウム単結晶薄膜の角度分解光電子分光」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～先端光電子分光による重い電子系研究～,岡山, 2009年12月.

伊藤孝寛,「光電子分光による重い電子系の量子臨界点近傍における電子状態の系統的研究」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～先端光電子分光による重い電子系研究～,岡山, 2009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,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

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-).

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 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 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

総合研究大学院大学物理科学研究科, 集中講義「極端紫外分光光学」2009年12月2日.

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

日本学術振興会科研費基盤研究(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).

文部科学省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).

文部科学省科研費若手研究(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<sub>x</sub> (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).

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)疾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).

日本学術振興会科研費科研費若手研究(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

2006年から建設・調整を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)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,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を築いていく方針である。