

木村真一（助教授）(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) 多重極限下赤外・テラヘルツ分光と角度分解光電子分光による強相関電子系固体および薄膜の電子状態の研究
- b) 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) 多重極限下赤外・テラヘルツ分光と角度分解光電子分光による強相関電子系固体および薄膜の電子状態の研究：
赤外・テラヘルツ分光と角度分解光電子分光は、どちらも物質の伝導を担っているフェルミ準位近傍の電子状態の研究に適しており、それらを組み合わせることで、光電子分光による電子占有状態ばかりでなく非占有状態の情報も得ることができる。我々は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、強相関電子系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。

高圧下テラヘルツ分光による SmS の圧力による絶縁体・金属転移の電荷不安定性

量子臨界点近傍の物質 YbRh₂Si₂, YbIr₂Si₂, CeCu₂Si₂ の赤外・テラヘルツ反射分光による電荷ダイナミクス

重い電子系 CeIn_{3-x}Sn_x の電子状態の cf 混成効果

強相関層状物質 CeTe₂ の CDW の三次元効果

強磁性半導体 EuO 単結晶薄膜の磁気転移に伴う電子状態変化の直接観測

- b) 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 における高分解能三次元角度分解光電子分光とテラヘルツ顕微分光法, Spring-8 における多重極限環境下赤外分光法は順調に結果を出している。今年度は、UVSOR-II BL7U に直入射領域 ($h\nu = 7\sim 40$ eV) の高分解能・高フラックス分光器を使った角度分解光電子分光ビームラインを建設・評価を行った。このビームラインは、UVSOR-II の高輝度性を使って入射スリットをなくしたため、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設計し、実際にエネルギー分解能 ($E/\Delta E$) が 10^4 以上でかつ光子密度が 10^{11} 個/秒以上を達成した。今後は、三次元角度分解光電子分光装置の設置および光源のアンジュレータで偏光を変えることなどの課題が残っており、これらを順次解決していく予定である。

B-1) 学術論文

J. SICHELSCHMIDT, V. VOEVODIN, H. J. IM, S. KIMURA, H. ROSNER, A. LEITHE-JASPER, W. SCHNELLE, U. BURKHARDT, J. A. MYDOSH, YU. GRIN and F. STEGLICH, "Optical Pseudogap from Iron States in Filled Skutterudites AFe₄Sb₁₂ (A = Yb and Ca, Ba)," *Phys. Rev. Lett.* **96**, 037406 (2006).

S. KIMURA, J. SICHELSCHMIDT, J. FERSTL, C. KRELLNER, C. GEIBEL and F. STEGLICH, "Optical Observation of Non-Fermi-Liquid Behavior in the Heavy Fermion State of YbRh₂Si₂," *Phys. Rev. B* **74**, 132408 (4 pages) (2006).

S. KIMURA, T. MIZUNO, H. J. IM, K. HAYASHI, E. MATSUOKA and T. TAKABATAKE, "Iron-Based Heavy Quasiparticles in SrFe₄Sb₁₂: An Infrared Spectroscopic Study," *Phys. Rev. B* **73**, 214416 (5 pages) (2006).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

S. KIMURA, E. NAKAMURA, T. NISHI, Y. SAKURAI, K. HAYASHI, J. YAMAZAKI and M. KATOH, "Infrared and Terahertz Spectromicroscopy Beam Line BL6B(IR) at UVSOR-II," *Infrared Phys. Tech.* **49**, 147–151 (2006).

Y. SAKURAI, T. NISHI, S. KIMURA, Y. S. KWON, M. A. AVILA and T. TAKABATAKE, "Optical Study on Clathrates $\text{Sr}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ and $\beta\text{-Eu}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$," *Physica B* **383**, 122–123 (2006).

S. KIMURA, H. J. IM, Y. SAKURAI, T. MIZUNO, K. TAKEGAHARA, H. HARIMA, K. HAYASHI, E. MATSUOKA and T. TAKABATAKE, "Infrared Study on Electronic Structure of $\text{SrT}_4\text{Sb}_{12}$ ($T = \text{Fe, Ru}$)," *Physica B* **383**, 137–139 (2006).

T. ITO, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON, "Angle-Resolved Photoemission Study on CeTe_2 ," *Physica B* **378-380**, 767–768 (2006).

H. J. IM, T. ITO, S. KIMURA, J. B. HONG and Y. S. KWON, "High-Resolution Photoemission Spectroscopy of CeNiGe_2 and CeCoGe_2 ," *Physica B* **378-380**, 825–826 (2006).

Y. S. KWON, J. B. HONG, H. J. IM, T. NISHI and S. KIMURA, "Infrared Absorption in Heavy Fermion System $\text{CeNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}_2$," *Physica B* **378-380**, 823–824 (2006).

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, T. HARA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, "Observation of Intense Terahertz Synchrotron Radiation Produced by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II," *Proc. EPAC06*, 3377–3379 (2006).

A. MOCHIHASHI, M. HOSAKA, M. KATOH, M. SHIMADA, S. KIMURA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, "Observation of THz Synchrotron Radiation Burst in UVSOR-II Electron Storage Ring," *Proc. EPAC06*, 3380–3382 (2006).

B-3) 総説、著書

S. KIMURA, "Infrared spectroscopy under multi-extreme conditions: Direct observation of pseudo gap formation and collapse in CeSb ," *Spring-8 Research Frontiers 2005*, pp. 96–97 (2006).

雨宮健太、木村真一、「BL 光学技術シリーズ 第6回 光のエネルギーを切り出す(真空紫外・軟X線編)」*放射光* **19**, 186–193 (2006).

木村真一、櫻井陽子、「赤外放射光の利用研究と表面科学への展開」*表面科学* **27**, 285–290 (2006).

B-4) 招待講演

S. KIMURA, "Application of infrared microspectroscopy and imaging using SR," 日本物理学会 2006年秋季大会シンポジウム, 千葉, 2006年9月.

木村真一、「SmS および CeX ($X = \text{Sb, Bi}$) の光学的性質」価数揺動系 SmS の圧力有機相転移に関するミニワークショップ, 名古屋, 2006年6月.

木村真一、「多重極限環境での赤外分光」SPRING-8利用者懇談会「固体分光研究会」主催研究会「SPRING-8 BL43IR の現状と今後の利用研究」兵庫県佐用郡, 2006年12月.

木村真一、「UVSOR 赤外 BL の現状と将来展望」SPRING-8利用者懇談会「固体分光研究会」主催研究会「SPRING-8 BL43IR の現状と今後の利用研究」兵庫県佐用郡, 2006年12月.

T. ITO, "Present status and activities at UVSOR-II BL5U," PAL seminar, Pohang (Korea), March 2006.

伊藤孝寛、「SmS の光電子分光」価数揺動系 SmS の圧力有機相転移に関するミニワークショップ, 名古屋, 2006年6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 (2006-2007).

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).

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

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).

B-8) 他大学での講義、客員

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-.(伊藤助手)

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

B-9) 学位授与

西 龍彦,「多重極限下赤外反射分光法の開発と擬二次元有機超伝導体の電子状態」2006年3月,博士(理学)

IM, Hojun, “Electronic Structure of Heavy Fermion Ce compounds Studied by Photoemission Spectroscopy,” 2006年9月,博士(理学)

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).

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

これまでにUVSOR-IIで立ち上げてきた高分解能三次元角度分解光電子分光ビームライン(BL5U)と赤外・テラヘルツ分光ビームライン(BL6B)は、順調に稼働しており、世界的なレベルでの研究が遂行できている。BL5Uでのアクティビティの一部は、今年度新たに建設した真空紫外角度分解光電子分光ビームライン(BL7U)に発展的に移行する。BL7Uでは、UVSOR-IIの特長を生かして真空紫外領域に特化し、高分解能・高フラックスの分光器を用いた三次元角度分解光電子分光を展開していく計画である。建設・調整は順調に進んでおり、今年度内には最初の結果が得られるものと期待している。今後、このビームラインを用いて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。BL6Bでは、高い強度・輝度を生かして、これまでに世界的にもほとんど行われていないテラヘルツ顕微分光が可能になった。また、高圧下でのテラヘルツ分光も可能になり、今後の展開が楽しみである。一方で、1K以下の極低温下のテラヘルツ分光も可能になり、量子臨界点近傍での電荷ダイナミクスの研究もターゲットに入ってきた。これまで行ってきた磁場下の分光も含めて、低温・高圧・高磁場の多重極限環境下による電子状態の変化を物性の出現に絡めて理解していく。これらの2つの実験手法を解釈するために、第一原理電子状態計算も行っており、実験条件に即した理論計算も可能になっている。これらの結果をコンシステントに説明することで、物性の起源の電子状態の本質を理解できるものと考えている。