

## 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。本年度は、部分的に重水素化した $\kappa$ -(ET)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]Brの磁場下での超伝導・絶縁体・金属転移の電子状態変化、完全に重水素化した同物質の圧力によるモット転移による電子状態変化、SrFe<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub>のスピンの揺らぎとのカップリングによる重い準粒子生成、強相関半導体SmSの圧力による絶縁体・金属転移のバンド構造変化を上記手法で観測し、物性の起源に関する情報を得た。
- b) 放射光を使った新しい分光法の開発: UVSOR-IIでは、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では多重極限環境下赤外分光法の開発がほぼ終了した。今年度は、次年度に設置される直入射領域 ( $h\nu = 7\sim 40$  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(新BL7U)を設計した。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した。また、光源に縦・横の直線偏光が作り出せるアンジュレータを採用することで、波動関数の対称性も分離可能である。この分光器に最新鋭の光電子分析器を取り付けることで、全励起エネルギーでエネルギー分解能 1 meV 以下での角度分解光電子分光が可能になるように設計した。このビームラインは2006年夏に設置される予定である。

B-1) 学術論文

- H. J. IM, T. ITO, J. B. HONG, S. KIMURA and Y. S. KWON**, "Continuity of Ce 4f Electronic Structure across the Quantum Critical Point: A Resonant Photoemission Study on CeNi<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>Ge<sub>2</sub>," *Phys. Rev. B* **72**, 220405(R) (4 pages) (2005).
- T. NISHI, S. KIMURA, T. TAKAHASHI, Y. MORI, Y. S. KWON, H. J. IM and H. KITAZAWA**, "Infrared Spectroscopy under Multi-Extreme Conditions: Direct Observation of Pseudo Gap Formation and Collapse in CeSb," *Phys. Rev. B* **71**, 220401(R) (4 pages) (2005).
- T. NISHI, S. KIMURA, T. TAKAHASHI, T. ITO, H. J. IM, Y. S. KWON, K. MIYAGAWA, H. TANIGUCHI, A. KAWAMOTO and K. KANODA**, "The Origin of the Phase Separation in Partially Deuterated  $\kappa$ -(ET)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]Br Studied by Infrared Magneto-Microspectroscopy," *Solid State Commun.* **134**, 189–193 (2005).
- I. ZEREC, W. CARRILLO-CABRERA, V. VOEVODIN, J. SICHELSCHEMIDT, F. STEGLICH, Y. GRIN, A. YARESKO and S. KIMURA**, "Influence of Cage Distortions on the Electronic Structure and Optical Properties of Ba<sub>6</sub>Ge<sub>25</sub>," *Phys. Rev. B* **72**, 045122 (7 pages) (2005).

- B. K. LEE, J. B. HONG, J. W. KIM, K. -H. JANG, E. D. MUN, D. Y. KIM, M. H. JUNG, S. KIMURA, T. PARK, J. -G. PARK and Y. S. KWON**, “Kondo Ground States and Non-Fermi-Liquid Behavior in  $\text{CeNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}_2$ ,” *Phys. Rev. B* **71**, 214433 (9 pages) (2005).
- Y. TAKASHIMA, M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, S. KIMURA and T. TAKAHASHI**, “Observation of Intense Bursts of Terahertz Synchrotron Radiation at UVSOR-II,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **44**, L1131–L1133 (2005).
- J. SICHELSHMIDT, V. VOEVODIN, V. PACHECO, YU. GRIN, F. STEGLICH, T. NISHI and S. KIMURA**, “Optical Investigations of the Clathrate  $\alpha\text{-Eu}_8\text{Ga}_{16}\text{Ge}_{30}$ ,” *Eur. Phys. J. B* **46**, 363–366 (2005).
- H. OKAMURA, T. MICHIZAWA, T. NANBA, S. KIMURA, F. IGA and T. TAKABATAKE**, “Indirect and Direct Energy Gaps in Kondo Semiconductor  $\text{YbB}_{12}$ ,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **74**, 1954–1957 (2005).
- H. OKAMURA, T. KORETSUNE, S. KIMURA, T. NANBA, H. IMAI, Y. SHIMAKAWA and Y. KUBO**, “Carrier-Induced Infrared Magnetic Circular Dichroism in the Magnetoresistive Pyrochlore  $\text{Ti}_2\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **74**, 970–974 (2005).
- T. ITO, A. CHAINANI, T. HARUNA, K. KANAI, T. YOKOYA, S. SHIN and R. KATO**, “Temperature Dependent Luttinger Surfaces,” *Phys. Rev. Lett.* **95**, 246402 (4 pages) (2005).
- Y. HOSOI, N. KOCH, Y. SAKURAI, H. ISHII, T. U. KAMPEN, G. SALVAN, D. R. T. ZAHN, G. LEISING, Y. OUCHI and K. SEKI**, “Structural Study of Thin Films of Neutral and Potassium-doped Oligophenylenes on  $\text{Cu}(100)$ ,” *Surf. Sci.* **589**, 19–31 (2005).

#### B-2) 国際会議のプロシーディングス

- S. KIMURA, T. NISHI, Y. MORI, Y. SUMIDA, T. TAKAHASHI, Y. S. KWON, H. J. IM and H. KITAZAWA**, “Infrared study on  $\text{CeSb}$  under high pressures,” *Physica B* **359-361**, 190–192 (2005).
- K. SODA, K. SHIMBA, S. YAGI, M. KATO, T. TAKEUCHI, U. MIZUTANI, T. ZHANG, M. HASEGAWA, A. INOUE, T. ITO and S. KIMURA**, “Electronic structure of bulk metallic glass  $\text{Zr}_{55}\text{Al}_{10}\text{Cu}_{30}\text{Ni}_5$ ,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **144-147**, 585–587 (2005).
- Y. SAKURAI, T. YOKOYAMA, Y. HOSOI, H. ISHII, Y. OUCHI, G. SALVAN, A. KOBITSKI, T. U. KAMPEN, D. R. T. ZAHN and K. SEKI**, “Study of the interaction of tris-(8-hydroxyquinoline) aluminum ( $\text{Alq}_3$ ) with potassium using vibrational spectroscopy: Examination of the possible isomerization upon K-doping,” *Synth. Met.* **154**, 161–164 (2005).

#### B-3) 総説、著書

- 木村真一、池本夕佳, 「放射光赤外顕微分光とイメージング」, *放射光* **18**, 290–297 (2005).

#### B-4) 招待講演

- S. KIMURA**, “Infrared spectroscopy under multi-extreme conditions: Direct observation of pseudo gap formation and collapse in  $\text{CeSb}$ ,” International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Rathen (Germany), June 2005.
- S. KIMURA**, “Optical and photoelectrical studies on electronic structure of  $\text{CeNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}_2$ ,” Festkörperphysikalisches Kolloquium, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), June 2005.

S. KIMURA, "Infrared Spectroscopy on Electronic Structure of Deuterated  $\kappa$ -(ET)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]Br under Pressures," International Symposium on Molecular Conductors, Hayama (Japan), July 2005.

S. KIMURA, "Terahertz synchrotron radiation: present and future," International Workshop on Terahertz Technology, Osaka (Japan), November 2005.

木村真一, 「CSRの利用研究」, 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, 佐賀, 2005年1月.

木村真一, 「放射光リングからのテラヘルツ光の利用」, 理研・分子研合同シンポジウム エクストリームフォトンクス研究, 和光, 2005年4月.

木村真一, 「赤外放射光の利用研究と表面科学への展開」, 第25回表面科学講演大会, 大宮, 2005年11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

日本放射光学会行事幹事 (2005-2006).

日本放射光学会渉外幹事 (2003-2004).

##### 学会の組織委員等

International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources 2007, Chair, International Advisory Board (Awaji Island, Japan, September 2007).

International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources 2005, International Advisory Board (Rathen, Germany, June 2005).

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)

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

大阪大学大学院基礎工学研究科, 集中講義「物性物理工学特別講義」, 2005年6月8-10日.

名古屋大学大学院工学研究科, 集中講義「量子工学特論I」, 2005年10月6-7日.

神戸大学理学部物理学科,「電磁力学」,2005年5月9-10,16-17日.

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-10)外部獲得資金

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)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,「 $\text{CeSbNi}_x$  ( $x > 0.08$ )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)島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

2002年着任以降、UVSOR-IIで立ち上げてきた2つのビームラインである高分解能三次元角度分解光電子分光装置(BL5U)と赤外・テラヘルツ分光装置(BL6B)は、現在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。今後は、UVSOR-IIの特長を生かした真空紫外領域に特化した高分解能・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(BL7U)を展開していく予定である。そのための分光器は2006年夏に建設が行われる。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見て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。この装置を使って、温度依存性のみならず、高圧・高磁場下や1 K以下の極低温下の電子状態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。以上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。