

木村真一（助教授）

A-1) 専門領域：固体物性、放射光科学

A-2) 研究課題：

- a) 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) 多重極限環境下赤外・テラヘルツ分光法の開発と強相関伝導系の電子状態の研究
- c) 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) 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、Ce 4f電子の二面性である局在と遍歴性が同一の結晶構造で格子定数の変化が小さい系である $\text{CeNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}_2$ ($x = 0\sim 1$) の4d-4fおよび3d-4f共鳴光電子分光と赤外分光、および $x = 0$ と1でのバンド計算を行い、Ce4fの二面性がNiとCoの3dバンドのエネルギー位置に深くかかわっていることを明らかにした。また、局在と遍歴性の中に低温まで磁気揺らぎが残る量子相転移点があるが、そこではNi、Coの3dバンドと4fとの混成に異常が生ないことも明確にした。
- b) 多重極限環境下赤外・テラヘルツ分光法の開発と強相関伝導系の電子状態の研究：低温・高圧・高磁場の多重極限環境下では、通常的环境下からは推測もできない新しい物性が出現する。その起源である電子状態を調べるために、多重極限環境下での赤外・テラヘルツ分光法の開発を行っている。これまでに、SPring-8の赤外物性ビームラインBL43IRに設置した赤外磁気光学イメージング装置に高圧セルを取り付けた分光を開発してきたが、そこでの最初のデータとして、CeSbの擬ギャップの出現と磁場や温度による崩壊を観測した。今後は、UVSORの赤外・テラヘルツビームラインにテラヘルツ顕微鏡を設置し、テラヘルツ領域の低温・高圧下の分光によって、伝導機構に直接かわる電子状態の外場による変化の観測を開始する予定である。
- c) 放射光を使った新しい分光法の開発：UVSOR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を開発中である。高分解能三次元角度分解光電子分光は、BL5Uでは高分解能光電子分析器を用いた研究が進行中であるが、放射光分光器の性能が悪いため、新規に直入射領域 ($h\nu = 5\sim 40$ eV) の高分解能・高フラックス分光器の設置を検討している。テラヘルツ顕微分光法は、赤外ビームラインが2004年度に赤外・テラヘルツビームラインとして生まれ変わった。ここでの光強度はストレージリングからの赤外放射光としては世界最高であり、それを用いることで、これまでほとんど行われていないテラヘルツ顕微鏡の設置を計画している。多重極限環境下赤外分光法は、これまでに立ち上げてきた赤外磁気光学イメージング装置への高圧セルの導入が完了し、温度3.5 K、圧力5 GPa、磁場14 Tの多重環境下での赤外分光が可能になった。

B-1) 学術論文

S. KIMURA, M. OKUNO, H. KITAZAWA, F. ISHIYAMA and O. SAKAI, "Change of Electronic Structure Induced by Magnetic Transitions in CeBi," *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 2041–2044 (2004).

D. Y. KIM, D. H. RYU, J. B. HONG, J. -G. PARK, Y. S. KWON, M. A. JUNG, M. H. JUNG, N. TAKEDA, M. ISHIKAWA and S. KIMURA, “Anomalous Magnetic Properties and Non-Fermi-Liquid Behavior in Single Crystals of the Kondo Lattice $CeNiGe_{2-x}Si_x$,” *J. Phys.: Condens. Matter* **16**, 8323–8334 (2004).

B. K. LEE, D. H. RYU, D. Y. KIM, J. B. HONG, M. H. JUNG, H. KITAZAWA, O. SUZUKI, S. KIMURA and Y. S. KWON, “Magnetic Ordering in Frustrated $Ce_5Ni_2Si_3$,” *Phys. Rev. B* **70**, 224409 (5 pages) (2004).

I. OUCHI, I. NAKAI, M. ONO and S. KIMURA, “Features of Fluorescence Spectra of Polyethylene Terephthalate Films,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, 8107–8114 (2004).

M. NAKAYAMA, H. AOKI, A. OCHIAI, T. ITO, H. KUMIGASHIRA, T. TAKAHASHI and H. HARIMA, “Ultrahigh-Resolution Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy of La and Ce Monochalcogenides,” *Phys. Rev. B* **69**, 155116 (8 pages) (2004).

Y. SAKURAI, Y. HOSOI, H. ISHII, Y. OUCHI, G. SALVAN, A. KOBITSKI, T. U. KAMPEN, D. R. T. ZAHN and K. SEKI, “Vibrational Spectroscopic Study of the Interaction of Tris-(8-Hydroxyquinoline) Aluminum (Alq_3) with Potassium : Examination of the Possible Isomerization upon K-Doping,” *J. Appl. Phys.* **96**, 5534–5542 (2004).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

T. ITO, S. KIMURA and H. KITAZAWA, “Para- to antiferro-magnetic phase transition of CeSb studied by ultrahigh-resolution angle-resolved photoemission spectroscopy,” *Physica B* **351**, 268–270 (2004).

Y. IKEMOTO, T. MORIWAKI, T. HIRONO, S. KIMURA, K. SHINODA, M. MATSUNAMI, N. NAGAI, T. NANBA, K. KOBAYASHI and H. KIMURA, “Infrared Microspectroscopy Station at BL43IR of SPring-8,” *Infrared Phys. Tech.* **45**, 369–373 (2004).

S. KIMURA, E. NAKAMURA, J. YAMAZAKI, M. KATOH, T. NISHI, H. OKAMURA, M. MATSUNAMI, L. CHEN and T. NANBA, “New Infrared and Terahertz Beamline BL6B at UVSOR,” *AIP Conf. Proc.* **705**, 416–419 (2004).

S. KIMURA, T. NISHI, J. SICHELSCHEMIDT, V. VOEVODIN J. FERSTL, C. GEIBEL and F. STEGLICH, “Optical conductivity of a non-Fermi-liquid material $YbRh_2Si_2$,” *J. Magn. Magn. Mater.* **272-276**, 36–37 (2004).

H. OKAMURA, T. MICHIZAWA, M. MATSUNAMI, T. NANBA, S. KIMURA, T. EBIHARA, F. IGA and T. TAKABATAKE, “Optical study on c-f hybridization states in mixed-valent Yb compounds: metallic $YbAl_3$ vs semiconducting YbB_{12} ,” *J. Magn. Magn. Mater.* **272-276**, e51–e52 (2004).

B-4) 招待講演

木村真一, 「赤外放射光を用いた磁気光学効果」, 分子研研究会「表面磁性の最近の展開」, 岡崎, 2004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

日本放射光学会渉外幹事 (2003-2004).

学会の組織委員等

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 (2000, 2002, 2003).

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 (1999-2004).

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

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SPRING-8研究課題審査専門委員 (2003-).

(財)高輝度光科学研究センターSPRING-8ナノテク課題審査委員 (2003-).

B-8) 他大学での講義、客員

名古屋大学大学院工学研究科量子工学専攻, 集中講義「量子工学特論I」, 2004年10月.

神戸大学理学部物理学科, 「電磁力学」, 2004年4月-9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) 〓ようご科学技術協会・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) 〓ようご科学技術協会・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).

C) 研究活動の課題と展望

これまでに、JVSOR-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 2004年度から順調に共同利用を開始できた。今後は、BL5Uの発展として、JVSOR-IIの特長を生かして、高分解能・高フラックスの分光器を用いた真空紫外三次元角度分解光電子分光を早期に実現し、高い次元でのフェルミ準位近傍の電子状態(フェルミオロジー)の研究を行っていきたい。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を行い、通常行われている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を今年度から本格的に導入し、実験条件に即した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。