

I RFe₂As₂化合物の試料育成と物性研究Single Crystalline Preparation and Study of Magnetism in RFe₂As₂ Compounds池田修悟・小林寿夫
Ikeda, S., Kobayashi, H.

FeAsを含む遷移金属化合物群が、元素置換や圧力を加えることで超伝導転移を示すことが発見された。我々は、フラックス法による化合物育成環境を整えることで、FeAs系化合物の中でAFe₂As₂(A: Ca, Sr, Eu)の単結晶を育成し、圧力・磁場・低温の複合環境下においてAFe₂As₂の磁性・格子振動と超伝導の研究を行っている。単結晶EuFe₂As₂によるメスバウアー測定及び¹⁵¹Eu核共鳴前方散乱実験から、Feサイト及びEuサイトの磁気モーメントは、c面内を向いていることが分かった。さらにFeサイトの磁性が消失し超伝導が出現する圧力・温度領域において¹⁵¹Eu核共鳴前方散乱実験を行った結果、超伝導と共存しているEuサイトの反強磁性秩序は、僅か30kOe程度の磁場で容易に壊れ、外部磁場の方向に磁気モーメントを揃えることが明らかとなった。つまりEuFe₂As₂の圧力誘起超伝導を担う電子は、外部磁場だけでなく、強磁性的に揃えられたEu²⁺イオンの磁気モーメントからの影響を受けながらクーパ対を形成すると言える。EuFe₂As₂, SrFe₂As₂における⁵⁷Fe核共鳴非弾性散乱実験によりFe原子のみが関与するフォノンを測定し、その温度依存性からSDW転移にともなう構造変態により光学フォノン・モードの強度変化に異常を観測した。また、第一原理計算との比較からFe原子が関与するフォノンが電子状態に敏感であることを示した。

II 3d遷移金属化合物の物性研究

Study of Magnetism in 3d Transition Metal Compounds

池田修悟・小林寿夫
Ikeda, S., Kobayashi, H.

他研究機関と協力して、η-カーバイド型構造を持つ遷移金属化合物Fe₃Mo₃Nに関して⁵⁷Feメスバウアー測定を行った。その結果、4.2Kまで内部磁場による核の分裂が観測されず、磁気秩序が存在しないことが分かった。Fe₃Mo₃Nは、他研究機関の共同研究者によるマクロ物性測定から金属強磁性発現寸前の特異な基底状態を持つことが報告されているが、⁵⁷Feメスバウアー測定によるミクロな視点からも、この結果が支持された。

III (磁気) コンプトンプロファイル測定による電子状態の研究

Study of electronic states in Magnetic Material by using (magnetic) Compton profile measurement

小泉昭久・小林寿夫
Koizumi, A., Kobayashi, H.

他研究機関・他研究室との協力のもとに、重い電子系及びその参照物質(CeRu₂Si₂, LaRu₂Si₂)を対象にして、高分解能コンプトンプロファイルの角度依存測定を行い、その二次元再構成解析から運動

量密度分布及び電子占有数密度を求め、 f -電子の遍歴・局在性の変化についての研究を展開した。また、磁気コンプトンプロファイル(MCP)がスピン磁気モーメントの大きさのみに比例するという特徴を利用して、放射光を用いたスピン磁気ヒステリシス測定の開発を行なった。

また、単結晶 Fe_3O_4 を試料とした二次元再構成解析から Verwey 転移での電子局在化とスピン状態との関係を明らかとした。さらに、単結晶試料を用いた高圧力下での測定を行い、MCPの圧力依存性を第一原理計算と比較して議論した。

IV 希土類・ウラン化合物の高圧力下構造と磁性の研究

Study of Structure and Magnetism in Rare Earth and Uranium Compounds under High Pressure

池田修悟・小林寿夫
Ikeda, S., Kobayashi, H.

電荷秩序 Sm_4Bi_3 化合物の ^{139}Sm 核共鳴非弾性散乱測定を行った。電荷秩序温度の圧力依存性と Sm イオンの格子振動(フォノン)の電荷秩序にともなう変化から、 $4f$ 電子が直接関与するエントロピー変化を実験的に求めた。その結果を基に電荷秩序相転移の機構を議論した。

ウランカルコゲナイド化合物の金属強磁性体 UTeS と常磁性半導体 $\beta\text{-US}_2$ は、同じ結晶構造を持ちながら、磁性と伝導は大きくことなる。この常磁性半導体 $\beta\text{-US}_2$ に対して、圧力下電気抵抗測定を行った。その結果、折れ曲がりの異常が現れ、圧力の増加に伴い電気伝導が半導体から金属に移り変わることが分かった。特に、最高圧力8 GPaでの $\beta\text{-US}_2$ の電気伝導は、 UTeS の伝導に近づいている。共同研究者による圧力磁化測定では、 $\beta\text{-US}_2$ の電気抵抗に現れた折れ曲がりの異常は、強磁性転移であることが明らかにされた。つまり常磁性半導体 $\beta\text{-US}_2$ は、圧力により金属強磁性体 UTeS の状態に近づくことが分かる。一方で、常圧の $\beta\text{-US}_2$ は、強磁性転移寸前の状態であり、ウランの $5f$ 電子は、磁気ポーラロンを形成していることなども明らかとなった。

V レーザー逆コンプトン散乱による円偏光高エネルギー γ 線の発生と磁気コンプトン散乱測定への応用

Generation of circularly polarized high energy γ -ray by laser-Compton scattering and its application to magnetic Compton scattering measurement

小泉昭久
Koizumi, A.

ニューズバルのBL1において、電子ビームとレーザー光との逆コンプトン散乱による円偏光高エネルギー γ 線の生成とその応用実験についての研究を行っている。位相子を用いてレーザー光の円偏光の向きを切り替えることによって、発生する γ 線の円偏光を制御することができる。これを利用して、偏光切り替えによる磁気コンプトン散乱測定を行なうことに成功した。

発表論文 List of Publications

- I-1 池田修悟・大石泰夫(JASRI)・小林寿夫：「Fe系層状物質 EuFe_2As_2 の高圧力下粉末X線回折実験」、日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- I-2 小林寿夫・池田修悟・依田芳卓(JASRI)・中村博樹(JAER)・町田昌彦(JAER)：「 EuFe_2As_2 の ^{57}Fe 核共鳴非弾性散乱による格子振動」、日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- I-3 池田修悟・依田芳卓(JASRI)・大石泰夫(JASRI)・小林寿夫：「複合極限環境下 ^{151}Eu 核共鳴前

- 方散乱によるEuFe₂As₂の電子状態研究」、日本物理学会第65回年次大会(岡山大2010年3月)
- I-4 小林寿夫・池田修悟・依田芳卓(JASRI)・中村博樹(JAER)・町田昌彦(JAER):「EuFe₂As₂の⁵⁷Fe核共鳴非弾性散乱による格子振動II」、日本物理学会第65回年次大会(岡山大2010年3月)
- II-1 T. Waki(京大), S. Terazawa(京大), Y. Tabata(京大), F. Oba(京大), C. Michioka(京大), K. Yoshimura(京大), S. Ikeda, H. Kobayashi, K. Ohoyama(東北大), H. Nakamura(京大): Non-Fermi-Liquid Behavior on an Iron-Based Itinerant Electron Magnet Fe₃Mo₃N. J. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 043701-1-4.
- II-2 寺澤慎祐(京大)・和氣剛(京大)・田畑吉計(京大)・中村裕之(京大)・池田修悟・小林寿夫:「Fe₃Mo₃Nの基底状態」日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- III-1 B. Barbiellini(Northeastern Univ.), A. Koizumi, P. E. Mijnders (Delft Univ.), W. Al-Sawai(Northeastern Univ.), Hsin Lin(Northeastern Univ.), T. Nagao, K. Hirota(阪大), M. Itou(JASRI), Y. Sakurai(JASRI), and A. Bansil(Northeastern Univ.): Role of Oxygen Electrons in the Metal-Insulator Transition in the Magneto-resistive Oxide La_{2-2x}Sr_{1+2x}Mn₂O₇ Probed by Compton Scattering. Phys. Rev. Lett. 02(2009) 206402-1-4.
- III-2 H. Kobayashi, T. Nagao, M. Itou(JASRI), S. Todo(東大), B. Barbiellini(Northeastern Univ.), P.E. Mijnders(Delft Univ.), A. Bansil(Northeastern Univ.), N. Sakai: Direct observation of localization in the minority-spin-band electrons of magnetite below the Verwey temperature, Phys. Rev. B 80 (2009) 104423-1-5.
- III-3 B. Barbiellini(Northeastern Univ.), H. Kobayashi, M. Itou(JASRI), S. Todo(東大), and Y. A. Bansil(Northeastern Univ.): Charge-ordering in Magnetite studied by Magnetic Compton scattering. APS meeting (Pittsburgh, Pennsylvania USA, March, 2009)
- III-4 Akihisa Koizumi, Gaku Motoyama, Hideki Sakai, Masahiro Shiotsuki, Toshiki Tanaka(日大文理), Yasunori Kubo(日大文理), Masayoshi Itou(JASRI), and Yoshiharu Sakurai(JASRI): Study of Localized to Itinerant Electronic Transition in Heavy Fermion System CeRu₂Si₂ through 2-D Reconstruction of Momentum Density. SagamoreXVI (New Mexico USA, August, 2009)
- III-5 小泉昭久・本山岳・境秀樹・塩月聖博・田中斗志貴(日大文理)・久保康則(日大文理)・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI):「CeRu₂Si₂における近藤温度前後での電子占有数密度の比較」日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- III-6 伊藤真義(JASRI)・小泉昭久・櫻井吉晴(JASRI):「スピンモーメントのみの磁化曲線測定手法」第33回日本磁気学会学術講演会(長崎大2009年9月)
- III-7 小泉昭久・本山岳・境秀樹・塩月聖博・田中斗志貴(日大文理)・久保康則(日大文理)・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI):「CeRu₂Si₂におけるf電子の遍歴・局在転移に伴う電子状態変化」第23回日本放射光学会年会(イーグレ姫路2010年1月)
- IV-1 S. Ikeda, H. Sakai(JAEA), N. Tateiwa(JAEA), T. D. Matsuda(JAEA), D. Aoki(JAEA), Y. Homma(JAEA), E. Yamamoto(JAEA), A. Nakamura(JAEA), Y. Shiokawa(東北大), Y. Ota(阪大), K. Sugiyama(阪大), M. Hagiwara(阪大), K. Kindo(阪大), K. Matsubayashi(東大), M. Hedo(琉球大), Y. Uwatoko(東大), Y. Haga(JAEA), and Y. Ōnuki(阪大): Possible Existence of Magnetic Polaron in Nearly Ferromagnetic Semiconductor β-US₂. J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 114704.
- IV-2 山岡慎吾・高原忠司・池田修悟・依田芳卓(JASRI)・落合明(東北大)・小林寿夫:「¹⁴⁹Sm核共鳴非弾性散乱によるSm₄Bi₃の格子振動の研究」、日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- IV-3 目時直人(JAEA)・金子耕士(JAEA)・池田修悟・酒井宏典(JAEA)・芳賀芳範(JAEA):「US₂の磁場中中性子非弾性散乱実験」、日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- IV-4 杉山清寛(阪大)・広瀬雄介(阪大)・中村太一(阪大)・戸田雅敏(阪大)・山本悦嗣(JAEA)・芳賀芳範(JAEA)・池田修悟・木田孝則(阪大)・萩原政幸(阪大)・金道浩一(東大)・本多史憲(阪大)・

- 撰待力生(阪大)・大貫惇睦(阪大)：「 β - US_2 の強磁場磁性2」、日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- IV-5 山本悦嗣(JAEA)・芳賀芳範(JAEA)・立岩尚之(JAEA)・菅井孝志(JAEA)・池田修悟・大貫惇睦(阪大)：「ウランカルコゲナイドにおける結晶場励起の磁場依存性」、日本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- IV-6 立岩尚之(JAEA)・芳賀芳範(JAEA)・池田修悟・山本悦嗣(JAEA)・大貫惇睦(阪大)：「ウランカルコゲナイド化合物 β - US_2 の圧力誘起秩序相の研究」、本物理学会2009年秋季大会(熊本大2009年9月)
- IV-7 立岩尚之(JAEA)・芳賀芳範(JAEA)・池田修悟・山本悦嗣(JAEA)・大貫惇睦(阪大)：「ウランカルコゲナイド化合物 β - US_2 の圧力誘起強磁性」、日本物理学会第65回年次大会(岡山大2010年3月)

大学院物質理学研究科

博士前期課程

高原忠司：マグネタイトの高圧力下の磁性の研究

山岡慎吾： ^{149}Sm 核共鳴非弾性散乱による Sm_4Bi_3 の電荷秩序相転移の研究

科学研究費補助金等

- 1 科学技術振興機構 戦略的創造研究(CREST)
研究課題：物質科学のための放射光核共鳴散乱法の研究
研究グループ代表：小林寿夫
- 2 科学技術振興機構：若手研究 B
研究課題：アクチナイドカルコゲナイド化合物の磁性と伝導の競合の解明
研究者代表：池田修悟