

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.

近年 FeAs を含む遷移金属化合物が、元素置換や圧力を加えることで超伝導になることが発見された。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 系化合物の中でも AFe₂As₂(A: Ca, Sr, Eu)の単結晶を育成し、メスバウアー測定から磁性と超伝導の研究を行っている。特に EuFe₂As₂ は、常圧で Fe サイトが SDW 転移を示すことが知られているが、単結晶によるメスバウアー測定から、Fe サイトの磁気構造を決めることができた。

II 高圧力下 3d 遷移金属化合物の物性研究

Study of Magnetism in 3d Transition Metal Compounds under High Pressure

小林寿夫

Kobayashi, H.

Fe₂P における複合極限環境下での磁氣的性質について ⁵⁷Fe 核共鳴前方散乱法とメスバウアー分光法を用いることで明らかとした。一方、イルメナイトの室温・高圧力下 ⁵⁷Fe メスバウアー分光測定から、常圧力下 Fe²⁺イオン状態から電荷分離している可能性を発見した。さらに、高圧力下 ¹⁵¹Eu 核共鳴前方散乱法により EuNiO₃ の量子臨界点が 11 GPa 程度であることを見出した。

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 (CeRu_2Si_2 、 LaRu_2Si_2) 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、 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、高圧力下での測定の試みも行った。

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 化合物の高圧力下・低温での ^{139}Sm 核共鳴前方散乱法測定を行った。その結果を基に Sm イオンの電子状態の圧力依存性を検討した。 Eu_4As_3 化合物で高圧力下 X 線回折測定の詳細な解析により、結晶構造変態を伴わずに電荷秩序が融解する現象を発見した。また、スツテルダイト化合物の希土類イオンの格子振動モードを X 線の非弾性散乱と核共鳴非弾性散乱を用いて直接観測し、局在モードとの関係を議論した。 $37.133\text{ keV }^{121}\text{Sb}$ 核共鳴散乱用高分解能モノクロメータを設計・立ち上げを行いスツテルダイト化合物 Sb サイトの格子振動モードの観測を試みた。

ウランカルコゲナイド化合物金属強磁性体 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、圧力誘起強磁性が出現し、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。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が分かった。

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・達本泰弘・森本絵美・小林寿夫「単結晶試料による Fe 系層状物質 EuFe_2As_2 のメスバウアー効果測定」、日本物理学会第 64 回年次大会（立教大 2009 年 3 月）
- II-1 H. Kobayashi, J. Umemura, X.-W. Zhang (KEK) and Y. Uwatoko (東大) : Magnetic properties of Fe_2P single-crystal under multi-extreme conditions. *J. Phys.: Condens. Matter* **20**(2008) 295228-1-7.
- II-2 山岡慎吾・鈴木亮太・小林寿夫・加藤宏朗（山形大）「イルメナイトの高圧力下 ^{57}Fe メスバウアー分光」第 49 回高圧討論会、(姫路、2008 年 11 月)
- II-3 池田修悟・依田芳卓 (JASRI)・山岡慎吾・高原忠司・小林寿夫「複合極限環境下 ^{151}Eu 核共鳴前方散乱による EuNiO_3 の電子状態研究」、日本物理学会 2008 年秋季大会(岩手大 2008 年 9 月)
- III-1 N. Tsuji (群馬大), M. Ito (群馬大), H. Sakurai (群馬大), K. Suzuki (群馬大), K. Tanaka (群馬大), K. Kitani (群馬大), H. Adachi (KEK), H. Kawata (KEK), A. Koizumi, H. Nakao (東北大), Y. Murakami (東北大), Y. Taguchi (東北大), and Y. Tokura (東大): Magnetic Compton Profile Study of Orbital Ordering State of 3d Electrons in YTiO_3 : *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008)023705.
- III-2 H. Kobayashi: Magnetic Compton scattering under high pressure: IUCr (Osaka Japan, August, 2008)
- III-3 小泉昭久・本山 岳・横山暢之・境 秀樹・塩月聖博・久保康則(日大)・伊藤真義 (JASRI)・櫻井吉晴(JASRI)、「 CeRu_2Si_2 と LaRu_2Si_2 における運動量密度分布の比較による電子状態の研究」、日本物理学会 第 64 回年次大会 (立教大学、2009 年 3 月)
- III-4 本山 岳・小泉昭久・横山暢之・境 秀樹・塩月聖博・久保康則(日大)・伊藤真義 (JASRI)・櫻井吉晴 (JASRI)、「高分解能コンプトンプロファイルの二次元再構成法による LaRu_2Si_2 の電子状態の研究」、日本物理学会 第 64 回年次大会 (立教大学、2009 年 3 月)
- III-5 伊藤真義 (JASRI)・小泉昭久・櫻井吉晴 (JASRI)、「X 線磁気コンプトン散乱によるスピンの磁気モーメントのみの磁化曲線測定手法」、日本物理学会 第 64 回年次大会 (立教大学、2009 年 3 月)
- III-6 辻 成希 (群馬大)・伊藤正久 (群馬大)・桜井 浩 (群馬大)・鈴木宏輔 (群馬大)・西野啓之 (群馬大)・安達弘通 (KEK)・河田 洋 (KEK)・伊藤真義 (JASRI)・櫻井吉晴 (JASRI)・小泉昭久・中尾裕則 (東北大)・村上洋一 (東北大)・田口康二郎 (東北大)・十倉好紀 (東大)、「磁気コンプトン散乱による YTiO_3 の電子状態観測」、日本物理学会 第 64 回年次大会 (立教大学、2009 年 3 月)
- III-7 B. Barbielline (Northeastern Univ.), H. Kobayashi, M. Itou (JASRI), S. Todo (東大), P.E. Mijnders (Delft Univ. of Tech.), A. Bansil (Northeastern Univ.):

- Charge-ordering in Magnetite studied by Magnetic Compton scattering:
Meeting of The American Physical Society (Pennsylvania USA, March, 2009)
- IV-1 H. Kobayashi, Y. Kazekami, N. Sakai, Y. Ohishi (JASRI), M. Shirakawa (東北大), and A. Ochiai (東北大): Pressure-induced melting of charge-order in Eu_4As_3 without structural change.: *J. Phys.: Condens. Matter* **20** (2008) 415217-1-4.
- IV-2 S. Ikeda, H. Sakai (JAEA), T.D. Matsuda (JAEA), N. Tateiwa (JAEA), A. Nakamura (JAEA), E. Yamamoto (JAEA), D. Aoki (東北大), Y. Homma(東北大), Y. Shiokawa (東北大), M. Hedo (東大), Y. Uwatoko (東大), Y. Haga (JAEA) and Y. Onuki (阪大): Pressure Effect on Paramagnet $\beta\text{-US}_2$: *Physica B* **403**(2008) 893.
- IV-3 S. Tsutsui (JASRI), H. Kobayashi, J.P. Sutter (JASRI), H. Uchiyama (JASRI), A.Q.R. Baron (JASRI), Y. Yoda (JASRI), D. Kikuchi(首都大), H. Sugawara (首都大), C. Sekine (室蘭工大), I. Shirotni (室蘭工大), A. Ochiai (東北大), and H. Sato (首都大): Investigation of the anharmonic guest modes in filled skutterudites using inelastic X-ray scattering techniques: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) Suppl. A 257-259.
- IV-4 S. Ikeda, H. Sakai (JAEA), T.D. Matsuda (JAEA), N. Tateiwa (JAEA), D. Aoki (東北大), Y. Homma (東北大), A. Nakamura (JAEA), E. Yamamoto (JAEA), Y. Shiokawa (東北大), M. Hedo (東大), Y. Uwatoko (東大), Y. Haga (JAEA) and Y. Onuki (阪大), : Pressure Effect on Ferromagnet UTeS .: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) Suppl. A 359.
- IV-5 T. D. Matsuda (JAEA), Y. Haga (JAEA), H. Sakai (JAEA), D. Aoki (東北大), S. Ikeda, E. Yamamoto (JAEA), H. Shishido (阪大), R. Settai (阪大), H. Harima (神戸大), and Y. Onuki (阪大): Single Crystal Growth and the Fermi Surface Property in LuCoGa_5 .: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77**(2008) 024704.
- IV-6 N. D. Dung (阪大), T. D. Matsuda (JAEA), Y. Haga (JAEA), S. Ikeda, E. Yamamoto (JAEA), T. Endo (阪大), R. Settai (阪大), H. Harima (神戸大) and Y. Onuki(阪大) : Single Crystal Growth and de Haas van Alphen Effect in $\text{Lu}_2\text{Rh}_3\text{Ga}_9$ with Quasi-Two-Dimensional Electronic State.: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) 064708.
- IV-7 T. Kawai (阪大), H. Muranaka (阪大), T. Endo (阪大), N. D. Dung (阪大), Y. Doi (阪大), S. Ikeda, T. D. Matsuda(JAEA), Y. Haga (JAEA), H. Harima (神戸大), R. Settai(阪大) and Y. Onuki(阪大): Split Fermi Surface Properties of LaTGe_3 (T: Transition Metal) and PrCoGe_3 with the Non-centrosymmetric Crystal Structure.: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) 064717.
- IV-8 N. D. Dung (阪大), T. D. Matsuda (JAEA), S. Ikeda, E. Yamamoto(JAEA), Y. Haga (JAEA), Y. Takeda (阪大), T. Endo (阪大), Y. Doi (阪大), R. Settai (阪大), H. Harima (神戸大), and Y. Onuki (阪大): The de Haas-van Alphen Oscillation and Fermi Surface Properties of YCu_2Si_2 .: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) 094702
- IV-9 Y. Takeda (阪大), N. D. Dung (阪大), Y. Nakano(阪大), T. Ishikura(阪大), S. Ikeda, T. D. Matsuda (JAEA), E. Yamamoto (JAEA), Y. Haga (JAEA), T. Takeuchi (阪大), R. Settai(阪大), and Y. Onuki(阪大) : Calorimetric Study in Single Crystalline RCu_2Si_2 (R: Rare Earth).: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) 104710.
- IV-10 N. D. Dung (阪大), T. D. Matsuda (JAEA), Y. Haga (JAEA), S. Ikeda, E. Yamamoto

(JAEA), T. Ishikura (阪大), T. Endo (阪大), S. Tatsuoka (首都大), Y. Aoki(首都大), H. Sato(首都大), T. Takeuchi (阪大), R. Settai (阪大), H. Harima(神戸大) and Y. Onuki (阪大) : de Haas-van Alphen Effect and Fermi Surface Properties in High-Quality Single Crystals YbCu_2Si_2 and YbCu_2Ge_2 . : J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 084711

IV-11 S. Tsutsui (JASRI), H. Kobayashi, and A.Q.R. Baron (JASRI): Direct observation of motion in an atom cage: SPring-8 Research Frontiers (2008).

IV-12 小林寿夫・山岡慎吾・高原忠司・依田芳卓(JASRI)・落合 明(東北大)、「 ^{149}Sm 核共鳴前方散乱を用いた高圧力下 Sm_4Bi_3 の磁性」、日本物理学会 2008 年秋季大会 (岩手大 2008 年 9 月)

V-1 堀川賢 (高度研)・天野 壮 (高度研)・宮本修治 (高度研)・望月孝晏 (高度研)・坂井信彦・小泉昭久・早川岳人(JAEA)・李 大治 (レーザー総研)・今崎一夫 (レーザー総研)、「レーザーコンプトン散乱による MeV ガンマ線源の研究」、レーザー学会学術講演会第 29 回年次大会 (徳島大学、2009 年 1 月)

科学研究費補助金等

1 文部科学省科学研究費補助金 特定領域公募研究

研究課題 高温高圧力下での核共鳴散乱法の開発と地球深部物質の電子・格子振動状態研究への展開

研究代表者 小林寿夫

2 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

3 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

4 県特別教育研究助成

研究課題 圧電物質と巨大磁歪物質による複合材料の作製とその機能評価

研究代表者 小泉昭久