

Quantum Magnetism

量子物性学

I Fe 系超伝導体の純良試料育成と物性研究

Single Crystalline Preparation and Study of Magnetism in iron-based superconductors

河智史朗・池田修悟・小林寿夫

Kawach S., Ikeda, S., and Kobayashi, H.

フラックス法による化合物育成環境を整えることで、鉄系超伝導体の中で EuFe_2As_2 , SrFe_2As_2 の単結晶を育成し、圧力・磁場・低温の多重極限環境下における電子状態の研究を行ってきた。鉄系超伝導体の中で EuFe_2As_2 などでは、Fe 磁気モーメント秩序により結晶の対称性が低下する。その際に、単結晶がドメイン構造へと変化するため、異方性の議論などが困難であった。 $(\text{Ca}_x\text{Eu}_{1-x})\text{Fe}_2\text{As}_2$ の単結晶試料を用いて、磁場印加条件によりドメインを制御し、単一ドメイン化に成功した。

鉄系超伝導体では、圧力などの極限環境で軌道秩序を測定手法開発必要であった。放射光の偏光特性を利用して実験手法の開発を行っている。

さらに、国内他研究機関と協力して、鉄系超伝導体の中でも梯子型構造を内在する BaFe_2Se_3 , BaFe_2S_3 の単結晶試料を用いた、軌道秩序と磁気構造との関係の研究を行っている。今後、低温・圧力下での核共鳴前方散乱実験を行い、軌道秩序状態の観測の研究へと展開する。

II 価数揺動希土類化合物の物性研究

Study of Valence Fluctuating Phenomena in Rare-Earth Compounds

小林寿夫

Kobayashi, H.

国内他研究機関と協力して、 $\beta\text{-YbAlB}_4$ とその異性体化合物である $\alpha\text{-YbAlB}_4$ の低温・高圧力・磁場中 ^{174}Yb 放射光メスbauer分光測定の研究を展開している。今年度は、 $\alpha\text{-YbAlB}_4$ の Al を Fe で 1.4at% 置換した系での量子臨界性と Yb イオンの価数揺動時間との関係の磁場依存性についての ^{174}Yb 放射光メスbauer分光測定を行った。準結晶 Yb 価数揺動系での量子臨界性の研究を開始している。

また、他の国内研究機関と協力して、Dy イオンを含む物質の電子状態測定する手法として、 ^{161}Dy 放射光メスbauer分光の開発を行っている。

III 3d 遷移金属酸化物・化合物の物性研究

Study of Magnetism in 3d Transition Metal Compounds

河智史朗・小林寿夫

Kawach S., Ikeda, S., and Kobayashi, H.

国内他研究機関と協力して、酸化物永久磁石材料の主組成材料である M 型フェライト化合物に関する実験研究を行っている。

マルチフェロイック物質であるマグネタイトとビスマスフェライト化合物を用いて、そのドメイン制御のための応力印加や、パルス強磁場環境の整備を行った。今後、ドメインを制御した条件下での精密測定を放射光を用いて行う。

IV 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

Koizumi, A.

放射光 X 線を用いた高分解能コンプトン散乱測定により、重い電子系化合物を対象にした電子構造の研究を行っている。Ce 系化合物 CeIn_3 や CeTIn_5 ($T = \text{Rh, Co}$) においては、4f 電子の遍歴・局在性の変化に加えて、反強磁性相や超伝導相における電子状態を調べる。 CeCoIn_5 について、室温の 4f 電子局在状態と、低温の非フェルミ液体状態で測定を行い、特に、非フェルミ液体状態においては、反強磁性揺らぎに起因していると考えられる構造変化を観測している。今後、超伝導状態における電子構造を測定し、超伝導の発現と揺らぎの効果について検証したい。

発表論文 List of Publications

- I-1 神田智弘・池田修悟・永澤延元・今泉聖司(東北大)・青山拓也(東北大)・今井良宗(東北大)・大串研也(東北大)・小林寿夫「単結晶 BaFe_2X_3 ($X=\text{S, Se}$) の ^{57}Fe 核共鳴前方散乱法による研究」日本物理学会秋季大会 (2021 年 9 月 オンライン開催)
- I-2 池田修悟・神田智弘・黒澤知樹・柴崎裕樹(KEK 物構研)・岸本俊二(KEK 物構研)・河智史朗・小林寿夫「放射光メスバウアー分光による鉄系超伝導体の圧力下軌道秩序相の観測」日本物理学会秋季大会 (2021 年 9 月 オンライン開催)

- I-3** 黒田翔太・N. Raju・池田修悟・小林寿夫「 $(Ca_xEu_{1-x})Fe_2As_2$ の単結晶育成と外部磁場によるドメイン制御」日本物理学会秋季大会 (2021年9月 オンライン開催)
- I-4** S. Kawachi, S. Iimura(東工大), J. Yamaura(東工大), H. Hosono¹, T. Sasaki¹, T. Nomura(東大), Y. Kohama(東大), M. Tokunaga(東大), Y. Kuramoto(KEK 物構研), Y. Murakami(KEK 物構研) "Investigation of Upper Critical Field in Hydrogen-Substituted Iron-Based Superconductors" Material Research Meeting (Pacifico Yokohama, Yokohama, 2021)
- II-1** 黒澤知樹・永澤延元・池田修悟・増田亮(弘大)・瀬戸誠(京大)・依田芳卓(JASRI)・高橋直樹(茨大)・伊賀文俊(茨大)・鈴木慎太郎(東大)・久我健太郎(東大)・中辻知(東大)・小林寿夫「価数揺動化合物 $\alpha-YbAl_{1-x}Fe_xB_4$ の磁場中 ^{174}Yb 放射光メスbauer分光測定」日本物理学会秋季大会 (2021年9月 オンライン開催)
- II-2** 黒澤知樹・永澤延元(JASRI)・池田修悟・増田亮(弘大)・瀬戸誠(京大)・依田芳卓(JASRI)・高橋直樹(茨大)・伊賀文俊(茨大)・鈴木慎太郎(東大)・久我健太郎(東大)・中辻知(東大)・小林寿夫「価数揺動化合物 $\alpha-YbAl_{1-x}Fe_xB_4$ の磁場中 ^{174}Yb 放射光メスbauer分光測定 II」日本物理学会第77回年次大会 (2022年3月 オンライン開催)
- II-2** R. Masuda(弘大), S. Kitao(京大), H. Tajima(京大), H. Taniguchi,(京大) T. Mitsui(QST), K. Fujiwara(QST), Y. Yoda(JASRI), D. Ishikawa(理研), A.Q.R. Baron(理研), T. Yoshida(理研), T. Sato(理研), K. Katoh(理研), H. Kobayashi, M. Seto(京大) " ^{161}Dy Synchrotron-radiation-based Mössbauer absorption spectroscopy" Int. Conf. on the Applications of the Mössbauer Effect
- III-1** S. Wada(山梨大), S. Ueno(山梨大), S. Ando(山梨大) T. Unno(山梨大), I. Fujii(山梨大), S. Kawachi, J. Yamaura(東工大), Growth of Metal-free Perovskite-type Ferroelectric Crystals and Their Ferroelectric Properties Material Research Meeting (Pacifico Yokohama, Yokohama, 2021)
- IV-1** 小泉昭久・大森涼平・小林寿夫・辻成希(JASRI)・筒井智嗣(JASRI)・海老原孝雄(静岡大)「コンプトン散乱測定による重い電子系化合物 $CeCoIn_5$ の非フェルミ液体状態における電子構造の研究」日本物理学会第77回年次大会 (2022年3月 オンライン開催)

大学院物質理学研究科

博士前期課程

- 黒田 翔太 $(Eu_{1-x}Ca_x)Fe_2As_2$ 純良単結晶育成とその磁気相互作用に関する研究
- 黒澤 知樹 価数揺動物質 $\alpha-Yb(Al,Fe)B_4$ の ^{174}Yb 放射光メスbauer分光法を用いた電子状態の研究

科学研究費補助金等

1 文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (C)

研究課題 コンプトン散乱測定による重い電子系 Ce 化合物における電子構造の研究

研究代表者 小泉昭久

2 ひょうご科学技術協会 学術研究助成金 【特別枠】

研究課題 放射光を用いた精密物質科学的実験手法による低摩擦材料開発の基礎研究

研究代表者 小林寿夫