

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

池田修悟・永澤延元・小林寿夫

Ikeda, S., Nagasawa, N., 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。反強磁性と超伝導の共存相、電子ネマティック相が発現する起源を調べるため、Fe 原子の s 電子密度を反映する ^{57}Fe 核センターシフト及び 3d 電子空間分布 (軌道秩序) の情報を、圧力下で得られるように核共鳴前方散乱実験の測定環境の高度化を推進している。現在のところ、2 K, 7 GPa までの測定に成功しており、超伝導状態での Fe3d 電子空間分布が変化する結果を得ることができている。

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し、 AFe_2As_2 とは次元性の異なる 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開始した。入射 X 線の偏光方向と測定単結晶試料の結晶軸方向に、散乱光子の偏光状態が強く依存することが分かってきた。この結果は、超微細相互作用の対称性が低い、すなわち 3d 電子空間分布が異方的 (軌道秩序状態) で有ることを示している。今後、低温・圧力下での核共鳴前方散乱実験のを行い、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。

また、他の国内研究機関と協力して、Eu イオンを含む価数揺動物質の価数変化と圧力との関係について ^{151}Eu 放射光メスバウアー分光を用いて研究を行った。

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

永澤延元・池田修悟・小林寿夫

Nagasawa, N., 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。M 型フェライト化合物に関しては、既に多くの実験手法を用いて基礎的、実用的な研究が行われている。しかし、Co 置換サイトなどに関しては全ての実験結果が矛盾なく説明されているわけではない。以前の ^{57}Fe メスバウアー分光法から求めた、Co 置換サイトの結果をもとに、低温・磁場中での ^{57}Fe メスバウアー分光測定の結果から、La-Co 置換 Sr M 型フェライト化合物の新たな磁気異方性の増強機構を提案した。今後の磁性材料としての性能向上のための指針となる Fe 電子状態の詳細が明らかに成ってきている。

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 ($T = \text{Rh}, \text{Co}$) 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測定を行う。また、ドイツのグループとの共同研究としておこなった Yb 系の重い電子系化合物 YbT_2Si_2 ($T = \text{Co}, \text{Rh}$) におけるコンプトン散乱二次元再構成実験の結果は、Physical Review B に掲載され、Editor's Suggestion に選定されている。

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 ($\text{X}=\text{S}, \text{Se}$) の ^{57}Fe 核共鳴前方散乱法による研究」日本物理学会第 75 回年次大会 (2021 年 3 月 オンライン開催)
- II-1** A. Mitsuda(九大), H. Wada(九大), R. Masuda(弘大), S. Kitao(京大), M. Seto(京大), Y. Yoda(JASRI), and H. Kobayashi: Valence transition of EuRh_2Si_2 studied by synchrotron Mössbauer spectroscopy. *J. Phys. Soc. Jpn.* **89** (2020) 104703-1-5.
- 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 $\alpha\text{-YbAl}_{1-x}\text{Fe}_x\text{B}_4$ における Yb イオンの基底状態の研究」日本物理学会第 75 回年次大会 (2021 年 3 月 オンライン開催)
- III-1** N. Nagasawa, M. Oura, S. Ikeda, T. Waki(京大), Y. Tabata(京大), H. Nakamura(京大), and H. Kobayashi: Magnetic anisotropies of La-Co substituted M-type Sr hexaferrites studied by ^{57}Fe Mössbauer spectroscopy with external magnetic fields. *J. Appl. Phys.* **128** (2020) 133901-1-8.
- IV-1** M. Gttler(ドレスデン工科大), K. Kummer(ESRF), K. Kliemt(ゲーテ大), C. Krellner(ゲーテ大), S. Seiro(ライプニッツ研), C. Geibel(マックス・プランク研), C. Laubschat(ドレスデン工科大), Y. Kubo(日大), Y. Sakurai(JASRI), D. V. Vyalikh(ドノスティア国際セ), and A. Koizumi: Visualizing the Kondo lattice crossover in YbRh_2Si_2 with Compton scattering, *Phys. Rev. B* **103** (2021) 115126. (Editor's Suggestion)

大学院物質理学研究科

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