

I 4f多電子状態を有する希土類化合物の核磁気共鳴

NMR study of rare-earth based materials with multi-4f electrons configurations

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

希土類を含む化合物の中でもSmやEu系等の化合物が示す特異な物性をNQRとNMR測定によって調べている。SmB₆は、最も古くから知られる価数揺動物質であるが、近年6–10GPa以上の高圧下で磁気秩序を伴う絶縁体–金属転移を示すことが明らかになり、¹¹B-NMR測定を約5GPaまで測定することに成功した。EuPtPは、温度変化に対して二度の価数転移を示す珍しい物質であり、³¹P-NMR測定によって、これらの転移による秩序構造を明らかにすることができた。

II イッテルビウム系強相関化合物における 非磁性–磁性転移の研究

Study of nonmagnetic-magnetic transition in ytterbium-based
strongly correlated electron systems

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

イッテルビウム(Yb)を含む強相関電子系化合物における非磁性–磁性転移の研究は、Ce系化合物との比較においても大変興味深い。我々は圧力や磁場によってこの相転移近傍をチューニングし、核磁気共鳴、核四重極共鳴を中心とした測定を行った。具体的な対象物質はYbCo₂Zn₂₀、YbCu₅、YbPtSb等、低温で大きな比熱を示す物質で、測定の結果これらの物質におけるf電子の局在–遍歴性に関する情報が得られた。

III 多極子秩序系の核四重極共鳴、核磁気共鳴

NMR and NQR studies on multipolar ordering systems

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

電氣的・磁氣的多極子秩序を示すと考えられる化合物について、NQRとNMRを用いた研究を行っている。これまでスクッテルライト化合物SmRu₄P₁₂や六方晶構造のYbAl₃C₃において成果が得られてきたが、昨今は主にU系化合物URu₂Si₂がT₀=17.5Kで示す「隠れた秩序」によって対称性がどのように変化するかを調べている。現段階では、対称性変化の直接的な実験証拠は得られていないが、四重極共鳴周波数の温度変化がT₀で異常を示すなど、これまで検出されていない現象が観測されている。

IV 重い電子系超伝導体の核磁気共鳴、核四重極共鳴

NMR and NQR studies of heavy Fermion superconductors

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

重い電子系超伝導の発生機構を解明するため、以前からの UPt_3 、 URu_2Si_2 、 UPd_2Al_3 でのPt、Si、Al核等のNMR、Ru、PdのNQRに加え、最近報告された $CePt_3Si$ のPt、SiのNMRを行ない、ナイトシフト、核スピン格子緩和時間の温度変化を測定している。特に1K以下の低温におけるNMR、NQR測定を中心にして研究を行っている。

V 遍歴電子磁性体のNMR/NQR

NMR/NQR study of itinerant electron magnet

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

主に3d電子に起因する磁性体の性質は、「磁性金属では電子間の交換相互作用によって著しく増強されたスピンの揺らぎが存在し、それが物質の熱力学的性質を支配する」という考えによって説明できる。半導体 $FeSb_2$ についてはその電子状態を、 $Rh_{17}Si_{15}$ は4d電子間の相関と超伝導特性を研究している。

VI 複数の相転移をもつ物質での核磁気共鳴

NMR study of materials with multiple phase transitions

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

希土類を含む金属間化合物(例えば $RE_5T_4X_{10}$ 、 $RE_2T_3X_5$; RE=希土類、T=遷移金属、X=Si又はGe)では、電荷密度波(CDW)、スピン密度波(SDW)、超伝導転移等のうち複数の相転移が温度を変えていくと同一物質内で起こる。特に各構成原子についてのフェルミ面での電子の状態密度の測定に重点をおいてNMR測定を行なう。

VII 幾何学的フラストレート系の磁性

Magnetism of geometrically frustrated systems

水戸 毅、上田光一、小山岳秀
Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

磁性原子が2次元三角格子や3次元パイロクロア格子を組む幾何学的フラストレーションをもつ化合物の物質探索を行い、それらが示す異常現象、たとえば金属絶縁体転移や磁気転移の機構を解明するための研究を行っている。特に金属相(遍歴電子磁性体)での幾何学的フラストレーションの効果に着目している。実験手法としては核磁気共鳴や中性子散乱などをはじめとした様々な手段を用いている。

発表論文 List of Publications

- I-1 水戸 毅・西谷孝二・牟田寛弥・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・光田暁弘(九大院理)・杉島正樹(九大院理)・和田裕文(九大院理): 価数転移物質EuPtPのf電子状態に関するNMR研究、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- I-2 西山功兵・水戸 毅・G. Pristas (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・S. Gabani (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・M. Reiffers (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小牧泰大(千葉大院理)・富沢裕樹(千葉大院理)・深澤英人(千葉大院理)・小堀 洋(千葉大院理)・竹下 直(産総研)・N. Shitsevalova(Natl. Acad. Sci. Ukraine): SmB₆における半導体ギャップ構造の圧力依存性、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- I-3 西山功兵・水戸 毅・Gabriel Pristas (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・Slavo Gabani (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・Marian Reiffers (Inst. of Exp. Phys., Slovakia)・小牧泰大(千葉大院理)・富沢裕樹(千葉大院理)・深澤英人(千葉大院理)・小堀 洋(千葉大院理)・竹下 直(産総研)・Natalia Shitsevalova(Inst. for Probl. of Mat. Sci., Kiev, Ukraine): 圧力下におけるSmB₆の¹¹B-NMRによる研究II、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学)、2012
- II-1 T. Mito, T. Koyama, K. Nakagawara, T. Ishida, K. Ueda, T. Kohara, K. Matsubayashi (東大物性研), Y. Saiga (東大物性研), K. Munakata (東大物性研), Y. Uwatoko (東大物性研), M. Mizumaki (JSRRI), N. Kawamura (JSRRI), B. Idzikowski (Inst. of Molecular Phys., Poland), M. Reiffers (Inst. of Exp. Phys., Slovakia), Mechanism of Field Induced Fermi Liquid State in Yb-Based Heavy-Fermion Compound: X-ray Absorption Spectroscopy and Nuclear Magnetic Resonance Studies of YbCo₂Zn₂₀, J. Phys. Soc. Jpn., 81, 033706 (2012).
- II-2 T. Ishida, T. Mito, K. Nakagawara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Matsubayashi (東大物性研), Y. Saiga (東大物性研), K. Munakata, Y. Uwatoko (東大物性研), NMR Studies of Yb-Based Heavy Fermion Compound YbCo₂Zn₂₀, J. Phys. Soc. Jpn., 81, Suppl. B, SB061 (2012).
- II-3 原 宏樹・水戸 毅・石田卓磨・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・松林和幸(東大物性研)・才賀裕太(東大物性研)・上床美也(東大物性研): 重い電子化合物YbCo₂Zn₂₀の低温磁性、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学)、2012
- II-4 小山岳秀・杉浦恭平・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・中野智仁(新潟大工)・土屋勝彦(新潟大院自然)・佐藤亮平(新潟大院自然)・武田直也(新潟大工): 六方晶Yb₂Ni₁₂P₇の³¹P-NMR、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学)、2012
- II-5 岩本雄二(神戸大院海事)・赤澤輝彦(神戸大院海事)・上田光一: YbGaGeのNMR測定、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- II-6 原 宏樹・水戸 毅・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・石田憲二(京大院理)・松林和幸(東大物性研)・齋賀裕太(東大物性研)・上床美也(東大物性研): 重い電子化合物YbCo₂Zn₂₀の低温磁性II、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- III-1 前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・上田光一・小原孝夫・菅原 仁(神戸大理)・佐藤英行(首都大理工): 充填スクッテルダイト化合物NdRu₄Sb₁₂のNQRによる物性研究、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- IV-1 T. Koyama, Y. Ozaki, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, T. Waki (京大院工), Y. Tabata (京大院工), C. Michioka (京大院理), Y. Yoshimura (京大院理), M.-T. Suzuki (JAEA), H. Nakamura (京大院工), Observation of the partial Fermi Surface Quenching in the Noncentrosymmetric Superconductor Mo₃Al₂C, J. Phys. Soc. Jpn. 81 (2012) Suppl. B SB008 1-5.
- IV-2 T. Koyama, Y. Ozaki, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, T. Waki (京大院工), Y. Tabata (京大院工), H. Nakamura (京大院工), Phase transition in the normal state of the non-centrosymmetric superconductor Mo₃Al₂C, J. Phys., Conf. Ser., 39 (2012) 012097 1-4.
- IV-3 小山岳秀・前田佳俊・山崎智陽・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・和氣 剛(京大院工)・田畑吉計(京大院工)・常深 浩(阪大院工)・井藤幹夫(阪大院工)・中村裕之(京大院工): 空間反転対称性のない超伝導体Mo₃Al₂Cの物性研究、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学)、2012

- V-1 出口拓也(鹿大理)・松林和幸(東大物性研)・上床美也(東大物性研)・小山岳秀・小原孝夫・中村裕之(京大院工)・小山佳一(鹿大理):狭バンドギャップ半導体FeSb₂の高圧下磁化測定、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- VI-1 K. Nishiyama, T. Mito, Y. Kujirai, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Takeuchi, H. Akutsu, J. Yamada, A. Kornilov (P.N. Lebedev Phys. Inst., Moscow), V. M. Pudalov (P.N. Lebedev Phys. Inst., Moscow), J.S. Qualls (Sonoma State Univ., California), ⁷⁷Se-NMR study of quasi-one dimensional organic conductor (TMTSF)₂X, J. Phys.: Conf. Ser. 344, 012026-1-5 (2012).
- VI-2 上田光一・前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫:層状超伝導体の電子状態のNMRによる研究II、日本物理学会 第68回年次大会(広島大学)、2013
- VI-3 上田光一・前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫:層状超伝導体の電子状態のNMRによる研究、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学)、2012
- VI-4 上田光一・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫:新超伝導体LaCo₂B₂系のNMRによる研究、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学)、2012

大学院理学研究科

博士後期課程

西山功兵: 圧力下におけるSmB₆の¹¹B-NMRによる研究

博士前期課程

西谷孝二: 価数転移を示すEuPtPのNMRによる研究

原 宏樹: 近藤絶縁体CeRhSbにおけるRh-Pd置換効果の研究

前田佳俊: 充填スクッテルダイト化合物NdRu₄Sb₁₂のNQR研究

科学研究費補助金等

- 文部科学省科学研究費補助金(平成24~26年度) 基盤研究(C) 課題番号24540349

研究課題	「核四重極相互作用を用いた局所対称性と電子状態研究の新しい手法」
研究代表者	水戸 毅
- 文部科学省科学研究費補助金(平成23~24年度) 若手(B) 課題番号23740276

研究課題	「イッテルビウム化合物における新規4f電子物性の研究」
研究代表者	小山岳秀
- 兵庫県立大学 特別研究助成金(平成24年度) 一般研究

研究課題	「有機導体研究における新研究手法の導入-NMR測定-」
研究代表者	水戸 毅