

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6GPa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を用いた研究を行なっている。これまでスクッテルダイト化合物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UPt₃、URu₂Si₂、UPd₂Al₃でのPt、Si、Al核等のNMR、Ru、PdのNQRに加え、最近報告されたCePt₃Si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FeSb₂についてはその電子状態を、Rh₁₇Si₁₅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RE₅T₄X₁₀、RE₂T₃X₅; 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測定を行なっている。

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なっている。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 K. Nishiyama, T. Mito, G. Pristas (Slovak Acad. Sci.), Y. Hara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, Y. Akahama, S. Gaba'ni (Slovak Acad. Sci.), M. Reiffers (Slovak Acad. Sci.), K. Flachbart (Slovak Acad. Sci.), H. Fukazawa (千葉大院理), Y. Kohori (千葉大院理), N. Takeshita (産総研), N. Shitsevalova (Natl. Acad. Sci. Ukraine), Pressure-induced localization of 4f electrons in the intermediate valence compound SmB_6 , J. Phys. Soc. Jpn. 82, (2013) 123707-1-4.
- I-2 K. Nishiyama, T. Mito, K. Ueda, T. Koyama, T. Kohara, Y. Komaki (千葉大院理), M. Kokubu (千葉大院理), H. Fukazawa (千葉大院理), Y. Kohori (千葉大院理), N. Takeshita (産総研), N. Shitsevalova (Natl. Acad. Sci. Ukraine), Effect of pressure on the intermediate-valence semiconductor SmB_6 : ^{11}B -NMR, J. Korean Phys. Soc. 62, (2013) 2024-2027.
- I-3 西山功兵・水戸 毅・G. Pristas (Slovak Acad. Sci.)・赤浜裕一・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・S. Gabani (Slovak Acad. Sci.)・M. Reiffers (Slovak Acad. Sci.)・K. Flachbart (Slovak Acad. Sci.)・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): SmB_6 における半導体ギャップの圧力依存性II、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- I-4 西山功兵・水戸 毅・原 由希子・G. Pristas (Slovak Acad. Sci.)・赤浜裕一・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・S. Gabani (Slovak Acad. Sci.)・K. Flachbart (Slovak Acad. Sci.)・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)・伊賀文俊(茨大理)・N. Shitsevalova (Natl. Acad. Sci. Ukraine): SmB_6 における圧力依存性と置換効果、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- II-1 T. Mito, H. Hara, T. Ishida, K. Nakagawara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, K. Ishida (京大院理), K. Matsubayashi (東大物性研), Y. Saiga (東大物性研), Y. Uwatoko (東大物性研), Microscopic Evidence for a Crossover to a Low-Temperature Intermediate Valence State in $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$, J. Phys. Soc. Jpn., 82, (2013) 103704-1-4 .
- II-2 T. Koyama, K. Sugiura, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, R. Satoh (新潟大院自然), K. Tsuchiya (新潟大院自然), T. Nakano (新潟大工), N. Takeda (新潟大工), Intermediate Valence Behavior of $\text{Yb}_2\text{Ni}_{12}\text{P}_7$ Studied by Using ^{31}P NMR, J. Korean Phys. Soc. 63 (2013) 416-419.
- II-3 T. Mito, NMR study of valence fluctuating state in rare-earth based materials with multi-4f electrons, Solid State Phys.: Proc. of the 57th DAE Solid State Phys. Sympo. 2012. AIP Conference Proceedings, Volume 1512, pp. 1327-1327 (2013).
- II-4 水戸 毅・原 宏樹・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)・斎賀裕太(東大物性研)・上床美也(東大物性研): $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$ の極低温下f電子状態、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- II-5 西谷孝二・水戸 毅・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): 価数転移を示すEu系化合物のNMRによる研究、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- II-6 丸山丈博・西谷孝二・小山岳秀・水戸 毅・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): 価数転移を示すEuPtPの低温磁気秩序状態におけるNMR研究、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- II-7 山田陽彦・小山岳秀・水戸 毅・上田光一・芳賀芳範(原子力機構先端基礎): ^{33}S -NMRによるSmSのNMR測定、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- III-1 T. Mito, M. Hattori, G. Motoyama, Y. Sakai, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, M. Yokoyama(茨城大理), H. Amitsuka(北大理), Investigation of Local Symmetries in the Hidden Order Phase of URu_2Si_2 , J. Phys. Soc. Jpn. 82, (2013) 123704-1-4.
- III-2 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 $\text{NdRu}_4\text{Sb}_{12}$ の ^{101}Ru , $^{121/123}\text{Sb}$ のNQR研究、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013

- III-3 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, EuRu₄Sb₁₂のNMR, NQR研究、日本物理学会 第69回年次大会(東海大
学)、2014
- IV-1 江見直哉・三木俊宙・服部 翠・水戸 毅・本山 岳・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・横山 淳(茨城大理)・
網塚浩(北大理): URu₂Si₂の隠れた秩序転移におけるRu-NMR/NQRスペクトル異常、日本物理学会
2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- IV-2 江見直哉・三木俊宙・水戸 毅・本山 岳(島根大院総合理工)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・横山淳(茨
城大理)・網塚浩(北大理)・松本裕司(名工大工)・芳賀芳範(原子力機構先端研)・山本悦嗣(原子力機構
先端研)・Z. Fisk(原子力機構先端研, カリフォルニア大): Ru-NQRによるURu₂Si₂の局所対称性、日本物
理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- IV-3 三木俊宙・江見直哉・服部 翠・水戸 毅・本山 岳(島根大院総合理工)・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・
横山 淳(茨城大理)・網塚 浩(北大理)・松本裕司(名工大工)・芳賀芳範(原子力機構先端研): Ru-NMR
によるURu₂Si₂の四回対称性、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- V-1 小山岳秀・小椋祥司・池田修吾・野村拓司(原子力機構放射光)・上田光一・水戸 毅・小原孝夫: 超伝導
体CoZr₃の物性研究、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- VI-1 H. Alloul (パリ11大), Y. Ihara (パリ11大), T. Mito, P. Wzietek (パリ11大), M. Aramini (パルマ大), D.
Pontiroli (パルマ大), M. Ricco (パルマ大), NMR investigation of the pressure induced Mott transition to
superconductivity in Cs₃C₆₀ isomeric compounds, J. Phys.: Conf. Ser. 449, (2013) 012030-1-9.
- VI-2 P. Wzietek(パリ11大), T. Mito, H. Alloul (パリ11大), D. Pontiroli(パルマ大), M. Aramini (パルマ大), M.
Ricco (パルマ大), NMR Study of the Superconducting Gap Variation near the Mott Transition in Cs₃C₆₀,
Phys. Rev. Lett. 112, (2014) 066401-1-5.
- VI-3 T. Koyama, Y. Maeda, T. Yamazaki, K. Ueda, T. Mito, K. Kohara, T. Waki(京大工), Y. Tabata (京大工), H.
Tsunemi (阪大工), M. Itoh (阪大工), H. Nakamura (京大工), Normal and Superconducting Properties of
the Noncentrosymmetric Mo₃Al₂C, J. Phys. Soc. Jpn., 82 (2013) 073709 1-4.
- VI-4 川崎 祐(徳島大工)・岸本 豊(徳島大工)・出田勇亀一(徳島大工)・西山功兵・小山岳秀・水戸 毅・八島光
晴(阪大基礎工)・椋田秀和(阪大基礎工)・北岡良雄(阪大基礎工)・大村公美子(阪大極限セ)・藤田崇仁
(阪大極限セ)・木村尚次郎(東北大金研)・萩原政幸(阪大極限セ): BaCo₂V₂O₈における磁場誘起インコメ
ンシュレート相のV-NMRによる研究 II、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- VI-5 川崎 祐(徳島大工)・森岡 亮(徳島大工)・岩谷 匠(徳島大工)・岸本 豊(徳島大工)・中村浩一(徳島大工)・
西山功兵・小山岳秀・水戸 毅・磯部正彦(東大物性研)・上田 寛(東大物性研)
: Ag_{0.68}V₂O₅のV-NMR、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- VI-6 上田光一・前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫: CDWと超伝導を示す物質の電子状態についての
NMRによる研究、日本物理学会 2013年秋季大会(徳島大学)、2013
- VI-7 上田光一・前田佳俊・小山岳秀・水戸 毅・小原孝夫: CDWと超伝導を示す物質の電子状態についての
NMRによる研究II、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、2014
- VII-1 小山岳秀・山田陽彦・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・青山悠司(新潟大院自然)・中野智仁(新潟大院自
然)・武田直也(新潟大工): 立方晶Ce₆Ni₆P₁₇の³¹P-NMR、日本物理学会 第69回年次大会(東海大学)、
2014

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

前田佳俊: 充填スクッテルダイト化合物NdRu₄Sb₁₂のNQR研究

江見直哉: URu₂Si₂の隠れた秩序相における不純物の影響の研究

三木俊宙: URu₂Si₂の構造対称性に関する微視的研究

科学研究費補助金等

1 文部科学省科学研究費補助金(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