

I 幾何学的フラストレート系の磁性

Magnetism of geometrically frustrated systems

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀
Kohara, T., 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。

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

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀
Kohara, T., 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 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$, YbCu_5 , 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 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

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀
Kohara, T., 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なっている。

IV 遍歴電子磁性体の NMR/NQR

NMR/NQR study of itinerant electron magnet

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀
Kohara, T., 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。

V 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

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀

Kohara, T., 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。

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

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀

Kohara, T., 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 測定を行なう。

VII 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

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀

Kohara, T., 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。

発表論文 List of Publications

I-1 H. Nakamura (京大院工), S. Terazawa (京大院工), T. Waki (京大院工), Y. Tabata (京大院工), T. Koyama, T. Kohara, Geometric Frustration in Itinerant Electron Magnets, AIP Conf. Proc. 1347 (2011) 238-243.

- II-1 阿部真依子・小山岳秀・水戸 毅・上田光一・小原孝夫・鈴木博之（物材機構）：YbPtSb の NMR スペクトルと緩和率、日本物理学会 2011 年秋季大会（富山大学）、2011
- II-2 阿部真依子・小山岳秀・水戸 毅・上田光一・小原孝夫・鈴木博之（物材機構）：YbPtSb における緩和率の磁場依存性、日本物理学会 第 67 回年次大会（関西学院大学）、2011
- II-3 T. Koyama, M. Abe, T. Mito, K. Ueda, T. Kohara, H.S. Suzuki（物材機構）, NMR study of half-Heusler type compounds YbPtSb and LuPtSb, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 80 (2011) Suppl. SA097.
- II-4 T. Koyama, M. Abe, T. Mito, K. Ueda, T. Kohara, H.S. Suzuki（物材機構）, NMR study in the half-Heusler type compound YbPtSb, *Journal of Physics, Conference series*, 273 (2011) 012040 1-4.
- II-5 T. Mito, T. Koyama, K. Nakagawara, T. Ishida, K. Ueda, T. Kohara, K. Matsubayashi（物性研）, Y. Saiga（物性研）, K. Munakata（物性研）, Y. Uwatoko（物性研）, M. Mizumaki(JASRI), N. Kawamura(JASRI), B. Idzikowski(Inst. of Molecular Phys., Polish Academy of Sci.), M. Reiffers(Inst. of Exp. Phys., SAS, 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, 033706-1-4 (2012).
- III-1 小山岳秀・尾崎 穰・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・和気 剛（京大院工）・田畑吉計（京大院工）・道岡千城（京大院理）・吉村一良（京大院理）・中村裕之（京大院工）：空間反転対称性のない超伝導体 Mo₃Al₂C の常伝導状態の相転移、日本物理学会 2011 年秋季大会（富山大学）、2011
- III-2 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（原研）, H. Nakamura（京大院工）, Partial gap opening on the Fermi surface in the noncentrosymmetric superconductor Mo₃Al₂C, *Phys. Rev. B*, 84 (2011) 212501 1-4.
- III-3 上田光一・本山 岳・小原孝夫：2 相共存している CePt₃Si 中の low T_c 相の NMR III、日本物理学会 2011 年秋季大会（富山大学）、2011
- IV-1 原 宏樹・小山岳秀・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・Andrzej Slebarski（Silesia 大）：近藤絶縁体 CeRhSb における Rh-Pd 置換効果の研究 Sb-NQR、日本物理学会 第 67 回年次大会（関西学院大学）、2011
- V-1 服部 翠・水戸 毅・井上耕也・本山 岳・境 秀樹・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・横山 淳（茨城大）・網塚 浩（北大理）：URu₂Si₂ 隠れた秩序相における対称性低下検出の試み -NMR/NQR 測定-、日本物理学会 2011 年秋季大会（富山大学）、2011
- V-2 服部 翠・水戸 毅・本山 岳・酒井佳央・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）：NMR/NQR 測定で得られる URu₂Si₂ の微視的情報、日本物理学会 第 67 回年次大会（関西学院大学）、2011
- V-3 T. Mito, M. Hattoti, G. Motoyama, H. Sakai, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, M. Yokoyama（茨城大）, H. Amitsuka（北大理）, ⁷³Ge-NMR investigation of the hidden order in URu₂Si₂, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 80 Suppl. A, SA016-1-3 (2011).
- VI-1 上田光一・小原孝夫：層状超伝導体 LaPt₂Si₂ の電子状態の NMR による研究、日本物理学会 2011 年秋季大会（富山大学）、2011
- VI-2 上田光一・前田佳俊・小原孝夫：層状超伝導体 LaPt₂Si₂ の電子状態の NMR による研究 II、日本物理学会 第 67 回年次大会（関西学院大学）、2011
- VI-3 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).

- VII-1 西谷孝二・水戸 毅・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 EuPtP の ^{31}P -NMR、日本物理学会 第 67 回年次大会（関西学院大学）、2011
- VII-2 西山功兵・Gabriel Pristas・水戸 毅・小原孝夫・Slavo Gabani(Inst. of Exp. Phys., SAS, Slovakia)・Marian Reiffers(Inst. of Exp. Phys., SAS, Slovakia)・竹下 直（産総研）・Natalia Shitsevalova(Inst. for Probl. of Mat. Sci., Kiev, Ukraine)・小牧泰大（千葉大院理）・國分光胤（千葉大院理）・山崎岳洋（千葉大院理）・深澤英人（千葉大院理）・小堀洋（千葉大院理）：圧力下における SmB_6 の ^{11}B -NMR による研究、日本物理学会 第 67 回年次大会（関西学院大学）、2011
- VII-3 G. Pristas, T. Mito, T. Kohara, S. Gabani(Inst. of Exp. Phys., SAS, Slovakia), M. Reiffers(Inst. of Exp. Phys., SAS, Slovakia), K. Flachbart(Inst. of Exp. Phys., SAS, Slovakia), N. Takeshita(産総研), N. Shitsevalova(Inst. for Probl. of Mat. Sci., Kiev, Ukraine), Pressure-induced suppression of energy gap in the Kondo insulator SmB_6 studied by ^{11}B -NMR, J. Phys. Soc. Jpn., 80 Suppl. A, SA078-1-3 (2011).

大学院物質理学研究科

博士後期課程

西山功兵 : 圧力下における SmB_6 の ^{11}B -NMR による研究

博士前期課程

阿部真依子 : NMR/NQR による強相関 4f 電子系化合物の微視的研究

石田卓磨 : NMR による重い電子系化合物 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$ の磁場依存性の研究

服部 翠 : NMR/NQR による URu_2Si_2 の微視的対称性の研究

西谷孝二 : 価数転移を示す EuPtP の ^{31}P -NMR

原 宏樹 : 近藤絶縁体 CeRhSb における Rh-Pd 置換効果の研究

科学研究費補助金等

- 1 文部科学省科学研究費補助金（平成 21～23 年度） 基盤研究(C) 課題番号 21540370
研究課題 Ce 系および 4d 電子系超伝導体の外部パラメータ変化にともなう強相関の微視的描像
研究代表者 小原孝夫
- 2 文部科学省科学研究費補助金（平成 21～23 年度） 基盤研究(C) 課題番号 21540342
研究課題 4f 多電子状態が引き起こす量子現象の解明
研究代表者 水戸 毅
- 3 文部科学省科学研究費補助金（平成 21～23 年度） 新学術領域研究 課題番号 21102522
研究課題 Yb 系、Sm 系化合物における f 電子自由度
研究代表者 水戸 毅
- 4 兵庫県立大学 特別研究助成金（平成 23 年度）一般研究
研究課題 結晶反転対称性を欠いた強相関系での核磁気共鳴による超伝導機構解明の新展開
研究代表者 小原孝夫