

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・小山岳秀
Kohara, T., 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・小山岳秀
Kohara, T., Mito, T., 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。我々は圧力技術を用いてこの転移を誘起することを中心に、高圧下における核磁気共鳴、核四重極共鳴、電気抵抗、磁化測定を行った。その結果、 YbInCu_4 は一次相転移的に非磁性-磁性転移を生じるのに対して、 YbCu_5 は二次相転移的に相転移近傍に近くづくことが明らかになった。

III 量子臨界点近傍の核磁気共鳴、核四重極共鳴

NMR and NQR Studies around Quantum Critical Point

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀
Kohara, T., Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

Ce,Uを含む化合物では、不純物添加や圧力印加により（反）強磁性秩序化温度が下がり量子臨界点に近づく。量子臨界点付近で現われる超伝導や磁氣的性質には、通常のBCS超伝導体やフェルミ流体とは異なるふるまいをするものが見つかり、これらは最近のトピックスの一つになっている。常圧での核磁気共鳴の温度依存、不純物濃度依存に加え、2.5 GPa~3 GPaの圧力、100 mK以下のNMR,NQRにより量子臨界点近傍の電子状態をくわしく研究する。

IV ホウ素、インジウムを含む超伝導体の核磁気共鳴、核四重極共鳴

NMR and NQR Studies of Superconductors with Boron and Indium

小原孝夫・水戸 毅・上田光一・小山岳秀
Kohara, T., Mito, T., Ueda, K., Koyama, T.

近年、ホウ素、インジウムを含む比較的単純な構成の超伝導体が見つまっている。組成比によって超伝導の新しい機構に基づく性質の変化が報告されている。これらの物質の特異な超伝導機構を調べるため、NMR,NQR による測定を行なっている。

V 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・上田光一
Kohara, T., Ueda, K.

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。

VI 遍歴電子磁性の NQR

NQR Study of Itinerant Electron Magnetism

小原孝夫・水戸 毅・小山岳秀
Kohara, T., Mito, T., 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。鉄化合物半導体である $FeSb_2$ が示す物性についても、そのような考え方が適用できるのか、また、エネルギーギャップの大きさの制御機構についても研究を行なっている。

VII 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、核四重極共鳴(NQR)と核磁気共鳴を用いた研究を行っている。Sm 系重点スクッテルダイト化合物 $SmRu_4P_{12}$ については Ru 核の

NQR スペクトル形状の温度依存性から、低温下秩序状態における対称性を明らかにした。その他、 $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$, YbAl_3C_3 についても同様に秩序構造に関する重要な情報が得られた。

Ⅷ 複数の相転移をもつ物質での核磁気共鳴

NMR Study of Materials with Some Phase Transitions

小原孝夫・上田光一
Kohara, T., Ueda, K.

希土類を含む金属間化合物（例えば $\text{RE}_5\text{T}_4\text{X}_{10}$, RE_2TX_3 ; 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。

発表論文 List of Publications

- I -1 T. Koyama, H. Yamashita, Y. Takahashi, T. Kohara, Y. Tabata(京大院工), H. Nakamura(京大院工), Symmetry lowering in Mo_3Sb_7 with spin fluctuations and superconductivity, Moscow International Symposium on Magnetism MISM 2008, (June 20-25, 2008, Moscow, Russia)2008
- I -2 T. Koyama, H. Yamashita, Y. Takahashi, T. Kohara, I. Watanabe(理研仁科), Y. Tabata(京大院工), H. Nakamura(京大院工), Frustration-Induced Valence Bond Crystal and Its Melting in Mo_3Sb_7 , Physical Review Letters, 101, 126404 1-4(2008)
- I -3 T. Koyama, H. Yamashita, T. Kohara, Y. Tabata(京大院工), H. Nakamura(京大院工), Structural transition in the normal state of the superconductor Mo_3Sb_7 , Material Research Bulletin, 44, 1132-1135(2009)
- I -4 Y. Tabata(京大院工), T. Koyama, T. Kohara, I. Watanabe(理研仁科), H. Nakamura(京大院工), Structural transition in Mo_3Sb_7 probed by muon spin relaxation, Physica B, 404, 746-768(2009)
- I -5 中村裕之(京大工)・小山岳秀：遍歴電子磁性体 Mo_3Sb_7 の対称性の低下、粉体粉末冶金協会平成 20 年度春季大会(早稲田大学)、2008
- I -6 小山岳秀・山下裕貴・高橋慶紀・小原孝夫・田端吉計(京大院工)・中村裕之(京大院工)：超伝導体 Mo_3Sb_7 の常伝導状態における構造相転移、6 特定領域の合同研究会スピンの拓く物性科学の最前線(東京大学)、2008.
- I -7 小山岳秀・山下裕貴・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・田畑吉計(京大院工)・中村裕之(京大院工)・田中良和(理研)：超伝導体 Mo_3Sb_7 の構造相転移と物性、日本物理学会 2008 年秋季大会(岩手大学)、2008
- I -8 田畑吉計(京大院工)・中村裕之(京大院工)・小山岳秀・小原孝夫・渡邊功雄(理研仁科)： μ SR による Mo_3Sb_7 の基底状態の研究、日本物理学会 2008 年秋季大会(岩手大学)、2008
- II -1 T. Mito, M. Otani (神大理), M. Nakamura (神大理), T. Koyama, S. Wada(神戸大院理), H. Kotegawa (神戸大院理), T. C. Kobayashi (岡山大理), B. Idzikowski(Polish Academy

- of Sciences), M. Reiffers(Polish Academy of Sciences), J. L. Sarrao (LANL), Pressure effect on Yb-based strongly correlated electron systems, *Acta Physica Polonica A* 115, 47-52 (2009)
- II-2 T. Mito, High Pressure Studies On Yb Based Strongly Correlated Electron Systems (招待講演), The European Conference "Physics of Magnetism 2008 (PM08)", June 24-27, 2008, Poznan, Poland
- II-3 水戸 毅・中川原圭太郎・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(広大先進セ)・上床美也(東大物性研)、重い電子系 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$ の NMR/NQR、日本物理学会 第 64 回年次大会(立教大学)、2009
- V-1 K. Ueda, G. Motoyama, T. Kohara, Microscopic Properties in Non-centrosymmetric Superconductors, *Magnetic Materials [AIP]*, (Proc. of ICMM-2007), 187-191(2008)
- V-2 上田光一・小原孝夫: CeCoSi_3 の超伝導、日本物理学会 2008 年秋季大会(岩手大学)、2008
- V-3 上田光一・本山岳秀・小原孝夫: CePt_3Si の NMR スペクトル、日本物理学会 2008 年秋季大会(岩手大学)、2008
- V-4 上田光一・本山岳秀・小原孝夫、 CePt_3Si の NMR スペクトルから見た相と磁気構造、日本物理学会 第 64 回年次大会(立教大学)、2009
- VI-1 小山岳秀・神田啓司・上田光一・水戸 毅・小原孝夫・中村裕之(京大院工)、超伝導体 $\text{Rh}_{17}\text{S}_{15}$ の ^{103}Rh -NMR による研究、日本物理学会 第 64 回年次大会(立教大学)、2009
- VII-1 S. Masaki(神戸大院理), T. Mito, S. Wada(神戸大院理), H. Sugawara(徳島大総合科), D. Kikuchi(首都大理工), H. Sato(首都大理工), M. Takigawa(物性研), N. Takeda(新潟大工), G.-q. Zheng(岡山大理), ^{31}P -NMR study in single crystal $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$, *J. Phys. Soc. Jpn.* 77 Suppl.A, 206-208 (2008)
- VII-2 S. Tomisawa(神戸大院理), T. Mito, S. Wada(神戸大院理), K. Hashi(物材機構), T. Shimizu (物材機構), A. Goto(物材機構), S. Ohki(物材機構), Y. Kato(埼玉大理), M. Kosaka (埼玉大理), NMR study of YbAl_3C_3 in high magnetic field, *J. Phys. Soc. Jpn.* 77 Suppl.A, 291-293 (2008)
- VII-3 S. Masaki(神戸大自然), T. Mito, S. Wada(神戸大院理), H. Sugawara(徳島大総合科), D. Kikuchi(首都大理工), H. Sato(首都大理工), Dual magnetic correlations in filled skutterudite compound $\text{NdRu}_4\text{P}_{12}$, *Phys. Rev. B* 78, 094414-1-5 (2008)
- VII-4 T. Mito, S. Tomisawa (神戸大院理), S. Wada (神戸大院理), H. Harima(神戸大院理), K. Hashi (物材機構), T. Shimizu (物材機構), A. Goto (物材機構), S. Ohki (物材機構), Y. Kato (埼玉大理), M. Kosaka (埼玉大理), ^{27}Al NMR/NQR studies on YbAl_3C_3 , *J. Phys. Soc. Jpn.*, 78, 014709 (2009)
- VII-5 正木 了(神戸大自然)・小手川恒(神戸大院理)・藤 秀樹(神戸大院理)・和田信二(神戸大院理)・水戸 毅・菅原 仁(徳島大総合科)・菊地大輔(首都大理工)・佐藤英行(首都大理工) : P -NMR による単結晶 $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ の多極子秩序の研究、日本物理学会 2008 年秋季大会(岩手大学)、2008.
- VIII-1 小原孝夫・水戸 毅・A. Kornilov(P. N. Lebedev Phys. Inst.)・西山功兵・小山岳秀・上田光一・山田順一・V.M. Pudalov(P. N. Lebedev Phys. Inst.)・J.S. Qualls(Sonoma State

Univ.)、圧力下 Se-NMR による $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ の磁性-非磁性転移、日本物理学会第 64 回年次大会(立教大学)、2009

大学院物質理学研究科

博士前期課程

勝山隆弘：複数の相転移をもつ $\text{Lu}_5\text{Ir}_4\text{Si}_{10}$ 系の電子状態の研究

科学研究費補助金等

- 1 科学研究費補助金 (平成 19-20 年度) 基盤研究(C) 課題番号 19540373
研究課題 結晶構造に反転対称がない 3 系の超伝導体の純良試料作成と NMR
研究代表者 小原孝夫
- 2 科学研究費補助金 (平成 19-20 年度) 基盤研究(C) 課題番号 19540368
研究課題 イッテルビウム・サマリウム系希土類化合物が示す 4f 多電子状態の研究
研究代表者 水戸 毅
- 3 ひょうご科学技術協会 一般学術研究助成 (平成 20 年度)
研究課題 核磁気共鳴法による隠れた相転移機構の解明
研究代表者 水戸 毅
- 4 兵庫県立大学 特別教育研究助成金 (平成 20 年度)
研究課題 高圧下 NMR を用いた f 電子が示す自由度の研究
研究代表者 水戸 毅
- 5 姫路工業大学後援財団 平成 20 年度教育研究助成
研究課題 大きな臨界磁場をもつ超伝導体 $\text{Rh}_{17}\text{S}_{15}$ の研究
研究代表者 小山岳秀