

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、YbInCu₄は一次相転移的に非磁性 - 磁性転移を生じるのに対して、YbCu₅は二次相転移的に相転移近傍に近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以下での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かっている。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 遍歴電子磁性体の NMR/NQR

NMR/NQR Study of Itinerant Electron Magnet

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。 $LaCrSb_3$ についてはその複雑な磁性を、 Rh_17S_{15} は 4d 電子間の相関と超伝導特性を研究している。

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、 $PrRu_4P_{12}$, $YbAl_3C_3$ 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 $RE_5T_4X_{10}$, 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 M. Nishiyama¹, T. Kohara and H. Nakamura(京大院工), Transition from weak ferromagnetism to metamagnetism in the itinerant-electron system $Y_{1-x}La_xCo_9Si_4$, Journal of Physics: Conference Series 200, 012145-1-4 (2010)
- II -1 小山岳秀・阿部真依子・水戸 毅・上田光一・小原孝夫・鈴木博之（物材機構）：YbPtSb の NMR、日本物理学会 第 65 回年次大会(岡山大学)、2010
- II -2 水戸 毅・中川原圭太郎・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（広大先進セ）・上床美也（東大物性研）：重い電子系 $YbCo_2Zn_{20}$ の NMR/NQR II、日本物理学会 2009 年秋季大会(熊本大学)、2009
- II -3 中川原圭太郎・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）：重い電子系 $YbCo_2Zn_{20}$ の NMR/NQR III、日本物理学会 第 65 回年次大会(岡山大学)、2010
- II -4 水戸 毅・中川原圭太郎・石田卓磨・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・水牧仁一朗（JASRI）・河村直己(JASRI)・松林和幸（東大物性研）・才賀裕太（東大物性研）・宗像孝司（東大物性研）・上床美也（東大物性研）：磁性-非磁性転移点近傍にある $YbCo_2Zn_{20}$ の磁場依存性、日本物理学会 第 65 回年次大会(岡山大学)、2010
- II -5 水戸 毅：重い電子系 $YbCo_2Zn_{20}$ の NMR/NQR、新学術領域重い電子系の形成と秩序化 第 2 回研究会（広島大学）、2009
- II -6 水戸 毅：重い電子系 Yb 化合物、磁性分光研究会 ～X 線分光学による物質科学へのアプローチ～（広島大学）、2009
- V -1 K. Ueda, G. Motoyama, T. Kohara, Two superconducting phases in $CePt_3Si$ confirmed by NMR, Journal of Physics: Conference Series 150, 052276-1-4 (2009)
- V -2 上田光一・小山岳秀・小原孝夫：常圧下で超伝導を示す $CeCoSi_3$ の混晶系の NMR 測定、日本物理学会 2009 年秋季大会(熊本大学)、2009
- V -3 上田光一・本山 岳・小原孝夫：2 相共存している $CePt_3Si$ 中の low T_c 相の NMR 緩和時間、日本物理学会 2009 年秋季大会(熊本大学)、2009
- V -4 上田光一・本山 岳・小原孝夫：2 相共存している $CePt_3Si$ 中の low T_c 相の NMR、日本物理学会 第 65 回年次大会(岡山大学)、2010

- VI-1 小山岳秀・神田啓司・本山 岳・塩月聖博・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 NMR・比熱測定、日本物理学会 2009 年秋季大会(熊本大学)、2009
- VI-2 T. Koyama, K. Kanda, K. Ueda, T. Mito, K. Kohara, H. Nakamura（京大院工）, ^{103}Rh NMR studies in the superconductor $\text{Rh}_{17}\text{S}_{15}$, Journal of Physics. Conference series 200, 012095 (2010)
- VIII-1 水戸 毅・西山功兵・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・山田順一・坪 広樹・A. Kornilov(P. N. Lebedev Phys. Inst.)・V.M. Pudalov(P. N. Lebedev Phys. Inst.)・J.S. Qualls(Sonoma State Univ.)：Se-NMR による $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ の磁性-非磁性転移の研究、日本物理学会 2009 年秋季大会(熊本大学)、2009
- VIII-2 西山功兵・水戸 毅・鯨井幸臣・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・竹内一博・坪 広樹・山田順一・A. Kornilov(P.N. Lebedev Phys. Inst.)・V.M. Pudalov(P.N. Lebedev Phys. Inst.)・J.S. Qualls(Sonoma State Univ.)：擬一次元有機導体 $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ の ^{77}Se -NMR による研究、日本物理学会 第 65 回年次大会(岡山大学)、2010
- VIII-3 勝山隆弘・上田光一・小原孝夫・Y. Singh(TIFR)・S. Ramakrishnan(TIFR)：CDW 転移と超伝導が共存する $\text{Lu}_5\text{Ir}_4\text{Si}_{10}$ の NMR、日本物理学会 2009 年秋季大会(熊本大学)、2009
- VIII-4 勝山隆弘・上田光一・小原孝夫・Y.Singh(TIFR)・S.Ramakrishnan(TIFR)：CDW 転移と超伝導が共存する $\text{Lu}_5\text{Ir}_4\text{Si}_{10}$ の NMR II、日本物理学会 第 65 回年次大会(岡山大学)、2010

大学院物質理学研究科

博士前期課程

- 勝山隆弘：超伝導と共存する電荷密度波(CDW)転移がおきる系での核磁気共鳴(NMR)
 西山功兵：擬一次元有機導体 $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ の NMR による研究
 中川原圭太郎： $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$ 物性測定

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 21～22 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 21～22 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 21～22 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