

Low-Temperature Physics & Superconductivity 電子物性学

I 重い電子系及び空間反転対称性のない系の物性研究

Study of heavy-fermion and non-centrosymmetric materials

住山昭彦・山口 明・山根悠

Sumiyama, A., Yamaguchi, A. Yamane, Y.

重い電子系や空間反転対称性のない系の中には、従来とは異なる超伝導性や磁性を示す物質がある。それらの物性を明らかにするため、新奇磁性体試料の作成、並びに SQUID による直流磁化・交流帯磁率測定や電気抵抗測定などを行っている。擬 1 次元の磁性や超伝導、カイラル磁性、時間反転対称性の破れた超伝導などを実験的に解明することを目的としている。

II 極低温における液体・固体ヘリウムの研究

Experimental Study of Liquid and Solid Helium

山口 明

Yamaguchi, A.

極低温における液体ヘリウム、固体ヘリウムは量子液体・量子固体と呼ばれ、量子力学的な効果を強く反映した物性を示す。超流動状態、常流動状態、固体状態のヘリウム (^4He , ^3He) の特異な物性を解明するため、様々な極限環境下の実験技術の開発、および、それらを利用した実験を行っている。最近では、放射光表面 X 線回折法により、グラファイト基板に吸着した 2 次元量子液体・固体ヘリウムの構造を解明する研究に取り組んでいる。超高真空チャンバーに組み込む冷凍機の製作を行い、大型放射光施設 SPring-8 で極低温放射光実験を行っている。

III 分子性磁性体の極低温物性

Study of Molecular Magnetic Materials in Low Temperatures

山口 明

Yamaguchi, A.

遷移金属イオンを含む分子性磁性体は、様々なスピンネットワーク構造を作成できることから、多体量子効果研究の舞台として有望である。フラストレート磁性体、キラルな配位子を持つ分子性錯体

などを対象にして極低温領域における基底状態の解明を目的に研究を行っている。希釈冷凍機を用いた低温磁化率、比熱測定では、フラストレート効果により、相互作用に比べてはるかに低い温度まで磁気秩序を示さない化合物を発見した。

IV 希土類化合物における多極子物性

Multipolar Properties in Rare-earth Based Compounds

山根 悠
Yamane, Y.

希土類化合物では、4f 電子のもつ大きなスピン・軌道相互作用のために、磁気双極子よりも高次の多極子ある電気四極子や磁気八極子が活性となる場合がある。これらの多極子自由度は、伝導電子や隣接サイトの多極子と相互作用することにより、多極子秩序や多極子近藤効果、多極子のゆらぎに起因した超伝導などを引き起こす。さらに最近、反転対称性のない化合物における奇パリティ多極子や、単位胞中の複数サイトにまたがって構成されるクラスター多極子に起因する興味深い物性が理論的に提案され、注目を集めている。我々は、新規希土類化合物の試料作製と低温マクロ物性測定を主たる手法として、上記の多極子による物性を実験的に明らかにすることを目指す。

発表論文 List of Publications

- I-1 Gaku Motoyama(島根大), Tetsuya Mutou(島根大), Masaki Kuninaka(島根大), Manabu Adachi(島根大), Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: BCS Relation Pressure Dependence of Tin: High-Pressure Point-Contact Spectroscopy Fabrication Improvement, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **91** 064705 (2022)
- I-2 Akihiko Sumiyama, Daichi Kawakatsu, Masashi Kuroda, Akira Yamaguchi, Yusuke Hirose(新潟大), Rikio Settai(新潟大), Yoshichika Ōnuki(理研): Unconventional Superconductivity of CePt₃Si Probed by DC Magnetization Measurements, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **91** 074713 (2022)
- I-3 Yu Yamane, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: Transport and Magnetic Properties of Europium-based Quasi-one-dimensional Compounds Eu₂BiS₄ and Eu_{1.1}Bi₂S₄, The 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo, 2022).
- I-4 Akihiko Sumiyama, Masashi Hoshikawa, Yu Yamane, Akira Yamaguchi, Gaku Motoyama(島根大), Noriaki Kimura(東北大), Etsuji Yamamoto(原子力機構), Yoshinori Haga(原子力機構), Yoshichika Ōnuki(理研): Pressure Dependence of Magnetic Penetration Depth of UPt₃ Derived by DC Magnetization Measurements, The 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo, 2022).
- I-5 山根悠・山口明・住山昭彦: 擬一次元構造をもつ六方晶化合物 La₃TrGaS₇ (Tr:遷移金属)の磁性、日本物理学会 2022 年秋季大会(東工大)、2022
- I-6 星川昌嗣・岩永千春・山根悠・山口明・住山昭彦・本山岳(島根大)・木村憲彰(東北大)・山

- 本悦嗣(原子力機構)・芳賀芳範(原子力機構)・大貫惇睦(理研)：重い電子系超伝導体 UPt_3 の高圧下超伝導相の研究、日本物理学会 2022 年秋季大会(東工大)、2022
- I-7 Akihiko Sumiyama, Takumi Nagaeki, Akira Yamaguchi, Ke Jia(中国科学院), Jie Yang(中国科学院), Youguo Shi(中国科学院), Guo-qing Zheng(岡山大): Superconducting Transition in Quasi-One-Dimensional Superconductor $Cs_2Cr_3As_3$ Probed by DC Magnetic Susceptibility, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **92** 015001 (2023)
- I-8 山根悠・小林優太・森賢太郎・山口明・住山昭彦:カイラルな結晶構造をもつ六方晶 La_3TrGaS_7 (Tr = Fe, Co, Ni)における一次元磁性、日本物理学会 2023 年春季大会(オンライン)、2023
- I-9 伊藤貴大・黒田将司・川勝大地・山根悠・山口明・住山昭彦・本山岳(島根大)・広瀬雄介(新潟大)・摂待力生(新潟大)・大貫惇睦(理研)：空間反転対称性のない重い電子系超伝導体 $CePt_3Si$ の自発磁化の圧力依存性 II、日本物理学会 2023 年春季大会(オンライン)、2023
- I-10 大槻博哉・山根悠・高橋龍之介・中田勝・山口明・住山昭彦・和達大樹:非線形光学物質 $La_4Ge_3S_{12}$ の合成と第二高調波発生、日本物理学会 2023 年春季大会(オンライン)、2023
- I-11 山根悠、One-dimensional Magnetism in Hexagonal Chiral Compounds La_3TrGaS_7 (Tr= Fe, Co, Ni)、ISSP ワークショップ「カイラル物質科学の新展開」 2022
- II-1 Atsuki Kumashita, Akira Yamaguchi, Hiroo Tajiri(JASRI), Jun Usami(産総研), Akihiko Sumiyama, Yu Yamane, Tomoki Minoguchi(東京大), Masaru Suzuki(電通大), Yoshiharu Sakurai(JASRI): Simulation of Surface X-ray Diffraction for Submonolayer Helium Films on Graphite, The 29th International Conference on Low Temperature Physics (Sapporo, 2022).
- II-2 Atsuki Kumashita, Hiroo Tajiri(JASRI), Akira Yamaguchi, Jun Usami(産総研), Akihiko Sumiyama, Yu Yamane, Masaru Suzuki(電通大), Tomoki Minoguchi(東京大), Yoshiharu Sakurai(JASRI), Hiroshi Fukuyama(東京大): Surface X-ray Diffraction from Monolayer $4He$ Film on Graphite: Simulations and Preliminary Observations, International Conference on Ultra Low Temperature Physics (Otaru, 2022).
- II-3 Hiroo Tajiri(JASRI), Akira Yamaguchi, Atsuki Kumashita, Jun Usami(産総研), Yu Yamane, Akihiko Sumiyama, Masaru Suzuki(電通大), Tomoki Minoguchi(東京大), Hiroshi Fukuyama(東京大), Yoshiharu Sakurai(JASRI): Development of surface X-ray diffraction at low temperatures, International Conference on Ultra Low Temperature Physics (Otaru, 2022).
- II-4 隈下敦貴・山口明・田尻寛男(JASRI)・宇佐美潤(産総研)・山根悠・住山昭彦・簗口友紀(東京大)・鈴木勝(電通大)・櫻井吉晴(JASRI)・福山寛(東京大)：単原子層 $4He$ 薄膜の表面 X 線回折シミュレーション、日本物理学会 2022 年秋季大会(東工大)、2022
- II-5 田尻寛男(JASRI)・山口明・隈下敦貴・宇佐美潤(産総研)・山根悠・住山昭彦・福山寛(東京大)：放射光 X 線散乱による超低温表面観察のためのグラファイト基板の探索、第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(立命館大)、2023
- II-6 田尻寛男(JASRI)・山口明・隈下敦貴・宇佐美潤(東京大)・山根悠・住山昭彦・鈴木勝(電通大)・簗口友紀(東京大)・福山寛(東京大)・櫻井吉晴(JASRI)：超低温における表面 X 線回折法の開発、日本物理学会 2023 年春季大会(オンライン)、2023
- III-1 池田祥貴・高村一輝・小澤芳樹・田原圭志朗・山口明・山根悠・住山昭彦・阿部正明：ルテニウム三核錯体から成る水素結合型ハニカムネットワークの構造制御と磁気特性、錯体化学会

第 72 回討論会(九州大)、2022

- IV-1 A. Wörl(Augsburg 大)・M. Garst(Karlsruhe 工科大)・Y. Yamane・S. Bachus(Augsburg 大)・T. Onimaru(広島大)・P. Gegenwart(Augsburg 大): Divergent thermal expansion and Grüneisen ratio in a quadrupolar Kondo metal、Physical Review Research 4, L022053 (2022).
- IV-2 室岡啓太(神戸大), 本田航大(神戸大), 永井大介(神戸大), 本荘洋章(神戸大), 小手川恒(神戸大), 藤秀樹(神戸大), 久保徹郎(岡山理科大), 山本理香子(広島大), 山根悠, 鬼丸孝博(広島大)
- IV-3 日比野瑠央(北海道大), 柳澤達也(北海道大), 三上義人(北海道大), 日高宏之(北海道大), 網塚浩(北海道大), Sergei Zherlitsyn(マックスプランク), 宮田敦彦(マックスプランク), Joachim Wosnitza(マックスプランク), 山根悠, 川上裕大(広島大), 鬼丸孝博(広島大)

物質科学専攻

前期博士課程

伊藤 貴大: 空間反転対称性のない重い電子系超伝導体 CePt_3Si の自発磁化

隈下 敦貴: 二次元量子系ヘリウムの構造解明に向けた放射光 X 線回折用超低温冷却装置の開発

福井 凌央: 分子性キラル化合物 L-酒石酸銅の低温磁性

星川 昌嗣: 重い電子系超伝導体 UPt_3 の圧力下磁場侵入長の研究

科学研究費補助金等

1. 科学研究費補助金(令和2-4年度) 基盤研究(C) 課題番号 20K03838
研究課題 精密磁化測定とジョセフソン効果の相互補完による超伝導と反強磁性の共存現象の研究
研究代表者 住山昭彦
2. 科学研究費補助金(令和2-6年度) 特別推進研究 課題番号 20H05621
研究課題 分子性強等方性構造の化学構築と機能開拓
研究代表者 阿波賀邦夫
研究分担者 山口 明
3. 科学研究費補助金(令和3-5年度) 基盤研究(C) 課題番号 21K03447
研究課題 低対称磁性サイトを持つ金属間化合物における奇パリティ多極子と電気磁気効果の研究
研究代表者 本山 岳
研究分担者 山口 明
4. 科学研究費補助金(令和4-6年度) 基盤研究(B) 課題番号 22H03883
研究課題 放射光X線散乱で拓く未到の超低温原子層の構造可視化
研究代表者 田尻寛男
研究分担者 山口 明