

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 Yu Yamane, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: Magnetic properties of a quasi-one-dimensional antiferromagnet Eu_2BiS_4 , *J. Alloys Compd.* **976**, 173014 (2024).
- I-2 Yu Yamane, Yuta Kobayashi, Kentaro Mori, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: One-Dimensional Magnetism of Polar Chiral compounds $\text{La}_3\text{TrGaS}_7$ (Tr = Fe, Co, Ni), MRM2023/IUMRS-ICA2023 Grand Meeting 2023.
- I-3 山根 悠・谷口貴紀(東北大)・隈下敦貴・岡部博孝(東北大)・中村惇平(KEK)・幸田章宏(KEK)・山口 明・住山昭彦: 直方晶 Eu 化合物 Eu_2BiS_4 における反強磁性秩序とスピンドायナミクス, 日本物理学会 第 78 回年次大会(東北大)、2023
- I-4 金子 廉・山根 悠・藤井拓斗・中井祐介・山口 明・住山昭彦・水戸 毅: 擬一次元 Eu 化合物 Eu_2BiS_4 の NMR による研究, 日本物理学会 第 78 回年次大会(東北大)、2023
- I-5 本山 岳(島根大)・篠崎真碩(島根大)・西郡至誠(島根大)・山口 明・阿曾尚文(琉球大)・武藤 哲也(島根大)・真砂全宏(島根大)・三好清貴(島根大)・山根 悠, 藤原賢二(島根大)・住山昭彦・上床美也(東京大): 奇パリティ多極子候補物質 Ce_3TiSb_5 における磁化率の圧力変化, 日本物理学会 第 78 回年次大会(東北大)、2023
- I-6 Yu Yamane, Yuta Kobayashi, Kentaro Mori, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: One-Dimensional Magnetism in Hexagonal Compounds $\text{La}_3\text{TrGaS}_7$ (Tr: Transition Metal) with a Chiral Structure, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2023(仁川), 2023.
- I-7 Kentaro Mori, Yu Yamane, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: Magnetic order of a

- mono-axial chiral compound LnRhC_2 ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Ce}$), International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2023(仁川), 2023.
- I-8 Yu Yamane, Takanori Taniguchi(東北大), Atsuki Kumashita, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: Antiferromagnetic Order and Spin Dynamics in an Europium-Based Quasi-One-Dimensional Compound Eu_2BiS_4 , The Workshop on the Dual Nature of f Electrons(姫路) 2023.
- I-9 Kentaro Mori, Yu Yamane, Akira Yamaguchi, Akihiko Sumiyama: Magnetic Order of a Mono-Axial Chiral Compound LnRhC_2 ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Ce}$), The Workshop on the Dual Nature of f Electrons(姫路) 2023.
- I-10 Akira Yamaguchi, Gaku Motoyama(島根大), Yu Yamane, Akihiko Sumiyama, Yoshinori Haga(原子力機構), Kenji Shirasaki(東北大): Magnetic susceptibility and electrical resistance of ternary uranium intermetallic U_3TiGe_5 . The Workshop on the Dual Nature of f Electrons(姫路) 2023.
- I-11 Y. Yamane, Y. Kobayashi, K. Mori, A. Yamaguchi, A. Sumiyama: One-dimensional Magnetism in Chiral Polar Compounds $\text{La}_3\text{TrGaS}_7$ ($\text{Tr} = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$), 学術変革領域研究 A アシメトリ量子 キックオフミーティング(岡山), 2023.
- I-12 本山 岳(島根大)・篠崎真碩(島根大)・西郡至誠(島根大)・山口 明・阿曾尚文(琉球大)・武藤哲也(島根大)・真砂全宏(島根大)・山根 悠, 藤原賢二(島根大)・住山昭彦・上床美也(東京大): Ce ジグザグ鎖を持つ Ce_3TiSb_5 の圧力下磁化測定, 学術変革領域研究 A アシメトリ量子 キックオフミーティング(岡山), 2023.
- II-1 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): Simulations of Surface X-ray Diffraction from a Monolayer ^4He Film Adsorbed on Graphite, JPS Conf. Proc. 38, 011004 (2023).
- II-2 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): 放射光によるヘリウム原子層薄膜の構造観測の現状: 極低温透過 X 線回折用実験装置と吸着基板の評価、日本物理学会第 78 回年次大会(東北大)、2023
- II-3 Akira Yamaguchi, Hiroo Tajiri(JASRI), Atsuki Kumashita, Jun Usami(産総研), Yu Yamane, Akihiko Sumiyama, Tomoki Minoguchi(東京大), Masaru Suzuki(電通大), Yoshiharu Sakurai(JASRI), Hiroshi Fukuyama(東京大): Structural study of two-dimensional helium on graphite with synchrotron radiation X-rays (invited). The 2023 International Symposium on Quantum Fluids and Solids (Manchester, 2023).
- II-4 Atsuki Kumashita, Jun Usami(産総研), Hiroshi Fukuyama(東京大), Kazuma Mori, Yu Yamane, Akihiko Sumiyama, Akira Yamaguchi: Search for the Gas-Liquid Critical Point in ^3He Monolayer on Graphite. The 2023 International Symposium on Quantum Fluids and Solids (Manchester, 2023).
- II-5 隈下敦貴・山口 明: 放射光 X 線回折によるグラファイト上単原子層ヘリウム薄膜の構造研究～極低温で現れる不思議な量子相の観測を目指して～、知の交流シンポジウム 2023(神戸)、2023
- III-1 山口 明・池田祥貴・住川 舜・高村一輝・山根 悠・住山昭彦・小澤芳樹・阿部正明・Liviu

- Ungur(Nat'l. Univ. of Singapor)・岩原直也(千葉大)・梅村真由美(奈良女子大)・土射津昌久(奈良女子大) : 水素結合ネットワークを形成する 3 核金属錯体(金属=Cr, Ru)の磁性、日本物理学会第 78 回年次大会(東北大)、2023
- III-2 明松凜也・山根 悠・住山昭彦・谷口貴紀(東北大)・藤田 涉(東京海洋大)・山口 明 : 分子性キラル磁性体 L 酒石酸銅の低温磁性と中性子線回折実験、日本物理学会 2024 年春季大会(オンライン)、2024
- III-3 住川 舜・池田 祥貴・小澤 芳樹・山口 明・山根 悠・住山昭彦・阿部正明 : クロム(III)三核錯体を利用した水素結合型ハニカムネットワークの構築とその物性評価、日本化学会 第 103 春季年会(東京理科大)、2024
- III-4 山口 明 : Quantum spin liquid in two dimensional MOF $\text{Cu}_3(\text{HTTP})_2$ and recent topics: 科学研究費特別推進研究「分子性強等方性構造の科学構築と機能」第 3 回成果報告会(愛媛大)、2023
- IV-1 Ruo Hibino(北海道大), Tatsuya Yanagisawa(北海道大), Yoshito Mikami(北海道大), Hiroyuki Hidaka(北海道大), Hiroshi Amitsuka(北海道大), Sergei Zherlitsyn(マックスプランク研), Joachim Wosnitza(マックスプランク研), Yu Yamane, and Takahiro Onimaru(広島大): Elemental Dilution Effect on the Elastic Response due to a Quadrupolar Kondo Effect of the Non-Kramers System $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ir}_2\text{Zn}_{20}$, J. Phys. Soc. Jpn. **92**, 074708 (2023).
- IV-2 Ruo Hibino(北海道大), Tatsuya Yanagisawa(北海道大), Yoshito Mikami(北海道大), Hiroyuki Hidaka(北海道大), Hiroshi Amitsuka(北海道大), Sergei Zherlitsyn(マックスプランク研), Joachim Wosnitza(マックスプランク研), Yu Yamane, and Takahiro Onimaru(広島大): Change in the Ground State of $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ir}_2\text{Zn}_{20}$ due to a Quadrupolar Kondo Effect with Pr Concentration x , JPS Conf. Proc. **38**, 011089 (2023).

物質科学専攻

博士後期課程

隈下敦貴 : 極低温 2次元量子ヘリウム薄膜の研究

博士前期課程

森 賢太郎 : 擬スクッテルダイト化合物 $R\text{RuSn}_3$ ($R = \text{Pr}, \text{Nd}$)における結晶場効果

科学研究費補助金等

1. 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

2. 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

3. 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

4. 公益財団法人 プロテリアル材料科学財団 第37回材料科学研究助成募集

研究課題 キラルな構造に起因した磁性を示す半導体化合物の開発

研究代表者 山根 悠