

## Low-Temperature Physics & Superconductivity 電子物性学

### I 重い電子系及びその他関連物質の物性研究

Study of heavy-fermion and other related materials

住山昭彦・山口 明・山根悠

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

重い電子系化合物の中には、磁気秩序と超伝導の共存を示す物質が存在する。また、空間反転対称性のない超伝導体の中には、時間反転対称性の破れを示唆する物質がある。このように、従来の超伝導体には見られない新奇の超伝導性を明らかにするため、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。強磁性と共存する超伝導体、擬 1 次元超伝導現象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 ( $^4\text{He}$ 、 $^3\text{He}$ ) 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 山根悠・前田智輝・山口明・住山昭彦・大貫惇睦(理研)：近藤合金  $\text{La}_{1-x}\text{Ce}_x\text{Cu}_6$  の熱膨張、日本物理学会 2021 年秋季大会(オンライン)、2021
- I-2 篠崎真碩(島根大)・本山岳(島根大)・西郡至誠(島根大)・武藤哲也(島根大)・三好清貴(島根大)・藤原賢二(島根大)・真砂全宏(島根大)・山口明・住山昭彦：Ce ジグザグ鎖構造をもつ反強磁性体  $\text{Ce}_3\text{TiSb}_5$  の物性測定、日本物理学会 2021 年秋季大会(オンライン)、2021
- I-3 伊藤貴大・黒田将司・川勝大地・山口明・住山昭彦・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  $\text{CePt}_3\text{Si}$  の自発磁化の圧力依存性、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- I-4 山根悠・前田智輝・山口明・住山昭彦・大貫惇睦(理研)：近藤合金  $\text{La}_{1-x}\text{Ce}_x\text{Cu}_6$  の低温熱膨張、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- I-5 星川昌嗣・石井優海・木村勇一郎・岩永千春・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  $\text{UPt}_3$  の磁場侵入長の圧力依存性 II、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- I-6 Y. Yamane, T. Maeda, A. Yamaguchi, A. Sumiyama and Y. Ōnuki(理研): Thermal Expansion in a diluted Ce system  $\text{La}_{1-x}\text{Ce}_x\text{Cu}_6$ , J. Phys.: Conf. Ser. 2164, 12034 (2022).
- I-7 M. Shinozaki(島根大), G. Motoyama(島根大), S. Nishigori(島根大), A. Yamaguchi, Y. Yamane, T. Mutou(島根大), K. Fujiwara(島根大), M. Manago(島根大), K. Miyoshi(島根大) and A. Sumiyama: Electrical Resistivity Measurements of Antiferromagnetic Compound

- Ce<sub>3</sub>TiSb<sub>5</sub> under Pressure, J. Phys.: Conf. Ser. 2164, 12040 (2022).
- II-1 隈下敦貴・山口明・田尻寛男(JASRI)・宇佐美潤(東京大)・福山寛(東京大)・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) : He 吸着層観察のための新規グラファ  
 イト基板の放射光による構造評価、日本物理学会 2021 年秋季大会(オンライン)、2021
- II-2 隈下敦貴・山口明・田尻寛男(JASRI)・宇佐美潤(東京大)・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) : グラファイト上 <sup>4</sup>He 原子層の放射  
 光表面 X 線回折、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- II-3 A. Yamaguchi, H. Tajiri(JASRI), A. Kumashita, J. Usami(東京大), Y. Yamane, A. Sumiyama,  
 M. Suzuki(電通大), T. Minoguchi(東京大), Y. Sakurai(JASRI) and H. Fukuyama(東京大):  
 Structural study of adsorbed helium films: New approach with synchrotron radiation X-  
 rays, J. Low Temp. Phys. published online (2021).
- II-4 A. Yamaguchi, H. Tajiri(JASRI), A. Kumashita, J. Usami(東京大), Y. Yamane, A. Sumiyama,  
 M. Suzuki(電通大), T. Minoguchi(東京大), Y. Sakurai(JASRI) and H. Fukuyama(東京大):  
 Structural study of adsorbed helium films: New approach with synchrotron radiation X-  
 rays, 2021 International Symposium on Quantum Fluids and Solids(QFS2021), Bangalore,  
 India(Online), 2021.
- II-5 A. Kumashita, H. Tajiri(JASRI), A. Yamaguchi, J. Usami(東京大), Y. Yamane, A. Sumiyama,  
 M. Suzuki(電通大), T. Minoguchi(東京大), Y. Sakurai(JASRI) and H. Fukuyama(東京大):  
 Pyrolytic graphite for synchrotron X-ray diffraction of two-dimensional helium films, 2021  
 International Symposium on Quantum Fluids and Solids(QFS2021), Bangalore,  
 India(Online), 2021.
- III-1 丸本涼太(名大)・松下琢(名大)・清水康弘(名大)・伊藤正行(名大)・小林義明(名大)・三角勇氣  
 (名大)・張中岳(名大)・阿波賀邦夫(名大)・山口明・山根悠・住山昭彦・土射津昌久(奈良女大)・  
 和田信雄(名大) : 量子スピン液体候補カゴメ格子磁性体 Cu-CAT-1 の磁場中比熱測定、日本物  
 理学会 2021 年秋季大会(オンライン)、2021
- III-2 山口明・池田祥貴・山根悠・住山昭彦・阿部正明 : 水素結合型ハニカムネットワークを形成す  
 るルテニウム 3 核錯体の磁性、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- III-3 福井凌央・田中徹・山口明・山根悠・住山昭彦・藤田渉(海洋大) : キラル磁性体 L-酒石酸銅の  
 極低温磁性、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- III-4 丸本涼太(名大)・松下琢(名大)・清水康弘・小林義明・伊藤正行(名大)・和田信雄(名大)・三角  
 勇氣(名大)・張中岳(名大)・阿波賀邦夫(名大)・山口明・山根悠・住山昭彦・榊原俊郎(物性研)・  
 土射津昌久(奈良女大) : 量子スピン液体候補カゴメ格子磁性体 Cu-CAT-1 の臨界的な比熱と  
 磁性、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022
- III-5 池田祥貴・高村一輝・田原圭志朗・小澤 芳樹・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二次元ハニカムシートの結晶構造と多形生成、日本化  
 学会第 102 春季年会 (オンライン)、2022
- IV-1 山根 悠 : クラスタ多極子秩序を示す希土類化合物絶縁体の探索、金属材料研究所ワークシ  
 ョップ 「二大中性子源を活用する偏極中性子スピン科学の推進」(オンライン)、2022
- IV-2 草ノ瀬優香(広島大)・鬼丸孝博(広島大)・山根悠・梅尾和則(広島大)・高島敏郎(広島大) : 希  
 土類内包カゴ状化合物 PrNi<sub>2</sub>Mg<sub>20</sub> の非磁性基底二重項による低温物性、日本物理学会 2021  
 年秋季大会(オンライン)、2021

- IV-3 日比野瑠央(北大)・柳澤達也(北大)・三上義人(北大)・日高宏之(北大)・網塚浩(北大)・Sergei Zherlitsyn(ドレスデン強磁場研)・Joachim Wosnitzer(ドレスデン強磁場研)・山根悠・鬼丸孝博(広島大)：非クラマース化合物  $Y_{1-x}Pr_xIr_2Zn_{20}$  における超音波分散の元素希釈効果、日本物理学会第 77 回年次大会(オンライン)、2022

## 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超伝導体の自発磁化の研究  
隈下 敦貴：極低温表面 X 線解析法による 2 次元量子相の研究  
福井 凌央：キラル磁性体の磁気異方性の研究  
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2-3年度) 研究活動スタート支援 課題番号 20K22332  
研究課題 近藤効果を示すCe希釈系における極低温熱膨張  
研究代表者 山根 悠
3. 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
4. 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
5. ひょうご科学技術協会 学術研究助成(令和3年度)  
研究課題 金属有機ネットワーク結晶における量子機能の探索  
研究代表者 山口 明