

I 非 s 波超伝導体のトンネル効果

Tunneling effect in non- s -wave superconductors

住山昭彦
Sumiyama, A

重い電子系超伝導体や酸化物高温超伝導体においては、これまでの超伝導体で生じていた s 波の超伝導状態とは異なる、 p 波、 d 波、 f 波などの異方的な超伝導状態が実現していると考えられている。この超伝導性を調べるために、 CePt_3Si 、 CeCoIn_5 、 CeIrIn_5 等の重い電子系超伝導体の上に通常の金属、 s 波超伝導体を積層して作成したSNS素子でジョセフソン効果の研究を、通常の金属が微小な部分で接触したSN点接触型素子でトンネル効果の研究を行っている。

II 重い電子系超伝導体の交流／直流帯磁率測定

AC/DC susceptibility study of Heavy-fermion superconductors

住山昭彦・本山 岳
Sumiyama, A., Motoyama, G.

超伝導量子干渉素子SQUIDを用いると、同一のコイルで交流／直流両帯磁率を精密に測定することが可能である。この測定システムの利点を生かして、 UPt_3 、 CePt_3Si 、 CeIrIn_5 などの重い電子系超伝導体で観察されている二段階の超伝導転移を詳しく調べることで、そのような転移が非 s 波超伝導状態に起因する本質的なものであるのか、試料の不均一によるものであるのかを明らかにすることを目指している。

III 重い電子系超伝導体の研究

Heavy-fermion superconductors

本山 岳
Motoyama, G.

セリウム及びウラン化合物を含む強相関化合物の中には、磁気秩序と超伝導の2つの秩序相の共存を示す物質が存在する。これら重い電子系超伝導化合物は、相矛盾する性質である磁気秩序と超伝導が共存するだけでなく、内部自由度を持つ超伝導など多様な超伝導性を示す。この超伝導性を調べるため、単結晶試料育成を中心に研究を行っている。さらに、重い電子系によく見られるこれらの局在性と遍歴性の二重性をコンプトン散乱実験法から検討している。

IV 超流動ヘリウム3 – A_1 相のスピンド力学

Spin dynamics in Superfluid ^3He - A_1 phase

山口 明
Yamaguchi, A.

超流動 ^3He はP波凝縮相で、内部自由度に起因したMultiple-Superfluid相が出現する。磁場中では A_1 相と呼ばれるノンユニタリーな超流動相が現れる。この A_1 相内では、わずかなマイノリティ成分を除いて、磁場に平行なスピンを持ったクーパー対のみしか存在せず、超流動成分は偏極していると考えられている。 A_1 相内に超流動成分のみを通すスーパーレークを配置し、スピン流を使った高スピン偏極液体の生成を目指している。

V μ S Q U I D 磁束計の開発

Development of μ -SQUID magnetometer

山口 明
Yamaguchi, A.

ナノスケール微小磁性体の磁化反転過程には、量子効果が強く影響すると考えられている。このような微小な磁性体の磁化反転を粒子1個で観測するため、マイクロメートルサイズの超伝導量子干渉素子(μ -SQUID)を用いた磁束計を開発している。高温超伝導材料によるHTS- μ -SQUID及び、低温超伝導材料によるLTS- μ -SQUIDの作成、性能評価を行っている。

VI フラストレート磁性体の基底状態の研究

Study of frustrated magnets

山口 明
Yamaguchi, A.

2次元三角格子やカゴメ格子反強磁性体などでは、磁気的なフラストレーションが存在し、反強磁性やフェリ磁性などの単純な磁気的秩序状態の描像を描くことができない。特に、フラストレート磁性体に対して理論的に予言されている量子的な基底状態の解明を目指して研究を行っている。極低温、超低温下での、磁化測定、比熱測定、NMR測定など様々な物性測定を駆使し、フラストレーションの物理の解明を目指している。グラファイトに吸着された2次元ヘリウム3や、分子性カゴメ格子磁性体などが、主な研究対象である。

発表論文 List of Publications

- I -1 住山昭彦：空間反転対称性のない超伝導体のジョセフソン効果の磁場特性、新学術領域研究「重い電子系の形成と秩序化」第2回研究会(広島、2009)。
- I -2 A. Sumiyama, Y. Tsuji, N. Ikeda, Y. Oda, H. Shishido(京大), R. Settai(阪大), Y. Onuki(阪大): Comparison of Josephson Effect of Heavy-Fermion Superconductor CeTIn_5 (T=Co, Ir), 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (Tokyo 2009).
- I -3 池田奈央子・青木義弘・本山 岳・山口 明・住山昭彦・安田 敬(阪大)・摂待力生(阪大)・大貫惇睦(阪大)：3 軸磁化測定系の開発と時間反転対称性の破れた超伝導状態の検証、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- I -4 青木義弘・本山 岳・山口 明・住山昭彦・安田 敬(阪大)・摂待力生(阪大)・大貫惇睦(阪大)：空間反転対称性のない超伝導体 LaPt_3Si のジョセフソン効果、日本物理学会第 65 回年次大会(岡山、2010)。
- I -5 池田奈央子・青木義弘・本山 岳・山口 明・住山昭彦・安田 敬(阪大)・摂待力生(阪大)・大貫惇睦(阪大)：3 軸磁化測定系の開発とジョセフソン効果測定への応用、日本物理学会第 65 回年次大会(岡山、2010)。
- II -1 Y. Aoki, A. Sumiyama, G. Motoyama, Y. Oda, T. Yasuda(阪大), R. Settai(阪大), Y. Onuki(阪大): Meissner effect of heavy-fermion superconductor CePt_3Si under pressure, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (Tokyo 2009).
- II -2 青木義弘・住山昭彦・本山 岳・小田祺景・安田 敬(阪大)・摂待力生(阪大)・大貫惇睦(阪大)：重い電子系超伝導体 CePt_3Si の圧力下におけるマイスナー効果 II、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- III -1 塩月聖博・本山 岳・小田祺景・山口 明・住山昭彦： LaPt_3Si 等重い電子系化合物に関連した超伝導体の比熱測定、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- III -2 小泉昭久・本山 岳・境 秀樹・塩月聖博・久保康則(日大)・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI)： CeRu_2Si_2 における近藤温度前後での電子占有数密度の比較、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- III -3 境 秀樹・横山暢之・本山 岳・小田祺景・山口 明・住山昭彦： URu_2Si_2 の秩序相における電気抵抗率及び磁化率から求めた励起エネルギーの比較、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- III -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 緩和時間、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- III -5 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)：超伝導体 $\text{Rh}_{17}\text{S}_{15}$ の NMR、比熱測定、日本物理学会秋季大会(熊本、2009)。
- III -6 塩月聖博・本山 岳・小田祺景・山口 明・住山昭彦・竹内徹也(阪大)・安田 敬(阪大)・摂待力生(阪大)・大貫惇睦(阪大)： LaPt_3Si 多結晶および単結晶の磁場中比熱測定、日本物理学会第 65 回年次大会(岡山、2010)。
- III -7 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、2010)。
- III -8 境 秀樹・横山暢之・本山 岳・小田祺景・山口 明・住山昭彦： URu_2Si_2 の秩序相における電気抵抗率及び磁化率から求めた励起エネルギーの比較 II、日本物理学会第 65 回年次大会(岡山、2010)。
- III -9 本山 岳・境 秀樹・小田祺景・山口 明・住山昭彦： URu_2Si_2 の HO 相と AFM 相におけるエネルギーギャップの違い、基盤研究(S)「価数不安定性をもつアクチノイド化合物に特有の新

奇量子状態の研究」第2回研究会及び琉球大学重い電子系研究会第1回ミニワークショップ(沖縄、2009).

- IV-1 A. Yamaguchi, Y. Aoki(東工大), S. Murakawa(東工大), H. Ishimoto(東大) and H. Kojima(Rutgers 大): Spin pump for boosting spin polarization of superfluid ^3He A_1 phase, Phys. Rev. B 80(2009) 052507.
- IV-2 S. Murakawa(東工大), A. Yamaguchi, M. Arai(東工大), M. Wasai(東工大), Y. Aoki(東工大), H. Ishimoto(東大), R. Nomura(東工大) and Y. Okuda(東工大): Transverse acoustic impedance measurements for surface states of superfluid ^3He A_1 and A_2 phases, J. Low Temp. Phys., 158(2010) 141.
- IV-3 A. Yamaguchi, ^3He - A_1 Mechanical Spin Pump (招待講演), International symposium on quantum fluids and solids 2009 (QFS2009), August 5-11, 2009, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA
- IV-4 A. Yamaguchi, Mechanical Spin Pump and Spin Relaxation in Superfluid ^3He - A_1 , International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials (PSM2010), March 9-12, 2010, Yokoyama, Japan.
- IV-5 山口 明、超流動 $^3\text{He}A_1$ 相のスピンポンプ実験 (小講義)、スーパークリーン特定・若手秋の学校、9月18日-10月1日、(熊本阿蘇、2009).
- IV-6 村川 智(東工大)・山口 明・荒井美穂(東工大)・和才将大(東工大)・青木悠樹(東大)・石本英彦(東大)・野村竜司(東工大)・奥田雄一(東工大): 強磁場中における超流動 ^3He の横波音響応答Ⅲ、日本物理学会秋季大会(熊本、2009).
- V-1 A. Yamaguchi, K. Takeda(東大), T. Matsumoto(産総研), G. Motoyama, H. Kashiwaya(産総研), S. Kuriki(北大), S. Kashiwaya(産総研), S. Ohkoshi(東大) and A. Sumiyama: Development of micro-SQUID magnetometers for investigation of quantum tunneling of magnetization in nanometer-size magnetic materials, J. Low Temp. Phys., 158(2010) 704.
- V-2 K. Takeda(東大), H. Tokoro(東大), A. Yamaguchi, and S. Ohkoshi(東大): Absolute quantization of magnetization of individual micron-sized magnets using a high-temperature superconductor micro-SQUID magnetometer, Supercond. Sci. Technol., 23(2010) 045006.
- V-3 K. Takeda(東大), H. Tokoro(東大), F. Hakoe(東大), A. Yamaguchi, H. Mori(東大), H. Ishimoto(東大), T. Nakamura(北大), S. Kuriki(北大), and S. Ohkoshi(東大): High temperature superconductor micro-SQUID magnetometer for molecular-based magnet, Polyhedron, 28 (2009) 1746.
- V-4 A. Yamaguchi, Development of micro-SQUID magnetometers for investigation of quantum tunneling of magnetization in nanometer-size magnetic materials, International symposium on quantum fluids and solids 2009 (QFS2009), August 5-11, 2009, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA.
- V-5 山口 明・松本哲郎(産総研)・武田啓司(東大)・本山 岳・柏谷 聡(産総研)・大越慎一(東大)・住山昭彦: ナノスケール磁性体の磁化反転測定のための μ -SQUID 磁束計の開発、日本物理学会秋季大会(熊本、2009).
- V-6 武田啓司(東大)・所 裕子(東大)・山口 明・大越慎一(東大): μ -SQUID による $\text{RbMn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ の微小単結晶の磁化測定、日本物理学会秋季大会(熊本、2009).
- V-7 谷 礼王馬・和田雅人・山口 明・松本哲郎(産総研)・武田啓司(東大)・本山 岳・柏谷 聡(産総研)・大越慎一(東大)・住山昭彦: 低温マイクロ SQUID 磁束計を使った分子性磁性体

- の測定、日本物理学会第 65 回年次大会(岡山、2010).
- V-8 松本哲朗(産総研)・柏谷裕美(産総研)・柴田 肇(産総研)・山口 明・高柳英明(東京理科大・物材機構)・柏谷 聡(産総研) : Nb 薄膜を用いた nanoSQUID の作製と特性評価、第 70 回応用物理学会学術講演会(富山、2009)
- V-9 松本哲朗(産総研)・柏谷裕美(産総研)・柴田 肇(産総研)・石黒亮輔(東京理科大・物材機構)・山口 明・高柳英明(東京理科大・物材機構)・野村晋太郎(筑波大)・柏谷 聡(産総研) : Nb nanoSQUID の Ic 低減に向けてのアプローチ、第 56 回応用物理学関係連合講演会(つくば、2010)
- VI-1 H. Nema(東大), T. Hayakawa(東大), A. Yamaguchi and H. Ishimoto(東大): Magnetization Plateau of Two-Dimensional Antiferromagnetic Solid ^3He on a Triangular Lattice, Phys. Rev. Lett., 102 (2009) 075301.
- VI-2 Y. Karaki(東大), M. Kou(東大), A. Yamaguchi, M. Kubota(東大), H. Ishimoto(東大), Z. Honda(埼大) and K. Yamada(埼大): Hyperfine Induced Magnetic Ordering in a $S=1/2$ Quantum Magnets on Kagomé Lattice, J. Low Temp. Phys., 158 (2010) 653.

大学院理学研究科

博士後期課程

青木義弘 : 空間反転対称性のない重い電子系物質 CePt3Si の超伝導

博士前期課程

池田奈央子 : 零磁場環境の生成とジョセフソン効果測定への応用

境 秀樹 : URu₂Si₂における多重臨界点の磁場依存性

塩月聖博 : 緩和法・交流法による超低温比熱測定

科学研究費補助金等

- 1 科学研究費補助金(平成21~23年度) 基盤研究(C) 課題番号:21540371
 研究課題 重い電子系超伝導体の圧力下トンネル現象の研究
 研究代表者 住山昭彦
 研究分担者 本山 岳
- 2 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:21102521
 研究課題 空間反転対称性のない超伝導体のスピン三重項・一重項電子対混合状態の検証
 研究代表者 住山昭彦
- 3 科学研究費補助金(平成20~21年度) 若手研究(A) 課題番号:20684015
 研究課題 SQUID磁束計によるナノ磁性ダイナミクスの直接観察
 研究代表者 山口 明
- 4 科学研究費補助金(平成17~21年度)特定領域研究 課題番号:17071004
 研究課題 量子固体の磁性と結晶制御
 研究代表者 奥田雄一(東工大)
 研究分担者 山口 明
- 5 兵庫県立大学特別教育研究助成金(平成21年度)
 研究課題 フラストレート電子・核複合系研究のための、極低温・強磁場物性測定装置の立ち上げ
 研究代表者 山口 明