

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、 UPt_3 、 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 超流動ヘリウム3 - A_1 相のスピン動力学

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。

IV 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。

V 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。また、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や点接合分光法から検討している。

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 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 ($T = \text{Co, Ir}$), *Physica C* 470 (2010) S577.
- I-2 A. Sumiyama, N. Ikeda, Y. Aoki, G. Motoyama, A. Yamaguchi, T. Yasuda(阪大), R. Settai(阪大), and Y. Onuki(阪大): Josephson effect of heavy-fermion superconductors measured in a 3-axes magnetometer, *International Conference on Heavy Electrons 2010* (東京、2010).
- 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ジョセフソン効果測定への応用 II、日本物理学会秋季大会(大阪、2010).
- I-4 Y. Aoki, A. Sumiyama, M. Shiotsuki, G. Motoyama, A. Yamaguchi, Y. Oda, T. Yasuda (阪大), R. Settai (阪大), and Y. Onuki (阪大): Josephson Effect between Noncentrosymmetric LaPt_3Si and a Conventional Superconductor, *J. Phys. Soc. Jpn.* 79 (2010) 124707.
- I-5 住山昭彦・青木義弘・池田奈央子・本山 岳・山口 明・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 CePt_3Si , LaPt_3Si のジョセフソン効果、「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」第 1 回領域研究会(京都、2010).
- I-6 A. Sumiyama, N. Miyakawa, Y. Ushida, G. Motoyama, A. Yamaguchi, Y. Oda: Magnetic-field modulation of the Josephson effect between polycrystalline CeCu_2Si_2 and Al, *J. Physics: Conference Series* 273 (2011) 012086.
- I-7 住山昭彦・池田奈央子・郷地 順・本山 岳・山口 明・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 (阪大): 重い電子系超伝導体 UPt_3 のジョセフソン効果、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2011) .
- 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, *Physica C* 470 (2010) S554.
- II-2 Y. Aoki, A. Sumiyama, G. Motoyama, A. Yamaguchi, Y. Oda, T. Yasuda (阪大), R. Settai (阪大), and Y. Onuki (阪大): Origin of High- T_c Inclusion in Noncentrosymmetric Superconductor CePt_3Si , *J. Phys. Soc. Jpn.* 80 (2011) 065001.
- III-1 村川 智 (慶応大)・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 IV、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- III-2 山口 明: Spin current manipulation in superfluid $\text{He}_3\text{-A1}$ phase、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2010) .
- III-3 Y. Aoki (東工大), A. Yamaguchi, K. Suzuki (東大), H. Ishimoto (東大) and H. Kojima(Rutgers 大): Spin fluid dynamics observed by magnetic fountain effect and mechanical spin pumping effect in the ferromagnetic superfluid He-3 A1 phase, *Phys. Rev. B* 82(2010) 054527.
- IV-1 和田雅人・山口 明・松本哲郎 (産総研)・柏谷裕美 (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 磁束計による Mn_{12} クラスターの磁化量子トンネリングの測定、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- IV-2 A. Yamaguchi, M. Wada, R. Tani, K. Takeda (東大), T. Matsumoto (産総研), H. Kashiwaya (産総研), G. Motoyama, S. Kashiwaya (産総研), S. Ohkoshi (東大) and A. Sumiyama: An Operation Circuit of a Micro-SQUID Magnetometer below 1 K, *Journal of Low Temperature*

- Physics 162(2011) 748 .
- V-1 M. Shiotsuki, G. Motoyama, Y. Oda, A. Yamaguchi, A. Sumiyama, T. Takeuchi (阪大) , T. Yasuda (阪大) , R. Settai (阪大) , and Y. Onuki (阪大) : Specific heat of poly- and single-crystalline LaPt_3Si under magnetic fields, International Conference on Heavy Electrons 2010 (東京、2010) .
- V-2 塩月聖博・本山 岳・小田祺景・住山昭彦 : TiCo の超伝導と磁気余効、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- V-3 境 秀樹・川端綾美・本山 岳・山口 明・住山昭彦 : PrNi_2Ge_2 の単結晶育成と低温物性、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- 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 II、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- V-5 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)・撰待力生 (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 II、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- V-6 水戸 毅・服部 翠・本山 岳・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・横山 淳 (茨城大)・網塚 浩 (北大) : URu_2Si_2 隠れた秩序の NMR/NQR 測定による再検証、日本物理学会秋季大会 (大阪、2010) .
- V-7 本山 岳 : URu_2Si_2 における隠れた秩序相の局在性・遍歴性、大洗研究会 (茨城、2010) .
- V-8 D. Okai, R. Nagai, G. Motoyama, T. Fukami, T. Yamasaki, Y. Yokoyama, H. M. Kimura, A. Inoue: Superconducting property of Zr-Co and Zr-Co-Al alloys fabricated by rapid solidification, *Physica C* 470 (2010) 1048.
- V-9 T. Koyama, K. Kanda, G. Motoyama, K. Ueda, T. Mito, T. Kohara, H. Nakamura (京大) : ^{103}Rh NMR investigation of the superconductor $\text{Rh}_{17}\text{Si}_{15}$, *Physica C* 470 (2010) S734.
- V-10 T. Koyama, K. Kanda, G. Motoyama, T. Mito, K. Ueda, T. Kohara, H. Nakamura (京大) , and H. Harima (神戸大) : Electron Correlations in Superconductor $\text{Rh}_{17}\text{Si}_{15}$ Studied by ^{103}Rh NMR and Specific Heat Measurements, *J. Phys. Soc. Jpn* 79 (2010) 114723.
- V-11 小泉昭久・本山 岳・久保康則 (日大)・伊藤真義(JASRI)・櫻井吉晴(JASRI) : 重い電子系化合物 CeRu_2Si_2 におけるコンプトンプロファイルの温度変化測定、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2011) .
- V-12 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)・撰待力生 (阪大)・大貫惇睦 (阪大) : LaPt_3Si の磁場中磁化率測定、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2011) .
- V-13 服部 翠・水戸 毅・井上耕也・本山 岳・境 秀樹・小山岳秀・上田光一・小原孝夫・横山 淳 (茨城大)・網塚 浩 (北大) : URu_2Si_2 における NMR/NQR 測定による対称性の検証、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2011) .
- V-14 酒井佳央・本山 岳・小貫龍一・山口 明・住山昭彦 : URu_2Si_2 における圧力下点接合分光測定、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2011) .
- V-15 阿部真依子・小山岳秀・山本 卓・本山 岳・上田光一・水戸 毅・小原孝夫 : 単結晶 PrPd_2Al_3 の ^{27}Al -NMR、日本物理学会第 66 回年次大会 (新潟、2011) .
- V-16 G. Motoyama, H. Sakai, A. Yamaguchi, A. Sumiyama, Y. Oda: Anisotropy of magnetic susceptibility of URu_2Si_2 under pressure, *J. Physics: Conference Series* 273 (2011) 012080.
- V-17 A. Koizumi, G. Motoyama, Y. Kubo(日大), T. Tanaka(日大), M. Itou(JASRI), Y. Sakurai(JASRI): f Electron contribution to the change of electronic structure in CeRu_2Si_2 with temperature: a Compton scattering study, *Phys. Rev. Lett.* 106 (2011) 136401.

- VI-1 T. Matsushita (名大), N. Hamaguchi (名大), K. Shimizu (名大), N. Wada (名大), W. Fujita (名大), K. Awaga (名大), A. Yamaguchi, and H. Ishimoto (東大): Quantum Spin State and Magnetization Plateaus in an $S=1$ Kagomé Heisenberg Antiferromagnet, J. Phys. Soc. Jpn. 79(2010) 093701.

大学院物質理学研究科

博士後期課程

青木義弘 : 重い電子系超伝導体 CePt_3Si , 及び同一構造の LaPt_3Si における空間反転対称性の破れ効果の研究

博士前期課程

池田奈央子 : 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

境 秀樹 : 圧力下磁化測定による URu_2Si_2 の隠れた秩序相の研究

塩月聖博 : 空間反転対称性のない LaPt_3Si の超伝導転移の研究

酒井佳央 : 圧力下点接合分光測定系の開発と URu_2Si_2 隠れた秩序相の研究

和田雅人 : 走査型 SQUID 磁束顕微鏡の開発研究

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
- 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22~24年度) 若手研究(A) 課題番号:22684019
研究課題 超流動ヘリウム3高偏極状態の実現に向けたスピン流制御の研究
研究代表者 山口 明