

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月28日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009年度～2011年度

課題番号：21340102

研究課題名（和文） 量子相転移近傍における超伝導とフェルミ面の研究

研究課題名（英文） Superconductivity and Fermi surface around quantum critical point

研究代表者

摂待 力生 (SETTAI RIKIO)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：00251041

研究成果の概要（和文）：本研究では、量子臨界領域で発現する重い電子系超伝導と磁性との相関を研究した。特に、空間反転対称性を持たない圧力誘起超伝導体CeIrSi<sub>3</sub>に着目した。CeIrSi<sub>3</sub>では、約2GPaの加圧により反強磁性が消失し超伝導が出現するが、磁場の印可により反強磁性は復活する。磁場下では、加圧とともに磁場誘起反強磁性相は、低温・強磁場領域に近づき、超伝導上部臨界磁場が著しく増大することを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We have investigated the relationship between heavy fermion superconductivity and magnetism, especially in the noncentrosymmetric pressure-induced superconductor CeIrSi<sub>3</sub>. Antiferromagnetism disappears and superconductivity appears around 2 GPa in CeIrSi<sub>3</sub>. The antiferromagnetism is induced by applying the magnetic field, and the antiferromagnetism competes with superconductivity. The superconducting upper critical field  $H_{c2}$  is suppressed in the field-induced antiferromagnetic phase. With increasing pressure the field-induced antiferromagnetic phase moves to very high magnetic field and the  $H_{c2}$  is extremely enhanced.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2010年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2011年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	15,100,000	4,530,000	19,630,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・物性II

キーワード：フェルミ面，ドハース・ファンアルフエン効果，量子臨界点，磁性，超伝導

## 1. 研究開始当初の背景

ここ数年の*f*電子系化合物の物理の発展において、高圧実験の果たした役割は非常に大きい。これらの物質に圧力を加えることは、本来局在的な性質を持つ電子と伝導電子との混成を制御することになるからである。新たな高圧材料や高性能な圧力媒体の開発、圧力下での各種測定技術の発達に支えられ、加圧による磁性・非磁性転移、価数転移、構造相転移の近傍で、特異な性質を持った圧力誘起超伝導、非フェルミ液体、重い電子状態といった興味深い物性が次々と発見されてきた。

このような研究の流れのなかで、申請者らは、高圧力下でのドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果やシュブニコフ・ドハース(SdH)効果の実験装置の開発と、 $\text{UGe}_2$ ,  $\text{CeRh}_2\text{Si}_2$ ,  $\text{CeRhIn}_5$ ,  $\text{CeIn}_3$ ,  $\text{CeTX}_3$  (T: Co, Rh, Ir; X: Si, Ge)の研究を行ってきた。 $\text{CeRh}_2\text{Si}_2$ ,  $\text{CeRhIn}_5$ ,  $\text{CeIn}_3$ では、加圧により磁性・非磁性転移がおきる量子相転移の近傍で、*4f*電子が局在した状態のフェルミ面から、遍歴した状態のフェルミ面へと変貌することを見いだした。一方、最近では、 $\text{CeRhSi}_3$ ,  $\text{CeIrSi}_3$ においては、遍歴的なフェルミ面が磁性を担っている可能性が示唆されており、量子臨界点近傍での電子状態の変化の起源を明らかにする必要はある。

このように、高圧下の*f*電子系化合物のフェルミ面研究は成果をあげつつあるが、まだまだ研究は始まったばかりといえる。後述するように、ほかにも多くの興味深い物性をしめす*f*電子系化合物や*d*電子化合物が存在する。また、これまで調べられてきた物質においてさえ、*f*電子の遍歴性と局在性、磁性と超伝導の競合・共存の問題が残されている。このような研究の流れをさらに広く深く進展させ、新たな物性の発見へと展開させるには、広い圧力・磁場・温度領域でのフェルミ面研究を推進する必要がある。

## 2. 研究の目的

(1) 最近、日本でもいくつかの圧力誘起超伝導体が発見されている。その中でも注目

をみつめている物質群に $\text{CeTX}_3$  (T: 遷移金属, X: Si, Ge) がある。これらの物質は結晶構造に反転対称性を持たず、その反転対称性の破れと重い電子状態を反映して、特異な超伝導特性を示す。 $\text{CeIrSi}_3$ はネール温度 $T_N$ が約5Kの反強磁性体であるが、加圧とともに $T_N$ は減少し、 $P_c=2.3\text{GPa}$ で磁性・非磁性転移を示す。 $P_c$ 近傍から超伝導が観測され、 $P_c^*=2.6\text{GPa}$ で超伝導転移温度 $T_{sc}=1.6\text{K}$ を示す。非常に興味深いのは、 $T_{sc}$ が最大値となる $P_c^*$ で、上部臨界磁場 $H_{c2}(0)$ が発散的に増大していることである。これまで測定を行なった最高磁場の28Tまでにおいて、まだ $H_{c2}$ は反り上がるように増大している。この異常が、この物質の特異な結晶構造を反映しているのか、 $P_c^*$ で何かの揺らぎの異常があるのか、超伝導の対称性は何なのかを明らかにしていく必要がある。

(2) 申請者は、 $\text{CeRhIn}_5$ のフェルミ面が小さなフェルミ面から大きなフェルミ面へと変化するところを見いだした。これは、 $\text{CeRhIn}_5$ の場合には、磁性・非磁性転移にともない、*4f*電子が $\text{LaRhIn}_5$ に似たフェルミ面を持つ局在状態から、非磁性の $\text{CeCoIn}_5$ に似た遍歴状態へと変化したためと考えられる。また、この転移の近傍では、伝導電子の有効質量が発散的に増大することも見いだされた。ところが、最近申請者らは、 $\text{CeRhIn}_5$ の加圧下の磁気・超伝導相図を構築していく中で、量子臨界圧力近傍では、常磁性の超伝導状態から、磁場で誘起された反強磁性と超伝導が共存する領域へと移り変わることを見いだした。この磁場誘起の反強磁性状態と超伝導の共存相の電子状態をフェルミ面を通して明らかにしたい。 $\text{CeRhIn}_5$ における磁場誘起反強磁性相は、 $\text{CeCoIn}_5$ で議論されているFFLO相の問題や、前述の $\text{CeTX}_3$ の特異な超伝導状態との問題も絡んだ重要な問題である。

## 3. 研究の方法

これまで、申請者は主としてピストンシリンダー型の圧力セルを用いた約3GPaまでの圧力でのdHvA効果の実験や、インデント型圧力セル、ブリッジマン型圧力セルを用いた5GPaまでの圧力での電気抵

抗・磁気抵抗の実験を行ってきた。これらの圧力セルは、本研究でも主力となる装置であることに変わりなく  $\text{CeIrSi}_3$  や  $\text{CeRhIn}_5$  の研究ではこれらの圧力セルを用いていく。しかしながら、より高い圧力領域で異常を示す  $\text{CeCoGe}_3$  やその他関連物質の電子状態を明らかにするためには、ダイヤモンド型圧力セルでの dHvA 効果、SdH 効果の観測をめざす必要もある。電気抵抗測定でこれら装置の開発、利用の経験があるので、試料空間の拡大や検出感度の向上を行い、dHvA 効果の実験を行う。また、 $\text{CeIrSi}_3$  の発散的な振る舞いを示す上部臨界磁場  $H_{c2}$  の研究のためには、30T の強磁場下での加圧下磁場中比熱測定、40T を越えるパルス強磁場下での加圧下電気抵抗測定が必要である。これらの実験のためには、その実験に最適化した圧力セルの開発も行なっていく必要がある。単結晶育成に関しては、連携研究者の大阪大学理学研究科・大貫惇睦教授、徳島大学総合科学部・菅原仁準教授の研究協力や大学院生の研究協力をあおぐ。また、強磁場下での実験では、大阪大学理学研究科・杉山清寛准教授、フランス国立科学研究センター・グルノーブル強磁場施設・Ilya Seikin 博士の研究協力をあおぐ。

#### 4. 研究成果

(1) 空間反転対称性を持たない圧力誘起超伝導体  $\text{CeIrSi}_3$  の純良単結晶の育成と、磁場中で回転可能な dHvA 効果観測用の小型圧力セルの開発を行った。 $\text{CeIrSi}_3$  に関しては、RRR=300 の純良単結晶が得られた。dHvA 効果の実験により、常圧では観測されなかったフェルミ面の観測に成功した。これにより、 $\text{CeIrSi}_3$  のフェルミ面は、反強磁性状態において、f 電子を持たない参照系の  $\text{LaIrSi}_3$  とは大きく異なっており、 $\text{CeIrSi}_3$  の 4f 電子は反強磁性状態に置いても遍歴的であることがわかった。また、 $\text{CeIrSi}_3$  の圧力下磁気抵抗測定および圧力下交流比熱測定により、加圧により 2.1GPa で消失する反強磁性が、磁場の印可により復活するとともに、磁場下では反強磁性と超伝導が競合し、磁場誘起反強磁性が絶対零度に近づく量子臨界点近傍で超伝導上部臨界磁場が著しく増大することを明らかにした。

(2) Yb 化合物における圧力誘起超伝導を指し、 $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  (T: Ir, Co, Rh),  $\text{YbPd}_5\text{Al}_2$ ,

$\text{YbNiX}_2$  (X: Si, Ge),  $\text{YbCoIn}_5$  の単結晶育成と磁性およびフェルミ面の研究を行なった。 $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  に関しては、dHvA 効果の観測に成功した。 $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  は磁気秩序を示さないパウリ常磁性であるが、磁場下で dHvA 効果測定において、典型的な重い電子系である  $\text{CeRu}_2\text{Si}_2$  と似たメタ磁性を示すことを見いだした。メタ磁性が起きる磁場の近傍では、サイクロトロン有効質量が増大しており、メタ磁性が起きる原因とも関連していると思われる。一方、 $\text{CeRu}_2\text{Si}_2$  とは異なる点も観察された。 $\text{CeRu}_2\text{Si}_2$  においては dHvA 振動数もメタ磁性の前後で変化していたが、 $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  においてはフェルミ面は変化していなかった。

$\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  は電子比熱係数  $\gamma = 8000$  mJ/K<sup>2</sup>mol ととてつもなく大きい超重い電子系物質であるが、dHvA 効果の観測に成功した。さらに 0.6T と非常に低い磁場下で重い電子系に特徴的なメタ磁性を示すことを見いだした。メタ磁性が起きた後は急激にサイクロトロン有効質量が減少しており、磁場ゼロに外挿すると、 $500m_0$  に達する重い電子を持つことを明らかにした。このことは大きな電子比熱係数も磁場下で急激に減少していくことを示している。さらに、加圧下での実験から、約 1.5GPa の圧力で反強磁性を示唆する振る舞いや磁場を  $\langle 111 \rangle$  方向に印可すると、磁場誘起四極子秩序と思われる新たな相が出現することを見いだした。

また、参照系  $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$  の dHvA 効果の実験を行なった。 $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$  のフェルミ面は  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  や  $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  フェルミ面とは大きく異なっており、 $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$  では f 電子が局在的であるのに対し、 $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  や  $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  では、f 電子が遍歴的であることを明らかにした。

$\text{YbTX}_5$  (T: Co, Rh, Ir; X: Si, Ga) の単結晶育成および dHvA 効果の実験をおこなった。これらの物質の Yb の価数はほとんど 2 価であるが、この中で、 $\text{YbCoGa}_5$  のサイクロトロン有効質量が他の物質に比べ、3 倍程度重く、量子臨界点に近いことを明らかにした。

(3) スクッテルダイト化合物や  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  の特異な物性を念頭に置き、カゴ的な構造を持つ物質として、 $\text{RCd}_{11}$  の研究を行なった。この系では、Cd のカゴに覆われた希土類元素間の距離が長いことを反映して、磁気秩序温度が 1K

以下と小さいことがわかった。また、大きな結晶構造を反映した小さなブリルアンゾーンを持つために、観測されたフェルミ面も小さなものであった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 25 件)

(1) R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Field-Induced Antiferromagnetic State in Non-centrosymmetric Superconductor CeIrSi<sub>3</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 80, 2011, 094703 (1-9), DOI:10.1143/JPSJ.80.094703

(2) R. Settai, Y. Ōnuki et al., Field-Induced Antiferromagnetic State in a Pressure-Induced Superconductor CeIrSi<sub>3</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA069 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA069

(3) M. Matsushita, R. Settai, K. Sugiyama, Y. Ōnuki et al., Fermi Surface Property and Characteristic Crystalline Electric Field Effect in PrIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 80, 2011, 074605(1-12), DOI:10.1143/JPSJ.80.074605

(4) Y. Ōnuki, R. Settai et al., Characteristic Heavy Fermion Properties in YbCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> and YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T: Co, Rh, Ir), Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA003 (1-6), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA003

(5) I. Sheikin, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., High-Field de Haas-van Alphen Effect in Non-Centrosymmetric CeCoGe<sub>3</sub> and LaCoGe<sub>3</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA0020 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA020

(6) F. Honda, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Effect of Pressure on the Metamagnetism in YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 80, 2011, SA050 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA050

(7) T. Takeuchi, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Crossover Phase Diagram in Heavy Fermion Compound YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA052 (1-3),

DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA052

(8) Y. Hirose, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Metamagnetic Behaviour in CeCu<sub>6</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA065 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA065

(9) M. Nakashima, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Electrical Resistivity of Ce<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Ge<sub>5</sub> under High Pressure, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA066 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA066

(11) M. Shiotsuki, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Specific Heat on the Non-centrosymmetric Superconductor LaPt<sub>3</sub>Si, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA070 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA070

(12) K. Sugiyama, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Magnetic-Field-Induced Metallic State in β-US<sub>2</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA104 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA104

(13) M. Fukui, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Photoemission Study of Rh<sub>17</sub>Si<sub>15</sub> Superconductor, Journal of the Physical Society of Japan, Supplement, 査読有, 80, 2011, SA111 (1-3), DOI:10.1143/JPSJS.80SA.SA111

(14) H. Kotegawa, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Pressure-induced structural phase transitions in UIr, Physical Review B, 査読有, 84, 2011, 054524 (1-5), DOI:10.1103/PhysRevB.84.054524

(15) H. Yamaoka, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Pressure and Temperature Dependences of the Electronic Structure of CeIrSi<sub>3</sub> Probed by Resonant X-ray Emission Spectroscopy, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 80, 2011, 124701 (1-7), DOI:10.1143/JPSJ.80.124701

(16) T. Takeuchi, R. Settai, K. Sugiyama, Y. Ōnuki, et al., Field-Induced Quadrupolar Ordered Phase for H || <111> in Heavy-Fermion Compound YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 80, 2011, 114703(1-12), DOI:10.1143/JPSJ.80.114703

(17) A. Mori, R. Settai, Y. Ōnuki, et al., Electrical and Magnetic Properties of Quasicrystal Approximants R<sub>2</sub>Cd<sub>6</sub> (R: Rare Earth), Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 81, 2011, 024720(1-10), DOI:10.1143/JPSJ.81.024720

(18) Y. Ōnuki and R. Settai, de Haas-van Alphen effect and Fermi surface properties in rare earth and actinide compounds, Fizika Nizkikh Temperatur, 査読有, 38, 2011, 119-190, DOI: <http://fnte.ilt.kharkov.ua/abstract.php?uid=f38-0119e>

(19) 撰待力生, 重い電子系の圧力誘起超伝導, 高圧力の科学と技術, 査読有, 20, 2010, 124-132

(20) Y. Nakano, R. Settai, K. Sugiyama, Y. Ōnuki et al., Magnetic and Fermi Surface Properties of CePd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub> and PrPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 79, 2010, 024702 (1-9), DOI:10.1143/JPSJ.79.024702

(21) S. Yoshiuchi, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Low-Temperature Magnetic Orderings and Fermi Surface Properties of LaCd<sub>11</sub>, CeCd<sub>11</sub>, and PrCd<sub>11</sub> with a Caged Crystal Structure, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 79, 2010, 044601 (1-11), DOI:10.1143/JPSJ.79.044601

(22) M. Ohya, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Strong Field Quenching of the Quasiparticle Effective Mass in Heavy Fermion Compound YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 79, 2010, 083601 (1-4), DOI:10.1143/JPSJ.79.083601

(23) S. Yoshiuchi, R. Settai, K. Sugiyama, Y. Ōnuki et al., Heavy Fermion State in YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 78, 2009, 123711(1-4), DOI:10.1143/JPSJ.78.123711

(24) M.-A. Méasson R. Settai, K. Sugiyama, Y. Ōnuki et al., Magnetic Properties of RCoGe<sub>3</sub> (R: Ce, Pr, and Nd) and Strong Anisotropy of the Upper Critical Field in Non-centrosymmetric Compound CeCoGe<sub>3</sub>, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 78, 2009, 124714(1-10), DOI:10.1143/JPSJ.78.124713

(25) R. L. Ribeiro, R. Settai, Y. Ōnuki et al.,

Magnetic Penetration Depth and Gap Symmetry of the Noncentrosymmetric Superconductors CePt<sub>3</sub>Si and LaPt<sub>3</sub>Si, Journal of the Physical Society of Japan, 査読有, 78, 2009, 115002 (1-2), DOI:10.1143/JPSJ.78.115002

〔学会発表〕 (計 72 件)

(1) 竹内徹也, 撰待力生, 大貫惇睦 他, YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T=Co, Rh, Ir)における重い電子状態とメタ磁性, 日本物理学会第 67 回年次大会, 2012 年 3 月 27 日, 関西学院大学

(2) 三浦泰直, 撰待力生, 大貫惇睦 他, CeIrSi<sub>3</sub> の圧力下ド・ハース-ファンアルフェン(dHvA)効果, 日本物理学会第 67 回年次大会, 2012 年 3 月 24 日, 関西学院大学

(3) R. Settai, Y. Ōnuki et al., de Haas-van Alphen Effect in CeIrSi<sub>3</sub> at Ambient and under Pressure International Workshop on Heavy Fermions (TOKIMEKI2011), 2011 年 11 月 24 日, Osaka University

(4) Y. Hirose, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Collapse and Enhancement of the Heavy Fermion State in CeCu<sub>6</sub> under Magnetic Field and Pressure, International Workshop on Heavy Fermions (TOKIMEKI2011), 2011 年 11 月 24 日, Osaka University

(5) 撰待力生, 大貫惇睦 他, 空間反転対称性の欠如した圧力誘起超伝導体 CeIrSi<sub>3</sub> のフェルミ面と圧力効果, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(6) 杉山清寛, 撰待力生, 大貫惇睦 他, RIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R:希土類)の強磁場磁化, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(7) 竹内徹也, 撰待力生, 大貫惇睦 他, YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> における重い電子状態・メタ磁性・結晶場, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(8) 友岡義晴, 撰待力生, 大貫惇睦 他, YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T: Co, Rh, Ir)のホール効果, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(9) 榎健太郎, 撰待力生, 大貫惇睦 他, 強磁性体 YbPdGe の単結晶育成と重い電子状態, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(10) 岩川健, 撰待力生, 大貫惇睦 他, Yb<sub>2</sub>Pt<sub>2</sub>Pb における多段のメタ磁性, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(11) 田賀悠記, 撰待力生, 大貫惇睦 他, YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> における磁場誘起秩序相の圧力効果, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 23 日, 富山大学

(12) 阪口隼也, 撰待力生, 大貫惇睦 他, YbTIn<sub>5</sub> (T = Co, Rh, Ir) のドハース・ファンアルフェン効果とフェルミ面, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 2011 年 9 月 21 日, 富山大学

(13) T. Takeuchi, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Characteristic Magnetic Phase Diagram in the Heavy Fermion Compound YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2011), 2011 年 9 月 2 日, University of Cambridge, Cambridge, UK

(14) A. Demuer, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Unusual Magnetic Phase Diagram and Possible Quantum Critical Point of CeCoGe<sub>3</sub>, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2011), 2011 年 8 月 30 日, University of Cambridge, Cambridge, UK

(15) K. Kaneko, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Effect of Magnetic Field in Heavy-Fermion Compound YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2011), 2011 年 8 月 30 日, University of Cambridge, Cambridge, UK

(16) F. Honda, R. Settai, Y. Ōnuki et al., Pressure-induced novel superconductivity and heavy electron state in rare earth compounds 【invited】, International Conference on Low Temperature Physics (LT26) (招待講演), 2011 年 8 月 13 日, Beijing International Convention Center, Beijing, China

(17) 撰待力生, AcCd<sub>11</sub> (Ac: Th, U, Np) と RCo<sub>11</sub> (R: La, Pr, Nd, Sm) の純良単結晶育成と電子状態, 大洗研究会 (アクチノイド分野), 2010 年 11 月 30 日, 東京 (オフィス東京 T3 会議室)

(18) 松下昌輝, 撰待力生, 大貫惇睦 他, YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> のドハース・ファンアルフェン効果, 日本物理学会 2010 年秋季大会, 2010 年 9 月 23 日, 大阪府立大学

(19) R. Settai, Y. Ōnuki et al., Field-induced Antiferromagnetic State in Pressure-induced

Superconductor CeIrSi<sub>3</sub> without Inversion Symmetry in the Crystal Structure, International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials, 2010 年 6 月 2 日, Osaka University Convention Center

(20) M. Matsushita, R. Settai, Y. Ōnuki et al., De Haas-van Alphen Effect in YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>, International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials, 2010 年 6 月 2 日, Osaka University Convention Center

(21) R. Settai, Superconducting properties in CeIrSi<sub>3</sub> and related compounds with noncentrosymmetric crystal structure, 9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity, 2009 年 9 月 12 日, 東京 京王プラザホテル

他 51 件

〔図書〕 (計 1 件)

(1) Y. Ōnuki and R. Settai, Electronic States and Superconducting Properties of Non-centrosymmetric Rare Earth Compounds, E. Bauer and M. Sigrist (Eds.) Non-Centrosymmetric Superconductors, Lecture Notes in Physics (Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012) Volume 847, 2012, 81-126 (46 ページ)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

撰待 力生 (SETTAI RIKIO)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号 : 00251041

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

### (3) 連携研究者

大貫 惇睦 (ŌNUKI YOSHICHIKA)

大阪大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号 : 40118659

杉山 清寛 (SUGIYAMA KIYOHIRO)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号 : 00187676

菅原 仁 (SUGAWARA HITOSHI)

神戸大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号 : 60264587