

平成 22 年 5 月 27 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2009

課題番号： 19740222

研究課題名（和文） 空間・時間反転対称性の破れたウラン化合物のフェルミ面の研究

研究課題名（英文） Research of Fermi surface properties in uranium compounds without inversion and/or time-reversal symmetry

研究代表者

松田 達磨 (MATSUDA TATSUMA)

独立行政法人 日本原子力研究開発機構・先端基礎研究センター・研究員

研究者番号：30370472

研究成果の概要（和文）：強磁性体 UCu_2Si_2 、メタ磁性物質 $UCoAl$ の純良単結晶育成に成功した。 UCu_2Si_2 については、ドハース・ファンアルフェン効果シグナルの観測に成功し、強磁性状態におけるフェルミ面の特性をバンド計算との比較から明らかにした。また、強磁性超伝導体 $UCoGe$ についても高純度単結晶を得る事に成功し、磁気抵抗率の測定から極めて異方的かつ異常な振る舞いの観測に成功した。

研究成果の概要（英文）：We have succeeded in growing a high quality single of ferromagnet UCu_2Si_2 and metamagnetic system $UCoAl$. In the case of UCu_2Si_2 , we also succeeded in observing the de Haas-van Alphen (dHvA) signal in the ferromagnetic state at low temperatures. From the measurements of angular dependence of dHvA signal, the electronic state of UCu_2Si_2 was revealed by comparison with the band calculation. We performed the magnetoresistivity measurements with fine tuning of the field direction on high quality single crystals of the ferromagnetic superconductor $UCoGe$. From these results, we found anomalous anisotropy of the upper critical field H_{c2} .

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	0	1,200,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	540,000	3,540,000

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：強相関系

1. 研究開始当初の背景

結晶構造に反転対称性を持たない UIr , $CePt_3Si$, $CeRhSi_3$, $CeIrSi_3$ において、超伝導状態が発見された。これらは、空間反転中心

を持たないことに起因してエネルギーバンドの縮退がとけ、フェルミ面が2つに分かれるため、単純な奇パリティ超伝導状態ではなく、複数のパリティが混在した超伝導状態の

可能性が指摘されている。また一方で、ウラン化合物の遍歴強磁性や遍歴メタ磁性転移でのスピン分極した電子状態などは、完全に理解されたとは言えない現状。

2. 研究の目的

結晶に空間反転対称性を持たないウラン化合物や、スピン分極によって時間反転対称性の破れた遍歴強磁性ウラン化合物の純良単結晶育成を行い、空間または時間反転対称性の破れた $5f$ 電子系のフェルミ面の性質を明らかにすること。

3. 研究の方法

研究対象として強磁性 UCu_2Si_2 、結晶の反転対称性の破れた $UCoAl$ 、 UCo を当初の候補として、これらの単結晶の高純度化を行う。その後、高純度化に成功した試料について、磁場変調法ドハース・ファンアルフェン効果測定(以下 $dHvA$)によるフェルミ面の特性研究を行う。

第一段階として、原料の金属ウランの純度を上げることから始める。高真空下で大電流を用いるエレクトロトランスポート法を適用した金属精製を行う。精製されたウラン金属を用い、フラックス法、チョコラルスキー引き上げ法による試料育成を行う。育成された試料は、電気抵抗測定による残留抵抗測定から純度を評価する。残留抵抗比が 20~40 を超えるものについて、希釈冷凍機を用いた低温 50mK での $dHvA$ 効果測定を行う。シグナル強度の温度依存性と、回転機構を用いたシグナルの角度依存性を精密に測定し、伝導電子の有効質量やトポロジー等のフェルミ面の特性を明らかにする。これらの成果からバンド計算等の理論的サポートの基、研究対象の電子状態の特徴を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 強磁性体 UCu_2Si_2 及び UCu_2Ge_2 について Sn-flux 法による単結晶育成に成功した。図 1 は、 UCu_2Si_2 の単結晶の写真である。残留抵抗比が 80 を超える純良単結晶が得られたため、低温強磁性状態における $dHvA$ 効果の角度依存性測定を行った。ThCr₂Si₂ 型結晶構造をとるウラン化合物の中では、重点的に研究が行われている URu_2Si_2 以外で初めての例である。図 2 は、得られたシグナルのフーリエスペクトルの角度依存性である。c 軸を中心とするシリンダー的フェルミ面を予測させるブランチが観測され、また小さい球状のフェルミ面も観測された。この結果について、理論家の協力のもと、

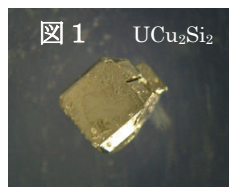
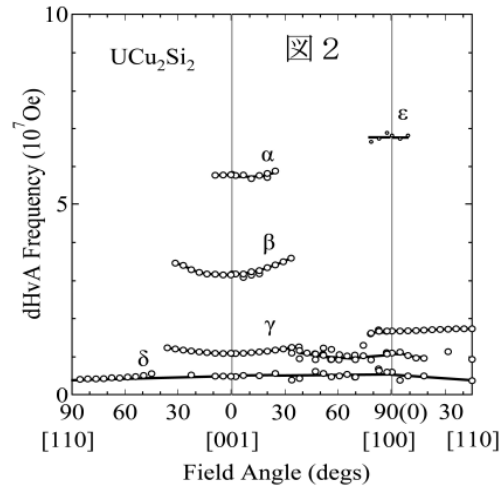


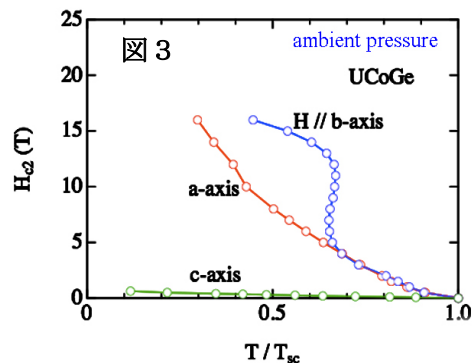
図 1 UCu_2Si_2

相対論効果を取り入れたスピン及び軌道を分極させたバンド計算により、おおよそのトポロジーは理解できる事が明らかになった。この事は、これまで理論的に取り扱いが難しいと考えられてきた強磁性状態のフェルミ面のトポロジーとバンド構造について理解する上で重要な進展である。これらの結果について、論文を投稿中である。



(2) $UCoAl$ は、チョコラルスキー引き上げ法により単結晶育成を行った。種結晶育成段階では、結晶成長軸は六方晶の a 軸と c 軸の中間的軸方向であった。この単結晶の残留抵抗比はアニール効果も含めて最大で 20 程度であるが、その後種結晶の軸を調整し、結晶成長軸を c 軸方向にそろえて育成した結晶の残留抵抗比は 30 程度にまで向上する事が明らかになった。これは、 $dHvA$ 効果測定が可能な試料純度であり、現段階で実験の準備及び、放射光施設を利用したフェルミ面の研究を進めているところである。

(3) 本研究テーマに深く関わる、強磁性超伝導体 $UCoGe$ について純良単結晶育成をフランス原子力庁(CEA)との共同研究で行った。その結果、 $dHvA$ 効果測定が可能な残留抵抗比 30 の純良な結晶を得る事に成功した。この単結晶を用いた詳細な超伝導上部臨界磁場 H_{c2} の角度依存性の測定を行い、極めて異方的な H_{c2} の振る舞いを発見した。さらに、磁化困難軸である b-軸方向において、磁場印加とともに H_{c2} が増強する異常を発見するに



至った(図 3)。この結果は、先に発見されていた強磁性超伝導体 URhGe においても観測されるリエントラントな超伝導相の発現に類似しており、これらの超伝導のメカニズム解明にとって重要な結果である。この実験に用いられた試料はフランスで育成されたものであり、日本国内での実験に用いることは困難であるが、結晶の育成条件が絞られた事で、今後同程度以上の結晶を日本国内にて育成することが可能性となった。この事は、様々な国内の実験手法を利用する事が可能になり、この物質の超伝導発現に関わる伝導電子の状態を明らかにする上で大きな進展が期待できる。

(4)当初第3のターゲットとしていた UCo については、低温での超伝導状態の発現が期待させていた。育成した結晶について基礎物性評価を行った結果、超伝導転移が不純物相 (U₆Co) によるものである可能性を示す結果を得た。一方で微小ながら単結晶を得る事に成功し、詳細な構造解析が可能な段階にこぎつける事に成功した。

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 51 件)

- ① T. D. Matsuda, S. Ikeda, E. Yamamoto, Y. Haga, Y. Onuki
Magnetic Property of a Single Crystal UCu₂Ge₂
J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 074708_1 – 4.
- ② 青木大, 本間佳哉, 塩川佳伸, 芳賀芳範, 松田達磨, 立岩尚之, 池田修悟, 酒井宏典, 山本悦嗣, 中村彰夫, 安岡弘志, 山上浩志, 撰待力生, 本多史憲, 大貫惇睦
重い電子系形成途上で出現する NpPd₅Al₂ の異方的超伝導
固体物理 42 (2007) 569 – 580.
- ③ Y. Kasahara, T. Iwasawa, H. Shishido, T. Shibauchi, K. Behnia, Y. Haga, T. D. Matsuda, Y. Onuki, M. Sigrist, Y. Matsuda
Exotic Superconducting Properties in the Electron-Hole-Compensated Heavy-Fermion "Semimetal" URu₂Si₂
Phys. Rev. Lett. 99 (2007) 116402_1 – 4.
- ④ D. Aoki, Y. Haga, T. D. Matsuda, N. Tateiwa, S. Ikeda, Y. Homma, H. Sakai, Y. Shiokawa, E. Yamamoto, A. Nakamura, R. Settai, Y. Onuki
Unconventional Heavy-Fermion Superconductivity of a New Transuranium Compound NpPd₅Al₂
J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 063701_1 – 4.
- ⑤ T. D. Matsuda, Y. Haga, E. Yamamoto, S. Ikeda, H. Shishido, R. Settai, H. Harima, Y. Onuki
Single Crystal Growth and Fermi Surface Property in ThRhIn₅
J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 064712_1 – 7.
- ⑥ N. Tateiwa, Y. Haga, T. D. Matsuda, S. Ikeda, E. Yamamoto, Y. Okuda, Y. Miyauchi, R. Settai, Y. Onuki
Strong-Coupling Superconductivity of CeIrSi₃ with the Non-centrosymmetric Crystal Structure
J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 083706_1 – 4.
- ⑦ T. Namiki, Y. Aoki, H. Sato, C. Sekine, I. Shirotani, T. D. Matsuda, Y. Haga, T. Yagi
Superconducting Properties of Pr-Based Filled Skutterudite PrRu₄As₁₂
J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 093704_1 – 4.
- ⑧ S. Kambe, H. Sakai, Y. Tokunaga, T. D. Matsuda, Y. Haga, H. Chudo, R. E. Walstedt
Heavy-fermion formation in USn₃: Static and dynamical properties
Phys. Rev. B 77 (2008) 134418_1 – 9.
- ⑨ T. D. Matsuda, Y. Haga, H. Sakai, D. Aoki, S. Ikeda, E. Yamamoto, H. Shishido, R. Settai, H. Harima, Y. Onuki
Single Crystal Growth and the Fermi Surface Property in LuCoGa₅
J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 024704_1 – 6.
- ⑩ Y. Onuki, Y. Miyauchi, M. Tsujino, Y. Ida, R. Settai, T. Takeuchi, N. Tateiwa, T. D. Matsuda, Y. Haga, H. Harima
Superconducting Properties of CePt₃Si and CeIrSi₃ without Inversion Symmetry in the Crystal Structure
J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 37 – 42.
- ⑪ K. Iwasa, L. Hao, Y. Murakami, M. Kohgi, K. Kuwahara, H. Sugawara, T. D. Matsuda, Y. Aoki, H. Sato, J.-M. Mignot, A. Gukasov
Field induced magnetic moment distribution in the ordered phase of PrFe₄P₁₂
J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 67 – 71.
- ⑫ D. Aoki, Y. Haga, T. D. Matsuda, N. Tateiwa, S. Ikeda, Y. Homma, H. Sakai, Y. Shiokawa, E. Yamamoto, A. Nakamura, R. Settai, Y. Onuki
Heavy Fermion Superconductivity with the Strong Pauli Paramagnetic Effect on NpPd₅Al₂
J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 159 – 164.
- ⑬ Y. Tokunaga, D. Aoki, Y. Homma, H. Sakai, H. Chudo, S. Kambe, T. D. Matsuda, S. Ikeda, E. Yamamoto, A. Nakamura, Y. Haga,

- Y. Shiokawa, Y. Onuki, H. Yasuoka
³¹P-NMR Study of the Neptunium-based Filled- Skutterudite NpFe₄P₁₂
 J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 211 – 213.
- ⑭ T. D. Matsuda, D. Aoki, S. Ikeda, E. Yamamoto, Y. Haga, H. Ohkuni, R. Settai, Y. Onuki
 Super Clean Sample of URu₂Si₂
 J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 362 – 364.
- ⑮ Y. Haga, T. D. Matsuda, S. Ikeda, E. Yamamoto, N. D. Dung, Y. Onuki
 Crystal Structure , Magnetic Properties of New Ternary Uranium Compound U_{2/3}Pd₂Al₅
 J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 365 – 367.
- ⑯ F. Honda, R. Settai, D. Aoki, Y. Haga, T. D. Matsuda, N. Tateiwa, S. Ikeda, Y. Homma, H. Sakai, Y. Shiokawa, E. Yamamoto, A. Nakamura, Y. Onuki
 Effect of Pressure and Magnetic Field on the Superconducting State of a Heavy Fermion Superconductor NpPd₅Al₂
 J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 339 – 341.
- ⑰ K. Kaneko, N. Metoki, H. Kimura, Y. Noda, T. D. Matsuda, M. Kohgi
 Visualization of Anharmonic Thermal Vibration in Filled Skutterudite Compounds
 J. Phys. Soc. Jpn. Supplement A 77 (2008) 245 – 247.
- ⑱ N. D. Dung, T. D. Matsuda, Y. Haga, S. Ikeda , E. Yamamoto , Toyoaki Endo, R. Settai , Hisatomo Harima , Y. Onuki
 Single Crystal Growth and de Haas-van Alphen Effect in Lu₂Rh₃Ga₉ with Quasi-Two-Dimensional Electronic State
 J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 064708_1-6.
- ⑲ T. Kawai, H. Muranaka, M.-A. Measson, T. Shimoda, Y. Doi, T. D. Matsuda, Y. Haga, G. Knebel, G. Laportot, D. Aoki, J. Flouquet, T. Takeuchi, R. Settai, Y. Onuki
 Magnetic and Superconducting Properties of CeTX₃ (T: Transition Metal and X: Si and Ge) with Non-centrosymmetric Crystal Structure
 J. Phys. Soc. Jpn. (2008) 064716_1-9.
- ⑳ T. Kawai , H. Muranaka , T. Endo , N. D. Dung , Y. Doi , S. Ikeda , T. D. Matsuda , Y. Haga , H. Harima , R. Settai , Y. Onuki
 Split Fermi Surface Properties of LaTGe₃ (T: Transition Metal) and PrCoGe₃ with the Non-centrosymmetric Crystal Structure
 J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 064717_1-15.
- ㉑ H. Chudo, H. Sakai, Y. Tokunaga, S. Kambe, D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa , Y. Haga, S. Ikeda, T. D. Matsuda, Y. Onuki, H. Yasuoka
²⁷Al NMR Evidence for the Strong-Coupling d-Wave Superconductivity in NpPd₅Al₂
 J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 083702_1-4
- ㉒ H. Sugawara, E. Kuramoch, T. Namiki, T. D. Matsuda, Y. Aoki, H. Sato
 Anomalous Anisotropic Magnetoresistance in Heavy-Fermion PrFe₄P₁₂
 J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 085001-1_2.
- ㉓ N. D. Dung, T. D. Matsuda, S. Ikeda, E. Yamamoto, Y. Haga, Yuji Takeda, Toyoaki Endo, Yusuke Doi, R. Settai, H. Harima, Y. ONUKI
 The de Haas-van Alphen Oscillation and Fermi Surface Properties of YCu₂Si₂
 J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 094702_1-6.
- ㉔ Y. Takeda , N. D. Dung , Y. Nakano, T. Ishikura, S. Ikeda, T. D. Matsuda, E. Yamamoto, Y. Haga, T. Takeuchi, R. Settai, Y. Onuki
 Calorimetric Study in Single Crystalline RCu₂Si₂ (R: Rare Earth)
 J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 104710_1-12.
- ㉕ 撰待力生, 河井友也, 宮内祐一朗, 奥田悠介, 大貫惇睦, 竹内徹也, 立岩尚之, 松田達磨, 芳賀芳範, 播磨尚朝
 量子臨界点にあるCeIrSi₃のスピンシングレットとスピントリプレットが混ざり合った超伝導固体物理 43 (2008) 459-474.
- ㉖ S. Kambe, H. Sakai, Y. Tokunaga, T. D. Matsuda, Y. Haga, H. Chudo, R. E. Walstedt
 Crossover from the Quantum Critical to Overdamped Regime in the Heavy-Fermion System USn₃
 Phys. Rev. Lett. 102 (2009) 037208_1-4.
- ㉗ H. Shishido, K. Hashimoto, T. Shibauchi, T. Sasaki, H. Oizumi, N. Kobayashi, T. Takamasu, K. Takehana, Y. Imanaka, T. D. Matsuda, Y. Haga, Y. Onuki, Y. Matsuda
 Possible Phase Transition Deep Inside the Hidden Order Phase of Ultraclean URu₂Si₂
 Phys. Rev. Lett. 102 (2009) 156403_1-4
- ㉘ Y. Tokunaga, S. Kambe, H. Sakai, H. Chudo, T. D. Matsuda, Y. Haga, H. Yasuoka, D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa, Y. Onuki
³¹P-NMR study of hyperfine interactions and magnetic fluctuations in the neptunium-based filled skutterudite NpFe₄P₁₂
 Phys. Rev. B 79 (2009) 054420_1-6.
- ㉙ S. Kambe, H. Sakai, Y. Tokunaga, H. Chudo, H. Yasuoka, T. D. Matsuda, Y. Haga, S. Ikeda, A. Nakamura, E. Yamamoto, D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa, Y. Onuki
 Hyperfine interactions in the itinerant system UFeGa₅

- Journal of Nuclear Materials 385 (2009) 1-3.
- ③⑩ T. D. Matsuda, Y. Haga, D. Aoki, H. Sakai, Y. Homma, N. Tateiwa, E. Yamamoto, Y. Onuki Transport properties of neptunium superconductor NpPd_5Al_2 J. Phys.: Conf. Ser. 150 (2009) 042119_1-4.
- ③⑪ K. Kaneko, Naoto Metoki, T. Takeuchi, T. D. Matsuda, Y. Haga, Arumugam Thamizhavel, R. Settai, Y. Onuki Multi-step Magnetic Transition in Non-centrosymmetric Compound CeCoGe_3 J. Phys.: Conf. Ser. 150 (2009) 042082_1-4.
- ③⑫ N. Tateiwa, S. Ikeda, Y. Haga, T. D. Matsuda, M. Nakashima, D. Aoki, R. Settai, Y. Onuki High pressure study on uranium heavy fermion compounds with antiferromagnetic ground state J. Phys.: Conf. Ser. 150 (2009) 042206_1-4.
- ③⑬ Y. Kasahara, T. Iwasawa, H. Shishido, T. Shibauchi, K. Behnia, T. D. Matsuda, Y. Haga, Y. Onuki, M. Sigrist, Y. Matsuda Gap structure and exotic superconducting state of URu_2Si_2 J. Phys.: Conf. Ser. 150 (2009) 052198_1-4.
- ③⑭ R. Okazaki, Y. Kasahara, H. Shishido, M. Konczykowski, K. Behnia, Y. Haga, T. D. Matsuda, Y. Onuki, T. Shibauchi, Y. Matsuda Vortex lattice melting in the ultraclean heavy-fermion superconductor URu_2Si_2 J. Phys.: Conf. Ser. 150 (2009) 052198_1-4.
- ③⑮ D. Aoki, Y. Haga, T. D. Matsuda, S. Ikeda, Y. Homma, H. Sakai, Y. Shiokawa, E. Yamamoto, A. Nakamura, R. Settai, Y. Onuki Unconventional superconductivity of NpPd_5Al_2 J. Phys.: Condens. Matter 150 (2009) 164203_1-3.
- ③⑯ N. D. Dung, Y. Ota, K. Sugiyama, T. D. Matsuda, Y. Haga, K. Kindo, M. Hagiwara, T. Takeuchi, R. Settai, Y. Onuki Magnetic Properties of Single Crystalline RCu_2Si_2 (R: Rare Earth) J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 024712_1-16.
- ③⑰ Y. Ota, K. Sugiyama, Y. Miyauchi, Y. Takeda, Y. Nakano, Y. Doi, K. Katayama, N. D. Dung, T. D. Matsuda, Y. Haga, K. Kindo, T. Takeuchi, M. Hagiwara, R. Settai, Y. Onuki Electrical and Magnetic Properties of CeAu_2Si_2 J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 034714_1-8.
- ③⑱ T. D. Matsuda, N. D. Dung, Y. Haga, S. Ikeda, E. Yamamoto, T. Ishikura, T. Endo, T. Takeuchi, R. Settai, Y. Onuki Fermi surface properties of YbCu_2Si_2 Phys. Status Solidi B 247 (2010) 757–759.
- ③⑲ Y. Onuki, R. Settai, F. Honda, N. D. Dung, T. Ishikura, T. D. Matsuda, N. Tateiwa, A. Nakamura, E. Yamamoto, Y. Haga, D. Aoki, Y. Homma, H. Harima, H. Yamagami Heavy fermion state and quantum criticality Physica B 405 (2010) 2194–2199.
- ④① H. Sakai, Y. Tokunaga, S. Kambe, D. Aoki, Y. Homma, Y. Haga, T. D. Matsuda, Y. Onuki, Hiroshi Yasuoka Anisotropic Spin Fluctuations in Heavy-Fermion Superconductor NpPd_5Al_2 J. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 053704_1–4.
- ④② C. Tonohiro, Y. Nakano, F. Honda, T. Yamada, T. Takeuchi, K. Sugiyama, M. Hagiwara, K. Kindo, T. D. Matsuda, Y. Haga, M. Hedo, Y. Uwatoko, R. Settai, and Y. Onuki Electronic and Magnetic Properties of Rare Earth Compounds RPt_2Ge_2 (R: La-Ho) J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 114706_1–9.
- ④③ S. Ikeda, H. Sakai, N. Tateiwa, T. D. Matsuda, D. Aoki, Y. Homma, E. Yamamoto, A. Nakamura, Y. Shiokawa, Y. Ota, K. Sugiyama, M. Hagiwara, K. Kindo, K. Matsubayashi, M. Hedo, Y. Uwatoko, Y. Haga, Y. Onuki Possible Existence of Magnetic Polaron in Nearly Ferromagnetic Semiconductor $\beta\text{-US}_2$ J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 114704_1–10.
- ④④ D. Aoki, T. D. Matsuda, V. Taufour, E. Hassinger, Georg Knebel, J. Flouquet Extremely Large and Anisotropic Upper Critical Field and the Ferromagnetic Instability in UCoGe J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 113709_1–4.
- ④⑤ T. Takeuchi, H. Muranaka, R. Setti, T. D. Matsuda, E. Yamamoto, Y. Haga, Y. Onuki Superconductivity in a Ternary Silicide $\text{Ca}_2\text{Pt}_3\text{Si}_5$ J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 085001_1–2.
- ④⑥ N. D. Dung, T. D. Matsuda, Y. Haga, S. Ikeda, E. Yamamoto, T. Ishikura, T. Endo, S. Tatsuoka, Y. Aoki, H. Sato, T. Takeuchi, R. Settai, H. Harima, Y. Onuki de Haas-van Alphen Effect and Fermi Surface Properties in High-Quality Single Crystals YbCu_2Si_2 and YbCu_2Ge_2 J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 084711_1–14.
- ④⑦ K. Kaneko, N. Metoki, H. Kimura, Y. Nonda, T. D. Matsuda, M. Kohgi Visualizing Rattling in $\text{PrOs}_4\text{Sb}_{12}$ by Single Crystal Neutron Diffraction and Maximum-Entropy Analysis J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 074710_1–4.
- ④⑧ H. Muranaka, Y. Doi, K. Katayama, H. Sugawara, R. Settai, F. Honda, T. D. Matsuda, Y. Haga, H. Yamagami, Y. Onuki

- Two-Dimensional Fermi Surfaces in LaRuPO and LaFePO versus Three-Dimensional Fermi Surfaces in LaFe₂P₂
 J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 053705_1-4
- ④⑧ S. Kambe, H. Sakai, Y. Tokunaga, H. Chudo, H. Yasuoka, T. D. Matsuda, Y. Haga, S. Ikeda, A. Nakamura, E. Yamamoto, D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa, Y. Onuki
 Hyperfine interactions in the itinerant system UFeGa₅
 Journal of Nuclear Materials 385 (2009) 1-3.
- ④⑨ Y. Kasahara, H. Shishido, T. Shibauchi, Y. Haga, T. D. Matsuda, Y. Onuki, Y. Matsuda
 Superconducting gap structure of heavy-Fermion compound URu₂Si₂ determined by angle-resolved thermal conductivity
 New J. Phys. 11 (2009) 055061_1-16.
- ⑤⑩ H. Chudo, H. Sakai, Y. Tokunaga, S. Kambe, D. Aoki, Y. Homma, Y. Shiokawa, Y. Haga, S. Ikeda, T. D. Matsuda, Y. Onuki, H. Yasuoka
²⁷Al NMR studies of NpPd₅Al₂
 Physica B 404 (2009) 3216-3219
- ⑤⑪ N. D. Dung, 大貫惇睦、武田勇司、太田有基、石倉達朗、杉山清寛、撰待力生、松田達磨、芳賀芳範、竹内徹也、播磨尚朝、後藤沙織、三本啓輔、赤津光洋、根本祐一、後藤輝孝
 RCu₂Si₂(R:希土類元素)の純良単結晶育成と4f電子状態の系統的研究
 固体物理 44 (2009) 433-449

[学会発表] (計 8 件)

- ① 日本物理学会第 62 回年次大会
 「ウラン 122 化合物の高純度単結晶育成と物性」
 松田達磨
- ② 特定領域主催国際会議”New Quantum Phenomena in Skutterudite and Related Systems”
 “Development of Sample Preparations of New Actinoid Compounds”
 T. D. Matsuda
- ③ 日本物理学会第 63 回年次大会
 「ネプツニウム化合物超伝導体 NpPd₅Al₂の輸送特性」
 松田達磨
- ④ 日本物理学会秋季大会
 「ネプツニウム化合物超伝導体 NpPd₅Al₂の輸送特性II」
 松田達磨
- ⑤ 25th international conference on Low Temperature Physics
 “Transport properties of neptunium superconductor NpPd₅Al₂”
 T. D. Matsuda
- ⑥ 日本物理学会第 64 回年次大会
 「超伝導体NpPd₅Al₂の輸送特性」

- 松田達磨
- ⑦ International Conference on Magnetism (ICN09)
 Anisotropic transport properties of NpPd₅Al₂
 T. D. Matsuda
- ⑧ International Conference on Quantum Criticality and Novel Phases (QCNP09)
 “Fermi Surface Properties of YbCu₂Si₂”
 T. D. Matsuda

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田達磨 (MATSUDA TATSUMA)

日本原子力研究開発機構・先端基礎研究センター・研究員

研究者番号：30370472

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：