

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：18001

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25610097

研究課題名(和文)高融点金属化合物の純良単結晶育成と電子状態の研究

研究課題名(英文)High-Quality Single Crystal Growth and Electronic States of Intermetallic Compounds with High-Melting Points

研究代表者

大貫 惇睦 (Yoshichika, Onuki)

琉球大学・理学部・客員教授

研究者番号：40118659

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：高融点化合物の純良単結晶をテトラアーク溶解炉による引き上げ法，シリコニット炉を使ったブリッジマン法，通常の電気炉によるフラックス法，温度差を利用したトランスポート法を駆使して VSi<sub>2</sub>，NbSi<sub>2</sub>，TaSi<sub>2</sub> を始めとして約40種類の純良単結晶を育成した。そして，ドハース・ファンアルフェン(dHvA)効果による実験からフェルミ面の性質を明らかにした。特に結晶に反転対称性のない VSi<sub>2</sub>，NbSi<sub>2</sub>，TaSi<sub>2</sub>，PdBiSe，NiSbS，Co<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>，Rh<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>，Ir<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>，Rh<sub>2</sub>Ga<sub>9</sub>，Ir<sub>2</sub>Ga<sub>9</sub> では と のスピんに応じて2つに分裂した。

研究成果の概要(英文)：We succeeded in growing forty kinds of high-quality single crystals with high melting points such as VSi<sub>2</sub>，NbSi<sub>2</sub>，and TaSi<sub>2</sub> by means of the Czochralski pulling method in a tetra-arc furnace, the Bridgman method in a high-temperature electrical furnace, the flux method in a usual electric furnace, and the chemical transport method in an electric furnace with a distinct temperature gradient, and clarified mainly the Fermi surface properties from the results of the de Haas-von Alphen (dHvA) experiments. Fermi surfaces of VSi<sub>2</sub>，NbSi<sub>2</sub>，TaSi<sub>2</sub>，PdBiSe，NiSbS，Co<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>，Rh<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>，Ir<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>，Rh<sub>2</sub>Ga<sub>9</sub>，and Ir<sub>2</sub>Ga<sub>9</sub> with the inversion symmetry in the crystal structure split into two kinds of Fermi surfaces depending on the up and down spin states.

Further more, we clarified from the dHvA experiments that mass correction of the relativistic effect, together with the spin-orbit interaction is essentially important for Bi-6p electrons in PdBiSe and SrBi<sub>3</sub>.

研究分野：固体物性

 キーワード：高融点化合物 ドハース・ファンアルフェン効果 フェルミ面 結晶反転対称性の破れ TaSi<sub>2</sub> PdBiSe  
NiSbS EuPd<sub>2</sub>

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 高融点化合物の純良単結晶育成の背景となったのは、A15 型超伝導体  $V_3Si$  の高圧下での物性を研究したいという大阪大学清水克哉教授の研究要請から始まり、V-Si の 2 元相図で  $V_3Si$  と隣り合わせの  $V_5Si_3$  (融点 2010 K) の純良単結晶育成とドハース・ファンアルフェン効果 (略して dHvA 効果) によるフェルミ面の研究、更には  $VSi_2$  (融点 1677 K) の純良単結晶での dHvA 効果の実験へと発展したことによる。 $VSi_2$  は六方晶の  $VSi_2$  の基底面が積層する結晶であり、第 2 層は基底面を  $60^\circ$  回転し、第 3 層は更に  $60^\circ$  回転 (基底面からは  $120^\circ$  回転)、第 4 層では更に  $60^\circ$  回転し、もとの基底面と同じになる。ところが、この  $60^\circ$  回転の向きが左回りか右回りかで結晶構造がことなり、基本的にはカイラル構造となる。

(2) dHvA 振動の検出には低温・強磁場以外に、純良単結晶を用意しないと dHvA 振動は出現しない。純良単結晶育成は本研究では最も切実に関係する。 $VSi_2$  の dHvA 効果によるフェルミ面研究で明らかになったのは、フェルミ面が  $k$  のスピンの応じて 2 つに分裂することであった。この分裂は、 $VSi_2$  の結晶構造に結晶反転対称性がないことによる。結晶構造に深く関係した新しい電子状態を見出したい、というのが本研究のねらいである。

### 2. 研究の目的

(1) 高融点化合物の単結晶育成には一般的に難しい。本研究ではチョコラルスキー引き上げ法、ブリッジマン法、フラックス法、トランスポート法などの種々の育成方法を駆使して、その化合物に適した育成方法で、様々な化合物の純良単結晶の育成に努める。

(2) 本研究の発端となった  $VSi_2$  は六方晶のカイラル構造で、これと同じ結晶構造を持つ化合物は他に  $TaSi_2$  と  $NbSi_2$  が存在し、 $VSi_2$  と  $TaSi_2$  が右手系とすると  $NbSi_2$  は左手系となる。これら結晶反転対称性の破れたカイラル構造のフェルミ面の分裂を系統的に研究することを目的とした。

(3) 結晶反転対称性が破れると、フェルミ面の分裂以外に磁性の上ではジャロシンスキー・守谷相互作用がはたらくはずで、新しい磁性が期待される。新しい磁性体の物質開発も研究目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) 上述の  $VSi_2$ ,  $NbSi_2$ ,  $TaSi_2$  は 2000 K クラスの高融点であっても蒸気圧が低いので、テトラアーク溶解炉によるチョコラルスキー引き上げ法が可能である。しかし、蒸気圧が高くなると密封での育成になる。Mo るつばに原材料を封入して、ブリッジマン法で育成

するか、もしくはフラックス法になる。また S, Se などを含む化合物ではトランスポート法も可能となる。化合物に応じて育成法を変えて、純良単結晶を育成する。

(2) 本研究で研究対象とした化合物とその単結晶育成法は以下の通りである。

- 1) カイラル化合物
  - $VSi_2$ ,  $NbSi_2$ ,  $TaSi_2$ : 引き上げ法
  - $PdBiSe$ ,  $NiSbS$ : ブリッジマン法
- 2) 相対論効果を検討する化合物
  - $SrBi_3$ : フラックス法
- 3) 結晶反転対称性の破れた化合物
  - $Rh_2Ga_9$ ,  $Ir_2Ga_9$ : フラックス法
- 4) ラッシュバ型化合物
  - $SrTGe_3$  (T: 遷移金属),  $EuTGe_3$
- 5) 蒸気圧が高い高融点 Eu 化合物
  - $EuPd_3$ ,  $EuPd_2$ ,  $EuPt_2$ ,  $EuCo_2Si_2$ ,  $EuRh_2Si_2$
  - $EuPd_2Si_2$  ( $EuPd_2Ge_2$ ): ブリッジマン法
- 6) 蒸気圧が高い Co-P 化合物
  - $SrCo_2P_2$ ,  $LaCo_2P_2$ : フラックス法
- 7) 蒸気圧が高い Co-S (Se) 化合物
  - $CoS_2$ ,  $CoSe_2$ : トランスポート法

### 4. 研究成果

#### 1) カイラル構造化合物

$VSi_2$ ,  $NbSi_2$ ,  $TaSi_2$  のフェルミ面には主として V-3d, Nb-4d, Ta-5d 電子のスピンの軌道相互作用が反映して、また、3d, 4d, 5d 電子になるにつれてバンド幅が増大するので、フェルミ面の分裂は大きくなるのが分かった。図 1 は  $VSi_2$ ,  $NbSi_2$ ,  $TaSi_2$  の dHvA 振動数の角度依存性である。主要なフェルミ面のブランチに注目するとフェルミ面の分裂は  $VSi_2$  で 19 K,  $NbSi_2$  で 209 K,  $TaSi_2$  で 493 K であった。この実験結果は、International Conference on Strongly Correlated Electron Systems SCES2013 (東京, 2013 年) で研究代表の大賞が招待講演を行った。

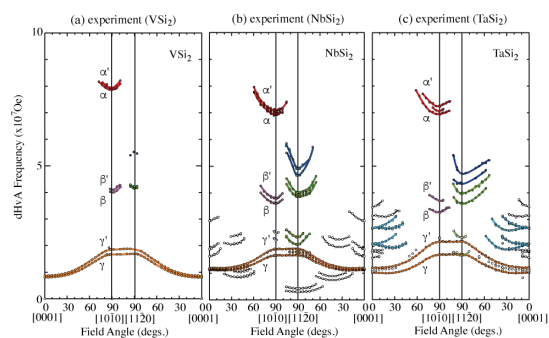


図 1: (a)  $VSi_2$ , (b)  $NbSi_2$ , (c)  $TaSi_2$  の dHvA 振動数の角度依存性。dHvA 振動数  $F$  はフェルミ面の極値断面積  $S_F$  に対応する。

更に、立方晶カイラル構造の  $PdBiSe$  と  $NiSbS$  で純良単結晶育成に成功し、dHvA 効果からフェルミ面の分裂が明らかにされた。バンド理論と対比すると  $NiSbS$  は理論と良く

一致するが、PdBiSe では理論での分裂は実験値より2倍ぐらい大きくなる。この不一致は電子に対する相対論効果に対して従来のスピン・軌道相互作用のだけでは不十分でBiの6p電子に対する質量補正が重要であることが認識された。この質量補正を考慮すると分裂の大きさは実験と理論で一致する。

## 2) 相対論効果を検討する化合物

PdBiSeは結晶反転対称性が破れていたが、結晶反転対称性がある化合物でも質量補正が重要かどうかを知るために、立方晶AuCu<sub>3</sub>型のSrBi<sub>3</sub>の単結晶をBiの自己フラックス法で育成し、dHvA実験とバンド理論とを詳細に対比した。その結果、やはり質量補正の重要性が認識された。

## 3) 結晶反転対称性の破れた化合物

更にCo<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>, Rh<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>, Ir<sub>2</sub>Al<sub>9</sub>, Rh<sub>2</sub>Ga<sub>9</sub>, Ir<sub>2</sub>Ga<sub>9</sub>の化合物をフラックス法で育成して、フェルミ面の分裂と、マグネティックブレイクスルー効果を研究した。

## 4) ラッシュバ型化合物

正方晶で[100]方向に鏡映対称を持たないSrTGe<sub>3</sub>(T:遷移金属)とEuTGe<sub>3</sub>をフラックス法で育成し、SrTGe<sub>3</sub>では超伝導の新たな発見(例えばSrNiGe<sub>3</sub>の超伝導転移温度T<sub>SC</sub> = 0.46 K), SrRhGe<sub>3</sub>でのフェルミ面の分裂が明らかにされた。また、EuTGe<sub>3</sub>の中でEuIrGe<sub>3</sub>の磁性状態に関して、パルス強磁場磁化測定などを通して、磁性を詳しく研究した。その結果、ジャロシンスキー・守谷相互作用に基づくヘリカル磁性の可能性を提案した。

## 5) 蒸気圧が高いEu高融点化合物

Eu化合物の単結晶育成はフラックス法が一般的であるが、それで育成できない化合物に対して、Moるつばに原材料を封入してシリコニット炉による高温でのブリッジマン法によってEuPd<sub>3</sub>, EuPd<sub>2</sub>, EuPt<sub>2</sub>, EuCo<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>, EuPd<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>(EuPd<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>), EuRh<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>などの単結晶育成に成功した。これらの化合物はEuの価数が2価や3価、更には温度、圧力によって価数が著しく変化する化合物で、新しい電子状態を発現しつつあることが本研究で明らかにされた。これらの研究成果は「Divalent, Trivalent, and Heavy Fermion States in Eu Compounds」と題し、本年5月に中国で開催されたSCES2016の国際会議で研究代表の大貫が招待講演を行った。

## 6) 蒸気圧が高いCo-P化合物

リンの化合物は蒸気圧が高いので、その単結晶育成はトランスポート法やフラックス法である。本研究では強磁性寸前の化合物SrCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub>と強磁性体LaCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub>の純良単結晶をSnフラックス法で育成して、dHvA効果からフェルミ面の形状とサイクロトロン有効質

量を明らかにした。Co-3d電子相関の研究であり、磁気秩序寸前のSrCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub>では0.87~7.2 m<sub>0</sub>のサイクロトロン質量を持つキャリアが、強磁性体のLaCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub>では1.1~3.2 m<sub>0</sub>と軽くなることが分かった。

## 7) 蒸気圧が高いCo-S(Se)化合物

CoBr<sub>2</sub>によるトランスポート法で育成した強磁性体CoS<sub>2</sub>と常磁性体CoSe<sub>2</sub>についても研究した。図2にCoS<sub>2</sub>の(a)ドハース・アルフェン振動と(b)そのフーリエスペクトルを示す。CoS<sub>2</sub>はキュリー温度122 Kの強磁性体で、0.93 μ<sub>B</sub>/Coという極めて大きな磁気モーメントを持つにも関わらず、主要フェルミ面が13 m<sub>0</sub>(m<sub>0</sub>:電子の静止質量)という大きなサイクロトロン有効質量を持つことが本研究で明らかにされた。エネルギーバンド理論との対比の結果、CoS<sub>2</sub>はフェルミ面がスピンからのみ構成されるハーフメタルであること、Co-3d電子相関も強いことが分かった。常磁性体のCoSe<sub>2</sub>のフェルミ面の極値断面積に対応するdHvA振動数の角度依存性に4回軸対称性の破れが反映されていた。

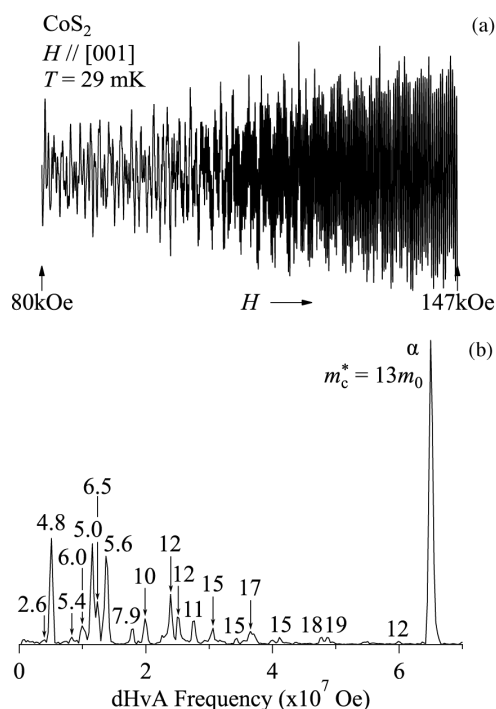


図2: CoS<sub>2</sub>の(a)ドハース・アルフェン振動と(b)そのフーリエスペクトル。主要ブランチで13 m<sub>0</sub>という3d電子系では極めて重いサイクロトロン質量が検出された。

## 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16件)

A. Teruya, F. Suzuki, D. Aoki, F. Honda, A.

Nakamura, M. Nakashima, Y. Amako, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Large Cyclotron Mass and Large Ordered Moment in Ferromagnet  $\text{CoS}_2$  Compared with Paramagnet  $\text{CoSe}_2$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 85, 2016, 064716-10.  
DOI: 10.7566/JPSJ.85.064716

A. Teruya, A. Nakamura, T. Takeuchi, F. Honda, D. Aoki, H. Harima, K. Uchima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “De Haas-van Alphen Effect and Fermi Surface Properties in Ferromagnet  $\text{LaCo}_2\text{P}_2$  and Related Compounds”, *Physics Procedia*, 査読有, 75, 2015, 876–883.  
DOI: 10.1016/j.phpro.2015.12.113

A. Nakamura, T. Uejo, F. Honda, T. Takeuchi, H. Harima, E. Yamamoto, Y. Haga, K. Matsubayashi, Y. Uwatoko, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Transport and Magnetic Properties of  $\text{EuAl}_4$  and  $\text{EuGa}_4$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 124711-9.  
DOI: 10.7566/JPSJ.84.124711

M. Kakihana, H. Akamine, T. Yara, A. Teruya, A. Nakamura, T. Takeuchi, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, H. Harima, “Fermi Surface Properties based on the Relativistic Effect in  $\text{SrBi}_3$  with  $\text{AuCu}_3$ -type Cubic Structure”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 124702-7.  
DOI: 10.7566/JPSJ.84.124702

M. Kakihana, A. Teruya, K. Nishimura, A. Nakamura, T. Takeuchi, Y. Haga, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Split Fermi Surface Properties in Ullmannite  $\text{NiSbS}$  and  $\text{PdBiSe}$  with the Cubic Chiral Crystal Structure”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 094711-8.  
DOI: 10.7566/JPSJ.84.094711

A. Nakamura, T. Okazaki, M. Nakashima, Y. Amako, K. Matsubayashi, Y. Uwatoko, S. Kayama, T. Kagayama, K. Shimizu, T. Uejo, H. Akamine, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, H. Shiba, “Pressure-Induced Valence Transition and Heavy Fermion State in  $\text{Eu}_2\text{Ni}_3\text{Ge}_5$  and  $\text{EuRhSi}_3$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 053701-4.  
DOI: 10.7566/JPSJ.84.053701

A. Teruya, M. Takeda, A. Nakamura, H. Harima, Y. Haga, K. Uchima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Characteristic Fermi Surface Properties of  $\text{V}_2\text{Ga}_5$ ,  $\text{CoGa}_3$ ,  $\text{TiGa}_3$ ,  $\text{ZrGa}_3$ , and  $\text{ZrAl}_3$  with Different Tetragonal Structures”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 054703-15.

DOI: 10.7566/JPSJ.84.054703

Y. Ōnuki, A. Nakamura, D. Aoki, M. Boukahil, Y. Haga, T. Takeuchi, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, “Mass Enhancement of Nearly Trivalent Compound  $\text{EuCo}_2\text{Si}_2$ : Studied by the de Haas-van Alphen Experiments and Energy Band Calculations”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 査読有, 592, 2015, 012049-8.  
DOI: 10.1088/1742-6596/592/1/012049

A. Nakamura, T. Takeuchi, Y. Tatetsu, T. Maehira, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Fermi Surface Properties of Eu-Divalent and Eu-Trivalent Electronic States with the  $\text{AuCu}_3$ -type Cubic Structure”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 査読有, 592, 2015, 012048-6.  
DOI: 10.1088/1742-6596/592/1/012048

M. Kakihana, A. Nakamura, A. Teruya, H. Harima, Y. Haga, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Split Fermi Surface Properties based on the Relativistic Effect in Superconductor  $\text{PdBiSe}$  with the Cubic Chiral Crystal Structure”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 033701-4.  
DOI: 10.7566/JPSJ.84.033701

M. Takeda, A. Teruya, A. Nakamura, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “De Haas–van Alphen Effect in  $\text{Rh}_2\text{Ga}_9$  and  $\text{Ir}_2\text{Ga}_9$  without inversion Symmetry in the Crystal Structure and Related Compounds  $\text{T}_2\text{Al}_9$  (T: Co, Rh, Ir) with inversion Symmetry”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 84, 2015, 024701-8.  
DOI: 10.7566/JPSJ.84.024701

T. Takeuchi, A. Nakamura, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Contribution of J-Multiplet Levels to the Physical Properties of  $\text{EuPd}_3$  with the Trivalent Electronic State”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 83, 2014, 114001-8.  
DOI: 10.7566/JPSJ.83.114001

A. Teruya, A. Nakamura, T. Takeuchi, H. Harima, K. Uchima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “De Haas-van Alphen Effect and Fermi Surface Properties in Nearly Ferromagnet  $\text{SrCo}_2\text{P}_2$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 査読有, 83, 2014, 113702-4.  
DOI: 10.7566/JPSJ.83.113702

A. Nakamura, T. Takeuchi, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “De Haas –van Alphen Effect and Fermi Surface Properties of  $\text{EuPd}_3$  with the Trivalent Electronic State”,

J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, 83, 2014, 053708-4.

DOI: 10.7566/JPSJ.83.053708

Y. Ōnuki, A. Nakamura, T. Uejo, A. Teruya, M. Hedo, T. Nakama, F. Honda, H. Harima, “Chiral-Structure-Driven Split Fermi Surface Properties in TaSi<sub>2</sub>, NbSi<sub>2</sub>, and VSi<sub>2</sub>”, J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, 83, 2014, 061018-6.

DOI: 10.7566/JPSJ.83.061018

A. Nakamura, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, “Chiral Crystal Structure and Split Fermi Surface Properties in TaSi<sub>2</sub>”, J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, 82, 2013, 113705-5.

DOI: 10.7566/JPSJ.82.113705

[学会発表](計 21 件)

比嘉野乃花, 久保田史洋, 上原弘敬, 盛島真羽, 與儀護, 二木治雄, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「EuRu<sub>2</sub>P<sub>2</sub> の NMR による研究」, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 03 月 22 日, 東北学院大学泉キャンパス(宮城県・仙台市)

大貫惇睦, 赤嶺拓, 安次富洋介, 仲村愛, 中島美帆, 天児寧, 竹内徹也, 松林和幸, 上床美也, 辺土正人, 仲間隆男, 斯波弘行, 「Eu<sub>2</sub>Ni<sub>3</sub>Ge<sub>5</sub> と EuRhSi<sub>3</sub> の価数の変化と重い電子状態」, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 03 月 21 日, 東北学院大学泉キャンパス(宮城県・仙台市)

垣花将司, 赤嶺拓, 西村健吾, 照屋淳志, 中島美帆, 天児寧, 竹内徹也, 松林和幸, 上床美也, 播磨尚朝, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「EuTGe<sub>3</sub>(T: 遷移金属) と SrTGe<sub>3</sub> の磁性とフェルミ面」, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 03 月 21 日, 東北学院大学泉キャンパス(宮城県・仙台市)

仲村愛, 本多史憲, 西村健吾, 垣花将司, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 本間佳哉, 李徳新, 青木大, 「Th<sub>7</sub>Ni<sub>3</sub> と La<sub>7</sub>Ni<sub>3</sub> の単結晶育成と物性」, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 年 03 月 20 日, 東北学院大学泉キャンパス(宮城県・仙台市)

青山輝慶, 郷地順, 川崎郁斗, 山口明, 住山昭彦, 本山岳, 広瀬雄介, 摺待力生, 仲村愛, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「カイラル構造を持つ NbSi<sub>2</sub>, TaSi<sub>2</sub> の超伝導特性」, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 19 日, 関西大学千里山キャンパス(大阪府・吹田市)

仲村愛, 安次富洋介, 赤嶺拓, 本多史憲,

青木大, 竹内徹也, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「強磁性体 EuPd<sub>2</sub> と EuPt<sub>2</sub> の単結晶育成と圧力効果」, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 19 日, 関西大学千里山キャンパス(大阪府・吹田市)

赤嶺拓, 安次富洋介, 中島美帆, 天児寧, 竹内徹也, 松林和幸, 上床美也, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「EuPd<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> と EuPd<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の単結晶育成と価数転移」, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 19 日, 関西大学千里山キャンパス(大阪府・吹田市)

垣花将司, 西村健吾, 竹内徹也, 播磨尚朝, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「立方晶カイラル構造ウルマナイト化合物 NiSbS 等の単結晶育成とフェルミ面の分裂」, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 18 日, 関西大学千里山キャンパス(大阪府・吹田市)

木俣基, 大森康智, 瀧澤誓, 赤嶺拓, 安次富洋介, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 大谷義近, 「EuNiGe<sub>3</sub> における異方の異常ホール効果」, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 18 日, 関西大学千里山キャンパス(大阪府・吹田市)

友利圭佑, 屋良朝之, 中島美帆, 天児寧, 松林和幸, 上床美也, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「価数転移を起こす Eu<sub>2</sub>Ni<sub>3</sub>Ge<sub>5</sub> の熱電能測定と圧力効果」, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 17 日, 関西大学千里山キャンパス(大阪府・吹田市)

K. Uchima, Y. Takaesu, H. Akamine, M. Kakhana, K. Tomori, A. Teruya, M. Hedo, T. Nakama, K. Yagasaki, K. Matsubayashi, Y. Uwatoko, “Pressure effect on transport properties of EuNi(Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub>)<sub>3</sub> compounds”, 20th International Conference on Magnetism (ICM2015), 2015 年 07 月 09 日, Palau de Congressos de Catalunya, Barcelona (Spain)

A. Teruya, A. Nakamura, T. Takeuchi, F. Honda, D. Aoki, K. Matsubayashi, Y. Uwatoko, H. Harima, K. Uchima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Onuki, “De Haas-van Alphen effect and Fermi surface properties in ferromagnet LaCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub> and related compounds”, 20th International Conference on Magnetism (ICM2015), 2015 年 07 月 07 日, Palau de Congressos de Catalunya, Barcelona (Spain)

垣花将司, 仲村愛, 照屋淳志, 播磨尚朝, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「立方晶カイラル構造超伝導体 PdBiSe の dHvA

効果とフェルミ面の分裂」, 日本物理学会第70回年次大会, 2015年03月22日, 早稲田大学早稲田キャンパス(東京都・新宿区)

比嘉野乃花, 黒島裕子, 通事樹, 與儀護, 二木治雄, 仲村愛, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「EuPd<sub>3</sub>のNMR」, 日本物理学会第70回年次大会, 2015年03月22日, 早稲田大学早稲田キャンパス(東京都・新宿区)

大貫惇睦, 仲村愛, 本多史憲, 佳山周永, 加賀山朋子, 清水克哉, 芳賀芳範, 松林和幸, 上床美也, 辺土正人, 仲間隆男, 「Eu化合物の価数転移と重い電子状態」, 日本物理学会第70回年次大会, 2015年03月22日, 早稲田大学早稲田キャンパス(東京都・新宿区)

照屋淳志, 仲村愛, 竹内徹也, 本多史憲, 青木大, 播磨尚朝, 内間清晴, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「強磁性体 LaCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub> のドハース・ファンアルフェン効果とフェルミ面」, 日本物理学会第70回年次大会, 2015年03月21日, 早稲田大学早稲田キャンパス(東京都・新宿区)

照屋淳志, 仲村愛, 竹内徹也, 播磨尚朝, 内間清晴, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「強磁性寸前の化合物 SrCo<sub>2</sub>P<sub>2</sub> 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2014年秋季大会, 2014年09月08日, 中部大学春日井キャンパス(愛知県・春日井市)

竹内徹也, 仲村愛, 播磨尚朝, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦, 「3価のEu化合物 EuPd<sub>3</sub> の電子状態と磁気特性」, 日本物理学会2014年秋季大会, 2014年09月07日, 中部大学春日井キャンパス(愛知県・春日井市)

Y. Onuki, A. Nakamura, D. Aoki, M. Boukahil, Y. Haga, T. Takeuchi, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, “Mass Enhancement of Nearly Eu-Trivalent Compound EuCo<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>: Studied by the de Haas-van Alphen Experiments and Energy Band Calculations”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2014), 招待講演, 2014年07月08日, University Campus in Saint Martin d’Heres, Grenoble (France)

A. Nakamura, T. Takeuchi, H. Harima, M. Hedo, T. Nakama, Y. Onuki, “Fermi Surface Properties of Eu-Divalent and -Trivalent Electronic States with the AuCu<sub>3</sub>-type Cubic Structure”, International Conference on

Strongly Correlated Electron Systems (SCES2014), 2014年07月08日, University Campus in Saint Martin d’Heres, Grenoble (France)

② Y. Ōnuki, A. Nakamura, M. Hedo, T. Nakama, H. Harima, “Chiral-Structure-Driven Split Fermi Surfaces in VSi<sub>2</sub>, TaSi<sub>2</sub>”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2013), 招待講演, 2013年08月08日, 東京大学本郷キャンパス伊藤国際学術研究センター(東京都・文京区)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕  
ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大貫 惇睦 (ONUKI, Yoshichika)  
琉球大学・理学部・客員教授  
研究者番号: 40118659

### (2) 研究分担者

辺土 正人 (HEDO, Masato)  
琉球大学・理学部・准教授  
研究者番号: 00345232

仲間 隆男 (NAKAMA, Takao)  
琉球大学・理学部・教授  
研究者番号: 80264472

眞榮平 孝裕 (MAEHIRA, Takahiro)  
琉球大学・理学部・教授  
研究者番号: 20372807

### (3) 連携研究者 なし