

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 23 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25610094

研究課題名(和文) 準結晶の量子臨界現象の一軸圧力効果

研究課題名(英文) Uniaxial pressure effect on quantum critical phenomenon of quasicrystal

研究代表者

出口 和彦 (DEGUCHI, Kazuhiko)

名古屋大学・理学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：40397584

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：主な研究成果として、周期的に原子が並んだ結晶と、周期的ではないが規則的に原子が並んだ準結晶とをつなぐ物質として、近似結晶と呼ばれる一群の結晶が注目を集めている。今回、Tsai型クラスターを持つ近似結晶で初めて超伝導が発見された。この近似結晶はAu-Ge-Ybの3元素からなり、クラスター中心の原子の種類と配置がわずかに異なる2種類の構造を持つ。一方は0.68 Kの超伝導転移温度 T_c を持つ非磁性物質であり、もう一方は0.36 Kの T_c を持つ磁性物質であることがわかった。Tsai型クラスターをもつ物質の電子状態を幾何学的局所構造によって制御できることが本研究によって初めて明らかにした。

研究成果の概要(英文)：One of the purposes of this research is to search new physical phenomena in the magnetic quasicrystal of a strongly correlated electron system with Tsai-type clusters. First, we report the emergence of bulk superconductivity in Au-Ge-Yb approximants (AGY(I) and AGY(II)) below 0.68 and 0.36 K, respectively. This is the first observation of superconductivity in Tsai-type crystalline approximants of quasicrystals. We also present a structure model refined by Rietveld analysis for X-ray diffraction data. The Tsai-type cluster center is occupied by Au and Ge ions in the former approximant, and by an Yb ion in the latter. For magnetism, the latter system shows a larger magnetization than the former. To explain this observation, we propose a model that the cluster-center Yb ion is magnetic.

研究分野：強相関電子系

キーワード：量子臨界現象 準結晶 磁性 強相関電子系 極低温 高圧

1. 研究開始当初の背景

私たちは様々な機能性物質・構造素材として「結晶」または「アモルファス」という形の固体を利用している。原子が規則正しく等差数列的に整列している結晶は携帯電話や太陽電池に使われている半導体のシリコン、宝石のダイヤモンドなどの絶縁体、金・銀・銅などの金属があります。逆にランダムに原子が並んでいるアモルファスはガラスが身近なものである。結晶ではその性質をバンド理論で説明できるものよりも、その枠を超えて電子間の斥力が重要になる強相関電子系が基礎・応用の両面から注目を集めてきた。

シェヒトマン博士(2011年ノーベル化学賞)によって1984年に発見された「準結晶」は、図1に示すように原子配置が特殊な等比数列的な規則性(準周期性)をもち、結晶と似たような回折像が現れるが、その回転対称性は結晶では許されないものであり、どちらにも分類できない「第3の固体」となった。発見以来、準結晶の構造については研究が大きく進展したが、特殊な原子配置の規則を持つ準結晶ではバンド理論も成り立たないため、電子状態に起因する特有の物性、まして、電子間の斥力が重要になる強相関電子物性については謎のままである。強相関電子系における重い電子状態・長距離磁気秩序・超伝導・量子臨界現象などのトピックスについても今まで観測されなかった。

我々の研究グループでは、図1のようなTsai-typeのクラスター構造をもつAu(金)-Al(アルミニウム)-Yb(イッテルビウム)を組み合わせた準結晶を作成した。この準結晶が強相関電子系の性質を示し、様々な物理量が低温で発散し、温度を冷やせば冷やすほど絶対零度に向かって無限に大きくなる量子臨界現象が「第3の固体」特有の性質と深く関係して安定に現れること(量子臨界物質)を発見した。この現象は物質が量子臨界点という特異点に位置するときに現れる(図2)。量子臨界点は物理の様々な場面で現れ、宇宙物理のブラックホールから素粒子物理の超ひも理論の実験の舞台としても興味を持たれている。また、この特異点の近傍では超伝導や磁性に関係した新しい物性が発見されており、新しい機能性物質を生み出す可能性がある。近年、我々の分野ではYbを含む強相関物質の結晶で非従来型の量子臨界現象とそれに関連した磁性・超伝導について精力的に研究が進められてきた。我々のグループの準結晶における量子臨界物質の発見は、並進対称性に関する原子配置の「規則」もパラメーターとした新物質開発・新現象探索のパラダイムシフトに繋がると考えて現在研究を進めている。

2. 研究の目的

これまで様々なCe(f 電子1個), Yb(f 正孔1個)を含む結晶(周期系)で量子臨界現象について研究が進められ、特にその中でも

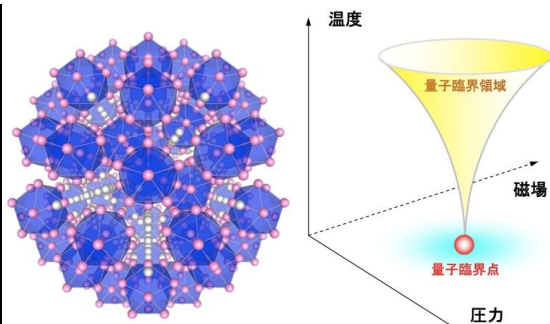


図1 Ybの原子のみ示したAu-Al-Yb準結晶の構造。

図2 相図の中に現れる量子臨界点と量子臨界現象。

YbRh₂Si₂, β -YbAlB₄ は非従来型の量子臨界現象を示し、ほぼ量子臨界点直上に位置する量子臨界物質として注目されてきた。しかし、非従来型の量子臨界現象の起源となぜ量子臨界点直上に位置するのかという理由について偶然なのか必然なのかを明らかにし、必然である場合はその原因を探究することを目的とする。Au-Al-Yb準結晶は必然的に量子臨界物質であるように見え、並進対称性を準周期から周期へ変えることで量子臨界物質でなくなることを手がかりに研究を進める。本研究の目的は「量子臨界物質のしくみ(量子臨界点に位置する理由)の探求」と「Tsai-typeクラスター構造を持つ強相関電子系の磁気準結晶の新しい物性の探索」である。(1) 今まで結晶系で研究してきた強相関電子系の物理現象(長距離磁気秩序や超伝導)が準結晶や局所的に準結晶と同じ構造を持つ近似結晶でどうなるのか調べることを目的とする。(準結晶・近似結晶では強磁性以外の長距離磁気秩序や超伝導はまだ観測されていない。)具体的にはTsai-typeのクラスター構造をもつ強相関電子系の準結晶・近似結晶を作成し、相図を調べる。

(2) 準結晶(準周期系)における電子状態が未解明であるため、電子状態の特異性が顕著に表れるTsai-typeのクラスター構造をもつAu-Al-Yb準結晶のような強相関電子系準結晶の物性を、結晶系の研究で培った研究手法で調べることにより準結晶特有の物性を見出すことを目的とする。具体的には準結晶の特殊な原子配置の規則と関係した「局在」でも「遍歴」でもない準周期系特有の電子状態を様々な極低温物性測定により調べる。この2つの目的について「試料作成・物質開発」(Tsai-typeのクラスター構造をもつ強相関電子系の準結晶・近似結晶)と「極低温物性測定」の2つを柱とした研究を行うことにより達成することを目指した。最近発見した量子臨界物質(Au-Al-Yb準結晶)・重い電子系(Au-Al-Yb近似結晶)の研究だけでなく、その後我々のグループで発見した強相関電子系の物理現象を示す物質の研究を土台として研究を進めた。以下、それぞれの研究経過についてご紹介する。

3. 研究の方法

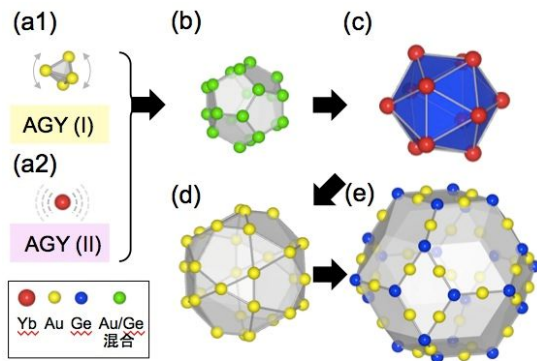


図3 Tsai型の多重殻クラスターと近似結晶の結晶構造。(a1)AGY(I)の回転の自由度を持つAuの正4面体。(a2)AGY(II)のラットリングの自由度を持つ希土類Yb原子(Yb2サイト)。(b)第2殻の正12面体。(c)第3殻の希土類Yb原子の正20面体(Yb1サイト)。(d)第4殻の20・12面体。(e)第5殻の菱形30面体。

(1) Tsai-type のクラスター構造をもつ新しい強相関電子系の準結晶・近似結晶の開発。

Au-Al-R 系準結晶・近似結晶($R = \text{Yb, Tm, ...}$)の作成を行う。この系では準結晶(準周期系)・近似結晶(周期系)の両方が作成可能であるため準周期系・周期系の比較研究を行うこの研究で非常に重要な位置を占める。Ybは f 電子の遍歴系であり、Tmは局在系であるためモデルケースとなりうる。結晶の重い電子系における f 電子の局在・遍歴状態と準結晶の特殊な原子配置の規則との関係調べるため、局在 f 電子を持つ Au-Al-Tm 系準結晶・近似結晶の研究を進めた。まず、電気抵抗・磁化率・比熱の温度依存性を極低温まで測定し、Au-Al-Yb 系準結晶・近似結晶と比較すると、局在電子系の Au-Al-Tm 系準結晶・近似結晶では通常の磁性体でみられる振る舞いが観測されたのに対し、Au-Al-Yb 系準結晶・近似結晶では非従来型の磁性が観測され、 f 電子が局在・遍歴の中間状態にある中間価数の Yb の価数ゆらぎが原因であることを示唆する結果が得られた。Au-Al-Yb 系準結晶で観測された準結晶の量子臨界現象を理解するための重要な手がかりとなると考えられる。また、局在電子系における準結晶・近似結晶の磁気長距離秩序の有無についても調べた。その結果、20面体の Tm を頂点とする正三角形に起因する幾何学的フラストレーションをもつ金属磁性体の Au-Al-Tm 準結晶・近似結晶において興味深い磁気状態が観測することに成功した。この結果を論文にまとめ、Journal of the Physical Society of Japan に発表した(誌上発表3, 5)。準結晶ではフラストレーションが残り、近似結晶ではフラストレーションが解消される可能性があり、磁気的な秩序・基底状態と並進対称性の関係を調べる研究に発展させようと考えている。

(2) 熱力学量から Au-Al-Yb 準結晶の量子臨界点の性質の研究。

現在進めている研究を進める形で f 電子系における非従来型量子臨界現象の起源の探求を目的とした研究を進める。具体的には Au-Al-Yb 準結晶と近似結晶について、磁化、交流磁化率、比熱を極低温まで精密データを条件の精密チューニングを行いながら、臨界指数・スケーリングを議論できるようになるまで集めて解析する。また、量子臨界物質のしくみ(量子臨界点に位置する理由)の探求を目的として、Keyとなる極低温の磁化率の静水圧依存性を Au-Al-Yb 準結晶と近似結晶について、極低温まで精密チューニングを行いながら集めることにより「Au-Al-Yb 準結晶の量子臨界現象」について調べる。

(3) 対称性を破らない静水圧と対称性を破る一軸圧による比較研究。

次に、対称性を破らない・破る外部パラメーター(静水圧・一軸圧・磁場)をチューニングすることにより、量子臨界点から恣意的に遠

ざけることを試みる。準結晶を用いた実験だけでは、その本質を抽出するのは困難である。幸いなことに、Au-Al-Yb 系準結晶には近似結晶が存在し、既に作成されている。この近似結晶に対しても、準結晶と同じ測定を行う。得られた結果を比較検討することにより、準結晶の特徴を調べる。

4. 研究成果

(1) Tsai-type のクラスター構造をもつ新しい強相関電子系の準結晶・近似結晶の開発。

Au-Al-R 系準結晶・近似結晶($R = \text{希土類}$)をアーク炉を使用し単相の多結晶試料の作成を行った。この系では準結晶(準周期系)・近似結晶(周期系)の両方が作成可能であるため準周期系・周期系の比較研究を行うこの研究で非常に重要な位置を占める。Ybは f 電子の遍歴系であり、Tm(ツリウム)は局在系であるためモデルケースとなりうる。結晶の重い電子系における f 電子の局在・遍歴状態と準結晶の特殊な原子配置の規則との関係調べるため、局在 f 電子を持つ Au-Al-Tm 系準結晶・近似結晶の研究を進めた。まず、電気抵抗・磁化率・比熱の温度依存性を極低温まで測定し、Au-Al-Yb 系準結晶・近似結晶と比較すると、局在電子系の Au-Al-Tm 系準結晶・近似結晶では通常の磁性体でみられる振る舞いが観測されたのに対し、Au-Al-Yb 系準結晶・近似結晶では非従来型の磁性が観測され、 f 電子が局在・遍歴の中間状態にある中間価数の Yb の価数ゆらぎが原因であることを示唆する結果が得られた。Au-Al-Yb 系準結晶で観測された準結晶の量子臨界現象を理解するための重要な手がかりとなると考えられる。また、局在電子系における準結晶・近似結晶の磁気長距離秩序の有無についても調べた。その結果、20面体の Tm を頂点とする正三角形に起因する幾何学的フラストレーションをもつ金属磁性体の Au-Al-Tm 準結晶・近似結晶において興味深い磁気状態が観測することに成功した。この結果を論文にまとめ、Journal of the Physical Society of Japan に発表した(誌上発表3, 5)。準結晶ではフラストレーションが残り、近似結晶ではフラストレーションが解消される可能性があり、磁気的な秩序・基底状態と並進対称性の関係を調べる研究に発展させようと考えている。

次に $\text{RCd}_{5.7-6.0}$ 準結晶・近似結晶($R = \text{希土類}$)は f 電子の局在系であるため、Cd(カドミウム)を A_xB_{1-x} (A:遷移金属, B:典型金属)に置き換えた3元系の $R(A_xB_{1-x})_{5.7-6.0}$ 準結晶・近似結晶を作成し(A:遷移金属と B:典型金属は平均原子半径・平均価数が Cd に近い物を選ぶ)、 f 電子の遍歴系を視野に入れた新物質開発を行った。Tsai-type のクラスター構造は図3のように希土類の20面体を持つことが特徴であり、クラスター中心の原子群を変えられる自由度を持つ。物質探索の結果、図4のよ

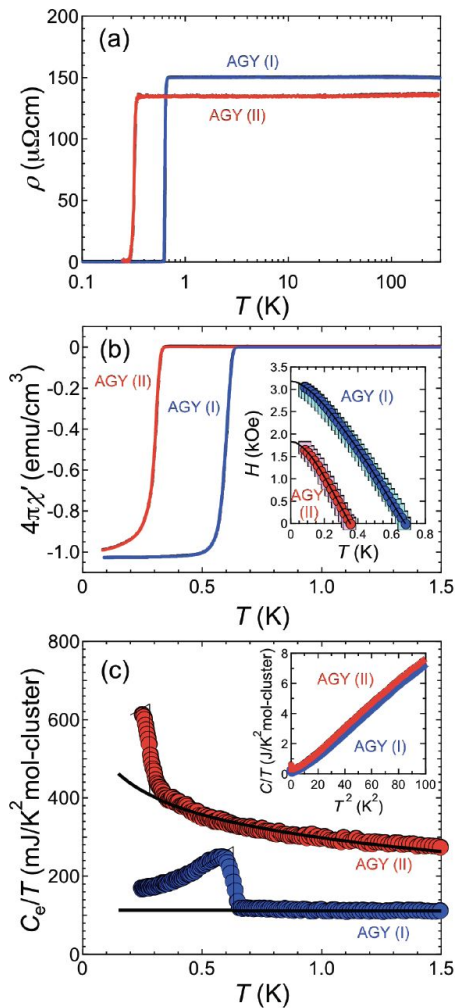


図4 (a)電気抵抗率の温度依存性。
 (b)交流磁化率の実部の温度依存性。挿入図は上部臨界磁場の温度依存性を示す。
 (c)電子比熱の温度依存性。

うに Au(金)-Ge(ゲルマニウム)-Yb(イットルビウム)を組み合わせた Tsai-type クラスタ構造をもつ近似結晶を作成することにより興味深い超伝導を発見することに成功した。Au-Ge-Yb 近似結晶はクラスタ構造の違いにより2タイプの超伝導体があることがわかった。図3に示すように、4面体タイプ：非磁性の超伝導体 AGY(I)、希土類ラットリングタイプ：磁性と共存する超伝導体 AGY(II)である。2つの系の磁性の比較から、正20面体を形成する Yb 原子は磁気モーメントを持たず、中心に位置する Yb 原子は磁性を持つと考えられる。AGY(I)と AGY(II)における超伝導転移温度の違いも局所構造の違いとそれに関係した磁性の違いに起因する可能性が高い。特に AGY(II)の磁性は Au-Al-Yb 近似結晶(重い電子系)と類似しており、量子臨界現象との関係が興味深い。また、この結果は Tsai 型クラスタ構造をもつ物質系が局所構造の違いで電子状態を制御できることを示唆するものであり、本研究の重要な結果と考えられる。

準結晶の超伝導については、Bergman 型クラスタ構造をもつ Al-Mg-Zn ($T_C = 0.4$ K)と Al-Cu-Li ($T_C = 1.5$ K)が知られているが報告は少ない。Au-Ge-Yb 近似結晶の超伝導の発見は、物質のバリエーションが豊富は Tsai 型クラスタ構造をもつ物質系で準結晶の超伝導を探索することにより、結晶と準結晶の超伝導の性質の違いを比較できる可能性を見出した。希土類を含む Tsai 型クラスタ構造をもつ物質系は、局所構造による物性制御が可能な点と、原子配置の規則性(周期性と準周期性)が物性に及ぼす効果を解明できる点において、他に類を見ないユニークな系である。この結果を構造解析と超伝導の発見に分けて論文にまとめ、Journal of the Physical Society of Japan に発表した(誌上発表 1, 2)、また JPSJ の注目論文にも選ばれ、表彰された。

(2) 熱力学量・熱電能・熱伝導特性から磁気準結晶・近似結晶の量子臨界現象の研究。

準結晶ではプロット状態が成り立たないため伝導測定に結晶との違いがより顕著に現れるのではないかと予想されている。極低温の熱電能・熱伝導の測定を比熱測定と組み合わせて行うことにより Au-Al-Yb 準結晶・近似結晶の量子臨界現象・重い電子状態について追及し、価数揺らぎ(電子移動の揺らぎ)に着目した研究を行った。量子臨界物質のしくみ(量子臨界点に位置する理由)の探求を目的とした Au-Al-Yb の準周期系・周期系の比較研究のために圧力下の極低温物性測定の実験も行った。

結晶の重い電子系における f 電子の「Local Criticality」・「Valence Criticality」が、準結晶では特殊な原子配置の規則と関係した「局在」でも「遍歴」でもない準周期系特有の電子状態「Critical State」と関係して発現していると考え、Au-Al-Yb 準結晶(量子臨界物質)・近似結晶(重い電子系)について f 電子をプローブとして強相関準結晶の電子状態を調べた。極低温・磁場下の熱力学量(磁化・比熱・交流磁化率)の測定を行い温度/磁場スケーリングを調べて、量子臨界指数を決定した。極低温・磁場下の熱電能・Hall 効果の測定を行い、電荷のキャリアとエントロピーのキャリアの関係性を調べ、 f 電子の遍歴性を決定した。また極低温における熱電能と比熱の解析から量子臨界ゆらぎの起源の決定を試みた。量子臨界物質のしくみ(量子臨界点に位置する理由)の探求を目的とした Au-Al-Yb の準周期系・周期系の比較研究のために圧力下の極低温物性測定の実験も行った。この結果を論文にまとめる予定である。

(3) 対称性を破らない静水圧と対称性を破る一軸圧による比較研究。

低温で(対称性を破る)一軸歪を制御する手法の開発を行った。積層ピエゾ素子を利用したコンパクトで単純な一軸圧・歪印加装置を開発した。この装置は電場の印加によりピエゾ素子の変位(圧電効果)を制御できることを利用して、低温で試料に一軸圧・歪を印

加する。長所はクランプ型の圧力セルとは異なり、低温で一軸圧・歪を変化・掃引する実験ができるため、量子相転移を調べる実験に適していることである。短所として変位が小さく（低温ではより小さくなる）、高圧を印加できないことである。この実験の目的のように対称性を変化させ（小さな変化でもよい）、量子臨界現象の変化を観測する実験では様々な温度・磁場下で一軸圧・歪を変化させることができるこの方法が有用であると考えられる。

(i) 直接的歪印加装置は積層ピエゾ素子に適切な接着剤を使用して直接試料を貼り付け、電氣的にピエゾ素子の変位を制御することにより、歪を印加するものである。単純で実用性が高い。

(ii) 間接的一軸圧・歪印加装置は装置が複雑になり材料の選定などが難しくなるが、試料と積層ピエゾ素子の長さ・断面積の比に対してテコの原理を利用しピエゾ素子の変位率以上の歪印加が可能になり、試料の固定方法により一軸圧を印加することができる。また、測定できる物理量も電気抵抗・交流磁化率・熱電能・Hall 効果測定を行うことができるようになると考えられる。

本研究では両方のタイプの一軸圧・歪印加装置を開発した。今後(ii)のタイプの一軸圧・歪印加装置を発展させる予定である。

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19件)

1. “Spin-Density-Wave Type Ordering on LaCoGe Revealed by ^{59}Co and ^{139}La NMR Measurements”

K. Karube, T. Hattori, K. Ishida, N. Tamura, K. Deguchi, and N. K. Sato:

J. Phys. Soc. Jpn. **82**, 083712-1-4 (2013).

2 “Spin Susceptibility in the Superconducting State of the Ferromagnetic Superconductor UCoGe”

T. Hattori, K. Karube, Y. Ihara, K. Ishida, K. Deguchi, N. K. Sato, and T. Yamamura:

Phys. Rev. B. **88**, 085127-1-5 (2013).

3. “Valence Change Driven by Constituent Element Substitution in the Mixed-Valence Quasicrystal and Approximant Au-Al-Yb”

S. Matsukawa, K. Tanaka, M. Nakayama, K. Deguchi, K. Imura, H. Takakura, S. Kashimoto, T. Ishimasa, and N. K. Sato:

J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 034705-1-5 (2014).

4. “Thermodynamic Study of Nodal Structure and Multiband Superconductivity of KFe_2As_2 ”

S. Kittaka, Y. Aoki, N. Kase, T. Sakakibara, T. Saito, H. Fukazawa, Y. Kohori, K. Kihou, C. H.

Lee, A. Iyo, H. Eisaki, K. Deguchi, N. K. Sato, Y. Tsutsumi, and K. Machida:

J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 013704-1-4 (2014).

5. “Spin-Triplet Superconductivity Induced by Longitudinal Ferromagnetic Fluctuations in UCoGe Probed by ^{59}Co NMR Measurement”

T. Hattori, Y. Ihara, K. Karube, D. Sugimoto, K. Ishida, K. Deguchi, N. K. Sato, and T. Yamamura:

J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 061012-1-8 (2014).

6 “Electrical Oscillation in SmS Induced by a Constant External Voltage”

H. Takahashi, R. Okazaki, H. Taniguchi, I. Terasaki, M. Saito, K. Imura, K. Deguchi, N. K. Sato, and H. S. Suzuki:

Phys. Rev. B. **89**, 195103-1-4 (2014).

7. “Relationship between Ferromagnetic Criticality and the Enhancement of Superconductivity Induced by Transverse Magnetic Fields in UCoGe”

T. Hattori, K. Karube, K. Ishida, K. Deguchi, N. K. Sato, and T. Yamamura:

J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 073708-1-4 (2014).

This paper was chosen as "Paper of Editors' Choice".

8. “Localized Electron Magnetism in the Icosahedral Au-Al-Tm Quasicrystal and Crystalline Approximant”

M. Nakayama, K. Tanaka, S. Matsukawa, K. Deguchi, K. Imura, T. Ishimasa, and N. K. Sato:

J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 024721-1-6 (2015).

9. “Crystal Structure of Superconducting 1/1 Cubic Au-Ge-Yb Approximant with Tsai-type Cluster”

K. Deguchi, M. Nakayama, S. Matsukawa, K. Imura, K. Tanaka, T. Ishimasa, and N. K. Sato:

J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 015002-1-2 (2015).

10. “Superconductivity of Au-Ge-Yb Approximants with Tsai-type Clusters”

K. Deguchi, M. Nakayama, S. Matsukawa, K. Imura, K. Tanaka, T. Ishimasa, and N. K. Sato:

J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 023705-1-4 (2015).

This paper was chosen as "Paper of Editors' Choice".

11. “Phase Diagram of the Itinerant-electron Ferromagnet ZrZn_2 ”

N. Kabeya, H. Maekawa, K. Deguchi, N. Kimura, H. Aoki, and N. K. Sato:

Physica status solidi. B **250**, 654–656 (2013).

12. “Spin-Triplet Superconductivity Induced by Longitudinal Ferromagnetic Fluctuations in UCoGe: Theoretical Aspect”

Y. Tada, S. Fujimoto, N. Kawakami, T. Hattori, Y. Ihara, K. Ishida, K. Deguchi, N. K. Sato and I. Satoh:

Journal of Physics: Conference Series **449**, 012029-1-12 (2013).

13. “Transport Properties of the Au-Al-Yb Quasicrystal and Approximant under Hydrostatic Pressure”

S. Matsukawa, K. Tanaka, M. Nakayama, S. Kunikata, K. Deguchi, K. Imura, T. Ishimasa, and N. K. Sato:

Acta Phys. Pol. A **126**, 527-530 (2014).

14. “Tsai-Type Quasicrystal and Its Approximant in Au-Al-Tm Alloys”

K. Tanaka, Y. Tanaka, T. Ishimasa, M. Nakayama, S. Matsukawa, K. Deguchi, and N. K. Sato:

Acta Phys. Pol. A **126**, 603-607 (2014).

15. “Origin of the Black-Golden Transition in Sm_{1-x}Y_xS”

K. Imura, M. Saito, M. Kaneko, T. Ito, T. Hajiri, M. Matsunami, S. Kimura, K. Deguchi, H. S. Suzuki, and N. K. Sato:

Journal of Physics: Conference Series **592**, 012028-1-6 (2015).

16. “電子の小宇宙に潜むブラックホール”
出口和彦:

名古屋大学理学部・大学院理学研究科広報誌 理フィロソフィア **24**, 14-15 (2013).

17. “磁性準結晶における量子臨界現象-重い電子系と準結晶の境界領域に潜む新しい物理を探る-”

佐藤憲昭, 出口和彦, 石政勉:
固体物理 **48**, 355-362 (2013).

18. “第3の固体が切り開く新しい強相関物質~ 知の未来へ-若手研究者の紹介”

出口和彦:
名古屋大学広報誌 名大トピックス **247**, 15 (2013).

19. “ウラン系強磁性超伝導における強磁性ゆらぎが誘起するスピン三重項超伝導”

石田憲二, 服部泰佑, 佐藤憲昭, 出口和彦, 多田靖啓, 藤本聡:
固体物理 **50**, 123-132 (2015).

〔学会発表〕(計 8件)

1. “Quantum Criticality in a Magnetic Quasicrystal” (口頭発表)

K. Deguchi, S. Matsukawa, N. K. Sato, T. Hattori, K. Ishida, H. Takakura, and T. Ishimasa: The International Conference on Strongly Correlated

Electron Systems (SCES2013) Tokyo, Japan, August 5 – 9, 2013.

2. “Quantum Criticality in a Magnetic Au-Al-Yb Quasicrystal” (口頭発表・招待講演)

K. Deguchi, S. Matsukawa, N. K. Sato, T. Hattori, K. Ishida, H. Takakura, and T. Ishimasa: 12th International Conference on Quasicrystals (ICQ12) Krakow, Poland, September 1 – 6, 2013.

3. “Pressure induced quantum criticality of Au-Al-Yb approximant with Tsai-type cluster” (ポスター発表)

K. Deguchi, S. Matsukawa, M. Nakayama, K. Tanaka, T. Ishimasa, and N. K. Sato: The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2014) Grenoble, France, July 7 – 11, 2014.

4. “Strongly correlated electrons in icosahedral Yb quasicrystals and approximants” (口頭発表・招待講演)

K. Deguchi, M. Nakayama, S. Matsukawa, K. Imura, N. K. Sato, K. Tanaka, and T. Ishimasa: C-Mac Days 2014 Zagreb, Croatia, December 8 – 11, 2014.

5. “磁気準結晶における量子臨界現象” (口頭発表・招待講演 分科会)

出口和彦: 第58回物性若手夏の学校(白浜荘:滋賀県琵琶湖畔)、2013年 8月16日~8月16日.

6. “Tsai型クラスター構造をもつ準結晶・近似結晶の磁性と量子臨界現象” (口頭発表)

出口和彦: 準結晶研究会(東京理科大学 葛飾キャンパス 東京都葛飾区)、2013年 12月16日~12月18日.

7. “Tsai型クラスター構造をもつ準結晶・近似結晶の磁性と量子臨界現象” (口頭発表)

出口和彦: 遍歴電子系研究会(名古屋大学理学南館セミナー室 愛知県名古屋市千種区)、2014年 1月25日.

8. “Tsai型クラスター構造をもつ Yb系準結晶・近似結晶の磁性と量子臨界現象” (口頭発表)

出口和彦, 松川周矢, 中山美佳, 佐藤憲昭, 田中克昌, 石政勉, 三宅厚志, 徳永将史: 日本物理学会(東海大学 湘南キャンパス)、2014年 3月27日~3月30日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

出口 和彦 (DEGUCHI KAZUHIKO)
名古屋大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 40397584