

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26400353

研究課題名(和文)多バンド系における電子相関と軌道-格子結合の協力効果と超伝導機構

研究課題名(英文) Cooperative effects of electron correlation and orbital-lattice coupling and pairing mechanism in the multi-band systems

研究代表者

大野 義章 (ONO, Yoshiaki)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：40221832

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：鉄系超伝導体の理論研究を通して構築された計算手法を用いて、電子相関と軌道-格子結合の協力効果が重要と考えられる多バンド系を調べた。A15型超伝導体の第一原理計算から導出した36バンドd-p模型に基づき、サイト間d-pクーロン相互作用の効果が構造相転移(マルテンサイト変体)を共に説明する軌道秩序を記述するとともに、その揺らぎがHigh-Tcの起源となることを示した。また、Ta₂NiSe₅に対する3鎖八バンド模型を調べた結果、高圧半金属相ではFulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov (FFLO) 励起子相が発現し、その揺らぎによってFFLO超伝導が導かれることが分かった。

研究成果の概要(英文)：The superconductivity in multi-band electron systems is investigated by using the theoretical approach recently developed for iron-based superconductors. On the basis of the 36-band d-p model for A15-type superconductors derived from the first-principles calculations, the effect of the intersite d-p Coulomb interaction is found to result in the orbital orders responsible for the structural transitions called the martensite transformation for both cases of V₃Si and Nb₃Sn, and also results in the orbital-fluctuation-mediated superconductivity with a relatively High-T_c. Transition metal chalcogenide Ta₂NiSe₅, a promising material for the excitonic insulator, is investigated on the basis of the quasi-one-dimensional three-chain Hubbard model and is found to show remarkable Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov (FFLO) excitonic orders whose fluctuation mediate FFLO superconductivity as expected to be observed in semimetallic Ta₂NiSe₅ under high pressure.

研究分野：数物系科学

キーワード：多バンド系超伝導体 電子相関 電子格子結合 A15型超伝導体 Ta₂NiSe₅ 軌道揺らぎ 励起子揺らぎ

1. 研究開始当初の背景

2008年に東工大の細野等によって発見された鉄系超伝導体は銅酸化物以外で初めて超伝導転移温度 T_c が 50K を超え、物質探索と超伝導発現機構や対称性の解明の両面から活発に研究が進められている。鉄系超伝導体の母物質は正方晶から斜方晶への構造転移(転移温度: T_S)とストライプ型反強磁性転移(転移温度: T_N)を示すが、ドーピングや加圧により両者は抑制・消失し、超伝導が出現する。超伝導機構として、 T_N に向けて発散的に増大する反強磁性揺らぎを媒介とする電子-ホールフェルミ面間でギャップ関数が逆符号となる s_{\pm} 波超伝導と、 T_S に向けて発散的に増大する軌道揺らぎを媒介とするギャップ関数に符号反転のない s_{++} 波超伝導が提案され、論争が続いていた。

鉄系超伝導体は、鉄の d 軌道全てが関与するバンドが複雑に絡み合った多バンド系であり、第一原理計算から導出された現実的な多バンドモデルに基づき、乱雑位相近似(RPA)などの弱相関からの摂動的アプローチが有効とされてきた。しかし、最近の高分解の角度分解光電子分光(ARPES)で、バンドの繰り込み因子 Z の顕著なバンド(軌道)依存性や、特定の軌道の Z がゼロとなる軌道選択モット転移が発見され、従来の RPA などの摂動的手法を超えた強相関・強結合効果の重要性も認識されつつあった。

鉄系超伝導の研究を通して明らかにされつつある軌道揺らぎやその格子との結合効果は、これまで知られている多バンド系超伝導体においても、重要な役割を果たしている可能性がある。例えば、1950年代に発見され超伝導材料として広く応用されている A15 型超伝導体では、超伝導転移の近傍に存在する構造転移に向けた弾性定数の巨大なソフト化や、構造転移より高温から発現する電子状態の異方性(鉄系では電子ネマティックとよばれ注目を集めている)など、鉄系と類似の物性が観測されており、鉄系と同様のアプローチによる再検討が待たれていた。

2. 研究の目的

鉄系超伝導体の研究を通してこれまで構築された計算手法、即ち、第一原理計算から導出された現実的な多バンドモデルに基づく RPA などの弱相関からの摂動的アプローチを、さらに強相関・強結合が取り扱えるように発展させる。改良された手法を用いて、鉄系超伝導体の中でも特に電子相関効果の強い FeSe を調べ、第一原理計算と ARPES 実験によるフェルミ面の不一致の問題や、他の鉄系と異なり加圧により増強される反強磁性や T_c の非単調な圧力依存性などの特異な振舞いの起源を明らかにする。

鉄系超伝導研究において高度に発展した理論手法は、鉄系以外の様々な多バンド系の超伝導体に対しても有効であると考えられる。特に、構造相転移が 2 次相転移として起

こり、構造相転移が消失する量子臨界点近傍で超伝導が観測されている多バンド系では、鉄系と同様に格子と結合した軌道揺らぎが関与している可能性が期待される。本研究では、鉄系と同様の弾性ソフト化や電子ネマティックを示す A15 型超伝導体、および、軌道秩序と相似の励起子秩序に誘起された構造相転移の近傍で超伝導が最近発見され注目を集めている Ta_2NiSe_5 において、超伝導の発現機構に対する軌道や励起子の揺らぎの寄与を明らかにする。

3. 研究の方法

強相関・強結合効果を同時に非摂動的に取り扱うことのできる有力な手法として動的平均場理論(DMFT)があり、申請者もこれまで重い電子系やモット転移の研究に用いてきた。しかし、DMFT では自己エネルギーの波数依存性が無視されるため、超伝導ギャップ関数が波数に依存しない単純な s 波状態しか記述できないという問題があった。そこで、DMFT により求めた磁気感受率、軌道・電荷感受率を用いて超伝導の有効相互作用を導出し、これと繰り込まれた 1 粒子グリーン関数を Eliashberg 方程式に代入することにより、ギャップ関数に波数依存性のある異方的超伝導も記述可能な新しい計算手法(DMFT+Eliashberg 法)を最近開発した。これにより、鉄系超伝導体の実験で観測された Z の軌道依存性を良く再現するとともに、第一原理計算から導出された現実的な相互作用の値を用いて、反強磁性および s 波超伝導が説明されることを示した。本研究ではさらに、これまでほとんど考慮されてこなかったバーテックスの振動数依存性や軌道依存性を考慮して超伝導を議論出来るように、計算手法を改良する。

フェルミ面近傍の伝導バンドが複雑に絡み合った多バンド系では、電子相関効果に起因する磁気揺らぎに加えて、複数電子軌道が関与する軌道揺らぎやその格子との結合効果が重要な役割を果たす。このような多バンド系の典型である鉄系超伝導体の研究を通して構築された理論手法、即ち「物質のバンド構造を正確に記述する第一原理計算から導出された多軌道有効モデルに対して電子間相互作用と電子格子結合を同時にコンシステントに取り扱う量子多体計算」を A15 型超伝導体、および、 Ta_2NiSe_5 に適用し、その電子状態や超伝導について調べる。両者とも、磁気秩序を示さず構造相転移のみ示すため、格子との結合を通して構造相転移を導く軌道秩序や励起子秩序と、それらの揺らぎを媒介とする超伝導の可能性を検証する。

4. 研究成果

(1) 鉄系超伝導体における強相関効果

鉄系超伝導体の第一原理計算から導出された 5 軌道ハバードモデルに対して、強相関領域も記述できる非摂動的手法である動的平

均場理論 (DMFT) を適用して、その電子状態や超伝導機構を調べた。その結果、現実的な相互作用の大きさにおいて、軌道選択モット転移や重い電子状態が実現する可能性を明らかにした。また、DMFT により求めた磁気感受率と電荷・軌道感受率から有効ペリング相互作用を導出し、Eliashberg 方程式を用いて超伝導ギャップと超伝導転移温度 T_c を計算した結果、従来の RPA と比較して磁気揺らぎによる s_{\pm} 波超伝導領域は大きく抑制されるのに対して、軌道揺らぎによる s_{++} 波超伝導は大きく拡がり安定化されることを示した。

さらに、この計算手法を駆使して鉄系超伝導体で実現可能な様々なパラメータ領域を網羅的に探索することにより、反強磁性揺らぎと軌道揺らぎが拮抗する強相関領域において、バーテックス補正の非自明な軌道依存性の効果により、これらの 2 つの揺らぎに加えて強磁性揺らぎも同時に増強されることを示した。この際、3 つの共存する揺らぎの協力効果により、新しい超伝導対称性 (hole- s_{\pm} 波) が実現可能であることを明らかにした。

また、鉄系超伝導体の中でも特に強い電子相関効果が働く FeSe 系に対してこの計算手法を適用することにより、第一原理計算と ARPES 実験の間でのバンド分散の不一致の問題を始めて説明した。さらに、FeSe の圧力下における第一原理計算に基づいて、非単調な軌道秩序・磁気秩序および超伝導の圧力依存性の相図を説明した。

(2) A15 型超伝導体の軌道秩序と超伝導

V3Si や Nb3Sn に代表される A15 型超伝導体 A_3B は、最高で $T_c=23K$ という比較的高い転移温度を持つためその起源を巡って古くから研究されてきた。この系は構造 (マルチサイト) 転移や弾性定数のソフト化といった鉄系超伝導体と類似する性質を示す一方で、鉄系に見られるような強い磁気相関や磁気秩序は存在しない。そのため、鉄系で議論されている軌道・構造揺らぎ機構との関連が期待され、近年再び注目を集めている。

本研究ではまず、A15 型超伝導体に対する第一原理計算を行い、構造相転移前後の電子状態を解析した。その結果、フェルミ面近傍の主要成分は A 原子における d 軌道と B 原子における p 軌道からなること、構造相転移に伴い各原子における縮退軌道が軌道分極を起こすことを明らかにした。さらに、この系に対する有効モデル (36 バンド $d-p$ 模型) を構築し、縮退軌道に対するサイト間 $d-p$ クーロン相互作用を平均場近似の範囲で考慮することで、第一原理計算により導出された軌道秩序が再現されることを示した。その際、V3Si と Nb3Sn において互いに逆向きの軌道分極パターンが得られ、実験的に報告されている格子歪みのパターンが説明された。

また、このサイト間クーロン相互作用を RPA の範囲で考慮すると、波数 $q=0$ の軌道 (四

極子) 揺らぎが増大し、実験で観測されている弾性定数 $(C_{11}-C_{12})/2$ のソフト化を説明すると同時に、超伝導転移温度 T_c を押し上げる効果をもたらすことを示した。

さらに、従来からこの系で重要とされてきた電子格子 (フォノン) 相互作用も考慮に入れ、軌道揺らぎと超伝導にを調べた。電子格子結合とサイト間クーロン相互作用の両者の効果により軌道揺らぎは協力的に増強され、十分現実的な相互作用の下で弾性ソフト化および高温超伝導が記述可能であることが分かった。

(3) Ta_2NiSe_5 の励起子秩序と超伝導

励起子相とは、ナローギャップ半導体やバンドの重なり小さな半金属において電子正孔対 (励起子) が量子凝縮した秩序状態である。候補物質の 1 つの Ta_2NiSe_5 は Ta_2Ni 鎖の擬一次元構造をもつナローギャップ半導体であり、常圧では 328K において斜方晶系から単斜晶系へ構造相転移を示す。角度分解光電子分光により、転移温度以下で価電子バンド上端の平坦化が観測され、構造相転移の起源が励起子絶縁体であると考えられている。この物質は加圧により半金属的になり、構造相転移は抑制され約 8GPa で消失するが、その近傍で超伝導が発見され、圧力下の電子状態が注目されている。特にこの物質では、伝導帯と価電子帯の縮退度が異なるため半金属では必然的にフェルミ波数に差が生じるが、そのような場合の励起子相の研究はこれまで無かった。

そこで本研究では、 Ta_2NiSe_5 の第一原理計算から導出された 3 鎖八バード模型に対して、半金属の場合も励起子相を調べた。磁場中の超伝導では、上下スピンのフェルミ波数に差があるとき、重心運動量 q が有限のクーパー対が凝集した Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov (FFLO) 状態が議論されているが、その理論を伝導帯と価電子帯のフェルミ波数に差がある場合の励起子相に応用することで、励起子の重心運動量 q が有限の FFLO 状態も含む励起子秩序変数に対する自己無撞着方程式を導出した。自由エネルギーを求めて最も安定な解を探索しや結果、高圧の半金属状態では FFLO 励起子状態が実現する事が分かった。

励起子秩序が加圧により抑制・消失すると、その量子臨界点近傍では励起子揺らぎを媒介とする超伝導の出現が期待される。そこで、鎖間トランスファーを考慮したより現実的な 2 次元 3 鎖八バード模型に基づいて、励起子秩序とその揺らぎによる超伝導を平均場近似および RPA の範囲で調べた。2 次元模型では、FFLO 励起子相は 1 次元模型に比べて若干抑制されるものの安定に存在する。また、正常状態における励起子揺らぎは、伝導 - 価電子バンド間のネスティングに対応する波数で鋭いピークをもち、励起子転移温度に向けて発散的に増大する。この励起子揺らぎを媒介とする有効引力相互作用も同じ波数で

鋭いピークをもつため、励起子相の近傍で実現する超伝導は、伝導バンドと価電子バンド電子間のクーパー対が有限の重心運動量をもつ FFLO 超伝導となることを明らかにした。

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10件)

Takahisa Konno, Michiaki Matsukawa, Keisuke Sugawara, Haruka Taniguchi, Junichi Echigoya, Akiyuki Matsushita, Makoto Hagiwara, Kazuhiro Sano, Yoshiaki Ōno, Yuh Yamada, Takahiko Sasaki and Yuichiro Hayasaka, Thermodynamic properties of superconducting and non-superconducting $\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15}$ compounds with metallic double chains, *Physica C* **521-522** (2016) 13-17, 査読有
DOI:10.1016/j.physc.2015.12.004

Kazuhiro Sano and Yoshiaki Ōno, Anomalous Oscillations due to Aharonov-Bohm and Aharonov-Casher Effects of the One-Dimensional Hubbard Ring in the Strong Coupling Limit, *Journal of the Physical Society of Japan* **85** (2016) 124716/1-6, 査読有
DOI:10.7566/JPSJ.85.124716

Masayoshi Kuwabara, Michiaki Matsukawa, Keisuke Sugawara, Haruka Taniguchi, Akiyuki Matsushita, Makoto Hagiwara, Kazuhiro Sano, Yoshiaki Ōno and Takahiko Sasaki, Effect of Pressure on Magneto-Transport Properties in the Superconducting and Normal Phases of the Metallic Double Chain Compound $\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15}$, *Journal of the Physical Society of Japan* **85** (2016) 124704/1-6, 査読有
DOI:10.7566/JPSJ.85.124704

Jun Ishizuka, Takemi Yamada, Yuki Yanagi and Yoshiaki Ōno, Hole- s_{\pm} State Induced by Coexisting Ferro- and Antiferromagnetic and Antiferro-orbital Fluctuations in Iron Pnictides, *Journal of the Physical Society of Japan* **85** (2016) 114709/1-8, 査読有
DOI:10.7566/JPSJ.85.114709

Kaoru Domon, Takemi Yamada and Yoshiaki Ōno, First- and Second-Order Phase Transitions between the Uniform and FFLO Excitonic States in the Three-Chain Hubbard Model for Ta_2NiSe_5 , *Journal of the Physical Society of Japan* **85** (2016) 065005/1-2, 査読有
DOI:10.7566/JPSJ.85.065005

Takemi Yamada, Kaoru Domon and Yoshiaki Ōno, FFLO excitonic state in the three-chain Hubbard model for Ta_2NiSe_5 , *Journal of the Physical Society of Japan* **85** (2016) 053703/1-5,

査読有

DOI:10.7566/JPSJ.85.053703

Takahisa Konno, Michiaki Matsukawa, Keisuke Sugawara, Haruka Taniguchi, Junichi Echigoya, Akiyuki Matsushita, Makoto Hagiwara, Kazuhiro Sano, Yoshiaki Ōno, Yuh Yamada, Takahiko Sasaki, Yuichiro Hayasaka, Thermodynamic properties of superconducting and non-superconducting $\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15}$ compounds with metallic double chains, *Physica C* **521-522** (2016) 13-17, 査読有
DOI:10.1016/j.physc.2015.12.004

Jun Ishizuka, Takemi Yamada, and Yoshiaki Ōno, Novel s-wave due to coexisting ferro- and antiferromagnetic fluctuations in iron pnictides, *Journal of Physics: Conference Series* **592** (2015) 012077/1-5, 査読有
DOI:10.1088/1742-6596/592/1/012077

Kazuhiro Sano and Yoshiaki Ōno, FFLO State and Anomalous Flux Quantization in the One-Dimensional Attractive Hubbard Models with Imbalanced Spin Populations, *JPS Conference Proceedings* **3** (2014) 015041/1-6, 査読有
DOI:10.7566/JPSCP.3.015041

Jun Ishizuka, Takemi Yamada, Yuki Yanagi, Yoshiaki Ōno, Dynamical Mean-Field Study on the Superconductivity Mediated by Spin and Orbital Fluctuations in the Five-Orbital Hubbard Model for Iron Pnictides, *JPS Conference Proceedings* **3** (2014) 015020/1-6, 査読有
DOI:10.7566/JPSCP.3.015020

[学会発表](計28件)

山田武見, 土門薫, 大野義章, Ta_2NiSe_5 の 3 鎖 Hubbard 模型における励起子状態と励起子揺らぎによる超伝導 III, 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 20 日 大阪大学豊中キャンパス(大阪府・豊中市)

土門薫, 山田武見, 大野義章, Ta_2NiSe_5 の 3 鎖 Hubbard 模型における FFLO 励起子相の異常物性 II, 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 20 日 大阪大学豊中キャンパス(大阪府・豊中市)

関川卓也, 大野義章, DNA のエネルギーバンドの塩基配列依存性と超伝導, 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 19 日 大阪大学豊中キャンパス(大阪府・豊中市)

中六角有矢, 桑原成彬, 松川倫明, 谷口晴香, 萩原亮, 佐々木孝彦, 大野義章, 佐野和博, 金属 2 鎖重系 $\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15-8}$ 超伝導体の磁気輸送特性の圧力効果, 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 18 日 大阪大学

豊中キャンパス (大阪府・豊中市)

原向日葵, 石塚淳, 山田武見, 大野義章, t_{2g} の 3 軌道模型によるタングステンブロンズ A_xWO_3 の電子状態 II, 日本物理学会第 72 回年次大会 2017 年 3 月 18 日 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)

大野義章, 領域 8, 領域 4, 領域 7 合同シンポジウム, 主題: バンド縮退を持つ電子正孔系の新しい金属絶縁体転移, バンド縮退による FFLO 励起子秩序とその揺らぎによる超伝導, 日本物理学会 第 72 回年次大会 2017 年 3 月 17 日 大阪大学豊中キャンパス (大阪府・豊中市)

原向日葵, 石塚淳, 山田武見, 大野義章, t_{2g} の 3 軌道模型によるタングステンブロンズ A_xWO_3 の電子状態, 日本物理学会 2016 年秋季大会 2016 年 9 月 14 日 金沢大学角間キャンパス (石川県・金沢市)

石塚淳, 山田武見, 柳有起, 大野義章, FeSe の電子状態に対する圧力依存性の理論解析, 日本物理学会 2016 年秋季大会 2016 年 9 月 13 日 金沢大学角間キャンパス (石川県・金沢市)

土門薫, 山田武見, 大野義章, Ta_2NiSe_5 の 3 鎖ハバード模型における FFLO 励起子相の異常物性, 日本物理学会 2016 年秋季大会 2016 年 9 月 13 日 金沢大学角間キャンパス (石川県・金沢市)

山田武見, 土門薫, 大野義章, Ta_2NiSe_5 の 3 鎖ハバード模型における励起子状態と励起子揺らぎによる超伝導 II, 日本物理学会 2016 年秋季大会 2016 年 9 月 13 日 金沢大学角間キャンパス (石川県・金沢市)

Jun Ishizuka, Takemi Yamada, Yuki Yanagi and Yoshiaki Ōno, Electronic state and superconductivity in FeSe: A multi-orbital DMFT study, The International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2016 (SCES 2016), 2016 年 5 月 8-13 日 Zhejiang University, Hangzhou, China

星貴也, 山田武見, 石塚淳, 大野義章, T' 型銅酸化物の 17 バンド d-p 模型におけるスピン・電荷揺らぎと超伝導, 日本物理学会 第 71 回年次大会 2016 年 3 月 22 日 東北学院大学泉キャンパス (宮城県・仙台市)

土門薫, 山田武見, 大野義章, Ta_2NiSe_5 の 3 鎖ハバード模型における FFLO 励起子状態, 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 21 日 東北学院大学泉キャンパス (宮城県・仙台市)

石塚淳, 山田武見, 柳有起, 大野義章, 多軌道 d-p 模型における d-p 間クーロン相互作用の効果: 電荷・軌道揺らぎによる超伝導, 日本物理学会 第 71 回年次大会 2016 年 3 月 21 日 東北学院大学泉キャンパス (宮城県・仙台市)

山田武見, 土門薫, 大野義章, Ta_2NiSe_5 の 3 鎖ハバード模型における励起子状態と励起子揺らぎによる超伝導, 日本物理学会 第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 東北学院大学泉キャンパス (宮城県・仙台市)

星貴也, 山田武見, 石塚淳, 大野義章, 多軌道 d-p 模型による銅酸化物のスピン・電荷・軌道揺らぎと超伝導 2, 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 19 日 関西大学千里山キャンパス (大阪府・吹田市)

山田武見, 大野義章, サイト間クーロン相互作用と電子格子結合の協力による多バンド系の構造相転移と超伝導, 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 18 日 関西大学千里山キャンパス (大阪府・吹田市)

石塚淳, 山田武見, 柳有起, 大野義章, 動的平均場理論に基づく多軌道 d-p 模型の電子状態と超伝導, 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 18 日 関西大学千里山キャンパス (大阪府・吹田市)

石塚淳, 山田武見, 柳有起, 大野義章, 動的平均場理論による FeSe 系 16 軌道 d-p 模型の磁気・軌道揺らぎと超伝導, 日本物理学会 第 70 回年次大会 2015 年 3 月 24 日 早稲田大学早稲田キャンパス (東京都・新宿区)

20 星貴也, 山田武見, 石塚淳, 大野義章, 多軌道 d-p 模型による銅酸化物のスピン・電荷・軌道揺らぎと超伝導, 日本物理学会第 70 回年次大会 2015 年 3 月 24 日 早稲田大学早稲田キャンパス (東京都・新宿区)

21 緒形桂, 山田武見, 石塚淳, 大野義章, A_{15} 型超伝導体 A_3B における AB サイト間 d-p 軌道相関の効果 II, 日本物理学会第 70 回年次大会 2015 年 3 月 24 日 早稲田大学早稲田キャンパス (東京都・新宿区)

22 山田武見, 緒形桂, 大野義章, A_{15} 型超伝導体における軌道揺らぎの役割と鉄系超伝導体との比較 2, 日本物理学会第 70 回年次大会 2015 年 3 月 22 日 早稲田大学早稲田キャンパス (東京都・新宿区)

23 今野嵩久, 菅原佳祐, 谷口晴香, 松川倫明, 萩原亮, 佐野和博, 大野義章, 佐々木孝彦, 松下明行, 金属二重鎖系 Pr_{247} 超伝導体の磁場中輸送特性と電子相図, 日本物理学会

2014年秋季大会 2014年9月9日 中部大学
春日井キャンパス(愛知県・春日井市)

24 星貴也, 山田武見, 石塚淳, 大野義章, 銅
酸化物高温超伝導体におけるサイト間 d-p
および p-p クーロン斥力による電荷揺らぎと
超伝導, 日本物理学会 2014 年秋季大会
2014 年 9 月 9 日 中部大学春日井キャンパス
(愛知県・春日井市)

25 緒形桂, 山田武見, 石塚淳, 大野義章, A15
型超伝導体 A_3B における AB サイト間 d-p
軌道相関の効果, 日本物理学会 2014 年秋季
大会 2014 年 9 月 9 日 中部大学春日井キャン
パス(愛知県・春日井市)

26 山田武見, 大野義章, 鉄系超伝導体におけ
る d-p 軌道相関による軌道秩序の理論, 日本
物理学会 2014 年秋季大会 2014 年 9 月 7 日
中部大学春日井キャンパス(愛知県・春日井
市)

27 Takemi Yamada, Jun Ishizuka and
Yoshiaki Ōno, A mechanism for C_{66}
softening and small impurity effect on T_c
of s_{\pm} -wave pairing due to intersite
Coulomb interaction between iron d and
pnictogen p electrons in iron pnictides, The
International Conference on Strongly
Correlated Electron Systems 2014 (SCES
2014), 2014 年 7 月 7-11 日 Campus Saint
Martin d'Hères, Grenoble, France

28 Jun Ishizuka, Takemi Yamada and
Yoshiaki Ōno, Novel s-wave due to
coexisting ferro- and antiferromagnetic
fluctuations in iron pnictides, The
International Conference on Strongly
Correlated Electron Systems 2014 (SCES
2014), 2014 年 7 月 7-11 日 Campus Saint
Martin d'Hères, Grenoble, France

〔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

(1) 物性理論研究室

<http://bussei.gs.niigata-u.ac.jp/~theory/>

(2) 新潟大学学術リポジトリ

<http://dspace.lib.niigata-u.ac.jp/dspace/items-by-author?author=Ono%2C+Yoshiaki>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大野 義章(ŌNO, Yoshiaki)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号: 40221832

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者

佐野 和博(SANO, Kazuhiro)

三重大学・工学部・教授

研究者番号: 40201537

柳 有起(YANAGI, Yuki)

明治大学・理工学部・研究員

研究者番号: 70634343