

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：14602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25400370

研究課題名(和文) 低次元分子性導体の電子状態の制御に関する理論的研究

研究課題名(英文) Theoretical study on control of electronic states in low-dimensional molecular conductors

研究代表者

吉岡 英生 (Yoshioka, Hideo)

奈良女子大学・自然科学系・教授

研究者番号：40252225

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：分子性導体に加え無機酸化物やグラフェン関連物質で実現しているいわゆる「低次元強相関電子系」の電子状態を様々な理論的手法を用いて調べた。さらに、そのような状態の外場による制御の可能性を探索した。例えば、擬一次元分子性導体 $\text{TTF}[\text{Co}(\text{Pc})\text{CN}_2]_2$ と $\text{TTF}[\text{Fe}(\text{Pc})\text{CN}_2]_2$ の電気抵抗の大きさの差や磁気抵抗の符号の違いに関して実験を説明する結果を得た。また、強相関電子系を高精度で取り扱うことのできる新たな汎関数くりこみ群法を開発し、それを銅酸化物高温超伝導体とルテニウム酸化物に適用して実験を説明する多くの結果を導いた。

研究成果の概要(英文)：We investigated the electronic states of low dimensional strongly correlated electron system, such as molecular conductors, inorganic oxides and graphene related materials, by using various theoretical methods. In addition, we explored the possibility for control of the various states by the external fields. For example, we succeeded in explaining the discrepancy between  $\text{TTF}[\text{Co}(\text{Pc})\text{CN}_2]_2$  and  $\text{TTF}[\text{Fe}(\text{Pc})\text{CN}_2]_2$  in the magnitude of resistivity and in the sign of magnetoresistance. In addition, we developed the improved renormalization group method and applied it to high-Tc cuprate superconductors and Ruthenium oxides. We obtained many results which can explain the experimental observations.

研究分野：物性理論

キーワード：分子性固体 電荷秩序 量子ゆらぎ くりこみ群 中性 イオン性転移 酸化物 高温超伝導 フラレンポリマー

### 1. 研究開始当初の背景

分子性導体は、平面状の分子が積み重なってできているため電気伝導を担う軌道の重なりが分子の重なり方向にのみ大きく、低次元電子系が実現する。そこでは量子揺らぎが大きくなるために、電子間相互作用が本質的に重要な役割を果たす。したがって、分子性導体は強い多体電子相関と低次元性が共存する、いわゆる「強相関低次元電子系」となる。もちろん分子性導体だけでなく、銅酸化物高温超伝導体を代表とする無機酸化物やグラフェン関連物質においても強相関低次元電子系が現れている。この強相関低次元電子系が示す新奇でかつ従来の理論的枠組みでは理解不可能な現象の解明とその制御は、近年の物性物理研究の中心的なテーマの一つである。

### 2. 研究の目的

強相関低次元電子系は、外場等を変化させることによって多彩な電子状態を示すことが知られている。例えば、分子性導体は温度や圧力を変化させることによって、金属状態だけでなく、スピン密度波状態、電荷秩序状態、超伝導状態などが実現している。金属状態も通常の3次元系のフェルミ液体状態とは異なり、いわゆる朝永-ラティンジャー液体状態となる。また、酸化物高温超伝導体では、銅原子と酸素原子で実現する2次元電子系のキャリア数を変えることによって、反強磁性絶縁体状態や超伝導状態が出現する。近年、いわゆる擬ギャップ領域において、電荷密度波状態が実現していることが実験的に見出され再び大きな注目を集めている。本研究の目的は、強相関低次元電子系で出現するこのような多彩な電子状態を理解し、外場等によるそれらの制御の可能性を探索するものである。

### 3. 研究の方法

(1) 擬一次元分子性導体  $TTP[Co(Pc)(CN)_2]_2$  や  $TTP[Fe(Pc)(CN)_2]_2$ 、フラレン分子が一次的に重合した構造のフラレンポリマーにおける電子間相互作用の効果を考察した。前者においては、拡張ハバード模型に対して平均場近似を適用して、電荷秩序状態に対する局在スピンの効果や外部磁場の効果を考察した。後者に対しては、第一原理計算によって得られた安定構造におけるバンド分散関係に対して、ボソン化法を適用して状態密度を詳細に検討した。

(2) 格子振動と結合した1次元拡張ハバード模型から導出された位相ハミルトニアンに対して古典近似を適用して基底状態で出現可能な電子状態を探った。さらにその基底状態からの様々な低エネルギー励起の可能性を探索した。

(3) 強相関効果を高精度で取り込む新たな汎関数くりこみ群法(RG+cRPA法)を開発した。それをルテニウム酸化物や銅酸化物高温超

伝導体に適用し、超伝導発現のメカニズムや超伝導相近傍の電子状態を詳細に考察した。

### 4. 研究成果

(1) 局在スピンを含まない擬一次元分子性導体  $TTP[Co(Pc)(CN)_2]_2$  の電荷秩序の秩序変数が外部磁場によって増強されることがわかった。この物質群の電気抵抗の主な原因は電荷秩序もしくはその揺らぎであるため、得られた結果は、 $TTP[Co(Pc)(CN)_2]_2$  における正の磁気抵抗効果を説明する。また、反強磁性的に相互作用する局在スピンと電子系との結合は電荷秩序の秩序変数を増強することが示された。これは、 $TTP[Fe(Pc)(CN)_2]_2$  の電気抵抗が  $TTP[Co(Pc)(CN)_2]_2$  よりも大きくなっているという実験を定性的に説明する。

(2) 最も安定な構造とその次に安定な構造におけるフラレンポリマーの状態密度のエネルギー依存性に朝永-ラティンジャー液体状態特有の冪依存性が現れることを示した。この冪の値は光電子分光の実験で得られた値とは矛盾しない。さらに、フェルミエネルギーをよぎるバンドのフェルミ速度が2種類存在することに起因して低エネルギー領域の冪依存性から高エネルギー領域の冪依存性へクロスオーバーすることがわかった。

(3) 格子振動と結合した1次元拡張ハバード模型から導出された位相ハミルトニアンに対して古典近似を適用すると、TTF-CAで観測されている状態に対応して、「中性相」、「強誘電イオン性相」、「常誘電イオン性相」が得られ、それらの相境界は1次転移となることがわかった。また、各々の相で現れるソリトン励起や相境界近傍で現れるドメインウォール励起の性質(それぞれの励起が運ぶ電荷やスピンの大きさなど)を詳細に検討し、得られた結果はTTF-CAの電気抵抗における圧力依存性の特徴的な振る舞いを説明することがわかった。

(4) 強相関電子系を高精度で取り扱うため、高エネルギー散乱効果はRPAによって取り扱い、低エネルギー領域は汎関数くりこみ群を用いるという新しいくりこみ群法(RG+cRPA法)を開発した。これにより、多体電子論において重要であるが取り扱いが困難であったパーテックス補正を系統的に取り入れることに成功した。この手法をルテニウム酸化物に適用して、 $Sr_3Ru_2O_7$  で見出されている電子ネマティック相の再現に始めて成功した。また、ルテニウム酸化物  $Sr_2RuO_4$  において「軌道揺らぎとスピン揺らぎの協同効果によってトリプレット超伝導が出現する」という新しいトリプレット超伝導発現機構を提案した。さらに、酸化物高温超伝導体において発見されている電荷密度波状態を始めて理論的に導出した。

(5)  $K_4$ 炭素結晶のバンド構造を強束縛近似に基づいて詳細に調べた。その結果、点上において3つのバンドが1点で交わる  $S=1$  のDirac点が存在することを見出した。また、

スピン軌道相互作用を導入した際には、この系に空間反転対称が無いことに起因してバンドの縮退が解け、 $s=1$  の Dirac 点が2次元表現の  $\gamma$  点と4次元表現の  $\delta$  点に分裂し、特に  $\delta$  点は4つのバンドが1点で線形に交わる  $s=3/2$  Weyl 点として記述されることを見出した。

#### 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15件)

1. A. Mizuno, Y. Shuku, M.M. Matsushita, M. Tsuchiizu, Y. Hara, N. Wada, K. Awaga  
“Quantum Spin Liquid State in Organic Hyper-Kagome Lattice of Mott Dimers, Formed in the  $K_4$  Structure of a Chiral Triangular  $\pi$  Radical”  
Phys. Rev. Lett., 査読有, 印刷中
2. R. Tazai, Y. Yamakawa, M. Tsuchiizu, H. Kontani  
“Plain  $s$ -wave superconductivity near the magnetic criticality: Enhancement of attractive electron-boson vertex correction”  
J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, 印刷中
3. K. Kawaguchi, Y. Yamakawa, M. Tsuchiizu, H. Kontani  
“Competing Unconventional Charge-Density-Wave States in Cuprate Superconductors: Spin-Fluctuation-Driven Mechanism”  
J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, 印刷中
4. B. Senjean, M. Tsuchiizu, V. Robert, E. Fromager  
“Local density approximation in site-occupation embedding theory”  
Molecular Physics, 査読有, **115**, 2017, 48–62, DOI: 10.1080/00268976.2016.1182224
5. M. Tsuchiizu  
“Three-dimensional higher-spin Dirac and Weyl dispersions in the strongly isotropic  $K_4$  crystal”  
Phys. Rev. B, 査読有, **94**, 2016, 195426, DOI: 10.1103/PhysRevB.94.195426
6. R. Tazai, Y. Yamakawa, M. Tsuchiizu, H. Kontani  
“Functional renormalization group study of orbital fluctuation mediated superconductivity: Impact of the electron-boson coupling vertex corrections”  
Phys. Rev. B, 査読有, **94**, 2016, 115155, DOI: 10.1103/PhysRevB.94.115155
7. M. Tsuchiizu, H. Yoshioka, H. Seo  
“Phase Competition, Solitons, and Domain Walls in Neutral-Ionic Transition Systems”  
J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, **85**, 2016, 104705, DOI: 10.7566/JPSJ.85.104705
8. M. Tsuchiizu, Y. Yamakawa, H. Kontani  
“ $p$ -orbital density wave with  $d$  symmetry in high- $T_c$  cuprate superconductors”  
Phys. Rev. B, 査読有, **93**, 2016, 155148, DOI: 10.1103/PhysRevB.93.155148
9. H. Yoshioka, H. Shima, Y. Noda, S. Ono, K. Ohno  
“Tomonaga-Luttinger liquid theory for metallic fullene polymers”  
Phys. Rev. B, 査読有, **93**, 2016, 165431, DOI: 10.1103/PhysRevB.93.165431
10. A. Mizuno, Y. Shuku, R. Suizu, M.M. Matsushita, M. Tsuchiizu, D. Reta Maneru, F. Illas, V. Robert, K. Awaga  
“Discovery of the  $K_4$  Structure Formed by a Triangular  $\pi$  Radical Anion”  
J. Am. Chem. Soc., 査読有, **137**, 2015, 7612, DOI: 10.1021/jacs.5b04180
11. H. Seo, T. Tsumuraya, M. Tsuchiizu, T. Miyazaki, R. Kato  
“Fragment Model Study of Molecular Multiorbital System  $X[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ ”  
J. Phys. Soc. Jpn., 査読有, **84**, 2015, 044716, DOI: 10.7566/JPSJ.84.044716
12. M. Tsuchiizu, Y. Yamakawa, Y. Ohno, S. Onari, H. Kontani  
“Spin-triplet superconductivity in  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$  due to orbital and spin fluctuations: Analyses by two-dimensional renormalization group theory and self-consistent vertex-correction method”  
Phys. Rev. B, 査読有, **91**, 2015, 155103, DOI: 10.1103/PhysRevB.91.155103
13. S. Akhanjee, M. Tsuchiizu, A. Furusaki  
“Composite pairing and superfluidity in a one-dimensional resonant Bose-Fermi mixture”  
Phys. Rev. A, 査読有, **88**, 2013, 043620, DOI: 10.1103/PhysRevA.88.043620
14. M. Tsuchiizu, Y. Ohno, S. Onari, H. Kontani  
“Orbital Nematic Instability in the Two-Orbital Hubbard Model: Renormalization-Group + Constrained RPA Analysis”  
Phys. Rev. Lett., 査読有, **111**, 2013, 057003, DOI: 10.1103/PhysRevLett.111.057003
15. H. Yoshioka, H. Seo, Y. Otsuka  
“Enhancement of charge ordering by Zeeman effect in one-dimensional molecular conductors”  
J. Korean Phys. Soc., 査読有, **63**, 2013, 383, DOI: 10.3938/jkps.63.383

[学会発表](計64件)

1. 土射津昌久, 川口功起, 山川洋一, 紺谷浩  
“銅酸化物高温超伝導体における電子ネマティック状態と電荷密度波状態の理論的研究”  
日本物理学会第72回年次大会  
2017年3月20日, 大阪大学
2. 田財里奈, 山川洋一, 土射津昌久, 紺谷浩  
“反強磁性相近傍で発現するs波超伝導の理論; 多軌道ハバード・ホルシュタイン模型の解析”  
日本物理学会第72回年次大会  
2017年3月20日, 大阪大学
3. 辰己智子, 吉岡英生, 林正彦  
“Haldane 模型の輸送特性に対する不純物散乱の効果”  
日本物理学会第72回年次大会  
2017年3月18日, 大阪大学
4. 川口功起, 山川洋一, 土射津昌久, 紺谷浩  
“銅酸化物高温超伝導体におけるバーテックス補正を起源とするCDW電子状態の理論”  
日本物理学会第72回年次大会  
2017年3月17日, 大阪大学
5. M. Tsuchiizu, K. Kawaguchi, Y. Yamakawa, H. Kontani  
“*Functional-Renormalization-Group Analysis on Electron Nematic State in Cuprate Superconductors*”  
APS March Meeting 2017  
2017年3月15日, New Orleans, USA
6. 土射津昌久  
“強等方性をもつ3次元 $K_4$ 結晶における高スピンDirac/Weyl点”  
第二回ディラック電子系マルチフェロイクス研究会  
2016年11月17日, 名古屋大学
7. 水野麻人, 珠玖良昭, 松下未知雄, 土射津昌久, 和田信雄, 阿波賀邦夫  
“三角ラジカルがつくる $K_4$ 構造とハイパーカゴメ格子”  
第55回電子スピンサイエンス学会年会(SEST2016)  
2016年11月11日, 大阪市立大学
8. 土射津昌久  
“銅酸化物高温超伝導体におけるネマティック状態と電荷密度波状態”  
京都大学基礎物理学研究所研究会「超伝導研究の最先端: 多自由度, 非平衡, 電子相関, トポロジー」  
2016年10月10日, 京都大学基礎物理学研究所
9. T. Tatsumi, H. Yoshioka, M. Hayashi  
“*Transport properties of junctions composed of Haldane model*”  
Yukawa Institute for Theoretical Physics (YITP) international workshop “Physics of bulk-edge correspondence and its universality: From solid state physics to cold atoms [BEC2016]”  
2016年9月28日, 京都大学基礎物理学研究所
10. M. Tsuchiizu  
“*The RG+cRPA analysis of the charge-density-wave state in high-Tc cuprate superconductors*”  
8th International Conference on the Exact Renormalization Group ERG2016  
2016年9月19日, Trieste, Italy
11. 吉岡英生, 島弘幸, 野田祐輔, 小野頌太, 大野かおる  
“金属フラレンポリマーにおける朝永-ラティンジャー液体理論”  
日本物理学会2016年秋季大会  
2016年9月15日, 金沢大学
12. 水野麻人, 珠玖良昭, 水津理恵, 松下未知雄, 土射津昌久, 和田信雄, 阿波賀邦夫  
“三角ラジカルがつくる3次元結晶の低温物性”  
第10回分子科学討論会  
2016年9月14日, 神戸ファッションマート
13. 辰己智子, 吉岡英生, 林正彦  
“Haldane 模型からなる接合系の輸送特性”  
日本物理学会2016年秋季大会  
2016年9月13日, 金沢大学
14. 田財里奈, 山川洋一, 土射津昌久, 紺谷浩  
“結合定数バーテックス補正(UVC)を考慮した多軌道超伝導の理論”  
日本物理学会2016年秋季大会  
2016年9月13日, 金沢大学
15. 土射津昌久  
“銅酸化物高温超伝導体におけるネマティック状態と電荷密度波状態: 汎関数くりこみ群法による解析”  
高温超伝導フォーラム第4回会合  
2016年9月12日, 金沢勤労者プラザ
16. 榎野茜, 吉岡英生  
“局在スピンを含む一次元分子性導体における電荷秩序とそれに対する外部磁場の効果”  
物性研短期研究会「電子系物性科学の最前線」  
2016年8月10日, 東京大学物性研究所
17. 土射津昌久, 吉岡英生, 妹尾仁嗣  
“中性イオン性転移系における相競合とソリトン・ドメインウォール励起”  
物性研短期研究会「電子系物性科学の最前線」  
2016年8月9日, 東京大学物性研究所
18. 土射津昌久  
“汎関数繰り込み群法による多軌道強相

- 関電子系の解析” (**招待講演**)  
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
19. 田財里奈, 山川洋一, 土射津昌久, 紺谷浩  
“ 汎関数繰り込み群に基づく軌道揺らぎ由来のトリプレット超伝導発現機構 ”  
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
  20. M. Tsuchiizu, Y. Yamakawa, and H. Kontani  
“*p*-Orbital Density Wave with *d* Symmetry in High-Tc Cuprate Superconductors”  
APS March Meeting 2016  
2016 年 3 月 16 日, Baltimore, USA
  21. 土射津昌久  
“ 強等方性をもつ 3 次元  $K_4$  結晶の電子状態 ”  
「フラストレーション系物質の科学: 協奏と競合の世界」科研費基盤研究(S) 成果報告会・研究会  
2016 年 2 月 18 日, トヨタ産業技術記念館
  22. M. Tsuchiizu  
“Dirac dispersions in the strongly-isotropic crystal structures: honeycomb, diamond, and  $K_4$ ” (**招待講演**)  
2016 Kumamoto Symposium on Two Dimensional Nanomaterials  
2016 年 2 月 7 日, 熊本大学
  23. A. Mizuno, Y. Shuku, R. Suizu, M.M. Matsushita, M. Tsuchiizu, K. Awaga  
“Discovery of the  $K_4$  structure formed by a triangular  $\pi$  radical anion, NDI- $\Delta$ ”  
International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, PACIFICHEM2015  
2015 年 12 月 16 日, Hawaii, USA
  24. M. Tsuchiizu  
“3D Dirac cones in the  $K_4$  crystal”  
International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, PACIFICHEM2015  
2015 年 12 月 16 日, Hawaii, USA
  25. 土射津昌久, 山川洋一, 紺谷浩  
“ 汎関数繰り込み群法による銅酸化物超伝導体における電荷密度波の理論 ”  
物性研短期研究会「低次元電子系におけるエキシトニック相の新展開」  
2015 年 11 月 26 日, 東京大学物性研究所
  26. 土射津昌久  
“ 3 次元  $sp_2$  結晶におけるディラック・コーン ” (**招待講演**)  
第 19 回 VBL シンポジウム「有機ナノデバイスの物理と化学」  
2015 年 11 月 10 日, 名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリー
  27. 土射津昌久, 吉岡英生, 妹尾仁嗣  
“ 中性イオン性転移系のボゾン化による相図と低エネルギー励起の解析 ”  
日本物理学会 2015 年秋季大会  
2015 年 9 月 18 日, 関西大学
  28. 土射津昌久, 山川洋一, 紺谷浩  
“ 銅酸化物高温超伝導体における電荷密度波の理論: 汎関数繰り込み群法による解析 ”  
日本物理学会 2015 年秋季大会  
2015 年 9 月 18 日, 関西大学
  29. 水野麻人, 珠玖良昭, 水津理恵, 松下未知雄, 土射津昌久, 阿波賀邦夫  
“ 三角 分子ラジカルアニオンを用いた  $K_4$  構造の構築 ”  
第 9 回分子科学討論会  
2015 年 9 月 16 日, 東京工業大学
  30. 土射津昌久, 山川洋一, 紺谷浩  
“ 汎関数繰り込み群法による銅酸化物超伝導体における電荷密度波の理論 ”  
京都大学基礎物理学研究所研究会「多自由度電子状態と電子相関が生み出す超伝導の新潮流 ~ BCS から BEC まで ~ 」  
2015 年 6 月 10 日, 京都大学基礎物理学研究所
  31. 山川洋一, 土射津昌久, 紺谷浩  
“ 銅酸化物高温超伝導体における電荷密度波と擬ギャップ領域の電子状態 ”  
日本物理学会第 70 回年次大会  
2015 年 3 月 24 日, 早稲田大学
  32. 土射津昌久, 山川洋一, 紺谷浩  
“ 汎関数繰り込み群法による銅酸化物高温超伝導体における電荷密度波の理論 ”  
日本物理学会第 70 回年次大会  
2015 年 3 月 24 日, 早稲田大学
  33. 榎野茜, 吉岡英生  
“ 局在スピンを含む一次元分子性導体における電荷秩序とそれに対する外部磁場の効果 ”  
日本物理学会第 70 回年次大会  
2015 年 3 月 23 日, 早稲田大学
  34. M. Tsuchiizu, Y. Yamakawa, S. Onari, H. Kontani  
“Spin-Triplet Superconductivity in  $Sr_2RuO_4$  due to Orbital and Spin Fluctuations: 2D fRG Analysis”  
APS March Meeting 2015  
2015 年 3 月 3 日, San Antonio, USA
  35. Y. Yamakawa, M. Tsuchiizu, H. Kontani  
“Spin-Fluctuation-Driven Nematic Charge-Density-Wave in Cuprate Superconductors: Charge-Orbital-Spin Multimode Fluctuations Caused by Vertex Corrections”  
APS March Meeting 2015  
2015 年 3 月 2 日, San Antonio, USA
  36. 土射津昌久  
“  $Sr_2RuO_4$  における軌道揺らぎとスピン揺らぎによるトリプレット超伝導 2 次元汎関数繰り込み群法による解析 ”

### (招待講演)

- 京都大学基礎物理学研究所研究会「多自由度電子状態と電子相関が生み出す新奇超伝導の物理」  
2014年10月22日, 京都大学基礎物理学研究所
37. 山川洋一, 土射津昌久, 紺谷浩  
“銅酸化物高温超伝導体における電荷密度波の理論研究”  
京都大学基礎物理学研究所研究会「多自由度電子状態と電子相関が生み出す新奇超伝導の物理」  
2014年10月22日, 京都大学基礎物理学研究所
38. M. Tsuchiizu  
“Spin Triplet Superconductivity in  $Sr_2RuO_4$  due to Orbital and Spin Fluctuations”  
7th International Conference on the Exact Renormalization Group (ERG2014)  
2014年9月24日, Lefkada Island, Greece
39. 榎野茜, 吉岡英生  
“一次元分子性導体の電子状態に対する一様磁場と交替磁場の効果”  
日本物理学会 2014年秋季大会  
2014年9月10日, 中部大学
40. 土射津昌久, 山川洋一, 大野佑輔, 大成誠一郎, 紺谷浩  
“ $Sr_2RuO_4$ における軌道揺らぎとスピン揺らぎによるトリプレット超伝導: 2次元汎関数繰り込み群法による解析”  
日本物理学会 2014年秋季大会  
2014年9月10日, 中部大学
41. 山川洋一, 大野佑輔, 土射津昌久, 大成誠一郎, 紺谷浩  
“ $Sr_2RuO_4$ におけるトリプレット超伝導発現機構: 汎関数繰り込み群及び SC-VC 法による解析”  
日本物理学会 2014年秋季大会  
2014年9月9日, 中部大学
42. M. Tsuchiizu, Y. Yamakawa, Y. Ohno S. Onari, H. Kontani  
“Spin Triplet Superconductivity in  $Sr_2RuO_4$  due to Orbital and Spin Fluctuations: RG+cRPA Analysis”  
The ISSP International Workshop “New Horizon of Strongly Correlated Physics” (NHSCP2014)  
2014年6月26日, 東京大学
43. 大森有希子, 土射津昌久  
“汎関数繰り込み群法による電荷秩序と揺らぎの解析”  
日本物理学会第 69 回年次大会  
2014年3月28日, 東海大学
44. 大野佑輔, 土射津昌久, 大成誠一郎, 紺谷浩  
“ $Sr_2RuO_4$ における超伝導発現機構の理論研究: パーテックス補正の効果”  
日本物理学会第 69 回年次大会  
2014年3月28日, 東海大学
45. 林正彦, 吉岡英生, 友利ひかり, 神田晶申  
“グラフェンの電気伝導における形状効果について”  
日本物理学会第 69 回年次大会  
2014年3月27日, 東海大学
46. 土射津昌久, 大野佑輔, 大成誠一郎, 紺谷浩  
“多軌道繰り込み群法によるルテニウム酸化物の電子ネマティック揺らぎの研究”  
日本物理学会 2013 年秋季大会  
2013年9月25日, 徳島大学
47. 大野佑輔, 土射津昌久, 大成誠一郎, 紺谷浩  
“2軌道模型におけるトリプレット超伝導の理論: パーテックス補正の効果”  
日本物理学会 2013 年秋季大会  
2013年9月25日, 徳島大学
48. M. Tsuchiizu, S. Onari, H. Kontani  
“Orbital Nematic Instability in Two-Orbital Hubbard Model”  
International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2013)  
2013年8月6日, 東京大学
49. M. Tsuchiizu, M. Verot, E. Fromager, V. Robert  
“Electronic structure analysis of a single phthalocyanine molecule adsorbed on a gold surface”  
The 10th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors, and Magnets (ISCOM2013)  
2013年7月6日, Montreal, Canada

〔その他〕  
ホームページ等

### 6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
吉岡 英生 (YOSHIOKA, Hideo)  
奈良女子大学・自然科学系・教授  
研究者番号: 40252225
- (2) 研究分担者  
土射津 昌久 (TSUCHIIZU, Masahisa)  
名古屋大学・理学研究科・講師  
研究者番号: 70362225
- (3) 連携研究者  
寺尾 治彦 (TERAO, Haruhiko)  
奈良女子大学・自然科学系・教授  
研究者番号: 40192653