

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K05526

研究課題名(和文) STM/STSによる有機超伝導体における電荷ゆらぎと超伝導の研究

研究課題名(英文) Relation between the charge fluctuation and superconductivity in organic superconductors studied by STM/STS

研究代表者

市村 晃一 (Ichimura, Koichi)

北海道大学・工学研究院・准教授

研究者番号：50261277

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：強相関電子系における電荷自由度の役割の解明を目的とし、電荷秩序を示す有機超伝導体の電子状態を低温走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて調べた。電荷秩序相における走査トンネル分光(STS)測定から、電荷不均化が観測され電荷分布が電荷秩序ギャップの空間変調に対応することが見出された。超伝導相においても電荷不均化が観測されたことから超伝導と電荷秩序の共存が示され、超伝導発現機構に電荷ゆらぎが関与することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により電荷秩序相での電子分布がナノメートルスケールで実空間観測できた。ここで確立したトンネルスペクトルから電子密度分布を得る方法は、強相関電子系を研究するうえで有用な手段である。また、電荷ゆらぎが深く関与する新しい超伝導発現機構が示唆された。

研究成果の概要(英文)：An organic superconductor, which exhibits the charge ordering, was studied by low temperature scanning tunneling microscope (STM) to elucidate the role of the charge degrees of freedom in highly correlated electron systems. The charge disproportionation was observed by scanning tunneling spectroscopy (STS) in the charge ordering phase. We found that the charge disproportionation corresponds to the spatial modulation of the charge ordering gap. The charge disproportionation exists in the superconducting state, indicating that the superconductivity and the charge ordering coexist. It suggests that the charge fluctuation due to the long range (offsite) Coulomb interaction correlates to the superconductivity.

研究分野：電子物性物理学

キーワード：超伝導 電荷秩序 走査トンネル顕微鏡 有機導体 強相関電子系

## 1. 研究開始当初の背景

近年、高温超伝導体や有機導体などの様々な系で電荷秩序が見出されている。有機導体における電荷秩序は、通常の金属中では遮へいされてしまう長距離(オフサイト)クーロン相互作用に起因し、一種のウィグナー結晶と理解される。短距離(オンサイト)クーロン相互作用によって絶縁体化する Mott 絶縁体とともに、この電荷秩序は強相関電子系を特徴づける電子相のひとつである。強相関電子系においては、短距離クーロン相互作用によりもたらされるスピンゆらぎとともに長距離クーロン相互作用に起因する電荷ゆらぎが重要視されるようになった。

電荷秩序は、電子相関の強い低次元導体の電子状態を理解するうえで共通する重要な性質であり、近隣に配置する超伝導や電荷密度波、スピン密度波にも強く関連している。特に、超伝導と電荷秩序の関係には興味を持たれており、電荷ゆらぎが超伝導の発現機構を担っている可能性もある。強相関電子系の中でも、銅酸化物系高温超伝導体やダイマー型のドナー配列を持つ有機超伝導体では、スピンゆらぎを媒介とした超伝導であることが明らかになりつつある。一方、電荷ゆらぎによる超伝導は理論的に提唱されているものの、実験的説明はいまだなされていない。強相関電子系の問題のひとつとして、電荷ゆらぎと超伝導の関連を明らかにすることは極めて重要である。

走査トンネル顕微鏡(STM)は、原子分解能で試料表面の空間構造および電子分布を実空間で観察できることから、電荷秩序研究に極めて有用な手段である。また、走査トンネル分光(STS)が行えるため、極めて高い空間分解能で電子状態が調べられる。これを利用して、電荷秩序の度合いつまり電荷不均化の定量化が期待される。また、超伝導状態を損なうことなく高精度な電子状態密度スペクトルが得られることから、超伝導ギャップの知見を得るには有用である。

有機導体は静電遮へいが効きにくく、伝導電子間のクーロン相互作用が長距離に及ぶことから電荷ゆらぎが顕著である。それに起因して、超伝導、電荷密度波、スピン密度波などとともに、電荷秩序が現れる。これらの電子相は有効的な圧力の観点で整理されており、電子相の間の関係、特に電荷秩序と超伝導の関連から電荷ゆらぎの役割を系統的に調べるのに適した系である。本研究では $\beta''$ -(BEDT-TTF)<sub>4</sub>[(H<sub>3</sub>O)Ga(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>を研究対象とした。本物質は 100 K 以下で電荷秩序を形成し、さらに低温の 7.5 K で超伝導に転移し、超伝導と電荷秩序の共存が示唆されている。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は以下の2点である。

- (1) 電荷秩序相と超伝導相における電荷密度変調の実空間観測  
低温 STM を用いて電荷秩序相と超伝導相の電子分布を実空間観測する。さらに走査トンネル分光(STS)によって、電荷不均化を評価する。
- (2) 強相関電子系での超伝導に対する電荷ゆらぎの役割の解明  
電荷秩序および電荷不均化と超伝導の相関を明らかにし、長距離クーロン相互作用が強い系での超伝導発現機構に対する電荷ゆらぎの役割を解明する。

## 3. 研究の方法

### (1) 単結晶試料の作製

有機導体 $\beta''$ -(BEDT-TTF)<sub>4</sub>[(H<sub>3</sub>O)Ga(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>の単結晶試料を電解法により作製した。H型の電解セルを用い、0.5  $\mu$ A 程度の電流を約2週間流すことで、長軸方向が約0.5 mm程度の黒色板状の単結晶試料が得られた。X線回折により当該化合物であることを同定した。

### (2) 電気抵抗と磁化率による電子物性評価

電気抵抗と磁化率を測定することで得られた単結晶試料の電子物性を評価した。直流4端子法により電気抵抗の温度依存を測定した。SQUID磁束計を用いた磁化測定システム(Quantum Design MPMS3)により磁化率の温度依存を測定した。

### (3) STM/STSによる電子状態の観測

走査トンネル顕微鏡(STM)および走査トンネル分光(STS)により試料表面の電子状態を調べた。STMでは試料表面の空間構造と電子分布が原子分解能で得られる。トンネル微分コンダクタンス  $dI/dV$  は電子状態密度に比例するため、STSによりトンネルスペクトルを得ることで局所的な電子状態を観測できる。

## 4. 研究成果

- (1) 電気抵抗および磁化率の温度依存

直流 4 端子法による電気抵抗測定では、140 K において電荷秩序の形成にともなう金属-絶縁体転移が観測された。また、7.5 K において超伝導転移にともなう電気抵抗の減少が観測された。磁化率測定では、試料ホルダーの寄与や不純物による常磁性成分を精密に差し引くことで、7.5 K 以下でマイスナー反磁性が観測され、超伝導状態であることが確認された。

## (2) 室温での STM 像とトンネルスペクトル

室温で得られた STM 像を図 1 に示す。トンネル電流像には周期配列するスポットが観測された。それぞれのスポットは BEDT-TTF ドナー分子に対応しており  $\beta''$ -型のドナー配列が確認された。スポットの形状と強度の違いから 4 種類の独立したドナーサイトが同定された。それぞれのドナーサイトは最表面からの距離が異なるため、これに対応する強度の違いとして観測された。

室温で得られたトンネルスペクトルを図 2 に示す。微分コンダクタンス  $dI/dV$  はフェルミエネルギー付近では平坦で有限であることから、金属的であることがわかる。ただし、 $|V| = 100$  mV 以下で  $dI/dV$  が減少していることから、単純な金属ではないことが示唆された。

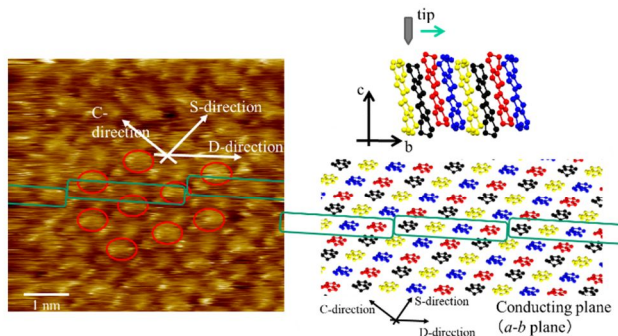


図 1. 室温でのトンネル電流像

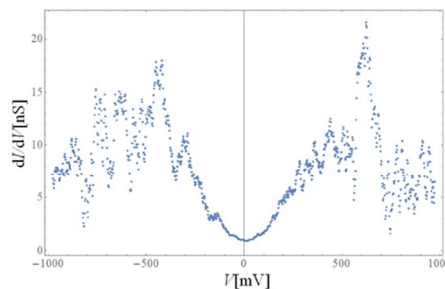


図 2. 室温でのトンネルスペクトル

## (3) 電荷秩序相での STS 測定

電荷秩序相である 8 K において得られた典型的なトンネルスペクトルを図 3 に示す。典型的なトンネルスペクトルは絶縁体的な電荷秩序状態を反映して  $2\Delta_{CO} = 1000$  meV 程度のギャップ構造を示した。この電荷秩序ギャップの大きさは、典型的な電荷秩序相を示す  $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>RbZn(SCN)<sub>4</sub> で得られた  $2\Delta_{CO} \sim 600$  meV [1] と同程度である。

詳細な STS 測定によりトンネルスペクトルの空間的に変化することがわかった。それぞれの場所におけるトンネルスペクトルからギャップ構造の大きさを見積もることで得られた電荷秩序ギャップの空間変化を図 4 に示す。電荷秩序ギャップは 1.5 nm の間隔で周期的に変化することが見出された。

このギャップの変化と電子密度の対応を議論するために、高いバイアス電圧での微分コンダクタンスを評価した。図 5 は  $V = 1000$  mV での規格化した微分コンダクタンス  $(dI/dV)/(I/V)$  の空間変化を図 4 に対応させてプロットした。 $(dI/dV)/(I/V)$  が大きいことは電子密度が多いことに対応する。図 5 から電子密度が 1.5 nm の周期で変化することがわかる。図 4 と図 5 を比較すると同じ周期で空間的に振動しているが、それぞれの山と谷が対応することがわかった。すなわち、電荷秩序ギャップが大きい場所では局所的な電子密度が少ないことが見出された。観測された電荷の空間的な変調は電荷秩序にともなう電荷不均化に対応すると考えられる。本研究で得られた 1.5 nm の周期は NMR 測定[2]から報告された値とほぼ一致する。

本研究により電荷秩序相では局所的なギャップの大きさが電荷の不均化に対応するという新たな知見が得られた。また、STS 測定が電荷秩序相において電荷分布をナノメートルスケールで実空間観測する有用な手段であることが示された。

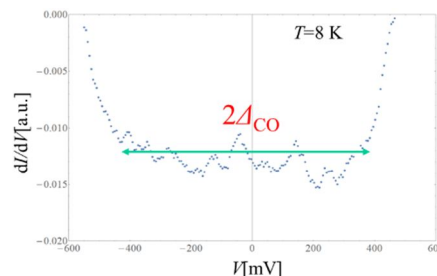


図 3. 電荷秩序相でのトンネルスペクトル

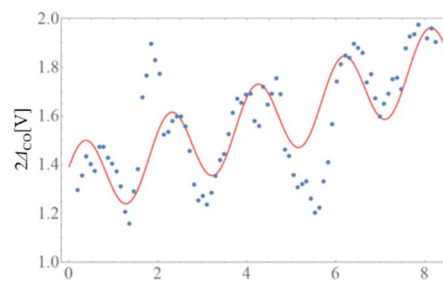


図 4. 電荷秩序ギャップの空間変化

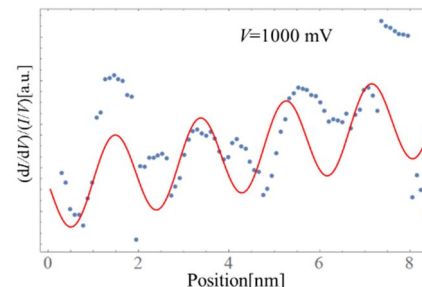


図 5. 規格化微分コンダクタンスの空間変化

#### (4) 超伝導相での STS 測定

超伝導相である 1.3 K において、試料表面の各所でトンネルスペクトルを測定し STS マッピングを行った。典型的なトンネルスペクトルを図 6 に示す。超伝導に特徴的な 1 meV 程度のギャップ構造は観測されず、 $2\Delta_{CO} = 1000$  meV 程度の絶縁体的なギャップが観測された。絶縁体的なギャップの大きさは場所により異なり、1 nm 程度の周期で変化していることがわかった。この空間変化は電荷秩序相で得られた結果と同様であることから、このギャップは電荷秩序ギャップであると考えられる。電荷秩序ギャップが空間変調していることから、超伝導状態においても電荷不均化が生じていると考えられる。すなわち、超伝導と電荷秩序が共存することが示唆され、この超伝導の発現機構には長距離(オフサイト)クーロン相互作用による電荷ゆらぎが深く関与していると考えられる。

超伝導相での STS 測定において、明確な超伝導ギャップは観測されなかったが、しばしばノードを伴う異方的ギャップに特有なゼロバイアス異常が観測された。このことは、本物質が超伝導ギャップにノードがある異方的超伝導体であることを示唆する。

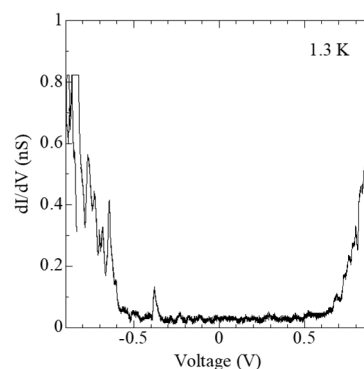


図 6. 超伝導相でのトンネルスペクトル

#### 参考文献

- [1] K. Ichimura, S. Ikeda, M. Kawai, K. Nomura, J. Ishioka and S. Tanda, *Physica B* **404**, 570 (2009).
- [2] Y. Ihara, H. Seki and A. Kawamoto, *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**, 083701 (2013).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Koichi Ichimura, Hiroki Kokubo, Satoshi Tanda, Tohru Kurosawa, Migaku Oda, Hiroki Honma, Noriaki Matsunaga, Kazuto Moribe, Yoshihiko Ihara, Atsushi Kawamoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Charge Ordering and Superconducting State in $b''$ -(BEDT-TTF) $_4$ [(H <sub>30</sub> )Ga(C <sub>204</sub> ) <sub>3</sub> ]·C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N <sub>02</sub> Studied by STM/STS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yasuzuka Syuma, Uji Shinya, Sugiura Shiori, Terashima Taichi, Nogami Yoshio, Ichimura Koichi, Tanda Satoshi	4. 巻 33
2. 論文標題 Highly Isotropic In-plane Upper Critical Field in the Anisotropic s-Wave Superconductor 2H-NbSe <sub>2</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Superconductivity and Novel Magnetism	6. 最初と最後の頁 953-958
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10948-019-05333-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kitou S., Nakano A., Kobayashi S., Sugawara K., Katayama N., Maejima N., Machida A., Watanuki T., Ichimura K., Tanda S., Nakamura T., Sawa H.	4. 巻 99
2. 論文標題 Effect of Cu intercalation and pressure on excitonic interaction in 1T-TiSe <sub>2</sub>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104109-1-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.99.104109	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nomura A., Yamaya K., Takayanagi S., Ichimura K., Tanda S.	4. 巻 124
2. 論文標題 Effect of Cu doping on superconductivity in TaSe <sub>3</sub> : Relationship between superconductivity and induced charge density wave	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 EPL (Europhysics Letters)	6. 最初と最後の頁 67001 ~ 67001
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1209/0295-5075/124/67001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Nomura, K. Yamaya, S. Takayanagi, K. Ichimura, T. Matsuura, S. Tanda	4. 巻 119
2. 論文標題 Emergence of a Resistance Anomaly by Cu-doping in TaSe3	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Europhysics Letters	6. 最初と最後の頁 17005-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1209/0295-5075/119/17005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 Koichi Ichimura, Hikaru Takami, Kazuhiro Katono, Satoshi Tanda
2. 発表標題 Charge Disproportionation in Organic Conductors a-(BEDT-TTF)2X
3. 学会等名 6th International Conference on Functional Materials Science 2022 (6th ICFMS 2022) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koichi Ichimura, Hiroki Kokubo, Satoshi Tanda, Tohru Kurosawa, Migaku Oda, Hiroki Honma, Noriaki Matsunaga, Kazuto Moribe, Yoshihiko Ihara, Atsushi Kawamoto
2. 発表標題 Charge Ordering and Superconducting State in b''-(BEDT-TTF)4[(H30)Ga(C204)3]·C6H5N02 Studied by STM/STS
3. 学会等名 29th International conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ammaina Jamaludin, Shukri Sulaiman, Wan Nurfadhilah Zaharim, Harison Rozak, Katsuya Ishizaki, Koichi Ichimura, Isao Watanabe
2. 発表標題 Progress of DFT Studies on Muon Hyperfine Interactions in DNA Molecules
3. 学会等名 6th International Conference on Functional Materials Science 2022 (6th ICFMS 2022) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Muhammad Hanif Che Lah, Harison Rozak, Mohammed Faruque Reza, Shaharum Shamsuddin, Jafri Malin Abdullah, Koichi Ichimura, Isao Watanabe
2. 発表標題	Electron Transfer in DNA of Parkinson's Disease Model Studied by Scanning Tunneling Microscopy
3. 学会等名	6th International Conference on Functional Materials Science 2022 (6th ICFMS 2022) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Katsuya Ishizaki, Issei Miyazaki, Harison Rozak, Wan Nurfadhilah Zaharim, Muhammad Hanif Che Lah, Isao Watanabe, Shukri Sulaiman, Satoshi Tanda, Koichi Ichimura
2. 発表標題	STM Study of 12-mer Single Strand Guanine
3. 学会等名	29th International conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Muhammad Hanif Che Lah, Harison Rozak, Mohammed Faruque Reza, Shaharum Shamsuddin, Jafri Malin Abdullah, Koichi Ichimura, Isao Watanabe
2. 発表標題	Scanning Tunneling Microscopy Studies of Electron Transfer in DNA - A Parkinson ' s Disease Model
3. 学会等名	29th International conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Yutaro Teranishi, Keiji Nakatsugawa, Yukinori Nishigami, Toshiyuki Nakagaki, Koichi Ichimura, Yuta Fukuda, Satoshi Tanda
2. 発表標題	Voltage Response of STM Tunneling Currents on Microtubules: Proposal of a New Neural Model by Quantum Reduction with Entanglement
3. 学会等名	29th International conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 Kazu Urushihara, Yuta Fukuda, Akiya S. Ebana, Koichi Ichimura, Satoshi Tanda
2. 発表標題 Precursor of New Field-Induced Phase Transition in NbSe3: by Measurement of Electromagnetic Response
3. 学会等名 29th International conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺西優太郎、中津川啓治、江花昭哉 ショーン、西上幸範、中垣俊之、市村 晃一、内田努、丹田聡
2. 発表標題 麻酔効果から考えた量子神経としての微小管
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横井千熙、宮崎一誠、金井恭介、市村晃一、丹田聡、松永悟明、黒澤徹
2. 発表標題 Fe <sub>1+x</sub> Teの誘電率測定II
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横井千熙、宮崎一誠、金井恭介、市村晃一、丹田聡、松永悟明、黒澤徹
2. 発表標題 Fe <sub>1+x</sub> Teの誘電率測定
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 S. Yasuzuka, S. Uji, S. Sugiura, T. Terashima, Y. Nogami, K. Ichimura, S. Tanda
2. 発表標題 In-Plane Anisotropy of Upper Critical Field in Layered Transition Metal Dichalcogenide NbSe <sub>2</sub>
3. 学会等名 International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018 (ICSM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ichimura, H. Kokubo, S. Tanda, T. Kurosawa, M. Oda, H. Honma, N. Matsunaga, K. Moribe, Y. Ihara, A. Kawamoto
2. 発表標題 STM/STS on beta''-(BEDT-TTF) <sub>4</sub> [(H <sub>3</sub> O)Ga(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]·C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
3. 学会等名 4th International Conference on Functional Materials Science 2018 (4th ICFMS 2018) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Harison Rozak, Wan Nurfadhilah Zaharim, Issei Miyazaki, Nur Eliana Ismail, Siti Nuramira Abu Bakar, Daruliza Kernain, Razip Samian, Koichi Ichimura, Mohamed Ismail Mohamed-Ibrahim, Shukri Sulaiman, Isao Watanabe
2. 発表標題 The Study of the Structure of 12-Mer Single-Stranded Polyadenine and Its Relationship with Electrical Conductivity
3. 学会等名 4th International Conference on Functional Materials Science 2018 (4th ICFMS 2018) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安塚周磨、宇治進也、杉浦栞理、寺嶋太一、野上由夫、市村晃一、丹田聡
2. 発表標題 2H-NbSe <sub>2</sub> における上部臨界磁場の面内異方性
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野村温、山谷和彦、高柳滋、市村晃一、松浦徹、丹田聡
2. 発表標題 CuドーブしたTaSe3における電荷密度波(CDW)の出現
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野村温、山谷和彦、高柳滋、市村晃一、丹田聡
2. 発表標題 CuドーブしたTaSe3における超伝導
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市村晃一、小久保宏樹、丹田聡、黒澤徹、小田研、本間弘樹、松永悟明、森部一斗、井原慶彦、河本充司
2. 発表標題 beta"- (BEDT-TTF)4[ (H30)Ga(C204)3] · C6H5N02のSTM/STS
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎一誠、市村晃一、丹田聡、黒澤徹、小田研
2. 発表標題 FeTeのSTM/STS
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤広康、高品博光、延兼啓純、中村一、中津川啓治、市村晃一、黒澤徹、丹田聡
2. 発表標題 1T-TaS <sub>2</sub> 薄膜試料の磁気抵抗とホール抵抗測定II
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Harison Rozak, Fadhilah Zaharim, Fahmi Astuti, Eliana Ismail, Amira Abu Bakar, Issei Miyazaki, Shukri Sulaiman, Mohamed Ismail Mohamed-Ibrahim, Koichi Ichimura, Isao Watanabe
2. 発表標題 muSR Studies on Electron Motion in DNA
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ichimura, H. Kokubo, I. Miyazaki, K. Katono, T. Taniguchi, Y. Kawashima, S. Tanda, K. Yamamoto
2. 発表標題 Charge Disproportionation in Two Dimensional Organic Conductors
3. 学会等名 International Workshop on Organic Molecular Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Ichimura, K. Katono, T. Taniguchi, Y. Kawashima, S. Tanda, K. Yamamoto
2. 発表標題 Charge Disproportionation in alpha-(BEDT-TTF) <sub>2</sub> X
3. 学会等名 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Ichimura, K. Katono, T. Taniguchi, Y. Kawashima, S. Tanda, K. Yamamoto
2. 発表標題 Charge Disproportionation in Organic Conductors
3. 学会等名 International Workshop on NanoScience and NanoOptics 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 市村晃一、野村一成
2. 発表標題 有機超伝導体における異方的超伝導ギャップ
3. 学会等名 2017年真空・表面科学合同講演会、合同シンポジウム「低次元超伝導の新展開」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒澤徹、高品博光、近藤広康、市村晃一、桃野直樹、吉田紘行、小田研、伊土政幸、丹田聡
2. 発表標題 STM/STSからみた1T-TaS <sub>2</sub> の電子状態
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村一、延兼啓純、近藤広康、市村晃一、丹田聡
2. 発表標題 へき開薄膜化した層状銅酸化物絶縁体の輸送現象
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒澤徹、高品博光、近藤広康、市村晃一、桃野直樹、吉田紘行、小田研、伊土政幸、丹田聡
2. 発表標題 STM/STSからみた1T-TaS <sub>2</sub> の電子状態II
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤広康、中村一、延兼啓純、中津川啓治、市村晃一、黒澤徹、丹田聡
2. 発表標題 1T-TaS <sub>2</sub> 薄膜試料の磁気抵抗とホール抵抗測定
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間弘樹、延兼啓純、市村晃一、河本充司、松永悟明
2. 発表標題 擬一次元有機導体(TMTTF) <sub>2</sub> XのSTM分光
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Ichimura, H. Kokubo, S. Tanda, T. Kurosawa, H. Yoshida, M. Oda, M. Ido, H. Honma, N. Matsunaga, K. Moribe, Y. Ihara, A. Kawamoto
2. 発表標題 STM/STS on the Charge Ordering State in beta''-(BEDT-TTF) <sub>4</sub> [(H <sub>30</sub> )Ga(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ]C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N <sub>0</sub> <sub>2</sub>
3. 学会等名 The International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018 (ICSM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	松浦 徹  (Matsuura Toru)  (60534758)	福井工業高等専門学校・電気電子工学科・准教授   (53401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
マレーシア	Universiti Sains Malaysia		