

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03730

研究課題名（和文）デバイス構造を用いた強相関物質の多元的パラメータ制御

研究課題名（英文）Multi-parameter control of strongly correlated materials using field-effect device structures

研究代表者

川楯 義高 (Kawasugi, Yoshitaka)

東邦大学・理学部・講師

研究者番号：40590964

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では有機強相関物質を用いて電界効果トランジスタデバイスを作製し、ゲート電圧によるドーピングと基板ひずみによる圧力印加で精緻なパラメータ制御を行い、急峻な絶縁体/超伝導転移を観測することに成功した。ドーピング-ひずみ相図上で超伝導相は絶縁体相を取り囲んでいることがわかったが、その領域は電子-正孔ドーピングに対して非対称であり、異方的三角格子の電子-正孔非対称性を反映していると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電子間のクーロン相互作用が物性を支配する強相関物質では、ドーピングや圧力によるわずかなパラメータ制御で超伝導転移に代表される劇的な電子状態の変化が起こることが知られており、デバイス応用が期待されている。しかし一般的なパラメータ制御は化学的な元素置換や高圧力を用いて行われるため、同一の試料で電子状態を変化させることは容易ではない。本研究では有機強相関物質を用いることで1ボルト程度の電圧、1%程度のひずみで同一試料における超伝導転移を実現してデバイス利用の可能性を示すとともに、三角格子を持つ強相関電子系において超伝導が現れる条件(超伝導相図)を示すことに成功した。

研究成果の概要（英文）：In strongly correlated materials, where the Coulomb interaction between electrons dominates the physical properties, it is known that a small amount of parameter control by doping or pressure can induce a dramatic change in electronic state, as typified by the superconducting transition, and device applications are anticipated. In this study, we fabricated field-effect transistor devices using strongly correlated organic materials and succeeded in observing a steep insulator/superconductor transition by precisely controlling parameters such as doping by gate voltage and pressure by substrate strain. On the doping-strain phase diagram, the superconducting phase was found to surround the insulating phase, which is asymmetric with respect to the electron-hole doping, reflecting the electron-hole asymmetry of the anisotropic triangular lattice.

研究分野：物性実験

キーワード：超伝導トランジスタ モット絶縁体 分子性導体

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

対象とする系のパラメータを少しずつ変化させながら物性測定を行い、相図を描いていくのが物性実験の常套手段である。その手法の原則は「狙ったパラメータ以外は変えない」ということであるから、試料をひとつ用意し、狙ったパラメータのみを細かくその場で制御するのが理想的である。いわゆる強相関電子系でそのような実験ができれば、本質的な量子多体効果の理解に資する強力な手段になると考えられる。

これは現実の強相関物質では容易ではない。例えば基本的なパラメータであるバンドフィリング(サイトあたり電子数に対応)やバンド幅(電子の運動エネルギーに対応)をその場制御するには、自由に(相転移を引き起こせるほど)電子を出し入れしたり格子を伸び縮みさせたりするという難しい実験を行わなければならない。そのため相図を描くために組成の異なる数多くのサンプル、場合によっては結晶構造すら異なる別の物質のデータが用いられている。不純物による乱れや格子定数の変化、結晶構造の違いなどのため、純粋にバンドフィリングやバンド幅のみを変えたときの電子状態の変化を見ているとは言えないだろう。

ところが、もともと圧力によるバンド幅制御がさかんに行われていた有機導体のバンドフィリング制御(ドーピング)の技術が発展したため、前述した理想的な実験が有機導体の強相関電子系で可能になりつつある。

2. 研究の目的

有機導体のうち典型的な強相関電子系である有機モット絶縁体を対象として、基本的なパラメータであるバンドフィリングとバンド幅を同時かつ可逆的に制御する手法を確立することを目的とする。有機モット絶縁体は圧力制御によって超伝導転移することが知られており、高温超伝導体と同様、電子間相互作用に起因した超伝導状態が注目されてきた。本研究でバンドフィリングとバンド幅を軸とした2次元的な電子相図を構築することができれば、モット絶縁相近傍に超伝導相がどのように分布しているのかが明らかになり、その超伝導の機構解明に資すると考えられる。

3. 研究の方法

有機モット絶縁体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl を用いて、電界効果トランジスタの一種である電気二重層トランジスタを作製する。このデバイスでは、ゲート電圧の印加によって有機モット絶縁体の電子を20%程度増減することができる。これは高温超伝導体を含む物質群において絶縁体が超伝導転移するのに十分なバンドフィリング変化に相当する。この電気二重層トランジスタをフレキシブルなプラスチック基板を用いて作製しておくことで、ピエゾ素子を使用して機械的に曲げ、ひずみを加えてバンド幅を制御する。ゲート電圧とピエゾ素子のストロークを精緻に制御しながら電気抵抗等の輸送特性を測定することで超伝導相の探索を行う。

4. 研究成果

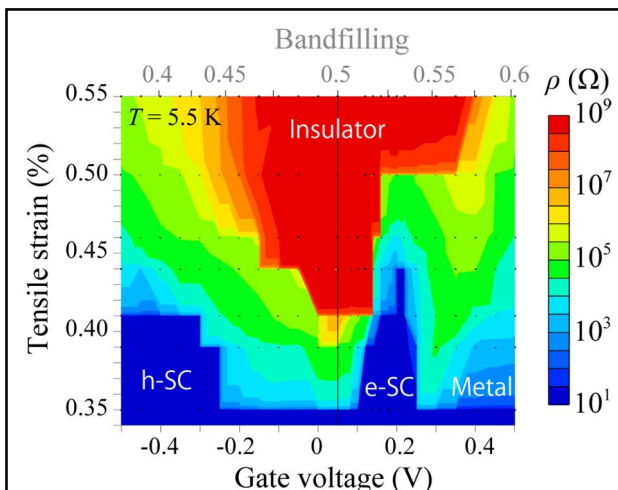


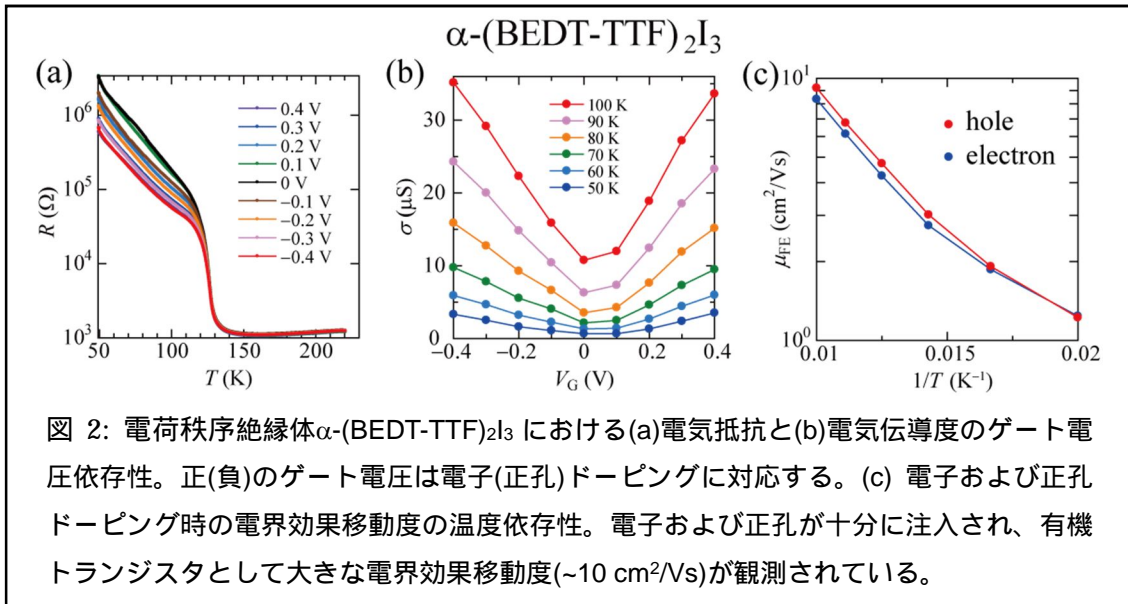
図 1: 有機モット絶縁体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl における電気抵抗率のゲート電圧-ひずみ依存性。e-SC と h-SC はそれぞれ電子ドーピング超伝導相と正孔ドーピング超伝導相を表す。

上記の方法による電気抵抗測定の結果、有機モット絶縁体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl において図 1 のようなゲート電圧-ひずみ相図を得た。赤い領域は絶縁相を示し、青い領域は磁場の印加によって大きく電気抵抗が増大することから超伝導相と考えられる。ドーピングされていない κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl は反強磁性モット絶縁体であることから、超伝導相は反強磁性モット絶縁相を取り囲むように分布しており、金属絶縁体転移にともなって広い領域で見られることがわかった。その分布は電子側と正孔側で非対称であり、電子ドーピング側ではわずかなドーピングで急峻な超伝導転移が起こるが、ドーピングを増やすと超伝導は消失し、再び絶縁相が現れる特徴的なふるまいが見られた。これらの特徴は反強磁性を示さない類縁物質のモット絶縁体でも見られたため、この物質の異方的三角格子に由来したバンド構造がこの非対称性に寄与していると考えられる。銅酸化物超伝導体においても電子ドーピング・正孔

ドーピングの非対称性は知られているが、結晶格子が強固でバンド幅制御は容易ではない。このよう

に有機物質の可制御性によって初めてモット絶縁体の単一サンプルにおける広範囲の相図を得ることができた。

また、同様の測定を電荷秩序絶縁体 α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$ に対して行うことを目的として、電気二重層ドーピングを試みた。 α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$ は上記のモット絶縁体と実効的なバンドフィリングは異なるが、同じく電子間相互作用によって絶縁化した強相関絶縁体である。高圧下で電荷秩序転移が抑えられるとディラック電子系となることが知られており、強相関絶縁相とディラック電子相の間の相転移を詳しく調べるのに適した物質である。電気二重層トランジスタを作製して電界効果を測定したところ、図2のように電子・正孔どちらのドーピングに対しても電気抵抗が減少する両極性電界効果トランジスタのふるまいを確認できた。さらにドーピングによる金属伝導や超伝導の発現を目指し、ひずみ効果を組み合わせた測定を本研究課題の後継課題(22K03534)で試みる。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Pustogow A., Kawasugi Y., Sakurakoji H., Tajima N.	4. 巻 14
2. 論文標題 Chasing the spin gap through the phase diagram of a frustrated Mott insulator	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1960/1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-023-37491-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Kawasugi Yoshitaka, Yamazaki Shutaro, Pustogow Andrej, Tajima Naoya	4. 巻 92
2. 論文標題 Negative Magnetoresistance near the Mott Metal?Insulator Transition in the Quantum Spin Liquid Candidate $(\text{BEDT-TTF})_2\text{Cu}(\text{CN})_3$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 065001 ~ 065001
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.92.065001	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 該当する
1. 著者名 Iwata Kazuyuki, Koshiba Akito, Kawasugi Yoshitaka, Kato Reizo, Tajima Naoya	4. 巻 92
2. 論文標題 Observations of $Q = 1$ Quantum Hall Effect and Inter-Band Effects of Magnetic Fields on Hall Conductivity in Organic Massless Dirac Fermion System $(\text{BETS})_2\text{I}_3$ under Pressure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 053701 ~ 053701
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.92.053701	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 Kawasugi Yoshitaka, Suzuki Haruto, Yamamoto Hiroshi M., Kato Reizo, Tajima Naoya	4. 巻 122
2. 論文標題 Strain-induced massless Dirac fermion state of the molecular conductor $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 123102 ~ 123102
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0141023	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 Tajima Naoya, Kawasugi Yoshitaka, Morinari Takao, Oka Ryuhei, Naito Toshio, Kato Reizo	4. 巻 92
2. 論文標題 Coherent Interlayer Coupling in Quasi-Two-Dimensional Dirac Fermions in <i>(BEDT-TTF)</i> ₂ <i>I</i> ₃	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 013702 ~ 013702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.92.013702	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 川相義高、須田理行、山本浩史	4. 巻 31
2. 論文標題 歪み制御型電界効果トランジスタを用いた分子性導体における超伝導の探索	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 高圧力の科学と技術	6. 最初と最後の頁 193 ~ 202
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 Mori Ayano, Kawasugi Yoshitaka, Doi Ryusei, Naito Toshio, Kato Reizo, Nishio Yutaka, Tajima Naoya	4. 巻 91
2. 論文標題 Narrow Zero Mode in Organic Massless Dirac Electron System <i>(BEDT-TTF)</i> ₂ <i>I</i> ₃	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 045001 ~ 045001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.045001	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 Kawasugi Yoshitaka, Masuda Hikaru, Uebe Masashi, Yamamoto Hiroshi M., Kato Reizo, Nishio Yutaka, Tajima Naoya	4. 巻 103
2. 論文標題 Pressure-induced phase switching of Shubnikov-de Haas oscillations in the molecular Dirac fermion system <i>(BETS)</i> ₂ <i>I</i> ₃	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 205140/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.205140	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 Kawasugi Yoshitaka, Masuda Hikaru, Pu Jiang, Takenobu Taishi, Yamamoto Hiroshi M., Kato Reizo, Tajima Naoya	4. 巻 11
2. 論文標題 Electric Double Layer Doping of Charge-Ordered Insulators -(BEDT-TTF)2I3 and -(BETS)2I3	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 791 ~ 791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst11070791	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kawasugi Yoshitaka, Yamamoto Hiroshi M.	4. 巻 12
2. 論文標題 Simultaneous Control of Bandfilling and Bandwidth in Electric Double-Layer Transistor Based on Organic Mott Insulator -(BEDT-TTF)2Cu[N(CN)2]Cl	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 42 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst12010042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 川相義高、関 和弘、柚木清司、山本浩史	4. 巻 56
2. 論文標題 バンド幅とバンドフィリングの同時制御による分子性モット絶縁体の2次元超伝導相図	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 21 ~ 31
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 Yoshinari Unozawa, Yoshitaka Kawasugi, Masayuki Suda, Hiroshi M. Yamamoto, Reizo Kato, Yutaka Nishio, Koji Kajita, Takao Morinari, and Naoya Tajima	4. 巻 89
2. 論文標題 Quantum Phase Transition in Organic Massless Dirac Fermion System -(BEDT-TTF)2I3 under Pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 123702/1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.123702	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 Ryotaro Kobara, Shin Igarashi, Yoshitaka Kawasaki, Ryusei Doi, Toshio Naito2, Masafumi Tamura, Reizo Kato, Yutaka Nishio, Koji Kajita, and Naoya Tajima	4. 巻 89
2. 論文標題 Universal Behavior of Magnetoresistance in Organic Dirac Electron Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 113703/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.113703	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 Kawasaki Yoshitaka, Seki Kazuhiro, Tajima Satoshi, Pu Jiang, Takenobu Taishi, Yunoki Seiji, Yamamoto Hiroshi M., Kato Reizo	4. 巻 5
2. 論文標題 Two-dimensional ground-state mapping of a Mott-Hubbard system in a flexible field-effect device	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaav7282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aav7282	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ito Hiroshi, Edagawa Yusuke, Pu Jiang, Akutsu Hiroki, Suda Masayuki, Yamamoto Hiroshi M., Kawasaki Yoshitaka, Haruki Rie, Kumai Reiji, Takenobu Taishi	4. 巻 13
2. 論文標題 Electrolyte Gating Induced Metal Like Conduction in Nonstoichiometric Organic Crystalline Semiconductors under Simultaneous Bandwidth Control	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 physica status solidi (RRL) ? Rapid Research Letters	6. 最初と最後の頁 1900162 ~ 1900162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssr.201900162	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 Kawasaki Yoshitaka, Seki Kazuhiro, Pu Jiang, Takenobu Taishi, Yunoki Seiji, Yamamoto Hiroshi M., Kato Reizo	4. 巻 100
2. 論文標題 Non-Fermi-liquid behavior and doping asymmetry in an organic Mott insulator interface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 115141 ~ 115141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.115141	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26件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 川相義高, 鈴木遥人, 山本浩史, 加藤礼三, 田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系の低磁場下輸送特性
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田嶋尚也, 川相義高, 岡竜平, 内藤俊雄, 加藤礼三, 西尾豊
2. 発表標題 曲げ歪みを利用した常圧における π -(BEDT-TTF) $2I_3$ の絶縁相の抑制II
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩田和之, 川相義高, 加藤礼三, 西尾豊, 田嶋尚也
2. 発表標題 電荷秩序絶縁体 π -BEDT-TTF $2I_3$ の基板上薄片単結晶における電気抵抗率の異方性
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田嶋尚也, 川相義高, 岡竜平, 内藤俊雄, 加藤礼三, 西尾豊
2. 発表標題 有機ディラック電子系における量子異常
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川相義高, 大上達也, 山本浩史, 加藤礼三, 田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系 -(BETS)213の圧力下輸送特性
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naoya Tajima, Yoshitaka Kawasaki, Toshio Naito, Reizo Kato, Yutaka Nishio
2. 発表標題 Low Temperature Phases in Organic Massless Dirac Electron System -(BEDT-TTF)213
3. 学会等名 29th International Conference on Low Temperature Physics (LT29)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshitaka Kawasaki, Hirohito Sakurakoji, Jiang Pu, Taishi Takenobu, Hiroshi M. Yamamoto, Reizo Kato, and Naoya Tajima
2. 発表標題 Gate- and Strain-induced Phase Transitions in Organic Strongly Correlated Systems
3. 学会等名 29th International Conference on Low Temperature Physics (LT29)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川相義高, 増田光, 加藤礼三, 蒲江, 竹延大志, 山本浩史, 田嶋尚也
2. 発表標題 電荷秩序絶縁体 -BEDT-TTF213および -BETS213に対する電気二重層ドーピング
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小原遼太郎, 川相義高, 加藤礼三, 西尾豊, 梶田晃示, 田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系における低磁場磁気抵抗効果
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻糺大仁, 川相義高, 蒲江, 竹延大志, 加藤礼三, 山本浩史, 田嶋尚也
2. 発表標題 量子スピン液体候補物質 $-(\text{BEDT-TTF})_2\text{Cu}_2(\text{CN})_3$ に対するひずみ効果と電界効果
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田嶋尚也, 川相義高, 土居龍生, 内藤俊雄, 加藤礼三, 西尾豊, 梶田晃示
2. 発表標題 有機ディラック電子系の低温相
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川相義高, 山本浩史, 加藤礼三, 田嶋尚也
2. 発表標題 曲げ歪みを利用した常圧における $-\text{BEDT-TTF}_2\text{I}_3$ の絶縁相の抑制
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩田和之, 伊東猛琉, 川相義高, 田村雅史, 加藤礼三, 西尾豊, 梶田晃示, 田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系 -(BEDT-TTF)2I3の層間磁気抵抗効果
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鶴野澤佳成, 須田理行, 山本浩史, 加藤礼三, 川相義高, 西尾豊, 梶田晃示, 田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系における量子輸送現象の圧力効果
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 田嶋尚也, 小原遼太郎, 鶴野澤佳成, 加藤礼三, 川相義高, 西尾豊, 梶田晃示
2. 発表標題 有機ディラック電子系の低温問題
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 小原遼太郎, 土居龍生, 内藤俊雄, 田村雅史, 加藤礼三, 川相義高, 西尾豊, 梶田晃示, 田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系の面内磁気抵抗効果
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 高須康弘、和田浩輝、西尾豊、川相義高、田嶋尚也、内藤俊雄、加藤礼三、梶田晃示
2. 発表標題 -(BEDT-TTF)2I3の圧力下の電荷秩序転移
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 櫻糺大仁、川相義高、上辺将士、田嶋尚也、山本浩史、加藤礼三、西尾豊、梶田晃示
2. 発表標題 量子スピン液体候補物質 -(BEDT-TTF)2Cu2(CN)3に対するひずみ効果と電界効果
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 鵜野澤佳成、川相義高、加藤礼三、西尾豊、梶田晃示、田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系における量子相転移
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 川相義高、上辺将士、片桐将志、田嶋尚也、山本浩史、加藤礼三、西尾豊、梶田晃示
2. 発表標題 -BETS2I3の基板上薄片結晶における量子振動の観測II
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 Y. Kawasaki, K. Seki, J. Pu, T. Takenobu, S. Yunoki, H. M. Yamamoto, and R. Kato
2. 発表標題 Gate- and strain-induced superconductivity in an organic strongly correlated transistor
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鶴野澤佳成、川相義高、須田理行、山本浩史、加藤礼三、木俣基、西尾豊、梶田晃示、田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系の高磁場下輸送現象
3. 学会等名 日本物理学会第2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原遼太郎、川相義高、加藤礼三、西尾豊、梶田晃示、田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系 -(BETS)2I3と -(BEDT-STF)2I3の輸送特性
3. 学会等名 日本物理学会第2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川相義高、上辺将士、増田光、田嶋尚也、山本浩史、加藤礼三、西尾豊、梶田晃示
2. 発表標題 -BETS2I3の基板上薄片結晶における量子振動の観測
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 小原遼太郎、川相義高、加藤礼三、内藤俊雄、西尾豊、梶田晃示、田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系の面内磁気抵抗効果
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 鶴野澤佳成、川相義高、須田理行、山本浩史、加藤礼三、西尾豊、梶田晃示、田嶋尚也
2. 発表標題 有機ディラック電子系における量子輸送現象の圧力効果
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

有機トランジスタで超伝導の条件を探る - 電圧とひずみで試料の超伝導を制御 - https://www.toho-u.ac.jp/press/2019_index/20190509-970.html
--

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

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
---------	---------