

令和 4 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601  
研究種目：基盤研究(S)  
研究期間：2017～2021  
課題番号：17H06123  
研究課題名（和文）単結晶有機半導体中電子伝導の巨大応力歪効果とフレキシブルメカノエレクトロニクス  
研究課題名（英文）Giant strain effect of charge transport in organic single-crystal semiconductors and flexible mechano-electronics  
研究代表者  
竹谷 純一（Takeya, Junichi）  
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授  
研究者番号：20371289  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 163,300,000円

研究成果の概要（和文）：提案者が独自に見出した「応力と歪に対する有機単結晶半導体の伝導度の巨大応答現象」をベースに、ホール効果などの精密な磁気輸送測定によって、ソフトなフォノンと強く結合した少数キャリアの特徴に起因するメカニズムの解明と結晶構造に相関した歪係数の特異な異方性の発見に成功した。また、歪効果を高感度検出するために、高キャリアドーピングによるノイズ低減の手法も確立し、遂に有機半導体で初となる金属絶縁体転移を実現するなど、数々の先駆的な研究成果をあげた。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、精密に原子層を制御した無機材料の界面において実現される二次元ホールガスを、自発的に集合体を形成する有機半導体の表面で実現できることを実証し、有機半導体電子相転移の基礎研究を進めると共に、高速電子デバイスや量子エレクトロニクスデバイスへの応用が加速する礎を築いた。また、有機半導体では異例の高い $10\text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える移動度を得た研究実績に加え、やわらかい半導体という機械的な特徴を電気伝導特性と結びつけたフレキシブルメカノエレクトロニクスの研究分野を確立すると共に、有機半導体単結晶を $30\text{ cm}$ 角サイズの大面積成膜にも成功し、IoT社会に直結する産業応用面でも意義ある成果を得た。

研究成果の概要（英文）：Based on the "Giant strain effect of charge transport in organic single-crystal semiconductors" originally discovered by the proposer, the characteristics of minority carriers strongly bonded to soft phonons by precise magnetic transport measurements such as the Hall effect. We succeeded in elucidating the mechanism caused by this and discovering the peculiar anisotropy of the strain coefficient correlated with the crystal structure. In addition, in order to detect the strain effect with high sensitivity, we have established a noise reduction method by high carrier doping, and finally realized the first metal-insulator transition in organic semiconductors, and achieved many pioneering research results. ..

研究分野：有機エレクトロニクス

キーワード：有機半導体 トロニクス 量子エレクトロニクス 分子振動 センサ 二次元電子ガス 有機単結晶半導体 電子相転移 メカノエレクトロニクス

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

有機半導体は低コストのプラスチックフィルム上にセンサデバイスを構成できるため、来るべき IoT 社会で大量に必要とされる次世代半導体の有望材料として注目されていた。すでに、IoT センサ用の印刷できるアナログ及びデジタル集積回路に関する技術開発が、本グループが開発した高移動度有機単結晶半導体トランジスタをベースとした産学協同の実用化プロジェクトにより精力的に進められていた。

その様な中、我々は高移動度の単結晶有機超薄膜半導体が、分子間距離などの分子配置に大きく依存する電子伝導物性と、小さな外力が大きな歪を引き起こす力学特性とを有し、両者が非常に強く結合していることを見出した。実際、単結晶有機超薄膜で作成されたトランジスタは、指でわずかな力を加えることにより移動度が  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  から 70% 上昇する巨大歪効果を示した。

### 2. 研究の目的

有機半導体の巨大歪応答のメカニズムについては未解明であり、ミクロな機構の理解とさらに優れた材料設計技術開発が緊急に求められていた。本研究は、歪が電子移動と電子散乱に寄与する効果を精緻な物性研究により明らかにし、フレキシブルな有機半導体における巨大なメカノエレクトロニクス応答機構を解明することを目的と定めた。

### 3. 研究の方法

応答現象の全貌を解明するために、「分子層単結晶有機半導体・高分子複合物質の開発」ならびに「構造物性の解明と歪効果の電子物性研究」に取り組んだ。

本研究は、提案者のグループにおいて、分子層単結晶有機半導体複合材料の物質及びプロセスの開発、構造物性、歪効果の電子物性研究、ドナーアクセプタ電荷移動界面デバイス、フレキシブルメカノエレクトロニクスデバイス研究のすべてを主導するとともに、各項目ごとに、本研究グループが主導し、国内外の専門家との緊密な連携による共同研究を行った。特に、理論グループは、分担者として参画し、実験研究と一体化した理論構築を遅滞なく進めた。

### 4. 研究成果

研究は、研究計画調書に記載の通り滞りなく進捗し、下記の 1~5 の各研究テーマにおいて、極めて顕著な業績が得られている。

分子層単結晶有機半導体・高分子複合物質の開発  
分子層単結晶の開発として、雰囲気制御も可能な、コーティング装置を購入し、温度可変にする改造も加えて、成長条件を最適にし、プラスチック基板上に  $10 \text{ cm}$  角に渡り、均質かつ結晶粒界の全く存在しない分子層膜単結晶薄膜を成長するプロセスを確立した<sup>[16]</sup> (図 1) (プレスリリース

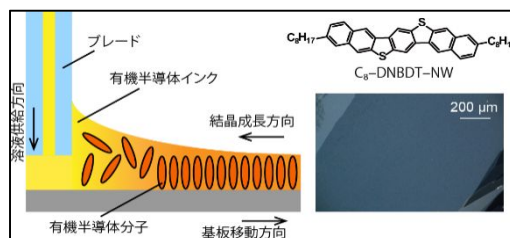


図 1: 大面積有機半導体単結晶ウエハー

東大新領域、日経オンライン、月刊化学誌総説等)。本研究業績は、わずか 3 年程度で 200 回に迫るほど引用され、当該研究分野のマイルストーンとなりつつある。さらに、分子 3 層分程度の厚みを有する極薄有機半導体単結晶膜の 4 インチ級ウエハーから作製された 1,600 個のトランジスタは欠陥なく動作し、平均の電荷の移動度は実用化の指標となる  $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  以上を示すことを実証した<sup>[14]</sup> (プレスリリース東大新領域、日経オンライン、日刊工業新聞等)。また、有機半導体薄膜を印刷法により製膜する際には、塗布下地の層として溶剤耐性や熱耐久性等、多くの性能が要求されていたが、印刷法により製膜した有機半導体単結晶膜を、水を用いて結晶性を維持したまま基板から剥離させ、厚さわずか分子数層分程度の厚みを有する超薄膜を作製することに成功した。この原理を用いることで、これまでの手法では印刷法と適合しなかった基板上に半導体膜を貼り付けることが可能となった<sup>[13]</sup> (プレスリリース東大新領域、日経オンライン、日刊工業新聞等)。分子層有機単結晶の大面積成膜に関する革新的な進捗は、レビュー論文としてもまとめられている<sup>[1]</sup>。

#### (1) 構造物性:

X 線回折・反射測定などによって、分子配置を実測する手法の開発に取り組み、有機半導体単結晶が基板表面に張り付いた際の基板界面の分子の形状を  $0.1 \text{ ナノメートル}$  の精度で決定することに成功し、基板に物理吸着するだけで単結晶を構成する全ての分子の形状が一斉に変化することを明らかにした<sup>[10]</sup> (図 2: プレスリリース東大新領域、日経オンライン、日刊工業新聞等)。このように、わずか数分子層厚の結晶構造解析を達成する上で、当初共同研究を進めていたドイツ Tübingen 大学の Frank Schreiber 教授に加えて、東

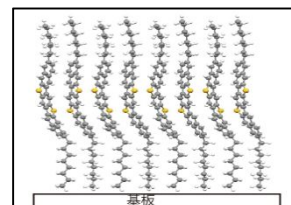


図 2: 基板界面における分子変形

北大学の若林祐助教授・スタンフォード大学 SLAC 加速器研究所の小笠原寛人研究員、北陸先端大の大島義文教授、東京大学の幾原雄一教授らと新たに共同研究体制を構築し、上記のような顕著な業績が得られている。また、結晶構造、輸送特性の理論解析手法を基に、有機分子の化学構造式と粉末 X 線結晶構造解析データから単結晶構造およびその移動度を予測する方法を開発した。有機半導体の電気伝導特性は分子間配向を決める結晶構造に大きく依存する。配座探索、分子振動解析、量子ダイナミクス計算を用いて、有機合成後に得られる粉末試料から、単結晶作成を経ずに簡易に結晶構造および移動度を予測する方法を開発し、高移動度有機半導体材料開発への有用性を実証した<sup>[6]</sup> (図 3; プレスリリース筑波大、東大新領域、日経オンライン等)。さらに粉末 X 線結晶構造解析に機械学習を導入し、粉末試料から有機結晶の原子配置を決定することを成功させ、有機半導体の開発の効率化させる方法として発展させた。

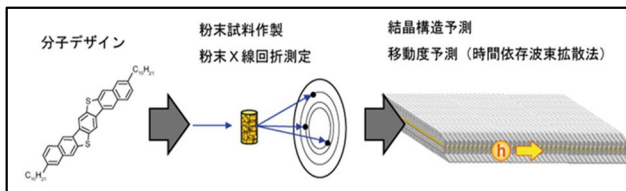


図 3: 化学構造式と粉末 X 線結晶構造解析から移動度予測

(2) 歪効果の電子物性研究:  
室温での電界効果特性に加えて、より詳細な磁場中及び低温での電子物性計測を進め、低温の電子スピン共鳴実験によって、スピン輸送の実験的研究を展開した。その結果、高い移動度と 1 ミリ秒以上の長スピン緩和時間を両立できる本有機半導体は、グラフェンや無機半導体を上回るスピン輸送能を示し、電力消費のないスピンによる情報処理(スピントロニクス)に利用可能であることを示した。また、低温で分子振動(格子振動)を抑制し散乱頻度を低下させることで、電荷の移動度が  $650 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  にも達することが明らかになったことから、振動を抑制する分子設計によって、単結晶シリコン並みの高速エレクトロニクスデバイスが実現しうることを示した<sup>[17]</sup> (図 4; プレスリリース東大新領域、日経オンライン等)。本業績は、雑誌「固体物理」にも特集される<sup>[18]</sup>と同時に、Nature Publication Group の News and Views (“Window of opportunity” by Christoph Boehme, *Nature Physics* (2017).) にも取り上げられ、有機半導体の電荷・スピン輸送の理解に革新的な答えを与える研究と認識されつつある。さらに、有機半導体の巨大歪効果の起源である分子振動を直接観測する手法として、低周波ラマン分光計測手法と量子化学計算の開発も行い、電子格子相互作用の強い分子振動モードの特定にも成功した。研究計画通り、米国 Rutgers 大学の Vitaly Podzorov 教授との共同研究を引き続き実施し、顕著な業績が得られている<sup>[12]</sup>。

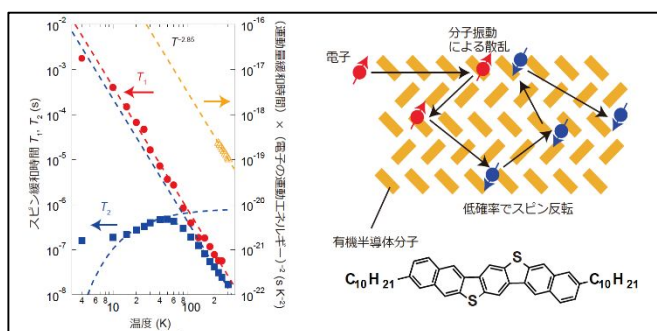


図 4: 有機半導体における電子電荷とスピンの緩和機構

(3) ドナーアクセプタ電荷移動界面デバイス:  
今回、イオン交換を用いて有機半導体を高密度に化学ドーピングすることに世界で初めて成功した。極めて普遍的かつ化学工学の単位操作であるイオン交換を用いて、有機半導体の電子状態を制御する革新的な原理を明らかにした。本指導原理を利用して、有機半導体の電子状態を精密に制御し、金属的な性質を示すプラスチックの実現にも成功した<sup>[11]</sup> (図 5; プレスリリース東大新領域、日経オンライン、化学工業日報等)。本手法を用いることで、分子層有機半導体単結晶表面にキャリアを誘起することができ、ドナーアクセプタ電荷移動界面デバイスを実証することも可能であり、すでに一部成功している。また、構造物性のサブテーマと連動し、ドナーアクセプタ型のナノ界面デバイスにおける分子間の立体障害の影響を明らかにし<sup>[9]</sup>、ドナー高分子中のアクセプタ分子の相対位置を精密に決定することに成功した<sup>[5]</sup>。この化学ドーピングした界面デバイスにおいても、巨大歪効果が観測できていることから、簡単な抵抗素子を用いて歪みセンサ等を実証可能である。

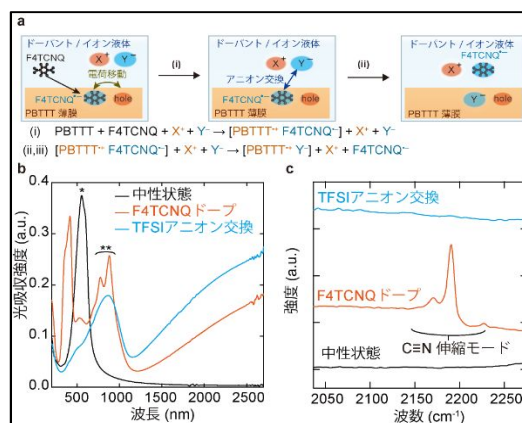


図 5: イオン交換を用いた高効率ドーピングの模式図。

(4) フレキシブルメカノエレクトロニクスデバイス:  
p 型と n 型の有機半導体材料を組み合わせ、高速有機半導体 CMOS 集積回路開発が進んでおり、本研究においても新規な n 型半導体の開発<sup>[8]</sup>をはじめとして、100 MHz に迫る高周波整流デバイス<sup>[7]</sup> (プレスリリース東大新領域、日経オンライン、日刊工業新聞等)、有機半導体単結晶における最も低ノイズな電子素子の開発<sup>[15]</sup> (プレスリリース東大新領域、日経オンライン) など包括的な研究を実施した。本研究の高感度歪みセンサは、ファクトリーオートメーションにおける装置

異常の検知や構造材料の劣化診断、または多点計測可能な技術を導入して、人体動作センシングデバイスとして、ロボットなどの遠隔操作につながる様々な社会実装が期待される。

#### (5)新たな知見・今後の展望

本研究の 1-4 のサブテーマを有機的に連動することで、有機半導体の表面のみにドーパント分子を反応させ、非破壊かつ高密度の不純物ドーピングを達成した。特に、有機半導体単結晶薄膜をドーパント分子が溶解した溶液に浸漬するだけの簡易な手法を用いて、ドーピング後も、有機半導体の単結晶性が維持され、表面に高密度の二次元電子系が形成されていることが明らかとなった。この基盤技術を用いて、厚さ 7 マイクロメートルのフレキシブル基板上有機半導体を印刷し、さまざまな曲面に貼り付け可能な歪みセンサーをパイクリスタル株式会社と共同で開発した。開発したセンサーの感度は従来の金属製歪みセンサーの 10 倍程度であり(図 6) 繰り返しの使用にも耐える安定性も有していることが明らかになった<sup>[4]</sup>(プレスリリース東大新領域、日経オンライン等)。

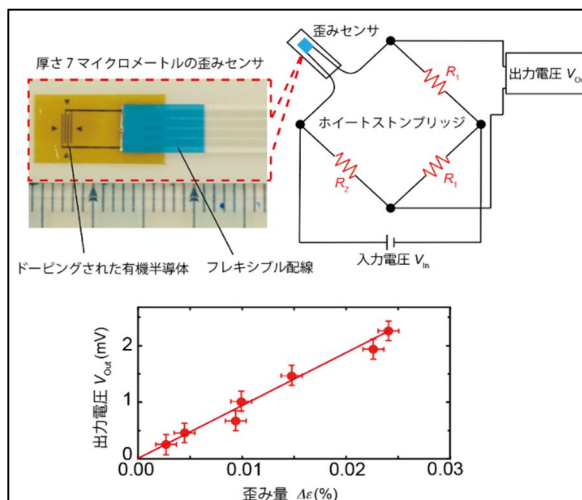


図 6: 厚さわずか 7 マイクロメートルの歪みセンサー。本システムで検出できる歪み量は 0.005% 程度。

歪みセンサーの高性能化及び、二次元有機単結晶超薄膜の新奇物性探索に関しても予想以上の結果が得られた。歪みセンサーの低ノイズ化のためには高密度ドーピングによるバンドフィリング制御を行い、バンド伝導領域を用いることが有効である<sup>[15]</sup>(プレスリリース東大新領域、日経オンライン)。そこで、表面にわずかな欠陥も存在しない超高品質の有機半導体単結晶薄膜を対象に、電気二重層トランジスタ (EDLT) 構造を作製した結果、4 分子当たり 1 電荷に相当する高密度のホールを誘起することに成功した。さらに、有機単結晶薄膜のシート抵抗は 10 K 程度の低温まで単調に減少し続けるという金属状態特有の温度依存性を示し、有機半導体結晶においても金属状態が実現していることを世界で初めて明らかにした(図 7)。本業績は、Nature Materials 誌に採択される<sup>[2]</sup>(プレスリリース東大新領域、日経オンライン等)と同時に Nature Publication Group の News and Views(“A solution for two-dimensional hole gases” by Mario Caironi, Nature Materials (2021).)にも取り上げられた。また、理論計算により EDLT 構造による電界効果を解析し、高密度のホール誘起および電子状態変化を明らかにした<sup>[3]</sup>。有機半導体結晶の絶縁体 金属転移の研究は四半世紀に渡り進められてきたが、実験的に実証されていなかった。また、詳細に解析から、本系において 1 分子層厚みに電荷が閉じ込められた二次元ホールガスが形成されていることが明らかとなった。二次元電子ガスおよび、二次元ホールガスは、精密に原子層を制御した無機材料の界面において実現されるのが一般的である。それに対して、今回得られた有機二次元ホールガスは、自発的に集合体を形成する有機半導体の表面で簡易に実現することが実証された。また、有機二次元ホールガスの電気抵抗は、無機材料と比べて同程度であることもわかり、歪みセンサーの低ノイズ化だけでなく、有機半導体における電子相転移の基礎研究に加えて、高速電子デバイスや量子エレクトロニクスデバイスへの応用が加速すると期待される。

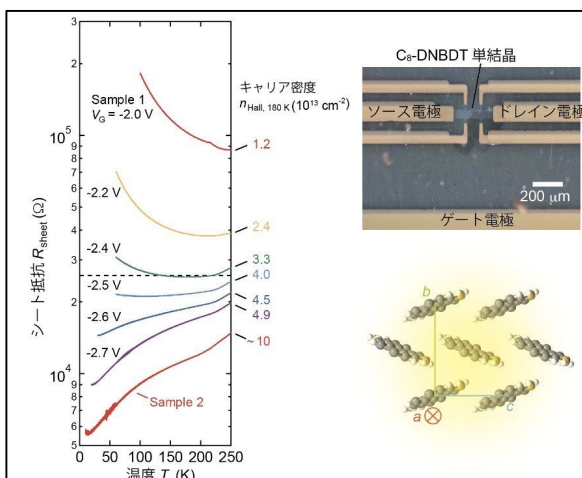


図 7: 高密度キャリアドーピングした有機単結晶薄膜の金属 絶縁体転移。

#### < 引用文献 >

" Scalable printing of two-dimensional single crystals of organic semiconductors towards high-end device applications", Shun Watanabe and Jun Takeya etc., Applied Physics Express 15, 030101 (2022), doi.org/10.35848/1882-0786/ac435a

"Two-dimensional hole gas in organic semiconductors", Shun Watanabe\* & Jun Takeya\* etc., Nature Materials volume 20, pages1401–1406 (2021), doi.org/10.1038/s41563-021-01074-4

"Gate induced modulation of electronic states in monolayer organic field-effect

transistor", Shun Watanabe, and Jun Takeya etc., Appl. Phys. Lett. 119, 223301 (2021); doi.org/10.1063/5.0058666

"Surface Doping of Organic Single-Crystal Semiconductors to Produce Strain-Sensitive Conductive Nanosheets", Shun Watanabe\*, Jun Takeya etc., Advanced Science, 8, 2002065 (2021), doi.org/10.1002/adv.202002065

"Supramolecular cocrystals built through redox-triggered ion intercalation in -conjugated polymers", Jun Takeya & Shun Watanabe\* etc., Communications Materials, Volume 2, Article number: 45 (2021), doi.org/10.1038/s43246-021-00148-9

"Charge mobility calculation of organic semiconductors without use of experimental single-crystal data", Shun Watanabe, Nobuhiko Kobayashi, & Jun Takeya etc., Scientific Reports volume 10, Article number: 2524 (2020), doi.org/10.1038/s41598-020-59238-2

"High Speed Organic Single Crystal Transistor Responding to Very High Frequency Band", Shun Watanabe\*, and Jun Takeya\* etc., Advanced Functional Materials 30(11):1909501(2020), https://doi.org/10.1002/adfm.201909501

"Robust High-Performance n-Type Organic Semiconductors", S. Watanabe, and J. Takeya etc., Science Advances, Vol 6, Issue 18 (2020), DOI: 10.1126/sciadv.aaz0632

"Controlled steric selectivity in molecular doping towards closest-packed supramolecular conductors", J. Takeya and S. Watanabe\* etc., Communications Materials volume 1, Article number: 79 (2020), DOI.org/10.1038/s43246-020-00081-3

"Sub-molecular structural relaxation at a physisorbed interface with monolayer organic single-crystal semiconductors", Nobuhiko Kobayashi, Shun Watanabe\* & Jun Takeya\* etc., Communications Physics volume 3, Article number: 20 (2020), DOI:10.1038/s42005-020-0285-7

"Efficient molecular doping of polymeric semiconductors driven by anion exchange", J. Takeya, and S. Watanabe\* etc., Nature 572, 634–638 (2019). DOI.org/10.1038/s41586-019-1504-9

"A Large Anisotropic Enhancement of the Charge Carrier Mobility of Flexible Organic Transistors with Strain: A Hall Effect and Raman Study", Shun Watanabe, and Jun Takeya etc., Advanced Science, Volume7, Issue1 ,1901824 (2019), DOI:10.1002/adv.201901824

"High-performance, semiconducting membrane composed of ultrathin, single-crystal organic semiconductors", Shun Watanabe and Jun Takeya\* etc., Proceedings of the National American of Sciences, 117, 80 (2019), doi.org/10.1073/pnas.1909932116

"Scalable Fabrication of Organic Single-Crystalline Wafers for Reproducible TFT Arrays", S. Watanabe\*, and J. Takeya\* etc., Scientific Reports 9,15897 (2019). DOI.org/10.1038/s41598-019-50294-x

"Remarkably low flicker noise in solution-processed organic single crystal transistors", S. Watanabe\* and J. Takeya\* etc., Communications Physics 1, 37 (2018). DOI: 10.1038/s42005-018-0037-0

"Wafer-scale, layer-controlled organic single crystals for high-speed circuit operation", S. Watanabe and J. Takeya\* etc., Sci. Adv. 4, eaao5758 (2018). DOI: 10.1126/sci.adv.aao5758

"Coexistence of ultra-long spin relaxation time and coherent charge transport in organic single-crystal semiconductors", S. Watanabe\* and J. Takeya\* etc., Nat. Phys. 13, 994–998 (2017). DOI: 10.1038/NPHYS4217

[図書]渡邊峻一郎、竹谷純一,"有機半導体単結晶の電荷・スピン・フォノンダイナミクスの研究と電子デバイスへの応用", 固体物理,Vol 7,58 (2018).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計39件（うち査読付論文 39件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 29件）

1. 著者名 Shohei Kumagai, Hiroyuki Ishii, Go Watanabe, Craig P. Yu, Shun Watanabe, Jun Takeya, and Toshihiro Okamoto	4. 巻 55
2. 論文標題 "Nitrogen-Containing Perylene Diimides: Molecular Design, Robust Aggregated Structures, and Advances in n-Type Organic Semiconductors"	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acc. Chem. Res.	6. 最初と最後の頁 660,672
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.accounts.1c00548	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 Shohei Kumagai, Tatsuyuki Makita, Shun Watanabe and Jun Takeya	4. 巻 15
2. 論文標題 Scalable printing of two-dimensional single crystals of organic semiconductors towards high-end device applications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 030101(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ac435a	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 Yu Craig P., Kojima Naoya, Kumagai Shohei, Kurosawa Tadanori, Ishii Hiroyuki, Watanabe Go, Takeya Jun, Okamoto Toshihiro	4. 巻 4
2. 論文標題 Approaching isotropic charge transport of n-type organic semiconductors with bulky substituents	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Chemistry	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42004-021-00583-2	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 N. Kasuya, J. Tsurumi, T. Okamoto, S. Watanabe, and J. Takeya	4. 巻 20
2. 論文標題 "Two-dimensional hole gas in organic semiconductors"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nat. Mater.	6. 最初と最後の頁 1401,1406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41563-021-01074-4	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 Y. Yamashita, J. Tsurumi, T. Kurosawa, K. Ueji, Y. Tsuneda, S. Kohno, H. Kempe, S. Kumagai, T. Okamoto, J. Takeya, and S. Watanabe	4. 巻 2
2. 論文標題 "Supramolecular Cocrystals Built Through Redox-Triggered ion Intercalation in $\pi$ -Conjugated Polymers"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-021-00148-9	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 T. Makita, Y. Ninomiya, S. Kumagai, T. Okamoto, M. Sasaki, S. Watanabe, and J. Takeya	4. 巻 8
2. 論文標題 "Nano Ground Glass as a Superhydrophilic Template for Printing High Performance Organic Single Crystal Thin Films"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Adv. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 2100033(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admi.202100033	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 Y. Yamashita, S. Jhulki, D. Bhardwaj, E. Longhi, S. Kumagai, S. Watanabe, S. Barlow, S. R. Marder, and J. Takeya	4. 巻 9
2. 論文標題 "Highly air-stable, n-doped conjugated polymers achieved by dimeric organometallic dopants"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. C	6. 最初と最後の頁 4105,4111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0tc05931e	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 X. Wei, S. Kumagai, M. Sasaki, S. Watanabe, J. Takeya	4. 巻 11
2. 論文標題 "Stabilizing solution-processed metal oxide thin-film transistors via trilayer organic-inorganic hybrid passivation"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 035027(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0038128	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 T. Kurosawa, T. Okamoto, D. Cen, D. Ikeda, H. Ishii, and J. Takeya	4. 巻 54
2. 論文標題 "Chrysenodithiophene Based Conjugated Polymer: An Elongated Fused -Electronic Backbone with a Unique Orbital Structure Toward Efficient Intermolecular Carrier Transport"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 2113,2123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.0c00984	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 S. Kumagai, C. P. Yu, S. Nakano, T. Annaka, M. Mitani, M. Yano, H. Ishii, J. Takeya and T. Okamoto	4. 巻 12
2. 論文標題 "Role of Perfluorophenyl Group in the Side Chain of Small-Molecule n-Type Organic Semiconductors in Stress Stability of Single-Crystal Transistors"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 2095,2101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.0c03012	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 Hiroyuki Ishii*, Naotaka Kasuya, Nobuhiko Kobayashi*, Kenji Hirose, Shohei Kumagai, Shun Watanabe, and Jun Takeya	4. 巻 119
2. 論文標題 "Gate induced modulation of electronic states in monolayer organic field-effect transistor"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 223301(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0058666	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 Shun Watanabe*, Ryohei Hakamatani, Keita Yaegashi, Yu Yamashita, Han Nozawa, Mari Sasaki, Shohei Kumagai, Toshihiro Okamoto, Cindy G. Tang, Lay-Lay Chua, Peter K. H. Ho, Jun Takeya	4. 巻 8
2. 論文標題 "Surface Doping of Organic Single-Crystal Semiconductors to Produce Strain-Sensitive Conductive Nanosheets"	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Science	6. 最初と最後の頁 2002065(1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.202002065	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 Shinya Kohno, Yu Yamashita, Naotaka Kasuya, Tsubasa Mikie, Itaru Osaka, Kazuo Takimiya, Jun Takeya & Shun Watanabe*	4. 巻 1
2. 論文標題 Controlled steric selectivity in molecular doping towards closest-packed supramolecular conductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 79(1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-020-00081-3	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 S. Watanabe, R. Hakamatani, K. Yaegashi, Y. Yamashita, H. Nozawa, M. Sasaki, S. Kumagai, T. Okamoto, C. G. Tang, Lay-Lay Chua, P. K. H. Ho, and J. Takeya	4. 巻 8
2. 論文標題 Surface doping of organic single-crystal semiconductors to produce strain-sensitive conductive nanosheets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Adv. Sci.	6. 最初と最後の頁 2001065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.202002065	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 S. Kumagai, H. Ishii, G. Watanabe, T. Annaka, E. Fukuzaki, Y. Tani, H. Sugiura, T. Watanabe, T. Kurosawa, J. Takeya, and T. Okamoto	4. 巻 32
2. 論文標題 Cooperative Aggregations of Nitrogen-Containing Perylene Diimides Driven by Rigid and Flexible Functional Groups	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Mater.	6. 最初と最後の頁 9115-9125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.0c01888	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 C. Sawabe, S. Kumagai, M. Mitani, H. Ishii, M. Yamagishi, H. Sagayama, R. Kumai, H. Sato, J. Takeya and T. Okamoto	4. 巻 8
2. 論文標題 Band-like transporting and thermally durable V-shaped organic semiconductors with a phenyl key block	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. C,	6. 最初と最後の頁 14172-14179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0TC03318A	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 T. Okamoto, S. Kumagai, E. Fukuzaki, H. Ishii, G. Watanabe, N. Niitsu, T. Annaka, M. Yamagishi, Y. Tani, H. Sugiura, T. Watanabe, S. Watanabe, and J. Takeya	4. 巻 6
2. 論文標題 Robust, high-performance n-type organic semiconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci. Adv.	6. 最初と最後の頁 eaaz0632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaz0632	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 T. Okamoto, C. P. Yu, C. Mitsui, M. Yamagishi, H. Ishii, and J. Takeya	4. 巻 142
2. 論文標題 Bent-Shaped p-Type Small-Molecule Organic Semiconductors: A Molecular Design Strategy for Next-Generation Practical Applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 9083-9096
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.9b10450	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 H. Ishii*, S. Obata*, N. Niitsu, S. Watanabe, H. Goto, K. Hirose, N. Kobayashi, T. Okamoto, and J. Takeya	4. 巻 10
2. 論文標題 Charge mobility calculation of organic semiconductors without use of experimental single-crystal data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59238-2	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 Akifumi Yamamura, Takaaki Sakon, Kayo Takahira, Takahiro Wakimoto, Mari Sasaki, Toshihiro Okamoto, Shun Watanabe, and Jun Takeya	4. 巻 30
2. 論文標題 High Speed Organic Single Crystal Transistor Responding to Very High Frequency Band	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 Issue 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.201909501	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 Akifumi Yamamura, Hiromasa Fujii, Hirohito Ogasawara, Dennis Nordlund, Osamu Takahashi, Yuutaro Kishi, Hiroyuki Ishii, Nobuhiko Kobayashi, Naoyuki Niitsu, Balthasar Biele, Toshihiro Okamoto, Yusuke Wakabayashi*, Shun Watanabe* & Jun Takeya*	4. 巻 3
2. 論文標題 Sub-molecular structural relaxation at a physisorbed interface with monolayer organic single-crystal semiconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 number: 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.201909501	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 T. Makita, S. Kumagai, A. Kumamoto, M. Mitani, J. Tsurumi, R. Hakamatani, M. Sasaki, T. Okamoto, Y. Ikuhara, S. Watanabe*, and J. Takeya*	4. 巻 117(1)
2. 論文標題 High-performance, semiconducting membrane composed of ultrathin, single-crystal organic semiconductors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PNAS	6. 最初と最後の頁 80-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1909932116	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 S. Watanabe, M. Ohno, Y. Yamashita, T. Terashige, H. Okamoto, and J. Takeya	4. 巻 100
2. 論文標題 Validity of the Mott formula and the origin of thermopower in $\pi$ -conjugated semicrystalline polymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 241201(R)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.241201	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 S. Kumagai*, A. Yamamura, T. Makita, J. Tsurumi, Y. Y. Lim, T. Wakimoto, N. Isahaya, H. Nozawa, K. Sato, M. Mitani, T. Okamoto, S. Watanabe*, and J. Takeya*	4. 巻 9
2. 論文標題 Scalable Fabrication of Organic Single-Crystalline Wafers for Reproducible TFT Arrays	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15897
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-50294-x	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 Y. Yamashita, M. Ohno, J. Tsurumi, S. Kumagai, T. Kurosawa, T. Okamoto, J. Takeya, and S. Watanabe,	4. 巻 572
2. 論文標題 Efficient molecular doping of polymeric semiconductors driven by anion exchange	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 634-638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1504-9	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 C. P. Yu, R. Kimura, T. Kurosawa, E. Fujisaki, T. Watanabe, H. Ishii, S. Kumagai, M. Yano, J. Takeya, and T. Okamoto	4. 巻 21
2. 論文標題 Air-Stable Benzo[c]thiophene Diimide n Type Electron Core	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 4448-4453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b01239	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 K. Kimura, K. Miwa, H. Imada, M. Imai-Imada, S. Kawahara, J. Takeya, M. Kawai, M. Galperin, and Y. Kim	4. 巻 570
2. 論文標題 Selective triplet exciton formation in a single molecule	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1284-2	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 N. Kasuya, S. Imaizumi, S. Lectard, H. Matsui, S. Watanabe, and J. Takeya,	4. 巻 12
2. 論文標題 High carrier density, electrostatic doping in organic single crystal semiconductors using electret polymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Appl. Phys. Express	6. 最初と最後の頁 71001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab23ca	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 M.Sasaki, Y.Yamashita, H. Matsui, Y.Oshima, and J. Takeya,	4. 巻 68-2
2. 論文標題 Transmission electron diffraction study of a uniaxially-ordered high-mobility polymeric semiconductor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microscopy	6. 最初と最後の頁 167-173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfy139	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 Xiaozhu Wei, Shohei Kumagai*, Kotaro Tsuzuku, Akifumi Yamamura, Tatsuyuki Makita, Mari Sasaki, Shun Watanabe*, and Jun Takeya	4. 巻 5
2. 論文標題 Solution-processed exible metal-oxide thin-lm transistors operating beyond 20MHz	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Flexible and Printed Electronics	6. 最初と最後の頁 15003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-8585/ab603b	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 Hyun Ho Choi, Hee Taek Yi, Junto Tsurumi, Jae Joon Kim, Alejandro L. Briseno, Shun Watanabe, Jun Takeya, Kilwon Cho, and Vitaly Podzorov,	4. 巻 7
2. 論文標題 A Large Anisotropic Enhancement of the Charge Carrier Mobility of Flexible Organic Transistors with Strain: A Hall Effect and Raman Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Science	6. 最初と最後の頁 1901824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.201901824	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 Hiroyuki Yada, Hiroshi Sekine, Tatsuya Miyamoto, Tsubasa Terashige, Ryusuke Uchida, Takashi Otaki, Fumiya Maruike, Noriaki Kida, Takafumi Uemura, Shun Watanabe, Toshihiro Okamoto, Jun Takeya, and Hiroshi Okamoto	4. 巻 115
2. 論文標題 Evaluating intrinsic mobility from transient terahertz conductivity spectra of microcrystal samples of organic molecular semiconductors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 143301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5118262	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 Y. Kuroda, H. Ishii, S. Yoshino, and N. Kobayashi*	4. 巻 58 S11B27
2. 論文標題 Second highest occupied molecular orbital effects on the valence band structure of organic semiconductors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Appl. Phys	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab19b0	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 S. Watanabe, H. Sugawaram, R. Hausermann, B. Blulle, A. Yamamura, T. Okamoto, and J. Takeya	4. 巻 1
2. 論文標題 Remarkably low flicker noise in solution-processed organic single crystal transistors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 A.N.: 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-018-0037-0	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 A. Yamamura, S. Watanabe, M. Uno, M. Mitani, C. Mitsui, J. Tsurumi, N. Isahaya, Y. Kanaoka, T. Okamoto, and J. Takeya	4. 巻 4
2. 論文標題 Wafer-scale, layer-controlled organic single crystals for high-speed circuit operation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaa05758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aao5758	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 H. Ishii, J. Inoue, N. Kobayashi, K.Hirose	4. 巻 98
2. 論文標題 Quantitative mobility evaluation of organic semiconductors using quantum dynamics based on density functional theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 235422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.235422	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 Akifumi Yamamura, Shun Watanabe, Mayumi Uno, Masato Mitani, Chikahiko Mitsui, Junto Tsurumi, Nobuaki Isahaya, Yusuke Kanaoka, Toshihiro Okamoto, and Jun Takeya	4. 巻 4
2. 論文標題 Wafer-scale, layer-controlled organic single crystals for high-speed circuit operation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 5758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aao5758	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 Junto Tsurumi, Hiroyuki Matsui, Takayoshi Kubo, Roger Hausermann, Chikahiko Mitsui, Toshihiro Okamoto, Shun Watanabe, and Jun Takeya,	4. 巻 13
2. 論文標題 Coexistence of ultra-long spin relaxation time and coherent charge transport in organic single-crystal semiconductors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Physics	6. 最初と最後の頁 994-998
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nphys4217	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 N. Kobayashi, H. Ishii, K. Hirose	4. 巻 (印刷中)
2. 論文標題 Theory of electron transport at the atomistic level	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 (印刷中)
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計68件 (うち招待講演 30件 / うち国際学会 38件)

1. 発表者名 山中 大輔、糟谷 直孝、岡本 敏宏、渡邊 峻一郎、竹谷 純一
2. 発表標題 二次元有機半導体単結晶への高密度キャリア誘起と絶縁体金属転移
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Craig Yu, Shohei Kumagai, Tomokatsu Kushida, Masato Mitani, Chikahiko Mitsui, Hiroyuki Ishii, Jun Takeya, Toshihiro Okamoto
2. 発表標題 Multi-Band Charge Transport in Bent-Shaped p-Type Organic Semiconductors
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 糟谷 直孝、鶴見 淳人、岡本 敏宏、渡邊 峻一郎、竹谷 純一
2. 発表標題 電気二重層トランジスタを用いた有機半導体単結晶薄膜における2次元ホールガスの形成と低温キャリア輸送
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Kumagai, X. Wei, T. Makita, K. Tsuzuku, A. Yamamura, M. Sasaki, S. Watanabe, and J. Takeya
2. 発表標題 High-Speed Complementary Logic Circuits Based on Solution-Based Thin-Film Semiconductors
3. 学会等名 MRM2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 "Present status and future of organic device"
3. 学会等名 Advanced Spectroscopy Organic Materials for Electronic Applications(ISSP) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 "(Plenary Lecture) Large-area ultrathin organic single-crystal wafers for circuits and devices"
3. 学会等名 The 11th International Conference on Flexible and Printed Electronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 "High-speed solution-processed p- and n-type organic single-crystal transistors for CMOS circuits and displays"
3. 学会等名 The 48th World Polymer Congress IUPAC-MACRO2020+ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹谷純一
2. 発表標題 Present Status and Future of Organic Device
3. 学会等名 ASOMEA-X (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S.Watanabe, and J. Takeya
2. 発表標題 Coherent Electron Transport in Solution-processable Semiconductors and Its Impact on Electronic Devices
3. 学会等名 MRM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 M. Sasaki, Y. Ohyama, T. Okamoto, S. Watanab, and J. Takeya
2 . 発表標題 High density three-dimensional integration of organic CMOS
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y.Yamashita, J. Tsurumi, T. Kurosawa, K. Ueji1, S.Kohno, S. Kumagai, T. Okamoto, J.Takeya, and S. Watanabe
2 . 発表標題 Supramolecular cocrystals built through redox-triggered ion intercalation in lamellae of -conjugated polymers
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 K. Watanabe, N. Miura, H. Taguchi, T. Komatsu, H. Nosaka, M. Sasaki, T. Okamoto, S. Watanabe, and J. Takeya
2 . 発表標題 Organic Single-Crystal Transistors with Graphite Contact Electrodes
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y. Arai, S. Kumagai, N. Kasuya, C. P. Yu, H. Ishii, S. Watanabe, J. Takeya, and T. Okamoto
2 . 発表標題 BQQDI Analog with Methylcyclohexyl Substitution for Solution Processable, High Electron Mobility n-type Organic Semiconductor
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 C.Sawabe, S. Kumagai, C. Mitsui, M. Yamagishi, M. Sasaki, T. Makita, N. Kasuya, H. Sato, S. Watanabe, J. Takeya, and T. Okamoto
2 . 発表標題 -Extended N-Shaped Organic Semiconductors for Thermally Robust Ultrathin Single-Crystalline Transistors
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 H. Hayakawa, S. Kumagai, T. Makita, N. Kasuya, Y. Yamashita, Y. Usami, M. Sasaki, T. Okamoto, S. Watanabe, and Jun Takeya
2 . 発表標題 Organic Single-Crystal Transistor-Based Ion Sensors in Aqueous Solution
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 M.D.Hardy
2 . 発表標題 Wireless Energy Harvester Designed For Organic Sensors
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 A. Ogawa, S. Kumagai, T. Makita, S. Watanabe, and J. Takeya
2 . 発表標題 Organic Ferroelectric Memory Cell For High Density And Integration
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 N.Kasuya, J. Tsurumi, T. Okamoto, S. Watanabe, and J. Takeya
2 . 発表標題 Two-dimensional hole gas in organic single-crystal semiconductors
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 H. Usui, T. Makita, M. Sasaki, T. Okamoto, S. Watanabe, and J. Takeya
2 . 発表標題 Microstamp Transfer Patterning of Organic Single-Crystalline Wafers for CMOS Integrated Circuits
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 T. Sawada, A. Yamamura, M. Sasaki, T. Okamoto, S. Watanabe, and J. Takeya
2 . 発表標題 Understandings of dynamic responses in organic single-crystal field-effect transistors towards high frequency operation
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 N. Osakabe, T. Makita, N. Kasuya, M. Sasaki, S. Watanabe, T. Okamoto, and J. Takeya
2 . 発表標題 Extraordinary persistent photo-carriers mediated by efficient exciton dissociation in organic single-crystal transistors
3 . 学会等名 MRM2021 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 C. P. Yu, N. Kojima, S. Kumagai, T. Kurosawa, H. Ishii, G. Watanabe, J. Takeya, and T. Okamoto
2. 発表標題 Two-Dimensional Isotropic Charge Transport in n-Type Organic Semiconductors with Sterically Demanding Substituents
3. 学会等名 MRM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本 敏宏
2. 発表標題 口バストかつ印刷可能なバンド伝導性有機半導体の開発
3. 学会等名 第30回ポリマー材料フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹谷純一
2. 発表標題 有機半導体単結晶ウェーハと集積回路
3. 学会等名 M&BE研究会 「近未来の社会を支える有機分子・バイオエレクトロニクスの潮流」 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 早川遥海, 熊谷翔平, 山下侑, 糟谷直孝, 牧田龍幸, 宇佐美由久, 佐々木真理, 岡本敏宏, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 単結晶有機トランジスタを用いた液中イオンセンサ
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 熊谷翔平, 荒井勇太郎, 糟谷直孝, 石井宏幸, 渡辺豪, 渡邊峻一郎, 竹谷純一, 岡本敏宏
2. 発表標題 メチル置換シクロヘキシル側鎖を有するジイミド型有機半導体単結晶の電子輸送特性
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 糟谷直孝, 鶴見淳人, 岡本敏宏, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 有機半導体単結晶における2次元ホールガス形成とキャリア輸送特性
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧田龍幸, 臼井大登, 二宮陽真, 熊谷翔平, 辻村秀太, 山下侑, 岡本敏宏, 佐々木真理, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 布型有機単結晶膜の転写パターンニングによる高性能CMOS論理回路開発
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤田 大輝, 山村祥史, 佐々木真理, 岡本敏宏, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 有機単結晶トランジスタの動的応答の理解と高速動作化
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 二宮陽真, 牧田龍幸, 熊谷翔平, 岡本敏宏, 佐々木真理, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 超親水性ナノすりガラスを用いた高移動度極薄有機単結晶膜の作製
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 X. Wei, S. Kumagai, T. Makita, K. Tsuzuku, A. Yamamura, Mari. Sasaki, S. Watanabe, and J. Takeya
2. 発表標題 Large-Scale Hybrid Complementary Integrated Circuits Based on Solution-Processed Organic and IZO Thin-Film Transistor
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒井勇太郎・熊谷翔平・糟谷直孝・YUCraig・石井宏幸・渡辺豪・渡邊峻一郎・竹谷純一・岡本敏宏
2. 発表標題 シクロヘキシル基を有する高性能 n 型有機半導体の単結晶構造と電子輸送特性
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沢辺千鶴・熊谷翔平・三津井親彦・山岸正和・佐々木柁之・牧田龍幸・糟谷直孝・佐藤寛泰・渡邊峻一郎・竹谷純一・岡本敏宏
2. 発表標題 熱耐久性を有するパイ拡張N字型有機半導体の開発：合成・結晶構造および半導体特性
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒井勇太郎, 熊谷翔平, Yu Craig, 石井 宏幸, 渡辺豪, 竹谷純一, 岡本敏宏
2. 発表標題 n型有機半導体 BQQDI 誘導体の単結晶構造と電子輸送特性
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒井勇太郎, 熊谷翔平, 糟谷直孝, Craig P. Yu, 石井宏幸, 渡辺豪, 渡邊峻一郎, 竹谷純一, 岡本敏宏
2. 発表標題 シクロヘキシル基を有する n 型有機半導体 BQQDI 誘導体の合成・単結晶構造・電子輸送特性
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沢辺千鶴, 熊谷翔平, 三津井親彦, 山岸正和, 佐々木 柁之, 牧田龍幸, 糟谷直孝, 佐藤寛泰, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 パイ拡張により熱耐久性を付与したN字型有機半導体材料:合成と集集体構造および塗布薄膜トランジスタへの応用
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 糟谷直孝, 岡本敏宏, 渡邊峻一郎, 竹谷純一
2. 発表標題 電気二重層トランジスタを用いた有機半導体単結晶薄膜における2次元ホールガスの形成と低温キャリア輸送
3. 学会等名 日本物理学会2020秋季大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 河野真弥, 山下侑, 糟谷直孝, 三木江翼, 尾坂格, 瀧宮和男, 竹谷 純一, 渡邊峻一郎
2. 発表標題 結晶性導電性高分子における立体障害の影響と伝導特性
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Solution-Crystalized Large-Area Organic Semiconductor Films and High-Performance Organic Circuits
3. 学会等名 MRS Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Watanabe
2. 発表標題 Supramolecular Alchemy towards Thermoelectric Devices
3. 学会等名 Workshop on Thermal and Charge Transport across Flexible Nano-Interfaces (TCTFN 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊峻一郎
2. 発表標題 分子とイオンとその隙間で制御する新しい金属ポリマー分子
3. 学会等名 19-4ポリマーフロンティア21 「パイ電子系分子の集合体からなる半導体の可能性」 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹谷 純一, 鶴見 淳人, 渡邊 峻一郎
2. 発表標題 高移動度有機半導体のスピン緩和
3. 学会等名 応用物理学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊峻一郎
2. 発表標題 分子とイオンとその隙間で作る新しい金属プラスチック
3. 学会等名 応用物理学会M&BE研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊峻一郎
2. 発表標題 Molecular Alchemy towards plastic metal
3. 学会等名 RIKEN CEMS meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊峻一郎
2. 発表標題 Supramolecular Alchemy
3. 学会等名 RIKEN topical meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 High-performance printed two-dimensional organic semiconductors for sustainable electronics
3. 学会等名 IUPAC2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Surface doping in organic semiconductor single crystals: creation of high-mobility and high-carrier-density conducting sheet
3. 学会等名 ICMAT2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊峻一郎
2. 発表標題 有機半導体単結晶における電荷とスピン輸送
3. 学会等名 応用物理学会M&BE研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Large-Area Organic Single-Crystal Semiconductors for Integrated Circuits
3. 学会等名 MRS Spring Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Watanabe
2. 発表標題 Self-assembled molecular electronics
3. 学会等名 2018 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOMEF 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 High-mobility Organic Thin-film Transistors for Display Applications
3. 学会等名 High-mobility Organic Thin-film Transistors for Display Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Organic semiconductor circuits
3. 学会等名 JSPS-The Royal Society共催シンポジウム (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Phonons and spins in high-performance organic transistor circuits
3. 学会等名 The 19th International Conference on Molecular Electronics and Devices(IC ME&D 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Takeya, S. Watanabe, T. Okamoto, T. Kubo, J. Tsurumi, and A. Yamamura
2. 発表標題 Phonons in Organic Semiconductors and Flexible Mechano-Electronics
3. 学会等名 MRS Spring Meeting 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Semiconductor Devices of Organic Nano-sheet Crystals
3. 学会等名 MANA International Symposium 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Kobayashi, H. Ishii, K. Hirose
2. 発表標題 First-Principles Study of Charge Transport in Organic Semiconductors
3. 学会等名 ACSIN-14 & ICSPM26, (2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八重樫圭太、袴谷凌平、岡本敏宏、渡邊 峻一郎、竹谷純一
2. 発表標題 有機半導体単結晶の巨大歪み効果と 振動センサへの応用
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下侑、 鶴見淳人、 大野雅央、 藤本亮、 熊谷翔平、 黒澤忠法、 岡本敏宏、 渡邊峻一郎、 竹谷純一
2. 発表標題 アニオン交換を用いた新規ドーピング手法による 高分子半導体の伝導特性と熱耐久性の向上
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小熊威、 熊谷翔平、 石井宏幸、 福崎英治、 谷征夫、 杉浦寛記、 渡邊哲也、 黒澤忠法、 竹谷純一、 岡本敏宏
2. 発表標題 BQQDI 骨格への位置選択的 なシアノ基導入とその電界 効果トランジスタ特性
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊峻一郎、 山村祥史、 岡本敏宏、 竹谷純一
2. 発表標題 有機半導体単結晶トランジスタにおけるフリッカーノイズ
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山村祥史、 藤井宏昌、 小笠原寛人、 Dennis Nordlund、 高橋修、 季子祐太郎、 石井宏幸、 小林伸彦、 新津直幸、 Bal thasar Bille、 岡本敏宏、 若林裕助、 渡邊峻一郎、 竹谷純一
2. 発表標題 塗布型有機半導体単分子層単結晶の 構造変化とキャリア伝導
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 新津直幸、王晏、三谷真人、鶴見淳人、石井宏幸、小林伸彦、後藤仁志、広瀬賢二、小畑繁昭、中山尚史、渡邊峻一郎、岡本敏宏、竹谷純一
2. 発表標題 機械学習による有半導体の構造研究 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 渡邊峻一郎、菅原浩剛、山村祥史、岡本敏宏、竹谷純一
2. 発表標題 有機半導体単結晶トランジスタにおける1/fノイズ
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 J. Takeya
2. 発表標題 Phonons and Mechano-electronics in Soft Semiconductors
3. 学会等名 International Donference on Flexible and Printed Electronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Phonons and Mechano-electronics of Organic Semiconductors
3. 学会等名 Asian Conference on Organic Electronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Takeya
2. 発表標題 Semiconductor Devices of Organic Nano-sheet Crystals
3. 学会等名 MANA International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Kobayashi
2. 発表標題 Theory of charge and heat transport at the atomistic level
3. 学会等名 25th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 N. Kobayashi
2. 発表標題 Electrical and thermal transport calculations at the atomistic level
3. 学会等名 Energy Materials Nanotechnology 2D Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 牧田龍幸、佐々木真理、渡邊峻一郎、竹谷純一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本塗装技術協会	5. 総ページ数 11
3. 書名 『塗装工学』VOL. 56 No.11[大面積ナノシート転写プロセスを用いた印刷型有機単結晶トランジスタ]	



1. 著者名 山下 侑・竹谷純一・渡邊峻一郎	4. 発行年 2021年
2. 出版社 株式会社アグネ技術センター	5. 総ページ数 16
3. 書名 『個体物理』 Vol.56(1) (2021) (通巻659号)[縮退電子系を有する結晶性高分子半導体 分子とイオンと空隙でつくる金属プラスチック ]	

1. 著者名 竹谷純一・渡邊峻一郎	4. 発行年 2018年
2. 出版社 株式会社アグネ技術センター	5. 総ページ数 7
3. 書名 『個体物理』 53(7) (2018)[有機半導体単結晶の電荷・スピン・フォノンダイナミクスの研究と電子デバイスへの応用]	

〔出願〕 計16件

産業財産権の名称 有機半導体素子	発明者 松井 弘之,竹谷 純一	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、CN2021/10544249.9	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 有機半導体デバイス、有機半導体単結晶膜の製造方法、及び有機半導体デバイスの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊峻一郎、佐々木 真理、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、US17/433232	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 有機半導体デバイス、有機半導体単結晶膜の製造方法、及び有機半導体デバイスの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊峻一郎、佐々木 真理、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、CN113454800	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 有機半導体デバイス、有機半導体単結晶膜の製造方法、及び有機半導体デバイスの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊峻一郎、佐々木 真理、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、KR10-2021-0126020	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 有機半導体デバイス、有機半導体単結晶膜の製造方法、及び有機半導体デバイスの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊峻一郎、佐々木 真理、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、EP3930018	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 有機半導体デバイスのソース/ドレイン用電極、それを用いた有機半導体デバイス、及びそれらの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊 峻一郎、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、EP20861639.1	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 有機半導体デバイスのソース/ドレイン用電極、それを用いた有機半導体デバイス、及びそれらの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊 峻一郎、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、CN202080061994.1	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 有機半導体デバイスのソース/ドレイン用電極、それを用いた有機半導体デバイス、及びそれらの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊 峻一郎、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、KR10-2022-7009788	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 有機半導体デバイスのソース/ドレイン用電極、それを用いた有機半導体デバイス、及びそれらの製造方法	発明者 竹谷 純一、渡邊 峻一郎、牧田 龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-543965	出願年 2022年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 半導体デバイス、水溶液中のイオン濃度若しくは酸化還元性を有する物質濃度または電位の測定方法、及びトランジスタの校正曲線を得る方法	発明者 竹谷純一、渡邊峻一 郎、熊谷翔平、早川 遥海、山下侑	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-137647	出願年 2021年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 有機半導体デバイスのソース/ドレイン用電極、それを用いた有機半導体デバイス、及びそれらの製造方法	発明者 竹谷純一、渡邊峻一 郎、牧田龍幸	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-160732	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 有機半導体素子、歪センサ、振動センサ及び有機半導体素子の製造方法	発明者 竹谷純一、渡邊俊一 郎、八重樫圭太、山 下侑	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/034672	出願年 2019年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 導電性ポリマー材料及びその製造方法、高分子膜及びその製造方法、導電性高分子膜、光電変換素子並びに電界効果トランジスタ	発明者 竹谷純一、渡邊俊一 郎、山下侑	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2019/041411	出願年 2019年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 機械学習を用いた粉末X線構造解析方法	発明者 竹谷純一、岡本敏 宏、小林伸彦、新津 直幸	権利者 東京大学、 (株)パイマテ リアルデザイン
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-30157	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 有機半導体素子、歪センサ、振動センサ及び有機半導体素子の製造方法	発明者 竹谷純一、渡邊俊一 郎、八重樫圭太、山 下侑	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-165519	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 伝導性ポリマー材料及びその製造方法、並びに高分子膜の製造方法	発明者 竹谷純一、渡邊俊一 郎、山下侑	権利者 東京大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-198794	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>Takeya・Okamoto Laboratory Organic Electronics  <a href="http://www.organicel.k.u-tokyo.ac.jp/">http://www.organicel.k.u-tokyo.ac.jp/</a>          筑波大学 数理物質科学研究科 電子・物理工学専攻 小林研究室  <a href="http://www.bk.tsukuba.ac.jp/~cmslab/">http://www.bk.tsukuba.ac.jp/~cmslab/</a></p> <p>東大新領域 竹谷研究室  <a href="http://www.organicel.k.u-tokyo.ac.jp/">http://www.organicel.k.u-tokyo.ac.jp/</a>          筑波大学 小林研究室  <a href="http://www.bk.tsukuba.ac.jp/~cmslab/">http://www.bk.tsukuba.ac.jp/~cmslab/</a></p>
---

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	小林 伸彦  (Nobuhiko Kobayashi)  (10311341)	筑波大学・数理物質系・教授    (12102)	
研究分担者	渡邊 峻一郎  (Watanabe Shunichiro)  (40716718)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授    (12601)	

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