

戦略的創造研究推進事業  
研究領域「低エネルギー、低環境負荷で持続可能な  
ものづくりのための先導的な物質変換技術の創出」  
(ACT-C)

研究課題「セルフコンタクト有機トランジスタの基礎  
技術」

## 研究終了報告書

研究期間 平成24年10月～平成30年3月

研究代表者: 森 健彦  
(東京工業大学 物質理工学院・教授)

# 目次

§ 1. 研究実施の概要	(2)
(1) 実施概要	
(2) 顕著な成果	
§ 3. 研究実施体制	(3)
(1) 研究体制について	
(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について	
§ 4. 研究実施内容	(4)
§ 6. 成果発表等	(7)
(1) 原著論文発表	
(2) その他の著作物	
(3) 国際学会発表及び主要な国内学会発表	
(4) 知財出願	
(5) 受賞・報道等	
(6) 成果展開事例	
§ 7. 研究期間中の活動	(17)
(2) 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動	

## § 1. 研究実施の概要

### (1) 実施概要

本研究では、単成分で働く有機半導体に化学ドーピングした電荷移動錯体を組み合わせて、新しいタイプの有機エレクトロニクスの開拓を目指した。有機半導体薄膜の一部に化学ドーピングを行って高伝導性の有機伝導体としたものを電極として用いる「セルフコンタクト有機トランジスタ」を開発した。蒸着法または印刷法を用いて化学ドーピングした電極を作製し、基板やゲート部分も含めてすべて有機物で作ったオール有機のセルフコンタクトトランジスタにおいて  $1 \text{ cm}^2/\text{V}$  を超える移動度を達成した。優れた有機トランジスタ材料であるベンゾチエノベンゾチオフェン (BTBT) を用いて高伝導の電荷移動錯体を開発した。また BTBT の単結晶トランジスタで 100 K 以下までバンド伝導を実現した。インジゴ誘導体において電子・ホール伝導とも  $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  近い移動度を示すアンバイポーラ有機トランジスタを実現した他、イソインジゴ、ビナフチル化合物、ジケトピロロピロールを用いたアンバイポーラ有機トランジスタ材料の開発を行った。ロダニン二量体系の化合物を用いて薄膜でも空気中で長期間安定に動作する n 型有機半導体を開発した。

### (2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. 有機半導体薄膜の一部に化学ドーピングを行って高伝導性の有機伝導体としたものをソース・ドレイン電極として用いる「セルフコンタクト有機トランジスタ」を開発した。基板やゲート部分も含めてすべて有機物で作ったオール有機のセルフコンタクトトランジスタにおいても  $1 \text{ cm}^2/\text{V}$  を超える移動度を達成した。蒸着法または印刷法を用いることができ、化学ドーピングを利用した新しいタイプの有機エレクトロニクスの開拓が期待される。
2. インジゴ誘導体において電子・ホール伝導とも  $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  近い移動度を示すアンバイポーラ有機トランジスタを実現した。イソインジゴ、ビナフチル化合物、ジケトピロロピロールなどでもアンバイポーラなトランジスタ特性を確認した。電荷移動錯体を用いて空気中でも動作するアンバイポーラ有機トランジスタ、n 型有機トランジスタを実現した。

<科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果>

1. 電荷移動錯体を電極に用いた有機エレクトロニクスデバイスの製造方法について特許申請した。電荷移動錯体の使用はデバイスの接触抵抗を低減するのに非常に優れた方法であり、通常は単成分で機能する有機半導体デバイスのなかに化学ドーピングした有機電荷移動錯体を組み合わせた新しいタイプの有機エレクトロニクスを展開することができる。電荷移動錯体の作成法としては、蒸着法からナノ粒子を用いた塗布法、印刷法など、さまざまな方法が考えられる。
2. フランス・レンヌ大学との共同研究でロダニン二量体系の化合物を用いて単結晶はもちろん蒸着膜でも空気中で長期間安定に動作する n 型有機半導体を開発することに成功した。このような物質を市販の化合物から 1 段階数分で合成できる合成法を開発した。現在溶液法で使用できる材料や高分子材料に発展させることを検討している。今後、有機エレクトロニクス材料のコンポーネントとしての活用が期待される。

### § 3. 研究実施体制

#### (1) 研究体制について

##### ① 「森」グループ

研究代表者：森 健彦（東京工業大学 大学院理工学研究科研究科、教授）

研究項目

- ・物性班：印刷法によるセルフコンタクト有機トランジスタの実現  
印刷法によるオール有機トランジスタの作成
- ・合成班：有機半導体と電荷移動錯体の両方として働く  $\pi$  電子系の物質開発  
BTBT 以外の S および N 原子を含むドナー分子を用いた電荷移動錯体の開発  
安定なアンバイポーラ特性を示す生体有機半導体の開発  
天然物有機半導体の検討と開発

参画した研究者の数（研究員 2 名、研究補助員 0 名、学生 9 名）

#### (2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

- ・企業との共同研究：住友化学工業。特許も住友化学工業より出願。
- ・東京工業大学 理学院 化学系 鈴木啓介研究室：アンバイポーラ有機トランジスタ特性を示すピナフチル化合物の開発。
- ・レンヌ第一大学(フランス) 化学科 Dominique Rorcy 教授：非常に安定な n 型トランジスタ特性を示すチアゾール化合物の開発。
- ・関西学院大学 応用化学科 羽村季之准教授：ペンタセン/ルブレン拡張系縮合多環芳香族の開発。

## § 4. 研究実施内容

研究項目 1 (東京工業大学 森グループ)

### ①研究のねらい

優れた有機半導体になると同時に高伝導の有機伝導体をつくる新しい有機  $\pi$  電子系や、ドナーにもアクセプターにもなり、ドーピングにより P 型にも N 型にもなる両極性有機伝導体の物質開発を行い、有機トランジスタの作成技術やパターンニング技術の開発と合わせて革新的な有機エレクトロニクスの実現を目指す。

### ②研究実施方法

物性班：印刷法によるセルフコンタクト有機トランジスタの実現

フレキシブル有機トランジスタの作成法を確立

合成班：有機半導体と電荷移動錯体の両方として働く  $\pi$  電子系の物質開発

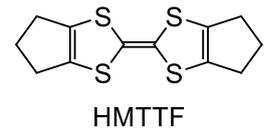
BTBT 以外の弱いドナー分子を用いた電荷移動錯体の開発とその物性

安定なアンバイポーラ特性を示す有機半導体の開発

### ③採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する研究達成状況(§ 2. と関連します)と得られた成果

#### ・セルフコンタクト有機トランジスタ・フレキシブルトランジスタの開発

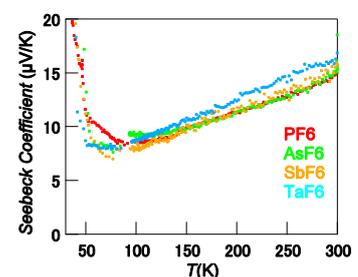
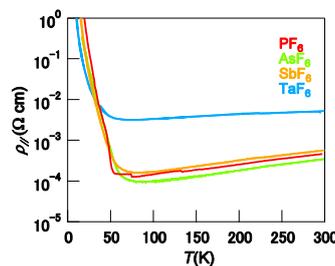
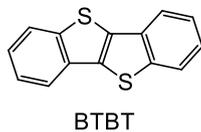
本研究の中心課題として有機半導体にドーピングした伝導部分を電極に用いたセルフコンタクト有機トランジスタを実現した。ヘキサメチレンテトラチアフルバレン(HMTTF)を活性層に用い、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)の蒸着で電極部分を作成することによって移動度  $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を超えるセルフコンタクト有機トランジスタを実現した。同様に HMTTF にインクジェット印刷法によって TCNQ をドーピングすることによって、移動度  $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を超えるセルフコンタクト有機トランジスタを印刷法によって実現した。この方法では活性層、ソース・ドレイン電極がすべて有機物となるので、さらに有機基板上にポリチオフェン系伝導体を塗布したものをゲートとし、その上にパリレンをコートしたものをゲート絶縁層として、基板から電極まですべてを有機物で作製したオール有機のフレキシブルセルフコンタクトトランジスタを実現した。



#### ・有機半導体と電荷移動錯体の両方として働く $\pi$ 電子系の物質開発

有機トランジスタ材料として注目を集めているベンズチエノベンゾチオフェン(BTBT)が、(BTBT)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub> という組成の非常に高伝導の電荷移動錯体をつくることを見出した。アニオンを AsF<sub>6</sub>, SbF<sub>6</sub>, TaF<sub>6</sub> にしたものでも同じ結晶構造をもつ高伝導性の塩が得られた。特に AsF<sub>6</sub> 塩は室温伝導度は  $3000 \text{ S/cm}$  を超えていた。熱起電力(Seebeck 係数)  $S$  は室温で  $15 \mu\text{V/K}$  程度で、これから次元強結合近似を仮定して

バンド幅を見積もると  $1 \text{ eV}$  程度となった。

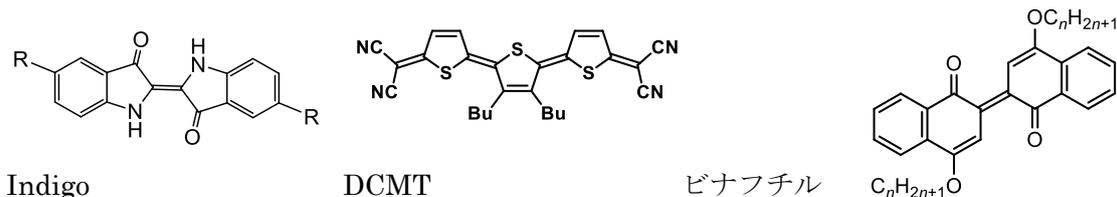


以上の値から熱電材料の性能指数  $ZT = S^2\sigma/\kappa$  を見積もったところ AsF<sub>6</sub> 塩では  $0.14$  という大きな値となり、有機熱電材料として有望な物質であることが明らかとなった。

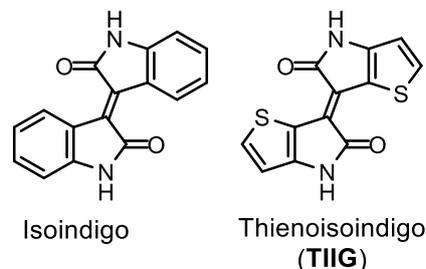
#### ・アンバイポーラ特性を示す有機半導体の開発

各種のアンバイポーラ有機トランジスタ材料の開発を行った。置換インジゴを合成し、 $R = \text{Ph}$  体で  $\mu_h/\mu_e = 0.47/0.79 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、 $R = \text{I}$  体で  $\mu_h/\mu_e = 0.57/0.85 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を実現した。どちらの場合もインジゴ骨格が基板に対して垂直に立つことで高移動度が実現している。基板をテトラテトラコンタン(C<sub>44</sub>H<sub>90</sub>)処理することによって、古くから知られた DCMT も  $\mu_h/\mu_e = 0.3/0.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  という高性能を安定して示した。青色のビナフチル化合物でも  $\mu_h/\mu_e = 1.7 \times 10^{-3}/2.0 \times$

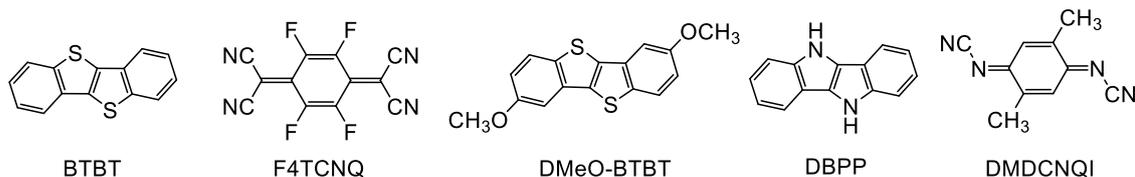
$10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度のアンバイポーラトランジスタ特性を実現した。



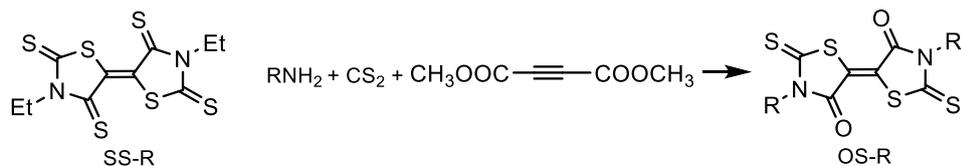
インジゴの異性体であるイソインジゴが優秀なアンバイポーラ有機トランジスタ材料として利用できることを明らかにした。*N*位を *t*-butoxy carbonyl (Boc)で保護して合成を行い、イソインジゴのフェニル環をチオフェン環に代えた無置換チエノイソインジゴ(TIIG)の誘導体を開発した。なかでもジフェニルチエノイソインジゴ(DPh-TIIG)は  $\mu_{\text{eff}} = 0.13/0.12 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  のアンバイポーラ特性を示した。



トランジスタ材料として有名なベンゾチエノベンゾチオフェン(BTBT)の F4TCNQ 錯体、(BTBT)(F4TCNQ)は空气中で  $8 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度の電子移動度を示す n 型有機トランジスタとなった。ジメトキシ体を用いた(DMeO-BTBT)(F2TCNQ)も電子移動度が最高で  $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度の単結晶トランジスタとして空气中で動作した。BTBT の S を N に置き換えたジベンゾピロロピロール(DBPP)の DMDCNQI 錯体は空气中で動作するアンバイポーラトランジスタとなった。移動度は薄膜で  $10^{-4}$ 、単結晶で  $0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度である。この薄膜トランジスタは空气中で動作するだけでなく、数週間空气中で保管した後も動作した。



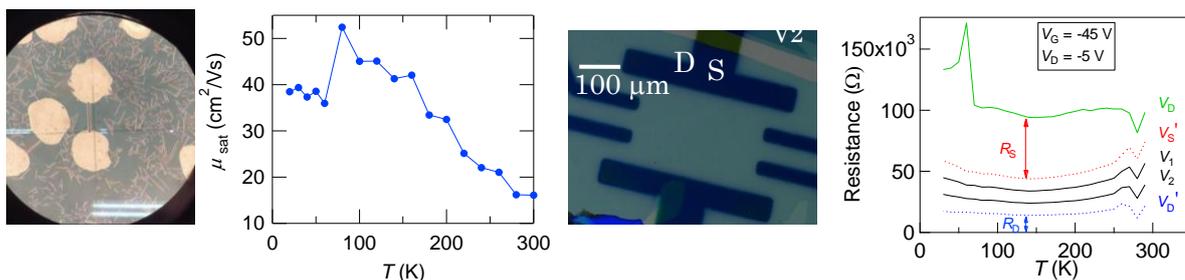
比較的強い電子受容体である SS-Et で、空气中できわめて安定に動作する n 型トランジスタを実現した。単結晶トランジスタは大気下の動作で電子移動度  $0.22 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を示し、数週間大気中で放置しても、大気中で繰り返し動作させても特性は変化しなかった。チオンをケトンに置換した OS-*R* 体を、市販のアミン、二硫化炭素、アセチレンジカルボン酸エステルをニートで7分間ほど攪拌するだけというきわめて簡単な方法で合成した。*R* = Me から Bu までの SS-*R*、OS-*R* (内側ケトン体)、SO-*R* (外側ケトン体)を合成し、その結晶構造とトランジスタ特性を調べた。電子受容性は SS-*R* > SO-*R* > OS-*R* の順に低下するが、これは電子を受け入れたとき、内側のチオン(ケトン)が  $-S^-(=O^-)$  となるが、 $-O^-$  よりも  $-S^-$  の方が安定であるためである。SS-*R* はスタック構造をもつが、OS-Me 以外の OS-*R*、SO-*R* はヘリングボーン構造を示した。SS-Pr は蒸着膜でも  $0.29 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  の移動度を示し、空气中でも安定に動作した。この薄膜は高い結晶性を示した。SO-Et、OS-Et も  $0.15 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度の移動度を示した。



④当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況と得られた成果

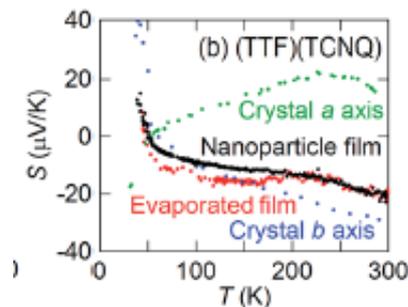
•BTBT系の単結晶トランジスタで100 K以下までバンド伝導を実現した。

溶媒蒸気アニール法によってその場成長させたC<sub>8</sub>BTBT単結晶トランジスタを用いて100 K以下まで移動度が上昇し続けるトランジスタを作成した。室温でも移動度10 cm<sup>2</sup>/Vs以上を示しているが、移動度は上昇を続け、80 Kで最高50 cm<sup>2</sup>/Vs以上に達した。それ以下の温度では移動度はいったん低下するものの、ホッピング伝導にはならず、再びやや上昇して20 Kまでバンド伝導を示した。さらに非対称なPh-BTBT-10のブレードコート法によって作製した単結晶性の薄膜トランジスタを用いて四端子測定を行った。その結果、低温でのドロップは四端子測定では抑えられ、ドロップは主にソースの接触抵抗に起因することが明らかとなった。四端子測定は室温で18、低温で45 cm<sup>2</sup>/Vs程度に達した。

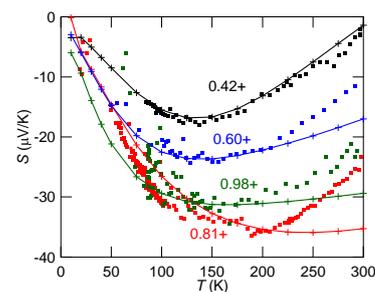


•BTBTの電荷移動錯体が高い熱電性能を示すことが判明し、有機熱電材料の開拓を行うことに研究計画を拡大した。

有機電荷移動錯体を熱電材料として使う可能性を探るため、(TTF)(TCNQ)の蒸着膜や、ナノ粒子溶液から作った膜の熱起電力を測定した。温度依存性を低温まで検討したが、単結晶の最も伝導度の高い方向とほぼ同じような挙動がみられた。配向性のより薄膜が得られたため伝導度も単結晶の場合と1桁も違わなかった。



有機伝導体の中ではバンドフィリングを変えられる数少ない系であるβ<sup>-</sup>-(BEDT-TTF)<sub>3</sub>(CoCl<sub>4</sub>)<sub>2-x</sub>(GaCl<sub>4</sub>)<sub>x</sub>の熱起電力を測定し、バンド構造から計算した熱起電力と比較した。高分子へのドーピングでは、ドーピングに伴って熱起電力は減少し伝導度は増加するので、パワーファクターはどこかで極大値をとるが、この物質系では母物質において極大となった。これは結晶性の有機伝導体では、キャリア数の増加だけでなく、アニオン置換による化学圧力の効果が重要になってくるためと考えられる。



## § 6. 成果発表等

(1)原著論文発表 【国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 52件】

1. T. Kawamoto, T. Mori, D. Graf, J. S. Brooks, Y. Takahide, S. Uji, T. Shirahata, and T. Imakubo "Interlayer Charge Disproportionation in the Layered Organic Superconductor  $\kappa_H$ -(MDEDO-TSeF)<sub>2</sub> [Au(CN)<sub>4</sub>] (THF) with Polar Dielectric Insulating Layers" *Phys. Rev. Lett.* **109**(14), 147005 (5 pages) (2012). DOI: /10.1103/PhysRevLett.109.147005
2. Y. Tada, T. Yamamoto, Y. Tezuka, T. Kawamoto, and T. Mori, "Effective Synthesis and Crystal Structure of a 24-Membered Cyclic Decanedisulfide Dimer," *Chem. Lett.* **41**, 1678-1680 (2012). DOI: 10.1246/cl.2012.1678.
3. J. Cho, Y. Akiyama, T. Kakinuma, and T. Mori, "Trap Density of States in n-Channel Organic Transistors: Variable Temperature Characteristics and Band Transport," *AIP Advances*, **3**, 102131 (14 pages) (2013) DOI: /10.1063/1.4828415.
4. T. Kadoya, M. Ashizawa, T. Higashino, T. Kawamoto, S. Kumeta, H. Matsumoto, and T. Mori, "A Highly Conducting Organic Metal Derived from an Organic-Transistor Material: Benzothienobenzothiophene," *Phys. Chem. Chem. Phys.* **15**(41), 17818-17822 (2013) DOI: 10.1039/C3CP52881B.
5. T. Kakinuma, H. Kojima, M. Ashizawa, H. Matsumoto, and T. Mori, "Correlation of Mobility and Molecular Packing in Organic Transistors Based on Cycloalkyl Naphthalene Diimides," *J. Mater. Chem. C* **1**(34), 5395-5401 (2013) DOI: 10.1039/C3TC30920G.
6. F. Itose, T. Kawamoto, and T. Mori, "Collective Response to Alternating Current in the Organic Conductor  $\alpha$ -(Bis(ethylenedithio)tetrathia fulvalene)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>," *J. Appl. Phys.* **113**(21), 213702 (5 pages) (2013) DOI: 10.1063/1.4808345.
6. T. Kawamoto, M. Ashizawa, and T. Mori, "New Strongly Correlated One-Dimensional Organic Semiconductor (ChTM-TTP)<sub>2</sub>Ag(CN)<sub>2</sub>," *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **86**(4), 526-528 (2013) DOI: 10.1246/bcsj.20120292.
7. T. Kakinuma, H. Kojima, T. Kawamoto, and T. Mori, "Giant Phototransistor Response in Dithienyl tetrathiafulvalene Derivatives," *J. Mater. Chem. C*, **1**(16), 2900-2905 (2013) DOI: 10.1039/C3TC30089G.
8. S. Tamura, T. Kadoya, T. Kawamoto, and T. Mori, "Self-Contact Thin-Film Organic Transistors Based on Tetramethyltetrathiafulvalene," *Appl. Phys. Lett.* **102**, 063305 (4 pages) (2013) DOI: 10.1063/1.4792704.
9. Zero-Gap States of Organic Conductors in the Presence of Non-Stripe Charge Order," T. Mori, *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**, 034712 (8 pages) (2013) DOI: 10.7566/JPSJ.82.034712.
10. H. Kojima, Z. Zhang, K. R. Dunbar, and T. Mori, "Energy Band Structure and Metal-Organic Interactions in Tetracyanoquinodimethane (TCNQ) and *N,N'*-Dicyanoquinonediimine (DCNQI) Materials," *J. Mater. Chem. C* **1**(9), 1781-1790 (2013) DOI: 10.1039/C2TC00726F.
11. H. Kojima and T. Mori, "Estimated Mobility of Ambipolar Organic Semiconductors, Indigo and Diketopyrrolopyrrole," *Chem. Lett.* **42**, 68-70 (2013) **Editors' Choice** DOI: 10.1246/cl.2013.68.
12. T. Kawamoto, T. Mori, T. Terashima, S. Uji, and J. A. Schlueter, "Fermi Surface of the Dual-Layered Organic Superconductor  $\kappa'$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Ag(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE) with Acentric Charge-Ordered Layers," *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**(1), 024704 (4 pages) (2013) DOI: 10.7566/JPSJ.82.024704.
13. T. Higashino, J. Cho, and T. Mori, "Extracting Parameters in Ambipolar Organic Transistors Based on Dicyanomethylene Terthiophene," *Appl. Phys. Exp.* **7**, 121602 (4 pages) (2014) DOI: 10.7567/APEX.7.121602.
14. O. Pitayatanakul, T. Higashino, M. Tanaka, H. Kojima, M. Ashizawa, T. Kawamoto, H. Matsumoto, K. Ishikawa, and T. Mori, "High Performance Ambipolar Organic Field-Effect Transistors Based on Indigo Derivatives," *J. Mater. Chem. C*, **2**, 9311-9317 (2014) DOI: 10.1039/C4TC01563K.
15. T. Kadoya, S. Tamura, and T. Mori, "Energy-Level Engineering in Self-Contact Organic Transistors Prepared by Ink-Jet Printing," *J. Phys. Chem. C* **118**(40), 23139-23146 (2014) DOI: 10.1021/jp5070819.
16. S. Tamura, T. Kadoya, and T. Mori, "All-Organic Self-Contact Transistors," *Appl. Phys. Lett.* **105**(2), 023301 (4 pages) (2014) DOI: 10.1063/1.4890237.
17. T. Higashino, T. Kadoya, S. Kumeta, K. Kurata, T. Kawamoto, and T. Mori, "An Organic Metal Derived from a Selenium Analogue of Benzothienobenzothiophene," *Eur. J. Inorg. Chem.* **2014**(24), 3895-3898 DOI: 10.1002/ejic.201402221.
18. Y. Akiyama and T. Mori, "Analysing Organic Transistors Based on Interface Approximation," *AIP Advances*, **4**(1) 017126 (18 pages) (2014) DOI: /10.1063/1.4863296.
19. T. Kawamoto, T. Mori, D. Graf, J. S. Brooks, T. Shirahata, and T. Imakubo, "Marginal Coherent

- Interlayer Electron Motion in the Layered Organic Superconductor with Domain Walls," *J. Phys. Soc. Jpn.* **83**(1), 015002 (2 Pages) (2014) DOI: /10.7566/JPSJ.83.015002.
20. J. Cho, T. Higashino, and T. Mori, "Band-like Transport down to 20 K in Organic Single-Crystal Transistors Based on Dioctylbenzothieno- benzothiophene," *Appl. Phys. Lett.* **106**, 193303 (4 pages) (2015). DOI: /10.1063/1.4921343.
  21. A. Filatre-Furcate, T. Higashino, D. Lorcy, and T. Mori, "Air-Stable n-Channel Organic Field-Effect Transistors Based on a Sulfur Rich  $\pi$ -Electron Acceptor," *J. Mater. Chem. C*, **3**, 3569-3573 (2015) DOI: 10.1039/C5TC00253B.
  22. T. Kadoya, O. Pitayatanakul, and T. Mori, "Suppression of Access Resistance Using Carbon Electrodes in Organic Transistors Based on Alkyl-Substituted Thienoacene," *Org. Electr.* **21**, 106-110 (2015) DOI: 10.1016/j.orgel.2015.02.024.
  23. T. Higashino, S. Kumeta, S. Tamura, Y. Ando, K. Ohmori, K. Suzuki, and T. Mori, "Ambipolar Transistor Properties of 2,2'-Binaphthoquinones," *J. Mater. Chem. C*, **3**, 1588-1594 (2015) DOI: 10.1039/C4TC02467B.
  24. Y. Wang, H. Masunaga, T. Hikima, H. Matsumoto, T. Mori, and T. Michinobu, "New Semiconducting Polymers Based on Benzobisthiadiazole Analogues: Inversion of Charge Polarity in Thin Film Transistors via Heteroatom Substitution," *Macromolecules* **48**(12), 4012-4023 (2015). (DOI: 10.1021/acs.macromol.5b00802)
  25. O. Pitayatanakul, K. Iijima, M. Ashizawa, T. Kawamoto, H. Matsumoto, and T. Mori, "An Iodine Effect in Ambipolar Organic Field-Effect Transistors Based on Indigo Derivatives," *J. Mater. Chem. C*, **3**, 8612-8617 (2015). (DOI: 10.1039/c5tc01023c)
  26. O. Pitayatanakul, K. Iijima, T. Kadoya, M. Ashizawa, T. Kawamoto, H. Matsumoto, and T. Mori, "Ambipolar Organic Field-Effect Transistors Based on Indigo Derivatives," *Engineering J.* **19**(3), 61-73 (2015). (DOI:10.4186/ej.2015.19.3.61)
  27. T. Higashino, O. Jeannin, T. Kawamoto, D. Lorcy, T. Mori, and M. Fourmigué, "A Single-Component Conductor Based on a Radical Gold Dithiolene Complex with Alkyl-Substituted Thiophene-2,3-dithiolate Ligand," *Inorg. Chem.* **54**(20), 9908-9913 (2015). (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.5b01678)
  28. Y. Kiyota, T. Kadoya, K. Yamamoto, K. Iijima, T. Higashino, T. Kawamoto, K. Takimiya, and T. Mori, "Benzothienobenzothiophene-Based Molecular Conductors: High Conductivity, Large Thermoelectric Power Factor, and One-Dimensional Instability," *J. Am. Chem. Soc.* **138**(11), 3920-3925 (2016). (DOI: 10.1021/jacs.6b01213)
  29. R. Sato, Y. Kiyota, T. Kadoya, T. Kawamoto, and T. Mori, "Thermoelectric Power of Oriented Thin-Film Organic Conductors," *RSC Adv.* **6**, 41040-41044 (2016). (DOI: 10.1039/c6ra04455g)
  30. M. Ashizawa, N. Masuda, T. Higashino, T. Kadoya, T. Kawamoto, H. Matsumoto, and T. Mori, "Ambipolar Organic Transistors Based on Isoindigo Derivatives," *Org. Electr.* **35**, 95-100 (2016) (DOI: 10.1016/j.orgel.2016.05.013).
  31. T. Mori, "Non-Stripe Charge Order in Dimerized Organic Conductors," *Phys. Rev. B* **93**, 245104 (9 pages) (2016) (DOI: 10.1103/PhysRevB.93.245104).
  32. C. Fujisue, T. Kadoya, T. Higashino, R. Sato, T. Kawamoto, and T. Mori, "Air-Stable Ambipolar Organic Transistors Based on Charge-Transfer Complexes Containing Dibenzopyrrolopyrrole," *RSC Adv.* **6**, 53345-53350 (2016) (DOI: 10.1039/C6RA10606D).
  33. T. Higashino, M. Dogishi, T. Kadoya, R. Sato, T. Kawamoto, and T. Mori, "Air-Stable n-Channel Organic Field-Effect Transistors Based on Charge-Transfer Complexes Including Dimethoxybenzothienobenzothiophene and Tetracyanoquinodimethane Derivatives," *J. Mater. Chem. C*, **4**, 5981-5987 (2016) (DOI: 10.1039/C6TC01532H).
  34. J. Cho and T. Mori, "Low-Temperature Band Transport and Impact of Contact Resistance in Crystalline Organic Transistors Using Ph-BTBT-C10," *Phys. Rev. Applied* **5**, 064017 (8 pages) (2016) (DOI: 10.1103/PhysRevApplied.5.064017).
  35. S. Kumeta, T. Kawamoto, T. Shirahata, Y. Misaki, T. Mori, "Metal-Insulator Transition of the New One-Dimensional Organic Conductors with Complete Uniform Stacks: (DMEDO-TTF)<sub>2</sub>X (X = ClO<sub>4</sub> and BF<sub>4</sub>)," *J. Phys. Soc. Jpn.* **85**, 094701 (6 pages) (2016) (DOI: 10.7566/JPSJ.85.094701).
  36. B. Zhang, Y. Zhang, Z. Wang, D. Yang, Z. Gao, D. Wang, Y. Guo, D. Zhu, and T. Mori, "[BEDT-TTF][Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)Cl<sub>2</sub>]: an Organic-Inorganic Hybrid Semiconductive Antiferromagnet," *Dalton Trans.* **45**, 16561-16565 (2016) (DOI: 10.1039/C6DT01845A).
  37. W. Li, M. Otsuka, T. Kato, Y. Wang, T. Mori, T. Michinobu, "3,6-Carbazole vs 2,7-carbazole: A Comparative Study of Hole-Transporting Polymeric Materials for Inorganic-Organic Hybrid Perovskite Solar Cells," *Beilstein J. Org. Chem.* **12**, 1401-1409 (2016) (DOI: 10.3762/bjoc.12.134).

38. H. Tatsumi, Y. Wang, Y. Aizawa, M. Tokita, T. Mori, T. Michinobu, "Halogen Substitution Effects on the Molecular Packing and Thin Film Transistor Performances of Carbazoledioxazine Derivatives," *J. Phys. Chem. C* **120**(47), 26686-26694 (2016) (DOI: 10.1021/acs.jpcc.6b09888).
39. T. Mori, "Principles that Govern Electronic Transport in Organic Conductors and Transistors," *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **89**(9), 973-986 (2016) (DOI: 10.1246/bcsj.20160110) Award Accounts
40. K. Iijima and T. Mori, "Electron Transport in Isodiketopyrrolopyrrole (isoDPP)," *Chem. Lett.* **46**(2), 357-359 (2017) (DOI: 10.1246/cl.161068).
41. Y. Wang, T. Hasegawa, H. Matsumoto, T. Mori, T. Michinobu, "Rational Design of High-Mobility Semicrystalline Conjugated Polymers with Tunable Charge Polarity: Beyond Benzobisthiadiazole-Based Polymers," *Adv. Funct. Mater.* **27**(2), 1604608 (2017) (DOI: 10.1002/adfm.201604608).
42. Y. Wang, M. Nakano, T. Michinobu, Y. Kiyota, T. Mori, and K. Takimiya, "Naphthodithiophenediimide-Benzobisthiadiazole-Based Polymers: Versatile n-Type Materials for Field-Effect Transistors and Thermoelectric Devices," *Macromolecules* **50**, 857-864 (2017) (DOI: 10.1021/acs.macromol.6b02313).
43. H. Masujima, T. Mori, and Y. Hayamizu, "Conductivity Modifications of Graphene by Electron Donative Organic Molecules," *J. Electr. Mater.* **46**, (2017) (DOI: 10.1007/s11664-017-5392-1).
44. T. Kawamoto, K. Kurata, T. Mori, R. Kumai, "Charge Ordering Transitions of the New Organic Conductors  $\delta_m$ - and  $\delta_o$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>TaF<sub>6</sub>," *Magnetochemistry* **3**(1), 14 (13 pages) (2017) (DOI: 10.3390/magnetochemistry3010014).
45. D. Yoo, T. Hasegawa, M. Ashizawa, T. Kawamoto, H. Masunaga, T. Hikima, H. Matsumoto, and T. Mori, "N-Unsubstituted Thienoisindigos: Preparation, Molecular Packing and Ambipolar Organic Field-Effect Transistors," *J. Mater. Chem. C*, **5**, 2509-2512 (2017) (DOI: 10.1039/C7TC00327G).
46. R. Sato, M. Dogishi, T. Higashino, T. Kadoya, T. Kawamoto, T. Mori, "Charge-Transfer Complexes of Benzothienobenzothiophene with Tetracyanoquinodimethane and the n-Channel Organic Field-Effect Transistors," *J. Phys. Chem. C* **121**(12), 6561-6568 (2017) (DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b00902).
47. Y. Wang, R. Hosokawa, T. Mori, and T. Michinobu, "Polarity Engineering of Benzobisthiadiazole- Based Polymer Thin Film Transistors by Variation of Electron Affinity of the Comonomers," *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **90**, 1041-1049 (2017). (DOI: 10.1246/bcsj.20170158)
48. Y. Wang, T. Hasegawa, H. Matsumoto, T. Mori, and T. Michinobu, "D-A<sub>1</sub>-D-A<sub>2</sub> Backbone Strategy for Benzobisthiadiazole Based n-Channel Organic Transistors: Clarifying the Selenium Substitution Effect on the Molecular Packing and Charge Transport Properties in Electron-Deficient Polymers," *Adv. Funct. Mater.* **27**, 1701486 (2017). (DOI: 10.1002/adfm.201701486)
49. K. Iijima, Y. Le Gal, T. Higashino, D. Lorcy, and T. Mori, "Birhodanines and their Sulfur Analogues for Air-Stable n-Channel Organic Transistors," *J. Mater. Chem. C*, **5**, 9121 - 9127 (2017). (DOI: 10.1039/C7TC02886E)
50. Y. Kiyota, T. Kawamoto, H. Mori, and T. Mori, "Thermoelectric Power of Band-Filling Controlled Organic Conductors,  $\beta'$ -(BEDT-TTF)<sub>3</sub>(CoCl<sub>4</sub>)<sub>2-x</sub>(GaCl<sub>4</sub>)<sub>x</sub>," *J. Mater. Chem. A*, **6**, 2004-2010 (2018). (DOI: 10.1039/C7TA06987A)
51. Y. Wang, A. Tan, T. Mori, and T. Michinobu, "Inversion of Charge Carrier Polarity and Boosting the Mobility of Organic Semiconducting Polymers based on Benzobisthiadiazole Derivatives by Fluorination," *J. Mater. Chem. C*, **6**, (2018). (DOI: 10.1039/C7TC04993E)
52. Y. Wang, T. Hasegawa, H. Matsumoto, T. Mori, and T. Michinobu, "High-Performance n-Channel Organic Transistors Using High-Molecular-Weight Electron-Deficient Copolymers and Amine-Tailed Self-Assembled Monolayers," *Adv. Mater.* (DOI: 10.1002/adma.201707164)

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 森健彦「分子エレクトロニクスの基礎—有機伝導体の電子論から応用まで」化学同人 (2013) 453 ページ.
2. 森健彦、角屋智文「化学ドーブを用いた有機トランジスタ」色材協会誌, **86**(12), 456-460 (2013).
3. T. Mori, "Electronic Properties of Organic Conductors" Springer (2016).

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 7 件、国際会議 2 件)

1. 森 健彦、“Advanced Interfacial Engineering in Organic Transistors“ 理化学研究所 CEMS Colloquium May 20, 2015.
  2. 森 健彦、「有機エレクトロニクスの化学」分子科学研究所シンポジウム May 29, 2015.
  3. 森 健彦、「有機伝導体の電子状態の系統性の研究とその特異な物性の開拓」日本化学会第 95 春季年会 学術賞受賞講演 March 27, 2015.
  4. 森 健彦、「バンド伝導を目指した有機電界効果トランジスタ」、基盤研究 S 公開シンポジウム、東工大、2014 年 12 月 15 日.
  5. 森 健彦、「アンバイポーラ有機トランジスタの物質開発と動作特性」、名古屋大学応用物理学、名古屋、2014 年 10 月 7 日.
  6. 森健彦「有機トランジスタの動作原理：キャリア数可変の温度依存性伝導度から見えてくるもの」東北大学リーディング大学院研究会「金属錯体の固体物性最前線」仙台、2014 年 2 月.
  7. Pitayatanakul, Orata、森健彦、「低分子系アンバイポーラ有機半導体の物質開発」情報通信学会有機エレクトロニクス研究会、東京、2014 年 3 月.
1. 森 健彦、「Advanced Interfacial Engineering in Organic Transistors」、名古屋大学 IGER Workshop on Molecular Electronics for Young Researchers、名古屋、2014 年 10 月 21 日.
  2. 森 健彦、「Recent Advances in Organic Transistor Materials」、Uppsala University-Tokyo Tech Joint Symposium in cooperation with JSPS-Stockholm、Uppsala、2014 年 9 月 17 日.

口頭発表

② (国内会議 52 件、国際会議 10 件)

1. 川本正、森健彦、宇治進也、白旗崇、今久保達郎、有機超伝導体  $\kappa\text{H}-(\text{DMEDO-TSeF})_2[\text{Au}(\text{CN})_4](\text{THF})$  の角度依存性磁気抵抗、日本物理学会第 68 回年次大会、広島大学、2013 年 3 月 26 日～29 日.
2. 角屋智史、山本薫、芦沢実、川本正、松本英俊、森健彦、有機伝導体(BTBT)2PF6 の伝導性と低温ラマンスペクトル、日本物理学会第 68 回年次大会、広島大学、2013 年 3 月 26 日～29 日.
3. 白旗崇、榎原康浩、古田圭介、川本正、森 健彦、御崎 洋二、純有機超伝導体(EtDTET)(TCNQ) の構造と物性、日本化学会第 93 春季年会、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、2013 年 3 月 22 日～25 日
4. 田村純香、角屋智史、森 健彦、HMTTF を用いたセルフコンタクト型有機トランジスタ、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、神奈川工科大学、2013 年 3 月 27 日～30 日
5. Joungmin Cho、柿沼友行、森 健彦、Analysis of the trap density of states and its effect on the charge transport in n-channel organic field-effect transistors、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、神奈川工科大学、2013 年 3 月 27 日～30 日
6. 森健彦 「Honeycomb 格子をもった有機伝導体におけるゼロギャップ状態」 固体中におけるディラック電子系物理の新展開、京都、2013 年 6 月 20 日
7. 田村純香、角屋智史、川本 正、森健彦「有機物のみで形成したセルフコンタクト型トランジスタ」第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 2013 年 9 月 20 日.
8. 東野寿樹、森 健彦「チエノキノイド薄膜トランジスタのキャリア制御とトラップ状態解析」第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 2013 年 9 月 19 日.
9. 秋山雄斗、Cho, Joung-min、森健彦「TTF 系有機トランジスタの温度特性とトラップ状態解析(2)」日本物理学会秋期大会、徳島、2013 年 9 月 26 日.
10. 佐々木智、井口敏、川本正、森健彦、佐々木孝彦「(TTM-TTP)I<sub>3</sub> の誘電応答」日本物理学会秋期大会、徳島、2013 年 9 月 26 日.
11. 久米田翔平、川本正、白旗崇、森健彦「擬一次元伝導体(DMEDO-TTF)<sub>2</sub>ClO<sub>4</sub> における超格子反射の観測と抵抗率の圧力依存性」日本物理学会秋期大会、徳島、2013 年 9 月 26 日.
12. 川本正、森健彦、J. A. Schlueter「有機超伝導体(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)における高

- Tc 相の構造」日本物理学会秋期大会、徳島、2013 年 9 月 26 日.
13. Cho, Joung-min, 秋山雄斗, 柿沼友行, 森健彦「Trap Density of States in n-Channel Organic Transistors: Variable Temperature Characteristics and Band Transport」日本物理学会秋期大会、徳島、2013 年 9 月 26 日.
  14. 角屋智史, 田村純香, 森 健彦「印刷法を用いたセルフコンタクト有機トランジスタ II」第 61 回応用物理学春季学術講演会、神奈川、2014 年 3 月 19 日.
  15. 小田島岳史, 芦沢実, 鴻巣裕一, 松本英俊, 森健彦「新規チエノイソインジゴ誘導体の構造と物性」第 61 回応用物理学春季学術講演会、神奈川、2014 年 3 月 20 日.
  16. 倉田浩平, 川本正, 森健彦「有機伝導体(BEDT-TTF)<sub>2</sub>TaF<sub>6</sub> の構造と相転移」日本物理学会第 69 回年次大会、神奈川、2014 年 3 月 27 日.
  17. Joung-min Cho, 森健彦「Investigation of trap-limited device operation and simple extraction method for contact resistance in organic transistors」日本物理学会第 69 回年次大会、神奈川、2014 年 3 月 28 日.
  18. 秋山雄斗, Cho, Joung-min, 森健彦「TTF 系有機トランジスタの温度特性とトラップ状態解析(3) 伝達特性から接触抵抗の見積もり」日本物理学会第 69 回年次大会、神奈川、2014 年 3 月 28 日.
  19. 川本正, 森健彦, John A. Schlueter「有機超伝導体  $\kappa\alpha'$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE) の超伝導特性」日本物理学会第 69 回年次大会、神奈川、2014 年 3 月 29 日.
  20. 川本正, 森健彦, 宇治進也 A, John A. Schlueter、「有機超伝導体  $\kappa$  L-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE) のフェルミ面」、日本物理学会 2014 秋季年次大会、中部大学、2014 年 9 月 7 日
  21. 倉田浩平, 川本正, 森健彦、「BEDT-TTF と TaF<sub>6</sub> から成る 1:1 塩および 2:1 塩の構造と物性」、日本物理学会 2014 秋季年次大会、中部大学、2014 年 9 月 7 日
  22. 正旻, 東野寿樹, 森健彦、「C8-BTBT を用いた有機単結晶トランジスタの伝達特性から局在ポーラロンレベルの見積もり」、日本物理学会 2014 秋季年次大会、中部大学、2014 年 9 月 7 日
  23. 角屋智史, 森 健彦、「塗布型カーボン電極を用いたボトムコンタクト C6-DBTDT トランジスタ」、第 75 回応用物理学秋季学術講演会、北海道大学、2014 年 9 月 17 日
  24. Oratai Pitayatanakul, 東野寿樹, 川本 正, 森 健彦、「インジゴ誘導体を用いたアンバイポーラ有機電界効果トランジスタ」、第 75 回応用物理学秋季学術講演会、北海道大学、2014 年 9 月 17 日
  25. 東野 寿樹, 川本 正, 森 健彦, Jeannin Olivier, Fourmigue Marc、「チオフェンジチオレートを用いた金(IV)錯体の合成と物性」、分子科学討論会、広島大学、2014 年 9 月 21 日
  26. 川本 正, 森 健彦, Schlueter John A、「有機超伝導体(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)における高 Tc 相の構造と超伝導特性」、分子科学討論会、広島大学、2014 年 9 月 21 日
  27. 東野 寿樹, 久米田 翔平, 田村 純香, 安藤 吉勇, 大森 建, 鈴木 啓介, 森 健彦、「セミキノン骨格を用いた両極性有機トランジスタ」、分子科学討論会、広島大学、2014 年 9 月 21 日
  28. Agathe Filatre-Furcate, Dominique Lorcy, 東野 寿樹, 森 健彦、「ピチアゾールテトラチオン骨格を用いた大気安定 n 型有機トランジスタ」、応用物理学会春季学術講演会、東海大学、2015 年 3 月 14 日
  29. 清田泰裕, 角屋智史, 飯嶋広大, 東野寿樹, 川本正, 瀧宮和男, 森健彦、「有機伝導体 (BTBT)<sub>2</sub>X (X: PF<sub>6</sub>, AsF<sub>6</sub>, SbF<sub>6</sub>, TaF<sub>6</sub>) の伝導性と熱起電力」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21 日
  30. 川本正, 森健彦, 寺嶋太一, 宇治進也, John A. Schlueter、「有機超伝導体  $\kappa$  L-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE) の超伝導特性」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 22 日
  31. 清田 泰裕, 佐藤 諒之介, 角屋 智史, 森 健彦、「有機伝導体薄膜におけるゼーベック係数の温度依存性」応用物理学会秋期学術講演会、2015 年 9 月 7 日.
  32. 飯嶋 広大, ピッタヤタナークン オーラタイ, 森 健彦、「インジゴ類縁体を用いたアンバイポーラ有機電界効果トランジスタ」応用物理学会秋期学術講演会、2015 年 9 月 8
  33. Cho, Joung-min, 峯廻洋美, 渡邊湖介, 山田寿一, 井上悟, 堤潤也, 荒井俊人, 長谷川達生, 森健彦, 「Ph-BTBT-C10 を用いた有機単結晶トランジスタの低温四端子測定 of 解析」日

- 本物理学会 2015 秋期大会、2015 年 9 月 16 日.
34. 川本正, 森健彦, 寺嶋太一, 宇治進也, John A. Schlueter 「有機超伝導体  $\kappa$ -L-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Ag(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)の超伝導特性」日本物理学会 2015 秋期大会、2015 年 9 月 17 日.
  35. 佐藤 諒之介, 清田 泰裕, 森 健彦, 「電荷移動錯体ナノ粒子の電気化学測定」第 9 回分子科学討論会、2015 年 9 月 17 日.
  36. 角屋 智史, 山本 薫, 森 健彦, 山田 順一, 「化学的ドーブを用いたセルフコンタクト有機トランジスタと BTBT 系分子性導体への展開」第 9 回分子科学討論会、2015 年 9 月 17 日.
  37. 川本 正, 森 健彦, 寺嶋 太一, 宇治 進也, Schlueter John 「有機超伝導  $\kappa$ -L-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)のフェルミ面と超伝導特性」第 9 回分子科学討論会、2015 年 9 月 18 日.
  38. 飯嶋 広大, Yann Le Gal, Agathe Filatre-Furcate, Dominique Lorcy, 東野 寿樹, 森 健彦 「ピチアゾール誘導体を用いた大気安定 n 型有機トランジスタ」応用物理学会春季学術講演会 2016 年 3 月 21 日.
  38. 佐藤 諒之介, 堂岸 優貴, 東野 寿樹, 角屋 智史, 川本 正, 森 健彦 「BXX (X = S, Se) 錯体を用いた有機電界効果トランジスタ」応用物理学会春季学術講演会 2016 年 3 月 21 日.
  38. 川本正, 森健彦, 寺嶋太一, 宇治進也, John A. Schlueter 「有機超伝導体  $\kappa$ -L-(BEDT-TTF)<sub>2</sub> Cu(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)の角度依存性磁気抵抗」日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日.
  39. 森健彦 「二量化した  $\beta$  型有機伝導体におけるノンストライプ電荷整列」日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 20 日.
  40. 清田泰裕, 川本正, 森健彦 「BEDT-TTF を用いた分子性導体におけるゼーベック係数のバンドフィリング依存性」日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 22 日.
  42. 劉 東昊, 長谷川 司, 芦沢 実, 川本 正, 松本 英俊, 森 健彦, 「チエノイソインジゴ類縁体を用いた有機電界効果トランジスタ」、第 10 回分子科学討論会、神戸、2016 年 9 月 13 日
  43. 飯嶋 広大, Yann Le Gal, Agathe Filatre-Furcate, 東野 寿樹, Dominique Lorcy, 森 健彦, 「ピロダニン誘導体を用いた n 型有機電界効果トランジスタ」、第 10 回分子科学討論会、神戸、2016 年 9 月 13 日
  44. 川本正, 倉田浩平, 森健彦, 「2 次元正方格子をもつ真性モット絶縁体(BEDT-TTF)TaF<sub>6</sub>の磁気トルク」、日本物理学会 2016 秋期大会、金沢、2016 年 9 月 13 日
  45. 清田泰裕, 川本正, 森初果, 森健彦, 「 $\beta'$ -(ET)<sub>3</sub>(CoCl<sub>4</sub>)<sub>2-x</sub>(GaCl<sub>4</sub>)<sub>x</sub>におけるゼーベック係数の測定と計算」、日本物理学会 2016 秋期大会、金沢、2016 年 9 月 13 日
  46. 飯嶋 広大, Yann Le Gal, Agathe Filatre-Furcate, 東野 寿樹, Dominique Lorcy, 森 健彦, 「ピチアゾール誘導体を用いた大気安定 n 型有機トランジスタ」、応用物理学会秋期学術講演会、新潟、2016 年 9 月 14 日
  47. 清田泰裕, 川本正, 森健彦, 加藤礼三, 「分子性導体  $\beta$ -[N(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>][Pd(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>の熱起電力とエネルギーバンド」、日本化学会第 97 春季年会、横浜、2017 年 3 月 16 日
  48. 川本正, 倉田浩平, 森健彦, 熊井玲児, 「真性モット絶縁体  $\beta$ -(BEDT-TTF)TaF<sub>6</sub>の低温構造」、日本物理学会第 72 回年次大会、大阪、2017 年 3 月 18 日
  49. 飯嶋 広大, Yann Le Gal, Dominique Lorcy, 森 健彦. 「ピチアゾール誘導体を用いた n 型有機トランジスタ」、応用物理学会秋期学術講演会、福岡、2017 年 9 月 6 日.
  50. 清田 泰裕, 川本 正, 森 健彦. 「分子性導体を用いた簡易熱電発電素子」、応用物理学会秋期学術講演会、福岡、2017 年 9 月 6 日.
  51. 森健彦 「有機伝導体の超伝導ギャップ関数」、日本物理学会 2017 秋期大会、盛岡、2017 年 9 月 22 日.
  52. 川本正, 倉田浩平, 森健彦, 熊井玲児 「2 種類の  $\delta$  型(BEDT-TTF)<sub>2</sub>TaF<sub>6</sub>における電荷秩序転移」、日本物理学会 2017 秋期大会、盛岡、2017 年 9 月 22 日.

1. Joungmin Cho, Tomoyuki Kakinuma, Takehiko Mori, Analysis of temperature dependence of threshold voltage and trap density of states in organic n-channel field-effect transistors, 10<sup>th</sup> International Conference on Nano-Molecular Electronics, 淡路夢舞台国際会議センター、2012年12月12日～14日
2. T. Kadoya, M. Ashizawa, T. Kawamoto, H. Matsumoto, T. Mori, A new charge-transfer salt, (BTBT)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>, International Symposium on Materials Science Opened by Molecular Degrees of Freedom, Phenix Seagaia Resort、2012年12月1-4日
3. T. Kawamoto, "Electronic states of the dual-layered organic superconductor (BEDT-TTF)<sub>2</sub>Ag(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)", International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 2013.
4. Joung-Min Cho, Toshiki Higashino, Takehiko Mori、「Analyzing band-like transport in solution-processed organic single-crystal transistors based on the interface approximation」、The 8th International Symposium on Organic Molecular Electronics、東京農工大学、2014年5月16日
5. 芦沢 実, 小田島 岳史, 鴻巣 裕一, 松本 英俊, 森 健彦、「Structure and physical properties of new thienoisindigo derivatives」、The 15th IUMRS-International Conference in Asia、福岡、2014年8月24日
6. Joung-min Cho, Toshiki Higashino, Takehiko Mori、「Band transport down to 20 K in organic single-crystal transistors based on dioctylbenzothienobenzothiophene (C8-BTBT)」、The 11th International Conference on Nano-Molecular Electronics, International Conference Center、神戸、2014年12月19日
7. T. Mori, T. Kadoya, Y. Kiyota, T. Higashino, K. Iijima, M. Dogishi, R. Sato, T. Kawamoto, K. Takimiya, 「Conductors and transistors based on BTBT-based charge-transfer complexes」11th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets, Bad Gögging (Germany), 2015年9月7日
8. T. Kadoya, Y. Kiyota, K. Iijima, T. Higashino, M. Dogishi, R. Sato, T. Kawamoto, K. Takimiya, T. Mori 「Organic charge transfer complexes based on BTBT」Pacifichem 2016、2015年12月18日
9. Y. Misaki, T. Shirahata, S. Kohno, Y. Harada, K. Furuta, T. Kawamoto, T. Mori 「Molecular conductors based on TMTTP and its related donors」Pacifichem 2016、2015年12月18日
10. Y. Koyota, T. Kawamoto, T. Mori, 「Low-Temperature Characteristics of a Thermoelectric Generator using Organic Charge-Transfer Salts」International Conference on Organic and Hybrid Thermoelectrics, Valencia, 2017年1月30日

ポスター発表

③ (国内会議 16 件、国際会議 24 件)

1. 小田島岳史, 芦沢 実, 鴻巣裕一, 布川正史, 松本英俊, 森 健彦, アンバイポーラ FET 特性を示す新規チエノイソインジゴの合成と太陽電池への応用、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、神奈川工科大学、2013年3月27日～30日
2. Oratai Pitayatanakul、東野寿樹、森 健彦、Indigo 誘導体を用いたアンバイポーラ有機電界効果トランジスタ、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、神奈川工科大学、2013年3月27日～30日
3. 増島弘顕、森 健彦、早水裕平、有機分子を修飾したグラフェン FET の電気特性、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、神奈川工科大学、2013年3月27日～30日
4. 藤末 智夏, 角屋 智史, 東野 寿樹, 川本 正, 森 健彦、「ジベンゾピロロピロールを用いた電荷移動錯体の構造と物性」、分子科学討論会、広島大学、2014年9月21日
5. 増田 直彰, 東野 寿樹, 角屋 智史, 小田島 岳史, 芦沢 実, 川本 正, 松本 英俊, 森 健彦、「イソインジゴ誘導体を活性層に用いた有機電界効果トランジスタ」、分子科学討論会、広島大学、2014年9月21日
6. 佐藤 諒之介, 角屋 智史, 川本 正, 森 健彦、「(TTF)(TCNQ)蒸着膜における抵抗率とゼーベック係数の温度依存性」、応用物理学会春季学術講演会、東海大学、2015年3月13日

7. 増田 直彰, 東野 寿樹, 角屋 智史, 芦沢 実, 川本 正, 松本 英俊, 森 健彦 「イソインジゴを活性層に用いた有機電界効果トランジスタ」 第9回分子科学討論会、2015年9月18日.
  8. 藤末 智夏, 川本 正, 角谷 知史, 東野 寿樹, 森 健彦 「ジベンゾピロロピロールを用いた電荷移動錯体の構造と物性2」 第9回分子科学討論会、2015年9月18日.
  9. 森 健彦「 $\beta$ 相有機伝導体におけるノンストライプ電荷整列」 第9回分子科学討論会、2015年9月17日.
  10. 劉 東昊、 増田 直彰、 芦沢 実、 川本 正、 松本 英俊、 森 健彦 「ヘテロ環式イソインジゴ類縁体を用いた有機電界効果トランジスタ」 応用物理学会春季学術講演会 2016年3月19日.
  11. 森 健彦、「有機伝導体におけるノンストライプ電荷整列」、第10回分子科学討論会、神戸、2016年9月13日
  12. 清田 泰裕、川本 正、森 初果、森 健彦、「分子性導体  $\beta'$ -(ET)<sub>3</sub>(CoCl<sub>4</sub>)<sub>2-x</sub>(GaCl<sub>4</sub>)<sub>x</sub>におけるゼーベック係数のバンドフィリング依存性」、第10回分子科学討論会、神戸、2016年9月13日
  13. 飯嶋 広大、 Yann Le Gal、 Agathe Filatre-Furcate、 Dominique Lorcy、 東野 寿樹、 森 健彦、「含硫黄有機半導体を用いた大気安定ヘテロ接合アンバイポーラトランジスタ」、応用物理学会春季学術講演会、横浜、2017年3月17日
  14. 劉 東昊, 長谷川 司, 芦沢 実, 川本 正, 松本 英俊, 森 健彦. チェノイソインジゴの $\alpha$ 位置換体を用いた有機電界効果トランジスタ, 第11回分子科学討論会, 福岡、2017年9月6日.
  15. 北森 俊貴, 劉 東昊, 飯嶋 広大, 佐藤 諒之介, 川本 正, 森 健彦. 金属錯体を用いた有機電界効果トランジスタ, 第11回分子科学討論会, 仙台、2017年9月17日.
  16. 眞田 怜, 佐藤 諒之介, 劉 東昊, 川本 正, 森 健彦. 芳香族炭化水素の電荷移動錯体を用いたアンバイポーラ型有機単結晶トランジスタ, 第11回分子科学討論会, 仙台、2017年9月17日.
- 
1. T. Kakinuma, H. Kojima, M. Ashizawa, H. Matsumoto, T. Mori, Influence of cycloalkane substitution to naphthalene diimide, 10<sup>th</sup> International Conference on Nano-Molecular Electronics, 淡路夢舞台国際会議センター、2012年12月12日~14日
  2. T. Mori, "Zero-Gap States of Organic Conductors Derived from a Honeycomb Lattice" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 2013.
  3. T. Higashino, T. Kadoya, T. Kawamoto, and T. Mori, "Synthesis, Structure, and Physical Properties of (DBrBTBT)<sub>3</sub>X<sub>2</sub>(PhCl)<sub>2</sub>" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 2013.
  4. T. Shirahata, K. Furuta, Y. Hibara, Y. Misaki, T. Kawamoto, T. Mori, "Synthesis of new organic superconductor based on purely organic donor-acceptor system" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 2013.
  5. S. Kumeta, T. Kawamoto, T. Mori, T. Shirahata, "Studies of Metal-Insulator Transition in One-Dimensional Organic Metal (DMEDO-TTF)<sub>2</sub>ClO<sub>4</sub>" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 2013.
  6. T. Kadoya, M. Ashizawa, T. Higashino, T. Kawamoto, S. Kumeta, H. Matsumoto, T. Mori, K. Yamamoto, "Highly Conducting Organic Radical-Cation Salt (BTBT)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub> Based on a Weak Electron Donor" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 2013.
  7. Joungmin Cho, "Novel determination method of trap DOS & investigation of band transport in n-channel organic transistors" International Conference on Flexible and Printed Electronics, Juju Korea, Sept. 13, 2013.
  8. T. Kawamoto, "Electronic states of the dual-layered organic superconductor (BEDT-TTF)<sub>2</sub>Ag(CF<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(TCE)" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 17, 2014.

9. 角屋智史、SELF-CONTACT ORGANIC TRANSISTORS USING CHEMICAL DOPING、International Conference on Synthetic Metals、Turku, Finland、2014年7月
10. Pitayatanakul, Oratai、AMBIPOLAR ORGANIC FIELD-EFFECT TRANSISTORS USING INDIGO DERIVATIVES、International Conference on Synthetic Metals、Turku, Finland、2014年7月
11. 芦沢 実, 小田島 岳史, 鴻巣 裕一, 松本 英俊, 森 健彦、「Thienoisindigo based small molecules for field-effect transistors and bulk heterojunction solar cells」、10th International Conference on Electroluminescence and Optoelectronic Devices、Cologne, Germany、2014年8月31日
12. T. Mori, "Zero-Gap States of Organic Conductors Derived from a Honeycomb Lattice" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 15, 2014.
13. T. Higashino, T. Kadoya, T. Kawamoto, and T. Mori, "Synthesis, Structure, and Physical Properties of (DBrBTBT)<sub>3</sub>X<sub>2</sub>(PhCl)<sub>2</sub>" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 15, 2014.
14. S. Kumeta, T. Kawamoto, T. Mori, T. Shirahata, "Studies of Metal-Insulator Transition in One-Dimensional Organic Metal (DMEDO-TTF)<sub>2</sub>ClO<sub>4</sub>" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 15, 2014.
15. T. Kadoya, M. Ashizawa, T. Higashino, T. Kawamoto, S. Kumeta, H. Matsumoto, T. Mori, K. Yamamoto, "Highly Conducting Organic Radical-Cation Salt (BTBT)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub> Based on a Weak Electron Donor" International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Ferromagnets, Montreal, July 15, 2014.
16. Sumika Tamura, "All-organic self-contact transistors" International Conference on Flexible and Printed Electronics, Juju Korea, Sept. 13, 2013.
17. Y. Kiyota, Dr. T. Kadoya, Dr. K. Iijima, T. Higashino, T. Kawamoto, K. Takimiya, T. Mori, 「Conductivity and Thermopower of organic conductors (BTBT)<sub>2</sub>X (X: PF<sub>6</sub>, AsF<sub>6</sub>, SbF<sub>6</sub>, TaF<sub>6</sub>)」11th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets, Bad Gögging (Germany), 2015年9月8日
18. J. Cho, H. Minemawari, H. Watanabe, T. Yamada, S. Inoue, J. Tsutsumi, S. Arai, T. Hasegawa, T. Mori 「Approaching sub 100 K band-like transport in organic single-crystal transistors」Pacifichem 2016、2015年12月18日
19. C. Fujisue, T. Mori, T. Kawamoto, T. Kadoya, T. Higashino 「Air-stable ambipolar organic transistors based on layered molecular conductors (dibenzopyrrolopyrrole)(dimethyl dicyanoquinonediimine)」Pacifichem 2016、2015年12月18日
20. T. Higashino, S. Kumeta, S. Tamura, Y. Ando, K. Ohmori, K. Suzuki, A. Filatre-Furcate, D. LORCY, T. Mori 「Air-stable ambipolar and n-channel organic transistors with hydrogen-bond and sulfur-sulfur networks」Pacifichem 2016、2015年12月18日
21. N. Masuda, T. Higashino, T. Kadoya, M. Ashizawa, T. Kawamoto, H. MATSUMOTO, T. Mori 「Organic field-effect transistors based on isoindigo derivatives」Pacifichem 2016、2015年12月18日
22. R. Sato, Dogishi, T. Higashino, T. Kadoya, T. Kawamoto, T. Mori 「Organic transistors based on charge-transfer complexes of BTBT analogs」Pacifichem 2016、2015年12月18日
23. T. Kawamoto, K. Kurata, T. Mori, R. Kumai, A. Genuine, 「Mott Insulator  $\beta$ -(BEDT-TTF)TaF<sub>6</sub>」12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, 蔵王、2017年9月25日。
24. Y. Kiyota, T. Kawamoto, R. Kato, T. Mori. 「Thermoelectric Power and Energy Band in [(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>N][Pd(dmit)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>」12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, 蔵王、2017年9月25日。

#### (4)知財出願

- ① 国内出願 (1件)

1. 森健彦, 角屋智史 「有機薄膜トランジスタの製造方法及び有機薄膜トランジスタ」東京工業大学及び住友化学工業, 特許出願 2012-042066 に関わる優先権主張.

① 海外出願 (0 件)

② その他の知的財産権

(他に記載すべき知的財産権があれば記入してください。(実用新案 意匠 プログラム著作権 等))

(5)受賞・報道等

①受賞

1. 森健彦、日本化学会学術賞 2015 年 3 月.
2. Pitayatanakul, Oratai、7th Thailand-Japan International Academic Conference ベストプレゼンテーション賞 2014 年 11 月.
3. Pitayatanakul, Oratai、International School and Symposium on Molecular Materials ポスター賞 2013 年 11 月.
4. Cho, Joung-min、在日韓国科学技術者協会 合同分科会で最優秀賞 2013 年 2 月.
5. 最優秀修士論文発表賞 佐藤諒之介 2016 年 3 月 28 日

②マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要も記入してください。)

③その他

(6)成果展開事例

①実用化に向けての展開

② 社会還元的な展開活動

## § 7. 研究期間中の活動

### (2) 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2013年11月 4-8日	International School and Symposium on Molecular Materials	大岡山(東京)	88人 (うち海外 より32人)	分子性物質関係の若手中心のチュ ートリアル(2日間)およびシンポジウ ム(3日間)