

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26410095

研究課題名(和文) 導電性材料を指向した含フッ素 電子供与性分子の創出

研究課題名(英文) Synthesis of electron donors containing fluorine atoms aimed to develop organic conducting materials

研究代表者

白旗 崇 (Shirahata, Takashi)

愛媛大学・理工学研究科(工学系)・准教授

研究者番号：40360565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：有機導電性材料の構成分子として、フッ素官能基を含む新規 電子供与性分子を合成し、これらの構造と性質を明らかにした。X線結晶構造解析の結果、F---F相互作用の形成によって、より密に御バックグした分子は結晶中で平面性の高い構造をとることが明らかとなった。以上の結果から、F---F相互作用などのハロゲン結合を利用することで分子性導体の構成成分となる分子の間に働く相互作用を強化できることを見いだした。

研究成果の概要(英文)：Electron donors, in which functional groups with fluorine atoms are contained, were successfully synthesized. X-ray structure analysis revealed that the donor with strong F---F halogen bonds adopts planar structure due to effect on the lattice energy. These results demonstrated that the utilization of halogen bonds like F---F interactions strengthens the intermolecular interactions of molecular conductors.

研究分野：化学

キーワード：電気・磁氣的機能 有機電子材料 電子供与体 分子性導体 超分子化学 双極子相互作用 ハロゲン結合

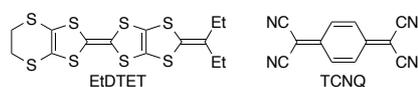
### 1. 研究開始当初の背景

*Nature* 誌 (2013 年 7 月 25 日号) に有機エレクトロニクスに関して、「Plastic fantastic」と題する論説が掲載された。この論説に記述されているとおり、有機物質の軽さ・柔らかさ、物質の多様性を活かすことができれば、シリコン等の無機デバイスでは実現不可能な機能を持った新規デバイスの開発ができるであろう。すなわち有機エレクトロニクス技術の発展は人類の生活をより豊かなものに変えることができると考えられる。また、この論説では白川英樹教授らによる導電性高分子の発見からスタートした当該研究分野の栄枯盛衰と、現在の有機エレクトロニクス技術へ至るブレークスルーが紹介されている。物質開発のブレークスルーの例として、非ドーピングによる高導電性と電気刺激による発光を示すポリ(*p*-フェニレンビニレン)がケンブリッジ大学の Richard Friend 教授らによって開発されたことが挙げられている。すなわち、次世代の有機エレクトロニクス材料を開発するためには、一つの物質で複数の機能が発現する「複合機能材料」の開発が必須の要件である。

研究代表者は低分子を利用した有機伝導体の研究を行っており、物質開発の観点から有機エレクトロニクス技術の発展に貢献することを目的として研究を行ってきた。この分野における先駆的な複合機能性有機伝導体として、分子科学研究所の小林速男教授・NIMS の宇治進也博士らによる磁場誘起超伝導体がある。この物質では有機分子に由来する伝導電子と対イオンに含まれる遷移金属に由来する局在 *d* スピンが相互作用( $\pi$ -*d* 相互作用)することで新規な物理現象が発現している。また、研究代表者らが開発した物質においても、 $\pi$ -*d* 相互作用に起因する不揮発性の磁気抵抗メモリ効果が京都大学の前里光彦准教授らによって見出されている。一方、導電性と磁性が互いに相互作用している物質を有機化合物のみで実現した例はほとんどない。

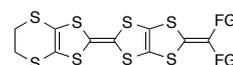
### 2. 研究の目的

研究代表者らのグループでは、有機化合物のみで構成された超伝導体 (EtDTET)(TCNQ) の開発に成功している。この物質は  $\pi$  電子供与性分子である EtDTET と  $\pi$  電子受容性分子である TCNQ との電荷移動 (CT) 錯体であり、有機化合物のみからなる超伝導体の第 3 の例である。さらに、EtDTET に由来する超伝導と TCNQ に由来する磁性が共存する特異な超伝導体であることが示唆されている。すなわち、有機化合物のみで構成された複合機能性の有機超伝導体の最初の例と考えられる。本研究課題では EtDTET の  $\pi$  電子骨格に着目し、新規な複合機能性の有機導電性材料の開発を目的として研究を行った。



### 3. 研究の方法

(EtDTET)(TCNQ) のような複合機能性を示す純有機超伝導体を開発するための具体的な設計指針は、現在のところ確立されていない。この問題を解決するための具体的な研究項目は以下に示すとおりである： 1) (EtDTET)(TCNQ) における超伝導特性と磁性の関連性を調査する； 2) 既知の TCNQ 誘導体と EtDTET との CT 錯体を作製し、構造と物性を評価する； 3) EtDTET に類似する  $\pi$  電子供与性分子の開発を行い、CT 錯体の構造と物性を評価する。研究項目 1) については、既に他のグループとの共同研究に着手している。2) の研究項目は新規性の観点から本研究の中心となることはない。したがって、研究項目 3) を中心に本研究課題を実施した。標的分子として、EtDTET 分子のエチル基を含フッ素官能基 (FG) に置き換えた分子を設計した (下図)。



フッ素原子は電気陰性度が大きく、電子供与性の低下を招くため、 $\pi$  電子供与性分子の開発では積極的に利用されなかった。しかしながら、含フッ素官能基を導入する事によって、水素結合・ハロゲン結合、双極子相互作用、静電的相互作用に起因する特異な結晶構造や物性の発現が期待できる。本研究課題では、新規な含フッ素  $\pi$  電子供与性分子を合成し、フッ素官能基の特性を利用した複合機能性の有機導電性材料を開発を検討した。また、合成した分子の特性に応じて有機金属錯体への展開も検討した。

### 4. 研究成果

本研究課題では、「新しい含フッ素テトラチアフルバレン (TTF) 系  $\pi$  電子供与性分子」として DT-TTF 系電子供与体にフルオロアリアル基を導入した **1-3** (図 1) に着目して研究を行った。フルオロアリアル基を導入した新規  $\pi$  電子供与性分子 **1-3** の合成はスキーム 1 にしたがって行い、良好な収率 (63-97%) で得ることに成功した。

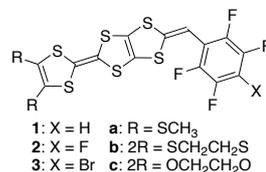
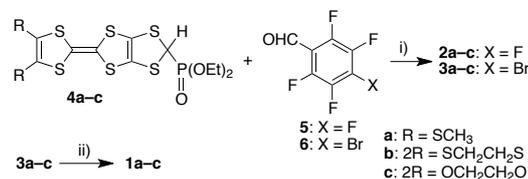


図 1. フルオロアリアル基を導入した DT-TTF 誘導体。

スキーム 1. フルオロアリアル基を導入した DT-TTF 誘導体 **1-3** の合成。反応試薬と条件： i) LDA, THF, -78 °C； ii) NaBH<sub>4</sub>, DMF, 50 °C。



合成した **1-3** の構造は  $^1\text{H}$  NMR, IR, MS スペクトルで同定した。LDI-TOF 法による質量分析の結果、分子イオンピーク ( $\text{M}^+$ ) に起因するシグナルの他に、二量体の +1 価に対応するイオンピーク ( $2\text{M}^+$ ) が観測された。この結果は、大きな双極子モーメントに起因する双極子引力および電荷移動相互作用 ( $\text{D}^+ + \text{D} \rightleftharpoons \text{D} + \text{D}^+$ ) によって、気相中で分子が会合していることを示唆している。密度汎関数法 (DFT) による理論計算により、新たに合成した **1-3** の双極子モーメントは 2.7-3.8 Debye と見積もられた。また、これらの分子の最高被占軌道 (HOMO) は主に TTF 骨格上に分布しており、フルオロアリアル基上の HOMO の寄与は小さい。HOMO レベルはフッ素原子を有しない類似分子の HOMO レベルよりも 0.1 eV 程度深くなっているが、その差はわずかである。サイクリックボルタンメトリー (CV) 法により、これらの分子の電気化学的性質を調べた。電子供与性の指標となる第一酸化電位はフッ素原子を有しない類似分子と比較して、0.03 V の上昇にとどまっている。したがって、電子求引性のフルオロアリアル基による電子供与性の著しい低下は起きていないと考えられる。この結果は前述の理論計算から求められた分子軌道と良い一致を示している。

結晶中での分子間相互作用を明らかにするために **1a-3a** の X 線結晶構造解析を行った。**1a** ( $\text{X} = \text{H}$ ) および **3a** ( $\text{X} = \text{Br}$ ) は単斜晶系で空間群  $P2_1/c$  (#14) に属し、**2a** ( $\text{X} = \text{F}$ ) は三斜晶系で空間群  $P\bar{1}$  (#2) に属する。**1a-3a** の分子構造を図 2 に示す。**1a** の TTF 骨格は舟形配座をとっており、比較的平面性が良くない。一方、**2a** と **3a** の TTF 骨格は比較的高い平面性を示した。また、アリアル基とそれに近接する 1,3-ジチオール環の二面角は  $44.4^\circ$  (**1a**)、 $23.8^\circ$  (**2a**)、 $12.0^\circ$  (**3a**) であり、分子全体の平面性は **3a** が最も高くなっている。これは分子間に働くハロゲン結合 ( $\text{F}\cdots\text{F} = 2.826, 3.025(4) \text{ \AA}$ ) によって、より密にパッキングしているためと考えられる (図 3)。

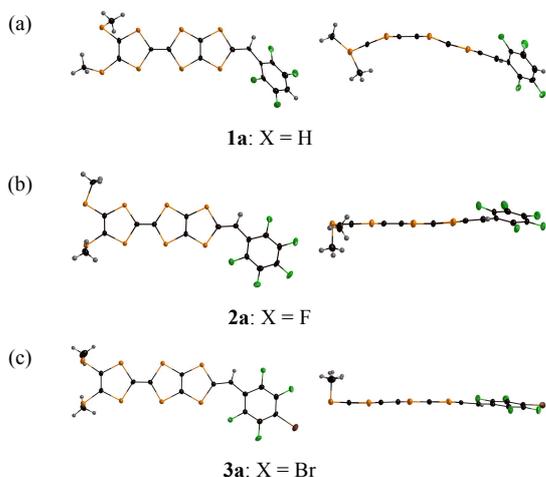


図 2. フルオロアリアル基を導入した DT-TTF 誘導体の分子構造: (a) **1a**、(b) **2a**、および (c) **3a**; (左) TTF 骨格の真上から見た図, (右) TTF 骨格の真横から見た図。

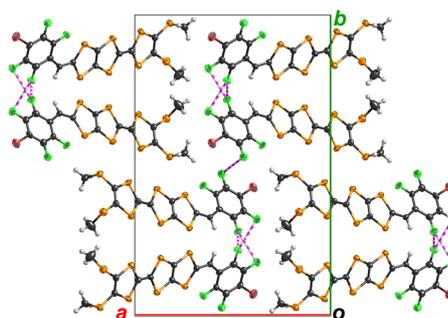


図 3. **3a** の結晶構造 ( $c$  軸投影図)。紫色の破線は van der Waals 半径の和よりも短い  $\text{F}\cdots\text{F}$  相互作用を示す (2.826(4), 3.025(4) Å, フッ素の van der Waals 半径は 1.52 Å)。

新規  $\pi$  電子供与性分子 **1-3** を配位子として用いた金錯体の合成研究を検討した。既報のテトラブチルアンモニウムビス(ペンタフルオロフェニル)金(I)の合成方法を参考にして、テトラフルオロフェニル部位をもつ TTF 誘導体に対して、各種塩基を作用させカルボアニオンを発生させた後、 $\text{AuCl}(\text{tetrahydrothiophene})$  を作用させたが、目的の錯体は得られなかった。この研究過程で得られた  $[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]$  を対イオンとする分子性導体はこれまでにほとんど検討されていない。そこで本研究課題では BDT-TTP および MeDTET (図 4) を電子供与体とする  $[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]$  塩の作製を検討し、単結晶として得ることに成功した。

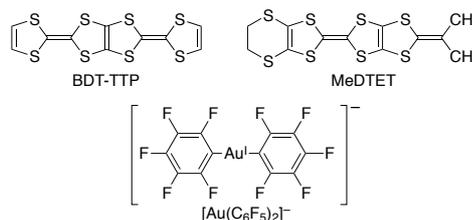


図 4. BDT-TTP, MeDTET, および  $[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]^-$  の構造。

それぞれの塩の組成および構造は X 線結晶構造解析で決定した。 $(\text{BDT-TTP})_4[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]_3$  および  $(\text{MeDTET})_4[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]$  はいずれも三斜晶系で空間群  $P\bar{1}$  (#2) に属する。 $(\text{BDT-TTP})_4[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]_3$  において、BDT-TTP 分子は結晶学的に二分子独立 (A, B) であり、 $b$  軸方向に一次元カラムを形成している。その周りを結晶学的に独立な 2 種類の  $[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]^-$  イオン (I, II) が取り囲んだ構造をとっている (図 5)。

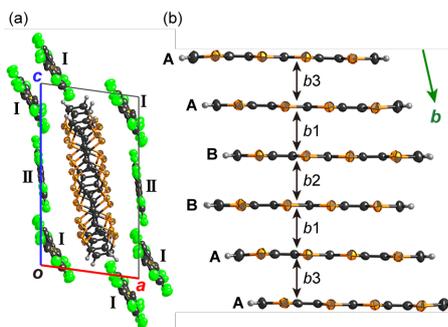


図 5. (a)  $(\text{BDT-TTP})_4[\text{Au}(\text{C}_6\text{F}_5)_2]_3$  の結晶構造および (b) ドナー分子のカラム構造。

一方、(MeDTET)<sub>4</sub>[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]において、結晶学的に独立な2つのMeDTET分子(A, B)はA-B-B-Aの周期で積層し、λ型に類似した分子配列をとっている(図6)。

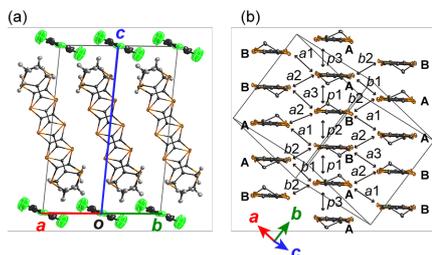


図6. (a) (MeDTET)<sub>4</sub>[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]の結晶構造および(b)ドナー分子の配列様式。

BDT-TTP および MeDTET の[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup>塩の抵抗の温度依存性を四端子法で測定した(図7)。BDT-TTP 塩は室温から半導体的な振る舞いを示したが、MeDTET 塩は室温近傍で金属的な性質を示すことが明らかとなった。強結合近似により計算したBDT-TTP 塩のFermi面は純一次元系であり、MeDTET 塩については二次元的な電子系であることが示唆される(図7)。

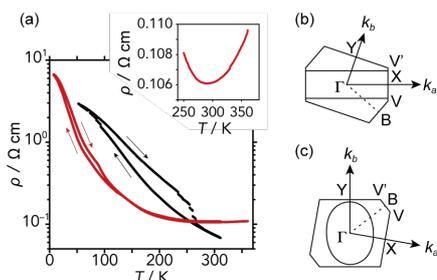


図7. (a) (BDT-TTP)<sub>4</sub>[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>3</sub> (黒の実線) および (MeDTET)<sub>4</sub>[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>1</sub> (赤の実線)の抵抗の温度依存性。(b) (BDT-TTP)<sub>4</sub>[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>3</sub> および (c) (MeDTET)<sub>4</sub>[Au(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>1</sub>のフェルミ面。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計11件)

- Masafumi Ueda, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Crystal and Electronic Structures of [5]Radialene Substituted with Quintuple 1,3-Dithiol-2-ylidenes and Its Oxidative Species", *ChemistrySelect*, **2** (12), 3490–3495 (2017). 【査読有】  
DOI: 10.1002/slct.201700288
- Masafumi Ueda, Akimi Tahara, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Molecular and Crystal Structures of Dicationic Tetrakis(1,3-benzodithiol-2-ylidene)cyclopentane", *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **89** (12), 1500–1502 (2016). 【査読有】  
DOI: 10.1246/bcsj.20160271
- Daisuke Ogi, Yusuke Fujita, Shigeki Mori, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Bis- and

Tris-Fused Tetrathiafulvalenes Extended with Anthracene-9,10-diylidene", *Org. Lett.*, **18** (22), 5868–5871 (2016). 【査読有】

DOI: 10.1021/acs.orglett.6b02944

- Shohei Kumeta, Tadashi Kawamoto, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, Takehiko 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** (9), 094701/1–8 (2016). 【査読有】  
DOI: 10.7566/JPSJ.85.094701
- Shuhei Fukuoka, Satoshi Yamashita, Yasuhiro Nakazawa, Takashi Yamamoto, Hideki Fujiwara, Takashi Shirahata, Kazuko Takahashi, "Thermodynamic properties of antiferromagnetic ordered states of π-d interacting systems of κ-(BETS)<sub>2</sub>FeX<sub>4</sub> (X = Br, Cl)", *Phys. Rev. B*, **93** (24), 245136/1–7 (2016). 【査読有】  
DOI: 10.1103/PhysRevB.93.245136
- Masashi Hasegawa, Ken-ichi Nakamura, Saki Tokunaga, Yumi Baba, Ryota Shiba, Takashi Shirahata, Yasuhiro Mazaki, Yohji Misaki, "Synthesis, Structure, Optical, and Electrochemical Properties of Triple- and Quadruple-decker Co-facial Tetrathiafulvalene Arrays", *Chem. Eur. J.*, **22** (29), 10090–10101 (2016). 【査読有】  
DOI: 10.1002/chem.201601785
- Takashi Shirahata, Shuhei Kohno, Keisuke Furuta, Yusuke Oka, Yohji Misaki, "Synthesis of New Electron Donor ClMe<sub>3</sub>-TTP: Structures and Properties of (ClMe<sub>3</sub>-TTP)<sub>3</sub>X (X = PF<sub>6</sub> and AsF<sub>6</sub>)", *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **88** (8), 1086–1092 (2015). 【査読有】  
DOI: 10.1246/bcsj.20140413
- Daisuke Ogi, Shuka Yoshimoto, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Synthesis, Structures, and electrochemical properties of new extensively conjugated TTF", *Chem. Lett.*, **44** (4), 554–556 (2015). 【査読有】  
DOI: 10.1246/cl.141182
- Keisuke Furuta, Shuhei Kohno, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Molecular Conductors with Effectively Half-Filled Electronic States Based on Tetrathiafulvalene Derivatives Condensed with a 2-Isopropylidene-1,3-dithiole Ring", *Eur. J. Inorg. Chem.*, **2014** (24), 3982–3988 (2014). 【査読有】  
DOI: 10.1002/ejic.201402006
- Haruka Kimura, Katsuya Konishi, Shun-ya Muraoka, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Dendritic Tetrathiafulvalene Pentamers Linked by Methylene-dithio Spacers", *Chem.*

*Lett.*, **43** (6), 843–845 (2014). 【査読有】  
DOI: 10.1246/cl.140092

11. Ken-ichi Nakamura, Yuuki Okada, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Cyclic TTF Tetramer Linked by Methyleneedithio Spacers", *Chem. Lett.*, **43** (5), 708–710 (2014). 【査読有】  
DOI: 10.1246/cl.131231

〔学会発表〕(計 75 件、国内会議 71 件、国際会議 4 件、招待・依頼講演 2 件)

1. 城下 雄亮, 片山 翔伍, 白旗 崇, 土居 諒平, 上田 顕, 森 初果, 御崎 洋二, カテコール縮合 DT-TTF 導体の構造と物性, 日本化学会第 97 春季年会(2017), 2017 年 3 月 16 日, 慶應義塾大学日吉キャンパス (神奈川県・横浜市)
2. 片山 翔伍, 白旗 崇, 御崎 洋二, エチル基を導入した TPDT-TTP および DT-TTF 系ドナーを用いた分子性導体の開発, 日本化学会第 97 春季年会(2017), 2017 年 3 月 16 日, 慶應義塾大学日吉キャンパス (神奈川県・横浜市)
3. 徳永 早貴, 増田 拓也, 白旗 崇, 御崎 洋二, 異なる TTF 誘導体をユニットとしたオリゴマーの合成と性質, 第 10 回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, 2016 年 12 月 16 日, アウル京北 (京都府・京都市)
4. 木下 直哉, 片山 翔伍, 岡 優佑, 白旗 崇, 御崎 洋二, 分子内電荷秩序状態を目指した新規 ST-STP 系導体の合成、構造と物性, 第 10 回分子科学討論会, 2016 年 9 月 13 日, 神戸ファッションマート (兵庫県・神戸市)
5. Takashi Shirahata, Yusuke Oka, Shota Yamada, Akira Ueda, Hatsumi Mori, Yohji Misaki, Phase transition of Molecular Conductors Based on DSDF Containing Ethylenedioxy Group, The 15th International Conference on Molecule-based Magnets (ICMM2016), Oct. 7, 2016, Sendai (Japan)
6. 片山 翔伍, 白旗 崇, 御崎 洋二, 直鎖アルキル基を有する TTP 導体の構造と物性, 化学道場 2016, 2016 年 8 月 25 日, にぎたつ会館 (愛媛県・松山市)
7. 尾木 大祐, 田中 千咲, 八尾 勝, 白旗 崇, 御崎 洋二, 二次電池用正極活物質へ向けた新規 TTF 誘導体の合成と性質, 化学道場 2016, 2016 年 8 月 25 日, にぎたつ会館 (愛媛県・松山市)
8. 片山 翔伍, 白旗 崇, 御崎 洋二, アルキル基を有する TTP 導体の構造と物性—系統的な鎖長変化の効果, 日本化学会第 96 春季年会 2016, 2016 年 3 月 25 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京都府・京田辺市)
9. 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, 1,3-ジチオール[3]ラジアルレンの合成検討と開環型異

性体の構造, 第 9 回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, 2015 年 11 月 20 日, レイクサイド入鹿 (愛知県・犬山市)

10. 田中 千咲, 尾木 大祐, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, 二次電池用正極活物質へ向けた新規 TTF 誘導体の合成と性質, 第 9 回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, 2015 年 11 月 20 日, レイクサイド入鹿 (愛知県・犬山市)
11. 岡 優佑, 白旗 崇, 御崎 洋二, エチレンジオキシ基を導入した DSDF 導体の金属-絶縁体転移, 2015 年日本化学会中国四国支部大会, 2015 年 11 月 15 日, 岡山大学津島キャンパス (岡山県・岡山市)
12. Masafumi Ueda, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, Molecular and Electronic Structures of Oxidized 1,3-Dithiole[5]radialene Derivatives, The 13th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-13), Nov. 10, 2015, Kyoto (Japan)
13. 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, 開環型 1,3-ジチオール[3]ラジアルレン構造異性体の合成と構造, 第 24 回有機結晶シンポジウム, 2015 年 11 月 2 日, 広島大学霞キャンパス (広島県・広島市)
14. 田中 千咲, 吉本 朱夏, 尾木 大祐, 白旗 崇, 御崎 洋二, 新規拡張型 TTF の合成、構造と電気化学的特性, 第 26 回基礎有機化学討論会, 2015 年 9 月 25 日, 愛媛大学城北キャンパス・松山大学カルフルホール (愛媛県・松山市)
15. 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, 1,3-ジチオール[5]ラジアルレンと関連化合物の分子・電子構造, 第 26 回基礎有機化学討論会, 2015 年 9 月 24 日, 愛媛大学城北キャンパス・松山大学カルフルホール (愛媛県・松山市)
16. 片山 翔伍, 岡 優佑, 白旗 崇, 山田 翔太, 上田 顕, 森 初果, 御崎 洋二, 直鎖アルキル基を有する TTP 導体の合成、構造と物性, 第 9 回分子科学討論会, 2015 年 9 月 17 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京都・目黒区)
17. 古田 圭介, 岡 優佑, 白旗 崇, 御崎 洋二, バンド幅のチューニングを指向した DT-TTF 誘導体の合成と物性, 第 9 回分子科学討論会, 2015 年 9 月 17 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京都・目黒区)
18. 白旗 崇, 岡本 宗次郎, 岡 優佑, 尾木 大祐, 古田 圭介, 御崎 洋二, 有機金属アニオンを対イオンとする新規分子性導体の構造と伝導性, 第 9 回分子科学討論会, 2015 年 9 月 17 日, 東京工業大学大岡山キャンパス (東京都・目黒区)
19. Yohji Misaki, Shuhei Kohno, Yusaku Harada, Keisuke Furuta, Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Development of

molecular conductors based on tetramethyl-TTP and its related donors, The 11th International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Magnets (ISCOM2015), Sep. 10, 2015, Bad Gögging (Germany)

20. 白旗 崇, 純粋な有機物からなる超伝導体の開発, 第 10 回愛媛大学学術フォーラム, 2015 年 9 月 4 日, 愛媛大学総合情報メディアセンターメディアホール (愛媛県・松山市)
21. Takashi Shirahata, Tetsuya Ito, Shinya Toki, Keita Shiratori, Shouhei Kumeta, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Yohji Misaki, Thermally induced mechanical effects in molecular conductors, The 22nd International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (ICCOSS XXII), July 13, 2015, Niigata (Japan)
22. 岡 優佑, 白旗 崇, 山田 翔太, 上田 顕, 森 初果, 御崎 洋二, エチレンジオキシ基を有する DSDTF 誘導体を用いた分子性導体の構造と物性, 第 82 回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会・第 98 回計測自動制御学会力学計測部会・第 32 回合同シンポジウム, 2015 年 5 月 29 日, 愛媛大学南加記念ホール (愛媛県・松山市)
23. 岡 優佑, 白旗 崇, 御崎 洋二, エチレンジオキシ基を導入した DSDTF 導体の構造と物性、性質, 日本化学会第 95 春季年会, 2015 年 3 月 27 日, 日本大学船橋キャンパス (千葉県・船橋市)
24. 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, 1,3-ジチオール[5]ラジエン酸化種への水和-転位によるスピロ環形成, 第 8 回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム, 2014 年 11 月 21 日, ホテル龍登園 (佐賀県・佐賀市)
25. 岡 優佑, 白旗 崇, 御崎 洋二, エチレンジオキシ基を有する DSDTF 導体の合成と物性, 第 8 回分子科学討論会, 2014 年 9 月 24 日, 広島大学東広島キャンパス (広島県・東広島市)

[その他]

ホームページ等

愛媛大学工学部応用化学科 構造有機化学研究室

<http://www.misaki-lab.jp>

研究者情報 | 愛媛大学工学部

<http://www2.eng.ehime-u.ac.jp/profile/9/1/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

白旗 崇 (SHIRAHATA, Takashi)

愛媛大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号: 40360565

### (2) 研究分担者

なし

研究者番号:

### (3) 連携研究者

御崎 洋二 (MISAKI, Yohji)

愛媛大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号: 90202340

### (4) 研究協力者

森 重樹 (MORI, Shigeki)