

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月20日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H03798

研究課題名(和文)機能性有機材料を指向した多電子レドックス型オリゴマーの創出

研究課題名(英文)Development of multi-electron redox oligomers toward to functional organic materials

研究代表者

御崎 洋二 (Misaki, Yohji)

愛媛大学・理工学研究科(工学系)・教授

研究者番号：90202340

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：新しいタイプの多電子レドックス型オリゴマーの合成に数多く成功した。得られた分子の酸化還元挙動をサイクリックボルタンメトリーにより解明した。シクロヘキセン挿入型TTPYをユニットとしたダイマー分子を正極活物質に用いた二次電池が比較的高性能な充放電特性を示すことを明らかにした。異なる置換基を持つTTFから成るTTFトリマーのカチオンラジカル塩のX線結晶構造解析と電気伝導度測定に成功し、その電子状態が電荷秩序状態またはMott絶縁体であることを見出した。さらにTTF部位の一つをTSFに置き換えたトリマーでは、室温付近で金属的な電気伝導性を示すことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題で新たに合成に成功した多電子レドックス型オリゴマー分子は特異な酸化還元挙動を示すと共に、効率的に電荷秩序型の分子性導体を開発できる可能性を秘めた物質群である。そのため、学術的に興味深い化合物群であるとともに、二次電池の正極活物質、光エネルギーを電力に変換する強相関太陽電池の候補物質への展開が期待される物質群である。今後、得られた成果に基づいて、エネルギーの高効率利用に関する応用研究へと発展させることができたならば、持続可能な社会を実現する上で意義深く、波及効果は大きいと期待される。

研究成果の概要(英文)：Several types of new multi-electron redox oligomers were successfully synthesized. The redox behavior of the obtained molecules was elucidated by cyclic voltammetry. A rechargeable battery using a dimeric TTPY with cyclohexene inserted as a positive electrode material exhibits relatively high charge-discharge performance. X-ray structure analysis and electrical conductivity measurement of the cation radical salt based on a trimeric TTF with different substituents were successful, and revealed that its electronic state is charge ordered state or a Mott insulator. Furthermore, it was found that a trimer in which one of the TTF units is replaced with TSF exhibits metallic conductivity at around room temperature.

研究分野：構造有機化学, 物性有機化学, 有機固体化学, 有機電気化学, 有機材料化学

キーワード：二次電池 電気伝導体 有機デバイス 酸化還元 結晶構造解析

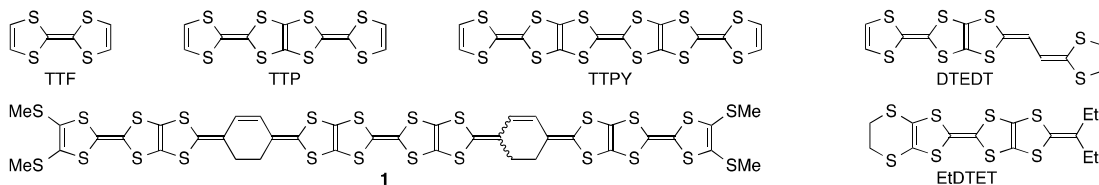
様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

有機物質が持つ柔らかさ・軽さ，多様な設計自由度といった性質を利用すれば，シリコン等の無機材料では実現不可能な機能を持つ新しいデバイスを開発することが可能となる。すなわち有機エレクトロニクス技術の発展は我々の生活をより豊かなものに変えることができる。この様な背景のもと，持続可能社会の実現に向けてエネルギーの変換・貯蔵・高効率利用に関する有機エレクトロニクス材料の開発研究が活発に行われている。

2. 研究の目的

研究代表者は電気エネルギーの貯蔵や高効率利用に応用可能な材料の開発を行っており，有機エレクトロニクス技術の発展に貢献しうる新しい物質の開発を目的として研究を行っている。近年，この分野では，有機化合物を正極活物質とする有機二次電池の開発が活発に研究されている。研究代表者らはテトラチアフルバレン (TTF) や拡張型 TTF を融合させた分子『融合型 TTF オリゴマー』を合成し，二つの TTF が融合した TTP，三つの TTF が融合した TTPY が有機二次電池の正極活物質として有望であることを見出している。更に融合型 TTF 五量体 (1) は一分子あたりの最大レドックスに対応する 10 電子が充放電に関与できることを発見し，画期的な有機二次電池の開発に成功している。この電池は活物質ベースのエネルギー密度が 700 mWh/g であり，様々な用途に利用されているリチウムイオン電池を凌駕する性能を持っている。更に，電気エネルギーの高効率送電に応用可能な超伝導体に関する研究も行っており，融合型 TTF 二量体である DTEDT や，TTF のハーフユニットである 1,3-ジチオール環が融合した EtDTET を成分とする新しい有機超伝導体の開発にも成功している。



本研究課題ではこれまでに得られた融合型 TTF オリゴマーの研究成果を踏まえ，エネルギーの貯蔵・高効率利用に応用可能な新しいタイプの多電子レドックス型オリゴマーの創出を目的とする。また，エネルギーの変換に関して，理論的な変換効率が 40% に達すると予測されている強相関太陽電池に利用できる強相関電子系の分子性導体 (電荷秩序型絶縁体) の開発も検討する。

3. 研究の方法

本研究課題では TTF，TTP，TTPY シドナーを多電子レドックスユニットとする架橋型オリゴマーを設計・合成し，紫外可視近赤外吸収スペクトル (UV-Vis-NIR)，サイクリックボルタンメトリー (CV)，理論計算等によって，分子の性質を実験的・理論的に明らかにした。合成した標的分子を用いて試作電池を作製し，電池特性を明らかにした。また，カチオンラジカル塩を作製し，結晶構造と物性を X 線結晶構造解析，バンド計算，電気・磁気測定によって明らかにした。

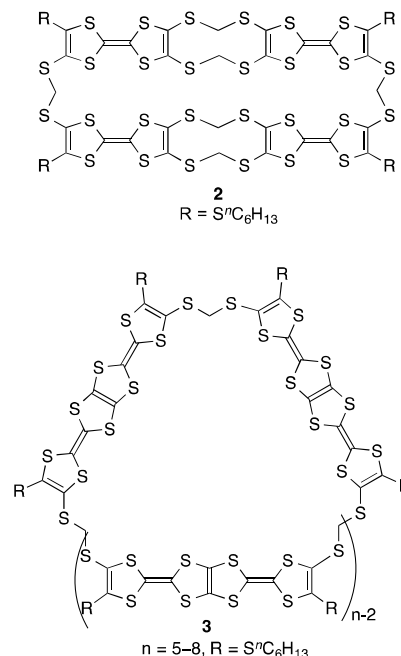
4. 研究成果

(1) 架橋型 TTF オリゴマー分子

四つの TTF をメチレンジチオで架橋したテトラチアフルバレンオファン (2) の合成を行い，それらの電気化学的性質について検討した。分子内環化反応は高度希釈法を用いて行った。得られた化合物の酸化還元挙動を CV 法により検討したところ，4 段階の +0.15 (4e)，+0.48 (2e)，+0.85 (1e)，+1.25 (1e) V (V vs. Fc/Fc⁺ in PhCN) の酸化還元波が観測された。既知の環状 TTF 四量体の酸化還元電位 (+0.06 (2e)，+0.18 (2e)，+0.45 (2e)，+0.55 (2e) V) と比較すると 8 電子酸化以降の酸化還元電位が高電位シフトしていた。このことからオクタカチオン状態では，既知の環状 TTF 四量体よりも新たに合成したテトラチアフルバレンオファンの方が，クーロン反発が大きく不安定化されたことが考えられる。

(2) 環状型 TTP オリゴマー

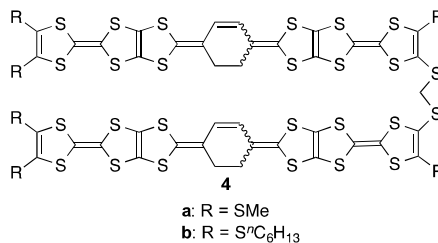
環状型 TTP オリゴマー五～八量体 (3) を合成し，それらの性質について検討した。CV 測定の結果，環状型 TTP 五量体は 7 段階の酸化還元電位を示した; -0.13 (1e)，-0.00 (1e)，+0.10 (2e)，+0.19 (1e)，+0.40 (5e)，+0.64 (5e)，+0.81 (5e) V (V vs. Fc/Fc⁺, in PhCN : α -C₆H₄Cl₂ = 1 : 1 (v/v))。TTP モノマーの第一酸化還元電位に対応する波が環状型



TTP 五量体では4波に分裂したことから、環状型 TTP 五量体の低酸化状態では分子内で TTP ユニット同士が互いに相互作用しており、その第一酸化還元電位は TTP モノマーの値 (+0.06 V) よりも 0.19 V 低電位にシフトしている。このことから、環状型 TTP 五量体のラジカルカチオン状態は正電荷が分子全体で広く非局在化し、TTP モノマーのラジカルカチオン状態よりも安定化していると考えられる。

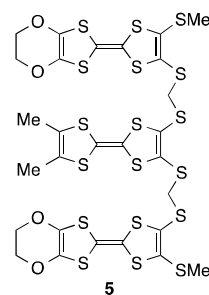
(3) 拡張 TTPY をユニットとした架橋型ダイマー

当研究室で開発したシクロヘキセン挿入型 TTPY をユニットとしたダイマー分子(4)の合成に成功した。CV 法により 4b の電気化学的性質について検討したところ、5 対の可逆的な酸化還元波が -0.05 (1e), +0.12 (3e), +0.38 (2e), +0.44 (2e), +0.60 (4e) V (V vs. Fc/Fc⁺, in CS₂-PhCN (2:1, v/v)) に観測された。4a を正極活物質として用いたコイン型二次電池の充放電特性について検討したところ、初回放電容量が 182 mA h/g、初回放電エネルギー密度が 626 mWh/g と比較的良好な特性を示した。



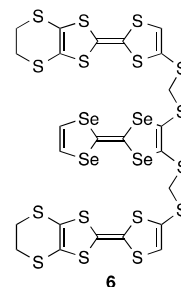
(4) エチレンジオキシ基を有した TTF 誘導体をユニットとしたオリゴマー

架橋型 TTF オリゴマー分子において分子内で電荷秩序状態を発現させることを目的として、エチレンジオキシ基を有した TTF 誘導体をユニットとしたオリゴマーならびに異なる TTF 誘導体をユニットとしたオリゴマーを合成し、構造、電気化学的性質の検討を行った。CV 測定によると、得られた誘導体のいずれも最初の 3 電子酸化還元は 1 電子移動として観測された。低電位側で 3 段階に分裂していることから、ビス(チオメチル)置換 TTF ユニットののみがメチレンジチオ基で架橋されたトリマーよりも分子内相互作用が強くなっていることが示唆された。更に、ラジカルカチオン塩の作製を電解結晶法により行い、中央のジメチル置換 TTF ユニットから二つのエチレンジオキシ置換 TTF ユニットがメチレンジチオ基で架橋されたトリマー(5)の ClO₄ 塩と PF₆ 塩が得られた。X 線結晶構造解析からドナー分子と対イオンの比が 1:1 であることがわかった。ドナー分子は結晶学的に一分子独立であり、分子内で三つの TTF ユニットが face-to-face 相互作用を形成している。一つのエチレンジオキシ基を有した TTF 誘導体とメチル基を有した TTF 誘導体が非平面構造を取っていた。このことから分子内の三つの TTF ユニットに均等に正電荷が分布しているのではなく、比較的平面性が良いエチレンジオキシ置換 TTF ユニットに主に電荷が分布し、非平面構造をとっている TTF ユニットにはほとんど電荷が分布していない分子内電荷秩序が示唆された。これらの塩のうち、ClO₄ の電気伝導度測定に成功し、これが室温で 0.0072 S/cm と比較的低い伝導性を示すことが明らかとなった。X 線結晶構造解析の結果に基づいて DFT 法で分子軌道を計算すると、ラジカルカチオン状態のトリマーの SOMO は各 TTF ユニットにほぼ均一に分布していることが分かった。この結果を再現するため、また、分子内の TTF ユニット間の重なり積分を求め、ユニットごとに拡張ヒュッケル法で分子軌道を計算し、その重なり積分を見積もった。その結果、これらの塩では電子的にも分子内の三量化が起きていることが分かった。トリマー分子とアニオンの組成は 1:1 であるので、バンド構造は大きく三つに分裂したバンドのアップバンドが半分満たされた状態になる。以上の結果から、これらの塩の電子状態は電荷秩序状態または Mott 絶縁体、もしくはその両方の状態が共存することが示唆された。



(5) TTF と TSF から成るトリマー

項目(4)で述べたように、TTF トリマー(5)のラジカルカチオン塩(組成は 1:1)は低伝導性であり、その電子状態は電荷秩序状態または Mott 絶縁体であると考えられた。そこで、電荷秩序状態をとりにくくするために中央の分子ユニットをドナー性の低いテトラセレンナフルバレン(TSF)を用い、かつ分子間の重なりを向上するために架橋末端にメチルチオ基をもたないトリマー分子を設計・合成した。得られたトリマー分子のうち、エチレンジチオ-TTF をユニットとした分子(6)のラジカルカチオン塩の単結晶試料の作製に成功し、296 K における X 線結晶構造解析の結果、ドナー分子と対イオンの比が 1:1 であることがわかった。310-120 K の領域では伝導度が温度に依存しない強相関電子系特有の伝導挙動を示し、約 90 K で急激に抵抗が増大して絶縁化した。



296 K における X 線結晶構造解析の結果、正電荷は TSF ユニットよりも、二つの TTF ユニットにわずかに偏っている。バンド計算の結果、TTF トリマー(5)の塩 ($W = 0.36$ eV) よりも TTF-TSF-TTF トライアド(6)の塩 ($W = 0.73$ eV) のほうが、バンド幅が増大している。これらの結果は TTF-TSF-TTF トライアドの塩において、比較的高い導電性を示した結果と一致する。また、50 K における X 線結晶構造解析の結果から、低温の絶縁体状態では一つの TTF ユニットに正電荷(+1 価)が偏り、分子内における電荷秩序状態であることが示唆された。

以上の結果から、オリゴマー分子を用いて効率的に電荷秩序型の分子性導体を開発できることが明らかとなり、今後エネルギー変換デバイスへの応用が期待される。

(6) 総括

本研究課題で新たに合成に成功した多電子レドックス型オリゴマー分子は特異な酸化還元挙動を示し、学術的に興味深い化合物群であるとともに、蓄電デバイスの正極活物質、光エネルギーを電力に変換する強相関太陽電池の候補物質への展開が期待される物質群である。今後は、得られた成果に基づいて、エネルギーの高効率利用に関する応用研究へと発展させる計画である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計15件)

Daisuke Ogi, Yusuke Fujita, Minami Kato, Tomokazu Yamauchi, Takashi Shirahata, Masaru Yao, Yohji Misaki, "Tris-fused Tetrathiafulvalenes Extended with an Anthraquinoid Spacer as New Positive Electrode Materials for Rechargeable Batteries," *Eur. J. Org. Chem.*, **2019**(16), 2725-2728 (2019). 査読有 **【Cover Feature】**
DOI: 10.1002/ejoc.201801877

Masafumi Ueda, Akimi Tahara, Masashi Hasegawa, Takashi Shirahata, Yasuhiro Mazaki, Yohji Misaki, "Hydration of Polycationic [5]Radialene with Quintuple 1,3-Dithiol-2-ylidenes Leads to a New Class of π -Extended Tetrathiafulvalene Scaffold," *Chem. Eur. J.*, **25**(19), 4984-4991 (2019). 査読有 **【Inside Cover】**
DOI: 10.1002/chem.201805994

Minami Kato, Yusuke Fujita, Tomokazu Yamauchi, Shigeki Mori, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Redox-Switchable Bis-fused Tetrathiafulvalene Analog: Observation and Control of Two Different Reduction Processes from Dication to Neutral State," *Org. Lett.*, **20**(17), 5121-5125 (2018). 査読有
DOI: 10.1021/acs.orglett.8b01985

Naoya Kinoshita, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Structures and Conducting Properties of Molecular Conductors Based on DM-TTP," *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **91**(10), 1553-1555 (2018). 査読有
DOI: 10.1246/bcsj.20180157

Tomokazu Yamauchi, Yuichi Shibata, Tatsuro Aki, Aya Yoshimura, Masaru Yao, Yohji Misaki, "Synthesis and Properties of [3]Dendralenes with Redox-active 1,3-Dithiol-2-ylidenes and Dicyanomethylidene and Application to Rechargeable Batteries," *Chem. Lett.*, **47**(9), 1176-1179 (2018). 査読有
DOI: 10.1246/cl.180496

Masaki Watanabe, Naoya Kinoshita, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Structures and Conducting Properties of Molecular Conductors Based on EO-ST-STP," *Chem. Lett.*, **47**(8), 982-984 (2018). 査読有
DOI: 10.1246/cl.180371

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

Minami Kato, Shigenobu Noda, Tetsu Kiyobayashi, Masaru Yao, Yohji Misaki, "Fused Donor-Donor-Acceptor Triads Composed of Tetrathiafulvalene and Benzoquinone Derivatives as the Positive Electrode Materials for Rechargeable Lithium and Sodium Batteries," *Chem. Lett.*, **46**(3), 368-370 (2017). 査読有
DOI: 10.1246/cl.161077

Masafumi Ueda, Akimi Tahara, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Molecular and Crystal Structures of Dicationic Tetrakis(1,3-benzodithiol-2-ylidene)cyclopentanone," *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

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

Atsushi Fujioka, Takashi Kubo, Miho Watanabe, Masafumi Ueda, Hisakazu Miyamoto, Yohji Misaki, "Vilsmeier-Haack Type Formylation on 6-Aryl-1,4-dithiafulvenes and Syntheses of Novel Extended Tetrathiafulvalene Donors," *Synthesis*, **48**(6), 845-854 (2016). 査読有

DOI: 10.1055/s-0035-1560400

Shintaro Iwamoto, Yuu Inatomi, Daisuke Ogi, Satoshi Shibayama, Yukiko Murakami, Minami Kato, Kazuyuki Takahashi, Kazuyoshi Tanaka, Nobuhiko Hojo, Yohji Misaki, “New tris- and pentakis-fused donors containing extended tetrathiafulvalenes: New positive electrode materials for rechargeable batteries,” *Beilstein J. Org. Chem.*, **11**, 1136-1147 (2015). 査読有

DOI: 10.3762/bjoc.11.128

Takashi Shirahata, Shuhei Kohno, Keisuke Furuta, Yusuke Oka, Yohji Misaki, “Synthesis of new electron donor ClMe₃-TTP: structures and properties of (ClMe₃-TTP)₃X (X = PF₆ and AsF₆),” *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **88**(8), 1086-1092 (2015). 査読有

DOI: 10.1246/bcsj.20140413

Takashi Matsuda, Masafumi Ueda, Rina Kondo, Mizuka Suwaki, Yohji Misaki, “Synthesis and Properties of Fused π -Electron Donors Possessing Vinylogous 1,3-Dithole[5]radialene Units,” *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **88**(6), 850-856 (2015). 査読有

DOI: 10.1246/bcsj.20150047

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

[学会発表](計 34 件)

Yohji Misaki, Minami Kato, Yusuke Fujita, Tomokazu Yamauchi, Takashi Shirahata, “Redox-Switchable Bis-fused Tetrathiafulvalene Analog: Observation and Control of Two Different Reduction Processes from Dication to Neutral State,” The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-14), 2018.

木下 直哉, 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 12 回分子科学討論会, 2018 年.

Daisuke Ogi, Yusuke Fujita, Minami Kato, Akimi Tahara, Takashi Shirahata, Masaru Yao, Yohji Misaki, “Tris-fused Tetrathiafulvalenes Extended with an Anthraquinoid Spacer as New Positive Electrode Materials for Rechargeable Batteries,” 28th International Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur (ISOCS 28), 2018.

増田 拓也, 徳永 早貴, 白旗 崇, 御崎 洋二, “TTF 三量体をドナーとした分子性導体の構造と性質,” 日本化学会第 98 春季年会, 2018 年.

山内智和, 吉村 彩, 白旗 崇, 御崎 洋二, “二次元的に拡張された新規 TTF オリゴマーの合成と有機二次電池正極活物質の展開,” 第 11 回有機 電子系シンポジウム, 2017 年.

御崎 洋二, “硫黄原子を利用した多電子酸化還元系の合成と機能性材料への展開,” 第 44 有機典型元素化学討論会, 2017 年. 【特別講演】

Yohji Misaki, Takuya Masuda, Saki Tokunaga, Takashi Shirahata, “Structures and Properties of Molecular Conductors Based on a Trimeric TTF Linked by Methyleneedithio Groups,” The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017), 2017.

山下 将輝, 山内 智和, 川崎 雄司, 吉村 彩, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, “ブチレン鎖で架橋した融合型ピニログ二量体の合成と性質,” 第 28 回基礎有機化学討論会, 2017 年.

久米 美花子, 細井 賢, 徳永 早貴, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, “メチレンジチオ基で架橋されたシクロヘキセン TTPY ダイマーの合成と性質,” 日本化学会第 97 春季年会, 2017 年.

境田 純也, 白旗 崇, 御崎 洋二, “新規な交互架橋型環状 TTP オリゴマーの合成と性質,” 第 10 回有機 電子系シンポジウム, 2016 年.

広野 有香, 尾木 大祐, 白旗 崇, 御崎 洋二, “メチレンジチオ鎖で架橋したアントラキノイド挿入型環状 TTPY オリゴマーの合成,” 第 10 回有機 電子系シンポジウム, 2016 年.

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 電子系シンポジウム, 2016 年. 【ポスター賞】

藤井 涼子, 田原 秋桜美, 木岡 美樹, 白旗 崇, 御崎 洋二, “1,3-ジチオール[6]デンドラレンの合成と酸化還元特性,” 第 43 回有機典型元素化学討論会, 2016 年.

尾木 大祐, 藤田 悠介, 八尾 勝, 白旗 崇, 御崎 洋二, “非平面構造を有する融合型 TTF オリゴマーを用いた有機二次電池の充放電特性,” 第 57 回電池討論会, 2016 年.

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.

尾木 大祐, 田中 千咲, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, “二次電池へ展開を指向した新規 TTF オリゴマーの合成と性質,” 第 27 回基礎有機化学討論会, 2016 年.

田原 秋桜美, 松田 孝司, 上田 将史, 須野田 宰, 白旗 崇, 御崎 洋二, “テトラキス(1,3-ジ

- チオール)[5]ラジアル二量体の合成と性質,” 第 27 回基礎有機化学討論会, 2016 年.
- 徳永 早貴, 白旗 崇, 御崎 洋二, “シクロヘキセン環を挿入された拡張 TTF オリゴマーの合成と性質,” 第 27 回基礎有機化学討論会, 2016 年.
- 徳永 早貴, 白旗 崇, 御崎 洋二, “積層型テトラチアフルバレンの合成と性質,” 日本化学会第 96 春季年会, 2016 年.
- ⑲ 藤井 涼子, 笠井 大輔, 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, “新しい 1,3-ジチオール[n]デンドラレン誘導体の合成と性質,” 第 42 回有機典型元素化学討論会, 2015 年.
- ⑳ 尾木 大祐, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, “チオフェンをスペーサーとする新規融合型 TTF オリゴマーの二次電池用正極活物質への展開,” 第 9 回有機 電子系シンポジウム, 2015 年.
- ㉑ 上田 将史, 松田 孝司, 小椋 優衣, 河村 悠平, 白旗 崇, 御崎 洋二, “拡張された 1,3-ジチオール[5]ラジアル二量体の合成と酸化還元挙動,” 日本化学会中国四国支部大会, 2015 年. 【ポスター賞】
- ㉒ 御崎 洋二, “融合型 TTF 分子系を基盤とした有機二次電池活物質の開拓,” 日本化学会中国四国支部大会, 2015 年. 【招待講演】
- ㉓ 加藤 南, 野田 茂伸, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, “ドナー・アクセプター縮合型分子系の合成と正極活物質への展開,” 第 56 回電池討論会, 2015 年.
- ㉔ 御崎 洋二, 川本 晃己, 細井 賢, 加藤 南, 白旗 崇, 八尾 勝, “拡張型 TTF を含む融合型 TTF 系正極活物質の合成と正極活物質への展開,” 第 56 回電池討論会, 2015 年.
- ㉕ 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, “開環型 1,3-ジチオール[3]ラジアル二量体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. 【ポスター賞】
- ㉖ 尾木 大祐, 藤田 裕介, 白旗 崇, 八尾 勝, 御崎 洋二, “アントラキノイドを含む新規融合型 TTF オリゴマーの合成と性質,” 第 26 回基礎有機化学討論会, 2015 年.
- ㉗ 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.
- ㉘ 佐々木 彰紀, 木村 晴佳, 白旗 崇, 御崎 洋二, “環状型高次 TTF オリゴマーの合成と性質,” 第 26 回基礎有機化学討論会, 2015 年.
- ㉙ 徳永 早貴, 木村 晴佳, 白旗 崇, 御崎 洋二, “拡張された TTF オリゴマーの合成と性質,” 第 26 回基礎有機化学討論会, 2015 年.
- ㉚ 上田 将史, 白旗 崇, 御崎 洋二, “1,3-ジチール[5]ラジアル二量体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. 【ポスター賞】
- ㉛ Yohji Misaki, Shuhei Kohno, Yusaku Harada, Keisuke Furuta, Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, “Development of molecular conductors based on tetramethyl-TTF and its related donors,” The 11th International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Magnets (ISCOM2015), 2015. 【招待講演】

〔図書〕(計 1 件)

Yohji Misaki, “Organic Rechargeable Batteries,” Functional Materials—Advances and Applications in Energy Storage and Conversion, Chapter 4, 205-252, T. Naito Ed., Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., Singapore, 2019.
ISBN 978-981-4800-09-9 (Hardcover); ISBN 978-0-429-46813-1 (eBook)

〔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>

愛媛大学教育研究者要覧

<http://yoran.office.ehime-u.ac.jp/profile/ja.c50f4d602b94f70460392a0d922b9077.html>
researchmap

<https://researchmap.jp/read0135655/>

6. 研究組織

(1) 研究協力者

研究協力者氏名：白旗 崇

ローマ字氏名：(SHIRAHATA, Takashi)

研究協力者氏名：吉村 彩

ローマ字氏名：(Yoshimura, Aya)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。