

機関番号：16301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21750148

研究課題名（和文）複合ヘテロ原子を有する電子供与体の開発及び有機伝導体への応用

研究課題名（英文）Development of Multiple-Heteroatom-Containing Electron Donors and Its Application to Organic Conductors

研究代表者

白旗 崇 (SHIRAHATA TAKASHI)

愛媛大学・理工学研究科・助教

研究者番号：40360565

研究成果の概要（和文）：有機伝導体の構成分子として、酸素、硫黄、セレンなどの複数のヘテロ原子を含む新規電子供与体を合成し、これらを用いた新規有機伝導体の開発に成功した。X線結晶構造解析により、新規有機伝導体の結晶状態においてヘテロ原子の特性に基づく分子間相互作用が形成されていることを明らかにした。以上の結果から、有機伝導体の構造・物性制御の指針を得ることに成功した。

研究成果の概要（英文）：Multiple-heteroatom-containing electron donors, where the heteroatoms are oxygen, sulfur, and selenium, were synthesized and I was succeeded in the development of new organic conductors based on multiple-heteroatom-containing electron donors. X-ray crystal structure analyses revealed that the characteristic interactions based on the corresponding heteroatoms were constructed in their crystals. These results are applicable to controlling of the structural and physical properties of organic conductors.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000 円	450,000 円	1,950,000 円
2010年度	1,300,000 円	390,000 円	1,690,000 円
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000 円	840,000 円	3,640,000 円

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学・機能物質化学

キーワード：電気・磁氣的機能，有機伝導体，機能材料，電子材料

1. 研究開始当初の背景

有機材料科学は実在する物質を対象としており、有機超伝導体の転移温度 T_c や有機デバイスの性能の向上には新物質開発が最も有効な手段と考えられる。有機材料の特徴は構成要素を有機化学的手法により設計できることであり、構成分子さらにその構成分子の組み合わせで出来る物質を考慮するとその数は無限大である。また有機材料では構成分子の設計に加え、構成分子の性質を生かした結晶設計が可能であり、新物質開発において人為的に制御出来る過程

が二段階あり、無機物質を扱う研究に比べ物質の多様性という点では一歩リードしているといえる。このような観点から、近年の超分子化学の広まりにより、国内外において多くの有機材料が開発されている。しかしながら、構成分子と結晶構造あるいは結晶構造と物性を直接関連づけた物質設計は難易度が高く、系統的な研究例は非常に少ない。

2. 研究の目的

本研究課題では合成の難易度の高さのため

データの集積が遅れている「複合ヘテロ原子を有する電子供与体」を研究対象として、それらを成分とする有機伝導体の結晶構造と物性を明らかにすることを目的とする。特にヘテロ原子の特性を活かした分子間相互作用を利用し、構成分子の配列制御に関する研究を行い、最終的には有機伝導体の結晶構造と物性の制御を目指す。

3. 研究の方法

本研究課題では「複合ヘテロ原子を有する電子供与体」として、分子末端に酸素官能基を導入した新規電子供与体を研究対象とした。具体的には酸素官能基としてエチレンジオキシ基とメトキシ基に着目し、電子供与体の基本骨格としてビス(1,3-ジチオール)テトラチアペンタレン(BDT-TTP)とビニローグ拡張型テトラチアフルバレン(EBDT)に注目した。メトキシ基を有する電子供与体の合成は難易度が高く、また、高い伝導性を有する有機伝導体の開発例はなかった。本研究課題では高伝導性の有機伝導体を数多く与える BDT-TTP 骨格にメトキシ基を導入し、メトキシ基を有する新規分子性金属の開発を行う。また、EBDT 系電子供与体は電気化学特性に関する研究報告はされているが、有機伝導体への応用に関する研究例は少ない。エチレンジオキシ基を有する電子供与体は金属的な性質を示す有機伝導体を与えやすいため、エチレンジオキシ基をEBDT系電子供与体に導入し、新規分子性金属及び相転移物質の開発を行った。

4. 研究成果

① メトキシ基置換 BDT-TTP を成分とする新規分子性金属の開発

新規分子性金属の開発を目的として、メトキシ基を有する新規 BDT-TTP 誘導体(図 1)を分子設計し、その合成に成功した。

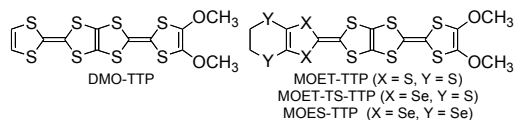
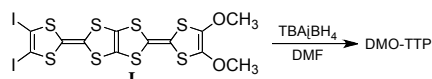


図 1. メトキシ基置換 BDT-TTP 誘導体。

BDT-TTP に二つのメトキシ基を導入した DMO-TTP は、従来使われてきた反応経路では合成することができず、新たな反応を開拓する必要があった。そこで容易に還元可能なヨウ素原子に着目して前駆体(I)を合成し、還元剤(TBAI·BH₄)を用いることにより目的の DMO-TTP を効率よく得ることに成功した(スキーム 1)。この経路では従来法で使用していた発ガン性物質 HMPA を溶媒として使用する必要がないため、安全性の高い合成方法である(雑誌論文 5)。

スキーム 1



DMO-TTP のカチオンラジカル塩として PF₆,

AsF₆ 塩を単結晶として得ることができた。これらの塩は低温(ヘリウムの液化温度 4.2 K)まで金属的な性質を示すことが明らかとなった。X 線結晶構造解析の結果から、母体の BDT-TTP 系導体と同様、DMO-TTP 分子が β 型分子配列をとっていることが明らかとなり、このため金属状態が安定であると考えられる。これまでの TTP 系導体の研究からカルコゲノメチル基を有する場合、β 型の分子配列の他に θ 型分子配列の塩も得られることが分かっている。これはカルコゲノメチル基の立体反発を避けるために θ 型分子配列が安定になると考えられている。しかしながら、メトキシ置換の DMO-TTP の塩では図 2 に示すような分子内水素結合の形成により、メトキシ基の立体反発が軽減され、金属的な性質を示しやすい β 型分子配列が形成されている。

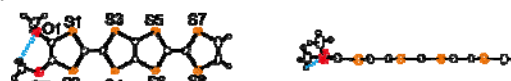


図 2. DMO-TTP 塩でみられる分子内水素結合。

一方、エチレンジオキシ基を有する電子供与体 MOET-TTP 塩[(MOET-TTP)₂X (X = BF₄, ClO₄, PF₆, AsF₆, SbF₆)]も同様に β 型分子配列を示し、エチレンジオキシ基の相互作用により、次元性が向上し、金属状態がより安定にあることが予想された。しかしながら、これらの塩は半導体的な伝導性を示す(図 3)。このような結果をふまえて、MOET-TTP に対して適切な位置にセレン原子を導入することにより、新たな分子性金属が得られると考え、MOET-TS-TTP を分子設計し、比較として金属状態をより不安定化すると予想される MOES-TTP の合成を併せて検討した。

MOET-TS-TTP 塩は MOET-TTP 塩と同型の分子配列(β 型)を与え、低温まで安定な金属である(図 3)。よって、HOMO の寄与が大きい BDT-TTP 骨格へのセレン原子導入により分子間の相互作用が増大し、安定な金属になったと考えられる。一方、HOMO の寄与が小さい末端置換基へのセレン原子の導入は、分子間相互作用を抑制し、金属状態がより不安定に成ると予想される。しかしながら、MOES-TTP 塩においても室温近傍で金属的な振る舞いを示すことが分かった。以上のような結果を説明する要因を、今後詳細に調査・検討していく必要がある。

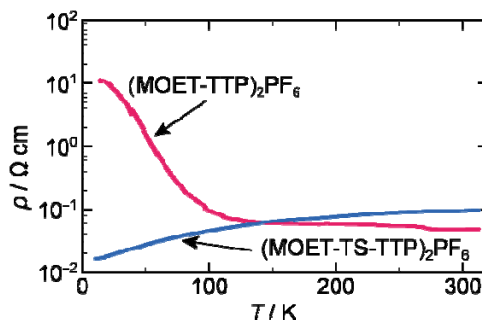


図 3. (D)₂PF₆ (D = MOET-TTP, MOET-TS-TTP)の伝導性。

② ビニローグ拡張型 EDO-TTF 系電子供与体を利用した新規相転移物質の開拓

新規相転移物質を指向した EDO-EBDT 系電子供与体(図 4)を分子設計し、その合成に成功した(雑誌論文 7)。これらの電子供与体は光誘起相転移を示す(EDO-TTF)₂PF₆ の構成分子である EDO-TTF のビニローグ拡張型電子供与体であり、EDO-EBDT 系分子性導体は相転移物質として期待できる。

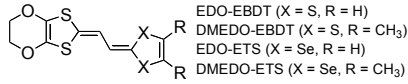


図 4. EDO-EBDT 系電子供与体。

EDO-EBDT 系電子供与体のカチオンラジカル塩を電解法により作製したところ、PF₆ 及び AsF₆ 塩を単結晶として得ることに成功した。ビニローグ拡張型電子供与体を用いたカチオンラジカル塩の単結晶化は難易度が高く、これまでに報告例はほとんどない。図 5 に示すように、得られた塩はすべて良伝導性の高温相から絶縁性の低温相に転移している。

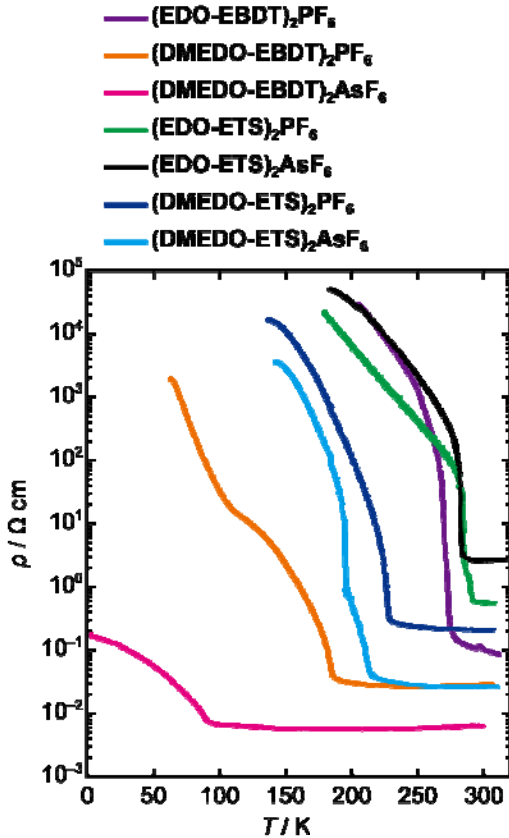


図 5. EDO-EBDT 系導体の伝導性。

この相転移の機構を解明するために、高温相と低温相の X 線結晶構造解析を行った。これらの塩において、高温相の分子配列に大きな相違点はなく、基幹物質である(EDO-TTF)₂PF₆ によく似た分子配列である。しかしながら、低温相の分子配列は電子供与体に含まれるヘテロ原子(X = S or Se)や置換基(R = H or CH₃)に依存することが分かった。置換基 R = H の塩

[(EDO-EBDT)₂PF₆, (EDO-EBDT)₂MF₆ (M = P, As)]では、低温絶縁相の分子配列は(EDO-TTF)₂PF₆ によく似ており、相転移の機構は bond-centered CDW である可能性が高い(Type I, 図 6)。置換基が R = H の系においてはヘテロ原子の違いは明確に現れないが、置換基 R = CH₃ の系においてヘテロ原子の違いがみられた。ヘテロ原子 X = Se の塩[(DMEDO-ETS)₂MF₆ (M = P, As)]では相転移の機構が前述の塩と同様に bond-centered CDW であることが示唆されたが、CDW を起こす次元鎖間の関係に顕著な違いがみられた(Type II, 図 6)。これは置換基にメチル基を導入したことにより、鎖間の相互作用が変化したためだと考えられる。一方、(DMEDO-EBDT)₂PF₆ (ヘテロ原子 X = S)では、site-centered CDW の機構で相転移を示していることが示唆された(Type III, 図 6)。現在、異なる三つのタイプの相転移機構を示す起源を調べると共に、外場応答性物質のモデルと成りうるか共同研究を行っており、予備的な実験から光応答性を示す可能性が高いことが分かってきている。

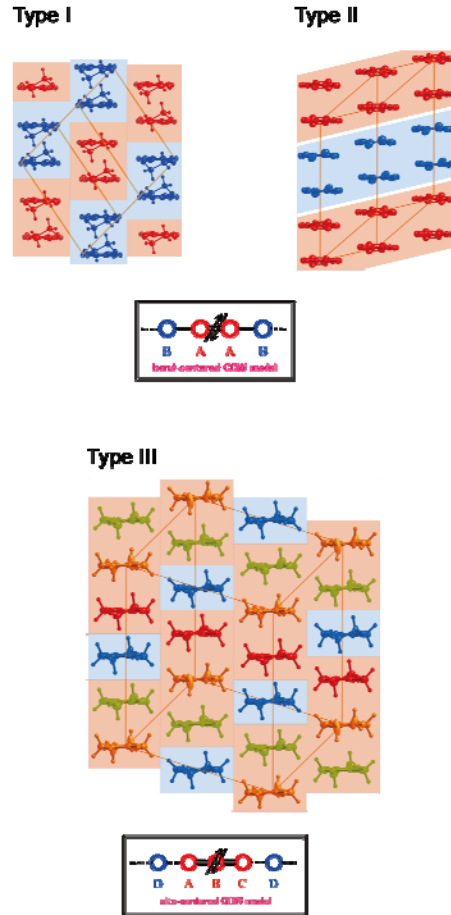


図 6. EDO-EBDT 系導体の相転移機構。

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)

1. Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Takashi

- Shirahata, Tatsuro Imakubo, "Two-Dimensional Superconducting Properties of the Organic Superconductor κ_L -(DMEDO-TSeF)₂[Au(CN)₄] (THF) with Domain Structures", *J. Phys. Soc. Jpn*, **80** (5), 054706-1-4 (2011), 査読有.
- Masataka Nishiwaki, Mami Tezuka, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Synthesis and Properties of 1,3-Dithiole[4]-dendralenes, in Which Two Thiophene Rings Are Inserted", *Chem. Lett.* **40** (5), 467-469 (2011), 査読有.
 - Masataka Nishiwaki, Ken-ichi Nakamura, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Novel Molecular Conductors Based on Cyclopenteno-TTP Showing Strong Self-aggregation", *Chem. Lett.* **40** (5), 452-454 (2011), 査読有.
 - Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Yamaguchi Takahide, Shinya Uji, David Graf, James S. Brooks, Takashi Shirahata, Megumi Kibune, Hiroko Yoshino, Tatsuro Imakubo, "Fermi Surface and In-Plane Anisotropy of the Layered Organic Superconductor κ_L -(DMEDO-TSeF)₂[Au(CN)₄] (THF) with Domain Structures", *Phys. Rev. B* **83** (1), 012505-1-6 (2011), 査読有.
 - Tetsuya Ito, Ken-ichi Nakamura, Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Yohji Misaki, "New Molecular Metals Based on a Tetrathiapentalene Donor with Peripheral Methoxy Groups", *Chem. Lett.* **40** (1), 81-83 (2011), 査読有.
 - Minoru Ashizawa, Ken-ichi Ishidzu, Masaki Watanabe, Tetsuhiko Tanahashi, Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Yohji Misaki, "Novel Bis-Fused π -Electron Donor Composed of Tetrathiafulvalene and Tetraselenafulvalene", *Chem. Lett.* **39** (10), 1093-1095 (2010), 査読有.
 - Takashi Shirahata, Toru Morikawa, Hisakazu Miyamoto, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Yohji Misaki, "Syntheses, Structure and Properties of Vinylogous EDO-TTFs", *Physica B: Condensed Matter* **405** (11), S61-S64 (2010), 査読有.
 - Masato Kanno, Yoshimasa Bando, Takashi Shirahata, Jun-ichi Inoue, Hiroshi Wada, Takehiko Mori, "Stabilization of Organic Field-Effect Transistors in Hexamethylenetetrafulvalene Derivatives Substituted by Bulky Alkyl Groups", *J. Mater. Chem.* **19** (36), 6548-6555 (2009), 査読有.
 - Ohki Sato, Makoto Sato, Hiroshi Sugimoto, Takaaki Kuramochi, Takashi Shirahata, Kazuko Takahashi, "One-Pot Synthesis of Bromo-Tetracyanoazulenquinodimethanes and Conducting Properties of Their Charge Transfer Complexes with Tetrathio- tetracene", *J. Sulfur Chem.* **30** (3-4), 360-364 (2009), 査読有.
 - Masanao Goto, Yoshimasa Bando, Takashi Shirahata, Takehiko Mori, Hideo Takezoe, Ken Ishikawa, "High Carrier Mobility in Mesophase of a Dithienothiophene Derivative", *Appl. Phys. Express* **2** (4), 041502-1-3 (2009), 査読有.
 - Chishiro Michioka, Y. Itoh, K. Yoshimura, Yuji Furushima, Mitsuhiko Maesato, Gunzi Saito, Takashi Shirahata, Megumi Kibune, Tatsuro Imakubo, "Magnetic Ordering in the Organic Conductor (DIETSe)₂GaCl₄", *J. Phys. Conf. Ser.* **150** (4), 042124-1-4 (2009), 査読有.
- [学会発表] (計 82 件、国内会議 65 件、国際会議 15 件、依頼講演 1 件)
- 白旗 崇, 土岐慎也, 伊藤鉄也, 朝光直也, 御崎洋二, "メキシ基を有するテトラチアペンタレン系ドナーへのセレン原子導入効果", *日本化学会第91春季年会*, 3PA-077, 横浜, 2011.3.
 - 森川 徹, 白旗 崇, 中野義明, 矢持秀起, 御崎洋二, "EDO-EBDT 系の構造と物性", *日本化学会第91春季年会*, 3D2-41, 横浜, 2011.3.
 - 西脇匡崇, 中村健一, 白旗 崇, 御崎洋二, "アルキル置換された TTP 導体の構造と物性", *日本化学会第91春季年会*, 3D2-40, 横浜, 2011.3.
 - 石川忠彦, 蝶野 彩, 北山 眞, 田中貴裕, 恩田健, 沖本洋一, 腰原伸也, 森川 徹, 白旗 崇, 御崎洋二, "(DMEDO-EBDT)₂PF₆ における光誘起相転移の探索", *日本物理学会第66回年次大会*, 25pHC-10, 新潟, 2011.3.
 - Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Tadahiko Ishikawa, Yohiaki Nakano, Yohji Misaki, Shin-ya Koshihara, Hideki Yamochi, Takehiko Mori, "Phase transitions of quasi-1-D molecular conductor (DMEDO-TTF)₂PF₆", *2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010)—Organic Solid-State Chemistry: Structure, Synthesis & Reactivity (#155)*, ID#: 422 Hawaii, USA, December 2010.
 - Toru Morikawa, Takashi Shirahata, Hisakazu Miyamoto, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Yohji Misaki, "Structural and physical properties of DMEDO-EBDT salts", *2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010)—Organic Solid-State Chemistry: Structure, Synthesis & Reactivity (#155)*, ID#: 416 Hawaii, USA, December 2010.
 - 森川 徹, 高橋 守, 白旗 崇, 宮本久一, 中野義明, 矢持秀起, 御崎洋二, 御崎洋二, "ビニローグ EDO-TTF 誘導体の合成と物性", *日本化学会西日本大会2010*, 2P-126, 熊本, 2010.11.
 - 土岐慎也, 伊藤鉄也, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "(MOET-TTP)₂MCl₄ (M=Fe,Ga)の構造と物性", *日本化学会西日本大会2010*, 2P-123, 熊本, 2010.11.
 - 善木将嗣, 神原健一, 八木 創, 宮崎隆文, 朝光直也, 伊藤鉄也, 白旗 崇, 御崎洋二, 日野照純, "テトラチアペンタレン系電子供与体の電子状態", *日本化学会西日本大会2010*, 1P-01, 熊本, 2010.11.

10. Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, David Graf, James S. Brooks, Takahide Yamaguchi, Shinya Uji, Takashi Shirahata, Tatsuro Imakubo, "Electronic States of the Weakly Incoherent Layered Organic Superconductor $\kappa_{\text{H}}(\text{DMEDO-TSeF})_2[\text{Au}(\text{CN})_4](\text{THF})$ ", *The International Conference on Conducting Materials*, Sousse, Tunisia, November 2010.
11. 北山 眞, 蝶野 彩, 石川忠彦, 恩田 健, 沖本洋一, 腰原伸也, 森川 徹, 白旗 崇, 御崎洋二, "光学スペクトルから見た(DMEDO-EBDT)₂PF₆の金属絶縁体転移", *日本物理学会2010年秋季大会*, 26pRB-6, 堺, 2010.9.
12. 白鳥啓太, 白旗 崇, 川本正, 森 健彦, "(DMEDO-TTF)₂SbF₆の伝導特性", *日本物理学会2010年秋季大会*, 26pRB-5, 堺, 2010.9.
13. 善木将嗣, 神原健一, 八木 創, 宮崎隆文, 朝光直也, 伊藤鉄也, 白旗 崇, 御崎洋二, 日野照純, "テトラチアペンタレン系電子供与体の電子状態", *第4回分子科学討論会*, 3P053, 大阪, 2010.9.16.
14. 西脇匡崇, 中村健一, 白旗 崇, 御崎洋二, "CP-TTP 導体の構造と伝導性", *第4回分子科学討論会*, 3P035, 大阪, 2010.9.
15. 樋原康浩, 保田真志, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "アルキリデン骨格を有する新規DT-TTF誘導体の合成と性質", *第4回分子科学討論会*, 3P034, 大阪, 2010.9.
16. 白旗 崇, 伊藤鉄也, 朝光直也, 土岐慎也, 宮本久一, 川本 正, 森 健彦, 御崎洋二, "トキシ基を有する新規電子供与体を成分とする分子性導体の構造と物性", *第4回分子科学討論会*, 2C22, 大阪, 2010.9.
17. 渡邊正樹, 中村健一, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "エチレンジオキシ基で置換されたジセレナジチアペンタレン(STP)系導体の構造と伝導性", *第4回分子科学討論会*, 2C20, 大阪, 2010.9.
18. Keita Shiratori, Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, "Low-Temperature Crystal Structure of (DMEDO-TTF)₂AsF₆", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 8P-108, Kyoto, Japan, July 2010.
19. Hidenori Wada, Masaki Watanabe, Takashi Shirahata, Hisakazu Miyamoto, Yohji Misaki, "Structures and Properties of BDS-STP Derivatives with Thioalkyl Groups", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 8P-104, Kyoto, Japan, July 2010.
20. Takashi Shirahata, Tetsuya Ito, Ken-ichi Nakamura, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Yohji Misaki, "Novel Organic Metals Based on TTPs with Peripheral Methoxy Groups", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 8P-092, Kyoto, Japan, July 2010.
21. Toru Morikawa, Takashi Shirahata, Hisakazu Miyamoto, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Yohji Misaki, "Structures and Physical Properties of (DMEDO-EBDT)_nXF₆ (n = 1, 2, X = P, As)", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 8P-091, Kyoto, Japan, July 2010.
22. Minoru Ashizawa, Ken-ichi Ishidzu, Masaki Watanabe, Tetsuhiko Tanahashi, Takashi Shirahata, Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, Yohji Misaki, "Novel Bis-Fused π -Electron Donor Composed of Tetrathiafulvalene and Tetraselenafulvalene", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 7B1-06, Kyoto, Japan, July 2010.
23. Masataka Nishiwaki, Ken-ichi Nakamura, Takashi Shirahata, Yohji Misaki, "Structures and Properties of CP-TTP Conductors", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 6P-066, Kyoto, Japan, July 2010.
24. Yoshiaki Nakano, Toru Morikawa, Takashi Shirahata, Hisakazu Miyamoto, Yohji Misaki, Mikio Uruichi, Kyuya Yakushi, Hideki Yamochi, "Vibrational study on the charge disproportionation in (DMEDO-EBDT)₂PF₆", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 5P-107, Kyoto, Japan, July 2010.
25. Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, David Graf, James S. Brooks, Yamaguchi Takahide, Shinya Uji, Takashi Shirahata, Tatsuro Imakubo, "Interlayer Coherency of the Organic Superconductors κ_{L} - and $\kappa_{\text{H}}(\text{DMEDO-TSeF})_2[\text{Au}(\text{CN})_4](\text{THF})$ ", *International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010*, 5Ax-08, Kyoto, Japan, July 2010.
26. 渡邊正樹, 和田成統, 中村健一, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "エチレンジオキシ基を有するジセレナジチアペンタレン(STP)系ドナーの合成と性質", *日本化学会第90春季年会*, 3E4-37, 東大阪, 2010.3.
27. 伊藤鉄也, 朝光直也, 白旗 崇, 宮本久一, 川本正, 森健彦, 御崎洋二, "トキシ基を有するテトラチアペンタレン系導体の構造と物性", *日本化学会第90春季年会*, 3E4-36, 東大阪, 2010.3.
28. 西脇匡崇, 中村健一, 白旗 崇, 御崎洋二, "CP-TTPを用いたラジカルカチオン塩の構造と物性", *日本化学会第90春季年会*, 3E4-35, 東大阪, 2010.3.
29. 高橋 守, 森川 徹, 白旗 崇, 御崎洋二, "エチレンジオキシ基を有する新規拡張型 TTF 系導体の合成・物性", *日本化学会第90春季年会*, 1PB-076, 東大阪, 2010.3.
30. 中野義明, 森川 徹, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, 売市幹大, 薬師久彌, 矢持秀起, "エチレンジオキシ基を有する新規拡張型 TTF 系導体の

- 合成・物性", 日本化学会第 90 春季年会, IPB-076, 東大阪, 2010.3.
31. 川本 正, 森 健彦, 薩川秀隆, 木俣 基, 宇治進也, 白旗 崇, 今久保達郎, "有機超伝導体 κ_H -(DMEDO-TSeF)₂[Au(CN)₄](THF)の超伝導特性", 日本物理学会第 65 回年次大会, 22pGT-16, 岡山, 2010.3.
 32. 白鳥啓太, 白旗 崇, 川本 正, 森 健彦, "(DMEDO-TTF)₂AsF₆の低温金属相の構造", 日本物理学会第 65 回年次大会, 21pHQ-13, 岡山, 2010.3.
 33. 白旗 崇, 樋原康浩, 宮本久一, 御崎洋二, "ヘテロ環拡張型新規電子供与体の合成と性質", 第 3 回有機 π 電子系シンポジウム, P30, 別府, 2009.12.
 34. 高橋 守, 森川 徹, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "エチレンジオキシ基を有する新規拡張型 TTF 誘導体の合成と性質", 第 3 回有機 π 電子系シンポジウム, P9, 別府, 2009.12.
 35. 朝光直也, 伊藤鉄也, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "メキシ基を有する DT-TTF 誘導体の合成と性質", 日本化学会西日本大会 2009, 2P116, 松山, 2009.11.
 36. 樋原康浩, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "シドロチオフェン拡張型ジヨード TTF 誘導体の合成と反応", 第 20 回基礎有機科学討論会, 2P38, 桐生, 2009.9.
 37. 伊藤鉄也, 朝光直也, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "メキシ基を有するテトラチアペンタレン系ドナーの合成と性質", 第 20 回基礎有機科学討論会, 2P34, 桐生, 2009.9.
 38. 北山 眞, 松原圭孝, 石川忠彦, 恩田 健, 沖本洋一, 腰原伸也, 白旗 崇, 川本 正, 森 健彦, "光学スペクトルからみた(DMEDO-TTF)₂PF₆の相転移による電子構造変化", 日本物理学会 2009 年秋季大会, 27aPS-88, 熊本, 2009.9.
 39. 川本 正, 森 健彦, 山口尚秀, 宇治進也, David Graf, James S. Brooks, 白旗 崇, 今久保達郎, "ドメイン構造を有する有機超伝導体 κ_L -(DMEDO-TSeF)₂[Au(CN)₄](THF)の角度依存性磁気抵抗", 日本物理学会 2009 年秋季大会, 26aYC-5, 熊本, 2009.9.
 40. 白旗 崇, 森川 徹, 宮本久一, 中野義明, 矢持秀起, 御崎洋二, "DMEDO-EBDT 塩の構造と物性", 第 3 回分子科学討論会, 3C07, 名古屋, 2009.9.
 41. 和田成統, 渡邊正樹, 白旗 崇, 宮本久一, 御崎洋二, "アルキルチオ基を有する BDS-STP 塩の構造と物性", 第 3 回分子科学討論会, 2P056, 名古屋, 2009.9.
 42. 森川 徹, 高橋 守, 白旗 崇, 宮本久一, 中野義明, 矢持秀起, 御崎洋二, "DMEDO-EBDT 塩の構造と物性", 第 3 回分子科学討論会, 2P055, 名古屋, 2009.9.
 43. 白旗 崇, "高度拡張型電子供与体の合成および

それらを用いた新規分子性導体の開拓", 第 25 回若手研究者のための化学道場, 松山, 2009.9. (依頼講演)

44. Takashi Shirahata, Toru Morikawa, Hisakazu Miyamoto, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Yohji Misaki, "Syntheses, structure and properties of vinylogous EDO-TTFs", *The 8th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets*, OS15-5, Niseko, Japan, September 2009. (口頭発表)
45. Tadashi Kawamoto, Takehiko Mori, David Graf, James S. Brooks, Yamaguchi Takahide, Shinya Uji, Takashi Shirahata, Tatsuro Imakubo, "Interlayer charge disproportionation of the weakly incoherent layered organic superconductor κ_H -(DMEDO-TSeF)₂[Au(CN)₄](THF)", *The 8th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets*, PS2-40, Niseko, Japan, September 2009.
46. Tatsuro Imakubo, Megumi Kibune, Hiroko Yoshino, Takashi Shirahata, "Novel Organic Conductors Based on DMEDO-TSeF and Related TSeF Derivatives", *The 8th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets*, PS3-1, Niseko, Japan, September 2009.

[図書] (計 1 件)

1. 今久保達郎, 白旗 崇, 水津理恵, シーエムシー出版, ヨウ素化合物の機能と応用展開 (6.1 章 ヨウ素と有機伝導体, pp193-206) 横山正孝監修, 2011.1. (普及版にて刊行)

[その他]

ホームページ等

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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白旗 崇 (SHIRAHATA TAKASHI)
愛媛大学・理工学研究科・助教
研究者番号: 40360565