

令和元年5月18日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K05483

研究課題名(和文) 安定有機ラジカルを有するドナー分子を用いた外場応答型伝導体の開発

研究課題名(英文) Development of external field-responsive conductors based on donor molecules containing stable organic radicals

研究代表者

藤原 秀紀 (Fujiwara, Hideki)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：70290898

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：磁場や光照射などの外部刺激に対し高い応答性を示す機能性物質の開発を目指し、各種安定有機ラジカルをTTF誘導体に置換した複合ドナー分子を開発し、その分子構造・結晶構造と磁気的性質を明らかにした。また、各分子の光機能性についても検討し、分子内電荷分離状態形成に伴う光電変換機能性を示すことを明らかにした。さらに、各ドナー分子を用いた、各種磁性遷移金属アニオンとのカチオンラジカル塩を作製し、その結晶構造と伝導性・磁性について検討し、安定有機ラジカル、磁性遷移金属dスピン、電子間の磁気的相互作用および、磁気的性質の起源について解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外部刺激に対して高い応答性を示す機能性物質では伝導性や磁性、光機能性などが高速に変化するため、敏感かつ高速に駆動可能な新しい分子性電子デバイス材料開発へと展開できると考えられる。本研究では、そのような分子性材料の開拓に繋がる、安定有機ラジカル部位を分子内に有する複合型ドナー分子の開発に成功している。また、得られた伝導性錯体では各種のスピンが同一結晶内に共存し、互いに強く相互作用しているため、磁場印加によって伝導性が大きく変化する磁性伝導体の開発に繋がる重要な知見が得られたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：To realize external field-responsive functional materials towards external stimuli such as magnetic field and photo-irradiation, we have developed hybrid donor molecules containing stable organic radicals and tetrathiafulvalene (TTF) frameworks. We have cleared the molecular / crystal structures, and magnetic properties of the synthesized hybrid molecules. Furthermore, we have also investigated their photo-functionalities, and found the photo-electric conversion functionalities based on photo-induced formation of charge separated states. On the other hands, we have prepared several cation radical salts of the donors with magnetic transition metal anions. We have cleared the origin of magnetic properties of the obtained cation radical salts by analyzing the magnetic interactions between transition metal d spins, stable organic radicals and π -electrons on TTF framework.

研究分野：機能物性化学

キーワード：分子性伝導体 伝導性 磁性 安定有機ラジカル TTF 光機能性 X線構造解析

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

1. 研究開始当初の背景

近年、分子性固体の研究分野において、光機能性や磁性などの機能性を併せ持つ伝導性物質の開発が日本、英、仏、スペインの研究者を中心として展開されてきた。そのような伝導性物質では、電場・磁場・光照射などの外部刺激に対し、結晶中での強い分子間相互作用を通じた集団応答による顕著な物性変化を示すことが知られている。そのため、敏感かつ高速に駆動可能な新しい分子性電子デバイスを生み出す外場応答型有機材料として注目されている。我々はこれまで、伝導性と磁性が共存する分子性磁性伝導体の開発を精力的に行い、BETS や TTFVS(O)などの TTF 系ドナー(D)分子の磁性遷移金属アニオンを含む伝導性塩において、反強磁性金属・超伝導体や磁場誘起超伝導転移など、これまでに例のない顕著な磁場応答現象を示す新規物質群を数多く見いだしてきた。一方、 π 伝導電子と局在 n ラジカル間の磁氣的相互作用を通じた、秩序磁性や伝導性の磁場応答性の発現を目的とし、安定有機 NO ラジカルをドナー分子に内包した π - n 型複合分子を用いた磁性伝導体の開発を行ってきた。そして、立体障害の大きな NO ラジカル部位を有しながらも、金属的伝導性と NO ラジカル部位の磁性が共存した磁性伝導体の開発に成功してきた。しかしながら、NO ラジカル部位のみを局在スピン源とした場合、その大きな立体障害のために強い分子間相互作用を発現することができないなど、上記のいずれの磁性伝導体の場合もその磁氣的相互作用は弱く、興味ある物性現象は液体ヘリウム温度付近において観測されるのみであった。そこで、今後は、外場応答型物質の実現に向け、相互作用の強化や高次磁気構造の導入による、磁気転移温度の向上、巨大磁気抵抗現象の発現など、伝導性・磁性の外場応答性の向上が急務となっている。また、近年我々は、BODIPY、フルオレンなどの蛍光性部位を置換した D-A 型 TTF 系複合分子の開発を行い、光照射による電荷分離状態の形成を通じた伝導性光スイッチングや光電変換機能性について報告するなど、分子性伝導体の光応答性について多くの知見を得ている。そこで、今後は上記の磁性伝導体研究に研究成果をフィードバックすることにより、磁性伝導体における光応答性の発現など、これまで開拓されていない分野への展開に大きな興味を持たれている。

2. 研究の目的

本課題の目的は、各種安定有機 NO ラジカルを内包する π - n 型複合ドナー分子を開発し、磁場や光照射などの外部刺激に対し高い応答性を示す機能性物質を開拓することにある。具体的な検討項目としては (a) TTF や TTP などの金属的な伝導性を実現可能な D 部位に対し、アセチレンなどの様々なスペーサーを挟んで NO ラジカル部位を付加させた各種 π - n 型複合分子を開発する。(b) 合成した複合分子を用いた各種カチオンラジカル塩の作製を行い、伝導性や磁性、特に π - n ラジカル間相互作用を詳細に検討する。その際、磁性金属を含むアニオンについて重点的に進める。(c) NO ラジカル部位の配位能を活かし、各種磁性遷移金属へ配位した錯体の開発を行う。これら (b) (c) の項目により、伝導性 π カチオンラジカルと安定有機 n ラジカル、遷移金属 d スピンが協奏しあう高次の磁氣的相互作用を有する磁性伝導体の開発を行う。さらに、(d) ジアセチレンスペーサーを有する π - n 型複合分子の開発を行い、紫外線・ガンマ線照射による光重合により、ドナー部位、 n ラジカル部位がペンダント状に配列したポリジアセチレン鎖の構築を検討し、その電気伝導性や磁氣的性質の光応答性・磁場応答性について検討する。以上の物質群の開発を行うことにより、高い温度での秩序磁性転移と巨大磁気抵抗などの顕著な外場応答性を示す磁性伝導体の実現と、将来の分子性電子デバイス材料開発への発展を目指す。

3. 研究の方法

安定有機 NO ラジカルを内包する π - n 複合型ドナー分子の合成と物性評価

TTF などの π 電子ドナー分子骨格に TEMPO や PROXYL、NN などの各種安定有機 NO ラジカル部位(n)を付加させた π - n 型複合分子の合成を行う。また、NO ラジカル部位の高さを緩和しながら、 π カチオンラジカルと有機ラジカル部位の間に充分な π - n 相互作用を持たせるため、スペーサー部については主にアセチレンを軸としながら、各種誘導体の合成を行う。合成した複合分子について、酸化還元電位測定や各種光学スペクトル測定、SQUID などの磁氣的測定を行い、量子化学計算とともに、複合分子の電子状態について実験と理論の両面から議論する。更に、単結晶を作製し、X 線構造解析により複合分子自身の構造や分子間相互作用について検討する。また電解酸化により発生させたカチオンラジカル種の ESR や吸収スペクトルを測定し、その電子状態、特に、分子内 π - n 相互作用について解明する。

安定有機 NO ラジカルを内包する複合分子のカチオンラジカル塩・遷移金属錯体の作製とその構造・複合機能性の評価

これまでに開発済みの複合分子および で合成した各種複合分子を用いたカチオンラジカル塩の作製を電気分解法や混合法により行う。その際、磁性伝導体の開発でこれまでに得られた知見を生かしながら、特に磁性遷移金属を含むアニオンについて重点的に行う。一方、NO ラジカル部位が磁性遷移金属に配位した錯体の作製について、ランタニドも含む $M(\text{hfac})_x$ 錯体などの各種遷移金属錯体について検討する。得られたカチオンラジカル塩や錯体について構造解析および各種伝導度測定・磁氣的測定を行い、その分子内・分子間相互作用、特に磁性遷移金属と NO ラジカル部位の磁氣的相互作用や磁場応答性について明らかにする。

ジアセチレンスペーサーを有する π - n 複合型ドナー分子の合成と光重合物質の開拓

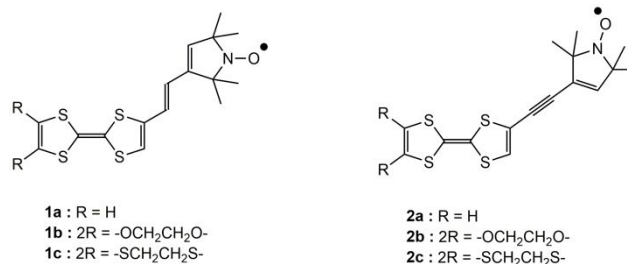
ジアセチレンをスペーサーとして有する π - n 型複合分子の合成を行う。結晶状態において固相光重合反応を行わせるためには、ある特異な分子配列構造をとる必要があることが知られている。そこで、置換基や NO ラジカル部位などが異なる各種誘導体の合成と単結晶試料作製を行い、光重合に適した配列構造を有する結晶を探索する。このような条件に合う結晶が得られた場合は、紫外線・ガンマ線照射によるポリジアセチレン共役高分子鎖を有する物質への光重合を検討する。単結晶を得るのが困難な場合には、薄膜や粉末試料についても光重合を検討する。得られた物質の電気伝導性について、光照射による応答性も含め検討を行う。一方、SQUID や ESR を用いた各種磁氣的測定を行い、磁気相転移の有無や磁氣的相互作用の強さについて検討すると共に、伝導性の磁場応答性についても検討を行う。

4. 研究成果

平成 27 年度：研究計画・方法 に従って、新規な複合分子の合成と物性評価を行い、以下の研究成果を得た。

安定有機ラジカルである

2,2,5,5-Tetramethylpyrrolin-1-yloxy radical を、ビニルスペーサーを挟んで TTF に結合させた分子 **1** およびエチニルスペーサーを挟んで結合させた分子 **2** の合成と、各種物性評価を行った。以下、TTF の置換基について、**a**：無置換体、**b**：エチレンジオキシ、**c**：エチレンジチオを示す。分子 **1** は TTF のホルミル体とラジカル部位の Wittig 試薬との Wittig 反応、分子 **2** は TTF のヨード体とラジカル部位のアセチレン誘導体の菌頭カップリングにより合成した。分子 **1a-c**、**2a-c** の単結晶について、X 線構造解析を行った結果、分子 **1** では分子構造が平面に近いのに対し、分子 **2** では TTF 部位とラジカル部位がほぼ直交し、分子間相互作用が弱いことが明らかとなった。分子の光電変換機能性について検討したところ、分子 **1** の方が高い変換効率を与えた。これは、高い平面性により、 π 共役系を通じた分子間相互作用が強いためだと考えられる。一方、磁化率の測定を行い、磁氣的相互作用と結晶構造の相関について検討を行った結果、分子 **2b** や **2c** が強い反強磁性的相互作用を示すことを明らかにした。



平成 28 年度：研究計画・方法 に従って、安定有機 NO ラジカルを内包する複合分子のカチオンラジカル塩・遷移金属錯体の作製とその構造・複合機能性の評価を行い、以下の研究成果を得た。

2,2,5,5-Tetramethylpyrrolin-1-yloxy radical を、エチニルスペーサーを挟んで TTF に結合させた分子 **2c** を用いることにより、1 : 1 組成のカチオンラジカル塩、**2c**·MCl₄ (Fe 塩 : M = Fe, Ga 塩 : M = Ga) が得られたので、その構造解析と各種物性評価を行った。どちら塩の場合もドナーとアニオンは 1 : 1 塩を形成しており、TTF は 1 電子酸化状態にある。MCl₄⁻ アニオンはドナー分子の横に位置し、Cl - S 間には 3.34 Å の非常に短い接触がみられる。結晶中において、これらの塩のドナー分子は a 軸方向に強く二量化しながら一次的に積層している。各部位間の磁氣的相互作用について拡張ヒュッケル法により計算すると、FeCl₄⁻ と TTF 間で 19.6 K という大きな値を示した。磁化率の温度依存性を測定すると、どちらの塩もキュリーワイス則に従った温度依存性を示した。Ga 塩のキュリー定数は $S = 1/2$ の場合の理論値 (0.375 emu K mol⁻¹) に近く、TTF 部位が強く二量化していることから、 π 電子はスピン三重項状態を形成していることが示唆された。一方、ワイス温度 θ から、この FeCl₄ 塩では鉄スピン間に -3.9 K の反強磁性相互作用が存在していることがわかったが、直接的な d-d 相互作用はほとんど存在しないことから、主に π -d 相互作用を介したものだということが明らかになった。

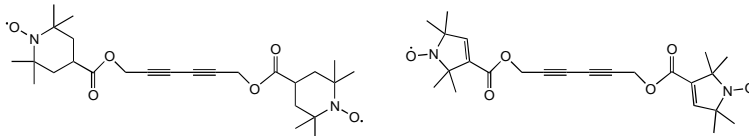
平成 29 年度：研究計画・方法 に従い、引き続き安定有機 NO ラジカルを内包する複合分子の新規開発とそのカチオンラジカル塩・遷移金属錯体の作製とその構造・複合機能性の評価を行い、以下の研究成果を得た。

2,2,5,5-Tetramethylpyrrolin-1-yloxy radical を、ビニルスペーサーを挟んで TTF に結合させた分子 **1c**、およびエチニルスペーサーを挟んで TTF に結合させた分子 **2c** をそれぞれ用いることにより、1 : 1 組成のカチオンラジカル塩、**1c**·FeBr₄ および **2c**·FeBr₄ が得られたので、それらの構造解析を行った。どちら塩の場合もドナーとアニオンは 1 : 1 塩を形成しており、TTF は 1 電子酸化状態にある。**1c**·FeBr₄ 塩において TTF は強く二量化し、二量体内における TTF の硫黄同士の最短距離は 3.49 Å であるため非常に強く二量化していることがわかった。また、TTF の硫黄と鉄の最短距離は 4.55 Å であるのに対し、硫黄と臭素の最短距離は 3.52 Å であった。そのため、臭素を介しての磁氣的相互作用の発現が期待される構造であることがわかったが、TTF の二量体の上下左右を FeBr₄⁻ に囲まれた構造をとっていることから伝導性は絶縁体であった。

2c・FeBr₄塩において、ドナー分子は A,B という2つの一次元的な配列構造を構築し、そのドナー層とアニオン層は分子横方向において交互に積層している。一方、TTFは積層内で強い二量体を形成しているため、絶縁体であった。

平成30年度：研究計画・方法に従い、ジアセチレン Spacer を有する π -n 複合型ドナー分子の合成と光重合物質の開拓について新規な複合分子の合成と物性評価を行い、以下の研究成果を得た。

TEMPO ラジカルおよび
2,2,5,5-Tetramethylpyrrolin-
1-yloxy ラジカルのカルボ
ン酸誘導体を用い、ヒドロ



キシメチレン基を両端に有するジアセチレンとの間の脱水縮合を行うことで、上記のジアセチレン Spacer を有する分子の合成に成功した。得られた分子について、酸化還元電位測定及び吸収スペクトル測定を行い、その性質を明らかにした。一方、粉末試料に対する光照射を行うことで、光重合物質の作製を試みたが、光照射前後における吸収スペクトルに変化は見られず、重合体を得るには至らなかった。今後は、接続部分であるエステル結合を別のものに置き換えた分子の合成を行い、光重合物質の開発を試みる予定である。

以上の研究結果が得られたことから、当初の研究目的のうち、「TTFなどの π 電子ドナー部位に対し安定有機 n ラジカル部位を置換した π -n 型複合分子、およびその磁性遷移金属錯体を開発し、伝導性 π カチオンラジカルと安定有機 n ラジカル、遷移金属 d スピンが協奏しあう高次の磁気的相互作用を有する磁性伝導体の開発を行う」については、研究期間を通じて、様々なドナー分子の開発とその磁性遷移金属アニオン塩の作製、構造と物性の解明に成功しており、おおむねその目的を達成できたと考えられる。一方、「ジアセチレン Spacer を有する π -n 型複合分子の開発」については、分子の開発には成功したものの光重合物質の開発には至っていないため、今後の更なる検討を要する。また、秩序磁性転移、巨大磁気抵抗効果、光誘起伝導性・磁性などの顕著な外場応答性を示す磁性伝導体の実現にまでは至っていないため、ドナー分子の改良などを行っていくことで今後の実現を目指す予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計14件)

1. Y. Nishio, K. Yubata, Y. Wakai, K. Notsu, K. Yamamoto, H. Fujiwara, H. Matsubara, Preparation of a novel bromine complex and its application in organic synthesis, *Tetrahedron*, 75, 1398-1405, **2019**, 査読有, DOI: 10.1016/j.tet.2019.01.055.
2. N. Okamura, T. Maeda, H. Fujiwara, A. Soman, K. N. Narayanan Unni, A. Ajayaghosh, S. Yagi, Photokinetic study on remarkable excimer phosphorescence from heteroleptic cyclometalated platinum(II) complexes bearing a benzoylated 2-phenylpyridinate ligand, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 20, 542-552, **2018**, 査読有, DOI: 10.1039/C7CP06944H.
3. J.-B. Harlé, S. Arata, S. Mine, T. Kamegawa, V. T. Nguyen, T. Maeda, H. Nakazumi, H. Fujiwara, Malachite Green Derivatives for Dye-sensitized Solar Cells: Optoelectronic Characterizations and Persistence on TiO₂, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 91, 52-64, **2018**, 査読有, DOI: 10.1246/bcsj.20170289.
4. Y. Kishi, Louis Cornet, F. Pointillart, F. Riobé, B. Lefevre, O. Cador, B. Le Guennic, O. Maury, H. Fujiwara, L. Ouahab, Luminescence and Single-Molecule Magnet Behaviour in Lanthanide Coordination Complexes Involving Benzothiazole-Based Tetrathiafulvalene Ligands, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 458-468, **2018**, 査読有, DOI: 10.1002/ejic.201700893.
5. J.-B. Harlé, S. Mine, T. Kamegawa, V. T. Nguyen, T. Maeda, H. Nakazumi, H. Fujiwara, Deep Blue Asymmetrical Streptocyanine Dyes. Synthesis, Spectroscopic Characterizations and Ion-Specific Cooperative Adsorption at the Surface of TiO₂ Anatase Nanoparticles, *J. Phys. Chem. C*, 121, 15049-15062, **2017**, 査読有, DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b03046.
6. R. Okuno, M. Yamaguchi, H. Fujiwara, A Novel symmetric TTF-pyridyl thiolato zinc complex: Synthesis, characterization and crystal structure analysis, *Dalton Trans.*, 46, 4912-4916, **2017**, 査読有, DOI: 10.1039/C7DT00468K.
7. Y. Kishi, F. Pointillart, B. Lefevre, F. Riobé, B. Le Guennic, S. Golhen, O. Cador, O. Maury, H. Fujiwara, L. Ouahab, Isotopically Enriched Polymorphs of Dysprosium Single Molecule Magnets, *Chem. Commun.*, 53, 3575-3578, **2017**, 査読有, DOI: 10.1039/C7CC00317J.
8. K. Horikiri, H. Fujiwara, New Ethylenedithio-TTF Containing a 2,2,5,5-Tetramethylpyrrolin-1-yloxy Radical Through a Vinylene Spacer and Its FeCl₄⁻ Salt - Synthesis, Physical Properties and Crystal Structure Analyses, *Magnetochemistry*, 3, 8 (10 pages), **2017**, 査読有, DOI: 10.3390/magnetochemistry3010008.
9. S. Fukuoka, S. Yamashita, Y. Nakazawa, T. Yamamoto, H. Fujiwara, Anisotropic Field Dependence of the Superconducting Transition in the Magnetic Molecular Superconductor

- κ -(BETS)₂FeBr₄, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 2017, 86, 014706 (6 pages), **2017**, 査読有, DOI: 10.7566/JPSJ.86.014706.
10. S. Fukuoka, S. Yamashita, Y. Nakazawa, T. Yamamoto, H. Fujiwara, T. Shirahata, K. Takahashi, Thermodynamic properties of antiferromagnetic ordered states of π -d interacting systems of κ -(BETS)₂FeX₄(X=Br,Cl), *Phys. Rev. B*, 93, 245136 (7 pages), **2016**, 査読有, DOI: 10.1103/PhysRevB.93.245136.
 11. N. Okamura, T. Nakamura, S. Yagi, T. Maeda, H. Nakazumi, H. Fujiwara, S. Koseki, Novel bis- and tris-cyclometalated iridium(III) complexes bearing a benzoyl group on each fluorinated 2-phenylpyridinate ligand aimed at development of blue phosphorescent materials for OLED, *RSC Advances*, 6, 51435-51445, **2016**, 査読有, DOI: 10.1039/C6RA09385J.
 12. M. V. Kartsovnik, M. Kunz, L. Schaidhammer, F. Kollmannsberger, W. Biberacher, N. D. Kushch, A. Miyazaki, H. Fujiwara, Interplay between conducting and magnetic systems in the antiferromagnetic organic superconductor κ -(BETS)₂FeBr₄, *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, 29, 3075-3080, **2016**, 査読有, DOI: 10.1007/s10948-016-3829-z.
 13. Y. Liang, X.-W. Xiao, L.-R. Meng, D.-B. Xiao, D. Zhao, L.-J. Shen, J.-H. Fang, H. Fujiwara, Synthesis, structure, and properties of coordination complexes based on zinc halides and TTF-pyridyl ligand, *Synth. Metals*, 203, 255-260, **2015**, 査読有, DOI: 10.1016/j.synthmet.2015.02.022.
 14. H. Shishido, T. Yoshihara, D. Nagamiya, S. Noguchi, H. Fujiwara, T. Ishida, Single crystal growth of new heavy fermion compounds CePt₂In₇ and Ce₂PtIn₈, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 592, 012007 (6 pages), **2015**, 査読有, DOI: 10.1088/1742-6596/592/1/012007.

〔学会発表〕（計 49 件）

1. 非局在化したラジカルを有するTTFの合成・構造・電子物性, 三岡美紗稀, 酒巻大輔, 藤原秀紀, 日本化学会第99春季年会, 2019年3月16-19日(甲南大学)
2. ジアザフルオレノン有する D-A 型複合分子を用いた光機能性物質の開発, 松本悠希, 酒巻大輔, 藤原秀紀, 日本化学会第 99 春季年会, 2019 年 3 月 16-19 日(甲南大学)
3. 含窒素複素環を置換した TTF 誘導体を用いた複合機能性物質の開発, 西村友樹, 山口美奈代, 酒巻大輔, 藤原秀紀, 日本化学会第 99 春季年会, 2019 年 3 月 16-19 日(甲南大学)
4. キノイド構造を有する D-A 型機能性物質の開発, 福井詩乃, 松本悠希, 藤原秀紀, 第 12 回分子科学討論会, 2018 年 9 月 10-13 日(福岡国際会議場)
5. 含窒素複素環を置換した TTF 誘導体を用いた複合機能性物質の開発, 山口美奈代, 藤原秀紀, 第 12 回分子科学討論会, 2018 年 9 月 10-13 日(福岡国際会議場)
6. Development of new magnetic conductors using the TTF derivative substituted with a 1,3,4-thiadiazole, Hideki Fujiwara, Minayo Yamaguchi, International Conference on Coordination Chemistry, 2018 (ICCC2018), 2018 年 7 月 30-8 月 4 日(仙台国際センター)(国際会議)
7. TTF - ニトロキシドラジカル混晶系における光誘起磁気特性, 阿部匡矩, 古川貢, 堀切一樹, 藤原秀紀, 日本化学会第 98 春季年会, 2018 年 3 月 20-23 日(日本大学・船橋キャンパス)
8. 1,3,4-チアアジアゾールを置換した TTF 誘導体を用いた複合機能性物質の開発, 山口美奈代, 藤原秀紀, 日本化学会第 98 春季年会, 2018 年 3 月 20-23 日(日本大学・船橋キャンパス)
9. Photo- and Conducting Functionalities of the D-A type Tetrathiafulvalene Dyads, Hideki Fujiwara, The 11th Nanosquare Workshop, 2017 年 12 月 17 日(大阪府立大学)(国際会議, 招待講演)
10. 複素環を有する TTF 誘導体を用いた新規な多機能性物質の開発, 藤原秀紀, 日野研究会, 2017 年 11 月 30-12 月 1 日(愛媛大学・城北キャンパス)
11. Photo- and Conducting Functionalities of the D-A type Tetrathiafulvalene Dyads Containing Fluorenone and Anthraquinone Derivatives, Hideki Fujiwara, Joint Symposium of Asian Five Universities, 2017 年 11 月 10 日(大阪府立大学)(国際会議, 招待講演)
12. 蛍光ソルバトクロミズムを示す D-A 型アントラキノン複合分子の開発, 福井詩乃, 藤原秀紀, 第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017, 2017 年 10 月 17-19 日(タワーホール船堀)
13. 1,3,4-チアアジアゾールを置換した TTF 誘導体を用いた磁性伝導体の開発, 山口美奈代, 藤原秀紀, 第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017, 2017 年 10 月 17-19 日(タワーホール船堀)
14. Development of Functional Materials Using TTF-thiolate Derivatives with a Pyridine Ring, Hideki Fujiwara, The 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Magnets (ISCOM2017), 2017 年 9 月 25-29 日(宮城蔵王ロイヤルホテル)(国際会議)
15. TTF-チオール誘導体を用いた多機能性物質の開発, 三木彩乃, 奥野凌太, 藤原秀紀, 日本化学会第 97 春季年会, 2017 年 3 月 16-19 日(慶応義塾大学・日吉キャンパス)
16. ピリミジン置換した TTF 誘導体を用いた多機能性物質の開発, 齋藤愛実, 奥野凌太, 藤原秀紀, 日本化学会第 97 春季年会, 2017 年 3 月 16-19 日(慶応義塾大学・日吉キャンパス)
17. ニトロキシドラジカルを有する TTF 誘導体の光誘起磁気特性, 阿部匡矩, 古川貢, 堀切一樹, 藤原秀紀, 日本化学会第 97 春季年会, 2017 年 3 月 16-19 日(慶応義塾大学・日吉キャンパス)

18. 含窒素複素環を置換した TTF 誘導体を用いた複合機能性物質の開発, 山口美奈代, 奥野凌太, 藤原秀紀, 日本化学会第 97 春季年会, 2017 年 3 月 16-19 日 (慶応義塾大学・日吉キャンパス)
19. 安定有機ラジカルを有する TTF 誘導体のカチオンラジカル塩を用いた磁性伝導体の開発, 堀切一樹, 藤原秀紀, 第 10 回分子科学討論会, 2016 年 9 月 13-15 日 (神戸ファッションマート)
20. 安定有機ラジカルを有する TTF 誘導体の光誘起磁気特性, 阿部匡矩, 古川貢, 堀切一樹, 藤原秀紀, 第 10 回分子科学討論会, 2016 年 9 月 13-15 日 (神戸ファッションマート)
21. ピリジン環とチオール部位を有する TTF 誘導体における分子内水素移動に伴う互変異性化, 奥野凌太, 藤原秀紀, 第 10 回分子科学討論会, 2016 年 9 月 13-15 日 (神戸ファッションマート)
22. Photo- and Conducting Functionalities of the D-A Type Tetrathiafulvalene Dyads Containing Fluorenone and Anthraquinone Derivatives, Hideki Fujiwara, The 3rd Joint Symposium of NTUT, NTNU and OPU on Chemistry, 2016 年 9 月 5 日 (I-site なんば) (国際会議)
23. Development of New Magnetic Conductors Using Cation Radical Salts of TTF Derivatives Containing a Stable Organic Radical, Kazuki Horikiri, Hideki Fujiwara, The 3rd Joint Symposium of NTUT, NTNU and OPU on Chemistry, 2016 年 9 月 5 日 (I-site なんば) (国際会議)
24. Reversible Tautomerism through the Hydrogen Transfer in the TTF Derivatives with a Pyridine Ring and a Thiole Group, Ryota Okuno, Hideki Fujiwara, The 3rd Joint Symposium of NTUT, NTNU and OPU on Chemistry, 2016 年 9 月 5 日 (I-site なんば) (国際会議)
25. ドナー-アクセプター型複合分子を用いた複合機能性物質の開発, 藤原秀紀, 愛媛大学工学部応用化学科セミナー(ミニシンポジウム), 2016 年 7 月 29 日 (愛媛大学) (招待講演)
26. 遷移金属キノリナート複合分子を用いた多機能性物質の開発, 三木彩乃, 藤原秀紀, 日本化学会第 96 春季年会, 2016 年 3 月 24-27 日 (同志社大学京田辺キャンパス)
27. ピリジン環を有する TTF 誘導体を用いた金属チオレート錯体の合成と物性, 奥野凌太, 藤原秀紀, 日本化学会第 96 春季年会, 2016 年 3 月 24-27 日 (同志社大学京田辺キャンパス)
28. 安定有機ラジカルを有する TTF 誘導体を用いた多機能性物質の開発, 堀切一樹, 藤原秀紀, 日本化学会第 96 春季年会, 2016 年 3 月 24-27 日 (同志社大学京田辺キャンパス)
29. D-A 型複合分子を用いた新規な光機能性物質の開発, 貴志洋介, 藤原秀紀, 日本化学会第 96 春季年会, 2016 年 3 月 24-27 日 (同志社大学京田辺キャンパス)
30. アミノキシラジカルを有する TTF 誘導体のスピンドイナミクス, 阿部匡矩, 古川貢, 堀切一樹, 藤原秀紀, 日本化学会第 96 春季年会, 2016 年 3 月 24-27 日 (同志社大学京田辺キャンパス)
31. TTF-ベンゾチアゾール複合分子を用いた複合機能性物質の開発, 藤原秀紀, 第 9 回有機 π 電子系シンポジウム, 2015 年 11 月 20-21 日 (レイクサイド入鹿, 愛知県) (招待講演)
32. D-A 型複合分子を用いた新規な光機能性物質の開発, 貴志洋介, 藤原秀紀, 第 26 回基礎有機化学討論会, 2015 年 9 月 24-26 日 (愛媛大学)
33. Photofunctional Conductors Using TTF-Based Donor-Acceptor Dyads, Hideki Fujiwara, The Seventh East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials, 2015 年 9 月 2-5 日 (大阪府立大学) (国際会議, 招待講演)

[その他]

ホームページ等

藤原研究室 <http://www.c.s.osakafu-u.ac.jp/~hfuji/Welcome.html>

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。