

令和 3 年 5 月 18 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05087

研究課題名(和文) アズレン骨格を構成要素とする不斉ヘリセン化合物の合成と機能開拓

研究課題名(英文) Synthesis and Functions of Azulene-Based Chiral Helicene Compounds

研究代表者

谷 文都 (Tani, Fumito)

九州大学・先端物質化学研究所・准教授

研究者番号：80281195

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)：らせん型構造を持つ不斉ヘリセンのラジカル種は単一の分子内に不斉と電子スピンの両方を有する(二つの対称性が破れている)という希有な特徴を有し、基礎科学および応用の両方の観点から興味深い化学種であるが、その例は極めて限られている。本研究では、ヘリセンの安定ラジカル種を得ることを目的として、電子供与性の高いイソベンゾチオフェンと1,1'-ビアズレンから構成されるヘリセン(AIBThと命名)を合成した。AIBThはアズレン骨格を含む世界初の不斉ヘリセンである。AIBThの一電子酸化反応により、室温、空气中で安定なカチオンラジカルを単離し、そのX線結晶構造や特異な電子構造を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

単一の分子内にキラリティと電子スピンの両方を有するヘリセンのラジカル種は基礎科学および工学的応用の両面から重要でありながら、不安定であるために、その実例は極めて限られていた。本研究では、この課題の解決に取り組み、アズレン骨格を採用した新しい化合物を合成し、安定なラジカル種を得ることに成功した。ヘリセン化合物の安定ラジカル種を得るための有用な知見を明らかにした点に学術的な意義がある。

研究成果の概要(英文)：Chiral helicene compounds that have helical pi-conjugated frameworks comprised of ortho-fused aromatic rings have been intensively investigated. On the other hand, there have been very few studies accomplishing thorough characterization of helicene radicals, although they are of profound interest from the standpoint of fundamental sciences and technological fields. Helicene radicals are unique chemical species in that they have a combination of chirality and unpaired electron spin(s) delocalized on helical pi-conjugated orbital(s). In order to obtain a stable helicene radical, a new helicene compound named AIBTh was synthesized. Electron-donating isobenzothiophene and 1,1'-biazulene units are fused to afford the helical structure of AIBTh, which is the first azulene-based chiral helicene. Upon one-electron oxidation of AIBTh, its air-stable cation radical was successfully isolated. The X-ray crystal structure and specific electronic structure of this cation radical were clarified.

研究分野：物理有機化学，構造有機化学

キーワード：アズレン ヘリセン 不斉 酸化 ラジカル 電子スピン チオフェン パイ電子

### 1. 研究開始当初の背景

ヘリセンは複数の芳香環がオルト位で縮環することにより、らせん構造を形成している化合物である(図1)。その最大の特徴は拡張π電子系が不斉を有している点であり、光学活性なヘリセンは一般に高い旋光度や、強い円偏光二色性(Circular Dichroism, CD)スペクトル, 円偏光発光(Circular Polarized Luminescence, CPL)を示すことが知られている。近年では、その不斉に基づく

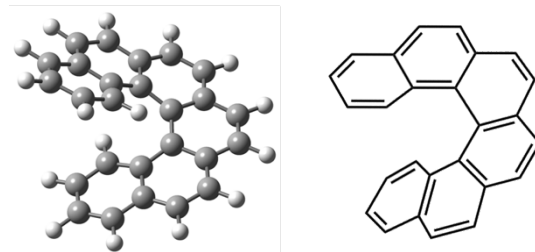


図1. [6]ヘリセンの構造

多様な性質や機能が注目を集めており、分子認識, 不斉触媒, CPL材料などへも応用展開されている。また、多くの酸化還元応答を示すヘリセンも報告されており、電子の授受に伴うらせん構造や不斉光学特性の変化が確認されている。近年では、そのような酸化還元プロセスによって生成するヘリセンのラジカル種に関する研究も行われるようになってきた。一般にラジカル種は近赤外領域に吸収帯を有するが、ヘリセンのラジカル種においても同様であり、近赤外領域のCDやCPLを示すことが期待される。また、ヘリセンのラジカル種はらせん構造に基づく立体的対称性の破れと、開殻電子構造に基づくスピン対称性の破れの両方が同一分子内に存在する極めて珍しい化学種であるため、そのキラル拡張π電子系に不対電子が非局在化した構造に対して基礎研究, 応用研究の両方の分野から大いに興味が持たれている。しかしながら、これまでに報告されているヘリセンのラジカル種の多くは不安定であり、安定に単離されて結晶構造が明らかにされているものは極めて限られており、高い安定性を持つヘリセンのラジカル種の合成, 構造解析, 物性解析が希求されていた。

### 2. 研究の目的

本研究では上記の背景をふまえて、新しいタイプの空气中室温で安定なヘリセンのラジカル種を得ることを目的とした。目的分子の設計に際しては、ラジカルを安定化させる要素として1,1'-ビアズレンとチオフェンに着目し、イソベンゾチオフェンに2つのアズレンが縮環した構造を有する分子を考案した。以下では、その構造から bisazuleno-isobenzothiophene と命名し、AIBTh と呼称する(図2)。

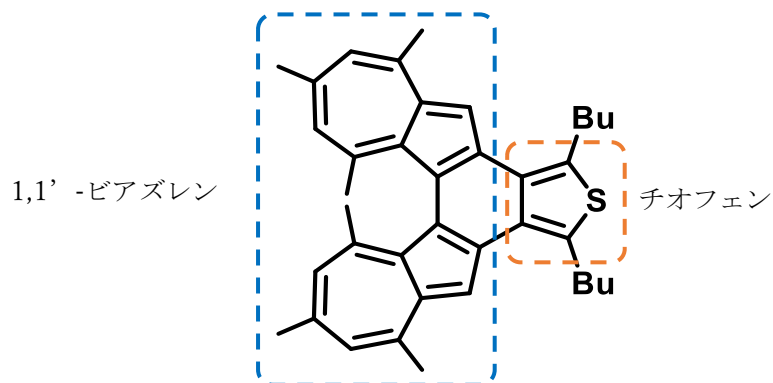


図2. AIBTh の構造

単量体のアズレンは電解酸化によって生じたカチオンラジカル種が速やかに他分子との重合反応を起こすため、一般的に不可逆な酸化過程を示す。一方、アズレンの1位同士が結合した構造の化合物である1,1'-ビアズレンは、サイクリックボルタンメトリー測定において可逆な酸化波を示すうえ、溶液中で一電子酸化されると比較的安定なカチオンラジカルを与えることが知られている。

また、チオフェンは硫黄原子を含む五員環で構成される電子供与性のヘテロ芳香族化合物の一

種であり、その骨格を含む機能性分子は非常に多く知られている。チオフェン骨格を含むヘリセン類も数多く知られており、そのなかには良好な酸化還元活性を示すものもある。また、**AIBTh**に含まれるイソベンゾチオフェンは、チオフェンのc辺に炭素六員環が縮環した構造を有した骨格である(図3)。異性体であるベンゾチオフェンとは対照的に、イソベンゾチオフェンの六員環部はベンゼン構造をとることができない。そのため六員環部の芳香族性が低く、芳香族安定化エネルギーの小さい骨格である。従って、イソベンゾチオフェンはベンゾチオフェン

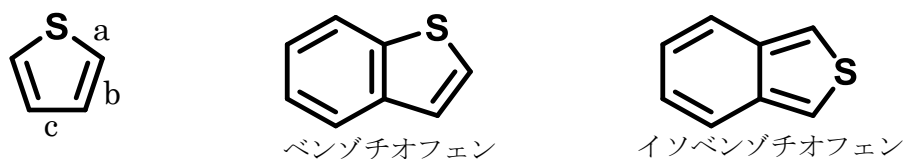


図3. ベンゾチオフェンとイソベンゾチオフェンの構造

ンよりもエネルギーの高いHOMOを有し、電子供与性がさらに高められた骨格である。**AIBTh**はこれらの骨格から構成されており、ヘリセン部分である1,1'-ビアズレン部分が一電子酸化されてカチオンラジカルが生成し、イソベンゾチオフェン部分からの電子供与によって安定化されることが期待される。また、ヘリセンのらせん反転を抑制するために、七員環部にはメチル基を導入した。これまでにアズレン骨格で構成されるヘリセン類は2種類が報告されているが、どちらも室温でらせん反転を引き起こしてしまう。そのため、アズレンで構成される光学活性なヘリセンは事実上存在せず、**AIBTh**においてはその初めての例となることも期待した。

### 3. 研究の方法

**AIBTh**は図4に示す経路で合成した。初めにテトラブロモチオフェンに対してブチルリチウム2当量を用いてリチオ化した後に臭化ブチルを加えることで、チオフェンのα位のみを選択的にブチル化した。次にアズレニルホウ酸エステル **Az-Bpin** との鈴木-宮浦クロスカップリング反応により、3,4-ビスアズレニルチオフェンを合成した。次に2,3-ジクロロ-5,6-ジシアノベンゾキノン(DDQ)による酸化的環化反応を低温で行うことにより、ラセミ体の**AIBTh**を暗緑色の固体として79%の収率で得た。アズレン骨格が有するC<sub>2</sub>対称性とアズレンの1位の電子密度が高いことにより、この酸化反応では1位同士が優先して反応し、選択的かつ効率よく

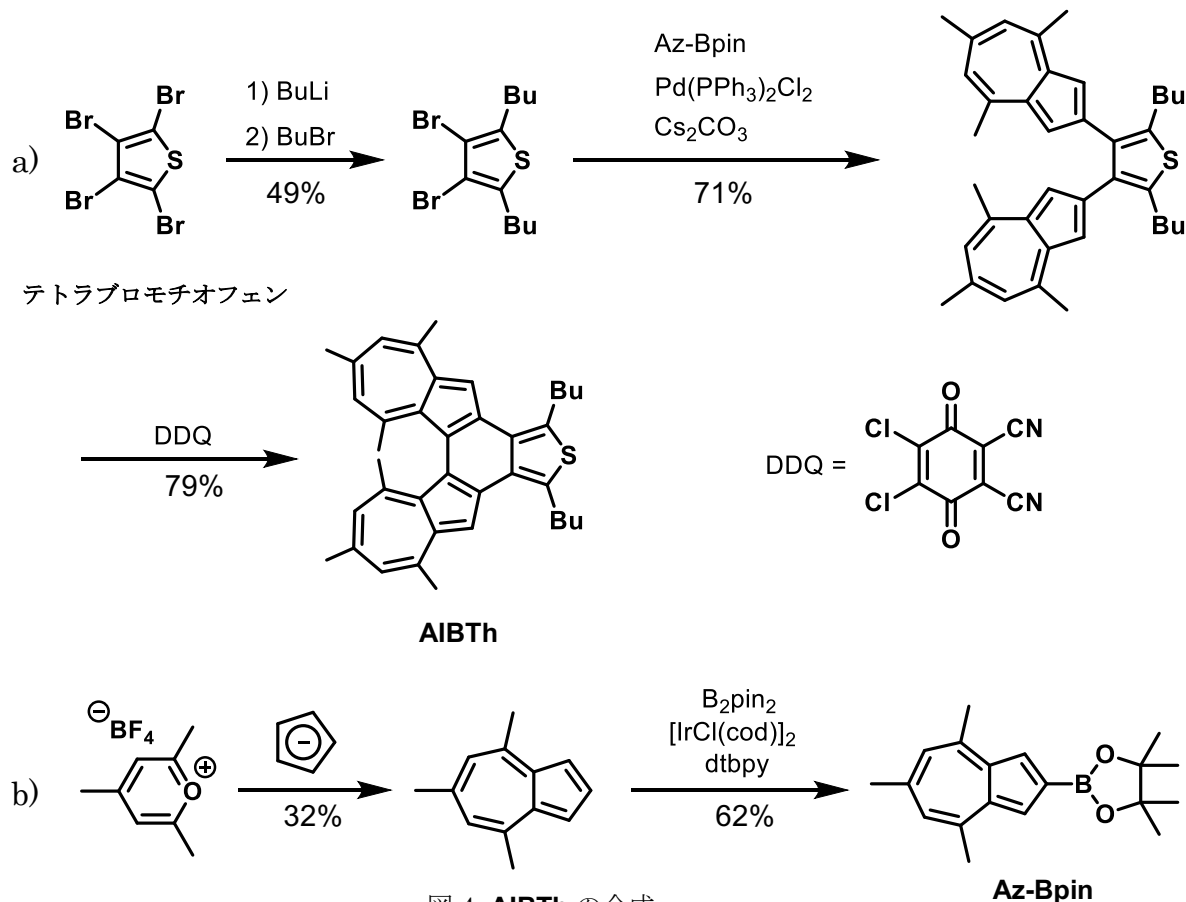


図4. **AIBTh**の合成

AIBTh が得られた。

AIBTh は光学活性 HPLC を用いた光学分割を行い、さらに各種の分光学的方法 (NMR, 質量分析, 吸収スペクトル, 円二色性スペクトルなど), 電気化学的方法, X 線単結晶構造解析, 理論化学計算 (DFT 計算) などにより分析し, またそのカチオンラジカルの合成や解析も検討した。

#### 4. 研究成果

キラル固定相の HPLC を用いて光学分割した AIBTh のエナンチオマーはトルエン中 80 °C で 20 時間加熱してもラセミ化しなかった。以上より, AIBTh はアズレン骨格で構成される安定な光学活性を有する初めての不斉ヘリセンであることが確認できた。DFT 計算でらせん反転の遷移状態を求め, 活性化エネルギーは 34.4 kcal/mol と見積もられた。この値は室温でらせん反転を起こさない[6]ヘリセンの実験値 (35.8 kcal/mol) と同程度である。

また, ラセミ体の AIBTh の X 線結晶構造解析に成功した (図 5)。AIBTh 分子は二つのアズレン骨格と六員環で構成されるらせん構造を有しており, らせんの内側に存在する二つのメチル基炭素間の距離は 3.408 Å であり, らせん中心のねじれ角は 28.41°であった。

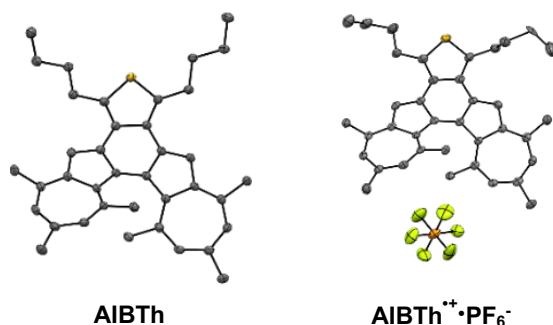


図 5. AIBTh 及び AIBTh<sup>•+</sup>PF<sub>6</sub><sup>-</sup> の結晶構造

サイクリックボルタンメトリー (CV) と矩形波ボルタンメトリー (SWV) によってベンゾニトリル中における AIBTh の酸化還元特性について調査した。二つの可逆な酸化波が -0.16 V, 0.26 V (フェロセン/フェロセニウムイオン基準) にそれぞれ見られ, 非可逆な還元波は -2.23 V に見られた。これらの電位より, AIBTh の HOMO-LUMO ギャップは 2.07 eV と求まった。上記の酸化電位に基づいて, AIBTh を電解酸化した溶液の ESR スペクトルを測定すると, 多重に分裂したシグナルが得られ, 安定ラジカル種の生成が確認された。

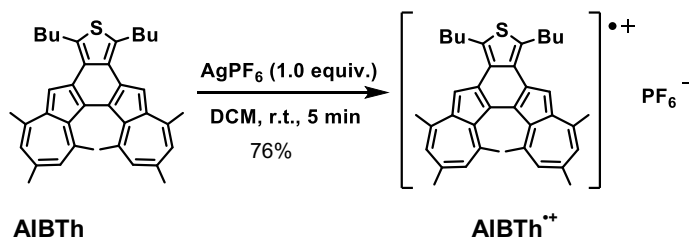


図 6. AIBTh<sup>•+</sup>PF<sub>6</sub><sup>-</sup> の合成

化学的一電子酸化によるカチオンラジカルの合成も試みた。ヘキサフルオロリン酸銀(I)を用いた AIBTh の一電子酸化及び再結晶により, カチオンラジカルの塩 (AIBTh<sup>•+</sup>PF<sub>6</sub><sup>-</sup>) を安定な固体として単離した (図 6)。光学分割した AIBTh のそれぞれのエナンチオマーから得られた AIBTh<sup>•+</sup>PF<sub>6</sub><sup>-</sup> は酸化前と同様にそれぞれ鏡像対称な CD スペクトルを示した。AIBTh<sup>•+</sup> はキラリティと不対電子スピンを一分子で同時に有している化学種であるということが明らかになった。AIBTh<sup>•+</sup>PF<sub>6</sub><sup>-</sup> はジクロロメタンとヘキサンを用いた再結晶によって単結晶の作成が可能であり, X 線結晶構造解析よりらせん構造の詳細を確認した (図 5)。らせんの内側に位置するメチル基炭

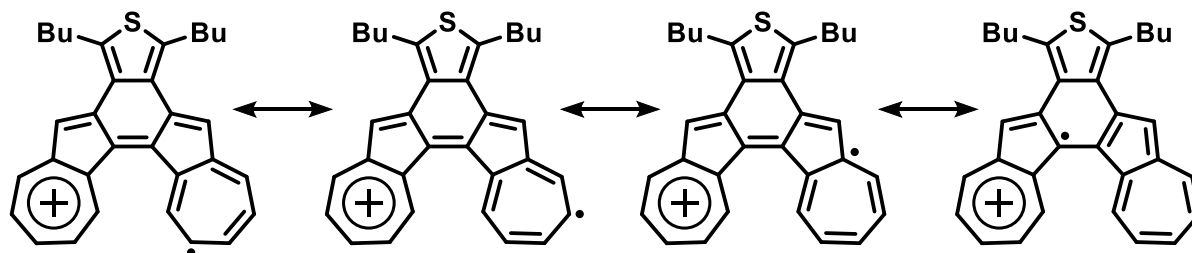


図 7. AIBTh<sup>•+</sup> の主要な共鳴構造

素間の距離とらせん中心のねじれ角はそれぞれ 3.296 Å, 15.67°であり、酸化前と比較してどちらも減少していた。酸化によって分子骨格の平面性が増す傾向は、以前に報告されているヘリセンのカチオンラジカルでも確認されている。結晶構造解析により確認された結合長の変化(特にアズレンの五員環部)、ESR スペクトルと理論計算から得られたスピン密度と電荷分布などに基づいて **AIBTh<sup>+</sup>**における主要な共鳴構造を考察した。その結果、トロピリウムイオンの芳香族性とチオフェンからの電子供与がカチオンラジカルの安定化に寄与していることが明らかとなった (図 7)。

ヘリセンの安定ラジカル種が稀少であることが基礎的研究や応用展開の障害となっている現況において、本研究で合成した 1,1'-ビアズレン骨格を含む **AIBTh** の安定なカチオンラジカルが単離や結晶構造解析も可能であるということを鑑みると、**AIBTh** は非常に貴重かつ有望な例であるといえる。今後は、これまでの知見を活用して 1,1'-ビアズレン骨格を構成要素とする新しいヘリセンの安定ラジカルを種々合成し、それらの構造や物性を詳細に解析する研究を進めることによって、ヘリセンのラジカル種という高い将来性を秘めている研究分野に新しい展開をもたらすことが期待される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 M. Narita, T. Teraoka, T. Murafuji, Y. Shiota, K. Yoshizawa, S. Mori, H. Uno, S. Kanegawa, O. Sato, K. Goto, F. Tani	4. 巻 92
2. 論文標題 An Azulene-Based Chiral Helicene and Its Air-Stable Cation Radical	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 1867-1873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190219	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 H. Oshita, T. Suzuki, K. Kawashima, H. Abe, F. Tani, S. Mori, T. Yajima, Y. Shimazaki	4. 巻 25
2. 論文標題 pi-pi Stacking Interaction in an Oxidized Cull-Salen Complex with a Side-Chain Indole Ring: An Approach to the Function of the Tryptophan in the Active Site of Galactose Oxidase	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 7649-7658
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900733	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T. Suzuki, H. Oshita, T. Yajima, F. Tani, H. Abe, Y. Shimazaki	4. 巻 25
2. 論文標題 Formation of the Cull-Phenoxy Radical by Reaction of O <sub>2</sub> with a Cull-Phenolate Complex via the Cul-Phenoxy Radical	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 15805-15814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201903077	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 H. Oshita, T. Suzuki, K. Kawashima, H. Abe, F. Tani, S. Mori, T. Yajima, Y. Shimazaki	4. 巻 48
2. 論文標題 The effect of pi-pi stacking interaction of the indole ring with the coordinated phenoxy radical in a nickel(II)-salen type complex. Comparison with the corresponding Cu(II) complex	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dalton Trans.	6. 最初と最後の頁 12060-12069
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9DT01887E	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Uehara, P. Mei, T. Murayama, F. Tani, H. Hayashi, M. Suzuki, N. Aratani, H. Yamada	4. 巻 2018
2. 論文標題 An Anomalous Antiaromaticity That Arises from the Cycloheptatrienyl Anion Equivalent	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 4508-4511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201800769	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Nishihara, M. Ohwada, T. Kamimura, M. Nishimura, H. Tanaka, S. Hiraide, M. T. Miyahara, K. Ariga, Q. Ji, J. Maruyama, F. Tani	4. 巻 54
2. 論文標題 Central metal dependent modulation of induced-fit gas uptake in molecular porphyrin solids	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 7822-7825
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cc03646b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Watanabe, S. Sun, T. Ishihara, T. Kamimura, M. Nishimura, F. Tani	4. 巻 1
2. 論文標題 Visible Light-Driven Dye-Sensitized Photocatalytic Hydrogen Production by Porphyrin and its Cyclic Dimer and Trimer: Effect of Multi-Pyridyl-Anchoring Groups on Photocatalytic Activity and Stability	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Appl. Energy Mater.	6. 最初と最後の頁 6072 - 6081
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.8b01113	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fumito Tani, Masahiro Narita, Toshihiro Murafuji	4. 巻 85
2. 論文標題 Helicene Radicals: Molecules Bearing a Combination of Helical Chirality and Unpaired Electron Spin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 2093-2104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.202000452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 M. Yamaji, K. Tomonari, K. Ikuma, K. Goto, F. Tani, H. Okamoto	4. 巻 18
2. 論文標題 Blue fluorescence from N,O-coordinated BF <sub>2</sub> complexes having aromatic chromophores in solution and the solid state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Photochem. Photobiol. Sci.	6. 最初と最後の頁 2884-2892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9PP00410F	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Goto, M. Asada, T. Nakamura, F. Tani	4. 巻 4
2. 論文標題 Switching Photomechanical Response by a Structural Phase Transition in a Naphthalene Diimide Derivative	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 218-223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.201900269	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tani, K ; Imafuku, R ; Miyanaga, K ; Masaki, ME ; Kato, H ; Hori, K ; Kubono, K ; Taneda, M ; Harada, T ; Goto, K ; Tani, F ; Mori, T	4. 巻 124
2. 論文標題 Combined Experimental and Theoretical Studies on Planar Chirality of Partially Overlapped C-2-Symmetric [3.3](3,9)Dicarbazolophanes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem, A	6. 最初と最後の頁 2057-2063
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpca.0c00286	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hideki Okamoto, Shino Hamao, Keiko Kozasa, Yanan Wang, Yoshihiro Kubozono, Yong-He Pan, Yu-Hsiang Yen, Germar Hoffmann, Fumito Tani, Kenta Goto	4. 巻 8
2. 論文標題 Synthesis of [7]phenacene incorporating tetradecyl chains in the axis positions and its application in field-effect transistors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. C	6. 最初と最後の頁 7422-7435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0TC00272K	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 Nishihara, Hiroto; Matsuura, Kenta; Ohwada, Mao; Yamamoto, Masanori; Matsuo, Yoshiaki; Maruyama, Jun; Hayasaka, Yuichiro; Yamaguchi, Shingi; Kamiya, Kazuhide; Konaka, Hisashi; Inoue, Masataka; Tani, Fumito	4. 巻 49
2. 論文標題 Synthesis of Ordered Carbonaceous Framework with Microporosity from Porphyrin with Ethynyl Groups	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 619-623
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200141	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuxin Guo, Kaito Yoshioka, Shino Hamao, Yoshihiro Kubozono, Fumito Tani, Kenta Goto, Hideki Okamoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Facile synthesis of picones incorporating imide moieties at both edges of the molecule and their application to n-channel field-effect transistors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 31547-31552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ra06629j	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masanori Yamamoto, Kazuma Takahashi, Mao Ohwada, Yuxin Wu, Kazuyuki Iwase, Yuichiro Hayasaka, Hisashi Konaka, Henry Cove, Devis Di Tommaso, Kazuhide Kamiya, Jun Maruyama, Fumito Tani, Hiroto Nishihara	4. 巻 364
2. 論文標題 Iron porphyrin-derived ordered carbonaceous frameworks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 164-171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2020.07.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計29件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Masahiro Narita, Takaaki Teraoka, Toshihiro Murafuji, Yoshihito Shiota, Kazunari Yoshizawa, Shigeki Mori, Hidemitsu Uno, Kenta Goto, Fumito Tani
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Optically Active Helicene Composed of Azulenes and Thiophene
3. 学会等名 第24回日本化学会九州支部・韓国化学会釜山支部合同セミナー (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘、寺岡孝明、村藤俊宏、塩田淑仁、吉澤一成 森 重樹、宇野英満、五島健太、谷 文都
2. 発表標題 アズレンとチオフェンにより構成されるヘリセンの酸化還元特性
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Narita, Takaaki Teraoka, Toshihiro Murafuji, Yoshihito Shiota, Kazunari Yoshizawa, Shigeki Mori, Hidemitsu Uno, Kenta Goto, Fumito Tani
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Redox-Active Azulene-Fused Helicene
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘、寺岡孝明、村藤俊宏、塩田淑仁、吉澤一成 森 重樹、宇野英満、五島健太、谷 文都
2. 発表標題 アズレンとチオフェンにより構成されるヘリセンの酸化還元特性
3. 学会等名 第31回若手研究者のためのセミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumito Tani
2. 発表標題 Synthesis and Redox Property of a Chiral Helicene Composed of Azulene and Thiophene Units
3. 学会等名 The 12th Taiwan-Japan Bilateral Symposium on Architecture of Functional Organic Molecules (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘・寺岡孝明・村藤俊宏・塩田淑仁・吉澤一成・森 重樹・宇野英満・五島健太・谷 文都
2. 発表標題 イソベンゾチオフェンと1,1'-ピアズレンで構成されるヘリセンの合成と酸化還元特性
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Narita, Takaaki Teraoka, Toshihiro Murafuji, Yoshihito Shiota, Kazunari Yoshizawa, Shigeki Mori, Hidemitsu Uno, Shinji Kanegawa, Osamu Sato, Kenta Goto, Fumito Tani
2. 発表標題 Synthesis and Redox Properties of an Azulene-Based Chiral Helicene
3. 学会等名 The 18th Asian Chemical Congress (ACC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘・寺岡孝明・村藤俊宏・塩田淑仁・吉澤一成・森 重樹・金川慎治・佐藤 治・宇野英満・五島健太・谷 文都
2. 発表標題 アズレンで構成される光学活性ヘリセンの合成と酸化還元特性
3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘, 寺岡孝明, 村藤俊宏, 塩田淑仁, 吉澤一成, 森 重樹, 宇野英満, 金川慎治, 佐藤 治, 五島健太, 谷 文都
2. 発表標題 1,1'-ピアズレンとチオフェンで構成される光学活性ヘリセンの合成と酸化還元特性
3. 学会等名 2019 ハロゲン利用ミニシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷 文都
2. 発表標題 ポルフィリンを構成要素とする高秩序性集積体の構築と機能発現
3. 学会等名 兵庫県立大学次世代分散型エネルギーセンター第2回講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumito Tani
2. 発表標題 Porphyrin-based Functional Assemblies Having Highly Ordered Structures
3. 学会等名 Current Topics in Emergent Materials and Devices（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘、村藤俊宏、山下紗希、三方裕司、上條 真、石黒勝也、俣野善博、谷 文都
2. 発表標題 ポリルアズレン類の反応と性質
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平田 拓馬、寺岡 孝明、村藤 俊宏、五島 健太、谷 文都
2. 発表標題 チオフェンとアズレンからなる縮合多環型 共役系化合物の合成
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梶村 裕人、村藤 俊宏、五島 健太、谷 文都
2. 発表標題 オルトキノンとアズレンからなる新規ヘリセノイド化合物の合成
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本純基・村藤俊宏・谷 文都・石黒勝也・上條 真・三方裕司
2. 発表標題 アズレニルホウ酸エステルのカップリングによるターアズレン類の合成と環状エステルの効果
3. 学会等名 第48回複素環化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永尾航平・真宅晃平・村藤俊宏・谷 文都・三方裕司・上條 真・石黒勝也
2. 発表標題 ジアズレニルボリン酸から誘導されるお椀型分子の合成検討
3. 学会等名 第48回複素環化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成田昌弘・寺岡孝明・村藤俊宏・五島健太・谷 文都
2. 発表標題 イソベンゾチオフェンにアズレンが縮環したヘリセンの合成と性質
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梶村裕人・村藤俊宏・五島健太・谷 文都
2. 発表標題 キノンとアズレンからなる新規ヘリセン化合物の合成と物性
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平田 拓馬・成田 昌弘・寺岡 孝明・村藤 俊宏・五島 健太・谷 文都
2. 発表標題 チオフェンとアズレンからなる縮合多環型 共役系化合物の合成
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成田昌弘、村藤俊宏、山下紗希、三方裕司、上條 真、石黒勝也、俣野善博、谷 文都
2. 発表標題 ポリルアズレン類の反応と性質
3. 学会等名 第30回若手研究者のためのセミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成田 昌弘・寺岡孝明・村藤 俊宏・塩田 淑仁・吉澤 一成・五島 健太・谷 文都
2. 発表標題 アズレンが縮環したイソベンゾチオフェン類の 酸化体の合成と性質
3. 学会等名 第51回酸化反応討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成田昌弘・寺岡孝明・村藤俊宏・五島健太・谷 文都
2. 発表標題 イソベンゾチオフェンとアズレンで構成されるヘリセン類の合成と物性
3. 学会等名 有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumito Tani
2. 発表標題 Two Harvests from One Metalloporphyrin Complex
3. 学会等名 The 11th Japan-Taiwan Bilateral Symposium on Architecture of Functional Organic Molecules (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Md. Awlad Hossain, Fumito Tani, Kenta-Goto, Ken-ichi Sugiura
2. 発表標題 Syntheses of Azulene Based Novel Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Photophysical Properties
3. 学会等名 The Pure and Applied Chemistry International Conference 2019 - PACCON 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田 昌弘・寺岡 孝明・村藤 俊宏・塩田 淑仁・吉沢 一成・五島 健太・谷 文都
2. 発表標題 イソベンゾチオフェンにアズレンが縮環したヘリセン類の合成と物性
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶村 裕人・村藤 俊宏・五島 健太・谷 文都
2. 発表標題 アズレンとキノンからなる新規ヘリセン化合物の合成と物性
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平田 拓馬・成田 昌弘・寺岡 孝明・村藤 俊宏・五島 健太・谷 文都 <sup>1</sup>
2. 発表標題 チオフェンとアズレンからなる縮合多環型 共役系化合物の合成
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成田昌弘、寺岡孝明、椎木大地、村藤俊宏、塩田淑仁、吉澤一成、森 重樹、宇野英満、五島健太、谷 文都
2. 発表標題 アズレン骨格で構成されるヘリセンラジカルカチオンの合成と性質
3. 学会等名 第117回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 成田昌弘、寺岡孝明、村藤俊宏、塩田淑仁、吉澤一成、金川慎治、佐藤 治、森 重樹、宇野英満、五島健太、谷 文都
2. 発表標題 アズレンで構成される不斉ヘリセンとそのカチオンラジカル
3. 学会等名 第30回記念万有福岡シンポジウム
4. 発表年 2020年



〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	村藤 俊宏 (Murafuji Toshihiro)  (40253140)	山口大学・創成科学研究科・教授  (15501)	
連携研究者	川俣 純 (Kawamata Jun)  (40214689)	山口大学・創成科学研究科・教授  (15501)	
連携研究者	鈴木 康孝 (Suzuki Yasutaka)  (30634753)	山口大学・創成科学研究科・准教授  (15501)	
連携研究者	山田 容子 (Yamada Hiroko)  (20372724)	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科・教授  (14603)	
連携研究者	鈴木 充朗 (Suzuki Mitsuharu)  (20724959)	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科・助教  (14603)	
連携研究者	吉澤 一成 (Yoshizawa Kazunari)  (30273486)	九州大学・先導物質化学研究所・教授  (17102)	
連携研究者	塩田 淑仁 (Shiota Yoshihito)  (70335991)	九州大学・先導物質化学研究所・准教授  (17102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------