

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05091

研究課題名(和文)アザフェナレン骨格を含む特異な含窒素多環状共役化合物の合成と機能開拓

研究課題名(英文) Synthesis and application of novel polycyclic conjugated systems involving azaphenalenyl moieties

研究代表者

川瀬 毅 (Kawase, Takeshi)

兵庫県立大学・工学研究科・教授

研究者番号：10201443

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では前駆体イミニウム塩の塩基処理によってN-置換-2-アザフェナレニルのN-フェニル体1とN-ジイソプロピルフェニル体2を合成した。1は単離操作中に1,3位で二量化し、1にジラジカルの寄与があることを示した。一方、2は脱酸素条件下深緑色固体として単離することができた。X線結晶構造解析スペクトル解析によってその構造や電子状態を明らかにした。また、2を銀塩(AgPF₆)で酸化することで、ラジカルカチオン3を暗褐色結晶として得た。X線構造解析、ESRスペクトル、理論計算によって分子構造や電子状態を明らかにした。この研究をもとに、アザフェナレニル骨格を持つ含窒素共役系化合物の構築を推進する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

窒素原子を含む縮合多環状共役系化合物(含窒素ナノグラフェン)は、炭素原子のみで形成された縮合多環状共役系化合物と比べて、特異な光・電子特性を示すことが知られている。本研究ではアザフェナレニル構造をもつ共役系化合物を合成することを目的として、高い置換基を持つ2-アザフェナレニル誘導体とそのカチオンラジカルを合成した。X線結晶構造解析や各種スペクトルによって構造や電子状態の解明を行なった。これらの研究をさらに発展させることで、多様な含窒素共役系化合物の構築が可能になるとと思われる。それらの化合物は高い酸化還元能が期待され、有機半導体、光材料、さらには燃料電池触媒への応用に発展するものと期待される。

研究成果の概要(英文)：N-Substituted 2-azaphenalenyl is of particular interest because of its unique electronic structure; however, it has been known as a reactive intermediate owing to its azomethine ylide character. We first synthesize N-phenyl and N-2,6-di(isopropyl)phenyl-2-azaphenalenyl derivatives 1 and 2 by basic treatments of the corresponding iminium salts. N-phenyl derivative 1 dimerizes at 1,3 positions during the isolation process, indicating that the p-system has a biradical character. On the other hand, 2 can be isolated as a deep green crystal. An X-ray crystal analysis and spectral analysis reveal the structural and electronic properties. Especially, electrochemical experiments (CV) also reveal a considerably high electron donating property of 2. Moreover, chemical oxidation with silver ion of 2 afforded the corresponding radical cation 3 as a dark amber crystals. An X-ray analysis, ESR spectral analysis and theoretical calculation have explored the structural and electronic properties.

研究分野：構造有機化学

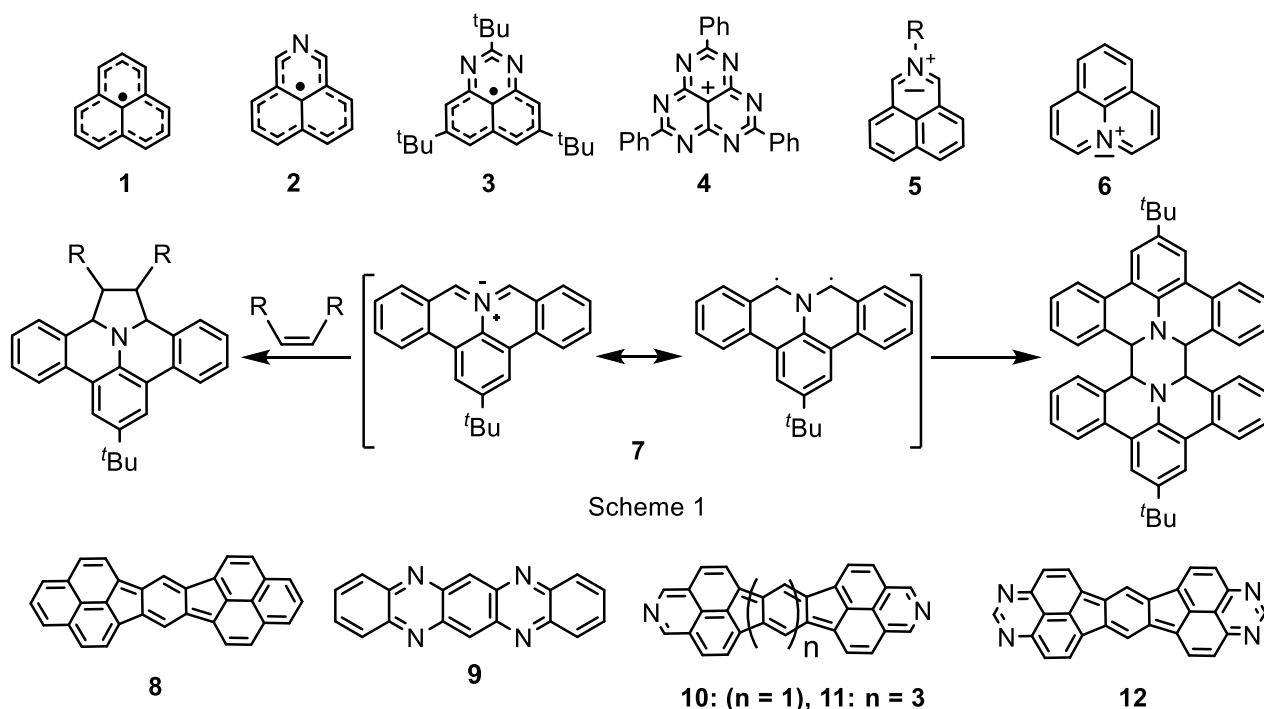
キーワード：含窒素芳香族化合物 アザフェナレニル アゾメチンイリド カチオンラジカル 含窒素ナノグラフェン

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、研究者個人に帰属します。

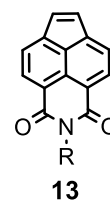
研究成果報告書

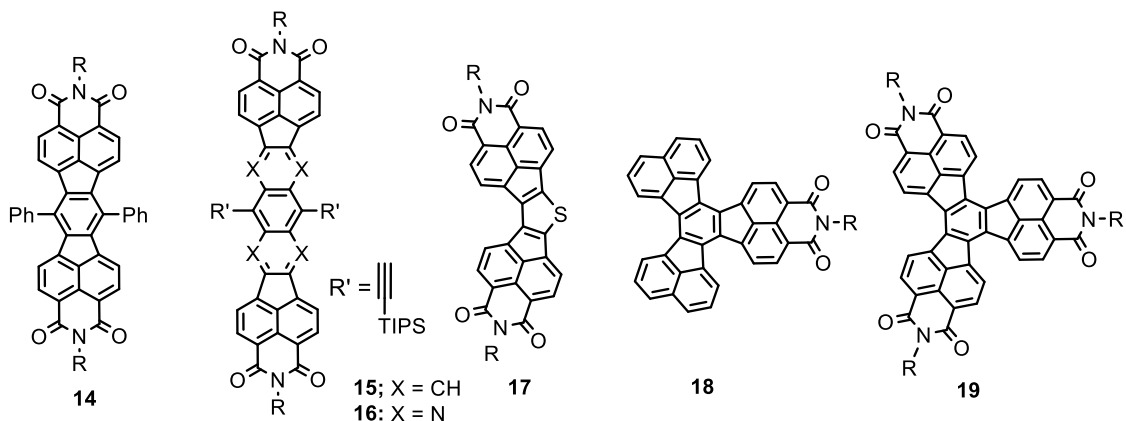
1. 研究開始当初の背景

窒素原子を含む縮合多環状共役系化合物（含窒素ナノグラフェン）は、炭素原子のみで形成された縮合多環状共役系化合物と比べて、特異な光・電子特性を示すことが知られている。特に、その作用機構は良く知られていないものの含窒素グラフェンには燃料電池触媒作用があることが見出されており、そのモデル分子としても興味深い。フェナレニル **1** は単純な3つの六員環からなる縮合多環状共役系化合物でありながら、開殻系の分子として特異な電子構造をもつことが知られている。フェナレン骨格に窒素原子を導入したアザフェナレニル類 (**2-4**) については多くの化学者によって研究が行われてきた。一方で、アゾメチンイリド構造をもつ N-置換-2-アザフェナレニル **5** や 9a-アザフェナレニル **6** については、これまで反応中間体として存在が知られているだけだった。たとえば Müllen や Ito によって 9a-アザフェナレン誘導体 **7** の合成的有用性が示されているが (Scheme 1), その基本骨格の性質は知られていない。また、フェナレニル骨格をもつ縮合多環状共役系化合物として化合物 **8** が中筋・久保らによって合成され、強い一重項ビラジカル性を示すことが見出されている。Bunz らの研究によって、高い p 型半導体特性を示すペンタセンの分子骨格に窒素原子を導入したテトラアザペンタセン **9** に高い n 型半導体特性が現れることが明らかにされており、**8** の系に窒素原子を導入することで高い電子特性（半導体特性や酸化還元能など）が期待される。しかし、これまで窒素原子を含む **8** の類縁化合物 **10-12** はまったく知られていなかった。



著者は、高いジラジカル性や酸化還元能をもつ分子としてアザフェナレニル構造をもつ共役系化合物やその関連化合物を合成の標的化合物として研究を行うことを着想した。著者は先にアセナフチレン-5,6-ジカルボキシイミド **13** を出発原料に π 拡張フルオランテンイミド

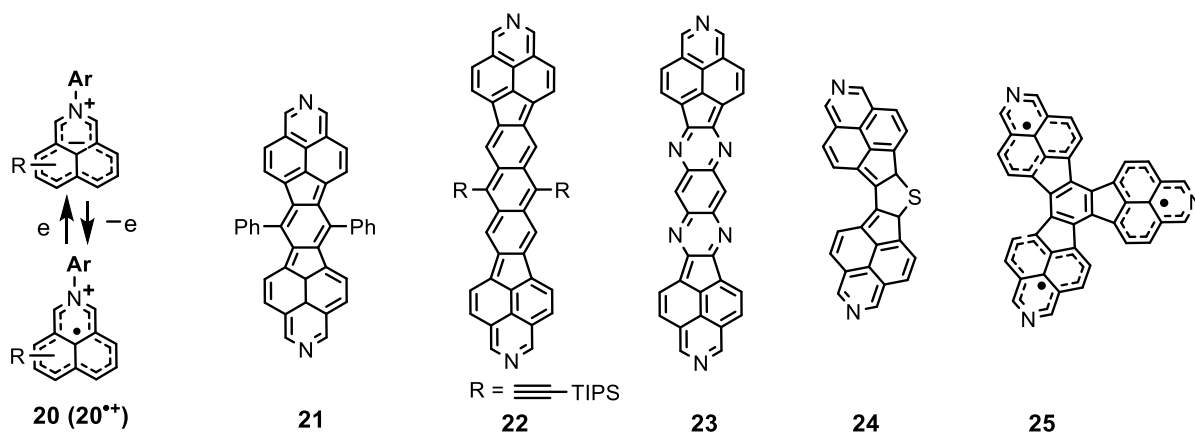




であるジイミド **14–17** やデカシクレンモノイミド **18** を合成し、さらにパラジウム触媒を用いた新規酸化的三量化反応を開発することでトリイミド **19** も合成している。これらの化合物は特異な発光特性や分子会合などの興味深い性質を示す化合物である。ナフタレンイミド骨格はヒドリド還元によって 2-アザフェナレニル **2** や、その類縁体へ変換可能であることが知られている。新規イミド類はナフタレンイミドを部分構造に持つことから、新規イミド類を出発物質に、これまで知られていなかったアザフェナレニル骨格を持つ多様な含窒素共役系化合物の合成が可能になるものと期待された。

2. 研究の目的

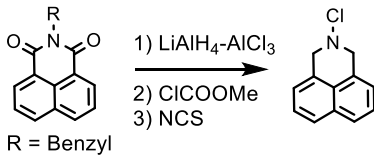
本研究では、ナフタレンジカルボキシイミドをアザフェナレンの合成等価体とみなし、新規に合成したアセナフチレンイミドを出発物質に、アザフェナレニル構造をもつ多様な含窒素ナノグラフェンモデル化合物 **20–25** の構築を行う。その中には、もっとも単純な誘導体である N-置換-2-アザフェナレニル **20** も含まれる。それらの化合物には高い酸化還元能が期待され、その性質を明らかにすることによって、有機半導体、光材料、さらには燃料電池触媒への応用を検討する。



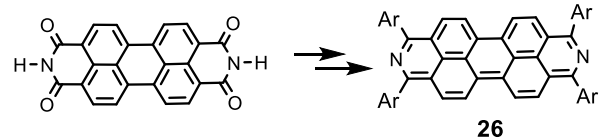
3. 研究の方法

N-置換-2-アザフェナレニル **20** は非常に高い HOMO エネルギーをもち、それがアゾメチンイリドとしての高い反応性の要因となっている。申請者はフェナレン骨格にかさ高い [2,6-di(isopropyl)phenyl] 基を導入することで熱的に安定な系を構築し、フェナレニル系との性質の違いを検討する。また電子酸化によってカチオンラジカル **20^{+•}** を構築し、分子構造や電子状態を解明する。また、ナ

フタレンイミド骨格は還元的処理によってアザフェナレニル骨格をもつ化合物 **2** や **26** へ変換可能であることが知られている (Scheme 2, 3)。これまで合成してきたイミド化合物を出発物質に、これまで知られていなかった2-アザフェナレニル骨格を持つ多様な含窒素共役系化合物 **20-25** の合成が可能になるものと期待される。



Scheme 2



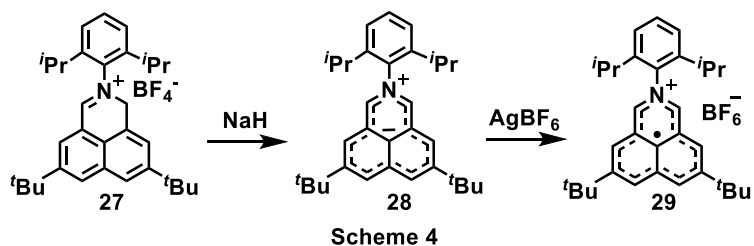
Scheme 3

4. 研究成果

1,8-ナフタレンジカルボン酸無水物誘導体を出発物質に, [2,6-di(isopropyl)phenyl]基を導入したイミニウム塩 **27** を塩基で処理することで2-アザフェナレニル **28** を酸素に敏感な深緑色固体として合成した (Scheme 4)。 **28** は, 1862年にStreckerによってアゾメチンイリド誘導体が見出されて以来, 初めて単離・構造決定された誘導体である。 **28** の X線結晶構造解析はアザフェナレニル骨格の結合交替が小さく, 歪みがほとんど見られないことを示した (Fig. 1)。 NMR スペクトルや電気化学的測定・理論計算によって, **28** はフェナレニルアニオン構造の寄与が大きく, 非常に高い HOMO エネルギーレベルをもつことが明らかにされた。 さらに, **28** を銀塩 (AgPF₆) で一電子酸化することで相当するラジカルカチオン

29 が金属光沢のある褐色結晶として得られ, 結晶構造解析 (Fig. 1) と ESR スペクトルによってその生成を確認した。 **28** の骨格は1,8-ナフタレンジカルボン酸無水物を出発物質として容易に導くことができることから, この合成法は2-アザフェナレニル骨格をもつπ拡張類縁体の合成に広く応用可能であることを示すことができた。

また, **28** の合成中間体として合成したイミニウム塩 **27** は非常に強い蛍光発光 ($\lambda_{\max} = 526 \text{ nm}$, $\phi = 0.60$) を示した。 イミニウムイオン構造をもつ色素はアストラゾン染料を代表にカチオン染料として有用なものがある。 1H-ベンゾ [de]



Scheme 4

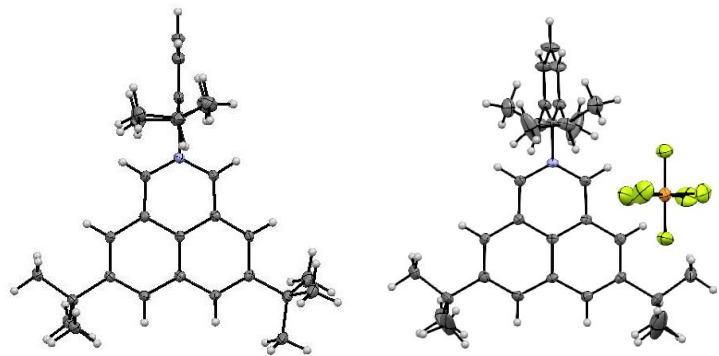
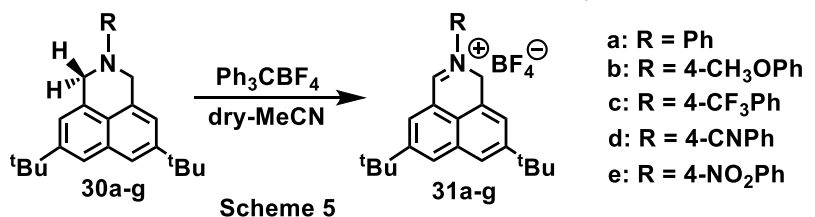
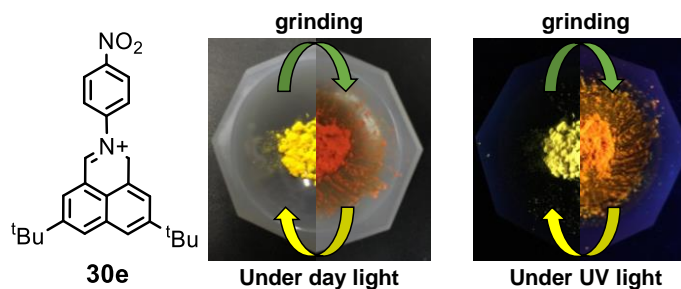


Figure 1. Molecular structures of **28** and **29**·PF₆⁻.

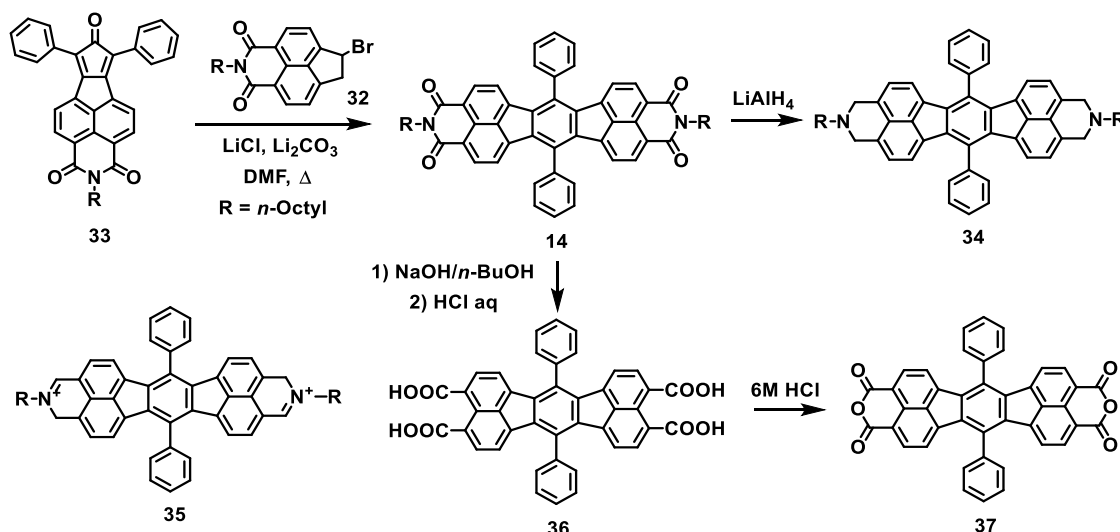


Scheme 5

イソキノリニウムイオン骨格をもつこの系はこれまで研究されていないことから、著者らは *N*-アリール置換体 **30a-e** を合成した (Scheme 5)。それらはアリール基上の置換基によって発光特性が変化し、特にトリフルオロメチルフェニル体 **30c** では固体、溶液ともに高い量子収率を示した。また、*N*-フェニル基のパラ位に電子吸引性の置換基をもつ誘導体 **30c-e** は、結晶をすり潰すことで固体の色と発光波長が変化するメカノクロミズムを示した。*p*-ニトロフェニル体 **30e** の場合、黄色結晶をすりつぶすことで橙色に変化し、その固体蛍光発光波長は 548 nm から 589 nm に長波長シフトした。



研究目的で述べたように、著者らはアセナフチレンイミド **13** を出発物質にアセナフトフルورانテンジイミド **14** ($R = n\text{-octyl}$) とその π 拡張体 **15** を合成した。これまで、アセナフチレンイミド **31** を NBS で臭素化した **32** を LiBr, Li_2CO_3 存在下 DMF 中 120 °C で加熱することで **13** を合成していた。**13** は熱・光に対して不安定であり再現性に問題があった。そこで、**13** を単離することなく **14** を得る方法を検討した。すなわち、**32** から **13** の合成と、**33** との Diels-Alder 反応を one-pot で行なった。LiBr, Li_2CO_3 存在下 **32** とアセサイクロン **33** を DMF 中 115 °C で 96 時間反応させることで **14** が 44% の収率で得られた。**13** の単離・精製を含む二段階収率と比較して収率が 10% 向上し、操作も大幅に簡略化された。**14** のハイドライド還元でテトラヒドロ体 **34** が暗緑色固体として粗収率 45% で得られた。**34** は非常に酸化されやすいものの、NMR と MS によってその生成が確認された。種々の条件でジカチオン体 **35** の合成を検討したが、現在までのところジカチオン生成の確認には至っていない。**14** をアルカリ加水分解することでテトラカルボン酸 **36** を黄色固体として得た (77%)。 **36** を塩酸 (6 M) で処理し、無水物 **37** を橙色固体とした (99%)。今後、**37** のイミド化の後 Scheme 3 の方法を用いることで **21** やその誘導体を合成できるものと考えている (Scheme 6)。



Scheme 6.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Y. Kawakami, J. Nishida, S. Yamamoto, Y. Matsui, H. Ikeda, Y. Hirao, and T. Kawase	4. 巻 2019
2. 論文標題 Synthesis of diarylamino substituted dibenzophosphole oxides: structure and optical property depending on the amino parts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 3735-3743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201900189	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 Katayama Koji, Konishi Akihito, Horii Koki, Yasuda Makoto, Kitamura Chitoshi, Nishida Jun-ichi, Kawase Takeshi	4. 巻 2
2. 論文標題 Isolation and characterisation of a stable 2-azaphenalenyl azomethine ylide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications Chemistry	6. 最初と最後の頁 136-143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42004-019-0236-y	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 川瀬 毅・井上翔悟・西田純一	4. 巻 77
2. 論文標題 拡張フルオレン (テトラベンゾフルオレン) の構造、反応そして特異な光物性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 有機合成化学協会誌	6. 最初と最後の頁 823-830
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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. Katayama, I. Kawajiri, Y. Okano, J. Nishida, T. Kawase	4. 巻 84
2. 論文標題 Highly Polarized Benzo[k]fluoranthene Imide Derivatives: Large Solvatochromism, Dual Fluorescence and Aggregation Induced Emission Associated with Excited-State Intramolecular Charge Transfer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 722-729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.201900067	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. Honda, M. Nagahara, N. Taka, J. Nishida, T. Kawase, K. Ono, T. Kobayashi, H. Naito C. Kitamura	4. 巻 11
2. 論文標題 Synthesis and Characterization of Soluble Directly 2,2'-Linked Tetracene Dimer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 2107-2114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201801333	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. Matsuura, J. Nishida, T. Ito, R. Yokota, C. Kitamura, T. Kawase	4. 巻 75
2. 論文標題 Synthesis and properties of α -extended fluoranthene derivatives from 1,2-diarylnaphthalene derivatives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 278-285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2018.11.056	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. Ishikawa, K. Katayama, J. Nishida, C. Kitamura, T. Kawase	4. 巻 59
2. 論文標題 Fluoranthene and its α -Extended Diamides: Construction of New Electron Acceptors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 3782-3786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2018.09.012	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 Y. Yamamoto, M. Yoshida, T. Morii, J. Nishida, C. Kitamura, T. Kawase	4. 巻 13
2. 論文標題 Synthesis and properties of a decacyclene monoimide and a naphthalimide derivative as a three-dimensional acceptor-donor-acceptor system	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Asian J.	6. 最初と最後の頁 790-798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201701668	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 Y. Gong, J. Cole, H. Ozoe, T. Kawase	4. 巻 1
2. 論文標題 Photo-excited phenyl ring twisting in quinodimethane dyes enhances photovoltaic performance in dye-sensitized solar cells	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 1127-1139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.7b00244	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30件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 西田純一・北口波・平尾泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 Synthesis and photophysical studies of dicyanophenanthrene derivatives with expanded conjugated units
3. 学会等名 第100回日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松浦優香・片山幸二・西田 純一・川瀬 毅
2. 発表標題 N-置換2-アザフェナレニルの反応と生成物の物性
3. 学会等名 第100回日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上翔悟・西田純一・北村千寿・川瀬 毅
2. 発表標題 17-フェニルテトラベンゾフルオレン誘導体の異常酸化反応
3. 学会等名 第100回日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮川萌之・加藤真一郎・西田 純一・川瀬 毅・小林隆史・内藤裕義・北村千寿
2. 発表標題 アントラキノンとアントラセンの2,2'-結合型二量体およびクロスカップリング体の合成と性質
3. 学会等名 第100回日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古谷遙子・寺田義隆・加藤真一郎・西田 純一・川瀬 毅・北村千寿
2. 発表標題 高い光安定性を有するインデノ[1.2.3-fg]テトラセン誘導体の合成と性質
3. 学会等名 第100回日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上翔悟・松浦優香・西田純一・北村千寿・川瀬 毅
2. 発表標題 テトラベンゾフルオレン骨格をもつスピロ[2.4]ヘプタトリエン誘導体の合成・反応及び構造
3. 学会等名 第13回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井玄樹・西田純一・塩木瑠美・川瀬 毅
2. 発表標題 縮合反応を利用した大環状ビニル共役系化合物の合成
3. 学会等名 第13回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片山 幸二・小西 彬仁・掘井 康稀・安田 誠・北村 千寿・西田 純一・川瀬 毅
2. 発表標題 N-置換2-アザフェナレニル:合成と性
3. 学会等名 第30回基礎有機討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田純一・村上友亮・竹田梨紗・松山直樹・川上喜弘・川瀬 毅
2. 発表標題 ペンタフェニルフェニル置換ジベンゾホスホールオキシド誘導体と関連化合物の合成
3. 学会等名 第30回基礎有機討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上翔悟・大浦玄太・西田純一・川瀬 毅
2. 発表標題 テトラベンゾフルオレン骨格をもつスピロ[2.4]ヘプタトリエン誘導体の合成・反応及び構造
3. 学会等名 第30回基礎有機討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kawase, K. Katayama, J. Nishida, K. Horii, A. Konishi, C. Kitamura, M. Yasuda
2. 発表標題 N-Substituted 2-Azaphenalenyl: First Isolation and Characterization
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Kitaguchi, J. Nishida, Y. Hirao, T. Kawase
2. 発表標題 Synthesis of Dicyanophenanthrene Derivatives Using Photoreaction and Their Physical Properties
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Yoneda, J. Nishida, K. Ohta, C. Kitamura, T. Kawase
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Bianthryl Derivatives with Diarylhydroxymethyl Groups
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片山 幸二・掘井 康稀・小西 彬仁・西田 純一・北村 千寿・安田 誠・川瀬 毅
2. 発表標題 N-置換2-アザフェナレニルの合成と物性
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 石田拓也・岸本啓汰・北村千寿・西田純一・川瀬 毅
2. 発表標題 オキサグラフェンモデル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 米田 愛・西田純一・太田克俊・北村千寿・川瀬 毅
2. 発表標題 ジアリールヒドロキシメチル基をもつピアンスリル誘導体の合成と性質
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 藤井玄樹・西田純一・塩木瑠美・川瀬 毅
2. 発表標題 フェナントロリン環を用いた大環状ビニル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 大浦 玄太・井上 翔悟・西田 純一・北村 千寿・川瀬 毅
2. 発表標題 17-ジアゾテトラベンゾフルオレン：合成・反応、そして生成物の構造
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 北口波・西田純一・橋本明希人・平尾泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 N-ピリジル及びピリジニウムフタルイミド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 西田圭吾・加藤真一郎・西田純一・川瀬 毅・北村千寿
2. 発表標題 トリナフチレン-5,6,11,12,17,18-ヘキサオン誘導体の合成とキャラクタリゼーション
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 川上喜弘・西田純一・山本 俊・松井康哲・池田 浩・平尾泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 電子供与性ユニットを導入したジベンゾヘテロール誘導体の合成と性質
3. 学会等名 第12回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岸本啓汰・北村千寿・西田純一・川瀬 毅
2. 発表標題 オキサグラフェンモデル化合物の合成と物性
3. 学会等名 第12回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田圭吾・加藤真一郎・西田純一・川瀬 毅・北村千寿
2. 発表標題 ナフトキノン環化三量体からの誘導体の合成とキャラクタリゼーション
3. 学会等名 第12回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北口波・西田純一・平尾泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 光反応を利用したジシアノフェナンスレン誘導体の合成と物性
3. 学会等名 第12回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片山幸二・小柴佑輔・西田純一・北村千寿・川瀬 毅
2. 発表標題 N-置換-2-アザフェナレニルの合成と物性
3. 学会等名 第12回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川上喜弘・西田純一・山本 俊・松井康哲・池田 浩・平尾泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 電子供与性ユニットを導入したジベンゾヘテロール誘導体の合成と性質
3. 学会等名 第29回基礎有機討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北口波・西田純一・平尾泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 光反応を利用したジシアノフェナンスレン誘導体の合成と物性
3. 学会等名 第29回基礎有機討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片山幸二・西田純一・川瀬 毅
2. 発表標題 N-アリアル-1H-ベンゾ[de]イソキノリニウムイオンの合成とメカノクロミズム
3. 学会等名 第29回基礎有機討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片山幸二・河尻育美・岡野陽太郎・西田純一・川瀬 毅
2. 発表標題 高度に分極したベンゾ[k]フルオランテンイミド誘導体の合成と金属イオンセンサーとしての応用
3. 学会等名 第29回基礎有機討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本 明希人・西田 純一・喜多泰之・平尾 泰一・川瀬 毅
2. 発表標題 アセン及びオリゴマユニットを導入したフタルイミド化合物の光物性と半導体的性質
3. 学会等名 第29回基礎有機討論会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

機能有機化学研究グループHP http://www.eng.u-hyogo.ac.jp/msc/msc4/index.html

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------