

令和 5 年 5 月 25 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K05422

研究課題名(和文) 光学活性ねじれ不斉高共役 電子系の構築とその物性研究

研究課題名(英文) Construction of optically-active distorted pi-conjugated systems and their properties

研究代表者

宇野 英満 (Uno, Hidemitsu)

愛媛大学・理工学研究科(理学系)・教授

研究者番号：20168735

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)：(-)- β -フェランドレンを原料とした光学活性ビスクロオクタジエン縮環ピロールを合成し、これを用いたポルフィリン及びBODIPYの選択的合成に成功した。また、2つの(R)- β -フェネチルイミド基を有するフェナントレンカルバゾール色素6枚がベンゼン環に置換した化合物を合成し、X線結晶構造解析にも成功した。この化合物は温度依存性の円二色性及び円偏光発光活性を示した。この温度依存性はVT-NMRから予想される傾きねじれの異性体比により説明できた。さらに、パーエチルセコヘキサピロロヘキサアザコロネンのアシル化により反芳香族性を有するホモヘキサピロロヘキサアザコロネン類を合成しその物性を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本申請の研究においてはじめて光学活性基が縮環したピロールの合成ができた。このピロールから光学活性ポルフィリンや位置選択的に合成されたことのないベンゾ部位に複数の置換基を有するテトラベンゾポルフィリンを合成できたことは、今後の有機機能材料科学にとって大きな意義があると考えている。また、ベンゼン環に円環状に置換した色素ブレードの傾きねじれにおいて不斉補助基による制御が効率よく行え、大きなCD及びCPL活性を発現させたことは今後の有機光学材料の新しいジャンルを開くものと期待される。

研究成果の概要(英文)：We have synthesized optically active bicyclooctadiene-fused pyrroles from (-)- β -phellandrene and succeeded in the selective synthesis of optically active porphyrin and BODIPY. In addition, we synthesized a benzene derivative with six dye blades of doubly (R)-phenethylimide-substituted phenanthrenocarbazole and succeeded the X-ray crystal structure analysis. This compound exhibited temperature-dependent circular dichromism (CD) and circularly polarized luminescence (CPL) activities, which could be explained by the tilt-torsion isomer ratios expected from VT-NMR. Moreover, perethylhomohexapyrrolohexaazacoronenes with anti-aromaticity were synthesized by acylation of perethylsecohexapyrrolohexaazacoronene and their physical properties were elucidated.

研究分野：有機化学

キーワード：光学活性ピロール 光学活性ポルフィリン 光学活性BODIPY 円二色性 円偏光発光 HPHAC secoHPHAC
C homoHPHAC

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。

1. 研究開始当初の背景

フタロシアニンやポルフィリンに代表されるように広い共役系を持つ化合物は、狭い HOMO-LUMO ギャップを有し、可視領域から近赤外領域に吸収や発光バンドを有することから、有機太陽電池や有機ディスプレイ、カットフィルター、多重記録用色素としての応用が注目されている。これらの化合物は、一般に平面状となることが予想されるが、共役系に含まれる環状構造によって共役系がねじれることが知られている。一般に 5 員環が存在するとフラレンやコラニユレンのようにドーム状に湾曲するが、7 員環や 8 員環を含むとカーボンナノホーンやワープドナノグラフェンの様に鞍状に湾曲する。また、ルブレンに代表されるように周辺置換基の立体反発の大きな化合物においては、本質的には平面のコア構造にねじれが誘発される。ねじれには不斉が存在するが、ほとんどの場合、光学活性カラムによって分離する方法により光学的に純粋な化合物を得ているために合成効率は悪く、有機偏光発光素子への応用の妨げになっている。ねじれや湾曲の不斉を、不斉誘導基をぶら下げることで制御しようとする試みはあるが、成功していない。一方で、不斉触媒反応でねじれ部位を構築する方法は、効率的に不斉を誘発できると考えられるが、ねじれた広い共役系構築に有効な触媒反応は少なく、この方法もヘリセンなどの狭く長い共役系に限られる。

我々は、環化反応や逆 Diels-Alder 反応に代表されるペリ環状分解反応を駆使して、巨大な π 電子系をもつ化合物の高純度合成法を確立し、有機太陽電池や FET 材料となる有機半導体物質や近赤外色素の高純度合成を達成してきた。本研究では、市販のテルペン系香料(R)-(-)- α -フェランドレンや光学活性 α -フェネチルアミンから誘導した不斉炭素を有する縮環芳香族化合物を基にして、ねじれ不斉を有する π 電子系を構築する。この π 電子系化合物は、不斉誘導基由来の炭素不斉と π 電子系のねじれ不斉を有することとなり、一般的にはジアステレオマーとして存在する。この反応を制御または分離して単一のジアステレオマーとすると、これらの不斉誘導基由来の電子遷移は、UV 領域に限られるため、縮環芳香族化合物のねじれのみが可視及び近赤外領域に観測されると考えられる。また、フェランドレンを不斉誘導基とした場合は、逆 Diels-Alder 反応によりフェランドレン由来の不斉を消滅させることで、 π 電子系の拡張とともにねじれ不斉 π 電子系だけを有する分子の構築ができる。また、これらの不斉炭素を有する縮環芳香族化合物の色素分子を円環状に配した化合物は、その色素ブレードの傾きによるねじれに由来する不斉トロイダル共役が期待でき、強い円偏光発光 (CPL) をもつことを期待した。

2. 研究の目的

本申請の研究では、入手容易な市販のテルペン系香料としては唯一の *s-cis* 共役ジエンである (R)-(-)- α -フェランドレンを不斉源として用い、不斉なビシクロ[2.2.2.]オクタジエン (BCOD) 縮環複素環化合物を合成し、不斉を有する鍵化合物として、酸化反応や縮合反応により広い共役系を有する化合物へと誘導する。この際にフェランドレン由来の不斉が反応の遷移状態に関与し、ねじれ不斉を制御することが期待される。制御が不十分な場合でもジアステレオマーとなるので、簡単に分離することが可能であると考えられる。純粋なジアステレオマーを得たのち、熱に安定な不斉を有する化合物の場合は逆 Diels-Alder 反応、熱反転が予想される場合は、光による分解反応を用いてフェランドレン由来の不斉を消滅させ、ねじれや湾曲不斉のみを有する広い共役系化合物の合成を達成する。本方法は、フェランドレンを、単に不斉補助基として用いるのではなく、広い π 共役系へ拡張できる骨格としても用いるものであり、多くの応用が期待できる。

円環状に配した色素の傾きによるねじれを誘導する不斉基としては、両方の光学活性体が入手容易な α -フェネチルアミンと、可視領域に強い吸収と発光を有するペリレンビスカルボン酸無水物から誘導したフェナントレノカルバゾールビスカルボジイミドを用いることとした。

3. 研究の方法

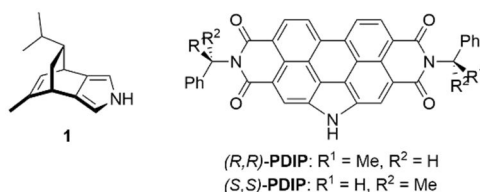
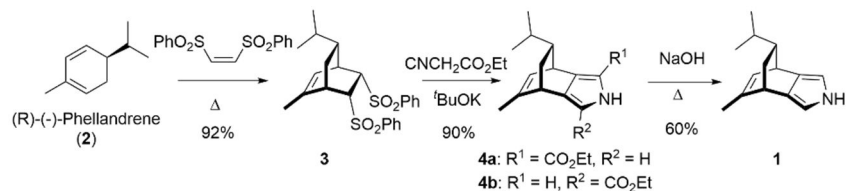


Figure 1. ピロールの縮環した光学活性芳香族複素環化合物

フェランドレン及び α -フェネチルアミンを不斉誘導基として持つピロールの縮環した光学活性芳香族複素環化合物 1,2 (Figure 1) を合成する。これらを鍵物質として、ねじれ不斉を持つ広い π 電子系化合物を合成し、その反転挙動及び円偏光発光特性を明らかにすることを目的に、以下の 4 つの課題について検討した。

- 課題 ねじれ不斉 O-キレート BODIPY の合成と光物性の検討
- 課題 光学活性トロイダル共役化合物の合成と光物性の検討
- 課題 ねじれ不斉ポルフィリノイドの合成と光物性の検討
- 課題 ねじれ不斉オリゴアザナノグラフェンの合成とその反転挙動及び光物性の検討

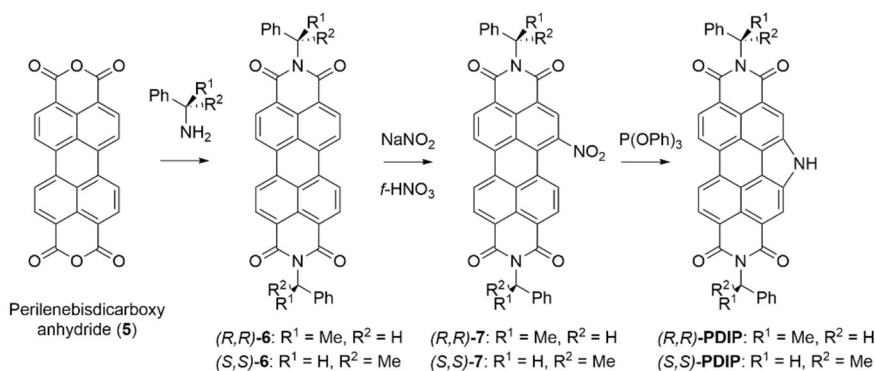
4. 研究成果 課題



Scheme 1. フェランドレノピロール **1** の合成経路

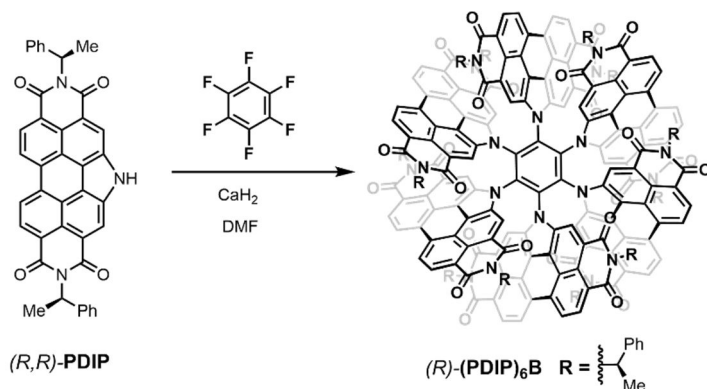
ボロンジピロメテン (BODIPY) は、可視領域に強い吸収と蛍光を持つ色素であり、その骨格は平面であることが知られている。光学的に純粋なピロール **1** の合成は、効率よく行うことができた (Scheme 1)。ピロール **1** から出発して BODIPY を合成する場合、ピロール α 位の位置選択性が問題となる。このため、中間のピロールカルボン酸エステル **4a** 及び **4b** の段階で分離することを検討した。条件を検討することにより **4a/4b** 比を 3/1 まで偏らせることができた。さらに、結晶性の良い **4a** を分別再結晶で単離することに成功した[1]。この **4a** を用いて光学活性を有する BODIPY の合成に成功した。さらに、**4a** をヨウ素化して 2-ヒドロキシフェニルボロン酸とカップリングさせた後に脱エステル化に成功している。この化合物からの *o*-キレート BODIPY 合成を行なっている。

課題



Scheme 2. 不斉基を有する PDI 縮環ピロール(PDIP)の合成経路

課題 の鍵となる光学活性ピロール(R,R)-及び(S,S)-**PDIP** を Scheme 2 に示す経路で合成した。 (R) -及び(S)- α -フェネチルアミンとペリレンビスジカルボン酸無水物を反応させることで(R,R)-及び(S,S)-ペリレンビスジカルボジイミド(PDI) **6** を収率良く得ることができた。**6** の亜硝酸ナトリウムと発煙硝酸によるニトロ化はベイ領域に起こり、収率良く **7** を与えた。一方、同じ **6** の NBS 或いは臭素による臭素化はフェネチルイミド側鎖フェニル基のパラ位に優先的に起こることが分かった[2]。亜リン酸トリフェニルを用いた Cadogan 反応によりニトロ体 **7** は効率よく目的の(R,R)-及び(S,S)-**PDIP** に導くことができた。

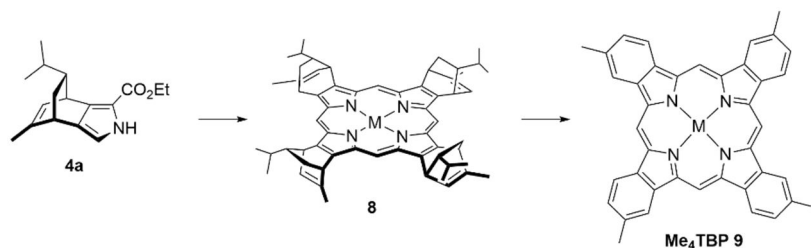


Scheme 3. 6 枚の PDIP ブレードを有するベンゼンの合成

過剰の(R,R)-**PDIP** を水素化カルシウム存在下にヘキサフルオロベンゼンと反応させることで、ベンゼン環に 6 枚の PDIP ブレードを有する化合物(R)-(PDIP)₆B を収率良く得ることができた (Scheme 3)、この化合物の X 線結晶構造解析にも成功した。 (R) -(PDIP)₆B はブレードの重なり由来する新たな吸収が(R,R)-**PDIP** の最長波長吸収よりも短波長に現れており、ブレードのねじれによる不斉も CD 及び CPL 分光により観測された。さらに、温度により CD 及び CPL 強度が変化することもみいだした。この変化は、温度可変 ¹HNMR 測定からブレードの傾きの反転と

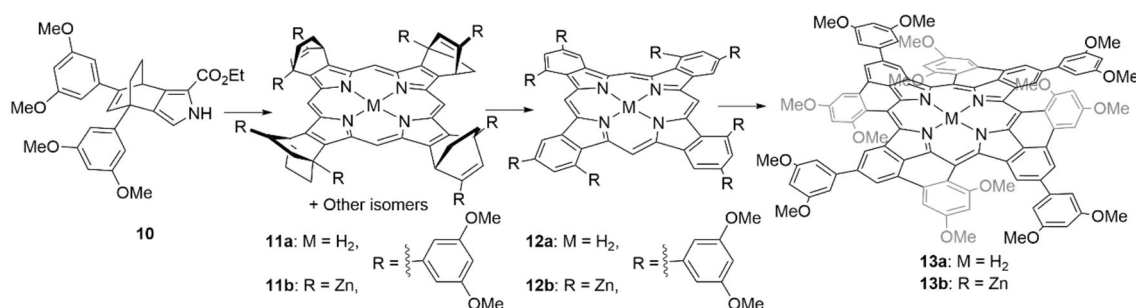
対応していることが判明した[3]。また、*(R,R)*-PDIP クロモフォアの重なりによる CD は *(R)*-*ortho*-**(PDIP)₂F4B** にもみられた。

課題



Scheme 4. 光学活性ポルフィリンの合成

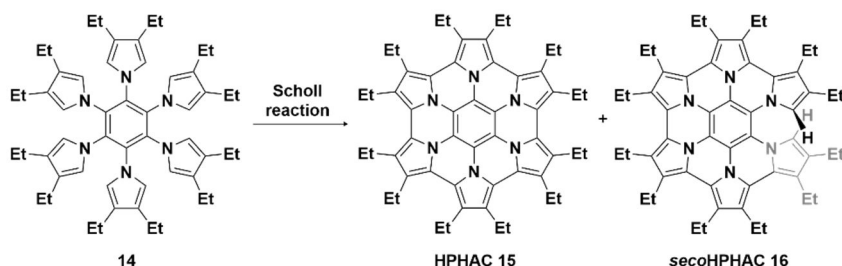
純粋に得られたフェランドレノピロールカルボン酸エステル **4a** からポルフィリンの合成を行った (Scheme 4)。**4a** のエステル基をヒドロキシメチル基に還元し、通常の条件で四量環化によるポルフィリン合成を行ったところ、ピロールユニットのスクランブルが起こり、フェランドレノ縮環部位の異性体混合物を与えた。この反応に三塩化インジウムを用いることでスクランプリングを起こさず、単一の C_4 対称性を有するポルフィリン異性体 **8** を得ることに成功した[4]。**8** は加熱することで単一の構造を有する 2²,7²,12²,17²-テトラメチルテトラベンゾポルフィリン (**Me₄TBP 9**) とすることができた。



Scheme 5. テトラキスフェナントレノポルフィリン **13** の合成

1,3-アリール-1,3-シクロヘキサジエンから合成したラセミ体のジアリール置換 BCOD 縮環ピロール **10** を用いて四量環化ポルフィリン合成により、テトラキス(ジアリールBCOD)ポルフィリン **11** を異性体混合物として得た (Scheme 5) [5]。異性体混合物ではあるが、橋頭位のアリール基は同方向に向いていた。**11** は高い対称性の C_4 と S_4 および、 C_2 と対称性を持たない C_1 異性体の4種類が存在する。本反応の選択性の良さは、橋頭位に置換したアリール基の立体障害のためである。分別再結晶により、一番多い高い対称性を持つ異性体の単結晶を得ることができた。この異性体は X 線結晶構造解析を行うことで S_4 異性体であることが分かった[6]。テトラキス(ジアリールBCOD)ポルフィリン **11** は、異性体混合物のまま加熱することにより逆 Diels-Alder 反応をおこし、収率よく単一のオクタアリールテトラベンゾポルフィリン (**Ar₈TBP 12**) とすることができた。**12** は、TBP 部位が平面構造であるとすれば C_{4h} の対称性を持つことになる。**12** は酸化によりペリ位のアリール基とポルフィリンのメソ位が縮合し、テトラキスフェナントレノポルフィリン **13** とすることができた。**13** の X 線結晶構造解析から、フェナントレノ部位はプロペラ状に配置されているが、ポルフィリン環がラッフル型に歪んでいるため、 C_4 対称性を持っていなかった[7]。**13** においては、ポルフィリン環のラッフル反転が存在するため、NMR では C_4 の対称性を有しているとして理解できるスペクトルを与えた。**13** においては、フェナントレノ部位のすり抜けは立体障害によりほぼ不可能となっているため、プロペラキラリティーの発現が期待できる。

課題



Scheme 6. ヘキサ(3,4-ジエチルピロリル)ベンゼン **14** の Scholl 反応

ヘキサフルオロベンゼンと3,4-ジエチルピロールとの S_NAr 反応により容易に得られるヘキサ(3,4-ジエチルピロリル)ベンゼン **14** は、室温で塩化鉄やトリフルオロメタンスルホン酸存在下に過剰のDDQで酸化するとScholl反応が起こり、有機溶媒に難溶のパーエチルヘキサピロロヘキサアザコロン(HPHAC **15**)を収率良く与える(Scheme 6)。一方、室温で過剰のDDQだけで酸化すると1ヶ所閉環せず、*seco*HPHAC **16** を収率良く与えることを見出した[8]。*seco*HPHAC **16** は C_2 対称を有するヘリセン様化合物であるが、開環部に置換基がないため、容易に反転する。*seco*HPHAC **16** のピロール α 位に置換基を導入できれば、ねじれを固定することができると考えて種々の親電子置換反応を検討した。

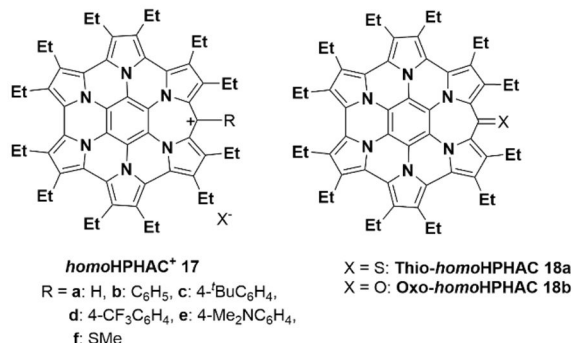


Figure 2. *seco*HPHAC **16** の反応による *homo*HPHAC 生成物

Vilsmeier 型の反応条件で種々の3級アミドと反応させると *seco*HPHAC **16** の両ピロール α 位とアミド1分子が反応した後にモノカチオンとなった *homo*HPHAC⁺ **17** が収率よく得られた(Figure 2)。*homo*HPHAC⁺ **17** は、カチオンを非局在化するために分子全体で強い反芳香族性を示し、2電子酸化することでトリカチオン *homo*HPHAC³⁺ となり分子全体で芳香族性を示すことが判明した[9]。*seco*HPHAC **16** をチオホスゲンと処理すると両ピロール α 位をチオカルボニル基で架橋した thio-*homo*HPHAC **18a** が得られた。さらに **18a** を加水分解することで oxo-*homo*HPHAC **18b** も得ることができた。thio-*homo*HPHAC **18a** は、メチルトリフルオロメタンスルホネートと処理すると MeS-*homo*HPHAC⁺ **17f** を与えた[10]。

参考文献

- [1] (1) フェランドレンを利用した光学活性色素の合成, 井川雅貴・田川和成・森重樹・高瀬雅祥・奥島鉄雄・宇野英満, 2019 ハロゲン利用ミニシンポジウム, 2019年11月15日, 新潟。
(2) (-)- α -フェランドレンを利用した光学活性色素の合成, 井川雅貴・田川和成・森重樹・高瀬雅祥・奥島鉄雄・宇野英満, 第46回有機典型元素化学討論会, 2019年12月5-7日, 松山。
- [2] 臭素による芳香族化合物の臭素化に関する研究, 畑翔悟・濱洲真白・高瀬雅祥・森重樹・奥島鉄雄・宇野英満, 2021 ハロゲン利用ミニシンポジウム, 2021年11月26日, online。
- [3] Preparation of Dyes with Circularly Accumulated Chromophores and Their Photonic Properties, Shogo HATA, Kohei HASHIMOTO, Mashiro HAMASU, Masayoshi TAKASE, Shigeki MORI, and Hidemitsu UNO, 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry, July, 10-15, 2022, Hiroshima.
- [4] (-)- α -フェランドレンを出発物質としたキラルなテトラベンゾポルフィリンの合成, 大石一貴・森重樹・高瀬雅祥・奥島鉄雄・宇野英満, 日本化学会第101春季年会, 2021年3月19-22日, online。
- [5] Circum ポルフィリンを指向した多重縮環ポルフィリンの合成と物性, 村松航太・宇野英満・森重樹・高瀬雅祥・奥島鉄雄, 2020年日本化学会中国四国支部大会, 2020年11月28-29日, online。
- [6] (1) Synthesis of C_{4h} Symmetrical Octa(3,5-dimethoxyphenyl)tetrabenzoporphyrins, K. Muramatsu, T. Okujima, S. Mori, M. Takase, and H. Uno, *Chem. Lett.* **2021**, 50(5), 841-843. DOI: org/10.1246/cl.210045
- [7] Synthesis of Peripherally Annulated Phenanthroporphyrins, K. Muramatsu, T. Okujima, S. Mori, S. Kikuchi, S. Ando, Y. Okada, M. Takase, H. Uno, and N. Kobayashi, *Org. Lett.* **2023**, 25(17), 3049-3054. DOI: org/10.1021/acs.orglett.3c00876
- [8] Synthesis and Characterization of Peralkylated Pyrrole-Fused Azacoronene, K. Oki, M. Takase, N. Kobayashi, and H. Uno, *J. Org. Chem.* **2021**, 86(7), 5102-5109. DOI: 10.1021/acs.joc.0c03042
- [9] Synthesis and Isolation of Antiaromatic Expanded Azacoronene via Intramolecular Vilsmeier-Type Reaction, K. Oki, M. Takase, S. Mori, and H. Uno, *J. Am. Chem. Soc.*, **2019**, 141(41), 16255-16259. DOI: 10.1021/jacs.9b09260
- [10] (1) Tropo(thio)ne-embedded *homo*HPHACs: does the tropylium cation induce global antiaromaticity in expanded hexapyrrolohexaazacoronene? M. Takase, A. Ueno, K. Oki, H. Matsumoto, S. Mori, T. Okujima, and H. Uno, *Chem. Commun.*, **2022**, 58(20), 3366-3369. DOI: org/10.1039/D1CC07152A

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 2件）

| | |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名 Takase Masayoshi, Ueno Atsushi, Oki Kosuke, Matsumoto Hiroki, Mori Shigeki, Okujima Tetsuo, Uno Hidemitsu | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Tropo(thio)ne-embedded homoHPHACs: does the tropylium cation induce global antiaromaticity in expanded hexapyrrolohexaazacoronene? | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Chemical Communications | 6. 最初と最後の頁 3366 ~ 3369 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC07152A | 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 Wu Fan, Oki Kosuke, Xue Jiaying, Mori Shigeki, Takase Masayoshi, Shen Zhen, Uno Hidemitsu | 4. 巻 24 |
| 2. 論文標題 Synthesis, Properties, and Packing Structures of Wing-Shaped N-Doped Nanographene in Various Oxidation States | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Organic Letters | 6. 最初と最後の頁 80 ~ 84 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c03669 | 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 Okujima Tetsuo, Kozumi Ryohei, Mori Shigeki, Chino Yoshiaki, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Kobayashi Nagao | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Synthesis of antiaromatic tetrabenzodithiaamethyrin | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines | 6. 最初と最後の頁 1055 ~ 1063 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424621500966 | 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 Oki Kosuke, Takase Masayoshi, Kobayashi Nagao, Uno Hidemitsu | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 Synthesis and Characterization of Peralkylated Pyrrole-Fused Azacoronene | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry | 6. 最初と最後の頁 5102 ~ 5109 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c03042 | 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 Sasaki Yoshiki, Fujikawa Yoshino, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Black HPHAC: Synthesis and properties of dinitroHPHAC and its reduced global aromaticity in the dication state | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines | 6. 最初と最後の頁 1072 ~ 1077 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S108842462150098X | 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 Matsumoto Hiroki, Okujima Tetsuo, Mori Shigeki, Bacilla Ana C. C., Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Kobayashi Nagao | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 Cyclo[9]pyrrole: Selective Synthesis of [34]Nonaphyrin(0.0.0.0.0.0.0.0.0) | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Organic Letters | 6. 最初と最後の頁 3442 ~ 3446 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00899 | 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 Muramatsu Kota, Okujima Tetsuo, Mori Shigeki, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu | 4. 巻 50 |
| 2. 論文標題 Synthesis of C_{4h} Symmetrical Octa(3,5-dimethoxyphenyl)tetrabenzoporphyrins | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Chemistry Letters | 6. 最初と最後の頁 841 ~ 843 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/CL.210045 | 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 Okujima Tetsuo, Inaba Hayato, Mori Shigeki, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Chino Yoshiaki, Okada Yusuke, Kobayashi Nagao | 4. 巻 24 |
| 2. 論文標題 Synthesis of Non- or Antiaromatic Dicarbaamethyrin: [24]Diazulihexaphyrin(0.1.0.0.1.0) | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Organic Letters | 6. 最初と最後の頁 234 ~ 239 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c03882 | 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. Sasaki, M. Takase, S. Mori, and H. Uno | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Synthesis and properties of nitroHPHAC: the first example of substitution reaction on HPHAC | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Molecules | 6. 最初と最後の頁 2486 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules25112486 | 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 F. Wu, J. Xu, H. Gao, C. Li, S. Xu, H. Uno, Y. Xu, Y. Zhao, and Z. Shen | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 A cationic benzocorrole Cu(II) complex as a highly stable antiaromatic system | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Chem. Commun. | 6. 最初と最後の頁 383-386 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc06703b | 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 Y. Sasaki, M. Takase, N. Kobayashi, S. Mori, K. Ohara, T. Okujima, and H. Uno | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 Radially -Extended Pyrrole-Fused Azacoronene: A Series of Crystal Structures of HPHAC with Various Oxidation States | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 J. Org. Chem. | 6. 最初と最後の頁 4290-4295 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02825 | 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 Uno Hidemitsu, Muramatsu Kota, Hiraoka Shogo, Tahara Hiroyuki, Hirose Mako, Tamura Eidai, Shiraishi Tatsumi, Mack John, Kobayashi Nagao, Mori Shigeki, Okujima Tetsuo, Takase Masayoshi | 4. 巻 26 |
| 2. 論文標題 Synthesis and Aromaticity of Benzene Fused Doubly N Confused Porphyrins | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal | 6. 最初と最後の頁 5701 ~ 5708 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202000339 | 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 Oki Kosuke, Takase Masayoshi, Mori Shigeki, Uno Hidemitsu | 4. 巻 141 |
| 2. 論文標題 Synthesis and Isolation of Antiaromatic Expanded Azacoronene via Intramolecular Vilsmeier-Type Reaction | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society | 6. 最初と最後の頁 16255 ~ 16259 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.9b09260 | 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 Uno Hidemitsu, Ishiwata Misaki, Muramatsu Kota, Takase Masayoshi, Mori Shigeki, Okujima Tetsuo | 4. 巻 92 |
| 2. 論文標題 Oxidation Behavior of 1,3-Dihydrothieno[3,4-a]HPHAC | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan | 6. 最初と最後の頁 973 ~ 981 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190022 | 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 Matsumoto Hiroki, Okujima Tetsuo, Mori Shigeki, Bacilla Ana C. C., Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Kobayashi Nagao | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 Cyclo[9]pyrrole: Selective Synthesis of [34]Nonaphyrin(0.0.0.0.0.0.0.0.0) | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Organic Letters | 6. 最初と最後の頁 3442 ~ 3446 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00899 | 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 Muramatsu Kota, Okujima Tetsuo, Mori Shigeki, Kikuchi Shion, Ando Shimpei, Okada Yusuke, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Kobayashi Nagao | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Synthesis of Peripherally Annulated Phenanthroporphyrins | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Organic Letters | 6. 最初と最後の頁 3049 ~ 3054 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.3c00876 | 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 Matsumoto Hiroki, Matsumoto Naoki, Mori Shigeki, Hisaki Ichiro, Nakae Takahiro, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Okujima Tetsuo | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Synthesis of cyclo[8]pyrrole?phosphonate complexes by anion exchange | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines | 6. 最初と最後の頁 A~E |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424623500438 | 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 Okujima Tetsuo, Ueda Yuki, Inoue Manami, Mori Shigeki, Ohara Keishi, Takase Masayoshi, Uno Hidemitsu, Naito Toshio | 4. 巻 27 |
| 2. 論文標題 Synthesis of bicyclo[2.2.2]octadiene-fused 5,15-diazaporphyrin and 10-azacorrole with <i>meso</i> -imine bridges | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines | 6. 最初と最後の頁 402~407 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424623500074 | 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 Uno Hidemitsu, Konishi Shota, Nakamura Jun, Mori Shigeki, Takase Masayoshi, Okujima Tetsuo | 4. 巻 27 |
| 2. 論文標題 Serendipitous formation of <i>meso</i> -free corroles in the [3+1] porphyrin and [3+2] saphyrin syntheses | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines | 6. 最初と最後の頁 274~284 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424622500900 | 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 Takase Masayoshi, Matsunaga Takayuki, Oki Kosuke, Mori Shigeki, Uno Hidemitsu | 4. 巻 27 |
| 2. 論文標題 Synthesis of a <i>c</i> -extended azacoronene composed of naphthalene and acenaphtho[1,2- <i>c</i>]pyrrole toward a chiral curved structure | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines | 6. 最初と最後の頁 253~259 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424622500869 | 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 - |

[学会発表] 計44件(うち招待講演 4件/うち国際学会 3件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 高瀬雅祥・上野 敦・高田虎之介・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 トロポチオン・トロポン内包ホモHPHACの合成と芳香族性 |
| 3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)(オンライン) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松永昂之・沖 光脩・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 アセナフトピロールを有する 拡張アザコロネン類の合成 |
| 3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)(オンライン) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 佐川愛輝・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 イソチアナフテン骨格を有するピロール縮環ヘテロアザコロネン 類の合成 |
| 3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会(2022)(オンライン) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上野 敦・沖 光脩・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 トロポチオン及びトロポンが埋め込まれたホモHPHACの合成と芳香属性 |
| 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松永昂之・沖 光脩・高瀬雅祥・森 重 樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 オクタフルオロナフタレンを原料としたコア拡張アザコロネン類の合成と物性 |
| 3. 学会等名 2021 ハロゲン利用ミニシンポジウム (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 藤川佳乃・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 位連結型 HPHAC 二量体の合成と物性 |
| 3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 佐川愛輝・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 大環状共役に基づく芳香族性の発現を指向した含窒素・硫黄拡張 電子系の合成 |
| 3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 松永昂之・沖 光脩・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 アセナフトピロールを用いたコア拡張アザコロネン類の合成と物性 |
| 3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会 (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 高瀬雅祥・古池啓介・森 重樹・宇野英満 |
| 2. 発表標題 選択的な芳香族求核置換反応を鍵とするピロール縮環 [7]ヘリセンの合成と光学特性 |
| 3. 学会等名 第37回有機合成化学セミナー (オンライン) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidemitsu Uno |
| 2. 発表標題 Benzene-Embedded Doubly N-Confused Porphyrins |
| 3. 学会等名 11th International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大石一貫, 森 重樹, 高瀬雅祥, 奥島鉄雄, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 (-)- β -フェランドレンを出発物質としたキラルなテトラベンゾポルフィリンの合成 |
| 3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 白神七瀬, 森 重樹, 高瀬雅祥, 奥島鉄雄, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 ノルボルナジエン骨格を有するキラルポルフィリン二量体の合成 |
| 3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 高瀬雅祥, 古池啓介, 森 重樹, 宇野英満. |
| 2. 発表標題 選択的な芳香族求核置換反応を鍵とするピロール縮環[7]ヘリセンの合成 |
| 3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上野 敦, 沖 光脩, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 芳香族性の制御を志向したカルボニル架橋 HPHAC の合成と物性 |
| 3. 学会等名 日本化学会第101春季年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高田虎之介, 沖 光脩, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 求電子試薬を用いた 拡張 HPHAC の合成 |
| 3. 学会等名 第14回有機 電子系シンポジウム |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石質陽介, 谷 弘幸, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 ピシクロ[2.2.2]オクタジエンの縮環したテトラチアポルフィリンの合成検討 |
| 3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 村松航太, 宇野英満, 森 重樹, 高瀬雅祥, 奥島鉄雄 |
| 2. 発表標題 Circum ポルフィリンを指向した多重縮環ポルフィリンの合成と物性 |
| 3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 上野 敦, 沖 光脩, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 外的刺激による芳香族性の制御を指向した 拡張 HPHAC の合成と物性 |
| 3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 佐々木良城, 高瀬雅祥, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 -モノ・ジニトロ HPHAC の合成と基礎物性 |
| 3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 沖 光脩, 高田虎之介, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 反芳香族性を示す 拡張字コロネンの合成 |
| 3. 学会等名 基礎有機化学会 若手オンラインシンポジウム |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 古池啓介, 佐々木良城, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 選択的芳香族求核置換反応を用いた含窒素[7]ヘリセンの合成 |
| 3. 学会等名 基礎有機化学会 若手オンラインシンポジウム |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 上野 敦, 沖 光脩, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 トロピリウムカチオンによって芳香族性が誘起される 拡張 HPHAC の合成と物性 |
| 3. 学会等名 第53回酸化反応討論会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 沖 光脩, 高田虎之介, 高瀬雅祥, 森 重樹, 宇野英満 |
| 2. 発表標題 Vilsmeier 型反応を鍵とした反芳香族アザコロネン類の合成 |
| 3. 学会等名 第53回酸化反応討論会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 奥島鉄雄, 松本宏樹, 安藤千恵, 森 重樹, 高瀬雅祥, 宇野英満, 小林長夫 |
| 2. 発表標題 環サイズ選択的なシクロ[n]ピロールの合成 |
| 3. 学会等名 第49回複素環化学討論会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 宇野英満 |
| 2. 発表標題 広い共役 電子系を有する化合物の合成 |
| 3. 学会等名 令和2年有機合成協会中国四国支部講演会（招待講演） |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 古池啓介、佐々木良城、高瀬雅祥、宇野英満 |
| 2. 発表標題 ピロールを縮環させた[7]ヘリセンの合成と物性 |
| 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 沖光脩、高瀬雅祥、森重樹、宇野英満 |
| 2. 発表標題 Vilsmeier 型反応を鍵とする反芳香族アザコロネン類の合成と物性 |
| 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 井川雅貴、田川和成、森重樹、高瀬雅祥、奥島鉄雄、宇野英満 |
| 2. 発表標題 (-)- α -フェランドレンを利用した光学活性色素の合成 |
| 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 石橋 千英・齋藤 竜太・朝日 剛・高瀬 雅祥・宇野 英満 |
| 2. 発表標題 円環型積層カルバゾール八量体における励起状態ダイナミクス |
| 3. 学会等名 2022年光化学討論会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高瀬雅祥・高田虎之介・沖 光脩・上野 敦・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 反芳香族ホモHPHACの置換基効果 |
| 3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 豊田拓海・松崎悠也・森 重樹・高瀬雅祥・宇野英満・奥島鉄雄 |
| 2. 発表標題 0-キレート 拡張BOPHYの合成 |
| 3. 学会等名 0-キレート 拡張BOPHYの合成, 第32回基礎有機化学討論会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 佐川愛輝・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 イソチアナフテン含有ピロール縮環アザコロネンの合成 |
| 3. 学会等名 第38回有機合成化学セミナー |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高瀬雅祥・高田虎之介・沖 光脩・上野 敦・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 反芳香族ホモHPHACの合成と置換基効果 |
| 3. 学会等名 第38回有機合成化学セミナー |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松永昂之・沖 光脩・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 ガルフエッジを有する 拡張アザコロネン類の合成 |
| 3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 齋藤竜太・高瀬雅祥・沖 光脩・石橋千英・森 重樹・朝日 剛・宇野英満 |
| 2. 発表標題 ベンゼン・ナフタレンを中心部に有するカルバゾールオリゴマーの合成と物性 |
| 3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小西将太・中村純・森 重樹・高瀬雅祥・宇野英満・奥島鉄雄 |
| 2. 発表標題 [3+1]合成法を用いたポルフィリン及びコロールの選択的合成 |
| 3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安藤慎平・村松航太・菊池史恩・森 重樹・高瀬雅祥・宇野英満・奥島鉄雄 |
| 2. 発表標題 サーカム型ポルフィリンの前駆体合成 |
| 3. 学会等名 2022年日本化学会中国四国支部大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 谷岡雄真・高瀬雅祥・森重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 ジ(ベンゾチエノ)[2,3-b;2',3'-d]及び[3,2-b;3',2'-d]ピロール誘導体の選択的合成とその集積体の光学特性 |
| 3. 学会等名 2022ハロゲン利用ミニシンポジウム |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 濱洲真白・高瀬雅祥・森重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 フェナントロピロール誘導体の合成とプロペラキラリティー発現の検討 |
| 3. 学会等名 2022ハロゲン利用ミニシンポジウム |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 佐川愛輝・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 イソチアナフテン骨格を内包したピロール縮環アザコロネン類縁体の合成 |
| 3. 学会等名 第49回有機典型元素化学討論会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 宇野英満 |
| 2. 発表標題 電子系拡張による近赤外色素合成法の開発 |
| 3. 学会等名 第15回有機 電子系シンポジウム (招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松永昂之・沖 光脩・高瀬雅祥・森 重樹・奥島鉄雄・宇野英満 |
| 2. 発表標題 ガルフ部位を有するコア拡張アザコロネン類の合成と物性 |
| 3. 学会等名 日本化学会第103春季年会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Shogo HATA, Kohei HASHIMOTO, Mashiro HAMASU, Masayoshi TAKASE, Shigeki MORI, and Hidemitsu UNO |
| 2. 発表標題 Preparation of Dyes with Circularly Accumulated Chromophores and Their Photonic Properties |
| 3. 学会等名 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hidemitsu Uno, Kohta Muramatsu, Jun Nakamura, Yui Suzuki, Hu Gao, Tetsuo Okujima, and Zhen Shen |
| 2. 発表標題 Preparation and property of free-base corroles with no substituent at meso positions |
| 3. 学会等名 International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines 12 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

愛媛大学大学院理工学研究科 有機化学研究室
<http://chem.sci.ehime-u.ac.jp/~orgchem1/>

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|