

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H00379

研究課題名(和文) 前駆体法を基盤とする 共役拡張芳香族化合物の創成

研究課題名(英文) Development of pi-extended aromatic compounds based on precursor approach

研究代表者

山田 容子 (Yamada, Hiroko)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：20372724

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,400,000円

研究成果の概要(和文)：本申請課題では“前駆体法”を軸に、従来法では合成が難しい共役拡張芳香族化合物の合成と電子構造の解明、結晶構造制御を推進し、有機エレクトロニクス分野に貢献することを目的とした。その結果、基板表面における前駆体の反応性に関する知見を得るとともに、ウンデカセンやテトラアザウンデカセンの合成に成功した。また新規有機エレクトロニクス材料として、アザシクラセン前駆体やアセンオリゴマーの合成法の開発や新規ポルフィリン骨格合成法の開発に成功した。さらに、熱的に安定な5,15-置換ベンゾポルフィリンを合成し、簡便な溶液プロセスで成膜した薄膜の構造を解析し、置換基構造と熱安定性の相関についても検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

走査型トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡の進歩と時を同じくした、溶媒に難溶で不安定な共役拡張芳香族化合物の合成法が確立は、これまで理論的な予測にとどまっていた芳香族化合物の電子構造を明らかにするなど、学術的に極めて重要な意味を持つ。また優れた低分子有機半導体材料はまだ限定的である現状において、新しい骨格を有する材料と簡便な薄膜構造制御プロセスの開発、高い電荷移動度の達成は、これら化合物の有機エレクトロニクス材料としての有用性を著しく高めるものである。

研究成果の概要(英文)：The aim of this project was to contribute to the field of organic electronics by promoting the synthesis of π -conjugated extended aromatic compounds, which are difficult to synthesise by conventional methods, the elucidation of their electronic structure and the control of their crystal structure, based on the "precursor method". As a result, knowledge on the reactivity of the precursors on the substrate surface was obtained, and undecacenes and tetraazaundecacenes were successfully synthesised. They also succeeded in developing methods for the synthesis of azacyclacene precursors and acene oligomers, as well as a new porphyrin framework synthesis. Furthermore, thermally stable 5,15-substituted benzoporphyrins were synthesised and the structure of thin films deposited by a simple solution process was analysed, and the correlation between substituent structure and thermal stability was investigated.

研究分野：機能性有機材料

キーワード：前駆体 アセン ポルフィリン 光反応 結晶構造 FET 走査型トンネル顕微鏡

1. 研究開始当初の背景

1997年 Jackson らは、蒸着ペンタセンの有機薄膜トランジスタ(OTFT)で $0.7 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ の値を実現し、有機半導体の開発研究が一気に加速し、簡便で安価にフレキシブルなデバイス作製を可能にするため塗布プロセスが求められた。“前駆体法”は、Strating 光脱カルボニル反応や逆 Diels-Alder 反応を利用しており、光照射・加熱等の外部刺激により、前駆体から目的とする有機半導体へ定量的に変換できる。副反応を伴わず、副生成物は一酸化炭素やエチレンなどの小分子のみであり、反応後に精製の必要が無い。芳香族分子は一般に、 π 共役が拡張するに伴い HOMO が浅くなり酸化に対して不安定となる。溶解性も低下するため合成が難しくなるが、安定で溶媒に可溶性前駆体を精製し、最終段階で目的物に変換すれば、純度の高い結晶性芳香族化合物を精製操作無しに合成可能である。我々はこの前駆体法を基板表面支援合成へと応用し、ヘプタセンおよびノナセンの光前駆体を合成し、超高真空下 Au(111)表面上で光照射または探針による電位操作で対応するヘプタセン、ノナセンへと変換し、その電子構造を明らかにした。しかし、 α ジケトン構造を有する光前駆体の合成は工程数も多く、アセンが大きくなるにつれ、合成が難しくなるのが課題であった。

前駆体法を成膜に応用する研究では、前駆体のスピコートとそれに続く光照射または加熱によるペンタセンや BP の成膜で、蒸着膜やアモルファスシリコン(a-Si)並みの OTFT 特性が国内外で報告された。応募者らもペンタセンで $0.86 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ の OTFT 特性を達成したが、さらなる向上のためには、多結晶薄膜の配向制御が課題であった。一方、Anthony や Takimiya らは、ペンタセンやチオフェン縮環アセンに適切な置換基を導入することで溶解度を向上し、塗布プロセスでの薄膜の結晶構造制御を報告した。置換基の位置や構造に加え、単結晶デバイスを作製するための特別な成膜プロセスで、 $10 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を超える OTFT 特性が報告された。このような背景のもと、応募者らは前駆体法を柔軟に活用し、従来法では合成困難な π 共役拡張芳香族分子の合成と置換基導入法の開発を展開した。

一方、低分子有機半導体では分子間で電荷の受け渡しが必要なため、その電荷移動度は分子の結晶構造と電荷移動積分、すなわち分子間の相互作用の大きさに強く依存する。これまでホッピング伝導が支配的と考えられていた低分子有機薄膜においても、結晶性薄膜ではバンド伝導が支配的であることが提唱され、薄膜の構造制御が極めて重要である。しかし汎用性のあるシンプルな塗布プロセスで結晶性薄膜を成膜でき、高い電荷移動度を実現可能な低分子材料はまだ限られている。前駆体法は、結晶性が高い有機半導体に前駆体の段階で置換基を導入できるため、有機半導体材料の開発に適している。

2. 研究の目的

本申請課題では“前駆体法”を軸に、従来法では合成が難しい π 共役拡張芳香族化合物の合成と電子構造の解明、結晶構造制御を推進し、有機エレクトロニクス分野に貢献することを目的とした。特に

- (1) 超高次アセン・シクラセンの合成と電子構造の解明、単結晶作製への挑戦
- (2) 置換基エンジニアリングによる薄膜結晶構造制御と電荷移動度の向上を目的に研究を推進した。

3. 研究の方法

- (1) 超高次アセン・シクラセンの合成と電子構造の解明、単結晶作製への挑戦

通常の合成条件では合成できない超高次アセンやシクラセンの電子構造を STM や nc-AFM 測定で明らかにするために、それらの前駆体を用いて超高真空下基板表面合成を試みた。また前駆体法独自の手法で不安定な高次アセンの単結晶中での検出を試みた。さらにアセン類の単結晶電荷移動度を評価するための手法を検討した。

- (2) 置換基エンジニアリングによる薄膜結晶構造制御と電荷移動度の向上

結晶性の高い p 型有機半導体に前駆体法で適切な置換基を導入し、汎用性の高いシンプルなプロセスによりドメインサイズの大きい結晶性薄膜の成膜法を検討し、電荷移動度を評価した。また新規材料開発のために、ジアザテトラベンゾポルフィリン合成法を確立した。さらに新規 n 型材料のトランジスタ特性を評価するなど積極的に共同研究を進めた。

4. 研究成果

- (1) 超高次アセン・シクラセンの合成と電子構造の解明、単結晶作製への挑戦

- ① 高次アセン、高次アザアセンの前駆体合成と対応するアセン類の基板表面支援合成

基板表面支援合成では、基板表面の触媒作用により、フラスコ内では進行しない反応が起こる可能性がある。光や熱に対して安定なエテノ架橋ウンデカセン前駆体を合成し、その基板表面での反応性を検討した。すると 220°C に加熱することでウンデカセンが得られ、そのバンドギャップは 0.95 eV であった。ただし、その反応は選択性が低く、アントラセンからウンデカセンまで全てのアセンが観測されたことから、 α ジケトン前駆体の有用性が改めて実証された(図 1)[1]。

さらに、テトラアザウンデカセンのエチレン架橋前駆体を合成し、その反応性を調べたところ、280°Cに加熱することで、架橋部位が脱離し、平面性の高いロッド状の化合物が観測された。しかしバンドギャップより、窒素部位が水素化されていることが示唆された(図1)。同時に、エチレン架橋が段階的に脱離し、一部は分子内環化反応を起こすことも見出した。これは溶液中とは異なる基板表面特異的な反応である。最終的には探針により1つずつ反応点を電位操作することで、目的のテトラアザウンデカセンを得ることに成功した[1]。

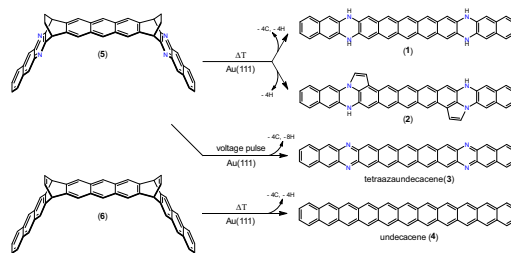


図1 テトラアザウンデカセンおよびウンデカセンの基板表面支援合成

これまで高次アセンの基板表面支援合成はAu(111)表面で行ってきたが、基板の材質によりその反応性は異なる。Au(111)上での光照射による変換反応は3時間80%の収率であるのに対し、グラフェン/Ru(0001)上では1.5時間で100%の高い反応性を示した[2]。

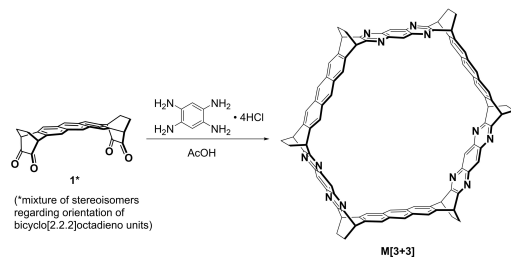


図2 アザシクラセン前駆体の合成

② アザシクラセン前駆体の合成と構造解析
テトラアザウンデカセン前駆体の合成法を応用し環状のアザシクラセン前駆体の合成に成功し、その結晶構造を明らかにした(図2)[3]。さらに、この前駆体を用いて基板表面支援合成によるアザシクラセン合成を試みている。

③ アセンオリゴマー合成法の開発

まず最初に系統的なエチニレン架橋アントラセンオリゴマー(1merから4mer)の合成法を開発し単結晶FETの電荷移動度評価を行った(図3)[4]。この合成法は、ペンタセンなどのオリゴマー合成へと展開可能である。

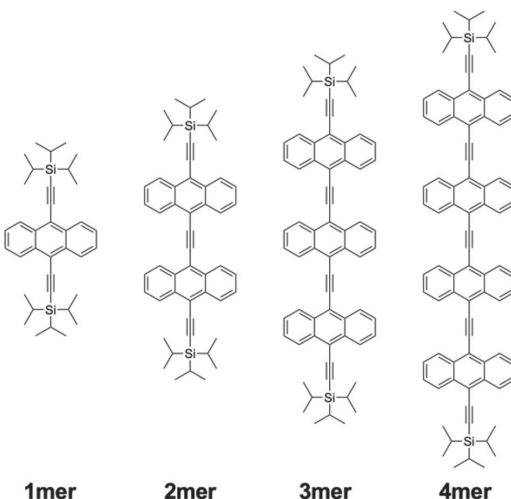


図3 アントラセンオリゴマーの合成

④ 大気下室温でのヘプタセンの検出

ヘプタセン前駆体単結晶の光反応性を検討し、大気下室温でのヘプタセンの検出に成功した。また、結晶内部でヘプタセン同士が相互作用し、吸収スペクトルが長波長シフトすることを見出した[5]。

(2) 置換基エンジニアリングによる薄膜結晶構造制御と電荷移動度の向上

① 熱安定な有機薄膜トランジスタ特性の達成

5,15位にジメチルアルキルシリルエチニル(CxDMS)基を有するベンゾポルフィリン(CxDMS-BP)およびその銅錯体(CxDMS-CuBP)をDip Coat法により成膜することで、200度まで安定な電荷移動度を示す熱的に安定な有機半導体材料の開発に成功した(図4)[6]。またトリイソプロピルシリルエチニル(TIPS)-BPの単結晶FETの評価に成功した[7]。

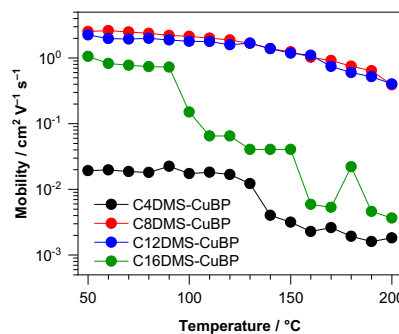
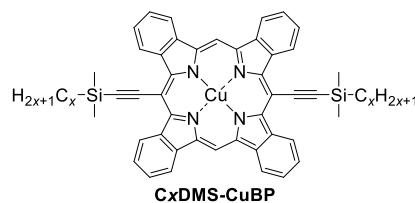


図4 熱安定性の高い有機半導体

② ジアザベンゾポルフィリンの開発

フタロシアニンとベンゾポルフィリンの中間の構造を有するジアザポルフィリンは合成報告が限られていた。今回ジアザベンゾポルフィリンの合成法を確立し、その有機半導体特性の評価に成功した[8, 9]。

この他、我々の材料を低分子有機半導体として提供すること、あるいは、新規有機半導体材料の前駆体を提供いただき、我々の研究室で評価するなど独自の技術を活かした共同研究を展開した[10-12]。

参考文献

- [1] On-Surface Synthesis and Characterization of Nitrogen-Substituted Undecacenes, K. Eimre*, José I. Urgel*, H. Hayashi, M. Di Giovannantonio, P. Ruffieux, S. Sato, S. Otomo, Y. S. Chan, N. Aratani, D. Passerone, O. Gröning, H. Yamada*, R. Fasel,* C. A. Pignedoli*, *Nat. Commun.* 2022, *13*, 511. [**Selected as Editor's Choice**]
- [2] Efficient photogeneration of nonacene on nanostructured graphene, C. Ayani, M. Pisarra, J. Urgel, J. Navarro, C. Díaz, H. Hayashi, H. Yamada, F. Calleja, R. Miranda, R. Fasel, F. Martín*, A. Vázquez de Parga*, *Nanoscale Horiz.* 2021, *6*, 744-750.
- [3] Polyazaacene and Cyclazaacene Precursors Synthesized by Dehydration Condensation from a Versatile Bis- α -diketone Unit Having an Anthracene Skeleton, Y. S. Chan, H. Hayashi,* S. Sato, S. Kasahara, K. Matsuo, N. Aratani, H. Yamada*, *Eur. J. Org. Chem.* 2022, e202200621. [**Selected as Very Important Paper, Front Cover.**]
- [4] Synthesis and Evaluation of Charge Transport Property of Ethynylene-Bridged Anthracene Oligomers, J. Zhu, H. Hayashi*, M. Chen, C. Xiao, K. Matsuo, N. Aratani, L. Zhang, H. Yamada*, *Macromol. Chem. Phys.* 2021, *222*, 2100024.
- [5] Visible-light-induced Heptacene Generation under Ambient Conditions: Utilization of Single-crystal Interior as an Isolated Reaction Site, H. Hayashi*, N. Hieda, M. Yamauchi, Y. Chan, N. Aratani, S. Masuo*, H. Yamada*, *Chem. Eur. J.* 2020, *26*, 15079-15083. [**Selected as Hot Paper, Inside Cover**]
- [6] Exploration of alkyl-group effects on the molecular packing of 5,15-disubstituted tetrabenzoporphyrins toward efficient charge-carrier transport, E. Jeong, T. Ito, K. Takahashi, T. Koganezawa, H. Hayashi, N. Aratani, M. Suzuki*, H. Yamada*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2022, *14*, 32319-32329.
- [7] Single crystal field-effect transistor of tetrabenzoporphyrin with one-dimensionally extended columnar packing motif exhibiting efficient charge transport property, J. Zhu, H. Hayashi*, M. Chen, C. Xiao, K. Matsuo, N. Aratani, L. Zhang, H. Yamada*, *J. Mater. Chem. C* 2022, *10*, 2527-2531. [**Selected as Hot Paper, Inside Front Cover.**]
- [8] Synthesis of 10,20-substituted tetrabenzo-5,15-diazaporphyrin copper complexes from soluble precursors, Y. Sugano, K. Matsuo*, H. Hayashi, N. Aratani, H. Yamada*, *J. Porphyrins Phthalocyanines* 2021, *25*, 1186-1192.
- [9] Synthesis and properties of 10,20-bis(triisopropylsilylethynyl)-tetrabenzo-5,15-diazaporphine, Y. Sugano, K. Matsuo*, H. Hayashi, N. Aratani, H. Yamada*, *J. Porphyrins Phthalocyanines* 2022, in press.
- [10] Dinaphthothiepine Bisimide and Its Sulfoxide: Soluble Precursors for Perylene Bisimide, S. Hayakawa, K. Matsuo, H. Yamada*, N. Fukui*, H. Shinokubo*, *J. Am. Chem. Soc.* 2020, *142*, 11663-11668. [プレスリリース]
- [11] Effect of aromatic solvents residuals on electron mobility of organic single crystals, G. Xue, B. Peng, T. Ye, K. Takahashi, J. Wu, Y. Liu, H. Yamada, H. Chen, H. Li*, *Adv. Electron. Mater.* 2022, 2200158/1-7.
- [12] Synthesis of polyacene by using a metal-organic framework, T. Kitao, T. Miura, R. Nakayama, Y. Tsutsui, Y. S. Chan, H. Hayashi, H. Yamada, S. Seki, T. Hitosugim, T. Uemura*, *Nat. Synth.* 2023, in press.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計50件（うち査読付論文 46件 / うち国際共著 16件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Yamauchi Mitsuaki, Okaji Miho, Aratani Naoki, Yamada Hiroko, Masuo Sadahiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Reversible Photoluminescence Control of Azobenzene Crystals by Light and Heat Stimulation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 e202100301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202100301	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 Liu Ningchao, Osterloh W. Ryan, Huang Hongliang, Tang Xinyue, Mei Peifeng, Kuzuhara Daiki, Fang Yuanyuan, Pan Jianming, Yamada Hiroko, Qiu Fengxian, Kadish Karl M., Xue Songlin	4. 巻 61
2. 論文標題 Synthesis, Characterization, and Electrochemistry of Copper Dibenzo porphyrin(2.1.2.1) Complexes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 3563 ~ 3572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c03596	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 Yamamoto Keitaro, Quintero Sergio Moles, Jinnai Seihou, Jeong Eunjeong, Matsuo Kyohei, Suzuki Mitsuharu, Yamada Hiroko, Casado Juan, Ie Yutaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Cross-conjugated isothianaphthene quinoids: a versatile strategy for controlling electronic structures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 4424 ~ 4433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC05794D	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 Xue Guobiao, Peng Boyu, Ye Tao, Wu Jiake, Zhao Yujie, Liu Yujing, Yamada Hiroko, Chen Hongzheng, Li Hanying	4. 巻 8
2. 論文標題 Effect of Aromatic Solvents Residuals on Electron Mobility of Organic Single Crystals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 2200158 ~ 2200158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aelm.202200158	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 Morimoto Hirofumi, Matsuo Kyohei, Hayashi Hironobu, Yamada Hiroko, Aratani Naoki	4. 巻 51
2. 論文標題 Facile Post-synthesis and Redox Behavior of <i>-Expanded Ferrocene and <i>-Ferrocene</i></i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 428 ~ 430
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.220011	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 Lv Xiaojuan, Liu Ningchao, Xiao Bentian, Morimoto Hirofumi, Kuzuhara Daiki, Aratani Naoki, Yamada Hiroko, Qiu Fengxian, Xue Songlin	4. 巻 26
2. 論文標題 Synthesis of porphyrin(2.1.2.1) with embedded naphthalene	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines	6. 最初と最後の頁 510 ~ 516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424622500390	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 Liu Ningchao, Lv Xiaojuan, Xiao Bentian, Kuzuhara Daiki, Mei Peifeng, Aratani Naoki, Yamada Hiroko, Qiu Fengxian, Pan Jianming, Xue Songlin	4. 巻 51
2. 論文標題 A porphyrin(2.1.2.1) bis-boron complex as a deep-red AIE luminophore induced by intermolecular F ^π interaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 9606 ~ 9610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2dt01289h	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 Jeong Eunjeong, Ito Tatsuya, Takahashi Kohtarō, Koganezawa Tomoyuki, Hayashi Hironobu, Aratani Naoki, Suzuki Mitsuharu, Yamada Hiroko	4. 巻 14
2. 論文標題 Exploration of Alkyl Group Effects on the Molecular Packing of 5,15-Disubstituted Tetrabenzoporphyrins toward Efficient Charge-Carrier Transport	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 32319 ~ 32329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaami.2c07313	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 Tanaka Yuki, Matsuo Kyohei, Yamada Hiroko, Fukui Norihito, Shinokubo Hiroshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Gram Scale Diversity Oriented Synthesis of Dinaphthothiepine Bisimides as Soluble Precursors for Perylene Bisimides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 e202200770
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202200770	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 Liu Ningchao, Morimoto Hirofumi, Wu Fan, Lv Xiaojuan, Xiao Bentian, Kuzuhara Daiki, Pan Jianming, Qiu Fengxian, Aratani Naoki, Shen Zhen, Yamada Hiroko, Xue Songlin	4. 巻 24
2. 論文標題 Synthesis of Planar <i>meso</i>-Aryl Rosarins: A Reversible Antiaromatic/Aromatic Interconversion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3609 ~ 3613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.2c01147	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 Chan Yee Seng, Hayashi Hironobu, Sato Shizuka, Kasahara Shoma, Matsuo Kyohei, Aratani Naoki, Yamada Hiroko	4. 巻 -
2. 論文標題 Polyazaacene and Cyclazaacene Precursors Synthesized by Dehydration Condensation from a Versatile Bis diketone Unit Having an Anthracene Skeleton	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 e202200621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202200621	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 Ohtomo Manabu, Hayashi Hironobu, Shiotari Akitoshi, Kawamura Mayu, Hayashi Ryunosuke, Jippo Hideyuki, Yamaguchi Junichi, Ohfuchi Mari, Aratani Naoki, Sugimoto Yoshiaki, Yamada Hiroko, Sato Shintaro	4. 巻 4
2. 論文標題 On-surface synthesis of hydroxy-functionalized graphene nanoribbons through deprotection of methylenedioxy groups	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nanoscale Advances	6. 最初と最後の頁 4871 ~ 4879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2na00031h	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 Sugano Yuki, Matsuo Kyohei, Hayashi Hironobu, Aratani Naoki, Yamada Hiroko	4. 巻 -
2. 論文標題 Synthesis and properties of 10,20-bis(triisopropylsilyl)ethynyl-tetrabenzo-5,15-diazaporphine	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424622500766	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 Matsuo Kyohei, Okumura Rina, Hayashi Hironobu, Aratani Naoki, Jinnai Seihou, Ie Yutaka, Saeki Akinori, Yamada Hiroko	4. 巻 58
2. 論文標題 Phosphaacene as a structural analogue of thienoacenes for organic semiconductors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 13576 ~ 13579
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC05122B	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 Fujita Ryuichi, Yoshida Shoko, Kano Haruka, Matsuo Kyohei, Hayashi Hironobu, Yamada Hiroko, Aratani Naoki	4. 巻 41
2. 論文標題 A Series of Soluble Planar Oligorylenes up to Hexarylene	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chinese Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 1023 ~ 1027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cjoc.202200692	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 Nagatomo Takaaki, Vats Ajendra K., Matsuo Kyohei, Oyama Shinya, Okamoto Naoya, Suzuki Mitsuharu, Koganezawa Tomoyuki, Fuki Masaaki, Masuo Sadahiro, Ohta Kaoru, Yamada Hiroko, Kobori Yasuhiro	4. 巻 3
2. 論文標題 Nonpolymer Organic Solar Cells: Microscopic Phonon Control to Suppress Nonradiative Voltage Loss via Charge-Separated State	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Physical Chemistry Au	6. 最初と最後の頁 207 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acspchemau.2c00049	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 Tajima Keita, Matsuo Kyohei, Yamada Hiroko, Fukui Norihito, Shinokubo Hiroshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Diazazethrene bisimide: a strongly electron-accepting -system synthesized <i>via</i> the incorporation of both imide substituents and imine-type nitrogen atoms into zethrene	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 635 ~ 642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2SC05992D	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 Suzuki Mitsuharu, Miura Masashi, Ohkubo Enzo, Karimata Haru, Aizawa Naoya, Yamada Hiroko, Nakayama Ken-ichi	4. 巻 145
2. 論文標題 Possibilities and Limitations in Monomer Combinations for Ternary Two-Dimensional Covalent Organic Frameworks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 3008 ~ 3015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.2c11520	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 Kurosaki Ryo, Morimoto Hirofumi, Matsuo Kyohei, Hayashi Hironobu, Yamada Hiroko, Aratani Naoki	4. 巻 -
2. 論文標題 An Atropisomerism Study of Large Cycloarylenes: [n]Cyclo 4,10 Pyrenylenes' Case	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202203848	査読の有無 無
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 Xue Songlin, Ryan Osterloh W., Lv Xiaojuan, Liu Ningchao, Gao Yimei, Lei Haitao, Fang Yuanyuan, Sun Zhongti, Mei Peifeng, Kuzuhara Daiki, Aratani Naoki, Yamada Hiroko, Cao Rui, Kadish Karl M., Qiu Fengxian	4. 巻 62
2. 論文標題 Enhanced Four Electron Oxygen Reduction Selectivity of Clamp Shaped Cobalt(II) Porphyrin(2.1.2.1) Complexes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202218567	査読の有無 無
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 Takashi Kitao, Takumi Miura, Ryo Nakayama, Yusuke Tsutsui, Yee Seng Chan, Hironobu Hayashi, Hiroko Yamada, Shu Seki, Taro Hitosugi, Takashi Uemura	4. 巻 -
2. 論文標題 Synthesis of polyacene by using a metal-organic framework	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Synthesis	6. 最初と最後の頁 -
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 無
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 Yamada Hiroko, Hayashi Hironobu	4. 巻 21
2. 論文標題 Synthesis of oligoacenes using precursors for evaluation of their electronic structures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Photochemical & Photobiological Sciences	6. 最初と最後の頁 1511 ~ 1532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s43630-022-00235-x	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 Ohta Kaoru, Tominaga Keisuke, Ikoma Tadaaki, Kobori Yasuhiro, Yamada Hiroko	4. 巻 38
2. 論文標題 Microscopic Structures, Dynamics, and Spin Configuration of the Charge Carriers in Organic Photovoltaic Solar Cells Studied by Advanced Time-Resolved Spectroscopic Methods	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 7365 ~ 7382
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.2c00290	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 Kristjan Eimre*, Jos_ I. Urgel*, Hironobu Hayashi, Marco Di Giovannantonio, Pascal Ruffieux, Shizuka Sato, Satoru Ohtomo, Yee Seng Chan, Naoki Aratani, Daniele Passerone, Oliver Gr_ning, Hiroko Yamada*, Roman Fasel,*, Carlo A. Pignedoli,*	4. 巻 13
2. 論文標題 On-Surface Synthesis and Characterization of Nitrogen-Substituted Undecacenes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-27961-1	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 該当する

1. 著者名 Juanjuan Zhu, Hironobu Hayashi,* Meng Chen, Chengyi Xiao, Kyohei Matsuo, Naoki Aratani, Lei Zhang,* Hiroko Yamada*	4. 巻 10
2. 論文標題 Single crystal field-effect transistor of tetrabenzoporphyrin with one-dimensionally extended columnar packing motif exhibiting efficient charge transport property	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. C	6. 最初と最後の頁 2527-2531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TC03547A	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 Songlin Xue*, Ningchao Liu, Peifeng Mei, Daiki Kuzuhara, Mingbo Zhou, Jianming Pan, Hiroko Yamada and Fengxian Qiu*	4. 巻 57
2. 論文標題 Porphyrin(2.1.2.1) as Novel Binucleating Ligand: Synthesis and Molecular Structures of Mono-, and Dirhodium(I) Complexes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 12808-12811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC05641G	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 Xue, Songlin; Liu, NINGCHAO; Mei, Peifeng; Kuzuhara, Daiki; Aratani, Naoki; Qiu, Fengxian; Yamada, Hiroko	4. 巻 60
2. 論文標題 Binuclear Rhodium(I) Complex of a Dimethylvinylene-Bridged Distorted Hexaphyrin(2.1.2.1.2.1)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 16070-16073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c02609	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 Keiji Uehara, Haruka Kano, Kyohei Matsuo, Hironobu Hayashi, Michiya Fujiki, Hiroko Yamada,* Naoki Aratani*	4. 巻 5
2. 論文標題 Mirror-Image Cofacial Coronene Dimers Characterized by CD and CPL Spectroscopy: A Molecular-scale Twisted Bilayer Graphene	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 974-978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202100166	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 Yuki Sugano, Kyohei Matsuo*, Hironobu Hayashi, Naoki Aratani and Hiroko Yamada*	4. 巻 25
2. 論文標題 Synthesis of 10,20-substituted tetrabenzo-5,15-diazaporphyrin copper complexes from soluble precursors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Porphyrins Phthalocyanines	6. 最初と最後の頁 1186-1192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1088424621501194	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 Ohta, Kaoru; Hiramatsu, Yuichi; Suzuki, Mitsuharu; Yamada, Hiroko; Tominaga, Keisuke	4. 巻 50
2. 論文標題 Nature of Local Charge Carrier Motions in Porphyrin-Based Bulk Heterojunction Films Revealed by Time-Resolved Optical Pump-Terahertz Probe Spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1859-1862
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210438	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 Cosme G. Ayani, Michele Pisarra, Jos_ I. Urgel, Juan Jes_s Navarro, Cristina D_az, Hironobu Hayashi, Hiroko Yamada, Fabian Calleja, Rodolfo Miranda, Roman Fasel, Fernando Mart_n*, Amadeo L. V_quez de Parga*	4. 巻 6
2. 論文標題 Efficient photogeneration of long acenes on nanostructured graphene	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nanoscale Horizons	6. 最初と最後の頁 744-750
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1NH00184A	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 Haruka Kano, Hironobu Hayashi, Kyohei Matsuo, Michiya Fujiki, Hiroko Yamada,*Naoki Aratani,*	4. 巻 11
2. 論文標題 Deep-red circularly polarised luminescent C70 derivatives	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 12072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-91451-5	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 Kyohei Matsuo, Natsuki Toda, Naoki Aratani, Hiroko Yamada .	4. 巻 23
2. 論文標題 Synthesis and Properties of the Doubly Oxonium-Embedded Picones as Electron-Deficient Polycyclic Aromatic Hydrocarbons	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 3986-3990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c01188	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 Haruka Kano, Kyohei Matsuo, Hironobu Hayashi, Kosaku Kato, Akira Yamakata, Hiroko Yamada,* Naoki Aratani*	4. 巻 2021
2. 論文標題 Buckyball as an Electron Donor in a Dyad of C60 and Xanthene Dye	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 3377-3381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100276	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 Keita Tajima, Kyohei Matsuo, Hiroko Yamada,* Shu Seki,* Norihito Fukui,* and Hiroshi Shinokubo*	4. 巻 60
2. 論文標題 Acridino[2,1,9,8-klmna]acridine Bisimides: An Electron-Deficient -System for Robust Radical Anions and n-Type Organic Semiconductors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angew. Chem. Inter. Ed.	6. 最初と最後の頁 14060-14067
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202102708	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 Juanjuan Zhu, Hironobu Hayashi, Meng Chen, Chengyi Xiao, Kyohei Matsuo, Naoki Aratani, Lei Zhang, and Hiroko Yamada	4. 巻 222
2. 論文標題 Synthesis and Evaluation of Charge Transport Property of Ethynylene-bridged Anthracene Oligomers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecular Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2100024/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/macp.202100024	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 Ford Michael J., Suzuki Mitsuharu, Bridges Colin R., Bustillo Karen C., Seifrid Martin, Wang Ming, Yamada Hiroko, Nguyen Thuc-Quyen, Bazan Guillermo C.	4. 巻 32
2. 論文標題 Robust Unipolar Electron Conduction Using an Ambipolar Polymer Semiconductor with Solution-Processable Blends	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 6831 ~ 6837
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.0c00234	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 Yamaguchi Junichi, Hayashi Hironobu, Jippo Hideyuki, Shiotari Akitoshi, Ohtomo Manabu, Sakakura Mitsuhiro, Hieda Nao, Aratani Naoki, Ohfuchi Mari, Sugimoto Yoshiaki, Yamada Hiroko, Sato Shintaro	4. 巻 1
2. 論文標題 Small bandgap in atomically precise 17-atom-wide armchair-edged graphene nanoribbons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-020-0039-9	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 Hayashi Hironobu, Hieda Nao, Yamauchi Mitsuaki, Chan Yee Seng, Aratani Naoki, Masuo Sadahiro, Yamada Hiroko	4. 巻 26
2. 論文標題 Visible Light Induced Heptacene Generation under Ambient Conditions: Utilization of Single crystal Interior as an Isolated Reaction Site	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 15079 ~ 15083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202002155	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 Kurosaki Ryo, Matsuo Kyohei, Hayashi Hironobu, Yamada Hiroko, Aratani Naoki	4. 巻 49
2. 論文標題 A Directly-linked Cyclic Pyrene Tetramer as a Back-to-back Receptor for Two Fullerenes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 892 ~ 895
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200233	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 Maeda Akihiro, Nakauchi Aki, Shimizu Yusuke, Terai Kengo, Sugii Shuhei, Hayashi Hironobu, Aratani Naoki, Suzuki Mitsuharu, Yamada Hiroko	4. 巻 13
2. 論文標題 A Windmill-Shaped Molecule with Anthryl Blades to Form Smooth Hole-Transport Layers via a Photoprecursor Approach	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 2316 ~ 2316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma13102316	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 Hayakawa Sakiho, Matsuo Kyohei, Yamada Hiroko, Fukui Norihito, Shinokubo Hiroshi	4. 巻 142
2. 論文標題 Dinaphthothiepine Bisimide and Its Sulfoxide: Soluble Precursors for Perylene Bisimide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 11663 ~ 11668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c04096	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 Shaker Mohamed, Hayashi Hironobu, Yamada Hiroko	4. 巻 184
2. 論文標題 Molecular organized isoindigo based small molecules with terminal thermally cleavable protecting group	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dyes and Pigments	6. 最初と最後の頁 108806 ~ 108806
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dyepig.2020.108806	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 Yamada Hiroko, Kuzuhara Daiki, Suzuki Mitsuharu, Hayashi Hironobu, Aratani Naoki	4. 巻 93
2. 論文標題 Synthesis and Morphological Control of Organic Semiconducting Materials Using the Precursor Approach	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1234 ~ 1267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20200130	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 Shao Ming-Yue, Yu Miao, Suzuki Mitsuharu, Yamada Hiroko, Wang Yan-Ping, Chen Yu, Lu Cheng, Wang Dong, Yang Zhi-Yong	4. 巻 2
2. 論文標題 Facilitated Interfacial Electronic Processes by the - Stacked Edge-on Tetrabenzoporphyrin/Graphene Layer Enables Broadband Ultrasensitive Photodetecting with Prompt Response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 3459 ~ 3467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.0c00772	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 Xue Songlin, Kuzuhara Daiki, Aratani Naoki, Yamada Hiroko	4. 巻 21
2. 論文標題 Vinylene-Bridged Cyclic Dipyrin and BODIPY Trimers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 8041 ~ 8041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21218041	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 Kuzuhara Daiki, Yamada Hiroko	4. 巻 -
2. 論文標題 Porphyrinoids with Vinylene Bridges	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0040-1705979	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 Mei Peifeng, Kurosaki Ryo, Matsumoto Akinobu, Yamada Hiroko, Aratani Naoki	4. 巻 53
2. 論文標題 One-Pot Synthesis of a Cyclic Pyrene Octamer from Two Bifunctionalized Pyrene Monomers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Synthesis	6. 最初と最後の頁 344 ~ 347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0040-1705950	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 Zhu Juanjuan, Hayashi Hironobu, Chen Meng, Xiao Chengyi, Matsuo Kyohei, Aratani Naoki, Zhang Lei, Yamada Hiroko	4. 巻 -
2. 論文標題 Synthesis and Evaluation of Charge Transport Property of Ethynylene Bridged Anthracene Oligomers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecular Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2100024 ~ 2100024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/macp.202100024	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 林 宏暢、山田容子	4. 巻 75
2. 論文標題 どこまで伸びる？-ベンゼン環の連結競争	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学 4月号	6. 最初と最後の頁 68-69
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 無
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30件 (うち招待講演 21件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 Ajendra Kumar Vats, Kyohei Matsuo, Hiroko Yamada
2. 発表標題 Metalation Effect on Diketopyrrolopyrrole-tetrabenzoporphyrin Conjugate as p-Type Material in BHJ Organic Photovoltaics
3. 学会等名 241st ECS Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Yamada and Hironobu Hayashi
2. 発表標題 On-surface Synthesis of Higher Acenes using Precursors
3. 学会等名 241st ECS Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Yamada, Yuki Sugano, Kyohei Matsuo
2. 発表標題 Synthesis of 10,20-substituted-tetrabenzo-5,15-diazaporphyrins and evaluation of their application to organic semiconductors
3. 学会等名 The 12th international conference on porphyrins and phthalocyanines (ICPP-12) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Yamada, Hironobu Hayashi, Junichi Yamaguchi, Hideyuki Jippo, Akitoshi Shiotari, Manabu Ohtomo, Mitsuaki Sakakura, Nao Hieda, Naoki Aratani, Mari Ohfuchi, Yoshiaki Sugimoto, Shintaro Sato
2. 発表標題 Small bandgap in atomically precise 17-atom-wide armchair-edged graphene nanoribbons.
3. 学会等名 International Workshop On-Surface Synthesis (OSS22) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Yamada
2. 発表標題 On-surface Synthesis of Higher Acenes using Precursors
3. 学会等名 Kyoto-Bordeaux Symposium on Organic Chemistry and Photochemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Hayashi, and H. Yamada
2. 発表標題 Polyazaacene and cyclazaacene precursor synthesis
3. 学会等名 11th singapore international chemical conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田容子
2. 発表標題 基板上合成による高次アセンの合成と グラフェンナノリボンへの展開
3. 学会等名 第33回万有仙台シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田容子
2. 発表標題 ベンゼン環はどこまで伸ばせるか？ 光反応による高次アセン合成への挑戦
3. 学会等名 “光”機到来！Qコロキウム@唐津 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Songlin Xue, Daiki Kuzuhara, Naoki Aratani, Hiroko Yamada
2. 発表標題 Substituent effect on structures of hexaphyrins(2.1.2.1.2.1) and their metal complexes
3. 学会等名 239st ECS Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuharu Suzuki and Hiroko Yamada
2. 発表標題 Side-chain engineering of small-molecular organic semiconductors for organic electronic devices
3. 学会等名 239st ECS Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Eunjeong Jeong, Mitsuharu Suzuki, Naoki Aratani, Hiroko Yamada
2. 発表標題 Orbital-Energy Modulation of Tetrabenzoporphyrin for Application as Non-Fullerene Acceptor in Organic Solar Cells
3. 学会等名 11th International Conference of Porphyrins and Phthalocyanines (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroko Yamada
2. 発表標題 Photoprecursor approach: an innovative method for large acene synthesis
3. 学会等名 International Conference of Photochemistry 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuharu Suzuki and Hiroko Yamada
2. 発表標題 Alkyl Substituent Engineering for Efficient Photoconversion Efficiency in Small Molecular Organic Photovoltaics
3. 学会等名 Optical Devices and Materials for Solar Energy and Solid-State Lighting (PVLED2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroko Yamada and Hironobu Hayashi
2. 発表標題 On-surface synthesis of small bandgap graphene nanoribbons
3. 学会等名 American Association for Advances in Functional Materials (AAAFM-UCLA Conference, 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuharu Suzuki and Hiroko Yamada
2. 発表標題 Alkyl Substituent Engineering for Efficient Photoconversion Efficiency in Small Molecular Organic Photovoltaics
3. 学会等名 The 11th International Conference on Flexible and Printed Electronics (2021ICFPE) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hironobu Hayashi and Hiroko Yamada
2. 発表標題 On-surface Synthesis of Acenes by “ Photoprecursor Approach ”
3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference(APC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Ohta, Hiroko Yamada, Keisuke Tominaga
2. 発表標題 Ultrafast Charge Carrier Dynamics in Tetrabenzoporphyrin Derivatives Studied by Time-Resolved Terahertz Spectroscopy
3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference(APC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuharu Suzuk, Kengo Terai, Takuya Okabe, Naoki Aratani, Hiroko Yamada
2. 発表標題 Relationship between substituent structure and ionization energy of small-molecule
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koki Kawano, Akihiko Fujii, Hiroko Yamada, Tsuyoshi Kawai, Masanori Ozaki, Yo Shimizu
2. 発表標題 Liquid crystalline composites toward a novel tuning technique of semiconducting properties
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroko Yamada, Hironobu Hayashi
2. 発表標題 On-surface Synthesis of Acene compounds by "precursor Approach"
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田容子
2. 発表標題 光を利用した基板上合成への挑戦
3. 学会等名 光化学若手の会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長友隆晃、婦木正明、増尾貞弘、山田容子、小堀康博
2. 発表標題 ベンゾポルフィリン-ジケトピロロピロールをドナーとするバルクヘテロ接合界面の電荷移動と電荷解離:時間分解EPRによる解析
3. 学会等名 光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田容子
2. 発表標題 前駆体法を利用した低分子有機半導体の開発
3. 学会等名 光化学討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤 あか音、トリパティニイーティ、ヘック クラ イレ、溝黒 登志子、橘 浩昭、玉井 尚登、葛原 大 軌、山田 容子、鎌田 賢司
2. 発表標題 近赤外固体系三重項-三重項消滅光アップコンバージョンにおけるルブレン誘導体の置換基効果とそのメカニズム
3. 学会等名 光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田容子
2. 発表標題 光前駆体法による芳香族有機材料の開発
3. 学会等名 近畿化学協会機能性色素部会第104回例会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichi Yamaguchi, Hironobu Hayashi, Hideyuki Jippo, Akitoshi Shiotari, Manabu Ohtomo, Mitsuhiro Sakakura, Nao Hieda, Naoki Aratani, Mari Ohfuchi, Yoshiaki Sugimoto, Hiroko Yamada, and Shintaro Sato
2. 発表標題 Electronic properties of bottom-up synthesized 17- and 13-atom-wide graphene nanoribbons
3. 学会等名 MRS Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 宏暢
2. 発表標題 前駆体法を用いた高次アセン合成と機能性材料創出への展開
3. 学会等名 ACE Meeting Online II
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 宏暢, 山口 淳一, 實宝 秀幸, 塩足 亮隼, 大伴 真名歩, 荒谷 直樹, 大淵 真里, 杉本 宜昭, 佐藤 信太郎, 山田 容子
2. 発表標題 炭素原子17 個分の幅を有するアームチェア型グラフェンナノリボンの基板上合成
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 澤 あか音, ニーティ トリパティ, クレア ヘック, 玉井 尚登, 葛原 大軌, 山田 容子, 鎌田 賢司
2. 発表標題 近赤外三重項-三重項消滅光アップコンバージョン固体系におけるルブレン誘導体から増感剤への逆エネルギー移動消光の研究
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 田島 慶太, 松尾 恭平, 山田 容子, 関 修平, 福井 識人, 忍久保 洋
2. 発表標題 アクリジノアクリジンスイミドの合成と物性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

奈良先端科学技術大学院大学機能有機化学研究室
https://mswebs.naist.jp/LABS/env_photo_greenmat/publication.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
研究分担者	林 宏暢 (Hayashi Hironobu) (00736936)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・先端材料解析研究拠点・主任研究員 (82108)	
研究分担者	松尾 恭平 (Matsuo Kyohei) (00778904)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教 (14603)	

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			
スイス	ETH	EMPA		
スペイン	IMDEA Nanoscience			
フランス	University Toulouse III - Paul Sabatier	ENS Paris-Saclay		
中国	Zhejiang University	Jiangsu University	Beijing Univ. of Chemical Technology	
米国	UCSB			