

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04875

研究課題名(和文)多成分系分子の自己組織化を利用した発光寿命可変材料の開発

研究課題名(英文)Development of Lifetime-controllable light emitting materials based on multicomponent molecular assembly

研究代表者

小野 利和(Ono, Toshikazu)

九州大学・工学研究院・准教授

研究者番号：20643513

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,000,000円

研究成果の概要(和文)：2種類あるいはそれ以上の有機化合物を均一に混ぜ合わせた多成分結晶(もしくは有機合金)の創製は、単一成分から構成される結晶材料とは異なる光学的、電気的、磁気的特性を示すため注目を集めている。本研究では、独自の分子集積化技術に基づき、最大で五成分から成る結晶材料の構築を達成している。また複合体を用いる事により結晶内部での電荷移動相互作用/エキシプレックス、エネルギー移動、スピン多重度、の制御を可能とし、(1)多色、白色発光材料、(2)常温燐光発光材料、(3)有機化合物センサ、(4)圧力センサ、等、様々な応用展開を実現した。まさに革新的光機能を有する機能性色素の開発を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

有機化合物は、長方形、正方形、球形のような形状や、いびつな三次元構造を有するため、二種類、三種類以上の異なる分子を均一に混ぜ合わせ、整然と並べる多成分結晶の創製は、挑戦的な課題であった。本研究では、複数個の有機分子を組み合わせ、新しい機能を見出す結晶化技術を開発することにより、(1)多色、白色に発光する機能性色素、(2)室温下で強燐光発光を示す機能性色素、(3)有機化合物の蒸気を吸着して、見た目の色で見分けるセンサ材料、(4)圧力に応答して発光色変化を示す色素、など、前例のない、光学的特性を生み出す基本技術の開発を行った。学术界、産業界に与える影響は大きく、さらなる研究の進展が期待される。

研究成果の概要(英文)：The creation of multicomponent crystals (or organic alloys) by mixing two or more organic molecules has attracted much attention because they exhibit unique optical, electrical, and magnetic properties different from those of crystalline materials composed of a single component. In this study, we have achieved the construction of a crystalline material consisting of up to five components based on our original molecular integration technology. By using the methodology, we have achieved to control the charge-transfer interaction/excimer, energy transfer, and spin multiplicity inside the crystals, and have realized various applications such as (1) multicolor and white light-emitting materials, (2) room temperature phosphorescent materials, (3) optical vapor sensors, and (4) pressure sensors.

研究分野：有機合成化学、超分子化学、結晶工学、構造有機化学、錯体化学、光化学

キーワード：多成分結晶 分子集合体 蛍光 燐光 重原子効果 項間交差 ナフタレンジイミド 光学センサ

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、エネルギー変換材料への応用を志向した機能性色素の開発が益々注目を集めており、有機 EL、色素増感太陽電池、色素レーザー、農園芸用波長変換材料、セキュリティインク、バイオイメージング材料などの最先端科学での需要が高まっている。また外部環境(圧力、温度、酸、ガス雰囲気等)の変化に応答し、その吸収・発光特性を変化させる機能性色素が光学センサ材料として注目を集めている。有機化合物からなる機能性色素は、ほぼ無限の分子設計が可能なことに大きな強みを持ち、計算化学(コンピュータを用いた性質予測)と卓越した有機合成化学との融合により、所望の性質を持つ機能性色素の創製が可能となりつつある。しかしながら、希薄溶液中では素晴らしい性質(例えば着色や発光など)を示す機能性色素であっても、濃厚溶液中、粉末、薄膜、フィルムなどの凝集状態では、色素同士がランダムな会合体形成や濃度消光を起こすため、発光効率、発色性、光感受性などの色素本来の性質が大きく損なわれることが問題点として挙げられる。そのため色素の分子構造を改良することで、溶解度の向上やランダムな凝集を防ぐ方法が検討されている。言い換えると分子の集積状態をナノレベルオーダーで制御すれば機能特性の更なる向上が期待できる。一方で多段階かつ煩雑な合成による生産コストの増大も避けるべき課題であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、機能性色素の創製方法として、分子の自己組織化に着目した。特に複数成分の分子の自己組織化による多成分結晶の創製により、単一成分では得られない新たな光機能発現が得られるのではないかと考え、研究に取り組んだ。多成分結晶とは、複数の化合物からなる結晶の事を指し、単一成分の結晶に比べ、より多様な光・電気化学特性を示すことから注目されている。しかしながら無機材料や金属有機構造体とは対照的に、色素分子を狙い通りに並べることは困難である。一般に色素分子の形が長方形、正方形、球形の様に異方性を持っているためである。そのため二成分、三成分以上の異なる分子を均一に混ぜ合わせ、整然と並べる事は困難であり、結晶構造予測も挑戦的な課題である。本研究ではこの潮流に対し、複数成分の分子(二成分、三成分、それ以上)を組み合わせる方法論を実証するとともに、乗算的に新しい機能性色素の開発が可能になると着想し研究に取り組んだ。

### 3. 研究の方法

#### ①包接現象の利用による発光性結晶の創製

複数成分の分子を集積化する方法論として、有機化合物が示す包接現象に着目した。包接現象とは、嵩高い置換基を持つ化合物の結晶化を行う際に、それ自身が会合し結晶化するのではなく、溶媒分子などを取り込み結晶化する現象のことである。嵩高い置換基を持つ化合物をホスト分子(Host)とし、溶媒分子をゲスト分子(Guest)とすることで、あえて Host-Guest 相互作用により、新たな光機能特性が得られる系を着想した。

#### ②包接現象の利用によるセンサ材料の創製

Host-Guest 相互作用による新たな光吸収・発光特性が見られる系を活用することにより、ベロクロミズムやピエゾクロミズムが生じる系を着想した。具体的には、以下の研究成果に示す。

### 4. 研究成果

#### ①包接現象の利用による発光性結晶の創製

適切な弱い分子間相互作用(水素結合・ホウ素-窒素結合・電荷移動相互作用)と包接現象の共同的な利用により、多彩な多成分結晶の創製を行い、光機能性材料の創製に取り組んだ。具体的には、ピリジル基を含むナフタレンジイミド誘導体(NDI)、トリス(ペンタフルオロフェニル)ボラン(TPFB)、芳香族分子溶媒(Guest)である。これらの三成分は混ぜ合わせるだけで自己組織化を生じ、NDI:TPFB:Guest が 1:2:2 の組成から構成される単結晶を形成するとともに、NDI と Guest 間の電荷移動相互作用に由来する蛍光発光材料となることを研究開始前に見出していた(T. Ono et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2015**, *137*, 9519-952.).)。そこでこのコンセプト拡張を目的として、1種類の Guest ではなく、2種類、3種類の Guest を混合した条件における結晶化条件を検討したところ、2成分のゲストを導入した4成分結晶、3成分のゲストを導入した5成分結晶の調製を達成した。結果として、水色に発光する NDI-3-fluorotoluene の組み合わせと、橙色に発光する NDI-naphthalene の組み合わせに着目し、3-fluorotoluene と naphthalene の混合比を検討することにより、結晶1粒から白色発光を示す材料の創製を達成した。その他にも、toluene, *m*-xylene などの Guest についても、Guest 混合が可能であり、発光色チューニングが可能であることを明らかとした。(T. Ono et al., *J. Mater. Chem. C.* **2019**, *7*, 2829-2842).) 結晶材料中における高効率なエネルギー移動が発光色チューニングに影響を及ぼすことを時間分解分光測定で明らかとした。本手法は、単に混ぜ合わせるだけの手法であり、重金属を含まず、煩雑な有機合成も必要としない、省エネルギーかつ環境保全型で経済的な新しいものづくりの方法論の提案である。

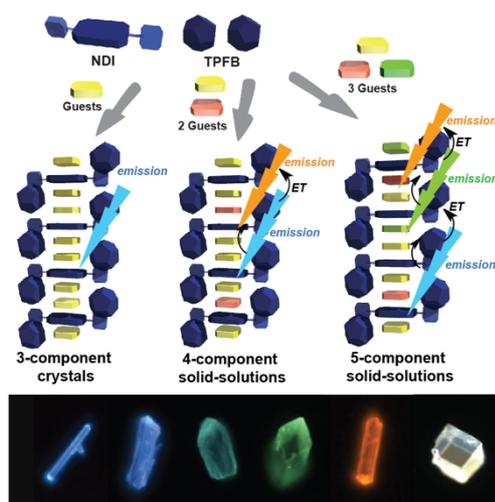


図 1. 多成分系分子集積化材料を用いた固体発光材料の創製 (3、4、5 成分結晶) の例

また同様の手法による機能性色素の創製を目的として、5,5'-(ethyne-1,2-diyl)bis(2-pyridin-3-yl-isoindoline-1,3-dione) をピリジル基をもつホスト分子 (EBPDI) として、トリス (ペンタフルオロフェニル) ボラン (TPFB)、芳香族分子溶媒 (Guest) との 3 成分結晶の創製についても検討した。この研究においても、非常に多くの多成分結晶が得られ、例えば hexafluorobenzene のような電子不足な芳香族分子を取り込むと、EBPDI からの蛍光発光が生じ、1-methoxynaphthalene のような電子豊富な芳香族分子を Guest として取り込むと、EBPDI-1-methoxynaphthalene 間で電荷移動相互作用からの発光を示す結晶となることが明らかとなった。なかでもヨードベンゼンを Guest として導入すると、外部重原子効果による項間交差が生じ、室温燐光発光材料となることが明らかとなった (T. Ono et al., *Chem. Eur. J.* **2018**, *7*, 2829–2842.)。このように Guest の種類の違いによって、モノマー発光、電荷移動相互作用からの発光、燐光発光と発光メカニズムを切り替えることを達成した。蛍光-燐光と発光メカニズムが変化することにより、発光色だけでなく、発光寿命が切り替わる材料であることが明らかとなった。その他にも、包接現象を用いたものではないが、NDI とヨードベンゼンを直結させた化合物を新たに合成したところ、結晶中で NDI-Iodobenzene における電荷移動相互作用を生じる結晶において、赤色から近赤外燐光発光を示す材料の創出を達成した (T. Ono et al., *Chem. Eur. J.* **2021**, in press. (<https://doi.org/10.1002/chem.202100906>))。このように用いる分子の組み合わせを検討し、その集積構造の制御による新しい機能性色素の創製を達成した。

## ②包接現象の利用によるセンサ材料の創製

機能性色素の応用の一つとして、外部刺激に応答して色 (呈色や発光色) が変化する材料が知られている。例えば光、熱、蒸気、電気、圧力を刺激とするものをフォトクロミズム、サーモクロミズム、ベイポクロミズム、エレクトロクロミズム、ピエゾクロミズムと呼ぶ。適切な機能性色素の利用により、外部刺激に応答するセンサー材料として利用できることを示している。

本研究では、多成分系分子集積化材料を用いて下記に示すセンサ材料の創成を達成した。「揮発性有機化合物 (VOCs) の蒸気に応答して光る有機化合物センサ」 (T. Ono et al., *J. Mater. Chem. C.* **2019**, *7*, 9726–9734. 図 2(a)) は、ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族分子の蒸気を吸着し、着色と発光色変化で区別可能なセンサ材料として機能した。分子設計の最適化により ppm オーダーの検出感度を達成した。「外部圧力に応答して発光色を可逆的に変化させる圧力センサ」 (T. Ono et al., *ChemPhotoChem* **2018**, *2*, 416–412.、図 2(b)) は、ギガパスカルオーダーの静水圧下でのピエゾクロミズム特性を高圧下单結晶 X 線構造解析、顕微分光測定、量子化学計算を用いて系統的な評価を行った。「外部酸素濃度に応答して発光色、発光強度を大きく変化させる光学酸素センサアレイ」 (論文未発表) は、室温燐光発光材料が外部酸素濃度において発光消光する原理を生かし、ppm から%オーダーで発光強度変化を示す材料創製を行い、適切な励起 3 重項エネルギーを持つ分子を組み合わせ発光色変化を達成した。さらにピリジル基を含む有機色素 (ピロロピロール) と種々の有機酸との組み合わせからなる発光性結晶材料の創製を行い、プロトン移動度制御に基づく光学特性変調を達成した。これはジクロロメタンのきゅう脱着に伴う光学特性変化を示すベイポクロミズム材料として機能した (T. Ono et al., *J. Mater. Chem. C.* **2019**, *7*, 8847–8854. 図 2(c))

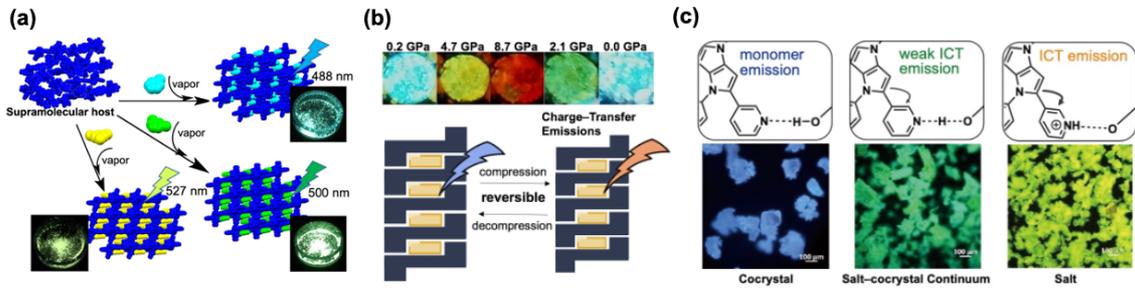


図 2. (a) ベイポクロミズム、(b) ピエゾクロミズム、(c) プロトン移動度の変調に伴う光学特性チューニング

以上のように本研究では、多成分系分子の自己組織化を利用した光機能材料の開発を達成した。なかでも host-guest 相互作用を用いて、その組み合わせを変化させることにより、発光色、発光寿命、発光量子収率を自在に制御可能であることを見出した系は、今後の革新的な光機能材料の創成につながるものと期待される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16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 Yano Yoshio, Ono Toshikazu, Hatanaka Sou, Gryko Daniel T., Hisaeda Yoshio	4. 巻 7
2. 論文標題 Salt-cocystal continuum for photofunction modulation: stimuli-responsive fluorescence color-tuning of pyridine-modified intramolecular charge-transfer dyes and acid complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 8847 ~ 8854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9TC02524C	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 Ono Toshikazu, Tsukiyama Yoshifumi, Hatanaka Sou, Sakatsume Yuma, Ogoshi Tomoki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 7
2. 論文標題 Inclusion crystals as vapochromic chemosensors: fabrication of a mini-sensor array for discrimination of small aromatic molecules based on side-chain engineering of naphthalenediimide derivatives	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 9726 ~ 9734
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9TC03140E	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 Xu Ning, Ono Toshikazu, Hisaeda Yoshio	4. 巻 25
2. 論文標題 Symmetry Reduction of Porphycenes with Finely Tuned Optical and Electronic Properties through Oxidative Cyclization of E / Z Mixed Dipyrroethenes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 11680 ~ 11687
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201902080	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 Hatanaka Sou, Ono Toshikazu, Yano Yoshio, Gryko Daniel T., Hisaeda Yoshio	4. 巻 4
2. 論文標題 Tris(pentafluorophenyl)borane pyrrolo[3,2 b]pyrrole Hybrids: Solid State Structure and Crystallization Induced Enhanced Emission	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 138 ~ 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.201900192	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 Ono Toshikazu, Shinjo Hyuga, Koga Daiki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 2019
2. 論文標題 Synthesis of a meso-Tetraalkylporphycene Bearing Reactive Sites: Toward Porphycene-Polydimethylsiloxane Hybrids with Enhanced Photophysical Properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 7578 ~ 7583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201901497	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 Toshikazu Ono, Ai Taema, Aiko Goto, Yoshio Hisaeda	4. 巻 24
2. 論文標題 Switching of Monomer Fluorescence, Charge Transfer Fluorescence, and Room Temperature Phosphorescence Induced by Aromatic Guest Inclusion in a Supramolecular Host	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 17487-17496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201804349	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 Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda	4. 巻 7
2. 論文標題 Flexible-color tuning and white-light emission in three-, four-, and five-component host/guest co-crystals by charge-transfer emissions as well as effective energy transfers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. C	6. 最初と最後の頁 2829-2842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8TC06165C	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 Toshikazu Ono, Ning Xu, Daiki Koga, Toshihiro Ideo, Manabu Sugimoto, Yoshio Hisaeda	4. 巻 8
2. 論文標題 Gram-scale synthesis of porphycenes through acid-catalyzed oxidative macrocyclizations of E/Z-mixed 5,6-diaryldipyrroethenes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RSC Adv.	6. 最初と最後の頁 39269-39273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8RA09040H	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 Toshikazu Ono, Kosuke Wakiya, Md. J. Hossain, Hisashi Shimakoshi, Yoshio Hisaeda	4. 巻 47
2. 論文標題 Synthesis of Trifluoromethylated B12 Derivative and Photolysis of Cobalt(III)-Trifluoromethyl Bond	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 979-981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180355	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 Md. J. Hossain, Toshikazu Ono, Yoshio Yano, Yoshio Hisaeda	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning From Vitamin B12 Mediated Reactions: Cobalt(III) - Carbon Assisted Catalytic C - H Difluoroacylation of (Hetero)Arenes through Controlled Potential Electrolysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemElectroChem	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/cefc.201900164	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 Toshikazu Ono, Daiki Koga, Kenji Yoza, Yoshio Hisaeda	4. 巻 53
2. 論文標題 The first synthesis of meso-dicycloalkylporphyrines: ring strain effects on structural and optical properties of isomeric porphyrins	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12258-12261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC07170A	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 Md Jakir Hossain, Toshikazu Ono, Kosuke Wakiya, Yoshio Hisaeda	4. 巻 53
2. 論文標題 A vitamin B 12 derivative catalyzed electrochemical trifluoromethylation and perfluoroalkylation of arenes and heteroarenes in organic media	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 10878-10881
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC06221D	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 Abe Masaaki, Hiroto Mukotaka, Taro Fujioka, Toru Okawara, Kei Umegaki, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda	4. 巻 47
2. 論文標題 First entry into nonmetal-centred porphycenes: synthesis of a phosphorus (V) complex of octaethylporphycene	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 2487-2491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7DT04471B	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 Xu Ning, Ono Toshikazu, Morita Yoshitsugu, Komatsu Teruyuki, Hisaeda Yoshio	4. 巻 60
2. 論文標題 Rectangular Holes in Porphyrin Isomers Act As Mono- and Binucleating Ligands: Stereochemistry of Mono- and Diboron Porphycenes and Their Protonation Behaviors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 574 ~ 583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c01266	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 Ono Toshikazu, Hisaeda Yoshio	4. 巻 12
2. 論文標題 Vapochromism of Organic Crystals Based on Macrocyclic Compounds and Inclusion Complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 1903 ~ 1903
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12111903	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 Ono Toshikazu, Kimura Kazuki, Ihara Megumi, Yamanaka Yuri, Sasaki Miori, Mori Hiroto, Hisaeda Yoshio	4. 巻 -
2. 論文標題 Room Temperature Phosphorescence Emitters Exhibiting Red to Near Infrared Emission Derived from Intermolecular Charge Transfer Triplet States of Naphthalenediimide?Halobenzoate Triad Molecules	5. 発行年 2021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.202100906	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34件(うち招待講演 4件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Toshikazu ONO
2. 発表標題 Design of multicomponent molecular crystals for lightemitting materials and optical sensors
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshikazu ONO
2. 発表標題 Design of Multicomponent Crystals for Novel Photofunction Design
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野利和
2. 発表標題 多成分系分子の自己組織化を利用した 光エネルギー変換材料の開発
3. 学会等名 第32回生物無機化学夏季セミナー(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村一貴、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 D-A-D型化合物の光機能特性: 結晶化誘起発光とバイポフルオロクロミック特性の評価
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢野喜男、小野利和、畠中創、Daniel T. Gryko、久枝良雄
2. 発表標題 有機塩・共結晶形成制御に基づく 分子内電荷移動型化合物の固体発光特性変調
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshio Yano, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Photofunction modulation of intramolecular charge-transfer dye based on acid-base complexation and the vapochromic behavior
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daiki Koga, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Optical property regulation of porphycene driven by steric effect of meso-substituent
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 新庄日向、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 発光特性の向上を目指したポルフィセン複合化高分子材料の創製
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuri Yamanaka, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Preparation of Lewis-Pair Inclusion Crystals Intended for Phosphorescent Materials and Optical Oxygen Sensors
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hyuga Shinjo, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Synthesis of porphycene derivatives bearing reactive sites for conjugation with polymers
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Ishihama, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Synthesis of dinuclear triple helical complexes by trivalent metal and evaluation of chiral properties
3. 学会等名 錯体化学会第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daiki Koga, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 meso-dicycloalkylporphycens as unique porphyrin isomer
3. 学会等名 ICPP-10 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshio Yano, So Hatanaka, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Acid-responsive Fluorescence Color Change of Pyrrolopyrrole Derivatives in the Solid State
3. 学会等名 ICPP-10 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ning Xu, 小野利和, 久枝良雄
2. 発表標題 Synthesis and characteristics of meso-tetraarylsubstituted porphycenes and their metal complexes
3. 学会等名 第42回有機電子移動化学討論会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山中優里, 小野利和, 小出太郎, 巖越恒, 久枝良雄
2. 発表標題 包接結晶を用いた外部重原子効果の切替えに基づく発光特性チューニング
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 山中優里, 小野利和, 久枝良雄
2. 発表標題 ルイスペア包接結晶を用いた外部重原子効果の切替えに基づく発光特性チューニング
3. 学会等名 錯体化学会第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小野 利和・築山 佳史・山中 優里・久枝 良雄
2. 発表標題 多成分結晶を用いた重原子効果の切替えに基づく固体発光特性チューニング
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 築山 佳史・小野 利和・久枝 良雄
2. 発表標題 ゲスト包接を利用した有機化合物センサーの開発
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山中 優里・小野 利和・久枝 良雄
2. 発表標題 ルイスペア包接結晶を用いた重原子効果の切替えに基づく発光特性チューニング
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshio Yano, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Photoluminescent property change driven from salt or co-crystal formation between pyrrolopyrrole derivatives and protonic acids
3. 学会等名 14th Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience-2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小野利和
2. 発表標題 光機能特性のための多成分結晶の分子デザイン：発光材料と光学センサーへの応用
3. 学会等名 第28回日本MSR年次大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畠中 創, 小野 利和, 久枝 良雄
2. 発表標題 Development of fluorescence color tuning in solid state of pyrrolo[3,2-b]pyrrole derivatives by boron nitrogen complexation with solid state synthesis
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 Toshikazu Ono, Yuri Yamanaka, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Organic alloys for triplet-state photophysics: Room temperature phosphorescence and optical sensor applications
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 Xu Ning, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 A practical synthesis of symmetric and asymmetric meso-tetraarylsubstituted porphycenes through acid-catalyzed oxidative macrocyclizations of E/Z-mixed 5,6-diaryldipyrroethenes
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 Kohei Ishihama, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Synthesis and Optical Properties of Dinuclear triple helical metal complexes of hydradine-shiff base linked bispyrrole
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 Daiki Koga, Toshikazu Ono, Yoshio Hisaeda
2. 発表標題 Synthesis and properties of meso-cycloalkylporphycenes
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 木村 一貴, 小野 利和, 小出 太郎, 巖越 恒, 久枝 良雄
2. 発表標題 分子折尺をモチーフとした発光色/発光寿命可変材料の創製
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 新庄 日向, 小野 利和, 小出 太郎, 巖越 恒, 久枝 良雄
2. 発表標題 反応部位を持つポルフィセン誘導体の合成と高分子との複合化
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 多恵馬愛、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 発光特性のチューニングを目的とした有機包接結晶の創製とメカニズム解析
3. 学会等名 第38回光化学若手の会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山中優里、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 室温大気下でのりん光発光を目的とした有機包接結晶の調製
3. 学会等名 第38回光化学若手の会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 矢野喜男、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 多成分反応を利用した有機固体発光材料の創製
3. 学会等名 第38回光化学若手の会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 多恵馬愛、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 ホスト-ゲスト配向を利用した発光特性の制御可能な多成分有機結晶の創製
3. 学会等名 第26回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野利和、古賀大貴、久枝良雄
2. 発表標題 シクロアルキル基による環歪み効果を利用したポルフィセン誘導体の発光特性制御
3. 学会等名 第26回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 矢野喜男、小野利和、久枝良雄
2. 発表標題 ピロロピロール誘導体を用いた固体発光材料の発光色チューニング
3. 学会等名 第26回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 ポルフィセン化合物の製造方法	発明者 小野利和、久枝良雄、徐寧、古賀大貴、田中章弘	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-020780	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ポルフィセン化合物の製造方法	発明者 小野利和、久枝良雄、徐寧、古賀大貴、田中章博	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願 2018-020985	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>研究室ホームページ（研究成果）  <a href="http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~yhisaeda/?cat=5">http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~yhisaeda/?cat=5</a>  九州大学大学院工学研究院応用化学部門分子教室 久枝研究室（研究成果）  <a href="http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~yhisaeda/?cat=5">http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~yhisaeda/?cat=5</a>  九州大学大学院工学研究院応用化学部門分子教室 久枝研究室  <a href="http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~yhisaeda/">http://www.chem.kyushu-u.ac.jp/~yhisaeda/</a>  九州大学研究者情報 小野利和  <a href="http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K004811/index.html">http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K004811/index.html</a></p>
--

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