

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05033

研究課題名(和文) 含ホウ素共役ラダー構造を用いた紫外発光熱活性化遅延蛍光分子の開発

研究課題名(英文) Development of Ultraviolet Thermally Activated Delayed Fluorescence Molecules Based on Boron-Containing Conjugated Ladder-Type Structures

研究代表者

吾郷 友宏 (Agou, Tomohiro)

兵庫県立大学・理学研究科・教授

研究者番号：90466798

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではラダー型共役系分子にホウ素を導入した含ホウ素共役ラダー構造を基本とした紫外発光分子の開発と熱活性化遅延蛍光材料への展開を検討した。当初目的とした紫外熱活性化遅延蛍光を得るには至らなかったが、狭帯域の近紫外蛍光を示す含ホウ素共役ラダー型化合物を合成することができ、近紫外有機EL発光体への利用に向けて検討を行っている。また二重発光を示す含ホウ素ラダー型分子を合成し、二重発光挙動が温度、極性、粘度といった周辺環境に応じて変化することを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

狭帯域で色純度の高い紫外発光性分子は未だに例が少なく、本研究で開発した有機ホウ素化合物は近紫外領域での狭帯域発光を示し発光量子収率も高いものであったことから、紫外有機EL用発光体への展開が期待でき、現在、発光量子収率の向上とEL特性評価を検討している。また、本研究で合成した二重発光性ホウ素化合物は温度、極性、粘度といった環境変化に鋭敏に反応して発光が変化することから、環境センシングへの応用が可能である。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have investigated the development of ultraviolet (UV) luminescent molecules based on the boron-containing ladder-type conjugated structures and their application to thermally activated delayed fluorescent (TADF)-type electroluminescent (EL) emitting materials. Although the targeted TADF UV emitting materials have not been obtained so far, we synthesized several boron-containing fluorescent molecules showing optical functionality in the course of the experimental studies toward the UV-TADF molecules. We obtained conjugated ladder-type compounds that exhibited narrow-band near-UV fluorescence, which are currently under investigation as near-UV OLED emitting materials. We have also synthesized boron-conjugated ladder-type molecules that exhibit dual emission. The dual emissions were sensitive to environmental changes, such as temperature, polarity, and viscosity.

研究分野：有機元素化学

キーワード：蛍光発光体 有機ホウ素化合物 二重発光分子 紫外発光分子

1. 研究開始当初の背景

「水銀に関する水俣条約」の発効(2017年)によって水銀フリー紫外光源の開発が世界的な急務となっている。多種多様な代替紫外光源の中でも、素子の柔軟性や軽量性、大面積化の容易さといった利点から紫外有機エレクトロルミネッセンス(EL)材料が次世代の紫外発光体として注目されている。AlGaIn等の無機の紫外LEDに比して、有機ELは柔軟性や大面積化の容易さに加え、紫外LEDに必須のGa等の希少元素が不要といった利点がある。一方で紫外有機ELは発光効率の低さが実用化における障壁となっており、現状は発光効率が10%未満と可視有機ELの1/3程度に留まっている。

近年、可視有機EL分野では熱活性化遅延蛍光(thermally activated delayed fluorescence, TADF)技術を使ったTADF-ELによって発光効率が飛躍的に向上している。有機ELの発光効率は電界励起で生じた励起子の光子への変換効率(internal quantum efficiency, IQE)に左右される。蛍光発光する S_1 励起子と発光しない T_1 励起子が1:3の比で生成するため、75%生成する T_1 励起子を如何に発光性励起子として利用するかが効率向上の鍵であった。 T_1 励起子の活用法として2012年に安達らがTADF-ELを報告して以来、TADF-ELの研究が活発になっている。TADF-ELでは、 S_1 - T_1 エネルギー差を小さくすることで熱的に T_1 - S_1 アップコンバージョンが起こり、 T_1 ・ S_1 励起子の両方を蛍光発光に利用できるため、最大IQEは100%、素子外部への光取り出し効率(external quantum efficiency, EQE)も20%を超える例が報告されている。

紫外有機ELでもTADFの活用によって発光効率向上が達成されれば、ディスプレイや照明等の励起光源や医療用紫外光源等に加え、hyperfluorescence型EL(Adachi *et al.*, 2014)等様々な応用が可能となる(図1)。hyperfluorescenceは電界励起したTADF分子から蛍光分子への共鳴エネルギー移動を経由して蛍光分子から発光を得る方法であり、 S_1 準位の高い紫外TADF分子を励起子源として可視蛍光分子と組み合わせると、可視光全領域をカバーする広帯域ELが可能である。このように紫外TADF分子には幅広い応用が期待されるが報告例がほとんど無く、さらに既報の紫外TADF分子は可視光(紫・青)も同時に発光するため、純粋な紫外発光TADF分子は知られていない。TADF分子はカルバゾール等のドナー(D)とピリジン等のアクセプター(A)を連結したD-A構造で構成され、D-A間の分子内電荷移動状態から蛍光発光する。そのため発光が長波長化する傾向にあり、可視TADF分子に比べ短波長領域となる紫外TADF分子の例は圧倒的に少ない。さらに現行の紫外ELは発光効率が可視TADF-ELの1/2~1/3程度と実用レベルには程遠く、紫外TADF分子の発光効率向上を実現するための分子設計を明確化する必要があった。

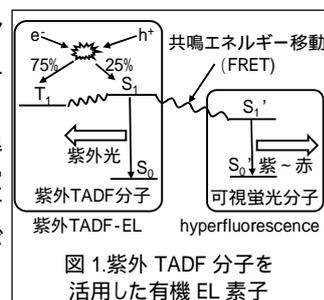


図1 紫外TADF分子を活用した有機EL素子

2. 研究の目的

本研究では、ホウ素を組み込んだラダー型共役分子であるラダー型オキサボリンを用いた紫外TADF分子を開発し、紫外TADF-EL素子やhyperfluorescence型可視EL素子への応用を目指した。本研究は紫外有機EL技術を深化させるものであり、本研究の成果はディスプレイや照明のみならず、光硬化や情報記録等の産業用の紫外光源へ応用できると考えた。

研究代表者はラダー型ヘテロポリンの合成と蛍光特性を報告して以来(Org. Lett. 2005等)ラダー型ヘテロポリン構造を活用した発光分子の研究を行っている(解説:有機合成化学協会誌, 2013)。研究開始の直前には、ラダー型ヘテロポリンを活用したTADF分子の研究をTADF-EL分野で先駆的な業績を挙げている九州大学の安田教授との共同で行っており、青色TADF分子の合成とEL評価を完了した(図2、ACS Mater. Lett. 2020)。特にラダー型オキサボリンTADF分子は、既存のTADF分子中最短の発光寿命と高輝度領域でのロールオフ抑制効果を示し、ラダー型オキサボリンがTADF-ELの問題点であった T_1 励起子の長寿命化の抑制に有効であることを見出した。これらの成果から、ラダー型オキサボリン構造を活用した高効率近

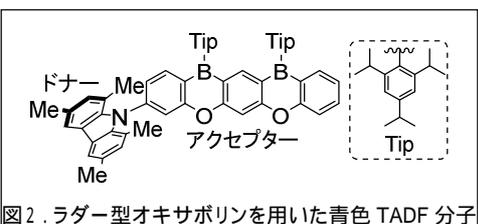


図2. ラダー型オキサボリンを用いた青色TADF分子

紫外TADF分子の開発を着想した。目的の紫外TADF分子を得るため、前述のTADF特性を持つラダ

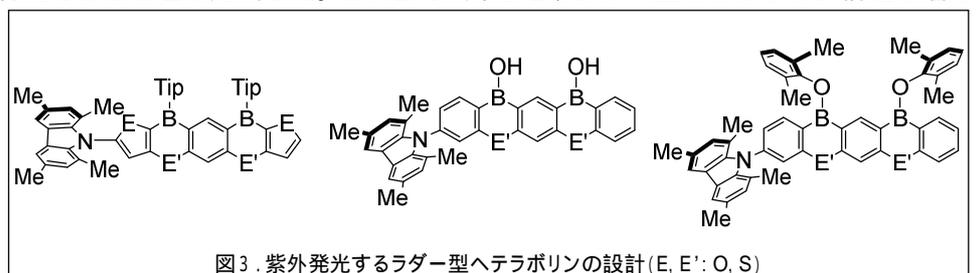


図3. 紫外発光するラダー型ヘテロポリンの設計(E, E': O, S)

一型ヘテラポリンを基に、HOMO-LUMO エネルギーギャップを拡大することで発光波長を紫外領域にシフトさせることとした(図3)。具体的には、ラダー型ヘテラポリン発光体のベンゼン環部分をフランやチオフェンなどのヘテロ環に変更することとした。またホウ素上置換基を炭化水素基からヒドロキシ基アルコキシ基等の酸素置換基に変更することで HOMO-LUMO エネルギーギャップを拡大できる。そこでホウ素上に酸素置換基を導入したラダー型ヘテラポリンについても合成検討することとした。合成したラダー型ヘテラポリン化合物の発光特性を評価し、良好な TADF 特性を持つ分子が得られれば、TADF-EL への応用を行い、さらに hyperfluorescence 型マルチカラー有機 EL の励起子源への展開も視野に入れ検討した。

3. 研究の方法

(1) ホウ素原子上に酸素置換基を持つジベンゾヘテラポリンの合成

図3に示したホウ素原子状にヒドロキシ基またはフェノキシ基を持つラダー型ヘテラポリンの合成に先立って、その原型となるジベンゾヘテラポリンの合成と物性調査を行うこととした。種々検討を行ったが、ヒドロキシ基を持つドナー・アクセプター型ジベンゾヘテラポリン(図4(1))は安定性が低く、

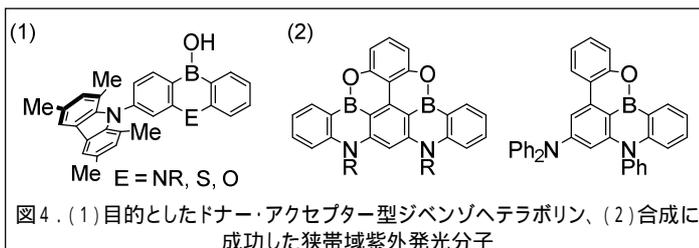


図4. (1)目的としたドナー・アクセプター型ジベンゾヘテラポリン、(2)合成に成功した狭帯域紫外発光分子

合成単離には至らなかった。この不安定性は B-OH 部位が加水分解しやすいことにあると考え、縮環構造に B-O 結合を埋め込んだ化合物(図4(2))の合成を検討した。これらの多環ホウ素化合物は空気・水に安定であり、近紫外領域に狭帯域蛍光発光を示した。S-T エネルギーギャップが大きく TADF 特性が得られなかったため、現在、三重項状態を不安定化するための分子設計の探索を進めている。また得られた発光分子は既存の紫外発光体に比して振動構造に起因した発光の広帯域化が抑制されており、鋭い発光を示したことから紫外有機 EL 用の蛍光発光体として好適と考えられる。こちらについても有機 EL への応用を検討中である。なお、ヒドロキシ基またはフェノキシ基をホウ素原子上に持つラダー型ヘテラポリンについても合成を検討したが、原型であるジベンゾヘテラポリンの場合と同様に安定性が低く、目的のラダー型ヘテラポリンを得ることはできなかった。

(2) ドナー・アクセプター構造を持つジチエノチアポリンの二重発光挙動

図3のチオフェンやフラン構造を持つラダー型ヘテラポリン合成に先立って、ドナー部位としてアミノ基を導入したジチエノチアポリンを合成し、それらの光学的性質を調査した。図5に示す種々のアミノ基を持つジチエノチアポリンを合成したところ、フェノチアジン部位を導入した場合に、青緑光と橙色光の二重発光を示すことを見出した。溶媒極性の増大、温度上昇、および溶媒粘度の低下に伴って橙色光の相対強度が増加したことから、この二重発光挙動はドナーであるフェノチアジン部位と、アクセプターであるジチエノチアポリン部位とのねじれに起因した twisted intramolecular charge transfer(TICT)に起因したものと考えられた。二重発光のうち長波長側の発光が TICT 状態由来であることは、時間依存密度汎関数理論(Time-dependent density functional theory, TD-DFT)計算で確かめた。

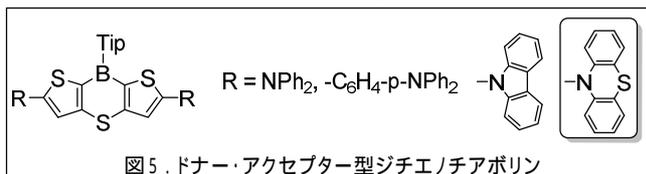


図5. ドナー・アクセプター型ジチエノチアポリン

4. 研究成果

当初目的としていたラダー型ヘテラポリン化合物(図3)を得るには至らなかったが、その検討の中で3-(1)に記載したように B-O 結合を多重縮環構造に埋め込んだ有機ホウ素化合物の合成法を見出すことができた。これらの化合物は狭帯域紫外発光を示し、発光量子収率も良好であったことから、紫外有機 EL 発光体としての性能評価を進めている。またこれらの化合物を基に TADF 特性を有する紫外 TADF 分子の開発も進行中である。研究背景に記載したように狭帯域発光と高発光量子収率を両立した紫外発光分子の例は今でも限られており、今回開発した紫外発光性有機ホウ素化合物は紫外有機 EL の性能向上へつながるものと期待できる。また3-(2)に記した二重発光性ジチエノチアポリンは、他の TICT 型二重発光分子に比して色変化が顕著であり、温度、極性、粘度といった環境変化を鋭敏に検出評価することが出来る。今後は発光効率をさらに高めることで環境センサーとしての展開をはかっていく予定である。

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 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hisa Tatsuro, Kanno Yasunori, Shirai Tomohiro, Oshiki Toshiyuki, Mizuhata Yoshiyuki, Tokitoh Norihiro, Fukumoto Hiroki, Agou Tomohiro	4. 巻 265
2. 論文標題 Synthesis and characterization of a polystyrene-type polymer bearing a cyclic perfluoroalkylene group	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 125588 ~ 125588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2022.125588	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 Tsukada Hiroto, Hisa Tatsuro, Shirai Tomohiro, Oshiki Toshiyuki, Mizuhata Yoshiyuki, Tokitoh Norihiro, Fukumoto Hiroki, Agou Tomohiro	4. 巻 261-262
2. 論文標題 Synthesis of perfluoroalkylene-vinylene-arylene copolymers via the Mizoroki-Heck co-polymerization of 1,4-divinylperfluorobutane and 1,6-divinylperfluorohexane with dihalogenated arylene monomers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fluorine Chemistry	6. 最初と最後の頁 110033 ~ 110033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jfluchem.2022.110033	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 Yamada Shigeyuki, Kataoka Mitsuki, Yoshida Keigo, Nagata Masakazu, Agou Tomohiro, Fukumoto Hiroki, Konno Tsutomu	4. 巻 261-262
2. 論文標題 Photophysical and thermophysical behavior of D- -A-type fluorinated diphenylacetylenes bearing an alkoxy and an ethoxycarbonyl group at both longitudinal molecular terminals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fluorine Chemistry	6. 最初と最後の頁 110032 ~ 110032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jfluchem.2022.110032	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 Nakamura Marika, Hyakutake Risa, Morisako Shogo, Sasamori Takahiro, Mizuhata Yoshiyuki, Tokitoh Norihiro, Nakashima Kouichi, Fukumoto Hiroki, Agou Tomohiro	4. 巻 51
2. 論文標題 Boron complexes of -extended nitroxide ligands exhibiting three-state redox processes and near-infrared-II (NIR-II) absorption properties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 13675 ~ 13680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2DT02545K	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 Ohsato Haruka, Morita Masato, Yamada Shigeyuki, Agou Tomohiro, Fukumoto Hiroki, Konno Tsutomu	4. 巻 7
2. 論文標題 Aggregation-induced enhanced fluorescence by hydrogen bonding in π -conjugated tricyclics with a CF ₂ CF ₂ -containing cyclohexa-1,3-diene skeleton	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Molecular Systems Design & Engineering	6. 最初と最後の頁 1129 ~ 1137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2ME00055E	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 Funabiki Kazumasa, Yamada Kengo, Arisawa Yuta, Watanabe Arina, Agou Tomohiro, Kubota Yasuhiro, Inuzuka Toshiyasu, Miwa Yohei, Udagawa Taro, Kutsumizu Shoichi	4. 巻 87
2. 論文標題 Design, Regioselective Synthesis, and Photophysical Properties of Perfluoronaphthalene-Based Donor/Acceptor/Donor Fluorescent Dyes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 11751 ~ 11765
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c01446	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 Kondo Masaru, Agou Tomohiro	4. 巻 58
2. 論文標題 Catalytic aerobic photooxidation of triarylphosphines using dibenzo-fused 1,4-azaborines	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 5001 ~ 5004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC00782G	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 Yamazaki Takashi, Iida Minato, Kawasaki-Takasuka Tomoko, Agou Tomohiro	4. 巻 257-258
2. 論文標題 Regio- as well as stereoselective epoxide ring opening reactions using 3,3,3-trifluoroprop-1-yne	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fluorine Chemistry	6. 最初と最後の頁 109971 ~ 109971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jfluchem.2022.109971	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 Shirai Tomohiro, Yamauchi Satoshi, Kikuchi Hikari, Fukumoto Hiroki, Tsukada Hiroto, Agou Tomohiro	4. 巻 577
2. 論文標題 Synthesis, characterization, and formation of self-assembled monolayers of a phosphonic acid bearing a vinylene-bridged fluoroalkyl chain	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 151959 ~ 151959
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2021.151959	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 Fukumoto Hiroki, Shiitsuka Kazuki, Yamada Keisuke, Yamada Shigeyuki, Konno Tsutomu, Kubota Toshio, Agou Tomohiro	4. 巻 71
2. 論文標題 Synthesis and photoluminescence properties of fluorine containing poly(phenylene vinylene) bearing hexafluorocyclopentene fused phenanthrene unit	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer International	6. 最初と最後の頁 117 ~ 123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pi.6291	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 Komatsuzaki Hidehito, Ohira Kazunari, Tadokoro Shun, Yamasaki Yuta, Oouchi Hitomi, Satoh Minoru, Agou Tomohiro, Tanaka Yuya, Akita Munetaka, Nakazawa Jun, Hikichi Shiro	4. 巻 527
2. 論文標題 Synthesis, structural characterization, and reactivity of a dinuclear cobalt(II) (μ -hydroxo)(μ -pyrazolato) complex based on a hydrotris(pyrazolyl)borate ligand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganica Chimica Acta	6. 最初と最後の頁 120533 ~ 120533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ica.2021.120533	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 Nagata Masakazu, Min Hyukgi, Watanabe Erika, Fukumoto Hiroki, Mizuhata Yoshiyuki, Tokitoh Norihiro, Agou Tomohiro, Yasuda Takuma	4. 巻 60
2. 論文標題 Fused Nonacyclic Multi Resonance Delayed Fluorescence Emitter Based on Ladder Thiaborin Exhibiting Narrowband Sky Blue Emission with Accelerated Reverse Intersystem Crossing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 20280 ~ 20285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202108283	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 Yang Peiyuan, Nagata Masakazu, Fukumoto Hiroki, Nakashima Kouichi, Yasuda Takuma, Agou Tomohiro	4. 巻 97
2. 論文標題 Synthesis and optical properties of tris(2,4,6-trichlorophenyl)methyl-type luminescent radicals bearing multiple carbazole substituents	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	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) 10.1093/bulcsj/u0ae045	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 Agou Tomohiro, Kuroiwa Shunsuke, Fukumoto Hiroki, Nabeshima Tatsuya	4. 巻 60
2. 論文標題 Synthesis and optical properties of antimony(<scp>v</scp>) complexes of a trianionic N₂-type tetradentate dipyrin ligand	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 4557 ~ 4560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D4CC00630E	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 Ikemura Ayano, Karuo Yukiko, Uehashi Yuki, Agou Tomohiro, Ebihara Masahiro, Kubota Yasuhiro, Inuzuka Toshiyasu, Omote Masaaki, Funabiki Kazumasa	4. 巻 9
2. 論文標題 3-Perfluoroalkylated fluorescent coumarin dyes: rational molecular design and photophysical properties	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Molecular Systems Design & Engineering	6. 最初と最後の頁 332 ~ 344
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D4Me00006D	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 Agou Tomohiro, Hayama Shota, Takano Naoya, Yamada Shigeyuki, Konno Tsutomu, Oshiki Toshiyuki, Komatsuzaki Hidehito, Fukumoto Hiroki	4. 巻 97
2. 論文標題 Synthesis and optical properties of dithieno-1,4-thiaborins bearing electron-donating amino groups	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	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) 10.1093/bulcsj/u0ae014	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5件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吾郷友宏
2. 発表標題 ホウ素の特徴を活かした光機能性分子の開発
3. 学会等名 相模中央化学研究所第7回材料相模セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 葉山翔太、吾郷友宏、福元博基
2. 発表標題 ドナー・アクセプター・ドナー型ジチエノチアポリンの合成と性質
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吾郷友宏
2. 発表標題 ホウ素の特徴を活かした光機能性分子の開発研究
3. 学会等名 第95回大阪公立大学白鷺セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吾郷友宏
2. 発表標題 含ホウ素ナノグラフェン構造を活かした熱活性化遅延蛍光発光体の開発
3. 学会等名 S メンブレン第 2 回若手教員交流会・生体分子化学 勉強会 合同 講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吾郷友宏
2. 発表標題 ラダー型ヘテラポリン構造を活用した青色TADF発光体の開発
3. 学会等名 第386回蛍光体同学会講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 パーフルオロアルキレン基を有する芳香族化合物の製造方法	発明者 吾郷友宏、馬場智也、井上大輔	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-216689	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 含フッ素スチレン誘導体及びその重合体並びにその製造方法	発明者 吾郷友宏、福元博基、菅野康徳、比佐達郎、白井智大	権利者 東ソー・ファインケム株式会社
産業財産権の種類、番号 特許、P2022-137478A	取得年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 含フッ素重合体及びその製造方法	発明者 吾郷友宏、福元博基、塚田大翔、白井智大	権利者 東ソー・ファインケム株式会社
産業財産権の種類、番号 特許、P2022-135908A	取得年 2022年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	安田 琢磨 (Yasuda Takuma) (00401175)	九州大学・高等研究院・教授 (17102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------