

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05261

研究課題名(和文) ホウ素 電子系の化学：平面固定化により拓く新機能

研究課題名(英文) Chemistry of Boron-Containing pi-Electron Materials

研究代表者

山口 茂弘 (Yamaguchi, Shigehiro)

名古屋大学・物質科学国際研究センター(WPI)・教授

研究者番号：60260618

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 151,390,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多様な典型元素の中でもホウ素に着目し、ホウ素の特性の活用により秀逸な光電子機能性分子の創製に取り組んだ。これまでに、トリアリールボラン骨格の平面への構造固定化により、立体保護が無くても安定化できることを示してきた。本研究ではこの設計指針をさらに一段進め、近赤外蛍光材料の開発や発光性ラジカルの有用性の実証を行った。平面固定ホウ素 電子系とLewis塩基との錯形成を基底/励起状態の両面で詳細に理解し、精密超分子重合の達成や、蛍光特性の環境応答性の付与へと発展させた。さらに、ホウ素 電子系の蛍光イメージングへの応用に向けた構造物性相関の解明も行い、水媒体中での会合挙動の制御も達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物質の特性・機能を決める特定元素の役割を理解し、有効活用することは物質科学の根源であり、挑戦し続けるべき課題である。本研究では、構造固定化の概念を分子設計指針に据え、ホウ素を含む一連の機能性材料の開発を達成した。秀逸な近赤外蛍光材料の開発やホウ素安定化ラジカルの有機発光性材料としての有用性を実証しただけでなく、ホウ素のLewis酸性を活用した分子の集合化の制御の仕方や、蛍光イメージングなどの生物学ツールとしての潜在性を示し、機能性材料を指向した有機ホウ素化学ひいては典型元素化学に重要な方向性を示した。

研究成果の概要(英文)：Among various main-group elements, boron is particularly a useful element to create pi-conjugated skeletons with unusual electronic structures. In this study, we developed various types of optoelectronic functional molecules by pursuing the characteristic features of boron. So far, we have shown that the triarylborane skeleton can be stabilized without steric protection by constraining the structure in a planar fashion. By taking this design strategy one-step further, we developed near-infrared fluorescent materials and luminescent stable organic radicals. We also in-depth studied the complex formation between the planarized boron-containing pi-electron systems and Lewis bases in both ground and excited states, and achieved controlling over the supramolecular polymerization processes. Furthermore, we applied the boron pi-electron systems to organic electroluminescent devices and fluorescence imaging to demonstrate their potential utilities in these aspects.

研究分野：有機元素化学

キーワード：ホウ素 電子系 近赤外蛍光 超分子ポリマー ラジカル Lewis酸性 有機EL 蛍光イメージング

1. 研究開始当初の背景

物質の特性・機能を定める特定元素の役割を理解し、有効活用することは、物質科学の根源であり、挑戦し続けるべき課題である。元素の特性の利活用により、真に秀逸な特性をもつ機能性分子を一つでも創出できれば、それをもとに物質機能、ひいては技術につながり、社会や科学の進歩に貢献できる。この観点で、多様な元素の中でも興味深いのがホウ素である。ホウ素の一番の特長は空の p 軌道に由来した電子欠損性であろう。ホウ素の π 共役骨格への導入により、電子受容性を付与できる。一般にホウ素化合物は、Lewis 酸性が高く不安定であり、安定な材料として用いるにはかさ高い置換基によるホウ素の立体保護がなされてきた。しかし、置換基のかさ高さは、分子間相互作用を阻害し、光・電子機能材料としての有用性を損なってしまう。これに対し、2012年、我々は、トリアリールボラン骨格を「平面」に「固定化」することにより、十分に安定化できることを世界に先駆けて報告した。この設計指針は広く受け入れられ、国内外の有力なグループが参画し、開発競争は俄に激化した。ホウ素ドーブグラフェンのモデル研究と捉え展開してきたこれまでの研究を踏まえ、ホウ素の構造固定化をもとにした新たな物質機能の獲得に本研究では取り組んだ。

2. 研究の目的

まず本研究で狙ったのは、近赤外蛍光特性などの特異な光物性をもつ分子系の創出である。近赤外領域で吸収・発光をもつ分子は、近赤外光の高い生体透過性から、深部まで可視化できる蛍光イメージングや、近赤外発光デバイスの実現をもとにしたヘルスケア関連技術など、多彩な応用が期待できる。ホウ素 π 共役骨格を電子受容性部位 (acceptor, A) として用い、電子供与性部位 (donor, D) と組み合わせることで、この物性の獲得に挑んだ。ホウ素を含む D- π -A 型分子の有用性として、高極性環境においても蛍光量子収率が極度に低下しないことが挙げられる。この特性の活用により、高輝度近赤外蛍光の獲得を目指した。また、ホウ素の導入により極度に安定化した平面 π ラジカルの機能として発光特性の追求にも取り組んだ。

次に、上記で得たホウ素 π 電子系の特性を機能につなげるために、自己集合化能の付与に挑んだ。平面ホウ素 π 電子系の特長は、平面構造であるが故に、凝集状態で π スタック構造をとり得ること、そして、平面 π 骨格に組み込まれたホウ素であるが故に、高い Lewis 酸性をもち、ピリジンなどの弱い Lewis 塩基とも錯形成が可能なことである。この両方の特性を組み合わせることにより、平面 π 電子系の自己集合化を制御し、精密超分子重合へと展開した。

本研究の実現の鍵は、ホウ素まわりの立体構造と電子効果の絶妙なバランスに基づいた精緻な分子デザインである。平面ホウ素 π 電子系の化学を世界に先駆けて展開し、蓄積してきた知見を基盤に、機能を目指した典型元素化学と超分子化学の融合分野を開拓し、有機エレクトロニクスや生命科学研究への貢献を目指した。

3. 研究の方法

本研究は、次の5段階により推進した。

【分子設計・量子化学計算】本研究で肝になるのは独創的かつ合理的な分子設計である。発光分子の設計では、励起状態の予測が重要である。励起状態での構造最適化による蛍光波長の予測を基に設計を進めた。

【合成・光物性評価】平面固定ホウ素 π 共役骨格の合成では、これまでに確立してきた Friedel-Crafts 型の二重環化による合成に加え、求電子的 C-H ホウ素化や、トリリチオ化前駆体からの合成法を駆使することで、一連の新しいホウ素 π 骨格の合成を達成した。得られた骨格に対して、C-H 結合直接変換を基にした後期修飾を行い、一連の π 拡張体への変換についても検討した。

【超分子化学的検討】 π 電子系の発光特性や電荷輸送などの機能開拓において、分子配向や自己集合の制御は重要な役割を担う。この観点において、会合体の種(たね)の添加により超分子ポリマーの生成を速度論的に制御する精密超分子重合を駆使した π 電子系の集積化に取り組んだ。

【有機エレクトロニクスへの展開】本研究の一つの方向性は、有機エレクトロニクスへの応用可能性の追求である。特に、ホウ素安定化ラジカルの優れた発光性に焦点を当て、有機 EL 素子の新しいカテゴリーの材料としての潜在性の検討を進めた。

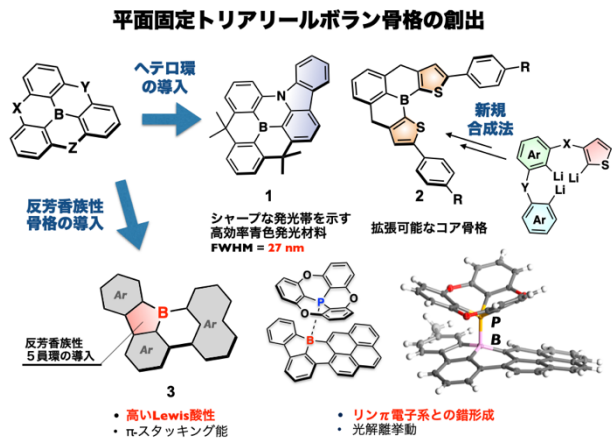
【バイオイメージングへの展開】もう一つの方向性が、バイオイメージングへの活用に向けた蛍光分子の造り込みである。本研究でも、ホウ素を含む蛍光体の細胞染色剤としての潜在性の検討を進めた。また、これまでの研究で蓄積してきた超分子重合のノウハウを基に、ホウ素 π 電子系の水媒体中での集積化の評価を進めた。

4. 研究成果

本研究の主要な成果は以下の5点にまとめられる。

(1) ホウ素 π 電子系のコア骨格の創出と基礎物性の評価

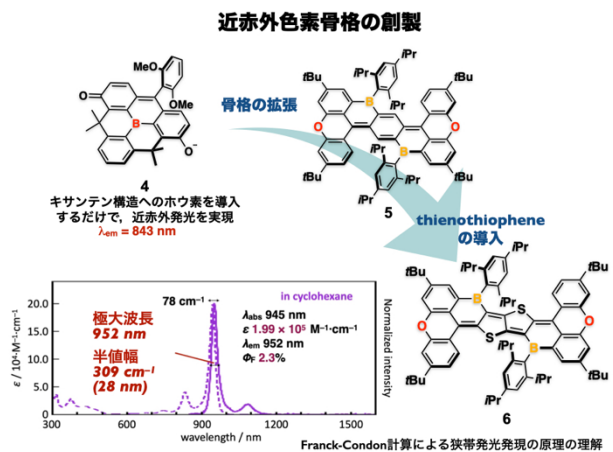
トリアリールボラン骨格の平面固定化により、安定化とともに有効な π 共役の拡張を実現できる。そこでまず、素性の良いコア骨格の創出に取り組んだ。これまでの平面ホウ素 π 電子系の大半は、6員環骨格からなる多環芳香族炭化水素(PAH)骨格にホウ素を導入したものであったのに対し、我々は、より魅力ある π 骨格を創る方策として、ヘテロ環を導入した新骨格の創出に挑んだ。含窒素5員環を含むカルバゾールと組み合わせた **1** は、振電カップリングの寄与の小さい幅の狭い蛍光帯を示し、色純度の高い青色発光色素骨格としての潜在性を示した。また、チエニル基を導入したトリアリールボランの合成にも取り組み、トリリチオ化物を鍵前駆体に用いた合成法の開発により、**2** の合成にも成功した。これは、2ヶ所で架橋した部分架橋体にもかかわらず十分な安定性を有しており、チオフェン環の後期修飾による拡張 π 電子系への変換により、コア骨格としての有用性を示した。さらに、芳香環だけでなく、反芳香族性のボロール環を組み込んだPAH骨格の合成にも取り組んだ。ハロゲン化ターアリールからの BBr_2 基の導入と続く求電子的CHホウ素化により、含ボロールPAH分子 **3** の合成を達成した。この分子は、ボロール環の反芳香族性を反映し高いLewis酸性を示し、弱いLewis塩基であるリン π 電子系とのLewis錯体の形成も可能であった。



(2) ホウ素 π 電子系の物性の追求

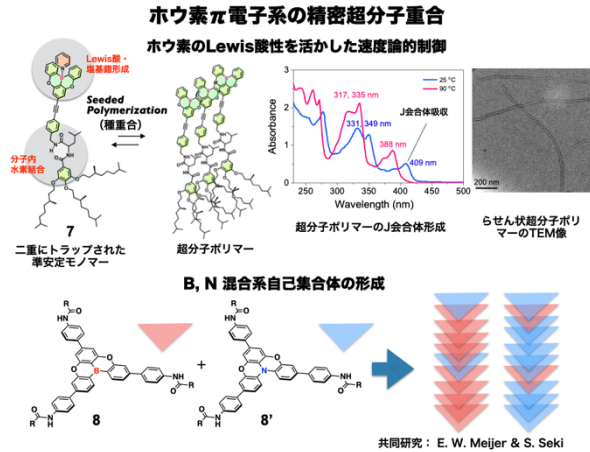
炭素のみからなる PAH と比較して、ホウ素 π 電子系を差別化できる点は、ホウ素の Lewis 酸性を利用した機能付与の可能性である。我々はこれまでにこの設計戦略により、二重蛍光性の付与や、サーモクロミズムの実現、難溶性 π 電子系の塗布薄膜形成などを達成してきた。しかし、Lewis 酸性を支配する要因には、電子的、立体的要因が含まれ、その高さを予測することは難しい。そこで本研究では、ホウ素の Lewis 酸性のより定量的な理解を目的に、ホウ素 π 電子系と弱い Lewis 塩基であるピリジンとの錯形成に焦点を当て、その平衡定数を精度高く予測する手法の確立に取り組んだ。さらに、励起状態での Lewis 酸性にも着目し、平面固定トリアリールボラン-ピリジン錯体の二重蛍光特性の発現を支配する要因の解明にも取り組んだ。励起状態の全貌の理解により、光解離をし得る平面ホウ素 π 電子系の合理的設計が可能になった。

ホウ素 π 電子系で実現する特異な物性として近赤外特性の獲得にも挑んだ。吸収・発光を近赤外領域にもつ分子は、近赤外光の高い生体透過性から、蛍光イメージングや近赤外発光デバイスなど、多彩な応用が期待できる。この特性の実現のための設計指針の一つが、ポリメチン型構造へのホウ素の組み込みである。この観点から、平面ホウ素 π 骨格をキサテン色素に組み込んだ **4** を合成した。得られた化合物は、フルオレセイン型色素にもかかわらず、800 nm を超える波長に蛍光を示し、また、ホウ素のLewis酸性を反映し、塩基に対して多段階応答を示した。この骨格のさらなる修飾として、ホウ素キサテン骨格を二倍に拡張したジボラペンタセン **5**、さらには中央のベンゼン環をチエノチオフェンに置換した同族体 **6** を合成した。**6** は、952 nm という長波長に、半値幅 28 nm (309 cm^{-1}) の狭帯発光を示した。希土類の発光を彷彿させる発光を、希少金属を使わずに実現したといえる。この特異な発光特性の起源を解明すべく、Franck-Condon 計算を行い、高周波のみならず低周波振電カップリングの抑制が重要であることを明らかにした。近赤外狭帯発光体の重要な設計指針を与える知見である。



(3) ホウ素 π 電子系からなる超分子ポリマーの創製

ホウ素 π 電子系の平面固定化の魅力の一つは、 π スタック構造をとれることである。これは、プロペラ型のトリアリールボランでは不可能な特性であり、上述の平面構造が故の高いLewis酸性の活用と組み合わせることにより、新たな機能の開拓につながる。この可能性の追求の第一段階として、ホウ素 π 電子系からなる超分子ポリマーの種重合に取り組んだ。会合不活性な準安定状態のモノマーに、超分子ポリマーの断片(種, タネ)を添加することで、超分子ポリマーの長さ分布を制御できる。鍵は準安定状態の設計であり、自発的な会合の抑制部位としてジアミド骨格を導入したホウ素 π 電子系 **7** を合成した。非極性溶媒中、**7** はらせん状の一次元集合体を形成し、J会合体様のスタック構造をとり、単分散状態よりも長波長に新たな吸収・発光帯を示した。その重合過程は、種の添加により制御でき、特に、ジアミド部位の分子内水素結合による折り畳み構造の形成だけでなく、ピリジンの添加によるホウ素部位とのLewis錯体の形成により、二重に抑制された準安定状態の形成が可能であった。このホウ素のLewis酸性の活用より、1 mMという高濃度条件でも精密超分子重合が可能となった。超分子ポリマーをいかに材料として使っていくかがこの分野の課題であり、超分子ポリマーを用いた薄膜形成がその第一歩となる。本成果は、その方策を示す結果といえる。

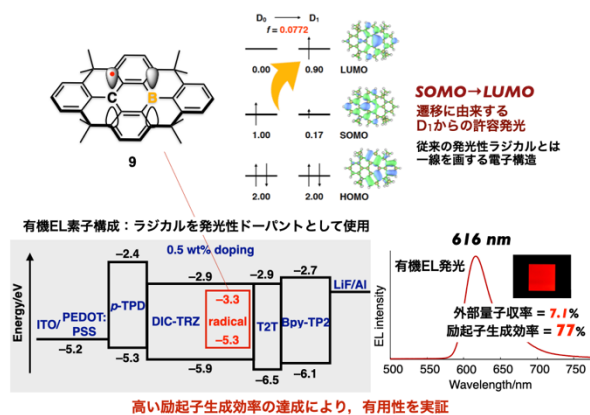


ホウ素 π 電子系の自己集合体形成のもう一つの標的として、同じ形をもつ平面固定トリアリールアミン π 電子系との交互/ブロック超分子共重合体の形成にも挑戦した。交互積層体では強誘電性の発現が、ブロック積層体では安定なエキシトン形成などが期待できる。これらの可能性を、3つのアミド部位を導入したトリフェニルボラン/アミン誘導体**8/8'**を用いて検討し、超分子共重合体の形成にも成功した。得られた構造体は、ボラン/アミンの界面からのCPLエキシプレックス発光を示した。

(4) ホウ素 π 電子系の有機エレクトロニクスへの展開

上記の取り組みにより、有機エレクトロニクスへの応用の観点でも有用な π 骨格をいくつか生み出してきた。例えば、平面固定カルバゾリルボラン **1** は、BNドープ構造を一ヶ所しか含まないにもかかわらず、狭帯青色発光を伴ったTADF発光を示し、有機EL素子への応用が可能であった。なかでも重要な成果は、ホウ素安定化 π ラジカルを用いた有機EL素子の作製である。

ホウ素安定化ラジカルの発光性の解明と有機エレクトロニクス応用

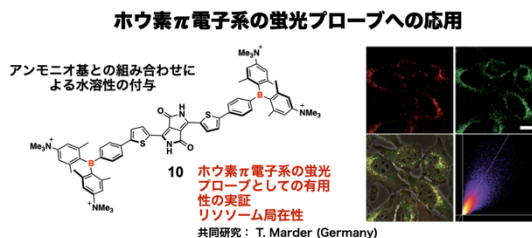


平面固定化したトリフェニルメチルラジカルは、比較的安定であるが、依然十分でない。これに対し我々は、ホウ素をラジカル中心の遠隔位に導入するだけで極度に安定化でき、得られる π ラジカル **9** が、結晶中で両極性の電荷輸送能をもつことを明らかにしている。今回、このラジカルが強い赤色蛍光を示すことに焦点を当て、高精度量子化学計算と、構造物性相関の検討によりその起源と修飾の可能性を明らかにした。また、ホウ素まわりの構造修飾により、安定性の向上にも成功した。両極性電荷輸送特性と赤色発光を併せもつことに着目し、有機ELへの応用について検討した。可視領域の有機ELは実用化されているが、近赤外領域の有機ELは依然手付かずである。その候補として俄かに脚光を浴びているのが発光性 π ラジカルである。電流励起により生じる π ラジカルの励起二重項状態からの発光は遷移許容となり、理論上100%の発光効率を実現できる。 π ラジカル **9** を発光性ドーパントとして使い、電子構造のバランスのとれた一連の材料と組み合わせた素子作製を塗布プロセスにより素子作製を行い、励起子生成効率77%を達成し、ホウ素安定化 π ラジカルが有用な発光層として機能することを実証した。

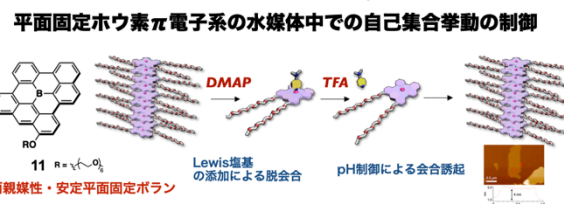
(5) ホウ素 π 電子系のバイオイメージングへの展開

蛍光イメージングへの応用を考えた場合、ホウ素 π 電子系の魅力は、D- π -A型構造の形成に

より蛍光の環境応答性と2光子励起特性を付与できる点である。特に、極性媒体中でも高い蛍光量子収率を保持できる点は、他のD- π -A型 π 電子系と比した優位性であり、また、後者の2光子特性は、*in vivo*イメージングにおいて重要な特性となる。一方で、ホウ素 π 電子系を水媒体中で用いる際には、その化学的安定性と疎水性の高さが難点となる。今回、疎水的なホウ素 π 電子系に水溶性をもたせる方策として4級アンモニオ基の導入に着目し、この置換基を導入した一連のホウ素 π 電子系（例えば、**10**）の細胞中での挙動とイメージング特性について検討した。両末端にジアリールボ



リル基を導入したA- π -A型分子において、4つのアンモニオ基を導入した際の水溶液中での化学的安定性や細胞中でのリソソーム局在性に及ぼす効果や、 π スパーサの適切な選択によるA-D-A型構造における2光子励起特性と2光子イメージングへの応用可能性、D- π -A型双極性および八極性分子におけるポリカチオン構造の及ぼす効果を明らかにした。これらの知見は、今後の平面ホウ素 π 電子系の生物化学的応用の基盤となるものである。



本研究では、含ホウ素蛍光色素のイメージングへの応用からさらに一歩進めた機能付与の可能性として、細胞内でのホウ素 π 電子系の自己集合化の実現を指向し、親水性置換基を導入した平面ボラン π 電子系の創製にも挑戦した。水中でも安定なホウ素 π 電子系として、完全に縮環した構造をもつ分子系の合成に取り組んだ。アントリル置換前駆体からの脱水素縮環反応により一連の化合物**11**の合成を達成し、それらが、DMSOを含む水媒体中で自己集合化すること、さらには、得られる集合体の脱重合/再重合をDMAPの添加およびpHの調整により制御できることを明らかにした。今後のホウ素 π 電子系の生物学的応用を検討する上で重要な知見といえる。

【本研究成果の位置付け・インパクト・展望】

平面固定トリアリールボランは、2012年の我々の初めての報告以来、典型元素を含む機能性材料の有望な骨格として大きな関心を集めている。その中で、本研究で得られた重要な知見は以下のようにまとめられる。

- 1) ヘテロ環および反芳香族環を組み込んだ平面ホウ素 π 電子系の合成法の確立
- 2) 平面ホウ素 π 電子系の基底状態および励起状態におけるLewis酸性の理解
- 3) 近赤外狭帯発光を示す平面ホウ素 π 電子系の設計指針の提案
- 4) 平面ホウ素 π 電子系を用いた超分子ポリマーの形成と精密超分子重合の達成
- 5) 有機発光素子における発光性ホウ素安定化ラジカルの有用性の実証
- 6) ホウ素 π 電子系の蛍光イメージングへの有用性の実証と水媒体中での会合体形成の達成

これらの成果は、機能性材料を指向した有機ホウ素化学やひいては典型元素化学に重要な方向性と分子設計指針をもたらす結果であると位置付けられる。

【当初に予見していなかった新たな展開等によって得られた研究成果】

トリアリールボランをコア骨格とした機能性 π 電子系の開発における優位性として、構造修飾の多様性が挙げられる。三つのアリール基に異なる役割をもたせることにより、多彩な機能を付与できる。我々は、化学的な安定化の付与には、かさ高い置換基を少なくとも一つ導入すれば良いことを示した。また、スパーサーユニットにジチエニルホスホールオキシドを導入したD-A-A型分子を創ることで良好な近赤外発光を実現でき、バイオイメージングへの応用が可能なことも示した。また、本研究の基本概念である「構造固定による安定化」の考えを広義に捉えることにより、ストラップ鎖で緩やかに構造固定したD- π -A型分子の創製へと展開した。ストラップ鎖としてアルケニル鎖を導入することにより、オレフィンとホウ素との間に相互作用をもたせることができ、この相互作用を活用したfrustrated Lewis-pair (FLP)型の反応により、従来のかさ高いアリール基で立体保護したトリアリールボランでは実現できないかさ高いLewis塩基との錯形成が可能であることを示した。さらには、本研究で精力的に検討を進めてきたホウ素と弱いLewis塩基との錯形成からの光解離挙動を、トリアリールボランの機能化の観点から展開することにより、媒体の極性、温度、粘度といった多重の環境応答性を示す蛍光分子の合成も達成し、単分子白色発光も達成した。これらの成果は、ホウ素のLewis酸性を活用した機能付与の考え方を大幅に広げる成果と位置付けられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件/うち国際共著 9件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kawashiro Midori, Mori Tatsuya, Ito Masato, Ando Naoki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 62
2. 論文標題 Photodissociative Modules that Control Dual Emission Properties in Donor- -Acceptor Organoborane Fluorophores	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202303725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202303725	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 Bae Jaehyun, Sakai Mika, Tsuchiya Youichi, Ando Naoki, Chen Xian-Kai, Nguyen Thanh Ba, Chan Chin-Yiu, Lee Yi-Ting, Auffray Morgan, Nakanotani Hajime, Yamaguchi Shigehiro, Adachi Chihaya	4. 巻 10
2. 論文標題 Multiple resonance type thermally activated delayed fluorescence by dibenzo [1,4] azaborine derivatives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Chemistry	6. 最初と最後の頁 990918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2022.990918	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 Oshimizu Ryo, Ando Naoki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 61
2. 論文標題 Olefin-Borane Interactions in Donor- -Acceptor Fluorophores that Undergo Frustrated-Lewis-Pair-Type Reactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202209394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202209394	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 Sakai Mika, Mori Masayoshi, Hirai Masato, Ando Naoki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 28
2. 論文標題 Planarized Phenylidithienylboranes: Effects of the Bridging Moieties and Extension on the Photophysical Properties and Lewis Acidity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry-A European Journal	6. 最初と最後の頁 e202200728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202200728	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 Ito Masato, Shirai Shusuke, Xie Yongfa, Kushida Tomokatsu, Ando Naoki, Soutome Hiroki, Fujimoto Kazuhiro J., Yanai Takeshi, Tabata Kenichi, Miyata Yasuo, Kita Hiroshi, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 61
2. 論文標題 Fluorescent Organic Radicals Stabilized with Boron: Featuring a SOMO-LUMO Electronic Transition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202201965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202201965	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 Ando Naoki, Yamada Takuya, Narita Hiroki, Oehlmann Niels N., Wagner Matthias, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 143
2. 論文標題 Boron-Doped Polycyclic π -Electron Systems with an Antiaromatic Borole Substructure That Forms Photoresponsive B-P Lewis Adducts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 9944 ~ 9951
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c04251	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 Ito Masato, Sakai Mika, Ando Naoki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 60
2. 論文標題 Electron Deficient Heteroacenes that Contain Two Boron Atoms: Near Infrared Fluorescence Based on a Push-Pull Effect	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 21853 ~ 21859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202106642	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 You Cai, Sakai Mika, Daniliuc Constantin G., Bergander Klaus, Yamaguchi Shigehiro, Studer Armido	4. 巻 60
2. 論文標題 Regio and Stereoselective 1,2 Carboboration of Ynamides with Aryldichloroboranes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 21697 ~ 21701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202107647	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 Narita Hiroki, Choi Heekyoung, Ito Masato, Ando Naoki, Ogi Soichiro, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Fully fused boron-doped polycyclic aromatic hydrocarbons: their synthesis, structure-property relationships, and self-assembly behavior in aqueous media	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 1484 ~ 1491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC06710A	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 Suzuki Naoya, Wakioka Masayuki, Ozawa Fumiyuki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 9
2. 論文標題 A Near Infrared Emissive Conjugated Polymer Consisting of an Excited State Intramolecular Proton Transfer Unit	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1326 ~ 1332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202000234	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 Adelizzi Beatrice, Chidchob Pongphak, Tanaka Naoki, Lamers Brigitte A. G., Meskers Stefan C. J., Ogi Soichiro, Palmans Anja R. A., Yamaguchi Shigehiro, Meijer E. W.	4. 巻 142
2. 論文標題 Long-Lived Charge-Transfer State from B-N Frustrated Lewis Pairs Enchained in Supramolecular Copolymers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 16681 ~ 16689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c06921	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 Fukaya Natsumi, Ogi Soichiro, Kawashiro Midori, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 56
2. 論文標題 Hydrophobicity-driven folding and seeded polymerization of cystine-based dimeric diamides in aqueous media	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12901 ~ 12904
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc05255h	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 Gressies Steffen, Ito Masato, Sakai Mika, Osaki Hiroshi, Kim Ju Hyun, Gensch Tobias, Daniliuc Constantin, Ando Naoki, Yamaguchi Shigehiro, Glorius Frank	4. 巻 27
2. 論文標題 Twofold C-H Activation Enables Synthesis of a Diazacoronene Type Fluorophore with Near Infrared Emission Through Isosteric Replacement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry-A European Journal	6. 最初と最後の頁 2753 ~ 2759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202004080	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 Choi Heekyoung, Ogi Soichiro, Ando Naoki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 143
2. 論文標題 Dual Trapping of a Metastable Planarized Triarylborane -System Based on Folding and Lewis Acid-Base Complexation for Seeded Polymerization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 2953 ~ 2961
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c13353	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 Sugihara Yoshiaki, Inai Naoto, Taki Masayasu, Baumgartner Thomas, Kawakami Ryosuke, Saitou Takashi, Imamura Takeshi, Yanai Takeshi, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Donor-acceptor-acceptor-type near-infrared fluorophores that contain dithienophosphole oxide and boryl groups: effect of the boryl group on the nonradiative decay	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 6333 ~ 6341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC00827G	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 Griesbeck Stefanie, Michail Evripidis, Rauch Florian, Ogasawara Hiroaki, Wang Chenguang, Sato Yoshikatsu, Edkins Robert M., Zhang Zuolun, Taki Masayasu, Lambert Christoph, Yamaguchi Shigehiro, Marder Todd B.	4. 巻 25
2. 論文標題 The Effect of Branching on the One and Two Photon Absorption, Cell Viability, and Localization of Cationic Triarylborane Chromophores with Dipolar versus Octupolar Charge Distributions for Cellular Imaging	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry-A European Journal	6. 最初と最後の頁 13164 ~ 13175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201902461	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 Ando Naoki, Soutome Hiroki, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Near-infrared fluorescein dyes containing a tricoordinate boron atom	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 7816 ~ 7821
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9sc02314c	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 Ando Mikinori, Sakai Mika, Ando Naoki, Hirai Masato, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 17
2. 論文標題 Planarized B,N-phenylated dibenzoazaborine with a carbazole substructure: electronic impact of the structural constraint	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 5500 ~ 5504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ob00934e	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 Griesbeck Stefanie, Michail Evripidis, Wang Chenguang, Ogasawara Hiroaki, Lorenzen Sabine, Gerstner Lukas, Zang Theresa, Nitsch Joern, Sato Yoshikatsu, Bertermann Ruediger, Taki Masayasu, Lambert Christoph, Yamaguchi Shigehiro, Marder Todd B.	4. 巻 10
2. 論文標題 Tuning the π -bridge of quadrupolar triarylborane chromophores for one- and two-photon excited fluorescence imaging of lysosomes in live cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 5405 ~ 5422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9sc00793h	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 Ito Masato, Ito Emi, Hirai Masato, Yamaguchi Shigehiro	4. 巻 83
2. 論文標題 Donor- π -Acceptor Type Unsymmetrical Triarylborane-based Fluorophores: Synthesis, Fluorescence Properties, and Photostability	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 8449 ~ 8456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.8b01015	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 M. Hirai, N. Tanaka, M. Sakai, S. Yamaguchi	4. 巻 119
2. 論文標題 Structurally Constrained Boron-, Nitrogen-, Silicon-, and Phosphorus-Centered Polycyclic - Conjugated Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Rev.	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemrev.8b00637	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 S. Griesbeck, M. Ferger, C. Czernetzi, C. Wang, R. Bertermann, A. Friedrich, M. Haehnel, D. Sieh, M. Taki, S. Yamaguchi, T. B. Marder	4. 巻 25
2. 論文標題 Optimization of Aqueous Stability versus pi-Conjugation in Tetracationic Bis(triarylborane) Chromophores: Applications in Live-Cell Fluorescence Imaging	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900723	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 S. Griesbeck, E. Michail, C. Wang, H. Ogasawara, S. Lorenzen, L. Gerstner, T. Zang, J. Nitsch, Y. Sato, R. Bertermann, M. Taki, C. Lambert, S. Yamaguchi, T. B. Marder	4. 巻 10
2. 論文標題 Tuning the p-Bridge of Quadrupolar Triarylborane Chromophores for One- and Two-Photon Excited Fluorescence Imaging of Lysosomes in Live Cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SC00793H	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計58件 (うち招待講演 30件 / うち国際学会 37件)

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group-Containing Emissive -Electron Materials
3. 学会等名 ISNA-19 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group-Rich -Electron Materials: Design and Application
3. 学会等名 Aggregate March Webinar: Recent Progress in Developing Advanced Luminescent Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group-Rich -Electron Materials: Design and Application
3. 学会等名 19th Korea-Japan Joint Symposium on Coordination and Inorganic Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group-Rich -Electron Materials: Design and Application
3. 学会等名 Frontiers of EOC lecture series (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group-Rich -Electron Materials: Design and Application
3. 学会等名 University of Wuerzburg (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group-Rich -Electron Materials: Design and Application
3. 学会等名 University of Regensburg (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron-Containing -Electron Materials: Exploiting Lewis Acidity of the Boron Atom for Functions
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Organic Reactions (ISOR-15) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy toward Emissive -Electron Materials
3. 学会等名 RIKEN 105th CEMS Colloquium (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy toward Emissive -Electron Materials
3. 学会等名 ICPOC-25 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy toward Fluorescent -Electron Materials
3. 学会等名 Muenster-Nagoya 2nd IRTG meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masato Ito, Mika Sakai, Naoki Ando, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Electron Push-Pull Effect on the Properties of Two Boron-containing Electron-deficient Heteroacenes
3. 学会等名 Beyond Telluride Forum (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron-Based pi-Materials: Precise Tuning of Electron-Accepting Ability and Lewis Acidity toward New Functions
3. 学会等名 IUPAC-CCCE2021, Celebrating the Life of Suning Wang (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水悠貴, 安藤直紀, 山田卓弥, 山口茂弘
2. 発表標題 平面固定ホウ素化合物の構造とLewis酸性の相関
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 成田皓樹, 伊藤正人, 安藤直紀, 大城宗一郎, 山口茂弘
2. 発表標題 ホウ素ドーブ多環芳香族炭化水素の構造物性相関と自己集合特性
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron-Containing Polycyclic pi-Electron Materials
3. 学会等名 The 3rd Chinese Chemical Society Conference on Boron Sciences (CCS-CSB-III) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron and Phosphorus-Containing pi-Electron Materials for Supramolecular Polymerization and Fluorescence Imaging
3. 学会等名 University of Namur (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川城 翠, 伊藤正人, 安藤直紀, 山口茂弘
2. 発表標題 分子内配位リン置換基をもつ有機ホウ素発光体の二重発光特性
3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy toward Practically Useful Fluorescent Probes
3. 学会等名 1st "Tang Auchin" Doctoral Academic Forum & 14th International Doctoral Student Forum of Jilin University - Chemistry 2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Shimizu, Naoki Ando, Takuya Yamada, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Structure-Lewis Acidity Relationship in Planarized Triarylboranes
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Narita, Masato Ito, Naoki Ando, Soichiro Ogi, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron-doped Polycyclic Aromatic Hydrocarbons with Unsymmetric Structures
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mika Sakai, Masato Hirai, Masayoshi Mori, Naoki Ando, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Planarized Phenylidithienylborane as a Core for Boron-containing π -Electron Materials
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masato Ito, Yongfa Xie, Naoki Ando, Tomokatsu Kushida, Shunsuke Shirai, Hiroki Soutome, Kenichi Tabata, Yasuo Miyata, Hiroshi Kita, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron-Stabilized Radicals: Fluorescence Properties and Application to Organic Light-Emitting Diodes
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main Group-Containing Fluorophores for Bioimaging
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 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Boron-Embedded Polycyclic pi-Systems: Tuning of Lewis Acidity and Self-Assembly
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 成田 皓樹, Heekyoung Choi, 伊藤 正人, 安藤 直紀, 大城 宗一郎, 山口 茂弘
2. 発表標題 ホウ素ドーブ多環芳香族炭化水素の水媒体中での自己集合特性
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 大清水凌, 安藤直紀, 山口茂弘
2. 発表標題 オレフィン - ホウ素相互作用をもつジアリールポリル基の創製
3. 学会等名 第47回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤正人, 安藤直紀, 山口茂弘
2. 発表標題 2 つのホウ素原子を含む電子不足アセンの合成と物性
3. 学会等名 第47回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清水 悠貴, 安藤 直紀, 山口 茂弘
2. 発表標題 ポロール骨格を含む高ルイス酸性多環式化合物の合成と物性
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 大清水 凌, 安藤 直紀, 山口 茂弘
2. 発表標題 オレフィン - ボラン相互作用に基づく刺激応答性ジアリールポリル基の開発
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 成田 皓樹, 伊藤 正人, 安藤 直紀, 大城 宗一郎, 山口 茂弘
2. 発表標題 ホウ素まわりを完全縮環したホウ素ドープ多環芳香族炭化水素の合成と物性
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 伊藤 正人, 安藤 直紀, 山口 茂弘
2. 発表標題 2つのホウ素原子を含む電子不足ヘテロアセンの合成と物性
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 安藤 直紀, 山田 卓弥, 成田 皓樹, Niels Oehlmann, Matthias Wagner, 山口 茂弘
2. 発表標題 ポロールを含む多環式 電子系の創製とホウ素 - リン錯体の光応答性
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 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-group -materials for organic electronics and bioimaging
3. 学会等名 17th European Workshop on Phosphorus Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-group π -materials for organic electronics and bioimaging
3. 学会等名 2019 Russell Lecture, Queen ' s University, Canada (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy toward Functional π -Materials
3. 学会等名 The 4th PKU-WuXi AppTec Symposium of Organic Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Approach toward Functional π -Electron Materials
3. 学会等名 8th SolTech Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Planarized Boron-Containing π -Electron Materials
3. 学会等名 The 2nd International Conference on Boron Chemistry (ICBC-2) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main Group Strategy toward Functional pi-Electron Materials
3. 学会等名 The 6th EOC Symposium, Nankai University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main Group Strategy toward Functional pi-Electron Materials
3. 学会等名 International C-H Functionalization Workshop, KAIST, Korea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main Group Strategy for Functional pi-Electron Materials
3. 学会等名 NU-UoE JD and JSPS Core-to-Core Joint-Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main Group-Containing pi-Electron Materials with Structural Constraint
3. 学会等名 14th International Symposium on Functional pi-Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤正人, Xie Yongfa, 安藤直紀, 櫛田知克, 白井秀典, 早乙女広樹, 田畑顕一, 宮田康生, 北弘志, 山口茂弘
2. 発表標題 ホウ素安定化発光性ラジカルの有機電界発光素子への応用
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 坂井美佳, 平井正人, 森正義, 安藤直紀, 山口茂弘
2. 発表標題 平面固定フェニルジチエニルボランからなる 電子系の合成と光物性
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 杉原圭亮, Thomas Baumgartner, 山口茂弘
2. 発表標題 極性溶媒中で高効率発光を示すD-A-A型近赤外蛍光色素の開発
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 鍛冶田浩史, 安藤直紀, 山口茂弘
2. 発表標題 ベンジル位水素をもたないアリール基が置換したジチエニルボランの光反応
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 安藤直紀, 山口茂弘
2. 発表標題 ポラフルオレン骨格をもつ平面固定ホウ素 電子系の合成と物性
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 Masato Ito, Shunsuke Shirai, Yongfa Xie, Naoki Ando, Hiroki Soutome, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Emissive Radicals Stabilized by a Boron Atom at a Distant Position
3. 学会等名 The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Narita, Tsuyoshi Nishikawa, Soichiro Ogi, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 CH/ Interaction-driven Self-assembly of Biphenylanthracene-based Amphiphiles in Aqueous Media
3. 学会等名 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masato Ito, Shunsuke Shirai, Yongfa Xie, Naoki Ando, Hiroki Soutome, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 The Structural Effects of the Red Fluorescent Radicals Stabilized by a Boron Atom at a Distant Position
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium "Toward Advanced Functions form New pi-Skeletons" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mika Sakai, Masato Hirai, Masayoshi Mori, Naoki Ando, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Synthesis, Derivatization and Photophysical Properties of Planarized Phenylidithienylborane
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium "Toward Advanced Functions form New pi-Skeletons" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirofumi Kajita, Naoki Ando, and Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Photoreaction of Dithienylborane Stabilized by Bis(trimethylsilyl)phenyl Group
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium "Toward Advanced Functions form New pi-Skeletons" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mika Sakai, Mikinori Ando, Masato Hirai, Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Planarized B, N-Embedded Polycyclic Compounds with a Carbazole Substructure
3. 学会等名 14th International Symposium on Functional π -Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Phosphorus-Containing Fluorophores for Bioimaging
3. 学会等名 ACS National Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Photostable and Near IR Phosphorus Fluorophores for Bioimaging
3. 学会等名 22nd International Conference on Phosphorus Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Planarized Boron-Containing pi-Electron Materials
3. 学会等名 BORAM XVI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy for NIR and Photostable Fluorescent Dyes
3. 学会等名 The Chinese University of Hong Kong (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy for New pi-Electron Materials
3. 学会等名 GRC Hybrid Electronic and Photonic Materials and Phenomena (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigehiro Yamaguchi
2. 発表標題 Main-Group Strategy toward NIR and Photostable Fluorescent Dyes for Bioimaging
3. 学会等名 Burgenstock Conference 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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