科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 2 8 日現在

機関番号: 14301

研究種目: 挑戦的研究(萌芽)

研究期間: 2021~2022

課題番号: 21K19012

研究課題名(和文) ヘテロフラーレンのボトムアップ合成法の開拓

研究課題名(英文)Development of reactions for bottom-up synthesis of heterofullerene

研究代表者

畠山 琢次 (Hatakeyama, Takuji)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号:90432319

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文):本研究では,ヘテロフラーレンのボトムアップ合成の鍵中間体となる含ヘテロバッキーボウルとして,含ヘテロコラニュレンの合成を行った。具体的には,まず,求電子的C-Hホウ素化とハロホウ素化反応を組み合わせることで,2つのプロモ基を有する含BNジベンゾコラニュレンの合成に成功した。次いで,プロモ基を右田・小杉・Stilleカップッリングにより電子供与基で置換することで,優れた青色発光材料の開発に成功した。さらに,タンデムホスファFriedel-Crafts反応を鍵反応として用い,含PBNテトラベンゾコラニュレンの合成に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義 本研究で合成した含BNジベンゾコラニュレンは,優れた有機EL用発光材料となることを確認している。また,ブロモ基を起点として更に共役系を拡張することが可能であり,含BNフラーレンの鍵中間体として有用と考えられる。また,含PBNテトラベンゾコラニュレンは,含PBNフラーレンの鍵中間体としてのみならず,湾曲 共役を利用した新たな金属配位子としても期待できる。

研究成果の概要(英文): In this study, we have synthesized a new class of heterobuckybowls, heterocorannulenes, which can be key intermediates for the bottom-up synthesis of heterofullerenes. First, by combining electrophilic C-H borylation and haloboration, we succeeded in synthesizing BN-embedded dibenzocorannulenes with two bromo groups. Next, by substituting the bromo group with an electron-donating group by Migita-Kosugi-Stille coupling, we succeeded in developing excellent blue light-emitting materials. Furthermore, using the tandem phospha-Friedel-Crafts reaction as a key reaction, we succeeded in synthesizing PBN-embedded tetrabenzocorannulenes.

研究分野: 有機合成化学

キーワード: コラニュレン ヘテロバッキーボウル ヘテロフラーレン Friedel-Crafts反応 ボトムアップ合成

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

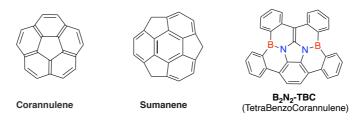
フラーレンは、最密充填構造においては分子間に π 電子しか存在せず、球面間の最接近距離は 3.1 Å 以下となる。また、電子親和力が 2.7 eV と比較的高いため、理想的な n 型半導体として 期待されて来たが、薄膜トランジスタの電子移動度は $1 \, \mathrm{cm}^2 \, \mathrm{V}^{-1} \, \mathrm{s}^{-1}$ 程度に留まっている。その 主な要因としては、球面 π 共役系の接触面積が比較的小さいために固体中の回転障壁が低く、常 温常圧下でのバンド構造の形成が容易ではないことが挙げられる。

2. 研究の目的

任意の炭素をヘテロ元素で置換した「ヘテロフラーレン」は、ヘテロ元素の電子的摂動により 局在化した球面 π 電子系を有しており、その配向力を鍵として、球面間距離の短縮と回転抑制に より安定したバンド伝導が期待できる。しかし、合成法が確立されておらず、応用研究は皆無で ある。そこで本研究では、ヘテロフラーレンのボトムアップ合成の鍵中間体となる含ヘテロバッ キーボウルの合成を行う。

3. 研究の方法

バッキーボウルの一部の炭素をヘテロ元素に置換した含ヘテロバッキーボウルは、ヘテロ元素の摂動により新たな物性や機能の発現が期待できることから、近年、その合成が検討されている。しかし、その多くはバッキーボウルの周囲の炭素をヘテロ元素に置換したものであり、内部に導入できる元素は窒素に限られている。これに対し我々は、独自に開発したタンデムボラ Friedel-Crafts 反応を鍵反応として用いることで、ホウ素と窒素を有する新たなバッキーボウルである含 BN テトラベンゾコラニュレン(B_2N_2 -TBC)の合成に成功している。これら予備的研究の下、本研究では、ヘテロフラーレンのボトムアップ合成の鍵中間体となる種々の含ヘテロバッキーボウルの合成を行った。



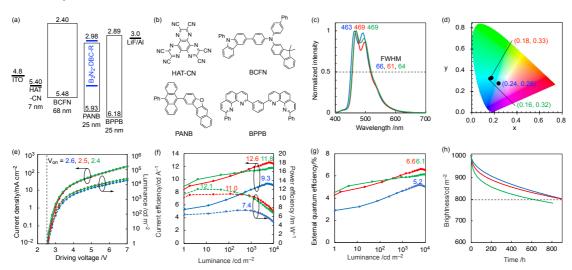
4. 研究成果

求電子的 C-H ホウ素化とハロホウ素化反応を組み合わせることで含 BN バッキーボウルの新たな合成法を開発した。まず、市販の 4,7-ジブロモ-2,1,3-ベンゾチアジアゾール 1 に対して薗頭カップリングを行うことで、アルキニル基を有するベンゾチアジアゾール 2 を合成した後、亜鉛還元を行うことでジアミン 3 を合成した。次に、ジシクロヘキシルカルボジイミド(DCC)を用いて 3 とジフェニル酢酸の脱水縮合を行い、p-トルエンスルホン酸一水和物を用いて環化反応を行うことでコランニュレン前駆体 4 を合成した。最後に、4 を三臭化ホウ素(BBr₃)によるホウ素化反応によってブロモ基を有する含 BN コランニュレン B2N2-DBC-Br₂ を合成することに成功した。今後は、ブロモ基を起点として更なる共役系の拡張が容易であり、含 BN フラーレンの

ボトムアップ合成の鍵中間体として期待できる。

合成した B_2N_2 -DBC- Br_2 のブロモ基を起点とした誘導化を試みた。具体的には、触媒量の $Pd(PPh_3)_4$ 存在下, B_2N_2 -DBC- Br_2 とアリールスズ試薬の右田-小杉-Stille カップリング反応を行い、3 種類の誘導体(B_2N_2 -DBC- C_6 H4R)を 37–78%収率で合成した。いずれの誘導体も 455–461 nm に青色蛍光を示し、その蛍光量子効率は 66–76%と比較的高かった。

そこで次に, B_2N_2 -DBC- C_6H_4R を発光材料として用いた有機 EL 素子 (OLED) を作成した結果,蛍光 OLED として比較的高い最大外部量子効率(5.2–6.6%)を示すことが明らかとなった。この際,初期輝度 $1000\ cd\ m^2$ における素子寿命(LT_{80})は 615–907 時間と十分な安定性を示した。この結果は,含ヘテロバッキーボウルの有機エレクトロニクス材料としての有用性を示すものである。



3種類のヘテロ元素(ホウ素,窒素,リン)を有するテトラベンゾコランニュレン(BP(S)N2-TBC)の合成を検討した。まず,既知法に従って合成したベンゾイミダゾール誘導体 $\mathbf{5}$ にブチルリチウム(BuLi),三塩化リン(PCl3)を作用させることでリン置換基を導入し,リンを硫黄(S8)で保護した後に,ルイス酸としれ塩化アルミニウム(AlCl3)を添加し,加熱撹拌を行うことでホスファ Friedel-Crafts 反応を進行させた。その結果,目的の環化体 $\mathbf{P1}$ ではなく, $\mathbf{1}$ 段階だけ進行した中間体 $\mathbf{PC1}$ を単離収率 $\mathbf{49}$ %で得た。環化を完結させるため,単離した中間体 $\mathbf{PC1}$ に対し,改めて $\mathbf{AlCl3}$ を添加し,加熱撹拌を行った結果,環化体 $\mathbf{P1}$ を単離収率 $\mathbf{75}$ %で得ることができた。この際,リン原子の不斉とベンジル位の不斉によるジアステレオマーの混合物($\mathbf{dr}=\mathbf{52}:\mathbf{48}$)として得られたが,そのまま次のホウ素化反応に用いることとした。ホウ素化反応は, $\mathbf{BBr3}$ 存在下,加熱撹拌を行うことで速やかに進行し,目的の $\mathbf{BP(S)N2}$ -TBC を単離収率 $\mathbf{62}$ %の得ることに成功した。本化合物は,含 \mathbf{PBN} フラーレンの鍵中間体としてのみならず,湾曲 π 共役を利用した新たな金属配位子としても期待できる。

5 . 主な発表論文等

「雑誌論文 〕 計2件(うち査請付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件)

「無誌論又」 計2件(つら直説引論又 2件/つら国際共者 UH/つらオーノファクセス UH)	
1.著者名	4 . 巻
Okada Naoya、Nakatsuka Soichiro、Kawasumi Ryosuke、Gotoh Hajime、Yasuda Nobuhiro、Hatakeyama	29
Takuji	
2.論文標題	5.発行年
Synthesis and Late Stage Diversification of BN Embedded Dibenzocorannulenes as Efficient	2022年
Fluorescence Organic Light Emitting Diode Emitters	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Chemistry - A European Journal	e202202627
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1002/chem.202202627	有
オープンアクセス	国際共著
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	-

1.著者名	4 . 巻
Sano Yusuke、Shintani Toshiki、Hayakawa Masahiro、Oda Susumu、Kondo Masakazu、Matsushita	145
Takeshi、Hatakeyama Takuji	
2.論文標題	5 . 発行年
One-Shot Construction of BN-Embedded Heptadecacene Framework Exhibiting Ultra-narrowband Green	2023年
Thermally Activated Delayed Fluorescence	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of the American Chemical Society	11504 ~ 11511
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1021/jacs.3c02873	有
オープンアクセス	国際共著
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	-

〔学会発表〕 計18件(うち招待講演 16件/うち国際学会 13件)

1.発表者名

畠山琢次

2 . 発表標題

有機ELディスプレイ用超高色純度青色材料の開発

3 . 学会等名

有機EL討論会第32回例会(招待講演)

4.発表年

2021年

1.発表者名

Takuji Hatakeyama

2 . 発表標題

Development of multiple resonance effect-based TADF materials

3 . 学会等名

SPIE International Symposium on Optics & Photonics 2021 (招待講演) (国際学会)

4.発表年

2021年

1 . 発表者名 Takuji Hatakayara 2 . 発表極整 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 字会等名 The asth MST International Symposium (招待議席) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 录表卷名 Takuji Hatakayara 2 . 飛表極器 Recent Progress in Multiple Resonance-Induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 字会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待議演) (国際学会) 4 . 飛表極 2021年 2 . 飛表極器	
2 . 果表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 字会等名 The 49th KAST International Symposium (招待講演) (国際学会) 4 . 果表年 2021年 1 . 聚表有名 Takuji Hatakeyana 2 . 聚表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Waterials 3 . 字会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 聚表有 2021年 1 . 聚表自名 由山縣次 2 . 聚表情题	
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 The 49th KAST International Symposium (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thernally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山塚次 2 . 発表機器 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回相機機型元素化学討論会 (招待講演) 4 . 発表者 Takuji Hatakeyama 2 . 発表機器 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 Takuji Hatakeyama	Takuji Hatakeyama
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 The 49th KAST International Symposium (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山塚次 2 . 発表模型 アンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回相機機型元素化学討論会 (招待講演) 4 . 発表者 Takuji Hatakeyama 2 . 発表模型 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 Takuji Hatakeyama	
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 The 49th KAST International Symposium (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thernally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山塚次 2 . 発表機器 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回相機機型元素化学討論会 (招待講演) 4 . 発表者 Takuji Hatakeyama 2 . 発表機器 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 Takuji Hatakeyama	
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 The 49th KAST International Symposium (招待講演) (国際学会) 4 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thernally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山塚次 2 . 発表機器 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回相機機型元素化学討論会 (招待講演) 4 . 発表者 Takuji Hatakeyama 2 . 発表機器 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 Takuji Hatakeyama	・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
3 . 学会等名 The 49th KAST International Symposium(招待講演)(国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference(招待講演)(国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山塚次 2 . 発表標題 クンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第49回有親典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表構題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop(招待講演)(国際学会) 4 . 発表年	
4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 最山塚次 2. 発表標題 タンプムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based IADF Materials
4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 最山塚次 2. 発表標題 タンプムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 最山塚次 2. 発表標題 タンプムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 最山塚次 2. 発表標題 タンプムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 聚表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表者名 Takuji Hatakeyana 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	- 2 半人がな
4. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表構題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 最山琢次 2. 発表構題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表者 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表構題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表有	
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表名 畠山塚次 2 . 発表相距 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	The 49th KAST International Symposium(招待講演)(国際字会)
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表名 畠山塚次 2 . 発表相距 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
1 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 発表年 2021年 1 発表者名 国山塚次 2 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 発表年 2021年 1 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 発表年	
Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 畠山琢次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	2021年
Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 畠山琢次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 畠山塚次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表構題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演)(国際学会) 4. 発表年	1 . 発表者名
Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 雅表年 2021年 1. 発表者名 畠山塚次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	Takuji Hatakeyama
Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 雅表年 2021年 1. 発表者名 畠山塚次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 雅表年 2021年 1. 発表者名 畠山塚次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials 3. 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 雅表年 2021年 1. 発表者名 畠山塚次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山琢次 2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
3 . 学会等名 11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山琢次 2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	Recent Progress in Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials
11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 畠山琢次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 畠山琢次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
11th Asian Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 畠山琢次 2. 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 畠山琢次 2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演)(国際学会) 4 . 発表年	
2. 発表信題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演)(国際学会) 4. 発表年	11th Asian Photochemistry Conference(招待講演)(国際学会)
2. 発表信題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3. 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Takuji Hatakeyama 2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演)(国際学会) 4. 発表年	
1 . 発表者名 畠山琢次 2 . 発表標題 タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop(招待講演)(国際学会) 4 . 発表年	4 . 発表年
B山琢次 2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	2021年
B山琢次 2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
B山琢次 2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	1.発表者名
2 . 発表標題 タンデムポラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学 3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	2 . 発表標題
3 . 学会等名 第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop(招待講演)(国際学会)	
第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	7.7 7.4.3.7.1.0001 Oral (O.Z.)00.3.11 (MI) (MI) (MI) (MI) (MI) (MI) (MI) (MI)
第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
第48回有機典型元素化学討論会(招待講演) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	3 . 学会等名
4.発表年 2021年 1.発表者名 Takuji Hatakeyama 2.発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3.学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4.発表年	
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	SECOND TO WAS A PROPERTY OF THE PROPERTY OF TH
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
Takuji Hatakeyama 2 . 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	1
2. 発表標題 Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	такиј г патакеуаша
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
Recent Progress in Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials 3 . 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
3. 学会等名 6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4. 発表年	
6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	kecent Progress in Multiple kesonance Effect-Based TADF Materials
6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	
6th International TADF Workshop (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年	- 2 半人がな
4.発表年	
	6th International IADF Workshop(招待講演)(国際字会)
2021年	
	2021年

1.発表者名
Takuji Hatakeyama
つ マン 士 + 而 旧 古
2.発表標題
Multiple Resonance Effect-Based TADF Materials
3.学会等名
ICCC 2022 in Awaji(招待講演)(国際学会)
1999 ESEE /mg] ()[1] [1] [1]/(A /) (
4.発表年
2022年
1 . 発表者名
畠山琢次
2 . 発表標題
タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学
2 WARE
3.学会等名
分子工学コロキウム(招待講演)
4 7V=17
4. 発表年
2022年
1.発表者名
日,完农有名
田山小八
2.発表標題
多重共鳴効果を用いた高色純度発光材料の開発
3. 学会等名
22-1有機エレクトロニクス研究会(招待講演)
4 改士左
4. 発表年
2022年
1
1.発表者名
畠山琢次
2.発表標題
タンデムボラFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学

3. 学会等名
マテリアル・計測ハイブリッド研究センターシンポジウム(招待講演)
4. 発表年
2022年

1.発表者名
Takuji Hatakeyama
2 . 発表標題
Materials Chemistry Powered by Tandem Bora-Friedel-Crafts Reaction
3 . 学会等名
"Self-assembled organic materials" Summer School in Vienna (招待講演) (国際学会)
CELL GOODBLOG OFGATIO MATCHAIR COMMON COMMON COMMON (INTO MATCHAIR)
4.発表年
2022年
20224
1 . 発表者名
Takuji Hatakeyama
2.発表標題
Multiple Resonance-induced Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials
3 . 学会等名
25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25)(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年
2022年
1.発表者名
畠山琢次
田山小八
2. 発表標題
タンデムへテロFriedel-Crafts反応が拓く新材料化学
タンテムへテロFITeOeT-Claits及心が抱く刺材料化子
2 24 4 77 77
3.学会等名
令和4年度 有機合成化学セミナー(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年
2022年
1.発表者名
Takuji Hatakeyama
2 . 発表標題
Development of boron-based MR-TADF materials
3 . 学会等名
Design, synthesis and application of next-generation organic semiconductors (国際学会)
bostyn, synthosis and apprication of next-yeneration organic semiconductors (四味子云)
4.発表年
2022年

1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama
2 . 発表標題 Development of boron-based MR-TADF materials
3 . 学会等名 The 2nd KU-UNIT Symposium on Chemistry and Materials Science (国際学会)
4 . 発表年 2022年
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama
2 . 発表標題 Expansion of Chemical Space for MR-TADF Materials
3 . 学会等名 7th International TADF Workshop(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2022年
1.発表者名
Takuji Hatakeyama
2.発表標題
Development of boron-based MR-TADF materials
3 . 学会等名 Huawai Frontiers in OLED Display Technologies International Workshop(招待講演)(国際学会)
4.発表年
2022年
1 . 発表者名 Takuji Hatakeyama
2 . 発表標題 Materials Chemistry Powered by Tandem Bora-Friedel-Crafts Reaction
3 . 学会等名
Frontiers of EOC(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

_

6.研究組織

· 1010011111111111111111111111111111111		
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
---------	---------