

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21196

研究課題名(和文) 分子構造の伸縮により運動する超分子アクチュエータの開発

研究課題名(英文) Development of Supramolecular Actuator Directed by Expansion and Contraction of Molecular Structure

研究代表者

灰野 岳晴(Haino, Takeharu)

広島大学・先進理工系科学研究科(理)・教授

研究者番号：80253053

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)：サブナノスケールで起こる極めて微小な分子の構造変化を効率よくマクロな運動に変換するアクチュエータを開発するためには、分子運動に大きな異方性を実現できる分子デバイスの開発が求められる。今回、ゲスト分子や金属イオンの添加により大きな異方的構造変化を生み出すことのできる分子カプセルを開発した。レゾルシンアレーンキャビタンド二分子を柔軟なアルキル基で連結した分子カプセルは、ゲスト分子や金属イオンの配位により45%縮んだ。また、ゲスト分子や金属イオンを取り除くと、もとの構造を再生することができたため、外部刺激により伸縮運動を制御できる分子デバイスを開発することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光や電気信号を伸縮や回転などの物理運動に変換するアクチュエータは、ロボット開発に不可欠な基幹部品である。最近では、安全性やコストの観点からモーターなどの金属部品を使用しない柔軟で軽量の有機分子を利用したアクチュエータの開発が望まれている。我々は、微小な外部刺激で駆動できる分子デバイスを利用することで、アクチュエータを小型化できると考えた。本研究課題では、外部より与えられる信号をマクロな運動に変換するための分子デバイスを開発した。本研究成果は、分子を構成単位とするアクチュエータの開発の基礎を成す成果であり、アクチュエータの微小化や省エネルギー化に向け、大きく貢献できるため、社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：Developing an actuator capable of converting the small structural changes of molecules into macroscopic motion requires molecular devices, which can realize large anisotropy in structural changes. We developed a molecular capsule that generates a large anisotropic structural change by the complexation of guest molecules and/or metal ions. The molecular capsule is composed of two resorcinarene-based cavitands, which are connected with four flexible alkyl linkers. The structural change of the capsule was induced by the guest and/or metal complexations, which reduced the molecular length in the principal axis by 45%. Removing guest molecules and metal ions restored the extended structure; thus, we succeeded in developing a molecular device that regulates the expansion and contraction motions by external stimuli.

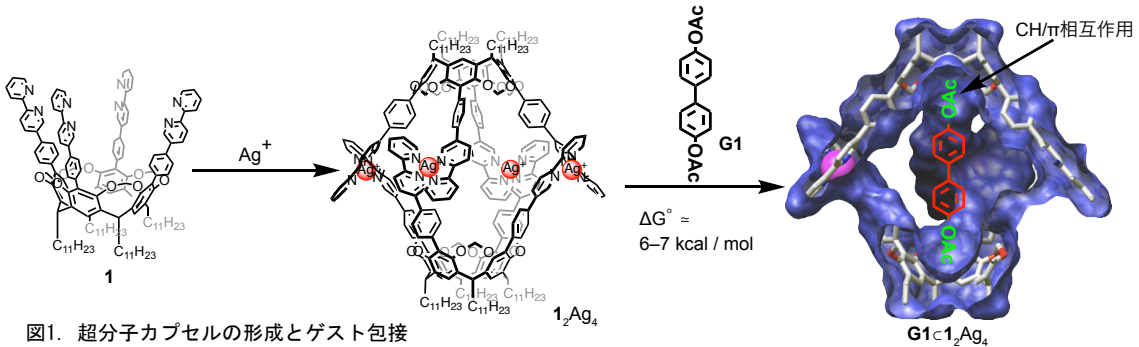
研究分野：超分子化学

キーワード：超分子化学 分子認識 分子デバイス 超分子カプセル

### 1. 研究開始当初の背景

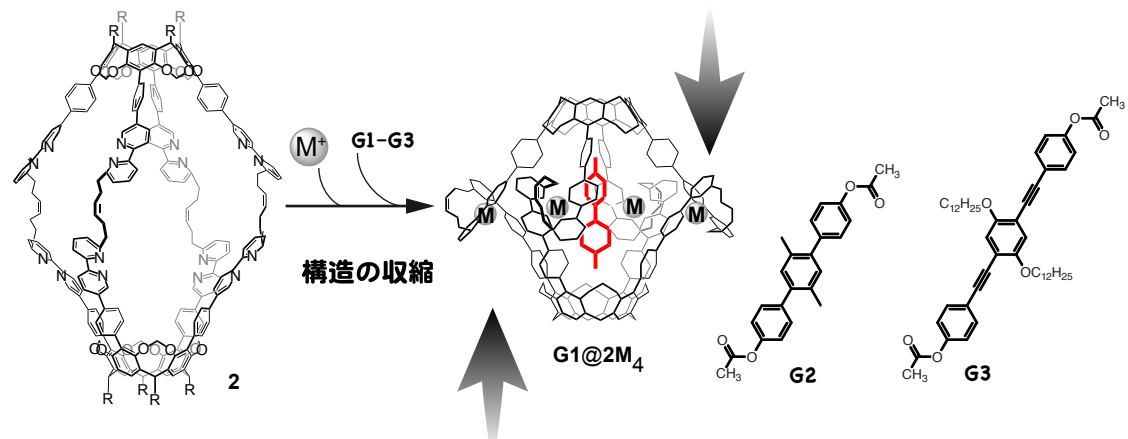
近年、アゾベンゼンの光異性化などのフォトクロミックな分子を利用した光刺激によるアクチュエータが開発され、分子運動をマクロな運動に変換することでアクチュエータを開発できることが示された。光刺激や化学反応により誘起される分子構造の変化は、サブナノスケールで起こる極めて微小な変化であるため、これを効率よくマクロな運動に変換することが求められている。我々は、マクロな運動を実現するためには、外部刺激により引き起こされる分子の構造変化に大きな異方性が必要であると考えた。外部刺激による異方的な構造変化を実現できる分子デバイスを生み出すことができれば、この構造変化を増幅することでマクロな運動を生み出すことができると考えた。

### 2. 研究の目的



我々は、これまでレゾルシンアレーンキャビタンドに四つのピリジンを導入したキャビタンド **1** が、金属配位により自己集合し、超分子カプセル **1<sub>2</sub>Ag<sub>4</sub>** を与えることを報告している<sup>1,2</sup>。**1<sub>2</sub>Ag<sub>4</sub>** は内部に縦横 14Å の大きな包接空孔を提供する。多数の芳香環により囲まれたこの包接空孔は、空孔のサイズに相補的なゲスト分子 **G1** を包接する。**G1** のアセチルメチル基とレゾルシンアレーン部位の芳香環との間に働く CH/π 相互作用は、包接錯体 **G1@1<sub>2</sub>Ag<sub>4</sub>** を強く安定化する ( $K_a > 10^4 \text{ M}^{-1}$ ) ことがわかっている。そこで、超分子カプセル **1<sub>2</sub>Ag<sub>4</sub>** の配位結合や分子認識が可逆的に起こることを利用して、外部刺激に応答して異方的伸縮運動を実現できる分子デバイスの開発を計画した。本研究課題では、自己集合分子カプセルアクチュエータ開発に向け、図2に示す様な分子の伸縮運動を外部刺激により実現する超分子デバイスを開発することを目的とした。

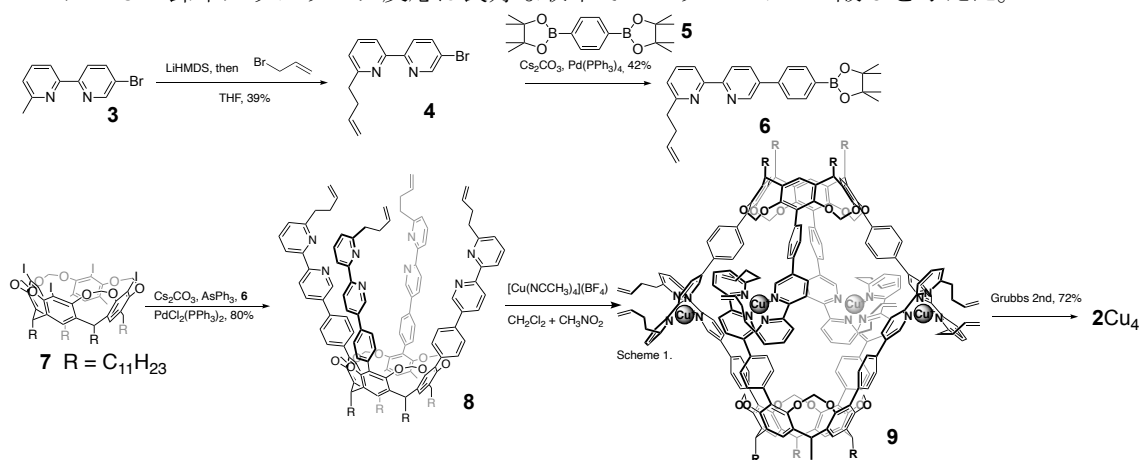
### 3. 研究の方法



分子カプセル **1** の可逆的配位結合や分子認識が伸縮運動の制御の外部刺激として利用できることを考え、新たな分子カプセル **2** を設計した。分子カプセル **2** は二つのレゾルシンアレーンカプセルが、共有結合により繋がれているため、二つのレゾルシンアレーンキャビタンド部位の開閉運動は、長軸方向に制限されている。従って、ゲスト分子の包接や金属イオンの配位を制御することで分子の伸縮運動を実現できる。また、この伸縮による構造変化は、包接空孔の大きさを制御できるため、長さの異なるゲスト分子 **G1-G3** の包接の選択性を制御できるアロステリックな分子認識システムとして機能する<sup>3</sup>。

#### 4. 研究成果

分子カプセル **2** は、キャビタンド **8** の二量化により形成される超分子カプセル **9** の二重結合をメタセシス反応により連結することで合成できると考えた (Scheme 1)。まず、二重結合をもつ側鎖を導入したビピリジン誘導体 **6** を合成した。既知のビピリジン誘導体 **3** にリチウムヘキサメチルジシラジドを作用させることで、メチル基をリチオ化した。生じたアニオンにアリルプロミドを作用させることでブテニル基を側鎖にもつビピリジン **4** を合成した。**4** と過剰のホウ酸エステル **5** の鈴木カップリング反応は良好な収率でビピリジンボロン酸 **6** を与えた。



Scheme 1.

レゾルシンアレーンより四段階を経て合成した既知のキャビタンド **7** とボロン酸 **6** の鈴木カップリング反応は良好な収率で深い空孔をもつキャビタンド **8** を与えた。いくつかの鈴木カップリング反応の条件を検討したが、トリフェニルヒ素を配位子として添加することで、生成物 **8** の収率が大きく改善した。この様にして合成したキャビタンド **8** に銅の一価イオンを作用させることで自己集合超分子カプセル **9** を合成した。**9** の八個の二重結合はグラブス触媒を用いるメタセシス反応で効率よく内部二重結合に変換され、目的の **2Cu<sub>4</sub>** が良好な収率で得られた。最後に硫化ナトリウムを作用させることで、銅イオンを除去した分子カプセル **2** の合成を完了した。

**2** が金属配位により収縮することで生じる構造変化を定量的に比較するため、**2** と **2Cu<sub>4</sub>** の DOSY 測定を行った (図3)。**2** の拡散係数 ( $3.01(4) \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ) は **2Cu<sub>4</sub>** の拡散係数 ( $3.47(2) \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ) より小さかった。Stokes-Einstein の式より、**2** から **2Cu<sub>4</sub>** の構造変化は、45%の体積の縮小を伴うものであった。このことから銅イオンの配位により流体的な相互作用に影響があるほど十分な構造変化が起こっていることがわかった。

カプセル分子の空孔サイズの異なる **2** と **2Cu<sub>4</sub>** はゲスト分子の選択性に変化を生み出す。長さの異なる三種類のゲスト分子 **G1-G3** を **2** と **2Cu<sub>4</sub>** に加え、包接挙動を検討した。一般に、**2** と **2Cu<sub>4</sub>** がもつ空孔は、ベンゼン環により囲まれているため強く遮蔽されている。そこに、アセチルメチル基が CH/ $\pi$  相互作用で包接すると、強く遮蔽されるため、0 ppm より高磁場に現れることが知られている。このアセチルメチル基の高磁場シフトを手がかりに **2** と **2Cu<sub>4</sub>** のゲスト包接の有無を知ることができる。図4に **G1-G3** と **2** または **2Cu<sub>4</sub>** の混合溶液の <sup>1</sup>H NMR スペクトルを示した。最も分子長が長い **G3** は空孔が長い **2** に包接されると -1.3 ppm にアセチルメチル基のシグナルが確認されたが、空孔が縮小された **2Cu<sub>4</sub>** に **G3** を添加しても包接錯体に帰属されるアセチルメチル基のシグナルは、観測されなかった。**G2** も **G3** と同様に空孔の大きな **2** のみに包接が確認された。一方、最も短い **G1** は **2** と **2Cu<sub>4</sub>** の双方に包接されたが、**G1** と **2Cu<sub>4</sub>** の包接錯体の方がシャープなアセチルメチル基のシグナルを与えたことから、包接されたゲスト分子 **G1** の運動の自由度は **2Cu<sub>4</sub>** の中の方が制限されていることがわかる。

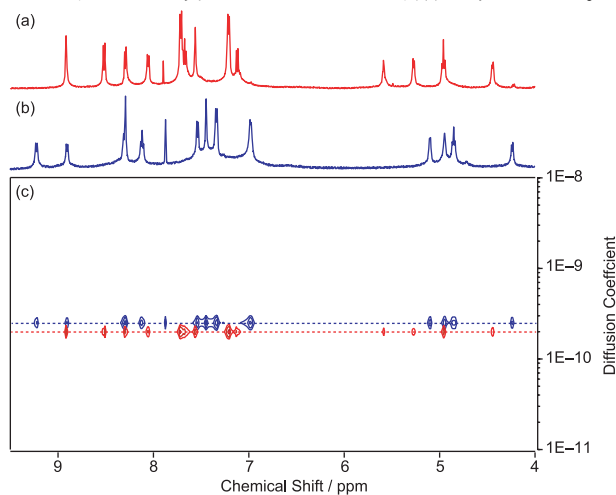


図3. **2**(赤)と**2Cu<sub>4</sub>**(青)のDOSYスペクトル<sup>3</sup>

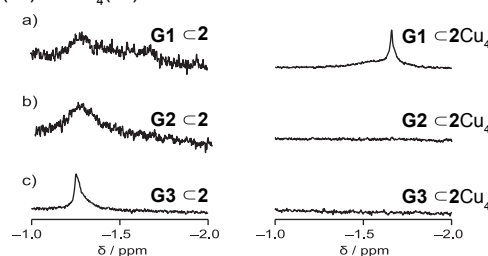


図4. カプセル**2**及び**2Cu<sub>4</sub>**に包接されたゲスト分子**G1-G3**のメチル基のシグナル<sup>3</sup>

Table 1. Association constants ( $K_a / \text{L mol}^{-1}$ ) of **G1-G3** in capsules **2**, **2Cu<sub>4</sub>**<sup>3</sup>

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>
<b>2</b>	7.6(3)	12(1)	$3.6(2) \times 10^2$
<b>2Cu<sub>4</sub></b>	$1.8(3) \times 10^4$	N.B.	N.B.

の自由度は **2Cu<sub>4</sub>** の中の方が制限されていることがわかる。

以上のように、包接空孔の大きさの違いが包接されたゲスト分子の運動に明らかに影響していることがわかったので、それぞれの包接錯体について会合定数を決定した(表1)。包接空孔が伸長している**2**はゲスト分子**G1-G3**を全て包接したが、最も長い**G3**が最も強く包接され、最も短い**G1**の会合定数は最も弱かった。一方、包接空孔が収縮している**2Cu<sub>4</sub>**は最も短いゲスト分子**G1**のみを選択的に包接し、**G2**や**G3**は全く包接されなかった。

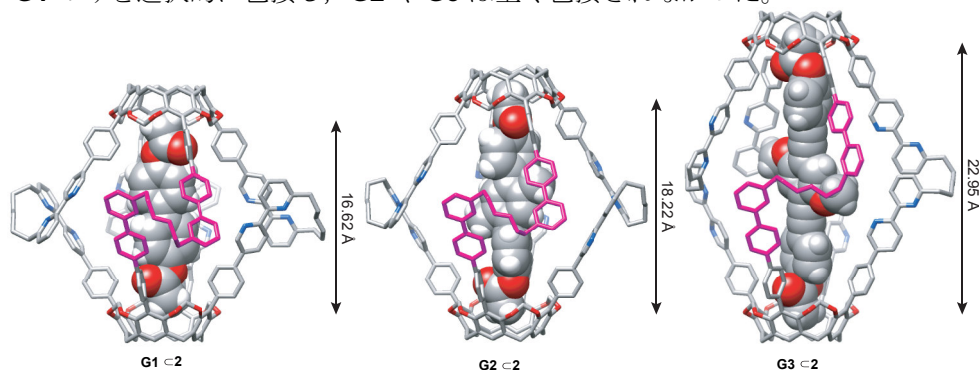


図5. カプセル**2**及び**2Cu<sub>4</sub>**とゲスト分子**G1-G3**の包接錯体の計算構造<sup>3</sup>

これらのゲスト選択性を考察するため、分子力学計算を用いて**2**とゲスト分子**G1-G3**の包接錯体の構造を求めた(図5)。ゲスト分子の大きさに伴う**2**の構造変化は、16.6Åから23Åと非常に大きいものであった。包接の駆動力がゲスト分子の両端に存在するアセチルメチル基とキャビタンド部位の芳香環とのCH/ $\pi$ 相互作用であることを考慮すると、**2**はゲスト分子の長さに合わせてリンカーの配座を調節しながら、ゲスト分子のアセチルメチル基とキャビタンドの空孔のCH/ $\pi$ 相互作用を最大化するように、構造変化していることがわかった。

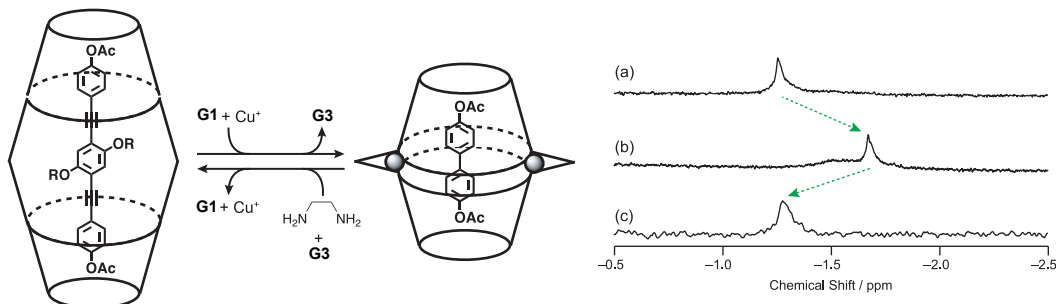


図6. ホスト分子の伸縮により制御されるゲスト分子の選択性<sup>3</sup>

包接空孔の大きく異なる**2**と**2Cu<sub>4</sub>**の相互変換と包接能は、溶液中で可逆的に制御できる(図6)。**2**に包接された**G3**のアセチルメチル基は-1.3 ppm 近傍に観測される。そこで、**G3**に銅一価イオンと**G1**を添加すると、-1.3 ppm のシグナルは消失し、新たに-1.7 ppm に**G1**に**2Cu<sub>4</sub>**のアセチルメチル基に帰属されるシグナルが現れた。次に、この溶液にエチレンジアミンを添加すると、**G3**に**2Cu<sub>4</sub>**のアセチルメチル基に帰属されるシグナルが-1.3 ppm に再度出現した。以上のことから、**G3**と**G1**の形成は、銅イオンの添加と除去により可逆的に制御できることがわかった。

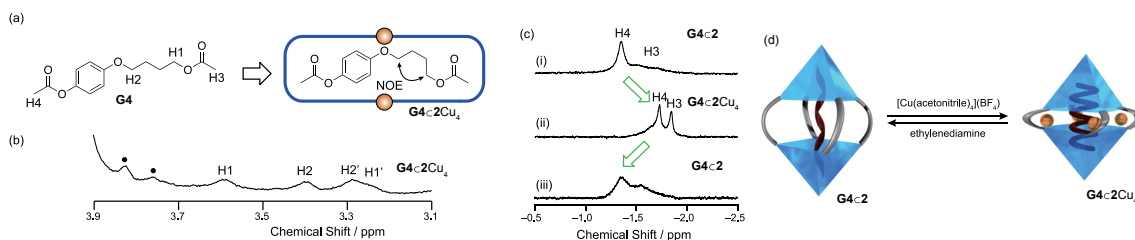


図7. ゲスト分子**G4**の包接による配座変化と配座の可逆的制御<sup>4</sup>

次に、柔軟なゲスト分子の配座制御を行った<sup>(4)</sup>。**G4**は**2**と**2Cu<sub>4</sub>**のどちらのカプセルにも包接された(図7a,c,d)。特に、**G4**の二つのアセチルメチル基のシグナルH3,H4は**2Cu<sub>4</sub>**に包接されると**G1-G3**と同様に-1.5 ppm より高磁場に非等価なシグナルとして現れた(図7c(ii))。**G4**の分子長を考えると、**2Cu<sub>4</sub>**の包接空間の中で**G4**は完全に伸長した配座を取ることができない(図7a)。実際、**2Cu<sub>4</sub>**のキラルな包接空間に**G4**が包接されるとH1やH2のプロトンはジアステレオトピックとなるためシグナルが分裂した。また、H1とH2の間にNOE相関が観測されたため、**G4**は**2Cu<sub>4</sub>**の包接空間に適応するため、らせん構造を形成していることがわかった。また、**2**と**2Cu<sub>4</sub>**の変換に反応して、**G4**の二つのメチル基のプロトンH3とH4がシフトしたことから、図7dに示す様に、**G4**の伸長した配座と収縮したらせん配座が包接空間の伸縮により制御されていることがわかった。

包接空間の伸縮による配座の制御はさらに柔軟なゲスト分子**G5-G8**についても可能である

(図8)。これらのゲスト分子は **2** と **2Cu<sub>4</sub>** のどちらの空孔にも包接された。しかし、配座決定に必要な NMR シグナルが少なかったため、空孔の中の立体配座を精密に決定できなかった。そこで、分子計算によりこれらの包接錯体の構造を検討した。**2** は長さの異なるゲスト分子 **G5–G8** を包接するために、二つのキャビタンド構造を繋ぐ柔軟なアルキルリンカーを折りたたみながら自身の空孔を調整していることがわかった。一方、**2Cu<sub>4</sub>** の空孔はリジッドであるため、今度はゲスト分子のアルキル鎖が折りたたまれることで、ホスト分子の空孔に包接されていることがわかった。

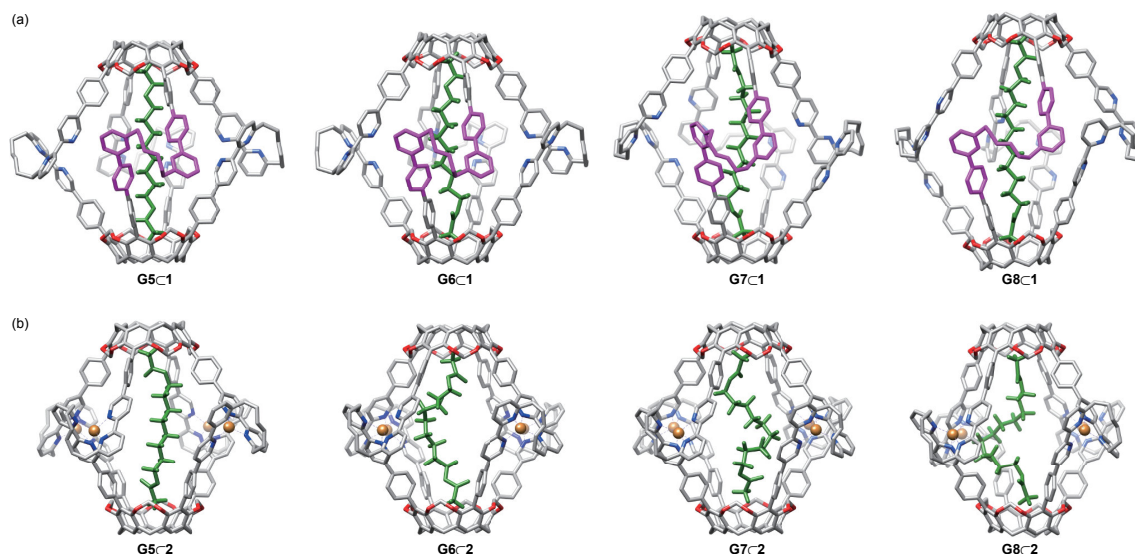


図8 ホスト分子の伸縮により制御されるゲスト分子の配座、AcO-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>OAc (G5–G8: n = 8, 9, 10, 11)<sup>4</sup>

以上のように、二つのキャビタンドを連結した分子カプセル **2** は外部刺激に応答して伸縮する分子デバイスとして機能することがわかった。また、分子構造の伸縮が長軸方向に限定されているので、この分子構造変化をマクロな運動に変換できるアクチュエータの開発に応用する。

#### 文献

- 1) Sekiya, R.; Harada, K.; Nitta, N.; Haino, T. Resorcinarene-based Supramolecular Capsules – Supramolecular Functions and Applications. *Synlett* **2022**, 33, 518-530.
- 2) Haino, T.; Kobayashi, M.; Fukazawa, Y. Guest encapsulation and self-assembly of a cavitand-based coordination capsule. *Chem. Eur. J.* **2006**, 12, 3310-3319.harada
- 3) Harada, K.; Sekiya, R.; Haino, T. A Regulable Internal Cavity Inside A Resorcinarene-Based Hemicarcerand. *Chem. Eur. J.* **2020**, 26, 5810-5817.
- 4) Harada, K.; Sekiya, R.; Haino, T. Folding and Unfolding of Acetoxy Group-Terminated Alkyl Chains Inside a Size Regulable Hemi-Carcerand. *J. Org. Chem.* **2021**, 86, 4440-4447.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計54件（うち査読付論文 54件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ryo Sekiya, Kentaro Harada, Natsumi Nitta, Takeharu Haino	4. 巻 33
2. 論文標題 Resorcinarene-based Supramolecular Capsules _ Supramolecular Functions and Applications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 518-530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-1679-8141	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 Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 22
2. 論文標題 Nanographene _ A Scaffold of Two-Dimensional Materials	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Chemical Record	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/tcr.202100257	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 Joji Ohshita, Akiyoshi Ohta, Siti Zulaikha Binti Saadom, Yohei Adachi, Hideki Murakami, Takeharu Haino	4. 巻 54
2. 論文標題 Synthesis and optical properties of disiloxane-linked decathiophene and dodecathiophene polymers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 91-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-021-00541-8	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 Masayuki Morie, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 17
2. 論文標題 Chirality Induction in a Hydrophilic Metallohelicate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry _ An Asian 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/asia.202200275	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 Matsumoto Ikuya, Sekiya Ryo, Fukui Hiroji, Sun Ren De, Haino Takeharu	4. 巻 61
2. 論文標題 Electrochromism of Nanographenes in the Near Infrared Region	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202200291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202200291	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 Naoyuki Hisano, Takeharu Haino	4. 巻 87
2. 論文標題 Host-Guest Complexation of Bisporphyrin Cleft and Electron-Deficient Aromatic Guests	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4001-4009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.1c02742	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 Koki Hamada, Daisuke Shimoyama, Takehiro Hirao, Takeharu Haino	4. 巻 95
2. 論文標題 Chiral Supramolecular Polymer Formed via Host-Guest Complexation of an Octaphosphonate Biscavitand and a Chiral Diammonium Guest	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 621-627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210452	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 関谷 亮, 灰野岳晴	4. 巻 79
2. 論文標題 ナノグラフェンの有機合成化学による構造修飾と機能発現	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry Japan	6. 最初と最後の頁 743-754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.79.743	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 Masaya Yoshida, Takehiro Hirao, Takeharu Haino	4. 巻 19
2. 論文標題 Self-assembly of neutral platinum complexes possessing chiral hydrophilic TEG chains	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 5303 - 5311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D10B00492A	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 Koji Takagi, Hinako Yamaguchi, Daiki Miyamoto, Yuka Deguchi, Takehiro Hirao, Takeharu Haino	4. 巻 45
2. 論文標題 Stereoselectivity in Dehydrative Cyclic Trimerization of Substituted 4-Alkylaminobenzoic Acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 1187-1193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0NJ05368F	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 Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 27
2. 論文標題 Edge Functionalized Nanographenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 187-199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202003370	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 Joe Otsuki, Takumi Okumura, Kosuke Sugawa, Shin-ichiro Kawano, Kentaro Tanaka, Takehiro Hirao, Takeharu Haino, Yu Jin Lee, Seongsoo Kang, Dongho Kim	4. 巻 27
2. 論文標題 A Light-Harvesting/Charge-Separation Model with Energy Gradient Made of Assemblies of meta-pyridyl Zinc Porphyrins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 4053-4063
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202003327	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 Yudai Ono, Takehiro Hirao, Toshiaki Ikeda, Takeharu Haino	4. 巻 86
2. 論文標題 Self-Assembling Behavior and Chiroptical Properties of Carbazole-Cored Phenyl Isoxazolyl Benzenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 5499-5505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c03005	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 Yudai Ono, Takehiro Hirao, Takeharu Haino	4. 巻 19
2. 論文標題 Solvent-Directed Formation of Helically Twisted Stacking Constructs via Self-Assembly of Tris(phenylisoxazolyl)benzene Dimers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 7165 - 7171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D10B01277K	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 Shohei Nishitani, Ryo Sekiya, Ikuya Matsumoto, Takeharu Haino	4. 巻 50
2. 論文標題 Blueish-white-light-emitting Nanographenes Developed by Pd-Catalyzed Suzuki-Miyaura Cross Coupling Reactions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 664-667
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200844	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 Masauki Morie, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 94
2. 論文標題 Synthesis and Conformational Characteristics of Calix[4]arene Oligomers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 2792-2799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210287	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 Masayuki Morie, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 16
2. 論文標題 Calix[4]arene Based Triple Stranded Metallohelicate in Water	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry _ An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 49-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202001154	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 Ikuya Matsumoto, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 60
2. 論文標題 Self-Assembly of Nanographenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 12706-12711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202101992	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 Ikuya Matsumoto, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 94
2. 論文標題 Nanographenes from Distinct Carbon Sources	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1394-1399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20200381	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 Shiori Machida, Motoki Kida, Satoru Muramatsu, Takehiro Hirao, Takeharu Haino, Yoshiya Inokuchi	4. 巻 125
2. 論文標題 Gas-Phase UV Spectroscopy of Chemical Intermediates Produced in Solution: Oxidation Reactions of Phenylhydrazines by DDQ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry A	6. 最初と最後の頁 6697-6702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpca.1c04669	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 Hiroto Kudo, Daisuke Shimoyama, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 50
2. 論文標題 Programmed Dynamic Covalent Chemistry System of Addition-condensation Reaction of Phenols and Aldehydes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 825-831
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200773	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 Hajime Iwamoto, Yuki Ishizu, Eietsu Hasegawa, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 57
2. 論文標題 Translational isomers of N-sulfonylated [3]catenane: synthesis and isomerization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1915-1918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc07720h	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 Naoyuki Hisano, Takehiro Hirao, Takeharu Haino	4. 巻 50
2. 論文標題 Self-Complementary Structure of Bisporphyrin Dimer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1844-1847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210393	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 Takehiro Hirao, Yoshiki Iwabe, Naoka Fujii, Takeharu Haino	4. 巻 143
2. 論文標題 Helically organized fullerene array in a supramolecular polymer main chain	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 4339-4345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c13326	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 Takehiro Hirao, Kazushi Fukuta, Takeharu Haino	4. 巻 11
2. 論文標題 Polymerization of a bis(calix[5]arene) derivative_	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 17587 - 17594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ra02276h	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 Takehiro Hirao, Naoka Fujii, Yoshiki Iwabe, Takeharu Haino	4. 巻 57
2. 論文標題 Self-Sorting Behavior in Supramolecular Fullerene Polymerization Directed by Host-Guest Complexation between Calix[5]arene and C60	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 11831 - 11834
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC05118K	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 Kentaro Harada, Ryo Sekiya, Takeharu Haino	4. 巻 86
2. 論文標題 Folding and Unfolding of Acetoxy Group-Terminated Alkyl Chains Inside a Size Regulable Hemi-Carcerand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4440-4447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02833	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 Takeharu Haino, Takehiro Hirao	4. 巻 -
2. 論文標題 Supramolecular chemistry of fullerenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Handbook of Fullerene Science and Technology	6. 最初と最後の頁 1-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-3242-5_36-1	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 Haruna Fujimoto, Daisuke Shimoyama, Katsuo Katayanagi, Naomi Kawata, Takehiro Hirao, Takeharu Haino	4. 巻 23
2. 論文標題 Negative Cooperativity in Guest Binding of Ditopic Self-Folding Biscavitand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 6217-6221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c01837	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 Shimoyama Daisuke, Haino Takeharu	4. 巻 26
2. 論文標題 Entropy Driven Cooperativity in the Guest Binding of an Octaphosphonate Bis cavitand	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 3074 ~ 3079
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905036	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 Hirao Takehiro, Tsukamoto Hidemi, Ikeda Toshiaki, Haino Takeharu	4. 巻 56
2. 論文標題 AIE-active micelles formed by self-assembly of an amphiphilic platinum complex possessing isoxazole moieties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1137 ~ 1140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC07819C	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 Harada Kentaro, Sekiya Ryo, Haino Takeharu	4. 巻 26
2. 論文標題 A Regulable Internal Cavity inside a Resorcinarene Based Hemicarcerand	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 5810 ~ 5817
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905805	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 Haino Takeharu, Hirao Takehiro	4. 巻 49
2. 論文標題 Supramolecular Polymerization and Functions of Isoxazole Ring Monomers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 574 ~ 584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200031	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 Ishido Yuki, Kanbayashi Naoya, Fujii Naoka, Okamura Taka-aki, Haino Takeharu, Onitsuka Kiyotaka	4. 巻 56
2. 論文標題 Folding control of a non-natural glycopeptide using saccharide-coded structural information for polypeptides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 2767 ~ 2770
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC10030J	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 Sekiya Ryo, Haino Takeharu	4. 巻 15
2. 論文標題 Chemically Functionalized Two Dimensional Carbon Materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 2316 ~ 2328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202000196	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 Shimoyama Daisuke, Sekiya Ryo, Haino Takeharu	4. 巻 56
2. 論文標題 Upper-rim functionalization and supramolecular polymerization of a feet-to-feet-connected biscavitand	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 3733 ~ 3736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC00933D	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 Ikeda Toshiaki, Haino Takeharu	4. 巻 -
2. 論文標題 Circularly Polarized Luminescence of Chirally Arranged Achiral Organic Luminophores by Covalent and Supramolecular Methods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Circularly Polarized Luminescence of Isolated Small Organic Molecules	6. 最初と最後の頁 197 ~ 218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-2309-0_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 Hirao Takehiro, Fukuta Kazushi, Haino Takeharu	4. 巻 53
2. 論文標題 Supramolecular Approach to Polymer-Shape Transformation via Calixarene-Fullerene Complexation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 3563 ~ 3570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.0c00621	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 Hirao Takehiro, Ono Yudai, Kawata Naomi, Haino Takeharu	4. 巻 22
2. 論文標題 Columnar Organization of Carbo[5]helicene Directed by Peripheral Steric Perturbation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 5294 ~ 5298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01421	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 Hirao Takehiro, Iwabe Yoshiki, Hisano Naoyuki, Haino Takeharu	4. 巻 56
2. 論文標題 Helicity of a polyacetylene directed by molecular recognition of biscalixarene and fullerene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 6672 ~ 6675
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC02506B	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 Hisano Naoyuki, Hirao Takehiro, Haino Takeharu	4. 巻 56
2. 論文標題 A dual redox-responsive supramolecular polymer driven by molecular recognition between bisporphyrin and trinitrofluorenone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 7553 ~ 7556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/DOCC02474K	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 Nitta Natsumi, Takatsuka Mei, Kihara Shin ichi, Hirao Takehiro, Haino Takeharu	4. 巻 59
2. 論文標題 Self Healing Supramolecular Materials Constructed by Copolymerization via Molecular Recognition of Cavitand Based Coordination Capsules	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 16690 ~ 16697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202006604	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 Kataoka Yuki, Kanbayashi Naoya, Fujii Naoka, Okamura Taka aki, Haino Takeharu, Onitsuka Kiyotaka	4. 巻 59
2. 論文標題 Construction of Helically Stacked Electron Systems in Poly(quinolyene 2,3 methylene) Stabilized by Intramolecular Hydrogen Bonds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 10286 ~ 10291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202002734	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 Shimoyama Daisuke, Sekiya Ryo, Maekawa Hiroyuki, Kudo Hiroto, Haino Takeharu	4. 巻 22
2. 論文標題 One-dimensional arrangement of NORIA in the solid-state	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 4740 ~ 4747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/DOCE00650E	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 Sekiya Ryo, Haino Takeharu	4. 巻 27
2. 論文標題 Edge Functionalized Nanographenes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 187 ~ 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202003370	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 Shimoyama Daisuke, Sekiya Ryo, Haino Takeharu	4. 巻 56
2. 論文標題 Absorption of chemicals in amorphous trisresorcinarene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 12582 ~ 12585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC05066K	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 Shimoyama Daisuke, Haino Takeharu	4. 巻 9
2. 論文標題 Feet to Feet Connected Multitopic Resorcinarene Macrocycles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1718 ~ 1725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202000302	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 Otsuki Joe, Okumura Takumi, Sugawa Kosuke, Kawano Shin ichiro, Tanaka Kentaro, Hirao Takehiro, Haino Takeharu, Lee Yu Jin, Kang Seongsoo, Kim Dongho	4. 巻 27
2. 論文標題 A Light Harvesting/Charge Separation Model with Energy Gradient Made of Assemblies of meta Pyridyl Zinc Porphyrins	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 4053 ~ 4063
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202003327	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 Morie Masayuki, Sekiya Ryo, Haino Takeharu	4. 巻 16
2. 論文標題 Calix[4]arene Based Triple Stranded Metallohelicate in Water	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 49 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202001154	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 Tainaka Sota, Ujihira Tomoyuki, Kubo Mayuko, Kida Motoki, Shimoyama Daisuke, Muramatsu Satoru, Abe Manabu, Haino Takeharu, Ebata Takayuki, Misaizu Fuminori, Ohshimo Keijiro, Inokuchi Yoshiya	4. 巻 124
2. 論文標題 Conformation of K+(Crown Ether) Complexes Revealed by Ion Mobility-Mass Spectrometry and Ultraviolet Spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry A	6. 最初と最後の頁 9980 ~ 9990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpca.0c09068	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 Shimoyama Daisuke, Sekiya Ryo, Kudo Hiroto, Haino Takeharu	4. 巻 22
2. 論文標題 Feet-to-Feet Connected Trisresorcinarenes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 352 ~ 356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b03693	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 Nishitani Shohei, Sekiya Ryo, Matsumoto Ikuya, Haino Takeharu	4. 巻 50
2. 論文標題 Blueish-white-light-emitting Nanographenes Developed by Pd-catalyzed Suzuki-Miyaura Cross Coupling Reactions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 664 ~ 667
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200844	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 Takagi Koji, Yamaguchi Hinako, Miyamoto Daiki, Deguchi Yuka, Hirao Takehiro, Haino Takeharu	4. 巻 45
2. 論文標題 Stereoselectivity in dehydrative cyclic trimerization of substituted 4-alkylaminobenzoic acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Journal of Chemistry	6. 最初と最後の頁 1187 ~ 1193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0NJ05368F	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 関谷 亮、灰野岳晴	4. 巻 49
2. 論文標題 トップダウン法により得られる化学修飾ナノグラフェン (Chemically Functionalized Nanographenes Produced by Top-down Method)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊ファインケミカル	6. 最初と最後の頁 19-25
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 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66件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 森江将之, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される三重らせんホスト分子の水中における協同的ゲスト包接
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本育也, 関谷亮, 中壽賀章, 福井弘司, 孫仁徳, 灰野岳晴
2. 発表標題 トリフェニルアミンを導入したナノグラフェンの合成と近赤外調光性能
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岸野 晴, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 キラルな溶媒中における超分子ポルフィリンポリマーのらせん構造
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野雄大, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 トリス(フェニルイソオキサゾリル)ベンゼン水素結合二量体の自己集合と負の非線形応答
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 親水側鎖を導入したビス(フェニルイソオキサゾリル)ベンゼン配位子をもつ白金錯体の自己集合
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原田健太郎, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 キラルな包接空間を有する金属配位型レゾルシンアレーンカプセルの合成とキラル光学特性
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takeharu Haino
2. 発表標題 Development of supramolecular polymeric assemblies directed through distinctive host-guest structures
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 Takeharu Haino
2. 発表標題 Chemistry of Edge-Functionalized Graphenes
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 Shunsaku Takahashi, Ryo Sekiya, Takeharu Haino
2. 発表標題 Development of Metal Nanoparticles Doped Nanographenes
3. 学会等名 The 18th Nano Bio Info Chemistry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森江将之, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される水溶性三重らせんホスト分子の協同的ゲスト包接
3. 学会等名 モレキュラーキラリティー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 アキラル側鎖を導入したビス(フェニルイソオキサゾリル)ベンゼン配位子をもつ白金(??)錯体の自己集合により生じる超分子ポリマーの特異な溶液物性
3. 学会等名 モレキュラーキラリティー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田健太郎, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 キラル空間を有する金属配位型レゾルシンアレーンカプセルの合成
3. 学会等名 モレキュラーキラリティー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浜田幸希, 下山大輔, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 ビスキャビタンド分子の自己集合により生じる超分子らせんポリマー
3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会高知大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸野晴, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 キラルな溶媒によって制御される超分子ポルフィリンポリマーのらせん構造
3. 学会等名 2021年日本化学会中国四国支部大会高知大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 灰野岳晴
2. 発表標題 酸化分解により得られるナノグラフェンの有機化学
3. 学会等名 セルロース・ナノカーボン複合材料専門委員会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋周作, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 金属ナノ粒子で修飾した脂溶性ナノグラフェンの開発
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 藤本陽菜, 下山大輔, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 Rebek キャピタンドを導入したビスレゾルシンアレーンホスト分子の合成と協同的分子認識
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 浜田幸希, 下山大輔, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 ビスキャピタンドの金属配位により生じる超分子らせんポリマー
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 森江将之, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンオリゴマーの配座構造の制御
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 松本育也, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 長鎖アルキル基を導入したナノグラフェンの自己集合挙動
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 岸野晴, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 キラルな溶媒によるポルフィリン超分子ポリマーの構造制御
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 小野雄大, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 トリス(フェニルイソキサゾリル)ベンゼン二量体の自己集合によるらせん超分子ポリマーの合成
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 吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 ビス(フェニルイソキサゾリル)ベンゼン部位をもつ白金(??)錯体の自己集合により生じる超分子ポリマーの特異な溶液物性
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 原田健太郎, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 キャビタンドを基にしたヘミカルセランドの合成とアロステリックな分子認識
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 久野尚之, 灰野岳晴
2. 発表標題 電子不足ゲスト分子とクレフト型マルチポルフィリンホスト分子の会合挙動
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 関谷亮, 松本育也, 灰野岳晴
2. 発表標題 ナノグラフェンの化学修飾と自己集合
3. 学会等名 第37回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平尾岳大, 福田和志, 灰野岳晴
2. 発表標題 末端にカリックス[5]アレーン部位を有するポリアルキルメタクリレートの合成
3. 学会等名 第37回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[5]アレーンとC60分子認識により制御される超分子ポリマーの構造と機能
3. 学会等名 第70回高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 灰野岳晴
2. 発表標題 分子認識により制御される超分子ポリマーの構造と機能
3. 学会等名 第70回高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浜田幸希, 下山大輔, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 ビスキャピタンドの自己集合を駆動力とした超分子らせんポリマーの合成
3. 学会等名 第18回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森江将之, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンと金属イオンの自己集合により形成される三重らせん宿主分子の水中におけるゲスト包接挙動
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸野晴, 平尾岳大, 灰野岳晴
2. 発表標題 キラルな溶媒中におけるテトラキスポルフィリン超分子ポリマーのらせん構造
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田健太郎, 関谷亮, 灰野岳晴
2. 発表標題 キャビタンドを基にしたヘミカルセランドの合成と分子認識
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久野尚之, 灰野岳晴
2. 発表標題 電子不足ゲスト分子とビスポルフィリンクレフトの会合挙動
3. 学会等名 第18回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takeharu Haino
2. 発表標題 動的不育をもつ超分子の化学
3. 学会等名 薬学会第141年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田和志・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[5]アレーンとフラレーンの分子認識を用いた超分子分岐ポリマーの合成
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森江将之・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される三重らせんホスト分子の水におけるゲスト認識
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本育也・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 長鎖アルキル基を有するナノグラフェンの自己集合挙動
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小野雄大・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 トリス(フェニルイソオキサゾリル)ベンゼンを導入した[5]ヘリセンの複雑な会合挙動の制御
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田真也・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 親水側鎖を導入したビス(フェニルイソオキサゾリル)ベンゼン配位子をもつ白金(II)錯体の自己集合
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田健太郎・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 大きさを制御可能な内部空孔を有するキャピタンドを基にしたヘミカルセランドの合成と分子認識
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Shimoyama Haruna Fujimoto, Takehiro Hirao, and Takeharu Haino
2. 発表標題 Synthesis and Cooperative Molecular Recognition of Homoditopic Host Molecule with Rebek's Cavitands
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本育也・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 酸化分解によって与えられたナノグラフェンの自己集合
3. 学会等名 第14回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田真也・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 親水性側鎖を導入したアセチレン配位子をもつプラチナ(II)錯体の自己集合
3. 学会等名 第14回有機 電子系シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 灰野岳晴
2. 発表標題 化学修飾ナノグラフェンのエッジ構造と光機能制御
3. 学会等名 ラドテック研究会 第166回講演会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeharu Haino
2. 発表標題 Helical Supramolecular Polymers formed via Self-Assembly of Diphenylisoxazole-Containing Small Aromatic Molecules
3. 学会等名 The 79th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoka Fujii, Tekehiro Hirao, and Takeharu Haino
2. 発表標題 Helically Organized Supramolecular Polymer Formed via Self-Assembly of Tetrakisporphyrin with Chiral Side Chain
3. 学会等名 3rd Glowing Polymer Symposium in KANTO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoyuki Hisano, Takehiro Hirao, and Takeharu Haino
2. 発表標題 A Switchable Dual Redox-Responsive Supramolecular Polymer Possessing Bisporphyrin Cleft and Trinitrofluorenone
3. 学会等名 3rd Glowing Polymer Symposium in KANTO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takehiro Hirao, Yoshiaki Iwabe, Naoka Fujii, Takeharu Haino
2. 発表標題 Non-racemic helical polymers with fullerene array on the polymer backbone
3. 学会等名 3rd Glowing Polymer Symposium in KANTO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田真也・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 キラルな親水性側鎖を導入したビス(フェニルオキサゾリル)ベンゼン誘導体を配位子にもつプラチナ(II)錯体の合成と機能
3. 学会等名 日本化学会中国四国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本育也・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 ナノグラフェンの会合と解離
3. 学会等名 日本化学会中国四国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森江将之・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される水溶性三重らせんホスト分子とゲスト包接
3. 学会等名 日本化学会中国四国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久野尚之・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 Redoxで制御される超分子ポルフィリンポリマーの構造
3. 学会等名 日本化学会中国四国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ikuya Matsumoto, Ryo Sekiya, and Takeharu Haino
2. 発表標題 Aggregation and disaggregation behavior of Nanographene
3. 学会等名 The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Masaya Yoshida, Takehiro Hirao, and Takeharu Haino
2. 発表標題 Self-assembling behaviors of platinum (II) complexes possessing hydrophilic triethylene glycol chains
3. 学会等名 The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masayuki Morie, Ryo Sekiya, and Takeharu Haino
2. 発表標題 Guest Binding Behaviors of the Calix[4]arene Based TripleStranded Helicate in Water
3. 学会等名 The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田真也・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 親水性側鎖を導入したアセチレン配位子をもつプラチナ(II)錯体の自己集合
3. 学会等名 第14回有機電子系シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本育也・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 酸化分解によって与えられたナノグラフェンの自己集合
3. 学会等名 第14回有機電子系シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Haruna Fujimoto, Daisuke Shimoyama, Takehiro Hirao, and Takeharu Haino
2. 発表標題 Synthesis and Cooperative Molecular Recognition of Homoditopic Host Molecule with Rebek's Cavitands
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田健太郎・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 大きさを制御可能な内部空孔を有するキャピタンドを基にしたヘミカルセランドの合成と分子認識
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田真也・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 親水側鎖を導入したビス(フェニルイソキサゾリル)ベンゼン配位子をもつ白金(II)錯体の自己集合
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野雄大・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 トリス(フェニルイソキサゾリル)ベンゼンを導入した[5]ヘリセンの複雑な会合挙動の制御
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本育也・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 長鎖アルキル基を有するナノグラフェンの自己集合挙動
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森江将之・関谷亮・灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される三重らせんホスト分子の水におけるゲスト認識
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福田和志・平尾岳大・灰野岳晴
2. 発表標題 カリックス[5]アレーンとフラレンの分子認識を用いた超分子分岐ポリマーの合成
3. 学会等名 日本化学会第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeharu Haino
2. 発表標題 動的不斉をもつ超分子の化学
3. 学会等名 薬学会第141年会（招待講演）
4. 発表年 2020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
---------	---------