

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05844

研究課題名(和文) 第2世代型銀食い分子の開発

研究課題名(英文) Development of second-generation argentivorous molecules

研究代表者

幅田 揚一 (HABATA, Yoichi)

東邦大学・理学部・教授

研究者番号：40218524

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：銀食い分子の合成ならびにその機能発現を行った。その結果(1)第1世代 dendrimer-type 銀食い分子を合成し銀錯体形成における優先的に錯体を形成する部位を特定した。(2)モノベンジルサイクレン合成時に副生成物として得られた24員環テトラオキソオクタアミンからオクタアームド24員環オクタアミン(8枚の花弁があるcosmosから名前をとってcosmosen)を合成した。(3)側鎖にスチリルメチル基を導入したテトラアームドサイクレンの銀錯体は疑似空孔内にニトリル類の配位性有機分子を包接することを見出した。特に極めて旋光度が小さく絶対配置を判別しにくいキラルニトリルの絶対配置決定に応用できることを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

単純な構造(重金属イオンや典型金属イオンを捕捉するサイクレンと銀イオンと親和性が高い芳香環)を持つテトラアームドサイクレンが銀イオンと錯体を形成すると側鎖があたかもハエトリソウが捕虫葉に捕捉されるような振る舞いをする。このダイナミックな側鎖のコンホメーション変化を利用して、従来にはなかったような新しい機能を付与する第2世代型銀食い分子を開発することができた。本研究の推進によって超分子化学に新しい可能性を示したものと考えている。

研究成果の概要(英文)：We synthesized argentivorous molecules and examined their functions. As a result, (1) the first-generation dendrimer-type argentivorous molecule has been synthesized. In the Ag<sup>+</sup> complex with the ligand, the site where the complex was preferentially formed was identified. (2) Octa-armed 24-membered octaamine (cosmosen named after cosmos with 8 petals) has been synthesized from 24-membered tetraoxooctaamine obtained as a by-product during the synthesis of monobenzylidioxocyclene. (3) It was found that an Ag<sup>+</sup> complex with a tetra-armed cyclen with a styrylmethyl group as side-arms incorporate a coordination organic molecule of nitriles in the pseudo cavity. In particular, we have found that the Ag<sup>+</sup> complex can be applied to determine the absolute configuration of chiral nitriles, which has extremely low specific rotation and is difficult to determine the absolute configuration.

研究分野：超分子化学

キーワード：サイクレン 銀イオン 銀食い分子 デンドリマー キラル ニトリル 包接錯体

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

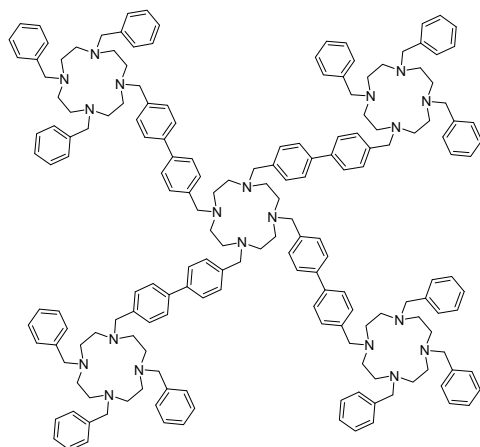
### 1. 研究開始当初の背景

近年、金属イオン- $\pi$ 相互作用、XH- $\pi$ 相互作用、水素結合、双極子-双極子間相互作用などの弱い分子間力を利用した構造性の高い超分子構造体の構築や分子機械が注目を集めている。これまで研究代表者らは食虫植物の一種であるハエトリソウが捕虫葉によって虫を捕まえる動きを模倣した化合物の機能化を行ってきた。すなわち、12員環のテトラアミンであるサイクレンの窒素原子上に2個から4個の芳香環側鎖を導入した化合物(アームドサイクレン)では、サイクレン部位が銀イオンと錯形成したときだけ、捕捉された銀イオンを側鎖芳香環が周りから覆うような動的なコンホメーション変化がおきる。我々はこれらの化合物を銀食い分子と名付けた。側鎖芳香環としては、置換基を導入したフェニル基、ナフチル基、アンズリル基、ペレニル基を用いた。アームドサイクレンがこのような振る舞うのは、銀イオンと芳香環の間の  $Ag^+-\pi$ 相互作用および芳香環どうしが近づいたことによる CH- $\pi$ 相互作用が重要である。これまで我々は銀食い分子の基本特性(2004-2008)、銀食い分子の高機能化(2009-2013)、銀食い分子の高次元化(2014-2016)を行ってきた。

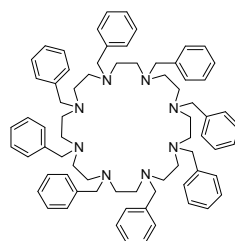
### 2. 研究の目的

本研究(2017-2019)ではこれまで得られた知見をもとにさらに多彩な構造や機能を付与した第2世代銀食い分子の開発を目的として以下の3項目について検討を行った。

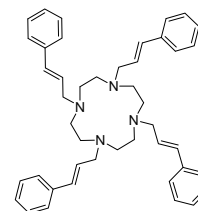
- (1) 第1世代 dendritic 型銀食い分子の構造と物性
- (2) オクタアームド 24 員環オクタアミン (Cosmosen) の合成
- (3) 疑似空孔に包接機能を有する銀食い分子の合成と応用。



(1) デンドリマー



(2) コスモセン



(3) 疑似空孔

### 3. 研究の方法

#### 【化合物の合成】

サイクレン、あるいはジオキソサイクレンを出発物質として用いて、数段階の有機合成によってそれぞれ目的物質を合成した。また、ジオキソサイクレンを合成する際の副生成物からコスモセンを合成した。

#### 【構造解析、結合定数および熱力学的パラメータの測定】

各化合物の金属イオン錯体の構造を、

- (i) 単結晶が得られたものについては X 線結晶構造解析
- (ii) 溶液中の構造は  $^1H$  NMR,  $^{13}C$  NMR, UV-vis, Cold-ESIMS を用いての滴定実験によって検討した。

#### 【分子計算】

種々の分子計算法を用いて HOMO, LUMO 計算を行い、軌道間相互作用を明らかにした。

#### 【安定度定数】

$^1H$  NMR あるいは UV-vis や CD スペクトルを用いた滴定実験を行い、そのスペクトルデータを HyperSpec™ を使用して解析し安定度定数を見積もった。

### 4. 研究成果

#### (1) 第1世代 dendritic 型銀食い分子の構造と物性

3 個のサイクレンを持つトリ(テトラアームドサイクレン)および5 個のサイクレンを連結し

たペンタ(テトラアームドサイクレン)を合成し,それらの金属錯体の構造を調べた.これらの化合物はそれぞれ5段階の反応で合成した.それぞれの構造は各種スペクトルおよび元素分析にて確認した.溶液中での銀錯体の構造は<sup>1</sup>H NMRとUV-visを用いた滴定実験で検討した.<sup>1</sup>H NMR 滴定実験では銀イオンの添加とともに起こるサイクレン側鎖の特徴的なシグナルの変化から配位子との銀錯体の形成が示唆された.また,UV-vis 滴定実験の結果から,金属錯体ごとのコンホメーションについても検討した.

3個のアームドサイクレンをL字型に連結した化合物を13段階で合成した.得られた化合物は<sup>1</sup>H および<sup>13</sup>C NMR, CSI-MS および元素分析にて確認した.また,その銀錯体の構造をUV-vis, <sup>1</sup>H NMR, X線結晶構造解析にて確認した.溶液中では各サイクレンの側鎖のコンホメーションは複数観測され,銀イオンは最初に両末端のサイクレンが捕捉し,最後に中心のサイクレンが捕捉することが示唆された.一方, X線結晶構造解析では3個のサイクレンがいずれもΔ体またはΛ体であることが明らかになった.

4個のテトラアームドサイクレンを各サイクレンの1-, 4-位をピナフチル基を介して環状に連結したサイクレン4量体を8段階で合成した.この際,2個のピナフチル基を介して2個のサイクレンが環状に連結した環状2量体も副生成物として得た.これらの構造は<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C NMR, CSI-MS, 元素分析によって確認した.加えて,環状2量体およびその銀錯体と環状4量体の銀錯体の構造をX線結晶構造解析によって明らかにした.

### (2) オクタアームド24員環オクタアミン(Cosmosen)の合成

オクタアザサイクレンをジエステルとジエチレントリアミンの2:2環化によって合成し,その分離方法を検討した.これまでは1:1環化生成物を再結晶で分離したのち残渣を何度もカラムクロマトグラフィーで分離していたが,再結晶法による分離と併用することで高純度の中間体を効率的に得ることができた.また, X線結晶構造解析も行い構造を確認した.

オクタアームドオクタアザサイクレン(Cosmosen)の2段階前の前駆体であるテトラアームドテトラオキソオクタアザサイクレンの合成まで終了したため,2年目ではその後の段階の合成を行い,テトラアームドオクタアザサイクレンおよび最終目的物であるオクタアームドオクタアザサイクレン(Cosmosen)をそれぞれ66%,22%の収率で合成した.最終目的物の構造は<sup>1</sup>H および<sup>13</sup>C NMR およびCSI-MSにて確認した.

Cosmosenの銀錯体の安定度定数をUV-visを用いて見積もった.

### (3) 疑似空孔に包接機能を有する銀食い分子の合成と応用

スチリルメチル基を側鎖として導入したサイクレン/Ag<sup>+</sup>錯体に嵩高さが異なるプロピオニトリル(CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-C≡N), イソブチロニトリル(Me<sub>2</sub>CH-C≡N), ピバロニトリル(Me<sub>3</sub>C-C≡N)をゲスト分子として添加し,それらの<sup>1</sup>H NMR スペクトルを用いて滴定実験を行ったところ,いずれも側鎖シンナミル基のシグナルがシフトしたことから嵩高さが高いゲストを用いても側鎖による疑似空孔内に包接することを明らかにした.

スチリルメチル基の*p*-位に様々な置換基(MeO-, F-, NO<sub>2</sub>-, Me<sub>2</sub>N-)を導入したサイクレンを合成し,それらの銀錯体を合成し,溶液中では<sup>1</sup>H NMR, 固体ではX線結晶構造解析によって構造を確認した.これらの置換基を導入してもスチリルメチル基を導入した化合物と同様にサイクレン部位に包接された銀イオンをこれらの側鎖を包む構造であることを確認した.

スチリルメチル基とベンジル基をそれぞれ2個ずつ導入したテトラアームドサイクレンを合成し,その銀錯体が有機ニトリルを包接することを見出した.

スチリルメチル基を導入したサイクレンのAg<sup>+</sup>錯体に発色団を待たないため小さなモル楕円率や小さな[α]<sub>D</sub>値を示すキラルなニトリルやキラルなアミンを添加すると,これらの化合物のキラリティーがサイクレン側鎖に転写・増幅され,CDスペクトルによって絶対配置を予測することができることを見出した.

本研究は,単純な構造(重金属イオンや典型金属イオンを捕捉するサイクレンと銀イオンと親和性が高い芳香環)によって構成されるテトラアームドサイクレンが銀イオンと錯体を形成するとき,側鎖のダイナミックコンホメーション変化によってあたかも八エトリソウが捕虫葉によって捕捉されるような動きを利用することで新しい機能を付与することができた.本研究の推進によって超分子化学に新しい可能性を示したものと考えている.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 12件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Lee Eunji, Ju Huiyeong, Jung Jong Hwa, Ikeda Mari, Habata Yoichi, Lee Shim Sung	4. 巻 58
2. 論文標題 Conventional and Mechanochemical Syntheses of Copper(I) Iodide Luminescent MOF with Bis(amidoquinoline) and Its Application for the Detection of Amino Acid in Aqueous Solution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1177 ~ 1183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.8b02549">https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.8b02549</a>	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 該当する
1. 著者名 Lee Eunji, Ryu Hyunsoo, Ju Huiyeong, Kim Seulgi, Lee Ji-Eun, Jung Jong Hwa, Kuwahara Shunsuke, Ikeda Mari, Habata Yoichi, Lee Shim Sung	4. 巻 25
2. 論文標題 Pillar[5]-bis-thiacrown: An Adaptive Tricyclic Host Selectively Recognizing an Organic Guest by Dimetalation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 949 ~ 953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1002/chem.201805275	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 該当する
1. 著者名 Kawano Saya, Yoshikawa Yutaka, Kato Akihiro, Higashi Shoko, Mitani Kyohei, Yasui Hiroyuki, Habata Yoichi, Kuwahara Shunsuke, Sasaki Kaname, Saito Ryota	4. 巻 60
2. 論文標題 Potential antidiabetic zinc(II) complexes of novel 5-oxo-2-thioxopyrrolidine derivatives synthesized via an unprecedented reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 1534 ~ 1537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2019.05.001">https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2019.05.001</a>	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 該当する
1. 著者名 Lee Eunji, Park In Hyeok, Ju Huiyeong, Kim Seulgi, Jung Jong Hwa, Habata Yoichi, Lee Shim Sung	4. 巻 58
2. 論文標題 Formation of a Pillar[5]arene Based Two Dimensional Poly Pseudo Rotaxane: Threading and Crosslinking by the Same Guest Molecules	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 11296 ~ 11300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1002/anie.201904183">https://doi.org/10.1002/anie.201904183</a>	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 該当する

1. 著者名 E. Lee, S. Lee, I. Park, S. K, H. Ju, J. H. Jung, M. Ikeda, Y. Habata, S. S. Lee	4. 巻 57
2. 論文標題 Endo- and Exocyclic Coordination of a 20-Membered N2O2S2-Macrocyclic and Cascade Complexation of a 40-Membered N4O4S4-Macrocyclic	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 6289-6299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b00154	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 該当する

1. 著者名 H. Ju, C, Kim, K-S. Choi, E. Lee, S. Kim, J. H. Jung, Y. Habata, L. F. Lindoy, S. S. Lee	4. 巻 2018
2. 論文標題 Thiacalix[4]-bis-crown with Hard Cavities and Soft Bridges Exhibiting Endocyclic Potassium(I) Complexes and Exocyclic Silver(I) Coordination Polymers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Eur. J. Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 3587-3594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.201800719	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 該当する

1. 著者名 E. Lee, H. Ju, I-H. Park, J. Hwa Jung, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata, S. S. Lee	4. 巻 140
2. 論文標題 pseudo[1]Catenane-Type Pillar[5]thiacrown Whose Planar Chiral Inversion is Triggered by Metal Cation and Controlled by Anion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 9669-9677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.8b05751	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 該当する

1. 著者名 M. Shin, H. Ju, Y. Habata, S. S. Lee	4. 巻 482
2. 論文標題 Coordination behaviors of a 23-membered N4S2-macrocyclic: mononuclear silver(I) complex and conformational isomers of tetranuclear bis(macrocyclic) mercury(II) complexes exhibiting exo- and endo/exocyclic coordination modes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorg. Chim. Acta	6. 最初と最後の頁 749-755
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) org/10.1016/j.ica.2018.07.012	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 該当する

1. 著者名 E. Lee, H. Ryu, H. Ju, S. Kim, J-E. Lee, J. H. Jung, S. Kuwahara, M. Ikeda, Y. Habata, S. S. Lee	4. 巻 25
2. 論文標題 Pillar[5]-bis-thiacrown: An Adaptive Tricyclic Host Selectively Recognizing an Organic Guest by Dimetalation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry, A Eur. J.	6. 最初と最後の頁 949-953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201805275	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 該当する

1. 著者名 Lee Hyeong-Hwan, Park In-Hyeok, Kim Seulgi, Lee Eunji, Ju Huiyeong, Jung Jong Hwa, Ikeda Mari, Habata Yoichi, Lee Shim Sung	4. 巻 8
2. 論文標題 Anion exchange coupled with the reduction and dimerisation of a copper(ii) nitrate complex of tripyridyl dithioether via a single-crystal-to-single-crystal transformation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 2592 ~ 2596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C6SC05341F	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 該当する

1. 著者名 Ikeda Mari, Sah Ajay Kumar, Iwase Miki, Murashige Rina, Ishi-i Jun-ichi, Hasegawa Masatoshi, Kachi-Terajima Chihiro, Park Ki-Min, Kuwahara Shunsuke, Habata Yoichi	4. 巻 46
2. 論文標題 C-H Cl- hydrogen bonds in solution and in the solid-state: HgCl <sub>2</sub> complexes with cyclen-based cryptands	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 3800 ~ 3804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C6DT03390C	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 該当する

1. 著者名 Kuwahara Shunsuke, Tasaki Nobuyoshi, Suzuki Yuri, Nakagawa Mizuki, Ikeda Mari, Habata Yoichi	4. 巻 28
2. 論文標題 3-Menthoxybiphenyl-4-carboxylic acid: a versatile resolving agent and reagent for determination of the absolute configuration of benzylic alcohols	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tetrahedron: Asymmetry	6. 最初と最後の頁 945 ~ 953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.tetasy.2017.05.008	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 Kachi-Terajima Chihiro, Shimoyama Takeru, Ishigami Takahiro, Ikeda Mari, Habata Yoichi	4. 巻 47
2. 論文標題 A hemiaminal ether structure stabilized by lanthanide complexes with an imidazole-based Schiff base ligand	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 2638 ~ 2645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7DT04843B	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 Kim Seulgi, Siewe Arlette Deukam, Lee Eunji, Ju Huiyeong, Park In-Hyeok, Jung Jong Hwa, Habata Yoichi, Lee Shim Sung	4. 巻 18
2. 論文標題 Ligand Isomer Effect on the Formations of Supramolecular Lead(II), Mercury(II), and Copper(II)/Mercury(II) Complexes of Bis-O2S2-Macrocyclic	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Crystal Growth & Design	6. 最初と最後の頁 2424 ~ 2431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.cgd.8b00052	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 該当する

1. 著者名 Kuwahara Shunsuke, Suzuki Yuri, Sugita Naoya, Ikeda Mari, Nagatsugi Fumi, Harada Nobuyuki, Habata Yoichi	4. 巻 83
2. 論文標題 Thermal E/Z Isomerization in First Generation Molecular Motors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4800 ~ 4804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.7b03264	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 -

〔学会発表〕 計62件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 27件)

1. 発表者名 天満帆香・李恩智・朱喜英・岩瀬美樹・池田茉莉・李心星・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 アームドサイクレンの銀錯体によるキラリニトリルの絶対配置決定
3. 学会等名 第68日本分析化学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Eunji Lee, Yoichi Habata,1 and Shim Sung Lee
2. 発表標題 A 2D poly-pseudo-rotaxane based on pillar[5]arene that a same guest works threads and crosslinks
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Huiyeong Ju, Yoichi Habata, and Shim Sung Lee
2. 発表標題 Anion-dependent silver(I) supramolecular complexes with thiacalix[4]-bis-tetraoxamonothiacrown and basket-type thiacalix[4]arene
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 天満帆香・李恩智・朱喜英・岩瀬美樹・池田茉莉・李心星・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 テトラアームドサイクロンの銀錯体による光学活性ニトリルのキラリティー増幅
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早野美帆・李恩智・朱喜英・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 4枚のピリジルメチル基を持つテトラアームドサイクロンの銀(I)錯体のアニオンおよびモル比依存性
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 竹中萌・李恩智・朱喜英・池田茉莉・幅田揚一・桑原俊介
2. 発表標題 Ru(bpy) <sub>3</sub> <sup>2+</sup> 発色団を導入した可視光駆動型分子モーターの合成および光異性化挙動
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本宮遥・李恩智・朱喜英・池田茉莉・李心星・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 N-ベンジル-N,N-ビス(4-ピリジルメチル)アミンの金属錯体構造のアニオン依存性
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 両角多久美・李恩智・朱喜英・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 銀食い分子を用いたSchiff塩基型クリプタンドのワンポット合成
3. 学会等名 第30基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 天満帆香・李恩智・朱喜英・池田茉莉・李心星・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 キラルアルキルニトリルの絶対配置決定試薬としてのテトラアームドサイクレン・銀錯体の利用
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本宮遥・李恩智・朱喜英・池田茉莉・李心星・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 N- ナフチルメチル-N,N-ビス(4-ピリジルメチル)アミンの金属錯体構造のアニオン依存性と溶媒依存性
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ 船堀
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹中萌・李恩智・朱喜英・池田茉莉・幅田揚一・桑原俊介
2. 発表標題 Ru(bpy) <sub>3</sub> <sup>2+</sup> 発色団を導入した分子モーターの光異性化挙動
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ 船堀
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 両角多久美・李恩智・朱喜英・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 銀食い分子側鎖のコンホメーション変化を利用した円筒状クリプタンドのワンポット合成
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ 船堀
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早野美帆・李恩智・朱喜英・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 テトラピリジルメチルアームドサイクレン/銀(I)錯体構造のアニオン, 結晶溶媒, モル比依存性
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ 船堀
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚晃弘・李恩智・朱喜英・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 サイクレンを骨格として持つ円筒状クリプタンド/Ag+錯体による配位性有機ゲストの包接
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ 船堀
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 天満 帆香・李 恩智・朱 喜英・池田 茉莉・李 心星・桑原 俊介・幅田 揚一
2. 発表標題 銀食い分子を用いたキラルニトリルの絶対配置決定
3. 学会等名 本化学会第100回春期年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. HAYANO, E. LEE, H. JU, M. IKEDA, S. KUWAHARA, Y. HABATA
2. 発表標題 Structures of silver complexes of a tetra-armed cyclen with pyridylmethyl groups depending on counter anion, host-guest mole ratio, and solvent
3. 学会等名 本化学会第100回春期年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. TAKENAKA, E. LEE, H. JU, M. IKEDA, S. KUWAHARA, Y. HABATA
2. 発表標題 Synthesis and photoisomerization behavior by visible light irradiation of a molecular motor with Ru(bpy) <sub>3</sub> chromophore side arms
3. 学会等名 本化学会第100回春期年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本宮 遥・李 恩智・朱 喜英・池田 茉莉・李 心星・桑原 俊介・幅田 揚一
2. 発表標題 N- ナフチルメチル-N,N-ビス(4-ピリジルメチル)アミン/金属錯体の結晶構造によるアニオンと効果と溶媒効果
3. 学会等名 本化学会第100回春期年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. OHTSUKA, E. LEE, H. JU, M. IKEDA, S. KUWAHARA, Y. HABATA
2. 発表標題 Control of inclusion ability towards alkyl diamines by metal ions in a cyclen-based cylindrical cryptand
3. 学会等名 本化学会第100回春期年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Temma, E. Lee, H. Ju, M. Iwase, M. Ikeda, S. S. Lee, S. Kuwahara, S. S. Lee, Y. Habata
2. 発表標題 Determination of absolute configuration of chiral alkylnitriles by an Ag <sup>+</sup> complex with tetra-armed cyclen having stylylmethyl groups as side-arms
3. 学会等名 RSC Tokyo Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 C. Kachi-Terajima, M. Okubo, M. Ikeda, and Y. Habata
2. 発表標題 Reversible covalent modification of luminescent lanthanide complexes
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC7) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 天満帆香・岩瀬美樹・李 恩智・池田茉莉・桑原俊介・李 心星・幅田揚一
2. 発表標題 テトラアームドサイクレンの銀錯体によるキラルニトリルの転写と増幅
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 両角多久美・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 Schiff塩基を用いた分子内架橋型銀食い分子の合成
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本佑香・阿保欣佑・池田茉莉・幅田揚一・桑原俊介
2. 発表標題 ジキシリル26-クラウン-8を含む円筒状クリプタンド包接錯体の構造
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天満帆香・李恩智・岩瀬美樹・池田茉莉・李心星・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 テトラアームドサイクレンのAg <sup>+</sup> 錯体によるキラルニトリルのキラリティー転写と増幅
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀田拓希・李恩智・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 サイクレン骨格およびピフェニル基を含むシクロファンの合成
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本佑香・李恩智・阿保欣佑・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 ジキシリル-26-クラウン-8からなる円筒状クリプタンドの有機ゲスト分子に対する結合能
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早野美帆・李恩智・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 側鎖として4枚のピリジルメチル基を導入したテトラアームドサイクレンの銀錯体の構造
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹中萌・李恩智・池田茉莉・幅田揚一・桑原俊介
2. 発表標題 Ru(Bpy) <sub>3</sub> 発色団を導入した新規分子モーターの光異性化
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本宮遥・李恩智・朱喜英・牧良美・戸屋真人・齋藤明暁子・李心星・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 4-ピリジンを配位部位として持つ二座配位子/銀(I)錯体構造の溶媒およびアニオン依存性
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 両角多久美・李恩智・池田茉莉・桑原俊介・幅田揚一
2. 発表標題 Schiff塩基を用いた銀食い分子型クリプタンドのワンポット合成
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kamo, Y. Nihei, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2. 発表標題 Cyclen-based cylindrical cryptands: Structure of Ag <sup>+</sup> complexes and thermodynamic analysis
3. 学会等名 ICCC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Kuwahara, Y. Nakano, T. Mori, T. Ogawa, M. Ikeda, Y. Habata
2. 発表標題 Development of Molecular Valves with Two Rotating Units analysis
3. 学会等名 ICCC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Hongu, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2 . 発表標題 Cyclic and polymeric structures of metal complexes with pyridine-containing bidentate ligands
3 . 学会等名 ICCC ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Morozumi, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2 . 発表標題 Synthesis of tetra-armed cyclens having formyl- and amino-substituted side-arms at the position of 1- and 7- of cyclen and complexing property towards Ag+
3 . 学会等名 ICCC ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Horita, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2 . 発表標題 Structural Analysis of Silver(I) Complex with L-shaped Tris(Tetra-Armed Cyclen)
3 . 学会等名 ICCC ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Matsumoto, K. Abo, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2 . 発表標題 Synthesis of a cylindrical cryptand based on dixylyl-26-crown-8 and complexes with cationic organic guests
3 . 学会等名 ICCC ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年



1. 発表者名 M. Hayano, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2. 発表標題 Synthesis of tetra-armed cyclen having pyridylmethyl group as side-arms and structure of metal complexes
3. 学会等名 ICCC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Tenma, M. Iwase, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2. 発表標題 Inclusion complexes of tetra-armed cyclen having styrylmethyl groups with organic nitriles
3. 学会等名 ICCC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 C. Kachi-Terajima, T. Shimoyama, T. Ishigami, M. Ikeda, and Y. Habata
2. 発表標題 Amplified lanthanide luminescence by the component exchange reaction based on reversible covalent bond
3. 学会等名 ICCC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoichi Habata
2. 発表標題 Cyclen-based cylindrical cryptands: Structure of Ag <sup>+</sup> complexes and thermodynamic analysis
3. 学会等名 ICCC (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Kuwahara, S. Tsuchiya, R. Chamura, M. Ikeda, Y. Habata
2 . 発表標題 Benzo-2',2''-Quaterphenyl-26-Crown-8 Ether:Chirality Transcription of Primary and Secondary Ammonium Salts by Forming [2]Pseudorotaxane
3 . 学会等名 Post ICC (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M. Ikeda, S. Kuwahara, S. S. Lee, Y. Habata
2 . 発表標題 Argentivorous Molecules: From Fundamental to Applications
3 . 学会等名 Mini-Symposium on Nano and Supramolecular Chemistry (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Temma, M. Iwase, E. Lee, M. Ikeda, S. Kuwahara, S. S. Lee, Y. Habata
2 . 発表標題 Inclusion complexes of tetra-armed cyclen having styrylmethyl groups with achiral and chiral alkyl nitriles
3 . 学会等名 Mini-Symposium on Nano and Supramolecular Chemistry (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Horita, M. Ikeda, S. Kuwahara, Y. Habata
2 . 発表標題 Synthesis of L-shaped Tris(tetra-armed cyclen) and Structural Analysis of Its Ag <sup>+</sup> Complex
3 . 学会等名 Mini-Symposium on Nano and Supramolecular Chemistry (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Tenma, M. Iwase, E. Lee, M. Ikeda, S. Kuwahara, S. S. Lee, Y. Habata
2. 発表標題 Transcription and Amplification of Chiral Nitriles by Ag <sup>+</sup> Complex with Argentivorous Molecules
3. 学会等名 RSC Tokyo Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀田拓希、池田茉莉、桑原俊介、幅田揚一
2. 発表標題 L字型トリス(テトラアームドサイクレン)の合成と銀錯体構造
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 天満帆香、岩瀬美樹、池田茉莉、桑原俊介、幅田揚一
2. 発表標題 側鎖としてスチリルメチル基を持つテトラアームドサイクレンによるアルキルニトリルの包接
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納正也、岩瀬美樹、加知千裕、池田茉莉、桑原俊介、幅田揚一
2. 発表標題 発色団を側鎖として導入したビス(テトラアームドサイクレン)の合成と銀(I)錯体の構造
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会, 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本佑香、阿保欣佑、池田茉莉、幅田揚一、桑原俊介
2. 発表標題 ジベンゾ-26-クラウン-8骨格を有する円筒状クリプタンドの包接錯体の構造
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Horita, Mari Ikeda, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 Structural analysis of Ag <sup>+</sup> complex with L-shaped tris(tetra-armed cyclen)
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 根本文香、岩瀬美樹、加知千裕、池田茉莉、桑原俊介、幅田揚一
2. 発表標題 トリおよびペンタ(テトラアームドサイクレン)の合成と金属錯体の構造
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会, 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miki Iwase, Chihiro Kachi-Terajima, Mari Ikeda, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 Structure and Thermodynamics of Bis(Tetra-Armed Cyclen)/Ag(I) Complex
3. 学会等名 International Symposium on Supramolecular and Macrocyclic Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mari Ikeda, Ajay Kumar Sah, Miki Iwase, Rina Murashige, Jun-ichi Ishi-I, Masatoshi Hasegawa, Chihiro Kachi-Terajima, Ki-Min Park, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 C-H...Cl - Hydrogen Bond in Solution and the Solid-State: HgCl <sub>2</sub> Complexes with Cyclen-Based Cryptands
3. 学会等名 International Symposium on Supramolecular and Macrocyclic Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shunsuke Kuwahara, Yuki Nakano, Takatoshi Mori, Tohru Ogawa, Mari Ikeda, Yoichi Habata
2. 発表標題 Synthesis and Photoisomerization of A New Molecular Valve with Two Rotating Parts
3. 学会等名 International Symposium on Supramolecular and Macrocyclic Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miki Iwase, Mari Ikeda, Eunji Lee, Shim Sung Lee, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 ARGENTIVOROUS MOLECULE WITH STYLYLMETHYL GROUPS AS SIDE-ARMS: A SILVER COMPLEX SYSTEM LIKE THE PPAP (PEN-PINEAPPLE-APPLE-PEN)
3. 学会等名 International Conference for Young Chemist (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fumika Nemoto, Miki Iwase, Shunsuke Kuwahara, Mari Ikeda, Yoichi Habata
2. 発表標題 SYNTHESIS OF TRIS AND PENTA(TETRA-ARMED CYCLEN) AND ITS COMPLEXING ABILITY TOWARDS SILVER(I) ION
3. 学会等名 International Conference for Young Chemist (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroki Horita, Mari Ikeda, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 SYNTHESIS OF L-SHAPED TRIS(TETRA-ARMED CYCLEN) AND ITS SILVER COMPLEX
3. 学会等名 International Conference for Young Chemist (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinji Kamo, Yutaro Nihei, Mari Ikeda, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 THERMODYNAMIC ANALYSIS OF CYCLEN-BASED CYLINDRICAL CYPTANDS/SILVER(I) COMPLEXES
3. 学会等名 International Conference for Young Chemist (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaya Kano, Miki Iwase, Chihiro Kachi-Terajima, Mari Ikeda, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 THERMODYNAMIC ANALYSIS OF BIS(TETRA-ARMED CYCLEN)/SILVER(I) COMPLEX
3. 学会等名 International Conference for Young Chemist (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuka Matsumoto, Kinsuke Abo, Mari Ikeda, Yoichi Habata, Shunsuke Kuwahara
2. 発表標題 UNEXPECTED CYCLIZATION PRODUCT: SYNTHESIS OF A CYLINDRICAL CYPTAND BASED ON DIBENZO-26-CROWN-8
3. 学会等名 International Conference for Young Chemist (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miki Iwase, Mari Ikeda, Eunji Lee, Shim Sung Lee, Shunsuke Kuwahara, Yoichi Habata
2. 発表標題 Ag+-Triggard pseudo-capsule assembly: A Silver Complex System Like the PPAP (Pen-Pineapple-Apple-Pen)
3. 学会等名 International Symposium on Nano and Supramolecular Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 M. Ikeda, Y. Habata, S. Kuwahara	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Wiley & Sons, Inc.	5. 総ページ数 101
3. 書名 Function Oriented Molecular Design: Cryptand	

〔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
研究分担者	池田 茉莉 (IKEDA Mari)  (40711403)	千葉工業大学・工学部・准教授  (32503)	
研究協力者	桑原 俊介 (KUWAHARA Shunsuke)		
研究協力者	李 恩智 (LEE Eunji)		

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	朱 喜英  (JU Huiyeong)		
研究協力者	李 心星  (LEE Shim Sung)		