

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21214

研究課題名(和文) 化学反応で張力を発現する「分子ひも」の開発

研究課題名(英文) Development of molecular ropes that generate tension by chemical reactions

研究代表者

猪熊 泰英 (Inokuma, Yasuhide)

北海道大学・工学研究院・准教授

研究者番号：80555566

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)：アセチルアセトン誘導体を繰り返し単位とする単分散ポリケトンを用いて環状のポリケトン構造を作り出し、続くPaal-Knorrヘテロ芳香環形成反応によって“張力”に相当する環歪みエネルギーを持ったポルフィリン類縁体環状化合物を作り出すことに成功した。Calix[3]pyrroleと称されるこのポルフィリン類縁体では、酸性条件下において張力をエネルギー源とする「歪み誘起環拡大反応」が起こることを発見し、高次Calixpyrrole類の新たな合成経路の発見にも繋がった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分子ひもの張力が引き出す新しい化学反応として、ポリケトン分子ひもから合成されたCalix[3]pyrroleおよびその類縁体の歪み誘起環拡大反応を発見するに至った。この反応によって得られる高次Calix[n]pyrrole化合物は、アニオンの捕捉を通してイオン交換樹脂やセンサーなど様々な応用用途が知られている有益な大環状化合物である。本研究における張力を発現する分子ひもから得られた発見は、そのようなアニオン捕捉分子を高選択的かつ効率的に合成する手法の確立に繋がったと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Macrocyclic polyketone compounds composed of an acetylacetone derivative have been developed to generate strained (tense) macrocyclic porphyrinoids, calix[3]pyrrole and its derivatives. Because calix[3]pyrroles are highly strained due to small ring size and steric repulsion of inner NH protons, these compounds underwent strain-induced ring-expansion reaction to quantitatively give calix[6]pyrrole analogues under acidic conditions. Furthermore, incorporation of different heteroaromatic rings in the calix[3]pyrrole system enabled synthetic access to larger calix[n]pyrrole analogues using the strain-induced ring-expansion reaction.

研究分野：構造有機化学

キーワード：ポリケトン 大環状化合物 歪み化合物 張力 ポルフィリン

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

力学的なポテンシャルで化学反応を誘起し機能発現に繋げる材料が近年注目を浴びている。その大半は、高分子化合物を引っ張ったり、バルクの化合物に対して圧力をかけたりすることで化学反応を引き起こしているが、分子レベルでそのポテンシャルを精密に制御することは依然として難しい。単分子レベルで、且つ精密に張力を制御可能な分子素子を作り出すことは、新奇反応の開発、化学と物理、材料を横断的に繋げる機能性材料の創出にとって非常に有意義なものとなる。

### 2. 研究の目的

本研究は、“分子のひも”としてポリケトンを用い、1,4-ジケトン部位の Paal-Knorr ヘテロ芳香環形成反応によって分子ひもの鎖長を短縮することでひもの張力を発現するという発想のもと、張力によって起こる新奇化学反応の発見や機能性材料への展開を図る目的で行った。アセチルアセトン誘導体を繰り返し単位とする単分散ポリケトンの両末端を固定化した上で、内部の1,4-ジケトン部位にピロール、フラン、チオフェンなどのヘテロ芳香環を発生させることで、芳香族安定化エネルギーと引き換えに張力ポテンシャルを溜め込んだ分子を合成する。そこで蓄えられた化学ポテンシャルを新奇反応を発現させるためのエネルギーとして利用する。この張力によって化学反応を発現する分子を用いて機能性材料への展開を図る。

### 3. 研究の方法

本研究では、ポリケトン分子を分子ひもとして、張力の発現と化学反応への応用展開を目指すべく以下の3項目に沿って研究を行った

- (1) ポリケトンの末端修飾を通した環状ポリケトン分子の合成
- (2) Paal-Knorr 反応によるヘテロ環形成と張力の定量
- (3) 張力を用いた新奇化学反応の創出と機能変調の評価

### 4. 研究成果

- (1) ポリケトンの末端修飾を通した環状ポリケトン分子の合成

鎖長短縮反応によって張力を発現させるためには、ポリケトンの両端を固定化する必要がある。最も簡単な方法は、両端同士を連結して環状のポリケトン合成することである。研究開始当初は、芳香族炭化水素化合物などの剛直な分子にポリケトンの両端を結合することで張力発現のプラットフォームを作り出すことを狙った。3,3-ジメチルペンタン 2,4-ジオンを繰り返し単位とするポリケトンの末端にアセト酢酸エステル誘導体を連結し、そこからカルボン酸への加水分解、酸塩化物の形成を経てピレンなど様々な芳香環を導入した。しかし、ポリケトンの柔軟なコンフォメーションのためか、分子内環化反応が進行しにくく環状ポリケトンがほとんど得られなかった。そこで、ポリケトン鎖内部の1,4-ジケトン部位を一旦フランへと変換した分子ひもを合成し、両端に発生させたエノラートイオンの酸化的ホモカップリング反応から分子内環化反応を行った。この反応は中程度の収率で進行し、続くフラン環の加水分解によって環状ポリケトンを得た(図1)。この合成アプローチは繰り返し単位換算で2, 3, 4, 5, 6量体およびそれ以上の調査類縁体でも問題無く進行することが確認できた。

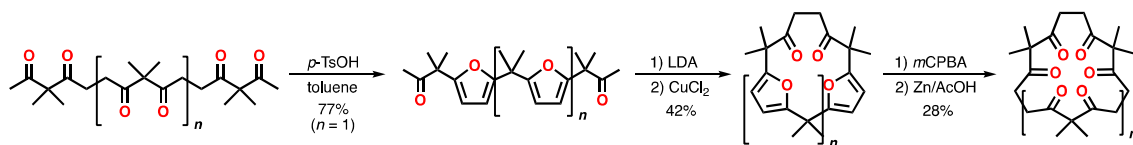


図1. 環状ポリケトンの合成

- (2) Paal-Knorr 反応によるヘテロ環形成と張力の定量

純粋にアセチルアセトン誘導体の繰り返し単位のみから構成された環状ポリケトンは、酢酸アンモニウムとの反応で全ての1,4-ジケトン部位をピロール環へと変換することができた(図2)。中でも、3つの繰り返し単位から成る環状ヘキサケトンからは、高い環歪みを持つ Calix[3]pyrrole が合成できた。この化合物は、ポルフィリン類縁体化学の中でも未踏とされてきた、3つのピロール環を3つの sp<sup>3</sup>炭素で架橋した環状化合物であり、環状ポリケトンからこの化合物が合成されただけでも非常に価値が高いものである。

同様の合成ルートを駆使して、ピロールの代わりにフランが導入された Calix[3]pyrrole 類縁体、すなわち Calix[1]furan[2]pyrrole, Calix[2]furan[1]pyrrole, Calix[3]furan を合成した。これら類縁体の単結晶構造解析結果をもとに、ヘテロ芳香環周りの歪み角および理論計算を用いた歪みエネルギーを算出したところ、内部ピロールのNHの立体反発に応じて歪みエネルギーが高くなることが分かった。すなわち、環状ポリケトンが Calix[3]pyrrole に変換される過

程において、張力に相当するエネルギーが芳香環周りの歪みエネルギーとして蓄積されていた。

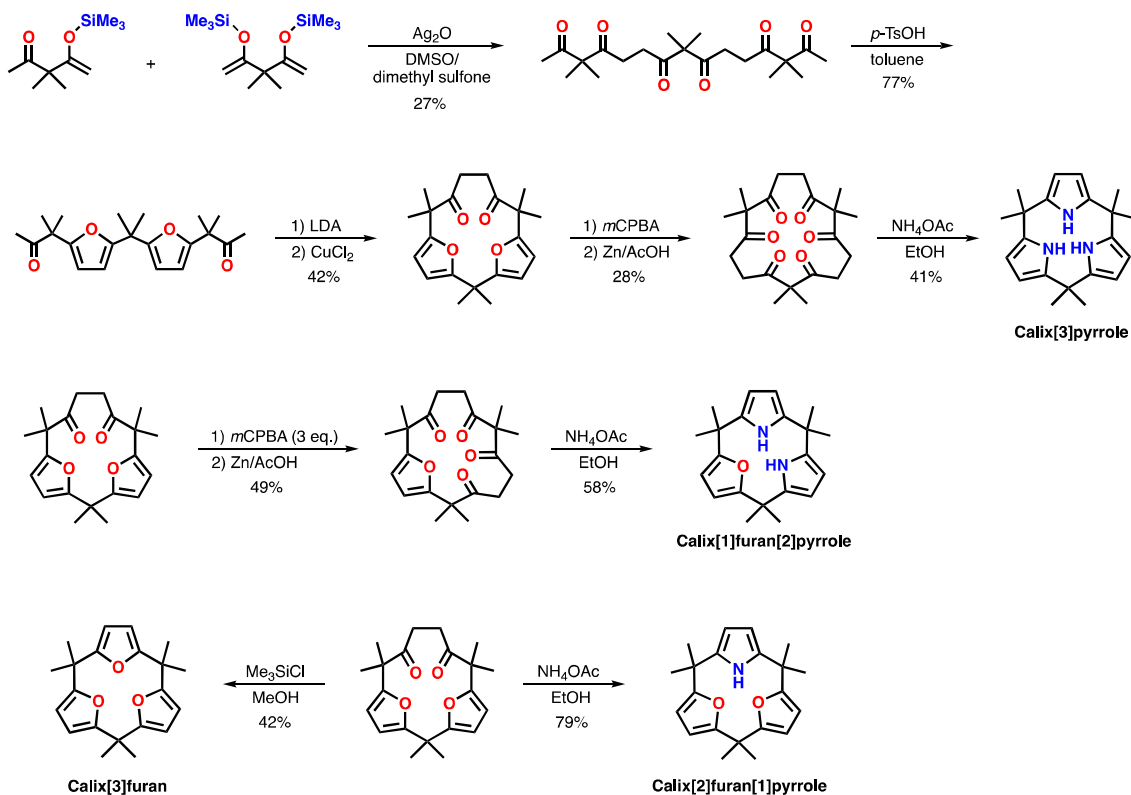


図 2 . Calix[3]pyrrole およびその類縁体の合成

### (3) 張力を用いた新奇化学反応の創出と機能変調の評価

Calix[3]pyrrole に対し、トリフルオロ酢酸をジクロロメタン中 10 mM 程度の濃度で作用させると、この化合物は数秒のうちに消失し、代わってピロール 6 つから成る Calix[6]pyrrole が定量的に生成した。この反応は、エントロピー増大則に逆らって、2 つの Calix[3]pyrrole から環サイズが倍の Calix[6]pyrrole を生み出すという驚くべき反応である。歪み誘起環拡大反応と呼ぶこの反応は、ピロールが 1 つフランで置換された Calix[1]furan[2]pyrrole でも反応時間が 5 分ほどかかるものの、定量的に進行した (図 3)。このとき、2 つのフラン環は対角位置に選択的に配置され、それ以外の異性体は観測されなかった。一方、歪みエネルギーの小さい Calix[2]furan[1]pyrrole や Calix[3]furan では、同条件での反応は起こらなかった。しかし、Calix[2]furan[1]pyrrole のピロール窒素原子をメチル化して歪みを強制的に増加させた類縁体では環拡大反応によって Calix[6]pyrrole 類縁体が得られた。

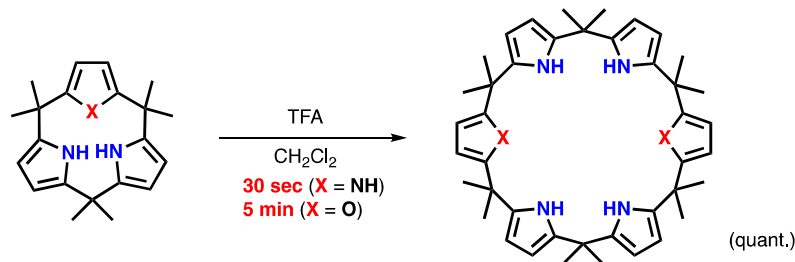
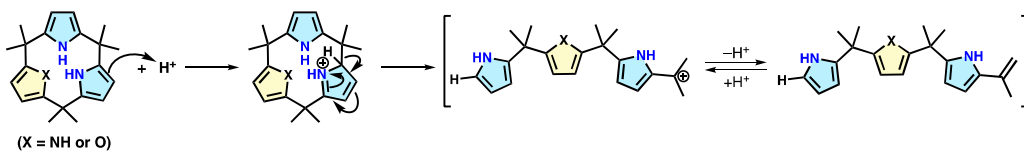


図 3 . Calix[3]pyrrole および Calix[1]furan[2]pyrrole の歪み誘起環拡大反応

この歪み誘起環拡大反応の反応機構は、鎖状中間体 (図 4) の単離によって解明できた。すなわち、ピロールのプロトン化を起点として環歪みを解消する不可逆な C-C 切断反応が起こり、鎖状カチオン中間体が生成する。このカチオン中間体はプロトンの可逆的な放出により 2-プロペニル基を持つ中間体、すなわち単離に成功した中間体を与える。この中間体は、さらに酸性条件下で 2 量化し、歪みの少ない Calix[6]pyrrole へと環化すると考えられる。

### Ring Cleavage



### Cyclodimerization

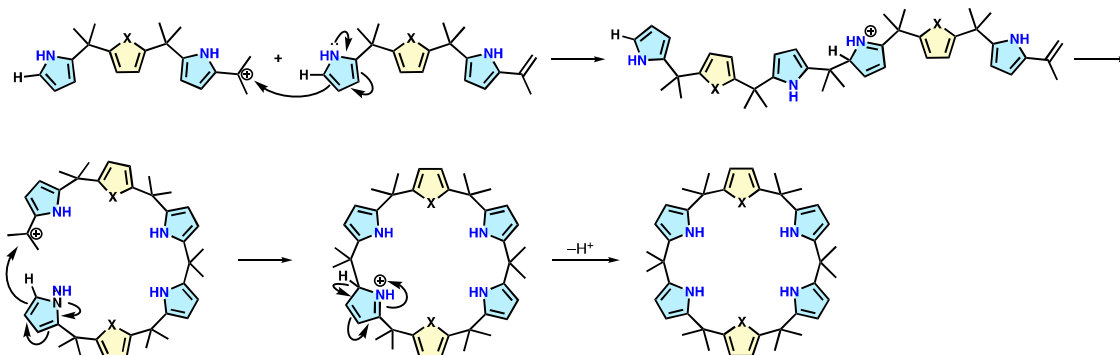


図 4 . 歪み誘起環拡大反応の反応機構

Calix[3]pyrrole が歪み誘起環拡大反応を通して calix[6]pyrrole へと瞬時に変換されることで、フッ化物イオンに対する会合定数は約 5 倍も向上する。また、ヨウ化物イオンやテトラフルオロホウ酸イオンなどのアニオンに対しても結合を示すようになる。この定量的変換反応により、細胞内や樹脂中においてアニオン捕捉能を劇的に変換可能な材料への足掛かりが得られた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yuki Ide, Yumehiro Manabe, Yuya Inaba, Yusuke Kinoshita, Jenny Pirillo, Yuh Hijikata, Tomoki Yoneda, Kilingaru I. Shivakumar, Saki Tanaka, Hitoshi Asakawa, Yasuhide Inokuma	4. 巻 13
2. 論文標題 Determination of the critical chain length for macromolecular crystallization using structurally flexible polyketones	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 9848-9854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2sc03083g	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 Keita Watanabe, Ranajit Saha, Yuya Inaba, Yumehiro Manabe, Tomoki Yoneda, Yuki Ide, Yuh Hijikata, Yasuhide Inokuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Absorption spectra of calix[3]pyrrole analogs as probes for contracted macrocycles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines	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) 10.1142/s1088424622500754	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 Therese Eriksson, Harish Gudla, Yumehiro Manabe, Tomoki Yoneda, Daniel Friesen, Chao Zhang, Yasuhide Inokuma, Daniel Brandell, Jonas Mindemark	4. 巻 55
2. 論文標題 Carbonyl-Containing Solid Polymer Electrolyte Host Materials: Conduction and Coordination in Polyketone, Polyester, and Polycarbonate Systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 10940-10949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.2c01683	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 Taichi Sano, Yuhua Sun, Taichi Mukai, Yuya Inaba, Tomoki Yoneda, Yuki Ide, Jenny Pirillo, Yuh Hijikata, Yasuhide Inokuma	4. 巻 -
2. 論文標題 Toward calix[2]-type macrocycles: Synthesis and structural analysis of cyclic tetraketone and highly strained furanophane	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Porphyrins and Phthalocyanines	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) 10.1142/s1088424623500189	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 Yuya Inaba, Jian Yang, Yu Kakibayashi, Tomoki Yoneda, Yuki Ide, Yuh Hijikata, Jenny Pirillo, Ranajit Saha, Jonathan L Sessler, Yasuhide Inokuma	4. 巻 62
2. 論文標題 Chiral Calix[3]pyrrole Derivatives: Synthesis, Racemization Kinetics, and Ring Expansion to Calix[9]- and Calix[12]pyrrole Analogues	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	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/anie.202301460	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 Kilingaru I. Shivakumar, Yumehiro Manabe, Tomoki Yoneda, Yuki Ide, and Yasuhide Inokuma	4. 巻 1
2. 論文標題 Chain-Length-Dependent Hydrogen-Bonded Self-Assembly of Terminally Functionalized Discrete Polyketones	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Precision Chemistry	6. 最初と最後の頁 34-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/prechem.3c00025	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 Yasuhide Inokuma, Yuya Inaba	4. 巻 94
2. 論文標題 Polyketone-Based Molecular Ropes as Versatile Components for Functional Materials	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 2187-2194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210223	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 Hayato Shirakura, Yumehiro Manabe, Chika Kasai, Yuya Inaba, Makoto Tsurui, Yuichi Kitagawa, Yasuchika Hasegawa, Tomoki Yoneda, Yuki Ide, Yasuhide Inokuma	4. 巻 30
2. 論文標題 Isopyrazole-Masked Tetraketone: Tautomerism and Functionalization for Fluorescent Metal Ligands	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4345-4349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100784	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 Yuya Inaba, Yu Nomata, Yuki Ide, Jenny Pirillo, Yuh Hijikata, Tomoki Yoneda, Atsuhiko Osuka, Jonathan L. Sessler, Yasuhide Inokuma	4. 巻 143
2. 論文標題 Calix[3]pyrrole: A Missing Link in Porphyrin-Related Chemistry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 12355-12360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c06331	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 Teng Zhang, Yuichi Kitagawa, Ryoma Moriake, Pedro Paulo Ferreira da Rosa, Md. Jahidul Islam, Tomoki Yoneda, Yasuhide Inokuma, Koji Fushimi, Yasuchika Hasegawa	4. 巻 27
2. 論文標題 Hybrid Eu(III) Coordination Luminophore Standing on Silica Nanoparticles by Two Legs for Enhanced Luminescence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 14438-14443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202102156	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 Yuya Inaba, Yu Kakibayashi, Yuki Ide, Jenny Pirillo, Yuh Hijikata, Tomoki Yoneda, Yasuhide Inokuma	4. 巻 28
2. 論文標題 Strain-induced Ring Expansion Reactions of Calix[3]pyrrole-related Macrocycles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry A European 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/chem.202200056	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 Ozawa Narito, Shivakumar Kilingaru I., Murugavel Muthuchamy, Inaba Yuya, Yoneda Tomoki, Ide Yuki, Pirillo Jenny, Hijikata Yuh, Inokuma Yasuhide	4. 巻 58
2. 論文標題 Alkali metal ion binding using cyclic polyketones	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 2971-2974
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC00361A	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 Hayato Shirakura, Yuh Hijikata, Jenny Pirillo, Tomoki Yoneda, Yumehiro Manabe, Muthuchamy Murugavel, Yuki Ide, Yasuhide Inokuma	4. 巻 13
2. 論文標題 Insoluble -conjugated Polyimine as an Organic Adsorbent for Group 10 Metal Ions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1705-1708
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.202100172	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36件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 猪熊泰英
2. 発表標題 「カルボニルひも」で作り出す夢の分子
3. 学会等名 第53回構造有機化学若手の会夏の学校 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Calix[3]pyrrole: Synthesis and Strain Induced Reactions
3. 学会等名 International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP)-12 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 猪熊泰英
2. 発表標題 分子ひもで切り拓く構造有機化学 ~自由な発想で新しい分子を創る~
3. 学会等名 令和4年度京都大学化学研究所 客員准教授 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 猪熊泰英
2. 発表標題 Polyketones as shapable molecular ropes
3. 学会等名 北海道大学 農学研究院-ICReDD合同シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuya Inaba, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Synthesis and Strain-induced Reactions of Calix[3]pyrrole and Related Macrocycles
3. 学会等名 International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP)-12(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Narito Ozawa, Shivakumar Kilingaru Ishwara, Muthuchamy Murugavel, Yuya Inaba, Yuki Ide, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Synthesis and Functionalization of Isopyrazole-masked Tetraketone for Fluorescent Metal Ligands
3. 学会等名 International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines (ICPP)-12(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 眞部 夢大・井手 雄紀・稲葉 佑哉・木下 雄介・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 構造柔軟な脂肪族ポリケトンの単分散合成と鎖長に依存した結晶性変化
3. 学会等名 第71回高分子化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 眞部 夢大・井手 雄紀・稲葉 佑哉・木下 雄介・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 単分散ポリケトンの分子鎖長に応じた結晶性の変化
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲葉 佑哉・猪熊 泰英
2. 発表標題 トリピロールマクロサイクルにおけるホウ素の安定化効果
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白倉逸人・眞部夢大・稲葉佑哉・井_雄紀・米田友貴・猪熊泰英
2. 発表標題 共役イミン類縁体を利用した金属イオン検出
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小澤 成達・Shivakumar Kilingaru Ishwara・木下 雄介・井手 雄紀・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 環状ポリケトンによるアルカリ金属イオン認識
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺 敬太・稲葉 佑哉・猪熊 泰英
2. 発表標題 Calix[3]pyrrole類縁体の歪み誘起環拡大反応
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐野 太一・稲葉 佑哉・白倉 逸人・猪熊 泰英
2. 発表標題 オリゴアセチルアセトンの選択的シリル化による合成
3. 学会等名 第32回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hayato Shirakura, Yuki Ide, Sheng Hu, Ichigaku Takigawa, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Visual Reaction Yield Analysis Using Image-based Machine Learning
3. 学会等名 5th ICRoDD International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kilingaru I. Shivakumar, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Hydrogen Bonded Self-Assembly of Pyridine Terminated Oligoketones
3. 学会等名 5th ICRoDD International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 稲葉 佑哉・猪熊 泰英
2. 発表標題 トリピロールマクロサイクルにおけるホウ素の安定化効果
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白倉 逸人・佐野太一・井_ 雄紀・Sheng Hu ・瀧川 一学・猪熊 泰英
2. 発表標題 画像を用いた機械学習による結晶性化合物の混合比予測
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kilingaru I. Shivakumar, Yuki Ide, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Hydrogen Bonded Self-Assembly of Pyridine Terminated Oligoketones
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡辺 敬太・稲葉 佑哉・米田 友貴・井手 雄紀・Ranajit Saha・土方 優・猪熊 泰英
2. 発表標題 calix[3]pyrrole類縁体の紫外可視吸収スペクトルと構造的解釈
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐野 太一・白倉 逸人・井手 雄紀・Sheng Hu・瀧川 一学・猪熊 泰英
2. 発表標題 固体混合物画像を利用した機械学習によるエナンチオマー割合診断
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuhua Sun・Taichi Sano・Yuya Inaba・Tomoki Yoneda・Yusuke Kinoshita・Yuki Ide・Jenny Pirillo・Yuh Hijikata・Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Synthesis of Cyclic Tetraketone and Furanophane Toward Calix[2]pyrrole
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小澤 成達・眞部 夢大・Muthuchamy Murugavel・井手 雄紀・猪熊 泰英
2. 発表標題 環状ポリケトンのアルカリ金属イオン包接と構造解析
3. 学会等名 第33回万有札幌シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yumehiro Manabe, Hayato Shirakura, Tomoki Yoneda, Yuki Ide, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Synthesis and Functionalization of Isopyrazole-masked Tetraketone for Fluorescent Metal Ligands
3. 学会等名 第71回錯体化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白倉 逸人・井手 雄紀・米田 友貴・眞部 夢大・猪熊 泰英
2. 発表標題 Insoluble -Conjugated Polyimine Compound as Metal Ion Adsorbent for Group 10 Elements
3. 学会等名 第71回錯体化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲葉佑哉・猪熊泰英
2. 発表標題 Calix[3]pyrroleの合成とその反応性
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 眞部 夢大・Killingaru Shivakumar・Jenny Pirillo・土方 優・米田 友貴・井手 雄紀・猪熊 泰英
2. 発表標題 単分散ポリケトンの合成と鎖長に依存した結晶性の変化
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 Yuya Inaba, Jenny Pirillo, Yuh Hijikata, Yasuhide Inokuma
2. 発表標題 Synthesis of Calix[3]pyrrole and Its Strain-induced Reaction
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 白倉 逸人・眞部 夢大・井手 雄紀・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 イソピラゾール部位を有するテトラケトン誘導体の合成と蛍光変化による金属イオン検出
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 小澤 成達・眞部 夢大・Kilingaru I. Shivakumar・井手 雄紀・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 環状ポリケトンのイオン包接と反応への応用
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 柿林 佑・稲葉 佑哉・井手 雄紀・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 ヘテロ原子置換によるcalix[3]pyrrole類縁体の合成
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 稲葉 佑哉・米田 友貴・猪熊 泰英
2. 発表標題 脂肪酸オリゴケトンの分子内縮合反応を起点とした機能性分子の構築
3. 学会等名 基礎有機化学会若手オンラインシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 猪熊 泰英
2. 発表標題 カルボニルひもで切り拓く構造有機化学
3. 学会等名 第126回フロンティア材料研究所学術講演会『有機・錯体・無機材料の構造と機能』（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 眞部 夢大・和田 圭介・馬場 雄大・米田 友貴・生越 友樹・猪熊 泰英
2. 発表標題 ピラー[5]アレーンによる脂肪族オリゴケトンの立体配座制御と応用
3. 学会等名 日本化学会第101春期年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白倉 逸人・井手 雄紀・米田 友貴・眞部 夢大・猪熊泰英
2. 発表標題 共役ポリイミン化合物を利用した10族金属イオンの吸着
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 小澤 成達・眞部 夢大・Muthuchamy Murugavel・井手 雄紀・猪熊 泰英
2. 発表標題 環状ポリケトンのアルカリ金属イオン認識挙動
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 稲葉 佑哉・猪熊 泰英
2. 発表標題 凹面に水酸基を有するポウル型ジオールの合成とスピロシリケートへの誘導
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

いいね！Hokudai #153 ポルフィリン化学100年の謎を解明する;14年にわたる研究の軌跡 <a href="https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/like_hokudai/article/23128">https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/like_hokudai/article/23128</a> "生命の色素"合成に秘められた謎を解明～鍵となるcalix[3]pyrroleをついに捉えた～ <a href="https://www.hokudai.ac.jp/news/2021/07/calix3pyrrole.html">https://www.hokudai.ac.jp/news/2021/07/calix3pyrrole.html</a> 猪熊研究室ホームページ <a href="https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/lor/HP/index.html">https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/lor/HP/index.html</a>
--

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