

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：36102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05591

研究課題名(和文)疎溶媒効果・分散力を活用したインターロック化合物の合成と機能性分子集合体の創出

研究課題名(英文) Functional self-assembled materials of interlocked molecules through solvophobic effects and dispersive forces

研究代表者

富永 昌英 (TOMINAGA, Masahide)

徳島文理大学・薬学部・准教授

研究者番号：60361507

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：ハロフェノールをもつ二置換アダマンタンと3,6-ジクロロ-1,2,4,5-テトラジンとの芳香族求核置換反応により、[2]カテナンを1ステップで合成した。条件検討の結果から、カテナン生成はアダマンタン部位に由来する疎溶媒効果が重要であることが示唆された。カテナンの部分構造であるV、C、U型分子を合成し、環状化合物との錯形成を行ったところ、C型分子が擬ロタキサン構造を形成することが示された。カテナンは、極性溶媒中で球状微粒子・ネットワーク集合体へと自己会合することが分かった。また、揮発性物質との結晶化から、ゲスト分子を包接した結晶が生成することから、ホスト分子として有用であることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

独自に見出したアダマンタン誘導体の疎溶媒効果・分散力を活用して、カテナンなどのインターロック化合物の合成と、これを基盤とした球状微粒子の構築、揮発性有機化合物を包接可能な結晶性材料の開発の機能創出に取り組んでいる研究例は限られている。単一分子システムの動的挙動や分子認識能を、ナノからバルクスケールの複数分子システムへと適用することにより、化粧品、センサー、塗料、フィルムなどのマテリアルサイエンスの分野へと幅広く応用できる可能性がある。得られた成果は自己組織化化学や超分子化学などのナノサイエンスの分野、特にナノ微粒子や多孔質材料の研究領域に多様な知見と有意な波及効果をもたらすと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Macrocycles and their [2]catenanes were synthesized by the one-step reactions of disubstituted adamantanes bearing halophenol units and 3,6-dichlorotetrazine in moderate yields by utilizing solvophobic effects and dispersion forces originated in the aliphatic and bulky natures of the adamantane units. Further, these compounds were organized into spherical particles and their fused network aggregates, whose formations were similarly attributed to solvophobic effects. The crystalline materials containing volatile organic compounds and carcinogenic substances were constructed from crystallization of catenanes. Macrocycles were assembled into tubular and columnar structures containing 1D channels in the crystalline states, which exhibited permanent intrinsic porosity due to mainly dispersion forces between the adamantane units, and adsorption of various guest molecules in a single-crystal to single-crystal fashion. Among them, the pseudorotaxane structures were produced.

研究分野：有機化学

キーワード：インターロック化合物 カテナン 環状化合物 球状微粒子 分子集合体 包接結晶 溶媒効果 分散力

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。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

HK97 とよばれるウイルスの殻構造は、複数の蛋白質の自己組織化により形成され、互いの蛋白質がカテナン状に絡み合っている。少ない遺伝情報で巨大構造体を作製し、さらに生命活動に必須の多様な機能を備えている。この様な高度な構造と機能をもつ自己集合性物質の構築に向けて、直線・ディスク・環状の両親媒性分子やオリゴペプチドを用いた例が数多く報告されている。それに対し、分子素子として注目を集めているインターロック化合物を基盤とした分子集合体の構築と機能化の例は少ない。[ 2 ] カテナンは多様な戦略によって構築されてきたが、一般的に合成が煩雑であり、各種官能基導入・修飾化が困難である。そのため、インターロック化合物の単一分子レベルに特徴的な外部刺激による分子構造転換や回転運動などの動的挙動変化を、マクロレベルの分子システムに変換することによる各種物性の改変、新機能の創出は重要な課題であるが未開拓である。これまでアダマンタンの脂肪族性と嵩高さに着目し、四脚、環状、カプセル分子を合成し、水、有機溶液中で中空ナノ粒子とそれらが融合したネットワーク集合体が生成することを示してきた。特に「水溶性部位をもたない分子が水溶液、有機溶媒中で中空球状集合体を形成」する例は稀であり、アダマンタン部位由来の疎溶媒効果・分散力が重要であることが分かった。この様なアダマンタンの特性をマクロレベルの分子集合体生成から単一分子レベルでのインターロック化合物の合成に活用することにした。

### 2. 研究の目的

サイズ・形状・立体構造が異なる、官能基導入・修飾化が可能なカテナン・ロタキサンなどのインターロック化合物群を、独自に見出したアダマンタンの脂肪族性に由来する疎溶媒効果・分散力を駆動力として合成する。これらを基盤として、サイズ・安定性・内部構造が異なる球状微粒子・ファイバーなどのソフトマテリアル、分子性結晶・金属有機構造体などの多孔性ハードマテリアル、を作製する。単一分子システムでの温度・溶媒・ゲスト添加などの外部刺激によるインターロック化合物の立体構造や回転・シャトリング運動などの動的変化を、マクロサイズの超分子システムに転写・翻訳することによって、中空球状集合体からコロイド状微粒子への形態変化に伴う内包ゲストの放出、自己集合性物質の二酸化炭素・汚染物質の吸脱着・分離や光学特性・濡れ性の物性改変などの革新的な構造と機能を併せもつ超分子材料を創製することを目的とする。

### 3. 研究の方法

初年度は「新規インターロック化合物群の合成と単一分子レベルでの動的挙動」、次年度以降はこれに加えて「多彩な分子集合体の作製とマクロレベルでの動的挙動変化による物性改変と新機能発現」を中心に研究計画をたてた。

(1) 新規インターロック化合物群の合成と単一分子レベルでの動的挙動：様々な置換基をもつ二置換アダマンタン群を合成し、芳香族求核置換反応（一ステップ、フラグメント法）により、多種多様な構造（サイズ、対称性、形状）をもつ[ 2 ] カテナン群を合成する。また、各種官能基導入と修飾化を実施する。非対称な環状化合物からなるカテナン、2つの異なる環状化合物からなるヘテロカテナン、 園頭カップリング反応によるベンゼン誘導体部位に機能性分子を導入したカテナン、 逆 Diels-Alder 反応による修飾したカテナン、をターゲット分子とする。置換基・官能基、および溶媒、アニオン添加、酸化還元によって、カテナン中のリングの配向・回転制御、および光学特性・アニオン認識能の改変を目指す。アダマンタン部位を有する環状化合物と鎖状分子を疎溶媒効果・分散力により擬ロタキサン構造を形成させる。これにストッパーとして機能性分子を用いることにより、[ 2 ] ロタキサン群を作製する。外部刺激・環境によって、鎖状分子のコンフォメーションを改変し、屈曲・シャトリング運動などの動的挙動を制御する。また、芳香族求核置換反応から、 グラブス触媒によるオレフィンメタセシス反応、 末端アルケンの銅による酸化的カップリング反応、 ハロゲン化アルキルによる Williamson エーテル合成反応などに拡張し、高次インターロック化合物の合成に挑戦する。さらに、アダマンタン部位を導入した多座配位子を合成し、疎溶媒効果・分散力が配位結合・有機金属結合性カテナン生成の系に適用できるか調査する。

(2) 多彩な分子集合体の作製とマクロレベルでの動的挙動変化による物性改変と新機能発現：インターロック化合物群を用いて、サイズや安定性の異なる球状集合体を作製する。外部刺激・環境（温度、溶媒、光、酸・塩基、ゲスト分子添加）に対応した膜厚・内部構造・形態変化や相転移などの動的挙動を調べる。すなわち、インターロック化合物の立体構造・化学特性の変化やゲスト分子との会合体形成を通じたマイクロ情報が、球状微粒子のマクロ情報にどのように協同的に伝達・増幅されるか明らかにする。また、球状中空集合体からファイバー、シート、ネットワーク集合体やゲルなどの多次元ソフトマテリアル、および分子性結晶・金属有機構造体・共有結合性有機構造体などの多孔性物質の系に拡張する。特に、カテナンは脂肪族基と極性芳香環を含むため、カテナンの立体構造変化は分子全体の極性、テトラジン部位の二酸化炭素やハロゲン

原子への親和性などの特性変化に通じる。この性質を活用して、以下の内容について研究を実施する。球状微粒子の表面特性の変化による濡れ性の改変を目指す、ネットワーク集合体や多孔性材料の外部刺激による構造・形態変化を通じて、二酸化炭素、残留性有機汚染物質の吸着剤としての活用を調査する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 芳香族求核置換反応による [ 2 ] カテナンの合成

クロロフェノールを有する二置換アダマンタン(5)と 3,6-ジクロロ-1,2,4,5-テトラジンの溶液を、*N,N*-ジイソプロピルエチルアミン(DIPEA)を含むアセトニトリル溶液に滴下することにより、環状化合物(1)を 24%、[ 2 ] カテナン(2)を 30%の収率で得た(Fig. 1)。単結晶 X線構造解析により、環状化合物は六角状の構造であり、カテナンは二分子の環状化合物が直交した構造であった。

一方、この反応を塩化メチレン中で行うと、1は42%、2は15%の収率であった。溶媒によって[ 2 ]カテナンの収率が異なることから、溶媒効果が示された。また、ブロモフェノールをもつ二置換アダマンタン(6)を用いて塩化メチレン中で反応を行うと、環状化合物(3)は46%、カテナン(4)は33%の収率であった。3と4の結晶構造解析から、環状化合物とカテナンは、それぞれ1と2と同様の構造であった。すなわち、一ステップで、8つの化合物から8つのC-O結合によって、一挙にカテナンを合成できることが示された。

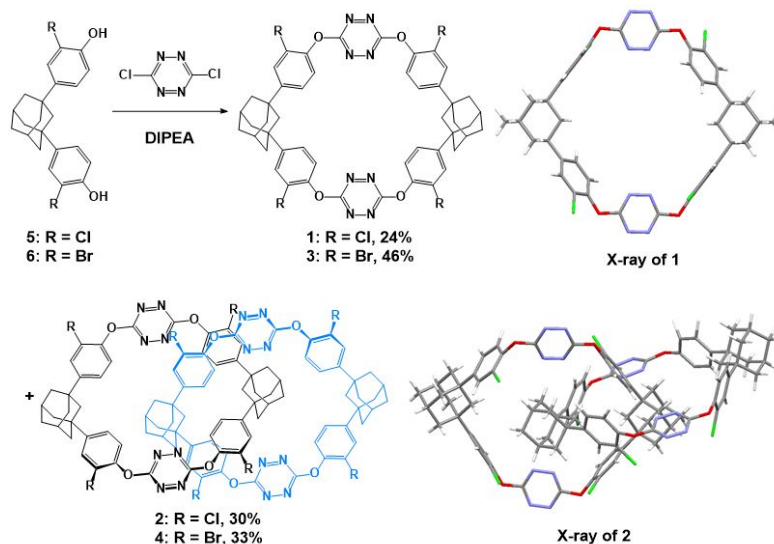


Fig. 1 Synthesis and crystal structures of macrocycles (1, 3) and [2]catenanes (2, 4).

##### (2) 芳香族求核置換反応によるカテナン構造の生成機構

カテナンの生成メカニズムを調べるために、3,6-ジクロロ-1,2,4,5-テトラジンの代わりに他の求電子試薬を用いて検討を行った。クロロフェノールをもつ二置換アダマンタン(5)と3,6-ジクロロピリダジンとの芳香族求核置換反応により環状化合物(7)を収率 57%で合成した(Fig. 2)。

溶媒、濃度など各種条件を検討したところ、カテナンの生成は確認されなかった。また、ハロフェノールをもつ二置換アダマンタン(5, 6)と2,5-ジブロモピラジンを用いて、逐次的に芳香族求核置換反応により環状化合物(10, 11)をそれぞれ合成した(Fig. 3)。同様に、カテナンは得られなかった。以上の結果から、テトラジンや反応溶媒がカテナン生成に重要であることが示唆された。次に、環状化合物の部分構造である V、U、C 型化合物を合成し、環状化合物との会合体形成を NMR 測定により評価した。C 型化合物(12)と環状化合物(1)を用いた場合、擬口タキサン構造が生成することが示唆された(Fig. 4)。一方、他の V 型化合物などとは、ほとんど会合体形成は観察されなかった。これらの結果から、環状、C 型化合物中のアダマンタン部位の疎溶媒効果・分散力が擬口タキサン構造およびカテナン形成に寄与することが示された。

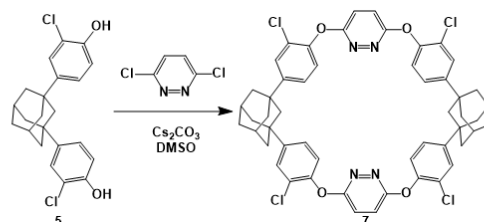


Fig. 2 Synthesis of adamantane-based macrocycle containing pyridazine parts (7).

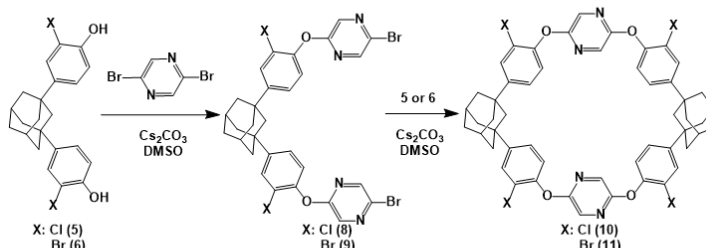


Fig. 3 Synthesis of adamantane-based macrocycle containing pyrazine parts (10, 11).

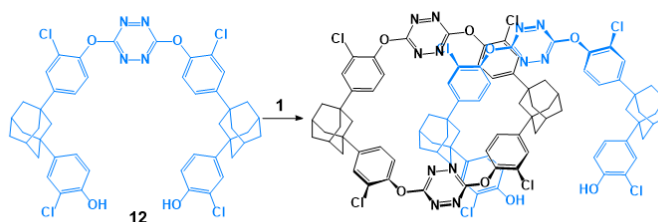


Fig. 4 Pseudorotaxane formation of 1 and C-shaped molecule (12).



### (3) 非対称の環状化合物とそのカテナンの合成

環状化合物のテトラジンを含んで左右非対称の環状化合物(14)とカテナン(15)の構築に取り組んだ。クロフェノールを有する二置換アダマンタン(5)と3,6-ジクロロ-1,2,4,5-テトラジンから前駆体(13)を合成し、これと6から環状化合物(36%)と目的のカテナン(16%)を得た(Fig. 5)。各種 NMR 測定から構造同定を行った。また、カテナンの単結晶が得られ、X線構造解析から、カテナン(2, 4)と同様に二分子の環状化合物が直交した構造体であることが示された。ハロゲン原子は一部ディスオーダーしているが、主に臭素原子がカテナンの外側に、塩素原子が内側に配置していることが示唆された。

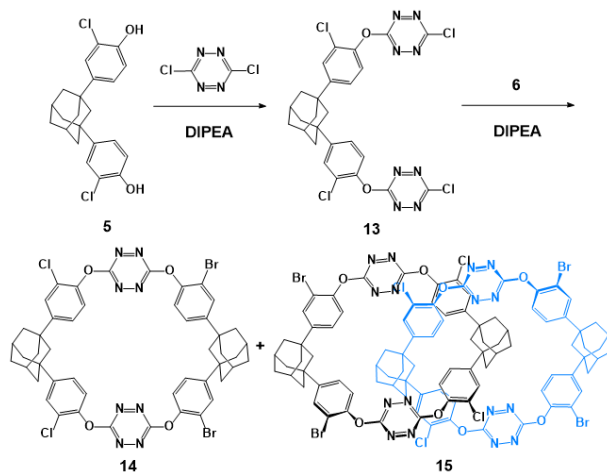


Fig. 5 Synthesis of macrocycle (14) and [2]catenane (15) containing adamantane and tetrazine units.

### (4) カテナンから球状微粒子への自己集合

[2]カテナン(2)のクロロホルム溶液にメタノールを加えた後、走査型電子顕微鏡測定から直径約 180 nm の球状集合体が生成していた (Fig. 6)。時間経過とともに球状集合体が融合したネットワーク集合体へと形態変化することが分かった。最終的に2日後に結晶の生成が確認された。すなわち、この条件下では、カテナンの結晶生成は、分子集合体を経由したプロセスであることが示唆された。また、他の [2]カテナンも、同様の条件下で、球状微粒子およびネットワーク集合体が生成した。カテナンは親水性部位を有していないが、球状微粒子形成、融合による形態変化、結晶への相転移は、アダマンタン部位の疎溶媒効果、分散力によるものと考えられる。

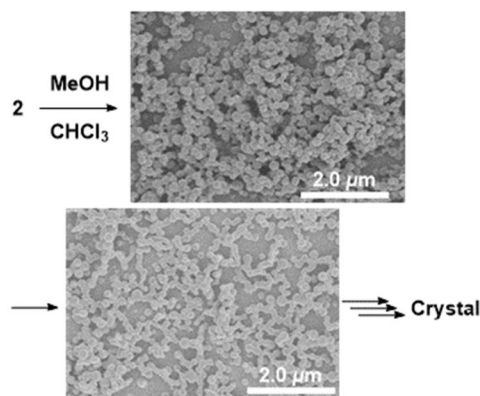


Fig. 6 Self-assembly behaviors of [2]catenane (2).

### (5) カテナンをホスト分子とした包接結晶の作製と構造解析

ハロフェノールを有する二置換アダマンタンと3,6-ジクロロテトラジンとの芳香族求核置換反応から得られたカテナン(2, 4)を活用して、ゲスト包接結晶の作製を行った。カテナンをクロロホルムに溶かし、各種ゲスト分子を加え、共結晶化を行ったところ、多様な包接結晶が得られた (Fig. 7)。一部の包接されたクロロホルムはカテナンのテトラジンと相互作用することが示された。また、クロロホルムに加えて、トルエンをはじめとする芳香族分子を取り込むことが分かった。選択的にテトラジン部位と  $\text{CH}\cdots$ 、 $\cdots$  相互作用しており、カテナンが結晶性材料のホストとして有用であることが明らかになった。

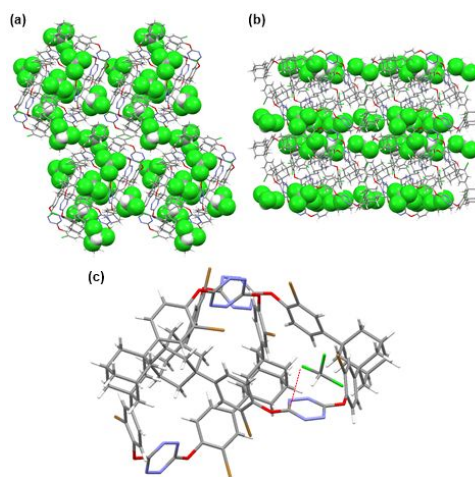


Fig. 7 (a, b) Inclusion crystals composed of 2 with chloroforms. (c) Halogen-related interactions between 2 and chloroform.

### (6) 環状化合物の結晶化による擬ポリロタキサン集合体の構築

ピラジンを含んだ環状化合物(11)を様々なゲスト存在下で結晶化を行ったところ、多様な包接結晶を得た。ジオキサンを包接した結晶は、ゲスト分子の一部が環状化合物の内部空間に取り込まれていた。ゲスト分子同士が  $\text{CH}\cdots\text{O}$  相互作用により、一次元連鎖構造を形成し、ホスト-ゲスト会合体は擬ポリロタキサン構造であることが分かった (Fig. 8)。また、四つのピフェニル誘導体をアダマンタンとメチレンで架橋した環状化合物を合成し、その骨格上にプロパギル基を導入した。この官能基化環状化合物を様々な溶媒から結晶化を行い、二種類の単結晶を得た。X線構造解析から、環状化合物が一次元に配列した

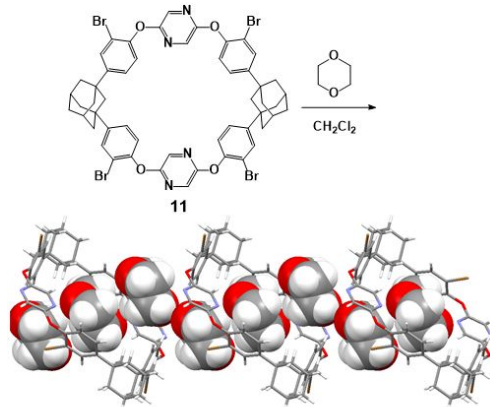


Fig. 8 Packing diagram of 11 and dioxane in inclusion crystals.

カラム状集合体を形成しており、プロパギル基は隣接した環状化合物の内部空間に配置されていることから、擬ポリロタキサン構造であることが示された。

#### (7) 単結晶 - 単結晶ゲスト吸着・交換による結晶相での擬ロタキサン生成

溶液中での擬ロタキサン構造生成の研究例は数多く報告されているが、結晶中では例が限定されている。テトラジンまたはピラジンを有する環状化合物の結晶は、多孔性示すことから、固 - 液相でのゲスト包接を通じて、擬ロタキサン構造の作製を試みた。テトラジンを有する環状化合物(1)の結晶は、医薬品である4 - メチルピラゾールが単結晶 - 単結晶形式で、環骨格内に二分子吸着されていた (Fig. 9)。ゲスト分子は水素結合した二量体を形成しており、擬ロタキサン構造を生成していた。また、ピラジンを有する環状化合物(11)の多孔質結晶は、マロン酸ジメチルを用いた結果、 $\text{CH} \cdots \text{O}$  相互作用した二量体が環骨格内に包接された擬ロタキサン構造を生成していた。このような結晶相でのゲスト吸着・交換が可能な要因として、アダマンタン部位の水素原子に由来する分散力をはじめとする多点相互作用が結晶の安定化に寄与していると考えられる。

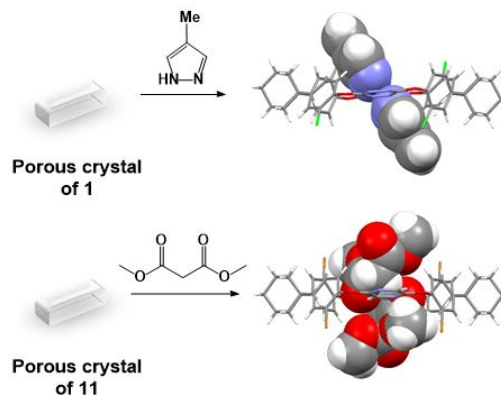


Fig. 9 Formation of pseudorotaxane structures by guest uptake in single-crystal to single-crystal fashions.

#### 引用文献

- M. Sun, M. Lee, Switchable Aromatic Nanopore Structures: Functions and Applications, *Acc. Chem. Res.*, 54, 2021, 2959-2968
- R. S. Forgan, J.-P. Sauvage, J. F. Stoddart, Chemical Topology: Complex Molecular Knots, Links, and Entanglements, *Chem. Rev.*, 111, 2011, 5434-5464

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kawahata Masatoshi、Tominaga Masahide、Komatsu Ryota、Hyodo Tadashi、Yamaguchi Kentaro	4. 巻 22
2. 論文標題 Inclusion crystals of V-shaped host molecules having trialkoxybenzene moieties with a carborane or benzoquinone derivative	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 7648 ~ 7653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/DOCE01107J	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 Tominaga Masahide、Hyodo Tadashi、Hikami Yuya、Yamaguchi Kentaro	4. 巻 23
2. 論文標題 Solvent-dependent alignments and halogen-related interactions in inclusion crystals of adamantane-based macrocycle with pyridazine moieties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 436 ~ 442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/DOCE01576H	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 Hyodo Tadashi、Tominaga Masahide、Yamaguchi Kentaro	4. 巻 23
2. 論文標題 Guest-dependent single-crystal-to-single-crystal transformations in porous adamantane-bearing macrocycles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 1539 ~ 1543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ce01782e	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 Tominaga Masahide、Hyodo Tadashi、Maekawa Yumi、Kawahata Masatoshi、Yamaguchi Kentaro	4. 巻 26
2. 論文標題 One Step Synthesis of Cyclophanes as Crystalline Sponge and Their [2]Catenanes through SNAr Reactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 5157-5161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905854	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 Tominaga Masahide, Mizuno Kosuke, Yamamoto Haruka, Hyodo Tadashi, Yamaguchi Kentaro	4. 巻 22
2. 論文標題 Co-Inclusion of cyclic ethers and chloroform by a macrocycle with benzophenone-3,3',4,4'-tetracarboxylic diimide units	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 2964-2969
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ce00221f	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 Tominaga Masahide, Fujimaru Kousuke, Hyodo Tadashi, Yamaguchi Kentaro	4. 巻 23
2. 論文標題 Selective alkane co-inclusion by methylene- and adamantane-bridged macrocycle with biphenyl units	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 5157 ~ 5163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CE00722J	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 Tominaga Masahide, Shinkawa Shoyo, Hyodo Tadashi, Yamaguchi Kentaro	4. 巻 23
2. 論文標題 Dynamic behavior of macrocycle-based organic frameworks in single-crystal to single-crystal guest exchanges	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 7039 ~ 7043
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ce01003d	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 Tominaga Masahide, Matsui Kiyoe, Hyodo Tadashi, Yamaguchi Kentaro	4. 巻 1252
2. 論文標題 Associated dimeric structures of molecular tweezers bearing naphthalimide and adamantane units in the solid state	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Structure	6. 最初と最後の頁 132167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molstruc.2021.132167	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 Tomimaga Masahide、Kondo Sana、Hyodo Tadashi、Kawahata Masatoshi、Yamaguchi Kentaro	4. 巻 24
2. 論文標題 Structure analysis of inclusion crystals of diimide-based macrocycles with halocarbons	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 3165 ~ 3171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2ce00118g	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19件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 富永昌英・藤丸滉輔・兵頭直・山口健太郎
2. 発表標題 アダマンタン部位を有する環状化合物によるアルカン類の選択的結晶化
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 兵頭直・富永昌英・山口健太郎
2. 発表標題 環状化合物の多孔質結晶によるハロゲン化エーテル系医薬品の包接挙動解析
3. 学会等名 日本薬学会 第141年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉本美久・富永昌英・兵頭直・山口健太郎
2. 発表標題 環状化合物からなる多孔質結晶によるフェノール類の吸着と結晶構造解析
3. 学会等名 日本薬学会 第141年会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 富永昌英・水野皓介・山本陽香・兵頭直・山口健太郎
2. 発表標題 環状イミドを活用した環状エーテル化合物の包接と結晶構造解析
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兵頭直・富永昌英・川幡正俊・山口健太郎
2. 発表標題 環状化合物の多孔性結晶による緑の香り成分の包接と結晶構造解析
3. 学会等名 第28回有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富永昌英・川西佑来・川幡正俊・兵頭直・山口健太郎
2. 発表標題 かご型分子からなる多孔質結晶による有機イオン対の吸着と構造解析
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 富永昌英・新川翔陽・兵頭直・山口健太郎
2. 発表標題 ソフトな多孔性有機結晶による柔軟なゲスト化合物の吸着と構造解析
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 兵頭 直・富永昌英・山口健太郎
2. 発表標題 環状化合物の多孔質結晶によるアミノ基を有する医薬品の吸着と包接挙動解析
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

徳島文理大学香川薬学部解析化学講座ホームページ <a href="http://kp.bunri-u.ac.jp/kph10/index.html">http://kp.bunri-u.ac.jp/kph10/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
研究協力者	川幡 正俊  (KAWAHATA Masatoshi)		
研究協力者	山口 健太郎  (YAMAGUCHI Kentaro)		

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