

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01991

研究課題名(和文)協奏的活性空間を有するネットワーク錯体の構築

研究課題名(英文)Construction of coordination network with a concerted active space

研究代表者

河野 正規 (Kawano, Masaki)

東京工業大学・理学院・教授

研究者番号：30247217

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：ピリジン配位部位とするメタン型4座配位子の一つの配位部位を他の官能基で置換したC3対称の配位子をメタン型4座配位子と一緒に自己集合すると速度論的にメタン型配位子がC3対称配位子に一部入れ替わった構造が生成した。置換された部位では置換活性な水が配位しているが、C-C二重結合に対して化学吸着が可能な配位不飽和な部位を生成することを明らかにした。例えば、ヘキサンと1-ヘキセンの競争的包接実験を行った結果、ヘキサンに対して1-ヘキセンは1.5倍の選択性を示すことをその場観察振動分光法により明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

配位子の一部が異なる官能基で修飾された配位子を混合することによりその比率が比較的小さい時には速度論的自己集合により基本となるネットワーク骨格を保持しながら複数の配位子が共存した細孔が修飾されたネットワーク錯体を構築できることを実証した。その構造は元の構造と比べると不安定であり準安定な構造であるが、一度溶液から単離すると応用研究が可能な十分な安定性がある。この事実は、あるネットワーク錯体の細孔を機能化したいときに簡便で実利的方法であり、様々な応用が可能な設計性の高い材料である。これは配位結合が速度論的に置換活性でありかつ比較的強い結合だからである。

研究成果の概要(英文)：C3-symmetric ligands were prepared by replacement of one coordination site of this methane-type ligand with another functional group such as a hydroxyl group. Self-assembly of cubane-type copper iodide with a methane-type tetradentate ligand and the C3-symmetric ligand produced a mixed-ligand coordination network in which the C3 symmetric ligand was partially replaced with the methane-type ligand. At the substituted site, a labile water was coordinated instead of pyridine and hydrogen-bonded to the hydroxyl group of the C3 ligand. Therefore, the ability for selective encapsulation of guest was examined using various alkanes and olefins. For example, when competitive encapsulation behavior was investigated using hexane and 1-hexene, the coordination network containing C3 symmetric ligands had 1.5 times higher olefin selectivity than the coordination network composed of methane-type ligands.

研究分野：錯体化学

キーワード：配位高分子 結晶化学 X線構造解析 オレフィンの分離

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

既報の配位高分子の大部分は熱力学的支配により合成されたものであり、比較的大きな結晶成長が可能で、ほとんどの構造解析は単結晶 X 線構造解析により行われてきた。熱力学的支配下では、最大限の安定化効果を得ようとするため、金属イオンの手は全て骨格形成のために使われ、また、自然界は空隙を嫌うため配位子同士の分子間相互作用により相互貫通構造になりやすい。つまり、相互作用部位のほとんどがネットワーク形成に使われてしまう。結果として、細孔の表面はゲストと相互作用する部位を有していないことが一般的である。そのため従来の細孔性ネットワーク錯体を利用した応用研究では、細孔自体が反応性に乏しいため、ガス吸着・分離・ゲスト交換などが広く研究されてきた。そこで今回官能基を導入した配位子を混合させ速度論的に自己集合することで協奏的活性空間を有するネットワーク錯体を構築する。

### 2. 研究の目的

本研究では、申請者が最近見出した  $T_d$  対称性を有する四座配位子とキューバン型ヨウ化銅錯体を用いる細孔性ネットワーク錯体の構築法を基盤として、まず、四座配位子の四つの配位部位の一つを反応性官能基に置き換えた三座配位子を各種合成し、これと四座配位子との混合物を用いて金属錯体との自己集合を多角的に検討し、官能基を含む細孔性ネットワーク錯体を合成する一般的手法を確立する。さらにこのようにして構築したネットワーク錯体を、反応性官能基と金属の配位不飽和部位とが協奏的に働く活性空間反応場として利用し、一般的には進行し難い反応や基質選択的な反応の実現を目指す。その際、X 線構造解析による逐次観測を行うことで活性空間内での反応途上の中間体の構造情報を取得するとともに、顕微振動分光及び量子化学計算により反応場の電子状態を解明し、これらの構造情報に基づいてさらに高度な反応場の設計を行い、革新的細孔内反応を実現する。

### 3. 研究の方法

申請者が最近見出した  $T_d$  対称性を有する四座配位子とキューバン型ヨウ化銅錯体とを用いる細孔性ネットワーク錯体の構築法を基盤として、まず、四座配位子の四つの配位部位の一つを反応性官能基に置き換えた三座配位子を各種合成し、これと四座配位子との混合物を用いて金属錯体との自己集合を多角的に検討し、官能基を含む細孔性ネットワーク錯体を合成する一般的手法を確立する。その際、熱力学的に安定な四座配位子のみからネットワーク錯体が構築されることが危惧されるが、申請者が最近端緒となる現象を見出した速度論的ネットワーク錯体構築の手法を展開・確立してこれを実現する。本提案では簡便に活性点をネットワーク内に作り出すだけでなく、配位不飽和部位と配位子の官能基との協奏的活性空間の構築が可能になる。このコンセプトは、生体系の突然変異のように本来のゲストと似たような形であるゲストが、偶然ホストにより誤認識されることにより突然変異が誘起される原理を利用し、ネットワークが形成される段階で似たような形の配位子が誤って取り込まれることを利用する。ここでのポイントは、熱力学的自己集合では三座配位子は取り込まれず、金属サイトの全ての配位サイトが四座配位子と配位結合した最も安定なネットワークが形成されると予想されるが、速度論的に自己集合することにより三座配位子が架橋配位子として取り込まれることにより、協奏的活性空間を形成できる可能性が高くなる点である。この時、三座配位子の官能基と金属の配位不飽和サイトを協奏的に利用することにより、金属タンパク質の酵素ポケットのように多点相互作用が働き、不活性な基質の活性化や基質選択的反応が可能になると期待できる。また、種類の異なる金属コネクターを混ぜることも可能であると期待できる。そこで今年度は、様々な四座配位子とカテコール基を有する三座配位子の合成を行い、速度論的手法を駆使して協奏的活性空間を形成する。

### 4. 研究成果

#### 【序論】

速度論的合成による自己組織化を利用すると特異な細孔性ネットワーク錯体を合成できる。Figure 1 に示すヨウ化銅キューバン型錯体  $[Cu_4I_4(PPh_3)_4]$  と  $T_d$  対称配位子 TPPM = tetra-4-(4-pyridyl) phenylmethane から速度論的に得られるネットワーク錯体はハロゲン相互作用サイトにもつ特異な

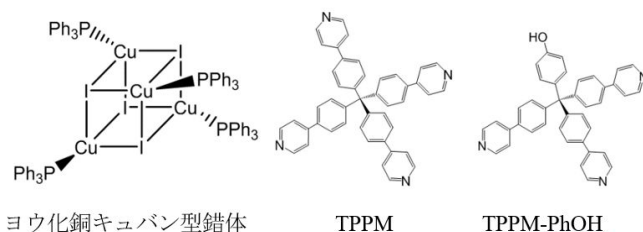


Figure 1 金属クラスターおよび配位子。

細孔があり、ヨウ素の化学吸着や小硫黄の反応など特異な空間として利用できる。

<sup>1)</sup>Figure 2 に示すように本研究では、ネットワーク錯体の組み上げにおいて Figure 1 のような TPPM 類似の  $C_3$  対称配位子 TPPM-PhOH を組み込むことで、相互作用サイトと配位不飽和部位の双方を有する、即ち協奏的活性空間をもつネットワーク錯体の創製を行い、その活性空間を用いた応用を目的とした。本研究において、協奏的活性空間をもつネットワーク錯体の合成法を確立し、アルカン/アルケン類の吸着挙動を明らかにした。

## 【実験】

### 1. TPPM-PhOH を用いたネットワーク錯体の合成

$C_3$  対称配位子 TPPM-PhOH を Scheme 1 に基づく三段階で新規に合成した。既知の CuI と TPPM からなるネットワーク錯体の配位子部位に TPPM-PhOH を組み込むことを目的とし、DMSO 25 mL に 180 °C で TPPM 0.03 mmol 及び  $[Cu_4I_4(PPh_3)_4]$  0.03 mmol を溶解させた後、120 °C まで徐々に温度を落とし TPPM-PhOH 0.03 mmol / DMSO 2 ml をさらに加えることで新規にネットワーク錯体(network 1) が黄色プリズム結晶として選択的に約 25% の収率で得られた。

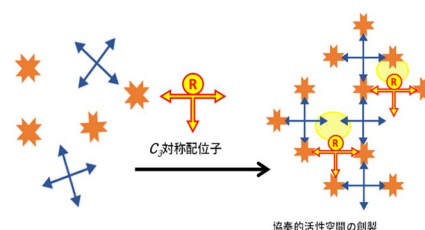
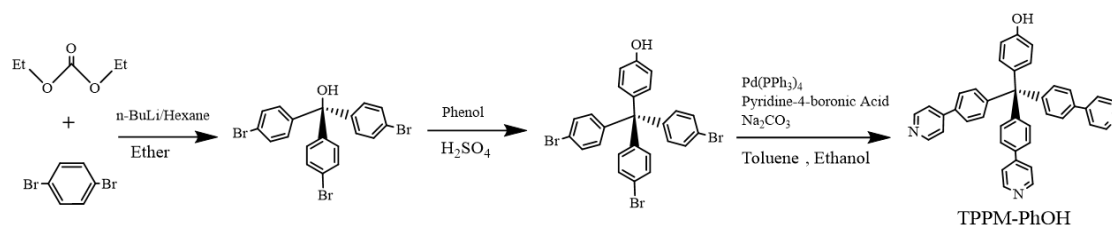


Figure 2 本研究のコンセプト

### 2. TPPM-PhOH を用いたネットワーク錯体の応用

TPPM-PhOH を含む network 1 及び TPPM-PhOH を含まない既報のネットワーク錯体(network 2)の 2 種類のネットワークをそれぞれ 70 – 80 mg 用意し、真空下で加熱することで細孔内の溶媒を除去した後、グローブボックス中で遠沈管にとり、基質としてカリウムミラーにより脱水したヘキサン(水分量 0.76 – 1.4 ppm)と 1 -ヘキセン(水分量 1.1 – 3.2 ppm)をそれぞれ 0.20 g (過剰量)加えた。一晚基質に浸けた後、TG で質量変化をモニターしながら 20 分間の Ar フローにて余分な基質を除去した。(30 °C, Ar 300 ml / min)この乾燥したネットワーク錯体をすぐに 1 ml の重クロロホルムに浸け、ネットワークに吸着された基質(ヘキサン及び 1-ヘキセン)を重クロロホルムに溶出させ、NMR によりヘキサン/ 1-ヘキセン比を求めた。この実験をそれぞれのネットワークに対して 3 回、同じサンプルを繰り返し用いて行った。また、network 1 に関しては対照実験としてカリウムミラーによる脱水を施さない基質(ヘキサン:水分量 13 – 19 ppm; 1-ヘキセン:水分量 77 – 81 ppm) を用いても同様の実験を行った。



Scheme 1 TPPM-PhOH の合成スキーム

## 【結果・考察】

### 1. TPPM-PhOH を用いた Network 1 の構造

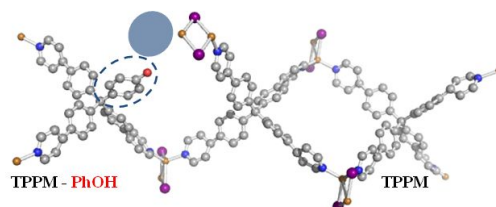
TPPM-PhOH を用いることで得られた黄色プリズム結晶を用い単結晶 X 線構造解析を行った。(Figure 3) TPPM と TPPM-PhOH が一定の割合で存在する乱れた構造モデルで解析でき、ネットワークには TPPM と TPPM-PhOH がおよそ 7 : 3 の比で存在してい



ることが分かった。また、元素分析より組成式は  $[(\text{Cu}_2\text{I}_2)_{1.31}(\text{C}_{45}\text{H}_{32}\text{N}_4)_{0.62}(\text{C}_{40}\text{H}_{29}\text{N}_3\text{O})_{0.38}(\text{H}_2\text{O})(\text{C}_2\text{H}_6\text{SO})_{1.57}]$  となり、X線構造解析の結果とよく一致した。また Figure 4 に示すように、フェノールのヒドロキシル基と銅の配位不飽和部位を相互作用点にもつ協奏的活性空間が得られた。この配位不飽和銅には水が配位することで、その配位部位を補われていること分かった。

## 2. ヘキサン及び1-ヘキセンの吸着挙動

TPPM-PhOH を含む network 1 及び TPPM-PhOH を含まない既報の network 2 を用いて、ヘキサンと1-ヘキセンの吸着能を調べた結果を Figure 5 に示す。Network 1 の場合、ヘキサン及び1-ヘキセン双方の吸着が確認され、1-ヘキセンの方が1.6倍多く吸着することが分かった。一方、network 2 は微量のヘキサンのみ検出された。これは、network 2 は1次元チャンネルを通してゲスト吸着をするのに対し、network 1 は配位子が24%欠損しており、ゲストの吸着が欠陥を通して起こるからであると考えられる。また network 1 については、脱水処理を施さない基質を用いて同様に実験を行ったところ、ヘキサン:1-ヘキセンは 9.47 : 7.22 とヘキサンが選択的に吸着され、1-ヘキセンの吸着量は約 1/15 になることが分かった。このことから、network 1 の水への親和性が基質の吸着に対して不利にはたらくことが分かった。このように新規に合成した network 1 の場合、水分量の多い基質を用いると1-ヘキセンに対する選択性が出なかったことから、1-ヘキセンに対する選択性は network 1 が有する配位不飽和部位に起因することが考えられる。このことを確かめるために Figure 6 に示すように IR を用いて network 1 に吸着された1-ヘキセンの観測を行った。ターゲットである1-ヘキセンの C=C 伸縮の実測値は Figure 7 に示すように  $1641\text{ cm}^{-1}$  であったため、1-ヘキセン吸着後の値から吸着前の値を減じるにより得られた差スペクトル(青)における  $1637\text{ cm}^{-1}$  のピークは細孔内に物理吸着された1-ヘキセンの C=C 伸縮によるものである。その他にも  $1466\text{ cm}^{-1}$  (1-ヘキセンのみの実測値:  $1466\text{ cm}^{-1}$ )、 $1455\text{ cm}^{-1}$  (1-ヘキセンのみの実測値:  $1453\text{ cm}^{-1}$ )、 $1377\text{ cm}^{-1}$  (1-ヘキセンのみの実測値:  $1380\text{ cm}^{-1}$ )、



$P 4/ncc$ ,  $a = b = 12.7471(6)\text{ \AA}$ ,  $c = 28.642(2)\text{ \AA}$ ,  $V = 4652.9(5)\text{ \AA}^3$ ,  $R_1 = 13.19\%$ , Mo K $\alpha$ ,  $\lambda = 0.71073\text{ \AA}$ .

Figure 3 TPPM-PhOH を用い新規に合成したネットワーク錯体。

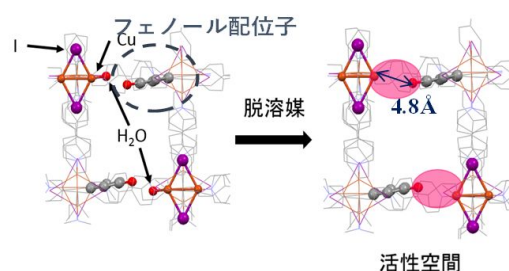


Figure 4 不飽和銅に配位する水。

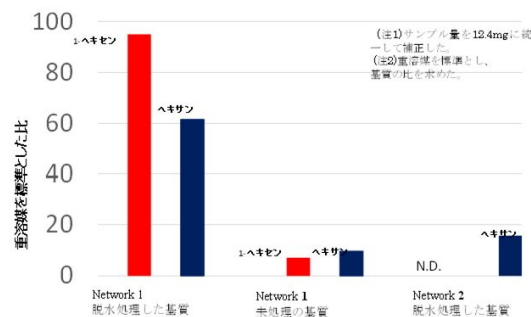


Figure 5 ヘキサン、1-ヘキセンの吸着量の比較。

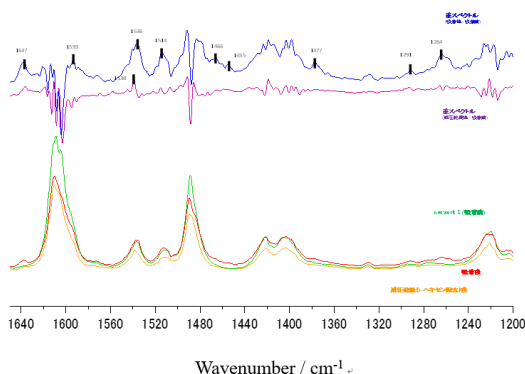


Figure 6 network 1 を用いた1-ヘキセン吸着の IR 差スペクトル。活性化を施した network 1 (吸着前) (緑)、1-ヘキセン吸着後 (赤)、減圧乾燥(1-ヘキセン除去)後 (橙)、吸着後の値(青)から吸着前(緑)を減じるにより得られた差スペクトル (青)、減圧乾燥後の値(橙)から吸着前(緑)を減じるにより得られた差スペクトル (紫)

1637  $\text{cm}^{-1}$  のピークは細孔内に物理吸着された1-ヘキセンの C=C 伸縮によるものである。その他にも  $1466\text{ cm}^{-1}$  (1-ヘキセンのみの実測値:  $1466\text{ cm}^{-1}$ )、 $1455\text{ cm}^{-1}$  (1-ヘキセンのみの実測値:  $1453\text{ cm}^{-1}$ )、 $1377\text{ cm}^{-1}$  (1-ヘキセンのみの実測値:  $1380\text{ cm}^{-1}$ )、

1291 cm<sup>-1</sup> (1-ヘキセンのみの実測値: 1291 cm<sup>-1</sup>)、1264 cm<sup>-1</sup> (1-ヘキセンのみの実測値: 1262 cm<sup>-1</sup>)が確認される。これらは、1-ヘキセンのみを測定した場合の実測値と近く、物理吸着と化学吸着のいずれかに該当するものであると考えられる。次に、吸

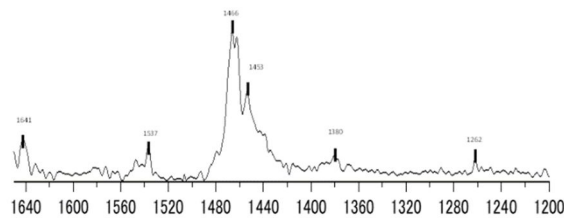


Figure 7 1-ヘキセンのみの IR スペクトル。

着後の値から吸着前の値を減じることにより得られた差スペクトル(青)から観察されるその他のピークについて述べる。1620 cm<sup>-1</sup>、1593 cm<sup>-1</sup>、1514 cm<sup>-1</sup> にピークが見られるがこれは 1-ヘキセンのみを測定したときの値(Figure 40)から帰属することは出来ない。そのため、これらのピークは化学吸着により吸着された 1-ヘキセンの C=C 伸縮によるものであると考えられる。複数のピークが観測された理由としては、配位不飽和部位にはフェノール置換基によるものと配位子欠陥によるもの二種類が存在することに加えて、Cu<sub>2</sub>I<sub>2</sub> ユニットには 4 つの配位部位が存在するため、隣接する配位子の有無や種類により様々な環境が存在するからであると考えられる。Figure 6 の分離吸着の実験結果から network 1 における 1-ヘキセンの吸着様式は物理吸着と化学吸着の二種類があることが予想されたが、Figure 6 の IR 差スペクトルの結果はこの二種類の吸着様式が存在することを支持している。

#### 【参考文献】

1) Kitagawa, H.; Ohtsu, H.; Kawano, M., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2013**, 52(47), 12395-12399.

#### 【講演目録】(一部抜粋)

1) M. TAKAKUSAGI, H. OHTSU, M. KAWANO “Kinetic Assembly of Cooperative Porous Coordination Networks Using C<sub>3</sub>-symmetric Ligands” 錯体化学会第 68 回討論会, **2018**, 1PA-007

2) M. TAKAKUSAGI, H. OHTSU, M. KAWANO “Kinetic Assembly of Cooperative Porous Coordination Networks Using C<sub>3</sub>-symmetric Ligands” 43rd International Conference on Coordination Chemistry, **2018**, S26-P07

3) H. Ohtsu, M. Takakusagi, T. Kanamaru, M. Okuyama, M. Kawano ” Kinetic Assembly of Porous Coordination Networks utilizing Labile Cu-Halide Clusters” 7th Asian Conference on Coordination Chemistry, **2019**.

4) T. Kanamaru, H. Ohtsu, M. Kawano “Kinetic assembly of porous coordination networks with CuI units and their application to alkane / alkene separation” 日本化学会第 100 春季年会 2020

5) 大津博義・金丸達也・Kim Joonsik・河野正規、“相互作用性細孔を有するネットワーク錯体の速度論的創製とヨウ素吸着挙動” 日本結晶学会 70 周年記念大会、2020/11/28.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 24件 / うち国際共著 23件 / うちオープンアクセス 24件）

1. 著者名 Deekamwong Krittanun, Usov Pavel M., Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki	4. 巻 22
2. 論文標題 Pyridinium modification of a hexaazaphenylene skeleton: structure and spectroelectrochemical analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CrystEngComm	6. 最初と最後の頁 5987 ~ 5994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ce00850h	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 Ohtsu Hiroyoshi, Usov Pavel M., Kawano Masaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Kinetic Assembly of Porous Coordination Networks Leads to Trapping Unstable Elemental Allotropes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Organic Crystal Chemistry	6. 最初と最後の頁 221 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-5085-0_12	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 Fuku Kentaro, Miyata Momoka, Takaishi Shinya, Yoshida Takefumi, Yamashita Masahiro, Hoshino Norihisa, Akutagawa Tomoyuki, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Iguchi Hiroaki	4. 巻 56
2. 論文標題 Emergence of electrical conductivity in a flexible coordination polymer by using chemical reduction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 8619 ~ 8622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc03062g	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 Yoshida Takefumi, Ahsan Habib Md., Zhang Hai-Tao, Izuogu David Chukwuma, Abe Hitoshi, Ohtsu Hiroyoshi, Yamaguchi Tadashi, Breedlove Brian K., Thom Alex J. W., Yamashita Masahiro	4. 巻 49
2. 論文標題 Ionic-caged heterometallic bismuth-platinum complex exhibiting electrocatalytic CO2 reduction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 2652 ~ 2660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9dt04817k	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 Rajmohan Rajamani, Vrla Geoffrey, Ueki Hisanori, Sajna Kappamveetil, Takei Toshiaki, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Vairaprakash Pothiappan, Tashiro Kentaro	4. 巻 15
2. 論文標題 Amyloid Like Nanofibrillation of Metal Organic Complex Arrays Ruled by Their Precisely Designed Metal Sequences	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Asian Journal	6. 最初と最後の頁 766 ~ 769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201901674	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 Dutta Soumen, Kumari Nitee, Dubbu Sateesh, Jang Sun Woo, Kumar Amit, Ohtsu Hiroyoshi, Kim Junghoon, Cho Seung Hwan, Kawano Masaki, Lee In Su	4. 巻 59
2. 論文標題 Highly Mesoporous Metal Organic Frameworks as Synergistic Multimodal Catalytic Platforms for Divergent Cascade Reactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 3416 ~ 3422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201916578	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 Suzuki Wataru, Kotani Hiroaki, Ishizuka Tomoya, Kawano Masaki, Sakai Hayato, Hasobe Taku, Ohkubo Kei, Fukuzumi Shunichi, Kojima Takahiko	4. 巻 123
2. 論文標題 A Diprotonated Porphyrin as an Electron Mediator in Photoinduced Electron Transfer in Hydrogen-Bonded Supramolecular Assemblies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 11529 ~ 11538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b02449.	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 Shang Xiaobo, Song Inho, Lee Jeong Hyeon, Choi Wanuk, Ohtsu Hiroyoshi, Jung Gwan Yeong, Ahn Jaeyong, Han Myeonggeun, Koo Jin Young, Kawano Masaki, Kwak Sang Kyu, Oh Joon Hak	4. 巻 11
2. 論文標題 Heterochiral Doped Supramolecular Coordination Networks for High-Performance Optoelectronics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 20174 ~ 20182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.9b04653	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 Den Taizen, Usov Pavel M., Kim Jaejun, Hashizume Daisuke, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki	4. 巻 25
2. 論文標題 Solid-Gas Phase Synthesis of Coordination Networks by Using Redox Active Ligands and Elucidation of Their Oxidation Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 11512 ~ 11520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201902105	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 Nakanishi Keisuke, Ohtsu Hiroyoshi, Fukuhara Gaku, Kawano Masaki	4. 巻 25
2. 論文標題 Do Anionic Molecules Aggregate in Solution? A Case Study with Multi interactive Ligands and Network Formation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 15182 ~ 15188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201903764	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 Kim Jaejun, Ohtsu Hiroyoshi, Den Taizen, Deekamwong Krittanun, Muneta Iriya, Kawano Masaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Control of anisotropy of a redox-active molecule-based film leads to non-volatile resistive switching memory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 10888 ~ 10893
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SC04213J	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 Dutta Soumen, Kumari Nitee, Dubbu Sateesh, Jang Sun Woo, Kumar Amit, Ohtsu Hiroyoshi, Kim Junghoon, Cho Seung Hwan, Kawano Masaki, Lee In Su	4. 巻 59
2. 論文標題 Highly Mesoporous Metal Organic Frameworks as Synergistic Multimodal Catalytic Platforms for Divergent Cascade Reactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 3416 ~ 3422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201916578	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 Rajmohan Rajamani, Vrla Geoffrey, Ueki Hisanori, Sajna Kappamveetil, Takei Toshiaki, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Vairaprakash Pothiappan, Tashiro Kentaro	4. 巻 15
2. 論文標題 Amyloid Like Nanofibrillation of Metal Organic Complex Arrays Ruled by Their Precisely Designed Metal Sequences	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 766-769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201901674	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 Ha Joo Yeon, Koo Jin Young, Ohtsu Hiroyoshi, Yakiyama Yumi, Kim Kimoon, Hashizume Daisuke, Kawano Masaki	4. 巻 57
2. 論文標題 An Organic Mixed-Valence Ligand for Multistate Redox-Active Coordination Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 4717 ~ 4721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201713035	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 Walwyn Robert J., Chan Bun, Usov Pavel M., Solomon Marcello B., Duyker Samuel G., Koo Jin Young, Kawano Masaki, Turner Peter, Kepert Cameron J., D'Alessandro Deanna M.	4. 巻 6
2. 論文標題 Spectroscopic, electronic and computational properties of a mixed tetrachalcogenafulvalene and its charge transfer complex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 1092 ~ 1104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7tc03853d	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 Kaewmati Patcharin, Yakiyama Yumi, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Haesuwannakij Setsiri, Higashibayashi Shuhei, Sakurai Hidehiro	4. 巻 2
2. 論文標題 Tris(2-hydroxyphenyl)triazasumanene: bowl-shaped excited-state intramolecular proton transfer (ESIPT) fluorophore coupled with aggregation-induced enhanced emission (AIEE)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 514 ~ 519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7QM00530J	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 Kojima Takahiko, Ogishima Fumiya, Nishibu Takahisa, Kotani Hiroaki, Ishizuka Tomoya, Okajima Toshihiro, Nozawa Shunsuke, Shiota Yoshihito, Yoshizawa Kazunari, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Shiga Takuya, Oshio Hiroki	4. 巻 57
2. 論文標題 Intermediate-Spin Iron(III) Complexes Having a Redox-Noninnocent Macrocyclic Tetraamido Ligand	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 9683 ~ 9695
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b00037	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 Ha Joo Yeon, Deekamwong Krittanun, Ohtsu Hiroyoshi, Kim Kimoon, Hashizume Daisuke, Kawano Masaki	4. 巻 47
2. 論文標題 Stepwise Synthesis via Mechanochemical Reaction for Multistate Redox-active 2D Zinc(II) Coordination Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1184 ~ 1186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180546	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 Yasui Masamichi, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Hanaya Kengo, Sugai Takeshi, Higashibayashi Shuhei	4. 巻 47
2. 論文標題 Dearomative Oxidative Rearrangement of [3]Cyclo-1,8-carbazolylene	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1357 ~ 1359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180637	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 Shang Xiaobo, Song Inho, Jung Gwan Yeong, Choi Wanuk, Ohtsu Hiroyoshi, Lee Jeong Hyeon, Koo Jin Young, Liu Bo, Ahn Jaeyong, Kawano Masaki, Kwak Sang Kyu, Oh Joon Hak	4. 巻 9
2. 論文標題 Chiral self-sorted multifunctional supramolecular biocoordination polymers and their applications in sensors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-06147-8	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 Tashiro Kentaro, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Kojima Tatsuhiro, Kato Tatsuhisa	4. 巻 57
2. 論文標題 Platinum(II) Terpyridine Complex That Switches Its Photochemical Reactivity in Response to Its Chromic Behavior in the Crystalline State	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 13079 ~ 13082
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b02400	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 Yamazaki Yasuomi, Rohacova Jana, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Ishitani Osamu	4. 巻 57
2. 論文標題 Synthesis of Re(I) Rings Comprising Different Re(I) Units and Their Light-Harvesting Abilities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 15158 ~ 15171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b02421	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 Tan Qitao, Kaewmati Patcharin, Higashibayashi Shuhei, Kawano Masaki, Yakiyama Yumi, Sakurai Hidehiro	4. 巻 91
2. 論文標題 Triazasumanene: An Isoelectronic Heteroanalogue of Sumanene	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 531 ~ 537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20170384	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 Ohtani Ryo, Yamamoto Riho, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki, Pirillo Jenny, Hijikata Yuh, Sadakiyo Masaaki, Lindoy Leonard F., Hayami Shinya	4. 巻 Advance Article
2. 論文標題 Consecutive oxidative additions of iodine on undulating 2D coordination polymers: formation of I-Pt-I chains and inhomogeneous layers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8DT04624G	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

[学会発表] 計51件(うち招待講演 7件/うち国際学会 14件)

1. 発表者名 河野正規
2. 発表標題 - stacking aggregation of anionic ligands, the photophysical properties, and the application to network formation
3. 学会等名 第70回錯体化学討論会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kim Joonsik, Hiroyoshi Ohtsu, Tatsuya Kanamaru, Daisuke Hashizume, Masaki Kawano
2. 発表標題 Kinetic assembly of flexible porous coordination networks and iodine adsorption behavior
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 浅田 七海、Pavel Usov、大津 博義、河野 正規
2. 発表標題 ピリジン置換ジアザフェナレン誘導体の合成と物性評価
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 奥山 万理恵、大津 博義、河野 正規
2. 発表標題 ネットワーク錯体における空間を介した電荷移動相互作用の解明
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 小名 健介、大津 博義、河野 正規
2. 発表標題 アルキル鎖を有するジアザフェナレン誘導体の合成及び物性評価
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 古野 那菜、和田 雄貴、大津 博義、河野 正規
2. 発表標題 多点相互作用性配位子を用いた巨大細孔を有する細孔性ネットワーク錯体の構造と中分子の包接挙動
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 大津博義、金丸達也、Kim Joonsik、河野正規
2. 発表標題 相互作用性細孔を有するネットワーク錯体の速度論的創製とヨウ素吸着挙動
3. 学会等名 日本結晶学会 70周年記念大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 和田雄貴、大津博義、河野正規
2. 発表標題 芳香環窒素原子に局在化したn軌道のホスト-ゲスト分子間相互作用
3. 学会等名 日本結晶学会 70周年記念大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 河野 正規
2. 発表標題 Kinetic Assembly Of Porous Coordination Networks
3. 学会等名 JSPS A3プログラム 第2回日中韓フォーサイトセミナー（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河野 正規
2. 発表標題 Control of anisotropy of redox-active molecule-based film leads to non-volatile resistive switching memory
3. 学会等名 AsCA2019（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金丸達也, 大津博義, 河野正規
2. 発表標題 柔軟なTd対称配位子を用いた細孔性ネットワーク錯体の速度論的合成
3. 学会等名 錯体化学会 第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marie Okuyama, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Emissive network formation from kinetically assembled CuBr network
3. 学会等名 錯体化学会 第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Pavel Usov, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Utilization of Isocyanide-based Ligands for the Construction of Conductive Coordination Frameworks
3. 学会等名 錯体化学会 第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Krittanan Deekamwong, Nakanishi Keisuke, Ohtsu Hiroyoshi, Kawano Masaki
2. 発表標題 Photoactive hexaazaphenylene ligand-based frameworks and its applications
3. 学会等名 錯体化学会 第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyoshi Ohtsu, Miho Takakusagi, Tatsuya Kanamaru, Marie Okuyama, Masaki Kawano
2. 発表標題 Kinetic Assembly of Porous Coordination Networks utilizing Labile Cu-Halide Clusters
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 Krittanan Deekamwong, Pavel M. Usov, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Multi-interactive hexaazaphenylene-based pyridinium ligands and their incorporation into coordination networks
3. 学会等名 7th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Wada, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Synthesis of coordination networks by controlling multi-interactive ligands and their applications
3. 学会等名 錯体化学会 第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Wada, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Multi-interactive molecules/MOFs for device applications
3. 学会等名 JSPS A3プログラム 第2回日中韓フォーサイトセミナー（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyoshi Ohtsu, Keisuke Nakanishi, Nozumu Odagawa, Gaku Fukuhara, Masaki Kawano
2. 発表標題 Versatile solution states of a multi-interactive ligand lead to wide variety of porous coordination networks
3. 学会等名 CEMSupra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Pavel Usov, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Utilization of Isocyanide-based Ligands for the Construction of Conductive Coordination Frameworks
3. 学会等名 CEMSupra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Krittanut Deekamwong, Pavel Usov, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Multi-interactive hexaazaphenylene-based pyridinium ligands and their incorporation into coordination networks
3. 学会等名 CEMSupra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Wada, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Synthesis of coordination networks by controlling multi-interactive ligands and their applications
3. 学会等名 CEMSupra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuya Kanamaru, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Kinetic assembly of porous coordination networks using Td-symmetry ligands
3. 学会等名 CEMSupra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marie Okuyama, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Emissive network formation from kinetically assembled CuBr network
3. 学会等名 CEMSupra
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nanami Asada, Pavel Usov, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 A series of pyridyl-functionalized diazaphenalenenes for the construction of electroactive materials
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Pavel Usov, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Utilization of Isocyanide-based Ligands for the Construction of Conductive Coordination Frameworks
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuya Kanamaru, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Kinetic assembly of porous coordination networks with CuI units and their application to alkane / alkene separation
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Krittanan Deekamwong, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Multi-interactive hexaazaphenylene-based pyridinium ligands and their incorporation into coordination networks
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Yuki Wada, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kaawano
2. 発表標題 Synthesis of coordination networks with multi-interactive ligands and their applications
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河野正規
2. 発表標題 Kinetic assembly of porous coordination networks
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河野正規
2. 発表標題 Kinetic assembly of porous coordination networks
3. 学会等名 Impressions of the Second Japan-Dresden Symposium 2018 (iJaDe2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河野正規
2. 発表標題 Kinetic assembly of porous coordination networks
3. 学会等名 Asian Crystallographic Association (AsCA2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○小田川 望, 大津博義, 河野 正規
2. 発表標題 The synthesis of porous coordination networks using a multi interactive ligand
3. 学会等名 錯体化学会 第67回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○田 泰然, Kim Jaejun, 大津 博義, 河野 正規
2. 発表標題 Syntheses of Coordination Networks with a Redox-Active Ligand
3. 学会等名 錯体化学会 第67回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○高草木 美穂, 大津 博義, 河野 正規
2. 発表標題 Kinetic Assembly of Porous Coordination Networks Using C3-symmetric Ligands
3. 学会等名 錯体化学会 第67回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Tatsuya Kanamaru, Masaki Kawano, Hiroyoshi Ohtsu
2. 発表標題 Kinetic synthesis of porous coordination networks using Td-symmetry ligands
3. 学会等名 錯体化学会 第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Yuuki Wada, Masaki Kawano, Hiroyoshi Ohtsu
2. 発表標題 Symmetric control of multi-interactive ligands for coordination network formation
3. 学会等名 錯体化学会 第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Miho Takakusagi, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Kinetic Assembly of Cooperative Porous Coordination Networks Using C3-symmetric Ligands
3. 学会等名 錯体化学会 第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Taizen Den, Jaejun Kim, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Zinc Iodide-based redox active coordination networks
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Miho Takakusagi, Hiroyoshi OHTSU, Masaki KAWANO
2. 発表標題 Kinetic Assembly of Cooperative Porous Coordination Networks Using C3-symmetric Ligands
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Jaejun Kim, Masaki Kawano*
2. 発表標題 Channel opening of columnar coordination network for detection of polycyclic aromatic hydrocarbons
3. 学会等名 122nd Korean Chemical Society(KCS) General meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Krittanut Deekamwong, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano*
2. 発表標題 Multi-carboxylic acids as co-ligands to extend voids in the structure of zinc and TPHAP coordination
3. 学会等名 122nd Korean Chemical Society(KCS) General meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○和田雄貴, 大津博義, 河野正規
2. 発表標題 多点相互作用配位子の置換基制御によるネットワーク錯体合成?
3. 学会等名 日本結晶学会 2018年度年会および総会(CrSJ2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○金丸達也, 大津博義, 河野正規
2. 発表標題 Td対称配位子とCuIクラスターを有する細孔性ネットワーク錯体の速度論的生成
3. 学会等名 日本結晶学会 2018年度年会および総会(CrSJ2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Krittanun Deekamwong, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Multi-carboxylic acids as co-ligands to extend voids in the structure of cadmium and TPHAP coordination system
3. 学会等名 日本結晶学会 2018年度年会および総会(CrSJ2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Jaejun Kim, Jin Young Koo, Hojeong Yu, 焼山佑美, 小島達弘, 大津博義, Joon Hak Oh, 河野正規
2. 発表標題 Chemiresistive Sensor based on Redox-active Porous Coordination Networks
3. 学会等名 錯体化学会 第66回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Taizen Den, Jaejun Kim, Hiroyoshi Ohtsu, Masaki Kawano
2. 発表標題 Zinc Iodide-based redox active coordination networks
3. 学会等名 錯体化学会 第68回討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○Nozomu Odagawa, Hiroyoshi OHTSU, Masaki KAWANO
2. 発表標題 The synthesis of Porous Coordination Networks using a Multi-interactive Ligand
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 ○J. Y. Ha, D. Hashizume, M. Kawano
2. 発表標題 Design of an Organic Mixed-Valence Ligand for Multistate Redox-Active Porous Coordination Networks
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○NAKANISHI Keisuke, OHTSU Hiroyoshi, FUKUHARA Gaku, KAWANO Masaki
2. 発表標題 Photophysical properties of a multi-interactive ligand and syntheses of coordination networks by ligand aggregation
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 ○Pavel Usov, Masaki Kawano
2. 発表標題 Utilization of Isocyanide-Based Ligands for the Construction of Conductive Metal-Organic Frameworks
3. 学会等名 Metal-Organic Frameworks (MOF2018)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計3件

産業財産権の名称 細孔性ネットワーク錯体、結晶構造解析用試料の作製方法および分子構造決定方法	発明者 河野正規、大津博義	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、51900551309	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 可変抵抗デバイスおよびその製造方法	発明者 河野正規、大津博義、キム ジェジュン	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、51901086118	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ゲスト分子解析用の再校正ネットワーク錯体結晶、結晶構造解析用試料の作製方法および分子構造決定方法	発明者 河野正規、大津博義、和田 雄貴	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、52001331588	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	大津 博義  (Ohtsu Hiroyoshi)  (10547087)	東京工業大学・理学院・助教    (12608)	

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