

戦略的創造研究推進事業
研究領域「低エネルギー、低環境負荷で持続可能な
ものづくりのための先導的な物質変換技術の創出」
(ACT-C)

研究課題「多孔性配位高分子を反応場に用いたメタノー
ル合成法の開発」

研究終了報告書

研究期間 平成24年10月～平成30年3月

研究代表者：北川 進
(京都大学 高等研究院 物質－細胞統合シ
ステム拠点、特別教授／拠点長)

目次

§ 1. 研究実施の概要	(2)
(1) 実施概要	
(2) 顕著な成果	
§ 3. 研究実施体制	(3)
(1) 研究体制について	
(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について	
§ 4. 研究実施内容	(4)
§ 6. 成果発表等	(10)
(1) 原著論文発表	
(2) その他の著作物	
(3) 国際学会発表及び主要な国内学会発表	
(4) 知財出願	
(5) 受賞・報道等	
(6) 成果展開事例	
§ 7. 研究期間中の活動	(25)
(2) 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動	

§ 1. 研究実施の概要

(1) 実施概要

本研究の目的は、多孔性配位高分子(PCP)を用いた二酸化炭素(CO₂)の多電子還元によるメタノール合成触媒の開発である。本研究期間を通して、(1) 高い熱的・化学的安定性を有する PCP の設計指針の確立、(2) 混合ガスからの優れた CO₂ 分離能を持つ PCP の開発、(3) PCP 骨格中への触媒活性点の導入法の開発、(4) PCP 複合触媒の反応性の評価、を一貫して行ってきた。その中で、Ru^{II} 錯体を導入した PCP 複合触媒を用いた CO₂ の光還元反応によって、二電子還元体である CO および HCOOH が触媒的に生成することを確認した。特に、低濃度の CO₂ を含む混合ガスに対しても光還元反応が効率よく進行することを見出し、PCP のマイクロ孔による CO₂ 分離・濃縮機能と Ru^{II} 錯体触媒による CO₂ 還元機能との相乗効果を実証した。また、PCP 複合触媒の高度な設計性によって還元生成物の CO/HCOOH 選択性を制御できることを明らかにした。さらには、PCP 複合触媒中の Ru^{II}-CO 部位が無機ヒドリド剤との量論反応によってメタノールにまで還元されることも確認した。この多電子還元反応を触媒的に進行させるために再生可能なヒドリド反応剤の開発に取り組み、PCP 骨格中に有機ヒドリド剤を導入した新奇な複合材料の合成に成功した。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. 高い水中安定性と CO₂ 分離能を併せ持つ PCP の開発

酸性およびアルカリ性水溶液中で高い安定性を示す PCP の設計指針を確立した。一例として、La^{III} と広いπ平面を持つ有機架橋配位子からなる、ハニカム状一次元細孔型 PCP について、幅広い pH 耐性(pH 2-12)を持っており、混合ガスから CO₂ を高効率に分離することが可能であることを明らかにした。CO₂ 分離能に優れた PCP はこれまでも多く報告されているが、今回初めて高い耐水性を持つ PCP の CO₂ 分離能が明らかにされた。CO₂ 還元触媒に限らず様々な応用に対する PCP の設計にあたり極めて有用な知見となる。

2. PCP 骨格中への機能性分子の導入法の開発

PCP を構成する有機架橋配位子が部分的に機能性部位を有する配位に置換された複合体の合成手法を確立した。具体例としては、CO₂ 光還元反応を達成するための成分として光増感剤・有機ヒドリド反応剤・還元触媒を複数種かつ任意の比率で含有する高次の複合材料の合成に成功した。PCP 母骨格の金属種・配位子種の選択と合わせて複合体の自在な設計を可能にする成果であり、PCP のガス吸着機能と他の機能とを併せ持つ高機能な多孔性材料の創製に繋がるものである。

<科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果>

1. PCP の結晶表面制御による新奇な超撥水多孔性材料の開発

有機架橋配位子の設計によって、表面にベンゼン環と細孔が周期的に配列された PCP を合成した。この PCP は、水滴に対して152度の接触角を有し、水を弾くことによって耐水性を示す。ベンゼン環と細孔の周期構造が超撥水性を発現し、二酸化炭素・水・ベンゼンなどの小分子吸着も可能であることを明らかにした。フッ素やシリコーンを用いない超撥水機能の発現は本研究が世界初であり、学術的・産業的に注目されている。現在、企業に材料提供してフィージビリティスタディ(FS)を進行中である。

2. 混合ガス中の低濃度 CO₂ の還元を可能にする PCP 複合触媒の開発

CO₂ の再資源化にあたり、混合ガス中の低濃度 CO₂ を捕捉・濃縮・精製して純 CO₂ ガスを用意するには莫大なエネルギーとコストを要する。CO₂ 還元触媒として知られる Ru^{II} 錯体を骨格中に固定化した PCP 複合触媒を用いることによって、低濃度の CO₂ を含む混合ガスを原料にしても効率よく CO および HCOOH への還元が可能であることを世界にさきがけて発見した。多孔性固体触媒の全く新しい応用の可能性を示した意義は極めて大きく、新しい触媒系の創出に寄与するものと思われる。

§ 3. 研究実施体制

(1) 研究体制について

① 研究代表者グループ

研究代表者: 北川 進 (京都大学 高等研究院 物質-細胞統合システム拠点、特別教授/拠点長)

研究項目

- ・ PCP 反応場(還元系) 触媒の固定化
- ・ CO₂還元触媒
- ・ PCP 反応場(酸化系) 水の酸化触媒(田中触媒)

参加した研究者の数 (研究員 5名、研究補助員 3名、学生 0名)

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

京都地域を中心として日本全国の企業(中小企業を含む)と、再生可能エネルギーを用いた二酸化炭素の資源化をテーマとして、今後の協働を視野に入れながら情報交換を行っている。大阪府立大学の松岡雅也教授研究室(光触媒化学、安部正一教授の後継)と PCP 触媒の反応・機能制御に関して共同研究を行っている。香港城市大学の平尾一教授と計算科学による反応機構の議論を行なっている。超撥水 PCP に関しては企業に材料提供してフィージビリティスタディ(FS)を進行中である。

§ 4. 研究実施内容

研究項目 1 : PCP 反応場(還元系) (研究代表者グループ)

①研究のねらい

CO₂ 変換のための PCP 触媒を創製するにあたり、PCP が反応条件下において安定であることが求められるため、安定 PCP の合成および選定を行う。CO₂ の変換技術には、CO₂ 排出源からの CO₂ 分離技術を伴う。したがって、安定な PCP の合成・選定の過程で得られた新規 PCP については、CO₂ 分離能についても明らかにする。CO₂ 還元のために選定された PCP と触媒との複合法を開発し、得られた PCP 複合触媒の CO₂ 還元能を評価することで、メタノール合成のために適した PCP 反応場を構築するための知見を得る。

②研究実施方法

PCP の安定性評価は、1) 粉末 X 線回折、2) 熱重量分析、3) ガスおよび蒸気吸脱着測定、により行った。PCP 複合触媒の同定は、上記 1)–3)に加えて 4) 赤外分光、5) STEM/EDX、6) 核磁気共鳴分光、を用いて行った。CO₂ 還元反応生成物の解析は、気相についてはガスクロマトグラフィ、液相についてはキャピラリー電気泳動および液体クロマトグラフィにより行った。

③採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する研究達成状況(§ 2. と関連します)と得られた成果

CO₂ 還元によりメタノールを合成するための反応場として用いる PCP には、プロトンが豊富な酸性の水中で高い安定性を有し、かつ、ヒドリドに対しても構造的な耐性を有することが求められる。既報の PCP および当研究室で合成された未発表 PCP の中から金属種・配位様式・細孔型の異なる種々の PCP を選定し、その安定性を試験した。試験の結果、水およびヒドリドに対して共に高い耐性を示す PCP を複数種見出し、その傾向を考察することにより安定 PCP の設計指針を確立することができた。また、これらの PCP が単に安定であるだけでなく、CO₂ 分離・濃縮機能も併せ持つことを明らかにした<優れた基礎研究としての成果 1>。PCP は様々な分野への応用が期待され盛んに研究されているが、実用に耐えるだけの安定性を有するものは未だ限られている。安定性の設計指針を見出せたことは触媒開発のみならず他の機能性 PCP の開発にも役立つ重要な成果である。

CO₂をメタノールに還元可能な金属錯体触媒として、ビピリジンを持つ Ru^{II}錯体 **1** に着目した。この Ru^{II}錯体を PCP 骨格中に導入した複合触媒を合成するために、カルボキシ基で修飾した錯体 **2** を設計・合成した。安定 PCP の中から、**2** のジカルボン酸部位と構造相同性を持つ有機配位子 bpdc から構成される UiO-67 ([Zr₆O₄(OH)₄(bpdc)₆]_n)および MIL-140C ([ZrO(bpdc)]_n)を選定し、複合化を試みた。その結果、錯体 **2** が導入された PCP 複合触媒の合成に成功した。この戦略は触媒以外の機能性分子に対しても有効であり、例えば光増感作用を有する Ru^{II} および Ir^{III} 錯体についても導入が可能であることを示した。

また、錯体型配位子でなくとも、例えば bpdc と構造相同性を持つ ppydc および bpydc などを導入することもできた(図 1-1)。さらに、これらの複数種の配位子を任意の比率で混合することもできることを明らかにした。これは、触媒機能に限らず多種多様な機能を付与した PCP 複合材料の自在な設計を可能にする成果である<優れた基礎研究としての成果 2>。

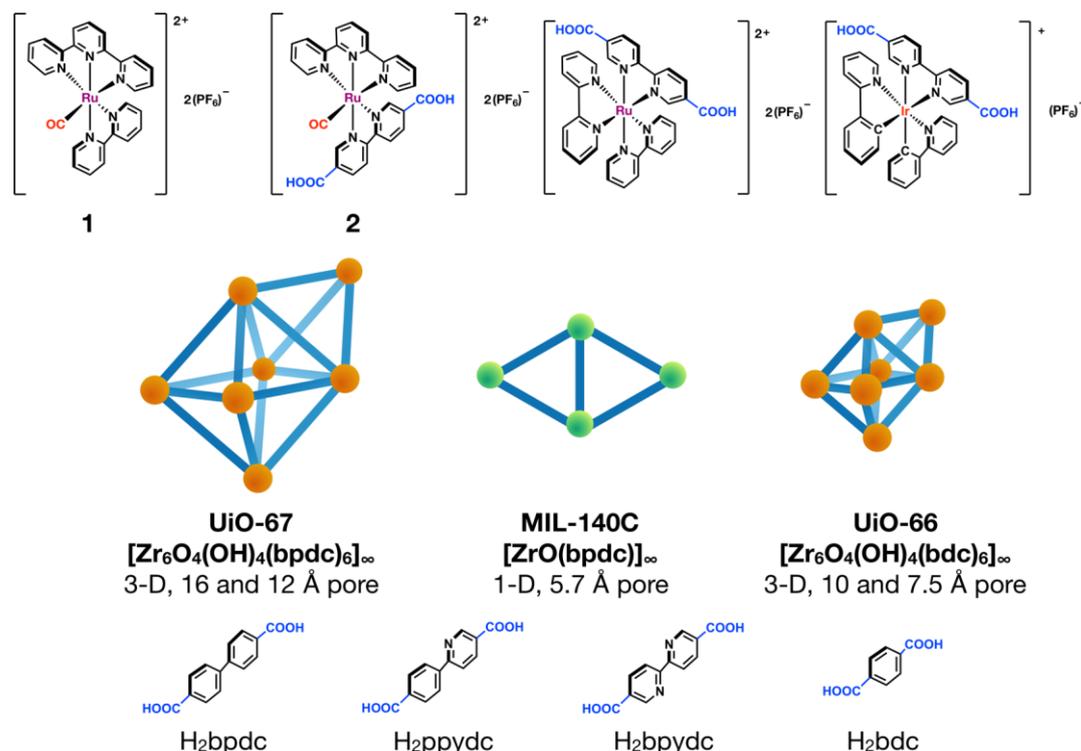


図 1-1. Ru^{II} 錯体触媒 **1**, 各種ジカルボン酸配位子および PCP 骨格の構造

Ru^{II} 錯体触媒 **2** を配位子の一部として含有する PCP 複合触媒を用いて CO₂ 光還元反応を検討した。その結果、二電子還元生成物である CO および HCOOH が触媒的に生成することを確認した。生成物選択性に着目すると、均一系触媒 **1** に比べて、PCP 複合触媒のほうが CO/HCOOH 値が増大すること、すなわち生成物が CO 側へ偏ることがわかった。本 Ru^{II} 触媒において提唱されている反応機構に基づけば、CO₂ からメタノールを与えるための中間体は CO 生成のものと同じであり、HCOOH 生成のものとは異なることから、PCP を用いることで CO 生成を有利にすることができるという本知見は、PCP 複合触媒の優位性を示している。

上記で合成に成功した種々の複合体に対し還元能を調査したところ、複合体中の配位子の組み合わせにより生成物選択性が大きく変化することが明らかになった。これにより、PCP 複合触媒の高度な設計性が還元生成物の制御に有利であることが示された。特に、CO 生成に関しては、PCP の CO₂ 濃縮機能が大きく関与していることが判った。実際に、低温や高圧など CO₂ 濃縮が有利になる条件で光還元反応を行うと CO 生成が著しく増加し、CO 特異的な反応系を見つけることにも成功した。溶媒に懸濁させた状態の PCP が CO₂ 濃縮機能を示すことを明らかにした初めての例であり、触媒分野にとどまらず様々な分野へ展開できる重要な知見である。

PCP の CO₂ 濃縮機能と錯体触媒の CO₂ 還元機能の相乗効果が見られたので、これをさらに明らかにするために、低濃度 CO₂ (Ar 希釈) を用いた光還元反応を試みた。その結果、均一系触媒では CO₂ 濃度の低下に伴い触媒回転数が減少するのに対して、PCP 複合触媒では 5% CO₂ であっても 100% CO₂ と同等の触媒活性を有することを明らかにした(図 1-2)。また、Ar と N₂ の吸着等温線を比較することで、より実在気体に近い CO₂/N₂ 混合ガスに対しても同様の効果が期待できることも判った。この結果は、混合ガスの中から低濃度の CO₂ を捕捉・濃縮・精製して純 CO₂ ガスを用意するというプロセスを減ることなく、混合ガスのままでそのまま反応に用いることができることを示しており、分離に掛かる莫大なエネルギーとコストを削減できるという点で極めて大きな意義を持つ科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果 2 >。

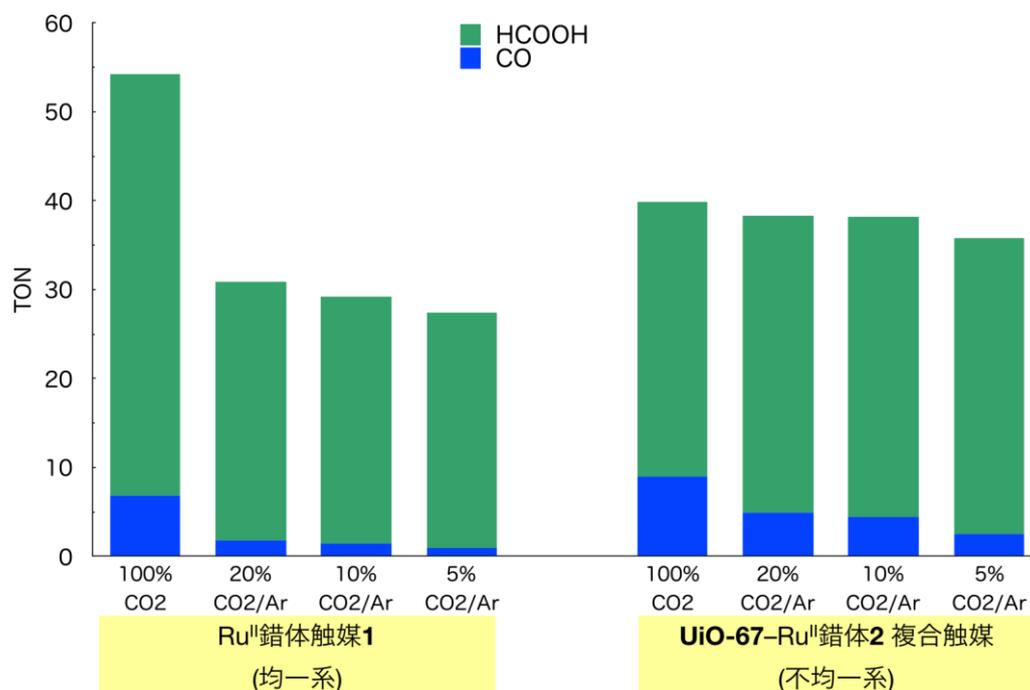


図 1-2. 均一系および PCP 複合触媒を用いた低濃度 CO₂ の光還元: 触媒 (4.5 μmol Ru^{II}), 光増感剤 ([Ru(bpy)₃](PF₆)₂, 45 μmol), 犠牲還元剤 (TEOA (= N(CH₂CH₂OH)₃), 1.0 mL, 7.5 mmol), 溶媒 (MeCN, 14.0 mL), CO₂/Ar 混合ガス (1 atm), 光照射 (385–740 nm, 6 h at r.t.).

④当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況と得られた成果

高い安定性および CO₂ 分離・濃縮機能を探索していく中で、新規に合成した PCP がベンゼン環と細孔の周期構造により超撥水性を発現することを見出した(図 1-3)。従来、超撥水機能を発現させるためにはフッ素やシリコンなどの成分が必須であると考えられてきたが、有機配位子の設計によってこれらを用いずに超撥水性を誘起することが可能であることを示した点で、学術的・産業的に広く注目を集めている<科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果 1>。現在、企業に材料提供してフーズビリティスタディ(FS)を進行中である。

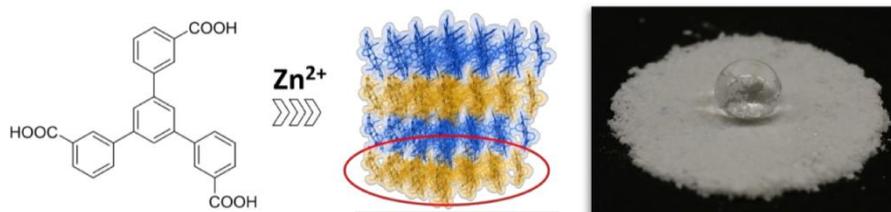


図 1-3. 超撥水機能を有する PCP

研究項目 2 : CO₂ 還元触媒 (研究代表者グループ)

①研究のねらい

Ru^{II} 錯体触媒を用いた CO₂ の多電子還元によるメタノール合成を達成するためには、還元剤の工夫が不可欠である。具体的には、ヒドリド供与体によって二電子と一つのプロトンとを同時に付与するような反応系の開拓が望まれる。特にこれを触媒的に反応させるためには、再生可能なヒドリド供与体の創製が必要である。本項目ではこのようなヒドリド供与体の開発を行う。

②研究実施方法

PCP 複合体の同定は、1) 粉末 X 線回折、2) 熱重量分析、3) ガスおよび蒸気吸脱着測定、4) 赤外分光、5) STEM/EDX、6) 核磁気共鳴分光、を用いて行った。

③採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する研究達成状況(§ 2. と関連します)と得られた成果

Ru^{II} 錯体 **1** に対して強い無機ヒドリド供与体である NaBH₄ を作用させると、**1** の Ru-CO 部位が還元されてメタノールを与えることが知られている。PCP 複合触媒についても同反応を検討したところ、同様にメタノールが生成することが確認できた。このことは PCP 骨格中に組み込まれた Ru-CO 錯体が自身の本来の反応性を損なうことなく保持していることを示している。

NaBH₄ を始めとする既存のヒドリド剤は再生が不可能で使い切りの「試薬」である。CO₂ 光還元 of 触媒サイクルにヒドリド供与体を組み込むためには、より安価な犠牲剤によってヒドリド剤の再生が可能であることが望ましい。我々はこのような再生可能なヒドリド供与体として、生体内で作用する NAD(P)H に着目した。NAD(P)H のモデル化合物である BNAH は盛んに研究されているが、その再生は一般に困難であり、特殊な系においてしか報告されていない。この理由として、反応中間体であるラジカルの二量化が速やかに起こることが知られている。そこで、BNAH を PCP の骨格中に固定化することによって二量化を抑制できれば、再生可能な有機ヒドリド供与体として作用することができると考えた。これが実現できれば、種々の還元反応において高圧水素や高反応性の金属水素化物などを使う必要がなくなり、低エネルギー化・低環境負荷化とともに、有機化学・物質変換の世界を大きく変える画期的な材料となることが期待される。

この戦略に基づき、BNA⁺(酸化型)および BNAH(還元型)を含有する有機配位子を骨格中に導入した PCP 複合体の合成を検討した。研究項目 1 において bpdc 配位子の構造相同性に着目して複合体合成の知見を蓄積したので、同じ部位を有する新規配位子を設計・合成した(図 2-1)。その結果、ピリジン環上の置換基の異なる種々の誘導体を合成し、さらに酸化型・還元型それぞれについて PCP 複合化に成功した<優れた基礎研究としての成果 2>。

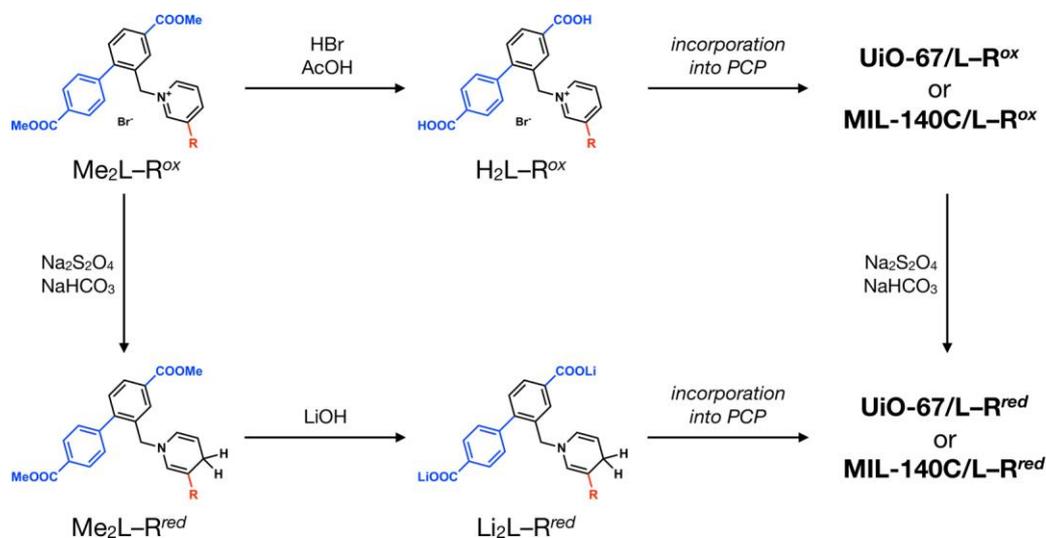


図 2-1. PCP/ヒドリド複合体の合成 (黒色部分が BNA⁺/BNAH)

さらに、還元型の複合体を用いて電子不足オレフィンとの反応を検討したところ、C=C 二重結合の還元が進行することが明らかになった。酸化型の複合体ではこの反応は進行せず、また、PCP 母骨格を BNAH で処理後洗浄した材料を用いても反応の進行が見られなかったことから、PCP/ヒドリド複合体が有

有機ヒドリド供与能を有すること、およびその活性部位は PCP と BNAH との反応により生じたものではなく配位子として導入した L-R^{red} 部位自体であることがわかった。

④当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況と得られた成果

有機ヒドリド供与体について、新規な配位子の設計・合成に成功し、当初の想定以上の進展が期待できたため、こちらに注力して重点開発を行った。その結果、PCP との複合化・性質の解明まで大きく進めることができた。

また、並行して有機ヒドリド供与能と CO₂ 還元能を併せ持つ均一系錯体の開発についても検討を行った。すでに知られている pbn 配位子に着目し、これを用いた新規 Ru^{II} 錯体を合成した。また、新奇な bpp 配位子の設計・合成とこれを用いた新規 Ru^{II} 錯体についても合成に成功した(図 2-3)。さらに CO₂ 還元についても検討を行い、回転数は少ないものの、触媒的なヒドリド移動を示唆する結果が得られた。より詳細を検討するとともに、これらの錯体を PCP 骨格へ固定化することも現在検討中である

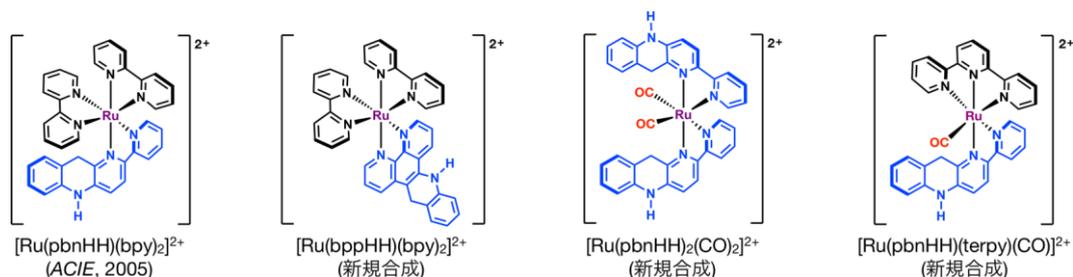


図 2-3. NAD モデル配位子を持つ Ru^{II} 錯体

研究項目 3 : PCP 反応場(酸化系) (研究代表者グループ)

①研究のねらい

CO₂ 還元のための電子源として、生体を模倣した水の酸化反応を利用するために、田中触媒と PCP との複合化による触媒安定化を行う。

②研究実施方法

PCP の細孔内に田中触媒を内包させることができるか分子モデリングにより検証を行った。

③採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する研究達成状況(§ 2. と関連します)と得られた成果

本項目では水の酸化反応を課題とするので、PCP が水中で安定であることが大前提となる。研究項目 1 において多数の PCP の安定性評価を行い、高い水中安定性を有する PCP の設計指針を確立することができた<優れた基礎研究としての成果 1>。この設計指針に基づき、Cambridge Structural Database System に登録されている PCP の結晶構造データおよび当研究室で合成された未発表 PCP の結晶構造解析の結果から、水中安定性を持つ PCP についてその細孔中に田中触媒の分子モデルを描写することで、内包可能かどうかを検討した。その結果、安定 PCP の中でも比較的大きな細孔を有する MIL-101(Cr)および Al-PhBTB に関しては、田中触媒を内包することが可能であることが明らかとなった(図 3-1)。実験的には、これらの PCP と田中触媒とを複合化する手法として、PCP 合成時に田中触媒を内包させる方法と PCP 合成後に内包させる方法がある。田中触媒の細孔内均一分散を試みる場合には、PCP 合成時に内包させる方法が適当と考えられる。実際に研究項目 1 においてこのような複合化方法を開発することができた<優れた基礎研究としての成果 2>。

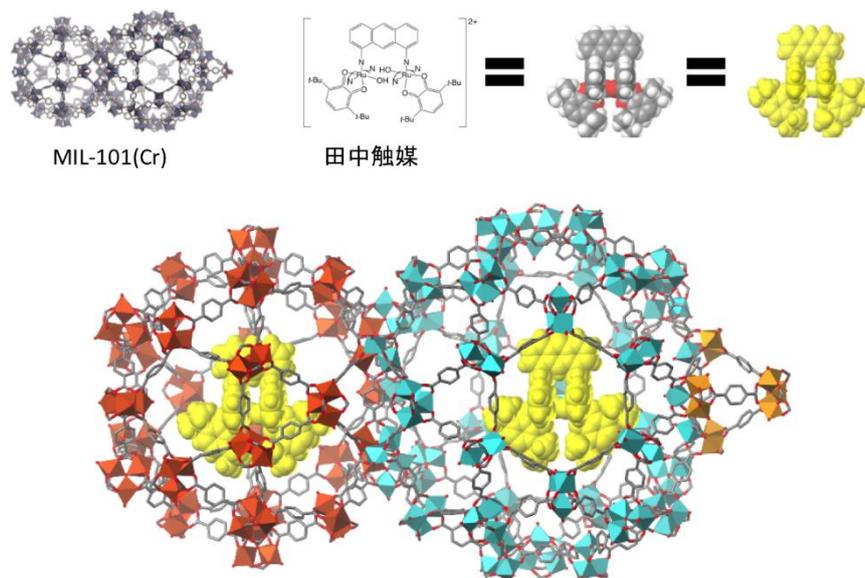


図 3-1. MIL-101(Cr)の細孔内に田中触媒を内包可能であることを示すモデル

④当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況と得られた成果

研究項目 1 および 2 において当初想定以上の進展が見られたため、方針を変更して、還元系にさらに注力・重点的に開発を行うこととした。

§ 6. 成果発表等

(1)原著論文発表 【国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 17件】

1. Jingui Duan, Masakazu Higuchi, Maw Lin Foo, Satoshi Horike, Koya Prabhakara Rao, Susumu Kitagawa, “A Family of Rare Earth Porous Coordination Polymers with Different Flexibility for CO₂/C₂H₄ and CO₂/C₂H₆ Separation, *Inorganic Chemistry*, **2013**, *52*(14), 8244–8249 (DOI: 10.1021/ic401157n)
2. Jingui Duan, Masakazu Higuchi, Satoshi Horike, Maw Lin Foo, Koya Prabhakara Rao, Yasutaka Inubushi, Tomohiro Fukushima, Susumu Kitagawa, “High CO₂/CH₄ and C₂ Hydrocarbons/CH₄ Selectivity in a Chemically Robust Porous Coordination Polymer”, *Advanced Functional Materials*, **2013**, *23*(28), 3525–3530 (DOI: 10.1002/adfm.201203288)
3. Takashi Kajiwara, Masakazu Higuchi, Akihiro Yuasa, Hideyuki Higashimura, Susumu Kitagawa, “One-dimensional alignment of strong Lewis acid sites in a porous coordination polymer”, *Chemical Communications*, **2013**, *49*(89), 10459–10461 (DOI: 10.1039/C3CC43384F)
4. Jingui Duan, Masakazu Higuchi, Rajamani Krishna, Tomokazu Kiyonaga, Yosuke Tsutsumi, Yohei Sato, Yoshiki Kubota, Masaki Takata, Susumu Kitagawa, “High CO₂/N₂/O₂/CO separation in a chemically robust porous coordination polymer with low binding energy”, *Chemical Science*, **2014**, *5*(2), 660–666 (DOI: 10.1039/C3SC52177J)
5. Koya Prabhakara Rao, Masakazu Higuchi, Kenji Sumida, Shuhei Furukawa, Jingui Duan, Susumu Kitagawa, “Design of Superhydrophobic Porous Coordination Polymers through the Introduction of External Surface Corrugation by the Use of an Aromatic Hydrocarbon Building Unit”, *Angewandte Chemie International Edition*, **2014**, *53*(31), 8225–8230 (DOI: 10.1002/anie.201404306)
6. Tomokazu Kiyonaga, Masakazu Higuchi, Takashi Kajiwara, Yohei Takashima, Jingui Duan, Kazuro Nagashima, Susumu Kitagawa, “Dependence of crystal size on the catalytic performance of a porous coordination polymer”, *Chemical Communications*, **2015**, *51*(13), 2728–2730 (DOI: 10.1039/C4CC07562E)
7. Jingui Duan, Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa, “Predesign and Systematic Synthesis of 11 Highly Porous Coordination Polymers with Unprecedented Topology”, *Inorganic Chemistry*, **2015**, *54*(4), 1645–1649 (DOI: 10.1021/ic502643m)
8. Jingui Duan, Masakazu Higuchi, Changchang Zou, Wanqin Jin, Susumu Kitagawa, “Two solvent-dependent porous coordination polymers with –OH decorated ligands: unusual non-crystallographic net and fsh topology”, *CrystEngComm*, **2015**, *17*(30), 5609–5613 (DOI: 10.1039/C5CE00762C)
9. Takashi Kajiwara, Machiko Fujii, Masahiko Tsujimoto, Katsuaki Kobayashi, Masakazu Higuchi, Koji Tanaka, Susumu Kitagawa, “Photochemical Reduction of Low Concentrations of CO₂ in a Porous Coordination Polymer with a Ruthenium(II)–CO Complex”, *Angewandte Chemie International Edition*, **2016**, *55*(8), 2697–2700 (DOI: 10.1002/anie.201508941)
10. Katsuaki Kobayashi, Hideki Ohtsu, Koichi Nozaki, Susumu Kitagawa, Koji Tanaka, “Photochemical Properties and Reactivity of a Ru Compound Containing an NAD/NADH-Functionalized 1,10-Phenanthroline Ligand”, *Inorganic Chemistry*, **2016**, *55*(5), 2076–2084 (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.5b02390)
11. Wenqian Chen, Satoshi Horike, Daiki Umeyama, Naoki Ogiwara, Tomoya Itakura, Cédric Tassel, Yoshihiro Goto, Hiroshi Kageyama, Susumu Kitagawa, “Glass Formation of a Coordination Polymer Crystal for Enhanced Proton Conductivity and Material Flexibility”, *Angewandte Chemie International Edition*, **2016**, *55*(17), 5195–5200 (DOI: 10.1002/anie.201600123)
12. Munehiro Inukai, Satoshi Horike, Tomoya Itakura, Ryota Shinozaki, Naoki Ogiwara, Daiki Umeyama, Sanjog Nagarkar, Yusuke Nishiyama, Michal Malon, Akari Hayashi, Takashi Ohhara, Ryoji Kiyonagi, Susumu Kitagawa, “Encapsulating Mobile Proton Carriers into Structural Defects in Coordination Polymer Crystals: High Anhydrous Proton Conduction and Fuel Cell Application”, *Journal of the American Chemical Society*, **2016**, *138*(27), 8505–8511 (DOI: 10.1021/jacs.6b03625)
13. Takashi Fukushima, Debashis Ghosh, Katsuaki Kobayashi, Hideki Ohtsu, Susumu

- Kitagawa, Koji Tanaka, “Four-Electron Reduction of a New Ruthenium Dicarbonyl Complex Having Two NAD Model Ligands through Decarboxylation in Water”, *Inorganic Chemistry*, **2016**, *55*(22), 11613–11616 (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.6b01619)
14. Debashis Ghosh, Takashi Fukushima, Katsuaki Kobayashi, Susan Sen, Susumu Kitagawa, Tatsuhisa Kato, Koji Tanaka, “Base assisted C–C coupling between carbonyl and polypyridyl ligands in a Ru-NADH-type carbonyl complex”, *Dalton Transactions*, **2017**, *46*(13), 4373–4381 (DOI: 10.1039/C7DT00312A)
 15. Debashis Ghosh, Katsuaki Kobayashi, Takashi Kajiwara, Susumu Kitagawa, Koji Tanaka, “Catalytic Hydride Transfer to CO₂ Using Ru-NAD-Type Complexes under Electrochemical Conditions”, *Inorganic Chemistry*, **2017**, *56*(18), 11066–11073 (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.7b01427)
 16. Takashi Kajiwara, Hideyuki Higashimura, Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa, “Design and Synthesis of Porous Coordination Polymers with Expanded One-dimensional Channels and Strongly Lewis-acidic Sites”, *ChemNanoMat*, **2018**, *4*(1), 103–111 (DOI: 10.1002/cnma.201700256)
 17. Katsuaki Kobayashi, Take-aki Koizumi, Debashis Ghosh, Takashi Kajiwara, Susumu Kitagawa, Koji Tanaka, “Electrochemical behavior of a Rh(pentamethylcyclopentadienyl) complex bearing an NAD⁺/NADH-functionalized ligand”, *Dalton Transactions*, **2018**, Accepted Manuscript (DOI: 10.1039/c7dt04594h)

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. Hong-Cai “Joe” Zhou, Susumu Kitagawa, “Metal–Organic Frameworks (MOFs)”, *Chemical Society Reviews*, **2014**, *43*(16), 5415–5418 (DOI: 10.1039/c4cs90059f)
2. Susumu Kitagawa, “Porous Materials and the Age of Gas”, *Angewandte Chemie International Edition*, **2015**, *54*(37), 10686–10687 (DOI: 10.1002/anie.201503835)
3. Jingui Duan, Wanqin Jin, Susumu Kitagawa, “Water-resistant Porous Coordination Polymers for Gas Separation”, *Coordination Chemistry Reviews*, **2017**, *332*, 48–74 (DOI:10.1016/j.ccr.2016.11.004)
4. Susumu Kitagawa, “Future Porous Materials”, *Accounts of Chemical Research*, **2017**, *50*(3), 514–516 (DOI: 10.1021/acs.accounts.6b00500)
5. Takashi Kitao, Yuanyuan Zhang, Susumu Kitagawa, Bo Wang, Takashi Uemura, “Hybridization of MOFs and Polymers”, *Chemical Society Reviews*, **2017**, *46*(11), 3108–3133 (DOI:10.1039/C7CS00041C)
6. Susumu Kitagawa, “Continuous Scientific Growth through an Open-Minded Attitude”, *Chemistry – An Asian Journal*, **2018**, *13*(1), 7–8 (10.1002/asia.201701683)

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 69 件、国際会議 95 件)

1. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ細孔を持つ物質のサイエンスとテクノロジー」、三井化学株式会社講演、三井化学株式会社袖ヶ浦センター、袖ヶ浦市、2012 年 10 月 4 日
2. 北川 進 (京大 iCeMS)、「配位空間の化学と応用」、第 42 回複素環化学討論会、京都テルサ、京都市、2012 年 10 月 11–13 日(特別講演)
3. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子の化学と応用」、新材料・新技術利用研究会、生産開発科学研究所、京都市、2012 年 10 月 19 日
4. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性金属錯体(PCP, MOF)の現在と将来」、第 43 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、名古屋工業大学、名古屋市、2012 年 11 月 10–11 日
5. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性金属錯体によるメソスコピック配位空間の化学」、分子研計算分子科学研究拠点 TCCI 第 2 回実験化学との交流シンポジウム、京都大学福井謙一記念研究センター、京都市、2012 年 11 月 16–17 日
6. 北川 進 (京大 iCeMS)、「有機結晶の解析への J-PARC および SPring-8 利用への期待」、中性子産業利用セミナー、京都大学吉田キャンパス百周年時計台記念館国際ホール II、京都市、2012 年 12 月 10 日
7. 北川 進 (京大 iCeMS)、「空間秩序設計と機能設計」、第 6 回放射光連携研究ワークショップ

量子秩序研究/創発物質科学/大規模計算科学の協奏一、東京大学山上会館、東京都、2013年2月14日

8. 北川 進 (京大 iCeMS)、「空間のサイエンス、テクノロジーと計算科学」、日本化学会第 93 春季年会(2013)、特別企画講演「超巨大計算機時代の化学」、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、草津市、2013年3月22-25日
9. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性金属錯体結晶のダウンサイジング化によるメゾスコピック機能」、第 60 回応用物理学学会学術講演会「プログラム構築された精密分子デバイス—単分子系からメゾスコピック系まで—」、神奈川工科大学、厚木市、2013年3月27-30日
10. 北川 進 (京大 iCeMS)、「夢を現実にする空間材料の化学」、サイエンステクノフロンティアフォーラム、東京大学駒場キャンパス内「駒場ファカルティハウス」、東京都、2013年4月20日
11. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性金属錯体の新しい応用技術—二酸化炭素、メタンの分離、吸蔵、変換および高機能高分子材料合成—」、第 35 回高分子同友会総合講演会、日本化学会化学会館ホール、東京都、2013年4月25日
12. 北川 進 (京大 iCeMS)、「新しい多孔性材料 — 新しい地球環境を創出するために」、平成 25 年度第 1 回講演会京大東京工化会、京都大学東京オフィス、東京都、2013年4月26日
13. 北川 進 (京大 iCeMS)、「日本のエネルギーシステムに寄与するガス分離、貯蔵技術—無機錯体結晶による選択吸着材の創成」、日本技術士会 化学部会、東京都、2013年5月23日
14. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子(PCP)の基礎科学とその応用展開」、東レ株式会社講演会、東レ(株)先端材料研究所、大津市、2013年8月7日
15. 北川 進 (京大 iCeMS)、「微小空間を科学する」、「数理の翼」大川セミナー2013、大川市ふれあいの家、大川市、2013年8月16-19日
16. 北川 進 (京大 iCeMS)、「メゾスコピック化学および生物学が展開する物質—細胞統合システム研究—医療、健康、環境のイノベーションをめざして—」、SPring-8 シンポジウム 2013、京都大学宇治おうばくプラザ、宇治市、2013年9月7-8日
17. 北川 進 (京大 iCeMS)、「新しい多孔性材料 — 新しい地球環境を創出するために」、富士フイルム株式会社講演会、有機合成化学研究所、南足柄市、2013年9月27日
18. 北川 進 (京大 iCeMS)、「随意に設計し合成可能な機能性多孔性材料」、第 45 回有機合成セミナー2013「次世代を見据えて合成技術」、大阪市立工業研究所、大阪市、2013年10月22日
19. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性ソフト結晶材料の化学と応用」、第 52 回 NMR 討論会、石川県立音楽堂、金沢市、2013年11月12-14日
20. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子の化学とその応用」、第 40 回有機典型元素化学討論会、近畿大学 11 月ホール、東大阪市、2013年12月5-7日(基調講演)
21. 北川 進 (京大 iCeMS)、「環境、資源、エネルギー、生命にかかわる気体のサイエンス、テクノロジー」、京都市成長産業創造センターオープン記念フォーラム～安全な技術で安心な社会構築をらくなん進都から～、京都市成長産業創造センター会議室、京都市、2014年3月11日
22. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性材料による気体のサイエンスとテクノロジー—困難および不可能をブレイクスルーするために—」、第一回京都次世代エネルギーシステム創造戦略フォーラム、ホテルグランヴィア京都、京都市、2014年3月19日(基調講演)
23. 北川 進 (京大 iCeMS)、「配位空間の化学:気体分子の捕捉・分離・変換を通じて資源・エネルギー・環境・生命の諸課題に挑戦する」、第 31 回 SBC セミナー、京都大学桂ホール、京都市、2014年3月20日
24. 北川 進 (京大 iCeMS)、「配位結合を用いる階層構造の構築とその機能化学」、第 4 回バイオテンプレート研究会講演会、東京工業大学、東京都、2014年4月18日
25. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子結晶を用いるナノおよびメゾスコピックサイエンス」、ナノ学会第 12 回大会、京都大学おうばくプラザ、京都市、2014年5月22-24日(基調講演)
26. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性材料による気体のサイエンスとテクノロジー—困難および不可能をブレイクスルーするために—」、第 42 回分子システムデバイスセミナー、九州大学、福岡市、2014年6月13日
27. 北川 進 (京大 iCeMS)、「新しい多孔性材料 — 新しい地球環境を創出するために」、早稲田大学「理工文化論」講演、東京都、2014年6月21日
28. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性材料による気体のサイエンスとテクノロジー—困難および不可能をブレイクスルーするために—」、実践的化学セミナー、早稲田大学、東京都、2014年7月

11日

29. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノサイズの空間をつくる化学ー柔軟な配位空間の創成とその機能開拓ー」、第9回ナノ粒子・構造応用研究会、化学会館、東京都、2014年9月2日
30. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性材料による気体のサイエンスとテクノロジー」、新日鐵住金(株)セミナー、富津市、2014年10月15日
31. 北川 進 (京大 iCeMS)、「空間を化学するーその学理と実践」、東京大学工学系研究科応用化学専攻の講義「応用化学特論第5」、東京大学、東京都、2014年10月20-21日
32. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ空間の科学は一体何を与えてくれるのか?ー夢が現実になるー」、「What Can We Do Using Nanospace Science? - Dream comes True -」、第11回高校化学グランドコンテスト、大阪府立大学、堺市、2014年10月26日(特別講演)
33. 北川 進 (京大 iCeMS)、「生命、エネルギー、環境、資源にかかわる気体の科学と技術」、第54回品川セミナー、京都大学東京オフィス、東京都、2014年11月7日
34. 北川 進 (京大 iCeMS)、「生命、エネルギー、環境、資源にかかわる気体の科学と技術」、JEOL 第36回 R&D エグゼクティブ交流会、ホテルグランヴィア京都、京都市、2014年11月21日
35. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性材料による気体のサイエンスとテクノロジーー困難および不可能をブレイクスルーするためにー」、一般財団法人有機合成化学研究所講演会(第29回)、京都大学桂キャンパス化学系大講義室、京都市、2014年11月25日
36. 北川 進 (京大 iCeMS)、「革新的な多孔性金属錯体の開発」、日本鉱業協会新材料部会研究会、榮葉ビル、東京都、2014年11月27日
37. 北川 進 (京大 iCeMS)、「生命、エネルギー、環境、資源にかかわる気体の科学と技術」、第53回玉城嘉十郎教授記念公開学術講演会、京都大学益川ホール、京都市、2014年12月1日
38. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性金属錯体の化学と応用」、京都大学福井謙一記念研究センターシンポジウム、京都大学福井謙一センター、京都市、2015年1月23日
39. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ空間が拓く新しい化学」、化学系学協会北海道支部2015年冬季研究発表会、北海道大学、札幌市、2015年1月27-28日(特別講演)
40. 北川 進 (京大 iCeMS)、「バイオアクティブ気体を自在に操作する多孔性材料の科学と技術」、JST・ERATO 末松ガスバイオロジープロジェクト最終研究成果報告会、慶應義塾大学、東京都、2015年1月29日(特別講演)
41. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子(PCP)の最新事情」、京都次世代エネルギーシステム創造戦略第一回成果発表会、ホテル日航プリンセス京都、京都市、2015年3月19日(基調講演)
42. 北川 進 (京大 iCeMS)、「PCP/MOFを用いる空間の化学」、日本化学会第95春季年会(2015)、特別企画講演「『超空間』を舞台とする新しい化学」、日本大学理工学部船橋キャンパス、船橋市、2015年3月26-29日
43. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性材料のメソスコピック化学」、日本化学会第95春季年会(2015)、特別企画講演「配位シナジー: 融合物質科学の新展開」、日本大学理工学部船橋キャンパス、船橋市、2015年3月26-29日
44. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子(PCP)/無機ー有機骨格体(MOF)の化学と応用」、有機デバイス研究会第101回研究会「吸着分離回収材料の新展開」、静岡大学、浜松市、2015年4月24日
45. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ空間が拓く化学と技術」、日本学術振興会産学協力研究委員会第174委員会「分子ナノテクノロジー」第50回研究会、京都テルサ、京都市、2015年6月16日
46. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ世界の立体パズルー夢を現実にする最も小さい空間を持つ材料」、京都大学オープンキャンパス2015、京都大学、京都市、2015年8月8日
47. 北川 進 (京大 iCeMS)、「生命、エネルギー、環境、資源にかかわる気体の科学と技術」、明治国際医療大学セミナー、京都平安ホテル、京都市、2015年9月5日
48. 北川 進 (京大 iCeMS)、「PCP ナノ空間による分子制御科学と応用展開」、第1回 ACCEL シンポジウムートップサイエンスからイノベーションへー、丸ビルホール、東京都、2015年9月12日
49. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ世界の立体パズルー夢を現実にする最も小さい空間を持つ材料

- ー」、早稲田大学「理工文化論」講演、早稲田大学、東京都、2015年11月16日
50. 北川 進 (京大 iCeMS)、「新しい多孔性材料の創出と膜科学への応用」、膜シンポジウム2015、神戸大学百年記念館、神戸市、2015年11月25-26日(特別講演)
 51. 北川 進 (京大 iCeMS)、「新しい多孔性材料 — 新しい地球環境を創出するために」、熊本大学大学院自然科学研究科講演、熊本大学、熊本市、2016年1月19日
 52. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子(PCP)／金属有機構造体(MOF)の開発とそれをとりまく現状」、特許庁先端技術研修、日本消防会館、東京都、2016年1月25日
 53. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子(PCP)および金属-有機骨格材料(MOF)の最新事情」、京都次世代エネルギーシステム創造戦略会議第2回成果発表会、ホテル日航プリンセス京都、京都市、2016年3月16日
 54. 北川 進 (京大 iCeMS)、「身の回りのものを活用する化学と技術」、日本化学会第96春季年会(2016)、中長期企画講演「元素戦略:未来へ向けて」、同志社大学京田辺キャンパス、京田辺市、2016年3月24-27日
 55. 北川 進 (京大 iCeMS)、「Future Nanomaterials」、第13回STCフォーラム、国立京都国際会館、京都市、2016年10月2日
 56. 北川 進 (京大 iCeMS)、「空間の化学—発見、驚き、感動」、中央大学後楽園キャンパス講演会、東京都、文京区、2016年11月14日
 57. 北川 進 (京大 iCeMS)、「発見、驚き、感動のサイエンスを求めて—「無用の用」から世界の化学へ—」、第58回京都大学11月祭本部講演、京都大学吉田キャンパス、京都市、2016年11月20日
 58. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ世界の立体パズル—夢を現実にする最も小さい空間を持つ材料」、第15回豊田理研懇話会、豊田理化学研究所オープンコミュニティ、愛知県、名古屋市、2016年12月23日
 59. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ世界の立体パズル—夢を現実にする最も小さい空間を持つ材料—」、九州大学大学院理学部化学教室談話会公開講演、九州大学大学院、福岡県福岡市、2017年1月10日
 60. 北川 進 (京大 iCeMS)、「ナノ世界の立体パズル—夢を現実にする最も小さい空間を持つ材料—」、名古屋工業大学大学院生命・応用化学科講演、名古屋工業大学、名古屋市、2017年1月27日
 61. 北川 進 (京大 iCeMS)、「微小空間に魅せられて拓いたナノ世界の立体パズル—夢を現実にする最も小さい空間を持つ材料—」、京都大学大学院工学研究科 最終講義講演、京都大学桂キャンパス、京都市、2017年2月27日
 62. 北川 進 (京大 iCeMS)、「有機と無機の境界に位置する新しい多孔性材料—現在と未来—」、神奈川R&D推進協議会(イノベーション研究部会)・第12回技術討論会、東芝研究開発センター、神奈川県川崎市、2017年3月27日
 63. 北川 進 (京大 iCeMS)、「空間の化学との出会い」、有機金属部会第1回例会講演、大阪科学技術センター、大阪市、2017年4月14日
 64. 北川 進 (京大 iCeMS)、「文部科学省 WPI プログラムによる融合領域を拓く研究拠点の過去、現在、未来」、京都大学百周年時計台記念館国際交流ホール、京都市、2017年4月15日
 65. 北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性錯体材料、PCP/MOF の現在と将来」、昭和電気株式会社大分石油コンビナート、大分県大分市、2017年6月21日
 66. 北川 進 (京大 iCeMS)、「持続的未來の気体の科学と技術」、第4回京都大学—稲盛財団合同京都賞シンポジウム、京都大学百周年時計台記念館、京都市吉田 2017年7月2日
 67. 北川 進 (京大 iCeMS)、「持続的未來のための気体の科学と技術 -革新的な多孔性材料-」、FIBER コアリサーチイノベーション Series、甲南大学ポートアイランドキャンパス、神戸市、2017年10月3日
 68. 北川 進 (京大 iCeMS)、「Present and Future of Porous Coordination Polymer (PCP) and Metal Organic Framework (MOF)」、第11回日中クラスター会議、名古屋大学野依記念学術交流館、名古屋市、2017年10月8日
 69. 北川 進 (京大 iCeMS)、「配位空間の化学」、九州錯体化学懇談会—錯体化学と空間の化学第254例会、福岡市、2018年2月17日

1. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers Having Optical Properties”, Artificial Photosynthesis and Solar Energy Conversion, Kyoto University, Kyoto, Japan, November 20, 2012
2. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “The Future of Chemistry in Small Spaces”, Bristol University – Kyoto University Joint Symposium, Bristol University, UK, January 10–11, 2013 (Keynote Lecture)
3. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Gas Science and Technology by Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, RSC-iCeMS International Symposium “Cell-Material Integration and Biomaterials Science”, Kyoto, Japan, March 17–19, 2013
4. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Mesoscopic PCP/MOF”, 245th ACS National Meeting, Division of Inorganic Chemistry “Metal-Organic Frameworks: Where Do We Stand?”, Morial Convention Center, New Orleans, USA, April 7–11, 2013
5. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Hierarchical PCP/MOF”, 245th ACS National Meeting, Division of Energy and Fuels “Metal-Organic Frameworks (MOFs) for Energy and Fuels”, Morial Convention Center, New Orleans, USA, April 7–11, 2013 (Keynote Lecture)
6. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, 1st WPI Workshop on Materials Science 10th France-Japan Workshop on Nanomaterials, Kyoto, Japan, June 6–9, 2013
7. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, The 1st Japan-Taiwan-Singapore Joint Symposium on Coordination Chemistry, Osaka, Japan, June 29, 2013
8. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and application of porous coordination polymers/metal organic frameworks”, The 17th International Zeolite Conference (17th IZC), Moscow, Russia, July 7–12, 2013 (Plenary Lecture)
9. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Gas Science and Technology by Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, International Conference on Advanced Complex Inorganic Nanomaterials (ACIN 2013), Namur, Belgium, July 15–19, 2013. (Plenary Lecture)
10. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of Functionality of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, International MOF Symposium 2013, Dresden, Germany, September 16–17, 2013 (Keynote Lecture)
11. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of functionality of porous coordination polymers/metal-organic frameworks”, The second international conference on the frontier research in organic synthesis and materials, Hsinchu, Taiwan, September 20–22, 2013
12. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal Organic Frameworks”, Graduate School of EEWS 2013 Fall Seminar, KAIST, Daejeon, Republic of Korea, October 16, 2013
13. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Coordination Polymers with Soft Porosity”, The 2nd Canada–Japan Joint Symposium on Coordination Chemistry, Okinawa, Japan, November 1–2, 2013
14. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymer Crystals”, 4th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC4), POSTEC, Pohang, Republic of Korea, November 4–7, 2013 (Plenary Lecture)
15. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Meso-domain Control of Porous Coordination Polymer Crystals”, The 2nd Japan-France Coordination Chemistry Symposium 2013, Nara, Japan, November 24–28, 2013
16. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Mesoscopic Science of Porous Coordination Polymers/Metal-organic Frameworks”, 14th RIES-Hokudai International Symposium, Hokkaido, Japan, December 11–12, 2013 (Plenary Lecture)
17. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Mesoscopic Chemistry and Application of PCPs/MOFs”, International Symposium on MOF and Related Open Framework Materials, Zhuhai and Macau, China, December 11–14, 2013
18. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and application of porous coordination polymers (PCPs)/metal organic frameworks (MOFs)”, Kasetsart University seminar,

- Bangkok, Thailand, January 7, 2014
19. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry of porous coordination polymers and metal-organic frameworks”, Pure and Applied Chemistry International Conference 2014 (PACCON2014), Khon Kaen, Thailand, January 8–10, 2014 (Plenary Lecture)
 20. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and application of porous coordination polymers (PCPs)/metal organic frameworks (MOFs)”, National Nanotechnology Center seminar, Bangkok, Thailand, January 13, 2014
 21. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/ Metal-Organic Frameworks”, 4th Molecular Materials Meeting @ Singapore 2014, Singapore, January 14–16, 2014 (Plenary Lecture)
 22. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of Functionality of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, International Symposium on Coordination Programming (ISCP2014), Tokyo, Japan, January 20–22, 2014 (Plenary Lecture)
 23. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Welcome to a World of Small Spaces”, Italy meets Asia: Scientific Venue in Kyoto 2014, Kyoto, Japan, April 23, 2014
 24. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry of nanospace”, The new chemistry of the elements-RSC, London, UK, May 12–13, 2014
 25. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Soft Porous Coordination Polymers for Separation of Carbon Monoxide”, 97th Canadian Chemistry Conference and Exhibition, (International symposium) Supramolecular Coordination Chemistry, Vancouver, Canada, June 1–5, 2014
 26. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of Functionality of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, The Southeast University seminar, Nanjing, China, June 18, 2014
 27. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Coordination Polymers”, University of Limerick seminar, Limerick, Ireland, June 30, 2014
 28. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of Functionality of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Challenges in Inorganic and Materials Chemistry (ISACS13), Dublin, Ireland, July 1–4, 2014 (Plenary Lecture)
 29. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Mesoscopic Porous Coordination Chemistry”, 41st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC-41), Singapore, July 21–25, 2014 (Keynote Lecture)
 30. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “What can we do using nanospace science?”, Sweden-Kyoto Symposium, September 11–12, 2014 (Plenary Lecture)
 31. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Coordination Polymers”, 2nd Japan-UK Joint Symposium on Coordination Chemistry, Tokyo, Japan, September 16–18, 2014
 32. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, The 16th Japan-Korea Joint Symposium on Organometallic and Coordination Chemistry, Tohoku University, Sendai, Japan, October 23–25, 2014
 33. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Softness, Collectiveness, and Electric Flexibility of PCPs/MOFs”, 150 years of beautiful structures and defects, Ho Chi Minh City, Vietnam, November 15–16, 2014
 34. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Coordination Polymers”, 13th Eurasia Conference in Chemical Sciences (EuAsC2S-13), Bangalore, India, December 14–18, 2014 (Plenary Lecture)
 35. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of Functionality of Porous Coordination Polymer/Metal-Organic Frameworks”, IMPRS workshop 2015, Bavarian Alps, Germany, February 9–13, 2015
 36. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Design and Functions of Porous Coordination Polymers”, AMPMC/KAUST Research Conference: Recent Developments in Advanced Membranes and Porous Materials for Energy, Environmental and Water Applications, KAUST, Thuwal, Saudi Arabia, February 23–25, 2015
 37. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “What does softness create for porous crystal?”, Royal

- Society International Seminar, UK-Japan meeting on Transforming Framework Materials Chemistry, Kavli Centre, Chicheley Hall, UK, March 2–3, 2015
38. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Coordination Polymers”, Fourth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials (Hybrid Materials 2015), Sitges, Spain, March 9–13, 2015 (Tutorial Speakers)
 39. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “What can we do using nanospace of porous materials?”, Italy meets Asia: Scientific Venue in Kyoto 2015, Kyoto, Japan, April 1, 2015
 40. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Gas Separation and Ion Transport of Porous Coordination Polymers”, 2015 International Conference on Nanospace Materials, Taipei, Taiwan, June 23–26, 2015 (Plenary Lecture)
 41. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Coordination polymers”, The 5th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC5), The University of Hong Kong, Hong Kong, July 12–16, 2015 (Keynote Lecture)
 42. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Crystals”, RSC de Gennes Prize Lecture Tour at The University of Liverpool, Liverpool, UK, July 16, 2015
 43. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Dynamic Frameworks of Porous Coordination Polymers / Metal-Organic Frameworks”, RSC de Gennes Prize Lecture Tour at The University of Nottingham, Nottingham, UK, July 17, 2015
 44. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Dynamic Structures and Properties of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, 12th International Conference on Materials Chemistry (MC12), York, UK, July 20–23, 2015 (Plenary Lecture)
 45. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Dynamic Frameworks of Porous Coordination Polymers / Metal-Organic Frameworks”, RSC de Gennes Prize Lecture Tour at University of Cambridge, Cambridge, UK, July 24, 2015
 46. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers and Metal-Organic Frameworks for Gas Science and Technology”, 38th Annual Meeting of the British Zeolite Association, Chester, UK, July 26–31, 2015 (Plenary Lecture)
 47. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Golden Jubilee Chemistry Conference - Commemorating Singapore’s 50th Birthday, Singapore, August 6–8, 2015 (Plenary Lecture)
 48. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers Make an Epoch in Gas Substances”, GDCh Science Forum Chemistry 2015, Dresden, Germany, August 30–September 2, 2015 (Plenary Lecture)
 49. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Soft Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks: Their Dynamic Structures and Properties”, Workshop on Layered Materials 2015, Praha, Czech Republic, September 15–19, 2015 (Plenary Lecture)
 50. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous Crystals”, The 2nd Japan-Germany Joint Symposium on Coordination Chemistry (JGJSCC2), Nara, Japan, September 20–21, 2015
 51. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Mesoscopic Porous Coordination Chemistry”, iCeMS International Symposium “Hierarchical Dynamics in Soft Materials and Biological Matter”, Kyoto, Japan, September 23–25, 2015
 52. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Soft Porous Coordination Polymers - Structures and Functions - ”, 1st European Conference on Metal Organic Frameworks and Porous Polymers (EuroMOF 2015), Kongresshotel Potsdam, Germany, October 11–14, 2015 (Keynote Lecture)
 53. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Dynamic Structures and Properties of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Shanghai Jiao Tong University seminar, Shanghai, China, October 28, 2015
 54. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Soft Porous Coordination Polymers - Structures and Functions”, Tongji University seminar, Tongji University, Shanghai, October 29, 2015

55. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, The 1st International Symposium on Energy Chemistry & Materials (ISECM), Shanghai, China, October 29–31, 2015 (Plenary Lecture)
56. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Evolution of Functions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, The 13th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-13), Kyoto, Japan, November 9–13, 2015 (Plenary Lecture)
57. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Beijing Institute of Technology Seminar, Beijing, China, December 10, 2015
58. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry of New Porous materials-Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Kyoto University - Peking University Academic Exchange Day and Study at Kyoto University Fair, Peking, China, December 11, 2015
59. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, International Workshop on Advance Materials (IWAM-2016), Al Hamra Village, Ras al Khaimah, February 21–23, 2016
60. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Raymond Siedle Lecture, Indiana University, Indiana, U.S., April 19–20, 2016 (Distinguished Invited Lecture)
61. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Functional Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, E-MRS 2016 Spring Meeting, Lille, France, May 2–4, 2016 (Invited lecture)
62. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Welcome to a World of Dynamic Small Spaces - Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, International Summer School Nanosciences Ile de France 2016, Paris, France, May, 20–22, 2016
63. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks-Past, Present and Future”, Nanjing University Seminar, Nanjing China, May 25–27, 2016 (Plenary Lecture as Honorary Professor)
64. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Quadrilateral Symposium on Coordination Chemistry, Institute of Chemistry, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, August 3–5, 2016
65. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Soft and Dynamic Properties of PCPs and MOFs”, 5th International Conference on Metal–Organic Frameworks & Open Framework Compounds (MOF 2016), Hilton Long Beach, California, U.S., September 10–15, 2016 (Keynote lecture)
66. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Unique Properties of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, Center for Catalysis and Surface Science (CCSR) Seminar, Northwestern University, Chicago, US, October 6, 2016
67. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Discovery and Development of Functional Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, 2016 Fred Basolo Medal for Outstanding Research in Inorganic Chemistry, Northwestern University, Chicago, US, October 7, 2016
68. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Dynamic Structures and Properties of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, IAS Focused Program on Advanced Microscopy and Spectroscopy of Supramolecular System on Surfaces, Institute for Advanced Study, HKUST Jockey Club, The Hong Kong University of Science and Technology, December 12–15, 2016
69. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Science of iCeMS between Cell Biology and Materials Science”, NCBS-iCeMS Joint Meeting, Bangalore Life Science Cluster, National Centre for Biological Sciences, Bangalore, India, January 23–24, 2017
70. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Porous Coordination Polymers/Metal Organic Frameworks for Gas Science and Technology”, Vidyasirimedhi Institute of Science and Technology (VISTEC), Rayong, Thailand, February 2, 2017
71. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Present and Future Research of WPI-iCeMS as a core

- institute in Kyoto University Institute for Advanced Study (KUIAS)", Vidyasirimedhi Institute of Science and Technology (VISTEC), Bangkok, Thailand, February 4, 2017
72. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Downsizing leads to new Properties of MOFs/PCPs", Department of Materials and Environmental Chemistry, Stockholm University, Stockholm, Sweden, February 22, 2017
 73. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Future collaborations Sweden – Japan: towards sustainable societies and environments", The Swedish Alumni Club (SAC) of the Japanese Association for the Advancement of Science (JSPS), The Royal Academy of Sciences, Stockholm, Sweden, February 23, 2017 (Keynote lecture)
 74. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks", 5th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, Lisboa Congress Centre, Lisbon, Portugal, March 6–10, 2017
 75. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Perspectives on Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks", Cotton Medal Symposium, Texas A& M University, Texas, United States, April, 29, 2017
 76. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Cooperative Functions in Porous Coordination Polymers/ Metal-Organic Frameworks", 8th Münster Symposium on Cooperative Effects in Chemistry, Münster, Germany, May 12, 2017
 77. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Challenge and Creativity for Porous Crystalline Materials", Faraday Discussion New directions in porous crystalline materials, Edinburgh, Scotland, June 5-7, 2017
 78. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "New Dimensions of Soft Crystalline Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks", The Eighth International Symposium on Nanoporous Materials (NANO-8), Ottawa, Ontario, Canada, July 9-12, 2017
 79. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Porous Coordination Polymer(PCP)/Metal-Organic Framework(MOF)-Present and Future", The 8th Chinese Conference on Coordination Chemistry (VIII CCC), Dalian, China, July 19-21, 2017
 80. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Porous Crystals Toward 4th Generation PCPs/MOFs", The 6th Asian Conference Coordination Chemistry (ACCC6), Melbourne, Australia, July 24, 2017
 81. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Soft Porous Crystals Toward 4th Generation PCPs/MOFs", CSIRO Australia, Monash University, Melbourne, Australia, July 26, 2017
 82. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks", RACI National Centenary Conference/17th Asian Chemical Congress, Melbourne Convention and Exhibition Centre, July 27
 83. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks", University of Adelaide, Adelaide, Australia, July 28
 84. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Present and Future of Porous Coordination Polymer (PCP) and Metal-Organic Framework (MOF)", International ERATO Itami Molecular Nanocarbon Symposium 2017, Noyori Conference Hall, Nagoya University, Nagoya, Japan, August 3-4, 2017
 85. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Porous Coordination Polymers/Metal Organic Frameworks For Gas Science and Technology", The 24th Congress of the IUCr Hyderabad, India, August, 24, 2017
 86. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Design of PCPs/MOFs as Nanoreactors", Workshop on Heterogeneous catalysis for Energy, School of Chemical Engineering Dalian University of Technology, Dalian, China, September 4-7, 2017
 87. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Welcome to Small Spaces -Gas Science and Technology for Sustainable Future-", University of Strasburg, Strasburg, France, September, 24-25, 2017
 88. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), "Chemistry and Application of Porous Coordination

- Polymers/Metal-Organic Frameworks”, 1st International Conference on Energy and Material Efficiency and CO₂ Reduction in the Steel Industry (EMECCR2017), Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, October, 11-13, 2017
89. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Welcome to Small Spaces-Gas Science and Technology for Sustainable Future”, 2017 International Forum of International Collaboration and Industrialization on Carbon Reduction and Clean Coal Technology, Taipei Nangang Exhibition Center, Taipei, Taiwan, October 18th, 2017
 90. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Welcome to Small Spaces: Soft Crystalline Porous Coordination Polymers”, 5th Tishler–Omura Symposium, Kitazato Institute for Life Sciences, Tokyo, Japan, November 11, 2017
 91. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Welcome to the World of Small Spaces – Porous Coordination Polymer (PCP) and Metal-Organic Framework (MOF)”, 2nd International RINS Symposium, Okayama University, Okayama, Japan, December 1, 2017
 92. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “New Dimensions of Porous Coordination Polymers/Metal–Organic Frameworks”, Japan-Taiwan-Hong Kong-Singapore Quadrilateral Symposium on Coordination Chemistry, The University of Hong Kong, Hong Kong, December 10-12, 2017
 93. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Welcome to the World of Small Spaces – Porous Coordination Polymer (PCP) and Metal-Organic Framework (MOF)”, Distinguished Seminar at the Department of Chemistry of City University of Hong Kong, January 15–16, 2018
 94. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Chemistry and Application of Soft Porous PCP/MOF”, 2018 International Forum on MicroNano, Wuhan University, Wuhan, China, March 2–3, 2018
 95. Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Toward Fourth Generation Porous Coordination Polymers/Metal-Organic Frameworks”, 255th ACS National Meeting & Exposition, the Ernst N. Morial Convention Center, New Orleans, US, March 18–20, 2018

② 口頭発表 (国内会議 15 件、国際会議 2 件)

1. 樋口雅一・渡部大輔・大島伸司・北川 進 (京大 iCeMS)、「アルミニウム(III)を用いた多孔性配位高分子の合成と水素吸蔵能」、日本化学会第 93 春季年会(2013)、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、草津市、2013 年 3 月 22–25 日
2. 堤 洋介・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「アルミニウム(III)を用いた多孔性配位高分子の水素吸蔵能と分光学的特性」、日本化学会第 93 春季年会(2013)、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、草津市、2013 年 3 月 22–25 日
3. Duan, Jingui・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「高い CO₂/CH₄ と C₂ 炭化水素/CH₄ 分離能を有する高化学安定性の多孔性配位高分子」、日本化学会第 93 春季年会(2013)、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、草津市、2013 年 3 月 22–25 日
4. 清長友和・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「イッテルビウム(III)を用いた多孔性配位高分子によるルイス酸触媒反応と粒子サイズ効果」、日本化学会第 93 春季年会(2013)、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、草津市、2013 年 3 月 22–25 日
5. 梶原隆史・樋口雅一・湯浅章弘・東村秀之・北川 進 (京大 iCeMS)、「一次元に密に配列した強ルイス酸点を有する新規多孔性配位高分子の合成と機能」、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学、沖縄県西原町、2013 年 11 月 2–4 日
6. 樋口雅一・Prabhakara Rao・北川 進 (京大 iCeMS)、「超撥水結晶表面を有する多孔性配位高分子の合成と吸着特性」、日本化学会第 94 春季年会(2014)、名古屋大学東山キャンパス、名古屋市千種区、2014 年 3 月 27–30 日
7. 栗林高樹・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「多孔性配位高分子を用いたビオロゲン内包ナノ空間の構築と物理化学的特性」、錯体化学会第 65 回討論会、奈良女子大学、奈良市、2015 年 9 月 21–23 日
8. 栗林高樹・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「ビオロゲン誘導体を固定化した多孔性配位高分子の合成と酸化還元特性」、日本化学会第 96 春季年会(2016)、同志社大学京田辺キャンパス、京田辺市、2016 年 3 月 24–27 日

9. 峯 修平・梶原隆史・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「イリジウム錯体を配位子として組み込んだ多孔性配位高分子を用いた CO₂ 光還元反応」、日本化学会第 96 春季年会(2016)、同志社大学京田辺キャンパス、京田辺市、2016 年 3 月 24–27 日
 10. 梶原隆史・峯 修平・池田美幸・北川 進 (京大 iCeMS)、「遷移金属錯体を含有する多孔性配位高分子による CO₂ 光還元反応」、第 28 回配位化合物の光化学討論会、京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス、京都市左京区、2016 年 8 月 8–10 日
 11. Takashi Kajiwara, Shuhei Mine, Machiko Fujii, Miyuki Ikeda, Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Syntheses of Porous Coordination Polymers Incorporating Metal Complexes as Metallolinkers and Their Application into CO₂ Photoreduction”, 錯体化学会第 66 回討論会、福岡大学七隈キャンパス、福岡市城南区、2016 年 9 月 10–12 日
 12. 梶原隆史・池田美幸・藤井真知子・峯 修平・樋口雅一・北川 進 (京大 iCeMS)、「マイクロ孔と触媒活性点を併せ持つ多孔性配位高分子を用いた CO₂ 還元反応」、第 118 回触媒討論会、岩手大学上田キャンパス、岩手県盛岡市、2016 年 9 月 21–23 日
 13. Takashi Kajiwara, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Synthesis of Porous Coordination Polymers bearing NADH Model Compounds”, 日本化学会第 97 春季年会(2017)、慶應義塾大学日吉キャンパス、横浜市港北区、2017 年 3 月 16–19 日
 14. 峯 修平・梶原隆史・北川 進 (京大 iCeMS)、「種々の多孔性配位高分子を担体とする Ru-CO 錯体複合触媒を用いた CO₂ 還元反応」、日本化学会第 97 春季年会(2017)、慶應義塾大学日吉キャンパス、横浜市港北区、2017 年 3 月 16–19 日
 15. Debashis Ghosh, Katsuaki Kobayashi, Takashi Kajiwara, Susumu Kitagawa, Koji Tanaka (Kyoto Univ.), “Synthesis, characterization and electrochemical properties of new Ru-NAD type cyclic complexes”, 錯体化学会第 67 回討論会、北海道大学、札幌市北区、2017 年 9 月 16–18 日
-
1. Takashi Kajiwara, Masakazu Higuchi, Akihiro Yuasa, Hideyuki Higashimura, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Lanthanoid Porous Coordination Polymers Bearing Thiophene-based Tritopic Organic Linkers: Synthesis, Structure, and Lewis Acid Catalysis”, 41st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC41), Singapore, July 21–25, 2014
 2. Takashi Kajiwara, Machiko Fujii, Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Photochemical reduction of low concentrations of CO₂ in a porous coordination polymer with a Ru^{II}-CO complex”, 42nd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC42), Brest, France, July 3–8, 2016
- ③ ポスター発表 (国内会議 2 件、国際会議 9 件)
1. Miyuki Ikeda, Takashi Kajiwara, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Product Selectivity for the CO₂ Photoreduction in a Porous Coordination Polymer–Ruthenium Complex Hybrid Catalyst”, 日本化学会第 97 春季年会(2017)、慶應義塾大学日吉キャンパス、横浜市港北区、2017 年 3 月 16–19 日
 2. 梶原隆史・峯 修平・北川 進 (京大 iCeMS)、「光増感サイトと触媒活性サイトの双方を固定化した多孔性配位高分子による CO₂ 光還元反応」、第 119 回触媒討論会、首都大学東京南大沢キャンパス、東京都八王子市、2017 年 3 月 21–22 日
-
1. Takashi Kajiwara, Masakazu Higuchi, Akihiro Yuasa, Hideyuki Higashimura, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “One-dimensional alignment of strong Lewis acid sites in a porous coordination polymer” The Sixteenth International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC-16), Sapporo, Japan, August 4–9, 2013
 2. Takashi Kajiwara, Masakazu Higuchi, Akihiro Yuasa, Hideyuki Higashimura, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “One-dimensional alignment of strong Lewis acid sites in a porous coordination polymer” 4th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC4), Jeju, Korea, November 4–7, 2013
 3. Takashi Kajiwara, Masakazu Higuchi, Hideyuki Higashimura, Susumu Kitagawa

- (Kyoto Univ.), “Design and Synthesis of Porous Coordination Polymers with Large One-dimensional Channels and Strong Lewis Acidity” 4th International Conference on Metal–Organic Frameworks and Open Framework Compounds (MOF2014), Kobe, Japan, September 28–October 1, 2014
4. Shuhei Mine, Takashi Kajiwara, Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Incorporation of a Ru and an Ir Complex Metallolinkers into UiO-67 for the Product-selective Photocatalytic CO₂ Reduction”, 5th International Conference on Metal–Organic Frameworks & Open Framework Compounds (MOF 2016), Long Beach, CA, USA, September 11–15, 2016
 5. Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Superhydrophobic Porous Coordination Polymer”, 5th International Conference on Metal–Organic Frameworks & Open Framework Compounds (MOF 2016), Long Beach, CA, USA, September 11–15, 2016
 6. Takashi Kajiwara, Machiko Fujii, Miyuki Ikeda, Masakazu Higuchi, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “A Porous Coordination Polymer with a Ru Molecular Complex for the Photochemical Reduction of Low Concentrations of CO₂”, 5th International Conference on Metal–Organic Frameworks & Open Framework Compounds (MOF 2016), Long Beach, CA, USA, September 11–15, 2016
 7. Takashi Kajiwara, Miyuki Ikeda, Shuhei Mine, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Photochemical reduction of CO₂ with porous coordination polymers–ruthenium complex hybrid catalysts”, 2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017), Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Nakagyo-ku, Kyoto, Japan, March 2–5, 2017
 8. Takashi Kajiwara, Miyuki Ikeda, Shuhei Mine, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “A Porous Coordination Polymer-based Catalyst for Capture and Conversion of Low Concentrations of CO₂”, International Symposium on Novel Energy Nanomaterials, Catalysts and Surfaces for Future Earth (NENCS), The University of Electro-Communications, Chofu, Japan, October 28–30, 2017
 9. Takashi Kajiwara, Susumu Kitagawa (Kyoto Univ.), “Design and Synthesis of Lanthanoid-based Porous Coordination Polymers with One-dimensional Channels and Strongly Lewis-acidic Sites”, JST ACCEL R&D Project International Symposium on The Nanospace Science of PCP for Molecular Control, Application and Development, iCeMS Main Bldg., Kyoto University, Kyoto, Japan, November 27–28, 2017

(4)知財出願

① 国内出願 (3 件)

1. 「撥水性表面を持つ多孔性金属錯体、その製造方法、それを用いた有機溶媒分離方法」、北川 進・樋口雅一、京都大学、平成 24 年 2 月 26 日、特願 2014-35914
2. 「ルテニウム錯体、ルテニウム錯体と多孔性配位高分子との複合体、及びそれらを含む二酸化炭素光還元触媒」、梶原隆史・樋口雅一・小林克彰・田中晃二・北川 進、京都大学、平成 27 年 10 月 8 日、特願 2015-200385
3. 「ヒドリド供与基を有する多孔性配位高分子及びその前駆体」、梶原隆史・樋口雅一・田中晃二・北川進、京都大学、平成 29 年 8 月 31 日、特願 2017-167599

② 海外出願 (0 件)

③ その他の知的財産権

(他に記載すべき知的財産権があれば記入してください。(実用新案 意匠 プログラム著作権 等))

(5)受賞・報道等

① 受賞

1. 北川 進、平成 25 年度京都大学孜孜賞、2013 年 6 月 27 日
2. 北川 進、The fellow of the UK Royal Society of Chemistry (RSC)、2013 年 6 月 28 日
3. 北川 進、The RSC de Gennes Prize、2013 年 11 月 8 日

4. 北川 進、第 10 回江崎玲於奈賞、2013 年 11 月 26 日
5. 北川 進、2014 Thomson Reuters Highly Cited Researcher、2014 年 6 月
6. 北川 進、Marco Polo della Scienza Italiana、2015 年 4 月 1 日
7. 北川 進、2015 Thomson Reuters Highly Cited Researcher、2015 年 6 月
8. 北川 進、第 106 回日本学士院賞、2016 年 6 月 27 日
9. 北川 進、2016 Thomson Reuters Highly Cited Researcher、2016 年 6 月
10. 北川 進、2016 Fred Basolo Medal (ACS, USA)、2016 年 10 月 7 日
11. 北川 進・松田亮太郎、1st Air Liquide Awards on Essential Small Molecules 2016、2016 年 12 月 6 日
12. 北川 進、平成 28 年度日本化学会名誉会員、2017 年 3 月 17 日
13. 北川 進、第 58 回藤原賞、2017 年 6 月 16 日
14. 北川 進、2017 Clarivate Analytics Highly Cited Researchers、2017 年 9 月
15. 北川 進、Chemistry for the Future Solvay Prize、2017 年 10 月

② マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要も記入してください。)

1. 日経産業新聞(10 面)「若手時代の環境・志 独創性、花開く糧に異分野の視点/強い覚悟」、平成 26 年 4 月 4 日
2. 読売新聞(2 面)「排ガス分離 実用化に道 京大教授ら はっ水性不可成功」、平成 26 年 6 月 30 日
3. 日刊工業新聞(23 面)「撥水性を持つ多孔性構造体 京大 汚染物質除去などに応用」、平成 26 年 6 月 30 日
4. 日本経済新聞(18 面)「ガス精製用に京大が新素材 CO₂ の回収にも」、平成 26 年 7 月 1 日
5. 日経産業新聞(8 面)「ガス精製の新素材 京大、メタンだけ簡単に」、平成 26 年 7 月 1 日
6. 京都新聞(25 面)「水蒸気や有機分子は吸着 水はじく機能性材料 京大 G 開発 除去材など活用」、平成 26 年 7 月 3 日
7. 科学新聞(4 面)「気体や有機分子を取り込む 超撥水性材料を開発 気体分離膜などに応用期待」、平成 26 年 7 月 18 日
8. 環境エネルギー産業情報(18 頁)「京大、超撥水性と吸着性備えた新機材料開発」、平成 26 年 8 月 5 日
9. 半導体産業新聞(7 面)「京都大学 撥水と吸着性両立 水素吸蔵などに応用」、平成 26 年 8 月 13 日
10. 鉄鋼新聞(6 面)「フルヤ金属/北川京大教授と顧問契約/高機能触媒製品化を推進」、平成 26 年 8 月 20 日
11. 日経産業新聞(3 面)「まだいるノーベル賞級 スター研究者、他分野に際立つ化学・物理」、平成 26 年 9 月 24 日
12. 毎日新聞(16 面)「ノーベル賞、6 日から発表 日本の科学者受賞に期待」、平成 26 年 10 月 2 日
13. 産経新聞 東京(3 面)「ノーベル賞 日本人受賞は?」、平成 26 年 10 月 6 日
14. 読売新聞(13 面)「ナノテクで自在に扱う気体 京都大学品川セミナー」、平成 26 年 11 月 24 日
15. 日刊工業新聞(19 面)「日本の無機材料研究に注目」、平成 27 年 1 月 28 日
16. 毎日新聞 web「受験と私:京都大教授の北川進さん『やりきって達成感を』」、平成 27 年 2 月 2 日
17. 日経産業新聞(10 面)「CO₂ 分離膜 実用レベル」、平成 27 年 2 月 16 日
18. 京都新聞(7 面)、「「気体の時代」と人類の未来」、平成 27 年 4 月 17 日
19. 日経産業新聞(8 面)、「複数樹脂を完全混合 京大が技術 耐熱性や強度向上」、平成 27 年 7 月 2 日
20. 日刊工業新聞(21 面)「異種類のポリマー混合 分子レベルで実現」、平成 27 年 7 月 2 日
21. 京都新聞(23 面)「ポリマー混合に新手法 京大グループ開発」、平成 27 年 7 月 2 日
22. 読売新聞 夕刊(10 面)「結晶構造の隙間 工業利用 日本初貯蔵機能持つ新素材も 京都大の北川進教授らが 1997 年に開発した PCP」、平成 28 年 3 月 24 日
23. 日刊工業新聞(15 面)「メタン・水素 分離・濃縮に期待 分子の穴 拡張自在“賢い材料”」、平成 28 年 11 月 24 日
24. 読売新聞(30 面)「気体・水をエネルギーに 北川・京大教授が講演会」、平成 28 年 11 月 26 日

③ その他

(6)成果展開事例

① 実用化に向けての展開

- ・ 超撥水 PCP について、企業に材料提供してフイージビリティスタディ(FS)を進行中。

② 社会還元的な展開活動

§ 7. 研究期間中の活動

(2) 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要