

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「超分子クラスター触媒による  
水を電子源とした CO<sub>2</sub>還元反応系の構築」

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:近藤 美欧  
(分子科学研究所  
生命・錯体分子科学研究領域、助教)

# 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	(4)
(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	(5)
§ 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	(24)
(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

本研究課題では、(1) レドックス部位の精密配置によるクラスター触媒の創製、(2) 反応場内包型超分子触媒の創製、(3) 超分子クラスター触媒の開発による高選択・高効率 CO<sub>2</sub>還元系の構築、という3つの研究項目について、研究代表者のグループの単独研究として研究を実施した。また(4) ACT-C内の共同研究も実施した。以下それぞれについて概要を記述する。

#### (1) レドックス部位の精密配置によるクラスター触媒の創製

本研究項目の実施により、鉄五核錯体が、大きな酸素発生速度と高い電流変換効率を有し、かつ十分な耐久性を有する良好な酸素発生触媒であることを見出した。また、その触媒反応機構の詳細解析にも成功した (*Nature*, **2016**, 530, 465; *Chem. Lett.*, [Highlight Review], **2016**, 45, 1220)。更に、五核錯体を構成する配位子部位ならびに金属イオン部位のチューニングを行い、新たな触媒分子の創製にも成功した。また、同様のコンセプトを用いた多核金属錯体の開発も行い、安定な酸素発生銅触媒を得ることに成功した (*ChemPlusChem*, **2016**, 81(10), 1123)。

#### (2) 反応場内包型超分子触媒の創製

本研究項目の実施により、分子内に反応場となりうる空間と触媒反応サイトとしての機能を有する置換活性サイトを併せ持つ球状の超分子錯体の創製に成功した (*Inorg. Chem.*, **2016**, 55, 10843)。また、得られた超分子錯体がイオン伝達サイトとして機能することも見出された (*Chem*, **2017**, 2, 393)。更に、超分子的相互作用を利用することで反応場を構築可能ないくつかの新規錯体の開発についても検討を行った。その結果、反応場を持たない錯体触媒と比較して高い活性を有する酸素発生触媒 (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, 54, 7981)ならびに二酸化炭素還元触媒 (*J. Biol. Inorg. Chem.*, **2017**, in press)の創製に成功した。

#### (3) 超分子クラスター触媒の開発による高選択・高効率 CO<sub>2</sub>還元系の構築

本研究の実施により、より反応基質の認識に適した新規多核錯体分子の合理的な合成法を開発することに成功した。今後これらの多核錯体に対し、さらなる分子構造のチューニングを加えることでより活性の高い触媒分子の創製が可能になると予想される。

#### (4) ACT-C 領域内での共同研究

本 ACT-C 領域に研究代表者として参画する北海道大学大学院薬学研究院 松永茂樹教授との共同研究を実施し、光駆動型新規触媒系の開発ならびにその反応機構解析に成功した。また得られた成果を共著論文として報告した (*J. Am. Chem. Soc.*, **2017**, 139, 2204)。

### (2) 顕著な成果

＜優れた基礎研究としての成果＞

#### 1. "A pentanuclear iron catalyst designed for water oxidation"

M. Okamura, M. Kondo, R. Kuga, Y. Kurashige, T. Yanai, S. Hayami, M. Yoshida, K. Yoneda, S. Kawata and S. Masaoka,  
*Nature*, **2016**, 530, 465–468.

本成果では、鉄五核錯体 (Fe<sub>5</sub>O(bpp)<sub>6</sub>) の酸素発生触媒能について報告している。5核構造が有する”柔軟な電子移動能”ならびに”隣接する活性サイト”という2つの特長により、酸素発生が非常に高効率で進行し、その酸素発生速度は、既存の分子性鉄触媒の中で最も大きな値 (TOF=1,900 s<sup>-1</sup>) を示すことが明らかになった。安価な卑金属である鉄を用いて既存の錯体にはない高活性な酸素発生触媒が得られており、今後の酸素発生触媒設計に新たな指針を与える極めて顕著な成果である。

## 2. "Oxygen Evolution Catalysed by a Mononuclear Ruthenium Complex bearing Pendant $-\text{SO}_3^-$ Groups"

M. Yoshida, M. Kondo, S. Torii, K. Sakai, and S. Masaoka

*Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, *54*, 7981-7984.

本成果では、基質認識サイトの導入による酸素発生触媒能の向上を目指し、Ru 単核錯体触媒の活性中心近傍に、Ce イオンの配位サイトとして機能する  $\text{SO}_3^-$  基を導入した錯体を新規に合成し、その酸素発生能について検討を行った。その結果、Ce イオンが水分子を捕捉し、捕捉された水分子が Ru 中心に結合した水分子と反応することで、分子内酸素-酸素結合生成が効率的に進行し、酸素発生がより温和な条件において進行することが明らかになった。第二配位圏の利用による酸素発生の加速を初めて示した成果である。

< 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 >

該当なし

### § 3. 研究実施体制

#### (1) 研究体制について

研究代表者: 近藤 美欧(分子科学研究所、生命・錯体分子科学研究領域、助教)

研究項目

- ・レドックス部位の精密配置によるクラスター触媒の創製
- ・反応場内包型超分子触媒の創製
- ・超分子クラスター触媒の開発による高選択・高効率CO<sub>2</sub>還元系の構築

参画した研究者の数 (研究員 2 名、研究補助員 3 名、学生 15 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

研究代表者は、ACT-C の領域会議等での研究発表・研究交流を通じて、本領域に研究代表者として参画する北海道大学大学院薬学研究院 松永茂樹教授と意見交換を行い、平成 26 年度より共同研究を開始した。研究代表者のグループでは、松永教授のグループにより開発された光触媒系に関して、その反応機構を明らかにするための電気化学・光化学・吸収スペクトル等の測定・データ解析を実施した。松永教授のグループのメンバーである学生 3 名を分子科学研究所に派遣していただき、測定並びにデータ解析を共同で行った。本共同研究により得られた研究成果は、学術論文として報告した(*J. Am. Chem. Soc.*, **2017**, *139*, 2204–2207)。

また、研究代表者のグループで開発された鉄五核錯体触媒の反応メカニズム解析に当たっては、分子科学研究所 理論・計算分子科学研究領域 柳井毅准教授のグループならびに熊本大学大学院自然科学研究科 速水真也教授のグループと共同研究を行った。柳井准教授のグループとは計算科学的手法を用いた反応中間体の電子状態計算を、速水教授のグループとは実験的に単離された反応中間体の電子状態解析を共同で実施し、理論・実験の両面から反応メカニズムの妥当性を議論しうるデータの取得に成功した。得られた成果については学術論文として報告した(*Nature*, **2016**, *530*, 465–468)。

反応場内包型超分子触媒の創製に当たっては、類似の錯体合成にノウハウを有する、京都大学 物質-細胞統合システム拠点 古川修平准教授と一部共同で実験を遂行した。特に錯体合成法の確立に関して古川グループのメンバーとディスカッションを行うとともに錯体が有する内部空間の物性評価に関しても共同で研究を行った。本共同研究により得られた成果は、学術論文として報告した(*Inorg. Chem.*, **2016**, *55*, 10843–10846; *Chem*, **2017**, *2*, 393–403)。

## § 4. 研究実施内容

### 研究項目 1 レドックス部位の精密配置によるクラスター触媒の創製 (分子科学研究所グループ)

#### ① 研究のねらい

本研究項目では、人工光合成系の構築において電子源の創出反応として重要な水の酸化反応( $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ )を高効率で促進する触媒分子の開発を目指し研究を遂行した。そのために、生体機能の中心的役割を果たしている“金属多核クラスター錯体”に着目した。金属多核クラスター錯体は窒素固定や酸素発生などの多電子酸化還元を担う生体酵素の中心に含まれ、多電子反応を容易に進行させる超高活性触媒として働くことが知られている。しかしながら、このような金属多核クラスター錯体を植物等より抽出して用いる、或いは、酵素の活性中心の構造を模倣した錯体を人工的に構築し、触媒機能を発現させることは非常に困難であった。そこで、本研究項目においては、酵素の活性中心の構造をそのまま模倣するのではなく、活性中心の有する機能のみを模倣した分子を創製することで、新たな触媒群が開発できるのではないかと考え、研究を行った。

#### ② 研究実施方法

##### a. 鉄 5 核クラスター錯体による触媒的酸素発生

水の酸化による酸素発生反応においては、4電子の移動(電子移動反応)ならびに、2分子の水の間での酸素-酸素結合生成(化学反応)の2種類の反応がそれぞれ高効率で進行することが求められる。そこで我々は天然の光合成における酸素発生中心の機能的特徴に倣い、図1に示す、鉄イオンと配位子である3,5-bis(2-pyridyl)-pyrazole(bpp)により構成される鉄五核錯体( $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ )に着目し研究を行った。この鉄クラスター錯体は、その五核構造に由来した多電子移動能を有すると期待されることに加え、中央のオキソ架橋されている3つの鉄イオン(図1中赤点線で囲った部分)が配位不飽和な状態で近接した構造を有している。よって、電子移動・化学反応の両者にとって有利な構造であると考えられる。ACT-Cの申請段階において、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ が酸素発生能を有することは明らかになっていた。しかしながら、その時点では、酸素発生の定性的な確認と、また簡易的な検討による酸素発生速度の見積もりが行われているのみであり、その詳細な触媒機能ならびに反応機構に関しては未知であった。

そこで、ACT-C採択後は $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ の酸素発生能の厳密な評価ならびに触媒反応機構の解明に関して検討を行った。酸素発生能の評価に当たっては、電解条件下での生成物の定量分析、正確な酸素発生速度の決定ならびに、各種分光・電気化学測定を利用した触媒耐久性の評価を行った。その結果、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ が非常に速い反応速度( $\text{TOF} = 1,900 \text{ s}^{-1}$ )で効率よく酸素を発生し、かつ耐久性も十分に高い( $\text{TON} > 1,000,000$ )という定量的なデータを得ることに成功した。触媒反応機構の解明に当たっては、中間体の単離ならびに電子状態の決定を行った。更に、計算科学的検討による反応経路の解析についても併せて実施し、極めて確度の高い触媒サイクルを提唱することに成功した。以上より、多核構造に由来する高い電子移動能と隣接する活性サイトによる分子内結合生成を利用することで高い酸素発生能を有する触媒分子の開発に成功した(*Nature*, 2016, 530, 465)。本研究により安価な卑金属である鉄を用いて既存の錯体になく高活性な酸素発生触媒が得られており、これは今後の酸素発生触媒設計に新たな指針を与える極めて顕著な成果である。

##### b. 配位子部位への PCET サイトの導入による触媒能の制御

研究課題 a により創製された鉄五核錯体触媒はその酸素発生速度は非常に大きかったものの、酸素発生過電圧が比較的大きい( $>0.52 \text{ V}$ )という問題点を有していた。この原因としては、反応活性種である4電子酸化体の生成に高電位が必要なことが挙げられる。そこで、本研究課題では、金属五核錯体の構成要素である配位子部位へのチューニングを行い、低過電圧で駆動する触媒分子の創製を目指した。

過電圧低下の手法として、まずプロトン共役型電子移動(PCET)の利用を考えた。PCETでは電子移動に伴うトータルチャージの変化が抑制されるため、より低エネルギーで多電子酸化体が生成可能であると期待される。PCET能を有する配位子としてプロトン解離性部位を有する配位子、**H<sub>3</sub>bip**を用い、新規触媒

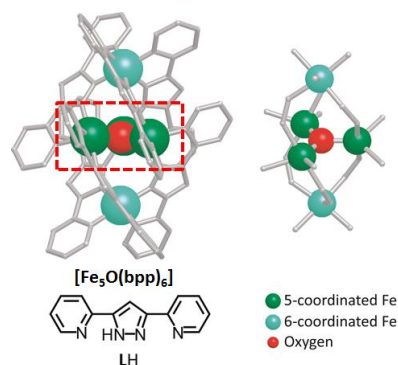


図1  $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ の構造

分子、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{H}_2\text{bip})_6]$ の開発を行った。 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{H}_2\text{bip})_6]$ の電気化学測定を行ったところ、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bip})_6]$ はPCET機構により4電子酸化体を生成することが明らかとなり、また酸素発生のオンセット電位が pH に応じて変化することが明らかとなった(図3)。更に、触媒反応に必要な過電圧は0.33 Vであると見積もられ、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ と比較して約 200 mV 過電圧が低減できることを明らかにした。以上より、配位子部位に由来する PCET 能の発現により触媒能を制御することに成功した。

また、鉄五核錯体の電子状態を制御するために、配位子部位の電子密度変化についても検討を行った。そのために電子吸引力あるいは電子供与性を有する置換基を導入した種々の新規鉄五核錯体を得た。得られた錯体の電気化学測定を行ったところ、置換基の導入により、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ と比較して酸化還元電位が大きく変化することが示された。以上より、鉄五核錯体の多電子移動能を制御するための手法が確立できたとと言える。

### c. 金属イオンの精密配置による異種金属 5 核錯体の創製

研究課題 a で実施した反応機構解析の結果より、 $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{bpp})_6]$ においては、上下の 2 つの金属イオンと中央の三核部分とで触媒反応において果たす役割が異なることが示された。そこで、これら2つの部分で構成金属が異なる、異種金属 5 核錯体の創製をめざし、研究を行った。異種金属錯体の合成に当たっては、段階的な合成法を用いた。まず、配位子置換速度の遅いルテニウムイオンと配位子との反応によりルテニウム単核錯体を合成した。得られた単核錯体を配位子交換速度の速い2つ目の金属イオンと反応させることで 5 核錯体の構築を試みた。金属イオンの種類・当量、添加物、塩基の種類、反応溶媒、反応温度、反応時間といった種々のパラメータを系統的に変化させたスクリーニング実験を 100 通り以上の条件で実施し、最終的に目的化合物のみが選択的に得られる合成条件を決定した。その結果、Fe, Mn, Co, Cu, Zn イオンを用いた場合に、異種金属 5 核錯体 ( $\text{Ru}_2\text{M}_3$  (M = Fe, Mn, Co, Cu, Zn)) が選択的に合成できることを見出した。また得られた錯体の電気化学測定を行った結果、金属イオンの精密配置によりその酸化還元電位が大きく変化することが明らかとなった(図3)。更に、 $\text{Ru}_2\text{Fe}_3$  錯体が酸素発生能を有すること、ならびに  $\text{Ru}_2\text{Co}_3$  錯体が還元触媒として機能しうることが示された。以上の研究結果は、金属イオンの精密配置により 5 核金属錯体の触媒能が制御できることを示す重要なものである。

### ③ 採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する現在の研究進捗状況(§ 2. と関連します)と得られた成果

採択当初の研究計画においては、まず、H26 年度までにクラスター触媒の開発を行うことを目標としており、上述の通り鉄五核錯体を用いた高活性酸素発生触媒の創製に成功していることから予定通り研究を遂行できた。また、触媒の機能評価・反応機構の解明に関しても、実験的・計算科学的手法を駆使することで、触媒回転頻度の決定、触媒の安定性の評価ならびに想定触媒サイクルの確立を達成した。最後に触媒分子のチューニングによる反応の高効率化に関しても、配位子部位・金属イオン部位それぞれの機能を独立に制御する手法を確立したことから、計画通り研究が遂行できたと判断する。

### 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

上述の研究により、多核金属錯体が良好な酸素発生触媒として機能することが見出された。そこで、同様のコンセプトに基づく多核金属錯体の開発に関しても検討を行った。その結果、安定な酸素発生触媒として機能する銅 4 核錯体の開発に成功した (*ChemPlusChem*, 2016, 81(10), 1123)。

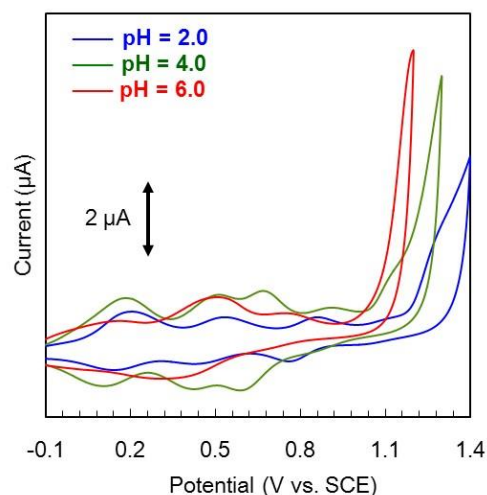


図 2  $[\text{Fe}_5\text{O}(\text{H}_2\text{bip})_6]$ の酸素発生能

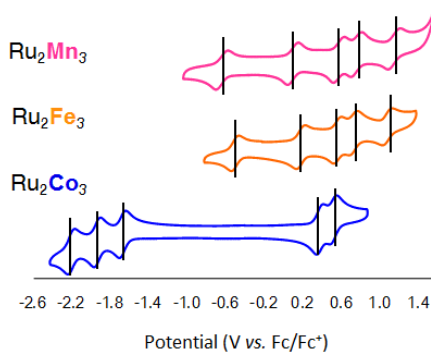


図 3  $\text{Ru}_2\text{M}_3$ の電気化学測定結果



## 研究項目2 反応場内包型超分子触媒の創製(分子科学研究所グループ)

### ① 研究のねらい

本研究課題では、水を電子源とする持続的 CO<sub>2</sub> 還元系の達成を目標とする。この時、高効率な多電子変換反応が可能な触媒系の構築(CO<sub>2</sub>還元、酸素発生)が達成されるべき目標である。この時、より、反応活性の触媒の高い触媒を得るにあたっては、触媒活性点近傍に基質が高濃度で濃縮される“反応場”を構築し、反応を進行させることが鍵なるのではないかと考えた。そこで、本研究項目では、分子内に反応場を有する触媒分子(反応場内包型超分子触媒)の創製を目指し、研究を実施することとした。

### ② 研究実施方法

#### a. Rh イオンにより構築される球状超分子錯体(Rh-MOP)の開発

反応場内包型触媒の創製に当たっては、研究開始直後は、paddle-wheel dimer 錯体をイソフタル酸誘導体により集積した、Metal-Organic Polyhedra (MOP)と呼ばれる分子群に着目し、研究を実施した。MOPは(a)反応活性点となる axial 位が置換活性な状態で疎水性反応場となる超分子錯体内部に露出していること、ならびに(b)種々の金属イオン(Cu, Mo, Ru, Rh)ならびにジカルボン酸類から合成可能である為に触媒活性・内部空間のチューニングが容易に実現可能である、という点から非常に魅力的な分子群であり(H.-C. Zhou *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 17599, O. M. Yaghi *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2001**, *123*, 4368)、本研究項目の目標の一つする疎水空間を利用した基質(CO<sub>2</sub>)の選択的還元反応の達成に有用であると期待される。本研究では特に還元触媒として知られる Rh の paddle-wheel dimer ユニットの構造中に導入した新規球状超分子錯体(Rh-MOP)の創製について検討を行った。

Rh-MOP の合成に当たっては、Rh の 2 核錯体とイソフタル酸誘導体の反応を用いた。しかしながら、室温で合成が可能な既存の MOP 錯体と比較し、配位子交換速度が極めて遅い Rh イオンを用いた為、反応収率が低く、また単離も困難となった。そこで、配位子・金属塩の種類、当量、溶媒、反応温度、反応速度といったパラメータを系統的に変化させることで合成条件を最適化した後に、分離操作、再結晶条件に関しても最適化を行うことで、最終的に目的化合物を単離した。これらの錯体に関しては単結晶 X 線構造解析によりその構造を決定するとともに、その内部空間についてもガス吸着測定により評価を行った。その結果、Rh-MOP の内部には CO<sub>2</sub> 等の安定小分子を取り込み可能な疎水的空間が存在することが明らかとなった。また、イソフタル酸の 5 位に長鎖アルキルまたは PEG 鎖を導入した配位子を用いて Rh-MOP の合成を行い、各種溶媒に対して高い溶解度を示す超分子錯体の開発にも成功した(*Inorg. Chem.*, **2016**, *55*, 10843)。更に、Rh-MOP の内部空間がイオン伝達能を有することも見出した(*Chem*, **2017**, *2*, 3933)。但し、これら得られた錯体に関しては、再現性良く大量合成を行うことが困難であったため、現在のところその触媒能を評価するには至っていない。

#### b. 第二配位圏へ基質の認識サイトを導入した反応場内包型酸素発生触媒の開発

上述の通り、Rh-MOP は有用な物質群であることが示唆されたものの、実験的な側面から触媒能の評価が難航した。そこで、研究実施期間の途中からは、球状超分子錯体にこだわらず、他の手法により分子内に反応場構造を導入する手法の開発についても検討を開始した。まず 1 つ目の試みとして、反応場の導入による酸素発生触媒能の向上を目指し研究を行った。

酸素発生能の向上のための反応場としては、第二配位圏への基質の認識サイトの導入を考えた。そのために、酸素発生触媒として機能することが知られるルテニウム単核錯体(S. Masaoka *et al.*, *Chem. Lett.*, **2009**, *38*, 182)、[Ru(tpy)(bpy)(OH<sub>2</sub>)]<sup>2+</sup> (tpy = 2,2':6',2''-terpyridine, bpy = 2,2'-bipyridine)の配位子部位に酸化剤であるセリウムの配位サイトとして機能しうるルイス酸性のスルホ基を導入した錯体、[Ru(tpy)(bpy-(SO<sub>3</sub>)(OH<sub>2</sub>))]を新規に設計・合成した。得られた錯体に関して、セリウム(IV)を酸化剤として用いた酸素発生反応の追跡を行ったところ、スルホ基を有する[Ru(tpy)(bpy-(SO<sub>3</sub>)(OH<sub>2</sub>))]は、無置換の錯体[Ru(tpy)(bpy)(OH<sub>2</sub>)]<sup>2+</sup>と比較し

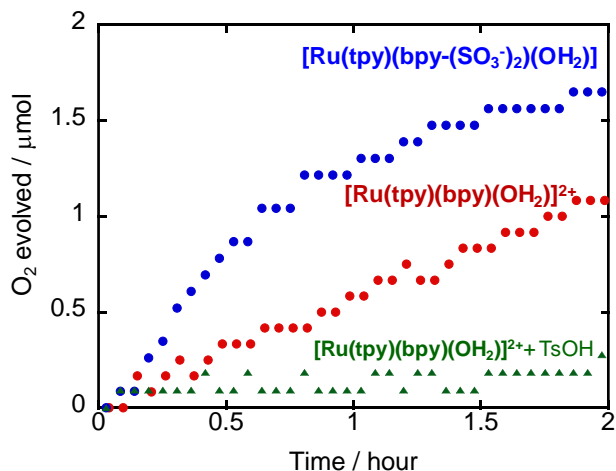


図4 反応場の導入による酸素発生能の向上



て、より穏和な条件で酸素発生反応を進行させる触媒であることが示された(図 4)。さらに、[Ru(tpy)(bpy-(SO<sub>3</sub>)(OH<sub>2</sub>))]上のスルホ基が配位結合によりセリウムを捕捉している結晶を得ることに成功した。以上の結果から、スルホ基に配位したセリウム(IV)が基質である水分子を捕捉し、捕捉された水分子が Ru 中心に結合した水分子と反応することで、分子内酸素-酸素結合生成が効率的に進行することが示唆された (*Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, *54*, 7981)。すなわち本研究成果は、高効率な酸素発生反応に当たって適切な反応場の導入が重要であることを示しており、高活性酸素発生触媒を開発する上で、新たな触媒設計指針を提供する極めて重要なものである。

### c. 疎水性サイトを導入した反応場内包型二酸化炭素還元触媒の開発

本研究では、反応場内包型 CO<sub>2</sub>還元触媒の開発に向け、分子内への疎水性サイトの導入を行った。具体的には、二酸化炭素還元触媒として知られる鉄ポルフィリン錯体 (J-M Savéant *et al.*, *Chem. Soc. Rev.*, **2013**, *42*, 2423)、5,10,15,20-tetrakis(pyren-1-yl)porphyrinato iron(III) chloride (**Fe-Py**)の *meso* 位に疎水性を示す  $\pi$  共役性の置換基を導入した種々の錯体を新規に設計・合成した。

得られた4種の錯体について紫外-可視近赤外吸収スペクトル測定ならびに電気化学測定を行った。その結果、 $\pi$  共役性置換基の導入は錯体の電子状態にはほとんど影響しないことが明らかになった。しかしながら、これらの錯体に関してその CO<sub>2</sub>還元触媒能を定電位電解により評価したところ、その活性が置換基により大きく変化することが見出された。特に、ポルフィリン分子に対しピレニル基が直接結合した錯体、5,10,15,20-tetrakis(pyren-1-yl)porphyrinato iron(III) chloride (**Fe-Py**)においては、無置換の錯体、**Fe-Ph**と比較して2倍程度触媒回転頻度が向上することが明らかになった(図 5、*J. Biol. Inorg. Chem.*, **2017**, 713-725.)。本研究成果は、分子内への疎水場導入が、CO<sub>2</sub>還元反応に有利に働くことを示唆する重要な知見であると言える。

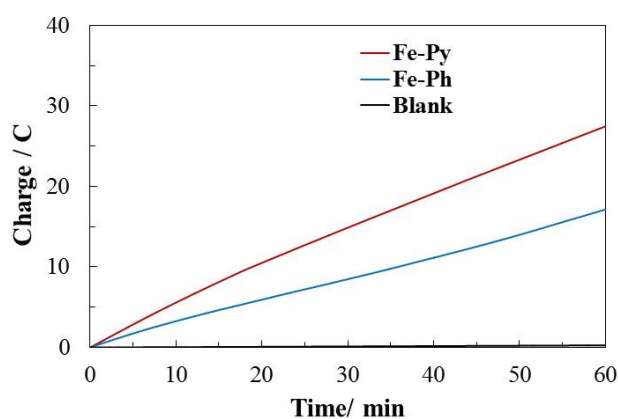


図 5 反応場の導入による二酸化炭素還元能の向上

### ③ 採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する現在の研究進捗状況(§ 2. と関連します)と得られた成果

採択当初の研究計画においては、まず、H27 年度までに超分子触媒の開発を完了し、その後触媒能の評価・触媒分子のチューニングを実施する予定であった。しかしながら、上述の通り当初の計画で用いる予定であった Rh-MOP の開発が難航したため、全体の計画に遅れが生じた。そこで、研究期間の途中からは、Rh-MOP を用いた反応場内包型触媒の開発に加え、同様のコンセプトに基づく新規触媒の開発にも着手した。その結果、反応場を導入することで、酸素発生触媒・二酸化炭素還元触媒の触媒活性を向上させることに成功した。また、触媒分子のチューニングに関しても現在検討を行って段階である。従って、概ね当初の計画通りに研究を遂行できたと考えている。

### 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

上記の研究の遂行により、触媒材料中に反応場を導入することで、多電子酸化還元反応(酸素発生反応、二酸化炭素還元反応)に対する触媒活性が向上することが見出された。そこで、同様の概念を拡張した触媒材料の開発についても検討を行った。そのために、触媒サイトと非共有結合性相互作用サイトを併せ持つ分子性触媒ユニットを自己集積化させることで、超分子フレームワークを構築することとした。より具体的には、触媒サイトとして Rh 二核錯体部位を、分子間相互作用サイトとして広い  $\pi$  共役系と光捕集能を有する naphthalimide 部位を有する分子性触媒をユニットとして用いた。そして、この触媒ユニットの自己集積化を行ったところ、内部に反応場として機能しうる空間を有する超分子フレームワークが得られた。更に、得られた超分子フレームワークの触媒能の調査を行ったところ、光化学反応条件下で水素発生反応を促進する光触媒材料として機能することが明らかになった(*Chem. Commun.*, **2018**, *54*, 1174–1177. (Selected as a Back Cover Picture))。

### 研究項目3 超分子クラスター触媒の開発による高選択・高効率 CO<sub>2</sub>還元系の構築(分子科学研究所グループ)

#### ① 研究のねらい

本研究項目では、研究項目1:レドックス部位の精密配置によるクラスター触媒の創製ならびに研究項目2:反応場内包型超分子触媒の創製により得られた研究成果を礎に、超分子クラスター触媒の開発を行い(図6)、水を電子源とする高選択・高効率なCO<sub>2</sub>還元系の創出に向けた新たな触媒分子の設計戦略を構築することをその研究目標とした。

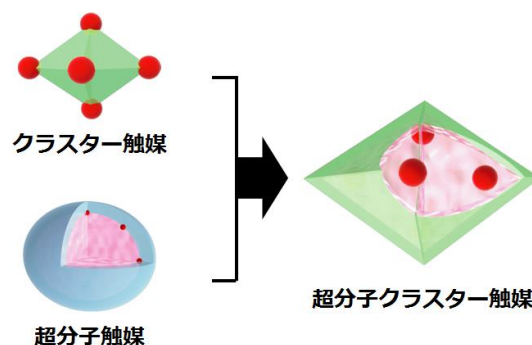


図6 超分子クラスター触媒開発の概念図

#### ② 研究実施方法

研究項目1・2の遂行により、「多核金属錯体」ならびに「反応場内包型触媒」の利用が多電子酸化還元触媒の機能向上に当たって非常に重要な要素であることが示された。そこで、本研究項目では、多核金属錯体中に反応場を導入した触媒材料を開発し、超分子クラスター触媒の創製を目指すこととした。そのために、反応基質の認識に適した骨格を有する新規多核金属錯体の合成について検討を行った。錯体の合成に当たっては、研究項目1で開発した段階的錯形成を利用した。より具体的には、既存の五核錯体の合成に用いたルテニウム単核錯体と比較して、より大きな反応サイトを構築可能な構造を有する単核錯体  $mer-[M(bpy)_3]^{2+}$  ( $M = Ru, Os$ ) を前駆体とした。 $mer-[M(bpy)_3]^{2+}$ の合成を試みた結果、Osイオンを用いた場合には選択的に目的化合物が得られたのに対し、Ruイオンを用いた場合には、異性体である  $fac-[M(bpy)_3]^{2+}$  との混合物として得られることが判明し、また反応条件の検討によっても目的化合物のみを得ることは困難であった。そこで、精製条件を最適化し、 $mer-[Ru(bpy)_3]^{2+}$ を単離した。得られたこれら二種類の単核錯体を用い、より配位子交換速度の速い亜鉛イオンと反応させたところ、 $[M_2Zn_2O(bpy)_6]^{2+}$ の組成を有する四核金属錯体が生成することが判明した。得られた錯体の構造は単結晶X線構造解析によって確認し、研究項目1で開発した五核金属錯体と比較し、より大きな反応サイトを有した骨格を有していることが明らかとなった。更に、同様の手法を用いて各種金属イオンとの反応を行ったところ、種々の四核金属錯体 ( $[Ru_2Fe_2O(bpy)_6]^{2+}$ ,  $[Ru_2Co_2O(bpy)_6]^{2+}$ ,  $[Ru_2Zn_2O(bpy)_6]^{2+}$ ,  $[Os_2Zn_2O(bpy)_6]^{2+}$ ,) が合成できることが明らかになった。以上の結果より、超分子クラスター触媒の創製に向け一定の知見が得られたと考えられる。

#### ③ 採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する現在の研究進捗状況(§2.と関連します)と得られた成果

採択当初の研究計画においては、まず、H27年度より本研究項目を遂行する予定であった。しかしながら、前述の通り、研究項目2の実施状況が当初の計画より遅延したため、本研究項目はH28年度より実施することとなった。現在の状況としては、超分子クラスター触媒として機能しうる分子の合理的合成法が確立されている。また、触媒機能評価に関しては、現在実施している段階である。この触媒機能評価に当たっては、研究項目1ならび2で用いた手法を応用することが可能であると考えている。また、触媒分子のチューニングに関しても、特に金属イオンの組み合わせを変更した各種錯体の合成に着手した段階にある。今後はこれらの研究内容に関して精力的に研究を展開する。

#### 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該当なし

## § 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】

(著者名、論文タイトル、掲載誌(誌名 巻、号、発表年)、DOIコードを記載してください。)

1. Pondchanok Chinapang, Masaya Okamura, Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, Development of a framework catalyst for photocatalytic hydrogen evolution, *Chem. Commun.*, **2018**, *54*, 1174–1177. (Selected as a Back Cover Picture)
2. Yuki Okabe, Sze Koon Lee, Mio Kondo, and Shigeyuki Masaoka, Syntheses and CO<sub>2</sub> reduction activities of  $\pi$ -expanded/extended iron porphyrin complexes, *J. Biol. Inorg. Chem.*, **2017**, *22*, 713–725.
3. Masaki Yoshida, Mio Kondo, Masaya Okamura, Mari Kanaïke, Setsiri Haesuwannakij, Hidehiro Sakurai, and Shigeyuki Masaoka, Fe, Ru, and Os Complexes with the Same Molecular Framework: Comparison of Structures, Properties and Catalytic Activities, *Faraday Discuss.*, **2017**, *198*, 181–196. (DOI: 10.1039/C6FD00227G)
4. Ryuji Kawano, Nao Horike, Yuh Hijikata, Mio Kondo, Arnau Carné-Sánchez, Patrick Larpent, Shuya Ikemura, Toshihisa Osaki, Koki Kamiya, Susumu Kitagawa, Shoji Takeuchi, and Shuhei Furukawa, Metal-Organic Cuboctahedra for Synthetic Ion Channels with Multiple Conductance States, *Chem*, **2017**, *2*, 393–403. (DOI: 10.1016/j.chempr.2017.02.002)
5. Shota Kato, Yutaka Saga, Masahiro Kojima, Hiromu Fuse, Shigeki Matsunaga, Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, and Motomu Kanai, Hybrid Catalysis Enabling Room-Temperature Hydrogen Gas Release from N-Heterocycles and Tetrahydronaphthalenes, *J. Am. Chem. Soc.*, **2017**, *139*, 2204–2207. (DOI: 10.1021/jacs.7b00253)
6. Shuhei Furukawa, Nao Horike, Mio Kondo, Yuh Hijikata, Arnau Carné-Sánchez, Patrick Larpent, Nicolas Louvain, Stéphane Diring, Hiroshi Sato, Ryotaro Matsuda, Ryuji Kawano, and Susumu Kitagawa, Rhodium–Organic Cuboctahedra as Porous Solids with Strong Binding Sites, *Inorg. Chem.*, **2016**, *55*, 10843–10846. (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.6b02091)
7. Masaya Okamura, Mio Kondo, Reiko Kuga, Yuki Kurashige, Takeshi Yanai, Shinya Hayami, Vijayendran K. K. Praneeth, Masaki Yoshida, Ko Yoneda, Satoshi Kawata, and Shigeyuki Masaoka, A pentanuclear iron catalyst designed for water oxidation, *Nature*, **2016**, *530*, 465–468. (DOI: 10.1038/nature16529)
8. Vijayendran K. K. Praneeth, Mio Kondo, Pei Meng Woi, Masaya Okamura, and Shigeyuki Masaoka, Electrocatalytic Water Oxidation by a Tetranuclear Copper Complex, *ChemPlusChem*, **2016**, *81(10)*, 1123–1128. (Selected as a Very Important Paper (VIP). Selected as a Back Cover Picture) (DOI: 10.1002/cplu.201600322)
9. Go Nakamura, Mio Kondo, Meredith Crisalli, Sze Koon Lee, Akane Shibata, Peter C. Ford, and Shigeyuki Masaoka, Syntheses and Properties of Phosphine-Substituted Ruthenium(II) Polypyridine Complexes with Nitrogen Oxides, *Dalton Trans.*, **2015**, *44*, 17189–17200. (DOI: 10.1039/C5DT02994E)
10. Takahiro Itoh, Mio Kondo, Hirotohi Sakamoto, Kaori Wakabayashi, Mari Kanaïke, Kenichiro Itami, and Shigeyuki Masaoka, Porous Frameworks Constructed by Non-Covalent Linking of Substitution-Inert Metal Complexes, *Dalton Trans.*, **2015**, *44*, 15334–15342. (Themed Issue: New Talent: Asia-Pacific) (DOI: 10.1039/C5DT01620G)
11. Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Yuki Okabe, and Shigeyuki Masaoka, Electrochemical analysis of iron porphyrin-catalyzed CO<sub>2</sub> reduction under photoirradiation, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, **2015**, *313*, 143–148. (Themed Issue: Artificial Photosynthesis). (DOI: 10.1016/j.jphotochem.2015.06.014)
12. Masaki Yoshida, Mio Kondo, Sena Torii, Ken Sakai, and Shigeyuki Masaoka, Oxygen Evolution Catalysed by a Mononuclear Ruthenium Complex bearing Pendant -SO<sub>3</sub><sup>-</sup> Groups, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, *54*, 7981–7984. (DOI: 10.1002/anie.201503365)
13. Masaki Yoshida, Mio Kondo, Toshikazu Nakamura, Ken Sakai, and Shigeyuki Masaoka, Three Distinct Redox States of an Oxo-Bridged Dinuclear Ruthenium Complex, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2014**, *53*, 11519–11523. (DOI: 10.1002/anie.201406443)
14. Go Nakamura, Masaya Okamura, Masaki Yoshida, Takayoshi Suzuki, Hideo D. Takagi, Mio Kondo, and Shigeyuki Masaoka, Electrochemical Behavior of Phosphine-Substituted Ruthenium(II) Polypyridine Complexes with a Single Labile Ligand, *Inorg. Chem.*, **2014**, *53*, 7214–7226. (DOI: 10.1021/ic5003644)
15. Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Masaya Okamura, Masaki Yoshida, and Shigeyuki Masaoka, Electrochemical response of metal complexes in homogeneous solution under photoirradiation, *Sci. Rep.*, **2014**, *4*, 5327. (DOI:10.1038/srep05327)

16. Takahiro Itoh, Mio Kondo, Mari Kanaike, and Shigeyuki Masaoka, Arene-perfluoroarene Interactions for Crystal Engineering of Metal Complexes: Controlled Self-assembly of Paddle-wheel Dimers *CrystEngComm.*, **2013**, *15*, 6122-6126. (DOI: 10.1039/C3CE40777B)
17. Satoshi Muratsugu, Min Hwee Lim, Takahiro Itoh, Wipavee Thumrongpatanaraks, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, T. S. Andy Hor, and Mizuki Tada, Dispersed Ru Nanoclusters Transformed from a Grafted Trinuclear Ru Complex on SiO<sub>2</sub> for Selective Alcohol Oxidation, *Dalton Trans.*, **2013**, *42*, 12611-12619. (DOI: 10.1039/C3DT51142A)

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 近藤美欧, Bio-relevant な金属錯体を用いた酸素発生触媒の開発, *化学と工業*, **2017**, *70(10)*, 888-889.
2. Mio Kondo and Shigeyuki Masaoka, Water Oxidation Catalysts Constructed by Bio-Relevant First-Row Metal Complexes, *Chem. Lett.*, [Highlight Review], **2016**, *45*, 1220-1231. (Selected as a cover picture) (DOI: 10.1246/cl.160639)
3. 近藤 美欧, 岡村 将也, 正岡 重行、植物に学ぶ触媒デザイン—水から酸素をつくる鉄5核錯体、月刊「化学」, **2016**, *71(6)*, 29-33.
4. 近藤 美欧, 正岡 重行、第5章 錯体化学的アプローチ 2—錯体設計、「光合成・人工光合成研究最前線～先端科学が繋げる Green Sustainable Technology～」、(株) エヌ・ディー・エス、pp. 99-106 (2017). (ISBN: 978-4-86043-477-9)
5. 近藤 美欧, 正岡重行、金属錯体を用いた水の酸化触媒の創製と人工光合成への挑戦、「人工光合成実用化に向けた最新技術」、情報機構、pp. 84-94 (2013). (ISBN: 978-4-86502-006-9)

(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 10 件、国際会議 2 件)

- 1 Mio Kondo (Institute for Molecular Science, JST ACT-C)、Development of Function-Integrated Metal Complex Catalysts for Small Molecule Conversion、日本化学会第 98 春季年会、2018 年 3 月 22 日 日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
- 2 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、「鉄5核錯体による高活性酸素発生触媒の創製」、平成 29 年度 膜タンパク質研究会、淡路夢舞台国際会議場、兵庫県淡路市、2017 年 10 月 6 日
- 3 Mio Kondo (Institute for Molecular Science, JST ACT-C)、Asymmetric assembly of metal ions in multinuclear complexes、錯体化学会第 67 回討論会、北海道大学、北海道札幌市、2017 年 9 月 16 日.
- 4 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、分子モジュールの自己集合による超分子フレームワークの創製、第 11 回超分子若手懇談会、箱根路 開雲、神奈川県足柄下郡箱根町、2017 年 9 月 13-14 日
- 5 Mio Kondo (Institute for Molecular Science)、Molecular modules for framework catalysts、Thirteenth International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP17)、Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga, June 23-25, 2017 (scheduled).
- 6 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、生体機能模倣による高活性な酸素発生触媒の開発、分子研研究会「触媒反応であるタンパク質反応を分子科学的観点から捉える」、2017 年 6 月 14 日 (scheduled).
- 7 Mio Kondo (Institute for Molecular Science)、Development of a highly active iron-based catalyst for water oxidation、UK-Japanese Frontiers of Science Symposium 2016、Chicheley Hall, Milton Keynes, UK, November 7-9, 2016.
- 8 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、多核金属錯体触媒による高効率な酸素発生反応、山形大学理学部講演会、山形大学、山形県山形市、2016 年 12 月 7 日
- 9 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、A pentanuclear iron catalyst designed for water oxidation、第 1628 回雑誌会セミナー、東京大学、東京都文京区、2016 年 8 月 1 日

- 10 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、鉄5核クラスター錯体を用いた高活性酸素発生触媒の創製、第2回錯体化学若手の会北陸支部勉強会、金沢大学、石川県金沢市、2015年11月21日
- 11 近藤 美欧 (分子科学研究所)、5核金属錯体による酸素発生触媒の創製、分子研若手の会、分子科学研究所、愛知県岡崎市、2015年7月31日
- 12 近藤 美欧 (分子科学研究所、JST ACT-C)、5核金属錯体による高活性酸素発生触媒の創製、深化する錯体化学、ルポール麴町、2015年6月20日

② 口頭発表 (国内会議 54 件、国際会議 5 件)

1. Praneeth Vijayendran, Mio Kondo, Masaya Okamura, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、名大院理、JST ACT-C), The Effect of Substituents on the Redox Properties of Pentanuclear Iron Complexes、日本化学会第98春季年会、2018年3月20日～22日、日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
2. Pondchanok CHINAPANG, Masaya OKAMURA, Takahiro ITOH, Mio KONDO, Shigeyuki MASAOKA (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、The Development of a Framework Catalyst for Photocatalytic Hydrogen Evolution、日本化学会第98春季年会、2018年3月20日～22日、日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
3. Sze Koon Lee, Go Nakamura, Masaya Okamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、Phosphine-Substituted Ru(II) Polypyridine Complex for CO<sub>2</sub> Reduction、日本化学会第98春季年会、2018年3月20日～22日、日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
4. Takafumi Enomoto, Mio Kondo, Shigeyuki, Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Near-IR light-induced electron transfer system using a distorted phthalocyanine、日本化学会第98春季年会、2018年3月20日～22日、日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
5. 可知 真美・伊東 貴宏・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、Rh 二核錯体を用いた置換活性サイト内在型フレームワークの構築と反応性、日本化学会第98春季年会、2018年3月20日～22日、日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
6. 田崎 雅大・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、R 分子間相互作用サイトを有する金属ポルフィリン錯体の合成・電気化学特性ならびに集積化、日本化学会第98春季年会、2018年3月20日～22日、日本大学船橋キャンパス、千葉県船橋市
7. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、名大院理、JST ACT-C), AN IRON-BASED CATALYST THAT MIMICS FUNCTION OF THE OXYGEN-EVOLVING COMPLEX, 6th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC6), Melbourne Convention and Exhibition Centre, Melbourne, Australia, July 23-28, 2017
8. Praneeth Vijayendran, Mio Kondo, Pei Meng Woi, Masaya Okamura, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、名大院理、JST ACT-C), A DISCRETE TETRANUCLEAR COPPER BASED ELECTROCATALYST FOR WATER OXIDATION, 6th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC6), Melbourne Convention and Exhibition Centre, Melbourne, Australia, July 23-28, 2017
9. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Mari Kanaike, Praneeth Vijayendran, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C) Development of Novel Hetero Metallic Complexes and Their Electrochemical Properties, Interdisciplinary Symposium for Up-and-coming Material Scientists 2017 (ISUMS2017) Toyonaka Campus, Osaka University, Toyonaka, Japan, June 8-9, 2017
10. Masaya Okamura, Mari Kanaike, Hitoshi Izu, Chihiro Matsui, Reiko Kuga, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C), A proton confined in pentanuclear metal complexes, The 67th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry, Hokkaido University, Sapporo, Japan, September 16-18, 2017
11. Sze Koon Lee, Go Nakamura, Masaya Okamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C), Phosphine-substituted Ru(II) polypyridyl complex for

- catalytic CO<sub>2</sub> reduction, The 67th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry, Hokkaido University, Sapporo, Japan, September 16-18, 2017
12. Takafumi Enomoto, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C), The development of near-infrared light induced electron transfer system using a distorted phthalocyanine, The 67th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry, Hokkaido University, Sapporo, Japan, September 16-18, 2017
  13. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、A pentanuclear iron catalyst for water oxidation with low overpotential、日本化学会第 97 春季年会、2017 年 3 月 16~19 日 慶應義塾大学 日吉キャンパス、神奈川県横浜市
  14. Praneeth Vijayendran, Mio Kondo, Masaya Okamura, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、名大院理、JST ACT-C)、Tuning redox potential of a pentanuclear iron water oxidation catalysts by ligand modifications、日本化学会第 97 春季年会、2017 年 3 月 16~19 日 慶應義塾大学 日吉キャンパス、神奈川県横浜市
  15. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Mari Kanaike, Praneeth Vijayendran, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、Selective syntheses and electrochemical properties of hetero multinuclear metal complexes、日本化学会第 97 春季年会、2017 年 3 月 16~19 日 慶應義塾大学 日吉キャンパス、神奈川県横浜市
  16. 松井 千紘・伊豆 仁・岡村 将也・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、多段階錯形成によるオスミウムを有する異種金属 5 核錯体の合成とその物性評価、日本化学会第 97 春季年会、2017 年 3 月 16~19 日 慶應義塾大学 日吉キャンパス、神奈川県横浜市
  17. Praneeth Vijayendran, Mio Kondo, Pei Meng Woi, Masaya Okamura, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、名大院理、JST ACT-C)、Electrocatalytic Water Oxidation by a Tetranuclear Copper Complex、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
  18. Sze Koon Lee, Go Nakamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Electrocatalytic CO<sub>2</sub> reduction by phosphine-substituted polypyridine Ru(II) complex、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
  19. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Praneeth Vijayendran, Mari Kanaike, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、Selective Syntheses of Hetero Metallic Complexes and Their Electrochemical Properties、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
  20. Pondchanok Chinapang, Masaya Okamura, Takahiro Itoh, Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、Construction of photo-active frameworks with openmetal sites for H<sub>2</sub> production、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
  21. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、Water Oxidation Reaction Catalyzed by Pentanuclear Iron Complexes、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  22. 岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、ピレン置換基を *meso* 位に有する鉄ポルフィリン錯体の合成と電気化学特性、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  23. Pondchanok Chinapang, Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Construction of photoactive frameworks with open metal sites、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  24. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Analysis of Photochemical Reactions of Metal Complexes in Solution by Electrochemical Measurements、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  25. Sze Koon Lee, Go Nakamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST



- ACT-C)、Electrochemical reduction of CO<sub>2</sub> by phosphine-substituted polypyridine Ru(II) complexes、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
26. 伊豆 仁・岡村 将也・久我 れい子・Vijayendran Praneeth・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、異種金属 5 核錯体の段階的合成と電気化学的性質、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  27. 榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアニン化合物を用いた近赤外光誘起電子移動反応、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  28. 牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、PCET 活性サイトを有する鉄ポルフィリン錯体の合成と電気化学的性質、日本化学会第 96 春季年会、2016 年 3 月 24~27 日 同志社大学 京田辺キャンパス、京都府京田辺市
  29. Takafumi Enomoto, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Near-infrared Light Induced Electron Transfer Reaction Based on Highly Photostable Distorted Phthalocyanine、Third International Symposium on the Photofunctional Chemistry of Complex Systems (ISPPCS2015)、Makena Beach Resort, Maui, USA, December 12-14, 2015
  30. 伊豆 仁・岡村 将也・久我 れい子・Vijayendran Praneeth・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、多段階錯形成を利用した異種金属 5 核錯体の選択的合成と電気化学特性、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
  31. Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka、Construction of Porous Frameworks by the Self-Assembly of Substitution-Inert Rh(II) Paddlewheel Complexes (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
  32. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka、Water oxidation reaction catalyzed by a pentanuclear iron complex bearing PCET sites (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
  33. Praneeth Vijayendran, Masaya Okamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Mechanistic Insight into the Electrochemical Water Oxidation by a Highly Active Pentanuclear Iron Cluster、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
  34. 伊豆 仁・岡村 将也・久我 れい子・Vijayendran Praneeth・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行、段階的な合成法を利用した異種金属 5 核錯体の選択的合成と電気化学特性、第 48 回酸化反応討論会、2015 年 10 月 23~24 日 同志社大学 寒梅館、京都府京田辺市
  35. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Electrochemical analysis of metal complexes in homogeneous solution under photoirradiation、1st International Solar Fuels Conference (ISF-1)、Uppsala Konsert & Kongress, Uppsala, Sweden, April 26-May 1, 2015
  36. 伊東 貴宏・近藤 美欧・若林 かおり・金池 真理・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、配位不飽和サイトを保持した Rh(II)二核錯体ユニットの集積化によるチャンネル構造体の構築とその構造変換、日本化学会第 95 春季年会、日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部、千葉県船橋市、2015 年 3 月 26~29 日
  37. 深津 亜里紗・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、電気化学的測定法を用いた溶存金属錯体の光反応分析、日本化学会第 95 春季年会、日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部、千葉県船橋市、2015 年 3 月 26~29 日
  38. 伊豆 仁・岡村 将也・Praneeth Vijayendran・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、新規ヘテロ 5 核金属錯体の選択的合成と電気化学的挙動、日本化学会第 95 春季年会、日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部、千葉県船橋市、2015 年 3 月 26~29 日

39. 榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだ  $\pi$  共役系を有するフタロシアニン色素の光安定性に関する検討、日本化学会第 95 春季年会、日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部、千葉県船橋市、2015 年 3 月 26~29 日
40. 中村 豪・岡村 将也・吉田 将己・柴田 あかね・鈴木 孝義・高木 秀夫・近藤 美欧・Peter C. Ford・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、岡山院理、名大院理、UCSB、JST ACT-C)、ホスフィンで置換されたルテニウム(II)ポリピリジル錯体の合成と反応性、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014 年 9 月 18~20 日
41. 岡村 将也・久我 れい子・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、PCET 部位を導入した新規鉄 5 核錯体の電気化学的性質と酸素発生触媒機能、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014 年 9 月 18~20 日
42. 深津 亜里紗・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、トリス(2, 2'-ビピリジン)ルテニウム(II)の光励起状態における酸化還元電位の電気化学的 direct 検出、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014 年 9 月 18~20 日
43. 深津 亜里紗・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Ru 錯体の光励起状態における酸化還元電位の電気化学的 direct 観測、第 26 回配位化合物の光化学討論会、首都大学東京 南大沢キャンパス、東京都八王子市、2014 年 8 月 6~8 日
44. 岡村 将也・久我 れい子・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、PCET 部位を導入した新規鉄5核クラスターの合成と電気化学挙動、日本化学会第 94 春季年会、名古屋大学 東山キャンパス、愛知県名古屋市、2014 年 3 月 27~30 日
45. 伊東 貴宏・金池 真理・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、アレーン-パーフルオロアレーン相互作用によるパドルホイール型錯体の自己集積、日本化学会第 94 春季年会、名古屋大学 東山キャンパス、愛知県名古屋市、2014 年 3 月 27~30 日
46. 深津 亜里紗・岡村 将也・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、金属錯体の光照射下における電気化学的挙動、日本化学会第 94 春季年会、名古屋大学 東山キャンパス、愛知県名古屋市、2014 年 3 月 27~30 日
47. 邨次 智・Lim Min Hwee・伊東 貴宏・Wipavee Thumrongpatanaraks・近藤 美欧・正岡 重行・Tzi Sum Andy Hor・唯 美津木 (名大院理、分子科学研究所、総研大)、シリカ固定化 Ru<sub>3</sub> 核クラスターからの高分散 Ru ナノクラスターへの構造変換と選択酸化触媒反応特性、日本化学会第 94 春季年会、名古屋大学 東山キャンパス、愛知県名古屋市、2014 年 3 月 27~30 日
48. 近藤 美欧・金池 真理・吉田 将己・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、5 座配位子を用いた 8 族錯体の合成並びに触媒機能評価、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2~4 日
49. 吉田 将己・近藤 美欧・中村 敏和・酒井 健・正岡 重行 (分子科学研究所、九大院理、JST ACT-C)、オキソ架橋混合原子価ルテニウム二核錯体の合成・構造および電子状態、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2~4 日
50. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Shinya Hayami, Masaki Yoshida, Ko Yoneda, Kawata Satoshi, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Kumamoto Univ., Saga Univ., Fukuoka Univ, JST ACT-C)、A pentanuclear iron catalyst designed for water oxidation、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2~4 日
51. 伊東 貴宏・金池 真理・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、相補的アレーン-パーフルオロアレーン相互作用によるパドルホイール型二核錯体の配列制御、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2~4 日
52. 深津 亜里紗・岡村 将也・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、金属錯体の電気化学的挙動に対する光照射の影響、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2~4 日
53. 邨次 智・Lim Min Hwee・伊東 貴宏・Wipavee Thumrongpatanaraks・近藤 美欧・正岡 重行・Tzi Sum Andy Hor・唯 美津木 (名大院理、分子科学研究所、総研大)、固定化 Ru<sub>3</sub> 核クラスターの表面構造変換による高分散 Ru ナノクラスターの創出と選択酸化触媒特性、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2~4 日

54. Go Nakamura, Masaya Okamura, Masaki Yoshida, Takayoshi Suzuki, Hideo D. Takagi, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Okayama Univ., Nagoya Univ., JST ACT-C), Properties and Isomerization of Ruthenium(II) Complexes with a P-N type Ligand, 2013 Symposium on Coordination Compounds as Molecular Magnetic Materials, Kwansai Gakuin University, Sanda, Japan, October 12, 2013
55. 中村 豪・鈴木 孝義・高木 秀夫・永田 央・岡村 将也・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、岡山院理、名大院理、JST ACT-C)、日本化学会第 93 春季年会、8-(ジフェニルホスファニル)キノリンを含むルテニウム(II)錯体の幾何構造制御と二酸化炭素還元触媒能評価、立命館大学 びわこ・くさつキャンパス、滋賀県草津市、2013 年 3 月 22~25 日
56. 吉田 将己・鳥居 世菜・近藤 美欧・酒井 健・正岡 重行 (分子科学研究所、九大院理、JST ACT-C)、ルテニウム単核酸素発生触媒より誘導されるオキソ架橋ルテニウム二核錯体の合成・構造および諸物性、日本化学会第 93 春季年会、立命館大学 びわこ・くさつキャンパス、滋賀県草津市、2013 年 3 月 22~25 日
57. 岡村 将也・久我 れい子・吉田 将己・米田 宏・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、佐賀大、福岡大、JST ACT-C)、配位不飽和な鉄5核錯体を用いた酸素発生触媒の機能評価、日本化学会第 93 春季年会、立命館大学 びわこ・くさつキャンパス、滋賀県草津市、2013 年 3 月 22~25 日
58. 伊東 貴宏・岡村 将也・中村 豪・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、相補的分子間相互作用部位を有するパドルホイール型 Rh(II)二核錯体の合成、構造および酸化還元反応、日本化学会第 93 春季年会、立命館大学 びわこ・くさつキャンパス、滋賀県草津市、2013 年 3 月 22~25 日
59. 劉 柯・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、酸化還元活性部位を導入した多核化配位子を有する新規鉄 3 核鉄錯体の合成と構造、日本化学会第 93 春季年会、立命館大学 びわこ・くさつキャンパス、滋賀県草津市、2013 年 3 月 22~25 日

③ ポスター発表 (国内会議 57 件、国際会議 30 件)

1. Sze Koon Lee, Go Nakamura, Masaya Okamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C), Phosphine-Substituted Ru(II) Polypyridyl Complex for Catalytic CO<sub>2</sub> Reduction, The 4th Japan-Taiwan-Singapore-Hong Kong Quadrilateral Symposium on Coordination Chemistry, The University of Hong Kong, Hong Kong, China, December 10-12, 2017
2. 伊豆 仁・岡村 将也・Praneeth Vijayendran・金池 真理・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、異種金属多核錯体の戦略的合成と酸化還元挙動、第 50 回酸化反応討論会、2017 年 11 月 11~12 日 神奈川大学 横浜キャンパス、横浜
3. 可知 真美・伊東 貴宏・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、Rh(II)二核錯体により構築された置換活性サイト内在型フレームワークの構造と反応性、第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017、2017 年 10 月 17~19 日 タワーホール船堀、東京
4. 田崎 雅大・牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、ピレン部位を有する各種金属ポルフィリン錯体の合成と電気化学特性、第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017、2017 年 10 月 17~19 日 タワーホール船堀、東京
5. Pondchanok Chinapang, Masaya Okamura, Takahiro Itoh, Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、Construction of photo-active frameworks with open-metal sites for catalytic hydrogen evolution, The 67th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry, Hokkaido University, Sapporo, Japan, September 16-18, 2017
6. 深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、電気化学的手法を用いた溶存金属錯体の光反応解析、錯体化学会第 67 回討論会、2017 年 9 月 16~18 日 北海道大学 札幌キャンパス、札幌

7. 伊豆 仁・岡村 将也・Praneeth Vijayendran・金池 真理・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、異種金属多核錯体の戦略的合成と電気化学的性質、錯体化学会第 67 回討論会、2017 年 9 月 16~18 日 北海道大学 札幌キャンパス、札幌
8. 松井 千紵・伊豆 仁・岡村 将也・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、オスミウムを有する異種金属 5 核錯体の選択的合成と動的挙動、錯体化学会第 67 回討論会、2017 年 9 月 16~18 日 北海道大学 札幌キャンパス、札幌
9. 可知 真美・伊東 貴宏・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、置換活性サイト内在型フレームワークの構築と反応性、錯体化学会第 67 回討論会、2017 年 9 月 16~18 日 北海道大学 札幌キャンパス、札幌
10. 田崎 雅大・牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大 JST ACT-C)、ピレン置換基を有する金属ポルフィリン錯体の合成と電気化学特性、錯体化学会第 67 回討論会、2017 年 9 月 16~18 日 北海道大学 札幌キャンパス、札幌
11. Mio Kondo, Yuki Okabe, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Syntheses and CO<sub>2</sub> reduction activities of  $\pi$ -expanded/extended iron porphyrin complexes、2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017) Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, March 2-5, 2017
12. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, Nagoya Univ., Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Water oxidation reaction catalyzed by pentanuclear iron complexes、2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017) Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, March 2-5, 2017
13. Praneeth Vijayendran, Mio Kondo, Pei Meng Woi, Masaya Okamura, Shigeyuki Masaoka (IMS, Nagoya Univ., JST ACT-C)、Electrochemical water oxidation reaction catalyzed by a novel tetranuclear copper complex、2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017)、Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, March 2-5, 2017
14. Pondchanok Chinapang, Masaya Okamura, Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Nagoya Univ., JST ACT-C)、Construction of photo-active framework with open-metal sites for H<sub>2</sub> production、2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017)、Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, March 2-5, 2017
15. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Nagoya Univ., JST ACT-C)、Analysis of photoreaction of metal complexes in solution by cyclic voltammetry、2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017)、Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, March 2-5, 2017
16. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Mari Kanaike, Praneeth Vijayendran, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Nagoya Univ., Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Syntheses and electrochemical properties of penta-nuclear metal clusters、2017 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017)、Suzaku Campus, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, March 2-5, 2017
17. 榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアンイオン誘導体を増感剤とする近赤外光誘起光電子移動反応系の構築、第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016、2016 年 11 月 14~16 日 タワーホール船堀、東京都江戸川区
18. 牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、ピレンを *meso* 位に導入した金属ポルフィリン錯体の合成と電気化学的性質、第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016、2016 年 11 月 14~16 日 タワーホール船堀、東京都江戸川区
19. 松井 千紵・伊豆 仁・岡村 将也・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、オスミウムを有する新規異種金属 5 核錯体の段階的合成と電気化学的性質、第 6 回 CSJ 化学フェスタ 2016、2016 年 11 月 14~16 日 タワーホール船堀、東京都江戸川区
20. 伊豆 仁・岡村 将也・金池 真理・Praneeth Vijayendran・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、新規異種金属多核錯体の選択的合成と電気化学的性質、第 49 回酸化反応討論会、2016 年 11 月 12~13 日 徳島大学 常三島キャンパス、徳島県徳島市

- 21.岡村 将也・久我 れい子・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、柔軟なプロトン移動能を有する鉄 5 核錯体の酸素発生触媒機能、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 22.伊東 貴宏・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Rh(II)二核錯体ユニットの集積化制御による置換活性サイト内在型フレームワークの構築、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 23.岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、ピレンを相互作用部位として有する種々の金属ポルフィリン錯体の合成と電気化学特性、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 24.深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、サイクリックボルタンメトリーを用いた溶存金属錯体の光反応解析、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 25.榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアニン化合物を利用した近赤外光誘起電子移動反応、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 26.牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、PCET モジュールを導入したポルフィリン錯体の合成と電気化学的性質、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 27.松井 千紘・伊豆 仁・岡村 将也・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、福岡大、JST ACT-C)、オスミウムを有する異種金属 5 核錯体の選択的合成とその物性評価、錯体化学会第 66 回討論会、2016 年 9 月 10~12 日 福岡大学、福岡県福岡市
- 28.深津亜里紗・岡村将也・岡部佑紀・近藤美欧・正岡重行 (分子科学研究所、総研大、名大院理、JST ACT-C)、電気化学測定法による溶存金属錯体の光反応解析、第 28 回配位化合物の光化学討論会、2016 年 8 月 8~10 日 京都工芸繊維大学、京都府京都市
- 29.榎本孝文・近藤美欧・正岡重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアニン化合物を用いた近赤外光駆動反応、第 28 回配位化合物の光化学討論会、2016 年 8 月 8~10 日 京都工芸繊維大学、京都府京都市
- 30.Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Nagoya Univ., JST ACT-C)、Photoelectrochemical analysis of metal complexes in solution、42nd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2016) Le Quartz Congrès, Brest, France, July 3-8, 2016
- 31.Takafumi Enomoto, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Photoinduced electron transfer reaction driven by near-infrared light using distorted phthalocyanine、Twelfth International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP16)、Biwako-Kusatsu Campus, Ritsumeikan University, Kusatsu, Japan, June 17-19, 2016
- 32.Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Reiko Kuga, Praneeth Vijayendran, Nagisa Katsuta, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka(IMS, SOKENDAI, Nagoya Univ., Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Development of Novel Pentanuclear Hetero Metal Clusters and Their Electrochemical Properties、Third International Symposium on the Photofunctional Chemistry of Complex Systems (ISPCCS2015)、Makena Beach Resort, Maui, USA, December 12-14, 2015
- 33.Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Nagoya Univ., JST ACT-C)、Electrochemical Analysis of Photoreaction of Metal Complexes in Solution、Third International Symposium on the Photofunctional Chemistry of Complex Systems (ISPCCS2015)、Makena Beach Resort, Maui, USA, December 12-14, 2015
- 34.Mio Kondo, Takahiro Itoh, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Development and structural transformation of porous framework constructed by multipoint arene-perfluoroarene (Ar-Ar<sup>F</sup>) interaction、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
- 35.Masaya Okamura, Mio Kondo, Reiko Kuga, Shinya Hayami, Masaki Yoshida, Ko Yoneda, Satoshi Kawata, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Kumamoto Univ., Saga Univ., Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Water oxidation reaction catalyzed by a pentanuclear iron complex、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015

36. Takahiro Itoh, Mio Kondo, Kaori Wakabayashi, Mari Kanaike, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Construction and structural transformation of porous framework with coordinatively unsaturated sites by the self-assembly of discrete Rh(II) dimer units、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
37. Yuki Okabe, Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Syntheses of *meso*-substituted Iron porphyrin complexes and analyses of photoreaction by photoelectrochemical measurement、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
38. Pondchanok Chinapang, Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Construction of photoactive frameworks with open metal sites、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
39. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Electrochemical analysis of photoreaction of metal complexes in solution、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
40. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Reiko Kuga, Praneeth Vijayendran, Nagisa Katsuta, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Development of novel penta-nuclear hetero-metal clusters and their electrochemical properties、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
41. Takafumi Enomoto, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Development of near-infrared-light induced electron transfer system based on distorted phthalocyanine、The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem2015)、Hawaii Convention Center, Honolulu, USA, December 15-20, 2015
42. 岡部 佑紀・牛島 陸・深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、 $\pi$  共役ドナー部位を有する種々の鉄ポルフィリン錯体の合成と光電気化学的解析、第 25 回日本 MRS 年次大会、2015 年 12 月 8~10 日 横浜情報文化センター、神奈川県横浜市
43. 榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアン化合物を用いた近赤外光による光誘起電子移動反応、第 5 回 CSJ 化学フェスタ 2015、2015 年 10 月 13~15 日 タワーホール船堀、東京都江戸川区
44. 牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、PCET 応答サイトをもつ鉄ポルフィリン錯体の合成と電気化学的性質、第 5 回 CSJ 化学フェスタ 2015、2015 年 10 月 13~15 日 タワーホール船堀、東京都江戸川区
45. 牛島 陸・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、プロトン応答性部位を有する鉄ポルフィリン錯体の合成と電気化学的性質、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
46. 深津 亜里紗・岡村 将也・岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、電気化学測定を用いた溶存金属錯体の光反応分析、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
47. Pondchanok Chinapang, Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、Construction of Photo-active Framework with Open Metal Sites、The 65th Japan Society of Coordination Chemistry Symposium、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
48. 岡部 佑紀・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、 $\pi$  共役ドナー部位を有する鉄ポルフィリン錯体の合成と触媒活性、錯体化学会第 65 回討論会、2015 年 9 月 21~23 日 奈良女子大学、奈良県奈良市
49. 榎本孝文・近藤美欧・正岡重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、近赤外光を駆動力とした光電子移動反応系の開発、2015 年光化学討論会、2015 年 9 月 9~11 日 大阪市立大学 杉本キャンパス、大阪府大阪市



50. 岡部佑紀・深津亜里紗・近藤美欧・正岡重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、鉄ポルフィリン錯体への $\pi$ 共役ドナー部位導入による酸化還元特性変化、第27回配位化合物の光化学討論会、2015年8月7~9日 佐渡インフォメーションセンター、新潟県佐渡市
51. 深津亜里紗・岡村将也・岡部佑紀・近藤美欧・正岡重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、溶存金属錯体の光反応における電気化学的解析、第27回配位化合物の光化学討論会、2015年8月7~9日 佐渡インフォメーションセンター、新潟県佐渡市
52. 榎本孝文・近藤美欧・正岡重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアニン誘導体を用いた近赤外光電子移動反応系の構築、第27回配位化合物の光化学討論会、2015年8月7~9日 佐渡インフォメーションセンター、新潟県佐渡市
53. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Reiko Kuga, Praneeth Vijayendran, Nagisa Katsuta, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Development of Selective Syntheses for Hetero Pentanuclear Metal Clusters and Their Electrochemical Properties、"Metals in Biology" in Wako, RIKEN Wako Campus, Wako, Japan, June 16-17, 2015
54. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Yuki Okabe, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Electrochemical analysis of metal complexes in homogeneous solution under photoirradiation、1st International Solar Fuels Conference (ISF-1)、Uppsala Konsert & Kongress, Uppsala, Sweden, April 26-May 1, 2015
55. 岡部 佑紀・深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C) 、"meso位置換鉄ポルフィリン錯体の合成と光還元反応"、日本化学会第95春季年会、2015年3月26~29日 日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部、千葉県船橋市
56. Pondchanok Chinapang, Takahiro Itoh, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Construct of photoactive framework with open metal sites、日本化学会第95春季年会、2015年3月26~29日 日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部、千葉県船橋市
57. 伊豆 仁・岡村 将也・久我 れい子・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C) 、水の酸化の超高効率化を目指した超分子錯体触媒の創製、人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換:実用化に向けての異分野融合 第3回公開シンポジウム、首都大学東京 南大沢キャンパス、東京都八王子市、2015年1月31日~2月1日
58. 榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C) 、歪んだフタロシアニン骨格を利用した近赤外増感色素の開発、人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換:実用化に向けての異分野融合 第3回公開シンポジウム、首都大学東京 南大沢キャンパス、東京都八王子市、2015年1月31日~2月1日
59. 榎本 孝文・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C) 、歪んだフタロシアニン骨格を利用した近赤外吸収色素の開発、第24回日本 MRS 年次大会、横浜情報文化センター、神奈川県横浜市、2014年12月10~12日
60. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Akane Shibata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Electrochemical Measurement of Metal Complexes in Homogeneous Solution under Photoirradiation、2014 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP-41)、Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji, Japan, November 24-28, 2014
61. Hitoshi Izu, Masaya Okamura, Reiko Kuga, Praneeth Vijayendran, Nagisa Katsuta, Satoshi Kawata, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Fukuoka Univ, JST ACT-C)、Syntheses and Electrochemistry of Pentanuclear Metal Clusters、2014 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP-41)、Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji, Japan, November 24-28, 2014
62. Takafumi Enomoto, Masaya Okamura, Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Effects of Center Metals on Phthalocyanine Derivatives with Distorted  $\pi$ -system、2014 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP-41)、Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji, Japan, November 24-28, 2014
63. 伊豆 仁・岡村 将也・久我 れい子・Praneeth Vijayendran・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C) 、新規ヘテロ多核金属錯体の合成と電気化学的挙動、第47回酸化反応討論会、市民会館崇城大学ホール、熊本県熊本市、2014年11月14~15日
64. 伊豆 仁・岡村 将也・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C) 、ヘテロ5核錯体の合成と電気化学的挙動、第4回CSJ化学フェスタ2014、夕

- ワーホール船堀、東京都江戸川区、2014年10月14～16日
65. 榎本 孝文・岡村 将也・深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだフタロシアニン骨格を有する近赤外吸収色素の開発、第4回CSJ化学フェスタ2014、タワーホール船堀、東京都江戸川区、2014年10月14～16日
  66. 深津 亜里紗・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、溶存金属錯体における光励起状態の電気化学的直接観測、2014年光化学討論会、北海道大学 札幌キャンパス、北海道札幌市、2014年10月11～13日
  67. Takahiro Itoh, Kaori Wakabayashi, Mari Kanaike, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Construction and Structural Control of Channel with Open Metal Sites by the Self-assembly of Discrete Rh(II) Paddle-wheel Dimer Units、4th International Conference on Metal-Organic Frameworks and Open Framework Compounds (MOF2014)、Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, September 28-October 1, 2014
  68. 伊東 貴宏・若林 かおり・金池 真理・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、ディスクリートな Rh(II) 二核錯体ユニットの集積化による配位不飽和サイト内在チャンネルの構築と構造制御、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014年9月18～20日
  69. 岡部 佑紀・深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、各種鉄ポルフィリン錯体の合成と光酸化還元反応、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014年9月18～20日
  70. 深堀 由季乃・吉田 将己・金池 真理・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、ポリピリジル配位子を有するオキソ架橋ルテニウム錯体の合成とその性質、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014年9月18～20日
  71. 伊豆 仁・岡村 将也・勝田 なぎさ・川田 知・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、福岡大、JST ACT-C)、種々の金属イオンを有する5核錯体の合成と電気化学的挙動、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014年9月18～20日
  72. 榎本 孝文・岡村 将也・深津 亜里紗・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、歪んだ  $\pi$  系を有するフタロシアニン誘導体の合成と光物性、錯体化学会第 64 回討論会、中央大学理工学部 後楽園キャンパス、東京都文京区、2014年9月18～20日
  73. 深津 亜里紗・岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、電気化学的手法を用いた金属錯体の光物性評価および触媒活性評価、第26回配位化合物の光化学討論会、首都大学東京 南大沢キャンパス、東京都八王子市、2014年8月6～8日
  74. Arisa Fukatsu, Masaya Okamura, Masaki Yoshida, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C)、Electrochemical Measurement of Metal Complex Solutions under Photoirradiation、41st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC-41)、Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre, Singapore, July 21-25, 2014
  75. Go Nakamura, Masaya Okamura, Masaki Yoshida, Takayoshi Suzuki, Hideo D. Takagi, Peter C. Ford, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Okayama Univ., Nagoya Univ., UCSB, JST ACT-C)、Electrochemical Behavior of Phosphine-Substituted Ruthenium(II) Polypyridine Complexes、41st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC-41)、Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre, Singapore, July 21-25, 2014
  76. 劉 柯・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、レドックス活性な多座配位子を有する3d-4f金属錯体の合成・構造および触媒機能の評価、日本化学会第94春季年会、名古屋大学 東山キャンパス、愛知県名古屋市、2014年3月27～30日、
  77. 深津 亜里紗・岡村 将也・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、溶液中の金属錯体における光電気化学測定法の検討、第4回「フォーラム:人工光合成」、名古屋大学 東山キャンパス、愛知県名古屋市、2014年3月26日
  78. Masaya Okamura, Reiko Kuga, Yuki Kurashige, Takeshi Yanai, Shinya Hayami, Masaki Yoshida, Ko Yoneda, Kawata Satoshi, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, Kumamoto Univ., Saga Univ., Fukuoka Univ., JST ACT-C)、Water Oxidation Activity of a Pentanuclear Iron Complex、23rd Annual Meeting of MRS-J (2013)、Bankokubashi Kaigi Center, Yokohama, Japan, December 9-11, 2013
  79. 中村 豪・岡村 将也・吉田 将己・鈴木 孝義・高木 秀夫・近藤 美欧・正岡 重行 (分子科学研究所、総研大、岡大院理、名大院理 JST ACT-C)、P-N型配位子を含むルテニウム(II)錯体の異性

- 化挙動と酸化還元反応、第 46 回酸化反応討論会、筑波大学 筑波キャンパス、茨城県つくば市、2013 年 11 月 15～16 日
80. 劉 柯・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、レドックス活性な多座配位子を有する 3d-4f 金属錯体の合成と構造ならびに物性評価、錯体化学会第 63 回討論会、琉球大学 千原キャンパス、沖縄県那覇市、2013 年 11 月 2～4 日
81. 岡村 将也・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、水の酸化の超高効率化を目指した超分子錯体触媒の創製、人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換:実用化に向けての異分野融合 第 2 回公開シンポジウム、立命館 朱雀キャンパス、京都府京都市、2013 年 10 月 26～27 日
82. 伊東 貴宏・金池 真理・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、配位子への相補的相互作用部位の導入によるパドルホイール型錯体の自己集積化制御とその構造体、第 3 回 CSJ 化学フェスタ 2013、タワーホール船堀、東京都文京区、2013 年 10 月 21～23 日
83. 深津 亜里紗・岡村 将也・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、金属錯体の電気化学的挙動に対する光照射の影響、第 3 回 CSJ 化学フェスタ 2013、タワーホール船堀、東京都文京区、2013 年 10 月 21～23 日
84. 劉 柯・吉田 将己・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、JST ACT-C)、酸化還元活性を有する多座配位子を持つ 3d-4f 金属錯体の合成・構造および性質、第 3 回 CSJ 化学フェスタ 2013、タワーホール船堀、東京都文京区、2013 年 10 月 21～23 日
85. 中村 豪・岡村 将也・吉田 将己・鈴木 孝義・高木 秀夫・近藤 美欧・正岡 重行(分子科学研究所、総研大、岡大院理、名大院理、JST ACT-C)、8-(ジフェニルホスファニル)キノリンを含むルテニウム(II)錯体による二酸化炭素還元反応、第 60 回有機金属化学討論会、学習院大学、東京都豊島区、2013 年 9 月 12～14 日
86. Takahiro Itoh, Masaya Okamura, Go Nakamura, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C), Syntheses, Structures and Redox Reactions of Rh(II) Paddlewheel Dimer Complexes with Complementary Interactions, Nagoya Symposium 2013, Nagoya University, Nagoya, Japan, May 23, 2013
87. Ke Liu, Masaki Yoshida, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka (IMS, SOKENDAI, JST ACT-C), Structures and Characterization of 3d-4f Metal Complexes with Multinucleating Ligands Having Redox-Active Sites, Nagoya Symposium 2013, Nagoya University, Nagoya, Japan, May 23, 2013

(4)知財出願

- ① 国内出願 (0 件)  
該当なし
- ② 海外出願 (0 件)  
該当なし
- ③ その他の知的財産権  
該当なし

(5)受賞・報道等

- ①受賞
1. 近藤 美欧、第 6 回女性化学者奨励賞、2018 年 3 月 21 日
  2. Sze Koon LEE、The 4th Japan-Taiwan-Singapore-Hong Kong Quadrilateral Symposium on Coordination Chemistry、Chemistry Letters Young Award、2017 年 12 月 8 日
  3. 伊豆 仁、第 50 回酸化反応討論会ポスター賞、2017 年 11 月 12 日
  4. Pondchanok Chinapang、錯体化学会第 67 回討論会、ポスター賞、2017 年 9 月 17 日
  5. 近藤 美欧、第 19 回守田科学研究奨励賞、2017 年 6 月 14 日
  6. Pondchanok Chinapang、ICARP2017 Environmental Science Outstanding Student Presentation Award、Excellent Poster Award、2017 年 3 月 4 日

7. 伊豆 仁、ICARP2017 Excellent Poster Award、2017年3月4日
8. 岡村 将也・正岡 重行・近藤 美欧、第5回 ネイチャー・インダストリー・アワード 特別賞、2016年11月30日
9. 榎本 孝文、錯体化学会第66回討論会 ポスター賞、Dalton Transactions Award、2016年9月11日
10. 榎本孝文、日本化学会東海支部長賞、2016年3月18日
11. 第27回配位化合物の光化学討論会 ポスター賞、榎本孝文、2015年8月8日
12. 深津 亜里紗、2014 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP-41)・Excellent Poster Award、2014年11月25日
13. 伊豆 仁、第4回 CSJ 化学フェスタ 2014・優秀ポスター発表賞、2014年10月14日
14. 伊東 貴宏、錯体化学会第64回討論会・ポスター賞、CrystEngComm Poster Prize、2014年9月19日

## § 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

該当なし