

令和 3 年 5 月 28 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K08206

研究課題名(和文)協奏触媒概念による多彩な不斉有機金属活性種の生成と多様性拡張型不斉合成への応用

研究課題名(英文) Development of Cooperative Catalysis for Active Organometallic Species and Application for Diversity-Oriented Synthesis

研究代表者

嵯峨 裕 (Yutaka, Saga)

大阪大学・工学研究科・助教

研究者番号：20785521

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：低反応性有機化合物、またその活性化が困難である不活性化学結合からの高難度変換を実現する、3つの新規金属錯体触媒系の開発に成功した。1、光触媒機能と金属触媒を同一分子内に併せ持つ新規2核亜鉛錯体種の開発し、酸素雰囲気下、室温下における不活性ベンジル位C(sp³)-H結合の酸化反応が高収率で進行することを見出した。2、従来とは異なる活性種を見出し、単純アルケン化合物の分子内ヒドロアシル化反応を金属錯体光触媒存在下、高効率で達成した。3、独自に開発した5核錯体存在下、従来と比較しより温和条件における、低反応性単純アルケン化合物への電気化学的CO₂挿入ヒドロカルボキシレーション反応を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アルカン・アルケン類は石油資源から入手容易であるが、安定な化学結合を有しその化学変換は困難である。我々は本研究において、そのような低反応性有機化合物、また活性化が困難である不活性化学結合からの高難度変換を実現する、3つの新規金属錯体触媒系の開発に成功した。一般に本化学変換には、高温条件や紫外線照射などの過酷条件を必要としていた。我々は、金属触媒と光エネルギーもしくは電気エネルギーを組み合わせた独自の触媒系を開発することで、室温、可視光照射などの温和条件における化学変換を達成した。加えて、今回構築される化合物群は有用医薬候補としての要請に合致しており、医薬リードの迅速供給につながりうると考える。

研究成果の概要(英文)： We have succeeded to develop three metal-complex-based catalyst systems that enable difficult chemical conversions starting from unreactive organic molecules, especially with unactivated chemical bonds. 1. We developed a new dinuclear Zn complex bearing photoredox moiety and metal moiety and achieved the direct oxidation reactions of unactivated benzylic C-H bonds, under mild conditions, such as room temperature, visible light irradiation and aerobic conditions. 2. We demonstrate that a metal-based photocatalytic system with newly identified acyl donors achieves the first photocatalytic intermolecular hydroacylation with unactivated alkenes, without the intermediacy of acyl radicals, under room temperature and visible-light irradiation conditions. 3. We achieved the electrochemical hydrocarboxylation of simple alkenes under CO₂ atmosphere in the presence of a pentanuclear metal complex developed by our group.

研究分野：有機金属化学、光化学、錯体化学、電気化学

キーワード：不活性C-H結合 光触媒 金属錯体 電気化学 CO₂活性化

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

化学変換と生命科学の最先端研究の融合により実現される医薬産業は、高付加価値製品の創出につながり、最重要な基幹産業の1つである。しかしながら、シーズ探索とその構造最適化に依拠する現状の低分子創薬プロセスは、近年の研究開発費増大傾向に反して、開発成功率の向上に十分な寄与を果たせていない。このような閉塞的状况を背景に、ランダムな構造展開を行うのではなく、上市された医薬品が有する drug-like な構造特性(分子量、疎水・親水性、官能基等)の中で構造展開を目指すという、Lead-Oriented Synthesis (LOS)の考え方が注目を集めている。中でも、 sp^3 炭素豊富な骨格特性は、drug-like な性質を達成する最重要事項と考えられており、実際の統計においても本事項を満足する医薬化合物の開発成功率は高くなる傾向にある。

申請者は、新規触媒概念の創出を通して、実効性の高い sp^3 炭素変換法の拡充を可能にし、多彩な drug-like な化合物の迅速供給、ひいては医薬品開発の成功率の上昇に寄与したいと考え、研究に着手した。

2. 研究の目的

上述したように、新たな sp^3 炭素変換法の拡充を可能にする新規触媒概念の創出を大きな目的とした。研究開始当時までに、「不斉変換」と「不活性 $C(sp^3)$ -H 結合の変換」を両立した例はほとんどなかった。申請者は、これを実現するために、レドックス機能部位、光触媒部位、不斉誘導機能部位等の異なるモジュール部位を同時に併せ持ち、それらが協奏的に機能する新規金属錯体触媒の設計・開発と、それを基盤とした新規触媒系及び新規 sp^3 炭素変換法の探索を目的として設定した。

3. 研究の方法

(1) 多機能部位を有する新規亜鉛2核錯体の設計・合成とそれを用いた不活性ベンジル位 C—H 結合酸化反応の開発：

当初計画の第1目標にあるように、金属錯体種のレドックス機能部位の精密設計に注力し、各種1電子リザーバー配位子の検討、合成を行った。検討を行う中で、新たな光触媒機能及び、レドックス機能を有する配位子骨格を見出した。そのため、本配位子を用いた新規金属錯体の開発、及び sp^3 炭素変換法の拡張として不活性 C—H 結合変換反応への応用を目指した。

(2) *N*-ヘテロサイクリックカルベン配位子を有する新規 Ru 錯体の設計・開発と、アシルラジカル中間体を經由しない、室温・可視光条件における単純アルケンへの分子間ヒドロアシル化反応の開発：

(1) に続き、新規金属錯体種のレドックス機能部位の精密設計を行なった。その中で、当研究室で CO_2 の光還元能を有することを既に報告していた Ru 錯体を出発点に、光捕集&レドックス機能部位、及び CO_2 活性化部位の更なる錬磨を目指した。その結果、*N*-ヘテロサイクリックカルベン配位子を有する新規 Ru 錯体の開発、構造決定に成功した。

本新規 Ru 錯体を用いて不活性 C—H 結合変換反応への応用検討を行う中で、アシルラジカルを經由しない、単純アルケン化合物への分子内ヒドロアシル化反応が室温下進行するという、世界に類を見ない予期せぬ知見が得られた。そこで、本触媒反応系の更なる反応性の向上、発展を目指し検討を続けた。

(3) 金属5核錯体を用いた、単純アルケンへの電気化学的 CO_2 挿入反応の開発

(1) (2) で得られた成果とは異なる方向性で、電気化学触媒と金属触媒を協奏させ、 CO_2 ガスを有機分子に挿入する新規触媒系の開発を新たに立案し、検討を開始した。電気化学的手法を用いて、電気化学的に CO_2 ガスと相互作用が見られる基質、反応系を探索した。その中で見出した、独自の金属5核錯体を用いた触媒系を電気化学的直接的 CO_2 挿入反応に適用し、検討を続けた。

4. 研究成果

(1) 多機能部位を有する新規亜鉛2核錯体の設計・合成とそれを用いた不活性ベンジル位 C—H

結合酸化反応の開発

初年度は、まず、申請書に記載していた通り第一目標である金属錯体種のレドックス機能部位の精密設計に注力し、各種1電子リザーバー配位子の検討、合成を行った。

検討を続けていく中で、反応への応用報告例が稀有である、独自のビピリジル含有骨格が光触媒機能部位及びレドックス機能部位として働きうることを見出した。計画段階におけるモデル反応は進行しなかったものの、別のモデル反応として、酸素雰囲気下、室温下、照射条件における不活性ベンジル位 $C(sp^3)-H$ 結合の酸化反応が、中程度の収率で進行することを見出した。更なる検討の結果、光触媒機能と金属触媒種を同一分子内に併せ持つ新規2核亜鉛錯体種の開発に成功し、またこれを用いることで上述した不活性ベンジル位 $C(sp^3)-H$ 結合の酸化反応が最高収率で進行することを見出した(図1)。本酸化反応が、酸化剤フリーかつ室温下、分子状酸素を用いる条件で進行する例は少なく、我々の新規触媒系の発見は意義深いと考える。

加えて本新規亜鉛錯体種の光化学的、錯体化学的解析実験も行い、X線結晶構造解析の結果から本新規2核亜鉛錯体種が、12つの亜鉛原子を有する非常に興味深い構造であるtetraclusterを形成していることが示唆された(図1)。

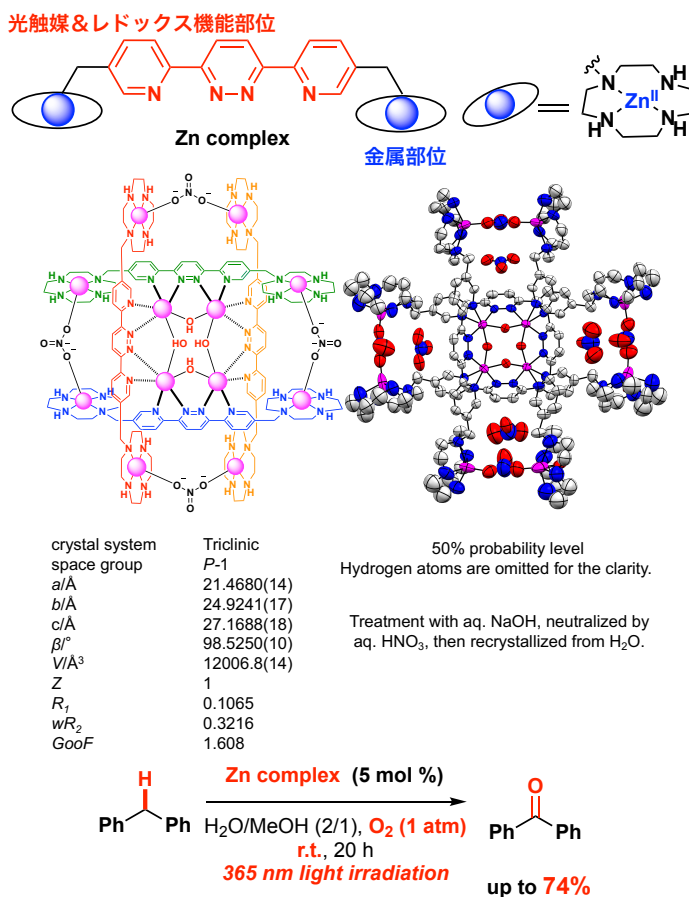


図1. 多機能部位を有する新規亜鉛2核錯体の合成とそれを用いた不活性ベンジル位C-H結合酸化反応

(2) *N*-ヘテロサイクリックカルベン配位子を有する新規 Ru 錯体の設計・開発と、アシルラジカル中間体を経由しない、室温・可視光条件における単純アルケンへの分子間ヒドロアシル化反応の開発

更なる多機能モジュールを併せ持つ新規金属錯体に向けて申請者は、当研究室で開発された Ru 錯体 (RuP) に着目した。本錯体は、可視光捕集モジュールと CO₂ 活性化モジュールを有し、室温下、可視光条件における CO₂ ガスの光還元反応を触媒することを報告している。申請者は、本錯体を基盤に、より高い CO₂ 活性化触媒能及び生成する CO₂ ラジカルアニオン種の長寿命化を期待して、*N*-ヘテロサイクリックカルベン配位子を有する新規 Ru 錯体 (RuC) を設計・開発した。本新規錯体は短段階で簡便に合成でき、単結晶 X 線構造解析からその詳細な構造解析にも成功した(図2)。また、本新規錯体を用いた、CO₂ 光還元反応が高い触媒活性を有することを見出した。加えて、従来は CO 選択的な CO₂ 還元生成物の選択性が逆転し、HCOOH 選択性を示す興味深い知見も得られている。

続いて申請者は、本新規 Ru 錯体を用いた不活性 C-H 結合に対する直接的 CO₂ ガス挿入反応の検討を行なった。しかしながら、当初期待していたような反応性の発現は得られなかった。その中で、単純アルケンに対するヒドロアシル化反応が光触媒的に進行するという、当初予期していなかった実験結果が得られた。更なる検討を重ねた結果、申請者らが開発した新規 RuC 錯体では残念ながら反応性の向上は見られなかったものの、Ir 光触媒を用いることで、極めて高い収率で所望のヒドロアシル化反応が進行することを見出した(図3)。従来、遷移金属触媒を用いたヒドロアシル化反応は数多く報告例が存在するが、その全てに高温条件などの過酷条件を必

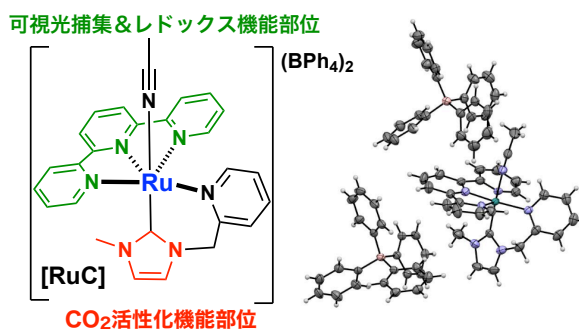


図2. 多機能部位を有する新規Ru錯体 (RuC) の設計・合成

要としていた。近年になって、光触媒を用いて、アシル源から生成するアシルラジカル種を鍵活性種とする触媒的手法の開発研究が精力的に行われている。本手法は、室温・可視光条件という温和条件での反応が可能

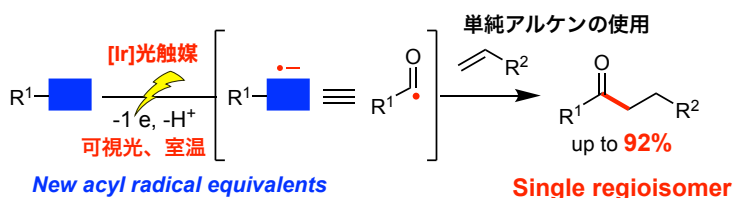


図3. アシルラジカル中間体を経由しない、室温・可視光条件における単純アルケンへの分子間ヒドロアシル化反応の開発

一方で、活性化されたアシル化剤が必要なこと、求核的なアシルラジカル中間体を利用するために、マイケルアクセプターなどの電子不足アルケンに基質適用範囲が限定されていること、などに課題を残していた。申請者は、アシルラジカル中間体を経ない新たな光触媒系の開発に成功し、これを用いることで今まで報告例がほとんどなかった、単純アルケンへの基質適用を可能にした。これは、アシルラジカルを経由しない、単純アルケン化合物への分子内ヒドロアシル化反応が可視光・室温条件で進行した世界で初めての例である。単純アルケンから、温和条件で直接的に sp^3 炭素豊富なケトン類を合成可能な触媒的方法論の創製に成功した。現在、基質適用範囲の拡張、詳細な反応機構解析、また3つの異なる基質を一挙にカップリングし、複雑骨格群を1段階で合成可能な触媒反応系への応用検討を進めている。

(3) 金属5核錯体を用いた、単純アルケンへの電気化学的 CO_2 挿入反応の開発

当初の計画では、光触媒と金属触媒を協奏させる変換反応を志向し、上述の(1)(2)のような成果を得た。その中で、当初の計画にはなかった、電気化学触媒と金属触媒を協奏させる新規触媒系の開発を新たに立案し、検討を開始した。単純アルケンへの直接的電気化学的 CO_2 ガス挿入反応は今まで数例報告例がある

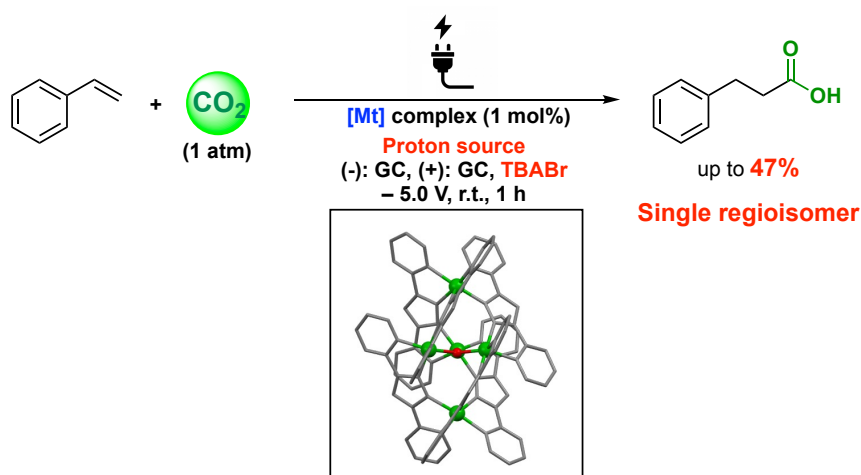


図4. 金属5核錯体を用いた、単純アルケンへの電気化学的 CO_2 挿入反応の開発

が、その全てが高い電位や高温などの過酷条件を必要としていた。申請者は、柔軟なレドックス機能部位を有する金属錯体触媒を用いることで、 CO_2 ガスを触媒的に活性化し、より低い電位、温和な条件で所望の反応が実現できると考えた。種々検討の結果、当研究室で開発された金属5核錯体を触媒として用いることで、従来よりも低電位かつ温和な条件で、スチレンへの直接的電気化学的 CO_2 ガス挿入反応が中程度の収率で進行することを見出した(図4)。すなわち、単純アルケンから、温和条件で直接的に sp^3 炭素豊富なカルボン酸類を合成可能な触媒的方法論の創製に成功した。また、電気化学的測定により本金属5核錯体と CO_2 が相互作用し新たな活性中間体の生成を示唆する知見も得られている。今後、触媒系の更なる検討を行うことで、収率の向上、基質適用範囲の拡大、電気化学的なより詳細な反応機構解析を行いたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 嵯峨 裕	4. 巻 76
2. 論文標題 多段階光励起で「酸化」触媒を超「還元」触媒へ！	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学	6. 最初と最後の頁 64-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Shin Aoki, Akib Bin Rahman, Yosuke Hisamatsu, Yuya Miyazawa, Mohd Zulkefalie, Yutaka Saga, Tomohiro Tanaka	4. 巻 3
2. 論文標題 Development of metallosupramolecular phosphatases based on the combinatorial self-assembly of metal complexes and organic building blocks for the catalytic hydrolysis of phosphate monoesters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Results in Chemistry	6. 最初と最後の頁 100133
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.rechem.2021.100133	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hiromu Fuse, Hiroyasu Nakao, Yutaka Saga, Arisa Fukatsu, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, Harunobu Mitsunuma and Motomu Kanai	4. 巻 11
2. 論文標題 Photocatalytic redox-neutral hydroxyalkylation of N-heteroaromatics with aldehydes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 12206-12211
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/d0sc04114a	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yuya Miyazawa, Akib Bin Rahaman, Yutaka Saga, Hiroki Imafuku, Yosuke Hisamatsu, Shin Aoki	4. 巻 10
2. 論文標題 Catalytic Hydrolysis of Phosphate Monoester by Supramolecular Complexes Formed by the Self-Assembly of a Hydrophobic Bis(Zn ²⁺ -cyclen) Complex, Copper, and Barbitol Units That Are Functionalized with Amino Acids in a Two-Phase Solvent System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 452
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/mi10070452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Shin Aoki, Chiharu Kikuchi, Yuichi Kitagawa, Yasuchika Hasegawa, Syotaro Sonoike, Yutaka Saga, Miho Hatanaka	4. 巻 44
2. 論文標題 Evaluation of Zn ²⁺ Coordination Structures in Chiral Zn ²⁺ Complexes Based on Shape Measurement Factors: Relationships between Catalytic Activity and the Coordination Structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur. J. Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 4740-4751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.201900934	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Izu, Mio Kondo, Yutaka Saga, Hikaru Iwami, Shigeyuki Masaoka	4. 巻 49
2. 論文標題 Rational Synthetic Strategy for Heterometallic Multinuclear Complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190815	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hidetoshi Someya, Takehito Seki, Gota Ishigami, Taiki Itoh, Yutaka Saga, Yasuyuki Yamada, Shin Aoki	4. 巻 487
2. 論文標題 One-Pot Synthesis of Cyclic Oligosaccharides by the Polyglycosylation of Monothioglycosides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Carbohydrate Research	6. 最初と最後の頁 107888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carres.2019.107888	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Akai, Mio Kondo, Sze Koon Lee, Hitoshi Izu, Takafumi Enomoto, Masaya Okamura, Yutaka Saga, Shigeyuki Masaoka	4. 巻 49
2. 論文標題 Effect of metal ion substitution on the catalytic activity of a pentanuclear metal complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dalton Trans	6. 最初と最後の頁 1384-1387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9DT04684D	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Rahman Akib Bin, Imafuku Hiroki, Miyazawa Yuya, Kafle Ananda, Sakai Hideki, Saga Yutaka, Aoki Shin	4. 巻 58
2. 論文標題 Catalytic Hydrolysis of Phosphate Monoester by Supramolecular Phosphatases Formed from a Monoalkylated Dizinc(II) Complex, Cyclic Diimide Units, and Copper(II) in Two-Phase Solvent System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 5603 ~ 5616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.8b03586	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuda Masato, Saga Yutaka, Tokunaga Takuya, Itoh Susumu, Aoki Shin	4. 巻 75
2. 論文標題 Stereoselective aldol reactions of dihydroxyacetone derivatives catalyzed by chiral Zn ²⁺ complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 757 ~ 777
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2018.12.060	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 嵯峨 裕	4. 巻 55
2. 論文標題 セリウム光触媒/アルコールHAT触媒による不活性アルカンガスの官能基化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ファルマシア	6. 最初と最後の頁 342 ~ 342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14894/faruawpsj.55.4_342	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計51件(うち招待講演 2件/うち国際学会 9件)

1. 発表者名 中尾 裕康、布施 拓、嵯峨 裕、深津 亜里沙、近藤 美欧、正岡 重行、三ツ沼 治信、金井 求
2. 発表標題 光触媒を用いたN-ヘテロ芳香環のヒドロキシアルキル化
3. 学会等名 日本薬学会第141年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 布施 拓、中尾 裕康、嵯峨 裕、深津 亜里紗、近藤 美欧、正岡 重行、三ツ沼 治信、金井 求
2. 発表標題 光触媒を用いたN-ヘテロ芳香環のヒドロキシアルキル化
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 帯刀隼人、岡村将也、松田美帆、嵯峨 裕、近藤美欧、相田冬樹、正岡重行
2. 発表標題 鉄五核錯体を触媒とする有機化合物の酸化反応
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuya AKAI, Yutaka SAGA, Mio KONDO, Shigeyuki MASAOKA
2. 発表標題 Pentanuclear Cobalt Complex that Catalyzes CO ₂ Reduction and HCOOH Dehydrogenation
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤澤信樹・石見 輝・可知真美・藤澤真由・嵯峨 裕・近藤美欧・正岡重行
2. 発表標題 Rh二核錯体から構築される置換活性サイト内在型フレームワークの反応性
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中山雄介・嵯峨 裕・近藤美欧・正岡重行
2. 発表標題 機能統合型Ru錯体を用いた光駆動型触媒的有機分子変換法の開発
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 赤塚 千春・伊豆 仁・友田 美紗・赤井 拓哉・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 異種金属五核錯体が示す特異な電子移動反応の機構解明
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kento KOSUGI, Yutaka SAGA, Mio KONDO, Shigeyuki MASAOKA
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Iron Porphyrin Complexes with Proton Responsive Sites for CO ₂ reduction
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 友田美紗・伊豆 仁・岡村将也・嵯峨 裕・ 近藤美欧・正岡重行
2. 発表標題 異種金属 5 核錯体の示す特異な水素イオンの放出 / 包接挙動
3. 学会等名 錯体化学会第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Misa Tomoda, Yutaka Saga, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka
2. 発表標題 Control over Catalytic Activity of a Multinuclear Metal Complex Using an Encapsulated Hydrogen Ion
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口 希海・帯刀 隼人・赤井 拓哉・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 ニッケル 5核錯体を用いた二酸化炭素雰囲気下における電気化学的有機分子変換反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田 佳那子・石見 輝・藤澤 信樹・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 Rhバドルホイール錯体を基盤とするフレームワーク材料の構築
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中山 雄介・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 イリジウム触媒による光駆動型ヒドロアシル化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鹿島日菜・小杉健斗・嵯峨裕・近藤美欧・正岡重行
2. 発表標題 銅ポルフィリン錯体を用いた電気化学的な小分子変換反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤塚 千春・小杉 健斗・石見 輝・田崎 雅大・岡部 佑紀・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 ピレン基を有する金属ポルフィリン錯体の合成とフレームワーク構築
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡部 太登・中山 雄介・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 N-ヘテロサイクリックカルベン配位子を有する新規機能統合型Ru錯体の開発
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤澤 信樹・石見 輝・伊東貴宏・可知 真美・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 Rh二核錯体から構築される置換活性サイト内在型フレームワークを用いたC-H挿入反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shin Aoki, Akib Bin Rahman, Hirokazu Okamoto, Yuya Miyazawa, and Yutaka Saga
2. 発表標題 Design and Synthesis of Metallocsupramolecular Catalysts Formed by the Self-Assembly of Functionalized Building Blocks to Mimic Natural Enzymes
3. 学会等名 5th International Conference on Catalysis and Chemical Engineering (CCE-2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuya Akai, Yutaka Saga, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka
2. 発表標題 Photochemical CO ₂ Reduction and Formic Acid Dehydrogenation Promoted by a Pentanuclear Cobalt Complex
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shin Aoki, Masato Yasuda, Chiharu Kikuchi, Yutaka Saga, Yuichi Kitagawa, Yasuchika Hasegawa, Miho Hatanaka
2. 発表標題 Design and Synthesis of Chiral Zn ²⁺ Complexes Mimicking Class II Aldolases for Catalytic Asymmetric Aldol Reactions
3. 学会等名 15th International Symposium of Applied Biological Chemistry (ISABC15) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuya Miyazawa, Yutaka Saga, Akib Bin Rahman, Hiroki Imafuku, Shin Aoki
2. 発表標題 Design, Synthesis, and Phosphatase Activities of Supramolecular Complexes Inspired by an Active Center of Alkaline Phosphatase
3. 学会等名 錯体化学会第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嵯峨 裕、幸内 貴耶、佐藤 亨平、黒田 玲子、田所 誠、正岡 重行、青木 伸
2. 発表標題 二核亜鉛錯体を触媒とする光化学的ベンジル位酸素酸化反応
3. 学会等名 錯体化学会第69回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuka Kobayashi, Akib Bin Rahman, Yuya Miyazawa, Yutaka Saga, and Shin Aoki
2. 発表標題 Design and Synthesis of Tetrakis(Zn ²⁺ -cyclen) Complex Bridged with an Alkyl Chain for the Construction of Supramolecular Phosphatase by Self-Assembly with Barbitol and Copper(II)
3. 学会等名 7th Asian Congress on Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidehisa Someya, Takehito Seki, Gota Ishigami, Taiki Itoh, Yutaka Saga, and Shin Aoki
2. 発表標題 Synthesis of Linear and Cyclic Oligosaccharides by Glycosylation of Monothioglycosides
3. 学会等名 18th Asian Chemical Congress (18ACC) and 20th General Assembly of the Federation of Asian Chemical Societies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takehito Seki, Hidehisa Someya, Gota Ishigami, Taiki Itoh, Yutaka Saga, and Shin Aoki
2. 発表標題 One-pot Synthesis of Cyclic Oligosaccharides by Glycosylation of Monothioglycosides
3. 学会等名 18th Asian Chemical Congress (18ACC) and 20th General Assembly of the Federation of Asian Chemical Societies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akib Bin Rahman, Yuya Miyazawa, Ananda Kaffle, Hideki Sakai, Yutaka Saga, and Shin Aoki
2. 発表標題 Design & Synthesis of Supramolecular Phosphatases Based on Self-Assembly of Molecular Building Blocks & Mechanistic Study by Means of Imaging of Reaction Mixtures
3. 学会等名 東京理科大学総合研究院イメージングフロンティアセンターシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 染谷 英寿、関 健仁、石上 剛太、嵯峨 裕、山田 泰之、青木 伸
2. 発表標題 One-Pot Synthesis of Cyclic Oligosaccharides by the Polyglycosylation of Monothioglycosides (モノチオ糖のポリグリコシル化反応による環状オリゴ糖のワンポット合成)
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 赤井 拓哉・LEE Sze Koon・伊豆 仁・榎本 孝文・岡村 将也・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 コバルト五核金属錯体を用いた電気および光化学的CO ₂ 還元
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富安 瞭・石見 輝・藤澤 真由・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 Ar-ArF相互作用部位を有するRu三核錯体の合成と自己集積化
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中山 雄介・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 光捕集能と基質活性化能を併せ持つRu錯体を用いた光駆動型有機分子変換反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 IZU, Hitoshi; OKAMURA, Masaya; LEE, Sze Koon; TOMODA, Misa; AKAI, Takuya; PRANEETH, Vijayendran; KAWATA, Satoshi; SAGA, Yutaka; KONDO, Mio; MASAOKA, Shigeyuk
2. 発表標題 On-demand installation of metal ions into multinuclear metal complexes for precise control over their redox behaviors
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小杉 健斗・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 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性質
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 帯刀 隼人・岡村 将也・松田 美帆・嵯峨 裕・近藤 美欧・相田 冬樹・正岡 重行
2. 発表標題 鉄五核錯体を触媒とするオレフィンの酸化反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤澤 信樹・石見 輝・可知 真美・藤澤 真由・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 Rh二核錯体から構築される置換活性サイト内在型フレームワークの反応性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 友田 美紗・伊豆 仁・金池 真理・岡村 将也・嵯峨 裕・近藤 美欧・正岡 重行
2. 発表標題 異種金属5核錯体の示す特異的プロトン包摂挙動
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木 伸、Akib Bin Rahman、宮澤 有哉、今福 浩輝、Ananda Kafle、酒井 秀樹、嵯峨 裕
2. 発表標題 アルキル化された二核亜鉛錯体とパルピタルユニット、銅イオンの自己集積体による触媒的リン酸モノエステル加水分解
3. 学会等名 第17回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青木 伸、深井 文雄、秋本 和憲、羽田 紀康、久松 洋介、伊豫田 拓也、嵯峨 裕、藤井 裕子、関口 真世、李 ミン宰、石井 彩華、杉田 萌々子、小林 由佳、多森 翔馬
2. 発表標題 東京理科大学薬学部生命創薬科学科 早稲田塾スーパーメディカルサイエンスプログラムの12年
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮澤 有哉、Akib Bin Rahman、今福 浩輝、嵯峨 裕、青木 伸
2. 発表標題 アミノ酸で修飾したバルピタール誘導体・二核亜鉛錯体・銅イオンの自己集積型超分子の設計、合成とphosphatase活性
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin Aoki, Akib Bin Rahman, Hiroki Imafuku, Yuya Miyazawa, Yuka Kobayashi, Yutaka Saga
2. 発表標題 Development of Supramolecular Complexes by Combinatorial Assembly of Functionalized Zinc(II) Complexes, Building Blocks & Metals
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Langkawi (ICPAC Langkawi 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuya Miyazawa, Akib Bin Rahman, Hiroki Imafuku, Yutaka Saga, Shin Aoki
2. 発表標題 Design and Synthesis of Supramolecular Phosphatases Mimicking an Active Center of Alkaline Phosphatase
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 園池 昇太郎、菊地 千陽、畑中 美穂、北川 裕一、長谷川 靖哉、嵯峨 裕、青木 伸
2. 発表標題 立体選択的アルドール反応を触媒する人工キラル亜鉛錯体の配位構造と反応機構の解析
3. 学会等名 第62回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今福 浩輝、Akib Bin Rahman、宮澤 有哉、嵯峨 裕、青木 伸
2. 発表標題 二核亜鉛錯体、バルビタール誘導体、銅イオンの自己集積型超分子によるリン酸加水分解と、官能基の導入および添加金属イオンの影響
3. 学会等名 第62回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akib Bin Rahman, Hiroki Imafuku, Yuya Miyazawa, Yutaka Saga, Shin Aoki
2. 発表標題 Catalytic Hydrolysis of Phosphate Monoester by Supramolecular Phosphatase Formed from Monoalkylated Dizinc(II) Complex, Diimide Units & Copper(II) in Two-Phase Solvent System
3. 学会等名 第16回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akib Bin Rahman, Hiroki Imafuku, Yuya Miyazawa, Yutaka Saga, Shin Aoki
2. 発表標題 Catalytic Hydrolysis of Phosphate Monoester by Supramolecular Phosphatase Formed by Complexation of Monoalkylated Dizinc(II) Complex, Diimide Units & Copper(II)
3. 学会等名 6th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2018 (iPoPS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嵯峨 裕、宮澤 有哉、青木 伸
2. 発表標題 新規二核亜鉛錯体、イミド誘導体、銅から成る自己集積的多核銅錯体の構築と反応活性
3. 学会等名 第16回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嵯峨 裕、宮澤 有哉、青木 伸
2. 発表標題 新規二核亜鉛錯体とハルピタール、銅から成る自己集積的多核銅錯体の構築と反応活性
3. 学会等名 日本薬学会第138年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関根 禎亮、嵯峨 裕、青木 伸
2. 発表標題 リン酸-Zn()配位結合を利用するロタキサン型分子シャトルの設計と合成
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiyuki Sekine, Yutaka Saga, Shin Aoki
2. 発表標題 Design and Synthesis of Molecular Shuttles Driven by Phosphate-Zn() Coordination
3. 学会等名 6th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences 2018 (iPoPS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 布施 拓、小島正寛、加藤将太、嵯峨裕、金井求
2. 発表標題 ハイブリッド触媒系を用いた有機分子からの水素放出反応の開発
3. 学会等名 第6回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akib Bin RAHMAN, Hiroki IMAFUKU, Yosuke HISAMATSU, Yuya MIYAZAWA, Yutaka SAGA, Shin AOKI
2. 発表標題 Design and Synthesis of Supramolecular Phosphatase Based on Self Assembly of Monoalkylated Dizinc(II) Complexes, Diimide Units & Copper(II) for catalyticHydrolysis of Phosphate Monostar
3. 学会等名 The 67th Japan Society of Coordination Chemistry Symposium
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yutaka Saga
2. 発表標題 Ternary Hybrid Catalysis Enabling Room-Temperature Hydrogen Gas Release from Organic Molecules
3. 学会等名 分子研研究会-Cutting-Edge Researches in Coordination Chemistry and Photochemistry- (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 有機化合物の酸化物の製造方法	発明者 相田 冬樹、正岡 重行、嵯峨 裕、帯刀 隼人	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-033374	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------