

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03911

研究課題名(和文) 金属アルキリデンおよびカルベン錯体の創製による新たな反応性の開拓

研究課題名(英文) Development of new reactivity of novel metal-alkylidene and -carbene complexes

研究代表者

高井 和彦 (Takai, Kazuhiko)

岡山大学・自然科学研究科・特命教授

研究者番号：00144329

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,300,000円

研究成果の概要(和文)：反応活性種の創製は有機合成発展の原動力である。本研究では炭素-金属二重結合をもつ金属アルキリデン(カルベン)錯体に焦点をあてた。重要な成果は以下の通り：(1) メタセシスやシクロプロパン化を進めるクロムおよびチタンのSchrock型金属アルキリデン等価体を、新たに調製・構造決定したgem-ジクロムおよびジチタン錯体から発生させた。(2) 炭素-クロム結合を三あるいは四つもつメタンであるクロムカルビン錯体およびカーバイド錯体を創製し、単離・構造決定した。(3) 0価モリブデンにキノンを加えて得られる低原子価モリブデンを用いるカルベン等価体の発生法を開発した。なお、(2)は当初想定外の発見である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

メタセシス反応に見られるように、新しい反応活性種の開発は有機化合物の合成経路を一変させるほどの影響力がある。本研究で取りあげたgem-ジクロム錯体やチタンアルキリデン等価体はすでに全合成の重要な段階で使われており、それら活性種の構造解明はさらなる触媒や反応剤の精密化(生成物の選択性や収率の向上)に大きく寄与すると考えられる。また、今回発見・単離されたクロムカルビン錯体およびカーバイド錯体は新しい構造の錯体であり、今後の反応活性種の「種(たね)」となることが期待される。

研究成果の概要(英文)：Creation of novel reactive intermediates is a driving force for development of organic synthesis. In this project, we focused on metal-alkylidene (or carbene) complexes having carbon-metal double bonds. Some important / interesting results obtained during the project are as follows: (1) Schrock-type chromium (or titanium) alkylidene intermediates which can promote metathesis and cyclopropanation reactions were generated from newly isolated and structure-determined gem-dichromium (or dititanium) complexes. (2) Novel chromium-carbyne and -carbide complexes having three and four carbon-chromium bonds were prepared, respectively, and their crystal structures were determined. (Unexpected discovery) (3) A new generation method of molybdenum-carbene intermediates was developed using molybdenum(0) and o-quinone.

研究分野：有機合成化学、有機金属化学

キーワード：Schrock型金属アルキリデン錯体 金属カルベン錯体 金属カルビン錯体 金属カーバイド錯体 クロム  
チタン モリブデン レニウム

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

有機合成化学の進展は反応活性種の創製と利用の歴史と見ることができる。そのために、種々の金属やヘテロ原子が用いられてきた。本研究ではカルベンや *gem*-ジアニオンを金属で安定化した形の活性種である金属カルベン (あるいはアルキリデン) および金属ビニリデン錯体を取りあげた。それらはメタセシス反応に代表されるように有機合成への応用例も数多くあり、その進展に大きな影響を及ぼしてきた。しかし活性種を構成する金属や発生方法の組み合わせは膨大であり、まだその一端が利用されているに過ぎない。本研究では、クロム、チタン、モリブデン、レニウムの4金属と炭素間に二重結合をもつ活性種に焦点をあてた。研究代表者は研究を始めにあたり、それらの金属カルベン錯体、アルキリデン錯体、ビニリデン錯体に関してユニークな反応の結果と不安定で扱いにくい金属錯体の単離と構造解析の技術を有していた。

### 2. 研究の目的

クロム、チタン、モリブデン、レニウムの4金属のカルベン (あるいはアルキリデン) 錯体およびビニリデン錯体の新しい発生法を開拓するとともに新たな反応性を見だし、その反応活性種の詳しい解析を通して選択性の高い有機合成反応を開発することを目的とした。本研究で扱う錯体はクロム、チタンのアルキリデン錯体 ( $RCH=Cr$ 、 $RCH=Ti$ )、モリブデンカルベン錯体 ( $RR'C=Mo$ )、レニウムビニリデン錯体 ( $RCH=C=Re$ ) である。

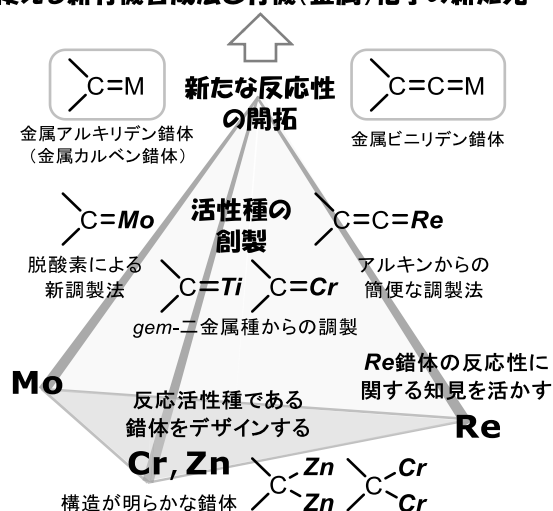
なお、研究は目的以外のところで見つかった結果から、新しい展開が生まれることが少なくない。研究代表者はこれまで幾度となくそのような経験をしてきた。本研究でも、研究代表者独自の視点や手法を駆使することで想定外の興味ある結果を捉えることが、もう一つの目的である。

### 3. 研究の方法

(1) 本研究では扱うレニウムビニリデン錯体 ( $RCH=C=Re$ ) では、従来法であるルテニウムやロジウムで用いられている末端アルキンからの発生を用いたが、クロム、チタンのアルキリデン錯体、モリブデンカルベン錯体は、従来法とは異なる新しい調製法を開発することが出発点であり、また鍵となっている。具体的には、クロム、チタンの錯体ではそれらの *gem*-二金属種 ( $RCHCr_2$ 、 $RCHTi_2$ ) を合成、単離し、そこから発生させるという手法を用いた。またモリブデン錯体 ( $RR'C=Mo$ ) では、シクロプロパン化合物 ( $RR'C$ ) やカルボニル化合物 ( $RR'C=O$ ) からそれぞれエチレンと酸素原子を脱離させるという新しい発生法の開発から研究を開始した。

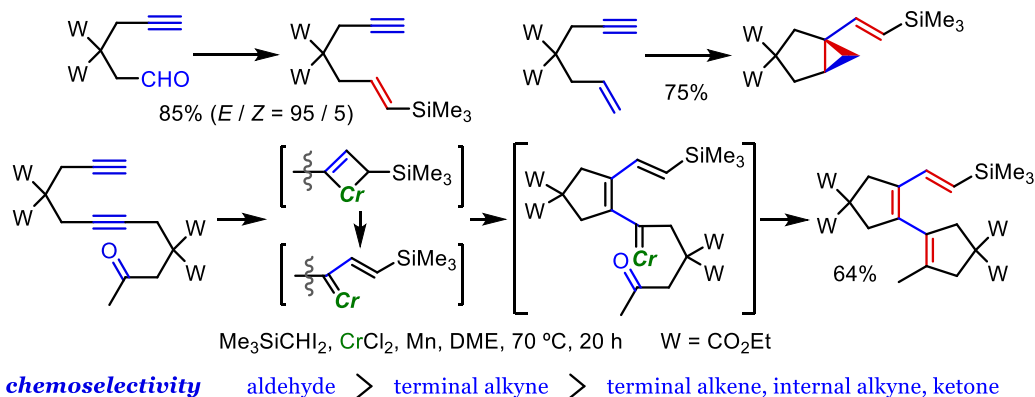
(2) 金属カルベン (あるいはアルキリデン) を用いる反応の研究においては反応活性種の構造解明は重要である。本研究では反応の過程で生じる様々な有機金属化合物をできるだけ単離・生成し、単結晶X線構造解析により構造を明らかにすることで、その先の反応経路を明らかにすることを心掛けた。とくに、クロム、亜鉛、チタンの錯体は扱いにくく、単離が難しいものが少なくないが、本研究ではそれらの *gem*-二金属種を単離し、そこからスタートすることにより、クロムおよびチタンアルキリデン錯体の構造と反応性、触媒作用の関係を明らかにすることとした。

### 使える新有機合成法と有機(金属)化学の新知見

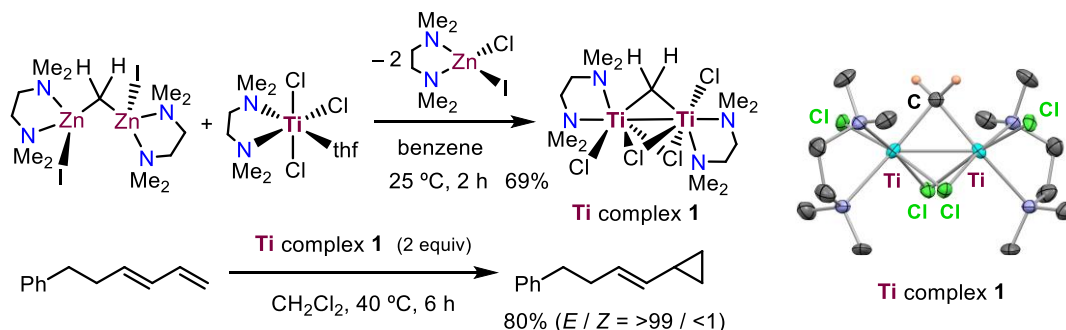


#### 4. 研究成果

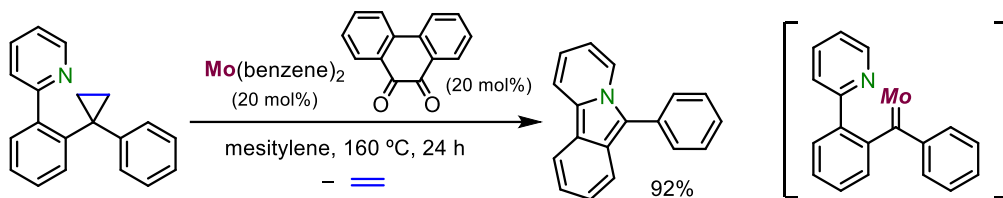
(1) **gem-二クロム錯体の創製とその選択的な反応**：クロムの Fischer 型カルベン錯体の単離と反応の報告は非常に多いが、Schrock 型アルキリデン錯体は単離が数例あるのみで、反応の報告はほとんどない。本研究では、研究代表者が以前に報告した  $\text{Me}_3\text{SiCHI}_2$  をクロム(II)で還元して得られる *gem*-ジクロム錯体(*J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 13184)から Schrock 型クロムアルキリデン等価体が調製できることを見いだした(*Org. Lett.* **2020**, *22*, 3985; *Chem. Commun.* **2020**, *56*, 9711; *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2021**, *94*, 2848)。この等価体はメタセシス、シクロプロパン化、アルデヒドのオレフィン化という三つの反応をひきおこすことがわかった。とくに、末端アルキン、内部アルキン、ケトンという三つの官能基を分子内の適切な位置にもつ基質にクロム活性種を作用させたところ、高い官能基選択性を示した。このユニークな選択性をもつ反応活性種は合成への応用・波及効果が期待される。



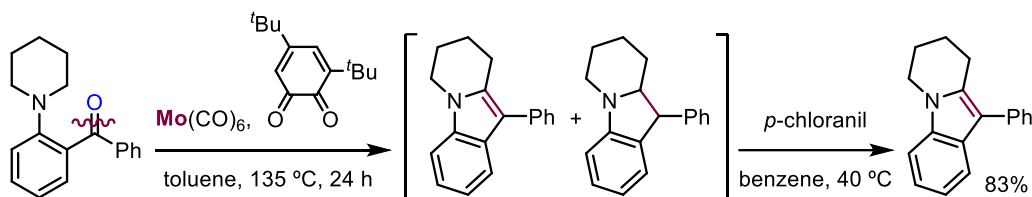
(2) **二核チタン $\mu$ -メチレン錯体の単離と構造解析**—*gem*-二亜鉛メタン錯体からのトランスメタル化：研究代表者は、前例のない亜鉛 $\mu$ -メチレン錯体を単離報告していたが(*J. Am. Chem. Soc.* **2015**, *137*, 114)、この錯体からトランスメタル化することでチタン $\mu$ -メチレン錯体が合成できることを示し、錯体の結晶構造解析をおこなった(*Chem. Sci.* **2021**, *12*, 3509)。この $\mu$ -メチレン錯体のチタンは3価で、既知の二核チタノセン錯体(チタンは4価)とは異なっており、Ti-Ti結合をもつ反磁性の錯体であることがわかった。この錯体はエステル酸素のメチレン置換によるビニルエーテルの生成反応だけでなく、末端共役ジエンからビニルシクロプロパンへの変換をひきおこすことも明らかにした。単離した二核チタン $\mu$ -メチレン錯体は、メタセシス反応を進行させるチタンメチレン錯体( $\text{Ti}=\text{CH}_2$ )の前駆体だと考えられる。このメタセシス反応はたとえば Grubbs 触媒ではおこなえない Nicolaou の海洋天然物合成の重要な合成段階となっている。まだ洗練された触媒にはなっていないためさらなる探究が必要となっており、このチタン錯体は今後の研究の起点となるものである。



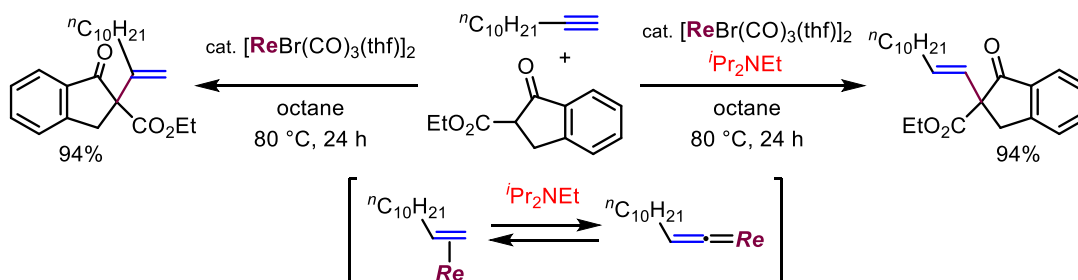
(3) **モリブデンカルベン錯体の新規調製法の開拓**：金属カルベン錯体はアルケンと反応してシクロプロパンを与えるが、この逆反応は非常に珍しい。研究代表者は以前に、モリブデン錯体に等モル量の *o*-キノンを作用させ、生じた低原子価モリブデンを用いると、逆シクロプロパン化反応が進行すること、脱エチレンによりモリブデンカルベンが発生したと考えられるピリドイソインドールが生成することを見いだしていた(*J. Am. Chem. Soc.* **2018**, *140*, 15425)。



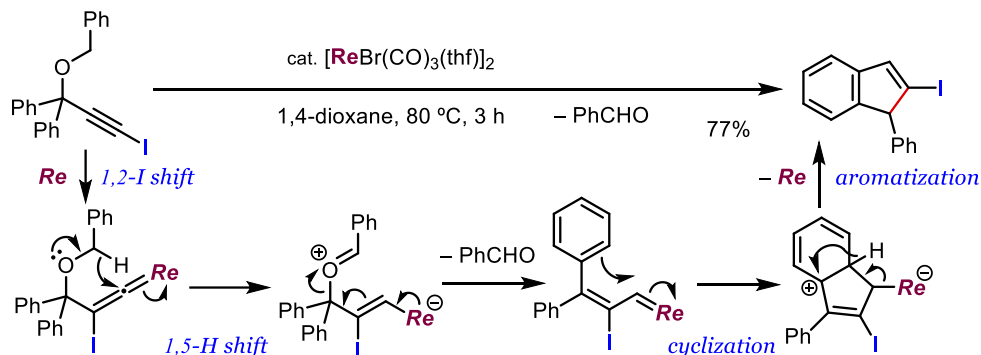
本研究ではこの低原子価モリブデン、今回はモリブデン錯体  $\text{Mo}(\text{CO})_6$  と *o*-キノンの組合せ、から生じる低原子価モリブデンを用いると、カルボニル基の脱酸素反応が進行し、モリブデンカルベン錯体が生じることを見いだした(*J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141*, 9832)。カルベンは不安定な反応活性種であり、安定で扱いやすいカルボニル化合物からの発生法の開拓は合成的に重要である。この反応を *o*-アシル置換ジアルキルアニリンでおこない、インドリンを経てインドールが生成することも明らかにした。さらにこの手法の有用性を有機材料として注目されているピリドインドール類の簡便合成で示した(*Asian J. Org. Chem.* **2021**, *10*, 753)。



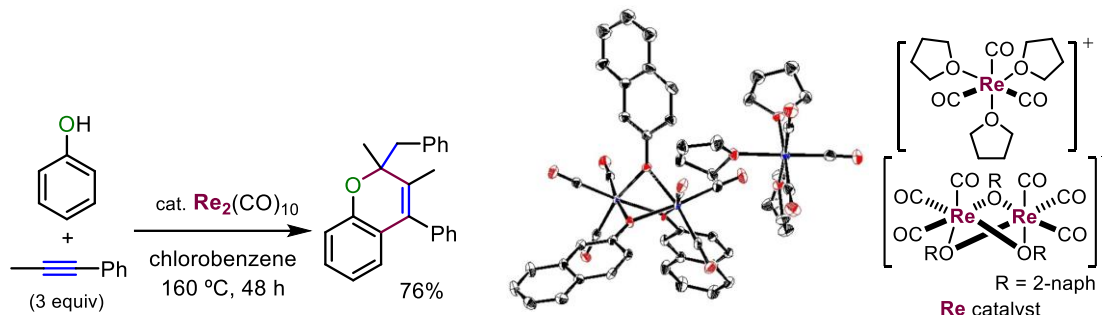
(4) レニウムビニリデン錯体 ( $\text{RCH}=\text{C}=\text{Re}$ ) の新たな反応性の開拓とその合成への展開：ルテニウムやロジウムでは金属アルキン錯体とビニリデン錯体には平衡があり、研究されている。しかし、レニウムに関しての研究はほとんどおこなわれていない。研究代表者はこれまでレニウム錯体を用いる反応を数多く報告していた(*Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2012**, *85*, 656; *J. Am. Chem. Soc.* **2015**, *137*, 1452; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, *56*, 5862)。本研究では、レニウムアルキン錯体でこの平衡がアミンの添加により制御ができ、ビニリデン側に傾かせた錯体への炭素求核剤の分子間付加反応が速やかに進行することを明らかにした(*ACS Catal.* **2018**, *8*, 5454)。



末端にヨウ素をもつヨウ化アルキニルにレニウム錯体を作用させると、ヨウ素置換ビニリデン錯体が生じ、適切な位置にエーテル基とアリル基をもつ基質では、転位や分子内環化反応が進行し、インデン誘導体が生じることを見いだした(*Org. Lett.* **2019**, *21*, 6756)。

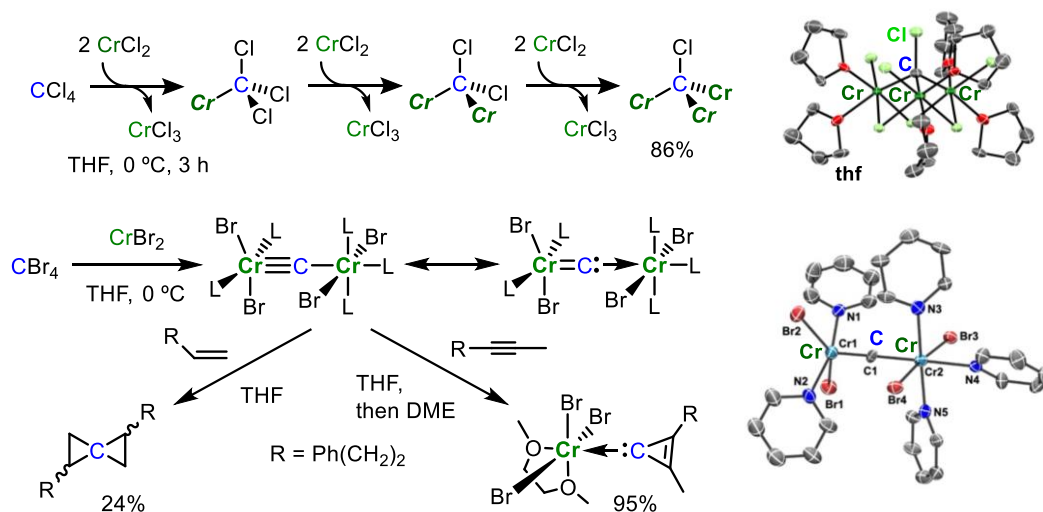


以前にレニウム触媒を用いるフェノールのオルト位選択的なアルキル化反応を報告したが(*J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 9914; *Org. Synth.* **2017**, *94*, 280)、末端アルケンに替えて末端アルキンを用いると、同様の反応でオルトアルケニル化生成物が生じること、さらにその化合物がもう1分子のアルキンと反応し、環化により 2H-クロメン骨格をもつ化合物を与えることを見いだした(*Org. Lett.* **2019**, *21*, 3441)。これらの反応におけるレニウム触媒の役割を、ナフトールを用い途中で生じる錯体を単離構造決定することで明らかにした(*Chem. Eur. J.* **2019**, *25*, 15189)。



研究は目的以外のところで見つかったことから、新しい展開が生まれることは少なくない。申請者は幾度となく経験してきた。本研究ではとくに次の(5)がこれに該当する。

(5) 新しい反応活性種の「種(たね)」となる新規有機金属錯体の単離・構造決定： Simmons-Smith 反応に代表されるように、金属カルベン錯体の発生には *gem*-ポリハロアルカンの低原子価金属による還元がよく使われる。この *gem*-ポリハロアルカンとして四塩化炭素、四臭化炭素を用い、低原子価金属であるクロム(II)で還元したところ、クロム-炭素結合を三つもつ錯体であるクロムカルビン錯体(*Chem. Commun.* **2021**, *57*, 5199)、さらに四つもつ錯体であるクロムカーバイド錯体を単離することができた(*Chem. Sci.* **2021**, *12*, 14281)。類似のカルビン錯体は報告があったが、カーバイド錯体は初めての単離である。それぞれの錯体における原子(水素を除く)の位置は単結晶 X線構造解析で、またクロム-炭素結合の状態は磁化率測定と計算により明らかにした。さらに、カルボニル化合物やアルケン、アルキンとの反応も検討し、とくにカーバイド錯体とアルキンとの反応では、カーバイド錯体のクロム-炭素結合の一つがアルキンに付加した形の新規のクロムシクロプロピレン錯体を単離・構造決定した。





## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Masahito Murai, Ryuji Taniguchi, Kazuhiko Takai	4. 巻 94
2. 論文標題 Regiodivergent Carbene/Alkyne Metathesis in Chromium-Mediated Coupling and Cyclization with 1,6-Enynes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bull. Chem. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 2848-2852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210305	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 Takashi Kurogi, Keiichi Irifune, Kazuhiko Takai	4. 巻 12
2. 論文標題 Chromium Carbides and Cyclopropenylidenes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 14281-14287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC04910K	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 Takashi Kurogi, Keiichi Irifune, Takahiro Enoki, Kazuhiko Takai	4. 巻 57
2. 論文標題 A Trinuclear Chromium(III) Chlorocarbyne	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 5199-5202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC01514A	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 Sobi Asako, Takafumi Kobayashi, Seina Ishihara, Kazuhiko Takai	4. 巻 10
2. 論文標題 Molybdenum-Catalyzed Deoxygenative Cyclization of Carbonyl Compounds for the Synthesis of Pyrido[2,1-a]isoindoles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 753-756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202100038	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 Takashi Kurogi, Kaito Kuroki, Shunsuke Moritani, Kazuhiko Takai	4. 巻 12
2. 論文標題 Structural Elucidation of a Methylenation Reagent of Esters: Synthesis and Reactivity of a Dinuclear Titanium(III) Methylene Complex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 3509-3515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SC06366E	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 Masahito Murai, Ryuji Taniguchi, Takashi Kurogi, Shunsuke Moritani, Kazuhiko Takai	4. 巻 56
2. 論文標題 Cyclization of 5-Alkynylketones with Chromium Alkylidene Equivalents Generated in situ from gem-Dichromiomethanes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 9711-9714
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC03986A	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 Masahito Murai, Ryuji Taniguchi, Kazuhiko Takai	4. 巻 22
2. 論文標題 Cyclization of 1,n-Enynes Initiated by the Addition Reaction of gem-Dichromiomethane Reagents to Alkynes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 3985-3988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01304	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 Masahito Murai, Masaki Yamamoto, Kazuhiko Takai	4. 巻 25
2. 論文標題 Mechanistic Insights into Rhenium-Catalyzed Regioselective C-Alkenylation of Phenols with Internal Alkynes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 15189-15197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201903910	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 Masahito Murai, Kazuhiko Takai	4. 巻 21
2. 論文標題 Rhenium-Catalyzed Cyclization via 1,2-Iodine and 1,5-Hydrogen Migration for the Synthesis of 2-Iodo-1H-indenes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 6756-6760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b02380	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 Sobi Asako, Seina Ishihara, Keiya Hirata, Kazuhiko Takai	4. 巻 141
2. 論文標題 Deoxygenative Insertion of Carbonyl Carbon into a C(sp <sup>3</sup> )-H Bond: Synthesis of Indolines and Indoles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 9832-9836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.9b05428	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 Masahito Murai, Masaki Yamamoto, Kazuhiko Takai	4. 巻 21
2. 論文標題 Rhenium-Catalyzed Regioselective ortho-Alkenylation and [3 + 2 + 1] Cycloaddition of Phenols with Internal Alkynes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 3441-3445
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b01214	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 Masahito Murai, Ryuji Taniguchi, Chisato Mizuta, and Kazuhiko Takai	4. 巻 21
2. 論文標題 Chromium-Mediated Stannylcyclopropanation of Alkenes with (Diiodomethyl)stannanes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 2668-2672
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b00658	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 Sobi Asako, Takaaki Kobashi, Kazuhiko Takai	4. 巻 140
2. 論文標題 Use of Cyclopropane as C1 Synthetic Unit by Directed Retro-Cyclopropanation with Ethylene Release	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 15425-15429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.8b09297	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 Masahito Murai, Erika Uemura, Kazuhiko Takai	4. 巻 8
2. 論文標題 Amine-Promoted anti-Markovnikov Addition of 1,3-Dicarbonyl Compounds with Terminal Alkynes under Rhenium Catalysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 5454-5459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.8b01338	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 高井 和彦	4. 巻 76
2. 論文標題 鍵となる活性種の構造を捉えた! (Capturing the Crystal Structure of the Key Species!)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 有機合成化学協会誌	6. 最初と最後の頁 640-643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.76.640	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 黒木 堯、高井和彦
2. 発表標題 二核亜鉛メチレン種からのトランスメタル化による前周期遷移金属メチレン錯体の合成と反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会 (Web) J202
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒木 堯、入船恵一、高井和彦
2. 発表標題 テトラハロメタンの還元による多核クロムカルピンおよびカーバイド錯体の合成と反応
3. 学会等名 第67回有機金属化学討論会 (Web) PC-46
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高井和彦
2. 発表標題 低原子価金属を用いる反応活性種の創製 - gem-ポリハロゲン化合物の還元に焦点をあてて
3. 学会等名 近畿化学協会有機金属部会第4回例会 (Web) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒木 堯、榎 隆宏、高井和彦
2. 発表標題 三核構造を有するクロムカルピン種の合成とその反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会 (中止・成立) 2H201
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森谷俊亮、黒木 堯、高井和彦
2. 発表標題 二核亜鉛メチレン錯体からチタン(III)へのトランスメタル化によるチタンメチレン種の生成とその反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会 (中止・成立) 4H203
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高井和彦
2. 発表標題 低原子価金属を用いる反応活性種の創製
3. 学会等名 有機合成化学協会中国四国支部特別招待講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahito Murai, Ryuji Taniguchi, and Kazuhiko Takai
2. 発表標題 Cyclization of 1,n-Enynes and 5-Alkynylketones Initiated by the Addition Reaction of gem-Dichromiomethane Reagents to Alkynes
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会 02-10
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅子壮美、小橋空明、高井和彦
2. 発表標題 金属 - キノン錯体による逆シクロプロパン化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 2H412
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村井征史、谷口竜治、高井和彦
2. 発表標題 gem-二クロムメタン反応剤のアルキンへの付加を伴う1,6-エンインの環化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会 2H415
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahito Murai, Kazuhiko Takai
2. 発表標題 Rhenium-Catalyzed anti-Markovnikov Addition Reaction of Carbon Nucleophiles to Unactivated Terminal Acetylenes
3. 学会等名 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-14) OP-46 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahito Murai, Takuya Nakagiri, Takuya Ogita, Kazuhiko Takai
2. 発表標題 レニウム触媒によるオキサビシクロヘプタジエンの脱酸素反応を利用する位置選択的な 共役系の拡張
3. 学会等名 第65回有機金属化学討論会 P2-25
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahito Murai, Kazuhiko Takai
2. 発表標題 Rhenium-Catalyzed Intermolecular anti-Markovnikov Addition Reaction of 1,3-Dicarbonyl Compounds with Terminal Alkynes
3. 学会等名 International Conference on Organometallic Chemistry 2018 (ICOMC28) Congress & Exhibition Centre, Florence, IL28 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sobi Asako, Seina Ishihara, Keiya Hirata, Kazuhiko Takai
2. 発表標題 Deoxygenative Cyclization of Carbonyl Compounds Catalyzed by Molybdenum/Quinone Complexes
3. 学会等名 International Conference on Organometallic Chemistry 2018 (ICOMC28) Congress & Exhibition Centre, Florence, OC143 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究代表者は2022年3月に退職したが、その発表論文は以下のHPに記載されている。  
<http://achem.okayama-u.ac.jp/omc/paper.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	村井 征史  (Murai Masahito)  (40647070)	名古屋大学・理学研究科・准教授   (13901)	2019年5月末まで岡山大学研究代表者の研究室に勤務、同年6月より現職
研究分担者	浅子 壮美  (Asako Sobi)  (80737289)	国立研究開発法人理化学研究所・環境資源科学研究センター・上級研究員   (82401)	2019年3月末まで岡山大学研究代表者の研究室に勤務、同年4月より現職

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