

令和 4 年 5 月 17 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06143

研究課題名(和文) 二酸化炭素資源化反応の新展開

研究課題名(英文) Development of Carbon Dioxide Fixation Reactions

研究代表者

岩澤 伸治 (Iwasawa, Nobuharu)

東京工業大学・理学院・教授

研究者番号：40168563

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 161,300,000円

研究成果の概要(和文)：二酸化炭素を炭素資源として利用することを目指し、新たな遷移金属錯体あるいは遷移金属錯体複合システムを設計・構築した。これを用いて各種の有機化合物と二酸化炭素から有用なカルボン酸誘導体を得るさまざまな触媒反応を開発することができた。中でも、エチレンやスチレンなどの入手容易な炭化水素と二酸化炭素を反応させカルボン酸を得る反応や、可視光エネルギーを利用して触媒活性種を再生する手法の開発は、この分野の研究を先導する成果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、遷移金属触媒を用いて不活性な分子である二酸化炭素をさまざまな有機化合物と直接反応させる手法の開発に成功したことである。また社会的意義としては、化石資源の枯渇が大きな課題となっている現在、二酸化炭素を炭素資源として利用することで今後の物質生産に新たな可能性を提供したことである。さらに、従来必要とされていた金属還元剤に代え可視光エネルギーを利用する還元手法の開発は、太陽エネルギーを利用する物質生産として重要性が極めて高いものである。

研究成果の概要(英文)：To utilize carbon dioxide as a one-carbon source, we have designed and constructed new transition metal complexes or complex systems. Using these systems, we succeeded in developing various catalytic reactions to give useful carboxylic acid derivatives from various organic compounds and carbon dioxide. Among them, the reaction of various hydrocarbons such as ethylene and styrenes with carbon dioxide to give carboxylic acids and the development of a method to regenerate catalytically active species using visible light energy are leading achievements in this research field.

研究分野：有機合成化学

キーワード：二酸化炭素固定化 光反応化学

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

二酸化炭素を遷移金属触媒を用いて固定化する研究は古くから行われてきているが、その多くは二酸化炭素を還元しギ酸や一酸化炭素などの一炭素源へと変換する手法の開発であった。一方、遷移金属触媒を用いて、炭素-炭素結合生成を伴いつつ二酸化炭素を有機化合物中に取り込む反応は開発が遅れており、古くはパラジウム触媒を用いるジエンと二酸化炭素との反応によるラクトン合成や、ニッケル(0)錯体の還元力を利用してアルキンやジエンと二酸化炭素との反応によりメタラサイクルを形成し、これと化学量論量の有機金属反応剤との反応により低原子価錯体を再生する反応などに限られていた。

一方我々は、遷移金属触媒を用いる求核的カルボキシル化反応の開発に取り組み、2006年、ロジウム(I)触媒を用いるアリール及びアルケニルボロン酸エステルのカルボキシル化反応の開発に成功した。また2008年、新たに設計・合成したPSiPピンサーパラジウム錯体を触媒とするアレン及び1,3-ジエンのヒドロカルボキシル化反応の開発に成功した。これらの報告を契機として世界中で遷移金属触媒を用いる二酸化炭素固定化反応に関する研究が活発に行われ、多くの研究者がこの課題に取り組んできた。このような中、我々は、炭素-水素結合活性化による二酸化炭素固定化反応の問題に取り組み、芳香族炭化水素の炭素-水素結合の直接カルボキシル化反応、 α -アルケニルフェノール類の sp^2 炭素-水素結合の直接カルボキシル化反応等の開発に成功し、世界を先導する成果を挙げてきた。これらはいずれも遷移金属錯体を触媒として用い、二酸化炭素を炭素-炭素結合生成を伴いつつ固定化した新しい形式の反応として大きな注目を集めた成果である。しかしこれらの反応においては反応基質の適用範囲に制限があり、また触媒再生に化学量論量の金属反応剤が必要で、触媒効率も必ずしも高いものではないなど、多くの問題が残されていた。従って、これまでに実現した反応を基盤として、さらなる反応の効率化、多様な二酸化炭素固定化反応への展開、そして新たな形式の触媒的二酸化炭素固定化反応の開発の実現が強く望まれていた。

2. 研究の目的

このような背景を踏まえ本研究では、我々が先導的に研究を行っている、二酸化炭素を炭素源として用い炭素-炭素結合を生成しつつカルボン酸誘導体を合成する反応に関し、これまでに得られた知見をさらに発展させ、高効率かつ実用的な反応へと大きく展開・確立すること、さらに新たな形式の二酸化炭素固定化反応を実現することを目的として研究を行った。具体的には、1)異種二核金属錯体の創出によるヒドロカルボキシル化およびその関連反応の開発、2)炭素-水素結合活性化を契機とするカルボキシル化反応、3)アルケンと二酸化炭素の酸化的環化・水素脱離を利用する触媒的不飽和カルボン酸合成、4)光エネルギーを利用する二酸化炭素固定化反応の実現、5)新概念に基づく二酸化炭素固定化反応の開発、等を目指した。これらの目的を実現するためのアプローチとして、異種の金属種の協働作用を活用することに主眼を置いて、さまざまな独自の遷移金属錯体や反応系を設計・合成し、これを用いて独創的かつ効率的な触媒反応の開発を目指した。具体的には、我々が最近見出した6,6-ビスホスフィノテルピリジン型配位子を用いる金属-金属結合を持つ錯体の創製を鍵とした反応開発、電子豊富な多座配位子を持つ低原子価錯体の還元力を利用した反応開発、及び可視光エネルギーを利用する二種の金属触媒を組み合わせ用いる還元手法の開発等に重点を置いた。また、研究の実施とともに新たな展開が開けることも十分に期待されるので、状況に応じ柔軟に対応し独創的な研究を遂行することを目指した。

3. 研究の方法

本研究で目指す二酸化炭素の効率的な資源化反応を実現するためには、1.新たな高機能性遷移金属錯体触媒の創出、ならびに、2.新しい還元手法、特に可視光エネルギーを利用する手法の開発、が必須であるとの認識のもと、この二つの手法に重点を置いて本研究に取り組んだ。すなわち、1.新たな高機能性遷移金属錯体触媒の創出に関しては、二酸化炭素との反応を実現するためには、炭素-水素結合活性化能やアルケン挿入活性、酸化的環化能などの高い基質活性化能と、これにより生じる有機金属種の二酸化炭素への高い求核性を併せ持つ、新たな遷移金属錯体触媒の創出が鍵を握ると考えた。研究開始時点で、新たに設計した6,6-ビスホスフィノテルピリジン型配位子を用いて異種二核金属錯体を合成する初期的な知見を得ていた。そこで本研究では研究の一つの柱として、この新しいホスフィノテルピリジン型多座配位子を用いて金属-金属結合を持つ錯体の汎用的な合成法を確立することにより、さまざまな金属-金属結合を持つ錯体を合成し、その反応性を広く探索することで金属-金属結合を持つ錯体の化学を確立すること、そしてこれを利用して効率的な二酸化炭素の資源化反応を開発することを目指した。またこれに加えて、高い還元能を有する錯体の創出を目指して、側鎖にホスフィノメチル基を有するN-ヘテロ環カルベン配位子(NHC-P配位子)や4座ホスフィン配位子などを持つ、電子豊富な低原子価金属錯体の探索、アルケンの炭素-水素結合活性化反応の開発、並びにヒドリド金属種を活性種とする芳香族化合物の炭素-水素結合活性化-カルボキシル化を可能とする新たな高機能性遷

移金属錯体の創出などを旨とした。また、研究全般を通じて反応機構の解明を重視し、これらを通じて反応効率の向上や新たな展開を旨とした。

遷移金属触媒を用いてカルボキシル化反応を実現するためには、多くの場合生成物である金属カルボキシレートから反応活性なヒドリド金属種あるいは低原子価金属種を再生することが必要である。そのため従来法では一般に化学量論量のジエチル亜鉛や金属マンガンなどの金属還元剤が用いられていた。この課題に対し、2. 新しい還元手法、特に可視光エネルギーを利用する手法の開発において、これら化学量論量の金属還元剤に変わる新しい還元手法の開発を旨とした。本研究の開始時点において我々は、ロジウムカルボキシレート錯体が光酸化還元触媒及び三級アミン存在下、可視光照射によりロジウムヒドリド錯体へと変換されること、さらに同反応を、*p*-シアノスチレンを加え二酸化炭素雰囲気下で行うことにより、TON は必ずしも高いものではないが、還元体とともに目的のヒドロカルボキシル化生成物が触媒的に得られることを見いだしていた。これらの知見を踏まえ本研究では、この反応に関し、種々の反応条件の最適化を通して目的生成物の収率向上を旨とした。また、この可視光エネルギーを利用する還元手法を他のカルボキシル化反応系へ積極的に展開し、従来高原子価金属種の還元で化学量論量の金属還元剤を用いていた触媒反応を、可視光照射により励起された電子を用いて行う手法として一般化する検討を行った。

4. 研究成果

1. 異種二核金属錯体の創出によるヒドロカルボキシル化およびその関連反応の開発

本研究では、我々が最近着手した6,6-ビスホスフィノテルピリジン型配位子を用いた金属-金属結合を持つ異種二核金属錯体の合成と利用について、二酸化炭素資源化反応への展開を旨として検討を行った。まず、一つ目に導入する金属としてテルピリジン部位との高い親和性と電子供与能を期待して13族金属(Al, Ga, In)に焦点を絞り、二つ目に導入する金属として各種の9族、10族元素について検討を行った。また、リン原子上の置換基として、各種のアリール基、アルキル基の置換基を持つものを合成しそれらを用いても検討を行った。その結果、金属の種類によって錯体形成条件は最適化が必要であるが、ほとんどの場合対応する錯体を合成することができ、この多座配位子が異種二核金属錯体合成の優れたプラットフォームになることを明らかにした。また、二種の後周期遷移金属からなる異種二核金属錯体の合成についても検討を行い、テルピリジン部位との親和性の高いFe, Co, Ruをまず導入し、次いでPd, Rh, Cuを導入した錯体の合成にも成功した。併せて40種近い二核錯体の単結晶X線構造解析に成功し、理論化学的な手法と組み合わせることで、金属-金属結合の生成を確認しその電子状態についての知見を得た。特筆すべき成果を挙げると、13族金属として三価ガリウムを導入した錯体に一価イリジウム錯体を作用させることで、これまで例のない中性一価ガリレンが配位したイリジウム(III)錯体を得ることができた。また、このガリウム-イリジウム錯体に対しKC₈を作用させると、イリジウムの2電子還元が進行し、ガリ



R = Ph, Cy, *i*-Pr, *t*-Bu
4-MeOC₆H₄, 3,5-(CF₃)₂C₆H₃

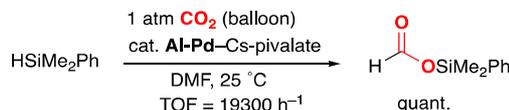
E = AlCl₂, GaCl₂, InCl₂ [M] = PdCl, PtCl, etc.
E = AlCl, GaCl, InCl (*metallylene*) [M] = RhCl₃, IrCl₃, etc.
E = RuCl₂, FeCl₂, CoCl₂ [M] = Pd, CuCl, RhCl, etc.

- ・40種近くの異種二核錯体のX線構造解析に成功
- ・理論化学的な手法で結合状態の解析
- ・Al-Pd錯体を用いて二酸化炭素の高効率なヒドロシリル化
- ・さまざまな触媒反応の可能性

レン含有ピンサー型配位子を持つ1価イリジウム錯体が見出された。X線結晶構造解析から、この錯体のイリジウムは、ガリレン含有ピンサー型配位子の他に、GaCl₃をZ型配位子として有していることが明らかとなった。これは単一金属上に、Ga(I)とGa(III)配位子を持つ数少ない例である。

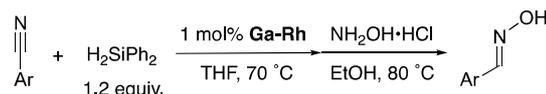
次に、合成した各種錯体を用いて二酸化炭素との反応を始めとしてさまざまな反応の検討を行った。予備的知見の得られていた、Al-Pd錯体を用いる二酸化炭素のヒドロシリル化反応をもとに、合成した各種の13族金属-9あるいは10族金属錯体の反応活性を検討した結果、リン原子上にフェニル基を持つAl-Pd錯体が二酸化炭素のヒドロシリル化に最も高い活性を持ち、触媒回転頻度(TOF)19,300/hと世界最高値を達成することができた。また、新たに合成したAl-Ir錯体もIr錯体としては最高値である触媒回転数(TON)600を超える活性を持つことも見出した。続いて各種の不飽和結合に対する挿入活性の検討をさまざまに行った結果、Al-Pd錯体は比較的例の少ないα,β-不飽和カルボニル化合物の1,2-選択的ヒドロシリル化反応にも適用でき、特にリン原子上の置換基が電子求引性の3,5-(CF₃)₂C₆H₃の場合に高い1,2-選択性を示した。また、Ga-Rh錯体を触媒としてアリールニトリルとジフェニルシランとの反応を行うと、N-シリルアルジミンが選択的に得られることを見出した。一般にニトリルの還元反応ではアミンを生成することがほとんどであり、イミンの段階で反応を止めることを難しいが、本触媒系では各種のアリールニトリル類に対しこれを実現することができる。

次に、合成した各種錯体を用いて二酸化炭素との反応を始めとしてさまざまな反応の検討を行った。予備的知見の得られていた、Al-Pd錯体を用いる二酸化炭素のヒドロシリル化反応をもとに、合成した各種の13族金属-9あるいは10族金属錯体の反応活性を検討した結果、リン原子上にフェニル基を持つAl-Pd錯体が二酸化炭素のヒドロシリル化に最も高い活性を持ち、触媒回転頻度(TOF)19,300/hと世界最高値を達成することができた。また、新たに合成したAl-Ir錯体もIr錯体としては最高値である触媒回転数(TON)600を超える活性を持つことも見出した。続いて各種の不飽和結合に対する挿入活性の検討をさまざまに行った結果、Al-Pd錯体は比較的例の少ないα,β-不飽和カルボニル化合物の1,2-選択的ヒドロシリル化反応にも適用でき、特にリン原子上の置換基が電子求引性の3,5-(CF₃)₂C₆H₃の場合に高い1,2-選択性を示した。また、Ga-Rh錯体を触媒としてアリールニトリルとジフェニルシランとの反応を行うと、N-シリルアルジミンが選択的に得られることを見出した。一般にニトリルの還元反応ではアミンを生成することがほとんどであり、イミンの段階で反応を止めることを難しいが、本触媒系では各種のアリールニトリル類に対しこれを実現することができる。



^{cf} cat. Al-Ir, Bu₄NO⁺PF₆⁻, Et₃SiH, DME, 25 °C: TON >600

また、Ga-Rh錯体を触媒としてアリールニトリルとジフェニルシランとの反応を行うと、N-シリルアルジミンが選択的に得られることを見出した。一般にニトリルの還元反応ではアミンを生成することがほとんどであり、イミンの段階で反応を止めることを難しいが、本触媒系では各種のアリールニトリル類に対しこれを実現することができる。

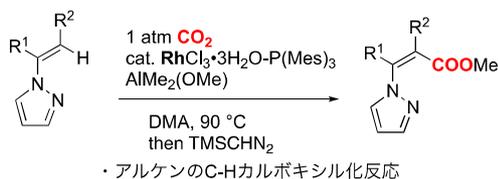


これらの成果は、異種二核金属錯体合成の汎用的な合成を実現したものと先導的な成果

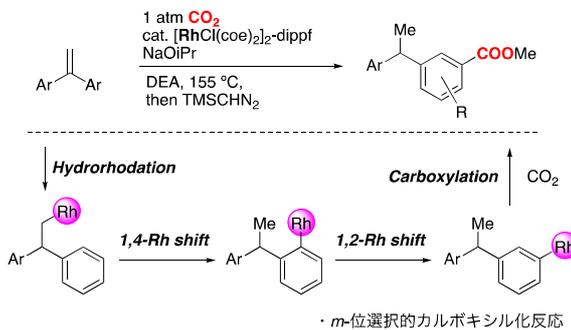
であるだけでなく、その異種二核金属錯体に特徴的な触媒機能の開拓にも成功した成果として優れたものである。

2. 炭素-水素結合活性化を契機とするカルボキシル化反応

すでに我々は、ロジウム(I)触媒とメチルアルミニウム反応剤を組み合わせ用いることにより、さまざまな芳香族化合物の炭素-水素結合活性化に基づくカルボキシル化反応を実現している。本研究では、まずこの反応をアルケン類の炭素-水素結合活性化に基づくカルボキシル化反応へと展開した。各種のアルケニルピラゾールを基質として用いることにより、同様の反応条件下で目的のカルボキシル化反応が良好な収率で進行することを見出した。また、配向性官能基として用いているピラゾールの除去を伴う官能基変換にも成功した。



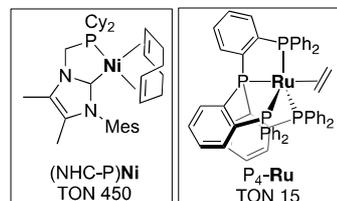
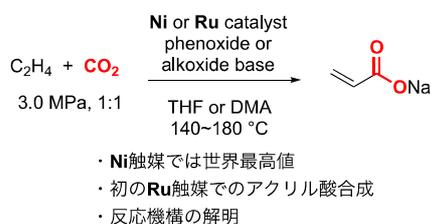
さらにこれらの検討を行っている際、新たに 1,1-ジアリールエチレン類を基質とする芳香環のメタ位選択的カルボキシル化反応が進行することを見いだした。すなわち 1,1-ジアリールエチレン類を基質とし先と同様の反応条件で反応を行うと、アルケン部位の炭素-水素結合の直接カルボキシル化が進行するのに対し、メチルアルミニウム反応剤に代えナトリウムイソプロポキシドを用いて反応を行うと、驚くべきことに芳香環のメタ位でカルボキシル化が進行した生成物が選択性よく得られることを見出した。本反応は電子不足なアレーン置換基上で一般性良く進行する。さらにこの反応の反応機構について各種の重水素化した基質を用いて詳細な検討を行った結果、ヒドリドロジウム種がアルケンにヒドロメタル化した後、ロジウムが芳香環上のオルト位に 1,4-移動を起こし、これがさらにこれまで例のない芳香環上でのロジウムの 1,2-移動を起こした後、二酸化炭素との反応が進行していることを示唆する実験結果が得られた。理論化学計算による反応機構解析からも、これを支持する結果が得られ、芳香環上のアルキル置換基とロジウム上の高い配位子との立体反発が重要であることが示唆された。この結果は、芳香環のメタ位選択的な官能基化反応の新しい可能性を示したものとしても興味深い成果である。



3. アルケンと二酸化炭素の酸化的環化・水素脱離を利用する触媒的不飽和カルボン酸合成

酸化的環化を利用する反応開発として、反応の有用性の観点からエチレンと二酸化炭素との反応によるアクリル酸合成に焦点を絞り、二つのアプローチを検討した。この際解決すべき問題点として、一般に進行しにくいとされる 5 員環メタラクトンの開環によるアクリル酸の脱離過程に焦点をあて検討を行った。まず窒素原子上にホスフィンメチル基の置換した N-ヘテロサイクリックカルベン配位子 (NHC-P 配位子) を持つ各種のニッケル錯体を新たに合成しこれを用いてさまざまな検討を行なった。その結果、次式に示すような錯体を用いて反応を行うことにより、TON 450 とニッケル錯体を用いた反応としては世界最高値を達成することに成功した。反応機構の検討により、この NHC-P 配位子を持つニッケル錯体は高い還元力を有し、エチレンと二酸化炭素との酸化的環化が室温で進行すること、また錯体の熱的安定性が非常に高く触媒の失活が起こりにくいことが明らかとなった。

続いてより効率的な反応の実現を目指し、さまざまな電子豊富な配位子を用いてアクリル酸合成に活性を持つ低原子価金属錯体の探索を広範に行った。その結果、4 座ホスフィン配位子を持つ 0 価ル



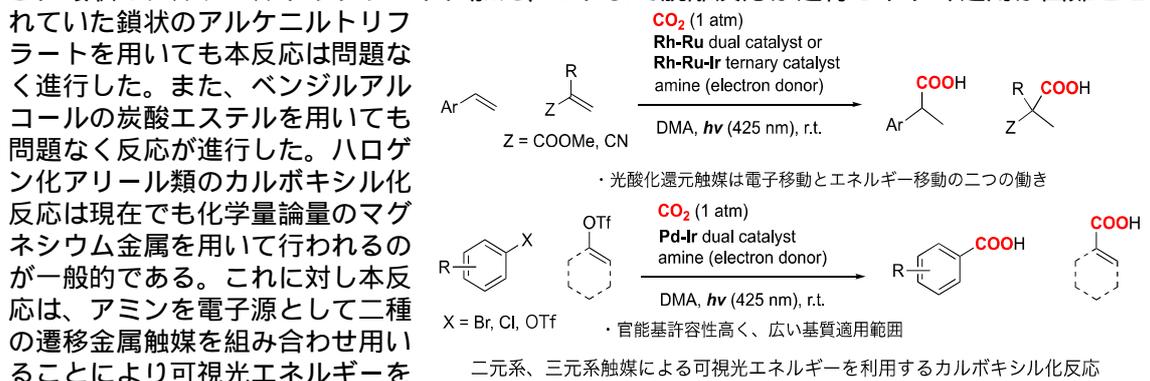
テニウム錯体が本反応に触媒活性を持つことを見出した。これはニッケル、パラジウム錯体に加え触媒のアクリル酸合成を達成した三種目の金属錯体であり、エチレンと二酸化炭素からのアクリル酸合成に新たな可能性をもたらすものである。また本反応の反応機構の解明を目指した検討を詳細に行った結果、ルテナラクトンのヒドリドアクリラト錯体への開環が加熱するだけで塩基を添加せずとも進行すること、またルテナラクトンからのカルボキシラートの脱離が律速であることを見出した。これはニッケルやパラジウムのメタラクトンでは観測できなかった過程であり、今後の効率の向上を目指した検討に重要な指針を与える結果である。

4. 光エネルギーを利用する二酸化炭素固定化反応

本研究の開始時点において我々は、ロジウム(I)触媒とルテニウム光酸化還元触媒を併せ用い二酸化炭素雰囲気下で可視光照射することにより、三級アミンを電子源とする p-シアノスチレ

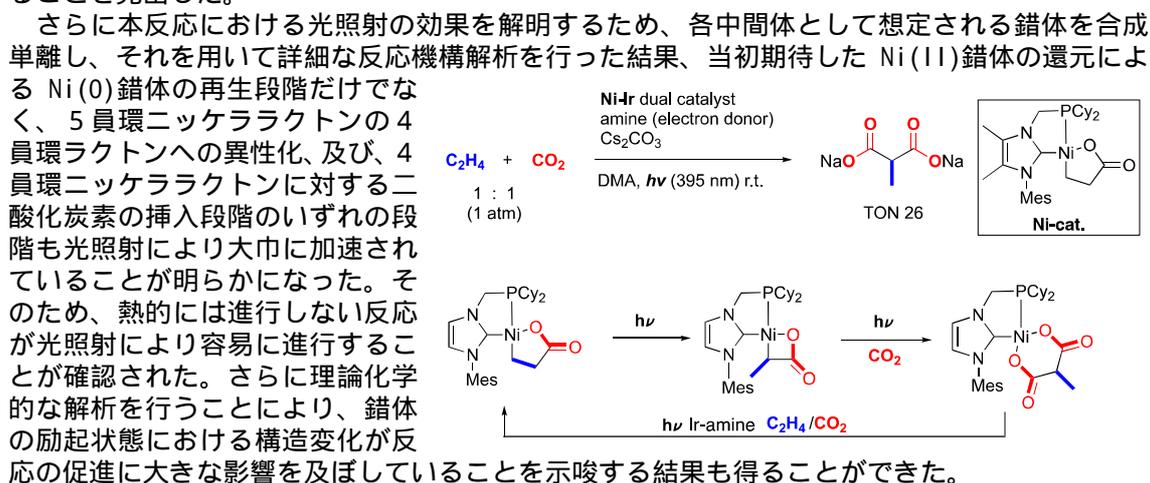
ンのヒドロカルボキシル化反応が進行することを見いだしている。そこで本研究ではまず、本反応に関し触媒サイクルの各素過程に関する機構研究を推し進め、実験及び理論化学的解析から触媒系における光エネルギーの効果について検証することにより、基質適用範囲の拡大、並びに反応効率の改善を図った。その結果本反応において光酸化還元触媒は、カルボキシラトロジウム(1)種からヒドリドロジウム(1)種が再生する段階だけでなく、中間に生成するベンジルロジウム種をエネルギー移動により励起し三重項のベンジル構造へと変化させる役割も果たしており、これにより求核性が向上しカルボキシル化が進行していることが明らかとなった。そこでこの二種の役割を分担することを考えさまざまな光酸化還元触媒の組み合わせについて検討を行った結果、Rh触媒に加えRuとIr触媒を組み合わせた三元系触媒を用いることにより、反応が大幅に加速されることを見出した。また、用いる電子源を適切に選ぶことにより、基質の適用範囲をある程度拡大することもできた。

これらの知見を踏まえ、可視光エネルギーを利用する異なる種類のカルボキシル化反応への展開を検討した。その結果、ハロゲン化アリール類を基質とするカルボキシル化反応が、パラジウム触媒とイリジウム光酸化還元触媒を組み合わせ用いることにより、可視光照射下で効率よく進行することを見出した。本反応の適用範囲は極めて広く、電子供与性基、電子求引性基の置換したハロゲン化アリール、カルボニル基やアミド基などの反応性官能基を持つ基質、また、臭化アリールに加え塩化アリール、アリールトリフラートにも適用可能であることがわかった。さらに環状のアルケニルトリフラートに加え、これまで脱離反応が進行しやすく適用が困難とされていた鎖状のアルケニルトリフラートを用いても本反応は問題なく進行した。また、ベンジルアルコールの炭酸エステルを用いても問題なく反応が進行した。ハロゲン化アリール類のカルボキシル化反応は現在でも化学量論量のマグネシウム金属を用いて行われるのが一般的である。これに対し本反応は、アミンを電子源として二種の遷移金属触媒を組み合わせ用いることにより可視光エネルギーを利用することに成功したものととして極めて有用性の高い優れた反応である。本研究で開発に成功した、還元手法として可視光エネルギーを利用する二酸化炭素固定化反応は、我々が世界に先駆けて実現し展開したものであり、現在多くの研究者が関連する研究を行い多様な有用物質合成法として確立されつつある。



さらにアクリル酸合成に関する研究の展開として、光酸化還元触媒を用いて光エネルギーを利用した触媒化について検討を行っている際、エチレンと2分子の二酸化炭素とが反応したメチルマロン酸塩が触媒的に得られることを見出した。このような触媒反応の報告例はなく、予想外の結果であり、この反応について、効率の向上、及び光照射の効果についてさまざまな検討を行った。その結果、窒素原子上にホスフィノメチル基の置換したNHC-P配位子を持つニッケル錯体と光増感剤のイリジウム錯体を触媒として用い、犠牲電子供与剤としてアミン存在下、DMA溶液中、エチレン/二酸化炭素雰囲気下で光照射することでメチルマロン酸塩がTON 26で得られることを見出した。

さらに本反応における光照射の効果を解明するため、各中間体として想定される錯体を合成単離し、それを用いて詳細な反応機構解析を行った結果、当初期待したNi(II)錯体の還元によるNi(0)錯体の再生段階だけでなく、5員環ニッケララクトンの4員環ラクトンへの異性化、及び、4員環ニッケララクトンに対する二酸化炭素の挿入段階のいずれの段階も光照射により大幅に加速されていることが明らかになった。そのため、熱的には進行しない反応が光照射により容易に進行することが確認された。さらに理論化学的解析を行うことにより、錯体の励起状態における構造変化が反応の促進に大きな影響を及ぼしていることを示唆する結果も得ることができた。



これまでのメタララクトンの光反応性に関する報告例は無く、これらの結果は、メタララクトンの光反応性を利用した触媒反応の例として非常に重要な結果である。また、反応中間体の光励起による構造変化により反応が大幅に促進されることを明確に示した例はほとんどなく、今後の光エネルギーを利用する遷移金属触媒反応開発の分野に新たな可能性を拓くものと期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Toriumi Naoyuki, Shimomaki Katsuya, Caner Joaquim, Murata Kei, Martin Ruben, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 94
2. 論文標題 Mechanistic Studies into Visible Light-Driven Carboxylation of Aryl Halides/Triflates by the Combined Use of Palladium and Photoredox Catalysts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1846 ~ 1853
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210151	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Toriumi Naoyuki, Yamashita Kazuya, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 27
2. 論文標題 Metal Free Photoredox Catalyzed Hydrodefluorination of Fluoroarenes Utilizing Amide Solvent as Reductant	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 12635 ~ 12641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202101813	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Saito Takanobu, Caner Joaquim, Toriumi Naoyuki, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 60
2. 論文標題 Rhodium Catalyzed meta Selective C-H Carboxylation Reaction of 1,1 Diarylethylenes via Hydrorhodation Rhodium Migration	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 23349 ~ 23356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202109470	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Jin Yushu, Toriumi Naoyuki, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 15
2. 論文標題 Visible Light Enabled Carboxylation of Benzyl Alcohol Derivatives with CO ₂ Using a Palladium/Iridium Dual Catalyst	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.202200021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi Kohei, Sakurazawa Yuji, Iwai Asaki, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 12
2. 論文標題 Catalytic Synthesis of a Methylmalonate Salt from Ethylene and Carbon Dioxide through Photoinduced Activation and Photoredox-Catalyzed Reduction of Nickelalactones	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 3776 ~ 3781
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.2c01053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi Kohei, Hirataka Yo, Ito Tatsuyoshi, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 39
2. 論文標題 Mechanistic Investigations of the Ruthenium-Catalyzed Synthesis of Acrylate Salt from Ethylene and CO ₂	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 1561 ~ 1572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.9b00659	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saitou Takanobu, Jin Yushu, Isobe Kotaro, Suga Takuya, Takaya Jun, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 15
2. 論文標題 Rh Catalyzed Direct Carboxylation of Alkenyl C-H Bonds of Alkenylpyrazoles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1941 ~ 1944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202000476	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takaya Jun, Ogawa Koki, Nakaya Ryota, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 10
2. 論文標題 Rhodium-Catalyzed Chemoselective Hydrosilylation of Nitriles to an Imine Oxidation Level Enabled by a Pincer-type Group 13 Metallylene Ligand	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 12223 ~ 12228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.0c02779	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takaya Jun, Hoshino Mayuko, Ueki Kanako, Saito Narumasa, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 48
2. 論文標題 Synthesis, structure, and reactivity of pincer-type iridium complexes having gallyl- and indyl-metalloligands utilizing 2,5-bis(6-phosphino-2-pyridyl)pyrrolide as a new scaffold for metal-metal bonds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 14606 ~ 14610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9DT03443A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimomaki Katsuya, Nakajima Tomoya, Caner Joaquim, Toriumi Naoyuki, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 21
2. 論文標題 Palladium-Catalyzed Visible-Light-Driven Carboxylation of Aryl and Alkenyl Triflates by Using Photoredox Catalysts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4486 ~ 4489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b01340	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahashi Kohei, Cho Kinryo, Iwai Asaki, Ito Tatsuyoshi, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 25
2. 論文標題 Development of N Phosphinomethyl Substituted NHC Nickel(0) Complexes as Robust Catalysts for Acrylate Salt Synthesis from Ethylene and CO ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 13504 ~ 13508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201903625	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murata Kei, Numasawa Nobutsugu, Shimomaki Katsuya, Takaya Jun, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 7
2. 論文標題 Improved Conditions for the Visible-Light Driven Hydrocarboxylation by Rh(I) and Photoredox Dual Catalysts Based on the Mechanistic Analyses	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Chemistry	6. 最初と最後の頁 371-371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2019.00371	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 Saito Narumasa, Takaya Jun, Iwasawa Nobuharu	4. 巻 58
2. 論文標題 Stabilized Gallylene in a Pincer Type Ligand: Synthesis, Structure, and Reactivity of P <i>Ga</i> IP Ir Complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 9998 ~ 10002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201904968	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 J. Takaya, N. Iwasawa	4. 巻 2018
2. 論文標題 Synthesis, Structure, and Reactivity of a Mononuclear 2-(Ge-H)palladium(0) Complex Bearing a P <i>Ge</i> P-Pincer Type Ligand: Reactivity Differences Between Silicon and Germanium	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Eur. J. Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 5012-5018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejic.201801257	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Ito, K. Takahashi, N. Iwasawa	4. 巻 38
2. 論文標題 Reactivity of Ruthenium(0) Complex Bearing a Tetradentate Phosphine Ligand: Applications to Catalytic Acrylate Salt Synthesis from Ethylene and CO ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 205-209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.8b00789	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 J. Takaya, K. Miyama, C. Zhu, N. Iwasawa,	4. 巻 53
2. 論文標題 Metallic Reductant-Free Synthesis of <i>n</i> -Substituted Propionic Acid Derivatives through Hydrocarboxylation of Alkenes with Formate Salt	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 3982-3985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC01377A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 J. Takaya, N. Iwasawa	4. 巻 139
2. 論文標題 Synthesis, Structure, and Catalysis of Palladium Complexes Bearing a Group 13 Metalloligand: Remarkable Effect of an Aluminum-Metalloligand in Hydrosilylation of CO ₂	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 6074-6077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b02553	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Shimomaki, K. Murata, R. Martin, N. Iwasawa,	4. 巻 139
2. 論文標題 Visible Light-Driven Carboxylation of Aryl Halides by the Combined Use of Palladium and Photoredox Catalysts	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 9467-9470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b04838	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計47件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 廖 宇萌、平高 遥、高橋 講平、岩澤 伸治
2. 発表標題 Hemilabileな四座配位子を有するルテニウム錯体の開発とその触媒活性
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 櫻澤 裕二、岩井 朝希、高橋 講平、岩澤 伸治
2. 発表標題 ニッケララクトンの光活性化を利用したエチレンと二酸化炭素からの触媒的メチルマロン酸塩合成
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yanzong Lyu, Naoyuki Toriumi, Nobuharu Iwasawa
2. 発表標題 Visible Light Induced C-H Bond Activation of Arenes by PSP-Pincer Rhodium Hydride Complexes
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鳥海 尚之、 Yushu Jin、 Joaquim Caner、 西川 真太郎、 岩澤 伸治
2. 発表標題 水素と二酸化炭素を用いたロジウム/ルテニウム二元触媒系によるスチレン類のヒドロカルボキシル化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西川 真太郎、 Yushu Jin、 Joaquim Caner、 鳥海 尚之、 岩澤 伸治
2. 発表標題 水素と二酸化炭素を用いたスチレン類の光ヒドロカルボキシル化反応の機構解析
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩澤伸治
2. 発表標題 可視光エネルギーを利用するカルボキシル化反応の開発
3. 学会等名 近畿化学協会有機金属部会 2019年度第3回例会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Saitou, N. Toriumi, N. Iwasawa
2. 発表標題 Rhodium-catalyzed meta-Selective Carboxylation Reaction of 1,1-Diarylethylenes via Hydrorhodation-Rhodium Migration
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 中村優太、斉藤成将、鷹谷 絢、岩澤伸治
2. 発表標題 ルテニウムを配位子とする後周期遷移金属錯体の合成と反応
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 小川功喜、中屋良太、鷹谷 絢、岩澤伸治
2. 発表標題 ピンサー型ガリレン配位子を持つロジウム錯体によるニトリルの化学選択的ヒドロシリル化反応
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 岩井朝希、高橋講平、岩澤伸治
2. 発表標題 ホスフィノメチル基の置換したNHC配位子を有するニッケララクトンの光反応性
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 渡辺 雄太、平高 遥、高橋講平、岩澤伸治
2. 発表標題 四座ホスフィン配位子を有する 0価ルテニウム錯体を触媒とするアリルエーテルを用いた求電子のアリル化反応
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 J. Caner, K. Shimomaki, K. Murata, N. Toriumi, R. Martin, N. Iwasawa
2. 発表標題 Clarification of the Nucleophilic Species in the Carboxylation of Aryl (Pseudo)Halides with CO ₂ using Pd/Photoredox Dual Catalysts
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 中屋 良太、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 PSiP-ピンサー型白金錯体と銀塩によるベンゼンのC-H結合変換反応
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小川 功喜、中屋 良太、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 13 族メタリレン含有ピンサー型ロジウム錯体によるニトリルのイミンへの選択的ヒドロシリル化反応
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧澤開、三浦律男、伊藤龍好、鷹谷絢、岩澤伸治
2. 発表標題 高周期14族元素含有ピンサー型配位子を持つ鉄-亜鉛複核錯体の合成と反応
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩井朝希、張錦良、高橋講平、岩澤伸治
2. 発表標題 ホスフィノメチル基の置換したNHC-ニッケル錯体を用いたエチレンと二酸化炭素からのアクリル酸塩の触媒的合成
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島知也、本田純、Joaquim Caner、鳥海尚之、岩澤伸治
2. 発表標題 Pd/Photoredox二元触媒系による二酸化炭素を用いたアリール及びアルケニルトリフラートの可視光駆動型触媒的カルボキシル化反応の開発
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 優太、斉藤 成将、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 6,6"-ビスホスフィノテルピリジンを多座配位子とするルテニウム-後周期遷移金属二核錯体の合成、構造、反応性
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 岩井朝希、張錦良、高橋講平、岩澤伸治
2. 発表標題 ホスフィノメチル基の置換したNHC-ニッケル錯体を用いたエチレンと二酸化炭素からのアクリル酸塩の触媒的合成
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Iwasawa
2. 発表標題 Reductants for Carboxylation Reactions
3. 学会等名 The 8th International Forum on Homogeneous Catalysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Iwasawa
2. 発表標題 Visible-light Driven Carboxylation Reactions
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Murata, N. Numasawa, K. Shimomaki, J. Takaya, N. Iwasawa,
2. 発表標題 Development of Visible Light-Driven Hydrocarboxylation of Alkenes by the Rh(I) and Photoredox Catalysts
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Nakaya, J. Takaya, N. Iwasawa,
2. 発表標題 PSiP-Platinum Complexes-Promoted C-H Bond Activation and Transformation of Benzene
3. 学会等名 43rd International Conference on Coordination Chemistry
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Ito, K. Takahashi, N. Iwasawa,
2. 発表標題 Ruthenium-catalyzed Synthesis of Acrylic Acid from Ethylene and CO ₂
3. 学会等名 The 4th International Symposium on C-H Activation
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Ito, K. Takahashi, N. Iwasawa,
2. 発表標題 Ruthenium-catalyzed Synthesis of Acrylic Acid from Ethylene and CO ₂
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鷹谷 絢、塩塚 朗、斉藤 成将、岩澤 伸治
2. 発表標題 Al-Pd二核錯体を触媒とする高効率のヒドロシリル化反応
3. 学会等名 第65回有機金属化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋講平、張錦良、岩井朝希、岩澤伸治
2. 発表標題 N-ホスフィノメチル置換 NHC 配位子を有するニッケル触媒を用いたエチレンと二酸化炭素からのアクリル酸塩の効率的合成
3. 学会等名 第65回有機金属化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平高遙、伊藤龍好、高橋講平、岩澤伸治
2. 発表標題 四座配位子を持つルテニウム錯体を用いたエチレンと二酸化炭素からのアクリル酸合成の効率化
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩井朝希、張錦良、高橋講平、岩澤伸治
2. 発表標題 ホスフィノメチル基の置換したNHC-ニッケル錯体を用いたエチレンと二酸化炭素からのアクリル酸塩の触媒的合成
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島知也、本田純、Caner Joaquim、鳥海尚之、岩澤伸治
2. 発表標題 Pd/Photoredox 二元触媒系による二酸化炭素を用いたアリール及びアルケニルトリフラートの可視光駆動型カルボキシル化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野麻由子、植木加奈子、鷹谷絢、岩澤伸治
2. 発表標題 低原子価13族金属含有ピンサー型配位子を持つ9族金属ヒドリド錯体の合成と反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本田純、下牧克也、鳥海尚之、岩澤伸治
2. 発表標題 可視光エネルギーを利用した遷移金属種を用いない二酸化炭素固定化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀧澤開, 三浦律男、伊藤龍好、鷹谷絢、岩澤伸治
2. 発表標題 高周期14族元素含有ピンサー型配位子を持つ鉄-亜鉛複核錯体の合成と反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuharu Iwasawa
2. 発表標題 Visible-light Driven Carboxylation Reactions
3. 学会等名 1st Singapore Japan Germany Trilateral Symposium on Precision Synthesis & Catalysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩澤伸治
2. 発表標題 遷移金属錯体触媒を用いるカルボキシル化反応の開発
3. 学会等名 第28回グリーンケミストリーフォーラム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩澤伸治
2. 発表標題 PSiP-ピンサー型パラジウム錯体を用いる有機合成反応の開発
3. 学会等名 第21回ケイ素化学協会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩澤伸治
2. 発表標題 可視光エネルギーを利用するカルボキシル化反応
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Narumasa Saito, Jun Takaya, Nobuharu Iwasawa
2. 発表標題 Synthesis, Structure and Reactivity of Iridium Complexes Having a Gallium-Containing Pincer Type Ligand
3. 学会等名 19th INTERNATIONAL SYMPOSIA ON ORGANOMETALLIC CHEMISTRY DIRECTED TOWARDS ORGANIC SYNTHESIS (OMCOS 19)（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Katsuya Shimomaki, Kei Murata, Nobuharu Iwasawa
2. 発表標題 Visible Light-Driven Carboxylation of Aryl Halides by the Combined Use of Pd and Photoredox Catalysts
3. 学会等名 19th INTERNATIONAL SYMPOSIA ON ORGANOMETALLIC CHEMISTRY DIRECTED TOWARDS ORGANIC SYNTHESIS (OMCOS 19) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Takaya, Nobuharu Iwasawa
2. 発表標題 Synthesis, Structure, and Catalysis of Palladium Complexes Bearing a Group 13 Metalloligand: Remarkable Effect of an Al-Metalloligand in Hydrosilylation of CO ₂
3. 学会等名 19th INTERNATIONAL SYMPOSIA ON ORGANOMETALLIC CHEMISTRY DIRECTED TOWARDS ORGANIC SYNTHESIS (OMCOS 19) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 下牧 克也、村田 慧、マーティン ルーベン、岩澤 伸治
2. 発表標題 パラジウム及び光酸化還元触媒を用いるハロゲン化アールの可視光駆動型カルボキシル化反応
3. 学会等名 第64回有機金属化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斉藤 成将、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 13族金属含有ピンサー型配位子を持つイリジウム錯体の合成とその構造と反応性
3. 学会等名 第64回有機金属化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tatsuyoshi Ito, Kohei Takahashi, Nobuharu Iwasawa
2. 発表標題 Ruthenium-catalyzed Synthesis of Acrylic Acid from Ethylene and CO ₂
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 中屋 良太、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 高周期14族元素含有ピンサー型配位子を持つ白金錯体の合成と反応
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 塩塚 朗、斉藤 成将、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 Al-Pd二核錯体を触媒とするヒドロシリル化反応の開発
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 村上 桃香、杉本 忠大、鷹谷 絢、岩澤 伸治
2. 発表標題 PGeP-ピンサー型配位子を有するレニウム錯体によるアレンのヒドロホウ素化反応
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 沼澤 宣次、下牧 克也、村田 慧、岩澤 伸治
2. 発表標題 ロジウム (I) 及びレドックス光増感剤を触媒として用いる可視光駆動型ヒドロカルボキシ化反応の効率化
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Joaquim Caner, Nobuharu Iwasawa	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Wiley-VCH	5. 総ページ数 35
3. 書名 "Transition-Metal-Catalyzed C-H Carboxylation" in "CO ₂ as a Building Block in Organic Synthesis"	

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 二酸化炭素と芳香族ハロゲン化合物とから芳香族カルボン酸又はそのエステルを製造するための触媒組成物	発明者 岩澤伸治、村田慧、 下牧克也、真田有	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特開2019-042708	取得年 2019年	国内・外国の別 国内

〔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
---------	---------