

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「医薬品開発研究を先導する多彩な協同機能  
触媒系の創製と応用」

## 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：松永 茂樹  
(北海道大学大学院薬学研究院、教授)

# 目次

§ 1. 研究実施の概要	(2)
(1) 実施概要	
(2) 顕著な成果	
§ 3. 研究実施体制	(3)
(1) 研究体制について	
(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について	
§ 4. 研究実施内容	(4)
§ 6. 成果発表等	(7)
(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	(20)
(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

松永 G と中尾 G が分担して、分子内あるいは分子間で2つの金属種が協同する様々な触媒系を駆使する新規反応を開発した。特に医薬骨格として有望な「複素環」の立体選択的合成および C-H 官能基化反応を重点的に開発した。エノラートの化学に立脚した不斉炭素-炭素結合形成反応の開発においては、ワンポット多連続不斉アルドール反応に成功するとともに、不斉水素化では構築不可能な不斉四置換炭素構築における触媒回転数の改善に成功した。さらに、不活性 C-H 結合活性化に有用な触媒系においても、世界をリードする新規触媒系の創製に成功した。特に、カチオン性高原子価  $Cp^*Co(III)$  触媒(松永 G)については、坂田 G と密に連携することで計算化学的な触媒機能解析を同時並行で実施しつつ実験を進めることで  $Co(III)$  と  $Rh(III)$  の違いを活かした反応開発にまで展開した。 $Co(III)$  が単なる  $Rh(III)$  の代替となるだけではなく、独自の反応性を有し、幅広い応用範囲を秘めた有望な触媒であることを実証した。さらに不斉 C-H 官能基化についても検討を行い、新たなキラルアニオン戦略に基づいて不斉誘導に成功した。また、複素環化合物の独自ライブラリー構築を実施し、バイオ系研究者へと提供した。

### (2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

#### 1. 「複核シッフ塩基触媒による regiodivergent なアジリジン不斉開環反応」(原著論文成果一覧の14)

複核シッフ塩基触媒の高い立体識別能力を活かし、アジリジンの不斉開環反応において、従来触媒では困難であった基質、例えば Et と *n*Pr 基で置換されたラセミ体アジリジンからも98% ee を超える選択性で生成物を得ることに成功した。複核触媒の特性を最大限活かした反応系であり、40~60℃と不斉炭素-炭素結合形成反応としては比較的高い温度帯でありながら、ほぼ完璧な立体選択性が実現された。

#### 2. 複核ニッケル触媒を駆使する不斉四置換炭素構築(原著論文成果一覧の3)

不斉水素反応で構築不可能な不斉四置換炭素中心の立体制御を実現する触媒的不斉 C-C 結合形成反応においては、立体障害の大きさ等の理由で触媒回転数に課題を残すものが多い。そのような状況下、独自の複核ニッケル触媒を駆使することで、スピロオキシンドール骨格構築を伴う不斉四置換炭素中心構築反応において  $s/c=1000$  にて高い立体選択性と収率を達成した点で基礎研究として価値が高い。

<科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果>

#### 1. ロジウム触媒の性能を凌駕するコバルト触媒の創製と機能開拓(原著論文成果一覧の1、4、11、17、19 など)

カチオン性高原子価  $Cp^*Co(III)$  錯体が単純な  $Rh(III)$  触媒の代替であるだけではなく、高いルイス酸性を有し、酸素親和性が高く、さらにイオン半径が小さいという特徴を活かすことで、 $Rh(III)$  触媒では達成できない不活性 C-H 結合官能基化反応が実現できることを実証した。安価な触媒への代替にとどまらず、工程数の削減や廃棄物の削減につながる化学変換法として、価値の高いものである。世界の研究者が模倣し、爆発的に研究が進む契機となったバイオニアとしての成果である。

#### 2. 2つの触媒の協同系を駆使するワンポット多連続触媒的不斉アルドール反応(原著論文成果一覧の20)

抗生物質等に多く見られる1、3-ポリオール骨格を超短工程で一挙に構築する手法を開発した。 $Ir$  触媒とキラル  $Cu$  触媒を併用することで、異種アルデヒド間の交差アルドール反応を連続的、かつ、連続回数を制御した形で実施することに成功した。従来の不斉炭素-炭素結合形成反応が一段階ずつ工程を進めるのに対し、ワンポットで一挙に狙った回数を実施する点で価値が高い。最大で8つの不斉中心をワンポットで一挙に構築可能である。特許出願と企業への技術提供を行った。

### § 3. 研究実施体制

#### (1) 研究体制について

##### ① 「松永」グループ

研究代表者：松永 茂樹（北海道大学大学院薬学研究院・教授）

研究項目

- ・「協同機能」を共通キーワードとする4種の異なる協同機能触媒系の確立(a)複核シッフ塩基不斉触媒の解析、(b)新たな協同機能触媒系3種の確立(ラセミ条件)(c)TONの改善に向けた検討、(d)新たな協同機能触媒系における不斉C-H官能基化
- ・独自触媒系による創薬への貢献を指向した「分子変換法の革新」(a)不斉四置換炭素の構築、非天然型アミノ酸などの含窒素化合物の不斉合成(b)複素環の修飾反応の確立(c)スピロオキシンドールなど含窒素多環骨格の不斉合成法の確立

質の高い化合物ライブラリーの構築

参画した研究者の数（研究員 4名、研究補助員 4名、学生 20名）

##### ② 「中尾」グループ

主たる共同研究者：中尾 佳亮（京都大学大学院工学研究科、教授）

研究項目

- ・協同機能触媒系による複素環修飾、複素環構築反応の開発、不斉誘導

参画した研究者の数（研究員 2名、研究補助員 0名、学生 5名）

##### ③ 「坂田」グループ

主たる共同研究者：坂田 健（星薬科大学薬学部、准教授）

研究項目

- ・「協同機能触媒」の確立および不斉誘導を行うために必要な量子化学的な検討

参画した研究者の数（研究員 1名、研究補助員 0名、学生 0名）

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

- ・ACT-C内にて分子研：近藤博士と共同研究を実施し、過渡吸収スペクトル解析などを通じた多成分触媒系の協同効果を明らかとする解析を行った。
- ・独自に構築した化合物ライブラリーについては、研究チーム外のバイオ系研究者にサンプルを提供しアッセイにかける形をとった（帝京大学薬学部：関水教授、および、九州大学生体防御医学研：福井教授）
- ・カチオン性コバルト触媒の市販化に向けては関東化学株式会社と連携しており、キラルCu触媒による1,3-ポリオール合成については高砂香料工業株式会社の協力を得てPCT出願を済ませており、さらなる研究展開を目指している。

## § 4. 研究実施内容

### 研究項目 1 (全グループ)

①研究のねらい: 「協同機能」を共通キーワードにして、分子内に酸/塩基の2つの機能を組み込んだ複核シッフ塩基不斉触媒、カチオン性 Co 錯体とアニオンの協同機能触媒系、ルイス酸と低原子価遷移金属触媒を併用する分子間での協同機能触媒系、redox 活性有する新規触媒系、について開発と解析を進めた。

#### ②研究実施方法

- 複核シッフ塩基不斉触媒の解析 (松永グループ、坂田グループ)
- 新たな協同機能触媒系3種の確立 (松永グループ) (ラセミ条件)
- ルイス酸/遷移金属協同触媒系の確立 (中尾グループ) (ラセミ条件)
- TON の改善に向けた検討 (松永グループ)
- 新たな協同機能触媒系における不斉誘導 (松永グループ、中尾グループ、坂田グループ)

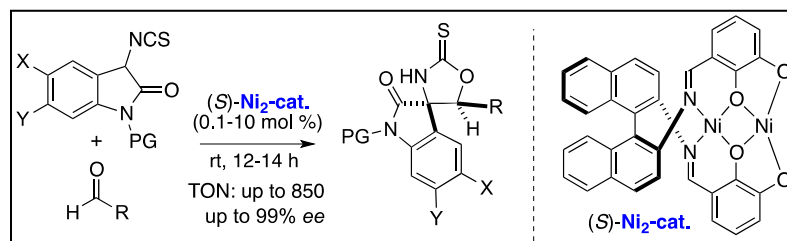
③採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する研究達成状況 (§ 2. と関連します)と得られた成果

- (a) 複核シッフ塩基不斉触媒の解析、及び、(d) TON の改善 (松永グループ、坂田グループ) :

複核シッフ塩基触媒の解析について、坂田グループと連携し、触媒活性を高めるために必要な要件の絞り込みを行った。その結果を踏まえ、スピロオキシンドールの不斉合成においてアルデヒドへの付加反応にて  $s/c = 1000$  (0.1 mol % ; TON 850)でも 98% ee と高い不斉収率を維持することに成功した (松永 G *Chem. Asian J.*, **2013**, 8, 1768)

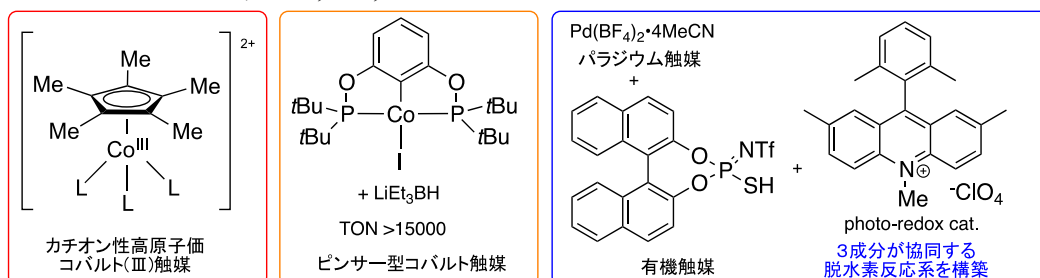
#### <優れた基礎研究としての成果 2>

また、抗インフルエンザ治療候補の合成においては、触媒活性の向上に向けた置換基効果解析により、Brønsted 塩基性を保持したまま、Lewis 酸性を高めた新たなフッ素置換型の複核 Ni 触媒の開発に成功した。



- (b) 新たな協同機能触媒系3種の確立、及び、(d) TON の改善 (松永グループ、坂田グループ) :

新たな3種の触媒系の構築として、当初計画に沿って、(1)カチオン性錯体に関しては  $Cp^*Co(III)$  触媒の開発に成功 (松永 G *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2013**, 52, 2207)。さらに類似の  $Rh(III)$ では実現困難で、 $Co(III)$ 触媒で初めて実現可能となるユニークな触媒反応についても開拓した(詳細は項目2に記載)<科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果 1>。(2)ルイス酸/遷移金属協同触媒については、中尾 G からの助言を受けて松永 G にて、ピリジンやキノリンの4位選択的なアルキル化に有効なホウ素ルイス酸/低原子価コバルト触媒の開発に成功 (松永 G *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2013**, 52, 3213)、さらにピンサーコバルト錯体を活用することで触媒の安定性の向上にも成功し、TON の目標値(>15000)を達成した。(3) 1電子 redox 活性を伴う新規触媒系については、当初計画していた1分子の錯体内で配位に redox を担わせる系では満足いく結果を得ることができなかったが、設計方針/適用反応を見直すことで photoredox 触媒、パラジウム触媒、有機触媒の3成分併用触媒系が脱水素化反応に有効であることを見いだした。当初の計画にはなかった成果であり、分子研: 近藤博士との ACT-C 領域内共同研究で3つの触媒の協同機能解析を実施した (松永 G *J. Am. Chem. Soc.*, **2017**, 139, 2204)。



- (c) ルイス酸／遷移金属協同触媒系の確立、及び、(e) 不斉誘導(松永グループ、中尾グループ) :  
 松永 G の取り組みと並行して、中尾 G でもルイス酸／遷移金属協同触媒系を既に確立しており、各種応用展開を行った(研究項目 2 に記載)。また、(e) の不斉化については、当初、平成 27 年度以降に取組む予定であったが、予定を繰り上げて中尾 G で不斉化に成功した(中尾 G *J. Am. Chem. Soc.*, **2014**, *136*, 3732)。

## 研究項目 2 独自触媒系による創薬への貢献を指向した「分子変換法の革新」(全グループ)

①研究のねらい: 「研究項目 1」にて開発した各種触媒系および既に開発済みの(不斉)触媒の力量を最大限活かし、触媒的不斉炭素-炭素結合形成反応、キラル 1,3-ポリオール骨格の挙構築、複素環の不斉合成、非天然型アミノ酸の不斉合成、複素環の C-H 官能基化に取り組んだ。

### ②研究実施方法

- (a) 不斉四置換炭素の構築、非天然型アミノ酸などの含窒素化合物の不斉合成(松永グループ)  
 (b) 複素環の修飾反応の確立(松永グループ、中尾グループ、坂田グループ)(ラセミ条件)  
 (c) スピロオキシンドールなど含窒素多環骨格の不斉合成法の確立(松永グループ)  
 の 3 つに分類される課題について取り組んだ。

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

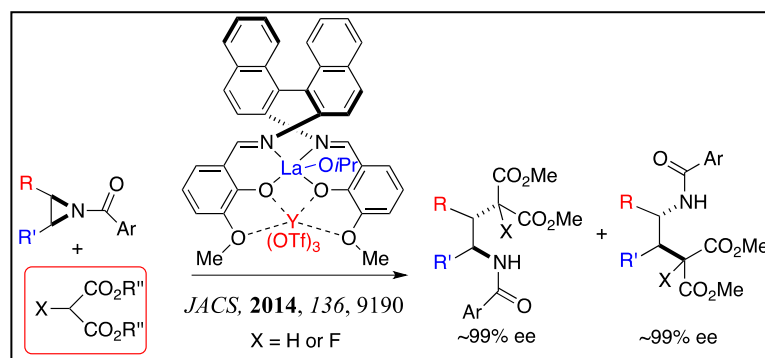
- (a) 不斉四置換炭素の構築、非天然型アミノ酸などの含窒素化合物の不斉合成、及び、(c) スピロオキシンドールなど含窒素多環骨格の不斉合成法の確立(松永グループ) :

非天然型アミノ酸の効率的な触媒的不斉合成に関しては、アジリジンの *regiodivergent* な不斉開環反応に

成功し、複核シッフ塩基触媒系の高い立体識別能を最大限活用する反応の開発に成功した(松永 G *J. Am. Chem. Soc.*, **2014**, *136*, 9190)

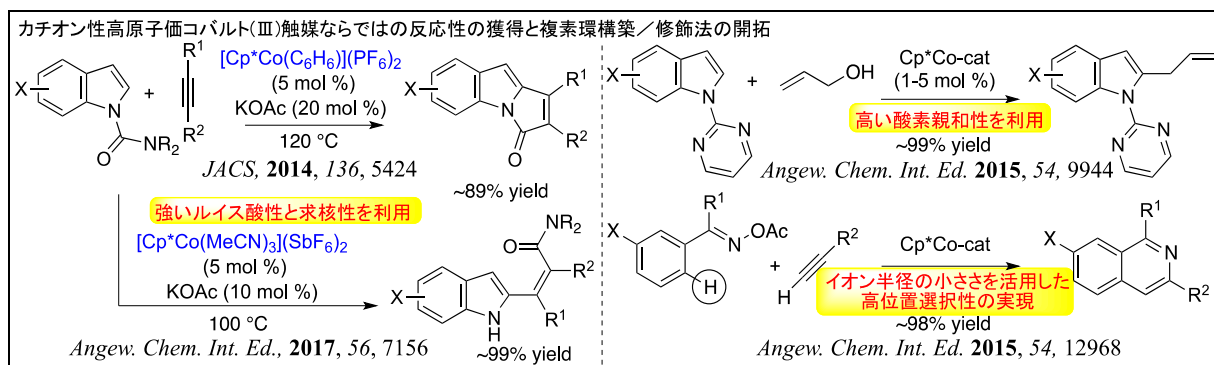
### ＜優れた基礎研究としての成果 1＞

また、含フッ素非天然型アミノ酸の構築へと展開した。さらに四置換不斉炭素を含むスピロオキシンドール骨格の構築については、項目 1 で述べたアルデヒドへの付加のみならず、単純ケトンへの付加反応にて連続四置換不斉炭素を有するスピロオキシンドールを構築することにも成功し、当初予定通りの成果を上げることができた。

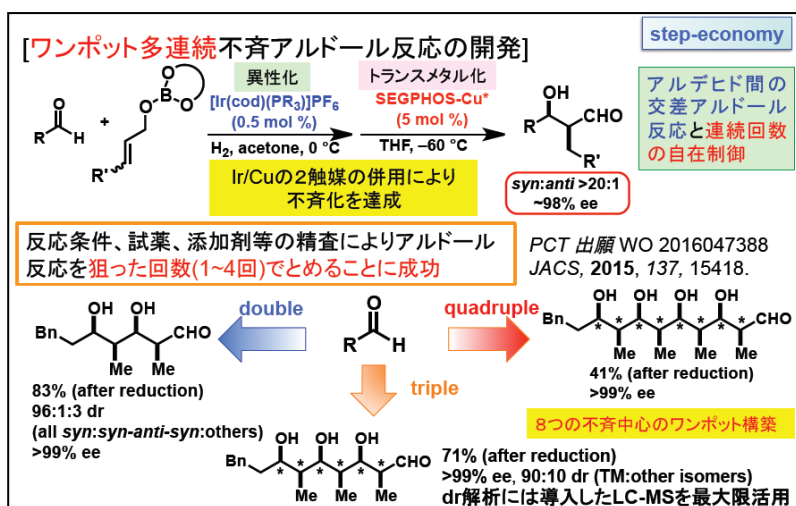


- (b) 複素環の修飾反応の確立(松永グループ、中尾グループ、坂田グループ) :

項目 1 で開発したカチオン性  $\text{Cp}^*\text{Co(III)}$  触媒の特性を活用することで、ピロロインドロンの一挙構築反応(松永 G & 坂田 G の共同研究: *J. Am. Chem. Soc.*, **2014**, *136*, 5424 ; 平成 26 年 4 月 2 日プレスリリース)、脱水的な C-H アリル化(松永 G & 坂田 G の共同研究: *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, *54*, 9944 ; 平成 27 年 7 月 2 日プレスリリース)、さらに位置選択的な C-H 活性化を伴うイソキノリン構築(松永 G *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, *54*, 12968)へと展開した。比較対象となる  $\text{Cp}^*\text{Rh(III)}$  触媒にはない、 $\text{Co(III)}$  に特徴的な触媒活性を多く引き出すことに成功し、世界中の多くの研究者が我々の触媒を模倣する潮流を決定づけた ＜科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果 1＞。なお、 $\text{Cp}^*\text{Rh(III)}$  と  $\text{Cp}^*\text{Co(III)}$  の違いや  $\text{Co(III)}$  による C-H 活性化の際のアニオン部との協同機能について詳細に解析するべく、坂田 G が計算化学的な支援を担った。密な共同研究体制が優れた成果に繋がった。各種複素環の修飾については、松永 G と中尾 G で分担して応用展開を進め、項目 1 で触れたピリジンの 4 位選択的アルキル化に加え、インドールのアルキル化(中尾 G *J. Am. Chem. Soc.*, **2015**, *137*, 12215)、インドール/ピロール/プリン各種修飾反応(松永 G & 坂田 G の共同研究: *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2017**, *56*, 7156; 松永 G *Org. Lett.*, **2016**, *18*, 2216; *Org. Lett.*, **2016**, *18*, 5732; *Chem Commun.*, **2017**, *53*, 5974 他)、キノリンのアルキル化(松永 G *Adv. Synth. Catal.* **2014**, *356*, 401)など当初目標を超える成果を得た。



④当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況と得られた成果不斉炭素-炭素結合形成反応の王道である不斉アルドール反応によるキラル 1,3-ポリオール骨格の  
 一挙構築については、当初 Rh 触媒を活用したアリルアルコールの異性化／交差アルドール反応を  
 検討していた (松永 G *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2012**, *51*, 10275; *Chem. Asian J.*, **2013**, *8*, 2974)。しかし  
 ながら、Rh 触媒を利用する場合には不斉化が非常に困難であることがわかったので、途中から方  
 針を変更し、Ir 触媒によるアリルオキシホウ素の異性化によるアルデヒド由来ホウ素エノラートの  
 の *in situ* 発生とキラル Cu 触  
 媒へのトランスメタル化を組み合わせる系について検討を進めた。その結果、異種アルデ  
 ヒド間の交差不斉アルドール  
 反応を 1 回、2 回、3 回、4 回  
 と狙った回数で止める方法論  
 の確立に成功し、当初想定以上  
 の成果を得た (松永 G *J. Am.  
 Chem. Soc.*, **2015**, *137*, 15418; 特  
 許出願) ＜科学技術イノベーシ  
 ョン・課題解決に大きく寄与す  
 る成果 2＞。それぞれの反応デー  
 タのジアステレオ選択性を  
 精査する際には、ACT-C で導入  
 した LC-MS および直接解析用 MS を最大限活用した。



### 研究項目 3 (北海道大学 松永グループ)

- ①研究のねらい:複素環構築、複素環修飾反応を駆使することで独自の化合物ライブラリーを構築し、独自のアッセイ系を有するバイオ研究者へサンプルを供与し、生物活性評価に付すことで有望な化合物の探索へとつなげる。
- ②研究実施方法:松永 G が単独でライブラリー構築を実施し、独自のアッセイ系を有する領域外バイオ系研究者に化合物ライブラリーを提供した。
- ③採択当初の研究計画(全体研究計画書)に対する研究達成状況(§ 2. と関連します)と得られた成果  
 各方面の研究者へサンプルを提供した結果、帝京大学薬学 関水教授の研究グループ、九州大学生体防御研 福井教授の研究グループにおいて有望な結果を示す化合物を見いだすことができた。生物活性の改善を優先する必要があるため、最良の活性を示した最終化合物に必ずしも独自触媒反応が適用できたわけではないが、それぞれ共同論文成果へとつながり(関水教授との共同研究成果: *Front. Microbiol.* **2017**, DOI: 10.3389/fmicb.2017.00712; 福井教授との共同研究成果 *Cell Reports* **2017**, *19*, 969)、当初の目標は達成できたと考えている。

## § 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 28件】

1. Tatsuhiko Yoshino, Hideya Ikemoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "A Cationic High-Valent Cp\*Co<sup>III</sup> Complex for Catalytic Generation of Nucleophilic Organometallic Species: Directed C-H Bond Activation", *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol. 52, pp. 2207-2211, 2013 (DOI: 10.1002/anie.201209226).
2. Takashi Andou, Yutaka Saga, Hiroto Komai, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Cobalt-Catalyzed C-4 Selective Direct Alkylation of Pyridines", *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol. 52, pp. 3213-3216, 2013 (DOI: 10.1002/anie.201208666).
3. Shota Kato, Motomu Kanai, and Shigeki Matsunaga, "Catalytic Asymmetric Synthesis of Spirooxindoles via Addition of Isothiocyanato Oxindoles to Aldehydes Under Dinuclear Nickel Schiff Base Catalysis", *Chem. Asian J.*, vol. 8, pp. 1768-1771, 2013 (DOI: 10.1002/asia.201300251).
4. Tatsuhiko Yoshino, Hideya Ikemoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Cp\*Co<sup>III</sup>-Catalyzed C2-Selective Addition of Indoles to Imines", *Chem. Eur J.* vol. 19, pp. 9142-9146, 2013 (DOI: 10.1002/chem.201301505).
5. Keiichi Kaneko, Hideya Ikemoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Sultam Synthesis via Cu-Catalyzed Intermolecular Carboamination of Alkenes with *N*-Fluorobenzenesulfonimide", *Org. Lett.* vol. 15, pp. 2502-2505, 2013 (DOI:10.1021/ol4009848).
6. Luqing Lin, Kumiko Yamamoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Rh-Catalyzed Aldehyde-Aldehyde Cross-Aldol Reaction under Base-free Conditions: In Situ Aldehyde-derived Enolate Formation via Orthogonal Activation", *Chem. Asian J.* vol. 8, pp. 2974-2983, 2013 (DOI: 10.1002/asia.201300928).
7. Shota Kato, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "ENANTIOSELECTIVE SYNTHESIS OF SPIROOXINDOLES VIA DIRECT CATALYTIC ASYMMETRIC ALDOL-TYPE REACTION OF ISOTHIOCYANATO OXINDOLES", *Heterocycles*, vol. 88, pp. 475-491, 2014 (DOI: 10.3987/COM-13-S(S)60).
8. Ken Sakata, and Hiroshi Fujimoto, "Quantum Chemical Study of Diels-Alder Reactions Catalyzed by Lewis Acid Activated Oxazaborolidines", *J. Org. Chem.*, vol. 78, pp. 3095-3103, 2013 (DOI: 10.1021/jo400066h).
9. Shohei Yamamoto, Yutaka Saga, Takashi Andou, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Cobalt-Catalyzed C-4 Selective Alkylation of Quinolines", *Adv. Synth. Catal.*, vol. 356, pp. 401-405, 2014 (DOI: 10.1002/adsc.201300991).
10. Y. Miyazaki, N. Ohta, K. Semba, and Y. Nakao, "Intramolecular Aminocyanation of Alkenes by Cooperative Palladium/Boron Catalysis", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 136, pp. 3732-3735, 2014 (DOI: 10.1021/ja4122632).
11. Hideya Ikemoto, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Pyrroloindolone Synthesis via a Cp\*Co<sup>III</sup>-Catalyzed Redox-Neutral Directed C-H Alkenylation/Annulation Sequence", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 136, pp. 5424-5431, 2014 (DOI: 10.1021/ja5008432).
12. Bo Sun, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Air-Stable Carbonyl(pentamethylcyclopentadienyl)cobalt Diiodide Complex as a Precursor for Cationic (Pentamethylcyclopentadienyl)cobalt(III) Catalysis: Application for Directed C-2 Selective C-H Amidation of Indoles", *Adv. Synth. Catal.*, vol. 356, published online, 2014 (DOI: 10.1002/adsc.201301110).
13. Shohei Yamamoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "COBALT-CATALYZED C5-SELECTIVE C-H FUNCTIONALIZATION OF 4-Me-QUINOLINES WITH STYRENES: AN APPROACH TO 5,6-DIHYDRO-4H-BENZO[de]QUINOLINES", *Heterocycles*, vol. 90, pp. 89-96, 2015 (DOI: 10.3987/COM-14-S(K)7).
14. Yingjie Xu, Keiichi Kaneko, Motomu Kanai, Masakatsu Shibasaki, Shigeki Matsunaga, "Regiodivergent Kinetic Resolution of Terminal and Internal rac-Aziridines with Malonates under Dinuclear Schiff Base Catalysis", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 136, pp. 9190-9194, 2014 (DOI: 10.1021/ja5039165).



15. Bo Sun, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "A Cp\*CoI<sub>2</sub>-dimer as A Precursor for Cationic Co(III)-catalysis: Application to C-H Phosphoramidation of Indoles", *Chem. Commun.*, vol. 51, pp. 4659-4661, 2015 (DOI: 10.1039/C4CC10284C).
16. Yudai Suzuki, Bo Sun, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Cp\*Co(III)-catalyzed Oxidative C-H Alkenylation of Benzamides with Ethyl Acrylate", *Tetrahedron*, pp. 4552-4556, 2015 (DOI: 10.1016/j.tet.2015.02.032).
17. Yudai Suzuki, Bo Sun, Ken Sakata, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Dehydrative Direct C-H Allylation with Allylic Alcohols under [Cp\*Co<sup>III</sup>] Catalysis", *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol. 54, pp. 9944-9947, 2015 (DOI: 10.1002/anie.201503704).
18. York Schramm, Makoto Takeuchi, Kazuhiko Semba, Yoshiaki Nakao, and John F. Hartwig, "Anti-Markovnikov Hydroheteroarylation of Unactivated Alkenes with Indoles, Pyrroles, Benzofurans, and Furans Catalyzed by a Nickel-*N*-Heterocyclic Carbene System", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 137, pp. 12215-12218, 2015 (DOI: 10.1021/jacs.5b08039).
19. Bo Sun, Tatsuhiko Yoshino, Motomu Kanai, Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co<sup>III</sup> Catalyzed Site-Selective C-H Activation of Unsymmetrical *O*-Acyl Oximes: Synthesis of Multisubstituted Isoquinolines from Terminal and Internal Alkynes", *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol. 54, pp. 12968-12972, 2015 (DOI: 10.1002/anie.201507744).
20. Luqing Lin, Kumiko Yamamoto, Harunobu Mitsunuma, Yamato Kanzaki, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Catalytic Asymmetric Iterative/Domino Aldehyde Cross-Aldol Reactions for the Rapid and Flexible Synthesis of 1,3-Polyols", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 137, pp. 15418-15421, 2015 (DOI: 10.1021/jacs.5b11192).
21. Youka Bunno, Nanami Murakami, Yudai Suzuki, Motomu Kanai, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co<sup>III</sup>-Catalyzed Dehydrative C-H Allylation of 6-Arylpurines and Aromatic Amides Using Allyl Alcohols in Fluorinated Alcohols", *Org. Lett.*, vol. 18, pp. 2216-2219, 2016 (DOI: 10.1021/acs.orglett.6b00846).
22. Ryo Tanaka, Hideya Ikemoto, Motomu Kanai, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "Site- and Regioselective Monoalkenylation of Pyrroles with Alkynes via Cp\*Co<sup>III</sup> Catalysis", *Org. Lett.*, vol. 18, pp. 5732-5735, 2016 (DOI: 10.1021/acs.orglett.6b02997).
23. Shota Kato, Yutaka Saga, Masahiro Kojima, Hiromu Fuse, Shigeki Matsunaga, Fukatsu Arisa, Mio Kondo, Shigeyuki Masaoka, and Motomu Kanai, "Hybrid Catalysis Enabling Room-Temperature Hydrogen Gas Release from *N*-Heterocycles and Tetrahydronaphthalenes", *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 139, pp. 2204-2207, 2017 (DOI: 10.1021/jacs.7b00253).
24. Hideya Ikemoto, Ryo Tanaka, Ken Sakata, Motomu Kanai, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "Stereoselective Synthesis of Tetrasubstituted Alkenes via a Cp\*Co<sup>III</sup>-Catalyzed C-H Alkenylation/Directing Group Migration Sequence", *Angew. Chem., Int. Ed.*, vol. 56, pp. 7156-7160, 2017 (DOI: 10.1002/anie.201703193).
25. Misaki Yoshida, Kentaro Kawai, Ryo Tanaka, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co<sup>III</sup>-catalyzed directed C-H trifluoromethylthiolation of 2-phenylpyridines and 6-arylpurines", *Chem. Commun.*, vol. 53, pp. 5974-5977, 2017 (DOI: 10.1039/C7CC03072J).
26. Seiya Fukagawa, Yingjie Xu, Masahiro Anada, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "CATALYTIC ENANTIOSELECTIVE DESYMMETRIZATION OF MESO-AZIRIDINES WITH FLUOROMALONATES", *Heterocycles*, vol. 94, pp. 1337-1350, 2017 (DOI: 10.3987/COM-17-13725).
27. Ken Sakata, Masami Eda, Yuri Kitaoka, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co<sup>III</sup>-Catalyzed C-H Alkenylation/Annulation Reactions of Indoles with Alkynes: A DFT Study", *J. Org. Chem.*, vol. 82, pp. 7379-7387, 2017 (DOI: 10.1021/acs.joc.7b01047).
28. Nanami Murakami, Misaki Yoshida, Tatsuhiko Yoshino, and Shigeki Matsunaga, "Synthesis of Fluorine-Containing 6-Arylpurine Derivatives via Cp\*Co(III)-Catalyzed C-H Bond Activation", *Chem. Pharm. Bull.*, vol. 66, pp. 51-54, 2018 (DOI: 10.1248/cpb.c17-00797).

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. Shigeki Matsunaga, and Masakatsu Shibasaki, "Multimetallic Schiff Base Complexes as Cooperative Asymmetric Catalysts", *Synthesis*, vol. 45, pp. 421-437, 2013 (DOI: 10.1055/s-0032-1316846)

2. Carbon–Carbon Bond-Formations Promoted by Redox-Active Metal Catalysts, Motomu Kanai, Shigeki Matsunaga, Kounosuke Oisaki, Yohei Shimizu, *J. Synth. Org. Chem. Jpn.*, vol. 71, pp. 433-442, 2013.
3. Recent advances in cooperative bimetallic asymmetric catalysis: dinuclear Schiff base complexes, Shigeki Matsunaga and Masakatsu Shibasaki, *Chem. Commun.* vol. 50, 1044-1057, 2014.
4. Tatsuhiko Yoshino and Shigeki Matsunaga, “(Pentamethylcyclopentadienyl)cobalt(III)-Catalyzed C–H Bond Functionalization: From Discovery to Unique Reactivity and Selectivity”, *Adv. Synth. Catal.*, vol. 359, pp. 1245-1262, 2017 (DOI: 10.1002/adsc.201700042).

(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 26 件、国際会議 15 件)
1. 中尾佳亮、「協働金属触媒による炭素–炭素結合形成付加反応」、大阪大学基礎工学部講演会、大阪大学、2013 年 1 月 17 日
  2. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成および C-H 結合直截変換反応～」、東京工業大学 理工学研究科 応用化学専攻 講演会、東京工業大学、2013 年 6 月 19 日
  3. Yoshiaki Nakao, “Intramolecular Oxy- and Aminocyanation of Alkenes by Cooperative Palladium/Boron Catalysis”, the First Asian Conference for “MONODUKURI” Strategy by Synthetic Organic Chemistry (ACMS)、沖縄、2013 年 7 月 18 日
  4. Yoshiaki Nakao, “C–C Bond Forming Addition Reactions by Cooperative Catalysis”、Seminar at UC Irvine、UC Irvine、2013 年 8 月 1 日
  5. Shigeki Matsunaga, “Dinuclear Schiff Base Complexes as Bifunctional Asymmetric Catalysts”、15<sup>th</sup> Asian Chemical Congress *Asian Rising Stars Session*、シンガポール セントーサ島、2013 年 8 月 21 日
  6. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成および C-H 結合直截変換反応～」、千葉大学薬学研究院 若手講演会、千葉大学、2013 年 9 月 11 日
  7. 中尾佳亮、「協働金属触媒による炭素–炭素結合形成付加反応」、塩野義製薬株式会社 製薬研究センター講演会、塩野義製薬、2013 年 9 月 27 日
  8. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成および C-H 結合直截変換反応～」、東京農工大学 工学研究院 応用科学部門 講演会、東京農工大学、2013 年 10 月 30 日
  9. Shigeki Matsunaga, “Dinuclear Schiff Base Complexes as Bifunctional Asymmetric Catalysts”、錯体化学討論会 国際ミニシンポジウム、琉球大学、2013 年 11 月 2 日
  10. 中尾佳亮、「協働金属触媒による炭素–炭素結合形成付加反応」、近畿化学協会 有機金属部会 平成 25 年度第 3 回例会、近畿化学協会、2013 年 11 月 19 日
  11. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成および C-H 結合直截変換反応～」、阪大基礎工研究会：金属新機能場の開拓を目指して、大阪大学、2014 年 2 月 3 日
  12. 中尾佳亮、「協働金属触媒による炭素–炭素結合形成付加反応」、阪大基礎工研究会：金属新機能場の開拓を目指して、大阪大学、2014 年 2 月 3 日
  13. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成および C-H 結合直截変換反応～」、持田製薬講演会、持田製薬研究所 (御殿場)、2014 年 4 月 24 日
  14. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成および C-H 結合直截変換反応～」、第 2 回慶応若手シンポジウム、慶應義塾大学矢上キャンパス、2014 年 5 月 10 日
  15. Yoshiaki Nakao, “C–C Bond Forming Reactions by Cooperative Catalysis”、The 19th International Symposium on Homogeneous Catalysis (ISHC-XIX)、オタワ、2014 年 7 月 9 日
  16. 中尾佳亮、「触媒を複合利用して新反応をみつける」、有機合成夏期セミナー「明日の有機合成化学」、大阪科学技術センター、2014 年 8 月 28 日
  17. 中尾佳亮、「協働金属触媒による炭素–炭素結合形成付加反応」、第 47 回有機金属若手の会 夏の学校、大久野島 (広島)、2014 年 9 月 3 日

18. 松永茂樹、「キラル多核錯体の設計と触媒的不斉合成への応用」、船堀ホール、2014年10月16日
19. Shigeki Matsunaga, "High Valent Cationic Cp\*Co(III)-Catalysis", 2nd International Conference on Organometallics and Catalysis, 奈良、2014年10月27日
20. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成およびC-H結合直截変換反応～」、島津製作所講演会、京都、2014年10月31日
21. 松永茂樹、「酸化還元活性を有する配位子を利用した脱水素反応の開拓」、分子化学研究会2014、大阪、2014年11月1日
22. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成およびC-H結合直截変換反応～」、三井化学講演会、袖ヶ浦、2014年11月6日
23. Shigeki Matsunaga, "C-C Bond-Forming Reactions under Proton-Transfer Process -from Asymmetric Catalysis to C-H Functionalization-", MBLA 10周年記念シンポジウム、2015年3月29日
24. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成およびC-H結合直截変換反応～」、若手研究者のための有機化学札幌セミナー、北海道大学(北海道)、2015年11月24日
25. 松永茂樹、「第一遷移金属触媒を活用した精密有機合成～不斉合成およびC-H結合直截変換反応～」、第5回 徳島文理大学薬学部主催 学術講演会、徳島文理大学(徳島県)、2016年1月23日
26. Shigeki Matsunaga, "Dinuclear Schiff Base Cooperative Asymmetric Catalysis", 5th UK-Japanese Asymmetric Catalysis Symposium, UK (Manchester)、2016年3月14日
27. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", Seoul National University Lecture, Korea (Seoul)、2016年5月23日
28. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", Chungbuk National University Lecture, Korea (Chungbuk)、2016年5月24日
29. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", Pusan National University Lecture, Korea (Busan)、2016年5月25日
30. Shigeki Matsunaga, "Cationic Cp\*Co(III) Catalysis for C-H Bond Functionalization, Cationic Cp\*Co(III) Catalysis for C-H Bond Functionalization", Korea (Seoul)、2016年8月30日
31. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", ACT-C Lectureship Tour, Georg-August-Universität Göttingen Lecture, Germany (Göttingen)、2016年9月15日
32. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", ACT-C Lectureship Tour, Wilhelms-Universität Münster Lecture, Germany (Münster)、2016年9月16日
33. Shigeki Matsunaga, "Cationic Cp\*Co(III) Catalysis for C-H Bond Functionalization", NiKaS Symposium, Germany (Braunschweig)、2016年9月20日
34. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", ACT-C Lectureship Tour, Universität Bielefeld Lecture, Germany (Bielefeld)、2016年9月22日
35. Shigeki Matsunaga, "First-Row Transition Metal Catalysis for Atom-Efficient Organic Synthesis ~Dinuclear Schiff Base Asymmetric Catalysis & Cationic Cp\*Co(III) Catalysis~", ACT-C Lectureship Tour, Universität Köln Lecture, Germany (Köln)、2016年9月23日
36. 松永茂樹、「第1列遷移金属触媒を駆使する精密有機合成」、薬学シンポジウム2016有機化学の先進的ビジョン、金沢大学(石川県)、2016年10月17日

37. 松永茂樹、「高原子価カチオン性コバルト触媒の開発と C-H 官能基化反応」、第 13 回触媒相模セミナー、相模中央研究所 (神奈川県)、2016 年 11 月 18 日
38. Shigeki Matsunaga, “Cationic Cp\*Co(III) Catalysis for C-H Bond Functionalization”、19th HU-SNU Joint Symposium on New Frontiers on Chemical Pharmaceutical Sciences、Japan (Sapporo)、2016 年 11 月 24 日
39. 松永茂樹、「Cp\*Co(III) 触媒の特性を活かした C-H 官能基化反応と不斉化に向けた取り組み」、三井化学特別講演会、三井化学 (千葉県)、2017 年 6 月 24 日
40. 松永茂樹、「化学変換における高い原子効率の実現を指向した第一列遷移金属触媒の設計」、JACI/JST 交流セミナー、JACI (東京都)、2017 年 8 月 4 日
41. 松永茂樹、「化学変換における高い原子効率の実現を指向した第一列遷移金属触媒の設計」、第 7 回 CSJ フェスタ 2017、船堀タワーホール (東京都)、2017 年 10 月 17 日

② 口頭発表 (国内会議 36 件、国際会議 0 件)

1. 安藤高史、嵯峨裕、駒井 宏友、山本昇平、松永茂樹、金井求、「コバルト触媒を用いた直截的複素環アルキル化法の開発」、第 38 回 反応と合成の進歩シンポジウム、タワーホール船堀、2012 年 11 月 6 日
2. 加藤将太、吉野達彦、金井 求、松永茂樹、「新規抗腫瘍薬の開発を志向したスピロイミダゾリン-インドリノン骨格の構築」、第 102 回 有機合成シンポジウム、早稲田大学、2012 年 11 月 8 日
3. 山本久美子、林祿清、松永茂樹、金井求、「アリルアルコール異性化を起点とする触媒的アルデヒド交差アルドール反応の開発とダブルアルドール反応への応用」、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、2013 年 3 月 24 日
4. 吉野達彦、池本英也、松永茂樹、金井求、「カチオン性コバルト(III)触媒による芳香族 C-H 結合の極性求電子剤に対する付加反応」、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、2013 年 3 月 23 日
5. 宮崎洋輔、中尾佳亮、「アルケンの分子内アミノシアノ化」、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、2013 年 3 月 23 日
6. 吉野達彦、池本英也、松永茂樹、金井求、「カチオン性コバルト(III)触媒による芳香族 C-H 結合の極性求電子剤に対する付加反応」、日本薬学会第 133 年会、パシフィコ横浜、2013 年 3 月 30 日
7. 金子敬一、吉野達彦、松永茂樹、金井求、「銅触媒による 6 員環スルタムの合成」、日本薬学会第 133 年会、パシフィコ横浜、2013 年 3 月 30 日
8. 吉野達彦、池本英也、松永茂樹、金井求、「カチオン性コバルト(III)触媒を用いた芳香族 C-H 結合の直截的官能基化：極性求電子剤への付加反応」、第 103 回有機合成シンポジウム、慶応大学、2013 年 6 月 5 日
9. 中尾佳亮、Dennis C. Koester、宮崎洋輔、多田直樹、仙波一彦、「パラジウム/ホウ素協働触媒によるアルケンの分子内オキシシアノ化およびアミノシアノ化反応」、第 60 回有機金属討論会、学習院大学、2013 年 9 月 13 日
10. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井求、Cp\*Co(III)触媒による芳香族 C-H 結合の官能基化、第 57 回日本薬学会関東支部大会、帝京大学、2013 年 10 月 26 日
11. 北原聖子、加藤将太、金井 求、松永茂樹、「スピロオキシインドールの触媒的不斉合成法の開発」、第 57 回日本薬学会関東支部大会、帝京大学、2013 年 10 月 26 日
12. 坂田健、「ルイス酸によるヒドロシラン活性化に関する量子化学的検討」、日本プロセス化学会 2013 ウィンターシンポジウム・新学術領域研究「有機分子触媒による未来型分子変換」第 3 回公開シンポジウム 合同シンポジウム、仙台、2013 年 11 月 29 日
13. 池本英也・吉野達彦・坂田健・松永茂樹・金井求、「Cp\*Co 触媒によるインドールの C-H アルケニル化反応および環化反応」、日本薬学会第 134 年会 (熊本)、熊本、2014 年 3 月 27 日
14. Shohei Yamamoto, Yutaka Saga, Takashi Andou, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, ”Cobalt-Catalyzed C4-Selective Alkylation of Pyridines and Quinolines”、日本化学

会第 94 春季年会、名古屋、2014 年 3 月 30 日

15. 池本英也、吉野達彦、坂田健、松永茂樹、金井 求、「Cp\*Co (III) 触媒の特性を活かした *N*-縮環型インドール骨格構築法の開発」、第 4 4 回複素環化学討論会、札幌、2014 年 9 月 10 日
16. 鈴木雄大、吉野達彦、松永茂樹、金井 求、「高原子価コバルト触媒を用いた C-H アリル化反応の開発」、日本薬学会第 135 会年会、神戸、2015 年 3 月 26 日
17. 三ツ沼 治信、林 祿清、山本 久美子、井田 貴志、松永 茂樹、金井 求、「次世代型 1, 3 ポリオール合成に向けた触媒的不斉多重アルドール反応の開発」、日本薬学会第 135 会年会、神戸、2015 年 3 月 28 日
18. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井 求、「Cp\*Co<sup>III</sup> 触媒による C-H アルケニル化/配向基転移を利用した四置換アルケンの合成」、日本薬学会第 135 会年会、神戸、2015 年 3 月 26 日
19. 金子 敬一、松永 茂樹、金井 求、「コバルト触媒による単純アルケンとイミンの還元的カップリング反応の開発」、日本化学会第 95 春季年会、船橋、2015 年 3 月 26 日
20. 山本久美子、林祿清、三ツ沼治信、井田貴志、松永茂樹、金井求、"Development of Catalytic Asymmetric Consecutive Aldol Reaction", 日本化学会第 95 春季年会、船橋、2015 年 3 月 28 日
21. 井田貴志、山本久美子、三ツ沼治信、松永茂樹、金井求、「アセトアルデヒド等価体エノラートをを用いた触媒的不斉交差アルドール反応の開発」、日本化学会第 95 春季年会、船橋、2015 年 3 月 28 日
22. 山本久美子、林祿清、三ツ沼治信、井田貴志、松永茂樹、金井求、「触媒的多連続不斉アルドール反応の開発」、第 13 回次世代を担う有機化学シンポジウム、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県)、2015 年 5 月 22 日
23. 坂田 健、江田 雅美、北岡 友里、吉野 達彦、松永 茂樹、「Cp\*Co(III)触媒を用いた C-H 結合のアルケニル化/環化反応に関する量子化学的研究」、日本化学会第 96 春季年会 2016、同志社大学 京田辺キャンパス (京都府)、2016 年 3 月 25 日
24. 鈴木 拓郎、棚田 文也、伊藤 元気、穴田 仁洋、松永 茂樹、橋本 俊一、「抗腫瘍活性天然物 18E-リングピアロシド C の合成研究」、日本薬学会 第 136 年会、パシフィコ横浜 (神奈川県)、2016 年 3 月 29 日
25. 田中亮、池本英也、吉野達彦、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co 触媒を用いたピロールの C-H アルケニル化反応」、日本薬学会 第 136 年会、パシフィコ横浜 (神奈川県)、2016 年 3 月 29 日
26. 宮澤拓、南和志、今井こずえ、竹田幸司、穴田仁洋、松永茂樹、橋本俊一、「二核ロジウム(II)カルボキシラート錯体を用いた  $\alpha$ -ジアゾエステル分子内不斉 C-H 挿入反応の開発」、日本薬学会 第 136 年会、パシフィコ横浜 (神奈川県)、2016 年 3 月 29 日
27. 深川 聖弥、吉野 達彦、穴田 仁洋、松永 茂樹、「アジリジンの触媒的不斉開環反応による  $\alpha$ -フルオロ- $\gamma$ -アミノ酸誘導体の合成」、日本薬学会 第 136 年会、パシフィコ横浜 (神奈川県)、2016 年 3 月 29 日
28. 文野優華、鈴木雄大、吉野達彦、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた芳香族 C-H アリル化反応」、日本薬学会 第 136 年会、パシフィコ横浜 (神奈川県)、2016 年 3 月 29 日
29. 深川聖弥、吉野達彦、穴田仁洋、松永茂樹、「アジリジンの触媒的不斉開環反応による  $\alpha$ -フルオロ- $\gamma$ -アミノ酸誘導体の合成」、日本薬学会北海道支部第 143 例会、札幌 (北海道)、2016 年 5 月 14 日
30. 吉野達彦、文野優華、田中亮、池本英也、鈴木雄大、孫博、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co(III) 触媒を用いた C-H 官能基化反応」、第 42 回反応と合成の進歩シンポジウム、静岡 (静岡県)、2016 年 11 月 7 日
31. 田中亮、池本英也、吉野達彦、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co 錯体を用いたピロールのアルケニル化反応」、化学系学協会北海道支部 2017 年冬季研究発表会、静岡 (静岡県)、札幌 (北海道)、2017 年 1 月 17 日
32. 吉野達彦、文野優華、田中亮、池本英也、鈴木雄大、孫博、坂田健、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co(III) 触媒を用いた C-H 官能基化反応」、日本化学会 第 97 春季年会 (2017)、慶応大学 日吉キャンパス (神奈川県)、2017 年 3 月 17 日

33. ○鈴木拓郎, 棚田文也, 伊藤元気, 穴田仁洋, 松永茂樹, 橋本俊一、「18E-リングビアロシンドCの触媒的不斉全合成」、第15回次世代を担う有機化学シンポジウム、日本薬学会 長井記念ホール (東京都)、2017年5月27日
34. ○文野優華, 村上ななみ, 鈴木雄大, 吉野達彦, 金井求, 松永茂樹、「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた芳香族C-Hアリル化反応」、三地区交流学生ミニシンポジウム、北海道大学 (北海道)、2017年6月23日
35. ○文野優華, 村上ななみ, 鈴木雄大, 吉野達彦, 金井求, 松永茂樹、「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた芳香族C-Hアリル化反応」、三地区交流学生ミニシンポジウム、北海道大学 (北海道)、2017年6月23日
36. ○佐竹瞬、「キラル対アニオンを導入したCp\*Rh(III)錯体によるC-H活性化を経た触媒的不斉1,4-付加反応」、万有札幌プレシンポジウム、北海道大学 (北海道)、2017年6月30日

③ ポスター発表 (国内会議 51 件、国際会議 26 件)

1. 山本久美子, 林祿清, 松永茂樹, 金井 求、「ロジウム触媒によるアリルアルコールの異性化を利用した交差アルドール型反応の開発とダブルアルドール反応への応用」第38回 反応と合成の進歩シンポジウム、タワーホール船堀、2012年11月5日
2. 吉野達彦, 池本英也, 松永茂樹, 金井 求、「コバルト(III)触媒を用いたC-H結合官能基化反応の開発研究」第38回 反応と合成の進歩シンポジウム、タワーホール船堀、2012年11月6日
3. Luqing Lin, Kumiko Yamamoto, Shigeki Matsunaga and Motomu Kanai, "Rhodium-Catalyzed Cross-Aldol Reaction: In Situ Aldehyde-Enolate Formation from Allyloxyboranes and Primary Allylic Alcohols", The 7th International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals (IFOC-7), Yayoi Auditorium, The University of Tokyo, Japan, November 19, 2012.
4. Shota Kato, Tatsuhiko Yoshino, Motomu Kanai and Shigeki Matsunaga, "Construction of spiro(imidazoline-oxindole) frameworks aiming at development of new antineoplastic agents", The 7th International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals (IFOC-7), Yayoi Auditorium, The University of Tokyo, Japan, November 19, 2012
5. Tatsuhiko Yoshino, Hideya Ikemoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Development of Cobalt(III)-Catalyzed Directed C-H Bond Functionalization Reactions", The 2nd Junior International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia, University of Malaya, Kuala Lumpur, MALAYSIA, December 9, 2012
6. 安藤高史, 嵯峨裕, 駒井 宏友, 山本昇平, 松永茂樹, 金井 求、「コバルト触媒を用いたC4選択的直截的ピリジン環アルキル化法の開発」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
7. 駒井宏友, 吉野達彦, 松永茂樹, 金井求、「アルキルアザレーンの直截的ベンジル位 sp<sup>3</sup>C-H結合官能基化反応; 不活性オレフィンへの付加」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
8. 山本久美子, 林祿清, 松永茂樹, 金井求、「アリルアルコール異性化を起点とする触媒的アルデヒド交差アルドール反応の開発とダブルアルドール反応への応用」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
9. 池本 英也, 吉野 達彦, 松永茂樹, 金井求、「コバルト(III)触媒によるC-H結合活性化とエノンへの付加」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
10. 山本 昇平, 嵯峨 裕, 安藤 高史, 松永茂樹, 金井求、「コバルト触媒によるキノリンの位置選択的アルキル化反応」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
11. 加藤将太, 北原聖子, 吉野達彦, 金井 求, 松永茂樹、「スピロオキシインドールの触媒的不斉合成法の開発(1)」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
12. 北原聖子, 加藤将太, 金井 求, 松永茂樹、「スピロオキシインドールの触媒的不斉合成法の開発(2)」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日
13. 許 応傑, 金井 求, 松永茂樹、「ヘテロ二核シッフ塩基錯体によるラセミ体アジリジンに対する Regiodivergent 様式な開環反応の開発」、日本薬学会第133年会、パシフィコ横浜、2013年3月30日

14. Kaneko, K.; Yoshino, T.; Matsunaga, S.; Kanai, M., "Copper-Catalyzed Synthesis of Six-membered Sultams", NAGOYA SYMPOSIUM 2013、名古屋大学、2013年5月23日
15. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井求、「Cp\*Co(III)触媒によるインドールのC2選択的活性化およびイミンへの付加」、第48回天然物化学談話会、滋賀県大津市、2013年7月4日
16. Takashi Andou Yutaka Saga Hirotomoto Komai Shohei Yamamoto Shigeki Matsunaga Motomu Kanai, "Cobalt-catalyzed C-4 selective direct alkylation of pyridines, Cobalt-catalyzed C-4 selective direct alkylation of pyridines", 第48回天然物化学談話会、滋賀県大津市、2013年7月4日
17. 金子敬一、吉野達彦、松永茂樹、金井求、「銅触媒によるアルケンの分子間アミノ-アリアル化反応を用いた一工程スルタム骨格構築法の開発」、プロセス化学会サマーシンポジウム2013、つくば、2013年7月18日
18. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井求、「Cp\*Co(III)触媒によるインドールのC2選択的活性化およびイミンへの付加」、プロセス化学会サマーシンポジウム2013、つくば、2013年7月18日
19. Kumiko Yamamoto, Luqing Lin, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Development of Rh-Catalyzed Cross-Aldol-Type Reaction and its Application to Double-Aldol Reaction", the First Asian Conference for "MONODUKURI" Strategy by Synthetic Organic Chemistry (ACMS)、沖縄、2013年7月18日
20. Tatsuhiko Yoshino, Hideya Ikemoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "Cp\*Co<sup>III</sup>-Catalyzed C2-Selective Addition of Indoles to Imines", OMCOS-17、コロラド、2013年7月29日
21. Yoshiaki Nakao, "Intramolecular Oxy- and Aminocyanation of Alkenes by Cooperative Palladium/Boron Catalysis", OMCOS-17、コロラド、2013年7月29日
22. Tatsuhiko Yoshino, Hideya Ikemoto, Shigeki Matsunaga, and Motomu Kanai, "A Cationic High-Valent Cp\*Co<sup>III</sup> Complex-catalyzed Directed C-H Bond Addition", ISHHC-16、北海道、2013年8月7日
23. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井求, "Cationic Cp\*Co(III) Catalyzed Aromatic C-H Bond Functionalization", 第60回有機金属討論会、学習院大学、2013年9月13日
24. 金子敬一、吉野達彦、松永茂樹、金井求、「銅触媒によるアルケンの分子間アミノ-アリアル化反応を用いた一工程スルタム骨格構築法の開発」、第3回CSJ化学フェスタ、船堀、2013年10月22日
25. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井求、「Cp\*Co(III)触媒による芳香族C-H結合の官能基化」、第3回CSJ化学フェスタ、船堀、2013年10月22日
26. 坂田健、「ルイス酸B(C<sub>6</sub>F<sub>5</sub>)<sub>3</sub>を用いたカルボニル化合物のヒドロシリル化に関する量子化学的研究」、第7回分子科学討論会、京都、2013年9月24日
27. 白井 孝宏、金子 敬一、松永 茂樹、金井 求、「含窒素複素環化合物の効率的な合成ルートの確立」、日本薬学会第134年会(熊本)、熊本、2014年3月28日
28. 山本久美子、林祿清、松永茂樹、金井 求、「ロジウム触媒を用いたアルデヒド交差アルドール反応の開発」、日本化学会第94春季年会、名古屋、2014年3月28日
29. 池本英也、吉野達彦、坂田 健、松永茂樹、金井 求、Cp\*Co触媒の特性を活かしたN-縮環型インドール骨格構築法の開発、新学術領域研究「有機分子触媒」「分子活性化」合同シンポジウム、札幌、2014年6月20日
30. Bo SUN, Tatsuhiko YOSHINO, Shigeki MATSUNAGA, and Motomu KANAI, "Air-Stable Cp\*Co(CO)I<sub>2</sub> Complex as a Precursor for Cationic Cp\*Co<sup>III</sup> Catalysis: Application for Directed C2-Selective C-H Amidation of Indoles", XXVI International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC 2014)、Hokkaido、2014年7月15日
31. 池本英也、吉野達彦、坂田 健、松永茂樹、金井 求、Cp\*Co(III)触媒の特性を活かしたN-縮環型インドール骨格構築法の開発、日本プロセス化学会 2014 サマーシンポジウム、千葉、2014年8月1日
32. 池本英也、吉野達彦、坂田 健、松永茂樹、金井 求, "Synthesis of N-Fused Indole Core with the Unique Reactivity of Cp\*Co(III) Catalyst", 第61回有機金属化学討論会、九州大学、2014年9月24日

33. 金子敬一、松永茂樹、金井 求、「コバルト触媒による単純アルケンとイミンの還元的カップリング反応の開発」、第4回CSJ フェスタ2014、船堀、2014年10月15日
34. 鈴木雄大、吉野達彦、松永茂樹、金井 求、「高原子価コバルト錯体を用いたC-Hアルケン化反応の開発」、第4回CSJ フェスタ2014、船堀、2014年10月15日
35. 白井 孝宏、金子 敬一、松永 茂樹、金井 求、「含窒素複素環化合物の効率的な合成ルートの確立」、日本化学会第95春季年会、船橋、2015年3月28日
36. Ken Sakata, Yudai Suzuki, Bo Sun, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "DFT study of Cp\*Co<sup>III</sup> catalyzed C-H allylation with allylic alcohols", 18th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS 18), Spain (Barcelona), 2015年6月29日
37. 鈴木 雄大、孫 博、吉野 達彦、坂田 健、松永 茂樹、金井 求、「高原子価コバルト触媒によるC-Hアリル化反応の開発」、第50回天然物化学談話会、グリーンピア岩沼（宮城県）、2015年7月1日
38. Kumiko Yamamoto, Luqing Lin, Harunobu Mitsunuma, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Catalytic Asymmetric Consecutive Aldol Reaction", Gordon Research Seminar on Organometallic Chemistry, USA, 2015年7月11日
39. Kumiko Yamamoto, Luqing Lin, Harunobu Mitsunuma, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Catalytic Asymmetric Consecutive Aldol Reaction", Gordon Research Conference on Organometallic Chemistry, USA, 2015年7月13日
40. Takuro Suzuki, Shun Satake, Fumiya Tanada, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, "Catalyst-controlled diastereoselective hetero-Diels-Alder reactions catalyzed by chiral dirhodium(II) carboxamidates", The 3rd International Symposium on Process Chemistry, Kyoto, 2015年7月14日
41. Bo Sun, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga and Motomu Kanai, "Regioselectivity in Cp\*Co<sup>III</sup> vs Cp\*Rh<sup>III</sup> Catalyzed C-H Activation: Isoquinoline Synthesis from O-Acyloximes and Terminal Alkynes", International Union of Pure and Applied Chemistry 2015 (IUPAC 2015), Korea, 2015年8月10日
42. 神崎倭、山本久美子、林祿清、三ツ沼治信、松永茂樹、金井求、「アルデヒド間の触媒的不斉交差アルドール反応の開発と連続反応への応用」、第32回有機合成化学セミナー、ニューウェルシティ湯河原（神奈川県）、2015年9月15日
43. 坂田 健、吉野 達彦、松永 茂樹、「コバルト触媒を用いたC-Hアリル化反応に関するDFT計算」、第9回分子科学討論会、東京工業大学（東京都）、2015年9月18日
44. 滋野大喜、竹田幸司、穴田仁洋、松永茂樹、橋本俊一、「Rh(II)カルボキシラート錯体を用いたアリールジアゾアセタートの分子内不斉シクロプロパン化反応」、第5回CSJ化学フェスタ2015、タワーホール船堀（東京都）、2015年10月13日
45. 佐竹瞬、鈴木拓郎、棚田文也、渡邊雄大、穴田仁洋、松永茂樹、橋本俊一、「Rh(II)アミダート錯体を用いた Rawal ジエンとキラルなアルデヒドとのジアステレオ選択的ヘテロ Diels-Alder 反応」、第5回CSJ化学フェスタ2015、タワーホール船堀（東京都）、2015年10月13日
46. 池本英也、吉野達彦、松永茂樹、金井 求、「Cp\*Co(III)触媒の特性を生かした反応開発」、第5回CSJ化学フェスタ2015、タワーホール船堀（東京都）、2015年10月13日
47. 滋野大喜、竹田幸司、穴田仁洋、松永茂樹、橋本俊一、「Rh(II)カルボキシラート錯体を用いたアリールジアゾアセタートの分子内不斉シクロプロパン化反応」、第41回反応と合成の進歩シンポジウム、近畿大学（大阪府）、2015年10月26日
48. Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co(III)-Catalysis for C-H Bond Functionalization", The 10th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia (ICCEOCA-10), Taiwan, Kaosiung, 2015年11月4日
49. Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co(III)-Catalysis for C-H Bond Functionalization", Tateshina Conference 2015, Nagano (Chino), 2015年11月6日
50. Yudai Suzuki, Bo Sun, Ken Sakata, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, Motomu Kanai, "Dehydrative direct C-H allylation with allylic alcohols under Cp\*Co<sup>III</sup> catalysis", The 13th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry 2015



(IKCOC-13), Kyoto, 2015年11月11日

51. Takuro Suzuki, Fumiya Tanada, Motoki Ito, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, "Synthetic studies of 18E-lyngbyaloside C, The 3rd International Symposium on AMBITIOUS LEADER'S PROGRAM Fostering Future Leaders to Open New Frontiers in Materials Science", Hokkaido, 2015年11月18日

52. 宮澤 拓, 南 和志, 今井 こずえ, 竹田 幸司, 穴田 仁洋, 松永 茂樹, 橋本 俊一, 「二核ロジウム(II)錯体を用いた $\alpha$ -ジアゾエステルの分子内不斉C-H挿入反応」、第45回複素環化学討論会、早稲田大学(東京都)、2015年11月19日

53. Taku Miyazawa, Kazushi Minami, Kozue Imai, Koji Takeda, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, "Enantio- and Diastereoselective Intramolecular C-H Insertion of  $\alpha$ -Diazoesters Catalyzed by Chiral Dirhodium(II) Carboxylates", The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, Kyoto, 2015年12月16日

54. Taku Miyazawa, Kazushi Minami, Kozue Imai, Koji Takeda, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, "Enantio- and diastereoselective intramolecular C-H insertion reaction of  $\alpha$ -diazoesters catalyzed by chiral dirhodium(II) carboxylates", Hokkaido University - University of California, Berkeley Joint Symposium, Hokkaido, 2016年1月7日

55. Takuro Suzuki, Fumiya Tanada, Motoki Ito, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, "Enantio- and diastereoselective intramolecular Synthetic studies of 18E-lyngbyaloside C", Hokkaido University - University of California, Berkeley Joint Symposium, Hokkaido, 2016年1月7日

56. 吉田 美咲, 吉野 達彦, 穴田 仁洋, 松永 茂樹, 「直接的触媒的不斉Mannich型反応による $\alpha$ -フルオロ- $\beta$ -アミノ酸誘導体の合成」、日本薬学会 第136年会、パシフィコ横浜(神奈川県)、2016年3月29日

57. Shun Satake, Takuro Suzuki, Fumiya Tanada, Yudai Watanabe, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, "Catalyst-controlled diastereoselective hetero-Diels-Alder reaction catalyzed by chiral dirhodium(II) carboxamidates", Molecular Chirality Asia 2016 - Chiral Science and Technology: From Asia to the World -, Japan(Himeji), 2016年4月21日

58. S. Fukagawa, T. Yoshino, M. Anada, S. Matsunaga, "Asymmetric Catalysts with Two Different Rare Earth Metals", Rare Earths 2016 in Sapporo, Japan(Sapporo), 2016年6月7日

59. 文野優華, 村上ななみ, 鈴木雄大, 吉野達彦, 金井求, 松永茂樹, 「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた脱水的C-Hアリル化反応の開発」、第28回万有札幌シンポジウム、札幌(北海道)、2016年7月2日

60. Youka Bunno, Nanami Murakami, Yudai Suzuki, Motomi Kanai, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co(III)-Catalyzed Dehydrative C-H Allylation of 6-Arylpurines and Aromatic Amides Using Allyl Alcohols in Fluorinated Alcohols", ISHC20 (The International Symposium on Homogeneous Catalysis: ISHC), Japan(Kyoto), 2016年7月14日

61. 文野優華, 村上ななみ, 鈴木雄大, 吉野達彦, 金井求, 松永茂樹, 「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた脱水的C-Hアリル化反応の開発」、第33回有機合成化学セミナー、ニセコ(北海道)、2016年9月6日

62. 坂田 健, 江田 雅美, 北岡 友里, 吉野 達彦, 松永 茂樹, 「Cp\*Co(III)触媒を用いたC-H結合アルケニル化/環化反応に関するDFT計算」、第10回分子科学討論会、神戸(兵庫県)、2016年9月15日

63. Youka Bunno, Nanami Murakami, Yudai Suzuki, Motomu Kanai, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, "Cp\*Co(III)-Catalyzed Dehydrative C-H Allylation of 6-Arylpurines and Aromatic Amides Using Allyl Alcohols in Fluorinated Alcohol", The 4th International Symposium on Ambitious leader's program fostering future leaders to open new frontiers in materials science, Japan(Sapporo), 2016年11月8日

64. 村上ななみ、文野優華、鈴木雄大、金井求、吉野達彦、松永茂樹、「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた直接的芳香族 C-H アリル化反応」、日本薬学会第 137 年会、東北大学 (宮城県)、2017 年 3 月 25 日
65. ○文野優華、村上ななみ、鈴木雄大、吉野達彦、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた芳香族 C-H アリル化反応」、第 28 回万有仙台シンポジウム、東北大学 (宮城県)、2017 年 6 月 24 日
66. ○Shun Satake, Takumaru Kurihara, Takuro Suzuki, Tatsuhiko Yoshino, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, “Rhodium Catalyzed Asymmetric Carbon–Carbon Bond-Forming Reactions”, The 19th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS 19), Jeju (Korea), 2017 年 6 月 28 日
67. ○Ryo Tanaka, Hideya Ikemoto, Motomu Kanai, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, “Site- and Regioselective Monoalkenylation of Pyrroles with Alkynes via Cp\*CoIII Catalysis”, The 19th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis (OMCOS 19), Jeju (Korea), 2017 年 6 月 28 日
68. ○滝沢昂嗣、砂土居裕太、穴田仁洋、橋本俊一、松永茂樹、「カルボニルイリドの分子間 1,3-双極付加環化反応を機軸とするフロンドシン A の触媒的不斉合成」、第 29 回万有札幌シンポジウム、北海道大学 (北海道)、2017 年 7 月 1 日
69. ○Seiya Fukagawa, Masahiro Anada, Tatsuhiko Yoshino, Shigeki Matsunaga, 「Catalytic Asymmetric Ring-Opening meso-Aziridines with 2-Fluoromalonates under Heterodinuclear Rare Earth Metal Schiff Base Catalysis」、Chirality 2017、Waseda University (東京都)、2017 年 7 月 10 日
70. ○栗原拓丸、佐竹瞬、吉野達彦、松永茂樹、「キラル配位子を組み込んだ Cp\*Rh 触媒による不斉 1,4-付加反応」、第 50 回有機金属若手の会夏の学校、定山溪 (北海道)、2017 年 8 月 8 日
71. ○滝沢昂嗣、砂土居裕太、穴田仁洋、橋本俊一、松永茂樹、「カルボニルイリドの分子間 1,3-双極付加環化反応を機軸とするフロンドシン A の触媒的不斉全合成」、第 50 回有機金属若手の会夏の学校、定山溪 (北海道)、2017 年 8 月 8 日
72. ○滝沢昂嗣、砂土居裕太、穴田仁洋、橋本俊一、松永茂樹、「カルボニルイリドの分子間 1,3-双極付加環化反応を機軸とするフロンドシン A の触媒的不斉全合成」、第 59 回天然有機化合物討論会、札幌わくわくホリデーホール (北海道)、2017 年 9 月 20 日
73. ○佐竹瞬、栗原拓丸、西川圭祐、望月拓哉、波多野学、石原一彰、吉野達彦、松永茂樹、「キラル対アニオンを導入した Cp\*Rh(III)錯体による C-H 活性化を経た触媒的不斉 1,4-付加反応」、第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017、船堀タワーホール (東京都)、2017 年 10 月 17 日
74. ○文野優華、村上ななみ、鈴木雄大、吉野達彦、金井求、松永茂樹、「Cp\*Co(III)触媒によるアリルアルコールを用いた芳香族 C-H アリル化反応」、第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017、船堀タワーホール (東京都)、2017 年 10 月 17 日
75. ○栗原拓丸、佐竹瞬、吉野達彦、松永茂樹、「マイクロウェーブを用いない BINOL 由来の *o*-チオカルバメートの Newman-Kwart 転位」、第 7 回 CSJ 化学フェスタ 2017、船堀タワーホール (東京都)、2017 年 10 月 17 日
76. ○Shun Satake, Takuro Suzuki, Fumiya Tanada, Yudai Watanabe, Masahiro Anada, Shigeki Matsunaga, Shunichi Hashimoto, 「Catalyst-controlled diastereoselective Hetero-Diels–Alder reaction catalyzed by chiral dirhodium(II) carboxamidates」、2017 中国ジュニア国際有機化学シンポジウム (Junior ICCEOCA-7)、船堀タワーホール (東京都)、2017 年 10 月 31 日
77. ○佐竹瞬、栗原拓丸、西川圭祐、望月拓哉、波多野学、石原一彰、吉野達彦、松永茂樹、「キラル対アニオンを導入した Cp\*Rh(III)錯体による C-H 活性化を経た触媒的不斉 1,4-付加反応」、第 43 回 反応と合成の進歩シンポジウム、富山国際会議場 (富山県)、2017 年 11 月 6 日

(4)知財出願

- ① 国内出願 (1件)

1. アルコール類の製造方法、発明者：金井求、松永茂樹、高砂香料／枡村 聡、特願 2 0 1 4  
- 1 9 6 3 5 8、2014 年 9 月 26 日

② 海外出願 (1件)

1. Process for the preparation of alcohol analogs、Inventor: Motomu Kanai, Shigeki Matsunaga, Takasago/Masumura Satoshi, *PCT Int. Appl.* (2016) WO 2016047388 A1 20160331 (上記国内出願①の 1 の PCT 出願)

③ その他の知的財産権

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

(5)受賞・報道等

① 受賞

1. Tatsuhiko Yoshino、Best Presentation Award (The 2nd Junior International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia)、2012 年 12 月 10 日
2. 山本久美子、優秀発表賞 (第 38 回 反応と合成の進歩シンポジウム)、2012 年 11 月 10 日
3. 吉野達彦、年会優秀発表賞 (日本薬学会第 133 年会)、2013 年 3 月 30 日
4. 池本英也、年会優秀発表賞 (日本薬学会第 133 年会)、2013 年 3 月 30 日
5. Kumiko Yamamoto、Poster Award in the First Asian Conference for "MONODUKURI" Strategy by Synthetic Organic Chemistry (ACMS)、2013 年 7 月 18 日
6. Shigeki Matsunaga、Selected as Asian Rising Stars in 15th Asian Chemical Congress、2013 年 8 月 21 日
7. 池本英也、優秀発表賞 (第 3 回 CSJ 化学フェスタ)、2013 年 10 月
8. 金子敬一、優秀発表賞 (第 3 回 CSJ 化学フェスタ)、2013 年 10 月
9. 池本英也、年会優秀発表賞 (日本薬学会第 134 年会)、2014 年 3 月
10. 鈴木雄大、優秀発表賞 (第 4 回 CSJ 化学フェスタ)、2014 年 10 月
11. 三ツ沼治信、年会優秀発表賞 (日本薬学会第 135 年会)、2015 年 3 月
12. 山本久美子、優秀発表賞 (第 13 回次世代を担う有機化学シンポジウム)、2015 年 5 月 23 日
13. Shigeki Matsunaga、Asian Core Program Lectureship Award 2015 Korea、2015 年 11 月 5 日
14. Shigeki Matsunaga、Asian Core Program Lectureship Award 2015 Thailand、2015 年 11 月 5 日
15. 宮澤拓、第 4 5 回複素環討論会 Chemistry Letter 賞、2015 年 11 月 20 日
16. 松永茂樹、第 4 回リサーチフロントアワード(旧トムソン・ロイター)、2016 年 7 月 7 日
17. 吉野達彦、第 4 回リサーチフロントアワード(旧トムソン・ロイター)、2016 年 7 月 7 日
18. 鈴木拓郎、第 15 回次世代シンポ優秀発表賞、2017 年 5 月 27 日
19. 吉野達彦、日本化学会第 97 春季年会(2017)優秀講演賞(学術)2017 年 6 月 1 日
20. 松永茂樹、根岸賞、2018 年 3 月 5 日

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

2014 年 4 月 2 日 プレス発表(JST, 東京大学, 星薬科大学):

概要:「ロジウム触媒の性能を超えるコバルト触媒の開発に成功～高効率・低コスト・低環境負荷な医薬品合成～」と題して、松永 G と坂田 G の共同研究成果であるコバルト触媒の特異な反応性、ロジウム触媒では合成できない有用物質合成について、プレス発表を行った。プレス発表を受け、以下の新聞報道等で取り上げられた。

1. 日刊工業新聞、コバルト+酢酸イオン 高性能の触媒に 東大など開発、2014 年 4 月 4 日掲載

2. 日経産業新聞、炭素つなぐ反応 効率よく 東大など、触媒開発 コスト削減、2014年4月9日掲載
3. 科学新聞、ロジウム触媒の性能を凌駕 東大、星薬科大 安価なコバルト触媒開発、2014年4月18日掲載

2015年7月3日 プレス発表(JST, 北海道大学, 星薬科大学):

概要:「新たなコバルト触媒で水しか出さずに有用分子を合成 ～医薬品合成における環境負荷の低減と低コスト化に期待～」と題して、松永 G と坂田 G の共同研究成果であるコバルト触媒の特異な反応性を利用した脱水的アリル化反応についてプレス発表を行った。プレス発表を受け、以下の新聞報道等で取り上げられた。

4. 化学工業日報、北大／星薬科大 安価な Co 触媒を用いアリル基導入、2015年7月6日 (ニュースヘッドライン)
5. 日経産業新聞、医薬品合成 工程少なく 北大など コバルト触媒を開発、2015年7月9日
6. 薬事日報、北大／星薬科大 コバルト触媒で有用性分子合成-医薬品合成の低コスト化に期待、2015年7月15日 (ヘッドラインニュース)
7. 科学新聞、安価なコバルト触媒利用 有機分子を合成 水のみ排出 低環境負荷、2015年7月24日

③ その他

1. サイエンスポータル (Science Portal), 科学ニュース、合成コスト下げる画期的触媒を開発、2014年4月3日掲載

(6)成果展開事例

① 実用化に向けての展開

- ・本研究で得られたコバルト触媒に関する技術について、民間企業1社と共同研究を開始。

② 社会還元的な展開活動

- ・得られた成果(コバルト触媒を用いた原子効率に優れた化学合成)について、高校生を対象に研究紹介をおこなった(2回開催;北広島高校、帯広柏葉高校)。

本研究成果をインターネット(URL; <http://www.pharm.hokudai.ac.jp/yakuzou/index.html>)で公開し、一般に情報提供している。

## § 7. 研究期間中の活動

### (2) 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2013年12月4日	チーム内ミーティング (非公開)	東京大学	5人	研究進捗報告のためのミーティング
2014年1月7日	チーム内ミーティング (非公開)	東京大学	10人	研究進捗報告のためのミーティング
2014年12月1日	チーム内ミーティング (非公開)	東京大学	4人	新たな共同研究開始のためのミーティング
2014年1月5日	チーム内ミーティング (非公開)	東京大学	4人	研究進捗報告のためのミーティング
2015年7月17日	北広島高校：北海道大学薬学部説明会（アウトリーチ活動）	北海道北広島市北広島高校	18人	高校1年～3年生を対象とした北大薬での研究紹介および学部説明会。
2015年9月2日	チーム内ミーティング (非公開)	星薬科大学	4人	研究進捗に関する情報共有のためのミーティング
2016年9月6日	帯広柏葉高校：北海道大学薬学部研究紹介（アウトリーチ活動）	北海道帯広市帯広柏葉高校	15人	高校1～2年生および化学教諭を対象とし北大薬での研究紹介
2017年6月10日	チーム内ミーティング (非公開)	星薬科大学	3人	研究成果の最終取りまとめに関して情報共有のためのミーティング