

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02550

研究課題名(和文) 脱芳香化・再芳香化を活用した革新的有機合成法の開発と展開

研究課題名(英文) Development and Application of Novel Organic Synthesis Methods Based on Dearomatization-Rearomatization Processes

研究代表者

根本 哲宏 (Nemoto, Tetsuhiro)

千葉大学・大学院薬学研究院・教授

研究者番号：80361450

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、脱芳香化・再芳香化プロセスに着目した有機合成法についての系統的な研究を進めることで、薬学研究の推進に資する新しい有機化学技術の開発を進めてきた。特に、銀カルベン種をはじめとした金属カルベン種の新しい反応性を基盤とした様々な脱芳香化関連反応、安定分子結合の直接変換反応の開発や、遷移金属触媒やラジカル反応を用いる3,4位中員環縮環インドール、ベンゾフラン類の新しい合成法の開発、独自の手法を活用した生物活性天然物の合成研究、DFT計算を活用する開発手法の詳細な反応メカニズム解析などを行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

複雑な生物活性天然物の効率合成を可能にする革新的な合成技術の開発は、創薬の観点で社会的ニーズが高く、重要な研究課題として位置づけられる。特に、脱芳香化反応は、一般的かつ入手容易な芳香族化合物原料から、三次元的な有機分子を合成するための強力な手法の一つとされており、更なる技術革新が期待される研究領域となっている。本研究では、これらの研究推進に対して計算化学技術を組み合わせることで、様々な新規反応開発を実現してきた。これらは、有機化学研究の基礎研究推進のみならず、創薬化学の分野にも貢献する技術であり、学術面、社会的波及性の両面で意義深いものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have examined systematic research on organic synthesis methods focusing on dearomatization and rearomatization processes to develop new organic chemistry technologies that will contribute to the promotion of pharmaceutical research. In particular, we have succeeded in developing various dearomatization reactions and direct conversion reactions of stable bonds based on new reactivity of silver carbene and other metal carbene species, developing new synthetic methods for 3,4-fused tricyclic indoles and benzofurans using transition metal catalysis and radical reactions, developing synthetic methods for biologically active natural products, and analyzing detailed reaction mechanisms of developed methods using DFT calculations.

研究分野：有機合成化学

キーワード：脱芳香化 インドール カルベン 遷移金属触媒 天然物合成

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脱芳香化・再芳香化プロセス活用する有機合成法は、複雑な分子の効率合成に有用である。我々は、Pd 触媒を用いるフェノール類の *ipso*-Friedel-Crafts 型アリル位置置換反応の開発にはじめて成功し、脱芳香化反応における新たな研究領域を開拓した (OL. 2010, 12, 5020.)。それ以降、脱芳香化・再芳香化に関連した有機合成法についての系統的な研究を進めることで、独自の研究領域を確立してきた。

### 2. 研究の目的

本研究では、これまでに独自に確立してきた脱芳香化・再芳香化を活用する合成手法をさらに深化・発展させることで、現在の技術レベルでは合成が困難な有機分子の効率合成を実現し、その有用性・実践性を示すことを目的に研究を開始した。具体的には、金属カルベンの化学を基盤とした脱芳香化反応の開発と、関連する有機合成法開発への展開、3,4 位中員環縮環インドール・ベンゾフラン類の合成法開発と関連する天然物合成研究への展開、について検討を行った。

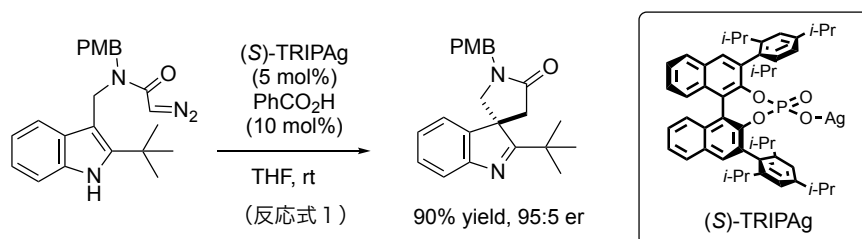
### 3. 研究の方法

金属カルベンを活用する脱芳香化反応の開発研究としては、独自に有用性を見出した銀カルベンを利用する反応を中心に検討を進めた。3,4 位中員環縮環インドール・ベンゾフラン類の合成法開発としては、これまでに開発してきた Pd 触媒、Pt 触媒を利用する反応系に関しての応用研究をはじめ、遷移金属触媒を用いる新しい反応系の開発や、ラジカル反応を利用する反応系の開発とその応用についても検討を進めた。これらの研究を効果的に推進するために、DFT 計算を中心とした計算化学的な手法を組み合わせた。

### 4. 研究成果

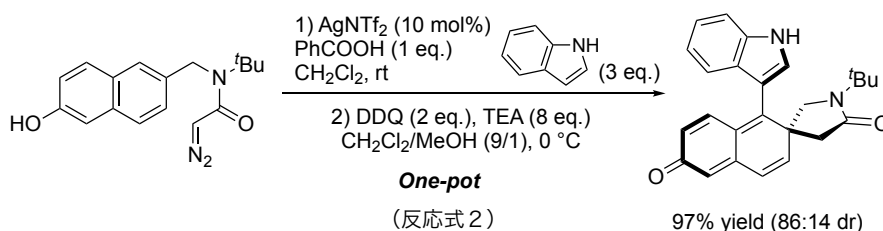
#### (1) Ag 触媒を利用したインドール類の分子内不斉脱芳香化反応

Ag カルベンの反応性を、インドール類の分子内不斉脱芳香化反応に応用した。反応式 1 に示す変換を、Rh 触媒やその他の金属触媒を用いて行った場合、副反応が進行するのに対して、Ag を触媒として用いると脱芳香化反応が選択的に進行し、目的の生成物が高収率にて得られた。さらに、キラルリン酸銀触媒が不斉反応化に対して有効であることがわかった。実験化学的、計算化学的解析の結果、(1) 反応中間体として Ag カルベン中間体は經由せず、Ag カルベノイド中間体から反応が進行していること、(2) エナンチオ選択性の発現は、Ag カルベノイドとキラルリン酸、インドール水素との水素結合ネットワークにより制御されていることが示唆された。



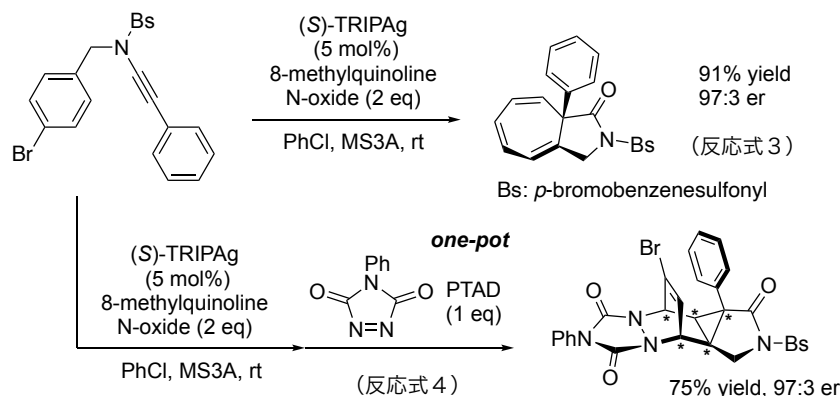
#### (2) Ag 触媒を利用したβ-ナフトール類の脱芳香化反応の開発

以下のβ-ナフトール誘導体に対し Ag カルベンを作用させ、生じた中間体を求核剤で捕捉することで脱芳香化体を得る反応設計にて検討を行った (反応式 2)。求核剤としてトリエチルシラン、インドールが適用可能であり、種々の脱芳香化体が得られた。特にインドールを求核剤とした場合は、脱芳香化反応に続く DDQ 酸化により、2 段階目の脱芳香化反応が進行し、フッ素アニオンセンサーに応用可能な分子の合成に成功した。ナフトールのフェノール性水酸基が付かない芳香環上での脱芳香化が進行する点が、本反応の特徴と言える。



#### (3) Ag 触媒を利用した分子内不斉ブフナー環拡大反応の展開

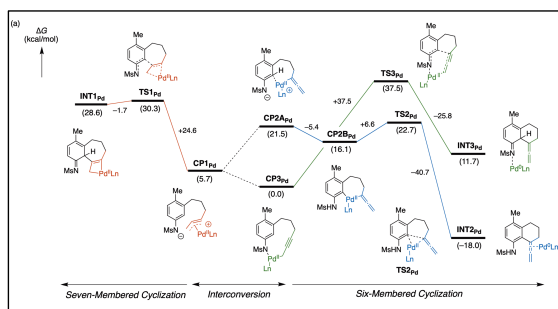
金属カルベンの発生には原料としてジアゾ化合物が汎用されるが、爆発性などの問題がある。その問題を回避する手法として、アルキンとピリジノキソド誘導体に Au 触媒を組み合わせることで Au カルベンを得る手法が知られていた。しかし、Au 触媒以外で本手法を用いることは一般的ではなかった。今回、Ag 触媒をこのタイプのカルベン発生法に応用することで、分子内不斉ブフナー環拡大反応へと展開可能であることを見出した。以下のようなイナミド誘導体を基質として、5 mol%のキラル Ag 触媒存在下、8-メチルキノリンオキソドを酸化剤とした場合に、ブフナー環拡大反応が進行し、生成物が高エナンチオ選択的に得られることがわかった (反応式 3)。さらに、反応系中に PTAD を加えると One-Pot [4+2]-環化付加反応が立体特異的に進行することも見出した。活性化されていないベンゼン環から、1 工程で 5 連続不斉中心を有する五環式システムを構築できる点が本反応の特徴である (反応式 4)。本反応性は、Ag 触媒を用いる分子内不斉シクロプロパン化反応にも展開可能であった。



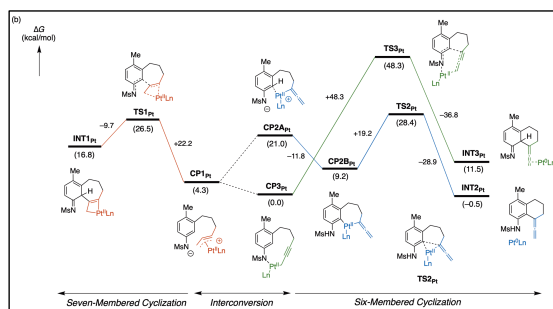
#### (4) Pt 触媒を用いる 3, 4 位中員環縮環インドール類の合成法の反応機構解析

我々はこれまでに、3, 4 位中員環縮環インドール類の合成法開発を進める中で、Pt 触媒を用いるプロパルギルカーボネートの活性化を利用した 3-アルキリデンインドリン合成を経由する反応系の開発に成功していた。しかし、プロパルギルカーボネートと同様の反応性を示すことが知られる同族元素の Pd を触媒として用いても、同様の反応は進行せず、他の化合物に収束することがわかっていった。この点に関してのメカニズム的な検証を行うために、詳細な DFT 計算を行った。検討の結果、Pd 触媒を用いた場合は、アレニル Pd 錯体からパラダサイクル中間体を経由して 6 員環型アレニル中間体を与える反応が、低い活性化エネルギーを経て進行するのに対して (図 1)、Pt 触媒を用いた場合には、 $\eta^3$ -プロパルギル Pt 錯体を経由する反応の活性化エネルギーが低下し、プラチナサイクル中間体を経由する反応よりも反応しやすくなり、結果として目的の反応が優先して進行していることがわかった (図 2)。

(図 1) Pd触媒



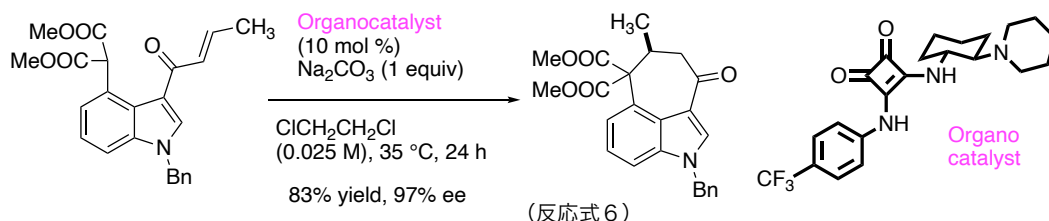
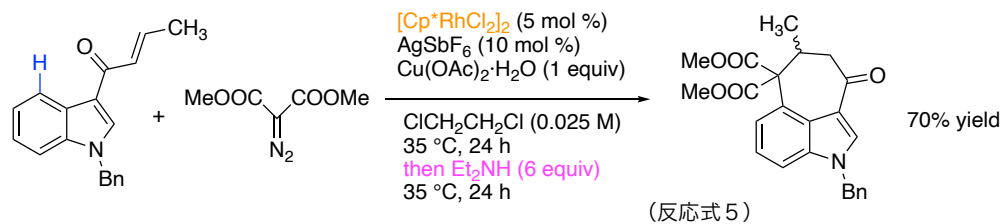
(図 2) Pt触媒



#### (5) Rh 触媒によるインドール C4 位選択的 C-H Activation を活用する、3, 4 位中員環縮環インドール類の合成法開発

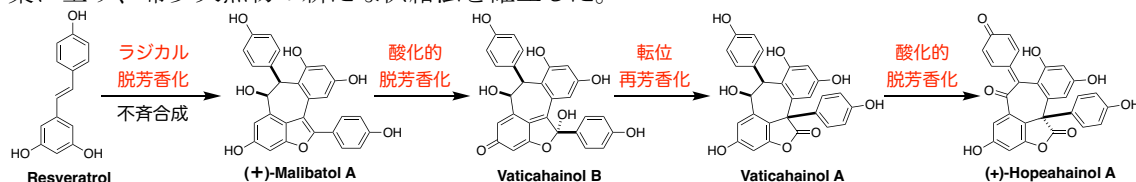
(4)にて示した Pd 触媒および Pt 触媒を用いる 3, 4 位中員環縮環インドール類の合成法は、天然物合成に応用可能な高度に官能基化された分子の合成に応用することを標的に開発したものであるが、原料合成に長い工程数がかかる点に改善の余地があった。そこで、インドールの 3 位にエノン部位を持つ基質を原料として、インドール 4 位の C-H 結合を遷移金属により活性化することでマロネートユニットを直接的に導入し、分子内共役付加反応により中員環を構築する反応系の開発を計画した。検討の結果、Rh 触媒に対して銀触媒と銅塩の存在下で反応を行うことにより C4 位水素の C-H Activation が選択的に進行し、ジアゾマロネートから発生する Rh カルベンの挿入が効率的に進行した。さらに、塩基を添加することで閉環反応を連続的に進行させることに成功した (反応式 5)。また、反応系中にスクアラミド型のキラル有機触媒を添加することにより、閉環反応を高エナンチオ選択的に進行させることにも成功した (反応式 6)。市販

の原料より 1 工程で合成可能な 3 位にエノンユニットを持つ基質より短工程で目的物を得る手法を開発した点が特徴となる。



### (6) Computation-Guided 天然物合成

レスベラトロールは多様な多量体誘導体が知られる植物由来ポリフェノール天然物である。貴重な天然物創薬資源として知られているものの、その複雑さから構造証明が困難なことが知られている。また、このような希少天然物は、天然からの供給量が微量であるため、合成法の開発が極めて重要な意味を持つ。しかし、これまでに検討されているレスベラトロールオリゴマー合成研究は、200以上知られる誘導体のごく一部となっている。そこで、構造証明が困難なレスベラトロール誘導体の合成研究を進めるにあたり、生合成経路の DFT 計算により計算化学面からその妥当性を検証し、全合成により構造確認を行う研究を行った。その結果、マリバトール A からバチカハイノール A へと続く生合成経路に提唱構造の誤りが指摘され、一部の立体が反転した構造が正解である可能性が高いとの計算結果が得られた。そこで、計算のガイダンスに従い、実際に以下に概略を示すスキームにて合成を行った結果、構造の訂正と、正しい生合成経路の提案に至り、希少天然物の新たな供給法を確立した。



上記の研究以外にも、フェノール骨格やインドール骨格を含む分子の新しい合成法開発の検討を進めたほか、ドラグマジン E をはじめとする天然物の全合成研究に関しても現在検討を進めている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Jun Ueda, Shingo Harada, Ayaka Kanda, Hiroki Nakayama, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 85
2. 論文標題 Silver-Catalyzed Chemo- and Enantioselective Intramolecular Dearomatization of Indoles to Access Sterically Congested Azaspiro Frameworks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 10934-10950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c01580	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 Mai Yanagawa, Mayu Kobayashi, Mitsuru Ikeda, Shingo Harada, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 68
2. 論文標題 Computational Study on the Synergic Effect of Bronsted Acid and Hydrogen-Bonding Catalysis for the Dearomative Reaction of Phenols with Diazo Functionality	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Pharm. Bull.	6. 最初と最後の頁 1104-1108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c20-00557	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 Shingo Harada, Mai Yanagawa and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Dual-functional Enone Directing Group/Electrophile for Sequential C-C Bond Formation with alpha-Diazomalonates: A Short Synthesis of Chiral 3,4-Fused Tricyclic Indoles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Catal.	6. 最初と最後の頁 11971-11979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.0c03940	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 Haruka Homma, Shingo Harada, Tsubasa Ito, Ayaka Kanda, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 22
2. 論文標題 Atypical Dearomative Spirocyclization of beta-Naphthols with Diazoacetamides Using Silver Catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 8132-8138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c03110	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 Tsubasa Ito, Singo Harada, Haruka Homma, Hiroki Takenaka, Shumpei Hirose, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 143
2. 論文標題 Asymmetric Intramolecular Dearomatization of Nonactivated Arenes with Ynamides for Rapid Assembly of Fused Ring System under Silver Catalysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 604-611
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c10682	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 Shingo Harada, Chigaya Sakai, Koki Tanikawa, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 75
2. 論文標題 Gold-Catalyzed Chemoselective Formal (3+2)-Annulation Reaction between beta-Naphthols and Methyl Aryldiazoacetate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 3650-3656
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2019.05.040	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 Shingo Harada, Koki Tanikawa, Haruka Homma, Tsubasa Ito, Chigaya Sakai, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 25
2. 論文標題 Silver-Catalyzed Asymmetric Insertion into Phenolic OH Bonds Using Aryl Diazoacetates and Theoretical Mechanistic Studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 12058-12062
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201902126	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 Masaya Nakajima, Yusuke Kondo, Shun-ichi Nakano, Yusuke Adachi, Dongil Choi, Robert Franzen, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 61
2. 論文標題 Radical Cascade Cyclization for Synthesizing 3,4-Fused Benzofuran Derivatives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tetrahedron Lett.	6. 最初と最後の頁 151754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2020.151754	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

1. 著者名 Takahito Kuribara, Koki Matsumoto, Sho Nagasawa, Masaya Nakajima, Yasumasa Hamada, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 76
2. 論文標題 Computational Studies of the Mechanism of Pd-Catalyzed Intramolecular Friedel-Crafts Allylic Alkylation of Phenols	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 131146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2020.131146	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 Hiroki Nakayama, Shingo Harada, Ayaka Kanda, Irene Mei-Yi Kwok, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 74
2. 論文標題 Binary Additive Effect of Benzoic Acid in ipso-Friedel-Crafts Type Dearomatization of Phenols Using Chiral Silver Phosphate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 2435, 2439
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2018.03.060	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 Takahito Kuribara, Jun Ueda, Yuito Tanaka, Masaya Nakajima, Shingo Harada, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 97
2. 論文標題 Intramolecular Heck Insertion of a Diene-Allylic Amination Cascade to Synthesize a 2-Alkenyl-3,4-Fused Indole Structure	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 1175, 1190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-18-S(T)62	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 Tetsuhiro Nemoto, Shingo Harada, and Masaya Nakajima	4. 巻 7
2. 論文標題 Synthetic Methods for 3,4-Fused Tricyclic Indoles via Indole Ring Formation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 1730, 1742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.201800336	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 Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 19
2. 論文標題 Synthesis of 3,4-Fused Tricyclic Indoles Using a 3-Alkylidene Indolines as a Precursor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Rec.	6. 最初と最後の頁 320, 332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tcr.201800043	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 Kazuki Tsuruda, Takahisa Tokumoto, Naoya Inoue, Masaya Nakajima, and Tetsuhiro Nemoto	4. 巻 22
2. 論文標題 Synthesis of 7-Membered Ring Carbocycles via a Palladium-Catalyzed Intramolecular Allylic Alkylation-Isomerization-Cope Rearrangement Cascade	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 2836, 2840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201800230	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 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 植田潤、原田慎吾、神田彩香、中山弘貴、根本哲宏
2. 発表標題 銀触媒によるインドール類の化学選択的不斉脱芳香族化反応の開発
3. 学会等名 第18回次世代を担う有機化学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 足達勇介、中島誠也、根本哲宏
2. 発表標題 Malibatol A及びVaticahainol類の全合成
3. 学会等名 第64年会日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 本間榛花、伊藤翼、神田彩香、原田慎吾、根本哲宏
2. 発表標題 銀触媒によるbeta-ナフトールの非典型的脱芳香化反応の開発
3. 学会等名 第64年会日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 足達勇介、中島誠也、根本哲宏
2. 発表標題 Vaticahainol類の全合成
3. 学会等名 第80年会有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柳川麻衣、原田慎吾、根本哲宏
2. 発表標題 配向基および求電子種としてエノンを活用する3,4-位縮環インドール骨格の迅速合成
3. 学会等名 第80年会有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tsubasa Ito, Shingo Harada, Haruka Homma, Hiroki Takenaka, Shumpei Hirose, and Tetsuhiro Nemoto
2. 発表標題 Development of diazo-free silver carbene generation and application to asymmetric dearomatization reaction of unactivated benzenoid
3. 学会等名 2021 Ajou University-Chiba University Joint Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤翼、原田慎吾、本間榛花、竹中浩貴、広瀬峻平、根本哲宏
2. 発表標題 ジアゾフリーな銀カルベン発生法の開発と活性化されていないベンゼノイドの不斉脱芳香族化反応への応用
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 Tetsuhiro Nemoto
2. 発表標題 Silver-Catalyzed Asymmetric Dearomatization
3. 学会等名 1st CRI-CGI-Chiba Symposium in Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 根本哲宏
2. 発表標題 3,4位中員環縮環インドール誘導体の合成法開発と展開
3. 学会等名 第63回日本薬学会関東支部大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuhiro Nemoto
2. 発表標題 Synthesis of 3,4-Fused Tricyclic Indoles Using Transition Metal Catalysis
3. 学会等名 ICCEOCA-14 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shingo Harada, Hiroki Nakayama, Masato Kono, Tetsuhiro Nemoto
2. 発表標題 Catalytic Asymmetric Dearomatization of Phenols Using Chiral Silver(I) Phosphate for Synthesizing Chiral Spirolactams
3. 学会等名 27th ISHC Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗原崇人、鈴木雄太、中島誠也、根本哲宏
2. 発表標題 遷移金属の特性を生かした3,4位縮環型三環性インドリン骨格構築法の開発及び反応機構の解明
3. 学会等名 第75回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 崔東一、滋賀直樹、Robert Franzen、根本哲宏
2. 発表標題 para-ピニリデンキノンメチド中間体を經由する3,4位縮環2-ヒドロキシアリールジヒドロベンゾピラン類の合成法開発
3. 学会等名 第75回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chigaya Sakai, Shingo Harada, Tetsuhiro Nemoto
2. 発表標題 Gold(I)-Catalyzed Chemoselective C-H Functionalization of 2-Naphthols
3. 学会等名 1st International Symposium of Soft Molecular Activation Research Center (SMARC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuhiro Nemoto
2. 発表標題 Transition Metal-Catalyzed Phenol Dearomatization Processes
3. 学会等名 The 13th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia (ICCEOCA-13) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 崔東一、滋賀直樹、Robert Franzen、原田慎吾、根本哲宏
2. 発表標題 para-ピニリデンキノンメチド中間体を經由する3,4位縮環2-ヒドロキシアリールジヒドロベンゾピラン類の合成法開発
3. 学会等名 日本薬学会139年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神田彩香、原田慎吾、中山弘貴、根本哲宏
2. 発表標題 銀カルベノイドを用いたインドール類の化学選択的不斉脱芳香化反応の開発
3. 学会等名 第44回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
研究協力者	原田 慎吾  (Harada Shingo)  (50722691)	千葉大学・大学院薬学研究院・講師    (12501)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	中島 誠也  (Nakajima Masaya)  (70802677)	千葉大学・大学院薬学研究院・助教    (12501)	
研究協力者	金田 篤志  (Kaneda Atsushi)  (10313024)	千葉大学・大学院医学研究院・教授    (12501)	

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