

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H05051

研究課題名(和文) 不飽和三員環の自在変換で拓く特異および複雑骨格構築法と全合成的発展

研究課題名(英文) Total synthesis of natural products with unique and complex structures based on transformation of multi-substituted cyclopropanes

研究代表者

塚野 千尋 (Tsukano, Chihiro)

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号：70524255

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,600,000円

研究成果の概要(和文)：複雑かつ特異な構造をもち、合成困難な化合物への有機化学的挑戦は新規な方法論の創出につながる重要な研究である。本研究ではこれまで未開拓となっていた特異な置換様式をもつ三員環に着目した合成戦略を開発し、複雑な構造を持つ天然物有機化合物の全合成を達成した。特に、非典型ストリゴラクトン・アベナオールや抗腫瘍活性を有するリコポジウムアルカロイド・リコネシジンBについては世界初の全合成である。また、多環性アルカロイドの合成研究を展開し、新規骨格構築戦略の開発に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、再興感染症が社会問題となっており、将来治療が困難な多剤耐核菌が増加することが予測されており、新たな作用機序をもつ薬物開発が喫緊の課題となっている。本研究により、複雑な骨格を有する天然物で、新規作用機序を有するものの試料供給を可能とするだけでなく、自然界から得ることのできない類縁体の供給を合成化学的に可能とした。これにより、活性発現に重要な構造を明らかにするとともに、これら天然物の新規薬剤としての可能性を検討するための足がかりを得た。

研究成果の概要(英文)：Synthetic studies of complex, unique, and challenging structures are important because they create new methodologies. In this study, we have developed a synthetic strategy for a multi-substituted three-membered ring including all-cis substituted cyclopropane, which has not been focused on so far. Based on these originally developed strategies, we have achieved the total synthesis of natural products with complex structures. In particular, the first total syntheses of non-canonical strigolactone, avenaol and lycopodium alkaloid lyconesidine B showing antitumor activity were accomplished. In addition, we have investigated concise synthesis of polycyclic alkaloids, and successfully developed several new synthetic strategies.

研究分野：有機合成化学、天然物全合成

キーワード：合成化学 有機化学 生理活性 全合成 天然物化学

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。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

複雑かつ特異な構造をもち、合成困難な化合物への有機化学的挑戦は新規な方法論の創出につながる重要な研究である。一方で、近年、再興感染症が社会問題となっており、将来治療が困難な多剤耐核菌が増加することが予測されており、新たな作用機序をもつ薬物開発が喫緊の課題となっている。そのため、新規作用機序を有する天然物の薬剤としての可能性が検討されており、天然物の中で未だ検討されていない複雑な骨格を有するものが注目を集めている。

このような背景のもと、研究代表者・塚野は、合成戦略が未開拓となっている特異で複雑な構造を有し、かつ、感染症に対する医薬品のリード化合物となりうる天然物として、全シス置換シクロプロパン含有天然物と複雑縮環アルカロイドに着目した。全シス置換シクロプロパンは、置換基の主鎖が全てシス配置のシクロプロパン(かご状化合物を除く、図1、以下、全シス置換シクロプロパンと略す)である。落葉性つる性植物 *Schisandra chinensis* より単離構造決定されたプレ-スキサナータニン A、黒エンバク *Avena strigosa* Schreb より単離されたアベナオール、軟体サンゴから単離・構造決定されたセスキテルペン・シャゲン類など近年単離された天然物に見られる構造である(図1)。これらの天然物の生物活性は大変興味深く、プレ-スキサナータニン A は、抗 HCV や抗 HIV 活性を有する一方で細胞毒性が非常に弱い点、シャゲン類は強い抗リシューマニア活性があり、同様の効果を示す薬剤ミルテホシンと比べて10倍活性が強くヒト細胞との選択性では70倍もの差がある点からそれぞれ医薬品リード化合物としての価値がある。また、アベナオールは発芽刺激作用があり、今後その発展が期待される植物ホルモンである。一方、複雑な骨格に組み込まれた全シス置換シクロプロパンの一般的合成法の開発は未開拓であった。特に先に挙げた天然物は、三員環上の全ての炭素に連なって連続不斉中心を有し、単離されているものの中でもチャレンジングな合成標的である。

また、複雑かつ多様な骨格を持つアルカロイドについてもその生物活性に関してより詳細な検討が必要であった。例えば、ダフニユンニン類やコムネシン類はインドリジジン環を含め五~七員環が6あるいは7つ縮環したかご状構造を有している点(図2)、多くの類縁体が存在する点が共通の特徴である。しかしながら、研究開始当初、これらの効率的な合成法は開拓されていなかった。

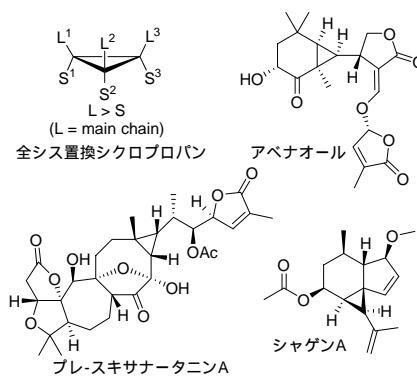


図1. 全シスシクロプロパン含有天然物

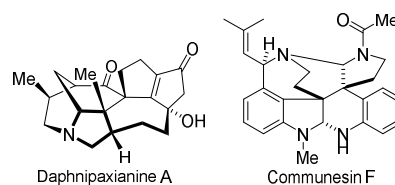


図2. 本研究で取りあげた複雑縮環アルカロイド

### 2. 研究の目的

本研究では、一般的合成法がなく、短段階合成することが困難な天然物(全シス置換シクロプロパン含有天然物や複雑縮環アルカロイド)を研究対象とし、複雑な構造を持つ天然物の柔軟な一般的合成戦略や短段階合成法の確立を目的とした。さらに、開発した合成法を、基盤として天然物の全合成を展開し、各天然物の複雑な構造の確認や試料供給も目指した。

### 3. 研究の方法

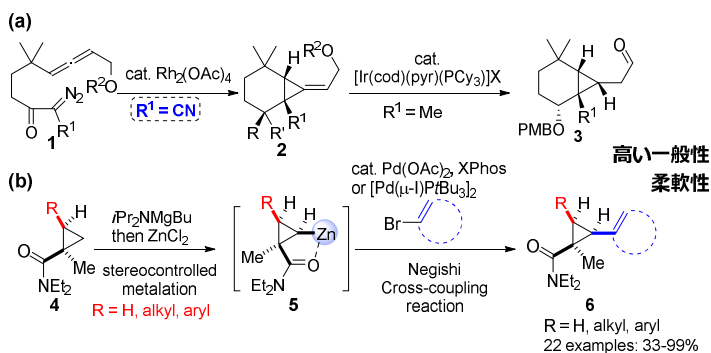
研究代表者はこれまで複雑な骨格構築に実践的に利用できる金属触媒反応の開発し、生物活性天然物の全合成を展開してきた。本研究ではこれら知見を発展させ、金属触媒による不飽和三員環や多置換三員環の自在変換を鍵として、特異な構造、あるいは、複雑な縮環構造に連続する第四級炭素を合わせ持つ骨格を構築する合成戦略を計画した。

#### 4. 研究成果 (論文については「5. 主な発表論文」を参照)

##### (1) 全シス置換シクロプロパン構築法の開発と関連骨格を有する天然物の全合成

##### (a) 全シス置換シクロプロパンの構築法開発 (*Org. Lett.* 2018, 7656; *Nat. Commun.* 2017, 674)

全シス置換シクロプロパン構築には単純な既存法は適用できない。たとえば、多数の置換基を有するシクロヘキセンのシクロプロパン化はその進行条件に限られ、反応が進行したとしてもトランス体が主生成物として得られる。本課題を解決するために、2種類の合成法を開発した (Scheme 1)。一つ目は、ジアゾエステル構造を有するアレン **1** のシクロプロパン化によりアルキリデンシクロプロパン **2** を合成し、続いて Ir 触媒により二重結合を選択的に異性化して全シス置換シクロプロパン **3** を構築する合成戦略である (a)。2つめは、シクロプロパン **4** を立体選択的に脱プロトン化し、生じたシクロプロピルアニオンを有機亜鉛錯体 **5** へと変換する。これをパラジウム触媒存在下、臭化アリアルやヨウ化ビニルと反応させることで全シス置換シクロプロパン **6** を構築するものである (b)。両手法を確立することで合成戦略に多様性を確保した。

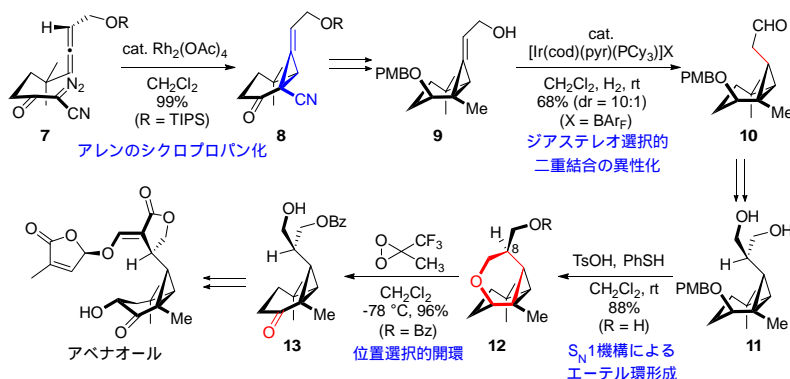


Scheme 1. 全シス置換シクロプロパン構築法: (a) アルキリデンシクロプロパンを経由する戦略 (b) 根岸反応を利用した直接構築法

##### (b) アベナールの全合成

(*Nat. Commun.* 2017, 674; *Angew. Chem. Int. Ed.* 2020, 13479; *有機化誌* 2018, 486)

アベナールの全合成では、アルキリデンシクロプロパンの Ir 触媒による二重結合の異性化を利用した戦略を採用した。具体的には、アベナールの A 環部六員環を Rh 触媒によるアレンの分子内シクロプロパン化 (7 8) で構築した (Scheme 2)。B 環部に該当する全シス置換シクロプロパン **10** は先に開発した Ir 触媒による **9** の二重結合の立体選択的異性化により合成した。さらに、シクロプロピル基の反応性を考慮したテトラヒドロピラン環の形成と位置選択的酸化により (11 12 13)、2つのヒドロキシメチル基を区別して C 環部を形成し、最後に D 環部ブテノリドを導入して世界初の全合成を達成した。本合成経路ではシクロプロパンの開環やかご状構造の形成といった望まない副反応を巧みに回避している点が特徴である。さらに D 環部ブテノリドのジアステレオ選択的導入法を検討し、光学活性なアベナールの合成法も確立した。本研究により、特異な全シス置換シクロプロパンを含むアベナールの相対立体配置、および、絶対立体配置を合成化学的に実証できた。

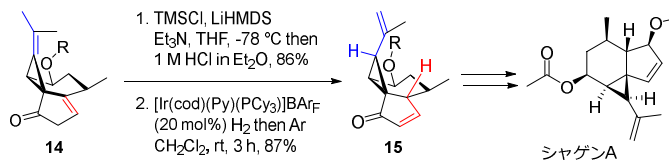


Scheme 2. アベナールの全合成

##### (c) 全シス置換シクロプロパン構造含有天然物の全合成研究

抗リーシュマニア活性を有する海産テルペン・シャゲン類の不斉全合成を世界で初めて達成し、未解明となっていたシャゲン類の絶対立体配置を確定した (Scheme 3)。アルキリデンシクロプロパンの Ir 触媒による二重結合の異性化に加え (14 15)、Ru 触媒を用いた環状ケトンの新規合成法を鍵反応とした。特に、単純なオレフィンを用いることを可能にし、上記 (a) で開発した全シス置換シクロプロパン構築法をより一般性の高い戦略とすることに成功した。現在、確立

した合成経路を活かし、天然物から誘導できない類縁体の合成へと発展している。これらの成果はシャゲン類の活性発現に必要な構造を解明する足がかりとなり、リーシュマニア



Scheme 3. シャゲン類の不斉全合成

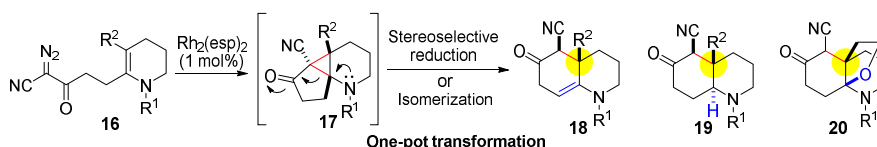
症治療薬のリード化合物の創製への発展が期待できる。(論文準備中)

以上のように、本研究により全シス置換シクロプロパンの信頼できる新規合成戦略を創出し、全合成へと発展した。本戦略を用いれば、プレスキサナータニン類などの機能性食品由来の新奇トリテルペノイドの全合成と活性発現の重要構造解明へも展開可能である。さらに立体規制のあるファーマコフォアの開発につながることも期待でき、幅広い発展性がある。

## (2) 多置換三員環の結合開裂に始まる骨格構築法の開発とリコネシジン B の全合成

### (a) オクタおよびデカヒドロキノリン骨格の新規合成法の開発 (*Org. Lett.* 2017, 4762)

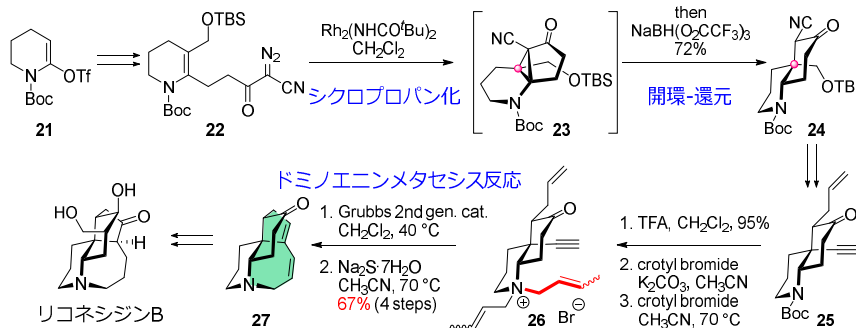
全シス置換シクロプロパンの構築法の検討過程で、多置換三員環の反応性に着想をえて、オクタおよびデカヒドロキノリン骨格の新規合成法を開発した (Scheme 4)。テトラヒドロピリジン 16 の分子内シクロプロパン化と続くシクロプロパン 17 の開裂 - 還元、または、開裂 脱プロトン化によって、核間位に第四級炭素を有する含窒素二環性骨格を構築する。本法で合成したヒドロキノリン誘導体 18-20 は、シクロヘキサン、または、シクロヘキセン環上にケトンやニトリルを有しており、これら官能基を更なる誘導化や置換基導入の足掛かりとして利用できる点で有用な合成中間体である。



Scheme 4. 多置換シクロプロパンの開裂を利用したオクタおよびデカヒドロキノリンの骨格構築法

### (b) リコポジウムアルカロイド・リコネシジン B の全合成 (*Org. Lett.* 2020, 676)

上記の合成戦略と、ドミノエニンメタセシス反応による四環性骨格の構築を経由してリコポジウムアルカロイド・リコネシジン B の全合成を達成した。酸素官能基化されたアミン型の fawcettimine 型リコポジウムアルカロイドの全合成は、本報告が初であり、独自に開発したオクタヒドロキノリン合成法は効率的に適用された (Scheme 5, 22 23 24)。ドミノエニンメタセシス反応による四環性骨格 27 の構築では、第四級アンモニウム塩 26 を経路することで、Grubbs 触媒の失活を抑え、かつ反応点を接近させる合成戦略を提示した。さらに、確立した合成経路を利用し、酸素官能基の異なる、いくつかの類縁体を合成し、それらについて抗腫瘍活性を評価した。その結果、活性発現には 7 位ケトンが重要であることを明らかにした。



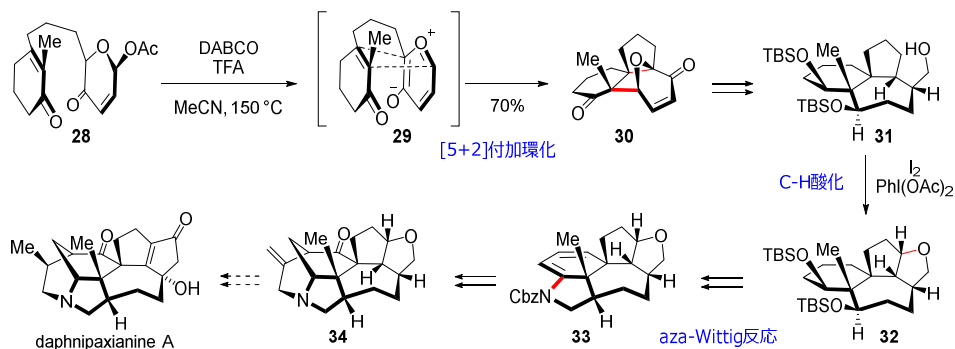
Scheme 5. リコネシジンBの全合成

## (3) 多環性骨格を有するアルカロイドの全合成研究

### (a) ダフニユンニン類の全合成研究 (*Chem. Eur. J.* 2019, 8701; *Synlett* 2019, 2253)

ダフニユンニン類の全合成における課題は、極めて複雑な縮環構造と効率的な二連続第四級

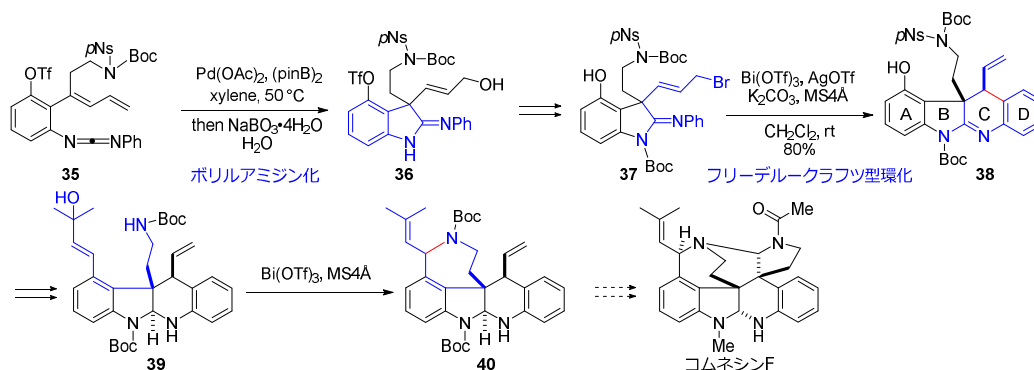
炭素の構築である。本研究では[5+2]環化反応を鍵とし、二連続第四級炭素を含む六環性化合物の合成に成功した(Scheme 6)。具体的には、化合物 **28** をトリフルオロ酢酸 (TFA) 存在下 1,4-ジアザピシクロ[2.2.2]オクタン (DABCO) で処理することで、オキシドピリリウムイオン **29** を経由し、二連続第四級炭素を有する三環性化合物 **30** を 70% 収率で得た。本報告は、[5+2]環化反応を用いた初めての、二連続第四級炭素を構築した例である。続いて、ラジカル的な C-H 酸化を経てエーテル環を形成し(**31** - **32**)、アザ Wittig 反応により、効率的にジエンとピロリジン環を有する化合物 **33** とした。最後にピペリジン環部を構築することで、六環性化合物 **34** の合成に成功した。また、本合成における重要合成中間体をより効率的に供給する経路を検討した。具体的には Diels-Alder 反応を鍵とした経路を開拓し、二連続第四級炭素を含む三環性骨格を短工程で合成し、[3+2]付加環化反応でスピロ縮環部を構築できることを示した。



#### (b) その他の複雑な骨格を有するアルカロイドの全合成研究

( *Org. Biomol. Chem.* **2019**, 1731; *J. Antibio.* **2019**, 407; *Heterocycles*, **2018**, 621 )

コムネシン類は糸状菌 *Penicillium* sp. から単離された多環性アルカロイドで、構造上の特徴として *N,N*-アミナル構造、連続した第四級炭素、および七環性構造を共通骨格としていることが挙げられる。生物活性としてはコムネシン A, B は P388 リンパ性白血病細胞に対して細胞毒性 (ED<sub>50</sub> はそれぞれ 3.5, 0.45 μg/mL) を示し、コムネシン D, E, F は蚕の幼虫に対して殺虫活性 (LD<sub>50</sub> はそれぞれ 300, 80, 80 μg/g) を示すことが報告されている。しかし、本アルカロイド群は天然からの供給量が非常に少なく、未だ生物活性発現機構が明らかとなっていない。本天然物の複雑な骨格の効率的合成法の開発は挑戦的な課題であり、本化合物のアミナル構造の構築を目指して、Pd 触媒によるポリルアミジン化反応を開発した (Scheme 7, **35** - **36**)。本法はいくつかのイミノインドリン合成に適用可能であり、その適用範囲が広いことを明らかにした。さらに、分子内 Friedel-Crafts 型反応によってコムネシン類の ABCD 環部となる四環性骨格の構築に成功した (**37** - **38**)。また、アミジンの還元、Bi(OTf)<sub>3</sub> による七員環構築を含む数工程でコムネシン F の重要中間体となる五環性骨格を構築することに成功した (**39** - **40**)。七員環構築の合成法を応用してオーランチオクラビンの短段階合成にも成功した。





## 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 1件）

1. 著者名 Kurose Tomohiro, Tsukano Chihiro, Nanjo Takeshi, Takemoto Yoshiji	4. 巻 23
2. 論文標題 Total Synthesis of Lyconesidine B, a Lycopodium Alkaloid with an Oxygenated, Amine-Type Fawcettimine Core	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 676 ~ 681
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c03816	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 Yasui Motohiro, Yamada Ayano, Tsukano Chihiro, Hamza Andrea, Papai Imre, Takemoto Yoshiji	4. 巻 59
2. 論文標題 Enantioselective Acetalization by Dynamic Kinetic Resolution for the Synthesis of Alkoxybutenolides by Thiourea/Quaternary Ammonium Salt Catalysts: Application to Strigolactones	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 13479 ~ 13483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202002129	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 Nakamura Hugh, Kawakami Manami, Tsukano Chihiro, Takemoto Yoshiji	4. 巻 30
2. 論文標題 Construction of the ACDE Ring System of Calyciphylline A-type Alkaloids via Intramolecular Diels-Alder Reaction of a Tetrasubstituted Olefin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 2253 ~ 2257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0039-1690267	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 Nakamura Hugh, Tsukano Chihiro, Yoshida Takuma, Yasui Motohiro, Yokouchi Shinsuke, Kobayashi Yusuke, Igarashi Masayuki, Takemoto Yoshiji	4. 巻 141
2. 論文標題 Total Synthesis of Caprazamycin A: Practical and Scalable Synthesis of syn- -Hydroxyamino Acids and Introduction of a Fatty Acid Side Chain to 1,4-Diazepanone	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 8527 ~ 8540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.9b02220	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 Nakamura Hugh、Kawakami Manami、Tsukano Chihiro、Takemoto Yoshiji	4. 巻 25
2. 論文標題 Concise Construction of the ACDE Ring System of Calyciphylline-A Type Alkaloids by a [5+2] Cycloaddition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 8701 ~ 8704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201901690	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 Nakajima Motoyuki、Tsukano Chihiro、Yasui Motohiro、Takemoto Yoshiji	4. 巻 72
2. 論文標題 Synthesis of the ABCDG ring skeleton of communesin F based on carboborylation of 1,3-diene and Bi(OTf) <sub>3</sub> -catalyzed cyclizations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Antibiotics	6. 最初と最後の頁 407 ~ 419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41429-019-0142-7	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 Yasui Motohiro、Ota Rina、Tsukano Chihiro、Takemoto Yoshiji	4. 巻 20
2. 論文標題 Synthesis of cis-/All-cis-Substituted Cyclopropanes through Stereocontrolled Metalation and Pd-Catalyzed Negishi Coupling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 7656 ~ 7660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.8b03390	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 Tsukano Chihiro、Nakajima Motoyuki、Hande Sudhir M.、Takemoto Yoshiji	4. 巻 17
2. 論文標題 Palladium-catalyzed intramolecular carboborylation of 1,3-diene and synthesis of ABCD ring of communesins	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 1731 ~ 1735
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8OB02224K	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 Tsukano Chihiro, Takemoto Yoshiji, Ikota Hideo	4. 巻 97
2. 論文標題 Concise Synthesis of (±)-Aurantioclavine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 HETEROCYCLES	6. 最初と最後の頁 621 ~ 631
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)49	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 Zhao Le, Kwon Eunsang, Takemoto Yoshiji, Hirama Masahiro, Tsukano Chihiro	4. 巻 77
2. 論文標題 Total Syntheses of Dimmeric Lycopodium Alkaloid, Complnadines A and B	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan (有機合成化学協会誌)	6. 最初と最後の頁 135 ~ 144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.77.135	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 Tsukano Chihiro	4. 巻 76
2. 論文標題 Total Synthesis of Avenaol, non-Canonical Strigolactone	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan (有機合成化学協会誌)	6. 最初と最後の頁 486 ~ 489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.76.486	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 Yasui Motohiro, Ota Rina, Tsukano Chihiro, Takemoto Yoshiji	4. 巻 8
2. 論文標題 Total synthesis of avenaol	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-00792-1	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 Tsukano Chihiro, Suetsugu Satoshi, Muto Nobusuke, Takemoto Yoshiji	4. 巻 65
2. 論文標題 Synthesis of Tetrahydrobiphenylene via Pd(0)-Catalyzed C(sp <sup>2</sup> )-H Functionalization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemical and Pharmaceutical Bulletin	6. 最初と最後の頁 1167 ~ 1174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c17-00737	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 Kurose Tomohiro, Tsukano Chihiro, Takemoto Yoshiji	4. 巻 19
2. 論文標題 Synthesis of Octahydro- and Decahydroquinolines by a One-Pot Cascade Reaction of Tetrasubstituted Enecarbamate	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4762 ~ 4765
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.7b02122	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25件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 三次元構造を持つトリコポジウムアルカロイドの全合成：活性発現の構造要因の解明を目指して
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会 (仙台・オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 挑戦しがいのある標的天然物：カブラザマシンの全合成
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会 (仙台・オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八木田 凌太郎, 塚野 千尋, 入江 一浩
2. 発表標題 Pre-schisanartanin Aの不斉全合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会 (仙台・オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒岩 秀崇, 塚野 千尋, 入江 一浩
2. 発表標題 抗HIV活性トリテルペノイド ランシラクトン Cの不斉全合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会 (仙台・オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒瀬 朋浩, 南條 毅, 塚野 千尋, 竹本 佳司
2. 発表標題 ドミノ環化反応を基盤としたlyconesidine Bの全合成
3. 学会等名 第18回 次世代を担う有機化学シンポジウム (京都・オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八木田 凌太郎, 西林 和也, MOHAMMED Tagwa, 平家 崇吉, 竹本 佳司, 入江 一浩, 塚野 千尋
2. 発表標題 Shagene A, およびBの不斉全合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会 (2020年3月25-28日開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomohiro Kurose, Takeshi Nanjo, Chihiro Tsukano, Yoshiji Takemoto
2. 発表標題 Synthetic Studies of Lyconesidines Based on Domino Ring-Transformation Strategy
3. 学会等名 The 27th International Society of Heterocyclic Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 複雑かつ不安定構造を有する生物活性天然物の全合成
3. 学会等名 日本化学会 ディビジョン&化研共催若手講演会2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 合成化学を基盤とした非典型ストリゴラクトン・アベナオール構造確認と構造活性相関研究
3. 学会等名 新学術領域研究「化学コミュニケーションのフロンティア」第4回若手シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 抗リーシュマニア活性を有するセスキテルペンShagene類の不斉全合成研究
3. 学会等名 新学術領域研究「反応集積化が導く中分子戦略:高次生物機能分子の創製」第7回若手シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano, Takayoshi Heike, Kazuya Nishibayashi, Tagwa A. Mohammed, Yoshiji Takemoto
2. 発表標題 Synthesis of (±)-Shagene B
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-14) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 全シス置換シクロプロパン含有天然物の全合成
3. 学会等名 第3回有機若手ワークショップ (京都大学理学研究科) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano
2. 発表標題 Total Synthesis of Avenaol, A Non-Canonical Strigolactone
3. 学会等名 The Third A3 Roundtable Meeting on Chemical Probe Research Hub (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano
2. 発表標題 Total Synthesis of Avenaol: New Strategy for Synthesis of All-cis-substituted Cyclopropane Natural Products
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Langkawi (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 Total Synthesis of Cyclopropane-Containing Natural Products with Unique Substitution Patterns
3. 学会等名 日中韓フォーサイト事業アジア化学プローブ拠点第2回 A3若手研究者ミーティング (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 特異な骨格を持つ生物活性天然物の全合成
3. 学会等名 創薬基盤化学研究若手セミナー第16回特別講演会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス、滋賀県草津市) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒瀬 朋浩、塚野 千尋、竹本 佳司
2. 発表標題 新規one-potカスケード反応によるtrans-デカヒドロキノリン骨格の一挙構築法の開発
3. 学会等名 第47回複素環化学討論会 (高知県立県民文化ホール、高知県高知市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安井 基博、太田 里奈、塚野 千尋、竹本 佳司
2. 発表標題 非典型ストリゴラクトン Avenaolの全合成
3. 学会等名 第59回天然有機化合物討論会 (わくわくホリデーホール、北海道札幌市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 塚野 千尋、太田 里奈、安井 基博、竹本 佳司
2. 発表標題 アミド 位メタル化を利用した全シス置換シクロプロパンの合成法の開発
3. 学会等名 第67回日本薬学会近畿支部総会・大会 (兵庫医療大学、兵庫県神戸市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 斐有、川上 愛美、塚野 千尋、竹本 佳司
2. 発表標題 Daphniyunnine類の全合成研究
3. 学会等名 第67回日本薬学会近畿支部総会・大会 (兵庫医療大学、兵庫県神戸市)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Motohiro Yasui, Rina Ota, Chihiro Tsukano, and Yoshiji Takemoto
2. 発表標題 First Total Synthesis of Avenaol: A New Strategy for Synthesis of All-cis-Substituted Cyclopropane Natural products
3. 学会等名 The 26th ISHC Congress (University of Regensburg, Regensburg, Germany) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano, Le Zhao, Eunsang Kwon, Masahiro Hiram, Yoshiji Takemoto
2. 発表標題 Competent route to Unsymmetric Dimer Architectures: Total Synthesis of (-)-Lycodine and (-)-Complanadines A and B
3. 学会等名 The 26th ISHC Congress (University of Regensburg, Regensburg, Germany) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 特異な骨格を持つ生物活性天然物の全合成
3. 学会等名 第53回C-Bioセミナー（宇都宮大学峰キャンパス、栃木県宇都宮市）（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano, Hugh Nakamura, Takuma Yoshida and Yoshiji Takemoto
2. 発表標題 Total Synthesis of Caprazamycin A and CPZEN-45
3. 学会等名 International Symposium On Pure & Applied Chemistry (ISPCA) 2017 (Hotel Continental Saigon, Ho Chi Minh City, Vietnam) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 塚野 千尋
2. 発表標題 特異な縮環系を有する天然物の全合成
3. 学会等名 第5回慶應有機化学若手シンポジウム（慶應義塾大学矢上キャンパス、神奈川県横浜市）（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>京都大学 教育研究活動データベース  <a href="http://kyouindb.iimc.kyoto-u.ac.jp/j/rk9xV">http://kyouindb.iimc.kyoto-u.ac.jp/j/rk9xV</a></p> <p>ORCID ID  <a href="https://orcid.org/0000-0002-9361-0857">https://orcid.org/0000-0002-9361-0857</a></p> <p>researchmap URL  <a href="https://researchmap.jp/tsukano_chihiro">https://researchmap.jp/tsukano_chihiro</a></p>
--



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