

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K05488

研究課題名(和文) 酸化的フェノールカップリング反応を基盤としたハ斯巴ナン系アルカロイド類の合成研究

研究課題名(英文) Synthetic Study of Hasubanan-type Alkaloids based on Oxidative Phenolic Coupling Reaction

研究代表者

小田木 陽 (Odagi, Minami)

東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：30772157

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、「脱芳香族化」と「分子内アザ-マイケル反応」を基盤とした Hasubananアルカロイド類の合成研究を行った。本合成では、酸化的フェノールカップリング反応によるC13位第四級炭素の立体選択的な構築、ならびに位置選択的な分子内アザ-マイケル反応によるD環部の多様化を実現することができた。これにより、(-)-Metaphanine、(+)-StephadiamineおよびCepharatine類の全合成を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、酸化的フェノールカップリング反応および位置選択的な分子内アザ-マイケル反応を基盤としたハ斯巴ナンアルカロイド類の網羅的全合成法の確立に成功した。ハ斯巴ナンアルカロイド類は、オピオイド受容体に対して結合能を有する類縁体が存在することから、本研究結果は、抗うつ剤の創薬リード化合物の創出に寄与するものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have developed the synthetic methodology of fused polycyclic alkaloids through the dearomative oxidative cyclization of phenols followed by regioselective intramolecular aza-Michael reactions of dienones. This method efficiently produces a series of hasubanan alkaloids. We have synthesized three hasubanan alkaloids: (-)-Metaphanine, (+)-Stephadiamine, and cepharatines. The synthesis of (-)-Metaphanine was achieved through an efficient construction of the hasubanan skeleton by utilizing the regioselective aza-Michael reaction at C14. (+)-Stephadiamine was synthesized using an aza-benzylic acid-type rearrangement reaction to contract the C ring. Additionally, cepharatines were successfully synthesized through the reorganization of the D ring, involving a cascade of reactions featuring a retro aza-Michael reaction and subsequent aminal formation.

研究分野：天然物合成化学

キーワード：全合成 アルカロイド 脱芳香族化 アザーマイケル反応 ハ斯巴ナンアルカロイド

1. 研究開始当初の背景

ハスバナンアルカロイドは、主にハスノカズラ属の植物より単離されるアルカロイドの一群である。当該化合物群は共通して、ピロリジン環を含む四環性骨格 (ハスバナン骨格 1、ABCD 環) を有する (Figure 1a)。また、骨格上の酸化段階及び置換位置の異なる数多くの類縁体が知られており、その構造的特徴から二種類に大別

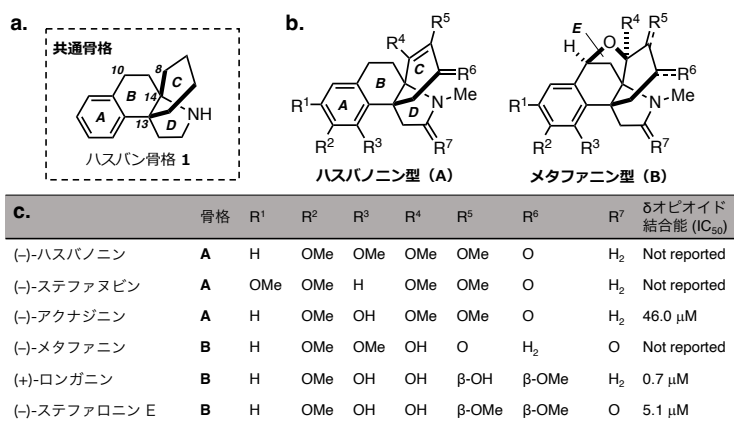


Figure 1. 代表的なハスバナン系アルカロイドとその構造的分類

できる。すなわち、B 環が酸化されていないハスバノン型 (A) と、ハスバン骨格に加え E 環を有するメタファニン型 (B) である (Figure 1b)。当該化合物群の一部の類縁体は、オピオイド受容体に対する結合親和性を示すことが報告されており、うつ病治療薬のリード化合物として期待されている。(Figure 1c)。しかしながら、当該化合物群は天然から極微量しか単離されず、合成化学的手法による量的供給が求められている。また、オピオイド受容体に対する結合親和性が評価されていない類縁体も数多く存在するため、当該化合物群を網羅的に合成可能な手法の開発は、新規うつ病治療薬シードの創出に貢献可能だと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、新規うつ病治療薬シードの創出を目指し、超原子価ヨウ素を用いたジアリールエタン誘導体の酸化的フェノールカップリング及び位置選択的な分子内アザ—マイケル反応を基盤としたハスバナンアルカロイドの網羅的合成法の確立を目的とする。

3. 研究の方法

ハスバナンアルカロイド類を網羅的に合成する上で、高度に縮環した四環性構造内に存在数する C13 位全炭素第四級炭素を如何に効率的に構築するかが重要となる。本研究では、ジアリールエタン誘導体に対する C10 位の立体化学を足がかりとしたジアステレオ選択的な酸化的フェノールカップリングにより、当該立体化学の構築を目指した。また、酸化的フェノールカップリングの基質となるジアリールエタン誘導体に D 環部の足がかりとなるアミン側鎖を予め導入しておくことで、続く位置選択的なアザ—マイケル反応が連続的に進行することが出来、鎖状化合物から複雑に縮環したハスバン骨格 (ABCD 環) を 2 工程で合成可能であると考えた。実際に我々は、Figure 2 に示した戦略を活用することで、Hasubanan アルカロイドの多様な C,D 環部を網羅的に構築できると考え、(+)-Metaphanine、(+)-Stephadiamine、および Cepharatine 類の合成について検討を行った。

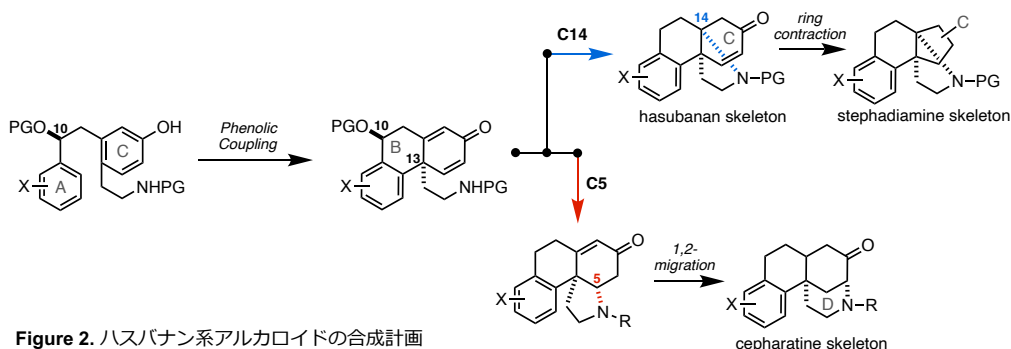
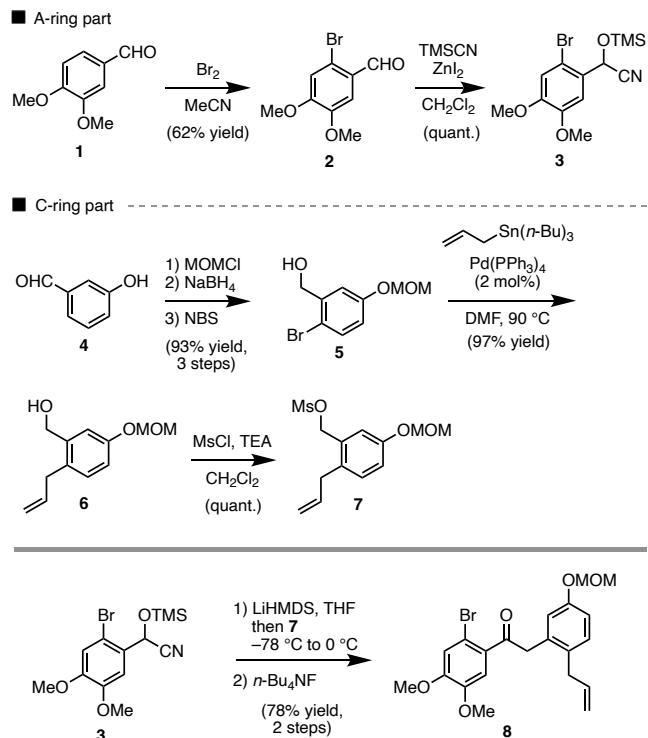


Figure 2. ハスバナン系アルカロイドの合成計画

4. 研究成果

はじめに、C10位の立体化学の構築について検討するため、ケトン**8**の合成から着手した (Scheme 1)。まず、市販の芳香族アルデヒド**1**に臭素を作用させ、**2**を得た。この際に導入した臭素原子は、後のフェノールカップリング反応の位置選択性の制御のために導入した。ヨウ化亜鉛とトリメチルシリルシアニドを作用させることで、A環部前駆体となるTMSシアノヒドリン**3**を収率62% (2工程)で得た。C環部前駆体については、原料の芳香族アルデヒド**4**のフェノール性水酸基をMOM基で保護した後、アルデヒドを水素化ホウ素ナトリウムにより還元することでアルコールとし、*N*-ブロモスクシイミドを作用させることで、**5**を収率93% (3工程)で合成した。ついで、Stille反応によりアリル基を導入し**6**を合成



Scheme 1. ケトン**8**の合成

した後、メタンスルホニルクロライドを作用させることで、C環部前駆体となるメシル**7**を得た。続いて、合成したA環部前駆体**3**およびC環部前駆体**7**を連結させ、ケトン**8**を合成した。すなわち、A環部前駆体**3**をリチウムヘキサメチルジシラジドを用いて脱プロトン化した後、C環部前駆体**7**を作用させることで、それぞれを連結させた後、テトラブチルアンモニウムフルオリドを作用させることでTMSシアノヒドリン部位をケトンとし、**8**を合成した。

得られたケトン**8**を用いてカルボニル基の立体選択的な還元によるC10位の立体化学の構築について検討した。種々反応条件について検討したが、そのエナンチオ選択性は中程度に留まった。そこで次に、キラルイソチオウレア触媒を用いたアルコール*rac*-**10**の速度論的光学分割について検討を行った (Table 1)。10 mol%の(*S*)-BTM (**12**)存在下、アシル化剤としてイソ酪酸無水物を作用させると、望む光学分割反応が進行し、光学活性な**10**が収率41%、60% eeで得られた (entry 1)。そこで、Smithらによって報告されたより高活性な(2*S*,3*R*)-HyperBTM (**13**)について検討を行った。その結果、**10**が収率34%、96% eeで得られることを見出した (entry 2)。さらに、反応温度を-60°Cまで低下させることで、収率を損なうことなく**10**のエナンチオ選択性を99% eeまで向上させることに成功した (entry 3)。これによりHasubanan骨格C10位の立体化学を構築することができた。そこで続いて酸化的フェノールカップリング反応とアザーマイケル反応によるHasubanan骨格の構築について検討した。なお、光学分割により生じるエステル**11**は、エステル部位の加水分解と続くDess-Martin Periodinaneを用いた酸化反応により、ほぼ定量的に**8**へ変換可能であった。

得られた光学活性な**10**から5工程の変換を経て得られたフェノール**14**を用いて、酸化的フェノールカップリング反応について検討を行った (Scheme 2)。種々反応条件について検討を行った結果、**14**をヘキサフルオロ-2-プロパノール (HFIP)中、添加剤としてメタノール存

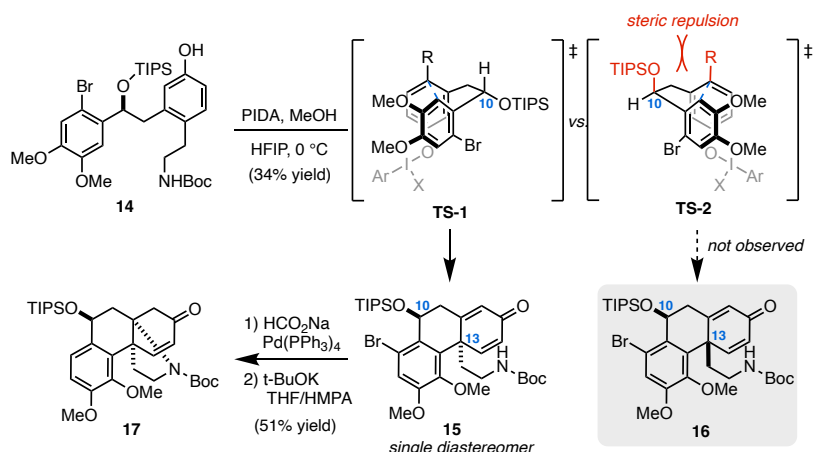
Table 1. アルコール*rac*-**10**の速度論的光学分割

Entry	conditions	10		11	
		yield [%]	ee [%]	yield [%]	ee [%]
1	<i>rac</i> - 10 , 12 (10 mol%), (COi-Pr) ₂ O (0.6 equiv), <i>i</i> -Pr ₂ NET (0.6 equiv), toluene, 0 °C, 24 h	41	60	49	57
2	<i>rac</i> - 10 , 13 (10 mol%), (COi-Pr) ₂ O (0.6 equiv), <i>i</i> -Pr ₂ NET (0.6 equiv), toluene, 0 °C, 2 h	34	96	56	40
3	<i>rac</i> - 10 , 13 (10 mol%), (COi-Pr) ₂ O (0.6 equiv), <i>i</i> -Pr ₂ NET (0.6 equiv), toluene, -60 °C, 8 h	39	99	51	74

catalyst

(*S*)-BTM (**12**) (2*S*,3*R*)-HyperBTM (**13**)

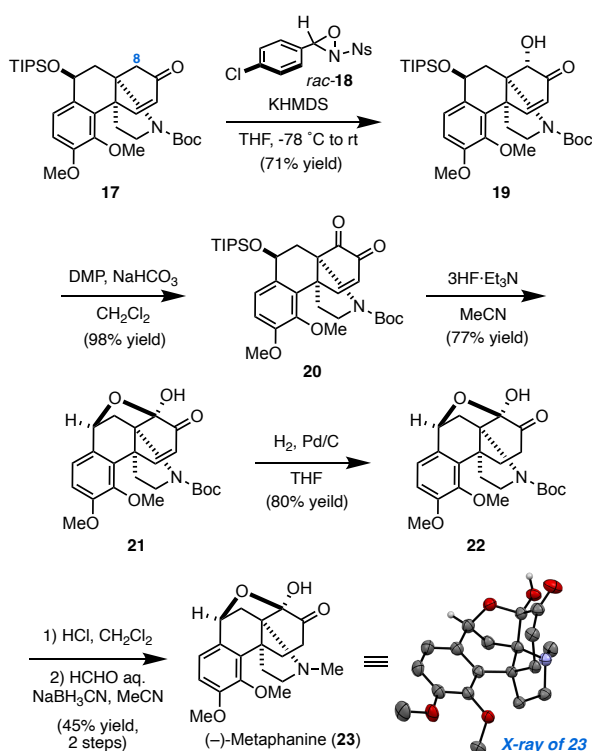
在下、0 °Cにてジアセトキシヨードベンゼン (PIDA) 作用させたと
ころ、オルト位で環化反応が進行したジエノン **15** が単一のジアステレオマーとして収率 34% で得られた。このジアステレオ選択性は、次のように考察している。すなわち、本反応では、C10 置換基の立体配座に関して、2 つの遷移状態



Scheme 2. 酸化的フェノールカップリング反応の検討

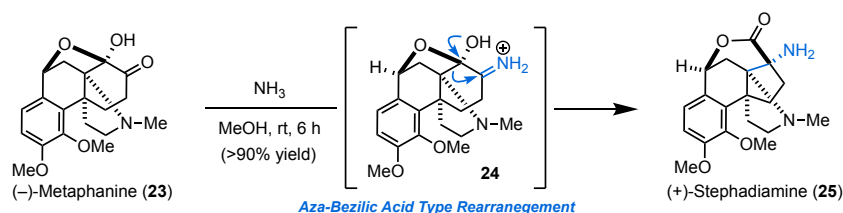
TS-1 および **TS-2** が考えられる。本反応は、立体障害の少ない遷移状態 **TS-1** から優先的に進行し、C13 位に望む立体化学を持つ **15** が得られたと考えている。ついで、得られた **15** の臭素原子をギ酸還元により除去した後、カリウム *tert*-ブトキシドを作用させることでハスバナン骨格を有するエノン **16** を合成した。

四環性のハスバナン骨格 **17** が得られたので、続いて、(-)-Metaphanine の全合成について検討した (Scheme 3)。まず C8 位の酸化について検討したところ、電子不足オキサジリジン *rac*-**18** を用いることで、酸化反応が円滑に進行し、 α -ヒドロキシケトン **19** を収率 71% で単一のジアステレオマーとして得た。ついで、DMP 酸化により α -ジケトン **20** を合成した後、TIPS 基の除去とオレフィンの還元を行うことで、分子内ヘミケタール **21** を得た。最後に、**22** の窒素原子を脱保護した後、還元的アミノ化条件により、生じた窒素原子へメチル基を導入することで、(-)-Metaphanine (**23**) の初の不斉全合成を達成した。



Scheme 3. Metaphanineの全合成

我々は、Figure 2 に示した戦略に則り、Hasubanan 骨格の C 環部の環縮小反応により、(+)-Stephadiamine の全合成を目指した。一方で、当該変換においては、C 環部を縮小させるだけでなく、 α -第三級アミンの導入とラクトン環の構築を行う必要がある。種々反応条件を検討した結果、(-)-Metaphanine (**23**) に対し、メタノール中、室温にてアンモニアを作用させるだけで、イミン **24** を経由したアザ-ベンジル酸転位反応が進行し、(+)-Stephadiamine (**25**) がほぼ定量的に得られることを見出し、**25** の初の不斉全合成を達成した (Scheme 4)。



Scheme 4. Stephadiamineの全合成

Cepharatine 類は、A 環上の置換様式の違いにより、A,C 型 (26, 28) と B,D 型 (27, 29) に大別できる (Figure 3)。Cepharatine 類の両置換体を合成するためには、酸化的フェノールカップリング反応において、環化反応をオルト位だけでなくパラ位でも進行させる必要がある。種々反応条件および基質について検討したところ、A 環部のメチル基を一つ除いた **30** を用いることで、A,C 型に対応するジエノン **31** と B,D 型に対応するジエノン **32** が 1:1 の比で、収率 43% で得られることを見出した (Scheme 5)。この際、パラ位で環化反応が進行した **31** の C13 位の立体化学は、**32** と逆の絶対立体配置であることを NMR 実験により確認している。

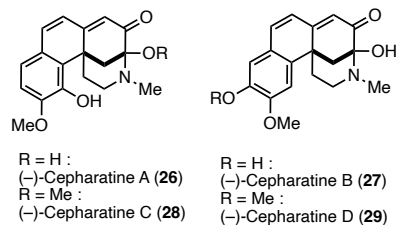
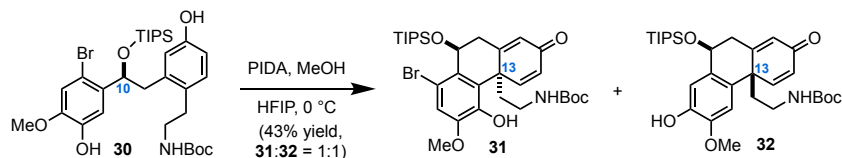
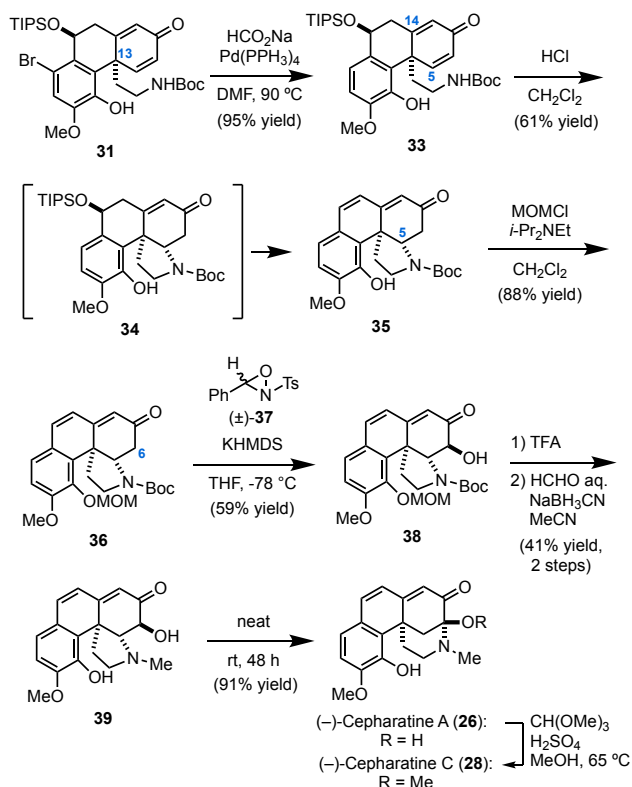


Figure 3. Cepharatine類の構造



Scheme 5. フェノール**30**を用いた酸化的フェノールカップリング反応

合成した **31** を用いて、位置選択的な分子内アザマイケル反応による(-)-Cepharatine A (26)および(-)-Cepharatine C (28)の全合成について検討した (Scheme 6)。まず、触媒として Pd(PPh₃)₄ 存在下、ギ酸ナトリウムを用いて **31** の還元的脱臭素化を行い、得られたジエノン **33** を用いて分子内アザマイケル反応を検討した。先行研究の知見から、酸性条件下において C5 位への分子内アザマイケル反応が優先することが明らかになっている。そこで種々酸について検討したところ、**33** に対して塩酸を作用させることで、C5 位への分子内アザマイケル反応が進行することで **34** が生成し、ついで C10 位水酸基が脱離し、共役ジエノン **35** が収率 61% で得られることを見出した。続いて、フェノール性水酸基をメトキシメチル (MOM) エーテルとして保護した後、得られた MOM エーテル **36** を用いて、C6 位の水酸化反応を行った。その結果、オキサジリジン *rac*-**37** が有効であり、対応するα-ヒドロキシケトン **38** が収率 59% で得られた。**38** の Boc 基と MOM 基をトリフルオロ酢酸で除去した後、生じたアミンを水素化シアノホウ素ナトリウム存在下、ホルムアルデヒドを作用させることでメチル化し、**38** から収率 41% で **39** を得た。続いて、**39** からレトロアザマイケル反応とヘミアミナル形成を含むカスケード反応を経て、(-)-Cepharatine A (26)の合成を検討した (図 3)。しかしながら、酸や塩基による様々な反応条件について検討したが、目的の **26** は得られず、ほとんどの場合 **39** の分解が観察されるのみであった。この際、保存しておいた **39** の TLC サンプルを注意深く観察していると、新たなスポットが増えているのに気が付いた。そこで、**39** をニートで室温にて 2 日間静置したところ、望むカスケード反応が自発的に進行し、**26** が収率 91% で得られることを見出した。最後に、Reisman らの報告を参考に、**26** に対して、硫酸およびオルトギ酸トリメチルを作用させることで、(-)-Cepharatine C (28)の全合成を達成した。本合成ルートを活用することで、カップリング体 **32** から Cepharatine B (27) および Cepharatine D (29)の全合成も達成した。



Scheme 6. Cepharatin A と Cepharatin C の全合成

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sakamoto Ryota, Odagi Minami, Izumiseki Atsuto, Konuki Kaname, Nagasawa Kazuo	4. 巻 87
2. 論文標題 Stereodivergent Synthesis of 1,3-Dienes via Protodeboronation of Homoallylboronic Esters	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 8084 ~ 8098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c00744	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 Sugimoto Kota, Mori Io, Kato Takanari, Yasui Koji, Xu Ban, Tan Choon Hong, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Guanidinium Hypoiodite-Catalyzed Intramolecular Oxidative Coupling Reaction of Oxindoles with -Dicarbonyls	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	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) 10.1021/acs.joc.2c02500	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 Odaghi Minami, Mori Io, Sugimoto Kota, Nagasawa Kazuo	4. 巻 13
2. 論文標題 Enantioselective Oxidative Enolate Coupling of Oxindoles Catalyzed by Chiral Guanidinium Hypoiodite	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 2295 ~ 2301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.2c05677	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 Sakamoto Ryota, Odagi Minami, Yamanaka Masahiro, Nagasawa Kazuo	4. 巻 59
2. 論文標題 A 1,3-boron shift reaction of homoallylboronates to synthesise 2-boryl-1,3-dienes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 4217 ~ 4220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC06600A	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 Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Total Synthesis of Fused Polycyclic Alkaloids Based on Oxidative Phenolic Couplings and Aza-Michael Reactions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Synlett	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) 10.1055/a-2007-9342	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 Odagi Miami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Exploring Guanidinium Organocatalysts for Hypoiodite Mediated Reactions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Chemical Record	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/tcr.202300030	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 Nakano Katsuhiko, Orihara Tatsuya, Kawaguchi Masaki, Hosoya Keisuke, Hirao Shogo, Tsutsumi Ryosuke, Yamanaka Masahiro, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 92
2. 論文標題 Mechanistic insights into entropy-driven 1,2-type Friedel-Crafts reaction with conformationally flexible guanidine-bisthiourea bifunctional organocatalysts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 132281 ~ 132281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2021.132281	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 Odagi Minami, Matoba Taisei, Nagasawa Kazuo	4. 巻 87
2. 論文標題 Enantioselective Total Synthesis of Cepharatines via Bioinspired Ring Reconstruction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1065 ~ 1073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.1c02371	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 Odagi Minami, Matoba Taisei, Hosoya Keisuke, Nagasawa Kazuo	4. 巻 143
2. 論文標題 Enantioselective Total Synthesis of (+)-Stephadiamine through Bioinspired Aza-Benzilic Acid Type Rearrangement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 2699 ~ 2704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c00047	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 Orihara Tatsuya, Kawaguchi Masaki, Hosoya Keisuke, Tsutsumi Ryosuke, Yamanaka Masahiro, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 85
2. 論文標題 Enantioselective Epoxidation of 2,3-Disubstituted Naphthoquinones by a Side Chain Truncated Guanidine?Urea Bifunctional Organocatalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 15232 ~ 15240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02084	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 Hosoya Keisuke, Iida Keita, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 85
2. 論文標題 Synthesis of Hydrocarbazole Derivatives by Oxidative Dearomative Cyclization of Diarylamines using a Hypervalent Iodine Reagent	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 11980 ~ 11988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c01760	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 Odagi Minami, Okuda Kazuma, Ishizuka Hayate, Adachi Kanna, Nagasawa Kazuo	4. 巻 9
2. 論文標題 Synthesis of Spiroguanidine Derivatives by Dearomative Oxidative Cyclization using Hypervalent Iodine Reagent	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 218 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.201900726	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19件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Odagi Minami
2. 発表標題 Total Synthesis of Hasubanan Alkaloids Based on Oxidative Phenolic Coupling Reaction and Aza-Michael Reaction
3. 学会等名 11th Singapore International Chemistry Conference, (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小田木陽
2. 発表標題 脱芳香族化反応を基盤とした多環縮環型アルカロイド類の合成研究
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 的羽泰世, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 酸化的フェノールカップリング反応を基盤としたCepharatine類の全合成
3. 学会等名 第120回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水祐汰, 森偉央, 杉本幸太, Ban Xu, Tan Choon-Hong, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 キラルビスグアニジウム/次亜ヨウ素酸塩触媒を用いた2-オキシインドール類のエナンチオ選択的酸化的二量体化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第103回春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森偉央, 杉本幸太, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 キラル次亜ヨウ素酸塩触媒を用いる塩基フリー型炭素-炭素結合形成反応の開発
3. 学会等名 日本プロセス化学会 2022 サマーシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本良太, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 ホモアレニルボロン酸エステルの1,3-ホウ素転移反応によるポリルジエンの新規合成法の開発
3. 学会等名 日本化学会第103回春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小田木陽
2. 発表標題 フェノール類の酸化的脱芳香族化反応を活用した天然物合成
3. 学会等名 天然物化学談話会2021オンライン特別企画(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小田木陽
2. 発表標題 フェノール類の酸化的脱芳香族化を活用した天然物の合成研究
3. 学会等名 第5回天然物若手オンライン勉強会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯田啓太, 細谷圭介, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 酸化フェノールカップリングと位置選択的なaza-Michael反応を基盤とするモノテルペンインドールアルカロイド類の合成研究
3. 学会等名 第63回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 的羽泰世, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 生成模倣アザ-ベンジル酸転移反応を基盤とした(+)-ステファジアミンの全合成
3. 学会等名 第118回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taisei Matoba, Minami Odagi, Kazuo, Nagasawa
2. 発表標題 Synthetic Study of hasubanan type Alkaloids Based on an Oxidative Cyclization with Hypervalent iodine
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 的羽泰世, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 アザ-ベンジル酸転移反応を基盤としたパクタマイシンC1、4、5位の三連続第四級炭素中心の合成研究
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森偉央, 杉本幸太, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 グアニジン-ウレア触媒を用いた2-オキシインドール類のエナンチオ選択的酸化的二量体化反応の開発
3. 学会等名 第119回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森偉央, 杉本幸太, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 グアニジン-ウレア触媒を用いた2-オキシインドール類のエナンチオ選択的酸化的カップリング反応の開発
3. 学会等名 第14回有機触媒シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森偉央, 杉本幸太, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 グアニジン-ウレア触媒を用いた2-オキシインドール類の立体選択的酸化的二量体化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤原梨緒, 飯田啓太, 細谷圭介, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 酸化的フェノールカップリング反応及び酸化的転位反応を基盤とするアクアミリン型アルカロイド類の合成研究
3. 学会等名 日本化学会第102回春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小田木陽, 的羽泰世, 長澤和夫
2. 発表標題 酸化的フェノールカップリング反応を基盤としたハスパナン系アルカロイドの合成研究
3. 学会等名 第62回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 的羽泰世, 細谷圭介, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 超原子価ヨウ素試薬による酸化的環化反応を基盤とするハスパナン系アルカロイドの合成研究
3. 学会等名 第117回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 的羽泰世, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 (+)-ステファジアミンの全合成
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2021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
---------------------------	-----------------------	----

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