

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：12605

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K14210

研究課題名(和文) 酸化的環化反応を基盤としたモノテルペンインドールアルカロイド類の網羅的全合成

研究課題名(英文) Synthetic Studies of monoterpene indole alkaloids based on dearomative oxidative cyclization

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) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、モノテルペンインドール類の合成鍵中間体となる4環性ヒドロカルバゾール誘導体の新規合成法の開発を目的とし研究をおこなった。種々検討した結果、超原子価ヨウ素試薬を用いたジアリールアミン誘導体の酸化的脱芳香族的環化反応と、続く位置選択的な分子内aza-Michael反応を用いることで、効率的に当該構造が構築可能であること見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、抗ガン活性など有用な生理活性を有するアルカロイド群であり、創薬シード化合物として注目されているモノテルペンインドールアルカロイド類の網羅的合成法の確立を目指した。本研究で得られる成果は、モノテルペンインドールアルカロイド類合成の発展に寄与し、長期的には新しい医・農薬品のシード化合物の発見に寄与する基盤的な研究である。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have investigated novel approaches for the synthesis of tetracyclic hydrocarbazole derivatives, which are key intermediates in the synthesis of monoterpene indole alkaloids. After various investigations, it was found that the tetracyclic hydrocarbazole derivatives can be efficiently constructed by oxidative dearomatic cyclization of diarylamine derivatives using hypervalent iodine reagents followed by regioselective intramolecular aza-Michael reaction.

研究分野：有機合成化学

キーワード：脱芳香族的酸化的環化反応 位置選択的アザ マイケル反応 モノテルペンインドールアルカロイド 全合成 超原子価ヨウ素試薬

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

モノテルペンインドールアルカロイド (MIA) 類は、抗がん活性や抗菌活性など、有用な生理活性を有するアルカロイド群である。これまで新規創薬シードの創出を目的とし、当該天然物群の探索研究が盛んに行われてきた。しかしながら、構造決定はなされたものの、得られた化合物が極微量であり、活性評価に至っていないものも数多く存在する。また、MIA 類の特異な構造と生理活性の相関についても詳細に検討されておらず、合成化学による量的供給及び誘導体合成は社会的意義が大きい。

2. 研究の目的

MIA 類は、ヒドロカルバゾール-4a-エチルアミン構造 **1** を共通骨格とし、その構造的特徴から二種類に大別できる。すなわち、C4a 位から C4 位にかけて含窒素五員環を有する Aspidospermidine 型 MIA 類 (化合物 **2-4**) 及び C4a 位から C9a 位にかけて含窒素五員環を有する Vincorine 型 MIA 類 (化合物 **5, 6**) である (図 1)。本研究では、MIA 類の共通骨格 **1** に着目し、MIA 類の網羅的合成法の確立を目指した。

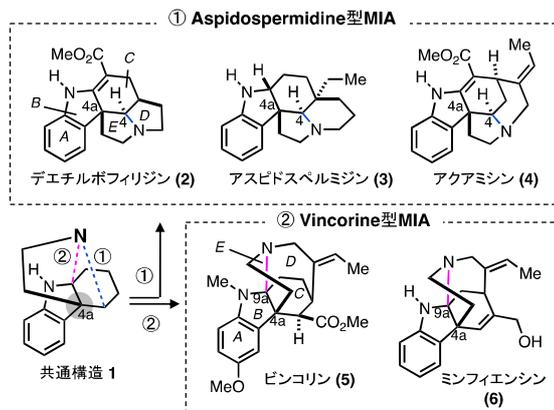
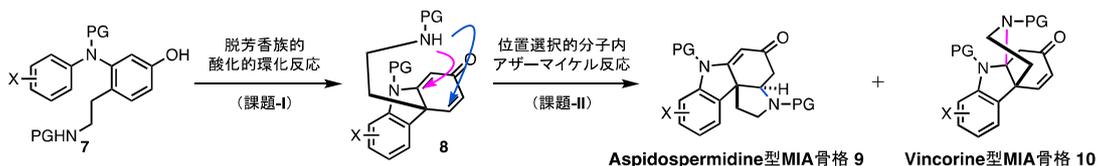


Figure 1. モノテルペンインドールアルカロイド類の概要

3. 研究の方法

超原子価ヨウ素試薬を用いたフェノール類の脱芳香族化を伴う酸化的環化反応は、鎖状化合物から縮環化合物を得るための、強力な合成手法の一つである。また、当該反応により得られるシクロヘキサジエノン骨格は、反応条件を制御することで、原理的にはすべての炭素を選択的に修飾可能であり、多様な化合物へと誘導が可能である。そこで、超原子価ヨウ素試薬によるジアリールアミン誘導体 **7** の脱芳香族化を伴う酸化的環化反応 (課題-I) によるシクロヘキサジエノン骨格を有するカルバゾール誘導体 **8** の合成法の開発を行う。次に、**8** に対する位置選択的な分子内アザマイケル反応 (課題-II) により **9** 及び **10** の選択的合成法を開発する。これにより Aspidospermidine 型及び Vincorine 型 MIA 類それぞれの合成基盤を確立する (Scheme 1)。



Scheme 1. 本研究計画の概要

4. 研究成果

課題-I 超原子価ヨウ素試薬による脱芳香族化を伴う酸化的環化反応の開発

まず、ジアリールアミン部位の窒素をメチル基で保護した基質 **7a** に対し、ヘキサフルオロ-*o*-2-プロパノール (HFIP) 溶媒中、超原子価ヨウ素試薬としてジアセトキシオードベンゼン (PIDA) を 0 °C で作用させることで、酸化的脱芳香族的環化反応を試みた (Table 1, entry 1)。その結果、収率 19% と低収率ながら望む環化体 **8a** が得られることがわかったが、一方で多数の分解物が TLC 上で観察された。そこで、環化体の収率向上に向け検討を行った。ジアリールアミン部位の窒素上保護基 PG は、当該窒素原子の混成状態及び隣接する芳香環の電子状態に大きく影響を及ぼすと考えられる。そこで、当該部位を系統的に変化させた基質 **7b-d** について、先の条件を用いて酸化的脱芳香族的環化反応を試みた (Table 1, entries 2-4)。

Table 1. 窒素上の保護基の検討

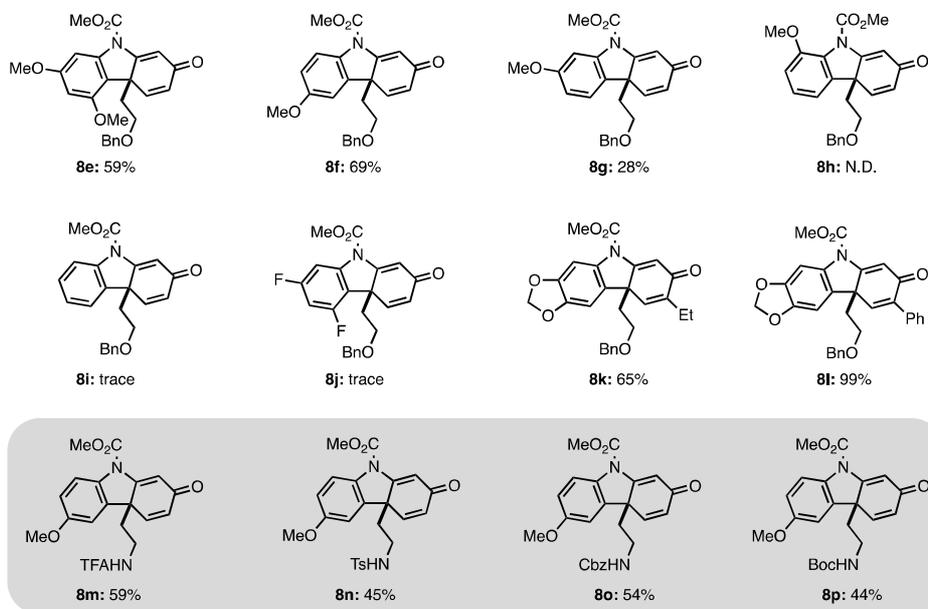
entry	substrate	PG	product	Yield [%]
1	7a	Me	8a	19
2	7b	Piv	8b	19
3	7c	Boc	8c	48
4	7d	CO ₂ Me	8d	76

アミド系保護基であるピバロイル (Piv) 基を有する基質 **7b** を用いて検討を行ったところ、メチル基の場合と同様の収率で対応する環化体 **8b** が得られた (entry 2)。なお、この際主な副生成物として、水の付加体が得られている。続いて、カルバメート系保護基である *tert*-ブトキシカルボニル (Boc) 基を有する基質 **7c** を用いて検討を行ったところ、収率が向上し、目的とする環化体 **8c** が収率 48% で得られた (entry 3)。ここで、HFIP が酸性プロトン性溶媒である ($pK_a = 9.3$) であることを考慮し、より酸性条件に耐性のあるメトキシカルボニル基を保護基とした基質 **7d** について検討を行った。その結果、収率 76% で目的とする環化体 **8d** が得られることを見出した (entry 4)。以上の検討より、本反応において、ジアリールアミン部位の窒素上保護基 PG は、メトキシカルボニル基が最適であることが

わかった。

次に、Table 1 と同様の条件下、本反応における基質一般性について検討を行った。はじめに、側鎖にエーテル基(ベンジルオキシエチル基またはシロキシエチル基)を有する基質について、芳香環上の置換基 R¹ の影響について検討を行った (Scheme 2, **8e-8h**)。その結果、3 位及び 5 位に電子供与基であるメトキシ基を有する基質 **7e** 及び 4 位にメトキシ基を有する基質 **7f** は本反応に許容であり、対応する環化体 **8e** 及び **8f** がそれぞれ収率 59%、69% で得られた。一方、3 位にメトキシ基を有する基質 **7g** では収率が 28% に低下し、2 位にメトキシ基を有する基質 **7h** では目的とする環化反応は全く進行しなかった。また、置換基を持たない基質 **7i** 及び 3 位及び 5 位にフッ素原子を有する基質 **7j** では、目的とする環化反応は進行せず、対応する環化体 **8i** 及び **8j** は得られなかった。これは、芳香環の電子密度が低下したことにより、芳香環の求核性が低下したためであると考えられる。次に、フェノール上の置換基の影響について検討を行った (Scheme 2, **8k,l**)。その結果、R² の置換基としては脂肪族及び芳香族のいずれも許容であることがわかった。すなわち、芳香環上にエチル基を有する基質 **7k** においては、対応する環化体 **8k** 収率 65% で得られた。また、フェニル基を有する基質 **7l** では高効率で反応が進行し、環化体 **8l** がほぼ定量的に得られることがわかった。

続いて、実際に MIA 類の合成に応用可能な側鎖にアミノエチル基を有するジアリーールアミンを用い、本反応における基質一般性について検討を行った (Scheme 2)。まず、アシル系保護基であるトリフルオロアセチル (TFA) 基を有する基質 **7m** について検討を行ったところ、収率 59% で対応する環化体 **8m** が得られた。スルホン系保護基である *p*-トルエンスルホン (Ts) 基を有する基質 **7n** に関しては、溶液濃度を 0.01 M に希釈することで、目的とする環化体 **8n** が収率 45% で得られた。続いて、合成化学的に有用なカルバメート系の保護基を有する基質 **7o,p** について検討を行った。その結果、ベンジルオキシカルボニル (Cbz) 基を有する基質 **7o** 及び *tert*-ブトキシカルボニル (Boc) 基を有する基質 **7p** ではそれぞれ収率 54%、44% で目的とする環化体 **173c** 及び **173d** が得られた。



Scheme 2. 酸化的脱芳香族的環化反応の基質一般性

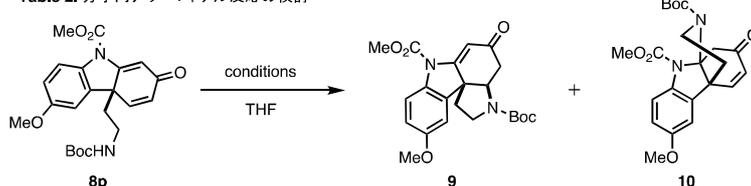
課題-II 位置選択的分子内アザ-マイケル反応の開発

はじめに、種々のブレンステッド塩基を用いて分子内 aza-Michael 反応の検討を行った (Table 2, entries 1-5)。前節で得られた側鎖に *N*-Boc アミノエチル基を有するジエノン **8p** に対し、THF 溶媒中塩基として水素化ナトリウムを作用させたところ、4 位選択的な分子内 aza-Michael 反応が進行し、収率 20% で 4a,4-縮環型ヒドロカルバゾール誘導体 **9** が得られることがわかった (entry 1)。そこで、収率の向上を目的に、塩基について種々検討を行った。塩基をナトリウム *tert*-ブトキシドに変更したところ、0 °C において 10 分で反応が完結し、4a,4-縮環型ヒドロカルバゾール誘導体 **9** が選択的に得られたが、収率の向上は見られなかった (entry 2)。続いて、より強力な塩基であるリチウムアミドを用いて検討を行った。その結果、LiHMDS を用いた場合、4 位選択的に反応が進行し、4a,4-縮環型ヒドロカルバゾール誘導体 **9** が収率 39% で得られた (entry 3)。一方、NaHMDS や KHMDS を用いた場合には速やかに基質の分解が進行し、環化体は得られなかった (entries 4,5)。なお、本反応の副生成物は複雑な混合物であり、その同定は困難であったが、反応混合物の質量分析においてメトキシカルボニル基が切断された化合物が検出された。このことより、基質であるジエノン **8p** のメトキシカルボニル基は塩基性条件下で不安定であり、その脱離が優先的に進行するため、環化体の収率が低下しているものと考えられ

る。以上の結果から、塩基性条件においては 4a,4-縮環型ヒドロカルバゾール誘導体 **9** が選択的に得られるものの、その収率は低いことがわかった。

続いて、種々のブレンステッド酸を用いて分子内 aza-Michael 反応の検討を行った (Table 2, entries 6-12)。はじめに、ジエノン **8p** に対し、ジクロロメタン溶媒中、弱酸である酢酸を作用させた (entry 6)。しかしながら、40 °C まで加熱しても反応は進行せず、原料が定量的に回収された。続いて、同じく弱酸であるピリジニウム *p*-トルエンスルホナート (PPTS) を用いて検討を行ったところ、25 °C にて 3 日間攪拌することにより、収率 84% で環化体 **9** 及び **10** が 2:1 の混合物として得られた (entry 7)。そこで、反応速度の向上を目的に、より強い酸を用いて検討を行った。*p*-トルエンスルホン酸を用いた場合、0 °C にて 2 時間で反応が完結し、環化体 **9** 及び **175** の混合物が定量的に得られた (entry 8)。なお、このときの環化体 **9** 及び **10** の比は 2:1 であった。続いて、メタンスルホン酸 (MsOH) を用いて検討を行ったところ、反応は 15 分で完結し、4a,4-縮環型ヒドロカルバゾール誘導体 **9** が選択的に得られた (entry 9)。しかしながら、同時に多数の分解物が生じ、環化体 **9** の収率は 43% にとどまった。また、トリフルオロメタンスルホン酸 (TfOH) を用いた場合、-40 °C において速やかに基質の分解が進行し、環化体は全く得られなかった (entry 10)。一方、1 当量のトリフルオロ酢酸 (TFA) を作用させたところ、25 °C において 4.5 時間で反応が完結し、収率 99%、生成比 1:3 で **10** が優先して得られることを見出した。(entry 11)。更に、無水の塩化水素を作用させた場合、0 °C で 3 時間半にて反応が完結し、4a,4-縮環型ヒドロカルバゾール誘導体 **9** が収率 99% で選択的に得られることを見出した (entry 12)。

Table 2. 分子内アザマイケル反応の検討



entry	conditions			products	
	reagent	temp [°C]	time	yield [%]	ratio (9/10)
1	NaH	25	4.5 h	20	>20:1
2	NaOt-Bu	0	10 min	22	>20:1
3	LiHMDS	0	15 min	39	>20:1
4	NaHMDS	0	10 min		trace
5	KHMDS	0	10 min		decomp.
6	AcOH	40	-		N.R.
7	PPTS	25	72 h	84	2:1
8	TsOH	0	2 h	99	2:1
9	MsOH	0	15 min	43	>20:1
10	TfOH	-40	-		decomp.
11	TFA	25	4.5 h	99	1:3
12	HCl	0	3.5 h	99	>20:1

本研究は、4 環性ヒドロカルバゾール誘導体の新規合成法の開発を目的とし、超原子価ヨウ素試薬を用いたジアリールアミン誘導体の酸化的脱芳香族的環化反応と、生じたジエノンの位置選択的な分子内 aza-Michael 反応について検討を行った。その結果、アミン部位の保護基としてメトキシカルボニル基を有する種々のジアリールアミンに対し、ヘキサフルオロ-2-プロパノール (HFIP) 中、ヨードベンゼンジアセタート (PIDA) を 0 °C で作用させることで酸化的脱芳香族的環化反応が進行し、対応するジエノンが中程度から高い収率で得られることを見出した。続いて、得られた側鎖に *N*-Boc アミノエチル基を有するジエノンに対し、分子内 aza-Michael 反応の検討を行った。その結果、作用させる酸の種類によって位置選択性が変化することを見出し、塩化水素を用いた場合は 4 位での反応が選択的に進行する一方、トリフルオロ酢酸を用いた場合は 9a 位での反応が優先的に進行することがわかった。本研究成果は、アメリカ化学会誌 *J. Org. Chem.* に報告した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 5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 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 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 Odaghi 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 -
1. 著者名 Hosoya Keisuke, Iida Keita, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 103
2. 論文標題 Recent Advances in Synthetic Strategies for The C4a,C9a-Fused Tetracyclic Hydrocarbazole Core Structure of Minfiensine and Related Akuammiline Alkaloids	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heterocycles	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) 10.3987/REV-20-SR(K)3	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 Ishizuka Hayate, Adachi Kanna, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 92
2. 論文標題 Synthesis of Isoxazolidines by Intramolecular Hydroamination of N-Alkoxyamides in the Presence of a Visible-Light Photoredox Catalyst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1447 ~ 1449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20190127	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, Araki Hiroshi, Min Chang, Yamamoto Eri, Emge Thomas J., Yamanaka Masahiro, Seidel Daniel	4. 巻 2019
2. 論文標題 Insights into the Structure and Function of a Chiral Conjugate-Base-Stabilized Brønsted Acid Catalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 486 ~ 492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201801024	査読の有無 無
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 Kawaguchi Masaki, Nakano Katsuhiko, Hosoya Keisuke, Orihara Tatsuya, Yamanaka Masahiro, Odagi Minami, Nagasawa Kazuo	4. 巻 20
2. 論文標題 Asymmetric Epoxidation of 1,4-Naphthoquinones Catalyzed by Guanidine/Urea Bifunctional Organocatalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 2811 ~ 2815
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.8b00641	査読の有無 無
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 Shiozawa Motoki, Iida Keisuke, Odagi Minami, Yamanaka Masahiro, Nagasawa Kazuo	4. 巻 83
2. 論文標題 Synthesis of 2,6,7-Trisubstituted Prenylated indole	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 7276 ~ 7280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.7b03273	査読の有無 無
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27件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 奥田和真, 小田木陽, 安達菜菜, 石塚颯, 長澤和夫
2. 発表標題 超原子価ヨウ素試薬を用いたフェノール類の脱芳香族的スピログアニジノ化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会 第100回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 折原辰弥, 細谷圭介, 堤亮祐, 山中正浩, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 計算化学を用いた新規グアニジン-ウレア有機触媒の設計と二置換型1,4-ナフトキノン誘導体の不斉エポキシ化反応における遷移状態解析
3. 学会等名 日本化学会 第100回春季年会
4. 発表年 2020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バ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 飯田啓太, 細谷圭介, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 酸化的環化反応および位置選択的な分子内aza-Michael反応を基盤としたアクアミリン型インドールアルカロイド類の合成研究
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, 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 森偉央, 杉本幸太, 佐竹彰治, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 キラルグアニジニ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な酸化的二量体化反応の開発
3. 学会等名 第79回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 飯田啓太, 細谷圭介, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 酸化的環化反応および位置選択的な分子内aza-Michael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101回春季年会
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 (+)-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

1. 発表者名 森偉央, 杉本幸太, 佐竹彰治, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 キラルグアニジニ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ホモカップリング反応の開発
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉本幸太, 加藤誠也, 細谷圭介, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 グアニジニウム-次亜ヨウ素酸塩触媒を用いたオキシインドール誘導体の酸化的スピロ環化反応
3. 学会等名 第77回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚颯, 安達菜葉, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 可視光レドックス触媒によるN-アシルイソキサゾリジン合成法の開発
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 折原辰弥, 細谷圭介, 山中正浩, 小田木陽, 長澤和夫
2. 発表標題 1,4-ナフトキノン誘導体に対するグアニジン-ウレア官能基複合型触媒を用いた不斉エポキシ化反応
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hayate Ishizuka, Kanna Adachi, Minami Odagi, Kazuo Nagasawa
2. 発表標題 Intramolecular Hydroamination of N-Alkoxyamides under Blue LEDs Mediated Photoredox Catalyst Conditions
3. 学会等名 27th International Society of Heterocyclic Chemistry Congress (国際学会)
4. 発表年 2019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 酸化的環化反応および位置選択的なaza-Michael反応を基盤としたアクアミリン型アルカロイド類の合成研究
3. 学会等名 第78回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥田和真、小田木陽、安達栞菜、石塚颯、長澤和夫
2. 発表標題 超原子価ヨウ素試薬を用いたフェノールの脱芳香族的スピログアニジノ化反応の開発
3. 学会等名 第78回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2019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脱芳香族的酸化的環化反応を用いたハ斯巴ナン骨格ABC環の合成
3. 学会等名 第78回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kota Sugimoto, Takanari Kato, Keisuke Hosoya, Choon-Hong Tan, Minami Odagi, Kazuo Nagasawa
2. 発表標題 Guanidinium Hypoiodite Catalyzed Enantioselective Spirocyclization of Oxindole
3. 学会等名 第12回有機触媒シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚颯、安達菜菜、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 分子内ヒドロアミノ化を経由したN-アシルイソキサゾリジンの光触媒的合成
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉本幸太、加藤誠也、細谷圭介、Choon-Hong Tan、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 キラルグアニジニウム-次亜ヨウ素酸塩触媒を用いたオキシインドール誘導体の不斉酸化的スピロ環化反応
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2019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 超原子価ヨウ素試薬を用いた酸化的環化反応を基盤とした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100春季年会
4. 発表年 2019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環化反応を用いたハスパナン系アルカロイドの合成研究
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 折原辰弥、川口昌輝、細谷圭介、中野克洋、堤 亮祐、山中正浩、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 グアニジン-ウレア官能基複合型触媒を用いた二置換型1,4-ナフトキノ誘導体に対する不斉エポキシ化反応
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 Kota Sugimoto, Takanari Kato, Keisuke Hosoya, Minami Odagi, Kazuo Nagasawa
2. 発表標題 Guanidinium Iodide Catalyzed Oxidative Coupling Reaction of 1,3-Dicarbonyls with Oxindoles
3. 学会等名 4th International Symposium C-H Activation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 細谷圭介、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 ジアリールアミンの酸化的環化反応の開発と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60回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉本幸太、加藤誠也、細谷圭介、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 グアニジニウム-次亜ヨウ素酸塩触媒を用いたオキシインドール誘導体と α -ケトアミドの酸化的カップリング反応
3. 学会等名 第76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 細谷圭介、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 ジアリールアミンの酸化的環化反応を基盤とした アスピドスペルマ型アルカロイドの合成研究
3. 学会等名 第76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 細谷圭介、小田木陽、長澤和夫
2. 発表標題 ジアリールアミンの酸化的環化反応を基盤としたアスピドスペルマ型インドールアルカロイドの合成研究
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京農工大学大学院工学府生命工学専攻長澤研究室Webページ
<http://web.tuat.ac.jp/~nagasawa/index.html>

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