

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K06481

研究課題名(和文) ブテノリドの性質を巧みに利用する新規反応開発とジベレリン類の短工程全合成研究

研究課題名(英文) Development of new reactions using the properties of butenolide and the synthetic study on gibberellins

研究代表者

大多和 正樹 (Ohtawa, Masaki)

北里大学・薬学部・准教授

研究者番号：70453503

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)：5員環の α,β -不飽和ラクトンであるブテノリドの特徴的なラジカル/極性反応を応用することで、多角的な研究を展開した。我々はブテノリドの酸化的なラジカル二量化反応を見出した。続いて多様なブテノリドに対する基質一般性を検討した結果、本反応は広い基質一般性を有していることを明らかにした。一方、 α -アリアルブテノリドに対するMichael/Michael/Aldol or Dieckmann タンデム環化反応により、6-5-6-5縮環骨格を一挙に構築し、gibberellin類の共通中間体を得ることが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果により、ブテノリドのビルディングブロックとしてのポテンシャルを飛躍的に広げることが可能となった。すなわち今回見出したブテノリドラジカル/極性反応の酸化的ダイマー化反応を応用することで、ブテノリドダイマー型天然物の効率的な合成が可能となるだけでなく、ブテノリド特有の極性反応を駆使することで、gibberellin類のような生物活性物質の真に効率的な天然物の合成法の提案が可能になった。

研究成果の概要(英文)：Applying butenolide's characteristic radical/polar reaction, a five-membered α,β -unsaturated lactone, has led to a multifaceted study. We found oxidative radical dimerization reactions of butenolide. Subsequent substrate scope for various butenolides revealed that this reaction has a broad substrate generality. On the other hand, the Michael/Michael/Dieckmann tandem cyclization of α -arylbutenolides led to the construction of a 6-5-6-5 fused ring skeleton in one step, yielding a common intermediate of the gibberellins.

研究分野：有機合成化学

キーワード：有機合成化学 ラジカル反応 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

5 員環の α,β -不飽和ラクトンであるブテノリドは、その構造から β 位が求電子的に、 α,γ 位が求核的に反応できることから、種々の構造へ容易に変換できる極めて有用なビルディングブロックである。一方、ブテノリドの γ 位に生じるブテノリドラジカルは共鳴安定化が可能であることから比較的安定に存在できると考えられ、極性反応とは異なる反応性が期待できることから極めて魅力的な中間体である。しかしながらこれまでにブテノリドラジカルに関する報告は Baldwin らの還元的ダイマー化の報告のみに限られており (*Tetrahedron Lett.* **2005**, *46*, 4633.)、広い基質一般性やその他の反応開発は一切展開されていない。その要因はブテノリドラジカルの発生法が煩雑であることに起因しており、簡便にブテノリドラジカルを調製できる手法を見出すことが出来れば、ブテノリドダイマーの効率的合成のみならず、これまでに報告のない多様な新規反応の開発へと応用可能と考えられる。一方、ブテノリドならびに γ -ラクトン構造を有する天然有機化合物は、多様な生物活性を有することから医薬品候補化合物として注目を浴びるだけでなく、その複雑な構造から全合成研究の標的としても注目される。しかしながら、骨格としてのブテノリド及び γ -ラクトン構造自体は合成中盤から終盤において段階的に構築されることも多く、その影響もありこれらの全合成には多くの工程数が必要となることから、天然物の持つ創薬リードとしてのポテンシャルを活かしきれていないことも多い。従って、これらの天然物群及び誘導体の量的供給が可能な、極めて効率的な合成方法論の開発が望まれている。

2. 研究の目的

本研究では、ブテノリドラジカルを介する新規反応開発研究を展開し、ブテノリドのビルディングブロックとしてのポテンシャルを飛躍的に広げること、そしてブテノリド特有のラジカル反応を駆使した、真に効率的な天然物の合成法の提案とその合成経路の構築を目的とした。ブテノリドラジカルはその調製の煩雑さからこれまでにほとんど注目されていなかった中間体であったが、我々が先行研究にて見出した条件は簡便かつ直接的にラジカルを発生させることが可能である。その適用範囲を拡大させることで、ラジカル的な分子内環化反応による複雑な縮環構造の構築や、これまでに報告のないブテノリド γ 位における直接的な C-H アリール化など、現状手つかずとなっているブテノリドラジカルを介する新規反応を開拓できるだけでなく、ブテノリドを母核とした有機合成研究における新たな方法論も提示できると考えている。更に本研究では上記のラジカル反応に加え、ブテノリドの特徴的な極性反応も組み合わせることで、植物ホルモンである gibberellin A1 及び A3 のこれまでにない真に効率的な革新的全合成を試みた。本申請課題としてはこれらの短工程全合成の達成が現実的な目標となるが、将来的に、後述する共通中間体から導くことが可能と考えられる希少な種々の gibberellin 類縁体や新規誘導体群の合成により、それに続く創薬研究を劇的に加速させるためのプラットフォームを構築することを目指している。

3. 研究の方法

1) ブテノリドラジカルの新規発生法の最適化と、新規反応開発

我々は、単純なブテノリドのエノール化後に種々の 1 電子酸化剤を作用させることで、ラジカル的に 3 種のダイマー (α/α , α/γ , γ/γ) が生じることを見出している。そこで反応条件 (塩基/酸化剤/溶媒/反応温度) の最適化、並びに基質一般性の検討を通じて、ブテノリドラジカルの反応性及び諸性質を精査するとともに続く反応開発研究にフィードバックしていく。

2) ブテノリド特有の極性/ラジカル反応を駆使した gibberellin 類の効率的な全合成研究

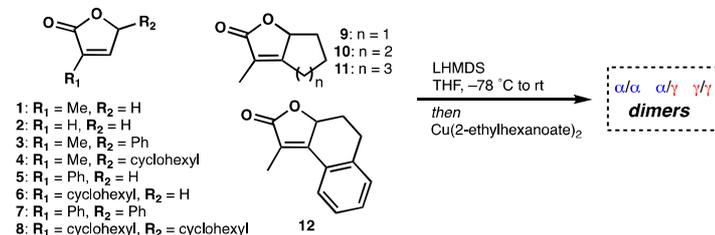
対応する γ -アリールブテノリドに対する Michael/Michael/Aldol or Dieckmann タンデム環化反応により、6-5-6-5 縮環骨格を一挙に構築し、gibberellin 類の共通中間体が得られると考えた。本反応を gibberellin 類の効率的な全合成研究における鍵反応と位置づけ、 γ -アリールブテノリドの合成と続く Michael/Michael/Aldol or Dieckmann タンデム環化反応を検討することとした。

4. 研究成果

1) ブテノリドラジカルの新規発生法の最適化と、新規反応開発

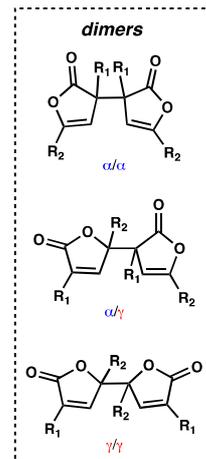
まず反応条件の最適化を検討した結果、1 電子酸化剤として Cu(2-ethylhexanoate)₂ を用いた際に最も収率良くダイマーを与えたため、本条件を基に基質一般性を検討することとした。基質としては、市販の 3-methyl-2(5H)-furanone (1) 並びに furan-2(5H)-one (2)、及び α,γ 位に Ph 基または cyclohexyl 基を有する α,γ -置換ブテノリド 3-8、そして β,γ -多環式ブテノリド 9-12 を加えた 11 種類を用いた (Table 1)。その結果、1 に対しては収率 79% で γ 位にダイマー化が進行したのに対し (entry 1)、 α -無置換ブテノリド 2 を用いた際は基質の分解が生じる結果となった (entry 2)。 γ 位に Ph 基を有する 3 に対しては γ/γ 型ダイマーを選択的に与え (entry 3)、ダイマー化の収率は 1 を基質として用いた際と比べ大きく向上した (entry 1 vs 3)。次に、 γ 位に cyclohexyl 基を有する 4 に対しては、ダイマー化

Table 1.



- 1: R₁ = Me, R₂ = H
 2: R₁ = H, R₂ = H
 3: R₁ = Me, R₂ = Ph
 4: R₁ = Me, R₂ = cyclohexyl
 5: R₁ = Ph, R₂ = H
 6: R₁ = cyclohexyl, R₂ = H
 7: R₁ = Ph, R₂ = Ph
 8: R₁ = cyclohexyl, R₂ = cyclohexyl

entry	SM	result (α/α : α/γ : γ/γ)
1	1	79% (7 : 40 : 32)
2	2	decomposition
3	3	92% (0 : 0 : 92)
4	4	72% (33 : 22 : 17)
5	5	39% (0 : 39 : 0)
6	6	79% (0 : 34 : 45)
7	7	ND
8	8	52% (0 : 9 : 43)
9	9	64% (0 : 36 : 28)
10	10	72% (0 : 37 : 35)
11	11	77% (0 : 30 : 47)
12	12	55% (0 : 26 : 29)

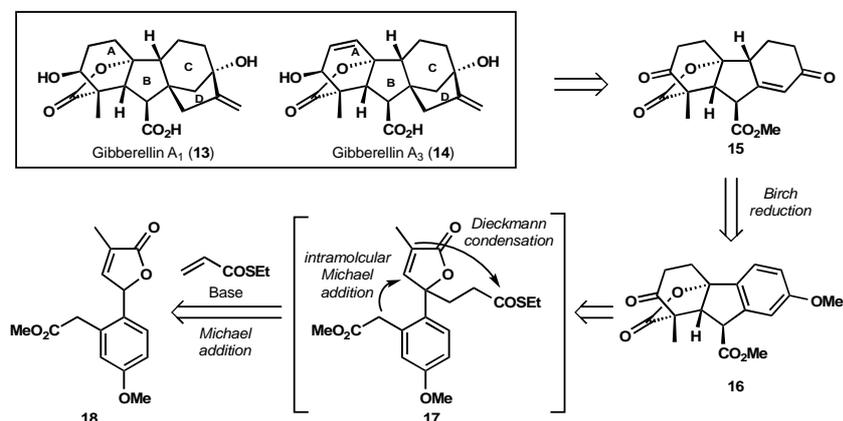


の総収率は 1 を基質として用いた際と同等であったものの (entry 1 vs 4)、これまで優位に与えることのなかった α/α 型ダイマーが中程度の収率で得られた (entry 4)。続いて、 α 位に Ph 基を有する 5 に対しては、 α/γ 型ダイマーを中程度の収率で選択的に与え (entry 5)、 α 位に cyclohexyl 基を有する 6 に対しては α/γ 型ダイマーと γ/γ 型ダイマーを同程度の収率で与えた (entry 6)。一方、 α 位と γ 位に Ph 基を有する 7 に対してダイマー化を試みたところ原料は消失し、不溶性かつ微粒子の生成物を与え、HR-MS 分析より対応するダイマーが生じていることは確認できた。しかしながら生成物はほとんどの有機溶媒に対して極めて低溶解性であることから単離精製が困難であり、今後、精製法の更なる検討を行う必要がある (entry 7)。次に α -位と γ 位に cyclohexyl 基を有する 8 に対しては、少量の α/γ 型ダイマーが生じたものの、対応する γ/γ 型ダイマーが優位に得られた (entry 8)。最後に β,γ 多環式ブテノリド 9-12 に対しても期待通り二量化は進行し、いずれも対応する α/γ 型ダイマーと γ/γ 型ダイマーをほぼ同程度の収率ならびに位置選択性で与えた (entries 9-12)。以上の結果から、本反応は広い基質一般性を有していることを明らかにしたとともに、現時点の最適条件ではその位置選択性は基質に大きく依存していることが示唆された。位置選択性についての検討は今回の結果を足がかりに更に進めていくとともに、ラジカル中間体を利用した、ダイマー化に続く新規反応の開発も進めていく。

2) ブテノリド特有の極性/ラジカル反応を駆使した gibberellin 類の効率的な全合成研究

Gibberellin A1 (13) および A3 (14) は中間体 15 のエノン部位を足がかりとした D 環の構築を経て導くこととし、中間体 15 は、gibberellin 類に共通な A 環、B 環、C 環そして γ -ラクトン部分を有する 16 に対する Birch 還元と続く塩基処理を行うことで得ることとした (Scheme 1)。化合物

Scheme 1.

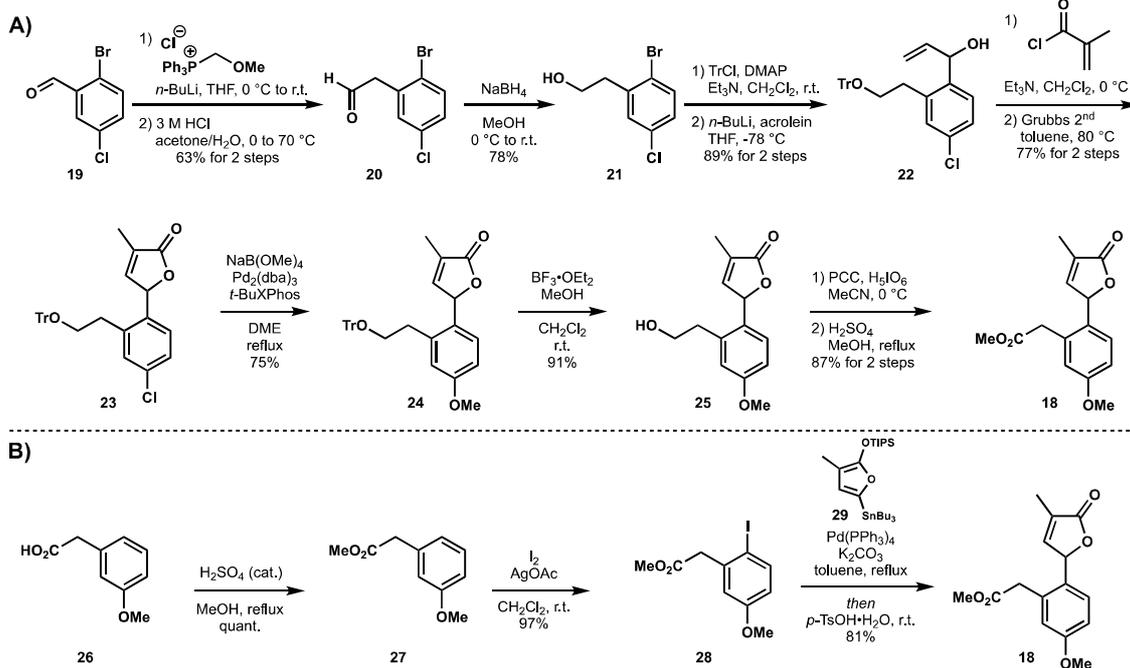


16 は、 γ -アリアルブテノリド 18 に対するアクリル酸チオエステルとの Michael 付加を含む Michael/Michael/Dieckmann タンデム環化反応により、わずか 1 工程でこの複雑な骨格を一挙に

構築することで得られると考えた。

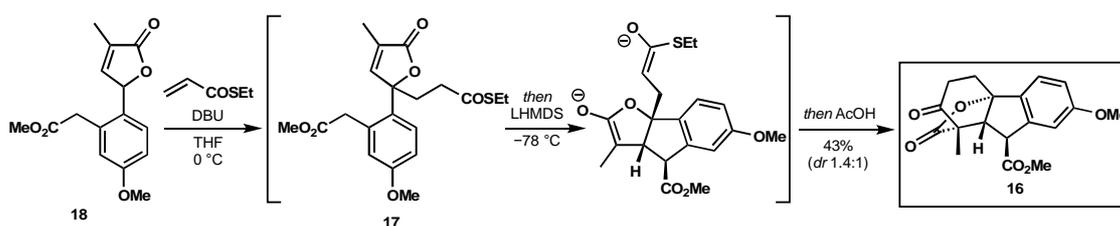
まず市販のアルデヒド **19** の 2 工程を経た増炭反応により **20** とし、その後アルデヒドの還元と生じた第 1 級ヒドロキシ基の保護、そしてハロゲンリチウム交換後にアクロレインを付加させ **22** とした (Scheme 2-A)。続いて **22** の第 2 級ヒドロキシ基をアシル化後、閉環メタセシス反応によりブテノリドを構築し **23** を得た。次にアリールクロリドを触媒的に OMe 基へと変換し **24** とし、続いて 3 工程を経て Tr エーテル部位をメトキシカルボニル基へと変換することで、所望の γ -アリールブテノリド **18** を得た。しかしながらその合成に原料 **19** から 11 工程を要したことから、別法にて γ -アリールブテノリド **18** の短工程合成を試みた (Scheme 2-B)。すなわち市販の **26** から 2 工程で導いたアリールヨード **28** に対し、別途調製したスタニルシロキシフラン **29** との Stille カップリングと one-pot の脱保護を行い、所望の γ -アリールブテノリド **18** を **26** からわずか 3 工程で得ることができた。

Scheme 2.



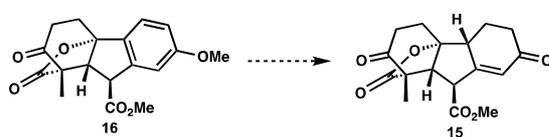
γ -アリールブテノリド **18** を得ることが出来たため、続いて鍵反応となるアクリル酸ユニットとの分子間 Michael 付加反応と、続く分子内 Michael 付加反応/Dieckmann タンデム環化反応により、gibberellin 類の共通骨格を持つ **16** の合成を試みた (Scheme 3)。詳細は割愛するが、アクリル酸ユニットを種々検討した結果、アクリル酸チオエステルが本反応に最も適していることが示唆された。まず **18** に対し触媒量の DBU 存在下 アクリル酸チオエステルとの分子間 Michael 付加反応が進行したことを確認した後に、 $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ に降温し、LHMDS で処理することで分子内 Michael 付加反応が進行した。更に酢酸で反応を停止することで続く Dieckmann 縮合が進行し、所望の **16** を 43% で得ることが出来た。

Scheme 3.

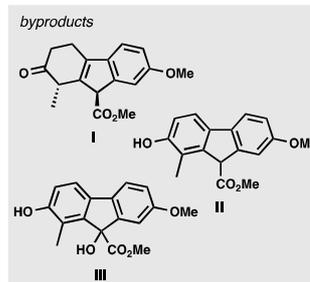


続いて **16** に対する Birch 還元により、エノン **15** への変換を試みた (Table 2)。しかしながらいずれの条件に置いても複雑な混合物を与え、一部構造を決定できた副生成物 I-III はいずれもラクトン部位が脱離しており、現時点では **16** に対する Birch 還元による **15** への変換は困難であることが示唆される結果となった。

Table 2.



entry	reagents and conditions	result
1	Li, liq. NH ₃ , EtOH, THF -40 °C	complex mixture
2	Li, liq. NH ₃ , TFE, THF -78 °C	complex mixture
3	LDBB, BMEA, THF, -78 °C	complex mixture
4	Li naphthalenide, BMEA, THF, -78 °C	SM : 22% I : 3%
5	Li, ethylenediamine, t-BuOH, THF, -10 °C	I : 6% II : 9% III : trace



以上、現時点で Birch 還元によるエノン 15 への変換は達成されていないが、16 は gibberellin 類の D 環簡略型アナログとして捉えることが可能である。この 16 およびその周辺化合物は原料から数工程で容易に合成可能であることから、今後ライブラリを構築後種々の活性評価系に供したいと考えている。また、全合成研究における今後の展開として、Birch 還元を経由せずにエノン 15 へと導くことを目的とし、適切に酸化度を調節した基質を用い、本研究で見出した Michael/Michael/Dieckmann タンデム環化反応を行うことで 15 の合成を目指す。その後 D 環の構築を経て、種々の gibberellin 類の効率的な合成を可能とする合成経路の確立を目指したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ohtawa Masaki	4. 巻 142
2. 論文標題 Comprehensive Studies on the Synthetic Organic Chemistry of Unique Bioactive Natural Products; Total Synthesis, Drug Discovery, and Development of New Reactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 YAKUGAKU ZASSHI	6. 最初と最後の頁 1067 ~ 1075
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/yakushi.22-00118	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 Ohtawa Masaki, Shenvi Ryan A.	4. 巻 80
2. 論文標題 Concise Syntheses of (-)-11-O-Debenzoyltashironin and (-)-Bilobalide	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 766 ~ 777
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.80.766	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 Konya Miyuki, Arima Shiho, Lee Daiki, Ohtawa Masaki, Shimoyama Kenta, Fukuda Takashi, Uchida Ryuji, Tomoda Hiroshi, Yamaotsu Noriyuki, Tanaka Nobutada, Nagamitsu Tohru	4. 巻 70
2. 論文標題 Synthesis and Evaluation of Habiterpenol Analogs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical and Pharmaceutical Bulletin	6. 最初と最後の頁 261 ~ 268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c21-00993	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 Yamane Daichi, Tanaka Haruna, Hirata Akihiro, Tamura Yumiko, Takahashi Daichi, Takahashi Yusuke, Nagamitsu Tohru, Ohtawa Masaki	4. 巻 23
2. 論文標題 One-Pot γ -Lactonization of Homopropargyl Alcohols via Intramolecular Ketene Trapping	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 2831 ~ 2835
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00840	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 Aoki Manahito, Naya Midori, Arima Shiho, Shinohara Kaori, Kato Masahiro, Shibuya Kiyoshi, Ohtawa Masaki, Nagamitsu Tohru, Otori Katsuya	4. 巻 7
2. 論文標題 Mixture of clopidogrel bisulfate and magnesium oxide tablets reduces clopidogrel dose administered through a feeding tube	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Pharmaceutical Health Care and Sciences	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40780-021-00202-1	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 Taguchi Haruki, Kawaguchi Mayuko, Nagamitsu Tohru, Ohtawa Masaki	4. 巻 21
2. 論文標題 Concise syntheses of (-)-habiterpenol and (+)-2,3-epi-habiterpenol via redox radical cyclization of alkenylsilane	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 6129 ~ 6133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D30B01062G	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22件(うち招待講演 5件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 中平 善幸、井上 波音、安成 範顕、田村 歩夢、長光 亨、 大多和 正樹
2. 発表標題 Gibberellin 類の合成研究
3. 学会等名 日本薬学会第144年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 布施 侑叶、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 Lamelolactone 類の全合成
3. 学会等名 日本薬学会第144年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 小田 みづき、内藤 真帆、勅使川原 壮平、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 天然物合成を指向したブテノリドラジカルを介する反応開発研究
3. 学会等名 日本薬学会第144年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Haruki Taguchi, Mayuko Kawaguchi, Tohru Nagamitsu, Masaki Ohtawa
2. 発表標題 Concise syntheses of (-)-habiterpenol and (+)-2,3-epi-habiterpenol via MHAT-initiated redox radical cyclization of alkenylsilane
3. 学会等名 The 15th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-15) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 植木 翔梧、平田 晃大、岩堀 雅大、大城 太一、供田 洋、内田 龍児、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 Shodoamide C の合成研究
3. 学会等名 第67回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masaki Ohtawa
2. 発表標題 Concise total syntheses of (-)-11-O-debenzoyltashironin and (-)-bilobalide
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) Bali 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田口 遥規、川口 真由子、有馬 志保、長光 亨、 大多和 正樹
2. 発表標題 アルケニルシランに対する MHAT 駆動型レドックス環化反応を鍵とする habiterpenol および 2,3-epi-habiterpenol の全合成
3. 学会等名 第122回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小田 みづき、内藤 真帆、勅使川原 壮平、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 天然物合成を指向したプテノリドラジカルを介する反応開発研究
3. 学会等名 第21回次世代を担う有機化学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大多和正樹
2. 発表標題 神経栄養保護作用を有するかご型テルペノイドの全合成
3. 学会等名 名古屋大学大学院創薬科学研究科第156回創薬科学セミナー/GTRセミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平田 晃大、岩堀 雅大、大城 太一、供田 洋、内田 龍児、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 Shodoamide C の合成研究
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安成 範頭、田村 歩夢、中平 善幸、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 Gibberellin A1 及び A3 の合成研究
3. 学会等名 第12回北里化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平田 晃大、岩堀 雅大、大城 太一、供田 洋、内田 龍児、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 Shodoamide C の合成研究
3. 学会等名 第12回北里化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小田 みづき、内藤 真帆、勅使川原 壮平、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 プテノリドラジカルを用いた反応開発研究
3. 学会等名 第12回北里化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口 真由子、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 プテノリドラジカルのダイマー化を鍵とする biatractylolide の全合成研究
3. 学会等名 第12回北里化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安成 範頭、田村 歩夢、中平 善幸、長光 亨、大多和 正樹
2. 発表標題 Gibberellin A1 及び A3 の合成研究
3. 学会等名 第66回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田口 遥規、川口 真由子、有馬 志保、長光 亨、 大多和 正樹
2. 発表標題 アルケニルシランに対する MHAT 駆動形レドックス環化反応を鍵とする habiterpenol および 2,3-epi-habiterpenol の全合成
3. 学会等名 第66回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田口 遥規、川口 真由子、有馬 志保、長光 亨、 大多和 正樹
2. 発表標題 ピニルシランに対する MHAT 駆動形レドックス環化反応を鍵とする habiterpenol および 2,3-epi-habiterpenol の全合成
3. 学会等名 第64回天然有機化合物討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大多和 正樹
2. 発表標題 天然物から広がる有機合成化学-全合成から創薬まで-
3. 学会等名 第8回慶應有機化学若手シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大多和 正樹
2. 発表標題 特徴的な生物活性を有する天然有機化合物を中心とした創薬研究、全合成および反応開発研究
3. 学会等名 第65回日本薬学会関東支部大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 勅使川原, 壮平, 山口 茉里絵, 長光 亨, 大多和 正樹
2. 発表標題 プテノリドラジカルを用いた反応開発研究と天然物合成への応用
3. 学会等名 第65回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大多和 正樹
2. 発表標題 特徴的な生物活性を有する天然有機化合物を中心とした創薬研究、全合成および反応開発研究
3. 学会等名 第46回白金シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 勅使川原, 壮平, 山口 茉里絵, 長光 亨, 大多和 正樹
2. 発表標題 プテノリドラジカルを用いた反応開発研究と天然物合成への応用
3. 学会等名 日本薬学会第142年会
4. 発表年 2022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
---------	---------