

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02131

研究課題名(和文) 機能性食品由来・未開拓新奇トリテルペノイドの全合成

研究課題名(英文) Total synthesis of cycloartane-type triterpenoids

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) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：朝鮮五味子 *Schisandra chinensis* やサネカズラ科の植物 *Kadsura lancilimba* より単離されたトリテルペノイド pre-schisanartanin A や lancilactone C は、幅広い抗ウイルス活性を示す一方、細胞毒性が非常に弱く医薬品シード化合物としての価値がある。本研究ではドミノ[4+3]付加環化反応を利用したシクロアルタン骨格の効率的合成戦略を開発した。本合成法を基盤として、lancilactone C (提唱構造) の全合成を達成し、さらにその構造を改訂した。また、全シス置換プロパンを含む pre-schisanartanin A の左右フラグメントを合成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、複雑な構造を有するトリテルペノイドは、天然物合成研究の最先端にあり、新しい合成戦略と新規生物活性物質の創出の場となっている。本研究においても、ドミノ[4+3]環化付加反応を開発した点や、特異な置換パターンを有する三員環を含む構造の新規合成法を確立した点で、学術的意義はきわめて大きい。本合成法の創出は、シクロアルタン型トリテルペノイド lancilactone C の世界初の全合成と真の構造解明につながり、これにより自然界からごく微量しか得られない複雑かつ新奇なトリテルペノイドの確実な供給法を確立したことに加え、多置換3員環や不飽和7員環をもつ生理活性物質を合成するための新しい指針を得た。

研究成果の概要(英文)：Pre-schisanartanin A and lancilactone C are triterpenoids, isolated from *Schisandra chinensis* and *Kadsura lancilimba*, respectively, which exhibit broad-spectrum antiviral activity, but their cytotoxicity is very weak, making them valuable as pharmaceutical seed compounds. In this study, we developed an efficient synthetic strategy for cycloartane skeletons based on a domino [4+3] cycloaddition involving cleavage of a three-membered ring. By developing this synthetic strategy, we succeeded in constructing the characteristic 7-membered triene structure of lancilactone C (proposed structure) and achieved its total synthesis. Based on NMR data and proposed biosynthesis of lancilactone C, the proposed structure was revised, and its revised structure was elucidated by further synthesis. Additionally, the left and right fragments of pre-schisanartanin A containing an all cis-substituted propane were also synthesized.

研究分野：有機化学・天然物化学

キーワード：合成化学 生物有機化学 有機化学 全合成 生理活性 構造活性相関

1. 研究開始当初の背景

マツブサ科の植物 *Schisandra sp.* や *Kadsura sp.* の実は、伝統的に滋養強壮や疲労回復効果のある機能性食品あるいは果実酒の原料として利用されてきた。これら植物からは、様々なトリテルペノイドが単離・構造決定されており、2010年以降でも100種以上の新規トリテルペノイドが報告されている¹。これらのトリテルペノイドは多彩な生物活性を有しているが、その構造-活性相関の詳細は明らかになっていない。研究代表者は、それらの中で特に朝鮮五味子 *Schisandra chinensis*、あるいは *Kadsura lancilimba* より単離されたトリテルペノイド pre-schisanartanin A や lancilactone C に着目した (Figure 1)。

Pre-schisanartanin A (**1**) は、2007年に Sun らによって朝鮮五味子 *Schisandra chinensis* より単離されたスキアルタン骨格を有するトリテルペノイドである²。構造的特徴としては5/5/7/8/3員環が縮環した5環性骨格、高度に酸化された7員環骨格、3員環の主鎖置換基が同一面に位置している歪んだ「全シス置換シクロプロパン構造」が挙げられる。特に19位にヒドロキシ基をもつ朝鮮五味子由来トリテルペノイドは、酸素官能基化された骨格の構築が難しく、全合成の報告はない。また、**1** は抗 HIV 活性を示すことが報告されている ($EC_{50} = 13.8 \mu\text{g/mL}$)。一方、lancilactone C (**2**) は、生薬として利用されてきたサネカズラ属の植物 *Kadsura lancilimba* から単離されたシクロアルタン骨格を有するトリテルペノイドである³。その構造は、相対立体配置を含めて高分解能マスペクトルと HETCOR や NOESY を含む各種二次元 NMR により決定された。構造的

特徴としては2つの第4級炭素を含む5つの連続した不斉中心、非芳香族性の7-メチレンシクロヘプタ-1,3,5-トリエン構造、ビシクロ[4.3.0]ノナン骨格が挙げられる。本化合物は細胞毒性 ($EC_{50} > 100 \mu\text{g/mL}$) をほとんど示さない一方で、抗ヒト免疫不全ウイルス (HIV) 活性 ($EC_{50} = 1.4 \mu\text{g/mL}$) を示すことが報告されているが、その活性発現機構は

不明である。天然物 **1, 2** の生合成経路は検討されているものの、詳細な生物活性や活性発現に重要な構造因子は未解明であり、活性発現機構も不明である。これは、自然界から供給される試料がごく微量であり、構造も複雑であるために、天然物自体の誘導體化も著しく限定されることなどが一因になっている。そのため、合成化学的アプローチが必須となるが、その構造の複雑さのため合成戦略も未開拓であり、全合成は挑戦的な課題として手つかずとなっていた。

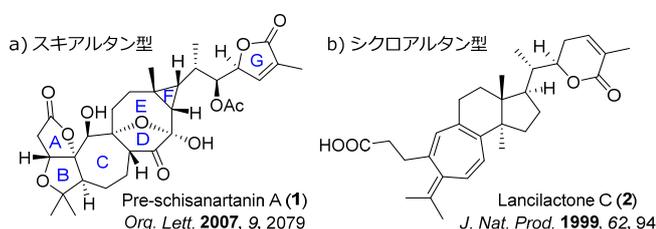


Figure 1. Structure of pre-schisanartanin A (**1**) and lancilactone C (**2**).

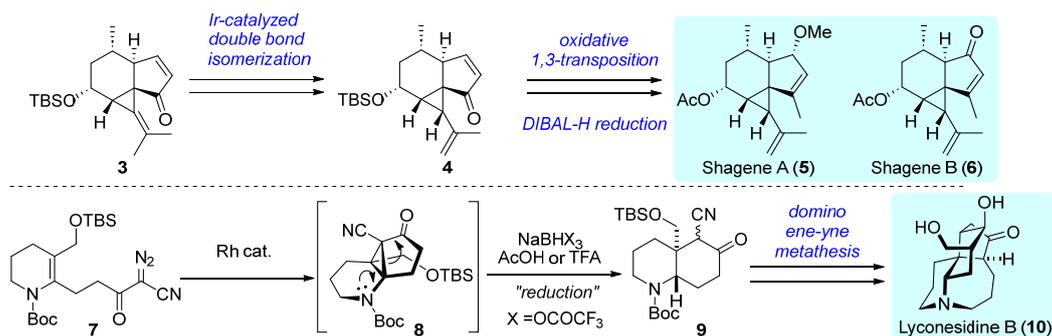
2. 研究の目的

本研究では、複雑な骨格を有する未開拓トリテルペノイドの効率的な骨格構築法の確立と全合成、そして、それらを基盤とした活性発現の基本構造の解明によって、天然物の構造を合理的に単純化した新規機能性物質の創出を目指した。具体的には、下記の3点を研究目的とした。

- 1) ドミノ反応を利用したスキアルタンおよびシクロアルタン骨格の効率的合成法の開発
- 2) Pre-schisanartanin A および lancilactone C の全合成
- 3) 全合成を基盤とした活性発現構造因子の抽出

3. 研究の方法

複雑な骨格を有するトリテルペノイドの全合成では、単純な反応を組み合わせただけでは、選択性や工程数に問題が生じるため、斬新な合成戦略が必要となる。複雑な天然物を標的とする場合には、複数の反応が連続してフラスコ内で一挙に進行するドミノ反応を用いて戦略をさらに効率化することが理想的である。研究代表者は、本研究の基盤となる知見として不飽和3員環の二重結合の異性化を鍵反応として特異な多置換3員環構造を構築し、抗リーシュマニア活性テルペノイド shagene A (**5**) および B (**6**) の全合成を達成している (Scheme 1)⁴。また、同様に lyconesidine B (**10**) では3員環の開裂を鍵とした全合成に成功している⁵。これらの合成法は pre-



Scheme 1. Total synthesis of shagenes and lyconesidine B.

schisanartanin A に含まれる多置換 3 員環の構築や、3 員環の開裂を利用したドミノ反応による lancilactone C の骨格合成法に発展可能である。そこで本研究では、以下の合成計画を立案した。

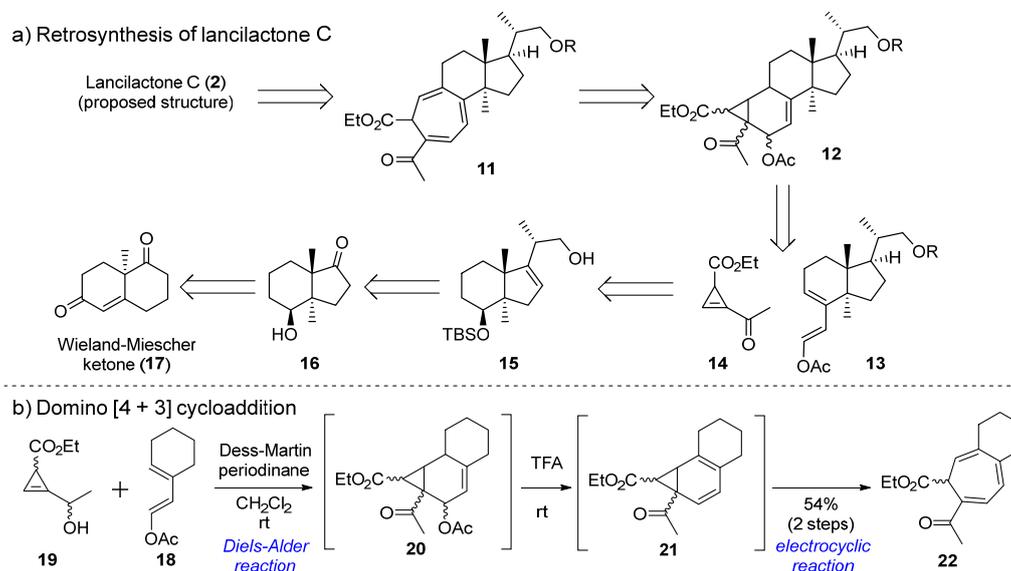
4. 研究成果

4-1 Lancilactone C の全合成と真の構造の解明

【Lancilactone C の合成計画】

Lancilactone C (**2**) の合成上の課題は、(i) 核間位に連続する第 4 級不斉炭素を有するビスクロ [4.3.0]ノナン骨格の構築と、(ii) シクロヘプタトリエンの合成である。既存の合成法が限られており、これらの構造の構築は難しいことを考慮して 3 環性骨格の構築に焦点を当てた逆合成解析をした (Scheme 2a)。具体的には、**2** は 3 環性化合物 **11** に対して左下側鎖と右上のラクトン環を導入して全合成する。この 3 環性化合物 **11** は、アセトキシジエン **13** とオレフィン **14** のドミノ [4+3]付加環化反応、すなわち、Diels-Alder 反応により **12** とした後、アセトキシ基の脱離と続く電子環状反応によりシクロヘプタトリエンを構築して合成する (ドミノ反応)。アセトキシジエン **13** は、ホモアリルアルコール **15** から立体選択的な水素添加と増炭により、**15** は、核間位に連続する第 4 級炭素をもつビスクロ [4.3.0]ノナン **16** よりジアステレオ選択的なエン反応を含む数工程で合成する。化合物 **16** は光学活性な Wieland-Miescher ケトン (**17**) から分子内シクロプロパン化と環開裂を経由して合成することにした。

全合成に先立ち、アセトキシジエン **13** のモデル化合物 **18** を用いてドミノ [4+3]付加環化反応を検討した。具体的には、**19** を酸化して系中で生じた **14** と **18** との Diels-Alder 反応により **20** を生じ、酸性条件下アセトキシ基を脱離して生じたジエン **21** が円滑に電子環状反応を起こすことによりシクロヘプタトリエン **22** を得ることに成功した (Scheme 2b)。そこで、我々は、本合成法を基盤とした lancilactone C (**2**) の全合成研究を開始した。

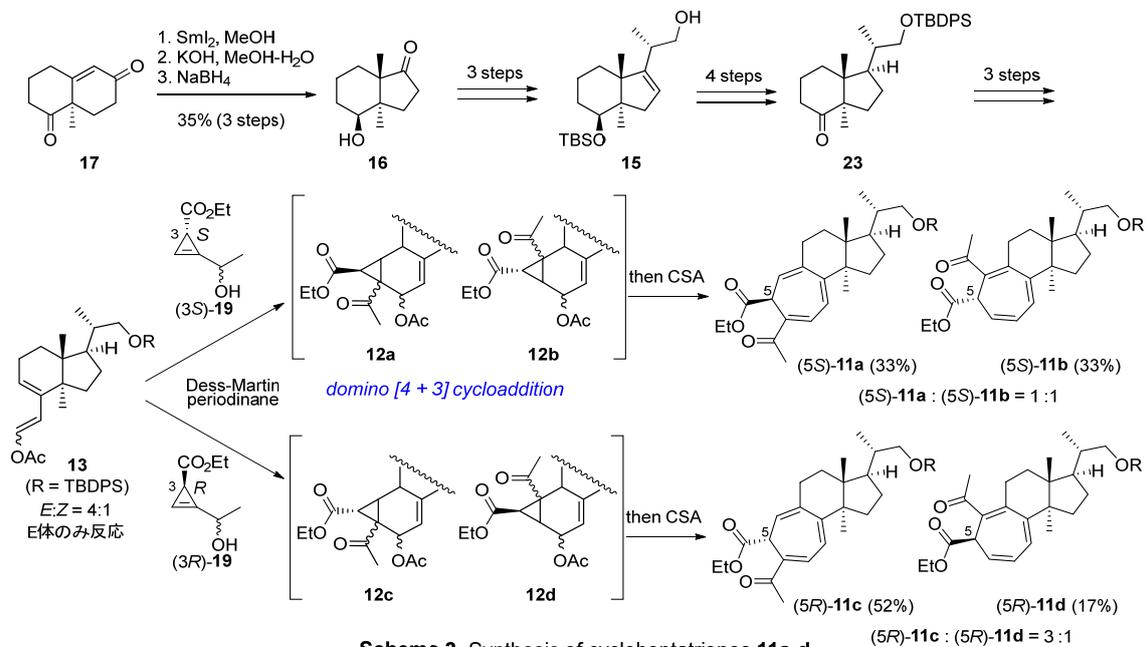


Scheme 2. a) Retrosynthesis of lancilactone C (**2**), and b) our strategy for constructing cycloheptatriene **22**.

【ドミノ [4+3]環化付加反応によるシクロヘプタトリエン構造の挙構築】⁶

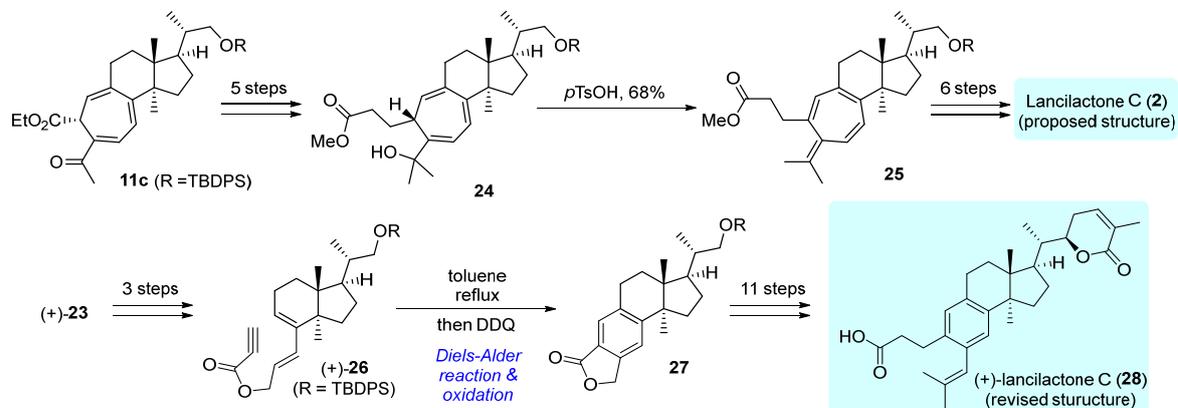
まず、光学活性な Wieland-Miescher ケトン (**17**) からビスクロ [4.3.0]ノナン骨格への変換を検討した (Scheme 3)。種々検討した結果、**17** をヨウ化サマリウムで処理した後、塩基処理するとシクロプロパノールの開環反応が起きて、ビスクロ [4.3.0]ノナン骨格を構築することに成功した。得られたジケトンを選択的に還元後、精製して 3 工程 35%収率でアルコール **16** を得た。Wittig 反応により増炭したのち、立体選択的エン反応によりヒドロキシメチル基を導入してホモアリルアルコール **15** を得た。続く立体選択的な水素添加を含む 4 工程により **23** を経由してアセトキシジエン **13** を合成した。

合成したアセトキシジエン **13** とシクロプロペン環上の不斉中心を制御して合成した **19** のドミノ [4+3]環化付加反応を検討した (Scheme 3)。アセトキシジエン **13** 存在下で、(3*S*)-**19** を Dess-Martin 酸化したところ、ケトン **14** (Scheme 2a) を経由して Diels-Alder 付加体 **12a, b** が得られた。これらのジアステレオマー混合物を酸処理すると、アセトキシ基の脱離に続いて電子環状反応が進行し、シクロヘプタトリエン **11a, b** を 1:1 の混合物として得ることに成功した。本反応は付加体 **12a, b** を単離することなく、ワンポットでも進行し、一挙に 3 環性骨格を構築可能であった。興味深いことにシクロプロペン 3 位の立体化学が選択性に大きな影響を与えた。すなわち、(3*S*)-**19** の代わりに(3*R*)-**19** にドミノ [4+3]環化付加反応を適用すると選択性が向上し、目的物 **11c** とその異性体 **11d** がそれぞれ 52%と 17%の収率 (dr = 3:1) で得られた。



【Lancilactone C (提唱構造) の不斉全合成と真の構造の解明】⁶

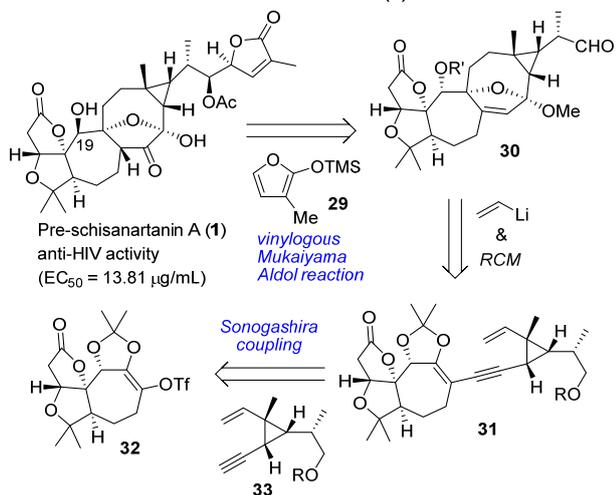
3環性骨格の構築に成功したので lancilactone C (提唱構造) の全合成を目指した (Scheme 4)。単一ジアステレオマー **11c** を無水塩化セリウム存在下の Grignard 反応、Horner-Wadsworth-Emmons 反応、1,4-還元を含む 5 工程で **24** へと変換した。酸性条件下脱水すると 7 員環トリエンの異性化を経て、所望の 7-メチレンシクロヘプタ-1,3,5-トリエン **25** を得ることに成功した。右上ラクトン環を、閉環メタセシス反応を用いた経路で導入し、初の lancilactone C (提唱構造) の不斉全合成を達成した。しかし、合成品の NMR スペクトルは文献値³と一致せず、構造改訂が必要であることが明らかとなった。そこで、単離グループにより報告されたデータの再解析と生合成経路の推定から lancilactone C の構造を 7 員環トリエン構造からベンゼン環に修正した。この修正構造 **28** を先の全合成の中間体 **23** から Diels-Alder 反応と酸化を経由して全合成し、**28** が真のランシラクトン C であることを明らかにした。



4-2 Pre-schisanartanin A の全合成研究

【Pre-schisanartanin A の合成計画】

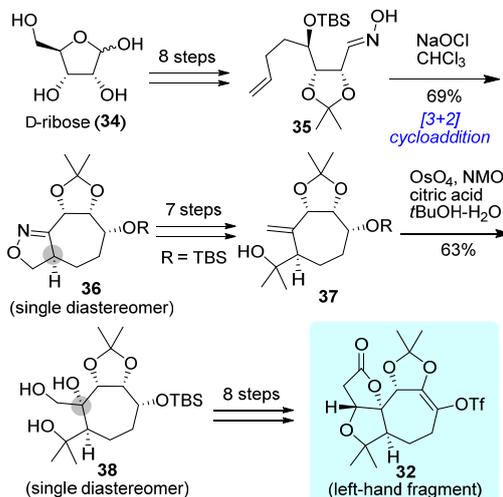
Pre-schisanartanin A (**1**) には多数の類縁体が存在するため、フラグメント連結による収束的合成が確立できれば類縁体の合成に発展可能である。また、不安定と予測された全シス置換シクロプロパン構造を損なわない経路の確立が必要である。そこで、トリフラート **32** とアルキン **33** を用いた菌頭カップリング反応と、得られた **31** を 8 員環の閉環により **30** とし、最後にブテノリドユニット **29** を導入する経路で、**1** の合成経路を立案した (Scheme 5)。



【Pre-schisanartanin A の左側フラグメントの合成】⁷

D-リボース (34) から 8 工程で合成したオキシム 35 を次亜塩素酸ナトリウムで処理したところ、[3+2]付加環化反応は円滑に進行し、ジアステレオ選択的にイソオキサゾリン 36 を与えた (Scheme 6)。計算化学的手法により、本反応の遷移状態を見積もったところ、目的物を与える遷移状態が、ジアステレオマーを与える遷移状態に比べて 3.8 kcal/mol 有利であった。

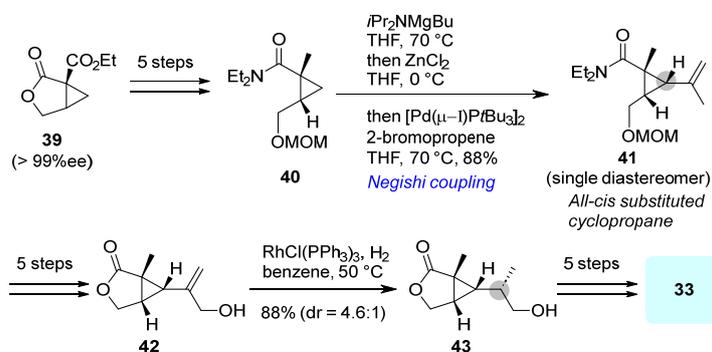
続く 7 工程の変換により得られたアルコール 37 を、OsO₄ で処理したところ、ジヒドロキシ化はシロキシ基やアセトニドと同一面からジアステレオ選択的に進行し、トリオール 38 を与えた。化合物 38 から 8 工程で 19 位炭素原子上にヒドロキシ基を導入した左側フラグメント 32 の合成に成功した。



Scheme 6. Synthesis of left-hand fragment 32.

【Pre-schisanartanin A の右側フラグメントの合成】⁸

右側フラグメント 33 の全シス置換シクロプロパン構造は、ラクトン 39 を出発原料とし、アミドを配向基とした根岸カップリングを鍵反応として構築することにした⁹。光学活性なラクトン 39 から 5 工程で得られる 40 を根岸カップリング反応に供した (Scheme 7)。反応は円滑に進行し、単一のジアステレオマーとして全シス置換シクロプロパン 41 を与えた。本カップリング反応は基質の立体障害を受けやすく、置換パターン異なるいくつかの基質を検討したが、基質 40 のみが 3 つ目の置換基導入を可能とした。続く 5 工程でラクトン 42 へと誘導し、Wilkinson 触媒存在下、接触水素化すると、良好なジアステレオ選択性で 43 が得られた。続く 5 工程の変換で右側フラグメント 33 の合成に成功した⁸。



Scheme 7. Synthesis of right-hand fragment 33.

【まとめ】

現在、複雑な構造を有するトリテルペノイドは、天然物合成研究の最先端にあり、新しい合成戦略と新規生物活性物質の創出の場となっている。特に、本研究で取りあげたテルペノイドは、特異な置換パターンを有する 3 員環や反応性の高い 7 員環骨格をもつ化合物であるため、新規合成戦略の確立が必須であった。今回新たに創出した合成法を駆使することにより、lancilactone C (2) の世界初の全合成と構造改訂を実現した⁶。これにより自然界から極微量しか得られなかった複雑なトリテルペノイドの供給が可能となった。本合成法は、スキアルタン型やシクロアルタン型を含む関連のトリテルペノイドの網羅的合成への発展が期待できる。また、高い置換基を多数有する 3 員環、非芳香族などの不安定構造や官能基をもつ生理活性物質を合成するための新しい指針の確立につながることから、学術的意義はきわめて大きい。

【参考文献】

- Shi, Y.-M.; Xiao, W.-L.; Pu, J.-X.; Sun, H.-D. *Nat. Prod. Rep.* **2015**, *32*, 367–410.
- Huang, S.-X.; Li, R.-T.; Liu, J.-P.; Lu, Y.; Chang, Y.; Lei, C.; Xiao, W.-L.; Yang, L.-B.; Zheng, Q.-T.; Sun, H.-D. *Org. Lett.* **2007**, *9*, 2079–2082.
- Chen, D. F.; Zhang, S. X.; Wang, H. K.; Zhang, S. Y.; Sun, Q. Z.; Cosentino, L. M.; Lee, K. H. *J. Nat. Prod.* **1999**, *62*, 94–97.
- Tsukano, C.; Yagita, R.; Heike, T.; Mohammed, T. A.; Nishibayashi, K.; Irie, K.; Takemoto, Y. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, *60*, 23106–23111.
- Kurose, T.; Itoga, M.; Nanjo, T.; Takemoto, Y.; Tsukano, C. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2022**, *95*, 871–881.
- Kuroiwa, H.; Suzuki, S.; Irie, K.; Tsukano, C. *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, *145*, 14587–14591.
- Yagita, R.; Irie, K.; Tsukano, C. *Eur. J. Org. Chem.* **2021**, *2021*, 4269–4272.
- Yagita, R.; Irie, K.; Tsukano, C. *Synlett* **2024**, *35*, 423–426.
- Yasui, M.; Ota, R.; Tsukano, C.; Takemoto, Y. *Org. Lett.* **2018**, *20*, 7656–7660.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8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 Kuroiwa Hidetaka, Suzuki Soichiro, Irie Kazuhiro, Tsukano Chihiro	4. 巻 145
2. 論文標題 Total Synthesis and Structure Revision of (+)-Lancilactone C	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 14587 ~ 14591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.3c04124	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, Yasui Motohiro, Takemoto Yoshiji (Eds. Nakada Masahisa, Tanino Keiji, Nagasawa Kazuo, Yokoshima Satoshi)	4. 巻 Chapter 18
2. 論文標題 Total Synthesis of Avenaol	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Modern Natural Product Synthesis	6. 最初と最後の頁 381 ~ 411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-97-1619-7_18	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 Yagita Ryotaro, Tsukano Chihiro, Irie Kazuhiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Toward the Total Synthesis of Schinorriterpenoids: Construction of the All-cis-Substituted Cyclopropane Unit	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 423 ~ 426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-2102-8014	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 塚野千尋	4. 巻 61
2. 論文標題 歪んだ3員環を含む生物活性天然物の全合成	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 288 ~ 295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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, Itoga Moeko, Nanjo Takeshi, Takemoto Yoshiji, Tsukano Chihiro	4. 巻 95
2. 論文標題 Total Synthesis of Lyconesidine B: Approach to a Three-Dimensional Tetracyclic Skeleton of Amine-Type Fawcettimine Core and Studies of Asymmetric Synthesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 871 ~ 881
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220049	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	4. 巻 -
2. 論文標題 Total Synthesis of Nitrogen Containing Natural Products Based on Palladium Catalyzed C-H Functionalization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Handbook of CH-Functionalization	6. 最初と最後の頁 1 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/9783527834242.chf0185	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 Yagita Ryotaro, Irie Kazuhiro, Tsukano Chihiro	4. 巻 2021
2. 論文標題 Studies Toward the Total Synthesis of Schinortriterpenoids: Diastereoselective Synthesis of the Left Hand Fragment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4269 ~ 4272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100510	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, Yagita Ryotaro, Heike Takayoshi, Mohammed Tagwa A., Nishibayashi Kazuya, Irie Kazuhiro, Takemoto Yoshiji	4. 巻 60
2. 論文標題 Asymmetric Total Synthesis of Shagenes A and B	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 23106 ~ 23111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202109786	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13件(うち招待講演 2件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 塚野千尋
2. 発表標題 リーシュマニア症の原因寄生虫に効果のある天然物の全合成:歪みのある三員環の構築と応用
3. 学会等名 有機合成2月セミナー「有機合成のニュートレンド2024」(招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano; Hidetaka Kuroiwa; Soichiro Suzuki; Kazuhiro Irie
2. 発表標題 Total Synthesis and Structure Revision of (+)-Lancilactone C
3. 学会等名 IKCOC-15(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 八木田凌太郎; 入江一浩; 塚野千尋
2. 発表標題 朝鮮五味子由来トリテルペノイド pre-schisanartanin A の全合成研究
3. 学会等名 第49回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤響; 鈴江一友; 入江一浩; 塚野千尋
2. 発表標題 抗リーシュマニア・セスキテルペン・shagene類の不斉全合成および類縁体の合成
3. 学会等名 第52回複素環化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木 総一郎, 黒岩 秀崇, 入江 一浩, 塚野 千尋
2. 発表標題 サネカズラ属生薬植物由来の抗 HIV トリテルペノイド・Lancilactone C の合成化学的構造改訂
3. 学会等名 日本農芸化学会 広島大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤 響, 入江 一浩, 塚野 千尋, 鈴江 一友
2. 発表標題 抗リーシュマニア・セスキテルペンshagene類の天然型 エナンチオマーの不斉全合成および生物活性評価
3. 学会等名 日本農芸化学会 広島大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塚野 千尋
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 不斉全合成と構造改訂
3. 学会等名 生理化学研究ユニット 第12回シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chihiro Tsukano
2. 発表標題 Asymmetric Total Synthesis of Shagenes A and B, Anti-Leishmanial Sesquiterpene
3. 学会等名 SICC-11 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚野 千尋, 黒岩 秀崇, 鈴木 総一郎, 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 不斉全合成と構造改訂
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 八木田凌太郎、入江一浩、塚野千尋
2. 発表標題 Pre-schisanartanin Aの右側フラグメント合成
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒岩秀崇、入江一浩、塚野千尋
2. 発表標題 サネカズラ属生薬植物由来の抗HIV活性トリテルペノイド・Lancilactone Cの不斉全合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会関西支部第519回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚野千尋、八木田凌太郎、平家崇吉、Tagwa A. Mohammed、西林和也、入江一浩、竹本佳司
2. 発表標題 三環性セスキテルペン Shagene A および B の不斉全合成
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 黒岩秀崇、入江一浩、塚野千尋
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の合成研究：連続不斉中心の立体選択的構築
3. 学会等名 第41回有機合成若手セミナー 明日の有機合成を担う人のために
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

雑誌論文の「Total Synthesis and Structure Revision of (+)-Lancilactone C, J. Am. Chem. Soc., 145, 14587-14591 (2023). DOI: 10.1021/jacs.3c04124」については、京都大学HPならびにChem-Station（国内最大の化学系ポータルサイト）に紹介記事が掲載された。さらに、同誌の表紙（cover art）にも採用された。論文公開後、同誌の1カ月間のダウンロード数top10に入り、3カ月間で約8000回閲覧された。
<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2023-06-22>
<https://www.chem-station.com/blog/2023/07/lancilactone.html>

京都大学 教育研究活動データベース
<http://kyouindb.iimc.kyoto-u.ac.jp/j/rK9xV>

ORCID ID
<https://orcid.org/0000-0002-9361-0857>

researchmap URL
https://researchmap.jp/tsukano_chihiro

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