

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05863

研究課題名(和文)理論計算と合成化学を駆使した内因性ジギタリス様物質の構造解明

研究課題名(英文)Structural elucidation of endogenous digitalis-like factor using theoretical calculation and chemical synthesis

研究代表者

中崎 敦夫 (Nakazaki, Atsuo)

岩手大学・理工学部・教授

研究者番号：00366428

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、様々な疾患の予防や治療という臨床医学的観点から重要な分子である内因性ジギタリス様物質(EDLF)の候補化合物である19-ノルブファリン(19-NB)の完全な構造解明を最終目的として、1)19-NBのA環に関する立体異性体の合成法を確立し、17位に置換している2-ピロンの構築法を新たに開発した。また、2)開発したこれらの方法を活用して、酸化型テルペノイドの合成法を確立した。現在、MSスペクトル予測の精度の向上について検討しており、条件が整い次第、実測データとの比較を検討し、単離文献の値と比較して、提唱構造の妥当性とともにとどの立体異性体が有望かを検証する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

EDLFの構造解明は、正確な構造が得られることによって、i) 生合成酵素の探索、ii) EDLFをバイオマーカーとする検出技術の開発、iii) 発症メカニズムの解明等が大きく進展し、疾患予防や治療に直結すると期待される。また本研究は、未だ実現していないIMS分野の究極的な課題である「MSフラグメントパターンからの構造導出」の技術基盤の確立につながる重要性を有する。本提案が実現できれば、医療・創薬・農業・食品分野などの各分野で代謝物の網羅的解析(メタボロミクス)によって多数発見されている新規化合物の構造推定が円滑に行えるだけでなく、未知の生物機能の解明にも繋がる発展的な研究展開が期待できる。

研究成果の概要(英文)：Endogenous digitalis-like substance (EDLF) is an important molecule from the clinical medicine perspective of prevention and treatment of various diseases. To elucidate the full structure of 19-norbufarin (19-NB), a candidate compound of EDLF, in this study we achieved 1) a synthetic method for stereoisomerism of 19-NB with respect to the A ring and a new method for the construction of 2-pyrone with 17-position 2-pyrone. We also established 2) synthetic methods for oxidized terpenoids by utilizing these developed methods. We are currently studying the improvement of the accuracy of MS spectral prediction, and we will examine the comparison with the actual measured data and verify which stereoisomers are promising as well as the validity of the proposed structure by comparing with the values in the original literature.

研究分野：生物有機化学

キーワード：19-ノルブファリン EDLF MSスペクトル 理論計算予測 強心ステロイド 化学合成 ジアステレオマ
- 2-ピロン

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

内因性ジギタリス様物質 (Endogenous Digitalis-Like Factor: EDLF) は、ヒトを含むほ乳類から見いだされた微量物質である。その分子の実体として、ウアバイン等のような植物や両生類を起源とする天然物である強心ステロイドが単離・同定されてきた (図 1)。ほ乳類にとって強心ステロイドは、膜タンパク質 Na^+/K^+ -ATPase に対する強力な阻害活性をもつ毒性物質である。このような分子が、心血管疾患や腎不全患者の組織から EDLF として単離されたことは大変興味深い。したがって EDLF の構造解明は、これら疾患の予防や治療という臨床医学的観点から極めて重要な研究課題である。しかし、ほとんどの EDLF は極微量 (数 μg) しか単離されないため、構造決定の要である NMR スペクトルが測定できず、構造決定には至っていない。また多くの場合、微量でも測定可能な UV や MS スペクトル等の限られた構造情報や、強心ステロイドに由来する生物活性の情報に基づき、「ある程度合理的な構造」が提唱されるに留まっている。一方、ウアバイン等が EDLF 候補物質として構造決定できた最大の要因は天然物標品の存在にあり、これによって、かろうじて測定できた NMR スペクトルが容易に比較できたと考えられる。これに対し、天然物標品が存在しないため、構造決定に至らない EDLF 候補物質もまた生体内には無数に存在することが過去の膨大な報告例から示されている (Blaustein, M. P. *AJP Cell Physiol.* **2018**, 314, C3)。もし、微量物質から得られる数少ない構造情報であっても、そこから提唱構造を合理的に導出できれば、EDLF の構造解明が大きく進展すると期待される。

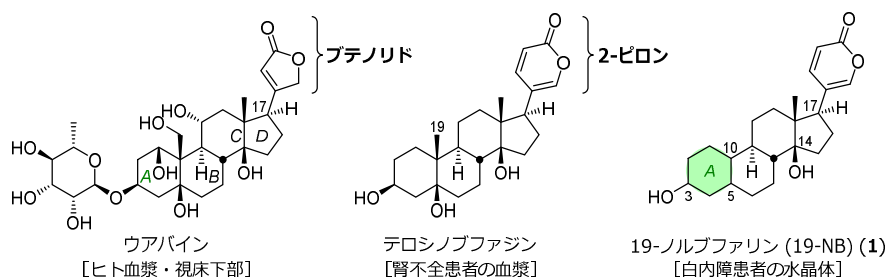


図 1. 代表的な EDLF 候補化合物の構造と由来

19-ノルブファリン (19-NB, 1, 図 1) は、Lichtstein らによって、白内障患者の水晶体から単離された、天然物標品が存在しない EDLF 候補化合物である (*Eur. J. Biochem.* **1993**, 216, 261)。約 2 μg という獲得量の少なさから NMR スペクトルが測定できず、構造決定されなかった。しかし、1 は、強心ステロイド抗体による交差性を示すこと、および ^3H ラベルされたウアバイン共存下でも強力な Na^+/K^+ -ATPase 阻害活性を持つという「間接的な構造情報」から、強心ステロイドと類似の構造であると予想された。さらに、UV や MS スペクトルから、17 位に 2-ピロンを有し、19 位メチル基が欠損したノル型の構造であると提唱された。

2013 年に Grimme らは、理論計算を使った MS スペクトルのフラグメントを高精度で予測できる計算手法、「量子化学 EI-MS 法 (QCEIMS 法)」を新たに開発した (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, 52, 6306)。この QCEIMS 法は、半経験的分子軌道法によるフラグメンテーション反応の精密計算が可能である。これによって、複雑な天然物を含む低分子化合物の MS のフラグメントを高精度に予測できる点が最大の特徴である。

我々は、QCEIMS 法によるフラグメント予測が 19-NB (1) の構造解明に活用できると考えた。すなわち、i) 1 の全ての立体異性体について計算予測を行って妥当な立体異性体を絞り込むとともに、ii) 合成化学的に各立体異性体を入手し、iii) 実測 MS スペクトルや生物活性を文献値と比較することで、構造解明できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、様々な疾患の予防や治療という臨床医学的観点から重要な分子である EDLF の構造を、理論計算と合成化学を駆使して解明するものである。具体的には、白内障患者の水晶体から見出された 19-NB (1) の完全な構造解明を最終目的として、(1) 1 の合成法の確立、(2) MS スペクトル理論計算予測に立脚した 1 の立体異性体の絞り込み、および (3) 文献値との比較による提唱構造の検証、という 3 点について検討する。

3. 研究の方法

(1) 19-NB の合成法の確立:

19-NB (1) の A 環に存在する 3 位、5 位、および 10 位の各不斉炭素に関する立体異性体 8 種を合成する。すなわち、独自に開発したエストロゲン様骨格構築法 (*J. Org. Chem.* **2017**, 82, 9097) を使って共通中間体 2 を目指す (図 2)。この 2 までの合成では、ピリダジンとアルキンとの脱窒素を伴う分子内 Diels-Alder 反応も検討し、より効率的に A 環を構築する。

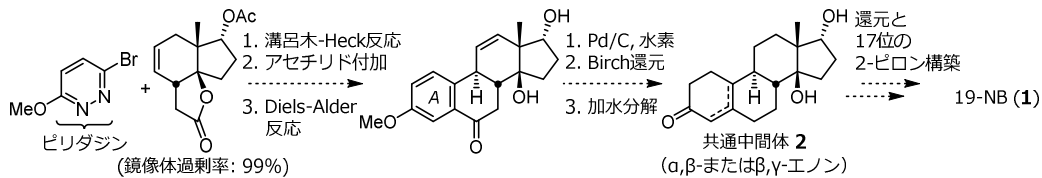


図 2. 19-NB (1) の合成アプローチの概略

また、17 位の 2-ピロンの構築は、ブテノリドを持つ強心ステロイド合成の常法では達成できず、独自に開発する必要があることが当研究室の先行実験の結果からも明らかとなっている。そこで本研究では、遷移金属錯体を使った 2-ピロンの直接導入法や 14 位水酸基を使った 2-ピロンの段階的構築法を開発し、1 の合成を目指す。後者の一例として、14 位水酸基を利用して 17 位へアルキニル基を導入した後に、オキサピリダジノンとの分子内 Diels-Alder 反応とそれに続く脱窒素を経る 2-ピロンの新規な構築法を試みる (図 3)。

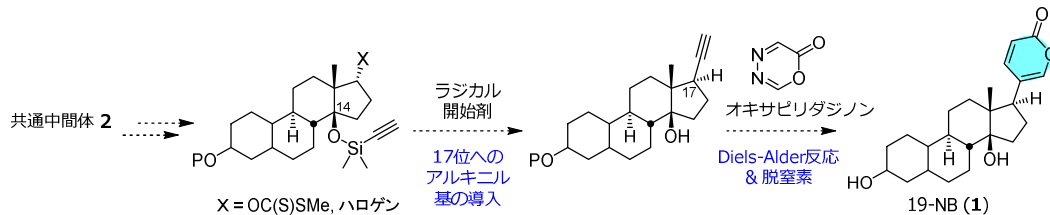


図 3. 17 位アルキン体を用いる 2-ピロンの構築法の概略

(2) MS スペクトルの理論計算予測に立脚した 19-ノルブファリンの立体異性体の絞り込み：
ステロイド 3 位のエピマー同士が異なるフラグメントを与えることは実測 MS において既に報告されているが、QCEIMS 法は高精度でフラグメントを予測できることから、実測と同様、立体異性体間のスペクトルの違いを再現できるものと期待される。そこで、1 の A 環の各不斉炭素に関する立体異性体 8 種について QCEIMS 法を適用し、異性体間のスペクトルの差異を確認する。また、どの立体異性体の MS スペクトルが文献のそれと良い一致を示すか比較し、合理的な構造の絞り込みを行う。

(3) 報告データとの比較による提唱構造の検証：

合成した 1 の各立体異性体について、HPLC の保持時間や Na^+/K^+ -ATPase 阻害活性を測定する (自前で確立したリン酸の比色定量を使った活性評価法を利用)。それらを Lichtstein の単離文献の値と比較して、提唱構造の妥当性とともどの立体異性体が有望かを検証する。

4. 研究成果

(1) 19-ノルブファリンの合成法の確立：

19-NB の A 環に関する全立体異性体を合成可能な共通中間体の合成法の確立

我々が合成法を確立している CD 環セグメント 3 (ラセミ体を使用) を出発原料として、溝呂木-Heck 反応と Friedel-Crafts 型脱水環化を行って、エストロゲン様骨格を持つ 4 を得た (図 4)。ここから Birch 還元などを含む 4 工程で A 環に関する立体異性体が合成可能な共通中間体 2 を得ることができた。この 2 から実際に 6a と 6b、および 19-NB (1) の部分構造として最も有力な 7 の合成を完了した。

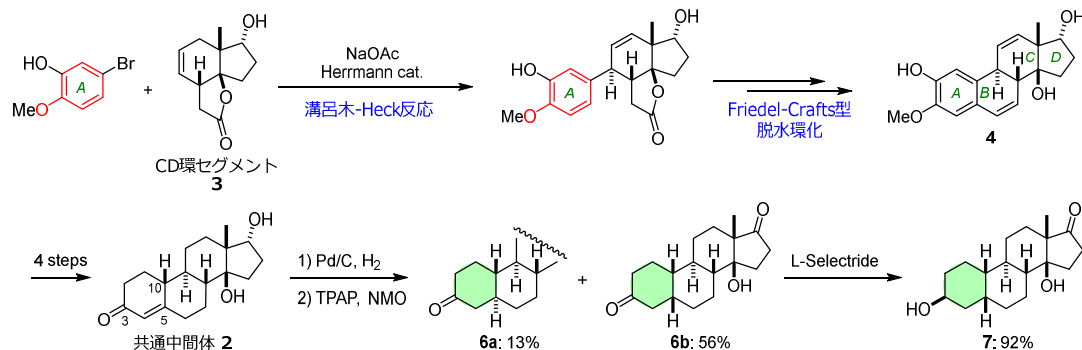


図 4. 共通中間体 2 の合成と 6a, 6c と 7 への変換

17 位ラクトンの構築法の開発

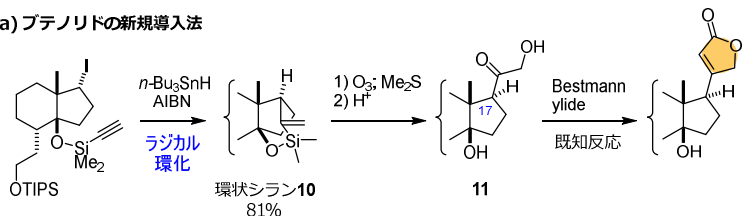
初期案であった遷移金属錯体を使った 2-ピロンの直接導入法やオキサピリダジノンとアルキンとの脱窒素を伴う分子内 Diels-Alder 反応が困難であることを確認した。そこで、当初の目的物であったアルキンの合成で得られた環状シラン 10 を活用し、2-ピロンの構築を目指すこととした [図 5(a)]。また、この 10 を使ってブテノリドの合成も検討した。

1) 2-ピロンの構築法の開発：環状シラン **10** を原料とする 2-ピロンの構築は、遷移金属触媒を用いるカップリングの段階で困難であることが明らかとなった。今回別法として、ブテノリドを出発原料として環拡大を使った 2-ピロンの構築を新たに検討した [図 5(b)]。Me 基をもつモデル基質 **8** を利用した検討の結果、2-ピロン骨格をもつ **9** の合成に成功した。現在、収率向上に向けた検討、基質一般性の確認、および実際のステロイド基質での検討を行っている。

2) ブテノリドの構築法の開発

1) とは対照的に、環状シラン **10** は O_3 酸化と加水分解の 2 段階で α -ヒドロキシケトン **11** へ変換できた。**11** からは既知の方法でブテノリドへ変換できることがわかっており、これによって強心ステロイドに特徴的な 17 位ブテノリドの新規構築法の開発に成功した [図 5(a)]。

(a) ブテノリドの新規導入法



(b) モデル基質を用いた 2-ピロンの新規導入法

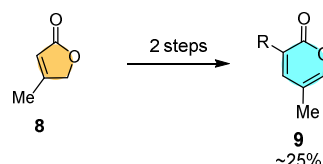


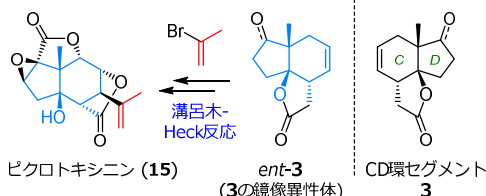
図 5. 本研究で開発した 17 位ラク톤の新規構築法の概要

生物活性をもつ酸化型テルペノイドの合成への展開

今回の研究成果で得られた合成手法を利用し、酸化型テルペノイドの合成に展開した (図 6, 図 7)。すなわち、CD 環セグメント **3** に対し、A 環に相当するプロモアレンとの溝呂木-Heck 反応と Friedel-Crafts 型脱水環化による B 環構築を組み合わせると、エストロゲン様骨格を持つ **12** の合成が可能であった [図 6(b)]。この **12** を使って、侵略的外来生物として知られているウミヤツメに対するフェロモン様物質ペトロマイゼストロステロール (**14**) の構造確定を行なった。本研究では、3-O-メチル体の 14β および 14α -アルコール **13b** と **13a** の合成を達成した。また、スペクトルデータの比較から 14α 体 **13b** が天然物であることが強く示唆された。3 位エーテルの切断によって 14β 体を得ることができ、現在、天然物である **14** の合成を検討している。

さらに、強心ステロイド合成のための CD 環セグメント **3** は光学分割して入手してきたが、もう一方のエナンチオマー *ent*-**3** はこれまで使用してこなかった [図 6(a)]。今回、この *ent*-**3** とイソプロペニルプロマイドとの溝呂木-Heck 反応を利用することによって、GABA_A 受容体の強力な阻害剤であり、体内時計の周期を遅らせることが知られ、最近注目されているピクロトキシニン (**15**) の全合成に成功した。

(a) GABA_A 受容体の阻害活性天然物の全合成



(b) 外来生物のフェロモン様物質の合成研究

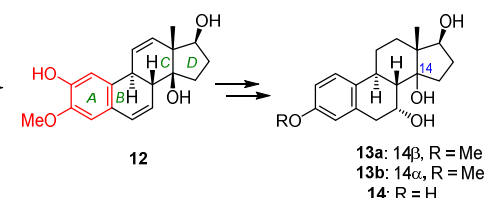


図 6. 本研究で開発した酸化型テルペノイドの合成アプローチ

また、前述のブテノリドの新規構築法と共通中間体 **2** から合成した **6a** を利用し、抗腫瘍活性天然物であるアンチアロシド Y のアグリコンに相当する 19-ノルジギトキシゲニン (**16**) の全合成を達成した (図 7)。本成果の内容について、現在、英文誌への投稿を準備している段階である。

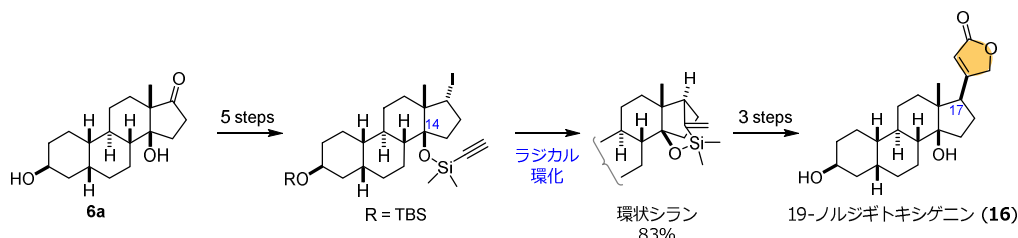


図 7. 17 位ラク톤の新規構築法を利用した抗腫瘍活性天然物の全合成

(2) MS スペクトルの理論計算予測に立脚した 19-ノルプファリンの立体異性体の絞り込み：既に合成が完了しているラクトン欠損型ステロイドのジアステレオマー **6a** と **6b** (図 8) を使

って、QCEIMS 法による MS スペクトルの計算データと実測データの比較を行ったが、高い精度でスペクトルが再現されなかった。現在、より単純なモデル系(メントールなど)のジアステレオマーを使って計算予測と実測データの比較検討を行うとともに、精度向上について本計算手法の開発者である Grimme らと意見交換をしている。

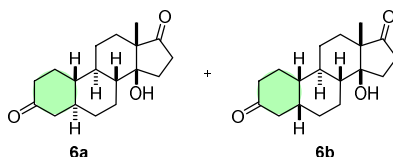


図 8. 理論計算予測に使用したステロイドの構造

以上、本研究では、1) 19-NB の A 環に関する立体異性体の合成法を確立し、17 位に置換している 2-ピロンの構築法を新たに開発した。また、2) 開発したこれらの方法を活用して、酸化型テルペノイドの合成法を確立した。現在、MS スペクトル予測の精度の向上について検討しており、条件が整い次第、実測データとの比較を検討し、HPLC の保持時間の確認や Na^+/K^+ -ATPase 阻害活性を評価し、単離文献の値と比較して、提唱構造の妥当性とともにとどの立体異性体が有望かを検証する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10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 Atsuo Nakazaki, Maho Kawai, Toshio Nishikawa	4. 巻 20
2. 論文標題 Structural verification of petromyzestrosterol by total syntheses of both C14-epimers of its 3-O-methyl derivative	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Org. Biomol. Chem.	6. 最初と最後の頁 6432-6435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D20B01047J	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 Nishikawa Toshio, Ono Yoshiki, Higuchi Keiko, Yamaguchi Masashi, Sugino Kumi, Nakazaki Atsuo, Adachi Masaatsu	4. 巻 34
2. 論文標題 A Convergent Synthesis of Tetracyclic Indole Compounds by a Palladium-Catalyzed Cross-Coupling and Tandem Cyclization Reaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 364-368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0042-1751396	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 Nakazaki Atsuo, Matsumura Taishi, Nishikawa Toshio	4. 巻 34
2. 論文標題 An Asymmetric Total Synthesis of Picrotoxinin through a Mizoroki-Heck Reaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 958-962
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-1981-4489	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 Yusuke Araki, Yusuke Hanaki, Masaki Kita, Koutaro Hayakawa, Kazuhiro Irie, Yoshihiko Nokura, Atsuo Nakazaki, Toshio Nishikawa	4. 巻 85
2. 論文標題 Total synthesis and biological evaluation of oscillatoxin D, E, and F	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biosci. Biotechnol. Biochem.	6. 最初と最後の頁 1371-1382
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbb/zbab042	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 Yushi Hirata, Atsuo Nakazaki, Toshio Nishikawa	4. 巻 90
2. 論文標題 Synthesis of the eight-membered carbocycle of brachialactone by intramolecular Mizoroki-Heck reaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Tetrahedron Lett.	6. 最初と最後の頁 153608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2021.153608	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 Atsuo Nakazaki, Shunsuke Mouri, Yoshiki Nakane, Yuki Ishikawa, Mari Yotsu-Yamashita, Toshio Nishikawa	4. 巻 105
2. 論文標題 The Synthesis of Simplified Analogues of Crambescin B Carboxylic Acid and Their Inhibitory Activity of Voltage-Gated Sodium Channels: New Aspects of Structure-Activity Relationships	5. 発行年 2022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/COM-21-S(R)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 Yoshiki Nakane, Atsuo Nakazaki, Toshio Nishikawa	4. 巻 85
2. 論文標題 Studies toward the Synthesis of Chartelline C	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 7534-7542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c00643	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 Yulu Jiang, Taro Ozaki, Mei Harada, Tadachika Miyasaka, Hajime Sato, Kazunori Miyamoto, Junichiro Kanazawa, Chengwei Liu, Jun-ichi Maruyama, Masaatsu Adachi, Atsuo Nakazaki, Toshio Nishikawa, Masanobu Uchiyama, Atsushi Minami, Hideaki Oikawa	4. 巻 59
2. 論文標題 Biosynthesis of Indole Diterpene Lolitrems: Radical-Induced Cyclization of an Epoxyalcohol Affording a Characteristic Lolitremane Skeleton	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angew. Chem. Int. Ed.	6. 最初と最後の頁 17996-18002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202007280	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 Yusuke Araki, Atsuo Nakazaki, Toshio Nishikawa	4. 巻 23
2. 論文標題 Biomimetic Synthesis of the CDE Ring Moiety of Physalins, Complex 13,14-Secosteroids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 989-994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c04198	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 Shogo Watanabe, Toshio Nishikawa, Atsuo Nakazaki	4. 巻 86
2. 論文標題 Total Synthesis of the Cardiotonic Steroid (+)-Cannogenol	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 3605-3614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02966	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28件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 中崎敦夫
2. 発表標題 ヘキサヒドロインダン骨格をprivileged structureとするテルペノイドの合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会 シンポジウム「農芸化学の新たな潮流：有機化学で新風を巻き起こす研究者たち」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 米倉悠葵、中崎敦夫
2. 発表標題 クランベシンB脱炭酸体の新規合成法の開発
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅野秀多、中崎敦夫
2. 発表標題 セレノネインの合成研究：エルゴチオネインをモデル化合物とした条件検討
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松村泰志、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 Picrotoxininの不斉全合成
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 坂口和彦、千葉真吾、倉部朱希、山崎雄一郎、横山直太、奈良秀樹、草野友実、瓦谷明宏、守屋理、矢口善博、中崎敦夫
2. 発表標題 結晶スポンジ(CS)法による極微量香気寄与成分の構造解析
3. 学会等名 第66回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松村泰志、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 分子間Mizoroki-Heck反応を鍵とするpicrotoxininの合成研究
3. 学会等名 第38回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中崎敦夫、原村隆司、藤田涼斗
2. 発表標題 Synthesis of cardiotonic steroids and evaluation of their attractant activity to toads
3. 学会等名 令和4年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中崎敦夫
2. 発表標題 毒と薬のはなし
3. 学会等名 教師のための化学教育講座（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中崎敦夫
2. 発表標題 外来生物の誘引現象の理解と駆除を目指した強心ステロイドの非天然型アナログの創出：多様な酸化型ステロイドの自在合成
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8回公開シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊正悟、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 強心ステロイド類の自在合成法の開発と(+)-Cannogenolの全合成
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 新木悠介、中崎敦夫、西川俊夫
2. 発表標題 ステロイド系天然物フィサリン類の合成研究 -CDE 環の生合成類似合成-
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 中崎敦夫
2. 発表標題 Synthesis of oxy-functionalized steroids aiming at bioorganic studies
3. 学会等名 令和3年度化学系学協会東北大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松村泰志、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 ピクロトキシニンの合成研究
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 多湖光佑、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 生合成を模倣したノル-3,4-セコトリテルペノイドの A 環部分の構築
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 波田航平、新木悠介、野倉吉彦、花木祐輔、中崎敦夫、西川俊夫
2. 発表標題 アプリシアトキシン・オシラトキシン類縁体の網羅的合成法の開発
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 中崎敦夫
2. 発表標題 機能解明や構造決定を指向した生物活性天然物の合成研究
3. 学会等名 有機合成化学協会東北支部 岩手地区講演会「生体機能分子の有機合成」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中崎敦夫、原村隆司
2. 発表標題 外来生物の誘引現象の理解と駆除を目指した強心ステロイドの非天然型アナログの創出
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7回公開シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 呉静、佐藤俊太郎、桑原重文、二木美咲、平田裕嗣、中崎敦夫、西川俊夫、菅敏幸、崔宰熏、平井浩文、河岸洋和
2. 発表標題 高等菌類におけるホルモンの探索
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 平田裕嗣、二木美咲、中崎敦夫、呉静、河岸洋和、西川俊夫
2. 発表標題 チャキシン B および類縁化合物の生合成類似合成
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 河合真穂、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 構造決定を目的としたウミヤツメのフェロモン様物質petromyzestrosterolの合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会中部支部第187回例会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松村泰志、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 19-ノル型強心ステロイドの合成研究
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 中崎敦夫、渡邊正悟、西川俊夫
2. 発表標題 外来生物の誘引現象の理解と駆除を目指した強心ステロイドの非天然型アナログの創出: cannogenolの全合成
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2回領域リトリート
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 新木悠介、中崎敦夫、西川俊夫
2. 発表標題 ステロイド系天然物Physalin類の合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊正悟、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 (+)-cannogenolの全合成
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松村泰志、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 19-nordigitoxigeninの全合成
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 多湖光佑、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 ノルトリテルペノイドの A 環部分の構築
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹台剛太郎、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 クランベシンBメチルエステルの合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 波田航平、西川俊夫、中崎敦夫
2. 発表標題 アブリシアトキシン及びオシラトキシン類縁体の合成
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
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
---------	---------