

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05409

研究課題名(和文)植物寄生性農害虫孵化促進活性を有する歪んだ架橋型多環性天然物の合成研究

研究課題名(英文) Synthetic study on a bioactive natural product, the most active hatching agent of potato cyst nematodes

研究代表者

安立 昌篤 (Adachi, Masaatsu)

東北大学・薬学研究科・准教授

研究者番号：80432251

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、特異かつ高度に歪んだ架橋型多環性骨格を合成して、生理活性の詳細が未だ明らかにされていない希少天然有機化合物の収束的な化学合成と系統的な構造活性相関研究を目的としている。具体的には、植物寄生性農害虫であるジャガイモシスト線虫の孵化機構において重要な因子であり、高度に歪んだシクロブタン骨格を含むソラノエクレピンAの合成研究を行った。この本研究では、4-exo-trig型ラジカル環化反応を機軸として、高度に多官能基化されたシクロブタンを含む特異な架橋型多環性骨格の効率的な合成法を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

申請者は、化学合成により得られる天然物や中間体等を利用すれば生命現象を分子レベルで解明できると考え、天然の入手が困難で生理活性の詳細が明らかにされていない天然物を研究材料に取り上げ、その合成研究を行っている。本研究で着目した高度に歪んだシクロブタンを持つソラノエクレピンAは、天然からの単離収率が極めて低く、有機合成による量的供給が必要不可欠である。また、合成難度が極めて高いため、構造活性相関の情報に基づきシスト線虫の孵化促進活性を保持した構造単純化アナログを開発することが重要であると考えた。

研究成果の概要(英文)：Synthesis of solanoeclepin A, the most active hatching agent of potato cyst nematode isolated from hydroponic potato cultures was examined not only for the chemical supply of solanoeclepin A but also for the structure-activity relationship study. As a result, a tricyclic compound possessing a DEF ring of the right-hand nucleus of solanoeclepin A was synthesized from Hajos-Parrish ketone through introduction of a hydroxy group at the C-15 position and construction of the highly strained cyclobutane by samarium(II)-mediated 4-exo-trig radical cyclization. Furthermore, construction of seven-membered ring was achieved by Nozaki-Hiyama-Kishi coupling and intramolecular aldol reaction.

研究分野：有機合成化学

キーワード：有機合成 合成化学 天然物化学

## 1. 研究開始当初の背景

本研究では、特異かつ高度に歪んだ架橋型多環性骨格を効率的に合成し、生理活性の詳細が明らかにされていない希少天然有機化合物ソラノエクレピン A の化学合成を目的としている。ソラノエクレピン A は、1986年 Mulder らによってジャガイモ水耕栽培液からジャガイモシスト線虫に対する強力な孵化活性を持つ化合物として単離され、さらに 1999年 Schenk らにより X 線結晶構造解析によって決定された。このようなジャガイモシスト線虫に対する強力な孵化活性を利用して、宿主であるジャガイモが存在しない時期にソラノエクレピン A を利用してシスト線虫を孵化させ、駆除する方法には大きな期待が寄せられている。しかし、天然から極微量しか得ることができないため、詳細な生理活性やジャガイモシスト線虫の特異な生態機能に関する研究は現在も進展していない。そのため、化学合成によりソラノエクレピン A を合成して、孵化機構解明のための量的供給が必要不可欠であった。

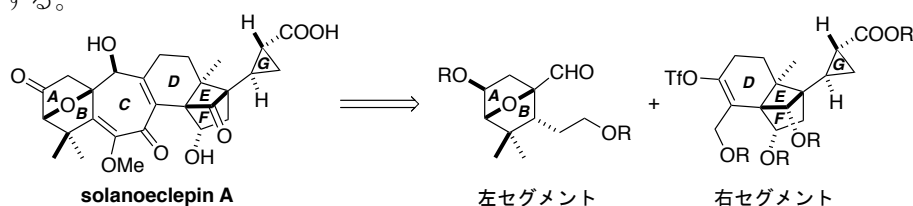
## 2. 研究の目的

本研究では、生理活性の詳細が明らかにされていないソラノエクレピン A に着目して、高度に歪んだシクロブタン骨格の構築法の開発とソラノエクレピン A の合成を行う目的とした。ソラノエクレピン A は三員環から七員環までの全ての炭素環から構成された非常に特異な化学構造を有している。特に、生理活性発現に必須であると考えられる右側部分は、連続する不斉四級炭素を含み高度に歪んだシクロブタンからなるトリシクロ[5.2.1.0<sup>1,6</sup>]デカン(DEF 環)であるため、その合成は極めてチャレンジングである。既に我々は、ソラノエクレピン A の合成において最も困難であると予想されるシクロブタン骨格構築に焦点を絞り種々検討した結果、Hajos-Parrish ケトンから四段階で合成したアルデヒドに対して、SmI<sub>2</sub> を作用させるところ 4-exo-trig 型ラジカル共役付加反応が速やかに進行し、トリシクロ[5.2.1.0<sup>1,6</sup>]デカン骨格の構築に成功している (*Chem. Lett.* **2012**, *41*, 287)。本研究では、申請者が独自に確立した 4-exo-trig 型ラジカル環化反応による炭素-炭素結合反応を組み合わせることで、高度に歪み多官能基化されたシクロブタンを含む架橋型多環性骨格の効率的な合成法を確立する同時に、収束的な合成経路の開発によってソラノエクレピン A およびその関連化合物の化学合成による量的供給を目的としている。

## 3. 研究の方法

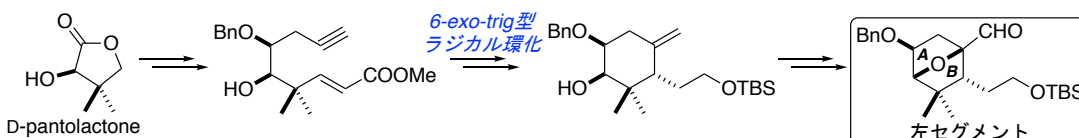
### (1) ソラノエクレピン A の合成計画

ソラノエクレピン A とその類縁体の効率的合成を可能にするため、ソラノエクレピン A の左右セグメントを個別に合成し、合成の最終段階で七員環(C 環)を構築する収束的な合成ルートを開発する。

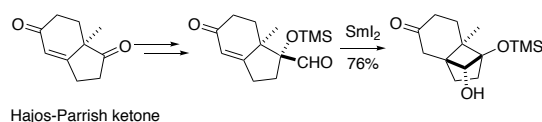


### (2) 左右セグメントの合成

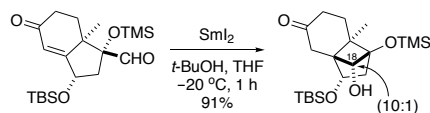
既に、ラジカル反応の中性条件かつ高い反応性を利用して、オキサビシクロ骨格(AB 環)を持つ左セグメントの合成に成功している。D-パントラクトンから不飽和エステルを合成し、Bu<sub>3</sub>SnH と AIBN による 6-exo-trig 型ラジカル環化反応とヨードエーテル化反応を経ることで、オキサビシクロ骨格(AB 環)を持つ左セグメントの合成に成功している (*Synlett* **2015**, 965)。



右セグメントは、光学活性な Hajos-Parrish ケトンから四段階で合成したアルデヒド **14** に対して、SmI<sub>2</sub> でケチニルラジカルを発生させたところ速やかに環化反応が進行して、望むトリシクロデカンを 76%の収率で合成することに成功した。これによって、ラジカル環化によるシクロブタンの構築を鍵反応とする独自の合成法を見出すことができ、高度に歪んだシクロブタンを持つトリシクロ[5.2.1.0<sup>1,6</sup>]デカン骨格の構築法を確立した (*Chem. Lett.* **2012**, *41*, 287-289)。

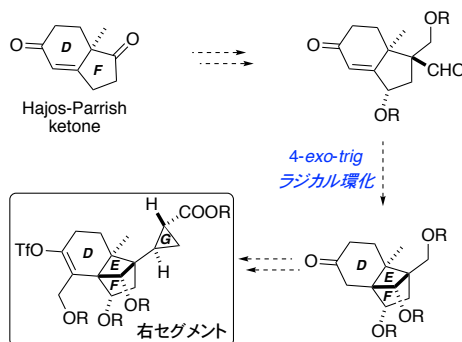


さらに、確立された方法に従い、ヨウ化サマリウムを用いたラジカル環化反応を検討した。エノンに対して、4当量のヨウ化サマリウムを $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ で作用させると、ラジカル環化反応は速やかに進行したが、トリシクロデカンが中程度の収率かつ10:1の比で得られた。そこで、収率の向上を目的として添加剤の効果を検討した。HMPAを用いた場合、原料は完全に消費したが収率改善には至らなかったが、 $t\text{-BuOH}$ を用いると他の化合物を副生することなくトリシクロデカンが高収率で得られた。

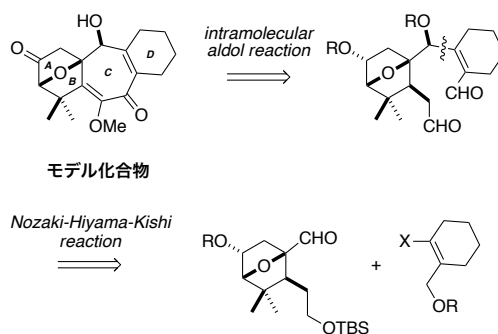


### (3) 本研究での合成計画

新たな右セグメントの合成を計画した。Hajos-Parrish ケトンを出発原料として、予め17位に側鎖が導入された環化前駆体を合成した後、ヨウ化サマリウムを用いたラジカル環化反応を行う。その後、変換によって、高度に官能基化された右セグメントを合成する計画である。



また、先述したように収束的な方法での合成を計画しているが、左右のセグメントを合成終盤で連結し、7員環(C環)を構築する方法はまだ確立していない。そこで、我々は左右のセグメントの連結法とC環構築法を開発するため、ソラノエクレピンAのABCD環を有する四環性モデル化合物を設計し、この合成を目指すこととした。C環構築は、ジアルデヒドの分子内アルドール反応によって達成できると考え、また環化前駆体であるジアルデヒドは、左セグメントとD環セグメントをNHK反応によって連結して、得られる生成物から合成できると考えた。



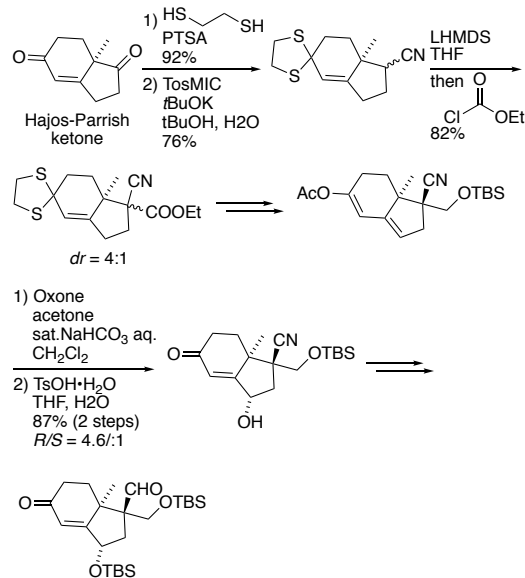
## 4. 研究成果

### (1) 左セグメントの合成

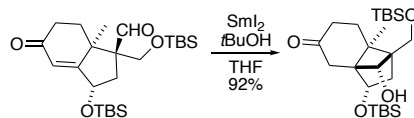
これまでに確立した左セグメントの合成では、保護基の脱着などを含むため、新たな合成法を検討した。D-マンニトールから3段階で既知のビスエポキシドに変換した後、アセチリドを用いたエポキシドの開環と続く1,2-ジオールの酸化的開裂によって、アルデヒドを合成した。アルデヒドとイソブチルアルデヒドのアルドール反応と Wittig 反応によって、不飽和エステルへと導いた。さらに、ラジカル環化反応とヨードエーテル化反応により、左セグメントであるオキサビシクロを合成した。

## (2) 右セグメントの合成

環化前駆体の合成を検討した。Hajos-Parrish ケトンを経由してジチオアセタールで選択的に保護した後、TosMIC によって一段階でニトリルを導入した。次に、LHMDS とクロロ酸エチルによって側鎖を導入して、エステルを得た。15 位水酸基を導入するために、ジエノールアセテートへ変換した後、DMDO によるエポキシ化と続く加水分解によって、ヒドロキシエノンを高収率で得た。さらに、数段階の官能基変換によって、環化前駆体を合成した。



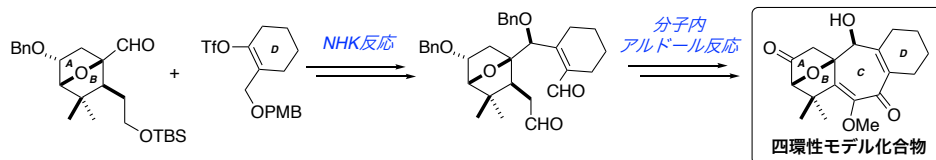
確立された方法に従い、ヨウ化サマリウムを用いたラジカル環化反応を検討した。エノンに対して、ヨウ化サマリウムと  $t$ BuOH を  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  で作用させると、ラジカル環化反応は速やかに進行し、トリシクロデカンが高収率で得られた。



しかし、トリシクロデカン骨格を構築した後、8 位への側鎖導入を検討したが困難であった。そこで、15 位を酸化する前に 8 位へ側鎖導入を検討した結果、良好な収率でエステルに変換できた。その後、アルデヒドへ変換した後、ヨウ化サマリウムを用いたラジカル環化反応を検討した結果、高度に官能基化されたトリシクロデカンが得られた。

## (3) 7 員環合成

左右セグメントの連結法と 7 員環(C環)の構築法を確立するため、四環性モデル化合物を設計し、その合成を検討した。左セグメントと D 環モデルセグメントを Nozaki-Hiyama-Kishi 反応により連結し、さらに数工程の変換でジアルデヒドを合成した。さらに、アミノ酸を用いた分子内アルドール反応により 7 員環 (C 環) を構築した後、官能基変換を経て四環性モデル化合物の合成に成功した。



以上のように、本研究ではソラノエクレピン A の右側部分に相当するシクロブタンを含むトリシクロ[5.2.1.0<sup>1,6</sup>]デカンの合成法および七員環(C環)の構築法の確立を目的として研究を行った。光学活性な Hajos-Parrish ケトンから、予め 8 位と 17 位に側鎖が導入された環化前駆体を合成した後、ヨウ化サマリウムを用いたラジカル環化反応を検討した結果、望むトリシクロ[5.2.1.0<sup>1,6</sup>]デカンが得られた。連続する不斉四級炭素を含み高度に歪んだシクロブタンから構成されるトリシクロ[5.2.1.0<sup>1,6</sup>]デカン構造の効率的な合成法を確立した。

また、左セグメント(AB 環)と右セグメント(D 環)を連結し、分子内アルドール反応によって七員環(C 環)の構築にも成功した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14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 Ono, Y.; Higuchi, K.; Yamaguchi, M.; Sugino, K.; Nakazaki, A.; Adachi, M.; Nishikawa, T.	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 2023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 Asano, M.; Ishizaki, C.; Tomonou, T.; Kihara, M.; Ito, M.; Yasukawa, S.; Shirai, K.; Iyama, H.; Izawa, S.; Kawamura, R.; Saito, K.; Suo, R.; Nakahigashi, R.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Sugita, H.; Itoi, S.	4. 巻 21
2. 論文標題 Levels of Tetrodotoxins in Spawning Pufferfish, Takifugu alboplumbeus.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Mur. Drug.	6. 最初と最後の頁 207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/md21040207	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 Itoi, M.; Shirai, K.; Oyama, H.; Yasukawa, S.; Asano, M.; Kitahara, M.; Suo, R.; Sugita, H.; Nakahigashi, R.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Itoi, S.	4. 巻 336
2. 論文標題 Geographic differences in the composition of tetrodotoxin and 5,6,11-trideoxytetrodotoxin in Japanese pufferfishes and their origins.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 139214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2023.139214	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 Miyazaki, K.; Suo, R.; Itoi, S.; Hirata, J.; Adachi, M.; Miyasaka, T.; Nishikawa, T.; Yokoyama, T.; Sato, S.; Takada, K.	4. 巻 237
2. 論文標題 5,6,11-trideoxytetrodotoxin attracts tiger puffer Takifugu rubripes.	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Toxicon	6. 最初と最後の頁 107539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.toxicon.2023.107539	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 Ito, M.; Furukawa, R.; Yasukawa, S.; Sato, M.; Oyama, H.; Okabe, T.; Suo, R.; Sugita, H.; Takatani, T.; Arakawa, O.; Adachi, M.; Toshio Nishikawa, T.; Itoi, S.	4. 巻 14
2. 論文標題 Local Differences in the Toxin Amount and Composition of Tetrodotoxin and Related Compounds in Pufferfish ( <i>Chelonodon patoca</i> ) and Toxic Goby ( <i>Yongeichthys criniger</i> ) Juveniles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Toxins	6. 最初と最後の頁 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/toxins14020150	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 Suzuki, T.; Nakahigashi, R.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Abe, H.	4. 巻 47
2. 論文標題 Green spotted puffers detect a nontoxic TTX analog odor using crypt olfactory sensory neurons	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/chemse/bjac011	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 Uenoyama, R.; Miyazaki, T.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Hurst, J. L.; Abe, H.	4. 巻 25
2. 論文標題 Domestic cat damage to plant leaves containing iridoids enhances chemical repellency to pests	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 104455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2022.104455	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 Nishiumi, M.; Miyazaki, T.; Adachi, M.; Nishikawa, T.	4. 巻 87
2. 論文標題 Total Syntheses of the Proposed Biosynthetic Intermediates of Tetrodotoxin Tb-210B, Tb-226, Tb-242C, and Tb-258.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 9023-9033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c00704	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 Suo, R.; Tanaka, M.; Oyama, H.; Kojima, Y.; , Yui, K.; Sakakibara, R.; Nakahigashi, R.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Sugita, H.; Itoi, S.	4. 巻 216
2. 論文標題 Tetrodotoxins in the atworm <i>Planocera multitentaculata</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Toxicon	6. 最初と最後の頁 169-173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.toxicon.2022.07.001	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 Noguchi, Y.; Suzuki, T.; Matsutani, K.; Sakakibara, R.; Nakahigashi, R.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Abe, H.	4. 巻 12
2. 論文標題 An almost nontoxic tetrodotoxin analog, 5,6,11-trideoxytetrodotoxin, as an odorant for the grass puffer.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 15087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-19355-6	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 Oyama, H.; Ito, M.; Suo, R.; Goto-Inoue, N.; Morisasa, M.; Mori, T.; Sugita, H.; Mori, T.; Nakahigashi, R.; Adachi, M.; Nishikawa, T.; Itoi, S.	4. 巻 24
2. 論文標題 Changes in Tissue Distribution of Tetrodotoxin and Its Analogues in Association with Maturation in the Toxic Flatworm, <i>Planocera multitentaculata</i> .	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mar. Biotechnol.	6. 最初と最後の頁 1158-1167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10126-022-10179-z	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 Nishimura, T.; Kawahara, T.; Kagaya, N.; Ogura, Y.; Takikawa, H.; Suenaga, H.; Adachi, M.; Hirokawa, T.; Doi, T.; Shin-ya, K.	4. 巻 23
2. 論文標題 JBIR-155, a Specific Class D Lactamase Inhibitor of Microbial Origin.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 4415-4419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c01352	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 Miyasaka, T.; Adachi, M.; Nishikawa, T.	4. 巻 23
2. 論文標題 Synthesis of the 8-Deoxy Analogue of 4,9-Anhydro-10-hemiketal-5-deoxy-tetrodotoxin, a Proposed Biosynthetic Precursor of Tetrodotoxin.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 9232-9236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c03565	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 Ito, M.; Furukawa, R.; Yasukawa, S.; Sato, M.; Oyama, H.; Okabe, T.; Suo, R.; Sugita, H.; Takatani, T.; Arakawa, O.; Adachi, M.; Toshio Nishikawa, T.; Itoi, S.	4. 巻 14
2. 論文標題 Local Differences in the Toxin Amount and Composition of Tetrodotoxin and Related Compounds in Pufferfish ( <i>Chelonodon patoca</i> ) and Toxic Goby ( <i>Yongeichthys criniger</i> ) Juveniles.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Toxins	6. 最初と最後の頁 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/toxins14020150	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17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 安立昌篤、新保瑛大、土井隆行
2. 発表標題 Plumisclerin A の合成研究
3. 学会等名 創薬懇話会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安立昌篤、新保瑛大、土井隆行
2. 発表標題 Synthetic Study for Plumisclerin A
3. 学会等名 2023 Chemistry Summer School of Tohoku University
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 安立昌篤、三宅健太、柳 誠人、土井隆行
2. 発表標題 Synthetic Study on Right Segment of Solanoeclipin A, a Hatching Agent of Potato Cyst Nematode
3. 学会等名 International Symposium for the 80th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安立昌篤、新保瑛大、土井隆行
2. 発表標題 Synthetic Study for Plumisclerin A
3. 学会等名 International Symposium for the 80th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安立昌篤、若林陸斗、土井隆行
2. 発表標題 金属触媒を用いた2-置換ベンゾチアゾール誘導体の合成研究
3. 学会等名 第52回複素環討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安立昌篤、新保瑛大、土井隆行
2. 発表標題 Plumisclerin A の合成研究
3. 学会等名 第62回日本薬学会東北支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安立昌篤、三宅健太、柳 誠人、土井隆行
2. 発表標題 Solanoeclepin A 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 安立 昌篤、中西 誠、土井 隆行
2. 発表標題 ジャガイモシスト線虫孵化促進物質solanoeclepin Aの合成研究
3. 学会等名 第120有機合成シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安立昌篤,中西誠, 土井隆行
2. 発表標題 ジャガイモシスト線虫孵化促進物質solanoeclepin Aの合成研究
3. 学会等名 第61回日本薬学会東北支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安立 昌篤、新保 瑛大、土井 隆行
2. 発表標題 Plumisclerin Aの合成研究
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安立昌篤、柳 誠人、中西 誠、土井隆行
2. 発表標題 ジャガイモシスト線中付加促進物質SolanoeclepinAの合成研究
3. 学会等名 第32回万有仙台シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村壮央、河原哲平、加賀屋紀貴、小倉由資、滝川浩郷、末永光、安立昌篤、広川貴次、土井隆行、新家一男
2. 発表標題 クラスD ラクタマーゼ特異的阻害剤JBIR-155に関する研究
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 渡邊周平、安立昌篤、土井隆行
2. 発表標題 Synthetic study of JBIR-155 toward the decision of stereochemistry
3. 学会等名 令和3年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安立昌篤、中西誠、土井隆行
2. 発表標題 Synthetic studies on Solanoeclepin A, a Hatching Agent of Potato Cyst Nematode
3. 学会等名 令和3年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安立昌篤, 柳誠人, 土井隆行
2. 発表標題 ジャガイモシスト線虫孵化促進物質Solanoeclepin Aの合成研究
3. 学会等名 第60回日本薬学会東北支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川平浩希, 安立昌篤, 土井隆行
2. 発表標題 鈴木カップリングを活用したフェニルアラニン類縁体の合成研究
3. 学会等名 第60回日本薬学会東北支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安立 昌篤、中西 誠、土井 隆行
2. 発表標題 ジャガイモシスト線虫孵化促進物質ソラノエクレピンAの合成研究
3. 学会等名 日本薬学会第142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
---------	---------