

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K08208

研究課題名(和文)キラルな高活性炭素反応種を用いた四置換炭素含有生理活性天然物の不斉合成研究

研究課題名(英文) Enantioselective total syntheses of bioactive natural products with tetrasubstituted carbon(s) using highly reactive carbon species

研究代表者

吉村 智之 (Tomoyuki, Yoshimura)

金沢大学・薬学系・准教授

研究者番号：20432320

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：高活性炭素反応種のカルバニオン、ベンザイン、*o*-キノンメチドを用いる新規不斉反応を開発した。カルバニオンを用いる反応では、ビニルカルバニオンの分子内非対称化によるキラルなビスクロ[4.3.0]ノネン誘導体を中程度の光学純度で合成することができた。ベンザインを経由する反応では、ピフェノール誘導体からビベンザインを発生させフランとの反応を行うことで、ビナフチル化合物の合成が進行することが判明した。今後不斉合成に展開してゆく。*o*-キノンメチドを経由するクロマン骨格合成は、電子供与性の高いオレフィン基質が重要であることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医薬品の主成分となる有機化合物の新しい合成法を開発した。開発した反応を利用することで、複雑な構造を持つ医薬品などの生活を豊かにする有機分子の効率的な合成に繋がると考えている。また今回得られた知見は、更なる有機合成化学の発展に寄与し、より効率的で持続可能な社会の実現に則した、新たな合成反応の開発と展開に繋がると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Asymmetric syntheses via highly reactive carbon species, carbanion, benzyne, and *o*-quinone methide, have been developed. In the reaction via carbanion species, intramolecular desymmetrization of sigma-symmetrical 2-methyl-2-(3'-lithio-2'-propenyl)-1,3-cyclohexandione gave bicyclo[4.3.0]nonene derivative bearing a quaternary carbon stereocenter in 81% yield and up to 39% ee. In the reaction via bibenzyne, it was found that generation of bibenzyne from bis(2-bromophenyl triflate) with *n*-BuLi occur to give binaphthyl derivatives by treatment with furan. In the reaction via *o*-quinone methide, it was found that effective synthesis of chromane framework required a suitable olefinic substrate substituted by electron-donating group.

研究分野：有機合成化学

キーワード：不斉合成 天然物全合成

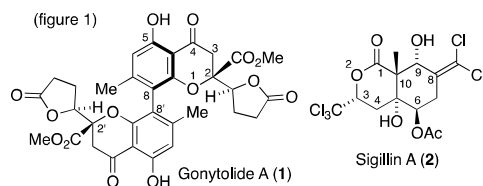
様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

有機合成における重要な役割の一つとして、目的とする化合物を合成し、その物性を知ることによって新たな物質創製に繋げることがある。そのため、医薬品をはじめとする機能性分子の合成ルートの探索や、新規合成法の開発が活発に行われている。その結果、例えば以前は反応の制御（位置選択性や官能基選択性）が困難であった C-H 活性化による官能基化や、有機触媒による官能基化も、有用な変換反応として様々な分子の合成に利用されている。また、古くから知られている高活性炭素反応種のカルバニオン、ベンザイン、*o*-キノンメチドの反応に関しても再注目され、近年、活発に研究されている。一方、合成において制御する因子のうち、光学活性化化合物では、不斉の発現が最重要である。そのため、高活性炭素反応種を用いる不斉合成法の開発も多く報告されている。しかし、反応種が高活性であるためにその不斉制御が困難なことが多く、更なる研究開発が求められる。そこで著者は、カルバニオン、ベンザイン、*o*-キノンメチドを用いる新たな不斉反応の開発と、それを用いた天然物合成を行うべく、研究を行った。

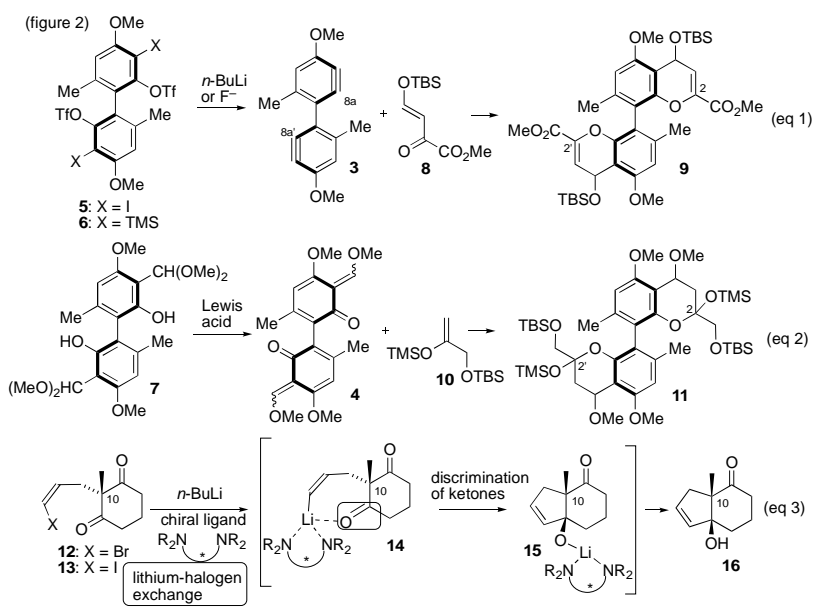
2. 研究の目的

高い炭素反応活性種である 1) ベンザイン, 2) *o*-キノンメチル, 3) カルバニオンの新規活用法を開拓し、それらの反応を用いて、四置換炭素含有生理活性天然物の gonytolide A (1) と sigillin A (2) の全合成を達成することを目的とする (figure 1)。活性種 1), 2) は川端らによって報告されている不斉記憶型反応の概念を活用し¹⁾、キラルビフェノール誘導体より合成した前駆体から、軸不斉ピベンザインや軸不斉ビス *o*-キノンメチドを系中で発生させ、エノンやエノールエーテルとの不斉 [4+2] 型環化付加反応による軸不斉クロマン合成法へ展開し、gonytolide A 全合成の鍵反応とする。活性種 3) はハロゲン-金属交換反応で発生させたカルバニオンの分子内付加反応による σ -対象シクロヘキサジオン誘導体の非対称化に基づく連続四置換不斉炭素含有ピシクロ [4.3.0] ノネン骨格合成を鍵反応とする sigillin A 全合成に用いる。



3. 研究の方法

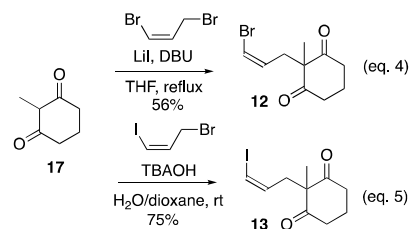
軸性不斉ピベンザイン 3 および軸性不斉ビス *o*-キノンメチド 4 を発生させる前駆体 5, 6, 7 を合成し [4+2] 型環化反応を精査する (figure 2, eq 1 and 2)。特に軸不斉ピベンザイン経路の反応では発生方法とキラリティーの安定性を重点的に検討し、新規 C_2 対称クロマン誘導体合成法へ昇華させる。得られたクロマン誘導体から、gonytolide A の全合成を達成する。 σ -対象カルバニオンの非対称化においては、ピニルハライド 12, 13 を前駆体として用い、リチウム-ハロゲン交換反応によってピニルリチウム種 14 を発生させて不斉誘導に重要なキラルリガンドについて精査し、高い光学純度で環化体が見いだす (eq 3)。



4. 研究成果

(1) Sigillin A の全合成に向けての σ -対象ピニルカルバニオンの分子内非対称化反応の開発。条件検討の基質となるピニルハライド 12, 13 を 2-メチル-1,3-シクロヘキサジオン (17) へのアリル化によってそれぞれ合成した (Scheme 1)。化合物 12, 13 をアルキルリチウムによって処理すると、リチウム-ハロゲン交換反応以外にも、カルボニルへの付加や脱プロトン化などの副反応が進行する可能性が考えられた。そこで、所望の環化反応が進行するか確認する目的で、不斉リガンド非存在下による条件検討を行った。臭素体 12 を用いて *n*-BuLi, *t*-BuLi を用いて反応を試みたが、所望の環化体 16 は得られず、レトロクライゼン反応が進行して生じたと考えられるカルボン酸 18 が得られるか、または原料回収であった (Scheme 2)。そこで、ヨウ素体 13 を

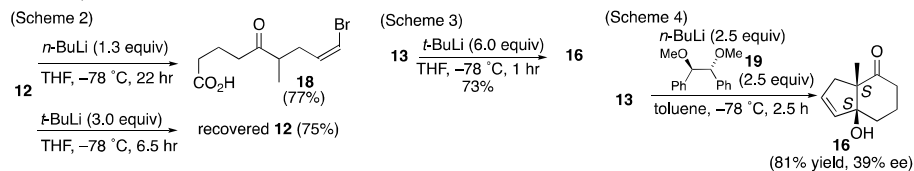
(Scheme 1) Preparation of Precursors 12 (eq.4) and 13 (eq. 5).



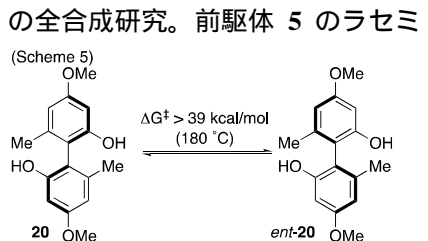
用いて反応を行った。その結果、3当量の *t*-BuLi を用いて反応を行うことで、所望の環化体を73% 収率で得ることができた (Scheme 3)。次に、不斉合成を行うために、キラルリガンドを用いて種々反応条件の検討を行った。その結果、ヨウ素体 **13** のトルエン溶液にキラルリガンド **19** 存在下 *n*-BuLi を作用させることで、所望の環化体 **16** が81% 収率, 39% ee で得られることが分かった (Scheme 4)。更なる光学純度の向上を目的に、リガンドとしてキラルアミンを用いても反応を検討したが、収率および光学純度共に低下した。

新たに生じた連続四級および四置換炭素の絶対立体配置は、文献既知化合物への誘導と NOESY 実験により、それぞれ *S* であることが分かった。これは全合成を目指している sigillin A (**2**) の C(10) 位四級不斉炭素と同じ絶対立体配置であった。現在、不斉誘導のメカニズム解明と、化合物 **16** から sigillin A への合成ルート開拓に向けて研究を継続している。

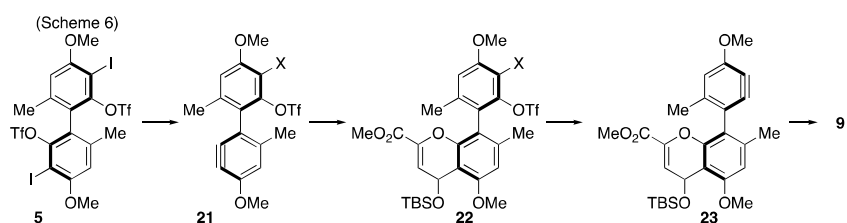
(2) 軸不斉ベンザイン中間体を鍵とする gonytolide A の全合成研究。前駆体 **5** のラセミ化速度は、発生するキラルベンザイン **3** の光学純度に直接関係するため、重要な熱力学的データである。しかし、今までにその報告が無かったため、前駆体 **5** の合成中間体となるピフェノール **20** を用いてそのラセミ化障壁およびラセミ化半減期を実験的に測定した (Scheme 5)。その結果、180 °C におけるラセミ化障壁が 39 kcal/mol 以上であることが分かった。ベンザイン発生法として、低温下でのハロゲン-リチウム交換に続くトリフラートの脱離を用いることから、前駆体 **5** からベンザイン **3** の発生直後のキラリティーはほぼ保持されると考えられた。一方、キラルベンザイン **3** のラセミ化障壁を実験的に求めることは困難であると考えられたことから、DFT 計算によってその障壁を算出した。その結果、5.5 kcal/mol であることが分かった。これは、低温下においても発生と同時に、瞬時にラセミ化が進行することを示唆している。そこで、段階的にベンザインを発生させる方法を用いて反応を検討することを考えた (Scheme 6)。即ち、反応系中でベンザイン **21** を発生させ、環化反応を行ない系中で **22** を合成した後、再度 **22** からベンザイン **23** を発生させて **9** を合成するルートである。本ルートが実現可能か検討するため、臭素体 **24** とフランを用いた反応を検討した (Scheme 7)。その結果、ピナチル誘導体 **25** とピアリール **26** がそれぞれジアステレオマー混合物として 47% および 36% 収率で得られた。このことから **24** から低温下におけるベンザインの発生が可能であることが判明した。そこで、**24** とのヘテロ Diels-Alder 反応による、ビスクロマン骨格合成が可能か種々検討を行った。様々な α,β -不飽和エステルや α,β -不飽和ケトンを用いて反応を検討したものの、所望の環化体は全く得られず、複雑な混合物を与えるのみであった。そこで、吉岡らによって報告されている²⁾、ベンザインと DMF、セチルアセトンとの形式的 [4+2] 付加環化によるビスクロマン骨格構築を検討することとした (Scheme 8)。この方法では、ベン



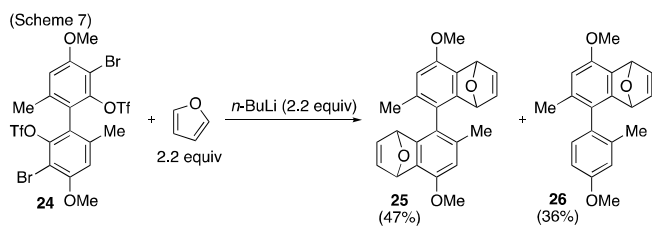
(2) 軸不斉ベンザイン中間体を鍵とする gonytolide A の全合成研究。前駆体 **5** のラセミ化速度は、発生するキラルベンザイン **3** の光学純度に直接関係するため、重要な熱力学的データである。しかし、今までにその報告が無かったため、前駆体 **5** の合成中間体となるピフェノール **20** を用いてそのラセミ化障壁およびラセミ化半減期を実験的に測定した (Scheme 5)。その結果、180 °C におけるラセミ化障壁が 39 kcal/mol 以上であることが分かった。ベンザイン発生法として、低温下でのハロゲン-リチウム交換に続くトリフラートの脱離を用いることから、前駆体 **5** からベンザイン **3** の発生直後のキラリティーはほぼ保持されると考えられた。一方、キラルベンザイン **3** のラセミ化障壁を実験的に求めることは困難であると考えられたことから、DFT 計算によってその障壁を算出した。その結果、5.5 kcal/mol であることが分かった。これは、低温下においても発生と同時に、瞬時にラセミ化が進行することを示唆している。そこで、段階的にベンザインを発生させる方法を用いて反応を検討することを考えた (Scheme 6)。即ち、反応系中でベンザイン **21** を発生させ、環化反応を行ない系中で **22** を合成した後、再度 **22** からベンザイン **23** を発生させて **9** を合成するルートである。本ルートが実現可能か検討するため、臭素体 **24** とフランを用いた反応を検討した (Scheme 7)。その結果、ピナチル誘導体 **25** とピアリール **26** がそれぞれジアステレオマー混合物として 47% および 36% 収率で得られた。このことから **24** から低温下におけるベンザインの発生が可能であることが判明した。そこで、**24** とのヘテロ Diels-Alder 反応による、ビスクロマン骨格合成が可能か種々検討を行った。様々な α,β -不飽和エステルや α,β -不飽和ケトンを用いて反応を検討したものの、所望の環化体は全く得られず、複雑な混合物を与えるのみであった。そこで、吉岡らによって報告されている²⁾、ベンザインと DMF、セチルアセトンとの形式的 [4+2] 付加環化によるビスクロマン骨格構築を検討することとした (Scheme 8)。この方法では、ベン



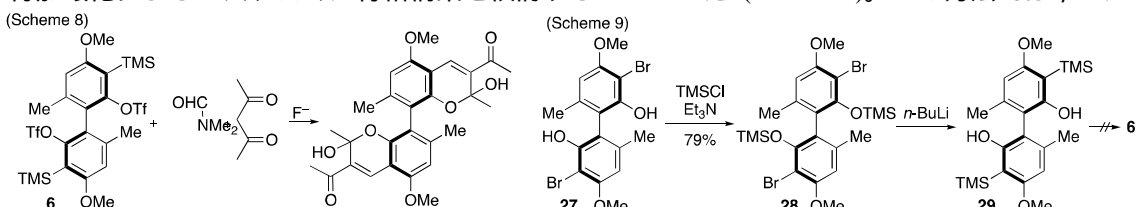
同時に、瞬時にラセミ化が進行することを示唆している。そこで、段階的にベンザインを発生させる方法を用いて反応を検討することを考えた (Scheme 6)。即ち、反応系中でベンザイン **21** を発生させ、環化反応を行ない系中で **22** を合成した後、再度 **22** からベンザイン **23** を発生させて **9** を合成するルートである。本ルートが実現可能か検討するため、臭素体 **24** とフランを用いた反応を検討した (Scheme 7)。その結果、ピナチル誘導体 **25** とピアリール **26** がそれぞれジアステレオマー混合物として 47% および 36% 収率で得られた。このことから **24** から低温下におけるベンザインの発生が可能であることが判明した。そこで、**24** とのヘテロ Diels-Alder 反応による、ビスクロマン骨格合成が可能か種々検討を行った。様々な α,β -不飽和エステルや α,β -不飽和ケトンを用いて反応を検討したものの、所望の環化体は全く得られず、複雑な混合物を与えるのみであった。そこで、吉岡らによって報告されている²⁾、ベンザインと DMF、セチルアセトンとの形式的 [4+2] 付加環化によるビスクロマン骨格構築を検討することとした (Scheme 8)。この方法では、ベン



た (Scheme 6)。即ち、反応系中でベンザイン **21** を発生させ、環化反応を行ない系中で **22** を合成した後、再度 **22** からベンザイン **23** を発生させて **9** を合成するルートである。本ルートが実現可能か検討するため、臭素体 **24** とフランを用いた反応を検討した (Scheme 7)。その結果、ピナチル誘導体 **25** とピアリール **26** がそれぞれジアステレオマー混合物として 47% および 36% 収率で得られた。このことから **24** から低温下におけるベンザインの発生が可能であることが判明した。そこで、**24** とのヘテロ Diels-Alder 反応による、ビスクロマン骨格合成が可能か種々検討を行った。様々な α,β -不飽和エステルや α,β -不飽和ケトンを用いて反応を検討したものの、所望の環化体は全く得られず、複雑な混合物を与えるのみであった。そこで、吉岡らによって報告されている²⁾、ベンザインと DMF、セチルアセトンとの形式的 [4+2] 付加環化によるビスクロマン骨格構築を検討することとした (Scheme 8)。この方法では、ベン



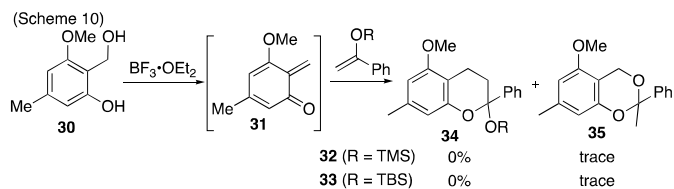
能であることが判明した。そこで、**24** とのヘテロ Diels-Alder 反応による、ビスクロマン骨格合成が可能か種々検討を行った。様々な α,β -不飽和エステルや α,β -不飽和ケトンを用いて反応を検討したものの、所望の環化体は全く得られず、複雑な混合物を与えるのみであった。そこで、吉岡らによって報告されている²⁾、ベンザインと DMF、セチルアセトンとの形式的 [4+2] 付加環化によるビスクロマン骨格構築を検討することとした (Scheme 8)。この方法では、ベン



ザイン発生の前駆体として **6** が必要となる。そこで、**6** の合成を行った。ビスフェノール **27** に対し、*O*-トリメチルシリル化し化合物 **28** を得た後、*n*-BuLi と反応させることでレトロ-Brook 転位を行い、ビスアリールシラン **29** を合成した。次に、*O*-トリフラート化を行った。種々の条件で反応を検討したが、所望の **6** は得られず、複雑な混合物と共に原料 **27** が少量回収されるのみであった (Scheme 9)。*O*-トリフラート化が複雑化した原因は、酸性条件によるプロトデシリレーションが進行したためと考えている。そのため、カルバニオンを経由する、**1** の全合

成ルートの探索を検討中である。

(3) ビス *o*-キノンメチド **4** を経由した gonytolide A (**1**) の合成研究。シリルエノールエーテル **10** とビス *o*-キノンメチド **4** との反応を検討する前に、モデル実験として *o*-ヒドロキシフェノール **30** から発生させた *o*-キノンメチド **31** とシリルエノールエーテル **32, 33** との反応を検討した (Scheme 10)。その結果、いずれの反応でも所望の **34** は得られず **35** が少量得られ、原料が分解する結果となった。今後



は、シリルエノールエーテルを変更して条件検討を行い、クロマン合成に最適な条件を精査する。その後、ビス *o*-キノンメチドとの反応へ展開してゆく。

(参考文献)

- 1) Alezra V.; Kawabata, T. *Synthesis* **2016**, 48, 2997.
- 2) Yoshioka, E.; Kohtani, S.; Miyabe, H. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, 50, 6638.

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 Yang, P.; Yoshimura, T.; Sasamori, T.; Tokitoh N.; Morisaki K.; Kawabata, T. | 4. 巻 101 |
| 2. 論文標題 Protonation-Assisted Conjugate Addition of Axially Chiral Enolates: Asymmetric Synthesis of beta-Lactams with Contiguous Tetrasubstituted Stereocenters from alpha-Amino Acids via Memory of Chirality | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Heterocycles | 6. 最初と最後の頁 664-678 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-19-S(F)56 | 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 Kanie, M.; Ikawa, Y.; Yoshimura, T.; Matsuo, J | 4. 巻 60 |
| 2. 論文標題 Formal [4+4] cycloaddition of 3-arylcyclobutanones with anthracene and their acid-promoted intramolecular cyclization with skeletal rearrangement | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Tetrahedron Lett. | 6. 最初と最後の頁 150910 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2019.07.001 | 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 Igarashi, E.; Sakamoto, K.; Yoshimura, T.; Matsuo, J. | 4. 巻 60 |
| 2. 論文標題 Formal [4+2] cycloaddition of 3-phenylcyclobutanones with nitriles | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Tetrahedron Lett. | 6. 最初と最後の頁 13-15 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2018.11.040 | 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 Igarashi Emiko, Sakamoto Kenta, Yoshimura Tomoyuki, Matsuo Jun-ichi | 4. 巻 60 |
| 2. 論文標題 Formal [4+2] cycloaddition of 3-phenylcyclobutanones with nitriles | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Tetrahedron Letters | 6. 最初と最後の頁 13-15 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2018.11.040 | 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 Tatsuo Onnagawa, Mizuki Yamazaki, Tomoyuki Yoshimura, Jun-ichi Matsuo | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 Synthesis of 8-Oxabicyclo[3.2.1]octanes by TiCl ₄ -Mediated Reactions of 3-Alkoxy-cyclobutanones and Allenylsilanes | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Synlett | 6. 最初と最後の頁 2717-2721 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0037-1611276 | 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 Ryuichi Hyakutake, Tomoyuki Yoshimura, Yoshihiro Ueda, Kazuhiro Hayashi, Takumi Furuta, Takeo Kawabata | 4. 巻 97 |
| 2. 論文標題 Asymmetric Synthesis of beta-Lactams By Intramolecular Conjugate Addition of Serine and Cysteine Derivatives via Memory of Chirality | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Heterocycles | 6. 最初と最後の頁 1128-1147 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-18-S(T)95 | 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 Yuto Yabuuchi, Kenta Sakamoto, Tomoyuki Yoshimura, Jun-ichi Matsuo | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 "Palladium-catalyzed stereoselective intramolecular cyclization and Suzuki coupling of N-arylsulfonyl-alpha-chloroenamides promoted by a g-hydroxy group" | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Tetrahedron | 6. 最初と最後の頁 4053-4061 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2018.06.010 | 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 Kuzuguchi Takeo, Yabuuchi Yuto, Yoshimura Tomoyuki, Matsuo Jun-ichi | 4. 巻 15 |
| 2. 論文標題 Synthesis of multisubstituted phenols by formal [4 + 2] cycloaddition of nucleophilic alkynes with 3-ethoxycyclobutanones | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Org. Biomol. Chem. | 6. 最初と最後の頁 5268 ~ 5271 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7ob00827a | 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 Shima, Y.; Iagarashi, E.; Yoshimura, T.; Matsuo, J. | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 Reactions of Nitrosobenzenes with Cyclobutanones by Activation with Lewis Acid | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Synlett | 6. 最初と最後の頁 723-726 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0036-1588469 | 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 Kanie, M.; Yoshimura, T.; Matsuo, J. | 4. 巻 50 |
| 2. 論文標題 Friedel-Crafts Alkylation of Aromatics by TiCl4-Promoted Ring Cleavage of 3-Arylcyclobutanones | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Synthesis | 6. 最初と最後の頁 548-554 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0036-1591497 | 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5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 梅田有紀、吉村智之 |
| 2. 発表標題 ニトロラクトン化反応の開発 |
| 3. 学会等名 日本薬学会北陸支部 131 回例会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 桃原哲生、吉村智之、松尾淳一 |
| 2. 発表標題 Gonytolide A の不斉全合成研究 |
| 3. 学会等名 2019年度有機合成化学北陸セミナー |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 上坂歌奈, 松尾淳一, 吉村智之 |
| 2. 発表標題 Spithioneine 類の全合成研究 |
| 3. 学会等名 日本薬学会北陸支部第130回例会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 江波侑季, 吉村智之, 松尾淳一 |
| 2. 発表標題 カルバニオンを経由する分子内環化反応の開発 |
| 3. 学会等名 日本薬学会北陸支部第129回例会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 虎前祐里佳, 吉村智之, 松尾淳一 |
| 2. 発表標題 海産天然物 epiloliolide の全合成研究 |
| 3. 学会等名 日本薬学会北陸支部第129回例会 |
| 4. 発表年 2017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 |
|---------|---------------------------|-----------------------|----|