

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15290

研究課題名(和文) 環歪みの小さいエーテルの炭素-酸素 結合開裂反応の開発

研究課題名(英文) Development of C-O Bond Cleavage Reaction of Unstrained Cyclic Ethers

研究代表者

太田 英介(Ota, Eisuke)

早稲田大学・理工学術院・講師(任期付)

研究者番号：80790188

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、ジルコノセンと可視光レドックス触媒の協働触媒系を世界で初めて発見することに成功した。さらに、ジルコノセンがC-O結合の均等開裂に利用できることを初めて実証した。エポキシドを基質としたC-O結合開裂では、同族元素であるチタノセンを用いた反応とは逆の位置選択性で開環が進行した。本触媒は、単純なアルキルクロリドのC-Cl結合の均等開裂にも利用できることが明らかになった。本反応には多様な官能基をもつ基質が利用でき、天然物を含む複雑な分子にも適用可能である。本反応の活性種として想定されるジルコニウム(III)を有機合成化学に利用した例は少なく、今後新たな研究領域を開拓出来る可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の着想の元になったチタノセン触媒によるエポキシドの開環反応は、天然物合成において広く活躍してきた反応である。チタノセン触媒とは逆の位置選択性でC-O結合を均等開裂する本反応は、チタノセンを用いる反応と相補的に利用できると期待される。本触媒系の反応中間体として想定されるジルコノセン(III)を有機合成化学に応用した例は限られており、この化学種を利用すれば新たな研究領域を開拓出来る可能性がある。なお、開発した変換反応は、普遍的に存在する金属元素と可視光を組み合わせ、天然に豊富に存在する原材料を使用する。持続可能な社会を見据えた環境調和型の有機反応としての側面を持つ。

研究成果の概要(英文)：We successfully developed a cooperative catalysis of zirconocene and photoredox catalyst for the first time. Furthermore, we have demonstrated that zirconocene can be exploited for homolytic C-O bond cleavage. In the C-O bond cleavage of epoxides, the ring opening proceeded with the opposite regioselectivity to the reaction using titanocene. This catalytic system could also be employed for the homolytic C-Cl bond cleavage of unactivated alkyl chlorides. The mild nature of these catalytic protocols exhibited broad functional group tolerance, engaging complex molecules, including natural products. The putative zirconocene(III) in the present protocols has rarely been harnessed in synthetic organic chemistry, and the catalytic method would lead to revisiting the potential of zirconocene chemistry.

研究分野：有機合成化学

キーワード：ジルコノセン 可視光レドックス触媒 C-O結合開裂 ラジカル エポキシド

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

糖類やテルペノイドに代表される環状エーテルは、天然に広く存在し多種多様な不斉情報をもつ。これら環状エーテルのエーテル結合を自在に開裂し、官能基化する手法は、有機合成的価値の高いキラルビルディングブロックを効率的に供給できる有用な分子変換となり得る。古くから知られる環状エーテルの開環反応は、強力なLewis酸やブレンステッド酸を必要であり、環状エーテルは求電子剤として振る舞う。一方、C-O結合の均等開裂は、環状エーテルから求核的な炭素ラジカルを生成でき、これまでとは異なる生成物へと誘導することが可能である。しかし、開裂可能な環状エーテルは、環歪みの大きなエポキシドやオキセタンに限定されていた。そこで、本研究では、チタンよりも強く酸素原子と結合を形成するジルコニウムに着目した。すなわち、非常に強力なO-Zr結合の形成を駆動力とすれば、環歪みの小さな環状エーテルの開環が可能となると考えた。このような前例のない環状エーテルの開環反応は、天然に豊富に存在するエーテル類の新たな利用法を提供できるだけでなく、斬新な逆合成の発想の緒になる。以上の背景のもと、ジルコノセン/可視光レドックス触媒を利用した環状エーテル開環反応の開発に取り組んだ。

### 2. 研究の目的

本研究では有機化合物に広く見られるエーテルC-O結合のホモリシスを目指す。具体的にはジルコニウム-酸素の高い親和性に着目して、これまでは達成できなかった環歪みの小さいエーテルC-O結合の開裂反応を開発する。従来とは異なる位置における結合切断/ラジカル発生を起点とした可視光レドックス触媒系を構築することで、天然物や機能性分子の合成戦略に新たな選択肢を提供する。

### 3. 研究の方法

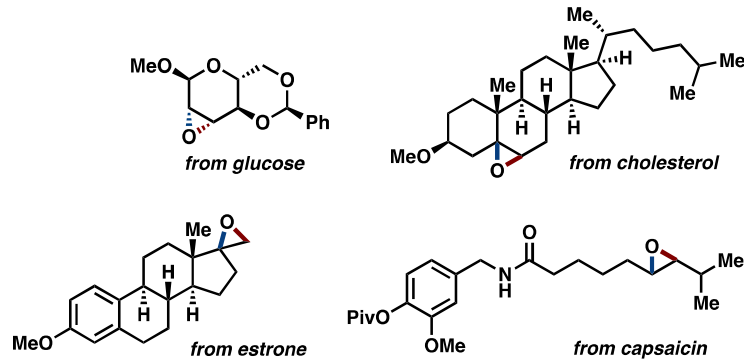
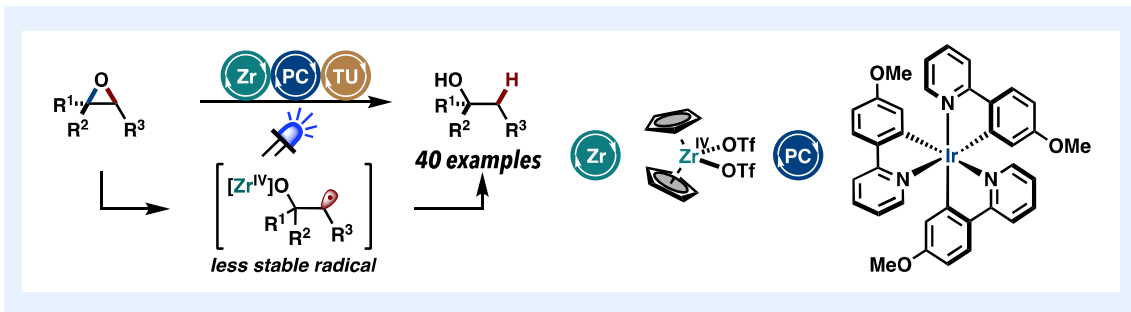
可視光レドックス触媒とジルコノセン触媒を利用した触媒サイクルの構築に向け、以下の方針で研究を進めた。

- 1)本触媒系ではジルコノセン(IV) ( $E_{1/2red} = -1.70$  V vs SCE, for Cp<sub>2</sub>ZrCl<sub>2</sub>)を還元可能な還元力を持つ可視光レドックス触媒を用いる必要がある。Ir(ppy)<sub>3</sub>では還元力が不足する場合、より高い励起状態還元力を持つ光触媒 Ir(4-MeOppy)<sub>3</sub>、Ir(4-t-Buppy)<sub>3</sub>を利用する
- 2)Cp<sub>2</sub>ZrCl<sub>2</sub>の還元が困難な場合は、より還元の容易なジルコノセン錯体を別途調製し Zr(III)を生成する。

### 4. 研究成果

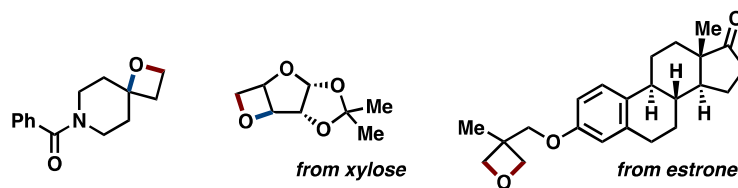
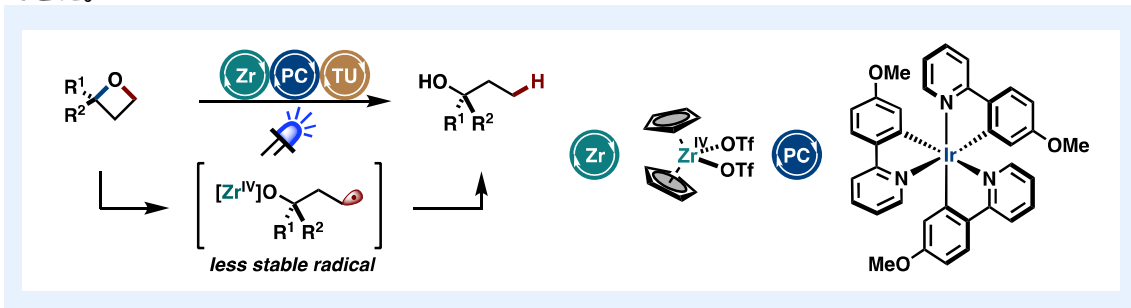
#### エポキシドの位置選択的開環反応の開発

まず、上述の触媒系構築を目的として、開環の容易なエポキシドのC-O結合開裂反応の開発に着手した。その結果、可視光レドックス触媒とジルコノセン触媒の協働触媒存在下、チオウレアと水素原子ドナー、エポキシドを加え、可視光を照射したところ、置換基の多いアルコールが高収率で得られることを見いだした。興味深いことに、本反応は同族のチタノセンを利用した反応とは異なる位置選択性でエポキシドが開環し、熱力学的により不安定なラジカルを経由して反応が進行する。また、本反応は水素化だけでなく、分子内 Giese 付加や芳香族置換反応などのC-C結合形成反応に適用できた。またベンジルエーテルを基質に用いると、1,5-水素原子移動を経由してベンジリデンアセタールを与えた。加えて、ラジカルクロック実験により、本反応がラジカル機構で進行することも明らかにした。



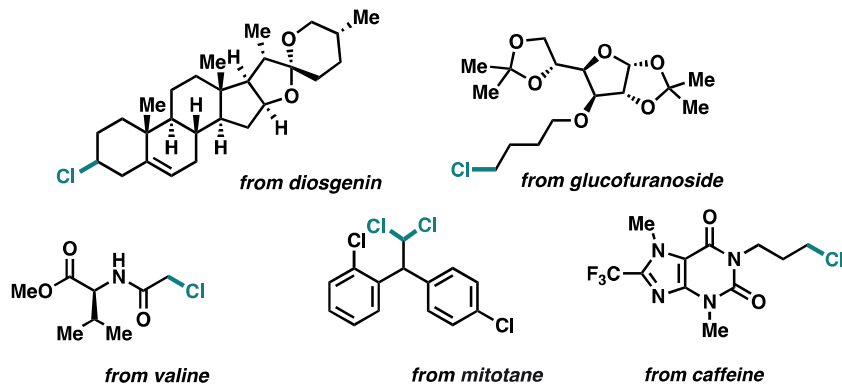
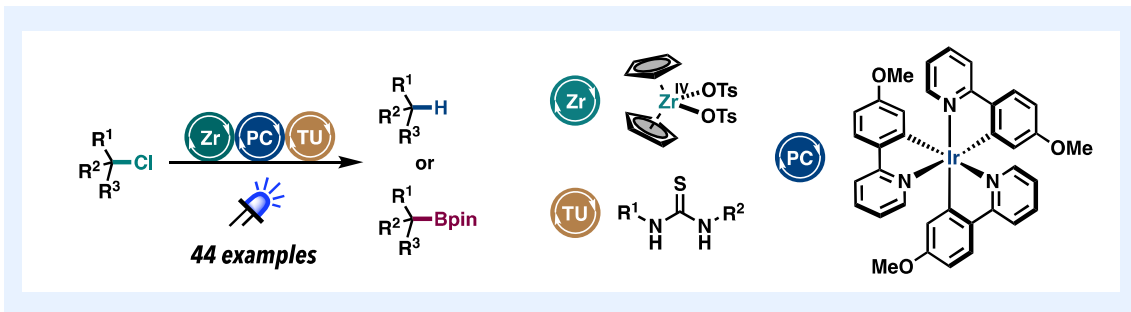
### オキセタンの位置選択的開環反応の開発

オキセタンの環歪みエネルギーはエポキシドと同程度であり、オキセタンもチタノセン触媒によって開環できることが知られる。開発したジルコノセン/可視光レドックス触媒をオキセタンに適用したところ、より不安定なラジカルを経由して開環反応が進行し、種々のアルコールが得られた。さらに本反応は、アミドやアセタール、加えてケトンなどの官能基をもつ基質にも適用できた。



### アルキルクロリドのC-Cl結合開裂反応の開発

ジルコノセンと可視光レドックス触媒を利用したアルキルクロリドの水素化/ホウ素化反応を開発した。ラジカル反応において、アルキルブロミドやアルキルヨードは炭素ラジカル前駆体として汎用される。一方、アルキルクロリドはC-Cl結合の結合解離エネルギーが高く、均等開裂によって炭素ラジカルを生成することは容易ではない。古典的なアルキルクロリドのハロゲン原子移動反応は、 $\alpha$ -クロロカルボニル化合物やアリル/ベンジルクロリドなどの“活性な”アルキルクロリドを対象とするものが大半であった。ジルコノセン/可視光レドックス触媒系を利用することで、C-Cl結合のBDEが比較的高い不活性なアルキルクロリドから、炭素ラジカルを生成することに成功した。本反応は、天然物誘導体や医薬品を含む、広範なアルキルクロリドを水素化、ホウ素化することが可能であった。



以上、本事業を通じて、ジルコノセンと可視光レドックス触媒系を世界に先駆けて開発することに成功した。適用範囲はまだ限られているが、すでに本触媒系が他の結合開裂反応に利用できることを発見している。本触媒系はジルコノセン(III)の利用価値の再発見に貢献したと捉えているが、未だ課題は残っている。開裂する結合の位置選択性は基質次第では、まだ不完全である。また、ラジカル生成後の変換反応も限られる。今後、詳細な反応機構解明研究や綿密な反応設計により、これらの課題を解決したい。加えて、不斉反応への展開も目指し研究を推進する予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11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 2件）

1. 著者名 Kubo Masayuki, Inayama Naomi, Ota Eisuke, Yamaguchi Junichiro	4. 巻 24
2. 論文標題 Palladium-Catalyzed Tandem Ester Dance/Decarbonylative Coupling Reactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3855 ~ 3860
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.2c01432	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 Nakamichi Norihito, Yamaguchi Junichiro, Sato Ayato, Fujimoto Kazuhiro J., Ota Eisuke	4. 巻 235
2. 論文標題 Chemical biology to dissect molecular mechanisms underlying plant circadian clocks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1336 ~ 1343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.18298	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 Saito Ami N, Maeda Akari E, Takahara Tomoaki T, Matsuo Hiromi, Nishina Michiya, Ono Azusa, Shiratake Katsuhiko, Notaguchi Michitaka, Yanai Takeshi, Kinoshita Toshinori, Ota Eisuke, Fujimoto Kazuhiro J, Yamaguchi Junichiro, Nakamichi Norihito	4. 巻 63
2. 論文標題 Structure?Function Study of a Novel Inhibitor of Cyclin-Dependent Kinase C in Arabidopsis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1720 ~ 1728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcac127	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 Ota Eisuke, Takeda Daiki, Onuma Kana, Kato Marie, Matoba Hiroaki, Yoritate Makoto, Sodeoka Mikiko, Hirai Go	4. 巻 40
2. 論文標題 Synthesis and biological activity of ganglioside GM3 analogues with a (S)-CHF-Sialoside linkage and an alkyne tag	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Glycoconjugate Journal	6. 最初と最後の頁 333 ~ 341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10719-023-10111-0	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 Okita Toshimasa, Aida Kazuhiro, Tanaka Keisuke, Ota Eisuke, Yamaguchi Junichiro	4. 巻 1
2. 論文標題 Chlorine Atom Transfer of Unactivated Alkyl Chlorides Enabled by Zirconocene and Photoredox Catalysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Precision Chemistry	6. 最初と最後の頁 112 ~ 118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/prechem.2c00002	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 Aida Kazuhiro, Hirao Marina, Funabashi Aiko, Sugimura Natsuhiko, Ota Eisuke, Yamaguchi Junichiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Catalytic reductive ring opening of epoxides enabled by zirconocene and photoredox catalysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chem	6. 最初と最後の頁 1762 ~ 1774
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chempr.2022.04.010	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 Moriyama Takahiro, Mizukami Daiki, Yoritake Makoto, Usui Kazuteru, Takahashi Daisuke, Ota Eisuke, Sodeoka Mikiko, Ueda Tadashi, Karasawa Satoru, Hirai Go	4. 巻 28
2. 論文標題 Effect of Alkynyl Group on Reactivity in Photoaffinity Labeling with 2 Thienyl Substituted Ketoamide	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 e202103925
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202103925	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 Asako Takashi, Suzuki Shin, Tanaka Shuhei, Ota Eisuke, Yamaguchi Junichiro	4. 巻 85
2. 論文標題 Synthesis of Decaaryl anthracene with Nine Different Substituents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 15437 ~ 15448
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c02218	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 Tanaka Shuhei, Asako Takashi, Ota Eisuke, Yamaguchi Junichiro	4. 巻 49
2. 論文標題 Synthesis of a Pentaarylcarbazole: Installation of Different Aryl Groups on a Benzenoid Moiety	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 918 ~ 920
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200302	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 Hirai Go, Kato Marie, Koshino Hiroyuki, Nishizawa Eri, Oonuma Kana, Ota Eisuke, Watanabe Toru, Hashizume Daisuke, Tamura Yuki, Okada Mitsuaki, Miyagi Taeko, Sodeoka Mikiko	4. 巻 1
2. 論文標題 Ganglioside GM3 Analogues Containing Monofluoromethylene-Linked Sialoside: Synthesis, Stereochemical Effects, Conformational Behavior, and Biological Activities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JACS Au	6. 最初と最後の頁 137 ~ 146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacsau.0c00058	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 太田 英介	4. 巻 56
2. 論文標題 「かご」に包まれた内因性カンナビノイドを光で放出する	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ファルマシア	6. 最初と最後の頁 563 ~ 563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14894/faruawpsj.56.6_563	査読の有無 無
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34件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 平尾まりな・会田和広・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ルイス酸/可視光レドックス触媒系を利用したN-アシルピロリジンの開環反応
3. 学会等名 第56回有機反応若手の会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 瀧本春樹・会田和広・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン-可視光レドックス協働触媒系を利用したアルキルフルオリドのC-F結合開裂反応
3. 学会等名 第11回フッ素化学若手の会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田英介・会田和広・大北俊将・平尾まりな・田中啓介・船橋藍子・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン/可視光レドックス触媒を用いた 結合開裂反応の開発
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 平尾まりな・会田和広・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ルイス酸/可視光レドックス触媒系を利用したN-ベンゾイルピロリジンの開環反応
3. 学会等名 第51回複素環化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田英介
2. 発表標題 可視光を利用した結合開裂反応の開発
3. 学会等名 第3回有機化学・創薬化学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 彦坂拓・星貴之・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 環状アルコールの環開裂を鍵としたセコトリテルペノイド類の合成
3. 学会等名 第12回 CSJフェスタ 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂井祐衣・齊藤杏実・太田英介・中道範人・山口潤一郎
2. 発表標題 光親和性標識法を利用した植物時計タンパク質の同定
3. 学会等名 第12回 CSJフェスタ 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 瀧本春樹・会田和広・大北俊将・田中啓介・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン-可視光レドックス協働触媒系を利用したアルキルフルオリドのC-F結合開裂反応
3. 学会等名 第121回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田英介
2. 発表標題 ジルコノセン/可視光レドックス触媒を用いた 結合開裂反応の開発
3. 学会等名 第13回 南方研若手研究者セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eisuke Ota, Kazuhiro Aida, Toshimasa Okita, Haruki Takimoto, Marina Hirao, Keisuke Tanaka, Aiko Funabashi, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 -Bond Cleavage by Photoredox/Zirconocene Catalysis
3. 学会等名 11th Singapore International Chemistry Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中啓介・会田和広・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン/可視光レドックス触媒によるベンジルクロリドの二量化反応
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀧本春樹・会田和広・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン - 可視光レドックス協働触媒系を利用したアルキルフルオリドのC-F結合開裂反応
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 彦坂拓・星貴之・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 環状アルコールの環開裂を鍵としたセコトリテルペノイド類の合成
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平尾まりな・会田和広・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ルイス酸/可視光レドックス触媒によるN-アロイルピロリジンの開環反応
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshimasa Okita, Keisuke Tanaka, Kazuhiro Aida, Eisuke Ota, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Hydrogenation and Borylation of Alkyl Chlorides using Zirconocene and Photoredox Catalysis
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Asako, Kazuma Amaike, Eisuke Ota, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Synthetic Study toward Nosiheptide
3. 学会等名 13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium (AIMECS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masayuki Kubo, Naomi Inayama, Eisuke Ota, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Pd-Catalyzed Tandem Ester Dance/ Decarbonylative Coupling Reactions
3. 学会等名 13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium (AIMECS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshimasa Okita, Keisuke Tanaka, Eisuke Ota, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Dechlorinative Functionalization of Alkyl Chlorides using Zirconocene and Photoredox Catalysis
3. 学会等名 13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium (AIMECS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takayuki Hoshi, Eisuke Ota, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Development of an Asymmetric Intramolecular Buchner Reaction of alpha-Diazoesters and Synthetic Study toward Pseudolaric Acid B
3. 学会等名 13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium (AIMECS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuhiro Aida, Marina Hirao, Aiko Funabashi, Natsuhiko Sugimura, Eisuke Ota, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Regioselective C-O Bond Homolysis of Epoxides with Zirconocene-Photoredox Catalysis
3. 学会等名 13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium (AIMECS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ami N. Saito, Tomoaki T. Takahara, Eisuke Ota, Norihito Nakamichi, Junichiro Yamaguchi
2. 発表標題 Chrono Chemical Biology of PHA and BML
3. 学会等名 13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium (AIMECS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平尾まりな・会田和広・船橋藍子・杉村夏彦・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン-可視光レドックス協働触媒系によるエポキシドの位置選択的開環反応
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保真之・稲山奈保実・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 Pd触媒による逐次的エステルダングス/脱カルボニル型カップリング反応
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保真之・稲山奈保実・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 Pd触媒による逐次的エステルダングス/脱カルボニル型カップリング反応
3. 学会等名 第11回サブウェイセミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平尾まりな・会田和広・船橋藍子・杉村夏彦・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン-可視光レドックス協働触媒系によるエポキシドの位置選択的開環反応
3. 学会等名 第11回サブウェイセミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 会田和広・平尾まりな・船橋藍子・杉村夏彦・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン-可視光レドックス協働触媒系によるエポキシドのC-O結合開裂反応
3. 学会等名 第50回複素環化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 会田和広・平尾まりな・船橋藍子・杉村夏彦・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン-可視光レドックス触媒系によるエポキシドの位置選択的な開環反応
3. 学会等名 第67回有機金属化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平尾まりな・会田和広・船橋藍子・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン触媒を用いた可視光駆動型C-O結合開裂反応【1】
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 会田和広・平尾まりな・船橋藍子・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン触媒を用いた可視光駆動型C-O結合開裂反応【2】
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊池拓成・太田英介・中道範人・山口潤一郎
2. 発表標題 花成時期調整剤PSM-1の構造活性相関研究
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保真之・稲山奈保実・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 エステルダンス/脱カルボニル型カップリング反応による芳香族エステル変換法の開発【1】
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 稲山奈保実・久保真之・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 エステルダンス/脱カルボニル型カップリング反応による芳香族エステル変換法の開発【2】
3. 学会等名 日本化学会 第101回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 会田和広・船橋藍子・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン触媒を用いた可視光駆動型C-O結合開裂反応
3. 学会等名 第10回 CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 会田和広・平尾まりな・船橋藍子・太田英介・山口潤一郎
2. 発表標題 ジルコノセン触媒を用いた可視光駆動型C-O結合開裂反応
3. 学会等名 2020年度サブウェイセミナー
4. 発表年 2020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