

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 8 月 25 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05111

研究課題名(和文)2-アザアリルラジカルカチオンと多重結合性分子との付加環化反応の創出

研究課題名(英文)Development of novel cycloaddition reactions of 2-azaallyl radical cations with multiple bonded compounds

研究代表者

伊藤 謙之介 (Itoh, Kennosuke)

北里大学・薬学部・准教授

研究者番号：40467874

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)：研究成果を次の(1)-(6)に示す。(1)ベンゾフェノン存在下ジアミノメタンとニトロンの形式的[3+3]光付加環化、(2)新規Ir(III)錯体を用いるジアミノメタンと芳香族イミンの形式的[3+2]光付加環化、(3)同Ir(III)錯体を用いるジアミノメタンと、 α -不飽和イミドの形式的[3+2]光付加環化、(4)同Ir(III)錯体を用いるN,N'-ジアルキルアニリンと鎖状、 α -不飽和イミドの形式的[4+2]光付加環化、(5)同Ir(III)錯体の光物性の検証、(6)計算化学的手法による光付加環化反応機構解析である。2-アザアリルラジカルカチオンは観測できず反応中間体の観測に止まった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光照射下における2-アザアリルラジカルカチオンもしくは2-アザアリルラジカルカチオン等価体特有の反応は、新規含窒素飽和複素環骨格を一挙に構築できる。したがって本反応は、新規含窒素飽和複素環を必要とする創薬化学の分野に応用され、新薬創出の一助となる可能性がある。また2-アザアリルラジカルカチオンは、 π -結合を有するラジカルカチオン種の中でもその構造的特徴と物理化学的性質は未知であるに等しい。したがって、この化学種を分光化学的により捕捉し構造解析を成功させ、さらにその生成機構と物理化学的性質を明らかにすることができれば、有機合成化学の基礎を拡充させることができる。

研究成果の概要(英文)：This research project has been successfully provided the following achievements: (1) the development of a formal [3+3] photo-cycloaddition reactions of nitrones with N,N,N',N'-tetraalkyldiaminomethanes by using benzophenone derivatives as a photo-sensitizer, (2) the development of a formal [3+2] photo-cycloaddition reactions of imines with the diaminomethanes by using Ir(III) complex photo-sensitizers, (3) the development of a formal [3+2] photo-cycloadditions of α -unsaturated imide with the diaminomethanes by using by using the Ir(III) complexes, (4) the development of a formal [4+2] photo-cycloaddition reactions of α -unsaturated imide with N,N-dialkylanilines by using the Ir(III) complexes, (5) the elucidation of photophysical properties of the Ir(III) complexes, (6) the mechanistic study for photo-cycloaddition reactions by using computational methods. However, a reaction intermediate has been detected instead of fail to detect 2-azaallyl radical cation.

研究分野：有機合成化学

 キーワード：光付加環化反応 ベンゾフェノン イリジウム錯体 光誘起電子移動 プロトン移動 π -アミノアルキルラジカル 2-アザアリルラジカルカチオン 含窒素複素環式化合物

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

ベンゾフェノンなどの光増感触媒に光を照射すると、光増感触媒が励起され三重項種が発生する。そこに第三級アミンを共存させておくと、第三級アミンからベンゾフェノンの三重項種への一電子移動に続くプロトン移動が生じ求核的性質が高い α -アミノアルキルラジカルが発生する。 α -アミノアルキルラジカルは、熱反応では発生困難なラジカル種であること、熱力学的に不利な一置換ラジカルが位置選択的に発生し求電子剤と反応するなど興味深い性質を有しているにも関わらず合成化学的応用は進展していなかった。*N,N,N',N'*-テトラメチルジアミノメタン誘導体を第三級アミンとして用いた場合、 α -アミノアルキルラジカルが発生しニトロソに付加環化し、オキサジアジン誘導体が単一の生成物(収率 65% 程度)として得られることを見出した。副生成物は脱離したジメチルアミンのみであり、反応中間体等は全く観測されない非常に綺麗に進行する反応であった。以上の結果より、同反応は 2-アザアリルラジカルカチオンもしくはその等価体が発生しニトロソとの[3+3]付加環化反応を起こしたものと考えた。

2. 研究の目的

研究開始当初、2-アザアリルラジカル種を用いる有機合成は、2-アザアリルラジカルをケトンで捕捉したという Baum 等の報告(*J. Am. Chem. Soc.* **1973**, *95*, 3071)と、Li 等により理論計算による反応機構考察の際に偶然その存在を示唆している報告(*Nat. Chem.* **2017**, *9*, 1)のみであった。したがって、2-アザアリルラジカルカチオンもしくはその等価体を用いる複素環式化合物の光化学的合成を可能とすることを目的とした。また、新規光増感剤の開発も積極的に行い形式的[m+n]光付加環化反応に用いるだけでなくそれらの光物性を明らかにすることも目的とした。

3. 研究の方法

(1)紫外光照射、ベンゾフェノン存在下、*N,N,N',N'*-テトラアルキルジアミノメタンとニトロソの形式的[3+3]光付加環化反応の開発および 2-アザアリルラジカルカチオンの分光学的手法による同定を試みる。形式的[3+3]光付加環化反応の開発は、光増感剤として様々なベンゾフェノン誘導体のスクリーニングと当量数の検討、ニトロソの置換基の検討、*N,N,N',N'*-テトラアルキルジアミノメタンの置換基の検討および当量数の検討、反応溶媒の検討、反応濃度の検討、量子収率の値および Stern-Volmer 定数を求め想定反応機構を提唱すること、2-アザアリルラジカルカチオンの存在を分光実験により同定することとする。また本反応では、基質一般性および収率の結果に改良の余地がある場合は、新規光増感剤を開発し再度検討することとする。

(2)新規可視光応答型光増感剤(Ir(III)錯体)を用いる *N,N,N',N'*-テトラメチルジアミノメタンと芳香族イミンの形式的[3+2]光付加環化反応を開発しイミダゾリジン類の合成法を確立する。

(3)Ir(III)錯体を用いる *N,N,N',N'*-テトラメチルジアミノメタンと、 α -不飽和イミドもしくはアミドの形式的[3+2]光付加環化反応による 2-ピロリジノン誘導体の合成法を確立する。

(4)Ir(III)錯体を用いる *N,N*-ジアルキルアニリンと鎖状、 α -不飽和イミドもしくはアミドの形式的[4+2]光付加環化反応による 1,2,3,4-テトラヒドロキノリン誘導体の合成法を確立する。

(5)Ir(III)錯体の光物性を検証する。

(6)計算化学的手法による光付加環化反応の反応機構を解析する。

4. 研究成果

(1)光増感剤存在下におけるニトロソ 1 と *N,N,N',N'*-テトラアルキルジアミノメタン 2 との形式的[3+3]光付加環化反応と 2-アザアリルラジカルカチオンの分光学的手法による同定

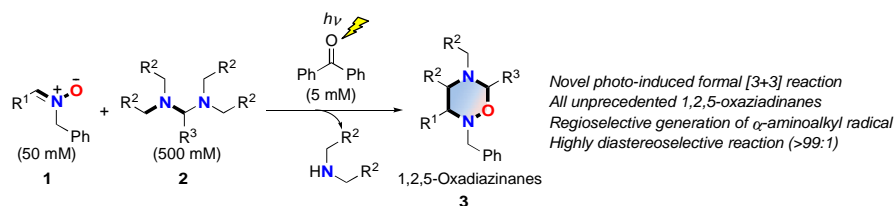


図 1

光増感剤としてベンゾフェノン誘導体を用い、紫外光照射下において様々なニトロソ 1 と *N,N,N',N'*-テトラアルキルジアミノメタン 2 との形式的[3+3]光付加環化反応の開発に成功した(図 1)。本反応の量子収率は 0.65、消光実験により 1 よりも 2 がベンゾフェノンの発光を消光する速度が大きかったことから、本反応はラジカル連鎖機構の関与がないこと、photo-redox 機構により進行していると結論付けた。また、可視光照射により励起可能な新規金属錯体光増感剤を開発し反応を行ったところ、ニトロソ 1 の基質一般性、1,2,5-オキサジアジナン 3 の収率が大幅に向上し 2021 年内に論文報告を行う予定である。

(2) 芳香族イミン 4 と *N,N,N',N'*-テトラメチルジアミノメタン 5 の形式的[3+2]光付加環化反応
紫外光照射、ベンゾフェノンなどの有機光増感剤では基質適応範囲が狭かったため新規可視光応答型金属錯体光増感剤 6 を用いる反応を試みた。その結果、芳香族イミン 4、*N,N,N',N'*-テトラメチルジアミノメタン 5 との光付加環化反応が進行し目的とするイミダゾリジン誘導体 7 を合成することができた(図 2)。またアザピナコール反応が形式的[3+2]光付加環化反応と競争し 1,2-ジアミン 8 が副生成物として得られたため、計算化学的手法を用いその理由を明らかとした。2021 年 6 月に論文執筆を完了した。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

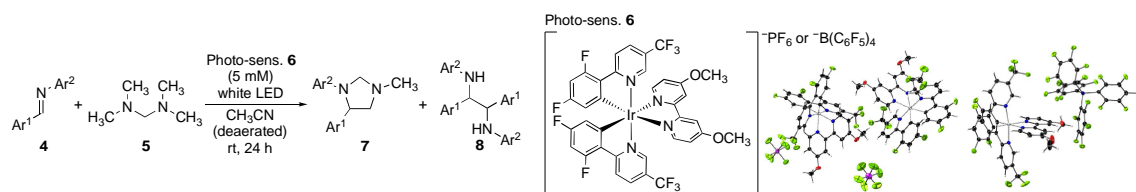


図 2

(3) α,β -不飽和イミドと N,N,N',N' -テトラメチルジアミノメタンの形式的[3+2]光付加環化反応による 2-ピロリジノン誘導体の合成

独自のイリジウム(III)錯体光増感剤を用いて同反応を開発し、PDE-IV 阻害剤ロリプラム誘導体や 2-ピロリジノン誘導体、GABA 誘導体の合成に成功した(2021 年 6 月論文執筆中)。

(4) 鎖状 α,β -不飽和イミド **9** と N,N -ジアルキルアニリン **10** の形式的[4+2]光付加環化反応による 1,2,3,4-テトラヒドロキノリン誘導体 **12** の合成

独自のイリジウム(III)錯体 **11**、チオウレア、アゾ化合物の協働作用を用いる同反応は、チオウレアによって活性化された **11** に対して、**10** 由来の α -アミノアルキルラジカルが共役付加し、その後分子内ラジカル環化が引き起こされ進行する(図 3)。アゾ化合物は、分子内ラジカル環化後の中間体を酸化しほぼ完全なジアステレオ選択性で生成物へと導く。創薬化学的に魅力的な 1,2,3,4-テトラヒドロキノリン誘導体 **12** を光化学的に一挙に合成することができた。

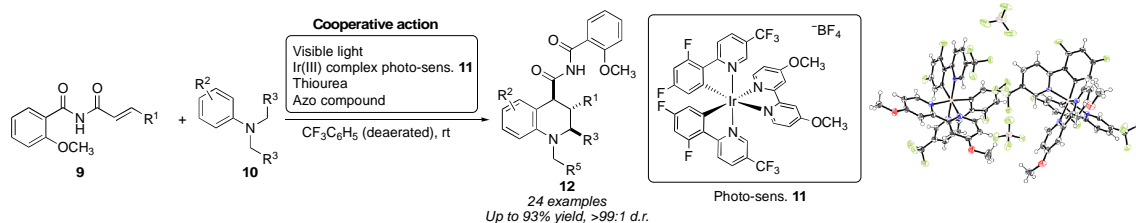


図 3

(5), (6) 上述光反応の計算化学的手法による反応機構解析、クマリン類のジアステレオ選択的[2+2]光二量化反応の反応機構解析を行い、論文中において想定反応機構を提唱した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

Kennosuke Itoh, Shun-ichi Nagao, Ken Tokunaga, Shigeto Hirayama, Fumika Karaki, Takaaki Mizuguchi, Kenichiro Nagai, Noriko Sato, Mitsuaki Suzuki, Masashi Hashimoto, Hideaki Fujii, Visible-Light-Induced Synthesis of 1,2,3,4-Tetrahydroquinolines via Formal [4+2] Cycloaddition of Acyclic α,β -Unsaturated Amides and Imides with N,N -Dialkylanilines, *Chem. Eur. J.*, 27, 5171-5179, 2021, 査読有, DOI: 10.1002/chem.202004186 (Inside Cover に採択済)

Kennosuke Itoh, Atsushi Takashino, Atsushi Ohtsuka, Mizuki Kobe, Shunsuke Sawamura, Ryo Kato, Shigeto Hirayama, Fumika Karaki, Takaaki Mizuguchi, Noriko Sato, Ken Tokunaga, Yasunori Toda, Hiroyuki Suga, Hitoshi Ishida, Hideaki Fujii, Synthesis of 1,2,5-Oxadiazinane Derivatives by Photochemical Cycloaddition of Nitrones with Diaminomethanes, *ChemPhotoChem*, 4, 388-392, 2020, 査読有, DOI: 10.1002/cptc.202000004 (Inside Cover に採択済)

Kennosuke Itoh, Fumiya Odate, Takuma Karikomi, Keishi Obe, Tsutomu Miyamori, Hideaki Kamiya, Kenji Yoza, Kenichiro Nagai, Hideaki Fujii, Hiroyuki Suga, Ken Tokunaga, Novel Asymmetric Photodimerization Reaction of Coumarin Derivatives Bearing a Chiral 2-Oxazolidinone Auxiliary, *RSC Adv.*, 9, 12365-12369, 2019, 査読有, DOI: 10.1039/C9RA00822E

[学会発表](計 16 件)

伊藤謙之介, 長尾駿一, 徳永 健, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 鈴木光明, 橋本雅司, 藤井秀明, イリジウム錯体光増感剤, チオウレア, アゾ化合物の協働作用が可能とするテトラヒドロキノリン誘導体合成, 日本化学会第 101 春季年会, 2021

伊藤謙之介, 長尾駿一, 徳永 健, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 鈴木光明, 橋本雅司, 藤井秀明, 可視光により誘起される鎖状 α,β -不飽和カルボニル化合物と N,N -ジアルキルアニリンの形式的[4+2]付加環化反応によるテトラヒドロキノリンの合成, 第 49 回複素環化学討論会, 2020

長尾駿一, 伊藤謙之介, 徳永 健, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 藤井秀明, 可視光を用いるドミノラジカル共役付加-環化反応によるテトラヒドロキノリン誘導体の合成, 日本化学会第 100 春季年会, 2020

長尾駿一, 伊藤謙之介, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 徳永 健, 藤井秀明, 可視光応答型レドックス触媒による α -アミノアルキルラジカル共役付加-環化反応, 第 11 回北里化学シンポジウム, 2019

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

高篠諄史, 伊藤謙之介, 平山重人, 唐木文霞, 水口貴章, 石田 斉, 藤井秀明, イリジウム錯体によるニトロンとジアミノメタンの可視光誘起形式的[3+3]付加環化反応, 第 11 回北里化学シンポジウム, 2019

Kennosuke Itoh, Atsushi Takashino, Atsushi Ohtsuka, Mizuki Kobe, Shunsuke Sawamura, Ryo Kato, Shigeto Hirayama, Fumika Karaki, Takaaki Mizuguchi, Ken Tokunaga, Yasunori Toda, Hiroyuki Suga, Hitoshi Ishida, Hideaki Fujii, Photo-induced formal [3+3] cycloaddition reactions of nitrones with diaminomethanes. International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC), Myanmar, 2019

高篠諄史, 伊藤謙之介, 平山重人, 唐木文霞, 水口貴章, 石田 斉, 藤井秀明, イリジウム錯体によるニトロンとジアミノメタンの可視光誘起形式的[3+3]付加環化反応, 第 31 回配位化合物の光化学討論会, 2019

長尾駿一, 伊藤謙之介, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 徳永 健, 藤井秀明, 可視光応答型レドックス触媒による α -アミノアルキルラジカルの共役付加-環化反応, 第 31 回配位化合物の光化学討論会, 2019

高篠諄史, 伊藤謙之介, 大塚敦史, 神戸瑞樹, 澤村俊祐, 加藤 諒, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 菅 博幸, 石田 斉, 藤井秀明, ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的[3+3]付加環化反応, 日本化学会第 99 春季年会, 2019

高篠諄史, 伊藤謙之介, 大塚敦史, 澤村俊祐, 加藤 諒, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 菅 博幸, 石田 斉, 藤井秀明, ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的[3+3]付加環化反応, 第 76 回有機合成化学協会関東支部シンポジウム 新潟(長岡)シンポジウム, 2018
Atsushi Takashino, Kennosuke Itoh, Atsushi Ohtsuka, Mizuki Kobe, Ryo Kato, Takaaki Mizuguchi, Fumika Karaki, Shigeto Hirayama, Hiroyuki Suga, Hitoshi Ishida, Hideaki Fujii, Photo-induced formal [3+3] cycloaddition Reactions of Nitrones with Diaminomethanes, International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC)-14, 2018

Shun-ichi Nagao, Kennosuke Itoh, Takaaki Mizuguchi, Fumika Karaki, Shigeto Hirayama, Masashi Hashimoto, Hideaki Fujii, Development of sequential conjugate addition/cyclization reaction of carboncentered radicals induced from tertiary amines in the presence of visible-light photoredox catalyst, International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC)-14, 2018

長尾駿一, 伊藤謙之介, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 藤井秀明, 可視光応答型レドックス触媒による炭素ラジカル種の共役付加-環化反応, 第 62 回日本薬学会関東支部大会, 2018

高篠諄史, 伊藤謙之介, 大塚敦史, 澤村俊祐, 加藤 諒, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 菅 博幸, 石田 斉, 藤井秀明, ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的[3+3]付加環化反応, 第 62 回日本薬学会関東支部大会, 2018

高篠諄史, 伊藤謙之介, 大塚敦史, 加藤 諒, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 菅 博幸, 石田 斉, 藤井秀明, ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的[3+3]付加環化反応, 光化学討論会, 2018

長尾駿一, 伊藤謙之介, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 藤井秀明, 可視光応答型レドックス触媒による炭素ラジカル種の共役付加-環化反応, 光化学討論会, 2018

[その他]

ホームページ等

<http://www.pharm.kitasato-u.ac.jp/pharmchem/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

該当なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名: 石田 斉

ローマ字氏名: Ishida Hitoshi

研究協力者氏名: 橋本雅司

ローマ字氏名: Hashimoto Masashi

研究協力者氏名: 鈴木光明

ローマ字氏名: Suzuki Mitsuaki

研究協力者氏名: 徳永 健

ローマ字氏名: Tokunaga Ken

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Itoh K, Takashino A, Ohtsuka A, Kobe M, Sawamura S, Kato R, Hirayama S, Karaki F, Mizuguchi T, Sato N, Tokunaga K, Toda Y, Suga H, Ishida H, Fujii H	4. 巻 4
2. 論文標題 Synthesis of 1,2,5-Oxadiazinane Derivatives by Photochemical Cycloaddition of Nitrones with Diaminomethanes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 388-392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202000004	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 Itoh K, Odate F, Karikomi T, Obe K, Miyamori T, Kamiya H, Yoza K, Nagai K, Fujii H, Suga H, Tokunaga K	4. 巻 9
2. 論文標題 Novel asymmetric photodimerization reaction of coumarin derivatives bearing a chiral 2-oxazolidinone auxiliary	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RSC Adv.	6. 最初と最後の頁 12365-12369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9RA00822E	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 Itoh, K.; Nagao, S.; Tokunaga, K.; Hirayama, S.; Karaki, F.; Mizuguchi, T.; Nagai, K.; Sato, N.; Suzuki, M.; Hashimoto, M.; Fujii, H.	4. 巻 27
2. 論文標題 Visible-Light-Induced Synthesis of 1,2,3,4-Tetrahydroquinolines via Formal [4+2] Cycloaddition of Acyclic, -Unsaturated Amides and Imides with N,N-Dialkylanilines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 5171-5179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202004186	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23件（うち招待講演 1件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Itoh K, Takashino A, Ohtsuka A, Kobe M, Sawamura S, Kato R, Hirayama S, Karaki F, Mizuguchi T, Tokunaga K, Toda Y, Suga H, Ishida H, Fujii H
2. 発表標題 Photo-induced formal [3+3] cycloaddition reactions of nitrones with diaminomethanes
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) Yangon Myanmar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾 駿一, 伊藤謙之介, 徳永 健, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 藤井秀明
2. 発表標題 可視光を用いるドミノラジカル共役付加-環化反応によるテトラヒドロキノリン誘導体の合成
3. 学会等名 日本化学会第 100 春季年会 2020 東京
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長尾駿一, 伊藤謙之介, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 徳永 健, 藤井秀明
2. 発表標題 可視光応答型レドックス触媒による α -アミノアルキルラジカルの共役付加-環化反応
3. 学会等名 第 31 回 配位化合物の光化学討論会 富山
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高篠諄史, 伊藤謙之介, 平山重人, 唐木文霞, 水口貴章, 石田 斉, 藤井秀明
2. 発表標題 イリジウム錯体によるニトロソヒシアミノメタンの可視光誘起形式的 [3+3] 付加環化反応
3. 学会等名 第 31 回配位化合物の光化学討論会 富山
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾駿一, 伊藤謙之介, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 橋本雅司, 徳永 健, 藤井秀明
2. 発表標題 可視光応答型レドックス触媒による α -アミノアルキルラジカルの共役付加-環化反応
3. 学会等名 第 11 回北里化学シンポジウム 東京
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高篠諒史, 伊藤謙之介, 平山重人, 唐木文霞, 水口貴章, 石田 斉, 藤井秀明
2. 発表標題 イリジウム錯体によるニトロンとジアミノメタンの可視光誘起形式的 [3+3] 付加環化反応
3. 学会等名 第 11 回北里化学シンポジウム 東京
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高篠諒史・伊藤謙之介・大塚敦史・神戸瑞樹・澤村俊祐・加藤 諒・水口貴章・唐木文霞・平山重人・菅 博幸・石田 斉・藤井秀明
2. 発表標題 ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的 [3+3] 付加環化反応
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木口卓人・唐木文霞・伊藤謙之介・藤井秀明
2. 発表標題 テトラジンライゲーションの反応生成物をピリダジンに収束させる光酸化反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊彩花・高橋直樹・染谷僚人・松嶋あおば・石橋尚人・平山重人・宮野加奈子・伊藤謙之介・上園保仁・藤井秀明
2. 発表標題 μ - オピオイド受容体ヘテロダイマー選択的作用薬創出を志向したCYM51010誘導体合成
3. 学会等名 日本薬学会第139年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○高篠諄史・伊藤謙之介・大塚敦史・澤村俊祐・加藤諒・水口貴章・唐木文霞・平山重人・菅 博幸・石田 斉・藤井秀明
2. 発表標題 ニトロノとジアミノメタンの光誘起形式的 [3+3] 付加環化反応
3. 学会等名 第76回有機合成化学協会関東支部シンポジウムー新潟(長岡)シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○内田遥太・柏木亜 佑・松下彩夏・石川響子・澤田英樹・沢田芳楠子・戸松美有季・長瀬 博・伊藤謙之介・藤井秀明
2. 発表標題 -プロモケトンを用いた新規三置換オキサゾール合成法の開発と反応機構の考察
3. 学会等名 第76回有機合成化学協会関東支部シンポジウムー新潟(長岡)シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本城綾香・米澤佑・御代田彩乃・平山重人・唐木文霞・伊藤謙之介・溝口広一・藤井秀明
2. 発表標題 モルヒネ非感受性 μ オピオイド受容体スプライスバリエント選択的作動薬を 志向したモルヒナン誘導体の合成
3. 学会等名 第36回メディシナルケミストリーシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun-ichi Nagao, Kennosuke Itoh, Takaaki Mizuguchi, Fumika Karaki, Shigeto Hirayama, Masashi Hashimoto, Hideaki Fujii
2. 発表標題 Development of sequential conjugate addition/cyclization reaction of carbon- centered radicals induced from tertiary amines in the presence of visible-light photoredox catalyst
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Takashino, Kennosuke Itoh, Atsushi Ohtsuka, Mizuki Kobe, Ryo Kato, Takaaki Mizuguchi, Fumika Karaki, Shigeto Hirayama, Hiroyuki Suga, Hitoshi Ishida, Hideaki Fujii
2. 発表標題 Photo-induced formal [3+3] cycloaddition Reactions of Nitrones with Diaminomethanes
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高篠諄史・伊藤謙之介・大塚敦史・澤村俊祐・加藤諒・水口貴章・唐木文霞・平山重人・菅 博幸・石田 斉・藤井秀明
2. 発表標題 ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的 [3+3] 付加環化反応
3. 学会等名 第62回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾駿・伊藤謙之介・水口貴章・唐木文霞・平山重人・橋本雅司・藤井秀明
2. 発表標題 可視光応答型レドックス触媒による炭素ラジカル種の共役付加-環化反応
3. 学会等名 第62回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田遥太・柏木亜佑・松下彩夏・石川響子・澤田英樹・沢田芳楠子・戸松美有季・伊藤謙之介・藤井秀明
2. 発表標題 -プロモケトンを用いた新規三置換オキサゾール合成法の開発と反応機構の考察
3. 学会等名 第62回日本薬学会関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○高篠諱史・伊藤謙之介・大塚敦史・加藤 諒・水口貴章・唐木文霞・平山 重人・菅 博幸・石田 斉・藤井秀明
2. 発表標題 ニトロンとジアミノメタンの光誘起形式的[3+3]付加環化反応
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○長尾駿一・伊藤謙之介・水口貴章・唐木文霞・平山重人・橋本雅司・藤井秀明
2. 発表標題 可視光応答型レドックス触媒による炭素ラジカル種の共役付加-環化反応
3. 学会等名 2018年光化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田遥太・柏木亜佑・松下彩夏・石川響子・澤田英樹・沢田芳柊子・戸松美有季・伊藤謙之介・藤井秀明
2. 発表標題 -プロモケトンを用いた新規三置換オキサゾール合成法の開発と反応機構の考察
3. 学会等名 第48回複素環化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴岡 信・伊藤謙之介・戸田泰徳・菅博幸
2. 発表標題 ロジウム錯体とルイス酸の二成分触媒によるカルボニルイリドとイミンの 1,3-双極性付加環化反応
3. 学会等名 第48回複素環化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○伊藤謙之介, 長尾駿一, 徳永 健, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 鈴木光明, 橋本雅司, 藤井秀明
2. 発表標題 イリジウム錯体光増感剤, チオウレア, アゾ化合物の協働作用が可能とするテトラヒドロキノリン誘導体合成
3. 学会等名 日本化学会第 101 春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ○伊藤謙之介, 長尾駿一, 徳永 健, 水口貴章, 唐木文霞, 平山重人, 鈴木光明, 橋本雅司, 藤井秀明
2. 発表標題 可視光により誘起される鎖状 , -不飽和カルボニル化合物と N,N-ジアルキルアニリンの形式的 [4+2] 付加環化反応によるテトラヒドロキノリンの合成
3. 学会等名 第 49 回複素環化学討論会
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
研究協力者	石田 斉 (Ishida Hitoshi)		
研究協力者	橋本 雅司 (Hashimoto Masashi)		
研究協力者	鈴木 光明 (Suzuki Mitsuaki)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	徳永 健 (Tokunaga Ken)		

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1件

国際研究集会	開催年
2019年度第53回白金セミナー（北里大学薬学部）	2019年～2019年

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