

令和 6 年 5 月 22 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01930

研究課題名(和文) トリアゾリウムアミデートの機能追究による高難度位置選択的分子変換

研究課題名(英文) Zwitterionic Triazolium Amidate for Previously Difficult Transformations

研究代表者

大松 亨介 (Ohmatsu, Kohsuke)

名古屋大学・工学研究科(WPI)・特任准教授

研究者番号：00508997

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：双性イオン型トリアゾリウムアミデートの機能を多角的に追究し、高いHAT触媒活性を発揮し得るN-ホスフィニルトリアゾリウムアミデートを開発するとともに、アルキルベンゼンの末端C-Hアルキル化反応を進行させるユニークな性質を発見した。また、反応性の高い官能基存在下における化学選択的C-H結合変換の開発へと研究を展開し、ベンジルフオリド類のジェミナル二炭素官能基化という新しい分子変換を提案した。さらに、トリアゾリウムアミデートの共役酸が光レドックス触媒との協働によってプロトン還元を実現できることを見出して、異なる2つのC-H結合間でのアクセプターレス脱水素型クロスカップリングを開発するに至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

有機分子に遍在する炭素-水素結合を切断し、任意の官能基に変換する手法は、持続可能な物質生産の実現に貢献する重要な化学技術である。双性イオン型トリアゾリウムアミデートによる選択的水素原子移動反応は、反応基質に存在する極性官能基を残したまま比較的安定な炭素-水素結合を官能基化できるという特徴をもち、遍在する原料から複雑な化合物を無駄なく合成する道を切り拓いたという点で意義深い。また、分子状水素のみを副生成物として、2つのC-H結合をC-C結合に組み換えるアクセプターレス脱水素型クロスカップリングは、高効率かつ環境負荷の少ない化学合成の実現に資する手法として学術的のみならず実用的に高い価値をもつ。

研究成果の概要(英文)：Zwitterionic N-phosphinyl triazolium amides have been developed as a highly active hydrogen atom transfer (HAT) catalyst. This new catalyst allowed for the unique C-H functionalization of the unreactive yet less hindered terminal C-H bonds. By exploiting the features of triazolium amidates, the chemoselective C-H alkylations in the presence of highly reactive polar functional groups have been realized, enabling a new molecular transformation, namely the geminal two-carbon functionalization of benzylic fluorides. Furthermore, the discovery that the conjugate acid of triazolium amidates can realize the proton reduction under the photoredox catalysis led to the development of acceptorless dehydrogenative cross-couplings between two different C-H bonds.

Translated with DeepL.com (free version)

研究分野：有機合成化学

キーワード：双性イオン 水素原子移動 光触媒 C-H結合変換

1. 研究開始当初の背景

水素原子移動 (HAT) を介した $C(sp^3)-H$ 結合の直接的変換はラジカル特有の代表的な反応であり、精密有機合成において主流であったイオン反応では実現困難な化学変換を可能にする。HAT 反応では、結合解離エネルギー (BDFE) の最も小さい $C-H$ 結合が開裂する、すなわち最も安定なラジカルを発生させる反応経路が有利であるため、第二級炭素置換基と第一級炭素置換基が存在する場合には、第二級炭素上の $C-H$ 結合が優先的に切断される。末端に位置する第一級炭素は立体障害が小さいものの、対応するフリーラジカルが不安定であるため、研究開始当初、この位置に選択的にラジカルを発生させる手法は皆無であった。

しかし、HAT の遷移状態に影響する因子は BDFE だけではなく、双極子-双極子相互作用や立体効果も重要であることが知られていた。そのため、HAT 触媒の性質・構造次第では、BDE の小さい $C-H$ よりも、ヒドリド性の高い $C-H$ を切断する、あるいは立体的に空いた位置で HAT を進行させることも原理的には可能になる。

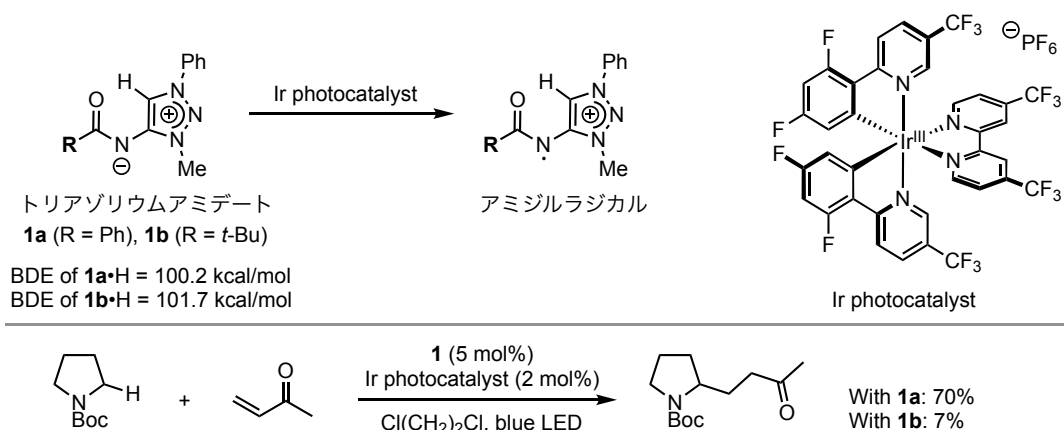
一方、代表者は、本研究開始以前に、新しい HAT 触媒前駆体として双性イオン型トリアゾリウムアミデートを創製し、その一電子酸化による高活性アミジルラジカルの生成と効率的 HAT 触媒反応を実現していた。アミデート窒素原子上の置換基の変更が容易であり、活性種である窒素ラジカルの立体・電子的性質を細かく調節できるという利点を活かすことで、高難度が位置選択的 $C-H$ 結合変換が可能になると期待された。また、トリアゾリウムアミデートのユニークな性質を活かすことで、HAT を起点する革新的な分子変換を開拓できると考えられた。

2. 研究の目的

上記背景のもと、本研究ではトリアゾリウムアミデートの分子構造修飾にもとづき、末端選択的 $C-H$ アルキル化反応等の開発に取り組んだ。また、多角的な触媒機能の追求、すなわちアミデートとアミジルラジカルに加えて、共役酸であるアミドトリアゾリウムの性質探究を行い、触媒の特性を活かした高難度分子変換反応を開拓することを目的とした。

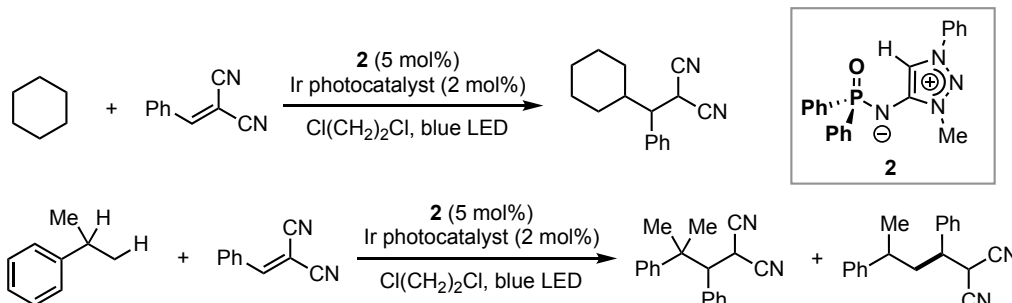
3. 研究の方法

N-ベンゾイル基を有するトリアゾリウムアミデート **1a** とピバロイル基 (*t*-BuCO) を有する **1b** の触媒機能を比較すると、**1b** の共役酸の方が大きな BDE を有するにも関わらず反応性が著しく低い結果となった。また、過渡吸収スペクトルを用いた実験により **1b** と基質である *N*-Boc ピロリジン間の HAT が遅いことも合わせて確認した。これらの結果は HAT の進行に触媒の立体構造が大きく影響することを改めて明示すると同時に、*N*-アシル型のアミデート触媒では嵩高く、かつ強力な HAT 触媒を開発することは困難であることが示唆された。



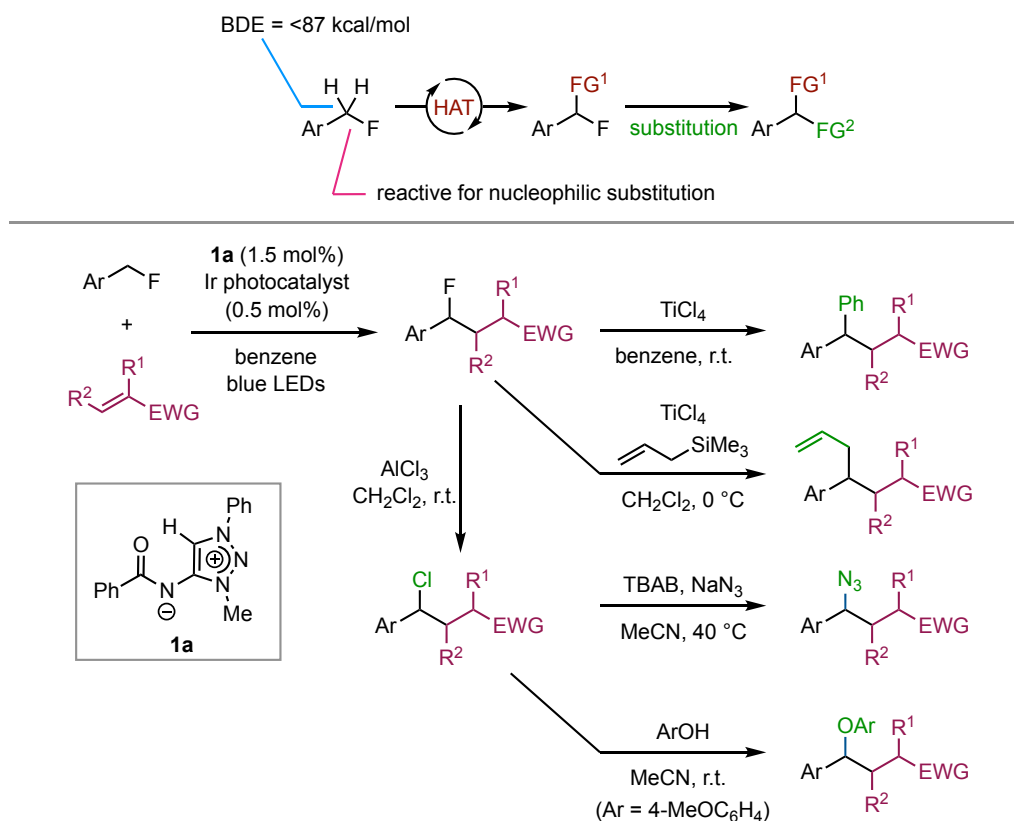
そこで、触媒の新規類縁体として *N*-ホスフィニルトリアゾリウムアミデート **2** を開発した。リン原子の 2 つの芳香環によって、窒素原子周辺に効果的な遮蔽空間が形成されると期待した。実際に合成した **2** は従来のトリアゾリウムアミデートと同様に室温空気下で安定に存在することが判明した。電気化学的測定と理論計算を行い、**2** の共役酸であるアミドの $N-H$ 結合の BDFE を算出したところ、*N*-ベンゾイルトリアゾリウムアミドよりもわずかに大きな BDFE を示し、より高い触媒機能を有している可能性が示唆された。この知見をもとに、不活性 $C-H$ 結合を有するシクロヘキサンをモデル基質とした $C-H$ アルキル化反応を検討したところ、*N*-ベンゾイルトリアゾリウムアミデート

を用いた場合には低収率に留まっていたのに対して、**2**を用いることで、良好な収率で目的生成物が得られることがわかった。さらに、単純なアルカン類の一级炭素上や三级炭素上、窒素原子隣接位、酸素原子隣接位、アルデヒドの C-H 結合の活性化に適用可能であることを明らかにした。特筆すべき点として、クメン（イソプロピルベンゼン）を基質とした際に、末端の第一級炭素原子上の C-H 結合がアルキル化される生成物が得られることを見出した。通常、BDFE が小さいベンジル位かつ第三級炭素原子上の C-H 結合変換が支配的になることを考慮すると、*N*-ホスフィニルトリアゾリウムアミデート **2** は強力かつ高高い HAT 触媒としての特性を有していることがわかる。



トリアゾリウムアミデートは非常に安定な双性イオンであり、単独では塩基や求核剤等としての反応性を発揮しない。適切な光レドックス触媒を用いることで穏和な条件下でラジカルを発生させることができる。この特徴を活かして、反応性の高い極性官能基をもつ化合物に対する化学選択的 C-H アルキル化反応の実現可能性を検証した。そのための基質としてハロアルカンに着目した。ハロゲン原子が隣接する炭素ラジカルを安定化することができるため、ハロアルカンは HAT 反応に対して本来的に活性であると考えられた。しかし、極性反応に対する高い反応性を備えており、化学選択的な反応制御が困難であるためか、ハロアルカンの HAT 触媒反応の成功例は皆無であった。

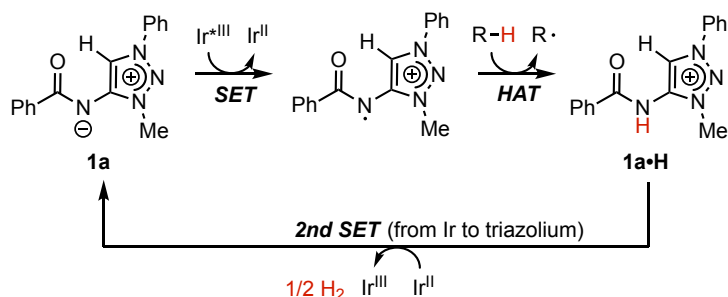
一方、C-F 結合は比較的安定な結合であるが、隣接基効果による活性化を受ける場合には容易に求核置換反応を起こす。実際、フッ化ベンジルは様々な求核剤と置換反応を起こすことが知られていた。フッ化ベンジルの化学選択的 C-H 官能基化反応を実現できれば、続く C-F 結合の求核置換反応を行うことで、ベンジル位二官能基化という新しい合成戦略になり得ると考え、HAT アルキル化反応の開発及びアルキル化した生成物の C-F 結合を活かした求核置換反応の検討を行った。



フッ化ベンジルの C-H アルキル化に対して種々の HAT 触媒を適用した結果、*N*-ベン

ゾイルトリアゾリウムアミデート **1a** を用いることで効率的に反応が進行することが分かった。その後の溶媒検討により芳香族系の溶媒が適していることが分かり、わずかな触媒量で効率よく C-H アルキル化を達成した。また、二官能基化が行えることを実証するため、生成物の C-F 結合の求核置換反応を試みた。四塩化チタンがルイス酸として効果的に置換反応を促進することを見出し、アリルシランを求核剤とするアリル化や Friedel-Crafts アリール化反応を進行させることに成功した。

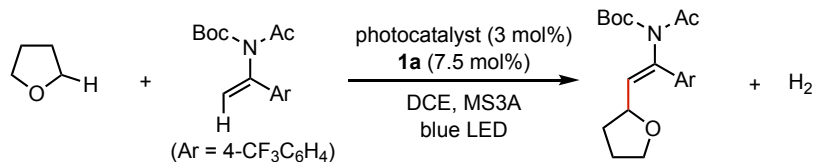
トリアゾリウムアミデートの機能をより多角的に追求する目的で、詳細な酸化還元挙動を調べるためサイクリックボルタンメトリー測定を実施した。その結果、共役酸であるアミドトリアゾリウムは SCE 基準で -0.88 V の還元電位を有しており、一電子還元を受けたアミドトリアゾリウムの一部はアミデートイオンへと変換されていることが明らかとなった。また、この際の物質収支から、還元過程において分子状水素が放出されていると考えられた。すなわち、トリアゾリウムアミデートは光レドックス触媒による一電子酸化によってアミジルラジカルに変換された後、水素原子引き抜きと続く一電子還元によってレドックス触媒サイクルを完結させることが可能であり、HAT による C-H 結合切断と切断した水素原子を分子状水素として放出する反応が、酸化剤非存在下で触媒的に進行させられる。この特性を活かして、アクセプターレス脱水素型クロスカップリング (ADC) 反応の開発を行った。



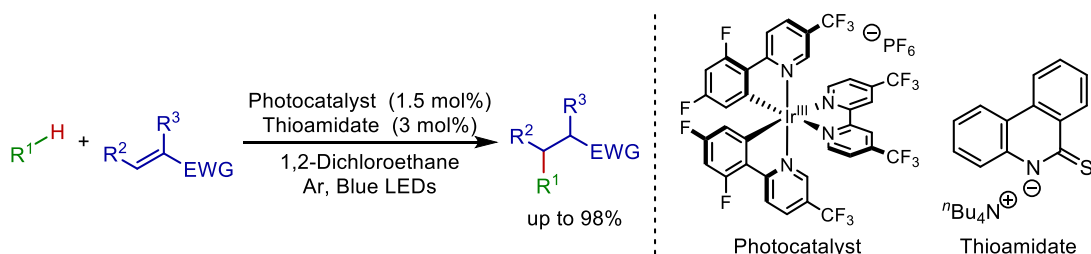
当量以上の酸化剤の存在下、異なる二分子の C-H 結合の切断を伴う反応は脱水素型クロスカップリング反応と呼ばれ、精力的な研究がなされていた。しかし、一般に二つの C-H 結合を C-C 結合に変換する反応は吸エルゴニックであることから、原理的に厳しい高温条件や、過酸化剤などの強力な酸化剤を当量以上必要とし、反応全体の資源効率や環境負荷の観点で大きな問題が残されていた。これに対して、酸化剤を必要とせず、理論上の副生成物が水素分子のみとなるアクセプターレス脱水素型クロスカップリング (ADC) 反応が注目を浴びるようになった。遷移金属触媒によるアルコールの脱水素化を利用した ADC 反応がその代表例ではあるが、依然として厳しい反応条件を必要とし、特定の官能基を持つ基質しか利用できないという問題を抱えていた。一方、酸化剤の利用や過酷な反応条件を必要としない真に理想的な ADC 反応を実現する戦略の一つとして、光触媒と水素発生触媒の協働システムの研究が進められていた。優れた基質適用性を備える水素原子移動 (HAT) 触媒反応を ADC 反応へと応用した例も報告されていたが、ADC 反応に利用可能な触媒システムが少なく、反応の多様性に乏しいのが現状であった。

初期検討として、THF とエナミドの ADC 反応を設計した。エナミドへのラジカル付加で生成する中間体は一電子酸化を受けやすい。そのため、ラジカル中間体の酸化によるカルボカチオンの生成と続く脱プロトン化によって、脱水素型カップリングが実現可能となる。加えて、HAT とカルボカチオンの脱プロトン化過程で生じるアミドトリアゾリウムが、上述の仮説通り一電子還元を起点とする水素放出を起こすことで、アミデートと光増感剤が再生し、触媒サイクルが完結する。実際に触媒量のイリジウム光増感剤とトリアゾリウムアミデート **1a** を用いて、1,2-ジクロロエタン中、青色 LED 照射下で反応を行ったところ、目的の脱水素型カップリング生成物が得られた。反応条件を検討した結果、適切な酸化還元電位を持つ光増感剤の選択が重要であるとともに、触媒量のユリジンの添加が効果的であることを見出した。さらに、最適反応条件下で、水素分子が発生していることを実験的に確認した。

本反応では、エーテルだけに限らず、アルキルアニリン誘導体や脂肪族アルデヒドなど、ヘテロ原子を有する様々な炭素ラジカル前駆体を利用でき、ラジカル受容体にはエナミドやジアリールエチレンが利用可能である。また本反応の生成物を種々の反応条件に付すことで、多様な有用化合物へ変換できることを実証した。



アミデート触媒および HAT 反応の拡充を指向して、マルチサイト-プロトン共役電子移動 (MS-PCET) を進行させる新しい触媒の開発を行った。MS-PCET は、電子とプロトンの移動が協奏的に進行するホモリティックな C-H 結合開裂の素過程である。MS-PCET における C-H 結合開裂の熱力学は、そのステップに關与する結合の解離自由エネルギー (BDFE) を用いて記述するのが一般的であり、BDFE の異なる触媒のライブラリーが、直接的な C-H 結合変換のさらなる発展に不可欠である。一方で、MS-PCET 機構における触媒システムの活性に相当する BDFE (BDFE_{eff}) は、光増感剤の酸化還元電位と、共触媒であるブレンステッド塩基の共役酸の pKa を用いた式で記述でき、理論上、共触媒の塩基性が高いほど BDFE_{eff} が増大することになる。しかし、塩基性共触媒の選択によって MS-PCET の触媒反応効率が向上する可能性は検証されていなかった。そこで、空气中で安定ながらもその共役酸の pKa が高いチオアミデートイオンに着目し、イリジウム光増感剤との協働触媒システムによる C-H アルキル化反応の開発を行った。その結果、予想通り高い触媒活性を示し、単純アルカンをも含む様々な不活性 C-H 結合のアルキル化が効率的に進行した。



4. 研究成果

双性イオン型トリアゾリウムアミデートの機能を多角的に追究した結果、高い HAT 触媒活性を発揮し得る *N*-ホスフィニルトリアゾリウムアミデートの開発に成功し、アルキルベンゼンの末端 C-H アルキル化反応を進行させるユニークな性質を発見した。また、反応性の高い官能基存在下における化学選択的 C-H 結合変換の開発へと研究を展開し、ベンジルフルオリド類のジェミナル二炭素官能基化という新しい分子変換を提案した。さらに、トリアゾリウムアミデートの共役酸が光レドックス触媒との協働によってプロトン還元を実現できることを見出して、異なる 2 つの C-H 結合間でのアクセプターレス脱水素型クロスカップリングを開発するに至った。以上のように、独自に開発した触媒分子の構造的特徴と多彩な機能を駆使することで、高難度な分子変換の実現に結実させた点が基礎科学研究としての大きな成果である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8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 Kohsuke Ohmatsu, Yusuke Morita, Mari Kiyokawa, Kimihiro Hoshino, and Takashi Ooi	4. 巻 10
2. 論文標題 Catalytic Asymmetric Strecker Reaction of Ketoimines with Potassium Cyanide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 3237-3240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202100608	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 Kodai Minami, Kohsuke Ohmatsu, and Takashi Ooi	4. 巻 12
2. 論文標題 Hydrogen-Atom-Transfer-Mediated Acceptorless Dehydrogenative Cross-Coupling Enabled by Multiple Catalytic Functions of Zwitterionic Triazolium Amidate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Catal.	6. 最初と最後の頁 1971-1976
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c05604	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 Ohmatsu Kohsuke, Morita Yusuke, Kiyokawa Mari, Ooi Takashi	4. 巻 143
2. 論文標題 Catalytic Asymmetric Cyanoalkylation of Electron-Deficient Olefins with Potassium Cyanide and Alkyl Halides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 11218 ~ 11224
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c05380	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 Ohmatsu Kohsuke, Fujita Hiroki, Suzuki Ryuhei, Ooi Takashi	4. 巻 24
2. 論文標題 Hydrogen-Atom Transfer Catalysis for C-H Alkylation of Benzylic Fluorides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3134 ~ 3137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.2c00817	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 Ohmatsu Kohsuke, Fujimori Haruka, Minami Kodai, Nomura Kosuke, Kiyokawa Mari, Ooi Takashi	4. 巻 51
2. 論文標題 Thioamidate Ion as Effective Cocatalyst for Photoinduced C?H Alkylation via Multisite Proton-coupled Electron Transfer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 445 ~ 447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.220026	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 Ohmatsu Kohsuke, Suzuki Ryuhei, Fujita Hiroki, Ooi Takashi	4. 巻 88
2. 論文標題 Zwitterionic Diphenylphosphinyl Amidate as a Powerful Photoinduced Hydrogen-Atom-Transfer Catalyst for C?H Alkylation of Simple Alkanes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 6553 ~ 6556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.2c02362	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 Ohmatsu Kohsuke, Truong Duc An, Morita Shohei, Maruoka Keiji, Ooi Takashi	4. 巻 26
2. 論文標題 Catalytic 1,1-Cyanoalkylation of Electron-Deficient Olefins	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4055 ~ 4058
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.4c00866	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 Ohmatsu Kohsuke, Ooi Takashi	4. 巻 2
2. 論文標題 Catalytic acceptorless dehydrogenative coupling mediated by photoinduced hydrogen-atom transfer	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Synthesis	6. 最初と最後の頁 209 ~ 216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s44160-022-00195-1	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 5件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 藤田 博貴, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 水素原子移動触媒による含フッ素ベンジル位C-H官能基化反応
3. 学会等名 第37回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤森 春佳, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 シリルエノールエーテルのアリル位ヘテロアリール化反応
3. 学会等名 第37回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南 廣大, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 光酸化還元/水素原子移動協働触媒系によるアクセプターレス脱水素型クロスカップリング反応
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木 隆平, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 双性イオン型ホスフィニルアミデートの開発とアルカン類のC-Hアルキル化反応への応用
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大松 亨介
2. 発表標題 イオン性分子触媒の創製：高難度分子変換の実現を目指して
3. 学会等名 第32回万有仙台シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田 博貴，鈴木 隆平，大松 亨介，大井 貴史
2. 発表標題 水素原子移動触媒の活用にもとづくベンジルフルオリドの二段階分子変換
3. 学会等名 第53回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤森 春佳，大松 亨介，大井 貴史
2. 発表標題 光レドックス触媒を用いたアクセプターレス脱水素型環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木 隆平，大松 亨介，大井 貴史
2. 発表標題 リンイリドの一電子酸化を起点とする触媒的三成分環化付加反応
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 森 宗一郎, Lukas Entgelmeier, Olga Mancheno, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 不活性C(sp ³)-H結合切断のための新奇アミデートHAT触媒の創製
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 Kohsuke Ohmatsu
2. 発表標題 Catalysis of 1,2,3-Triazolium Ions
3. 学会等名 Global Webinar on i-Center for Advanced Science and Technology (iCAST) and Chemistry Department in National Chung Hsing University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kohsuke Ohmatsu
2. 発表標題 Catalyst Design with Ionic Small Molecules
3. 学会等名 Otsu Conference 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安藤 大雅, 鈴木 隆平, Fritz Deufel, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 Catalytic Formal Carbyne Transformation of Phosphorus Ylides
3. 学会等名 10th Pacific Symposium on Radical Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安藤 大雅, 鈴木 隆平, Fritz Deufel, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 Catalytic Formal Carbyne Transformation of Phosphorus Ylides
3. 学会等名 27th International Symposium Synthesis in Organic Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森 宗一郎, Lukas-Maximilian Entgelmeier, 仙頭 志音, 山口 理恵, 鈴木 隆平, 柳井 毅, Olga Garcia Mancheno, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 Design of Acridinium Amidate as The Catalyst for Photoinduced Direct Hydrogen Atom Transfer
3. 学会等名 6th ICRéDD International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安藤 大雅, 鈴木 隆平, Fritz Deufel, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 リンイリドの形式的カルピン型分子変換
3. 学会等名 第39回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安藤 大雅, 鈴木 隆平, Fritz Deufel, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 リンイリドの形式的カルピン型分子変換
3. 学会等名 第54回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Truong An Duc, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 Phase-Transfer Catalyzed Geminal-Cyanoalkylation of Electron-Deficient Olefins
3. 学会等名 第54回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤田 博貴, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 C(sp ³)-H結合間のアクセプターレス脱水素型クロスカップリング反応の開発
3. 学会等名 日本化学会 第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 安藤 大雅, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 ホスフィンの光レドックス極性変換を活用した炭素5員環構築法
3. 学会等名 日本化学会 第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Truong An Duc, 大松 亨介, 大井 貴史
2. 発表標題 Catalytic 1,1-Cyanoalkylation of Electron-Deficient Olefins
3. 学会等名 日本化学会 第104春季年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kohsuke Ohmatsu
2. 発表標題 Design of Zwitterions for Efficient Hydrogen-Atom Transfer
3. 学会等名 2nd Workshop on Radical and Electron Transfer Reactions (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大松 亨介
2. 発表標題 イオンと電子移動の組み合わせによる新反応 なぜ新しい反応を開発するのか？
3. 学会等名 第54回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kohsuke Ohmatsu
2. 発表標題 Photocatalytic Reactivity of Zwitterions
3. 学会等名 Lectureship Award MBLA 20th Anniversary Special Lectures (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024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
---------	---------