

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K06477

研究課題名(和文)ハイブリッド触媒系を活用した無保護アミン・アミノ酸類の網羅的直接合成法の開発

研究課題名(英文) Development of Comprehensive Direct Synthesis of Unprotected Amines and Amino Acids Using Hybrid Catalyst Systems

研究代表者

森本 浩之 (Morimoto, Hiroyuki)

九州工業大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：20593867

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、研究代表者が開発した窒素上無保護ケチミンの触媒的合成法と無保護ケチミンへの触媒的求核付加反応を基盤として、ハイブリッド触媒系を活用した無保護アミン・アミノ酸類の網羅的な直接合成法を開発することを目的とし、研究を行った。その結果、中間体の無保護ケチミンを単離することなく、ワンポットで利用可能な触媒反応を複数見出し、様々な非天然アミノ酸誘導体の合成に成功した。また、窒素上無保護ケチミンの触媒的合成法への官能基評価キットの適用も行い、本反応の官能基共存性に関する情報を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、これまで必要であった中間体の単離精製を行わずとも、様々な無保護の非天然アミノ酸誘導体を合成可能であることを実証することができた。これにより、不要な廃棄物の生成を最小限に抑えることができるようになり、新規触媒反応による非天然アミノ酸誘導体の合成手法を確立することができた。これらの成果は、今後の医薬化学において、より環境調和性に配慮した医薬品候補化合物合成法の開発などに活用されることが期待される。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop comprehensive direct synthesis for unprotected amines and amino acids using hybrid catalytic systems based on the catalytic synthetic method for N-unprotected ketimines and the nucleophilic addition reactions to N-unprotected ketimines developed by the principal investigator. As a result, we discovered several one-pot catalytic reactions that did not require the isolation of the intermediate N-unprotected ketimines and succeeded in synthesizing various unnatural amino acid derivatives. We also applied a functional group evaluation kit and clarified information on the compatibility of functional groups to the catalytic synthesis of N-unprotected ketimines.

研究分野：有機合成化学

キーワード：無保護ケチミン 無保護アミン 非天然アミノ酸類 ハイブリッド触媒 ワンポット反応

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

四置換炭素を有する光学活性アミンや非天然アミノ酸などの含窒素有機化合物は、低分子医薬のみならず環状ペプチドなどの中分子医薬への応用も期待される、医薬化学上重要な化合物群の1つである。しかし、従来の合成法は最終生成物に不要な窒素上の保護基の着脱を前提としており、窒素上が無保護のアミン・アミノ酸類の直接合成は困難であった。

これに対し、研究代表者は保護基を使用せずに無保護アミン・アミノ酸類を直接合成可能な手法の開発を行い、これまで未活用だった窒素上が無保護のケチミンに対する新規触媒の求核付加反応により、無保護アミン・アミノ酸類が直接合成できることを実証してきた。また、窒素上無保護ケチミンの新規触媒の合成法も開発し、様々な有用な含窒素有機化合物を合成可能としていた。しかし、求核付加反応を実施するには単離した無保護ケチミンが必要であり、単離精製操作による廃棄物の生成を回避することは困難であった。また、単離精製が困難な不安定な無保護ケチミンへの適用も支障があった。そのため、研究開始当初に合成可能な無保護アミン・アミノ酸類は、単離可能で安定な無保護ケチミンから誘導可能な構造に限られており、網羅的な無保護アミン・アミノ酸類の直接合成について改善の余地を残していた。

2. 研究の目的

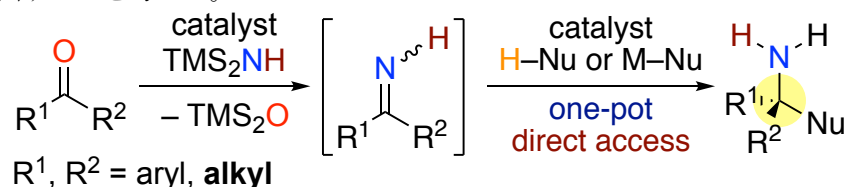
以上の背景を踏まえ、本研究では、研究代表者が開発した窒素上無保護ケチミンの触媒的合成法と無保護ケチミンへの触媒的求核付加反応を基盤として、ハイブリッド触媒系を活用した無保護アミン・アミノ酸類の網羅的な直接合成法を開発することを目的とした。具体的には、カルボニル化合物からの無保護アミン・アミノ酸類のワンポット直接合成法の開発を行い、これまでよりもさらに環境調和性が向上した無保護アミン・アミノ酸類の合成法の実現や、従来の手法では単離が困難で適用ができなかった、より不安定な窒素上無保護ケチミンへの適用を実現可能とすることを目標とした。本研究により、合成可能な四置換炭素含有アミン類の構造多様性を飛躍的に向上させ、加水分解を受けにくく強固な三次元構造を構築可能な四置換炭素含有非天然アミノ酸類などの含窒素化合物合成を通じて、環状ペプチドなどの中分子を含む医薬化学研究への貢献を目指した。

3. 研究の方法

2で記載した研究目的を達成するために、当初計画した研究方法の詳細は下記の通りである。

まず、研究代表者が開発した新規触媒的無保護ケチミン合成法により生成した無保護ケチミンを、単離せずにワンポットで次の触媒的求核付加反応に利用し、無保護アミン・アミノ酸類を直接合成可能な条件を確立することを計画した(下図)。この際、1段階目の無保護ケチミン合成に用いる触媒は、2段階目の触媒による求核付加反応が酸性触媒で進行する場合はルイス酸触媒を、塩基性触媒で進行する場合はルイス塩基触媒を中心に検討し、2段階目の求核付加反応がワンポットで円滑に進行するように工夫することを考えた。

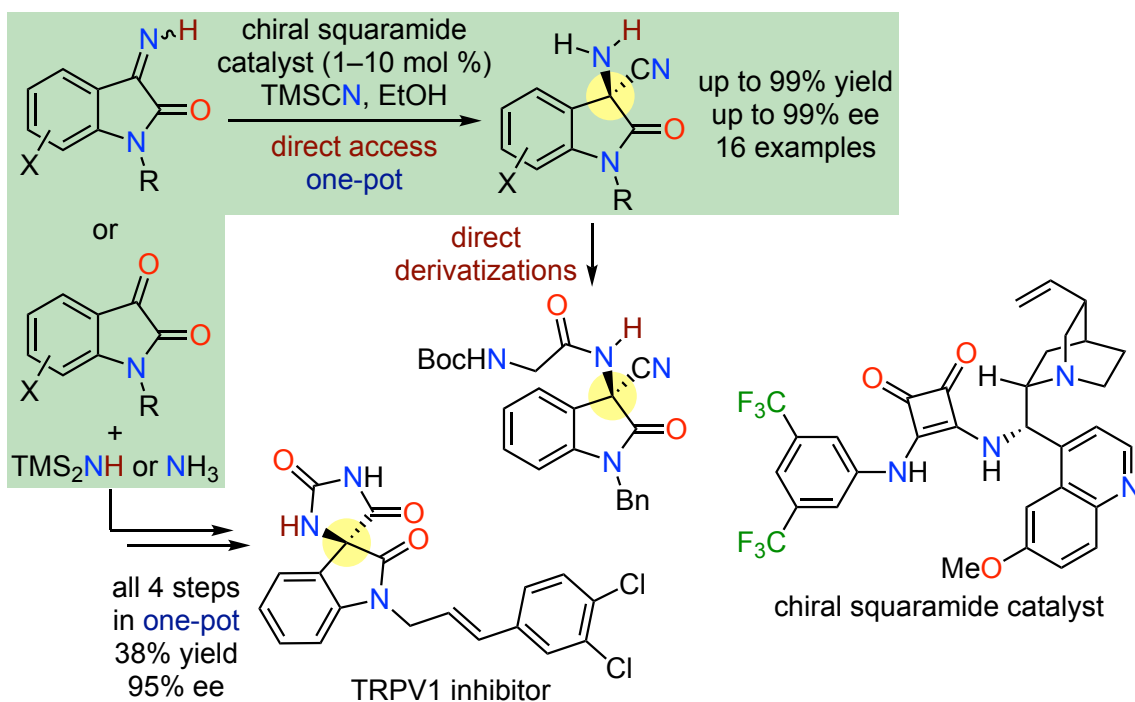
以上の検討で触媒的ワンポット反応の条件が確立したら、次に不安定で単離精製が困難な脂肪族の無保護ケチミンを生じる反応系への適用を試みることを計画した。この際、系中で生成した無保護ケチミンがエナミンへ異性化するなどの副反応が懸念されたが、系中で生成した無保護ケチミンを速やかに消費することで、最大収率で目的の無保護アミン・アミノ酸類が合成可能な条件を見出すことを考えた。



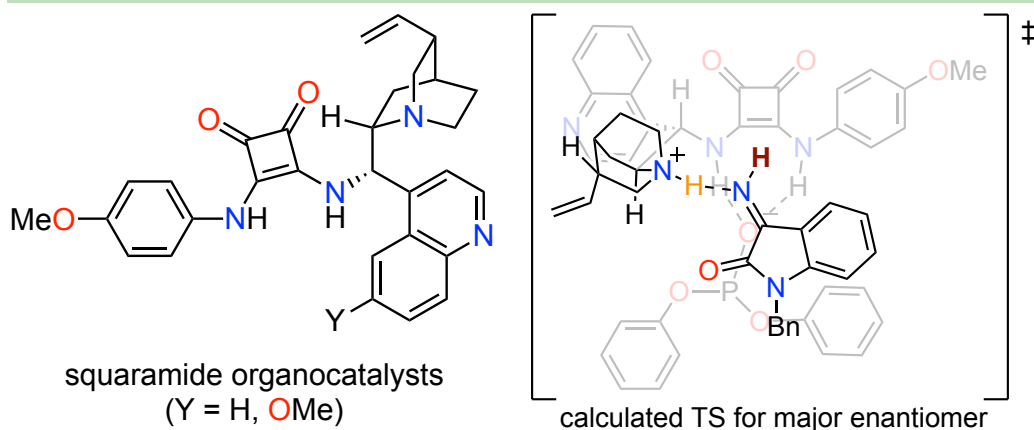
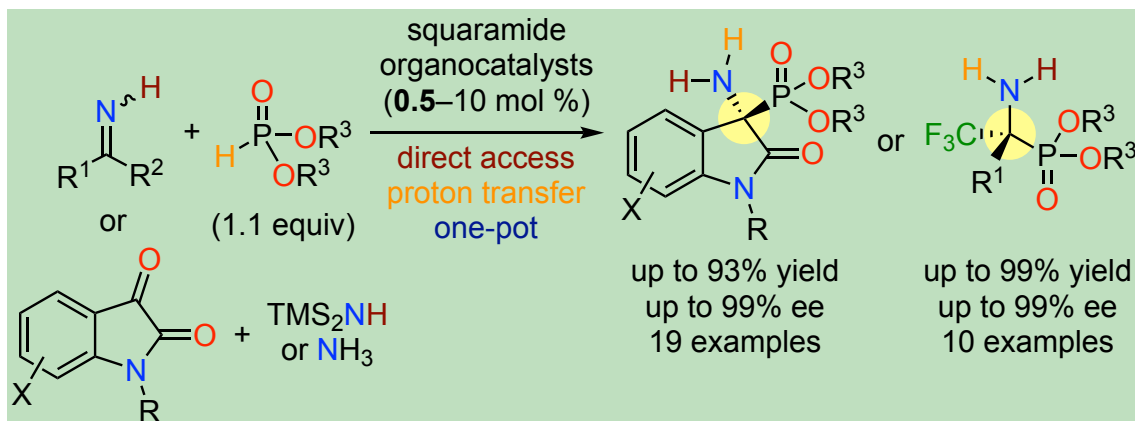
4. 研究成果

上記の方針に基づき研究を遂行した結果、以下の成果が得られた。まず、イサチン由来の窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉 Strecker 型反応の開発に成功した(次頁図)。本反応では、スクアラミド型の有機分子触媒を用いることで、触媒的不斉 Strecker 型反応が高い収率およびエナンチオ選択性で進行することを明らかにした。また、想定外の結果として、本触媒がイサチン由来のカルボニル化合物から窒素上無保護ケチミンの合成をも触媒可能であることを見出し、同一の触媒を用いることで無保護ケチミン合成および触媒的不斉 Strecker 型反応を高い収率とエナンチオ選択性を保ったままワンポットで進行させることが可能であった。この結果を活用

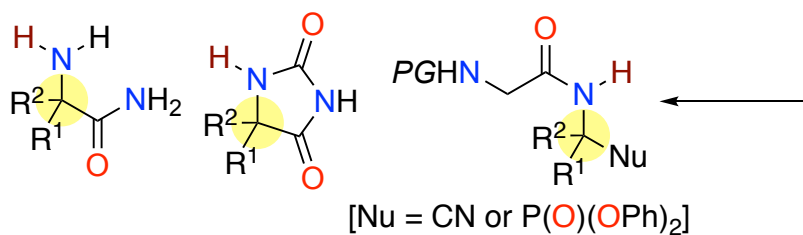
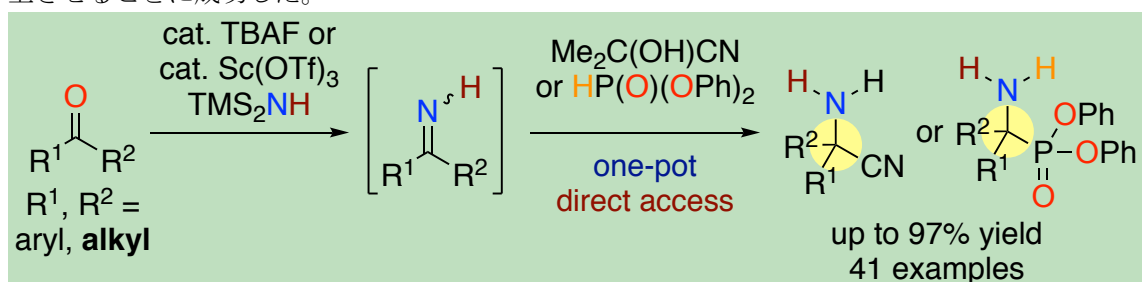
し、カルボニル化合物からの生物活性物質の直接合成を検討した結果、中間体を一切単離することなく、無保護ケチミン合成→触媒的不斉 Strecker 反応→変換反応によって、4 工程にて TRPV1 阻害剤のワンポット合成を実現した。これは、該当化合物の最小ポット数での合成であり、本研究によって生物活性物質が非常に高い効率で合成可能であることを実証した。



また、上記の研究をさらに展開した結果、窒素上無保護ケチミンの直接的触媒的不斉ヒドロホスホニル化反応の開発に成功した（下図）。本研究では、イサチン由来の窒素上無保護ケチミンに加えて、トリフルオロメチルケトン由来の窒素上無保護ケチミンにも適用可能であり、いずれも高い収率及びエナンチオ選択性にて目的の α -アミノホスホン酸誘導体を与えた。また、上記の Strecker 反応と同様に、中間体の窒素上無保護ケチミンを単離精製することなく、カルボニル化合物からワンポットで α -アミノホスホン酸誘導体を合成することも可能であった。さらに、密度汎関数理論を用いた計算化学を活用し、本反応の反応機構および高いエナンチオ選択性を説明可能な反応遷移状態の提案を行うこともできた。



上記の研究成果に加えて、無保護ケチミンの新たな触媒的 direct 合成法と、それに続くワンポットでの変換反応の条件を確立し、これまで適用が困難であった不安定で単離困難な脂肪族置換の窒素上無保護ケチミンを含む、様々な基質に適用可能であることを示した(下図)。本反応は、これまで適用が困難であった、電子求引性の置換基を持たない低反応性の窒素上無保護ケチミンに対しても適用可能であり、生成物である非天然アミノ酸誘導体の構造多様性を飛躍的に向上させることに成功した。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Saito Natsuki, Nawachi Anna, Kondo Yuta, Choi Jeessoo, Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi	4. 巻 96
2. 論文標題 Functional Group Evaluation Kit for Digitalization of Information on the Functional Group Compatibility and Chemoselectivity of Organic Reactions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 465 ~ 474
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20230047	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 Mejri Emma, Higashida Kosuke, Kondo Yuta, Nawachi Anna, Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi, Sawamura Masaya, Shimizu Yohei	4. 巻 25
2. 論文標題 Visible-Light-Induced Aminochlorination of Alkenes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4581 ~ 4585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.3c01645	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 Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi, Kondo Yuta	4. 巻 35
2. 論文標題 Development of Novel Catalytic Direct Syntheses of N-Unsubstituted Ketimines and Their Applications to One-Pot Reactions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Synlett	6. 最初と最後の頁 379 ~ 393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-2131-3448	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 Kondo Yuta, Hirazawa Yoshinobu, Kadota Tetsuya, Yamada Koki, Morisaki Kazuhiro, Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi	4. 巻 24
2. 論文標題 One-Pot Catalytic Synthesis of α -Tetrasubstituted Amino Acid Derivatives via In Situ Generation of N-Unsubstituted Ketimines	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 6594 ~ 6598
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.2c02587	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 Lin Lu, Kataoka Shunsuke, Hirayama Kiichi, Shibuya Ryoza, Watanabe Kenji, Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi	4. 巻 71
2. 論文標題 O- and N-Selective Electrophilic Activation of Allylic Alcohols and Amines in Pd-Catalyzed Direct Alkylation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemical and Pharmaceutical Bulletin	6. 最初と最後の頁 101 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/cpb.c22-00745	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 Yamada Koki, Kondo Yuta, Kitamura Akihiko, Kadota Tetsuya, Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Organocatalytic Direct Enantioselective Hydrophosphonylation of N-Unsubstituted Ketimines for the Synthesis of α -Aminophosphonates	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 3158 ~ 3163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.2c05953	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 Kadota Tetsuya, Sawa Masanao, Kondo Yuta, Morimoto Hiroyuki, Ohshima Takashi	4. 巻 23
2. 論文標題 Catalytic Enantioselective Strecker Reaction of Isatin-Derived N-Unsubstituted Ketimines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4553 ~ 4558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c01194	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 Morimoto Hiroyuki	4. 巻 80
2. 論文標題 Development of Greener Catalytic Synthetic Methods of Nitrogen-Containing Compounds Using α -Unprotected Ketimines	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 2 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.80.2	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 Ohshima Takashi, Morimoto Hiroyuki, Kadota Tetsuya	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Development and Integration of New Green Reactions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Middle Molecular Strategy	6. 最初と最後の頁 275 ~ 295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-2458-2_15	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31件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 縄雅 杏奈、齋藤 菜月、近藤 優太、崔 智修、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 有機合成のデジタル化を志向した、官能基評価キットによる反応の網羅的データ集積手法の開発
3. 学会等名 第60回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyuki Morimoto, Takashi Ohshima
2. 発表標題 Development of Greener Synthetic Methods of Nitrogen-Containing Organic Compounds via N-Unsubstituted Ketimines
3. 学会等名 The International University Exchange Symposium on Chemistry 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyuki Morimoto
2. 発表標題 Development of Greener Synthetic Methods of Nitrogen-Containing Organic Compounds via N-Unsubstituted Ketimines
3. 学会等名 the 11th International Symposium on Applied Engineering and Sciences (SAES 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森本 浩之
2. 発表標題 含窒素有機化合物の環境調和型合成と 実験・計算化学による反応機構の解明
3. 学会等名 第10回 グリーンマテリアル研究センター 環境セミナー ～計算化学を使った研究の最前線～（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤 優太、門田 哲弥、平澤 禎将、山田 昂輝、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 ワンポット反応による窒素上無保護非天然アミノ酸誘導体の新規触媒的合成法の開発
3. 学会等名 日本プロセス化学会2022サマーシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 昂輝、近藤 優太、北村 昌彦、門田 哲弥、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉ヒドロホスホニル化反応の開発
3. 学会等名 第59回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 昂輝、近藤 優太、北村 昌彦、門田 哲弥、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉ヒドロホスホニル化反応の開発
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 近藤 優太、門田 哲弥、平澤 禎将、山田 昂輝、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンの新規触媒的直接合成法の開発と含窒素化合物のワンポット合成への応用
3. 学会等名 第38回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森本 浩之
2. 発表標題 付加中間体の安定化を基盤とした温和な条件下での不活性結合切断反応の開発
3. 学会等名 第39回日本薬学会九州山口支部大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 昂輝、近藤 優太、北村 昌彦、門田 哲弥、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する直接的触媒的不斉ヒドロホスホニル化反応の開発
3. 学会等名 第39回日本薬学会九州山口支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤 優太、門田 哲弥、平澤 禎将、山田 昂輝、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋孝志
2. 発表標題 有機触媒を用いる窒素上無保護ケチミンの新規直接合成法の開発とアミノ酸誘導体のワンポット合成への応用
3. 学会等名 第15回有機触媒シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Kondo, Tetsuya Kadota, Yoshinobu Hirazawa, Kazuhiro Morisaki, Hiroyuki Morimoto, Takashi Ohshima
2. 発表標題 Development of Direct Catalytic Synthesis of N-Unprotected Ketimines
3. 学会等名 11th Singapore International Chemistry Conference (SICC-11) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤 優太、平澤 禎将、門田 哲弥、山田 昂輝、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンの新規触媒的直接合成法の開発とワンポット合成への応用
3. 学会等名 日本薬学会第143年会（札幌）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田 昂輝、近藤 優太、北村 昌彦、門田 哲弥、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンの直接的触媒的不斉ヒドロホスホニル化反応の開発
3. 学会等名 日本薬学会第143年会（札幌）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤 優太、門田 哲弥、平澤 禎将、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンの新規触媒的直接合成法の開発
3. 学会等名 第19回 次世代を担う有機化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 門田 哲弥、澤 真尚、近藤 優太、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉Strecker反応の開発
3. 学会等名 第31回万有福岡シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤 優太、門田 哲弥、平澤 禎将、山田 昂輝、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンの新規触媒的直接合成法の開発
3. 学会等名 第118回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎 翔太郎、齋藤 菜月、澤 真尚、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的脱炭酸的不斉Mannich型反応の開発
3. 学会等名 第118回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 門田 哲弥、澤 真尚、近藤 優太、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉Strecker反応の開発
3. 学会等名 第10回JAC1/GSCシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎 翔太郎、齋藤 菜月、澤 真尚、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的脱炭酸的不斉Mannich型反応の開発
3. 学会等名 第58回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森本 浩之、米寄 凌平、草川 伊吹、林 民生、大嶋 孝志
2. 発表標題 ロジウム(I)/キラルジエン触媒を用いたイサチン由来の窒素上無保護ケチミンに対する不斉アリール化反応の開発
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 森本 浩之
2. 発表標題 無保護ケチミンを活用した環境調和型新規触媒の含窒素化合物合成手法の開発
3. 学会等名 第37回有機合成化学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 門田 哲弥、澤 真尚、近藤 優太、森本 浩之、大嶋孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉Strecker反応の開発
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 森本浩之, Hai-Long Xin, Bo Pang, Jeesoo Choi, Walaa Akkad, 大嶋孝志
2. 発表標題 活性化されていない 2-アシルイミダゾールの 炭素 - 炭素結合直接切断反応の開発
3. 学会等名 第47回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 門田 哲弥、澤 真尚、近藤 優太、森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンに対する触媒的不斉Strecker反応の開発
3. 学会等名 第47回反応と合成の進歩シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Bo Pang, Hai-Long Xin, Jeesoo Choi, Walaa Akkad, 森本 浩之、大嶋 孝志
2. 発表標題 活性化されていない 2-アシルイミダゾールの炭素 - 炭素結合直接切断反応の開発
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 近藤 優太、門田 哲弥、平澤 禎将、山田 昂輝、森崎 一宏、森本 浩之、大嶋孝志
2. 発表標題 窒素上無保護ケチミンの新規触媒的直接合成法の開発とワンポット反応への応用
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森本 浩之、門田 哲弥、澤 真尚、近藤 優太、大嶋孝志
2. 発表標題 有機触媒を用いた無保護ケチミンに対する不斉Strecker反応の開発
3. 学会等名 第14回有機触媒シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuta Kondo, Tetsuya Kadota, Yoshinobu Hirazawa, Kazuhiro Morisaki, Hiroyuki Morimoto, Takashi Ohshima
2. 発表標題 Development of direct catalytic synthesis of N-unprotected ketimine
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuya Kadota, Masanao Sawa, Yuta Kondo, Hiroyuki Morimoto, Takashi Ohshima
2. 発表標題 Development of a Catalytic Asymmetric Strecker Reaction with N-Unprotected Ketimines
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuta Kondo, Koki Yamada, Tetsuya Kadota, Hiroyuki Morimoto, Takashi Ohshima
2. 発表標題 Direct Catalytic Enantioselective Hydrophosphonylation of N-Unprotected Ketimines
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

ORCID https://orcid.org/0000-0003-4172-2598 森本 浩之 (Hiroyuki Morimoto) - マイポータル - researchmap https://researchmap.jp/Hiroyuki_Morimoto 九州工業大学 研究者情報 https://hyokadb02.jimu.kyutech.ac.jp/html/100001663_ja.html
--

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
---------	---------