

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：11301
研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）
研究期間：2017～2021
課題番号：17H06447
研究課題名（和文）「金属錯体/キラルブレンステッド酸」ハイブリッド触媒による効率的物質変換系の開拓

研究課題名（英文）Development of efficient molecular transformation system using [metal complexes/chiral Brønsted acids] hybrid catalysis

研究代表者
寺田 眞浩（TERADA, Masahiro）
東北大学・理学研究科・教授

研究者番号：50217428
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 92,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、これまで申請者が携わってきた、「有機分子触媒、特に、キラルブレンステッド酸を用いた選択的な分子変換反応」に、「金属錯体触媒による特異な物質変換反応」を組み合わせた二成分ハイブリッド触媒系とすることで、これらの触媒による物質変換をワンポットでリレー式につなぎ、従来系を凌ぐ効率的かつ選択的な光学活性化合物の供給法を開拓することを目的とした。その開発の鍵となるより酸性度の高いキラルブレンステッド酸触媒の設計開発に成功するとともに、金属錯体のみならず光活性化と組み合わせることによって、いくつかのハイブリッド触媒反応系の開発に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医薬品などの複雑化、多様化に伴い、光学活性化合物の効率的かつ選択的な合成法の確立は、益々重要となってきた。これらの迅速な供給には、効率と選択性を究極まで高めた高度分子変換反応の開発が不可欠である。加えて環境問題の深刻化により廃棄物の削減など環境に配慮した合成法の開発は急務である。本研究では二成分ハイブリッド触媒系とすることで、これらの触媒による物質変換をワンポットでリレー式につなぎ、従来系を凌ぐ効率的かつ選択的な光学活性化合物の供給法を確立することを目的としている。本研究により環境への負荷軽減や多様化する有用物質を選択的かつ効率的に供給する高度分子変換反応の開発が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this research, we aimed to develop a two-component hybrid catalyst system that combines "selective molecular transformation using organocatalysts, especially chiral Brønsted acids", that the applicant has been involved in so far, with "a specific molecular transformation using a metal complex catalyst". In order to develop an efficient and selective method for the preparation of enantioenriched compounds that surpass conventional catalytic systems, we connected these catalytic systems in a relay manner in one-pot during the course of the substance conversion. We have successfully established several hybrid catalytic systems using chiral Brønsted acids combined not only with metal complexes but also with photoactivation system. In addition, we also achieved the development of a chiral Brønsted acid catalyst having a higher acidity than that of conventional chiral acids, which is the key to achieving a hybrid catalytic system.

研究分野：有機合成化学

キーワード：不斉合成 有機分子触媒 遷移金属錯体 物質変換 ハイブリッド触媒 触媒

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

医薬、農薬、機能性材料などの複雑化、多様化に伴い、これらの構造単位となる光学活性合成素子を効率的、かつ選択的に与えるオンデマンド合成法の確立は、益々重要となってきた。これらの迅速な供給には、さらなる効率化と選択性の追及による高度分子変換反応の開発が強く望まれている。加えて昨今の環境問題の深刻化により、製造時の廃棄物の削減など環境に配慮した合成法の確立は、有機化学者の急務となっている。これらの要請に応える機能性を高めた新規触媒系の設計開発は、有機変換反応の効率化と選択的反応を推し進める上で益々重要となってきた。

2. 研究の目的

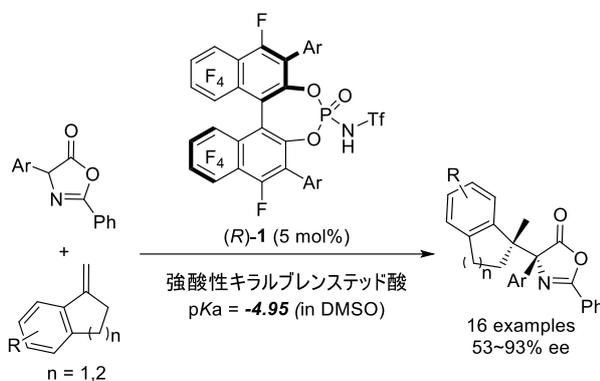
本研究では、これまで申請者が携わってきた、「有機分子触媒を用いた選択的な分子変換」に、「金属錯体触媒による効率的な分子変換」を組み合わせた二成分ハイブリッド触媒系とすることで、これらの触媒による物質変換をワンポットでリレー式につなぎ、従来系を凌ぐ効率的かつ選択的な光学活性化合物の供給法を確立することを目的とする。この実現には、これまでに開発されてきたキラルブレステッド酸触媒よりもさらに酸性度の高い酸触媒が必須であり、その設計開発によって多彩なハイブリッド触媒系の開拓へと結び付けたい。最終的には、ハイブリッド触媒系によって環境への負荷軽減や多様化する有用物質を選択的かつ効率的に供給するオンデマンド合成を達成し、時代要請に応える高度分子変換反応の確立を目標とする。

3. 研究の方法

二つの触媒反応系をリレー式に結びつける組み合わせは数多くあるが、これらをワンポットで効率的に行うためには、(i) 互いの触媒により触媒作用を阻害あるいは変性しないこと、(ii) 基質が望みの触媒サイクルを順に回るようにリレー式に結びつけられること、などの解決すべき問題がいくつかある。これらの課題を克服するべく研究を推進し、以下の通りいくつかの成果を挙げることができた。

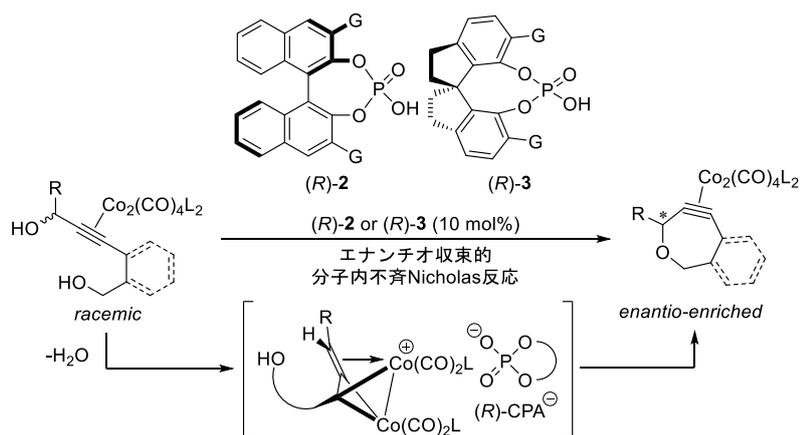
4. 研究成果

(1) 独自に開発したキラルブレステッド酸と金属錯体触媒をリレー式に組み合わせた二成分ハイブリッド触媒系の確立を目的とし、触媒反応系の開拓とさらなる展開を見据えてキラルブレステッド酸触媒の酸性度の向上を目指して検討を進めた。その結果、パーフルオロビナフチル骨格とリン酸トリフルルアミドを組み合わせることで新規な強酸性キラルブレステッド酸触媒の開発に成功した。ここで開発した強酸性キラルブレステッド酸 **1** を用いることで、スチレン誘導体のプロトン化を経る炭素-炭素結合生成反応の開発に成功した (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 8458-8462)。



ここで開発した強酸性キラルブレステッド酸 **1** を用いることで、スチレン誘導体のプロトン化を経る炭素-炭素結合生成反応の開発に成功した (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 8458-8462)。

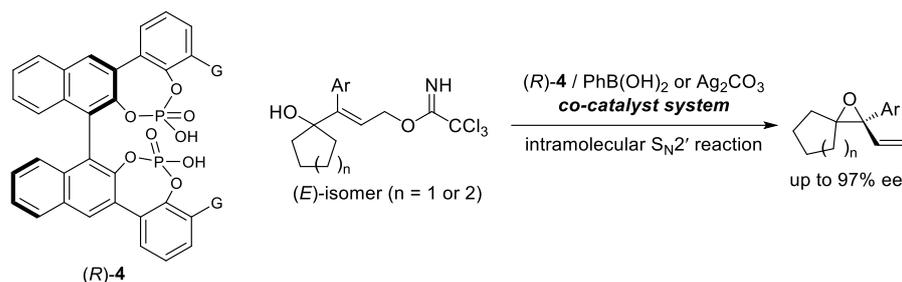
(2) 触媒反応系の開拓では、ラセミ体プロパルギルアルコールのコバルト錯体を出発原料とする分子内不斉 Nicholas 反応を検討し、キラルリン酸触媒 **2** ならびに **3** を用いることで、エナンチオ収束的なエーテル環合成法の開発に成功した (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2018**, *57*, 13917-13921,



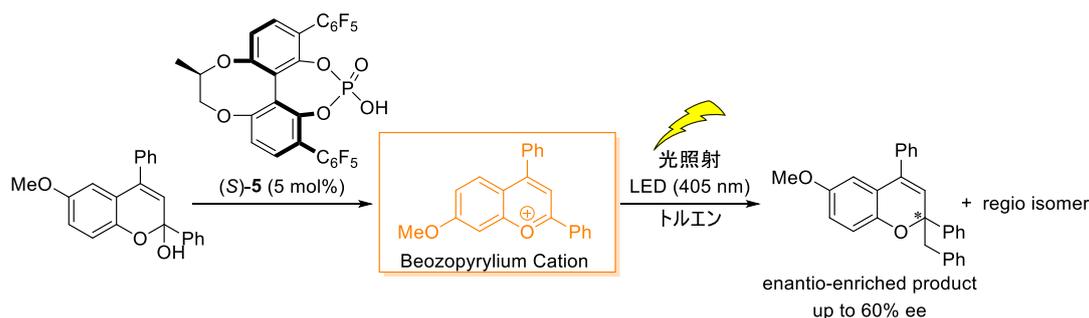
Synfacts **2018**, *14*, 1196 で紹介)。この反応コバルトを当量用いているが、金属錯体によって有機カチオンの安定化を図ることで初めて成り立つ反応系となっており、今後、ハイブリッド触媒系の開拓を進める上で、重要な位置づけとなる研究成果を挙げることに成功した。

(3) 本研究ではキラルプレステッド酸として用いているキラルリン酸触媒を起点としたハイブリッド触媒系の構築を目指してきたが、これまでの研究でキラルリン酸触媒の酸性度の不足による失活が課題となっていた。この課題を解決するため強酸性キラルリン酸触媒の設計開発の一環として、リン酸触媒の共役塩基を金属塩で安定化させる方法論が有効であることを見出した。リン酸の共役塩基は求核性を有し、この化学種が反応阻害を招くことから、その安定化によって求核性を低下させることは、結果として強酸性を獲得したことと同じ化学的な意味を持つことになる。実際、この金属塩で安定化させる方法論によって従来系では触媒の失活が問題となり低収率でしか生成物を得ることができなかったキラルビスリン酸触媒 **4** を用いた分子内 S_N2' 反応の不斉触媒化に成功した (*Tetrahedron* **2021**, *98*, 132412)。具体的には金属塩として PhB(OH)_2

や炭酸銀を用いることで、効率的に反応が進行し、選択性を損なうことなく高収率で S_N2' 反応生成物を得ることに成功した。



(4) 汎用性の高いプレステッド酸触媒に基質認識能を付与したキラルプレステッド酸触媒を用いることで、これまでに多くの変換反応において高度な立体制御を達成してきた。しかし、「プロトン化/脱プロトン化」というプレステッド酸触媒の基礎的な触媒作用によって変換できる官能基は依然として限定的であり、炭化水素の $\text{C(sp}^3\text{)-H}$ 結合に代表される非極性官能基を直接変換することは困難である。一方、有機カチオン種はその高い電子受容性から、光励起状態において高い酸化力を有することが知られている。この有機カチオン種をキラル酸触媒によるプロトン化により触媒的に発生させて可視光励起することで、 $\text{C(sp}^3\text{)-H}$ 結合を有するドナー分子から励起有機カチオン種への一電子移動によって生じるラジカルカチオン種を利用し、キラル酸存在下での不斉変換反応の開発を検討した。その結果、エナンチオ選択性はまだ十分とは言えないが、キラルリン酸触媒 **5** の存在下に照射して反応を行うことで、トルエンとの反応生成物を光学活性体として得ることに成功した (*Org. Chem. Front.* **2021**, *8*, 4153-4159)。



本触媒反応系はキラルプレステッド酸によるカチオン種の発生とその光活性化組み合わせたハイブリッド触媒系ということが出来る。本研究では、再生可能エネルギーである光を活用し、温和でメタルフリーな反応条件下、安価で豊富な $\text{C(sp}^3\text{)-H}$ 結合を有する化学原料から高付加価値な化合物を得る環境調和型分子変換法を確立することができた。従来困難であったキラルプレステッド酸触媒による非極性官能基の不斉変換を可能とする新たな触媒反応系の開拓に道を開くことに成功した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計35件（うち査読付論文 35件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Umemiya Shigenobu, Lingqi Kong, Eto Yuno, Terada Masahiro	4. 巻 51
2. 論文標題 Chiral Brønsted Acid Catalyzed Enantioconvergent Synthesis of Chiral Tetrahydrocarbazoles with Allenylsilanes from Racemic Indolylmethanols	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 391 ~ 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210803	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 Jin Tienan, Suzuki Shin, Ho Hon Eong, Matsuyama Hidenori, Kawata Masaki, Terada Masahiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Pd-Catalyzed Indolization/ <i>peri</i> -C-H Annulation/ <i>N</i> -Dealkylation Cascade to Cyclopenta-Fused Acenaphtho[1,2- <i>b</i>]indole Scaffold	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 9431 ~ 9435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c03575	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 Kayal Satavisha, Kikuchi Jun, Shinagawa Naoya, Umemiya Shigenobu, Terada Masahiro	4. 巻 98
2. 論文標題 Development of chiral bisphosphoric acid/boronic acid co-catalyst system for enantioselective SN2' reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 132412 ~ 132412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2021.132412	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 Kikuchi Jun, Terada Masahiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Enantioconvergent Substitution Reactions of Racemic Electrophiles by Organocatalysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 10215 ~ 10225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202100439	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 Toda Yasunori, Korenaga Toshinobu, Obayashi Ren, Kikuchi Jun, Terada Masahiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Dynamic parallel kinetic resolution of α -ferrocenyl cation initiated by chiral Brønsted acid catalyst	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 10306 ~ 10312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC02122B	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 Kikuchi Jun, Kodama Shota, Terada Masahiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Radical addition reaction between chromenols and toluene derivatives initiated by Brønsted acid catalyst under light irradiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 4153 ~ 4159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1Q000657F	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 Nakamura Itaru, Masukawa Kazuki, Ishida Yasuhiro, Terada Masahiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Cu-Catalyzed [1,3]-Alkoxy Rearrangement/Diels-Alder Cascade Reactions via in Situ Generation of Functionalized <i>ortho</i> -Quinol Imines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4127 ~ 4132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00995	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 Nakamura Itaru, Masukawa Kazuki, Ishida Yasuhiro, Terada Masahiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Cu-Catalyzed [1,3]-Alkoxy Rearrangement/Diels-Alder Cascade Reactions via in Situ Generation of Functionalized <i>ortho</i> -Quinol Imines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 4127 ~ 4132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.1c00995	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 Hou Linan, Kikuchi Jun, Ye Haiting, Bao Ming, Terada Masahiro	4. 巻 85
2. 論文標題 Chiral Phosphoric Acid-Catalyzed Enantioselective Phospha-Michael-Type Addition Reaction of Diarylphosphine Oxides with Alkenyl Benzimidazoles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14802 ~ 14809
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c01840	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 該当する

1. 著者名 Kikuchi Jun, Ye Haiting, Terada Masahiro	4. 巻 22
2. 論文標題 Chiral Phosphoric Acid Catalyzed Enantioselective [4 + 2] Cycloaddition Reaction of Fluorostyrenes with Imines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 8957 ~ 8961
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c03360	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 Yang Lu, Gridnev Ilya D., Terada Masahiro, Jin Tienan	4. 巻 22
2. 論文標題 Intermolecular Oxidative Friedel-Crafts Reaction Triggered Ring Expansion Affording 9,10-Diarylphenanthrenes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 8920 ~ 8924
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c03283	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 Nakamura Itaru, Hirayama Arinobu, Gima Shinya, Terada Masahiro	4. 巻 26
2. 論文標題 Exo Cyclization: Intermolecular Methylene Transfer Sequence in Au Catalyzed Reactions of α -Homopropargylic Oximes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 15816 ~ 15820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202002764	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 Yang Lu, Matsuyama Hidenori, Zhang Sheng, Terada Masahiro, Jin Tienan	4. 巻 22
2. 論文標題 Tandem Oxidative Ring Expansion for Synthesis of Dibenzocyclooctaphenanthrenes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 5121 ~ 5125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01725	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 Kikuchi Jun, Aizawa Yuki, Terada Masahiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Chiral strong Brønsted acid-catalyzed enantioselective addition reaction of simple olefins with ethyl glyoxylate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 1383 ~ 1387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0Q000448K	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 Nakanishi Taishi, Kikuchi Jun, Kaga Atsushi, Chiba Shunsuke, Terada Masahiro	4. 巻 26
2. 論文標題 One Pot Synthesis of Enantioenriched Amino Secondary Amides via an Enantioselective [4+2] Cycloaddition Reaction of Vinyl Azides with N Acyl Imines Catalyzed by a Chiral Brønsted Acid	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 8230 ~ 8234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202002049	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 該当する

1. 著者名 Nakamura Itaru, Tashiro Hiroki, Ishida Yasuhiro, Terada Masahiro	4. 巻 22
2. 論文標題 Synthesis of meta-Substituted Anilines via Copper-Catalyzed [1,3]-Methoxy Rearrangement	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 3794 ~ 3798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01009	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 Nagato Yuya, Kiyokawa Mari, Ueki Yusuke, Kikuchi Jun, Ohmatsu Kohsuke, Terada Masahiro, Ooi Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Non Enzymatic Hybrid Catalysis for Stereoconversion of Derivatives to d Isomers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 447 ~ 447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202000155	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 Kikuchi Jun, Takano Kyohei, Ota Yusuke, Umemiya Shigenobu, Terada Masahiro	4. 巻 26
2. 論文標題 Chiral Brønsted Acid Catalyzed Enantioconvergent Propargylic Substitution Reaction of Racemic Secondary Propargylic Alcohols with Thiols	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 11124 ~ 11128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202001609	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 Kanomata Kyohei, Nagasawa Yuki, Shibata Yukihiro, Yamanaka Masahiro, Egawa Fuyuki, Kikuchi Jun, Terada Masahiro	4. 巻 26
2. 論文標題 Mechanism and Origin of Stereoselectivity in Chiral Phosphoric Acid Catalyzed Aldol Type Reactions of Azlactones with Vinyl Ethers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 3364 ~ 3372
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905296	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 Kanomata Kyohei, Nagasawa Yuki, Shibata Yukihiro, Yamanaka Masahiro, Egawa Fuyuki, Kikuchi Jun, Terada Masahiro	4. 巻 26
2. 論文標題 Mechanism and Origin of Stereoselectivity in Chiral Phosphoric Acid Catalyzed Aldol Type Reactions of Azlactones with Vinyl Ethers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 3364 ~ 3372
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905296	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 Shiga Keigo, Gridnev Ilya D., Terada Masahiro, Nakamura Itaru	4. 巻 10
2. 論文標題 Au-catalyzed skeletal rearrangement of O-propargylic oximes via N ₂ O bond cleavage with the aid of a Brønsted base cocatalyst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 5283 ~ 5289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SC00501C	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 Kikuchi Jun, Terada Masahiro	4. 巻 58
2. 論文標題 Enantioselective Addition Reaction of Azlactones with Styrene Derivatives Catalyzed by Strong Chiral Brønsted Acids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 8458 ~ 8462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201903111	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 Terada Masahiro, Gupta Yogesh, Kikuchi Jun	4. 巻 48
2. 論文標題 Bis-phosphoric Acid Derived from BINOL Dimer as a Chiral Brønsted Acid Catalyst for Enantioselective Transformations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 260 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180977	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 Kikuchi Jun, Aramaki Hiromu, Okamoto Hiroshi, Terada Masahiro	4. 巻 10
2. 論文標題 F10BINOL-derived chiral phosphoric acid-catalyzed enantioselective carbonyl-ene reaction: theoretical elucidation of stereochemical outcomes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 1426 ~ 1433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SC03587C	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 Terada Masahiro, Gupta Yogesh, Kikuchi Jun	4. 巻 48
2. 論文標題 Bis-phosphoric Acid Derived from BINOL Dimer as a Chiral Brønsted Acid Catalyst for Enantioselective Transformations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 260 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180977	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 Kikuchi Jun, Aramaki Hiromu, Okamoto Hiroshi, Terada Masahiro	4. 巻 10
2. 論文標題 F10BINOL-derived chiral phosphoric acid-catalyzed enantioselective carbonyl-ene reaction: theoretical elucidation of stereochemical outcomes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 1426 ~ 1433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SC03587C	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 Ota Yusuke, Kondoh Azusa, Terada Masahiro	4. 巻 57
2. 論文標題 Enantioselective Intramolecular Nicholas Reaction Catalyzed by Chiral Phosphoric Acid: Enantioconvergent Synthesis of Seven-Membered Cyclic Ethers from Racemic Diols	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 13917 ~ 13921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201808239	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 Kondoh Azusa, Terada Masahiro	4. 巻 20
2. 論文標題 Brønsted Base-Catalyzed Reductive Cyclization of Alkynyl α -Iminoesters through Auto-Tandem Catalysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 5309 ~ 5313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.8b02236	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 Shimizu Masahiro, Kikuchi Jun, Kondoh Azusa, Terada Masahiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Chiral Brønsted acid-catalyzed intramolecular SN ^{2'} -reaction for enantioselective construction of a quaternary stereogenic center	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 5747 ~ 5757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SC01942H	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 Nakamura Itaru, Owada Mao, Jo Takeru, Terada Masahiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Cationic cobalt-catalyzed [1,3]-rearrangement of N-alkoxycarbonyloxyanilines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Beilstein Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1972 ~ 1979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3762/bjoc.14.172	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 Ishida Yasuhiro, Nakamura Itaru, Terada Masahiro	4. 巻 140
2. 論文標題 Copper-Catalyzed Domino [1,3]/[1,2] Rearrangement for the Efficient Synthesis of Multisubstituted ortho-Anisidines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 8629 ~ 8633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.8b03669	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 Li Feng, Korenaga Toshinobu, Nakanishi Taishi, Kikuchi Jun, Terada Masahiro	4. 巻 140
2. 論文標題 Chiral Phosphoric Acid Catalyzed Enantioselective Ring Expansion Reaction of 1,3-Dithiane Derivatives: Case Study of the Nature of Ion-Pairing Interaction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 2629 ~ 2642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b13274	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 Kondoh Azusa, Aoki Takuma, Terada Masahiro	4. 巻 23
2. 論文標題 Generation and Application of Homoenate Equivalents Utilizing [1,2]-Phospha-Brook Rearrangement under Brønsted Base Catalysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 2769 ~ 2773
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201605673	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 Kondoh Azusa, Kamata Yuji, Terada Masahiro	4. 巻 19
2. 論文標題 Synthesis of Enantioenriched α -Amino- β , γ -unsaturated Esters Utilizing Palladium-Catalyzed Rearrangement of Allylic Carbamates for Direct Application to Formal [3 + 2] Cycloaddition	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 1682 ~ 1685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.7b00471	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 Kondoh Azusa, Koda Kazumi, Kamata Yuji, Terada Masahiro	4. 巻 46
2. 論文標題 Synthesis of Indolizine Derivatives Utilizing [1,2]-Phospha-Brook Rearrangement/Cycloisomerization Sequence	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1020 ~ 1023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.170377	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24件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Enantioselective Substitution Reaction Catalyzed by Chiral Brønsted Acids
3. 学会等名 Pacifichem 2021 Symposium #379 “ New Aspects on Organocatalysts ” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Development of Chiral Organosuperbase Catalysts Consisting of Two Different Organobase Hybrid System
3. 学会等名 Pacifichem 2021 Symposium #358 “ Hybrid Catalysis ” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 水素結合を戦略的相互作用とする有機分子触媒の創製～強酸・強塩基への展開～
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 寺田真浩
2. 発表標題 有機カチオンの高次制御に基づく光反応グリーン触媒プロセスの開拓
3. 学会等名 グリーン触媒ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Enantioselective Catalysis by Chiral Higher Order Organosuperbase
3. 学会等名 23rd International Conference on Phosphorus Chemistry (ICPC23) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 超強塩基性有機分子触媒を用いた不斉合成
3. 学会等名 第13回 有機触媒シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Chiral Brønsted Acid Catalysis
3. 学会等名 Lectureship Award from SUSTech, Department Seminal of Southern University of Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Chiral Brønsted Acid Catalysis
3. 学会等名 Department Seminal of Wuhan University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Chiral Brønsted Acid Catalysis
3. 学会等名 Department Seminal of Dalian University of Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Enantioselective Nucleophilic Substitution Reactions Catalyzed by Chiral Brønsted Acid
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Hybrid Catalysis for Enabling Molecular Synthesis on Demand (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 水素結合を戦略的相互作用として用いる有機分子触媒の創製
3. 学会等名 第54回 有機反応若手の会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 キラルブレンステッド酸触媒による不斉置換反応
3. 学会等名 慶應義塾大学・理工学部・講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Chiral Brønsted Acid Catalysis: Enantio-Convergent Nucleophilic Substitution Reaction of Racemic Substrates
3. 学会等名 Catalysis & Fine Chemical 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Enantioselective Catalysis by Chiral Brønsted Acids & Bases
3. 学会等名 Department Seminal of Guangzhou University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Enantioselective Catalysis by Chiral Brønsted Acids & Bases
3. 学会等名 Department Seminal of Fudan University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Enantioselective Catalysis by Chiral Brønsted Acids & Bases
3. 学会等名 Department Seminal of East China Normal University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Recent Progress on Enantioselective Catalysis by Chiral Brønsted Acids & Bases
3. 学会等名 Department Seminal of Shanghai Jiao Tong University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada, Yusuke Ota, Azusa Kondoh
2. 発表標題 Enantioselective Intramolecular Nicholas Reaction Catalyzed by Chiral Phosphoric Acid: Enantio-convergent Synthesis of Seven-membered Cyclic Ethers from Racemic Diols
3. 学会等名 The 14th International Kyoto Conference of Organic Chemistry (IKCOC-14) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 New Aspects of Enantioselective Catalysis by Chiral Brønsted Acids
3. 学会等名 The 8th Spanish-Portuguese-Japanese Organic Chemistry Symposium (8th SPJ-OCS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Terada
2. 発表標題 Efficient Asymmetric Synthesis of Enantio-Enriched Compounds
3. 学会等名 BIO-FORUM 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 キラルリン酸触媒によるエナンチオ制御機構の解明
3. 学会等名 新学術領域研究「分子合成オンデマンドを実現するハイブリッド触媒系の創製」第2回公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 「金属錯体/キラルプレンステッド酸」ハイブリッド触媒による効率的物質変換系の開拓
3. 学会等名 新学術領域研究 キックオフミーティング (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 光学活性ベルフルオロピナフトールの合成とそのキラルリン酸誘導体を用いた不斉触媒反応の開発
3. 学会等名 第40回フッ素化学討論会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺田真浩
2. 発表標題 金属錯体触媒と有機分子触媒の立体化学制御を利用した高選択的分子変換反応の開発
3. 学会等名 新学術領域研究 第1回公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室ホームページ http://www.orgreact.sakura.ne.jp/index.html 所属専攻ホームページ http://www.chem.tohoku.ac.jp/ 新学術領域研究ホームページ http://hybridcatalysis.jp/ 研究室ホームページ http://www.orgreact.sakura.ne.jp/index.html 化学専攻ホームページ http://www.chem.tohoku.ac.jp/ 新学術領域「ハイブリッド触媒」ホームページ http://hybridcatalysis.jp/ 研究室ホームページ http://www.orgreact.sakura.ne.jp/index.html 東北大学 大学院理学研究科 化学専攻 ホームページ http://www.chem.tohoku.ac.jp/ 新学術領域研究「ハイブリッド触媒」ホームページ http://hybridcatalysis.jp/ 研究室ホームページ http://www.orgreact.sakura.ne.jp/index.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			
中国	Dalian Technological University			