

令和 5 年 5 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21203

研究課題名（和文）窒素分子から含窒素有機化合物を直截合成する革新的分子変換反応の開発

研究課題名（英文）Development of Transformations for Direct Synthesis of Nitrogen-containing Organic Compounds from Dinitrogen

研究代表者

西林 仁昭（Nishibayashi, Yoshiaki）

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授

研究者番号：40282579

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：開発に成功したモリブデン-ニトリド錯体とモリブデン-イソシアネート錯体を鍵中間体として進行する擬触媒サイクルを構築した結果を踏まえて、窒素分子からイソシアネートアニオンを触媒的に合成することに成功した。触媒反応の反応条件を詳細に検討することで、Mo-PCP錯体を触媒として用いた場合に触媒反応の進行が確認できた。現時点では、最高触媒当たり9当量のイソシアネートアニオンが生成した。本研究成果は、目標であった窒素ガスからの含窒素有機化合物を触媒的に生成した世界で初めての成功例である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題で達成した研究内容を踏まえると、工業的なアンモニア合成法であるハーバー・ボッシュ法で合成するアンモニアを経ることなく、窒素ガスから含窒素有機化合物を直截合成することが実現可能となる。これは、学術的に研究課題であるだけでなく工業的にも画期的な手法の開発となり、歴史に残る偉業と成り得る。

研究成果の概要（英文）：Based on the results of the construction of a pseudo-catalytic cycle that successfully proceeded via molybdenum-nitride and molybdenum-isocyanate complexes as key intermediates, isocyanate anions were successfully synthesized from dinitrogen molecule in a catalytic manner. A detailed investigation on the reaction conditions for the catalytic reaction achieved that the catalytic reaction proceeded when the Mo-PCP complex was used as a catalyst. At present, 9 equivalents of isocyanate anion were produced based on the molybdenum atom of the catalyst. This research result is the first successful example in the world of catalytic generation of nitrogen-containing organic compounds from nitrogen gas, which was the goal of this research project.

研究分野：有機金属化学、錯体化学、有機化学

キーワード：窒素固定 モリブデン 触媒反応の 含窒素有機化合物 イソシアニド

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

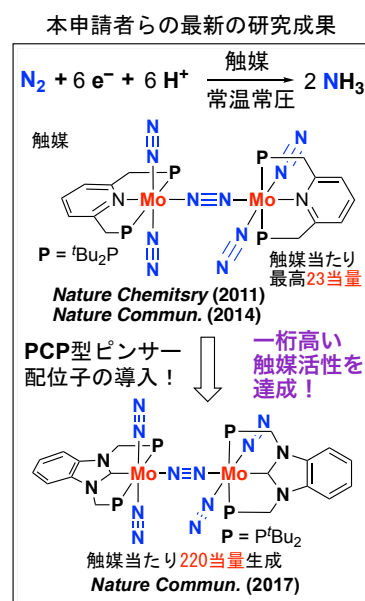
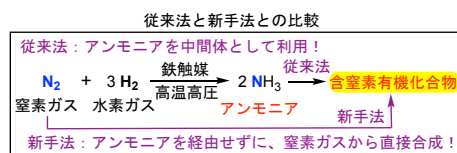
窒素は人類が生命活動を維持するのに、また、近代文明生活を営むのに必要不可欠な元素の一つである。大気中に豊富に存在する窒素ガスと化石燃料を原料として環境負荷が高い二酸化炭素を排出しながら合成する水素ガスとを原料として利用した工業的アンモニア合成法であるハーバー・ボッシュ法によりアンモニアを合成し、このアンモニアを窒素肥料として吸収した植物や植物を食した動物を食べることにより体内に取り入れて、アミノ酸、DNA、タンパク質など生命活動を維持するのに必要な含窒素有機化合物へと変換している。一方、工業的に合成されたアンモニアを窒素源の原料として利用することで、人類は衣服や薬品などの原料である含窒素有機化合物を製造している。

上述した様に、大気中には窒素ガスが豊富に存在しているにも関わらず、窒素ガスを含窒素有機化合物の原料として直接利用することはできず、窒素ガスからアンモニアを合成し、このアンモニアを窒素源として利用する必要がある。しかも、工業的なアンモニア合成法であるハーバー・ボッシュ法は、高温高压の厳しい反応条件が必要であると共に、全人類が地球上で消費しているエネルギーの数%が必要なエネルギー多消費型プロセスである。実際に、ハーバー・ボッシュ法により年間で約2億トンのアンモニアが世界中で工業的に合成されている。

2005年に本研究代表者が東京大学大学院工学系研究科の主導する若手育成プログラムに採用され、准教授(当時助教授)ではあるが、独立した研究室で工学系の将来を担う研究を展開する機会を与えられたのを契機として、遷移金属窒素錯体を分子触媒として利用した触媒的アンモニア合成反応の開発に挑戦した。数年間の試行錯誤の結果、新しく分子設計したPNP型ピンサー配位子を持つ窒素架橋二核モリブデン錯体が、常温常圧の温和な反応条件下での窒素ガスからのアンモニア合成反応において有効な触媒として働くことを見いだした(Nishibayashi et al, *Nature Chemistry*, 2011)。詳細な反応機構の解明に成功する(Nishibayashi et al, *Nature Communications*, 2014)と共に、PNP型ピンサー配位子の代わりにN-ヘテロサイクリックカルベン骨格を含むPCP型ピンサー配位子を持つ窒素架橋二核錯体がより有効な触媒として働くことを見いだしている

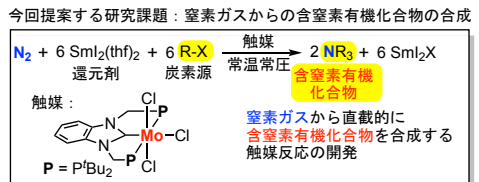
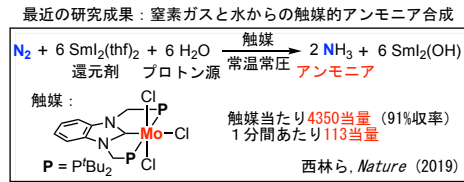
(Nishibayashi et al, *Nature Communications*, 2017)。ごく最近になり一連の触媒的窒素固定反応の開発に関する研究の集大成として、窒素ガスから水をプロトン源に用いて触媒的にアンモニアを高効率に合成する手法の開発に成功した(Nishibayashi et al, *Nature*, 2019)。この触媒反応では二ヨウ化サマリウムを還元剤として利用する必要があるが、分子触媒を利用することで窒素ガスと水とから触媒的なアンモニア合成に成功した世界初めての成功例であると共に、これまでに報告されている分子触媒を利用したアンモニア合成反応で最も高活性で効率の良い反応系である。

上述した様に、本研究代表者らは常温常圧の極めて温和な反応条件下での窒素ガスからの触媒的アンモニア合成反応の開発に成功している。一連の開発に成功した触媒的窒素固定反応の研究をさらに発展させるために、これまでに成功例が報告されていない大気中に豊富に存在する窒素ガスから含窒素有機化合物を直截的にかつ触媒的に合成する革新的分子変換手法の開発に取り組むことを着想した。



## 2. 研究の目的

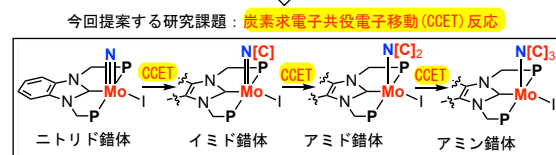
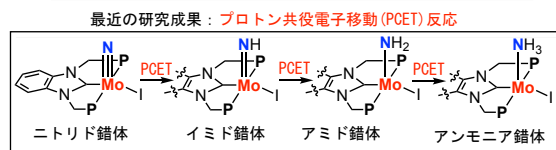
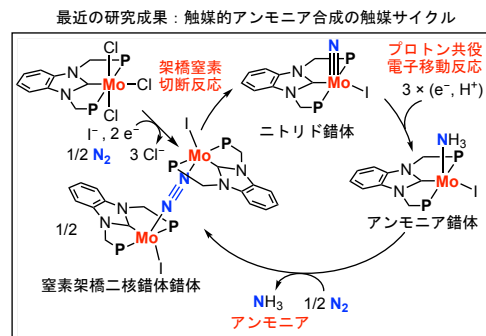
本研究代表者は、これまでの過去約 15 年間に渡り取り組んできた一連の触媒的窒素固定反応の開発に関する研究 (Nishibayashi et al, *Nature Chemistry*, 2011; *Nature Communications*, 2014; *Nature Communications*, 2016; *Nature Communications*, 2017, *Nature Chemistry*, 2019) の集大成として、PCP 型ピンサー配位子を持つモリブデン錯体を利用することで、常温常圧の極めて温和な反応条件下で、窒素ガスから水をプロトン源に用いて触媒的にアンモニアを高効率に合成



する方法の開発にごく最近に成功した (Nishibayashi et al, *Nature*, 2019)。この触媒反応は二ヨウ化サマリウムを還元剤として利用する必要はあるが、分子触媒を利用することで窒素ガスと水とから触媒的なアンモニア合成に成功した世界初めての成功例であると共に、これまでに報告されている分子触媒を利用したアンモニア合成反応で最も高活性で効率の良い反応系 (その触媒活性は窒素固定酵素ニトロゲナーゼに匹敵する) である。この様な研究背景を踏まえて、これまでに成功例がない大気中に豊富に存在する窒素ガスから直接含窒素有機化合物を触媒的に合成する革新的分子変換手法の開発を最終目標とする。

## 3. 研究の方法

前項①で述べた研究目的を達成するために、ごく最近に開発に成功した触媒的アンモニア合成反応で得た知見を踏まえる。触媒的アンモニア合成反応を達成した鍵は、その特異な新しい反応機構である。本触媒サイクルでは、窒素分子架橋二核モリブデン錯体上での架橋窒素分子の切断反応を経て、対応するニトリド錯体が生成する。ニトリド錯体に対して二ヨウ化サマリウムと水とから系中で生成した錯体からプロトン共役電子移動 (Proton-Coupled-Electron-Transfer: PCET) 反応によりニトリド錯体上の窒素上で 3 つの窒素-水素結合が生成したアンモニア錯体が生成する。最終的に窒素ガスとの配位子交換反応によりアンモニアが解離する。この窒素架橋分子の

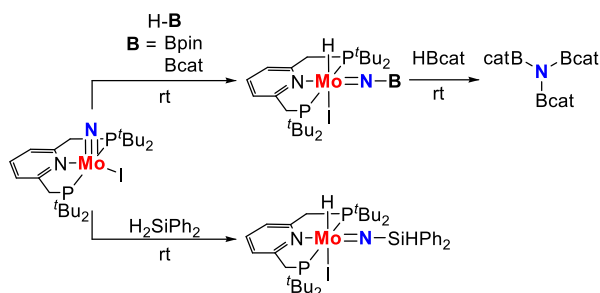


切断反応を経由して生成するニトリド錯体とそれに対する PCET 反応によるアンモニア錯体の生成が鍵となっている。この新しいサイクルで、鍵中間体であるニトリド錯体上のニトリド配位子上で窒素-炭素結合生成を連続的に行うことができれば、すなわち、炭素求電子共役電子移動 (Carbon-Coupled-Electron-Transfer: CCET: 本申請者の造語) に該当する反応を進行させることができれば、最終的には含窒素有機化合物の合成が達成可能となる (後述するように、一番困難な段階と推定されるニトリド錯体から対応するイミド錯体の合成には成功している)。つまり、触媒的アンモニア合成反応で利用したプロトン源の代わりに炭素原子求電子等価体を用いて反応を行うことで触媒的な含窒素有機化合物の合成を目指す。

#### 4. 研究成果

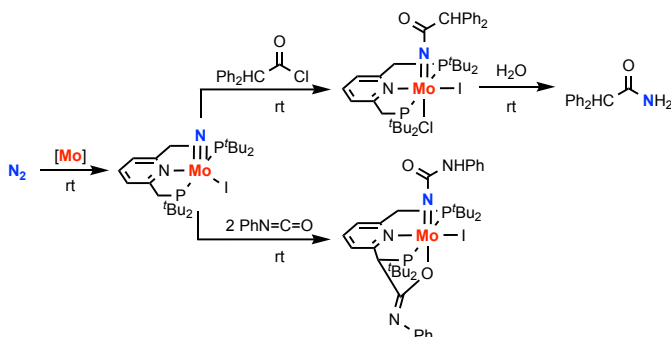
以下には主な研究成果について、抜粋して説明する。

- (1) ピリジン骨格を含む PNP 型ピンサー配位子を持つモリブデンニトリド錯体に対して、ヒドロホウ素化やヒドロシリル化反応の化学量論反応を行い、対応する窒素-ホウ素結合や窒素-ケイ素結合を持つモリブデン錯体の単離同定と反応性の検討を行うことに成功した。また、対応するモリブデンニトリド錯体を触媒として利用した窒素分子の触媒的ホウ素化反応を試みたところ、対応するホウ素化されたポリルアミンがモリブデン基準で 2 当量生成することが確認できた。これは反応に用いた触媒量以上のポリルアミンが生成したことを示すものであり、窒素分子の触媒的ヒドロホウ素化反応の開発へと大きく前進する興味深い知見である。



該当論文 : Hydroboration and Hydrosilylation of Molybdenum–Nitride Complex Bearing PNP-type Pincer Ligand, T. Itabashi, K. Arashiba, H. Tanaka, K. Yoshizawa, and Y. Nishibayashi, *Organometallics*, **41**, 366-373 (2022). [\[Highlighted at Cover Picture\]](#)

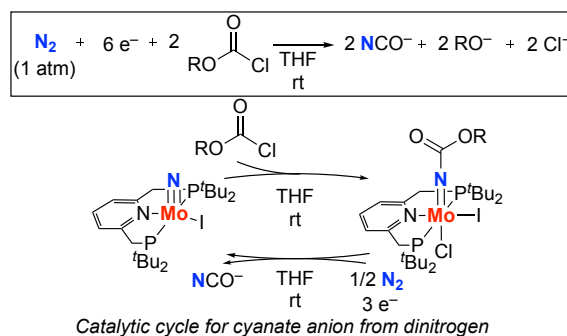
- (2) ピリジン骨格を含む PNP 型ピンサー配位子を持つモリブデンニトリド錯体に対して、アルキル化試薬やアシル化試薬などの炭素求電子剤と反応させる化学量論反応を行い、対応する窒素-炭素結合を持つモリブデン錯体の単離同定を行うことに成功した。更に、イソシアナートやケテンなどの不飽和化合物と反応させる化学量論反応を行い、これらの有機化合物が付加したモリブデン錯体の単離同定を行うことにも成功した。更に合成に成功した窒素-炭素結合を持つモリブデン錯体から含窒素有機化合物をモリブデン錯体から解離させることにも成功している。一連の研究成果は窒素ガスからの含窒素有機化合物の触媒的合成反応の開発に繋がる興味深い研究成果である。



該当論文 : Reactivity of Molybdenum–Nitride Complex Bearing Pyridine-Based PNP-Type Pincer Ligand toward Carbon-Centered Electrophiles, T. Itabashi, K. Arashiba, S. Kuriyama, and Y. Nishibayashi, *Dalton Transactions*, **51**, 1946-1954 (2022).

- (3) これまでに達成した研究成果を踏まえて、触媒量のピンサー型配位子を持つモリブデンニトリド錯体の存在下、常温常圧の温和な反応条件で窒素ガスと炭素求電子剤

である炭酸エステル誘導体と還元剤であるヨウ化サマリウムとを反応させた場合に、含窒素有機化合物の一種であるシアン酸イオンが触媒的に生成することを明らかにした。また、関連する化学量論反応と理論計算による詳細な検討を行うことで、該当する反応機構を解明することにも成功している。一連の研究成果は、分子触媒を用いて窒素ガスから含窒素有機化合物を触媒的に合成することに成功した世界初の例である。本研究の成果は、ハーバー・ボッシュ法により合成したアンモニアを原料として利用する現行法の代替法として、窒素ガスから直接的かつ触媒的にさまざまな含窒素有機化合物を合成する省エネルギー型反応の開発に向けて、重要な指針となるものであると期待される。



該当論文 : Direct Synthesis of Cyanate Anion from Dinitrogen Catalysed by Molybdenum Complexes Bearing Pincer-Type Ligand, T. Itabashi, K. Arashiba, A. Egi, H. Tanaka, K. Sugiyama, S. Suginome, S. Kuriyama, K. Yoshizawa, and Y. Nishibayashi, *Nature Communications*, 13, 6161 (2022). [\[Highlighted at Nature Communications Editors' Highlights webpage\]](#) [\[Open Access\]](#)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Kuriyama Shogo, Zhao Wenhao, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 647
2. 論文標題 Synthesis and Characterization of Rhodium Complex Bearing Anionic CNC Type Pincer Ligand with Pyrrolide and Imidazo[1,5- <i>b</i> ]pyridin-3-ylidene Moieties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie	6. 最初と最後の頁 1408 ~ 1414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/zaac.202100065	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 Liu Shiyao, Tanabe Yoshiaki, Kuriyama Shogo, Sakata Ken, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 60
2. 論文標題 Ruthenium Catalyzed Enantioselective Propargylic Phosphinylation of Propargylic Alcohols with Phosphine Oxides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 11231 ~ 11236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202102779	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 Kuriyama Shogo, Wei Shenglan, Kato Takeru, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 27
2. 論文標題 Synthesis and Reactivity of Manganese Complexes Bearing Anionic PNP- and PCP-Type Pincer Ligands toward Nitrogen Fixation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 2373 ~ 2373
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules27072373	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 Zhang Yulin, Tanabe Yoshiaki, Kuriyama Shogo, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 28
2. 論文標題 Photoredox and Nickel Catalyzed Hydroalkylation of Alkynes with 4-Alkyl-1,4-dihydropyridines: Ligand Controlled Regioselectivity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202200727	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 Ohki Yasuhiro, Munakata Kenichiro, Matsuoka Yuto, Hara Ryota, Kachi Mami, Uchida Keisuke, Tada Mizuki, Cramer Roger E., Sameera W. M. C., Takayama Tsutomu, Sakai Yoichi, Kuriyama Shogo, Nishibayashi Yoshiaki, Tanifuji Kazuki	4. 巻 607
2. 論文標題 Nitrogen reduction by the Fe sites of synthetic [Mo3S4Fe] cubes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 86 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-022-04848-1	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 Sakata Ken, Uehara Yuuri, Kohara Shiona, Yoshikawa Takeshi, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 7
2. 論文標題 Effect of Propargylic Substituents on Enantioselectivity and Reactivity in Ruthenium-Catalyzed Propargylic Substitution Reactions: A DFT Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 36634 ~ 36642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.2c04645	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 Itabashi Takayuki, Arashiba Kazuya, Egi Akihito, Tanaka Hiromasa, Sugiyama Keita, Suginome Shun, Kuriyama Shogo, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Direct synthesis of cyanate anion from dinitrogen catalysed by molybdenum complexes bearing pincer-type ligand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-33809-5	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 Ashida Yuya, Onozuka Yuto, Arashiba Kazuya, Konomi Asuka, Tanaka Hiromasa, Kuriyama Shogo, Yamazaki Yasuomi, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Catalytic nitrogen fixation using visible light energy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-34984-1	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 Meng Fanqiang, Kuriyama Shogo, Egi Akihito, Tanaka Hiromasa, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Preparation and Reactivity of Rhenium-Nitride Complexes Bearing PNP-Type Pincer Ligands toward Nitrogen Fixation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.2c00312	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 Zhang Yulin, Tanabe Yoshiaki, Kuriyama Shogo, Sakata Ken, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 14
2. 論文標題 Interplay of diruthenium catalyst in controlling enantioselective propargylic substitution reactions with visible light-generated alkyl radicals	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-36453-9	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 Arashiba Kazuya, Kanega Ryoichi, Himeda Yuichiro, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 50
2. 論文標題 Catalytic Ammonia Formation with Electrochemically Reduced Samarium Diiodide from Samarium Triiodide and Water from Dinitrogen	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1356 ~ 1358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210152	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 Meng Fanqiang, Kuriyama Shogo, Tanaka Hiromasa, Egi Akihito, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 60
2. 論文標題 Ammonia Formation Catalyzed by a Dinitrogen Bridged Diruthenium Complex Bearing PNP Pincer Ligands under Mild Reaction Conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 13906 ~ 13912
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202102175	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 Zhang Yulin, Tanabe Yoshiaki, Kuriyama Shogo, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 86
2. 論文標題 Cooperative Photoredox- and Nickel-Catalyzed Alkylative Cyclization Reactions of Alkynes with 4-Alkyl-1,4-dihydropyridines	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12577 ~ 12590
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.1c01018	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 Hiroki, Kuroki Kaito, Kanega Ryoichi, Kuriyama Shogo, Nakajima Kazunari, Himeda Yuichiro, Sakata Ken, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 86
2. 論文標題 Manganese Catalyzed Ammonia Oxidation into Dinitrogen under Chemical or Electrochemical Conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemPlusChem	6. 最初と最後の頁 1511 ~ 1516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cplu.202100349	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 Sakata Ken, Goto Yui, Yoshikawa Takeshi, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 16
2. 論文標題 Enantioselectivity in Ruthenium Catalyzed Propargylic Substitution Reactions of Propargylic Alcohols with Acetone: A DFT Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 3760 ~ 3766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202100984	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 Liu Shiyao, Tanabe Yoshiaki, Kuriyama Shogo, Sakata Ken, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 27
2. 論文標題 Ruthenium and Copper Catalyzed Propargylic Substitution Reactions of Propargylic Alcohol Derivatives with Hydrazones	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 15650 ~ 15659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202103287	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 Itabashi Takayuki, Arashiba Kazuya, Tanaka Hiromasa, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 41
2. 論文標題 Hydroboration and Hydrosilylation of a Molybdenum Nitride Complex Bearing a PNP-Type Pincer Ligand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 366 ~ 373
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.1c00597	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 Itabashi Takayuki, Arashiba Kazuya, Kuriyama Shogo, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 51
2. 論文標題 Reactivity of molybdenum nitride complex bearing pyridine-based PNP-type pincer ligand toward carbon-centered electrophiles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 1946 ~ 1954
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1DT03952K	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 Ashida Yuya, Egi Akihito, Arashiba Kazuya, Tanaka Hiromasa, Mitsumoto Taichi, Kuriyama Shogo, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Catalytic Reduction of Dinitrogen into Ammonia and Hydrazine by Using Chromium Complexes Bearing PCP Type Pincer Ligands	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202200557	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 Kuriyama Shogo, Kato Takeru, Tanaka Hiromasa, Konomi Asuka, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Catalytic Reduction of Dinitrogen to Ammonia and Hydrazine Using Iron-Dinitrogen Complexes Bearing Anionic Benzene-Based PCP-type Pincer Ligands	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220048	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 Kuriyama Shogo, Wei Shenglan, Tanaka Hiromasa, Konomi Asuka, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 61
2. 論文標題 Synthesis and Reactivity of Cobalt Dinitrogen Complexes Bearing Anionic PCP-Type Pincer Ligands toward Catalytic Silylamine Formation from Dinitrogen	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 5190 ~ 5195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c00234	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 Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 50
2. 論文標題 Development of Asymmetric Propargylic Substitution Reactions Using Transition Metal Catalysts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1282 ~ 1288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210126	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 Arashiba Kazuya, Tanaka Hiromasa, Yoshizawa Kazunari, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 26
2. 論文標題 Cycling between Molybdenum Dinitrogen and Nitride Complexes to Support the Reaction Pathway for Catalytic Formation of Ammonia from Dinitrogen	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry A European Journal	6. 最初と最後の頁 13383 ~ 13389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202002200	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 Arashiba Kazuya, Kanega Ryoichi, Himeda Yuichiro, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 49
2. 論文標題 Electrochemical Reduction of Samarium Triiodide into Samarium Diiodide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1171 ~ 1173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200429	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 Ashida Yuya, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 57
2. 論文標題 Catalytic conversion of nitrogen molecule into ammonia using molybdenum complexes under ambient reaction conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1176 ~ 1189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC07146C	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 Kuriyama Shogo, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 83
2. 論文標題 Development of catalytic nitrogen fixation using transition metal complexes not relevant to nitrogenases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 131986 ~ 131986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2021.131986	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 Tanabe Yoshiaki, Nishibayashi Yoshiaki	4. 巻 0
2. 論文標題 Comprehensive insights into synthetic nitrogen fixation assisted by molecular catalysts under ambient or mild conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Society Reviews	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CS01341B	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82件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 西林仁昭、小野塚悠斗、荒芝和也、芦田裕也、栗山 翔吾
2. 発表標題 可視光エネルギーを利用した触媒的窒素固定法の開発
3. 学会等名 第 68 回 有機金属化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷藤一樹、宗像 健一郎、松岡 優音、原 亮太、内田圭亮、唯美津木、Roger E. Cramer、W. M. C. Sameera、高山努、酒井陽一、栗山翔吾、西林仁昭、大木靖弘
2. 発表標題 キューバン型[Mo <sub>3</sub> S <sub>4</sub> Fe]クラスターのFeサイトを用いた触媒的窒素シリル化反応
3. 学会等名 第 68 回 有機金属化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栗山翔吾、菅 雄翔、西林 仁昭
2. 発表標題 PCP型ピンサー配位子を有する鉄錯体を触媒とするメトキシ基上でのC(sp <sup>3</sup> )-Hホウ素化反応
3. 学会等名 第 68 回 有機金属化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhao Aiwei、戸田 広樹、栗山 翔吾、西林仁昭
2. 発表標題 コバルト錯体を用いた電気化学的条件下における触媒的なアンモニア酸化反応の開発
3. 学会等名 第 68 回 有機金属化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 張煜林、田辺 資明、栗山翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 光レドックス触媒とルテニウム触媒を用いた4-アルキル-1,4-ジヒドロピリジンによるプロパルギルアルコールの不斉プロパルギル位アルキル化反応
3. 学会等名 第 68 回 有機金属化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 令和4年度太陽光・総括寄付講座 (GS-I) 研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 エネルギー資源の問題を解決する「窒素(循環)社会」の実現に向けて - 次世代型アンモニア合成法の開発 -
3. 学会等名 令和4年度戦略研究会 (自民党) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 大阪大学大学院基礎工学部 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 第 39 回無機・分析化学コロキウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 金沢大学 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 東京大学サステイナブル未来社会創造プラットフォーム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Molybdenum-Catalyzed Reduction of Molecular Dinitrogen into Ammonia under Mild Reaction Conditions
3. 学会等名 29th International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC-2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 2050年カーボンニュートラルに向けた化学産業界の取組み (日本化学会関東支部講演会) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 慶応大学（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 第2回有機合成化学講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 名古屋大学（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 エネルギー資源の問題を解決する「窒素社会」の実現に向けて
3. 学会等名 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構（招待講演）
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 公益信託ENEOS水素基金設立15周年記念講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 上田記念講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 亀田義勝、杉野目駿、西林仁昭
2. 発表標題 モリブデン錯体のMOFへの担持による再利用可能な窒素固定触媒の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹熊宏輝、栗山翔吾、西林仁昭
2. 発表標題 カルベン骨格PCP型ピンサー配位子を有するレニウム窒素錯体の合成と窒素固定に対する反応性
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島遼、黒木海仁、栗山翔吾、西林仁昭
2. 発表標題 電気化学的なアンモニア酸化反応に対する高効率なルテニウム触媒の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中谷海人、山崎康臣、西林仁昭
2. 発表標題 プロトン共役電子移動を促進するピリジン誘導体部位を導入したピンサー型モリブデン錯体による触媒的アンモニア生成反応
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小笠原優、山崎 康臣、西林 仁昭
2. 発表標題 光触媒的水の完全分解反応を志向した新規二層溶液光反応系の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 杉山敬太、杉野目 駿、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデンニトリド錯体を用いた窒素分子からイソシアネートへと直接的に変換する触媒反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 室田 来実、杉野目 駿、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデン錯体を用いた固相における触媒的窒素固定反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久保貴裕、山崎康臣、西林仁昭
2. 発表標題 可視光を用いた光触媒的窒素還元反応の高効率化
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuye Zhang, Shogo Kuriyama, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Reactivity of Iron Sandwich Complexes with Oxocyclohexadienyl Ligands toward Proton-Coupled Electron Transfer Reactions
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zuyi XUE、山崎康臣、西林仁昭
2. 発表標題 Re錯体を用いたCO <sub>2</sub> 還元光触媒反応の反応機構検証
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 光本泰知、山崎康臣、西林仁昭
2. 発表標題 モリブデンおよびサマリウム錯体を触媒とするアンモニア合成反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石飛 佑真、西林 仁昭
2. 発表標題 アンモニア生成活性向上を志向したPCP型ピンサー配位子を有する新規モリブデン錯体の合成とその性能評価
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鶴田 裕介、江木 晃人、田中 宏昌、西林 仁昭、吉澤 一成
2. 発表標題 窒素固定におけるメタロセンを用いたプロトン共役電子移動反応の理論的研究
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 戸田広樹、兼質量一、姫田雄一郎、坂田健、西林仁昭
2. 発表標題 マンガン錯体を用いたアンモニアの触媒的酸化反応
3. 学会等名 第128回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 光本 泰知、芦田 裕也、荒芝 和也、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデン触媒およびヨウ化サマリウムを用いたアンモニア合成反応におけるPNP型ピンサー配位子上の置換基効果
3. 学会等名 錯体化学会 第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yulin Zhang, Yoshiaki Tanabe, Shogo Kuriyama, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Photoredox- and Nickel-Catalyzed Hydroalkylation of Alkynes with 4-Alkyl-1,4-dihydropyridines: Ligand-Controlled Regioselectivity
3. 学会等名 錯体化学会 第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shenglan WEI, Shogo KURIYAMA, Yoshiaki NISHIBAYASHI
2. 発表標題 Catalytic Nitrogen Fixation Using Cobalt Dinitrogen Complexes Bearing Anionic PCP-Type Pincer Ligands under Mild Reaction Conditions
3. 学会等名 錯体化学会 第71回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taichi Mitsumoto, Yuya Ashida, Kazuya Arashiba, Shogo Kuriyama, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Substituent effect at PNP-pincer ligand for catalytic reduction of dinitrogen into ammonia with samarium diiodide as reductant
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaito Kuroki, Hiroki Toda, Yoshiaki Nishibayashi,
2. 発表標題 Investigation of substituent effects on manganese-catalyzed ammonia oxidation reaction
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒木海仁, 戸田広樹, 西林仁昭
2. 発表標題 マンガン錯体を触媒とするアンモニア酸化反応における置換基効果の検討
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 谷藤一樹, 宗像健一郎, 原亮太, 内田圭亮, 唯美津木, Roger E. Cramer, W. M. C. Sameera, 高山努, 酒井陽一, 栗山翔吾, 西林仁昭, 大木靖弘
2. 発表標題 キュバン型[Mo <sub>3</sub> S <sub>4</sub> Fe]クラスターを用いた触媒的窒素還元
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 田辺資明, 関口義也, 栗山翔吾, 西林 仁昭
2. 発表標題 ピロール骨格 PN 型ピンサー配位子を有するモリブデン錯体の合成と特異な反応性
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 板橋隆行, 荒芝和也, 栗山翔吾, 西林仁昭
2. 発表標題 モリブデン錯体を用いた窒素分子から含窒素有機化合物の直接的合成法
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 光本泰知, 芦田裕也, 荒芝和也, 栗山 翔吾, 西林仁昭
2. 発表標題 PNP 型ピンサー配位子を有するモリブデン触媒およびヨウ化サマリウムを用いた触媒的アンモニア合成反応における置換基効果
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 坂田 健, 戸田 広樹, 栗山 翔吾, 西林 仁昭
2. 発表標題 マンガン錯体を用いた触媒的アンモニア分解反応に関するDFT計算
3. 学会等名 第15回分子科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Toda, Ken Sakata, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Ruthenium-catalyzed oxidative conversion of ammonia into dinitrogen
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fanqiang Meng, Shogo Kuriyama, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Catalytic nitrogen fixation using rhenium-dinitrogen complex bearing PNP pincer ligands
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takayuki Itabashi, Kazuya Arashiba, Hiromasa Tanaka, Asuka Konomi, Kazunari Yoshizawa, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Synthesis and reactivity of bis(molybdenum trihalide) complexes bridged by ferrocene skeleton toward catalytic nitrogen fixation
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yulin Zhang, Yoshiaki Tanabe, Shogo Kuriyama, Yoshiaki Nishibayashi
2. 発表標題 Cooperative photoredox- and nickel-catalyzed alkylative cyclization reactions of alkynes with 4-alkyl-1,4-dihydropyridines
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fanqiang MENG, Shogo KURIYAMA, Yoshiaki NISHIBAYASHI
2. 発表標題 Catalytic Nitrogen Fixation by Using Rhenium Complexes
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 菅 雄翔、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 アニオン性 PCP型ピンサー配位子を有する鉄錯体の合成と C-Hホウ素化に対する反応性
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 AIWEI ZHAO, Hiroki Toda, Shogo KURIYAMA, Yoshiaki NISHIBAYASHI
2. 発表標題 Development of Cobalt-Catalyzed Ammonia Oxidation under Ambient Reaction Conditions
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒木 海仁、戸田 広樹、栗山 翔吾、兼賀 量一、姫田 雄一郎、坂田 健、西林 仁昭
2. 発表標題 ルテニウム錯体を用いた電気化学的条件下における触媒的なアンモニア酸化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂田 健、後藤 優衣、吉川 武司、西林 仁昭
2. 発表標題 光学活性硫黄架橋二核ルテニウム触媒を用いた不斉プロパルギル位置換反応に関する量子化学的研究
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shenglan WEI、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 アニオン性 PCP型ピンサー配位子を有するバナジウム錯体の合成と窒素固定に対する反応性
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田辺 資明、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデンピンサー錯体による窒素分子の触媒的ポリル化反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高瀬 颯人、板橋 隆行、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 ピンサー型配位子を有するモリブデンニトリド錯体を用いた有機アミド合成反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 光本 泰知、荒芝 和也、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデン錯体を用いた触媒的アンモニア合成反応における種々のサマリウム還元剤の検討
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野塚 悠斗、上山 和輝、芦田 裕也、荒芝 和也、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 可視光エネルギーを利用した触媒的窒素固定法の開発
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江木 晃人、田中 宏昌、西林 仁昭、吉澤 一成
2. 発表標題 置換基導入 PCP配位子を用いた触媒的アンモニア生成反応の理論的研究
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 令和3年度有機合成セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 MENG, Fanqiang; KURIYAMA, Shogo; TANAKA, Hiromasa; EGI, Akihito; YOSHIZAWA, Kazunari; NISHIBAYASHI, Yoshiaki
2. 発表標題 Catalytic Ammonia Formation by Dinitrogen-Bridged Dirhenium Complex Bearing PNP-Pincer Ligands under Mild Reaction Conditions
3. 学会等名 錯体化学会 第70回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 分子触媒を利用した革新的アンモニア合成及び関連反応の開発
3. 学会等名 エネルギーキャリア成果報告シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 アンモニアをエネルギーキャリアとして利用する「窒素社会」の実現に向けて
3. 学会等名 第2回次世代エネルギー産業連携研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 エネルギー資源の循環を実現するアンモニア合成法の開発
3. 学会等名 第9回化学・材料インキュベーション研究会（東京大学 総合研究奨励会）（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 「窒素社会」によるエネルギー資源革命
3. 学会等名 第42期近畿化学協会研修塾第5回（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 第32回万有札幌シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 物性化学研究会 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 ハーバー・ボッシュ法を超えるアンモニア合成法への挑戦
3. 学会等名 グリーンアンモニアコンソーシアム講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西林仁昭
2. 発表標題 触媒的プロパルギル位置換反応の開発と不斉反応への展開
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会 学術賞受賞講演 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗山 翔吾、加藤 孟、田中 宏昌、許斐 明日香、吉澤 一成、西林 仁昭
2. 発表標題 アニオン性PCP型ピンサー配位子を有する鉄窒素錯体を用いた触媒的窒素固定反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 光本 泰知、芦田 裕也、荒芝 和也、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデン錯体を用いた触媒的アンモニア合成反応におけるPNPピンサー配位子上の置換基効果
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 板橋 隆行、荒芝 和也、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 モリブデンニトリド錯体と炭素求電子剤との反応による含窒素有機化合物を指向したC-N結合生成反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江木 晃人、田中 宏昌、許斐 明日香、西林 仁昭、吉澤 一成
2. 発表標題 窒素架橋二核モリブデン錯体を用いた触媒的窒素固定反応の理論的研究
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸田 広樹、坂田 健、西林 仁昭
2. 発表標題 マンガン錯体を用いたアンモニアの触媒的酸化反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 FANQIANG MENG, SHOGO KURIYAMA, HIROMASA TANAKA, AKIHITO EGI, KAZUNARI YOSHIKAWA, YOSHIKI NISHIBAYASHI
2. 発表標題 Mechanistic study on rhenium-catalyzed ammonia formation from dinitrogen under mild reaction conditions
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 魏 勝藍、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 アニオン性PCP型ピンサー配位子を有するコバルト窒素錯体の合成と窒素固定に対する反応性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本旭, 荒芝和也, 浪花晋平, 加藤和男, 田中宏昌, 吉澤一成, 西林仁昭, 吉田寿雄
2. 発表標題 室温アンモニア生成反応に有効なPNP型ピンサー配位子を有するMo錯体触媒の時分割Dispersive XAS分析
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 張 煜林、田辺 資明、西林 仁昭
2. 発表標題 パラジウムおよび光電子移動触媒を用いたヨードアルケンと4-アルキル-1,4-ジヒドロピリジンの付加環化反応と反応機構の研究
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丁 皓為、栗山 翔吾、坂田 健、西林 仁昭
2. 発表標題 Hantzschエステルを用いたルテニウム触媒によるエナンチオ選択的なプロパルギル位還元反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田辺 資明、関口 義也、栗山 翔吾、西林 仁昭
2. 発表標題 ピロール骨格PNP型ピンサー配位子を有するモリブデン錯体の合成と反応性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 劉 詩堯、田辺 資明、栗山 翔吾、坂田 健、西林 仁昭
2. 発表標題 プロパルギルアルコール誘導体とヒドラゾンとの反応による触媒的環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 黒木 海仁、戸田 広樹、西林 仁昭
2. 発表標題 プロバルギルアルコール誘導体とヒドラゾンとの反応による触媒的環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻西林研究室 <a href="http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nishiba/">http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nishiba/</a>
---

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