

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05247

研究課題名（和文）分子-固体表面の直接相互作用による新しい固体触媒活性点の設計・構築

研究課題名（英文）Design and development of novel active sites on heterogeneous catalysts using direct interaction of molecules with solid surfaces

研究代表者

富重 圭一 (Tomishige, Keiichi)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：50262051

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 146,900,000円

研究成果の概要（和文）：固体触媒の開発は、持続可能な社会構築のための課題の一つである。本研究は、有効な新しい固体触媒活性点を、分子・クラスターと金属・金属酸化物の粒子表面との直接相互作用により構築することを目的とした。得られた知見を活用し、貴金属などの資源制約の厳しい元素の使用を低減する方法や安価な元素へ代替する方法論も見出した。バイオマスの還元反応や二酸化炭素の変換反応のための新しい固体触媒を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、固体触媒活性点の新しい構築法を提案するものであり、触媒開発法の指針となることが期待される。5年前と比較しても、カーボンニュートラルやカーボンリサイクルのための技術開発が急務となっている現在、二酸化炭素の変換やバイオマス資源の活用のための固体触媒開発がキーであると考えられている。本研究は、バイオマスの還元による燃料や化学品合成、二酸化炭素からの有用化学品合成を対象としており、直接的な貢献が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Development of solid catalysts will be connected to building sustainable society. The purpose of the research is the development of methods for the design of new effective catalytically active sites by the direct interaction between the surface of metals or metal oxides and molecules/clusters. The finding of the research will contribute to the decrease/substitution of expensive noble metals with limited availability by using cheap and abundant elements. The target catalytic reactions are related to the synthesis of useful chemicals from biomass and carbon dioxide.

研究分野：触媒化学

キーワード：固体触媒 バイオマス 二酸化炭素

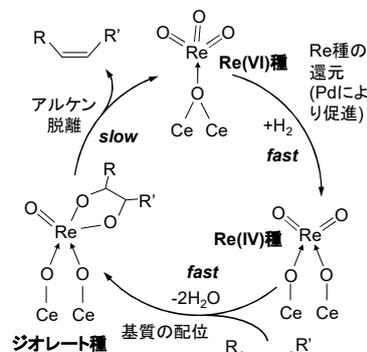
1. 研究開始当初の背景

固体触媒は石油精製や石油化学のプロセス、特に大量に高効率で生産するプロセスにおいて重要な役割を果たしてきた。将来に向けては、持続可能な資源や未利用資源から有用な化学品を合成することが重要となるが、従来技術をそのまま流用することは困難である。例えば、石油から得られる原料は、炭化水素で有り、酸素含有率が極めて低く、樹脂原料などの含酸素有用化合物を得るためには、酸化反応や水和反応といった酸素原子を導入する反応が用いられてきた。これに対して、持続可能なバイオマス資源はセルロースに代表されるように酸素含有率が非常に高く、有用な含酸素化合物を合成するためには、炭素-酸素結合水素化分解反応、水素化脱酸素反応、脱酸素脱水反応など、酸素含有率を減らす還元反応が必要となる。そのため、石油からバイオマスへの原料転換のためには、酸化から還元という真逆の技術が必要となるため、新しい触媒、反応、プロセスの開発がキーとなる。また、現在ほとんど利用されていない二酸化炭素を化学原料として用いて排出削減につなげようとする技術も新たに開発する必要があり、同様にこれまでにない新しい触媒、反応、プロセスの開発がキーとなる。

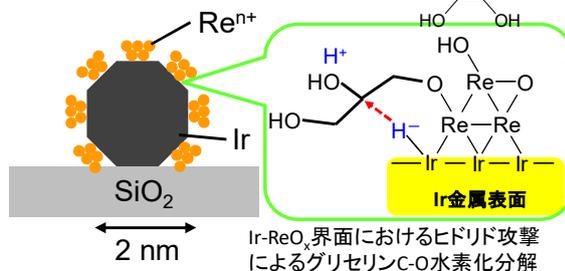
2. 研究の目的

触媒開発のキーとなる触媒活性点の設計は学術的に非常に重要な課題である。本研究は、酸化・還元や酸・塩基などの様々な反応に有効な新しい固体触媒活性点を、分子・クラスターと金属・金属酸化物の粒子表面との直接相互作用により構築することを目的とする。特に、分子・クラスターおよび金属・金属酸化物表面それぞれの単独の成分がもつ特性とは異なる触媒機能や性能を、2つの成分のシナジーにより創出させる新しい触媒設計法の確立を目指す。また、得られた知見を活用し、貴金属などの高価で資源制約の厳しい元素の使用を低減する方法や安価な元素へと代替する方法論も検討する。これらの課題について、触媒化学、表面化学、計算化学を駆使して取り組む。本研究の学術的「問い」は、固体触媒活性点をどのようにして設計・構築するのかということであり、触媒成分の選択や成分同士のシナジーの創出により新しい触媒の効率的な開発・探索を可能にする方法論を提案することへつながることを目標とする。本研究においては、単純に固体表面に触媒をリンカーで結びつけるというこれまでの方法論とは異なり、分子触媒(金属錯体や有機触媒など)を固体表面と直接相互作用させることで、単独では発現しない性能や機能をもった固体触媒の開発を目指す。特に、新しい固体触媒の開発がもたらすプロセス革新(例えば多段階反応からワンポット反応)と原料転換(バイオマスや二酸化炭素などの現在の未利用資源の活用)で、将来の二酸化炭素排出大幅削減につなげたい。具体的な研究対象とする触媒及び反応系は、これまで研究代表者が見出してきたシーズ触媒と関連する以下の3種類である。

(1) レニウム分子触媒が酸化セリウム表面と直接相互作用することで、活性・還元剤という点で新しい固体触媒が創出されたととらえられることができる、PdやAuなどの金属ナノ粒子で修飾した酸化セリウム担持酸化レニウム触媒 ($\text{ReO}_x\text{-M/CeO}_2$ ($\text{M}=\text{Pd, Au}$))。有効な触媒反応は、隣接する水酸基を同時除去し、炭素-炭素二重結合を形成する脱酸素脱水反応である。反応スキームを右図に示す。酸化セリウム上の孤立した高原子価酸化レニウム種が触媒活性中心となっていることなどが示唆されていた。本研究により、 $\text{ReO}_x\text{-M/CeO}_2$ の適用性評価・機構解明と同時に、代替金属の開発を行う。



(2) 低原子価遷移金属酸化物種(単核 or クラスター) (Re, Mo, W, V など) が金属表面上に直接相互作用して形成した界面、例えば、 Ir-ReO_x , Rh-ReO_x , Rh-MoO_x などがグリセリンなどの炭素-酸素結合の選択的な水素化分解反応に高い性能を示す。水素分子の不均等解離によりヒドライド(H^-)とプロトン(H^+)が生成、特に金属-金属酸化物界面に H^- が生成し、この H^- が吸着基質分子中の炭素原子を求核的に攻撃することで C-O 結合が切断されることが示唆されている(右上図)。本研究では、構造解析・機構解明と同時に、活性構造構築法の開発、貴金属量低減・代替のための触媒開発を行う。



(3) 酸化物表面と塩基性有機分子の直接相互作用を活用した触媒活性点の構築については、これまで、塩基性有機分子として2-シアノピリジン、酸化物表面として酸化セリウムを用いると、二酸化炭素とアルコールからの有機カーボネート合成反応などの反応に対して、単独成分の

水素化を抑制できることを明らかにした。さらに、より安価な Ni の活用を検討し、直接担持触媒 $\text{ReO}_x\text{-Ni/CeO}_2$ 触媒では高い触媒特性は得られないのに対して、前還元処理した Ni/CeO_2 触媒を $\text{ReO}_x\text{/CeO}_2$ と単に物理混合した触媒では高い脱酸素脱水活性が得られることを示した (2)。Ni 種と Re 種の距離が近い、例えば、同じ酸化セリウム粒子上にのっている場合には、Re 種が Ni 種と相互作用してしまい、DODH 活性点とならないと説明される。興味深い点は、Ni 粒子と Re 種の距離が遠くても、Ni 上で活性化された水素種が表面拡散し、Re 種を還元できると考えられる。さらに、Re 代替の目的で、安価で豊富なモリブデンを用いた触媒の開発を行った。担体としては、anatase の TiO_2 が適しており、 $\text{MoO}_x\text{-Au/TiO}_2$ 触媒が水素を還元剤とする脱酸素脱水触媒となることを示した (3)。

(2) 金属表面上の低原子価遷移金属酸化物種を触媒とするバイオマス関連化合物の炭素-酸素結合水素化分解

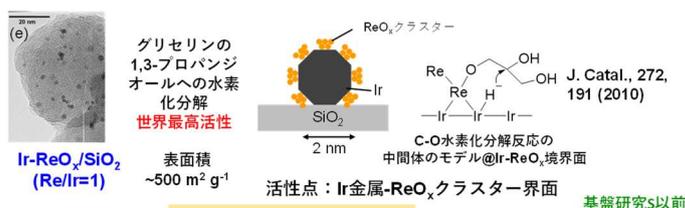
Ir-ReO_x 触媒はこれまで SiO_2 を担体として調製されてきたが、ルチル TiO_2 を担体として調製すると特徴的な構造を与えることが分かった。6 m² g⁻¹ 程度の比較的小さな比表面積を持ったルチル TiO_2 を担体として $\text{Ir-ReO}_x\text{/TiO}_2$ を調製したところ、非常に小さな (< 2 nm) Ir 金属ナノ粒子が TiO_2 表面上を均質に覆うように担持され、Ir 金属ナノ粒子が高密度な構造を与え、酸化レニウムのクラスターが Ir 金属粒子の間でシェアできるような構造をとっていることが示唆された。この $\text{Ir-ReO}_x\text{/TiO}_2$ (4 wt% Ir) 触媒は、g-Ir あたりの活性で、従来報告してきた $\text{Ir-ReO}_x\text{/SiO}_2$ (4 wt% Ir) 触媒の 1,3-プロパンジオール生成速度に対して 5 倍程度高活性な触媒であり、世界最高活性のグリセリン水素化分解触媒と位置付けることができる (4)。また、高密度化することで、Re の最適量を 1/4 程度で済むことが示された。また、ルチル TiO_2 表面上に高密度で存在する Ir 金属粒子表面を Fe イオンで修飾した触媒では、 Ir-ReO_x とは全く異なる選択率を示し、エリスリトールの水素化分解で 2,3-ブタンジオールを与え、外側の $\text{CH}_2\text{-OH}$ 中の C-O 結合をより優先的に水素化分解できることを示した (5)。

モデル触媒として調製した $\text{Rh-MoO}_x\text{/C}$ 触媒の水素還元挙動を準大気圧 XPS (NAP-XPS) で Rh, Mo, O の化学状態の追跡を行ったところ、まず Rh の金属への還元が室温程度から進行し、引き続いて Mo が 6 価から 4 価へ還元されるのに伴って Mo=O に帰属される酸化物イオンおよび M-OH に帰属されるピーク強度は減少するが、反応温度でも観測される。これらの挙動から、モデル構造を提案し、これは、EXAFS、吸着量測定、TEM、XRD 等の結果だけでなく、DFT からサポートされるものであった (6)。

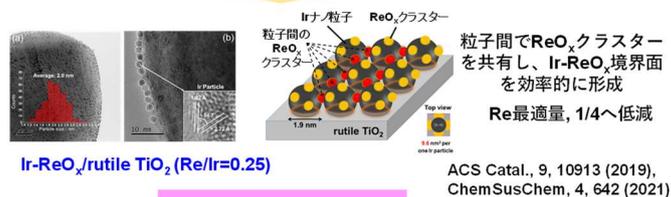
(3) 酸化物表面と塩基性有機分子の直接相互作用による強塩基点の構築: CeO_2 + 2-シアノピリジン系

酸化セリウムと 2-シアノピリジンを組み合わせた触媒系は、二酸化炭素と様々なアルコールからの有機カーボネート合成に有効であることが示されてきた。この中で酸化セリウム上に直接相互作用した 2-シアノピリジン(2-cp)から強塩基点が示唆されてきた。本研究では、NAP-XPS

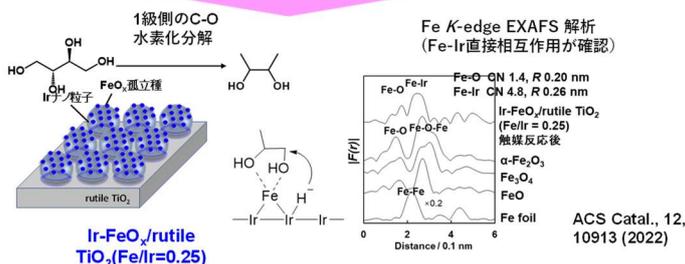
低原子価遷移金属酸化物種 (単核 or クラスタ) (Re, Mo, W, V など) が金属表面上に直接相互作用して形成した界面が活性点となる触媒 C-O 水素化分解用金属酸化物修飾固体触媒研究の進展の概要



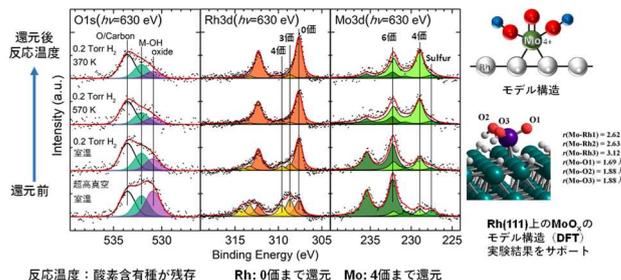
低表面積 rutile TiO₂ への Ir 金属ナノ粒子の高密度化 (6 m² g⁻¹)



高密度な Ir 微粒子への Fe イオン修飾



Rh-MoO_x/C の XPS 測定結果とモデル構造 J. Phys. Chem. C 125, 4540-4549 (2021)

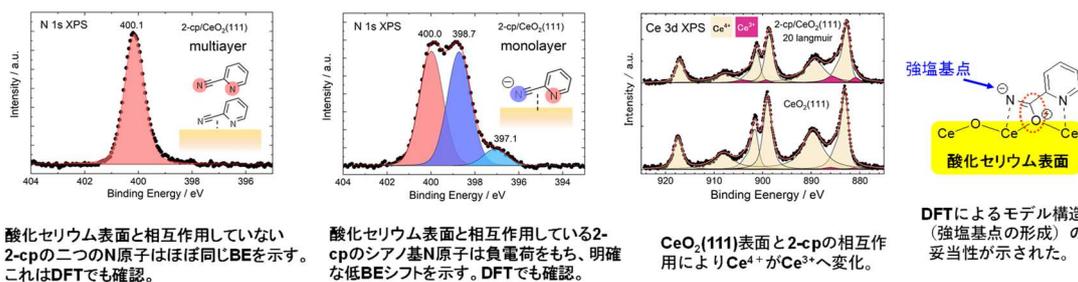


測定で強塩基点の形成をキャッチすることを目指した。具体的には Cu(111)表面上に蒸着法で 1.2 nm の膜厚を持った CeO₂(111)を作成した。これに 2-シアノピリジンと共存させて、XPS を測定した。

CeO₂と相互作用していない2-cpと比較して、CeO₂と相互作用することで、2-cpのCN基中のNのシグナルの低Binding Energy (BE) 側へのシフトが観測された。また、Ce 3d XPSでは、2-cpと相互作用することで、Ce⁴⁺がCe³⁺のように変化することも観測された。これらの実験結果は、直接相互作用による強塩基点生成のモデル構造の妥当性を示した。

次に、2-シアノピリジンが脱水剤として働いた際に生成するピコリンアミドは、脱水反応により2-シアノピリジンに再生する難易度が高く、より再生しやすい有機脱水剤の開発が重要となっている。本研究では、2-フロニトリルを脱水剤として用いた二酸化炭素とアルコールからの有機カーボネート合成について検討した。二酸化炭素と1,6-ヘキサ

CeO₂(111)への2-シアノピリジン(2-cp)のXPS測定結果：相互作用による強塩基点の形成



ンジオールからのポリカーボネート合成などについて検討した。2-シアノピリジンを用いた時には重合度が9程度であったのに対して、2-フロニトリルを用いた場合には、重合度が顕著に増加し、約2から3倍程度大きなものが合成できることを示した。また、二酸化炭素とモノアルコールからの炭酸ジアルキル合成について、2-シアノピリジンと2-フロニトリルを用いた場合を比較した。メタノールでは、2-シアノピリジンが優れた脱水剤となるが、一方で、アルキル基がより大きな、1-プロパノールや1-ブタノールでは、2-フロニトリルがより高い性能を示している。2級アルコールである2-プロパノールではその差は非常に大きく、2-フロニトリルでないと高い収率で対応するカーボネートを与えないことが分かった。結論として、2-フロニトリルは汎用性の高い脱水剤であることがわかる。DFT計算による吸着状態の計算を踏まえて、2-シアノピリジンはCeO₂上への吸着が強く、被覆率が高くなっているため、反応場が小さくなりすぎて反応が進行しにくくなるのに対して、2-フロニトリルでは、吸着が弱く、十分広い反応場を提供でき、かさ高いアルコールでも容易に反応できると説明される。

参考文献

- ① Kosuke Yamaguchi, Ji Cao, Mii Betchaku, Yoshinao Nakagawa, Masazumi Tamura, Akira Nakayama, Mizuho Yabushita, Keiichi Tomishige, Deoxydehydration of Biomass-Derived Polyols Over Silver-Modified Ceria-Supported Rhenium Catalyst with Molecular Hydrogen, *ChemSusChem*, 15, e202102663 (2022)
- ② Kosuke Yamaguchi, Yoshinao Nakagawa, Congcong Li, Mizuho Yabushita, Keiichi Tomishige Utilization of Ni as Non-noble-metal Co-catalyst for Ceria-supported Rhenium Oxide in Combination of Deoxydehydration and Hydrogenation of Vicinal Diols, *ACS Catal.*, 12, 12582-12595 (2022)
- ③ Schanth Hacatran, Lujie Liu, Jianxing Gan, Yoshinao Nakagawa, Ji Cao, Mizuho Yabushita, Masazumi Tamura, Keiichi Tomishige, Titania-supported molybdenum oxide combined with Au nanoparticles as a hydrogen-driven deoxydehydration catalyst of diol compounds, *Catal. Sci. Technol.*, 12, 2146-2161 (2022)
- ④ Lujie Liu, Takehiro Asano, Yoshinao Nakagawa, Masazumi Tamura, Kazu Okumura, Keiichi Tomishige, Selective Hydrogenolysis of Glycerol to 1,3-Propanediol over Rhenium-oxide-Modified Iridium Nanoparticles Coating Rutile Titania Support, *ACS Catal.*, 9, 10913-10930 (2019)
- ⑤ Ben Liu, Yoshinao Nakagawa, Congcong Li, Mizuho Yabushita, Keiichi Tomishige, Selective C-O Hydrogenolysis of Terminal C-OH Bond in 1,2-Diols over Rutile-Titania-Supported Iridium-Iron Catalysts, *ACS Catal.*, 12, 15431-15450 (2022)
- ⑥ Ryo Toyoshima, Jumpei Kawai, Kazuhisa Isegawa, Hiroshi Kondoh, Anchalee Junkaew, Akira Nakayama, Takehiro Asano, Masazumi Tamura, Yoshinao Nakagawa, Mizuho Yabushita, Keiichi Tomishige, Detailed Characterization of MoO_x-Modified Rh Metal Particles by Ambient-Pressure XPS and DFT Calculations, *J. Phys. Chem. C*, 125, 4540-4549 (2021)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計49件（うち査読付論文 49件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nakagawa Yoshinao, Hayasaka Hiroki, Asano Takehiro, Tamura Masazumi, Okumura Kazu, Tomishige Keiichi	4. 巻 523
2. 論文標題 One-pot production of dioctyl ether from 1,2-octanediol over rutile-titania-supported palladium-tungsten catalyst	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Molecular Catalysis	6. 最初と最後の頁 111208 ~ 111208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mcat.2020.111208	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 Nagasaki Yo hei, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 14
2. 論文標題 Dehydration of Amides to Nitriles over Heterogeneous Silica Supported Molybdenum Oxide Catalyst	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemCatChem	6. 最初と最後の頁 e202101846
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cctc.202101846	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 Yamaguchi Kosuke, Cao Ji, Betchaku Mii, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Nakayama Akira, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 15
2. 論文標題 Deoxydehydration of Biomass Derived Polyols Over Silver Modified Ceria Supported Rhenium Catalyst with Molecular Hydrogen	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 e202102663
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.202102663	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 Bai Jia-qi, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Unique catalytic properties of Ni-Ir alloy for the hydrogenation of N-heteroaromatics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Catalysis Science & Technology	6. 最初と最後の頁 2420 ~ 2425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CY00383J	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 Gu Yu, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Ando Eiji, Tomishige Keiichi	4. 巻 410
2. 論文標題 Effect of flue gas impurities in carbon dioxide from power plants in the synthesis of isopropyl N-phenylcarbamate from CO ₂ , aniline, and 2-propanol using CeO ₂ and 2-cyanopyridine	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Catalysis Today	6. 最初と最後の頁 19 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cattod.2022.03.033	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 Tamura Masazumi, Yugeta Kohei, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 20
2. 論文標題 Hydrogenation of n-octanoic acid over the MoPt alloy of Mo-Pt/SiO ₂ catalyst under solvent-free conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 6196 ~ 6200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D20B00824F	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 Tomishige Keiichi, Yabushita Mizuho, Cao Ji, Nakagawa Yoshinao	4. 巻 24
2. 論文標題 Hydrodeoxygenation of potential platform chemicals derived from biomass to fuels and chemicals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 5652 ~ 5690
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2GC01289H	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 Peng Jie, Yabushita Mizuho, Li Yingai, Fujii Ryotaro, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 643
2. 論文標題 CeO ₂ -catalyzed transformation of various amine carbamates into organic urea derivatives in corresponding amine solvent	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Catalysis A: General	6. 最初と最後の頁 118747 ~ 118747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcata.2022.118747	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 Yamaguchi Kosuke, Nakagawa Yoshinao, Li Congcong, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Utilization of Ni as a Non-Noble-Metal Co-catalyst for Ceria-Supported Rhenium Oxide in Combination of Deoxydehydration and Hydrogenation of Vicinal Diols	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 12582 ~ 12595
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.2c03042	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 Ben, Nakagawa Yoshinao, Li Congcong, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Selective C-O Hydrogenolysis of Terminal C-OH Bond in 1,2-Diols over Rutile-Titania-Supported Iridium-Iron Catalysts	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 15431 ~ 15450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.2c04499	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 Fujii Ryotaro, Yabushita Mizuho, Asada Daiki, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Takahashi Atsushi, Nakayama Akira, Tomishige Keiichi	4. 巻 13
2. 論文標題 Continuous Flow Synthesis of 2-Imidazolidinone from Ethylenediamine Carbamate in Ethylenediamine Solvent over the CeO ₂ Catalyst: Insights into Catalysis and Deactivation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 1562 ~ 1573
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.2c05721	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 Chen Jiatang, Kawai Jumpei, Ozawa Kosei, Toyoshima Ryo, Tomishige Keiichi, Kondoh Hiroshi	4. 巻 126
2. 論文標題 Substrate Effect of Ir and Rh on Surface ReO _x Species under a Hydrogen Atmosphere Studied by NAP-XPS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 11544 ~ 11552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c02018	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 Hosaka Ryu, Asada Daiki, Cao Ji, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi, Hasegawa Jun-ya, Nakayama Akira	4. 巻 126
2. 論文標題 Reaction Mechanism of Deoxydehydration by Ceria-Supported Monomeric Rhenium Catalysts: A Computational Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 11566 ~ 11573
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c02944	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 Asada Daiki, Ikeda Tatsushi, Muraoka Koki, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi, Nakayama Akira	4. 巻 126
2. 論文標題 Density Functional Theory Study of Deoxydehydration Reaction by TiO ₂ -Supported Monomeric and Dimeric Molybdenum Oxide Catalysts	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 20375 ~ 20387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c06018	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 Betchaku Mii, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Miura Yasutomo, Iida Shinya, Tomishige Keiichi	4. 巻 218
2. 論文標題 Catalytic performance of hydrotalcite-like-compound-derived Ni-metal alloy catalyst for toluene reforming with gasoline engine exhaust model gas as reforming agent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fuel Processing Technology	6. 最初と最後の頁 106837 ~ 106837
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fuproc.2021.106837	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 Lujie, Cao Ji, Nakagawa Yoshinao, Betchaku Mii, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 23
2. 論文標題 Hydrodeoxygenation of C ₄ -C ₆ sugar alcohols to diols or mono-alcohols with the retention of the carbon chain over a silica-supported tungsten oxide-modified platinum catalyst	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 5665 ~ 5679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1GC01486B	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 Nakagawa Yoshinao, Kuwata Ayaka, Yamaguchi Kosuke, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 60
2. 論文標題 Adsorption of Keggin-Type Polyoxometalates on Rh Metal Particles under Reductive Conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12413 ~ 12424
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c01644	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 Tamura Masazumi, Sagawa Eiji, Nakayama Akira, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Hydrogen Atom Abstraction by Heterogeneous-Homogeneous Hybrid Catalyst of CeO ₂ and 2-Cyanopyridine via Redox of CeO ₂ for C-H Bond Oxidation with Air	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 11867 ~ 11872
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c03757	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 Peng Jie, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Fujii Ryotaro, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 6
2. 論文標題 CeO ₂ -Catalyzed Synthesis of 2-Imidazolidinone from Ethylenediamine Carbamate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 27527 ~ 27535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.1c04516	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 Li Congcong, Nakagawa Yoshinao, Yabushita Mizuho, Nakayama Akira, Tomishige Keiichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Guaiacol Hydrodeoxygenation over Iron-Ceria Catalysts with Platinum Single-Atom Alloy Clusters as a Promoter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 12794 ~ 12814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c03539	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 Tamura Masazumi, Hiwatashi Daiki, Gu Yu, Nakayama Akira, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 54
2. 論文標題 Organic compound modification of CeO ₂ and 2-cyanopyridine hybrid catalyst in carbonate synthesis from CO ₂ and alcohols	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of CO ₂ Utilization	6. 最初と最後の頁 101744 ~ 101744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcou.2021.101744	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 Betchaku Mii, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Miura Yasutomo, Iida Shinya, Tomishige Keiichi	4. 巻 225
2. 論文標題 Combination of hydrotalcite-like-compound-derived Ni-Fe/Mg/Al and ceria-supported Rh catalysts for fuel reforming in exhaust gas recirculation system of gasoline engine	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Fuel Processing Technology	6. 最初と最後の頁 107061 ~ 107061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fuproc.2021.107061	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 Tamura Masazumi, Hayashigami Nao, Nakayama Akira, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Heterogeneous Enantioselective Hydrogenation of Ketones by 2-Amino-2-hydroxy-1,1-bis(naphthyl)-Modified CeO ₂ -Supported Ir Nanoclusters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 868 ~ 876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c04427	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 Ben, Sekine Naoyuki, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Synthesis of Secondary Monoalcohols from Terminal Vicinal Alcohols over Silica-Supported Rhenium-Modified Ruthenium Catalyst	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 1220 ~ 1231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.1c07023	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 Hacatryan Schanth, Liu Lujie, Gan Jianxing, Nakagawa Yoshinao, Cao Ji, Yabushita Mizuho, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Titania-supported molybdenum oxide combined with Au nanoparticles as a hydrogen-driven deoxydehydration catalyst of diol compounds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Catalysis Science & Technology	6. 最初と最後の頁 2146 ~ 2161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CY02144C	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 Wang Tianmiao, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Okumura Kazu, Tomishige Keiichi	4. 巻 5
2. 論文標題 Tungsten-zirconia-supported rhenium catalyst combined with a deoxydehydration catalyst for the one-pot synthesis of 1,4-butanediol from 1,4-anhydroerythritol	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Reaction Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 1237 ~ 1250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RE00085J	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 Hatakeyama Kosuke, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 22
2. 論文標題 Efficient production of adipic acid from 2-methoxycyclohexanone by aerobic oxidation with a phosphotungstic acid catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 4962 ~ 4974
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0GC01277G	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 Asano Takehiro, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 602
2. 論文標題 Hydrogenolysis of tetrahydrofuran-2-carboxylic acid over tungsten-modified rhodium catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Catalysis A: General	6. 最初と最後の頁 117723 ~ 117723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcata.2020.117723	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 Betchaku Mii, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 209
2. 論文標題 Reforming of toluene with simulated automobile exhaust gas over hydrotalcite-like-compound-derived Ni catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fuel Processing Technology	6. 最初と最後の頁 106545 ~ 106545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fuproc.2020.106545	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 Cao Ji, Tamura Masazumi, Hosaka Ryu, Nakayama Akira, Hasegawa Jun-ya, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Mechanistic Study on Deoxydehydration and Hydrogenation of Methyl Glycosides to Dideoxy Sugars over a ReOx-Pd/CeO2 Catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 12040 ~ 12051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.0c02309	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 Chang Tao, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Fukaya Norihisa, Choi Jun-Chul, Mishima Takayoshi, Matsumoto Seiji, Hamura Satoshi, Tomishige Keiichi	4. 巻 22
2. 論文標題 An effective combination catalyst of CeO2 and zeolite for the direct synthesis of diethyl carbonate from CO2 and ethanol with 2,2-diethoxypropane as a dehydrating agent	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 7321 ~ 7327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0GC02717K	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 Congcong, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Nakayama Akira, Tomishige Keiichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Hydrodeoxygenation of Guaiacol to Phenol over Ceria-Supported Iron Catalysts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 14624 ~ 14639
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.0c04336	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 Gu Minyan, Liu Lujie, Nakagawa Yoshinao, Li Congcong, Tamura Masazumi, Shen Zheng, Zhou Xuefei, Zhang Yalei, Tomishige Keiichi	4. 巻 14
2. 論文標題 Selective Hydrogenolysis of Erythritol over Ir-ReOx/Rutile-TiO2 Catalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 642 ~ 654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.202002357	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 Toyoshima Ryo, Kawai Jumpei, Isegawa Kazuhisa, Kondoh Hiroshi, Junkaew Anchalee, Nakayama Akira, Asano Takehiro, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Yabushita Mizuho, Tomishige Keiichi	4. 巻 125
2. 論文標題 Detailed Characterization of MoOx-Modified Rh Metal Particles by Ambient-Pressure XPS and DFT Calculations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 4540 ~ 4549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c10380	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 Bai Jia-qi, Tamura Masazumi, Nakayama Akira, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Comprehensive Study on Ni- or Ir-Based Alloy Catalysts in the Hydrogenation of Olefins and Mechanistic Insight	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 3293 ~ 3309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.0c04615	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 Lujie, Asano Takehiro, Nakagawa Yoshinao, Gu Minyan, Li Congcong, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 292
2. 論文標題 Structure and performance relationship of silica-supported platinum-tungsten catalysts in selective C-O hydrogenolysis of glycerol and 1,4-anhydroerythritol	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Catalysis B: Environmental	6. 最初と最後の頁 120164 ~ 120164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcatb.2021.120164	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 Miyagawa Akari, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 471
2. 論文標題 Demethoxylation of hydrogenated derivatives of guaiacol without external hydrogen over platinum catalyst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Catalysis	6. 最初と最後の頁 60 ~ 70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mcat.2019.03.019	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 Asano Takehiro, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 7
2. 論文標題 Structure and Mechanism of Titania-Supported Platinum-Molybdenum Catalyst for Hydrodeoxygenation of 2-Furancarboxylic Acid to Valeric Acid	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 9601 ~ 9612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.9b01104	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 Wang Tianmiao, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Preparation of Highly Active Monometallic Rhenium Catalysts for Selective Synthesis of 1,4-Butanediol from 1,4-Anhydroerythritol	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 3615 ~ 3626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.201900900	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 Lujie, Kawakami Shota, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 256
2. 論文標題 Highly active iridium-rhenium catalyst condensed on silica support for hydrogenolysis of glycerol to 1,3-propanediol	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Catalysis B: Environmental	6. 最初と最後の頁 117775 ~ 117775
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcatb.2019.117775	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 Bai Jia-qi, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 55
2. 論文標題 A nickel-iridium alloy as an efficient heterogeneous catalyst for hydrogenation of olefins	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 10519 ~ 10522
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC04822G	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 Nakaji Yosuke, Kobayashi Daisuke, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Okumura Kazu, Tomishige Keiichi	4. 巻 123
2. 論文標題 Mechanism of Formation of Highly Dispersed Metallic Ruthenium Particles on Ceria Support by Heating and Reduction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 20817 ~ 20828
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b00515	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 Gu Yu, Miura Ayaka, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 7
2. 論文標題 Highly Efficient Synthesis of Alkyl N-Arylcarbamates from CO ₂ , Anilines, and Branched Alcohols with a Catalyst System of CeO ₂ and 2-Cyanopyridine	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 16795 ~ 16802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.9b04318	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 Lujie, Asano Takehiro, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Okumura Kazu, Tomishige Keiichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Selective Hydrogenolysis of Glycerol to 1,3-Propanediol over Rhenium-Oxide-Modified Iridium Nanoparticles Coating Rutile Titania Support	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 10913 ~ 10930
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.9b03824	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 Asano Takehiro, Takagi Hiroshi, Nakagawa Yoshinao, Tamura Masazumi, Tomishige Keiichi	4. 巻 21
2. 論文標題 Selective hydrogenolysis of 2-furancarboxylic acid to 5-hydroxyvaleric acid derivatives over supported platinum catalysts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 6133 ~ 6145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9GC03315G	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 Krishna Siddarth H., Cao Ji, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, De Bruyn Mario, Jacobson Graeme S., Weckhuysen Bert M., Dumesic James A., Tomishige Keiichi, Huber George W.	4. 巻 8
2. 論文標題 Synthesis of Hexane-Tetrols and -Triols with Fixed Hydroxyl Group Positions and Stereochemistry from Methyl Glycosides over Supported Metal Catalysts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 800 ~ 805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.9b04634	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 Tamura Masazumi, Matsuda Keitaro, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 54
2. 論文標題 Ring-opening polymerization of trimethylene carbonate to poly(trimethylene carbonate) diol over a heterogeneous high-temperature calcined CeO ₂ catalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 14017 ~ 14020
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cc08405j	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 Gu Yu, Matsuda Keitaro, Nakayama Akira, Tamura Masazumi, Nakagawa Yoshinao, Tomishige Keiichi	4. 巻 7
2. 論文標題 Direct Synthesis of Alternating Polycarbonates from CO ₂ and Diols by Using a Catalyst System of CeO ₂ and 2-Furionitrile	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 6304 ~ 6315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.8b06870	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 Cao Ji、Tamura Masazumi、Nakagawa Yoshinao、Tomishige Keiichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Direct Synthesis of Unsaturated Sugars from Methyl Glycosides	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 3725 ~ 3729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.9b00589	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148件 (うち招待講演 30件 / うち国際学会 59件)

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Catalytic conversion of sugars and sugar alcohols using heterogeneous deoxydehydration catalysts and hydrogen
3. 学会等名 26th Canadian Symposium on Catalysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三原祥元・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム触媒を用いた二酸化炭素を吸収したベンジルアミンとアルコールからのカーバメート合成
3. 学会等名 石油学会第64回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藪下瑞帆・彭潔・李英愛・藤井亮太郎・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム触媒およびアミン溶媒を用いたCO ₂ 吸収アミンからの尿素誘導体合成
3. 学会等名 第11回JAC1/GSCシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ben LIU, Naoyuki SEKINE, Yoshinao NAKAGAWA, Masazumi TAMURA, Mizuho YABUSHITA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Synthesis of secondary mono-alcohols from terminal vicinal alcohols over Ru-ReOx/SiO2 catalyst
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Congcong LI, Yoshinao NAKAGAWA, Mizuho YABUSHITA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Selective hydrodeoxygenation of guaiacol to phenolic compounds over iron-ceria-based catalysts with platinum single-atom alloy clusters as a promoter
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kairi ONODERA, Yosuke NAKAJI, Mizuho YABUSHITA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Vapor-phase dehydration of 1,4-butanediol using cerium oxide catalyst
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kota HASAMA, Takehiro ASANO, Yoshinao NAKAGAWA, Masazumi TAMURA, Mizuho YABUSHITA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Hydrogenolysis of tetrahydrofuran-2-carboxylic acid over tungsten-modified rhodium catalyst
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshinao NAKAGAWA, Kosuke HATAKEYAMA, Masazumi TAMURA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Production of adipic acid by aerobic oxidation of 2-methoxycyclohexanone with H33PW12O40 catalyst
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shogen MIHARA, Jie PENG, Masazumi TAMURA, Mizuho YABUSHITA, Ryotaro FUJII, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Synthesis of 2-imidazolidinone from ethylenediamine carbamate by CeO ₂ catalyst without external CO ₂ addition
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koki HASHIMOTO, Yoshinao NAKAGAWA, Mizuho YABUSHITA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Aerobic oxidative cleavage of 2-hydroxycyclohexanone to 2-hydroxyadipic acid
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Peilang LI, Wen SUN, Marina OIKAWA, Mizuho YABUSHITA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Comparison of CeO ₂ -catalyzed synthesis of dialkyl carbonate from CO ₂ and alcohol using 2-furionitrile and 2-cyanopyridine as dehydrating agent
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ji CAO, Masazumi TAMURA, Akira NAKAYAMA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Deoxydehydration and hydrogenation of methyl glycosides to dideoxy sugars over ReO _x -Pd/CeO ₂ catalyst
3. 学会等名 TOCAT9 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Non-reductive CO ₂ conversion to carbonates, carbamates, and ureas catalyzed by CeO ₂ under low CO ₂ pressure
3. 学会等名 TOCAT9 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshinao Nakagawa・Hiroki Hayasaka・Masazumi Tamura・Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Reduction of 1,2-octanediol to dioctyl ether over W _{0x} -Pd/TiO ₂ catalyst
3. 学会等名 ICEC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shogen Mihara, Mizuho Yabushita, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Carbamate synthesis from CO ₂ -captured amine and alcohol over CeO ₂ catalyst
3. 学会等名 Post Symposium of TOCAT9 in Sendai (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kairi Onodera, Yosuke Nakaji, Mizuho Yabushita, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Synthesis of 1,3-butadiene by dehydration of 1,4-butanediol over CeO ₂ catalyst
3. 学会等名 Post Symposium of TOCAT9 in Sendai (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三原祥元、藪下瑞帆、中川善直、富重圭一
2. 発表標題 CeO ₂ 触媒によるCO ₂ 吸収アミンとアルコールからのカーバメート合成
3. 学会等名 第130回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤井亮太郎、藪下瑞帆、中川善直、富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム触媒を用いた固定床連続反応によるエチレンジアミンカルバメートからの2-イミダゾリジノンの合成
3. 学会等名 第130回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富重圭一
2. 発表標題 バイオマス関連化合物の水素化脱酸素のための触媒と反応系の開発
3. 学会等名 第130回触媒討論会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 迫間滉太、中川善直、藪下瑞帆、富重圭一
2. 発表標題 2,5-フランジカルボン酸から2-ヒドロキシアジピン酸への水素化分解用触媒の開発
3. 学会等名 第130回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朝田大生、池田龍志、村岡恒輝、中川善直、富重圭一、中山哲
2. 発表標題 脱酸素脱水反応におけるMoOxHy/TiO2触媒の構造および反応機構に関する理論的研究
3. 学会等名 第11回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 遠藤昂晶、池田龍志、村岡恒輝、中山哲
2. 発表標題 酸化セリウム触媒によるニトリル水和反応の多次元自由エネルギー解析
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林太郎、池田龍志、村岡恒輝、中山哲
2. 発表標題 固体酸化物 / 液相界面に適用可能なニューラルネットワーク・ポテンシャルの構築
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朝田大生, 池田龍志, 村岡恒輝, 中川善直, 富重圭一, 中山哲
2. 発表標題 酸化チタン担持モリブデン触媒を用いた脱酸素脱水反応の理論的研究
3. 学会等名 第130回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大淵みな美、豊島遼、村野由羽、富重圭一、近藤寛
2. 発表標題 金ナノ粒子がセリア担持レニウム触媒表面の水素スピルオーバーに与える効果
3. 学会等名 2022年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小野寺海里・中路洋輔・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム触媒を用いた 1,4-ブタンジオールの脱水による 1,3-ブタジエン合成
3. 学会等名 石油学会第63回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長崎陽平・田村正純・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 シリカ担持酸化モリブデンを用いた2-フルアミドの脱水による2-フロニトリル合成
3. 学会等名 2021年度触媒学会西日本支部第12回触媒科学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小野寺海里・中路洋輔・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム触媒を用いた1,4-ブタンジオールの脱水反応
3. 学会等名 第128回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口功祐・中川善直・田村正純・藪下瑞帆・富重圭一
2. 発表標題 銀修飾セリア担持レニウム触媒を用いたエリスリトールから1,3-ブタジエンへの脱酸素脱水反応
3. 学会等名 第128回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長崎陽平・田村正純・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 2-フルアミド脱水用シリカ担持酸化モリブデン触媒の構造と反応機構解明
3. 学会等名 第128回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 常陶・藪下瑞帆・田村正純・中川善直・三島崇禎・松本清児・羽村敏・富重圭一
2. 発表標題 CeO ₂ 触媒を用いたCO ₂ とエタノールからのジエチルカーボネート直接合成におけるエステルとゼオライトの添加効果の検討
3. 学会等名 第128回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jie Peng・田村正純・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 CeO ₂ 触媒を用いるエチレンジアミンカルバメートからの2-イミダゾリジノン直接合成
3. 学会等名 第128回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Production of biomass-derived C4 chemicals via erythritol by deoxydehydration and hydrogenolysis
3. 学会等名 第1回日中触媒シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本浩基・中川善直・藪下瑞帆・富重圭一
2. 発表標題 分子状酸素による 2-ヒドロキシシクロヘキサノンから 2-ヒドロキシアジピン酸への酸化的開裂
3. 学会等名 第 54 回酸化反応討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム触媒を用いた二酸化炭素の非還元的変換
3. 学会等名 第1回二酸化炭素変換触媒研究会講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺田ひかり・彭潔・田村正純・藪下瑞帆・藤井亮太郎・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 CeO ₂ 触媒を用いたCO ₂ 由来のエチレンジアミンカーバメートからの環状尿素化合物合成
3. 学会等名 第51回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kosuke Yamaguchi, Ji Cao, Yoshinao Nakagawa, Masazumi Tamura, Mizuho Yabushita, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Deoxydehydration of Biomass-derived Polyols over ReO _x -Ag/CeO ₂ catalyst with Molecular Hydrogen
3. 学会等名 The 18th Japan-Korea Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tao Chang, Mizuho Yabushita, Masazumi Tamura, Yoshinao Nakagawa, Takayoshi Mishima, Seiji Matsumoto, Satoshi Hamura, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 A zeolite-assisted acetal hydrolysis system for the direct synthesis of diethyl carbonate from CO ₂ and ethanol over CeO ₂ catalyst
3. 学会等名 The 18th Japan-Korea Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Nagasaki, Masazumi Tamura, Mizuho Yabushita, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Dehydration of various amide to nitriles over silica-supported metal oxide catalyst
3. 学会等名 The 18th Japan-Korea Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Non-reductive conversion of carbon dioxide using alcohols and amines catalyzed by ceria
3. 学会等名 Pacifichem2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Catalytic deoxydehydration of methyl glycosides with cis-vicinal OH groups using ceria-supported rhenium catalysts and hydrogen reductant
3. 学会等名 Pacifichem2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshinao Nakagawa; Tianmiao Wang; Masazumi Tamura; Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Production of 1,4-butanediol from 1,4-anhydroerythritol over ReOx-Au/CeO2 + ReOx/WO3-ZrO2 mixed catalysts
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ji Cao; Yoshinao Nakagawa; Masazumi Tamura; Mizuho Yabushita; Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Catalytic transformation of methyl glycosides with cis-vicinal OH groups to dideoxy and unsaturated sugars by deoxydehydration with H2
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yohei Nagasaki; Yoshinao Nakagawa; Masazumi Tamura; Mizuho Yabushita; Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Heterogeneous catalysts for dehydration of 2-furamide to 2-furonitrile
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kosuke Yamaguchi; Yoshinao Nakagawa; Masazumi Tamura; Mizuho Yabushita; Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Deoxydehydration of erythritol to butadiene over ceria-supported rhenium catalysts modified with metals
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤 寛
2. 発表標題 X線その場計測で見る機能性表面
3. 学会等名 第128回触媒討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河井淳平、豊島遼、伊勢川和久、Jiatang Chen、富重圭一、近藤寛
2. 発表標題 In situ AP-XPSによる水素化分解向けReOx-Rh触媒の活性化処理過程の観測
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ・第39回PFシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中山哲
2. 発表標題 固体酸化物 / 液相界面におけるレアイベントサンプリング
3. 学会等名 「レア・イベントの計算科学」第4回ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Nakayama
2. 発表標題 First-Principles Simulations of Catalytic Reactions at the Liquid/Ceria Interface: Free Energy Landscapes and Reaction Mechanisms
3. 学会等名 Pacifichem2021（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Nakayama
2. 発表標題 Computational Approach to Catalytic Reactions at the Liquid/CeO ₂ Interface: Role of the Acid-Base and Redox Sites
3. 学会等名 Pacifichem2021（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中山哲
2. 発表標題 反応環境を考慮した触媒反応解析への取り組み
3. 学会等名 触媒・電池元素戦略研究拠点・第19回公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朝田大生・池田龍志・村岡恒輝・中川善直・富重圭一・中山 哲
2. 発表標題 脱酸素脱水反応におけるMoOxHy/TiO2触媒の構造および反応機構に関する理論的研究
3. 学会等名 第129回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横尾陸・池田龍志・村岡恒輝・中川善直・富重圭一・中山哲
2. 発表標題 脱酸素脱水反応におけるMoOxHy/TiO2触媒の構造および反応機構に関する理論的研究
3. 学会等名 第129回触媒討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム上の単核酸化レニウム種の脱酸素脱水反応における触媒作用
3. 学会等名 第126回触媒討論会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 別役美衣・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 Ni-Fe合金触媒を用いたガソリンエンジン排気モデルガスを改質剤としたトルエンの改質反応
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中川善直・早坂弘樹・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 ルチルチタニア担持タングステン-パラジウム触媒による1,2-オクタジオールからジオクチルエーテルの一段合成
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺田ひかり・谷雨・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 CeO ₂ 触媒と2-シアノピリジンを用いたCO ₂ , アニリン, 分岐アルコールからのアルキルN-アリアルカーバメートの合成
3. 学会等名 令和2年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長崎陽平・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 アミドの脱水用固体触媒の開発
3. 学会等名 令和2年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑田彩加・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 バナジウム置換ケイタングステン酸によるシリカ担持Rh粒子の表面修飾
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 中川善直・畠山康佑・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 リンタングステン酸触媒による分子状酸素を用いた2-メトキシシクロヘキサノンからアジピン酸合成
3. 学会等名 第53回酸化反応討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口功祐・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 セリア担持ReO _x -Ag触媒によるエリスリトールからブタジエンへの脱酸素脱水 (DODH) 反応
3. 学会等名 第50回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長崎陽平・田村正純・藪下瑞帆・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 2-フルアミドの脱水による2-フルニトリル合成に有効な固体触媒の開発
3. 学会等名 第127回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市川理世・伊勢川和久・豊島遼・間瀬一彦・田村正純・中川善直・中山 哲・富重圭一・近藤 寛
2. 発表標題 CeO ₂ (111)エピタキシャル膜に吸着した2-cyanopyridineの研究
3. 学会等名 2020年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中山哲
2. 発表標題 固体酸化物 / 液相界面における触媒反応解析
3. 学会等名 「自然科学における階層と全体」シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河井淳平・豊島遼・小澤広聖・間瀬一彦・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一・近藤寛
2. 発表標題 触媒活性化過程におけるRh/Reモデル触媒のその場測定
3. 学会等名 2020年度量子ビームサイエンスフェスタ・第38回PFシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小澤広聖・豊島遼・河井淳平・間瀬一彦・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一・近藤寛
2. 発表標題 Ir/Reモデル触媒の活性化処理過程におけるその場観測
3. 学会等名 2020年度量子ビームサイエンスフェスタ・第39回PFシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 保坂龍・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一・長谷川淳也
2. 発表標題 単核ReO _x /CeO ₂ 触媒による脱酸素脱水反応の理論的研究
3. 学会等名 第127回触媒討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige, Yoshinao Nakagawa, Masazumi Tamura
2. 発表標題 Heterogeneous catalysis in deoxydehydration reaction for the production of biomass-derived chemicals
3. 学会等名 257th ACS National Meeting & Exposition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Production of biomass-derived chemicals by deoxydehydration reaction using heterogenized Re oxide catalysts
3. 学会等名 International Symposium on Green Chemistry 2019 (ISGC2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masazumi Tamura, Keitaro Matsuda, Yu Gu, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Ring-opening polymerization of trimethylene carbonate over CeO ₂ catalyst
3. 学会等名 The 17th_Korea-Japan Symposium on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保坂龍・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一，長谷川淳也
2. 発表標題 単核ReO _x /CeO ₂ 触媒による脱酸素脱水反応の理論的研究
3. 学会等名 第22回理論化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Gu, Ayaka Miura, Masayoshi Honda, Masazumi Tamura, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Efficient synthesis of N-arylcarbamates from anilines, alcohols and CO ₂ using CeO ₂ and 2-cyanopyridine catalyst system
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Hybrid Catalysis for Enabling Molecular Synthesis on Demand (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早坂弘樹・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 WO _x -Pd/TiO ₂ 触媒を用いた1,2-オクタジオールからのn-オクチルエーテル合成
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畠山康佑・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 分子状酸素を用いた2-メトキシシクロヘキサノンの酸化的開裂によるアジピン酸合成
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林上奈央・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウム担持イリジウム触媒とNOBINからなる触媒系を用いたアセトフェノンの不斉水素化
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐川英司・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 均一・不均一系ハイブリッド触媒を用いたアルカンの液相空気酸化
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 弓削田康平・石川出・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 アミドのC-N結合の選択的切断に有効な酸化セリウム担持ルテニウム触媒の開発
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 樋渡大樹・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウムと2-シアノピリジンから成る触媒系における有機化合物修飾による触媒機能への影響
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村正純・Cao Ji・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 糖類からの選択的かつ直接的ジデオキシ糖類合成用触媒の開発
3. 学会等名 第115回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Nakayama
2. 発表標題 Reaction Mechanism of the Direct Synthesis of Dimethyl Carbonate from CO ₂ and Methanol over Metal-Oxide Catalyst: A First-Principle Study
3. 学会等名 The 10th International Conference of the Asian Consortium on Computational Materials Science (ACCMS-10) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Nakayama
2. 発表標題 Role of the Acid-Base and Redox Sites on Catalytic Reactions at the Liquid/CeO ₂ Interface
3. 学会等名 The 17th Japan-Korea Molecular Science Symposium "Advances in Materials and Molecular Science" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Nakayama, T. Sugiyama, and J. Hasegawa
2. 発表標題 Reaction Mechanism of the Direct Synthesis of Dimethyl Carbonate from Carbon Dioxide and Methanol over Metal-Oxide Catalysts: A First-Principle Study
3. 学会等名 The 8th Asia Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Deoxydehydration of sugars and sugar alcohols catalyzed by rhenium oxide supported on ceria modified with gold
3. 学会等名 The 8th Asia Pacific Congress on Catalysis (APCAT-8) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中路洋輔・田村正純・中川善直・富重圭一・熊谷将吾・吉岡敏明
2. 発表標題 固体Ru触媒によるポリエチレンの水素化分解
3. 学会等名 第8回高分子学会グリーンケミストリー研究会シンポジウム 第22回プラスチックリサイクル化学研究会研究等討論会 合同発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中路洋輔・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 藻類由来炭化水素の位置選択的水素化分解に有効なRu触媒の構造解析
3. 学会等名 第16回SPring-8産業利用報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保坂龍・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一・長谷川淳也
2. 発表標題 単核ReOx/CeO2触媒による脱酸素脱水反応の理論的研究
3. 学会等名 第124回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐川英司・田村正純・中山哲・中川善直・富重圭一・長谷川淳也
2. 発表標題 酸化セリウムと2-シアノピリジンから成る触媒系を用いたアルカンの酸化反応機構の解明
3. 学会等名 第124回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮岡修平・中川善直・田村正純，富重圭一
2. 発表標題 含酸素芳香族の還元反応における担持Ru触媒の構造敏感性
3. 学会等名 第124回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畠山康佑，中川善直，田村正純，富重圭一
2. 発表標題 H3PW12O40触媒を用いた2-メトキシクロヘキサンの酸化的開裂によるアジピン酸合成
3. 学会等名 第124回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中路洋輔・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 Ru担持触媒を用いたポリオレフィンの水素化分解
3. 学会等名 第124回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富重圭一
2. 発表標題 糖類の脱酸素脱水反応
3. 学会等名 第124回触媒討論会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takehiro Asano, Hiroshi Takagi, Masazumi Tamura, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Selective hydrogenolysis of 2-furancarboxylic acid to 5-hydroxyvaleric acid derivatives over supported Pt catalyst
3. 学会等名 Catbior V (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yosuke Nakaji, Masazumi Tamura, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Highly functional ruthenium catalyst supported on ceria for hydrogenolysis of hydrocarbons
3. 学会等名 Catbior V (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshinao Nakagawa, Akari Miyagawa, Masazumi Tamura, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Demethoxylation of hydrogenated guaiacol in the absence of external hydrogen
3. 学会等名 Catbior V (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masazumi Tamura, Susumu Ishikawa, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Selective hydrogenation of amides to alcohols over CeO ₂ -supported Ru catalyst
3. 学会等名 Catbior V (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Heterogeneous deoxydehydration catalysts to produce biomass-derived chemicals using hydrogen as a reductant
3. 学会等名 Catbior V (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Kondoh
2. 発表標題 Catalytic surfaces under reaction conditions observed by in-situ soft x-ray core-level spectroscopies
3. 学会等名 International Joint Symposium: Application of Synchrotron Radiation for the Analyses of Surface/Interface, The Japan Society of Vacuum and Surface Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川理世・伊勢川和久・間瀬一彦・田村正純・中川善直・中山哲・富重圭一・近藤寛
2. 発表標題 CeO ₂ (111)上への 2-cyanopyridine の特異吸着状態の研究
3. 学会等名 2019年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林上奈央・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 Asymmetric hydrogenation of ketones by chiral ligand-modified CeO ₂ -supported noble metal catalysts
3. 学会等名 令和元年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑田彩加・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 Surface modification of noble metal catalyst with vanadium-substituted silicotungstates
3. 学会等名 令和元年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Chang, M. Tamura, Y. Nakagawa, S. Matsumoto, T. Mishima, N. Fukaya, J.-C. Choi, K. Tomishige
2. 発表標題 CeO ₂ -catalyzed direct diethyl carbonate synthesis from CO ₂ and ethanol in a combination of zeolite-catalyzed hydration of 2,2-diethoxypropane
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 樋渡大樹・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 有機化合物で修飾した酸化セリウムと2-シアノピリジンからなる触媒系での二酸化炭素とアルコールからの直接有機カーボネート合成
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早坂弘樹・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 タングステン-パラジウム触媒を用いた 1,2-オクタンジオールの水素化脱酸素による n-オクチルエーテル合成
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 海老澤惇・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウムと2-シアノピリジンを用いた二酸化炭素とアミノアルコールの直接重合反応
3. 学会等名 第49回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山哲
2. 発表標題 第一原理シミュレーションによる光化学反応と不均一系触媒反応
3. 学会等名 JACI (新化学技術推進協会) 「次世代計算化学技術セミナー」 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河井淳平・伊勢川和久・豊島遼・田村正純・中川善直・富重圭一・近藤寛
2. 発表標題 AP-XPSを用いたH ₂ 雰囲気下におけるRh-MO _x /C触媒の還元過程のその場観測
3. 学会等名 第13回表面・界面スペクトロスコピー2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daiki Hiwatashi, Masazumi Tamura, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige
2. 発表標題 Modification effect of CeO ₂ with organic modifiers on carbonate synthesis from alcohols and CO ₂ using CeO ₂ and 2-cyanopyridine catalyst system
3. 学会等名 2019 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山哲
2. 発表標題 固体酸化物 / 液相界面における触媒反応解析
3. 学会等名 令和元年度触媒学会「コンピュータの利用研究会」セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保坂龍・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一・長谷川淳也
2. 発表標題 単核ReOx/CeO2触媒による脱酸素脱水反応の理論的研究
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 市川理世・伊勢川和久・豊島遼・間瀬一彦・田村正純・中川善直・中山哲・富重圭一・近藤寛
2. 発表標題 Cu(111)上のCeO2(111)エピタキシャル膜に吸着した2-cyanopyridineの吸着状態の研究
3. 学会等名 2019年度量子ビームサイエンスフェスタ・第37回PFシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑田彩加・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 バナジウム1 置換ケイタングステン酸によるRh/SiO2の表面修飾
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林上奈央・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 キラル化合物修飾酸化セリウム担持イリジウム触媒によるケトンの不斉水素化
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中川善直・王天淼・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 ReOx/CeO2と ReOx/Cの混合触媒による 1,4-アンヒドロエリスリトールから 1,4-ブタンジオールのワンポット合成
3. 学会等名 第125回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yosuke NAKAJI, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Regioselective hydrogenolysis of alga-derived squalane over Ru-VOx/SiO2 catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tianmiao WANG, Sibao LIU, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 One-pot Production of 1,4-Butanediol from 1,4-Anhydroerythritol Using the Deoxydehydration Reaction
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akari MIYAGAWA, Yoshinao NAKAGAWA, Masazumi TAMURA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Demethoxylation of Guaiacol Derivatives over Platinum Catalysts without External Hydrogen
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki HAYASAKA, Shuhei TAZAWA, Nobuhiko OTA, Yoshinao NAKAGAWA, Masazumi TAMURA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Deoxydehydration of Glycerol to Allyl Alcohol over ReOx-Au/CeO2 catalyst with H2
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenmei SUZUKI, Yasuyuki TAKEDA, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Re-Pd/SiO2 catalyst for hydrogenation of dicarboxylic acids to diols
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi TAKAGI, Takehiro ASANO, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Selective reduction of 2-furancarboxylic acid into 5-hydroxyvaleric acid derivatives over supported platinum catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoyuki SEKINE, Takahiro ARAI, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Synthesis of butanediols by selective hydrogenolysis of 1,4-anhydroerythritol
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 JIAQI BAI, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Ni-modified Ir/SiO ₂ catalyst for selective C=C hydrogenation of styrene
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takehiro ASANO, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Effect of metal amounts for catalytic activity and structure in Pt-MoO _x /TiO ₂ for selective hydrodeoxygenation of 2-furancarboxylic acid to valeric acid
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ji CAO, Naoto YUASA, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Hydrodeoxygenation of vicinal OH groups in methyl glycosides over palladium modified CeO ₂ supported rhenium catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miyu HAGA, Masazumi TAMURA, Yoshinao NAKAGAWA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Development of heterogeneous-homogeneous hybrid base catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Catalytic production of chiral polyols using deoxydehydration of methyl glycosides over ReO _x -Pd/CeO ₂ without protecting OH groups
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshinao NAKAGAWA, Shuhei TAZAWA, Tianmiao WANG, Masazumi TAMURA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Structure and reaction mechanism of noble-metal-modified ReO _x /CeO ₂ catalysts for deoxydehydration
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (TOCAT8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芳賀美祐・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 Co担持酸化セリウムと 2-シアノピリジンによる共役オレフィンへのアルコール付加反応
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 BAI, Jiaqi · TAMURA, Masazumi · NAKAGAWA, Yoshinao · TOMISHIGE, Keiichi
2. 発表標題 Promoting effect of Ni in Ir-Ni/SiO ₂ catalyst for hydrogenation of styrene to ethylbenzene
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中路洋輔 · 田村正純 · 中川善直 · 富重圭一
2. 発表標題 V修飾Ru触媒によるスクアランの位置選択的水素化分解
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮川あかり · 田村正純 · 中川善直 · 富重圭一
2. 発表標題 白金触媒を用いた外部水素を用いない水素化分解反応によるバイオマス由来2-メトキシシクロヘキサノンの脱メトキシ化
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 CAO, Ji · TAMURA, Masazumi · NAKAGAWA, Yoshinao · TOMISHIGE, Keiichi
2. 発表標題 Selective hydrodeoxygenation of methyl glycosides to dideoxy products by heterogeneous ReO _x Pd/CeO ₂ catalyst
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅野壮宏・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 2-フランカルボン酸から吉草酸への選択水素化脱酸素におけるPt-MoO _x /TiO ₂ 触媒の構造と反応機構の解明
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木賢明・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 コハク酸の水素化に有効なパラジウム系バイメタリック触媒の開発
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畠山康佑・中川善直・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 バナジウム触媒による 2-メトキシシクロヘキサノンの酸化的開裂反応
3. 学会等名 第48回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐川英司・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 酸化セリウムと 2-シアノピリジンからなる触媒系を用いたアダマンタンの酸化反応
3. 学会等名 第48回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中川善直・徳間健輔・田村正純・富重圭一
2. 発表標題 Pt-Pd触媒によるアルキルフェノールの側鎖酸化
3. 学会等名 第51回酸化反応討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐川英司・田村正純・中川善直・富重圭一
2. 発表標題 有機化合物修飾酸化セリウム触媒を用いたアダマンタンの酸化反応
3. 学会等名 第51回酸化反応討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akari MIYAGAWA, Yoshinao NAKAGAWA, Masazumi TAMURA, Keiichi TOMISHIGE
2. 発表標題 Production of Cyclic Mono-Oxygenates from Guaiacol Derivatives over Platinum Catalysts without External Hydrogen
3. 学会等名 International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masazumi TAMURA
2. 発表標題 Selective Transformation of Methyl Glycosides to Useful Chemicals over Heterogeneous Catalysts
3. 学会等名 International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林上 奈央・田村 正純・中川 喜直・富重 圭一
2. 発表標題 不飽和ケトンの選択的水素化用金属カチオン修飾Ir/MgO触媒の開発
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富重 圭一
2. 発表標題 バイオマス由来ジオールの合成と二酸化炭素との反応
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 LIU, Lujie・KAWAKAMI, Syota・TAMURA, Masazumi・NAKAGAWA, Yoshinao・TOMISHIGE, Keiichi
2. 発表標題 Highly active iridium-rhenium catalyst for hydrogenolysis of glycerol to 1,3-propanediol without sulfuric acid addition
3. 学会等名 第123回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川理世・伊勢川和久・間瀬一彦・富重圭一・近藤 寛
2. 発表標題 CeO _x 表面に吸着した2-cyanopyridineの吸着状態の研究
3. 学会等名 第36回PFシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山哲
2. 発表標題 第一原理シミュレーションによる固体触媒反応解析
3. 学会等名 日本セラミックス協会第52回基礎科学部会セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Nakayama
2. 発表標題 Role of the Acid-Base and Redox Sites on Catalytic Reactions at the Liquid/Metal-Oxide Interface: First-Principle Simulations
3. 学会等名 PERCH-CIC Congress X: 2018 International Congress for Innovation in Chemistry（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Nakayama
2. 発表標題 Catalytic reactions at the liquid/metal-oxide interface: first-principle molecular dynamics simulation
3. 学会等名 The 8th IUPAC International Conference on Green Chemistry（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Nakayama
2. 発表標題 Role of the Acid-Base and Redox Sites on Catalytic Reactions at the Liquid/CeO ₂ Interface: First-Principle Simulations
3. 学会等名 FHI-JST Joint Symposium（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 保坂龍・中山哲・田村正純・中川善直・富重圭一・長谷川淳也
2. 発表標題 単核ReOx・CeO2触媒による脱酸素脱水反応の理論的研究
3. 学会等名 第122回触媒討論会
4. 発表年 2018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
研究分担者	中山 哲 (Nakayama Akira) (10422007)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授 (12601)	
研究分担者	近藤 寛 (Kondoh Hiroshi) (80302800)	慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授 (32612)	

	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
連携研究者	中川 善直 (Nakagawa Yoshinao) (10436545)	東北大学・大学院工学研究科・准教授 (11301)	
連携研究者	田村 正純 (Tamura Masazumi) (10635551)	大阪公立大学・大学院工学研究科・准教授 (24405)	

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
連携研究者	長谷川 淳也 (Hasegawa Junya) (30322168)	北海道大学・触媒科学研究所・教授 (10101)	

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