

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：13302

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04966

研究課題名(和文) 固体触媒を用いたフルアルデヒドへの増炭反応を基軸とするバイオリファイナリーの構築

研究課題名(英文) Developments of bio-refinery process based on carbon addition at furaldehyde with heterogeneous catalyst

研究代表者

西村 俊 (Nishimura, Shun)

北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授

研究者番号：20610067

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,400,000円

研究成果の概要(和文)：食料と競合しないバイオマス資源を活かしたバイオリファイナリー技術の開発を目的に、主に非可食性糖類から得られるフルアルデヒドの炭素増加を介した変換プロセス技術開発を試みた。固体酸触媒を用いることで2-フルアルデヒド(C5)へホルムアルデヒド(C1)を作用させ、5-ヒドロキシメチル-2-フルアルデヒド(C6)を効率的に得られるプロセスを開拓した。また、2-フルアルデヒド誘導体であるコハク酸(C4)への炭素増加を介する誘導体合成プロセス、酸化還元や縮合を介した周辺化合物の官能基変換に資する新規触媒の開発にも成功し、体系的なバイオリファイナリープロセス・触媒技術の開発に貢献する成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食料と競合しないバイオマス資源を活かしたバイオリファイナリー技術の開拓は、優れた持続可能性を具備した次世代型の資源変換プロセスである。本研究では、主に炭素数5の2-フルアルデヒド(フルフラール)資源の効率変換技術開発を目的に、炭素増加を経た炭素数6のHMF合成、フルフラール誘導体のコハク酸のエステル化や水素化を経た触媒技術開発、酸化/還元/縮合/異性化反応等を用いた周辺バイオマス資源変換技術の向上を図った。固体酸触媒や合金触媒を用いたバイオマス資源変換に関する学術的知見を深め、バイオマス資源を基盤とする次世代型の資源・エネルギー循環システム構築を図る上での新しい要素技術の可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：Biomass transformation technology based on 2-furaldehyde (C5) derived from inedible biomass resources has been focused. Hydromethylation of 2-furaldehyde (C5) to 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (C6) with formaldehyde reagent (C1) has been achieved with acidic resin and zeolite catalyst. Esterification of succinic acid (C4) with phenol (C6) to afford diphenyl succinate (C16) is also reported with beta zeolite catalyst. Toward the design of multistep transformations in bio-refinery, further catalytic systems with oxidation, reduction, condensation etc have been investigated too. These achievements lead the futual bio-refinery more effective design.

研究分野：触媒化学

キーワード：バイオリファイナリー フルフラール HMF 増炭反応 固体酸触媒 合金触媒

1. 研究開始当初の背景

糖類を中心とするバイオマス資源を活かしたバイオリファイナリーは、従来の化石資源から燃料・化成品を合成するプロセスよりも、再生可能性、カーボンニュートラルの概念に基づく低環境負荷性、地球上の広い地域に存在する遍在性などの観点から、優れた持続可能性を具備した次世代型の資源変換プロセスである。

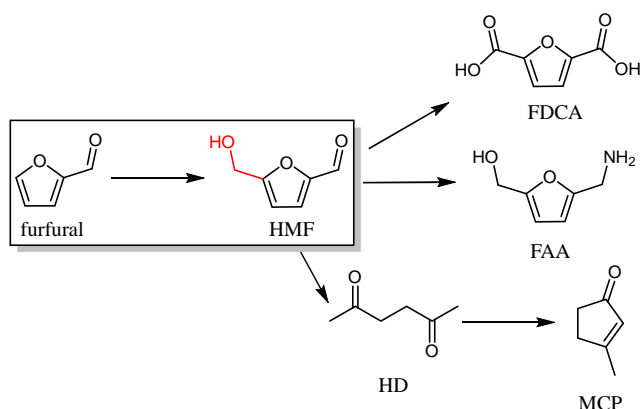
糖類からの化成品・燃料合成プロセスの開拓動向では、これまでに主に C6 糖類から得られるフルアルデヒドである 5-ヒドロキシメチル-2-フルアルデヒド (HMF) を中心とした資源・プロセス開発がすすめられてきた (Chem. Rev., 2013, 113, 1499-1597 等で紹介されている HMF から展開可能な化合物は 100 種類以上である)。一方で、C5 糖類から得られるフルアルデヒドである 2-フルアルデヒド (furfural) は、HMF ほど活発な検討は行われてこなかった (ChemSusChem 2012, 5, 150 や Catal. Sci. Technol. 2012, 2, 2025 等で紹介されている furfural から展開可能な化合物は 30 種類程度しかない)。この違いは、主にフラン環に配置される官能基数の違いに由来し、HMF ではホルミル基とヒドロキシメチル基に由来する多様な反応展開が可能である一方で、furfural ではホルミル基のみしかないためであると予想される。一方で、furfural 生産は工業スケールで過剰供給であり、furfural の効果的なアップグレードプロセスの構築が今後のバイオリファイナリーの加速に重要な技術である。

2. 研究の目的

本研究では、固体触媒を用いた furfural の新たなアップグレード法を確立することで、バイオマス由来資源からの多様で展開力のある化成品合成プロセスの構築を実現することを目的とした。特に、furfural のフラン環への選択的修飾に着目し、アルデヒド化合物を増炭試剤として HMF のように 2 つ以上の官能基を有するフラン化合物を合成し、その反応を基礎とした変換プロセスを構築することで、furfural を起点とした新たなバイオリファイナリーを確立することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究で構想した主要な反応プロセスの概略を下図に示す。新たなバイオリファイナリー構想の起点となる反応は、主にホルムアルデヒドを増炭試剤として用いた furfural へのヒドロキシメチル化による HMF 合成であり、種々の固体酸触媒の適用性を検討した。また、連続的な変換プロセスの技術構築を目指し、HMF の官能基変換 (酸化変換、還元的アミノ化変換) 触媒の開発と連続プロセスの検証を行った。さらに、HMF 誘導体である 2,5-hexandione (HD) の環化反応、furfural 誘導体であるコハク酸の転換反応を検討し、furfural や HMF を中心とする体系におけるバイオリファイナリーの展開力を高める触媒技術開発を図った。



4. 研究成果

(1) Furfural の増反による HMF 合成

固体酸触媒を用いた Furfural のフラン環へのヒドロキシメチル基形成による HMF 合成を検討した。種々の Amberlyst を用いた検討では、当該増炭反応の試薬としてホルマリン、パラホルムアルデヒド、1,3,5-トリオキサンを比較し、Amberlyst-15 触媒とホルマリンを増炭試剤として用いた時に HMF 収率 43% の歴代最高収率を与えることを発見した (学術論文成果: ACS Omega, 2018, 3, 5988、知財: 特開 2018-193353 号)。これまでの同反応における最大収率は 10% にも満たなかったため、大幅な収率向上を達成した。更に、樹脂酸触媒よりも价格的に優位な (安価な) 触媒探索へと展開し、ベータ型のゼオライト酸触媒が本反応に有用で、furfural のヒドロキシメチル化による HMF 収率 30% を発現できることを見出した (学術論文成果: Catalysts, 2019, 9, 314)。いずれの Amberlyst 触媒およびゼオライト固体酸触媒においても、液相流通式反応装置に触媒を充填した furfural から HMF への連続合成の展開についても実証した。

(2) 官能基変換を伴うワンポット合成法の検討

HMFの展開力の更なる強化を目的に酸素を酸化剤として用いた2,5-フランジカルボン酸(FDCA)合成および還元的アミノ化による5-アミノ-2-ヒドロキシメチルフラン(FAA)に有用な触媒の開発を行った。金ナノ粒子を強固に担持体に固定化したAu/Mgo-ZrO₂触媒を新たに開発し、塩基性添加剤(NaOH)存在下での温度制御・カニッツアロ反応プロセスを介したHMF酸化による高収率FDCA合成を報告した(学術論文成果:ACS Sustainable Chem. Eng. 2020, 8, 7150)。また、HMFの還元的アミノ化によるFAA合成ではRu/ β -zeolite触媒を開発した(学術論文投稿中)。

HMFの官能基変換が可能なこれらの触媒を用い、furfuralからのHMF合成を経由したFDCA(ないしはFAA)へのワンポット合成の展開についても検討した。しかし、いずれの場合においても、ホルマリン水溶液による後段反応の阻害が顕著に認められた。このことから、当初想定していたfurfuralのヒドロキシメチル化によるHMF合成と連続的な官能基変換の実現には、大きな課題があることが明らかとなった。

Furfuralの酸化過程を前段に据えたプロセスを構想し、2-フロ酸のヒドロキシメチル化による触媒探索を試みた。まだ検討段階ではあるが、Amberlyst酸触媒やゼオライト固体酸触媒が良好な活性を示すことを見出しつつあり(国内学会発表:3件)、今後、継続的に検討を行い高収率化を実現したい。

また、HMFの誘導体の一つである2,5-ヘキサンジオン(HD)の分子内アルドール縮合反応による3-メチル-2-シクロペンタノン(MCP)合成では、効果的かつ安価な触媒としてルイス酸性を有するアルミニウム様化合物の有用性を初めて報告した(学術論文成果:Fuel Proc. Technol. 2019, 196, 106185)。Furfuralの増炭を起点とする多段階プロセス検討は実験検証できなかったが、バイオマス資源変換を安価で元素戦略の観点からも優位なAIを基礎とする触媒により実現した成果は、今後のバイオリファイナリーの展開に新しい視点をもたらす成果である。

(3) furfuralの展開力向上技術の開発

コハク酸は、furfuralから得られる有機酸であり、その応用展開力の向上はfurfuralの資源価値の向上に資する研究課題である。Furfural誘導体のコハク酸に対する増炭の取り組みとしては、ベータゼオライト酸触媒を用いたフェノールとのエステル化によるコハク酸ジフェニル合成(学術論文成果:Catal. Commun. 2019, 122, 20)を達成し、窒素添加ではAmberlyst樹脂塩基触媒を用いた*N*-ヒドロキシコハク酸イミド合成(学術論文成果:AIP Conf. Proc. 2018, 1929, 020017)を報告した。また、コハク酸を起点とした展開として水素化変換技術にも着目し、1,4-ブタンジオール(BDO)、テトラヒドロフラン(THF)、 γ -ブチロラクトン(GBL)をそれぞれ合成可能なCuPd合金触媒を報告した(学術成果論文:ACS Sustainable Chem. Eng. 2019, 7, 18483; Appl. Catal. B: Environ. 2021, 282, 119619; Appl. Catal. A: Gen. 2021, 616, 118063、知財:特開2021-30220号)。

(4) その他の官能基変換技術の開発

ホルミル基を起点とする増炭を構想し、モデル反応としてベンズアルデヒドをモデル基質としたクネベナーゲル縮合に高活性を示すハイドロタルサイト触媒の開発に成功した(学術成果論文:RSC Adv. 2018, 8, 28024)。その他、光照射下での還元反応性制御(学術成果論文:ACS Omega 2017, 2, 7066)、インドールのマイケル付加における固体酸触媒開発(学術成果論文:Chem. Select 2017, 2, 10814)、ギ酸を還元剤とする還元プロセス開発(学術成果論文:Catalysts 2020, 10, 875)を実現した。また、グルコース/フルクトース異性化によるMgO-ZrO₂触媒の挙動に関して報告した(学術成果論文:Chem. Asian J. 2020, 15, 294)。これらの開発技術の技術融合を図ることで、バイオリファイナリーの更なるプロセス展開が期待できる。

以上のように本研究では、C5由来フルアルデヒドへの増炭を基軸とした新しいバイオリファイナリーの実現を目指し、固体酸触媒を用いたfurfural(C5)からのHMF(C6)を軸とした連続プロセスの展開やfurfural誘導体であるコハク酸の増炭を経た誘導体化、さらにバイオマス資源変換への展開を構想した種々の固体触媒・プロセス開発を行った。これらの知見は、今後のC5糖類を基軸とするより体系的なバイオリファイナリープロセス・触媒技術の開発に大きく貢献できる成果である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Shun Nishimura, Shintaro Ohmatsu, Kohki Ebitani	4. 巻 196
2. 論文標題 Selective synthesis of 3-methyl-2-cyclopentenone via intramolecular aldol condensation of 2,5-hexanedione with γ -Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ H nanocomposite catalyst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Fuel Processing Technology	6. 最初と最後の頁 106185 ~ 106185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fuproc.2019.106185	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 Son Dinh Le, Shun Nishimura	4. 巻 7
2. 論文標題 Highly Selective Synthesis of 1,4-Butanediol via Hydrogenation of Succinic Acid with Supported Cu-Pd Alloy Nanoparticles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 18483 ~ 18492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.9b04447	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 Abdallah I. M. Rabee, Son Dinh Le, Shun Nishimura	4. 巻 15
2. 論文標題 MgO ZrO ₂ Mixed Oxides as Effective and Reusable Base Catalysts for Glucose Isomerization into Fructose in Aqueous Media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 294 ~ 300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201901534	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 Mahiro Shirotori, Shun Nishimura, Kohki Ebitani	4. 巻 8
2. 論文標題 Effect of SiO ₂ amount on heterogeneous base catalysis of SiO ₂ @Mg?Al layered double hydroxide	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 28024 ~ 28031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8ra04925d	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 Shun Nishimura, Atsuki Shibata, Kohki Ebitani	4. 巻 3
2. 論文標題 Direct Hydroxymethylation of Furaldehydes with Aqueous Formaldehyde over a Reusable Sulfuric Functionalized Resin Catalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 5988 ~ 5993
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.8b00120	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 Son Dinh Le, Shun Nishimura, Kohki Ebitani	4. 巻 122
2. 論文標題 Direct esterification of succinic acid with phenol using zeolite beta catalyst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Catalysis Communications	6. 最初と最後の頁 20 ~ 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.catcom.2019.01.006	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 Shun Nishimura, Atsuki Shibata	4. 巻 9
2. 論文標題 Hydroxymethylation of Furfural to HMF with Aqueous Formaldehyde over Zeolite Beta Catalyst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Catalysts	6. 最初と最後の頁 314 ~ 314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/catal9040314	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 Shun Nishimura, Takuma Shimura, Kohki Ebitani	4. 巻 79
2. 論文標題 Transfer hydrogenation of furaldehydes with sodium phosphinate as a hydrogen source using Pd-supported alumina catalyst	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers	6. 最初と最後の頁 97-102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jtice.2017.03.028	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 Kittichai Chaiseeda, Shun Nishimura, Kohki Ebitani	4. 巻 2
2. 論文標題 Gold Nanoparticles Supported on Alumina as a Catalyst for Surface Plasmon-Enhanced Selective Reductions of Nitrobenzene	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 7066-7070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.7b01248	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 該当する

1. 著者名 Ryosuke Matsuzawa, Shun Nishimura, Kohki Ebitani	4. 巻 2
2. 論文標題 Fe(III)-Exchanged Montmorillonite as Reusable Heterogeneous Protonic Acid Catalyst for Michael Addition of Indole in Water	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ChemistrySelect	6. 最初と最後の頁 10814-10817
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/slct.201701959	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 Son Dinh Le, Shun Nishimura, Kohki Ebitani	4. 巻 1929
2. 論文標題 Synthesis of N-hydroxysuccinimide from succinic acid and hydroxylammonium chloride using Amberlyst A21 as reusable solid base catalyst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020017(1)-(6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5021930	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 該当する

1. 著者名 Abdallah I.M. Rabee, Son Dinh Le, Koichi Higashimine, Shun Nishimura	4. 巻 8
2. 論文標題 Aerobic Oxidation of 5-Hydroxymethylfurfural into 2,5-Furandicarboxylic Acid over Gold Stabilized on Zirconia-Based Supports	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 7150 ~ 7161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.0c01619	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 Pooja Tomar, Yuou Nozoe, Naoto Ozawa, Shun Nishimura, Kohki Ebitani	4. 巻 10
2. 論文標題 Formic Acid as a Hydrogen Source for the Additive-Free Reduction of Aromatic Carbonyl and Nitrile Compounds at Reusable Supported Pd Catalysts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Catalysts	6. 最初と最後の頁 875 ~ 875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/catal10080875	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 該当する

1. 著者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura	4. 巻 282
2. 論文標題 Effect of support on the formation of CuPd alloy nanoparticles for the hydrogenation of succinic acid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Catalysis B: Environmental	6. 最初と最後の頁 119619 ~ 119619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcatb.2020.119619	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 Son Dinh Le, Shun Nishimura	4. 巻 616
2. 論文標題 Influence of metal ratio on alumina-supported CuPd catalysts for the production of tetrahydrofuran from succinic acid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Catalysis A: General	6. 最初と最後の頁 118063 ~ 118063
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apcata.2021.118063	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

[学会発表] 計41件(うち招待講演 9件/うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Hydrogenation of Bio-Derived Succinic Acid to 1,4-Butanediol using Supported Bimetallic Catalysts
3. 学会等名 14th European Congress on Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村俊
2. 発表標題 固体塩基・固体酸触媒のナノ構造制御と触媒作用
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 西村俊
2. 発表標題 フルフラールのヒドロキシメチル化を基盤とした化成品合成プロセスへの期待
3. 学会等名 第20回バイオマス変換触媒セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村俊，芝田敦基，海老谷幸喜
2. 発表標題 固体酸触媒を用いたヒドロキシメチル化反応によるフルフラールの資源化
3. 学会等名 石油学会 第67回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 毛利友昭，西村俊，海老谷幸喜
2. 発表標題 ルテニウム担持触媒を用いたフルフラールの還元的アミノ化反応
3. 学会等名 石油学会 第67回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura
2. 発表標題 Fine crystallization of layer double hydroxides with silica nanoseeds and high activity for base catalysis
3. 学会等名 International Conference on Nano Technology and Nano Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura, Shintaro Ohmatsu, Kohki Ebitani
2. 発表標題 Selective conversion of 2,5-hexanedione to 3-methyl-2-cyclopentenone over solid acid catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura, Kohki Ebitani
2. 発表標題 Direct Esterification of Succinic Acid with Phenol using Zeolite Beta Catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura, Atsuki Shibata, Kohki Ebitani
2. 発表標題 Direct hydroxymethylation of furfural towards HMF over solid acid catalyst
3. 学会等名 The 8th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村俊
2. 発表標題 里山資源を活かした資源・エネルギー循環
3. 学会等名 第63回J-BEANSセミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura
2. 発表標題 Upgrading of furaldehydes via hydroxymethylation over heterogeneous acid catalyst
3. 学会等名 2nd Global Conference on Catalysis, Chemical Engineering & Technology（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村俊，大松新太郎，海老谷幸喜
2. 発表標題 種々の固体触媒を用いた2,5-ヘキサジオンの環化反応活性と触媒性質の関連
3. 学会等名 石油学会 第48回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura
2. 発表標題 Synthesis of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde from 2-furaldehyde in an aqueous formaldehyde solution over zeolite catalysts
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Langkawi 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura, Kohki Ebitani
2. 発表標題 Transformation of Succinic Acid into Value-Added Chemicals using Solid Acid and Base Catalysts
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Langkawi 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 毛利友昭, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 還元的アミノ化反応の高活性化を目指したルテニウム担持触媒の開発と反応条件の検討
3. 学会等名 第49回中部科学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura
2. 発表標題 Selective transformation of 2,5-hexanedione towards 3-methyl-2-cyclopentenone with γ -Al ₂ O ₃ /AlOOH nanocomposite catalyst
3. 学会等名 10th SINGAPORE INTERNATIONAL CHEMISTRY CONFERENCE 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoaki Mohri, Shun Nishimura, Kohki Ebitani
2. 発表標題 Reductive amination of furfural to furfurylamine using Organic-linkage-capped Ruthenium Catalyst with Aqueous Ammonia in mixed solvent
3. 学会等名 10th SINGAPORE INTERNATIONAL CHEMISTRY CONFERENCE 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 毛利友昭, 西村俊
2. 発表標題 フルフラールの還元的アミノ化反応における溶媒選択と保護配位子の効果
3. 学会等名 触媒学会 第123回触媒討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芝田敦基, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 固体酸触媒を用いたフルフラール誘導体の合成
3. 学会等名 石油学会 第66回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大松新太郎, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 分子内アルドール反応を目指した固体触媒の開発
3. 学会等名 石油学会 第66回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura, Kohki Ebitani
2. 発表標題 Synthesis of N-Hydroxysuccinimide from Succinic Acid and Hydroxylammonium Chloride using Reusable Solid Base Catalyst
3. 学会等名 The Irago Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 芝田敦基, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 固体酸触媒を用いたフルフラール誘導体のヒドロキシメチル化反応
3. 学会等名 第48回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大松新太郎, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 固体酸触媒を用いた2,5-ヘキサンジオンの環化反応
3. 学会等名 第48回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村俊, 城取万陽, 海老谷幸喜
2. 発表標題 球状シリカを成長起点とした層状複水酸化物の合成と塩基触媒作用
3. 学会等名 石油学会 第47回石油・石油化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 毛利友昭, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 フルフラールの還元的アミノ化反応におけるルテニウム担持触媒系の設計
3. 学会等名 第98回日本化学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大松新太郎, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 2,5-ヘキサンジオンの分子内環化反応活性と固体触媒の酸性質の関連
3. 学会等名 第98回日本化学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芝田敦基, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 フルフラールのヒドロキシメチル化反応活性と固体酸性質の関係性
3. 学会等名 第98回日本化学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大松新太郎, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 2,5-ヘキサンジオンの分子内環化反応における固体酸性質と触媒作用
3. 学会等名 第121回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芝田敦基, 西村俊, 海老谷幸喜
2. 発表標題 種々のイオン交換樹脂触媒を用いたフルフラール誘導体のヒドロキシメチル化反応
3. 学会等名 第121回触媒討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shun Nishimura
2. 発表標題 Organic-linkage Assisted Heterogeneous Catalysis for Selective Transformations with Precious Monometals
3. 学会等名 EMN Bali Meeting 2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村俊
2. 発表標題 金属担持触媒の開発とバイオリファイナリーへの展開
3. 学会等名 第15回触媒化学ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Polyvinylpyrrolidone-capped Cu-Pd nanoparticle catalysts for highly selective lactonization of succinic acid
3. 学会等名 11th International Conference on Environmental Catalysis (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Xinyue Li, Son Dinh Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Reductive Amination of HMF over Beta Zeolite-supported Ruthenium Catalyst
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Tunable Catalytic Activity of Supported Cu-Pd NPs for Hydrogenation of Bio-Derived Succinic Acid
3. 学会等名 第126回触媒討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村俊, 浅井優作, 高橋夏樹, LE Dinh Son, 大松新太郎
2. 発表標題 ペーマイトを用いた2,5-ヘキサンジオンの環化反応における焼成温度の影響
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 犬塚匠, LE Dinh Son, 西村俊
2. 発表標題 固体酸触媒によるフロ酸のヒドロキシメチル化
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 Xinyue Li, Dinh Son Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Reductive amination of HMF over beta zeolite-supported ruthenium bimetallic catalyst
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 Son Dinh Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Hydroxyapatite support polyvinylpyrrolidone-capped CuPd bimetallic catalyst for highly selective γ -butyrolactone via hydrogenation of succinic acid
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 犬塚匠, LE Dinh Son, 西村俊
2. 発表標題 種々の固体酸触媒を用いたフロ酸のヒドロキシメチル化反応の検討
3. 学会等名 第30回キャラクタリゼーション講習会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Son Dinh Le, Shun Nishimura
2. 発表標題 Supported CuPd Bimetallic Nanopallays as Highly Efficient and Tunable Catalysts for Succinic Acid Hydrogenation
3. 学会等名 5th International Conference on Catalysis and Chemical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 犬塚匠, LE Dinh Son, 西村俊
2. 発表標題 ゼオライトを用いたフロ酸の液相ヒドロキシメチル化
3. 学会等名 第101回春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 触媒、1,4-ブタンジオールの製造方法、酪酸の製造方法、テトラヒドロフランの製造方法	発明者 西村俊、レディンソン	権利者 北陸先端科学技術大学院大学
産業財産権の種類、番号 特許、特開2021-30220号	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 フラン誘導体の製造方法	発明者 西村俊、海老谷幸喜	権利者 北陸先端科学技術大学院大学
産業財産権の種類、番号 特許、特開2018-193353号	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

JAIST-西村研究室 http://www.jaist.ac.jp/~s_nishim/index.html 北陸先端科学技術大学院大学 研究者紹介 西村 俊 http://www.jaist.ac.jp/profiles/info.php?profile_id=581&syozoku=13

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