

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：11101

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K19150

研究課題名（和文）剛直ラセン構造をもつ脂肪族炭化水素高分子材料と機能

研究課題名（英文）Synthesis and Function of Aliphatic Hydrocarbon Polymer Materials with Rigid Helical Structure

研究代表者

竹内 大介（Takeuchi, Daisuke）

弘前大学・理工学研究科・教授

研究者番号：90311662

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ジイミンパラジウム錯体を用いることによりtert-ブチルエチレンをはじめとするかさ高いオレフィンの重合が進行することを見出した。得られたポリマー立体規則性はイソタクチックに制御されており、剛直な構造に由来してらせん構造を有していることが明らかとなった。tert-ブチルエチレンとオレフィンをパラジウム触媒により順次反応させることで、両者のジブロック共重合体およびトリブロック共重合体を合成することに成功した。パラジウム触媒による極性基を有する嵩高いオレフィンの重合の単独重合は進行しなかったが、オレフィンとの共重合は進行し、極性モノマーユニットがポリマー主鎖に導入された共重合体が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

遷移金属触媒によるtert-ブチルエチレンの重合は、かさ高いモノマーの構造のため非常に困難とされており、従来全く報告例がなかった。すなわち、本研究によりtert-ブチルエチレンの金属触媒重合が初めて達成された。生成したポリマーが剛直ならせん構造をもつという知見も、本研究により初めて見出されたものである。tert-ブチルエチレンとオレフィンをとのジブロック共重合体およびトリブロック共重合体は、剛直ラセンブロックと柔軟なブロックをもち、熱可塑性エラストマーとしての応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：Diimine palladium complexes promote polymerization of bulky olefins such as tert-butylethylene. The produced polymer has isotactic stereochemistry, and adopt helical structure. The palladium complexes enable synthesis of diblock and triblock copolymers containing the rigid poly(tert-butylethylene) block and soft polyolefin block. Homopolymerization of bulky olefins with polar functional groups were not successful. However, the copolymerization of the polar monomers with olefins afford the corresponding copolymers having the polar groups on polymer backbone.

研究分野：高分子合成

キーワード：tert-ブチルエチレン パラジウム触媒 ラセン高分子 立体規則性重合 ブロック共重合

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

tert-ブチルエチレンの重合は、かさ高いモノマーの構造のため非常に困難とされており、従来遷移金属触媒による重合例は全く報告がなかった。tert-ブチルエチレンのラジカル重合の例は知られていたが、その構造は複雑であり、はっきりとしていなかった。一方で、tert-ブチルエチレンが単純な付加重合を起こした場合に生成するポリマーについては、かさ高い構造に由来して剛直ならせん構造をとると期待される。このことを利用すると、剛直ならせん構造をもつブロックと柔軟なブロックをもつブロック共重合体など、ユニークな高分子材料を合成できると期待される。

ジイミンパラジウム触媒は  $\alpha$ -オレフィン類の異性化重合を起こし、分岐構造をもつ柔軟なポリマーを与えることが知られていた。さらに、近年、パラジウム触媒がメチレンシクロヘキサンなどの、従来は反応性が非常に低く、金属触媒重合例のほとんど知られていない、かさ高いオレフィンの重合に有効であることも見出されていた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、かさ高い置換基をもつオレフィンの重合を達成し、剛直ならせん構造を有する脂肪族炭化水素高分子の合成を行うことである。かさ高い置換基をもつオレフィンと、通常のオレフィンとを段階的に反応させることにより、結晶性の剛直ならせんブロックと非晶性の多分岐ポリオレフィンブロックを含むマルチブロック共重合体を合成し、その諸性質を、共重合体組成を変えることで調整できる新しい高分子材料を創製する。極性官能基を含むかさ高いオレフィン類の重合や、 $\alpha$ -オレフィン類との共重合についても検討し、かさ高いモノマーならではの特徴を見出す。

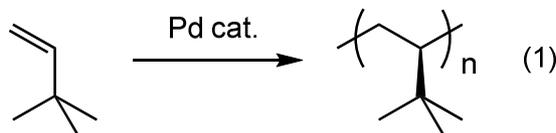
### 3. 研究の方法

ジイミン配位子を有するパラジウム錯体とナトリウムボレート塩を反応させることにより、カチオン性パラジウム錯体を系中で発生させ、それに対して tert-ブチルエチレンをはじめとするかさ高いモノマーを反応させることで、その重合を検討した。さらに、かさ高いオレフィンと通常のオレフィンを順次反応させることで、それらのブロック共重合体の合成について検討した。生成ポリマーの NMR および GPC 測定を行い、生成物の構造や分子量を評価し、さらに DSC 測定を行うことで熱物性を評価した。

### 4. 研究成果

#### ジイミンパラジウム触媒によるかさ高いオレフィン類の重合

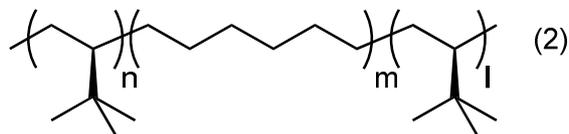
ジイミンパラジウム錯体を用いることにより tert-ブチルエチレンの重合が進行し、対応するポリマーが得られることを見出した。ジイミンパラジウム錯体による  $\alpha$ -オレフィン類の重合では、重合中に生長末端の異性化が起こり、繰り返し分岐構造をもつポリマーが得られるが、tert-ブチルエチレンの重合では全く異性化が起こっていないことが明らかとなった。また、ポリマーの  $^{13}\text{C}$  NMR では各シグナルがシャープに現れており、立体規則性の制御されたポリマーであることが明らかとなった (eq. 1)。また、ポリマーの  $^1\text{H}$  NMR において主鎖のメチレン基の二つのシグナルの化学シフトが異なることから、ポリマーがイソタクチックに制御されていることが示唆された。XRD 測定の結果、剛直ならせん構造を有していることが明らかとなった。tert-ブチルエチレンのメチル基をエチル基に換えたモノマーについては重合がほとんど進行しなかった。また、シクロアルカン構造および 4 級炭素を含むモノマーの重合は進行し、tert-ブチルエチレンと同様のポリマーが得られた。



#### ジイミンパラジウム触媒によるかさ高いオレフィン類とオレフィンとのブロック共重合

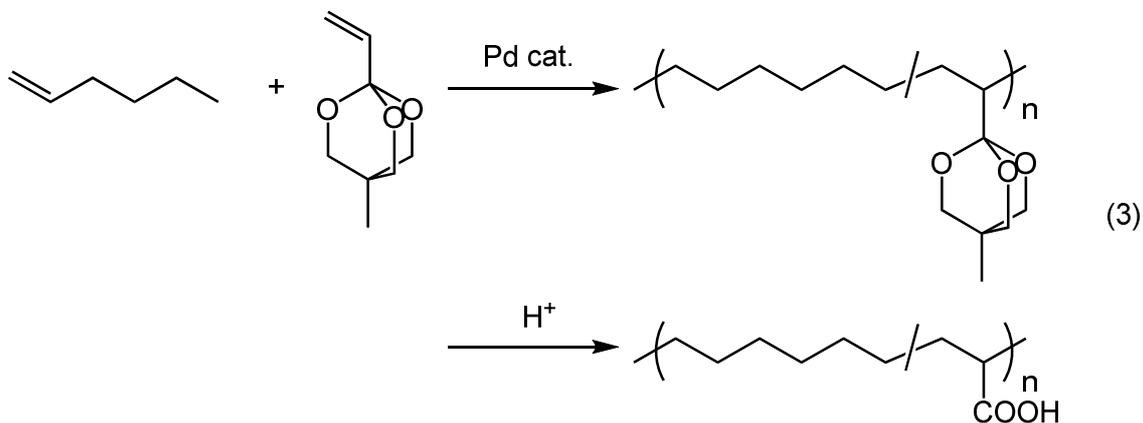
ジイミンパラジウム錯体を用い、tert-ブチルエチレンと通常のオレフィンを順次反応させることで、両者のジブロック共重合体が見出された。特に、tert-ブチルエチレンの重合が低温では進行しない一方で、オレフィンの重合が低温でも進行する特徴を利用し、反応溶液の温度を変化させることにより、トリブロック共重合体を合成することに成功した。得られたブロック共重合体の DSC 測定の結果、ポリオレフィンブロックに由来するブロードな融点が観測された。特に、合成したトリブロック共重合体 (eq. 2) は、剛直ならせん構造をもつポリ (tert-

ブチルエチレン)ブロックが、柔軟なポリオレフィンブロックと連結した構造をもち、熱可塑性エラストマーとしての特性が期待できる。



ジイミンパラジウム触媒による極性基を含むかさ高いオレフィン類の重合

環状アセタール骨格やエポキシド骨格をもつモノマーの重合は進行しなかった。一方で、環状アセタール構造やオルトエステル構造を有する嵩高いオレフィンとオレフィンとの共重合は進行し、かさ高い極性モノマーユニットがポリマー主鎖に導入されたポリマーが得られた。生成ポリマーの加水分解により、ポリマー中の環状アセタール基やオルトエステル基を、それぞれアセチル基、カルボキシ基に変換することに成功した (eq. 3)。パラジウム触媒によるオレフィンと極性ビニルモノマーとの直接的な共重合では、通常極性基が分岐末端に導入されたポリマーが得られる。従って、かさ高い極性モノマーはポリマー主鎖に極性基を導入するための有用な手法であると考えられる。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 0件）

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Makoto Nakamura, Kohtaro Osakada  | 4. 巻<br>12              |
| 2. 論文標題<br>Copolymerisation of 1-alkenes with bulky oxygen-containing olefins for dual-stage functionalisation of polyolefins | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>Polymer Chemistry   | 6. 最初と最後の頁<br>299-306   |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1039/D0PY01303J  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Karin Nakamura, Yuki Tokura, Ryuji Tsubamoto, Kohtaro Osakada                                     | 4. 巻<br>52              |
| 2. 論文標題<br>Synthesis of polycyclic polyolefins by a Pd-catalyzed isomerization polymerization of vinylcycloalkanes            | 5. 発行年<br>2020年         |
| 3. 雑誌名<br>Polymer Journal   | 6. 最初と最後の頁<br>93-101    |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1038/s41428-019-0260-x   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Hiroyuki Takada, Kenji Yamazaki, Kohtaro Osakada  | 4. 巻<br>44              |
| 2. 論文標題<br>Hydrovinylation of Olefins Catalyzed by RuCl <sub>2</sub> (MeCN) <sub>2</sub> (cod)/organoaluminum System          | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Transactions of the Materials Research Society of Japan   | 6. 最初と最後の頁<br>137-141   |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Takayoshi Yamada, Yuichiro Nakamaru, Kohtaro Osakada, Ichihiko Aratani, Yutaka Suzuki             | 4. 巻<br>38              |
| 2. 論文標題<br>Pd-Promoted Copolymerization of Methallyl and Isoprenyl Ethers and Acetate with $\alpha$ -Olefins                  | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Organometallics   | 6. 最初と最後の頁<br>2323-2329 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1021/acs.organomet.9b00150   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|  |                      |
|--|----------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Karin Nakamura, Yuki Tokura, Ryuji Tsubamoto, Kohtaro Osakada                          | 4. 巻<br>52           |
| 2. 論文標題<br>Synthesis of polycyclic polyolefins by a Pd-catalyzed isomerization polymerization of vinylcycloalkanes | 5. 発行年<br>2020年      |
| 3. 雑誌名<br>Polymer Journal  | 6. 最初と最後の頁<br>93-101 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>-            |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Fethi Elaieb, Soheila Sameni, Mouhamad Awada, Catherine Jeunesse, Dominique Matt, Loic Toupet, Jack Harrowfield, Daisuke Takeuchi, Shigenaga Takano | 4. 巻<br>43              |
| 2. 論文標題<br>Metallated Container Molecules: A Capsular Nickel Catalyst for Enhanced Butadiene Polymerisation   | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>European Journal of Inorganic Chemistry   | 6. 最初と最後の頁<br>4690-4693 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/ejic.201901074  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Liyi Tan, Daisuke Takeuchi, Kohtaro Osakada  | 4. 巻<br>57              |
| 2. 論文標題<br>Synthesis of Poly(Arylene Alkenylene)s by Pd Catalyzed Three Component Coupling Polycondensation of Diiodoarenes, Non Conjugated Dienes, and Nucleophiles that Involves Chain Walking Isomerization | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry   | 6. 最初と最後の頁<br>2535-2542 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/pola.29528   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi  | 4. 巻<br>77              |
| 2. 論文標題<br>Olefin Polymerization and Copolymerization Catalyzed by Dinuclear Catalysts Having Macrocyclic Ligands | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Synthetic Organic Chemistry Japan  | 6. 最初と最後の頁<br>1136-1146 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし  | 査読の有無<br>無              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Takashi Iwasawa, and Kohtaro Osakada  | 4. 巻<br>51              |
| 2. 論文標題<br>Double-Decker-Type Dipalladium Catalysts for Copolymerization of Ethylene with Acrylic Anhydride | 5. 発行年<br>2018年         |
| 3. 雑誌名<br>Macromolecules  | 6. 最初と最後の頁<br>5048-5054 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1021/acs.macromol.8b00569  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>Shinji Yamakawa, Daisuke Takeuchi, Kohtaro Osakada, Shigenaga Takano, Shojiro Kaita | 4. 巻<br>136         |
| 2. 論文標題<br>Copolymerization of 1,3-Butadiene and Norbornene Catalyzed by Ni Complexes.        | 5. 発行年<br>2019年     |
| 3. 雑誌名<br>Reactive Functional Polymers  | 6. 最初と最後の頁<br>19-24 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.reactfunctpolym.2018.12.006                             | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Li Yi Tan, Yoshitaka Tsuchido, Kohtaro Osakada, Zhengguo Cai, Yoshiaki Takahashi, and Daisuke Takeuchi  | 4. 巻<br>52              |
| 2. 論文標題<br>Synthesis and Aggregation Behavior of Poly(arylene alkenylene)s and Poly(arylene alkylene)s Having Dialkoxyphenylene and Aromatic Diimide Groups | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Macromolecules  | 6. 最初と最後の頁<br>1642-1652 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1021/acs.macromol.8b02468  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Dario Pasini and Daisuke Takeuchi  | 4. 巻<br>118             |
| 2. 論文標題<br>Cyclopolymerizations: Synthetic Tools for the Precision Synthesis of Macromolecular Architectures | 5. 発行年<br>2018年         |
| 3. 雑誌名<br>Chemical Reviews   | 6. 最初と最後の頁<br>8983-9057 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1021/acs.chemrev.8b00286  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi   | 4. 巻<br>50            |
| 2. 論文標題<br>Synthesis and thermal properties of poly(oligomethylene-cycloalkylene)s with regulated regio- and stereochemistry | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Polymer Journal  | 6. 最初と最後の頁<br>573-578 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1038/s41428-018-0073-3  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>竹内 大介                        | 4. 巻<br>68          |
| 2. 論文標題<br>二核遷移金属錯体に基づく重合触媒の設計         | 5. 発行年<br>2019年     |
| 3. 雑誌名<br>高分子                          | 6. 最初と最後の頁<br>57-59 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし         | 査読の有無<br>無          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>竹内 大介, 高野 重永, 千葉 友莉子, 岩澤 孝, 小坂田 耕太郎       | 4. 巻<br>75            |
| 2. 論文標題<br>二層型二核金属錯体触媒によるオレフィン重合・共重合                | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>高分子論文集                                    | 6. 最初と最後の頁<br>507-514 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1295/koron.2018-0030 | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Daisuke Takeuchi, Yuriko Chiba, Shigenaga Takano, Hideo Kurihara, Minoru Kobayashi, Kohtaro Osakada | 4. 巻<br>8               |
| 2. 論文標題<br>Ethylene polymerization catalyzed by dinickel complexes with a double-decker structure             | 5. 発行年<br>2017年         |
| 3. 雑誌名<br>Polymer Chemistry   | 6. 最初と最後の頁<br>5112-5119 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1039/c7py00333a  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

〔学会発表〕 計24件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 1件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>竹内大介                                     |
| 2. 発表標題<br>パラジウム触媒によるオレフィン重合生長末端官能基化を利用したブロック共重合体合成 |
| 3. 学会等名<br>第68回高分子学会年次大会                            |
| 4. 発表年<br>2019年                                     |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Liyi Tan, Daisuke Takeuchi, Kohtaro Osakada  |
| 2. 発表標題<br>Synthesis of poly(arylene alkylene) from diiodo arenes and terminal alkynes by Pd catalyzed Sonogashira coupling |
| 3. 学会等名<br>第68回高分子学会年次大会  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>竹内大介  |
| 2. 発表標題<br>パラジウム触媒によるオレフィン重合生長末端のカルボニル化を利用した様々なブロック共重合体の合成 |
| 3. 学会等名<br>第68回高分子討論会                                      |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>山川進二, 小坂田耕太郎, 竹内大介, 高野重永, 会田昭二郎        |
| 2. 発表標題<br>ジヒドロキシピピリジンニッケル錯体触媒を用いた1,3-ブタジエンの選択的重合 |
| 3. 学会等名<br>第68回高分子討論会                             |
| 4. 発表年<br>2019年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>竹内大介, 小坂田耕太郎                            |
| 2. 発表標題<br>錯体触媒を用いるオレフィン類の異性化重合・環構造を制御した炭化水素高分子の合成 |
| 3. 学会等名<br>第68回高分子討論会                              |
| 4. 発表年<br>2019年                                    |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Daisuke Takeuchi   |
| 2. 発表標題<br>Synthesis of Olefin Polymers and Copolymers by Pd-catalyzed Isomerization Polymerization |
| 3. 学会等名<br>The 16th Pacific Polymer Conference (招待講演) (国際学会)  |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>竹内大介                         |
| 2. 発表標題<br>後期遷移金属触媒を用いた異性化重合による新しい高分子合成 |
| 3. 学会等名<br>第90回高分子若手研究会 (招待講演)          |
| 4. 発表年<br>2018年                         |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中村真, 竹内大介, 小坂田耕太郎                                     |
| 2. 発表標題<br>ジイミンパラジウム触媒によるかさ高い極性基をもつビニルモノマーと $\alpha$ -オレフィンとの共重合 |
| 3. 学会等名<br>第67回高分子討論会  |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>談立易、竹内大介、小坂田耕太郎   |
| 2. 発表標題<br>Synthesis and Properties of Poly (arylene alkylene)s Having Aromatic Diimide Groups |
| 3. 学会等名<br>第67回高分子討論会  |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤圭, 小坂田耕太郎, 竹内大介, 上原 宏樹                         |
| 2. 発表標題<br>アルケニルシクロヘキサンのリビング重合を利用した分岐構造の制御された含環高分子の合成および熱物性 |
| 3. 学会等名<br>第67回高分子討論会                                       |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>竹内大介, 岩澤孝, 小坂田耕太郎                              |
| 2. 発表標題<br>二層型二核ジパラジウム触媒によるオレフィンとp-メトキシスチレンとのワンポットブロック共重合 |
| 3. 学会等名<br>第67回高分子討論会                                     |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>竹内大介  |
| 2. 発表標題<br>Novel Synthesis of Olefin Polymers and Copolymers by Mono- and Dinuclear Pd Catalysts |
| 3. 学会等名<br>化学系学協会東北大会 高分子コロキウム (招待講演)  |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>竹内大介   |
| 2. 発表標題<br>Controlled Synthesis of New Polyolefins by Pd-Catalyzed Isomerization Polymerization |
| 3. 学会等名<br>化学系学協会東北大会 有機化学セッション(招待講演)   |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|                                 |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名<br>竹内大介、小坂田耕太郎          |
| 2. 発表標題<br>オレフィン重合における遷移金属錯体触媒  |
| 3. 学会等名<br>第48回石油・石油化学討論会(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2018年                 |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Makoto Nakamura, Daisuke Takeuchi, Kohtaro Osakada   |
| 2. 発表標題<br>Copolymerization of vinyl monomers with a bulky polar substituent and $\alpha$ -olefins by diimine palladium catalysts |
| 3. 学会等名<br>The 9th International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals   |
| 4. 発表年<br>2018年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kei Sato, Kohtaro Osakada, Daisuke Takeuchi, Hiroki Uehara  |
| 2. 発表標題<br>Living polymerization of alkenylcyclohexanes. Synthesis and thermal properties of polymers with cycloalkane groups having controlled branches |
| 3. 学会等名<br>The 9th International Forum on Chemistry of Functional Organic Chemicals  |
| 4. 発表年<br>2018年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>岩澤 孝, 竹内 大介, 小坂田 耕太郎             |
| 2. 発表標題<br>二層型二核パラジウム錯体によるエチレンとスチレン誘導体との共重合 |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子討論会                       |
| 4. 発表年<br>2017年                             |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>山川 進二, 竹内 大介, 小坂田 耕太郎         |
| 2. 発表標題<br>ジヒドロキシピピリジンコバルト錯体を用いたブタジエンの重合 |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子討論会                    |
| 4. 発表年<br>2017年                          |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>山川 進二, 竹内 大介, 小坂田 耕太郎                   |
| 2. 発表標題<br>ピピリジン配位子を有するニッケル錯体を用いたブタジエンとノルボルネン類の共重合 |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子討論会                              |
| 4. 発表年<br>2017年                                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Liyi TAN, Daisuke TAKEUCHI, Kohtaro OSAKADA                                 |
| 2. 発表標題<br>Synthesis of poly(arylene alkylene) utilizing Pd-catalyzed polycondensation |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子討論会  |
| 4. 発表年<br>2017年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>佐藤 圭, 竹内 大介, 小坂田 耕太郎                         |
| 2. 発表標題<br>位置選択的かつ立体選択的にメチル分岐の導入されたポリアルケニルシクロヘキサンの合成と物性 |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子年次大会                                  |
| 4. 発表年<br>2017年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Liyi TAN, Daisuke TAKEUCHI, Kohtaro OSAKADA   |
| 2. 発表標題<br>Heck Polycondensation of Diiodo Arenes with N,N'-Dialkenyl Diimides by Pd Catalysts |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子年次大会   |
| 4. 発表年<br>2017年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>竹内大介・岩澤孝・高野重永・小坂田耕太郎              |
| 2. 発表標題<br>二層型二核パラジウム錯体によるエチレンと種々のコモノマーとの共重合 |
| 3. 学会等名<br>第66回高分子年次大会                       |
| 4. 発表年<br>2017年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>竹内大介                          |
| 2. 発表標題<br>単核および二核パラジウム錯体触媒による新しいオレフィン重合 |
| 3. 学会等名<br>重合触媒設計研究会セミナー（招待講演）           |
| 4. 発表年<br>2018年                          |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|  | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(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 |
|---------|---------|
|---------|---------|