

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：32702

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02023

研究課題名(和文) 2つの異種カップリング反応を用いる両末端官能基化された 共役系高分子の選択的合成

研究課題名(英文) Selective synthesis of pi-conjugated polymer with functional group at both ends by means of two different coupling reactions

研究代表者

横澤 勉 (Yokozawa, Tsutomu)

神奈川大学・工学部・教授

研究者番号：80182690

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではリビング重合と同様な挙動を示す Grignard モノマーの触媒移動型熊田・玉尾カップリング重合後に官能基耐性が高く、入手容易、または合成・単離できる多種類のボロン酸エステル試薬を加えて、種々の末端官能基を両末端に持つ 共役系高分子を one pot で選択的に合成する手法の開発を目的とした。その結果、N-ヘテロカルベン配位子の Pd 触媒を用いると、目的とする重合と末端官能基化が進行した。また、片末端ボロン酸エステル化されたポリ(メチルメタクリレート) (PMMA) を用いると、PMMA-ポリチオフェン-PMMAのトリブロック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

熊田・玉尾カップリング重合後の両末端官能基化は、Grignard 試薬で導入した炭素不飽和基を数段階を経て目的とする官能基に変換する方法が続けられていた。本法ではGrignard 試薬では壊れてしまう官能基も鈴木・宮浦カップリングによって一段階で導入できるようになったので汎用性の高い方法を開発できた。また、学術的に非水系の熊田・玉尾カップリング反応後に水系の鈴木・宮浦カップリングを同一触媒で連続して行えることを初めて明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We investigated successive Kumada-Tamao catalyst-transfer condensation polymerization of Grignard monomer and introduction of functional groups at both ends by Suzuki-Miyaura coupling reaction with many kinds of isolable boronic acid esters in one pot. We found that a Pd catalyst with an N-heterocarbene ligand was available for this successive polymerization and end-functionalization. Furthermore, when poly(methyl methacrylate) (PMMA) with a boronate at one end was used as a boronic acid ester, PMMA-polythiophene-PMMA triblock copolymer was successfully obtained.

研究分野：高分子合成化学

キーワード：共役系高分子 末端官能基化 カップリング反応 触媒移動重合 熊田カップリング 鈴木カップリング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

共役系高分子は光電変換材料(太陽電池)、有機 EL 材料、電界効果型有機トランジスタ(FET)に活用されているが、酸化重合や有機金属試薬を用いた芳香族化合物の縮合重合によって作られるので生成高分子の分子量の制御や末端官能基の定量的導入は困難とされてきた。しかし、応募者らと McCullough らがほぼ同時期に末端構造の明確なポリ(ヘキシルチオフェン)がリビング重合と同等な連鎖重合によって分子量を制御して合成できることを報告した。さらに応募者らはこの重合は金属触媒が高分子末端へと分子内移動することによって連鎖重合が進行していることを明らかにし、ポリフェニレン、ポリピロール、ポリピリジンの共役高分子もこの触媒移動型縮合重合で精密に合成できることを見出した。本重合のリビング特性を活かして McCullough らは、重合終期に種々の Grignard 試薬を加えると、ポリチオフェンの片末端または両末端に Grignard 試薬由来のアリール基、アルケニル基、アルキニル基、アルキル基が導入できることを報告した。それ以降、熊田・玉尾カップリング重合で得られる共役系高分子の末端に重合開始部位などの官能基を導入する際には、この Grignard 試薬で導入した炭素不飽和基を数段階を経て変換する方法が続けられている。

2. 研究の目的

官能基耐性が高く、入手容易、または合成・単離できる多種類のボロン酸エステル試薬を熊田・玉尾カップリング重合終期に加えて、種々の末端官能基を両末端に持つ共役系高分子を one pot で選択的に合成する手法の開発を目的とした。末端官能基としては高分子も含んでおり、ボロン酸エステル末端の高分子を用いるトリブロック共重合体の合成も検討する。この手法によって官能基変換をすることなく、目的とする官能基や機能団を一段階で共役系高分子に導入できるようになる。従来の Grignard 試薬による炭素不飽和基の導入とその官能基変換は、linear method であるため 1 つの変換反応が低収率であると最終目的官能基の導入はかなり収率が低下する。一方、既に導入したい官能基を持つボロン酸エステルを持つ試薬を別途合成して、共役系高分子の両末端に反応させることは、それぞれの合成過程が独立した convergent method であるため最終生成物を収率良く得られる長所を持つ。しかし、本法は、one pot で熊田・玉尾カップリング重合を行い、鈴木・宮浦カップリング反応で末端官能基化を行うので、この研究の成否の鍵は、1) Grignard 試薬を用いる非水系の熊田・玉尾カップリング重合後に塩基水溶液を用いる鈴木・宮浦カップリング反応が行えるか? 2) 両反応を進行させる有効な金属触媒があるか? にある。有機化学や有機金属化学においては両反応を段階的に行う必然性がなかったためかこのような研究課題はこれまで検討されたことはない。むしろ、重合と末端官能基化という連続反応を行う高分子化学において初めて生まれた課題とも考えられ、本研究の学術的独自性と創造性は高い。また、両末端官能基化は、1 つの末端にボロン酸エステル試薬が反応後に金属触媒がポリチオフェンの重合と同様に高分子主鎖内を分子内移動して連続的にもう一方の末端でもボロン酸エステル試薬と反応することを期待している。すなわち、過剰のボロン酸エステル試薬を用いなくても片末端官能基化された共役系高分子が生成することなく、選択的に両末端官能基化高分子が生成する本アプローチは、応募者が独自に発展させてきた「金属触媒の共役系高分子上の分子内移動」の化学に基づいている。

3. 研究の方法

1. 触媒探索および反応条件の検討

ポリチオフェンの合成において触媒移動型熊田・玉尾カップリング重合が種々の触媒において進行することを応募者らは明らかにしたので、これらの触媒を用いて熊田・玉尾カップリング重合後にアリールボロン酸エステルと種々の塩基水溶液を加えて鈴木・宮浦カップリングによる末端官能基化を検討する。最適触媒と塩基を明らかにしたら触媒移動型熊田・玉尾カップリング重合を達成しているポリフェニレン、ポリフルオレン、ポリピロール、ポリピリジンにおいても鈴木・宮浦カップリングによる末端官能基化を検討する。

2. 種々のボロン酸エステルを用いる末端官能基化

ボロン酸エステル試薬は、Grignard 試薬では共存できない官能基を持たせることができるので、下記のようなカルボニル基を持つ電子受容性芳香環、ヒドロキシ基、原子移動ラジカル重合(ATRP)開始部位を持つボロン酸エステルを用いて、ポリチオフェンなどの共役系高分子の両末端にこれらの芳香環や官能基を選択的に導入できるかを検討する。また、両末端に電子受容性芳香環を導入した共役系高分子の光電子的特性も検討する。

3. ボロン酸エステル末端ポリマーの合成

ボロン酸エステル末端ポリマーを熊田・玉尾カップリング重合後の鈴木・宮浦カップリングによる末端官能基化に用いれば、A-B-A トリブロック共重合体がジブロック共重合体が混ざることなく選択的に合成できる。そこでボロン酸エステル末端ポリマーの合成を検討する。まずは上記ヒドロキシ基と ATRP 開始部位を持つボロン酸エステルからそれぞれ開環重合と ATRP によ

ってポリラクトンと汎用ビニルポリマーのボロン酸エステル試薬を合成する。次に 共役系高分子の末端にボロン酸エステル部位を導入することを検討する。すなわち、応募者らが開発した触媒移動型鈴木・宮浦カップリング重合の開始剤 $Ar-Pd(L)-Br$ の代わりに触媒移動能のある配位子 L を持つ 0 価 Pd 触媒を用いて重合を行い、ボロン酸エステル試薬で片末端を封止すれば目的とするボロン酸エステル末端の 共役系高分子が生成すると期待される。まずはポリフルオレン、そしてポリフェニレンとポリチオフェンの場合について検討する。

4. トリブロック共重合体の合成

3. で得られたボロン酸エステル末端汎用ポリマーとボロン酸エステル末端 共役系高分子を、 共役系高分子を合成する熊田・玉尾カップリング重合後にそれぞれ加え、汎用ポリマー - 共役系高分子 - 汎用ポリマートリブロック共重合体と異種 共役系高分子の A-B-A 型トリブロック共重合体を合成する。得られたブロック共重合体の光電子特性を検討する。

4. 研究成果

(1) チオフェンモノマーの触媒移動型熊田・玉尾カップリング重合後に *p*-トルフルオロメチルフェニルボロン酸エステルを加えて、ポリチオフェンの両末端をトルフルオロメチルフェニル化する条件を種々検討した結果、PEPPSI-IPr Pd 触媒を用い、塩基としてはクラウンエーテルを加えないでリン酸カリウムを用いることが最適であることを明らかにした。

(2) カルボニル基を持つ電子受容性芳香環、ヒドロキシ基、原子移動ラジカル重合 (ATRP) 開始部位を持つボロン酸エステルによって、これらの官能基がポリチオフェンの両末端に導入できることを明らかにした。

(3) この手法によりトリブロック共重合体を合成するため、片末端にボロン酸エステルを持つ 共役系高分子の合成法を検討した結果、Amphos $Pd(0)$ 触媒を末端停止剤存在下でフルオレンモノマーに作用させると、目的とするポリマーが得られることを明らかにした。しかしながら、分子量分布が広がったので、その重合挙動を検討し、末端停止剤による停止反応後に再生する $Pd(0)$ 触媒によって高分子どうしの反応も起きていることを明らかにした。

(4) トリブロック共重合体を合成するためボロン酸エステル末端ポリマーの合成を検討した。まずは原子移動ラジカル重合 (ATRP) の開始部位を持つボロン酸エステルからメチルメタクリレート (MMA) の ATRP を行い、片末端にボロン酸エステル部位を PMMA を合成した。次に 共役系高分子の末端にボロン酸エステル部位を導入することを 2 つの方法で検討した。1 つは、フルオレンモノマーの鈴木・宮浦触媒移動重縮合 (CTCP) を行い、末端封止材として pinB-Ph-BDan を加えた。純度良く、分散の狭い BDan 末端のポリフルオレンが得られたが、BDan 部位を加水分解してボロン酸に変換するときに副反応が起きた。もう 1 つは、末端封止剤としてフルオレンジボロン酸エステルを加えた結果、純度良く、分散の狭い Bpin 末端のポリフルオレンが得られた。

(5) pinB 末端の PMMA をチオフェンモノマーの熊田・玉尾カップリング重合後に加えた結果、A-B-A 型のトリブロック共重合体を得られた。片末端に pinB を持つポリフルオレンとポリフェニレンを同様にチオフェンモノマーの熊田・玉尾カップリング重合後に加えた結果、ポリフルオレンとポリフェニレンの分子量が高いときはジブロック共重合体が、分子量が低いときはトリブロック共重合体を得られた。

(6) 熊田・玉尾カップリング重合においてポリフェニレンを系中で合成し、鈴木・宮浦カップリングによる両末端官能基化が同様に進行するかを検討した。その結果、熊田・玉尾カップリング重合を長時間行って、ポリフェニレンを合成すると、用いている Pd 触媒の配位子が高分子両末端に導入される副反応が起きた。そこでこの副反応が起きる前に種々のボロン酸エステル試薬を加えると、両末端官能基化が進行した。また、ボロン酸エステル試薬としてチオフェンモノマーを加えると、片末端から成長したジブロック共重合体が生成した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14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 Tokita Yu, Sugawara Kotaro, Awayama Riho, Ohta Yoshihiro, Yokozawa Tsutomu	4. 巻 57
2. 論文標題 Synthesis of molecular weight controlled polyfluorene with boronate at one end	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 2498 ~ 2504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pola.29514	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 Yokozawa Tsutomu, Harada Natsumi, Sugita Hajime, Ohta Yoshihiro	4. 巻 25
2. 論文標題 Intramolecular Catalyst Transfer on a Variety of Functional Groups between Benzene Rings in a Suzuki-Miyaura Coupling Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 10059 ~ 10062
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201902044	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 Tran Hoan Minh, Nguyen Le-Thu T., Nguyen Tam Huu, Nguyen Ha Lac, Phan Nam T.S., Zhang Geng, Yokozawa Tsutomu, Tran Hai Le, Mai Phong Thanh, Nguyen Ha Tran	4. 巻 116
2. 論文標題 Efficient synthesis of a rod-coil conjugated graft copolymer by combination of thiol-maleimide chemistry and MOF-catalyzed photopolymerization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 190 ~ 200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eurpolymj.2019.04.017	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 Sugita Hajime, Nojima Masataka, Ohta Yoshihiro, Yokozawa Tsutomu	4. 巻 10
2. 論文標題 Unstoichiometric Suzuki-Miyaura cyclic polymerization of extensively conjugated monomers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 1182 ~ 1185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8py01741g	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 Nojima Masataka, Kamigawara Takeru, Ohta Yoshihiro, Yokozawa Tsutomu	4. 巻 57
2. 論文標題 Catalyst-Transfer Suzuki-Miyaura Condensation Polymerization of Stilbene Monomer: Different Polymerization Behavior Depending on Halide and Aryl Group of ArPd(t Bu3P)X Initiator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 297 ~ 304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pola.29169	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 Kosaka Kentaro, Nanjyo Kotetsu, Ohta Yoshihiro, Yokozawa Tsutomu	4. 巻 47
2. 論文標題 Importance of the Balance of Interaction between Palladium Catalyst and Aromatic -Face for Unstoichiometric Suzuki-Miyaura Coupling Polymerization: Effective Pd cataCium A Catalyst for Fluorene and Cyclopentadithiophene Monomers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1040 ~ 1043
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180398	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 Nguyen Tam Huu, Nguyen Le-Thu T., Nguyen Viet Quoc, Ngoc Tan Phan Lan, Zhang Geng, Yokozawa Tsutomu, Thuy Thi Phung Dung, Tran Nguyen Ha	4. 巻 9
2. 論文標題 Synthesis of poly(3-hexylthiophene) based rod?coil conjugated block copolymers via photoinduced metal-free atom transfer radical polymerization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 2484 ~ 2493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8py00361k	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 Kosaka Kentaro, Uchida Tatsuya, Mikami Koichiro, Ohta Yoshihiro, Yokozawa Tsutomu	4. 巻 51
2. 論文標題 AmPhos Pd-Catalyzed Suzuki?Miyaura Catalyst-Transfer Condensation Polymerization: Narrower Dispersity by Mixing the Catalyst and Base Prior to Polymerization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 364 ~ 369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.7b01990	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87件（うち招待講演 14件 / うち国際学会 28件）

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Synthesis of cyclic polymers by means of unstoichiometric Suzuki-Miyaura polycondensation
3. 学会等名 Korea-Japan Joint Symposium on Polymer Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Catalyst Transfer on Various Functional Groups
3. 学会等名 Malaysia Polymer International Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Intramolecular Catalyst Transfer on Functional Groups
3. 学会等名 INEOS 65 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Intramolecular Catalyst Transfer on a Variety of Functional Groups between Benzene Rings
3. 学会等名 The 16th Pacific Polymer Conference (PPC16) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Synthesis of cyclic polyarylenes by means of unstoichiometric Suzuki-Miyaura polycondensation through intra and intermolecular catalyst transfer
3. 学会等名 Frontiers in Polymer Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Harada
2. 発表標題 Suzuki-Miyaura catalyst-transfer polymerization of AB type amine monomer
3. 学会等名 Frontiers in Polymer Science 2020 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Watanabe
2. 発表標題 Synthesis of hybrid nanomaterials by means of self-assembly and silicification of -conjugated polymer-b-poly(ethyleneimine)
3. 学会等名 Frontiers in Polymer Science 2021 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Sugita
2. 発表標題 Unstoichiometric cyclic polycondensation and model reaction of benzothiadiazole and phenylene monomers via Suzuki-Miyaura coupling reaction
3. 学会等名 Frontiers in Polymer Science 2023 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田菜摘
2. 発表標題 触媒移動型縮重合による制御されたポリピフェニルアミンの合成
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 時光果穂
2. 発表標題 側鎖にオリゴアミドを有するm-ジプロモノマーの非等モル下鈴木・宮浦環化重縮合
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉田一
2. 発表標題 ベンゾチアジアゾールとフェニレンモノマーを用いたA2+B2非等モル下環化重合とベンゾチアジアゾール誘導体の添加剤効果
3. 学会等名 第72回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上川原タケル
2. 発表標題 非等モル下鈴木・宮浦重縮合の添加物によるポリマーの末端基およびトポロジー変換
3. 学会等名 第73回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 津谷香純
2. 発表標題 片末端にボロン酸エステル部位を有する高分子を用いた全共役B-A-B型トリブロック共重合体のOne-pot合成
3. 学会等名 第74回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田達也
2. 発表標題 両末端に塩素原子及び片末端にボロン酸エステル部位を有する 共役系高分子の精密合成
3. 学会等名 第75回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 廣田俊城
2. 発表標題 熊田・玉尾触媒移動型連鎖縮合重合におけるハイパーブランチポリ(チエニレン-フェニレン)の末端官能基化
3. 学会等名 第78回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊純生
2. 発表標題 有機-無機ハイブリッド材料を目指したポリフルオレン-ポリエチレンイミンブロック共重合体の合成
3. 学会等名 第79回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉田一
2. 発表標題 鎖状と環状のジケトポリマーの合成とPaal-Knorr反応を利用した主鎖骨格の変換
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田菜摘
2. 発表標題 鈴木・宮浦触媒移動型縮合重合によるポリジフェニルアミンの合成検討
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊純生
2. 発表標題 ポリフルオレン-ポリエチレンイミンブロック共重合体を核とするシリカ微粒子の合成とその光学特性
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉田一
2. 発表標題 種々の全共役系 A-B-Aトリブロック共重合体への普遍的アプローチ
3. 学会等名 第73回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横澤 勉
2. 発表標題 分子内触媒移動を利用した重縮合
3. 学会等名 高分子学会関東支部 北関東地区第1回講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横澤 勉
2. 発表標題 金属触媒の分子内移動を利用した重縮合～スランプからの脱出の一例～
3. 学会等名 高分子学会東海支部 東海高分子研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Unstoichiometric Suzuki-Miyaura Polycondensation for the Synthesis of a Variety of Cyclic Polymers
3. 学会等名 Polymers Meet Topology（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横澤 勉
2. 発表標題 種々の官能基上の分子内触媒移動を利用した重縮合
3. 学会等名 触媒学会重合触媒設計研究会セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Synthesis of Cyclic Polymers by Means of Unstoichiometric Suzuki-Miyaura Polycondensation
3. 学会等名 Polycondensation 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横澤 勉
2. 発表標題 質量分析に助けられた連鎖縮合重合の研究
3. 学会等名 日本質量分析学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 Intramolecular Transfer of Pd Catalyst on Bis(bromophenylene) Connected to Various Functional Groups
3. 学会等名 14th Japan-Belgium Symposium on Polymer Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横澤 勉
2. 発表標題 縮合重合のリビング重合を実現
3. 学会等名 高分子学会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Yokozawa
2. 発表標題 End-functionalization of conjugated polymers via intramolecular catalyst transfer
3. 学会等名 MACRO 2018 World Polymer Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横澤 勉
2. 発表標題 金属触媒の分子内移動を利用した共役系高分子の合成
3. 学会等名 高分子学会関東支部第65回湘北地区懇話会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉田 一
2. 発表標題 アクセプターモノマーを用いた非等モル下鈴木・宮浦環化重合
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣田 俊城
2. 発表標題 AB2モノマーの熊田・玉尾触媒移動型連鎖縮合重合による制御されたハイパーブランチポリ(チエニレン-フェニレン)の合成と光学特性
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田 達也
2. 発表標題 種々の嵩高いホスフィン配位子を有するパラジウム触媒を用いた鈴木・宮浦触媒移動型連鎖縮合重合
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣田 俊城
2. 発表標題 熊田・玉尾触媒移動型連鎖縮合重合による制御されたハイパーブランチおよび鎖状ポリ(チエニレン-フェニレン)の合成とそれらの光学特性
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田 菜摘
2. 発表標題 種々の官能基で連結した二芳香環ジプロモアリレン上のPd触媒の分子内移動と重縮合への応用
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上川原 タケル
2. 発表標題 非等モル下鈴木・宮浦重縮合の添加物による重合モードの制御
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田 達也
2. 発表標題 鈴木-宮浦型触媒移動型連鎖縮重合におけるPd触媒ホスフィン配位子の立体的および電子的効果
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 泰介
2. 発表標題 ハロゲン部位を有する環状ポリマーの合成とグラフト化
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上川原 タケル
2. 発表標題 フェニレンモノマーの非等モル下鈴木・宮浦重縮合における分子量と末端基の添加物によるスイッチング
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 直樹
2. 発表標題 非等モル下鈴木・宮浦カップリング重合による環状ポリ(スチルベン-フェニレン)の合成およびそのメタセシス交換反応による分子量と両末端制御
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 行川 毅
2. 発表標題 非等モル下鈴木・宮浦カップリング重縮合による不飽和環状ポリエステル合成とそのメタセシス交換反応による分子量と末端官能基制御
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田 菜摘
2. 発表標題 様々な官能基で連結した二芳香環ジプロモアリレン上のPd触媒の分子内移動と非等モル下重縮合への応用
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 張 耿
2. 発表標題 Synthesis of hybrid nanomaterials by means of self-assembly and silicification of poly(3-hexylthiophene)-b-poly(ethyleneimine) and their optical properties
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田 耕平
2. 発表標題 ハイパーブランチポリアミドまたはリニアポリアミドとポリエチレンイミンとのブロック共重合体の合成と自己組織体のシリカへの形状転写
3. 学会等名 第67回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上川原 タケル
2. 発表標題 フェニレンモノマーの非等モル下鈴木・宮浦重縮合における添加物による重合モード変換
3. 学会等名 第65回湘北地区懇話会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 泰介
2. 発表標題 選択的鈴木-宮浦環化重合によるハロゲン部位を有する環状ポリマーの合成とグラフト化
3. 学会等名 第65回湘北地区懇話会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内田 達也
2. 発表標題 鈴木-宮浦触媒移動型連鎖縮合重合における嵩高いホスフィン配位子を有するパラジウム触媒の分子内挙動
3. 学会等名 第65回湘北地区懇話会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kamigawara
2. 発表標題 Additive controlled switching from abnormal to normal unstoichiometric Suzuki-Miyaura polycondensation
3. 学会等名 MACRO 2018 World Polymer Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Uchida
2. 発表標題 Intramolecular transfer propensities of bulky phosphine-ligated Pd catalysts in Suzuki-Miyaura coupling polymerization
3. 学会等名 MACRO 2018 World Polymer Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Harada
2. 発表標題 Propensity for intramolecular transfer of Pd catalyst on two bromoarylenes connected to various functional group
3. 学会等名 MACRO 2018 World Polymer Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirota
2. 発表標題 Synthesis and optical properties of well-defined hyperbranched poly(thienylene-phenylene) by catalyst-transfer condensation polymerization of AB ₂ monomer
3. 学会等名 MACRO 2018 World Polymer Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Sugita
2. 発表標題 Unstoichiometric cyclic condensation polymerization of phenylene and heteroarylene by means of Suzuki-Miyaura coupling
3. 学会等名 MACRO 2018 World Polymer Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 泰介
2. 発表標題 側鎖にビニルポリマーを有する環状ポリフェニレンの合成と物性
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣田 俊城
2. 発表標題 Ni触媒を用いた熊田・玉尾触媒移動型連鎖縮合重合による制御されたハイパーブランチおよび鎖状ポリ(チエニレン-フェニレン)の合成とそれらの光学特性
3. 学会等名 第8回 CSJ 化学フェスタ 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田菜摘
2. 発表標題 様々な官能基を有する二芳香環アリレン上のPd触媒の分子内移動検討
3. 学会等名 第8回 CSJ 化学フェスタ 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上川原タケル
2. 発表標題 単純芳香環モノマーの非等モル下鈴木・宮浦重縮合における添加物による重合モード制御
3. 学会等名 第8回 CSJ 化学フェスタ 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 補加 健太
2. 発表標題 ハイパーブランチまたはリニアポリアミドとポリスチレンとのジブロック共重合体の合成とそれらの相分離構造の差異
3. 学会等名 第8回 CSJ 化学フェスタ 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Harada
2. 発表標題 Propensity for intramolecular transfer of Pd catalyst on two bromoarenes connected to various functional groups and its application to polycondensation
3. 学会等名 International Polymer Conference 2018 (IPC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kimura
2. 発表標題 Synthesis of cyclic polyphenylenes grafted with various polymers
3. 学会等名 International Polymer Conference 2018 (IPC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirota
2. 発表標題 Synthesis of well-defined hyperbranched and linear poly(thienylene-phenylene)s by catalyst-transfer condensation polymerization of AB ₂ and AB monomers and investigation of their optical properties
3. 学会等名 International Polymer Conference 2018 (IPC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Sugita
2. 発表標題 Unstoichiometric cyclic condensation polymerization of phenylene and acceptor monomers by means of Suzuki-Miyaura coupling
3. 学会等名 International Polymer Conference 2018 (IPC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 杉田 一, 太田佳宏, 横澤 勉	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 10
3. 書名 環状高分子の合成と機能発現	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>当研究室の業績と論文 http://apchem2.kanagawa-u.ac.jp/yokozawalab/frame.html 研究室・教職員の紹介 分子アーキテクチャー研究室 http://www.apchem.kanagawa-u.ac.jp/staff/012.html 当研究室の業績と論文 http://apchem2.kanagawa-u.ac.jp/yokozawalab/frame.html 研究室・教職員の紹介 分子アーキテクチャー研究室 http://www.apchem.kanagawa-u.ac.jp/staff/012.html</p>

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	太田 佳宏 (Ohta Yoshihiro) (90625617)	神奈川大学・工学部・助教 (32702)	

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