

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H00911

研究課題名(和文) 側鎖配列制御ポリマーの精密合成とシーケンス機能の創出

研究課題名(英文) Precision synthesis of sequence-controlled polymers and creation of sequence-driven functions

研究代表者

大内 誠 (Ouchi, Makoto)

京都大学・工学研究科・教授

研究者番号：90394874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,100,000円

研究成果の概要(和文)：重合後の側鎖変換の活用や一分子付加の繰り返しによってビニルモノマー共重合体の配列を制御する手法を確立し、制御されたシーケンスが根幹構造因子となる機能を明らかにした。特に様々な側鎖置換基を有する汎用モノマー(メタクリレート、アクリルアミド、スチレンなど)の配列制御共重合体をライブラリー合成し、同組成でシーケンスの制御されていない共重合体と比較することで、シーケンスによる特性や機能を調べた。具体的には制御されたシーケンスが根幹となる温度応答性、pH応答性、接着、撥水、自己修復性、自己組織化特性、分解性などを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生体高分子はモノマー配列が制御された共重合体であり、配列に基づいて機能している。一方、これまでの合成高分子の合成プロセスではモノマー配列を制御するのは不可能であったが、本研究では重合後に変換できる結合を組み込んだモノマーを使うことで、様々な側鎖を有する汎用モノマー単位の配列が制御された高分子の合成を実現し、配列に基づく物性や機能を見出した。構造として全く新しい高分子を開発するのではなく、配列の制御によって特性や機能を高められる可能性が示され、これからの社会で求められる持続性と機能性を両立する材料開発に対して大きく貢献する研究成果である。

研究成果の概要(英文)：We have established a methodology to control the sequence of vinyl monomer units in copolymers through post-polymerization side-chain transformation and iterative single-monomer addition and clarified functions specific to the controlled sequence. Particularly, we have synthesized a library of sequence-controlled copolymers made of commodity monomer units (methacrylate, acrylamide, styrene, etc.) carrying various side chain substituents, and compared the properties/functions with the corresponding statistical copolymers. We thus clarified sequence-dependent properties/functions, such as temperature/pH responsiveness, adhesion, water repellency, self-healing properties, self-assembling properties, and degradability.

研究分野：高分子化学

キーワード：配列 高分子 共重合 精密重合 ラジカル重合 側鎖 変換 選択性

1. 研究開始当初の背景

生体内で DNA やタンパク質などの生体高分子は、側鎖の異なる同一繰り返し単位 (ヌクレオチド、アミノ酸) から成り、その側鎖の並び方 (シークエンス) を規制して機能している。ここで、一つの分子鎖に複数の機能が精密に配置され、それらの協働で分子機能が発動していること、さらには限られたモノマー種を用いながら、その組み合わせと緻密制御によって、多様な分子機能を産み出していることが、高分子性 (高分子らしさ) として重要である。一方、合成高分子に対して、リビング重合や立体特異的重合などの精密重合の開発により、長さ (分子量)、末端構造、側鎖の向き (立体規則性) などの制御が実現し、ブロック共重合体やグラフト共重合体が合成されてきたが、シークエンスの制御は長年不可能と考えられてきた。また、複数のモノマーを組み合わせるランダム共重合は特性チューニングに有用であるものの、その特性は組成で決まる平均特性であった。昨今、合成高分子の用途は構造材料のみならず、機能性材料に拡張される一方で、分子設計には限界が生じはじめてきており、既存の繰り返し単位を用いながらシークエンスを制御することで、新しい材料を開発できれば大変意義深い。

2. 研究の目的

本研究の目的はビニルモノマー共重合体の側鎖配列 (シークエンス) を制御し、制御されたシークエンスが根幹構造因子となる機能を明らかにし、シークエンス機能性材料を創出することである。特に汎用モノマー (メタクリレート、アクリルアミド、スチレンなど) を繰り返し単位としたビニルポリマーに対してシークエンスを制御し、同組成でシークエンスの制御されていないものや、シークエンスの異なるものをつくり分け、その特性を比較することで、シークエンスによる特性や機能を明らかにすることが重要である。具体的にはシークエンス制御高分子を刺激応答性材料、ガスバリア材料、接着材料、高機能ゲル、機能性生体材料、アクチュエーターなどに展開し、高分子材料の機能に革新をもたらす、高分子合成・材料の分野にシークエンス科学の新潮流を築く。

3. 研究の方法

ジビニルモノマーの選択的環化重合や単独重合性の低下による交互共重合制御によって配列を制御し、重合後に側鎖を変換して様々な側鎖置換基を有する汎用モノマーからなる配列制御共重合体を合成する。変換反応にアミノリシス反応やアルコールシス反応などの置換反応を用い、置換反応に用いたアミンやアルコールの置換基を有するアクリルアミド、メタクリレート、アクリレートなどを含む配列制御共重合体を合成する。直接これらモノマーを用いて共重合を行うことでこれらを含む統計的共重合体 (配列の制御されていない共重合体) も合成し、比較することで、配列由来の特性や機能を明らかにする。

4. 研究成果

(1) アクリルアミドのみからなる交互共重合体を合成するためのジビニルモノマー設計

電子求引性のニトロ基やトリフルオロメチル基を有するサリチル酸のフェノール部位にエステル結合を形成してアクリレート、安息香酸部位に水酸基を有するアクリルアミドのエステル基形成によって、ジビニルモノマーを設計した (図1)。こうして得られたジビニルモノマーのモデルモノマーのモノマー反応性比を算出すると、 r_2 がゼロになったことから、希釈条件では選択的な環化重合が進行し、環化ポリマーの側鎖のエステル結合をアミンに変換することで加えたアミン由来のアクリルアミドと水酸基を側鎖に有するアクリルアミドの交互ポリマーのライブラリー合成を実現した。得られた共重合体はアクリルアミドのみからなる交互共重合体であり、通常の共重合では合成できない。対応する 1:1 ランダム共重合体は加えたアミン由来のアクリルアミドと 2-ヒドロキシエチルアクリルアミドの 1:1 ラジカル共重合体によって得られ、両者を比較することで交互配列由来の特性や機能

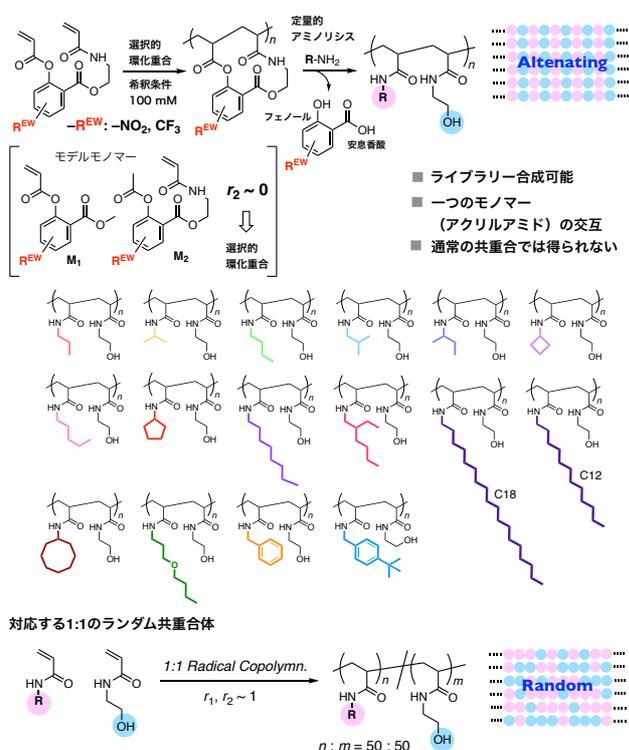


図1. 環化重合と側鎖変換によるアクリルアミドのみからなる交互共重合体のライブラリー合成

を調べることができる。実際に短いアルキル基 (C4~C5) を導入すると低温で水に溶解し、高温で水溶液が白濁する温度応答性を示すが、その温度応答性は組成分布のあるランダム共重合体に比べて鋭かった。また、オクタデシル基を導入すると、交互ポリマーは液晶性を示し、ランダム共重合体は液晶性を示さなかった。このように配列を制御し、組成分布がなくなり、側鎖に周期性があることでランダム共重合体とは異なる特性を示すことを明らかにした。

(2) メタクリレートとスチレンあるいはジエンの交互共重合体を合成するための側鎖変換性モノマー設計

サッカリンを側鎖に有するメタクリルアミドは単独重合ではラジカル重合性を示さないが、側鎖の電子求引性の効果でスチレンに対して共重合性を示し、その共重合はモノマー反応性比から交互共重合であった (図2)。また、サッカリンアミドの側鎖はモノマー状態ではアルコールや水に対して反応しなかったが、共重合体の側鎖は速やかに反応することが繰り返し単位のモデル化合物を用いた反応で明らかとなった。そこで重合系中から水を除いて共重合を行い、共重合後にアルコールを添加すると、加えたアルコールに由来するメタクリレートとスチレンの交互共重合体のライブラリー合成が可能であった。これら交互共重合体はメタクリレートのアルキル基が短い場合 (C4以下)、対応するランダム共重合体に比べてガラス転移温度が低いことがわかった。また、スチレンではなくジエンを用いても交互共重合は可能であった。

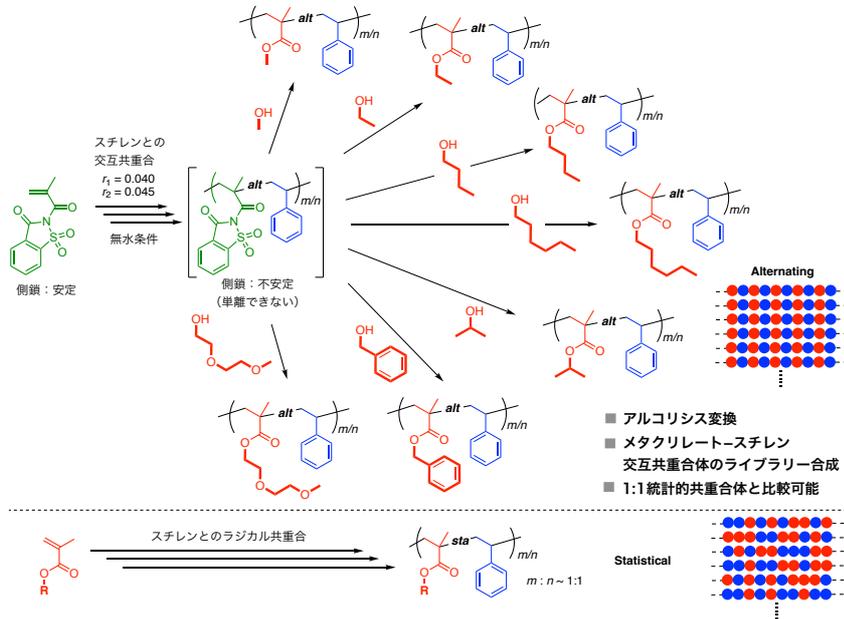


図2. 側鎖変換によるメタクリレートとスチレンの交互共重合体のライブラリー合成

アルコールに由来するメタクリレートとスチレンの交互共重合体のライブラリー合成が可能であった。これら交互共重合体はメタクリレートのアルキル基が短い場合 (C4以下)、対応するランダム共重合体に比べてガラス転移温度が低いことがわかった。また、スチレンではなくジエンを用いても交互共重合は可能であった。

(3) メタクリレートとアクリレートの交互共重合体を合成するための側鎖変換性モノマー設計と交互特異的自己修復特性

メタクリル酸メチル (MMA) と n-ブチルアクリレート (BA) の交互リッチな共重合体は自己修復特性に優れることが報告されているが、この共重合体の交互性はそれほど高くなかった。メタクリレートとアクリレートのラジカル共重合におけるアクリレートの反応性比は小さいため、メタクリレートに対し、側鎖をバルキーにして単独重合性を低下させれば、交互共重合が進行することが期待される。実際に我々はかさ高いエチルフェンコールを側鎖に有するメタクリレートをアクリレートと組み合わせると交互共重合が進行することを見出しているが、このエチルフェンコールは酸分解によってメタクリル酸に変換できるものの、アルキルメタクリレートに変換するためにはさらにアルコールとの縮合を要する。幅広いアルキルメタクリレートに変換するために単独重合性が低下するほどかさ高くて側鎖のエステル交換が可能なメタクリレートを設計・合成し

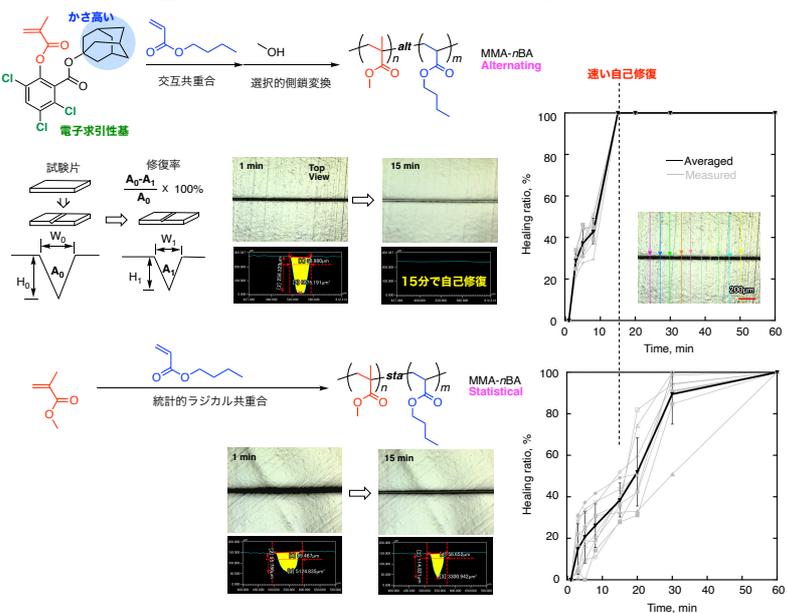


図3. MMA-BA 交互共重合体の合成と自己修復特性の評価 (1:1 統計的共重合体との比較)

た(図3)。具体的にはサリチル酸を使って、ベンゼン環上にはエステル結合を活性化するために3つの塩素を、カルボン酸部位にはエステル結合を介してアダマンチル基を導入し、フェノール部位を使ってメタクリレートを合成した。このモノマーは期待どおり、単独重合性が低く、一方でBAとの共重合は交互成長で進行した。重合後にメタノールと反応させ、MMAとBAの交互共重合体を合成したところ、対応する1:1統計的共重合体比べて高い自己修復特性を示すことを明らかにした。

(4) つなぎ目に配列の制御されたオリゴペプチドを有するブロック共重合体の配列特異的相分離挙動

混ざり合わない2種類の高分子をつなげたブロック共重合体(BCP)は、同じ高分子同士が集まろうとして自己組織化を起こし、数十ナノメートルから数百ナノメートルの周期的規則構造を形成する。この現象はマイクロ相分離と呼ばれ、2種類の高分子が混ざり合おうとしない反発力(偏析力)を表す χ (カイ)パラメーターと重合度(分子量)の積が、ある値以上にならないと起こらないため、用いる高分子の偏析力によってある程度大きな分子量にならないと相分離が起こらない。マイクロ相分離によって形成される規則構造の形態(ラメラ構造、円柱構造、球状構造など)を材料として使う上でマイクロ相分離構造の微細化が求められているが、低分子量体になると相分離が困難になるため微細化は困難であった。本研究ではBCPのつなぎ目に着目し、このつなぎ目の自己組織化挙動がBCP全体の相分離挙動に影響すると考え、配列や構造を比較的自在に変更できるオリゴペプチドの導入を検討した(図4)。PSとPMMAの分子量が同じで、つなぎ目のアミノ酸配列のみ異なるBCPを合成する手法を確立し、配列がBCPの相分離挙動に大きく影響することを明らかにした。さらに柔軟なアルキルスペーサーと4ユニットのフェニルアラニンで構成したオリゴペプチドを導入すると、通常は相分離しない分子量でも相分離することを見出した。

(5) その他

他に配列制御による光による効率的な高分子の分解、交互共重合体の温度応答性挙動、撥水性・接着特性、などを明らかにした。

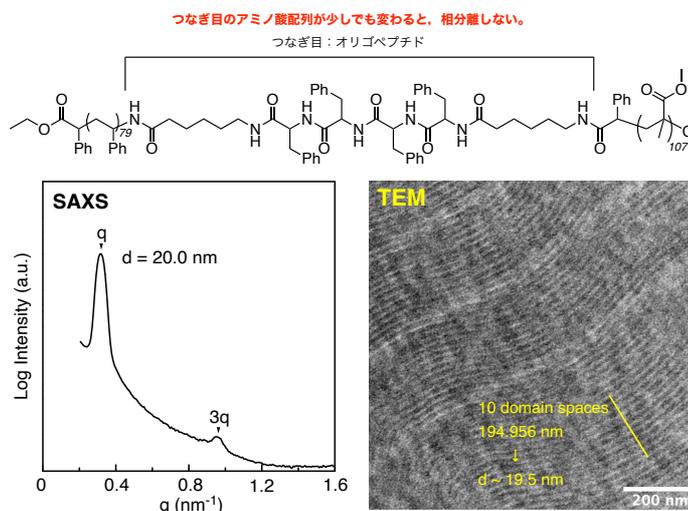


図4. オリゴペプチドをつなぎ目に有するPS-PMMAブロック共重合体の配列特異的相分離挙動

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21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 Kametani Yuki, Ouchi Makoto	4. 巻 1
2. 論文標題 One-Pot Preparation of Methacrylate/Styrene Alternating Copolymers via Radical Copolymerization and Alcoholysis Modification: Sequence Impacts on Glass Transition Temperature	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Polymers Au	6. 最初と最後の頁 10 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acspolymersau.1c00012	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 Lai Haiwang, Ouchi Makoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Backbone-Degradable Polymers via Radical Copolymerizations of Pentafluorophenyl Methacrylate with Cyclic Ketene Acetal: Pendant Modification and Efficient Degradation by Alternating-Rich Sequence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 1223 ~ 1228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.1c00513	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 Kimura Taichi, Kuroda Keita, Kubota Hiroyuki, Ouchi Makoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Metal-Catalyzed Switching Degradation of Vinyl Polymers via Introduction of an "In-Chain" Carbon-Halogen Bond as the Trigger	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 1535 ~ 1539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.1c00601	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 Yoshimura Tomoka, Morishita Tomofumi, Agata Yoshihiro, Nagashima Kodai, Wylie Kevin, Nabaie Yuta, Hayakawa Teruaki, Ouchi Makoto	4. 巻 55
2. 論文標題 Long-Range Ordered Lamellar Formation with Lower Molecular Weight PS-PMMA Block Copolymers: Significant Effects of Discrete Oligopeptides at the Junction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 2148 ~ 2159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.1c02569	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 Kametani Yuki, Ouchi Makoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Copolymerizations of Saccharin Methacrylamide with Dienes toward Softer Alternating Copolymers and Advanced Sequence Control	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Macromolecular Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2100249 ~ 2100249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/macp.202100249	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 Nishimori Kana, Tenjimbayashi Mizuki, Naito Masanobu, Ouchi Makoto	4. 巻 2
2. 論文標題 Alternating Copolymers of Vinyl Catechol or Vinyl Phenol with Alkyl Maleimide for Adhesive and Water-Repellent Coating Materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 4604 ~ 4612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsp.0c00682	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 Kametani Yuki, Ouchi Makoto	4. 巻 11
2. 論文標題 Saccharin-pendant methacrylamide as a unique monomer in radical copolymerization: peculiar alternating copolymerization with styrene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 6505 ~ 6511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0PY01079K	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 Makino Hiroshi, Nishikawa Tsuyoshi, Ouchi Makoto	4. 巻 9
2. 論文標題 Elucidating Monomer Character of an Alkenyl Boronate through Radical Copolymerization Leads to Copolymer Synthesis beyond the Limitation of Copolymerizability by Side-Chain Replacement	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 788 ~ 793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.0c00287	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 Kubota Hiroyuki, Yoshida Sho, Ouchi Makoto	4. 巻 11
2. 論文標題 Ring-expansion cationic cyclopolymerization for the construction of cyclic cyclopolymers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 3964 ~ 3971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0PY00582G	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 Kametani Yuki, Tournilhac Francois, Sawamoto Mitsuo, Ouchi Makoto	4. 巻 59
2. 論文標題 Unprecedented Sequence Control and Sequence Driven Properties in a Series of AB Alternating Copolymers Consisting Solely of Acrylamide Units	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 5193 ~ 5201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201915075	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 Oh Dongyoung, Furuya Yousuke, Ouchi Makoto	4. 巻 52
2. 論文標題 Unusual Radical Copolymerization of Suprabulky Methacrylate with N-Hydroxysuccinimide Acrylate: Facile Syntheses of Alternating-Rich Copolymers of Methacrylic Acid and N-Alkyl Acrylamide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 8577 ~ 8586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b01807	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 Nishimori Kana, Cazares-Cortes Esther, Guigner Jean-Michel, Tournilhac Francois, Ouchi Makoto	4. 巻 10
2. 論文標題 Physical gelation of AB-alternating copolymers made of vinyl phenol and maleimide units: cooperation between precisely incorporated phenol and long alkyl pendant groups	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 2327 ~ 2336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9PY00329K	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 Nishimori Kana, Ouchi Makoto	4. 巻 52
2. 論文標題 Design of a maleimide monomer to achieve precise sequence control and functionalization for an alternating copolymer with vinylphenol	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 717 ~ 729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0326-9	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 Kubota Hiroyuki, Ouchi Makoto	4. 巻 55
2. 論文標題 Precise Syntheses of Alternating Cyclocopolymers via Radical Copolymerizations of Divinyl Ether with N-Substituted Maleimides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 4025 ~ 4033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.2c00172	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 Kanazawa Tomoaki, Nishikawa Tsuyoshi, Ouchi Makoto	4. 巻 11
2. 論文標題 Orthogonal C-B Bond Transformation as an Approach for Versatile Synthesis of End-Functionalized Polymers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Macro Letters	6. 最初と最後の頁 706 ~ 710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsmacrolett.2c00207	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 Shibata Kentaro, Kametani Yuki, Daito Yuji, Ouchi Makoto	4. 巻 144
2. 論文標題 Homopolymer-block-Alternating Copolymers Composed of Acrylamide Units: Design of Transformable Divinyl Monomers and Sequence-Specific Thermoresponsive Properties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 9959 ~ 9970
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.2c02836	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 Makino Hiroshi, Nishikawa Tsuyoshi, Ouchi Makoto	4. 巻 58
2. 論文標題 Incorporation of a boryl pendant as the trigger in a methacrylate polymer for backbone degradation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 11957 ~ 11960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC04882E	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 Suzuki Hiroshi, Nishikawa Tsuyoshi, Makino Hiroshi, Ouchi Makoto	4. 巻 13
2. 論文標題 Anthranilamide-protected vinylboronic acid: rational monomer design for improved polymerization/transformation ability providing access to conventionally inaccessible copolymers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 12703 ~ 12712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2SC05094C	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 Xu Xiaoyan, Shibata Kentaro, Ouchi Makoto	4. 巻 14
2. 論文標題 Precision syntheses of poly(NIPAM-alt-HEMA) and effects of the alternating sequence on thermoresponsive behaviors in water	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 55 ~ 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2PY01196D	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 Kubota Hiroyuki, Ouchi Makoto	4. 巻 62
2. 論文標題 Rapid and Selective Photo degradation of Polymers: Design of an Alternating Copolymer with an o-Nitrobenzyl Ether Pendant	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202217365	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 Lai Haiwang、Jin Changming、Park Junsu、Ikura Ryohei、Takashima Yoshinori、Ouchi Makoto	4. 巻 62
2. 論文標題 A Transformable and Bulky Methacrylate Monomer That Enables the Synthesis of an MMA nBA Alternating Copolymer: Sequence Dependent Self Healing Properties	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202218597	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18件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Makoto Ouchi
2. 発表標題 Rational Design for Syntheses of Sequence-Controlled Polymers and the Sequence-Oriented Functions
3. 学会等名 The 48th World Polymer Congress IUPAC-MACRO2020+ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大内 誠
2. 発表標題 高分子のオンデマンド精密合成：配列制御による配列機能の創出
3. 学会等名 第30回ポリマー材料フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大内 誠
2. 発表標題 汎用モノマー配列が制御された共重合体の精密合成と配列に基づく物性評価
3. 学会等名 第100回千葉地域活動高分子研究交流講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Ouchi
2. 発表標題 Strategic Syntheses of Sequence-Controlled Vinyl Polymers and the Sequence-Oriented Functions
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 亀谷 優樹, 呉 東泳, 古谷 洋介, 柴田 健太郎, 大内 誠
2. 発表標題 ラジカル重合による 配列制御の実現と配列機能創出
3. 学会等名 第69回高分子討論会 (オンライン発表)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 亀谷 優樹, 大内 誠
2. 発表標題 変換型ジビニルモノマーの環化重合による多様な配列制御高分子の合成
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会 (発表中止, 発表実績有)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 亀谷 優樹, 大内 誠
2. 発表標題 サッカリンメタクリルアミドの特殊なラジカル重合性と配列制御鍵モノマーとしての展開
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会 (発表中止, 発表実績有)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 健太郎, 大東 侑司, 亀谷 優樹 , 大内 誠
2. 発表標題 アクリルアミドのみから成る交互共重合体の効率的合成と交互配列機能の創出
3. 学会等名 第66回高分子研究発表会(神戸)(発表中止, 紙面開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 健太郎, 亀谷 優樹 , 大内 誠
2. 発表標題 変換性ジビニルモノマーの選択的環化重合制御による交互配列ポリアクリルアミドの合成と交互配列機能の創出
3. 学会等名 第69回高分子討論会(オンライン発表)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古谷 洋介, 大内 誠
2. 発表標題 かさ高さと電子密度による交互配列制御: かさ高い変換性モノマー設計
3. 学会等名 第69回高分子討論会(オンライン発表)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 健太郎, 亀谷 優樹 , 大内 誠
2. 発表標題 選択的環化重合制御による交互配列ポリアクリルアミドの合成: 活性化エステル結合型ジビニルモノマーの設計と交互配列に基づく機能評価
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ(オンライン発表)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 亀谷 優樹, 大内 誠
2. 発表標題 アクリルアミドのみから成る交互配列制御ポリマーの合成と側鎖配列特性
3. 学会等名 第152回ポパール会(京都)(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Ouchi
2. 発表標題 Precise Syntheses of Copolymers with Controlled Sequence and Topology toward Unique Self-Assembly
3. 学会等名 The 36th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPTS-36) (Chiba, Japan)(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Ouchi
2. 発表標題 Sequence-Controlled Vinyl Polymers
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Hybrid Catalysis for Enabling Molecular Synthesis on Demand(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kametani and Makoto Ouchi
2. 発表標題 Alternating sequence copolymer consisting solely of acrylamide units: Strategic monomer design and sequence driven properties
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting & Expo (San Diego, USA)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀谷 優樹, 大内 誠
2. 発表標題 配列制御ポリマーが示す温度応答性機能
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会 (大阪)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀谷 優樹, 大内 誠
2. 発表標題 変換可能モノマーの合理的分子設計による機能性配列制御ポリマーの合成
3. 学会等名 第68回高分子討論会 (福井)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makoto Ouchi
2. 発表標題 Syntheses of Alternating Copolymers: Functions Specific to the Sequence
3. 学会等名 The 13th International Symposium on Ionic Polymerization (IP 2019) (Beijing, China) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 接着性と撥水性を示す交互共重合体	発明者 西森加奈, 大内誠	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-058684	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

研究室ホームページ
<http://www.living.polym.kyoto-u.ac.jp/>
 論文がPaper of the monthに選出
<https://blogs.rsc.org/py/2019/05/02/>
 プレスリリース
http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2019/200114_3.html

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		
フランス	ESPCI, Paris		