

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02789

研究課題名(和文) 均一オリゴマーライブラリーを基盤としたプラスチック抗体の開発

研究課題名(英文) Development of plastic antibodies based on homogenous oligomer libraries

研究代表者

星野 友 (Hoshino, Yu)

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：40554689

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：モノクローナルプラスチック抗体を調製するプラットフォームを開発した。制御ラジカル重合により分子量分布が狭いオリゴマーを合成し、クロマト精製することで量体数が均一なオリゴマーライブラリーを合成した。これらのオリゴマーを連鎖移動剤として、二種類目のモノマーを重合・精製することで、ジブロックオリゴマーライブラリーを合成した。また、オリゴマーをキラルカラムで分離することで完全に立体構造が均一なオリゴマーライブラリーを調製した。さらに、調製したオリゴマーを複数導入したナノ粒子を合成し、複数の均一オリゴマーで協同的に標的を認識することで強く特異的に標的認識可能なナノ粒子の合成を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、ラジカル重合された合成高分子が本質的に有する配列や分子量の不均一性の問題を解決する手法の開発に取り組み、精密ラジカル重合法とクロマトグラフィー技術を組み合わせることでこれを解決することに成功した。また、配列が均一なオリゴマーを高分子ナノ粒子の中に導入する手法の開発に成功した。その結果、標的分子を強く得意的に認識する合成高分子を実現した。本成果は、世界で初めてのモノクローナルプラスチック抗体の実現としてAngew Chem誌に掲載され学術的に高く評価されている。

研究成果の概要(英文)：A platform for preparing monoclonal plastic antibodies was developed. Oligomers with narrow molecular weight distribution were synthesized by controlled radical polymerization, and an oligomer library with a uniform number of monomers was synthesized by chromatographic purification. A diblock oligomer library was synthesized by polymerizing and purifying the second monomer using the oligomers as chain transfer agents. In addition, an oligomer library with a completely uniform three-dimensional structure was prepared by separating the oligomers with a chiral column. Furthermore, we synthesized nanoparticles capable of strongly and specifically recognizing targets by multiple homogenous oligomers.

研究分野：高分子

キーワード：精密高分子
プラスチック抗体 制御ラジカル重合 分子認識 ナノ粒子 アフィニティー精製 プロ
ック共重合

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。

1. 研究開始当初の背景

抗体は、標的の分子(タンパク質やペプチドを認識)を認識し、強く結合することでこれを無毒化する。分子構造が完全に均一なモノクローナル抗体を生産する技術が開発されてから、抗体の医薬応用は飛躍的に進み、抗体医薬は医薬品市場の大きな部分を占めるに至っている。しかしながら、抗体医薬を生産するためには高価な培地を用いた細胞培養プロセスおよび高価なリガンドを用いた精製プロセスが必要であり薬価が非常に高くなることが問題となっている。また、抗体はタンパク質であるため分解・変性しやすく、経口投与ができない。そのため、投与時(静脈・皮下注射)の侵襲性が高いことが問題とされている。

汎用性モノマーのラジカル重合により合成される合成高分子材料に抗体のような分子認識能を付与することができれば、安価で化学的・物理的に安定な抗体の代替品となる。分子認識能を付与するために、標的分子と静電相互作用や疎水性相互作用、水素結合や π -相互作用する官能基を有するモノマーを組み合わせて多官能性高分子を共重合する方法(Hoshinoら *Small* 2009, 1562-, Koideら *Nat. Chem.* 2017, 715-)やグアニジウム基などタンパク質表面の特定の官能基を認識するリガンドを合成高分子に導入する手法(Rennerら *JACS* 2006, 620-)などが検討されてきた。また分子インプリント法により標的ペプチドを鋳型として多官能性高分子を重合し、標的と相補的な構造を有する分子認識サイトを有するナノ粒子が合成されている(Hoshinoら *JACS*, 2008 15242-)。これらの合成高分子ナノ粒子は、生きた動物の血中においても標的分子を認識・捕捉可能であるだけでなく、捕捉した標的を肝臓に輸送することでその毒性を完全に無毒化できる(Hoshinoら *PNAS* 2012, 33-, Hoshinoら *JACS* 2010, 6644-, Koideら *J. Control Release* 2019, 13-)。また、アクリルアミド誘導体からなるこれらの粒子は酸・アルカリ性条件においても安定のため経口投与により投与可能で動物腸内で高い分子認識能を発揮することが示されている(Koideら *Biomacro.* 2019, 1644-)。これら標的分子認識能を有する合成高分子ナノ粒子は、『プラスチック抗体』と呼ばれ、安価で安定な抗体の代替品として期待されている。

最近、制御ラジカル重合の技術が飛躍的に進歩し、分子量分布やモノマーの配列が制御された高分子をラジカル重合により合成できるようになった。本手法を用いてレクチンに結合しその標的タンパク質との結合を阻害する糖鎖を側鎖に有する高分子の合成が報告されている(Haddletonら *Angew. Chem.* 2013, 4435-)。また、高分子の量体数や導入する官能基の密度、官能基の距離をチューニングすることで標的のペプチドと特異的に相互作用する高分子を合成可能である(Hoshinoら *JACS*, 2015, 10878-, Miuraら *Chem. Commun.* 2018, 82-)。しかし、ラジカル重合は連鎖反応のため生成する高分子の分子量や分子構造を完全に制御することは本質的に不可能である。よって、プラスチック抗体上の標的結合サイトも、構造が不均一で、標的に対する親和性も不均一であると考えられる。実際、ランダム共重合されたプラスチック抗体(多官能性高分子ナノ粒子)をアフィニティー精製するとこのプラスチック抗体は、全く標的結合能を示さない粒子と、強く標的と結合する粒子に分離可能である(Hoshinoら *JACS* 2010, 13648-)。合成高分子の構造の不均一性は、標的分子の認識能を低下させるだけでなく、特異性の低下の原因となる。また、医薬品としてプラスチック抗体を利用する際は、構造の不均一性は副作用の原因となる。よってプラスチック抗体の価値を高めるためにはモノクローナル抗体のように完全に構造が規定されたプラスチック抗体を実現する新たな方法論が必要とされている。このようなプラスチック抗体のことを筆者らはモノクローナルプラスチック抗体と定義している。

2. 研究の目的

本研究では、任意の抗原に特異的に結合するモノクローナルプラスチック抗体を調製するプラットフォームを開発することを目的とした。本目的達成に向けて本研究では抗体の抗原認識能獲得機構を模倣した。抗体は、Fab鎖の相補性決定ドメイン(CDR)に複数のオリゴペプチドを提示する事で多様な抗原分子を強く特異的に認識可能にしている(図1左)。抗体の抗原認識部位にCDRは6箇所あり各5~10アミノ酸のオリゴペプチドから成る(Bissanら *J. Mol. Biol.* 1997, 927-)。各オリゴペプチドのアミノ酸側鎖が標的分子表面に存在する官能基と静電相互作用、疎水性相互作用及び水素結合により多点相互作用して強固な結合を実現する(図1中央)。各CDRを構成する遺伝子数は10~50個程度だが、この遺伝子の組み合わせにより百万通り以上の多様な抗原に対して結合可能な抗体を実現している(Toneawaら *Nature*, 1983, 573-)。

本研究では、汎用の機能性モノマーの精密ラジカル重合により調製したオリゴマーで抗体のCDRを代替し、これを複数組み合わせの一つの高分子鎖あるいはナノ粒子表面に提示することで高い分子認識能を有するプラスチック抗体を実現する(図1右)。すでに筆者らは、制御ラジカル重合により分子量分布が極めて狭いオリゴマーを合成し、これを逆相クロマトにより精製することで量体数およびモノマー配列が完全に均一な多官能性オリゴマーのライブラリーを合成できることを実証していた(Hoshinoら、*Angew. Chem.* 2019, 679-)。本手法によれば2量体

から 8 量体までの配列が揃った多官能性の均一オリゴマーを二段階の重合反応と精製により非常に高い収率で分離可能である。本均一オリゴマーとペプチドとの相互作用スクリーニングの結果、標的ペプチドとオリゴマーの相互作用は官能基の配列および個数によって異なり、オリゴマー配列の最適化により標的ペプチド鎖上の特定のアミノ酸配列を認識しする均一高分子リガンドを単離可能ということが明らかになっていた。本研究では、筆者らが世界で初めて実現した『均一オリゴマーライブラリーの合成・スクリーニング技術』を深化・発展させることで任意の抗原に対して強く特異的に結合可能な、モノクローナルプラスチック抗体を合成するプラットフォーム技術を実現することを目指した。

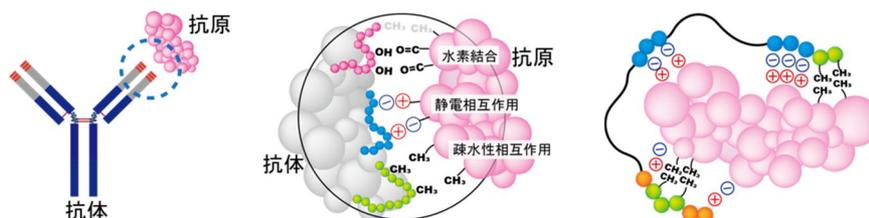


図1 (左)抗体の構造の模式図。橙色部分が CDR。(中央)CDR のオリゴペプチドと抗原の相互作用模式図。(右)本研究で目指すプラスチック抗体模式図。複数の均一オリゴマーが抗原と多点相互作用している。

3. 研究の方法

1, リビングラジカル重合と精製技術を用いた均一オリゴマーライブラリーの構築

1-1 配列が均一なオリゴマーライブラリーの構築

抗体の CDR を構成するオリゴマペプチドは 5~10 アミノ酸程度であり、各 CDR の配列を規定している遺伝子は 10~50 個程度しかない (Bissanら *J. Mol. Biol.* 1997, 927-)。しかし同時に CDR 上の数カ所のアミノ酸に変異が導入されることで非常に広い多様性を確保し、多様な高原に対して高い特異性を向上させている (Toneawaら *Nature* 1983, 573-)。一方、応募者は、負電荷を有するアクリル酸および疎水性側鎖を有する tert-ブチルアクリルアミドの二種類のモノマーを用いて、重合と精製を 2 段階行うことで 20 通り程度の多様性を持つ均一オリゴマーライブラリーの構築に成功している (Hoshinoら、*Angew. Chem.* 2019, 59, 679-) (図 2)。本研究では、高い特異性を有するプラスチック抗体を実現するために、様々な官能基を有する機能性モノマーを用いて同様の手法で均一オリゴマーライブラリーの構築を行った。具体的には、芳香族性 (*Biomacro.* 2014, 3290-) のモノマーを導入した均一オリゴマーライブラリーを調製した。オリゴマー重合には、トリチオカーボネート型の連鎖移動剤を用いた可逆的付加開裂連鎖移動 (RAFT) 重合を用いた。量体数の均一化には、逆相フラッシュクロマト精製や高速液体クロマトグラフィーを用いた。次に精製された均一オリゴマーを連鎖移動剤として用いて異なる種類のモノマーを数量体分重合し、再度量体分離を行った。本手法で現在 8 量体の均一ジブロックオリゴマーのライブラリーを構築した (図 2)。

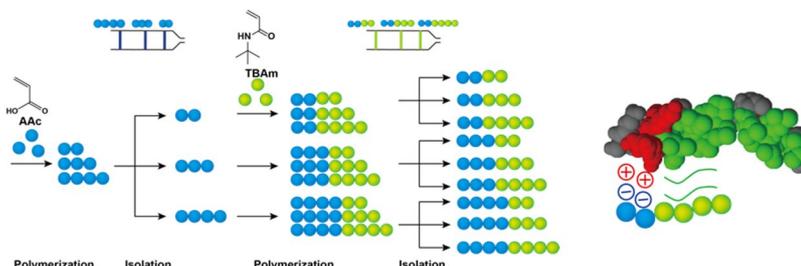


図2 (左)均一オリゴマーライブラリーの調製プロセス図。(右)標的ペプチドと均一オリゴマーリガンドの相互作用模式図 (*Angew. Chem.* 2019)。

1-2, 立体構造まで均一なオリゴマーライブラリーの調製

上記で示した方法で完全に分子量と配列が均一なオリゴマーを単離可能であるが、これらのオリゴマー主鎖には、量体数の数だけ不斉炭素が存在し、多くの立体異性体が存在する。真に特異的な相互作用を実現するためには、立体構造まで均一なオリゴマーを特定し再現性良く合成する技術の開発が必要である。そこで最適なモノマー配列を有するオリゴマーをキラルカラムで分離することで完全に立体構造が均一なオリゴマーライブラリーを調製した (図 3)。3 量体を分画する際にジアステレオマーによる分離をすることで 1 段階のキラルカラムでの完全分離

した。

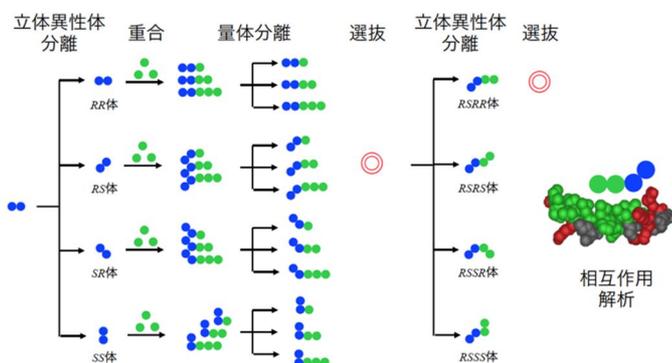


図3 二段階の重合と立体異性体分割による立体構造均一化ライブラリーの構築・スクリーニング模式図。

2. 標的分子のエピトープ配列に結合する均一オリゴマーのスクリーニング

本研究では、筆者らがこれまで用いた標的分子を用いてプラスチック抗体を開発した。第一の標的としては、溶血毒であるメリチンおよびその類似ペプチドを用いた。すでにリビング重合したオリゴマーにより溶血毒の特定の配列を認識するオリゴマーを単離できることを明らかにしているが、本研究により特定のペプチド上の異なるエピトープを認識するオリゴマーを単離し組み合わせることで標的をより強く特異的に認識するプラスチック抗体を実現した (*Angew. Chem.* 2019, e202206456)。

第二の標的としては、敗血症の致死因子として中和剤が求められているヒストンを用いる。ヒストンは DNA 結合性のカチオン性タンパク質であるが、敗血症等でサイトカインストームが生じた時に血中に漏出し致死的な毒性を示す (*Nat. Med.* 2009, 1318-)。ヒストンは 5 種類あり非常に類似したアミノ酸組成を有するが、毒性を有するものはヒストン H3 および H4 でありこれらのヒストンに特異的に結合し、その毒性を中和するプラスチック抗体の開発を目指した (表 1)。本研究は研究分担者の小出裕之先生と共に進めた (*Nature Communications*, 2021, 5552)。

3. 複数の均一オリゴマーを提示した合成高分子『プラスチック抗体』の合成法の開発

本研究では、抗体の様に抗原の異なる部位を認識する複数の均一オリゴマーを組み合わせることで強く特異的な抗原認識を目指した。具体的には (A) 柔軟に構造が変化するハイドロゲル粒子内へのオリゴマーの固定、あるいは、(B) 自由に流動可能なミセルやリポソーム上へのオリゴマーの固定、を試みた。(A)は、均一オリゴマーを連鎖移動剤として N-イソプロピルアクリルアミドをラジカル重合することで合成した。(B)については、均一オリゴマーを塩基で処理することで末端チオール化し、チオール化したオリゴマーとマレイミド脂質のマイケル付加により作成した (*J. Control Release* 2017, 335-)。

4. 研究成果

2020 年度は、可逆的付加開裂連鎖移動ラジカル重合法を用いて疎水性、芳香族性、アニオン性のモノマーを用いて完全に量体分布の狭いオリゴマーを重合し、これをクロマトグラフィーで分離することで完全に量体数が均一なホモオリゴマーライブラリーを作成した。さらにこれらのホモオリゴマーライブラリーを連鎖移動剤として、二種類のモノマーを同様に重合・精製することで完全に量体数が均一な、ジブロックオリゴマーライブラリーを合成した。さらに、標的分子を固定化した固定相を用いてランダム共重合体をアフィニティー精製することで標的分子に強く結合するオリゴマーを単離できることを明らかにした。また、ブロック共重合体おブロック配列が標的ペプチドとの相互作用に強く影響することを明らかにした。

上記の検討により完全に分子量と配列が均一なオリゴマーを単離可能となったが、これらのオリゴマー主鎖には、量体数の数だけ不斉炭素が存在し、多くの立体異性体が存在する。真に特異的な相互作用を実現するためには、立体構造まで均一なオリゴマーを特定し再現性良く合成する技術の開発が必要であった。そこで 2021 年度は最適なモノマー配列を有するオリゴマーをキラルカラムで分離することで完全に立体構造が均一なオリゴマーライブラリーを調製した。具体的には、量体数が規定された tert ブチルアクリレート、tert ブチルアクリルアミドおよびフェニルアクリルアミドのオリゴマーを合成、単離し、これをキラルクロマトグラフィーに供することで不斉分割を行った。不斉分割された完全均一オリゴマーを連鎖移動剤として、二種類のモノマーを伸長し、逆相クロマトグラフィー等によりジアステレオマー分割することで完全に構造が均一な多官能性のオリゴマーを分取した。本手法により構造が定まったオリゴマーを得ることに成功した。

上記手法により構造が定まったオリゴマーを得ることができたが量体数が小さいため標的

子との認識点数が小さく結果として相互作用が弱くなることがわかった。そこで 2022 度は、調製した均一オリゴマーを複数導入したナノ粒子を合成し、複数の均一オリゴマーで共同的に標的を認識することで強く特異的に標的認識可能なナノ粒子の合成を行った。具体的には、分子量と配列が均一なアクリル酸と t ブチルアクリルアミドのブロック共重合体オリゴマーを連鎖移動剤として pNIPAm ナノ粒子を合成し、メリチンとの相互作用解析を行った。その結果、オリゴマーを適切に組みわせて適切な密度でナノ粒子内に導入することで標的ペプチドの配列を特異的に認識し強く相互作用するナノ粒子 を合成できることを見出した。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Saito Yusuke, Honda Ryutarō, Akashi Sotaro, Takimoto Hinata, Nagao Masanori, Miura Yoshiko, Hoshino Yu	4. 巻 61
2. 論文標題 Polymer Nanoparticles with Uniform Monomer Sequences for Sequence Specific Peptide Recognition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202206456
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/anie.202206456	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 Takimoto Hinata, Katakami Sho, Miura Yoshiko, Hoshino Yu	4. 巻 1
2. 論文標題 Controlling the block sequence of multi-block oligomer ligands for neutralization of a target peptide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Advances	6. 最初と最後の頁 604 ~ 608
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/D0MA00149J	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 Hoshino Yu, Shimohara Shinnosuke, Wada Yusuke, Nakamoto Masahiko, Miura Yoshiko	4. 巻 8
2. 論文標題 Affinity purification of multifunctional oligomeric ligands synthesized via controlled radical polymerization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry B	6. 最初と最後の頁 5597 ~ 5601
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/D0TB00849D	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27件（うち招待講演 10件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 岩本日菜子, 福田哲生, 明石壮太郎, 齋藤勇輔, 星野友, 三浦佳子
2. 発表標題 ラジカル重合で作製した互いの立体構造を認識する均一フェニルアクリルアミドオリゴマー
3. 学会等名 バイオ・高分子研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yu, Hoshino
2. 発表標題 Polymer Nanoparticles with Uniform Monomer Sequences for Sequence Specific Peptide Recognition
3. 学会等名 The 72nd Conference of Japan Society of Coordination Chemistry (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星野 友
2. 発表標題 タンパク質のような高度な機能を発現する合成高分子の開発
3. 学会等名 奈良先端科学技術大学院大学 光ナノサイエンス特別講義 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星野 友
2. 発表標題 ペプチドを認識する精密高分子の進化
3. 学会等名 第17回 ナノ・バイオメディカル学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森口ほの華、齋藤勇輔、岩本日菜子、井芹将太、星野友
2. 発表標題 アクリル系ポリマーの部位特異的な側鎖変換反応の開発
3. 学会等名 令和4年度九州地区高分子若手研究会・冬の講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井福雅也, 井芹将太, 小西悠斗, 小野利和, 星野友
2. 発表標題 RAFT重合を利用したキラルな発光性オリゴマーの創製
3. 学会等名 令和4年度九州地区高分子若手研究会・冬の講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Iwamoto, S. Fukuda, S. Akashi, Y. Saito, Y. Miura, T. Ono, W. Shimakoshi, Y. Hoshino
2. 発表標題 Chirality-dependent self-assembly of oligo(N-phenylacrylamides) prepared by controlled radical polymerization
3. 学会等名 第32回日本MRS年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星野 友, 齋藤 勇輔, 本田 竜太郎, 明石 壮太郎, 瀧本 日向, 長尾 匡憲, 三浦 佳子
2. 発表標題 配列特異的なペプチド認識のための均一なモノマー配列を有するナノ粒子の開発
3. 学会等名 第32回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森口 ほの華, 齋藤 勇輔, 岩本 日菜子, 井芹 将太, 小野 利和, 鳶越 恒, 星野 友
2. 発表標題 部位特異的な側鎖変換によるアクリルポリマーの配列制御法の開発
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井福 雅也, 井芹 将太, 小西 悠斗, 鳶越 恒, 小野 利和, 星野 友
2. 発表標題 RAFT重合を利用した色素積層型発光性オリゴマーの創製
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Saito, Y. Miura, Y. Hoshino
2. 発表標題 Development of Nanogel Particles Incorporating Homogeneous Synthetic Oligomer as Molecular Recognition Site
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤 勇輔、長尾 匡憲、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 分子認識部位として均一な合成オリゴマーリガンドをナノゲル粒子に導入したプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩本 日菜子、福田 哲生、明石 壮太郎、齋藤 勇輔、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 立体構造が完全に規定されたフェニルアクリルアミドオリゴマーの調製と性質評価
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩本 日菜子、福田 哲生、明石 壮太郎、齋藤 勇輔、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 ラジカル重合によって作製した互いの立体構造を認識する均一オリゴマーの研究
3. 学会等名 第58回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤 勇輔、明石 壮太郎、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 分子認識部位として均一な合成オリゴマーリガンドを導入したプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 第31回バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yu Hoshino
2. 発表標題 Development of homogeneous polymer ligands that bind, and neutralize toxicity of target peptide; a progress toward monoclonal plastic antibodies
3. 学会等名 GPS-K2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星野 友
2. 発表標題 プラスチック抗体の進化
3. 学会等名 マテリアル工学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yu Hoshino
2. 発表標題 Development of polymer ligands with uniform sequence that recognize sequence of target peptide
3. 学会等名 Polysolvat-13 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 明石 壮太郎、瀧本 日向、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 プラスチック抗体のための構造が均一なオリゴマライブラリーの作製
3. 学会等名 高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤 勇輔、明石 壮太郎、瀧本 日向、星野 友、三浦 佳子、
2. 発表標題 均一オリゴマーを超可変ループとして用いたプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤 勇輔、明石 壮太郎、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 分子認識部位として均一合成オリゴマーリガンドを利用したプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 令和2年度九州地区高分子若手研究会・冬の講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 明石 壮太郎、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 立体構造が均一な合成オリゴマーライブラリーの作製と標的ペプチドとの相互作用評価
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤 勇輔、明石 壮太郎、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 分子認識部位として均一合成オリゴマーリガンドを導入したナノゲル粒子の開発
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤 勇輔、明石 壮太郎、星野 友、三浦 佳子
2. 発表標題 分子認識部位として均一合成オリゴマーを導入したプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 第30回バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野友
2. 発表標題 規定されたモノマー配列を有するプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 東京工業大学ポリマー材料科学若手研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野友
2. 発表標題 規定されたモノマー配列を有するプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 東レ株式会社講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野 友、斎藤 勇輔，明石 壮太郎，三浦 佳子
2. 発表標題 規定されたモノマー配列を有するプラスチック抗体の開発
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会2020年度九州ブロック学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2020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	三浦 佳子 (Miura Yoshiko) (00335069)	九州大学・工学研究院・教授 (17102)	
研究 分担者	小出 裕之 (Koide Hiroyuki) (60729177)	静岡県立大学・薬学部・講師 (23803)	

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