

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02035

研究課題名(和文) 可逆性・可動性超分子を架橋点とする機能性超分子材料の創製

研究課題名(英文) Creation of functional supramolecular materials with reversible or movable supramolecules as crosslinking points

研究代表者

高島 義徳 (Takashima, Yoshinori)

大阪大学・理学研究科・教授

研究者番号：40379277

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：高分子材料の機能設計において、架橋構造の選択に応じて大きく機能変換することができる。本研究課題では超分子特有の可逆的な結合と機械的架橋分子として振舞う挿し違い二量体に注目し、これまでの高分子材料に見られなかった新たな機能性高分子材料を創製した。高分子材料に可逆的結合を導入し、分子認識を通じた材料間の選択的接着、自己修復性材料・接着剤、高靱性材料、刺激応答性アクチュエータの作製を本研究課題の目標とした。研究期間の間に、乾燥状態で機能する自己修復性超分子材料や可動性架橋材料の機能評価、光刺激応答性材料の作製と機能発現機構の解明を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

市場に出回っている自己修復材料は応力緩和機構であり、結合の再形成を通して修復できる材料ではない。本研究では分子認識により材料を選択的に接着できる自己修復方法を選択した。研究対象として、“線膨張にตอบสนองする自己修復性マテリアル”、“応力分散機能による高靱性と自己修復性を兼ね備えた低硬化収縮材料”、“二次電池の自己修復性負極バインダー材料”の実現を目的に研究展開した。これらの成果は、コーティング材やクッション材、自動車関連や電子電気用材料などの高機能性材料、パンクしないタイヤ、線膨張率の異なる異種材料間の自己修復性接着、フレキシブル電極材料への活用が期待され、実用化に向けた活動も始まった。

研究成果の概要(英文)：The design of polymer materials greatly controls functions depending on the selection of the crosslinked structure. The research project focused on the reversible bond and [c2]daisy chain molecules to function as topologically-interlocked molecules. By introducing these crosslinkers, we will create a new functional polymeric materials that was not found in conventional polymer materials. The goal of the research project was to introduce reversible bonds into polymer materials and to fabricate selective adhesion between materials through molecular recognition, self-healing materials / adhesives, high toughness materials, and stimulus-responsive actuators. During the research period, we evaluated the functions of self-healing supramolecular materials and movable cross-linked materials that function in a dry state, produced photostimuli-responsive materials, and elucidated the mechanism of function.

研究分野：高分子化学

キーワード：選択的接着 自己修復材料 高靱性材料 刺激応答材料 光刺激応答性 化学刺激応答材料

1. 研究開始当初の背景

高分子材料は金属部材に比べると圧倒的に軽量であり、燃費向上が重要課題である航空機産業や自動車産業において不可欠な材料である。材料強度の向上は繊維強化高分子複合体によって実現できるものの、繊維方向の応力や一点の応力集中に対しては弱い。根本的に高分子そのものを高強度にする分子設計が必要である。現在、世界中で高分子材料の機能向上を目指した研究が実施されているが、強度と延伸性の両立は相反する機能であり、これまでとは全く違った高分子材料自身を分子設計が必要である。最近になり、分子レベルでの精密な分子設計が材料物性に大きく影響する例が報告されており、今一度、高分子材料の分子設計を見直す機会が来ている。申請者は高強度・高靱性の両立には、生体組織の理解と人工材料の破壊メカニズムの理解が大きなヒントを与えると考えた。生体系で見られる可逆的結合に基づいた材料設計に対して、超分子材料設計では、可逆的結合だけでなく、可動性の架橋と組み合わせることで、生体系にも無い新たな高分子材料・超分子材料が構築できる。

2. 研究の目的

高分子材料の機能設計において、架橋構造の選択に応じて大きく機能変換することができる。本研究課題では超分子特有の可逆的な結合と機械的架橋分子として振舞う挿し違い二量体に注目し、これまでの高分子材料に見られなかった新たな機能性高分子材料を創製した。高分子材料に可逆的結合を導入し、分子認識を通じた材料間の選択的接着、自己修復性材料・接着剤、高靱性材料、刺激応答性アクチュエータの作製を本研究課題の目標とした。

3. 研究の方法

本申請課題では、超分子で見られる可逆的な結合や可動性の架橋を自在にデザインすることで、新たな高分子材料を創製することを目的にしている。申請者は独自の超分子材料設計法により、材料物性だけでなく、機能発現（刺激応答性アクチュエータ・自己修復材料・分子認識型選択的接着）に成功した。一方でこれらの材料は含水材料であった。本研究課題の3カ年の計画においては、水を含まない材料に注目し、共有結合性高分子と可逆・可動性超分子の融合により、革新的超分子材料の設計と機能発現を系統的にまとめ、学理構築を目的に研究を進めた。

4. 研究成果

【乾燥状態で機能する自己修復性超分子材料の作製】 これまでに作製した自己修復性材料はヒドロゲルなどの溶媒を含んでいた。本研究課題では、無溶媒で機能する自己修復性材料を作製した。アクリレート系材料を主材として、切断面選択的な接着性や傷修復性を確認した (*Macromolecules* **2019**, *52*, 2659-2668.) 得られた自己修復材料は粉碎することで再び成型することも可能であり、リサイクル性もあることを確認した。二液混合系にて作製する自己修復性塗膜を開発した。ホストポリマーとゲストポリマーを混合することで、自己修復性塗膜を作製した。得られたアクリレート系塗膜は表面傷に対して、迅速に修復する性質を示した (*Adv. Mater.* **2020**, *32*, 2002008.)

【可動性架橋材料の機能評価と発現機構の解明】 可動性架橋形式を持つ材料の力学特性を評価した。特にアクリレート系材料にて、簡便に可動性架橋を形成する合成手法を確立し、可動性架橋特有の力学特性を見出すことに成功した (*Macromolecules* **2019**, 52, 6953-6962.)。異な可動性架橋を持つ材料の力学特性を評価した。特にアクリアミド系材料にて、簡便に可動性架橋を形成する合成手法を確立し、可動性架橋特有の力学特性を見出すことに成功した (*Polymer* **2020**, 196, 122465.) 本可動系架橋材料の力学特性は含水率とも関係しており、ある特定の含水率まで上がると、可動性架橋材料特有の靱性を示すことを確認した。

【自己修復性超分子材料を用いたイオン伝導性材料の開発】 上記の可逆性架橋自己修復材料にイオン性液体を吸着させ、イオン伝導性を持たせた。同じ弾性率でありながら、化学架橋材料では、イオン伝導性が低いのに対して、可逆性架橋自己修復材料では、高いイオン伝導性を示した。 (*Macromolecules* **2019**, 52, 2932-2938.)

【可逆性・可動性架橋材料の機能評価と発現機構の解明】 特異な架橋形式を持つ材料の力学特性を評価した。特にアクリレート系材料にて、簡便に可動性架橋を形成する合成手法を確立し、可動性架橋特有の力学特性を見出すことに成功した (*Polymer* **2020**, 196, 122465. *Macromolecules* **2019**, 52, 6953-6962.)

【[c2]Daisy chain 架橋超分子材料】 ポリアクリルアミド間を挿し違い型 CD dimer により架橋された伸縮性超分子ヒドロゲル(CD dimer ゲル)を作成した。作製した材料には、光刺激応答性のスチルベンを含んでおり、挿し違い型 CD dimer の構造を光制御することができる。これまでのヒドロゲルの構造変化に対して、今回は乾燥状態のキセロゲルでも光応答することを確認した (*J. Am. Chem. Soc.* **2018**, 140, 17308-17315.)。

【光刺激応答性材料の作製と機能発現機構の解明】 より体積変化率が大きく、変位量の大きい刺激応答性材料の作製にあたっては、高分子のネットワークを三次元等方的に設計するのが重要ではないかと考えた。そこで高分子材料の架橋点に 8 分岐点として機能するシルセスキオキサン (POSS) を用いた。この POSS の間を光刺激応答性を示すスチルベンを用いて架橋し、透明性の高い材料を得た。得られた材料は紫外光に対して波長選択的に応答することが確認された。その発現機構も力学特性評価により検証し、架橋点の形成と解離により発現していることを確認した (*Eur. Polym. J.* **2020**, 134, 109806.)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Garry Sinawang, Taka-aki Asoh, Motofumi Osaki, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Hiroshi Uyama, Yoshinori Takashima	4. 巻 2
2. 論文標題 Citric Acid-Modified Cellulose-Based Tough and Self-Healable Composite Formed by Two Kinds of Noncovalent Bonding	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 2274-2283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.0c00250	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 Changming Jin, Garry Sinawang, Motofumi Osaki, Yongtai Zheng, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yoshinori Takashima	4. 巻 12
2. 論文標題 Self-Healing Thermoplastic Polyurethane Linked via Host-Guest Interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 1393-1393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym12061393	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 Garry Sinawang, Motofumi Osaki, Yoshinori Takashima, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada	4. 巻 52
2. 論文標題 Bifunctional Hydrogels Based on Host-Guest Interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 839-859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0352-7	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 Ryohei Ikura, Yuka Ikemoto, Motofumi Osaki, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yoshinori Takashima	4. 巻 196
2. 論文標題 Preparation of hydrophilic polymeric materials with movable cross-linkers and their mechanical property	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 122465-122465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2020.122465	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 Junsu Park , Shunsuke Murayama , Motofumi Osaki , Hiroyasu Yamaguchi , Akira Harada , GoMatsuba , Yoshinori Takashima	4. 巻 135
2. 論文標題 Reinforced polystyrene through host-guest interactions using cyclodextrin as an additive	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 109807-109807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eurpolymj.2020.109807	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 Motofumi Osaki , Kento Ito , Yuka Ikemoto , Hiroyasu Yamaguchi , Yoshiki Chujo , Akira Harada , Kazuo Tanaka , Yoshinori Takashima	4. 巻 134
2. 論文標題 Photoresponsive polymeric actuator cross-linked by an 8-armed polyhedral oligomeric silsesquioxane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 109806-109806
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eurpolymj.2020.109806	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 Junsu Park , Shunsuke Murayama , Motofumi Osaki , Hiroyasu Yamaguchi , Akira Harada , Go Matsuba , Yoshinori Takashima	4. 巻 32
2. 論文標題 Extremely Rapid Self Healable and Recyclable Supramolecular Materials through Planetary Ball Milling and Host-Guest Interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ADVANCED MATERIALS	6. 最初と最後の頁 2002008-2002008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202002008	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 Hinako Tsuchiya , Garry Sinawang, Taka-aki Asoh, Motofumi Osaki, Yuka Ikemoto, Yuji Higuchi, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Hiroshi Uyama, Yoshinori Takashima	4. 巻 21
2. 論文標題 Supramolecular Biocomposite Hydrogels Formed by Cellulose and Host-Guest Polymers Assisted by Calcium Ion Complexes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biomacromolecules	6. 最初と最後の頁 3936-3944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biomac.0c0109	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 Subaru Konishi, Yu Kashiwagi, Go Watanabe, Motofumi Osaki, Takuya Katashima, Osamu Urakawa, Tadashi Inoue, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yoshinori Takashima	4. 巻 11
2. 論文標題 Design and mechanical properties of supramolecular polymeric materials based on host-guest interactions: the relation between relaxation time and fracture energy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 6811-6820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0PY01347A	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 Daichi Yoshida, Garry Sinawang, Motofumi Osaki, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yoshinori Takashima	4. 巻 63
2. 論文標題 Preparation and activity of ruthenium catalyst based on α -cyclodextrin for ring-opening metathesis polymerization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 152712-152712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2020.152712	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 Motofumi Osaki, Tomoko Sekine, Hiroyasu Yamaguchi, Yoshinori Takashima, Akira Harada	4. 巻 3
2. 論文標題 Material Adhesion through Direct Covalent Bond Formation Assisted by Noncovalent Interactions.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Appl. Polym. Mater.	6. 最初と最後の頁 2189-2196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscapm.1c00223	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 Suguru Nomimura, Motofumi Osaki, Junsu Park, Ryohei Ikura, Yoshinori Takashima, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada.	4. 巻 52
2. 論文標題 Self-Healing Alkyl Acrylate-Based Supramolecular Elastomers Cross-Linked via Host-Guest Interactions.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 2659-2668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b00471	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 Garry Sinawang, Yuichiro Kobayashi, Yongtai Zheng, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi.	4. 巻 52
2. 論文標題 Preparation of Supramolecular Ionic Liquid Gels Based on Host-Guest Interactions and Their Swelling and Ionic Conductive Properties.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 2932-2938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b02395	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 Ryohei Ikura, Junsu Park, Motofumi Osaki, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yoshinori Takashima.	4. 巻 52
2. 論文標題 Supramolecular Elastomers with Movable Cross-Linkers Showing High Fracture Energy Based on Stress Dispersion	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 6953-6962
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b01198.	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 Yuichiro Kobayashi, Yukie Nakamitsu, Yongtai Zheng, Yoshinori Takashima, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada.	4. 巻 177
2. 論文標題 Preparation of cyclodextrin-based porous polymeric membrane by bulk polymerization of ethyl acrylate in the presence of cyclodextrin.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 208-213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2019.06.015.	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 Yuichiro Kobayashi, Tomohiro Hirase, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi	4. 巻 10
2. 論文標題 Self-healing and shape-memory properties of polymeric materials cross-linked by hydrogen bonding and metal-ligand interactions.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 4519-4523
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9PY00450E.	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 Garry Sinawang, Yuichiro Kobayashi, Motofumi Osaki, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi.	4. 巻 9
2. 論文標題 Mechanical and self-recovery properties of supramolecular ionic liquid elastomers based on host-guest interactions and correlation with ionic liquid content.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Rsc Advances	6. 最初と最後の頁 22295-22301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9RA04623B	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 Takashima, Y.; Kobayashi, Y.; Osaki, M.; Harada, A.	4. 巻 -
2. 論文標題 Designed Molecular Space in Material Science and Catalysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Functional supramolecular materials formed by non-covalent bonds	6. 最初と最後の頁 183-225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-1256-4	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 Takashima Yoshinori, Shojima Yasushi, Sekine Tomoko, Osaki Motofumi, Kobayashi Yuichiro, Yamaguchi Hiroyasu, Sekito Takeshi, Hatano Kazuhiro, Nakajima Katsuhiko, Harada Akira	4. 巻 47
2. 論文標題 Adhesion of Dissimilar Materials through Host-Guest Interactions and Its Re-adhesion Properties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1255 ~ 1257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180528	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 Takashima Yoshinori, Hayashi Yuki, Osaki Motofumi, Kaneko Fumitoshi, Yamaguchi Hiroyasu, Harada Akira	4. 巻 51
2. 論文標題 A Photoresponsive Polymeric Actuator Topologically Cross-Linked by Movable Units Based on a [2]Rotaxane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 4688 ~ 4693
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b00939	査読の有無 無
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 Takashima Yoshinori, Otani Kohei, Kobayashi Yuichiro, Aramoto Hikaru, Nakahata Masaki, Yamaguchi Hiroyasu, Harada Akira	4. 巻 51
2. 論文標題 Mechanical Properties of Supramolecular Polymeric Materials Formed by Cyclodextrins as Host Molecules and Cationic Alkyl Guest Molecules on the Polymer Side Chain	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 6318 ~ 6326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.8b01410	査読の有無 無
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 Ikejiri Shinji, Takashima Yoshinori, Osaki Motofumi, Yamaguchi Hiroyasu, Harada Akira	4. 巻 140
2. 論文標題 Solvent-Free Photoresponsive Artificial Muscles Rapidly Driven by Molecular Machines	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 17308 ~ 17315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.8b11351	査読の有無 無
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57件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Ryohei Ikura, Shunsuke Murayama, Junsu Park, Motofumi Osaki, Yoshinori Takashima, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yuka Ikemoto, Go Matsuba
2. 発表標題 Design and evaluation of mechanical properties of dissimilar polymer mixed materials with mobile crosslinking
3. 学会等名 第69回高分子年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田 千晴、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、高島 義徳
2. 発表標題 超分子ヒドロゲルの力学特性評価とその含水率依存性
3. 学会等名 第9回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 茉美、山口 浩靖、原田 明、田中 求、高島 義徳
2. 発表標題 Gelatinを基盤とする超分子材料の開発と三次元足場としての応用
3. 学会等名 第9回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小西 昴、大崎 基史、原田 明、山口 浩靖、高島 義徳
2. 発表標題 可逆性架橋点の結合寿命が超分子ヒドロゲルの力学特性に与える影響
3. 学会等名 第9回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河合 優作、大崎 基史、山口 浩靖、原田明、高島 義徳
2. 発表標題 可動性架橋ネットワークを用いた異種混合ポリマー材料の力学特性評価
3. 学会等名 第9回JACI/GSCシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 土屋 日奈子、Sinawang Garry、麻生 隆彬、池本 夕佳、原田 明、山口 浩靖、宇山 浩、高島 義徳
2. 発表標題 シクロデキストリンの包接錯体によって架橋された高分子/セルロースナノファイバー複合材料への 金属配位部位導入
3. 学会等名 第66回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小西 昂、柏木 優、渡辺 豪、大崎 基史、片島 拓弥、浦川 理、山口 浩靖、井上 正志、原田 明、高島 義徳
2. 発表標題 可逆性架橋点の緩和時間が超分子ヒドロゲルの力学特性に与える影響
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 朴 峻秀、村山 駿介、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、松葉 豪、高島 義徳
2. 発表標題 遊星型ボールミルを用いたシクロデキストリンのホスト - ゲスト相互作用からなる迅速な自己修復かつリサイクル可能な超分子材料
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 土屋 日奈子、Garry Sinawang、麻生 隆彬、大崎 基史、池本 夕佳、樋口 祐次、山口 浩靖、原田 明、宇山 浩、高島 義徳
2. 発表標題 ホスト - ゲスト包接錯体と金属配位結合によって架橋されたセルロースナノファイバー複合超分子材料
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 Ryohei Ikura, Shunsuke Murayama, Motofumi Osaki, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yuka Ikemoto, Go Matsuba, Yoshinori Takashima
2. 発表標題 Design of polymeric materials using movable cross-linking and their mechanical properties
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 植田 千晴、小西 昂、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、渡辺 豪、原田 慈久、田中 賢、高島 義徳
2. 発表標題 超分子ヒドロゲルの力学物性評価とその含水率依存性
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 金 昌明、シナワン ガリー、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、高島 義徳
2. 発表標題 ホスト-ゲスト相互作用を用いた高強度自己修復性熱可塑性ポリウレタンの作製
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 河合 優作、以倉 峻平、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、池本 夕佳、松葉 豪、高島 義徳
2. 発表標題 可動性架橋ネットワークを用いた異種混合ポリマー材料の力学特性評価
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 朴 峻秀、村山 駿介、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、松葉 豪、高島 義徳
2. 発表標題 シクロデキストリンのホスト-ゲスト相互作用によるポリスチレンの強靱化
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 以倉 峻平、村山 駿介、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、池本 夕佳、松葉 豪、高島 義徳
2. 発表標題 可動性架橋を用いた異種高分子複合材料の設計及び力学物性評価
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 松田 茉美、林 健太郎、三竹 のどか、高島 義徳、中畑 雅樹、山口 浩靖、原田 明、田中 求
2. 発表標題 Gelatinを基盤とする超分子材料の開発と三次元足場としての応用
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 金 昌明、シナワン ガリー、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、高島 義徳
2. 発表標題 可逆的な超分子結合作用を用いた強靱な新型自己修復材料の創製
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河合 優作、以倉 峻平、大崎 基史、山口 浩靖、原田 明、池本 夕佳、松葉 豪、高島 義徳
2. 発表標題 可動性架橋ネットワークを用いた異種混合ポリマー材料の力学特性評価
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 大地、高島 義徳、原田 明、山口 浩靖
2. 発表標題 シクロデキストリンを配位子に有するRu超分子触媒の合成とその開環メタセシス重合活性評価
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小西 昴、柏木 優、渡辺 豪、大崎 基史、片島 拓弥、浦川 理、山口 浩靖、井上 正志、原田 明、高島 義徳
2. 発表標題 ホスト-ゲスト錯体による可逆性架橋点の緩和時間と超分子ヒドロゲルの力学物性の関係
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuichiro Kobayashi, Yoshinori Takashima, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada
2. 発表標題 Self-healing properties of a supramolecular hydrogel consisting of polyrotaxane cross-linked by host-guest interactions.
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小西 昴・荒本 光・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 シクロデキストリンとアルキル修飾カチオン性ゲストの包接錯体を架橋点とした超分子材料の力学物性
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 以倉 峻平・朴 峻秀・大崎 基史・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 無溶媒重合による超分子材料の作製とその力学特性評価
3. 学会等名 第8回JACI/GSC シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡野 七海・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 シクロデキストリンとスチルベン誘導体の包接錯体により架橋された光応答性ゲルアクチュエータ
3. 学会等名 第8回JACI/GSC シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土屋 日奈子・高島 義徳・山口 浩靖・宇山 浩・原田 明
2. 発表標題 クエン酸変性セルロースナノファイバー/ホスト-ゲスト超分子材料の複合化とその物性評価
3. 学会等名 第17回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朴 峻秀・大崎 基史・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 Host-guest Interaction between Hydrophobic Cyclodextrin and Adamantane for Electronic Devices
3. 学会等名 第8回JACI/GSC シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡野 七海・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 シクロデキストリンとスチルベン誘導体の包接錯体により架橋された光応答性ゲルアクチュエータ
3. 学会等名 第65回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡野 七海・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 光刺激応答性の架橋点を有する超分子ヒドロゲルの作製と応答性の評価
3. 学会等名 第68回 高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小西 昴・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 架橋点の会合・解離の制御に基づいた超分子材料の分子設計とその力学特性
3. 学会等名 第68回 高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 以倉 峻平・朴 峻秀・大崎 基史・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 可動性架橋を持つ異種ポリマー混合材料の作製と力学物性評価
3. 学会等名 第68回 高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村 洋樹・以倉 峻平・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 架橋点の可動性により機能化した超分子材料の光刺激応答性と力学機能の構築
3. 学会等名 第68回 高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 裕一郎・高島 義徳・山口 浩靖・原田 明
2. 発表標題 シクロデキストリン存在下におけるエチルアクリレートのバルク重合によるシクロデキストリン誘導体を用いた高分子分離膜の作製
3. 学会等名 第68回 高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小西 昴・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 可逆性架橋の変形制御を目指した超分子材料の分子設計とその物性評価
3. 学会等名 第67回 レオロジー討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 以倉 峻平・朴 峻秀・大崎 基史・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 可動性架橋を用いた高分子材料の設計および力学特性評価
3. 学会等名 第67回 レオロジー討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒本光・大崎 基史・小林 裕一郎・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 1:2 ホストゲスト錯体で架橋されたヒドロゲルの酸化還元刺激応答性
3. 学会等名 第67回 レオロジー討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朴 峻秀・大崎 基史・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 疎水性シクロデキストリンを有するホストポリマーとゲストポリマーからなる機能性超分子材料
3. 学会等名 第67回 レオロジー討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三竹 のどか・高島 義徳・中畑 雅樹・田中 求・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 Development of Cell Scaffold Materials Formed from Gelatin and Synthetic Polymer Cross-linked by Host-Guest Interaction
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 賢人・高島 義徳・山口 浩靖・原田 明
2. 発表標題 スチルベン・アゾベンゼンにより架橋された光刺激応答性新規材料の作製・機能評価
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金 昌明・以倉 峻平・Garry Sinawang・大崎 基史・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖
2. 発表標題 ホストゲスト相互作用を用いた高強度自己修復性ウレタン材料の作製
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡野 七海・山口 浩靖・原田 明・高島 義徳
2. 発表標題 シクロデキストリンとスチルベン誘導体の包接錯体により架橋された超分子ヒドロゲル
3. 学会等名 第65回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土屋 日奈子・高島 義徳・原田 明・山口 浩靖・宇山 浩
2. 発表標題 ホスト-ゲスト相互作用と金属配位を組み合わせた超分子ヒドロゲルの作製とその物性評価
3. 学会等名 第65回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryohei Ikura, Junsu Park, Motofumi Osaki, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada, Yoshinori Takashima
2. 発表標題 Preparation of Materials with Supramolecular Cross-linking and Their Physical Properties
3. 学会等名 MATERIALS RESEARCH MEETING 2019 (MRM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junsu Park, Motofumi Osaki, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi
2. 発表標題 Tough and Functional Supramolecular Materials from Polymer Mixtures with Host-guest Interaction between Cyclodextrin and Adamantane
3. 学会等名 MATERIALS RESEARCH MEETING 2019 (MRM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Garry Sinawang, Yuichiro Kobayashi, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi
2. 発表標題 Supramolecular Ionic Liquid Elastomer based on Host-Guest Interactions
3. 学会等名 MATERIALS RESEARCH MEETING 2019 (MRM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Subaru Konishi, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi
2. 発表標題 Relationship between the Dissociation Energy of Reversible Cross-links and Mechanical Properties of Supramolecular Hydrogels with Inclusion Complexes
3. 学会等名 MATERIALS RESEARCH MEETING 2019 (MRM) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Garry Sinawang, Taka-aki Asoh, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi, Hiroshi Uyama
2. 発表標題 Cellulose-nanofiber reinforced supramolecular materials based on host-guest interactions
3. 学会等名 The 7th International Conference on Bio-based Polymers (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Subaru Konishi, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi
2. 発表標題 Design of Supramolecular Materials Based on Controlling Deformation of Reversible Cross-links and Their Mechanical Properties
3. 学会等名 The 7th International Conference on Bio-based Polymers (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshinori Takashima, Hiroyasu Yamaguchi, Hiroshi Uyama, Akira Harada
2. 発表標題 Supramolecular polymeric materials functionalized by host-guest interactions and its stimuli-responsive properties
3. 学会等名 The 7th International Conference on Bio-based Polymers (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshinori Takashima
2. 発表標題 Creation of Functional Photostimuli Responsive Supramolecular Materials Based on Host-guest Interactions
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (Progress In Electromagnetics Research Symposium) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryohei Ikura, Junsu Park, Motofumi Osaki, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi
2. 発表標題 Preparation of two kinds of supramolecular materials and their physical properties
3. 学会等名 14th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junsu Park, Motofumi Osaki, Yoshinori Takashima, Akira Harada, Hiroyasu Yamaguchi
2. 発表標題 Supramolecular Materials via Host-guest Interaction by Mixing Host Polymer and Guest Polymer in Nano Scale: from Functions to Application
3. 学会等名 14th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashima Yoshinori
2. 発表標題 Supramolecular polymeric materials constructed by host-guest interactions and its functions
3. 学会等名 International Workshop on Materials Technology and Applications 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashima Yoshinori
2. 発表標題 Supramolecular polymeric materials functionalized by host-guest interactions and its stimuli-responsive properties
3. 学会等名 The 9th RSC-CSJ Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashima Yoshinori
2. 発表標題 Photo Stimuli Responsive Supramolecular Actuators Constructed by Non-Covalent or Topological Crosslinkers
3. 学会等名 First International Conference on 4D Materials and Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashima Yoshinori
2. 発表標題 Photo-stimuli responsive supramolecular materials using supramolecular machine
3. 学会等名 SPIE. OPTICS+PHOTONICS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashima Yoshinori
2. 発表標題 Photo Stimuli Responsive Supramolecular Actuators Constructed by Non-Covalent or Topological Crosslinkers
3. 学会等名 The 8th International Symposium on Polymer Chemistry (PC2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yongtai Zheng, Yuichiro Kobayashi, Tomoko Sekine, Yoshinori Takashima, Akihito Hashidzume, Hiroyasu Yamaguchi, Akira Harada
2. 発表標題 Visible Chiral Discrimination via Macroscopic Selective Assembly
3. 学会等名 The 8th International Symposium on Polymer Chemistry (PC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 シクロデキストリンおよびその誘導体類を添加した強化高分子材料およびその製造方法	発明者 原田 明, 山口 浩靖, 高島 義徳, 大崎 基 史, 朴 峻秀	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-089200	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ホスト基含有重合性単量体及びその製造方法、高分子材料並びに高分子材料形成用前駆体	発明者 高島 義徳, 原田 明, 大崎 基史, 高橋 賢 作, 児島 淳子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-081559	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 高分子材料及びその製造方法	発明者 原田 明, 山口 浩靖, 高島 義徳, 大崎 基 史, 吉田 大地	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-162441	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 高分子材料及びその製造方法並びに高分子相溶化剤	発明者 高島 義徳, 原田 明, 山口 浩靖, 大崎 基 史, 以倉 峻平	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-162442	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>大阪大学高等共創研究院・大学院理学研究科 高分子材料設計学 http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/takashima/</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
---------------------------	-----------------------	----

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