

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：13601

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04892

研究課題名(和文) ゲル微粒子の周期的な会合/解離挙動を活用した微粒子超構造の構築とメカニズム解明

研究課題名(英文) Self-organization of functional hydrogel microspheres with stimuli-responsive properties

研究代表者

鈴木 大介 (Suzuki, Daisuke)

信州大学・学術研究院繊維学系・准教授

研究者番号：90547019

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,000,000円

研究成果の概要(和文)：本申請では、体積と粒子間相互作用を変化させる等、外部環境応答性を有した柔らかいコロイド粒子；ハイドロゲル微粒子に注目し、設計・合成・構造解析を通じ、新たな機能を示すゲル微粒子群を開発した。それらを自己組織化の要素と捉え、界面やバルク中において、粒子の個性や、外部環境応答性を活用する事で、高次組織化およびそのメカニズム解明に挑戦した。特に、気水表面を集積場とした場合、開発したゲル微粒子の形態に応じてユニークな非等方的な構造化を見出した。その他にも、自律駆動コアシェルゲル微粒子の会合/解離挙動を外部環境変化によりON/OFFスイッチさせる事に成功し、微粒子集積体の精密制御を発展させる知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の意義は、機能性高分子ゲル微粒子の開発や、ミクロ空間における自己組織化現象の解明により、高分子合成科学やコロイド界面科学の発展に貢献した事にある。そして、直接観察が極めて難しい原子・分子や生体分子の集積化との類似性を見出し、速度論モデル等により検証し、顕微鏡下で直接可視化できるモデルシステムを確立した。本研究成果による社会的意義は、完全人工物のゲル微粒子の集積メカニズム検討を通じ、生体内微粒子の構造形成を伴う生命現象の理解の深化に繋がる可能性を秘めている点にある。

研究成果の概要(英文)：Stimuli-responsive hydrogel microspheres (microgels) with various nanostructures were developed. By using a series of the developed microgels, it was found that the self-organized structures of the microgels at fluid interfaces can be controlled by changing the characteristics of the soft microgels (e.g., shape, charge density and softness). In particular, it was found that hydrogel microellipsoids can be synthesized by seeded precipitation polymerization of polyacrylamide-derivatives on ellipsoidal solid core, and by using the anisotropic microgels, control of the dimensionality of the assembled structures was achieved at air/water interface of sessile droplets. Finally, on/off switching of the microgel's volume oscillation was realized, and can be used for self-organization of microgels toward precisely controlled microstructures.

研究分野：化学

キーワード：高分子微粒子 コロイド ゲル微粒子 微粒子集積 バイオミメティック 化学振動反応 機能性材料

1. 研究開始当初の背景

(1) 高分子微粒子は、溶媒中に分散しておりバルク体とは全く異なる性質を示す。近年、微粒子が示す秩序構造の形成過程は、原子・分子の結晶化モデルとして注目され、微粒子単体の構造多様化が進んでいる。

(2) 申請者は、化学振動反応と同期したゲル微粒子をはじめとする、柔らかい微粒子である刺激応答性ゲル微粒子を用いた機能化検討を実施してきた。これらゲル微粒子の特長を活かし、微粒子集積化に応用する事で、精緻な微粒子集積体の人工構築が可能となり、そのメカニズム解明に貢献できると考えた。

2. 研究の目的

柔らかいコロイド粒子である刺激応答性ゲル微粒子を活用し、粒子間相互作用を巧みに調節する事で、流体界面やバルク中において微粒子超構造を構築し、その形成メカニズムを解明する事を目的とする。

3. 研究の方法

(1) 機能性微粒子の合成と評価

1 - 1 : ナノコンポジットゲル微粒子の創成

ゲル微粒子の存在下、油性モノマーのラジカル重合を実施し、ゲル微粒子の構造制御に取り組んだ。動的散乱法や電子顕微鏡観察を通じ、構造を規定した。

1 - 2 : 楕円状ゲル微粒子の創成

コアとして楕円状固体粒子を作成し、そのコアの存在下、シード沈殿重合により、ハイドロゲル層を導入する事で楕円状ゲル微粒子の合成に取り組んだ。各種散乱法や電子顕微鏡観察に加え、高速 AFM を活用し、構造評価を実施した。

1 - 3 : 各種刺激応答性ゲル微粒子の創成

沈殿重合法を鍵とし、ゲル微粒子のナノ構造の制御を目的に、各種パラメータを変化させた体系的な重合研究を実施した。特に、高速 AFM を活用する事で、重合メカニズムの解明にも取り組んだ。

1 - 4 : コアシェル構造化自律駆動ゲル微粒子の創成

体積振動を示すゲル微粒子の存在下、温度応答性ハイドロゲルを複層導入した新規ゲル微粒子の開発を進めた。得られた微粒子の体積振動について、紫外可視分光法を中心に評価した。

(2) 流体界面における微粒子配列化

上記(1)で得たゲル微粒子群を活用し、高次集積体を得るために、気水表面、あるいは水油界面を選択した。気水表面を自己組織化検討の場とするために、申請者が発見した、ゲル微粒子の水油界面への自発的吸着現象を活用した。自己組織化挙動は、光学顕微鏡法等により直接観察することで、その動的な挙動を追跡した。

(3) 自律駆動ゲル微粒子の自己組織化

化学振動反応に応答するゲル微粒子を活用し、流体界面およびバルク中においてその自己組織化現象を追跡した。微粒子の振動挙動の評価は、紫外可視分光法等により得られた波形を解析することで、振動周期や振動振幅を算出した。化学振動条件を精査し、最適な条件を選択する事で、化学反応に応じて微粒子の配列化挙動がどのように変化するかを検討した。

4. 研究成果

(1) 機能性微粒子の合成と評価

1 - 1 : ナノコンポジットゲル微粒子の創成

水膨潤したゲル微粒子の存在下、スチレンのシード重合を実施したところ、ポリスチレンの複合化が確認された。これは、ゲル微粒子の脱水時と同様の現象であり、親水的なゲル微粒子に対して、疎水的なモノマーが選択的に導入され、重合が進行する事が確かめられた。モノマー濃度や用いるゲル微粒子内部の電荷分布に従い、複合化されるポリスチレンナノ粒子のサイズやゲル微粒子内分布を調節する事ができた(図1)。

1 - 2 : 楕円状ゲル微粒子の創成

ソープフリー乳化重合法によって得た真球状ポリスチレン微粒子を、膜延伸法を活用してアスペクト比の異なる楕円状固体微粒子を得た。そ

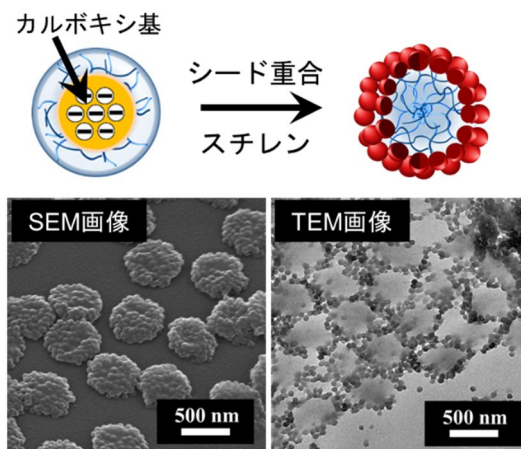


図1

の表面に、シード沈殿重合法を活用する事で温度応答性ゲルを導入する事に成功した。シェル厚は、モノマー濃度を調節する事で変更可能であった。楕円状ゲル微粒子の構造は、静的光散乱法や、高速 AFM 観察を併用する事で多角的に確かめた(図2)。

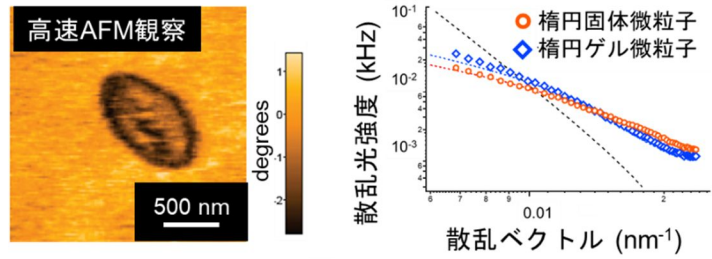


図2

1 - 3 : 各種刺激応答性ゲル微粒子の創成

沈殿重合を高速 AFM チャンバー内で実施した。初期に粒子核が形成し、重合時間の経過とともに、その核が成長していく様子をリアルタイムで捉えることに成功した。それら粒子核同士が互いに凝集する事無く、成長する事が支配的であり、単分散ゲル微粒子が得られるメカニズムを明らかにする事ができた。

また、温度応答性ゲル微粒子内部に、非温度応答性のデカナノサイズのドメインがある事を発見した。これは化学種の違いによらず、沈殿重合由来の特有な構造である事を見出した(図3)。

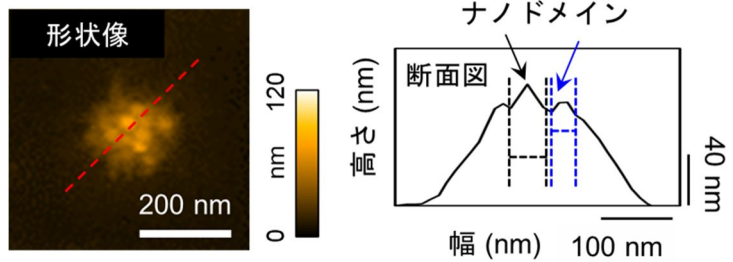


図3

1 - 4 : コアシェル構造化自律駆動ゲル微粒子の創成

金属錯体触媒が導入されたゲル微粒子の存在下、化学種の異なる二層のゲルを導入したコアシェル型ゲル微粒子を作製した。このゲル微粒子は、化学振動反応の進行と共に、周期的な体積変化を示す事ができた。更に、シェル層のゲルにより、外部刺激を与えた際に、シェルに対する物質拡散のやすさが変化し、その結果、周期的な体積振動を on/off

する事に成功した。

(2) 流体界面における微粒子配列化

2 - 1 : ナノコンポジットゲル微粒子を活用した微粒子安定化エマルジョン

ナノコンポジットゲル微粒子は、水油界面の安定化剤として機能する事を見出した。特に、一般的なハイドロゲル微粒子とは異なり、その疎水性により、water in oil 型のエマルジョンを安定に形成する事に成功した(図4)。

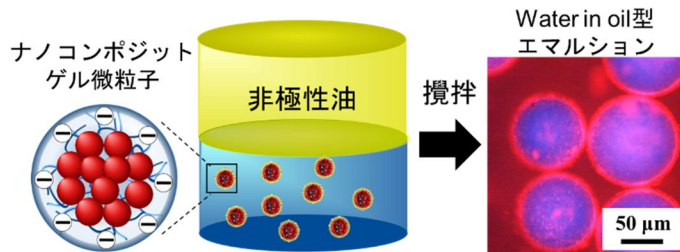


図4

2 - 2 : 楕円状ゲル微粒子の気水表面における自己組織化
気水表面に吸着した楕円状ゲル微粒子は、長軸同士の長距離引力相互作用が支配的となり、一次元集積化を示す事が分かった。特に、ゲル層がない場合と比べ、ゲル層間の絡み合いの効果により、得られた一次元集積体は強固であることが分かった(図5)。

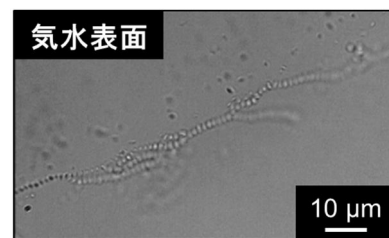


図5

2 - 3 : 各種刺激応答性ゲル微粒子の気水表面上での挙動の体系化

サイズや柔らかさ、化学種を調節した一連のゲル微粒子を準備し、気水表面上での挙動を観察したところ、気水表面上への吸着挙動、変形挙動、自己組織化挙動、ブラウン運動の観点で大きな差が確認された。特に、ゲル微粒子が気水表面に衝突し、大きく変形する瞬間を、高速カメラを備えた蛍光顕微鏡により明らかにし、界面におけるゲル微粒子の変形性、及び微粒子の柔らかさの重要性を明確化する事に成功した(図6)。

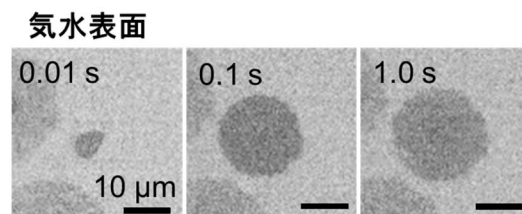


図6

(3) 自律駆動ゲル微粒子の自己組織化

これまでの分光法による結果に加え、自律駆動ゲル微粒子の体積振動と会合／解離挙動を時分割DLSにより定量的に評価する事に成功した。攪拌が存在しない条件においても、微粒子間の相互作用が引力⇄斥力支配を周期的に変化させる事で、微粒子集合体のバルク中における周期的な変化を実現する事ができた。

これらの現象を踏まえ、ゲル微粒子を高濃度

化し、微粒子の秩序構造の形成を試みたところ、体積振動に伴い、ゲル微粒子の配列化が進行する事が見出された。これらの集積体は、バルク状態においても体積振幅を示す材料であることが分かった。また、コアシェル化微粒子を活用する事で、外部刺激に応じて、体積振動を on/off する事が可能となった（図 7）。今後、局所的な構造欠陥の修復等、より精密な配列制御の実現が期待される。

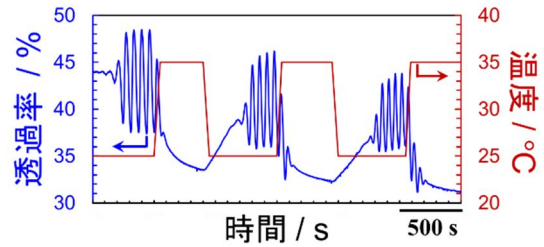


図7

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Inui Kohei, Watanabe Takumi, Minato Haruka, Matsui Shusuke, Ishikawa Keito, Yoshida Ryo, Suzuki Daisuke	4. 巻 124
2. 論文標題 The Belousov-Zhabotinsky Reaction in Thermoresponsive Core-Shell Hydrogel Microspheres with a Tris(2,2'-bipyridyl)ruthenium Catalyst in the Core	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 3828 ~ 3835
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c02238	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 Minato Haruka, Nishizawa Yuichiro, Uchihashi Takayuki, Suzuki Daisuke	4. 巻 52
2. 論文標題 Thermoresponsive structural changes of single poly(N-isopropyl acrylamide) hydrogel microspheres under densely packed conditions on a solid substrate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1137 ~ 1141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0372-3	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 Nishizawa Yuichiro, Minato Haruka, Inui Takumi, Uchihashi Takayuki, Suzuki Daisuke	4. 巻 37
2. 論文標題 Nanostructures, Thermoresponsiveness, and Assembly Mechanism of Hydrogel Microspheres during Aqueous Free-Radical Precipitation Polymerization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 151 ~ 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c02654	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 Nishizawa Yuichiro, Minato Haruka, Inui Takumi, Saito Ikuma, Kureha Takuma, Shibayama Mitsuhiro, Uchihashi Takayuki, Suzuki Daisuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Nanostructure and thermoresponsiveness of poly(N-isopropyl methacrylamide)-based hydrogel microspheres prepared via aqueous free radical precipitation polymerization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 13130 ~ 13137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1RA01650D	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 Yuichiro Nishizawa, Kenshiro Honda, Daisuke Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Recent Development in the Visualization of Microgels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	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) 10.1246/c1.210028	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 Kenshiro Honda, Yuka Sazuka, Kojiro Iizuka, Shusuke Matsui, Takayuki Uchihashi, Takuma Kureha, Mitsuhiro Shibayama, Takumi Watanabe and Daisuke Suzuki	4. 巻 58
2. 論文標題 Hydrogel Microellipsoids that Form Robust String-like Assemblies at the Air/Water Interface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 7294-7298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201901611	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 Takumi Watanabe, Masaya Takizawa, Hang Jiang, To Ngai and Daisuke Suzuki	4. 巻 55
2. 論文標題 Hydrophobized Nanocomposite Hydrogel Microspheres as Particulate Stabilizers for Water-in-Oil Emulsion	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 5990-5993
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC01497G	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 Haruka Minato, Masaya Takizawa, Seina Hiroshige, Daisuke Suzuki	4. 巻 35
2. 論文標題 Effect of Charge Groups Immobilized in Hydrogel Microspheres during the Evaporation of Aqueous Sessile Droplets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 10412-10423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.9b01933	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 Takumi Watanabe, Yuichiro Nishizawa, Haruka Minato, Song Chihong, Kazuyoshi Murata, Daisuke Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Hydrophobic monomers recognize microenvironments in hydrogel microspheres during free radical seeded emulsion polymerization	5. 発行年 2020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.202003493	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 Takumi Watanabe, Chihong Song, Kazuyoshi Murata, Takuma Kureha, and Daisuke Suzuki	4. 巻 34
2. 論文標題 Seeded Emulsion Polymerization of Styrene in the Presence of Water-Swollen Hydrogel Microspheres	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 8571-8580
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.8b01047	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 Shusuke Matsui, Kohei Inui, Yuki Kumai, Ryo Yoshida, and Daisuke Suzuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Autonomously Oscillating Hydrogel Microspheres with High-Frequency Swelling/Deswelling and Dispersing/Flocculating Oscillations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Biomaterials Science & Engineering	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) 10.1021/acsbmaterials.8b00850	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 Takuma Kureha, Yuichiro Nishizawa, Daisuke Suzuki	4. 巻 2
2. 論文標題 Controlled Separation and Release of Organoiodine Compounds using Poly(2-methoxyethyl acrylate)-analogue Microspheres	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 7686-7694
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.7b01556	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 Haruka Minato, Masaki Murai, Takumi Watanabe, Shusuke Matsui, Masaya Takizawa, Takuma Kureha* and Daisuke Suzuki*	4. 巻 54
2. 論文標題 The Deformation of Hydrogel Microspheres at the Air/Water Interface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 932-935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7cc09603h	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 Masaya Takizawa, Yuka Sazuka, Koji Horigome, Yuki Sakurai, Shusuke Matsui, Haruka Minato, Takuma Kureha and Daisuke Suzuki	4. 巻 34
2. 論文標題 Self-organization of Soft Hydrogel Microspheres during the Evaporation of Aqueous Droplets	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 4515-4525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.8b00230	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 OURA Shun, WATANABE Takumi, MINATO Haruka, SUZUKI Daisuke	4. 巻 76
2. 論文標題 Impact of Particle Softness on Segregation of Binary Colloidal Suspensions Flowing in a Microchannel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 KOBUNSHI RONBUNSHU	6. 最初と最後の頁 226 ~ 233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1295/koron.2019-0003	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25件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 鈴木大介
2. 発表標題 高分子ゲル微粒子の応用展開
3. 学会等名 高分子学会東海支部 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊拓巳
2. 発表標題 ナノコンポジット型ハイドロゲル微粒子の水中での三次元構造評価
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 齋藤生真
2. 発表標題 時間周期性を有したハイドロゲル微粒子の振動挙動評価
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 Takumi Watanabe
2. 発表標題 Synthesis and Structural Control of Multi-Layered Nanocomposite Microgels
3. 学会等名 2021 Virtual Symposium on Microgels (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乾滉平
2. 発表標題 化学振動反応を駆動源とするゲル微粒子のコアシェル化による機能創出
3. 学会等名 2020年度東海高分子研究会学生発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤佑一朗
2. 発表標題 重合時におけるハイドロゲル微粒子の形態発展解析
3. 学会等名 第32回高分子ゲル研究討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Suzuki
2. 発表標題 Soft Nanocomposite Hydrogel Microspheres with Defined Nanostructures
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haruka Minato
2. 発表標題 Self-assembly of Deformable Soft Hydrogel Microspheres at the Air/water Interface
3. 学会等名 ACS Fall 2019 National Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湊遥香
2. 発表標題 気水表面において織り成す高分子電解質ゲル微粒子の特異な自己組織化挙動
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 本田健士郎
2. 発表標題 楕円状ハイドロゲル微粒子の自己組織化に伴うチェーン状集積体の構築
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 湊遥香
2. 発表標題 気水界面における高分子電解質ゲル微粒子がみせる自己組織化挙動
3. 学会等名 第29回 日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田健士郎
2. 発表標題 ゲル微粒子混合体の配列パターン制御に向けた自己組織化検討
3. 学会等名 第29回 日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木大介
2. 発表標題 ソフト微粒子の次元構造とマイクロ空間場における機能制御
3. 学会等名 第69回コロイドおよび界面化学討論会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本田健士郎
2. 発表標題 微粒子配列の多様化に向けた蛍光性コアシェルゲル微粒子の合成
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 滝沢優哉
2. 発表標題 ハイドロゲル微粒子の気水界面における吸着挙動と応用
3. 学会等名 第69回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 湊遥香
2. 発表標題 高分子電解質ゲル微粒子の薄膜形成
3. 学会等名 第20回高分子ミクロスフェア討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本田健士郎
2. 発表標題 コアシェル型ゲル微粒子混合体の自己組織化
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湊遥香
2. 発表標題 ハイドロゲル微粒子の自己組織化に与える荷電基の影響
3. 学会等名 第30回高分子ゲル研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenshiro Honda
2. 発表標題 Self-Organization of Ellipsoidal-Shaped Microgels at the Air/Water Interface
3. 学会等名 The 66th NIBB Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊拓巳
2. 発表標題 Surfactant-Free Seeded Emulsion Polymerization of Styrene in the Presence of Water-Swollen Microgels
3. 学会等名 第27回日本MRS年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐塚友茄
2. 発表標題 Self-organization of ellipsoidal-shaped microspheres with hydrogel layer at the air-water interface
3. 学会等名 第27回日本MRS年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木大介
2. 発表標題 Investigation of Interfacial Behaviors of Hydrogel Microspheres
3. 学会等名 第27回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木大介
2. 発表標題 Self-Organization of Soft Hydrogel Microspheres at the Air/Water Interfaces
3. 学会等名 The 6 th Asian Symposium on Emulsion Polymerization and Functional Polymeric Microspheres (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊拓巳
2. 発表標題 Nanocomposite Microgels Formed by Seeded Emulsion Polymerization of Styrene in the Presence of Hydrogel Microspheres
3. 学会等名 The 6th Asian Symposium on Emulsion Polymerization and Functional Polymeric Microspheres (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 滝沢優哉
2. 発表標題 ゲル微粒子分散液の特徴的な乾燥挙動
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2017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
--	---------------------------	-----------------------	----

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