

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02712

研究課題名(和文) 時空間発展する自己駆動体の構築

研究課題名(英文) Spatiotemporally developed self-propelled objects

研究代表者

中田 聡 (Nakata, Satoshi)

広島大学・統合生命科学研究科(理)・教授

研究者番号：50217741

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：代表的な成果は次の2つである。1. 酢酸チモールを含む油滴を駆動体として使用し、pHの異なるドデシル硫酸ナトリウム水溶液に浮かべた。その結果、界面張力測定から生成物のチモールが主たる駆動力であること、pH 7.0-8.2と11.1以上でランダムな方向の振動運動、pH 8.9-10.8で往復の振動運動の発現を見出した。2. 水面に展開された4-Stearoyl amidobenzoic acid (SABA) 分子膜の上に、駆動体である安息香酸円板を浮かべて実験した。その結果、SABAの表面密度に依存して、ランダム運動、領域が制限された運動、往復運動、停止の運動様相の分岐を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

心臓の鼓動や概日リズムなど、生物はリズムを刻みながら生命活動を営んでいる。一方、シマウマの体表模様のような空間パターンも生物の特徴である。このようなリズムとパターンを化学の観点から無生物実験系を使って再現することにより、自律性と応答性の高い自己駆動体を構築することが可能になる。また、非平衡系の維持や集団運動の活用により効果的な物質輸送系や自励ポンプの構築が期待される。さらに、時空間パターン形成を使った自己修復や自己再生材料の開発にもつながると考えられる。加えて、生物のような複雑系におけるリズムとパターン形成を理解するためのモデル実験系になると期待できる。

研究成果の概要(英文)：Representative results are as follows. 1. Oil droplets containing thymol acetate as a self-propelled object was floated on a sodium dodecyl sulfate (SDS) aqueous phase with different pH. As a result, we found that thymol was the main driving force based on the measurement of interfacial tension and that oscillations in random directions at pH 7.0-8.2 and above 11.1 and reciprocating oscillations at pH 8.9-10.8 were observed. 2. The examinations were performed by floating a benzoic acid disk as a self-propelled object on a 4-Stearoyl amidobenzoic acid (SABA) molecular film developed on the water surface a control of motion. As a result, bifurcation of modes of motion, i.e., random motion, area-restricted motion, reciprocating motion, and rest depending on the surface density of SABA was observed.

研究分野：物理化学、界面化学

キーワード：nonlinear nonequilibrium oscillation self-propulsion bifurcation pattern formation self-organization surface tension

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 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

自転車のように第三者(人)が制御して動く物体に対して、生物のように自身の駆動力を使って動く物体を自己駆動体という。手の届かない微小空間における物質輸送や欠陥の検出・修復、あるいは群れによる採餌や回避等、生命活動を維持する上で重要な運動様相の人工系による再現あるいは機構解明を目的として、nm~mm サイズの様々なタイプの非生物自己駆動体が開発されてきた。ところが、ナノテクノロジーの進歩と共に、精巧さと機能性が向上してきた(H. Wang & M. Pumera, *Chem. Rev.*, 2015) 一方で、2つの大きな課題がある。

(課題1) ほとんどの自己駆動体は、ランダム運動又は単指向運動しか示さず、自身で運動方向や様相を変えることができない。場の揺らぎよりも自己駆動体のスケールが小さいとランダム運動になる。一方、自己駆動体にラチェットのような異方性、或いは駆動体周辺に濃度勾配が存在すると単指向運動になり、自身でその方向を変えることができない。

(課題2) 初期条件が非平衡であっても直ちに平衡に達するため、減衰型の運動になる。例えば、P.-G. de Gennes (1991年ノーベル物理学賞受賞), F. Brochard-Wyart, D. Quere が出版した本(“Capillarity and Wetting Phenomena: Drops, Bubbles, Pearls, Waves”, Springer)で紹介されている液滴運動のように、多くの自己駆動体はエネルギーを単に消費するだけで、自身の運動を自発的にリセットしたり最適化することはない。

一方、これまでは物質を中心とした研究開発が行われてきた。それに対して申請者が行ってきた「表面張力差を駆動力として水面滑走する自己駆動体」は、化学以外に流体や偏微分系の反応拡散方程式など、物理学的・数学的ファクターが含まれる。物理学では最近アクティブマターの研究が進み、数学では数値モデルを使った理論研究が進展している。そこで化学者だけでなく、物理学者や数学者等、異分野の研究者がそれぞれの専門性を生かすよう連携し、分野の垣根を越えて研究することは大局的に研究を進展させる上で重要になる。

### 2. 研究の目的

本研究では、非線形科学に立脚して、1. 環境に対する応答として多様かつ効率的な運動様相の発現、2. 従来の一過的な単指向走化性とは異なり、走化性を終えた系が自発的な駆動力反転により新たな運動をリセットできる系の構築、及び3. 自律的な非平衡の維持による持続的な自己駆動体の構築を目的とする。本研究により、分子レベルからマクロレベルに時空間発展する、自律性と多様性の高い自己駆動体が構築される。

### 3. 研究の方法

研究目的を達成するために、以下の(i)-(iii)の研究方法で実施する。

(i) 多様な運動様相を発現する自己駆動体を構築する。具体的には、「表面圧と濃度の関係に基づく運動制御」と「化学反応と結合した運動モード分岐」の実験を行う。

(ii) 表面張力の空間反転を用いた正と負の化学走性を発現する。具体的には、クマリン又はクマリン誘導体を自己駆動体として用い、化学刺激として塩基を用いる。加水分解反応に伴う表面張力の空間反転を使って可逆的な化学走性を発現する。

(iii) 非平衡の維持による持続的な自己駆動系を構築する。具体的には、膜界面における駆動力分子濃度の非平衡が維持される条件を見い出す。またマランゴニ流や自触媒反応を活用する。

### 4. 研究成果

研究成果を以下にまとめる。

(a) 化学反応が運動様相に反映される自己駆動体の構築：酢酸チモール(TA)を含む油滴を駆動体として使用し、pHの異なるドデシル硫酸ナトリウム(SDS)水溶液に浮かべる実験をした。ここで酢酸チモールと塩基との加水分解によりチモール(TOH)が生成する。そしてTOHはpHに依存してチモールイオン(TO<sup>-</sup>)と可逆な関係にある。その結果、界面張力測定からTOHが主たる駆動力であること、pH 7.0-8.2と11.1以上でランダムな方向の振動運動(Osc I)、pH 8.9-10.8で往復の振動運動(Osc II)が観察された。これら運動様相の分岐は、TOHの生成速度とTOHとTO<sup>-</sup>間の解離平衡で決まること、Osc IIにはSDSとTOHとの複合体形成による濃度反転が鍵となることが解明された。これらの成果は、T. Fujino, M. Matsuo, V. Pimienta, S. Nakata, *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 2023, **14**, 9279-9284, DOI: 10.1021/acs.jpcclett.3c02130に掲載された。

(b) 両親媒性分子と駆動体分子間の相互作用で運動様相が決定する系の構築：水面に展開された4-Stearoyl amidobenzoic acid(SABA)分子膜の上に、駆動体である安息香酸円板(BA)を浮かべて実験した。その結果、SABAの表面密度に依存して、ランダム運動、領域が制限された運動、往復運動、停止の運動様相の分岐が観察された。その中で制限運動と往復運動の発現には、SABAとBAの分子間相互作用が鍵となること、紫外可視分光スペクトルと赤外吸収スペクトル測定より解明された。これらの成果は、R. Fujita, M. Matsuo, S. Nakata, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2024, **663**, 329-335, DOI: 10.1016/j.jcis.2024.02.156に掲載された。

(c) イオン液体水溶液上の樟脳自己駆動体の運動様相：運動を制御する分子として界面活性剤の代わりにイオン液体を使用し、駆動体である樟脳円板をイオン液体水相に浮かべた。その結果、イオン液体の濃度に依存して、連続運動、振動運動、停止の運動様相が観察された。これら運動様相は、イオン液体と樟脳分子の相互作用が鍵となることが FTIR と表面張力測定、及び DFT 計算により解明された。界面活性剤との違いは、樟脳によりイオン液体分子膜が壊れて表面張力が上昇することであった。これらの成果は、H. Er, J. Gao, Y. Xu, M. Matsuo, S. Nakata, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2024, **26**, 8488–8493, DOI: 10.1039/d3cp05630a にオープンアクセスで掲載された。

(d) 化学振動反応とカップリングした振動運動：Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応とは、酸化還元反応が交互に繰り返される化学振動反応である。ここで還元時に臭化マロン酸又はマロン酸の分解により CO<sub>2</sub> が発生することが知られている。そこで、BZ 反応の触媒であるフェロインを直径約 1 mm の陽イオン交換ビーズに吸着し、BZ 反応液に浸す実験を行った。その結果、4 回の化学振動反応に対して、1 回の上下運動がシンクロする現象を見出した。ここで、CO<sub>2</sub> がある一定サイズを超えるとビーズが泡と一体化して浮上し始め、浮上したビーズが水面に到着すると泡を気相に放出してビーズが水相底面まで降下した。また異なる反応温度で実験したところ、振動周期を変えてもこの割合は変わらなかった。これらのことから、4 回の振動反応で生じる CO<sub>2</sub> 量で浮上条件に到達することが明らかになった。これらの成果は、Y. Kubodera, M. Kuze, K. Kagawa, M. Muneyuki, I. Lagzi, N. Suematsu, S. Nakata, *Frontiers in Physics*, 2023, **11**, 1306533-1-4, DOI: 10.3389/fphy.2023.1306533 にオープンアクセスで掲載された。

(e) 複数個の樟脳自己駆動体を使った脱出避難の再現と理論計算：ゲート（幅  $W_g = 5-40$  mm）で連結された 2 つの水相（ $C_{in}$  と  $C_{out}$ ）について、初期に 8 個の樟脳円板（CP）を  $C_{in}$  に入れ、 $C_{in}$  の表面積を等速で減少させる実験を行った。また比較実験として、樟脳を付着していない 8 枚のろ紙円板（P）や磁石を搭載した 8 枚の磁石樟脳円板（MCP）を浮かべて実験したところ、脱出確率は  $CP > P > MCP$  の順であった。これらの結果から、 $C_{in}$  と  $C_{out}$  間に働く表面張力差と、CP 間に働く斥力により、CP の脱出確率が高いこと、逆に MCP 間の引力が導く集団化により、MCP の脱出確率が低いことが明らかになった。これらの実験結果は数値計算でも定性的に再現された。これらの成果は、M. Yoshikai, M. Matsuo, N. J. Suematsu, H. Nishimori, S. Nakata, *Soft Matter*, in press, DOI: 10.1039/D4SM00288A にオープンアクセスで掲載された。

(f) Sniffing を利用した匂い識別システムの構築：動物は匂いを周期的に嗅ぐ sniffing という行為を使って匂いを識別している。そこで人工的な sniffing に基づいた匂い識別システムを構築した。本研究では生物をまねた自己駆動体の構築を目的としている。Sniffing は本研究で重視している非平衡、非線形、振動、表面張力、及び化学応答と関係した応用テーマとして進めた。具体的には、リン脂質分子膜に対して匂い分子を周期的に吹きかけ、分子膜の表面張力の動的応答をモニターした。その結果、匂い分子に依存して特徴的な表面張力応答を示すことを見出した。これらの特徴的な結果はリン脂質膜の相転移の変化であることが判明した。また、表面張力の実験結果と匂い分子の物性を考慮した数値計算を行ったところ、実験結果を定性的に再現することに成功した。これらの成果は、M. Yotsumoto, M. Matsuo, H. Kitahata, S. Nakanishi, M. Denda, M. Nagayama, S. Nakata, *ACS Sensors*, 2023, **8**, 4494–4503, DOI: 10.1021/acssensors.3c00382 に掲載されるとともに、当該雑誌の表紙を飾った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計43件（うち査読付論文 40件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Yoshikai Masaki, Matsuo Muneyuki, Suematsu Nobuhiko J., Nishimori Hiraku, Nakata Satoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Can self-propelled objects escape from compression stimulation?	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 3458-3463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D4SM00288A	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 Yotsumoto Mai, Fujita Risa, Matsuo Muneyuki, Nakanishi Shinobu, Denda Mitsuhiro, Nakata Satoshi	4. 巻 40
2. 論文標題 Effects of the Molecular Structure of Malodor Substances and Their Masking on 1,2-Dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine Molecular Layers	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 6878 ~ 6883
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.3c03796	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 Fujita Risa, Matsuo Muneyuki, Nakata Satoshi	4. 巻 663
2. 論文標題 Self-propelled object that generates a boundary with amphiphiles at an air/aqueous interface	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 329 ~ 335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2024.02.156	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 Hua Er, Gao Jun, Xu Yu, Matsuo Muneyuki, Nakata Satoshi	4. 巻 26
2. 論文標題 Self-propelled motion controlled by ionic liquids	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 8488 ~ 8493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3cp05630a	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 該当する

1. 著者名 Kubodera Yujin, Kuze Masakazu, Kagawa Kazuhiro, Muneyuki Matsuo, Lagzi Istvan, Suematsu Nobuhiko, Nakata Satoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Up-and-down motion of a Belousov-Zhabotinsky bead in couple with chemical oscillation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Physics	6. 最初と最後の頁 1306533-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphy.2023.1306533	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 該当する

1. 著者名 Yotsumoto Mai, Matsuo Muneyuki, Kitahata Hiroyuki, Nakanishi Shinobu, Denda Mitsuhiro, Nagayama Masaharu, Nakata Satoshi	4. 巻 8
2. 論文標題 Phospholipid Molecular Layer that Enhances Distinction of Odors Based on Artificial Sniffing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Sensors	6. 最初と最後の頁 4494 ~ 4503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssensors.3c00382	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 Fujino Takuya, Matsuo Muneyuki, Pimienta Veronique, Nakata Satoshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Oscillatory Motion of an Organic Droplet Reflecting a Reaction Scheme	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 9279 ~ 9284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.3c02130	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 Fujita Risa, Takayama Nami, Matsuo Muneyuki, Ima Makoto, Nakata Satoshi	4. 巻 25
2. 論文標題 Height-dependent oscillatory motion of a plastic cup with a camphor disk floated on water	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 14546 ~ 14551
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3CP00318C	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 Kubodera Yujin, Xu Yu, Yamaguchi Yuta, Matsuo Muneyuki, Fujii Masashi, Kageyama Maya, Steinbock Oliver, Nakata Satoshi	4. 巻 25
2. 論文標題 Characteristic growth of chemical gardens from mixtures of two salts	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 12974 ~ 12978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3cp01097j	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 該当する

1. 著者名 M. Nagayama, H. Monobe, K. Sakakibara, K.-I. Nakamura, Y. Kobayashi, H. Kitahata	4. 巻 13
2. 論文標題 On the reaction-diffusion type modelling of the self-propelled object motion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-39395-w	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 Hiroyuki Kitahata, Yuki Koyano	4. 巻 107
2. 論文標題 Mathematical modeling for the synchronization of two interacting active rotors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 64607
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.107.064607	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 Kubodera Yujin, Horisaka Mari, Kuze Masakazu, Suematsu Nobuhiko J., Amemiya Takashi, Steinbock Oliver, Nakata Satoshi	4. 巻 32
2. 論文標題 Coexistence of oscillatory and reduced states on a spherical field controlled by electrical potential	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science	6. 最初と最後の頁 073103 ~ 073103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0097010	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 Kuze Masakazu, Kubodera Yujin, Hashishita Hiromi, Matsuo Muneyuki, Nishimori Hiraku, Nakata Satoshi	4. 巻 e202200030
2. 論文標題 Self Propulsion Mode Switching of a Briggs-Rauscher Droplet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ChemSystemsChem	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/syst.202200030	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 Nakata Satoshi, Yoshikai Masaki, Gunjima You, Fujiwara Masao	4. 巻 655
2. 論文標題 Synchronized motion of two camphor disks on a water droplet levitated under microgravity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects	6. 最初と最後の頁 130321 ~ 130321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfa.2022.130321	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 Okamoto Yasunao, Okita Erika, Yamamoto Daigo, Nakata Satoshi, Shioi Akihisa	4. 巻 10
2. 論文標題 Detection of Inhomogeneity After Mixing Solutions by Analyzing the Chemical Wave Pattern in the Belousov-Zhabotinsky Reaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Physics	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphy.2022.895824	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 Matsuo Muneyuki, Ejima Kaho, Nakata Satoshi	4. 巻 639
2. 論文標題 Recursively positive and negative chemotaxis coupling with reaction kinetics in self-organized inanimate motion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 324 ~ 332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2023.02.039	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 Matsuo Muneyuki, Hashishita Hiromi, Tanaka Shinpei, Nakata Satoshi	4. 巻 39
2. 論文標題 Sequentially Selective Coalescence of Binary Self-Propelled Droplets upon Collective Motion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 2073 ~ 2079
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.2c03344	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 Matsuo Muneyuki, Yasuda Katsunari, Nishi Kei, Kuze Masakazu, Kitahata Hiroyuki, Nishiura Yasumasa, Nakata Satoshi	4. 巻 127
2. 論文標題 Originating Point of Traveling Waves on a Spherical Field Dependent on the Nature of Substrate Surface	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 1841 ~ 1847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c08041	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 Satoshi Nakata, Naho Takahara	4. 巻 359
2. 論文標題 Distinction of gaseous mixtures based on different cyclic temperature modulations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators B	6. 最初と最後の頁 131615-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2022.131615	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 Risa Fujita, Muneyuki Matsuo, Satoshi Nakata	4. 巻 10
2. 論文標題 Multidimensional self-propelled motion based on nonlinear science	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Physics	6. 最初と最後の頁 854892-1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphy.2022.854892	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 Yu Xu, Nami Takayama, Yui Komatsu, Naho Takahara, Hiroyuki Kitahata, Makoto Ima, Satoshi Nakata	4. 巻 635
2. 論文標題 Self-propelled camphor disk dependent on the depth of the sodium dodecyl sulfate aqueous phase	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces A	6. 最初と最後の頁 128087-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfa.2021.128087	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 Muneyuki Matsuo, Hiromi Hashishita, Satoshi Nakata	4. 巻 11
2. 論文標題 Self-propelled motion sensitive to the chemical structure of amphiphilic molecular layer on an aqueous phase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Membranes	6. 最初と最後の頁 885-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/membranes11110885	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 Nobuhiko. J. Suematsu, Satoshi Nakata	4. 巻 14
2. 論文標題 Instability of the homogeneous distribution of chemical waves in the Belousov-Zhabotinsky reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 6177-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14206177	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 Risa Fujita, Mai Yotsumoto, Yuta Yamaguchi, Muneyuki Matsuo, Koichi Fukuhara, Osamu Takahashi, Satoshi Nakanishi, Mitsuhiro Denda, Satoshi Nakata	4. 巻 634
2. 論文標題 Masking of a malodorous substance on 1,2-dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine molecular layer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces A	6. 最初と最後の頁 128045-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfa.2021.128045	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 Masakazu Kuze, Hiroyuki Kitahata, Satoshi Nakata	4. 巻 23
2. 論文標題 Traveling Waves Propagating through Coupled Microbeads in the Belousov-Zhabotinsky Reaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 24175-24179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1cp03916d	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 Yusuke Yasugahira, Yuki Tatsumi, Osamu Yamanaka, Hiraku Nishimori, Masaharu Nagayama, Satoshi Nakata	4. 巻 3
2. 論文標題 Catch and release chemotaxis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ChemSystemsChem	6. 最初と最後の頁 e202100031-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/syst.202100031	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 Nobuhiko J. Suematsu, Yoshihito Mori, Takashi Amemiya, Satoshi Nakata	4. 巻 12
2. 論文標題 Spontaneous mode switching of self-propelled droplet motion induced by a clock reaction in the Belousov - Zhabotinsky medium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 7526 - 7530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.1c02079	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 Risa Fujita, Takero Matsufuji, Muneyuki Matsuo, Satoshi Nakata	4. 巻 37
2. 論文標題 Alternate route selection of self-propelled filter papers impregnated with camphor for two branched water channels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 7039-7042
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.1c00644	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 Yu Xu, Lin Ji, Sunsuke Izumi, Satoshi Nakata	4. 巻 16
2. 論文標題 pH-Sensitive oscillatory motion of a urease motor on the urea aqueous phase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 1762-1766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202100336	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 M. Kim, Masaharu Nagayama, Satoshi Nakata, Shinpei Tanaka, Y. Kobayashi, M. Okamoto, Yusuke Yasugahira	4. 巻 425
2. 論文標題 A Reaction-diffusion particle model for clustering of self-propelled oil droplets on a surfactant solution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physica D	6. 最初と最後の頁 132949-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2021.132949	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 Masakazu Kuze, Mari Horisaka, Nobuhiko J. Suematsu, Takashi Amemiya, Oliver Steinbock, Satoshi Nakata	4. 巻 125
2. 論文標題 Switching between two oscillatory states depending on the electrical potential	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 3638-3643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c11019	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 S. Nakata, T. Matsufuji, J. Gorecki, H. Kitahata, H. Nishimori	4. 巻 22
2. 論文標題 Inversion probability of three-bladed self-propelled rotors after forced stops of different durations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 13123-13128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cp00746c.	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 S. Nakata, Y. Yamaguchi, K. Fukuhara, M. Hishida, H. Kitahata, Y. Katsumoto, Y. Umino, M. Denda, N. Kumazawa	4. 巻 602
2. 論文標題 Characteristic responses of a 1,2-dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine molecular layer to monovalent and divalent metal cations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces A	6. 最初と最後の頁 125115-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfa.2020.125115	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 S. Nakata, R. Fujita	4. 巻 124
2. 論文標題 Self-propelled motion of camphor disk on nervonic acid molecular layer and its dependence on phase transition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 5524-5529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c03044	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 S. Tanaka, S. Nakata, M. Nagayama	4. 巻 17
2. 論文標題 A surfactant reaction model for the reciprocating motion of a self-propelled droplet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 388-396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0sm01500h	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 Y. Xu, N. Takayama, H. Er, S. Nakata	4. 巻 125
2. 論文標題 Oscillatory motion of a camphor object on a surfactant solution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 1674-1679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c09314	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 J. Fan, M. Nagayama, G. Nakamuta, M. Okamoto	4. 巻 33
2. 論文標題 A weak solution for a point mass camphor motion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Differential and Integral Equations, 33(7-8), 431-443	6. 最初と最後の頁 431-443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 M. Okamoto, T. Gotoda, M. Nagayama	4. 巻 37
2. 論文標題 Existence and non-existence of asymmetrically rotating solutions to a mathematical model of self-propelled motion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 883-912
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13160-020-00427-x	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 Y. Hirose, Y. Yasugahira, M. Okamoto, Y. Koyano, H. Kitahata, M. Nagayama, and Y. Sumino	4. 巻 87
2. 論文標題 Two floating camphor particles interacting through the lateral capillary force	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 74004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.074004	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 Yuki Koyano, Hiroyuki Kitahata	4. 巻 103
2. 論文標題 Imperfect bifurcation in the rotation of a propeller-shaped camphor rotor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 012202/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.103.012202	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 Gabor Hollo, Nobuhiko J. Suematsu, Elliott Ginder, Istvan Lagzi	4. 巻 11
2. 論文標題 Electric field assisted motion of a mercury droplet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2753
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-80375-1	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 Takahiro Tanabe, Takuto Ogasawara, Nobuhiko J. Suematsu	4. 巻 102
2. 論文標題 Effect of a product on spontaneous droplet motion driven by a chemical reaction of surfactant	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 23102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.102.023102	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 Chao Zhou, Nobuhiko J. Suematsu, Yixin Peng, Qizhang Wang, Xi Chen, Yongxiang Gao, Wei Wang	4. 巻 14
2. 論文標題 Coordinating an ensemble of chemical micromotors via spontaneous synchronization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 5360-5370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.9b08421	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56件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Satoshi Nakata
2. 発表標題 Self-propelled objects exhibiting spatio-temporal pattern under nonequilibrium
3. 学会等名 Dynamics Days Europe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤野 拓也、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 水中の界面活性剤濃度による酢酸チモール液滴の運動モードスイッチング
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会 [A1454-3am-02]
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 立石 舞、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 樟脳自己駆動体の運動様相に対する水相中の陰イオンの効果
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会 [A1454-3am-03]
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 久保寺 裕進、松尾 宗征、藤井 雅史、Oliver Steinbock、中田 聡
2. 発表標題 ケミカルガーデンにおける流速と溶解度積の効果
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会 [A1454-3am-04]
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 久世 雅和、松尾 宗征、白石 允梓、中田 聡、西森 拓
2. 発表標題 酸化剤濃度に依存した運動・変形が発現する化学振動反応を内包した自己駆動液滴
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会 [A1455-3am-06]
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 四元 まい、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 匂い分子のリン脂質膜への吸着脱離に基づく動的応答
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会 [A1443-3am-04]
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 久保寺 裕進、松尾 宗征、末松 信彦、Lagzi Istvan、中田 聡
2. 発表標題 Belousov-Zhabotinsky反応と同調した周期的浮上運動
3. 学会等名 第74回コロイドおよび界面化学討論会 [1C01]
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉貝 壮生、松尾 宗征、末松 信彦、西森 拓、中田 聡
2. 発表標題 圧縮される空間に置かれた複数の樟脳自己駆動体の脱出挙動
3. 学会等名 第74回コロイドおよび界面化学討論会 [1C07]
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤田 理沙、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 駆動体分子と分子間相互作用する両親媒性分子の単分子膜による 自己駆動体の運動様相制御
3. 学会等名 第74回コロイドおよび界面化学討論会 [1C11]
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 立石 舞、中田 聡
2. 発表標題 樟脳円板の自己駆動における水相中の塩効果
3. 学会等名 第74回コロイドおよび界面化学討論会 [P3-19]
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤野 拓也、松尾 宗征、Pimienta Veroniqu、中田 聡
2. 発表標題 酢酸チモール液滴のpHに応答した2種類の振動運動
3. 学会等名 第74回コロイドおよび界面化学討論会 [P3-18]
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川井 望未、藤野 拓也、藤田 理沙、中田 聡
2. 発表標題 なぜしっぽが伸びるのか~樟脳の振動運動
3. 学会等名 西日本非線形科学研究会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 湯原 颯汰、久保寺 祐進 中田 聡
2. 発表標題 スパイラルを制御する
3. 学会等名 西日本非線形科学研究会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nobuhiko J. Suematsu
2. 発表標題 Bacteria-like Chemotaxis of a Non-living Self-propelled Object
3. 学会等名 Dynamics Days Europe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mai Yotsumoto, Muneyuki Matsuo, Masaharu Nagayama, Hiroyuki Kitahata, Satoshi Nakata
2. 発表標題 Dynamic responses of the surface tension of the phospholipid molecular layers to adsorption / desorption of odor molecules
3. 学会等名 Dynamics Days Europe (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安田 勝成、久世 雅和、松尾 宗征、西 慧、北畑 裕之、西浦 廉政、中田 聡
2. 発表標題 Belousov-Zhabotinskyビーズにおける化学波発生源に関する基板の物性と距離の関係
3. 学会等名 第73回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋下 大海、松尾 宗征、田中 晋平、中田 聡
2. 発表標題 界面活性剤水溶液上での自己駆動有機液滴による融合
3. 学会等名 第73回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久世 雅和、松尾 宗征、西森 拓、中田 聡
2. 発表標題 化学振動反応を活用した変形可能な自己駆動液滴の開発
3. 学会等名 第73回コロナイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤田 理沙、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 -A曲線の非線形性に応じた安息香酸円板の自己駆動
3. 学会等名 第73回コロナイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 四元 まい、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 周期的な匂い刺激に対するリン脂質膜の動的応答
3. 学会等名 第73回コロナイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江島 佳歩、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 可逆的走化性を示す自己駆動体のサイズ依存性
3. 学会等名 第73回コロナイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保寺 裕進、Xu Yu、松尾 宗征、藤井 雅史、Steinbock Oliver、中田 聡
2. 発表標題 2種の金属塩におけるケミカルガーデン
3. 学会等名 第73回コロナおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉貝 壮生、西森 拓、中田 聡
2. 発表標題 複数の樟脳ろ紙を用いた避難パターンの最適化
3. 学会等名 第73回コロナおよび界面化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 四元 まい、松尾 宗征、北畑 裕之、長山 雅晴、中田 聡
2. 発表標題 Sniffingに基づく匂いの周期的摂動に対するリン脂質分子膜の動的応答
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 久保寺 裕進、Yu Xu、松尾 宗征、藤井 雅史、陰山 真矢、Oliver Steinbock、中田 聡
2. 発表標題 2種類の金属塩におけるケミカルガーデンの成長速度
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 吉貝 壮生、松尾 宗征、西森 拓、中田 聡
2. 発表標題 圧縮刺激に対する複数の樟脳自己駆動体の脱出挙動
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 松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 自励振動運動液滴の同期現象
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 藤田 理沙、松尾 宗征、中田 聡
2. 発表標題 気水系面での両親媒性分子 - 駆動体分子の相互作用による安息香酸円板の運動様相制御
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 Mai Yotsumoto, Risa Fujita, Muneyuki Matsuo, Satoshi Nakata
2. 発表標題 Specific response of phospholipid membranes depending on the structure of odor molecules
3. 学会等名 Gordon Research Conferences
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Risa Fujita, Muneyuki Matsuo, Satoshi Nakata
2. 発表標題 Self-propelled object that feels the amphiphilic molecular layer and changes that interaction
3. 学会等名 Gordon Research Conferences
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satoshi Nakata
2. 発表標題 Spatio-temporal pattern formation using self-propelled objects
3. 学会等名 2021 Silk Road International Conference on the Cooperation and Intergration of Industry, Education, Research, and Application (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satoshi Nakata
2. 発表標題 Self-organized motion
3. 学会等名 ICMMA2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satoshi Nakata
2. 発表標題 Self-organized motion under nonequilibrium
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xu Yu, Satoshi Nakata
2. 発表標題 pH-sensitive oscillatory motion of a self-propelled motor coupled with a urea-urease reaction
3. 学会等名 Workshop on self-organization and active motion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masakazu Kuze, Kei Nishi, Hiroyuki Kitahata, Yasumasa Nishiura, Satoshi Nakata
2. 発表標題 Spatio-temporal patterns on microbeads in the Belousov-Zhabotinsky reaction
3. 学会等名 Pacifichem2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久世 雅和, 堀坂 麻里, 末松 信彦, 雨宮 隆, Oliver Steinbock, 中田 聡
2. 発表標題 化学振動反応が創り出す時空間パターンの電気化学的な制御
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田 理沙, 四元 まい, 中田 聡, 高橋 修, 福原 幸一
2. 発表標題 中鎖アルデヒドに対するリン脂質膜の化学応答
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中田 聡, 西森 拓, 山中 治, 長山 雅晴, 安ヶ平 裕介
2. 発表標題 2個の6-メチルクマリン円盤による可逆的走化性
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松藤丈郎, 中田 聡, 松尾宗征
2. 発表標題 Y字水路上での樟脳船の選択的移動
3. 学会等名 第71回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高原奈穂, 中田 聡
2. 発表標題 半導体ガスセンサの周期的パルス刺激に対する非線形応答
3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会島根大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀坂麻里, 久世 雅和, 雨宮 隆, 中田 聡
2. 発表標題 電極反応で生成する抑制因子とカップリングした化学振動反応の応答
3. 学会等名 2020年日本化学会中国四国支部大会島根大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 山口祐汰, 福原幸一, 菱田真史, 北畑裕之, 勝本之晶, 中田聡
2. 発表標題 疎水部の異なるリン脂質膜の金属イオンに対する特異的応答
3. 学会等名 第71回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yu Xu, Satoshi Nakata, Shunsuke Izumi, Lin Ji
2. 発表標題 pH-sensitive oscillatory motion of an urease motor on the urea aqueous phase
3. 学会等名 第71回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satoshi Nakata
2. 発表標題 Self-propelled motion based on nonlinearity
3. 学会等名 Workshop on self-organization and active motion (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長山雅晴, 森篤志, 岡本守
2. 発表標題 体積保存反応拡散系による自己駆動系モデル近似
3. 学会等名 日本数学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本守, 後藤田剛, 長山雅晴
2. 発表標題 粒子反応拡散モデルの数学的取り扱いについて
3. 学会等名 応用数学合同研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Minsoo Kim, 岡本守, 安ヶ平祐介, 中田聡, 田中晋平, 小林康明, 長山雅晴
2. 発表標題 A mathematical model for clustering of oil droplets on a surfactant solution
3. 学会等名 応用数学合同研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長山雅晴, 佐藤優祐, 中田聡
2. 発表標題 自励往復運動する自己駆動体に対する数理モデリング
3. 学会等名 日本数学会2020年度秋季総合分科会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北畑裕之, 小谷野由紀
2. 発表標題 表面張力により駆動される変形体の運動モデル
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 末松 信彦
2. 発表標題 液滴運動を誘発する界面張力ダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田清菜、末松 信彦
2. 発表標題 動的パターンを形成する $Al_3+$ と $OH^-$ の沈殿・再溶解反応の速度論解析
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 巽優希, 山中治, 中田聡
2. 発表標題 塩基性濃度勾配に対する6-メチルクマリン円盤の可逆的走化性
3. 学会等名 第71回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤田 理沙, 中田 聡
2. 発表標題 ネルボン酸単分子膜上における樟脳円板の自己駆動運動
3. 学会等名 日本油化学会第59回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoya Kojima, Hiroyuki Kitahata, Kouichi Asakura, Taisuke Banno
2. 発表標題 Photoinduced cooperative behavior of micrometer-sized oil droplets in azobenzene-containing surfactant solution
3. 学会等名 日本油化学会第59回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuri Yamaguchi, Kouichi Asakura, Taisuke Banno
2. 発表標題 Photo-responsive behaviors of molecular aggregates composed of cationic and anionic surfactants
3. 学会等名 日本油化学会第59回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊池孝宜, 朝倉浩一, 伴野太祐
2. 発表標題 電解質を含むカチオン性界面活性剤水溶液中におけるウンデカナルとデカノールからなる油滴の変形
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Takashi Amemiya, Kenichi Shibata, Masatoshi Watanabe, Satoshi Nakata, Kazuyuki Nakamura, Tomohiko Yamaguchi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 15
3. 書名 Physics of Biological Oscillators, Understanding Complex Systems	

〔産業財産権〕

〔その他〕

自己組織化学研究室 Chemistry on Self-Organization  
<https://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/bukkan/>  
 自己組織化学研究室  
<https://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/bukkan/>

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	長山 雅晴  (Nagayama Masaharu)  (20314289)	北海道大学・電子科学研究所・教授    (10101)	
研究分担者	北畑 裕之  (Kitahata Hiroyuki)  (20378532)	千葉大学・大学院理学研究院・教授    (12501)	
研究分担者	伴野 太祐  (Banno Taisuke)  (70613909)	慶應義塾大学・理工学部(矢上)・講師    (32612)	
研究分担者	末松 信彦  (Suematsu Nobuhiko)  (80542274)	明治大学・総合数理学部・専任教授    (32682)	

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