

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05423

研究課題名(和文)発動分子素子の階層化による自己秩序機能の創出

研究課題名(英文)Emergence of autonomous functions through hierarchical integration of molecular engines

研究代表者

角五 彰(Akira, Kakugo)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号：10374224

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 119,100,000円

研究成果の概要(和文):キネシン/微小管・ミオシン/アクチンなどの生体分子モーターは化学エネルギーを力学的な仕事へと変換するナノメートルサイズの生体発動分子である。高耐久性の生体発動分子を創出するとともに、生体発動分子を化学修飾すること(ハイブリッド化)によって集団化させることで、自律機能を安定的に発現する分子デバイスを創成した。一方、人工発動分子を階層化した自己秩序機能の実現に向けた研究では、光異性を示すアゾベンゼンの誘導体を集積させた、定常光照射下で自己継続的な巨視的フリップ運動を示すサブミリのサイズの結晶を対象に、自律遊泳を実現するとともに、照射光を偏光にした実験から運動発現へのメモリー効果の存在を見いだした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生体分子モーターが栄養素を消費して構造変化を示すこと、光異性化分子が受光によって構造変化を示すこと、は古くから知られてきた。研究代表者・分担者はこれらの継続的なナノメートルサイズの構造変化を集団化させることでサブミリのスケールの継続運動へと昇華させてきたが、本研究ではそれを「実効的な仕事を実現する分子デバイスの実現」へとつなげたことに意義がある。分子ロボットを始めとする未来の能動的分子デバイスに向けた研究開発が、この研究を始点に広がっていくことが期待されている。

研究成果の概要(英文):Biomolecular motors such as kinesin/microtubule and myosin/actin are nanometer-sized molecular engine that convert chemical energy into mechanical work. By developing highly durable molecules engine and assembling those molecules engines by chemical modification, we have created molecular devices that stably emerge autonomous functions. On the other hand, in the research for the development of autonomous functions by hierarchizing artificial molecular engine, we constructed molecular devices that realize self-propulsion and stimuli-memorized motion based on a system that achieves self-sustained macroscopic flip motion under steady-state light irradiation by accumulating an azobenzene derivative.

研究分野：非線形化学現象が関与する生物物理学

キーワード：自己組織化 発動分子・分子モーター 協同性と機能創発 階層構造 エネルギー変換と力学的仕事

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

キネシン/微小管・ミオシン/アクチンなどの生体分子モーターは、ATP の化学エネルギーを細胞運動や物質輸送などへの力学的な仕事へと変換するナノメートルサイズの生体発動分子である。優れた運動効率 ( ~80% ), 高い比出力 ( ~10kW/kg : 一般的な電磁モーターの 20 倍 ) を備えることから生体発動分子を動力源として人為的に構築したナノデバイスの開発が各国で盛んに行われるようになった。具体例として生体発動分子を組み込んだ分子デバイスのプロトタイプ ( H. Hess. *Nat. Nanotechnol.* 4, 162, 2009 ) が開発され、その有用性が示されている。しかし、依然として実用化への道のりは遠いのが現状である。その理由として 小さな生体発動分子が単体として利用されているために決定論的な動作を保障できないこと、生体発動分子の運動持続時間が数分と極めて短いこと、生体発動分子のダイナミクスを制御・操作する技術が確立されていないこと、などがあげられる。

また、人工の分子モーターは、2016 年にノーベル化学賞の受賞対象になったほか、カテナン型分子モーター ( D. A. Leigh, *Nature* 534, 235, 2016 ) が報告されるなど、学术界から注目される研究になってきた。しかしながら、人工分子モーターによって力学的仕事を明確に実現した研究、すなわち具体的な発動へとつなげた研究は報告されていない。この理由として、小さな人工発動分子単体での運動は小さいために大きな仕事率を期待できないこと、他の物体に力を加え仕事をする仕組みが構築されていないこと、などがあげられる。

これらからの課題を本質的に解決するためには、生体の自己組織化原理に倣い、発動分子を階層的に集積し協同的に発動させることが重要であると考えた。

### 2. 研究の目的

生体発動分子を階層化した発動分子デバイスについての研究では、高耐久性の生体発動分子を創出するとともに、生体発動分子を化学修飾すること ( ハイブリッド化 ) によって集団化させることで、自律機能を安定的に発現する分子デバイスの創成を目指した。研究代表者は、生体の自己組織化原理に倣い生体発動分子をエネルギー供給のない平衡系で受動的に集積する方法 ( *Adv. Mat.* 2002 ) 及び、エネルギー ( ATP ) 供給のある非平衡系で能動的に集積する方法を確立し ( *JACS* 2009 ), バンドル、リング、網目状など多様な生体発動分子の集合体を創出するとともに並進、回転、アメーバ状運動など構造特異的な運動発現を可能にしてきた。その運動特性から、単一要素分子の総和では説明できない非線形的な挙動や決定論的運動特性を見出してきてきた。加えて、特異的な分子間力だけでなく枯渇力による非特異的な短距離相互作用によっても微小管の集合体を創成可能であることを実証し本系の普遍性を証明してきた ( *Nanoscale* 2015 )。加えて、生体発動分子の運動持続時間を独自に設計・開発した活性酸素除去システムを用いることで化学的な変性要因を排除することに成功し、これまで数分程度だった耐用時間を 1 週間近く ( 100 倍以上 ) にまで引き伸ばすことに成功している ( *Langmuir* 2011 )。これら研究を進展させ、生体発動分子と人工分子をハイブリットさせ、巨視的スケールでの自律的エネルギー変換を目指す。領域内の有機的な結合により決定論的な動作が保障された発動分子の創生が期待されるだけでなくダイナミクスの制御・操作技術の開発にも繋がると期待される。これは従来の生体発動分子単体では達成し得ない新たな分子機械研究の創造でもある。

人工発動分子を階層化した自己秩序機能の実現に向けた研究では、比較的シンプルな発動分子を集積化させたシステムを対象に、自己駆動や物質輸送を実現する分子デバイスの構築を目指すとともに、新規機能の開拓を目指す。研究分担者は、光異性化分子として知られるアゾベンゼンの誘導体を集積させることで、定常光照射下で自己継続的な巨視的フリップ運動 ( 自励振動運動 ) を実現している ( *ACIE* 2016 )。その知見と技術を進展させ、自己推進や物質輸送など、分子が発動することによって初めて生まれる新規機能を開拓する。

生体発動分子・人工発動分子各々による巨視的エネルギー変換機能研究を同時進行で推進することで、分子の非平衡条件下での構造変化を利用した情報・エネルギー変換の研究領域の基盤を拡げ、またその学理を確固たるものにする。

### 3. 研究の方法

階層化した生体発動分子を組み込んだ発動分子デバイスを構築することを目的に、以下の項目を検討することにした。

- (1) 機能性・耐久性・熱耐性を有するハイブリット生体発動分子の開発を行う。
- (2) 二次元界面上でのハイブリッド生体発動分子の運動発現を行う。生体発動分子をハードやソフトな二次元界面上に固定化する技術を確立させるとともに、A01 古田班・C01 飯野班と連携した ATP をエネルギー源とし機械的な運動を二次元界面上で発現およびイメージング、C01 村田班が開発するタンパク質の熱安定化変異体スクリーニング法をもとにした熱耐性生体発動分子の創出によるシステムの安定性向上を行う。
- (3) ハイブリッド生体発動分子の集団運動発現を行う。リガンド・レセプターなどの特異的な相互作用を有する人工分子機械などと複合化することで発動分子の機能化を目指す。人工分子機械との複合化は、A01 金原班および分担者との協同で実施し、人工分子機械による集団機能の变

調を実現する。C01 飯野班と連携することで二次元界面上での生体発動分子のダイナミクスをリアルタイムにイメージングするとともに C02 前多班と連携することでその挙動の力学的な解析を行う。

(4) ハイブリッド生体発動分子による物質輸送を行う。A01 金原班・上野班と連携することで目的物質をドラッグ&ドロップする単分子レベルでの方法論を確立する。さらに、B01 宍戸班との共同で構築した基板にて、位置選択的な物質運搬・輸送をするシステムを構築する。

また、人工発動分子を階層化させることで力学的仕事を実現することを目的に、以下の項目を検討することにした。

(5) 光異性化分子を階層的に集積させた自励振動結晶を対象に、自己遊泳挙動を実現させるとともに、その発現の仕組みについて解析する。

(6) 光異性化分子を階層的に集積させた自励振動結晶を対象に、従来の化学材料にはない新規機能を見出す。

(7) 触媒分子を階層的に集積させることで、物質輸送を可能にする分子デバイスを実現する。

#### 4. 研究成果

##### 【1】生体発動分子の階層化による自己秩序機能の創出（角五）

##### (1) 機能性・耐久性・熱耐性を有するハイブリッド生体発動分子の開発

生体発動分子は熱変性や圧力などの物理的要因、分解酵素による生物学的要因、pH 変化や酸化などの化学的要因によって損傷し、運動機能を失う。特に熱安定性は低く、高温下ですぐに変性してしまうことは、非生体内での生体発動分子の応用において深刻な問題であった。深海生物は浸透圧調節物質として知られるトリメチルアミン-N-オキド (TMAO) を体内合成することで、高温環境下におけるタンパク質の変性を制御し、生理活性を維持することが知られている。このような物質 (TMAO) を用いることで生体発動分子であるキネシンの運動活性を広い温度範囲で維持・制御することに成功した。具体的にはキネシンが固定された基板表面に微小管と ATP を添加することで、微小管が生体発動分子上を並進運動する様子が顕微鏡下で観察できる *in vitro* motility assay を用いて、TMAO 添加時における微小管の運動活性を観察した。その結果、TMAO の濃度が高くなる (200 mM~1000 mM) につれて運動の熱失活が抑制されることが明らかになった。TMAO 存在下で、22~46°C という広い温度範囲において、微小管は従来の 2.5 倍も長い時間キネシン上を運動した。また、基板表面上の生体分子モーター間の相互作用および時間の関係をロジスティックモデルで解析することで、TMAO 添加による効果を定量的に評価した (図 1)。

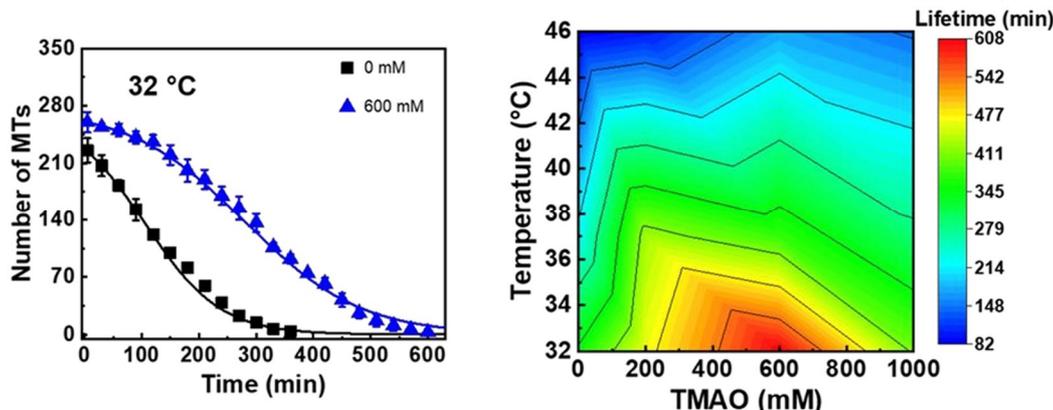


図 1. 広い温度範囲で微小管とキネシン間の相互作用の速度論を制御する TMAO の有効性。左図の凡例は TMAO の濃度を示す。

##### (2) 二次元界面上でのハイブリッド生体発動分子の運動発現

分子ロボットのサイズはマイクロメートルと非常に小さく、それらの制御法の確立が困難であった。自走する約 1 億個の分子ロボットに伸張や圧縮などの単純な物理刺激を加えることで、その集団運動を制御可能であることを実証した。具体的には、生体発動分子をソフトマターである伸縮可能なシリコーンゴム (ポリジメチルロキサン) 基板表面に固定することで、ATP 供給のある非平衡状態において微小管が生体発動分子上を運動する様子を観察した。

まず、シリコーンゴム基板表面基板を伸縮させ、基板の伸縮に応じた微小管の運動速度および運動方向の変化を評価した。その結果、基板を伸展させた際には微小管の速度は最大 2 倍程度まで上昇し、この伸展した基板をもとの状態

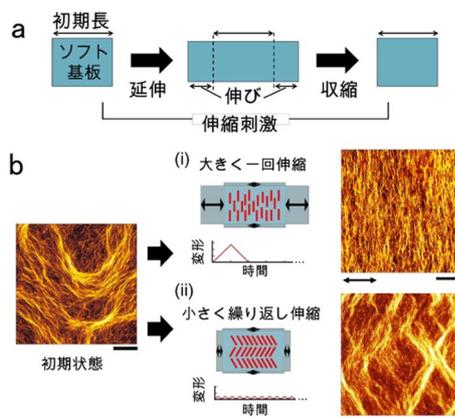


図 2. (a) 運動する微小管に伸縮刺激を与える方法。(b) 刺激の種類に応じた微小管の異なる運動モード。

に縮めると、基板伸展前の速度まで戻り、微小管の速度は基板の変形量に依存して変化した。

次に、基板の伸縮による微小管の集団運動の制御を行った。基板を 1.3 倍以上伸縮すると、基板上の微小管のほぼ全てが伸縮方向に対して垂直に並び、また、基板を 1.3 倍以下で繰り返し伸縮すると、対角線方向に並んで運動した。さらに、基板を放射線状に伸縮すると微小管は同心円状に並んだ。この微小管の運動パターンは、新たな物理刺激を与えることにより変調可能であり、微小管の配列に欠陥が生じて自己修復された(図 2)。また、シミュレーション結果より、微小管の規則的な配列メカニズムは微小管の変形と関係があり、微小管の集団運動は微小管の配列の制御を促進していた。

### (3) ハイブリッド生体発動分子の集団運動発現

群れの形成解離制御は、機能創発の解明だけでなく群れから有用な仕事を取り出す必須の技術となる。自律的に動く個体間に働く引力を可逆的に制御するシステムを導入できれば、群れの形成解離が可能となると着想した。個体間の引力を DNA の二本鎖形成で制御するとともに、二本鎖形成のトリガーとしてフォトクロミック分子であるアゾベンゼンを導入することで光による群れの制御を実現した (Nat. Commun. 2018, Sci. Rep. 2019) (図 3)。DNA の分子認識性能や DNA の演算機能(コンピューティング)を利用して複数の入力情報に対する群れの高次な制御も可能となった。微小管による群れの形態は、DNA を介して導入される相互作用だけでなく、基本ユニットの骨組みとなる微小管の長さや剛性により変化させることができる。例えば曲げ剛性  $60 \times 10^{-24} \text{Nm}^2$  の微小管で合成されたシステムは、紡錘状の群形態を形成し、並進性の高い群行動を示す。一方、剛性を約 1/2 程度に下げると、環状の群形態を形成し、渦巻状の群行動へと変化する。また微小管の剛性は、単量体であるチューブリンの重合条件によって制御することが可能となった。

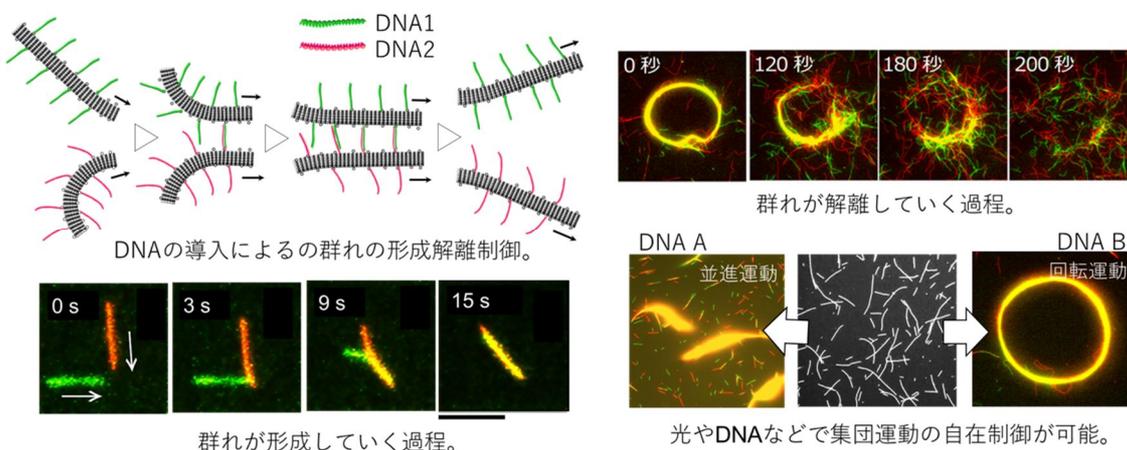


図 3. DNA の二本鎖形成や光応答性フォトクロミック分子(アゾベンゼン)などの導入による群れの形成解離制御。

### (4) ハイブリッド生体発動分子による物質輸送

近年、「群ロボット」という群れの様々な機能に着目した研究が注目を集めている。ロボットを群れとして利用することで、作業の分担やリスク対応、また環境に適したフォーメーションが可能となるなど、単体のロボットにはない機能を持たせることができる。医療や災害現場での応用が期待されており、これまでに数多くのロボットが開発・提案されてきた。近年の技術進歩により、ロボットはマイクロスケールやナノスケールまで小型化されたが、サイズの小ささゆえ、これらのロボットを実働させるには至っていなかった。

本研究では、群れの形成解離を遠隔で操作する分子機構を導入することで、微小管という分子サイズのシステムで物質輸送という実効的な仕事の遂行に成功した。群れを利用したシステムでは、単体では実現し得なかった数十マイクロメートルサイズという大きな物質を輸送できるようになった。分子ロボット単体と比べると約 5 倍の輸送効率の向上、積荷サイズは 10 倍にも拡大された。さらに積荷の輸送先は光(紫外光)を照射するだけで任意に指定することも可能となった(図 4)。

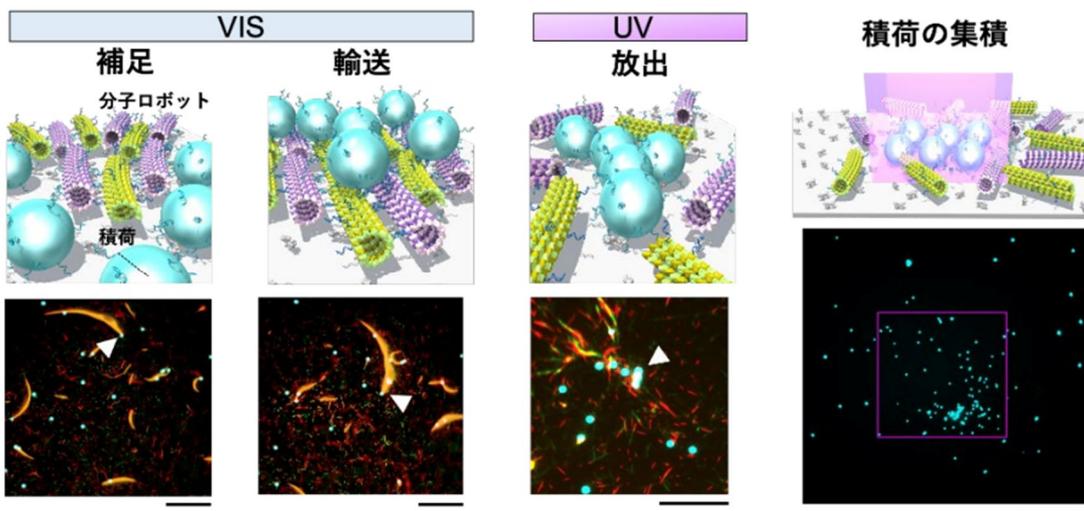


図4. 分子ロボットの群れによる物質輸送の概念図(上)と実際に物質を輸送している分子ロボットの蛍光顕微鏡写真(下)。光照射位置の指定で目的の場所に積荷を集積することも可能(右)。

## 【2】人工発動分子の階層化による自己秩序機能の創出(景山)

(5) 光異性化分子を階層的に集積させた自励振動結晶を対象に、自己遊泳挙動を実現させるとともに、その発現の仕組みについて解析する

可視光照射下でトランス体とシス体の間を相互変換するアゾベンゼン誘導体(人工発動分子)を主構成成分として集積した自励振動結晶の自律遊泳は、結晶毎に遊泳する方向や速度特性が異なることを観察によって明らかにした。一方で、同じ結晶であれば、照射光強度を変えても遊泳方向が変わらないことも明らかにした。これらの実験結果に加え、結晶の自律的なフリップ運動に対する水の粘性抵抗の働き方の推量を通じて、自律遊泳が可能になった仕組みを提案した。端的には、結晶のフリップ運動により媒体である水を動かす力が発生していること、フリップ運動が往復型の運動ではなく「帆立貝定理」が成立しないこと、の二点により自律遊泳が可能になっていると考察すると共に、左記理由により個々の結晶の形状特性に依存して遊泳方向が決まることを明かした(*Small* 2022)

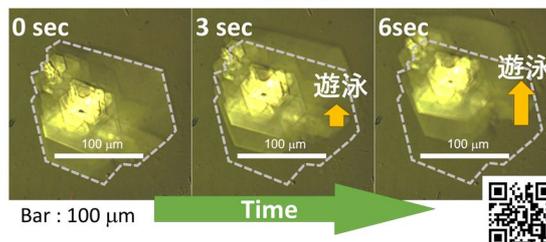
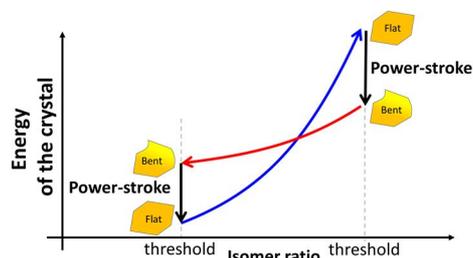


図5. 人工発動分子を集積させた結晶の自律遊泳

(図5)。これまでの光異性化材料による位置移動型運動は、人為的に定められた光照射方向に従って運動方向が決定されていた。これに対し本研究では、結晶自身の構造特性に従って定常光照射下で遊泳する「自律遊泳」を、人工発動分子の継続的構造変換によって達成している。

(6) 光異性化分子を階層的に集積させた自励振動結晶を対象に、従来の化学材料にはない新規機能を見出す

光駆動自励振動結晶は、非偏光の定常光照射下であっても自律運動を継続できる点に特徴がある。一方で、入射する光を偏光にすると、その偏光に依存した自律的振る舞いを示す。主要な特性の一つは、特定の偏光角の光照射下では自律運動をしない点にある。加えて、偏光照射下での自律運動の形態は非偏光照射下に比べ複雑になることを見いだした(*Chem. Eur. J.* 2020)。これは、結晶内には、結晶の運動を発動するアゾベンゼン誘導体と、結晶の運動を発動できず光応答的挙動を示すアゾベンゼン誘導体の両方が存在することに由来している。このことが理由となり、光駆動自励振動結晶の運動特性は、照射する偏光の角度に対して履歴性が生じることを明らかにした(*arXiv* 2023)。

(7) 触媒分子を階層的に集積させることで、物質輸送を可能にする分子デバイスを実現する

触媒分子を含有したキラルネマチック液晶を反応場にした化学反応で、液晶上のシリカ微粒子を遊走させた。ただし、その遊走速度が何によって決定されているのかなど、仕組みにかかわる事項の解明には至っておらず、引き続き実験研究を進める必要がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計50件（うち査読付論文 43件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Hiroshi Inaba, Yuma Hori, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo, Kazuki Sada, Kazunori Matsuura	4. 巻 96 (10)
2. 論文標題 Construction of Silver Nanoparticles inside Microtubules Using Tau-Derived Peptide Ligated with Silver-Binding Peptide	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1082-1087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20230162	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 Hiroshi Inaba, Minamo Sakaguchi, Soei Watari, Shigesaburo Ogawa, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo, Kazuki Sada, Kazunori Matsuura	4. 巻 24
2. 論文標題 Reversible Photocontrol of Microtubule Stability by Spiropyran-Conjugated Tau-Derived Peptides	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ChemBioChem	6. 最初と最後の頁 e202200782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cbic.202200782	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 Mst. Rubaya Rashid, Christian Ganser, Mousumi Akter, Syeda Nasrin, Arif Kabir, Kazuki Sada, Takayuki Uchihashi, Akira Kakugo	4. 巻 52 (2)
2. 論文標題 3D structure of ring-shaped microtubule swarms revealed by high-speed atomic force microscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 100-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.220491	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 Tetsuya Hiraiwa, Ryo Akiyama, Daisuke Inoue, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo	4. 巻 24
2. 論文標題 Collision-induced torque mediates the transition of chiral dynamic patterns formed by active particles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 28782-28787
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CP03879J	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 Soei Watari, Hiroshi Inaba, Tomonori Tamura, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo, Kazuki Sada, Itaru Hamachi, Kazunori Matsuura	4. 巻 58
2. 論文標題 Light-induced stabilization of microtubules by photo-crosslinking of Tau-derived peptide	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 9189-9193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2CC01890J	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 Hiroshi Inaba, Yurina Sueki, Muneyoshi Ichikawa, Arif Md. Rashedul Kabir, Takashi Iwasaki, Hideki Shigematsu, Akira Kakugo, Kazuki Sada, Tomoya Tsukazaki, Kazunori Matsuura	4. 巻 8 (36)
2. 論文標題 Generation of stable microtubule superstructures by binding of peptide-fused tetrameric proteins to inside and outside	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 abq3817
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abq3817	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 Gyeorye Lee, Yoshiyuki Kageyama, Sadamu Takeda	4. 巻 95
2. 論文標題 Site-Selective Spin-Probe with a Photocleavable Macrocyclic Linker for Measuring the Dynamics of Water Surrounding a Liposomal Assembly	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 909-921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220027	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 Yoshiyuki Kageyama, Goro Maruta	4. 巻 NA
2. 論文標題 Potential curves illustrating a dissipative self-assembly system and the meaning of away-from-equilibrium	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 2211.06147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2211.06147	査読の有無 無
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 Yoshiyuki Kageyama, Makiko Matsuura, Daisuke Yazaki	4. 巻 NA
2. 論文標題 Complication and hysteresis of the self-sustaining motion of a molecular-machine assembly caused by the directionality of the applied light energy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 2301.09873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.2301.09873	査読の有無 無
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 景山 義之	4. 巻 48
2. 論文標題 分子機械による巨視的な力学的仕事の実現	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 C & I commun : colloid & interface communication : newsletter from DCSC	6. 最初と最後の頁 34-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57534/cicommun.48.1_34	査読の有無 無
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 景山義之	4. 巻 マテリアル・デバイス・プロセス 分野
2. 論文標題 自律的に物質を輸送する分子ロボットへの挑戦と課題	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 MDB 技術予測レポート	6. 最初と最後の頁 12
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 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 Satsuki Ishii・Keiji Murayama・Kazuki Sada・Hiroyuki ASANUMA・Akira Kakugo	4. 巻 51
2. 論文標題 Unexpected Dissociation of Photoresponsive UV-ON DNA Carrying p-tert-Butyl Azobenzene under UV Light Irradiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 292-295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210788	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 Shunya Araki・Kazusa Beppu・Arif Md. Rashedul Kabir・Akira Kakugo・Yusuke Maeda	4. 巻 21
2. 論文標題 Controlling collective motion of kinesin-driven microtubules via patterning of topographic landscapes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 10478-10485
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.1c03952	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 Syeda Rubaiya Nasrin・Christian Ganser・Seiji Nishikawa・Arif Md. Rashedul Kabir・Kazuki Sada・Takefumi Yamashita・Mitsunori Ikeguchi・Takayuki Uchihashi・Henry Hess・Akira Kakugo	4. 巻 7
2. 論文標題 Deformation of microtubules regulates translocation dynamics of kinesin	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eabf2211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abf2211	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 Farhana Afroze・Daisuke Inoue・Tamanna Farhana・Tetsuya Hiraiwa・Ryo Akiyama・Arif Md. Rashedul Kabir・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 563
2. 論文標題 Monopolar flocking of microtubules in collective motion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 73-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2021.05.037	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 Arif Md. Rashedul Kabir・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 57
2. 論文標題 Controlling the length of self-assembled microtubes through mechanical stress-induced scission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 468-471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc07327j	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 Kazuma Obara・Yoshiyuki Kageyama・Sadamu Takeda	4. 巻 18
2. 論文標題 Self Propulsion of a Light Powered Microscopic Crystalline Flapper in Water	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Small	6. 最初と最後の頁 2105302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/smll.202105302	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 景山 義之	4. 巻 32
2. 論文標題 偏光で振付けを変えて踊る分子ロボットを実現	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Isotope News	6. 最初と最後の頁 31-35
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 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 景山 義之	4. 巻 32
2. 論文標題 偏光で振付けを変えて踊る分子ロボットを実現	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Isotope News	6. 最初と最後の頁 31-35
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 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 Yutaka Ueno・Kento Matsuda・Kaoru Kato・Akinori Kuzuya・Akira Kakugo・Akihiko Konagaya	4. 巻 11
2. 論文標題 Modeling a microtubule filaments mesh structure from confocal microscopy imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 844
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi11090844	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 Arif Pramudwiatmoko · Gregory Gutmann · Yutaka Ueno · Akira Kakugo · Masayuki Yamamura · Akihiko Konagaya	4. 巻 20
2. 論文標題 Tensegrity representation presenting the mechanical properties of microtubule objects in a haptic virtual reality environment using unified particle objects model of and springs and anchors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem-Bio Informatics Journal	6. 最初と最後の頁 19-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1273/cbij.20.19	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 Hiroshi Inaba · Mayuki Yamada · Mst. Rubaya Rashid · Arif Md. Rashedul Kabir · Akira Kakugo · Kazuki Sada · Kazunori Matsuura	4. 巻 20
2. 論文標題 Magnetic Force-Induced Alignment of Microtubules by Encapsulation of CoPt Nanoparticles Using a Tau-Derived Peptide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 5251-5258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.0c01573	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 Mousumi Akter · Jakia Jannat Keya · Arif Md. Rashedul Kabir · Hiroyuki Asanuma · Keiji Murayama · Kazuki Sada · Akira Kakugo	4. 巻 56
2. 論文標題 Photo-regulated trajectories of gliding microtubules conjugated with DNA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 7953-7956
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0cc03124k	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 Hiroshi Inaba · Miyuu Nagata · Kyeongmi Juliano Miyake · Arif Md. Rashedul Kabir · Akira Kakugo · Kazuki Sada, Kazunori Matsuura	4. 巻 52
2. 論文標題 Cyclic Tau-derived peptides for stabilization of microtubules	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1143-1151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0356-3	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 Daisuke Inoue・Arif Md. Rashedul Kabir・Kiyotaka Tokuraku・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 7
2. 論文標題 Mechanical Stimulation-Induced Unidirectional Organization of Gliding Microtubules in Confined Microwells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Materials Interfaces	6. 最初と最後の頁 1902013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admi.201902013	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 Jakia Jannat Keya・Hiroki Kudoh・Arif Md. Rashedul Kabir・Daisuke Inoue・Nobuyoshi Miyamoto・Tomomi Tani・Akira Kakugo・Kazuhiro Shikinaka	4. 巻 15
2. 論文標題 Radial Alignment of Microtubules through Tubulin Polymerization in an Evaporating Droplet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plos One	6. 最初と最後の頁 e0231352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0231352	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 Syeda Rubaiya Nasrin・Tsukasa Ishihara・Arif Md. Rashedul Kabir・Akihiko Konagaya・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 52
2. 論文標題 Comparison of the microtubules stabilized with anti-cancer drugs cevipabulin and paclitaxel	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 969-976
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0334-9	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 Syeda Rubaiya Nasrin・Tanjina Afrin・Arif Md. Rashedul Kabir・Daisuke Inoue・Takayuki Torisawa・Kazuhiro Oiwa・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 3
2. 論文標題 Regulation of biomolecular motor-driven cargo transport by microtubules under mechanical stress	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Bio Materials	6. 最初と最後の頁 1875-1883
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsbm.9b01010	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 Arif Md. Rashedul Kabir・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 524
2. 論文標題 Breaking of buckled microtubules is mediated by kinesins	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 249-254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.01.082Get rights and content	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 Syeda Rubaiya Nasrin・Arif Md. Rashedul Kabir・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 52
2. 論文標題 Effect of Microtubule Immobilization by Glutaraldehyde on Kinesin-Driven Cargo Transportation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 655-660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0309-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 Tasrina Munmun・Arif Md. Rashedul Kabir・Yukiteru Katsumoto・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 56
2. 論文標題 Controlling the kinetics of interaction between microtubules and kinesins over a wide temperature range using the deep-sea osmolyte trimethylamine N-oxide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 1187-1190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC09324A	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 Tasrina Munmun・Arif Md. Rashedul Kabir・Kazuki Sada・Akira Kakugo	4. 巻 304
2. 論文標題 Complete, rapid and reversible regulation of the motility of a nano-biomolecular machine using an osmolyte trimethylamine-N-oxide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors & Actuators: B. Chemical	6. 最初と最後の頁 127231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2019.127231	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 Yoshiyuki Kageyama	4. 巻 12
2. 論文標題 Robust Dynamics of Synthetic Molecular Systems as a Consequence of Broken Symmetry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 1688
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12101688	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 Yoshiyuki Kageyama, Tomonori Ikegami, Shinnosuke Satonaga, Kazuma Obara, Hiroyasu Sato, Sadamu Takeda	4. 巻 26
2. 論文標題 Light-driven flipping of azobenzene assemblies sparse crystal structures and responsive behavior to polarized light	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	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/chem.202000701	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 Md. Jahirul Islam, Kazuya Matsuo, Halley M. Menezes, Masayuki Takahashi, Hidehiko Nakagawa, Akira Kakugo, Kazuki Sad, Nobuyuki Tamaoki	4. 巻 17
2. 論文標題 Substrate selectivity and its mechanistic insight of the photo-responsive non-nucleoside triphosphate for myosin and kinesin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 53-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8OB02714E	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 Kento Matsuda, Arif Md. Rashedul Kabir, Naohide Akamatsu, Ai Saito, Shumpei Ishikawa, Tsuyoshi Matsuyama, Oliver Ditzer, Md. Sirajul Islam, Yuichi Ohya, Kazuki Sada, Akihiko Konagaya, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo	4. 巻 19
2. 論文標題 Artificial Smooth Muscle Model Composed of Hierarchically Ordered Microtubule Asters Mediated by DNA Origami Nanostructures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 3933-3938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.9b01201	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 Hiroshi Inaba, Takahisa Yamamoto, Takashi Iwasaki, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo, Kazuki Sada, Kazunori Matsuura	4. 巻 55
2. 論文標題 Stabilization of Microtubules by Encapsulation of GFP Using Tau-Derived Peptide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 9072-9075
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9CC04345D	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 Syeda Rubaiya Nasrina Arif Md. Rashedul Kabir, Akihiko Konagaya, Tsukasa Ishihara, Kazuki Sada, Akira Kakugo	4. 巻 516
2. 論文標題 Stabilization of microtubules by cevipabulin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 760-764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2019.06.095	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 Hiroshi Inaba, Takahisa Yamamoto, Takashi Iwasaki, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo, Kazuki Sada, Kazunori Matsuura	4. 巻 4
2. 論文標題 Fluorescent Tau-derived Peptide for Monitoring Microtubules in Living Cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 11245-11250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.9b01089	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 Daisuke Inoue, Greg Gutmann, Takahiro Nitta, Arif Md. Rashedul Kabir, Akihiko Konagaya, Kiyotaka Tokuraku, Kazuki Sada, Henry Hess, Akira Kakugo	4. 巻 13
2. 論文標題 Adaptation of Patterns of Motile Filaments under Dynamic Boundary Conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 12452-12460
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.9b01450	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 Yoshiyuki Kageyama	4. 巻 3
2. 論文標題 Light Powered Self Sustainable Macroscopic Motion for the Active Locomotion of Materials	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 327-336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.201900013	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 小原一馬・景山義之	4. 巻 67
2. 論文標題 光を浴びて舞い踊る結晶	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 化学と教育	6. 最初と最後の頁 74-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20665/kakyoshi.67.2_74	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 Islam Md. Jahirul, Matsuo Kazuya, Menezes Halley M., Takahashi Masayuki, Nakagawa Hidehiko, Kakugo Akira, Sada Kazuki, Tamaoki Nobuyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Substrate selectivity and its mechanistic insight of the photo-responsive non-nucleoside triphosphate for myosin and kinesin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 53-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8OB02714E	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 Riki Kato, *Akira Kakugo, Kazuhiro Shikinaka, Yutaka Ohseido, Arif Md. Rashedul Kabir, *Nobuyoshi Miyamoto	4. 巻 30
2. 論文標題 Liquid crystalline colloidal mixture of nanosheets and rods with dynamically variable length	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 14869-14874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.8b01050	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 Ren Sasaki, Arif Md. Rashedul Kabir, Daisuke Inoue, Shizuka Anan, Atsushi P. Kimura, Akihiko Konagaya, Kazuki Sada, *Akira Kakugo	4. 巻 10
2. 論文標題 Construction of artificial cilia from microtubules and kinesins through a with designed bottom-up approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 6323-6332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7NR05099B	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 Inaba Hiroshi, Yamamoto Takahisa, Kabir Arif Md. Rashedul, Kakugo Akira, Sada Kazuki, Matsuura Kazunori	4. 巻 24
2. 論文標題 Molecular Encapsulation Inside Microtubules Based on Tau-Derived Peptides	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 14958 ~ 14967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201802617	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 Keya Jakia Jannat, Kabir Arif Md. Rashedul, Inoue Daisuke, Sada Kazuki, Hess Henry, Kuzuya Akinori, Kakugo Akira	4. 巻 8
2. 論文標題 Control of swarming of molecular robots	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-018-30187-1	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 葛谷明紀、ケア ジャキア ジャンナット、 角五彰	4. 巻 73
2. 論文標題 群れのように振る舞う分子ロボットの開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 化学	6. 最初と最後の頁 40-42
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 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 角五彰	4. 巻 67
2. 論文標題 群れを成して動くモノ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 252-252
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 角五彰	4. 巻 108
2. 論文標題 スワーム型分子ロボット	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PEPTIDE NEWSLETTER JAPAN	6. 最初と最後の頁 4-6
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 -

〔学会発表〕 計147件 (うち招待講演 83件 / うち国際学会 67件)

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 Dynamics and Functions of Biomolecular Motor based Active-Matter
3. 学会等名 22nd iCeMS International Symposium - Self-Assembly Science for Unlocking Life's Secret_ (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 DNAによる微小管集団運動の制御と集団運動による協働的機能
3. 学会等名 第12回分子モーター討論会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 Functions found in bio-molecular motor based active matter
3. 学会等名 Complex motile matter - from single agents to collective behaviors (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 Swarming of Biomolecular Motor based Active-Matter
3. 学会等名 RIKEN Seminar (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 自律的に駆動する物質『アクティブマター』の集団秩序と集団機能
3. 学会等名 テニュアトラック助教主催セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 アクティブマター“群”のタスク遂行能力
3. 学会等名 応用物理学会・2022年(令和4年)秋季学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 群れの化学-自律的に駆動する物質群の集団運動と非線形機能-
3. 学会等名 令和4年度九州地区高分子若手研究会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Properties and functions of active matter based on molecular motors
3. 学会等名 Hydrogels : From Materials to Novel Applications(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Cooperative task achievement by a swarm of biololecular motor based activematter
3. 学会等名 Advanced core-to-core network for the physics of self-organizing active matter_(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Exploring the potential of molecular swarm robots
3. 学会等名 Statphys 28(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Functions found in bio-molecular motor based active matter
3. 学会等名 Frontiers in nonequilibrium physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Exploring the potential of molecular swarm robots
3. 学会等名 The 4th international conference on Materials research and innovation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Molecular robots swarm to deliver cargo
3. 学会等名 The 5th International Conference on Nanospace Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Cooperative Task Execution of Active-Matter
3. 学会等名 2022 MRS Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Cooperative Task Achievement by a Swarm of Active Matters
3. 学会等名 MANA International Symposium 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Molecular robots working cooperatively in swarm
3. 学会等名 Max Planck Institute (MPI) Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Collaborative task achievement by a swarm of biomolecular motor based robots
3. 学会等名 German Physical Society (DPG) Regensburg 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Cooperative cargo transportation by a swarm of biomolecular motors_
3. 学会等名 Molecules, Materials, Devieces, Systems in Medicine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Microtubules function as mechanosensor to regulate intracellular transport
3. 学会等名 EMBL Symposium: Microtubules: From Atoms to Complex Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大瀧 正太郎・芝内 涼太・東條 敏史・棚田 法男・景山 義之・青木 伸
2. 発表標題 光照射によって構造制御されるアゾベンゼン含有キラル環状化合物の設計と合成
3. 学会等名 日本薬学会第144年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 開地 貴大・景山 義之・住野 豊
2. 発表標題 フォトクロミック分子コートポリスチレン粒子の光誘起による凝集構造の制御
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大瀧 正太郎・芝内 涼太・東條 敏史・棚田 法男・景山 義之・青木 伸
2. 発表標題 アゾベンゼンユニットを有するキラル環状化合物の設計・合成および光応答性の評価
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之・松浦真紀子
2. 発表標題 偏光照射下における光駆動自励振動結晶の挙動の反応速度論に基づいた数理モデルからの解析
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 開地貴大・景山義之・住野豊
2. 発表標題 フォトクロミック分子コートコロイド粒子の光誘起による凝集構造の制御
3. 学会等名 第33回非線形反応と協同現象研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之・松浦真紀子
2. 発表標題 非偏光定常光照射下における光駆動型自励振動結晶への偏光定常光照射による自励振動周期変化の偏光角度と偏光強度依存性
3. 学会等名 第33回非線形反応と協同現象研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Synthesized micro-materials for self-sustainable works: Morphologies of active-molecule assemblies alter the apparent reaction kinetics
3. 学会等名 The 61st Annual Meeting of the Biophysics Society of Japan (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 細胞サイズでの自己秩序挙動を示す分子集合体の化学
3. 学会等名 第17回バイオ関連化学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Far-from-equilibrium behavior of ten-micrometer-scale artificial chemical assemblies    Autocatalytic vesicular self-reproduction and light-powered crystalline self-oscillation
3. 学会等名 Systems Chemistry Virtual Symposium 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 超分子化学における平衡から遠く離れた挙動の解釈に対するコメント
3. 学会等名 ホスト - ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 光駆動自励振動結晶 速度定数が変化する反応系が生み出す協奏的力学機能
3. 学会等名 日本化学会年会春季年会「次世代分子システム化学のフロンティア 協奏的機能発現のメカニズム」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 発動分子の階層化による自己秩序機能の創出
3. 学会等名 「発動分子科学」成果報告会?分子の発動が拓く次世代の化学?(日本化学会年会)(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 自律性を有した合成分子ロボットと実機能化のための課題
3. 学会等名 新化学技術推進協会(JACI)・電子情報技術部会・マイクロナノシステムと材料・加工分科会勉強会「分子ロボット技術の最前線」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 光駆動自励振動結晶にみられる情報応答とそのヒステリシス北
3. 学会等名 第32回非線形反応と協同現象研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 光で駆動する自励振動結晶 その仕組みと特徴
3. 学会等名 第32回非線形反応と協同現象研究会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 ナノ構造からの自律機能性材料の実現
3. 学会等名 名古屋大学VBLシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青木伸・芝内涼太・磯部理沙・田中智博・棚田法男・景山義之
2. 発表標題 アゾベンゼンユニットを含むキラル大環状化合物の設計・合成と光異性化反応
3. 学会等名 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 景山義之・矢崎大介・松浦真紀子
2. 発表標題 青色定常光照射下で自律的に振動を継続するアゾベンゼン誘導体結晶の、緑色偏光に応答した運動の変調
3. 学会等名 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 ナノ構造からの自律機能性材料の実現
3. 学会等名 名古屋大学VBLシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 Human Frontier Science Programの体験談と応募コツ
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会 ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム：ライフサイエンスにおける国際的・学際的研究の歩み方（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 群れて働く発動分子
3. 学会等名 新学術領域合同シンポジウム - 分子サイバネティクスと発動分子科学 - （招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 自律的に駆動する物質『アクティブマター』の群れにみられる非線形的な機能
3. 学会等名 応用物理学会秋季学術講演会～バイオミメティクスと群知能（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 群れの化学
3. 学会等名 分析化学会北海道支部 氷雪セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 分子群ロボット~群れる分子システムによるタスクの遂行~
3. 学会等名 第8回バイオ関連化学シンポジウム若手フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 アクティブマターにおける秩序形成と機能創発
3. 学会等名 21-1高分子学会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 アクティブマターの集団から生まれる秩序と機能/Structural Order and emergent function arising from a group of active matte
3. 学会等名 理研科学者会議セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 Synchronous operation of bio-molecular engines
3. 学会等名 第20回日本蛋白質科学会年会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 ロボットの3要素を備えた分子サイズのシステムが秘める可能性
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会 第65回学術大会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 Emergent functions in a swarm of biomolecular motors
3. 学会等名 Emergent Nonequilibrium Phenomena in Soft Materials(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Functions emerged through swarming of bio-molecular engines
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 Akira Kakugo
2. 発表標題 Swarming of molecular robot through DNA based information transfer
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 Akira Kakugo
2. 発表標題 Task execution by a molecular swarm robot
3. 学会等名 4th International Workshop on Symbiosis of Biology and Nanotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Biomolecular motor based swarm robot
3. 学会等名 ICRA2021 workshop on micro-nano swarm robotics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Yazaki・Tomonori Ikegami・Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Azobenzene-photoisomerization resultant self-continuous motion of soft molecular assemblies under a photosteady state
3. 学会等名 PACIFICHEM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama・Tomonori Ikegami・Sadamu Takeda
2. 発表標題 Self-organization of repetitive transformations in tiny azobenzenes to realize autonomous mechanical function on a macroscopic scale
3. 学会等名 PACIFICHEM2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama・Tomonori Ikegami・Kohei Miyafusa・Haruna Sasaki・Kazuma Obara・Sadamu Takeda
2. 発表標題 Sustainable and far-from-equilibrium mechanical functions of macroscopic molecular assemblies driven by a steady energy source
3. 学会等名 PACIFICHEM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gyeorye Lee・Yoshiyuki Kageyama・Sadamu Takeda
2. 発表標題 Synthesis of photolabile and macrocyclic radical probe for site-selective NMR measurement of water dynamics surrounding biomolecular assembly
3. 学会等名 PACIFICHEM2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 The shape change and work behavior of bistable self-oscillatory photochromic material in an aqueous condition toward a microrobot
3. 学会等名 材料離散幾何解析国際シンポジウム (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Mechanically “working” soft-crystal under steady light irradiation
3. 学会等名 錯体化学討論会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 景山義之・宮房昂平・佐々木春菜
2. 発表標題 化学反応で駆動される液晶表面上での微粒子の遊走の実現
3. 学会等名 ホスト - ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 AI と VR を活用した分子ロボット共創環境の研究開発
3. 学会等名 プロジェクト (2020 年度 NEDO 採択テーマ) キックオフシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 「Molecular Swarm Robot in Real Life」 「集団で機能する発動分子」
3. 学会等名 関東非線形非平衡バイオソフトマターセミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 動く物質『アクティブマター』の活用法
3. 学会等名 電子情報技術部会 マイクロナノシステムと材料・加工分科会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 群れることで機能創発する分子システム
3. 学会等名 CSJ化学フェスタ2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 生体分子機械の集団運動制御
3. 学会等名 新学術領域合同シンポジウム - ソフトロボット学と発動分子科学の境界 - (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角五 彰
2. 発表標題 Synchronous operation of bio-molecular engines
3. 学会等名 第20回日本蛋白質科学会年会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Swarming of a molecular machine for exploiting emergent functions
3. 学会等名 Scientific Meetings in King Faisal University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Emergent function of molecular swarm robot
3. 学会等名 14th International Symposium on Polymer Physics (PP ' 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Synchronous operation of bio-molecular engines
3. 学会等名 2020 World Conference of Protein Society (WCPS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Applications of ATP-fueled molecular swarm robots
3. 学会等名 International Conference on Manipulation Automation and Robotics at Small Scales (MARSS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木春菜・宮房昂平・源田 栞・景山義之
2. 発表標題 化学反応を用いた液晶表面におけるマイクロシリカビーズの方向性運動
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮房昂平・佐々木春菜・景山義之
2. 発表標題 含触媒液晶表面における化学反応に誘発された非反応性微粒子の遊走
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小原一馬・景山義之・武田定
2. 発表標題 青色光照射で自律振動するマイクロサイズの結晶の水中での遊泳とモデル
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢崎大介・池上智則・景山義之・武田定
2. 発表標題 青色光照射下で波打ち型の振動を示すアゾベンゼン誘導体の結晶構造解析と振動解析
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李ギョレ・景山義之・武田定
2. 発表標題 動的核分極NMRを用いたソフトマター近傍の水分子のダイナミクス解析
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村優志・景山義之・武田定
2. 発表標題 ATPが誘起する分子集合とATP加水分解のための両親媒性ターピリジン-亜鉛錯体の合成
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部冬季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 景山義之・宮房昂平・佐々木春菜・源田栞
2. 発表標題 化学反応によって誘起される液晶表面上でのシリカ微粒子の遊走
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部冬季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小原一馬・景山義之・武田定
2. 発表標題 自律的な振動運動をする薄膜状結晶の水中での泳ぎ
3. 学会等名 第5回非線形科学オンライン研究会（若手の会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 やわらかい結晶のしなやかな光駆動自律運動
3. 学会等名 第80回分析化学討論会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 化学で創る分子モーターと実働のための自己組織化
3. 学会等名 第9回分子モーター研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 生命システムを有機化学で模倣する：分子集合体の自己複製と自律運動
3. 学会等名 高分子研究会（鳥取）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 生命の本質的特徴を化学で現してみる
3. 学会等名 化学教育講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 有機分子の自己組織化で実現する分子集合体の自律運動
3. 学会等名 景山義之博士講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李ギョレ・景山義之・武田定
2. 発表標題 光照射によってリンカー長が変わるラジカルプロープの開発
3. 学会等名 日本化学会北海道支部夏季研究発表会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 ヒレ運動型結晶スイマーの鈍い遊泳のモデル化
3. 学会等名 札幌非線形現象研究会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李ギョレ・景山義之・武田定
2. 発表標題 動的核分極NMRを用いた脂質膜近傍の局所的な水和環境の解析
3. 学会等名 第13回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之・池上智則・小原一馬・里永慎之介・佐藤寛泰・武田 定
2. 発表標題 両親媒性アゾベンゼン誘導体の集合体が見せる自己秩序型メカニカル運動
3. 学会等名 第68回高分子討論会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李ギョレ・景山義之・武田定
2. 発表標題 動的核分極NMRを用いたリン脂質表面の局所的水環境解析のためのプローブ合成
3. 学会等名 電子スピンサイエンス学会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之・池上智則・佐藤寛泰・武田 定
2. 発表標題 光で駆動される自律運動性結晶の構造と偏光の効果
3. 学会等名 第28回 有機結晶シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuma Obara, Yoshiyuki Kageyama, Sadamu Takeda
2. 発表標題 Self-propelled swimming of an organic crystal in water with flapping motion under continuous blue light irradiation
3. 学会等名 The 20th RIES-HOKUDAI International Symposium 稀[ki] (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama, Tomonori Ikegami, Kazuma Obara, Sadamu Takeda
2. 発表標題 Dissipative Self-Organization for Making Molecular Machine to Work Autonomously
3. 学会等名 The 20th RIES-HOKUDAI International Symposium 稀[ki] (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuma Obara, Yoshiyuki Kageyama, Sadamu Takeda
2. 発表標題 Self-propelled swimming of an organic crystal in water with flapping motion under continuous blue-light irradiation
3. 学会等名 Workshop on Physics of Soft, Active and Living Matter (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama, Tomonori Ikegami, Kazuma Obara, Shinnosuke Satonaga, Daisuke Yazaki, Sadamu Takeda
2. 発表標題 Self-repetitive strokes of azobenzene assemblies under steady light-irradiation and their anisotropic structures
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Molecular Engine (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuma Obara, Yoshiyuki kageyama, Sadamu Takeda
2. 発表標題 Self-propelled swimming of an organic crystal in water with flapping motion under continuous blue-light irradiation
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Molecular Engine (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 里永慎之介・景山義之・武田定
2. 発表標題 キラリアゾベンゼン誘導体を含む結晶の青色定常光照射下での振動運動
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 発動分子の動きの集団化による時空間周期構造の形成と分子性材料の自律機能
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会（コラボ企画）（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢崎 大介・池上 智則・景山 義之・武田 定
2. 発表標題 波打ち型の自励振動を示すアゾベンゼン誘導体結晶の運動と構造解析
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小原 一馬・景山 義之・武田 定
2. 発表標題 ヒレを振動させて水中を推進する薄膜微結晶の遊泳
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Kentaro Kayano, Arif Md. Rashedul Kabir, Daisuke Inoue, Kazuki Sada, Hiroyuki Asanuma, Henry Hess, Akinori Kuzuya, Akira kakugo
2. 発表標題 Trans on switched cargo transportation by molecular swarm robot
3. 学会等名 The10th Graduate School of Chemical Sciences and Engineering (CSE) and Ambitious Leaders ' s Program (ALP) International Summer School ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Kentaro Kayano, Arif Md. Rashedul Kabir, Daisuke Inoue, Kazuki Sada, Hiroyuki Asanuma, Henry Hess, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo
2. 発表標題 Regulation of trans on switched cargo transportation by molecular swarm robot
3. 学会等名 2nd Asian-French Workshop on Polymer Science 2019 (CSE International Student Symposium 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Hiroyuki Asanuma, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo
2. 発表標題 Photo-regulated spatiotemporal cargo transportation by molecular swarm robot
3. 学会等名 The 57th Annual meeting of the Biophysical Society of Japan (BSJ 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Hiroyuki Asanuma, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo
2. 発表標題 Spatiotemporal trans on switched cargo transportation by molecular swarm robot
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Hiroyuki Asanuma, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo
2. 発表標題 Spatiotemporal regulation of trans on switched molecular swarm robot
3. 学会等名 The 20th RIES-HOKUDAI International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Hiroyuki Asanuma, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo
2. 発表標題	Molecular swarm robot- a highly efficient molecular cargo carrier system
3. 学会等名	Hokkaido University National Central University Joint Symposium on Materials Chemistry and Physics 2019 (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Syeda Rubaiya Nasrin, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Akira Kakugo
2. 発表標題	Effect of Mechanical Deformation of Microtubule by External Stimuli on Microtubule-Dynein Interaction
3. 学会等名	2nd Asian-French Workshop on Polymer Science 2019 (CSE International Student Symposium 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Syeda Rubaiya Nasrin, Christian Ganser, Seiji Nishikawa, Kazuki Sada, Takayuki Uchihashi, Henry Hess, Akira Kakugo
2. 発表標題	High-Resolution Observation of the Effect of Microtubule Bending on Single Kinesin Motility
3. 学会等名	The 20th RIES-HOKUDAI International Symposium (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Syeda Rubaiya Nasrin, Christian Ganser, Seiji Nishikawa, Kazuki Sada, Takayuki Uchihashi, Henry Hess, Akira Kakugo
2. 発表標題	High-Resolution Observation of the Effect of Deformation Microtubule on Single Kinesin Motility
3. 学会等名	Hokkaido University-National Central University Joint Symposium on Materials Chemistry and Physics 2019 (国際学会)
4. 発表年	2019年

1 . 発表者名 Mst. Rubaya Rashid, Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Akira Kakugo
2 . 発表標題 Force Measurement of Microtubules in Swarming Using Electromagnetic Tweezers
3 . 学会等名 7th International Life Science Symposium for Young Scientist (ILSS). (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tasrina Munmun, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada and Akira Kakugo
2 . 発表標題 Regulation of the motility of a nano-biomolecular machine using trimethylamine-N-oxide
3 . 学会等名 7th International Life Science Symposium for Young Scientist (ILSS). (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tasrina Munmun, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada and Akira Kakugo
2 . 発表標題 Complete, rapid and reversible regulation of the motility of a nanobiomolecular machine using trimethylamine-N-oxide
3 . 学会等名 2nd ICRoDD International Symposium (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tasrina Munmun, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada and Akira Kakugo
2 . 発表標題 A deep-sea osmolyte TMAO regulates the motility of a nano-biomolecular machine
3 . 学会等名 The 20th RIES-HOKUDAI International Symposium (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Tasrina Munmun, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada and Akira Kakugo
2. 発表標題 Repeated on/off switching of the motility of a nano-biomolecular machine using a deep-sea osmolyte trimethylamine-N-oxide
3. 学会等名 Hokkaido University-National Central University Joint Symposium on Materials Chemistry and Physics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田健人、アリフ コピル ムハンマド ラセドゥル、角五彰、葛谷明紀、佐田和己
2. 発表標題 キネシンおよびDNA-origamiを介した微小管ネットワークの収縮弛緩挙動の制御
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 Kento MATSUDA, Arif Md. Rashedul KABIR, Kazuki SADA, Akinori KUZUYA, Akira KAKUGO
2. 発表標題 Control of volume change of microtubule network by using kinesin and DNA-origami
3. 学会等名 2nd Glowing Polymer Symposium in KANTO
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田健人、Arif Md. Rashedul Kabir、佐田和己、角五彰、葛谷明紀
2. 発表標題 キネシンおよびDNA-origamiを介した微小管ネットワークの収縮・弛緩挙動の制御
3. 学会等名 2019年度北海道高分子若手研究会 34th Summer University in Hokkaido
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Kazuki Sada, Akinori Kuzuya, Akira Kakugo
2. 発表標題 Autonomous information transfer by molecular swarm robots through DNA-based sequential signaling
3. 学会等名 68th Symposiym on Macromolecules (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jakia Jannat Keya, Sosei Ichiseki, Ibuki Kawamata, Arif Md. Rashedul Kabir, Shinichiro M. Nomura, Akira Kakugo
2. 発表標題 Swarming of molecular robots under autonomous strand generator
3. 学会等名 The 20th RIES-HOKUDAI International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jakia Jannat Keya, Sosei Ichiseki, Ibuki Kawamata, Arif Md. Rashedul Kabir, Shinichiro M. Nomura, Akira Kakugo
2. 発表標題 Computing swarming of molecular robots under autonomous strand generator
3. 学会等名 Hokkaido University-National Central University Joint Symposium on Materials Chemistry and Physics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Design of molecular swarm robots
3. 学会等名 Energy Science and Engineering (ESE) seminar 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Construction of molecular swarm robot
3. 学会等名 18th International Conference on Unconventional Computation and Natural Computation (UCNC2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Construction of molecular swarm robot integrating biomolecular soft actuators and processors
3. 学会等名 The 3rd International Symposium for Advanced Gel Materials & Soft Matters (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Molecular swarm robot driven by chemical energy
3. 学会等名 International Conference on Manipulation Automation and Robotics at Small Scales (MARSS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Overcoming the challenges for designing swarm molecular robots
3. 学会等名 CSJ, Okinawa Colloids 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 A swarm molecular robot fabricated from photo-sensor, DNA processor and biomolecular motor
3. 学会等名 Japan-Israel Nano-Bio Interfaces Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Task execution by molecular robots through DNA based information transfer
3. 学会等名 Research Seminar in Mathematics and Computer Science, Research Group in Mathematics and its Applications (RGMA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Task execution by molecular robots through DNA based information transfer
3. 学会等名 Seminar on MOLECULAR ROBOTS AND ARTIFICIAL LIFE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 A swarm molecular robot constructed from photo-sensor, DNA processor and biomolecular motor
3. 学会等名 The 2nd International Conference on Materials Research and Innovation (ICMARI) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原一馬・池上智則・景山義之・武田定
2. 発表標題 青色光照射下で自律的に振動する薄膜微結晶の遊泳運動の解析
3. 学会等名 第19回細胞運動系交流セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Light-powered self-sustained mechanical motion of azobenzene crystal as the resultant of a couple of photoreaction and phase transition
3. 学会等名 岡崎コンファレンス2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Gyeorye Lee・Yoshiyuki Kageyama・Sadamu Takeda
2. 発表標題 Design and synthesis of radical probe with photolabile group for DNP-NMR analysis of dynamic water surrounding soft matter
3. 学会等名 岡崎コンファレンス2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuma Obara・Tomonori Ikegami・Yoshiyuki Kageyama・Sadamu Takeda
2. 発表標題 Swimming motion of thin crystal caused by caudal fin-like periodical flips under blue light irradiation
3. 学会等名 岡崎コンファレンス2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 里永慎之介・池上智則・佐藤寛泰・景山義之・武田定
2. 発表標題 脂肪族カルボキシ基を有するアゾベンゼン誘導体の結晶の青色定常光照射下における巨視的振動の解析
3. 学会等名 分子科学討論会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 景山義之・池上智則・小原一馬・里永慎之介・武田定
2. 発表標題 自泳するアゾベンゼン含有ソフトマター
3. 学会等名 高分子科学討論会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 機能的動的核偏極 NMR (fDNP-NMR) を志向したラジカルプローブの合成
3. 学会等名 2018 構造有機化学研究会・ミニシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 形態変化を続ける分子集合体の創出
3. 学会等名 日本化学会北海道支部室蘭地区講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小原一馬・池上智則・景山義之・武田定
2. 発表標題 自律遊走マイクロロボットを志向する光エネルギー駆動型の微結晶の魚に似た遊泳運動
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 李ギョレ・景山義之・武田定
2. 発表標題 DNP-NMRを用いた分子集合体近傍の水のダイナミクス解析のための光開裂性ラジカルプローブの設計と合成
3. 学会等名 第57回電子スピンスイェンス学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Self-sustained dynamics of molecular assembly towards construction of autonomous molecular systems
3. 学会等名 Hokkaido-Strasbourg Symposium Biotic and Abiotic Molecular Machines and Motors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Light-driven limit-cycle self-oscillation and autonomous swimming of azobenzene-assembly under photostationary state
3. 学会等名 Active Matter Workshop 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 景山義之
2. 発表標題 生命システム模倣としての分子集合体の自触媒反応と自律運動
3. 学会等名 CNRSセミナー・第一回NIMS発動分子科学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Synthetic creation of nonlinear dynamics towards autonomous molecular-based materials
3. 学会等名 MANA Seminar 2019（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原一馬・景山義之・武田定
2. 発表標題 マイクロサイズの薄膜結晶の定常青色光照射で誘起される素早い振動運動による水中での遊泳運動
3. 学会等名 第99日本化学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李ギョレ・景山義之・武田定
2. 発表標題 DNP-NMRを用いたソフトマター近傍の水のダイナミクス解析のための光開裂性ラジカルプローブの設計と合成
3. 学会等名 第99日本化学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 里永慎之介・池上智則・佐藤寛泰・景山義之・武田定
2. 発表標題 可視光照射下において巨視的振動をする両親媒性アゾベンゼン誘導体結晶の構造と運動の解析
3. 学会等名 第99日本化学会春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiyuki Kageyama
2. 発表標題 Continuous mechanical motion of layered self-assembly of azobenzene derivatives under photo stationary state
3. 学会等名 Asia International Conference (Photo-Chemistry) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 角五彰
2. 発表標題 発動分子素子の階層化による自己秩序機能の創出/Emergence of autonomous functions through hierarchical integration of molecular engines
3. 学会等名 第99回日本化学会春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 ATP fueled molecular swarm robots
3. 学会等名 Hokkaido-Strasbourg Symposium Biotic and Abiotic Molecular Machines and Motors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akira Kakugo
2. 発表標題 Molecular swarm robot driven by Biomolecular motors
3. 学会等名 The 79th Okazaki Conference, Synthetic, Biological and Hybrid Molecular Engines (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計11件

1. 著者名 Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Mst. Rubaya Rashid, Satsuki Ishii, Akira Kakugo,	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 12
3. 書名 Functionalization of tubulin: approaches to modify tubulin with biotin and DNA	

1. 著者名 Jakia Jannat Keya, Mousumi Akter, Arif Md. Rashedul Kabir, Mst. Rubaya Rashid, Akira Kakugo	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 11
3. 書名 Construction of molecular robots from microtubules for programmable swarming	

1. 著者名 Jakia Jannat Keya, Mousumi Akter, Arif Md. Rashedul Kabir, Satsuki Ishi, Akira Kakugo	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 9
3. 書名 Fabrication of artificial muscle from microtubules, kinesins and DNA origami nanostructures	

1. 著者名 Jakia Jannat Keya, Arif Md. Rashedul Kabir, Mousumi Akter, Akira Kakugo	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 10
3. 書名 Dynamic pattern formation of active matters triggered by mechanical stimuli	

1. 著者名 Satsuki Ishii, Mousumi Akter, Jakia Jannat Keya, Mst. Rubaya Rashid, Farhana Afroze, Syeda Rubaiya Nasrin Akira Kakugo	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 13
3. 書名 Purification of Tubulin from Porcine Brain and its Fluorescence Dye Modification	

1. 著者名 Syeda Rubaiya Nasrin, Farhana Afroze, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 11
3. 書名 Mechanical deformation of microtubules on a two-dimensional elastic medium	

1. 著者名 Syeda Rubaiya Nasrin, Arif Md. Rashedul Kabir, Akira Kakugo	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Methods in Molecular Biology	5. 総ページ数 11
3. 書名 Cargo transport by microtubule-associated motor protein along mechanically deformed microtubules	

1. 著者名 Arif Md. Rashedul Kabir・Yoshiyuki Kageyama・Akira Kakugo	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer-Nature	5. 総ページ数 12
3. 書名 Encyclopedia of Robotics	

1. 著者名 Arif Md. Rashedul Kabir・Akira Kakugo	4. 発行年 2021年
2. 出版社 World Scientific Publishing Company	5. 総ページ数 14
3. 書名 Handbook of Unconventional Computing	

1. 著者名 Yoshiyuki Kageyama	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 15
3. 書名 Photosynthetic Responses in Molecules and Molecular Aggregates	

1. 著者名 栢野健太郎、角五彰	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 11
3. 書名 次世代のポリマー・高分子開発、新しい用途展開と将来展望	

〔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	景山 義之  (Kageyama Yoshiyuki)  (90447326)	北海道大学・理学研究院・助教    (10101)	

## 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3件

国際研究集会 The 8th Conference on Exploring Next-Generation Materials Science and Nanoscience (8 th CENG-MSN)	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Workshop on Soft and Nano Materials Orchestrated with Wisdom from Japan 2019	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Hokkaido-Strasbourg Symposium Biotic and Abiotic Molecular Machines and Motors	開催年 2018年～2018年

## 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