

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12608

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：18H05419

研究課題名(和文) エネルギー変換機構を含む発動分子素子の創成

研究課題名(英文) Development of Synthetic Molecular Engines Including Energy-Conversion Mechanisms

研究代表者

金原 数 (Kinbara, Kazushi)

東京工業大学・生命理工学院・教授

研究者番号：30282578

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 146,980,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、人工発動分子の設計において生体発動分子の機能発現原理を取り入れることで、機械的な動きをエネルギー変換に結びつける分子素子の設計指針の確立を目指した。多回膜貫通構造を有する膜タンパク質を模倣した交互両親媒性マルチブロック分子を分子骨格として用いることで、複数刺激にตอบสนองするイオンチャネルの構築に成功した。また、基板上で回転するロータ型分子を複数組み合わせることで、ギアのような回転運動が連動する系の構築に成功した。さらに、気液界面でコンフォメーション変化を起こすねじれ型分子を用いて分子構造変化と力の関係を明らかにした。一方、合成分子と生体分子のハイブリッド型発動分子構築手法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、これまで開発されてきた、入力刺激に対して段階的な構造変化を起こす人工分子機械を超え、機械的な動きにより機能を実現する生体発動分子と同様のエネルギー変換機構を備えた人工発動分子の合理的設計につながる重要な知見を与える。将来的には、イオンを能動輸送する人工イオンポンプや複数の分子が連動して動作する複雑な分子システム等を構築することにより、様々なエネルギー源を入力に用いた直接的なエネルギー変換が可能となる。これらを通じて、分子を中心に据えた飛躍的な省エネルギーシステムを構築することで、持続可能な社会の実現に大きく貢献できるものと期待される。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to establish a design principle for synthetic molecular engines that link mechanical motions to energy conversion by introducing the principle of functional expression of biological molecular engines. By using alternating amphiphilic multiblock molecules mimicking membrane proteins with multiple transmembrane structures as the molecular backbone, we succeeded in constructing ion channels that respond to multiple stimuli. Also, by combining multiple rotor-type molecules that rotate on a substrate, we succeeded in constructing a system with gear-like interlocking rotary motion. Furthermore, we clarified the relationship between molecular conformational change and force by using torsion-type molecules that undergo conformational change at the gas-liquid interface. On the other hand, also we established a method for constructing hybrid-type molecules of synthetic molecules and biomolecules.

研究分野：有機化学

キーワード：分子機械 イオンチャネル イオン輸送 気液界面 オリゴエチレングリコール STM 分子ローター
ハイブリッド

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、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

それまでの合成分子機械の設計は、並進や回転などの単純運動をする剛直な部品(分子骨格)の実現を目指して行われてきており、そのほとんどは等方的な溶液中で比較的単純な動作をするものであった。また、多くの場合一つの入力刺激に対して一つの構造変化を起こすという意味でその動きは段階的であり、例えば車のエンジンのようにエネルギー変換機能を有するものではなかった。一方、生体発動分子は、1) 一本のペプチド鎖が三次元的に折りたたみ高次構造を形成し、刺激にตอบสนองしてその立体構造が変化する(コンホメーション変化を起こす)ことで多彩な動きを実現する、2) 一次元的なファイバー構造(リニア発動分子)や二次元的な生体膜(回転型発動分子)など、異方的な場を利用してエネルギー変換機能を発現している、3) 多様なエネルギー源、すなわち物理的エネルギーだけでなく化学エネルギーを利用したエネルギー変換も行われている、4) 触媒反応等の非平衡状態を利用している、等の特徴を有する。これらを踏まえ、機械的な動きによりエネルギー変換機能を発揮する人工発動分子を実現するためには、まず動作原理として、生体発動分子と類似の、1) 分子の巨大化と高次構造形成、2) 異方的な場における駆動、3) エネルギー源の多様性、4) 非平衡状態の実現、を取り入れた分子設計が重要であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、人工発動分子の設計において生体発動分子の機能発現原理を取り入れることで、機械的な動きをエネルギー変換に結びつけるための分子素子の設計指針の確立を目指した。研究代表者らはこれまでに、機械的な動き(コンホメーション変化)を引き起こすのに有利な分子 Scaffold として、二分子膜中で折りたたみ構造を形成しイオン透過性を示す交互両親媒性マルチブロック分子、基板上で回転運動を示すローター型分子、気液界面において力学的刺激にตอบสนองするねじれ分子等の開発に成功してきた。本研究では、分子の巨大化、異方的環境の利用、分子の集積化、非平衡状態の利用という方向性に従い、さらには、完全合成分子骨格に加え生体分子を基本骨格として利用することにより、機械的な動きによりエネルギー変換を実現する人工発動分子・ハイブリッド発動分子の開発を行なった。特に、エネルギー変換を行う場として二分子膜に着目し、様々なエネルギー源を利用したエネルギー変換の実現を目指して検討を行なった。これらを通じて、人工発動分子の設計指針を打ち立て、本領域で目指す発動分子科学の体系化への貢献を目指した。

3. 研究の方法

人工発動分子素子実現のために挑戦すべき項目として、具体的には、以下のような要素を検討することとした。

- ・発動分子設計の基本骨格の検討: 交互両親媒性マルチブロック分子をはじめとする巨大分子の刺激応答に対する機械的な動きを検証し、人工発動分子骨格としての妥当性を検証する。

- ・動作刺激の多様化 光、張力等の物理的な刺激やリガンドのような化学的刺激に加え、触媒部位の導入により化学反応と共に連続動作する人工発動分子を創成する。

- ・異方場を利用した機能発現: 二分子膜、基板表面、気水界面を利用して分子を配向させ、これらの分子の異方場における立体構造の制御をおこなう。さらには二分子膜を利用した物質輸送の制御を行なう。膜タンパク質構造を模倣し、物理・化学的エネルギーによりイオン輸送する巨大人工分子を創成し、入力エネルギーの電気的エネルギーへの変換を目指す。また、気水界面で制御できる pN 程度(1 kcal/mol 以下)の弱い力学エネルギーを効率よく分子配座・機能変化へとエネルギー変換する分子を開発する。

- ・集積状態における機能発現: 分子を二次元配向、あるいは三次元集積化したバルク状態において、入力エネルギーにより分子の機械的動きをベシクルやフィルムの変形といった巨視的な力学的エネルギーへと変換する発動分子材料を実現する。

- ・タンパク質主鎖を人工化したハイブリッド機動分子の開発: 生体発動分子の主鎖を人工分子により置換し、人為的な機能制御を可能とするハイブリッド発動分子を構築する。

以上を実施する分子骨格として、(1) 交互両親媒性マルチブロック分子(金原)、(2) ローター型分子(ラッペン)、(3) ねじれ型分子(中西)、(4) 人工 生体ハイブリッド型発動分子の開発(金原)を行った。

4. 研究成果

(1) 交互両親媒性マルチブロック分子(金原)

本項目では多回膜貫通構造を持つ膜タンパク質の構造モチーフを模倣した、交互両親媒性マルチブロック分子に刺激応答性を付与することで、外部刺激によるイオン輸送の可逆制御を検討した。

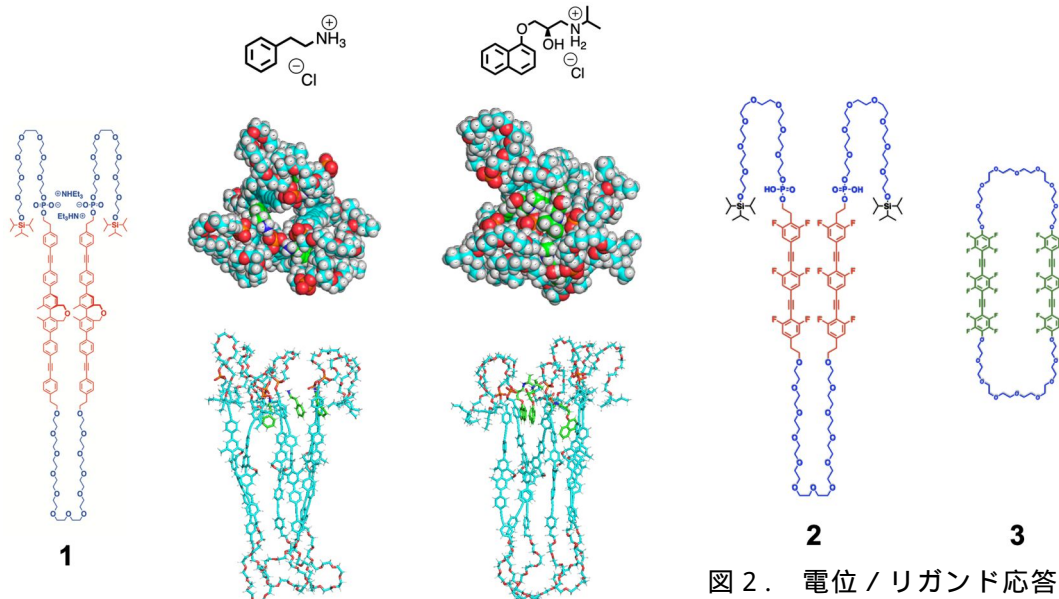


図1. リガンド応答性チャンネルを形成する交互両親媒性マルチブロック分子1の分子構造と、MDシミュレーションによって得られたリガンド添加後のチャンネル構造 (R. Sasaki, et. al, *J. Am. Chem. Soc.*, 2021, 143, 1348–1355, より引用)

図2. 電位/リガンド応答性イオンチャンネルを形成する2およびカリウム選択的張力応答性イオンチャンネルを形成する3の分子構造。

まず、リガンド分子との結合によってイオン輸送を制御できるリガンド応答性イオンチャンネルの創成を検討した。分子設計として、カチオン性を有する芳香族アミンと相互作用することを期待し、疎水性部位と親水性部位の境界にアニオン性のリン酸エステル基を組み込んだマルチブロック分子(1)を合成した。この分子は事前に調製しておいたベシクルに添加すると、リン酸エステル基がベシクル外側に面するように自発的に配向することがわかった。これは、リン酸エステル基の極性が高く、膜を通過できなかったためだと考えられる。ゼータ電位測定に基づき、膜内での配向選択性は95%と見積もられた。リガンドとして2-フェニルエチルアミン(PA)を加えたところ、およそ3分子で直径0.39 nmの超分子イオンチャンネルを形成することがわかった。また、1によるイオン輸送は、チャンネルアンタゴニストとして知られているプロプラノロール(PPN)の添加により阻害され、PPNと強く相互作用するシクロデキストリンの添加により再び活性化される、という可逆的な制御が可能であることがわかった。計画研究C02-1との共同研究によりMDシミュレーションを行ったところ、PA分子は1の疎水性ユニットとリン酸エステル基の境界で1と結合し、チャンネル構造を安定化することが示唆された。対照的に、PPNはチャンネルの内

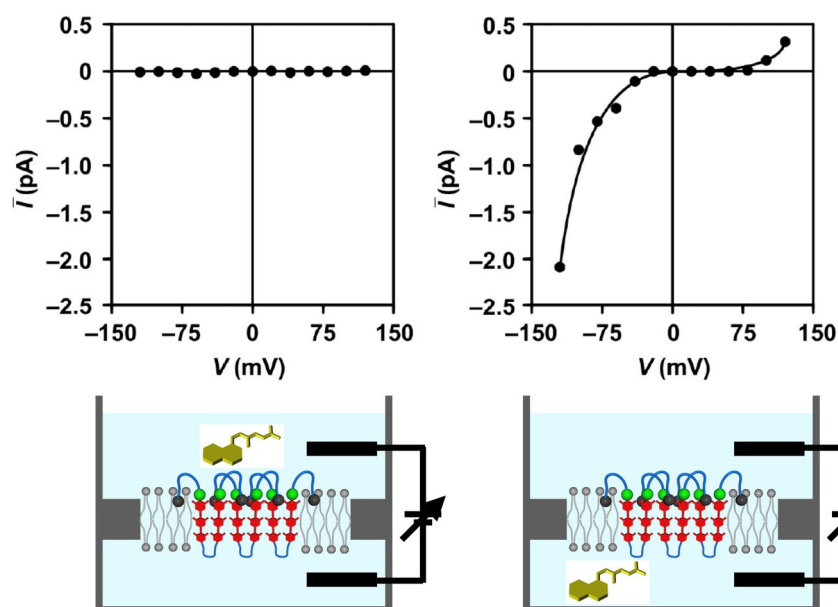


図3. 2が形成するイオンチャンネルの電位/リガンド応答性の様子。リガンドをリン酸エステル側から加えた場合(左)と反対側から加えた場合(右)(R. Sasaki, et. al, *J. Am. Chem. Soc.*, 2021, 143, 1348–1355, より引用)

孔をブロックし、イオン輸送を妨げることが示唆された。さらに、外部からの添加により配向を揃えて二分子膜に導入できるという1の特性を利用して、計画研究C01-1との共同研究により、マウス線維芽細胞(L細胞)に添加した場合の応答を検証した。カルシウムイオン応答性の緑色蛍光色素であるFluo-4を導入したL細胞を準備し、細胞内へのCa²⁺流入を可視化した。実際、L細胞に1とPAを添加したところ、細胞内のFluo-4の蛍光強度が増強され、生体膜においても1はリガンド応答的なイオン輸送能を示した。

また、1の構造をもとに、リン酸エステル基に加えて、長軸に沿って永久双極子モーメントを有するフッ素化疎水性部位を組み込んだ2を設計した(図2)。疎水部の双極子モーメントにより、電圧への応答性も示すことを期待した。1と同様に2の場合にも、ベシクルを作製後、外側から導入することにより、リン酸エステルをベシクル外部に向けるように分子配向を制御できた。このように配向させた状態で、印加電圧の極性および振幅を調整してイオン透過能を評価したところ、印加電圧の方向が2の永久双極子モーメントと反対の極性の電圧(-60 mV)を印加すると、2を含む二分子膜はイオン透過性に伴う大きな電流値を示した。これに対し、印加電圧の方向が2の永久双極子モーメントの方向と同じである場合(+60 mV)には大きな電流値は観測されなかった。また、観測された電流値から形成されたえイオンチャネルの直径は0.26 nm程度と見積もることができた。電圧を印可した状態での2の蛍光スペクトル解析により、2の疎水性ユニットのスタッキングは、印加電圧の方向が2の永久双極子モーメントの方向と反対である場合にのみ強化されることが示唆された。これは、印加された電界により疎水性ユニット間の双極子間反発が抑制されたためと考えている。さらに、2の作るイオンチャネルは1と同様のリガンド応答性を示すことを確認した(図3)。

続いて、刺激応答性とイオン選択性の両立を目指して、新たな分子設計を行った。2が作るイオンチャネルについて、これまでの例と比較して、カリウム選択性が高くなっていることを見いだした。この結果を参考に、フッ素化した芳香環を有する交互両親媒性分子3を設計した(図2)。刺激応答性を付与するためには、柔軟な骨格が必要であるが、これはイオン選択性の実現という観点からは不利であると考えられる。そこで、分子設計にあたり、構造を環状化することで、適度な柔軟性によりイオン選択性の実現できることを期待した。

蛍光顕微鏡観察により3が脂質二重膜の疎水性層に取り込まれることを確認し、さらに3分子でイオンチャネルを形成することがわかった。また、このチャネルのイオン輸送能は、二分子膜に加わる機械的な力に感受性があり、膜が拡張する方向に力が加わるとではイオン輸送性が低下し、膜が収縮する方向の力が加わると増大することがわかった。さらに、HPTSを用いたイオン輸送能の評価により、この超分子チャネルがカリウムイオン選択性を有することを明らかにした(図4左)。さらに、C02-1班との共同研究により、QM/MMシミュレーションを行い、原子レベルのチャネル構造と選択的なカリウムイオン輸送のメカニズムを評価した(図4右)。

これらの交互両親媒性マルチブロック分子による刺激応答性イオンチャネル構築の成果は将来的に能動輸送を可能とするイオンポンプ設計のために重要な知見を与えることが期待される。関連した結果は論文および解説文等で発表している。また、本成果と関連して、交互両親媒性マルチブロックを有する有機金属触媒の創成にも成功し、水溶液中で活性を示すことを確認している。

(2) ローター型分子(ラッペン)

本項目では、単一分子にエネルギーを与え、そのエネルギーにより誘起される分子のナノスケールでの運動を制御することに焦点を当てて研究を遂行した。分子モーター、ギア、ナノカーなどの分子マシンを対象として、これらの分子を金属基板表面上に担持して、単分子レベルでの分子マシンの運動挙動について走査型トンネル顕微鏡(STM)を用いて評価した。

金(111)面に接合したプロペラ型のルテニウム錯体は、そのキラリティーに起因した一方向の回転を示し、2分子を隣接して互いに配置することで、2分子が噛み合った歯車のように連動して回転することが分かった(図5)。その後、星型の有機分子を用いることで3つの分子歯車で

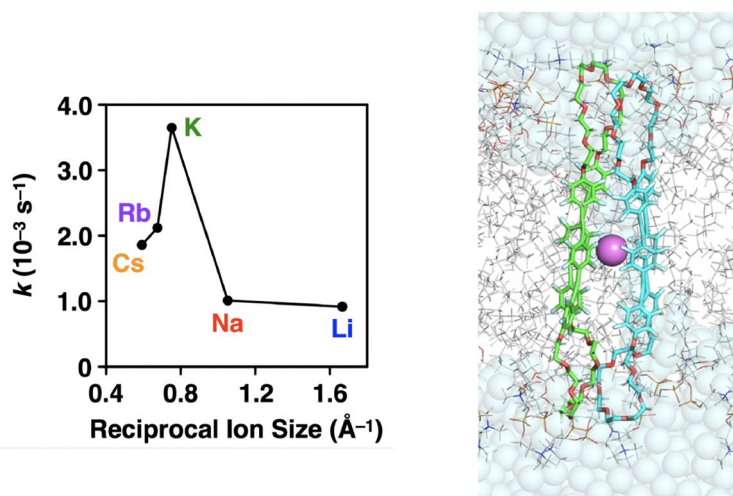


図4.3の作るイオンチャネルのイオン選択性(左)とQM/MMシミュレーションで得られたK⁺イオンと3の相互作用の様子(右)(R. Sasaki, et. al, *J. Am. Chem. Soc.*, 2021, **144**, 11802–11809, より引用)。

の回転運動の伝播を達成した。さらに、ルテニウム錯体型分子モーターに、回転のブレーキとなるフォトクロミックサブユニットを導入した新たな分子モーターの合成を達成した。この分子モーターは、溶液中で光照射することで分子の回転運動のオン・オフを制御できることを発見した。

また、様々な大きさの双極子モーメントを導入した9つのナノカーを合成し、金属表面での運動の制御に成功した。そのうちの1台を用いて(図6)第2回ナノカーレースに出場した。合成したナノカーのライブラリーをもとにSTM観測をおこなったところ、双極子モーメントを増大させることで、分子のコントロール性を保持しながら高速に運動させることが可能であることを見いだした。これらの結果はすべて、国際的学術誌にて発表した。

(3) ねじれ型分子(中西)

本項目では、分子が配向する気水界面や金属表面といった二次元場を用いて、力学的エネルギー等の外部エネルギーを分子配座変化や分子運動に変換させることを目指した。気水界面では、回転や開閉運動等、様々な運動モードを有する両親媒性分子の構造(配座)や運動が、力学的エネルギーにより制御できることを見出した。ここでは、配座変化や運動を検出できる母骨格と気水界面で配向するた

めの側鎖を併せ持つ両親媒性分子を用い、分子構造や運動の変化を分光スペクトル変化として観察することで、分子構造変化と力の関係を明らかにした。また、脂質をマトリクスとして用いることで、両親媒性分子に限らず、分子を気水界面で取り扱うことが可能になり、あらゆる分子を並べ、分子配座を制御する手法を見出した。ここでは、脂質の疎水構造を起源とする気水界面における脂質の硬さが、取り込まれた分子の配座制御に影響することを見出した。また、金属表面では、単分子レベルの配座変化や運動を制御すべく走査型トンネル顕微鏡(STM)を用いた単分子レベルの分子観測を行った。ここでは、配位性を有する分子を用い、金属表面において遊離金属と配位させて、風車状の錯体形成させた。金属表面での錯形成条件を調整することで、大きさの違う風車錯体を合成することが可能となった。この錯体の錯形成メカニズムを解明し、金属表面と、金属錯体の軌道相互作用や電子授受が錯形成に大きく影響すること、集合体構造の形と配向が金属表面の結晶構造に大きく影響していることを見出した。また、錯体サイズにより運動能が違うことを明らかにした。さらに、二次元場による分子配座・運動制御を既存の二次元場から拡張させるため、サイズが変化するナノ空間を有する材料を探索した。酸化グラフェン積層膜が水分に応じて即座に、精緻にナノ空間を変化させ、分子配座・運動を制御できる新たな材料の可能性のあることを見出した。以上、本研究の成果を論文報告した。

(4) 人工 生体ハイブリッド型発動分子(金原)

本項目では、これまで、タンパク質の主鎖を人工分子で置換したハイブリッド型分子の構築例はほとんど報告されていなかった。そこで、研究者がこれまでに開発した、短鎖単分散オリゴエチレングリコール合成法を活用することとした。実際、タンパク質に導入するためには、ある程度の長さを持たせることが必要なため、オリゴエチレングリコールを芳香環と連結する形で、いくつかの分子を合成した。これらを用い、主鎖をオリゴエチレングリコールで置換したハイブリッド型発動分子の構築をC01-1班との共同研究として検討した。その結果、いくつかのタンパク質を用いて目的とするハイブリッド型分子の構築に成功し、タンパク質が本来持つ機能を維持できることを確認した。この結果は、将来的に生体発動分子の機能を凌駕する高機能発動分子の開発につながるものと期待される。

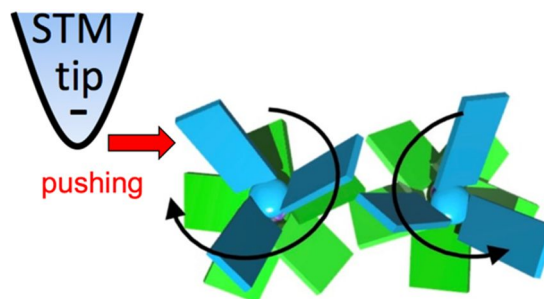


図5. 分子ギア (Copyright by G. Rapenne and T. Nishino, NAIST and UPS).

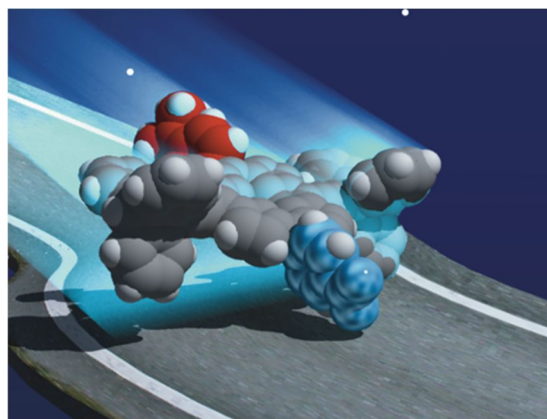


図6. ナノカー (Copyright by G. Rapenne and T. Nishino, NAIST and UPS).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計41件（うち査読付論文 41件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Shimizu Yusuke, Sato Kohei, Kinbara Kazushi	4. 巻 57
2. 論文標題 Calcium-induced reversible assembly of phosphorylated amphiphile within lipid bilayer membranes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 4106-4109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC01111A	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 Mori Miki, Kinbara Kazushi	4. 巻 34
2. 論文標題 Properties of Imidazolium-containing Multiblock Amphiphile in Lipid Bilayer Membranes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Photopolymer Science and Technology	6. 最初と最後の頁 161-165
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 Sato Kohei, Muraoka Takahiro, Kinbara Kazushi	4. 巻 54
2. 論文標題 Supramolecular Transmembrane Ion Channels Formed by Multiblock Amphiphiles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Accounts of Chemical Research	6. 最初と最後の頁 3700-3709
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.accounts.1c00397	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 Kinbara Kazushi	4. 巻 1
2. 論文標題 Chemical Molecular Machines and Robots	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Encyclopedia of Robotics	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-642-41610-1_211-1	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 Asato Ryosuke, Martin Colin J., Gisbert Yohan, Abid Seifallah, Kawai Tsuyoshi, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 11
2. 論文標題 Ruthenium complexes of sterically-hindered pentaarylcyclopentadienyl ligands	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 20207-20215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1RA03875C	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 Gisbert Yohan, Abid Seifallah, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 27
2. 論文標題 Molecular Gears: From Solution to Surfaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 12019-12031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202101489	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 Nishino Toshio, Martin Colin J., Yasuhara Kazuma, Rapenne Gwenael	4. 巻 79
2. 論文標題 Nanocars based on Polyaromatic or Porphyrinic Chassis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 1050-1055
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.79.1050	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 Gao Sheng, Gisbert Yohan, Erbland Guillaume, Abid Seifallah, Kammerer Claire, Venturini Alessandro, Rapenne Gwenael, Ventura Barbara, Armaroli Nicola	4. 巻 23
2. 論文標題 Photophysical properties of 1,2,3,4,5-pentaarylcyclopentadienylhydrotris(indazolyl)borate ruthenium(ii) complexes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 17049-17056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CP02261J	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 Gisbert Yohan, Abid Seifallah, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 27
2. 論文標題 Divergent Synthesis of Molecular Winch Prototypes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 16242-16249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202103126	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 Asato Ryosuke, Martin Colin J., Nakashima Takuya, Calupitan Jan Patrick, Rapenne Gwenael, Kawai Tsuyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Energy Storage upon Photochromic 6- Photocyclization and Efficient On-Demand Heat Release with Oxidation Stimuli	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 11391-11398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.1c03052	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 Sasaki Ryo, Sato Kohei, Tabata Kazuhito V., Noji Hiroyuki, Kinbara Kazushi	4. 巻 143
2. 論文標題 Synthetic Ion Channel Formed by Multiblock Amphiphile with Anisotropic Dual-Stimuli-Responsiveness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 1348-1355
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.0c09470	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 Mori Miki, Sato Kohei, Ekimoto Toru, Okumura Shinichi, Ikeguchi Mitsunori, Tabata Kazuhito V., Noji Hiroyuki, Kinbara Kazushi	4. 巻 16
2. 論文標題 Imidazolium based Multiblock Amphiphile as Transmembrane Anion Transporter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 147-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202001106	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 Li Rui, Muraoka Takahiro, Kinbara Kazushi	4. 巻 10
2. 論文標題 Thermo-driven self-assembly of a PEG-containing amphiphile in a bilayer membrane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 25758-25762
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RA03920A	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 Muraoka Takahiro, Noguchi Daiki, Kasai Rinshi S., Sato Kohei, Sasaki Ryo, Tabata Kazuhito V., Ekimoto Toru, Ikeguchi Mitsunori, Kamagata Kiyoto, Hoshino Norihisa, Noji Hiroyuki, Akutagawa Tomoyuki, Ichimura Kazuaki, Kinbara Kazushi	4. 巻 11
2. 論文標題 A synthetic ion channel with anisotropic ligand response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2924-2924
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-16770-z	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 Muraoka Takahiro, Honda Hidetaka, Nabeya Kota, Kinbara Kazushi	4. 巻 56
2. 論文標題 Reversible formation of multiple stimuli-responsive polymeric materials through processing control of trifunctional amphiphilic molecules	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 7881-7884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC02716B	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 金原 数	4. 巻 73
2. 論文標題 タンパク質を模倣した人工発動分子の創製に向けて -膜タンパク質を模倣した合成化学的アプローチ-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学と工業	6. 最初と最後の頁 457-459
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 Nishino Toshio, Martin Colin J., Takeuchi Hiroki, Lim Florence, Yasuhara Kazuma, Gisbert Yohan, Abid Seifallah, Saffon Merceron Nathalie, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 26
2. 論文標題 Dipolar Nanocars Based on a Porphyrin Backbone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 12010-12018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202001999	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 Au Yeung Kwan Ho, Kunhe Tim, Eisenhut Frank, Kleinwachter Michael, Gisbert Yohan, Robles Roberto, Lorente Nicolas, Cuniberti Gianurelio, Joachim Christian, Rapenne Gwenael, Kammerer Claire, Moresco Francesca	4. 巻 11
2. 論文標題 Transmitting Stepwise Rotation among Three Molecule-Gear on the Au(111) Surface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 6892-6899
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcclett.0c01747	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 Soe We-Hyo, Kleinwachter Michael, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael, Joachim Christian	4. 巻 124
2. 論文標題 Mechanics of Molecule-Gears with Six Long Teeth	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 22625-22630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c08194	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 Asato Ryosuke, Martin Colin J., Abid Seifallah, Gisbert Yohan, Asanoma Fumio, Nakashima Takuya, Kammerer Claire, Kawai Tsuyoshi, Rapenne Gwenael	4. 巻 60
2. 論文標題 Molecular Rotor Functionalized with a Photoresponsive Brake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 3492-3501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c03330	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 Abid Seifallah, Gisbert Yohan, Kojima Mitsuru, Saffon-Merceron Nathalie, Cuny Jerome, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 12
2. 論文標題 Desymmetrised pentaporphyrinic gears mounted on metallo-organic anchors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Science	6. 最初と最後の頁 4709-4721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0SC06379G	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 Sasaki Ryo, Sato Kohei, Kinbara Kazushi	4. 巻 9
2. 論文標題 Aromatic Fluorination of Multiblock Amphiphile Enhances Its Incorporation into Lipid Bilayer Membranes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemistryOpen	6. 最初と最後の頁 301-303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/open.201900374	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 Tateishi-Karimata Hisae, Ohyama Tatsuya, Muraoka Takahiro, Tanaka Shigenori, Kinbara Kazushi, Sugimoto Naoki	4. 巻 25
2. 論文標題 New Modified Deoxythymine with Dibranching Tetraethylene Glycol Stabilizes G-Quadruplex Structures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 705
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules25030705	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 Sakai Andrei, de Sousa Mesquista Ana Paula, Nader Helena B., Lopes Carla Cristina, Nakanishi Waka, Ariga Katsuhiko, Caseli Luciano	4. 巻 227
2. 論文標題 The lipid composition affects Trastuzumab adsorption at monolayers at the air-water interface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry and Physics of Lipids	6. 最初と最後の頁 104875-104875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemphyslip.2020.104875	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 Gisbert Yohan, Abid Seifallah, Bertrand Gaelle, Saffon-Merceron Nathalie, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 55
2. 論文標題 Modular synthesis of pentaarylcyclopentadienyl Ru-based molecular machines via sequential Pd-catalysed cross couplings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 14689-14692
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9cc08384g	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 Erbland Guillaume, Abid Seifallah, Gisbert Yohan, Saffon Merceron Nathalie, Hashimoto Yuichiro, Andreoni Leonardo, Guerin Theo, Kammerer Claire, Rapenne Gwenael	4. 巻 25
2. 論文標題 Star Shaped Ruthenium Complexes as Prototypes of Molecular Gears	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 16328-16339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201903615	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 Zhang Yuan, Calupitan Jan Patrick, Rojas Tomas, Tumbleson Ryan, Erbland Guillaume, Kammerer Claire, Ajayi Tolulope Michael, Wang Shaoze, Curtiss Larry A., Ngo Anh T., Ulloa Sergio E., Rapenne Gwenael, Hia Saw Wai	4. 巻 10
2. 論文標題 A chiral molecular propeller designed for unidirectional rotations on a surface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-11737-1	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 -

1. 著者名 Nakanishi Waka, Saito Shohei, Sakamoto Naoki, Kashiwagi Akihiro, Yamaguchi Shigehiro, Sakai Hideki, Ariga Katsuhiko	4. 巻 14
2. 論文標題 Monitoring Fluorescence Response of Amphiphilic Flapping Molecules in Compressed Monolayers at the Air-Water Interface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 2869-2876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201900769	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 Ui Mihoko, Miyachi Yusuke, Inoue Masataka, Murakami Makoto, Araki Yasuyuki, Wada Takehiko, Kinbara Kazushi	4. 巻 3
2. 論文標題 Development of an Engineered Photoactive Yellow Protein as a Cross Linking Junction for Construction of Photoresponsive Protein Polymer Conjugates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 356-360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.201900024	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 Toyabe Shoichi, Li Chun-Biu, Kinbara Kazushi	4. 巻 12
2. 論文標題 Session 2SDA Nonequilibrium energetics of biological molecular machines	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biophysical Reviews	6. 最初と最後の頁 273-274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12551-020-00634-3	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 該当する

1. 著者名 Iino Ryota, Kinbara Kazushi, Bryant Zev	4. 巻 120
2. 論文標題 Introduction: Molecular Motors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Reviews	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemrev.9b00819	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 Kammerer Claire, Erbland Guillaume, Gisbert Yohan, Nishino Toshio, Yasuhara Kazuma, Rapenne Gwenael	4. 巻 48
2. 論文標題 Biomimetic and Technomimetic Single Molecular Machines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 299-308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.181019	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 Muraoka Takahiro, Shima Tatsuya, Kajitani Takashi, Hoshino Norihisa, Morvan Estelle, Grelard Axelle, Dufourc Erick J., Fukushima Takanori, Akutagawa Tomoyuki, Nabeya Kota, Kinbara Kazushi	4. 巻 14
2. 論文標題 Heat-Triggered Crystallization of Liquid Crystalline Macrocycles Allowing for Conductance Switching through Hysteretic Thermal Phase Transitions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 141-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.201801372	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 Kinbara Kazushi, Umetsu Kaori, Sonobe Hiroki, Muraoka Takahiro, Shimokawa Naofumi, Takagi Masahiro	4. 巻 209
2. 論文標題 Localization of transmembrane multiblock amphiphilic molecules in phase-separated vesicles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Faraday Discussions	6. 最初と最後の頁 315-328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8FD00022K	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 Mori Taizo, Chin Hokyun, Kawashima Kazuhiro, Ngo Huynh Thien, Cho Nam-Joon, Nakanishi Waka, Hill Jonathan P., Ariga Katsuhiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Dynamic Control of Intramolecular Rotation by Tuning the Surrounding Two-Dimensional Matrix Field	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 2410-2419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.8b09320	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 Sato Kohei, Sasaki Ryo, Matsuda Ryoto, Nakagawa Mayuko, Ekimoto Toru, Yamane Tsutomu, Ikeguchi Mitsunori, Tabata Kazuhito V., Noji Hiroyuki, Kinbara Kazushi	4. 巻 144
2. 論文標題 Supramolecular Mechanosensitive Potassium Channel Formed by Fluorinated Amphiphilic Cyclophane	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 11802-11809
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.2c04118	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 Yospanya Wijak, Sato Kohei, Kinbara Kazushi	4. 巻 51
2. 論文標題 Multiblock Amphiphilic Triptycene toward Bioinspired Molecular Rotor in Membrane	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1026-1028
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.220360	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 Adachi Junya, Kinbara Kazushi	4. 巻 52
2. 論文標題 Sensitivity Tuning of 9,10-Di(piperazinyl)anthracene Derivatives for Amphiphilic Assemblies by pH and Side-chain Modification with Monodisperse Oligo(ethylene glycol)s	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 218-221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.230025	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 Adachi Junya, Oda Haruka, Fukushima Toshiaki, Lestari Beni, Kimura Hiroshi, Sugai Hiroka, Shiraki Kentaro, Hamaguchi Rei, Sato Kohei, Kinbara Kazushi	4. 巻 95
2. 論文標題 Dense and Acidic Organelle-Targeted Visualization in Living Cells: Application of Viscosity-Responsive Fluorescence Utilizing Restricted Access to Minimum Energy Conical Intersection	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 5196-5204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.2c04133	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 Omoto Kenichiro, Aoyama Shota, Galica Tomasz, Nishibori Eiji, Katao Shohei, Yasuhara Kazuma, Rapenne Gw?na?l	4. 巻 51
2. 論文標題 Thermally responsive morphological changes of layered coordination polymers induced by disordering/ordering of flexible alkyl chains	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 17967-17972
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2DT03142F	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 Omoto Kenichiro, Shi Menghua, Yasuhara Kazuma, Kammerer Claire, Rapenne Gw?na?l	4. 巻 29
2. 論文標題 Extended Tripodal Hydrotris(indazol 1 yl)borate Ligands as Ruthenium Supported Cogwheels for On Surface Gearing Motions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry- A European Journal	6. 最初と最後の頁 e2022034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202203483	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

[学会発表] 計94件(うち招待講演 27件/うち国際学会 36件)

1. 発表者名 中川真由子, 浴本亨, 山根努, 村岡貴博, 佐藤浩平, 金原数, 池口満徳
2. 発表標題 An artificial ion channel studied by all-atom molecular dynamics simulations
3. 学会等名 第21回日本蛋白質科学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 足立 惇弥, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 発光性マルチブロック両親媒性分子の合成と発光特性
3. 学会等名 発動分子科学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤 浩平, 佐々木 峻, 田端 和仁, 野地 博行, 金原 数
2. 発表標題 フッ素化交互両親媒性分子による超分子イオンチャネルの構築
3. 学会等名 第 31 回バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Thirasara Sammani , Wijak Yospanya , Adam M. Wawro , Kohei Sato , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of cyclic oligo(ethylene glycol) for suppression of amyloid protein fibrillation
3. 学会等名 発動分子科学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohei Sato , Ryo Sasaki , Ryoto Matsuda , Kazuhito V. Tabata , Hiroyuki Noji , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Transmembrane Ion Transport by Fluorinated Amphiphilic Cyclophanes
3. 学会等名 発動分子科学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤浩平 , 佐々木峻 , 田端和仁 , 野地博行 , 金原数
2. 発表標題 膜タンパク質を模倣した交互両親媒性分子の階層的集合化と機能発現
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohei Sato , Ryo Sasaki , Kazuhito Tabata , Hiroyuki Noji , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Fluorinated multiblock amphiphiles and their transmembrane ion transport properties
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryoto Matsuda , Kohei Sato , Ryo Sasaki , Kazuhito Tabata , Hiroyuki Noji , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of chiral multiblock amphiphiles and their functions within lipid bilayer membranes
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miki Mori , Kohei Sato , Toru Ekimoto , Shinichi Okumura , Mitsunori Ikeguchi , Kazuhito Tabata , Hiroyuki Noji , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Multiblock amphiphile bearing imidazolium as transmembrane anion transporter
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junya Adachi , Kohei Sato , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Synthesis of anthracene-based multiblock amphiphile and its stimuli-responsiveness within phospholipid membranes
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junya Adachi , Kohei Sato , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of functional anthracene-based multiblock fluorophore for visualization of biological environment
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中川 優芽 , 森 未妃 , 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 両親媒性分子の過渡的な生成に基づく化学反応サイクルの構築
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 彰吾 , 玉田 浩之 , 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 構造化大環状ポリアミドの自己集合
3. 学会等名 日本化学会 第102春季年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金原 数
2. 発表標題 膜タンパク質を模倣した 刺激応答性分子システムの構築
3. 学会等名 分子サイバネティクス公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 NAKANISHI, Waka, ARIGA, Katsuhiko, TAKEUCHI, Masayuki
2. 発表標題 Chirality dependent organic gel formation by flexible pi-conjugated molecular machine
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 NAKANISHI, Waka
2. 発表標題 Control of molecular conformation at interfaces: single molecule to monolayer
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 NAKANISHI, Waka
2. 発表標題 Manipulation of molecular conformations and motions at interfaces
3. 学会等名 APSMR 2021 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gwenaél Rapenne
2. 発表標題 Prototype of molecular machines : Molecular motors, gears and vehicles
3. 学会等名 58th SECO (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gwenaél Rapenne
2. 発表標題 Molecular machines : Molecular wheels, vehicles, rotors and motors
3. 学会等名 19th International Meeting for Future of Electron Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gwenaél Rapenne
2. 発表標題 Role of chirality in unidirectional rotating molecular motors
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 足立惇弥, 佐藤浩平, 金原数
2. 発表標題 発光性マルチブロック両親媒性分子の合成と環境応答特性
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 Miki Mori, Kohei Sato, Toru Ekimoto, Shinichi Okumura, Mitsunori Ikeguchi, Kazuhito Tabata, Hiroyuki Noji, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Transmembrane Anion Transport by Imidazolium-based Multiblock Amphiphile
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 Ryo Sasaki, Kohei Sato, Kazuhito Tabata, Hiroyuki Noji, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Synthetic Ion Channel with Dual Stimuli-responsiveness
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 金原 数
2. 発表標題 生体分子を模倣した人工発動分子 の設計に向けて
3. 学会等名 「細胞を創る」研究会13.0 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金原 数
2. 発表標題 単分散PEGを利用した熱応答性機能分子の創成
3. 学会等名 第69回高分子討論会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 虹太, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 両親媒性ポリサルコシンの合成と物性
3. 学会等名 第30回バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of PEG-based Stimuli-Responsive Molecules
3. 学会等名 2nd International Conference on Materials Design and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石井 政輝、森 泰蔵、中西 和嘉、酒井 秀樹、有賀 克彦
2. 発表標題 界面分子メカニクス：気水界面における脂質場の効果を利用したピナフチル分子の分子コンフォメーションと凝集状態制御
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gwenaél Rapenne
2. 発表標題 Prototypes de machines moléculaires : Moteurs, engrenages et véhicules
3. 学会等名 Lecture Series of ENS Lyon（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kohei Sato, Kota Nabeya, Takahiro Muraoka, Norihisa Hoshino, Tomoyuki Akutagawa, Kazushi Kinbara.
2. 発表標題 Fluorinated multiblock amphiphiles that transport ions across lipid bilayers
3. 学会等名 ACS Spring 2020 National Meeting & Expo（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryo Sasaki, Kohei Sato, Kazuhito Tabata, Hiroyuki Noji, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Transmembrane ion transport by asymmetric multiblock amphiphiles
3. 学会等名 ACS Spring 2020 National Meeting & Expo（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sanghun Han, Yusuke Aoki, Kohei Sato, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of amphiphilic linker for protein labeling and polymerization
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 森 未妃・佐藤浩平・田端和仁・野地博行・金原 数
2. 発表標題 カチオン部位を導入した交互両親媒性分子による膜間イオン輸送
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 Ryo Sasaki, Kohei Sato, Kazuhito V. Tabata, Hiroyuki Noji, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Rectified Ion Transport by Asymmetric Multiblock Amphiphiles
3. 学会等名 CEMSupra 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三栖 花梨, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 交互両親媒性分子のオリゴマー化
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 中川 優大, アダム ヴァヴロ, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 大環状両親媒性 PEG によるタンパク質の凝集抑制
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 Ryo Sasaki, Kohei Sato, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Asymmetric Multiblock Amphiphiles for Transmembrane Ion Transport
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 Kohei Sato, Kota Nabeya, Takahiro Muraoka, Norihisa Hoshino, Tomoyuki Akutagawa, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Transmembrane Ion Transport by Multiblock Arene-Perfluoroarene Macrocyclic
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 金原 数
2. 発表標題 膜タンパク質を模倣したマルチブロック分子の機能開拓
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 森 未妃, 佐藤 浩平, 田端 和仁, 野地 博行, 金原 数
2. 発表標題 屈曲型交互両親媒性分子の開発
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 青木 祐輔, 宇井 美穂子, 松井 崇, 田中 良和, 村岡 貴博, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 主鎖置換によるタンパク質のサイボーグ化
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 玉田 浩之, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 構造化された大環状ポリアミド誘導体の開発
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水 友輔, 佐藤 浩平, 金原 数
2. 発表標題 リン酸基を有する双頭型両親媒性分子の開発
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Design of Engineered PEGs for Biomaterial Developments
3. 学会等名 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miki Mori, Kohei Sato, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of Amphiphilic Multiblock Molecule Bearing Cationic Moiety
3. 学会等名 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Synthetic Multiblock Molecules Mimicking Structure and Function of Membrane Proteins
3. 学会等名 2nd International Conference on Molecular Systems Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara, Takahiro Muraoka, Daiki Noguchi, Takahiro Endo
2. 発表標題 Design of synthetic chiral receptor molecules inspired by structure and function of membrane proteins
3. 学会等名 Chirality2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Design of PEG-Based Functional Molecules for Biorelated Applications
3. 学会等名 Japan-BIOCEV Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kauzhi Kinbara
2. 発表標題 Development of PEG-based Stimuli-Responsive Molecules
3. 学会等名 2nd International Conference on Materials Design and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 NAKANISHI, Waka
2. 発表標題 Self-assembly of flexible molecules at interfaces
3. 学会等名 iCeMS SPIRITS Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 NAKANISHI, Waka
2. 発表標題 Control of Conformation and Motion at Interfaces
3. 学会等名 MANA- i-MATE Joint Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中西 和嘉
2. 発表標題 界面における分子コンフォメーション制御
3. 学会等名 2019年日本表面真空学会学術講演会 第2回ダイバーシティシンポジウム ~つくばの女性研究者と考える未来のサイエンス~
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中西 和嘉
2. 発表標題 ナノの世界で日本車を走らせたい
3. 学会等名 -日本化学会秋季事業- 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中西 和嘉
2. 発表標題 界面を利用したコンフォメーション・運動制御
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 中西 和嘉
2. 発表標題 低次元場での分子機械制御
3. 学会等名 第6回 辰巳午会化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中西 和嘉
2. 発表標題 ナノカーレース
3. 学会等名 中央大学理工学部・先端科学技術論
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 G. Rapenne
2. 発表標題 Prototypes of molecular motors and gears based on aromatic building blocks
3. 学会等名 18th International Symposium on Novel Aromatic compounds (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 G. Rapenne
2. 発表標題 Prototypes of single molecular motors and gears
3. 学会等名 28th International Materials Research Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 G. Rapenne
2. 発表標題 Technomimetic nanomachines : Molecular wheels, vehicles, rotors and motors
3. 学会等名 6th Electronic Device forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 G. Rapenne
2. 発表標題 Biomimetic nanomachines : From molecular motors to gears
3. 学会等名 1st International symposium on Molecular Engine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 G. Rapenne
2. 発表標題 A family of molecular motors based on aromatic building blocks
3. 学会等名 2nd Frontiers in Photochemistry Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Miki Mori, Kohei Sato, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Multiblock Amphiphilic Ligand Molecules
3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yudai Nakagawa, Kohei Sato, Adam M. Wawro, Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Macrocyclic Multiblock Amphiphilic PEGs for Biorelated Applications
3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Synthetic mimics of transmembrane proteins
3. 学会等名 The 79th Okazaki Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Approach to molecular engines: Design of stimuli-responsive molecules mimicking dynamic functions of transmembrane proteins
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 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Design of stimuli-responsive molecules mimicking dynamic functions of transmembrane proteins
3. 学会等名 Tokyo Tech NCCR Molecular Systems Engineering Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金原 数
2. 発表標題 膜タンパク質を模倣した人工分子の設計と機能開拓
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会 第44回討論会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 AOKI, Yusuke; UI, Mihoko; MATSUI, Takashi; TANAKA, Yoshikazu; MURAOKA, Takahiro; SATO, Kohei; KINBARA, Kazushi
2. 発表標題 Protein Cyborgization by Main Chain Substitution
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 MORI, Miki; SATO, Kohei; KINBARA, Kazushi
2. 発表標題 Development of Multiblock Amphiphilic Molecules bearing Dihydroimidazolium Ion
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SATO, Kohei; NABEYA, Kota; MURAOKA, Takahiro; HOSHINO, Norihisa; AKUTAGAWA, Tomoyuki; KINBARA, Kazushi
2. 発表標題 Development of multiblock arene-perfluoroarene macrocycle
3. 学会等名 日本化学会第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中川優大・佐藤浩平・Adam M. Wawro・金原 数
2. 発表標題 大環状マルチブロック両親媒性PEGの開発と機能開拓
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三栖花梨・佐藤浩平・金原 数
2. 発表標題 リン酸エステル含有交互両親媒性分子の合成と物性評価
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森 水紀・佐藤浩平・金原 数
2. 発表標題 交互両親媒性リガンド分子の合成と物性
3. 学会等名 第8回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 園部宏樹・村岡貴博・金原数
2. 発表標題 リガンド型膜貫通分子の構築
3. 学会等名 第12回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Waka Nakanishi
2. 発表標題 Control of flexible molecular machines at interfaces
3. 学会等名 The 79th Okazaki Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大熊 葵 , 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 非対称構造を有する膜貫通型両親媒性分子の開発
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中川 優芽 , 森 未妃 , 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 水中における過渡的な両親媒性分子生成サイクルの構築
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 彰吾 , 玉田 浩之 , 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 構造化大環状ポリアミドによる超分子構造体の構築
3. 学会等名 第71回高分子学会年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Junya Adachi , Toshiaki Fukushima , Haruka Oda , Hiroka Sugai , Kohei Sato , Hiroshi Kimura , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of Anthracene-Based Fluorescent Probes for Application in Cellular Systems
3. 学会等名 The 19th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 YOSPANYA WIJAK , 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 Amphiphilic Oligo(ethylene glycol)s as Protein Stabilizers- Effect of Structure -
3. 学会等名 第32回バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Thirasara Sammani , Wijak Yospanya , Adam M. Wawro , Kohei Sato , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of cyclic oligo(ethylene glycol) for suppression of amyloid protein fibrillation
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryoto Matsuda , Kohei Sato , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Development of multiblock amphiphilic cyclophanes and their functions within lipid bilayer membranes
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mitsuhiro Matsumoto , Meguya Ryu , Kohei Sato , Anna Ishikawa , Takashi Kajitani , Yoshihisa Sei , Nobutaka Honma , Katsuhiko Nakajima , Junzo Ukai , Junko Morikawa , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Thermal diffusivity of structured poly(ethylene glycols)
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wijak Yospanya , Thirasara Sammani , Kohei Sato , Adam M. Wawro , Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Amphiphilic oligo(ethylene glycol)s as protein stabilizers: effect of structure
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 足立 惇弥 , 福嶋 俊明 , 小田 春佳 , 菅井 祥加 , 佐藤 浩平 , 木村 宏 , 金原 数
2. 発表標題 非TICT型粘度応答性蛍光プローブの開発と生細胞イメージングへの適用
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 足立 惇弥、小田 春佳、福嶋 俊明、菅井 祥加、佐藤 浩平、木村 宏、金原 数
2. 発表標題 水溶性蛍光プローブの生細胞内における粘度応答性とメラノソームの可視化
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 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Multiblock Amphiphilic Molecules as Synthetic Mimics of Transmembrane Channel-forming Proteins
3. 学会等名 10th Asian Biological Inorganic Chemistry Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazushi Kinbara
2. 発表標題 Design of Multiblock Amphiphilic Molecules for Ion Transportation Across Membranes
3. 学会等名 4th International Conference on Emerging Advanced Nanomaterials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mayuko Nakagawa , Toru Ekimoto , Tsutomu Yamane , Kohei Sato , Kazushi Kinbara , Mitsunori Ikeguchi
2. 発表標題 膜水系における環状人工イオンチャネルの QM/MM シミュレーション
3. 学会等名 第60回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jakia Jannat Keya , Akasit Visootsat , Kimitoshi Takeda , Akihiro Otomo , Wijak Yospanya , Sanghun Han , Kazushi Kinbara , Ryota Iino
2. 発表標題 Hybrid kinesin-1 dimer conjugated with synthetic PEG linker shows processive and fast motion with robust hand-over-hand mechanism
3. 学会等名 第60回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 浩平 , 金原 数
2. 発表標題 フッ素化人工チャネルによる膜間物質輸送
3. 学会等名 第16回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Gwenaél Rapenne
2. 発表標題 Prototypes of single molecular motors and gears
3. 学会等名 4th Symposium molecular rotors, motors & switches (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Gwenaél Rapenne
2. 発表標題 Energy Conversion Mechanisms in Molecular Motors and Gears
3. 学会等名 日本化学会 第103春季年会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池田 太一, 中西 和嘉
2. 発表標題 ドナー・アクセプターユニットからなる刺激応答性フォルダマーと アクチュエータへの応用
3. 学会等名 第71回高分子討論会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

発動分子科学 - エネルギー変換が拓く自律的機能の設計
<http://www.molecular-engine.bio.titech.ac.jp/>
 金原研究室
<http://www.kinbara.bio.titech.ac.jp/jp/>
 バイオ・テクノミメティック分子科学研究室
<https://mswebs.naist.jp/LABs/biomimetic/index.html>

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	中西 和嘉 (Nakanishi Waka) (20401010)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・主幹研究員 (82108)	
研究分担者	ラッペン ゲナエル (Rapenne Gwenaël) (60812576)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授 (14603)	

	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
研究協力者	ヨsspアpanヤ- ウィジャック (Yospanya Wijak)		
研究協力者	ハン サンハン (Han Sanghun)		
研究協力者	井上 真隆 (Inoue Masataka)		
研究協力者	森 水妃 (Mori Miki)		
研究協力者	足立 惇弥 (Adachi Junya)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	サマニ ティラサラ (Sammani Thirasara)		
研究協力者	松田 涼利 (Matsuda Ryoto)		
研究協力者	松本 光博 (Matsumoto Mitsuhiro)		
研究協力者	佐々木 峻 (Sasaki Ryo)		
研究協力者	清水 友輔 (Shimizu Yusuke)		
研究協力者	玉田 浩之 (Tamada Hiroyuki)		

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

フランス	CEMES-CNRS	Bordeaux大	Toulouse大	
英国	Bristol大			
米国	Ohio大			
ドイツ	TU Dresden			
イタリア	CNR, Bologna			
スペイン	San Sebastian大学			
シンガポール	Nanyang Technological University			
フィンランド	Helsinki大			
インド	IISER, Pune			