

令和 5 年 5 月 23 日現在

機関番号：63903

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：18H05424

研究課題名（和文）生体・人工発動分子によるエネルギー変換過程の1分子計測法の開発

研究課題名（英文）Development of single-molecule methods measuring energy conversion processes of biological and synthetic molecular engines

研究代表者

飯野 亮太（IINO, RYOTA）

分子科学研究所・生命・錯体分子科学研究領域・教授

研究者番号：70403003

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 96,300,000円

研究成果の概要（和文）：自律的に動きながらエネルギー変換を行う生体・人工・ハイブリッド発動分子の動きとエネルギー変換の過程を可視化する新しい1分子計測法の開発を行った。主な成果としては、1) 生体発動分子、ハイブリッド発動分子の動きを原子レベルの位置決定精度で追跡できる手法の開発、2) 複数種の発動分子の動きを同時に高速高精度で追跡できる手法の開発、3) 生細胞中の人工発動分子の動きを捉える手法の開発、4) 開発した手法を用いた発動分子の作動機構の解明が挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発動分子が自律的に動き続けながら高効率にエネルギーを変換する仕組みを理解するには、エネルギー変換を行う際の発動分子の動きを原子レベルで詳細に理解することが重要である。本研究で開発した1分子計測法を様々な発動分子へと適用することで、その仕組みの理解がさらに深まると期待される。そして将来的には、新たな高効率エネルギー変換デバイス（例えば発電素子）の開発、原理実証、および社会実装につながると期待される。

研究成果の概要（英文）：We developed new single-molecule measurement method to visualize the movement and energy conversion process of biological, artificial, and hybrid molecular engines that convert energy while moving autonomously. Major achievements include: 1) development of a method to track the movement of biological and hybrid molecular engines with atomic-level localization precision, 2) development of a method to simultaneously track the movement of multiple types of molecular engines with high time resolution and high localization precision, 3) development of a method to track the movement of artificial molecular engines in living cells, and 4) elucidation of the operational mechanisms of molecular engines using the developed method.

研究分野：生物物理学

キーワード：分子モーター 1分子計測 分子機械

1. 研究開始当初の背景

光学顕微鏡による1分子計測は、生体発動分子の構造変化や動きを実時間で計測できる手法である。例えば代表者の飯野は、金ナノ粒子をプローブに用いて化学反応駆動のキネシンの一方向運動の詳細を解明した (Isojima, Nat Chem Biol 2016)。また分担者の笠井は、蛍光プローブを用いた高速1分子計測法を開発して膜分子の拡散・会合過程を追跡し、膜受容体分子の多量体形成と動的平衡状態を明らかにした (Kasai, J Cell Biol 2011; Kusumi, Nat Chem Biol 2014)。

生体発動分子によるエネルギー変換機構の理解には、構造変化や動きだけでなく、化学反応や物質輸送も1分子計測する必要がある。光学顕微鏡による化学反応・物質輸送の1分子計測や、動きとの複合計測には、日本の研究者が大きく貢献している (Funatsu, Nature 1995; Ishijima, Cell 1998; Nishizaka, Nat Struct Mol Biol 2004; Watanabe, Nat Commun 2014 等)。

さらに、生体発動分子だけでなく、化学の力で創られた人工発動分子が世界の注目を集めている。人工発動分子の代表例にはナノカーが挙げられる (Feringa, Nature 2011)。ナノカーは電位依存的に車輪となる部品が回転して基板上を運動する。ナノカーの動きは走査型トンネル顕微鏡で観察されているが、光学顕微鏡を用いた人工分子の動きや構造変化の1分子計測は、飯野らによるごく一部の報告例しかなかった (Ikeda, Angew Chem Intl Ed 2014)。

2. 研究の目的

新学術領域研究「発動分子科学」では、天然に存在しない優れた機能を持つ生体・人工・ハイブリッド発動分子を創成して社会実装に繋げることを目的としていた。本計画研究では、生体・人工・ハイブリッド発動分子の構造変化、動き、エネルギー変換を可視化する高時間分解能・高位置決定精度1分子計測法を開発し、動きを介したエネルギー変換の仕組みを素過程レベルで徹底的に理解することを目的とした。具体的には、下記の項目に取り組んだ。

(1) 金属ナノプローブ1分子計測法の開発

金・銀ナノ粒子や金ナノロッドをプローブに用いた光学顕微鏡1分子計測の位置決定精度と角度決定精度を改善し、大きな生体発動分子 (A01-2 班が創成) だけでなく小さな人工発動分子 (A01-1 班が創成) の動きや構造変化を1分子計測して仕組みを理解する。

(2) 金属ナノプローブと蛍光の1分子複合計測

金属ナノプローブと蛍光プローブを併用した光学顕微鏡1分子複合計測法を開発し、発動分子の構造変化、動き、化学反応、物質輸送を同時に計測して仕組みを理解する。

(3) 蛍光複合計測による1分子動態観察

異方的な環境場である生体膜中で生体・人工発動分子の高速・多色蛍光1分子計測を行い、発動分子の構造変化や会合体形成が機能発現に繋がる仕組みを解明する。

尚、本計画研究には当初、高速原子間力顕微鏡 (高速 AFM) による1分子計測も含まれていた。しかしながら、高速 AFM を担当する研究協力者の内橋が公募班研究代表者として本新学術領域により深く関わるようになったため、高速 AFM 関連の成果は基本的に、本成果報告書には含めていない。

3. 研究の方法

(1) 金属ナノプローブ1分子計測法の開発

プラズモン共鳴を引き起こす金属材料の最適化 (金ナノ粒子、銀ナノ粒子、金銀合金ナノ粒子) や照明光学系 (全反射型レーザー暗視野顕微鏡) の改善により、サイズの小さな金属ナノプローブ (粒径 10~30 nm) での高時間分解能・高位置決定精度散乱1分子イメージングを可能にした。さらに、金ナノ粒子、銀ナノ粒子、金銀合金ナノ粒子のプラズモン共鳴のピーク波長が大きく異なることを利用し、マルチカラー散乱1分子イメージング法を開発した。金銀合金ナノ粒子は、混合比の異なる合金を調製することでプラズモン共鳴のピーク波長を変調した。また、金コート銀ナノ粒子は、10 nm の銀ナノ粒子表面を金で被覆することで調整した。

(2) 金属ナノプローブと蛍光の1分子複合計測

金属ナノプローブ表面ではプラズモン共鳴により局所的な光の電場増強が起こる。プラズモン共鳴によるレイリー散乱強度の増強に加えて、粒子表面の増強電場を蛍光色素の局所的な励起光として利用し、さらにレーザー全反射型照明光学系およびレイリー散乱光・蛍光のデュアルビュー結像光学系を組み合わせることで、金属ナノプローブと蛍光プローブの1分子複合計測法を開発した。

(3) 蛍光複合計測による1分子動態観察

蛍光シグナル増強装置の改良により、高感度かつ時間応答性に優れた撮影装置を開発し、蛍光1分子イメージングの時間分解能をミリ秒からマイクロ秒レベルに改善した。また、溶液の酸化還元条件を調整して光褪色を抑制する方法 (Altman, Nat Methods 2011) を応用し、強い励起光でも蛍光プローブが褪色しにくく多数の光子が得られ、長時間の観察が可能となる条件を検討した。

4. 研究成果

(1) 金属ナノプローブ 1 分子計測法の開発

① 1 分子オングストローム計測法の開発

金属材料の最適化や照明光学系の改善により、粒径 40 nm の金ナノ粒子で、1 Å の位置決定精度と 1 ms の時間分解能を達成した。また、より小さな粒径 30 nm の金ナノ粒子を 1.9 Å の位置決定精度と 1 ミリ秒の時間分解能でイメージングすることに成功した (図 1、Ando, Biophys J 2018)。

② 1 分子オングストローム計測法の生体発動分子への適用と作動機構の解明

開発した 1 分子オングストローム計測法を利用し、リニア分子モータープロセシブキチナーゼの 1 nm ステップの可視化に成功し、キチナーゼが「Burnt-Bridge」ブラウンアンラチェットとして作動することを明らかにした (図 2、Nakamura, Nat Commun 2018)。また、回転分子モーター V₁-ATPase の高速回転と化学力学共役の機構を解明した (図 3、Iida, J Biol Chem 2019)。また、回転型イオンポンプ V₀V₁ のイオン輸送律速の回転運動の 1 分子計測に成功し、イオン輸送部の構造対称性を反映した 36° の回転ステップを初めて可視化した (図 4、Otomo, PNAS 2022)。これにより、V₀ と V₁ の 2 つの回転分子モーターが“固く”共役していることを実証した。さらに、微小管上を運動する二量体リニア分子モーターダイニンの歩幅は小さくサブユニット間の協調性は低いことを明らかにした (Ando, Scie Rep 2020)。一連の成果は世界的に高く評価されており、飯野は米国化学会 Chemical Reviews 誌の分子モーター特集号でゲストエディターを依頼され務めた (図 5、Iino, Chem Rev 2020)。

③ マルチカラー散乱 1 分子イメージング法の開発

粒径 40 nm の金ナノ粒子、30 nm の銀ナノ粒子、30 nm の金銀合金ナノ粒子 (金：銀 = 1 : 1) の散乱光を選択的に捉えるため、多色全反射暗視野顕微鏡を開発した。照明光学系はそれぞれの共鳴波長に合致したレーザー (404 nm, 473 nm, 561 nm) で構成し、3 種のナノ粒子を同時に照明することができる。また、検出光学系にスリットを開いた分光器を用い、各波長の散乱像を同時に結像可能にした。得られた散乱像のシグナル/ノイズ比は高く、100 マイクロ秒の時間分解能で 2 nm、1 ミリ秒の時間分解能で 0.6 nm の位置決定精度を達成した (Ando, ACS Photonics 2019)。

④ 非天然型発動分子の創成と高精度 1 分子計測

A01-1 班の金原、公募班の内橋と協力し、生体分子や人工分子のリンカーを用いて 2 量体化したリニア発動分子キネシンの運動特性や協調性を計測した。タンパク質リンカーである SpyTag-SpyChatcher システムを用いて 2 量体化したキネシンが、微小管上を左巻きらせん状にステップ運動することを明らかにした。らせんのピッチは 160 nm であり、先行研究で報告されている非従来型キネシンのらせん運動のピッチよりも大幅に小さいことが明らかとなった (投稿準備中)。

また、人工リンカーである PEG 誘導体で 2 量体化したハイブリッドキネシンが直進運動することを明らかにした。PEG の長さやキネシンのネックリンカー部の長さを様々に変えたハイブリッドキネシン 2 量体を作製し、その運動素過程を明らかにした。その結果、運動能を示したすべてのハイブリッドキネシンは、野生型と同様にハンドオーバーハンドで正確に直進運動を示すことが明らかとなった。これは、キネシンの分子設計が非常に頑強であることを示す重要な成果である (投稿準備中)。

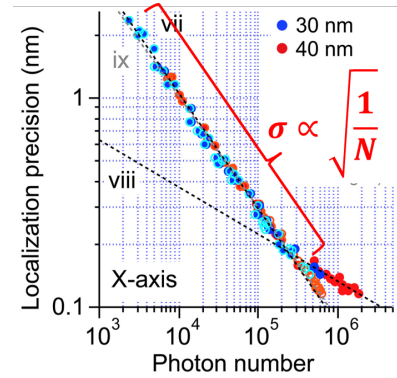


図 1. 1 分子オングストローム計測 (Ando, Biophys J 2018)

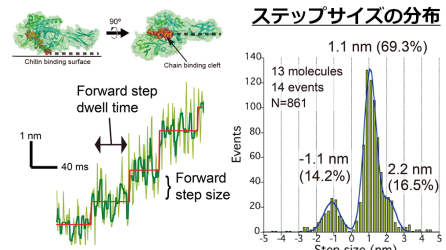


図 2. キチナーゼの高速高精度 1 分子計測 (Nakamura, Nat Commun 2018)

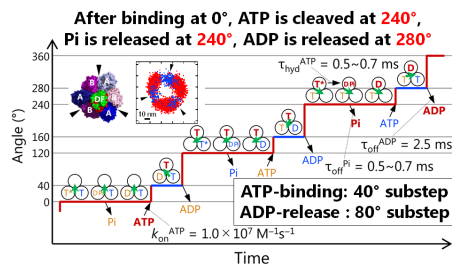


図 3. V₁-ATPase の化学力学共役機構の解明 (Iida, J Biol Chem 2019)

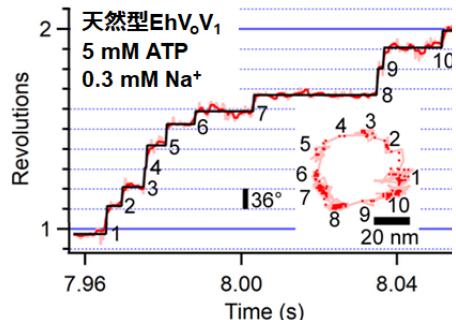


図 4. V₀V₁ の Na⁺輸送律速の 36° (Otomo, PNAS 2022)

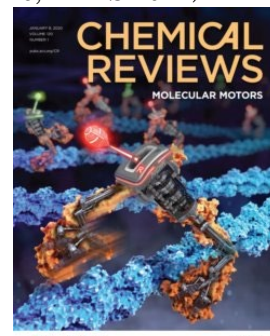


図 5. ゲストエディターを務めた Chemical Reviews 誌分子モーター特集号の表紙 (Iino, Chem Rev 2020)

⑤金コート銀ナノ粒子による散乱1分子計測

銀ナノ粒子は金ナノ粒子よりもプラズモン共鳴波長での散乱強度が高く、金ナノ粒子よりもずっと高いシグナルを得ることができる。他方、金ナノ粒子は表面が不活性で安定なのに対し、銀ナノ粒子は表面が高活性で酸化や水溶液中の低分子との反応を引き起こすため、プラズモン共鳴波長のシフトが起こり安定なシグナルが得られないという問題を有する。そこで、粒径 10 nm の銀ナノ粒子表面に厚み 1 nm の金コーティングを行って観測した結果、シグナルの安定化に成功し、1 nm の位置決定精度を達成した（投稿準備中）。

(2)金属ナノプローブと蛍光の1分子複合計測

全反射型蛍光顕微鏡のダイクロイックミラーとバリアフィルターを穴あきミラーに交換し、金ナノ粒子の散乱光と Cy3 の蛍光を同時にイメージングする複合計測装置を開発した。金ナノ粒子表面の電場増強により 2 倍の蛍光強度が得られた。さらに開発した実験系を回転分子モーター V₁-ATPase に適用し、蛍光標識 ATP (ADP) の結合（解離）と回転運動の同時観察に成功した（投稿準備中）。

(3) 蛍光複合計測による1分子動態観察

①人工イオンチャネルの1分子動態観察

A01-1 班の金原が合成した膜挿入型人工高分子である、人工イオンチャネル分子の膜中での動態を 1 分子レベルで解明するため、蛍光色素 Cy3 で標識し、マウス由来の線維芽細胞である L 細胞の形質膜中に導入した。対物レンズ型全反射蛍光顕微鏡を用いて蛍光 1 分子観察を行うことで、細胞膜中での人工イオンチャネル分子の実時間動態観察に成功した（図 6、Muraoka, Nat Commun 2020）。また、人工イオンチャネル分子のリガンドを細胞の外液に加えることで、L 細胞内でのカルシウム濃度が一過的に増加し、細胞の形態が大きく変化する様子を捉える事にも成功した（図 7）。これらの結果から、数千分子以下の人工イオンチャネル分子が細胞膜中に組み込まれ、それが外的なリガンド添加に伴って細胞内へのカルシウムイオンの流入を誘導することを明らかにした。さらに、人工イオンチャネル分子を標識している蛍光色素 Cy3 の退色の回数を数えることで、人工イオンチャネル分子の会合度の見積もを行った。その結果、退色回数はおおむね 1~7 回程度であることから、人工イオンチャネル分子は、膜中で、最大で 3 分子の会合体を形成するものの、それ以上の大きな凝集をほぼ作らないことが明らかとなった（人工イオンチャネル分子 1 分子に対して、蛍光色素が 2 分子共有結合した構造を有するため）。さらに、人工イオンチャネル分子は、3 分子程度の塊を単位として膜中を拡散運動しながらイオン透過能を発現することが示唆された。

②G タンパク質共役型受容体 (GPCR) のシグナル活性の1分子定量計測

G タンパク質共役型受容体 (GPCR) (図 8) のシグナル活性を生細胞内で定量するため、活性化した GPCR に結合するプローブタンパク質、MiniG の蛍光 1 分子観察を行った。MiniG は、三量体 G タンパク質 α サブユニットの一部を基にしており、活性化した GPCR に特異的に結合することが示されているが (Nehme, PLoS One, 2017)、1 分子レベルでの GPCR との結合解離のダイナミクスは不明であった。蛍光タンパク質でラベルした MiniG を、生細胞膜上で蛍光 1 分子観察し、膜上の滞在寿命を測定すると、GPCR の活性化によって長く滞在する MiniG の割合が増加したため（図 9）、膜上に滞在する MiniG は、活性化した GPCR に結合していることが分かった。すなわち、膜上で長く滞在する MiniG の割合を測定することで、活性化状態にある GPCR の割合を定量できることが分かった。この方法を用いて、C01-1 班の村田が創成した、変異 GPCR のシグナル活性を生細胞内で測定することに成功した (Yamamoto, Protein Sci 2022)。

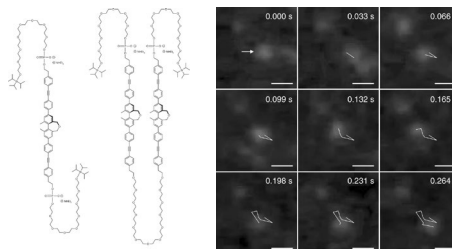


図 6. (左) 人工イオンチャネルの化学構造と (右) 細胞膜中での実時間動態観察 (Muraoka, Nat Commun 2020)

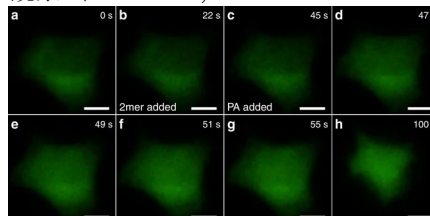


図 7. 人工イオンチャネルのリガンド添加による細胞内カルシウム濃度の増加と細胞形態の変化 (Muraoka, Nat Commun 2020)

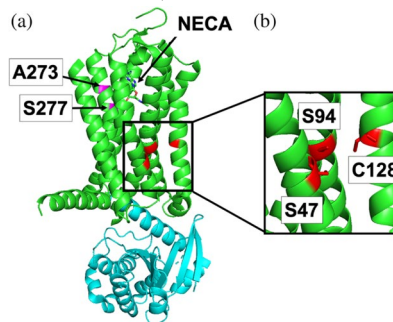


図 8. アゴニスト (NECA) が結合した GPCR (緑) と G タンパク質 (シアン) の構造

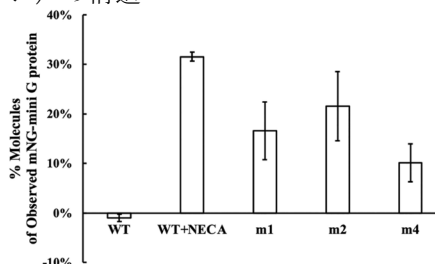


図 9. 生細胞膜上に長く滞在する MiniG の割合の 1 分子計測. 活性化前の野生型 GPCR ではほぼゼロに対し、活性化 GPCR や変異 GPCR では 10~30%に増加 (Yamamoto, Protein Sci 2022)

③接着性 GPCR が構成する細胞間接着構造の解明

細胞間接着を担う GPCR、CELSR カドヘリンが構成する、細胞間の最小の接着構造を、生細胞内で捉えるため、異なる蛍光色素でラベルした CELSR カドヘリンを細胞に発現させ、培養することで、細胞間隙に CELSR カドヘリンの接着構造の形成を誘導した。CELSR カドヘリンによる接着構造を形成している細胞間隙での、2 色同時蛍光 1 分子観察を行うことで、CELSR カドヘリンのトランス会合体を 1 分子レベルで捉えることに成功した (Nishiguchi, PNAS 2023)。さらに、C01 公募班の内橋と共に、細胞間接着を担う GPCR、CELSR カドヘリンのトランス会合体構造を詳しく調べた。高速 AFM を用いた解析によって、接着を担う最小の分子複合体を 1 分子レベルで観察することに成功し、接着構造の解明を進めた (Nishiguchi 同上)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 21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 Nishiguchi S, Kasai RS, Uchihashi T	4. 巻 120
2. 論文標題 Antiparallel dimer structure of CELSR cadherin in solution revealed by high-speed atomic force microscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc Natl Acad Sci USA	6. 最初と最後の頁 e2302047120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2302047120	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 Yamamoto T, Yasuda S, Kasai RS, Nakano R, Hikiri S, Sugaya K, Hayashi T, Ogasawara S, Shiroishi M, Fujiwara TK, Kinoshita M, Murata T	4. 巻 31
2. 論文標題 A methodology for creating mutants of G-protein coupled receptors stabilized in active state by combining statistical thermodynamics and evolutionary molecular engineering	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Protein Science	6. 最初と最後の頁 e2210204119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pro.4425	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, 飯野亮太, 竹内正之, 前多裕介	4. 巻 -
2. 論文標題 はたらく分子マシン：ナノの世界のエネルギー変換へ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 現代化学	6. 最初と最後の頁 46-50
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 飯野亮太	4. 巻 -
2. 論文標題 はたらく分子マシン10：生体分子モーターの予想外の動きを観る	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 現代化学	6. 最初と最後の頁 19-23
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 Fujimoto K, Iino R, Yokokawa R	4. 巻 2430
2. 論文標題 Linear-zero mode waveguides for single-molecule fluorescence observation of nucleotides in kinesin-microtubule motility assay	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 121-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-1983-4_8	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 Burton-Smith RN, Song C, Ueno H, Murata T, Iino R, Murata K	4. 巻 -
2. 論文標題 Six states of Enterococcus hirae V-type ATPase reveals non-uniform rotor rotation during turnover	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/2022.08.09.503272	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 Kosugi T, Iida T, Tanabe M, Iino R, Koga N	4. 巻 -
2. 論文標題 De Novo Design of Allosteric Control into Rotary Motor V1-ATPase by Restoring Lost Function	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/2020.09.09.288571	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 Otomo A, Iida T, Okuni Y, Ueno H, Murata T, Iino R	4. 巻 119
2. 論文標題 Direct Observation of Stepping Rotation of V-ATPase Reveals Rigid Component in Coupling between Vo and V1 Motors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proc Natl Acad Sci USA	6. 最初と最後の頁 e2210204119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2022.06.13.494302	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 Nakamura A, Kobayashi N, Koga N, Iino R	4. 巻 11
2. 論文標題 Positive charge introduction on the surface of thermostabilized PET hydrolase facilitates PET binding and degradation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 8550-8564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.1c01204	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 Ando J, Kawagoe H, Nakamura A, Iino R, Fujita K	4. 巻 146
2. 論文標題 Label-free monitoring of crystalline chitin hydrolysis by chitinase based on Raman spectroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analyst	6. 最初と最後の頁 4087-4094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1AN00581B	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 Visootsat A, Nakamura A, Wang T-W, Iino R	4. 巻 5
2. 論文標題 Combined approach to engineer a highly active mutant of processive chitinase hydrolyzing crystalline chitin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 26807-26816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.0c03911	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 Nakamura A, Ishiwata D, Visootsat A, Uchiyama T, Mizutani K, Kaneko S, Murata T, Igarashi K, Iino R	4. 巻 295
2. 論文標題 Domain architecture divergence leads to functional divergence in binding and catalytic domains of bacterial and fungal cellobiohydrolases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Biol Chem	6. 最初と最後の頁 14606-14617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA120.014792	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 飯野亮太	4. 巻 6
2. 論文標題 生きものが機械でもいいじゃない	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生物物理	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2142/biophys.61.077	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 安藤潤, 飯野亮太	4. 巻 6
2. 論文標題 銀, 金, 銀合金ナノ粒子の光散乱を利用したマルチカラー生体1分子追跡	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 フォトニクスニュース	6. 最初と最後の頁 132-136
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 Koyama-Honda I, Fujiwara TK, Kasai RS, Suzuki KGN, Kajikawa E, Tsuboi H, Tsunoyama TA, Kusumi A.	4. 巻 219
2. 論文標題 High-speed single-molecule imaging reveals signal transduction by induced transbilayer raft phases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Cell Biol.	6. 最初と最後の頁 e202006125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1083/jcb.202006125	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 Nishiguchi T, Yoshimura H, Kasai RS, Fujiwara TK, Ozawa T	4. 巻 15
2. 論文標題 Synergetic roles of Formyl Peptide Receptor 1 oligomerization in ligand-induced signal transduction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Chem. Biol.	6. 最初と最後の頁 2577-2587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscchembio.0c00631	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 Muraoka T, Noguchi D, Kasai RS, Sato K, Sasaki R, Tabata K, Ekimoto T, Ikeguchi M, Kamagata K, Hoshino N, Noji H, Akutagawa A, Ichimura K, Kinbara K	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 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 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 Ando J, Shima T, Kanazawa R, Shimo-Kon R, Nakamura A, Yamamoto M, Kon T, Iino R	4. 巻 10
2. 論文標題 Small stepping motion of processive dynein revealed by load-free high-speed single-particle tracking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1080
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-58070-y	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 Visoosat A, Nakamura A, Vignon P, Watanabe H, Uchihashi T, Iino R	4. 巻 295
2. 論文標題 Single-molecule imaging analysis reveals the mechanism of a high-catalytic-activity mutant of chitinase A from <i>Serratia marcescens</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Biol Chem	6. 最初と最後の頁 1915-1925
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.012078	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 Ando J, Nakamura A, Yamamoto M, Song C, Murata K, Iino R	4. 巻 6
2. 論文標題 Multicolor high-speed tracking of single biomolecules with silver, gold, silver-gold alloy nanoparticles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Photonics	6. 最初と最後の頁 2870-2883
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsp Photonics.9b00953	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 Iino R, Kazushi Kinbara, Zev Bryant	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 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 該当する

1. 著者名 Kusumi A, Fujiwara TK, Tsunoyama TA, Kasai RS, Liu AA, Hirose KM, Kinoshita M, Matsumori N, Komura N, Ando H, Suzuki KGN	4. 巻 21
2. 論文標題 Defining raft domains in the plasma membrane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Traffic	6. 最初と最後の頁 106-137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tra.12718	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 Umakoshi T, Fukuda S, Iino R, Uchihashi T, Ando T	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 High-speed near-field fluorescence microscopy combined with high-speed atomic force microscopy for biological studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BBA General Subjects	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) 10.1016/j.bbagen.2019.03.011	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 Fujimoto K, Morita Y, Iino R, Tomishige M, Shintaku H, Kotera H, Yokokawa R	4. 巻 12
2. 論文標題 Simultaneous observation of kinesin-driven microtubule motility and binding of adenosine triphosphate using linear zero-mode waveguides	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Nano	6. 最初と最後の頁 11975-11985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsnano.8b03803	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 Tsunoda J, Song C, Lica Imai F, Takagi J, Ueno H, Murata T, Iino R, Murata K	4. 巻 8
2. 論文標題 Off-axis rotor in Enterococcus hirae V-ATPase visualized by Zernike phase plate single-particle cryo-electron microscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-33977-9	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 Nakamura A, Okazaki K, Furuta T, Sakurai M, Iino R	4. 巻 9
2. 論文標題 Processive chitinase is Brownian monorail operated by fast catalysis after peeling rail from crystalline chitin	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Commun.	6. 最初と最後の頁 3814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-06362-3	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 Nakamura A, Iino R	4. 巻 1104
2. 論文標題 Visualization of functional structure and kinetic dynamics of cellulases	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Adv Exp Med Biol.	6. 最初と最後の頁 201-217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-2158-0_10	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 Kasai RS, Ito SV, Awane RM, Fujiwara TK, Kusumi A	4. 巻 76
2. 論文標題 The Class-A GPCR dopamine D2 receptor forms transient dimers stabilized by agonists: detection by single-molecule tracking	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cell Biochem. Biophys	6. 最初と最後の頁 29-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12013-017-0829-y	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 -

〔学会発表〕 計63件（うち招待講演 44件 / うち国際学会 23件）

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 生体・人工ハイブリッド分子モーターの創出と特性解析
3. 学会等名 分子研研究会 「生体分子材料を探る：発動分子のさらなる理解と設計に向けて」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Engineering rotary and linear molecular motor proteins
3. 学会等名 The 3rd NINS-Princeton Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule analysis and engineering of motor proteins
3. 学会等名 iNANO-IMS-ExCELLS Interdisciplinary Nanoscience Joint Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 分子モーターの動きをみる、動きをつくる
3. 学会等名 第36回分子シミュレーション討論会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 分子モーターの動きをみる、動きをつくる
3. 学会等名 名古屋大学理学研究科談話会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 結晶性高分子分解酵素の反応サイクルの1分子イメージング解析
3. 学会等名 第19回糖鎖科学コンソーシアムシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Engineering linear motor protein kinesin-1
3. 学会等名 EASMB 2022 Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiro Otomo, Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule analysis and engineering of Na ⁺ -pumping V-ATPase
3. 学会等名 EASMB 2022 Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiro Otomo, Ryota Iino
2. 発表標題 Integrated research on rotary V-ATPase approached by single-molecule observation, biochemical assay, and protein engineering
3. 学会等名 The 60th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan "Tackle "Molecular Engine" by Early-career Researchers" (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule analysis and engineering of molecular motor proteins
3. 学会等名 Sendai 2022, An Update on Molecular Machines: Open Challenges and New Perspectives (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 リニア分子モーターキネシン1のエンジニアリング
3. 学会等名 第22回日本蛋白質科学会年会ワークショップ「発動分子エンジニアリング：タンパク質分子機械をいじり倒して実現する新機能」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 話題提供：生命科学の立場から
3. 学会等名 公開シンポジウム：アト秒レーザー科学研究施設(ALFA)計画の現状と展望(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 マクロな機械とナノサイズの分子機械に共通な仕組みはあるか
3. 学会等名 ソフトロボット×発動分子科学ジョイントシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 レーザー暗視野顕微鏡を用いた高速高精度生体1分子イメージング
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第42回年次大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Watching dynamic motions of individual protein motors
3. 学会等名 Pacifichem 2021, "Molecular engines based on energy conversion: From design to autonomous functions"（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Engineering linear molecular motor kinesin-1
3. 学会等名 3rd Conference on Biomotors, Virus Assembly, and Nanobiotechnology Applications（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jakia Jannat Keya, Akasit Visootsat, Akihiro Otomo, Sanghun Han, Kazushi Kinbara, Ryota Iino
2. 発表標題 Engineering of hybrid kinesin-1 dimer with synthetic linker by tuning the neck linker length
3. 学会等名 Japan-US symposium on cytoskeletal motor proteins and their associated proteins, the 59th annual meeting of the Biophysical Society of Japan (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 タンパク質分子モーターを観る、壊す、創る
3. 学会等名 第5回分子ロボティクス年次大会 2021年11月6日 オンライン開催 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Watching dynamic motions of natural and engineered molecular motor proteins
3. 学会等名 Seminar on single-molecule biophysics, the School of Pharmacy, Huazhong University of Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Visualization and Engineering of the Motions of Protein Molecular Motors
3. 学会等名 Seminar at Mechanobiology Institute, National University of Singapore (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西口 茂孝、笠井 倫志、内橋 貴之
2. 発表標題 高速AFMと局在化AFM法を用いた接着GPCRの細胞外領域の構造解析
3. 学会等名 2022年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森 俊貴、廣澤 幸一朗、笠井 倫志、田口 友彦、横田 康成、鈴木 健一
2. 発表標題 細胞膜内層脂質ドメインによるシグナル伝達場形成の検証
3. 学会等名 2022年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川合 登偉、笠井 倫志、廣澤 幸一朗、横田 康成、鈴木 健一
2. 発表標題 2色同時超解像動画観察によるGPI-アンカー型タンパク質の膜ドメイン形成機構の解明
3. 学会等名 2022年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 笠井 倫志、鈴木 健一
2. 発表標題 細胞外小胞を介したWntのシグナル伝達機構の解明
3. 学会等名 2022年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshimura Y, Sugimachi A, Hayashi F, Hirosawa KM, Kasai RS, Suzuki KGN, Morigaki K
2. 発表標題 Reconstitution of exosomes into a patterned model membrane
3. 学会等名 The 60th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kasai RS, Nemoto YL
2. 発表標題 Single molecule observation of polarity-related membrane proteins at the cell-cell interface; immobilization and accumulation of Frizzled
3. 学会等名 The 60th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nishiguchi S, Kasai R, Uchihashi T
2. 発表標題 Trans-dimer conformations of full-length ectodomains of Celsr cadherin in solution visualized using high-speed atomic force microscopy
3. 学会等名 The 60th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Watching unexpected motions of protein molecular motors
3. 学会等名 Serendipity Symposium 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 生体分子モーターを観る、壊す、創る
3. 学会等名 新学術「生命金属科学」領域会議（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 生体分子モーターを観る、壊す、創る
3. 学会等名 東北大学大学院工学研究科応用物理学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 タンパク質分子モーターを観る、壊す、創る
3. 学会等名 東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻「ハイブリッドレクチャー」（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 タンパク質の基礎
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 Christian Ganser, Kimitoshi Takeda, Ryota Iino, Koichi Kato, Takayuki Uchihashi
2. 発表標題 High-speed atomic force microscopy as a versatile tool to study dynamical and mechanical properties of proteins
3. 学会等名 The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akihiro Otomo, Tatsuya Iida, Hiroshi Ueno, Takeshi Murata, Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule analysis of rotation of <i>Enterococcus hirae</i> V-ATPase depending on sodium ion concentration
3. 学会等名 The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akasit VISOOTSAT, Akihiko NAKAMURA, Tak-Wai WANG, Ryota IINO
2. 発表標題 Combination approach for identification of highly-active mutant of processive chitinase
3. 学会等名 The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kimitoshi Takeda, Monique Honsa, Akihiko Nakamura, Jun Ando, Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule analysis of artificial kinesin-1 dimers and trimers with different linker lengths
3. 学会等名 The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笠井倫志
2. 発表標題 蛍光1分子観察法による細胞膜中の分子の動態と機能の解明：会合体形成とダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会秋季事業 第10会 CSJ化学フェスタ2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kasai RS, Nemoto YL.
2. 発表標題 Single molecule observation of adhesion GPCR accumulated at the cell-cell interface
3. 学会等名 The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Plasmonic nanoprobe visualizing dynamic motions of single motor proteins
3. 学会等名 Joint Meeting for Young Researchers "Frontiers in Imaging Probes and Technologies" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Watching motor protein dynamics with plasmonic nanoprobe
3. 学会等名 2nd East Asian Symposium on Single-Molecule Biological Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Visualizing dynamic motions of protein molecular motors with plasmonic nanoprobe
3. 学会等名 2019 Japan-Korea Molecular Science Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Watching dynamic motions of hydrolysis-powered protein motors with plasmonic nanoprobe
3. 学会等名 The 10th Toyota RIKEN international workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule dynamics of motor proteins visualized by plasmonic nanoprobe
3. 学会等名 2nd NIBB-Princeton Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Visualizing Dynamic Motions of Protein Molecular Motors with Plasmonic Nanoprobe
3. 学会等名 The 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 Ryota Iino
2. 発表標題 Processive chitinase: a burnt-bridge Brownian motor hydrolyzing crystalline polysaccharide
3. 学会等名 The symposium "Molecular Motors" at the Biophysical Society 64th Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 プラズモニクナノプローブでタンパク質分子モーターの動きを観る
3. 学会等名 OCU先端光科学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 プラズモニクナノ粒子を用いた分子モーターの高速高精度 1 分子イメージング
3. 学会等名 第9回分子モーター討論会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 バイオマス多糖を効率的に分解する生体分子モーターの作動原理
3. 学会等名 高分子学会バイオメティクス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Molecular engines: An introduction
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

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecular videography of protein molecular motors
3. 学会等名 Telluride Workshop on "Molecular Videography" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Commonalities and disparities in mechanisms of protein molecular motors revealed by single-molecule imaging analyses with plasmonic nanoprobe
3. 学会等名 1st SNU Evolutionary Materials Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryota Iino
2. 発表標題 Single-molecule dynamics of protein molecular motors visualized by plasmonic nanoprobe
3. 学会等名 The workshop in NCCR (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 バイオマス多糖を効率的に分解する生体分子モーターの作動原理
3. 学会等名 第67回高分子討論会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯野亮太
2. 発表標題 1 分子計測、構造解析、シミュレーションで探るタンパク質分子モーターの作動機構
3. 学会等名 第24回べん毛研究交流会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakamura, Veda Boorla, Hiroki Watanabe, Takayuki Uchihashi, Ryota Iino
2. 発表標題 Characterization and engineering of chitin-hydrolyzing Brownian linear motor from marine bacteria
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun Ando, Akihiko Nakamura, Mayuko Yamamoto, Ryota Iino
2. 発表標題 Multi-color single-molecule imaging with silver, gold, and silver/gold-alloy nanoparticles
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun Ando, Tomohiro Shima, Akihiko Nakamura, Akasit Visootsat, Mayuko Yamamoto, Takahide Kon, Ryota Iino
2. 発表標題 Single-particle tracking of motor domain of a processive dynein at microsecond time resolution and nanometer localization precision
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kei-ichi Okazaki, Akihiko Nakamura, Ryota Iino
2. 発表標題 Estimating a diffusion model hopping on multiple energy surfaces from trajectories: Toward application to biomolecular motors
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun Tsunoda, Chihong Song, Yakushiji Fabiana Lica, Takeshi Murata, Hiroshi Ueno, Naoyuki Miyazaki, Kenji Iwasaki, Junichi Takagi, Ryota Iino, Kazuyoshi Murata
2. 発表標題 Single Particle Analysis of EhV-ATPase by Phase-Plate electron cryo-microscopy
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kasai RS
2. 発表標題 Transient dimer formation of G-protein coupled receptor: single fluorescent molecule imaging in live cells
3. 学会等名 The 3rd Biosignal Research Center International Symposium "Modulation of GPCR signaling by membrane heterogeneity and molecular clustering" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠井倫志
2. 発表標題 Gタンパク質共役型受容体の動的なダイマー形成：蛍光1分子観察法による解明
3. 学会等名 日本農芸化学会 中部支部 第184回例会 若手シンポジウム “化学と生物のマリアージュ：若手研究者による生化学研究の新機軸”（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kasai RS
2. 発表標題 Spontaneous activation in a transient GPCR dimer before ligation as revealed by dual-channel single fluorescent molecule imaging
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kasai RS, Fujiwara TK, Kusumi A
2. 発表標題 Transient dimers of GPCRs are responsible for triggering GPCRs' basic constitutive signals - A finding by the two-color single fluorescent-molecule tracking in living cells
3. 学会等名 Cold Spring Harbor meeting: Single Biomolecules (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 エクソソーム膜結合分子の解析方法	発明者 森垣 憲一、鈴木 健一、笠井 倫志、廣澤 幸一朗	権利者 神戸大学、岐阜大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-132291	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 タンパク質、ポリヌクレオチド、組換えベクター、形質転換体、ポリエチレンテレフタレート分解用組成物、及びリサイクル品の製造方法	発明者 中村彰彦、飯野亮太	権利者 静岡大学、自然科学研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-168388	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>自然科学研究機構 分子科学研究所 飯野グループ https://groups.ims.ac.jp/organization/iino_g/index.html 回転イオンポンプの2つの分子モーターは硬く繋がって動く（飯野亮太グループ） https://www.ims.ac.jp/news/2022/10/1011.html プラスチック分解酵素の熱安定性と活性を向上させ、熱安定性向上の構造的基盤と活性向上の機構を解明（飯野亮太教授、古賀信康准教授ら） https://www.ims.ac.jp/news/2021/07/210701.html 目的は同じでも手段は異なる：細菌とカビのセロビオヒドロラーゼが結晶性セルロースを連続的に分解する戦略の違いを解明（飯野亮太グループ） https://www.ims.ac.jp/news/2020/09/30_4804.html 分子モーターの1方向性運動モデルの新規推定法の開発 キチナーゼの運動メカニズム解明につながる（岡崎圭一特任准教授、飯野亮太教授ら） https://www.ims.ac.jp/news/2020/07/28_4729.html 二本足のリニア分子モーターダイニンは小さな歩幅でふらふら歩く（飯野グループ） https://www.ims.ac.jp/news/2020/01/24_4544.html 光学顕微鏡によるマルチカラー高速高精度1分子観察を実現（飯野グループ） https://www.ims.ac.jp/news/2019/11/25_4477.html 回転分子モーターV1の化学力学エネルギー変換機構を解明（飯野グループ・飯田大学院生ら） https://www.ims.ac.jp/news/2019/10/25_4457.html キチン加水分解酵素は熱ゆらぎを利用して一方向に動きながら結晶性バイオマスを分解する分子モノレールカーである（飯野・岡崎グループ） https://www.ims.ac.jp/news/2018/09/19_4057.html 光学顕微鏡で原子レベルの位置決定精度を達成（飯野グループ） https://www.ims.ac.jp/news/2018/11/28_4134.html</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	笠井 倫志 (Kasai Rinshi) (20447949)	岐阜大学・糖鎖生命コア研究所・特任准教授 (13701)	

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1件

<p>国際研究集会 The 1st International Symposium on Molecular Engine</p>	<p>開催年 2020年～2020年</p>
---	----------------------------

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