

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H03225

研究課題名(和文)人工膜とナノ空間を用いて細胞膜の微小環境を再現し膜タンパク質分子物性を計測する

研究課題名(英文) Measuring molecular properties of membrane proteins using a synthetic cell micro-environment composed of a model cell membrane and a nanometric space

研究代表者

森垣 憲一 (Morigaki, Kenichi)

神戸大学・バイオシグナル総合研究センター・准教授

研究者番号：10358179

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：細胞膜はヘテロな脂質環境を持ち膜タンパク質の膜内局在や集合は機能調節に重要な役割を果たすと考えられている。本研究は、パターン化人工膜とナノ空間を用いて膜タンパク質の物性や機能を定量的かつ超高感度に解析する技術を開発した。細胞膜を薬剤処理することで得られる膜小胞、および細胞より分泌されるエクソソームを、ナノ空間において融合・展開して平面膜を形成し膜タンパク質の2次元拡散を1分子蛍光観察することに成功した。また、厚さの制御されたナノ空間を用いて膜タンパク質を1分子蛍光観察する技術を開発した。これらの技術により将来、多様な膜タンパク質の物性や機能を解析、理解することが可能になるものと期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

膜タンパク質は、細胞内においてシグナル伝達など重要な機能を担い、疾患などにも深く関与しているため、医薬品の重要な標的になっている。膜タンパク質の機能は脂質膜の組成や分布にも影響を受けていると考えられているが、生体膜内における機能制御機構を生きた細胞を用いて詳細に検証することは非常に困難である。本研究により、細胞由来の膜小胞をパターン化人工膜に組み込んで、膜タンパク質の物性や機能をナノ空間で精密に計測することが可能になった。この成果は、膜タンパク質の機能を分子レベルで定量的に評価することを可能にし、疾患メカニズムの解明、医薬品開発にも貢献できるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Model biological membranes are useful tools to study the functions of membrane proteins. We have developed a model biological membrane comprising a patterned lipid bilayer and a nanometric aqueous space. In the present study, we developed a strategy to reconstitute mammalian membrane proteins into the model membrane in a nanometric gap structure using blebs and exosomes obtained from mammalian cells. We observed that blebs and exosomes ruptured and formed a continuous two-dimensional membrane in the nanometric cleft between the substrate and a PDMS elastomer. We also established a methodology to observe reconstituted membrane proteins in a nanometric gap structure with a vastly enhanced signal-to-noise ratio. These unique set of technologies should enable to evaluate the physicochemical properties and functions for a wide range of mammalian membrane proteins, contributing to a broad range of biophysical studies and biomedical applications.

研究分野：生体膜の生物物理学

キーワード：生体膜 膜タンパク質 1分子計測

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

細胞膜は非常にヘテロな脂質環境を持ち、例えばコレステロールと飽和脂質に富んだ微小ドメイン構造(ラフト)は、膜タンパク質の局在を通じて機能調節に大きな役割を果たすと考えられている[1]。多様な信号を受容する G タンパク質共役型受容体(GPCR)も、その機能にラフトが関わると考えられている[2]。しかし、ラフトの微小さと動的変化のため、その機能的役割は未解明である。我々は、生体膜のモデル系として、安定なポリマー脂質膜と、生体膜の特性を保持する生体脂質膜を、ガラス基板表面でハイブリッド化したパターン化人工膜を開発した(図1)[3]。そして、生体膜のラフト領域(秩序液晶相: lo 相)と非ラフト領域(無秩序液晶相: ld 相)が相分離した人工膜に膜タンパク質(ロドプシン光受容体: Rh)を再構成して、lo 相・ld 相への分配から Rh のラフト親和性を定量的に評価することに成功した[4]。また、パターン化人工膜と高分子エラストマー(PDMS)とを接着して、厚さ 10~100nm の水溶液相(ナノ空間)を形成し、人工膜に結合した分子を選択的に高いシグナル・ノイズ比(S/N 比)で計測する技術を開発した(図2)[5]。しかし、ヒトを含む哺乳類の細胞において重要な機能をつかさどる多くの膜タンパク質を人工膜に再構成してその物性や機能を定量的に解析することは困難であった。

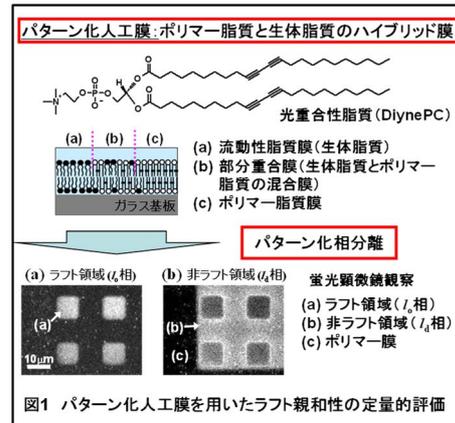


図1 パターン化人工膜を用いたラフト親和性の定量的評価

2. 研究の目的

本研究は、人工膜とナノ空間を用いて膜タンパク質を 1 分子蛍光観察することで、その物性や機能を定量的かつ超高感度に解析する技術の開発を目指した。生物においては、細胞内や神経細胞のシナプス間隙のように、局所的・一時的に高濃度のタンパク質やリガンド(~ μM)が存在する微小環境が存在する。そのようなナノ空間に再現してラフト親和性や、タンパク質・リガンドとの結合・解離定数を「膜タンパク質の分子物性」と定義して系統的に取得することで、複雑な膜機能を単純化して分子レベルで理解する、新しい方法論を確立できるのではないかと考えた。そのために、本研究ではまず、パターン化人工膜と高分子エラストマー(PDMS)との間に形成される微小空間(PDMS クレフト)における細胞由来膜小胞の平面化を検討した。膜小胞として、細胞膜を薬剤処理することで得られるプレブ(blebs)を人工膜に導入することで、哺乳類細胞の膜タンパク質の物性や機能を定量できる技術の開発を目指した。また、がん細胞の臓器選択的転移に深く関わるとして診断の重要な標的になっている細胞外小胞の一種、エクソソームを導入して、エクソソーム由来の膜タンパク質をナノ空間で計測する技術を開発した。さらに、厚さの制御されたナノ空間を作製して膜タンパク質を 1 分子蛍光観察する技術を開発した。

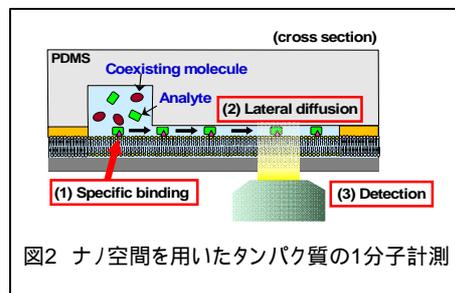


図2 ナノ空間を用いたタンパク質の1分子計測

3. 研究の方法

(1) パターン化ポリマー膜

パターン化ポリマー膜の作製には、光重合性脂質である 1,2-bis(10,12-tricosadiynoyl)-sn-glycerol-3-phosphocholine(DiynePC)を用いた。この脂質は紫外光により重合するジアセチレン脂質であり、SPB を作製し紫外光を照射すると脂質分子が架橋され安定なポリマー化脂質膜が形成される[6]。DiynePC モノマーを基板表面に吸着させ、パターンが施されたフォトマスクを用いて紫外光照射することで、任意のパターンを有するポリマー膜が作製できる。界面活性剤を処理することにより脂質が取り除かれた部分には新たに脂質二分子膜を導入することが可能である。

(2) 細胞膜小胞(blebs: プレブ)の作製

CHO 細胞に、精神疾患に関わる GPCR ドーパミン受容体(D2R)を、細胞質側に Halo タグをつけた状態で発現させた。そして、Halo タグに特異的に結合できる蛍光色素誘導体(SaraFluor650-Halo)を細胞に加え、SaraFluor650 を D2R に共有結合させた。次に、細胞に対してホルムアルデヒド-ジチオスレイトール処理を施し、細胞膜表面から膜小胞を発生させた。回収した細胞膜小胞を遠心にかけ、溶液置換・濃縮を行い、大きさが約 100nm の細胞膜小胞を得ることができた。

(3) 膜小胞 (エクソソーム) の作製
 エクソソームマーカータンパク質 (CD9, CD63, CD81 など) に Halo タグをつけてマウス繊維芽細胞由来の L 細胞株で発現させた。次に、培養培地中に分泌されたエクソソームにおいてマーカータンパク質を蛍光色素誘導体 (SaraFluor650-Halo) で標識し、マーカータンパク質に対する抗体もしくはホスファチジルセリンに結合する TIM4 ビーズを用いたアフィニティ精製により回収した。得られた小胞は、平均直径が 80 ナノメートル以下であった。

(4) PDMS クレフトにおける細胞膜小胞を用いた再構成

厚さ 1 mm の高分子エラストマー (polydimethylsiloxane: PDMS) シートに直径 3 mm の穴を開けて、ポリマー化脂質膜を表面に持つガラス基板に接着することで再構成用のセルを作製した。セルに膜小胞 (プレブもしくはエクソソーム) 懸濁液を添加した。PDMS シートとガラス基板との間にできた厚さが極めて薄い空間 (PDMS クレフト) に浸み込んだ膜小胞の平面膜化、膜タンパク質の拡散をを蛍光顕微鏡で観測した (図 3)。

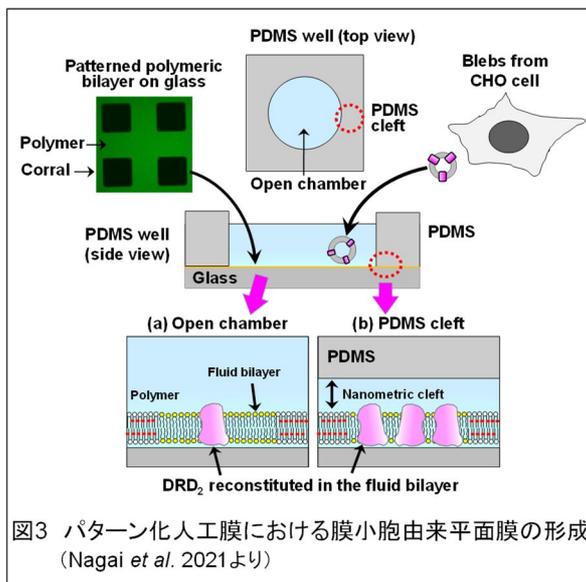


図3 パターン化人工膜における膜小胞由来平面膜の形成 (Nagai et al. 2021より)

(5) ナノ空間の作製

パターン化人工膜と PDMS を接合してナノ空間を形成した。厚さの制御された接着層として、親水性高分子で被覆されたシリカ微粒子 (100nm) を用いた。ポリマー脂質膜を DiynePC/ 1,2-bis(10,12-tricosadiynoyl)-sn-glycerol-3-phosphoethanolamine (DiynePE) より作製し、DiynePE にビオチン基を結合することで、ビオチン・ストレプトアビジン特異的結合を利用してポリマー脂質膜とシリカ微粒子を接着した。また、PDMS 表面にはウシ血清アルブミン (BSA) を非特異的に吸着してビオチン基を付与しシリカ微粒子と接着した。

(6) 蛍光顕微鏡観察

ナノ空間に導入された膜タンパク質の観察は、蛍光顕微鏡 (Olympus IX73) を用いて行った。励起光源としてキセノンランプ (UXL-75XB, Olympus) を用い、撮影は CMOS カメラ (Orca-Fusion BT, Hamamatsu Photonics) により行った。ポリマー化脂質膜および流動性脂質膜は緑色蛍光 (励起: 470-490 nm・蛍光: 510-550 nm) で観察し、膜タンパク質は赤色蛍光 (励起: 630-650 nm・蛍光: 670-720 nm) もしくは近赤外蛍光 (励起: 740-760 nm・蛍光: 780-840 nm) で観察した。撮影した画像は、Image-J, Fiji, Matlab を用いて解析した。

4. 研究成果

(1) 細胞膜小胞 (プレブ) を用いた再構成:

精神疾患に関わる GPCR ドーパミン受容体 (D2R) を発現した細胞膜小胞 (プレブ) を、PDMS と基板との間に形成されるナノ空間 (PDMS クレフト) において、パターン化人工膜に再構成した。巨視的な水溶液と接するパターン化人工膜では、融合促進用ベシクル (POPC もしくは POPC/PEG-PE (0.5mol%)) を導入することでプレブの不安定化が誘起され平面膜が形成されたが、再構成され平面膜内を 2 次元拡散する D2R 分子の密度が極めて低かった。一方、PDMS クレフトにおいてはプレブ由来の平面膜が形成され、D2R が高密度で再構成されることが分かった (図 4) [7]。平面膜が形成されるメカニズムは現時点では不明であるが、この現象は PDMS と基板とが完全に接合している部分や、PDMS と基板との間に大きな間隙 (マイクロメートル以上) がある場合には観察されなかった。したがって、ナノ空間における小胞体の局所的な集積と膜不安定化が関与しているものと推定される。分子密度は区画ごとに大きく異なったが、1 平方マイクロメートルあたり 1 分子以上となり二量体化も観測された。これは、D2R が生理的な条件に近い密度で再構成されたことを示唆するものである。1 分子の側方拡散を追跡して拡散速度を決

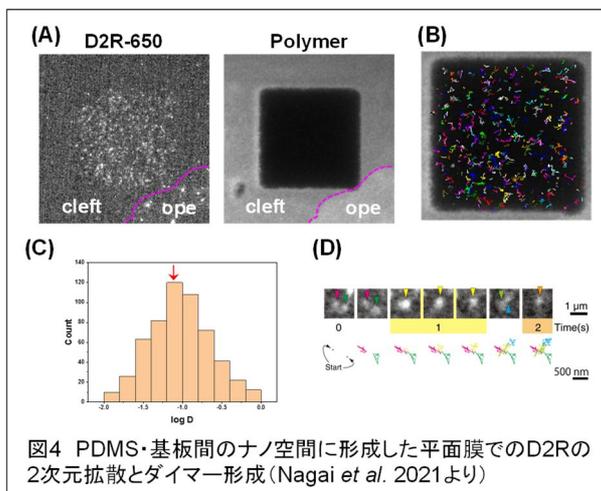


図4 PDMS・基板間のナノ空間に形成した平面膜でのD2Rの2次元拡散とダイマー形成 (Nagai et al. 2021より)

定しヒストグラムとすることで D2R の拡散係数は $0.09 \mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$ と見積もられた。PDMS クレフト内に再構成された D2R 分子は、アゴニスト結合能を保持すること、動的なダイマーを形成することが観測された。これらの結果から、PDMS クレフト内に再構成された人工膜が GPCR 分子物性評価や機能計測に用いることが可能であることが示唆された。

(2) 膜小胞 (エクソソーム) を用いた膜再構成 :

PDMS と基板との間に形成されるナノ空間で細胞膜由来の膜小胞 (プレブ) が平面膜化するというユニークな結果にもとづき、がん細胞の臓器選択的転移に深く関わる診断の重要な標的になっている細胞外小胞エクソソームについても、PDMS クレフトにおいて平面膜を形成することを試みた。エクソソームマーカータンパク質 (CD9, CD63, CD81) に Halo タグをつけてマウス繊維芽細胞由来の L 細胞株で発現させ、培養培地中に分泌されたエクソソームに含まれるマーカータンパク質を蛍光色素で標識してアフィニティ精製により回収した。PDMS シートに直径 3 mm の穴を開けてポリマー化脂質膜を表面に持つガラス基板に接着した再構成用セルエクソソーム懸濁液を添加すると、プレブの時と同様に PDMS クレフトに浸み込んだ膜小胞が平面膜化して膜タンパク質が 2 次元拡散していることが観測された (図 5) (Yoshimura *et al.* 2022 年生物物理学会年会)。この平面膜を用いて、エクソソームに存在するタンパク質の膜内での動的な挙動を検証することが可能になる。

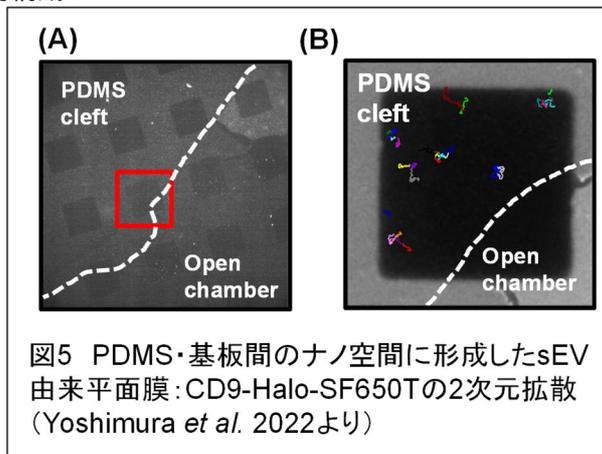


図5 PDMS・基板間のナノ空間に形成したsEV由来平面膜:CD9-Halo-SF650Tの2次元拡散 (Yoshimura *et al.* 2022より)

(3) ナノ空間における膜タンパク質の1分子計測 :

上記の PDMS クレフトにおける膜小胞由来平面膜の形成は、ガラス基板表面で膜小胞が展開・融合して1枚の連続した2次元膜を形成するという極めてユニークな現象であるが、そのメカニズムは明らかでない。また、PDMS クレフトが PDMS と基板との間に偶発的に形成されたナノ空間であるため、平面膜形成を制御することも困難であると考えられる。従って、より精密に制御されたナノ空間に膜タンパク質を再構成する技術確立することが大切である。そのため、パターン化人工膜と PDMS とを厚さの制御された接着層 (高分子被覆シリカ微粒子) を介して接着し厚さが 100nm 程度で制御された水溶液相 (ナノ空間) を作製した。そして、ナノ空間に面した平面膜に膜タンパク質を再構成して1分子蛍光観察する技術を開発した。モデル膜タンパク質として、ロドプシン光受容体 (Rh) を Cy7 で蛍光標識して用いた。Rh-Cy7 は界面活性剤 (オクチルグルコシド : OG) によって可溶化された状態で、図 2 に模式的に示されるように導入孔で平面膜に再構成された。この手法では、界面活性剤の急激な希釈によって膜タンパク質が平面膜に再構成されるが、水溶液中での膜タンパク質の凝集、平面膜の可溶化などが同時に起きるため、導入孔付近の平面膜では多くの Rh-Cy7 凝集体が非特異的に基板表面に吸着していることが観測された (図 6) [8]。一方、導入孔と接続されたナノ空間においては、導入孔において平面膜に再構成された Rh-Cy7 分子のみが膜内の側方拡散により効率的に導入されるので、再構成された Rh-Cy7 分子のみを凝集や非特異的吸着の影響を排除して1分子蛍光観察することができた。このことにより、従来技術よりも高い S/N 比で膜タンパク質を1分子蛍光観察することが可能になった。

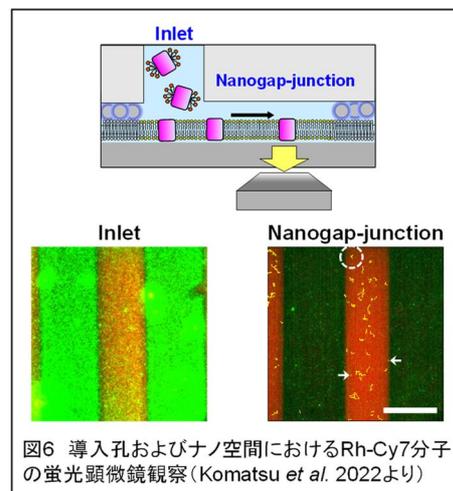


図6 導入孔およびナノ空間におけるRh-Cy7分子の蛍光顕微鏡観察 (Komatsu *et al.* 2022より)

(4) 考察および今後の展望

本研究は、パターン化人工膜とナノ空間を用いて膜タンパク質を効率的に再構成し1分子蛍光観察する技術を開発した。特に、大量発現・精製が難しい哺乳類膜タンパク質を含んだ細胞膜小胞 (プレブ) や、診断の重要な標的になっている細胞外小胞 (エクソソーム) を、ナノ空間において平面膜化して、膜内分子の側方拡散、相互作用、機能を計測する新規手法を開発した。高分子エラストマー (PDMS) と基板との間に形成されるナノ空間 (PDMS クレフト) において、プレブ、エクソソーム由来の平面膜が効率的に形成されることが示された。いずれの膜も膜機能解析に重要でありながら平面化が極めて難しい材料であるため、ナノ空間を用いた平面化技術は、これまで解析が難しかった膜内分子の側方拡散、局在、会合、相互作用など動的な挙動解析を可能にして、これまでブラックボックスだった膜内での膜タンパク質の組成や動的挙動を詳細に解析する新しいツールを提供することが期待される。一方、PDMS クレフトにおける膜小

胞由来平面膜の形成はそのメカニズムは明らかでなく、PDMS クレフトが PDMS と基板との間に偶発的に形成されたナノ空間であるため、平面膜形成を制御することも現時点では困難である。従って、より精密に制御されたナノ空間において細胞外小胞由来の膜を平面化する技術が将来重要である。本研究では、パターン化人工膜と PDMS とを高分子被覆シリカ微粒子を介して接着することで厚さの制御されたナノ空間を作製し、その中で膜タンパク質の 1 分子蛍光観察を行う技術を開発した。ナノ空間においては、導入孔において平面膜に再構成された Rh-Cy7 分子のみが膜内の側方拡散により効率的に導入されるので、凝集や非特異的吸着の影響を排除して再構成された Rh-Cy7 分子のみを 1 分子蛍光観察することができた。このことにより、従来技術よりも高い S/N 比で膜タンパク質を 1 分子蛍光観察することが可能になった。今後、このナノ空間と膜小胞とを組み合わせることで幅広い細胞由来の膜タンパク質のナノ空間における再構成、1 分子計測が可能になる。パターン化人工膜の脂質組成は自由に定めることができるため、膜タンパク質に対する脂質の影響を詳細に調べることができる。この成果は、膜タンパク質の機能を分子レベルで理解することを可能にし、疾患メカニズムの解明、医薬品開発にも貢献できるものと考えられる。特に、エクソソームは近年、がん細胞の臓器選択的転移に深く関わりとして、診断の重要な標的になっている。従って、エクソソーム由来 2 次元膜を用いて膜タンパク質を計測する技術は今後、診断にも役立つ基盤技術となる。エクソソーム膜に関する知見は、体内における動態や細胞との相互作用に直接関与するため、診断技術・医薬品開発に極めて大きなインパクトを与えると考えられる。

<引用文献>

- (1) D. Lingwood and K. Simons, "Lipid rafts as a membrane-organizing principle," *Science*, vol. 327, pp. 46-50, 2010.
- (2) H. Zheng, E. A. Pearsall, D. Hurst, Y. Zhang, J. Chu, Y. Zhou, P. H. Reggio, H. H. Loh, and P. Y. Law, "Palmitoylation and membrane cholesterol stabilize μ -opioid receptor homodimerization and G protein coupling," *BMC Cell Biol.*, vol. 13, p. 6, 2012.
- (3) T. Okazaki, K. Morigaki, and T. Taguchi, "Phospholipid vesicle fusion on micropatterned polymeric bilayer substrates," *Biophys. J.*, vol. 91, pp. 1757-1766, 2006.
- (4) Y. Tanimoto, K. Okada, F. Hayashi, and K. Morigaki, "Evaluating the raftophilicity of rhodopsin photoreceptor in a patterned model membrane," *Biophys. J.*, vol. 109, pp. 2307-2316, 2015.
- (5) M. Tanabe, K. Ando, R. Komatsu, and K. Morigaki, "Nanofluidic biosensor created by bonding patterned model cell membrane and silicone elastomer with silica nanoparticles," *Small*, vol. 14, p. 1802804, 2018.
- (6) K. Morigaki, T. Baumgart, U. Jonas, A. Offenhäusser, and W. Knoll, "Photopolymerization of diacetylene lipid bilayers and its application to the construction of micropatterned biomimetic membranes," *Langmuir*, vol. 18, pp. 4082-4089, 2002.
- (7) R. Nagai, A. Sugimachi, Y. Tanimoto, K. G. N. Suzuki, F. Hayashi, D. Weikert, P. Gmeiner, R. S. Kasai, and K. Morigaki, "Functional reconstitution of dopamine D2 receptor into a supported model membrane in a nanometric confinement," *Adv. Biology*, vol. 5, p. 2100636, 2021.
- (8) R. Komatsu, Y. Tanimoto, K. Ando, K. Yasuhara, Y. Iwasaki, F. Hayashi, and K. Morigaki, "Nanofluidic model membrane for the single molecule observation of membrane proteins," *Langmuir*, vol. 38, pp. 7234-7243, 2022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ryota Komatsu, Yasushi Tanimoto, Koji Ando, Kazuma Yasuhara, Yasuhiko Iwasaki, Fumio Hayashi, and Kenichi Morigaki	4. 巻 38
2. 論文標題 Nanofluidic Model Membrane for the Single-Molecule Observation of Membrane Proteins	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 7234-7243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.2c00724	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 Hancock, A. M., Swainsbury, D. J. K., Meredith, S. A., Morigaki, K., Hunter, C. N., Adams, P. G.	4. 巻 237
2. 論文標題 Enhancing the spectral range of plant and bacterial Light-Harvesting pigment-protein complexes with various synthetic chromophores incorporated into lipid vesicles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Photochem. Photobiol., B	6. 最初と最後の頁 112585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jphotobiol.2022.112585	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 Tanimoto, Y., Yoshimura, Y., Hayashi, F., Morigaki, K.	4. 巻 127
2. 論文標題 Retarded diffusion and confinement of membrane-bound molecules in a patterned hybrid membrane of phospholipid bilayers and monolayers	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 520-527
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c06053	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 Sophie A. Meredith, Yuka Kusunoki, Simon D. Connell, Kenichi Morigaki, Stephen D. Evans, Peter G. Adams	4. 巻 127
2. 論文標題 Self-Quenching Behavior of a Fluorescent Probe Incorporated within Lipid Membranes Explored Using Electrophoresis and Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 1715-1727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c06053	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 Suzuki Kenichi G. N.	4. 巻 2613
2. 論文標題 Single-Molecule Imaging of Ganglioside Probes in Living Cell Plasma Membranes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 215-227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-2910-9_17	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 Suzuki Kenichi G.N., Kusumi Akihiro	4. 巻 1865
2. 論文標題 Refinement of Singer-Nicolson fluid-mosaic model by microscopy imaging: Lipid rafts and actin-induced membrane compartmentalization	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta	6. 最初と最後の頁 184093
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbamem.2022.184093	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 Sugiura Shintaro, Shintani Yuki, Mori Daisuke, Higashi Sayuri L., Shibata Aya, Kitamura Yoshiaki, Kawano Shin-ichiro, Hirose Koichiro M., Suzuki Kenichi G. N., Ikeda Masato	4. 巻 15
2. 論文標題 Design of supramolecular hybrid nanomaterials comprising peptide-based supramolecular nanofibers and in situ generated DNA nanoflowers through rolling circle amplification	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 1024-1031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2nr04556g	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 Yasuda Tomokazu, Watanabe Hirofumi, Hirose Koichiro M., Suzuki Kenichi G. N., Suga Keish, Hanashima Shinya	4. 巻 38
2. 論文標題 Fluorescence Spectroscopic Analysis of Lateral and Transbilayer Fluidity of Exosome Membranes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 14695-14703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.2c02258	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 Hirata Tetsuya, Harada Yoichiro, Hirosawa Koichiro M, Tokoro Yuk, Suzuki Kenichi G.N., Kizuka Yasuhiko	4. 巻 26
2. 論文標題 N-acetylglucosaminyltransferase-V (GnT-V)-enriched small extracellular vesicles mediate Nglycan remodeling in recipient cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 105747-105747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2022.105747	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 Takahashi Maina, Komura Naoko, Yoshida Yukako, Yamaguchi Eriko, Hasegawa Ami, Tanaka Hide-Nori, Imamura Akihiro, Ishida Hideharu, Suzuki Kenichi G. N., Ando Hiromune	4. 巻 3
2. 論文標題 Development of lacto-series ganglioside fluorescent probe using late-stage sialylation and behavior analysis with single-molecule imaging	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RSC Chemical Biology	6. 最初と最後の頁 868-885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2cb00083k	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 Higashi Sayuri L., Isogami Ayaka, Takahashi Junko, Shibata Aya, Hirosawa Koichiro M., Suzuki Kenichi G. N., Sawada Shunsuke, Tsukiji Shinya, Matsuura Kazunori, Ikeda Masato	4. 巻 17
2. 論文標題 Construction of a Reduction responsive DNA Microsphere using a Reduction cleavable Spacer based on a Nitrobenzene Scaffold	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry Asian Journal	6. 最初と最後の頁 e202200142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202200142	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 Sci.	6. 最初と最後の頁 e4425
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 Nagai Rurika, Sugimachi Ayane, Tanimoto Yasushi, Suzuki Kenichi G. N., Hayashi Fumio, Weikert Dorothee, Gmeiner Peter, Kasai Rinshi S., Morigaki Kenichi	4. 巻 5
2. 論文標題 Functional Reconstitution of Dopamine D2 Receptor into a Supported Model Membrane in a Nanometric Confinement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Biology	6. 最初と最後の頁 2100636
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adbi.202100636	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 Nagai Rurika, Sugimachi Ayane, Tanimoto Yasushi, G. N. Suzuki Kenichi, Hayashi Fumio, S. Kasai Rinshi, Morigaki Kenichi	4. 巻 141
2. 論文標題 Reconstitution of Membrane Proteins into a Model Biological Membrane	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1340-1343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejieiss.141.1340	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 Shintani Yuki, Ohtomi Taku, Shibata Aya, Kitamura Yoshiaki, Hirotsawa Koichiro M., Suzuki Kenichi G. N., Ikeda Masato	4. 巻 28
2. 論文標題 Formation of Supramolecular Nanostructures through in Situ Self Assembly and Post Assembly Modification of a Biocatalytically Constructed Dipeptide Hydrazide**	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - A European Journal	6. 最初と最後の頁 202104421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202104421	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 Higashi Sayuri L., Isogami Ayaka, Takahashi Junko, Shibata Aya, Hirotsawa Koichiro M., Suzuki Kenichi G. N., Sawada Shunsuke, Tsukiji Shinya, Matsuura Kazunori, Ikeda Masato	4. 巻 17
2. 論文標題 Construction of a Reduction responsive DNA Microsphere using a Reduction cleavable Spacer based on a Nitrobenzene Scaffold	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry - An Asian Journal	6. 最初と最後の頁 e202200142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/asia.202200142	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 Yoneda Takuro, Tanimoto Yasushi, Takagi Daisuke, Morigaki Kenichi	4. 巻 36
2. 論文標題 Photosynthetic Model Membranes of Natural Plant Thylakoid Embedded in a Patterned Polymeric Lipid Bilayer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 5863 ~ 5871
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c00613	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 Odagaki Sin-Ichi, Maekawa Shohei, Hayashi Fumio, Suzaki Toshinobu, Morigaki Kenichi	4. 巻 736
2. 論文標題 The effects of phospholipids and fatty acids on the oligomer formation of NAP-22	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 135288 ~ 135288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2020.135288	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 Yasuhara Kazuma, Morigaki Kenichi	4. 巻 17
2. 論文標題 New lipid membrane technologies for reconstitution, analysis, and utilization of 'living' membrane proteins	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biophysics and Physicobiology	6. 最初と最後の頁 125 ~ 129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2142/biophysico.BSJ-2020021	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 Morigaki Kenichi	4. 巻 37
2. 論文標題 Substrate-supported model membrane as a versatile analytical/ biosensing platform	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 683 ~ 689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20SCR10	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 Morigaki Kenichi	4. 巻 46
2. 論文標題 Patterned Model Biological Membrane Composed of Polymerizable and Natural Lipids for Reconstituting the Membrane Functions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 MEMBRANE	6. 最初と最後の頁 65 ~ 70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5360/membrane.46.65	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 Meredith Sophie A., Yoneda Takuro, Hancock Ashley M., Connell Simon D., Evans Stephen D., Morigaki Kenichi, Adams Peter G.	4. 巻 17
2. 論文標題 Model Lipid Membranes Assembled from Natural Plant Thylakoids into 2D Microarray Patterns as a Platform to Assess the Organization and Photophysics of Light Harvesting Proteins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Small	6. 最初と最後の頁 2006608 ~ 2006608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/smll.202006608	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 Higashi Sayuri L., Hiroswa Koichiro M., Suzuki Kenichi G. N., Matsuura Kazunori, Ikeda Masato	4. 巻 3
2. 論文標題 One-Pot Construction of Multicomponent Supramolecular Materials Comprising Self-Sorted Supramolecular Architectures of DNA and Semi-Artificial Glycopeptides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Bio Materials	6. 最初と最後の頁 9082 ~ 9092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsbm.0c01316	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 Ikuko, Fujiwara Takahiro K., Kasai Rinshi S., Suzuki Kenichi G.N., Kajikawa Eriko, Tsuboi Hisae, Tsunoyama Taka A., Kusumi Akihiro	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 Journal of Cell Biology	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 Konishi Miku, Komura Naoko, Hirose Yuya, Suganuma Yuki, Tanaka Hide-Nori, Imamura Akihiro, Ishida Hideharu, Suzuki Kenichi G. N., Ando Hiromune	4. 巻 85
2. 論文標題 Development of Fluorescent Ganglioside GD3 and GQ1b Analogs for Elucidation of Raft-Associated Interactions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 15998 ~ 16013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c01493	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 Nishiguchi Tomoki, Yoshimura Hideaki, Kasai Rinshi S., Fujiwara Takahiro K., Ozawa Takeaki	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 Chemical Biology	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 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
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 -

〔学会発表〕 計46件 (うち招待講演 17件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Yuka Kusunoki, Daisuke Takagi, Seiji Akimoto, Sophie A. Meredith, Ashley M. Hancock, Stephen D. Evans, Peter G. Adams, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Substrate-supported photosynthetic model thylakoid membrane
3. 学会等名 13th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森垣 憲一
2. 発表標題 固体基板表面におけるパターン化人工生体膜の創成
3. 学会等名 生体膜デザインコンファレンス（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森垣 憲一
2. 発表標題 Micropatterned model membrane platform for physicochemical and functional analysis of membrane proteins
3. 学会等名 第95回日本生化学会年会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森垣 憲一
2. 発表標題 Micropatterned model membrane composed of polymerized and natural lipid bilayers
3. 学会等名 第60回日本生物物理学会年会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉村 優, 杉町 純音, 林 文夫, 廣澤 幸一朗, 笠井 倫志, 鈴木 健一, 森垣 憲一
2. 発表標題 パターン化人工膜へのエクソソーム導入技術の開発
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 Masato Koezuka, Fuko Kueda, Fumio Hayashi, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Reconstitution of photoreceptor rhodopsin into a patterned model membrane using peptide nanodisc
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 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 令和4年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2022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 令和4年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 磯貝樹、廣澤幸一朗、菅野未希、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 細胞外小胞の結合制御機構：超解像・1粒子観察による解明
3. 学会等名 令和4年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2022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 1 分子・超解像顕微鏡観察による細胞膜内層シグナル伝達場の可視化解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi G. N. Suzuki
2. 発表標題 Regulation mechanisms of EGFR activation by gangliosides as revealed by single-molecule imaging
3. 学会等名 JSPS Core-to-core program "Establishment of Glocan Research Institute for Uncovering Glycan Organized Life Principle (UGLIP)" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣澤幸一朗、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 細胞外小胞が誘起する標的細胞でのシグナル伝達機構
3. 学会等名 第9回日本細胞外小胞学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 磯貝樹、廣澤幸一朗、菅野未希、正彩乃、木塚康彦、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 蛍光1粒子観察による細胞外小胞の細胞選択的結合の分子機構解明
3. 学会等名 第9回日本細胞外小胞学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣澤幸一朗、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 Intracellular signaling triggered by small extracellular vesicles as revealed by super-resolution microscopy and single particle tracking
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 磯貝樹、廣澤幸一朗、菅野未希、正彩乃、木塚康彦、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 Molecular mechanisms of selective binding of small extracellular vesicles to recipient cells as revealed by single-particle imaging
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 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 第60回日本生物物理学会年会
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 第60回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2022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 令和4年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fuko Kueda, Fumio Hayashi, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Reconstitution of rhodopsin into a patterned model membrane using nanodisc formed from amphiphilic peptides
3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuka Kusunoki, Daisuke Takagi, Seishi Akimoto, Syouhei Maekawa, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Reconstitution of thylakoid membrane in a patterned model membrane
3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ayane Sugimachi, Rurika Nagai, Kenichi G.N. Suzuki, Fumio Hayashi, Rinshi S. Kasai, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Functional reconstitution of dopamine D2 receptor into a supported model membrane in a nanometric confinement
3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fuko Kueda, Fumio Hayashi, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Reconstitution of membrane proteins into a micropatterned model membrane
3. 学会等名 12th International workshop on nanostructures and nanoelectronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuka Kusunoki, Takuro Yoneda, Sophie A. Meredith, Ashley M. Hancock, Daisuke Takagi, Seiji Akimoto, Stephen D. Evans, Peter G. Adams, Kenichi Morigaki
2. 発表標題 Hybrid membrane of reconstituted thylakoid membrane and patterned polymeric lipid bilayer scaffold
3. 学会等名 ACS Spring 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木健一
2. 発表標題 1粒子・超解像動画同時観察による細胞外小胞の動態解明
3. 学会等名 第8回日本細胞外小胞学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣澤幸一朗、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 超解像・1分子可視化解析を用いた細胞外小胞の分類と生細胞での細胞外小胞の取り込み機構の解明
3. 学会等名 第8回日本細胞外小胞学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 磯貝樹、廣澤幸一朗、正彩乃、木塚康彦、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 細胞外小胞の標的細胞への結合制御：1粒子解析法による解明
3. 学会等名 第8回日本細胞外小胞学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tatsuki Isogai, Koichiro M. Hirose, Ayano Sho, Yasuhiko Kizuka, Yasunari Yokota, Kenichi G. N. Suzuki
2. 発表標題 Mechanisms of selective binding of small extracellular vesicles to recipient cells as revealed by single-particle tracking
3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koichiro M. Hirose, Yasunari Yokota, Kenichi G. N. Suzuki
2. 発表標題 Subtypes of small extracellular vesicles and their uptake routes as revealed by super-resolution microscopy and single-particle tracking
3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi G. N. Suzuki
2. 発表標題 Mechanisms of homodimer formation of gangliosides as revealed by single-molecule imaging and simulation
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 Kenichi G. N. Suzuki
2. 発表標題 Membrane dynamics of exosomes as revealed by single-molecule imaging
3. 学会等名 PacifiChem2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木健一
2. 発表標題 ラボ訪問
3. 学会等名 第17回糖鎖科学中部拠点若手のカフォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021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 超解像顕微鏡観察による細胞膜内層シグナリングプラットフォームの可視化解析
3. 学会等名 令和3年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川合登偉、笠井倫志、廣澤幸一朗、森俊貴、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 2色同時超解像顕微鏡観察によるGPIアンカー型タンパク質の階層構造と膜表裏カップリングの検証
3. 学会等名 令和3年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市川大悟、笠井倫志、廣澤幸一朗、横田康成、鈴木健一
2. 発表標題 GPCRの細胞膜内層脂質ドメインへの局在の超解像動画・1分子同時可視化解析
3. 学会等名 令和3年度生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kasai R. S, Nemoto Y. L.
2. 発表標題 Single molecule observation of polarity-related membrane proteins at the cell-cell interface
3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高山 宙輝, 曲師 香緒里, 森垣 憲一, 茶谷 絵理
2. 発表標題 アミロイド線維形成とリン脂質二分子膜破壊との関係性の解明
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金重 先人, 藤井 雅史, 林 文夫, 森垣 憲一, 山下 隼人, 栗津 暁紀
2. 発表標題 基準振動解析を用いたロドプシンの動態予測と機能の連関
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 干鰯谷 和彦, 山下 隼人, 林 文夫, 森垣 憲一, 藤井 雅史, 粟津 暁紀, 阿部 真之
2. 発表標題 高速AFMによるロドプシンクラスター上トランスデューション動的過程の観察
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石原 悠人, 岸本 龍典, 杭田 芙子, 工藤 卓, 森垣 憲一, 細川 千絵
2. 発表標題 脂質二分子膜に働く光捕捉力の検証
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森垣 憲一
2. 発表標題 人工膜とナノ空間を用いた細胞膜構造の再構成と機能解析
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 鈴木健一
2. 発表標題 高精度1分子観察によるラフト組織化と機能の解明
3. 学会等名 生物工学・脂質駆動学術産業創生研究部会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木健一
2. 発表標題 高精度 1 分子で明らかになったラフト組織化と機能
3. 学会等名 分子夾雑化学東海地区シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木健一
2. 発表標題 Raft organization and function as revealed by single-molecule imaging
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木健一
2. 発表標題 エクソソーム膜動態の超解像・1分子可視化解析
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会 (招待講演)
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 第58回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 鈴木健一、廣澤幸一朗、磯貝樹	4. 発行年 2021年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 7
3. 書名 EVs 細胞外小胞の生物学	

1. 著者名 鈴木健一	4. 発行年 2020年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 537
3. 書名 膜タンパク質工学ハンドブック	

〔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 膜タンパク質を含む人工生体膜	発明者 森垣憲一、林文夫	権利者 神戸大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-173293	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

神戸大学 森垣研究室
<http://www2.kobe-u.ac.jp/~morigaki/jp/index.html>
 Morigaki Group
<http://www2.kobe-u.ac.jp/~morigaki/>

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	林 文夫 (Hayashi Fumio) (80093524)	神戸大学・理学研究科・名誉教授 (14501)	
研究分担者	鈴木 健一 (Suzuki Kenichi) (50423059)	岐阜大学・糖鎖生命コア研究所・教授 (13701)	
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			
英国	University of Leeds			
ドイツ	University of Siegen			
米国	Weill Cornell Medicine			
米国	Weill Cornell Medicine			