

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H03790

研究課題名(和文) 局所硬化に基づく小腸発生の理解とその制御

研究課題名(英文) Understanding and controlling small intestinal development based on local stiffening

研究代表者

松崎 賢寿 (Matsuzaki, Takahisa)

大阪大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：50830527

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：小腸の形態形成のプロセスにおいて、力学的・生物学的パラメーターを同時に計測が可能な独自の実験プラットフォームの構築を進めてきた。2021年度は、代表者は分担者1(竹見祥大助教)と共に小腸オルガノイドの創出法の最適化を進めた。2022年度は、細胞膜の流動性の空間分布を精密計測に成功した。2023年度は、分担者2(吉川洋史教授)と共に、小腸オルガノイドの形態形成と共に変化する細胞膜流動性の時空間ダイナミクスの解析を達成した。小腸の幹細胞に特有な細胞膜流動性の物理指紋の初期的データを取得することができたため、現在は、小腸の形態形成のプロセスに関わる細胞の力学特性の役割に関する論文化を遂行中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本プラットフォームの構築により、局所硬化を担う細胞の物理学的、生物学的な役割が明らかとなり、オルガノイドのメカノバイオロジーの分野を切り拓く基礎的なデータが得られるものと期待できる。以上の成果は、論文として11報(例:iScience 2022, J. Phys Chem Letter 2022(Supplimentary Cover art), 2024など)、さらに国際シンポジウム発表2件、招待講演3件、受賞1件(第65回日本平滑筋学会総会)の成果創出を通して、代表者が専門とする学問業界だけでなく、多様な医学、生物学社会に対する成果還元につながったと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In FY 2021, the project leader and his colleague 1 (Assistant Prof. Yoshihiro Takemi) optimized the method for creating small intestinal organoids. In FY2023, together with Participant 2 (Prof. Hiroshi Yoshikawa), we achieved the analysis of the spatiotemporal dynamics of organoid membrane fluidity, which changes with the morphogenesis of small intestinal organoids. Having obtained initial data on the physical fingerprint of cell membrane fluidity specific to stem cells in the small intestine, we are currently working on a paper on the role of cell mechanical properties in the morphogenetic process of the small intestine.

研究分野：メカノバイオロジー

キーワード：メカノバイオロジー オルガノイド 細胞膜流動性 幹細胞 分化 顕微鏡開発

1. 研究開始当初の背景

近年、胚の形態形成が進むには、局所的に硬化した細胞集団が必要であると見出されつつある^{1,2}。例えば、1995年に Moore らはカエル胚の硬さを測定すると、原腸陥入を起こす起点に硬化した細胞集団(原口背唇部)がいることを見出した¹。その後2011年に Eiraku らも、眼オルガノイドの形成する起点に硬化した細胞集団(網膜色素細胞)がいることを発見している²。次の問いは、「硬い細胞がオルガノイドのどこから生まれ、その細胞は形態形成する上で起点として役割を担うのか?」である。この問いを明らかにすることは、形態形成の新たな力学機序の解明に貢献できるだけでなく、局所的な細胞硬化に基づく画期的なオルガノイド創出ツールの開発にまでつながるため、重要な課題である。しかし、オルガノイドは培養のためにゲル深くに埋め込む必要があり、一般的な硬さ計測技術(原子間力顕微鏡、AFM)のセンサーでは届かないため、問いは未解明なままであった。そこで、ゲルを維持したままの生の培養条件で、起点が形成していく過程を可視化できる計測技術が、問いの解決には不可欠である。

このような“細胞膜の硬さ”に着目するという着想に至ったのは、幹細胞の硬化が分化を制御するスイッチであることを見出した実績に起因する(Matsuzaki et al., *Stem Cell Reports* 2018.)。ごく最近では、小腸を誘導する際の初期組織(内胚葉組織)中にも膜が硬化した細胞集団が存在すること、更にそこを起点に硬化が組織全体に伝播することを事前に検証に成功したことで、硬化した起点が小腸への分化を促す可能性が十分であると着想した(unpublished)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、小腸の形態形成のプロセスにおいて、その起点となる細胞の特定と役割を解明することにある。その目的達成に向けて、力学・生物学が融合した独自の実験プラットフォームの構築を進めてきた。本プラットフォームが構築できれば、未解明となる局所硬化の役割が明らかとなり、オルガノイドのメカノバイオロジーの分野を切り拓く基礎的なデータが得られるものと期待できる。具体的には、膜硬さの蛍光イメージング技術を駆使して、ゲルを維持したまま硬い起点の形成過程を可視化できる(図1)。

3. 研究の方法

小腸発生における硬い起点の形成ダイナミクスの可視化の方法

分担者1(竹見助教)が有する小腸オルガノイドの誘導技術をベースに改良を進めつつ、「硬さ」と「分化に関わる細胞マーカ-」を同時計測することで、硬化した起点が分化とともに形成するダイナミクスを可視化する。「硬さ」の測定については、代表者の独自技術の中から Laurdan 法³を用いる。蛍光物質である Laurdan は、脂質膜の疎水基のコアに特異的に取り込まれ、膜の硬化とともに蛍光波長がブルーシフトする(図1右)。この時の色合いの変化から膜の硬さを定量決定できる。先述した様に、代表者(松崎助教)は本技術を用いて、軟らかさが幹細胞の特徴であること(Matsuzaki et al., *Stem Cell Reports* 2018.)、膜硬化が分化を誘導するスイッチであることを見出した十分な実績がある(unpublished)。ごく最近では、小腸発生においても硬化した細胞集団が起点となって、硬化と分化が組織全体に伝播していくことを見出していた。本研究では、単一幹細胞の系で最適化を進めていた旧システムを立体的なオルガノイド用に改良し、より詳細なタイムラプスを取得して、硬い起点の形成過程の可視化を目指した。

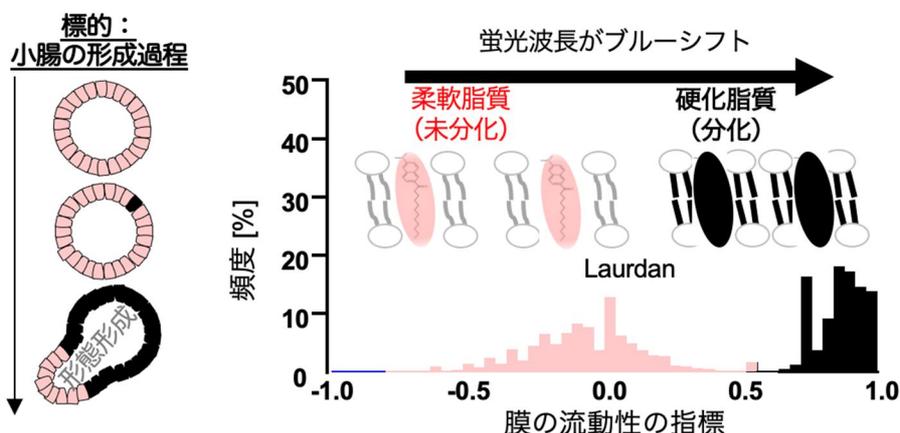


図1 小腸オルガノイドの形態形成(左)と細胞膜の流動性の定量評価手法

4. 研究成果

2021年度は、代表者は分担者1(竹見助教)と共に小腸オルガノイドの創出法の最適化を進めた。2022年度は、代表者の独自技術である細胞膜の力学特性評価法(硬さ、ここでは膜流動性)を用いて、細胞膜の流動性の空間分布を精密計測に成功した。2023年度は、分担者2(吉川洋史教授)と共に、小腸オルガノイドの形態形成と共に変化する細胞膜流動性の時空間ダイナミクスの解析を達成した。具体的には、小腸の幹細胞に特有な細胞膜流動性の物理指紋の初期的データを取得することができたため、現在は、小腸の形態形成のプロセスに関わる細胞の力学特性の役割に関する論文を遂行中である(unpublished)。

一方で、上述の研究データ取得の過程において、細胞膜のナノ構造の光計測に向けて開発を進めていた顕微鏡について論文成果を創出した(*J. Phys. Chemm Letter 2022, Supplimentary cover art*, 責任著者)。具体的には、プロトタイプ精度検証として、化学架橋によって形成される細胞-基板のナノ界面に着目し、化学的結合から生物学的結合に変化する時空間変化の計測に成功し、細胞組織の系であっても高い空間・時間分解能で観察できることを示した(*Bioconjugate Chemistry 2023 (Front Cover)* 責任著者, McGill univ., Prof. Dr. Nathan Luedtke や東京農工大・正行准教授との共同研究)。また、得られた知見は、大腸表面の粘液層は硬い力学特性を有しており、それが炎症を惹起する可能性を示唆した(*Mucosal Immunology 2023, Method Cell Biol 2024* 責任著者, 応化・木田 敏之教授, 医・竹田潔教授との共同研究成果)。学内外の研究者とも共同研究も進めており(*Japanese Journal of Applied Physics 2024, iScience 2024*), 小腸に限らず多様な臓器オルガノイドの幹細胞ニッチの役割解明につながるファーストステップになったと確信している。

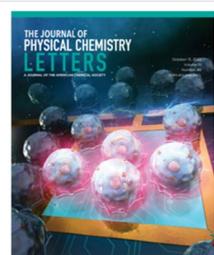
参考文献

- [1] Moore SW, Keller RE, Koehl MA. The dorsal involuting marginal zone stiffens anisotropically during its convergent extension in the gastrula of *Xenopus laevis*. *Development*. 1995 Oct;121(10):3131-40. doi: 10.1242/dev.121.10.3131. PMID: 7588048.
- [2] Eiraku M, Takata N, Ishibashi H, Kawada M, Sakakura E, Okuda S, Sekiguchi K, Adachi T, Sasai Y. Self-organizing optic-cup morphogenesis in three-dimensional culture. *Nature*. 2011 Apr 7;472(7341):51-6. doi: 10.1038/nature09941. PMID: 21475194.
- [3] Owen DM, Rentero C, Magenau A, Abu-Siniyeh A, Gaus K. Quantitative imaging of membrane lipid order in cells and organisms. *Nat Protoc*. 2011 Dec 8;7(1):24-35. doi: 10.1038/nprot.2011.419. PMID: 22157973.

関連する代表的な成果論文3件

研究期間累積件数: 12件

1. **Takahisa Matsuzaki(*Corresponding)**, Daigo Terutsuki*, Shoma Sato, Kohei Ikarashi, Kohei Sato, Hidefumi Mitsuno, Ryu Okumura, Yudai Yoshimura, Shigeyoshi Usami, Yusuke Mori, Mai Fujii, Shota Takemi, Seiichiro Nakabayashi, Hiroshi Y. Yoshikawa, Ryohei Kanzaki, "Low Surface Potential with Glycoconjugates Determines Insect Cell Adhesion at Room Temperature" *The Journal of Physical Chemistry Letters* **2022**, 9494-9500.



膜硬さの画像解析法の開発の成果

2. Kohei Kitagawa, Nao Okuma, Moeka Yoshinaga, Hitoshi Takemae, Fumiya Sato, Shoma Sato, Seiichiro Nakabayashi, Hiroshi Y Yoshikawa, Masami Sukanuma, Nathan Luedtke, **Takahisa Matsuzaki(*Corresponding)**, Masayuki Tera* "Ion-Pair-Enhanced Double-Click Driven Cell Adhesion and Altered Expression of Related Genes" *Bioconjugate Chemistry* **2023**, 34, 4, 638-644.



1と同上.

3. **Takahisa Matsuzaki(*Corresponding)**, Yuko Shimokawa, Hiroyuki Koike, Masaki Kimura, Yuma Kawano, Nao Okuma, Ryuzo Kawamura, Yosuke Yoneyama, Yasuro Furuichi, Fumihiko Hakuno, Shin-Ichiro Takahashi, Seiichiro Nakabayashi, Satoshi Okamoto, Hiromitsu Nakauchi, Hideki Taniguchi, Takanori Takebe*, Hiroshi Y. Yoshikawa*, "Mechanical guidance of self-condensation patterns of differentiating progeny" *iScience* **2022**, 25(10) 105109-105109.

オルガノイドの形態形成の論文

関連する受賞とメディア掲載(リンク済み)

- ・学会演題賞, “局所硬化に基づく筋肉再生の機序解明”, 第65回日本平滑筋学会総会
- ・プレスリリース3件 ([J. Phys Chem Letter 2022](#), [Bioconjugate Chemistry 2023](#), [iScience 2022](#)), 全て創発HPにて掲載済み
- ・[日本最大級の化学ポータルサイトでの特集記事](#) (指導学生のインタビュー), 昆虫細胞はなぜ室温で接着するのだろうか?
- ・[日経バイオテック Online での特集記事](#), “阪大・医科歯科大, 培養基板に硬さの勾配をつけ, 細胞を狙って凝集させる手法を開発”.
- ・*iScience Special Issue* “[Biomaterial control of cell and tissue dynamics](#)” に選出

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kim Doyeop, Matsuzaki Takahisa, Yoshikawa Hiroshi Y., Kawamura Ryuzo	4. 巻 -
2. 論文標題 Label-free 3D tracking of biological micro-objects using RGB pinholes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	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) 10.35848/1347-4065/ad3969	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 Horikiri Momoka, Taniguchi Mugen, Yoshikawa Hiroshi Y., Okumura Ryu, Matsuzaki Takahisa	4. 巻 -
2. 論文標題 Mechanical Characterization of Mucus on Intestinal Tissues by Atomic Force Microscopy	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 403 ~ 414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-3670-1_35	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 Mizuno Mitsuru, Maeda Yoshitaka, Sanami Sho, Matsuzaki Takahisa, Yoshikawa Hiroshi Y., Ozeki Nobutake, Koga Hideyuki, Sekiya Ichiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Noninvasive total counting of cultured cells using a home-use scanner with a pattern sheet	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 109170 ~ 109170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2024.109170	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 Matsuzaki Takahisa, Kawamura Ryuzo, Yamamoto Akihisa, Takahashi Hozumi, Fujii Mai, Togo Shodai, Yoneyama Yosuke, Hakuno Fumihiko, Takahashi Shin-Ichiro, Suganuma Masami, Nakabayashi Seiichiro, Sharma Shivani, Gimzewski James K., Yoshikawa Hiroshi Y.	4. 巻 15
2. 論文標題 Advanced Interferometry with 3-D Structured Illumination Reveals the Surface Fine Structure of Complex Biospecimens	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1097 ~ 1104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.3c02767	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 Matsuzaki Takahisa, Kawano Yuma, Horikiri Momoka, Shimokawa Yuko, Yamazaki Takashi, Okuma Nao, Koike Hiroyuki, Kimura Masaki, Kawamura Ryuzo, Yoneyama Yosuke, Furuichi Yasuro, Hakuno Fumihiko, Takahashi Shin-Ichiro, Nakabayashi Seiichiro, Okamoto Satoshi, Nakauchi Hiromitsu, Taniguchi Hideki et al.,	4. 巻 4
2. 論文標題 Preparation of mechanically patterned hydrogels for controlling the self-condensation of cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 STAR Protocols	6. 最初と最後の頁 102471 ~ 102471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.xpro.2023.102471	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 Taniguchi Mugen, Okumura Ryu, Matsuzaki Takahisa, Nakatani Ayaka, Sakaki Kei, Okamoto Shota, Ishibashi Airi, Tani Haruka, Horikiri Momoka, Kobayashi Naritaka, Yoshikawa Hiroshi Y., Motooka Daisuke, Okuzaki Daisuke, Nakamura Shota, Kida Toshiyuki, Kameyama Akihiko, Takeda Kiyoshi	4. 巻 16
2. 論文標題 Sialylation shapes mucus architecture inhibiting bacterial invasion in the colon	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Mucosal Immunology	6. 最初と最後の頁 624 ~ 641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mucimm.2023.06.004	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 松崎 賢寿, 吉川洋史	4. 巻 61
2. 論文標題 細胞接着の定量計測に基づく細胞組織の機能解明 (雑誌表紙)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 269 ~ 273
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 Kitagawa Kohei, Okuma Nao, Yoshinaga Moeka, Takemae Hitoshi, Sato Fumiya, Sato Shoma, Nakabayashi Seiichiro, Yoshikawa Hiroshi Y., Suganuma Masami, Luedtke Nathan, Matsuzaki Takahisa, Tera Masayuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Ion-Pair-Enhanced Double-Click Driven Cell Adhesion and Altered Expression of Related Genes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bioconjugate Chemistry	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) 10.1021/acs.bioconjchem.2c00569	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 Mizuno Mitsuru, Matsuzaki Takahisa, Ozeki Nobutake, Katano Hisako, Koga Hideyuki, Takebe Takanori, Yoshikawa Hiroshi Y., Sekiya Ichiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Cell membrane fluidity and ROS resistance define DMSO tolerance of cryopreserved synovial MSCs and HUVECs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Stem Cell Research and Therapy	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13287-022-02850-y	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 Matsuzaki Takahisa, Shimokawa Yuko, Koike Hiroyuki, Kimura Masaki, Kawano Yuma, Okuma Nao, Kawamura Ryuzo, Yoneyama Yosuke, Furuichi Yasuro, Hakuno Fumihiko, Takahashi Shin-Ichiro, Nakabayashi Seiichiro, Okamoto Satoshi, Nakauchi Hiromitsu, Taniguchi Hideki, Takebe Takanori, Yoshikawa Hiroshi Y.	4. 巻 25
2. 論文標題 Mechanical guidance of self-condensation patterns of differentiating progeny	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 105109 ~ 105109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2022.105109	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 Matsuzaki Takahisa, Terutsuki Daigo, Sato Shoma, Ikarashi Kohei, Sato Kohei, Mitsuno Hidefumi, Okumura Ryu, Yoshimura Yudai, Usami Shigeyoshi, Mori Yusuke, Fujii Mai, Takemi Shota, Nakabayashi Seiichiro, Yoshikawa Hiroshi Y., Kanzaki Ryohei	4. 巻 13
2. 論文標題 Low Surface Potential with Glycoconjugates Determines Insect Cell Adhesion at Room Temperature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 9494 ~ 9500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.2c01673	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 Hiyoshi Kanae, Saito Kaito, Fukuda Narumi, Matsuzaki Takahisa, Yoshikawa Hiroshi Y., Tsuda Sachiko	4. 巻 18
2. 論文標題 Two-Photon Laser Ablation and In Vivo Wide-Field Imaging of Inferior Olive Neurons Revealed the Recovery of Olivocerebellar Circuits in Zebrafish	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 8357 ~ 8357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph18168357	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 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 細胞膜のしなやかさと細胞組織の形態形成
3. 学会等名 第36回バイオエンジニアリング講演会シンポジウムの講演（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 細胞組織の力学計測
3. 学会等名 第10回骨格筋生物学研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Hiroshi Yoshikawa, Shuma Matsumoto, Ren Shirata, Takahisa Matsuzaki, Genki Fukasawa, Tomoaki Matsuura, Teruki Sugiyama, Ryuzo Kawamura
2. 発表標題 Photophysical approach for fabrication of dynamic biomolecular assembly
3. 学会等名 9th International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues, 2023（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takahisa Matsuzaki, Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Control of self-organization of organoids by mechanically patterned hydrogel
3. 学会等名 9th International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues, 2023（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takahisa Matsuzaki
2. 発表標題 Control of self-organization of cells by mechanically patterned hydrogel.
3. 学会等名 第61回日本生物物理学会年会（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Momoka Horikiri, Mugen Taniguchi, Naritaka Kobayashi, Hiroshi Yoshikawa, Kiyoshi Takeda, Ryu Okumura, Takahisa Matsuzaki
2. 発表標題 Mechanical Evaluation of Colonic Mucus Layer by Atomic Force Microscopy.
3. 学会等名 第61回日本生物物理学会年会（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 生体膜の硬さに基づく生命現象の定量解明 依頼講演
3. 学会等名 第72回高分子討論会 S7. 高分子膜の学際展開：薄膜、両親媒性分子の柔軟膜から高強度固体膜まで（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎賢寿, 照月大悟
2. 発表標題 光干渉法による昆虫細胞の接着界面の可視化
3. 学会等名 第74回コロナイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kazumori Serita, Fumiya Sakamoto, Takahisa Matsuzaki, Hironaru Murakami, Masayoshi Tonoichi
2. 発表標題 Terahertz cellular imaging using point terahertz sources
3. 学会等名 The 12th Asia-Pacific Laser Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎 賢寿
2. 発表標題 局所硬化に基づく筋肉再生の機序解明
3. 学会等名 第65回日本平滑筋学会総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎 賢寿
2. 発表標題 臓器再生を最大化する硬さの定量解明
3. 学会等名 第33回 バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎 賢寿
2. 発表標題 疾病・発生のメカノフォトニクス
3. 学会等名 公開シンポジウム「光がもたらす未来社会～100の新たな発展に向けて～」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎 賢寿
2. 発表標題 NanoWizardで切り拓く細胞組織の硬さ解析
3. 学会等名 ブルカージャパン社Webセミナー メカノバイオロジー研究最前線（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎賢寿,照月大悟
2. 発表標題 室温における生きた昆虫細胞の接着界面の可視化 ～バイオハイブリッド匂いセンサーへの応用を目指して～
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会 ポスター発表
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 骨格筋再生に資する「局所硬化の役割」の定量解明
3. 学会等名 第 9 回 骨格筋生物学研究会 口頭発表
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 バイオフィトメカニクスが切り拓く再生と疾病の研究
3. 学会等名 バイオデザイン研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 細胞組織の接着構造と物性の光計測 バイオエレクトロニクスへの応用と生命現象の解明を目指して
3. 学会等名 FIoT コンソーシアム 応力発光技術分科会 第2回 応力発光技術分科会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎賢寿
2. 発表標題 骨格筋再生に資する「局所硬化の役割」の定量解明
3. 学会等名 第 9 回 骨格筋生物学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎賢寿, 照月大悟, 佐藤奨真, 吉川洋史
2. 発表標題 室温における生きた昆虫細胞の接着界面の可視化 バイオハイブリッド匂いセンサーへの応用を目指して
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

個人HP https://note.com/cute_hebe961 Research map https://researchmap.jp/7000026401 大阪大学研究者総覧 https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/a70e44b08add96f4.html?k=%E6%9D%BE%EF%A8%91%E8%B3%A2%E5%AF%BF
--

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	竹見 祥大 (Takemi Shota) (70871440)	埼玉大学・理工学研究科・助教 (12401)	
研究分担者	吉川 洋史 (Yoshikawa Hiroshi) (50551173)	大阪大学・大学院工学研究科・教授 (14401)	

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			
米国	School of Medicine, Stanford University	Cincinnati Children's Hospital	UCLA(LA)	
カナダ	McGill University			