

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：37104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K06730

研究課題名(和文) ミトコンドリア独特な形のダイナミクスを決定するリン酸化・脱リン酸化機構の解明

研究課題名(英文) Mitochondrial shape determination mechanism with phosphorylation and dephosphorylation process

研究代表者

太田 啓介(Ohta, Keisuke)

久留米大学・医学部・教授

研究者番号：00258401

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：ミトコンドリア独特な形は動的に変化し、細胞代謝機能との相関が注目されるものの、その独特な形状を規定する責任分子・メカニズムは明らかにはなっていない。本研究は脱共役剤処理後のミトコンドリア形態変化が表面張力に依存して変化する現象であることを利用し、リン酸化・脱リン酸化阻害剤がこの形態変化に及ぼす影響を解析した。その結果リン酸化が亢進した状態ではミトコンドリア独特な細長い形態が維持され、リン酸化状態が低下することで形態維持機構が破綻しトマトサイト形成が促進されることを示唆するものであった。本研究によりリン酸化・脱リン酸化がミトコンドリア形態の決定に関与することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

秒単位でその形態を変化させるミトコンドリアの形態が細胞代謝機能と関係するだろうと注目され、ミトコンドリア形態のダイナミクスが糖尿病をはじめとした多くの代謝性疾患により影響される可能性が示唆されている。しかし、その分子メカニズムと代謝機能との相関ははっきりとはわかっていなかった。本研究により、リン酸化・脱リン酸化機構という、細胞内のイベントがミトコンドリア形態に直接影響するという事実は、ミトコンドリアがなぜあのような形をしているのかという基礎的な問についての研究を推進するとともに、糖尿病や生活習慣病に伴う代謝障害に対し、新しい評価法、治療の標的になり得る知見につながるものと期待している。

研究成果の概要(英文)：The unique shape of mitochondria is dynamically changing and has attracted attention for its relationship with cellular metabolic functions. However, the molecules and mechanisms responsible for regulating the unique shape are not clear. Mitochondria undergo a rapid morphological change after uncoupling with CCCP, and we have reported that such changes are dependent on surface tension and finally form stomatocyte shape that are most stable structure with high surface/volume ratio. We therefore analyzed the effect of kinase and phosphatase inhibitors on this morphological change. The results suggest that the unique elongated mitochondrial morphology is maintained when phosphorylation is increased, while the morphological maintenance mechanism is disrupted and stomatocyte formation is promoted when phosphorylation is decreased. Hence, we find phosphorylation and dephosphorylation process involved in mitochondrial morphology determination.

研究分野：細胞生物学

キーワード：ミトコンドリア 形態 リン酸化 脱リン酸化

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年ミトコンドリアの形態と細胞代謝機能との相関が注目されるものの、その独特な形状を規定する責任分子・メカニズムは明らかにはなっていない。ミトコンドリア形態のダイナミクスは糖尿病をはじめとした多くの代謝性疾患により影響される可能性が示唆されている。一般的に細長いソーセージ様の形をイメージするミトコンドリアは、その形を秒単位でかえる動的なオルガネラで、この形は細胞分裂や解糖系/有酸素呼吸など細胞代謝の変化に相応して制御されていると考えられている。したがって、その制御機構の解明が生活習慣病を含む代謝性疾患の新しい評価、新たな治療標的を見いだすことに繋がるのではないかと、注目が集まっている。最も理解が進んだミトコンドリアダイナミクスはその分裂融合機構で、その分子機構が明らかになった結果、ミトコンドリアが単なるエネルギーソースとしてだけでなく、様々なオルガネラ間でネットワークを形成し、そのダイナミクスが多くの細胞機能と関連する重要な細胞システムの一部であることが明らかにされ、ミトコンドリアそのものの見方すら大きく変化した。

一方、本課題で注目するミトコンドリア自身の独特の形も、古くからの電子顕微鏡レベルの解析から、細胞の種類ごとに特徴があり、また加齢や病態によって変化することが知られており、精密且つ動的に制御され、細胞代謝と関連しているだろうと予想されている。しかしミトコンドリア独特の形状を規定する責任分子、機構は現在も明らかでは無く、代謝との関連性は現象論として関連性が示唆されるものの分子機構としては議論の途中にある。細胞内のミトコンドリアは一般的に直径 0.5 μm 程度、長さ数 μm 程度の細長い形をしているが、この形は細胞種によって異なり、組織学的には細胞同定の 1 つの根拠になり得るほど固有の特徴を持っていることが多い。一方、ホモジネートから単離されたミトコンドリアはその独特な形状が失われ、ほぼ球形に変化する。これらは、この独特な形状が未知の機構により力学的に支持され制御されていることを示唆している。

一方、我々は、ミトコンドリアを薬剤により脱共役することで、数分のうちにその形態を大きく変化させることを見出している (15K08165; Miyazono, *Sci.Rep.* 2018)。この形態変化を vEM (FIB-SEM) 解析を用いて詳細に検討した結果、これが膜の安定性を最大化させる単純な物理現象に従って変化することを明らかにした。すなわち脱共役はミトコンドリア独特な形状を規定するメカニズムの破綻し、ミトコンドリア膜がその表面張力に従って物理的に形態変化を起こした可能性を示唆するものであり、ミトコンドリアの形態を維持において数分間で変化する物理的支えとなる分子メカニズムの存在を示唆するものであった。

2. 研究の目的

本研究ではミトコンドリア独特な形を規定するメカニズムの一端を明らかにすることを目的とし、それにより細胞代謝系とミトコンドリア形状との関連性に物質的な根拠をもたらすこと、ひいてはその結果が代謝性疾患への新しい治療の標的を見いだしていくことにつながると考えられる。

これまで、このような基本的な問に答えが得られてこなかった原因として、適切なモデルが存在しなかったためではないかと考えられる。我々の先行研究から、脱共役剤処理というミトコンドリア研究で頻繁に用いられる実験が、この評価を行う上で極めて有用なモデルであることを

明らかにしており、この系を用いて阻害剤等の影響を細胞ライブイメージングで捉え、脱共役剤処理後の形態変化に及ぼす影響を評価することで、ミトコンドリア独特な形を規定するメカニズムの糸口を得ることにある。

この実験モデルの特徴は、投与後数分で生じる現象であるため、de novo 合成にともなう現象というよりはタンパク質の状態変化に起因する現象である可能性が高い。そこで、本研究ではリン酸化・脱リン酸化に関わる酵素の阻害剤を投与することで、また PINK1-parkin の系に干渉することでミトコンドリアの形態変化にどのような影響が出るのかを検証することとした。

3. 研究の方法

本研究では Subunit 9 of mitochondria ATPase (Su9)-RFP を発言する MEF 細胞を用いて解析を行った。

阻害剤投与と実験については 10%FBS DMEM 中で培養した細胞に、100nM~10 μ M の濃度で様々な阻害剤*を添加し、30 分後に脱共役剤として 10~30 μ M の CCCP を投与、30 分後の状態を評価し、場合によって、投与直前から 30 分後までの状態をタイムラプス像として取得した。

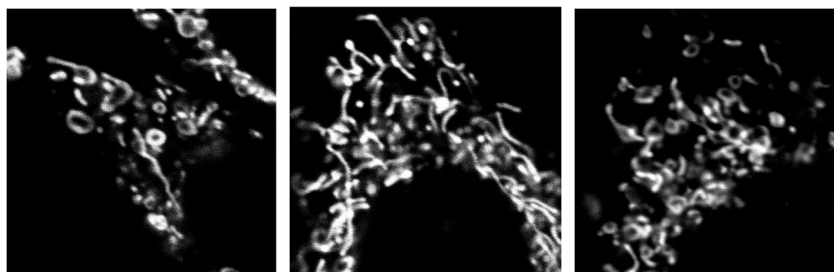
* NSC95397, NSC87877, Tracheloside, Cyclosporine, Cyclosporin A, Menadione, Staurosporine, TPI-1, Tacrolimus (FK506), (E/Z)-BCI, PTP Inhibitor II

当初、更に FIB-SEM による CLEM 観察を予定していたが、その必要性が低かったため、本実験系において今回は行っていない。

4. 研究成果

CCCP を投与すると、数分でミトコンドリアはストマトサイトと呼ばれる、高比表面積の物体が表面張力に依存したときに最も安定する形状であるリング上のミトコンドリアが出現する（写真 DMSO 区）。

様々なリン酸化・脱リン酸化阻害剤を投与し CCCP による形態変化を解析したところ、十分な特異性を得るには至らなかったものの、広範なプロテインキナーゼ阻害剤として知られる Staurosporine で形態変化が増強され、逆にホスファターゼ阻害作用を持つ Calyculin A を CCCP 処理に先立って投与しておく、その変形が抑制されることが明らかとなった。



DMSO

Calyculin A

Staurosporine

このことは、少なくとも、膜電位低下に伴うミトコンドリア形態変化に対してリン酸化/脱リン酸化の過程が関与する可能性を強く示唆するものであり、リン酸化が亢進した状態ではミトコンドリア独特な細長い形態が維持され、リン酸化状態が低下することで形態維持機構が破綻しストマトサイト形成が促進されることを示唆するものであった。

セリン・スレオニンキナーゼとして知られる PINK1 はミトコンドリア膜電位の変化に応答し、膜電位低下によって PINK1 はミトコンドリアに集積、その結果 Parkin が蓄積しマイトファジーを誘導するとともに、ミトコンドリア形態にも影響することが示唆されている。

更に Parkin の強制発現系において CCCP を作用させるとストマトサイト形成が促進された。このことは、ミトコンドリア品質維持機構として最もよく知られる PINK1-Parkin の系がリン酸化脱リン酸化を介して強く関連していることを示しており、ミトコンドリア形態とミトコンドリアの機能との関係性を示す結果であると解釈している。現時点では部分的な証明にとどまっているものの、ミトコンドリア形態が細胞代謝機能との相関する可能性を具体的な機構として説明する糸口となると考えられる。

今後は標的分子の同定を行うとともに、外的因子による代謝障害への新しいミトコンドリア応答機序の解明につながると期待している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 11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 Kawaguchi Yoshihiro, Ohta Keisuke, Hiroshige Tasuku, Uemura Kei-ichiro, Togo Akinobu, Nakamura Kei-ichiro, Igawa Tsukasa	4. 巻 126
2. 論文標題 Sheet-like interstitial cells connect epithelial and smooth muscle cells in the mouse prostate	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Acta Histochemica	6. 最初と最後の頁 152153 ~ 152153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.acthis.2024.152153	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 Uemura Kei Ichiro, Togo Akinobu, Hiroshige Tasuku, Ohta Keisuke, Ueda Kosuke, Nishihara Kiyooki, Nakiri Makoto, Hirashima Shingo, Igawa Tsukasa, Nakamura Kei Ichiro	4. 巻 84
2. 論文標題 Three dimensional ultrastructural and anatomical analysis of prostatic neuroendocrine cells in mice	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Prostate	6. 最初と最後の頁 866 ~ 876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pros.24705	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 Uemura Kei-ichiro, Miyazono Yoshihiro, Hiroshige Tasuku, Ohta Keisuke, Ueda Kosuke, Nishihara Kiyooki, Nakiri Makoto, Hirashima Shingo, Igawa Tsukasa, Nakamura Kei-ichiro	4. 巻 29
2. 論文標題 Three-Dimensional Ultrastructural and Volume Analysis of the Redundant Nuclear Envelope of Developing and Matured Sperm in Mice	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Microscopy and Microanalysis	6. 最初と最後の頁 832 ~ 840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/micmic/ozad003	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 Carrasco Apolinario Magdeline E., Umeda Ryohei, Teranishi Hitoshi, Shan Mengting, Phurpa, Sebastian Wulan Apridita, Lai Shaohong, Shimizu Nobuyuki, Shiraishi Hiroshi, Shikano Kenshiro, Hikida Takatoshi, Hanada Toshikatsu, Ohta Keisuke, Hanada Reiko	4. 巻 675
2. 論文標題 Behavioral and neurological effects of Vrk1 deficiency in zebrafish	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 10 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2023.07.005	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 Miyake A, Gotoh K, Iwahashi J, Togo A, Horita R, Miura M, Kinoshita M, Ohta K, Yamashita Y and Watanabe H	4. 巻 8
2. 論文標題 Characteristics of Biofilms Formed by <i>C. parapsilosis</i> Causing an Outbreak in a Neonatal Intensive Care Unit.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Fungi	6. 最初と最後の頁 700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jof8070700	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 Hiroshige T, Uemura KI, Hirashima S, Togo A, Ohta K, Nakamura K-I and Igawa T:	4. 巻 12
2. 論文標題 Three-dimensional analysis of interstitial cells in the lamina propria of the murine vas deferens by confocal laser scanning microscopy and FIB/SEM	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-13245-7	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 Sato K, Kurita T, Sato F, Ohta K, Sato K, Chitose Si, Ono T and Umeno H	4. 巻 7
2. 論文標題 Three dimensional fine structures of the maculae flavae of the human vocal fold using correlative light and electron microscopy.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Laryngoscope Investigative Otolaryngology	6. 最初と最後の頁 1943-1950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lio2.950	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 Hirashima S, Ohta K, Rikimaru-Nishi Y, Togo A, Funatsu T, Tsuneyoshi R, Shima Y and Nakamura KI:	4. 巻 71
2. 論文標題 Correlative volume-imaging using combined array tomography and FIB-SEM tomography with beam deceleration for 3D architecture visualization in tissue.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microscopy (Oxf)	6. 最初と最後の頁 187-192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfac015	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 太田啓介	4. 巻 50
2. 論文標題 FIB-SEMトモグラフィー法の基本から実際まで	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Medical Technology	6. 最初と最後の頁 603-609
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 Hiroshige T, Uemura KI, Hirashima S, Hino K, Togo A, Ohta K, et al.	4. 巻 123
2. 論文標題 Morphological analysis of interstitial cells in murine epididymis using light microscopy and transmission electron microscopy.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Histochem.	6. 最初と最後の頁 151761
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.acthis.2021.151761	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 K, Nonaka T, Takei S, Ohta K, Nishioka H, Suga M.	4. 巻 70
2. 論文標題 Reducing human operation time to obtain a segmentation learning model for volume electron microscopy using stepwise deep learning with manual correction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microscopy (Oxf).	6. 最初と最後の頁 526-535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfab025	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 太田 啓介, 都合 亜記暢	4. 巻 57
2. 論文標題 試料包埋用樹脂の電子線ダメージによる変形	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 顕微鏡	6. 最初と最後の頁 13-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11410/kenbikyo.57.1_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 太田啓介	4. 巻 84
2. 論文標題 観えないものを観るように	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 久留米医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 165-174
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 Ohta K, Hirashima S, Miyazono Y, Togo A and Nakamura K-i	4. 巻 70
2. 論文標題 Correlation of organelle dynamics between light microscopic live imaging and electron microscopic 3D architecture using FIB-SEM	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microscopy (Oxf)	6. 最初と最後の頁 161-170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfaa071	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 Kataoka, K. Bilkei-Gorzo, A. Nozaki, C. Togo, A. Nakamura, K. Ohta, K. Zimmer, A. Asahi, T.	4. 巻 160
2. 論文標題 Age-dependent Alteration in Mitochondrial Dynamics and Autophagy in Hippocampal Neuron of Cannabinoid CB1 Receptor-deficient Mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain Res Bull	6. 最初と最後の頁 40-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.brainresbull.2020.03.014	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 Shirane, Michiko Wada, Mariko Morita, Keiko Hayashi, Nahoki Kunimatsu, Reina Matsumoto, Yuki Matsuzaki, Fumiko Nakatsumi, Hirokazu Ohta, Keisuke Tamura, Yasushi Nakayama, Keiichi I	4. 巻 11
2. 論文標題 Protrudin and PDZD8 contribute to neuronal integrity by promoting lipid extraction required for endosome maturation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nat Commun	6. 最初と最後の頁 4576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-18413-9	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 該当する

〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 11件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 考える細胞 考える組織
3. 学会等名 10.1016/j.acthis.2024.152153
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 ディープラーニングセグメンテーションのための適切なステップワイズトレーニングと転移学習
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第65回九州支部学術講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 電子顕微鏡画像のAIセグメンテーションモデルのトレーニング実践
3. 学会等名 第55 回日本臨床分子形態学会学術集会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 エチレングリコール誘導腎障害における近位尿細管ミトコンドリアの三次元的形態変化
3. 学会等名 ミトコンドリア・サイエンス・ワークショップ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 糸山貴子, 都合亜記暢, 船津貴志、太田啓介
2. 発表標題 エチレングリコール誘導腎障害モデルにおける近位尿管の微細変化
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第79回学術講演会, 島根
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keisuke Ohta
2. 発表標題 Imaging Technology Bridging Macro-scale to Nanometer-scale The Latest Light Electron Correlative Microscopy
3. 学会等名 第81回日本癌学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 ミクロ・ボリウムイメージング
3. 学会等名 建都イメージングサポート拠点キックオフシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keisuke Ohta
2. 発表標題 Practical CLEM approach using SEM
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第78回学術講演会 国際シンポジウム (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下川侑樹乃 都合亜記暢 船津貴志 秋葉純 田原宣広 太田啓介
2. 発表標題 エポキシ樹脂包埋準超薄切片上における コンゴレッド染色によるアミロイドCLEM観察
3. 学会等名 第54回日本臨床分子形態学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 Making the invisible visible
3. 学会等名 第75回久留米医学会学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 須賀三雄、小西功記、前田光代、野中崇雄、武居俊輔、久米慧嗣、西岡秀夫、片岡洋祐、太田啓介
2. 発表標題 Deep learningによるArray tomographyデータからの細胞核抽出とその形態的特徴解析
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第77回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平嶋伸悟、太田啓介、金澤知之進、都合亜記暢、常吉梨沙、宮園佳宏、楠川仁悟、中村桂一郎
2. 発表標題 In vitro におけるコラーゲン線維配向性の定量解析
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第77回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小西功記、野中崇雄、武居俊輔、太田啓介、西岡秀夫、須賀三雄
2. 発表標題 段階的な深層学習を用いた顕微鏡画像のセグメンテーションにおける手作業量の低減
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第77回学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 細胞のソーシャルディスタンス？3次元空間で観る細胞同士の関係性.
3. 学会等名 第47会皮膚かたち研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 電子顕微鏡三次元ボリュームデータの後処理，セグメンテーションと解析
3. 学会等名 日本顕微鏡学会 ソフトマテリアル分科会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 SEM電頭ボリューム解析で観る組織・細胞・オルガネラ そこから見えてくるもの
3. 学会等名 第64回顕微鏡シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田晋也、太田啓介
2. 発表標題 真皮内異種間細胞性コンタクトの光電子相関 (CLEM) 観察
3. 学会等名 第127回日本解剖学会全国学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 骨のメソスケール形態を計測する3D電子顕微鏡技術
3. 学会等名 骨形態計測学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 細胞微小環境の時空間解剖 (特別講演)
3. 学会等名 日本解剖学会九州支部集会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 Making the invisible visible
3. 学会等名 久留米医学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 太田啓介
2. 発表標題 細胞のソーシャルディスタンス(特別講演)
3. 学会等名 第47回皮膚かたち学会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小西功記、野中崇雄、武居俊輔、太田啓介、西岡秀夫、須賀三雄
2. 発表標題 段階的な深層学習を用いた顕微鏡画像のセグメンテーションにおける手作業量の低減
3. 学会等名 第777回日本顕微鏡学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	広重 佑 (Hiroshige Tasuku) (50647782)	久留米大学・医学部・助教 (37104)	
研究 分担者	都合 亜記暢 (Togo Akinobu) (80569517)	久留米大学・医学部・技能職員 (37104)	

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