

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：37104

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H03290

研究課題名（和文）生体臓器・器官の結合組織内に分布する間質細胞の存在様式と動態の微細構造解析

研究課題名（英文）Three dimensional ultrastructural analyses of the distribution pattern and dynamics of the interstitial cells in the connective tissues in the mammalian body.

研究代表者

中村 桂一郎 (NAKAMURA, Kei-ichiro)

久留米大学・付置研究所・客員教授

研究者番号：20172398

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 16,490,000 円

研究成果の概要（和文）：全身の結合組織に普遍的に分布する間質細胞について、泌尿生殖器系臓器およびリンパ節を対象に、volume EM法（FIB/SEM tomography）による3次元微細構造解析を行い、そこに観察される多くの間質細胞は極めて菲薄、扁平で、うねるように配置するシート状細胞質をもち、隣接する細胞間でギャップ結合等により連結して広範に広がる細胞ネットワークを形成することが示された。また、間質細胞由来のコラーゲン線維束の配列決定にはギャップ結合によるこれら細胞の連結が重要であることが示された。本研究のような連続電顕画像による3次元解析ではAI支援による特定構造の自動抽出が有用であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題で開発された三次元微細構造解析法は、結合組織に普遍的に存在する間質細胞の、広範に広がる細胞ネットワーク形成、組織区画化、組織幹細胞ニッチ、exosomeによるシグナル伝達等の理解に重要な情報を提供した。技術革新とともに、今後、様々な臓器・器官の結合組織細胞の再評価に繋がる成果は学術的に意義深い。また、身体の成長・再生・老化における結合組織の再生医学的役割、また、癌転移、線維化等重要な病態への関わりの観察からは生体構造の生理病態理解が期待され、更には、全身の結合組織における間質細胞の分布密度の偏りの多様性は、臨床的に注目されている筋膜リリースや経絡・経穴の理解の基盤となることも期待される。

研究成果の概要（英文）：We performed three-dimensional fine structural observation using volume EM techniques (FIB/SEM tomography) to study interstitial cells universally distributed in the connective tissue throughout the body, focusing on the urogenital organs and lymph nodes. We carried out morphological analysis of the shapes, densities, and distribution patterns of these interstitial cells. As a result, it was shown that the interstitial cells observed in these organs have an extremely thin and widely undulating sheet-like cytoplasm, forming a wide-spread cell network connected by junctions such as gap junctions between adjacent cells. Furthermore, in cultured cells derived from oral fibroblasts, it was shown that the collagen fiber bundles derived from the cells took on a regular arrangement, and this regularity was lost by adding gap junction inhibitors. It was also demonstrated that the AI-assisted automatic extraction of specific structures is useful in such serial electron microscope image analysis.

研究分野：医歯薬学・基礎医学・解剖学一般（含組織学・発生学）7901-2（11）組織学

キーワード：間質細胞 線維芽細胞 結合組織・細胞構築 組織動態解析 三次元微細構造 FIB/SEM volume EM AI-assisted extraction

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

組織学的に上皮・筋・神経組織のつなぎの場として、また、血管・末梢神経が身体全体に分布する通路であると想定される結合組織は、病理学的および臨床的には炎症や膠原病の場であり、がん発生の母体及び転移のルート、さらには肝硬変、肺線維症、腎硬化症など、様々な病態の場であるとされる。しかしながら、構成する細胞種は線維化の原因となる線維芽細胞をはじめとする組織固有のもの (resident type) に加え、免疫細胞等血液由来の動的なもの (migratory type) が多いことから構造は複雑である。特に、固有の細胞は顕微鏡観察では核しか同定できず、また免疫組織化学ではバックグラウンドノイズとの判別が難しく、電顕では細胞質の断片が散在するという所見となるため全体像が把握しづらいという特徴から軽視または無視されがちであり、近年、心臓や腫瘍に固有な細胞成分に注目した研究が増加しているものの、解析は必ずしも進んでいない。

一方、これら細胞の正常と病態における分類は必ずしも明確でなく、またマーカー発現パターンが変化することもある。そのような状況から、病態理解のために正常組織におけるそれら細胞の個々の形状や数等の形態情報、また、周りとの接触・連結による組織全体における連携の理解が必須であるものの、それら細胞が顕微鏡観察から記載された紡錘形または星状という形態的特徴のため細胞全体の高解像度解析には顕微解析法に限界があり、詳細については明らかとはいえなかった。

正常組織のみならず、様々な病態におけるこれら細胞は、その分布部位の微小環境により様々な機能分化する。そのような機能分化は、病態においては疾患の特性の理解、診断・治療のターゲットとして重要な位置づけにある。各種細胞マーカーにより、静止期・活動期の違いによる形態・機能の生理・病理学的意義について多くの議論がなされ、分布組織によっては、これら細胞種が発現するイオンチャネル、細胞運動に関わる分子群等、その他細胞機能の特徴づける分子の発現パターンにより、fibroblast の myofibroblast への転換や EMT (上皮間葉転換) など、形態・機能動態の変化もよく研究されてきた。

申請者らはこれら結合組織固有の細胞について注目して研究を行ってきた。これら細胞は組織・臓器により、間質細胞 (interstitial cell)、線維芽細胞 (fibroblast)、筋線維芽細胞 (myofibroblast)、基質細胞 (stromal cell)、星状細胞 (stellate cell)、網状細胞 (reticular cell) 等の名称で記載されている。機能的には、コラーゲン産生・分泌、結合組織の枠組形成 (frame; histoskeleton)、また、同種・異種細胞の連携によるネットワーク形成、さらに、骨髄に由来する遊走細胞群との連携 (niche 形成) という視点からは再生医学・医療に関連する体性幹細胞、未分化間葉細胞との関連も興味深く、分布部位により高度な機能分化を示す。最近、telocyte と呼称される細胞群の研究発表が増えており、文献的にはそれらとの形態的/機能的重複が多いが、研究者毎に定義が必ずしも明確でなく、不明なことも多い。ここでは、これらを間質細胞 interstitial cell と総称する。

本課題においては、当初、計画調書において核心をなす学術的「問い」としてあげた「間質細胞の形態的特徴について古典的理解とは異なる視点で認識することはできないか」という仮説の検証を目指した。

2. 研究の目的

本研究の大目的は、身体各所の結合組織を構成する細胞による組織構築を微細構造レベルで再検討することである。身体各部の間質細胞は、平坦な膜・シート状である可能性が示唆されている。自律神経系の神経伝達物質の拡散様式など、紡錘形・星状ではなく、膜・シート状と考えることで理解しやすい現象も見受けられる。その証明のために免疫組織化学法により機能を反映する酵素等の分布を光顕レベルで確認した上で、同一または同等の試料の電顕レベルの連続微細構造解析を行い (CLEM 法)、第 1 に、分布する細胞種を電顕観察による微細構造レベルで同定し、個々の細胞の形状を確認する。第 2 に、隣接する細胞間の接着様式、血管、神経との相互関係を検討することにより、結合組織内の組織・細胞構築の再評価を行う。それにより生理・病態における結合組織細胞の意義について、光顕観察との対応が付けられることから細胞動態を考慮した再考が可能となる。

3. 研究の方法

FIB/SEM (Quanta 3D FEG, FEI 社) 観察および FIB/SEM tomography による間質細胞を含む組織の 3 次元微細構造解析を主軸とする。機能形態解析のため、光顕レベルの免疫組織化学法で対象組織の機能形態解析を行った試料を用いて、光顕と電顕画像の対応を可能とする CLEM 法を開発・応用する。電顕解析では、FIB/SEM および他の volume EM 法で対象臓器・器官の超薄連続画像を取得し、PC 上の AI (人工知能) 技術を含む画像解析技法で 3 次元構造解析を行う。

いずれも発展著しい分野であって、時間と労力が必要であり、期間内に適正な研究を遂行するため 2 段階に分け、第 1 段階として画像取得を行ない、続いてそれらの画像解析に集中した。また、人的労力確保のため、研究支援者を雇用し、専門的知識に影響されない客観的な画像トレースを行った。労力確保目的もあり、平行して AI による画像解析技法の開発・導入した。

FIB/SEM は比較的新しい電顕技法であり、医生物系観察において必須となる試料作製、観察条件について、対象組織・臓器毎に最適化条件の検討を進めた。申請者らの施設においては、常にさまざまな臓器・組織・細胞に対して最適条件を求める試行錯誤が行われており、対象臓器毎に最適な試料作製法 (固定法、染色法等)、観察条件 (切削の厚さ、速度、SEM 撮影の加速電圧、スポットサイズ、電流値等) が設定された。

元画像の取得は原則これまでの方法 (Ohta ら、micron 2012 doi:10.1016/j.micron.2011.11.001) を踏襲した。試料作製に必要となる、各臓器・器官において目標とする部位、方向性の決定、さらに化学固定にはじまる試料作製、樹脂包埋時の試料の扱い等の詳細については、微細形態解析・研究に取り組んできた我々の研究チームのこれまでの実績に基づいて、細やかな作業が速やかに実現できた。また、超解像顕微法、共焦点レーザー顕微法、組織透明化技法など、各種光学顕微鏡技術と電顕観察を組み合わせた CLEM 法の開発・導入により、個体から細胞、さらにミトコンドリア等の細胞小器官に至る全体的構造解析を試みた。

4. 研究成果

間質細胞はこれまでの記載では紡錘形・星状と記載され、突起の先端でギャップ結合によりお互い連結して、全体として網目状細胞ネットワークを形成しているとされてきた。しかしながら、我々の先行研究および本研究から (Hiroshige ら)、皮膚・泌尿生殖器系臓器において、これら間質細胞は厚さ 200nm 以下の極めて薄い膜・シート状であることが示され、そのような細胞のゆるい敷石状配列により膜・シートを形成して、隔壁となって結合組織全体を区切り、区域化すること、そして部位によっては蜂巢状小空間が形成され (compartmentalization)、それらの集合体で構成されていることが示唆された。

ところで、これまでの研究において、間質細胞はその拡がりの大きさから電顕レベルの解像度をもって連続切片解析することは困難である。また、通常の電顕観察では、個々の切片において観察される間質細胞の断片の認識は困難であり、小さい断片は見逃される、或いは無視せざるを得ない、即ち、記録画像として残されないことが多い。しかしながら、連続画像において個々の画像は所見に乏しいものであっても、再構築すると機能的に重要な細胞の全体像がみえてくることがある。このような”丸ごとの細胞”の観察により全体像が認知されることではじめて形状、配置、相互関係、そして機能が明解に理解されるのである。たとえば、切片像の解析で基底膜やカベオラの有無から2種類の細胞であると解釈されていたものが、実は1種類の細胞の異なる断面の特徴であったこと、また、ICCまたは線維芽細胞であると解釈される細胞断片が、連続的に観察するうちに実はリンパ管内皮細胞であることも経験した。間質細胞は、その形態の特徴から、特にその傾向が強かった。

本課題の核心である結合組織の機能を考える上で重要となる連続切片画像による組織・細胞構築解明への形態学的アプローチは、FIB/SEM tomographyの導入によりはじめて可能となったものであり、本研究の”丸ごとの細胞”の3次元微細構造解析は、今後のAI支援大容量画像の解析等の技術革新とあわせ、重要な形態解析手法となる。今後、結合組織・間質細胞の生体の成長・再生・老化における再生医学的役割、また、癌転移、組織の線維化等重要な病態への関わり等、結合組織という生体構造の生理病態理解の発展に活用されることが期待される。更には、全身の結合組織における間質細胞の分布の偏りが、臨床的に注目される筋膜(fascia)や、経絡・経穴の理解に繋がることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Kei-Ichiro Uemura, Akinobu Togo, Tasuku Hiroshige, Keisuke Ohta, Kosuke Ueda, Kiyooki Nishihara, Makoto Nakiri, Shingo Hirashima, Tsukasa Igawa, Kei-Ichiro Nakamura	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 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 Tasuku Hiroshige, Kei-Ichiro Uemura, Kei-Ichiro Nakamura, Tsukasa Igawa	4. 巻 25
2. 論文標題 Insights on Platelet-Derived Growth Factor Receptor -Positive Interstitial Cells in the Male Reproductive Tract. (review)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 4128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms25074128	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 Yoshihiro Kawaguchi, Keisuke Ohta, Tasuku Hiroshige, Kei-ichiro Uemura, Akinobu Togo, Kei-ichiro Nakamura, Tsukasa Igawa.	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-
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 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 Kei-ichiro Uemura, Yoshihiro Miyazono, Tasuku Hiroshige, Keisuke Ohta, Kosuke Ueda, Kiyooki Nishihara, Makoto Nakiri, Shingo Hirashima, Tsukasa Igawa, Kei-ichiro Nakamura.	4. 巻 29
2. 論文標題 Three-dimensional ultrastructural analysis of the head-most mitochondrial roots of mice spermatozoa using focused ion beam/scanning electron microscopy (FIB/SEM) tomography.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Microscopy and Microanalysis	6. 最初と最後の頁 1460-1466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/micmic/ozad055	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 Kei-Ichiro Uemura, Yoshihiro Miyazono, Tasuku Hiroshige, Keisuke Ohta, Kosuke Ueda, Kiyooki Nishihara, Makoto Nakiri, Shingo Hirashima, Tsukasa Igawa, Kei-Ichiro Nakamura	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 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 Shingo Hirashima, Keisuke Ohta, Akinobu Togo, Risa Tsuneyoshi, Jingo Kusakawa, Kei-ichiro Nakamura.	4. 巻 72
2. 論文標題 Mesoscopic structural analysis via deep learning processing, with a special reference to in vitro alteration in collagen fibre induced by a gap junction inhibitor	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Microscopy	6. 最初と最後の頁 18-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfac044	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 Tasuku Hiroshige, Kei-Ichiro Uemura, Shingo Hirashima, Akinobu Togo, Keisuke Ohta, Kei-Ichiro Nakamura, Tsukasa Igawa	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 Mitsue Takeya, Ryuhei Higashi, Hikaru Hashitani, Kei-ichiro Nakamura, Tokumasa Hayashi, Noriyuki Nakashima, Makoto Takano.	4. 巻 600
2. 論文標題 PDGFR (+) subepithelial interstitial cells act as a pacemaker to drive smooth muscle of the guinea pig seminal vesicle.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physiology	6. 最初と最後の頁 1535-1807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1113/JP281686	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 Tasuku Hiroshige, Kei-Ichiro Uemura, Shingo Hirashima, Kiyosato Hino, Akinobu Togo, Keisuke Ohta, Tsukasa Igawa, Kei-Ichiro Nakamura	4. 巻 26
2. 論文標題 Three-Dimensional Analysis of Interstitial Cells in the Smooth Muscle Layer of Murine Vas Deferens Using Confocal Laser Scanning Microscopy and FIB/SEM.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microscopy and Microanalysis	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1431927622000058	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 Shingo, Ohta Keisuke, Togo Akinobu, Nakamura Kei-ichiro	4. 巻 71
2. 論文標題 3D mesoscopic architecture of a heterogeneous cellular network in the cementum?periodontal ligament?alveolar bone complex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microscopy	6. 最初と最後の頁 22 ~ 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfab051	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 Uemura Kei-ichiro, Hiroshige Tasuku, Ueda Kosuke, Ohta Keisuke, Hayashi Tokumasa, Hirashima Shingo, Kanazawa Tomonoshin, Nakiri Makoto, Igawa Tsukasa, Nakamura Kei-ichiro	4. 巻 52
2. 論文標題 Distribution, shape, and immunohistochemical characteristics of serotonin-immunoreactive neuroendocrine cells in the urethra and periurethral genital organs in mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Molecular Histology	6. 最初と最後の頁 1205 ~ 1214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10735-021-10020-2	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 Tasuku, Uemura Kei-Ichiro, Hirashima Shingo, Hino Kiyosato, Togo Akinobu, Ohta Keisuke, Igawa Tsukasa, Nakamura Kei-Ichiro	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 Histochemica	6. 最初と最後の頁 151761 ~ 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 Hino Kiyosato, Hirashima Shingo, Tsuneyoshi Risa, Togo Akinobu, Hiroshige Tasuku, Kusakawa Jingo, Nakamura Kei-Ichiro, Ohta Keisuke	4. 巻 75
2. 論文標題 Three-dimensional ultrastructure and histomorphology of mouse circumvallate papillary taste buds before and after birth using focused ion beam-scanning electron microscope tomography	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Tissue and Cell	6. 最初と最後の頁 101714 ~ 101714
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tice.2021.101714	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 Hirashima Shingo, Ohta Keisuke, Rikimaru-Nishi Yukiko, Togo Akinobu, Funatsu Takashi, Tsuneyoshi Risa, Shima Yuichi, Nakamura Kei-ichiro	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	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 Hiroshige Tasuku, Uemura Kei-Ichiro, Hirashima Shingo, Hino Kiyosato, Togo Akinobu, Ohta Keisuke, Igawa Tsukasa, Nakamura Kei-Ichiro	4. 巻 11
2. 論文標題 Identification of PDGFR -positive interstitial cells in the distal segment of the murine vas deferens	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-87049-6	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 Ohta Keisuke, Hirashima Shingo, Miyazono Yoshihiro, Togo Akinobu, Nakamura Kei-ichiro	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 2020年
3. 雑誌名 Microscopy	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 -

1. 著者名 Uemura Kei-ichiro, Hayashi Tokumasa, Hiroshige Tasuku, Ueda Kosuke, Ohta Keisuke, Kanazawa Tomonoshin, Hirashima Shingo, Nakiri Makoto, Igawa Tsukasa, Nakamura Kei-ichiro	4. 巻 122
2. 論文標題 Ectopic subcutaneous transplantation of fetal rat urogenital sinus and seminal vesicle promotes the organ growth and formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Histochemica	6. 最初と最後の頁 151569 ~ 151569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.acthis.2020.151569	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 Shingo Hirashima, Keisuke Ohta, Tomonoshin Kanazawa, Akinobu Togo, Risa Tsuneyoshi, Yoshihiro Miyazono, Jingo Kusakawa, and Kei-ichiro Nakamura	4. 巻 69
2. 論文標題 Correlative imaging of collagen fibers and fibroblasts using CLEM optimized for picosirius red staining and FIB/SEM tomography.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microscopy	6. 最初と最後の頁 324-329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfaa024	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 Hirashima Shingo, Ohta Keisuke, Kanazawa Tomonoshin, Togo Akinobu, Tsuneyoshi Risa, Kusakawa Jingo, Nakamura Kei-ichiro	4. 巻 69
2. 論文標題 Cellular network across cementum and periodontal ligament elucidated by FIB/SEM tomography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microscopy	6. 最初と最後の頁 53-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jmicro/dfz117	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 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 広重 佑, 上村 慶一郎, 平嶋 伸悟, 都合 亜記暢, 太田 啓介, 中村 桂一郎, 井川 掌
2. 発表標題 マウス精巣上体におけるPDGFR 陽性間質細胞の形態学的解析
3. 学会等名 第109回日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 力丸 由起子、太田 啓介、右田 尚、水谷 友紀、山下 美香、力丸 英明、清川 兼輔、中村 桂一郎
2. 発表標題 FIB/SEMトモグラフィを用いた皮膚の三次元形態解析
3. 学会等名 第120回日本皮膚科学会総会
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 日本顕微鏡学会総会第77回学術講演
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 広重 佑、上村 慶一郎、平嶋 伸悟、都合 亜記暢、太田 啓介、中村 桂一郎、井川 掌
2. 発表標題 FIB/SEM断層撮影による哺乳類輸精管におけるPDGFR 陽性間質細胞の三次元超微細構造解析
3. 学会等名 西日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広重 佑、上村 慶一郎、都合 亜記暢、平嶋 伸悟、日野 聖慧、太田 啓介、井川 掌、中村 桂一郎
2. 発表標題 Three-dimensional ultrastructural analysis of PDGFR -positive interstitial cells in the mammalian vas deferens by FIB/SEM tomography.
3. 学会等名 第72回西日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広重 佑, 上村 慶一郎, 都合 亜記暢, 平嶋 伸悟, 日野 聖慧, 太田 啓介, 井川 掌, 中村 桂一郎
2. 発表標題 FIB/SEM tomographyによるマウス精管PDGFR 陽性間質細胞の三次元微細構造解析.
3. 学会等名 第62回日本顕微鏡学会 九州支部総会・学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 太田 啓介, 都合 亜記暢, 船津 貴志, 秋葉 純, 田原 宣広, 中村 桂一郎
2. 発表標題 心筋生検電子顕微鏡検査における採取時の洗滌液の影響
3. 学会等名 第62回日本顕微鏡学会 九州支部総会・学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 桂一郎, 東 龍平, 武谷 三恵, 鷹野 誠, 橋谷 光, 太田 啓介
2. 発表標題 モルモット精囊壁においてカルシウムイメージングで検出された細胞群のFIB/SEMによる検討.
3. 学会等名 第62回日本顕微鏡学会 九州支部総会・学術講演会
4. 発表年 2020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	太田 啓介 (OHTA Keisuke) (00258401)	久留米大学・医学部・教授 (37104)	

6. 研究組織 (つづき)

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	平嶋 伸悟 (HIRASHIMA Singo) (70647784)	久留米大学・医学部・客員准教授 (37104)	
研究分担者	力丸 由起子 (西由起子) (RIKIMARU Yukiko) (90368960)	久留米大学・医学部・講師 (37104)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	広重 佑 (HIROSHIGE Tasuku) (50647782)	久留米大学・医学部・助教 (37104)	
研究協力者	上村 慶一郎 (UEMURA Kei-ichiro) (70446079)	久留米大学・医学部・講師 (37104)	
研究協力者	川口 義弘 (KAWAGUCHI Yoshihiro)	久留米大学・医学部・医師 (37104)	
研究協力者	武谷 三恵 (TAKEYA Mitsue) (30289433)	久留米大学・医学部・教授 (37104)	
研究協力者	林 篤正 (HAYASHI Tokumasa)	亀田総合病院・メディカルセンター・医師	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	日野 聖慧 (HINO Kiyosato) (40806791)	久留米大学・医学部・助教 (37104)	
研究協力者	東 龍平 (HIGASHI Ryuhei)	久留米大学・医学部・技術職員 (37104)	
研究協力者	常吉 梨沙 (TUNEYOSHI Risa)	久留米大学・医学部・研究補助員 (37104)	
研究協力者	岩佐 直美 (IWASA Naomi)	久留米大学・医学部・研究補助員 (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