

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2022

課題番号：16K01004

研究課題名（和文）生命現象を可視化し体験するライフサイエンス・バイオイメージング実習の構築と汎用化

研究課題名（英文）Construction and generalization of life science/bioimaging experimental practice to visualize and experience biological phenomena

研究代表者

沼山 恵子（Numayama-Tsuruta, Keiko）

東北大学・医工学研究科・准教授

研究者番号：30400287

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、医工学・生命科学分野の人材育成に資することを目的として、様々な生命現象を可視化して体験する実習を立ち上げた。2種の遊泳微細藻類を顕微鏡で比較観察する実習、セントラルドグマを可視化するライフサイエンス実習等を構築・実践し、トランスグレード実習講座を継続して充実させると共に、小動物を用いて画像診断手法を体験し、撮像原理を学ぶ医用イメージング実習も試行した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で構築した各種実習により、生命現象を自分の目で見て体験することは、工学系技術者が医学・生物学の考え方を体得する近道となり、医工連携や医療機器の研究・開発を加速することが期待される。また、生物の発生過程や、セントラルドグマを可視化する教材を提供し、中等教育現場の教師と生徒に共に体験してもらうことにより、生命科学の啓蒙と理科教育に貢献でき、次世代の研究・開発人材の育成にも寄与する。

研究成果の概要（英文）：In this research, with the aim of contributing to the development of human resources in the fields of biomedical engineering and life science, we launched practical training courses to visualize and experience various biological phenomena, including practical training for comparative observation of two types of swimming microalgae under a microscope, life science training for visualizing the central dogma, etc., and we continued to enhance the “transgrade” practical training course. In addition, using small animals, a medical imaging training course was also implemented to experience diagnostic imaging techniques and to learn the principles of imaging.

研究分野：医工学人材育成

キーワード：実習教材開発 バイオイメージング ライフサイエンス 生命現象の可視化 次世代人材育成

## 1. 研究開始当初の背景

我が国が誇る「ものづくり」の技術を医療機器開発に活かすためには、社会人技術者と、その予備軍である機械系・電気系・材料系等の専門教育を受けた理工系学生に医学・生物学の再教育を行い、医療従事者と専門的な意思疎通の図れる人材を育成することが肝要である。研究代表者は、2004年度から社会人技術者等を対象に継続して開講していた「医療工学技術者創成のための再教育 (REDEEM)」や、医工学研究科の大学院生対象の細胞遺伝子工学実習などにおける12年間に及ぶ実習指導の経験から、理工系出身者が自ら手を下し実物を見て「生命とは何か」を体験することが、医学・生物学の考え方を体得する近道であると確信するに至った。

## 2. 研究の目的

本研究は、医療現場で必須の画像診断と研究現場で使用されているバイオイメーjing手法を用いて、様々な生命現象を可視化して体験できる実習コースを構築することにより、我が国の医療機器関連産業従事者のハードリングを支援するとともに、中等教育現場でも実践可能な手法に改変して教材化を図り、医工学・生命科学分野の次世代人材育成に資することを目的とした。

## 3. 研究の方法

前年度までの基盤研究(C)の研究課題「理工系出身者を対象とする医療工学・生命科学実習の発展と汎用化」で確立した実習開発の成果と方法論を元に、特に「生命現象の可視化」に焦点を当て、新たな実習コースの構築に取り組んだ。医療現場で必須のMRI・X線CT・エコー(超音波診断)等の医用イメージングと、ライフサイエンスの研究現場でレーザー・顕微鏡・蛍光等を駆使して行われているバイオイメーjingを取り入れた可視化実習の新たなカリキュラムを立案・企画し、必要な機器の導入や医工学実習室の環境整備を進めた。連携研究者である東北大学大学院工学研究科 菊地謙次准教授の助言を得て可視化方法を検討し、実習プロトコル作成と予備実験を行い、実習書を作成した。本学の学生・大学院生をAA(アドミニストレイティブ・アシスタント)として雇用し、実習補助を担当するための事前研修を兼ねた予備実習を実施して、学生達からの評価を実習プロトコル・実習書に反映させた。学外からも受講者を募って試行実習を行い、受講者による評価をフィードバックして、プロトコルを最適化した実習コースを構築した。さらに、開発した実習の一部は高校の理科実験室などの中等教育現場でも実現可能なライフサイエンス分野の教育に汎用できる教材として、幅広い層に体験の機会を提供できるように展開した。

## 4. 研究成果

### (1) 遊泳微細藻類の顕微鏡観察実習

2016年度には、近年、栄養食品やバイオ燃料の原料として注目を集めている *Euglena* (ミドリムシ) を実験教材として簡易に培養する方法を検討し、培養液を封入したプレパラートを作成して生きたまま顕微鏡で観察する実習を、中高生から社会人技術者までを対象とするトランスグレード実習講座「蛍光顕微鏡組立実習」や高校生の理系選択者の校外研修の実験の一部として組み込んだ。ユーグレナは、葉緑体で光合成を行う点では微細藻類とも言えるが、細胞壁を持たず、くねくねと動く特有の「すじりもじり運動」を示し、光のない環境では外から食物を摂取する従属栄養で生きていける点では鞭毛虫に分類される原生動物である。この植物か動物かははっきりしない単細胞生物が鞭毛で泳ぎ回る様子を、多細胞の群体を形成する *Volvox carteri* (オオヒゲマワリ) の繊毛打による遊泳と対比観察させることにより、生物への興味を惹起する。赤い眼点があり、走光性を有すること、生物対流を観察できることに加え、ユーグレナの大量培養技術の開発による産業化の成功例なども紹介することで、科学技術と社会との係わりやSDGs、カーボンニュートラル等についても学べる教材とした。

これら2種の遊泳微細藻類を中等・初等教育の教材として授業や課題研究・課外活動等に活用いただくため、2012~2018年度に医工学研究科で実施した中学・高校理科教員対象の合宿研修：サイエンス・リーダーズ・キャンプ (SLC) の受講者など、分譲を希望する全国各地の学校に送付した。少なくとも約1万人の小学生~高校生に顕微鏡観察試料を提供したことになる。

### (2) セントラルドグマを可視化するライフサイエンス実習

JSTが主催していたSLCを2017年度から医工学研究科主催の独自事業として継承し、蛍光顕微鏡組立実習に加えて、愛媛大学SLCのコムギ胚芽抽出液を用いた無細胞タンパク質合成系によるGFPの転写・翻訳実験に、近赤外蛍光イメージング装置で2波長同時検出を行うIn Gel Western分析を組み込み、GFP/RFPの特異的検出と分子量の同定を含む生命科学実習を行った。

この実習の汎用化として、2018年度に仙台市内の中等教育学校を会場に、中高生と教員を対象とする2日間の理科特別講座を開催した。理系の大学に進学した卒業生をTAとして事前研修・予備実習を行い、中学生にも理解できる実習書を目指して改良した。mRNA合成の待ち時間には転写・翻訳の講義と、反応結果を予想するグループワークを行い、転写されたmRNAを蛍光試薬で検出して転写を確認した。コムギ胚芽抽出液に転写産物を重層して一晚翻訳反応を行って、翌朝励起光照射によりGFPの蛍光を確認した。翻訳産物は2種の精製タンパク質と同時にSDS-PAGEで泳動し、CBB染色により可視化したバンドの移動距離を計測し、標準曲線から分子量を同定するグループワークで、タンパク質の大きさを実感してもらった。この転写・翻訳実験講座は、2020年度に宮城県内の高校2校との3校合同企画として拡大開催した。

また、2017年度に仙台市内の高校で行った出前授業では、遺伝子組換え操作体験として、プラスミドDNAの制限酵素消化とアガロースゲル電気泳動後にDNAのバンドを可視化する実験と、ラットゲノムDNA溶液にエタノールを加えて大量に析出させて遺伝子の正体であるDNAを可視化する実験を組み込み、遺伝子組換えで作出された市販の「青いカーネーション」の実物も見てもらった上で、大学で行われている遺伝子組換え生物を用いた研究内容を紹介した。

### (3) トランスグレード実習講座の継続と展開

本研究開始前の2015年度から、高校生から社会人まで多様な背景や経歴を有する人々が学年の枠を越えて共に学び、協働する「トランスグレード」高度教養教育の開発に着手しており、その体験教育の二本の柱が、「蛍光顕微鏡組立実習」と「ウズラ胚の実体顕微鏡観察」である。これらの実習講座は本研究と並行して実習環境整備を進め、学外からも受講者を募って開講しており、2017年度は宮城県高等学校理科研究会の教材生物ワークショップと共催でウズラ胚を用いた発生物学実習を実施し、県内の高校生物や実習担当の教員から貴重な意見を多数聴取することができた。高度教養教育開発推進事業終了後、2018年度は学部1年生を対象とする全学教育科目「基礎ゼミ」として開講し、2019年度には本研究の一環として、ボルボックスの葉緑体の赤色自家蛍光観察条件を再検討し、中学生と高齢者にまで対象を広げて青葉山キャンパスにて「蛍光顕微鏡組立実習」のトランスグレード実習講座を開催した。その受講者が勤務する兵庫県の高校に顕微鏡組立実習を導入するサポートも行い、COVID-19パンデミックによる行動制限直前の1月末に実際に開講することができた。その後のトランスグレード実習に関しては、2020～2023年度基盤研究(C)の研究課題「トランスグレード実習講座の展開による科学リテラシー涵養の試み」に継承している。

### (4) 小動物を用いた医用イメージング実習

当初計画していた病態モデルマウスの画像診断実習を2018年度に社会人技術者を対象に試行し、意見を聴取した。しかし、長期の特殊飼料の給餌により誘発した非アルコール性脂肪肝炎モデルと通常飼育のマウスの肝臓の差の見極めは想定以上に難しく、初学者が限られた時間内で画像診断の基礎を体験するには、健常マウスの全身を撮像し、主な臓器を同定するだけでも充分であることが判った。

COVID-19の影響で3年間延期せざるを得なかった小動物を用いた医用イメージング実習を、2022年度末に学外からの受講者も受け入れてようやく対面で実施することができた。2月に開催した試行実習には、学内の4研究科の大学院生と、宮城・山形・神奈川の5つの高校から生徒・教員が参加した。冒頭に動物実験の倫理講習を行った後、4名ずつの3グループに週齢の異なる雌雄ペアのマウスを割り当てて、体幹部のMRI撮像/毛細血管の血流観察・全身のX線CT画像解析/腹部・胸部超音波検査の3つのブースを巡回する形式で実習を行った。麻酔の導入、画像撮像後の安楽死処置、系統解剖も全て自ら行っていただいた。

臨床現場での画像診断に欠かせないそれぞれの手法の撮像原理や見え方を比較し、生体の内部構造と心臓の拍動や血流などの生命現象を可視化し、体感する実習の形にすることができた。受講者に学外の高校生・理科教員も含む動物実験教育研修計画の審査を受けて承認され、実際に試行したことにより、次世代の人材育成にも資するものとなったと考えている。この実習は引き続き「トランスグレード実習講座」の一つとして、構築・実践を進める予定である。

### (5) 研究成果の実践・社会還元の取り組み

本研究の成果を含む実習の実践、普及・社会還元のため、「ひらめき☆ときめきサイエンス〜ようこそ大学の研究室へ〜 KAKENHI」(2018年度までは日本学術振興会の委託事業、2019年度以降は科研費の研究成果公開促進費)に毎年応募し、幸いにも研究期間を通じて連続採択された。高校生対象のプログラム「遺伝暗号を学ぶDNAストラップ作製と内視鏡手術操作で『生命科学・医工学』を体験」を毎年8月の夏休みに(2020年度のみCOVID-19の影響で開催時期をずらし、12月冬休みに)2日間ずつ開催した。例年、申込み受付開始後すぐに満席となり、多くのキャンセル待ちのご希望もいただいた。体験を主眼とするプログラムであるため、コロナ禍にあっても感染防止対策を講じて全て対面で開催したが、COVID-19拡大時期に当たった年は欠席者・参加辞退者が数名生じてしまったものの、合計189名の高校生が本学の星陵キャンパスに来場し、実習を受講した。大学院での研究を身近に感じると共に、生命科学や医工学という学際的な研究・学問分野の存在を知っていただき、進路選択の幅を広げてもらうことができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa	4. 巻 12
2. 論文標題 Reciprocating intestinal flows enhance glucose uptake in <i>C. elegans</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15310
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-18968-1	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 Kenji Kikuchi, Hyontack Noh, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa	4. 巻 318
2. 論文標題 Mechanical roles of anterograde and retrograde intestinal peristalses after feeding in a larval fish ( <i>Danio rerio</i> )	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology	6. 最初と最後の頁 G1013-G1021
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1152/ajpgi.00165.2019	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 Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa	4. 巻 223
2. 論文標題 How do <i>Caenorhabditis elegans</i> worms survive in highly viscous habitats?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb224691
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1242/jeb.224691	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 Kenji Kikuchi, Shunsuke Shigeta, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa	4. 巻 587
2. 論文標題 Vulnerability of the skin barrier to mechanical rubbing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Pharmaceutics	6. 最初と最後の頁 119708
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ijpharm.2020.119708	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 Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Tsuruta-Numayama, Takuji Ishikawa	4. 巻 9
2. 論文標題 Particle selectivity of filtering by <i>C. elegans</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Theoretical and Applied Mechanics Letters	6. 最初と最後の頁 61-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.taml.2019.02.001	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 Hitoshi Inada, Keiko Numayama-Tsuruta, Kentaro Mochizuki, Makiko Sasaki-Hoshino, Noriko Osumi	4. 巻 23
2. 論文標題 Pax6-dependent regulation of the rat Fabp7 promoter activity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Genes to Cells	6. 最初と最後の頁 702-714
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12623	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 Cheng-Hsi Chuang, Kenji Kikuchi, Hironori Ueno, Keiko Numayama-Tsuruta, Takami Yamaguchi, Takuji Ishikawa	4. 巻 69
2. 論文標題 Collective spreading of red blood cells flowing in a microchannel	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanics	6. 最初と最後の頁 64-69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiomech.2018.01.009	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 Kenji Kikuchi, Tomofumi Haga, Keiko Numayama-Tsuruta, Hironori Ueno, Takuji Ishikawa	4. 巻 45
2. 論文標題 Effect of fluid viscosity on the cilia-generated flow on a mouse tracheal lumen	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Annals of Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 1048-1057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10439-016-1743-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 -

[学会発表] 計39件(うち招待講演 1件/うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Kyosuke Kimura, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Bubble Structure in proofing Dough visualized by X-ray Microtomography.
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Kikunaga, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Microbial transport of E.coli in the gut of a zebrafish larva.
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jiawei Huang, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Transport of liposome in zebrafish larvae intestine.
3. 学会等名 9th World Congress of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kyosuke Kimura, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama, Takuji Ishikawa, Taimei Miyagawa
2. 発表標題 Visualization of Bubble Dynamics inside the Proofing Bread Dough using X-ray Microtomography.
3. 学会等名 13th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing (PSFVIP13) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Kikunaga, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Visualization of microbial transport in the gut of a zebrafish larva.
3. 学会等名 13th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing (PSFVIP13) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村恭輔, 菊地謙次, Srivastava Atul, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 X線マイクロトモグラフィーを用いたパン生地発酵による膨化プロセスの可視化
3. 学会等名 第49回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Kikuchi, S. Koyama, K. Tsuruta-Numayama, T. Ishikawa
2. 発表標題 Effect of ambient flow on a fresh-water sponge
3. 学会等名 19th International Symposium on Flow Visualization (ISFV19) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 R. Yasuda, K. Kikuchi, K. Numayama-Tsuruta, T. Ishikawa
2. 発表標題 Virus scale nano-particle permeation into a stretched skin by CLSM flow visualization
3. 学会等名 19th International Symposium on Flow Visualization (ISFV19) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木雄貴, 菊地謙次, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 線虫の栄養吸収に及ぼす蠕動運動の能動攪拌の影響
3. 学会等名 日本流体力学会 年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Kimura, K. Kikuchi, A. Srivastava, K. Numayama-Tsuruta, T. Ishikawa
2. 発表標題 Bubble induced Puffing Process of Fermenting Bread Dough
3. 学会等名 18th International Conference on Flow Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J. Huang, K. Kikuchi, K. Numayama-Tsuruta, T. Ishikawa
2. 発表標題 Liposomal Drug Carriers through an Extended Skin
3. 学会等名 18th International Conference on Flow Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沼山恵子, 出江紳一, 田中真美, 永富良一, 厨川常元, 山口隆美
2. 発表標題 理科教員合宿研修の継続開催による全国各地への「医工学」の啓蒙と中高-大学院連携活動の展開
3. 学会等名 第67回 工学教育研究講演会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Pump Function of <i>C. elegans</i> Pharynx in Highly Viscous Environments
3. 学会等名 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Kikuchi, Hyeongtak Noh, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Mixing and pumping functions in a zebrafish larval intestine
3. 学会等名 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takahashi, K. Numayama-Tsuruta, Kenji Kikuchi, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Inflamed Intestinal Flow in Zebrafish Larva
3. 学会等名 10th Asian-Pacific Conference on Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuji Koyama, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Pumping Function for a Fresh-water Sponge
3. 学会等名 16th International Conference on Fluid Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 High Viscous Fluid Flow in C. elegans Pharynx
3. 学会等名 16th International Conference on Fluid Dynsmics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kurosawa, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Enhancement of Transdermal Drug Delivery by Rotational Stimulation Device
3. 学会等名 16th International Conference on Fluid Dynsmics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Takahashi, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Gut Bacterial Flow in Zebrafish Larva.
3. 学会等名 The Seven International Symposium on Aero Aqua Bio-mechanisms ISABMEC 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木雄貴, 菊地謙次, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 線虫口内の餌濃縮部における流れの可視化
3. 学会等名 日本流体力学会年会 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋将大, 菊地謙次, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 ゼブラフィッシュの腸蠕動と腸内細菌の分布
3. 学会等名 日本流体力学会年会 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Tsuruta-Numayama, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Particle Selectivity of Filtering by <i>C. elegans</i> .
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (ICFM8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenji Kikuchi, Shunsuke Shigeta, Keiko Tsuruta-Numayama, Takuji Ishikawa
2. 発表標題 Drug Permeation Measurement through the Skin by using a Two-Photon Laser Induced Fluorescent Microscopy.
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (ICFM8) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木雄貴, 菊地謙次, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 線虫餌濃縮メカニズム解明のための口内流動計測
3. 学会等名 日本機械学会 第 31 回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小山 周治, 菊地 謙次, 沼山 恵子, 石川 拓司
2. 発表標題 淡水海綿におけるポンプ機能の解明
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒澤 祐貴, 菊地 謙次, 沼山 恵子, 石川 拓司
2. 発表標題 回転刺激デバイスによる薬剤経皮吸収促進
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第54期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 隆美, 沼山 恵子
2. 発表標題 医工学社会人技術者再教育プログラム REDEEMの15年の歩み
3. 学会等名 第64回日本実験動物学会総会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊地 謙次, ノ ヒョンタク, 沼山 恵子, 石川 拓司
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ腸内における蠕動運動と輸送の可視化
3. 学会等名 第45回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Sugawara, K. Kikuchi, S. Shigeta, K. Numayama-Tsuruta, T. Ishikawa
2. 発表標題 Transdermal drug delivery enhancement by unidirectional skin extension.
3. 学会等名 The 26th Congress of the International Society of Biomechanics (ISB 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Ishikawa, K. Kikuchi, T. Haga, K. Numayama-Tsuruta, H. Ueno
2. 発表標題 Viscous load changes the ciliary force and flow on a tracheal lumen.
3. 学会等名 The 26th Congress of the International Society of Biomechanics (ISB 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩崎 悠和, 石田 駿一, 織田 芳広, 沼山 恵子, 今井 陽介
2. 発表標題 二光子顕微鏡を用いた細胞運動の三次元タイムラプス解析
3. 学会等名 日本機械学会 第28回バイオフィロンティア講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 織田 芳広, 岩崎 悠和, 沼山 恵子, 今井 陽介
2. 発表標題 がん細胞分裂におけるタリンの3次元分布の実験的解析
3. 学会等名 日本機械学会 第28回バイオフィロンティア講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菅原 尚, 菊地 謙次, 沼山 恵子, 石川 拓司
2. 発表標題 伸展刺激による薬剤経皮吸収
3. 学会等名 日本機械学会 第28回バイオフィロンティア講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沼山 恵子, 山口 隆美
2. 発表標題 社会人医工学技術者育成プログラムREDEEMの15年
3. 学会等名 日本機械学会 第30回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木 雄貴, 菊地 謙次, 沼山 恵子, 石川 拓司
2. 発表標題 線虫の咽頭における餌濃縮機能の可視化計測
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第53期総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 将大, 菊地 謙次, 沼山 恵子, 石川 拓司
2. 発表標題 ゼブラフィッシュの腸蠕動と腸内フローラ流動の可視化計測
3. 学会等名 日本機械学会東北支部 第53期総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Shigeta, K. Kikuchi, K. Numayama, T. Ishikawa
2. 発表標題 Measurment of drug permeation in the skin by a two photon microscopy.
3. 学会等名 22nd Congress of the European Society of Biomechanics (ESB2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 重田峻輔, 菊地謙次, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 機械的刺激による経皮吸収促進
3. 学会等名 日本機械学会 第29回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菅原尚, 重田峻輔, 菊地謙次, 沼山恵子, 石川拓司
2. 発表標題 伸展刺激による皮膚構造変化と薬剤浸透
3. 学会等名 日本機械学会 第29回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>平成29年度東北大学総長教育賞受賞  <a href="https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2018/04/press-20180412-soutyousyo.html">https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2018/04/press-20180412-soutyousyo.html</a></p> <p>第20回工学教育賞（業績部門）受賞 高校・大学・社会人教育を融合したトランスグレード医工学教育  <a href="https://www.bme.tohoku.ac.jp/information/jpawards/293/">https://www.bme.tohoku.ac.jp/information/jpawards/293/</a></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
連携研究者	菊地 謙次  (Kikuchi Kenji)  (00553801)	東北大学・工学研究科・准教授    (11301)	

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