

令和元年6月19日現在

機関番号：17102

研究種目：国際共同研究加速基金（国際活動支援班）

研究期間：2015～2018

課題番号：15K21716

研究課題名（和文）多元計算解剖モデルを核とした国際共同研究基盤の創成

研究課題名（英文）Creation of an international joint research base based on Multidisciplinary computational anatomy

研究代表者

橋爪 誠（Hashizume, Makoto）

九州大学・先端医療イノベーションセンター・名誉教授

研究者番号：90198664

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 47,300,000円

研究成果の概要（和文）：設置した運営委員会の下、主に4つの国際活動拠点群を形成し、国際活動支援を実施した。これに基づき、国際連携多元計算解剖学の国際ネットワークを構築し、国際水準の若手育成と一流論文誌での国際共著論文発表を促進した。また、国際連携運営委員会を開催し、海外の連携拠点の主要研究者もメンバーに加わえた。中国、韓国、米国、英国、カナダ、スイスなど多くの海外の拠点施設と連携を深め、協力で国際活動を推し進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多元計算解剖モデルによる医用画像理解は、従来の解剖学、画像診断学、外科学などの基礎・臨床医学の概念において多元化することであり、単なる画像の理解を超えた生命体としての人体の構造と活動の総合的理解につながり、医学の諸分野の発展を加速する。国際活動支援班の整備により多元的かつ膨大な画像情報を扱う研究において、情報学や数理学、生体医工学などの関連分野の発展を促進し、大きな相乗効果が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Under the established Steering Committee, four main groups for international activities were formed and the supports for international activities were provided. Based on this, we constructed an international network of international collaboration multidisciplinary computational anatomy, and promoted the training for young researchers and the international co-authorship publication to top journals in international level. In addition, the International Cooperation Committee was held, and major researchers from overseas were joined this committee as committee members. We have promoted international activities in cooperation with the searchers in China, Korea, the United States, the United Kingdom, Canada, Switzerland, and many other overseas facilities.

研究分野：複合領域

キーワード：多元 計算解剖学 手術ナビゲーション 手術シュミレーション 国際共同研究

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人体生理・人体解剖の階層的計算モデルとしては、(1) Physiome、(2) Connectome などのプロジェクトが実施されている。Physiome では、人体のマルチスケール時空間シミュレーションが研究され、Connectome では、脳の領野(マクロ)からニューロン(ミクロ)の各レベルでの神経結合状態の網羅的解明を目指して脳科学と医用画像を融合した複数のプロジェクトがある。生体・疾患の多元データベース・計算モデルに関する研究プロジェクト TCGA では、ゲノム、病理画像、マクロ臨床画像の腫瘍に関するデータベースが構築されている。また、米国 ADNI ではアルツハイマー病早期診断を目的として、多くの MRI/PET、ゲノム、及び種々の検査結果のデータベースを整備・提供している。米国 NAMIC では複数の研究機関が、画像解析の基礎から臨床での実用化までソフト開発に重きをおいた体制を整えている。本領域では多元計算解剖学という世界的にみても稀な研究分野を創成しようとしている。体幹部を対象とした空間軸、時間軸、機能軸、病理軸で定義される多元計算解剖モデルこそが本領域の強みである。31 の公募班を含む理学・工学者と医学者が一体となった研究体制が厚みをもって構築され、イメージングまでも対象とした研究分野の創成が試みられている。当該分野を国際的にリードする研究者が集結し、当該工学分野のトップカンファレンスである MICCAI 主催者、医工連携に関する著名国際会議 CARS の主催者など世界的に一目置かれた研究者により領域が構成されている。世界トップ大学の研究者が定期的に滞在研究へ訪れている。

2. 研究の目的

1. 持続的ネットワークを形成するための多元計算解剖学国際共同研究拠点組織化本国際活動支援を核として構築される人材ネットワークを持続的なネットワークとするために多元計算解剖学国際共同研究拠点を確立する。この拠点は本新学術領域ならびに国際活動を通じて得られる研究成果・人材を活用したネットワーク型組織である。また、データベース・ソフトウェアの共有も本拠点を中心として実現する。

2. 「多元計算解剖学」の名称を普遍的な呼称にするためのあらゆる方策を企画

多元計算解剖学における論文のうち、約半数以上を国際共同研究に基づく論文とする。そのために、海外研究者の招聘と国内若手研究者の派遣を領域の強み・弱みを考慮しながら戦略的に決定し、世界的頭脳循環による多元計算解剖学の飛躍的發展を目指す。そのために、本領域における半数以上を国際共同研究とすることを目指す。その成果は、ネットワークを利用して、トップレベルの国際学会における“冠”をつけたオーガナイズドセッションを働きかけ積極的に成果を発信する。

3. 多元計算解剖学の弱みを補強する国際活動支援を実施

多元計算解剖学では多元計算解剖データベース・臨床応用方法について強みを持つものの、数理的基盤を担う人材が少ない。数理的基盤に関する人材は海外のトップレベルの研究機関に多く、これらの研究機関と国際共同研究を実施することで領域の弱みを克服する。これらトップレベルの海外研究者と共に、われわれの多元計算解剖モデルを数理的な側面も含めて確立し、臨床現場で実証することでグローバルな普及を図る。

4. 国内外の若手を多元計算解剖学国際共同研究拠点ネットワークの中で育成 _当該分野における世界的なプレゼンスを高めるには、若手研究者の国際学術コミュニティーにおけるプレゼンスを高めることが極めて重要である。国際活動支援班が領域内の若手研究者を海外の国際共同研究拠点等へ戦略的に派遣し、若手研究者が主体的に研究するとともに周囲を巻き込みながら多元計算解剖学の研究を進められることができるようにする。また、海外の優秀な研究者を招聘し、国内の若手研究者と交流しながら研究を推進することで、多元計算解剖学を担う人材を国内外の区別なく本領域がリードして育て上げる。

3. 研究の方法

当初計画の国際連携WGを拡充し、新たに設置する運営委員会の下で、国際活動支援を実施した。これにより、多元計算解剖学の国際ネットワークを構築し、国際水準の若手育成と一流論文誌での国際共著論文発表を促進した。

4. 研究成果

運営委員会の企画案に従い、各担当者は、連携機関と遠隔会議システムも利用しながら、議論を進めて具体的な共同研究テーマを設定した。各連携テーマの拠点研究機関において、テーマを詳細化するための「キックオフミーティング」を開催した。各テーマの日本側担当者と海外連携機関側の研究者が研究計画を立案した。並行して若手研究者を選考し、27年度後半から派遣をおこなった。また、トップレベルの国際会議において、毎年、本領域を冠するオーガナイズドセッションを企画した。

国際活動支援の計画においては、現在の本領域の弱みである数理基盤を、国際連携を通して強くすることを念頭におき、比重を大きくしている。本領域の数理分野は、既存の国際連携が弱く、また我が国の研究者層が薄い分野でもあり、新しい複数の連携立ち上げを計画した。一方で、本領域が強い分野である多元計算解剖モデルを用いた診断治療支援やその臨床応用では、さらに国際的な存在感を高めることが重要であり、既存の連携を強化しつつ新しい連携を立ち上げた。また、アジアにおける多元計算解剖学の普及も重要な項目と位置付けて、アジア、オ

セアニア各国の代表的研究機関とも連携を行った。公募研究も該当の連携を活用できるようにした。

平成28年度までに、各連携計画のキックオフミーティングを完了した。派遣予定の若手研究者の人は28年度まで継続して行い、順次派遣を行った。双方の基幹データベースやソフトウェアを共有し、共同研究を実施した。研究成果が得られ次第、海外連携先との共著論文を投稿した。論文採択後に、運営委員会での協議により、プライオリティが確保され、必要性・効果が認められた場合、データベースやソフトウェアの公開を行い、研究成果をコミュニティに還元した。最終的に、国際共同研究拠点の海外研究者と共同編集で、教科書を発行した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計214件)

1. Nakayama K, Saito A, Biggs E, Linguraru MG, Shimizu A: Liver segmentation from low-radiation-dose pediatric computed tomography using patientspecific, statistical modeling. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 印刷中, 2019 査読有
doi: 10.1007/s11548-019-01929-x [Epub ahead of print]
2. Hiasa Y, Otake Y, Tanaka R, Sanada S, Sato Y: Recovery of 3D rib motion from dynamic chest radiography and CT data using local contrast normalization and articular motion model. *Med Image Anal* 51:144-156, 2019 査読有
doi: 10.1016/j.media.2018.10.002
3. Yokota F, Otake Y, Takao M, Ogawa T, Okada T, Sugano N, Sato Y: Automated muscle segmentation from CT images of the hip and thigh using a hierarchical multiatlas method. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 13(7), 977-986, 2018 査読有
doi: 10.1007/s11548-018-1758-y
4. Guo Y, Gasparrini A, Li S, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Hashizume M et al.: Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. *PLOS Medicine* 15(7), e1002629, 2018 査読有
doi: 10.1371/journal.pmed.1002629
5. Vicedo-Cabrera AM, Sera F, Guo Y, Chung Y, Hashizume M et al: A multi-country analysis on potential adaptive mechanisms to cold and heat in a changing climate. *Environ Int.* 111, 239-246, 2018 査読有
doi: 10.1016/j.envint.2017.11.006
6. Roth HR, Oda H, Zhou X, Shimizu N, Yang Y, Hayashi Y, Oda M, Fujiwara M, Misawa K, Mori K: An application of cascaded 3D fully convolutional networks for medical image segmentation. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 66: 90-99, 2018 査読有
doi: 10.1016/j.compmedimag
7. Kamiya N, Li J, Kume M, Fujita H, Shen D, Zheng G: Fully automatic segmentation of paraspinal muscles from 3D torso CT images via multi-scale iterative random forest classifications. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 13(11):1697-1706, 2018 査読有
doi: 10.1007/s11548-018-1852-1
8. Harada T, Tomii N, Manago S, Kobayashi E, Sakuma I: Simulation study on compressive laminar optical tomography for cardiac action potential propagation. *Biomed Opt Express* 24;8(4):2339-2358, 2017 査読有
doi: 10.1364/BOE.8.002339
9. Abdolali F, Zoroofi RA, Abdolali M, Yokota F, Otake Y, Sato Y: Automatic segmentation of mandibular canal in cone beam CT images using conditional statistical shape model and fast marching. *International journal of computer assisted radiology and surgery*. 12(4): 581-93, 2017 査読有
doi: 10.1007/s11548-016-1484-2
10. Lena MH, Swaroop SV, Stefanie S, Nassir N, Ron K, Adrian P, Matthias E, Hubertus F, Germain F, Stamatia G, Hashizume M, Darko K et al: Surgical data science for next-generation interventions. *Nature Biomedical Engineering* 1: 691-696, 2017
doi: 10.1038/s41551-017-0132-7 査読有
11. Meng Q, Kitasaka T, Nimura Y, Oda M, Ueno J, Mori K: Automatic segmentation of airway tree based on local intensity filter and machine learning technique in 3D chest CT volume. *International Journal of Computer Assisted Radiology Surgery* 12, 245-261, 2016 査読有
doi: 10.1007/s11548-016-1492-2
12. Yamashita M, Matsumoto N, Cho B, Komune N, Onogi S, Lee J, Bano J, Akahoshi T, Hashizume M: Registration using 3D-printed rigid templates outperforms manually scanned surface matching in image-guided temporal bone surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 11(11):2119-2127, 2016 査読有
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11548-016-1441-0>

13. Souzaki R, Kinoshita Y, Ieiri S, Kawakubo N, Obata S, Jimbo T, Koga Y, Hashizume M, Taguchi T: Preoperative surgical simulation of laparoscopic adrenalectomy for neuroblastoma using a three-dimensional printed model based on preoperative CT images. *J Pediatr Surg* 50, 2112-2115, 2015 査読有
doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.08.037
14. Nimura Y, Qu JD, Hayashi Y, Oda M, Kitasaka T, Hashizume M, Misawa K, Mori K: Pneumoperitoneum simulation based on mass-spring-damper models for laparoscopic surgical planning. *J Med Imaging (Bellingham)*2(4):044004, 2015
doi: 10.1117/1.JMI.2.4.044004 査読有

〔学会発表〕(計 488 件)

1. Zhang L, Yang H, Zhao J, Shi W, Miao Y, He F, He W, Li Y, Zhang K, Mori K, Jiang Z: Multiclass vertebral fracture classification using probability SVM with multi-feature selection. SPIE2019 (USA) Feb5-7, 2019
2. Hashizume M: Application of 8k Endoscope and AI Navigation in Surgery. 38th Congress of the Societe Internationale d'Urologie(Korea)Oct 4-7, 2018
3. Oda H, Roth HR, Sunaguchi N, Shimao D, Sugino T, Oda M, Akita T, Narita Y, Ichihara S, Yuasa T, Ando M, Mori K: Micro-focus X-ray CT of the heart: A comparison with X-ray refraction-contrast CT. CARS2018(Germany) Jun 20-23, 2018
4. Hashizume M: Multidisciplinary Computational Anatomy: Concept and Clinical Application. SPIE. Medical Imaging(USA)Feb10-15, 2018
5. Otake Y, Yokota F, Fukuda N, Takao M, Takagi S, Yamamura N, O'Donnell LJ, Westin CF, Sugano N, Sato Y: Patient-Specific Skeletal Muscle Fiber Modeling from Structure Tensor Field of Clinical CT Images. MICCAI 2017 (Canada) sep 10-14, 2017
6. Kobayashi E, Kim D, Saito K, Sato R, Hara K, Arata J, Kiguchi K, Hashizume M, Sakuma I: Forceps for measuring forces intraoperatively to acquire biological and treatment information during laparoscopic surgery. CARS2017(Spain)June20-24, 2017
7. Hashizume M, Iwamoto C, Suzuki N, Kiguchi K, Ikeda N, Oda Y, Nakata R, Souzaki R, Ieiri S, Ohuchida K: Clinical applications of multidisciplinary computational anatomy to surgery. 3rd International Symposium on the Project "Multidisciplinary Computational Anatomy(Japan,Nara)Mar8-9, 2017
8. Hashizume M: Recent Progress of Multidisciplinary computational Anatomy. IFMIA2017(JAPAN)JAN19-20, 2017
9. Hashizume M: Surgical Navigation System based on Multidisciplinary Computational Anatomy. ACCAS2016 (Korea) Oct14-15, 2016
10. Shimizu A, Hontani H, Kobayashi N, Shouno H, Mori K, Iwamoto C, Ohuchida K, Hashizume M: A multi-scale and multi-modality statistical model of pancreas. CARS(Germany)June22-25, 2016
11. Alam S, Kobashi S, Nakano R, Morimoto M, Aikawa S, Shimizu A: Spatiotemporal Statistical Shape Model Construction for Longitudinal Brain Deformation Analysis Using Weighted PCA. CARS(Germany)June22-25, 2016
12. Otake Y, Esnault M, Grupp R, Kosugi S, Sato Y: Robust patella motion tracking using intensity-based 2D-3D registration on dynamic bi-plane fluoroscopy: toward quantitative assessment in MPFL reconstruction surgery. in Proc. of SPIE(USA) Feb 1, 2016
13. Nimura Y, Qu JD, Hayashi Y, Oda M, Kitasaka T, Hashizume M, Misawa K, Mori K: Pneumoperitoneum simulation based on mass-spring-damper models for laparoscopic surgical planning. *J Med Imaging (Bellingham)*. 2(4):044004, 2015

〔図書〕(計 13 件)

1. 橋爪 誠: 多元計算解剖学の基礎と臨床への応用. 誠文堂新光社、304、2018
2. Muramatsu C, Fujita H: Computer Analysis of Mammograms, in Handbook of X-ray Imaging Physics and Technology. ed by P.Russo. CRC Press, 1393, 2018
3. Otake Y, Miyamoto K, Ollivier A, Yokota F, Fukuda N, O'Donnell LJ, Westin CF, Takao M, Sugano N, Chung BS, Park JS, Sato Y: Springer, Cham, 85, 2017
4. Fujita H, Hara T, Muramatsu C, Kamiya N, Fukuoka D, Matsubara T, et al: Chapter 4 Applied technologies and systems, in Computational Anatomy Based on Whole Body Imaging-Basic Principles of Computer-Assisted Diagnosis and Therapy. Eds. Kobatake H and Masutani Y. Springer Japan, 354, 2017

〔産業財産権〕

出願状況（計0 件）

取得状況（計0 件）

〔その他〕

ホームページ等

多元計算解剖学ホームページ

http://wiki.tagen-compana.org/mediawiki/index.php/Main_Page

岐阜大学藤田研究室

<http://www.fjt.info.gifu-u.ac.jp/index.html>

diffusion Magnetic Resonance Image Analyzer page

<http://www.medimg.info.hiroshima-cu.ac.jp/diMaRIA/diMaRIA.htm>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：森 健策

ローマ字氏名：MORI KENSAKU

所属研究機関名：名古屋大学

部局名：情報学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：10293664

(2)研究分担者

研究分担者氏名：清水 昭伸

ローマ字氏名：SHIMIZU AKINOBU

所属研究機関名：東京農工大学

部局名：工学（系）研究科（研究院）

職名：教授

研究者番号（8桁）：80262880

(3)研究分担者

研究分担者氏名：本谷 秀堅

ローマ字氏名：HONTANI HIDEKATA

所属研究機関名：名古屋工業大学

部局名：工学（系）研究科（研究院）

職名：教授

研究者番号（8桁）：60282688

(4)研究分担者

研究分担者氏名：増谷 佳孝

ローマ字氏名：MASUTANI YOSHITAKA

所属研究機関名：広島市立大学

部局名：情報科学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：20345193

(5)研究分担者

研究分担者氏名：佐藤 嘉伸

ローマ字氏名：SATO YOSHINOBU

所属研究機関名：奈良先端科学技術大学院大学

部局名：先端科学技術研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：70243219

(6)研究分担者

研究分担者氏名：仁木 登

ローマ字氏名：NIKI NOBORU

所属研究機関名：徳島大学

部局名：大学院社会産業理工学研究部（理工学域）

職名：非常勤講師

研究者番号（8桁）：80116847

(7)研究分担者

研究分担者氏名：藤田 廣志

ローマ字氏名：FUJITA HIROSHI

所属研究機関名：岐阜大学

部局名：工学部

職名：特任教授・名誉教授

研究者番号（8桁）：10124033

(8)研究分担者

研究分担者氏名：木戸 尚治

ローマ字氏名：KIDO SHOJI

所属研究機関名：山口大学

部局名：大学院創成科学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：90314814

(9)研究分担者

研究分担者氏名：正宗 英津子（小林）

ローマ字氏名：MASAMUNE ETSUKO

所属研究機関名：東京女子医科大学

部局名：医学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：20345268

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、研究者個人に帰属されます。