

様 式 C - 7 - 1

平成 2 8 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 新学術領域研究（研究領域提案型） 4. 研究期間 平成 2 6 年度～平成 3 0 年度
5. 課題番号

2	6	1	0	8	0	0	4
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 多元計算解剖学における機能情報統合の基盤技術

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
7 0 2 4 3 2 1 9	サトウ ヨシノブ 佐藤 嘉伸	情報科学研究科	教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
8 0 3 4 9 5 6 3	オオタケ ヨシト 大竹 義人	情報科学研究科	准教授
6 0 7 5 9 9 0 0	ヨコタ フトシ 横田 太	情報科学研究科	助教
0 0 3 4 6 2 0 6	ホリ マサトシ 堀 雅敏	大阪大学・医学系研究科	講師
3 0 5 2 8 2 5 3	タカオ マサキ 高尾 正樹	大阪大学・医学系研究科	寄付講座講師
4 0 4 3 2 5 4 6	ヤマザキ タカハル 山崎 隆治	埼玉工業大学・工学部	准教授

9. 研究実績の概要

1. 多元データベース：マイクロCTおよび同一標本の複数解像度臨床CTデータ、遺体実験データ、機能発揮時のX線画像と(準)4次元超音波画像、手術時の筋張力計測データ等、筋骨格多元データベースを拡充した。MR Elastography（組織硬度像）等、腹部多元データベースを拡充した。

2. 計算解剖モデル基盤技術論：機能と病理を計算解剖モデルに統合するための枠組の検討を進めた。患者固有の機能シミュレーションに必要な解剖モデルを一つの目標とし、器官外形に加えて、機能を発揮するための(準)微細構造要素、生理機能・組織特性、さらにそれらの相互関係、疾患に伴う時間変化の統計的モデル化の枠組の基礎検討を進めた。

3. 多元計算解剖モデルの構築と利用：(1)筋骨格多元計算解剖モデル：筋骨格の外形に加えて、内部構造（筋繊維、骨梁構造）や筋肉・骨格の物理的関係（付着部）を含む機能解剖モデルの構築を進めた。特に、筋繊維と付着部を統合した統計モデル構築を行った。高精細凍結遺体画像データ（0.1 mm voxel）から得られた筋繊維走行モデル、下肢遺体実験で得られた筋肉の付着部（起始部、停止部）3次元計測データ、マイクロCT画像での骨梁走行を正解値として検証を行った。(2)人工股関節手術多元計算解剖モデル：人工股関節手術における機能復元統計モデル構築の学習データを準備した。そのため、個々の症例で、手術前後の筋骨格（筋繊維も含む）、人工関節設置の術前計画と実際の手術施行を、術前・術後CT画像から復元した。復元した筋繊維モデルを用いた手術時の生体力学シミュレーションのパイロット実験を行った。(3)肝繊維化多元計算解剖モデル：MRI画像、組織硬度データ、血液検査データ、生検による確定診断データを用いて、肝形状、血液、硬度、およびそれらを統合した肝繊維化ステージ統計モデルを構築した。

10. キーワード

(1) 生体生命情報学	(2) 情報システム	(3) 人工知能	(4) 画像、文章、音声等認識
(5) 機械学習	(6)	(7)	(8)

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

一部、遺体実験のデータ等について、計画通りに進まなかった部分もあるが、研究に必要なデータ収集が概ね構築を完了した。筋骨格について、筋繊維モデルと付着部について、多症例データの位置合わせにより統計モデルの第1バージョンを構築できたことは、多元計算解剖モデル構築の基盤技術の観点からも、重要な進展であった。人工股関節についても、筋繊維モデルを用いて、生体力学シミュレーションをパイロット的に実験できたことは、多元計算解剖モデルの応用の観点からの進展であった。病理を統合した計算解剖モデルとして、肝繊維化ステージ予測モデルの第1バージョンを構築できた。以上から、おおむね順調に進展していると考えられる。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

1. 多元データベースの増強：股関節・大腿部については、立位で撮影したMRIデータを増強し、さらに、下肢全体、前腕、胸部、前立腺、食道、大腸、頭頸部などのデータベース化を進める。これまで構築したデータベース（原データ、および処理されたデータ）について、倫理的問題を十分に検討した上で、領域外の研究者についてもデータ共有を行える方式を検討する。

2. 機能・病理を統合した計算解剖モデル基盤技術論：機能、病理を統合するための共通技術基盤を整備し体系化する。筋骨格、腹部を対象に進めてきたが、体幹部、四肢を中心とした全身に適用できる方法論確立に向けて検討を進める。

3. 多元計算解剖モデルの構築と利用：上述の技術基盤論の枠組に基づき以下の具体的な多元計算解剖モデルの構築と利用を進める。また一方で、具体例を進めることから得られるフィードバックにより、基盤技術の汎用性を強化していく。(1) 筋骨格多元計算解剖モデル：下肢全体の立位・動態、前腕動態、頭頸部動態について、骨格、筋肉、軟骨、腱、靭帯、神経、血管を含めた多元計算解剖モデルを構築する。これを用いて、患者CT画像から、筋繊維走行や骨密度分布等の内部微細構造、機能発揮時の動態情報を含んだ、多元計算解剖モデルを構築する。さらに、生体シミュレーションを組み合わせて、手術支援、リハビリ支援等への応用を検討する。(2) 人工股関節手術多元計算解剖モデル：人工股関節患者の筋骨格機能と手術について、術前・術後の病理、術前計画、手術施行、治療効果を含む多元計算解剖モデルを構築する。(3) 胸腹部多元計算解剖モデル：胸腹部の機能・病理について、肝繊維化、呼吸機能、前立腺がんの多元計算解剖モデルの開発を進め、あわせて、腎機能、嚥下機能、排泄機能、内視鏡手術解剖等への応用を進める。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (5) 件 / うち査読付論文 計 (5) 件 / うち国際共著論文 計 (2) 件 / うちオープンアクセス 計 (0) 件

著者名		論文標題				
Nishi M, Kanaji S, Otake Y, Harada H, Yamamoto M, Oshikiri T, Nakamura T, Suzuki S, Suzuki Y, Hiasa Y, Sato Y.		Quantitative comparison of operative skill using 2-and 3-dimensional monitors during laparoscopic phantom tasks.				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Surgery.	有	31;161(5)	2 0 1 7	1334-40	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
http://doi.org/10.1016/j.surg.2016.08.060						
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						

著者名		論文標題				
Uemura K, Takao M, Otake Y, Koyama K, Yokota F, Hamada H, Sakai T, Sato Y, Sugano N.		Change in pelvic sagittal inclination from supine to standing position before hip arthroplasty.				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
The Journal of Arthroplasty.	有	S0883-5403(17)	2 0 1 7	30217-6	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi: 10.1016/j.arth.2017.03.015.						
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						

著者名		論文標題				
Shoji S, Hiraiwa S, Ogawa T, Kawakami M, Nakano M, Hashida K, Sato Y, Hasebe T, Uchida T, Tajiri T.		Accuracy of real-time magnetic resonance imaging-transrectal ultrasound fusion image-guided transperineal target biopsy with needle tracking with a mechanical position-encoded stepper in detecting significant prostate cancer in biopsy-naive men.				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
International Journal of Urology.	有	24(4):	2 0 1 7	288-294	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi: 10.1111/iju.13306.						
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						

(課題番号: 26108004)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/6)

著者名		論文標題				
Tabrizi PR, Zoroofi RA, Yokota F, Nishii T, Sato Y		Shape-based acetabular cartilage segmentation: application to CT and MRI datasets.				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
International journal of computer assisted radiology and surgery.	有	11(7):	2 0 1 6	1247-1265	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1007/s11548-015-1313-z						
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						

著者名		論文標題				
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.				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery.	有	12(4):	2 0 1 7	581-593	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1007/s11548-016-1484-2						
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						

〔学会発表〕 計(3)件/うち招待講演 計(0)件/うち国際学会 計(3)件

発表者名		発表標題	
Suzuki Y, Fung GS, Shen Z, Otake Y, Lee O, Ciuffo L, Ashikaga H, Sato Y, Taguchi K.		Projection-based motion estimation for cardiac functional analysis with high temporal resolution: a proof-of-concept study with digital phantom experiment.	
学会等名	発表年月日	発表場所	
SPIE Medical Imaging (国際学会)	2017年02月11日	Orlando, Florida, USA	

発表者名	発表標題	
Zahnd G, Galbrun D, Qorchi S, Saito K, Serusclat A, Moulin P, Nagatsuka K, Orkisz M, Otake Y, Sato Y.	Pattern Analysis of the Kinematics in Ultrasound Videos of the Common Carotid Artery-Application to Cardiovascular Risk Evaluation.	
学会等名	発表年月日	発表場所
International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA 2017) (国際学会)	2017年01月19日	TENBUSU, Naha, Okinawa, Japan

発表者名	発表標題	
Chu C, Takao M, Ogawa T, Yokota F, Sato Y, Zheng G.	Statistical shape modeling of compound musculoskeletal structures around the thigh region.	
学会等名	発表年月日	発表場所
Biomedical Imaging (ISBI), 2016 IEEE 13th International Symposium (国際学会)	2016年04月03日	Clarion Congress Hotel, Prague, Czech Republic

〔図書〕 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 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

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

（ 1 ）国際共同研究： -

17. 備考

--