

平成 28年度 委託研究開発成果報告書

I. 基本情報

事業名：(日本語) 医療分野国際科学技術共同研究開発推進事業

戦略的国際科学技術協力推進事業 日本－スイス研究交流

(英語) International Collaborative Research Program

Strategic Japanese-Swiss Cooperative Research Program

研究開発課題名：(日本語) 筋肉減少症、骨粗鬆症、変形性関節症の包括的評価システムの構築

(英語) Development of A Comprehensive System for Assessment of Sarcopenia, Osteoporosis and Joint Dysfunction

研究開発担当者 (日本語) 大阪大学大学院医学系研究科運動器医工学治療学寄附講座講師

高尾 正樹

所属 役職 氏名：(英語) Department of Orthopaedic Medical Engineering, Osaka University

Graduate School of Medicine, Associate Professor, Masaki Takao

実施期間：平成28年4月1日 ～ 平成29年3月31日

II. 成果の概要 (総括研究報告)

和文

Guoyan Zheng 准教授 (ベルン大学)、佐藤嘉伸教授、大竹義人准教授 (奈良先端大学院大学) らのグループとともに、下肢 3D-CT データから骨格、関節、筋肉の統計モデルを構築し、それぞれを自動抽出するシステムを構築した。股関節疾患患者の筋萎縮状態を明らかにし、小殿筋萎縮の術後転倒との関連を明らかにした。また二次元 X 線画像と 3DCT 画像とのマッチング技術を開発し、約 500 例の骨盤傾斜の解析、大腿骨回旋の解析を行い、機能的関節肢位の解析を行い、個体差とともに加齢による変化、手術による変化を明らかにした。また股関節の二次元 X 線画像からの三次元骨格構造の推定するシステムの開発を行い、人工股関節全置換術の計画を二次元画像情報から三次元的な径悪を立案するシステムを構築した。

英文

We developed statistical shape models of bone, joint and muscle from 3D-CT data of lower extremities. Using the statistical shape models, we also developed automatic segmentation

algorithm of bone, joint and muscle around pelvis and femur and analysed muscle atrophy and degeneration of patients with hip joint disease. It has been revealed that muscle atrophy and degeneration of gluteus minimus predicts the postoperative fall risk. We developed automatic matching system between 2D radiographs and 3D-CT images. Using the system, we analyzed functional alignment of pelvis and femur and revealed higher variation of pelvic tilt and femoral rotation and its aging changes and postoperative changes. We developed a computational system to estimate 3D bone shape from 2D radiograph and applied it to automatic preoperative 3D planning of total hip arthroplasty using 2D radiograph.

III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧 (国内誌 1 件、国際誌 7 件)

1. Kagiya Y, Takao M, Sugano N, Tada Y, Tomiyama N, Sato Y. Optimization of surgical planning of total hip arthroplasty based on computational anatomy. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, 2013 Jul;2013:2980-3
2. Yokota F, Okada T, Takao M, Sugano N, Tada Y, Tomiyama N, Sato Y. Automated CT Segmentation of Diseased Hip Using Hierarchical and Conditional Statistical Shape Models. International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2013, Lecture Notes in Computer Science Volume 8150, 2013, pp 190-197.
3. 高尾正樹、西井孝、坂井孝司、吉川秀樹、菅野伸彦 3D-CT 画像を用いた股関節疾患患者の筋萎縮、変性評価。Hip Joint 2014;40:103-106
4. Schumann S, Sato Y, Nakanishi Y, Yokota F, Takao M, Sugano N, Zheng G. Cup Implant Planning Based on 2-D/3-D Radiographic Pelvis Reconstruction-First Clinical Results. IEEE Trans Biomed Eng. 2015 Nov;62(11):2665-73.
5. Uemura K, Takao M, Sakai T, Nishii T, Sugano N. Volume Increases of the Gluteus Maximus, Gluteus Medius, and Thigh Muscles After Hip Arthroplasty. J Arthroplasty. 2016 Apr;31(4):906-912
6. Kagiya Y, Sato Y, Otomaru I, Takao M, Nakamoto M, Yokota F, Tomiyama N, Tada Y, Sugano N. CT-based automated planning of acetabular cup for total hip arthroplasty (THA) based on hybrid use of two statistical atlases. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2016 Dec;11(12):2253-2271.
7. Fukuda N, Otake Y, Takao M, Yokota F, Ogawa T, Uemura K, Nakaya R, Tamura K, Grupp R, Farvardin A, Armand M, Sugano N, Sato Y. Estimation of attachment regions of hip muscles in CT image using muscle attachment probabilistic atlas constructed from measurements in eight cadavers. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2017 May;12(5):733-742.
8. 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. J Arthroplasty 2017 (in press)

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. 口頭、Takao M, Yokota F, Takaya M, Tada Y, Tomiyama N, Sato Y, Sugano N JSCAS/ACCAS Combined Meeting English Session I2013/9/16 Tokyo Univ、国外
2. パネルディスカッション 股関節の画像診断 3D-CT 画像を用いた股関節疾患患者の筋萎縮、変性評価 口頭 高尾正樹,横田太,高谷美郁,多田幸生,富山憲幸,佐藤嘉伸,西井孝,坂井孝司,吉川秀樹,菅野伸彦、第40回日本股関節学会学術集会 2013/11/29,30 広島市 国内
3. A Validation Study of Automated 3D Planning System for Total Hip Arthroplasty、口頭、Takao M, Yokota F, Kagiya Y, Nakamoto M, Tomiyama N, Tada Y, Sato Y, Sugano N 13th Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS2013) CAOS Int 2013 2013/6/13-15 Florida, 32830 USA、国外
4. 多階層・条件付き統計形状モデルを用いた疾患股関節 CT 画像からの骨盤・大腿骨領域自動抽出～グラフカットを用いた精密抽出～、口頭、横田太,岡田俊之,高尾正樹,菅野伸彦,多田幸生,富山憲幸,佐藤嘉伸 電子情報学会信学技報, vol. 113, no. 146, MI2013-25, pp. 33-38, 2013/7/18 東北大学、国内
5. CTベース人工股関節自動手術計画の臨床応用可能なプロトコルの開発と性能評価、口頭、中西裕紀,鍵山善之,横田太,高尾正樹,菅野伸彦,多田幸生,富山憲幸,佐藤嘉伸 第32回日本医用画像工学会大会, 2013/8/3 東京、国内
6. 股関節 CT 画像からの個別筋肉・筋肉群領域の自動抽出～個別筋肉の辺縁情報に基づく統計予測法の改良～ 口頭、高谷美郁,横田太,岡田俊之,高尾正樹,菅野伸彦,多田幸生,富山憲幸,佐藤嘉伸 電子情報通信学会信学技報, vol. 113, no. 219, MI2013-39, pp. 15-18, 2013/9/13 千葉大学、国内
7. 人工股関節手術計画統計アトラス構築のための代表症例選択～異種大腿骨インプラントへの拡張の容易化～、口頭、中西裕紀,鍵山善之,横田太,高尾正樹,菅野伸彦,多田幸生,富山憲幸,佐藤嘉伸 電子情報通信学会信学技報, vol. 113, no. 410, MI2013-123, pp. 351-354, 2014/1/27 沖縄、国内
8. 人工股関節手術における骨盤側インプラントカップの応力状態予測アトラス 口頭、鍵山善之、横田太、高尾正樹、菅野伸彦、伊藤安海、多田幸生、富山憲幸、佐藤嘉伸、第33回日本医用画像工学会大会 2014/7/24-26 東京都港区(東京慈恵会医科大学) 国内
9. 股関節周囲の筋萎縮・変性評価における2D評価と3D評価の比較 口頭、小川剛,高尾正樹,横田太,大竹義人,中西裕紀,坂井孝司,西井孝,佐藤嘉伸,菅野伸彦 第23回日本コンピュータ外科学会大会 2014/11/8-9 (大阪大学) 国内
10. 人工股関節自動手術計画システム実用化に向けた関節機能バランスを考慮した最適化と性能評価～関節機能統計モデルを用いた脚長差・関節可動域・適合性調整～ 口頭、鍵山善之、中西裕紀、横田太、高尾正樹、小川剛、菅野伸彦、大竹義人、伊藤安海、多田幸生、佐藤嘉、第23回日本コンピュータ外科学会大会 2014/11/8-9 (大阪大学) 国内
11. 人工股関節自動手術計画システム実用化に向けた異機種大腿骨ステムへの対応～大腿骨・ステム統合統計形状モデルを用いたステム前捻角決定～ 口頭、中西裕紀、鍵山善之、横田太、小川剛、高尾正樹、菅野伸彦、多田幸生、大竹義人、佐藤嘉伸、第23回日本コンピュータ外科学会大会 2014/11/8-9 (大阪大学) 国内
12. 階層的マルチアトラス法を用いた股関節 CT 画像からの筋肉領域自動抽出の精度評価、口頭、

- 横田太、高尾正樹、小川剛、菅野伸彦、岡田俊之、大竹義人、多田幸生、佐藤嘉伸、第 23 回日本コンピュータ外科学会大会 2014/11/8-9 (大阪大学) 国内
13. 人工股関節自動手術計画システム実用化に向けた最小限の手入力による疾患股関節のCTセグメンテーション高精度化 ～股関節・膝関節上の 2 点を条件とする統計形状モデルの適用～ 口頭、横田太、高尾正樹、小川剛、菅野伸彦、岡田俊之、大竹義人、多田幸生、佐藤嘉伸 第 23 回日本コンピュータ外科学会大会 2014/11/8-9 (大阪大学)
 14. 股関節周囲の筋萎縮・変性に対する 3D、2D 評価の比較、口頭、小川剛、高尾正樹、坂井孝司、西井孝、菅野伸彦、"第 41 回日本股関節学会学術集会 2014/10/31-11/1 東京、国内
 15. 人工股関節手術計画統計アトラス構築のための代表症例選択～異種大腿骨インプラントへの拡張の容易化～、口頭、中西裕紀、鍵山善之、横田太、高尾正樹、菅野伸彦、多田幸生、富山憲幸、佐藤嘉伸、電子情報通信学会医用画像研究会 2014/1/26-1/27 沖縄、国内
 16. Factors related to disagreement in implant size between preoperative CT-based planning and implants used in total hip arthroplasty. 口頭、Takeshi Ogawa, Masaki Takao, Takashi Sakai, Takashi Nishii, Nobuhiko Sugano、14th Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS2014) CAOS Int 2014 2014/6/18-21 Milano, Italy、国外
 17. Evaluations of atlas-based total hip arthroplasty planning of two different types of femoral stems. 口頭、Yuki Nakanishi, Yoshiyuki Kagiya, Futoshi Yokota, Masaki Takao, Nobuhiko Sugano, Yukio Tada, Noriyuki Tomiyama, Yoshinobu Sato International Symposium on Flexible Automation (ISFA2014) 14 - 16 July 2014 Awaji-Island, Hyogo, Japan Awaji Yumebutai International Conference Center 国外
 18. 股関節周囲の筋萎縮・変性に対する 2D 評価と 3D 評価の比較、口頭、小川剛、高尾正樹ら 中部日本整形外科災害外科学会、金沢、2015 年 4 月 国内
 19. 股関節周囲の筋萎縮評価における 2 次元測定の限界、小川剛、高尾正樹ら、中部日本整形外科災害外科学会、神戸、日本整形外科学術集会 2015 年 5 月 国内
 20. 人体連続切片標本画像と CT 画像を用いた筋質・筋線維方向の解析、口頭、大竹義人、高尾正樹ら 電子情報通信学会医用画像研究会(MI)、奈良、2015 年 11 月 国内
 21. 統計解析による股関節、膝関節手術の最適化を目的とした大規模患者データベースの構築、口頭、高尾正樹、大竹義人、小川剛、横田太、佐藤嘉伸、菅野伸彦 第 24 回日本コンピュータ外科学会大会、東京、2015 年 11 月、国内
 22. 下肢筋肉付着部、走行アトラスの構築 (第一報)～Cadaver を用いた筋肉付着部、走行情報の取得～、口頭、高尾正樹、大竹義人、小川剛、福田紀生、上村圭亮、横田太、佐藤嘉伸、菅野伸彦、第 24 回日本コンピュータ外科学会大会、東京、2015 年 11 月、国内
 23. 臨床用 CT から骨頭内の部位別骨密度を計測する試み～臨床用 CT と μ CT の比較～、口頭、上村圭亮、高尾正樹ら、第 24 回日本コンピュータ外科学会大会、東京、2015 年 11 月、国内
 24. 階層的マルチアトラス法を用いた股関節 CT 画像からの筋肉領域自動抽出～最終階層に用いるアトラス選択による影響とその効果的な選択方法～、口頭、横田太、高尾正樹ら、第 24 回日本コンピュータ外科学会大会、東京、2015 年 11 月、国内
 25. 大腿骨前捻角半自動計測法における操作者による影響低減方法の検討、口頭、堀本悠司、高尾正樹ら、第 24 回日本コンピュータ外科学会大会、東京、2015 年 11 月、国内

26. 大規模患者データベースにおける 骨盤傾斜角測定を目的とした 2D-3D レジストレーション手法の検討、口頭、児山昂生、高尾正樹ら、電子情報通信学会医用画像研究会(MI), 2016/1/20、国内
27. Handling different designs of femoral stems for automated THA planning: Determination of stem anteversion angle using statistical prediction, 口頭、Yuki Nakanishi, Masaki Takao, et al. 15TH Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery, Vancouver, CANADA, 2015 Jun,、国外
28. Are 2d Measurements Of Muscle Atrophy And Degeneration Valid In Patients With Hip Disease?, 口頭、Tsuyoshi Ogawa, Masaki Takao, et al. 15TH Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery, Vancouver, CANADA, 2015 Jun, 国外
29. MIS 世代のための今更きけない股関節解剖, 口頭、高尾正樹、第 43 回日本股関節学会学術集会 (2016/11/4-5) 大阪市 大阪国際会議場、国内
30. 人工股関節自動手術計画システム実用化に向けた異機種大腿骨ステムへの対応—大規模症例データを用いた精度検証—、口頭、中西裕紀、鍵山善之、横田太、小川剛、高尾正樹、菅野伸彦、多田幸生、大竹義人、佐藤嘉伸、電気学会電子・情報・システム部門 2016 年 8 月 神戸、国内
31. 8 体の Cadaver による実計測を用いた股関節筋付着部位の統計的予測、口頭、福田紀生、大竹義人、高尾正樹、横田太、小川剛、上村圭亮、中矢亮太、田村和則、Robert Grupp, Amirhossein Farvardin, Mehran Armand、菅野伸彦、佐藤嘉伸、第 35 回日本医用画像工学会大会 2016 年 7 月 千葉、国内
32. 多階層マルチアトラス法を用いた股関節・大腿部 CT 画像からの筋肉領域自動抽出～マニュアルトレース対象症例の効果的選択～、口頭、横田太、大竹義人、高尾正樹、小川剛、菅野伸彦、佐藤嘉伸、第 35 回日本医用画像工学会大会 2016 年 7 月 千葉、国内
33. マイクロ CT 画像と統計学習を用いた臨床用 CT 画像からの骨梁構造の異方性の予測、口頭、山中大幸、福田紀生、横田太、大竹義人、上村圭亮、高尾正樹、菅野伸彦、佐藤嘉伸、第 35 回日本医用画像工学会大会 2016 年 7 月 千葉、国内
34. CT 画像を用いた股関節周辺骨格筋の線維走行解析、口頭、宮本康平、大竹義人、横田太、日朝祐太、Min Suk Chung、高尾正樹、菅野伸彦、佐藤嘉伸、電子情報通信学会 医用画像研究会 2017 年 1 月 沖縄、国内
35. 疾患固有統計形状モデルを用いた CT 画像からの局所変形骨盤領域の自動抽出、口頭、大谷悠太、横田太、高尾正樹、菅野伸彦、大竹義人、佐藤嘉伸、電子情報通信学会 医用画像研究会 2017 年 1 月 沖縄、国内
36. 下肢全体 CT 画像からの筋肉領域自動抽出に向けた階層的マルチアトラス法の改良、口頭、今西雅美、横田太、高尾正樹、小川剛、菅野伸彦、佐藤嘉伸、電子情報通信学会 医用画像研究会 2017 年 1 月 沖縄、国内
37. 片側変形性股関節症患者における両下肢の回旋肢位の関連、口頭、上村圭亮、高尾正樹、大竹義人、児山昂生、濱田英敏、横田太、坂井孝司、菅野伸彦、第 47 回日本人工関節学会 2017/2/24-25 沖縄コンベンションセンター、国内
38. THA 術前後の大腿骨機能的肢位に関して、口頭、上村圭亮、高尾正樹、大竹義人、児山昂生、

- 濱田英敏、横田太、坂井孝司、菅野伸彦、第 11 回日本 CAOS 研究会、2017/3/9-10 新潟市 朱鷺メッセ、国内
39. Database construction of pre- and post-operative musculoskeletal structures and implants towards statistical modeling in total hip arthroplasty、口頭、Kazuma Suenaga, Koki Koyama, Yuki Nakanishi, Futoshi Yokota, Otake Yoshito, Masaki Takao, Takeshi Ogawa, Keisuke Uemura, Nobuhiko Sugano, Sato Yoshinobu 生体医用画像研究会第 4 回若手発表会 2017 年 3 月 大阪、国内
 40. Symposium: Current Status and Future of CAOS around the World. Current Status and Future of CAOS Japan、口頭、Masaki Takao 16th Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS2016) CAOS Int 2016/6/8-11 Osaka、国外
 41. An Automated Pipeline Of Bone Segmentation And 2D-3D Registration On Hip Radiographs: Towards Large-Scale Population Study On Hip Joint Biomechanics、口頭、Koki Koyama, Yoshito Otake, Keisuke Uemura, Masaki Takao, Takeshi Ogawa, Yuta Hiasa, Futoshi Yokota, Nobuhiko Sugano and Yoshinobu Sato. CAOS International 2016, June, Osaka、国外
 42. Shape Correspondence between Healthy and Diseases Shapes towards Statistical Modeling of Pathological Progression of Hip Joint、口頭、Yokota F, Otake Y, Takao M, Otani Y, Ogawa T, Uemura K, Sugano N, Sato Y CAOS International 2016, June, Osaka、国外
 43. Analysis of Muscle Fiber Structure Using Clinical CT: Preliminary Analysis Using Cadaveric Images、口頭、Otake Y, Yokota F, Takao M, Fukuda N, Sugano N, Sato Y, CAOS International 2016, June, Osaka、国外
 44. Statistical Estimation of Attachment of Hip Muscles Based on Measurement in Cadavers、口頭、Fukuda N, Otake Y, Takao M, Yokota F, Ogawa T, Uemura K, Nakaya R, Tamura K, Grupp R, Farvadin A, Armand M, Sugano N, Sato Y, CAOS International 2016, June, Osaka、国外
 45. An Automated Method for Measuring Femoral Anteversion Angle: Towards a large-Scale Population Study、口頭、Horimoto Y, Otake Y, Yokota F, Takao M, Ogawa T, Uemura K, Sugano N, Sato Y, CAOS International 2016, June, Osaka、国外
 46. Fully Automated Measurement of the Change in Pelvic Sagittal Inclination from the Supine to the Standing Position in 373 Cases before Total Hip Arthroplasty、口頭、Uemura K, Otake Y, Takao M, Koyama K, Hamada H, Yokota F, Sakai T, Sato Y, Sugano N, CAOS International 2016, June, Osaka、国外
 47. Preoperative Fatty Degeneration of Gluteus Minimus Predicts Falls After THA、口頭、Masaki Takao, Takashi Sakai, Hidetoshi Hamada, Nobuhiko Sugano、29th Annual Congress of the International Society for Technology in Arthroplasty, October 5th to 8th, 2016 at the Westin Copley Place in Boston、国外
 48. 人工股関節自動手術計画立案システムにおける大規模症例データ適用による精度調査、ポスター、鍵山善之, 中西裕紀, 横田太, 高尾正樹, 小川剛, 菅野伸彦, 大竹義人, 伊藤安海, 多田幸生, 佐藤嘉伸、第二回日中高齢化社会政策と産業化シンポジウム 2016/11/04-05 at 東京工業大学大岡山キャンパス(東京都目黒区大岡山 2-12-1)、国外

49. Functional femoral anteversion decreases from supine to standing position、ポスター、Keisuke Uemura, Masaki Takao, Yoshito Otake, Koki Koyama, Hidetoshi Hamada, Futoshi Yokota, Takashi Sakai, Yoshinobu Sato, Nobuhiko Sugano、ORS 2017 Annual Meeting March 19 - March 22, 2017, San Diego Convention Center、国外
50. Analysis of Pelvis and Femur Alignment in the Standing Position using Automated 2D-3D Registration: Toward Large-scale Population Analysis、口頭、Koki Koyama, Otake Yoshito, Keisuke Uemura, Masaki Takao, Takeshi Ogawa, Yuta Hiasa, Futoshi Yokota, Nobuhiko Sugano, Sato Yoshinobu、IFMIA 2017/1 Okinawa、国外
51. Automated Muscle Segmentation from CT Images of the Hip and Thigh using Hierarchical Multi-atlas Method -Validation using Large-scale Datasets-、口頭、Futoshi Yokota, Otake Yoshito, Masaki Takao, Takeshi Ogawa, Nobuhiko Sugano, Sato Yoshinobu IFMIA 2017/1 Okinawa、国外

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み
なし

(4) 特許出願
なし