

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10964

研究課題名(和文) ITグローバルネットワークを用いた術後膝人工関節動態ビッグデータ活用とその有用性

研究課題名(英文) Utilization and usefulness of big data on postoperative knee joint dynamics using IT global network

研究代表者

菅本 一臣 (Sugamoto, Kazuomi)

大阪大学・医学系研究科・寄附講座教授

研究者番号：40294061

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)：我々が独自に開発した解析システムによりX線透視装置を用いた生体内膝関節3次元動態解析を行い、共同研究を行う施設間同士でITグローバルネットワークを構築し、膝関節動態ビッグデータを集積した。被験者は研究代表者および研究分担者の在籍する大阪大学医学部附属病院および東京大学医学部附属病院から募集し、埼玉工業大学医用画像解析学研究室に人工関節および骨の3次元モデル骨モデルの作成を依頼した。得られた集積データから、正常膝関節と人工膝関節の運動学的差異、後十字靭帯の脛骨付着部と手術手技との関係性、新しくデザインされた両十字靭帯温存型及び代償型の人工膝関節動態の特徴を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々はX線透視装置を用いて様々な膝関節動作を撮影し、その画像情報を独自に開発した解析システムによって、生体内3次元動態解析を可能とした。これまでの研究で術後膝関節動態に影響を及ぼすものとして、人工関節形状、術前患者の膝関節機能、手術手技等の様々な要因が複合的に影響することが明らかになってきたが、その詳細を判断するにはビッグデータの集積が必須であった。今回得られた膨大な解析データから正常膝関節と人工膝関節の運動学的差異、靭帯付着部と手術手技との関係性、新しくデザイン人工膝関節動態の特徴などの人工関節の開発や変形性膝関節症の病態解明につながる新しい知見が得られた。

研究成果の概要(英文)：We have developed our own analysis system to analyze in vivo kinematics of knee joint using an X-ray system, and have built an IT global network among collaborating institutions to accumulate big data on knee kinematics. The subjects were recruited from Osaka University Hospital and the University of Tokyo Hospital, and the creation of three-dimensional bone models of artificial joints and bones was requested from the Laboratory of Medical Image Analysis, Saitama Institute of Technology. From the collected data, the kinematic differences between normal and total knee arthroplasty, the relationship between the tibial attachment of the posterior cruciate ligament and the surgical procedure, and in vivo kinematics of the newly designed both cruciate retaining and substitute total knee arthroplasty were elucidated.

研究分野：骨関節動態

キーワード：骨関節動態 膝関節 人工関節 画像解析 ビッグデータ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

変形性膝関節症に対する関節の機能再建には、人工関節置換術が行われているが、以前は術後の膝関節 3 次元機能評価が不可能であった。我々は X 線透視装置を用いて様々な膝関節動作を撮影し、その画像情報を独自に開発したコンピュータソフトを中心とした解析システムによって、生体内 3 次元動態解析を可能とした。これまでの研究で術後膝関節動態に影響を及ぼすものとして、人工関節形状、術前患者の膝関節機能、手術手技等の様々な要因が複合的に影響することが示唆されている。しかし、その様々な要因の詳細を分析するにはより大規模な解析、ビッグデータの集積が不可欠であった。

2. 研究の目的

今回、共同研究を行う施設間同士で IT グローバルネットワークを構築し、その結果もたらされた骨関節動態ビッグデータの集積を行う。その得られたデータを活用し、術後動態に及ぼす影響について統計学的に解析した。

3. 研究の方法

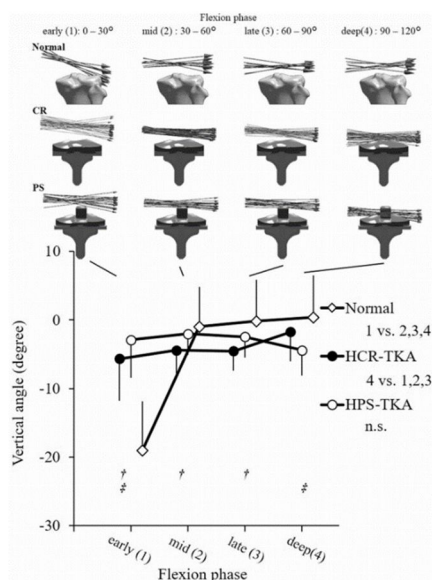
膝人工関節置換術施行予定および術後患者の被験者募集、約 200 名をめぐり行った。被験者の募集は研究代表者および研究分担者の在籍する大阪大学医学部附属病院および東京大学医学部附属病院から行った。詳細な解析を行うにはコンピュータソフトに熟練する必要があるため、この人材育成も同時に行った。手術前および手術後の患者に対して X 線透視装置を用いた膝関節動態を撮影した。撮影動作は主に歩行動作・階段昇降動作・深屈曲動作など日常生活に必要な動作とした。撮影した透視画像に対して、我々が独自に開発したコンピュータソフトを用いて人工関節置換術前および術後の膝関節 3 次元動態解析を開始する。3 次元動的解析には人工関節および骨の 3 次元モデルが必要となり、各人工関節メーカーや埼玉工業大学医用画像解析学研究室に依頼をした。得られた膝関節動態のビッグデータから人工膝関節の解析手法、手術手技、インプラントデザインについて検証した。

4. 研究成果

動態解析結果の成果として、添付の論文を大阪大学および東京大学から発表した。そのなかで得られた知見を以下に示す。

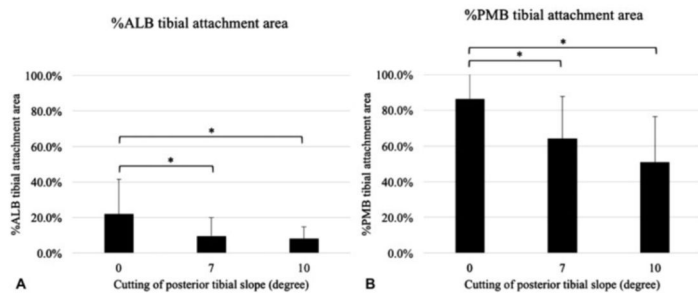
膝関節動態を新しく定義した Finite Helical Axis (FHA) を用いて解析すると、正常膝では屈曲早期に FHA の急峻な下方への傾斜を認めるのに対して、後十字靭帯温存型 (CR) および後縦靭帯代償型 (PS) の人工膝関節では FHA がほぼ垂直方向を向いていた。現状では人工膝関節は、正常膝の動態を再現することができていないことが示された。(図 1)

(図 1)

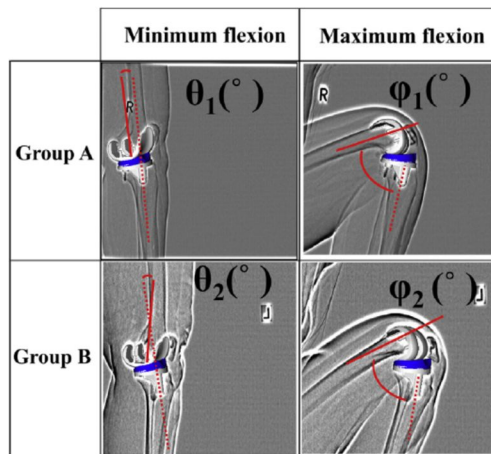


後十字靭帯の脛骨付着部は通常の骨切りシミュレーションでは約半数が脛骨付着部を損傷することが示唆され、後十字靭帯の前内側線維束、後外側線維束ともに温存するためには手術手技や器械の改良が必要となることが示唆された。(図 2)

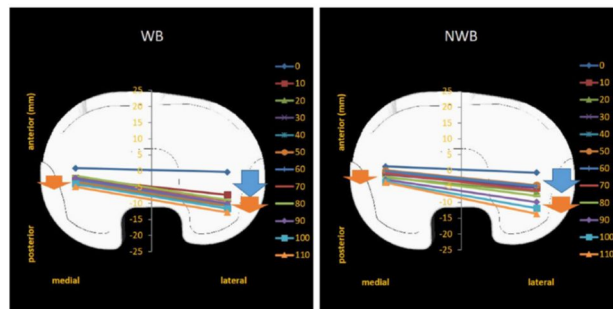
(図 2)



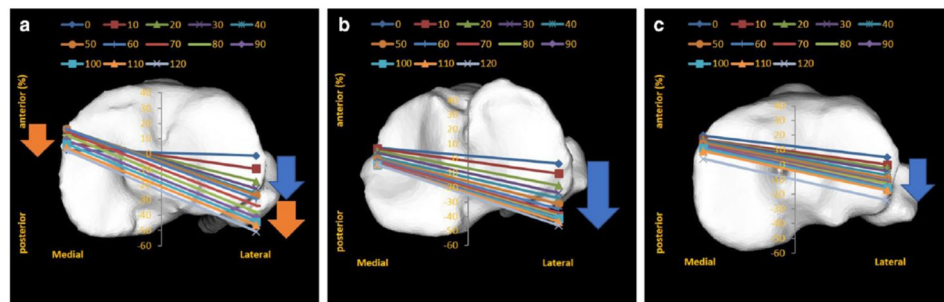
内側の拘束性の高い後十字靭帯温存型人工膝関節置換術において、脛骨骨切りの後方傾斜は回旋や前後移動には影響を与えないが、後方傾斜が 8 度以上ある群では最大屈曲角度と屈曲可動域が増大した。(図 3)
(図 3)



両十字靭帯代償型の人工膝関節の荷重下深屈曲動作の動態では、屈曲に伴う後方移動を認めるものの屈曲中期の内側前方移動は小さかった。(図 4)
(図 4)



新しいデザインである両十字靭帯温存型の人工膝関節は、正常膝や人工膝関節単顆置換術と比べると回旋量や前後移動量は小さいもののキネマティックパターンは同様であった。(図 5)
(図 5)



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13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 1件）

1. 著者名 伊能良紀, 富田哲也, 山崎隆治, 近田彰治, 藤戸稔高, 石橋輝哉, 吉川秀樹, 菅本一臣	4. 巻 46S1
2. 論文標題 人工膝関節置換術後の歩行動作の動態解析; 生体内三次元動態と床反力計の同時計測の有用性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 理学療法学Supplement	6. 最初と最後の頁 1-12-1-1-12-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 藤戸稔高, 富田哲也, 石橋輝哉, 吉川秀樹, 菅本一臣	4. 巻 62
2. 論文標題 Bicruciate-retaining total knee arthroplastyにおける術中膝関節動態の比較	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 中部日本整形外科災害外科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 433-434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 玉城雅史, 富田哲也, 石橋輝哉, 藤戸稔高, 山崎隆治, 菅本一臣	4. 巻 9
2. 論文標題 BCRのkinematics : 術後動態解析 (特集 人工膝関節置換術をめぐる議論) -- (Bicruciate-retaining TKA)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bone joint nerve	6. 最初と最後の頁 231-234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 富田 哲也, 河野 賢一, 清友 大惟, 山崎 隆治, 石橋 輝也, 玉城 雅史, 中根 邦雄, 吉川 秀樹, 菅本一臣	4. 巻 38
2. 論文標題 【人工膝関節置換術のインプラントと術式の選択】インプラントデザインと選択 人種・生活様式の違いを考慮したインプラントデザイン	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 関節外科	6. 最初と最後の頁 234-240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 玉城雅史, 富田哲也	4. 巻 48
2. 論文標題 人工関節 骨:人工膝関節のキネマティクス	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工臓器	6. 最初と最後の頁 176-178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Kono K, Inui H, Tomita T, Yamazaki T, Taketomi S, Sugamoto K, Tanaka S.	4. 巻 27(7)
2. 論文標題 Bicruciate-stabilised Total Knee Arthroplasty Provides Good Functional Stability During High-Flexion Weight-Bearing Activities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Knee Surg Sports Traumatology Arthroscopy	6. 最初と最後の頁 2096-2103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00167-019-05375-9	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 Kono K, Inui H, Tomita T, Yamazaki T, Taketomi S, Tanaka S.	4. 巻 32(9)
2. 論文標題 In Vivo Kinematics of Bicruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty With Anatomical Articular Surface Under High-Flexion Conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Knee Surgery	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0039-1696959	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 Kono K, Inui H, Tomita T, Yamazaki T, Taketomi S, Tanaka S.	4. 巻 Oct 22
2. 論文標題 Bicruciate-retaining Total Knee Arthroplasty Reproduces in Vivo Kinematics of Normal Knees to a Lower Extent Than Unicompartmental Knee Arthroplasty	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Knee Surg Sports Traumatology Arthroscopy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00167-019-05754-2.	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 Inou Y, Tomita T, Kiyotomo D, Yoshikawa H, Sugamoto K	4. 巻 32(10)
2. 論文標題 What Kinds of Posterior Cruciate Ligament Bundles Are Preserved in Cruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty? A Three-Dimensional Morphology Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Jornal of Knee Surgery	6. 最初と最後の頁 989-994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0038-1675184	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 Konda S, Tomita T, Yamazaki T, Oda K, Nakajima M, Nakane K, Kono K, Fujito T, Yoshikawa H, Sugamoto	4. 巻 65
2. 論文標題 Comparison of Finite Helical Axes of Normal and Anatomically Designed Prosthetic Knees	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)	6. 最初と最後の頁 57-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clinbiomech.2019.03.018.	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 Fujito T, Tomita T, Yamazaki T, Oda K, Yoshikawa H, Sugamoto K.	4. 巻 33
2. 論文標題 Influence of Posterior Tibial Slope on Kinematics After Cruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Arthroplasty	6. 最初と最後の頁 3778-3782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.arth.2018.07.029.	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 Kono K, Tomita T, Futai K, Yamazaki T, Tanaka S, Yoshikawa H, Sugamoto K	4. 巻 100-B(1)
2. 論文標題 In vivo three-dimensional kinematics of normal knees during different high-flexion activities.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Bone & Joint Journal	6. 最初と最後の頁 50 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0553.R2	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 Wada Keizo, Mikami Hiroshi, Hamada Daisuke, Yamazaki Takaharu, Tomita Tetsuya, Sairyō Koichi	4. 巻 65
2. 論文標題 Can intraoperative kinematic analysis predict postoperative kinematics following total knee arthroplasty? A preliminary	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Medical Investigation	6. 最初と最後の頁 21~26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2152/jmi.65.21	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 -

[学会発表] 計21件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 菅本一臣
2. 発表標題 VR技術を用いたリハビリテーション医学および運動学の革新的教育
3. 学会等名 第56回 日本リハビリテーション医学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田哲也、玉城雅史、石橋輝哉、吉川秀樹、菅本一臣
2. 発表標題 人工膝関節置換術
3. 学会等名 第48回 日本リウマチの外科学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅本一臣
2. 発表標題 人体の仕組みを知ってリハビリテーション手技を高めよう
3. 学会等名 第3回 日本リハビリテーション医学会秋季学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田 哲也
2. 発表標題 生体内膝関節動態解析技術
3. 学会等名 第2回 日本再生医療とリハビリテーション学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kage T, Inui H, Tomita T
2. 発表標題 In Vivo Three-Dimensional Kinematics of Unicompartmental Knee Arthroplasty During Weight-Bearing and Non-Weight-Bearing High-Flexion Activities
3. 学会等名 International Society for Technology in Arthroplasty (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ishibashi T, Tomita T
2. 発表標題 Kinematic Comparison of Total Knee Arthroplasty Between Condylar Stabilized and Cruciate Retaining During Stair Ascending
3. 学会等名 International Society for Technology in Arthroplasty (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田哲也
2. 発表標題 アジア人の骨形態、膝動態から考えるTKA
3. 学会等名 第50回 日本人工関節学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富田哲也
2. 発表標題 TKAデザインがキネマティックパターンに与える影響
3. 学会等名 第49回 日本人工関節学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田哲也
2. 発表標題 Three dimensional morphologic study of femur in Asian countries
3. 学会等名 The Hong Kong Orthopadic Association The 38th Annual Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田哲也
2. 発表標題 In vivo kinematics of ACL preserving total knee arthroplasty
3. 学会等名 The Hong Kong Orthopadic Association The 38th Annual Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田哲也
2. 発表標題 TKA 術後階段昇降動作の生体内3次元動態解析
3. 学会等名 第48回日本人工関節学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田 哲也
2. 発表標題 生体内動態解析から考える正常膝関節と Bicruciate Preserving Arthroplasty
3. 学会等名 第48回日本人工関節学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富田 哲也
2. 発表標題 TKA 後の基本的 ADL 動作を科学する - 正座の生体内動態解析 -
3. 学会等名 第48回日本人工関節学会（招待講演）
4. 発表年 2018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	富田 哲也 (Tomita Tetsuya) (30283766)	大阪大学・医学系研究科・寄附講座准教授 (14401)	
研究分担者	二井 数馬 (Futai Kazuma) (30588380)	大阪大学・医学系研究科・助教 (14401)	
研究分担者	山崎 隆治 (Yamazaki Takaharu) (40432546)	埼玉工業大学・工学部・准教授 (32410)	

6. 研究組織（つづき）

	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	玉城 雅史 (Tamaki Masashi) (90837535)	大阪大学・キャンパスライフ健康支援センター・助教 (14401)	
研究 分 担 者	田中 栄 (Tanaka Sakae) (50282661)	東京大学・医学部附属病院・教授 (12601)	