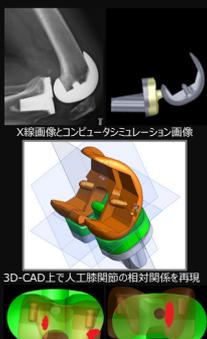


人工関節置換膝の動態解析に関する研究

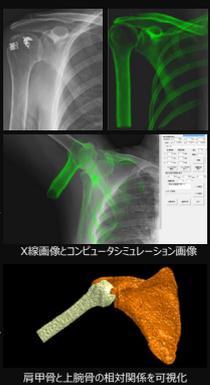
重度の膝関節疾患に対して、全人工膝関節置換術が適用されます。生体内で人工膝関節がどのように動いているかを解析することで、詳しい診断や新しい人工関節の開発を行うことができます。X線画像のみを用いて、動態解析する手法を開発しました。考案した解析手法を用いることで、様々な動態における人工膝関節のキネマティクスが明らかになっています。現在フロリダ大学留学経験を活かして、新しいソフトウェアを開発中です。



【主な研究発表】
 ◎ Murakami K, Hamai S, Okazaki K, Wang Y, Ikebe S, Higaki H, Shimoto T, Mizu-Uchi H, Akasaki Y, Nakashima Y : In vivo kinematics of gait in posterior-stabilized and bicruciate-stabilized total knee arthroplasties using image-matching techniques, International orthopedics, 42(11), pp.2573-2581, 2018.
 ◎ Murakami K, Hamai S, Okazaki K, Ikebe S, Nakahara H, Higaki H, Shimoto T, Mizu-Uchi H, Kuwashima U, Iwamoto Y : Kinematic analysis of stair climbing in rotating platform cruciate-retaining and posterior-stabilized mobile-bearing total knee arthroplasties, Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 137(5), pp.701-711, 2017.

生体骨の動態解析に関する研究

生体関節において、生体内の骨がどのように動いているかを解析することで、適切な診断、生活指導、術前計画および術後評価に応用することができます。そこで、CT撮影による骨のデータとX線画像を用いて、画像相関を応用した動態解析手法を開発しました。考案した解析手法を用いることで、高精度で関節の動態を解析できるようになりました。健康者と疾患者の比較や、疾患関節の独特な動きを解析できるようになりました。現在フロリダ大学留学経験を活かして、新しいソフトウェアを開発中です。



【主な研究発表】
 ◎ Sugi A, Matsuki K, Fukushi R, Shimoto T, Hirose T, Shibayama Y, Nishinaka N, Iba K, Yamashita T, Banks SA, Comparing in vivo three-dimensional shoulder elevation kinematics between standing and supine postures, JSES International, 5(6), pp.1001-1007, 2021.
 ◎ Kozono N, Takeuchi N, Okada T, Hamai S, Higaki H, Shimoto T, Ikebe S, Gondo H, Senju T, Nakashima Y, Dynamic scapulohumeral rhythm: Comparison between healthy shoulder and those with large or massive rotator cuff tear, Journal of Orthopaedic Surgery, 28(3), pp.1-7, 2020.

トライボシミュレータを用いた臨床材料の力学的評価に関する研究

手術で使用されている臨床材料や手術方法は、対象が生体であるため、予期しない事が起こり、改善・改良が日々行われています。例えば、右図のように指屈筋腱同士を縫合する方法があるのですが、様々な縫合方法が存在し、どの縫合方法が有効なのか検討されています。そこで、生体環境を考慮した条件で実験を行えるシステムを開発し、得られた実験結果を臨床に寄与しています。現在は、肩胛骨モデルや壊死した大腿骨骨頭を対象とした実験も行っています。



【主な研究発表】
 ◎ Senju T, Okada T, Takeuchi N, Kozono N, Nakanishi Y, Higaki H, Shimoto T, Nakashima Y : Biomechanical analysis of four different medial row configurations of suture bridge rotator cuff repair, Clinical Biomechanics, 69, pp.191-196, 2019
 ◎ 宮地頼大, 宮本知佳, 下戸健, 石川篤, 日垣秀彦, 見明家, 小園直哉, 岡田貴允, 指屈筋腱縫合における非対称性6-strandsベンチン縫合の縫合強度の評価, 日本機械学会論文集, 84(859), 17-00191-17-00191, 2018.

V K I P R W R #
 O D E R U D W R U \
 E I R P H F K D Q L F V
 P H G L F I Q H
 X
 H Q J I Q H H U I Q J

再生医療用細胞構造体形成ロボットの開発に関する研究

iPS細胞の樹立によって、再生医療への期待が高まっています。一方で、ティッシュエンジニアリング技術を応用して、失った組織や臓器の再生を目指す治療開発も活発化しています。本研究グループにおいても、スフェロイドを使用するという独自の手法で、細胞のみで細胞構造体の作製に成功しています。作製は手技で行われていますが、さらなる大型化には自動化が不可欠です。そこで、作業を自動化させるためのシステムの開発を行っています。現在は細胞凝集塊の評価システムの開発も行っています。



【主な研究発表】
 ◎ Shimoto T, Arai K, Ichimura K, Nakayama K : Development of beat analysis software for the non-invasive evaluation of cardiac constructs using a three-dimensional bioprinter, Advanced Biomedical Engineering, 12, pp.138-146, 2023.
 ◎ 下戸健, 張秀英 : 再生医療用cell processingロボットを用いた多細胞スフェロイド作製過程の自動化, 臨床バイオメカニクス, 43, pp.359-364, 2022.
 ◎ Shimoto T, Teshima C, Watanabe T, Xiu-Ying Zhang, Ishikawa A, Higaki H, Nakayama K : Study on Pipetting Motion optimization of the Automatic Spheroid Culture System for Forming Spheroids, Journal of Robotics and Mechatronics, 33(1), pp.78-87, 2021.

その他の「医工連携」に関する研究

1. HTO術後における後方傾斜増加を抑える数学的考察に関する研究
 高位脛骨骨切り術 (HTO) は、右図のように骨切りをして、内反変形を矯正するものです。しかし、手術時ではこの骨切りがやや前方からのアプローチになり、脛骨が後方傾斜してしまいます。そこで、アプローチ角度によって、どのくらい後方傾斜が生じるか数学的考察を行いました。



【主な研究発表】
 ◎ Kuriyama S, Morimoto N, Shimoto T, Takemoto M, Nakamura S, Nishitani K, Ito H, Matsuda S, Higaki H : Clinical efficacy of preoperative 3D planning for reducing surgical errors during open-wedge high tibial osteotomy, J Orthop Res. 2019 Feb 28. doi: 10.1002/jor.24263, 2019.
 2. 全人工膝関節置換術における内外顆の荷重バランス測定可能なトライアル開発に関する研究
 全人工膝関節置換術において、内外顆の荷重バランスは、術者の技量および経験に基づいた判断に委ねられている。したがって、手術プロセスにおいて、内外顆の荷重バランスを判断できる明確な定量的指標が求められている。そこで、定量的に内外顆の荷重バランスを測定可能なトライアルを開発を行っています。

情報工学技術を用いたSTEM教育教材の開発に関する研究 (「教工連携」)

理工系人材の育成としてSTEM教育が目立っています。そこで、教育現場と連携してSTEM教育教材の開発を行っています。例えば、複数の教科を学ぶことができるハイブリッドな教材が求められており、情報工学技術 (AR技術) を用いて、生物育成と情報の両学習内容を対象としたシミュレーション教材を開発したりしています。現在は、Air Hockey Robotを用いたロボット教材の開発を行っています。



【主な研究発表】 日本産業技術教育学会賞 論文賞
 ◎ 高橋典弘, 梅野貴俊, 下戸健 : 機械学習の基本が理解できるプログラミング学習教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 64(2), pp.103-110, 2022.
 ◎ Shimoto T, Miyamoto C, Umeno T : Development of the Biological Information Measurement System for STEM Education and High School/University Articulation, Journal of Robotics and Mechatronics, 31(4), pp.594-602, 2019.
 ◎ 原末希子, 下戸健, 梅野貴俊, 平尾健二 : 中学校技術・家庭科技術分野における生物育成と情報技術の結びつけて学べるシミュレーション教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 57(2), pp.69-76, 2015.

【工学系 共同研究大学・企業】

- ・熊本大学工学部
- ・九州産業大学生命科学部
- ・福岡教育大学技術教育講座
- ・山口大学工学部

【医学家 共同研究大学・企業】

- ・九州大学医学部
- ・佐賀大学医学部
- ・株式会社サイフェーズ

【医療や患者さんのために工学系立場から】

「こういう構造の人工関節にすれば動きがよくなるはずだ」といった医学の定性的な研究に対して、「膝関節には、歩行時には何kgの力が加わるので、力を分散するために角度は何度にすべきだ」というように、工学側から定量的に解析し、数値化することで、研究は飛躍的に進みます。こうした研究は「医工連携」と呼ばれ、医学者と工学エンジニアが議論しながら研究を進めることで、医学や工学単独では解決できない課題へのアプローチが可能で

生体や臨床材料を対象とした研究を中心として、再生医療から生体工学 (バイオメカニクス) さらには教育工学まで幅広い領域をカバーする研究を行っています。

【医工連携】の研究分野のダブルメジャー

「人工膝関節の構造モデルを作り、力学的な解析を行う」場合には医療と工学の知識が必要で、iPS細胞による再生医療の実現には、細胞の効率的な大量培養が不可欠なので、生命科学と工学を組み合わせさせて臓器や組織の代替品を作り出すティッシュエンジニアリングが必要です。これからは、工学が理解できる医学者、医学の知識がある技術者のような「ダブルメジャー」の人材が求められています。