

補助事業番号 2022M-193
補助事業名 2022年度 歩行解析・予測に基づく患者個別の人工関節置換術計画システム補助事業
補助事業者名 東京大学・杉田直彦

1 研究の概要

傷んだ軟骨をインプラントに置換する人工関節置換術では、患者の骨格や骨形状には個体差があるため、個体適応性を有する人工関節が要望されている。本研究は、まず、患者の歩行解析を可能とする筋骨格＋有限要素の全身モデルを構築する。手術前に患者の歩行を解析し、推定した筋活動度から、関節を人工物に置換した手術後の歩行形態を予測する。人工関節の形状やサイズ、設置位置を変えながら歩行予測を行うことで、患者にとって、最適な人工関節置換術のプランを提案するシステムを構築する。

2 研究の目的と背景

傷んだ軟骨をインプラントに置換する人工関節置換術において、医者はセオリーに従って手術を計画し、人工関節を患者に挿入していく。しかしながら、患者の骨格や骨形状には個体差があり、また、病状の進行具合も異なるため、患者個別に適した手術の提供が要望されているが、実現できていない。手術後の歩行予測ができないため、患者にとって最適な人工関節のあり方がわかっていないのが現状である。

そのため、個人に合った人工関節を適用することで、痛みがなく、健康で自立したうまい生活をおいある生活を患者に提供することが期待される。また、高精度な関節設計が可能となることで、人工関節の摩耗を低減し、再手術の心配ない安心した生活が送れるようになる。さらには、医師も個人のカンで患者に合う人工関節を選ぶ必要がなくなるため、安心して手術計画を立てることができる。提案するシステムより、安心とうまいおいを与え、健康で自立して暮らせる社会を実現することを目指す。

3 研究内容

- 歩行解析・予測に基づく患者個別の人工関節置換術計画システムの開発

(https://www.mfg.t.u-tokyo.ac.jp/?page_id=2191)

患者の骨格や骨形状には個体差があり、既製の人工関節では対応できない場合があるため、個体適応性を有する患者個別人工関節が切望されているが、実現できていない。そこで本研究では、患者の手術前の歩行形態を解析することにより、手術後の整復具合や歩行を予測し、最適な人工関節の形状やサイズ、設置位置を提案するシステムを構築する。

このシステムを実現するためには、以下の項目を研究開発する必要がある。(1) 患者のCTデータから筋骨格モデルを構築し、関節部分は有限要素モデルとすることで、関節内部の応力や接触状態を解析する人体モデルの構築、手術後の歩行を予測可能とするために、全身モ

デルとし、床反力を推定するアルゴリズムを有する。(2) マーカをつけた患者の歩行を撮影し、床反力と合わせて、患者の筋活動度や歩行形態を解析する計算フレームワーク、(3) 推定した筋活動度から、骨切除して人工関節を挿入した手術後の患者の歩行を予測する計算フレームワーク、(4) 手術後の歩行予測から、最適な人工関節の形状、サイズ、設置位置を提案する手術計画システム。

このシステムが普及すれば、個人に合った人工関節を適用することが可能となり、痛みがなく、健康で自立したうまい生活をおいある生活を患者に提供することが期待される。また、高精度な手術計画が可能となることで、人工関節の摩耗を低減し、再手術の心配ない安心した生活が送れるようになる。

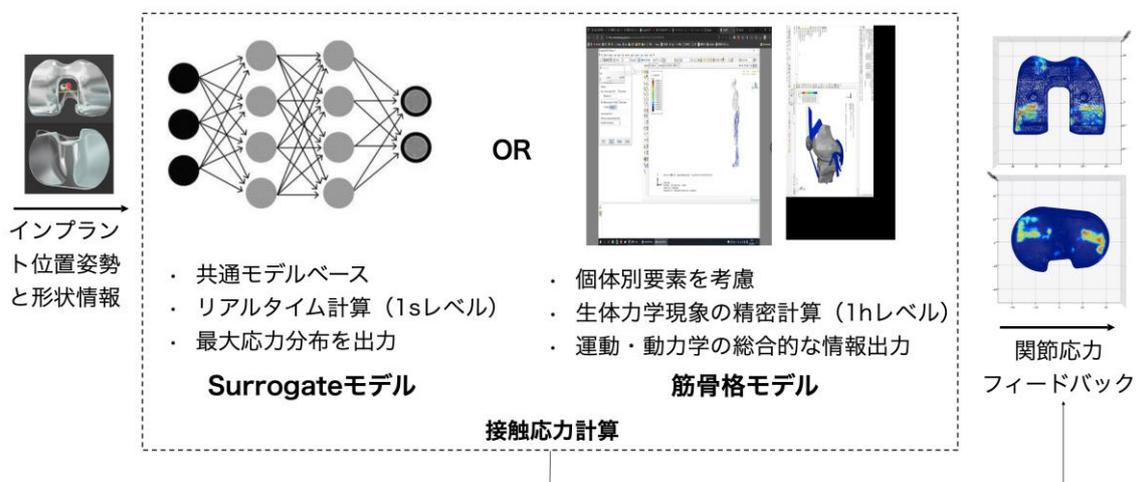


図. 術前計画と筋骨格モデルの連携

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

従来の手術では達成できない高度治療を広く受けることが可能となる。例えば、患者にフィットした人工関節を設置することで機能回復を高めること、位置・角度を精密に計画して設置することで術後歩行時の痛みをなくすことなどの効果が期待され、高齢化社会に対応する。これは、我が国のライフイノベーションによる健康大国戦略とも一致する。また、患者個別に計画した高度治療が普及することが期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究室は、生産加工・工作機械の技術をバックグラウンドとし、医療分野および自動車分野へと展開している。本事業は、生産加工・工作機械技術を医療分野へ応用する例であり、筋骨格モデルをベースに患者個別の人工関節を創出する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

[1] Shu, L., Abe, N., Li, S., & Sugita, N. (2022). Importance of posterior tibial slope in joint kinematics with an anterior cruciate ligament-deficient knee.

Bone & Joint Research, 11(10), 708-719.

<https://doi.org/10.1302/2046-3758.1110.BJR-2022-0039.R1>

[2] Shu, L., Yamamoto, K., Yoshizaki, R., Yao, J., Sato, T., & Sugita, N. (2022). Multiscale finite element musculoskeletal model for intact knee dynamics.

Computers in Biology and Medicine, 141, 105023.

<https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.105023>

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

研究報告書 25部

https://www.mfg.t.u-tokyo.ac.jp/?page_id=2191 (URL)

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし.

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京大学（トウキョウダイガク）

住 所： 〒113-8656

文京区本郷7-3-1

担 当 者： 教授 杉田直彦（スギタナオヒコ）

担 当 部 署： 大学院工学系研究科（ダイガクインコウガクケイケンキュウカ）

E - m a i l : sugi@mfg.t.u-tokyo.ac.jp

U R L : <http://www.mfg.t.u-tokyo.ac.jp>