

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：34407

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870724

研究課題名(和文)ハンディ3Dスキャナ・3Dプリンティングを用いた運動器疾患治療の開発

研究課題名(英文)Development of Therapy to Orthopaedic patients using handy 3D Scanner and 3D Printing

研究代表者

花之内 健仁(Hananouchi, Takehito)

大阪産業大学・工学部・准教授

研究者番号：40711643

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究によって、ハンディ3Dスキャナ・3Dプリンティングを用いた運動器疾患治療の可能性を示すことができたと考えます。

具体的には、人工膝関節手術中における下肢アライメント評価、術後の生体内人工関節動態評価、切断患者の義足作成のためのかたどり等が可能である事がわかった。また、医療福祉機器をスキャンし、新たな機能を付加するための装置をデザインし、それを3Dプリンタで製造するという上記先進技術2つのコンビネーションについても明らかにできた。

研究成果の概要(英文)：In the current study, we could indicate possibility of therapy to orthopaedic patients using handy 3D Scanner and 3D Printing.

Concretely, we could evaluate intraoperative alignment of lower limb in total knee arthroplasty (TKA), dynamic movement of knee prosthesis after TKA, and can make 3D model of below knee prosthesis using Handy 3D scanner. In addition, additive manufacturing to conventional medical and/or welfare devices can be performed by a combination of 3D scanner and 3D printing.

研究分野：医工学、整形外科学、リハビリテーション学、ヘルスケア

キーワード：ハンディ3Dスキャナ 3Dプリンティング 人工膝関節 義肢・装具

### 1. 研究開始当初の背景

コンピュータ支援設計・製造といういわゆる CAD・CAM 技術の向上によって、3次元 (以下 3D) 画像を 3D プリンティングできる技術での注目され、またそれと平行して 3D スキャナの技術革新があり、ハンディタイプの 3D スキャナが登場し、医療支援の検討が可能になってきた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、ハンディ 3D スキャナ・3D プリンティングを用いた運動器疾患治療の開発を行うことにある。具体的には、(1)人工関節手術中画像の有用性検証、(2)リハビリテーション中の 3次元評価の有用性の検証、(3)医療・福祉機器の Additive Fabrication を行う事にある。

### 3. 研究の方法

上記 3つの目的に対して、以下 3つを検証することにした。

(1): 取得した術中 3D 画像を 3D 画像処理ソフトで距離計測等を施行し、有用性を検証した。

(2): リハビリテーション中の 3次元評価における静的評価として、取得した 3D 画像で計測する場合と従来方法で取得した 3D 画像との大きさを比較検証した。動的評価としては、2つ以上の姿勢をスキャンして、一部を重ねる事により、3次元動態解析ができるか、具体的には、術後 CT から取得できる 3D 画像の重ね合わせで人工関節術後の動態解析ができるかを検証した。

(3): 医療・福祉機器の改良・修正を独自に行うため、それらを 3D 画像としてスキャンし、そこに修正デザインを付加し、成型したものが、もとの医療・福祉機器実物に装着できるかを検証した。

(1): “人工関節手術中画像の有用性検証”については、人工関節手術中に膝の変形が矯正され、伸びきらなかった膝が伸びようになるのだが、その改善度は、麻酔下で術者が主観的に評価するもので、必ずしも術後の評価と一致しているか明らかでなかった。この問題を解決するため、術中に矯正・改善された下肢の角度を正確に評価するため、ハンディ 3D スキャンを用いて行った。



図.人工関節手術中におけるスキャン風景

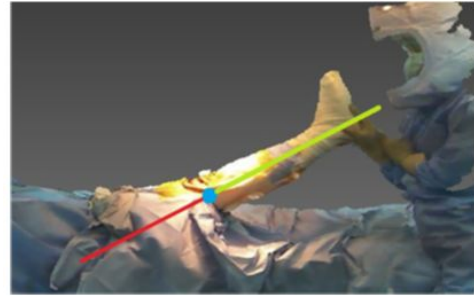


図.スキャナによって作成された術中の 3D 画像に基づく下肢アライメントの評価

結果、術中判断された膝の矢状面のアライメントは、麻酔の覚める術直後にはすぐに屈曲する方向に戻っており (約 5 - 10 度)、このことを念頭において手術中の判断を行わないと行けないことが明らかとなった。

この結果、2016年国際コンピュータ支援整形外科学会において発表した。論文にまとめている最中である。

(2): 人工膝関節置換術後のリハビリテーションにおいて、人工関節自体が膝関節の屈伸に対してどの程度回旋しているかを知ることが、必要でありながら最適な方法の検討の余地があった。これを改善するため、術後 CT 画像とハンディ 3D スキャンを用いて行うことにした。人工関節の機種によって回旋の動きに違いが生じることが明らかとなった。この結果は、既に国際学会 Asia Pacific conference on Biomechanics 2015 で発表した。現在論文化するためのまとめの段階にある。

(3): 現在市販化されている医療福祉機器において、医療者のニーズに対応した改良が必要であっても、それを行う手段がなかった。この問題を解決する 1例として、既存の歩行

### 4. 研究成果

支援機をハンディ 3D スキャナでスキャンし、3D モデルを取得して、その画像を基に、歩行解析を評価できるデバイスを開発することにした。加速度センサに装着できる状態となり、歩行だけでなく立ち上がり動作などで動きをより正確に評価できる可能性を見出した。



図.下肢歩行支援装具“AcSive”に機能評価を付加するため、その装具自体に装着できるようなケースをデザインし(丸印)、なかに加速度センサ(矢印)を挿入できるようにした。

もう一つ、義肢装具の開発における3Dスキャナの取り組みも行った。具体的には、義肢製作の一工程をハンディ3Dスキャナの使用で代替できるかの検討を行った。下肢切断端サンプルを6体用意し、CT撮像して得られる3次元モデルを正解値として、スキャナによる3次元モデルの誤差比較を行った。



図.ハンディスキャナを用いて、切断端をスキャンしているところ

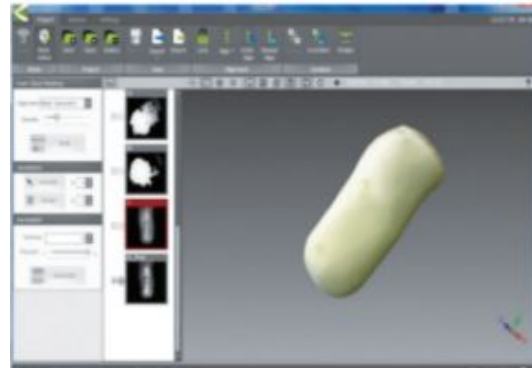


図.ハンディスキャナで切断端をスキャンした結果取得できた3D画像

結果、二つのモデルの差分は、中央値の平均で0.1mm以下であり、また、標準偏差は平均1.0mm以下であることがわかり、ハンディ3Dスキャナによって初期工程は代替しうることが示唆された。この結果は、JAMIT 日本医用画像工学会 2015 で発表し、国内論文としても出版された(以下の5に記載)。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

1. Aoki SK, Karns MR, Hananouchi T, Todd DC: Hip Arthroscopy Capsular Closure: The Figure of Eight Technique. Arthrosc Tech. 2017 Volume 6, Issue 2, e505-e509
2. 池田 諒, 花之内 健仁, ゼバスティアン シュミット祥, 菅原 貴志: ハンディ 3D スキャナ Kinect を用いた下肢切断端スキャンの精度検証. Medical Imaging Technology. ;Vol. 34 No. 2, 103-105, 2016 (査読有)

[学会発表](計 2件)

1. Hananouchi T, Mizuno I, Ikeda S, Qiang J, Nishimori T, Kobayashi A, Satake S: Evaluation of knee extension angle by a low-cost handy 3D scanner, The 16th Annual Meeting of International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS International): Osaka, Japan, June, 2016 (査読有)
2. Hananouchi T, Ohyama T, Kitahata K, Naeki Y, Satake S: Application of handy 3D scanner for an in-vivo kinematic analysis after total knee arthroplasty The 7th Asian Pacific Conference on Biomechanics: Sapporo Japan Sep(16-19), 2015 (査読有)

〔図書〕(計 1件)

1. 花之内 健仁 5章「THA 寛骨臼コンポーネント」、中田活也・尾田雅文(編): 3Dプリンター×テーラーメイド医療 実践 股関節手術、金芳堂, 62-81 2016

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
ありません。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

花之内 健仁 (HANANOCHI Takehito)  
大阪産業大学 工学部 准教授  
研究者番号：40711643