

令和 6 年 5 月 22 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K10020

研究課題名（和文）デジタルトランスフォーメーションが実現する先駆的顎顔面補綴支援システム

研究課題名（英文）A Pioneering Support System for Maxillofacial Prosthesis Realized by Digital Transformation

研究代表者

田地 豪（Tsuyoshi, Taji）

広島大学・医系科学研究科（歯）・准教授

研究者番号：80284214

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）：本研究では、エビテーゼ治療のデジタルトランスフォーメーションを目指し、右眼窩欠損症例において、モバイルデバイスとフォトグラメトリーを用いた3D顔面モデル構築のin vitro評価を行った。右眼窩欠損患者の石膏模型から、iPadを使用して静止画像を取得し、フォトグラメトリーにより3Dモデルを構築した。また、比較のために3Dスキャナーを用いて3Dデータを取得した。各モデルを3Dプリンターで造形し、デジタルノギスを用いて測定点間の距離を測定した。その結果、in vitro研究の範囲内ではあるが、このワークフローは顎顔面領域の3Dデータ構築に適用できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、低廉かつ高機能なエビテーゼ治療を実現させるためのシステム開発を目的としている。エビテーゼ治療治療過程においては、アルジネート印象材で顔面を覆い患者の欠損状態を複製する必要があり、高齢患者に対しては精神的・肉体的負担が非常に大きい。これらを解決するために、3Dスキャナや3Dプリンターといったデジタル技術の応用が試みられており、その有用性に関する知見が蓄積されつつある。本研究はこれらの知見を進展させ、現在普及しているモバイルデバイスにより取得した複数の静止画を使用することで、顔面欠損データの取得するワークフローを構築した。将来的に、より短時間かつ簡便に治療を実施することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, with the aim of achieving digital transformation in maxillofacial prosthesis rehabilitation, we conducted an in vitro evaluation of 3D facial model construction using mobile devices and photogrammetry for a case of right orbital defect. From a plaster model of a patient with right orbital defect, still images were acquired using an iPad, and a 3D model was constructed through photogrammetry. For comparison, 3D data was also obtained using a 3D scanner. Each model was fabricated using a 3D printer, and the distances between measuring points were measured using digital calipers. The results suggest that, within the limitation of this in vitro study, this workflow can be applied to the construction of 3D data in the maxillofacial region.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：Photogrammetry 顎顔面補綴

1. 研究開始当初の背景

顎顔面領域の欠損は、外傷や悪性腫瘍に対する切除手術等により生じる。症例によっては、咀嚼・嚥下・発音などの機能性のみならず、審美性に大きな障害をきたす場合が多い。また、外出を控えるようになるなど精神心理的苦痛を惹起し、著しいQOLの低下を招く。顎顔面補綴装置（エピテーゼ）は、このような人体の一部に欠損が生じた症例に対し、補綴物を用いて形態的・審美的・心理的なりハビリテーションを行う治療法の一つである。一般的には医療用シリコン樹脂を用いて患者の欠損部を正確に再現するが、その製作には熟練を要する。また、治療過程においては、アルジネート印象材で顔面を覆い患者の欠損状態を複製する必要があり、高齢患者に対しては精神的・肉体的負担が非常に大きい。これらを解決するために、3D スキャナや 3D プリンターといったデジタル技術の応用が試みられており、その有用性に関する知見が蓄積されつつある。

本邦における報告においてエピテーゼ治療は、顔面実質欠損が受容できている症例に関しては高い満足度が得られるとされ、海外における調査においても、解剖学的形態や、色調、装着感を含め高い満足度が報告されている。わが国を含め、既にエピテーゼ治療を受容することができる国においては、より患者に低負担で品質の良いエピテーゼの提供が期待される。一方、途上国において癌の発症率の増加や事故による外傷によりエピテーゼ治療のニーズが増加している。しかしながら、リソースの限られた国々においては、使用できる材料の不足やエピテーゼの製作者・教育者の不在から、満足な治療を受けることはできず、このようなリソースの限られた国においては低廉で簡便なエピテーゼの提供が期待される。

近年のデジタル技術の発展は、社会のありようを変革しようとしている。歯科医療も例外ではなく、歯科用 CAD/CAM をはじめ、3D プリンター、口腔内スキャナーなどが次々と実用化されている。このような中で、スマートフォンをはじめとしたデジタルデバイスは、その普及率と相まって、医療用途での応用が検討されている。特に、途上国においてもスマートフォンの普及は目覚ましく、電子マネー決済などを目的としインフラとして普及しており、DX の要として期待されている

2. 研究の目的

本研究では、エピテーゼ治療のデジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation: DX) を目指し研究を実施した。DX は、目覚ましく進歩する IT が「人々の生活をあらゆる面でもより豊かに変化させる」こととされ、その提唱者は Umeå University (スウェーデン) のエリック・ストルターマン教授とされる。医療の分野においても、遠隔診療や手術、医学教育をはじめとして DX による変革がもたらされるとされている。そこで、3D デジタル技術とインターネットオブシングス (Internet of Things: IoT, モノがインターネットを経由で通信する) を組み合わせることで、低廉かつ高機能なエピテーゼ治療を実現させるためのシステム開発を目的とし、エピテーゼ治療のワークフローに対し写真測量学的解析を行った。

3. 研究の方法

モバイルデバイスとフォトグラメトリによる高精度 3D 顔面モデルの構築

本研究は広島大学疫学研究倫理審査委員会の承認を受け実施した (承認番号 E-1859-1)。フォトグラメトリは、静止画を解析・統合することで 3D データを得る手法である。本研究では、右眼瞼脂腺癌術後の右眼窩部欠損患者からアルジネート印象材により採得・作製した石膏模型を実験対象として使用した (図 1)。iPad で石膏模型の静止画像を 50 枚取得し、フォトグラメトリソフトウェアにより 3D モデル (以下、PGM) を生成した。また本手法の精度比較のため、構造化光 3D スキャナを用いて同様に 3D モデル (以下、SM) を生成した。PGM は、ランドマークを使用しサイズ情報を付与した。これらの 3D データから積層造形装置により石膏モデルを造形した。造形した PGM および SM 石膏モデル (pPGM および pSM) を、デジタルノギスを使用し計測した。5 名の計測者がそれぞれ独立して PGM および pPGM を作製し、それぞれが 5 回計測を行った。

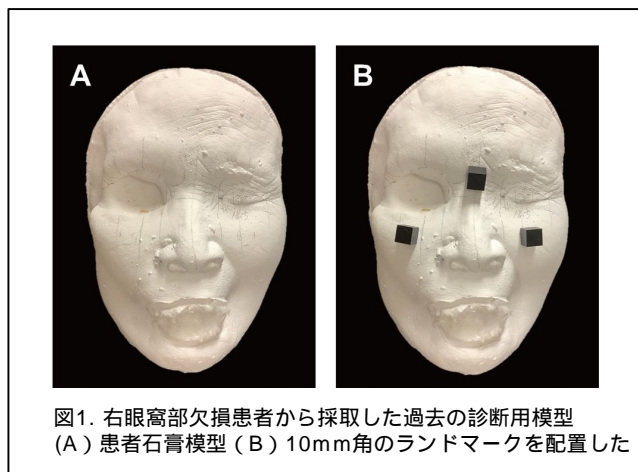
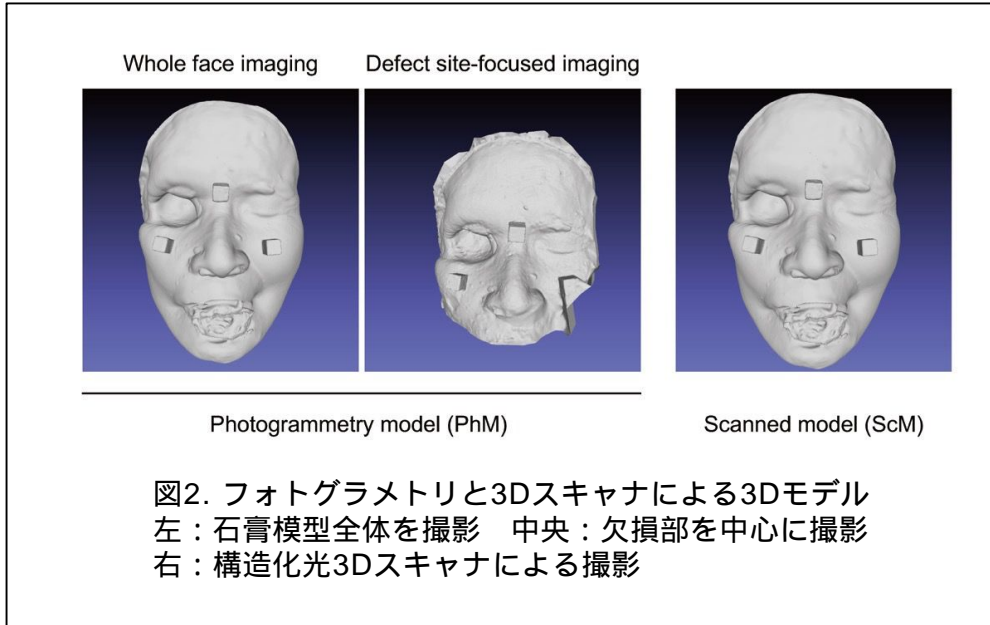
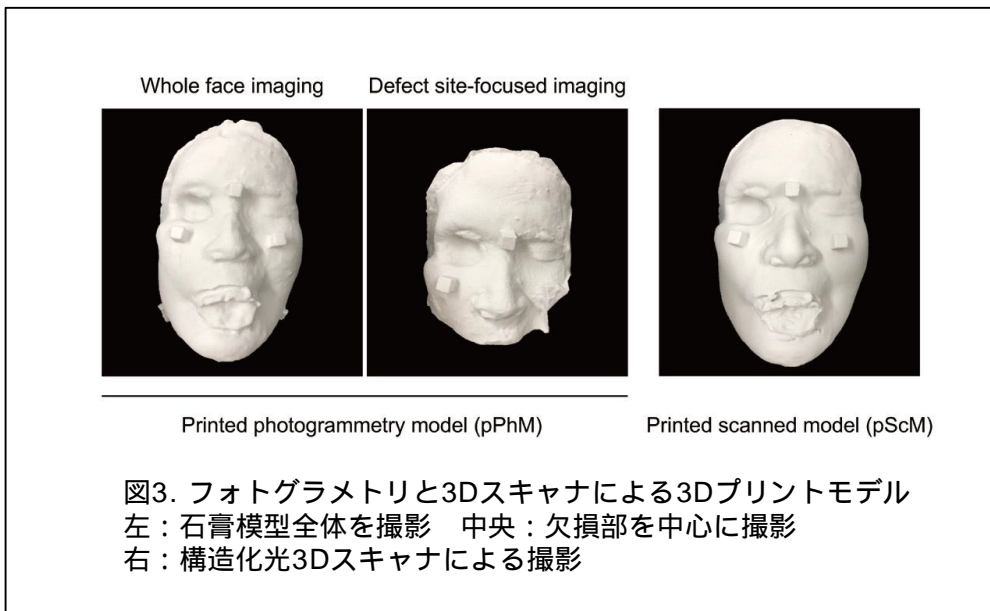


図1. 右眼窩部欠損患者から採取した過去の診断用模型 (A) 患者石膏模型 (B) 10mm角のランドマークを配置した

4. 研究成果



モバイルデバイスとフォトグラメトリによって構築した3Dモデルを図2に示す。iPadによる撮影は、石膏模型全体を含む領域と、右眼窩部欠損部を中心とした2つのパターンで行った。その結果、どちらも高い再現性が認められたが、右眼窩部欠損部を中心に撮影したモデルでより微細な構造の再現が認められた。



構築した3Dモデルから、3Dプリンターにより造形したモデルを図3に示す。これらの造形したモデルの精度を検討するため、元の石膏模型との比較を行った。各モデル上に計測ポイントを設置し、その距離を計測し、差のパーセンテージを算出した。その結果、鼻付近を計測した場合、右眼窩部欠損部を中心に撮影したモデルで良好な値を示した。一方、右眼窩部欠損部の垂直方向においては、3Dスキャナーが最も良好な値を示した。

以上の結果より、静止画のみから3Dモデルを構築し、その造形モデルの構築が実現した。今後、低廉かつ高機能なエピテーゼ治療への実現に向けた研究を推進していく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Tabira Kosei, Kawaguchi Riho, Mine Yuichi, Iwaguro Shogo, Peng Tzu-Yu, Tsuchida Yumi, Takayama Yukihiro, Okazaki Shota, Taji Tsuyoshi, Murayama Takeshi	4. 巻 65
2. 論文標題 An in vitro study of digital impressions and three-dimensional printed models of orbital defects using mobile devices and monoscopic photogrammetry	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Oral Science	6. 最初と最後の頁 127 ~ 130
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2334/josnusd.22-0461	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 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 峯 裕一, 田地 豪, 吉岡玲奈, 和智貴紀, 村山 長
2. 発表標題 Photogrammetryによる顎顔面モデルの構築と3Dプリントモデルの再現性評価
3. 学会等名 日本老年歯科医学会第32回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 峯 裕一, 田地 豪, 岩畔将吾, 村山 長
2. 発表標題 Photogrammetryによる顎顔面デジタル印象と3Dプリントモデルの再現性評価
3. 学会等名 日本歯科技工学会第43回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 峯 裕一, 岡崎昌太, 江口 透, 村山 長
2. 発表標題 モバイル端末とフォトグラメトリーによる眼窩欠損のデジタル印象と3Dプリントモデルによるin vitro研究
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会第14回学術大会
4. 発表年 2023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	二川 浩樹 (Nikawa Hiroki) (10228140)	広島大学・医系科学研究科(歯)・教授 (15401)	
研究分担者	村山 長 (Murayama Takeshi) (60219946)	広島大学・医系科学研究科(歯)・教授 (15401)	
研究分担者	峯 裕一 (Mine Yuichi) (60605989)	広島大学・医系科学研究科(歯)・講師 (15401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------