

機関番号：33902

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009 年度～2010 年度

課題番号：21791925

研究課題名（和文）3Dモデリング法を応用したエピテーゼ製作の簡便化に関する研究

研究課題名（英文）development of simpler method for fabricating facial prosthesis using 3D modeling method

研究代表者

吉岡 文 (YOSHIOKA FUMI)

愛知学院大学・歯学部・講師

研究者番号：50468998

研究成果の概要（和文）：エピテーゼ製作に際して、光学印象法および3Dモデリング法を元にした造型法を用いることで、従来の顔面印象を行わずに、精度が高く、自然観に優れた補綴物をより簡便に製作する方法を確立し、その臨床応用を行った。

研究成果の概要（英文）：The novel accurate and simple fabrication system of facial prosthesis was established and clinically applied using optical impression method and 3D modeling technique without conventional impression.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：顎顔面補綴学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯学・顔面補綴学・3Dモデリング

## 1. 研究開始当初の背景

顔面領域に生じた欠損に対し、複雑な顔面形態の回復、患者の社会復帰のためには、エピテーゼによる治療は有用な選択肢の一つである。従来のエピテーゼ製作には顔面印象採得が不可欠の工程であるが、広範な顔面印象採得は、患者の苦痛を伴い、また、患者の体位や印象材の重量による変形なども考慮しなければならない。さらに、エピテーゼ製作時の技工操作には煩雑な工程と熟練した技術、芸術的な感性が必要となる。エピテーゼは材料におもにシリコンラバーを用いるが、その材料・顔料の劣化や顔面の経時的形態変化により、通常の義歯よりも再製作の頻度が高い。そのため、製作に際しては、術

者、患者双方にとっても簡便であることが求められる。

近年、印象採得を簡略化するために、CT やレーザースキャニングを用いて三次元形状計測を行い、模型を製作する手法が紹介されている。しかし、CT を用いた方法は、患者の放射線被爆という観点から、撮影には十分な注意が必要である。また、CT 画像は原則的には硬組織を撮影するものであり、軟組織である皮膚表面の精密な形状、性状の再現は困難である。申請者はこれまで、レーザー光を用いて顔面形状を採得する方法について検討を行ってきた。レーザーを用いた方法では、短時間で顔面の表面形状を得ることがで

きるが、黒色を吸収するというレーザーの特性により、凹凸陰影のある複雑な顔面形状や、眉毛、睫毛などによるレーザー光の吸収により、細部の再現性は不十分であった。また、低出力レーザーであっても身体への為害性は無視できない。そのうえ、開眼状態での撮影は不可能である。そこで、患者の負担をさらに軽減し、より安全で簡易な精度の高い印象採得法の開発が不可欠である。

一方、歯科領域においては、3Dカメラを用いて口腔内で形成歯の光学印象採得（撮影）を行って立体画像を得、CAD/CAM法を用いてコンピューター上で模型を作ることなく補綴物を設計し、製作する手法が開発され、広く用いられるようになって来た。3Dカメラは放射線やレーザーなどに比べ、安全に正確な立体画像を得ることができるが、歯科用3Dカメラは撮影範囲が狭く、顔面領域の撮影は困難であった。そこで、本来は工業用および警察の鑑識業務用として開発された高解像度カメラを用いて短時間で顔面領域に渡る広い範囲の光学印象採得を行うことにより、顔面印象採得に伴う、患者の苦痛、負担を軽減でき、また、材料の変形なども考慮せずに精度の高い印象採得が可能になると考える。

## 2. 研究の目的

本研究の最終目的はエピテーゼ製作に際して、光学印象法および3Dモデリング法を元にした造型法を用いることで、従来の顔面印象を行わずに、精度が高く、自然観に優れた補綴物をより簡便に製作する方法を確立することにある。従来の印象採得では、印象材料が顔面を広く覆うために、印象採得時には患者に大きな苦痛を与えてきた。しかし、本方法を臨床応用することにより、従来の顔面印象採得は不要となり、患者のエピテーゼ治療における負担を軽減することができ、顔面欠損患者におけるQOLを向上させることにある。第一段階として、顔面印象採得法に変わる新しい印象採得法を確立することを目的として数種の3Dモデリング法の精度について従来法と比較検討して最良の顔面印象採得法を確立する。さらに、第二段階として、三次元造型法を併用し、コンピュータ支援ソフトウェアを用いて、より簡便で精密なエピテーゼの設計法の開発を行い、その有

用性、操作性を従来の方法と比較して検討し、さらに臨床応用を行う。

## 3. 研究の方法

(1) 研究の主旨を説明し、同意の得られた健常者5名に対し、3次元光形状計測装置(RexcanIII, Solutionix社製、現有)による顔面光学印象採得を行う。RexcanIIIはハロゲン光源を用いた空間コード化パターン方式による三次元形状計測機である。プロジェクターのハロゲンライトから、測定物に縞模様を投影し、反射光を200万画素のCCDで受光する。CCDに対して約30°の位置にプロジェクターが設置されており、それによって精密な三角測量を行うことで三次元画像データを得る。得られた三次元画像はSTLファイル形式にて出力後、画像処理ソフトウェアFreeForm Modeling (SensAble社、現有)にて三次元画像構築され、立体画像を得る。この立体画像を3次元造型機Z510プリンタにてハイブリッドプラスターを用いて積層造形し(株DICOへ外注委託)、顔面模型を得る。

(2) 対象群として、同一の健常者5名に対し、通法どおりの顔面印象採得を行い、硬石膏を用いて顔面模型を得る。iで得られた模型と比較し、その表面形状の再現性、寸法精度を比較する。比較対象は鼻エピテーゼを想定して、鼻周囲、および、アンダーカットの多い耳介エピテーゼを想定し、耳介周囲とする。

(3) 非接触型3次元デジタルライザーVIVID910(コニカミノルタ社、現有)を用いて顔面の表面形状計測を行う。非接触三次元計測機であるVIVIDはレーザービーム(FDA1級)による光切断方式を採用しており、スリット状のレーザー光で入力対象をスキャンし、その反射光をCCDカメラで受光し、三角測量の原理で被写体との距離情報を得て、三次元データ化する。得られた画像は画像処理ソフトウェアFreeForm Modeling (SensAble社、現有)にて三次元画像構築し、立体画像を得る。この立体画像を(1)で得られた立体画像とコンピューター上で比較し、その表面形状の再現性、寸法精度について、(2)と同部位について、比較検討する。また、3種の方法について、その所要時間、煩雑度、操作性を比較し、検討する。

(4) 実験の趣旨を説明し、同意の得られた、本

学歯学部附属病院顎顔面補綴治療部に来院した眼窩欠損を有する患者3名に対し、3D デジタイザ Rexcan3 による顔面光学印象採得を行う。得られた画像は付属ソフトウェア Geomagics studio/qualify(Geomagics 社 21 年度に購入)にて画像構築、編集され、立体画像を得る。触覚型画像処理ソフトウェア FreeForm<sup>®</sup> Modeling<sup>™</sup> (SensAble technologies 社, 現有)を用いて健常側の当該部位を反転させて欠損部に重ね合わせ、その差分をエピテーゼの基になる部分とする。FreeForm<sup>®</sup> Modeling<sup>™</sup>の盛り足し、カービング機能を用いてエピテーゼを設計していく。立体画像は画面内で回転が可能であり、適宜、回転させて形態を各方向から確認しながら設計を行う。また、エピテーゼの設計を行った顔面シミュレーション画像を患者に示し、患者と相談しながら、必要に応じて形態修正を行う。

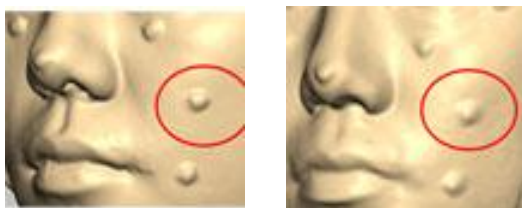
(5)設計の終了したエピテーゼは STL ファイルにて出力され、3次元造型機 Z510 プリントにてその鋳型を積層造形する(株豊通マシナリーへ外注委託)。鋳型に皮膚色パラフィンワックスを流し込み、これをワックスパタン(蠟型)とする。

(6)通法に従い、蠟型を埋没、内部彩色、シリコン填入、加硫を行い、エピテーゼを完成させる。

(7)完成したエピテーゼを患者に装着し、形態、表面形状を考察する。形態、性状、審美性の主観的評価を行う。主観的評価については、患者、術者、および第3者(顔面補綴治療に関する知識を持たない健常者5名)による VAS スケールによる評価とする。

#### 4. 研究成果

(1)2種類の3次元形状計測装置を用いて健常者の顔面表面形状を計測した画像を以下に示す。(左:VIVID910、右 RexcanIIIにより得られた画像)顔面表面にはランドマーク

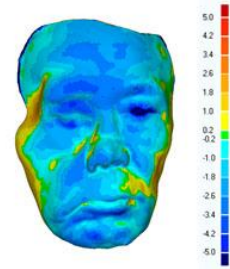


のための計測点を貼付した。RexcanIIIにより得られた画像の方がより鮮明に表面の凹凸

を再現していることがわかった。各基準点間の計測距離の変位量を求めたところ、各計測法内で繰り返し計測による有意差は見られなかった。また、計測法間でも有意差は見られなかった。さらに、前頭点、頤再突出点、左右の鼻翼外眼角下点の4点間で結ばれる立体(右図)の体積量の比較において、各計測法間での有意差は見られなかった。



(2)眼窩部に欠損を有する患者において、VIVIDおよび RexcanIIIにより三次元形状計測を行い、両者のデータを STL データに変換したのち、STL 編集ソフトウェア Geomagics studio/qualify(Geomagics 社 21 年度に購入)にて重ね合わせを行って、表面形状に比較を行った。(右図: Rexcan データに対する、VIVIDデータの重ね合わせ)



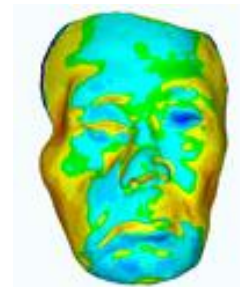
ほとんどすべての表面で±1mm以内の偏差であったが、深く、複雑なアンダーカット部位でより大きな偏差が見られた。

(3)得られた画像をそれぞれ3Dインクジェットプリンタにて造形し、石膏模型を得た。(下図左:VIVID 模型、右:Rexcan 模型)



(4)これらの模型をさらに RexcanIIIにて表面形状計測し、Geomagics

studio/qualify を用いて重ね合わせを行い、さらに表面形状・精度の評価を行った。データ上の重ね合わせ同様、深い



欠損部分での偏位が大きかった。模型の偏位量は平均で±1.4mmであった。

(5)得られた Rexcan データに対し、触覚型画像処理ソフトウェア FreeForm<sup>®</sup> Modeling<sup>™</sup> (SensAble technologies 社, 現有) を用いて健常側の当該部位を反転させて欠損部に重ね合わせ、その差分をエピテーゼの基になる部分とする。その後、画像上での微調整、修正を行い、エピテーゼデータを完成させた。データを鋳型として造形し、これにシリコンを流し込んで加硫させ、エピテーゼを完成させた。

#### 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 Fumi Yoshioka Shogo Ozawa, Sachiko Okazaki, Yoshinobu Tanaka, Fabrication of an Orbital Prosthesis Using a Noncontact Three-Dimensional Digitizer and Rapid-Prototyping System, Journal of Prosthodontics, 査読有, Volume 19, No. 8, 2010 pp. 598-600,

② 吉岡文、岡崎祥子、重盛登世、浅見和哉、宮前真、平井秀明、尾澤昌悟、田中貴信、エピテーゼ製作における三種類の三次元形状計測装置の精度と有用性の比較検討、日本顎顔面補綴学会誌 査読有、32 2 卷、2009、41-43

[学会発表] (計3件)

① 吉岡文他、3次元形状計測装置および3次元造型法を用いたエピテーゼ製作法について、日本補綴歯科学会第119回学術大会、2010年6月11-13日、東京

② Fumi Yoshioka et al, The Evaluation of Several Kinds of CAD/CAM Systems for Fabricating Facial Prosthesis, 9th International Congress on Maxillofacial Rehabilitation 19-22, May, 2010, Italy

③ Fumi Yoshioka et al, Fabricating orbital prostheses using 3 types of 3D data acquisition systems, Annual meeting of International Anaplastology Association, 12-15, November, 2009, Paris

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

吉岡 文 (FUMI YOSHIOKA) 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座 講師

研究者番号 : 50468998

(2)研究分担者

なし ( )

研究者番号 :

(3)連携研究者

( )

研究者番号 :