

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：平成 19 年～平成 20 年
 課題番号：19791427
 研究課題名（和文） CT データを元にした三次元造形法による顔面補綴への応用に関する研究
 研究課題名（英文） A New Method of Facial Prosthesis Using CT Data and 3D Rapid Prototyping
 研究代表者
 氏名（アルファベット） 大木 明子（OKI, MEIKO）
 所属機関・所属部局名・職名 東京大学・保健センター・講師
 研究者番号 10345225

研究成果の概要：

腫瘍切除後などに生じた顔面欠損に対して外科的再建が行われない場合、特に眼球が含まれる場合は顔面補綴が選択される。顔面補綴は、その製作に関してさまざまな問題が挙げられてきた。周囲組織との移行性、適合、自然観が重要であり、義眼の最適な位置決定など、ワックスアップの際に熟練を要する。顔面印象による変形や患者の苦痛も問題となっている。近年、コンピュータ技術の進歩により、顔面補綴の製作に関しても三次元形状計測や三次元造形を用いた方法が報告されるようになってきた。今回、我々は CT データをもとに、顔面形態を構築し、顔面印象を行わずに顔面補綴を製作する方法を開発した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 19 年度	2,600,000	0	2,600,000
平成 20 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	210,000	3,510,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴理工系歯学

キーワード：CT データ、エピテーゼ、顎顔面補綴、三次元造形、顔面欠損

1. 研究開始当初の背景

顎顔面領域の外傷や腫瘍の切除などによって顔面欠損が生じた場合、先天性疾患により形態異常があったりする場合、摂食・咀嚼・嚥下・発音・審美障害を生じて患者の QOL は著しく低下する。特に顔面部の外表面を含む実質欠損がある場合は、精神的にも社会的にも著しい苦痛を生じる。欠損の程度や部位、

患者の条件によって外科的再建を行わない場合、補綴的手法を用いて顔面補綴（エピテーゼ）製作を行う。

エピテーゼの製作には、現在、顔面印象法を用いて製作しているが、顔面印象に伴う患者の苦痛や負担が大きいため、印象時に呼吸が苦しい、重力による印象の変形や印象時の体位による変形などの問題点が挙げられている。

また、単に左右対称にすればよいという

けではなく、エピテーゼには顔面変形に対してより自然に見えるように製作するなど、技工上の工夫が必要になり、高度な審美性も要求される。特に眼球を含む場合は、再建のみでは審美的に回復するのは難しく、エピテーゼにおいては眼球の三次元的な位置の決定が難しい。その他、自然な質感や色表現などについて、高度の技術が必要であり、特に色についてはより皮膚に近い表現をするために苦慮する。

さらに、エピテーゼの変性・変色・劣化により、定期的な再製作が必要となるという問題点が挙げられる。エピテーゼはシリコンを材料とすることが多いが、紫外線や水分、脂分などによって変色が起こり、毎日の装着によって接着面が変性、劣化する。そのため、より簡単に複製・再製作可能なシステムを開発する必要がある。

近年、コンピュータ技術の進歩によって、エピテーゼの製作においても、レーザ・スキャンやCT、MRIなどの三次元形状計測装置を用いた方法や、三次元造形装置を用いた方法が開発・報告されるようになってきた。コンピュータ処理によってミラーイメージを利用することで、形態をより簡単にデザイン、再現できるという利点がある。

また、デジタルカメラやプリンタにより、顔の写真を簡単にデジタル化、印刷できるようになってきている。パソコン上で写真を表示し、プロジェクタを用いて画像を模型上に映し出し、眼の位置を二次的に決定するという方法も報告されている。包帯にパソコン画像をプリンタで印刷し、その表面を加工することで色をつけるという方法も報告されている。

しかし、三次元造形を用いて造形する方法やCTデータを処理してパターンとして利用する方法については、まだほとんど研究が行われていない。

2. 研究の目的

本研究では、日本では最もエピテーゼ製作の原因となる腫瘍切除による顔面欠損が生じた場合を想定し、術前術後に必ず撮影するCTまたはMRI画像データを利用し、術前の形態を考慮し、顔面印象を行わずに、三次元造形によって模型およびRapid prototypingによるパターン製作を行ってエピテーゼを製作するための技術開発を行った。

特に眼球の位置をどのように決定するかについて検討した。

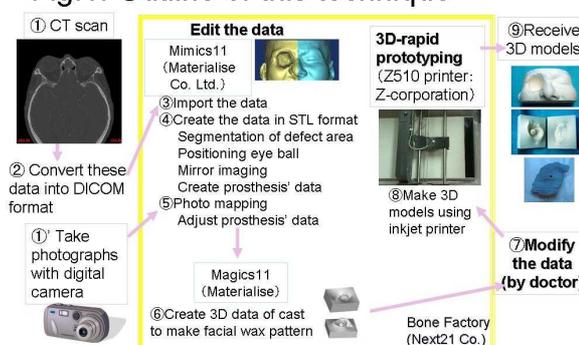
さらに、完成したエピテーゼの形状データを三次元計測し、そのデータをコンピュータに蓄積・保存することで、エピテーゼの複製や再製作をより簡単に行えるような技術開

発を目的とした。

3. 研究の方法

既撮のCTデータからCTデータを変換し、患者基本情報を消去した上で、株式会社ネクスト21のボンファクトリーにデータを送付する。コンピュータ上でマテリアライズ社製のMimicsおよびMagicsを用いてデータを編集し、顔面欠損模型とエピテーゼパターンの3Dデータを作成する。データ確認し、インクジェット方式の粉末固着積層法によるZコーポレーション社製三次元造形機で立体モデルを造形し、モデルを完成させる。このモデルからエピテーゼのワックスパターンを作製し、シリコンに置き換えエピテーゼを完成させた。(Fig.1.)

Fig.1. Outline of this technique



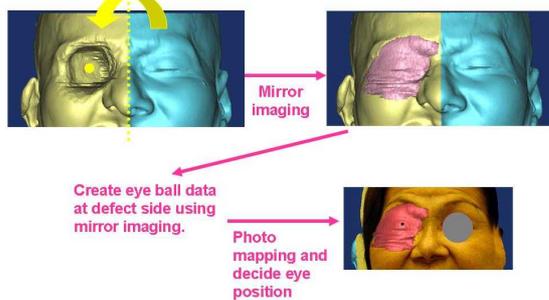
エピテーゼのパターンは、加工しやすいようにワックスを使用するが、歯科用ワックスでは現在の三次元造形装置で造形することができないので、ワックスパターンを製作するための型を、石膏ライク材料で製作した。模型および型の造形について、どのような形状にすればパターンをうまく作れるか、検討を行った。また、工業用ワックスやゴムライク材料の直接造形する方法の利用について検討した。工業用ワックスは、通常歯科で使用するワックスとは性状が異なるため、工業用ワックスをエピテーゼ製作のために利用できるかどうか、利用できる場合にはどの程度の精度が得られるのか、などを検討した。同様にゴムライク材料についても検討した。さらに、エピテーゼのワックスパターンを間接的に作製した場合と、工業用ワックスやゴムライク材料で直接三次元造形した場合との比較検討を行った。

4. 研究成果

H19年度には、別目的で撮影された1名のCTデータと顔写真から、MimicsとMagics

を用いて顔面欠損模型とエピテーゼパターンの3Dデータを作成し、義眼の位置をCT上の眼球の位置から決定する方法を確立した。CTデータを利用することで表面形態だけでなく内部構造のデータが得られ、眼球を含む欠損に対して健常側の眼部データをミラー反転して義眼の三次元的な位置が決定でき、エピテーゼの内面形態に反映できる、顔写真のフォトマッピング機能により瞳の位置を参考にできることなどの利点を確認できた (Fig.2.)

Fig.2. Edit the data for facial prosthesis



粉末固着積層法により三次元造形装置で立体モデルとエピテーゼ用の鋳型を造形し、顔面印象を行わずに三次元造形により得られた石膏モデル上でエピテーゼパターンの彫刻を簡単に行うことが可能となった。

H20年度は1名の上顎腫瘍患者の、再発による腫瘍切除後のシミュレーションを目的としてインフォームド・コンセントで同意が得られた(東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会にて承認済み)。

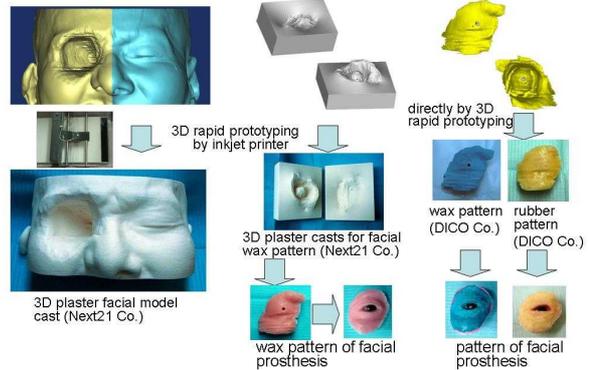
経過観察のために過去に撮影したCTデータと顔写真をもとにして、予想される顔面欠損モデルをコンピュータ上で作成し、顔面補綴を製作した。MimicsとMagicsを用いて顔面欠損模型とエピテーゼパターンの3Dデータを作成した。義眼の位置をCT上の眼球の位置から決定した。

粉末固着積層法により三次元造形装置で立体モデルとエピテーゼ用の鋳型を造形し、エピテーゼを製作した。

さらに、鋳型を造形することなく、三次元造形装置をもちいて直接パターンを造形する方法も考察した (Fig.3.)。材料として、工業用ワックスおよびゴムライク(でんぷんベース、エラストマー含浸)を選択した。直接造形することでエピテーゼパターンを1ステップで得ることができたが、鋳型を使用し、従来の歯科用ワックスを使用してパターンを作製したものよりも、パターンの適合が悪く、形態修正に時間がかかった。修正後のパターンは容易に埋没・流蟻が可能であった。

実用化するためには、三次元データの段階で、コンピュータによる形態修正を行う必要性が示唆された。材料についてはさらに検討する必要があると思われた。

Fig.3. 3D-data, models and wax patterns



以上より、本方法により三次元的形状形態に関してより簡単にエピテーゼを製作することが可能となった。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

大木明子, 吉岡 文, 高戸 毅: CT データと三次元造形法を利用した顔面補綴の新しい製作法. 第 24 回顎顔面補綴学会, 盛岡, 2007 年 7 月 20 日.

M. Oki, F. Yoshioka, Y. Tanaka, T. Takato: A New Method of Facial Prosthesis Using CT Data and 3D-Rapid Prototyping. 8th ISMR Maxillofacial Conference, Bangkok, 24th September 2008.

〔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

大木 明子 (OKI, MEIKO)
東京大学・保健センター・講師
10345225

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし