

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K10222

研究課題名(和文) 有床補綴装置の機能的三次元形態解析の新展開

研究課題名(英文) New developments in functional three-dimensional morphological analysis of removable dental prosthesis

研究代表者

鈴木 哲也 (SUZUKI, Tetsuya)

東京医科歯科大学・東京医科歯科大学病院・特任教授

研究者番号：60179231

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)： コンピューター支援により有床義歯を設計する際には、目標となる義歯の標準形態の蓄積が必要となる。そこで、良く機能している全部床義歯の三次元の平均形態を、相同モデル理論を応用して算出する手法を開発した。それらの平均形態は顎堤の吸収程度によらず、ほぼ同一であり、義歯設計に使用できることが確認できた。さらに主成分分析から判明した義歯形態のパラッキの大きな部位が、義歯床を設計する際の調節パラメーターとなりう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

試作した良く機能している全部床義歯の平均形態は、コンピューター支援の義歯設計に有益な指標を提示するものである。これらは歯科技工士や歯科医師、個人の技量に依存する部分が多いとされてきた有床義歯製作の簡便化、標準化につながる。また、用いた手法は有床義歯の三次元形態データの保続形式の1つとして提案できるものであり、将来的には蓄積したビッグデータからAIによる自動設計、自動解析への道を拓くものと思われる。

研究成果の概要(英文)： Computer-assisted design of complete dentures requires the accumulation of standardized morphologies of ideal dentures. Therefore, we developed a method to calculate the three-dimensional average morphology of well-functioning complete dentures by applying homologous model theory. These average morphologies were almost identical regardless of degree of residual ridge resorption, confirming that they can be used for denture design. Furthermore, the principal component analysis suggested that the areas with large variation in denture morphology could be used as adjustment parameters when designing the denture base.

研究分野： 歯科補綴学

キーワード： 全部床義歯 CAD/CAM 相同モデル 平均形態

### 1. 研究開始当初の背景

デジタルデンティストリーの進展により、歯科用 CAD/CAM システムがクラウン・ブリッジ分野では広く応用され、ジルコニアクラウンなどの製作がすすめられてきた。しかし、有床義歯分野での応用は遅れており、その理由の1つとしてクラウン・ブリッジのような CAD 設計上での目標とする標準形態のデータベース・ライブラリーがないことがあげられた。そもそも、可撤性の有床補綴装置では床縁を軟組織に求めることから、それら形態の良否の判断が難しく、三次元的に評価・解析する方法は確立されていなかった。

### 2. 研究の目的

長さや厚みが意味を持つ有床義歯の複雑な三次元形態を包括的に評価し、数学的に、統計学的に分析する手法を開発し、その上で十分に機能する全部床義歯の標準形態とその形態に影響する要因を検討することである。

### 3. 研究の方法

良好に機能している全部床義歯の複製義歯を製作し、各種スキャナーでそれらの三次元形状データを採得した。相同モデル理論を応用し、図1に示す流れに従って相同モデル作成ソフト (m-HBM ver.1、産業総合技術研究所) とその支援ソフトウェア (HBM-Rugle ver.2021、メディックエンジニアリング社) を用いて相同モデル化した。相同モデルとは、解剖学的に対応つけられた同一点数を使って同一位相幾何構造の多面体で物体形状を表現することでこうすることで三次元形状データの算術平均や統計処理が可能となる。はじめにテンプレートデータを作成し、重ね合わせの指標となるランドマークをトライアンドエラーにより決定し、義歯の STL データをテンプレートデータにフィッティングし、相同モデルに変換した。mHBM、および HBM-Rugle と相同モデル統計ソフトウェア (DHRC-HBS-PCA、産業総合技術研究所) を用いて全部床義歯の平均形態を作成し、主成分分析により形態に影響する要因を検討した。主成分分析の結果は、-3 から+3 の形でアニメーションとして表示され、そのアニメーションから主成分を研究者らの観察により推論し、決定した。なお、使用したスキャナーの精度についても比較検討した。また、下顎全部床義歯の顎堤の高さを基準として、Low、Middle、High の3つに分類し、床外形線および研磨面形態を形態偏差マップによって比較した。

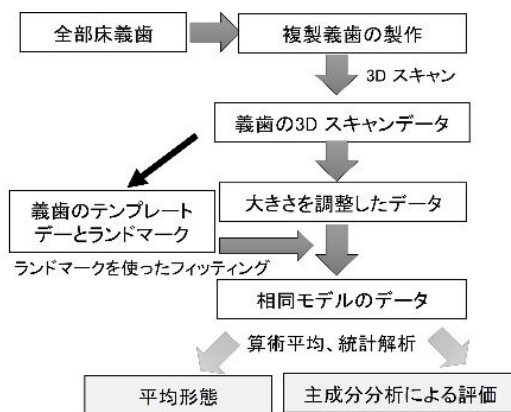


図1 データ解析の流れ

### 4. 研究成果

(1) 義歯の各種スキャナーによる精度は、工業用スキャナー (ConoScan 4000、Optimet 社) でスキャンした形状データをリファレンスデータとして二乗平均平方根誤差 (RMS 値) を算出して比較すると、口腔内スキャナー (Trios3、3Shape 社) は 0.150 mm、汎用ハンディスキャナー (Artec Spider、Artec Group 社) の RMS 値は 0.097 mm で、歯科技工用スキャナー (D2000、3Shape 社) は 0.058 mm と有意に小さく、歯科技工用スキャナーが最も精度が優れていた。また、複製義歯を計測する方法と直接義歯を計測する方法では、義歯を直接計測する方法の方が値のバラツキは少なかった。

(2) 1万点以下で構成され整理されたメッシュパターンを持つテンプレートデータを作成し、重ね合わせの指標となるランドマークとして、図2に示す上顎19点、下顎4点、咬合状態10点を設定することで、全部床義歯の三次元スキャンデータを相同モデル化する方法が確立できた。

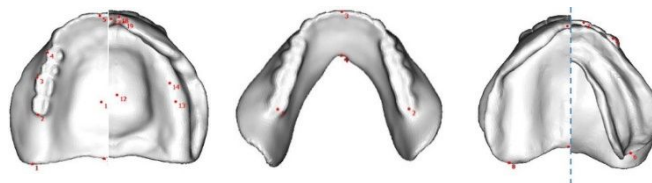


図2 上顎、下顎、咬合状態でのランドマーク

(3) 全部床義歯を相同モデル化し、その算術平均を行うことで、良好に機能している義歯の上顎、下顎および咬合状態での平均形態を作製できた。(図3)

(4) 主成分分析の結果を図 4~6 に示す。9 の主成分が検出され、その内の寄与率の高い順に図の A、B、C となった。上顎では前歯の唇舌的傾斜、頬側前庭部の深さ、口蓋の深さが第一主成分から第三主成分として推定された。同じく下顎では前歯の唇舌的傾斜、舌側床縁の深さ、頬棚の形態が、さらに、咬合状態では前歯の唇舌的傾斜、舌房の広さ、歯槽頂間線の傾斜が第一主成分から第三主成分として推定された。各成分から判明した形態との関係性は、CAD ソフト上で義歯床を設計する際のパラメーターとしての使用が考えられた。

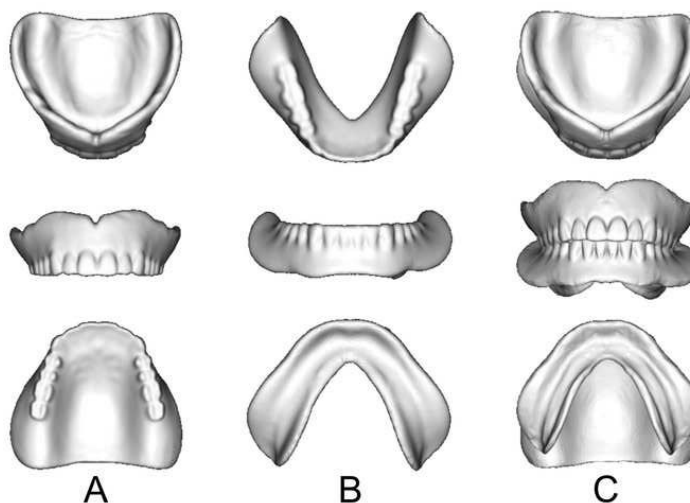


図 3 平均形態. A:上顎、B:下顎、c:咬合状態

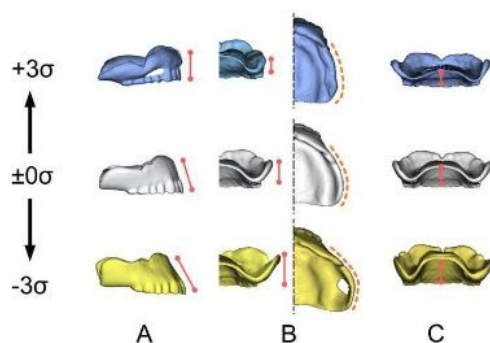


図 4 上顎の主成分分析の結果. A:第一主成分、B:第二主成分、C:第三主成分

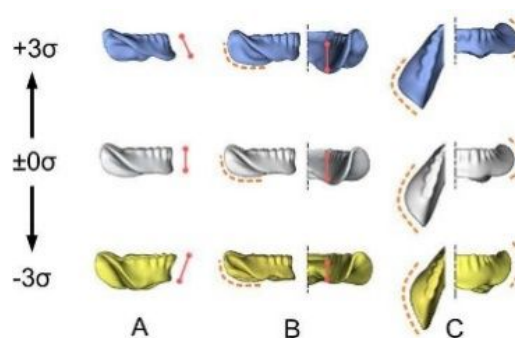


図 5 下顎の主成分分析の結果. A:第一主成分、B:第二主成分、C:第三主成分

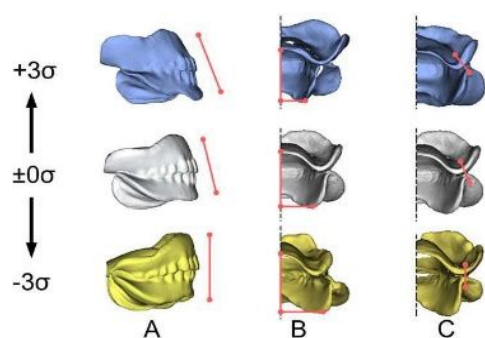


図 6 咬合状態の主成分分析の結果.  
A:第一主成分、B:第二主成分、C:第三主成分

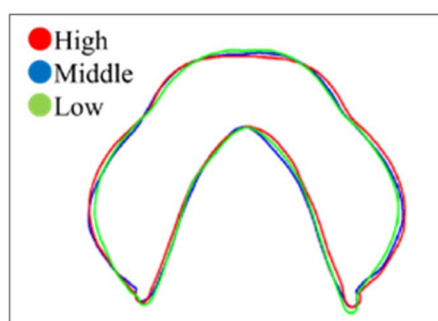


図 7 義歯床外形線の重ね合わせ.  
High:顎堤の高さ 5mm 以上、Middle:0 ~ 5mm、Low:0mm 未満

(5) 顎堤分類ごとの平均形状の義歯床外形線を重ね合わせて比較した結果を図 7 に示す。下顎全部床義歯の外形は、顎堤の吸収によらずほぼ同様であった。さらに、研磨面形態を形態偏差カラーマップで Middle と比較して、High では左側床翼で約 1.83 mm、右側床翼付近は約 +1.50 mm、舌小帯付近は約 -1.66 mm の差を示し(図 8)、Low は、左側床翼は +0.89 mm、右側レトロモラーパッドの付近は +0.40 mm、舌小帯の付近は -1.02 mm の差を示したものの(図 9) そのほかの研磨面の多くは、緑の誤差 ±0.80 mm 以内であった。

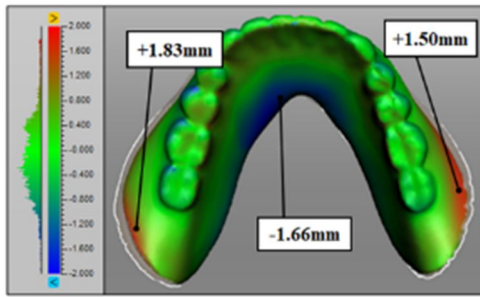


図8 Middle と High の形態偏差  
カラーマップ

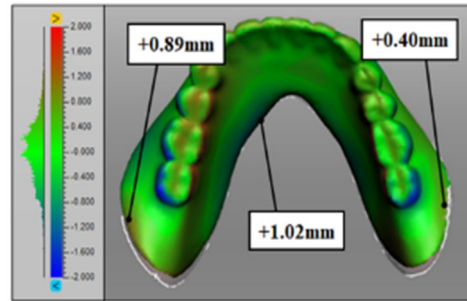


図9 Middle と Low の形態偏差カ  
ラーマップ

(6) 以上の結果から、本研究で得られた平均形態は顎堤条件によらずに使用でき、AD/CAM システムにおける全部床義歯標準形態のライブラリの一つとして義歯の設計に利用できる可能性が示唆された。得られた全部床義歯の平均形態を初期形態として CAD ソフト上に提示し、次に各主成分をパラメーターとして調整することで全部床義歯の設計を行うという臨床応用が期待できた。

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 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 鈴木哲也	4. 巻 68
2. 論文標題 下顎無歯顎の概形印象採得をマスターする	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東京都歯科医師会雑誌	6. 最初と最後の頁 457-462
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 林七夏、大木明子、土田優美、上條真吾、鈴木哲也
2. 発表標題 相同モデル理論を応用した全部床義歯の三次元的標準形態の検討
3. 学会等名 口腔病学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青木秀馬、鈴木哲也、塩沢真穂、土田優美、大木明子
2. 発表標題 CAD ソフトに用いる全部床義歯形態ライブラリーの試作
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木秀馬、鈴木哲也、土田優美、大木明子、高橋英和
2. 発表標題 相同モデル理論を用いた全部床義歯の三次元形態の分析
3. 学会等名 日本歯科技工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塩沢真穂, 鈴木哲也, 土田優美, 大木明子, 上条真吾・高橋英和
2. 発表標題 3Dスキャナーを用いて評価した複製義歯の形態と咬合接触面積の再現精度
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会
4. 発表年 2019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	大木 明子  (OKI Meiko)  (10345225)	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・准教授   (12602)	
研究 分担者	高橋 英和  (TAKAHASHI Hidekazu)  (90175430)	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授   (12602)	

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
---------	---------