

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：32710

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23792259

研究課題名（和文） CAD/CAM 有床義歯診療システムの開発

研究課題名（英文） Development of the clinical CAD/CAM of the removable prosthesis

研究代表者

佐藤 洋平（SATO YOHEI）

鶴見大学・歯学部・助教

研究者番号：10410052

研究成果の概要（和文）：欠損補綴の 3D 設計ソフトウェアを開発した。このソフトウェアは患者の口腔内の模型をコンピューター上で 3D で標示し、義歯やインプラントの設計を提示できる。また、CT データと同期させることで、インプラントや歯冠修復の治療計画立案にも使用することができる。患者-歯科医師、歯科技工士-歯科医師の知識とイメージを共有しやすくすることで 3 者のコミュニケーションを良好にする。

研究成果の概要（英文）：We could develop the 3D design software for prosthodontic dentistry. This software indicated the intraoral model of the patients on a computer in 3D and was able to show the design of dentures and the implant. We can use this software for treatment plan drafting of implant and fixed partial denture by synchronizing CT data. This software assists in communication with patients, dental technicians, and supports the development of dental students' knowledge.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|-------|-----------|---------|-----------|
| 交付決定額 | 2,200,000 | 660,000 | 2,860,000 |

研究分野：補綴系歯学

科研費の分科・細目：有床義歯補綴学

キーワード：CAD/CAM

1. 研究開始当初の背景

歯科補綴診療に医用画像技術が導入され、数多く CAD/CAM System が開発・臨床応用されるなか、歯科医師もこれらの最新技術を活用している。しかし、有床義歯の CAD/CAM はその製作法の煩雑さから臨床応用に至っていないのが現状である。

有床義歯における CAD/CAM System の応用は以下の 4 点に集約できる。

1) バーチャル・リアリティー・デンチャー・イメージング 2) コミュニケーションツール、

3) 教育支援、4) データベース化。

今回我々は、3 次元サーフェイススキャナーにより歯列模型の 3 次元再構成像において、

従来法に準じ、サベイニング、ブロックアウトから、クラスプ、床外形の手順で義歯設計を行う。この一連の流れは、仮想空間内においても従来法と同様に、3 次元視覚情報を応用した感覚を惹起するとともに、膨大な患者情報を一括・統合・管理することから、歯科医師の臨床的なノウハウの活用が可能となる。言い換えるならば、物質量の削減、質的な向上、すなわち合理的な歯科医療を供給することが主眼となる。また、これらの手法の臨床応用から、コデンタルとのコミュニケーションや学生教育ツールとして応用できる。

我々はこれまで歯科技工士とのコミュニケーションの重要性に関して述べてきた（コ

コミュニケーションで成功するデンチャー・トリートメント, 医歯薬出版株式会社, 2009). しかし, 補綴装置という立体的なものを製作しているのに対して, これまでのコミュニケーションツールは紙を媒体とした2次元的な表現で指示されてきた. より具体的で直感的かつ3次元的なCAD systemの導入によりコミュニケーションツールとして, すなわち, 補綴診療の質の向上, 効率化が実現する.

近年, 歯科補綴学のためのソフトウェアプログラムが開発されている. また, コンピューター支援による歯科補綴学の教育プログラムの効果に関する研究も報告されている. しかしながら, 現在の補綴臨床において, コンピューター支援が良好な効果を挙げている例は歯冠修復治療におけるCAD/CAM技術のみと言える. 有床義歯分野においては広く実用化されているものはほとんど存在せず, これまで開発されたソフトウェアの大部分が2次元画像を使用しており, 2次元画像から有床義歯のイメージをつかむことはきわめて困難といえる. 2次元画像をコンピュータ上で操作するだけでは設計用紙上での義歯設計や, 教科書上の図説による解説と大きく変わらないばかりか, これまでの石膏模型上の設計の方が多くの情報を伝達できる.

そこで我々は3次元画像上の設計ツールを構築することとした. 3次元画像とすることで具体的な有床義歯の形態をイメージすることが容易になり, これまでの2次元設計で生じていた多くの問題点を解決し, 発展させることができる. 可撤性義歯の形態は大部分の患者にとって理解しがたいものである. 多くの欠損型と多様な設計の存在する有床義歯の形態を想像することは極めて困難であり, 特に初めて有床義歯を装着する患者にとって歯科医師が十分に説明したつもりであっても, 装着日に実物を見て想像していた義歯との差に驚く患者も少なくない.

その点で, これまでの有床義歯診療におけるインフォームド・コンセントは不十分な点があったと言わざるを得ない. 我々の開発しようとする『バーチャル・リアリティー・デンチャー・イメージングシステム』はそれぞれの患者の印象採得によって得られた石膏模型を患者固有の口腔内形態としてコンピュータに取り込み, バーチャルリアリティ空間(以下VR)上で3次元モデルとして表示し, そのモデル上に有床義歯, インプラントを含めた欠損補綴の設計を3次元モデルとして設計する. 患者に大連結子やクラスプの種類, 走行そして厚みなどを変化させながら説明することが可能である. また咬合面観のみではなく360°自由な視点から画像を確認でき, さらに切断して部位ごとの厚みの確認も可能である. このシステムを用いればいくつかの設計を提示し, 患者がそれぞれの設計

の特徴を理解して選択するという理想的なインフォームド・コンセントを形作ることができる.

現在, 有床義歯の設計指示は設計用紙に描かれたものが多く, 石膏模型への設計線の記入を現実に行っている歯科医師はきわめて少ないと考えられる. 日本国内においてのみならず, 実際に歯科医師から技工所に委託されたものの約60%には設計指示が無いとの報告がある. 欠損の病態に関する様々な情報を得て, 設計を含めた治療計画を歯科医師が立案しなければ良好な結果は得られない. 歯科医師と歯科技工士のコミュニケーションは補綴診療において不可欠である. われわれの指示をより具体的にするためには3次元的な指示が有用である. さらにこのシステムの中に3次元造型機を組み込むことでVR上にて行われた設計はそのままフレームワークのパターンとなり技工の省力化と高速化を達成できる.

2. 研究の目的

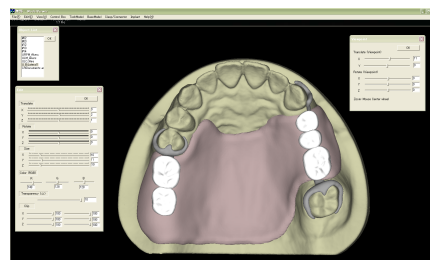
患者への診療計画の提示に対して, 具体的なイメージができ, 補綴設計・製作まで行える3Dソフトウェアの開発である. 研究期間内に, より直感的な操作性の確立と3次元造型機との連携によるフレームワークパターンの製作・適合精度に対する検討を行い, 実用できるレベルに完成させることである.

3. 研究の方法

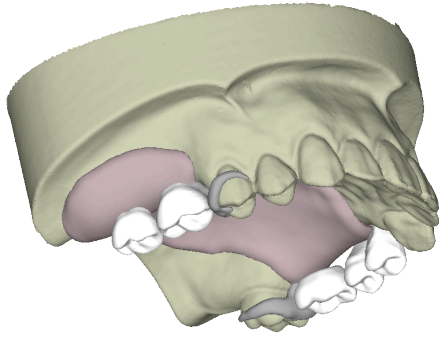
Microsoft Visual C++ (Microsoft Co.)を用いた. 人工歯や石膏模型は3Dスキャナー((Rexcan DS(Solutionix Inc.)オプトレス(松風))で読み込んだ. 有床義歯の構成要素(大連結子, 小連結子, 義歯床, クラスプ)やインプラントはFree formやFHANTOMによって製作した.

4. 研究成果

開発したソフトウェアは患者の現状の口腔内模型をコンピュータ上に3Dモデルとして再現でき(図1), あらゆる角度から観察でき(図2), 拡大縮小も可能である.

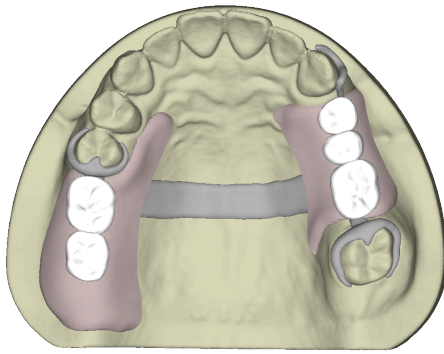


(図1)

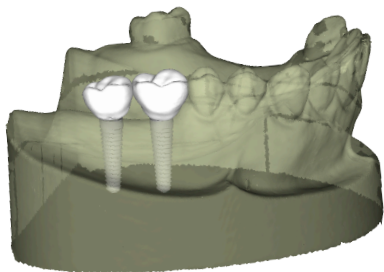


(図 2)

有床義歯の構成要素（大連結子、小連結子、義歯床、クラスプ）も歯種や部位を決定した後を選択する。その厚み幅、長さ等の形態も調整できるようになっている。各部材の透過度も調整できる（図 3）。



(図 3)

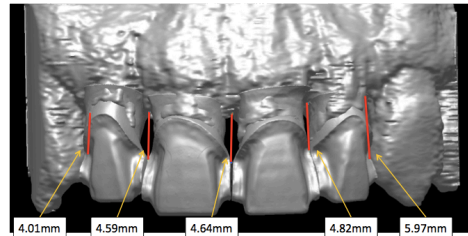


(図 4)

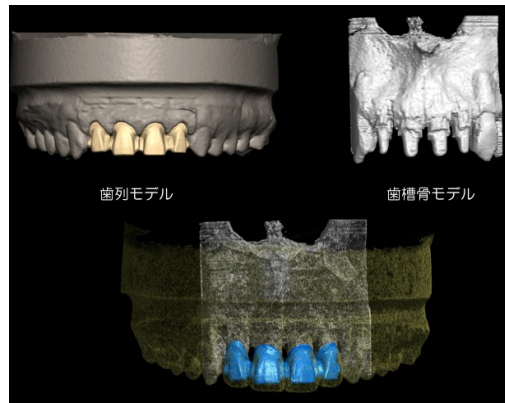
CT の 3D 画像との同期も可能にすることでインプラントのトップダウントリートメントのための治療計画の立案にも使用できる。現代のインプラント診療において術前のシ

ミュレーションは必須となっている。これまで CT ステント等で形態を回復した後に 3D 上で埋入位置の決定や、サージカルステントを出力していたが、ソフトウェア上で最終歯冠形態を再現し、決定できることで、時間短縮が図れることと、最終形態の変更にも容易に対応できるようになった（図 4）。チェアサイドで治療計画を 3D 画像で患者に提示することができ、欠損補綴診療のイメージを理解しやすく伝えることができるようになった。

また、歯科医師がソフトウェア上で設計することでこれまで伝達の難しかった厚み等のイメージを具体的に伝えられるようになった。本ソフトウェアは当初の有床義歯目的の開発であったが、歯冠修復においても応用が可能となった。これまで審美修復において歯冠乳頭の減少によるブラックトライアングルが問題となっており、Tarnow らはコンタクトと直下の歯槽骨頂までの距離が 5 mm 以内だと歯冠乳頭の回復がされる可能性が高いことを明らかにした。そこで、このソフトウェアにコーンビーム CT の 3D 画像を同期しコンタクト直下の歯槽骨頂の位置を非侵襲的に計測することができるようになり（図 5）、歯冠乳頭の回復予測に沿った理想的な歯冠形態の回復が可能となった（図 6）。



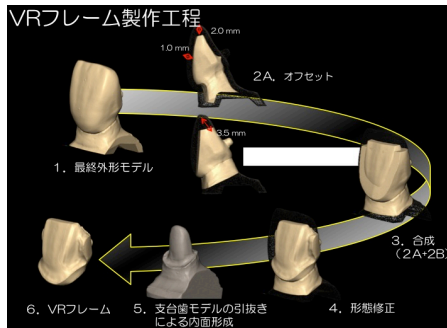
(図 5)



(図 6)

さらにここからレイヤリングポーセレンの

厚みをカットバックしたセラミックコーピングの設計をコンピューター上で行うことが可能となった(図7)。これらの設計はハプテックでバイスを用いることで直感的に行うことができる。デザインしたコーピングは迅速造型機によってワックスコーピングとして出力する(図8)。ワックスコーピングをスプルーイング後にプレスし(図9)、レイヤリングすることで審美的かつ、歯周組織との調和を図った歯冠修復が完成した(図10)。



(図7)



(図8)



(図9)



(図10)

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)

[学会発表](計1件)

①佐藤洋平、高橋正樹、伊原啓祐ら 前歯部歯冠修復における機能的・審美的な調和を獲得するためのCAD/CAMとプレスセラミックスの応用、第3回歯科CAD/CAM学会、2012年4月15日、東京医科歯科大学MDタワー鈴木章夫記念講堂(東京都)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 洋平 (SATO YOHEI)

鶴見大学・歯学部・助教

研究者番号：10410052