

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20791426

研究課題名 (和文) 迅速成型法を応用した CAD/CAM 義歯製作システムの構築

研究課題名 (英文) Fabrication of denture by CAD/3D-CAM method

研究代表者

絹田 宗一郎 (KINUTA SOICHIRO)

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：60397651

研究成果の概要 (和文)：

3次元計測装置、CAD用コンピュータソフトウェア、3次元迅速成型装置を使用して、作業模型から歯肉に近似したピンク色のレジンと人工歯に近似した白色レジンを組み合わせた総義歯のCAD/CAM製作が行えるようにした。さらに、オリジナルで開発したオブジェクト間力覚感知ソフトウェアを使用することで、実際の技工操作と同様に、力感を感じながら人工歯排列・歯肉形成を行うことができるようになった。また、金属床を含む部分床義歯のCADならびに鋳型のCAMが可能となった。

研究成果の概要 (英文)：

We produce the CAD/CAM full denture that consist of the pink resin approximated to gums and white resin approximated to artificial teeth, by using 3-D measurement device, CAD computer software and 3-D printing system. We arranged the force between objects sense perception software and formed artificial teeth and gums while feeling the sense of touch as well as an actual technique worker operation. It came to be possible to design partial dentures including metal plate with CAD method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：CAD/CAM、義歯、迅速成型法

1. 研究開始当初の背景

歯冠修復分野における歯科用 CAD/CAM システムの発展・普及はめざましいものがあり、ジルコニアなどの新しい材料によるシナジー効果もあり、その製作工程は革新的に効率化された。

一方、有床義歯の製作は従来の手作業での製作が主体であり、一部機械化が行われてはいるが CAD/CAM 化とはいえない。

CAD/CAM システムの開発が切望されているに拘わらず未だ実現されていない原因として以下 4 点が考えられる。

(1) 樹脂の精密な成形が困難である

(2) 対象物が歯冠修復に比べて大きいこと

(3) 咬合面の形態には歯冠修復と同等の精度が求められるが、それらをコンピュータで扱うにはデータ量が莫大となること

(4) PC 上で人工歯排列を操作性高く行えるソフトウェアが存在しないこと

しかし、現状の手作業による義歯の作製法はチェアサイド、ラボサイドともにその工程が煩雑であり、この手法においては今後の飛躍的な効率化は望めない。そのため、新たな発想に基づく CAD/CAM 自動製作プロセスの開発が必要である。このシステムが実現された場合は歯科界における経済効果をはじめとするインパクトは極めて大きいと考えられる。また、インプラント補綴時に用いる暫間義歯をこのようなシステムで作製しておけば、インプラント埋入即時負荷に際してのプロビジョナルレストレーションの作製に応用することも可能である。

我々は最近歯科インプラント用サージカルガイドの製作システムを開発し、多くの臨床応用を行ってきた。一方、簡易顎運動計測システムの開発も行ってきた。そこで、これらの技術をベースに、本研究で有床義歯 CAD/CAM システムの開発を目指すこととした。

2. 研究の目的

(1) 以下にあげる義歯の CAD/CAM 製作を行う。

①全部床義歯(レジン床)。ただし下記の製作途中技工物も CAD/CAM で製作する。

- ・個人トレー、
- ・基礎床
- ・咬合床

②全部床義歯(金属床)

③維持装置を含めた部分床義歯

(2) CAD で人工歯排列するときに対合歯を触知しながら排列できるようにする。すなわち、オブジェクト間力覚感知ソフトウェアを開発し、対合歯との接触を手で感じながら人工

歯を排列することが可能となる。

(3) 迅速成型装置で使用できる樹脂の物性を調査する。

3. 研究の方法

(1) 全部床義歯(レジン床)の CAD/CAM 製作

①使用した機器

・義歯、模型の計測：3次元自動形状計測装置 REXCAN(SOLUTIONIX)

・義歯のデザイン：3次元 CAD ソフトウェア FreeForm (Sensable Technology) 触力覚入力装置 PHANTOM (Sensable Technology) (図 1)

・義歯の製作：インクジェット式 RP 装置 EDEN (OBJET) (図 2)



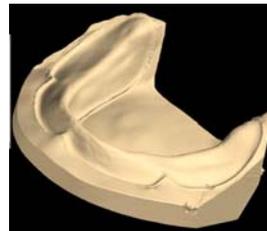
(図 1)



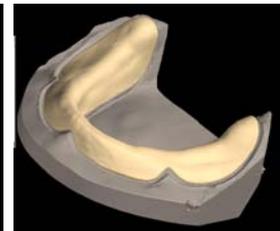
(図 2)

②製作手順

通法に従って作成した作業用模型を REXCAN で計測した。得られた CAD 用模型データ(図 3)から、Freeform で設計し(図 4)、EDEN を用いて、基礎床を製作した(図 5)。



(図 3)



(図 4)



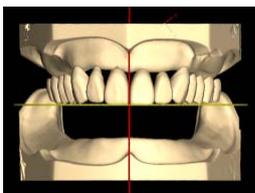
(図 5)

通法どおりパラフィンワックスを用いて咬合採得し、一体となった上下顎のロー堤を REXCAN で計測した(図 6)。FreeForm 上でロー堤内にあらかじめ計測していた人工歯のデ

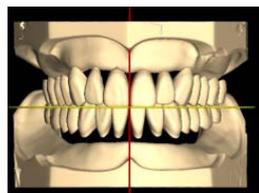
ータを排列し(図 7, 8)、さらに歯肉形成を行った(図 9, 10)。



(図 6)



(図 7)



(図 8)

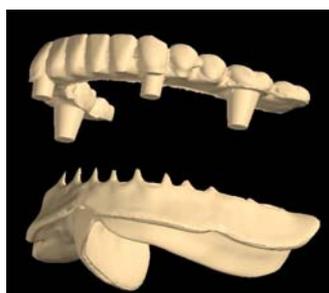


(図 9)



(図 10)

さらに、人工歯部分と歯肉色部分を CAD データを分離した(図 11)。これを EDEN で造形し全部床義歯を作成した。なお、歯列部には FullCure830、床部には FullCure720 の樹脂を使用した。



(図 11)

これと平行して CAD/CAM 用人工歯データベースを製作するため、様々な既存の人工歯を REXCAN で計測した。

(2) 全部床義歯(金属床)の CAD

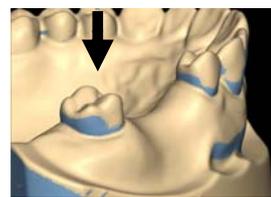
先と同じ方法で義歯の CAD を行った後、メタルプレート相当部分のみを再設計し、EDEN で造形した。これをロストワックス法に準じて金属(コバルトクロム合金)に置き換えた。

(3) 維持装置を含めた部分床義歯の CAD

通法に従って作成した作業用模型を REXCAN で計測し(図 12)、得られた CAD 用模型データ上で義歯の着脱方向を規定しアンダーカットをブロックアウトした(図 13)。

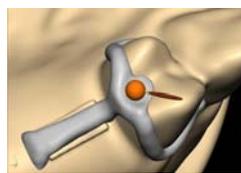


(図 12)

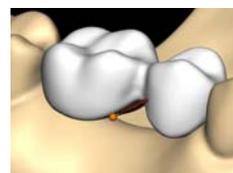


(図 13)

エンボスを利用してリリースした後、金属クラスプの設計を行った(図 14)。これにデータベースからもしくは反対側同名歯のデータを反転して作成した人工歯データを組み合わせて(図 15)、部分床義歯の CAD データを作成した。



(図 14)



(図 15)

(4) 触感をともなった CAD 人工歯排列

FreeForm による排列では、Object-Object 間の干渉がないため、対合歯との接触状態がわからず、歯の排列や咬合調整には時間がかかった。そこで、接触時の力を感じながら排列できる Object 間力覚感知ソフト HSTAS を開発した。

(5) 歯科応用可能な迅速成型装置で使用できる樹脂の物性の調査

・実験材料
アクリルおよびエポキシ系 5 種類

① EDEN 用樹脂

- ・ FullCure720 (trans)
- ・ FullCure830 (white)
- ・ FC830 + LPH

② VIPER Si2 (3D Systems) 用樹脂

- ・ RenShape7870

③ SLA7000 (3D Systems) 用樹脂

- ・ RenShape7800

・試験項目

① 引張り強さ：卓上試験機 (EZTest/CE, 島津製作所)

② 硬さ：ビッカース硬さ試験機 (HM-211, ミツトヨ)

乾燥状態は室温で試験, 湿潤状態は 37°C 蒸留水に 50hr 浸水後に行った。

③ 吸水試験：37°C 蒸留水に 7 日間浸水前後の重量変化/体積を計測した。

4. 研究成果

(1)全部床義歯（レジン床）のCAD/CAM製作
 歯肉部分(図16)、人工歯部分(図17)に分けて EDEN で造形した樹脂を組み合わせることで、レジン床義歯が完成した(図18)。しかし、咬合採得で得られた作業模型の戻したところ(図19)切歯ピンが2mm浮いており、適合面での改良の必要があった。

そこで、粘膜面をCAD上であらかじめ均一に60 μ m削合したところ、挙上量は0.2mmと臨床上許容できる値となった。60 μ mより少ない量だと浮き上がりは大きく、さらに削合すると粘膜面の適合が悪かった。



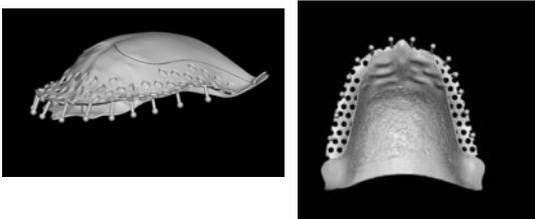
(図16) 図(17)



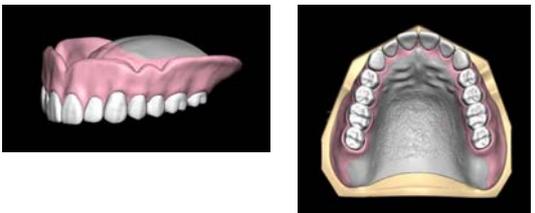
(図18) (図19)

(2)全部床義歯(金属床)のCAD

メタルプレート部分のCADを図20,21に、人工歯および歯肉と組み合わせたCADを図22,23に示す。このデータからメタルプレート部分を EDEN で造形し、これを埋没シコバルトクロム合金でメタルプレートを製作した。プレートと模型との適合は良好であった。



(図20) (図21)

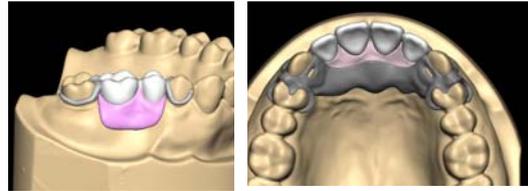


(図22) (図23)

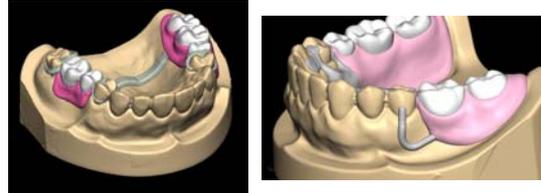
(3)維持装置を含めた部分床義歯のCAD

図24-27に示すように、維持装置を含めた様々なバリエーションの部分床義歯のCADを

行った。



(図24) (図25)



(図26) (図27)

(4)触感をともなったCAD人工歯排列

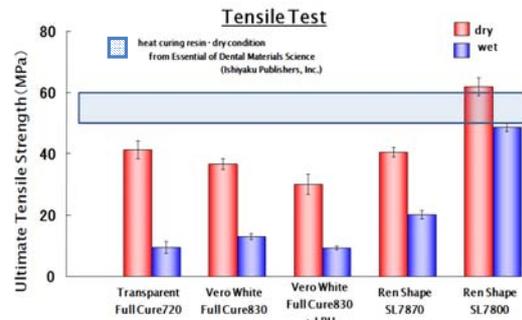
Object 間力覚感知ソフト HSTAS により、人工歯排列に際して、対合歯との接触が画面上(図28赤色部分)のみならず、PHANTOMによる触力覚フィードバックによっても感じることができ、対合歯に沿った排列が容易になった。



(図28)

(5)迅速成型装置で使用できる樹脂の物性の調査

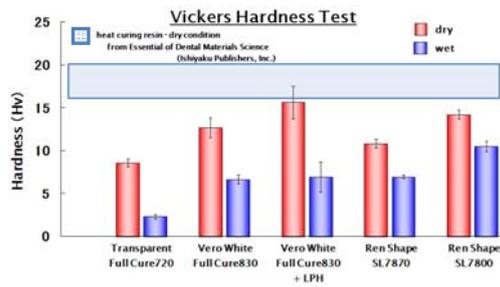
①引っ張り強さの試験結果を図29に示す。一般的な加熱重合レジンの値(ブルーの帯)に匹敵したのはRenShape7800のみであった。また、他の4種は湿潤条件での物性の低下が著しかった。



(図29)

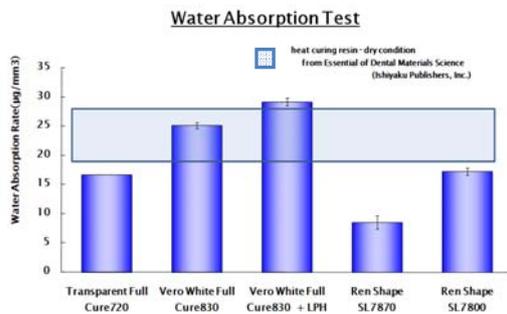
②ピッカース硬さの試験結果を図30に示す。いずれの材料も一般的な加熱重合レジンの

値（ブルーの帯）に比べると軟かく、特に湿潤条件下では物性が低下した。



(図 30)

③吸水試験の結果(図 31)、FullCure830 (white)と FC830 + LPH の 2 種が一般的な加熱重合レジン値（ブルーの帯）と同程度の結果であった。



(図 31)

以上に示すとおり、全部床レジン義歯の CAD/CAM 製作ならびに、金属床全部床義歯ならびに維持装置を含めた部分床義歯の CAD が可能となった。また、人工歯排列についても触力覚デバイスの優位性を活かして、実際に近い感覚で対合歯を触知しながら排列することが可能となった。

しかしながら、現在 CAM で使用できる材料は、既存の加熱重合レジンにくらべて物性が劣っておりさらなる改良が必要である。

本研究の成果は、歯科技工士不足が懸念されるなか、義歯の CAD/CAM 製作実用化の一助になるであろう。

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 2 件)

- ① 莊村泰治ら：CAD/RP-CAM 法による歯科修復物製作法、平成 21 年度秋期(第 54 回)日本歯科理工学会学術講演会、2009 年 10 月 1 日、鹿児島県民交流センター(鹿児島県)

- ② 絹田宗一郎ら、：CAD/RP-CAM 法による歯科技工 第 1 報 有床義歯の製作(基礎床、個人トレー、人工歯排列). 第 20 回日本歯科技工学会学術大会、2008 年 11 月 22 日、大阪国際会議場(大阪府)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

絹田 宗一郎 (KINUTA SOICHIRO)
大阪大学・歯学部附属病院・医員
研究者番号：60397651

(2) 研究協力者

莊村 泰治 (SOHMURA TAIJI)
大阪大学・大学院歯学研究科・教授
研究者番号：10154692