

CAD/CAM 技術を応用した全部床義歯製作法

金澤 学

Fabricating Method for Complete Dentures Applying CAD/CAM Technology

Manabu Kanazawa, DDS, PhD

抄 録

現在の全部床義歯製作法には、臨床・技工操作ともに非常に煩雑で熟練した手技を要する。この問題点を解決するために、われわれは CAD/CAM 技術を応用した全部床義歯製作法を考案した。この手法では、改良した旧義歯あるいはパイロットデンチャーを CT によりスキャンし、粘膜面と顎間関係を三次元データとして PC に取り込む。CAD ソフトウェア上にて、新しい義歯をデザインした後、顔貌シミュレーションにより新義歯装着時の顔貌の確認を行う。必要があれば、Rapid Prototyping を用いて試適用義歯を作製し、義歯試適を行う。これにより、問題がなければ、マシニングセンタによりアクリルブロックを義歯床形態に切削加工し、人工歯を接着し最終義歯を完成する。

和文キーワード

CAD/CAM, 全部床義歯, Rapid Prototyping, 顔貌シミュレーション

I. はじめに

全部床義歯の歴史は古く、現在使用されているアクリルレジンは 1937 年に開発され、現在行われているロストワックス法による義歯製作法は現在に至るまで、約 70 年間変わることなく続いている¹⁾。この全部床義歯の製作方法は治療と技工行程が複雑であること、テクニックセンシティブであること、および義歯床用材料の汚染と強度に問題がある。この問題を解決する手法として、われわれは CAD/CAM 技術を応用した全部床義歯 (以下、CAD/CAM 義歯) 製作法を考案した。

II. CAD/CAM 義歯の製作法

図 1 に従来法と CAD/CAM 義歯製作法の流れを示す。

1. 旧義歯の改造/印象, 咬合採得

常温重合レジンとリライニング材を用いて使用中の義

歯の辺縁形態と粘膜面の適合を改善し、また、咬合面の再構成と顎間関係の修正を行う。また、印象採得と咬合採得が同時に行えるシステムを用いて、咬合採得された印象体を利用することも可能である。

2. CT による改造義歯のスキャン (図 2)

コーンビーム CT (Finecube, ヨシダ) を用いて、上下改造義歯、もしくは印象体を顎間関係が保たれた状態でスキャンする。コーンビーム CT は三次元スキャナーとしては光学スキャナーより若干精度は落ちるが、歯科医院でも広く普及しはじめており汎用性が高いことが利点である。

3. 三次元形状計測装置による顔貌のスキャン

義歯形状は顔貌の審美に大きく影響する。この手法では顔貌をスキャンすることで顔貌シミュレーションを行い、義歯デザイン後の顔貌を PC 上で確認することが可能である。三次元形状計測装置 (Danae 200sp, NEC) を用いて、顔貌のスキャンを行い、顔貌の三次元データ

従来型の全部床義歯製作法	CAD/CAM技術を応用した全部床義歯製作法
1:概形印象採得	1:CTによる改造義歯のスキャン
2:精密印象採得	2:三次元形状計測装置による顔貌のスキャン
3:咬合採得	3:CADソフトでの義歯デザイン
4:蝸義歯製作	4:顔貌シミュレーション
5:義歯試適	5:Rapid Prototypingによる義歯試適製作
6:埋没・填入	6:切削加工による義歯床製作
7:形態修正・研磨	7:義歯床と人工歯の接着

図1 従来法とCAD/CAM法の比較

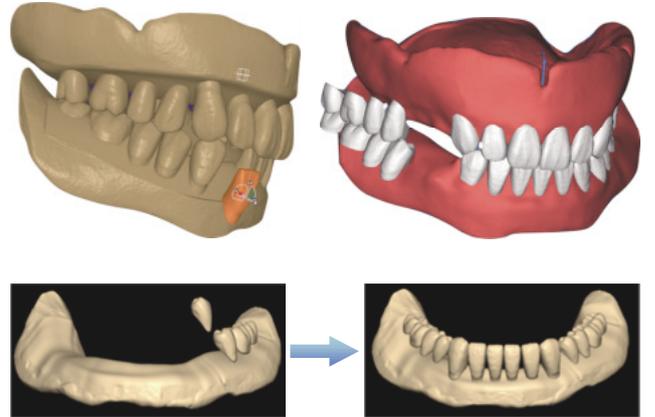


図4 CAD上での人工歯排列

使用頻度の高い人工歯はあらかじめ臼歯と前歯に分けて、理想的な咬合関係にある状態でのセットを組むことで、排列時間の短縮が可能である。

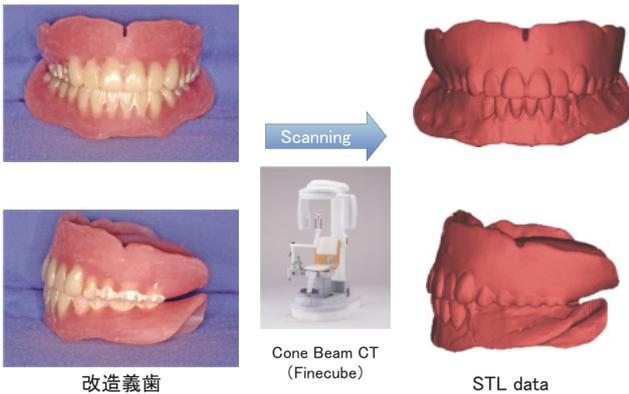


図2 CTによる改造義歯のスキャン

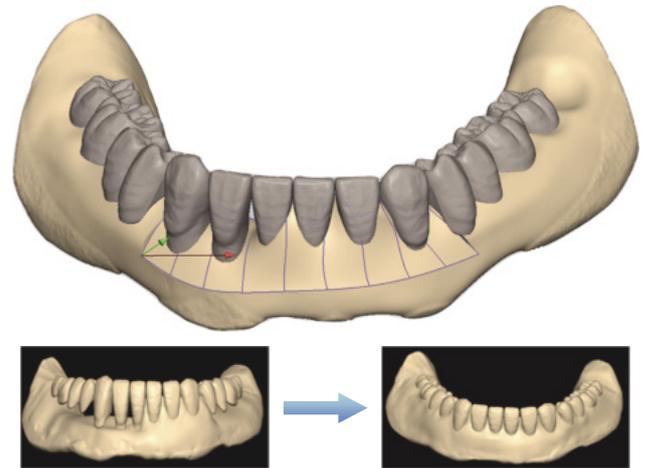


図5 CAD上での歯肉形成

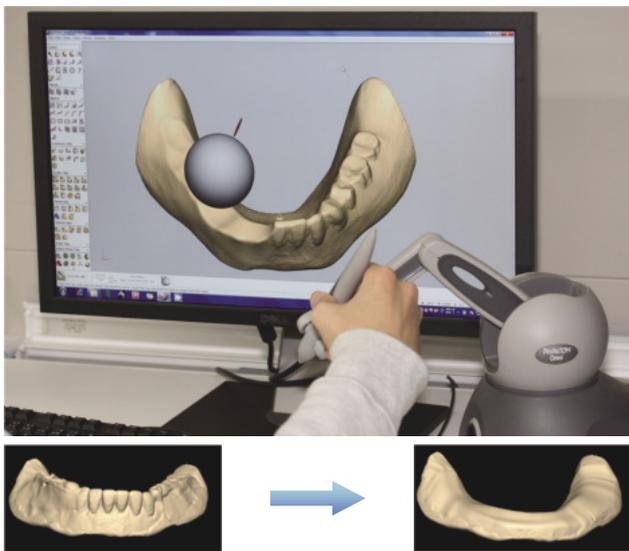


図3 人工歯部分の削除

4. CADソフトでの義歯デザイン

1) 粘膜面以外の部分の削除 (図3)

CADソフト (FreeForm, Geomagic) を使用して、人工歯の部分のみを削り取り、義歯床のみを残す。

2) 人工歯排列 (図4)

使用予定の既製人工歯をあらかじめCTでスキャンしておき、CADソフト上で人工歯を排列する。既製人工歯をスキャンし、三次元データとしておけば、どのような人工歯でも使用することが可能である。

3) 歯肉形成 (図5)

歯肉形成はFreeform上で行う。ワイヤーフレームを張り、フレームを引っ張るようにして研磨面形態を付与していく。

を取得する。この装置は顔専用の光学式スキャナーで2方向から撮影された写真を合成することで顔面の三次元画像の構築を行っている。

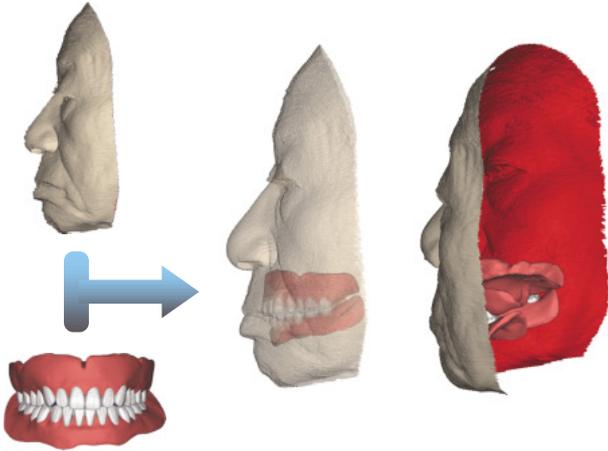


図6 顔貌データと義歯データの統合
顔貌と義歯が三次元的に一座標上に配置されている。

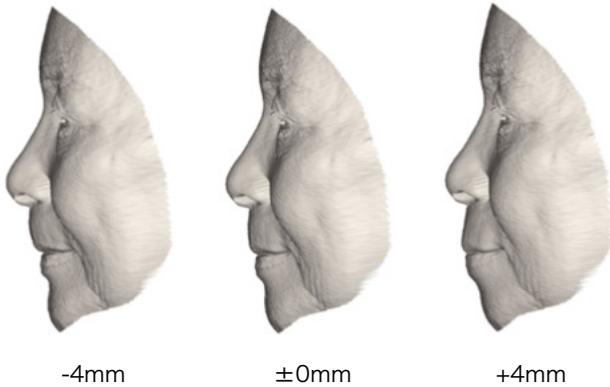


図7 顔貌シミュレーション画像
±0 mmを基準として、前歯の位置を-4 mm, +4 mm 変更した場合のシミュレーション画像。平面的な画像であるが、実際は三次元画像で、回転させ三次元的な顔貌の確認が可能である。

5. 顔貌シミュレーション

顔貌シミュレーションのためには顔貌データと義歯データを統合する(図6)。その後、顎顔面外科領域におけるシミュレーションソフト(Mimics, Materialise)を応用して、リップサポート変更時や、咬合高径変更時の顔貌シミュレーションを行う。図7が顔貌シミュレーション後の画像である。実際には三次元的に口唇部の豊隆の変化の確認が可能である。このシミュレーションをもとに、患者とともにリップサポートや咬合高径を決定することも可能である。

このシミュレーションソフトは口腔外科手術用であり、シミュレーション精度が低かったため、当分野でソフトの利用法を義歯用に修正した結果、良好なシミュレーション精度を得ることができた²⁾。



図8 Rapid Prototyping を応用した義歯試適

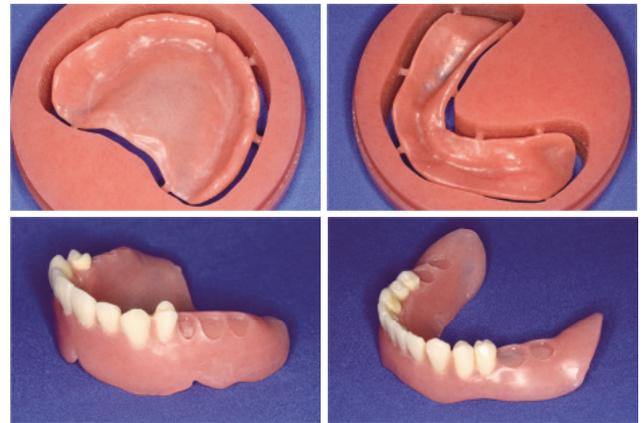


図9 切削加工後のレジブロックと人工歯の接着

6. Rapid Prototyping (RP) を応用した義歯試適 (図8)

完成した義歯データから人工歯の部分を無くした、義歯床のみのデータを製作する。これを光造形装置(EDEN 250, Objet)により光硬化性樹脂からなる義歯床を製作する。この義歯床に既製人工歯を固定し、試適用義歯を製作する。今回は試適用義歯を用いているが、義歯床をワックスで造形することも可能でありいわゆるろう義歯の製作も可能である。ワックスであればチェアサイドでの排列修正も可能である。また、一度に数種類の試適用義歯を造形し義歯試適を行った場合、従来法と比較し良好な結果が得られている³⁾。

7. マシニングセンタによる義歯床の切削加工

義歯床データを利用してマシニングセンタ(GM-1000, GC)を用いて、理想的条件下で加熱重合したレジブロックから義歯床のみを切削加工する。ここで用いられた、水分を排除し金型中で加圧下にて重合したレ

ジンプロックの物性試験を行ったところ、従来型よりも曲げ強さなどが上がり、義歯床用材料としての物性の向上が認められた⁴⁾。

8. 義歯床への人工歯の接着 (図 9)

切削加工した義歯床に人工歯を接着し、CAD/CAM 義歯の完成となる。接着には常温重合レジンを用いる。この手法で製作された CAD/CAM 義歯の加工精度の検証を行ったところ、研磨面、粘膜面での非常に高い加工精度が認められた⁵⁾。現在は、義歯床人工歯ソケット部をオフセットすることにより、より高精度な義歯製作が可能になっている⁶⁾。

III. 将来展望

今回示した手法は現在の周辺環境を考えたうえでの最上の手法であると考えている。しかし、この CAD/CAM 義歯は発展途上段階にある。将来的には以下のようなものの開発を考えている。

- (1) CT/MRI 画像からのデンチャースペース決定法
- (2) 顎堤粘膜の光学印象法
- (3) CAD/CAM 義歯用人工歯
- (4) 新しい床用材料
- (5) Rapid Prototyping (RP) による義歯製作法

これらの開発終了時にはじめて真の CAD/CAM 義歯といえることができる。これまで、全部床義歯の製作は術者による技術レベルの差が大きくなりがちであったが、CAD/CAM 技術を応用することにより、技術的な部分

の客観的な理解が可能になる。この技術により教育が変わり、より多くの歯科医師が必要にして十分な全部床義歯の製作が可能になると考えている。

文 献

- 1) Murray MD, Darvell BW. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention—a review. Part 1. Aust Dent J 1993; 38: 216–219.
- 2) Katase H, Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S. Face simulation system for complete dentures by rapid prototyping. J Prosthet Dent. (in press)
- 3) Inokoshi M, Kanazawa M, Minakuchi S. Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping. Dent Mater J 2012; 31: 40–46.
- 4) 岩城麻衣子, 金澤 学, 片瀬 洋, 丸川 文, 松田紗知, 平野滋三ほか. CAD/CAM による全部床義歯作製に用いる床用材料の評価. 老年歯学 2011; 26: 244–245.
- 5) Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S, Ohbayashi N. Trial of a CAD/CAM system for fabricating complete dentures. Dent Mater J 2011; 30: 93–96.
- 6) Yamamoto S, Kanazawa M, Katase H, Kikuchi K, Hirayama D, Minakuchi S. Accuracy of artificial teeth positions in removable dentures applying CAD/CAM. J Dent Res 2012; 91 Special issue B: 1312.

著者連絡先：金澤 学

〒113-8549 東京都文京区湯島 1-5-45

Tel: 03-5803-5563

Fax: 03-5803-5586