

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K18592

研究課題名（和文）カスタムディスクを用いた次世代型CAD/CAM全部床義歯の製作

研究課題名（英文）Manufacturing the next-generation complete denture applying customized disk

研究代表者

荒木田 俊夫 (Arakida, Toshio)

東京医科歯科大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号：10825491

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：研究の第一段階では3Dプリンタを用いる方法と既成ディスクを用いる二種類の方法でカスタムディスク法の精度検証を行い、その有効性を証明することができた。第二段階としてカスタムディスク法で製作した義歯臨床研究にて評価を行い、従来の方法よりもより高い満足度を得ることができた。以上から次世代のCAD/CAM技術を応用した義歯製法としてカスタムディスク法の有効性を科学的に証明することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によりカスタムディスク法の義歯製作における精度が良好なものであることが証明された。カスタムディスク法は今までのCAD/CAM技術を用いた義歯製法をさらに改良した次世代の技術であり、本研究によりその有効性が証明できた。

カスタムディスク法は加工機を用いた次世代の義歯製法である。従来の義歯製法は技工士の技術力により完成義歯の質に影響が出てしまう方法であり、技工士の担い手が減少している現在ではより大きな問題となっている。カスタムディスク法は、知識さえ習得すれば技術に依存せず、完成義歯のクオリティーコントロールが可能となり、より安定して質の良い全部床義歯が提供できるようになる。

研究成果の概要（英文）：In the phase one of this study, the effectiveness of customized disk fabricating 3D printer and ready-made disk was certificated by verifying the accuracy of these customized disks.

In the phase two of this study, clinical study of the customized disk was performed. This clinical study indicated complete denture made by customized disk showed higher satisfaction level than conventional method.

From the above results, the effectiveness of complete denture fabricating customized disk was proved.

研究分野：全部床義歯

キーワード：CAD/CAM 全部床義歯

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国は現在超高齢化社会を迎えている。平成 28 年度の歯科疾患実態調査より全部床義歯装着者の割合は 85 歳以上では 46.3%となっており、約半数を維持している。今後 85 歳以上の高齢者数は増加する事が予測されるため、全部床義歯の需要は今後も伸び続ける事が予想される。

従来の全部床義歯製作法は複雑な臨床・技工工程を有しており、歯科医師と歯科技工士には専門的な知識と技術が要求されるテクニックセンシティブな方法である。従来法の問題点を解決するために、CAD/CAM 技術を応用した全部床義歯製作法が近年注目を集めている。CAD/CAM 全部床義歯製作法は人工歯排列、歯肉形成などの義歯のデザインを CAD ソフトウェアにて行い、その後の加工も 3D プリンタやミリングマシンで機械化されているため、テクニカルエラーが少なく、作製される補綴物のクオリティーコントロールが可能である。現在の CAD/CAM 全部床義歯製作法は高圧で重合されたレジンディスクから義歯床を切削加工し、その義歯床に既製の人工歯を接着することにより製作される方法が主流である(図 1)。

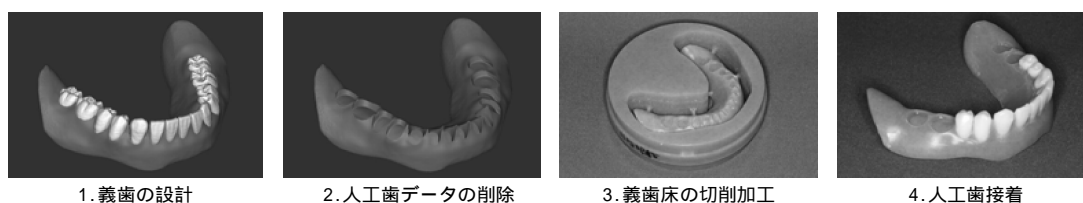


図1. 従来のCAD/CAM全部床義歯製作法

この方法はレジンの重合収縮の影響を受けず、粘膜面との適合精度の高い義歯を作製することが可能である。しかし、既製の人工歯を義歯床に接着する過程において人工歯を設計とは異なった位置で接着してしまうエラーが発生しやすい、人工歯と義歯床の接着力が弱いという問題があった。その問題を解決するため、新たな CAD/CAM 全部床義歯作製方法を開発されている(図 2)。

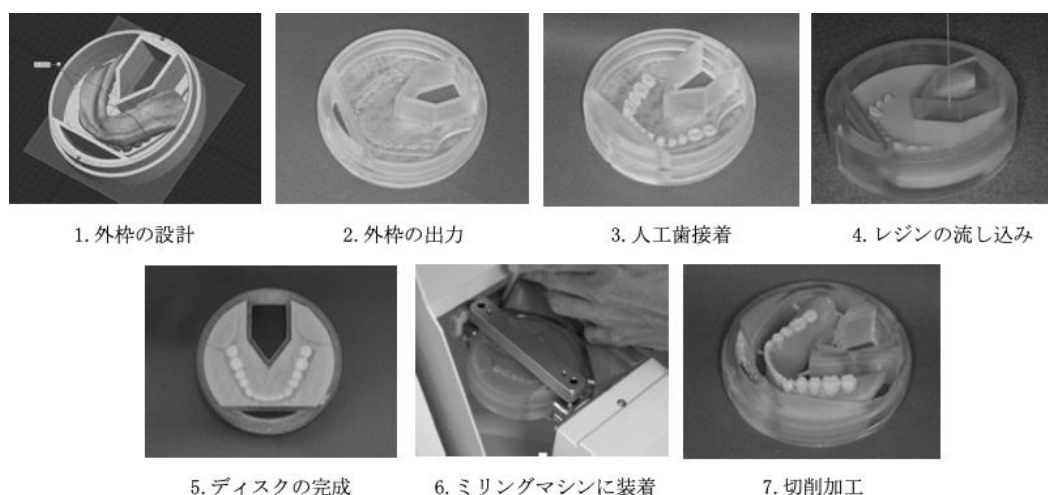
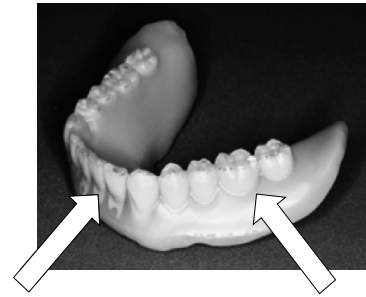


図.2 カスタムディスク法

本法ではミリングマシンまたは3Dプリンタを用いてミリング用ディスクの外枠を作製し、その基底面に人工歯を固定後、常温重合レジンを外枠内に流し込み、患者ごとにカスタムディスクを作製する。その後、ミリングマシンを用いて人工歯部を含めて切削加工を行う。このカスタムディスク法は人工歯部も含めて切削加工を行うため、粘膜面ではなく咬合面の精度が高い事が特徴である。しかし、



前歯の過剰切削による審美不良 咬合面の切削不十分

図.3 切削失敗例

基底面に人工歯を固定する際のエラーにより完成義歯の人工歯部が過剰に切削され審美不良となる、人工歯咬合面が切削されずに咬合面にレジンが残存するなどの課題がある(図3)。これらの問題は人工歯を固定する外枠基底部に付与する人工歯部の圧痕の精度に依存する。

カスタムディスク外枠の製作方法はCADソフトウェアにてデザインした外枠を3Dプリンタにて固定する方法と、既成フレームの基底面をミリングマシンにて切削加工する2つの方法がある。どちらの方法でも問題なく義歯製作は可能であるが、それぞれの方法の完成義歯の精度に対する科学的検証はまだ行われていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は 1) カスタムディスク法における3Dプリンタ外枠と、既成外枠の義歯製作精度の検証を行う 2) 完成義歯の精度を科学的に検証し、その有効性を証明する事である。

3. 研究の方法

・カスタムディスク法の精度検証・

左側下顎1番、左側上顎1番、4番、6番の4歯種を1つのディスクに1歯種あたり3歯ずつ同心円状に12歯排列し、歯肉形態を付与したミリングデータをCADソフトウェアにより設計し、歯肉形態を取り除いた人工歯部分のみをマスターデータとした(図4)。ミリングデータを元にカスタムディスクの外枠をCADソフトウェアにて設計し、3Dプリンタにて出力した。既成フレーム

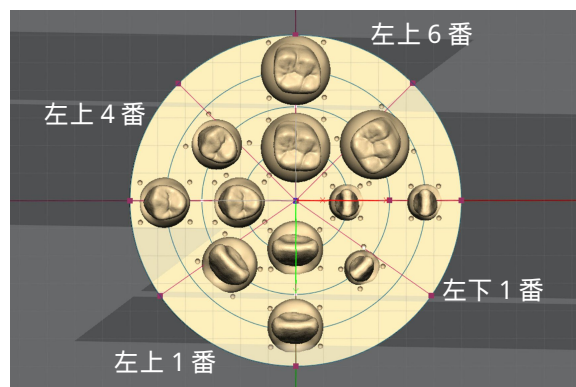


図4 実験用カスタムディスク

群は基底面をミリングし外枠の人工歯接着部のソケットは、人工歯データをミリングデータより0.1mm咬合面方向の位置に移動させた後に、0.2mmオフセットしてカスタムディスク基底面から人工歯データをブーリアン演算により削除して作成した。人工歯はX線不透過性レジンディスクをミリングマシンにて切削加工して製作し、外枠に接着剤にて固定した。人工歯の基底面にレジン歯用接着剤を塗布し、義歯床用常温重合レジン流し込み、加圧重合器を用いて、加熱・加圧し重合させ、5つのディスクを完成させた。このディスクを3種類のバーを用いてミリング

データ通りに切削加工した。バーはディスク 2 枚ごとに交換した。

精度検証のフローチャートを図 5 に示す。切削加工したディスクは、CBCT にて 90 kV、4.0 mA、走査時間 33.5 秒、画素サイズ 0.2 mm、スライス厚 0.144 mm の条件で撮影し、得られた DICOM データから CAD ソフトウェアにて CT 値のしきい値を 500 以上に設定し、選択的に人工歯のみを STL データ化した。歯肉部に埋入されている歯頸部全てをトリミングしたこの人工歯データを実験データとした。また、マスターデータと実験データをトリミングし、咬合面のみのデータも用意した。真度は実験データとマスターデータを重ね合わせ（1 歯種あたり n=15）、再現性は実験データ同士をすべての組み合わせでそれぞれ重ね合わせた（1 歯種あたり n=30）。重ね合わせは、ミリングデータのへりをレファレンスポイントとして自動的に実行した。重ね合わせたデータの偏差解析は 3D 分析ソフトウェアを使用し、各データ間の距離から平均絶対誤差 (MAE) 値 (mm) を計算した。低い MAE 値は、誤差が小さいことを示す。また、質的表現のためにカラーマップも作成した。

4 歯種の人工歯と咬合面の真度と再現性における MAE 値の各平均は、それぞれ歯種を要素とした二元配置分散分析および Games-Howel の多重比較により統計的に計算した。有意水準は 0.05 とし、統計分析ソフトウェアを使用して行った。

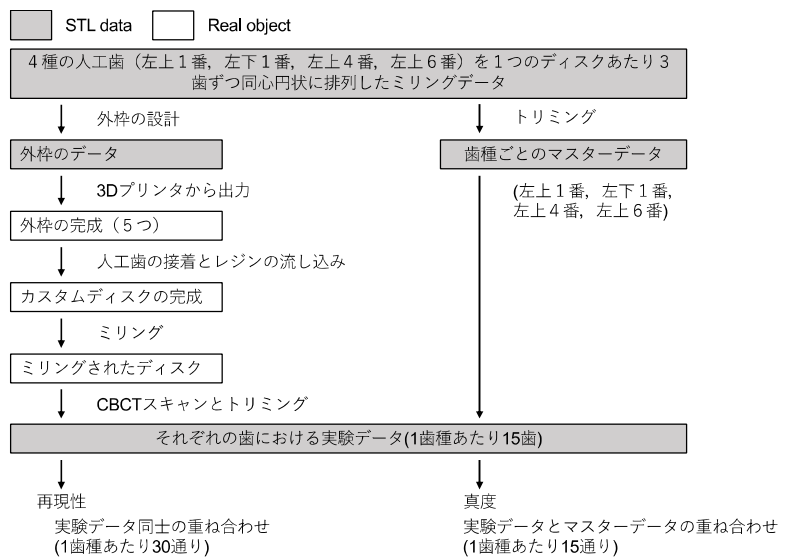


図 5. 精度検証のフローチャート

4. 研究成果

それぞれの方法での真度と再現性を表 1 に示す。3D プリント法では人工歯全体の真度の MAE 値について左側上顎 4 番と左側上顎 6 番間以外で有意差が認められた ($P < 0.5$)。咬合面における真度の MAE 値は左側上顎 1 番と左側下顎 1 番間以外で有意差が認めら

最大 MAE	既成ディスク		3D プリント ディスク	
	真度	再現性	真度	再現性
左上 1 番	0.10	0.07	0.10	0.10
左下 1 番	0.10	0.12	0.12	0.08
左上 4 番	0.10	0.07	0.08	0.08
左上 6 番	0.10	0.05	0.07	0.06

表 1 最大 MAE

れた。左側上顎 1 番以外の全ての歯種で咬合面の方が人工歯全体よりも真度の MAE 値は有意に小さいことが認められた。人工歯全体の再現性の MAE 値は左側下顎 1 番と左側上顎 4 番、左側下顎 1 番と左側上顎 6 番間で有意差が認められた。咬合面における再現性の MAE 値は歯種間での有意差は認められなかった。人工歯全体と咬合面の再現性の比較については左側下顎 1 番と左側上顎 4 番で人工歯全体よりも咬合面の MAE 値が有意に小さいことが認められた。カラーマップでは、全ての歯種で歯頸部に大きな偏差が認められた。既成フレームでは真度 MAE 値については、左側上顎 1 番と下顎左側 1 番、上顎左側 1 番と上顎左側 4 番、上顎左側 4 番 と上顎左側

6 番の間で有意差が認められた。再現性の MAE 値では，上顎左側 1 番と下顎左側 1 番，下顎左側 1 番と上顎左側 4 番，下顎左側 1 番と上顎左側 6 番の間で有意差が認められた。MAE 値はどの歯種においても 0.1mm 以下であった。

3D プリントフレームと既成フレームの真度と再現性の比較を図 6，図 7 に示す。真度については 3D プリント法の方が上顎左側 1 番、上顎左側 4 番、上顎左側 6 番の MAE 値は有意に低くなった。下顎左側 1 番については既成フレームの方が有意に低かった。再現性については既成フレームが上顎左側 1 番において有意に MAE 値が低かった。

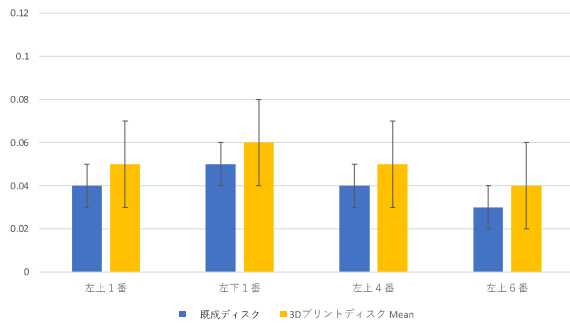


図 6 再現性の平均MAE

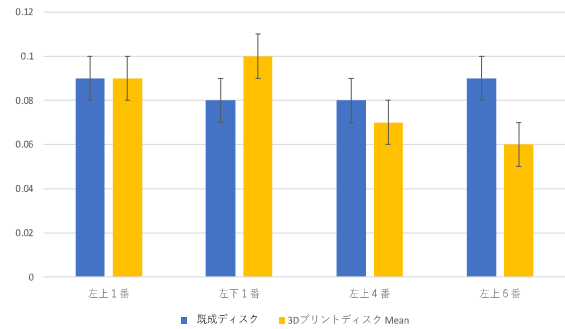


図 7 真度の平均MAE

以上の結果から，3D プリント法と既成ディスクのいずれの方法でも低い MAE 値を示したため精度は非常に高いということが証明された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 Soeda Y, Kanazawa M, Arakida T, Iwaki M, Minakuchi S.	4. 巻 11
2. 論文標題 CAD-CAM milled complete dentures with custom disks and prefabricated artificial teeth: A dental technique.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of prosthetic dentistry	6. 最初と最後の頁 55-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.prosdent.2020.06.020	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 -

1. 著者名 Soeda Y, Kanazawa M, Hada T, Arakida T, Iwaki M, Minakuchi S.	4. 巻 3
2. 論文標題 Trueness and precision of artificial teeth in CAD-CAM milled complete dentures with custom disks. The Journal of prosthetic dentistry.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of prosthetic dentistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.prosdent.2020.12.049	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1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 副田弓夏, 金澤学, 岩城麻衣子, 荒木田俊夫, 羽田多麻木, 大竹涼介, Katheng Awutsadaporn, 安藤一夫, 水口俊介
2. 発表標題 カスタマイズドディスク法におけるデジタル全部床義歯の人工歯の位置精度の検証
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会
4. 発表年 2020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
---------------------------	-----------------------	----

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