

口腔内スキャナーを用いた精密印象による全部床義歯製作

米澤 悠, 小林 琢也, 原 総一郎, 安藝 紗織, 近藤 尚知

Fabrication of complete denture using intra oral scanner

Yu Yonezawa, Takuya Kobayashi, Soichiro Hara, Saori Aki, Hisatomo Kondo

緒 言

情報工学の発展に伴い、歯科医療を取り巻く環境は大きく変化してきている。歯科補綴の領域においても CAD/CAM の臨床応用が現実のものとなり、補綴治療における様々な治療ステップをデジタル信号に置き換えることが可能となった。例えばインプラント治療では、診察と検査、診断、インプラント体の埋入のシミュレーション、固定性インプラント義歯の製作などに CAD/CAM 技術が導入されている。有床義歯補綴の領域においては、咬合採得後の人工歯排列や歯肉形成などの技工操作は CAD ソフト上で行えるようになり、CAM により義歯の完成まで行えるようになった¹⁻³⁾。しかし、有床義歯製作におけるデジタル技術の適用は一部のステップに限られたもので床義歯製作の全工程で可能となったわけではなく、さらなる技術革新が待ち望まれている。従来法での全部床義歯製作法の問題点は、製作過程で必ず印象用材料を必要とし、患者のストレスとなること、印象材硬化中に内面を確認不可能なこと、正確な製作工程を踏むと来院回数を要すること、術者の技術に義歯の予後が左右されることなどがあげられる。とくに、治療の成功を左右する印象採得や咬合採得は、過不足ない床縁形態の採得、正しい顎位の設定が不可欠であるが、患者ごとに形態に大きな違いがあるうえ、術者の技術レベルに大きく依存するため、未だデジタル技術の適用が困難なステップである。

一方、口腔内スキャナーは有歯顎への光学印象採得は十分な精度を有しており、臨床応用が進んでいる。口腔内スキャナーに関連したクラウンブリッジ補綴学分野での論文では、単冠であれば従来法と同程度の精度が得られており⁴⁾、最終補綴物のマージン部のギャップも光学印象法を従来法と比較して有意差はないとされている⁵⁾。また、4ユニットブリッジを想定した模型を従来法と光学印象法で比較した文献では、口腔内スキャナーでの4ユニットブリッジの光学印象は十分臨床応用可能であると述べられている⁶⁾。

しかし有床義歯学分野において、適応外使用となる粘膜への光学印象採得は文献も少なく、無歯顎模型を光学印象し精度を検証した報告⁷⁾や、顎堤粘膜のスキャンから印象用トレーを製作し義歯製作を行った報告^{8,9)}があるものの、未だ臨床応用されていないのが現状といえる。床義歯症例においても印象採得や咬合採得を口腔内スキャナー等で行うことが可能となれば、術者の技術に影響されにくく、かつ再現性の高い義歯の製作が可能となる。さらに、現在需要が高まりつつある高齢者診療や在宅診療において、口腔内スキャナーの適用が可能となれば、印象材などの歯科材料を口腔内で使用する必要がなくなり、印象材の誤嚥や窒息のリスクを最小限に抑えることが可能となる。そこで本研究では、上下顎無歯顎堤に対して口腔内スキャナーを用いた光学印象採得を行い、印象材を使用しない全部床義歯の製作を試みたので報告する。

材料および方法

1. 対象

対象は、下顎右側中切歯および側切歯の抜歯後に上下顎無歯顎となった64歳の男性1名である。症例はASP症型分類においてLevel Iに分類され、上顎の欠損部顎堤形態は、高さは高く、幅は広く、凹凸はない形態であった。下顎の欠損部顎堤形態は、高さは低く、幅は中程度、凹凸は中程度であった。粘膜の性状に関しては上下顎共に被圧変位量は中程度、炎症は認められなかった。対向関係はAngle class Iで嘔吐反射、異常習癖、口腔乾燥は認めら



図1 初診時の口腔内写真(a), 使用中の義歯の写真(b)

れなかった(図1)。なお、本研究は岩手医科大学歯学部倫理委員会の承認を得て、対象者には研究の趣旨を十分に説明し、同意を得た上で行った(承認番号01194)。本研究に関連して開示すべきCOIはない。

2. 印象採得

上下顎顎堤の精密印象には、口腔内スキャナーTRIOS[®]カラー(3Shape Dental System, 3Shape A/S, Denmark)を用い、スキャン前の準備として、歯肉頬移行部の形態が明確になるように、口角鉤にて口唇と可動粘膜を広げ保持した。スキャン時にはパウダーは使用せず、口腔内を乾燥させた上で座位にて光学印象を行った(図2)。スキャンの順番について図3に示す。上顎顎堤のスキャンは、まず片側のハミュラーノッチより上顎結節をスキャンし、顎堤と頬舌側のフレンジをZ状に往復させながら切歯乳頭までスキャンした。続けて反対側の臼歯部に向かい、同様に顎堤の頬側のフレンジをスキャンし、最後に口蓋をスキャンした。下顎顎堤のスキャンは、あらかじめ唾液の浸出を防ぐため、片側にガーゼを挿入しておき、ガーゼを挿入していない側の後顎舌骨筋窩よりレトロモラーパッドをスキャンし、小白歯部までの顎堤と舌側と頬唇側のフレンジをZ状に往復させながらスキャンした。その後、挿入していたガーゼを除去し、前顎舌骨筋窩から対側の後顎舌骨筋窩まで舌側フレンジをスキャンした。最後にレトロモラーパッドをスキャンし、顎堤と頬唇側のフレンジを反対側小白歯までスキャンし終了した。

3. 作業用模型の製作

得られた上下顎の無歯顎顎堤の画像データをSTL(Standard Triangulated Language)データに変換し、歯科用CAD/CAMデザインソフト(3Shape, OrthoAnalyzerTM, 3Shape A/S, Denmark)上でデジタル作業用模型を作成した。続いて、3Dプリンター



図2 TRIOS[®]カラーによる光学印象採得(3Shape A/S, Denmark)

(CONNEX500, Marubeni Software & Technology, Thailand) を用いてアクリル化合物 (OBJET VEROWHITEPLUS RGD835, Stratasys, USA) で作業用模型を製作した (図4)。このアクリル系化合物の収縮率は1/1,000～4/1,000程度で、その収縮率を見込んだ大きさでプリントアウトも可能である。粘膜の被圧変位量を考えても臨床応用可能な精度を有する。

4. 咬合採得, 人工歯排列, 重合, 装着

3Dプリンターで製作した作業用模型を使用し、その後は通法に従い最終義歯の製作を行い、患者に上下顎全部床義歯を装着した (図5～7)。

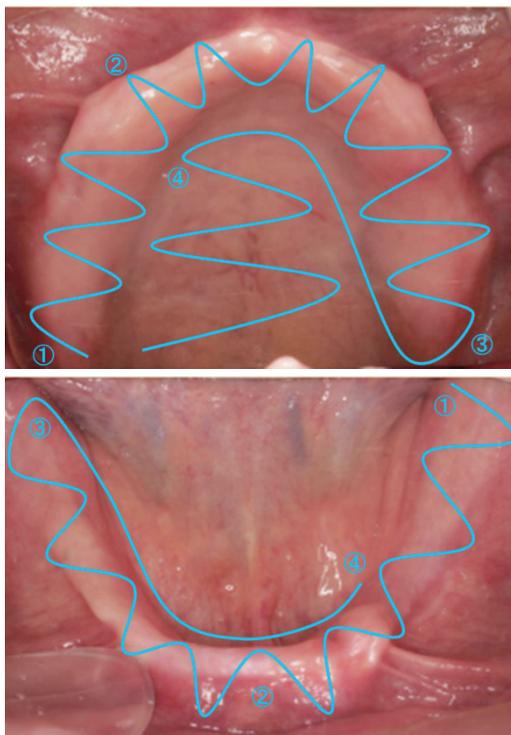


図3 上下顎光学印象採得の手順
図①→④の順にスキャンを行った。

結果・考察

本症例では、義歯製作過程の中でデジタル技術の応用が難しいとされている診療ステップの1つである精密印象採得を口腔内スキャナーを用いて行った。実際に光学印象に要したチェアタイムは30分程度で、スキャン時間は上顎で約5分、下顎で約10分程であった。本症例では、上顎の顎堤形態の凹凸が比較的明確であるため、スキャン時間が短かったと考えられる。一方で、下顎は特徴的な形態が少ないためか、読み取りと画像構築に時間がかかり、スムーズなスキャンが困難であったと考えられる。光学印象から得られた画像データは、対象の顎堤形状と概ね一致する形が再現されており、後の義歯製作が可能であると考えられた。完成した新義歯は、適合試験により粘膜面の適合は良好であることが確認できた。辺縁形態は上顎義歯で良好であったのに対し、下顎義歯では小帯部に過長部と舌側辺縁に過短部を認めた (図8)。これは今回、スキャン時に口角鉤にて口唇と可動粘膜を広げ保持したままで、口腔周囲筋の運動は行うことができなかったことが原因と考えられる。義歯床辺縁形態の設定方法に関しては、口腔内スキャナーを使用する場合には動的印象採得は困難であるため、再現性は今後の課題となった。全部床義歯の辺縁形態は口腔周囲筋の運動や軟組織の動きによって造形された結果であるという観点から、X線や圧センサ、写真、ビデオ機器による機能時の口腔周囲組織の挙動の解析が行われているが⁹⁻¹²⁾、本症例に応用できるようなエビデンスが確立された報告は認められない。中村ら¹³⁾は口腔内スキャナーを用いた予備印象採得より個人トレーを製作しているが、精密印象採得を行うには至らな

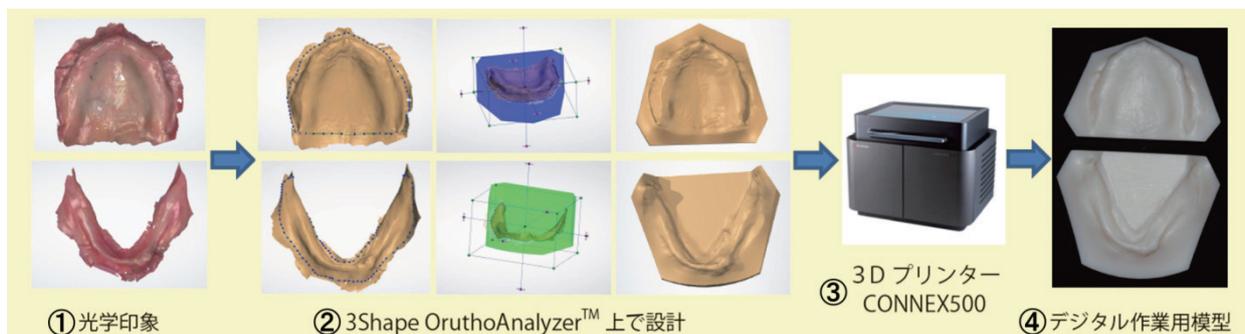


図4 作業用模型製作過程

- ① 口腔内スキャナーで印象した画像データ、② 義歯辺縁の設定、デジタル模型製作、③ 3Dプリンターで造形、④ 完成した作業用模型

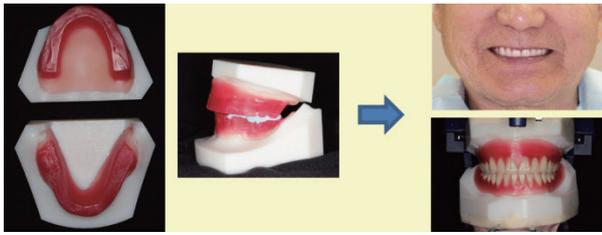


図5 咬合採得, 試適
通法に準じた咬合採得, 試適

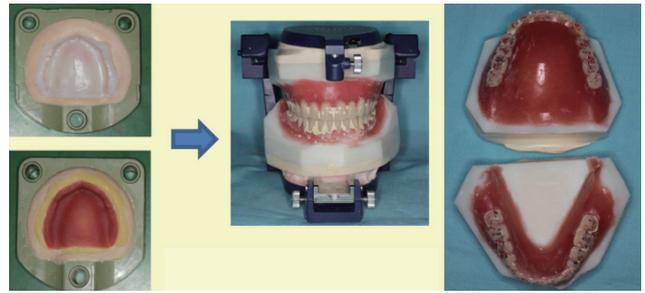


図6 埋没, 重合



図7 新義歯装着

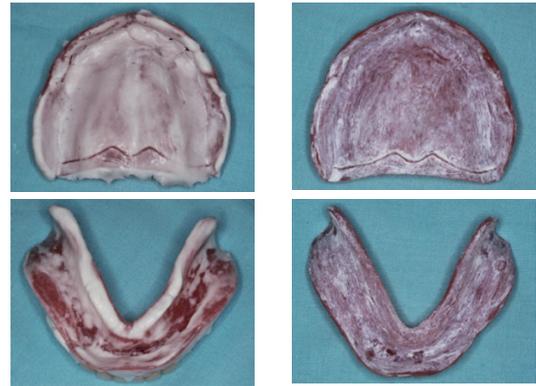


図8 適合試験結果

かった。

今回、口腔内スキャナーを利用して粘膜の精密印象採得を行うことで、印象材を使用することなく全部床義歯が製作可能となった。そのため材料コストの削減や嘔吐反射を有する患者の印象が可能となり、光学印象の利点と考えられる。また、個人トレーの製作が必要ないことから来院回数を1回減少させることができた。光学印象採得では採得したデータを目視できるため、印象の良し悪しを確認しながら進めることが可能である。症例の難易度によって術者の技術を要する点に関しては、辺縁形成ができないため課題を残したものの、印象材を使用せず、全部床義歯の製作を行うことができた。

今後、実用化のためには口腔内スキャナーによる無歯顎顎堤の印象精度の検証が必要であるとともに、床縁形態の設定方法や咬合採得の方法など、解決しなくてはならない課題も残されている。しかしながら、印象材などの流動性のある材料を介さずに、

完全無圧印象によって製作された義歯が良好な適合を示したことは、本法が新しい全部床義歯製作法の開発につながるものと考えられる。さらに、流動性の高い印象採得材料を口腔内で使用することなく義歯製作が可能となったことは、これからの高齢者歯科治療において、より安全に歯科医療を提供する一助となると考えている。

結 論

ITの応用によって、術者の技術に影響されにくく、かつ再現性の高い新しい全部床義歯製作法が確立され、義歯製作が可能になるものと示唆された。

文 献

- 1) Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. Dent Clin North Am 2011 Jul 55 (3) : 559-570.
- 2) Infante L, Yilmaz B, McGlumphy E, Finger I. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. J Prosthet Dent 2014 May;111 (5) : 351-355. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.10.014. Epub 2014 Jan 23.
- 3) Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods

- of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent* 2012 Jan;107(1):34-46. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60015-8.
- 4) Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig* 2013 Sep;17(7):1759-1764. doi: 10.1007/s00784-012-0864-4. Epub 2012 Oct 21.
- 5) Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016 Sep;116(3):328-335. e2. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.01.028. Epub 2016 Apr 7.
- 6) Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013 May;17(4):1201-1208. doi: 10.1007/s00784-012-0795-0. Epub 2012 Jul 31.
- 7) Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc* 2013 Aug;144(8):914-920.
- 8) Kanazawa M, Iwaki M, Arakida T, Minakuchi S. Digital impression and jaw relation record for the fabrication of CAD/CAM custom tray. *J Prosthodont Res* 2018 Mar 16. pii: S1883-1958(18)30009-4. doi: 10.1016/j.jpor.2018.02.001.
- 9) 平野恭吉. 有歯顎者における咀嚼時口唇の動き. 補綴誌 1995;39:1142-1153.
- 10) 安斎 隆. X線映画法による咀嚼ならびに嚥下時の口腔底の動きについて. 補綴誌 1978;22:819-843.
- 11) 中澤 潤. 下顎義歯舌側床縁における口腔底の圧. 補綴誌 1986;30:135-154.
- 12) 水口俊介, 近藤修司, 関田俊明, 平野恭吉, 鈴木哲也, 小林賢一ほか. 有歯顎者と全部床義歯装着者における口唇の動き—上顎前歯と口唇の三次元的な位置関係の変化—. 補綴誌 1994;38:485-494.
- 13) 中村敏成, 金澤 学, 山本信太, 荒木田俊夫, 半田和之, 水口俊介. 口腔内スキャナーを用いた印象採得から作成したトレーによる印象咬合採得. デジタル歯科学会誌 2015;5(1):199.