



デンチャーワークにおける デジタル機器の応用

川島 茂 Kawashima Shigeru
徳島県歯科技工士会所属
株式会社シケン



1. はじめに

近年、歯科技工士の高齢化、減少に伴い義歯製作に従事する歯科技工士が不足している背景があり、このような環境はしばらく変わらないと予想される。その中で補綴装置の製作全般に言える事だが、効率の改善を考えながら作業を進めることも大事だがデンチャーワークにおいてもデジタル機器を使用した製作の可能性に期待している。デジタル化が進むことで従来のアナログ的な作業とは大きく変わり、歯科技工士のワークフローが変化する事はもちろん、結果的に歯科医師や患者様へのメリットも大きいだろう。その一つがデジタルコピーデンチャーの可能性だが、メリットとして4項ほど挙げられる。

- ①機能的には問題なく使用されている義歯であっても、経年劣化や歯石等の沈着で衛生面を損ねている場合がある。このような義歯は誤嚥性肺炎の原因となる可能性があるため、使用義歯と同等の材料に置換ができれば衛生面での改善が期待できる。
- ②紛失した義歯のデータが保存されていれば、来院することなく今まで使用していた義歯と同等のコピーデンチャーの製作が可能となり、災害時の健康維持に繋がる。
- ③2025年には高齢化率も30%を超え、訪問歯科診療の需要が増えていく中、使い慣れた義歯のコピーデンチャーを治療用義歯として応用する方法も取り入れることで歯科治療における選択肢の幅も広がる。
- ④口腔内スキャナーを活用する事で大幅にワークフローの効率化や精度の改善が可能となる。

本稿では、口腔内スキャナーを使用してコピーデンチャーを製作するための検証および臨床例を報告する。

2. 義歯スキャンデータ読み込みの 手順

使用義歯を用い、義歯のスキャンデータを読み込む方法としていくつかの方法がある。現在のところ総義歯のスキャンにおいて「粘膜面からスキャンを開始することで、後の外面スキャン時にデータ統合精度が向上する」という具体的な研究結果を示す文献はないのだが、スキャン順序や方法がデータ統合精度に影響を与える可能性があることは、臨床経験者の間でも広く認識されている。そのため、一例として上顎総義歯で口腔内スキャナー(TRIOS3,3Shape社)を使用し、検証を行った。

まずは義歯床の左側後縁部の粘膜面から開始し(Fig.1)、そのまま順に前歯部粘膜面(Fig.2)、右側粘膜面へと進み(Fig.3)、口蓋粘膜面全体のデータを読み込んで粘膜面は終了する(Fig.4,5)。

Fig.1



Fig.1 上顎のケースは左側後縁部からスタートする。下顎なら右側からになる。

Fig.2



Fig.2 前歯粘膜面へ

Fig.3



Fig.3 右側粘膜面へと進む

Fig.4

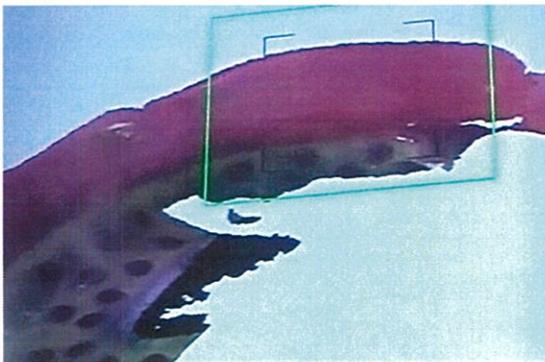


Fig.4 右側粘膜面スキャン画像の確認

Fig.5



Fig.5 口蓋部粘膜面全体をスキャン

Fig.6

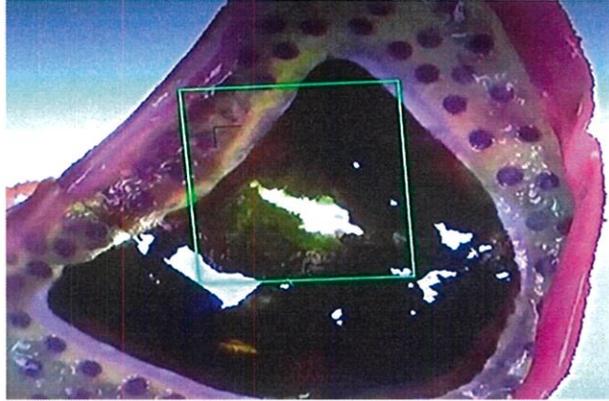


Fig.6 口蓋部粘膜面のスキャン画像の確認

次に左側粘膜面から義歯床辺縁部を包み込むように頬側研磨面と人工歯頬側面までの読み込みを行った後 (Fig.7,8), 同じような範囲で前歯部 (Fig.9), 右側へと移動する (Fig.10).

Fig.7



Fig.7 義歯辺縁部から移行的に頬側面の読み込みを行う。

Fig.8

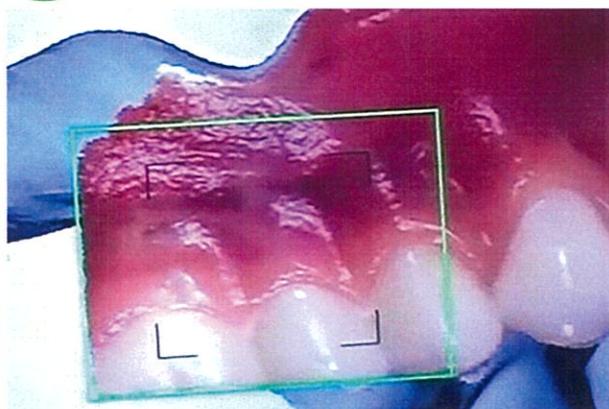


Fig.8 頬側研磨面から人工歯頬側面のスキャン画像

Fig.9



Fig.9 同じような範囲で前歯部へ

Fig.10



Fig.10 移行的に右側へ移動

そのまま人工歯咬合面の読み込みを右側から (Fig.11,12) 前歯部, 左側 (Fig.13) へと進める.

Fig.11

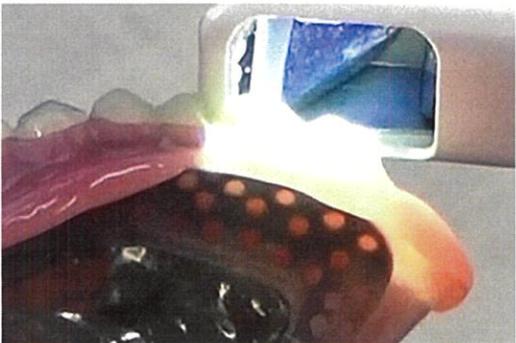


Fig.11 人工歯右側咬合面のスキャンニング

Fig.12

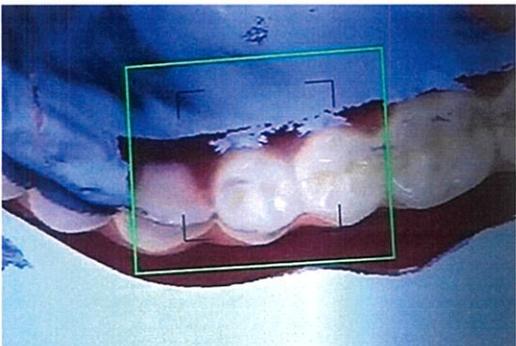


Fig.12 人工歯右側咬合面のスキャン画像

Fig.13



Fig.13 人工歯左側咬合面へと進める

左側咬合面が終了したら左側舌側面の読み込みを移行的に行った後 (Fig.14), 前歯部 (Fig.15) を行い, 最終的に口蓋面全体 (Fig.16) のスキャンデータを読み込み終了する.

Fig.14



Fig.14 舌側面は左側から

Fig.15



Fig.15 移行的に前歯部のスキャンニング

Fig.16



Fig.16 口蓋面全体のスキャニング

Fig.19



Fig.19 立体リニアモータマシン (LF-160,株式会社 松浦機械製作所)

3. コピーデンチャーの製作

口腔内スキャナーで読み込んだデータをコピーデンチャーに加工するため、近年では専用のディスク (Fig.17) や加工機 (Fig.18) が存在し精度的には確実に向上しているが、検証は、当時 (2000年) の方法でミリングコピーデンチャーを製作しデジタルデータによる比較を行った。製作方法については義歯床部と人工歯部をそれぞれミリング加工し (Fig.19)、人工歯部を接着し研磨して完成した。

Fig.17

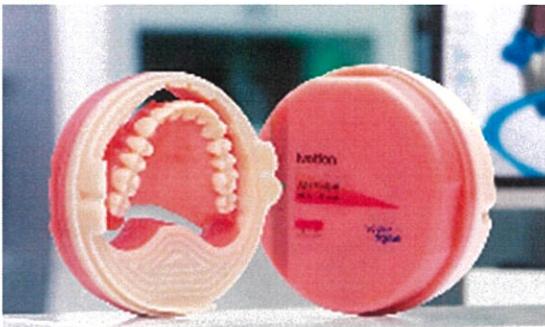


Fig.17 歯科切削加工用レジン材料 (Ivation,イボクラールピバデント株式会社)

Fig.18



Fig.18 ミリングマシン (PrograMill PM7,イボクラールピバデント株式会社)

4. デジタルデータによるコピーデンチャーの精度比較

歯科用CADソフト (exocad, exocad社) を使用し、製作したデジタルコピーデンチャーとデータを読み込んだ義歯のSTLデータの座標軸を合わせ、データを重ね合わせて誤差をカラーチャートで色分けし画像に示した。誤差が0~100 μ m程度であれば青で表示され、緑が250 μ m、黄色は約300 μ m、オレンジ系は380 μ m、赤系が約500 μ mと誤差が増えるにつれて赤系の色味で表示される。口蓋部については、読み込みを行った義歯がメタルプレートで厚みが0.5mmと薄くデータの修正を行った。

Fig.20

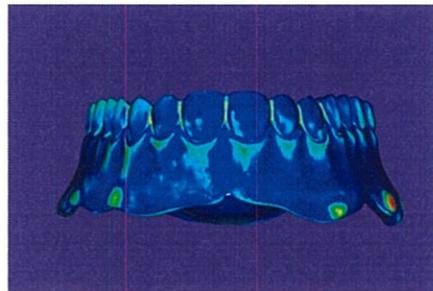


Fig.20 正面観では一部250 μ mほどの箇所は見受けられるがほとんどが青色の100 μ m程度の誤差である。

Fig.21

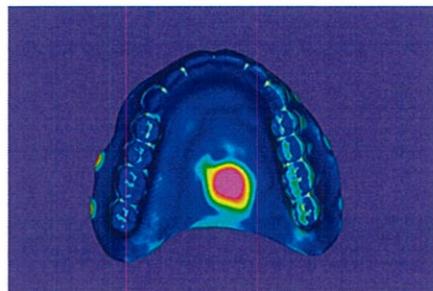


Fig.21 口蓋部はデータ修正の為、赤色500 μ m以上となっている事と、左側中央窩以外はほぼ100 μ mまでの範囲でおさまってお微量の咬合調整範囲である

Fig.22

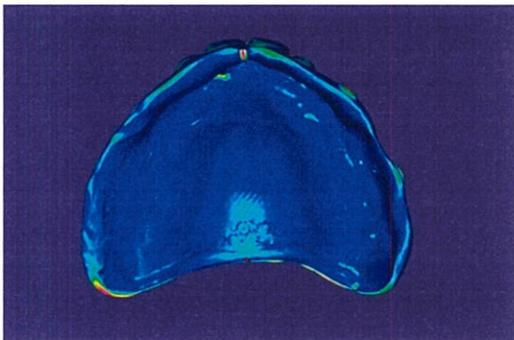


Fig.22 最も重要な粘膜面では右側後縁辺縁部にオレンジ色の380 μ mが見られるが調整範囲と考える

Fig.23

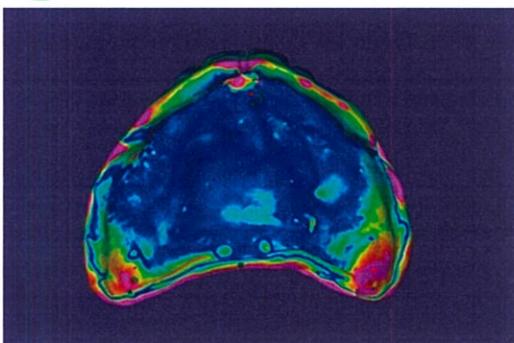


Fig.23 従来法で製作したコピーデンチャーのデータマチングの比較赤系で示す500 μ m以上の変化を示す箇所は装着時に調整が必要となる

Fig.25



Fig.25 データを読み込んだデンチャーの正面観

Fig.26



Fig.26 口腔内スキャナーのデータをもとにミリング加工されたコピーデンチャー正面観

Fig.27



Fig.27 データを読み込んだデンチャーの前歯部クリアランス

Fig.28



Fig.28 口腔内スキャナーのデータをもとにミリング加工されたコピーデンチャー前歯部クリアランス

5. 口腔内装着時の観察

従来法のコピーデンチャーでは歯頸部、歯間乳頭の再現性が曖昧だが (Fig.24)、デジタルコピーデンチャーではメリハリのある審美的な歯冠形態を再現できている (Fig.25)。咬合関係については、データの重ね合わせ画像でも変化が確認できた。左側第一大臼歯部の調整が必要とされた (Fig.30)。

Fig.24



Fig.24 従来法で製作したコピーデンチャーは、歯間乳頭の再現性が審美的に課題である

Fig.29



Fig.29 データを読み込んだデンチャーの側方面観

Fig.30



Fig.30 口腔内スキャナーのスキャンデータをもとにミリング加工されたコピーデンチャー側方面観

6. 数値化による検証

工業用CADソフトPowerShape (Autodesk社)のブーリアン演算機能を使用し、データを読み込んだデンチャーに対して、従来法のアナログコピーデンチャー(表1)と口腔内スキャナー(表2)のデータを基に製作したデジタルコピーデンチャーの総体積の誤差を計算し検証した。口腔内スキャナーのデータによりミリングされたデジタルコピーデンチャーは約1/5の程度の誤差に抑えることができた(Fig.31)。

表1 ブーリアン演算による、データを読み込んだデンチャーと、従来法で製作したアナログコピーデンチャーの総体積の誤差 (mm³)

従来法	メッシュの体積 (mm ³)
original	16840.345045
copy	14646.323482
① (original) - (copy)	2471.766529
② (copy) - (original)	277.921903
(①) + (②)	2749.688432

表2 同, 口腔内スキャナーのデータから製作したデジタルミリングデンチャーの総体積の誤差 (mm³)

従来法	メッシュの体積 (mm ³)
original	15793.036071
copy	15812.196999
① (original) - (copy)	233.586130
② (copy) - (original)	252.754318
(①) + (②)	486.340448

Fig.31

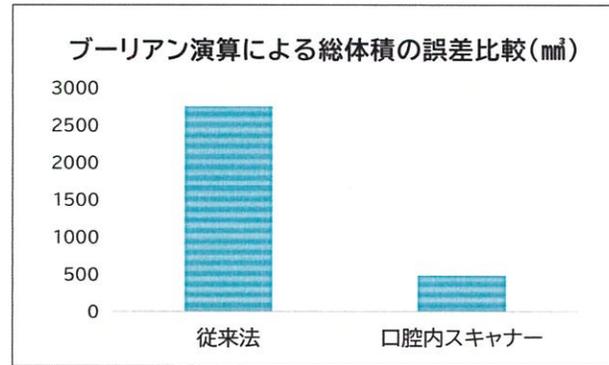


Fig.31 グラフ化による比較

7. 臨床例

義歯修理がチェアサイドで対応可能なケースもあるが、本症例では歯肉研磨面をハイブリッドレジンでキャラクタライズしたインプラントオーバーデンチャー(Fig.32)であったため、技工所での作業が必要となった。さらにスぺア義歯もなかったことから、デジタルコピーデンチャーの製作を依頼された。

そこで来院時にチェアサイドで使用義歯のデータをスキャンすることで(Fig.33)、従来法で製作したコピーデンチャーよりも機能的、審美的に優れた暫間義歯を提供することが可能となり(Fig.36)、加えて、患者様の時間的負担を軽減することができた。

Fig.32

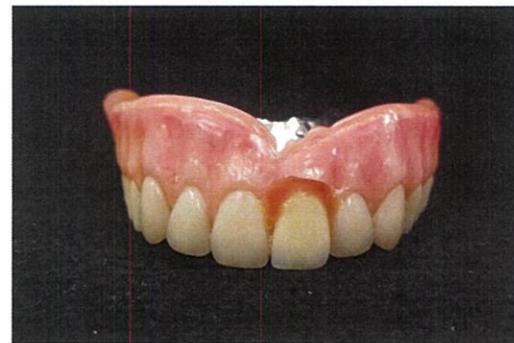


Fig.32 上顎左側中切歯の審美的回復が目的

Fig.33

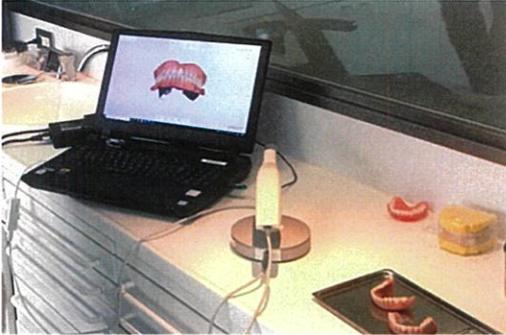


Fig.33 このケースで使用した口腔内スキャナー (G-Oral Scan2, 株式会社ジオメディ)

Fig.34



Fig.34 ロケータアタッチメントを使用しているためデジタルコピーデンチャーにも取り付ける設計を施す

Fig.35



Fig.35 口腔内でロケータを埋め込み、口蓋部の封鎖を高めるために即重レジンで修正した。

Fig.36



Fig.36 咬合調整は最小限、審美的にも患者様の要望を満たしたコピーデンチャーを暫間義歯として使用してもらおう事で本義歯の修理に取り掛かれる

Fig.37



Fig.37 スペアのコピーデンチャーを製作する事で患者様に負担をかけず、技工室で修理したインプラントオーバーデンチャー

8. おわりに

クラウンワークに対し、デンチャーワークにおいてデジタル機器の使用は遅れているのが現状である。その中で最初の可能性がコピーデンチャーへの応用だと考える。今後はデジタルデンチャーの優位性として、マテリアルの物性的安定、石膏模型の膨張、レジンの重合収縮による精度改善等の検証をつづけていきデジタルデンチャーの進歩に寄与していきたい。

この度このような機会を与えてくださった日本歯科技工士会へ深く感謝の意を示す。

* * *

本稿に関連し、開示すべき利益相反はない。