



アナログとデジタルの融合による維持装置製作の新しいアプローチについて

小澤謙太 Ozawa Kenta

有限会社 小澤デンタルラボラトリー
長野県歯科技工士会所属



1. はじめに

今、日本が抱えている社会問題は環境、資源、労働、教育など非常に多岐にわたるが、その代表的なものとして、『貧困問題』、『人材不足』、『後継者不足』、『長時間労働』、『待機児童』、『介護問題』などは連日話題として挙げられている。

これらの中には、私たち歯科技工士が直面している問題も多く含まれているが、特に人材不足や長時間労働に関しては、早急に対処しなければ間違いなく歯科医療崩壊に繋がる重篤な問題であるといえる。

それら喫緊の問題に対応するため、筆者のラボ（以下、弊社）では、アナログとデジタルの融合を進めている。その効果は靚面であり、デンチャーの維持装置製作工程が飛躍的に効率化されたことにより長時間労働が改善されている。さらに3Dプリンターを活用することで人材不足を補うことにも成功している。

今回は、弊社がどのようにして歯科技工業界におけるDXを可能にし、プロセスイノベーション（生産工程革新）を起こしているのかについて解説する。

紙面の都合もあるため、今回はデンチャー製作にあたって所要時間の大きくなりがちな維持装置の製作工程についてピックアップして紹介したい。

2. 材料と方法

通法に則る耐火模型法（以下、アナログ法）とCADを用いたデジタルデザイン法（以下、デジタル法）を比較して、それぞれの製作に要する作業時間を計測し、両者の間にどの程度の時間差が生まれるのかについて検証を行った。

Fig.1に、デジタル法を用いた維持装置の製作の際に使用する弊社における標準パッケージングを示す。

Fig.1

デジタルデザイン法について（維持装置）

使用スキャナー： MEDIT T710
使用ソフト： デジスチル
使用周辺機械： 3Dマウス+液晶タブレット
使用プリンター： カラープリント4.0 / Next Dent 5100

Fig.1 デジタルデザイン法を用いる際の弊社における標準パッケージング。

（1）3Dプリンター使用のメリット

まずは、検証するにあたり、3Dプリンター使用のメリットを整理しておきたい。

①作業工程の簡略化

手間のかかる耐火模型製作や熟練を要するワックスアップなどの作業を省略できるため、作業工程を大幅に簡略化できるだけでなく、システムチックな維持装置製作工程を構築できる。

②作業時間の短縮

上記、作業工程の簡略化によって、デジタル法ではアナログ法と比較して約120分の時間短縮が可能になる（Fig.2）。

Fig.2

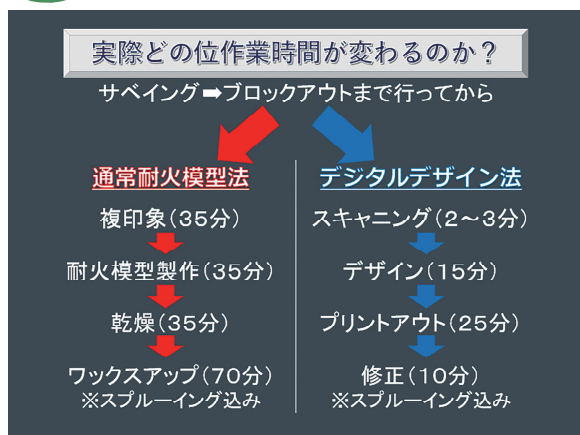


Fig.2 アナログ法とデジタル法、それぞれの作業時間の比較
(※弊社での作業時間平均から算出)。

③ランニングコストの削減

デジタル法における材料代は、上顎のフルプレートで100円程度、3ケース（クラスプ7本、バー2本、補強線1本）まとめてプリントしても、150円程度にしかならない。複印象、耐火模型、ワックス等を用いるアナログ法と比較すれば、コスト削減効果は非常に大きい。

④品質の安定化

デジタル化によって仕上がりのレベルを一定に保つことが出来るので、常に安定した品質の補綴装置を製作することが可能になる。これはチェアサイドに信用と信頼を提供することと同義であり、結果的に患者と歯科医師の満足度の向上に繋がる。

⑤データでの管理が可能

CAD内で行ったデザインはデータとして保存ができるので、(あまり考えたくはないが)仮に鑄造が失敗した場合であっても、保存データを用いた再プリントによって迅速なリカバリーが可能となる。

耐火模型の再製作後にワックスアップを行う工程を排除できる意味の大きさについては、諸兄にもお分かりいただけることと思う。

⑥設計が簡単

デザインソフト間によって差はあるが、デジタル法であれば、設計が比較的簡単にできる（一般的なワックスアップと比較して、クラスプの幅、厚さ、そして長さなどのデザイン変更に関する操作が容易に行える。）

(2) 製作工程

①スキャニング前準備

模型をサベイングして、模型上に設計線を記入する。石膏を用いてブロックアウトを行った後、シートワックス等を用いてリリースを行う (Fig.3)。

Fig.3



Fig.3 作業用模型のリリース。

②スキャニング

通法通りにスキャニングを行う。スキャニング時には、カラーテクスチャーでスキャンを行うことが必須である (Fig.4)。(この時、CAD内でのサベイングは行わない。)

Fig.4



Fig.4 スキャニング。

③デザイン

液晶ペンタブレット¹⁾を使用して模型上に記入したラインをなぞる (Fig.5)。デザインを行う際に液晶ペンタブレットを用いることで、マウスを使った場合とは別次元の作業のしやすさが実現できる (Fig.6,7)。

Fig.5

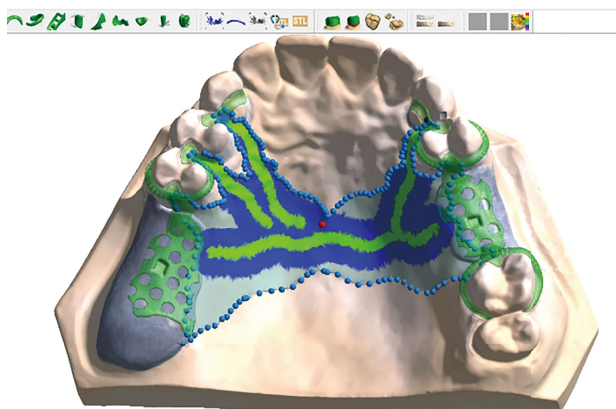


Fig.5 液晶ペンタプレットを使用する。マウスと比較すると非常に効率的に作業を進めることができる。

Fig.6

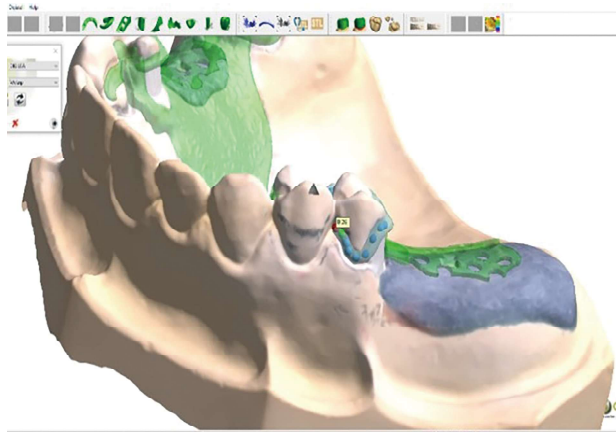


Fig.6 CADを用いた維持装置のデザイン。

Fig.7

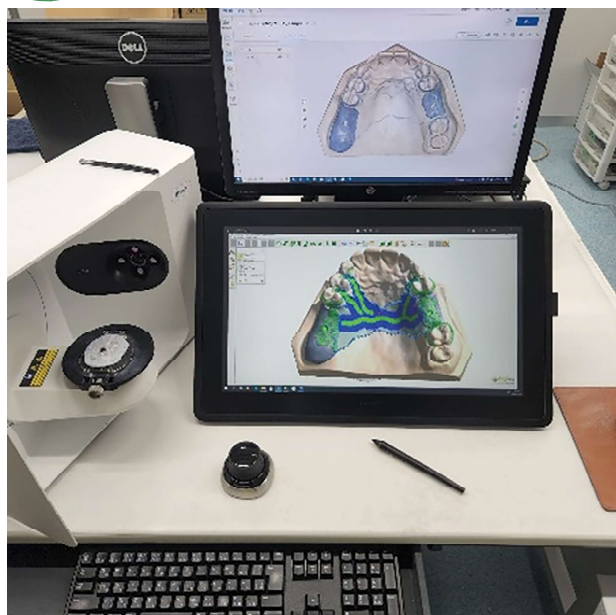


Fig.7 CADデザインの際に液晶ペンタプレットを用いることで作業効率が格段に向上する。

④プリントアウト (Fig.8)

弊社では3Dプリンターとして、Next Dent 5100, 3D Systems社製を使用している。プリントアウトの際にはサポートピンを立てる。

Fig.8

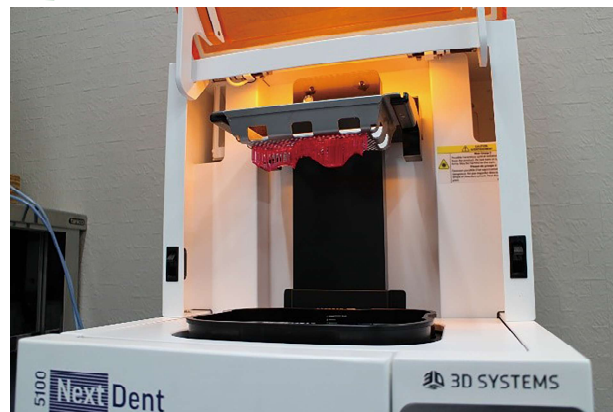


Fig.8 プリントアウト。

⑤洗浄

専用の洗浄機を用いてきちんと造形物を洗浄することが重要である (Fig.9)。

Fig.9



Fig.9 専用機器で洗浄を行う。

⑥本重合

造形物全面に均一にUV照射を行って本重合を行う (Fig.10)。この工程を経ることで3Dプリント樹脂本来の材料の特性を引き出すことができる (Fig.11)。重合完了後に取り出し、サポートピンを切り離す (Fig.12)。

Fig.10

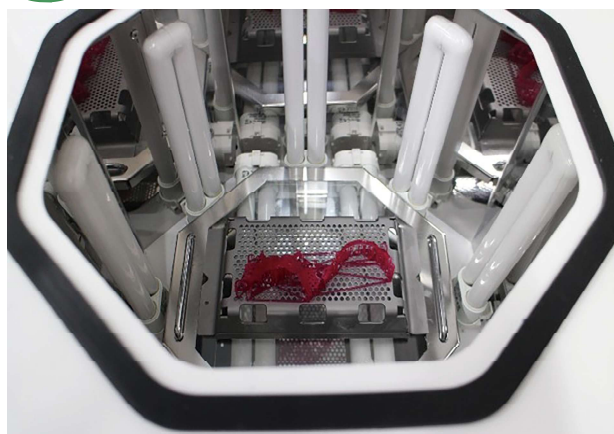


Fig.10 本重合を行う。

Fig.11

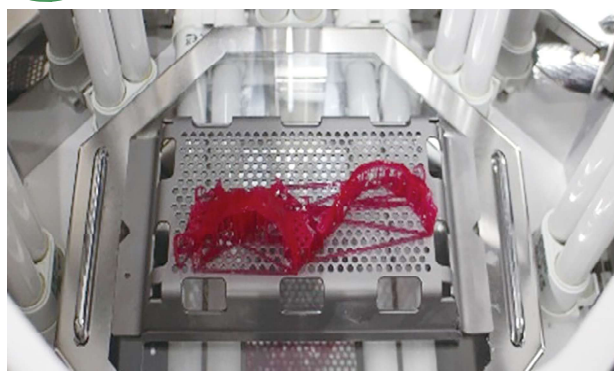


Fig.11 造形物全面に均一にUV照射を行うことで3Dプリント樹脂本来の材料の特性が引き出せる。

Fig.12



Fig.12 重合完了後にサポートピンを切り離す。

⑦適合確認

パターンを作業用模型に戻して適合を確認する (Fig.13)。スキャニング時にエッジロス²⁾ が起きやすいレスト部は敢えてショートさせたデザインにしている (Fig.14)。この工程を加えることによる作業効率向上の効果は絶大である。エッジロスに関しては「4. 考察」で詳細を述べる。

Fig.13

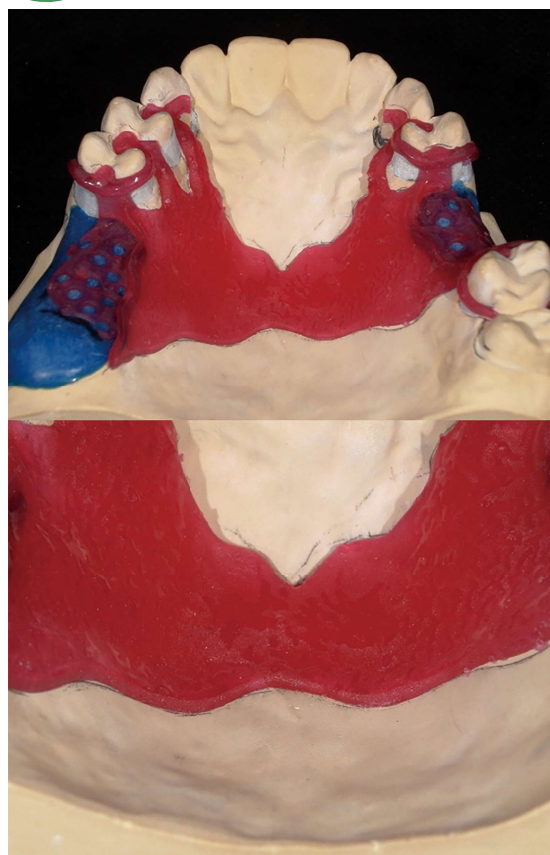


Fig.13 適合確認。

Fig.14



Fig.14 スキャニング時のエッジロス対策でレスト部は敢えてショートさせたデザインにしている。

⑧レスト周辺の辺縁形態回復

前述の通り、スキャン時に起こるレスト周辺鋭縁部のエッジロス²⁾ 対策として、あえてレスト周辺をショートしたデザインでパターンを製作した。そのため、ワックスを用いてレスト周辺の辺縁形態回復を行い、作業用模型の形態を正確に再現する (Fig.15)。この工程により、デジタルスキャンによる適合不良の問題は大きく改善される。

Fig.15

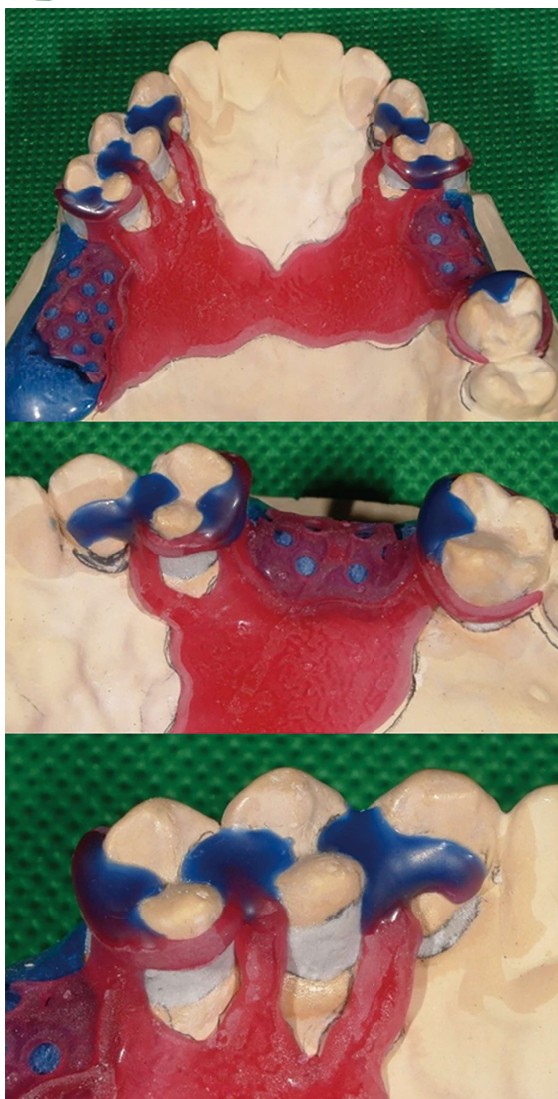


Fig.15 あえてショートしたデザインでパターン製作したレスト周辺部をワックスで形態回復。

⑨埋没

通法に則ってパターンの埋没 (スノーホワイト 3D, 松風) を行う。

⑩鑄造

通法通りに鑄造を行う。使用鑄造機はアルゴンキャスター (松風)、金属はヘラニウム PW (ヘレウスクルツァー・ジャパン) を使用した。

⑪完成

通法通りに研磨を行い、維持装置を含むメタルフレームを完成させる (Fig.16,17)。仕上げ研磨の際は、バレル研磨を用いることで効率化を図っている。

アナログとデジタルの融合を行うことで、作業効率が向上するだけでなく品質の安定化も実現できる。

Fig.16



Fig.16 仕上げ研磨まで行いメタルフレーム完成。

Fig.17

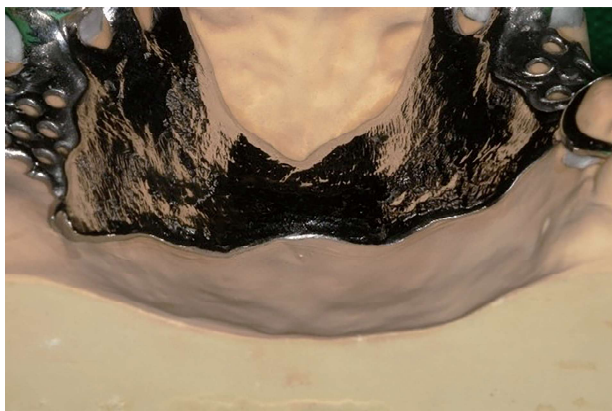


Fig.17 適合状態も良好である。

3. 結果

パーシャルデンチャーの維持装置製作に関して、アナログとデジタルを融合させることで、アナログ法のみで維持装置を製作した場合と比較したところ、概ね2時間の短縮に成功した (Fig.2)。

それと同時に、適合精度を安定化できたことでパーシャルデンチャー製作のトータルタイムも大幅に短縮することが出来た。これらは労働時間の短縮に直結するものであり、弊社にとって3Dプリンターをはじめとするデジタル技術の導入および活用は、まさにプロセスイノベーション (生産工程革新) そのものである。

4. 考察

デンチャーの製作にあたって、どうしたら効率が高えられるのかについてスタッフと一緒に検討した結果、人間の手作業の部分はCAD/CAMに置き換え、機械化出来る部分は全て機械化を進めていくこととなった。その過程で、3Dプリンターをはじめとする各デジタル機器の特徴や癖をきちんと把握出来たことで、仕事の流れを大きく変化する必要も生じた。

大きく変化した作業の中から一例のみ挙げる。デジタル作業で起こる現象の一つに、エッジロス²⁾がある。これはスキャニング時にジルコニアなどクラウンのマージンに起こる現象だと紹介される場面が多いが、前述したようにパーシャルデンチャーの維持装置製作においても、レスト周辺でエッジロスが起こる事が分かった。

そこで、はじめからレストをショートさせてデ

インする形に変更した。そうすることでパターンの適合確認が容易になり、ショートさせたレスト周辺のみワックスで辺縁形態を回復させることで埋没作業に入れるようになった。

結果として維持装置の適合向上と作業時間短縮を同時に実現している。この時、パターンの経時的な変形は避け得ないので、温度変化を最小限にとどめるとともに、極力短時間で作業を終わらせる必要がある。ワックスによる修正をレスト周辺のみにとどめることは、パターン全体の変形回避に繋がり、材料学的見地からみても非常に望ましいことであると考ええる。

また、研磨においてもバレル研磨機を使用することで、なるべく人の手を省けるように作業工程の改善を行っている。模型上で適合を調整した後は、全てバレル研磨での作業となるため、スタッフは他の作業に時間を費やすことが可能となる。

5. おわりに

これまで常態化してきた長時間労働によって、私たち歯科技工士は健康、娯楽、プライベートの時間など多くのものを失ってきたように思う。デジタル化が進む中であって、歯科技工士とは何なのかについてももう一度、考え直す時代が到来しているのではないだろうか。歯科技工士にとってデジタル化は、仕事の高効率化、品質の安定化、そして精度の向上ばかりではなく、新たな機会をもたらしてくれているのは間違いない。しかしアナログで培った技術をデジタルへ応用する技術の習得や、目まぐるしく変化する新技術への適応が必要なことも忘れてはならない。

弊社にもアナログ技術を駆使して歯科医療と国民に貢献してきた匠たちがいる。昨今のデジタル化によって、そんな匠の技術は何処で生かされるのだろうか。そしてアナログからデジタルへの移行は、どのように行っていくことが適切なのだろうか。それらのことを検討・実践してきた結果として、アナログとデジタルを融合させて両者の良さを共に生かすことが最も効率を上げる近道であるというのが、現時点での弊社における結論である。

デジタル技術の活用を進めれば進めるほど、これからの歯科技工におけるアナログ作業の必要性・重要性に気づかされるはずである。

デジタルとの融合を通してアナログの作業を残す

ことは、高齢化していく歯科技工士を少しでも長く雇用することに繋がるだけでなく、歯科技工士の本質を残す道でもあると考えている。

今後さらにデジタル機器の導入が進むことに疑いの余地はないが、デジタルを主役として捉えるのではなく、匠の技をサポートする便利な道具のひとつとしてデジタル機器を使いこなしていく、そのことこそが重要であると考えている。

参考文献

- 1) 菅原淳, 仲野晴美. 液晶ペンタブレットを用いたデジタルデザインの魅力. QDT 2021 ; 46 (3) : 91-129.
- 2) 藤原芳生, 松尾洋祐, 秦康次郎. 歯科用スキャナーの原理的欠陥「エッジロス」とその解決策. QDT 2020 ; 45 (10) : 62-79.