



キャストパーシャル製作における アナログとデジタル ～デンチャーCAD/3Dプリンターの行方～

片岡 均 Kataoka Hitoshi

(公社) 日本歯科技工士会
(一社) 三重県歯科技工士会
株式会社 マイシン
歯科技工士生涯研修

代議員
副会長
代表取締役
6期終了



はじめに

世界でも類を見ない超高齢社会に突入している日本において、2025年には高齢者は全体の約30%に達するとみられている。

このような背景の中、厚生労働省による歯科疾患実態調査によると、50歳前後を境に欠損歯数が増加する傾向にあり、欠損補綴が必要となり、デンチャーの使用が増加すると予測される。(fig.1)

fig.1

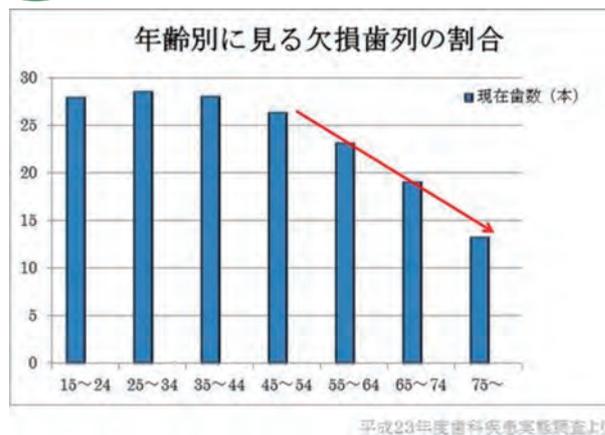


fig.1 欠損歯列の割合

ある患者アンケートによると、患者が求めるパーシャルデンチャーの要件に、「違和感がない」「壊れない」「よく噛める」「汚れない」などがあり、多くの患者が違和感のない適合の良いパーシャルデンチャーを挙げている。

筆者は現在、キャストパーシャルの製作を耐火模型法で行っているが、川島哲先生の主催する臨床セミナーで修得したシステムによりCo-Cr合金とGold-Platinum合金床の適合精度は大きく飛躍し、ストレスが全く無くなっている。

一方、今日のデジタルの発展には目を見張るもの

があり、診査・診断から補綴装置の設計に至るまで、歯科医療には欠かせない技術として急速に普及している。同様に、キャストパーシャル製作にもその波が押し寄せてきている。

現在、歯科用3Dプリンターの臨床での応用はまだ日が浅いが、世界的に注目を集めている。

メタルフレーム製作工程におけるキャストまでの時間の短縮や材料コストの削減などを考えると大変有益なシステムである。

今回、歯科用3Dプリンター (fig.2) を使用し、キャストパーシャルのメタルフレームの試作を行い、適合精度の検証をする機会を得ましたので、耐火模型法との差異を報告いたします。

fig.2

Varseo 3D Printer

フリーフォームプロ2



(株式会社アイキャスト)



(名南歯科貿易株式会社)

fig.2 3Dプリンター

耐火模型法の製作手順

最初に、筆者が臨床で行っている適合精度の良いキャストパーシャルの製作方法(キーポイント)を紹介する。

キャストパーシャルの設計 (Design)

マスター模型にCDマルチコートを塗布し、60℃で10分乾燥する。模型面を滑沢にし、シリコンゴム印象材の分離も良好になる。(fig.3)

fig.3



fig.3 マスター模型とCDマルチコート

サベイング

1. デンチャーの着脱方向の決定をする。
2. 鉤歯や粘膜部にサベイラインを描記する。
デンチャーの着脱方向を確認し、咬合紙を鉤歯に当ててサベイングを行う。
カーボンロッドは細部に入らない場合や折れたりするため使用していない。(fig.4)

fig.4

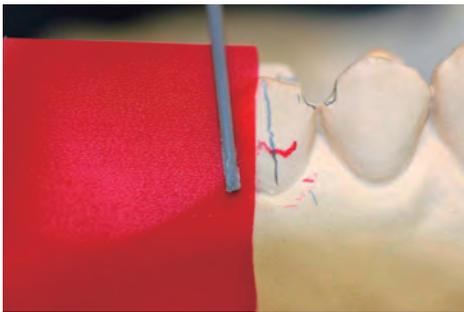


fig.4 鉤歯のサベイング

アンダーカット量を計測し、クラスプの鉤尖の位置を決定する。(fig.5)

fig.5

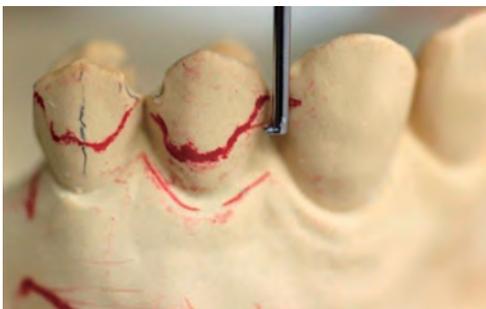


fig.5 鉤尖の位置の決定

マスター模型のリリーフは、口腔内での適合を良好にするため模型のレストシート部や鋭利な部分に希釈した支台スペーサーを塗布する。

ブロックアウトにはAusblockmaterialを用いる。(fig.6)

fig.6



fig.6 マスター模型のリリーフとブロックアウト

シリコンゴム印象材との分離に優れていて模型に色素が付きにくく、べたつくことがないため使用しやすい。

クラスプ外形ライン下方にワックスを盛ってステップを形成する。耐火模型へ正確に転写できる。

I-barクラスプ部は軽くラインを描記しておく。(fig.7)

fig.7



fig.7 クラスプの外形ラインの処理

耐火模型の製作

1. シリコン複印象材の注入

上顎パーシャルデンチャーの場合はスタビライザーを使用するが、上顎と下顎フルデンチャー、下顎パーシャルデンチャーはスタビライザーを使用しない。

複印象用フラスコにシリコン印象材を1分間真空攪拌して注入した後3時間以上硬化させる。筆者が使用しているシリコン印象材は流動性が高いため加圧しなくてもよい。(fig.8)

fig.8



fig.8 複印象用フラスコに模型をセットするシリコンゴム印象材（メガシリコン）

超精密印象は、シリコン印象材の選択と硬化時間が重要になる。

2. 耐火模型材を複印象に注入する。(fig.9)

fig.9



fig.9 耐火模型材の注入

シリコン複印象に耐火模型材を注入し、直ちに2気圧で55分間加圧する。

耐火模型材と専用液の管理と取り扱いは、キャストパーシャルの適合精度に大きく影響を及ぼすことになるので十分注意が必要である。

保管温度は四季を通して15℃～20℃で保管しなければならない。

複印象から取り出した複模型は180℃で60分間乾燥機で乾燥する。(fig.10)

fig.10



fig.10 耐火模型

耐火模型硬化後、直ちに乾燥させないと湿気により化学反応が止まらず適合に大きな影響を及ぼすことになる。非常に重要なポイントである。

乾燥終了後、ワックスバスを行う。

パラフィンワックスを溶かした容器に耐火模型を1秒間漬けて直ちに取り出す。(fig.11)

fig.11



fig.11 ワックスバス

ワックス形成

耐火模型に補綴構造設計ラインを描記する。(fig.12)

fig.12



fig.12 設計ラインの描記

耐火模型に接着材を塗布する。(fig.13)

レスト、メタルストップ、コネクターの凹んでいる部分と補強部分にワックスをフィットさせる。

ワックス形成で重要なポイントはワックスと模型に段差が生じないように指で確認しながら移行的にワックスをフィットさせることである。(fig.14)

fig.13



fig.13 Wax用接着材

デンチャーベースコネクタ、マイナーコネクタ部などを形成する。リテーナーは、ラピッドフレックスシステムの既製パターンを使用する。

Smooth casting wax 0.5mmを2枚目としてプレート全面に貼る。(fig.15)

fig.14



fig.14 ワックス形成

fig.15



fig.15 Smooth casting waxを貼る

fig.16

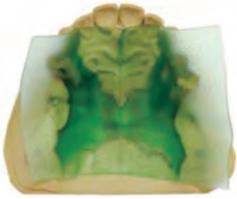


fig.16 Stippled casting waxを貼る

fig.17

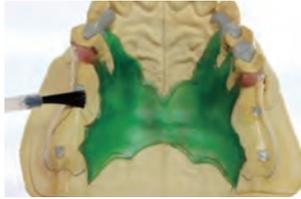


fig.17 Wax-Fixの塗布

fig.18



fig.18 ワックス形成の完成

fig.19

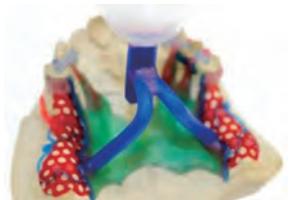


fig.19 スプルーイング

Stippled casting wax 0.4mmを3枚目として全面に貼る。Stippled casting waxは、指先に水をつけながら圧接すると柄が消えにくいので非常に有効である。ワックス形成を完成させスプルーを植立する。(fig.16~19)

埋没・鋳造

外埋没材はWirovestを使用し、粉液比は粉100gに対して30%濃度で15mlとしている。(fig.20)

fig.20



fig.20 外埋没と埋没材



埋没完了後2気圧の加圧を14分間行う。1時間以上硬化させた後、鋳型を加熱炉に (fig.21) で示すスケジュールにて加熱を行う。

室温からワックス焼却終了までの時間は7時間40分必要である。

ワックス焼却スケジュールは鋳造体の面荒れや、鋳造欠陥を生じる可能性があるため注意が必要である。

室温から400℃までは3~4時間かけて上昇させたほうが良い。温度上昇が早いと鋳型にクラックが生じたりすることがある。

鋳造機は加圧鋳造機Argoncasterを使用した。今回使用したCo-Cr合金はBiosil Lである。

fig.21

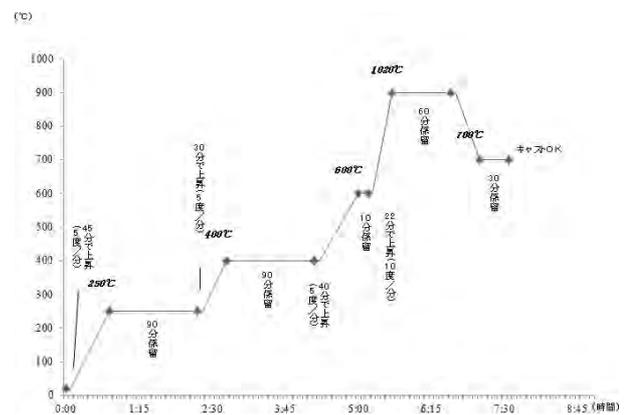


fig.21 ワックス焼却スケジュール

完成

割り出した鋳造体をアルミナサンド (50μ) とガラスビーズ (50μ) 1対1の比率の混合でサンドブラस्टング処理を行う。

内面調整前の状態でも適合精度は大変良好である。鋳巣や鋳肌の荒れやクラックなどは確認されなかった。(fig.22~24)

fig.22

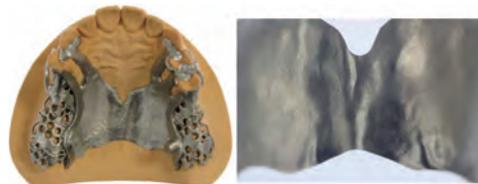


fig.22 サンドブラスト後の状態と内面

fig.23



fig.23 サンドブラスト後のレストの適合状態

fig.24

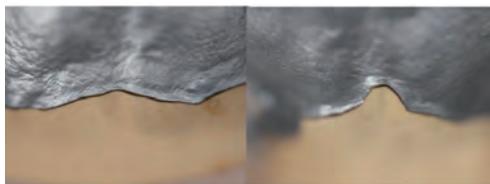


fig.24 サンドブラスト後の適合状態

小さな気泡などを削除し内面調整をして、ガラスビーズによるサンドブラस्टィングを行う。

その後は電解研磨を行い、適合精度をマイクروسコープで確認して研磨完成した。(fig.25~27)

fig.25



fig.25 研磨完成

fig.26



fig.26 研磨後のレストの状態

fig.27



fig.27 研磨完成後の適合状態

模型処理から研磨完成までの所要時間は15時間30分であった。

やはり時間はもっと短縮したいものである。

CAD/3D プリンターでの製作手順

今回、株式会社アイキャストと名南歯科貿易株式会社の2社の協力で3Dプリンターシステムでのパースナルデンチャーのサンプルを試作・検証してみた。マスター模型は耐火模型法で使用した模型とする。

株式会社アイキャスト BELLEZZA システム

設計

マスター模型をスキャナーにセットする。スキャナーのスキャンスピードはフルアーチで16秒、スキャン精度は7 μ mと高速・高精度である。(fig.28)

fig.28

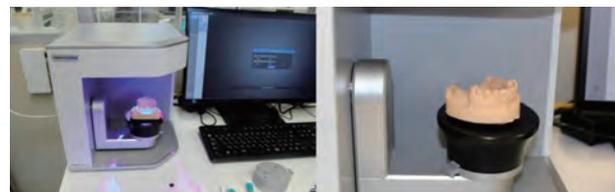


fig.28 Identica hybridスキャナー

メジャーコネクター、レスト、デンチャーベースコネクター、リテイナーなどの複雑な形状が数値化できて設計が容易で短時間に出来る。(fig.29~34)

fig.29

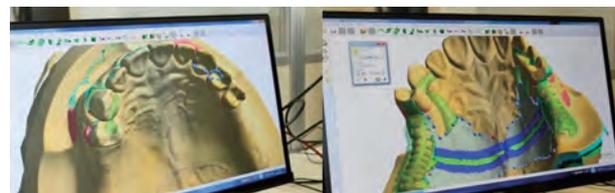


fig.29 デジステルを使用

fig.30

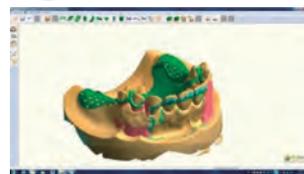


fig.30 アンダーカット量は色で識別が可能

fig.31

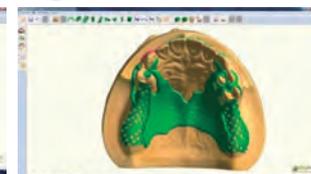


fig.31 デザインはソフト上で行う

fig.32



fig.32 デザインはソフト上で行う

fig.33



fig.33 デザインはソフト上で行う

fig.34



fig.34 ネスティングは3shape CAD bridgeで行う

レジンパターンの製作

3Dプリンターは吊り下げ型の投影方式（DLP方式）を採用している。解像度は50μm（±25μm）である。

樹脂の液槽に光を照射して表面を硬化させ、できた層を幾重にも積層することによって立体の造形物を作るため、短時間での造形が可能である。（fig.35～37）床のプリンティング後、完全重合前にサポートピンをカットし、模型に試適する。（fig.38）

fig.35



fig.35 Varseo3Dプリンティングシステム

fig.36



fig.36 Varseo内部とカートリッジシステム

fig.37

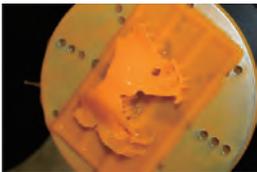


fig.37 昇降台に完成した造形物が付着している

fig.38



fig.38 造形が終了した状態

この段階ではまだ完全重合前の柔らかい状態であり、適合状態も不確定である。模型に中央部から押し当てながらワックスで模型に固定する。レスト付近はマイクロスコープ下でワックスにて微調整をして最終重合を行った。（fig.39）

fig.39

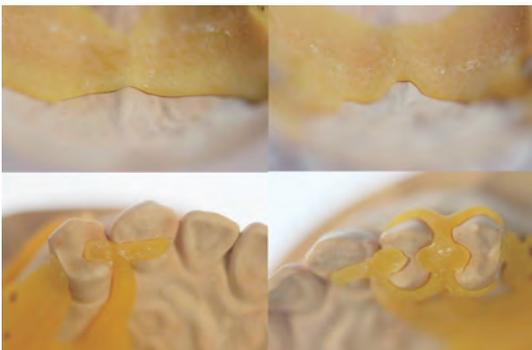


fig.39 造形が終了した適合状態

埋没・鋳造

埋没リングにパターンを植立し、専用埋没材 Varseo Vest P (fig.41) 混液比60%100g：液12ml：精製水8mlで埋没する。（fig.40, 41）

fig.40



fig.40 埋没リングにパターンを植立した状態

fig.41



fig.41 専用埋没材 Varseo Vest P

埋没後30分で950℃の焼却炉にリングを入れて係留60分で鋳造が可能である
Co-Cr合金はBiosil Lで鋳造を行った。

適合状態

(fig.42～44)

fig.42



fig.42 サンドブラスト後の状態と内面

fig.43



fig.43 サンドブラスト後の適合状態

fig.44



fig.44 サンドブラスト後のレストの適合状態

名南歯科貿易株式会社 デンチャー CAD/3D プリンター

設計

Smart Bigスキャナーにマスター模型をセットする。(fig.45)

fig.45

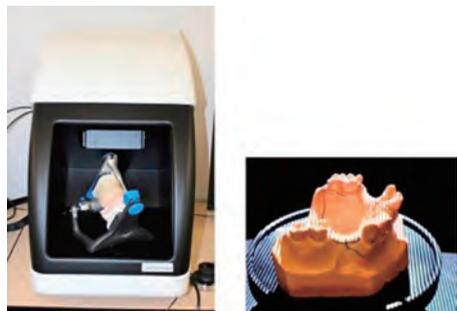


fig.45 Smart Bigスキャナー

スキャンスピードはフルアーチで40秒、スキャン精度は5 μ mである。(fig.46)

設計は、デンチャーソフトウェア（ディジステル）で行う。マジックペン機能はスマートビッグのテキストスキャン機能で取り込んだ模型上の設計線を数クリックすることで自動描記できる。(fig.47)

fig.46

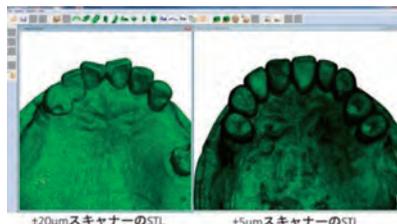


fig.46 STLデータの比較

fig.47



fig.47 テキストスキャンされた線上に自動描記する

レジンパターンの製作

造形は面で積層するDLP方式を採用している。(fig.48)

fig.48



fig.48 フリーフォームプロ2

SASテクノロジー (Slide and Separate Technology) により、広い造形エリアでもスピーディである。(fig.49)

fig.49



fig.49 造形が終了した状態

造形が終了後、サポートピンをカットし、マスター模型に試適する。微小な不適部分をマイクروسコープ下でワックスにて修正する。(fig.50~52)

fig.50



fig.50 造形が終了した状態

fig.51



fig.51 造形は4階まで積層が可能

fig.52

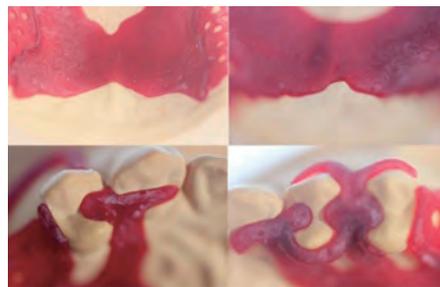


fig.52 造形が終了した適合状態

埋没・ casting

専用マッフルリングにパターンを植立し、専用埋没材SHERA CASTで埋没する。

無水けい酸、アルミナ、マグネシア、リン酸塩、コロイダルシリカを主成分とする埋没材である。(fig.53, 54)

埋没後30分で850 $^{\circ}$ Cの焼却炉にリングを入れて係留45分で casting が可能である。

fig.53



fig.53 専用マッフルリング

fig.54



fig.54 埋没材SHERA CAST
急速加熱に対応している。(混液
比100g：液16.8ml+精製水
4.2ml)

適合状態

(fig.55~57)

fig.55

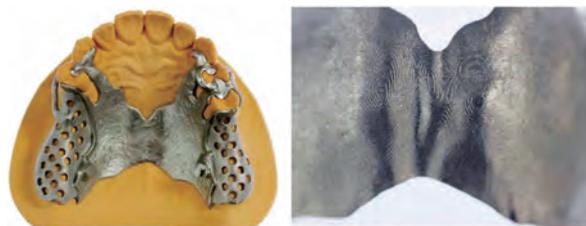


fig.55 サンドブラスト後の状態と内面

fig.56

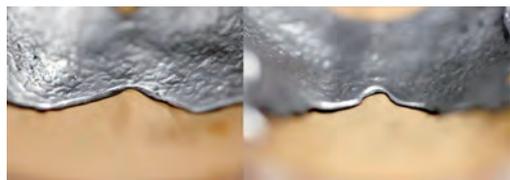


fig.56 サンドブラスト後の適合状態

fig.57



fig.57 サンドブラスト後のレストの適合状態

まとめ

耐火模型法で製作の場合は鑄肌が荒れることなく適合精度は良好であった。

製作時間が長くなることが今後の課題である。

一方、今回検証した2社の3Dプリンターシステムでの製作時間は耐火模型法より短いですが、共通する課題は、

- * 積層後の光重合で部分的にひずみが発生する。
- * マスター模型への良好な適合が得られないため

ワックスにて修正が必要である。

* 3Dプリンティング時の積層ピッチから生じる等高線図のような微小な段差が発生するため、鑄造面にも反映される。

* 急速加熱に対応した埋没材であるが、鑄肌が荒れてしまう場合がある。

以上の事が挙げられる。

おわりに

デンチャーをデジタルで製作するメリットは

- * 複印象を必要としない。
- * 複模型を必要としない。
- * 複数同時にキャストが出来る。
(埋没材,メタルの節約)
- * データ管理が出来る。
(鑄造を失敗した時でも同じデータが保存されているなど)
- * 大幅な時間の節約が出来る。

などが挙げられる。

CAD/CAMが歯科の臨床に様々な影響を与えたように、3Dプリンターは歯科技工の臨床現場で試行錯誤を繰り返しながら適合精度が上がり、技術と知識の研鑽によって完成されたものになるだろう。本格的に活用される日はそんなに遠くではないと思う。フレームデザインの確実な数値化やCT画像と連携させた力のコントロールができるデザインなど、今後デジタル技工の可能性が大いに拡がる事が期待できると筆者は考えている。今後も究極の適合を探究して行く所存である。

本稿が歯科技工士の読者諸氏にとって重要な情報となり、今後の歯科医療の発展に繋がれば幸いです。

今回、執筆にあたり快く協力を承諾頂いた株式会社アイキャストの早川、渡邊様と名南歯科貿易株式会社の新美様には深く感謝申し上げます。

稿を終えるにあたり、多面的なご指導をいただいた川島哲先生に深謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 新1週間でマスターするキャストパーシャル 川島哲著、医歯薬出版株式会社
- 2) DIGITAL DENTISTRY YEAR BOOK 2016, クインテッセンス出版株式会社
- 3) 超高齢社会を見据えたパーシャルデンチャーの製作 歯科技工別冊 医歯薬出版株式会社