

アナログ技工とデジタル技工の違い

木村健二

The difference between analog dentistry and digital dentistry

Kenji Kimura

抄 録

デジタル技工の進展とともに、歯科技工物の製作方法は劇的な変化を遂げている。2005 年、国内においてジルコニアの認可が下りると、その加工が可能な CAD/CAM 技工が徐々に浸透してきた。その後、2014 年に CAD/CAM 冠が保険適用されるようになると、その勢いは加速した。そして現在、口腔内スキャナー (Intraoral Scanner, 以下 IOS と記載) が世界的に注目を浴び、国内でも自費治療分野で普及しつつあり、口腔内スキャナーデータから補綴物の製作を行う機会が増している。本稿では、歯科技工士の立場から、デジタル技工が従来の技工と異なる点について、いくつかの観点からお伝えしたい。

キーワード

デジタルデンティストリー、口腔内スキャナー、デジタル技工

ABSTRACT

With the progress of digital dentistry, the way of prosthesis fabrication has dramatically changed. Since the approval of zirconia in Japan in 2005, CAD/CAM technology capable of processing zirconia has gradually spread. And it accelerated when CAD/CAM crowns were covered by insurance in 2014. As of now, the intraoral scanner attracts worldwide attention, and it is becoming more popular in the self-pay treatment field in Japan, there are increasing opportunities to manufacture prostheses from the intraoral scanner data. In this paper, from the viewpoint of a dental technician, I will describe the differences between the digital method and the conventional one from several perspective.

Key words:

Digital dentistry, Intra-oral scanner, Digital dental technician

I. 当技工所におけるデジタル技工の進展

1. デジタル技工の概要

2005 年にジルコニアの国内認可が下りると、歯科技工所ではその加工のために CAD/CAM による歯科技工が少しずつ浸透しはじめた。当初は、通法どおりワックスアップを行ったものをスキャンし、デザイン画面上でその形態に近似するよう形を整えていく方法

が主流であった。その後、デザインソフト内の歯牙ライブラリーから歯牙を選択し、その形態を微調整し整えていく方法へと進化した。ここで、従来のトーチやインスツルメントを用いてワックスを盛り上げる従来技工とは完全に切り離されたデジタルワークフローが確立された。デザインが完了すると、そのデータを CAM ソフトで加工用データに変換し、ミリングマシンや 3D プリンターなどの加工機で材料の加工をする。デジタル技工を行う際、歯科技工士は歯

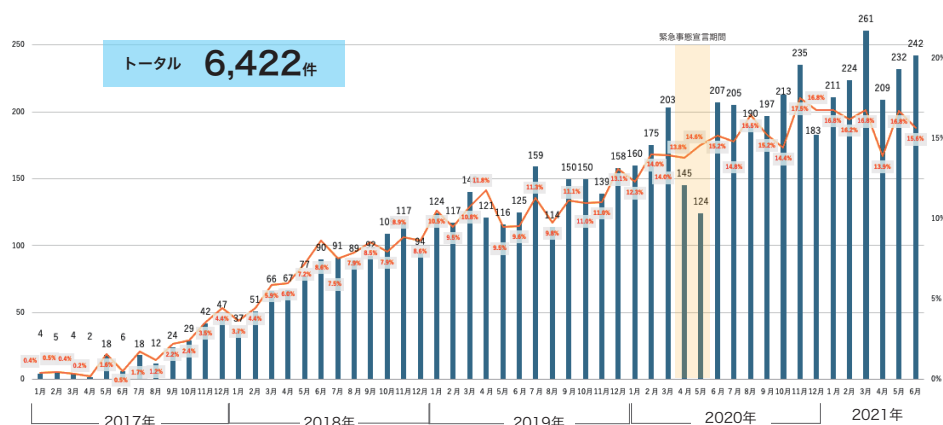


図1 当技工所における口腔内スキャナーデータ受注件数と割合

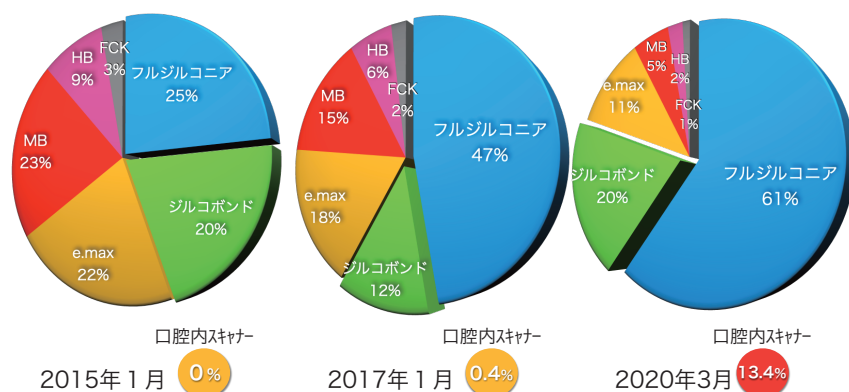


図2 当技工所における受注マテリアルの推移

に関する知識や技工技術に加え、CAD/CAM 機器の取扱法を習得し、機器管理のための情報工学的な知識が求められるようになっていく。

さらに IOS データを受注する場合、従来のように歯型などの「モノ」が技工所へ送られるのではなく、撮影「データ」が各 IOS メーカーのクラウド経由で技工所へ送信される。石膏模型をもとに歯科技工物を製作するタイプの歯科技工(以下アナログ技工と記載)とは異なる新しいワークフローが生まれている。

2. 口腔内スキャナーデータ受注件数推移 (図1)

当技工所は2017年にIOS オールデジタル技工を初受注した。初月受注件数4件からのスタートであったが、わずか5年と経過しないうちに導入歯科医院数、受注件数は着実に増加している。さらに、今般の新型コロナウイルス問題が発生して以来、多くの歯科医師の先生がたからIOS 技工に関する技術的な問い合わせが増えている。唾液や血液が付着した歯型や模型の移動を無くす「非接触型歯科医療」として関心が高まっ

ているのがその要因であると思われる。今季は全受注の15%前後がIOS 症例となっている。今後この傾向は継続、増加していくものと見込まれる。

3. 製作マテリアルの種類の推移 (図2)

次に、当技工所におけるマテリアルの推移について述べたい。2015年1月はCAD/CAM を用いるデジタル技工と従来技工が半々の割合で混在している時期であった。デジタル技工に属するフルジルコニア、ジルコボンドは全体の45%程度であったのに対し、2017年1月には全受注の59%、2020年3月には全受注の81%がデジタル技工へと変化している。

II. 過去・現在・未来における歯科技工の流れと重要ポイント (図3)

1. 過去～アナログ技工～

これまで、印象や石膏模型などの歯科技工物を製作するにあたって必要な「モノ」は物理的に作業現場である技工所へ運ばれる必要があった。技工所では作業

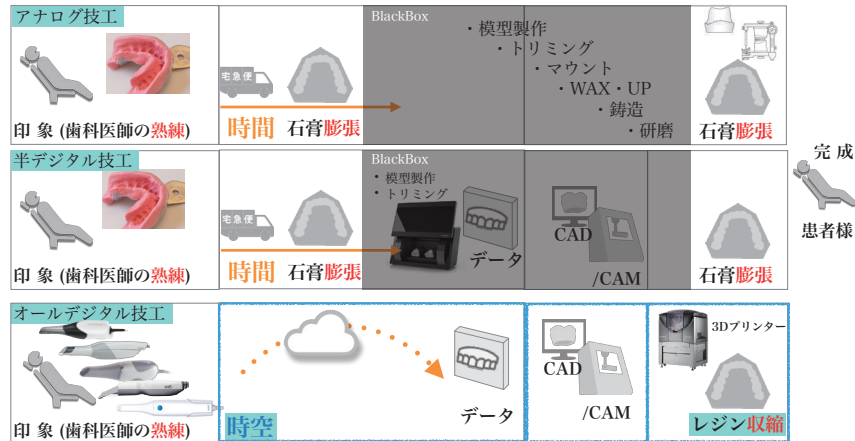


図3 過去・現在・将来における歯科技工製作工程のイメージ。製作工程は変わるが、熟練が必要であることは変わらない。

模型製作後咬合器に装着し、ワックスアップ、埋没、鋳造、仕上げ作業を行って技工物を完成させていた。先生がたの中には従来の技工作業を「ブラックボックス」というイメージで捉えていらっしゃる方も多いと思われる。アナログ技工の場合、特にお伝えしたい点は歯科医師の熟練度によって印象精度が左右され、その印象に注がれる石膏は膨張する性質を持つということである。高精度の印象をもとに石膏膨張の影響を極力抑えた方法で作業模型を製作した場合にはじめて口腔内に近似した作業用模型が出来上がるのである（決してイコールにはならず誤差は発生する）。そして、その作業模型上で何工程もの熟練作業を重ね技工物の製作は進んでいくのである。

2. 現在～半デジタル技工～

精密印象と膨張の影響を極力抑えた作業模型が必要である点では同じだが、ワックスアップ～鋳造ではなく CAD デザイン～デジタル加工により製作が進んでいくタイプの技工を IOS 症例と区別する意味で本稿では半デジタル技工と呼びたい。当技工所では現在このタイプの技工が多くを占めている。多くの先生がたにとって前述したアナログ技工同様、作業を目にする機会は少なく製作工程はブラックボックスという状態は変わらないだろう。ここで精度に影響するのは、模型精度の他、CAD デザインの熟練度と使用するデジタル機器の精度である。歯科技工士は精度を保てるように、機器本体やミリングバーなどの備品の保守管理を適切に行うことが求められる。

3. 未来～オールデジタル技工～

IOS から受注するタイプの技工を本稿ではオールデジタル技工と呼ぶこととする。先にも述べたように、

IOS メーカーのクラウドを介してデータを受け取る新しいフローである。アナログ技工、半デジタル技工と決定的に異なる点は、「モノ」ではなく「データ」が時空を駆けて瞬時に移動するということである。そして、その「データ」は CAD ソフト内で受けすぐさま設計に入ることができる。

少数歯症例の場合はモデルレスでの製作が可能である。この場合、歯科医師により撮影されたデータの精度がすべてである。症例ごとに口腔内への装着状況を歯科医師と歯科技工士双方で確認しあいながら CAD の設計数値をすり合わせていくのが理想的だと考える。

一方、作業模型が必要となる場合もある。例えば、大型症例、ポーセレン築盛症例などである。その場合は、模型製作用に加工したデータを 3D プリンターへ送り、レジン製の模型をプリントする。ここで特筆すべきは従来の「石膏（膨張）」から「レジン（収縮）」という全く反対の性質のものを作業模型として扱うことになった点である。IOS 時代は歯科医師の先生がたの撮影熟練度、CAD 設計の熟練度、歯科医師－歯科技工士間のコミュニケーションがより重要になるだろう。

III. IOS データはどのように技工所へ届くのか

IOS で撮影された口腔内データはどのような流れを辿って技工所に届くのかにつき当技工所で受注実績のある機種種のデータ（図4）の軌跡をまとめた。

はじめに自社で IOS および CAD ソフト双方を持つメーカーの場合を説明したい。デンツプライシロナ社の CAD ソフトである inLab、3shape 社のデンタルデザイナーを所有している技工所へ送る場合、それぞれ

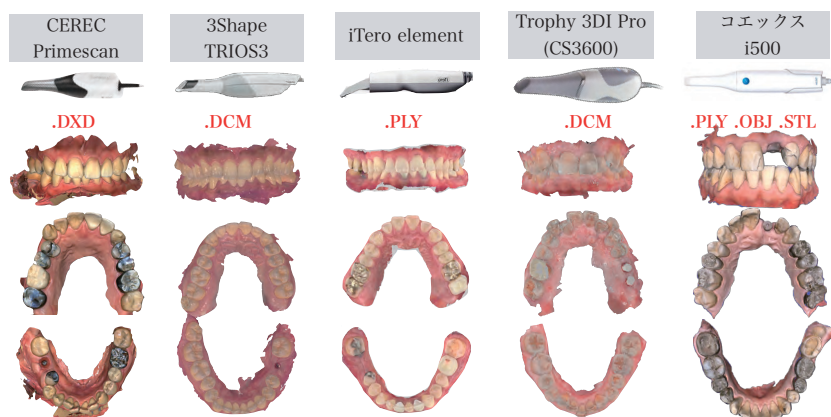


図4 当技工所で受注実績のある口腔内スキャナー画像の一例とデータ形式(拡張子)

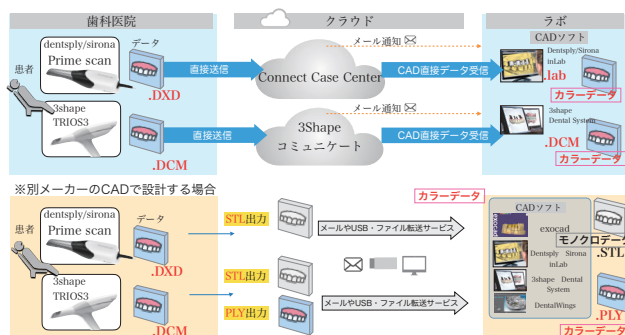


図5 IOSとCADシステムを有するメーカーの場合のデータの流れ(デンツプライシロナ社, 3shape社)

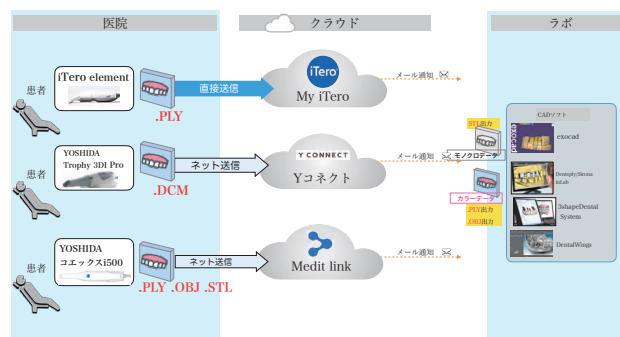


図6 CADシステムを持たないIOSメーカーの場合のデータの流れ

のメーカーのクラウドを介し技工所のCADソフトで受け、歯のデザイン工程へスムーズに入ることができる。IOSと直結するメーカー固有のCADシステムを持たない技工所へデータを送る場合は、歯科医院側でSTL形式や.PLY形式でのデータ出力を行ったのちメールやUSB、ファイル転送サービスなどを活用し技工所に送ることになる。汎用のSTL形式はカラー表示ではなくモノクロ画像になるが、歯のデザインを行うことは可能である。現在は、カラーで撮影ができる口腔内スキャナーが多いが、同じカラー表示ではあるものの各社でデータ形式(拡張子)が異なるため、対応したCADソフトによりカラー表示、白黒表示と違いが出てくる。先生がたは取引先の技工所の所有するCADソフトの種類を確認のうえ、適した形式でクラウド送信、あるいはUSBなどの媒体やデータ転送サイトなどを活用されることになる。

次に、自社でIOSに直結するCADソフトを持たないメーカーの場合である。iTeroの場合、歯科医院側から直接メーカー専用クラウドにデータをアップロードすると、ラボはメール通知を受けデータをクラウドからダウンロードすることができる。カラー表示

の.PLY形式に対応したCADソフトであるエグゾキャドや3shapeデンタルデザイナーを使用すれば、カラーでデザインが可能である。

同じく、専用CADソフトを持たないトロフィーの場合、口腔内撮影後に技工所所有のCADソフトに適した形式でデータを出力する。その後、Yコネクにアクセスし、データを貼り付けアップロードをしたらラボにメール通知される仕組みである。技工所はYコネクにアクセスし、データのダウンロード後、オーダーの作成、インポートを経て各種CADソフトで設計を行う流れとなる。エグゾキャドや3shapeデンタルデザイナーでデザインする場合は.PLY出力でカラーでのデザインが可能である。

最後にコエックスi500の場合について述べたい。ラボとの連携方法は大きく2通りある。メディットリンクで連携する方法と、メディットリンクからPC上にデータをエクスポートし何らかの方法でラボに送る方法である。当社ではトロフィーコネク(現Yコネク)からの受注実績がある。エクスポートは.PLY形式、.OBJ形式、.STL形式が選択できる。エクスポート時にCADシステムを指定する項目があ

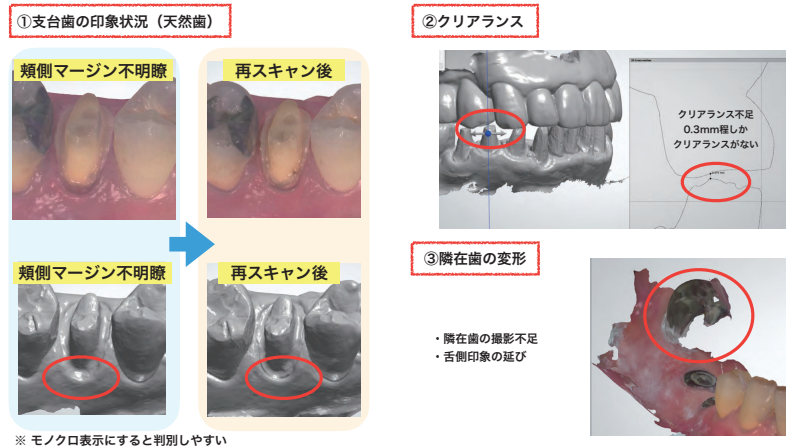


図7 支台歯，クリアランス，隣在歯について再撮影依頼や相談を行った一例

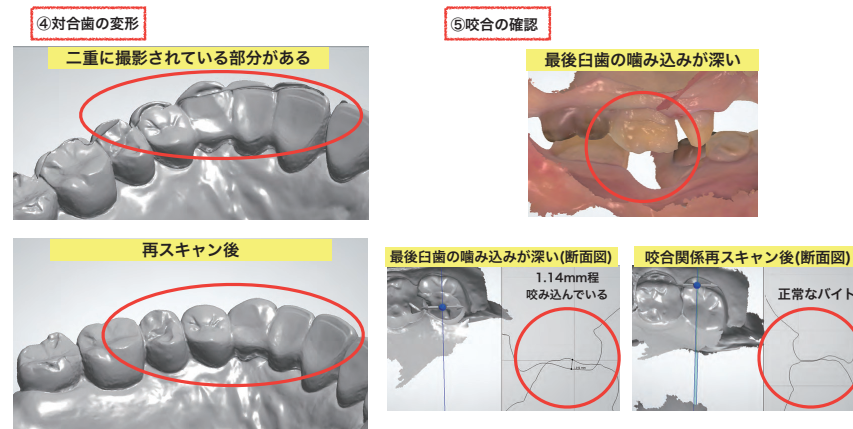


図8 対合歯，咬合状況について再撮影依頼を行った一例

るので，あらかじめ発注先の技工所の CAD システムを確認しておくと思える。

IV. IOS データの確認ポイント ～再撮影をお願いする場合を中心に～

IOS データの場合も，これまでのアルジネート印象，シリコーン印象と同様にデータの状況確認が必要である。これまで IOS データ技工に携わった経験から，撮影者によりデータの精度に違いがあらわれると感じる。技工的な観点から，どのようなデータが作業をしやすく，どのようなデータを再スキャン依頼しなくてはならないのかについて報告する。

技工所ではデータをお預かりすると，1) 支台歯の印象状況，2) 対合歯とのクリアランス，3) 隣在歯の変形，4) 対合歯の変形，5) 咬合状況について確認を行う。

1. 支台歯の印象状況

マージンの決定は精密に行うよう努めているが，

マージンが不明瞭な場合はマージン決定が正しく行えないため再撮影をお願いせざるを得ない。図7(左)は頬側のマージンラインが不明瞭なため再撮影を依頼した。確認の際，カラー表示だと見分けづらいため，モノクロ表示も併用し確認を行っている。初めにお預かりしたデータと再撮影後のデータを比較するとマージンラインの出かたが全く異なるのがお分かりになると思う。

2. 対合歯とのクリアランス

補綴物の強度に関わるため，クリアランスが確保できているかについても重要な確認ポイントである。図7(右上)は支台歯のクリアランスが不足していた。断面図で確認したところ 0.3 mm 程度のクリアランスで，製作予定であったジルコニアの必要強度が確保できない。歯科医師に相談の結果，この症例の場合は再形成や再スキャンは行わず，強度の保てる厚みを確保のうえクラウンを製作，装着時に対合調整で対応いただけることになった。

3. 隣在歯の変形

図 7 (右下) は隣在歯近心部分の撮影が充分ではなく、データに穴が空いている。また、舌側にデータの延びが見られる。このような場合は補綴物の遠心形態やコンタクトポイントの回復が困難になるため再撮影を依頼することになる。隣在歯が撮影しきれていない場合は比較的多く見られる。特に歯頸部付近のアンダーカットが強い歯牙形態の時は、撮影後に確認していただけると良いかと思う。

4. 対合歯の変形

図 8 (左上) は、対合歯が二重に表示されている状態が確認できる。咬合関係が正しく再現できないため、再スキャンを依頼した。図 8 (左下) が再スキャン後である (判別しやすいようにモノクロ表示)。

5. 咬合状況

図 8 (右) は咬合にずれが生じている例である。技工物の精度を大きく左右するため大変重要な確認ポイントである。このデータは最後臼歯の噛み込みが深い状況になっている。断面で確認すると 1.14 mm 噛み込んでいることが分かる。バイトデータを新しく撮影していただいたところ上下ぴったりと咬合している状態で作製することができた。

このように、バイトにずれが生じている際の原因として、片側のみしか咬合採得を行っていただけていないのが一因の場合がある。片側のみの採得の場合、反対側が空いた状態となることが多い。正しい咬合状況を再現するためには両側のバイトを確実にスキャンしていただくことがよりよい補綴物製作、チェアタイムの短縮につながると考える。

V. 終わりに

本稿はアナログ技工とデジタル技工の違いをテーマにお伝えしてきた。アナログ技工とデジタル技工の手法は異なる部分が多い。しかし、追求すべき本質は変わらないと感じる。アナログ技工からデジタル技工への過渡期を経験し、シリコーン印象の際も IOS データ撮影の際もそれを行う術者の先生の知識と熟練度に大きく左右されるものであることが分かった。そして適合と精度の観点からは、印象では石膏の膨張、デジタル 3D 模型はレジンの収縮という正反対の性質の素材を作業模型として扱うことが今後の注意点になるだろう。デジタル技工、とりわけ IOS の潮流は今後間違いなく進展すると思われる。その時に備え、歯科技工所はデータをスムーズに受け入れられるよう、歯科医師の先生がたのお手伝いができるよう、万全に準備を整えていく所存である。

参考文献

口腔内スキャナー入門：デジタル印象採得の基礎と臨床、
疋田一洋、馬場一美 編著、補綴臨床別冊、東京：医歯薬出版；
2019.

著者連絡先：木村 健二

〒 270-0034 千葉県松戸市新松戸 3-260-1

Tel: 047-343-2670

Fax: 047-343-2658

E-mail: kimura@kyowa1.jp