

## 補綴歯科治療のデジタル化の現状と未来

田中晋平, 馬場一美

Current status and future prospective of digital based prosthetic dentistry

Shinpei Tanaka, DDS, PhD and Kazuyoshi Baba, DDS, PhD.

### 抄 録

近年の歯科医療の進歩において、デジタル技術は中核的な役割を担ってきた。デジタル技術を基盤とした歯科医療、いわゆるデジタルデンティストリーは、歯科医療技術の向上だけでなく歯科医療の枠組み、ワークフローを根本的に変革してきた。CAD/CAM 修復や光学印象の普及により、補綴歯科治療の全過程がデジタル化されつつあり、補綴装置の精度・再現性の向上、質の均一化、医療廃棄物の削減、技工及び臨床ステップの簡便化・可視化、データの共有・統合などがもたらされた。

現状では、支台歯形成や多数歯欠損症例における欠損部顎堤の印象や咬合採得、人工歯排列位置の決定などについては、デジタル技術の活用が立ち後れている領域もあるが、これらについてもさまざまな取り組みが行われており、将来的にはデジタル技術を基盤としたワークフローが創出されるであろう。

本稿では、補綴歯科治療におけるデジタル化の現状と、今後の展開について、特にデジタル化が現在直面している技術的限界に焦点を当てながら考察する。

### キーワード

CAD/CAM, デジタルワークフロー, デジタル技術

### I. はじめに

近年のデジタル制御工学・情報工学の加速度的な発展は、人々の生活にさまざまな福音をもたらした。歯科医療の進歩においてもデジタル技術は中核的な役割を担い、デジタル技術を用いたイノベーション、すなわちデジタルデンティストリーは、歯科医療技術の向上だけでなく歯科医療のワークフローを根本的に変えつつある<sup>1)</sup>。例えば、ジルコニアを用いたメタルレス修復の普及、貴金属価格の高騰などを契機として、今日では CAD/CAM を用いた補綴装置が広く普及し、ロストワックス法による従来型の歯科技工ワークフローに取って代わろうとしている。CAD/CAM 冠の保険導入はこの流れをさらに加速するであろう。また、光学印象の普及はデジタルワークフローの枠組みを技工のみでなく、臨床手技にまで拡大するものであり、

補綴歯科治療の全ステップがデジタル化される可能性が現実味を帯びてきた。こうしたデジタル化の流れにより、補綴装置の精度・再現性の向上、質の均一化、医療廃棄物の削減、技工及び臨床ステップの簡便化・可視化、データの共有・統合などが可能となり、そのインパクトは計り知れない。ここで、支台歯形成や多数歯欠損症例における欠損部顎堤の印象や咬合採得、人工歯排列位置の決定など、デジタル技術が実用化されてない領域も取り残されている。しかし、今後これらの領域においても技術革新が起り、デジタル技術の活用が進み新たなワークフローが創出されることは間違いない。一方で、歯の欠損に伴う病態や補綴歯科治療による治療効果を評価する上で重要な役割を担う患者立脚型アウトカムなど、本質的にデジタル技術の及ばない領域もある。本稿では、補綴歯科治療におけるデジタル化の現状と、今後の展開について、特にデジタル化が現在直面している技術的限界に焦点を当て

ながら考察する。

## II. デジタル技術の利点

デジタル化とはアナログデータをサンプリングして量子化しコンピューターで処理可能な2進数のデータへと変換する作業であり、デジタル化によりデータの再現性が担保されること、高速かつ自動データ処理が可能になること、さらにはデータ通信やデータの保存が簡便になりデータ利用もより効率化される。これらの利点は歯科医療に導入したデジタルデンティストリーでもさまざまな面で活用され、歯科医療の進化に大きな貢献をしてきた。本項ではデジタル化によってもたらされた歯科医療の変化のうち補綴歯科領域で最も重要な1) 医療情報の可視化、2) 医療情報の統合と蓄積、3) 治療精度の向上について解説する。

### 1. 医療情報の可視化

医療情報のデジタル化によって可視化が著しく向上した例として代表的なのは、CT (Computed Tomography) のDICOM (Digital Imaging and COmmunication in Medicine) データである。DICOMデータが三次元画像としてディスプレイ上で立体的に示され、さまざまな方向から観察し、必要な断面を即時的に切り出すことができるようになったことにより、解剖学形態を視覚的に理解しやすくなった。さらにインプラント埋入のシミュレーションソフトウェアが開発され、ガイドサージェリーにより安全な手術が可能となるなど、新たな治療法・ワークフローが創出された。

医療情報の可視化は歯科医学教育においても有用であり、例えば光学印象採得を行えば、自らの行った支台歯形成の形態を即時的かつ視覚的に評価できるため、非常に高い教育効果が期待できる。また、スキャン後に患者の歯列の状態をモニター上でさまざまな方向から観察できることから、患者へのインフォームド・コンセントのためのツールとしても有用である。特に、最新世代の機種ではフルカラーで撮影されるものも多いため、よりリアルな像を提示することができるようになるなど、医療情報を三次元的に可視化することにより臨床や教育の質が著しく向上する。

### 2. 医療情報の統合と蓄積

データがデジタル化されると、ソフトウェアでの処理が可能となり、さまざまな種類のデータを統合して利用することができる。例えばインプラント埋入ソフトウェア上でCTをベースとしたDICOMデータと口

腔内スキャンによって得られたSTL (Stereolithography, 後述) 形態データを統合することにより、歯列も含めた顎口腔形態のより正確な3次元再構築が可能となる。また、顎運動データと形態データを統合することにより、ソフトウェア上に設定されている仮想咬合器上でより機能的な咬合面をデザインすることも可能である。

さらに、デジタル化の利点としてデータの送信・保存・共有が飛躍的に合理化されることがあげられる。例えば、支台歯や欠損歯列などをスキャンして保存されたデータは、チェアサイドからネットワークを通じて技工所へ瞬時に送信できる。さらに、これらのデータは物理的空間の制限を受けず記憶媒体上に保存することができる。保存されたデータはインターネット環境を利用して共有することも可能であり、歯科医師、歯科技工師間でデータを共有することにより、補綴装置のデザイン・製作を合理的に進められるなど、業務の効率化と質の向上などがもたらされる。

### 3. 治療精度の向上

デジタル化されたデータは基本的にはデータ操作の過程で劣化することではなく、非常に再現性が優れている。医療において高い再現性が担保されることは治療の質の均一化のために非常に重要である。再現性と精度(正確度)とは異なる概念であるが、再現性が高ければキャリブレーションやシステムの修正により精度を向上することは容易であり、ジルコニアの焼結時の収縮量をCAD/CAMソフトウェアに組み込む等に代表されるように補綴装置の適合精度をデジタル技術で向上することが可能である。

また、デジタル技術を基盤とした新たなワークフローは治療精度の向上にも寄与している。補綴歯科領域における従来のロストワックス法では、弾性印象材・石膏模型・ワックスアップ・埋没・鋳造という数多くの過程からなっており、各過程で生じる寸法変化を考慮しつつ完成補綴装置が臨床的に許容範囲内での寸法精度を担保してきた。しかしながら、口腔内スキャンデータを基に補綴装置をデザインし切削加工すればこれらの過程の大部分を省略することが可能であり理論的には寸法精度は向上するはずである(後述)。

## III. デジタルデンティストリーがもたらしたワークフローの変化

### 1. 補綴装置製作のワークフローの変遷

ロストワックス法を基盤とした印象採得から補綴装

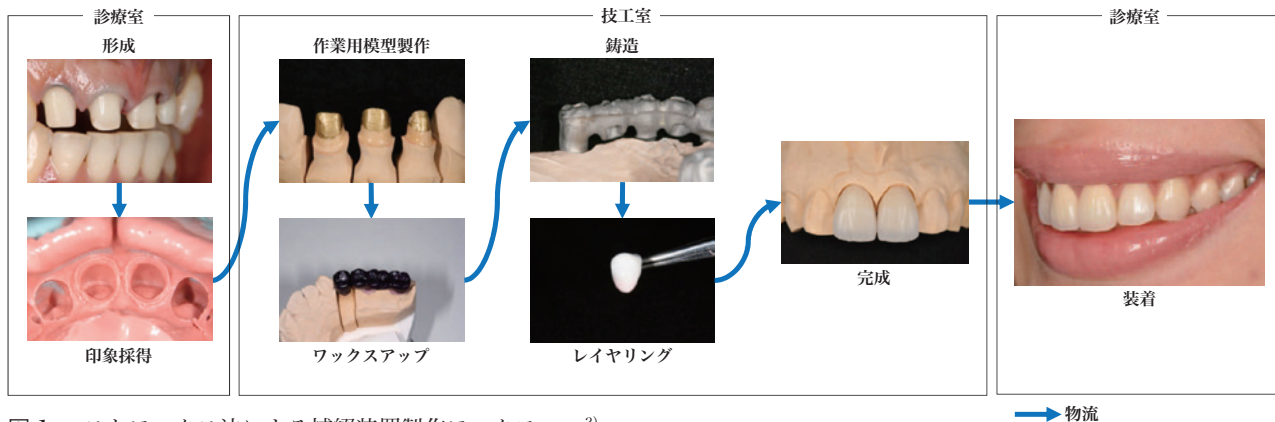


図1 ロストワックス法による補綴装置製作ワークフロー<sup>2)</sup>

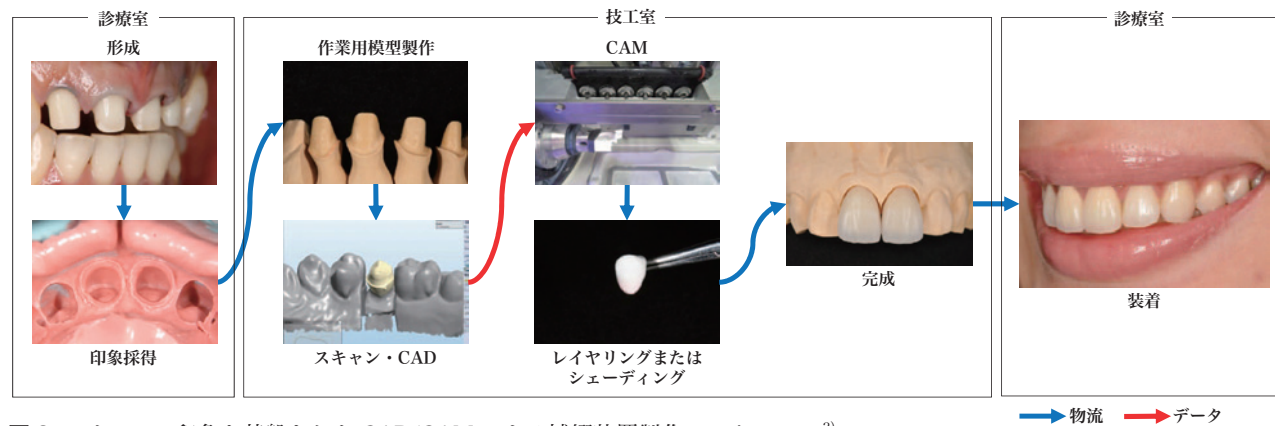


図2 シリコン印象を基盤としたCAD/CAMによる補綴装置製作ワークフロー<sup>2)</sup>

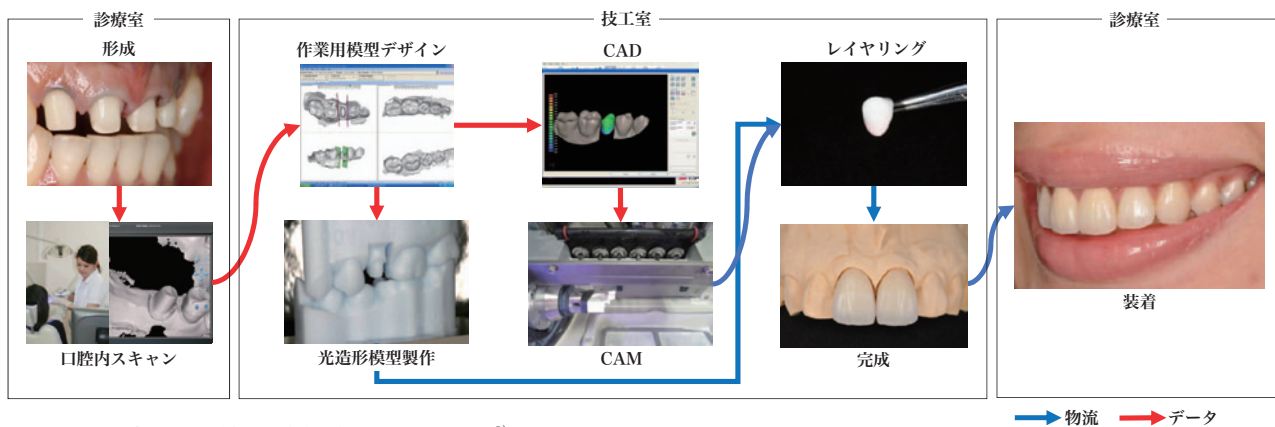


図3 光学印象による補綴装置製作ワークフロー<sup>2)</sup>

置の完成までワークフローは30年以上前に高いレベルで完成されており、長きにわたり標準的に用いられてきた(図1)。前述の様に、CAD/CAM導入の大きな意義はロストワックス法に取って代わる方法で補綴装置を製作できるようになった点である。つまり、作

業用模型上でワックスアップし、埋没、鑄造するという一連の作業が、模型のスキャン、ソフトウェア上でクラウンのデザイン、切削機での加工によって可能となり、歯科技工のワークフローが完全にデジタル化された(図2)。これにより、ワックスアップから鑄

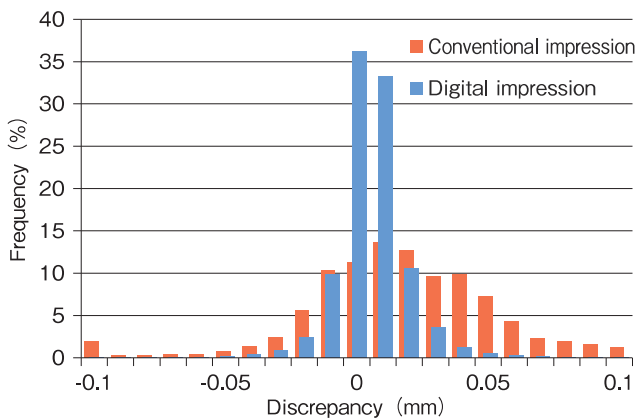


図4 シリコン印象と光学印象について、二人の術者で寸法がどの程度異なるかをヒストグラム化した図。0に近い値の頻度が高いほど、二人の術者が採得した印象の寸法の一致度が高いことを意味する。

造までの製作過程に伴う医療材料や作業の複雑さ、埋没材の硬化膨張や鋳造収縮に伴う寸法変化などの問題の多くが解決されたばかりでなく、模型の形態やデザインされたクラウン形態のデジタル化により、データの保存、共有などの利便性が著しく向上した。

CAD/CAMが間接法を用いた補綴装置製作ワークフローのラボサイドでのデジタル化であるなら、口腔内スキャナーの導入は、臨床サイドでのデジタル化と解釈することができる。口腔内を直接スキャンしてインレーやアンレー、単冠のクラウンなどを製作するシステムとして先鞭をつけたCerecシステムにより、口腔内を直接デジタルスキャンし、仮想模型上で咬合関係を再現し、補綴装置の設計(CAD)・加工(CAM)までの全ての過程がデジタル化された(図3)。

CAD/CAMのワークフロー、すなわち形態データのスキャン、補綴装置のデザイン、デザインされた補綴装置の加工には、1) スキャナー(口腔内スキャナーやラボスキャナー)、2) CADソフトウェア、3) CAMソフトウェア、4) 切削または造形加工装置の4つの間でデータのやり取りが生じる。これらのデータの流れをすべて同一メーカーの機種のみで完結させる「クローズシステム」と、共通のデータフォーマットを用いて機種間での互換性を保証し、メーカーや機種を自由に選択ができる「オープンシステム」とに分けられる。クローズシステムはメーカーによりすべてのステップ間の連携に一貫性があり、ユーザフレンドリーである反面、データ利用や製作過程の微調整などの自由度が低い。一方で、オープンシステムではユーザーにある程度以上の知識が要求される反面、最新の

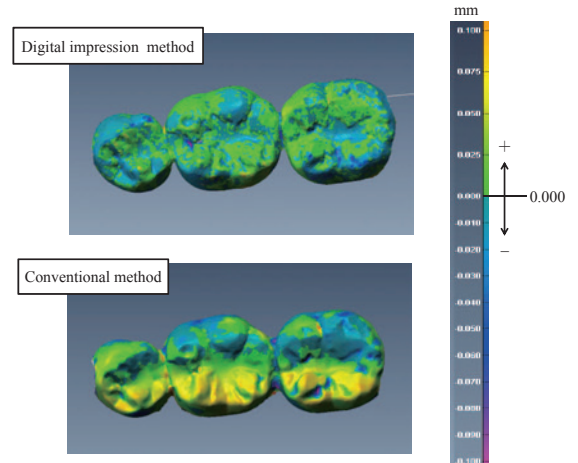


図5 二人の術者で寸法がどの程度異なるかを三次元データ上でカラーマッピングした図

材料やシステムをユーザー主導で選択することができ、自由度が高く、メーカーの枠にとらわれず合理的な運用が可能である。デジタルデータの利点を最大限活用するためには、さまざまな機器がオープンシステムに対応することが必要であるが、同時にユーザーには目的に合致したシステムを選択し運用できるだけの知識と技量が要求される。

## 2. 口腔内スキャナーがもたらすメリット

シリコン印象を用いたCAD/CAMでは、作業用模型を製作するまでの段階で、印象材の重合収縮、石膏の硬化膨張という2段階のエラーが生じる。さらには、作業用模型を光学的にスキャンしてCAD/CAMにて製作されるため、スキャン時のエラーが加わる。しかし、口腔内を直接光学的にスキャンすることにより、少なくとも印象材の重合収縮、石膏の硬化膨張のエラーはキャンセルできるため、理論上は従来法より適合の良好な補綴装置を製作できることになる。文献的にも口腔内スキャナーによる印象の精度・再現性に関して多くの研究報告があり、少なくとも、従来法と同等あるいはそれ以上の精度・再現性が示されている(図4, 5)<sup>3-6)</sup>。

咬合採得についても咬頭嵌合位における上下顎の歯列を光学的にスキャンして記録するため、従来法で使用される咬合採得用のシリコンや石膏を介在させることなく、顎間関係を再現できるため、高い再現性を有する。

また、シリコン印象材による印象では、印象採得が適切に行えたかどうかは印象体が口腔内で硬化後、

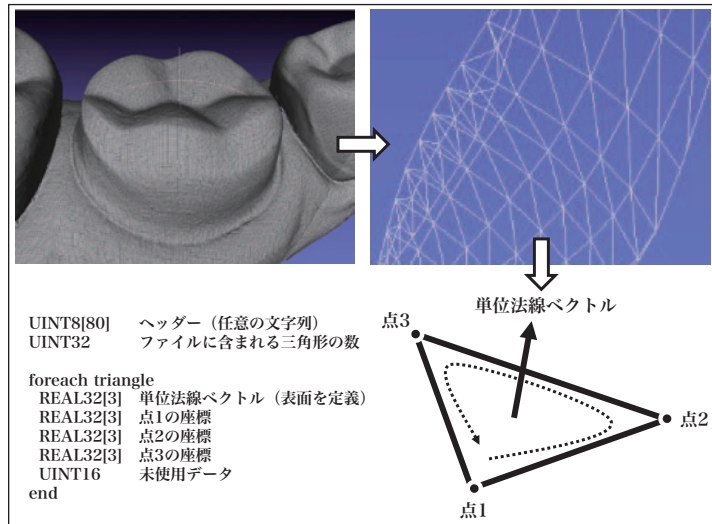


図6 STLデータフォーマットの仕様

撤去してはじめて確認することができる。印象が適切に採得できていない場合には、再度印象を行い同じ手順を繰り返す必要がある。また、シリコン印象の印象体は陰型であるため形態の確認が困難な場合も多い。印象の失敗による再印象は歯科医師にとっても患者にとっても、非常に大きなストレスとなる<sup>7)</sup>。

しかしながら、口腔内スキャナーによる印象では印象データは支台歯の形態として拡大してモニター上にて即時的に示されるため、印象の不足があれば視覚的に確認でき、必要に応じて不足部分の印象を採得することができる。合わせて、形成された支台歯の形成量の不足や形態の不良なども即時的にモニター上で視覚的に確認することができるため、必要に応じて形態修正を行い、当該部位を追加スキャンして印象データを修正することができる。従って、印象体硬化後の印象の不足や石膏模型を製作して初めてクリアランスや形態の不良に気づくなどのトラブルは激減する。

最後に印象採得に広く利用されるシリコン印象材は流れが良く細部再現性が優れているが、一方で印象採得中に印象材が咽頭部に流れて患者が不快な思いをすることは希ではなく、一般に、患者にとっても口腔内スキャナーを用いた光学印象の方が快適である<sup>8)</sup>。

### 3. オープン化の基盤となる STL フォーマット

近年、さまざまなメーカーからデジタルデンティストリー関連機器が発売され、スキャナー、CAD、CAM いずれにおいても選択肢が著しく増加し、自由度が高くなった。そればかりでなく、オープン化が進んだことにより、ほとんどの口腔内スキャナーがスキャンデータを標準的なフォーマットである STL で

出力できるようになり、CAD、CAM のシステムを自由に選択することができるようになった。このオープン化の流れは、国内において一昨年の CAD/CAM 冠の保険収載時、加工機器に対してオープン化をサポートしていることが条件付けられたことによりさらに加速した。いずれにせよ、歯科医師・技工師の裁量によってデザイン・加工システムが自由に選択でき、作業用模型の製作の要否、ブロック・ディスクのいずれを切削するかなどの選択肢が症例ごとに合理的に選択して運用することが可能になった。

前述したように、デジタル化の推進の原動力となるのは、システムのオープン化によるフレキシブルなデータの利用であり、そのためには、歯科における三次元オブジェクトの表面形態のアナログ情報を量子化してデジタル化する必要がある。そのデータの基盤となるのは、三次元オブジェクトを定義するための STL フォーマットである。STL フォーマットはラピッドプロトタイピングや三次元 CAD ソフト用の標準的なファイルフォーマットシステムで、多くの CAD ソフトウェアでインポート可能であり、デジタルデンティストリーにおいても、オープンシステムでデータを受け渡しする際のデファクトスタンダードである。

STL フォーマットは、球体や円柱などのように単純な数式では表わすことができない自由曲面をデジタルデータとして取り扱うために、オブジェクト表面の三次元形状を細かな三角形 (=ポリゴン) の集合体で量子化する。データ構造は三角形の三次元系における座標点と表面方向を規定する単位法線ベクトルによる数値データにて記述されており、形態情報のみを有するため STL フォーマット単独では色調の表現はでき

ない(図6)。自由曲面をポリゴンで量子化する過程では、当然ながら実体とデータの間には差が発生するが、これを公差という。公差はポリゴンを細分化すればするほど小さくなるが、過度の細分化はスキャナーやCADソフトウェア、加工機の性能を著しく超越し、データの肥大化に伴う処理速度の低下を引き起こす。加工機の精度から一定以上に公差を小さくしても、加工されるプロダクトのクオリティは向上しない。このため、公差はスキャナーから加工機までの一連のシステムの性能を考慮して、最大公約数的な設定が必要であり、今日のデジタルデンティストリーにおいては、一般に10 $\mu$ m程度に設定されている。

#### IV. デジタルデンティストリーの未来

##### 1. 補綴臨床のモデルレス化

口腔内スキャナーを用いた光学印象を行った場合、作業用模型を製作することなく補綴装置を製作することは可能である。しかしながら、レイヤリングポーセレンを用いたバイレイヤーのオールセラミッククラウンではフレームへのポーセレン築盛を行うために模型が必要である。また、モノリシック材料を削り出す場合でも現実的には、辺縁や冠内面、咬合の調整等のために模型製作は行われている。これらの模型も同じSTLデータを用いて3Dプリンターで製作されており、3Dプリンターの精度の方がCAD/CAMで加工される製作物の精度より高いため、現状では模型上の調整を行う意味があると考えられている。

デジタルワークフローのさらなる普及のためには、いかに従来法の煩雑な治療操作や技工操作をシンプルにできるかが重要である。最終的には光学印象で採得した形態データのみで作業用模型を用いずに、補綴装置の製作が可能になればコストの面からもワークフローの合理化という面からも理想的であり、CAD/CAMの加工精度が向上すれば実現性はある。しかしながら、精度については、現状ではワークフロー全体での精度検証については報告されているものの、各プロセスで生じる誤差についての系統的な報告はほとんどなされていないため、精度の向上を目指すには、まずはこれらの点について明らかにすることが必要であろう。

また、前述のレイヤリングポーセレンを用いた補綴装置の問題については、従来のジルコニアの低透過性による審美的問題を解決するために用いられてきた技術である。近年、高透過性でグラデーションカラーを有するマルチレイヤー・ジルコニアが次々と製品化さ

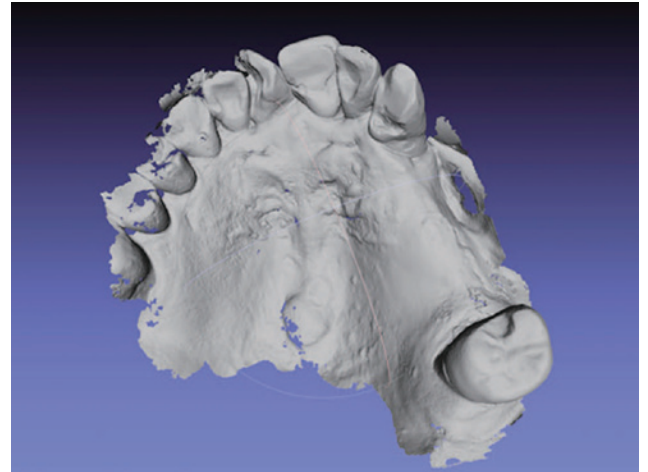


図7 中間欠損症例における口腔内スキャナーによる光学印象

れており、これらのジルコニアとステイニングを併用すれば審美領域にもモノリシックなフルカントウアージルコニアクラウンが適用できる可能性が出てきており、モデルレス化の障害であった審美的な問題は近い将来解決可能であると考えられる。

##### 2. 有床義歯臨床における新たなワークフローの創出

これまで述べてきたように、クラウン・ブリッジやインプラント上部構造製作ワークフローへのデジタル技術の応用はかなり広範囲にわたって普及しており、システムも洗練されてきた。それと比較して、有床義歯臨床におけるデジタル技術の開発は一步遅れている感は否めないものの、この分野へのデジタル技術の応用についても多くの報告がされている。例えば、CAD/CAMシステムを用いることで、無歯顎患者に対して1回の通院で全部床義歯を製作するシステムも実用化されている。しかしながら、これらに用いられる欠損部顎堤の3Dデータには、従来のシリコン印象材による印象面を光学スキャンしたものや、シリコン印象から製作された作業用模型を光学スキャンしたものが使用されており、欠損部顎堤を直接光学印象して得られた3Dデータを用いた報告はない。

現状でも口腔内スキャナーを用いて粘膜面を光学印象することは可能であるが、口唇および頬粘膜、舌を的確に排除する必要があるため、術者のみならず介助者の熟練度を要する。また、光学印象は基本的に解剖学的印象であり、従来行われてきた個人トレーとモデリングコンパウンドを用いて行われる辺縁形成による床縁設定や欠損部顎堤部に対する機能(加圧)印象を光学印象で行うことは困難である。しかし、義歯床を小さく設定することが可能で辺縁形成を必要としない



図8 デジタル筋圧形成：口腔内スキャナーを用いた筋圧形成。可動部粘膜を断続的に動かしながら光学印象すると、可動部と非可動部のスキャン画像のクオリティに差が確認できる<sup>2)</sup>。

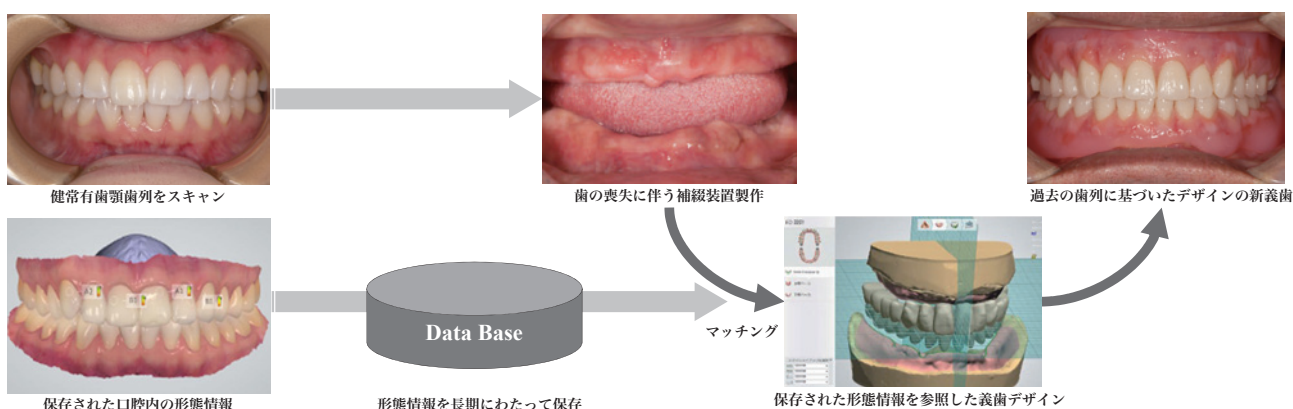


図9 デンタル 3D データベース：形態データのデータベースを利用した補綴装置のデザイン。有歯顎時の形態を光学印象しておき、歯を喪失した際に保存データを参照して補綴装置をデザインする概念図<sup>2)</sup>

歯根膜支持型義歯が適応となる中間欠損症例においては、口腔内スキャナーによる光学印象が十分に適応可能であり（図7）、歯牙および欠損部粘膜面を光学印象した3Dデータ上において設計された義歯を製作・装着した臨床報告もされている<sup>9)</sup>。

無歯顎や多数歯欠損症例については、現状では欠損部顎堤の機能印象や顎間関係記録、人工歯排列位置の決定等をデジタルで直接行うことはできない。これらの問題点を解決するためには多くの技術革新が必要であるが、現状では、治療用義歯を製作しこれをデジタル技術でコピーする方法、ラピッドプロトタイプングを用いた試適用義歯を用いる方法、顔貌シミュレーションの応用、テンプレートを用いた人工歯排列など、有床義歯治療へのデジタル技術の応用がさまざまな方法で行われている<sup>10)</sup>。

これらの問題に対して、著者らはいくつかの対応法

を検討している。特に、筋圧形成については、光学印象採得の仕組みを鑑みると、可動部粘膜をスキャン時に筋圧形成を行うような動作で持続的に動かすことにより、可動部粘膜と非可動部粘膜との境界をスキャンできる可能性がある。つまり、非可動部粘膜は動かないので適正なデータが生成され、可動部を断続的に動かすことにより故意にノイズを多く含んだ画像を取得し、その部分が自動的にもしくは半自動的に棄却されるようなデータが生成できれば、理論的には筋圧形成に相当する形態データを取得できる（図8）。著者らはこの試みについて多面的に検証し、実用性について今後検討する予定である。

### 3. 口腔内形態情報のデータベースの構築

矯正歯科領域では従来から研究用模型を長期間保存し治療経過の評価に使用されてきた。模型保存のため

の物理的なスペースの問題から最近では模型をスキャンしデジタルデータとして保存することが一般化している。今後は模型製作を行わず、口腔内の直接スキャンデータが主流になる可能性も現実味を帯びてきた。矯正歯科に限らず、研究用模型を作成する代わりに口腔内を直接スキャンすれば、これらの形態データを X 線情報とともに、電子カルテに組み込み、データベース化することも可能である。形態データを含んだデータベースが構築できれば、災害時の身元確認などに活用できるばかりでなく、長期的にデータを保持することにより、歯の欠損が生じて補綴処置をする際に、参照することも可能でありさまざまな利用法が考えられる。

例えば、先に述べた無歯顎や多数歯欠損症例の咬合採得や人工歯排列の問題については、このデータベースを構築することで対応できる可能性がある。具体的には、健全な歯列を有している状態で歯列全体の光学印象採得を行い、デジタルデータとしてデータベースに保存しておき、歯の喪失が生じた場合にこれらのデータを参照して補綴装置をデザインすれば、ろう堦やろう義歯を用いなくても可撤性義歯の製作は可能である (図 9)。

もちろん、有歯顎の時の状態が患者にとって正常かつ理想的な状態でなければ直接使用することは難しいが、形態データの長期的な保存・活用のためのデータベース化は、今後取り組まなければならない課題の一つである。

## V. まとめ

歯科医療のデジタル化が急ピッチで進み、その中で CAD/CAM や口腔内スキャナーは大きな役割を担ってきた。今後、デジタルデータを基盤とした歯科医療の枠組みが益々広がることは確実であり、デジタルデンティストリーの普及と進化が歯科を牽引する大きな柱であることに疑いの余地はない。補綴歯科臨床におけるデジタルデンティストリーは今後、ますます進化し、デジタルデータの効果的な連携・活用が加速することが予想される。患者の顎口腔の形態並びに機能をコンピューター上で可視化し、これらを患者、歯科医師、技工師、衛生士が共有し、規格化された工業技術をフルに活用して診療を進めて行くという補綴歯科診療のワークフローが確立されることもそう遠くはない。

また、デジタルデンティストリー普及のキーワード

は「オープン化」であり、機種に依存しない標準的なデータフォーマットを中心としたワークフローがさらに拡充すればユーザーの利便性は著しく向上し、結果的に、CAD/CAM 機器や口腔内スキャナーに限らず、デジタル歯科機器がより歯科医師にとって身近なものになるであろう。

## 文 献

- 1) Baba K. Paradigm shifts in prosthodontics. *J Prosthodont Res* 2014; 58: 1-2.
- 2) 馬場一美, 田中晋平, 高場雅之, 西山弘崇, 上村江美. 光学印象採得で変わる補綴歯科治療-口腔内スキャナーのいま-. *日本歯科評論* 2016; 76(9): 33-82.
- 3) Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int* 2015; 46: 9-17.
- 4) Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions--an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 2011; 14: 11-21.
- 5) Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 1759-1764.
- 6) Patzelt SBM, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 1687-1694.
- 7) Joda T, Brägger U. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clin Oral Impl Res* 2016; 27: e185-e189.
- 8) Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M, Reijers HA. Patients, preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Impl Res* 2014; 25: 1113-1118.
- 9) Mansour M, Sanchez E, Machado C. The Use of Digital Impressions to Fabricate Tooth-Supported Partial Removable Dental Prosthesis: A Clinical Report. *J Prosthodont* 2015; 25: 495-497.
- 10) Katase H, Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S. Face simulation system for complete dentures by applying rapid prototyping. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 353-360.

著者連絡先：馬場 一美

〒145-8515 東京都大田区北千束 2-1-1

昭和大学歯学部歯科補綴学講座

Tel: 03-3787-1151 内線 234

Fax: 03-3784-7603

E-mail: kazuyoshi@dent.showa-u.ac.jp