

## 歯科医院

### デジタル化が進む歯科業界 歯科用 CAD/CAM 導入による増収策

- ① 歯科用 CAD/CAM システムとは
- ② 歯科用 CAD/CAM システムの構築と有効性
- ③ 歯科用 CAD/CAM システム導入による収益性向上
- ④ 主な歯科用 CAD/CAM 製品

# 1 | 歯科用 CAD/CAM システムとは

医療技術や医療機器、材料等は先進医療への取り組みから進化を続けており、その技術や材料に対し保険適用範囲も拡大してきています。それに併せて、歯科用 CAD/CAM システムが特に注目を浴び、改めて自由診療への活用も見直されています。

今回は、歯科用 CAD/CAM システムの導入による収益性アップ、患者への有効性、システムについて紹介します。

## 1 | 歯科用 CAD/CAM システムの概要

一般産業界では、コンピュータを活用した設計と制作システム (CAD/CAM) の導入により、製品の精密さや質の高さ等がグレードアップし、制作工程自体が刷新されています。同様に、歯科業界においても CAD/CAM による多様なシステムの利用がみられます。

### ■CAD/CAM とは

- CAD (computer-aided design の略) : コンピュータ支援設計とも言われ、デジタル化された設計のソフトもしくはツール
- CAM (computer-aided manufacturing の略) : 製品の製造を行うため、CAD で作成された形状データから、生産準備から制作・加工までを工作機械で行うソフト・システム

歯科技工にも CAD/CAM が導入され、補綴物を含む歯科技工物の作成や利用される材料に変化が出てきています。従来、インレー、部分被覆冠、全部被覆冠、ブリッジ、部分床義歯、全部床義歯、インプラント上部構造などの大半が手作業で製作されていましたが、その工程 (設計や加工) の一部について、コンピュータのシステムに置換えた歯科用 CAD/CAM が制作されました。これにより、作業の効率化と品質の正確性を図ることが可能となり、これまでは利用できなかった材料での制作が可能になりました。

## 2 | 歯科用 CAD/CAM 機器の種類

歯科用 CAD/CAM 装置には、主に計測装置、設計装置、加工装置の3種類があります。

### (1)計測装置

計測装置 (3D スキャナー) には、印象採得 (型取り) を行った後に石膏作業模型を製作し、これを立体的にスキャンするタイプのものと、プローブ (歯と歯茎の溝を測る器具)

を直接口腔内に装入して切削した歯牙（支台歯）をスキャンするもの（いわゆる光学印象法）とがあります。印象採得からの計測装置に利用される技術には、接触式プローブ、非接触レーザースポット、ラインレーザー（光切断）、パターン光などが、また直接歯牙をスキャンするものでは、大量のデータを瞬時に取得し易いパターン光が用いられることが多いようです。

## (2)設計装置

専用の3次元CAD（設計ソフト）を主体としており、個々の歯冠形状の基本データを持ち、それを変形させて支台歯に適合させていく設計手法をとるものです。一部のシステムでは、極めて多数の歯の形状データに基づいて、設計すべき空間に最適の歯の形状を自動で提示する機能を搭載したものも出てきています。

## (3)加工装置

ボールエンドミル（先端が球状の切削工具）を用いて、ミリング（切削）加工により材料を成形するものが多く、システム開発メーカーが個々の加工を請け負う場合は、工場内に大型のマシニングセンター（自動工具交換機能を持っている数値制御工作機械）を設置して加工を行うケースも増えています。

その他、ミリング以外の加工方法として、蝋を利用した鋳造方法や部分床義歯のメタルフレームの製作用として一部で付加造形/付加製造法が導入されています。いわゆる3Dプリンターと呼ばれている装置で、生産効率を上げ易いことから今後利用の伸びが期待されています。

# 3 | 歯科用 CAD/CAM で使用する歯科診療材料

## (1)樹脂系材料

鋳造用の材料として、エンジニアリングワックス（機械・自動車・電子機器などの部品に使用される蝋）やPMMA（メタクリル樹脂）が用いられます。後者は暫間被覆冠としても利用されています。また、日本国内においては、2014年にハイブリッドレジンから切削加工で製作する「CAD/CAM 冠」が小臼歯に対して保険適用になったことから、複合合成材料であるハイブリッドレジンの需要が急速に高まるとともに、技工所に対するCAD/CAMシステム普及のきっかけになるものと思われます。さらに今後、海外を中心にスーパーエンジニアリングプラスチック（機械・自動車・電子機器などの部品に使用されるプラスチック）のひとつであるPEEK（ポリエーテルエーテルケトン）などの活用が検討されています。

## (2)金属系材料

コバルトクロム、チタン等が利用されています。コバルトクロムはメタルボンド（陶材焼付鑄造冠）のメタルフレームや部分床義歯の一部として、チタン等はクラウン、ブリッジ、インプラントの一部（カスタムアバットメント）等で多く用いられます。

## (3)セラミック系材料

従来の歯科用陶材、アルミナス（酸化アルミニウム）陶材、ジルコニアセラミックスの3種類に大別されます。特に、高強度を有するジルコニアセラミックスでは、多くの場合、その高強度によって完全焼結後の切削加工が難しく、半焼結体の状態で加工が施されます。

尚、日本国内では、健康保険制度の兼ね合いからジルコニアセラミックスは海外ほどには普及していませんが、原材料となるジルコニアの高純度粉末は日本がその大半を世界に供給しています。

## 4 | 歯科用 CAD/CAM システムのメリットと課題

### (1)メリット

#### ■歯科用 CAD/CAM システムの学術的メリット

- 従来の印象採得からの間接法では難しかったデータの保存や再利用、画像や構造解析を基にした修復物の設計、データの転送による歯科技工のネットワーク化が可能
- 安全性や強度、審美性に優れた新素材の利用が可能になり、しかも工場で管理されたブロックを出発点にすることにより、内部欠陥のない品質の安定化が可能
- 技術者の経験や勘に頼っていた修復物の適合性を正確に制作することが可能
- 治療や歯科技工の作業工程の省力化と作業環境の改善が可能

日補協会ホームページ 第120回記念学術大会「Digital Prosthodontics の変遷と展望」より

### (2)デメリット

#### ■歯科用 CAD/CAM システムの学術的デメリット

- 手作業に比較して CAD/CAM は、臨機応変さがなく融通が利かない
- 計測装置や加工装置の精度が最終修復物の適合性に影響する（必ずしも従来の最高レベルには到達しない）
- 支台歯形成の自動化は難しく、CAD/CAM は手作業との協働にならざるをえない
- 現状では顎口腔の機能時の情報を CAD/CAM に反映するのが困難

日補協会ホームページ 第120回記念学術大会「Digital Prosthodontics の変遷と展望」より



## 2 | 歯科用 CAD/CAM システムの構築と有効性

歯科用 CAD/CAM システムには、計測、設計、加工の工程があります。その工程に合わせて機器もそろえる必要があります。

また、院内で全て加工する方法、院内で計測し技工所へデータ送信で情報提供し、複雑な補綴物だけを技工所で、もしくは全て技工所で加工してもらう方法があり、そのほかに歯科用 CAD/CAM と CT 等を活用し、より精密かつ正確な診断と補綴物の加工を行う手法もあります。

### 1 | アナログ技工とデジタル技工の違い

今までのアナログ式技工の工程は、印象採得に始まり、石膏模型を作成し、咬合器装着から金属溶融、鋳造、咬合調整などを経て完成していました。院内ですべて行うには、技工室や技工士等の配置や時間投下、材料費、ロス等まで採算計算をするのも難しい状況でした。

デジタル式技工では、用意する装置も明確になり、材料のロスや、やり直しになる手間も軽減できて期間も短縮できるため、収入及び費用の予測がほぼ明確になります。

また、計測時や装着時の患者負担も減り、治療終了までの期間短縮につながることから、患者の評価アップを図ることも期待されます。

#### ■アナログ式技工工程

●印象採得 ⇒ ●石膏模型作成 ⇒ ●咬合器装着 ⇒ ●ワックスアップ  
⇒ ●植立 ⇒ ●埋没 ⇒ ●焼却 ⇒ ●金属溶融 ⇒ ●鋳造 ⇒ ●完成

デジタル式技工では、スキャナーからデザインを起こす PC へ、そこから加工調整するミリングマシンへデータを移行して完成となります。技工指示書では詳細に記載できない事項もデータによって明確に伝達できるうえ、投下時間も短縮することができます。

#### ■デジタル式技工手順（院内工程）

●光学スキャナーや卓上スキャナー、CT 装置によるスキャンでの計測  
⇒ ●コンピューターによるデザイン作成 (CAD) ⇒ ●ミリングマシンによる加工 (CAM)  
⇒ ●完成

## ■ デジタル式技工手順（技工所へ外注工程）

● 光学スキャナーや卓上スキャナー、CT 装置によるスキャンでの計測

⇒ ● 技工所へデータ送信 ⇒ ● 技工所による加工と調整 ⇒ ● 配送 ⇒ ● 完成

## 2 | オープンシステムとクローズドシステム

歯科用 CAD/CAM システムには、オープンシステムとクローズドシステムがあります。

オープンシステムとは、計測装置（光学・卓上等スキャナー）、設計装置（PC：CAD）、加工装置（ミリングマシン等）の歯科用 CAD/CAM システムを構築する核装置を、歯科医院側で任意に組み合わせて使用できるシステムです。

また、クローズドシステムは、すべての装置が 1 社のメーカーによって供給され、他社と組み合わせようと思っても、互換性がないため組み合わせることができません。



Doctorbook academy ホームページ <https://academy.doctorbook.jp/pages/about> より

## 3 | 歯科用 CAD/CAM システム導入によるメリット

学術的なものばかりではなく、様々なメリットが考えられます。設備投資費用は掛かりますが、維持経費や材料費が節約でき、診療報酬の増加もあることから、増収と費用対効果は大きいといえ、昨今の歯科医院の増収対策の一つにもなっています。

## ■メリット

- 保険適用の CAD/CAM 冠を院内で作成可能
- 他院との差別化が図れる
- 金属アレルギーの患者に対して金属以外の補綴が可能
- 「白い歯」の作成が容易
- 印象採得時の患者の不快感が減少
- 技工所利用でも外注技工料が減少
- 技工物のデータ化により、2 回目以降の作成納期の短縮  
(患者に対し、安定したクオリティで診療提供ができる)
- 石膏模型等の管理スペースが不要
- 印象・模型等の材料費削減
- 自由診療では高品質な治療提供ができる

## 4 | 歯科技工士の現状

現在、歯科技工士を雇用している歯科医院は減少しています。また、その分歯科技工所が増加しているかというところでもありません。そのため、歯科技工士の志願者も減少しており、歯科技工士における 30 歳未満の割合も 10%を大きく切っているといわれています。

平成 10 年代後半には、年間約 2,800 名の卒業生を排出していた歯科技工士学校も閉校等が進んで約 23%減少し、卒業生も年間約 1,300 名しか養成されていないのが現状です。

補綴物を含め歯科技工物は、専門性のある歯科技工士に依頼、制作してもらわなければならないため、歯科用 CAD/CAM システム導入は、今後の歯科業界の課題となると思われます。

## 5 | 補綴物等の歯科技工物の管理責任

補綴物等の歯科技工物の計測（印象採得含め）から完成、装着までの責任は医院側にあります。各患者に適切な補綴物等の歯科技工物を提供するには、歯科医師が診療に対する理念や方針を明確にし、細部にわたって歯科技工指示書に記載する必要があります。

しかし、歯科用 CAD/CAM システムを導入すると、一人ひとりの患者に対して診療理念や方針を明示することなく、歯科技工所との契約時に明記した書面を交わし、あとは詳細なデータを送ることによって、対応可能となると思われます。

## 3 | 歯科用 CAD/CAM システム導入による収益性向上

### 1 | 歯科用 CAD/CAM システムの施設基準と保険点数

2014年4月より、歯科用 CAD/CAM システム導入にかかる施設基準とこのシステムを用いたハイブリットレジンによる歯冠補綴の保険適用部位が拡大されています。小臼歯（4番、5番、大臼歯は金属アレルギーに限る）のみが保険適用になりました。

#### ■ 歯科用 CAD/CAM (コンピュータ支援設計・製造ユニット) 装置の施設基準

##### ● 【施設基準通知】

- (1) 歯科補綴治療に係る専門の知識及び3年以上の経験を有する歯科医師が1名以上配置されていること。
- (2) 保険医療機関内に歯科技工士が配置されていること。なお、歯科技工士を配置していない場合にあつては、歯科技工所との連携が図られていること。
- (3) 保険医療機関内に歯科用 CAD/CAM 装置が設置されていること。なお、保険医療機関内に設置されていない場合にあつては、当該装置を設置している歯科技工所と連携が図られていること。

#### ■ 保険点数比較表 (小臼歯/失活歯)

処置名称 / 補綴物	金属冠 (FMC)	硬質レジン ジャケット冠	CAD/CAM 冠
失活歯 歯冠形成 (非金属冠)	166 点	166 点	636 点
印象採得	62 点	62 点	62 点
咬合採得	16 点	16 点	16 点
手技料/材料	807 点	964 点	1,582 点
装着料	45 点	45 点	45 点
CAD/CAM 冠装着加算	—	—	45 点
装着材料	17 点	17 点	17 点
クラウンブリッジ維持管理料	100 点	100 点	100 点
合計点数	1,213 点	1,370 点	2,503 点

(株)ヨシダ パンフレット「CAD/CAM CHOICE Book」より



金属冠 (FMC) と歯科用 CAD/CAM 冠の保険点数差で、1,290 点 (1,290 円) となっています。硬質レジンジャケット冠と歯科用 CAD/CAM 冠の保険点数差で 1,133 点 (1,133 円) となっています。なお、外注で外注で CAD/CAM 冠を作製した場合は下記の通り、収支差は 8,000 円となります。

■従来との収支比較



(株)ヨシダ パンフレット「CAD/CAM CHOICE Book」より

■歯科用 CAD/CAM システム導入時の院内作成シミュレーション

歯科用 CAD/CAM システム (院内作成用) を約 10,800 千円 (例) で購入し、金融機関から年利 1.85%6 年元金均等返済で融資を組んだ場合、毎月 134,464 円の支払いになります。

この金額以上の必要治療本数は下記の表では、十分受注できる本数だと下記の表からも判ります。



(株)ヨシダ パンフレット「CAD/CAM CHOICE Book」より

## 2 | 歯科における「ものづくり補助金」

中小企業庁では、平成 24 年度から「革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金」（俗称 ものづくり補助金）という制度において毎年募集を行っています。厳しい審査を得る必要や、予算枠、応募も多数あるため、採択される確率は低いものの、この歯科用 CAD/CAM システム導入も対象となっています。

公募は各都道府県地域事務局が担当となっており、要領や審査基準、採択率に関しても各担当事務局へ問い合わせが必要です。今年度の募集が始まりましたが、応募期間が 2 カ月を切っていることもあり、周到な準備が必要です。

### ■ものづくり補助金創設の目的

- サービスやものづくりの新事業を創出するため
- 革新的な設備投資やサービス・試作品の開発を行う
- 中小企業を支援するため

### ■ものづくり補助金 事業の概要（H28 年度応募の資料より抜粋）

#### 事業の概要

##### 事業の目的

国際的な経済社会情勢の変化に対応し、足腰の強い経済を構築するため、経営力向上に資する革新的サービス開発・試作品開発・生産プロセスの改善を行うための中小企業・小規模事業者の設備投資等の一部を支援します。

##### 対象要件

認定支援機関の全面バックアップを得た事業を行う中小企業・小規模事業者であり、下記の要件のいずれかに取り組むものであること。

「中小サービス事業者の生産性向上のためのガイドライン」で示された方法で行う革新的なサービスの創出・サービス提供プロセスの改善であり、3～5年で、「付加価値額」年率3%及び「経常利益」年率1%の向上を達成できる計画であること。または「中小ものづくり高度化法」に基づく特定ものづくり基盤技術を活用した革新的な試作品開発・生産プロセスの改善を行い、生産性を向上させる計画であること。

##### 事業の詳細

- 中小企業者等が第四次産業革命に向けて、IoT・AI・ロボットを活用する革新的ものづくり・商業・サービス開発を支援。

（補助上限：3,000万円、補助率：2/3）

- 中小企業者等のうち経営力向上に資する革新的ものづくり・商業・サービス開発を支援。（※）

（補助上限：1,000万円・500万円、補助率：2/3）

※雇用増（維持）をし、5%以上の賃金引上げについては、補助上限を倍増。

※最低賃金引上げの影響を受ける場合は補助上限をさらに1.5倍（上記と併せ補助上限は3倍）



北海道中小企業団体中央会ホームページ H28 年度 ものづくり補助金 公募について より

## 4 | 主な歯科用 CAD/CAM 製品

### 1 | 計測器(スキャナー)

計測器には、石膏作業模型を3次元スキャンするものと、光学印象法という方法で、プローブといわれる計測装置を口腔内に装入して切削した歯牙（支台歯）をスキャンするものがあります。

#### 松風 S-WAVE スキャナーD2000

##### 《特徴》

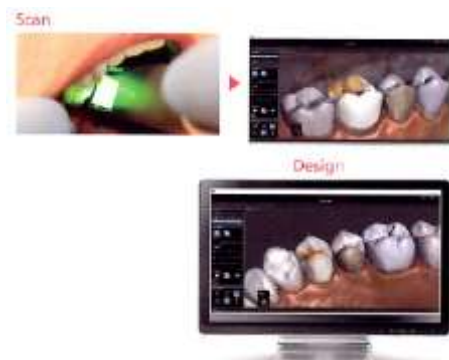
- 27本の青色LEDライン照射によるマルチラインスキャンで、高精度スキャンが可能
- アーチ、分割支台歯、バイト、対合歯のスキャンを一度に行える
- 「咬合セットアップツール」の使用により、バイトをスキャンすることなく咬合状態をソフトウェアに再現することが可能



#### (株)ヨシダ トロフィー3D I システム

##### 《特徴》

- 軽量&コンパクト
- 精度が高く、高画質に再現
- STLファイル活用で各種システムと連携可能



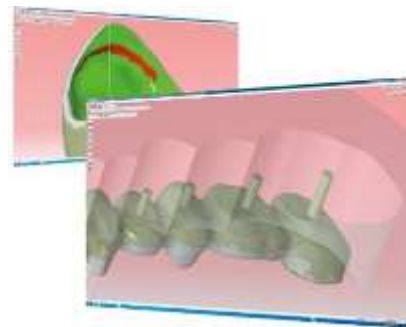
## 2 | 設計装置(CAD)

設計装置 (CAD) は、コンピュータを使用し設計やデザインができるシステムのことで 3 次元 CAD が使われます。計測器 (スキャナー) で計測されたデータを加工して設計することでより正確に設計でき、単純ミスを防ぐことができます。

### 松風 S-WAVE CAM ソフトウェア G02dental

#### 《特徴》

- 3ステップで高い精度で加工できるよう加工条件を登録可能
- CADソフトでデザインされたデータを読み込む際に、マージンラインやアンダーカット部などの要素を自動的に抽出し高精度な加工データを作成する
- コネクタ、シンタリングピン、メタコネクタの配置機能、部分加工済み材料の再利用機能を搭載
- 松風製品の材料の加工条件がプリセット
  - \* 同時5軸による切削で内冠部位などでも高精度に加工することができる



### シロナ CEREC チェアサイドソリューション ワンデートリートメント

#### 《特徴》

- 天然色の歯牙画像の再現が可能
- 前歯の詳細なデザインと咬合も考慮した設計
- チェアサイドでのスキャンシステムと一体化





### 3 | 製作・加工(ミリングマシン)

製作・加工には、CAM といわれる製品を製造するために必要な工程をコンピュータ上で行うシステムを使用し、切削する加工機（ミリングマシン）によって、技工物を製作します。ミリングマシンのほか、3Dプリンターを使用する方法もあります。

#### 松風 ローランド社 DWX-50

##### 《特徴》

- 同時5軸制御により複雑な形状の症例にも対応でき、高品質な補綴装置を生産できる
- オートツールチェンジャー（自動刃物交換装置）最大5本までのツールを自動で切り替えながら加工を行える



#### ヨシダ トロフィーカム

##### 《特徴》

- 高速ブラシレスモーター採用
- 安価なランニングコスト
- 本体接続は電源及びLAN回線のみ



#### ヨシダ ARCTICA Engine

##### 《特徴》

- 14種類のミリングバーと5軸加工でより精密に正確に再現
- 自動ツールチェンジャー搭載



※他メーカーの製品も多彩にあります。ランク付けでの掲載ではありません。



## ■参考文献及び参考資料

日補協会ホームページ 第120回記念学術大会「Digital Prosthodonticsの変遷と展望」より  
Doctorbook academy ホームページ <https://academy.doctorbook.jp/pages/about> より  
キャデント株式会社ホームページ「保険適用のCAD/CAM冠」より  
株ヨシダ パンフレット「CAD/CAM CHOICE Book」より  
北海道中小企業団体中央会ホームページ 「H28年度 ものづくり補助金公募について」より  
株シロナ ホームページ「CAD/CAMシステム」より  
株松風 ホームページ「CAD/CAMシステム」より