



図4 上顎中切歯の審美障害を主訴として来院した患者の口腔内。



図5 支台歯形成後の同部位。従来から推奨されているオールセラミック修復に適した形成を行った。



図6 修復物装着後の口腔内。陶材の築盛スペースが十分に確保されているため、色調は口腔内に調和している。



図7 術後2年後の同部位。経過は良好である。



図8 審美障害を主訴に来院した患者の口腔内写真。



図9 上顎中切歯は失活歯であり、残存歯質の量も少ないためホワイトニング後、最小限の支台歯形成にとどめた。



図10 強度が高く、色調調整が可能なジルコニアフレームをCAD/CAMにて製作した。



図11 修復物装着後の同部位。難症例ではあるが色調は口腔内に調和している。



図12 3年経過後の同部位。経過は良好である。

審美とMIの調和

筆者は臨床のテーマとして「審美とMI (Minimal Intervention)の調和」を掲げている。審美治療において、

歯質の切削を多くするほど審美性を獲得しやすい。具体的に2つの症例を比較して説明する。

なお、本項で紹介する筆者のすべての症例は、東海歯科医療専門学校の長谷川彰人氏によって修復物が製作されたことを申し添える。

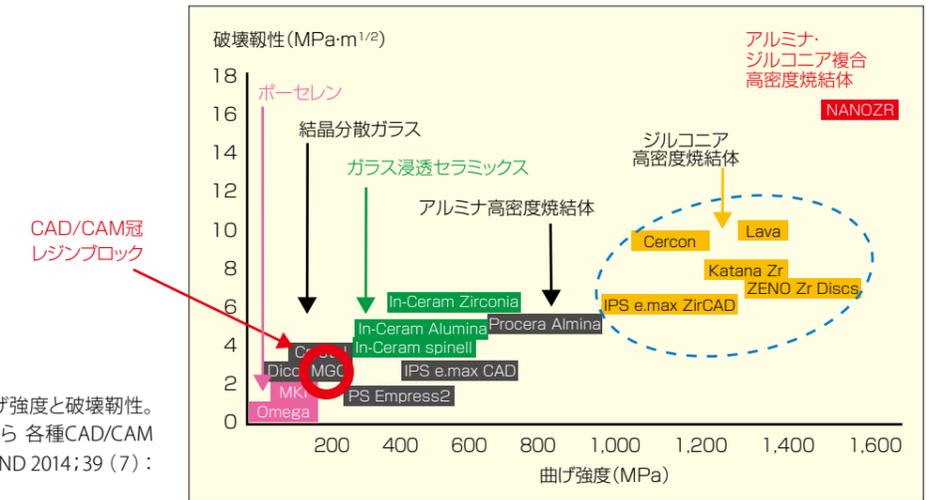


図13 歯科用セラミックスの曲げ強度と破壊靱性。(宮崎 隆. 歯科理工学の立場から 各種CAD/CAM 修復材料の特徴. DENTAL DIAMOND 2014; 39 (7): 27. 一部改編引用)



図14a 歯質の一部をレジンにて修復した後、CAD/CAM修復のために支台歯形成を行った口腔内。支台歯は生活歯である。



図14b 印象採得後、松風ブロックHC (松風)にてCAD/CAM冠を製作した。

1つ目の症例として図4に、上顎中切歯の審美障害を主訴として来院した24歳女性の口腔内を示す。図5に支台歯形成後の同部位を示す。従来から推奨されているオールセラミック修復に適した支台歯形成を行った。印象採得後、ガラス浸透アルミニウムセラミックス (MgOAl₂O₄/Glass) のフレームをCAD/CAMにて製作し、その上に陶材を築盛した。図6に修復物装着後の口腔内を示す。陶材の築盛スペースが十分に確保されているため、色調は口腔内に調和している。図7に示すように、術後2年経過した同部位の状態は良好である。

2つ目の症例として図8に、審美障害を主訴に来院した26歳女性の口腔内を示す。上顎中切歯は変色が強いためオールセラミック修復を行うことにした。上顎中切歯は失活歯であり、残存歯質の量も少ないためホワイトニング後、最小限の支台歯形成にとどめた (図9)。本症例は陶材の築盛スペースが少ないうえ、支台歯の変色が非対称であるため難症例と思われる。このような理由から、強度が高く、色調調整が可能なジルコニアフレームをCAD/CAMにて製作した (図10)。図11に修復物

装着後の同部位を示す。難症例であるが色調は口腔内に調和している。図12に3年経過後の同部位を示す。経過は良好である。

1つ目の症例と比較してMIを意識した2つ目の症例は、修復スペースが少なく、色調を口腔内に調和させるのは困難と思われる。しかしながら歯科材料や技術の進歩によりMIコンセプトのもと、良好な審美性を得られることができつつある。

CAD/CAM冠のデメリット

図13に、歯科用セラミックスの曲げ強度と破壊靱性を示す²⁾。CAD/CAM冠に用いるレジンブロックはレジンジャケット冠より強度をもつものの、図中に示すようにジルコニアをはじめ他のCAD/CAM用ブロックと比較すると強度は低くなる。

したがってCAD/CAM冠にはクラウンの強度を保つために厚みが必要となる。言い換えればCAD/CAM冠の破

第Ⅱ部
自費診療の「CAD/CAM」の今

② 歯科医院におけるメリット

—何ができるのか—

山崎 治
原宿デンタルオフィス

はじめに

現在の歯科用CAD/CAMは、さまざまな材料の成形加工が可能となり適応範囲も拡大し、その加工精度も臨床的に満足できるレベルになっている。特に近年では、2005年に高強度、高靱性のジルコニアが国内で認可され、また、2014年4月の歯科診療報酬改定により保険治療での「CAD/CAM冠」の導入も手伝って、より身近

な製作方法として一般的になってきた。
しかし、歯科用CAD/CAMは急速に発展を遂げる一方で、選択できるシステムは多岐にわたり、使用する材料や製作物がより複雑となってきたのが現状である。それぞれのCAD/CAMシステムの特徴や製作工程は他項を参照していただくとして、本項では、CAD/CAMで製作できる材料のなかで、臨床的に使用頻度の高い材料を中心に、適応症や選択のポイントを述べたいと思う。

補綴装置の製作工程の流れ

使用材料の特徴を述べる前に、補綴装置が製作される過程のなかで、どこにCAD/CAMが応用されるかを理解する必要がある。補綴装置の製作過程を図1に示す。
大別すると、光学印象を使用し、作業用模型なしで全工程にてCAD/CAMを応用するもの（CEREC AC™）と、通法に従い印象採得、咬合採得を行い、作業用模型を出発点としてデザイン・加工後、完成するシステム（製作工程の一部にCAD/CAMを応用するもの）がある。
本項では、前者を「歯科医院完結型」、後者を「歯科技工所外注型」として話を進めていくこととする。

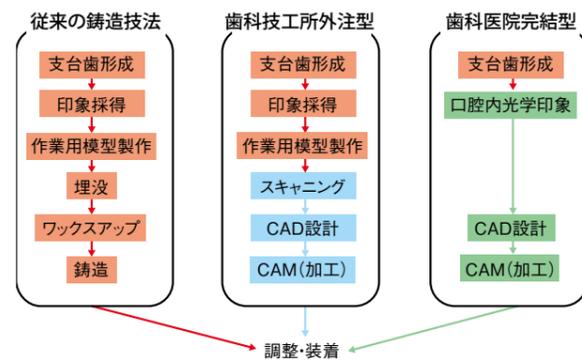


図1 修復物・補綴装置製作過程の比較。歯科技工所外注型では青枠(■)、歯科医院完結型では緑枠(■)の部分がCAD/CAMシステムで製作される部分である。



図2 ミリング法。歯科用CAD/CAMでは最も普及している方法であるが、バーの形状により加工精度に限界がある。



図3a, b 積層造形法は、CADデータを薄くスライスしたデータに変換し、1層ずつ積層しながら目標物を製作することで、一般工業界で「迅速に(Rapid)」「試作(prototyping)」することを目的とした三次元造形技術から応用された方法である。



図4a 支台歯形成終了時の咬合面観。専用スキャナーによる光学印象採得を行う。



図4b PC画面上で模型が表示され、三次元的に動かすことができ、マージンや窩洞形成を評価できる。



図4c 光学印象時に対合歯や咬合時の頬側面観を記録することで、咬頭嵌合時の再現がPC上で可能となる。



図4d 修復物のデザイン。バイオジェネリクスアルゴリズムを搭載したソフトウェアが、患者オリジナルの咬合面を瞬時に分析し再現が可能である。



図4e ミリング後の修復物の試適。適合性は臨床的にも満足できるレベルである。



図4f 最終修復物装着時の咬合面観。短時間の即日接着修復が最大のメリットである。

どちらの過程も、CADで得られたデジタルデータを基に各種材料を加工し（CAM）補綴装置が製作されるが、その材料を加工する方式は除去加工を行う「ミリング法」（図2）と、付加加工を行う「ラピッドプロトタイプング法」がある（図3）。

ミリング法とは、使用材料をバーで切削加工し材料を除去することで目標物を製作することで、現在の歯科用CAM工程では最も普及している方法である。

ラピッドプロトタイプング法は、積層造形法とも呼ばれ、切削加工することなくCADデータを薄くスライスしたデータに変換し1層ずつ積層しながら目標物を製作する。そのためミリング法と比較して、より大きい製作物が量産可能であり、中空性構造物の製作ができるのが特徴である。

本項では、最も普及している加工方式のミリング法(切削加工)について説明していくこととする。

歯科医院完結型は
どんなシステム？

歯科医院完結型とは、歯科技工所を介さずに歯科医院内で完結できるシステムである。このシステムはCERECシステムに代表され、光学印象のための専用スキャナーとミリングマシンが院内に設置され、歯科医師みずからデザインし製作するのが特徴である（図4）。歯科

表1 歯科医院完結型の適応症。

長石・リユースイト強化型 インレー、アンレー、 ベニア、クラウン
2ケイ酸リチウム インレー、アンレー、 ベニア、クラウン ブリッジ（第二小臼歯まで）

技工所や加工センターへの経由が不要であるため、チェアサイドで迅速に製作することが可能である。

従来の金属やセラミックスによる歯冠修復は、間接法による技工操作が必要になり、装着時までの仮封期間に仮封材の脱離や漏洩による象牙質の汚染が考えられる。一方このシステムでは、窩洞形成後、光学印象から修復物のミリング操作まで、経験にもよるが1時間弱での装着ができるため、即日接着修復が可能となる。このような「One day treatment」は、チェアタイムの短縮や窩洞の即時封鎖による歯髄保護の観点では、臨床的には非常に意義があることである。

しかし、従来の印象を技工所に送りそこをスタートとする歯科技工所外注型と比較して、初期導入コストがかかることと、光学印象やPC操作などの熟練度が必要になるのがデメリットと思われがちである。しかし、「One day treatment」の価値やブロックのランニングコストも安価なため、医院の価格設定にもよるが、長い目で見れば



図68 SF151により得られた切縁の丸みを頬口蓋側面と移行的に調整し、各形成面を滑沢に仕上げる。



図69 SF151により得られた切縁の丸みを両隣接面と移行的に調整し、各形成面を滑沢に仕上げる。



図70 SF151の先端部を用いて咬合面と隣接軸面との線角に丸みを与える。



図71 リダクションガイドを用いて形成を終了する。線角を残さず丸みをもった形成面に仕上げるのが重要である。

小白歯部症例

上顎右側第一小白歯に、日々の臨床においてたびたび遭遇する咬頭傾斜のないフラットな咬合面形態のクラウンが装着されている(図72)。色調においても反射率の高い彩度の低い状態であった。なぜこのような形態、色調のクラウンが製作されたか製作者である歯科技工士を責めるのではなく、支台歯形態を確認する必要がある。生活歯であるとの理由からか、咬合面の形成量が極端に少ないことがわかる(図73)。さらに、頬側、口蓋側マージン部の形成量も極端に少ない。その割に、軸面のテーパーが大きく、最終外形から逆算した支台歯形成とはどういえない状態であった。生活歯であっても、インレー形成の場合は、小窩裂溝部に十分なボックス形成が行われるのに対して、クラウンの形成となると躊躇してしまうようである。歯の解剖を理解していれば、生活歯でも必要かつ十分な形成は行える。

改めて、CAD/CAMクラウン用の形成を施した(図74)。頬側、口蓋側マージン部には、十分なショルダー

幅を付与し、軸面のテーパーも適切に修正し、小窩裂溝部にも十分なクリアランスを与えた。加えて、隅角部に十分な厚みと丸みを付与した。図75に完成した理想的な形態のクラウンを示す。口腔内に装着された状態を図76、77に示す。患者が違和感を感じない高くないクラウンを装着しても、決して機能回復にはならない。

CAD/CAM クラウンの臨床例

上顎両側中切歯症例

両側中切歯に不良修復物が装着されていることにより審美障害を訴えて来院された患者の初診時正面観を示す(図78)。右側中切歯が口蓋側へ転位していることから、唇側のジンジバルレベルが非対称となっている。このままでは、審美性の獲得は得られないため、右側中切歯のプロビジョナルレストレーション唇側歯頸部はややオーバーカントウアな形態とし、辺縁歯肉を根尖側へ意図的に退縮させ、左右のジンジバルレベルが揃った時点で支台歯形成を終了する(図79)。



図72 フラットな咬合面形態のクラウンが装着されている。



図73 クラウンを除去した支台歯の状態。



図74 CAD/CAMクラウン用の支台歯形成を施した状態。



図75 完成したジルコニアクラウン。



図76、77 色調、形態ともに第二小白歯に調和した補綴が終了した状態。



図78 両側中切歯に不良修復物が装着されていることにより審美障害を訴えて来院された患者の初診時正面観。



78

図79 左右のジンジバルレベルが揃った時点で支台歯形成終了。



79

図80 ジルコニアクラウン装着直後の正面観。



80

図81 同、1年後の正面観。



81

ジルコニアクラウンを装着した直後の正面観を図80に、1年後の正面観を図81に示す。ジンジバルレベルの対称性、辺縁歯肉の安定が得られている。

上顎大臼歯症例

上顎右側第一大臼歯に全部金属冠が装着されている患者の初診時の状態を図82、83に示す。メタルのダウエルコアを除去し、ファイバーポストコアにて築造し、支台歯形成が終了した状態を図84に示す。プロビジョナルレストレーション装着後の状態を図85に示す。

機能的・解剖学的形態のプロビジョナルレストレーションをチェアサイドで製作しなければ、咬合面のクリアランスを把握することはできないと考える。ジルコニアクラウン装着後6カ月の状態を図86、87に示す。

下顎前歯部の補綴矯正症例

下顎前歯部の叢生により審美障害を訴えて来院した患者の初診時正面観を図88に示す。右側側切歯は便宜抜髄後、歯軸方向を是正した築造を施し、辺縁歯肉は左右対称となるようにレーザーにて処置を施した(図89)。