

歯科CAD/CAMシステムによって歯科技工が変わる！

大阪歯科大学 客員教授
歯科技工士専門学校
歯科衛生士専門学校
学校長 末瀬 一彦



1. CAD/CAMシステムの歯科技工への参入

歯科技工といえば、石膏、ワックス、埋没材、金属・・・ということばをすぐに思い浮かべ、どちらかといえば粉塵や汚れなど決してクリーンなイメージではない。作業工程においても鋳造、重合、屈曲、研磨・・・など精密さが要求される割には「経験則」が幅を利かせ、「自分しかできない技」（技能）によって適合性や審美性が補われてきた。確かに日本人の器用さがこれまで「世界の歯科技工」を支えてきた感があり、一人一人の患者の要求度が異なるオーダーメイド医療においては必要なことでもあった。しかし、「歯科技工物」は患者の口腔内に装着されれば「形態・機能・審美」の要件がすべて満たされなければならない「人工臓器」であり、単なる「飾り物・置物」ではなくなる。すなわち口腔のみならず身体の構造を理解したうえで、「形態・機能・審美」の要件を満たすべく再現性のある「医療用具」が製作されなければならない。そのためには、これまで行われてきた経験と勘による技能だけではなく、データに基づいた科学的根拠のもとに高品質高精度の歯科技工物を製作する必要がある。近年、歯科器材の開発に伴って成型加工法が多岐にわたり、とりわけ一般工業界では既に多くの実績があるコンピュータを用いた加工技術が歯科技工にも取り込まれてきた。一般工業界においてコンピュータ制御加工が導入されたのは、生産性の向上と価格低減、合理化を進めるためと、一方では金型業界における熟練職人の減少を補うものであった。特にCAD/CAMシステムは自動車産業において安全な設計を企画する場合のシミュレーションとして、また複雑な構造体の試作品を製作する

場合に応用されてきた。「歯科技工」においても新素材の開発によってこれまでの技能や技術だけでは対応できなくなり、CAD/CAMシステムの導入によって大きな転換期を迎えている。一例をあげれば、「チタン」という材料が歯科用に導入された当時は、鋳造法で加工する技術が各方面で検討され、埋没材や鋳造機などが開発され多くの臨床応用もされてきた。しかしチタンは高溶融で酸化されやすく、研磨にもある程度のテクニックが要求される。「チタン」の素材が有する機械的強度や生体親和性を生かすためには機械的加工法が好ましく、歯科用CAD/CAMシステム導入の先陣をきった。今や、クラウン・ブリッジだけでなく、メタルフレームやインプラントアバットメントのオーダーメイド加工も短時間で容易に行うことが可能となっている。折しも、歯科技工士の就業者数が減少し、さらに志願者も激減している（図1、2）歯科技工界においても今後コンピュータ制御による加工技術はさらに加速することが予想される。

20世紀における歯科医療の変遷をみれば、ロス

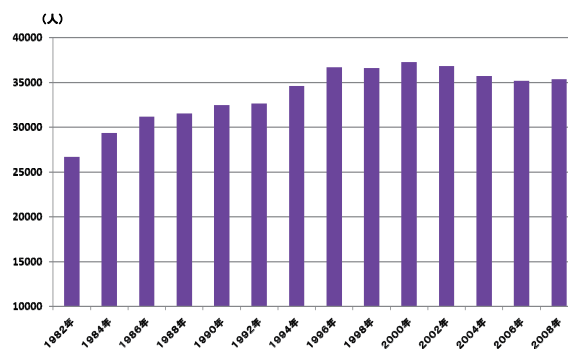


図1. 日本における就業歯科技工士数の推移

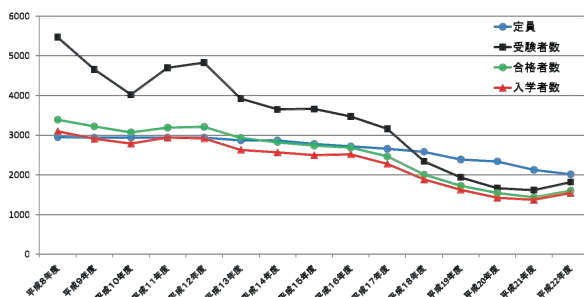


図2. 歯科技工士学校への定員・受験者数・入学者数の推移

トワックス法による精密鑄造の開発、ポーセレンとの焼き付け技術、コンポジットレジン光重合技術、レーザー溶接による接合技術、接着システムの確立など、いずれも画期的な術式によって歯科医療の体系を変革してきた。いずれの技術も成型加工法とそれを支える材料とは密接な関係にあり、新素材の開発によって新しい製作技術が生まれ、成型加工法が単純化され、高精度化してきた。今まさに、CAD/CAMシステムによって歯科技工が変わり、デジタルデンティストリーが歯科医療を変えようとしている。

2. 歯科CAD/CAMシステムの特徴

自動車産業などの産業界で使用されてきたCAD/CAMシステムは、省力化や省資源化低コスト化などを目的に開発が進められ、現在では作業効率の向上や開発期間の短縮化も図られている。歯科技工に应用されているCAD/CAMシステムの特徴として、材質が均質であることから強度の安定性があること、コンピュータにより情報の伝達・保存が可能であること、自動化によって製作期間が短縮でき、製作工程が単純化されること、歯科技工に対するイメージアップが図られることなどが挙げられる。さらに、CAD/CAMシステムの普及は、患者、歯科医師、歯科技工士にも多くの利点がある。

患者サイドにおいては、侵襲の少ない治療、安心・安全な治療術式、適正な治療価格など医療サービスの向上、歯科医師サイドにおいては、診断能力の向上、患者とのコミュニケーション、治療にかかわるストレスの解消、経費節減などのメリットがあり、さらに歯科技工士サイドにおいては、作業環境、安心安全な補綴装置の設計・製作、生産性、製作時間の短縮など多くのメリットがある。

社会保障費の抑制に伴って医療の二極化が進むなか、「CAD/CAMシステム」は高精度、高品質

の補綴装置を製作する必需品であるが、一方では、生産性や材料の安全性、経済性を鑑みれば、当然保険診療の中にも組み込まれるべきである。コンピュータを応用して製作した補綴装置であるという高い付加価値を製作物の価格に反映する時代は過ぎたのである。多くの国民に安心、安全な歯科医療を提供するための医療機器として各方面でもっと活用すべきであろう。

現在わが国においては歯科技工士を志願する若者が激減しており、30歳未満の歯科技工士の割合は7%以下である。10年前には年間2,800名を輩出していた歯科技工士学校も、閉科、廃校が続き72校から56校にまで減少し、年間1,300名しか養成されていないのが現状である。昨今の歯科医師養成教育プログラムを鑑みた場合、歯科技工物の製作は専門性のある歯科技工士に委ねなければならず、このような現状はまさに将来の歯科医療の危機的状況でもある。しかし、コンピュータ支援による「CAD/CAMシステム」の導入は、これら人的不足をもある程度解消するものであり、早急に取り組まなければならない課題である。歯科技工士教育においても教育カリキュラムの構築によって、さらに高度な歯科技工技術の習得を目指す必要があり、単にコンピュータを操作する知識だけでなく、設計に必要な構造解析や加工工程の理論、さらには機能的、審美的な補綴装置の最終仕上げの技術などより一層の専門特化された技能が必要になってくる。

3. 補綴物製作過程の変遷

現在までに確立されている補綴物製作の手法は図3に示すとおりである。歯冠修復物製作にあたっては支台歯形成された口腔内の精密印象採得後、作業模型上で歯科技工士が機能的形態を考慮

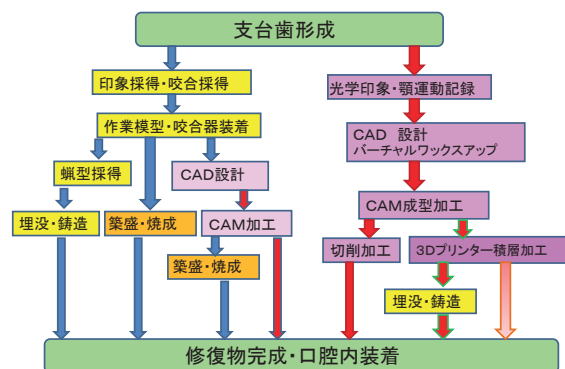


図3. 補綴装置の各種製作工程

した蠟形採得を行い、埋没、脱蠟、鑄込みによって金属に置換する精密鑄造法が一般的に行われている。本手法では歯科技工士の技術によって作業模型が製作され、歯科技工士の知識と技能によって蠟形採得が行われる。すなわち、歯科技工士の能力によって大きく影響され、また、歯科医師が形成した支台歯形態の不備さえもカバーされる。さらに鑄造操作によって、元の合金の組成が変化し、合金本来の特性と異なることもある。一方、ポーセレンやコンポジットレジンを用いた歯冠修復物では、作業模型に直接素材を築盛、焼成あるいは重合によって形態と色調を再現する。とりわけポーセレンジャケットクラウンの製作の歴史は、鑄造加工技術より古い。また、セラミック修復においてはポーセレンに替わるガラス系の新素材としてキャストブルセラミックス、プレスサブルセラミックス、あるいは高密度焼結体などが利用されてきた。コンポジットレジンを中心とする高分子材料の開発は日本が中心となって行われ、ガラスフィラーを高密度に含有させたハイブリッド型コンポジットレジンの開発や高強度ガラスフィラーを用いたブリッジや支台築造ポストの臨床応用も進められている。さらに、形態、機能、審美を融合させた修復物として金属焼き付けポーセレンクラウンや硬質レジン前装鑄造冠が開発され、現在も歯冠修復物の主流を占めている。金属焼き付けポーセレンクラウンの製作にあたっては、鑄造工程の煩雑さを緩和する方法として金属箔を圧接し、その上にポーセレンを焼き付ける方法やエレクトロフォーミングを応用した製作法も検討されてきたが、いずれも極めて薄い金属箔の上にポーセレンを焼き付けるという特殊な技法で、歯科技工士の技能の影響を受ける。一方、機械的強度、耐摩耗性、色調再現性などが向上したハイブリッド型コンポジットレジンを用いた前装鑄造冠では、フレームを製作する合金の種類を選ばないという利点があり、接着技術の発展に伴ってセラミック修復に比べてリーズナブルな歯冠修復物として多用されている。

このように間接作業による補綴物の製作は、形態、色調再現に対する設計の自由度が大きく、患者さんのチェアタイムの制約や苦痛を伴わないで技工作業を行うことができるが、歯科技工士の技能によって最終的な補綴物の品質や精度が大きく異なり、材料自体が高品質であってもそれを十分に発揮できないこともあり、常に安定的に供給

できない欠点がある。

現在、間接作業において最も一般的にCAD/CAMシステムが応用されているのは、石膏の歯型をスキャニングしCADで補綴装置（コーピングやクラウンのデザイン）を設計し、CAMで機械加工を行う方法である。最終的には、歯科技工士の技能によって、陶材築盛やステイニングが行われ補綴装置が完成する。これらのプロセスが、図3の左側の流れである。一方、すでに一部では臨床的に実用化され、ここ2、3年の間にはかなり進化されることが予想されるのが右側のフローチャートである。すなわち口腔内の支台歯や対合歯列などを直接口腔内カメラでスキャニングし、コンピュータ上でバーチャルリアリティに補綴装置の形態再現を行なう（バーチャルワックスアップ）。CADでの設計に際しては、別に取り込まれた個々の患者の顎運動記録を加味するとともに、将来的に補綴装置が壊れないような構造解析を行うことも可能となる。設計された構造体のデータがCAMに送られ、機械的切削加工や3Dプリンターによって補綴装置やその原型が完成されるが、この際には個々の患者の色調データも加味されるとともに適正な材料選択も自動的に行われる可能性もある。最終的に高精度、高品質な補綴装置の完成には、歯科技工士の技能に委ねられる。

このように、将来的にはCAD/CAMシステムの利用によってこれまで以上に高性能な補綴装置の製作が一部自動化されて完成されるが、システムを操作するのは歯科技工士である。

4. 形状計測（スキャニング）の特殊性

歯科用CAD/CAMシステムが工業界のそれと異なる点として、形状計測によって得られる3Dモデルを基に設計することである。すなわちコンピュータを利用した設計の前提として、支台歯や歯列の形状を数値化するために形態計測を行う必要がある（デジタイジング）。この計測法には様々な方法があるが、大別すると対象物にプローブ（端子）を直接当てて形状を計測する接触法（図4）と、レーザー光などの光を利用して、対象物に接触することなく計測する非接触法（図5）に分かれる。非接触法はさらに、スポット光投影法、光切断法、位相シフト法、空間コード化法、コノスコピックホログラフィなどがある。一般的には接触法の方が非接触法より精度はよいが、計測に時間がかかるという欠点がある。しかし、最

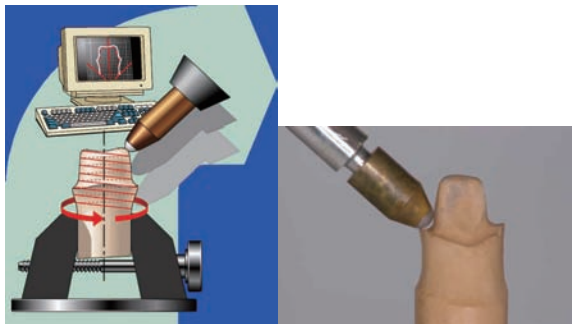


図 4. 接触型プローベ（ノーベルバイオケア ピッコロ）



図 5. レーザー光線やCCDカメラを用いた非接触型スキャナー

近では非接触法でもコンソピックホログラフィのように非常に精度の高い方法も歯科用に応用されている（図 6）。また、アンダーカットの計測には、計測時間や計測精度を向上させるために対象物である歯型をステージ上で回転させる方法や多軸制御させる方法が検討されてきた。

現在行われている方法は、精密印象、作業模型の技術を利用し、歯型をデジタイジングして、CAD/CAMのプロセスをその後の技工作業に利用している。今後は精密印象された印象面をスキャンしたり、口腔内の情報を直接カメラでスキャンする方式（光学印象）が試みられる（図 7）。光学印象の利点としては、感染防止、印象採得における苦痛の軽減、印象材に関わる寸法精度からの解放、情報の蓄積などがあげられる。このよう

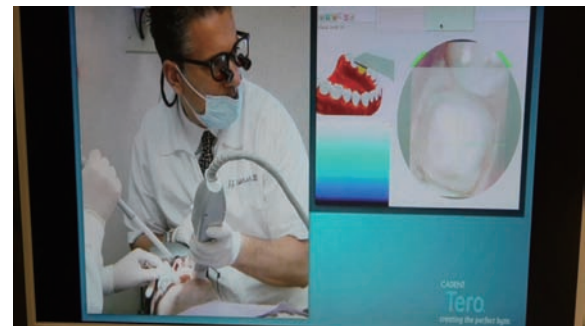


図 7. 口腔内直接カメラで支台歯を光学印象

システム名称	計測方法	フレーム設計	計測時間 (支台 1 歯)	計測時間 (支台 + wax up)	納期
Lava	光照射 + CCD	Wax up-Scan, CAD-design 可	200 秒	200 + 300 秒	中 4 日
Everest	CCD (ストライプスキャナ)	Wax up-Scan, CAD-design 可	180 秒	180 + 180 秒	各受注先 による
GM-1000	CCD (アドバンスキャン)	支台に均一な厚みで製作	60 秒	なし	中 4 日
Cercon	レーザー + CCD	Wax up-Scan, CAD-design 可	12 秒	30 分 (wax のみレーザーで Scan)	各受注先 による
Zenotec	レーザー + CCD	Wax up-Scan, CAD-design 可	約 60 秒	約 150 秒	中 3 日
Katana	レーザー + CCD	Wax up-Scan, CAD-design 可			中 4 日
Procera (Zir)	接触式	Wax up-Scan, CAD-design 可	150 ~ 180 秒	300 ~ 360 秒	中 1 日 ~ 4 日

図 6. 各社システムの計測方法

な状況が進めば、コンピュータ上に送られたデータからバーチャルリアリティに画面上で補綴装置を設計し、その変換データをCADに送信することによって補綴装置が出来上がることになり、まさにモデルレス（模型不要）の時代になる。

5. CADの現状

CADでは、製作したい物体の形状モデルを何らかの手順でコンピュータの中に作成するシステムで、計測（デジタイジング）によって得られたデータから3Dモデルが構築される。3Dモデルは様々な方法によって表現が可能で、大別すると、多面体モデルと曲面モデルに分かれる。多面体モデルからソリッドモデルが構成され、医療分野ではボクセル法とポリゴンモデルがよく使われる。ボクセル法は微小な立方体の集合体で立方体を表現する方法、ポリゴンモデルとは立体の表面形状を微小多角形（三角形）の集合体として扱う表現法である。

実際的には、デジタイジングした支台歯や隣在歯、対合歯の状態をコンピュータグラフィックで画面上に再現し、その画面状に既製のワックスパターンに相当するモデルを歯冠のデータベースライブラリーから選択して、支台歯上にはめ込み、足したり削ったりしながらワックスアップを完成する。まさにバーチャルワックスアップである（図8）。

さらに、個々の患者の顎運動の状態、色調情報などが組み込まれることによって、より一層患者に適した補綴装置の精度が高まる。将来的には、健全な歯および歯列の形態をデータ化しておくことによって、1歯のみの情報だけですべての歯冠形態を回復することも可能であり、また反対側同名歯の修復もミラー機能によって瞬時にバーチャルワックスアップすることも可能となる。歯冠のワックスアップだけでなく、デンチャーワークにおいてもハプティックデバイスを用いた金属床義歯のフレーム設計も行われている（図9）。

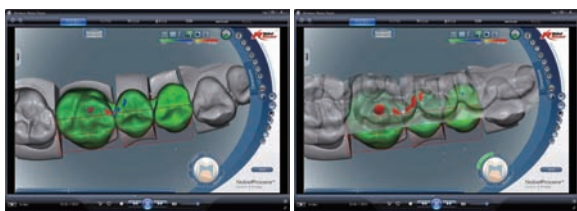


図8. コンピュータ画面上でバーチャルワックスアップを行う

補綴装置の設計をするうえでもう一つ重要なことは、使用期間中に破壊などのトラブルに対する安全性を確保することである。とくに近年普及してきたオールセラミッククラウンでは破壊靱性値が小さく、応力集中が生じる部位での破折が考えられる。設計段階において、クラウンの厚みやボウティックの接合部の形態、寸法などを考慮したフレーム設計が必須で、そのためには構造解析が重要となる。CADにおいて、補綴装置の構造的なシミュレーションを行っておくことは有用である。

6. CAMの方法と使用材料

デジタイジングによって計測された情報から3Dモデルが形成され、さらにCADによって補綴装置の設計が行われ、その情報がデータ化されてCAMに送信される。これまでCADとCAMが同じ場所に設置されているインハウスタイプとCADとCAMが別々に設置されているアウトソーシングタイプに分かれているが、CAD/CAMシステムの今後の普及を考えた場合、いわゆるセンター方式と呼ばれるように、歯科医院や小規模歯科技工所に設置されたデジタイザーによる計測、あるいはCADによって設計された情報がCAMセンターに送られて補綴装置（その一部も含めて）が製作されるネットワーク方式に移行する傾向である。

CAD/CAMシステムが歯科技工において効果的に利用されるのは、ワックスはもとより、チタンやCo-Cr合金のような非貴金属系合金、コンポジットレジンやセラミックスそしてジルコニアなどの材料であり、加工方法としては、切削・研削工具を使用した機械加工が中心である。最近では工業界で普及している3Dプリンターを用いてレジンパターンを積層して製作したり（その後、鋳造工程）、粉末金属を焼結させる加工法も注目されている。

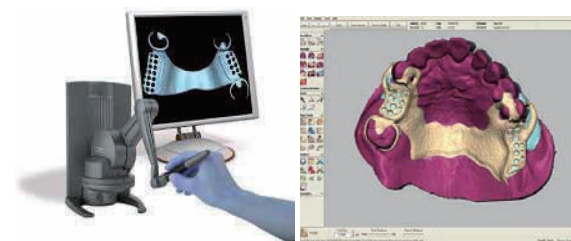


図9. ハプティックデバイスを利用して金属床義歯の構造設計を行う

① 切削機械加工とその材料

i) ジルコニア半焼結タイプ

切削工具の損耗や機械の剛性、加工効率などを考慮してイットリア部分安定化ジルコニア結晶体を仮焼結、あるいは結合剤で固めたチョーク状ブロック（図10）を切削加工し、最終的に専用電気炉で高温焼結して高密度焼結体を作製する。焼結に伴う収縮率は20%程度（図11）あるためにCAD設計の段階で大きくしておくことがジルコニアフレーム作製の戦略でもある。図12に半焼結型ジルコニアをフレームに用いた4ユニットのブリッジを示す。また、ジルコニアは人工宝石として使用されるくらい滑沢な研磨が可能なことから対合歯への影響が少ないフルクラウンにも加工できる（図13）。

ii) ジルコニア完全焼結タイプ

曲げ強さが1,200MPa以上を有し、完全焼結



図10. ジルコニアのブロック（上：ジーシー・GM-1000
下：ノリタケ・カタナ）

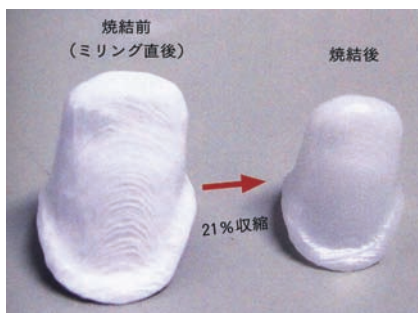


図11. ミリング後のフレームは焼結によって約20%収縮する

タイプのジルコニアで、デザインされたパターンと1:1の対応で切削加工される。高強度であるため前歯部・臼歯部のスパンの長いブリッジへの適用の可能性があるが、ジルコニアブロックの大きさから通常は上顎では5ユニット、臼歯部では4ユニットまでフレームを製作できる。

焼成を伴わないので収縮による寸法変化が生じないが、切削には時間がかかる。

さらにNANOZR（パナソニックヘルスケア）は、 CeO_2 で安定化したCe-TZP粒子内に数百nmサイズの Al_2O_3 粒子が、さらに Al_2O_3 粒子内にも数十nmサイズの微細なCe-TZP粒子がそれぞれ取り込まれた組織に複合化されたCe-TZP/ Al_2O_3 ナノ複合体（図14）で、半焼結体ジルコニアより約3倍の高い破壊靱性値を示すことから大型のブリッジのフレームにも利用

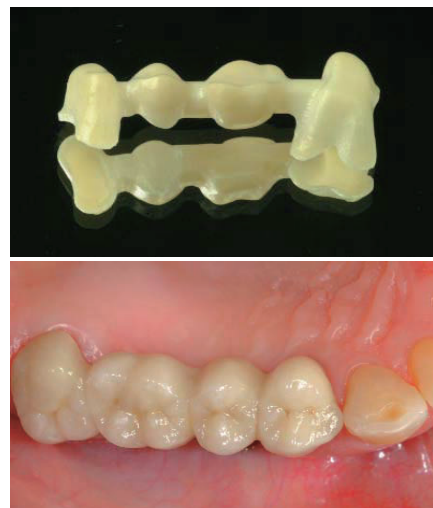


図12. ジルコニア半焼結タイプで製作した4ユニットのブリッジ



図13. ジルコニアフルクラウン

される（図15）。

iii) アルミナ

低温型スピネルと高温型コランダムがあり、曲げ強さは400-580MPa、弾性係数340-410GPa、熱膨張係数は $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ で、MgO-Al₂O₃ランタン系ガラス浸透型、Al₂O₃多結晶ランタン系ガラス浸透型、高密度焼結体がある。ジルコニアより透過性が高く、前歯部の高度な審美性が要求される単独冠に応用される。

iv) リチウム二ケイ酸ガラスセラミック材料

曲げ強さは焼結後360MPaを有し、臼歯部の単独歯冠に応用可能である。カラーバリエーションも豊富であるが、コーピングとして加工し、ポーセレンを築盛、焼成することによってより審美性の高い修復物を提供することができる。

v) リューサイト系ガラスセラミック材料

曲げ強さは160MPa、弾性係数62GPa、熱膨張係数は $17.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ であり、多層構造のグラデーションブロックなどカラーバリエーシ

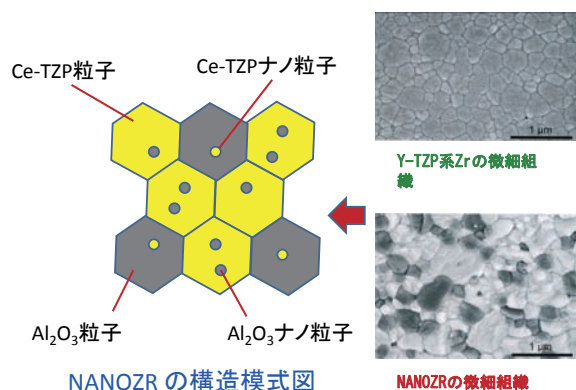


図14. ナノジルコニアの組織構造模式図



図15. NANOZRを用いたクラウンおよびブリッジのフレーム

ョンも豊富である。前歯部のコーピングやラミネートベニア、臼歯部のインレー、オンレーに用いられる。

vi) 長石質セラミック材料

従来から用いられている歯科用ポーセレンの代表で長期的なエビデンスは確立されている。前歯部、臼歯部のインレー、オンレー、クラウンに用いられるが、ブリッジには適用されない。

vii) チタン

JIS第2種規格相当のチタンが用いられ、切削加工の純チタン素材としてコーピングやインプラントアバットメントあるいはスパンの長いブリッジや多数歯連結補綴装置などに用いられる（図16）。コンポジットレジンの前装するためのリテンションが付与できないため、ロカテックシステムやシランカップリング材などによる接着に期待する。また、多数歯ユニット症例では、適合性向上のためレーザー溶接との併用も可能である。

viii) コバルトクロム合金

貴金属の高騰に伴って、ヨーロッパを中心に陶材焼き付け用金属素材として注目されている。切削加工されたCo-Cr合金は鑄造によって加工されたCo-Cr合金より、機械的特性も安定的である。審美的な修復物では陶材やコンポジットレジンの前装が必要で、接着のためにはチタンと同様にシランカップリング剤による処理が必要である。



図16. ミリングによって加工されたチタンフレーム

ix) コンポジットレジン系材料

セラミックスより低価格で、材質が均質なため通常の築盛・重合操作によって製作されるコンポジットレジンクラウンより優れた機械的特性を示し、ガラスファイバーなどを添加することによって耐久性も強化されている。また、セラミックブロックより切削加工における切削用バーの損耗も少なく、切削時間も短い。社会保険診療への適用に期待される素材であり、今後さらに新しい素材として開発が進むと考えられる。

x) PMMA系レジン材料

歯冠色レジンとしてテンポラリークラウンやプロビジョナルクラウンとして適用される素材である。将来的には支台歯形成直後の口腔内スキャンによって、直ちに切削加工が可能なことから、暫間修復としての価値が高まるであろう。また、鑄造フレームを製作するためのレジンパターン製作用の切削用レジンブロックがある。

② ラピッドプロトタイピングによる積層法

CADで設計されたデータから3D Printerを用いて合成樹脂によるシミュレーションモデルを製作したり、レジンパターンを製作し、鑄造法によって埋没・鑄造を行うタイプと金属やセラミックを直接焼結するタイプがある。切削加工では1個ずつ製作完成しなければならないが、3D Printerによるラピッドプロトタイピングでは、手術用ナビゲータのような同じ形態のものを一度に製作する際には製作時間の短縮が可能である。

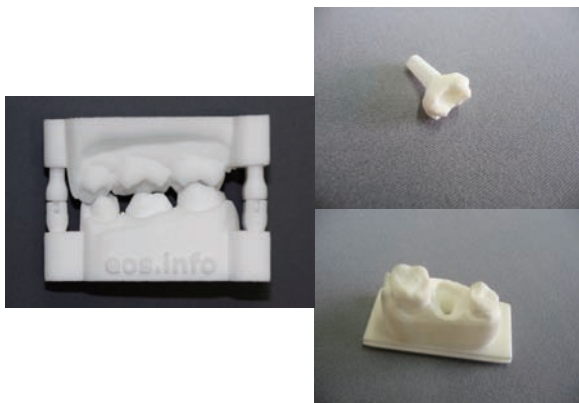


図17. RPによって製作された作業模型（可撤性歯径）

i) 粉末固着方式

CTデータやスキャンングによって得られたデータ、CADで設計されたデータから石膏粉末を積層することによってラピッドプロトタイピングを行い、作業模型（図17）や顔面や手術後の予測モデルを製作する。

ii) 紫外線硬化アクリル樹脂積層型

ラピッドプロトタイピングによって、手術を円滑に行うための手術用ガイド（図18）や術前・術後の比較モデルの製作などに用いられる。積層されるレジンの厚みは16 μ mのものや、カラープリンターを応用して、色や硬さの異なる材料を同時に噴射するものもある。またCADによって歯冠形態や金属床のパターンをデザインし、その後適切な金属で鑄造する（図19）。歯冠形態やコーピングのレジンパターンを製作するためには、プリンターによる高さを揃えるためにワックスでサポート（足場）を作りながら積層される（図20）。



図18. RPによって製作されたインプラント手術支援ガイド



図19. 3Dプリンターによるレジン積層法によって製作されたパターン（下）と鑄造体（上）

iii) 溶融積層方式

溶融されたレジンプリンターし、積み重ねていく方式で、厚さは250 μ m程度の層となる。微細な精度が要求されない顔面モデルや顎模型（図21）の製作が行われる。

iv) 粉末焼結方式

設計されたデータに基づいてCo-Cr合金粉末やチタン粉末を積層、焼結する（図22）。レーザー焼結システムによって金属粉が焼結されるため、レーザークラウンとも呼ばれる。製作物は金属イオンの溶出が少ない、製作欠陥が少ない、組織が均質で安定品質が確保できるなど多くのメリットを有するが、製作に時間を要することや一度に大量生産されることなどは歯科技工のようなオーダーメイドの製作にはマイナス因子である。

7. 歯科医療における歯科医師と歯科技工士との関わり

歯科医師と歯科技工士との関係に変化がみられ



図20. 3Dプリンターによるレジンパターンでは高さを揃えるためのサポートがつく（白色のワックス部分）



図21. CTデータからRPによって製作された個々の患者の骨モデル

る。歯科技工士実態調査によれば2000年度には歯科医院に勤務する歯科技工士数は全体の50.8%であったのに対して、2006年度の調査では37.3%まで低下している。すなわち院外歯科技工所に勤務する歯科技工士が増加している昨今、患者に質の高い医療を提供するための補綴装置の質を確保するためには歯科医院と院外歯科技工所とのコミュニケーションがますます重要になってくる。歯科医師と歯科技工士が良好な連携を図るためには、患者に提供する補綴装置の形態や機能について両者が同じイメージ、情報を共有することである。すなわち同じ方向（共通の視点）を見ることから始まる。補綴装置の製作にあたっては、すべての症例がオーダーメイドであることから、設計、使用材料、製作方法などは多種多様である。患者は「失われた形態と機能」を求めて歯科医院に来院し、自らに適合した補綴装置に対して対価を支払って、QOLを高めるのである。したがって診査診断、治療を行う歯科医師と補綴装置を製作する歯科技工士はお互い意思の疎通を図り、診療に対する認識を共有しなければならない。歯科技工士は歯科医師のお手伝いをするのではなく、専門医療技術者としての自覚をもち、チーム医療の一翼を担わなければならない。

補綴装置装着に関わる全行程の責任は歯科医師にあり〔管理責任〕、個々の患者に適切な補綴装置を提供するためには、歯科医師が治療に対する自らのコンセプトを細部にわたって歯科技工指示書に記載する必要がある。この歯科技工指示書をもとに補綴装置を製作する歯科技工士には、指示書の記載内容に基づいて適切な材料と環境の下で



図22. 粉末焼結法によって製作されたメタルコーピング（1回に多数の補綴装置が製作される）

製作する補綴装置の品質管理に対する責任〔製造責任〕が伴う。

歯科診療所の中に歯科技工室があり、歯科技工士が在中している院内技工においては歯科医師と歯科技工士とのコミュニケーションは十分図ることが可能で、治療を担当する歯科医師のフィロソフィー、キャリア、技術など、また補綴装置製作を担当する歯科技工士の知識、技能などをお互いがリアルタイムに確認、理解することができ、治療経過や患者に即応した生きた情報を補綴装置に取り込むことも可能である。しかし、外部委託(院外技工)の場合には患者・歯科医師と歯科技工士は歯科技工指示書や他の情報媒体を介してのみ連携しなければならない。近年、流通業界の発達に伴って遠隔地の歯科医院と歯科技工所との間における補綴装置の交流が進み、ますます歯科技工指示書をはじめとする情報伝達は重要性を増してくる。歯科技工指示書は法的に定められた書類であるが、それ以上に歯科医師の補綴装置に対するフィロソフィーが詰まり、製作に対する情報媒体として明確に記載が行われなければならない。歯科技工指示書の内容に不備があると、歯科技工士に十分情報伝達が行われず、歯科医師の意図が満たされないばかりか、患者に対しても適切な補綴装置を提供したことになる。

今後、CAD/CAMシステムをはじめとするデジタルデンティストリーの普及によって、歯科医師による診査、検査、診断で得られた口腔内情報が、デジタル情報として歯科技工士に伝達され、その情報を十分に活かした補綴装置の製作が歯科技工士には求められる。精度の高いネットワーク化された情報伝達によって、これまで以上に品質管理された、クオリティーの高い補綴装置の提供が可能となる。

8. 歯科技工における今後の展望

歯科医療ならびに歯科技工を取り巻く環境が悪化し、歯科技工士をめざす若者の育成にも影響が出ている。さらに、歯科技工物の海外への流出についてもその是非が論議されている。

補綴装置の耐久性、生体の一部としての機能期間が要求され、医療機器としての安全性や品質管理が厳しく要求されるようになってきた。とりわけ、患者に提供する人工臓器としての補綴装置については、これまで以上に製作履歴、品質保証などのトレサビリティが必要とされる時代であ

る。高度で繊細な歯科技工技術は今後も一層必要であり、ネットワークを利用した外注分業化、省力化によって、さらに歯科技工士の技能を発揮できる場が広がる。「CAD/CAMシステム」は単に、鋳造や重合、焼成などの従来の成型加工法の代替技術ではなく、自動車産業が生産システムとして改革されたように、歯科医療の中で補綴装置を提供するシステム全体を変革するポテンシャルを有している。

歯科医療そのものが変革し、患者とのコミュニケーション、カルテ作成、検査、診断、治療計画、手術支援、補綴装置の製作、予後管理まで含めて、あらゆる領域でデジタル情報、ネットワーク化が注目されている。これからの歯科医療はまさにデジタルデンティストリーの時代であり、その先陣を切っているのが「CAD/CAMシステム」である。

歯科医療は、顎口腔系機能である呼吸、咀嚼、嚥下、発音、コミュニケーションなどの健全な保持、増進、回復を担う重要なミッションがあり、日常生活を支えるとともに生命に直結する医療である。健康な長寿を過ごすためには歯列の連続性と適切な咬合環境が必要であり、8020運動は重要な意義がある。しかし、長寿社会において歯列に欠損が生じることも少なくはない。そのような事態が生じた場合、何らかの手段を用いて補綴修復が必要になる。健康な長寿においては人工歯冠を含めても上下歯列に28歯存在していることが重要であり、これからは8028運動を推進することによって、国民の健康への関心を歯科医療に向けるとともに、歯科医師、歯科衛生士、歯科技工士のチームアプローチの実践について真剣に考えることが必要であろう。

関連学会のご案内

日本歯科CAD/CAM学会 第2回学術大会
平成23年4月2日(土)－3日(日)
日本歯科大学生命歯学部
「CAD/CAM医療イノベーション」

日本歯科審美学会 第22回学術大会
平成23年10月8日(土)－9日(日)
奈良県新公会堂
「いにしえの都で審美を語ろう ～温故知新～」