

CAD/CAM メタルフリー修復の 新たな展開 ～デジタルデンティストリーの発展～

末瀬 一彦／松村 英雄



大阪歯科大学 歯科審美学教室
教授 末瀬 一彦

近年、CAD/CAM装置を用いた補綴修復の普及が急速に進んでいる。

2009年にハイブリッドレジンによる歯冠修復が高度先進医療として適用されて以降、2014年4月の診療報酬改定でハイブリッドレジンによるCAD/CAM冠が保険導入されたことも普及の追い風になっている。

しかし、修復材料の選択基準や臨床術式など、今後さらなる普及を図るうえで課題も多く見受けられる。

そこで、補綴修復の基礎・臨床分野で指導的な立場である末瀬一彦先生、松村英雄先生に、現在、クラレノリタケデンタルが上市を予定している「カタナ® アベンシア® ブロック」の特長とCAD/CAM修復の材料選択と術式上の

ポイント、さらに、今後の展望についてお話をうかがった。

CAD/CAM修復の現状

末瀬 私は、CAD/CAM修復が歯科にこれだけ浸透してきた理由は2つあると考えています。

1つはジルコニアに代表される高性能な材料を機械加工し、審美修復の観点からも非常に精度の高い修復物が製作できることです。そこにさらに歯科技工士の技能を加えることで現段階において最高の補綴物に仕上げるすることができます。

もう1つは、従来の補綴物製作方法

の場合、人の手に頼る部分が多くありました。しかし、CAD/CAMによる切削加工の場合、ベースとなる技術は一般工業製品から歯科材料を加工できるようにカスタマイズされて応用したものですから、材料の均質性、安全性が実現できます。

CAD/CAM修復の普及は、今後の歯科医療における補綴装置の製作過程の流れが大きく変革する可能性を秘めています。

今回の保険導入は小臼歯に限定されましたが、将来的には大臼歯、少数歯ユニットのブリッジまで幅が広がることを念頭において、今後材料メーカーによる新素材の開発など、材料的な発展が大いに期待されるところです。

松村 CAD/CAM冠用の材料については、日本歯科医師会、歯科材料メーカーのプロジェクトによって新製品の開発を促進する動きがみられました。そこで様々な議論がされたわけですが、物性については200MPaという曲げ強度を確保できるかどうかひとつのポイントになってきました。

従来のコンポジットレジン（以下：CRと省略）の実績からは、そうした強度を実現することは難しいとされていたわけですが、最近発表されているCAD/CAM冠用レジンブロックでは200MPaを超える数値のものもあり、実際の製品として上市されるようにも

なってきました。そうした背景があって、今回の保険導入がなされたと考えています。

材料の選択基準

松村 物性評価の面から言うと、これまでCRの中ではエステニアが上限ではないかと考えられてきました。

ただ、CAD/CAMで使用する既製ブロックの場合、既に固められているわけですから、たとえ組成が同じであろうと、重合率が最大限に高くできる可能性があることが1つのポイントです。

さらに、今回の保険適用材料の中に“無機フィラーは60%以上”という定義がありますが、この値はフィラーの含有率が高いエステニアと比較した場合、条件としては緩いと言えます。その中で所定の物性を備えた材料であれば保険適用材料として認めるということですから、今後、各材料メーカーはその条件を考慮しながら開発を進めていくでしょう。

一部ではエステニアをしのぐ物性をもつCAD/CAM用レジンブロックの可能性を示唆する報告も見られますが、もちろん長期臨床成績はまだありませんから今後の臨床評価を待たなければなりません。

ただ、エステニアをジャケットクラ

日本大学歯学部 歯科補綴学第Ⅲ講座
教授 松村 英雄

ウンとして使った場合、破折等はほとんどみられず、脱落も顕著ではありませんが、唯一、経時的変化として、表面性状が少し荒れてくるということはありません。

末瀬 私も物性的にはエステニアが良いと思います。ただ、フィラー含有量が今までにない多さだったために、当初は非常に研磨が難しく、また研磨できても口腔内で光沢が落ちてしまうといった課題もありました。

しかし、その後研磨方法が改良され、光沢度の消失等は少なくなっています。ただし、歯科技工士のテクニックによってクオリティに大きく差が出る問題は残りました。

強度については、築盛、重合といっ



たステップを経ることで、技術的な要素がそこに加わるに関係しているのでしょう。

「カタナ® アベンシア® ブロック」について

末瀬 このたびクラレノリタケデンタルが近日上市予定のカタナ アベンシアブロックについて、従来のレジンと異なる方法によって作られており、アルミナフィラー20nmとシリカフィラー40nmが高密度に含有されています。電顕写真を見るとエステニアにくらべて粒子がとても微細になっていますね。

松村 これだけ微細なフィラーで、さ



図1 カタナ アベンシアブロック（保険適用）

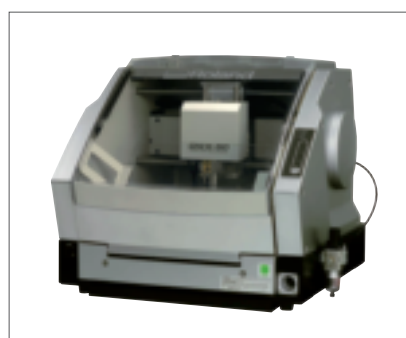


図2 歯科用CAD/CAMマシン DWX-50



図3 ノリタケデンタルスキャナー SC-5

らに均一に圧縮されているとなると、研磨後や対合歯によって摩耗した状況になっても表面はあまり荒れてこない可能性が高いのではないのでしょうか。

研磨も容易で、摩耗しても表面は滑沢だと考えられます。

従来のCRの場合、前歯部はブラッシング摩耗に耐えれば滑沢な方が良いということでマイクロフィルドが主流です。

臼歯部の咬合面については咬合圧と咬合摩耗に耐えられるということでマクロフィラーを含んだ、いわゆるハイリーフィルドという高密度充填されたものが好まれていました。

その中間的な前臼歯共用というコンセプトでクリアフィルAP-X（アンテリアとポステリア）シリーズというCRを展開してきたのだと思いますが、今回の新製品はその根底を覆すような画期的な材料ですね。

たとえ根底が覆っても結果的に良い方に向かえば歓迎すべきことだと思います。

ます。

物性評価をふまえたうえで表面性状が改善され、欠陥が少なくなったということであれば非常に有望な材料と言えるのではないのでしょうか。

末瀬 確かに電顕写真を見るだけで研磨しやすそうな印象を持ちますし、口腔内にセットしてからも対合歯との摩耗においては、少なくとも相手を傷つけることが少ない構造に感じられます。

それにしてもこのフィラーの細さは、微細のさらに上をいく“超微細”フィラーと言えそうですね。

クラレノリタケデンタルはカタナシステムを以前より販売していたこともあり、CAD/CAMの切削加工ノウハウをアベンシアブロックの切削加工に十分活かしているようで、切削加工用のミリングバーや加工プログラムなど適合精度の追及も行われています。

長期的に維持するためには支台歯形成、接着も重要ですが、できるだけ適合精度の高いCAD/CAM冠ができるか

どうかポイントになってくると思います。

松村 色調はロートランスタイプ（LT）のA2、A3、A3.5、オペーシャスタイル（OP）のA3がありますが、支台歯がメタルコアの時にはオペーシャスタイルを使用することで、金属色を遮蔽することができるので、その点も考えられていますね。

臨床術式のポイント1 形成方法

末瀬 セラミックに近い物性ですから、それにマッチした支台歯形成をしなければなりません。そのためには、咬合面やマージン部のクリアランスも必要です。

対合歯とのクリアランスは1.5～2.0ミリとよく言われますが、マージンはヘビィシャンファー、そして隅角部には鋭利な部分を残さないように形成す

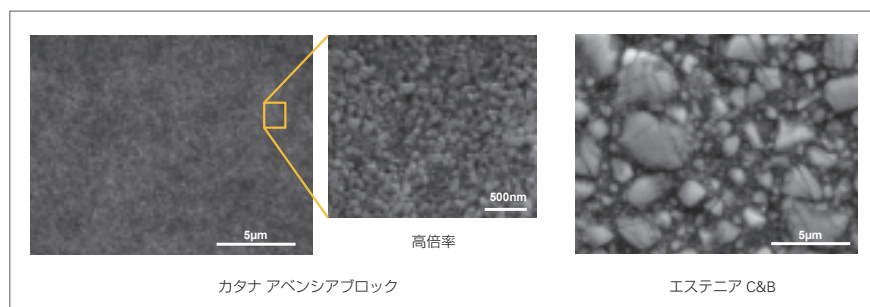


図4 電顕写真による構造比較

	カタナ アベンシアブロック	エステニア C&B
曲げ強さ (MPa)	231	218
圧縮強さ (MPa)	675	613

試験条件（クラレノリタケデンタル測定）
曲げ強度：JIS6514 準拠
圧縮強度：試験片サイズ：3×3×3mm、37℃、24時間水中保管後

図5 曲げ強さ、圧縮強さ

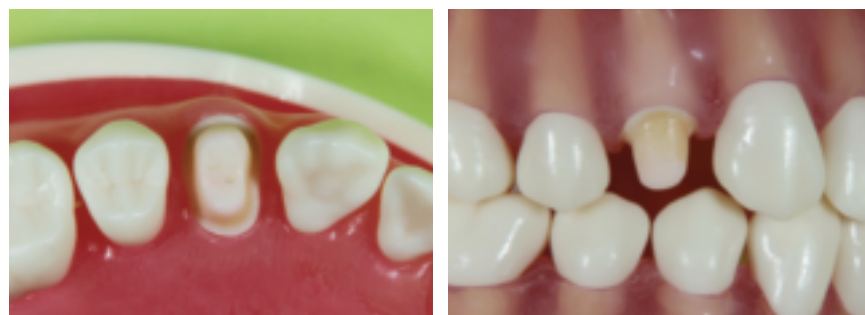


図6 CAD/CAM冠に適した小臼歯ジャケットクラウンの支台歯形成。



図7 模型上にセットしたCAD/CAM冠完成写真。

るといったベーシックな考え方は今までとあまり変わらないと思います。

ただ、従来の間接法で形成した場合、例えばマージンが少し鋸歯状に波打っていても人の手で手直しできたわけです。しかし、CAD/CAMはスキャナーを使って機械的にスキャンしますから、できるだけシンプルでスムーズなラインを意識して、今までよりグレードの高い形成をしておかないと最終的な適合に影響してくるのではないかと思います。

松村 CAD/CAMの場合、クラウンの内面は機械的に削られるので、切削する器械よりも小さいようなくぼみとか、角が付きやすい部分があるとクラウンをうまく作ることができません。

具体的には、線角や点角と呼ばれる部位を滑らかに仕上げる必要があると思います。さらに補綴装置としてはジャケットクラウンに相当しますから、通常のショルダー形成をするとやはり角が付き、設計上は好ましくありません。

ん。ヘビーシャンファーかラウンデッドショルダーの形成が望ましいと思います。

末瀬 将来的に大白歯への応用も考えた場合、クラウン装着後に咬合面から力が加わった時に、クラウン内部で引っ張り応力が発生しないようにしたいわけです。そう考えると、逆屋根型のようなあまりきつい展開角は付けない方がベターだと思います。

臨床術式のポイント2 接着の重要性

松村 接着については、従来で最も近い症例は硬質レジンジャケットクラウンです。この内側は固まったCRですから、その考え方に基づいて接着システムを選択することがまず1点。

それから全部被覆冠のケースでは生歯はすべて象牙質ですが、失活歯の場合、支台築造材料が装着の対象とな

るので、その部分にどう接着させるかがポイントになります。

あと装着材料の観点から言えることは、メタルクラウンに対してCRクラウンは多少撓む（たわむ）性質がありますので、そのレジンがどれくらい撓むかに注意してください。ほとんど撓まないようであれば脱離は少なくなるのではないのでしょうか。

さらに、クラウン内面と支台歯側をどういった処理で接着させるかという点も考え、必ず接着性レジンセメントを使用しなければなりません。ユーザーとしては「SAルーティング プラス」のようなセルフアドヒーブタイプのレジンセメントを使用したいところです。

ただし、歯冠長が短かったり、支台歯のテーパーが大きい症例、支台歯に歯質が多いような症例などは「クリアフィル エステティックセメント」のようなプライマー併用型のレジンセメントを使用の方が良いような場合もある。



図8 より確実な接着のためにはクラウン内面のサンドブラスト処理やリン酸処理、シラン処理は必須。

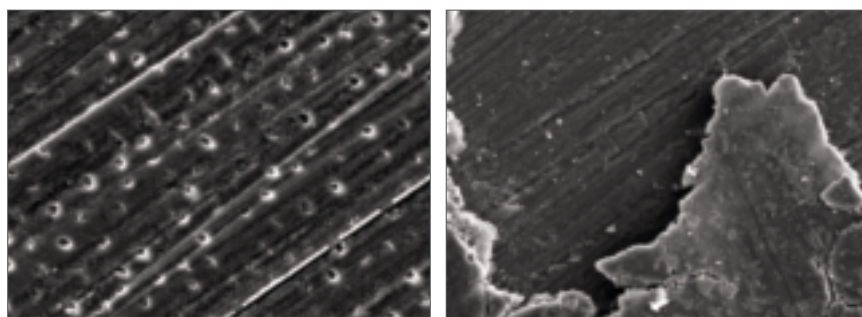


図9 写真左は象牙質の切削面。写真右はカルボキシレートの仮着材が付着した象牙質表面。

出典：Kanakuri K, Kawamoto Y, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of temporary cements on bond strength between resin-based luting agents and dentin. Am J Dent 2006; 19(2): 101-105.



図10 支台歯に付着した仮着材などの接着阻害因子はブラシコーンを注水下で用いて確実に除去する。

り、症例によって使い分けをする必要も考えなければなりません。

あと、接着阻害因子が残る可能性をどれだけ回避できるかということが重要です。

末瀬 どのセメントの場合でもクラウンの内面にはサンドブラスト処理とシラン処理は必要ですね。

松村 油分や唾液の成分などを機械的に掃除してくれますから、より強固な接着を考えれば必要な処理ですね。たとえ機械で切削された内面であっても歯科医院に納入される際は模型上にセットされています。

模型の表面には分離材が付着していることもありますし、その後試適した際に唾液成分や歯頸部に浸出液などが付着している可能性がありますから、そうした阻害因子を排除する目的で軽くサンドブラストを行う必要があると思います。

これはCAD/CAM冠に限らず、接着ブリッジなども同様で、試適後にサンドブラスト処理を行わないと脱離する可能性は極めて高くなります。

末瀬 私も同感です。接着システムの概念がこれだけ浸透している現在、歯科医院においてセット直前のサンドブラスト処理は必須と感じています。

松村 支台歯表面の処理でまず大事なことは、テンポラリークラウンを外した後の仮着材が表面に残っていることがありますから、それを確実に除去すること。除去する際には注水下でブラシコーンを使用するとよくとれます。

CAD/CAM修復の今後

末瀬 せっかく保険に導入されたのですから、大事に育てていきたいですね。そのためには形成や接着操作といったベーシックな使用方法はしっかりマス



ターして使っていただくことが重要です。1つでも疎かにして破折や脱離してしまったときに、材料や装置に問題があるとなっては非常に残念です。

CAD/CAM冠ハイブリッドレジンクラウンは、強い力がかかると確かに割れてしまいますが、そのかわり天然歯を守ることができます。そのシグナルとしての要素も重要です。

さらに、将来的に口腔内スキャナーを含めた周辺機器、材料のクオリティも上がり、模型も印象も必要なく最終補綴物が完成していくことは、なにより患者さんにとって大きなプラスになるでしょう。

また、高齢化により減少が予想される歯科技工士の問題についてもCAD/CAMの普及によりカバーできることは大きなメリットと感じています。その意味では、今後歯科技工士の技術力を高めて、CAD/CAMを使いこなすような人材を育てていかなければなりません。

CAD/CAMでカタチまではできますが、最終的な仕上げには人の手が必ず必要になるわけですから、この教育の問題も私どもに課せられた課題です。

最後に、CAD/CAM冠は材質の均質性により、同じく保険適用の金属クラウン、硬質レジンジャケットクラウンと比較しても経年的な劣化はおそらく少ないことが予想できます。

さらにトレーサビリティの点からも非常に信頼性があると感じます。そうしたメリットを患者さんにしっかりと説明し理解いただくことで、ぜひCAD/CAMを中心にしたデジタルデンティストリーを後押ししていただきたいと思います。

松村 今回の保険適用に至る経緯を考えると、鑄造を中心としたロストワックス法がスタンダードだったものが、それ以外の方法もあることを明示した最初の保険導入だったわけです。保険というキーワードだけで見ると、日本以外の諸外国はほとんどの補綴処置が自費診療です。

日本の場合、技術コストと材料コストで保険点数を決めていますが、それが国民の総医療費の枠組みに収まっていけることが大前提です。ですから政府も大変苦しいところで点数の貼付けをやっているわけです。そういうところをドクターにもご理解いただいて、患者さんにも情報収集をお願いする、そしてメーカーも開発に活かしながら、システム、材料、適応の拡大がCAD/CAMに代表されるデジタルデンティストリーとして広がっていくことを念じています。

今年はまさに“CAD/CAM元年”、今後のさらなる発展に期待したいですね。