

前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックの特徴と使い方

新谷明一

Characteristic of CAD/CAM resin composite block for anterior region, and its usage rules

Akikazu Shinya, DDS, PhD

抄 録

前歯部 CAD/CAM 冠は、エナメル色とデンティン色および移行色を含んだグラデーションを有するブロックを使用することで、良好な審美性が再現されている。症例選択では、十分なクリアランスと維持力が見込め、支台歯の色調が良好で、臼歯部の安定した咬合支持が得られている症例が適応となる。支台歯形成では滑らかかつ単純な形態と明瞭なディープシャンファーが推奨される。接着操作では口腔内試適後のクラウン内面へのアルミナブラストとシラン含有プライマー処理、支台歯は適切な清掃後に歯質用プライマーを塗布し、接着性レジンセメントで装着することが求められる。これらの処理を確実に行うことで、安全・安心な歯科医療が確立できる。

キーワード

前歯部 CAD/CAM 冠, グラデーションブロック, アルミナブラスト, デジタルデンティストリー

ABSTRACT

For anterior CAD/CAM resin composite crown, better aesthetics are produced by using a gradation block including enamel, dentin and transition color. In case selection, sufficient clearance and retention are expected. Abutment color should be same as a natural tooth color, and stable occlusal support of the molar region are recommended for safety use. For tooth preparation, simple abutment shape with a smooth surface, and a clear deep chamfer finish line are recommended. In the bonding procedure, it is required to apply alumina air abrasion and silane-containing primer treatment to the inner surface of the crown after try in. For abutment tooth, all contamination and temporary cement should be removed before bonding procedure. After perfect cleaning, tooth primer will be applied and adhesive resin cement should be used. By surely performing these treatments, safe and secure dental care can be established.

Key words:

Anterior CAD/CAM resin composite crown, Gradation resin composite blocks, Alumina air abrasion, Digital dentistry

はじめに

過酷な世界情勢からパラジウム価格が上昇し、ここ日本では保険診療で金属製補綴装置を装着するたびに、逆ザヤとなる現実が起きている¹⁾。この状況への対応として、2014年4月に小白歯 CAD/CAM 冠が保険収載された。その後、2017年の下顎第一大臼歯に引き続き、2020年には前歯部へと適応拡大され、現

在では第二大臼歯を除くすべての歯に使用可能となっている²⁾。保険適応されている CAD/CAM 冠は、作業用模型をスキャナーにて計測し、そのデータを基に構築したデジタル模型上にてクラウンの設計をする。完成したデジタルクラウンデータはミリング機へ転送され、そのデータを基に CAD/CAM 用コンポジットレジンブロックを切削加工することで製作されるクラウンと定義されている^{3,4)}。使用できる CAD/CAM 用コンポジットレジンブロックは Type1~4 に分けられてお

	Type I	Type II	Type III	Type IV
機能区分名	CAD/CAM冠用材料(I)	CAD/CAM冠用材料(II)	CAD/CAM冠用材料(III)	CAD/CAM冠用材料(IV)
保険適用部位	小白歯	小白歯	第一大臼歯	前歯
無機質フィラー(質量分率)	60%以上	60%以上	70%以上	60%以上
ビッカース硬さ	-	55Hv0.2以上	75Hv0.2以上	55Hv0.2以上
3点曲げ強さ	-	160MPa以上	240MPa以上	160MPa以上
吸水量	-	32 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 以下	20 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 以下	32 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 以下
色調	-	-	-	エナメル色とデンティン色、および移行色を含む積層構造
備考	CAD/CAM冠用材料(I)は小白歯に保険適用に限り規定である。	CAD/CAM冠用材料(II)は小白歯に使用し、保険適用に限り規定である。	CAD/CAM冠用材料(III)は第一大臼歯に保険適用に限り規定である。 CAD/CAM冠用材料(III)は第一大臼歯に限り適用される。CAD/CAM冠用材料(III)により規定される。	CAD/CAM冠用材料(IV)は前歯に保険適用に限り規定である。 「品質検査する」-250長さが4mm以上である。 シリカ微粉末とそれを除いた無機質フィラーの一次粒子径が最大で5 μm 以下であること。

図1 保険適用CAD/CAM冠用ブロックに求められる物性

り、2020年の改定にて前歯、小白歯、大白歯への適応が可能となっている⁵⁾。本稿では、2021年の日本補綴歯科学会第130回記念学術大会で開催された医療問題検討委員会連携企画での「前歯にも保険適応されたCAD/CAM冠の安全な使い方」にて講演させていただいた内容を基に、前歯部CAD/CAM冠用ブロックの特徴と安全な使い方について解説する。

1. 前歯部CAD/CAM冠用ブロックの特徴

前歯部用ブロックであるType4 CAD/CAM冠用材料に求められている諸物性には無機フィラーの含有率、ビッカース硬さ、3点曲げ強さ、吸水量などがあり、その性質は小白歯用となるType2と同等と規定されている(図1)。小白歯に使用しても破折などの報告は非常に少ないこと⁶⁾から、十分な強さが得られており、前歯部での使用にも問題が無いと考えられる。審美エリアである前歯部への適応にあたり、新たに付け加えられた条件に色調が挙げられる。まず、今まで単色であった色調がエナメル色とデンティン色、および移行色を含む積層構造となり、審美性に配慮した色調を有することが求められる。また、艶の耐久性を向上させるために、シリカ微粉末とそれを除いた無機質フィラーの一次粒子径が最大で5 μm 以下となっている。ブロックの大きさも前歯部に対応できるよう、一辺14mm以上と規定されている。

図2に講演当時に発売されていた各メーカーの前歯部CAD/CAM冠用ブロックの特徴を示す。最初に保険適用されたブロックであるカタナアベンシアN(クラレノリタケデンタル、東京、日本)は2020年9月1日に保険適用され、A1からA3.5、B1、B2の6色が用意されている。諸物性はType4の基準を大きくクリアしており、その特徴はクラレノリタケデンタル独自の製造方法から微粒子フィラーを高密度に配合されているため、材料強度と艶の耐久性が高く、

製品名	カタナアベンシアN	セラスマートレイヤー	KZR-CAD HRブロック4イーバ	松風ブロックHCハードAN	Type IV
メーカー	クラレノリタケデンタル	ジーシー	ヤマキン	松風	CAD/CAM冠用材料(IV)
保険適用日	2020年9月1日	2020年10月1日	2020年11月1日	2020年12月1日	前歯
色調	6色 (A1, A2, A3, A3.5, B1, B2)	4色 (A1EL, A2EL, A3EL, A3.5EL)	5色 (A1, A2, A3, A3.5, A4)	4色 (A1ML, A2ML, A3ML, A3.5ML)	エナメル色とデンティン色、および移行色を含む積層構造
フィラーサイズ	-	300nm 不定形バリウムガラスフィラー	1~20 μm セラミック・クラスターフィラーと1 μm のフッ素系ガラスフィラー	- ジルコニウムシリケートによる「i-PFSフィラー」	シリカ微粉末とそれを除いた無機質フィラーの一次粒子径の最大値が5 μm 以下
フィラー含有量	61 wt%	-	72 %	67 wt%	60%以上
ビッカース硬さ	74 Hv0.2	73 Hv0.2	80 Hv0.2	98 Hv0.2	55Hv0.2以上
3点曲げ強さ	207 MPa	231 MPa	200 MPa	222 MPa	160MPa以上
吸水量	-	20.5 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	28 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	32 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 以下

図2 各種前歯部CAD/CAM冠用ブロックの特徴

またその色調はエナメル色からデンティン色にかけて彩度と透明度が境目のないグラデーションとなっている。2020年10月1日に保険適用されたセラスマートレイヤー(ジーシー、東京、日本)はA1~A3.5の4色を有し、フィラーサイズが約300nmの不定形バリウムガラスフィラーを含むことから、研磨性が向上し、艶の耐久性の向上にも寄与している。また、3点曲げ強さは最も高い値となっている。KZR-CAD HRブロック4イーバ(ヤマキン、大阪、日本)は、フッ素徐放性を有する唯一のブロックで、A1からA4までの5色を有する。筆者の少ない臨床経験では、ブロックのシェードはシェードガイドよりも1段階ほど明るい感触がある。ブロック4イーバは他のメーカーにはない、暗いA4のシェードを有していることから、暗い色調を有する患者に適用できるブロックであるといえる。また、ヤマキン独自のクラスターフィラーを用いることで、高い材料特性も得られている。2020年12月1日に保険適応された松風ブロックHCハードAN(松風、京都、日本)はA1~A3.5の4色が用意され、Type4の基準物性を超えた良好な機械的性質を有するブロックである。ジルコニウムシリケートによる松風独自の「i-PFSフィラー」を用いることで、マトリックスレジンとの強固な嵌合効力が得られ、高い機械的特性が得られている。

図3に各種飲料水に浸漬後の色調変化⁷⁾を示す。実験条件は5種類の飲料水に各種ブロックを浸漬し、浸漬後1日目から7日ごと28日経過時(28日間浸漬は約2年間の口腔内環境と同等と考えられている)まで色調を計測し、その色差を ΔE として算出した。ポジティブコントロールと設定したポーセレンブロックでは、ほぼ色調の変化は認められず、ついでアベンシアN、ブロック4イーバ、セラスマートレイヤー、HCハードANの順にその変化量が小さい結果であった。しかしながら、それらの値は ΔE 3以下となって

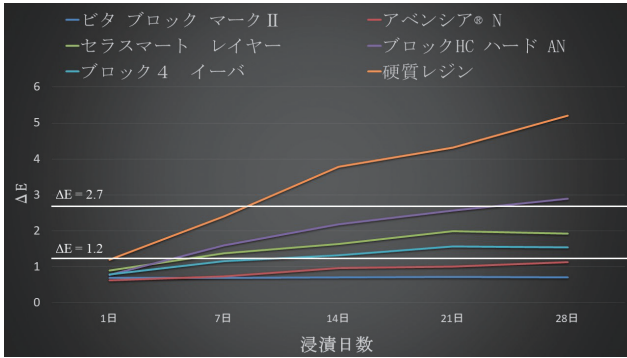


図3 前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックの各種飲料水浸漬試験後の色調変化

$\Delta E=1.2$ 以上から色の差が感じ取れる。 $\Delta E=2.7$ 以上となると色の差を容易に認識できる。

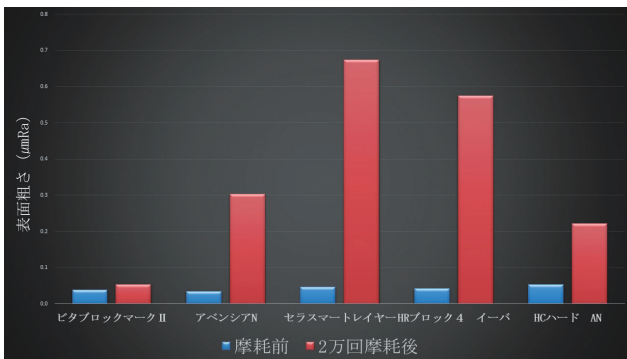


図5 前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックの歯ブラシ摩耗による表面粗さ

おり、色の変化が認識できるかできないかギリギリの変化量であった。また、ネガティブコントロールとして設定した硬質レジンと比較するとあきらかに低い変化量を示したことから、レジン前装冠やレジンジャケットクラウンと比較して高い色調の安定性が得られているといえる。

前歯部で使用するにあたり、艶の耐久性は長期的な審美性の獲得に重要な課題であるといえる。図4に2万回歯ブラシ摩耗(2万回の歯ブラシ摩耗は約2年～4年間の口腔内環境を想定している)による艶の変化⁸⁾を示す。色調変化の実験結果と同様に、ポーセレンブロックは非常に安定した艶耐久性を示し、アベンシァNはその結果とほぼ同等であった。そのほかの3つのブロックは若干劣るものの、硬質レジンと比較して高い艶特性を示した。図5に2万回歯ブラシ摩耗前後の表面粗さ⁸⁾を示す。表面粗さは、HCハードANが最も小さく、ついでアベンシァN、ブロック4イーバ、セラスマートレイヤーの順に摩耗量が多くなる結果となった。これらの結果から、前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックは保険適用基準を大きく上回る機械的性質を有し、硬質レジンと比較して十分な耐久性が得られていた。

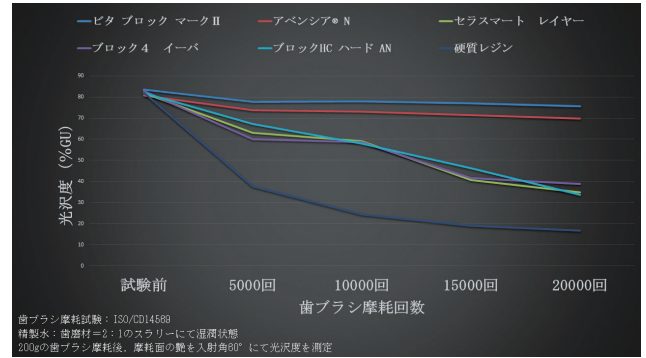


図4 前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックの歯ブラシ摩耗による艶の変化



図6 前歯部 CAD/CAM 冠の審美性に対する支台歯色の影響

2. 前歯部 CAD/CAM 冠の適応症⁹⁾

前歯部 CAD/CAM 冠の適応で最も大切なポイントは、適切なクリアランスを得ながら支台歯に十分な保持形態、抵抗形態を付与できるか否かとなる。歯冠長が短い症例やバイトが深い症例などでは、必然的に支台歯の維持力が小さくなる。そのため、最適な接着操作を行ったとしても、もともとの抵抗形態の小ささから、脱離しやすい恐れがある。前歯部 CAD/CAM 冠の症例選択時には、まず支台歯の維持力に着目し、十分な維持力が得られる症例を選択する。

臼歯部の咬合支持が少ない、もしくは咬合の安定が見込めない症例の場合、下顎前歯が上顎前歯を突き上げる形で過度な咬合力が発生し、破折の危険性が大きくなる。日本人の基底結節は薄く、前歯舌側面はクリアランスの獲得が困難な部位といえる。そのため、前歯部 CAD/CAM 冠ではクリアランスが十分に確保可能で、臼歯部の咬合支持が安定し、過度な咬合圧がかからない症例を選択する必要がある。

前歯部のクラウンには高度な審美性が要求される。前歯部 CAD/CAM 冠は支台歯色の影響を強く受ける¹⁰⁾ため、支台歯が変色歯やメタルコアの症例では歯冠の色調が暗くなる(図6)。そのため、前歯部



図 7 レジン用表面滑沢硬化材を用いた外部ステイニングにて色調の調整を行い審美性を獲得した

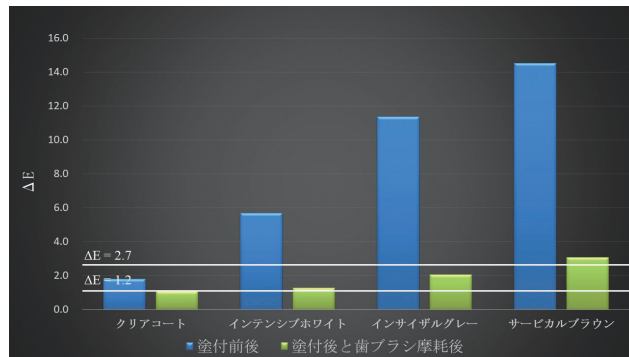


図 8 各色調のレジン用表面滑沢硬化材塗布前後と塗布+歯ブラシ摩耗後の色調変化
 $\Delta E=1.2$ 以上から色の差が感じ取れる。 $\Delta E=2.7$ 以上となると色の差を容易に認識できる。

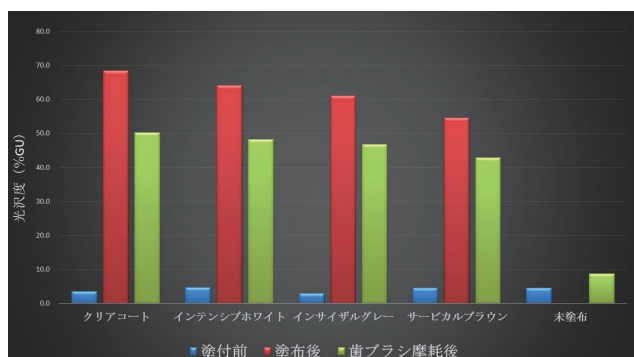


図 9 各色調のレジン用表面滑沢硬化材塗布前・後と歯ブラシ摩耗後の光沢度

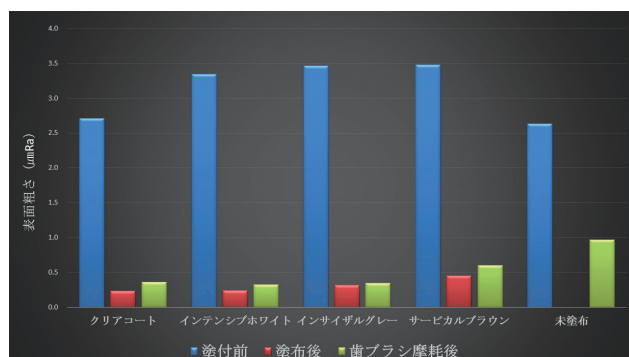


図 10 各色調のレジン用表面滑沢硬化材塗布前・後と歯ブラシ摩耗後の表面粗さ

CAD/CAM 冠では支台歯の色調が良好な症例が適応となる。

3. 前歯部 CAD/CAM 冠の審美性

前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックの色調は A1 ~ A4, B1, B2 がラインナップされ、それぞれのブロック内でエナメル色からデンティン色にかけてグラデーションを有していることから、良好な審美性が獲得できるとされている。しかし、支台歯の色による影響や、ダークシェードが A4 までしかないことなどから色調再現性に限りがある。実際の天然歯は A4 よりも暗いシェードも多く存在し、また、グラデーションだけでは対応できない複雑な色を有する。このような症例に対する外部ステイニング材としてレジン用表面滑沢硬化材が発売されている。これらレジン用表面滑沢硬化材はさまざまな色調を有し、前歯部 CAD/CAM 冠に塗布、光重合することで、色調の調整と滑沢化が可能である (図 7)。図 8 にレジン用表面滑沢硬化材塗布前後と塗布+2 万回歯ブラシ摩耗後の色調変化⁸⁾を示す。透明なクリアコートではほぼ色調変化を認めず、その他の色調では塗布前後で大きい変化が認めら

れている。また、歯ブラシ摩耗後では、どの色調においても変化量が少なく、色調安定性に優れていることがうかがえる。図 9 に塗布前・後と歯ブラシ摩耗後の光沢度⁸⁾を示す。どの色調においても滑沢硬化材を塗布することで光沢度が向上し、2 万回の歯ブラシ摩耗後でも 3 割程度の光沢度の低下を示しており、優れた艶耐久性を有しているといえる。図 10 に塗布前・後と歯ブラシ摩耗後の表面粗さ⁸⁾を示す。塗布前 (未研磨) と比較して滑沢硬化材塗布後では大幅な表面粗さの低下が認められた。また、2 万回歯ブラシ摩耗後も表面粗さに大きな変化は認められず、良好な表面粗さが維持されていた。2 万回歯ブラシ摩耗は約 2 ~ 4 年間の口腔内と同等の摩耗状態と考えられている。これらの材料試験の結果が、口腔内で生じる現象と全く同じであるとはいえないものの、レジン用表面滑沢硬化材を用いることで、2 年間程度であれば十分に良好な色調・艶・表面粗さが保たれると考えられる。製品によっては、口腔内で使用可能な材料もあるため、審美性の低下が認められた長期経過症例に利用することで、審美性を回復させることも可能であると考えられる。

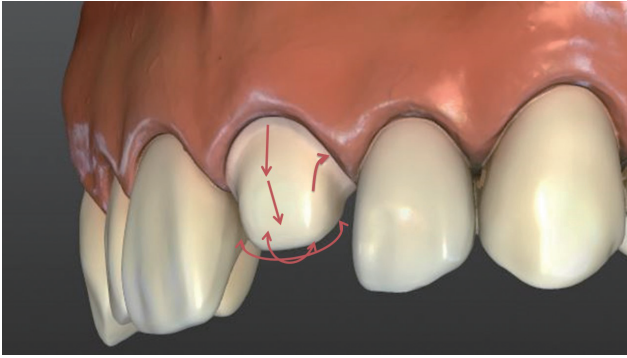


図 11 前歯部 CAD/CAM 冠に適した支台歯形態

4. 前歯部 CAD/CAM 冠が推奨できない症例⁹⁾

前歯部 CAD/CAM 冠が推奨できない症例とは、先に説明した適応症から外れる症例が該当する。具体的には過小な歯冠高径症例、軸面の削除量を確保すると抵抗形態が不十分となる症例、唇舌的幅径が小さく唇面・舌面クリアランスが確保できない症例、偏心位のガイドもしくは切端咬合により過度な咬合圧が予測される症例、顕著な咬耗を有する症例やブラキシズム・クレンチング症例などが挙げられる。また、部分床義歯の鉤歯となる場合は、レストやクラスプのメタルによる負担過重や摩耗が懸念される¹¹⁾ため、禁忌ではないものの考慮すべき事項となる。このような症例に対しては、従来から使用されているレジン前装冠などを選択することが求められる。

5. 前歯部 CAD/CAM 冠の支台歯形成⁹⁾

CAD/CAM 冠は模型のスキャニングとブロックのミリングを経て製作されるクラウンである。そのため、それらの工程に支障のない支台歯形態を有することが求められる¹²⁾。前歯部 CAD/CAM 冠の支台歯は適切なクリアランスを有し、滑沢かつ単純な形態で隅角部は丸く、円滑で明確な辺縁形態とフィニッシュラインが求められる (図 11)。

各部位における支台歯形成時の注意点として、まず唇側面では切縁に内側傾斜をつけ削除量を十分にとり、審美性への配慮として3面形成とする。軸面テーパは全部金属冠よりも若干多めに片面6~10°の範囲に形成する。フィニッシュラインは連続したディープシャンファーが推奨され、鋸歯状とならないよう滑らかに形成し、軸面クリアランス1.5 mm以上、辺縁部クリアランスを1.0 mm以上とする。概形成が完了したら隅角部や切縁・舌面-軸面部に鋭利な部分がなく、丸みを帯びた形状となるようカーボランダムポイントなどを使用して形態修正をすることで、良好



図 12 CAD/CAM 冠内面への装着前処理

な適合が獲得できる。削除量 (クリアランス) の確認にはあらかじめ製作したシリコーンインデックスやプロビジョナルクラウンを利用して確認することが求められる。

6. 前歯部 CAD/CAM 冠の接着

歯科領域の結合にはさまざまな様式がある。クラウンの装着においては、機械的嵌合力による合着と化学的結合力による接着があり、CAD/CAM 冠では両者の効果を最大限発揮させる必要がある¹³⁾。そのため CAD/CAM 冠の装着には、前歯部に限らず高い接着強さを有するプライマー型の接着性レジンセメントを使用することが必須となる。

装着手順として、まず支台歯に付着した仮着材などの接着阻害因子を除去する。仮着材の除去には、超音波スケーラーやエアスケーラーを用い、大きな仮着材を除去した後、コントラアングルに装着されたロータリーブラシにて、細かい残留物を慎重に除去する。この時、歯肉等に触れてしまった場合、出血の原因となるため、慎重な作業が求められる。続いて CAD/CAM 冠の口腔内試適を行い、隣接面接触の調整と適合の確認を行う。この時に咬合面接触の調整を行うこともできるが、調整時のチップング等の不安がある場合には、装着後に行う。口腔内試適が完了した後、それぞれの被着面に対する前処理を行う。

口腔内試適後の CAD/CAM 冠内面には、弱圧下 (0.1~0.2 MPa) でのアルミナブラスト処理を行い、被着面の清掃と同時に嵌合効力の獲得を行う。アルミナブラストは必ず試適後、装着直前に行うことで、最大の効果が得られる。アルミナブラスト後は、エアローにてアルミナ粉瘤を飛ばし、シランカップリング剤含有のプライマーを塗布し、化学的接着力を付与することでクラウン内面への前処理が完了する (図 12)。



図 13 支台歯への装着前処理

支台歯に対して、徹底した清掃を行う。この時、多機能クリーナー（カタナクリーナー、クラレノリタケデンタル）などを利用した清掃も有効である。支台歯の清掃が完了した後は、歯質用プライマーの塗布となる。歯質用プライマーは接着性レジンセメントに付随した同じメーカーのものを使用する。また、支台歯に対してレジンや金属による支台築造が施されている場合でも、セラミックプライマーや金属プライマーを塗分けることなく、歯質用のプライマーを塗布することで対応できる（図 13）。

クラウン内面および支台歯への前処理が完了したら、被着面の再汚染に十分注意して、手早くクラウン内面へ接着性レジンセメントを填入し、支台歯へ圧接する。余剰セメントはタックキュアにより半硬化させ、除去する。大きな余剰セメントの除去が終わったのち、各面に対して 20 秒以上の光照射を行い、セメントの光重合を促した後、各メーカー指定の時間だけしっかりと把持することで、良好な接着強さが獲得できる。また、細かな余剰セメントは接着性レジンセメントの重合が終了したと考えられる 24 時間以降に除去することを推奨する。

おわりに

前歯部 CAD/CAM 冠はグラデーションブロックを用いることで、審美的な配慮がなされた保険適応のメタルフリークラウンである。基礎研究の結果から、優れた機械的性質と審美的耐久性を有することが明らかとなった。しかし、基礎研究の結果から、口腔内で起こるトラブルをすべて予想・対応することは不可能である。そのため、今後はより多くの臨床研究を行うことが求められている。

この材料を安全な補綴装置として使用するためには、多くのルールが存在し、それら一つひとつをしつ

かりと履行しない場合、脱離や破折に直結する。新しい材料や技術の発達に伴って、我々歯科医師も新たな知識と技術を習得し、それらを実践することで、やっと患者の利益へと還元されていく。本稿で紹介した前歯部 CAD/CAM 冠用ブロックを生かすも殺すも我々の技能にかかっており、臨床・研究のどちらにせよ、その将来は補綴専門医の矜持に委ねられている。

文 献

- 1) 末瀬 一彦. 前歯部 CAD/CAM 冠の保険導入をめぐる CAD/CAM 冠の保険適用範囲拡大の背景と展望. 歯科技工 2020 ; 48 : 961-8.
- 2) 藤澤政紀, 三浦賞子, 前田拓郎. CAD/CAM 冠の前歯保険適用について CAD/CAM 冠の前歯保険適用に至る経緯と臨床上の留意点. 日歯理工誌 2021 ; 40 : 125-8.
- 3) 小峰 太, 藤澤政紀, 奈良陽一郎. 保険収載された前歯部 CAD/CAM 冠について. 歯界展望 2020 ; 136 : 937-40.
- 4) 末瀬 一彦. 前歯部 CAD/CAM 冠の臨床応用の留意点. 日歯医師会誌 2021 ; 73 : 868-80.
- 5) 末瀬 一彦. 前歯部 CAD/CAM 冠の保険収載とチェアサイドでの臨床対応 歯科医師のための利点・留意点の整理と新規保険適用レジンプロックの特徴. 補綴臨床 2021 ; 54 : 7-21.
- 6) Kabetani T, Ban S, Mine A, Ishihara T, Nakatani H, Yumitate M et al. J Prosthodont Res 2021; in press.
- 7) 藤島 伸, 新谷明一, 渡邊 慧, 八田みのり, 山田真理, 松田哲治ほか. 前歯部用 CAD/CAM レジンプロックに及ぼす長期浸漬の影響. 日補綴会誌 2021 ; 13・東京支部学術大会特別号 : 18.
- 8) 新谷明一, 小川 匠, 井川知子, 勅使河原大輔, 佐藤和朗, 四ツ谷 護ほか. 表面滑沢材を塗布した CAD/CAM レジンプロックの表面性状と耐久性. 歯科審美 2022 ; 34 : 163.
- 9) 日本補綴歯科学会. 保険診療における CAD/CAM 冠の診療指針 2020. https://hotetsu.com/files/files_478.pdf
- 10) Ha R, Tsuchida Y, Iwasaki N, Takahashi H. Effects of thickness on color appearance of multilayer CAD/CAM composite resin blocks. Odontology 2022; in press.
- 11) Miura S, Kasahara S, Yamauchi S, Katsuda Y, Harada A, Aida J et al. A possible risk of CAD/CAM-produced composite resin premolar crowns on a removable partial denture abutment tooth: a 3-year retrospective cohort study. J Prosthodont Res 2019; 63: 78-84.
- 12) 新谷明一. デジタルデンティストリーにおけるクラウンブリッジの適合について. 日補綴会誌 2018 ; 10 : 224-9.
- 13) 新谷明一, 三浦賞子, 小泉寛恭, 疋田一洋, 峯 篤史. CAD/CAM 冠の現状と将来展望. 日補綴会誌 2017 ; 9 : 1-15.

著者連絡先：新谷 明一

〒 102-0071 東京都千代田区富士見 1-9-20

Tel: 03-3261-8658

Fax: 03-5216-3758

E-mail: akishi@tky.ndu.ac.jp