

## CAD/CAM レジン冠：日本から発信するメタルフリー治療

峯 篤史<sup>a</sup>, 松本真理子<sup>b</sup>, 伴 晋太郎<sup>a</sup>, 矢谷博文<sup>c</sup>

CAD/CAM indirect resin crowns: Metal-free treatment originating from Japan

Atsushi Mine, DDS, PhD<sup>a</sup>, Mariko Matsumoto, DDS, PhD<sup>b</sup>, Shintaro Ban, DDS, PhD<sup>a</sup>  
and Hirofumi Yatani, DDS, PhD<sup>c</sup>

### 抄 録

CAD/CAM レジン冠が保険導入されて8年をむかえようとしている。この間、本治療法の向上のために日本補綴歯科学会会員は、基礎研究データおよび臨床エビデンスを蓄積してきた。本稿ではその成果である「現在推奨されている接着技法」、「全臨床アウトカム」をまとめ、それらの最新情報から導かれる「具体的な臨床術式」および「患者説明のあるべき姿」を提案する。CAD/CAM レジン冠の治療を成功させる要素は多岐にわたり、歯科医はこれらを総合的にマネージメントする必要がある。さらに、新規メタルフリー治療として日本からの発信を達成するために刷新すべきドグマや臨産官学民連携について吟味したい

### キーワード

接着歯学, デジタルデンティストリー, イノベーション, 臨産官学民連携, ゲームチェンジャー

### ABSTRACT

It has been eight years since CAD/CAM indirect resin crowns were included in the national health insurance in Japan. During this period, members of the Japanese Society of Prosthodontics have been accumulating basic research data and clinical evidence to improve this treatment. This paper summarizes the results of the research, including “currently recommended bonding procedures” and “overall clinical outcomes”, and proposes “appropriate clinical techniques” and “principal patient explanations” based on the latest data and evidence. A wide range of factors contribute to the success of CAD/CAM indirect resin crown treatment, and dentists need to manage them comprehensively. In addition, we would like to examine the existing dogma that needs to be changed, and to attain close collaboration among the medical practice, industry, government, academia and private sector in order to disseminate this new metal-free treatment from Japan.

### Key words:

Adhesive dentistry, Digital dentistry, Innovation, Close collaboration among medical practice, industry, government, academia and private sector, Game-changer

<sup>a</sup> 大阪大学大学院歯学研究科クラウンブリッジ補綴学分野

<sup>b</sup> 北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室

<sup>c</sup> 大阪大学名誉教授

<sup>a</sup> Department of Fixed Prosthodontics, Osaka University Graduate School of Dentistry

<sup>b</sup> Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Hokkaido University, Graduate School of Dental Medicine

<sup>c</sup> A professor emeritus, Osaka University

## I. はじめに

Computer-aided design/ Computer-aided manufacturing (以下 CAD/CAM) の技術が進歩し、高い物性かつ均質なブロックをミリングすることより補綴装置を作製することが可能となった。日本補綴歯科学会第 130 回記念学術大会では海外特別講演において Prof. Van Meerbeek から CAD/CAM 用のブロックとなっている 5 種の材質 (①陶材, ②ケイ酸リチウムガラスセラミック, ③ Polymer-infiltrated ceramic, ④ジルコニア, ⑤コンポジットレジン) に対する接着技法についての解説があった。また、コンポジットレジンについてはセラミックより精度高くミリングすることができ、マージンのチッピングを防げること、ステイニング材 (レジンベース) で高い審美性が得られることが紹介された。

国際的に CAD/CAM を応用した補綴装置は広く普及しているものの、コンポジットレジン (特に単冠用ブロック) が使用される頻度は少ない。しかしながら、わが国では CAD/CAM レジン冠が保険導入されたことから、多く適用されるようになり、基礎研究データや臨床エビデンスが蓄積されることになった<sup>1)</sup>。本稿では、その最新の成果を解説したい。なお同時期に、「さらなるコンポジットレジン系材料の可能性を探る！」を日本歯科理工学会誌に<sup>2)</sup>、「CAD/CAM レジン冠の脱離の原因は『接着』だけではない！」を接着歯学へ執筆する機会をいただいた<sup>3)</sup>。これらも合わせてご確認いただければ幸いである。

## II. CAD/CAM レジン冠の「接着技法」： 日本補綴歯科学会の推奨

1. 保険診療における CAD/CAM 冠の診療方針 2014  
2014 年 12 月に日本補綴歯科学会 (医療問題検討委員会) が公表した「CAD/CAM 冠診療指針」において、「装着」の項は以下のとおり記されている。

歯質と CAD/CAM 冠の一体化を図るため、接着性レジンセメントを使用することが必須である。

1. 口腔内試適後、CAD/CAM 冠内面を弱圧下でアルミナサンドブラスト処理することが推奨される。
2. 超音波洗浄やリン酸エッチング処理などで CAD/CAM 冠内面を清掃し、乾燥後にシランカップリング剤含有プライマーを塗布する (シラン処理)。
3. 乾燥後に接着性レジンセメントを CAD/CAM 冠内面に塗布して装着する。
4. 余剰セメントに数秒間光照射 (セメントの種類に



図 1 「保険診療における CAD/CAM 冠の診療方針 2014」における装着

保険に導入された当初は不明な点が多く、さまざまなレジン被着面処理が必要とされていた。処理ステップ数が多く、水洗や乾燥も含めると (保険診療では考えられないほどの) 時間が必要であった。一方、装着用セメントはセルフアドヒーシブセメントも (接着性レジンセメントに分類されることから) 装着材料として容認されていた。

より異なる) を行い、接着性レジンセメントを半硬化させた後、除去する。なお、セメントの種類によっては、歯面処理が必要である。

本指針を厳守すると、水洗・乾燥も含めて多くの操作が必要ということになる (図 1)。CAD/CAM レジン冠の保険導入の際は、まだ十分な研究データが揃っていなかったため CAD/CAM 冠装着は慎重に行うべきであり、本指針は納得のいくものであった。なお、これらのステップは冠内面に対する処置がほぼすべてであり、支台歯に対する処理についての記載は「セメントの種類によっては歯面処理が必要である」だけであった。したがって、保険診療であるということからも、実臨床ではセルフアドヒーシブセメントが主に使用されることになった。

### 2. 保険導入された大白歯 CAD/CAM 冠 2018

われわれは接着歯学の研究グループとして、この新しい材料である「レジンブロック」に対する接着の探究を進め、以下のことを確認した。

- ・アルミナブラスト処理、シラン処理により接着性が向上する<sup>4)</sup>。
- ・「アルミナブラスト処理後の超音波洗浄」および「シラン処理前のリン酸処理」による接着性の向上は認められない<sup>5,6)</sup>。
- ・唾液汚染により接着性は低下し、アルミナブラスト処理によりその低下は完全に回復する<sup>7,8)</sup>。

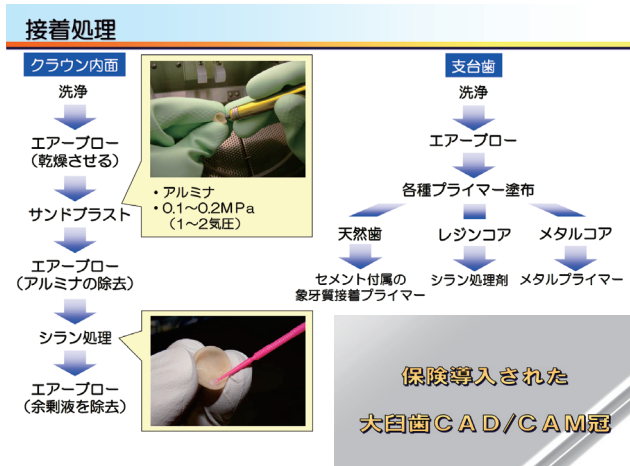


図2 2018年に改変された接着処理

一部制限があるものの大白歯部が保険適用となった際、日本補綴歯科学会からスライド形式のステイトメントが発表された。ここでは、冠内面処理 (図左) と支台歯処理 (図右) とが、分けて表現されている。

・洗浄で使用する「水分」の残存も、接着阻害因子となる<sup>8)</sup>。特にCAD/CAM レジン冠の場合は「乾燥」を念入りに行う必要がある。

これらの研究結果から被着面に接着阻害因子がない場合、レジンブロックに接着性レジンセメントが強固に接着することが示された。また、レジンブロック接着に関する研究32論文のレビューにおいても、高い接着性が確認されている<sup>9)</sup>。一方、歯質に対する接着性は補綴装置に対するそれと比べて低く、歯質接着により注意する必要性が明確となった<sup>10)</sup>。そしてこれを機に現在シンプルユーズ化が進んでいる歯科用接着材の見直しが求められ、具体的には機能性モノマーを活用した新規クリーナー (マルチエッチャント: ヤマキン, カタナクリーナー: クラレノリタケデンタル) が開発・発売されている。

大白歯へとCAD/CAM レジン冠の適用範囲が拡大された際、日本補綴歯科学会から「保険導入された大白歯CAD/CAM冠」と題された指針が発表された (図2)。ここでは冠内面への接着技法は簡略化されている一方、支台歯への処理が追記されている。このことは歯面処理を必要としないセルフアドヒーシブレジンセメント単独の使用を否定するものであり、メーカーもこの頃には、支台歯に対するプライマーもしくはボンディング材の使用を指示するようになっている。

### 3. 保険診療におけるCAD/CAM冠の診療方針2020

2020年9月に日本補綴歯科学会 (医療問題検討委員会) が改訂した「CAD/CAM冠診療指針」の「装着」



図3 現在推奨されているCAD/CAM レジン冠の接着技法

レジンブロックに対する接着の基礎的研究データが蓄積され、接着技法が改訂された。そこでは、装着直前にブラスティングすることが推奨され、それができない場合はリン酸で清掃するとされている (つまりブラスティングができればリン酸処理は不要、図中①)。また、支台歯にも処理が必要があることが、ここでも明記されている (図中②)。

では以下のとおり記されている。

(1) 口腔内試適後、CAD/CAM冠内面を弱圧下 (0.1~0.2 MPa) でアルミナサンドブラスト処理することが推奨される。口腔内試適後にアルミナサンドブラスト処理ができない場合は、確実にリン酸で清掃する (参考文献1)。

(2) 乾燥後にシリランカップリング剤含有プライマーを塗布する (シリラン処理)。

(3) 乾燥後に接着性レジンセメントをCAD/CAM冠内面に塗布して装着する。

(4) 光重合型もしくはデュアルキュア型のセメントでは余剰セメントに数秒間光照射 (セメントの種類により異なる) を行い、接着性レジンセメントを半硬化 (タックキュア) させた後、除去する。なお、セメントの種類によっては、歯面処理が必要である。

このように最新の指針では、アルミナブラスト後の超音波洗浄およびリン酸処理は推奨から除かれている (図3①)。その根拠となっている参考文献1はわれわれ研究グループの報告<sup>7)</sup>である。一方、歯面処理に関して大きな表現の違いはないものの、メーカーの指示が変化しているため、現在では歯面処理が必要ということになる (図3②)。

### 4. 日本補綴歯科学会第130回記念学術大会 海外特別講演

Prof. Van Meerbeekが解説したCAD/CAM レジン冠内面に対する接着技法も、「アルミナブラスト処

理」直後の「シラン処理」であり、超音波洗浄やリン酸処理は行われていなかった。したがって、世界的にみても本学会推奨のステップは現在のデータで最良と考えられる。一方、Prof. Van Meerbeek はシラン処理後のオプション (行っても良いステップ) として「アドヒーシブ塗布 (照射なし)」を紹介した。「レジン充填 (つまり直接法)」に使用されるアドヒーシブを補綴装置の内面に使用することについて、多くの会員が疑問を持ったと想像する。海外では、CAD/CAM で作製された「適合度がそれほど高くはない補綴装置」の装着に「充填用コンポジットレジン」を用いることが少なくない。さらには、充填用レジンのフローを改良するために加熱器を使用することもあり、この「機械的な維持を得るための凹凸にしっかりレジンを嵌合させる」という発想は、冠内面へのアドヒーシブ使用につながっている。

CAD/CAM レジン冠専用の内面処理剤として、新規レジンプライマー (HC プライマー, 松風) が発売されている。このレジンプライマーの成分はアドヒーシブと類似しており、われわれはこのレジンプライマーを応用した場合の接着機構についても研究を進めている<sup>2,11)</sup>。得られたレジンブロッカーセメント界面の分析データから、今後シラン処理に代わる (もしくは併用される) 表面処理法となる可能性を秘めている。

### 5. 近代補綴歯科における接着、そして接着歯学と日本

本誌 13 巻 2 号巻頭言において、「近代補綴歯科に大きなインパクトを与えたのは接着と歯科インプラントであろう。」と述べられている<sup>12)</sup>。ミニマル・インターベンションを具現化する技法として「接着」が不可欠であることは議論の余地はなく、審美歯科治療においても、デジタルデンティストリーにおいても接着歯学の役割は大きい。そして、接着歯学において「イノベーションとなるコンセプト」やそれを「具現化するマテリアル」が日本から発出された歴史がある。本稿でもわが国発の技法である「アルミナブラスト処理」「機能性モノマーを活用したクリーナー」「レジンプライマーによる表面処理」を紹介した。引き続き、臨産官学民の総力を集結した「日本の接着歯学」に期待せずにはいられない。

## III. 日本補綴歯科学会会員によって導き出された「臨床エビデンス」

### 1. オールジャパン体制の幕開け

本誌 12 巻 3 号の巻頭言では、「臨床研究はオール

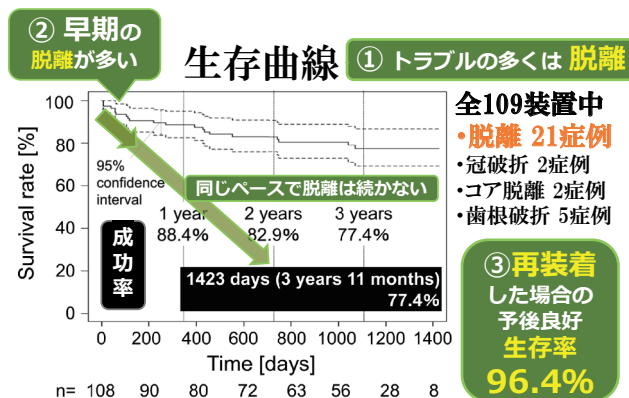


図4 小白歯 CAD/CAM レジン冠の臨床成績

冠装着後のトラブルとしては脱離が多い (図中①)。この傾向は他のすべての臨床研究で確認されている (表 1, 2)。この脱離はきわめて早期に発生するものの、それと同じペースで脱離が発生するわけではない (図中②)。また、冠脱離の際に冠破損は認められないことがそのほとんどであり、再装着されたあとの再脱離は認められていない (図中③)。

「ジャパン体制で行われることが理想である。」と臨床研究の重要性が提言されている<sup>13)</sup>。2014 年以降、CAD/CAM レジン冠についての臨床データが本学会の学術大会および学術誌において報告されている (表 1, 2)。日本デジタル歯科学会や日本歯科理工学会においても本学会会員が精力的に発表していることから、本学会が中心となってオールジャパン体制で臨床データが集積されているといっても過言ではない。本稿の後半のテーマとして、これらの「本学会員が蓄積した臨床アウトカム」と、そこから導かれる「患者説明のあるべき姿」を確認したい。

### 2. 小白歯 CAD/CAM レジン冠に多い「脱離」と再装着後の良好な予後

わが国で行われた小白歯 CAD/CAM レジン冠の臨床エビデンスすべてにおいて、「脱離」が最も多いトラブルであり、その割合は 0~27% であった。脱離の次に多いトラブル「冠破折」が 0~4.2% であることから、明らかに脱離の発生頻度は高い。われわれは小白歯 CAD/CAM レジン冠 109 装置の 3 年 11 か月予後を調査し、脱離が 21 装置 (19.3%) で破折が 2 装置 (1.8%) であった (図 4)<sup>14)</sup>。また、注目すべきこととして、脱離の発生時期は、多くが装着後早期 (6 か月以内) であり、その後は発生頻度が低くなっている。

カプランマイヤー法において、冠脱離をトラブルと捉える「成功率」は 77.4% であり、脱離した冠を再

表 1 小白歯における CAD/CAM レジン冠の臨床成績

部位	年	雑誌名/ 発表学会	発表者	研究スタイル	サンプル数	観察期間	冠脱離, 【脱離冠再装着】	破折	成功率	生存率
小白歯	2022	J Prosthodont Res	Kabetani, Ban and Mine, et al.	後向きコホート (デジタルデータ使用)	109 (デジタルデータ 75)	3年 11 か月 (平均 2.3 年)	21 装置, 19.3%	2 装置, 1.8%	77.4%*	96.4%*
小白歯	2021	日補綴会誌	高江洲ら	後向きコホート	125	5年 10 か月 (平均 2.7 年)	14 冠 (11.0%)	0	88.8%*	93.6%*
小白歯 (FMCあり)	2020	補綴歯科学会	五十嵐ら	後向きコホート	(2016年4月～2017年12月装着症例)	最長 2 年	20% 以上脱離	—	(80% 未満)	—
小白歯/ 大白歯	2020	デジタル歯科学会	福徳ら	後向きコホート	389	2016年4月～2019年12月	2.30%	(小・大白歯合わせて 2 装置)	(小・大白歯合わせて 94.4%)	—
小白歯	2020	デジタル歯科学会	大橋ら	後向きコホート	695	3 年	90 症例, 12% 脱離	—	(88%)	—
小白歯	2019	J Prosthodont Res	Miura et al.	後向きコホート	547	最長 3.1 年 (平均 1.3 年)	12.8%, 【12.4% は再装着】	1.6%	71.7%*	96.4%*
小白歯	2019	日補綴会誌	末瀬ら	アンケート	(1874 歯科医師)	平成 26 年 4 月～平成 28 年 3 月の 2 年間に装着された冠	8.0%	4.2%	およそ 90%	—
小白歯	2019	日補綴会誌	五十嵐ら	後向きコホート	94 (推奨されていない鉤歯 3 歯, per で抜歯 1 歯を除外)	最長 730 日	27%	0	75%***	—
小白歯	2019	神奈川歯科大学総会	中村ら	後向きコホート	695	3 年	13%	—	(87%)	—
小白歯	2018	補綴歯科学会	壁谷ら	後向きコホート (デジタルデータ使用)	109 (デジタルデータ 72)	6 か月～2 年 8 か月 (平均 18.7 か月)	19 装置 (17.4%)	1 装置 (0.9%)	79.8%*	—
小白歯	2017	栃木県歯科医学会誌	渡邊ら	後向きコホート	289	2015 年 7 月～2016 年 10 月 (最長 16 か月)	18 症例, 6.2%, 【すべて再装着】	2 症例, 0.7%	93.1%	—
小白歯 (FMCあり)	2017	日補綴会誌	山瀬ら	後向きコホート	474	0～24 か月	16 症例 (3.4%)	4 症例 (0.8%)	96.8%	—
小白歯	2017	日補綴会誌	三浦ら	後向きコホート	361	0.1～20 か月 (中央値 7.2 か月)	27 症例 (7.5%)	0	92.5%	—
小白歯	2017	補綴歯科学会	三浦ら	後向きコホート (多施設)	545	最大 2.6 年 (平均 1.1 年)	52 症例 (9.5%)	4 症例 (0.7%)	88.4%	—
小白歯	2017	デジタル歯科学会	小池ら	ケースレポート	1	5 年	—	—	経過良好	—
小白歯	2016	J Cosmet Oral Care	川原	後向きコホート	31	最長 753 日	30 症例	—	54.7%	—
小白歯	2016	福岡歯科大学学会	神谷ら	後向きコホート	58	—	7 装置 (12.1%)	0	88%	—
小白歯	2016	補綴歯科学会 東北・北海道支部	疋田ら	後向きコホート (多施設)	214	6～27 か月 (平均 10.6 か月)	10 装置, 4.7%	1 装置, 0.5%	94.4%	—
小白歯	2016	補綴歯科学会	末瀬	アンケート	828 件 回収	1 年 8 か月以内	—	—	70.6% (再製率 33.3%)	—
小白歯	2016	接着歯学会	壁谷ら	後向きコホート	112	0.1～11 か月	13 装置 (11.6%), 【10 装置は再装着】	1 装置 (0.9%)	88%	—
小白歯	2016	デジタル歯科学会	神成ら	後向きコホート	180	3～22 か月 (平均 11.8 か月)	9 装置 (5%, コアごと脱離 1 症例)	1 装置 (0.6%)	94.4%	—
小白歯	2016	デジタル歯科学会	神谷ら	後向きコホート	51	1 か月～1 年 4 か月 (平均 6.7 か月)	6 装置 (11.8%)	0	88.2%	—
小白歯	2015	日本歯技	大下	アンケート	16563	(2014 年 11 月から 2015 年 4 月に作製した冠)	(1 か月平均脱離率 0.07%)	(1 か月平均破折率 0.62%)	(1 か月平均再製率 1.73%)	—
小白歯	2015	日デジタル歯誌	末瀬	アンケート	1178 (800 歯科医院)	最長 120 日	9.1%	1.7%	89.2%	—
小白歯	2015	補綴歯科学会	末瀬	アンケート	1178 (800 歯科医院)	最長 120 日	9.1%	1.7%	89.2%	—
小白歯	2015	補綴歯科学会 東北・北海道支部	三浦ら	後向きコホート (多施設)	205	17 か月	10 装置 (4.9%)	0	95.1%	—
小白歯	2015	デジタル歯科学会	竹内ら	技工指示書確認	6637	—	—	—	(再製率 3.0%)	—
小白歯	2009	日補綴会誌	疋田ら	後向きコホート	51	6～12 か月後 (平均 9.6 か月)	4 症例, 7.8%【再装着後問題なく経過】	0	92.8%	100.0%

グレー背色は原著論文, \*: カプランマイヤー法, \*\* グラフからのデータ

表 2 大白歯・前歯における CAD/CAM レジン冠の臨床成績

部位	年	雑誌名/ 発表学会	発表者	研究スタイル	サンプル数	観察期間	冠脱離, 【脱離冠再装着】	破折	成功率	生存率
大白歯	2022	補綴歯科学会	伴ら	後向きコホート (デジタルデータ使用)	117 (デジタルデータ 103)	3 年 6 か月 (平均 1.4 年)	14 装置 (19.3%), 【再装着後経過良好】	1 装置, 1.8%	83.3%*	95.5%*
大白歯/ (FMCあり)	2021	補綴歯科学会 九州支部会	小嶺ら	後向きコホート	54 (2017 年 12 月~2021 年 6 月装着症例)	3 年 4 か月 (平均 11 か月)	6 装置 (11%), 【すべて再装着後経過良好】	2 装置 (3.7%)	63.8%*	85.3%*
大白歯	2020	補綴歯科学会	猪股ら	後向きコホート	194 (2016 年 6 月~2020 年 1 月装着症例)	最長 1,190 日 (平均 310 日)	16.5%, 【全 36 トラブルのうち 32 装置が再装着で経過良好】	1 装置 (2.1%)	81.40%	—
大白歯	2020	デジタル歯科学会	疋田ら	前向きコホート	28	12~33 か月 (平均 25.0 か月)	0	0	100%	100%
大白歯/ 小白歯	2020	デジタル歯科学会	福德ら	後向きコホート	78	2016 年 4 月~ 2019 年 12 月	10.3%	(小・大白 歯合わせて 2 装置)	(小・大白 歯合わせて 94.4%)	—
大白歯	2019	接着歯学会	伴ら	後向きコホート	36	14 か月	11%	0	89%	—
大白歯	2018	日デジタル歯誌	疋田ら	前向きコホート	21	3~12 か月 (平均 8.5 か月)	0	0	100%	100%
大白歯	2018	デジタル歯科学会	疋田ら	前向きコホート	14	1~9 か月 (平均 4.9 か月)	0	0	100%	100%
大白歯	2017	デジタル歯科学会	小池ら	ケースレポート	1	—	—	—	経過良好	—
大白歯 (小白歯用ブ ロック使用)	2020	補綴歯科学会	峯ら	前向きコホート (多施設)	40	1 年	1 装置, 2.5%	3 装置, 7.5%	4 装置, 90%	—
大白歯 (小白歯用ブ ロック使用)	2018	補綴歯科学会	新谷ら	前向きコホート	22	2 年	1 装置 (4.5%) 【再装着後経過良好】	2 装置, (9%)	81.8%	90.9%
前歯	2018	日デジタル歯誌	吉田ら	前向きコホート	12	最長 2 年 5 か月 (2015 年 12 月 25 日~2018 年 6 月 25 日)	0	0	100%	100%

グレー背景は原著論文, \*: カプランマイヤー法

装着した場合をふくめて口腔内に冠がある状態, つまり「生存率」は 96.4% であった. この生存率は他の研究でも 93.6~96.4% と高い値が示されていることから, 脱離した冠の再装着後の予後は良好であることも明らかとなっている.

### 3. 大白歯 CAD/CAM レジン冠も「破折」しない理由: レジンブロックの物性向上

大白歯に適用拡大する前に発足したプロジェクトとして, 小白歯用ブロックを用いた大白歯 CAD/CAM レジン冠の多施設 (大阪大学, 岡山大学, 東京歯科大学, 徳島大学, 東北大学) 前向きコホート研究が行われた<sup>15)</sup>. その 1 年観察結果では, 脱離が 1 症例であったのに対して破折が 3 症例あり, 小白歯用ブロックの物性では大白歯において破折が多くなった. なお, トラブル発生の要因解析では, 「冠の咬合面の厚み (0.8 mm 以上/未満)」と「側方滑走時の接触のあり/なし」において有意な差が認められた. 咬合面の厚みに関しては, 咬合クリアランスは十分に確保されていたことから, 冠デザインの際に小窩裂溝が深くなら

ないようにする必要性が提言された. また, 咬頭展開角を大きくすることも術後トラブルを防止できることが示唆されている. このように支台歯形成のみではなく, 補綴装置作製法にも注意が必要であることが明らかとなっている. したがって, さらに質の高いメタルフリー治療の実現のために, 多くのファクターがあることを認識すべきである.

大白歯 CAD/CAM レジン冠の保険収載 (一部制限あり) に合わせて, 大白歯用レジンブロックが開発された. その大白歯用ブロックで作製された冠 117 装置の 3 年 6 か月予後調査では成功率 83.3%, 生存率 95.5% と小白歯の結果と同等であり, トラブル発生率も脱離が 19.3%, 破折が 1.8% であり, 破折の発生率が低くなっている<sup>16)</sup>. 大白歯ブロックを使用した CAD/CAM レジン冠の臨床報告をみても, 破折発生率は 0~3.7% と, 脱離発生率の 0~19.3% よりも少ない (表 2). 大白歯レジンブロックは小白歯部用と比較して, その機械的物性が大幅に向上している. 既存のコンポジットレジンの域を大きく超えた物性の材料開発を達成した各メーカーの努力に敬意を表した

## 患者への説明を正しくできているだろうか



図5 不十分な説明の一例

患者にはCAD/CAM 冠のメリットである審美性だけでなく、ネガティブな点として考えられるトラブル（脱離）を十分に説明すべきである。事前の不十分な説明は、患者に過度の期待を持たせることになる。

い。なお、保険適用範囲が前歯部に拡大したことから、さらに審美性が向上すると考えられる。

## 4. 患者説明：自信をもって説明できる臨床データ

2014年に保険に収載されたことから、CAD/CAM レジン冠は広く国民に行うことが認められた補綴装置と捉えられた。実際に新聞など患者が目にする情報として「保険で白い歯ができるようになった」と発信され、患者の希望で導入を決めた歯科医師も少なくないと想像する。そもそもCAD/CAM 冠の保険導入当初、その臨床経過は全部铸造冠と遜色のないものであるかは不明であった。したがって、図5のような患者説明になっていたのではなかろうか。そして、本学会会員の研究成果から、現在は全部金属冠に比べてCAD/CAM 冠は脱離が多いことが明らかとなった。このことは患者に「これまでの金属色のかぶせよりもはずれやすい」と、臨床データを元に説明できるようになったと捉えることができる（つまり、一歯科医師の技量だけの問題ではない）。また、「はずれやすいこと」を説明する際に合わせて「再装着後の予後は良好であること」も解説すべきである（図6）。

再装着後に経過良好となるファクターはまだ明らかではないが、患者が装着後に過度な力が加わらないように注意するようになることも一因と考えられる。合わせて、歯科医師の説明もさらに慎重になっていることと想像される。接着研究のデータは、常に試料作製24時間後に採得される。これは接着操作後の接着性向上が知られているからであり、このことを臨床に

## 患者への説明はネガティブなことも十分に行う



図6 適切な説明の一例

ここにある、「一般的な話」に加えて患者（治療する歯）固有の状況についても説明する。ブラキシズム等のパラファンクションが考えられる患者には特に注意が必要である。現在報告されている臨床研究の母集団に女性が多いことから、過剰な力がかかる患者は避けられていることが読み取れる。

当てはめると、装着後しばらくは咀嚼を控えていただくことが大切である。装着後「しばらく」が何分・何時間かは定まっていないが、「今日一日はできるだけ、かぶせのある方で硬いものを噛まない方が、かぶせが長持ちします。」と声がけすることも提案したい。

## IV. CAD/CAM レジン冠の臨床成績を向上させるために

## 1. 咬合調整とセメント重合：装着時に重要なのは接着操作だけではない

再装着後は良好な経過となる理由として、咬合調整の質が関与していることも考えられる。先に紹介した小白歯用ブロックで作製された大白歯 CAD/CAM レジン冠の臨床研究<sup>15)</sup>では「側方滑走時の接触のあり／なし」が冠の予後に影響を与えていた。脱離した冠を再装着する際には側方滑走時の接触も含めて、再度念入りに咬合が確認されると想像できる。実臨床において、冠装着の次の診療の際「その日の食事の時には違和感がありましたが、次の日からは慣れました」と患者から聞くこともある。金属やセラミックの冠でトラブルとならず経過していた事象が、コンポジットレジン製の冠では許容されない可能性がある。装着の際には、特にセメントの硬化後の咬合確認を念入りに行うべきであり、装着後の患者の違和感に対して「そのうち慣れてきます」と安易に診療を終えないことをお願いしたい。

さらにセメントの硬化時間やその方法にも気を配るべきである。多くの臨床家がデュアルキュア型のセメ

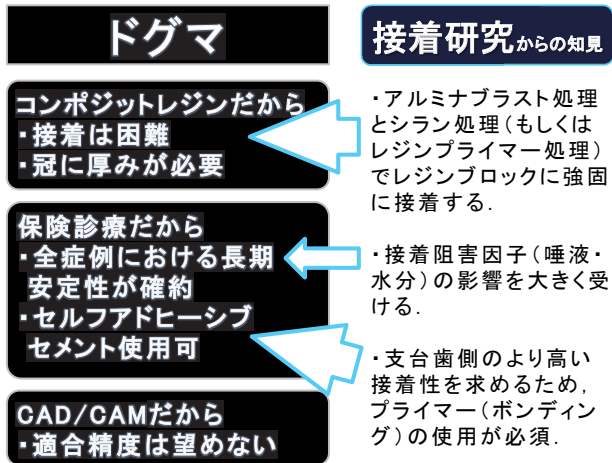


図7 CAD/CAM レジン冠のドグマ (と考えられるもの) に対する新解釈①: 接着研究より

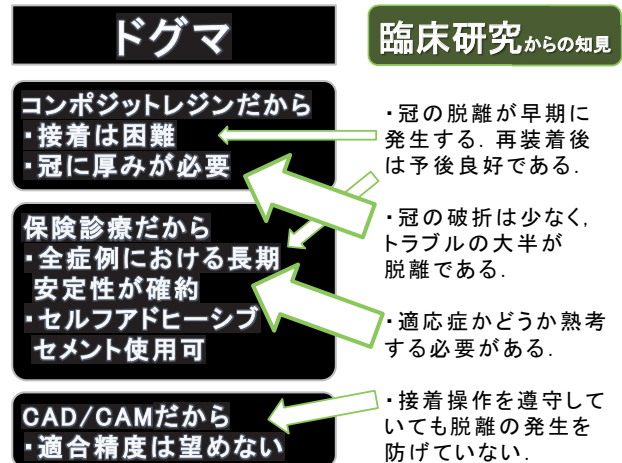


図8 CAD/CAM レジン冠のドグマ (と考えられるもの) に対する新解釈②: 臨床研究より

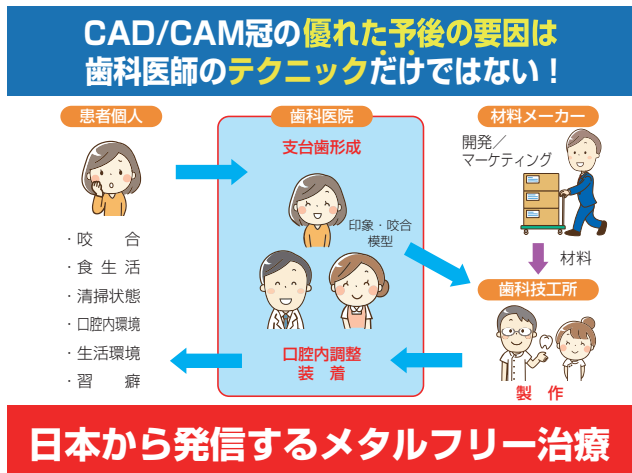


図9 CAD/CAM レジン冠の治療法確立

良好な経過のためには「最新の多面的な知識」と「総合的なマネージメント」が必須である。わが国の臨産官学民の力を集結し、日本発のメタルフリー治療を確立したい。

ントの化学重合性に期待しているが、デュアルキュア型のセメントであっても時間をかけて光照射し硬化させる必要がある。全部金属冠の際にトラブルとならなかったことから、実感しづらいことであるが、CAD/CAM レジン冠の場合は光照射を十分に行うべきである。したがって、これまでの臨床と大きく異なり、調整後のステップ (セメント重合の配慮, 咬合の確認) に多くの時間がかかることになる。

2. 支台歯形態 (形成) と冠適合度 (ミリング):

装着時以前に気を付けること

CAD/CAM レジン冠脱離の原因として、装着方法

の不備が注目されることとなったが、「支台歯形態」も重要な要因である。当科で CAD/CAM レジン冠が装着された「支台歯の形態 (STL データ)」を人工知能 (AI) で分析したところ、支台歯形態から高精度に冠の脱離を予測できることが可能となり、支台歯形態が脱離に強く影響することが示された<sup>17)</sup>。

支台歯形成については CAD/CAM レジン冠導入当初、「冠が破折不いこと」や「ミリングを問題なくできること」への配慮が大きすぎたのではなかろうか。実際には破折の発生が少ないことから、形成量を少なくして、支台歯高径や支台歯表面積を確保する支台歯形成へのシフトが必要と考える。また、加工技術の向上や歯科技工士の熟練もこの8年間で認められている。当初考えられていたことに「ドグマ」はないか、考え直す時期にあるのではなかろうか (図7, 8)。

3. 最新の知識と総合的なマネージメント: 広い視野をもって治療にあたる

上記の「咬合調整, セメント重合, 支台歯形態」は、歯科医師のテクニックと考えられるファクターである。そのテクニックを裏付けるための正しい理論を取得するため、歯科医師は常に最新の情報をアップデートする必要がある (図3, 7, 8)。また、「冠適合度」の向上には冠作製方法の理解と技工士との対話が必要である。さらにそれぞれの患者特有の条件を加味して適応症例かどうかを考えるための、「十分なコンサルティングや説明」も不可欠である。このように、CAD/CAM レジン冠の治療を成功させる要素は多岐にわたり、われわれ歯科医はこれらを総合的にマネージメントする必要があることを強調したい (図9)。



## V. まとめ

近年、「ゲームチェンジャー」という言葉をよく耳にするようになった。感染症や医療を「ゲーム」と呼ぶことには抵抗があるが、言葉の意味（コンセプト）は広く普及した。日本の歯科医療について、メタルフリー治療やデジタルデンティストリーの分野で世界から遅れていると評されることがある。そのようななかで、CAD/CAM レジン冠は「ゲームチェンジャー」となる可能性を秘めている。金属価格の高騰、メタルフリーへの需要、デジタル化の波（ロストワックス法からの脱却）など、迫りくる事態を前に、この日本独特の治療法を確立するための挑戦が続いている。“医療国辱的金冠”と一部で非難された補綴装置<sup>18)</sup>である「国民健康保険の金属鑄造冠」から脱却するため、レジン冠に対するドグマからいち早く脱却し、日本発のメタルフリー治療を確立すべきであると考え、われわれも補綴歯科治療専門医としてその責務を担うべく励む所存である。

## 文 献

- 1) 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.
- 2) 峯 篤史. CAD/CAM レジン冠の臨床と基礎：日本独自のメタルフリー治療の確立. 日歯理工誌 2022; 41: 印刷中.
- 3) 峯 篤史. CAD/CAM レジン冠への接着技法：2014 年からの変貌. 接着歯学 2022; 40: 印刷中.
- 4) Higashi M, Matsumoto M, Kawaguchi A, Miura J, Minamino T, Kabetani T et al. Bonding effectiveness of self-adhesive and conventional type adhesive resin cements to CAD/CAM resin blocks. Part 1: Effects of sandblasting and silanization. Dent Mater J 2016; 35: 21-28.
- 5) Kawaguchi A, Matsumoto M, Higashi M, Miura J, Minamino T, Kabetani T et al. Bonding effectiveness of self-adhesive and conventional type adhesive resin cements to CAD/CAM resin blocks. Part 2: Effect of ultrasonic and acid cleaning. Dent Mater J 2016; 35: 29-36.
- 6) 萩野僚介, 峯 篤史, 上村 (川口) 明日香, 東 真未, 山中あずさ, 石田昌也ほか. アルミナブラスト処理後の超音波洗浄により接着性レジンセメントの CAD/CAM 冠用レジンに対する接着性は向上しない. 接着歯学 2020; 38: 35-43.
- 7) Kawaguchi-Uemura A, Mine A, Matsumoto M, Tajiri Y, Higashi M, Kabetani T et al. Adhesion procedure for CAD/CAM resin crown bonding: Reduction of bond strengths due to artificial saliva contamination. J Prosthodont Res 62: 177-183, 2018.
- 8) 上村明日香, 峯 篤史, 田尻裕子, 萩野僚介, 松本真理子, 中谷早希ほか. 唾液汚染が CAD/CAM 冠用レジン接着能に及ぼす影響とその除去法の検討. 日補綴会誌 2018, 10・127 回特別号: 130.
- 9) Mine A, Kabetani T, Kawaguchi-Uemura A, Higashi M, Tajiri Y, Hagino R, Imai D, Yumitate M, Ban S, Matsumoto M, Yatani H. Effectiveness of current adhesive systems when bonding to CAD/CAM indirect resin materials: A review of 32 publications. Jpn Dent Sci Rev 55: 41-50, 2019.
- 10) Tajiri-Yamada Y, Mine A, Nakatani H, Kawaguchi-Uemura A, Matsumoto M, Hagino R, Yumitate M, Ban S, Yamanaka A, Miura J, Meerbeek BV, Yatani H. MDP is effective for removing residual polycarboxylate temporary cement as an adhesion inhibitor. Dent Mater J 39: 1087-1095, 2020.
- 11) Hagino R, Mine A, Kawaguchi-Uemura A, Tajiri-Yamada Y, Yumitate M, Ban S, Miura J, Matsumoto M, Yatani H. Adhesion procedures for CAD/CAM indirect resin composite block: A new resin primer versus a conventional silanizing agent. J Prosthodont Res 64: 319-325, 2020.
- 12) 古谷野 潔. これからの補綴歯科を考えるうえでのいくつかの論点. 日補綴誌 13: 95-96, 2021.
- 13) 矢谷博文. 補綴歯科臨床の未来戦略. 日補綴会誌 2020; 12: 205-206.
- 14) Kabetani T, Ban S, Mine A, Ishihara T, Nakatani H, Yumitate M et al. Four-year clinical evaluation of CAD/CAM indirect resin composite premolar crowns: Statistical analysis including 3D digital data and clinical outcomes. J Prosthodont Res 2022; 66: in press.
- 15) 峯 篤史, 大野 彩, 黒崎陽子, 三野卓哉, 伴 晋太郎, 腰原輝純ほか. 小白歯 CAD/CAM 冠用レジンブロックで作製した大白歯クラウンの 40 症例. 日補綴会誌 2020; 12・129 回特別号: 263.
- 16) 伴 晋太郎, 峯 篤史, 萩野僚介, 弓立真広, 山中あずさ, 石田昌也ほか. 三次元デジタルデータを活用した大白歯 CAD/CAM レジン冠失敗要因の統計学的解析. 日補綴会誌 2022; 14・131 回特別号: 印刷中.
- 17) Yamaguchi S, Lee C, Karaer O, Ban S, Mine A, Imazato S. Predicting the debonding of CAD/CAM composite resin crowns with AI. J Dent Res 2019; 98: 1234-1238.
- 18) 秋元秀俊. 手仕事の医療 評伝 石井寿郎. 生活の医療, 2017; 60-61.

著者連絡先：峯 篤史

〒565-6879 大阪府吹田市山田丘1-8  
大阪大学大学院歯学研究科クラウンブリッジ補綴学分野  
Tel: 06-6879-2946  
Fax: 06-6879-2647  
E-mail: mine.atsushi.dent@osaka-u.ac.jp