



マルチエッチャント 製品レポート

様々な補綴材料の洗浄に対応した多機能型エッチャント

目次

1. はじめに	2
2. 開発までのストーリーとコンセプト	3
3. マルチエッチャントの機能性とは	6
4. 操作方法の特徴	8
5. マルチエッチャントをどのように評価したか	10
6. クリーナーとしての使用について	13
7. ジルコニアに対するプライミング効果について	17
8. 適用面のぬれ性について	17
9. 「マルチエッチャント」の口腔内使用について	20
10. 歯質（エナメル質と象牙質）の エッチングと接着について	21
11. 臨床例	23
12. おわりに	24

ヤマキン博士会 (50音順)

安楽 照男 博士 (工学) 糸魚川博之 博士 (理学)
加藤 喬大 博士 (工学) 坂本 猛 博士 (薬学)
佐藤 雄司 博士 (学術) 田中 秀和 博士 (工学)
松浦理太郎 博士 (農学) 山添 正稔 博士 (歯学)
山本 裕久 博士 (学術)

ヤマキン博士会 相談役

山田文一郎 博士 (工学)

ヤマキン博士会とは？

ヤマキンのさまざまな専門分野のエキスパート集団であり、各々の知識や経験、技術を融合することで、イノベーションを継続的に発生させる原動力となっている。

マルチエッチャント製品レポート

開発部 執行役員 兼 主席研究員 博士（工学） 加藤 喬大
有機材料開発課 主幹研究員 博士（薬学） 坂本 猛
有機材料開発課 プロジェクトリーダー 修士（工学） 水田 悠介
有機材料開発課 プロジェクトリーダー 学士（工学） 木村 洋明

1. はじめに

歯科用接着性材料では、その登場以来、より高強度に、より長持ちし、そして、より扱いやすいように日々改良が進められている。このような改良は歯科接着に関する研究の蓄積や新規な機能性化合物の発見などによる科学的進歩とMI治療の概念の普及が主な推進力となっている。また、窩洞などが微小な症例でも十分に接着できるような製品に対する要求が高まっていることも背景にある。

近年では、接着システムに関する簡便化にも改良がおよび、煩雑な作業によるテクニカルエラーを回避できる材料の提案が試みられている。このような接着性の材料は、極端に脱灰時間を短縮できるクイックタイプと呼ばれる接着材や、プライマーが不要でも多様な材質の補綴物を支台歯に装着できるセルフアドヒーシブタイプのレジンセメントなどがある。

さらに、被接着体となりえる材料も徐々に多様化が進んでおり、接着性の材料は様々な材料および条件に対して接着する高い汎用性も求められるようになった。とくに、CAD/CAMシステムの急速な発展¹⁾、ジルコニア材料を始め、レジブロックなどの新しい材料を歯科分野に広く普及させるに至った。新規材料の使用頻度増大にともない、既存の接着方法では十分に対応できず不首尾になる場合も報告されており、この分野の材料に関する接着検討の蓄積が急速に進められている²⁾。

口腔内での接着は他分野の接着より比較的過酷な環境であり、常に湿った歯質、治療中の唾液や血液による被接着表面の汚染が接着の致命的な失敗の原因となっている。

このような背景の中で、ある材料に対して接着を行う場合、多くの接着性材料と接着方法の中から「必ず接着する」ような材料や方法を選択することや提案することは大変難しい。

「マルチエッチャント」（以下、本製品）は、歯科における接着のリスクを軽減あるいは接着をサポートする材料として提案する製品である。コンジット修復における歯面に対してエッチャントとして、唾液等で汚染した補綴物に対してはクリーナーとして機能を示す。いずれの機能においても、本材を表面に塗布し水洗、乾燥することで、接着に好ましい表面を提供できる。とくに、ジルコニアに対しては、このクリーナーとしての機能に加え、詳細は後述するが、接着系材料の接着力を普遍的にサポートすることができる。

そのうえ、歯質に対しては従来のリン酸エッチング材とは異なり、エナメル質と象牙質の両方に対して、同時に使用できる。この時、象牙質に対しては、過脱灰せずに処理できることが特徴的である。

したがって、本製品は、接着対象と他の接着性材料のミスマッチを心配せずに使用できることが大きな利点である。

本レポートでは、基本的な接着の仕組みを解説しながら、上記の利点を本製品が多様な材料に対して使用できるクリーナーであることと、歯質に対して、過脱灰のリスクなくエナメル質と象牙質の両者に使用できるエッチャントとして有用であることを交えて解説する。本製品が、「簡便にひと手間かけて」接着の不首尾を少しでも軽減でき、接着をサポートできる材料であることをご理解して頂き、手に取って頂ければ幸いである。

2. 開発までのストーリーとコンセプト

本製品は、ジルコニアの接着において、リン酸エッチング材処理が接着の低下を招くという研究報告³⁻⁶⁾から生まれた材料である。想定されるメカニズムの概略を解説すると図1と図2のようになる。図1には、リン酸分子で覆われた表面とリン酸モノマーで覆われた表面を示した。ジルコニアの表面は、サンドブラスト処理などによって、表面に付着している物質を除去すると、表面には、化学吸着に関わる水酸基が露出すると考えられる。これに、リン酸処理するとジルコニア表面はリン酸分子で覆われる。

しかしながら、この表面は、接着材などに含まれるメタクリレートと反応して化学結合を形成することができないので、界面で化学的な相互作用を利用した接着が難しくなる。

この時、リン酸の代わりに水溶性リン酸モノマーを処理材に配合すれば、ジルコニア表面にリン酸ではなく、モノマーが化学吸着するので、結果として、表面改質あるいはカップリング処理と同様の効果を得ることができるという着想である。

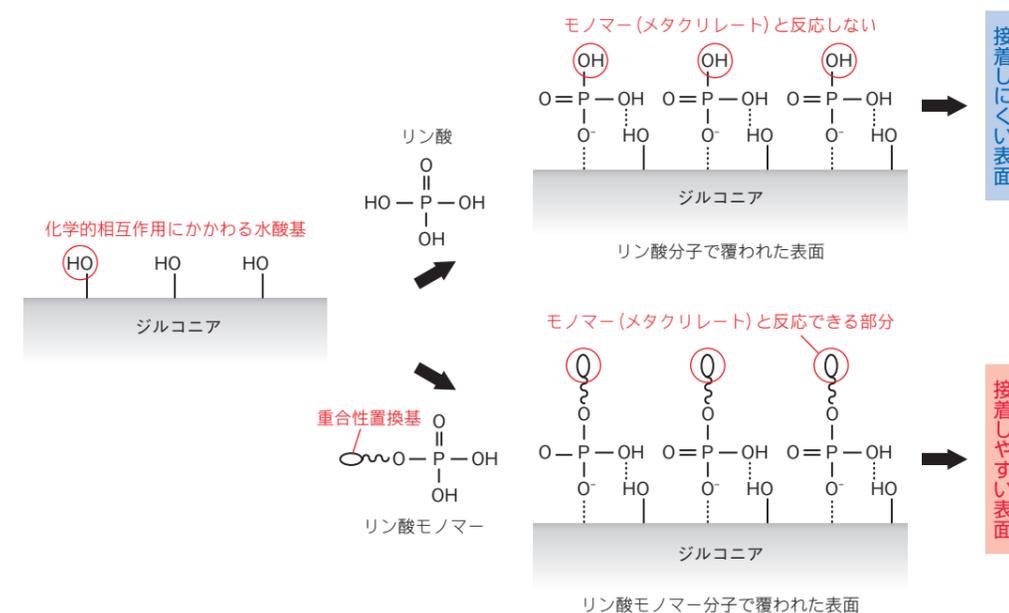


図1 リン酸分子とリン酸モノマー分子に覆われたジルコニア表面の違い

図2には、より詳細なリン酸分子の阻害モデルを示した。

実際のリン酸処理では、図1で示したような完全にリン酸で覆われた表面ではなく、部分的に未反応の表面水酸基が残された状態であろう。そこへレジセメントなど由来のリン酸モノマーが接近した場合、リン酸モノマーは、未反応部分のみ接近でき、すでにリン酸で占められている部分はリン酸と入れ替わることができない。これは、両者のジルコニア表面との反応性が似通っているためで、リン酸分子を追い出すほどリン酸モノマーの反応性が勝っていないからである。

さらに、リン酸モノマーの未反応部分への接近は既に結合しているリン酸分子によって立体的に反応効率が制限されることも考えられる。

このような想定したメカニズムを踏まえると、リン酸エッチング材の処理によるジルコニアの接着低下は、最初からリン酸モノマーで処理すれば、問題なくなることが予想できる。

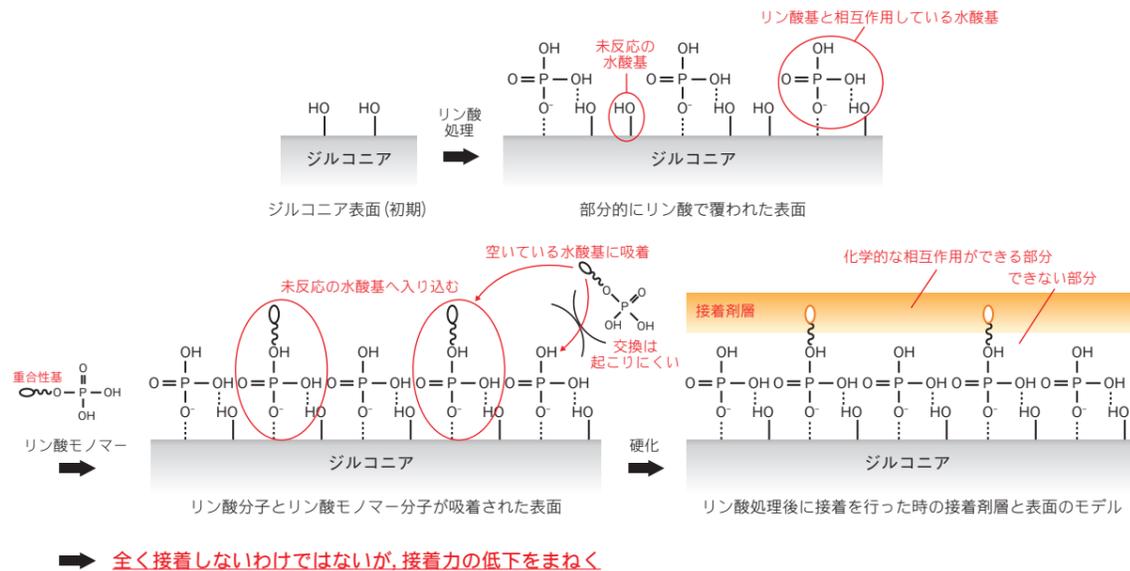


図2 リン酸分子によるジルコニア表面の接着阻害モデル

このエッチング材の課題を逆手に取った着想の実現には、既存の水にあまり溶けないリン酸モノマーではなく、2016年2月にYAMAKIN株式会社が発売した「アイゴスボンド」に採用し、自社合成している両親媒性リン酸モノマーであるM-TEG-P®の性能によるところが大きい(図3)。このモノマーは自社で開発し、歯科用接着材「アイゴスボンド」に接着性モノマーとして、採用している。この「アイゴスボンド」の知見の蓄積から、本製品への応用が結びついた。既存のプライマーでは、不溶性成分があるので水洗すると被接着表面に洗浄痕が残る、接着力や耐久性の低下のリスクがあるからである(図5)。

M-TEG-PはYAMAKIN株式会社の登録商標です

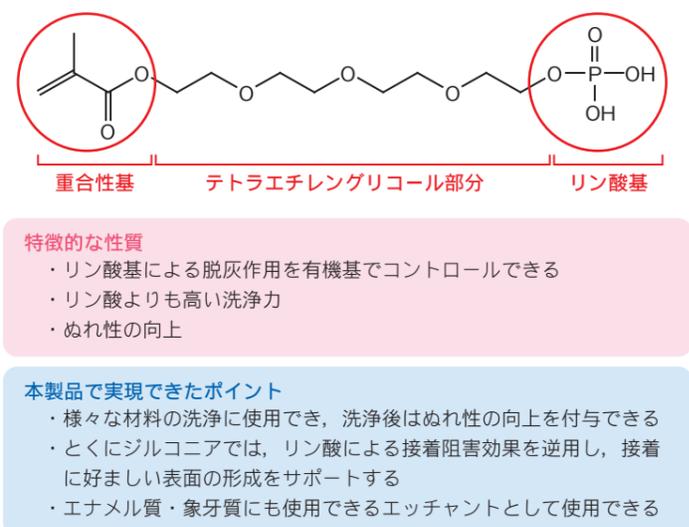


図3 M-TEG-Pの分子構造と使用概念

このように実現した本製品は、ジルコニアの接着性を損なうことなくクリーナーとして使用できることを可能にした。エッチャントとしての機能では、エナメル質でも象牙質でも使用可能であることが大

きな特徴である。通常のリン酸エッチング材では、エナメル質と象牙質の両方が混在している時に、象牙質に付着してしまうと、過脱灰が起きることで接着力の低下に大きく影響する。リン酸モノマーを配合している本製品では、象牙質表面のスミア層やスミアプラグを未切削の hidroキシアパタイトと区別して、脱灰させることができるためである。これは、リン酸に中程度の大きさの有機基が付いているM-TEG-Pという分子の構造上の性質によって獲得したものである(図4)。

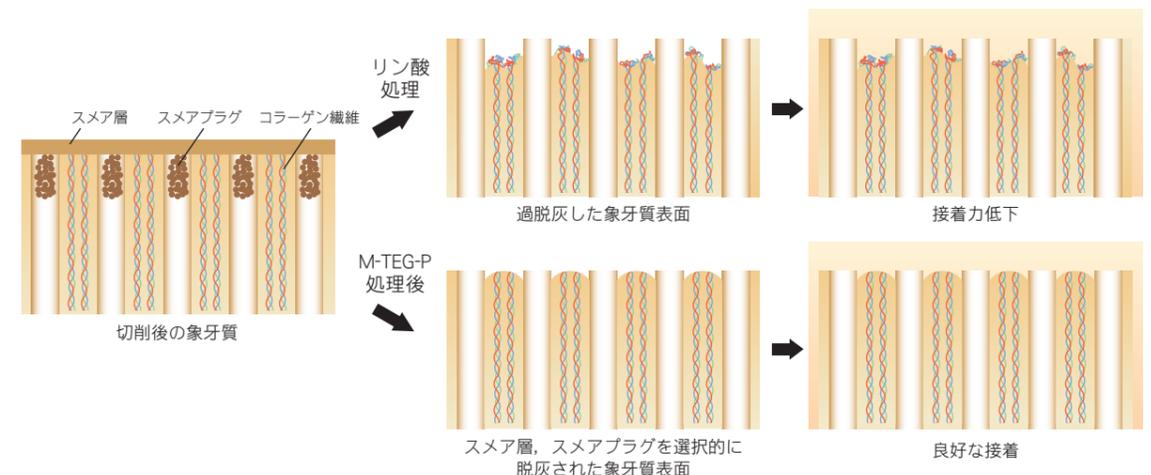


図4 象牙質の過脱灰と選択的脱灰の概念図

さらに、M-TEG-Pの構造上の特徴は、有機基にもあり、界面活性剤として用いられているポリエチレングリコールと類似の構造を連結基に採用していることによって、既存のリン酸モノマーより、効果的な界面活性作用を分子に付与することが分かった。この結果、歯科で使用するどのような材質の補綴物にもクリーナーとして使用できることを見出した。この機能性は、M-TEG-Pを含む本製品によって、表面のぬれ性が向上することに由来する(図5)。

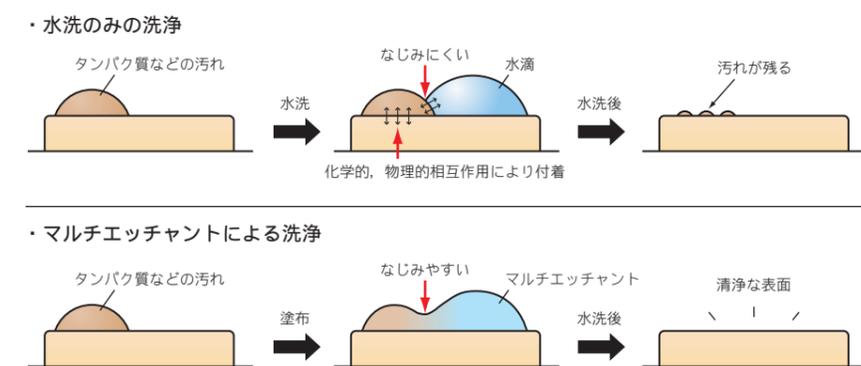


図5 本製品の界面活性作用によるぬれ性の改善の概念図

また、M-TEG-Pの生体安全性は「アイゴスボンド」で既実証されているので、どの材料、口腔内を含むどの使用場面でも使用可能なクリーナーという機能を獲得した非常に特徴的な材料を提案することに至った。

3. マルチエッチャントの機能性とは

前述した本製品のコンセプトを踏まえた上で、詳細な本製品の多機能性を紹介したい。

歯質には、エナメル質と象牙質があり、接着力の強化を目的とした前処理としてリン酸を含むエッチング材を使用すると、象牙質に対して過脱灰を起こす。その結果、接着力低下や脱離を招く。窩洞形成時に接着対象が両者混在する場合、通常、エナメル質だけを塗り分けて前処理を行う。この選択的処理は、象牙質にできる限り掛からないような処置が必要になるという意味で大変煩雑である。このような煩雑さは、テクニカルエラーによる接着失敗のリスクを高め、チェアタイムを長くする原因となる。

一方で、レジブロックやジルコニアなどのように新たに歯科補綴物に用いられる材料の種類がますます増える中、各材料にはそれぞれ異なる性質があることから、それらを考慮した個別の取り扱いが必要である。とくに、CAD/CAM補綴物の接着では、材料の性質を理解しないままに、従来と同じ工程を行うと材料本来の性能を十分に発揮できない場合や、かえって悪影響を与えてしまう場合があり、どのような処理をしたか接着挙動が敏感といえるのである。

したがって、接着工程では、各材料の専用の材料や方法の選択が細かく存在し、前処理でさえもこれらの選択が接着成否に大きく影響する。

このような接着工程において、留意すべきことの1つとしては、サンドブラスト処理などで露わにした補綴物や歯質の表面は、無機系あるいは有機系の汚染物質を吸着しやすく、化学的に相互作用しやすい分子であれば、それらの除去が容易ではなくなる。前者は、サンドブラスト由来のアルミナ、補綴物や歯質由来の金属系あるいはハイドロキシアパタイトを主成分とした切削屑などが挙げられる。後者は、唾液や血液由来のタンパク質などが挙げられる(表1)。

表1 汚染物質の例

汚染物	CAD/CAM 冠内面	支台歯表面	想定される阻害機構
有機系	油分, 試適後の唾液や血液	唾液や血液由来のタンパク質, プラーク	表面に化学的相互作用するものは、接着剤成分の表面との化学的相互作用を阻害する。
無機系	切削粉(アルミナなど), 石膏粉, 水分	ステイン, 仮着材や仮封材の残留物, 切削粉, 止血材などに含まれる金属イオン	表面を占有し、物理的に接着剤の表面への接近を阻害する。イオン性のもは、酸性モノマーの機能を阻害する。

接着工程のひとつとして、唾液や血液が付着した試適後の補綴物の洗浄方法としてリン酸エッチング処理や、水酸化ナトリウムを有効成分とするクリーナーと呼ばれる製品で処理が施されることが一部で推奨されている。これは、唾液に含まれている成分や切削屑などを完全に除去するためには強酸や強アルカリによって加水分解や溶解させて、水で流しやすくすることを想定しているからである。

しかし、リン酸エッチング材は前述の通り材料によっては不適切な場合や(図2)、効果が不十分な場合がある。また、強アルカリを使用しているクリーナーは口腔内に直接使用できないという制限があるために、洗浄に用いる材料の選定が、煩雑なものとなっている。

リン酸エッチング処理について、以前、当社の歯科用CAD/CAMハンドブックⅡでCAD/CAM冠の装着時の洗浄工程で案内した⁷⁾。しかし、最近の文献や発表または本製品の開発における接着試験

の対照評価において、リン酸エッチング材は補綴物の洗浄処理としては想定されているよりも効果は薄く、水のみでの洗浄を行った場合と大差ないことが分かった。これに対して本製品は洗浄効果が接着評価で明確に確認することができ、とくに本製品開発の発端となったジルコニアの接着では影響が顕著であることが分かった(図6)。

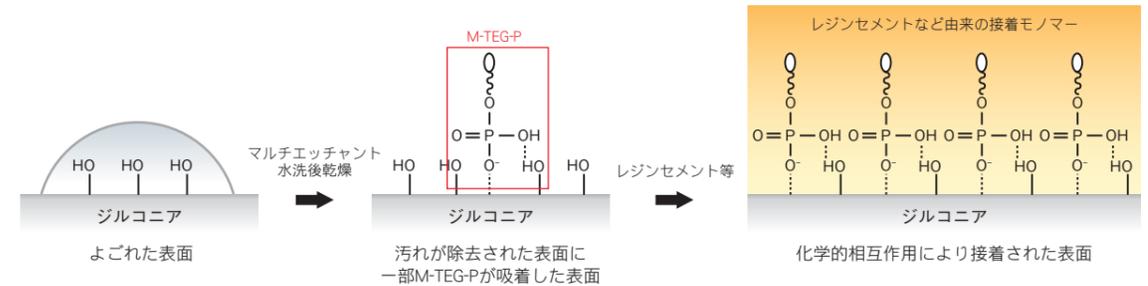


図6 本製品のジルコニア表面に対する機能

なお、口腔内治療で使用する止血材由来の鉄塩、さらに、ジルコニアの場合では、洗浄で使用されるリン酸が接着阻害物質になるので、この観点ではリン酸エッチング材自体を汚染物質と見なすことができるであろう。

以上のような背景から、本製品は上記のような望ましくない逆効果による補綴物脱落などのリスクを低減できる材料として提案した。つまり、口腔内外の使用場所かつ材料の種類を問わずクリーニングとエッチングを行える機能性があるが、接着前処理に塗布してその後水洗するだけのシンプルな製品である。

本製品の各機能性の詳細は以下のとおりである。

- 1) ハイドロキシアパタイトに対しては、カルシウムとの反応を制御できるので、エナメル質にも象牙質にも同時に使用できるマイルドなエッチング材を実現した(図7)。

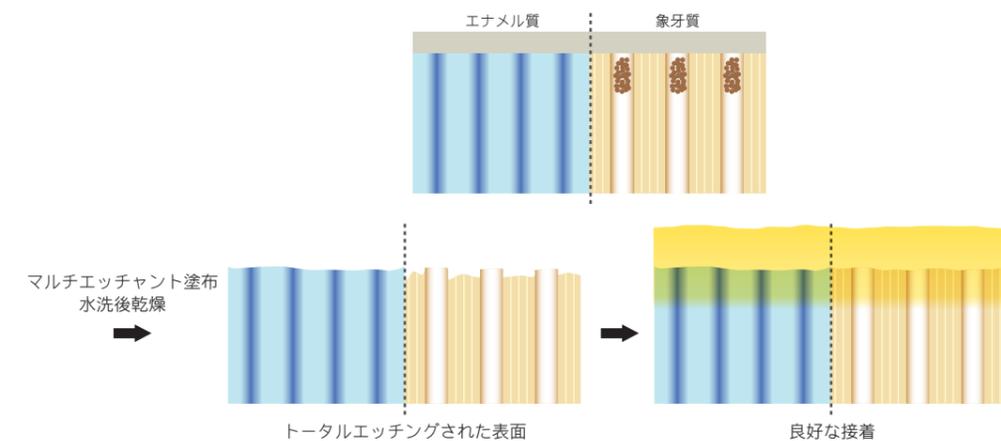


図7 本製品の歯質への機能

- 2) リン酸基のジルコニア表面への化学結合性を逆用し、汚染を表面改質に転換することができるので、ジルコニアに対してはブライミング効果を示す。
- 3) 界面活性作用を有しているため、表面に対して高い洗浄作用を実現し、洗浄後の被接着体のぬれ性の向上に寄与している。すなわち、汚染物質による接着阻害のリスクを軽減する。
- 4) 毒劇物を配合しない、かつ生体安全性を確認している材料であるため、口腔外でも口腔内でも安全に使用できる。

4. 操作方法の特徴

本製品の使用法は、どの接着対象に対しても共通して、塗布、静置そして水洗によって除去し乾燥すると処理が完了し、次の接着等の工程に移行することができる。ただし、補綴物のクリーニングの場合と歯質に対するエッチングの場合の塗布後の放置時間のみ異なる。

実際の使用法を解説する。補綴物のクリーナーとして使用する際の詳細な手順を図8に示した。本製品は視認できるように水色着色した粘性液体であり、シリンジから押し出すことで使用する。専用ノズルは、外径0.7mm/内径0.5mmのタイプで30°の折れ曲がりを採用している。なお、本製品はシリンジのピストンによる押し出し後の残圧によって、内容物が流出し続けない設計である。

被接着体である補綴物は、とくに試適後は水洗して表面を乾燥し、その後、本製品を塗布する。塗布の方法はアプリケーションブラシで、全体に行き渡らせながら、表面を軽く擦るように塗布する。この工程は、20秒以上掛けて行うと本製品の機能性を十分に発揮できる。

塗布後、静置時間は10秒でよい。静置後、本製品の色が視認できなくなるまで水洗を行って乾燥すると処理が完了し、続く接着工程に移ることができる。この時、本製品は、強く水圧をかけなくとも流水で容易に溶けて洗い流される。おおよそ10秒以内を目安に水洗を完了できる。



図8 クリーニングとしての使用方法

実際の本製品のジルコニアに対する使用例を図9に示した。

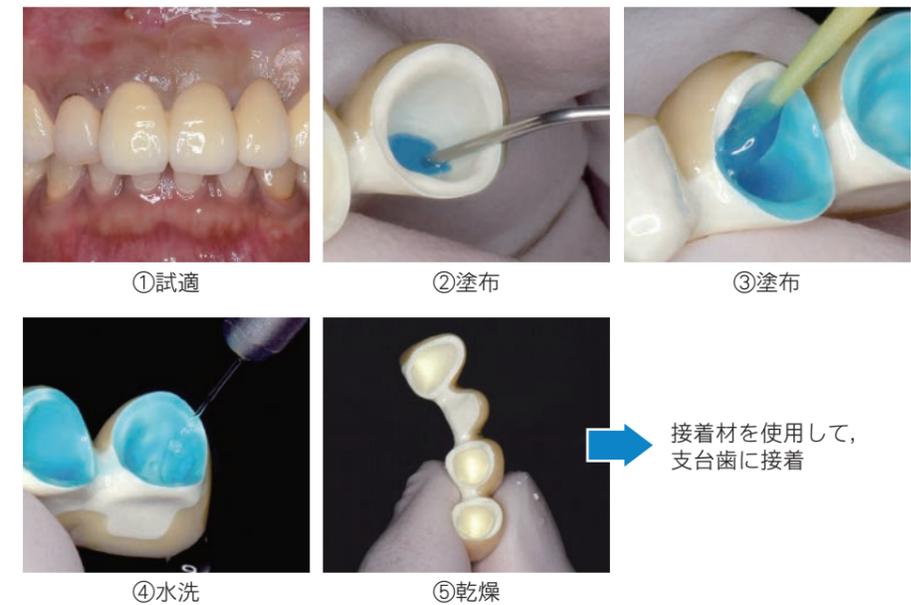


図9 ジルコニアへの使用例

歯質に対する使用法は、補綴物に対する使用法と同様に、歯質を水洗し乾燥した状態から使用することを推奨し、その後の操作も図10に示したように同様である。ただし、エナメル質に関しては、20秒以上の静置を、一方で、象牙質では30秒以上の静置を必要とする。したがって、エナメル質と象牙質が存在する症例あるいはトータルエッチにおける静置時間は30秒以上を推奨する。

実際の歯質に対する使用例を図11に示す。なお充填ならびにボンディングにはYAMAKIN株式会社の「アイゴス」、「アイゴスボンド」を採用した。



図10 歯質に対する使用方法



図11 歯質への使用例

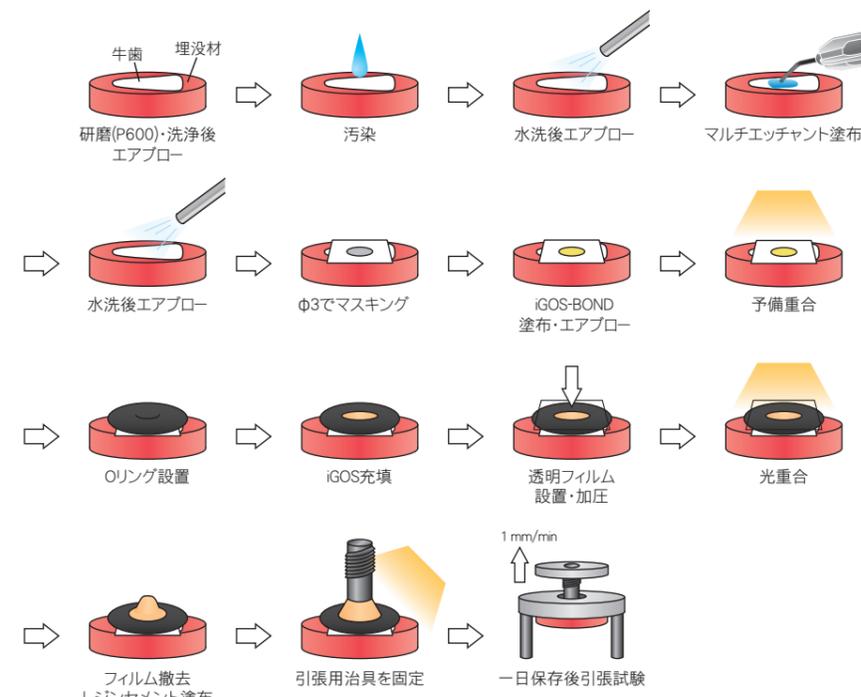


図12 歯質に対する初期接着性の評価方法

歯質以外の接着対象に対する接着では、図13に示したような方法で評価を行った。各材質のペレット状試験片を研磨した後、同様に穴のあいたマスキングテープで接着面積を決めて行う。また、接着材料はレジセメントを使用した。なお、セルフアドーシブタイプおよび専用プライマー併用タイプのレジセメント共に、各材料の添付文書の手順に従って接着を行った。引張試験は、歯質の場合と同様である。

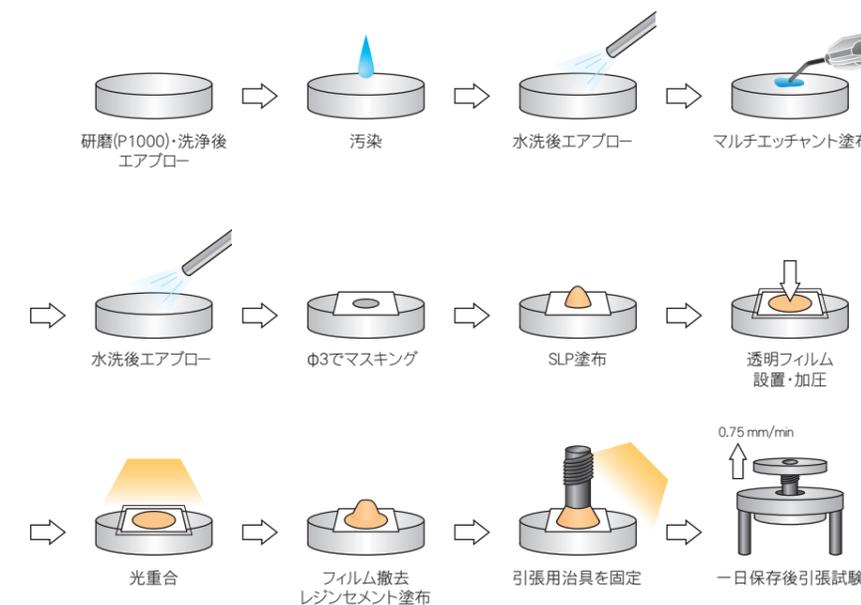


図13 補綴材料に対する初期接着性の評価方法

5. マルチエッチャントをどのように評価したか

5.1 接着試験方法について

本製品の評価は、接着において使用の有無で初期接着強さに影響があるかどうかで行った。歯質に対するエッチング材としての評価は、牛歯を対象として図12に示したように評価した。

概要は以下の通りであり、口腔内のコンポジット修復をモデル化した実験である。

平面になるように研磨した牛歯エナメル質および象牙質の研磨面に直径3mmの穴があいたマスキングテープを貼り接着面を限定した。接着面をエアブローで乾燥後、本製品を前述の方法で前処理した後、歯科用接着材を塗布し所定の方法で光重合後、歯科用充填用コンポジットレジンで充填硬化した。この硬化面にレジセメントを用いてステンレス成形棒を固定して試験体を作成した。試験体は37℃の水中で1日間保管後、1 mm/minの速度でステンレス成形棒を接着面に対して垂直に引っ張る試験を行って破断時の応力を引張試験強さとした。

なお、汚染モデルは共通して、後述する汚染処理の後、上記の接着方法で評価している。また、歯質以外の対象は表2の材料を使用して検討した。

分類	製品名	メーカー
ジルコニア	KZR-CAD ジルコニア	YAMAKIN
銀合金	ユニ1-n	
チタン	KZR-CAD チタン	
レジブロック	KZR-CAD HR ブロック2	

5.2 汚染物質による接着試験評価について

汚染物質による接着への影響と、本製品の汚染物質の除去性についての評価は、歯質あるいは試験片を図14に示した方法で表面を意図的に汚染させた。その後、上記の図12と図13に示した本製品を使用した接着工程を行った。これらの引張試験結果を比較して有効性を判断している。

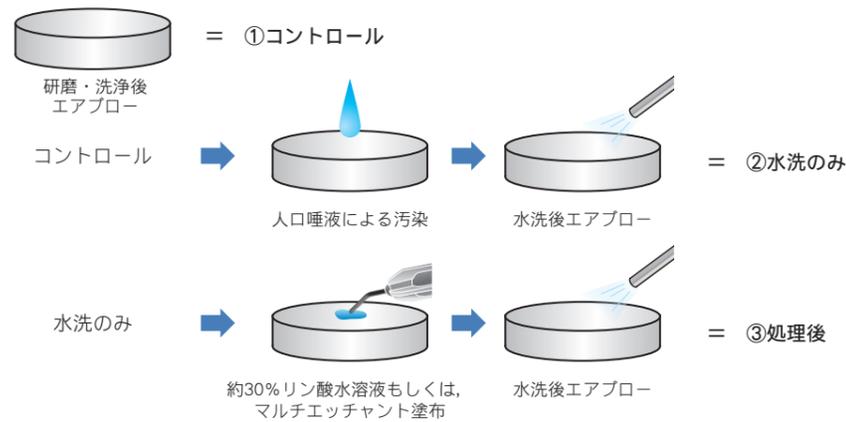


図14 汚染試験の方法

5.3 ぬれ性試験について

ぬれ性は図14で示したコントロール、水洗のみおよび洗浄後の試験片に対して液滴を表面に乗せて、図15に示したように液滴の接触角を画像から $\theta/2$ 法により算出した。なお、液滴としては混合モノマー（UDMA：3G：HEMA=1：1：1）を使用した。

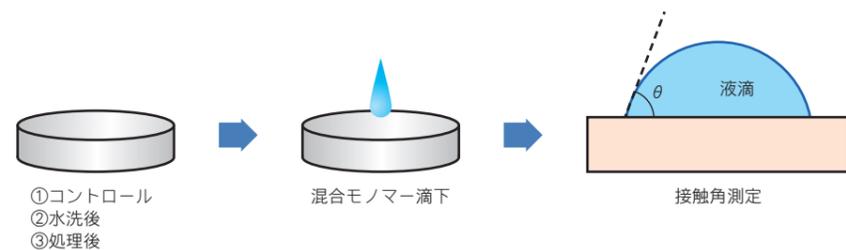


図15 接触角によるぬれ性評価方法

5.4 汚染物質について

各試験において使用した汚染モデルの構成を表3にまとめた。唾液は、99.5%が水で残りの成分の内、有機成分は、酵素としてアミラーゼ、マルターゼとリゾチーム、タンパク質では血清アルブミン、血清グロブリンやムチンを含んでいる。一般に、唾液の成分は水分量含めて個人差がある。したがって、再現良く唾液による汚染を評価するために人工唾液を採用した。人工唾液の成分としては、ミネラル分を想定した市販サリベート®エアゾール、およびタンパク質成分を想定した牛血清アルブミンを配合することで再現した。

表3 汚染モデルの構成

略称	分類	製品名	メーカー
AS	人工唾液*	サリベート®エアゾール	帝人ファーマ
		牛血清アルブミン	シグマアルドリッチジャパン
		*サリベート®中にアルブミンを2000 mg/lになるよう調整	
PS	代用血漿材	ボルベン®輸液6%	フレゼニウス カービ ジャパン
HS	止血剤	ビスコスタット	ウルトラデントジャパン

略称	分類	製品名	メーカー
ME	クリーナー兼エッチング材	マルチエッチャント	YAMAKIN
PE	リン酸エッチング材	約30%リン酸水溶液	-

血液による汚染は、2価の鉄を含むヘモグロビンなどの影響が気になるところではあるが、代用血漿剤を使用して想定している。

汚染物質として止血剤を用いているのは、治療中に止血剤を用いる時、接着する歯質に残留すると脱落や着色の原因となることが分かっているためである。このような経緯で、硫酸鉄を含む製剤を汚染物質として用いて、本製品の洗浄効果を評価した。

また、この製剤を用いると実際の血液による汚染は、タンパク質と鉄イオンなど重度な表面汚染が考えられるが、代用血漿剤と止血剤の接着への影響を検討することで、実際の血液への洗浄効果がある程度予想できるのでないかと考えている。

6. クリーナーとしての使用について

本項以降では、本製品の性能別に物性データを交えて本製品の有用性を解説する。

現在、臨床現場で使用される補綴物は、様々な材質や製法によって多く存在する。それらの補綴物を口腔内に装着する時には咬合適合性の確認を行う必要があり、どうしても唾液によって被着面の汚染が発生する。もし唾液の除去なしに接着を行うのであれば、その手法は失敗のリスクが非常に高く、メーカーとして推奨できない(図16)。

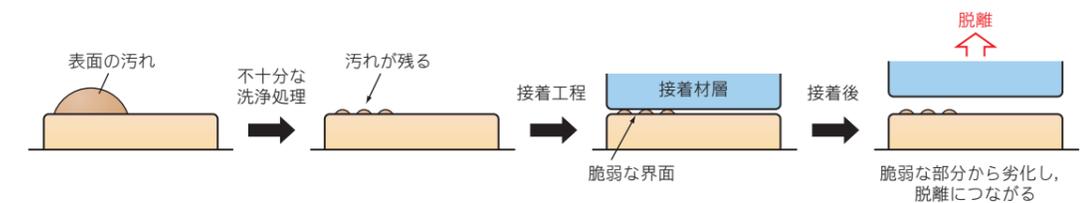


図16 汚れた状態での接着のリスク

水で洗い流した後に乾燥を行うことが最も基本的な洗浄方法となるが、唾液成分をこの作業だけで完全に除去することは難しいと考えられる。実際に接着試験においても唾液洗浄後は唾液汚染前の被着面と比べて有意に接着強さが低下することを確認している（図18左から1群参照）。このような唾液汚染の影響を考慮してか、試適後に補綴物をエッチング材やクリーナーを使用して洗浄することを推奨しているメーカーもある。

ここで、最も注意すべき点は「統一的に使用できる洗浄剤がない」ことではないだろうか。

例えば、前述したように、ジルコニアの洗浄には、レジンプロックの洗浄に可能なリン酸エッチング材の使用が不適である。実際に、各接着および合着用のレジンセメントの添付文書や取扱説明書を確認してみると、このような事態を回避するために、メーカーによってはリン酸エッチング材ではなく、クリーナーの使用を推奨している製品がある。

口腔内に使用すべきでない材料との取り違い、誤使用を回避しながら、明確に接着の阻害要因である唾液や血液の汚染をチェアサイドで除去するという目的を考慮すると、リン酸のようにタンパク質を分解できる強酸を含有する医療機器を使用することが、洗浄の用途に用いられることも理に合う側面は確かにある。しかしながら、リン酸を用いたタンパク質の加水分解は、どのくらいの時間で洗浄効果として十分かという基礎的なデータは、現在我々の知る範囲ではない。また、このような加水分解反応は、数秒で反応による効果が確認できるレジン材料（コンポジットレジンの光重合反応）の硬化とは全く異なり、何十分あるいは何時間で完結することが一般的である。

直感的に理解するために、汚染物質を分解して除去する場合（図17上）と界面活性作用によって洗浄する場合のモデル（図17下）を示す。前者の場合、タンパク質を主とした汚れは、酸加水分解によってある程度除去することができるかもしれない。しかしながら、前述のように十分に分解が起こるのに時間を要することやタンパク質は酸等によって変性することで、汚れが表面に固着する可能性がある。このような場合、図示したように、部分的に汚れが残り、接着には好ましくない。

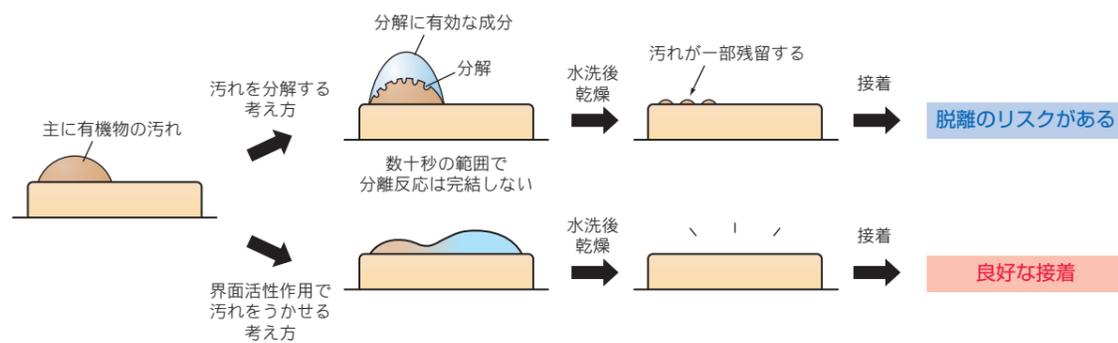


図17 分解と界面活性作用による洗浄モデル

したがって、臨床でリン酸エッチング材を使用し作用させている時間では、タンパク質を変性させる（コラーゲンの萎縮：化学反応ではなく、コラーゲンの構造変化）には十分でも加水分解のような化学反応をあまり効果的に利用できないと考えられる。

このような化学的背景により、表面に張り付いたタンパク質を落とすためには、界面活性作用を利用することが有効であると考えられる（図17下）。本製品に配合しているM-TEG-Pは、その化学構造上比較的高い界面活性作用を有していると考えられ、上記の仮説から高い洗浄性が期待される。

唾液の接着への影響と各洗浄効果に比較し、本製品の効果を実証した結果を図18に示した。

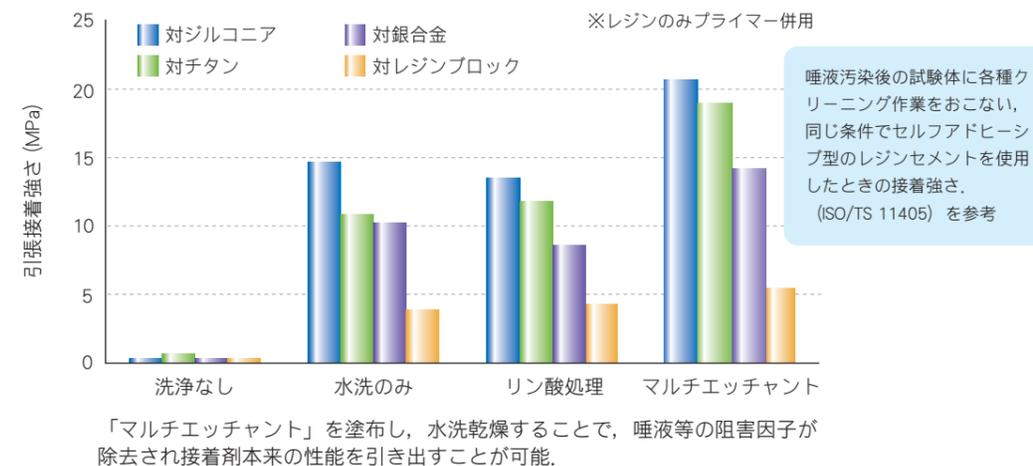


図18 各補綴材料への唾液汚染の影響と洗浄方法ごとの接着性

次に代用血漿剤と止血剤による汚染に対する各洗浄効果に比較し、本製品の効果を実証した結果を図19に示した。

接着対象がジルコニアの場合、人工唾液による汚染はリン酸エッチング材で処理しても接着強さは回復せず、水で洗浄した場合とほぼ同様の洗浄効果である結果だった。これは、酸による洗浄効果と前述したジルコニア表面におけるリン酸の化学吸着による接着阻害と拮抗していると考えられる。

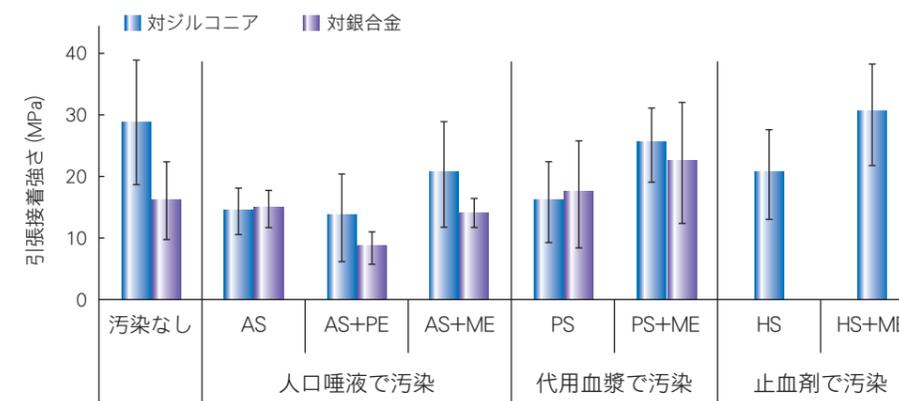


図19 各汚染物質と洗浄方法ごとの接着性

代用血漿剤の汚染ではセルフアドーシブレジメンメントの接着強さの低下傾向が見られ、本製品の使用で回復することを確認した。代用血漿剤はヒドロキシエチルデンプンを含んでおり、人工唾液は前述のようにタンパク質を含んでいる。唾液や血液由来の有機物による汚染を十分除去することが、ジルコニアへの強固な接着の実現に必要な処置であると考えられ、かつ、本製品の使用が水で洗浄するだけよりも効果的であることを確認した。

また、止血剤についても十分除去できたと考えられる。これは水溶性の無機塩を含み表面と化学的相互作用する有機化合物を含まないからであろう。もちろん、本製品は使用可能である。

接着対象が銀合金の場合、人工唾液や代用血漿汚染によるレジメンメントの接着強さの低下は見られなかった。本製品を使用しても、汚染なしの接着強さと有意差がないため（有意水準5%）、水洗で汚染を十分除去できたと考えられる。一方、人工唾液で汚染した表面をリン酸エッチング材で洗浄した後は接着強さが低下した。

銀合金への止血剤の汚染では、止血剤を塗布した表面は黒く変色したため、接着試験の再現性が得られず、本レポートでは表記していない。おそらく止血剤に含まれる硫酸第二鉄と銀合金が酸化還元反応を起こしたものと考えられる。このため止血剤使用時には銀合金へ付着を避けるべきであろう。このように、比較的反応性の高い銀を含む貴金属合金への接着の場合、表面の清浄度に加え、表面の酸化状態も接着に影響も考慮する必要がある。

このように各材料に等しく洗浄作用を示すのは、M-TEG-Pによる界面活性作用が寄与していると考えられる（図20）。無機系や有機系の汚染物質を表面から汚れを浮かせて洗い流し、乾燥後、清浄な表面が再生することによって、接着に好ましい表面が実現することが示唆される。

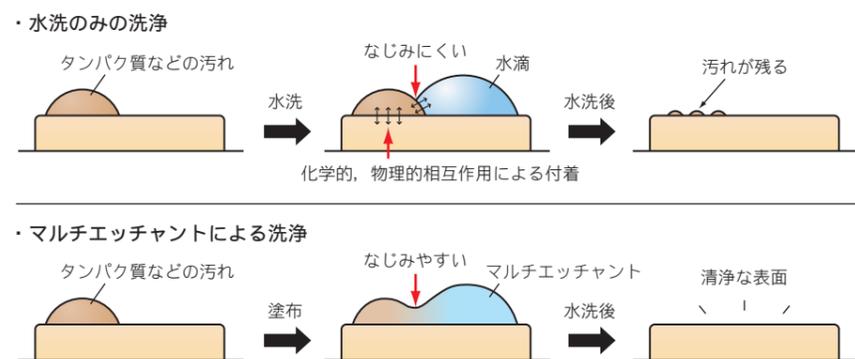


図20 本製品の界面活性作用のまとめ

7. ジルコニアに対するプライミング効果について

ここまで本製品のクリーナーとしての機能性を説明した。とくにジルコニアへの効果が顕著であるが、これは洗浄機能だけでなく、M-TEG-Pのプライミング効果が寄与していることも大きい。すなわち、M-TEG-Pがジルコニア表面に化学結合し、あたかもプライマーを使用したような表面が本製品によって再現される。その結果、後に適用するレジメンメントの接着強さが向上する。

ここで、本製品のプライミング効果を確認した試験を示す（図21）。この試験ではプライミング併用タイプのレジメンメントを、あえてプライマーなしに接着を行った結果を示している。ただ水洗しただけの表面だと、もちろんジルコニアとレジメンメントは接着性を示さず、試験体はすべて全脱落してしまった。これに対して、本製品で洗浄した表面に同じ操作を行うと、レジメンメント用のプライマーを併用した系と同程度の接着強さを示した。これは、両親媒性であるはずのM-TEG-Pが水洗しても表面に存在していることを間接的に示した結果といえる。

さらに、本製品で洗浄した表面に、上記プライマーを併用するとその接着性は最大となる。つまり、M-TEG-Pはジルコニア表面に残存しつつも、それは単分子層を想定した最大吸着量には及んでおらず、プライマーに含まれている接着性モノマーが結合する余地を残していることが推測される。

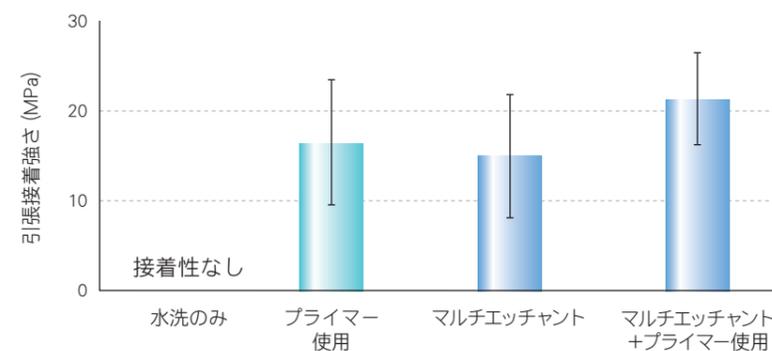


図21 ジルコニア表面へのプライミング効果

8. 適用面のぬれ性について

接着材の接着強さに対しては、接着材と被着体表面間のぬれ性も影響を与えることが知られている。このぬれ性が向上すると、被接着体の細かい凹凸にまで接着材が入り込みやすくなるため、接着面積が増大し、接着強さや再現性の向上が期待される。

さらに、このぬれ性と接着の関係は、下式に示したようなYoung-Dupreの式により表すことができる。接着している2種類の物質を引き離すのに必要なエネルギー（ W_a : 接着仕事）は、液体である接着材の表面張力（ γ_L ）および固体である被接着体との接触角（ θ ）で算出される。

$$W_a = (1 + \cos\theta) \gamma_L \quad (1)$$

ここでいう「接着仕事 W_a 」が、良好な接着に関わり正の値が大きい程、安定な接着と考えて良い。また、この式(1)を感覚的に理解するために、図22を見て頂きたい。

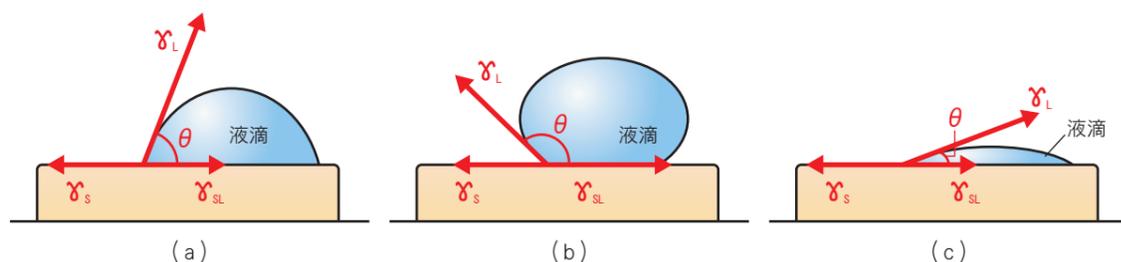


図22 接触角 θ と表面張力の関係

接触角(θ)が大きい場合、図22(b)となり、被接着体が液滴を弾いている状態である。この場合、非常に接着しにくいことが直感的に理解できる。一方で、接触角が小さい場合、図22(c)にあり、液滴が濡れ広がり、接着に有利な状態であることが分かる。

式(1)に戻り、 γ_L が一定で、接触角が可変な場合($0 < \theta < 180^\circ$)、接触角(θ)は0に近づくと、 $\cos \theta$ は1に近づき、接着仕事 W_a は最大となる。

言い換えると、接触角が小さい(ぬれ性が高い)ほど接着仕事が大きくなり、この点においても接着に有利である。なお、ぬれ性は、固液間の化学的性質によって決定し、親水性は親水性、疎水性は疎水性の組み合わせにおいて高くなる。

M-TEG-Pはその構造内に、中性界面活性剤であるポリエチレングリコールに類似構造のテトラエチレングリコール鎖を連結基に持つので界面活性作用が期待できる。この作用によって接着材と被接着体間の界面自由エネルギーを低下させ、ぬれ性が向上する可能性がある。

そこで、本製品を各補綴材料に対して適用した時の、液体に対する接触角によりぬれ性の評価を行い、接着強さへの影響について考察を行った。

図23にはジルコニア表面状態が、図14で示すところのコントロール、水洗のみ、リン酸エッチング処理後および本製品で処理を行ったときに、レジセメントを想定したようなモノマー滴を滴下した場合の接触角を示している。

コントロールと比べて、水洗のみやリン酸エッチング処理後のものは接触角が小さく、表面が汚染前の状態へ回復しきれていないことを示している。リン酸エッチング処理の場合は前述の通り、表面にリン酸が残ることも想定されているため、その影響もあるだろう。

本製品で処理後の接触角もコントロールに比べると小さくなっており、表面の汚染物質が除去しきれたか本実験からは読み取れない。しかし、その接触角が他の系よりも有意に小さくなったことから、固液間の界面自由エネルギーの低下が示された。これは前述のM-TEG-Pによる界面活性作用およびブライミング効果の両方を裏付ける結果であると言える。

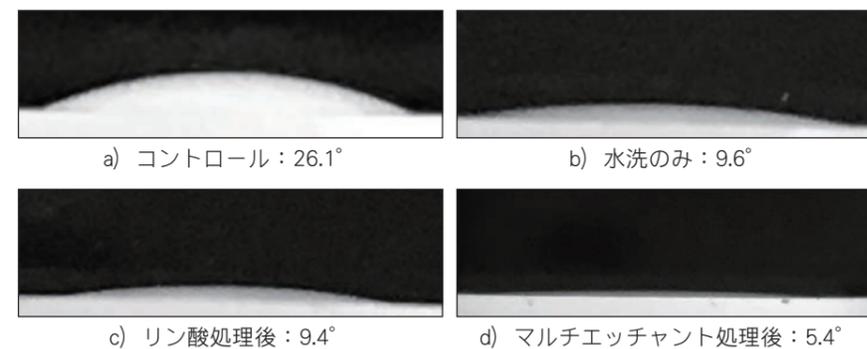


図23 ジルコニア表面と混合モノマーとの接触角およびその外観

同様の実験をレジブロック材料に対しても行ったが(表4)、いずれの条件の接触角も非常に小さいため、比較評価が難しかった。レジブロックはメタクリレート系ポリマーを主成分としているため、メタクリレート系モノマーとの親和性が高いのは当然である。ただ、その液滴が表面に濡れ広がる様子を観察すると、本製品による効果の存在が推察された(図24)。

表4 レジブロック材料と混合モノマーの接触角

コントロール	< 5°
水洗のみ	< 5°
リン酸処理後	10.1°
マルチエッチャント処理後	< 5°

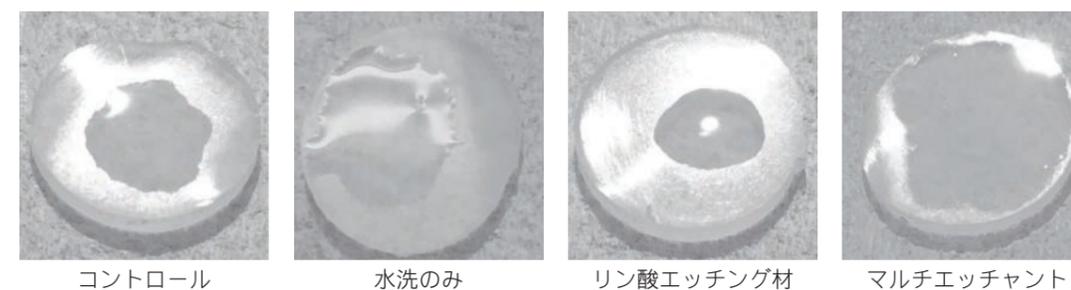


図24 レジブロック材料に混合モノマー滴を1時間放置後の外観
(マルチエッチャントを使用すると、ぬれ性が向上することが視覚的に確認できる)

そこで、混合モノマーではなく、水を液滴として使用し本製品がレジブロックのポリマーマトリックスを想定した架橋PMMA硬化物表面に与える影響を評価した。図25に結果を示す。興味深いことに、水を用いた試験結果とモノマー滴を用いたものが同じ挙動を示していた。すなわち、本製品処理後の表面は水とモノマー滴の両方に対してぬれ性が高くなっていた。M-TEG-Pには両親媒性という性質が備わっており、水にも油にも一定の界面活性作用を示したと考えられる。

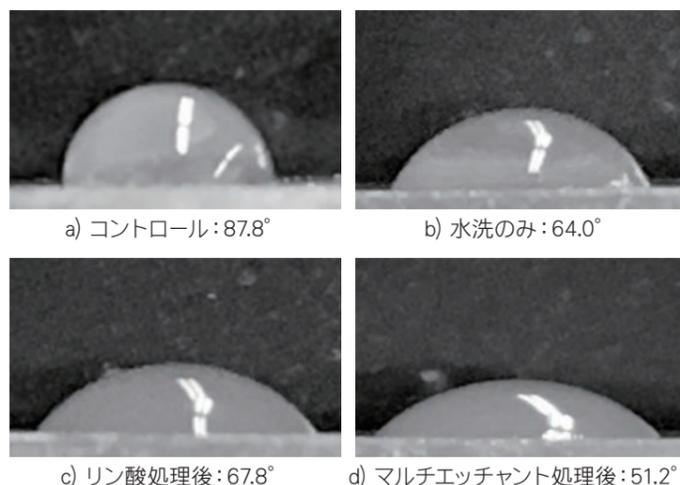


図25 架橋PMMA (フィラーなし) の表面と水との接触角およびその外観

なお、M-TEG-Pがレジンブロック表面に対してどのような相互作用を行うかは明らかではない。しかし、フィラーを含まない架橋PMMAに対してぬれ性を向上させる効果があったことから、M-TEG-Pのポリマーマトリックスへの影響と効果に関心がもたれる。

上記の性質により、親水/疎水性のバランスが異なるような各社歯科用接着材料に対しても本製品は一定の効果を示すことが期待される。例えば歯科用ボンディング材などは作業中でさえも、溶媒揮発にともなう組成変化で親水/疎水性のバランスが経時的に変化するが、本製品はこの変化の影響を最小限にしつつ本来の機能を発揮する公算が高い。

従って、本製品は様々な接着性材料とのミスマッチによる不具合が比較的クリアされた製品だと考えられる。

9. 「マルチエッチャント」の口腔内使用について

歯質への充填用コンポジットレジンなどの接着は、エッチング、プライミングおよびボンディングにより成立する（製品レポート 歯科象牙質用接着材）。近年のボンディング材は、いわゆる1液1ボンドであるセルフエッチングタイプの接着システムが主流となっており、この3つの役割を文字通り1液で果たすことができる。

一方、ボンディング材と併用する歯科用エッチング材の役割は言うまでもなくエッチングであり、エナメル質において表面の粗造化を促し、窩洞形成時に生じた切削屑の除去を行うことでボンディング材等の機械的接着強さを向上させるものである。

一見、1液タイプのボンディング材はエッチング効果を有していることから、歯科用エッチング材の使用は臨床での時間的効率を下げるばかりのように感じられるかもしれない。しかし、1液タイプのボンディング材であったとしても、エナメル質適用前にエッチング処理を行った方が比較的接着強さが高くなるという報告もある⁸⁾。エッチング材の有無が臨床的に差を生じるかについて明確ではないが、45人の患者の正中離開をエッチング材、ボンディング材、およびコンポジットレジンで修復

した臨床について評価報告がおこなわれている。コンポジット修復の中でも難しいケースである正中離開修復において、5年後の脱離率が0%という結果が報告されており、各製品の併用が有用であることを示唆するものだと考えられる⁹⁾。

以降は、本製品の口腔内使用に関して詳細を記載する。

10. 歯質(エナメル質と象牙質)のエッチングと接着について

歯科用エッチング材は本製品を含め、一般的に強酸性領域を示しているが、これはリン酸あるいはリン酸基、カルボキシ基に由来するものである。

しかしながら、測定した酸の強さはリン酸とリン酸モノマーが同じ強酸でも、実際の歯質に対する脱灰挙動は異なる。これは、リン酸モノマーの分子の大きさがリン酸よりも大きいために、酸解離度や歯質から溶け出すカルシウム塩の性質に違いが生じることなどが理由として考えられる。

図26、27にエナメル質と象牙質に対する本製品の脱灰作用を既存のエナメル質用エッチング材とSEM観測において比較した結果を示す。

エナメル質に対して、既存のエナメル質用エッチング材と比べると、本製品は脱灰作用が穏やかであることが、エナメル質のヒドロキシアパタイトの結晶露出の程度で視覚的に判断できる。したがって、エナメル質だけに接着する症例の場合は、リン酸含有タイプのエナメル質用エッチング材の方がより効果を期待できる。

初期引張強さの試験でも本製品の使用効果はあるが、エナメル質用エッチング材の方がより効果的である(図28)。

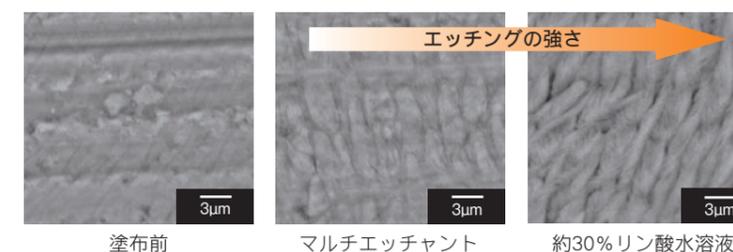


図26 エナメル質における処理材ごとのエッチングの強さ (SEM画像)

一方で、象牙質に対しては、エナメル質用のエッチング材は想定通り、象牙質の過脱灰が起こっているとみられる象牙細管の拡大が起こっている。接着の試験においても過脱灰による接着強さの低下が観測される(図26)。したがって、リン酸エッチング材は象牙質に付着すると過脱灰による接着低下のリスクが起こるので、象牙質には付着しないようにセレクトティブエッチを厳密にする必要がある。

本製品では、エナメル質と象牙質ともに区別なく処置することができるので、象牙質でもスメア層を過脱灰のリスクなく処理したい、あるいは、セレクトティブエッチにおける歯質に対する塗り分けの手間を省きたい場合に有効である(図26)。

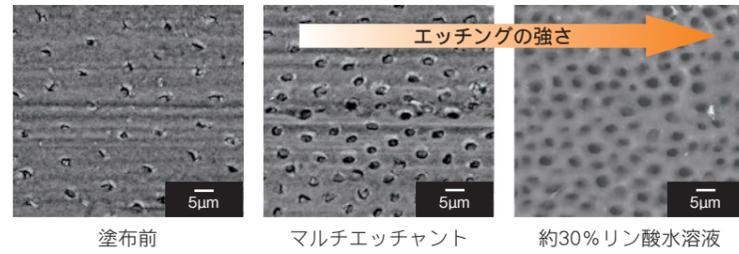


図27 象牙質における処理材ごとのエッチングの強さ (SEM画像)

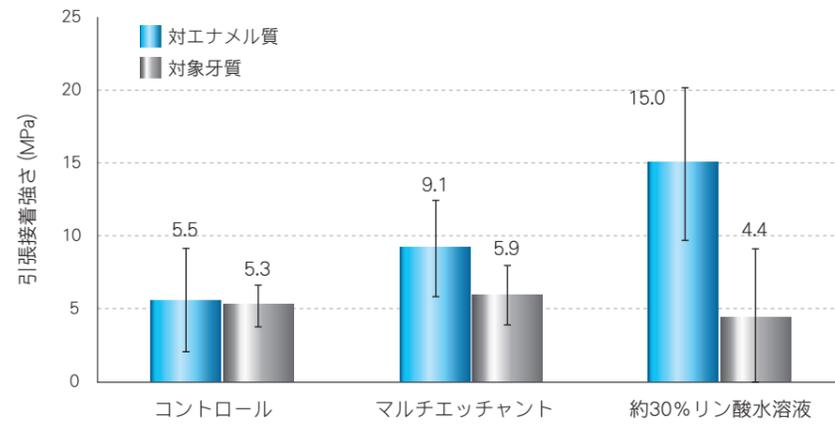


図28 各処理材を用いた歯質の初期接着強さ

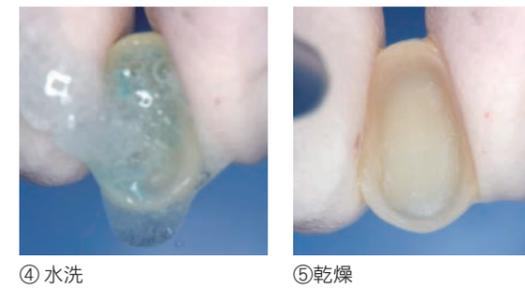
11. 臨床例

■メタルフレームの洗浄



➡ 接着材を使用して、支台歯に装着

■CAD/CAMレジン冠と支台歯の洗浄



➡ 水洗 乾燥 ➡ 接着材を使用して、支台歯に装着

■コンポジットレジン修復 (V級窩洞)



《参考文献》

- 1) ヤマキン博士会監修：歯科用CAD/CAMハンドブックⅥ. YAMAKIN, 12-16, 2017.
- 2) ヤマキン博士会監修：歯科用CAD/CAMハンドブックⅥ. YAMAKIN, 29-34, 2017.
- 3) ヤマキン博士会監修：歯科用CAD/CAMハンドブックⅥ. YAMAKIN, 40-41, 2017.
- 4) ヤマキン博士会監修：歯科用CAD/CAMハンドブックⅢ. YAMAKIN, 86-88, 2016.
- 5) B. Yang, S. Wolfart, M. Scharnberg, K. Ludwig, R. Adelung and M. Kern, Influence of Contamination on Zirconia Ceramic Bonding, J Dent Res 86(8), 2007, 749-753.
- 6) Ryo ISHII, Akimasa TSUJIMOTO, Toshiki TAKAMIZAWA, Keishi TSUBOTA, Takayuki SUZUKI, Yutaka SHIMAMURA, Masashi MIYAZAKI, Influence of surface treatment of contaminated zirconia on surface free energy and resin cement bonding, Dental Materials Journal 2015; 34(1): 91-97.
- 7) ヤマキン博士会監修：歯科用CAD/CAMハンドブックⅡ. YAMAKIN, 59, 2015.
- 8) Watanabe T, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S, Miyazaki M. Effect of prior acid etching on bonding durability of single-step adhesives. Oper Dent 2008; 33 (4): 426-433.
- 9) Prabhu R, Bhaskaran S, Geetha Prabhu KR, Eswaran MA, Phanikrishna G, Deepthi B. Clinical evaluation of direct composite restoration done for midline diastema closure - long-term study. J Pharm Bioallied Sci. 2015; 7: 559-562.

12. おわりに

本製品はヤマキンで独自開発したM-TEG-Pの配合によって成立した製品となっている。本製品の使用用途より、水洗を行う工程が必然的に含まれることから、M-TEG-Pの両親媒性という性質は本製品の根幹を支えている。さらに、リン酸に中程度の大きさの有機基が付いているという化学構造は、比較的マイルドな酸性や界面活性能、そしてジルコニアへのプライミング効果などの高い機能性を本製品に付与するに至った。

なお、繰り返しになるがM-TEG-Pは生体安全性を確認しているので、口腔内外の両方で使用可能なクリーナーという非常に特徴的な材料の提案に至った。

本レポートでは、それらの実験的なデータを紹介し、本製品が歯科接着におけるリスクをいかに低減できるのかを説明した。本製品を使用して頂き、臨床現場で簡単に使用できる「接着サポート」として頂ければ幸いです。

製品ラインアップ

歯科用エッチング材 (歯科セラミックス用接着材料)



Multi Etchant

マルチに使えるエッチャント&クリーナー

マルチエッチャント

管理医療機器 歯科用エッチング材(歯科セラミックス用接着材料)
 認証番号：228AABZX00136000

特設サイトは
こちらから



関連製品

歯科用エッチング材



Zero Flow Etchant

セレクトティブエッチングに最適なリン酸エッチャント

ゼロフローエッチャント

管理医療機器 歯科用エッチング材
 認証番号：304AGBZX00100000

酸性成分 化合物濃度	酸性度 (pH)	用途と対象							
		歯質のエッチング				試適後の歯科修復物のクリーニング			
		セレクトティブエッチング		マイルドエッチング		貴金属・ 非貴金属*2	ジルコニア	ガラス セラミックス	レジン*3
エナメル質*1	象牙質	エナメル質*1	象牙質						
ゼロフローエッチャント リン酸 26%	約0	○	×	—	—	×	×	○	○
マルチエッチャント リン酸モノマー M-TEG-P® 6%	約1	—	—	○	○	○	○*4	○	○

*1 シーラントの前処理には使用できません。
 *2 貴金属：金合金(白金合金)、金銀パラジウム合金、銀パラジウム合金、銀合金、メタルセラミック修復用貴金属合金
 非貴金属：チタン(チタン合金)、ニッケルクロム合金、コバルトクロム合金
 *3 無機質フィラーを含むレジン(CAD/CAM 冠、ハイブリッドレジン、硬質レジン、コンポジットレジン等)
 *4 クリーニングと同時にM-TEG-P®の性質により接着をサポート

歯科充填用コンポジットレジン

f.u.no

色に合う・好みに合う



ア・ウーノ

保険適用

管理医療機器
 歯科充填用コンポジットレジン
 認証番号：304AABZX00013000

歯科用象牙質接着材

TMR AQUA BOND 0-n

水を味方につけたゼロ秒ボンディング



TMR-アクアボンド0-n

管理医療機器
 歯科用象牙質接着材
 (歯科セラミックス用接着材料、歯科金
 属用接着材料、歯科用知覚過敏抑制材料、
 歯科用シーリング・コーティング材)
 認証番号：303AABZX00049000

KZR-CAD ジルコニア
 管理医療機器 歯科切削加工用セラミックス 認証番号：226AABZX00026000

ユニ1-n
 管理医療機器 歯科鑄造用銀合金 第2種 認証番号：221ACBZX00089000

KZR-CAD チタン
 管理医療機器 歯科非鑄造用チタン合金 認証番号：225ACBZX00052000

KZR-CAD HR ブロック2
 管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料 認証番号：226AABZX00171000 CAD/CAM 冠用材料(1)

アイゴス
 管理医療機器 歯科充填用コンポジットレジン 認証番号：226AABZX00132000

アイゴスボンド
 管理医療機器 歯科用象牙質接着材(歯科セラミックス用接着材料)(歯科金属用接着材料) 認証番号：226AABZX00133000

製造販売元 **YAMAKIN株式会社** 〒781-5451 高知県香南市香我美町上分字大谷 1090-3

製品や模型、パッケージなどの色は、印刷インクや撮影条件などから、実際の色とは異なって見えることがあります。記載のデータは条件によって異なる場合があります。製品の仕様、外観や容器などは予告なく変更する場合があります。製品を使用するときは必ず最新の電子添文をご確認ください。

M-TEG-PはYAMAKIN株式会社の登録商標です。



ヤマキンでは、安全性に重点をおき、科学的な機能性と医学的な安全性の両者を融合した新しい研究開発を提案している。この活動の過程で得られた知見の数々は、レポートおよび書籍として公開されている。ご興味を持たれた方は是非ご一読いただきたい。

※各出版物は、歯科商店様または弊社WEBサイトからご購入いただけます。

《専門書 既刊》



歯科用貴金属合金の科学 基礎知識と製造の実際

- ・発行年月日：2010年11月25日
- ・238P
- ・価格：本体8,000円+税
- ・発行所：株式会社 学建書院



歯科有機材料の化学 基礎知識と応用

- ・発行年月日：2016年7月5日
- ・176P
- ・価格：本体4,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社



知っておきたい 歯科材料の安全性

- ・発行年月日：2017年2月21日
- ・212P
- ・価格：本体4,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社

《歯科用CAD/CAMハンドブック 既刊》



歯科用CAD/CAMハンドブック ～ CAD/CAMの基礎知識から材料特性まで ～

- ・発行年月日：2015年2月9日
- ・86P
- ・価格：本体1,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社



歯科用CAD/CAMハンドブックII ～ デジタル技術を身近な技術にするために ～

- ・発行年月日：2015年11月16日
- ・154P
- ・価格：本体1,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社



歯科用CAD/CAMハンドブックIII ～ 歯科用ジルコニア編 ～

- ・発行年月日：2016年4月22日
- ・128P
- ・価格：本体1,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社



歯科用CAD/CAMハンドブックIV 2大特集 ・ハイブリッドレジン特集(グラデーションブロック登場) ・歯科デジタル技術の今後の展望

- ・発行年月日：2016年11月30日
- ・212P
- ・価格：本体1,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社



歯科用CAD/CAMハンドブックV 2大特集 ・ナノジルコニアとは ・口腔内スキャナーの臨床応用の現状と課題

- ・発行年月日：2017年7月20日
- ・164P
- ・価格：本体1,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社



歯科用CAD/CAMハンドブックVI 2大特集 ・ついにCAD/CAM冠が大白歯適用に! 保険適用の概要と業界の動き ・大白歯適用「KZR-CAD HR ブロック3 ガンマシート」の全貌

- ・発行年月日：2018年1月9日
- ・160P
- ・価格：本体1,000円+税
- ・発行所：YAMAKIN株式会社

《テクニカルレポート 既刊》

- ゼオセライトテクニカルレポート(2002年8月)
- ルナウイングテクニカルレポート(2007年5月)
- ツイニーテクニカルレポート(2010年7月)

《安全性試験レポート 既刊》

- Vol.1 国際水準の品質と安全を求めて(2004年12月)
- Vol.2 「ZEO METAL」シリーズ 溶出試験と*in vitro*による細胞毒性試験(2005年6月)
- Vol.3 メタルセラミック修復用貴金属合金及び金合金 溶出試験と*in vitro*による細胞毒性試験(2005年12月)
- Vol.4 「ルナウイング」の生物学的評価(2006年6月)
- Vol.5 高カット金合金の物性・安全性レポート(2007年10月)
- Vol.6 歯科材料の物性から生物学的影響まで 硬質レジン、メタルセラミック修復用合金、金合金における検討(2008年5月)
- Vol.7 金合金「ネクシオキャスト」の物性・安全性レポート(2008年10月)
- Vol.8 ハイブリッド型硬質レジン「ツイニー」の生物学的評価(2010年6月)
- Vol.9 貴金属合金の化学的・生物学的特性 チタンとの組み合わせによる溶出特性(2011年2月)
- Vol.10 メタルセラミック修復用貴金属合金「ブライティス」の物性と安全性(2011年10月)
- Vol.11 歯科用接着材料「マルチプライマー」の物性と安全性(2014年3月)
- Vol.12 歯科用覆髄材料「TMR-MTAセメント」の安全性(2018年1月)

《高分子技術レポート 既刊》

- Vol.1 歯科材料モノマーの重合—ラジカル重合の基礎(1)(2009年10月)
- Vol.2 歯科材料モノマーの重合—ラジカル重合の基礎(2)(2010年2月)
- Vol.3 歯科材料モノマーの重合—修復材モノマー(1)(2010年3月)
- Vol.4 歯科材料モノマーの重合—修復材モノマー(2)(2010年7月)
- Vol.5 歯科材料モノマーの重合—酸素の影響(2011年8月)
- Vol.6 歯科材料モノマーの重合—開始剤と開始(2012年10月)
- Vol.7 重合性シランカップリング剤—メタクリロイルオキシアルキルトリアルコキシシラン(2013年6月)
- Vol.8 歯科用レジンの硬化における重合収縮(2014年11月)
- Vol.9 歯科材料における開始剤成分としてのヨードニウム塩の利用(2017年3月)
- Vol.10 ナノゲルの歯科レジンならびに接着材への応用(2018年6月)

《オーラルサイエンスレポート 既刊》

- Vol.1 歯科口腔外科とビスフォスフォネート製剤(2010年8月)
- Vol.2 活性酸素—その生成、消去および作用—(2011年4月)
- Vol.3 低酸素の世界(2012年7月)
- Vol.4 歯の再生に関する最近の進歩(2014年2月)
- Vol.5 フッ化物応用とその影響(2016年10月)

《製品レポート 既刊》

- ジルコニアの基礎知識と製品レポート(2014年2月)
- チタンの基礎知識と製品レポート(2014年6月)
- CAD/CAM用ハイブリッドレジンの基礎知識と製品レポート(2014年9月)
- 歯科充填用コンポジットレジンの基礎知識と製品レポート(2015年9月)
- 歯科用ボンディング材の基礎知識と製品レポート(2016年1月)
- TMR-MTAセメント製品レポート(2017年8月)
- マルチプライマーシリーズ製品レポート(2017年10月)
- KZR-CAD HR ブロック3 ガンマシート製品レポート(2018年1月)

タイムリーな情報は、
メールマガジン「ヤマキンニュース」でお知らせします。



歯科材料の安全性や品質管理への取り組みはこちらから

ヤマキン 歯科

検索

<http://www.yamakin-gold.co.jp>

編集者 加藤 喬大
発行者 山本 樹育
2018年7月12日 第1版
2024年4月12日 第2版

創業70周年に向けて



FOUNDATION III

変化は決して発展を伴わないが、
発展は変化なしにはありえない。

YAMAKIN株式会社

本社：〒781-5451 高知県香南市香我美町上分1090番地3
生体科学安全研究室：〒783-8505 高知県南国市岡豊町小蓮 高知大学医学部YAMAKIN次世代歯科医療開発講座
大阪・東京・名古屋・福岡・仙台・高知・生体科学安全研究室・YAMAKINデジタル研究開発室
<https://www.yamakin-gold.co.jp>

● 製品に関するお問い合わせはこちら

テクニカルサポート ☎ 0120-39-4929 (9:00~17:00)

サンキューヨクツク