

# チェアサイドで使用できるサンドブラスター マイクロエッチャー 文献集

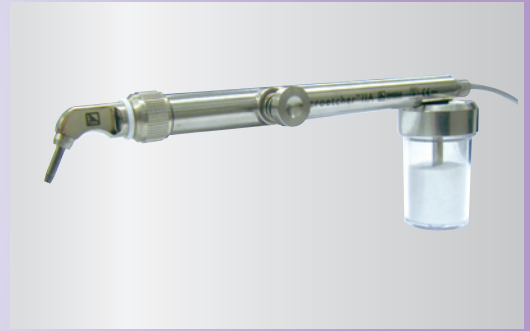
## 目次

- P2～P3 マイクロエッチャーⅡAで確実な接着を獲得！ 前編  
金属（金パラ合金・プレシヤスメタル）への表面処理効果  
日本大学歯学部保存学教室修復学講座  
宮崎 真至 教授、高見澤 俊樹 助教、坪田 圭司 助教
- P4～P5 マイクロエッチャーⅡAで確実な接着を獲得！ 後編  
セラミックス（二ケイ酸リチウム・ジルコニア）への表面処理効果  
日本大学歯学部保存学教室修復学講座  
宮崎 真至 教授、高見澤 俊樹 助教、坪田 圭司 助教
- P6 接着臨床を成功に導く強い味方 マイクロエッチャーの実力  
硬質レジン前装冠の補修修復を成功させるポイント  
日本大学歯学部保存学教室修復学講座  
宮崎 真至 教授
- P7 私の愛用ツール マイクロエッチャーⅡA  
天川デンタルオフィス外苑前 院長 天川 由美子 先生
- P8 CAD/CAM冠装着を成功に導くアイテム  
マイクロエッチャーⅡAの臨床的効果の検証  
日本大学歯学部保存学教室修復学講座  
辻本 暁正 先生、宮崎 真至 教授

# マイクロエッチャーIIAで 確実な接着を獲得！

前編

金属(金パラ合金・プレシャスメタル)への表面処理効果



日本大学歯学部保存学教室修復学講座  
宮崎 真至 教授、高見澤 俊樹 助教、坪田 圭司 助教

## 金属接着のための表面処理

金属接着のための表面処理は、維持装置、微小機械的維持、直接接着型表面処理および介在型表面処理など、表1のように分類されている。

機械的改質の効果としては、金属表面に凹凸を付与し、そこに接着材が侵入し硬化することによって投錨効果を生じてレジンと金属が一体化するというものである。通常、直径50~100 $\mu\text{m}$ のアルミナ粒子を数気圧(0.1~0.5MPa)程度の圧力で金属表面に吹き付けるサンドブラスト(airborne-particle abrasion)処理によって粗面を形成するとともに、新鮮面を露出する方法がとられている。また、サンドブラスト処理された金属面は活性化されるために、機械的嵌合とともに化学的な接着性も向上するとされている。

化学的改質のうちでプライマー処理は、サンドブラスト処理との組み合わせで行われることが多い。一般に、その主成分である機能性モノマーの官能基の種類によって硫黄系、リン酸エステル系およびカルボン酸系の3種に分類されるが、硫黄系プライマーは貴金属合金に、リン酸エステル系あるいはカルボン酸系モノマーは非貴金属合金に有効とされている。被着体の前処理材であるZプライムプラスは、カルボン酸系モノマーであるBPDMとともにリン酸系モノマーを含有しているところから、ジルコニア、アルミナそして歯科用合金に対する接着向上効果を有しており、その臨床使用における汎用性は極めて高い。

## サンドブラストの有効性を検証する

金属接着において欠かすことのできないサンドブラスト処理であるが、口腔内で使用可能なマイクロエッチャーIIAの効果について実験室環境で確認した。

まず、DANVILLE MATERIALSの4種類の酸化アルミナのSEM像を図1(倍率100)および図2(倍率1000)に示す。粒径が27, 50および90ミクロンの酸化アルミナ粒子と、特殊形態を有するオーソプロフィーSA85の4製品がある。このうち、オーソプロフィーはその形態からも、歯質を傷つけることなく残留したブラケット接着用セメントを除去する際になどに用いられる。金属などの補修面のサンドブラストには、通常50ミクロンのアルミナ粒子が用いられる。

機械的維持	微小機械的維持	介在型	直接接着型
<ul style="list-style-type: none"> <li>金属床のレジン維持部</li> <li>前装冠のアンダーカット</li> <li>リテンションピース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンドブラスト処理</li> <li>電解エッチング処理</li> <li>薬品処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スズ電析</li> <li>シロックスシステム</li> <li>ロカテックシステム</li> <li>アドロイ法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プライマー処理</li> </ul>

表1 金属への接着のための表面処理法

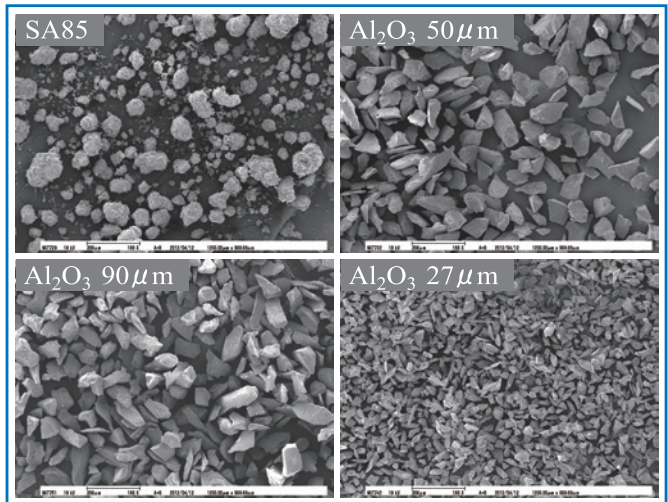


図1 DANVILLE MATERIALSの各種アルミナ粒子のSEM像。

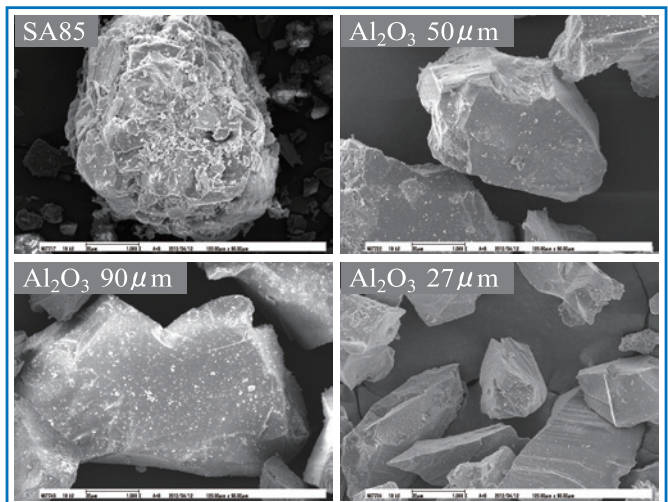


図2 アルミナ粒子は、その粒径とともに形状も異なり、それぞれの用途も決まってくる。

Code	Metal	Methods
PdC	Castwell M.C. 12% Gold (GC)	Ground SiC #600
PdS	(Au 12%, Pd 20%, Ag 46%, Cu 20%)	Sandblast (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 μm 15sec)
PMC	Super Crystal KP-5 (Yamamoto Precious Metal)	Ground SiC #600
PMS	(Au 75%, Pt 6.7%, Pd 12.3%, Ag 1.8%)	Sandblast (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 μm 15sec)

表2 使用した歯科用合金とその表面処理法

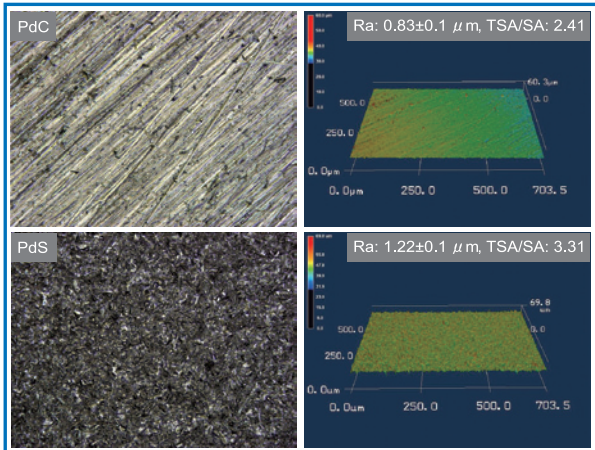


図3 金パラを#600SiCペーパーで研削した面と、マイクロエッチャーII Aで処理した面のレーザー顕微鏡および3D画像。

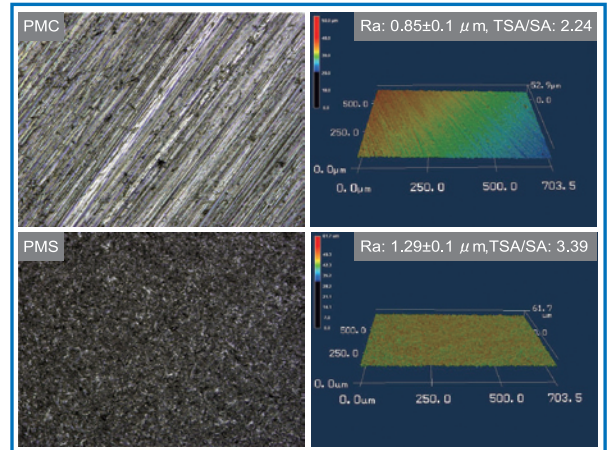


図4 プレシヤスマタルを#600SiCペーパーで研削した面と、マイクロエッチャーII Aで処理した面のレーザー顕微鏡および3D画像。

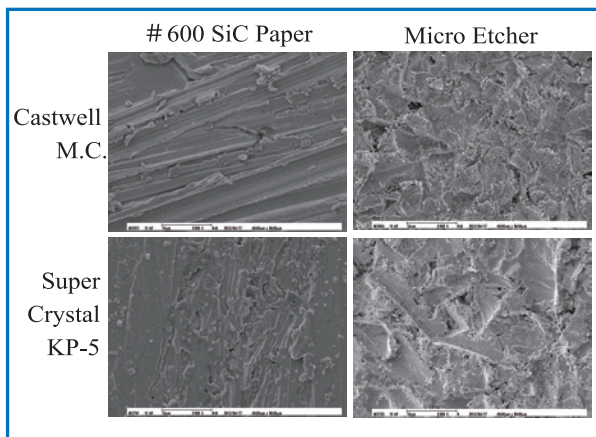


図5 金パラおよびプレシヤスマタルを#600SiCペーパーおよびマイクロエッチャーII Aで処理した面のSEM像。

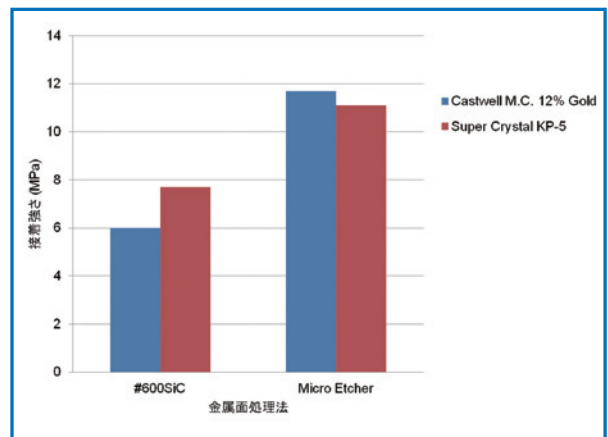


図6 各処理面に対するコンポジットレジンへの接着強さ。マイクロエッチャーII Aで処理したものが、統計学的有意差をもって向上している。

実験には、表2に示した2種の歯科用合金を、接着システムとしてはBISCOのデュオリックSE関連製品を用いて行った。図3は金パラ合金（キャストウェルM.C.12，ジーシー）、図4は陶材焼付け用のプレシヤスマタル（スーパークリスタルKP-5，山本貴金属）の、#600シリコンカーバイドペーパー(C)で研削あるいはサンドブラスト(S)した面のレーザー顕微鏡写真である。いずれの合金においても、サンドブラスト処理面においては、均一な粗面が形成されていることが理解できる。また、3D像に示されているRaは算術平均粗さの値であり、TSA/SAとは平面における測定面積に対する3次元的な凹凸を加味した面積の比率である。このように、マイクロエッチャーII Aを用いたほうが、臨床的にダイヤモンドポイントを用いた切削を模倣した研削面に比較して、均一でしかも被着面積を増大さ

せることが理解できる。表面処理法の違いの影響は、図5に示したSEM像を見ると容易に理解ができ、マイクロエッチャーII Aの効果が明瞭に読み取れる。さらに、これらの処理面に対するコンポジットレジンの接着強さを比較すると、いずれの歯科用合金に対しても、統計学的に有意差をもって向上していることが確認された(図6)。修復システムとして選ばれた製品の添付文書には、必ずといっていいほど金属面へのサンドブラスト処理が指示されている。その背景には、確実な接着を得るための科学的根拠が存在しているのである。

今回は、マイクロエッチャーII Aを使用した際の、被着体表面における変化を界面科学的に評価するとともに、二ケイ酸リチウムあるいはジルコニアへの効果に関して検証したい。

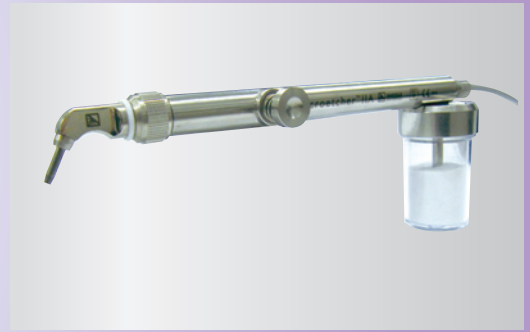


# マイクロエッチャーII Aで 確実な接着を獲得！

後編

セラミックス(ニケイ酸リチウム・ジルコニア)への表面処理効果

日本大学歯学部保存学教室修復学講座  
宮崎 真至 教授、高見澤 俊樹 助教、坪田 圭司 助教



## ●マイクロエッチャーII Aによる 被着面処理効果

前回では、マイクロエッチャーII Aを用いた効果として、金属表面の粗面形成とともに新鮮面を露出することで歯科用合金に対する接着性が向上することを説明した。その際ふれたように、サンドブラスト処理は、凹凸部への接着材の侵入による機械的嵌合に寄与しているが、金属面の活性化による化学的な接着性の向上も期待される。金属表面の活性化の程度は、表面自由エネルギーを測定することによって知ることができる。測定には図1に示す装置を用いて、その表面自由エネルギーが既知である3種類の液体を金属表面に滴下して接触角を測定し、その値から計算式を用いて求めるものである。

その結果、マイクロエッチャーII Aを用いた歯科用合金表面の表面自由エネルギーは、#600SiCペーパー削面と比較して、有意に高い値を示すことが明らかとなった(図2)。これは、この上に塗布される接着システムとのヌレ性が向上することを示すものであり、マイクロエッチャーII A処理によって機械的嵌合力のみならず、化学的な接着反応も向上することを意味する。とくに歯科用合金では、マイクロエッチャーII Aによって新鮮面が露出したことによる極性化と水素結合成分の向上は、接着強さの向上にも大きく貢献していることが理解できる。臨床における確実性を考えると、新鮮面を被着対象とするという発想は大切ではあるが、最終的な処理は、マイクロエッチャーII Aが必要であるという結論に至る。

## ●セラミックスへの処理効果は？

歯科用合金への接着に対して、マイクロエッチャーII Aを用いた処理が必須であることが理解できたことと思う。では、その接着が難しいとされているジルコニアあるいはニケイ酸リチウム(表1)に対してはどのような効果を有しているだろうか。

ニケイ酸リチウムとジルコニアを素材としたCAD/CAM用ブロックのレーザー顕微鏡写真を図3、4に示した。これらいずれも、マイクロエッチャーII A処理によって、均質な粗面が形成されるとともに表面粗さ(Ra)が増加しており、これは同一範囲内における面積率(TSA/SA)に反映されている。ジルコニアは非常に硬い素材なので、粗さの増加は比較的少ないが、表面自由エネルギーで比較すると、図5に示したようにマイクロエッチャーII A処理後に有意に高くなっている。

いずれにしても、セラミックスの種類によっては、

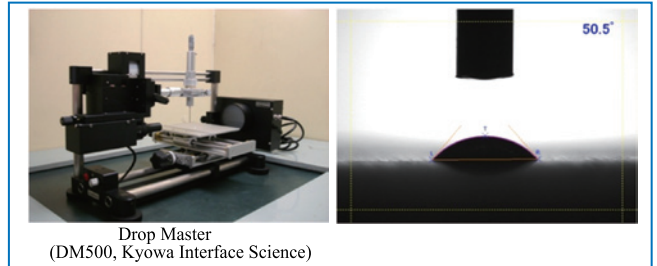


図1 表面自由エネルギー測定に使用した装置(左)と液滴の接触角を測定している様子(右)を示す。

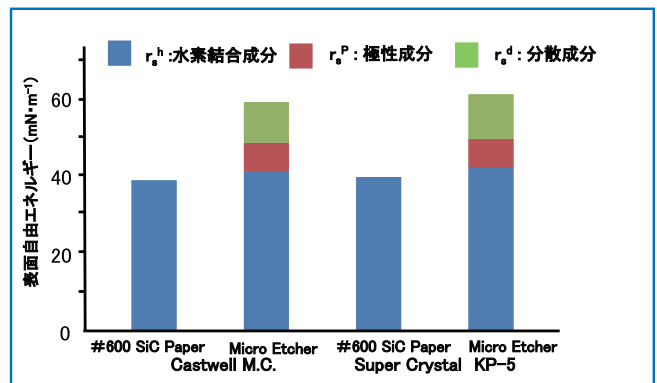


図2 キャストウェルMCおよびスーパークリスタルKP-5の各処理面における表面自由エネルギーの成績を示す。いずれの合金も、マイクロエッチャーII A処理によって表面自由エネルギーが有意に向上している。

Code	Material	Methods
EXC	IPS e.max CAD	Ground SiC #600
EXS	(lithium disilicate)	Sand blast (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 μm 15sec)
ZrC	IPS e.max ZirCAD	Ground SiC #600
ZrS	(zirconium oxide)	Sand blast (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 μm 15sec)

表1 使用したセラミックスとその表面処理法

マイクロエッチャーII A処理によって接着のための表面積が増加するとともに、表面自由エネルギーが上昇することで、化学的反応性も高くなる可能性があることが示された。もちろん、化学的反応性の向上は、マイクロエッチャーII A処理から時間が経過すると夾雑物による表面汚染が生じて低下することが想像される。したがって、臨床では接着操作の直前に行うことが理想となるが、そのような観点からも口腔内で使用可能なマイクロエッチャーII Aの優位性が理解できるのではないだろうか。

さて、それではこれら被着面へのデュオリンクSEの接着強さはどうであろうか。

Z-Prime Plusを併用して製作した接着試験片を、



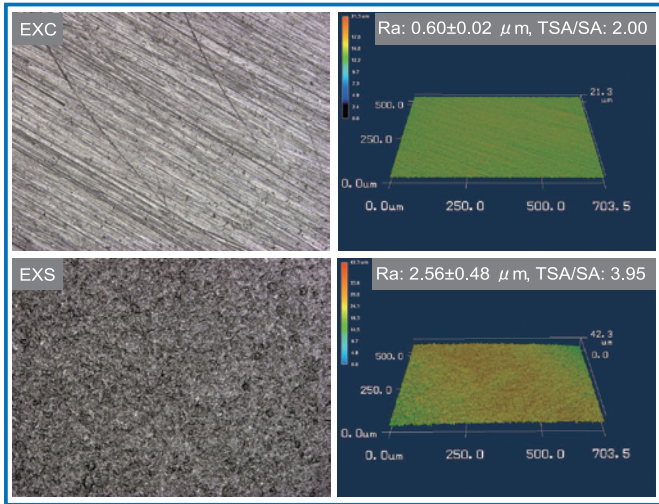


図3 ニケイ酸リチウム(IPS e.max CAD)ブロックを#600SiCペーパーで研削した面と、マイクロエッチャーII Aで処理した面のレーザー顕微鏡および3D画像。

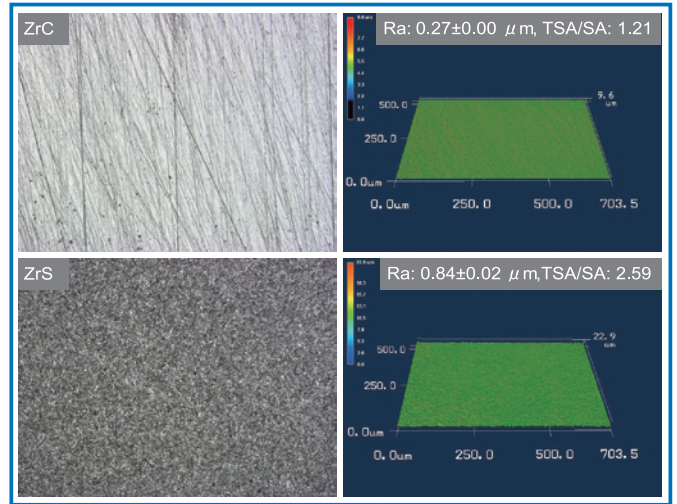


図4 ジルコニア(IPS e.max ZirCAD)ブロックを#600SiCペーパーで研削した面と、マイクロエッチャーII Aで処理した面のレーザー顕微鏡および3D画像。

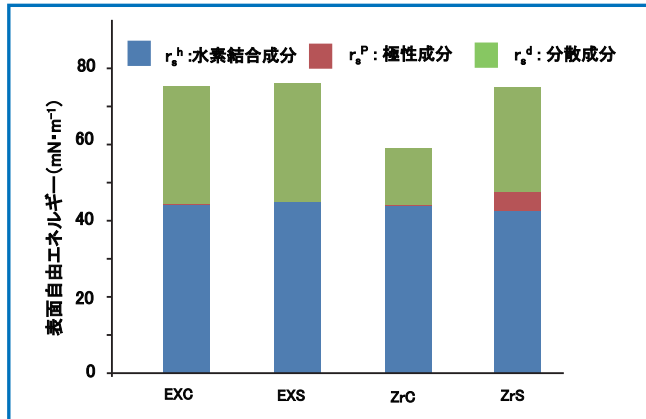


図5 セラミックス処理面の表面自由エネルギーの成績を示す。とくにジルコニアでは、有意に表面自由エネルギーが向上している。

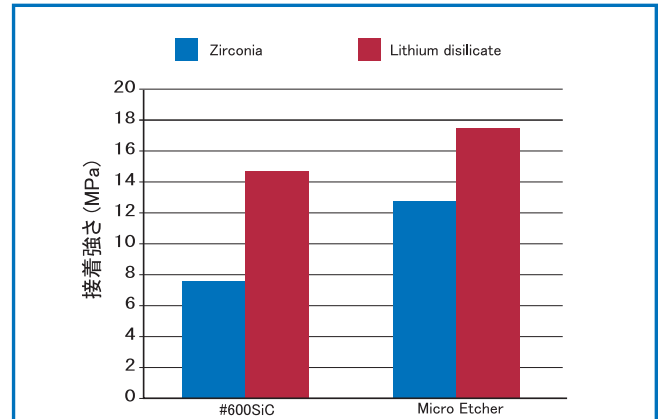


図6 セラミックス処理面へのデュオリンクSEの接着強さの成績を示す。いずれのセラミックスにおいても、マイクロエッチャーII A処理によって接着強さが有意に向上している。

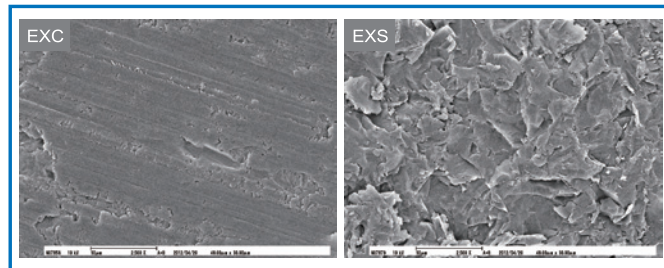


図7 ニケイ酸リチウム(IPS e.max CAD)ブロックを#600SiCペーパーで研削した面と、マイクロエッチャーII Aで処理した面のSEM像。

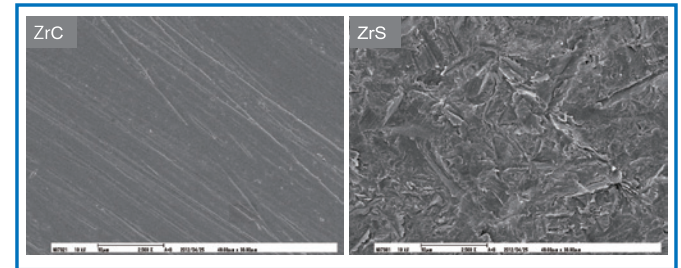


図8 ジルコニア(IPS e.max ZirCAD)ブロックを#600SiCペーパーで研削した面と、マイクロエッチャーII Aで処理した面のSEM像。

24時間37°Cの水中に保管した後の接着強さの値を図6に示した。すなわち、いずれの被着体に対しても、マイクロエッチャーII A処理によって、その接着強さが有意に向上しており、その効果が接着強さにも反映していることが判明した。また、接着強さの向上効果は、とくにジルコニアにおいて高かったが、これは表面自由エネルギーの測定結果を裏づけるものと考えられた。各被着面のSEM像を図7、8に示した。いずれのセラミックスも、マイクロエッチャーII A処理によって粗面を形成したが、とくにニケイ酸リチウムではその程度が大きかった。このために、接着強さがジルコニアに比較して高くなった可能性が考えられるが、これに

関しても詳細については今後検討したい。

### まとめ

Minimal Interventionの概念の一つに、再修復する前に補修修復を試みるべきというものがある。これを実践するにあたっては、各被着体に適した前処理を行う必要があるのだが、その多くに対してマイクロエッチャーII Aの効果が高いことが判明した。臨床における強力な武器として、是非この装置を役立てていただきたいと考えながら、ここに擱筆する。

# 接着臨床を成功に導く強い味方 マイクロエッチャーの実力

硬質レジン前装冠の補修復を成功させるポイント

宮崎 真至 教授

日本大学歯学部保存学教室修復学講座



接着に関連したセミナーで、比較的頻度の多い質問に、セラミクスあるいは硬質レジン前装冠の修理に関するものがある。臨床では重要な話題であるのだと、あらためて感じている。

セラミクスあるいは硬質レジンとの接着は、機械的維持のためのサンドブラスト処理とシランカップリング剤による化学結合で形成される。一方、金属接着のための表面処理は、維持装置、微小機械的維持、直接接着型表面処理および介在型表面処理などに分類される。機械的改質の効果としては、金属表面に凹凸を付与し、そこに接着材が侵入し硬化することによって投

錨効果を生じてレジンと金属が一体化するというものである。アルミナ粒子を金属表面に吹き付けるサンドブラスト処理によって粗面を形成し、新鮮面を露出する方法がとられている。さらに、化学的処理法として接着性モノマーを有機溶媒に溶解したいわゆる金属接着性プライマーを塗布するものが一般的である。

いずれにしても、口腔内で補修復を成功させるポイントは、新鮮な被着面をサンドブラストによって得ることである。この点からも、マイクロエッチャーの存在は、極めて重要であり、臨床でなくてはならない存在といえる。



図1 上顎側切歯の硬質レジン前装冠の破折を主訴として来院。



図2 鋭縁部を除去し、マイクロエッチャーを用いてサンドブラスト処理を行う。

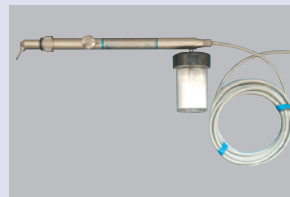


図3 シランカップリング剤を塗布した後、メタルプライマーを塗布し、次いで前面にボンディング材を塗布する。いずれも、その塗布量が厚くなりすぎないように注意する。



図4 金属面にオーバーカーを一層塗布する。塗りムラができないようにするのがコツである。



図5 オーバーカーの塗布状態に合わせて、透明性の低いレジンペーストを選択すると、金属色を上手く遮蔽できる。



図6 レジンペーストの充填は、隣在歯の色調を参考にしながらレイヤリングテクニックによって行う。



図7 形態修正は、はじめは注水で行うが、微細なキャラクタを付与する際には非注水で行う。



図8 微細なダイヤモンド粒子を含有したシリコンポイントを用いて研磨を行う。



図9 艶出しは、ダイヤモンドペーストとパフを併用して行うとよい。



図10 歯冠形態とともに表面の艶が審美修復の大きなポイントである。



# 私の愛用ツール マイクロエッチャーIIA

天川 由美子 先生  
天川デンタルオフィス外苑前 院長



天川 由美子 先生

歯科医師 歯学博士

1970年 広島県出身  
1994年 鶴見大学歯学部卒業  
1999年 鶴見大学大学院修了 博士号(歯学)取得  
横浜市 榑松歯科医院勤務  
2001年 千代田区 土屋歯科クリニック&Works勤務  
2007年 港区 天川デンタルオフィス外苑前 開設  
鶴見大学歯学部非常勤講師  
2009年 Women Dentists Club東日本支部長  
2011年 顎咬合学会 理事  
日本歯内療法学会関東甲信越静支部 常任理事

所属  
日本補綴歯科学会  
日本顎咬合学会  
日本歯内療法学会  
日本接着歯学会  
東京S J C D  
港区麻布赤坂歯科医師会  
Women Dentists Club (東日本支部長)  
American Association of Endodontists  
Academy of Microscope Enhanced Dentistry

私の臨床になくてはならないツール、それはマイクロエッチャーである。実際、当院ではユニットに常備しており、審美修復治療を行う際は100%使用している。

近年の審美修復治療のほとんどはボンディッドレストレーション、接着修復である。すなわち接着歯学を活かした修復物であるため、審美修復治療の成功は接着を理解し、確実な接着操作を行うことが出来るかどうかが鍵となる。私は、特に接着面清掃がこの治療の成功に必要な不可欠と考えている。今回、私が日常行っている接着の一部をご紹介したいと思う。

マイクロエッチャーは、歯面・裏層したコンポジットレジン部・金属面などに用いている。特に仮着材や旧修復物の除去に有効である。サンドブラスト処理を

する事により機械的に清掃され接着面積が増加する。また歯面に対してはスミア層の除去も行うことが出来る。一方、隣接歯など対照歯以外の部分はサンドブラスト処理する必要はないので、ラバーダムやストリップスなどで保護し、あまり大きく動かさず注意深く処理する。アシスタントにきちんとパキュームしてもらうことも大切である。

注意点：

修復物の材料によってはマイクロエッチャーによってマージンがチップしてしまうことがある。仮着していたジルコニアフレームなどは本セット時にサンドブラスト処理を行うが、基本的に仮着できない修復物はサンドブラストするべきではない。



図1 初診時  
側切歯の先天性欠如で修復治療前提の矯正治療終了時



図2 ワックスアップからモックアップ用のシリコンガイドを用意しておく



図3 コンポジットレジンにてモックアップ



図4 患者さまにイメージを確認していただく



図5 モックアップに満足していただけたら、支台歯形成のステップに進む



図6 印象採得後プロビジョナルレストレーションをセットしておく



図7 歯面は非常に汚染されているためアルミナの粉で清掃



図8 ブラシでは清掃できる面に限界があるのでさらにマイクロエッチャーにてサンドブラスト処理を行う

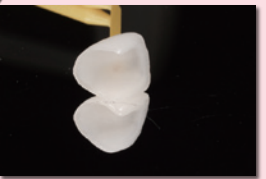


図9 ベニア面はサンドブラスト禁忌である。筆者はエッチング・シラン処理を行っている



図10 ベニア接着後犬歯の修復を行う  
歯面を形成する必要はないが、未切削エナメル質は切削エナメル質と比較し接着力が劣るため歯面をマイクロエッチャーでサンドブラストする



図11 修復予定部をエッチング



図12 シリコンガイドも用いたコンポジットレジン修復



図13 術後  
ポーセレンラミネートベニアとコンポジットレジン修復により審美性を改善することができた



# CAD/CAM冠装着を成功に導くアイテム マイクロエッチャーIIAの臨床的効果の検証

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

辻本 暁正 先生、宮崎 真至 教授



辻本 暁正 先生



宮崎 真至 教授

CAD/CAMレジンブロックを用いたハイブリッドレジン冠を長期間口腔内で機能させるためには、レジンセメントを用いて支台歯と一体化することが求められる。CAD/CAMレジンブロックは、フィラーを高密度に充填するとともにこれを加圧、加熱重合することによって機械的性質の向上が図られている。そのため、未重合モノマーが少なくなっているところから、前処理することなしではレジンセメントとの化学的接着を期待することができない。そこで修復物は、機械的嵌合力および化学的接着力を獲得するための適切な被着面処理が必要となる(図1~4)。

さらに、完成したCAD/CAM冠は、口腔内で試適する際に唾液、血液あるいはシリコーンゴム適合検査材などによる被着面の汚染が生じる。これによってレジンセメントとの濡れ性が阻害され、ひいては接着性が低下する。被着面に対する唾液あるいは血液汚染は、リン酸エッチング材などの表面処理によって除去することが可能である。しかし、適合検査材によるシリコーンオイルの残留は、リン酸エッチング処理では除去できないとされている。そこで、機械的な清掃効果を有するサンドブラスト処理が推奨されるが、通常これらの装

置は大型であり、ラボサイドに設置されている。そこで、チェアサイドで修復物内面にサンドブラスト処理を可能とするマイクロエッチャーIIAの有効性が着目される場所である。

被着体の極性化の程度は、極性溶媒であるジヨードメタンと被着面との接触角を指標として知ることができる。唾液およびシリコーンゴム適合検査材によって汚染されたCAD/CAMレジンブロックの接触角は、マイクロエッチャーIIAによるサンドブラストで有意に低下した(図5)。これは、CAD/CAMレジンブロック表面の極性化が生じていることを示すものであり、マイクロエッチャーIIAの使用によって、表面の粗造化とともに化学的にも接着に有効な面となったことを示す。このような接触角の変化は、レジンセメントを用いた接着強さ試験の結果と一致するものであった(図6)。以上のように、CAD/CAM冠の内面に対するマイクロエッチャーIIAによる表面改質効果は、極性化とともに接着強さの向上に大きく貢献するものであった。臨床において、CAD/CAMレジンブロックを用いたハイブリッドレジン冠内面に対する口腔内試適後のマイクロエッチャーIIAの応用は、歯冠修復処置の良好な予後に寄与するものであることが示された。

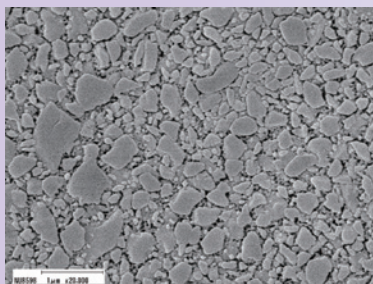


図1 実験に用いたCAD/CAMレジンブロックのSEM像を示す。200~400nmの微細なフィラーが高密度に充填されている。



図2 CAD/CAMレジンブロックの研磨面性状を示す。実験のベースラインとなる面である。

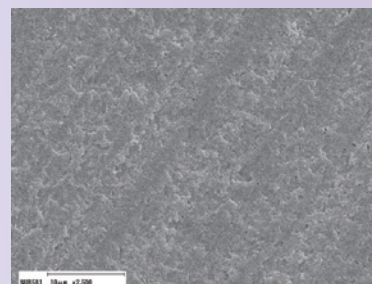


図3 ベースラインとなるCAD/CAMレジンブロック表面を#600のシリコンカーバイドペーパーで研磨した。研磨に伴って生じた削れ痕と粗造となった面性状が観察された。

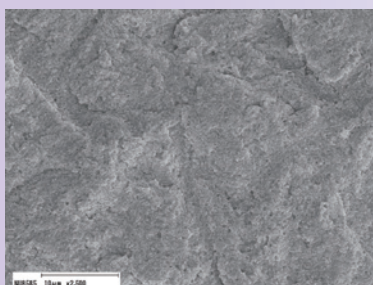


図4 ベースラインとなるCAD/CAMレジンブロック表面をマイクロエッチャーIIAを用いてサンドブラスト処理した面を示す。複雑な粗造面が観察された。

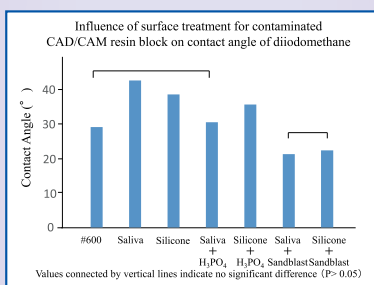


図5 リン酸およびサンドブラスト処理の適用がCAD/CAMレジンブロックの接触角(ジヨードメタン使用)に及ぼす影響を示す。マイクロエッチャーIIAを用いたサンドブラスト処理によって、接触角は有意に低下した。

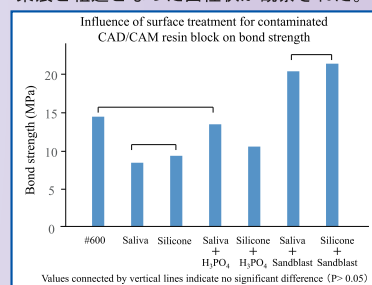


図6 唾液およびシリコーンゴム適合検査材の汚染がCAD/CAMレジンブロックとレジンセメントとの接着強さに及ぼす影響を示す。汚染された被着面へのサンドブラスト処理によって、有意に接着強さが向上した。

Mリボ新聞 第46号(2014年秋号)に掲載されましたものを転載いたしました。

マイクロエッチャーII 医療機器届出番号:13B1X10098010011 一般医療機器 歯科用研削器材 製造業者:DANVILLE MATERIALS(ダンビル マテリアルズ社) 製造国:アメリカ合衆国(USA)  
 マイクロエッチャーIIA 医療機器届出番号:13B1X10098010025 一般医療機器 歯科用研削器材 製造業者:DANVILLE MATERIALS(ダンビル マテリアルズ社) 製造国:アメリカ合衆国(USA)

製品の特徴、ご使用方法などに関するお問い合わせは

お客様窓口フリーダイヤル

TEL. 0120-33-8020 FAX. 0120-66-8020

製造販売業者 EIKO CORPORATION

株式会社エイコー 〒110-0005 東京都台東区上野3-17-10 TEL.03-3834-5777 FAX.03-3837-2655

販売業者 株式会社モリムラ

株式会社モリムラ 本社:〒110-0005 東京都台東区上野3-17-10 TEL.03-3836-1871 FAX.03-3832-3810 大阪営業所:〒564-0051 大阪府吹田市豊津町13-15 TEL.06-6170-8239 FAX.06-6170-8249 http://www.morimura-jpn.co.jp

●製品に関するご用命は