

特別対談

東京医科歯科大学
う蝕制御学分野 教授
田上順次

日本大学歯学部
保存学教室修復学講座 教授
宮崎真至

実践臨床

東京都開業 日野浦歯科医院
日本大学客員教授

日野浦 光

愛知県開業 ぼんだ歯科
愛知学院大学歯学部
保存修復学講座 非常勤講師
須崎 明



1ステップボンディング材
「G-ボンド プラス」を語る

CONTENTS

3 特別対談

ここまできた1ステップボンディング材の性能 —「G-ボンド プラス」の接着評価と臨床応用—

東京医科歯科大学 う蝕制御学分野 教授
田上順次

日本大学歯学部 保存学教室修復学講座 教授
宮崎真至

株式会社ジーシー 研究所担当取締役
赤羽正治

実践臨床

10 1ステップボンディングシステムの 優位性を理解して臨床に活かす —「G-ボンド プラス」の特徴と効果的な臨床—

東京都開業 日野浦歯科医院
日本大学客員教授
日野浦 光

12 「G-ボンド プラス」でひろがる MI臨床

愛知県 ばんだ歯科
愛知学院大学歯学部保存修復学講座 非常勤講師
須崎 明

14 Q & A

15 参考文献



G-BOND PLUS

ここまできた 1ステップボンディング材の性能

「G-ボンド プラス」の接着評価と臨床応用

MI(Minimum Intervention)思想の普及と審美修復のニーズの高まりから、コンポジットレジンによる修復は日常診療に欠かせず、それとともにボンディング材の接着性能は治療を大きく左右する要因になっています。簡便な操作性と接着力で歯科界を驚かせた1液性の1ステップボンディング材「G-ボンド」が登場して約6年が経過し、さらにバージョンアップさせた「G-ボンド プラス」が生まれて1年が経とうとしています。その間にその性能をサポートする関連材料も充実してきました。そこで、接着歯学の第一人者でもある東京医科歯科大学の田上順次教授と日本大学歯学部宮崎真至教授に、「G-ボンド プラス」の学術的な評価とこれからのコンポジットレジン修復について伺いました。

東京医科歯科大学 う蝕制御学分野 教授

田上順次 先生

Junji TAGAMI

日本大学歯学部 保存学教室修復学講座 教授

宮崎真至 先生

Masashi MIYAZAKI

株式会社ジーシー 研究所担当取締役

赤羽正治

Shoji AKAHANE





長もないことから私たちの製品はなかなか受け入れてもらえませんでした。

その後、セルフエッチングシステムが登場し、私たちはそこに開発ターゲットを定めました。その頃のセルフエッチングシステムはプライマーが2液でしたが、それを何とか1液にしたいということで接着性モノマーの4-METを使って国産初のプライマーを1液にした2ステップタイプの「ユニフィルボンド」を1998年に開発（図2）。この段階で他社メーカーと差別化することができました。

宮崎 そうでしたね。あのときは驚きました。そして、クラレ社が数ヶ月後に同様な2ステップの「メガボンド」を発売した。

赤羽 そこで、これまでの技術をより発展させて操作をより簡便にしようと国内で初めて1ボトル1ステップのセルフエッチングプライミングボンド「G-ボンド」を2004年に開発しました（図3）。これ以来、ジーシーのボンディング技術をご評価いただき多くの臨床家の皆様に受け入れられてきました。

ただ、もっとバージョンアップできないかということで、「G-ボンド」のエナメル質への接着の向上をめざして4-METとリン酸エステルモノマーのバランスを見直し、UDMAから親水性ジメタクリレートに成分変更を行い2009年に「G-ボンド プラス」を発表したわけです（図4、5）。

日本初の1ステップボンディング材「G-ボンド」が生まれて6年。その改良品である「G-

ボンド プラス」が生まれて1年になりますが、1ステップボンディング材の学術的評価とより確実に臨床応用するためのポイントを整理し最先端の接着歯学の情報を読者の皆様へお伝えするために、本日は接着歯学のリーダーである東京医科歯科大学の田上順次教授と日本大学歯学部宮崎真至教授に本座談をお願いいたしました。先生方どうぞよろしくお願いたします。

セルフエッチングシステムに加速した日本の接着技術

田上 歯科の接着はリン酸エッチングからスタートして、欧米では今でも多くの先生がリン酸エッチングを支持しています。ところが、日本では早くにリン酸エッチングからセルフエッチングに切り替わり、世界の流れに先駆けてセルフエッチングに加速したのかなと思いますね。

宮崎 日本の接着技術の発展で大きなエポックはセルフエッチングシステムの発表でした。それまで、多くの臨床家がリン酸処理は象牙質と歯髄に為害性があるのではないかと盛んに議論されていた頃ですから、学会でも強烈なインパクトでした。それで、多くの研究者が検証したら「これは良いかもしれない！」と。歯質への過度の脱灰がなく水洗操作が不要、術後知覚過敏も起きにくくなるのではないかとということで大きな流れになり臨床家も受け入れはじめた。

「G-ボンド プラス」までのボンディング材開発の歩み

赤羽 MIを実践するうえでボンディング材は欠かせない材料で、ジーシーでも15年以上にわたりその開発に取り組んでまいりました。かつてのジーシーはコンポジットレジンやボンディング材の開発には遅れをとっていましたが、この分野の強化を図り、1994年に3ステップの「ボンドウェルLC」を開発しました（図1）。しかし、当時は3ステップのボンディング材が全盛で、差別化した特



図1 「ボンドウェルLC」 図2 「ユニフィルボンド」 図3 「G-ボンド」



図4 「G-ボンド プラス」

● 「G-ボンド」と「G-ボンド プラス」の組成

G-ボンド		G-ボンド プラス
リン酸エステルモノマー		リン酸エステルモノマー: 増
4-MET		4-MET: 減
UDMA		親水性DMA
アセトン	→	アセトン
水		水
ナノフィラー		ナノフィラー
光重合触媒		光重合触媒
pH2.0		pH1.5

図5 「G-ボンド プラス」は歯質の脱灰力を強め、とくにエナメル質への接着力を高める組成になっている。



ディング材の開発の特徴は、この酸性モノマーの開発だったと思います(図6、7)。リン酸エステル系モノマーの「フェニールP」、「MDP」やカルボン酸系モノマーの「4-META」「4-MET」などとても優秀な酸性モノマーが開発され製品開発の中で効果的に活用されてきたのだと思います。

リン酸エッチングか セルフエッチングか臨床家の迷い

赤羽 日本にセルフエッチングシステムが登場した頃、アメリカではウエットボンディングがトレンドになっていました。

田上 そうです。当時のアメリカでもリン酸エッチングをすんなりとは受け入れにくい環境になっていて、何らかの理屈が欲しかったのだと思います。

その頃の日本は接着界面の理解も進んでいたのでマイルドなエッチングの方向に向かい、酸性モノマーの応用への流れも加速したのです。

宮崎 アメリカの臨床家がウエットボンディングテクニックを発表したとき、アメリカのメーカーもその流れに乗ったのです。なぜかという、日本のように優れた機能性モノマー(酸性モノマー)を効果的に応用できなかったのだと思います。それで、リン酸エッチングを進めていかざるを得なかった。

田上 リン酸エッチングを使うウエットボンディングは理にかなった方法なのです

が、実際にはウエットの加減が難しく臨床的にもばらつきがありましたね。

赤羽 そうですね。実は弊社でもリン酸エッチングを使ったウエットボンディングシステムも並行して開発していたのですが、どうしても象牙質に対しての接着強さが安定しない。また、ステップが多くエアブローも微妙なのはトラブルの原因になると考え、私たちは簡便で接着強さにバラツキが出にくい1ステップのセルフエッチングシステムにこだわり開発を続けてきました。

田上 臨床的にも分かりやすいのが一番

それとともに各メーカーが独自の技術の中でセルフエッチングシステムを追求して技術開発を競ったわけです。

そんな流れの中で、ジーシーがこの分野にチャレンジして、それが今日の「G-ボンドプラス」につながっているのだと思います。

田上 セルフエッチングシステムは、酸性モノマーがスマー層や歯質を脱灰しながら浸透、拡散し、モノマーを構成しているカルボン酸イオンやリン酸イオン(PO₄²⁻)が歯質のカルシウムイオン(Ca²⁺)と化学的に相互作用し接着するシステムですが、日本のボン

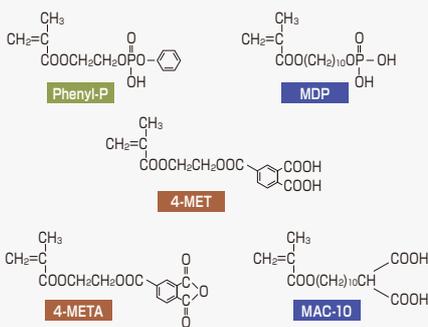


図6 主な接着性モノマー。歯質接着性モノマーの代表的な接着反応性基としては、カルボキシル基(-COOH)、リン酸基(-O-PO-OH)が有効である。

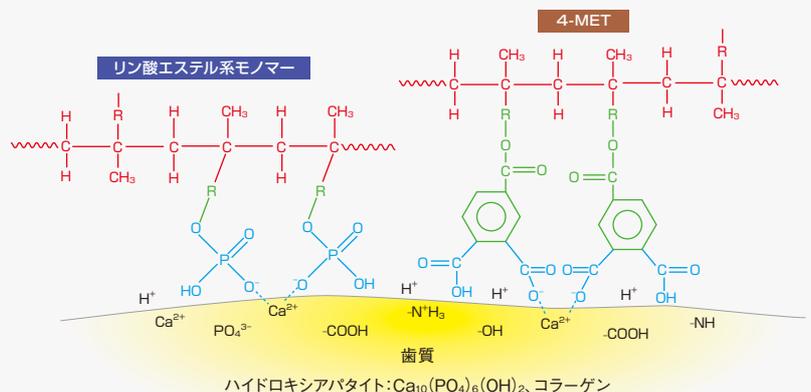


図7 歯質と「G-ボンドプラス」に添加されているリン酸エステル系モノマーおよび4-METとの化学的相互作用の模式図。「G-ボンドプラス」は、歯質のアパタイトに対して、リン酸エステルカルシウム塩および、4-METカルシウム塩を形成し、強固に接着するとともに、4-METのカルボキシル基と象牙質コラーゲンのカルボキシル基との間に水素結合などの相互作用も期待できるシステムである。

です。2ステップでもプライマーを塗って、乾かして、ボンドを塗って照射するのですが、すべてを確実にできたか不安になることがあります。ステップが多いのは間違えが増える因子だと思います。

赤羽 ところでセルフエッチングシステムが登場したとき、先生方はどのような印象をお持ちでしたか。

田上 最初は、本当にこれでいいのかという気持ちがありましたね。それで、何か起きるのではないかという不安感を抱いて観察していくと、マージンの褐線が議論されだしました。とくに後発のアメリカでは、そんな先入観から見ていたのでセルフエッチングはエナメル質の接着には良くないのではという疑念もあった。でも、リン酸エッチングでも褐線が出る症例はいっぱいあるわけで、一般的にはオーバーフィリングのほうが問題だったわけです。

宮崎 ウエットボンディングでも褐線の発生はあり、とくに問題なのが歯頸部の褐線です。だから、臨床評価としてはどちらも同じような感じです。

ただ、アメリカ人たちはリン酸エッチングするとエナメル質が白く脱灰されたのが見えるから安心だと言います。セルフエッチングにはそれがないと。

田上 おそらく、教育でもエナメル質の接着は乾かしたときに、白く粉をふいたような状態になることが必要だと教えていると思います。

●「G-ボンド プラス」の接着強さ

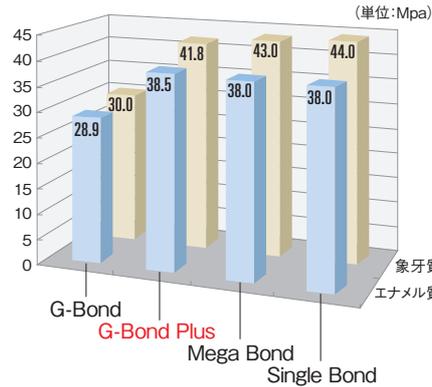


図8 「G-ボンド プラス」エナメル質、象牙質に対する接着強さ。2ステップによる接着材と同等の接着性が得られている。

※魏 聖華, Maan Naif, 島田康史, 田上順次(東京医科歯科大学大学院 歯学部) 新接着材「G-ボンド プラス」の性能と臨床応用, 日本歯科評論, 69(2):91-96, 2009

でも、セルフエッチングでもエッチングされていけば、その部分を剥がしたら白く粉がふくはず。つまり、白く粉をふくステップを飛ばして、すでにプライミングボンディングの1層の反応が起きていると理解すべきです。

宮崎 「G-ボンド」になったときでも、エナメル質への接着強さの不安からリン酸処理は欠かせないなどエナメル質のことだけを話題にしていたのですが、実は一番の問題は象牙質の接着界面で起きる劣化で、それはリン酸エッチングのほうがはるかに起こりやすいわけです。

「G-ボンド」を見事に改良した「G-ボンド プラス」

赤羽 セルフエッチングシステムが生まれて「G-ボンド」に発展する過程で、「ユニフォームボンド」などで使っていたカルボン酸系モノマー「4-MET」のほうが扱いやすかったこともあり、最初はリン酸エステルモノ

マーを抑えた配合バランスでした。そのため臨床的にはその差が問題になることはない判断しましたが、確かにエナメル質への接着が2ステップに比べ少し弱かったことは事実です。

田上 そうですね。当時は2ステップの理論とか性能は確立していたので、そんなに無理することないのという思いもありました。エナメル質への反応が低いので、一時は1ステップでは難しいのではないかも感じました。しかし、臨床でのトラブルは起きなかった。「G-ボンド プラス」が開発されたときも同様なレベルかなという感じで評価したら、驚くほど接着性能が上がっていたので信じられない思いでした。2ステップ並みの性能になっているし、耐久性でも2ステップよりも良い感じになっている。多くの臨床家や研究者が危惧していた問題点を見事に改善したところはさすがジーシーだなと思いましたね(図8)。

●「G-ボンド プラス」による象牙質表面SEM像とレーザー顕微鏡による3D画像

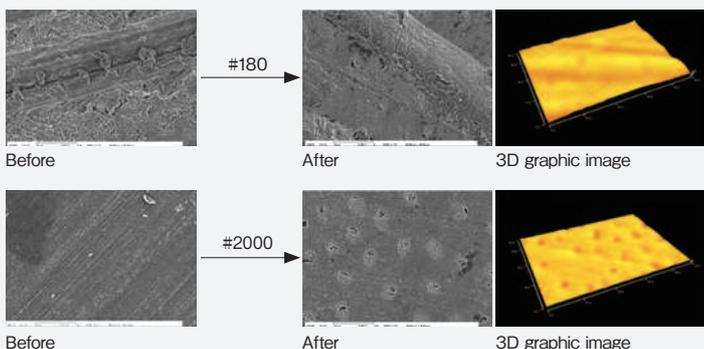


図9 象牙質面の切断面粗さの違い(#180と#2000)における「G-ボンド プラス」の象牙質処理面をSEM観察する。#180の厚いスマー層も脱灰、除去され、象牙細管が認められる。

●歯質切断面粗さの違いによる接着強さの比較

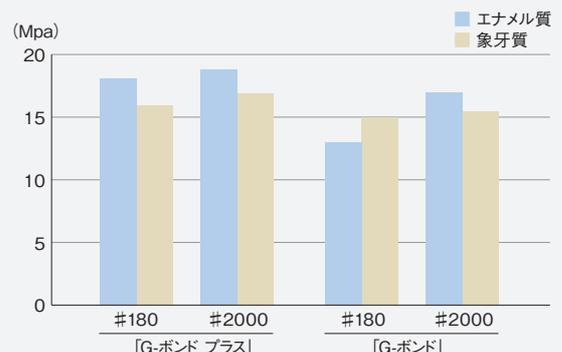


図10 歯質の切断面粗さの違い(#180と#2000)による接着強さの比較を行ったところ「G-ボンド」は面粗さによる接着強さへの影響があったが、「G-ボンド プラス」では影響はなかった。(辻本ら、第28回日本接着歯学会、2010年)

赤羽 ありがとうございます。エナメル質に対してもご満足いただけるレベルになったのではないかと考えています。

宮崎 ところで、私たちのデータで耐水ペーパー#180と#2000で処理したスメア層の残っている象牙質表面を「G-ボンド プラス」で処理をすると、#180では荒い印象もありますがレーザー顕微鏡の3Dで確認すると象牙細管も見えて表層のスメア層が取れているのが分かります。接着強さを確認すると#180も#2000も同じ強さで接着される。「G-ボンド」はスメア層の厚さで影響を受けることもありましたが「G-ボンド プラス」はそれも解消している(図9、10)。

赤羽 しかし、リン酸エッチングの併用をお勧めしたほうが良い症例はありますか。

宮崎 エナメル質へのエッチングは長い間セルフエッチングに対して安心感という面で併用を勧めていましたが、「G-ボンド プラス」を実験室で調べるとリン酸処理と変わらない結果が出たので驚きました。接着耐久性でも1万回のサーマルサイクルでも変わらない。もはやリン酸エッチングは必要ないように思います。

田上 エナメル質だけの窩洞の場合は行っても差し支えありませんが、象牙質に触れる恐れのある場合は象牙質へのダメージを考慮すると、やはりリン酸エッチングは行わないほうが良いと思います。



確実な乾燥とレジン浸透をサポートするアセトン

宮崎 「G-ボンド」以降「G-ボンド プラス」も、その開発方向は操作が簡単できちんと性能が発揮されるということです。例えば、操作でバラツキがあるエアブローが5秒間の最強圧というのは分かりやすい。上手いところを捉えているなと思います。

それから、「G-ボンド プラス」の溶媒にはアセトンを採用していますが、アセトンは揮発性が高く、また水と相溶しているので強圧のエアブローにより水とアセトンを同時に飛ばすことができる。それで非常に薄い10 μ m以下のレジンモノマーのみの層を形成し、しっかり固まるのかなというイメージ

を強く持っています。

赤羽 そうですね。「G-ボンド プラス」はHEMAフリーでアセトンを使っているのですが、実はアセトンはHEMAの役目もしているのです。

宮崎 それはどういう意味ですか？

赤羽 アセトンは歯質への高い浸透性と水とモノマーの相溶を可能とする性質を持っています。つまり、モノマーを水に溶かして歯質へ運ぶのです。そして、高い揮発性で水と一緒に飛ばされ、歯質には接着に必要なモノマーのみが残り接着層を形成しているのです。

田上 最近の傾向ではHEMAを活用するべきか否かが話題になりますね。先日バルセロナで開催されたIADRで教室の中島先生が「G-ボンド プラス」の製品と、製品にHEMAを配合したものとで象牙質接着強さの比較検討した内容を発表しました。その結果は、HEMAを配合したもののほうが初期接着強さでは有意に高かったのですが、6ヶ月水中保管後では有意に低くなってしまった。これは、HEMAが吸水劣化を起こしたものと推測できます(図11)。

赤羽 私どもでも「G-ボンド」や「G-ボンド プラス」の組成ではHEMAを入れると同様な結果になるので、接着耐久性を優先し、HEMAを入れませんでした。

田上 しかし、ただ抜いたからいいというも

● 「G-ボンド」、 「G-ボンド プラス」、 「G-ボンド プラス (HEMA入り)」 の接着強さの比較

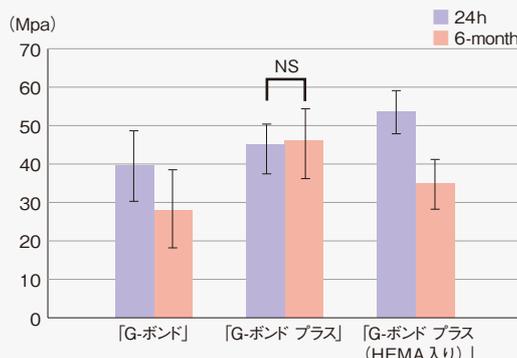


図11 「G-ボンド」、 「G-ボンド プラス」、 「G-ボンド プラス (HEMA入り)」 の1日および6ヶ月間水中保管後の象牙質に対する接着強さ: HEMA入りの「G-ボンド プラス」では6ヶ月水中保管で接着強さの低下がみられるが、「G-ボンド プラス」では安定した接着性を示した。「G-ボンド」と比較しても著しく性能が向上している。(中島ら、2010年IADR)

のではなくHEMAのような親水性成分がないと接着そのものが成立しない。そこでアセトンを溶媒として用いたうえで、疎水性の高いUDMAに換わって親水性ジメタクリレートを配合してある。その辺が「G-ボンド プラス」が1ステップシステムでも高い接着性能を実現させた技術ですね。

宮崎 「G-ボンド」「G-ボンド プラス」も多くの臨床家が使っているわけですが、脱落につながるような重篤なデータは極めて少ないのではないですか。

赤羽 おかげさまで、本当にクレームの少ない材料です。

宮崎 そうでしょう。簡便さもありますか、それ以上に臨床的にも操作がシンプルに設計されている。操作をしていても安心感のある材料だと思います。

それから、1ステップの欠点としてコンポジットレジンを滑るということがあるのですが「G-ボンド プラス」にはありませんね。

赤羽 「G-ボンド プラス」はレジンを滑らないように、ボンディング材を塗って飛ばした後の表面はかなりざらざらした状態となります。ナノフィラーを配合していることと、アセトンで一気に飛ばす効果としてこのような表層がつくり出せたと考えています(図12)。

MIフィリングシステムを 世界のスタンダードに

赤羽 「G-ボンド プラス」は被膜厚さが

10 μ m以下と薄いのですが、臨床的な評価としてはいかがですか。

宮崎 基本的に2ステップはどうしても表層低重合層の問題があり、その影響を回避するために50~80 μ mの厚さになります。そうすると審美的には前歯では使いにくい。とくに歯頸部症例ではボンディング材層を厚くすると歯肉にも残りトラブルをまねくこともある。また、厚いと光線の屈折率の違いもあるので、境目が目立ってしまいます。10 μ m以下というのは審美的にはとても有利です。

ボンディング材は『塗れ性がいい・広がり薄くなる・化学的な結合・接着が良い・接着耐久性が良い』などさまざまな要素が必要ですが、その中でも1ステップの接着耐久性においては「MIフロー」と組み合わせることで確かなものになる。それは、薄いから可能なのです。「G-ボンド プラス」と「MIフロー」の組み合わせは臨床では欠かせない。

田上 「MIフロー」も使い出すとやめられない。とくに歯頸部の修復のときには最適です。適度なフローを利用して適切な形態になったところで光照射をすれば、ほとんど付形の必要がありません。仕上げ研磨の時間も著しく短縮できます。

宮崎 ボンド層が薄いほうが絶対に良いわけで、1ステップにしたからそれも可能になった。

赤羽 そうですね。極力薄く、なおかつ未重合層がないように設計しないと1ステップ

システムは開発できなかったわけです。

宮崎 ボンディング材自体はpH2以下の酸性でも硬化していくシステムがベストですが、なかなか難しくして表層の低重合層は固まらない傾向が一般的です。それでも「G-ボンド プラス」にそれがないのは、やはりアセトンを使っているので重合性が上がっているのだと思います。

田上 ただ、ボンド層が薄くなると窩洞内に従来のコンポジットレジンを詰めたときに重合収縮の影響ではがれやすいという問題も出てくる。ボンド層が厚いとクッションになるのですが薄いと引きはがされやすい。そこで、窩底にフロアブルレジンを置くと重合収縮を緩衝し、影響を防ぐことが私たちの研究で明らかになっています。「MIフロー」を併用することは必須のような気がします(図13)。また、フローを置くことで光照射もするので、ボンド層への二重のフェールセーフにもなる。「MIフロー」や「MIフィル」は白菌用コンポジットレジンと比べても遜色ない物性なのでこれらを積層するだけでも十分に窩洞修復ができます(図15、16)。

宮崎 重合収縮率の大きさによるギャップへの影響もありますが、重合収縮力も重要なファクターだと思うのです。フィラーの大きい弾性率の高いレジンは重合収縮応力が高いけれど、微細で高密度なフィラーを充填している平均粒径700nmの「MIフロー」や、200nmの超微細フィラーの「MI

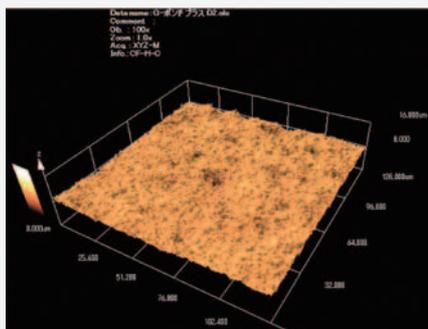


図12 象牙質面に「G-ボンド プラス」を塗布し、強圧エアで乾燥後に光照射を行い、その表面を共焦点レーザー顕微鏡写真で観察した。表層には小さい凹凸構造が認められた。この凹凸効果により、コンポジットレジンを充填する際に滑りにくく充填しやすくなっていると考えられる。

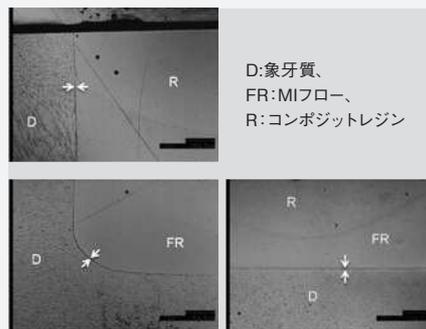


図13 「G-ボンド プラス」にMIフローを併用してレジンを修復を行うことで、窩洞底部にも窩壁部にもギャップの形成が抑制される。(矢作、高垣ら、第132回日本歯科保存学会学術講演会、2010年)

●「G-ボンド プラス」の臨床のポイント

- ①ボンディング材はたっぷり塗布し、処理時間の10秒を守る。
- ②乾燥は最強圧のエアブローで一気に飛ばし5秒間で確実に乾燥。
- ③光照射はなるべく近づけて確実に行う。
- ④症例によるがフロアブル(MIフロー)でライニングを欠かさない。

※エアースリンジから水・オイルは出ていないか、光照射器の照射口は汚れていないか、メンテナンスは定期的に行う。

図14 「G-ボンド プラス」の臨床のポイント



フィル」などは、硬化時の重合収縮応力を拡散する能力もあるので極めて材料学的にも先進的な組み合わせです。曲げ強さも「MIフロー」が135MPaで、「MIフィル」で167MPaでしたね(図15、16)。

赤羽 そうです。「MIフィル」は従来の臼歯用コンポジットレジンと同等以上の曲げ強さです。

田上 ですから、これらを組み合わせて修復する日本発のMIフィリングシステムをコンポジットレジン修復の世界のスタンダードにしたいですね。そう言えるくらいに「G-ボンド プラス」や「MIフィル」は完成されていると思います。

「G-ボンド プラス」は最強圧エアブローと確実な光照射で

赤羽 ささまざまな角度からご評価をいただき嬉しく思います。そこで、最後に臨床面でのアドバイスなどございましたら伺いたいのですが。

田上 1級の修復には必ず「MIフロー」を窩底に置くということです。その上に「MIフィル」などのコンポジットレジンで隆線を作るように積層する(図14)。

宮崎 「G-ボンド プラス」を使用される場合は、塗布時間を守る、乾燥は最強圧でエ

アブローする、光を確実に当てて照射するという3つを守ることです。とくに光照射はルーズで、ターゲットを見ないで行っているケースが多く見られます。光は1cm離れたら60%程度に少なくなるので、確実に光照射してください(図14)。

また、最近では拡大視野下でMIコンセプトバーを使うケースも多いので窩洞も狭小化する傾向です。そのような窩洞に通常のレジンを入れるのは難しいので、「MIフロー」や「MIフィル」を使うとストレスなく充填が行えます(図17、18)。

赤羽 本日は「G-ボンド プラス」などMIフィリングシステムの製品にさまざまな視点からご評価をいただきましたが、まだまだその上をめざして開発の歩みを進めたいと考えております。そこで、これからのボンディング材の方向性としてアドバイスがありましたらお願いいたします。

田上 「G-ボンド プラス」を含め今まで開発されたすべてのボンディング材であってもやはり湿潤したエナメル質、象牙質への接着は難しく、まだまだ完璧ではないと思

ます。そういった意味で、より優れた接着性、長期安定性などという基本性能は高め続けてほしいと思います。一方では、ボンディング材と充填材がコンポーネントされたセルフアドヒーシブコンポジットレジンというさらなる進化も期待したいと思います。

宮崎 私のイメージでは、光照射なしのボンディングシステムですね。先ほど話したようにボンディング材に対する照射が重要なのに上手くやられていない。それを考えると、光照射なしのボンディング材ができれば、本当に臨床家にとっては安心感につながる材料になると思います。また、ボンディング材としての接着という機能が達成されたということ为前提とすると、やはり+αの副次的な機能を備えてほしいと思います。生体に対しメリットになるということです。歯質が強化されるとか、確かな抗菌性があるというものでも良いと思います。

赤羽 かなりハードルが高くなってしまったように思いますが、少しでもご要望にお応えできるように努力していきたいと思います。本日は、貴重なお話をたくさん伺えました。先生方、本日はありがとうございました。

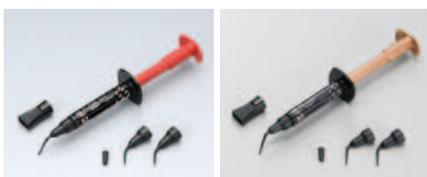


図15 「MIフロー」

図16 「MIフィル」

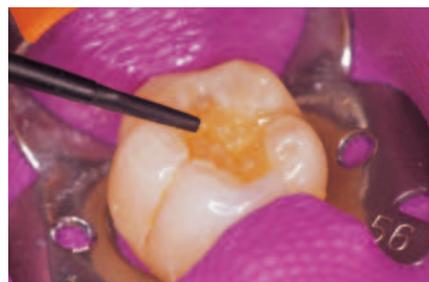


図17 「G-ボンド プラス」を用いボンディング処理を行い、ライナーとして「MIフロー」を流し、さらに面滑沢性と強度に優れた「MIフィル」を充填。



図18 1ステップボンディング材「G-ボンド プラス」、「MIフロー」、そして「MIフィル」の組合せが、確実な接着と審美的な修復を可能にする。



1ステップボンディングシステムの 優位性を理解して臨床に活かす

—「G-ボンド プラス」の特徴と効果的な臨床—

東京都開業 日野浦歯科医院
日本大学客員教授

日野浦 光



健康な歯質をできるだけ切削除去しないというMIの概念に基づいたダウンサイジング治療のためには、もちろん接着性コンポジットレジンシステムは欠かせないものである。ジーシー社は「MIフィリングシステム」としてコンポジットレジンの「MIフィル」や「MIフロー」、MIバー、研磨材、光照射器などシステムの充実と改良を図ってきた。その中でも、ボンディング材は更なる進化を続けている。現在、1液型1ステップボンディング材が各社より発売され、広く臨床に普及している。その先駆けとなった製品は、2004年4月にジーシー社から発売された「G-ボンド」である。この製品は、その簡便さから発売当初より多くの臨床家の高い評価を得ていたが、さらに安定した高い接着性、とくにエナメル質への接着力の向上を図った「G-ボンド プラス」が昨年発売され、その信頼性を確固たるものとしている。

「G-ボンド プラス」は、接着性モノマーとして「リン酸エステルモノマー」と「4-MET」を配合しているが、エナメル質への脱灰力を強化するために「リン酸エステルモノマー」の配合量を増やし酸性度を高めている。「G-ボンド」のpH2.0に対し「G-ボンド プラス」ではpH1.5となり、これによりエナメル質の確実な脱灰とより高い接着力を実現している。MIの概念の普及から被着面としてエナメル質の面積が多くなる窩洞が増えてきているが、そのような臨床の変化にも対応している1ステップボンディング材であるといえる。

また、「G-ボンド プラス」の臨床優位性は、テクニックエラーが起きにくいシンプルかつ簡便な操作である“塗布するだけの10秒処理”“強圧エアの5秒間乾燥”と、審美充填を可能にする“10 μ m”という薄いボンディング層にあると思う。処理の10秒間というのは歯質の脱

灰とレジンモノマーの浸透、拡散に要する時間であり、強圧エアによる5秒間の乾燥は、ボンディングレジンとの重合を阻害する水とアセトンを実際に飛ばすための操作である（実はマイルドエアで飛ばすと最初に揮発性の高いアセトンが飛んでしまい、水を確実に飛ばすのは逆に難しくなるといわれている）。この2つの操作を確実に行えば従来の接着システムと比較し同等以上の接着性能を発揮すると評価されている。また、従来の2ステップ製品ではボンディング層が厚く、どうしても界面の移行部が分かってしまうことがあったが、1ステップタイプの「G-ボンド プラス」はほとんど分からなくなり審美修復にはありがたい福音である。

最後に、これらの特徴を頭の片隅に置きながら、「G-ボンド プラス」や「MIフィル」を用いて行っている日々の臨床をご紹介します。ご参考いただけることがあれば幸いです。

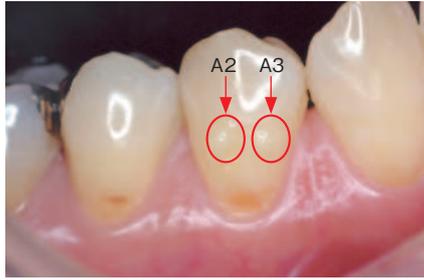


「G-ボンド プラス」および「MIフロー」を使用した臨床例

■下顎第1小臼歯および第2小臼歯歯頸部の不快感を感じているう蝕（「MIフロー」ですべて修復）



1 下顎第1小臼歯および第2小臼歯歯頸部のくさび状欠損と着色をとまなう窩。初診来院時に、冷水敏と審美的障害を訴えて来院した。



2 「MIフロー」の色調を選択するために、接着処理のしていない面にフローを一定の厚さで塗布し、最初にシェードを決めておく。ここではA3を選択。



3 適切な大きさの「MIバー」*を用いてう窩部分の除去。エアタービンを使用するのではなく、5倍速のエンジンを使用してダウンサイジングに除去する。
※「MIコンセプトバーセット」のスムーズカット MIO9R



4 ラウンドタイプのスプーンエクスキャベーターを用いて、ていねいにう蝕象牙質を除去する。



5 「G-ボンド プラス」は揮発性の高いアセトンを採用しているので、口の狭い専用の皿に採り速やかに使用する。また、蓋も直ぐに確実にしめる。



6 「G-ボンド プラス」を切削面にたっぷり塗布する。



7 10秒間放置した後に行う強圧による5秒のエアブローは、確実な接着を得るためにも大変重要である。塗布表面は、磨りガラス状の光沢が出る。



8 (「G-ライト プリマII」により)5秒間の光照射。「G-ボンド プラス」は臨床操作性に優れ、さらにエナメル質に対しても、象牙質に対しても、同等の接着強さが得られる注目の材料である。



9 「MIフロー」(A3)を、気泡を巻き込まないように満たしていく。



10 「プレシャイン」を用いて研磨を行う。



11 「ダイヤモンドシャイン」を用いて、最終研磨を行う。「MIフロー」は、研磨性も良好である。そのために、「MIフロー」のみで全工程を修復した。



12 修復完成。「G-ボンド プラス」のボンディング層が薄いことから、接着界面のわかりにくい審美修復が可能となる。



「G-ボンド プラス」でひろがる MI臨床

愛知県 ぼんだ歯科
愛知学院大学歯学部保存修復学講座 非常勤講師
須崎 明



はじめに

筆者が魅力を感じている「G-ボンド プラス」の特徴は、「短い操作時間」「1ステップボンディング材でありながらエナメル質にも高い接着力をもっていること」である。

「G-ボンド プラス」の操作時間は、25秒(塗布5秒、放置10秒、エアブロー5秒、光照射5秒：「G-ライト プリマ」にて)と非常に短い。この操作時間は当院で頻度の高い小児治療

にとっても有用である。さらに小児の治療では、短時間であるだけでなく操作がシンプルなことも要求される。その点においても「G-ボンド プラス」はボンディング材の2度塗りや塗布面をスクラビングするなど煩雑な操作がなく、テクニックエラーが起きにくくなっており、良好な予後につながる。

また、接着力については、従来の「G-ボンド」のときから1ステップではあるがエナメル質や象牙質への接着が強いという臨床実感が

あった。そんな接着力に対する信頼性から、「G-ボンド プラス」を保険のコンポジットレジン修復はもちろんのこと、自費のコンポジットレジン修復や矯正治療にも取り入れている。筆者は「G-ボンド プラス」の特徴を活かすことによってMI臨床の可能性は大きくひろがると考えている。そこで今回、日頃の臨床の中から本製品の効果的かつ効率的なMI治療への応用の実際を紹介する。

■症例1 「短い操作時間とシンプルな接着操作」を乳歯の治療に活かす



1-1 遠心隣接面にう窩を持つ第一乳臼歯。う窩の開拡はできるだけ最小限にとどめエナメル質を可及的に残す。



1-2 乳歯のう蝕はエナメル象牙境に沿って広がりやすいため充分注意しながらスプーンエキスカバータを用いて確実に感染象牙質を除去した。



1-3 ジーシーVリングシステムのリング、マトリックス、ウェッジなどの形状は臨床上の使いやすさを考慮して工夫されており、さまざまな2級窩洞に対応できる必須のアイテムである。



1-4 ジーシーVリングシステムのウエーブウェッジは乳歯のような歯頸部のくびれの強い形態にもフィットするため隔壁が容易となる。



1-5 「G-ボンド プラス」を窩洞にたっぷり塗布し、10秒後に強圧エアで充分に乾燥する。光照射後、「MIフィル」(A2)を充填し、光照射した。



1-6 「MIフィル」の持つ“流し込めて”“付形もできる”ローフロー的な流動性が効率を求められる小児充填にはとても使いやすい。

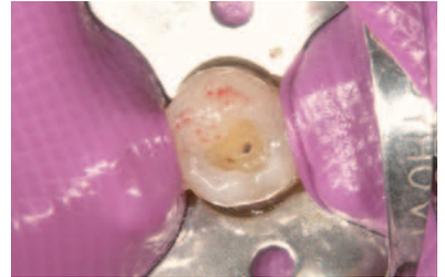
■症例2 「長期的な接着耐久性」を永久歯の審美修復に活かす



2-1 コンポジットレジンが一部脱落した小臼歯。不確実な接着操作と重合収縮に対する配慮不足がこのような結果を招く。



2-2 無麻酔下で充填物をていねいに除去し、新鮮な歯面を露出させた。



2-3 長期的な接着を期待して「G-ボンドプラス」を用いボンディング処理を行った。確実かつ薄いボンディング層は審美修復に有効となる。



2-4 窩洞を単純化し、重合収縮を緩衝するため「MIプラス」(A3)を窩洞内に一層塗布し、光照射した。



2-5 「グラディア ダイレクト」(P-A2、インテンシブカラー、P-E1)を用い、積層充填した。



2-6 術後。修復が容易な1級窩洞だからこそ、ていねいな操作が良好な予後につながる。

■症例3 「エナメル質への高い接着力」を矯正治療に活かす



3-1 舌側に転位した上顎側切歯を頬側に移動させるためリングルアーチの補助弾線を「G-ボンド プラス」と「MIフィル」にて固定することにした。



3-2 歯面清掃後、未切削のエナメル質面に「G-ボンド プラス」を塗布し、10秒後に強圧エアにて乾燥後、光照射した。



3-3 「MIフィル」の流動性を利用して思い通りの凸形態を付与した。本法はチェアタイムやコストの面で有用である。



3-4 凸形態により補助弾線の矯正力を歯に確実に伝えることが可能となった。筆者は術者責任のもと、患者の同意を得てこのように本製品を矯正治療に応用している。



3-5 約1ヶ月後。歯がしっかりと頬側に移動しているのが確認できた。「G-ボンドプラス」のエナメル質への接着強さや小児治療に有効な簡便さが証明できる症例の一つである。

まとめ

今回紹介したように短い操作時間でありながら象牙質だけでなくエナメル質にも高い接着力をもつ1ステップボンディング材「G-ボンド プラス」の特徴を活かすことによってMI臨床の可能性は大きくひろがると思われる。

Q & A

Q 従来品「G-ボンド」とは何が変わって、どのようなメリットが生まれたのですか？

A リン酸エステルモノマーの配合量を増加させ、脱灰力と化学的接着力を向上させました。すなわち、象牙質の高い接着力を落とすことなくエナメル質の接着性を向上させ、2ステップタイプと同等の接着強さを実現しました。さらにベースモノマーの見直しを行い、従来のUDMAより分子量が小さく水酸基を有する非ウレタン系のジメタクリレートを採用することで、歯質への浸透性を高めています。

Q ボンディング層の厚みはどのくらいですか？

A 10 μ m以下です。ボンディング層が目立たず、審美性の高い修復が可能です。ただし、以下のようなケースではボンディング層が厚くなる場合がありますのでご注意ください。

- 液を採取してから塗布までに時間が経過し液粘度が高くなった場合。
⇒液の成分が揮発したり、環境光の影響で重合が進行しますので、採取後は付属のディスポディッシュ使用時には2分以内、その他の採取皿では1分以内にご使用ください。またボトル仕様は液採取後、すぐに密栓してください。
- 光照射前のエアブローが充分ではない場合。
⇒強圧でエアブローを行うことで、ボンディング層を薄くするだけではなく、余分な溶剤が確実に取り除けることから、製品本来の接着力を発揮することができます。

Q リン酸などによるエッチング処理は必要ですか？

A 「G-ボンド プラス」はエナメル質及び象牙質に対して十分な接着力を有していますが、非切削エナメル質に対しては必ず歯科用エッチング材（ジーシー エッチング液など）で処理を行ってください。またエナメル質への接着を重視したい症例では、歯科用エッチング材（ジーシー エッチング液など）を用いてエッチング処理を行い、水洗・乾燥後に本品をご使用ください。
※ジーシー エッチング液：30秒処理、リンクマスターエッチャント：10秒処理

Q 「G-ボンド プラス」塗布後に粘膜が白変したのですが、大丈夫ですか？

A 液が粘膜に付着すると粘膜が炎症（白変、水疱など）を生じる場合がありますが、これは一過性の現象で、短期間（1~2週間）で回復します。この間、白変部分にブラッシングなどの物理的刺激を与えないよう、患者さんに説明してください。本品のご使用に際しては、患部以外に付着しないように充分にご注意ください。

Q 光照射時間は何秒ですか？

A ハロゲンランプ使用の可視光線照射器で10秒です。

参考)ジーシーの各種照射器での照射時間

LED	G-ライト	5秒	〈10秒〉
	G-ライト プリマ G-ライト プリマII	5秒 (モードF5)	〈10秒 (モード10)〉
ハロゲン	コービー	10秒	〈20秒〉
キセノン	フリッポ	5秒	〈8秒 (2ステップ照射5秒+3秒)〉

〈 〉内は窩洞が深い場合。他社のLED照射器をご使用の場合は、コービーの照射時間を参照。

Q 使用前にボトルを振る必要はありますか？

A フィラーが沈降していることがありますので、当日、初めて採取する前に軽くボトルを振ってから液を採取してください（ボトルを振る作業は、1日1回で大丈夫です）。なお、ユニドースタイプ使用時は、アプリケーターで攪拌してから使用してください。

Q 光照射前のエアブローが不足するとどうなりますか？

A ボンディング材に水やアセトンなどが残留し、光照射の硬化阻害となりますので、充分な接着力が発揮できなくなる恐れがあります。

Q 強圧ブローをかけると、周りに液が飛び散りませんか？

A 口腔粘膜への付着を防ぐためにも、バキュームを引きながらエアブローすることをお勧めします。なお、塗布時に液溜まり等ができた場合は、ペーパーポイントなどにより過剰な液を吸い取ってから、エアブローを行うようにしてください。

Q 保存はどのようにすればいいですか？冷蔵保存ですか？

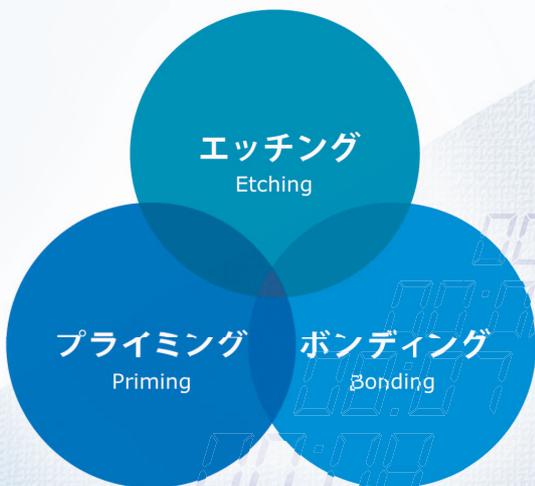
A 1~28℃の環境下で保存できます。長期に使用しない場合は、冷蔵庫（または20℃以下の涼しい場所）に保管してください。

Q ユニドースタイプは繰り返し使用できますか？

A ユニドースタイプは単回使用となりますので、繰り返し使用できません。

塗布して放置。

この10秒間に 接着のドラマが。



塗布後

00:10

塗布して10秒放置。

そのわずか10秒間で、

**適度な歯質の脱灰、
ボンディング材の拡散・浸透、および反応**

が行なわれ、高い接着強さ&耐久性を生みだすための
ドラマティックな展開が行なわれているのです。

あとは強圧エアブロー（5秒）、光照射でボンディング操作が完了します。

ジーシー G-ボンド プラス

光重合型1液性ボンディング材

包装・希望医院価格 ●セット1函：G-ボンド プラス（5mL）1本、ディス
ボーズブルアプリケーター（ファイン）50本、ディスボディッシュ 20枚
＝¥16,000

単品包装

包装・希望医院価格 ●1函：G-ボンド プラス（5mL）1本＝¥15,200

リファールパック

包装・希望医院価格 ●1函：G-ボンド プラス（5mL）2本＝¥27,360

