

楽しく語ろう クリニカル&マテリアル 31

ゲスト 宮崎 真至 先生 Masashi MIYAZAKI
1960年生まれ
日本大学歯学部 保存学教室修復学講座 教授

司会 阿部 二郎 先生 Jiro ABE
1955年生まれ
東京都調布市開業「阿部歯科医院」

ジーシー 赤羽 正治 Shoji AKAHANE
1954年生まれ
株式会社ジーシー 研究所担当取締役

合着・接着を再考する —セルフアドヒーシブルレーティングセメント「ジーセム」—

接着技術の進歩は歯科医療に大きな影響を与えてきました。近年、臨床現場で主流になりつつあるMIコンセプトも、接着技術の発展があってこそ実現できるものです。この度、ジーシーから新しいコンセプトのレジンセメントとしてセルフアドヒーシブルレーティングセメント「ジーセム」が登場しました。そこで今回は、接着についてさまざまな角度から研究されている日本大学歯学部教授の宮崎真至先生をお招きして、臨床における合着・接着について「ジーセム」を中心にお伺いしました。

世界で望まれた前処理不要の レジンセメント

阿部 接着技術というのは保存、補綴、審美を問わず、臨床でたいへん重要なものです。また、その歴史も古く1878年のリン酸亜鉛セメントから始まり、20世紀に入ってシリケートセメント、そしてジーシーを代表するガラスアイオノマーセメントが登場し、近年ではレジンセメント、レジン強化型ガラスアイオノマーセメントなどが開発されています。とくに、この数年は接着技術の進歩が著しく、それによりMIコンセプトも確立してきていると思います。

現在、さまざまな装着材料が臨床応用されているのですが、この度、ジーシーから

今までにないタイプの新しい接着・合着材料である「ジーセム」が登場しました。そこで今回は「ジーセム」を中心に装着材料についていろいろな話題に触れていきたいと思います。ゲストにお迎えしたのは、日本接着学会の常任理事で、接着の研究では第一人者である日本大学歯学部保存学教室修復学講座教授の宮崎真至先生です。

最初にお伺いしたいのですが、装着材料としていちばん臨床家が利用しているものはレジンセメントなのでしょうか。

宮崎 90年代後半までは圧倒的にガラスアイオノマーセメントとレジンセメントで、その後レジン強化型ガラスアイオノマーセメントが登場し、それが大きく伸びており、いちばん臨床応用されているのが現状だと思います。

阿部 やはりそうですか、今回話題の中心になる「ジーセム」についてですが、その開発意図と特性をジーシー研究所の赤羽さんから簡単にお話いただけますか。

赤羽 ジーシーではガラスアイオノマー系のセメントやレジンセメントとして「リンクマックス」があるのですが、今、世界のトレンドはより簡単で操作しやすい接着性セメントが要求されてきています。とくにレジン系のセメントは前処理が多く、それを省略し

たいということで、前処理を必要とせず十分な接着性を持つセメントとして「ジーセム」を開発しました(図3)。

セメントの歴史

1878(年)	リン酸亜鉛セメント
1940	シリケートセメント
1955	エナメルエッチング法の導入
1958	EBAセメント
1968	カルボキシレートセメント
1970	オルソマイト
1972	ガラスアイオノマーセメント
1982	PMMA系セメント
1983	コンポジットレジン系セメント
1995	レジン強化型ガラスアイオノマーセメント

図1 セメントの組成分類による歴史



図2 ジーシーの合着・接着用セメント各種



図3 セルフアドヒーシブルレーティングセメント「ジーセム」

ゲスト・宮崎 真至 先生



「ジーセム」は1液性ボンディング材「G-ボンド」の接着性モノマー技術を応用したもので、レジン重合反応だけでなく、ガラスアイオノマー反応、つまり酸塩基反応を持たせたセメントです。今までのレジン強化型ガラスアイオノマーセメントとは異なり、接着力や物性を強化しており、幅広い症例に活用できる材料です。

阿部 歯質はもちろんですが、金属・硬質レジン・セラミックでもプライマーによる前処理なしで使えるということは、臨床的に考えるとすごくありがたいですね。

宮崎 たしかに、歯質、金属、ポーセレンなど異なる被着体それぞれにプライマー処理をしないといけないというのは、臨床

のなかでは至難の業に近いわけです。プライマーが不要な部分に流れたりすることで接着強さを低下させることもありますからね。ですから、わずらわしい前処理を気にしなくてもいいというのは、臨床家にとっては大きなメリットだと思います。

セルフアドヒーシブルレーティングという新しいコンセプト

阿部 「ジーセム」はセルフアドヒーシブルレーティングセメントということで、従来のものとはコンセプトを異にした製品となっているのですが、組成とか接着機構について説明していただけないでしょうか。

赤羽 まず組成ですが、粉末はガラスアイオノマーセメントで使用されるフルオロアルミノシリケートガラスが主成分で、液は「G-ボンド」に配合されている接着性モノマーの“4-MET” “リン酸エステルモノマー”と水を配合してあります。通常のガラスアイオノマーセメントは、ポリアクリル酸、水とフルオロアルミナシリケートガラスの酸塩基反応によって接着、硬化するのですが、「ジーセム」の場合はポリアクリル酸を接着性モノマーに置き換えて接着と物性の強化を図っています。歯質に対しては、4-MET、リン酸エステルモノマーの酸(H⁺)が象牙質、エナメル質をセルフエッチングし、とくに象牙質にはレジン成分が浸透・拡散しナノレベルの樹脂含浸層を形成し接着します。また同時に、4-METのカルボン酸イオン(COO⁻)とリン酸イオン(PO⁻)が歯質のカルシウムイオン(Ca²⁺)に化学的に反応することにより、強固に接着します(図7、8)。

一方、被着体である金属、セラミックに対しては接着性モノマーの効果により、ヌレ性が向上し、高い理工学的特性と相まって高い接着性を実現しています。



司会・阿部 二郎 先生

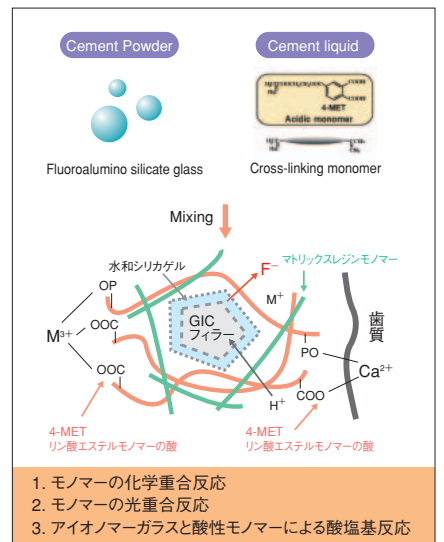


図7 ジーセムの3つの反応機構

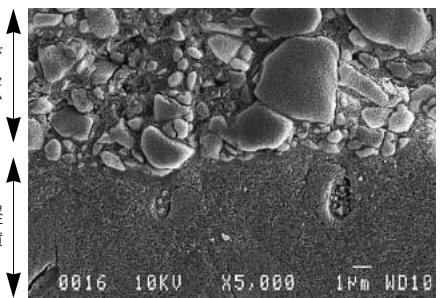


図8 象牙質とジーセムの接着界面SEM画像(×5000)

ジーシー・赤羽 正治

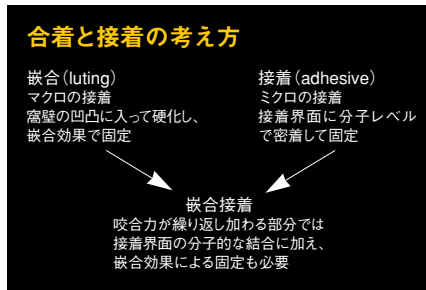


図4 合着と接着の考え方

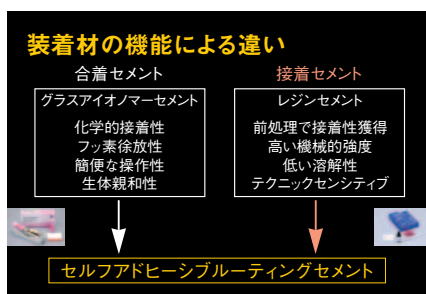


図5 セルフアドヒーシブルレーティングセメント「ジーセム」は、接着性モノマーによるミクロ的な接着力と嵌合による合着力のバランスをとったセメントである。

圧縮強さ		206 MPa
※1 接着強さ	対エナメル	22.3 MPa
	対象牙質	14.0 MPa
	対金銀パラジウム合金(12%)※2	51.4 MPa
	対セラミックス※2	59.8 MPa
	対ハイブリッドレジン	33.7 MPa

ジーシー研究所データ

※1 セン断接着強度試験 接着面積φ3.0 mm (24時間後測定)

※2 アルミナサンドブラスト処理

図6 理工学的性質

●ジーセムを用いたメタルボンドの症例



図9 ユニファストⅢによるプロビジョナルレストレーション



図10 Tekを外して仮着材(デンポラーノック)を除去する。



図11 接着の阻害要因になるため、ブラシを使用して確実に仮着材を除去する。



図12 試適



図13 使用説明書に従い粉末と液を採取し、20~30秒でしっかりと練り上げる。練り上がりは垂れにくい流動性である。



図14 インストルメントなどを用いて修復物側にセメントを塗る。

臨床に合わせてセグメントする
装着材料

阿部 接着機構的にはわかりましたが、物性的にはどうなのですか。

赤羽 レジン強化型ガラスアイオノマーとは異なり、レジン成分がしっかり入っているので強度的には高くなっています。

宮崎 ところで、私は「ジーセム」にジーシー

らしさをすごく感じるのです。ジーシーはガラスアイオノマーの歴史を脈々と築いてきた。そしてリンクマックス、G-ボンドによる接着技術も開発してきた。それをいかに融合させてGCブランドとして主張していくのか。そのような開発コンセプトをすごく感じるのです。接着だけを考えればレジンのみでも、もっと使いやすいものができるかもしれない。でも、それは「リンク

マックス」に任せて、よりジーシーらしいセルフアドヒーシブのレジンセメントというものはできないだろうか、ということを考えて開発された製品という捉え方をしています。そうすることで、今までにないカテゴリーに入るセメントになる。そういう意図が感じられるわけです。

赤羽 まさに宮崎先生のおっしゃられた思いが「ジーセム」にはあります。それはあえ

●ジーシー各種セメントの使い分け表

カテゴリ	セルフアドヒーシブ ルーティングセメント	レジン強化型 ガラスアイオノマーセメント		従来型ガラスアイオノマー セメント	デュアルキュア型 レジンセメント	光重合型ベニア用 レジンセメント
製品名	ジーセム	フジリユート	フジルーティングS	フジ I	リンクマックス	リンクマスター
製品写真						
歯面への処理	歯面処理不要	フジリユート コンディショナー	フジルーティングS コンディショナー	歯面処理不要	リンクマックス セルフエッチングプライマー	エッチャント、 リンクマスターベニアボンド
メタル/金属焼付ポーセレン	前処理不要	前処理不要	前処理不要	前処理不要	メタルプライマーⅡ	—
・インレー/オンレー/クラウン	○	○	○	○	○	×
ハイブリッド系硬質レジン (グラディア・グラディアフォルテ等)	前処理不要	前処理不要	前処理不要	—	セラミックプライマー ^{※1}	セラミックプライマー
・インレー/オンレー	○	○	○	×	○	○
・クラウン/コア	○	○	○	×	○	×
セラミック(低・中強度) * 曲げ強さ: 500MPa未満	前処理不要	前処理不要	前処理不要	—	セラミックプライマー	セラミックプライマー
・インレー/オンレー	○	○	○	×	○	○
・クラウン	○	×	×	×	○	×
・ベニア	×	×	×	×	○	○
高強度セラミック(アルミナ/ジルコニア) * 曲げ強さ: 500MPa以上	前処理不要	前処理不要	前処理不要	前処理不要	—	—
・クラウン/コーピング	○	○	○	○	○	×

図21 接着性、圧縮強さなど理工学適性による分類と推奨度。ジーセムはポーセレンベニアを除いた症例で推奨できる。

※修復物被着面はアルミナサンドブラスト処理を行い、前処理材を必要とする製品については前処理材の名称を記載。

※ 歯面側の処理材 修復物側の処理材

※1: グラディアのみコンポジットプライマーにて処理可能。

リンクマスターは光重合型のため光透過する修復物に適応



図15 しっかり圧接し、装着する。



図16 余剰セメントに2~3秒光照射し、半硬化させる。



図17 インストゥルメントを用いて半硬化した余剰セメントを除去する。たいへん容易に除去できる。



図18 フロスを用いて歯間部の余剰セメントを除去する。切縁方向から歯頸部方向に入れながら拭い取り唇側方向へ引き抜く。



図19 再度噛ませて硬化を待つ。練和開始から6分後に初期硬化が完了する。



図20 術後

て疎水性のレジンセメント自体に水を配合したことです。これにより、グラスイオノマー反応を持たせ、防湿の難しい口腔内環境でも確実に接着させるというものを目指したわけですね。先生方のご要望により改良することもあるとは思いますが、歯科用セメントの歴史の中で、新しいジャンルがここから始まるとも感じております。

阿部 なるほど、テクニクセンシティブの少ないレジンセメントの開発を目指したということですね。臨床的にもグラスイオノマーの利点を継承した。ところで、使用用途としてはすべてに対応できるのでしょうか？

宮崎 セメントに望まれる要求は機械的強度、接着強度、フッ素徐放性などたくさんあります。挙げれば切りがないくらいあるわけですね。でも、そのすべてを満たす材料は、残念ながら現実にはないのです。ですから、阿部先生がお考えのように、ケースごとに

何が要求されるのかを見きわめて、材料をセグメントして使うということが重要です。

赤羽 「ジーセム」はかなり広い汎用性のあるセメントですが、特に高い接着を要求される症例には「リンクマックス」を、透明性や色調、流れの良さや粘り強さが求められるラミネートベニアの接着では、新製品の「リンクマスター」を使っていただきたいと思っております(図21)。

阿部 前処理不要で何にでも接着するとなると開業医は飛びつくと思うのですが、適応症に合った使い方をしないとイケません。やはりベストな使い方というのはメーカーが指定した方法がいちばんだと思います。

装着前の使いやすさも実現した「ジーセム」

阿部 それでは、実際の臨床上でテクニクに話題を移したいと思っております。通常のレジンセメントは着合に際して湿度や温度、プライマーによる前処理などが問題になる。要はテクニクセンシティブというのがいちばんのウイークポイントだと思います。臨床家というのは、できるだけ速く合着したい、装着したいという臨床要求があるので、前処理がいらない単純なシステム

のほうがありがたいのが実情です。その意味では非常に使いやすい製品ですが、ほかに気づかれたことはございますか。

宮崎 臨床要求のなかで、まず気になるのが練和と流動性です。「ジーセム」は粉1杯と液2滴を混ぜるのですが、混和でなくしっかり練和を行います。歯科材料には、練和する材料が多くありますが、ほとんどの材料が練りこむレベルで発揮できる物性が異なるので注意することが必要です。

流動性については流れにくい適度な稠度で、クラウンの中やインレーなどの高洞面に保持しやすくなっています。そして、圧接すると被膜厚さが非常に薄くなるということも大きな特長だと思います。

阿部 ところで、カプセルもあるのですか。

宮崎 粉と液で混ぜるのは日本では抵抗ないのですが、欧米の場合にはカプセルにしないと売れないでしょうね。おそらく、この製品を海外に出すときにはカプセルにするのだと思いますが。

赤羽 その通りです。アメリカでは、フジI、フジIX GPなどほとんどのセメント製品がカプセルタイプです。ジーセムも海外ではカプセルタイプで販売する予定です。国内の先生方からもご要望をいただいておりますので発売を検討しております。

レジンセメントの問題点

- テクニクセンシティブである
- 重合の不均一性がある
 - ・酸素による阻害
 - ・光重合では深部の重合不良
- 象牙質接着耐久性に疑問
- 比較的高価である

図22 ジーセムはレジンセメントの問題点の克服を目指し開発された。

余剰セメント除去も臨床での大きなメリット

阿部 最近の各社セメントは余剰セメントの取りやすさを差別化の一つとして開発しているようですが、その辺りはどうでしょうか。

宮崎 臨床での「ジーセム」の最大の特長といえるのがその余剰セメントの除去のしやすさだと思います。これは化学重合とともに光重合性も付与していますから、補綴物を装着後に余剰セメントに2〜3秒光照射することで、セメントを半硬化状態にして速やかに除去することが可能です。

例えば、レジンセメントで4秒も光照射してしまうとカチカチになって除去できなくなる可能性があります。したがって、プレキユアというテクニックで2秒くらい照射して仮重合させて除去するのですが、光の当たらない部位は固まらないこともあるので、状況によっては照射を分割して余剰セメントの除去を行うなどの面倒さがあります。

●メタルコアへのセラミックスクラウン接着の症例



図24 ジーセムを使用する場合は、プライマー処理を必要としない。



図26 個人差もあるが、接着性モノマーの影響によりセメントが触れた歯肉が白くなることもある。



図25 余剰セメントを除去する。



図27 再来院時(2日後)には腫脹に消失している。

私どもで除去の実験をしたのですが、「ジーセム」では1秒照射はまだ“すかさ”の状態でも底面は未硬化で、3秒ほどで底面も半硬化となりちょうど良い取れ方をしてきます。また、7秒照射した場合の底面では抵抗感はあるものの短針が入る状態ですから、光の当たっている頬側面や舌側面もまだ除去できると思います。ですから、光の当たらない部位の余剰セメントまで一気に

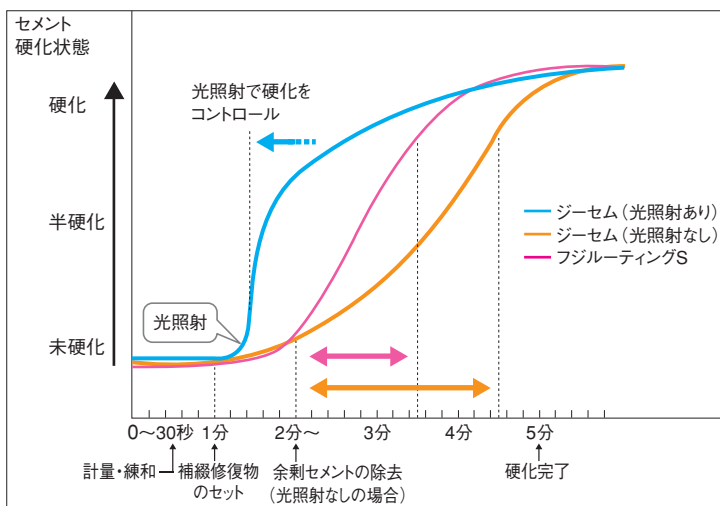
取るために若干照射時間を延長しても除去しやすいというのは、臨床的には非常に大きな利点だと思います。

阿部 現在、照射器を使わない臨床家はほとんどいないと思うのですが、使わない場合はどうなのでしょう。

赤羽 光を当てずに硬化を待ち余剰セメントを除去する場合でも、取りやすい幅を広く設計していますので容易です。2分強〜5分の間で硬化していきますので、約2分20秒〜4分30秒までの間が除去のタイミングです。従来のレジン強化型ガラスアイオノマーセメントに比べ40秒ほど長く設計していますので安心して除去作業が行えます。

宮崎 ちょっと前のタイプのレジンセメントの多くは、シャープに硬化させ象牙質から水分が浮き出てくる前に完璧に接着させるというのを目標にしていたわけですが、そのために硬化が速すぎて余剰セメントを除去しにくいという評価も出てきたわけです。そのような背景も考えると、臨床家にとって除去しやすいというのは本当に大きなメリットだと思います。

●ジーセムの硬化特性と余剰セメント除去時間



← ジーセム (光照射あり) の余剰セメント除去時間
← ジーセム (光照射なし) の余剰セメント除去時間

図23 ジーセムとフジルーティングSの硬化特性。ジーセムは、光照射2〜3秒で半硬化し、速やかに除去できる。一方、光照射をしなくてもフジルーティングSと比較すると除去しやすいタイミングが約40秒長く、操作性が良い。

患者さんの信頼のためにも 材料を選ぶ

阿部 臨床上で気になったことなのですが、「ジーセム」の余剰セメントが歯肉に接触すると白く変色するということがあるのですが。

宮崎 それはセルフエッチングタイプのボンディング材に配合されている4-METの接着性モノマーが原因となっています。接着性モノマーは体に馴染みやすいので、浸透してタンパクの凝固と同じような現象が起きます。それで白く変色したようになりますが、通常は2~3日で消失します。

阿部 何か良い方法はないのでしょうか。

宮崎 光照射しないで化学重合だけで行う場合には、多少時間をおくことから白化現象が起きやすいのですが、光を当てて数秒で除去すれば白化する範囲は非常に少なくできると思います。また、ジーシー デュラコートやワセリンなどをあらかじめ歯肉に塗り保護すると、ほとんど白くなりません。

●歯質へのセラミックスクラウンの接着の症例



図28 ジーセムはプライマー処理を必要としない。



図30 余剰セメントを除去する。



ただし、これらの製品は接着阻害因子となるので被着面に付着しないよう充分に注意する必要があります。患者さんにはあらかじめ白くなる場合があることと、その場合には2~3日で治ることをお伝えしておくことも大切です。

患者さんへのアンケートでも、先生の何をいちばん信頼して来院するかというと、やはり技術です。患者さんには材料のことはわかりにくいのですが、信頼している先生ならば絶対にいい材料を自分のために使ってくれていると信じていると思うのです。

阿部 そうですね。患者さんのためにも歯科医師としていい材料を使っていい治療をしてあげることが、すべての基本だと思います。いい材料の適切な選択ということですが、

ジーセムの特性を生かした臨床ということ。

宮崎 最近普及してきたファイバーポストを併用した間接法レジンコアのセットには使いやすいと思います。本来、弾性係数など理工学的特性からリンクマックスのようなレジンセメントが第一選択です。しかしプライマー処理や適切な乾燥など少しテクニク的に慣れが必要です。ジーセムはその必要が少ないわけですから。

赤羽 そうですね。「ジーセム」は歯質にもレジンコアにも高い接着力を発揮しますので、レジンコアのセットには臨床的にもお薦めできます。

阿部 我々開業医としても、ファイバーポストレジンコアは日常の臨床でよく使用しています。ジーセムでいけるとなるとかなり朗報ですね。患者さんのためにも自分のためにもいい材料を使っていい治療をしてあげることがすべての基本だと思います。

今回はセメントで新しいジャンルを切り開いたセルフアドヒーシブルエッチングセメントの「ジーセム」を中心に、装着材料についてお話を伺ってきました。私の率直な感想としては、非常に使いやすく汎用性の広いレジンセメントとして歴史の1ページを飾る商品のような印象を受けました。ジーシーのことですから、おそらく次世代のジーセムの研究開発も既に行われていることだと思います。ジーシーのセメントの歴史にこれからも期待したいと思います。

宮崎先生、本日はお忙しいなか興味深いお話を聞かせていただいて、本当にありがとうございました。



図29 歯肉が白くなるのを防ぐため、ジーシーデュラコート（またはワセリン）であらかじめ歯肉をコーティングしておく。接着阻害要因になるので、被着面にデュラコートが付着しないように注意する。付着した場合は、アルコールワッテでよく拭き取る。



図31 術後。デュラコートコーティングにより歯肉が白くならない。