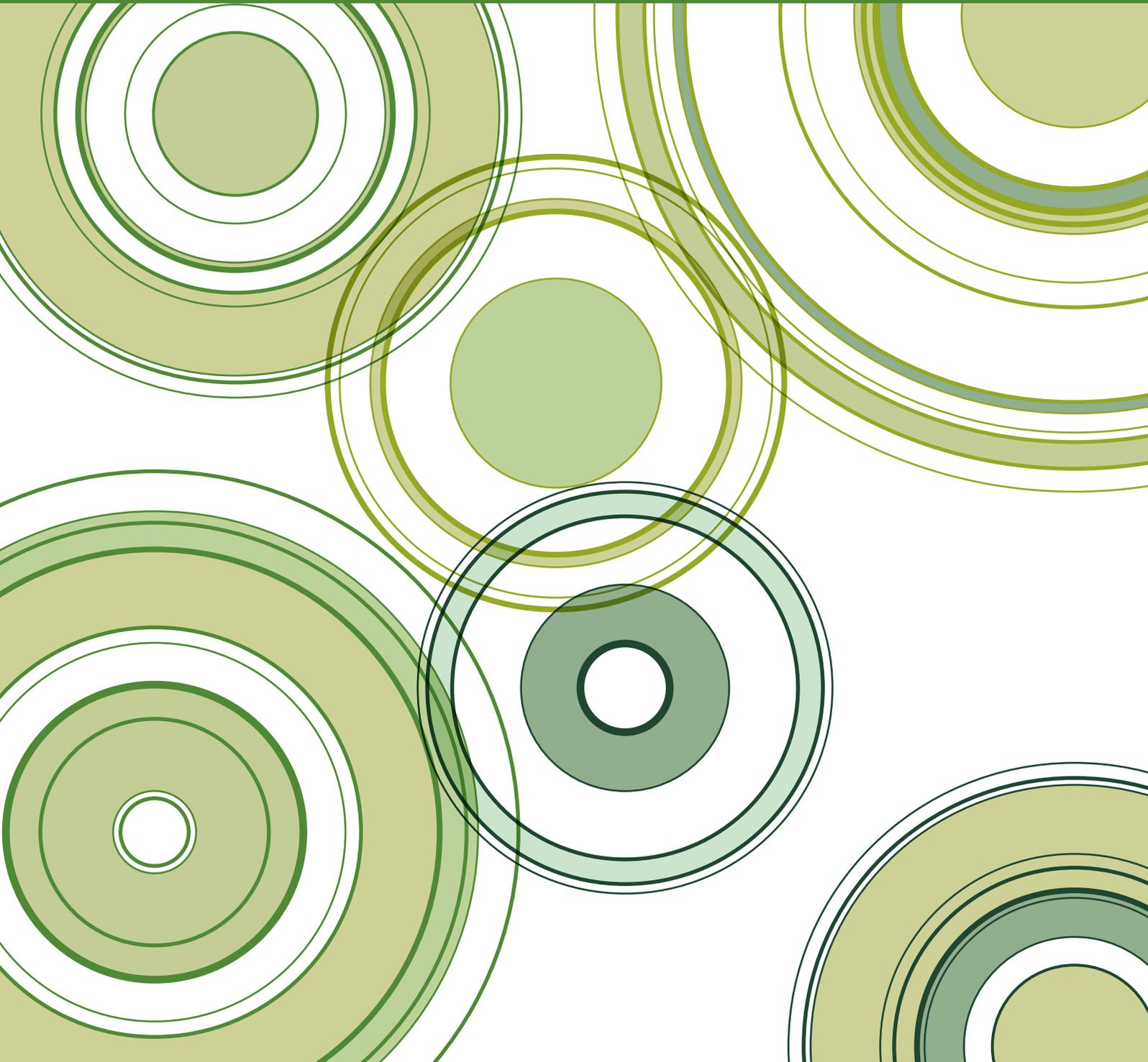


九州齒科學會雜誌

The Journal of The Kyushu Dental Society

Vol.69 | No.4 | December 2015

第69卷 第4号 平成27年12月 ISSN 0368-6833



九州齒科学会
Kyushu Dental Society

九州齒会誌
J Kyushu Dent Soc

複写をご希望の方へ

九州歯科学会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F
FAX : 03-3475-5619 E-mail : info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。直接、九州歯科学会へお問い合わせください（奥付参照）。

Reprographic Reproduction outside Japan

Making a copy of this publication

Please obtain permission from the following Reproduction Rights Organizations (RROs) to which the copyright holder has consigned the management of the copyright regarding reprographic reproduction.

Obtaining permission to quote, reproduce; translate, etc.

Please contact the copyright holder directly.

→Users in countries and regions where there is a local RRO under bilateral contract with Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Users in countries and regions of which RROs are listed on the following website are requested to contact the respective RROs directly to obtain permission.

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Website <http://www.jaacc.jp/>

E-mail : info@jaacc.jp Fax : +81-33475-5619

九州歯科学会雑誌 電子版配信のお知らせ

九州歯科学会雑誌は
第70巻より
電子版の配信のみと
なります。(抄録号を除く)
ホームページより
ダウンロードを行い
閲覧をしてください。

九州歯科学会ホームページにアクセス
<http://kyu-dent-soc.com/>



九州歯科学会電子版のページをクリック後
ダウンロードしたい号のPDFをクリックする



パスワード

kds1932

【ダウンロードファイルについての注意点】

- ・ファイル形式はPDF形式です。閲覧には対応のソフトウェアをご利用ください。
- ・編集、複製には対応していません。ご了承ください。
- ・ホームページに公開されていないバックナンバーについては、事務局にお問合せください。
- ・パスワードは今後変更になる場合がございます。その際は会員へ通知をいたします。

お問い合わせ 九州歯科学会事務局

TEL/FAX : 093-571-9555 E-mail : info@kyu-dent-soc.com

ホームページ : <http://kyu-dent-soc.com/>

九州歯科学会雑誌バックナンバー送付申込書

69巻までは雑誌媒体で発行をしております。バックナンバーの送付を希望される方は以下の表に記入をし、FAXまたはE-mailにて送付をお願いいたします。

※冊数には限りがございます。先着順にて送付をいたしますが、在庫がない場合は送付できない可能性がございます。また、冊数はできる限り各号1冊ずつでお願いいたします。

号	巻	冊数

会員名	
送付先	
連絡先(電話/E-mail)	

FAX : 093-571-9555 / E-mail : info@kyu-dent-soc.com

九州歯科学会雑誌

第69巻 第4号

(平成27年12月)

目 次

総説

機能性モノマーと金属接着を応用した補綴装置	清水 博史	77
本邦における外科的矯正治療症例の統計的検討	川元 龍夫・森田 淳平・一田 利道 福留 由貴・池田恵理奈・瀧口 玲子 郡司掛香織・黒石加代子	87
一口量を考える：歯科保健指導における 食行動変容のための視点	中道 敦子	94
咀嚼嚥下に対する加齢の影響	藤井 航	103

The Journal
of
the Kyushu Dental Society

Vol. 69 No. 4

Reviews

Functional monomers and metal adhesive prostheses

Hiroshi Shimizu 77

A Review of Subjects with Jaw Deformities in Japan

Kawamoto Tatsuo, Morita Jumpei, Ichida Toshimichi, Fukudome Yuki,

Ikeda Erina, Takiguchi Reiko, Gunjikake Kaori, Kuroishi Kayoko..... 87

Proposal about a mouthful volume : For dental health guidance on
modification of eating behavior

Atsuko Nakamichi 94

Influence of aging on the chew swallow

Wataru Fujii 103

機能性モノマーと金属接着を応用した補綴装置

清水博史

九州歯科大学口腔機能学講座生体材料学分野

平成27年11月8日受付

平成28年1月7日受理

Functional monomers and metal adhesive prostheses

Hiroshi Shimizu

Division of Biomaterials, Department of Oral Function, Kyushu Dental University

Abstract

The structures of the several functional monomers for base metal alloys as well as noble metal alloys and their mechanism for bonding to metal were explained, and then, adhesive prostheses applying metal bonding techniques were described in the current review. Generally speaking, functional monomer is composed of three parts : -hydrophilic group which can bond to either metal oxide surface or metal surface itself, hydrophobic group which can copolymerize with methyl methacrylate monomer, and intermediate structure which is supposed to affect bond durability. The most well-known fixed prostheses utilizing metal bonding techniques are resin-bonded fixed partial dentures and overcastings. On the other hand, metal bonding techniques are also effective for fabrication or repair of removable prostheses. However, the bond durability cannot be preserved as much as fixed prostheses because of the much severe condition of removable prostheses.

Key words : functional monomer, alumina air-abrasion, resin-bonded fixed partial denture, overcasting, adhesive prostheses

抄 録

本総説では、非貴金属および貴金属用の機能性モノマーの構造と金属との接着のメカニズムについて解説し、次い

責任者への連絡先：清水博史

〒803-8580 福岡県北九州市小倉北区真鶴2-6-1

九州歯科大学 口腔機能学講座生体材料学分野

電話：093-582-1131(内線8131)

FAX：093-582-1699

Hiroshi Shimizu

Division of Biomaterials, Department of Oral Function, Kyushu Dental University, 2-6-1,

Manazuru, Kokurakita-ku, Kitakyushu, Fukuoka 803-8580, Japan

E-mail : r14shimizu@fa.kyu-dent.ac.jp

で金属接着技術を応用した補綴装置について述べた。一般に機能性モノマーは、金属酸化物被膜や金属表面そのものと反応する親水基、メチルメタクリレートと共重合する疎水基および耐久性に影響するといわれている中間構造の3パーツから成っている。金属接着技術が用いられる最もよく知られた固定性補綴装置は接着ブリッジとオーバーキャストリングである。一方、金属接着技術は可撤性補綴装置の作製と修理にも有用である。しかしながら、条件が格段に厳しく、クラウン・ブリッジほどの接着耐久性はない。

キーワード：機能性モノマー、アルミナブラスト処理、接着ブリッジ、オーバーキャストリング、接着性補綴装置

はじめに

金属接着技術が歯科領域で応用され、効果をあげている。以前は特に非貴金属合金に対して有効な技術であったが、有機硫黄化合物を含む機能性モノマーが合成されたことが一大転機となり、今日では貴金属合金の接着も高いレベルで可能になっている。本総説では、非貴金属および貴金属用の機能性モノマーの構造と金属に対する接着のメカニズムについて解説し、次いで金属接着技術を応用した固定性および可撤性補綴装置について述べる。

機能性モノマーの構造と接着メカニズム

機能性モノマーとは一般にある特殊な性質を示す活性部位を有するモノマーの総称であるが、本稿では歯質や金属に接着する官能基をもっているモノマーを指す。他に抗菌性を示すモノマーの例等が知られている。

4-META (4-Methacryloxyethyl trimellitate anhydride)¹⁾は有名な機能性モノマーのひとつである。これは歯質拡散性モノマーとして樹脂含浸象牙質層の生成を目論んで検討されていたが、歯質だけでなく表面処理を施した金属にも特異的に接着することが判明した。そして1979年、4-METAを含有する常温重合レジンの性能が報告された。このレジンにはNi-Cr合金、Co-Cr合金およびステンレス鋼といった非貴金属合金に対する良好な接着性を有していた。4-METAの分子は一端に親水性のカルボキシ基を、他端に疎水性のメタクリロイル基をそれぞれもっており、これらが中間構造を介して繋がっている(図1)。金属に接着性を示す機能性モノマーは複雑なように見えるが、おしなべてこの親水基、疎水基および中間構造の3パーツから成っており、どれも類似の構造である。4-METAの接着メカニズムは、末端のカルボキシ基の酸無水物の部分に水分子が付加して2価のカルボン酸4-METに変化し、これが非貴金属合金表面の酸化物被膜と反応して金属塩を作るものと考えられている。他端のメタクリロイル基はメチルメタクリレート(MMA)モノマーと反応して共重合体を作る

ので、結果的にレジンが硬化して非貴金属合金と連続して繋がるわけである。一般に接着が成立するためにはこの硬化する過程が必須である。この意味で歯科領域の接着は例外なくレジンの重合を伴っている。歯科用陶材が金属に焼付く現象は普通接着に含めない。ちなみにセロハンテープとかラベルの類は感圧式接着剤と呼ばれているが、圧を加えて硬化しているわけではないので、機序が若干異なっている。これらは粘着剤と呼ぶほうが実態をより適切に表しており、わかりやすい。非貴金属に有効なもうひとつの代表的な機能性モノマーであるMDP (10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate)²⁾は、親水性の部分がりん酸基になっている(図2)。このりん酸基が4-METAにおけるカルボキシ基と同じ働きを担っており、金属酸化物被膜と反応する。他端のメタクリロイル基は4-METAと同様にMMAと共重合する。中間部分はモノマーごとに異なる構造をしているが、ここが接着耐久性を左右する。MDPの中間部分はメチレンが10個繋がっており、ベンゼン環等は含まれていない。これは絶妙のバランスといわれており、MDP以降これを凌駕する非貴金属用のモノマーは現れていないといつてよい。

1986年、貴金属用の新しい機能性モノマー³⁾が報告され、貴金属合金に対する接着のコンセプトは一変

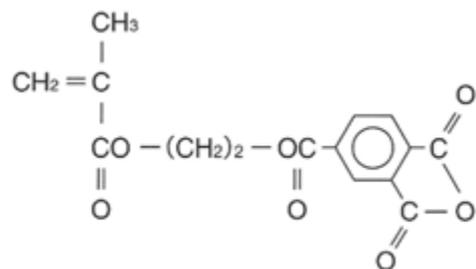


図1 非貴金属用機能性モノマー 4-METAの構造
右端の酸無水物の部分が水と反応してカルボキシ基となり、これが非貴金属合金の酸化物被膜と反応する。左端のメタクリロイル基はメチルメタクリレートと共重合体を形成する。中間部分は接着耐久性を左右する。

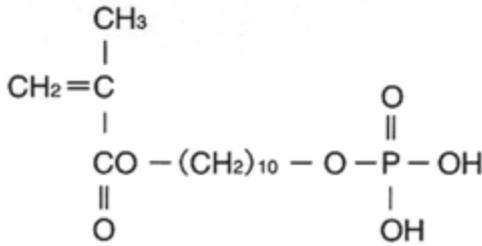


図2 非貴金属用機能性モノマー MDPの構造
右端のリン酸基が非貴金属合金の酸化物被膜と反応する。
中間部分のバランスが絶妙といわれている。

した。それまでは貴金属に有効なモノマーがなかったので、表面に金属酸化物を析出させる必要があった。そのため加熱法⁴⁾あるいはスズ電析法⁵⁾などが考案され、臨床でも応用されていた。これらは約400℃の高温を利用する、あるいは特殊な専用の装置を必要とする等の欠点があったので、常温でできてかつ簡便な方法が望まれていた。代表的な貴金属用の機能性モノマーとしてVBATDT(VTD) (6-(4-vinylbenzyl-n-propyl) amino-1,3,5-triazine-2,4 dithiol)⁶⁾とMTU-6 (6-methacryloyloxyhexyl-2-thiouracil-5-carboxylate)⁷⁾の構造を図3, 4にそれぞれ示す。非貴金属用の機能性モノマーが酸性モノマーであったのに対し、貴金属用の機能性モノマーは親水基の中に例外なく硫黄を含んでおり、これが貴金属合金表面と直接反応する。他端に疎水基をもっているのは非貴金属の場合と同様である。VBATDT(VTD)の疎水基は例外的にメタクリロイル基でないが、ビニル基の二重結合をもっている。これが切れてMMAと反応して共重合体を作るので、硬化して繋がるのは他のモノマーと同じである。以上が機能性モノマーによる金属接着のメカニズムの概略である。

機能性モノマーをアルコール、MMA、アセトン等の有機溶媒に溶かした液体で供給し、これを金属表面に塗布するというプライミングシステムは以前にもあったが、有機硫黄化合物を含む機能性モノマーの合成以降一般化した。この革新的な接着システムの開発により、歯科医師や歯科技工士が長く慣れ親しんできた12%金銀パラジウム合金や金合金が接着の領域で俄然使いやすくなった。この方法は効果が高く簡便で特殊な機器を必要としないので、急速に普及した。その後も新規機能性モノマーの開発が続けられ、使えるプライマー選択の幅が広がっている。プライマーと接着剤とを組み合わせた貴金属合金接着システムの完成度は高く、現在に至るまで材料とシステムに大きな変化はみられない。1種類の機

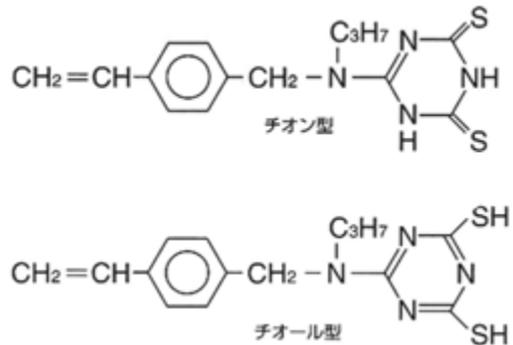


図3 貴金属用機能性モノマー VBATDT (VTD)の構造
チオン型とチオール型の2つの構造をとることができる
互変異性体である。チオール型の右端のチオール基が貴
金属合金表面そのものと反応する。左端のビニル基の二
重結合が切れてメチルメタクリレートと共重合体を形成
する。

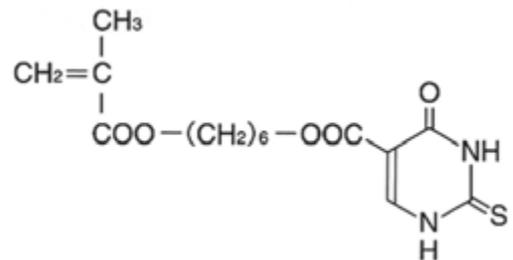


図4 貴金属用機能性モノマー MTU- 6の構造
右端のチオウラシル基が貴金属合金表面そのものと反応
する。

能性モノマーだけで非貴金にも貴金属にも効果があると謳われた製品も以前あったが、近年、非貴金属用と貴金属用のモノマーを両方配合したタイプの金属の種類を問わない両用プライマーが主流となっている。ただし、12%金銀パラジウム合金や一般の金合金に対して効果的なプライマーでも、陶材焼付用金合金に対しては効果が低いものがある⁸⁾ので、これを用いる場合はプライマーの選択に注意が必要である。なお、セミプレッシャスの陶材焼付用合金に対して効果的なプライマーは今のところない。ちなみに、貴金属用の機能性モノマーに硫黄が含まれていることは、近年では歯科医師国家試験の生体材料学領域の頻出事項のひとつになっており、本学では学生に詳しく教えている。

接着ブリッジ

接着ブリッジは金属接着技術を応用した代表的な固定性補綴装置である。以前脱離のリスクが問題視されたが、

表 良好な経過が期待できる条件

全支台歯が健全エナメル質で広い。
切端咬合か反対咬合の上顎前歯部
犬歯誘導で③④欠損を除く臼歯部
全支台歯とも骨植堅固
咬合力が弱い。
舌感に無頓着
プラークコントロール良好

今日では貴金属合金に対する接着システムが確立しており、適応症を守って正しいステップで行う限り、12%金銀パラジウム合金製接着ブリッジの臨床成績は大変良好になった⁹⁾。接着ブリッジは、機械的維持を減らすことができるので歯質削除量が少なく済み、支台歯のダメージが小さい。近年、本邦の健康保険に収載されている。

適応症の中で、より良好な経過が期待できる条件を表に示した。以下表を補足する。支台歯の被着面としては健全なエナメル質がよい。象牙質に比べて強度が高く接着界面の劣化が少ないので、接着耐久性に優れているからである。被着面の面積が広いことが望まれる一方で、剛性の確保も重要である(図5)^{10, 11)}。十分な厚さが確保できないのに面積の増加をはかれば、結果的に剛性の低下を招くことになるので、やみくもに面積を広くすればよいというわけではない。日本補綴歯科学会の『接着ブリッジのガイドライン』では2歯欠損以内を適応症としているが、現在本邦の健康保険のルール上は1歯欠損に限られる。上顎前歯部で咬合が緊密な歯列に対する有効な対策は実はいまだに確立しておらず、難症例となる。一部の支台歯に大きな動揺がある場合、不良な臨床経過を辿る確率が高くなる、すなわち複数の支台歯の動揺度間に差があると脱離しやすくなる^{12~14)}ことが長期の予後調査から明らかになっている。したがって、全支台歯の骨植が一樣に堅固なのが最も安全である。それに対し、支台歯に動揺歯が含まれる場合は、後述の把持効果の高いデザインの採用がより強く求められる。

一般に接着界面は圧縮力や引張り力に対してはよく耐えるが、剪断力や剝離力に対しては実は想像以上に弱い。被着体が撓んだり被着体をずらす力が加わったりすると、予想外に小さい力で破断が生じる¹⁰⁾。したがって、リテーナーが撓まない十分な剛性を与え、かつ

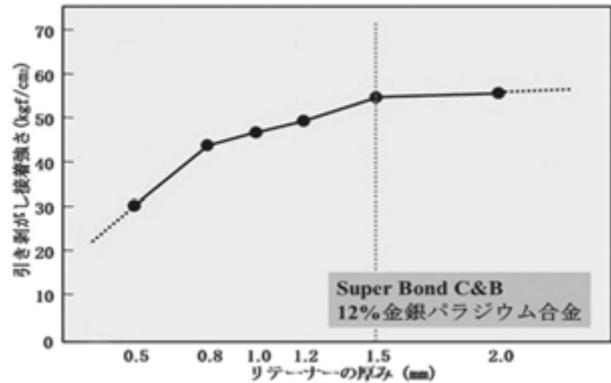


図5 リテーナーの厚みと引き剥がし接着強さとの関係¹⁰⁾

リテーナーが厚くなると接着強さが向上するが、プラトーになる限界の厚さがある。このことから、リテーナーは厚く、ポンティックとの連結部は太いイメージのものが作製されるようになった。

接着界面のずれが生じない構造を構築することが求められる。その観点から、硬化熱処理を行うことと並んでリテーナーデザインは重要である。接着ブリッジの場合は、機械的維持を得るといっても結果的にずれが生じないような構造へとデザインが変遷してきた感がある。紙面の都合で、ここでは臼歯接着ブリッジの基本的デザインについて述べる。基本的に初期のメリーランドブリッジ型¹⁵⁾、L字型¹⁶⁾およびD字型¹⁷⁾の3つのデザインがあり、近年の主流はD字型になった。これはインレーの咬合面イスマスと舌側軸面の形成面とが繋がったデザインで、種々の観点から合理的である。小臼歯では切削器具が隣在歯に触れない部位で繋げ、大臼歯では原則として欠損に近い側の舌側咬頭を利用する(図6)¹⁸⁾。隣接面齶触がないなら非欠損側のコンタクトポイントには触れないのがよい。このデザインでは咬合面イスマス部が耐圧機能を果たしており、咬合力が加わっても壁面に剪断応力が生じにくい。舌側軸面部と咬合面イスマス部とが連続してリング状の構造をしているので、wrap-around design¹⁹⁾より高い把持効果が期待できる。このwrap-around designとは、『接着ブリッジのガイドライン』によれば、「欠損部隣接面頰側隅角部および対側の舌側遠心隅角部軸面に維持溝を設けてリテーナーにより支台歯を包み込むようにすること」である。把持は接着界面のずれを機械的に防ぐので、維持力を大きく左右する重要な因子である。これは、部分床義歯の把持の概念と一脈通じるところがある。過去に行われた咬合面イスマスとわずかな欠損側の隣接面削除のみのインレーブリッジは、把持に関与する面が絶対的に不足していたので、早期に脱離したのである。接着性レジンが使えるように



図6 最近のD字型のデザイン¹⁸⁾

小白歯は、咬合面イスマスと舌側の軸面形成とを非欠損側の隣在歯の歯質に切削器具が触れない部位で繋ぐ。大白歯は舌側咬頭のうち欠損側に近い咬頭を利用する。

なって再びインレーブリッジを行っている例を散見するが、接着性レジンを用いても舌側の軸面形成がないと口腔内では長期の使用に耐えられない。したがって、現在でもインレー支台歯は厳禁である。一方、支台歯が傾斜して機能しない部位が咬合面に広範囲にあるケースでは、D字型をモディファイして積極的に咬合させることができる(図7, 8)²⁰⁾。

接着剤の機能を十分発揮させるためには、適切な金属被着面処理が必要である。アルミナブラスト処理後にプライマーを塗布する一連の処理は、必ず装着直前に行わなくてはならない。試適時、リテーナーの内面が支台歯に接触すると表面の物質によって汚染され、接着阻害因子となる。内面にアルミナブラスト処理されたあるいはさらにプライマーが塗布された接着ブリッジが、作業用模型にのった状態で診療室へ届けられるのは間違っている。模型の石膏表面に触れた時点ですでに汚染されているのである。他の合着材を用いる場合には、このような意味での汚染の概念はない。被着面処理を行う目的は阻害因子を除去し、被着面を接着に適した状態にすることである。試適調整後、技工用ブラスター(図9)を用いてリテーナーの内面に平均粒径 $50\mu\text{m}$ 程度のアルミナ粉末を高い噴射圧で吹き付ける。これで、表面の汚れを機械的に除去し清浄な新鮮面を露出させるのと同時に、表面に微細な凹凸を形成し微視的な表面積の増加をはかる。このように技工用ブラスターは被着面処理を行うのに必須のアイテムである。これが試適、調整直後に使える環境にないと接着技術を応用した臨床はできない。この後、使用する金属に対応したプライマーを塗布して被着面処理は完了である。

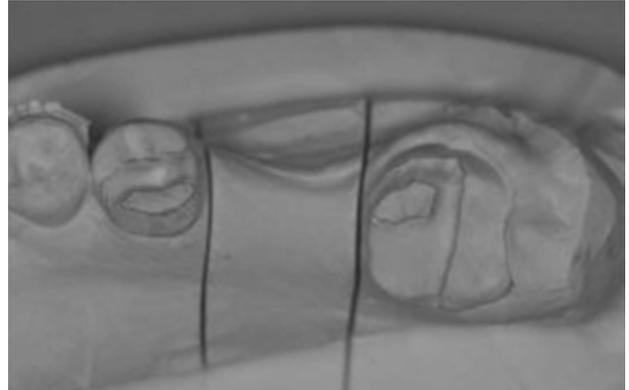


図7 咬合を考慮した大白歯の支台歯形態²⁰⁾

大白歯は咬合に関与する部位をエナメルアイランドとして残している。本例では小白歯は通常のD字型である。

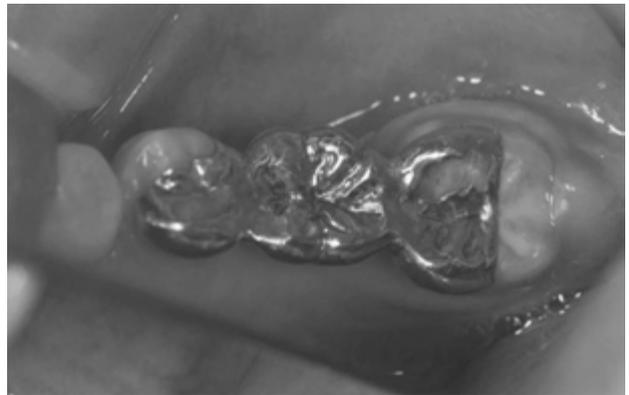


図8 図7の接着ブリッジ²⁰⁾

大白歯の咬合面を広く被覆して積極的に咬合に参加させる。

4-META/MMA-TBBレジン(スーパーボンド、サンメディカル)は常温重合型のメチルメタクリレートレジンで、代表的な接着ブリッジ装着材料のひとつである(図10)。まず、機能性モノマー4-METAを含むモノマー液と重合触媒のトリ-n-ブチルボラン(TBB)の部分酸化物を混和して活性化させる。この活性化した液とPMMAの粉末を筆積み法か混和法で反応させて接着剤泥とする。4-METAは本来非貴金属に接着する酸性モノマーであるが、12%金銀パラジウム合金や金合金を対象とする場合には、前述の有機硫黄化合物を含む貴金属用のプライマー処理を行う必要がある。4-META/MMA-TBBレジンには、修理用の常温重合レジンに比べてモノマー量がかなり多いスラリー状でよい。装着して数分後にマージンから溢れた余剰のレジン除去する。初期硬化後の反応の進行が遅い特性があるので、ほぼ1日、とりわけ装着直後には強く咬まないよう指示するの



図9 技工用ブラスター

被着面処理を行うのに必須のアイテムである。これがすぐに使える環境にないと接着技術に応用した臨床はできない。



図10 4-META/MMA-TBBレジン

最近、メーカーは筆盛り法や混和法など使用方法ごとに特化したラインナップを揃えている。

がよい。原則として翌日以降にマージン部周囲を研磨する。以後は通常のメンテナンスに入る。

オーバーキャストリング

オーバーキャストリング²¹⁾は、口腔内に既に装着されている金属製補綴装置を除去することなく、破損部等を部分的に補修する方法である。大型の固定性補綴装置の破損に対する臨床的対応は従来大変困難であったが、この方法によって比較的簡便かつ短時間に処置を完了できるようになった。本来は接着の概念がない時代に、破折した陶材焼付鑄造冠に対する修理法²¹⁾として考案されたテクニックであったが、近年金属接着技術の発展にともない高い信頼性を獲得した^{22~26)}。補綴装置の破損部周辺を部分的に形成後、間接法で比較的小型の補修装置を作製し、これを接着性レジンで装着して処置が完結する。この小型の補修装置がオーバーキャストリングである。

審美性の回復以外にも、患者の肉体的・精神的負担を軽減することが主な目的で適用されることもあり²⁶⁾、その臨床的効果は絶大である。この観点から、超高齢社会におけるこの方法のニーズは少なくないのではないかとと思われる。

形成法やデザインに定形はないといつてよいが、対象が生活歯であることはほとんどないので、機械的維持形態を付与できる自由度は一般に高い。オーバーキャストリングの試適、調整が完了したら、装着直前に接着ブリッジと同様の被着面処理を行う。すなわちアルミナブラスト処理に続いて接着性プライマーを塗布する。装着される側の被着面の材質は、歯質も含め状況によって変わるので、対応する適切な表面処理も変わる。金属修復物やメタルコア等の金属に対してはチェアサイドで使用できるポータブルブラスター(図11)を用いてアルミナブラスト処理を行った後、プライマーを塗布する。このポータブルブラスターは口腔内で使用するので噴射圧を十分に上げることができない。それでも初期には高い接着強さが得られるが、一方、耐久性に不安が残る²⁷⁾。したがって、機械的維持形態は積極的に利用したほうがよい。仮にポータブルブラスターでアルミナブラスト処理をしなかった場合、接着強さの低下が著しい²⁷⁾ので、噴射圧が低くてもこのステップは必須である。金属の種類が既知であればそれに対応したプライマーを用いればよいが、不明の場合は非貴金属-貴金属両用プライマーを用いる。金属と象牙質あるいは金属とコンジットレジン等複数の物質が対象となることも考えられる。特に象牙質には可能な限りアルミナを当てないことが肝要である。中にはそれぞれの適切な被着面処理を別々に行うのが臨床的に困難な場合もある。このような場合、最も大きな面積を占める被着体をターゲットにする、あるいは機械的維持を極力利用するといった現実的な対応がとられる。片方の支台装置にオーバーキャストリングを用いたいわば補修用ブリッジの臨床例²⁸⁾を図12~15に示す。本症例は、高齢と全身疾患のため短時間で欠損補綴を終了することを最優先したいという患者の強い希望に応えたもので、これが最終処置である。接着剤は4-META/MMA-TBBレジンで、現時点で3年間トラブルなく良好に経過している。

フレームワークと義歯床用レジンの接着

金属要素と義歯床の連結に接着を応用することによって、クオリティーの高い義歯を作製できるようになってきた²⁹⁻³¹⁾。金属接着技術の可撤性補綴装置への応用は固



図11 ポータブルブラスターを用いた口腔内の金属被着面に対するアルミナブラスト処理
本症例ではロールワッテを用いて簡易防湿をしているが、理想的にはラバーダムを装着して処理面以外を完全に保護するのがよい。



図14 完成した補修用ブリッジ²⁷⁾

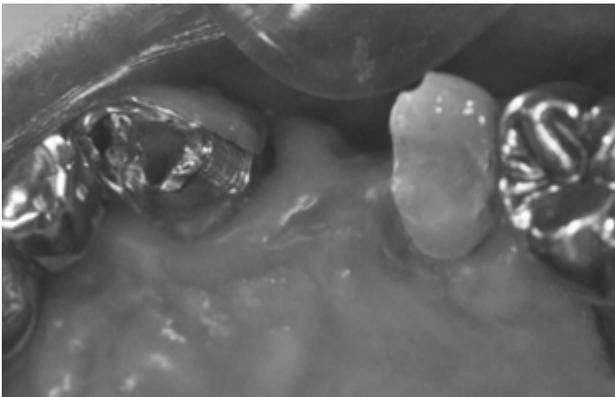


図12 生活歯のD字型形成と既存のブリッジの一部に対するオーバーキャストの形成²⁷⁾
犬歯に対しては、機能する部位をメタルアイランドとして残し、さらにピンホールを追加している。



図13 図12の作業用模型²⁷⁾



図15 装着された補修用ブリッジ²⁷⁾
これが最終処置である。

定性補綴装置ほど注目されてこなかったが、ここにも接着を活かすべきである。金属要素と床用レジンが接着していないと、これに起因するマイクロリーケージが生じる。臨床的には義歯床内に限局した金属要素の変色がしばしば観察される(図16)。ここは微生物の温床になりうるのので、衛生的観点からも問題である。また、要素同士の連結が緩むことがある。図17の義歯は前歯部の床がフレームワークから完全に分離はしていないが、かたかたと動く状態になっており、患者は大変な不快を訴えていた。図18は義歯床が破折した例である。通常はほとんど上唇小帯付近を通って縦方向に破折が生じるが、本例では横断的に破折していた。接着していないので、金属要素の走行に沿って応力が集中したのが原因である。

上記の問題を解決するためには、作製時や修理時に金属要素と床用レジンを接着させることが必要である。モノマーに4-METAが添加された接着性床用レジンが市販されており、非貴金属合金に接着する。一方、プライマー処理を行えば接着性のない通常の床用レジンを用いることができる。マイクロリーケージの問題は解決し、

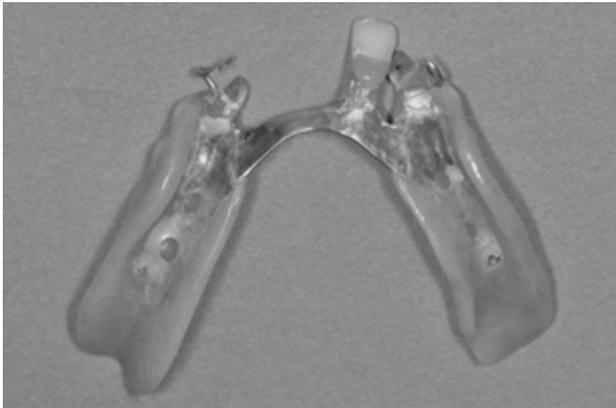


図16 義歯床内に埋入された金属構成要素の変色
ティッシュストップ部ではなく維持装置や連結子側から生じている。



図17 前歯部の床がかたかたと動く部分床義歯



図18 部分床義歯の破折
金属構成要素の走行に沿って横断的に生じている。

補強効果によって義歯の強度が向上するので、破損のリスクが減る。Co-Cr合金と流し込み型床用レジンの接着耐久性²⁹⁾を図19に示す。プライマーを塗布しなかった比較対象群は、熱サイクル後に接着強さが0になっている。すなわち、熱サイクルの途中で全試料にひとつの例外も

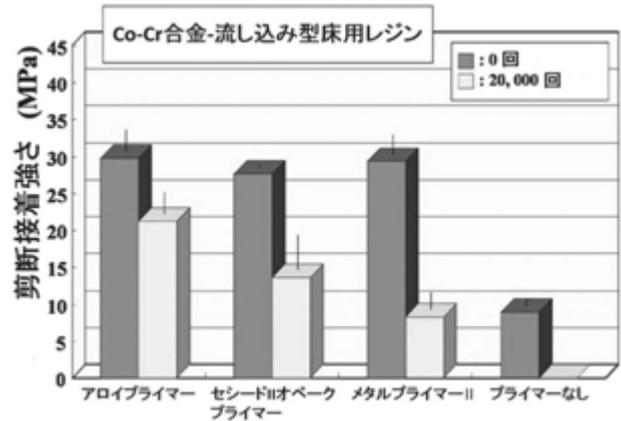


図19 Co-Cr合金と流し込み型床用レジン²⁹⁾の接着耐久性
プライマーの効果は明らかであるが、耐久性が十分とはいえない。

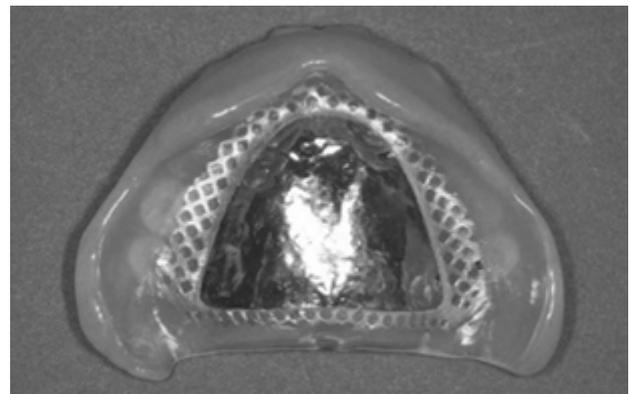


図20 上顎純チタン床全部床義歯
接着による付加価値を付与している。

なく脱離が生じたのであり、プライマーの効果は明らかである。MDPを含有するプライマーの効果が高いが、耐久性が十分とはいえないと考えている。

臨床例として、純チタン製のフレームワークにアルミナブラスト処理後、非貴金属用接着性プライマーを塗布してからレジンを重ねて完成した上顎全部床義歯を図20に示す。接着の効果は目にみえないが、長期間の使用を想定して前述の付加価値を付与しているわけである。一方、不幸にして破損した場合は、修理に際して接着技術を応用すると再破損のリスクが減る。正中で破折した下顎全部床義歯に対し、補強線としてCo-Cr製のパラタルバーを用いて修理した例を図21に示す。現在まで3年間再破損は生じていない。維持歯を含む残存前歯の抜歯に伴い使用不能になったため、両側遊離端義歯を補修して大型の義歯へと改造した例³²⁾を図22に示す。本来これは暫間義歯として使用するべきであったが、本症例では改造した義歯に対する患者の満足度が高く、かつ

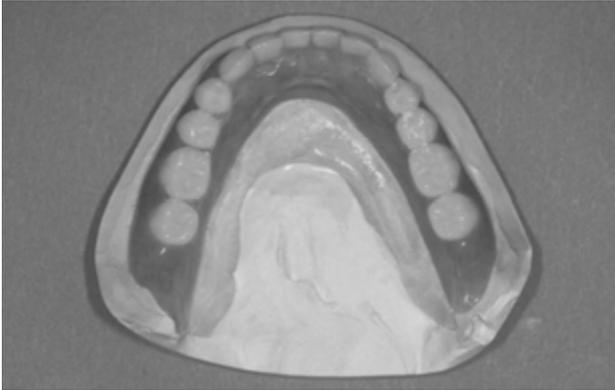


図21 下顎全部床義歯の正中破折に対し、Co-Cr製のバラタルバーを補強に用いた例

高齢で新義歯を作製する希望がないので、できるだけ長期間の使用に耐えるように接着を応用したものである。その後、3年7か月の間トラブルなく使用されている。

大多数の義歯床はポリメチルメタクリレート (PMMA) で作製されており、コンポジットレジンに比べて機械的強度が低く、吸水量は多く、熱膨張係数が金属の約5倍もある。さらに部分床義歯においては、義歯床内に移行する維持装置の脚部が義歯の着脱時や機能時に繰り返し撓んでいる。その結果、構成要素の疲労やクリープといった現象が生じている可能性が高い。図16で着色がティッシュストップ部ではなく維持装置や連結子側から生じているのは、その証左である。したがって、固定性の接着性補綴装置や前装冠の硬質レジンとフレームワークとの接着等と比べて条件が格段に厳しいものと想像される。この領域にはクラウン・ブリッジ以上に高いレベルの接着が求められるのである。これに応えるためには今後の課題は少なくない。

おわりに

近年、歯科では高いレベルの審美性が要求される。クラウン・ブリッジ領域ではCAD/CAMシステムと材料が急速に発展し、ある種のニューセラミックスやハイブリッドレジンと呼ばれる材料が新しい歯冠修復材料として注目されている。有床義歯領域でも、ノンメタルクラスデンチャーに象徴されるように、金属パーツが外観に触れるのはやはり好まれない傾向にある。

接着の分野にも歯冠色材料をフレームワークに用いる新たな展開が望まれるが、固定性補綴装置における金属接着技術の完成度は高い。筆者は、歯冠修復の主役が歯冠色材料に替わっても、接着ブリッジに関しては12%金銀パラジウムを用いる現行の方法が、本邦では当分の



図22 残存前歯の抜歯に伴い、両側遊離端義歯を補修して大型の義歯へと改造した例³²⁾
新義歯を作製しないので、接着によってできるだけ長期間の使用に耐えさせる。

間主流として続くと予想している。一方、可撤性補綴装置に関しては、前述のように条件が過酷な分現段階では十分な接着耐久性は望めない。今後FRCを用いた義歯の補強³³⁾や新しいエンジニアリングプラスチックの応用に関する研究が進み、金属と新しい材料の並立の時代が来る可能性がある。いずれにしても用いる材料に対応した接着技術が不可欠である。

文 献

- 1) 増原英一, 小島克則, 竹山守男: 歯科用即硬性レジンに関する研究(第18報)4-META含有接着剤の歯質および象牙への接着性. 医用器材研報 13: 21-25, 1979.
- 2) 渡辺 功, 二階堂徹, 中林宣男: 研削象牙質への接着における接着促進モノマーの効果. 歯材器 10: 30-34, 1991.
- 3) 小島克則: SH基を有する官能性モノマーの歯質および歯科用合金への接着に関する研究. 歯材器 5: 92-105, 1986.
- 4) Tanaka T, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E: Surface treatment of gold alloys for adhesion. J Prosthet Dent 60: 271-279, 1988.
- 5) 山下 敦, 近藤康弘, 藤田元英: 歯科接着性レジン・パナビEXの歯科用合金に対する接着強さ(その2) 貴金属合金との接着について. 補綴誌 28: 1023-1033, 1984.
- 6) 小島克則, 門磨義則, 今井庸二: トリアジンジチオン誘導体モノマーを利用した貴金属の接着. 歯材器 6: 702-707, 1987.
- 7) 松村英雄, 熱田 充, 中村光夫: チオウラシル系プライマーを応用した金銀パラジウム合金の接着. 接着歯学 16: 82-87, 1998.
- 8) Okuya N, Minami H, Kurashige H, Murahara S, Suzuki S, Tanaka T: Effects of metal primers on bonding of adhesive resin cement to noble alloys for porcelain fusing. Dent Mater J 29: 177-87, 2010.
- 9) Tanoue N, Ide T, Kawasaki K, Nagano K, Tanaka T:

- Survival of resin-bonded fixed partial dentures made from a silver-palladium-copper-gold alloy. *Int Chin J Dent* 6 : 53-59, 2006.
- 10) 清水博史, 高木明夫, 森口茂樹, 田中卓男, 熱田 充: 前歯部接着ブリッジの接着強度に及ぼすウィング厚さの影響. *補綴誌* 30 : 27-31, 1986.
 - 11) 中林宣男, 友田浩三, 松村英雄: 合金被着体の形状と接着強さの関係についての基礎的研究. *歯材器* 6 : 422-425, 1987.
 - 12) Samama Y: Fixed bonded prosthodontics: a 10-year follow-up report. Part II. Clinical assessment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 16 : 52-59, 1996.
 - 13) Pröbster B, Henrich GM: 11-year follow-up study of resin-bonded fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 10 : 259-268, 1997.
 - 14) 清水博史, 川口智弘, 高橋 裕: 削除量の少ない部分被覆冠による動揺歯の固定. *接着歯学* 29 : 16-21, 2011.
 - 15) Thompson VP, Del Castillo E, Livaditis GJ: Resin bonded retainers. Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. *J Prosthet Dent* 50 : 771-779, 1983.
 - 16) 山下 敦, 近藤康弘: 新接着ブリッジ, *デンタルフォーラム*, 東京, 1991, 33-43.
 - 17) Chow TW, Chung RW, Chu FC, Newsome PR: Tooth preparations designed for posterior resin-bonded fixed partial dentures: A clinical report. *J Prosthet Dent* 88 : 561-564, 2002.
 - 18) 清水博史: これから始める 歯科医師のための接着ブリッジ 講座 4 臼歯接着ブリッジの基本的デザインと支台歯形成. *歯界展望* 123 : 718-724, 2014.
 - 19) Creugers NH, Snoek PA, van't Hof MA, Käyser AF: Clinical performance of resin-bonded bridges: a 5-year prospective study. II. The influence of patient-dependent variables. *J Oral Rehabil* 16 : 521-527, 1989.
 - 20) 清水博史: 咬合と動揺を考慮した接着ブリッジのデザイン. *接着歯学* 30 : 160-163, 2012.
 - 21) Johnston JF, Dykema RW: Cunningham DM. The use and construction of gold crowns with a fused porcelain veneer—A progress report. *J Prosthet Dent* 6 : 811-821, 1956.
 - 22) 松村英雄, 鎌田幸治, 田中卓男, 熱田 充, 緒方敏明: オーバーキャストによる破折メタルセラミックスブリッジの接着補修法. *接着歯学* 9 : 61-70, 1991.
 - 23) Matsumura H, Atsuta M: Repair of an eight-unit fixed partial denture with a resin-bonded overcasting: a clinical report. *J Prosthet Dent* 75 : 594-596, 1996.
 - 24) Tanoue N, Ogata T, Koizumi H, Matsumura H: Repair of an anterior fixed partial denture with a resin-bonded overcasting and a dual functional metal priming agent: a clinical report. *Int Chin J Dent* 6 : 17-20, 2006.
 - 25) Shimizu H, Takahashi Y: The use of a resin-bonded overcasting restoration adjacent to an existing metal ceramic fixed partial denture in maxillary anterior teeth: A clinical report. *Int Chin J Dent* 6 : 61-64, 2006.
 - 26) Shimizu H, Takahashi Y: Resin-bonded overcasting to salvage a long-span fixed prosthesis: A clinical report. *J Prosthodont* 17 : 420-422, 2008.
 - 27) Ishii T, Koizumi H, Tanoue N, Naito K, Yamashita M, Matsumura H: Effect of alumina air-abrasion on mechanical bonding between an acrylic resin and casting alloys. *J Oral Sci* 51 : 161-166, 2009.
 - 28) 清水博史, 松村英雄: 口腔内既存の金属補綴装置を活かす接着技法. *歯界展望* 126 : 66-75, 2015.
 - 29) Shimizu H, Kurtz KS, Tachii Y, Takahashi Y: Use of metal conditioners to improve bond strengths of autopolymerizing denture base resin to cast Ti-6Al-7Nb and Co-Cr. *J Dent* 34 : 117-122, 2006.
 - 30) Shimizu H, Tachii Y, Takahashi Y: Bonding of autopolymerizing denture base resin to cast Type IV gold alloy. *Am J Dent* 21 : 323-326, 2008.
 - 31) Kawaguchi T, Shimizu H, Lassila LVJ, Vallittu P K, Takahashi Y: Effect of surface preparation on the bond strength of heat-polymerized denture base resin to commercially pure titanium and cobalt-chromium alloy. *Dent Mater J* 30 : 143-150, 2011.
 - 32) 清水博史: 応急処置, 住友雅人, 木下淳博, 沼部幸博, 松村英雄, *歯科臨床イヤーノート2014* ~, クインテッセンス出版, 東京, 2013, 489-491.
 - 33) Takahashi Y, Yoshida K, Shimizu H: Effect of location of glass fiber-reinforced composite reinforcement on the flexural properties of a maxillary complete denture in vitro. *Acta Odontol Scand* 69 : 215-221, 2011.