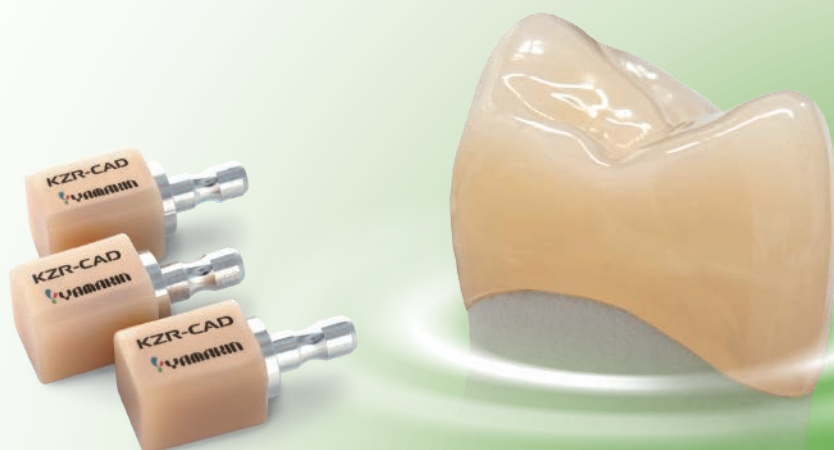




CAD/CAM冠専用のレジンセメント

KZR-CAD マリモセメント LC 製品レポート

高知県の産学官連携から生まれた

高い接着強さと操作性を追求したCAD/CAM冠専用の歯科接着用レジンセメント

目 次

1. はじめに	2
2. CAD/CAM冠の現状	2
2.1 CAD/CAM冠の普及状況	2
2.2 CAD/CAM冠のトラブル	3
3. 開発ストーリー	5
3.1 基礎研究	5
3.2 「MARIMO」の応用によるブレイクスルー	5
3.3 高知県における産学官連携の成果	8
4. CAD/CAM冠専用のレジンセメント 「KZR-CAD マリモセメントLC」について	8
4.1 製品コンセプト	8
4.2 硬化は光重合のみ	8
4.3 遮蔽条件ごとの光硬化深度	11
4.4 練和不要	12
4.5 高い接着強さ	12
4.6 チェアサイドでの作業工程の短縮	13
4.7 余剰セメントの除去	13
4.8 歯科修復物の外観への影響	14
4.9 安全性評価	16
5. 臨床例	18
6. 使用手順	19
7. おわりに	20

巻末企画 インタビュー

「MARIMO」への想いと将来の可能性	22
高知工科大学 環境理工学群 教授 小廣 和哉	

監修

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)
林 未季	博士 (医学)	松浦理太郎	博士 (農学)
水田 悠介	博士 (工学)	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。

CAD/CAM冠専用のレジンセメント KZR-CAD マリモセメントLC 製品レポート

レジン開発チーム プロジェクトリーダー（上級主任研究員） 修士（理学） 溝渕 真吾
レジン開発チーム プロジェクトリーダー 修士（理学） 中野 貴文
レジン開発チーム プロジェクトリーダー 修士（理学） 岩本 孝樹
開発部 上席主幹研究員 博士（農学） 松浦理太郎
企画戦略室 室長 博士（学術） 佐藤 雄司

1. はじめに

2020年4月の診療報酬改定によって、CAD/CAM冠の適応範囲に上顎第一大臼歯も追加された。このような法制度の後押しだけでなく、施設基準届で求められる歯科用CAD/CAMシステムの普及、臨床実績、材料の進化といった要因の後押しもあり、CAD/CAM冠は歯科修復の選択肢として存在感を増してきている。こういった背景から、CAD/CAM冠に特化した歯科接着用レジンセメント「KZR-CAD マリモセメントLC」（以下、マリモセメント）を発売するに至った。

「マリモセメント」は、「MARIMO」と呼ばれる球状多孔質ナノ粒子の技術をジルコニアに応用した粒子を配合することで接着強さを強化している。それは、2012年、高知工科大学の小廣和哉教授が王鵬宇助教とともに、超高速で合成できる画期的な手法を開発したことによって生み出され、高知県の支援を受け研究を進めたものであるため、「マリモセメント」は高知県における産学官連携の成果といえる。

「MARIMO」のジルコニア粒子によって、接着強さと光透過性が向上し、「光重合型でも高い接着強さを」という開発コンセプトを実現することができた。本レポートでは「マリモセメント」の開発ストーリーおよび特長、使用方法を紹介する。

2. CAD/CAM冠の現状

2.1 CAD/CAM冠の普及状況

保険適応範囲拡大といった法制度の後押しだけでなく、施設基準届で求められる歯科用CAD/CAMシステムの普及といった要因などの後押しもあり、CAD/CAM冠による歯科修復が非常に増えている。実際に、社会医療診療行為別統計¹⁾より、クラウン修復の実施回数によるCAD/CAM冠の割合を算出したところ、2021年6月には19.7%を占めるまでに増えていることがわかる（図1）。歯科用貴金属合金に使用される貴金属の相場高騰によって医療費が圧迫され、貴金属代替材料が求められていることや保険治療で天然歯に近い見た目の修復をおこないたいというニーズなども普及の後押しになっていると考えられる。

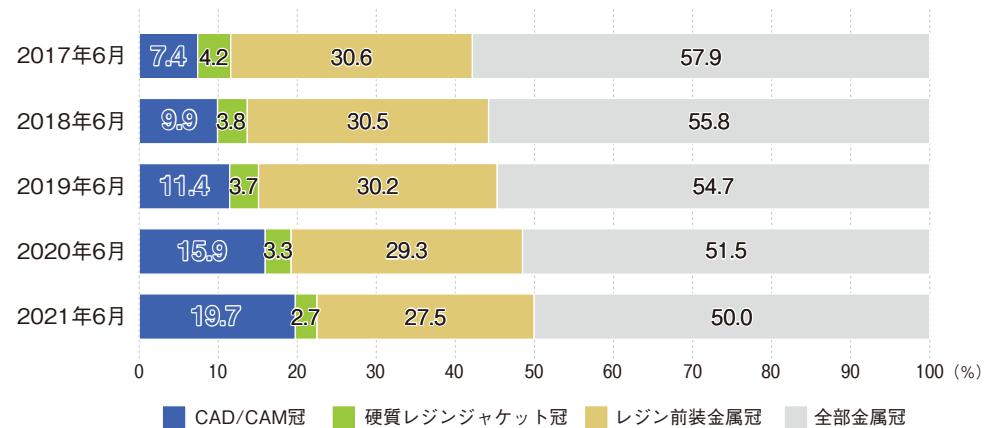


図1 クラウン修復の実施回数におけるCAD/CAM冠の割合

保険適応範囲はさらに広がりつつあり、2020年4月には上顎第一大臼歯が、同年9月には前歯部が追加された。今後さらに、上下顎第二大臼歯への適応範囲拡大が期待されている。特に大臼歯部はCAD/CAM冠にかかる負荷が大きく、脱離や破折のリスクが大きいため、今後の普及には次項のような技術的課題を解決していくことが求められる。

2.2 CAD/CAM冠のトラブル

CAD/CAM冠のトラブルについて、先進的な開業医や大学の研究者らによって考察され体系的にまとめられた総説がある。特に、近年報告されている論文では、CAD/CAM冠の臨床経過の情報が蓄積されたことにより、トラブルに関する分析が進んでいる。

末瀬らの報告によれば、CAD/CAM用ハイブリッドレジンプロック（以下、レジンプロック）に関するアンケート調査²⁾において、1,178装置の母集団のうち、6ヶ月間の短期経過では、9.0%が脱離し、2.0%が破折していた。この調査結果は、レジンプロックの種類を問わず、10例のうち、1例以上がトラブルを抱え、そのトラブルの内、十中八九が脱離であるという言い方もできる。疋田らの報告³⁾では、発生したトラブルは全て脱離であった。

末瀬らは、より長期間の調査結果として、CAD/CAM冠導入の2年後の臨床経過に関して報告している⁴⁾。アンケートにおいて、1,874名の歯科医師から得た回答によると、CAD/CAM冠の脱離率は8.0%であり、脱離までの期間は約半数が2週間以内であった。また破折率は4.2%であり、破折の48.7%が2週間～1ヶ月以内に生じていた。

また、山瀬らによる2年間の臨床経過観察⁵⁾においても、CAD/CAM冠397症例のうち、脱離・破折に関するトラブルが5%みられた。注目すべきは、装着操作においてサンドブラスト処理が37.8%の症例でしかおこなわれていなかったという報告であり、装着方法の不備が脱離トラブルの一因と考えられる。

表1 CAD/CAM冠のトラブルの報告例 ^{2～5)}		
経過観察期間(月)	脱離・破折の割合	備考
6	脱離 9.0%, 破折 2.0%	1,178装置 (アンケート調査)
9.6	脱離 7.8%, 破折なし	51症例
24	脱離 8.0%, 破折 4.2%	1,874名の歯科医師より回答 脱離の約半数が2週間以内, 破折の48.7%が 2週間～1か月以内に発生
24	脱離 4.0%, 破折 1.0%	397症例 発生までの期間: 脱離平均3.9月, 破折平均5.3月

いずれの調査報告でも脱離が顕著であり、それ以外は比較的少数であることが推察される。

CAD/CAM冠の脱離が多いという背景には、保険適用により急速に普及したにも関わらず、CAD/CAM冠の支台歯形態や接着方法に関する周知不足が原因の1つと考えられる。医療現場では、限られた治療時間のため、CAD/CAM冠装着のための処理の不良が起こりやすい状況であったと考えられ、これまでの歯科修復物と全く同じように取り扱ったことがトラブルの一因となったものと推察できる。

図2に歯科接着用レジンセメントの市場推移を示す⁶⁾。2014年以前は使用手順をシンプルにしたセルフアドヒーシブ型の割合が少しずつ増えていることがわかるだろう。2014年以降にはプライマー併用型の増加傾向もみられるが、これはCAD/CAM冠の保険適用が要因であると考えられる。導入当初は脱離や破折といったトラブルが多くみられたので、接着強さが安定しているCAD/CAM冠対応のプライマー併用型の需要が高まったためと推察される。

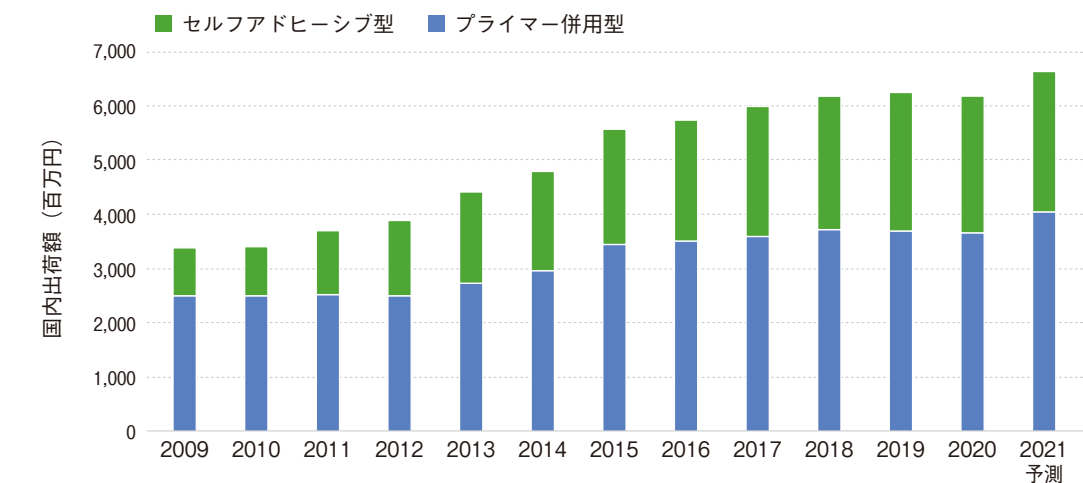


図2 歯科接着用レジンセメントの市場推移⁶⁾

これらの背景より、CAD/CAM冠の治療を広く安心しておこなっていただくには、使用手順がシンプルでかつ接着強さに優れた歯科接着用レジンセメントが求められると考えられる。

3. 開発ストーリー

3.1 基礎研究

このようなマーケット分析を通じ、YAMAKIN株式会社（以下、ヤマキン）ではCAD/CAM冠に特化した歯科接着用レジンセメントの開発プロジェクトが2016年にスタートした。鏡面研磨した（「セレック2ビタアルミナブロックCA-12」（東京歯科産業株式会社））、シリカ（「石英ガラス」（USTRON 株式会社））、ジルコニア（「KZR-CAD ジルコニア(SHT)」(ヤマキン)）の板材に対する市販レジンセメント（表面処理材には「マルチプライマー リキッド」(ヤマキン)）を使用）の引張接着強さは、ジルコニアが最も高く、アルミナは全く接着しなかった（図3）。表面処理材として使用した「マルチプライマー リキッド」はシランカップリング剤を含有しており、このシランカップリング剤がジルコニアに対して効果的に作用したと考えられる。この基礎研究により、表面活性が高いジルコニアを無機フィラーとしてレジンセメントに配合すれば接着強さを強化できるのではないかという仮説を基に材料開発がスタートした。

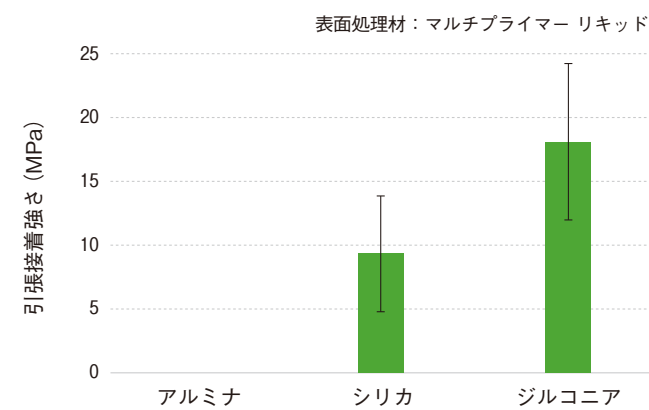


図3 市販レジンセメントと各素材に対する引張接着強さ

3.2 「MARIMO」の応用によるブレイクスルー

ジルコニア粒子の配合を検討する中で、球状多孔質ジルコニア粒子の大量合成を高知工科大学が研究していると知り、共同研究を開始、レジンセメントへの応用を試みた。このジルコニア粒子は直径が5～30 nmの無機粒子が凝集し、平均粒子径約2 μmの粒子構造を有している（図4）。

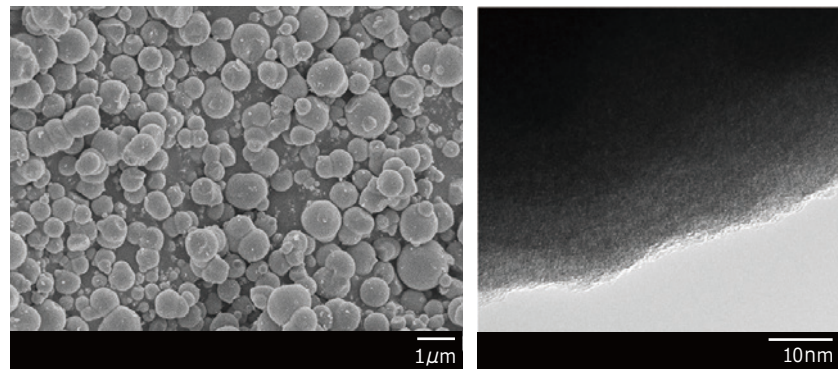


図4 球状多孔質ジルコニア粒子（左：SEM 右：TEM）

この粒子は2012年、高知工科大学 環境理工学群の小廣和哉教授が王鵬宇助教とともに、多孔質の二酸化チタンナノ粒子を超高速で合成できる画期的な手法を開発したことによって生み出された。従来の合成方法では複雑な操作が必要で、長時間の反応を要していたが、本手法は、メタノールに原料のチタンイソプロポキシドと補助剤のカルボン酸を加え、約300～400℃に加熱するというシンプルな手法で、合成時間はわずか10分と短時間である。さらにこの手法を用いて、中心が詰まった中実構造と中心が空の中空構造を作り分けることにも成功し、得られたナノ粒子が日本の特別天然記念物、阿寒湖のマリモによく似た形をしていることから「MARIMO (Mesoporously Architected Roundly Integrated Metal Oxide)」と名付けられ、現在「MARIMO PROJECT」として応用研究が進められている。

この「MARIMO」のジルコニア粒子（比表面積 300 m²/g）を配合したレジンセメント試作品は、比表面積が近い多孔質チタニア（比表面積 380 m²/g）または多孔質シリカ（比表面積 350 m²/g）を配合した試作品よりも、レジンプロック（「KZR-CAD HR ブロック2」（ヤマキン））に対して高い接着強さを示した（図6）。また、図7に示すとおり、非多孔質ジルコニア（比表面積 4～9 m²/g）と比較すると、「MARIMO」の特殊な形状が接着強さの向上に寄与することがわかり、これをコア技術にして開発を進めることとなった。試験手順は下記のとおりである。

- ① 厚さ2mmに調整した「KZR-CAD HR ブロック2」（A3）をP1000の研磨紙で研磨し、アルコール洗浄した後、エアー乾燥した。
- ② 「マルチプライマー リキッド」を塗布し、乾燥させた。
- ③ 直径3mmの穴をあけたマスキングテープを貼り、接着面積を規定した。
- ④ 試作レジンセメントを塗布した。
- ⑤ 歯科重合用光照射器「ペンギン アルファ」（ヤマキン）を用いて、STDモードで10秒間光照射した。この時、臨床での使用を想定して、厚さ2mmに調整した「KZR-CAD HR ブロック2」（A3）越しに光照射をおこなった。
- ⑥ 試作レジンセメントの硬化面とステンレス成型棒（ネジ切り）を固定用の歯科用レジンセメントで固定した。
- ⑦ 試験体は各5個作製した。
- ⑧ 作製した試験体は、蒸留水に浸し、あらかじめ37℃に設定した乾燥機内に24時間保管した。
- ⑨ 引張試験は小型卓上試験機「EZ-Graph」（株式会社 島津製作所）を用いて、クロスヘッドスピード0.5mm/minの条件で実施した。

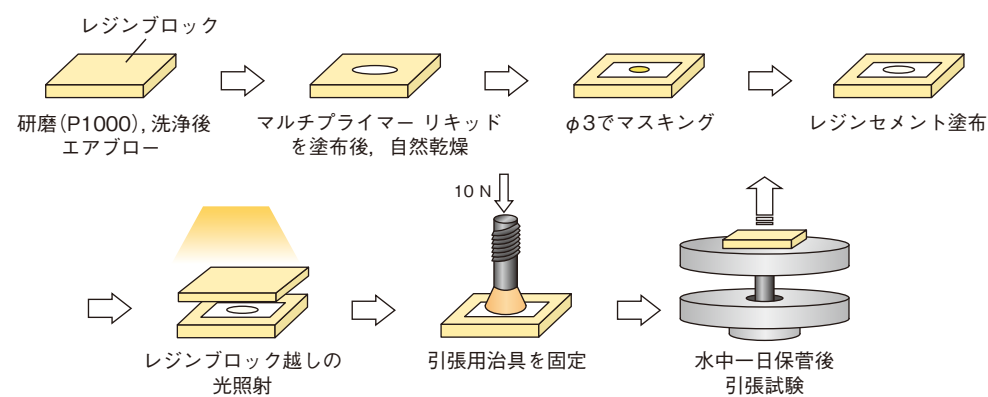


図5 接着方法

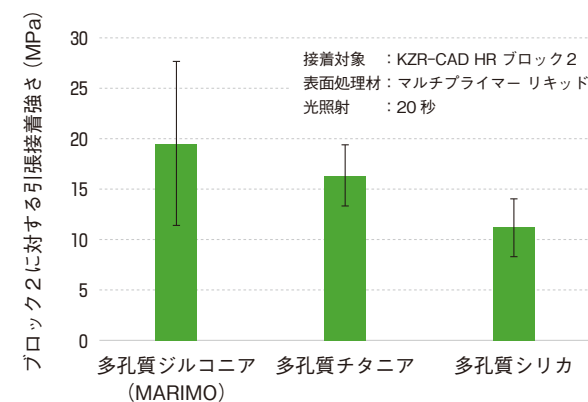


図6 異なる配合粒子の引張接着強さ

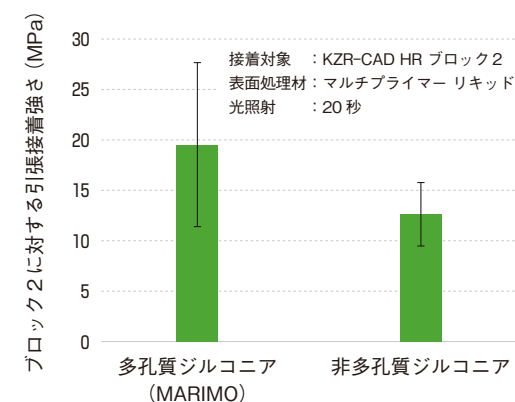


図7 粒子形状の違いによる引張接着強さ

※上記データは粒子間の比較データであり、「マリモセメント」とは異なる試作レジンセメントである。

さらに、「MARIMO」のジルコニア粒子は平均粒子径が約2 μmであるものの、一次粒子が5～30 nmと非常に小さいため、単一・同サイズのジルコニア粒子に比べ光の拡散を抑制できる。そのため、高屈折率を示すジルコニアでありながら、それを含むレジンセメント組成物は非多孔質のジルコニアに比べて優れた光透過性を示す。「MARIMO」または非多孔質ジルコニア（比表面積 4～9 m²/g）をそれぞれ歯科用モノマーと混合してペーストを作製し、厚さ0.5 mm、直径15 mmの金型に流し込んだ後、光照射によって硬化させると、図8に示す通り、同じジルコニアでありながら「MARIMO」の方が高い光透過性を示した。透過率を測定すると、非多孔質ジルコニアが23%であったのに対して、「MARIMO」が34%と約1.5倍の光透過性であった。また、硬化前のペーストを用いて、歯科用レジンセメントの規格であるJIS T 6611：2009に準拠して光硬化深度を測定すると「MARIMO」が1.65 mm、非多孔質ジルコニアが0.92 mmであり、「MARIMO」が約1.8倍高い値を示した。このように「MARIMO」は歯科用モノマーと混合した際に非多孔質ジルコニアと比べて優れた光透過性を示すため、「光重合型でも高い接着強さを」という開発コンセプトを実現することができた。

なお、レジンセメントに「MARIMO」のような表面積の大きなジルコニアを使用する技術は新規性が認められ、2019年5月に特許化に至っている（特許第6533332号「歯科用接着性組成物」）。

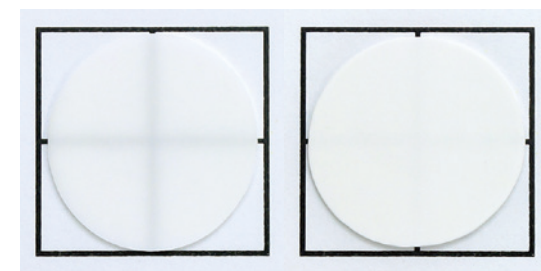


図8 透過性
(左：「MARIMO」、右：非多孔質ジルコニア)

3.3 高知県における産学官連携の成果

「MARIMO」は上述のとおり、高知工科大学にて大量合成方法が生み出されたが、それをさまざまな用途に応用するには、量産技術を確立する必要がある。その技術開発を高知工科大学と高知県の宇治電化学工業株式会社の共同研究プロジェクトでおこなっており、高知県が支援している(図9)。その成果として量産化された「MARIMO」をはじめて製品として実用化し、歯科用途に応用する担当がヤマキンであり、医療機器として必須である生物学的安全性の評価を高知大学医学部歯科口腔外科学講座と協力して実施した。

「マリモセメント」はまさに高知県における産学官連携の成果であり、地方創生モデルと言えるものである。



図9 産学官連携の枠組み

4. CAD/CAM冠専用のレジンセメント 「KZR-CAD マリモセメントLC」について

4.1 製品コンセプト

「マリモセメント」は「MARIMO」のジルコニア粒子を導入したことにより、下記の6つの特長を実現した。次項以降で、それぞれの特長の詳細および技術データを紹介する。

<6つの特長>

- 1) 硬化は光重合のみ（化学重合を必要とせず、術者のタイミングで硬化可能）
- 2) 1ペーストで練和不要（ミキシングチップ残留や練和による材料ロスがない）
- 3) 高い接着強さ（接着耐久性にも優れ、CAD/CAM冠の脱離リスクを低減）
- 4) チェアサイドでの作業工程の短縮（練和不要による作業の短縮）
- 5) 余剰セメントの除去が簡単（数秒の光照射で、除去しやすい硬さになる）
- 6) 独自の安全性評価（高知大学医学部歯科口腔外科学講座との共同研究）

4.2 硬化は光重合のみ

光照射による重合硬化であれば、CAD/CAM冠の厚みが薄いほうが有利ではあるが、臨床上、CAD/CAM冠の破折トラブルを少なくするために、咬合面、および軸面の厚みを1.5 mm以上確保する必要がある。そこで、より厚いケースを想定し、3～4 mm厚のレジンブロック越しに光照射した試験体の引張接着強さを評価した(図11)。試験手順は下記のとおりである。

・レジン（KZR-CAD HR ブロック2）

- ① 厚さ3あるいは4 mmに調整した「KZR-CAD HR ブロック2」（A1, A3, A3-LT）をサンドブラスト処理（0.2 MPa）し、アルコール洗浄した後、エアー乾燥した。
- ② 「マルチプライマー リキッド」を塗布し、乾燥させた。
- ③ 直径3 mmの穴をあけたマスキングテープを貼り、接着面積を規定した。
- ④ 「マリモセメント」を塗布した。
- ⑤ 「ペンギン アルファ」を用いて、STDモードで20秒間光照射した。この時、臨床での使用を想定して、被着体の裏側から光照射をおこなった。
- ⑥ 「マリモセメント」の硬化面とステンレス成型棒（ネジ切り）を固定用の歯科用レジンセメントで固定した。
- ⑦ 試験体は各5個作製した。
- ⑧ 作製した試験体は、蒸留水に浸し、あらかじめ37℃に設定した乾燥機内に24時間保管した。
- ⑨ 引張試験はEZ-Graphを用いて、クロスヘッドスピード0.5 mm/minの条件で実施した。

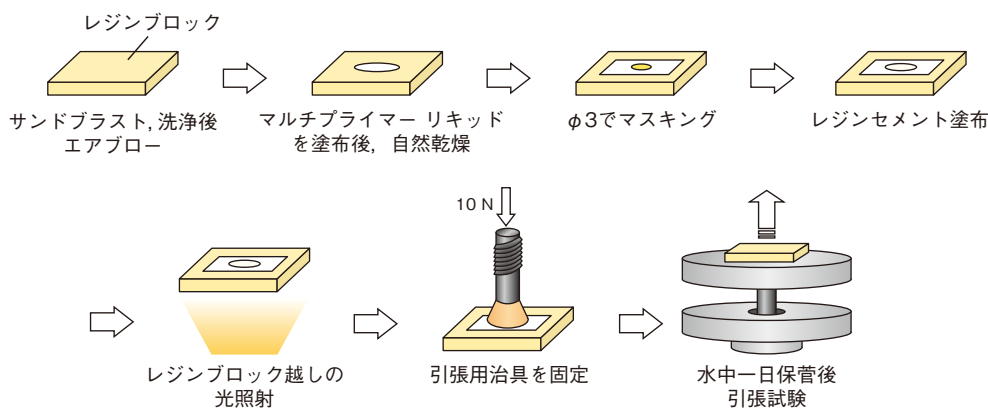


図10 レジンに対する接着方法

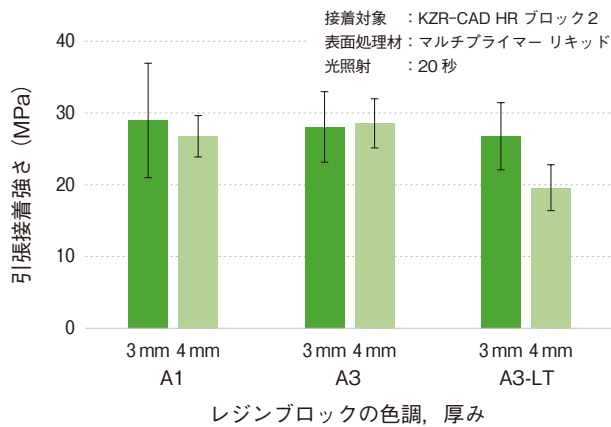


図11 各レジンブロックの引張接着強さ

この結果、レジンブロックの厚みが3 mmでも照射光が届き、接着強さは高かった。A1, A3については厚さが4 mmでも引張接着強さは低下しなかった。しかし、A3-LTの4 mmの厚さになると引張接着強さが低下するため、硬化性を考えて「マリモセメント」の適用範囲は3 mm厚までとした。

また、「マリモセメント」はCAD/CAM冠だけでなく、支台歯にも接着する必要がある。CAD/CAM冠の支台歯としては、レジンコアだけでなく、歯質やメタルコアが該当する。「マリモセメント」の銀合金「ユニ1-n」（ヤマキン）や歯質（牛歯象牙質）に対する引張接着強さを検証した。各試験手順は下記のとおりである。

・銀合金（ユニ1-n）

- ① 被着体表面をサンドブラスト処理した（0.2 MPa）。
- ② 表面をアルコール洗浄し、乾燥した。
- ③ 表面処理材「TMR-アクアボンド0-n」（ヤマキン）を塗布し、エアードライさせた。
- ④ 「ペンギン アルファ」を用いて、HIGHモードで3秒間光照射した。
- ⑤ 直径3mmの穴をあけたマスキングテープを貼り、接着面積を規定した。
- ⑥ 「マリモセメント」を塗布した。
- ⑦ 「ペンギン アルファ」を用いて、STDモードで20秒間光照射した。この時、臨床での使用を想定して、厚さ3mmに調整した「KZR-CAD HR ブロック2」（A3）越しに光照射をおこなった。
- ⑧ 「マリモセメント」の硬化面とステンレス成型棒（ネジ切り）を固定用の歯科用レジンセメントで固定した。
- ⑨ 試験体は5個作製した。
- ⑩ 作製した試験体は、蒸留水に浸し、あらかじめ37℃に設定した乾燥機内に24時間保管した。
- ⑪ 引張試験はEZ-Graphを用いて、クロスヘッドスピード0.5 mm/minの条件で実施した。

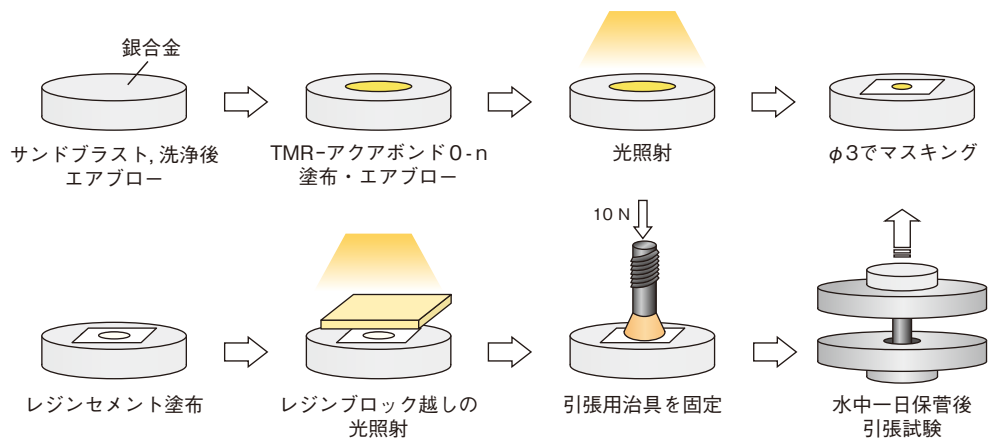


図12 銀合金に対する接着方法

・歯質（牛歯象牙質）

- ① 被着体表面をP600の研磨紙で研磨し、水洗した。
- ② 平面になるように、埋没材で固定した。
- ③ エアードライし、表面を乾燥させた。
- ④ 「TMR-アクアボンド0-n」を塗布し、エアードライさせた。
- ⑤ 「ペンギン アルファ」を用いて、HIGHモードで3秒間光照射した。
- ⑥ 直径3mmの穴をあけたマスキングテープを貼り、接着面積を規定した。
- ⑦ 「マリモセメント」を塗布した。

- ⑧ 「ペンギン アルファ」を用いて、STDモードで20秒間光照射した。この時、臨床での使用を想定して、厚さ3mmに調整した「KZR-CAD HR ブロック2」（A3）越しに光照射をおこなった。
- ⑨ 「マリモセメント」の硬化面とステンレス成型棒（ネジ切り）を固定用の歯科用レジンセメントで固定した。
- ⑩ 試験体は5個作製した。
- ⑪ 作製した試験体は、蒸留水に浸し、あらかじめ37℃に設定した乾燥機内に24時間保管した。
- ⑫ 引張試験はEZ-Graphを用いて、クロスヘッドスピード0.5 mm/minの条件で実施した。

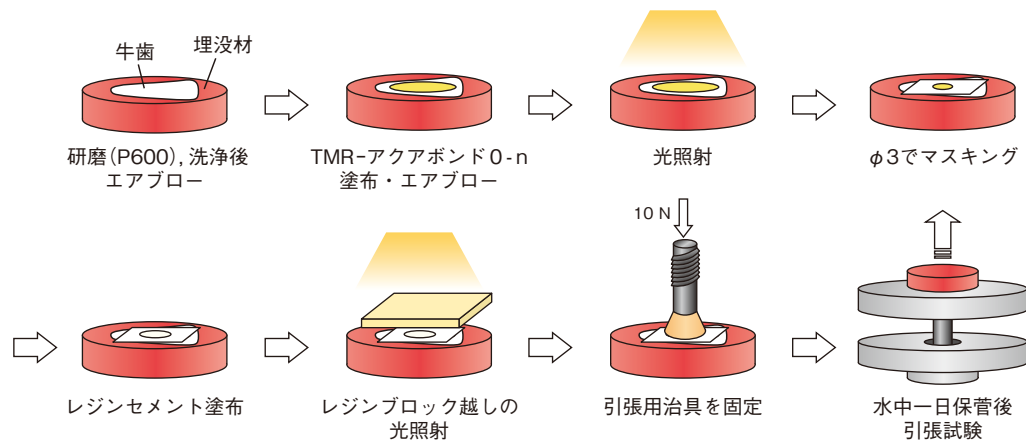


図13 歯質に対する接着方法

「マリモセメント」の銀合金に対する引張接着強さは24.7±2.5 MPaであり、レジンブロックと同程度の値であった。牛歯象牙質に対しては、12.4±3.5 MPaであり、レジンブロックや銀合金と比較すると低い値であるが、もともと歯質に対しての接着は他の材料に比べて難しく、低い値になる傾向がある。JIS T 6611：2009（歯科用レジンセメント）では、牛歯象牙質に対しては2 MPa以上であることが要求されているが、「マリモセメント」はこの規格値を十分超えており、臨床使用において問題ない結果である。

4.3 遮蔽条件ごとの光硬化深度

「マリモセメント」は光重合型レジンセメントであり、化学重合しない。そのため、レジンブロック越しの光照射で硬化する深度を検証した。歯科接着用レジンセメントの規格であるJIS T 6611：2009に基づき試験を実施した。JIS T 6611：2009では試験体に直接光照射をおこなうが、今回CAD/CAM冠での使用を想定し、厚さ3mmに調整した「KZR-CAD HR ブロック2」（A1、A3、A3-LT）越しに光照射をおこなった。なお、JIS T 6611：2009では、測定値を2で割った値を光硬化深度とし、オペーク色では0.5 mm以上であることが規定されている。

表2に示すとおり、「マリモセメント」は最も色調が濃いA3-LTにおいても0.5 mmの光硬化深度があり、臨床使用において問題がない結果であった。この結果より、「マリモセメント」を使用する際のセメントスペースは500 μm以下とした。

表2 厚さ3 mmの遮蔽越しのセメントの光硬化深度

遮蔽条件	光硬化深度
遮蔽無し	1.5 mm
A1	1.0 mm
A3	0.9 mm
A3-LT	0.5 mm

※光照射：「ペンギン アルファ」STDモード20秒

4.4 練和不要

「マリモセメント」は1ペーストであるため、ハンドミックスタイプのレジンセメントのような練和工程を必要とせず、シリンジ容器から直接CAD/CAM冠内面に塗布することができる（図14）。また、練和による気泡混入が起きないため、安定した接着が期待できる。



図14 CAD/CAM冠内面に直接塗布

オートミックスタイプのレジンセメントにおいても同様に練和は不要であるが、治療ごとにミキシングチップを交換する必要がある、ミキシングチップ内の残留分はロスとなる。一般的なミキシングチップで検証した結果、0.3～0.4 gがミキシングチップ内に残留し、破棄となる。それに対して「マリモセメント」は必要量のみを塗布できるためロスが発生せず、コスト面でも優れている。

4.5 高い接着強さ

「マリモセメント」は球状多孔質である「MARIMO」のジルコニア粒子による高い接着強さが特長である。これはジルコニア自体の表面活性が高いうえに、「MARIMO」のジルコニア粒子の特殊な構造によって比表面積が非常に大きいことから、その表面活性が増強されているためと考えられる。

さらに、硬化後のレジンセメント層の柔軟性が高いことがCAD/CAM冠にかかる応力を分散し、高い接着強さの一要因になっていると推察される。検証のために、「マリモセメント」に近いペースト性状である歯科充填用コンポジットレジン「TMR-セットフィル10」(ヤマキン) (以下、Zフィル) のフローA3と歯冠用硬質レジン「ルナウイング」(ヤマキン) のインビジブルオパークを用いて、応力-ひずみ曲線（図15）から導かれる柔軟性と接着強さの相関関係を確認した。試験はJIS T 6611：2009に準拠して実施した。

曲げ強さは「Zフィル」>「ルナウイング」>「マリモセメント」の順であるが、一方で、変位は「マリモセメント」>「ルナウイング」>「Zフィル」であった。

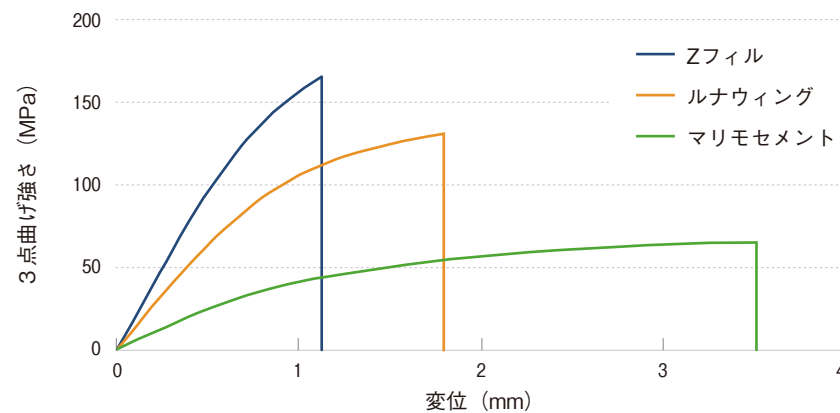


図15 各材料の応力 - ひずみ曲線

次に、同じ材料を用いて引張接着試験を実施したところ、引張接着強さは「マリモセメント」>「ルナウイング」>「Zフィル」の順であった（図16）。なお、試験は4.2項のレジブロックに対する試験と同じ手順で実施した（ただし、接着面はP1000研磨紙で研磨した）。

これらの結果より、接着層の強度（図15の3点曲げ強さ）よりも柔軟性（図15の変位）が、接着強さに影響することが示唆された。レジンセメント層の柔軟性を高めることは、CAD/CAM冠の接着強さを高め、脱離・破折のリスクを低減させるだけでなく、咬合時にかかる衝撃を緩和する機能も期待できる。

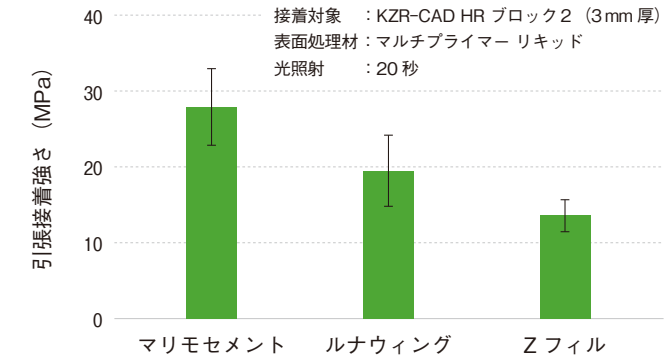


図16 各材料の引張接着強さ

4.6 チェアサイドでの作業工程の短縮

歯科医院の診療において、患者負担の軽減および効率化によるチェアタイムの短縮は非常に重要である。「マリモセメント」は1ペーストから構成されており、デュアルキュア型（ハンドミックスタイプ）のレジンセメントのような練和工程を必要とせず、シリンジ容器から直接CAD/CAM冠内面に塗布することができるため、図17に示すようにチェアサイドでの作業工程を短縮することが可能である。

さらに、化学重合を必要とせず、患者が噛みこんで硬化を待たなくてもよいので、患者負担の軽減につながると考えられる。



図17 CAD/CAM冠装着の工程比較イメージ

4.7 余剰セメントの除去

「マリモセメント」は塗布性およびセット時の流動性に優れたペースト性状でありながら、余剰セメントが垂れ落ちないように設計されている。3～5秒の光照射で余剰セメントは除去しやすい硬さになり、容易に除去することが可能である（図18）。また、化学重合を必要としないため、任意のタイミングで硬化することができ、余裕を持った作業が可能である。



図18 余剰セメント除去

4.8 歯科修復物の外観への影響

メタルコアのように支台歯の色調が歯科修復物に与える影響を低減するために、「マリモセメント」はオパーク色に設計されている。「KZR-CAD HR ブロック2」(A2)を小臼歯形状に加工したCAD/CAM冠をレジンコアおよびメタルコアに装着した時の色調を検証した。今回、「マリモセメント」の厚みの影響も考慮するため、セメントスペースを20 μmと100 μmに設計した2種類のCAD/CAM冠を用意した。

図19に示すとおり、レジンコアではセメントスペースの厚みに関わらず、色調への影響は認められなかった。メタルコアの場合には、セメントスペースが20 μmではほとんど色調に影響しないが、100 μmでは少しメタル色を遮蔽することを確認した。

レジンコア			メタルコア		
セメント スペース	マリモセメント なし	マリモセメント あり	セメント スペース	マリモセメント なし	マリモセメント あり
20 μm			20 μm		
100 μm			100 μm		

図19 「マリモセメント」の有無による歯科修復物の外観

2022年12月に歯冠に近い色調として「オパーク(アイボリー)」(以下、アイボリー)を発売した。このアイボリーを使用することにより、CAD/CAM冠のマージン部が薄い症例でも白浮きなく装着できる(図20)。アイボリーは従来の「オパーク(ホワイト)」と同等の接着性であり、使用手順も同一である。



図20 アイボリーを使用したCAD/CAM冠の装着写真
(左：マリモセメントなし、右：マリモセメントあり)

4.9 安全性評価

口腔内で使用される歯科材料は、患者に対して有害な影響を及ぼさないことを確認しなければならない(生物学的安全性の評価)。「マリモセメント」に使用されている「MARIMO」のジルコニア粒子は、非常に高い化学的耐久性を有するジルコニアからなる。また、他の原材料は全て医療機器として使用実績を有している。以上のように「マリモセメント」は安全性を強く意識して設計されているが、安全性の追求に限りは無い。本節では、「マリモセメント」の生物学的安全性評価の一環として、独自に実施している細胞試験：ヒト単球性白血病細胞株 THP.1細胞 (図21、高知大学医学部歯科口腔外科学講座より分譲)を用いた細胞毒性試験について紹介する。

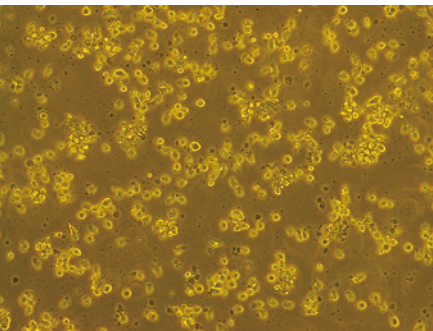


図21 ヒト単球性白血病細胞株 THP.1細胞

試料として「マリモセメント」、対照試料として市販の歯科用レジンセメントを用い、以下の細胞試験を実施した。

トリパンブルー色素排除試験⁷⁾：毒性成分を有する試料上で細胞を培養すると、その毒性によって細胞膜が破壊され色素化合物であるトリパンブルーが侵入し細胞(死細胞)内のタンパク質を青く染色する。一方、生細胞ではトリパンブルーが取り込まれず染色されない。本試験によって、顕微鏡観察によって細胞の染色の有無に基づいて生細胞と死細胞を個別に計数することで、細胞生存率を測定することが可能となる(図22)。

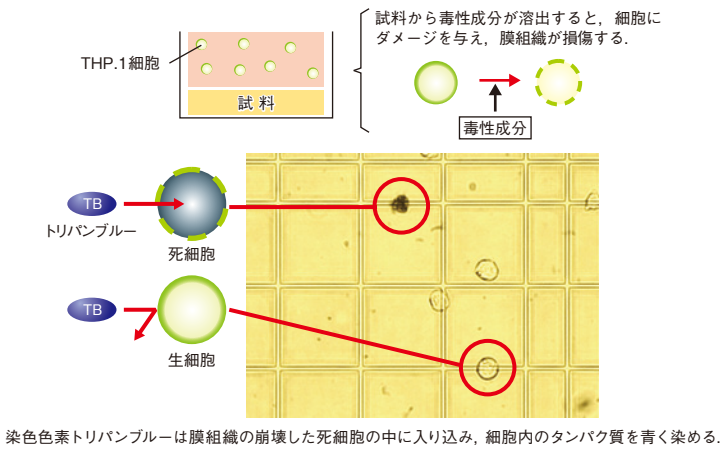


図22 トリパンブルー色素排除試験原理

図23に示すように、「マリモセメント」は対照試料と同様に90 %以上の高い細胞生存率を示し、細胞死を生じるような、細胞毒性は認められなかった。

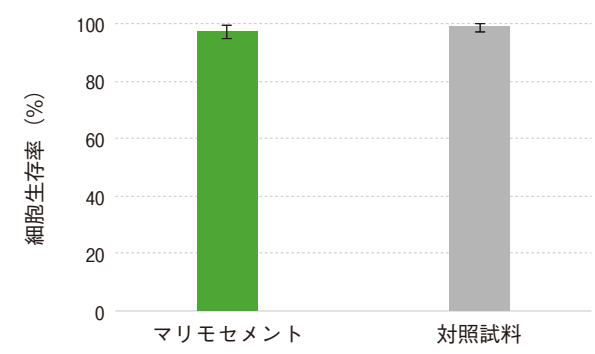


図23 THP.1細胞の生存率に対する各試料の影響

WST-8細胞毒性試験^{8,9)}：指示薬であるWST-8は、生細胞の持つ脱水素酵素（NAD⁺、NAD (P) + デヒドロゲナーゼ）によって橙色のWST-8ホルマザンへと還元される。この橙色の濃淡を吸光度として測定することで、試料による細胞の代謝活性への影響が分析可能となる。すなわち、橙色が濃い（吸光度が高い）場合、細胞毒性は低く、薄い（吸光度が低い）場合、細胞毒性が高いと判定される（図24）。

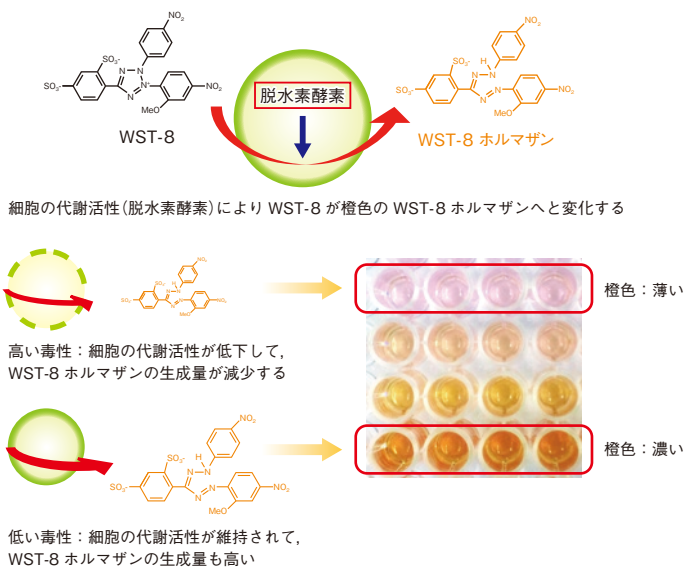


図24 WST-8細胞毒性試験 試験原理

対照試料の吸光度に対し、「マリモセメント」は同等の吸光度を示した（図25）。

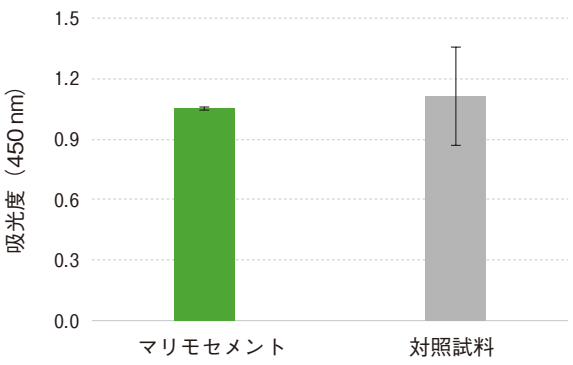


図25 THP.1細胞の代謝活性に対する各試料の影響

以上、「マリモセメント」はいずれの試験においても市販品と同等の結果を示した。これらの結果は、「マリモセメント」が生体に対し許容できないような細胞毒性を持たない安全性の高い材料であることを示唆している。

5. 臨床例

〈レジンコアの場合〉



1 歯面清掃
マルチエッチャント塗布、水洗、乾燥



2 歯面処理
レジン部分：マルチプライマー リキッド塗布、乾燥
歯質部分：TMR-アクアボンドO-n塗布、乾燥、光照射



3 冠内面処理
マルチプライマー リキッド塗布、乾燥



4 冠内面にマリモセメント塗布



5 支台歯にセット、圧接



6 光照射3～5秒（余剰セメント）



7 余剰セメント除去



8 光照射（最終重合）
咬合面、頬側面、舌側面の3方向から



9 完了

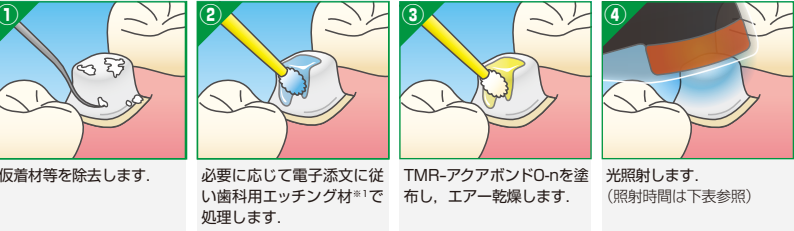
図26 「マリモセメント」の臨床例
下顎右側第一大臼歯
（写真提供：医療法人山北歯科診療所（高知県香南市）國藤 潤氏）

6. 使用手順

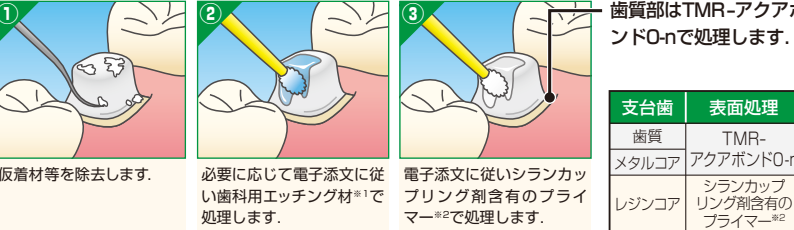
「マリモセメント」はそれ自体に接着成分が含まれているわけではないので、CAD/CAM冠の内面および支台歯の前処理を必要とする。支台歯の材質によって処理方法が異なるため注意が必要である。また、光照射の関係上、適応症例は厚さ3 mm以下のCAD/CAM冠の装着であり、セメントスペースは500 μm以下にする必要がある。 図27に使用手順を示す。

1 支台歯の前処理

歯質・メタルコアの場合



レジンコアの場合



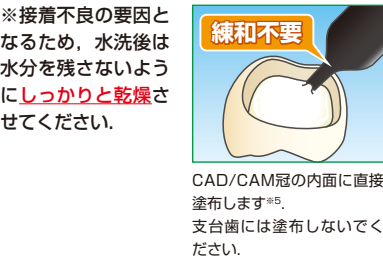
TMR-アクアボンドO-nの光照射条件

分類	光量	照射時間
ペンギン アルファ	2400 mW/cm ²	3秒以上
ハロゲン照射器*3	1200 mW/cm ²	
LED照射器*4	300 mW/cm ² 以上	10秒以上

2 CAD/CAM冠の前処理



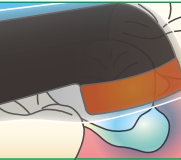
3 KZR-CAD マリモセメントLCの塗布



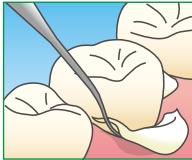
4 装着



5 余剰セメントの半硬化



6 余剰セメントの除去



7 最終硬化



※歯冠の大きさや厚みなどによって、隣接部に照射光が届かず硬化不十分になる恐れがある場合には、**多方向から満遍なく光照射**をおこなってください。

8 仕上げ

歯肉に付着した余剰セメントを除去します。

KZR-CAD マリモセメントLCの光照射条件（一方向の照射につき）

分類	光量	照射時間
ペンギン アルファ	2400 mW/cm ²	8秒以上
ハロゲン照射器*3	1200 mW/cm ²	20秒以上
LED照射器*4	300 mW/cm ² 以上	40秒以上
	1000 mW/cm ² 以上	20秒以上

※1 マルチエッチャントなど
※2 マルチプライマー リキッドはエアードライで乾燥時間を短縮できます。
※3 有効波長域が400～515 nm
※4 青色LEDで発光スペクトルのピークトップが450～480 nm、有効波長域400～515 nm
※5 必要に応じて、使用後のノズルはアルコールを染み込ませた綿球などで拭いてください。もしくはヘラなどを使用してCAD/CAM冠内面に塗布してください。

図27 使用手順

7. おわりに

レジンブロックはCAD/CAM冠の適応範囲拡大に伴って製造技術が進歩し、短期間で機械的性質が向上している。しかしながら、レジンブロックは金属のような塑性、セラミックスのような剛性を備えていない。そのため、荷重がかかるとCAD/CAM冠全体が変形し、接着界面に応力がかかるので、脱離のリスクがゼロになることはない。臨床でのトラブルを防ぐためには、そのような材料特性を把握したうえで、接着プロセス（支台歯形成から洗浄、表面処理、接着）をCAD/CAM冠用に最適化することが求められる。

「マリモセメント」は歯科医療現場の要望に応え、CAD/CAM冠の接着プロセスに最適化した設計をおこなっており、複雑な手順を簡略化し、安心できる接着を目指している。本レポートで「マリモセメント」の特長を知っていただき、少しでも興味を持っていただけたら幸いである。

《参考文献》

- 1) 厚生労働省：社会医療診療行為別統計
- 2) 末瀬一彦：保険診療に導入された「CAD/CAM 冠」の初期経過に関する調査研究. 日本デジタル歯科学会誌, 5, 85-93, 2015.
- 3) 疋田一洋, 舞田健夫, 川上智史, 池田和博, 斎藤正人, 田村誠, 小西ゆみ子, 神成克映, 内山洋一, 平井俊博：CAD/CAM 用ハイブリッドレジンブロックにより製作したクラウンの臨床評価. 日本補綴学会誌, 1, 64-70, 2009.
- 4) 末瀬一彦, 橋高又八郎, 辻功, 澤村直明：小臼歯 CAD/CAM 冠導入 2 年後の臨床経過に関する調査研究. 日本補綴歯科学会誌, 11, 45-55, 2019.
- 5) 山瀬勝, 曾布川裕介, 石田鉄光, 岡田智雄：CAD/CAM レジンクラウンの 2 年間の臨床経過観察. 日本デジタル歯科学会誌, 日本補綴学会誌, 9, 137-144, 2017.
- 6) アールアンドディ：歯科機器・用品年鑑
- 7) Correa GT, Veranio GA, Silva LE, Hirata Junior R, Coil JM, Scelza MF. Cytotoxicity evaluation of two root canal sealers and a commercial calcium hydroxide paste on THP1 cell line by Trypan Blue assay. J. Appl. Oral Sci., 17 : 457-461, 2009.
- 8) Ishiyama M, Miyazono Y, Sasamoto K, Ohkura Y, Ueno K, A Highly Water-Soluble Disulfonated Tetrazolium Salt as a Chromogenic Indicator for NADH as Well as Cell Viability. Talanta, 44 : 1299-1305, 1997.
- 9) Tominaga H, Ishiyama M, Ohseto F, Sasamoto K, Hamamoto T, Suzuki K, Watanabe M, A water-soluble tetrazolium salt useful for colorimetric cell viability assay. Anal. Commun., 36 : 47-50, 1999.

「MARIMO」への想いと将来の可能性

CAD/CAM冠の装着に特化した歯科接着用レジンセメント「KZR-CAD マリモセメントLC」には、「MARIMO」と呼ばれる球状多孔質ナノ粒子のジルコニアを配合し、接着強さを強化している。その「MARIMO」は、2012年、高知工科大学の小廣和哉教授が王鵬宇助教とともに、多孔質の二酸化チタンナノ粒子を超高速で合成できる画期的な手法を開発したことによって生み出された。従来の合成方法では複雑な操作が必要で、長時間の反応を要していたが、メタノールに原料と補助剤を加え、加熱するというシンプルな手法によって短時間での合成が可能になった。得られたナノ粒子がマリモによく似た形をしていることから「MARIMO (Mesoporouslly Architected Roundly Integrated Metal Oxide)」と名付けられ、現在「MARIMO PROJECT」として応用研究を進めている。

今回、その小廣教授にヤマキンの「KZR-CAD マリモセメントLC」開発担当者が「MARIMO」への想いと将来の可能性について話を伺ったので紹介する。

(聞き手：ヤマキン レジン開発チーム プロジェクトリーダー 溝渕 真吾)



高知工科大学 環境理工学群

教授 小廣 和哉 氏

ー「MARIMO」合成の画期的な手法として、高温・高圧メタノールを用いたことが、成功の鍵とのことですが、経緯や当時の苦労話などを教えてください。

最初からこのような形をしたものを作ろうとしていたわけではありませんでした。他の目的で研究をおこなっていたところ、偶然にも球状の多孔体が得られたことが「MARIMO」の研

究をスタートするきっかけとなりました。最初に試した試薬や濃度、温度などの反応条件は、今になって思えば、結果として「MARIMO」にとって理想的なものでした。その意味で発見に苦労はなかったのですが、他の目的を目指していた本来の研究では実にいろいろな実験をおこなっていました。

ー「MARIMO」のいちばんの特徴は、何よりも美しい形状ですね。はじめてそれを見たときはどのように思われましたか。

王助教が私の部屋に慌てた様子で駆け込んで来たことを昨日のここのように思い出します。「何か変わったものができました！」それが第一声だったと思います。見てすぐ思わず「やったね！」と答えた気がします。「美しかった」からです。

ー「MARIMO」という名前は親しみやすく、化学に詳しくない方にもイメージしやすいのではないかと思います。プロジェクト名に込めた想いなどがございましたら教えてください。

頭文字がMARIMOになるよう、うまく言葉を選ぶのはなかなか難しかったです。同僚の西脇永敏教授がこれを考えてくれました。多孔質で、大きさが揃っていて、ま〜るくて、集まっている金属酸化物という意味です。このMARIMOという名前については、はじめは「よくわからない」という意見もあったのですが、今では広く認知されています。丸くて美しいことが人の心を打つようです。

ー形状および材質のラインアップについて教えてください。また、オープンにできる範囲で結構ですので、最新の研究成果などもお聞かせください。

化学の授業で出てくる周期表（水素・ヘリウム・リチウム…）にある金属元素のうち、かなりの金属元素の酸化物をMARIMO化することができます。複数の金属酸化物からできているMARIMO多孔体も簡単に合成できます。多孔質であること、表面積が非常に大きいことを利用して、今回の接着材への応用のみならず、リチウムイオン電池素材、触媒や触媒担体、光半

導体等への応用研究もおこなっています。

ー産学官連携によって量産化の検討を進め、成果につながったと伺っております。産学官連携に至った経緯を教えてください。また、成果を出すために必要な連携のかたちについてどのようにお考えですか。

2012年、高知の産学官コミュニティ「土佐まるごと社中」の会合の場で、本学職員が宇治電化学工業株式会社社長の西山氏にMARIMOを紹介したことをきっかけにマッチングが実現しました。そして、2013年高知県産学官連携産業創出研究推進事業の支援を受け、大量合成技術確立に向けた共同研究をスタートしました。ちょうどその頃、大谷政孝助教（現准教授）がチームに加わってくれました。これにより研究が一気に加速しました。現在ではMARIMOの種類にもよりますが、一日に1kgのスケールで合成できるものもあります。上手くいった理由は「同じ県内にあり距離が近いので、コミュニケーションが取りやすい」ことと、「MARIMO好きは良い人ばかり」ということでしょうか（笑）。もちろん本学の研究支援担当職員の全面的なサポートがあつてのことです。



ーある程度量産が可能になり、応用研究ステージに移りつつあると思います。応用可能性についてどのようにお考えですか。

繰り返しになりますが、MARIMOの特徴は「多孔質であることと、表面積が非常に大きいこと」です。これらが意味することは、たくさん物質を蓄えることができ、また放出できること、物質を凹凸表面に引っ掛けて固定できることです。この現象をナノレベルで制御できるところにMARIMOの可能性あります。具体的には、地球規模で課題となっているエネルギーや環境の問題に対して、MARIMOの触媒機能を生かすことが考えられます。また、今回の歯科材料やドラッグデリバリーシステム（体内での薬物制御）への期待などヘルスケア関連での応用可能性もあると思います。

ー弊社をはじめとするMARIMOの応用を検討するメーカーに対してメッセージをいただけますか。

これまで世の中に全く存在しなかったものは、それが目の前に突然現れても、当然のこと

ながら応用例がありません。つまりお手本がありません。大学の研究室で産声を上げたMARIMO。海の物とも山の物とも分らない時に、この粒子に目をかけて下さったのが御社の技術者の方々です。今回の例は商品化にまでつながった第一号です。御社の技術力の高さに感服いたします。これからMARIMOをお使いになるメーカーの方々には、「多孔質で表面積が非常に大きく、表面にナノ凹凸がある」という際立った特性を存分に活かした新たな応用例を生み出してくださいと嬉しいです。

ー「MARIMO」の将来構想を教えてください。

嬉しい質問ですね。あと数年の内に、皆様の身の回りで直接的、間接的にお役に立つものになることを目指します。MARIMOに何かを含ませ、それを未来に運ぶことを夢見ています。例えば100年後に「出ておいで」と声をかければそれが現れるような… それは物というより、人に幸せをもたらす気持ちや心遣いのような何かでありたいと思います。

小廣和哉教授のMARIMOに関する研究成果

・MARIMO（二酸化チタン）論文

タイトル	著者	発表誌
Mesoporous Spherical Aggregates Consisted of Nb-Doped Anatase TiO ₂ Nanoparticles for Li and Na Storage Material	Yuri Tanaka, Hiroyuki Usui, Yasuhiro Domi, Masataka Ohtani, Kazuya Kobiro, Hiroki Sakaguchi	<i>ACS Appl. Energy Mater.</i> , 2: 636-643, 2019.
A New Approach to Sintering Resistant Metal Catalysts Supported on Concave-convex Surface of TiO ₂ Nanoparticle Assemblies	Farkfun Duriyasart, Akito Irizawa, Kahoko Hayashi, Masataka Ohtani, Kazuya Kobiro	<i>ChemCatChem</i> , 10: 3392-3396, 2018.
A new approach to surface activation of porous nanomaterials using non-thermal helium atmospheric pressure plasma jet treatment	Farkfun Duriyasart, Masataka Ohtani, Jun-Seok Oh, Akimitsu Hatta, Kazuya Kobiro	<i>Chem. Commun.</i> , 53: 6704-6707, 2017.

特許

発明の名称	特許番号	登録日
球状多孔質酸化チタンナノ粒子の合成方法	特許第 5875163 号（P5875163）	平成 28 年 1 月 29 日（2016.1.29）

・MARIMO（ジルコニア）

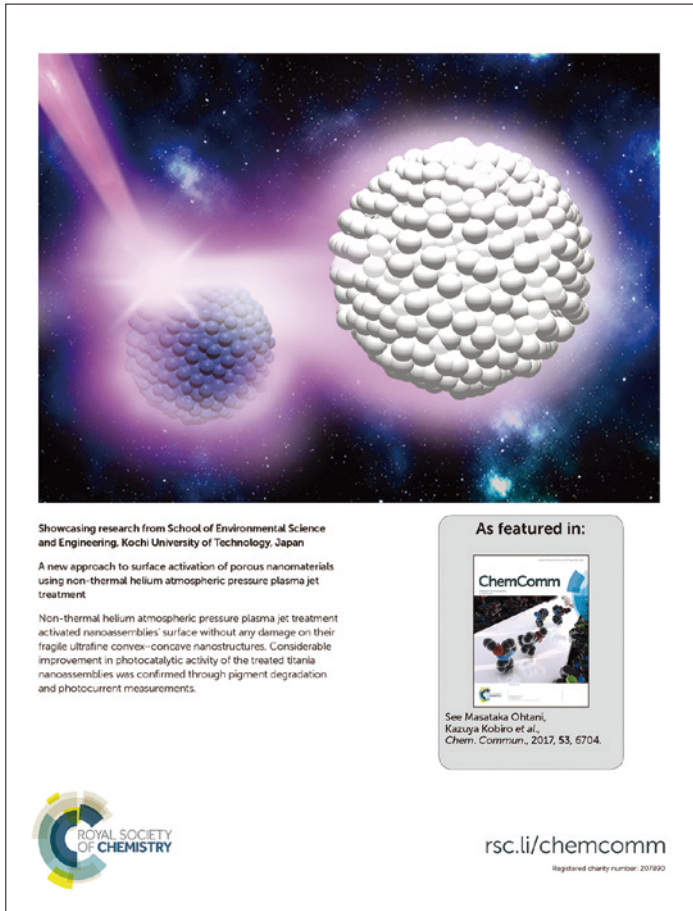
論文

タイトル	著者	発表誌
Ultra-simple synthetic approach to the fabrication of CeO ₂ -ZrO ₂ mixed nanoparticles into homogeneous, domain, and core-shell structures in mesoporous spherical morphologies using supercritical alcohols	Ellawala Kankanamge Chandima Pradeep, Teppei Habu, Hiroko Tooriyama, Masataka Ohtani, Kazuya Kobiro	<i>J. Supercrit. Fluids</i> , 97: 217-223, 2015.
Synthetic versatility of nanoparticles: A new, rapid, one-pot, single-step synthetic approach to spherical mesoporous (metal) oxide nanoparticles using supercritical alcohols	Pengyu Wang, Kazuya Kobiro	<i>Pure Appl. Chem.</i> , 86: 785-800, 2014.
Ultimately Simple One-pot Single-step Synthesis of Rare Earth Doped Spherical Mesoporous Metal Oxide Nanospheres with Upconversion Emission Ability in Supercritical Methanol	Pengyu Wang, Kazuya Yokoyama, Tomoya Konishi, Nagatoshi Nishiwaki, Kazuya Kobiro	<i>J. Supercrit. Fluids</i> , 80: 71-77, 2013.

特許

発明の名称	特許番号	登録日
多孔質無機酸化物ナノ粒子の合成方法、並びに該合成方法により製造される多孔質無機酸化物ナノ粒子及び球状多孔質無機酸化物ナノ粒子	特許第 6044756 号（P6044756）	平成 28 年 11 月 25 日（2016.11.25）

※上記の論文は研究成果の一部であり、他にも多数の論文を報告されている。



MARIMOが表紙を飾った*Chem. Commun.*, 53: 6704-6707, 2017.
[Original citation] - Reproduced by permission of The Royal Society of Chemistry

製品ラインアップ

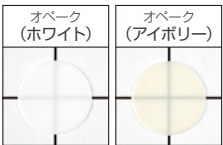


練和不要のCAD/CAM冠専用光重合型レジンセメント

KZR-CAD マリモセメントLC

管理医療機器 歯科接着用レジンセメント（光重合型）
認証番号：302AABZX00007000

色調：オペーク（ホワイト）
オペーク（アイボリー）



関連製品



■ 歯科用ボンディング材

TMR AQUA BOND 0-n

支台歯の表面処理に
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



■ 歯科金属用接着材料（歯科セラミックス用接着材料、歯科レジン用接着材料）

MultiPrimer LIQUID
マルチプライマー

CAD/CAM冠の内面処理に
メタルコア・ファイバーコアの表面処理に

マルチプライマー リキッド

管理医療機器 歯科金属用接着材料
（歯科セラミックス用接着材料、歯科レジン用接着材料）
認証番号：226AABZX00069000



■ 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



■ 歯科重合用光照射器

Penguin アルファ

一般医療機器 特定保守管理医療機器 歯科重合用光照射器
届出番号：13B2X00316310018

販売元（ペンギン アルファ）

YAMAKIN株式会社

〒543-0015 大阪市天王寺区真田山町3番7号

製造販売元（ペンギン アルファ）

ビヤス株式会社

〒132-0035 東京都江戸川区平井 6-73-9

M-TEG-PiはYAMAKIN株式会社の登録商標です。

製品や機型、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。

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

KZR-CAD ジルコニア
KZR-CAD HR ブロック2
ユニ1-n
ルナウィング
TMR-セットフィル10.

管理医療機器 歯科切削加工用セラミックス
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料
管理医療機器 歯科切削加工用レジン材料

認証番号：226AABZX00026000
認証番号：226AABZX00171000
認証番号：221ACBZX00089000
認証番号：218AABZX00035000
認証番号：230AABZX00066000

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。

《デジタルハンドブックシリーズ》



価格：本体2,000円+税

歯科用デジタル
ハンドブック 1

〈特集〉

デジタル新時代の幕明け
～口腔内スキャナーと
3Dプリンターの本格導入へ～ 等

発行：YAMAKIN株式会社
発行日：2019年8月



価格：本体1,000円+税

歯科用デジタル
ハンドブック 2

〈特集〉

デジタル技術と地域医療
2020年4月診療報酬改定
（小臼歯・大臼歯CAD/CAM冠）

発行：YAMAKIN株式会社
発行日：2020年5月



価格：本体1,000円+税

歯科用デジタル
ハンドブック 3

〈2大特集〉

ついにCAD/CAM冠が前歯部に適用
3Dプリンターの基礎知識と応用

発行：YAMAKIN株式会社
発行日：2020年10月



価格：本体1,000円+税

歯科用デジタル
ハンドブック 4

〈特集〉

広がるデジタル技術と材料選択

発行：一般財団法人 ヤマキン学術文化振興財団
発行日：2021年8月



価格：本体1,000円+税

歯科用デジタル
ハンドブック 5

〈特集〉

CAD/CAMインレー保険適用と
歯科技工士法改正

発行：一般財団法人 ヤマキン学術文化振興財団
発行日：2022年5月

《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）
ルナウィ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 「ルナウィング」の生物学的評価（2006年6月）
Vol.5 高カラット金合金の物性・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ー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ー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ー修復材モノマー（1）（2010年3月）
Vol.4 歯科材料モノマーの重合ー修復材モノマー（2）（2010年7月）
Vol.5 歯科材料モノマーの重合ー酸素の影響（2011年8月）
Vol.6 歯科材料モノマーの重合ー開始剤と開始（2012年10月）
Vol.7 重合性シランカップリング剤ー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 活性酸素ーその生成、消去および作用ー（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）

《メディカルバイオロジーレポート 既刊》

Vol.1 低濃度フッ化物と口腔内細菌

《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 ガンマシータ製品レポート（2018年1月）
マルチエッチャント製品レポート（2018年7月）
「KZR-CAD ナノジルコニア」の基礎知識と製品レポート（2018年7月）
TMR-ゼットフィル10 製品レポート（2018年8月）
TMR-アクアボンド0 製品レポート（2018年8月）
「KZR-CAD ジルコニア グラデーション」の基礎知識と製品レポート（2019年3月）
TMR-MTAセメント ミエール 製品レポート（2019年8月）
「KZR-CAD ワックスディスク」の基礎知識と製品レポート（2020年2月）
ユニコムP.T 製品レポート（2021年2月）
ア・ウーノ 製品レポート（2022年6月）

CAD/CAM冠 専用レジンセメント



特設サイトのご案内

製品パンフレット、使い方や接着強さの紹介動画など、詳しくは特設サイトをご覧ください。



KZR-CAD マリモセメントLC 特設サイト

https://www.yamakin-gold.co.jp/prdct_dental/product/marimo/



接着力チャレンジ動画「綱引き編」
(YouTube：3.09)



接着力チャレンジ動画「消防車編」
(YouTube：3.04)

タイムリーな情報は、
Webマガジン「ヤマキンニュース」でお知らせします。



<https://www.yamakin-gold.co.jp/yn/>

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

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

創業70周年に向けて

70 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