

UNICOM-PT



ユニコムPT 製品レポート

優れた靱性と強度を発揮する銀合金

目 次

1. はじめに	2
2. 銀合金について	3
2.1 基礎知識	3
2.2 開発背景	4
2.3 「ユニコム P T」の特長	4
3. 試料と試験方法	5
3.1 試料	5
3.2 試験片調製	5
3.3 試験方法	6
4. 結果および考察	8
4.1 硬さ, 引張強さ, 0.2%耐力, 伸び, 曲げ強さ, ヤング率	8
4.2 液相点・固相点	10
4.3 変色, 鑄肌, 研磨面, 組織	11
4.4 溶出	14
4.5 細胞毒性	14
5. まとめ	16
6. おわりに	16

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)
松浦理太郎 博士 (農学)	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 準会員

林 未季 (博士後期課程在学中) (高知大学大学院総合人間自然科学研究科医学専攻)
水田 悠介 (博士後期課程在学中) (高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻)
溝渕 真吾 (博士後期課程在学中) (高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻)

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。

ユニコム P T 製品レポート

金属材料開発課 プロジェクトリーダー 相ノ谷 正之

1. はじめに

歯科用貴金属合金は、機械的性質や加工性、耐食性、生体適合性の面から広範囲の用途に用いられ長年の臨床実績がある。一般的に歯科用貴金属合金の設計は、金、白金、パラジウム、銀などの貴金属を主要成分に、数種類の別の貴金属元素や非貴金属元素を添加することで、強度、融点、铸造性、加工性などが調整される。

ヤマキンの歯科用貴金属合金の開発では、独自の技術を生かし、主要成分の貴金属と添加元素の種類や添加量を微調整し最大の物性を引き出す検討を行っている。さらに、医療機器としての安全性を確保するために、溶出特性や細胞毒性をはじめとする生物学的安全性を検証している。

「ユニコム P T」は、ヤマキンの歯科鑄造用銀合金（以下、銀合金）「ユニシリーズ」の銀合金第2種の追加ラインアップとして、昨今のパラジウム地金相場高騰に合わせ、既存のパラジウム含有銀合金の添加元素をパラジウムに代わる元素に変更し、同等の物性かつ新たな特長を持つ合金を目指して開発された製品である。本製品は、銀（70.0 %）、インジウム（20.5 %）を主体として、パラジウムに代わり白金（0.7 %）を効果的に含有したことでパラジウムを含有しないながらも、「ユニシリーズ」のパラジウム含有の既存製品の強度に近い値を示す。また、「ユニシリーズ」のパラジウム含有の既存製品と比較して2倍程度伸びが大きく靱性がある特長を有する。

今回、本製品と、長年にわたり多くの臨床実績がある「ユニシリーズ」の既存製品において物性と安全性評価を中心に試験を行い、製品レポートとしてまとめた。

本レポートが、歯科医療従事者の臨床に役立てば幸いである。

2. 銀合金について

2.1 基礎知識

表1に歯科鑄造用銀合金（JIS T 6108：2005）¹⁾ の特性を示す。該当JIS規格では、化学成分、液相点、変色、硬さ、引張強さ、伸びの規定があり、化学成分、引張強さ、伸びの値で第1種、第2種に分類されている。銀合金は保険が適用されており、日本国内で第1種、第2種合計で2019年はメーカーから「10,969 kg」出荷されている²⁾。

白金族元素は、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）の6元素からなり、いずれも融点が高く化学的に安定である等、類似した性質を有する³⁾。原子番号や密度により、Ru、Rh、PdとOs、Ir、Ptに分類される。これら白金族元素の中で、Ru、Rh、Pd、IrおよびPtが銀合金に適切な元素とされている¹⁾。

表1 歯科鑄造用銀合金の特性

種類	化学成分	液相点 (℃)	変色	ビッカース 硬さ(HV)	ブリネル 硬さ(HB)	引張強さ (MPa)	伸び (%)
第 1 種	・銀 60%以上 ・インジウム 5% 未満 ・白金族元素含まない	1,000 以下	変色しないか、 又は変色しても 標準色票の 色相 10YR で 明度 7 以上、 彩度 6 以下	90 以上	75 以上	—	—
第 2 種	・銀 60%以上 ・インジウム 5% 以上 ・白金族元素 10%以下					295 以上	3 以上

銀は空気中の亜硫酸ガスあるいは硫化水素などの硫黄化合物と容易に反応し、硫化銀を生成し黒く変色するため、耐硫化性を考慮する必要がある。そのため銀合金では、一般的に主成分である銀に、非貴金属元素としてインジウムや亜鉛、貴金属元素としてパラジウムを添加している。

この添加元素の量により合金の相が変化する。一例として図1に銀-インジウム状態図⁴⁾を示す。インジウム含有量が少ないと銀にインジウムが固溶した状態になり、インジウム含有量が多くなると銀との金属間化合物を形成する。多元系になるとより複雑な反応を生じるが、2元系の銀-インジウムに限定して考えると、銀合金では状態図赤線のような組成域となり、銀固溶体に微細な金属間化合物が分散した図2のような合金の状態（相）になる。

一般的に純金属よりも固溶体、金属間化合物の方が強度が大きくなる。これは固溶体では結晶格子の歪みが、金属間化合物では結晶構造の変化が起き、変形させるための抵抗力が増すためである。銀合金では固溶体中に金属間化合物が分散する相の状態になることで歯科修復物として使用可能な強度が得られる。ただし金属間化合物を多く含む合金は脆くなりやすく、銀合金も一般的に脆い傾向になるため、添加量には十分な検討が必要である。

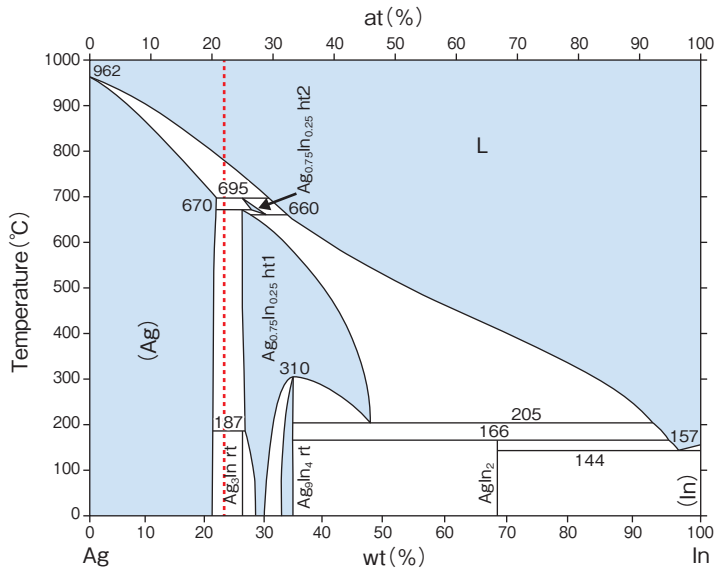


図1 Ag-In状態図

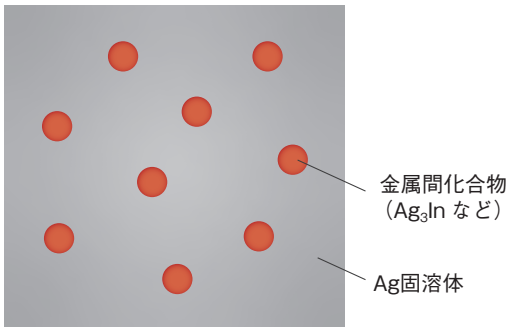


図2 銀合金の相イメージ

2.2 開発背景

銀合金はパラジウムを含有した製品が多く、近年のパラジウム地金相場高騰の影響を受けている。そこでヤマキンではパラジウムの代替材料として、同じ白金族元素である白金を採用し、パラジウム含有の既存製品と同等の物性と新たな特長を持つ銀合金の開発に取り組んだ。

鋭意開発を進めた結果、「ユニシリーズ」の既存製品に近い強度を有しながら、2倍程度の伸びと高い靱性を示す、「ユニコム P T」の開発に成功した。

2.3 「ユニコム P T」の特長

「ユニコム P T」のユニークな特長は、銀合金には珍しい折り曲げに対する強さを発揮する点である。薄板を曲げても折れない高い靱性を有しており、辺縁が薄いインレーや根管に深く差す形状のキャストコアなどの症例において十分期待できる。これは、パラジウムの代わりに添加した白金により金属組織が改質されたためと考えられる。詳しくは後述の各評価で詳細に説明する。

さらに、本製品は「ユニシリーズ」の既存製品に近い強度を有するため、クラウン、3本ブリッジにも使用できる*。

*・強度が不足する形態のキャストコアには、使用をお控えください。

・3本ブリッジを製作する場合は、連結部の断面積を十分に確保し、歯冠長の短い症例など、連結部の断面（高さ、厚み）が十分に確保できない場合は使用を避けてください。

3. 試料と試験方法

3.1 試料

表2に各試験において用いた「ユニコム P T」、および比較試料として用いた「ユニシリーズ」の銀合金第2種5製品（いずれもYAMAKIN株式会社）の組成を示す。白金族元素として、「ユニコム P T」は0.7%の白金（以下、Pt）、「ユニコム 5」「ユニコム 7」「ユニ 1-n」は0.5～1.0%のパラジウム（以下、Pd）を含有することを特徴としている。

表2 銀合金第2種の組成

製品名	成分 (%)					
	Pt	Pd	Ag	In	Zn	その他
ユニコム P T	0.7	—	70.0	20.5	6.2	(Sn, Ir, Al) 2.6
ユニコム 5	—	0.5	70.7	22.5	6.14	(Ir, Al, Ga) 0.16
ユニコム 7	—	0.7	70.0	20.5	6.2	(Sn, Ir, Al) 2.6
ユニ 1-n	—	1.0	70.0	23.0	4.9	(Sn, Cu, Ir, Al) 1.1
ユニシルバー 7 3	—	—	72.0	6.0	12.0	(Sn, Ru, Al) 10
ユニ S	—	—	69.5	13.0	13.0	(Sn, Ru, Al) 4.5

3.2 試験片調製

「ユニコム P T」、「ユニコム 5」、「ユニコム 7」、「ユニ 1-n」の各製品について、表3に示す形状の試験片を作製した（溶出試験のみ「ユニシルバー 7 3」、「ユニ S」を含む）。いずれの試験片もクリストバライト系埋没材を用い、遠心鑄造機で添付文書に定められている条件に従って鑄造した。ただし、液相点・固相点試験は未鑄造の製品（粒状）を、WST-8試験は市販の金属塩化合物を用いた。

表3 試験の種類と試験片形状

試験の種類	試験片の形状	評価項目
硬さ試験	板状：10×10×1 mm	硬さ
引張試験	直径 3 mm, 長さ 60 mm (つかみ部：直径 6 mm, 長さ 15 mm)	引張強さ, 0.2% 耐力, 伸び
曲げ試験	板状：34×13×1.5 mm	曲げ強さ, ヤング率
液相点・固相点試験	粒状：直径 3.3 mm ～ 5.6 mm (円盤型)	液相点, 固相点
変色試験	板状：15×20×1 mm	変色
技工評価	クラウン形状 (単冠)	鑄肌, 研磨面観察
組織観察	板状：10×10×1 mm	組織観察
溶出試験	板状：34×13×1.5 mm	溶出
WST-8 試験	試薬：金属塩化合物	細胞毒性

3.3 試験方法

試験方法は下記のとおりとした。

(1) 硬さ試験⁵⁾

耐水研磨紙800番で最終研磨した試験片の硬さを、硬さ試験機：「MVK-EⅡ」（株式会社明石製作所）を用いて測定した。測定条件は、荷重300 g、保持時間15秒とした。試験片は1検体につき9カ所を測定した。（n=3）

(2) 引張試験¹⁾

引張強さ、0.2%耐力、伸びを、オートグラフ：「AGS-10kND」（株式会社島津製作所）を用いて測定した。測定条件は、標点間距離15 mm、クロスヘッドスピード1.5 mm/minとした。（n=3）

(3) 曲げ試験⁶⁾

形状が31×12×1.2 mmになるまで研磨し、耐水研磨紙1200番で最終研磨した試験片の曲げ強さ、ヤング率を、オートグラフ：「AG-X-20kN」（株式会社島津製作所）を用いて測定した。測定条件は、3点曲げ、治具径4 mm、標点間距離25 mm、クロスヘッドスピード1 mm/minとした。（n=3）

(4) 液相点・固相点試験⁷⁾

未鑄造の粒状の製品をるつぽ内で熔融し、その際の温度を測定して得られる冷却曲線から液相点および固相点を求めた。（n=3）

(5) 変色試験^{1, 8)}

耐水研磨紙800番で最終研磨した試験片を37℃で0.1%硫化ナトリウム水溶液に72時間浸せきした後、変色の状態を観察した。観察には標準色票の色相10YRを用いた。（n=3）

(6) 技工評価（鑄肌、研磨面観察）

クラウン形状（単冠）に鑄造した試験片の鑄肌の状態を観察した。マイクロモータを用いてカーボランダムポイント、ペーパーコーン、シリコンポイントの順で研磨処理した後、ロビンソンブラシ、布バフの順で研磨剤を塗布してつや出し処理を行い、研磨面の状態を観察した。（n=3）

(7) 組織観察

耐水研磨紙2400番で最終研磨し、ダイヤモンドペーストでバフ鏡面仕上げした後、3.6M希硝酸溶液（20％）で約60秒間エッチングした試験片を、デジタルマイクロスコープ：「VHX-6000」（株式会社キーエンス）を用いて観察した。（n=1）

(8) 溶出試験⁸⁾

表面積が10 cm²を下回らないように、表面を0.1 mm以上研磨し、耐水研磨紙1200番で最終研磨した試験片を0.1 M乳酸（0.9％）+0.1 M NaCl（0.58％）溶液10 mL中に浸せきし、37℃で7日間静置した。浸せき溶液を回収し、誘導結合プラズマ発光分析（ICP-OES）に供し、浸せき溶液の金属イオンの定性および定量分析を行った。金属イオンの溶出量は試験片の単位面積あたりの溶出量（μg/cm²）として算出した。（n=4）

(9) WST-8試験^{9, 10)}

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、指示薬であるWST-8がオレンジ色のWST-8ホルマザンへと還元される原理を利用し、このオレンジ色の濃淡を測定して、試料の細胞への影響を分析した。細胞としてヒト急性単球性白血病細胞株 THP.1細胞（高知大学医学部歯科口腔外科学講座より分譲、図3）を用いた。

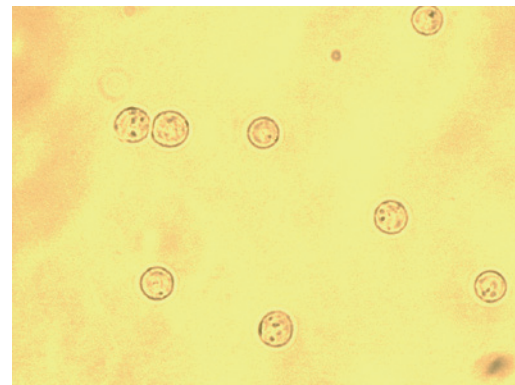


図3 ヒト急性単球性白血病細胞株 THP.1細胞

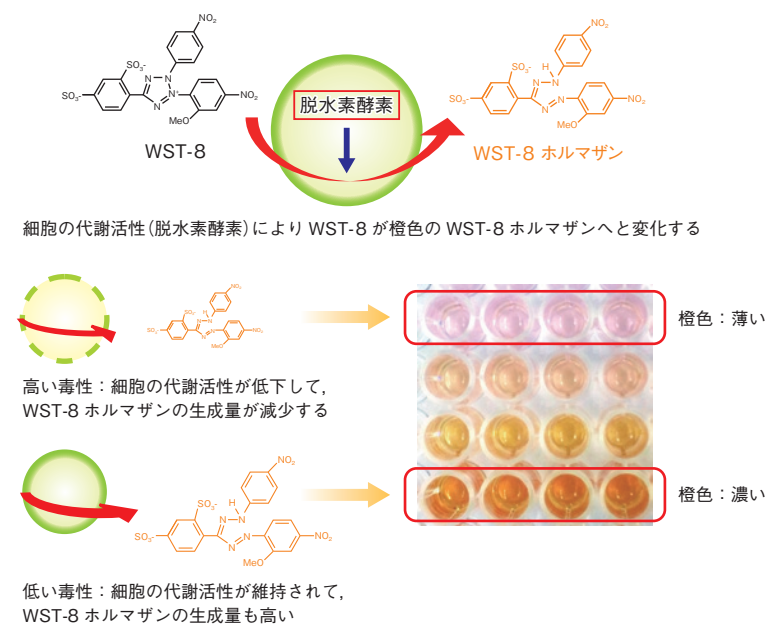


図4 WST-8試験原理

THP.1細胞を96穴培養プレートに5×10³ cells/ウェルとなるように播種し、24時間培養した（5%CO₂、37℃）。ウェルの底面に細胞が付着していることを確認し、各試験液にて培地交換後、さらに48時間培養した。各ウェルに「Cell Counting Kit-8」（株式会社 同仁化学研究所）の試薬溶液を10 μL添加し、2時間呈色させて450 nmにおける吸光度を測定した。

4. 結果および考察

4.1 硬さ、引張強さ、0.2%耐力、伸び、曲げ強さ、ヤング率

図5に硬さ試験結果を示す。Pdを含有する「ユニコム5」，「ユニコム7」，「ユニ1-n」（3製品をまとめて以下，既存製品）が，150～165 HVに対し，Ptを含有する「ユニコム P T」は既存製品の中間程度の155 HVを示した。

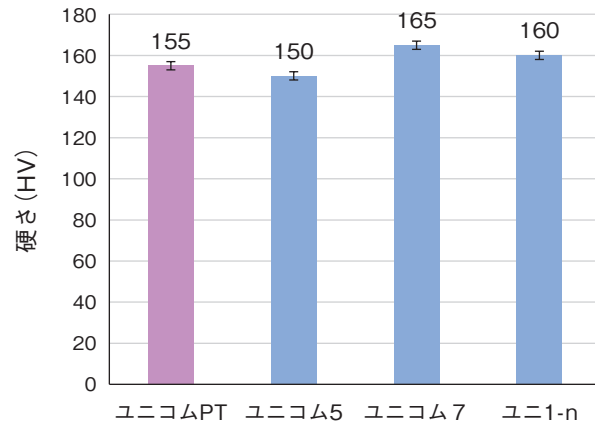


図5 硬さ

図6～8に引張強さ，0.2%耐力，伸びの試験結果を示す。

引張強さは既存製品が405～450 MPaであるのに対し，「ユニコム P T」は既存製品の中間程度の415 MPaを示した（図6）。

0.2%耐力は，既存製品が260～270 MPaに対し，「ユニコム P T」はやや低い250 MPaであった（図7）。

その一方，伸びにおいては既存製品が6～7 %に対し，「ユニコム P T」は2倍近い13 %であった（図8）。

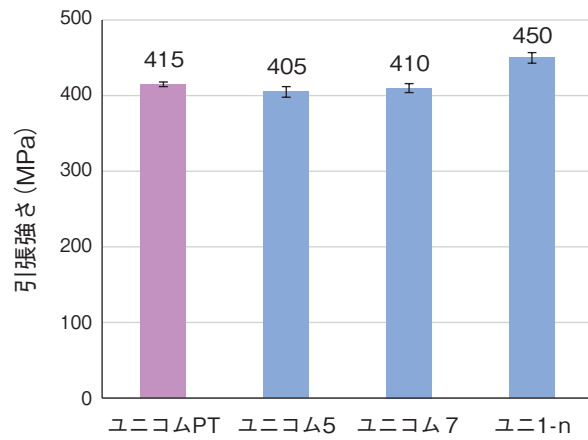


図6 引張強さ

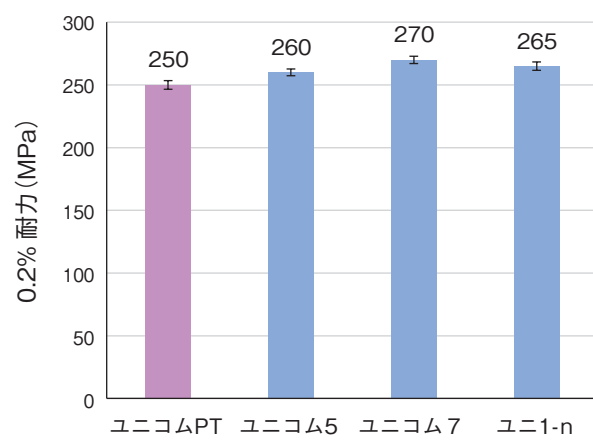


図7 0.2%耐力

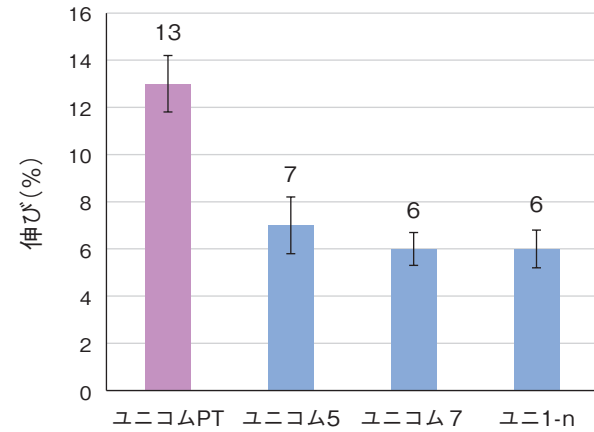


図8 伸び

図9～11に曲げ試験による荷重-変位曲線，曲げ強さ，ヤング率の試験結果を示す。

既存製品は，曲げ試験で変位が大きくなると破折したのに対し，「ユニコム P T」は破折が認められなかった（図9）。この結果から，既存製品と比較して，「ユニコム P T」は靱性に特長があると言える。

曲げ強さは，既存製品が示した646～673 MPaに対し，「ユニコム P T」はやや低い610 MPaであった（図10）。ヤング率は既存製品が51～63 GPaに対し，「ユニコム P T」はやや低い49 GPaであった（図11）。ヤング率は弾性率とも呼ばれ，弾性域での変形しづらさを表す物性値で，ヤング率が高いほど変形しづらくなるが，一般的に高すぎると脆くなる傾向にある。

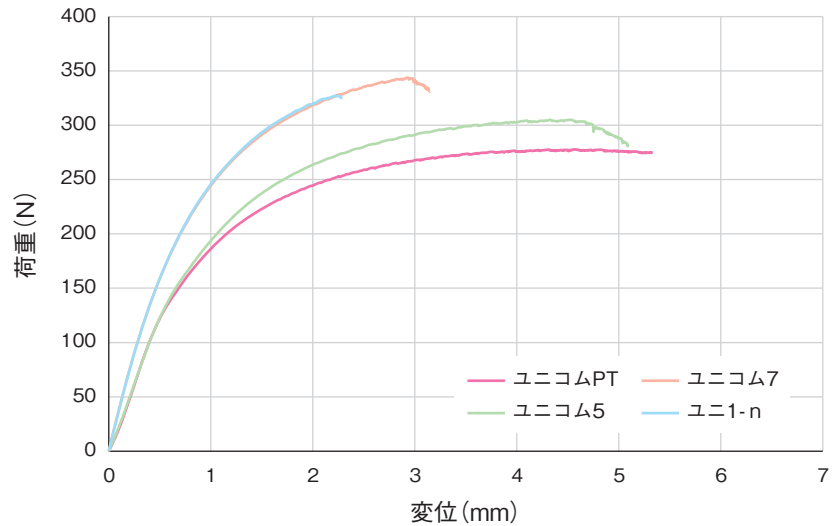


図9 曲げ試験荷重-変位曲線

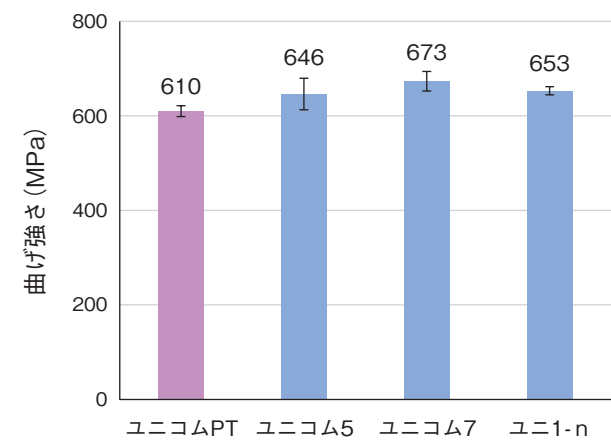


図10 曲げ強さ

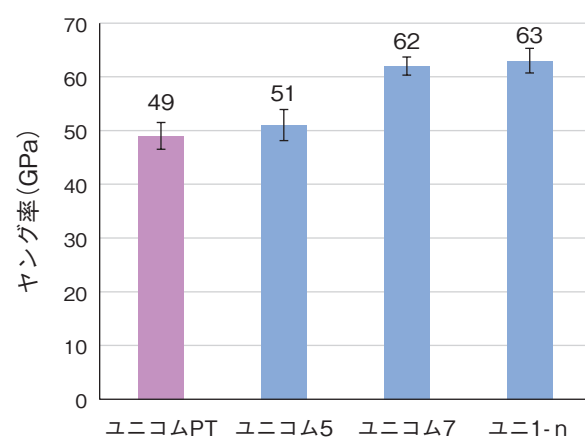


図11 ヤング率

以上の試験結果から、「ユニコムPT」は硬さ、引張強さが既存製品の間程度で、既存製品に近い強度を有しており、さらに既存製品と比較して、0.2%耐力、曲げ強さおよびヤング率がやや低く、伸びが高い傾向が認められることから、機械的性質の観点で靱性の高い銀合金であると言える。強度と靱性を両立したバランスの取れた製品であることが示された。

4.2 液相点・固相点

図12～13に液相点と固相点の計測結果を示す。既存製品の液相点は680～700℃であり（図12）、固相点は660～670℃であった（図13）。「ユニコムPT」の液相点が680℃、固相点が660℃と既存製品に近い温度であったことから、既存製品と同様の溶解条件で使用できることが示された。

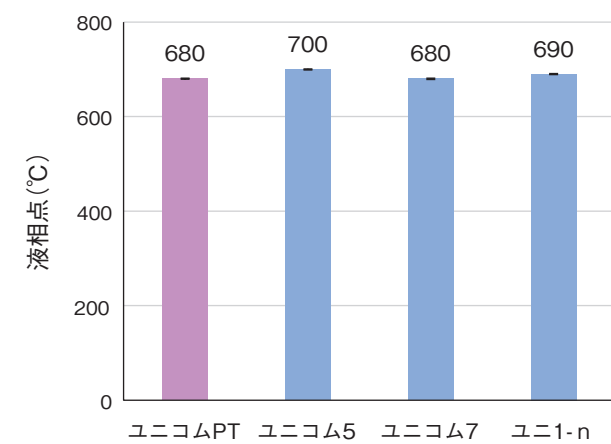


図12 液相点

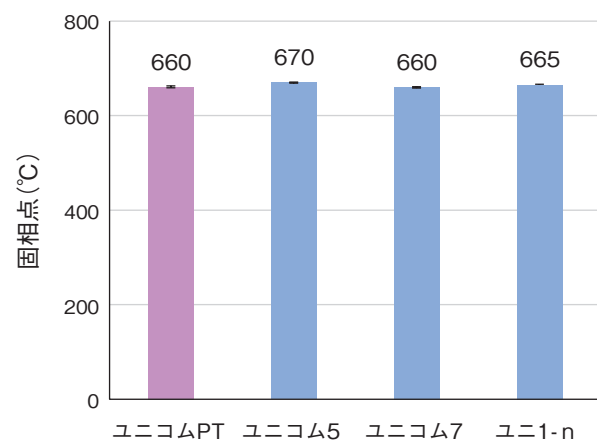


図13 固相点

4.3 変色、鋳肌、研磨面、組織

変色試験では、0.1%硫化ナトリウム水溶液浸せき前後で試験片の外観を検証した。代表例として「ユニコムPT」および「ユニコム7」の外観を図14に示す。その他の製品も図14と同様に外観の変化はわずかであった。続いて、これら変化を標準色票の色相10YR（図15）に基づいて評価したところ、表4に示すように、いずれの製品も、明度に変化は認められず、彩度の上昇も1に留まった。なお、JIS T 6108では「変色しないか、又は変色することがあっても、JIS Z 8721に規定する標準色票の色相は10YRで、明度は7以上、彩度は6以下でなければならない」と規定されており、いずれの製品も規定を満たしている。

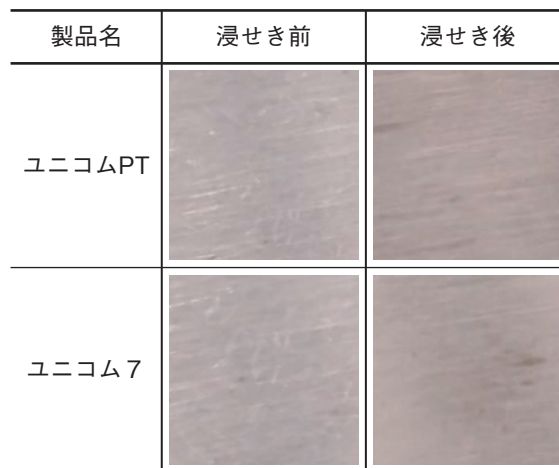


図14 変色試験浸せき前後外観

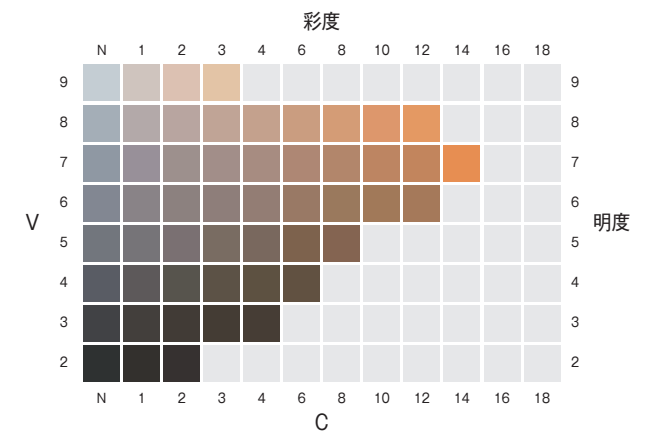


図15 標準色票10YR

表4 変色試験結果

製品名	浸せき前		浸せき後	
	彩度	明度	彩度	明度
ユニコムPT	1	9	2	9
ユニコム5	1	9	2	9
ユニコム7	1	9	2	9
ユニ1-n	1	9	2	9

技工評価として「ユニコムPT」および既存製品の鑄肌と「ユニコムPT」研磨面の外観を観察した。鑄肌の外観を図16に、研磨面の外観を図17に示す。

鑄肌は「ユニコム5」が淡橙系、「ユニコム7」が淡黄色系、「ユニ1-n」が薄灰白色系の色調を示した。「ユニコムPT」は若干赤みのある黄色系で、「ユニコム5」と「ユニコム7」の中間程度の色調を示した。

「ユニコムPT」の研磨面は、優美な金属光沢を有しており、既存製品と同等である。



図16 鑄肌の外観
(左から「ユニコムPT」, 「ユニコム5」, 「ユニコム7」, 「ユニ1-n」)



図17 「ユニコムPT」研磨面の外観

組織観察で得られた各製品の金属組織を図18～21に示す。Pdを含有した既存製品は、長細い結晶が枝分かれする樹枝状結晶（デンドライト）が観察された。その一方、Pt含有の「ユニコムPT」は、細かく均一な組織が観察された。添加元素をPdからPtに変更したことにより金属組織が改質されたものと考えられる。

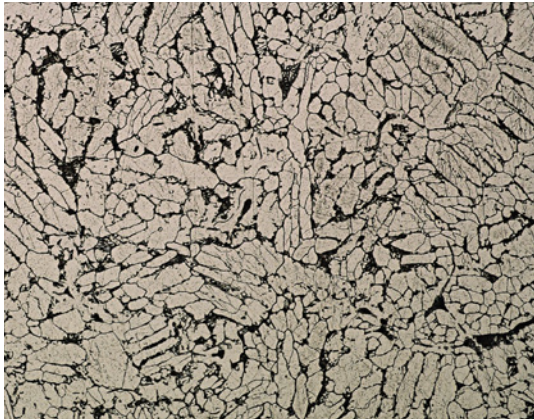


図18 「ユニコムPT」の金属組織（500倍）

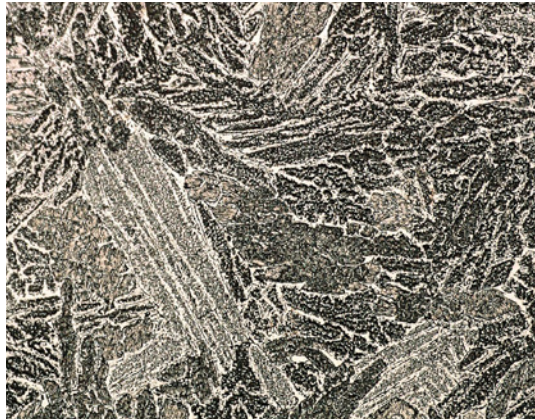


図19 「ユニコム5」の金属組織（500倍）

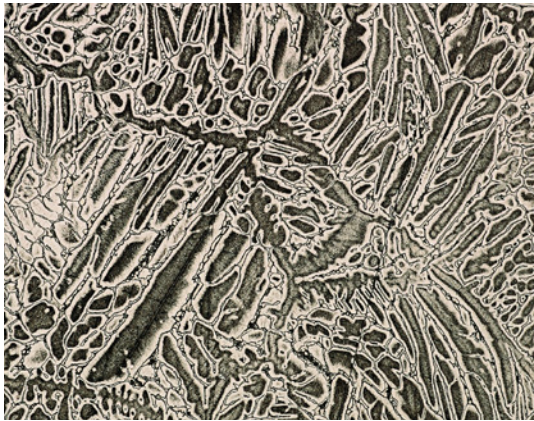


図20 「ユニコム7」の金属組織（500倍）

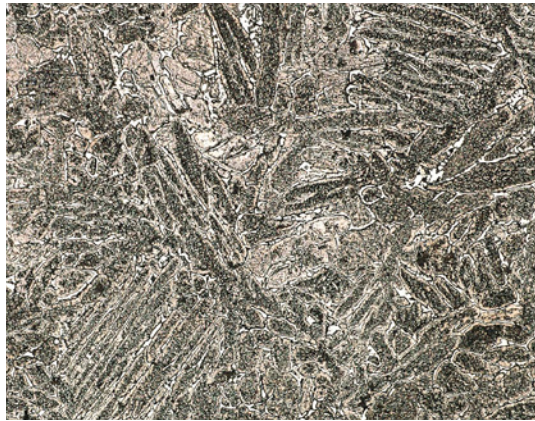


図21 「ユニ1-n」の金属組織（500倍）

4.4 溶出

図22に0.9%乳酸+0.58%NaCl溶液における溶出試験の結果を示す。PtあるいはPdを0.5%以上含有した「ユニコムPT」と既存製品に、比較対象としてPt、Pdを含まない銀合金第2種の「ユニシルバー73」、「ユニS」を加え、各製品から溶出した成分の総溶出量を比較した。その結果、「ユニシルバー73」、「ユニS」の総溶出量に対し、Pt、Pdを含有したいずれの製品も1オーダー低い溶出量を示した。また、「ユニコムPT」(107.20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)は、Pd含有の他の製品(243.93~375.19 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)と比較しても、最も低い溶出量を示した。

これらの結果は、一定量以上のPt、Pdの含有が、銀合金の耐食性の向上において有効であることを示すものである。

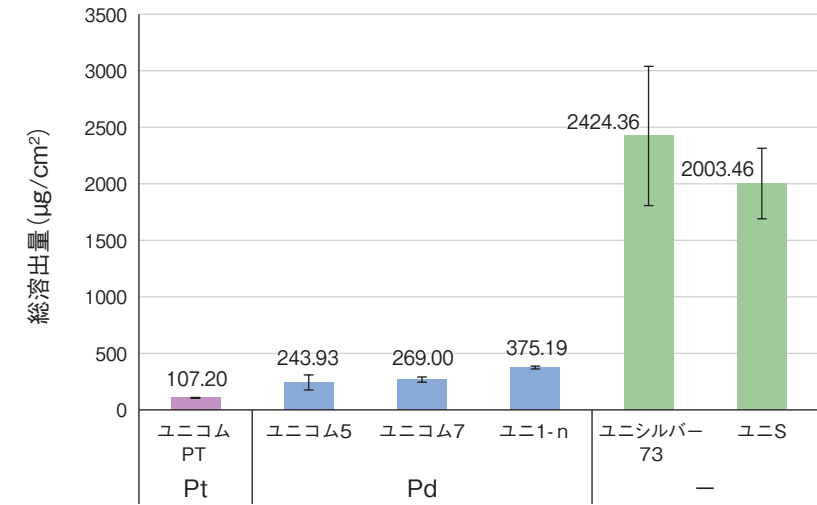


図22 0.9%乳酸+0.58%NaCl溶液における各製品の溶出量

4.5 細胞毒性

歯科用貴金属合金は、口腔内で絶えず唾液にばく露され、さらに飲食の際の温度およびpH変化、咀嚼時の荷重など、過酷な環境に置かれる。生体に対する生物学的なリスクを考慮すると、磨耗によって生じる磨耗粉よりも、溶出によって生じる金属イオンがより大きなリスク要因になるものと考えられる¹¹⁾。歯科用貴金属合金を構成する金属元素の生物学的な安全性評価の一環として、試薬（金属塩）を用いた細胞毒性に関する研究が数多く報告されている¹²⁻¹⁸⁾。本項では、溶出試験において「ユニコムPT」から溶出が確認された銀、インジウム、亜鉛、スズ（以下、Ag、In、Zn、Sn）の、市販の金属塩試薬（ Ag_2SO_4 、 InCl_3 、 ZnCl_2 、 SnCl_2 ）を用いたWST-8試験について報告する。

金属塩試薬を種々の濃度に調製し、THP.1細胞と培養した。金属塩を添加しなかった際の吸光度をコントロールとし、金属塩添加時の吸光度をコントロールに対して相対的に評価した。ここで、相対吸光度が低いほど細胞毒性を有することを意味する。

図23にWST-8法におけるAgの阻害曲線を示す。Ag濃度の増加と共に、相対吸光度が低下する傾向が認められる。この阻害曲線に、「ユニコムPT」のAg溶出量(0.001 μM ：単冠使用を想定し、平均的な1日の唾液分泌量1Lに晒された際に溶出するAg濃度を算出)を外挿すると、相対吸光度はコントロールと同等であった。したがって、「ユニコムPT」を使用した際に想定される溶出Agの濃度域ではTHP.1細胞に対し毒性を示さないものと考えられる。

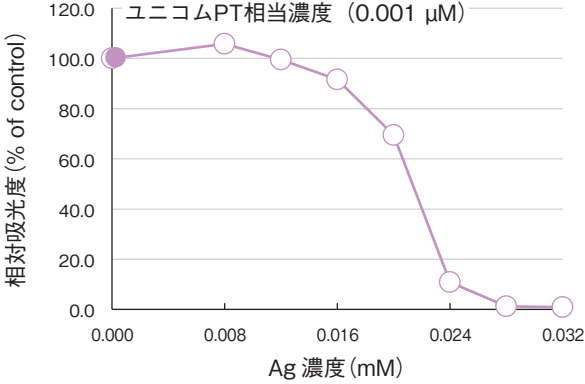


図23 THP.1細胞に対するAgの影響

同様にIn、ZnおよびSnについても検討を行った。図24~26にその結果を示す。いずれの金属においても、想定される溶出濃度(In：0.6 μM 、Zn：0.5 μM 、Sn：0.05 μM)ではコントロールと同等の相対吸光度が認められた。以上より、「ユニコムPT」を口腔内で使用した際に想定される各金属元素の溶出は、いずれも細胞に傷害を与えないものと考えられる。

なお、WST-8試験は、高知大学医学部歯科口腔外科学講座との共同研究において実施した。

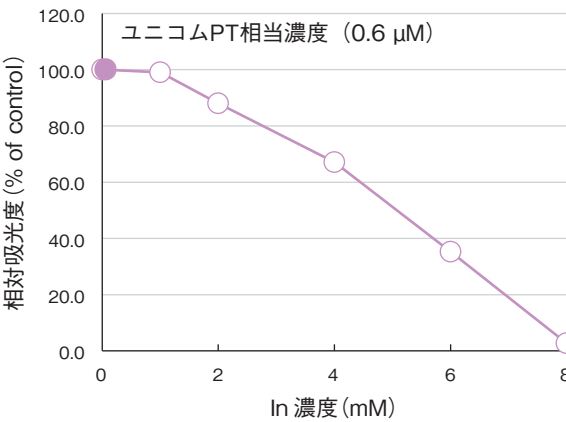


図24 THP.1細胞に対するInの影響

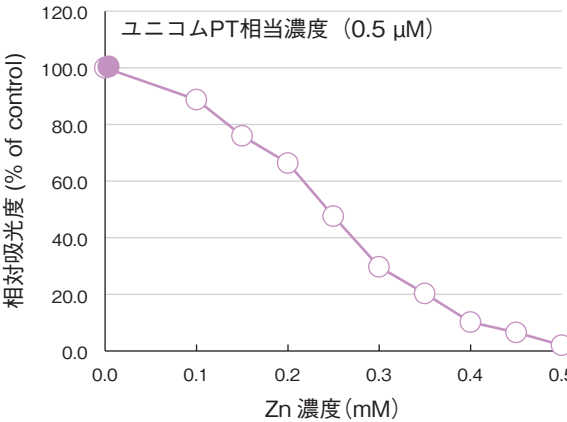


図25 THP.1細胞に対するZnの影響

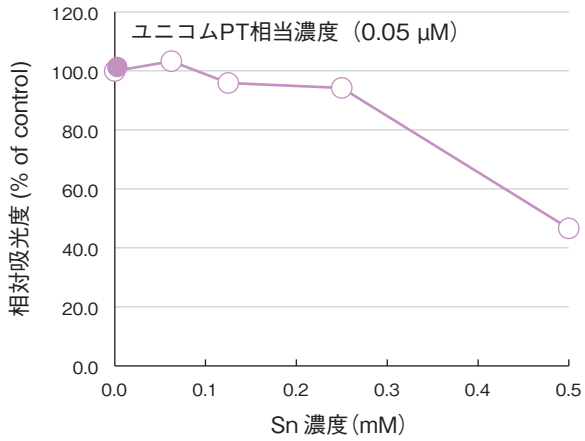


図26 THP.1細胞に対するSnの影響

5. まとめ

新たに開発したPt含有の銀合金第2種「ユニコムP T」の物性，溶出特性，細胞毒性を分析し既存製品（溶出試験のみ「ユニシルバー7 3」「ユニS」を含む）と比較した結果を，以下にまとめる．

・「ユニコムP T」は既存製品と比較して，強度と靱性のバランスに優れる製品であることが明らかになった．

・金属組織は，Pd含有の既存製品が長細い結晶が枝分かれする樹枝状結晶（デンドライト）を示した一方，Pt含有の「ユニコムP T」は，細かく均一な組織が観察された．Pt含有により金属組織の改質され靱性が向上したと考えられる．

・溶出試験において，Pt，Pdを一定量以上含有した各製品の総溶出量は，含有していない製品に対し低い傾向を示した．これは，金属アレルギーの原因となる溶出金属のばく露の低減を意味する．

・「ユニコムP T」よりAg，In，Zn，Snの溶出が認められたが，いずれも低濃度でありWST-8試験で細胞毒性は認められなかった．

6. おわりに

近年，金属アレルギーの懸念，貴金属相場の高騰，代替材料の開発などにより，歯科用貴金属合金の使用は減少傾向にある．そのため，歯科用貴金属合金の事業を縮小・撤退するメーカーもみられる．しかしながら，これまで培われてきた歯科材料としての実績およびエビデンスが多いため，症例によっては今なお多くの歯科用貴金属合金が使用されているのも事実である．そのような環境の中，精力的な研究開発によって誕生した「ユニコムP T」は，既存の銀合金に対して，優れた靱性と強度を発揮する非常にユニークな特長を有する銀合金である．

新しい歯科鑄造用銀合金「ユニコムP T」を使用した治療を通じ，一人でも多くの方のQOL向上に貢献できれば幸いである．

《参考文献》

- 1) JIS T 6108：2005 歯科鑄造用銀合金
- 2) 令和元年 薬事工業生産動態統計調査
- 3) 森下祐一：白金族元素の供給と利用, 資源地質, 63(1)：21-30, 2013.
- 4) T.B. Massalski, Binary Alloy Phase Diagrams, II Ed., Baren M.R,I: 47-48, 1990.
- 5) JIS Z 2244：2009 ビッカース硬さ試験－試験方法.
- 6) JIS T 6004：2019 歯科用金属材料の試験方法
- 7) JIS Z 8721：1993 色の表示方法－三属性による表示
- 8) JIS T 6002：2014 歯科用金属材料の腐食試験方法
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 吉成正雄, 金子節, 住井俊夫, 歯科用合金からの金属元素の溶出に及ぼす電位の影響, 歯材器, 11：515-526, 1992.
- 12) Chandler JE, Messer HH, Ellender G, Cytotoxicity of gallium and indium ions compared with mercuric ion. *J. Dent. Res.*, 73: 1554-1559, 1994.
- 13) 埜隆夫, 中沢興三, 丸山典夫, 山本玲子, 廣本祥子, 角田方衛, Mu Y. , 小林剛, 生体適合性に優れた生体用構造材料に関する研究. 金属材料技術研究所研究報告集, 22：223-239, 2000.
- 14) Morita J, Sato I, Kashimura N, Metal ion-mediated damage to DNA and polysaccharides by active oxygen species. *J. Agric. Chem. Soc. Jpn.*, 65: 1366-1370, 1991.
- 15) Contreras RG, Sakagami H, Nakajima H, Shimada J, Type of cell death induced by various metal cations in cultured human gingival fibroblasts. *In Vivo*, 24: 513-517, 2010.
- 16) Wataha JC, Craig RG, Hanks CT, The release of elements of dental casting alloys into cell culture medium. *J. Dent. Res.*, 70: 1014-1018, 1991.
- 17) Lewis JB, Wataha JC, Randol TM, Mccloud VV, Lockwood PE, Metal ions alter lipopolysaccharide-induced NF kappa B binding in monocytes. *J. Biomed. Mater. Res. A*, 67: 868-875, 2003.
- 18) Wataha JC, Lewis JB, Lockwood PE, Rakich DR, Effect of dental metal ion on glutathione levels in THP-1 human monocytes. *J. Oral Rehabil.*, 27: 508-516, 2000.

製品ラインアップ



JDTA
JIST6108

ユニシリーズにプラチナを配合した新たなラインアップ

UNICOM-PT

優れた靱性と強度を発揮

ユニコム PT

管理医療機器 歯科鑄造用銀合金第2種
認証番号 302ACBZX00036000

●成分



●物性

液相点 (℃)	硬さ (HV)	引張強さ (MPa)	伸び (%)
680	155	415	13

主な用途：インレー、クラウン、キャストコアー、
3本ブリッジ
該当規格：JIS T 6108 第2種

【使用上の注意】

- ・強度が不足する形態のキャストコアーには、銀合金の使用をお控えください。
- ・3本ブリッジを製作する場合は、連結部の断面積を十分に確保し、歯冠長の短い症例など、連結部の断面（高さ、厚み）が十分に確保できない場合は銀合金の使用を避けてください。

記載のデータは条件によって異なる場合があります。包装や容器などは予告なく変更する場合があります。
製品、模型及びパッケージの色は、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。

ユニコム5	管理医療機器	歯科鑄造用銀合金第2種	認証番号 220ACBZX00033000
ユニコム7	管理医療機器	歯科鑄造用銀合金第2種	認証番号 220ACBZX00034000
ユニ1-n	管理医療機器	歯科鑄造用銀合金第2種	認証番号 221ACBZX00089000
ユニシルバー73	管理医療機器	歯科鑄造用銀合金第2種	認証番号 220ACBZX00035000
ユニS	管理医療機器	歯科鑄造用銀合金第2種	認証番号 220ACBZX00032000

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

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。

《専門書 既刊》



歯科用貴金属合金の科学
基礎知識と鑄造の実際

価格：本体8,000円+税
発行所：株式会社 学建書院



歯科有機材料の化学〈改訂版〉
基礎知識と応用

価格：本体5,000円+税



知っておきたい
歯科材料の安全性

価格：本体4,000円+税

《ハンドブックシリーズ 既刊》

歯科用デジタルハンドブック



第1弾 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
価格：本体2,000円+税

第2弾 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）
価格：本体1,000円+税

第3弾 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
価格：本体1,000円+税

歯科用CAD/CAMハンドブック

価格：各巻 本体1,000円+税



第1弾 CAD/CAMの基礎知識から
材料特性まで

第2弾 デジタル技術を
身近な技術にするために

第3弾 歯科用ジルコニア編

第4弾 2大特集
・ハイブリッドレジン特集
（グラデーションブロック登場）
・歯科デジタル技術の今後の展望

第5弾 2大特集
・ナノジルコニアとは
・口腔内スキャナーの臨床応用の現状と課題

第6弾 2大特集
・ついにCAD/CAM冠が大臼歯適用に！
保険適用の概要と業界の動き
・大臼歯適用「KZR-CAD HR ブロック 3
ガンマシート」の全貌

第7弾 特集
これからの歯科技工
～インバージョンとマクロ的変革～

《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）
ルナウイ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 「ルナウイング」の生物学的評価（2006年6月）
Vol.5 高カレット金合金の物性・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）

《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）
KZR-CAD マリモセメントLC 製品レポート（2020年5月）

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>



YAMAKIN株式会社

本社：〒543-0015 大阪市天王寺区真田山町3番7号 TEL. 06-676 1-4739 (代) FAX. 06-676 1-4743
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
東京・大阪・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>