

## ユージノールとPEMAを基本組成 とした新しい仮封材の試作

野口 博 志

### Trial Production of a New Temporary Sealing Material Consisting of Eugenol and PEMA

Hiroshi NOGUCHI

The purpose of this study is to develop a new temporary sealing material that can meet the required properties as far as possible. In this study, the marginal sealing of a trial temporary sealing material (PA) and a possible influence of the trial sealing material on the adhesion strength of cement and core resin to dentine were examined in comparison with two commercially available temporary sealing materials. A trial temporary sealing material which used polyethylmethacrylate (PEMA) as a main powder component and eugenol as a solution component was examined as well as two commercially available temporary sealing materials (resin-derived temporary material DU and eugenol-derived temporary sealing material NE). NE was examined under three conditions by modifying the powder solution ratio.

Marginal sealing test : After a cavity was prepared on the occlusal surface of human extracted teeth, a pigment invasion test was performed under two conditions, that is, the sealing material was put into the cavity, kept in distilled water at 37°C for 24 hours followed by immersion in 0.2% basic fuchsin solution for 10 minutes and 30 minutes on one hand, and 100 thermal cycling test loadings were given to the same condition mentioned above on the other hand.

Adhesion test : After a temporary sealing material was put on the surface of bovine teeth, the teeth were kept in distilled water at 37°C for 24 hours followed by 100 thermal cycling loadings. The adhesion test was then performed by filling the samples in which the temporary sealing material was removed by an instrument as far as possible with two kinds of resin-modified glass-ionomer cement (FL, VT), one kind of resin cement (PN) and two kinds of core resin of dual cure type (DC, UC). In addition, a comparative study was further performed by adding a thermal cycle loading to the same condition as above.

From this study, the following conclusions could be drawn :

- 1) The marginal sealing property was found to be superior in due order of NE 11> PA> DU > NE 16 > NE 22, revealing that the trial sealing material (PA) was su-

perior to DU, NE 16 and NE 22.

2) No influence of the trial temporary sealing material on the adhesive properties of adhesive cement and core resin was observed. However, the influence was noted to some extent in the cases of NE-16 and NE-22.

3) In the adhesion test, the bonding strength intended to decrease under the condition of added thermal cycle loadings for all the tested sealing materials.

From the results mentioned above, it was revealed that no significant difference on the marginal sealing was observed between the trial temporary sealing material and eugenol-derived temporary sealing material widely used in the present clinical practice and that the sealing strength of the trial material was superior to resin-derived temporary sealing materials. Given its handling property being superior to eugenol-derived temporary sealing materials and almost equal to resin-derived ones, the trial temporary sealing material, PA, was suggested to be of high clinical utility.

Key words : temporary sealing material, marginal sealing test, adhesion test, eugenol

## 緒 言

仮封材は歯科治療において最も頻繁に使用される材料<sup>1-10)</sup>の一つであり、仮封処置の良否が治療の成果に重大な影響を及ぼすこともある。

歯科臨床で使用される仮封材には辺縁封鎖性に優れ、硬化時の寸法変化もなく、一定期間咬合力に耐え、しかも充填や撤去などの操作性に優れるなどの諸性質が望まれる<sup>5)</sup>が、今日これらを全て満足する仮封材はない。

現在、仮封処置において頻繁に使用されている酸化亜鉛ユージノールセメントはGrossman<sup>11)</sup>、磯貝<sup>12)</sup>によって推奨されてきたが、この仮封材の欠点として仮封材除去時の操作性や粉碎されて粉状となることによる汚染<sup>13)</sup>もあり、必ずしも理想的な仮封材とはいえない。さらに、操作の容易なレジン系仮封材も堀田ら<sup>2)</sup>により辺縁封鎖性を疑問視した報告がなされている。

また、現在はコンポジットレジンの接着技術の進歩と患者のメタルフリーに対する強い要望が多いため、メタル修復よりもレジン修復が主流になりつつあり<sup>14,15)</sup>歯冠修復処置時の仮封材の使用は減少傾向にある。しかし、抜髄処置や根管治療時の仮封は感染予防の観点からも極めて重要な操作であり、今後も頻繁に使用されると考える。さら

に、根管治療後における支台築造に関して、以前はメタルコアが主流であったが、歯質削除量の大きさや金属と象牙質の弾性係数の違いに起因する歯根破折、ポスト孔形成時の穿孔の危険性<sup>16)</sup>などの問題から、今ではレジンコアが主流になりつつある。以上のことより、仮封材としての機能は辺縁封鎖性に主眼を置きながら、レジン系材料を使用する場合での接着性を低下させないことが重要と考えられる。これらのことを踏まえ著者らは吸水性を有するポリエチルメタクリレート<sup>17)</sup>(PEMA)と歯髄鎮静作用を有するユージノールを基本組成とした試作仮封材を作製し、諸性質について検討したところ、ユージノールによりPEMA粒子表層が溶解され、粒子相互がマトリックスを介し融合連続層を形成し、硬化体は弾性体となり、また水分の存在下で膨張を呈し、窩洞からも一塊として除去できる<sup>18)</sup>ことを明らかにした。しかし、試作仮封材の硬化体が弾性体であることによる辺縁封鎖性の問題、また液成分がユージノールであることによる、仮封後の支台築造用レジン、接着性セメントと歯質との接着性の問題が残されていた。そこで本研究においてはヒト抜去歯を用い、試作仮封材の辺縁封鎖性についてサーマルサイクル負荷後、色素浸入試験を行い市販仮封材と比較検討した。また、仮封材除去後の支台築造用レジン、

接着性セメントと歯質との接着強さについて比較し、ユージノールのレジンと歯質との接着性に及ぼす影響について検討した。

## 材料および方法

### 1. 実験材料

#### 1) 仮封材

本実験にはこれまでの研究を参考に<sup>18,19)</sup>液成分にはユージノール0.15g, 粉末成分にはPEMAとアルミノシリケートガラスを7:3で混和した1gを粉液比(L/P) 0.15で混和した試料(PAと略記)<sup>19)</sup>を使用した。対照として市販のレジン系仮封材(DUと略記)は粉液比を0.5で使用した。また、市販のユージノール系仮封材(NEと略記)は粉液比をそれぞれ0.11, 0.16, 0.22gの3条件で使用した<sup>5,9,10)</sup>(表1)。

#### 2) 接着試験材料

仮封材除去後の接着試験にはデュアルキュア型の支台築造用レジン2種類(DC, UCと略記)を使用した。接着性セメントはレジンセメント1種類(PNと略記), レジン添加型グラスアイオノマーセメント2種類(FL, VTと略記)をメーカー指

表1 実験材料

	主成分	L/P	製造者	コード
試作仮封材 粉末 液	PEMA: アルミノシリケート ガラス(7:3) 1g ユージノール (0.15g)	0.15	デンツプライ 三金 ネオ製薬	PA
市販仮封材 粉末 液	メタクリル酸系エステル ポリマー (1g) メタクリル酸系エステル モノマー (0.5g)	0.5	リライアンス	DU
粉末 液	酸化亜鉛 (1g) ユージノール (0.11g) ユージノール (0.16g) ユージノール (0.22g)	0.11 0.16 0.22	ネオ製薬	NE-11 NE-16 NE-22

表2 接着試験の実験材料

材 料	種 類	製造者	コード
支台築造用 レジン	デュアルキュア型コンポジット レジン	クラレ	DC
	Bis-GMA系		
	デュアルキュア型コンポジット レジン	GC	UC
接着性セメ ント	UDMA系		
	レジンセメント	クラレ	PN
	レジン添加型グラスアイオノ マーセメント	GC 3M	FL VT

示の標準粉液比, ペースト比で使用した(表2)。

### 2. 実験方法

#### 1) 色素浸入試験試料作製

抜去後, 長期水中に浸漬保存しておいたヒト永久下顎大白歯の中から, カリエス, 亀裂, 著しい咬耗, 摩耗の認められない健全歯を選び, 表面を清掃後, 咬合面に窩洞の深さ約2mm, 直径約3mmの円柱状窩洞をFG用#330ダイヤモンドポイントで形成したものを試料とした。形成後, 窩洞を水洗, 乾燥させ試作仮封材および対照として用いた市販仮封材を同一術者, 条件で充填, 硬化後, 試料を37℃蒸留水中に浸漬し24時間保管した。また根尖はユーティリティーワックスで封鎖した。色素浸入試験は以下の2条件で行った。

CO: 保管後37℃, 0.2%塩基性フクシン溶液に10, 30分間浸漬した条件

TH: 保管後4℃と60℃のサーマルサイクル(各槽30秒間) 100回負荷後, 37℃, 0.2%塩基性フクシン溶液に10, 30分間浸漬した条件

試験終了後, 各条件の試料を水洗, 乾燥し, 歯全体を樹脂包埋した。試料数は各条件につき12個とした。

各試料は低速回転切断機(ISOMET, ビューラー)を用いて矢状断した後, 自動回転研磨機(PHOENIX4000, ビューラー)と耐水性シリコンカーバイドペーパー#1200までを用いて注水下で矢状断面を研磨し試料とした。

#### 2) 色素浸入試験の判定法

色素の浸透状態はマイクロスコープ(SCOPEMAN MCP-450, モリテックス)を用いて観察し, 窩壁部の色素浸入度から辺縁封鎖性を評価した。浸入度は色素浸入の認められないものを0, エナメル質に局限しているものを1, 象牙質まで及ぶものを2, 窩底まで及ぶものを3として0~3の4段階にスコア化した(図1)。

#### 3) 接着試験の試料作製

接着試料の被着体は樹脂包埋した牛歯のエナメル質, 象牙質とともに自動回転研磨機を用い, 注水下にて#600まで耐水性シリコンカーバイドペーパーで研削した。その後, 超音波洗浄を5分間行い水洗, 乾燥したものを各被着面とした。

仮封材は被着面をマスキングテープにて直径

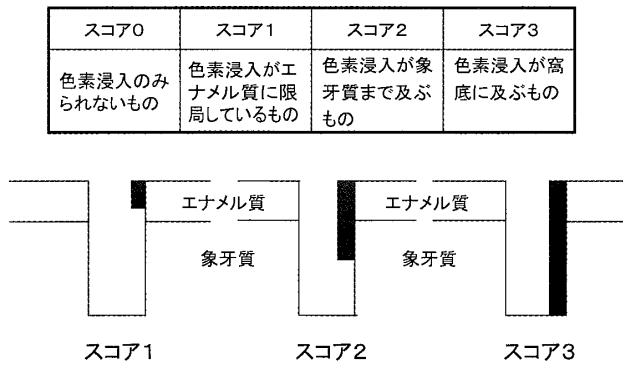


図1 色素浸透度のスコア

6 mmに規定し圧接した。練和開始10分後に蒸留水中に浸漬し、24時間保存後サーマルサイクルを100回負荷した。次に仮封材を金丸<sup>20)</sup>の方法を用いて肉眼的に残存の無い状態までスプーンエキスカベーター、探針などの手用器具で可及的に除去し水洗、乾燥したものを支台築造用レジン、接着性セメントの被着面とした。また、仮封材を用いない条件も付加した。被着面には内径6 mmのコア用プラスチックチューブを用いて、厚さが2 mmとなるように各支台築造用レジン、接着性セメントを充填器にて圧接し、練和開始10分後に蒸留水中に浸漬、24時間保存した試料を接着試験用試料とした。また、これらの試料に20000回のサーマルサイクルを負荷した条件の試料も接着試験用試料とした。

仮封材、支台築造用レジン、接着性セメントの操作は室温 $23 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5.0\%$ の恒温恒湿室中で行った。

接着試料の数は各条件につき6個とした。

#### 4) 接着試験

以上の接着試験試料作製後、万能試験機(1310DW, アイコーエンジニアリング)を用いて、クロスヘッドスピード $0.5\text{mm/min}$ で剪断試験を行い接着強さの測定を行った。統計処理には一元配置分散分析およびTukey's HSD test ( $p < 0.05$ )の多重比較を用いて各条件間の有意差検定を行った。

#### 5) 仮封材除去後の試料の観察

仮封材を肉眼的に残存の無い状態まで可及的に除去した試料をイオンスパッター(E-1010, Hitachi)にてPdを用いて90秒間蒸着し、走査型

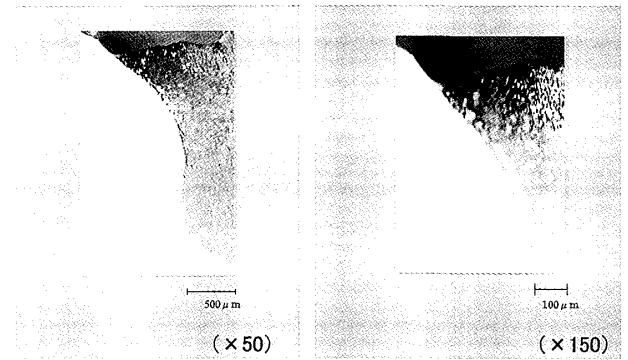


図2 PAスコア0

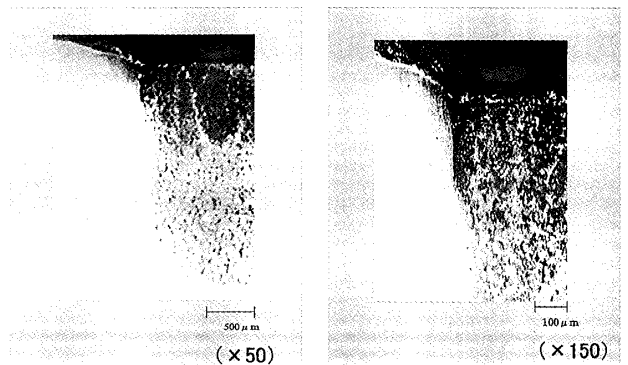


図3 PAスコア1

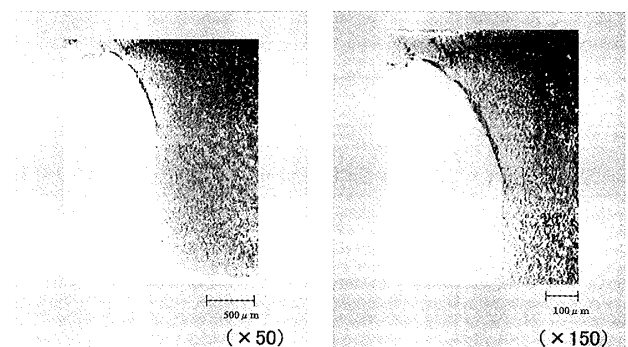


図4 PAスコア2

電子顕微鏡(S-3500N, SEMDEX, Hitachi)にて表面観察を行い仮封材の残存状態を観察した。

## 結 果

### 1. 色素浸入試験

#### 1) COにおける色素浸入性

24時間蒸留水中で保管後、フクシン溶液浸漬10分後を材料間で比較すると、PA, NE-11を充填した試料には象牙質までの色素浸入はみられなかったが、NE-16, NE-22, DUを充填した試料には象牙質まで達する色素浸入がみられた。また、

表3 材料間におけるスコア：CO・10分条件

	PA	NE-11	NE-16	NE-22	DU
スコア0	6	12	4	0	5
スコア1	6	0	7	0	6
スコア2	0	0	1	4	1
スコア3	0	0	0	8	0

表4 材料間におけるスコア：CO・30分条件

	PA	NE-11	NE-16	NE-22	DU
スコア0	6	11	4	0	4
スコア1	6	1	6	0	6
スコア2	0	0	2	3	2
スコア3	0	0	0	9	0

表5 材料間におけるスコア：TH・10分条件

	PA	NE-11	NE-16	NE-22	DU
スコア0	5	11	4	0	4
スコア1	7	1	7	0	6
スコア2	0	0	1	3	2
スコア3	0	0	0	9	0

表6 材料間におけるスコア：TH・30分条件

	PA	NE-11	NE-16	NE-22	DU
スコア0	5	10	3	0	4
スコア1	6	2	4	0	4
スコア2	1	0	4	2	2
スコア3	0	0	0	10	2

スコア総数

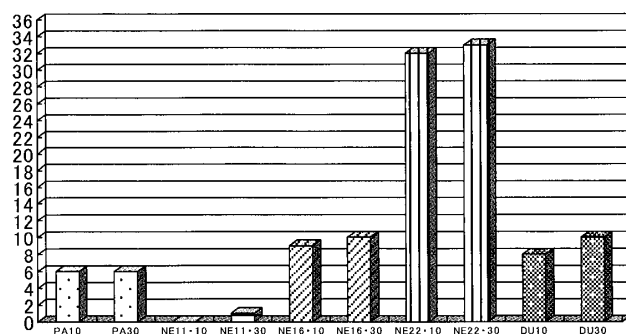


図5 材料間におけるスコア：CO条件

スコア総数

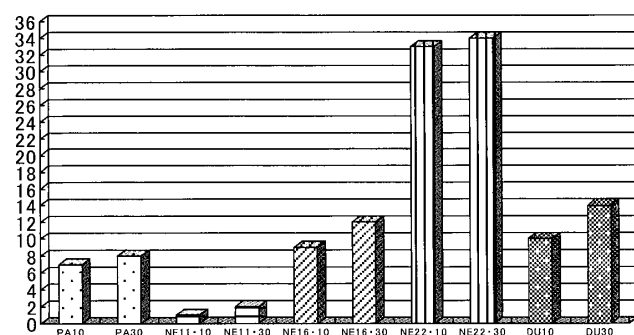


図6 材料間におけるスコア：TH条件

NE-22では窩底にまで達する色素浸入がみられた。浸漬時間30分後ではPA, NE-11では象牙質までの色素浸入はみられなかったが, NE-16, NE-22, DUを充填した試料には象牙質までの色素浸入がみられ, さらにNE-22では窩底部に達する色素浸入がみられた(表3, 4, 図2, 3, 4, 5)。

## 2) THにおける色素浸入性

サーマルサイクル負荷後, フクシン溶液浸漬10分後を材料間で比較すると, PA, NE-11には象牙質までの色素浸入はみられなかったが, NE-16, NE-22, DUを充填した歯には象牙質までの色素浸入がみられた。また, NE-22では窩底部に達する色素浸入がみられた。また, 浸漬時間を延長するとスコアは大きくなる傾向を示し, CO条件と同じ傾向になった。さらにNE-22, DUには窩底部までの色素浸入がみられた。PAのTH条件ではCO条件と比較してスコアは大きくなる傾向にあった。また, NE, DUのTH条件もCO条件と比較するとスコアは大きくなる傾向を示した。PAとNE-11, NE-16, NE-22, DUとの比較では, PAの色素浸入はNE-11のスコアよりは大きい, NE-16, NE-22, レジン系仮封材のDUのスコアよりも小さかった(表5, 6, 図6)。

## 2. 接着試験

### 1) 支台築造用レジン

仮封材除去後に支台築造用レジンを充填し, 24時間蒸留水中で保存後の牛歯との接着強さは, 仮封材を用いない条件より全ての支台築造用レジンの接着強さは小さい傾向になった。また, 仮封材を用いない条件とPA, NE-11, DU間では有意差は認められなかったが, NE-16, NE-22との間では有意差が認められた(図7)。仮封材除去後, 支台築造用レジンを充填し, 24時間蒸留水中で保存した試料と, その後サーマルサイクル負荷後の比較でも, 各種支台築造用レジンの接着強さはサーマルサイクル負荷後で全て減少する傾向を示し, 仮封材を用いない条件とNE-16, NE-22との間では有意差が認められた(図8)。

### 2) 接着性セメント

仮封材除去後にレジンセメントを充填し, 24時間蒸留水中で保存後の牛歯エナメル質に対する

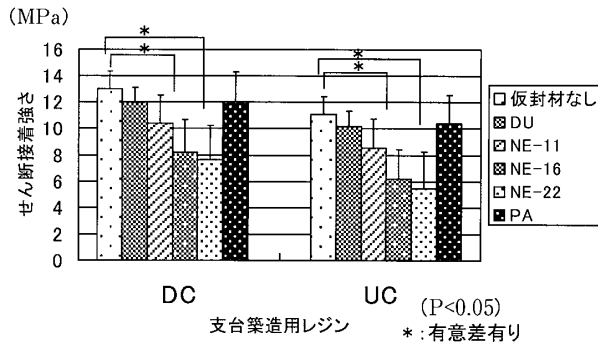


図7 仮封材除去後の支台築造用レジンと牛歯の接着強さ

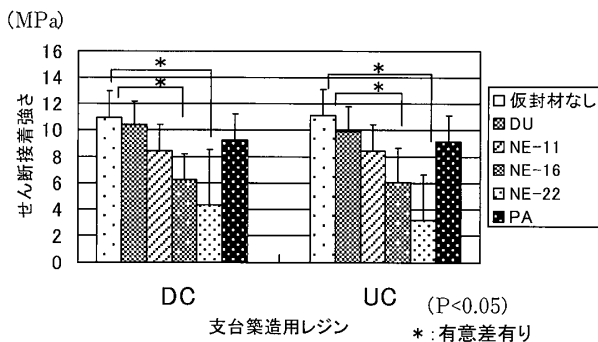


図8 仮封材除去後の支台築造用レジンと牛歯の接着強さ  
TH条件

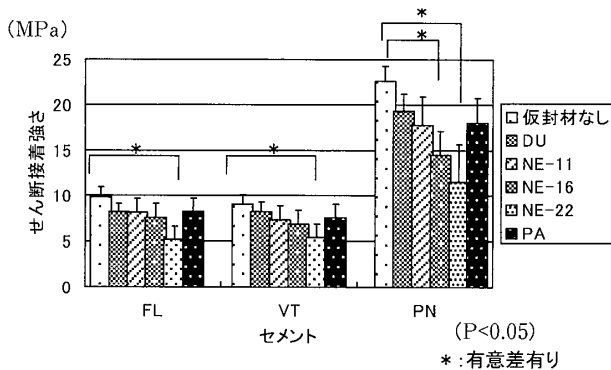


図9 仮封材除去後のセメントと牛歯の接着強さ  
(エナメル質)

接着強さは、仮封材を用いない条件とPA, NE-11, DU間では接着強さは小さくなる傾向を示したが、有意差は認められなかった。しかし、NE-16, NE-22と仮封材を用いない条件とでは有意差が認められた。牛歯象牙質に対するレジンセメントの接着強さはエナメル質よりも低下傾向を示した。また、仮封材を用いない条件とPA, NE-11, DU間では、接着強さに有意差は認められなかったが、NE-16, NE-22との間で有意差が認められた。サーマルサイクルを20000回負荷した条件では、エナメル質、象牙質ともに接着強さの値は減少するもののサーマルサイクルを負荷

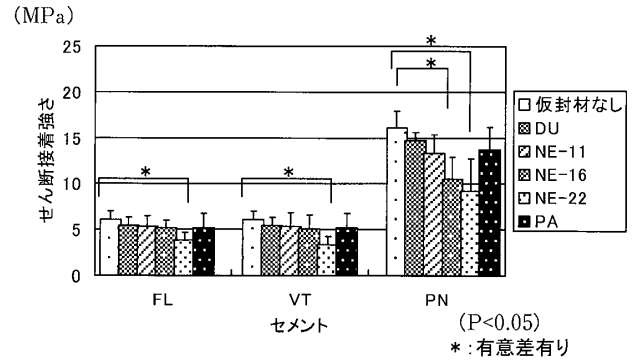


図10 仮封材除去後のセメントと牛歯の接着強さ(象牙質)

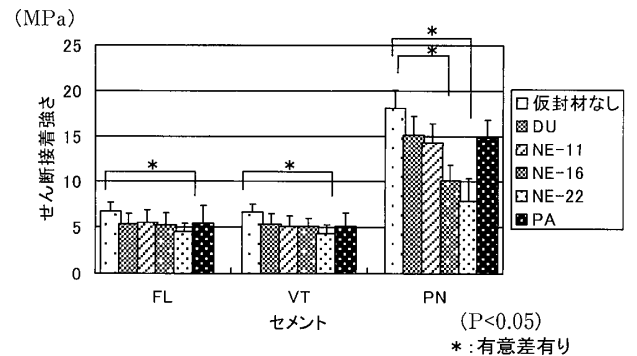


図11 仮封材除去後のセメントと牛歯の接着強さ  
(エナメル質：TH条件)

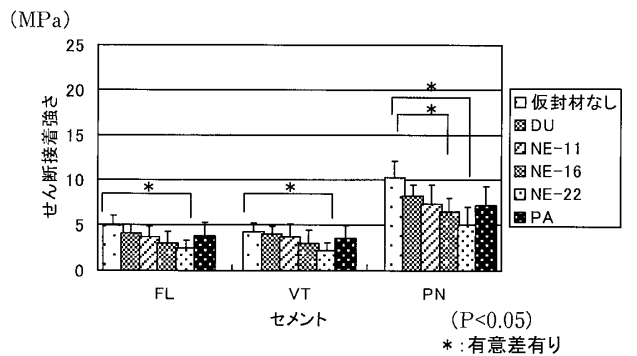


図12 仮封材除去後のセメントと牛歯の接着強さ  
(象牙質：TH条件)

しなかった条件と同様の傾向を示し、仮封材を用いない場合とNE-16, NE-22との間で有意差がみられた。

レジン添加型ガラスイオノマー系セメントと牛歯エナメル質との接着強さは、FL, VTともに仮封材を用いない場合とPA, NE-11, NE-16, DU間では有意差は認められなかったが、NE-22との間では有意差が認められた。象牙質に対する接着強さはエナメル質と同様の傾向を示し、仮封材を用いない条件とPA, NE-11, NE-16, DU間では接着強さに有意差は認められなかったが、NE-22との間で有意差が認められた。サーマル

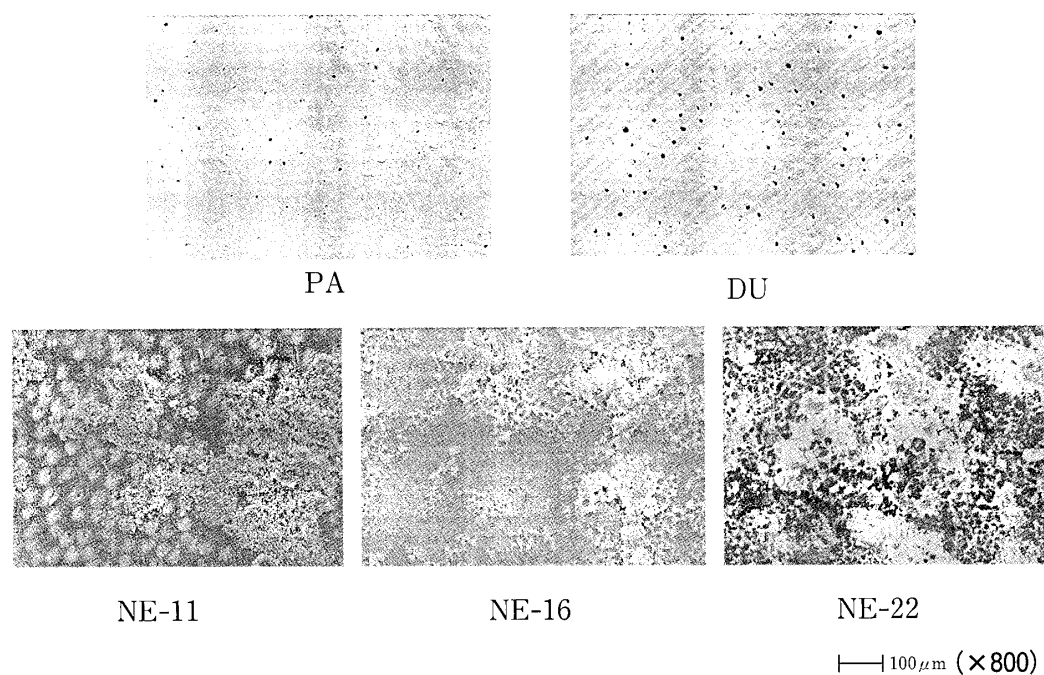


図13 仮封材除去後のSEM像

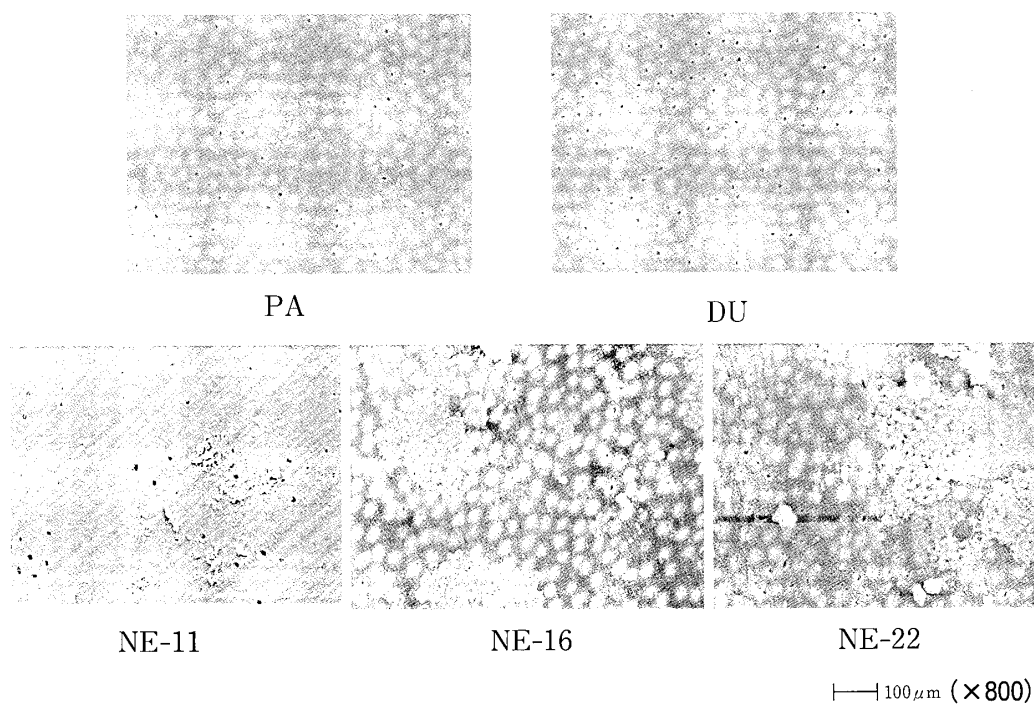


図14 表面処理後のSEM観察

サイクル条件ではエナメル質、象牙質に対する接着強さの値は減少するものの、サーマルサイクルを負荷しなかった条件と同様の傾向を示し、仮封材を用いない場合とNE-22との間で有意差がみられた (図9, 10, 11, 12)。

### 3) SEM観察

PA, DU, NE除去後の牛歯被着面はSEM像において仮封材の残存が確認された。NE群では粉液比(L/P)が大きくなるにつれて残存量も増加していた (図13)。表面処理後のSEM像ではわずかながら微少の残留仮封材の存在が確認された (図14)。

## 考 察

仮封材の所要性質は様々あるが、本研究においては試作仮封材の辺縁封鎖性と仮封処置後の歯質と接着性材料との接着強さについて検討した。

試作仮封材の粉液比 (L/P) は、硬化時間、寸法変化率、弾性回復率の各実験項目で良好な結果を得た0.15とした<sup>19)</sup>。対照のユージノール系仮封材の粉液比 (L/P) については臨床におけるチェアーサイドでは明確な基準がなく、不明な点が多いため、沈<sup>10)</sup>の報告を参考に粉液比を設定した。

### 1. 辺縁封鎖性

仮封材は口腔内での適用期間が通常約1週間程度であり、修復物を装着するまでは治療期間中の暫間的な処置に応用されるため、その所要性質には接着性と除去操作性など相反する性質も要求される<sup>5)</sup>。今日、酸化亜鉛ユージノールセメントは寸法安定性が良いため辺縁封鎖性に優れる材料<sup>11,12)</sup>と推奨されてきたが、除去操作の困難性、除去時の加熱した除去器使用の危険性、粉碎され粉状となった除去物による汚染などの問題が考えられ、必ずしも理想的な仮封材であるとはいえない。これらのことから著者らは、一連の研究において硬化時に膨張性を示し、一定期間咬合力に耐え、しかも充填や撤去などの操作性に優れるなどの諸性質を持つ仮封材の開発を行ってきた<sup>18)</sup>。

そこで本研究では臨床応用の可能性を見出すために、試作仮封材の辺縁封鎖性について検討した。

色素浸入試験には2%塩基性フクシンを用いた。これは齲蝕病原菌が通過する濾過フィルターが平均約1  $\mu\text{m}$ であるのに対し、フクシン溶液は0.45  $\mu\text{m}$ の濾過フィルター (ミルポア) を通過するため、フクシン粒子が浸入しなければ齲蝕病原菌は浸入出来ないと考えられたからである。また、仮封は通常、1週間程度であるため、サーマルサイクルは宮崎ら<sup>21)</sup>の報告を参考に100回とした、また、フクシン溶液への色素浸漬時間については様々な報告<sup>6~10)</sup>があるが、今回は浸漬直後の色素浸入が重要であるとの沈<sup>10)</sup>の報告より、10分、30分の2条件とした。

24時間水中保管後、PAとDUをフクシン溶液浸漬10分後で比較すると、PAには象牙質までの浸

透はみられなかったが、DUには象牙質にまで達する浸透がみられた。また、浸漬時間を延長して比較すると、PAには象牙質までの浸透はみられなかったが、浸漬10分よりもスコアはわずかに大きくなっていった。これはPAが材料自体に吸水性をもつために、膨張によって壁着性は向上するが、吸水によって色素も浸入したためと考えられた、PAよりDUのスコアが大きくなったのは、PAは硬化時に吸水膨張を呈するのに対し、DUは硬化時に収縮するためと考えられた。また、TH条件でDUのスコアが大きくなったのは、材料自体の硬化 (重合) 収縮と中島ら<sup>9)</sup>が報告しているように、サーマルサイクルによる膨縮および歯質との熱膨張係数の差によって、窩壁の適合性に影響が及ぼされるためであると考えられた。NEではNE-11は全て色素浸入がみられなかったが、NE-16、NE-22と液量が多くなるにつれてスコアが大きくなったように、粉液比 (L/P) と辺縁封鎖性との間には相関関係が考えられ、液量が多いと寸法変化量 (収縮) も大きくなるためと考えられた。PAは吸水膨張を起こすため象牙質への窩壁密着性には優れると考えられるが、TH条件ではCO条件と比較してスコアは大きくなる傾向にあった。これもサーマルサイクルの温度差により、材料と歯質との熱膨張係数の差で膨縮を繰り返したために密着性が低下し、色素が浸入しやすくなったと考えられる。したがって、本実験に用いた試作仮封材は、今後、熱膨張係数を歯質に近似させるための新たな添加材の検討が必要と考えられた。

以上の結果から、PAは市販仮封材と比較すると臨床応用可能な辺縁封鎖性を示すことが示唆されたが、辺縁部分での密着性を向上させるために、熱膨張係数の改善や操作性を損なわない程度の歯質接着性などの検討も必要なことが示唆された。

### 2. 接 着 試 験

間接修復法においては、修復物が完成するまでの仮封処置が必要となる。また、歯内療法における根管治療中や、根管充填後の支台築造までの期間においても同様の処置が必要である。しかしこの際に用いる仮封材の種類によっては、象牙質表面にその一部が残留するために、修復物の歯質に



対する接着強さを低下させる可能性が指摘されており、その対策が必要と考えられている<sup>22-24)</sup>。しかし、この接着強さに及ぼす仮封材の影響に関しては、金丸ら<sup>20)</sup>や日野浦ら<sup>25)</sup>のレジンインレーを用いた報告はあるが、セメント、支台築造用レジンと仮封材の影響について検討した報告はみあたらない。またユージノール系の材料を用いて裏層や仮封を行うと、ラジカル重合様式のレジン系材料の場合、レジンの重合開始剤からの活性ラジカルや生長末端ラジカルに、ユージノール分子中の水酸基の水素が結合して停止反応が起こる事が明らかになっている。

そこで著者はPAと市販仮封材を用いて、除去後の接着性セメント、支台築造用レジンと牛歯の接着強さに及ぼす仮封材の影響について検討した。

その結果、いずれの仮封材を用いた場合も仮封材を用いない条件と比較して接着強さは低下傾向を示した。

支台築造用レジン(FL, VT)と歯質との接着強さは、仮封材を用いない条件と、PA, DU, NE-11の間においては有意差が認められなかった。しかし、仮封材を用いない条件とNE-16, NE-22の間では有意に低下していた。これはNEの液量を増加したために、未反応のユージノールが溶出して被着表面に残存するため、レジンの重合を阻害<sup>26-31)</sup>したことや、ユージノール自体が油性であるために、被着表面のヌレ性を低下させた<sup>32)</sup>ことが原因と考えられた。さらに液量を増加したため機械的強さは低下し、除去しづらくなるため残存仮封材が増大し、接着強さの低下に影響したと考えられる(図13)。また、DCにはMDP, UCには4-METが接着性モノマーとして含まれている。しかし、寺田ら<sup>23)</sup>も報告しているように、残存仮封材はかなり減少出来るが完全には除去出来ないため、接着強さの低下傾向に影響を及ぼしたと考えられる(図14)。

また、サーマルサイクルを負荷した条件では、負荷しない条件よりも全て接着強さは低下傾向を示した。これはサーマルサイクルの温度差により材料と歯質との熱膨張係数の差で膨縮を繰り返し、発生した内部応力が<sup>33)</sup>接着界面に集中することや、接着界面のレジンが加水分解により劣化した<sup>34)</sup>こ

とにより、接着性が低下したためと考えられた。

レジンセメントと歯質との接着強さも支台築造用レジンと同様の傾向がみられた。PNも接着性モノマーにはMDPを含み、重合様式も同じためCO, TH条件ともに同じ傾向がみられたと考えられた。

レジン添加型ガラスアイオノマーセメント2種と歯質との接着強さで、PA, DU, NE-11においては有意差が認められなかったのは、硬化反応がラジカル重合と酸-塩基反応の2つの反応が独立して起こるため、ユージノールの影響を受けにくいことが考えられた。NE-16, NE-22においては有意差が認められたのは、NEの液量を増加したために、操作性の問題から残存仮封材が増加し、接着強さをCO, TH条件ともに低下させたためと考えられた。

PA除去後の接着強さが仮封材を用いない条件と比較して低下傾向を示したのは、PAは肉眼的には一塊で除去できると前述したが、SEM像においてわずかに残存仮封材が観察された。しかし、残存がわずかであるため有意差は認められず、影響はなかったと考えられた。また、PAは液成分がユージノールであるため、接着強さが低下するのではないかと考えられた。何故ならPAはPEMA粒子が凝集、結合して連続層を形成した構造をしているため粉液比(L/P)が大きいものほど単位体積当たりの粒子数は少なく、構造体としては疎となり、ユージノール成分が溶出しやすいと考えられるためである。しかし、本研究よりもユージノールの量が多い岡田ら<sup>35)</sup>の報告でも、ユージノールの溶出はほとんど認められないことから、PAではユージノールの溶出は少ないと考えられた。そのため仮封材を用いない条件との間でも有意差は認められず、接着強さにユージノールの影響は認められないと考えられた。

レジン系仮封材のDU除去後の接着強さも、仮封材を用いない条件と比較して、低下傾向を示したものの有意差は認められなかった。これはDUの重合収縮や熱膨張係数が歯質と大きく異なるため、DUと歯質には間隙が生じ、その間隙は蒸留水で満たされるだけとなり、仮封材(DU)除去後の水洗、乾燥処理によって歯面にわずかな残留

仮封材しか残存しないため、接着強さに及ぼす影響がなかったものと考えられる。

これらの結果より、仮封材除去後の接着性セメント、支台築造用レジンと牛歯との接着強さは、仮封材を用いない条件と比較するとNE-16, NE-22で有意に小さくなったが、PA, DU, NE-11においては有意差が認められなかった。NE-16, NE-22において有意差が認められたのは、仮封材のそれぞれの成分が牛歯被着面に残留することによって接着性が低下し、その残留程度の違いが、接着強さの低下傾向に影響を及ぼした一因と考えられる。従って、PA除去後の接着強さにはユージノールの影響はないものと考えられた。

### 結 論

ユージノール・PEMAを主基材とした試作仮封材の辺縁封鎖性と、仮封材除去後の接着性セメント・支台築造用レジンと歯質との接着強さについて市販仮封材と比較検討を行い、以下の結論を得た。

1. 今回使用した仮封材の辺縁封鎖性はNE-11>PA>DU>NE-16>NE-22の順となり、試作仮封材はレジン系仮封材のDUやNE-16, NE-22より辺縁封鎖性の向上が認められた。

2. 試作仮封材が接着性セメント、支台築造用レジンに及ぼす影響は認められなかったがNE-16, NE-22では影響が認められた。

3. サーマルサイクルを負荷した条件では、今回使用した全ての仮封材の接着強さが減少する傾向を示した。

以上の結果より試作仮封材は、今日臨床応用されているユージノール系仮封材と比較しても辺縁封鎖性に有意差は認められず、レジン系仮封材よりも好成績を収めた。また操作性においては、ユージノール系仮封材より扱いやすく、接着性セメント、支台築造用レジンとの接着性にも影響を及ぼさないことから臨床的に有用性の高いことが示唆された。

### 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました元奥羽大学歯学部生体材料学講座主任

長山克也教授に深甚の謝意を申し上げます。さらに、本研究の遂行にあたりご協力頂いた生体材料学講座各位に厚く御礼申し上げます。

本論文の要旨は、第43回奥羽大学歯学会（2007年6月郡山）において発表した。

### 文 献

- 1) 岩久正明, 河野 篤, 千田 彰, 田上順次: 第15章仮封. 保存修復学21改訂版; 293-298 永末書店 京都 2002.
- 2) 堀田正人, 山本宏治, 若林 学, 滝 永一ほか: 仮封材の臨床的評価に関する研究—特にDura Sealの封鎖性と抗菌性について—. 日歯保存誌 **31**; 1421-1425 1998.
- 3) 松永里香, 三橋 晃, 鈴木二郎, 荻原めぐみ ほか: 根管治療時における新仮封材の基礎的・臨床的評価. 日歯保存誌 **43**; 1249-1255 2000.
- 4) 中島 薫, 寺田林太郎, 吉中 晋, 久保田 稔: レジン系仮封材の辺縁封鎖性—サーマルストレスが辺縁封鎖性に与える影響について—. 日歯保存誌**40**; 1000-1003 1997.
- 5) 長山克也, 小屋一成, 岡崎美穂, 菊井徹哉ほか: 仮封材の試作に関する研究 その1市販仮封材の物理的性質の再検討. 奥羽大歯学誌 **21**; 99-103 1994.
- 6) 堀 亘孝, 保田 守, 藤田 智, 戸田忠夫ほか: 各種仮封材の封鎖効果に関する研究 (1. その水密性について). 日歯保存誌 **9**; 220-229 1967.
- 7) 堀 亘孝, 保田 守, 藤田 智, 関根一郎ほか: 各種仮封材の封鎖効果に関する研究 (2. 温度変化がその水密性に及ぼす影響について). 日歯保存誌**10**; 10-25 1967.
- 8) 坂 憲武, 朝倉恒夫: 水硬性仮封材の封鎖性について. 日歯保存誌 **5**; 1-5 1962.
- 9) 細谷哲康: 根管治療時に使用する仮封材に関する基礎的並びに臨床的研究. 日歯保存誌 **34**; 545-561 1991.
- 10) 沈 在明: 酸化亜鉛ユージノールセメント系仮封材の臨床粉液比に関する影響—とくにその物性と封鎖性について—. 日歯保存誌 **35**; 1443-1454 1992.
- 11) Grossman, L. I.: A study of temporary fillings as hermetic sealing agents. J Dent Res **18**; 57-61 1939.
- 12) 磯貝 昇: 各種仮封材の臨床成績と物性に関する影響. 日歯保存誌 **18**; 12-24 1975.
- 13) 前田宗宏, 橋本修一, 勝海一郎: 歯髄鎮痛消炎剤としての酸化亜鉛ユージノールセメント. 歯科評論 **62**; 171-173 2002.
- 14) Tyas, M. J., Anusavice, K. J., Frencken, J. E. and Mount, J. G.: Minimal intervention den-

- tistry. *Int Dent J* **50** ; 1-12 2000.
- 15) 丸岡令奈, 二階堂 徹, 田上順次: レジンコーティング法によるコロナルリーケージの抑制効果(大白歯). *接着歯学* **24** ; 105-110 2006.
  - 16) 二階堂 徹, 田上順次: 接着性レジンによる無髄歯の修復. *歯界展望* **102** ; 945-951 2003.
  - 17) 浜田泰三, 重頭直文, 村田比呂司: IV義歯裏装材の理工学的性質. *義歯の裏装* ; 55-94 日本医療文化センター 東京 1991.
  - 18) 菅島正栄, 岡田英俊, 野口博志, 長山克也: 膨張性仮封材の試作(第2報). *歯材器* **21** ; 82 2002.
  - 19) 菅島正栄: 膨張性仮封材の開発. *奥羽大歯学誌* **31** ; 143-155 2004.
  - 20) 金丸壽良, 馬越英輔, 蒲田文人, 椎名徳幸ほか: コンポジットレジンインレーに関する研究—とくに塗布したボンディング材面に対する仮封材がインレー体との接着強さにおよぼす影響について—. *日歯保存誌* **37** ; 423-428 1994.
  - 21) 宮崎 隆, 鈴木 瑛, 宮治俊幸: サーマルサイクルが白歯用コンポジットレジンの機械的性質に及ぼす影響. *歯材器* **5** ; 187-195 1986.
  - 22) 二階堂 徹, 江 芳美, 佐藤暢昭, 高津寿夫ほか: 仮封材がデュアルキュア型レジンセメントと低粘性レジンとの接着に及ぼす影響. *歯材器* **12** ; 655-661 1993.
  - 23) 寺田林太郎, 久保田 稔: 仮封材残存象牙質に対するコンポジットレジンの接着強さについて. *歯材器11特別号* **19** ; 44-45 1992.
  - 24) 江 芳美, 二階堂 徹, 佐藤暢昭, 高倉ひな子ほか: 仮封材がプロテクトライナーとレジンセメントの接着に及ぼす影響. *歯材器12特別号* **21** ; 150-151 1993.
  - 25) 日野浦 光, 宮崎真至, 金丸壽良, 大岡悟史ほか: 象牙質コーティングに関する研究—特に仮封材の種類が合着用セメントの象牙質接着性におよぼす影響について—. *日歯保存誌* **44** ; 637-641 2001.
  - 26) 常岡正広, 秦 俊洋, 山内晴夫, 的野良次ほか: 酸化亜鉛ユージノールセメントのレジン充填材に及ぼす影響について. *日歯保存誌* **17** ; 212-219 1974.
  - 27) 福田和彦, 竹村金造, 高木英昌: 亜鉛化ユージノールセメントのコンポジットレジンに及ぼす影響. *日歯保存誌* **16** ; 319-325 1973.
  - 28) Phillips, R. W. : *Skinner's science of dental materials* 8th Ed ; Philadelphia, W. B. Saunders ; 218 1982.
  - 29) Craig, R. G. : *Restorative dental materials*, 7th Ed ; St. Louis C V Mosby, 137 1985.
  - 30) Funda, B., Samil, A. M. and Yusuf, Z. B. : Effect of eugenol and non-eugenol containing temporary cement on permanent cement retention and microhardness of cured composite resin. *Dent Mater J* **22** ; 592-599 2003.
  - 31) Hansen, E. K. and Asmussen, E. : Influence of temporary filling materials on effect of dentin-bonding agents. *Scand J Dent Res* **95** ; 516-520 1987.
  - 32) 吉田 剛, 小泉寛恭, 根本美佳, 小峰 太ほか: 接着性レジンセメントの接着強度に関する研究—金属支台歯に仮着材ならびに清掃条件が及ぼす影響—. *接着歯学* **17** ; 81-90 1999.
  - 33) 山崎恵理香, 吉田隆一: 歯冠修復装置の接着強さ—熱サイクル負荷時の荷重の影響—. *歯材器* **24** ; 446-458 2005.
  - 34) 岡田英俊, 石田喜紀, 龍方一郎, 長山克也: ボンディング材の保管および操作条件がエナメル質との接着強さに及ぼす影響. *日歯保存誌* **50** ; 174-186 2007.
  - 35) 岡田英俊, 石田喜紀, 野口博志, 長山克也: PEMAとユージノールを基材とした新しい仮着材の開発. *歯材器* **24** ; 431-438 2005.
- 著者への連絡先: 野口博志, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部生体材料学講座  
Reprint requests : Hiroshi NOGUCHI, Department of Biomaterials Science, Ohi University School of Dentistry  
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan