

# 光重合型レジン強化型ケイ酸カルシウム覆鼈材

# セラカルLC

## 文献集

### 目 次

- P2～P6 新しい光重合型覆鼈剤 “セラカルLC” が歯鼈をまもる  
愛知学院大学歯学部保存修復学講座  
主任・教授 千田 彰先生、特殊診療科教授 富士谷 盛興先生
- P7～P8 MTA系覆鼈材 セラカルLC の臨床応用報告 (1)  
荻田 匠樹先生<sup>1)</sup>, 荻田 修二先生<sup>1)</sup>, 安立 妙子先生<sup>2)</sup>, 荻田 美紗子先生<sup>3)</sup>  
1)医療法人おぎた小児歯科 2)小児歯科あおやま 3)医療法人せんのんじ小児歯科
- P9～P10 生物活性を有する裏層材を用いた外傷歯の象牙質再生効果について  
Using Bioactive Liners: Stimulating Post-Traumatic Dentin Formation  
Jack D. Griffin Jr, DMD  
Reprinted by permission of Dentistry Today, c2012 Dentistry Today.
- P11～P12 ケイ酸カルシウムと高親水性モノマーを含有した  
新しい光硬化型直接覆鼈材の修復性治療効果に関する研究  
愛知学院大学歯学部保存修復学講座  
堅田和穂先生、堀江卓先生、岸本崇史先生、永瀬洋介先生、杉尾憲一先生、堅田尚生先生、富士谷盛興先生、千田彰先生

# 新しい光重合型覆雫剤 “セラカルLC”が歯髄をまもる

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

主任・教授 千田 彰 先生、特殊診療科教授 富士谷 盛興 先生



千田 彰 先生



富士谷 盛興 先生

## 1. 歯髄をまもり、歯をまもる意義

厚労省による歯科疾患実態調査によれば、2011年では80~84歳の約28%のひとが、20歯以上の歯をもつという<sup>1)</sup>。このことは私たち歯科界が「目標」とした「8020を80歳の25%のひとに」を達成したことになり、大変喜ばしいことであり、驚くべき数字でもある。また1987年からの統計を見ると、80歳代に限らず、各年齢階層での現在歯数は著しく増加し、60歳代では「6022」までに増加している。

日経新聞（2014年6月14日付、エコノ探偵団欄）によれば、8020達成者が増えたこと、健診の受診者が増え、「削ってつめる」、「抜いて入れ歯をする」治療から、「歯をまもる」治療に変身してきているという。またその影響からか、5~6年前に比べて各年齢層に対する義歯の製作数が著しく減ってきていているという。さらに記事の中で、現在歯数の多い高齢者の総医療費は、歯数の少ない人より、有意に低かったという（兵庫県歯科医師会の調査結果）。この記事では、歯をより多く残すことの意義を、健康面からだけではなく、経済面から、そして生活の質（QOL）の維持の面からも説いている。

経済新聞にまでこのような詳細な記述があることは、私たち歯科界のみでなく、一般の人たちの間にも、歯をまることの大切さ、健康で心ゆたかな生活に歯が大切な役割を担うということが、広く認識されていると感じざるを得ない。このような社会の流れやあと押しがある以上、私たち歯科界もこれまでの修復一辺倒な歯科疾患対応から、予防や患者管理のアプローチによる歯科診療にも大きな比重をもたせ、歯をまることに一層力を注がねばならない。

歯をまるために歯の硬組織疾患を予防することがきわめて大切だが、罹患してしまった疾患の進行を制止して、少なくとも歯髄を保存することが大前提になる（表1）。抜髓は、現代の歯科臨床の技術としては、難しいものではないが、実際にはきわめてリスクの高い作業である。また10年、20年単位で予後を推し量ると、かなりリスクの高い治療を私たちは日常

表1. 歯髄をまもる意義(岩久<sup>1)</sup>)

### 直接的な意義

- 歯の感覚機能の維持
- 防御機能の維持
- 修復組織形成機能の維持
- 歯の硬組織の成熟機能の維持
- 歯の根尖形成機能の維持

### 間接的な意義

- 歯の機械的弱化の防止
- 抜髓・根管治療の回避

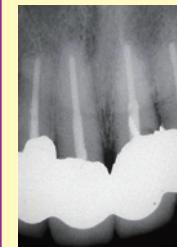


図1

健全歯であったはずの4前歯が、患者の「少しします」ということばから、抜髓、PMF冠装着となった。後日医療訴訟となり、歯科医師側は賠償することになった

的に行なっていることになる。例えばこの症例のように歯冠修復治療のために、安易に抜髓するとなると、色々な意味で長い経過の中で相当のリスクが生じることを、歯科医師側のみでなく、患者側も「覚悟」しなければならない（図1）。まさしく「抜髓は、患者と歯科医師の両者にとって後戻りできない最終段階に突入することを意味している」（平井<sup>2)</sup>）のである。

## 2. 歯髄をまもる努力

一方、抜髓を避けて歯髄を保存（温存）すれば、確かに抜髓のリスクは避けることができるが、歯髄保存によるリスクが逆に生じる。手技的にも、抜髓のほうが、ある意味簡単なのかも知れない。歯髄を保存（温存）するためには、まず「残せるか、どうか」と「どのような方法で保存するか」を診断しなければならない。またより制腐的（無菌的）な処置のもとで実施しなければ、その成功に結びつかない。

さらに歯髄温存が不成功となった場合は、抜髓が不成功に終わった場合と比較して、はるかに短時間に結果が出るため、歯科医側は患者からの直接的なクレームを避けるために、例えば、何らかの処置中に露髓が生じた場合、直接覆髓などの歯髄温存に躊躇し、抜髓



図2 いずれも歯冠崩壊の著しい症例だが、歯髄を保存し、ピンやレジン接着を用いて歯冠を建築している。抜歯して髄腔や根管保持の建築を行なうことは可能な限り避けたい



図3 a, b 多量な病的象牙質をもち抜歯の必要性も考える患歯(a)であるが、自発痛などがなくIPCを試みた。数ヶ月後再開拓すると象牙質は再石灰化して歯髄の温存ができた(b)

を選択しがちなのではなかろうか(表2)。

しかし、前述した通り、昨今の患者の知識や歯の保存への理解が高まっている中、果たして患者はこれまでのように「何年も経ったのだから」と鷹揚に、歯科医師側の「都合」を許してくれるのだろうか。歯髄を保存すべく、懸命に努力した評価は間違いなく得られるであろうが、安易な抜歯によって生じたトラブルにはかなり厳しい目が向けられることを覚悟しなければならない。

著者は、以前からこうした考えのもとに、常に歯質、歯髄保存を心がけてあらゆる努力をしてきている。歯質崩壊が激しく、歯冠修復が困難な場合でもレジン接着やピン保持によって支台を築盛し、有髄歯として修復し(図2)、深い窩をもち、そのまま(健全象牙質が得られるまで病的な象牙質を除去し続ける)では抜歯に至るような症例では、IPC(A-IPCとして健保採用されている)を行なって、極力抜歯は避け、歯髄温存に努力している(図3a,b)。ごくまれではあるが、結果的に抜歯に至った場合であっても、私たちの歯髄保存の努力に対しては高く評価してくれている。歯髄の保存には、術者の正しい判断、正確で精緻な技術、制腐的な対応、優秀な材料や薬剤、そして何よりも歯科医師の歯髄保存への強い熱意、患者の理解が必要である。

### 3. 新覆歯剤、セラカルLC

表2. 直接覆歯を成功させるために  
(処置中露髓したら・臨床的判断)

#### 診断

- ・偶発的な露髓か、仮性露髓していたものか
- ・感染象牙質(病的象牙質)の量、状態、位置はどうか
- ・露髓の位置はどこか(髓角での露髓か、軸壁面での露髓か)
- ・露髓面(創面)の大きさはどうか(直径1mm以内程度の円状か)
- ・出血の性状はどうか(鮮血なのか、鬱血性なのか)

#### 処置

- ・術野の隔離(ラバーダム)下で処置する
- ・感染象牙質は、露髓面遠くから、露髓面は清潔な器具に替えて除去する
- ・う窩の清掃にあたっては露髓面に圧を加えない
- ・止血の確認
- ・露髓面には、覆歯剤貼付時などに機械的なストレスを加えない
- ・露髓面は覆歯剤などにより完全に封鎖する
- ・より効果的な覆歯剤、ライナーあるいはベース材を使用する

表3. 歯髄・象牙質・歯髄の保護と窩洞窓壁の補償

#### 1) 歯髄・象牙質・歯髄の保護

- ・直接覆歯(歯髄の修復を一層促すような薬効を期待する)
- ・間接覆歯(古くは使用されたことばであるが、修復法の変遷や意味として以下の方法に包括されるようになった)
- ・ライニング(修復材からの物理・機械的な刺激の遮断や窓壁の平滑化などに用いられる)
- ・レジンコーティング(とくにレジン間接修復に利用され接着効果を高める)

#### 2) 窓壁の補償・・Base

窩洞窓壁が病的な象牙質の除去などで失われ、必要な窩洞形態が具備できない場合、象牙質あるいは修復材料とは異なる材料でその部分の窓壁を整える。古い教科書では「裏装」と表現されたこともあるが、「裏層」と誤用されることもあり、英語の表現に倣い「Base:ベース」と称することが多くなった

表2および前項で述べた通り、歯髄をまもるには、歯科医師側の努力が必須であるが、その歯科医師の努力をしっかりと支えてくれる薬剤、材料も必須である。著者らは、かねてから歯髄、象牙質・歯髄複合体を「まもる(保護する)」方法として表のように分けて考えてきた(表3)。

## 新しい光重合型覆歯剤“セラカルLC”が歯髄をまもる

表4. セラカルLCの成分

- ・酸化カルシウム
- ・二酸化ケイ素
- ・酸化アルミニウム
- ・酸化バリウムジルコニウム
- ・ポリエチレングリコールジメタクリレート
- ・Bis-GMA

表5. セラカルLCの特徴

- ・長期に亘り、Caイオンを豊富に放出する
- ・長期に亘り、高いpHを維持する
- ・高い修復象牙質形成能をもつ
- ・光硬化型であり、任意の時点で硬化させることができる
- ・シリジンから直接貼付でき、練和の必要はない
- ・多少の湿潤環境下であっても貼付が可能
- ・露髓創面の封鎖性に優れる
- ・硬化は迅速で、かつ硬くなり、創面の機械的保護効果に優れる
- ・高いエックス線造影性をもつ
- ・光硬化型であるため1mm以上の深さでは硬化しない（欠点）

セラカルLCは、この分類によれば、直接覆歯剤であり、ライナー（ライニング材）でもある。セラカルLCの成分は、基本的にはMTA（Mineral Trioxide Aggregate）セメントである。このMTAセメントは、ケイ酸カルシウムはじめいくつかの無機成分で構成され、建築用の「ポルトランド（地名）セメント」を精製したものである。MTAセメントは製品化され、国内でも一般的に覆歯剤として利用され、その臨床効果も高く評価されている。教室の堀江らはラットの臼歯を用い、直接覆歯剤としてのMTAの高い被蓋硬組織形成能を確認して報告している<sup>3)</sup>。

しかし、MTAの計量、水との練和、患部への貼付など、いずれの操作も煩雑で難しい。また硬化には相当の時間を要するため臨床での使用はきわめて困難であって、その優れた性能を一般の臨床で広く発揮させることはきわめて難しいと言わざるを得ない。さらにMTA製品は非常に高価であり、その意味でも一般への普及と浸透には疑問である。

このようなMTAの性能をそのままもち、その操作性を数段向上させたのがセラカルLCである（図4、表4）。堅田ら<sup>4)</sup>は、ラット上顎左右第一大臼歯に各々直径約0.5mmの人為的露髓面を形成し、片側をプロルートMTA（デンツプライ三金：MTAセメント、MTA群）で、片側をセラカルLC（BISCO、モリムラ：TCL群）で直接覆歯してその経過を観察した。その結果、MTA、TCL群いずれの実験群であっても覆歯後1週間で、露髓面をほぼ閉鎖する新生被蓋硬組織の形成を認め、明らかな修復性変化を認めている。また術後2週間で、いずれも炎症性の変化を認めず、かつ露髓面を完全に覆う被蓋硬組織の形成を認め、この硬組織にはトンネル状欠損などを認めず、良質な修復象牙質であることを確認している（図5a, b）。すなわちセラカルLCの直接覆歯剤としての効果は、これまでの報告で高く評価されてきたMTAセメントと同等であり、その使用法がMTAよりはるかに容易である分、この覆歯剤の臨床効果は高いとしている。

同じく堅田ら<sup>5)</sup>は、セラカルLCとMTAセメントの硬化体をリン酸緩衝生理食塩水(PBS)中に浸漬し、その各々の硬化体内部と表面におけるCa、Si、Al、P、



図4 ケイ酸カルシウム含有光硬化型覆歯剤、セラカルLC（BISCO/モリムラ）。シリジンから患部に直接貼付でき、光照射で硬化する



図5 a, b MTA群（a）、TCL群（b）の各々直接覆歯後2週間の組織切片像。両群の露髓部は共に良質な新生被蓋硬組織で被われている（堅田ら<sup>4)</sup>から転載）

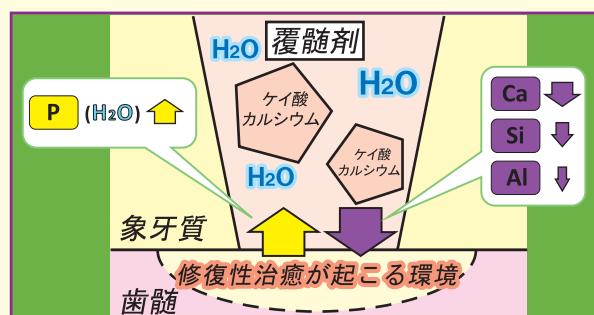


図6 セラカルLCは、水分を露髓面から吸収し、Ca、Si、Alなどのイオンを露髓面に放出して露髓創部の治癒を促進する（堅田ら<sup>5)</sup>から転載）

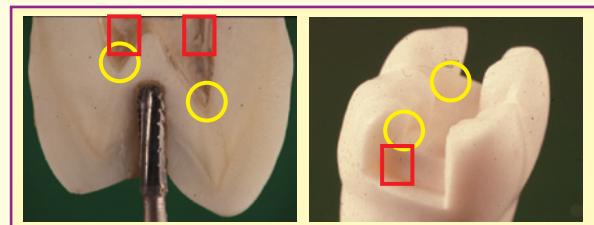


図7 體角（○の部分など）での露髓は、軸壁（□の部分など）や髓壁での露髓より直接覆歯の経過は良いと言われている

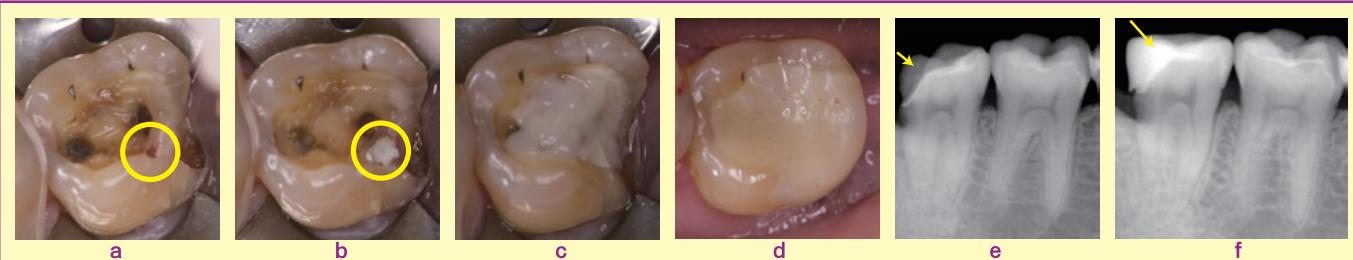


図8 41歳女性の下顎第2大臼歯遠心歯頸部での覆髓例（口腔内写真は鏡視）

Cの移動、溶出、析出などの挙動を観察して覆髓効果の原理を推測している（図6）。その結果からセラカルLC硬化体にPBSが浸透し、MTAと同様に硬化体からCa、Si、Alが溶出していることを確認し、これらのイオンの放出が歯髄の未分化間葉系細胞の誘導を促すものと推測している。この際のPすなわち水分の硬化体への取り込み（浸透）はMTAセメントのほうが多いが、硬化体からの放出イオン量はセラカルLCとMTAセメントとの間に差がなかったとしている。すなわちこの研究結果もセラカルLCの覆髓効果はMTAセメントと同等であることを裏付けしている。

以上、セラカルLCは臨床成績に定評があるMTAセメント同様、長期（3週間）に亘り、高いpH（8.04～10.96）を保ち、高い濃度のCaイオンを放出し<sup>6)</sup>、また露髓面を物理・機械的に保護し、露髓創傷部の治癒を促進する環境をつくるものと考えられる。さらにその優れた操作性から、MTAよりも数段優れた臨床効果を有するものと期待される（表5）。

#### 4. セラカルLCの臨床

直接覆髓の成功には、術者の歯髄温存に対する強い信念と努力が必要であることは繰り返し述べた。これらの他、従来から臨床の場での確実かつ迅速な判断（診断）と制腐的で緻密な手技も必要であると言われている（表2、図7）。セラカルLCを用いたとしても、これらの術者側の判断力や手技に間違いやエラーがあれば直接覆髓の成功はあり得ない。しかしながら、セラカルLCの被蓋硬組織形成能や臨床操作性は、これまでの水酸化カルシウム系覆髓剤やMTAセメントのそれに比べるとはるかに優れていて、その性能差は術者の経験や熟練の差を少なくするものと大いに期待でき、直接覆髓の成功率を高めるものと考えている。

著者らの臨床での経験は、製品の市販され始めた時期が2013年5月であったために、残念ながら、年単位のものではなく月単位のものである。しかし優れた臨床操

作性、動物実験や研究室での物性の研究結果、短期ではあるが術後の経過の良好さなどを併せて総合的に判断すると、本覆髓剤を用いた直接覆髓の予後は大いに期待できる。

以下に著者の症例を示す（症例1、2は日本歯科評論2014年5月号<sup>7)</sup>にも一部を紹介した）。

#### 症例1

##### （41歳女性。#47（右下第2大臼歯）遠心う窩における露髓例）

#48（水平埋伏智歯）を抜歯後、#47遠心歯頸部のう窩の修復処置を実施するにあたり、前医は抜髓の可能性を示唆した。しかし患者は歯髄の保存を希望し、著者を紹介されて来院した。歯髄温存に努めるが、抜髓の可能性もあり得ることを説明し、咬合面の二次う蝕部分を含めてう窩の開拓、感染象牙質の除去を注意深く（歯髄近接部は、清潔なラウンドバーあるいはエキスカベーターに取り替え、最終的に除去する）行なったところ、予測した通り、遠心側室部分頬側寄りに点状の露髓を認めた（図8a）。セラカルLCを貼付し（露髓面とその周囲に1mm以内の厚径で）、光照射して硬化させた（図8b）。

セラカルLCの硬化を確認し、本症例ではレジン添加型グラスアイオノマーセメントでライニングして（図8c）印象採得した。その後レジンアンレーを製作して装着した（図8d）。術直後（図8e）および術後6ヶ月後（図8f）のX線写真でも確認できる通り、現在（1年6ヶ月後）まで良好に経過している。

#### 症例2

##### （76歳男性。#33近心歯頸部根面う窩における露髓例）

患者は長期に亘るメンテナンス中で、担当衛生士が同部にう窩を認めた。自覚症状等はなく、う窩の修復を行なったが、う窩の病的象牙質を除去中、最終的に

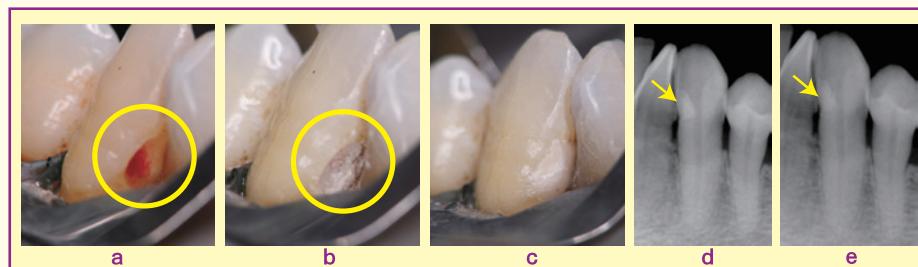


図9 76歳男性の下顎犬歯根面、歯頸部での覆髓例（口腔内写真は鏡視）

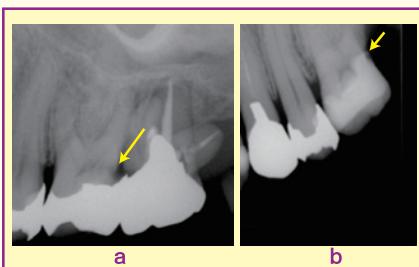


図10 56歳男性の上顎第1大臼歯遠心歯頸部での覆髓例

露髓、出血を認めた（図9a）。滅菌綿にて止血し、止血確認後露髓部にセラカルLCを塗布し、光照射しセラカルLCを硬化させた。その後窩底（窩洞軸壁）全体にセラカルLCでライニングして同じく光照射、硬化させた（図9b）。う窩の位置、患者の年齢やカリエスリスクを考え、う窩はレジン添加型グラスアイオノマーで修復した（図9c）。術直後（図9d）および術後2ヶ月（図9e）のX線写真によれば、経過は良好であり、また引き続きメンテナンスを行なって経過を観察しているが、症例1同様、現在（約1年6ヶ月）まで問題なく経過している。

### 症例3

#### （56歳男性。#26遠心歯頸部のう窩における露髓例）

患者は#27部の咬合痛を訴え、紹介されて来院したが、#27頬側遠心根は露出し、歯根の破折も視認できた。また同歯の動搖も著しいため、抜歯したが、その際に#26遠心歯頸部にう窩を認めた。後日同う窩の処置中に露髓を認めたため、セラカルLCにて直接覆髓しその後レジンアンレーにて修復して経過を観察している。術前（図10a）と術後5ヶ月（図10b）のX線写真でも確認できる通り、今まで経過は良好である。

### 5. おわりに・・

#### 歯髓、歯質保存をめざす管理型医療へ

本来歯科医学、医療は、疾病の予防を究極の目的とし、歯質、歯列の保存を主意とするものである。もちろんその中で修復治療、歯の欠損の補綴治療は、他の医学、医療には見られないきわめて特徴的なものであり、かつ必要不可欠なものである。しかしながら、これらの治療は結果に対するものであって疾患予防や歯科疾患の場合は歯質、歯列の保存が補綴治療に優先されねばならない。

冒頭で述べた通り、2011年の歯科疾患実態調査では「8020」が28%の人々に達成された現在、歯質保存の主意は今後増々重要な課題になる。歯質保存のためには当然歯髓の温存、歯冠修復、患歯・患者管理型歯科医療の重要性が増し、今回紹介した覆髓剤やライナーの使用意義も非常に高くなるものと考えられる。そのような中、セラカルLCは術者のニーズに適確に応答してくれるすばらしい薬剤・材料と考え、国民のより多くの歯、歯列の保存に貢献するために紹介した次第である。皆様の臨床に本紹介記事が役立つようであれば幸いである。

### 参考論文

- 1) 岩久正明：歯髓これでも残す、こうして残す（千田 彰他編著）. 72~73, デンタルダイヤモンド社, 東京, 1996.
- 2) 平井 順：歯髓これでも残す、こうして残す（千田 彰他編著）. 166~171, デンタルダイヤモンド社, 東京, 1996.
- 3) 掘江 卓也：BMPを添加したMTAによる直接覆髓の効果について. 日歯保存誌, 52 : 393~401, 2009.
- 4) 堅田和穂他：ケイ酸カルシウムと高親水性モノマーを含有した光硬化型覆髓剤による直接覆髓の効果について. 日歯保存誌, 56 : 570~579, 2013.
- 5) 堅田和穂他：ケイ酸カルシウム系覆髓剤の治癒効果に関する分析化学的研究, PBS中に浸漬された覆髓剤内外における元素分布の挙動. 日本歯科保存学会2014年度春季学術大会（第140回）講演抄録集 : 89, 2014.
- 6) Gandolifi MG他 : Chemical-physical properties of TheraCal, a novel light curable MTA-like material for pulp capping. Int Endod J, 45:571~579, 2012.
- 7) 千田 彰、富士谷盛興：セラカルLC, 画期的な光硬化型覆髓剤が登場！—これは臨床に必要でしょう！. 日歯評論, 74(5) : 121~126, 2014.

# MTA系覆髓材 セラカルLCの臨床応用報告(1)

○荻田 匡樹 先生<sup>1)</sup>, 荻田 修二 先生<sup>1)</sup>, 安立 妙子 先生<sup>2)</sup>, 荻田 美紗子 先生<sup>3)</sup>

1)医療法人おぎた小児歯科 2)小児歯科あおやま 3)医療法人せんのんじ小児歯科

平成25年11月4日 第32回日本小児歯科学会中部地方会大会 P-13 ポスター発表【MTA系覆髓材セラカルLCの臨床応用報告(1)】より、著者のご承諾をいただき、本紙に転載し、一部改変させていただきました。

## 目的

従来より、乳歯、永久歯を問わず、歯科治療中あるいは外傷などによって歯冠破折し露髓した場合、水酸化カルシウム製剤を応用した歯髓保存療法がとられてきた。しかし時には抜髓や感染根管処置に至る症例もあり、より成功率の高い術式および材料が求められてきた。そこで今回われわれは、MTA系覆髓材セラカルLCを臨床応用する機会を得たのでその成績および臨床的考察を交えて報告する。

## 方法

### 対象

2012年7月から2013年6月までの1年間に（医）おぎた小児歯科および（医）せんのんじ小児歯科を受診し、う蝕治療もしくは外傷によって、臨床上明らかに露髓もしくは不顕性露髓が強く疑われる111名、160症例（直接覆髓49症例、間接覆髓111症例）

## 術式

- ①ラバーダム防湿下（臼歯部では必須）で窩洞形成および軟化象牙質を除去する
  - ②露髓もしくは不顕性露髓が強く疑われる部位を次亜塩素酸ナトリウム・オキシドールにて交互洗浄
  - ③余剩水分を滅菌綿球で除去
  - ④レーザーにて創部殺菌を行う
  - ⑤滅菌した充填器を用いてセラカルLCを貼薬し、光照射20秒行う
  - ⑥コンポジットレジン充填または乳歯冠修復を通法にて從って行う
- ※予後判定は術後2か月から1年程度観察を行い、臨床上健全に経過しているものを経過良好とした。

## セラカルLCとは

BISCO社から発売された、光重合型レジン強化型ケイ酸カルシウム(MTA)覆髓材である。MTAセメントは優れた石灰化組織誘導能を有し、すでに覆髓材として用いられておりその効果は既知の通りである。この優れた石灰化組織誘導能に加え、親水性レジンを配合することによって覆髓材としての封鎖性およびカルシウムおよび水酸化物イオンの放出を両立させた唯一の製品である。

## 結果

短期的に不快症状や違和感など単純性歯髓炎などを疑う症状が確認された症例ではなく、術後8か月目に明らかな歯髓炎症状を認めた1症例について抜髓を行った。

## 考察

歯髓に近接する、あるいは露髓するような症例について一般的には水酸化カルシウム製剤が使用される。これは水酸化カルシウムがイオン化することによりカルシウムイオンを放出するとともに、水酸化物イオンによるアルカリ化によって修復象牙質形成を期待するものである。実際われわれの臨床においても多く利用され、歯髓を保存できた症例を数多く経験している。しかし、時として予後不良で抜髓に至る症例もあり、この判断には苦慮する所である。もちろんこれは歯髓の感染状況や治癒能力の差によっても大きく左右される所であるが、より修復象牙質形成誘導能の高い材料を用いることで成功率を向上させることができると考えられる。

近年ではケイ酸カルシウム製剤（MTAセメント）が注目されており、優れた硬組織誘導能が示されている。特に直接覆髓においてその優れた硬組織誘導能によってすみやかにデンティンブリッジが形成されるといった報告を見るかぎり、覆髓材として極めて有望であると考えられた。

しかし、MTAセメントは、操作性という点においては実際の臨床において問題点もある。特に練和が必要であったり、硬化時間が長いという点については、素早い処置が求められる小児の臨床においては大きな問題である。

今回使用したセラカルLCはこの点の改善について特に有用性を見出すことができる。セラカルLCに配合されたケイ酸カルシウムは既存のプロルートMTAと比較してほぼ同程度のカルシウムイオン放出能を示す。さらにセラカルLCに配合された光硬化型レジンは難溶解性および物理的強度を有するとともに、単一ペーストであることから目的の部位にすぐに貼薬でき、硬化時間も光照射時間20秒で、象牙質のコラーゲン線維と結合し、優れた辺縁封鎖性を示す。これは露髓症例など出血や浸出液といった覆髓材の硬化を阻害する条件下において非常に有用であった。

## 結論

セラカルLCに配合された親水性レジンは組織液を浸透させ、カルシウムイオンを提供するとともに湿润面における操作性の向上も担っている。したがって露髓による出血や浸出液の多い小児の口腔内においても覆髓操作は容易だった。またその効果について、抜髓症例が1症例のみと良好であったことから、今後、難症例と思われる症例についても歯髓保存療法の可能性が期待できる結果となった。

# MTA系覆髓材セラカルLCの臨床応用報告(1)

## 症例1

9歳7か月 女児  
左下第2乳臼歯



## 症例2

13歳2か月 女児  
右上第1大臼歯



## 症例3

3歳0か月 男児  
右上乳側切歯



## 症例4

3歳1か月 男児  
左上乳中切歯



## 結果

	人数	症例数	露髓	不顯性露髓	抜髓
医療法人おぎた小児歯科	61名	89症例	35例	54例	0例
医療法人せんのんじ小児歯科	50名	71症例	14例	57例	1例
合計	111名	160症例	49例	111例	1例

(1)	(2)	(3)	(2)	(4)	(1)	(1)	(5)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(3)						
3	8	2	4	11	症例数	12	5	1	12	6	2	6	2	0	0	2	1	症例数	2	1	0	1	0	5	2
E	D	C	B	A	歯式	A	B	C	D	E	7	6	5	4	3	2	1	歯式	1	2	3	4	5	6	7
E	D	C	B	A	症例数	A	B	C	D	E	7	6	5	4	3	2	1	症例数	1	2	3	4	5	6	7
11	17	0	0	0	症例数	0	0	1	10	14	2	6	1	0	0	0	0	症例数	0	0	0	0	0	9	2
(3)	(6)								(4)	(5)													(2)		

露髓および不顯性露髓の歯種別症例数 ※( )内は露髓した症例数

拔髓となった症例： 5歳0か月 女児

### 経過

H24年9月 右上乳側切歯のカリエスを認めたため局麻下に形成を行ったところ、露髓を認めた。露髓面にセラカルLCを応用し、CR充填を行った。術中特に出血が多かったなど術後経過に影響があると考えられる所見はなく、その後も問題なく経過した。

H25年1月 他部位治療のため来院。その際パノラマX線写真では異常を認めず、自覚・他覚症状も認めなかった。

H25年6月 右上乳側切歯部違和感を主訴に来院。デンタルX線写真にて内部吸収を認めたため抜髓処置となった。

# 生物活性を有する裏層材を用いた外傷歯の象牙質再生効果について

Using Bioactive Liners: Stimulating Post-Traumatic Dentin Formation

Jack D. Griffin Jr, DMD

Dentistry Today, Vol. 31, No. 10, pp. 132, 134-136.

翻訳 株式会社エイコー

Reprinted by permission of Dentistry Today, c2012 Dentistry Today.

## はじめに

生物活性（Bioactive）とは“生体組織に影響を与える”あるいは“反応する”物質であり、ケイ酸カルシウムあるいはアルミニン酸カルシウムを配合し、デンティンブリッジ形成やアパタイト形成を促進する新たな生物活性材が上市されている。

セラカルLC（BISCO）は、象牙質封鎖性、微小漏洩の予防、知覚過敏の解消、歯髓治癒を促進する可能性を有する。

セラカルLCは、新たな材料区分として“レジン強化型ケイ酸カルシウム”を創出した。これは、光重合型でレジンをベースとし、X線造影性に優れたカルシウム放出性の材料であり、このカルシウム放出性により、硬組織形成が促進される。さらに、直接修復材としての有用性をもち、水酸化カルシウム材やグラスアイオノマー等に代わる覆髓材でもある。

## 裏層材料であり覆髓材料

ケイ酸カルシウムは、mineral trioxide aggregate (MTA) に配合され、長年、生物活性材として根管処置、覆髓材、断髓材として使用されている。セラカルLCは、ケイ酸カルシウム、レジン材等を配合するペーストである。

セラカルLCの、アパタイト形成促進作用は、FDAの承認事項であり、処置初期にレジンと歯質との相互作用で歯髓治癒に必須のアルカリ環境（pH10～11）が付与される。しかし、このpHは、数日後に中性となる。セラカルLCが処置直後、象牙質と接着する自己封鎖機能により、エアブローからの歯髓保護、さらに封鎖により、アルカリ環境が維持され、抗菌作用としても有効である。カルシウムの高い放出性は、接着材を必要とすることなく機械的に歯髓を封鎖する環境下にて、アパタイト形成とデンティンブリッジ形成には必須である。

レジン強化型MTA材や高カルシウム放出性材料は長期に渡る封鎖性に優れており、修復象牙質形成促進に大きな可能性がある。

セラカルLCは、溶解性が極めて小さいので象牙質

あるいは歯髓の組織液と接しても、溶解による裏層効果への影響はなく、アパタイト形成促進に資する十分な量のカルシウムを放出する。

セラカルLCの臨床適用として、修復処置における一般的な裏層材として、エッチングや接着処理に先立ち適用する症例、歯髓に近接するような修復処置における歯髓保護としての裏層の症例、乳歯歯髓切断法、抜髓における残髓処置の症例、永久歯あるいは乳歯の覆髓材として使用する症例である。

セラカルLCの使用にあたっては、製造者の指示に従い光重合深度が1mm以下であることから、「ベース材」のような材料よりも薄く塗布する必要がある。光重合型材料は化学重合型材料に対して、効率性の点で優れた選択となる。それは、湿潤状態の歯髓に裏層材を適用でき、裏層処置直後に最終修復物を処置できることである。また、オペーク色であることから、最終修復物の色調にもたらす影響を最小限にするために薄く貼付することになる。

## 直接覆髓

直接覆髓法は、露髓した生活歯髓を修復象牙質再生反応をもたらす歯科材料で露髓部を封鎖する手法で、生活歯髓を温存する歯内療法の重要な一つの手技である。

歯科材料は歯髓を外界から保護する役割を持ち、合わせて、歯髓と修復材料との間に新たなデンティンブリッジを形成促進する役割をも有するものである。

セラカルLCやプロルートMTAやダイカルも同様にアパタイト形成に関する予備的な証左により、血液、血漿、象牙質などの体液中にあるリン酸イオンはカルシウムと反応し、水酸化物イオンが遊離した状態にて、アパタイト結晶が析出する。これが、考えられる機序であり、生物活性裏層材の辿る道筋である。

覆髓処置が成功するにはいくつかの要因があり、患者の年齢、止血状態、露髓面積の多寡、歯髓感染の有無、歯髓受傷の経過期間などがある。各種止血剤と直接局所対処方法があり、次亜塩素酸ナトリウム、ホルマリンクリゾール、硫酸第二鉄、生理食塩水、塩化アルミニウム、過酸化水素（オキシドール）などがある。

# 生物活性を有する裏層材を用いた外傷歯の象牙質再生効果について

そのなかで、硫酸第二鉄やホルマリンクレゾールのように修復物の接着強度を低下させるものがあり、結果として細菌の感染の原因となり、覆歯処置の失敗となる。

## 症例報告

16歳男性。学校にてウェイトリフティング中に、上顎左側中切歯の切縁破折により露歯した症例を報告する（図1～図16）。

## おわりに

本症例においては、その審美性回復は満足のいくも

のであり、低侵襲修復としての結果を得た。そして、処置前の歯牙の状況（歯牙破折と露歯）から、多様な処置方針も考えられた。そして、本症例では、変色、疼痛、腫脹、X線により観察される壞死像があり、その処置が失敗に終わることを患者に説明した上であるが、ある程度に成功が期待される症例においては、保存修復にて治療されるべきである。処置後10か月時点での修復処置に対する所見を認めず、満足のゆく機能を果たしている。そして、患者においても、将来、更なる修復処置が必要となることを十分に理解している。

## 症例報告



図1 16歳男性。上顎左側中切歯。学校にてウェイトリフティング中に、外傷にて歯冠の2/3を破折損傷。破折片をミルクに浸漬し、受傷後1時間内に受診。



図2 患歯は水平破折を認めるも、他に所見を認めない。上顎右側中切歯の歯肉縁に、かすかであるが水平的な亀裂を認める。



図3 露歯とわずかな出血を認める。X線所見にて、他に破折や所見を認めない。



図4 露歯が短時間であり、止血ができる、アパタイト／象牙質形成促進材の適用対象として、直接覆歯処置とコンポジットレジン修復処置を決定。



図5 切縁にわずかに破折を認めるも、良好な状態の歯牙破折片。



図6 歯歯を次亜塩素酸ナトリウムにて30秒間の消毒と圧迫止血。その後洗浄。



図7 歯歯上に、約1mmの厚さにてセラカルLCを貼付。3方向よりそれぞれ10秒間、光照射。



図8 露歯部を含め、象牙質部を1mmの厚さでセラカルLCを貼付した状態。エナメル質には貼付しないこと。



図9 裏層材の厚みを緩衝するために、バーを用いて、約1mm、破折片を形成し、残存歯に試適する。



図10 エッティング（ビスコ社）。リン酸を確実に水洗する。



図11 オールボンドユニバーサル（ビスコ社）を、2～3層塗布し、エアーで薄層化する。



図12 残存歯をリトラクターにて歯冠を分離し、ストリップを挿入し、エッティングする。



図13 残存歯の接着処理。オールボンドユニバーサル（ビスコ社）を、2～3層塗布し、エアーで薄層化する。



図14 フロアブルレジンを一層、破折歯に塗布し光照射。硬化後、接合部のエナメル質を周辺1mmの広さにて粗面化。唇面をエッティング、接着処理、コンポジットレジン充填。ステイン等を用いて、色調を調整した。



図15 仕上げ、研磨。咬合調整。封鎖性の確保された保存修復の結果。



図16 処置経過10か月。修復物に問題を認めず、生活歯齒が保持された良好な結果。再発の際には、歯内療法を経て、セラミックベニア、あるいはセラミックフルクラウンを念頭にした処置となる。

# ケイ酸カルシウム系覆歯剤の治癒効果に関する分析化学的研究

## —PBS中に浸漬された覆歯剤内外における元素分布の挙動—

愛知学院大学歯学部 保存修復学講座

○堅田 和穂 先生, 据江 卓 先生, 中野 健二郎 先生, 八谷 文貴 先生, 長塚 由香 先生,  
岸本 崇史 先生, 鶴田 あゆみ 先生, 堅田 尚生 先生, 富士谷 盛興 先生, 千田 彰 先生



2014年6月19日（木）、20日（金）日本歯科保存学会 2014年度 春季学術大会（第140回）プログラムおよび講演抄録集 89ページ 演題P13 および ポスター発表【ケイ酸カルシウム系覆歯剤の治癒効果に関する分析化学的研究】につきまして、著者のご承諾をいただき、本紙に転載し、一部改変させていただきました。

### 研究目的

ケイ酸カルシウム等を主成分とする MTA (Mineral Trioxide Aggregate)は、直接覆歯剤として優れた治癒効果を示し、臨床において広く用いられている。最近、ケイ酸カルシウム等の他に高親水性レジンモノマーを添加し、臨床操作性を改良した光硬化型覆歯剤が新たに開発された。演者らは、ラットを用いた病理組織学的検討により、本剤がMTAと同程度の良好な治癒効果を示すことを明らかにした（日歯保存誌 2009, 2011, 2013）。

MTAは、その材料内外における水の移動により  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{OH}^-$  が解離、拡散し、周囲の歯髄組織が強塩基性の環境となることで、良好な修復能を示すと考えられている。本覆歯剤においても、含有される高親水性レジンの介在により水の移動が起こり、同様の現象が生じると推察されるが、それに関する報告は見受けられない。

そこで本研究は、リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) 中に浸漬した本材の表面および内部における Ca, Si, Al, P, C 等の元素分布を、電子線マイクロアナライザ (EPMA) を用いて観察し、これら元素の移動、溶出、析出などの挙動を詳細に検討した。

### 材料および方法

本実験では、被験材料として TheraCal LC (BISCO, USA, 以下 TheraCal)、および対照材料として ProRoot MTA (Dentsply三金、以下 MTA) を用いた。

まず、エポキシ樹脂に円柱形の規格窩洞（直径2.0 mm, 深さ2.0 mm）を形成し、窩洞内に TheraCal あるいは MTA を填塞した。TheraCal は1.0 mm厚ごとに積層填塞し、各層20秒間ずつ光照射して2.0 mmの厚径を得た。MTA は練和後直ちに窩洞に一塊填塞した後、5分間放置した。いずれも硬化を確認後、PBS (pH7.4, 37 °C) 中に1, 3, 7, あるいは14日間浸漬した。その後、これら試料および浸漬していない試料をエポキシ樹脂にて包埋し、低速精密切断機を用いて表層と直角方向に窩洞中央で切断した。切断面を鏡面研磨

(0.3  $\mu\text{m}$ 酸化アルミナ) し、30秒間超音波洗浄後、カーボン蒸着を施し、Ca, Si, Al, P, C の各元素分布の挙動を、EPMA (JXA 8530F, 日本電子) により観察した。なお各観察期間の試料数は5とした。

### 結果ならびに考察

MTA, TheraCal とともに PBS 中に浸漬すると、PBS の浸透に伴って各種元素の移動が起こり、表面および表層下の組成の変化が認められたが、その浸透の程度は、TheraCalの方が MTA より低かった。MTA の表面においては、Ca および P のみで構成される析出物が観察された。また、表面直下においても、この析出物と連続した一層が観察されたが、当該層では Ca および P の濃度は高いが、Si および Al の濃度は低いことが明らかとなった。

一方、TheraCalにおいても、その表面で MTA と同様 Ca および P のみで構成される析出物が観察され、また表面直下においても Ca, P が高濃度、Si, Al が低濃度の一層が連続して観察された。さらに、TheraCal の表面直下、ならびにその下部に存在する酸化カルシウム粒子の表層は、粒子中心部に比し Ca 濃度が低く、Ca が均一に分散する MTA の場合と異なっていた。

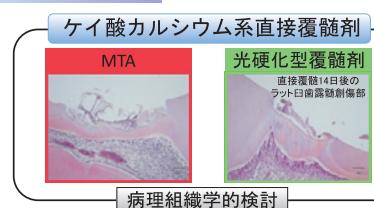
このように高親水性レジンを含有する TheraCal でも、MTA と同様材料内外において元素の移動が起こり、その様相は両者間で異なっていたが、これはレジンの架橋構造により水分の移動状況が異なることが影響しているものと推察された。

### 結論

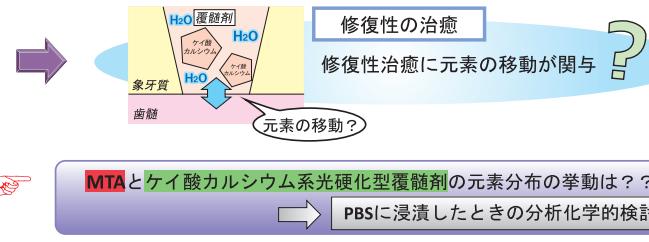
本実験の条件下では、高親水性モノマーを含有するケイ酸カルシウム系覆歯剤 (TheraCal LC) を PBS に浸漬すると、PBS が浸透し MTA と同じく材料内外において元素の移動が起こることが判明した。また、その浸透の程度は本覆歯剤の方が MTA に比し低いことが明らかとなった。

# ケイ酸カルシウム系覆歯剤の治癒効果に関する分析化学的研究

## 研究目的



同程度の良好な治癒効果を示した\*).



MTAとケイ酸カルシウム系光硬化型覆歯剤の元素分布の挙動は??  
PBSに浸漬したときの分析化学的検討

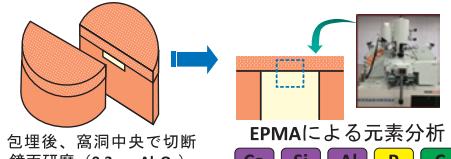
## 材料と方法

MTA	ProRoot MTA (Dentsply-Sankin)
粉末: $\text{CaO}$ • $\text{SiO}_2$ $\text{Al}_2\text{O}_3$ • $\text{Bi}_2\text{O}_3$	
液体: 精製水	

TCL	TheraCal LC (BISCO, USA)
	• $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ • $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{BaZrO}_3$ • ポリエチレンジコールジメタクリレート (高親水性モノマー) • Bis-GMA

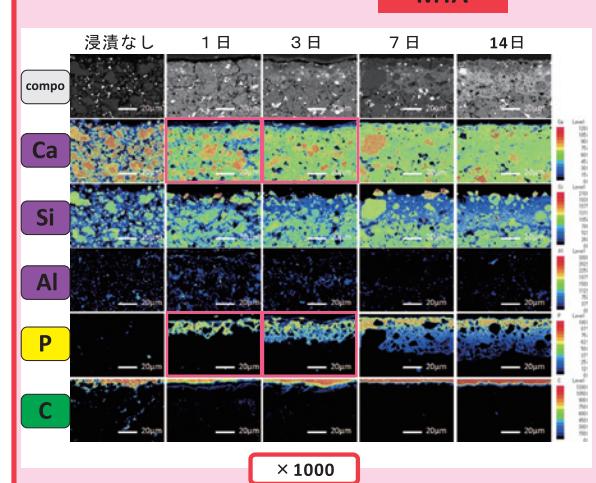


1,3,7,14日

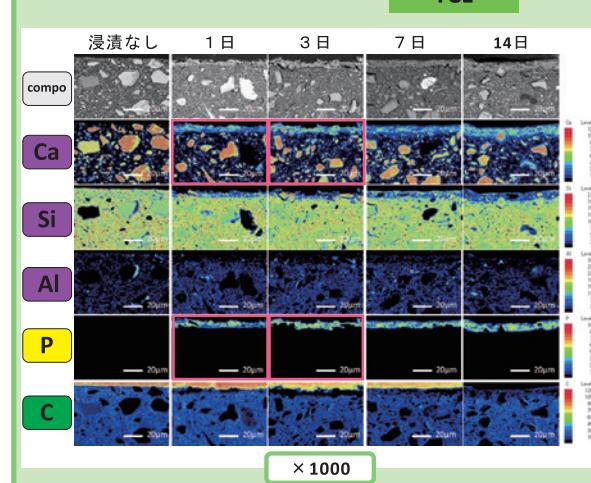


## 結果および考察

MTA



TCL



### 覆歯剤内における元素分布の挙動

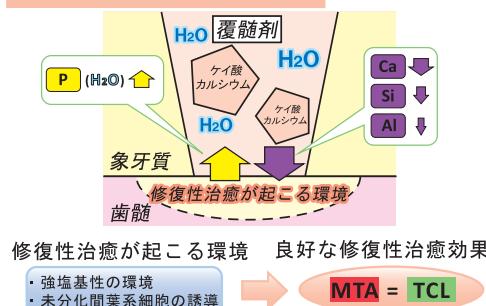
覆歯剤内への  $\text{P}$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 浸透  $\rightarrow$  MTA > TCL

### 覆歯剤外における元素分布の挙動

覆歯剤外への  $\text{Ca}$   $\text{Si}$   $\text{Al}$  の移動

MTA = TCL  
表面に  $\text{Ca}$   $\text{P}$  からなる析出物 (✓)

### 元素分布の挙動の模式図



## 結論

本実験の条件下では、MTAとケイ酸カルシウム系光硬化型覆歯剤 (TheraCal LC) における材料内外の元素分布の挙動は、ほぼ同じような様相を示した。

「ケイ酸カルシウム系覆歯剤の治癒効果に関する分析化学的研究」はMリボ新聞 第44号（2014年夏号）に掲載されました。

セラカルLC 医療機器認証番号: 225AGBZX00008000 管理医療機器 歯科用覆歯剤 製造業者: BISCO, Inc.(ビスコ インク社) 製造国: アメリカ合衆国(USA)

製品の特徴、ご使用方法などに関するお問い合わせは

お客様窓口フリーダイヤル

TEL. 0120-33-8020 FAX. 0120-66-8020

製造販売業者



株式会社エイコー

〒110-0005 東京都台東区上野3-17-10  
TEL.03-3834-5777 FAX.03-3837-2655

販売業者



株式会社モリムラ

本社: 〒110-0005 東京都台東区上野3-17-10  
TEL.03-3836-1871 FAX.03-3832-3810  
大阪営業所: 〒564-0053 大阪府吹田市江の木町5-3  
レーベンハウス江坂405号  
TEL.06-6170-8239 FAX.06-6170-8249  
<http://www.morimura-jpn.co.jp>

● 製品に関するご用命は