

グラスアイオノマーの 特長を生かしたMI修復の実践

フジIX_{GP}エクストラとフジVIIを用いた臨床



北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野
准教授 講師 講師 教授

伊藤修一 半田慶介 泉川昌宣 斎藤隆史

はじめに

FDIが2002年に提唱したMinimal Intervention (MI)においては、①口腔内細菌叢の改善、②患者教育、③う窩が形成されていない初期う蝕の再石灰化、④う窩が形成されたう蝕への最小限の外科的介入、⑤欠陥のある修復物の補修が新しいう蝕治療の概念として挙げられている。これらの概念の普及とともに接着性修復材料開発が著しく進展してきたが、さらに現在、材料開発の変革期を迎えている。MIの概念に立脚して形成された窩洞やう蝕が残存したままの象牙質窩洞では、安定した長期耐久性など改良すべき課題が未だ残っている。そこで象牙質再石灰化能を有する材料により、歯の寿命を延伸することが可能となるものと考える。

グラスアイオノマーセメントはフッ化物イオンを徐放することで抗う蝕性を発揮する修復材料として広く知られている。フッ化物イオン添加により歯質のハイドロキシアパタイト結晶がフルオロアパタイト結晶に転換されることにより耐酸性が向上する。また、フッ化物イオンがプラーク内に蓄積されると、う蝕原性細菌の発育が抑制されるとともに、う蝕原性細菌による糖代謝が阻害され酸産生が抑制される。さらに、歯面にフッ化物イオンが吸着すると歯の表面エネルギーが低下し、歯面への

プラークの吸着が阻害されることが報告されている。

1980年代半ばにFrencken JEによりグラスアイオノマーセメントによるMIう蝕治療法ART (Atraumatic Restorative Treatment: 非侵襲的修復治療)が提唱された。これは、開発途上国でのう蝕治療のために考案されたもので、グラスアイオノマーセメントの歯質接着性とフッ化物徐放による二次う蝕抑制効果に期待した手法で、スプーンエキスカバーター等の手用切削器具を用いて軟化象牙質のみを除去し、グラスアイオノマーセメントで窩洞とそれに接続する小窩裂溝を含めて充填・封鎖する非侵襲的治療法である。1994年にはジーシーとWHOの共同開発により高強度充填用グラスアイオノマーセメント「フジIX」が開発された。ジンバブエにおいて「フジIX」を使用したART修復後の3年間の予後を追った報告では、単純窩洞で完全保持率が85.3%という好成績が得られている。これはグラスアイオノマーセメントの歯質接着性と象牙質再石灰化誘導能を示唆するものである。このことから現在では、先進国においてもMIコンセプトに合致した治療法として広く応用されている。

ここで、当講座で行った「フジIX_{GP}」の象牙質再石灰化に対する影響について

紹介したい。「フジIX_{GP}」と覆髄材として用いられる水酸化カルシウム製剤からの溶出液を用いて試験管内で石灰化誘導能の評価を行ったところ、「フジIX_{GP}」溶出液は高い石灰化誘導能を示し、水酸化カルシウム製剤および脱灰象牙質基質モデルとの間に有意差は認められなかった(図1)。ICP発光分光分析法およびフッ化物イオン電極を用いて水酸化カルシウム製剤、「フジIX_{GP}」それぞれの溶出液中の元素を測定したところ、水酸化カルシウム製剤からは多量のカルシウムイオンが、「フジIX_{GP}」からはフッ化物イオンが溶出しているのが確認された(表1)。SEMで板状結晶が確認され、微小領域X線回折でアパタイトに特徴的なピークが認められた。これらの結果から、「フジIX_{GP}」から溶出したフッ化物イオンが接着界面において脱灰象牙質再石灰化に影響を与えることが示唆された。また、「フジVII」からは「フジIX_{GP}」と比較して多量のフッ化物イオンおよびケイ素イオンの溶出が確認され、強力な再石灰化誘導活性を示すことが示唆された(表1)。「フジVII」を用いた修復の良好な長期経過に関する報告もなされており、今後、超高齢社会に対応したグラスアイオノマーセメントのさらなる改良とその応用の広がり期待したい。

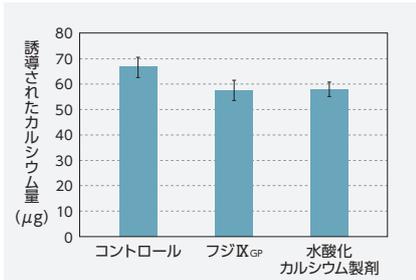


図1 誘導された石灰化物中のカルシウム量 (24時間後)。「フジIX_{GP}」溶出液は、高い石灰化誘導能を示した。「フジIX_{GP}」、水酸化カルシウム製剤、コントロール (脱灰象牙質基質モデル)との間に有意差は認められなかった。

材料名	B	Al	Si	P	Ca	Zn	Sr	Na	F
水酸化カルシウム製剤	0.00	0.30	0.34	0.00	75.00	0.00	0.00	0.41	0.12
フジIX _{GP}	0.04	10.41	6.93	0.00	0.00	0.00	0.00	17.47	33.5
フジVII	0.02	25.29	30.22	0.00	0.00	0.00	0.00	15.28	48.7

表1 水酸化カルシウム製剤、「フジIX_{GP}」および「フジVII」からの溶出元素 (ppm)。

フジIX_{GP}エクストラの臨床的特長

歯頸部う蝕や根面う蝕の修復に用いる修復材料の所要性質としては、①歯質接着性を有する、②湿潤状態においてもある程度の性能を発揮できる、③操作性が良好で簡便に修復できる、④硬化後の強度が充分にある、⑤審美性に優れるなどが挙げられる。これらの条件に合致する材料として「フジIX_{GP}エクストラ」(図2)を挙げることができる。「フジIX_{GP}エクストラ」は、小児のう蝕や高齢者の根面う蝕など完全な防湿が困難な症例、カリエスリスクの高い患者、最後方臼

歯の修復操作が困難な症例、適切に光照射できない症例などに適している。「フジIX_{GP}エクストラ」では、フルオロアルミノシリケートガラスを改良して酸との反応性を高めガラス表面のシリカゲル層を厚くしたことで、フッ化物徐放量が「フジIX_{GP}」よりも2倍以上に高まっている。さらに、「フジIX_{GP}」の欠点であった透明性の低さを改良するために、ガラスの光屈折率を下げて液に近づけることで透明性を向上させている。このように二次う蝕抑制効果と審美性が「フジIX_{GP}エク

ストラ」の大きな特長である。さらに高強度の点からも、歯頸部う蝕、くさび状欠損、根面う蝕だけではなく臼歯部咬合面・隣接面の修復にも応用が可能である。



図2 「フジIX_{GP}エクストラ」。

フジIX_{GP}エクストラ カプセルを用いた修復例

症例1

56歳の男性。下顎左側第3大臼歯の冷水痛を主訴に来院した。咬合面に大きな窩が認められる。上下顎両側第3大臼歯が萌出しており咬合しているが、

4歯ともに咬合面う蝕が認められる。清掃の困難な最後方臼歯で、ラバーダム防湿も困難であったため、ブラッシング指導後、簡易防湿下にて「フジIX_{GP}エク

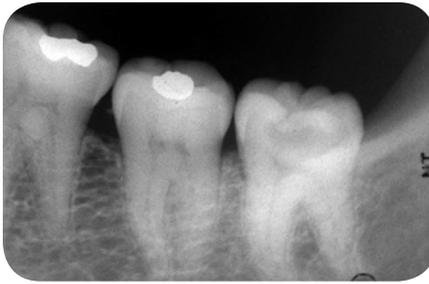
ストラ カプセル」(図3)を用いて修復することとした。



図3 「フジIX_{GP}エクストラ カプセル」(左)、「カプセルミキサーCM-II」(中央)、「カプセルアプライヤーIV」(右)。



4-1 初診時の口腔内写真およびエックス線写真。下顎左側第3大臼歯咬合面にう窩を認める。



4-2 ダイヤモンドポイントでう窩開拡後、う蝕検知液にてう蝕象牙質外層(感染象牙質)を染色した。



4-3 染色された感染象牙質。



4-4 ラウンドバーによる切削が困難なため、「ラウンドエキスカバーター」(ストレート)を用いて赤染された感染象牙質の除去を行った。



4-5 「ラウンドエキスカバーター」(カーブ)はアンダーカット部の感染象牙質除去に用いた。



4-6 う蝕検知液による染色とスプーンエキスカバーターによる赤染部除去を繰り返した。感染象牙質除去後の口腔内写真。



4-7 「カプセルミキサーCM-II」で10秒練和後、「カプセルプライヤーIV」を用いて窩洞に「フジIX_{GP}エクストラ カプセル」を填塞した。窩洞内のみならず小窩裂溝にもセメントを填塞した。



4-8 完全に硬化後、超微粒子ダイヤモンドポイントにて咬合調整、形態修正を行った。当日は最小限の調整に留める。



4-9 「フジバーニッシュ」を塗布して当日の処置を終了した。



4-10 次回来院時にシリコンポイントを用いて最終研磨を行った。「G-ガード」塗布および「G-ライトプライマII」20秒照射によって耐摩耗性、滑沢性の向上を図ることができる。

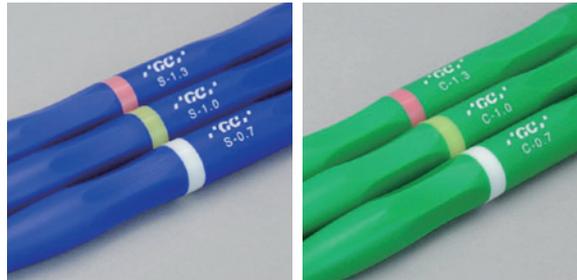
感染象牙質の除去に用いた「ラウンドエクスカーバー」(図5-1)は240°ラウンド形状の鋭利な刃先を有しているため、う蝕に対して多方向からアクセスが可能である。ストレート(把持部:青)とカーブ(把持部:緑)の2種類の刃先が

あり、ストレートタイプは窩底部の感染象牙質除去、カーブタイプはアンダーカット部のう蝕除去と使い分けることにより効率的にう蝕を除去することができる。また、う蝕の大きさにより3種類の刃先(刃部の最大幅0.7、1.0、1.3mm)

を選択でき、低侵襲なう蝕除去、窩洞形成ができる(図5-2)。う蝕除去に際しては、刃先の大きなものから小さなもの順に使用する。



5-1 「ラウンドエクスカーバー」。



5-2 「ラウンドエクスカーバー」。
ストレート:ハンドル青色(左)、カーブ:ハンドル緑色(右)。
3種類の刃先(刃部の最大幅0.7mm(ホワイト)、1.0mm(イエロー)、1.3mm(ピンク))がラインナップされている。

本症例のように①清掃の困難な最後方臼歯、②回転切削器具の挿入が困難、③う蝕検知液によるう蝕象牙質の染色状態の確認が確実でない、④ラバーダム防湿が困難な症例においては、コンポジットレジン修復よりも、グラスイオノ

マーセメントの歯質接着性、フッ化物徐放による抗う蝕作用が期待できる。特に「フジIX_{GP}エクストラ」は硬化がシャープなため、感水の危険性が高い本症例に適している。また、生体親和性も良好なため本症例のような比較的深いう蝕に

対しても安全に使用できる。これらのことを考慮すると「フジIX_{GP}エクストラ」の歯髄温存療法への応用も十分に可能であると考えられる。

症例2

25歳の男性。上顎右側第1小臼歯歯頸部の審美障害を主訴に来院した。歯頸部に変色したコンポジットレジンが認められた。全歯にわたり頬唇面、特に歯

頸部が白濁あるいは褐色に変色しており、エナメル質初期う蝕が認められた。ブラッシング指導を行った後、変色したコンポジットレジン除去して、フッ化物

徐放による抗う蝕作用およびエナメル質の再石灰化を期待して「フジIX_{GP}エクストラ カプセル」で修復することとした。



6-1 上顎右側第1小臼歯歯頸部のコンポジットレジン除去後の口腔内写真。犬歯、第1小臼歯および第2小臼歯の歯頸部に白濁あるいは褐色の変色が認められる。



6-2 ラバーダム防湿後、窩洞に「フジIX_{GP}エクストラ カプセル」を填塞した。



6-3 セメント填塞後、サービカルマトリックスで圧接した。



6-4 形態修正を行った。



6-5 「フジバーニッシュ」を塗布して当日の処置を終了した。



6-6 24時間以後に最終研磨を行った。最後にフッ化物含有ペーストとシリコンカップを用いて全歯の歯面研磨を行い、修復を終了した。白濁部、褐色部については再石灰化療法適用後、定期的、継続的に経過観察を行っている。

本症例のようにエナメル質初期う蝕が広範囲にわたり認められる症例では、グラスアイオノマーセメントの特長を生かした修復を積極的に行うべきで

ある。グラスアイオノマーセメントは湿润状態においてもある程度安定した接着性および強度が得られるが、可能な限りラバーダム防湿を実施するように

心掛けるべきである。本症例ではセメントの透明性により歯質の色調に適合した審美修復が達成できた。

症例3

70歳の男性。上顎左側犬歯の冷水痛を主訴に来院した。同歯は部分床義歯の鉤歯であることからプラークコントロールが徹底できず、う蝕も認めら

れる。う蝕は歯肉縁下へ進行していた。「フジIX_{GP}エクストラ」で修復することとした。



7-1 初診時の口腔内写真。上顎左側犬歯の根面にプラークの沈着が認められる。



7-2 上顎左側犬歯根面にう蝕が発生し、歯肉縁下へ進行している。



7-3 「フジIX_{GP}エクストラ」を填塞後、「フジバーニッシュ」を塗布した。

本症例のように高齢者における部分床義歯装着は根面う蝕発症のハイリスク要因となる。さらに歯肉縁下へ広がった根面う蝕を修復する場合、術野の防湿が非常に困難である。これらのこ

とから、本症例ではグラスアイオノマーセメントの特長を生かした修復を行うことができる。



7-4 修復後、義歯装着時の口腔内写真。

フジⅦの臨床的特長

「フジⅦ」は、「歯質の保護・強化」をコンセプトに新たに発売された製品で、簡便な操作、唾液や血液の影響を受けにくい、生体親和性、長期的なフッ化物徐放性などガラスイオノマーセメントの利点を最大限に活かした歯質

保護用ガラスイオノマーセメントである(図8)。小窩裂溝に流せる適度な流動性とシャープな硬化性を有している。「フジⅦ」は、歯質と識別しやすいホワイトとピンクの2色のセメントからなっており、修復、暫間充填、間接覆髄、裏

層、知覚過敏抑制、フィッシャーシーラントなど幅広く使用することができる。



図8 「フジⅦ」(左)と「フジⅦカプセル」(右)。ホワイトとピンクの2色からなる。

フジⅦを用いた修復例

症例4

60歳の男性。上顎左側第2小臼歯の一過性の冷水痛を主訴に来院した。くさび状欠損部が歯髄に近接している。「フジⅦ」(ピンク)を用いて暫間充填を行い、全顎的な治療方針決定までの期間の経過観察を行うこととした。

今回、暫間充填による経過観察症例に「フジⅦ」を用いた。「フジⅦ」は、「フジⅨGP」ほど強度は高くないが、フッ化物徐放量は硬化1日後すでに約4倍と非常に高い値を示す。このことから、修復処置のみならず、フィッシャーシーラ

ント、露出根面の被覆やホワイトスポットの保護等、予防材料としての用途も期待される材料である。



9-1 処置前の口腔内写真。キャビティコンディショナー(20%ポリアクリル酸-3%塩化アルミニウム、ジーシー)で歯面処理後に、流動性の良好な「フジⅦ」を充填する。



9-2 暫間充填後の口腔内写真。ピンクの場合のみ、充填後に光照射を行うと照射熱により硬化が促進される(コマンドセット機能)。「G-ライトプリマII」20秒照射により、初期硬化時間が6分から4分に短縮される。

おわりに

上述したように「フジIX_{GP}エクストラ」「フジVII」は従来のグラスアイオノマーセメントに比べて、物性、操作性、審美性、あるいはフッ化物徐放性などそれぞれ固有の特長を示し、症例に応じた活用法がある。特に、フッ化物徐放性

の向上は、単にう蝕に対する修復処置だけではなく、歯質の保護・強化という予防処置をこれまで以上に強く推進させるものである。このようにフジアイオノマーセメントシリーズはMIの概念に立脚した新しい時代の機能性修復材料

として、超高齢社会において、今後さまざまな場面での活用が期待される。



斎藤隆史 (さいとう たかし)

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野 教授

略歴・所属団体◎1990年 東日本学園大学(現:北海道医療大学)歯学部卒業。1994年 東日本学園大学(現:北海道医療大学)大学院修了。1995~1997年 ノースカロライナ大学デンタルリサーチセンター 博士研究員。2001年 独立行政法人産業技術総合研究所客員研究員。2001年 北海道医療大学歯学部講師。2003年 北海道医療大学歯学部教授。2013年 北海道医療大学歯学部長(現在に至る)。日本歯科保存学会(理事・専門医・指導医) / 日本歯科審美学会(理事・認定医) / 日本接着歯学会(理事・認定医) / 日本歯科理工学会(Dental Materials Senior Adviser) / 日本レーザー歯学会(理事・認定医) / 日本再生歯科医学会(理事・認定医・指導医)。



伊藤修一 (いとう しゅういち)

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野 准教授

略歴・所属団体◎1997年 北海道医療大学歯学部卒業。2001年 北海道医療大学大学院修了。2001年 北海道医療大学特別研究員。2002~2004年 ジョージア医科大学研究員。2004年 北海道医療大学歯学部助手。2005年 北海道医療大学歯学部講師。2011年 北海道医療大学准教授(現在に至る)。

日本歯科保存学会(評議員・専門医) / 日本歯科理工学会(Dental Materials Senior Adviser) / 日本再生歯科医学会(評議員・認定医・指導医) / IADR / 日本顎咬合学会 / 日本接着歯学会 / 日本歯科審美学会。



半田慶介 (はんだ けいすけ)

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野 講師

略歴・所属団体◎1999年 神奈川歯科大学卒業。2003年 神奈川歯科大学大学院修了。2003年 財団法人がん研究振興財団リサーチレジデント(国立がんセンター研究所ウイルス部)。2006年 北海道医療大学歯学部助手。2006年 北海道医療大学歯学部講師(現在に至る)。

日本歯科保存学会 / 日本歯科理工学会(Dental Materials Adviser) / 日本再生歯科医学会(評議員・認定医) / 日本レーザー歯学会 / 基礎歯科医学会 / IADR。



泉川昌宣 (いずみかわ まさのぶ)

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野 講師

略歴・所属団体◎2002年 北海道医療大学歯学部卒業。2006年 北海道医療大学大学院修了。2006年 北海道医療大学歯学部助手。2011年 北海道医療大学歯学部講師(現在に至る)。

日本歯科保存学会 / 日本再生歯科医学会 / 日本レーザー歯学会 / 日本歯科医学教育学会。