

令和 3 年 5 月 25 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K11705

研究課題名(和文) μ -PIXE/PIGE法によるう蝕抑制に関与する種々のイオンの動態の解明

研究課題名(英文) Elucidation of the dynamic change of various kinds of ions participating in the caries restraint by using micro-PIXE/PIGE method

研究代表者

山本 洋子 (Yamamoto, Hiroko)

大阪大学・歯学研究科・招へい教員

研究者番号：60448107

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：大気マイクロPIXE/PIGE(粒子励起X線/線放出)を用いて、う蝕抑制に関与すると考えられるフッ素、亜鉛、カルシウム、ストロンチウムが歯質内に定量的にどのように取り込まれるか、また取り込まれたことによってう蝕抑制とどのように関連するのかを検討した。フッ素単独より亜鉛やカルシウムが共存することによりう蝕抵抗性は大きくなること、脱灰歯質はいずれのイオンも健全歯質より浸透しやすいこと、特に亜鉛はX線回折、X線光電子分光法、X線吸収微細構造測定で解析したところ、象牙質のハイドロキシアパタイトの構造には影響せず、4配位結合を呈し、酸素と共有結合していることが耐酸性向上に関係していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本測定法は元素分析に優れ、特に歯質内のフッ素の測定に関しては他の追従を許さない画期的な測定法であり、フッ素と同時に他元素を大気で定量測定できることが大きな特徴である。さらに、経時的变化が観察できることから、う蝕進行抑制に関与する種々のイオンを動的に把握できる。このようにして得られた結果より、う蝕治療が単に削って詰めるという手順から、治療困難な高齢者にとっても有用なう蝕進行予防への新たな材料や手法の道が拓かれることは朗報である。

本測定法は放射線の人類への有益な利用法の一つということになり、国民への放射線有効利用に対する理解を深めるのに役立ち、放射線利用施設にとっても望まれる利用法である。

研究成果の概要(英文)： We had investigated how fluorine, zinc, calcium and strontium penetrated quantitatively into the dentin and had researched the relation between the restraint of caries and these ions penetrated into dentin using in-air micro-particle induced X-ray / -ray emission. The caries inhibition was strengthened by fluorine coexisting with zinc or calcium. Furthermore, it was shown that penetrated zinc didn't influence the structure of hydroxyapatite and had 4 coordinate bond and covalently linked with oxygen, by using X-ray diffraction (XRD), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and X-ray absorption fine structure (XAFS). By these results, it was suggested that the acid resistance was improved.

研究分野：医歯薬学

キーワード： μ -PIXE/PIGE フッ素 亜鉛 カルシウム 象牙質 う蝕抵抗性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) う蝕抑制に關与するフッ素は代表的なイオンであるが、他の Ca、Sr、Zn、Al、P、Cu などの種々のイオンの關与の有無は未だに解明されているとは言えない。これらの解明は、う蝕に対処する際の基礎的な出発点となるべきものである。しかし、これらイオン単体での測定法は多々あるものの、う蝕進行抑制と關連つけて検討する適正な方法はなかった。

(2) 我々が従来より開発してきた国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門 高崎量子応用研究所 (TARRI QST) 及び若狭湾エネルギー研究所の加速器を用いた In-air μ -PIXE/PIGE 法を用いれば、う蝕進行抑制過程でのこれらの種々のイオンの動態を同時に検討することは可能である。

2. 研究の目的

本研究では、さまざまな形態のう蝕において、種々のイオンがどのように絡み合っているのかを解き明かすことを目的とする。これらの結果から、適正なう蝕抑制とはどのようなものが認識され、さらに新規歯科材料の開発へと結びつける。

3. 研究の方法

(1) 健全象牙質の元素分布

試料の作成

ヒト健全大白歯の歯軸に垂直に、頬舌側の根面象牙質を平坦に露出させた後、歯軸に平行に近遠心、頬舌方向に4分割する。4分割切片の3片の露出根面象牙質に各種フッ素徐放性歯科材料(亜鉛を含む ZIF-10, ストロンチウムとカルシウムを含む FRC-02、カルシウムの分までストロンチウムにした Fuji7) を塗布後、残りの1切片はコントロールとする。露出根面象牙質以外をワックスで被覆して、10ml の生理食塩液を入れたプラスチックカプセルに浸漬し、37℃にて保管する。

イオン分布測定

3か月浸漬後、生理食塩液から取出し材料およびワックスを除去する。歯軸に平行、露出根面象牙質に垂直に歯を約 500 ミクロン幅に切断し、薄片試料を作成する。

これらの薄片試料の切断面を根面象牙質表層から歯質内方向に、In-air μ -PIXE/PIGE 法を用いて各元素分布の測定を行う。

(2) 脱灰象牙質の元素分布

試料の作成

健全象牙質と同様に作成した4分割切片の根面象牙質に材料を塗布する前に、露出根面象牙質以外をワックスで被覆して、pH5.0 の脱灰溶液(50mmol/l acetate buffer, 2.2mmol/l CaCl₂, 2.2mmol/l KH₂PO₄) に3日間浸漬させ脱灰象牙質を作成。

イオン分布測定

ワックスを除去した脱灰象牙質を歯軸に平行、露出根面象牙質に垂直に歯を約 500 ミクロン幅に切断し、薄片試料を作成し、健全象牙質と同様に元素分布の測定を行う。

材料塗布、再度イオン分布測定

測定後、脱灰象牙質に健全象牙質と同様に材料(亜鉛を含む ZIF-10, ストロンチウムとカルシウムを含む FRC-02、フッ素のみを含む MI Varnish) を根面象牙質表層に塗布し生理食塩液に浸漬する。3か月後に再度、同様に元素分析を行う。

(3) 脱灰抑制 (ミネラルロス) の測定

健全象牙質試料の元素分布測定終了後、それらの試料を μ CT (SMX-100CT; Shimadzu)

撮影後、露出象牙質面以外をワックスにて再被覆、脱灰溶液に3日間浸漬し、脱灰後に再度 μ CT 撮影を行い、脱灰前後の数値からミネラルロス及び脱灰深さを解析した(Kruskal-Wallis, Mann-Whitney's U-test, $p=0.05$)。

健全、脱灰歯質を新たに作成し、別のフッ素徐放性材料(ホワイトバーニッシュ: WV、F バーニッシュ: FV)を塗布して10mlの生理食塩に浸漬、1か月後元素濃度を同様に測定、その後再度脱灰前後の μ CT 撮影し、取り込まれたフッ素濃度とミネラルロス及び脱灰深さとの相関を検定した(Spearman's rank correlation coefficient, $p=0.05$)。

(4) Znのう蝕抑制効果のメカニズム解明

歯質内に浸透した亜鉛の結晶構造を解析するためにX線回折法(XRD:Smartlab, リガク, 東京), 結合状態を解析するためにX線光電子分光法(XPS:ESCA-3400, 島津製作所)、さらに亜鉛の局所的な化学構造および物理化学的機能との関係を明らかにするためにX線吸収微細構造測定(XAFS: SPring-8 BL01B1ステーション(兵庫県))にて、(1)で作成した亜鉛が浸透した歯質(Zn doped dentin)を用いて測定した。

XRDに関しては参考試料として人工的なHA p、新たに作成した亜鉛を含有するハイドロキシアパタイト(Zn doped Hap)¹⁾、健全象牙質を用いた。XPSに関してはZn doped Hap、ZnO、Zn₃(PO₄)₂·4H₂O、ZnF₂·4H₂O、ZIF-10を用いた。XAFSに関してはサンプルの配位数および化学結合に基づいて分類し、4配位のZnO、ZIF-10、5配位のZn doped HAp、6配位のZnCO₃、Zn₃(PO₄)₂·4H₂O、ZnF₂·4H₂O、さらに亜鉛箔を参考試料として用い、参考試料との比較およびArtemisを用いたフィッティングシミュレーションを行うことにより⁽²⁾、Zn doped dentinの構造を決定した。

4. 研究成果

(1) 健全象牙質内の元素分布および濃度

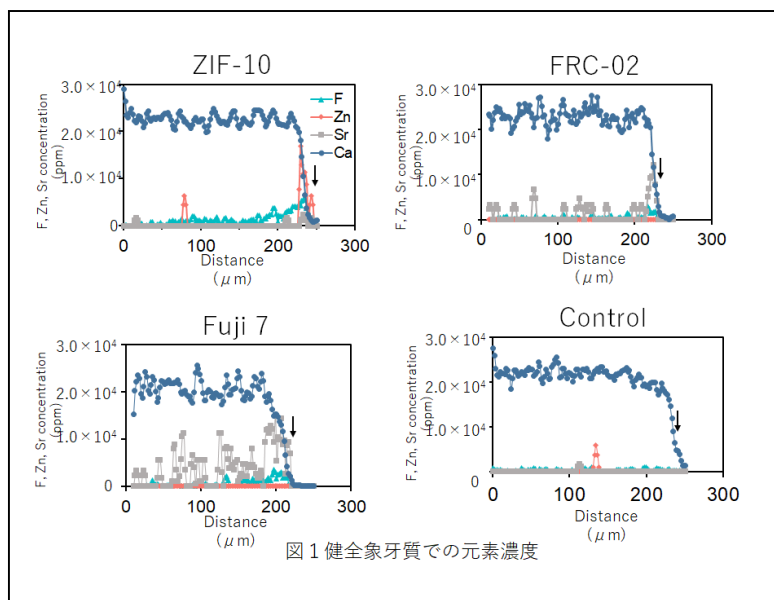


図1 健全象牙質での元素濃度

PIXE/PIGE法から得られた元素分布を示す(図1)。Y軸は種々の元素濃度、X軸は表層からの距離を示す。図中矢印が表層。グラフより、フッ素の濃度は、どの材料でも表層が最も高く、深部に向かうにつれて徐々に減少、亜鉛は、表層のみに滞留していた。ストロンチウムは100 μ mを超える深部まで比較的高濃度で取り込まれた。

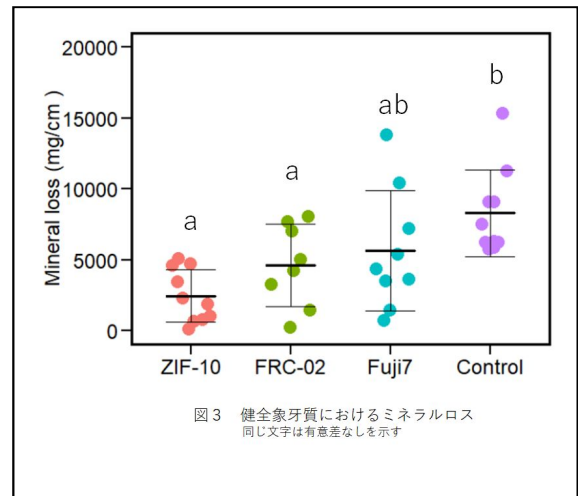
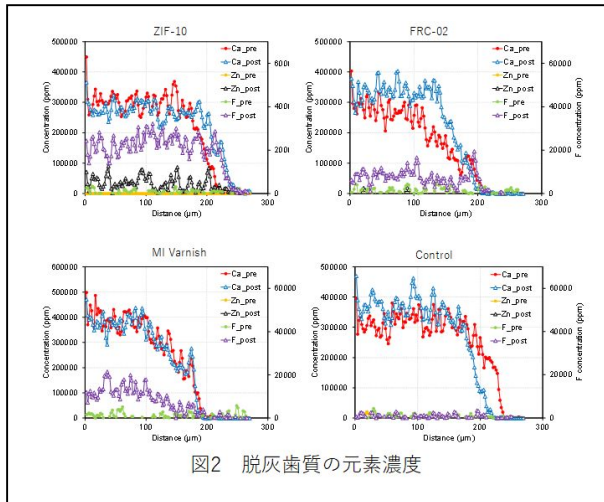
(2) 脱灰象牙質の元素分布および濃度

脱灰象牙質内の濃度を示す(図2)。カルシウム赤線は材料を塗布する前、水色は塗布後の濃度を示す。脱灰象牙質では健全象牙質に比較して、いずれの元素も深部にまで濃度も高く浸透していた。

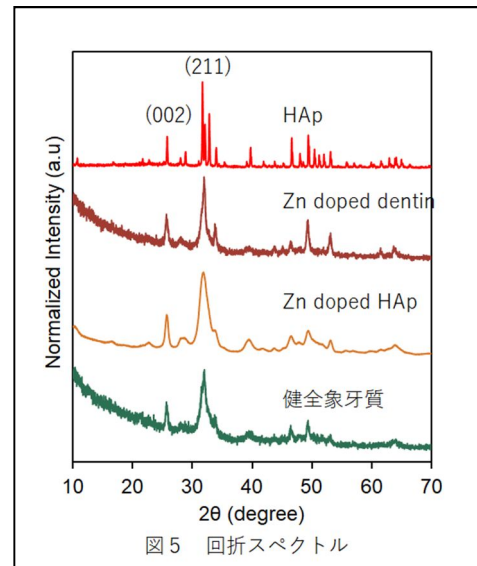
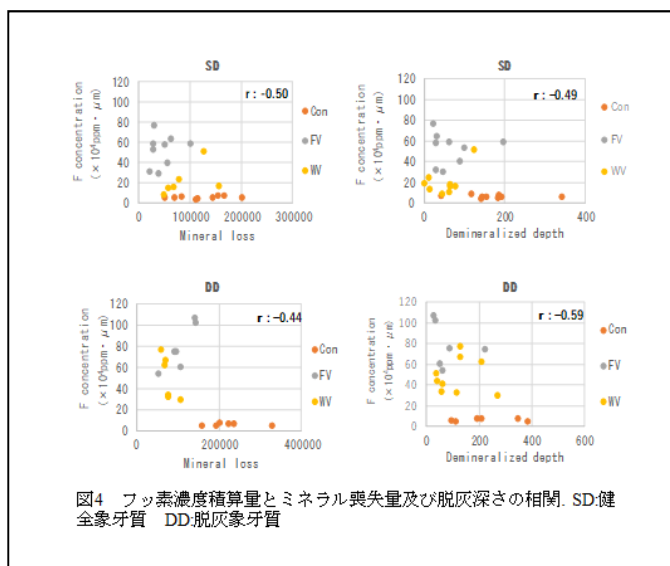
(3) 脱灰抑制(ミネラルロス)の測定

μ CTを用いた耐酸性試験の結果を図3に示す。ZIF-10とFRC-02はコントロール群と比

較してミネラル喪失量が有意に少ない。一方、材料間では、ミネラル喪失量に有意差は認められなかった。



健全、脱灰象牙質におけるフッ素濃度とミネラル喪失量及び脱灰深さの相関を図4に示す。健全、脱灰象牙質のいずれにおいても、弱い負の相関を示した。材料間には差がなかった。



(4) Znのう蝕抑制効果のメカニズム解明

XRDにより得られた人工的なHAp、Zn doped dentin、Zn doped HAp、健全象牙質の4試料の極表面層の回折スペクトルを示す(図5)。Zn doped dentinは、健全象牙質と同様のスペクトルを示したため、Zn導入による結晶構造への影響は認められなかった。さらにHAp以外のサンプルは、(002)および(211)面にブロードなピークを示し、未熟な結晶を含んでいることが示唆された。

XPSにより得られた結果を図6に示す。左側のグラフは、亜鉛の2p由来の光電子を、右側は、オージェ電子のスペクトルを示す。Zn 2pより、Zn doped dentinはZn doped HAp、ZnOおよびZIF-10と類似していることがわかる(図中点線)。さらに右側のZn AugerにおけるZn doped dentinのピークは、988.9 eV(図中点線)に位置しており、ZnOおよびZIF-10とほぼ一致していた。またZn doped HApは、Zn doped dentinと比較して低エネルギー側へわずかなピークシフトを示し、987.3 eVに位置していた。Zn doped dentinにおけるZnの化学結合状態は、ZnOとZIF-10に類似しているものの、Zn doped HApとは

異なることが示された。

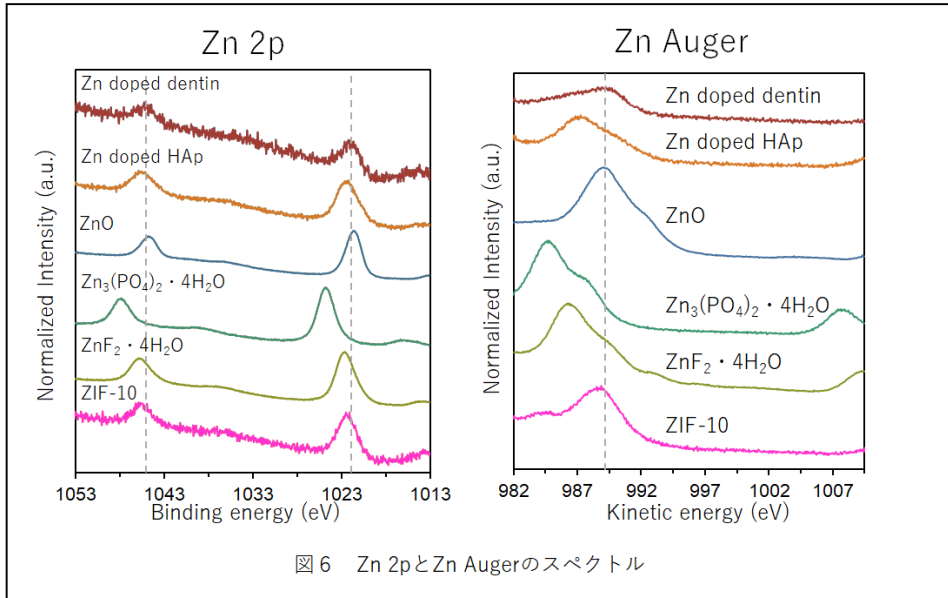


図6 Zn 2pとZn Augerのスペクトル

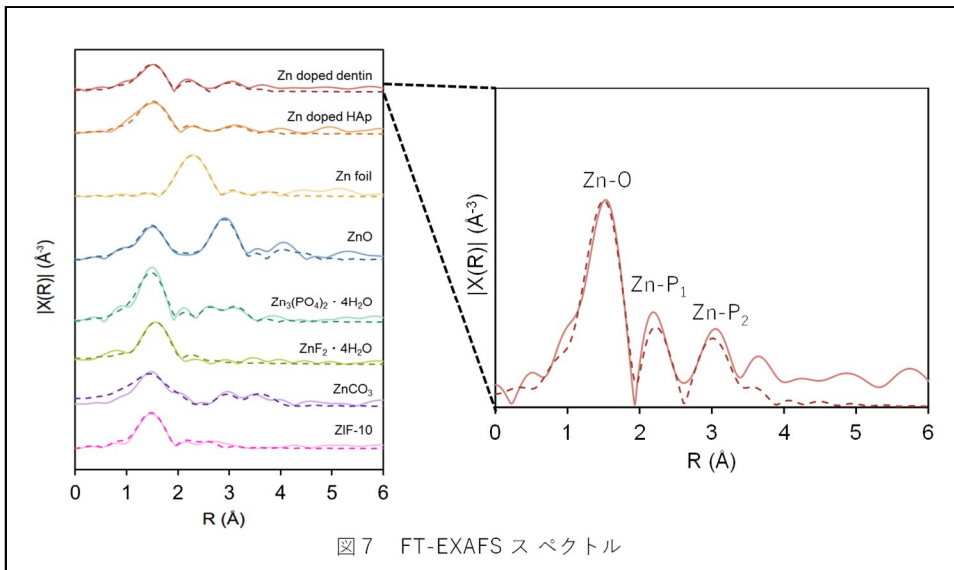


図7 FT-EXAFS スペクトル

XAFS 測定により得られたすべてのサンプルのグラフを図7左に、Zn dope dentin を拡大したものを図7右に示す。実線は、実測値を表し、点線は、R 空間でのフィッティングデータを表している。フィッティングの結果から、第一配位殻には酸素が、第2配位殻にはリンが存在していることがわかった。すなわち XPS および XAFS から、亜鉛は酸素に囲まれた4配位構造をしており、その結合長は、 1.95\AA であることがわかった。

松永らの報告⁽¹⁾によると、もともと占有されていない Zn-4sp 軌道の電子は、O-2p 軌道とオーバーラップしており、価電子バンドに存在する電子を共有することができ、結果として、Zn-O 結合は、イオン性結合と比較して高い結合エネルギーをもつ共有性結合を有することになり、耐酸性を獲得したと考えられる。

<引用文献>

- (1) K. Matsunaga, H. Murata, T. Mizoguchi, Atsushi Nakahira, Mechanism of incorporation of zinc into hydroxyapatite, *Acta Biomater.* 6 (2010) 2289–2293.
- (2) B. Ravel, M. Newville, ATHENA, ARTEMIS, HEPHAESTUS: data analysis for X-ray absorption spectroscopy using IFEFFIT, *J. Synchrotron Radiat.* 12 (2005) 537–541.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Okuyama K, Matsuda Y, Yamamoto H, Sakurai M, Naito K, Shintani K, Saito T, Hayashi M, Tamaki Y	4. 巻 -
2. 論文標題 Distribution of elements in teeth and inhibition of demineralization by titanium fluoride: Effects of concentration and pH in a titanium fluoride solution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal,	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yagi K, Uemura R, Yamamoto H, Ishimoto T, Naito K, Itoh S, Matsuda Y, Okuyama K, Nakano T, Hayashi M	4. 巻 -
2. 論文標題 In-air micro-proton-induced X-ray/gamma-ray emission analysis of the acid resistance of root dentin after applying fluoride-containing materials incorporating calcium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okuyama K, Matsuda Y, Yamamoto H, Tamaki Y, Saito T, Hayashi M, Yoshida Y, Sano H, Koka M,	4. 巻 456
2. 論文標題 Fluorine distribution from fluoride-releasing luting materials into human dentin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms	6. 最初と最後の頁 16-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda Y, Okuyama K, Yamamoto H, Fujita M, Abe S, Sato T, Yamada N, Koka M, Sano H, Hayashi M, Sidhu SK, Saito T	4. 巻 458
2. 論文標題 Antibacterial effect of a fluoride-containing ZnO/CuO nanocomposite	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms	6. 最初と最後の頁 184-188
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okuyama K, Matsuda Y, Yamamoto H, Naito K, Saito T, Hayashi M, Yoshida Y, Tamaki Y, Satoh T, Yamada N	4. 巻 QST-M-23
2. 論文標題 Elements distribution into tooth structure by titanium fluoride treatment -Effect of various pH od solution-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 QST Takasaki Annual Report 2018	6. 最初と最後の頁 100-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okuyama K, Tamaki Y, Yamamoto H, Yagi K, Hayashi M, Matsuda Y, Saito T, Yasuda K, Suzuki K, Sano H.	4. 巻 27
2. 論文標題 Fluorine binding with dentin adjacent to fluoride-containing luting materials	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of PIXE 2017	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okuyama K, Matsuda Y, Yamamoto H, Tamaki Y, Saito T, Hayashi M, Sano H, Yoshida Y, Yamada N, Koka M, Satoh T.	4. 巻 M-16
2. 論文標題 Long-term fluoride penetration from fluoride-containing luting materials to dentin.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 QST Takasaki Annual Report 2017	6. 最初と最後の頁 114-114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, 大木彩子, Khatun Morcheda Mosammat, 佐野英彦, 齋藤隆史.	4. 巻 60
2. 論文標題 フッ化物含有知覚過敏抑制材による象牙質表面の脱灰抑制効果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本歯科保存学雑誌	6. 最初と最後の頁 273-281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yagi K., Yamamoto H., Uemura R., Matsuda Y., Okuyama K., Ishimoto T., Nakano T., Hayashi M.	4. 巻 7
2. 論文標題 Use of PIXE/PIGE for sequential Ca and F measurements in root carious model	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific reports	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-14041-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 奥山克史, 山本洋子, 松田康裕, 八木香子, 安田啓介, 鈴木耕拓, 玉置幸道, 林美加子, 齋藤隆史, 能町正治, 菅谷頼仁	4. 巻 19
2. 論文標題 フッ化物含有合着材 (接着材) 周囲歯質へのフッ素取り込みと結合状態	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 若狭湾エネルギー研究センター研究年報	6. 最初と最後の頁 82-83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 奥山克史, 山本洋子, 松田康裕, 八木香子, 安田啓介, 鈴木耕拓, 林美加子, 玉置幸道, 齋藤隆史, 能町正治, 菅谷頼仁	4. 巻 19
2. 論文標題 大気マイクロPIXE/PIGEを用いた新規歯科用材料による根面象牙質の耐酸性評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 若狭湾エネルギー研究センター研究年報	6. 最初と最後の頁 84-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Okuyama K, Matsuda Y, Yamamoto H, Tamaki Y, Saito T, Hayashi M, Satoh T, Koka	4. 巻 M-8
2. 論文標題 Fluoride distribution from fluoride-containing luting materials to dentin.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 QST Takasaki Annual Report 2016	6. 最初と最後の頁 113-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsuda Y, Okuyama K, Yamamoto H, Tamaki Y, Saito T, Hayashi M, Satoh T, Koka	4. 巻 M-8
2. 論文標題 Deminerelize prevention of dentin with fluoride varnish via automatic pH-cycling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 QST Takasaki Annual Report 2016	6. 最初と最後の頁 114-114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計36件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Naito K, Yamamoto H, Matsuda Y, Okuyama K, Hayashi M
2. 発表標題 Zinc incorporated into dentin improves its acid resistance
3. 学会等名 The 98th General Session of IADR(International Association for Dental Research) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上村 怜央、山本 洋子、須崎 尚子、内藤 克昭、天羽 萌、神田 ひかる、林 美加子
2. 発表標題 リン酸三カルシウム配合フッ化物バーニッシュによる根面象牙質の脱灰抑制効果
3. 学会等名 日本歯科保存学会2020年度秋季学術大会 (第153回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田康裕, 櫻井雅彦, 奥山克史, 山本洋子, 佐野英彦, 林美加子, 斎藤隆史
2. 発表標題 フッ素含有知覚過敏抑制材を塗布した歯質中のフッ素分布測定
3. 学会等名 日本歯科保存学会2020年度秋季学術大会 (第153回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 櫻井雅彦, 奥山克史, 山本洋子, 松田康裕, 林美加子, 齋藤隆史.
2. 発表標題 フッ素含有知覚過敏抑制材を塗布した歯質中のフッ素分布測定
3. 学会等名 日本歯科保存学会2020年度春季学術大会 (第152回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥山克史, 松田康裕, 山本洋子, 櫻井雅彦, 内藤克昭, 新谷耕平, 齋藤隆史, 林美加子, 玉置幸道
2. 発表標題 フッ化チタン処理における各種イオンの歯質への分布と脱灰抑制効果 -溶液の濃度およびpHによる影響-
3. 学会等名 日本歯科保存学会2020年度春季学術大会 (第152回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naito K, Yamamoto H, Matsuda Y, Okuyama K, Hayashi M
2. 発表標題 Dynamics of ions artificially introduced into caries-affected dentin
3. 学会等名 The 68th Annual Meeting of JADR (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sakurai M, Matsuda Y, Okuyama K, Yamamoto H, Hayashi M, Saito T
2. 発表標題 Evaluation of the effect of zinc-containing oral materials on remineralization using in-air microbeam PIXE/PIGE
3. 学会等名 The 68th Annual Meeting of JADR (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥山克史、松田康裕、山本洋子、内藤克昭、櫻井雅彦、斎藤隆史、林美加子、玉置幸道、佐藤隆博、山田尚人
2. 発表標題 フッ化チタン溶液による歯質脱灰への影響と歯質への元素の浸透
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naito K, Uemura R, Yamamoto H, Iwami Y, Matsuda Y, Okuyama K, Hayashi M
2. 発表標題 Cariious preventive effect of zinc ion penetrated into dentin
3. 学会等名 The 97th General session of IADR (International association for dental research (国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山克史、松田康裕、山本洋子、内藤克昭、櫻井雅彦、斎藤隆史、林美加子、玉置幸道、佐藤隆博、山田尚人
2. 発表標題 フッ化チタン処理による各種イオンの歯質への分布-;溶液のpHによる影響-
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山克史、松田康裕、山本洋子、新谷耕平、堀口敬司、斎藤隆史、林美加子、玉置幸道
2. 発表標題 PIXE/PIGE法による歯質接着システムを介したフッ化物含有材料から歯質内へのフッ素浸透の評価
3. 学会等名 第74回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Bayarchimeg Altankhishig, 建部二三, 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, Mosammat Morsheda Khatun, 泉川真宣, 齋藤隆史
2. 発表標題 フッ化物含有金属複合ナノ粒子が象牙質接着能に及ぼす影響
3. 学会等名 日本歯科保存学会2019年度春季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山克史, 松田康裕, 山本洋子, 新谷耕平, 堀口敬司, 齋藤隆史, 林美加子, 吉田靖弘, 玉置幸道
2. 発表標題 核反応を利用したフッ化物含有接着材からの歯質内フッ素分布の測定
3. 学会等名 第73回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山克史, 玉置幸道, 松田康裕, 櫻井雅彦, 齋藤隆史, 山本洋子, 内藤克昭, 林美加子, 佐藤隆博, 山田尚人
2. 発表標題 フッ化物徐放性接着材による歯質へのフッ素取り込みと脱灰抑制の評価
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 櫻井雅彦, 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, 阿部薫明, 藤田真里, 江夏昌志, 山田尚人, 佐藤隆博, 林美加子, 齋藤隆史
2. 発表標題 抗菌性をもつ新規抗菌ナノ粒子の開発
3. 学会等名 QST高崎サイエンスフェスタ2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Khatun M, Matsuda Y, Okuyama K, Yamamoto H, Fujita M, Abe S, Sano H, Hayashi M, Sidhu S, Saito T.
2. 発表標題 Dose-dependent antibacterial effect of a fluoride-containing ZnO-CuO nanocomposite.
3. 学会等名 The 66th Annual Meeting of JADR (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Altankhishig B, Matsuda Y, Okuyama K, Yamamoto H, Fujita M, Abe S, Sano H, Hayashi M, Sidhu S, Saito T.
2. 発表標題 Antibacterial effect of ZnO/CuO nanocomposites with varying copper composition
3. 学会等名 The 66th Annual Meeting of JADR (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤克昭, 八木香子, 山本洋子, 松田康裕, 岩見行晃, 奥山克史, 林美加子, 石本卓也, 中野貴由
2. 発表標題 多種イオンによる根面象牙質う蝕抑制の検討
3. 学会等名 日本歯科保存学会2018年度秋季学術大会 (第149回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsuda Y, Okuyama K, Yamamoto H, Fujita M, Abe S, Sato T, Yamada N, Koka M, Sidhu S K, Saito T.
2. 発表標題 Antibacterial Effect of Fluoride-Containing ZnO/CuO Nanocomposite
3. 学会等名 16th ICNMTA (International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Okuyama K, Matsuda Y, Yamamoto H, Tamaki Y, Saito T, Hayashi M, Yoshida Y, Sano H, Sato T, Koka M
2. 発表標題 Fluorine Distribution from Fluoride-Releasing Luting Materials to Human Dentin.
3. 学会等名 16th ICNMTA (International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naito K, Yagi K, Yamamoto H, Iwami Y, Matsuda Y, Okuyama K, Yamada N, Koka M, Sato T, Hayashi M
2. 発表標題 Measurement of Various Ions in Human Teeth Using in-Air Microbeam
3. 学会等名 16th ICNMTA (International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, 大木彩子, 泉川昌宣, 伊藤修一, 林美加子, 佐野英彦, 齋藤隆史.
2. 発表標題 S-PRG/バーニッシュによる象牙質表面の脱灰抑制効果
3. 学会等名 日本歯科保存学会2018年度春季学術大会 (第148回)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福山麻衣, 川本千春, 大木彩子, 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, デニスセリモビッチ, 佐野英彦
2. 発表標題 オフィスブリーチング後のエナメル質に対するフッ素取り込み
3. 学会等名 日本歯科保存学会2017年度春季学術大会 (第146回)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 八木香子, 山本洋子, 上村玲央, 奥山克史, 松田康裕, 鈴木耕拓, 林美加子
2. 発表標題 In-air micro beam PIXE/PIGEによるCaを含有してガラスアイオノマーセメントを塗布した根面象牙質の耐酸性評価
3. 学会等名 日本歯科保存学会2017年度春季学術大会 (第146回)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥山克史, 山本洋子, 松田康裕, 八木香子, 安田啓介, 鈴木耕拓, 林美加子, 齋藤隆史, 佐野英彦, 玉置幸道
2. 発表標題 フッ化物含有合着材周囲象牙質におけるフッ素との結合状態
3. 学会等名 第33回PIXEシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, 泉川昌宣, 油井知雄, 伊藤 修一, 林美加子, 齋藤隆史.
2. 発表標題 ゲル状フッ化物含有知覚過敏抑制材料による象牙質再石灰化の検討
3. 学会等名 第15回日本再生歯科医学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 櫻井雅彦, 松田康裕, 奥山克史, 山本洋子, カトゥーン モーサマツト モーシーダ, 佐野英彦, 齋藤隆史
2. 発表標題 フッ化物含有知覚過敏抑制剤によるエナメル質表面の脱灰抑制効果
3. 学会等名 日本歯科保存学会2017年度秋季学術大会 (第147回)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤克昭, 八木香子, 山本洋子, 松田康裕, 奥山克史, 林美加子
2. 発表標題 In-air micro-beam PIXE/PIGEを用いた各種イオンの歯質内分布
3. 学会等名 日本歯科保存学会2017年度秋季学術大会 (第147回)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥山克史, 松田康裕, 山本洋子, 駒田裕子, 玉置幸道
2. 発表標題 フッ化物処理ハイドロキシアパタイトにおける歯質結合フッ素の分析 (第2報) - フッ化物溶液のpHによる影響
3. 学会等名 日本歯科保存学会2017年度秋季学術大会 (第147回)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	奥山 克史 (Okuyama Katsushi) (00322818)	朝日大学・歯学部・准教授 (33703)	
研究 分担者	岩見 行晃 (Iwami Yukiteru) (90303982)	大阪大学・歯学研究科・招へい教員 (14401)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携 研究者	松田康裕 (Matsuda Yasuhiro) (50431317)	北海道医療大学・歯学部・講師 (30110)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------