

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00552

研究課題名（和文）量子・X線ビーム技術を応用した「削らないう蝕治療」基盤の構築

研究課題名（英文）Establishing key aspects of non-drilling carious treatments based on quantum and X-ray beam technologies

研究代表者

林 美加子（Hayashi, Mikako）

大阪大学・大学院歯学研究科・教授

研究者番号：40271027

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、う蝕の発症および進行抑制に歯質構成元素が如何なるメカニズムで関与しているかを解き明かすことを目的とした。

まず *in vitro* にてヒト大臼歯の象牙質にマルチ元素の配合率を調整したセメント材を作用させた後、歯質構成元素の抗う蝕性を、 $\mu$ CT、PIXE/PIGE法、X線結晶回折、X線光電子分光法にてイメージングし、元素分布・濃度および化学結合を分析した。

続いて、*in vitro* の方法を *in vivo* ラットう蝕治療モデルに適用し、マルチイオンが歯質に取り込まれる様相を、 $\mu$ CT、PIXE/PIGE法、ラマン分光分析法と飛行時間型2次イオン分析法にて測定することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、バイオミネ랄化を基軸とした生物学的なう蝕予防・治療を実現するという理念のもと、原子・電子レベルの超精密構造・機能解析によって、う蝕の発症および進行抑制に歯質構成元素が如何なるメカニズムで関与しているかを解明することを目的とした。

ここでは、*in vitro* で確立した実験方法を *in vivo* ラットう蝕治療モデルに適用し、マルチイオンが歯質に取り込まれる様相を、 $\mu$ CT、PIXE/PIGE法、ラマン分光分析法と飛行時間型2次イオン分析法にて測定することに成功した。この成果は、う蝕の進行および発症メカニズムを明らかにし、抗う蝕性の高い修復材料の開発の基盤となる、意義あるものである。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to elucidate the mechanisms by which dentin components are involved in the development and inhibition of dental caries.

First, *in vitro* multi-element cements were applied to the dentin of human molars, and the anti-carries properties of the dentin were investigated using  $\mu$ CT, PIXE/PIGE, XDR, and XPS by analyzing the distributions, concentrations, and chemical bonding of the elements.

An *in vivo* rat caries treatment model was developed using the *in vitro* methods, and the uptake of multi-ions into dentin was successfully measured by  $\mu$ CT, PIXE/PIGE, Raman spectroscopy, and time-of-flight secondary ion analysis.

研究分野：歯科保存学

キーワード：う蝕 象牙質 PIXE/PIGE  $\mu$ CT ラマン分光分析法 飛行時間型2次イオン分析法

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

「削らないう蝕治療」の実現のために、イオン動態に着目したバイオミネラリゼーションを促進させる材料の開発が進められている。フッ素 (F) をはじめとした多様なイオンは、う蝕においてダイナミックな動態を示し、その過程はう蝕の進行と抑制に大きく関わっている。先行研究の *in vitro* 実験においては、健全象牙質でのイオン分布に加えて、亜鉛 (Zn) イオンによる象牙質の耐酸性獲得メカニズムを量子・X線ビーム技術を駆使して明らかにした。ここから、う蝕に罹患した歯質におけるイオン動態に関して、理解をさらに深めるためには、実際の口腔内環境での評価が必須である。しかしながら、う蝕治療で用いられる充填材料を使用した *in vivo* モデルは確立されておらず、う蝕病変内におけるイオン動態は知られていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、*in vivo* う蝕モデルの臼歯部咬合面に対して、う蝕除去、窩洞形成および材料充填のステップをたどるう蝕修復試料を作製し、う蝕の残存状態によるイオンの分布の違いや、脱灰されたう蝕象牙質にイオンがどのような変化をもたらすかについて検討することを目的とした。具体的には、ラマン分光分析とナノ CT を用いて象牙質の構造およびう蝕の状態を結晶学的に評価し、大気陽子線励起 X 線/γ線分析法 (PIXE/PIGE 法) および飛行時間型 2 次イオン質量分析法 (TOF-SIMS) によってう蝕象牙質に共局在するイオンと有機質との関係性を調べ、全画像を統括したマルチモーダルなイメージングから *in vivo* う蝕修復モデルの構築を試みた。

### 3. 研究の方法

本研究における動物実験は、大阪大学大学院歯学研究科動物実験委員会の承認のもと、大阪大学動物実験規定に則って実施した (承認番号: 動歯 R-02-007-0)。

#### 実験 1: *in vivo* ラットう蝕修復試料の作製

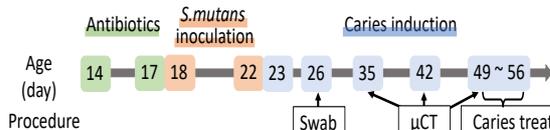
Sprague-Dawley 系ラット (15 日齢) に 5 日間抗生物質含有の飼料と水を投与し、口腔常在細菌を抑制した。生後 20 日目より本抗生物質に耐性のある *Streptococcus mutans* MT8148R 株を 5 日間摂取させ、口腔内に菌を定着させた後、実験終了まで 56% スクロース配合粉末飼料を与えて飼育し、う蝕の進行をマイクロ CT にて確認した。感染後 1 ヶ月間の飼育で小窩裂溝う蝕を誘発させたラットにおいて、上顎第一臼歯咬合面小窩裂溝部にラウンドバーおよびマイクロエキスカベータを用いて窩洞を形成し、窩洞内に F および Zn イオン徐放性ガラスイオノマーセメント (ケアダイン™ レストア, GC) を充填した。なお、コントロール試料として、う蝕のない 7 週齢 Sprague-Dawley 系ラットの上顎第一臼歯咬合面小窩裂溝部に窩洞を形成した後、充填を行った。1 週間および 3 ヶ月経過後、上顎臼歯部を摘出し、近遠心方向に厚さ 500 μm に切断した試料を測定に用いた。(う蝕群 n=6, コントロール群 n=3)

Figure 1. Preparation of an *in vivo* caries restoration model

All experimental procedures were approved by the Institutional Animal Care and Use Committee of Osaka University (No.R-02-007-0)

#### Caries induction

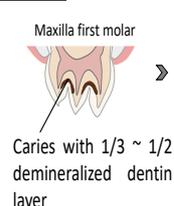
14-day-old Sprague-Dawley rat (male)



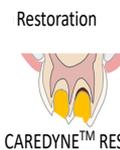
Antibiotics: penicillin G potassium (1 ampoule/L); tetracycline (4g/kg)  
Cariogenic bacterium: streptomycin tolerant *Streptococcus mutans* MT8148.  
Diet: cariogenic food (Diet 2000 - 56% sucrose; 7% wheat-flour)

#### Restoration of caries lesion

μCT scanning  
R\_mCT2\* (RIGAKU)



Caries Detection Solution (Nippon Shika Yakuin Co.)  
Mesial cavity: Completely removed caries (CRC) specimen  
Distal cavity: Partially remained caries (PRC) specimen



Restoration  
CAREDYNE™ RESTORE (Glass ionomer cement containing zinc, GC)  
μCT scanning

#### 実験 2: 窩洞象牙質における脱灰状態の評価およびイオンと有機質の共局在解析 (Figure 2)

上記の 3 ヶ月セメント充填試料において、セメントに接する窩洞の象牙質領域 (250 μm × 500 μm) を以下の手法で測定し、象牙質の脱灰および象牙質内に取り込まれたイオンの挙動をイメージングすることで、その相関を探索した。

## ナノ CT による3次元微細構造およびミネラル密度の評価

試料をナノ CT (SKYSCAN2214, BRUKER) を用いて、ピクセルサイズ  $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$  で撮影し、非破壊的に3次元構造の観察を行った。

## ラマン分光分析による結晶化度の評価

脱灰による hidroksiapatit (HAp) の結晶化度の変化を、ラマン分光分析

(RAMAN-touch VIS-NIR-OUN, ナノフォトン) にてイメージングした。

PIXE/PEGE 法による元素分布の評価 (Figure 3) カルシウム (Ca)、F および Zn の元素分布を量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所にて PIXE/PEGE 法で取得した。

TOF-SIMS による元素および分子イオン分布の共局在評価

Ca、F、Zn、およびコラーゲンを構成するアミノ酸であるグリシンのイオン分布を TOF-SIMS (M6, IONTOF) を用いてイメージングを行った。

Figure 2. Evaluation of demineralization and analyses of co-localization analysis of ions and organic components

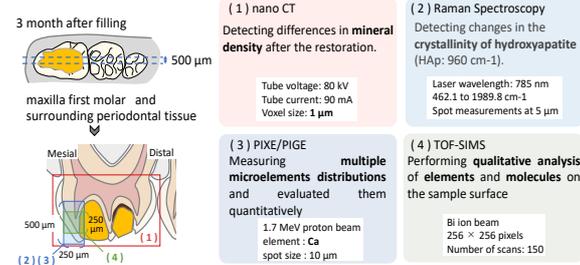
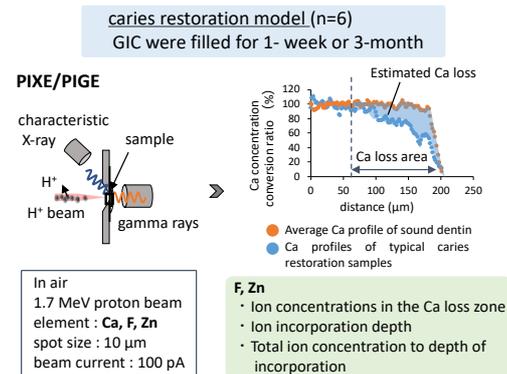


Figure 3. Multi-element quantitative assessment in cavity dentin (PIXE/PEGE)



## 実験 3: 窩洞象牙質内の多元素定量評価

1 週間、3 カ月セメント充填試料、およびコントロール試料において、PIXE/PEGE 法を用いて得られた歯質内の Ca、F および Zn の元素濃度を検量線法を用いて定量的に解析した。各サンプルの Ca イオンのプロファイルから得られた指標を元に、Ca の喪失量と F、Zn の取り込み量の関係、および時間経過に伴うその変化を検討した。

## 4. 研究成果

実験 1 S. mutans 感染 1 カ月後に、マイクロ CT にて上顎第一臼歯に象牙質の厚さ 1/3 以内のう蝕様透過像が観察された。ラット臼歯部において、象牙質の厚さ 1/3 に満たないう蝕の場合は歯髄に炎症を認めないことが過去に報告されているため、この段階で修復処置を行うこととした。セメント充填後マイクロ CT を撮影し、セメントが過不足なく充填されていることを確認して、以降の実験試料に供した。(Figure 4)

## In vivo caries restoration model

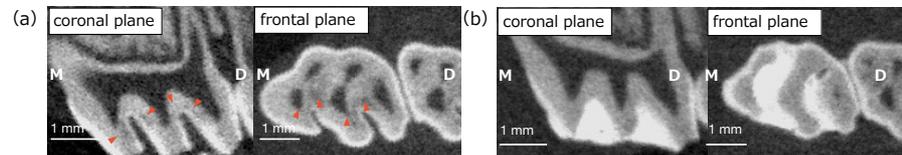


Figure 4. (a) A shallow caries lesion (1/3 ~ 1/2 of dentin thickness) was observed at 49-56 days of age (red arrow). (b) After caries removal and restoration,  $\mu\text{CT}$  confirmed that the cement was filled without air bubbles. M: mesial D: distal

実験 2 複数の手法を用いて同一試料の同部位をイメージングすることで、う蝕とイオンの動態を比較し、その関連の検討を行うことが可能となった。ナノ CT においてミネラルの喪失を認めない試料において、ラマン分光分析にて HAp の結晶化度の減少を認めた試料と認めない試料があった。これはナノ CT の検出限界と考える。HAp の結晶化度の変化を認めない試料においては、PIXE/PEGE 法 および TOF-SIMS において Ca の減少は認めず、健全象牙質と考えられる。その試料にはセメントからの F の浸透は認めるものの、Zn の浸透はほとんど認めなかった。HAp の結晶化度の減少した試料においては、象牙質表層に Ca を認めない領域が存在し、その領域にはコラーゲン構成要素であるグリシンの存在が確認された。さらに、その領域には F の浸透は認めるものの Zn は存在せず、そこを通過して Ca が存在する領域に浸透しているこ

とがわかった。これにより、HAp が崩壊している領域には Zn は停滞できないことが示唆された。(Figure5, 6)

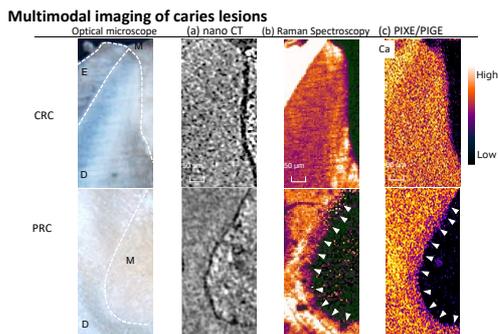


Figure 5. Representative images of CRC and PRC samples obtained from optical microscopy, nano CT, Raman spectroscopy, and PIXE/PIGE. (a) No change in mineral density was observed in the superficial layer of the cavity dentin in either sample. (b) Raman spectroscopy image (degree of crystallinity of HAp) demonstrated that an acid-induced area of decrease in HAp crystallinity was observed in the PRC sample (white area). (c) PIXE/PIGE image (elemental distribution of Ca) showed that in the PRC sample, decrease in Ca ions was observed in the region where the Raman spectroscopic analysis showed decrease in the crystallinity of apatite (white allow head). E : Enamel D : Dentin M : Cement

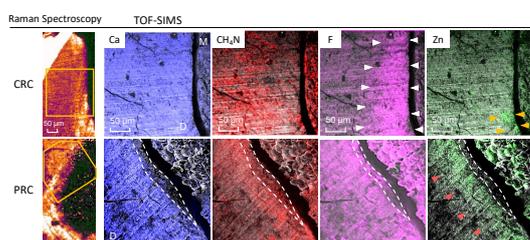
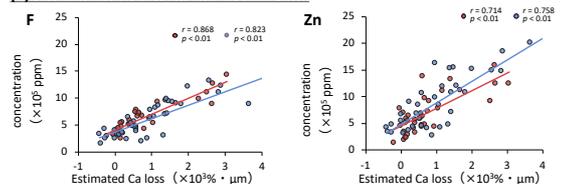


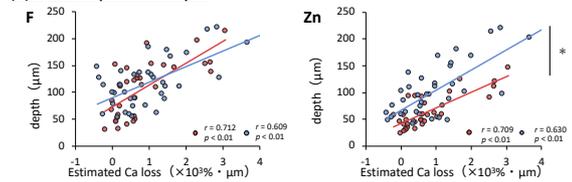
Figure 6. Representative images of CRC and PRC samples obtained by Raman spectroscopy and TOF-SIMS. TOF-SIMS images were obtained from the yellow square areas of Raman observation. No change in Ca or glycine was observed in the CRC sample. F was incorporated into the dentin at a depth of 50 to 100  $\mu\text{m}$  (white allow head), while Zn was observed in a limited area within 50  $\mu\text{m}$  (yellow allow head). In the surface of the PRC samples, low levels of Ca and enriched glycine were detected. Zn infiltrated at a depth of approximately 100  $\mu\text{m}$ , but did not remain in the surface area where F was incorporated.

### Multi-element quantitative assessment in cavity dentin by PIXE/PIGE

(a) Ion concentrations in the Ca loss zone



(b) Ion incorporation depth



(c) Total ion concentration to depth of incorporation

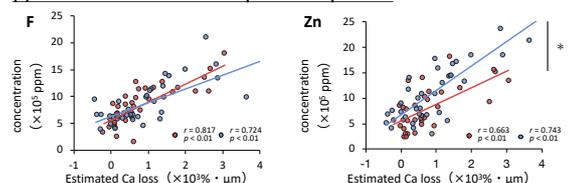


Figure 7. (a) Relationship between the estimated Ca loss and the integrated ion concentrations that infiltrated into the Ca loss zone. It was found that the greater the estimated Ca loss, the greater the incorporation of F and Zn ions. However, the amount of F and Zn ions incorporated into the Ca loss zone did not change after long-term filling. (b) The depth of F and Zn incorporation and estimated Ca loss showed a positive correlation. Long-term filling did not affect the depth of F incorporation, but Zn ions were incorporated into deeper areas (one-way ANCOVA, \* $P < 0.05$ ). (c) Total incorporated F and Zn and estimated Ca loss showed a positive correlation. The total amount of F incorporated was unchanged after long-term filling, but Zn ions were incorporated more (one-way ANCOVA, \* $P < 0.05$ ).

**実験3** PIXE/PIGE 法の結果から、各試料の Ca 喪失量、Ca 喪失領域における F・Zn の積算濃度、表層からの F および Zn の浸透深さ、浸透した F および Zn の総積算濃度を算出した。F は Ca 喪失量が多くなるほど象牙質に取り込まれる量も増加するものの、長期にセメントを充填しても、その浸透深さおよび総取り込み量に有意差はなかった (one-way ANCOVA, \* $P > 0.05$ )。一方、Zn は Ca 喪失量が多くなるほど象牙質に取り込まれる量も増加し、長期にセメントを充填すると、その浸透深さおよび総取り込み量は有意に増加した (one-way ANCOVA, \* $P < 0.05$ )。Zn は、Ca とのイオン半径や配位数の違いから HAp の骨格に取り込まれるとアパタイト構造の歪みを生み出すことが知られている。そのため、Zn の浸透には F に比べ時間を要したと考えられる。(Figure 7)

以上より、生体内のう蝕をマルチモーダルイメージングを行うことで、原子スケールでのイオン動態とう蝕の関係を評価するモデルを作製することができた。今後、このモデルを使用することで生体内のう蝕の動態の理解が深まり、生物学的なアプローチによる非侵襲的なう蝕治療法の開発につながると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 5件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Okamoto M, Matsumoto S, Moriyama K, Huang H, Watanabe M, Miura J, Sugiyama K, Hirose Y, Mizuhira M, Kuriki N, Leprince JG, Takahashi Y, Kawabata S, Hayashi M.	4. 巻 14
2. 論文標題 Biological Evaluation of the Effect of Root Canal Sealers Using a Rat Model.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Pharmaceutics	6. 最初と最後の頁 2038
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/pharmaceutics14102038	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 Watanabe M, Okamoto M, Komichi S, Huang H, Matsumoto S, Moriyama K, Ohshima J, Abe S, Morita M, Ali M, Takebe K, Kozaki I, Fujimoto A, Kanie K, Kato R, Uto K, Ebara M, Yamawaki-Ogata A, Narita Y, Takahashi Y, Hayashi M.	4. 巻 102
2. 論文標題 Novel Functional Peptide for Next-Generation Vital Pulp Therapy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Dental Research	6. 最初と最後の頁 322-330
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/00220345221135766	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, Altankhishig B, Okuyama K, Yamamoto H, Naito K, Hayashi M, Sano H, Sidhu SK, Saito T.	4. 巻 13
2. 論文標題 Inhibition of Demineralization of Dentin by Fluoride-Containing Hydrogel Desensitizers: An In Vitro Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Functional Biomaterials	6. 最初と最後の頁 246
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/jfb13040246.	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 該当する

1. 著者名 Altankhishig B, Matsuda Y, Nagano-Takebe F, Okuyama K, Yamamoto H, Sakurai M, Naito K, Hayashi M, Sano H, Sidhu SK, Saito T.	4. 巻 12
2. 論文標題 Potential of Fluoride-Containing Zinc Oxide and Copper Oxide Nanocomposites on Dentin Bonding Ability.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 1291
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/nano12081291.	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 該当する

1. 著者名 Oka S, Nozaki K, Hayashi M.	4. 巻 13
2. 論文標題 An efficient annotation method for image recognition of dental instruments.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-26372-y	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 Sugiyama K, Miura J, Shimizu M, Takashima A, Matsuda Y, Kayashima H, Okamoto M, Nagashima T, Araki T.	4. 巻 28
2. 論文標題 Effects of advanced glycation end products on dental pulp calcification.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Oral Disease	6. 最初と最後の頁 745-755
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/odi.13792.	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 Okamoto M, Duncan HF, Takahashi Y, Kuriki N, Matsumoto S, Hayashi M	4. 巻 2
2. 論文標題 Partial Pulpotomy to Successfully Treat a Caries-Induced Pulpal Micro-Abscess: A Case Report	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontier in Dental Medicine	6. 最初と最後の頁 678632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fdmed.2021.678632	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 該当する

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 40
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 1142-1150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2020-273.	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 Suzaki N, Yamaguchi S, Nambu E, Tanaka R, Imazato S, Hayashi M	4. 巻 14
2. 論文標題 Fabricated CAD/CAM Post-Core Using Glass Fiber-Reinforced Resin Shows Innovative Potential in Restoring Pulpless Teeth	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 6199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14206199.	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 Naito K, Kuwahara Y, Yamamoto H, Matsuda Y, Okuyama K, Ishimoto T, Nakano T, Yamashita H, Hayashi M*	4. 巻 2015
2. 論文標題 Improvement of acid resistance of Zn-doped dentin by newly generated chemical bonds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials and Design	6. 最初と最後の頁 110412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matdes.2022.110412	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 Ali M, Okamoto M, Komichi S, Watanabe M, Huang H, Takahashi Y, Hayashi M	4. 巻 65
2. 論文標題 Lithium-containing S-PRG fillers promoted the wound healing process of pulp tissues through activation of Wnt/ -catenin signaling pathway.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大阪大学歯学会雑誌	6. 最初と最後の頁 15-22
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 該当する

1. 著者名 Okamoto M, Matsumoto S, Sugiyama A, Kanie K, Watanabe M, Huang H, Ali M, Ito Y, Miura J, Hirose Y, Uto K, Ebara M, Kato R, Yamawaki-Ogata A, Narita Y, Kawabata S, Takahashi Y, Hayashi M	4. 巻 12
2. 論文標題 Performance of a Biodegradable Composite with Hydroxyapatite as a Scaold in Pulp Tissue Repair.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 937
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym12040937	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 該当する

1. 著者名 Suzaki N, Yamaguchi S, Hirose N, Tanaka R, Takahashi Y, Imazato S, Hayashi M	4. 巻 36
2. 論文標題 Evaluation of physical properties of fiber-reinforced composite resin.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 987-996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0239660.	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 Hayashi M, Momoi Y, Fujitani M, Fukushima M, Imazato S, Kitasako Y, Kubo S, Nakajima S, Nikaide T, Shimizu A, Sugai K, Takahashi R, Unemori M, Yamaki C	4. 巻 56
2. 論文標題 Evidence-based consensus for treating incipient enamel caries in adults by non-invasive methods: recommendatuibs by Grade guideline	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Dental Science Review	6. 最初と最後の頁 155-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jdsr.2020.09.005	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14件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Hayashi M
2. 発表標題 How best to treat root caries in the elderly: promising new approaches focused on dentin collagen and ion dynamics
3. 学会等名 International Dental Materials Congress 202 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Matsumoto S, Okamoto M, Huang H, Moriyama K, Watanabe M, Takahashi Y, Hayashi M
2. 発表標題 Evaluation of MTA-containing resin-based pulp capping materials in animal model.
3. 学会等名 100th General Session & Exhibition of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naito K , Shimaoka T, Kanda H , Hayashi M
2. 発表標題 Inhibition of MMPs activities by Zn in human dentin proved by in situ zymography.
3. 学会等名 International Dental Materials Congress 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内藤 克昭, 山本 洋子, 松田 康裕, 奥山 克史, 林 美加子
2. 発表標題 フッ化物イオンの拡散過程解明に向けたマルチフィジックス解析モデルの構築
3. 学会等名 第157回日本歯科保存学会2022年度秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林 美加子
2. 発表標題 究極の歯髄保存：ここからの展望
3. 学会等名 第157回日本歯科保存学会2022年度秋季学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森山 輝一, 岡本 基岐, 松本 紗也子, 渡邉 昌克, 黄海玲,, 高橋 雄介, 林 美加子
2. 発表標題 ラット歯蝕由来歯髄炎モデルを用いた lept in の局在評価
3. 学会等名 第156回日本歯科保存学会2022年度春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森山 輝一, 岡本 基岐 松本 紗也子, 渡邊 昌克, 黄 海玲, 中谷 公貴, 高橋 雄介, 林 美加子
2. 発表標題 超高磁場MRIを用いたう蝕の進行に伴う可逆性・不可逆性歯髄炎の新規診断法の確立
3. 学会等名 第157回日本歯科保存学会2022年度秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Huang H, Okamoto M, Watanabe M, Matsumoto S, Moriyama K, Komichi S, Takahashi Y, Hayashi M
2. 発表標題 Evaluation of inflammatory changes during wound healing process in caries-stimulated dental pulp
3. 学会等名 第69回 国際歯科研究学会日本部会総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森山輝一、岡本基岐、松本紗也子、渡邊昌克、黄 海玲、高橋雄介、林 美加子
2. 発表標題 水酸化カルシウム系根管貼薬剤が根尖歯周組織の創傷治癒に与える影響
3. 学会等名 第154回歯科保存学会2021年度春季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内藤克昭, 山本洋子, 林 美加子
2. 発表標題 X線ビームを用いた象牙質に導入した亜鉛の結合状態解析
3. 学会等名 第154回歯科保存学会2021年度春季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本基岐、松本紗也子、森山輝一、渡邊昌克、黄海玲、三浦治郎、杉山敬多、米田直道、的場一成、高橋雄介、林 美加子
2. 発表標題 新規駆動形式モーターを用いた根管形成能の評価
3. 学会等名 第154回歯科保存学会2021年度春季学術大会
4. 発表年 2021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 第68回国際歯科研究学会日本部会(JADR)総会・学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Watanabe M, Okamoto M, Hailing H, Matsumoto S, Moriyama K, Takahashi Y, Hayashi M.
2. 発表標題 Interaction analysis of protein S100A7 in dental pulp tissue
3. 学会等名 第68回国際歯科研究学会日本部会(JADR)総会・学術大会
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パ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 第153回日本歯科保存学会
4. 発表年 2020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	山下 弘巳 (Yamashita Hiromi)  (40200688)	大阪大学・大学院工学研究科・教授   (14401)	
研究分担者	松田 康裕 (Matsuda Yasuhiro)  (50431317)	北海道医療大学・歯学部・准教授   (30110)	
研究分担者	山本 洋子 (Yamamoto Hiroko)  (60448107)	大阪大学・大学院歯学研究科・招へい教員   (14401)	
研究分担者	岡本 基岐 (Okamoto Motoki)  (60755354)	大阪大学・大学院歯学研究科・助教   (14401)	

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
---------	---------