

令和 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K09900

研究課題名（和文）超高齢者社会に適した高機能性歯質接着修復システムの開発

研究課題名（英文）Development of a high-performance dental adhesive and restorative system suitable for a super-aged society

研究代表者

宮崎 真至（MIYAZAKI, Masashi）

日本大学・歯学部・教授

研究者番号：70239391

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：マイクロクラックあるいはtooth wearの進行を積極的に予防するために、優れた耐久性を有する歯質接着技術とともに、歯質の再石灰化に有効となる各種微量元素作用に着目し、歯質強化を主眼とした新たな“高機能歯質プロテクト修復材”の開発を目指すものである。そこで、バイオアクティブなガラスフィラーを用いて、その再石灰化に及ぼす効果について検討を加えた。本実験の結果から、Znイオンは、歯質の再石灰化促進効果があり、これを応用することによって次世代修復システムの開発につながるであろうことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、マイクロクラックおよびこれを起点として進行するtooth wearを接着技術とともに積極的な再石灰化を促進する微量元素作用を応用した“高機能歯質プロテクト修復材”を開発することであり、これが学術的独自性とともに創造性である。これによって、超高齢社会の急速な進行に伴って増加する歯の損耗を予防する臨床術式が確立するとともに、口腔内における健康の増進という日本国民の医療経済面からも意義が高い研究であり、国民の健康におけるQOLの向上にも必ずや貢献するものと期待される

研究成果の概要（英文）：This study aims to develop a new "high-functional tooth protection restorative material" with a focus on strengthening tooth structure, focusing on various trace metal effects that are effective in remineralising tooth structure, as well as tooth adhesive technology with excellent durability, in order to actively prevent the progression of microcracks or tooth wear. Development of a new "high-functional dentin-protecting restorative material" is the aim of this project. Therefore, a bioactive glass filler was used to investigate its effect on remineralization. The results of the present experiments suggest that the remineralising effect of glass fillers containing Zn ions may enable active prevention of the progression of microcracks or tooth wear. In other words, it was suggested that Zn ions have a remineralization effect on tooth structure and that the application of Zn ions may lead to the development of next-generation restorative systems.

研究分野：歯科保存学

キーワード：マイクロクラック 再石灰化 機能性材料 高齢者

1. 研究開始当初の背景

歯冠部に生じたマイクロクラックあるいは tooth wear が、口腔内における様々な不快事項を誘発することが指摘されている。すなわち、マイクロクラックから派生する歯科疾患を“dental compression syndrome”と称するとともに、この疾患の特徴が詳述されてきた。また、tooth wear に関してもこれまで多くの報告がなされてきており、とくに加齢に伴う症状の急速な進行については早急な予防処置の必要性が強調されている。歯冠に生じた亀裂に関しては、これが加齢に伴ってその発生頻度が増加する傾向を示すとともに、極めて多くの歯にクラックが観察されている (Banerji et al., Br Dent J 222,659-666, 2017)。これを鑑みると、多くの国民が自覚症状なくマイクロクラックが進展する可能性が考えられ、超高齢社会である本邦においては、医療経済的観点からも早急に解決すべき課題である。しかし、急激に進行する tooth wear に対しては、歯質の大幅な削除を伴った補綴処置を必要とする。

コンポジットレジン修復は、歯質接着性の進展とともにその機械的性質が向上したところから、修復処置が必要となったマイクロクラックあるいは tooth wear に対しては第一選択となる。しかし、歯質接着性レジンシステムの長期耐久性を低下させる因子として、象牙質基質あるいは口腔内から放出される matrix metalloproteinase (MMP) が接着界面に及ぼす影響を考慮する必要がある。さらに、露出コラーゲン線維層の加水分解とともにボンディングレジンの加水分解によってレジンとフィラーとの結合が破綻することも考えられる。そこで、これらの疾患を予防するために、接着技術とともに歯質を強化するための手法として微量金属作用に着目し、最終的にはその臨床的效果を究明することが本研究課題の核心である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、マイクロクラックおよびこれを起点として進行する tooth wear を接着技術とともに積極的な再石灰化を促進する微量元素作用を応用した新規修復材料を開発することであり、これが学術的独自性とともに創造性である。これによって、超高齢社会の急速な進行に伴って増加する歯の損耗を予防する臨床術式が確立するとともに、歯質削除を伴う歯冠修復処置を不要とするところから医療経済へ貢献するというものである。

3. 研究の方法

ウシ抜去下顎前歯の唇側エナメルおよび象牙質を 4 × 4 × 1 mm のブロックとして切り出し、SiC ペーパーの #4,000 まで順次研磨し、これを衝突摩耗試験用試片とした。試験片には、Zn イオンを作用させたものと、これを行わないものとで比較を行った。

衝突摩耗試験機の治具に試片を装着し、エナメル質と同等の硬さを有するステンレスロッドをアンタゴニストとして、落下距離 5 mm、水平往復距離 2 mm、荷重 5 kgf の条件で、1 回の落下と 1 回の水平往復を 1 サイクルとする衝突摩耗試験を 60,000 回行った。衝突摩耗試験中の試片の浸漬溶液に関しては、10,000 回毎に 37 °C の人工唾液 (pH7.0) と 0.1M 乳酸緩衝液 (pH 4.75) を入れ替える。

試片に対して超音波測定およびレーザー顕微鏡観察を行い、歯質に生じた状態変化を分析した。すなわち、超音波測定にあたっては、超音波受信装置を用い、試片を試料台に静置、トランスデューサーを接触させ、超音波パルス法によって試片中を伝播する送信波と反射波との時間的な差を求めた。次いで、各試片の厚みと試片の縦波音速および弾性率を求め比較した。得られた縦波音速および弾性率からそれぞれの条件における歯質の定量値を求めた。また、超音波測定と同時に、歯質の形態変化を試片へのダメージの無いレーザー顕微鏡によって観察を行った。レーザー顕微鏡付属のソフトから試片の表面粗さ (Ra)、摩耗量 (mm³) および表面性状のプロファイルを得た。得られたプロファイルと超音波測定で得られた値から歯質の状態変化を経時的に分析した。試片表面については、SEM 観察とともに OCT 装置を用いるとともに硬さ試験を実施し、再石灰化についての検討を行った。

4. 研究成果

(1) 摩耗面の最大深さ (MD; μm) と体積減少 (VL; mm³) および摩耗面の表面粗さ (SR; μm)

滑走衝撃摩耗試験後の MD, VL および SR を Table 1 に示す。MD は CR 群がコントロール群より有意に低い値を示した。一方、VL および SR については、CR 群は対照群と比較して有意な差を示さなかった。

Table 1 MD, VL, and SR in enamel facets

	CR	Control	Significance
MD	35.8 (14.4)	49.1 (17.6)	*
VL	0.02 (0.01)	0.03 (0.01)	
SR	1.7 (0.7)	2.2 (0.8)	

Numbers in parentheses indicate standard deviation. An asterisk indicates a significant difference ($p < 0.05$) between CR and control groups

(2) エナメル表面の微小硬さ

各期間におけるエナメル質表面のビッカース硬度値を Table 2 に示す。CR 群では、浸漬 a 前の群が他の CR 群に比べ有意に低い VHN 値を示した。しかし、2 日保存群とそれ以降の期間では VHN に有意差は認められなかった。対照群については、すべての期間群において VHN に有意差は認められなかった。

Table 2 Enamel surface hardness (VHN)

Code	Before immersion	2 days	8 days	32 days
CR	278.5 (17.0) ^a	317.3b(21.4) ^b	317.7 (15.7) ^b	318.8 (21.2) ^b
Control	284.4 (24.9) ^a	283.5 (16.3) ^a	295.4 (11.7) ^a	291.3 (16.8) ^a

Different superscript letters in the same group indicate that there are significant differences ($p < 0.05$) between periods. Numbers in parentheses indicate standard deviation.

(3) CLSM および SEM 観察

滑走衝撃摩耗試験後のエナメル質ファセットの代表的な 3D 画像を Fig.1 に示す。CR 群と比較すると、対照群ではエナメル質小片がより深く、より広い傾向が観察された。すべり衝撃摩耗試験後のエナメル小片中央部の代表的な SEM 像を Fig.2 に示す。CR 群では、全体的にやや平滑な表面が形成されているが、一部クラックや劈開が観察された。一方、対照群では、中央部に不規則な摩耗パターンが観察された。

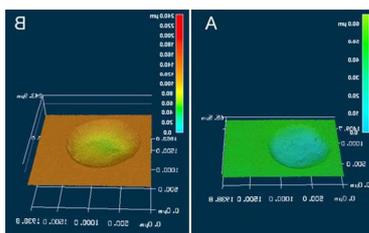


Fig. 1

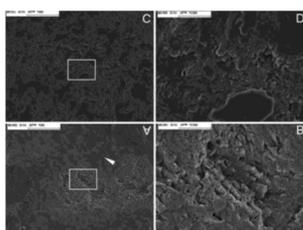


Fig. 2

Representative CLSM (Figs. 1A and 1B) and SEM images (Figs. 2A-2D) after sliding-impactwear test. Fig. 1A: Enamel treated with a GIC containing functional fillers of fluoro-zinc-silicate glass, Fig.1B: No treatment was performed (control). Fig. 2A and 2B: Enamel treated with a GIC containing functional fillers of fluoro-zinc-silicate glass, Fig. 2C and 2D: No treatment was performed.

(4) 組成の定量分析

CR 群とコントロール群のエナメル質表面のエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) スペクトルを Fig. 3 に示す。対照群ではエナメル質表面にハイドロキシアパタイトの構成元素が明瞭に検出された (Fig. 3A)。CR 群では、試料を脱イオン水に 1 日間浸漬すると、エナメル質表面に亜鉛やアルミニウムなどの元素が低レベルで検出された (Fig. 3B)。一方、CR を添加した脱イオン水に 32 日間浸漬したエナメル質試料では、部分的に析出が認められ、フッ素、亜鉛、アルミニウム、シリカなどの元素が明瞭に検出された (Fig. 3C) ことから、CR のフッ素-亜鉛-ケイ酸塩ガラスフィラーに由来すると考えられた (Fig. 3D)。

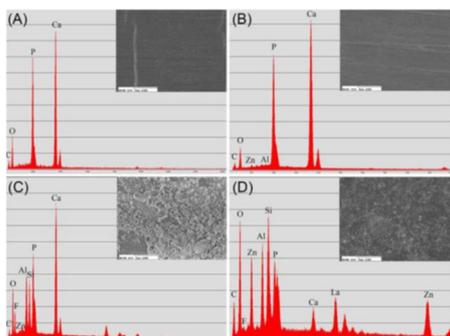


Fig. 3 EDX analysis of each specimen. A) enamel surface (control), B) enamel surface immersed with CR for 2 days, C) enamel surface immersed with CR for 32 days D) CR itself.

(5) 超音波速度測定

各群の試料の平均超音波速度を Table 3 にまとめた。実験期間中、GIC(-)群の超音波速度は 2,215m/s から 2,281m/s へと徐々に増加した。CA(+)群および FU(+)群の超音波速度は実験期間 2-3 日後に有意に増加し、その後も増加傾向を示した。CA(+)群は、2 日から 28 日までのすべての実験期間において他の群よりも有意に高い速度を示した。

Table 3 Ultrasonic velocity of root caries lesion models in each group

Group	Demineralization period (day)		Experimental period (day)			
	0	6	1	7	14	28
GIC (-)	3801 (73) ^{AA}	2215 (56) ^{BA}	2216 (34) ^{BA}	2264 (24) ^{BA}	2267 (23) ^{BA}	2281 (18) ^{CA}
CA (+)	3804 (42) ^{AA}	2240 (57) ^{BA}	2253 (25) ^{BB}	2928 (92) ^{CB}	2930 (96) ^{CB}	2934 (97) ^{CB}
FU (+)	3780 (31) ^{AA}	2235 (65) ^{BA}	2251 (24) ^{BB}	2573 (61) ^{CB}	2575 (61) ^{CB}	2584 (60) ^{CB}

Unit: m/s, n = 10, values in parenthesis indicate standard deviations.

Within groups, means with the same lower-case letter are not significantly different (p > 0.05).

Between groups at the same periods, means with the same upper-case letter are not significantly different (p > 0.05).

(6) SEM 観察

代表的な試料の SEM 像を Fig. 4 に示す。EDTA 処理前の象牙質表面はスミア層で覆われ、象牙細管は観察されなかった。脱灰後、スミア層は完全に除去され、開口した象牙細管が明瞭に観察された。実験終了時(28 日目)の象牙質表面の形態学的変化は、CA(+)群および FU(+)群で GIC(-)群よりも顕著であり、CA(+)群および FU(+)群では象牙細管が完全に閉塞し、いくつかの沈殿物が観察された。

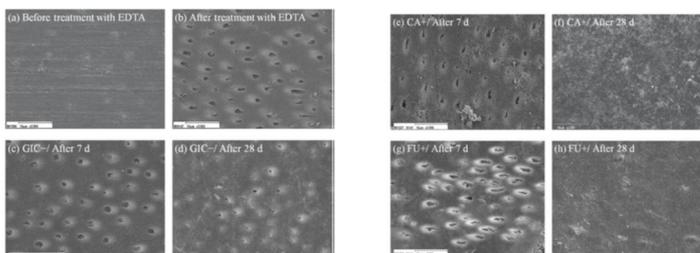


Fig. 4. Representative SEM images of the surfaces of the root caries lesion models.

(a) Before treatment with EDTA, the dentin block surface was covered with a smear layer and polishing lines were observed. (b) After treatment with EDTA, the smear layer was removed, and the open dentinal tubules were clearly visible. (c, d) Morphological changes on the surface were not observed in root caries lesion models immersed in artificial saliva. (e, f, g, h) Morphological changes were noticeably observed in the CA(+) specimens when compared to the FU(+) specimens.

以上のように、Zn イオンは、脱灰象牙質の再石灰化を促進させることから、tooth wear の予防あるいはマイクロクラックの修復に用いる材料として、臨床的観点からも有効である可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 28件 / うち国際共著 16件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Takahashi N, Kurokawa H, Wakamatsu K, Hirokane E, Takamizawa T, Miyazaki M, Kitahara N	4. 巻 41
2. 論文標題 Bonding ability of resin cements to different types of CAD/CAM composite blocks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dent Mater J	6. 最初と最後の頁 134-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2021-154	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 Namura Y, Uchida Y, Inaba M, Kaetsu R, Utsu A, Takamizawa T, Miyazaki M, Motoyoshi M365)Namura Y, Uchida Y, Inaba M, Kaetsu R, Utsu A, Takamizawa T, Miyazaki M, Motoyoshi M	4. 巻 130
2. 論文標題 Influence of masticating cycles and chewing patterns on inadvertent enamel wear caused by zirconia brackets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Eur J Oral Sci	6. 最初と最後の頁 e12831
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eos.12831	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 石井 亮, 笠原 悠太, 岩瀬 慶, 嘉月 駿, 庄司 元音, 高見澤 俊樹, 宮崎 真至, 川本 諒	4. 巻 65
2. 論文標題 支台築造用レジン表面の唾液汚染に対する処理材の使用がレジンセメントの接着性に及ぼす影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日歯保存誌	6. 最初と最後の頁 38-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11471/shikahozon.65.38	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 Katsuki S, Takamizawa T, Yokoyama M, Sai K, Tamura T, Ishii R, Kamimoto A, Miyazaki M	4. 巻 130
2. 論文標題 Influence of bonding agent application method on the dentin bond durability of a two-step adhesive utilizing a universal-adhesive-derived primer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Eur J Oral Sci	6. 最初と最後の頁 e12868
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eos.12868	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 Tsujimoto A, Barkmeier WW, Teixeira EC, Takamizawa T, Miyazaki M, Latta MA	4. 巻 5
2. 論文標題 Fatigue bond strength of dental adhesive systems: Historical background of test methodology, clinical considerations and future perspectives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Jpn Dent Sci Rev	6. 最初と最後の頁 193-207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jdsr.2022.05.001	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 Shoji M, Kurokawa H, Takahashi N, Sugimura R, Takamizawa T, Iwase K, Katsuki S, Miyazaki M	4. 巻 41
2. 論文標題 Evaluation of the effect of a glass ionomer cement containing fluoro-zinc-silicate glass on dentin remineralization using the ultrasonic pulse-echo method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dent Mater J	6. 最初と最後の頁 560-566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2021-318	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 Iwase K, Takamizawa T, Sai K, Shibas Aki S, Barkmeier WW, Latta MA, Kamimoto A, Miyazaki M	4. 巻 24
2. 論文標題 Early phase enamel bond performance of a two-step adhesive containing a primer derived from a universal adhesive	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Sdhes Dent	6. 最初と最後の頁 407-420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3290/j.jad.b3559035	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 Takamizawa T, Hirokane E, Sai K, Ishii R, Aoki R, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M	4. 巻 42
2. 論文標題 Bond durability of a two-step adhesive with a universal-adhesive-derived primer in different etching modes under different degradation conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dent Mater J	6. 最初と最後の頁 121-132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2022-130	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 Hirokane E, Takamizawa T, Kasahara Y, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M	4. 巻 25
2. 論文標題 Effect of double-layer application on the early enamel bond strength of universal adhesives	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clin Oral Investig	6. 最初と最後の頁 907-921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00784-020-03379-1	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 Kasahara Y, Takamizawa T, Hirokane E, Tsujimoto A, Ishii R, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M	4. 巻 37
2. 論文標題 Comparison of different etch-andrinse adhesive systems based on shear fatigue dentin bond strength and morphological features	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dent Mater	6. 最初と最後の頁 e109-e117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2020.11.006	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 Arai Y, Kurokawa H, Takamizawa T, Tsujimoto A, Saegusa M, Yokoyama M, Miyazaki M	4. 巻 33
2. 論文標題 Evaluation of structural coloration of experimental flowable resin composites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Esthet Restor Dent	6. 最初と最後の頁 284-293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jerd.12674	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 Amari Y, Takamizawa T, Kawamoto R, Namura Y, Murayama R, Yokoyama M, Tsujimoto A, Miyazaki M	4. 巻 63
2. 論文標題 Influence of one-step professional mechanical tooth cleaning pastes on surface roughness and morphological features of tooth substrates and restoratives	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Oral Sci	6. 最初と最後の頁 133-138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2334/josnurd.20-0420	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 Suzuki M, Takamizawa T, Hirokane E, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M	4. 巻 129
2. 論文標題 Bond durability of universal adhesives to intact enamel surface in different etching modes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur J Oral Sci	6. 最初と最後の頁 e12768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eos.12768	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 石井 亮, 笠原悠太, 廣兼榮造, 高見澤俊樹, 辻本暁正, 吉中雄太, 宮崎真至, 北原信也	4. 巻 64
2. 論文標題 リン酸系モノマー含有歯面処理剤がレジンセメントの接着性に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日歯保存誌	6. 最初と最後の頁 227-236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11471/shikahozon.64.227	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 Takamizawa T, Ryo I, Tamura T, Yokoyama M, Hirokane E, Tsujimoto A, Miyazaki M, Kitahara N	4. 巻 37
2. 論文標題 Handling properties and surface characteristics of universal resin composites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dent Mater	6. 最初と最後の頁 1390-1401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2021.06.011	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 Kasahara Y, Takamizawa T, Hirokane E, Tsujimoto A, Ishii R, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M	4. 巻 37
2. 論文標題 Comparison of different etch-and-rinse adhesive systems based on shear fatigue dentin bond strength and morphological features the interface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dent Mater	6. 最初と最後の頁 e109-e117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2020.11.006	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 Takamizawa T, Yokoyama M, Sai K, Shibasaki S, Barkmeier WW, Latta MA, Tsujimoto A, Miyazaki M	4. 巻 11
2. 論文標題 Effect of adhesive application method on the enamel bond durability of a two-step adhesive system utilizing a universal adhesive-derived primer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Appl Sci	6. 最初と最後の頁 7675
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app11167675	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 Ouchi H, Takamizawa T, Tamura T, Ishii R, Tsujimoto A, Miyazaki M, Kitahara N	4. 巻 40
2. 論文標題 Flexural properties and wear behavior of computer-aided design/computer-aided manufacturing resin blocks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dent Mater J	6. 最初と最後の頁 979-985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2020-381	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 Yokoyama M, Takamizawa T, Tamura T, Namura Y, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M	4. 巻 23
2. 論文標題 Influence of different application methods on the bonding effectiveness of universal adhesives to dentin in the early phase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Adhes Dent	6. 最初と最後の頁 447-459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3290/j.jad.b2000257	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 Wakamatsu K, Kurokawa H, Okuwaki T, Takamizawa T, Tsujimoto A, Shiratsuchi K, Ishii R, Miyazaki M	4. 巻 79
2. 論文標題 Ultrasonic measurement of dentin remineralization effects of dentifrices and silver diamine fluoride	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Odontol Scand	6. 最初と最後の頁 528-535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00016357.2021.1906442	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 Takamiya H, Tsujimoto A, Teixeira EC, Jurado CA, Takamizawa T, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M, Garcia-Godoy F	4. 巻 129
2. 論文標題 Bonding and wear properties of self adhesive flowable restorative materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur J Oral Sci	6. 最初と最後の頁 e12799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eos.12799	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 Okuwaki T, Sugimura R, Kurokawa H, Tsujimoto A, Takamizawa T, Miyazaki M, Garciaa-Godoy F	4. 巻 34
2. 論文標題 Effect of ion-releasing filler-containing gel application on dentin remineralization using optical coherent tomography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Am J Dent	6. 最初と最後の頁 286-292
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 Mizutani K, Ishii R, Takamizawa T, Kurokawa H, Shibasaki S, Suzuki M, Tsujimoto A, Miyazaki M	4. 巻 46
2. 論文標題 Flexural properties and polished surface characteristics of a structural colored resin composite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Oper Dent	6. 最初と最後の頁 e117-e131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2341/20-154-L	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 Saegusa M, Kurokawa H, Takahashi N, Takamizawa T, Ishii R, Shiratsuchi K, Miyazaki M	4. 巻 46
2. 論文標題 Evaluation of color matching ability of a structural colored resin composite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Oper Dent	6. 最初と最後の頁 306-315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2341/20-002-L	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 Iijima T, Kurokawa H, Takamizawa T, Hirokane E, Takahashi N, Wakamatsu K, Suda S, Miyazaki M	4. 巻 40
2. 論文標題 Prevention of acidic attack on tooth enamel surfaces using polishing paste containing ion-releasing filler	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dent Mater J	6. 最初と最後の頁 1352-1358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2021-011	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 高見澤俊樹, 川本 諒, 嘉月 駿, 岩瀬 慶, 崔 慶一, 庄司萌音, 岩内伸雄, 宮崎真至	4. 巻 39
2. 論文標題 ユニバーサルアドヒージブの塗布法の違いが象牙質接着性および表面自由エネルギーにおよぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 接着歯学	6. 最初と最後の頁 87-96
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 Sugimura R, Tsujimoto A, Iwase K, Katsuki S, Alkhasaleh A, Obe O, Takamizawa T, Miyazaki M	4. 巻 1
2. 論文標題 Influence of surface moisture on the bond strength of a universal adhesive in the etch-and-rinse mode	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Oper Dent Endod Periodontol	6. 最初と最後の頁 52-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11471/odep.2021-007	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 Jurado CA, Tsujimoto A, Punj A, Aida N, Miyazaki M, Watanabe H	4. 巻 63
2. 論文標題 Successful development and implementation of a digital dentistry curriculum at a US dental school	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Oral Sci	6. 最初と最後の頁 358-360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2334/josnusd.21-0070	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 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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