

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：30110

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09605

研究課題名(和文)多機能性を有する修復材料の開発

研究課題名(英文)Development of restorative materials with multifunctional properties

研究代表者

伊藤 修一 (ITO, Shuichi)

北海道医療大学・歯学部・教授

研究者番号：50382495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：現在の歯科臨床においては、Minimal Interventionの概念の普及に伴い、接着性修復材料が多用されており、この内、コンポジットレジン、日常臨床において欠かせない材料の一つとなっている。しかしながら、長期耐久性については、課題が残されており、これらを解決すべく、接着性モノマーである4-METとMDPのCa塩を作成し、ボンディング材に配合した。その結果、より高い接着性能および長期耐久性を兼ね備えたワンステップ接着システムを開発でき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

現在、超高齢社会が進んでいる。平成28年歯科疾患実態調査の結果によると、高齢者の残存歯数は増加しており、8020運動の達成率は、約50%と推計されている。しかしながら、これに伴い、う蝕歯数も増加している。現在、本邦においては、「生命寿命」と「健康寿命」は10歳程度乖離していると報告されている。修復材料の耐久性が向上することで、口腔内健全化に寄与し、自分の歯で食事を取る事により、口腔内にもならず、全身の健康管理にも寄与できると考えている。

研究成果の概要(英文)：In current dental practice, adhesive restorative materials are widely used due to the spread of the concept of Minimal Intervention, and composite resin is one of the indispensable materials in daily clinical practice. In order to solve this problem, Ca salts of the adhesive monomers 4-MET and MDP were prepared and blended into the bonding material. To solve these problems, Ca salts of the adhesive monomers 4-MET and MDP were prepared and blended into the bonding material. The results suggest that a one-step bonding system with higher bonding performance and long-term durability can be developed.

研究分野：保存修復学

キーワード：接着性モノマー 多機能性材料 長期耐久性

1. 研究開始当初の背景

近年、接着歯学の進歩に伴い接着性修復材料が歯科臨床において欠かすことのできない重要な位置を占めている。また、それに伴い、MI の概念、カリオロジーの考え方が広く普及している。現在、接着性修復材料においては、操作時間の短縮化や簡便化を目的としたボンディング材の開発、あるいは被着体を限定しないユニバーサルボンドの開発などに重点が置かれている。しかしながら、その長期耐久性においては、十分に評価がなされていないのが現状である。また、被着体がう蝕象牙質の場合、歯質への浸透性、接着性は、まだまだ不十分であることが報告されている(Yoshiyama et al. Am Dent J 16, 2003)。う蝕象牙質に対する接着界面の観察においては、通常の樹脂含浸層の厚さと比較すると厚みが増加しており、レジン成分が浸透していない部分は、空胞として観察される。これらの部分から経時的に修復物が崩壊することが報告されている(Sano et al. Oper Dent 20, 1995)。歯髄温存療法への応用や根面う蝕を被着体と考えた場合、接着性だけではなく、石灰化機能を有する材料の開発が必要となってくる。これらの知識・技術の蓄積をもとに、長期耐久性を持ったバイオアクティブ材料を開発することができれば、保存修復治療のみならず口腔全体の健康に寄与することができる。

2. 研究の目的

近年、コンポジットレジンの接着システムにおいて、接着性、簡略化を目的として開発が進められてきた。しかし、まだそれらの長期における接着性能、耐久性については改善すべき点が多い。これに加えて、再石灰化誘導能や耐酸性機能を付与したものを開発し、これらの問題点を改善することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) MDP-Ca の精製

2.85 ml の MDP とエタノール 81.54 ml を、冷却管、温度計、滴下ロートを取り付けた攪拌装置(スリーワンモータ 1200G, HEIDON, Tokyo) に注入し内温 10℃ 下で攪拌した。さらに蒸留水 400 ml を混入し、内温 10℃ を保持しながら 30 分かけて水酸化カルシウム 740 mg を滴下した。得られた試料を濃縮した後に濾過し、残渣をエタノールで洗浄した。その後、乾燥させ、白色粉末を精製した。白色粉末は、フーリエ変換赤外分光分析(Spectrum Two, Perkin Elmer, MA, USA; 以下 FT-IR) にて分析し、MDP の Ca 塩(MDP-Ca)であることを確認した。

(2) MDP-Ca 適正配合量の検討

1) 微小引張り試験

試料の作製には、治療上抜去が必要であったう蝕のないヒト抜去大白歯を用いた。なお、本研究は北海道医療大学歯学部・大学院歯学研究科倫理委員会に承認されている(第 138 号)。

抜去歯は精密低速切断器(Isomet low speed saw, 11-1280-170, Buehler, Co., Ltd, Lake Bluff, IL, USA) を用いて、歯冠部中央から歯軸に対して垂直に切断し健全象牙質を露出させ、注水下にて #600 耐水研磨紙を用い 1 分間研磨した。実験には 1 ステップボンディング材として、ハイブリッドコート(Sun Medical, Shiga, 以下 HC)、HC に MDP-Ca を 0.75%、0.50%、3.00%、4.50% 配合した試作 1 ステップボンディング材(以下 MDCP) および、過去の研究により開発された 4-MET の Ca 塩である 4-MET-Ca を配合した HC(以下、CMET) を実験群とした。

健全象牙質には HC、MDCP および CMET を HC のメーカー添付文章に従い、歯面処理を行った。その後、ハロゲン照射器(JETLITE3000, 600mW/cm², J. Morita USA, Tustin, CA, USA) を用いてボンディング材を重合し、CR(Fantasia, Sun Medical, Shiga) を 1 mm の厚さに盛り上げ、60 秒間光照射を行った。これを 5 回繰り返して積層させたものを試験用接着試料とし、37℃ にて 24 時間蒸留水中で保管した。

試験用接着試料は精密低速切断機を用いて、接着界面に対し垂直かつ接着面積が 1 mm² のスティック状になるよう切断した。その後、シアノアクリレート接着剤(モデルリペア Dentsply-Sankin, Hokkaido) を用いてデバイスに接着し、37℃ にて 24 時間蒸留水中で保管後、クロスヘッドスピード 1 mm/min に設定した万能試験機(EZ-test, EZ-L, Shimadzu, Kyoto) を用いて接着強さを測定した。

統計学的解析は一元配置分散分析を行った後、Tukey test にて、危険率 5% 以下を有意とした。試料数はそれぞれ 15 とした。

2) 象牙質接着界面の観察

微小引張り試験と同様の方法で作製した試験用接着試料を、37℃ にて 24 時間蒸留水中で保管した。試験用接着試料は、精密低速切断機を用いて接着界面に対して垂直に切断した。切断面は #600 耐水研磨紙を用いて注水下にて 1 分間研磨後、35% リン酸でエッチングし、超音波洗浄を 1 分間行った。その後、アルコール脱水にて十分に乾燥させ、イオンコーター(QUICK AUTO COATER, SC-701AT, SANYO DENSHI, Tokyo) にて金蒸着し、走査型電子顕微鏡(SSR-550, Shimadzu, Kyoto, 以下 SEM) を用いて接着界面の観察を行なった。

3) 象牙質側破断面の観察

微小引張り試験後の象牙質側破断面を SEM にて観察し、CR 内での破断、混合的破断、ボンデ

イング層の破断および象牙質内の破断に分類し、Chi-squared test を行った。試料数はそれぞれ 15 で、危険率 5%以下を有意とした。

(3) MDCP, CMET の機械的物性

抜去歯は精密低速切断器を用いて、歯冠部中央から歯軸に対して垂直に切断し健全象牙質を露出させ、注水下にて#600 耐水研磨紙を用い 1 分間研磨を行った。実験には 1 ステップ接着システムとして、HC, MDCP および CMET を用いた。HC のメーカー添付文章に従い健全象牙質面に歯面処理を行い、ハロゲン照射器を用いて光照射を行ってボンディング材を重合した。歯面処理した試料は、それぞれ 37 の人工唾液にて浸漬前(0日)、浸漬後 24 時間、1 週間、1 か月保管した後、精密低速切断機を用いて接着界面に対して垂直に切断した。その後、切断面へアルゴンエッチング処理 (SEDE-CE, Meiwafoysis, Osaka) (0.25 W/cm², 10 mA, 30 分) を行い、アルコール脱水にて十分に乾燥させ、イオンコーターにて金蒸着後に SEM を用いて接着界面の観察を行った。

(4) MDCP, CMET の吸水率・溶解率

HC, MDCP, CMET および 2 ステップ接着システムのボンディング材で MDP が配合されている SE-BOND (Kuraray, Tokyo) を実験群とした。SE-BOND は歯面へなじませる目的のプライマーと接着層を作る目的のボンディングに役割が分かれているが、ボンディングはモノマー、フィラー、触媒からなり、水や有機溶媒はプライマーに含まれている。本実験ではボンディングのみを使用し、溶媒成分が含まれないボンディング材の指標とした。各ボンディング材を円形状 (直径 18 mm, 厚さ 1 mm) のシリコン製包埋板上に滴下しエアブロー後、ハロゲン照射器を用いて 60 秒間光照射を行った。ボンディング材をシリコン包埋板から取り出してから、裏面も 60 秒間光照射を行い、各ボンディング材の硬化体を作製した。得られた試料は、デシケーター内で 24 時間保管し、初期質量を測定後、蒸留水中へ浸水させ最大吸水量時の質量から吸水率を算出した。その後、デシケーター内で乾燥させ、減少した質量から最大溶解率を算出した。

統計学的解析は一元配置分散分析を行った後、Tukey test にて、危険率 5%以下を有意とした。試料数はそれぞれ 5 とした。

計算式

$$\text{吸水率} = (M_2 - M_1) /$$

$$\text{溶解率} = (M_1 - M_3) /$$

M₁ : 初期ディスクの重量(mg)

M₂ : 浸漬後ディスクの重量(mg)

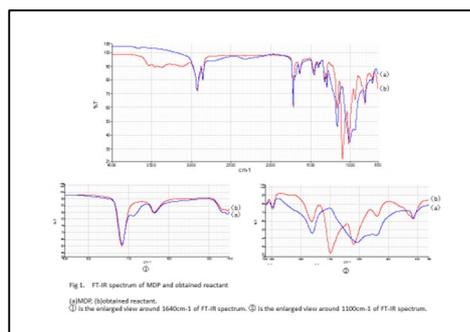
M₃ : 浸漬後乾燥させたディスクの重量(mg)

V₃ : 試料体積(mm³)

4. 研究成果

(1) MDP-Ca の精製

精製した白色粉末が MDP-Ca であるか同定するために、FT-IR にて測定を行った Fig.1 は測定した MDP (Fig.1 a) と粉末試料 (Fig.1 b) の波形である。粉末試料は 1100 cm⁻¹ 付近で MDP とは異なる波形を示した。



(2) MDP-Ca 適正配合量の検討

1) 微小引張り試験

初期接着性能を評価するため、HC, MDCP および CMET の微小引張り試験を行った。HC と比較して、1.50% MDCP が最も高い接着力を示し、有意差を認めた (p<0.05)。CMET は HC および MDCP と比較して、有意差を認めなかった (p>0.05)。

2) 象牙質接着界面の観察

試料ごとの接着界面を SEM にて観察し、ボンディング層と象牙質の接着状態を確認した。SEM 像にて HC ではボンディング層と象牙質の界面に亀裂は認めず、均一なボンディング層を認めた。すべての MDCP 試料および CMET でも、ボンディング層と象牙質の界面に亀裂は認めなかった。

(3) 象牙質側破断面の観察

微小引張り試験後、象牙質側破断面の形態を SEM にて観察した。拡大像では白い粗造な構造物が CR、濃い灰色で滑らかな構造物がボンディング、そして細管と研磨傷を認める部分が象牙質として観察した。

HC, MDCP および CMET の破壊様式が、CR 内での破断、混合的な破断、ボンディング層での破断、象牙質内での破断のいずれかを評価した。HC では混合的破断が最も多く、次いで CR での破

壊像であった。すべての MDCP および CMET 試料の破断面は、混合的破断が数多くみられ、次いで CR での破壊像を認めた。すべての試料で有意差は認めなかった ($p > 0.05$)。

(3) MDCP, CMET の機械的物性

HC, MDCP および CMET の機械的物性を調べるため、イオンエッチング処理を施した接着界面の SEM 観察を行った。HC の典型的なイオンエッチング処理前、イオンエッチング処理後の接着界面 SEM 像において、イオンエッチング処理を行うことで、接着界面のボンディング層が破壊されることを確認した。

HC の試料は人工唾液浸漬前から浸漬 24 時間後および 1 週間後までボンディング層全域に破壊像がみられた。人工唾液浸漬 1 か月後では、部分的に密集した構造物への変化を認めた。MDCP の人工唾液浸漬前では、ボンディング層全域に破壊像がみられた。人工唾液浸漬、24 時間後に破壊部を埋める構造物を認め、浸漬 1 週間後、および 1 か月後も構造物が確認できた。CMET では、浸漬前から、浸漬 24 時間後および 1 週間後において、ボンディング層全域に破壊像が観察された。浸漬 1 か月後ではボンディング層全域に密集した構造物を認めた。

(4) MDCP, CMET の吸水率・溶解率

HC と比較して、MDCP と SE-BOND の最大吸水率は有意に低かった ($p < 0.05$)。CMET は HC と比較して、有意に最大吸水率が高値を示した ($p < 0.05$)。

最大溶解率の測定では、HC と比較して、MDCP, CMET, SE-BOND いずれも有意に低い値であった ($p < 0.05$)。

近年、歯科臨床においては、接着性材料を使用することなく治療を行うのは難しいのが現状である。一方、社会環境は、う蝕罹患率の低下や高齢化率の増加など大きく変化を迎えている。それに対して歯科材料も変化が求められている。これまでの欠損部分をただ単に修復するための代替材料から様々な機能を有する材料の開発へと変化が求められている。そこで、本研究では、より長く口腔内に維持し機能するためのワンステップ接着システムの開発を目的とすることとした。これまで我々は、機能性修復材料の開発を目的として、接着性モノマーの着目し、接着性モノマーである 4-MET の Ca 塩を合成し、象牙質石灰化誘導実験を行った結果、4-MET-Ca は、石灰化を促進することを明らかにした (Ito et al., 2012)。これらの技術を応用し、本研究では、象牙質に対して高い接着性能を有し、多くの接着システムで用いられている MDP に着目した。MDP と Ca を反応させ、MDP-Ca 塩を作製した。精製された白色粉末を FT-IR にて測定した結果、白色粉末は MDP とは異なる 1100 cm^{-1} 付近にピークがある波形を示した。ピークの伸縮振動はリン酸基が化学反応を起こし、リン酸基塩になる際に現れる (Berzina-Cimdina L & Borodajenko N, 2014)。MDP のリン酸基に添加した Ca が化学結合して MDP-Ca が生じ、リン酸基塩に変化するピークが現れたと考えられた。これらを用いて、既存の 4-META 含有 1 ステップ接着システムのボンディング材に MDP-Ca を配合した新規ボンディング材 (MDCP) を新たに作製し、実験に用いた。

微小引張り試験において、1.50% MDCP は、HC と比較して高い初期接着性を示した。MDP-Ca は MDP が歯質と反応し接着する際、副産物として生じ、ボンディング材中の残留 MDP-Ca が多量になると、接着力の低下を招くと報告されている (Takahashi et al., 2014)。3.00% MDCP および 4.50% MDCP は MDP-Ca の増加に伴い、接着力の低下を認めたため、残留 MDP-Ca が接着力を阻害する報告と類似した結果であった。この接着力の低下は MDP-Ca がボンディング材中で、溶解または分散できる許容量を超えたためと推測された。一方、0.75% MDCP および 1.50% MDCP では MDP-Ca の増加に伴い接着力が上昇したため、MDP-Ca が十分に溶解または分散していると考えられた。これらの事から、MDP-Ca の配合量は、至適濃度が存在し、象牙質に対する接着力を上昇させることが明らかになった。

また、象牙質接着界面の観察では、HC、各濃度の MDCP および CMET 試料でボンディング層と象牙質の界面に亀裂は認めなかった。ボンディング材は象牙質への高い浸透性が必要とされる (Gwinnet, 1994)。MDP-Ca をボンディング材に配合しても、象牙質への浸透性を妨げないことが、本実験より明らかになった。また、微小引張り試験後の象牙質側破断面観察においては、HC、各濃度の MDCP および CMET 試料で混合的破断を多く認めた。破断面の様式はボンディング材の象牙質に対する接着強さで変化するが、破断面の観察においては、大きな差は認められなかった。これらの結果から、1.5%MDCP は、最も高い接着力を有していたが、他の試料においても極端に低い接着力を示したものがなく、ある一定以上の接着力を示していたことが理由として考えられた。接着力が弱い試料はボンディング層内での破断、強い試料はボンディング層の一部 CR が接着した混合的な破断や、CR 内での破断および象牙質内での破断がみられた。HC、各濃度の MDCP および CMET 試料は混合的破断が多いため、良好な接着状態であると考えられた。

一方で、MDCP 及び CMET の機械的物性の測定では、HC, MDCP および CMET の接着界面にイオンエッチング処理を施し、SEM 観察を行った結果、人工唾液浸漬前の HC, MDCP および CMET のボンディング層はどれも同様の破壊像を認めた。イオンエッチング処理は象牙質とボンディングの構造を明瞭にさせる手法であり、ボンディング層は特に強く破壊され (Inokoshi S et al., 1993)、ボンディング材の成分や物性により破壊像に違いが認められることが報告されている (Tsuchiya et al., 2004)。HC および CMET は人工唾液浸漬 1 か月後の試料において破壊部を埋める構造物を認めた。MDCP では人工唾液浸漬後 24 時間で密集した構造物を認め、浸漬 1 週間後および 1 か月後もイオンエッチング処理部に構造物を確認した。イオンエッチングは物理的に表層を破壊する処理法で、対象物がボンディング層であれば物理的に脆弱な部位が選択的に破壊される。これらの事から、人工唾液浸漬 1 か月後、HC, MDCP および CMET で認めた構造物はイオンエッチン

グ処理後も構造を維持したため、高い機械的物性を持つことが推測された。MDCP は、HC および CMET より早期にこの構造物を獲得することができたといえる。これらの結果から、MDP は、Ca を介在することで数量体の構造を形成し (Yokota & Nishiyama, 2015) 4-MET は、MDP と同様に Ca と化学結合を起こすことから (Nagakane et al., 2006), Ca を介在させた数量体の構造を形成する可能性がある。本研究において、イオンエッチング処理部に認められた構造物は、接着性モノマーと人工唾液中の Ca が反応してできたものであると考えられた。さらに、MDP は 4-MET より Ca との結合が早期に起こるため (Yoshida et al., 2004), MDCP に配合された MDP-Ca が、4-MET-Ca より早期に構造物を形成したことが推測された。これらの結果は、MDP-Ca を配合させることにより、接着性モノマーによって脱灰し、遊離した Ca と反応することにより、強固なボンディング層を獲得できることを示している。

また、MDCP・CMET の吸水率・溶解率の測定において、MDCP はコントロールと比較して、最大吸水率および最大溶解率ともに低い値を示した。MDCP に配合される MDP-Ca は疎水性であり水にほとんど溶解しないため (Yoshida Y et al., 2004), MDP-Ca の性質がボンディング材に反映されたと考えられた。親水性のレジンは、疎水性のレジンと比較して、早期に加水分解を起こし、レジンの弾性率に影響を与えることが報告されている (Ito S et al., 2005)。また、1 ステップ接着システムは、2 ステップ接着システムと比較して、吸水率、崩壊率が高く、これが接着性に影響を与えることが報告されている (Ito S et al., 2010)。今回、MDCP の溶解率は 2 ステップ接着システムである SE-BOND と近似した値となった。このことは、1 ステップ接着システムに MDP-Ca の配合することによって、溶解率に影響を与えたといえる。これらの結果は、イオンエッチングに抵抗性を示した結果とも相関している。このことは、加水分解による影響を軽減させることにつながり、象牙質接着耐久性にも影響を及ぼすことが示唆された。一方で、CMET はコントロールと比較して、最大吸水率は高値を示し、最大溶解率は低値であった。4-MET-Ca の前駆体である 4-MET は親水性の高い接着性モノマーであるため (Hotta K et al., 1992; Leung Y & Morris MD. 1995), CMET は高い粘弾性と親水性のため、溶媒成分との分離が困難となり、吸水率を向上させたと考えられた。

以上のことから、1 ステップ接着システムに MDP-Ca 添加することにより初期の象牙質接着性に影響を及ぼし、長期耐久性にも影響を与えることが示唆された。

MDP-Ca を添加することにより新規に開発したボンディング材は、従来のボンディング材より低い吸水率・溶解率および高い機械的性質が認められた。この物性の向上によって、ボンディング層の安定性が高まり、象牙質に対する接着性能が向上することが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kondo Y, Ito S, Uehara O, Kurashige Y, Fujita Y, Saito T, Saitoh M	4. 巻 35
2. 論文標題 Biological and chemical characteristics of newly developed glass ionomer cement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dent Mater	6. 最初と最後の頁 673-685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2019.02.014	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 Nomann NA, Ito S, Hasan MR, Qiu Y, Saito T	4. 巻 17
2. 論文標題 Effect of 4-META/MMA-TBB Resin Containing Calcium Chloride Dihydrate on Dentin Remineralization and Its Mechanical Properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Oral Tissue Engin	6. 最初と最後の頁 43-52
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 白井 要、伊藤 修一、森 真理、古市 保志	4. 巻 40
2. 論文標題 S-PRGフィラー含有材料の歯内療法への応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日歯内療誌	6. 最初と最後の頁 69-75
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 IIJIMA Masahiro, ISHIKAWA Rina, KAWAGUCHI Kyotaro, ITO Shuichi, SAITO Takashi, MIZOGUCHI Itaru	4. 巻 38
2. 論文標題 Effects of pastes containing ion-releasing particles on dentin remineralization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 271 ~ 277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2018-015	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7件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 伊藤修一
2. 発表標題 乳歯を守る接着～接着歯学におけるバイオアクティブ効果～
3. 学会等名 日本接着歯学会（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 藤田裕介、伊藤修一、斎藤隆史、倉重圭史、齊藤正人
2. 発表標題 接着性モノマーのカルシウム塩を配合したシーリングコート剤の開発
3. 学会等名 日本小児歯科学会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 伊藤修一
2. 発表標題 S-PRGフィラ のバイオアクティブ効果とそれを応用した歯科治療への可能性
3. 学会等名 顎咬合学会北海道支部会（招待講演）
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 伊藤修一
2. 発表標題 健全な口腔内環境を目指した新たな予防方法の紹介
3. 学会等名 日本口腔衛生学会（招待講演）
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 多田明世, 大槻環, 伊藤修一, 斎藤隆史
2. 発表標題 石灰化誘導性モノマー配合コーティング材の象牙質封鎖特性
3. 学会等名 日本歯科保存学会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 藤田裕介, 伊藤修一, 佐藤幸平, 斎藤隆史, 齊藤正人
2. 発表標題 新規接着性モノマーを配合した
3. 学会等名 日本接着歯学会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 大槻環, 多田明世, 藤田裕介, 伊藤修一, 斎藤隆史
2. 発表標題 石灰化誘導性モノマー配合コーティング材
3. 学会等名 日本接着歯学会
4. 発表年 2018年～2019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	飯嶋 雅弘 (IIJIMA Masahiro) (20305915)	北海道医療大学・歯学部・教授 (30110)	

6. 研究組織（つづき）

	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	齋藤 隆史 (SAITO Takashi) (40265070)	北海道医療大学・歯学部・教授 (30110)	
研究分担者	齊藤 正人 (SAITO Masato) (50337036)	北海道医療大学・歯学部・教授 (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