

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K09955

研究課題名(和文)バリウムガラスに対するリン酸モノマーとシランカップリング剤の分子挙動解明

研究課題名(英文)Molecular Behavior of Phosphate Monomers and Silane Coupling Agents on Barium Glasses

研究代表者

長岡 紀幸(Nagaoka, Noriyuki)

岡山大学・医歯薬学域・助教

研究者番号：70304326

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)：CAD/CAM冠用レジブロックは小臼歯への適用から大白歯、前歯への応用範囲が拡大されてきた。装着時には、歯冠内面へのサンドブラスト、カップリングプライマー塗布が必須であったが、脱落のトラブルが多く発生していた。本研究では、サンドブラスト後にリン酸洗浄せず、エアブローのみによるクリーニングのみとし、カップリングプライマー塗布後、十分に乾燥させ、さらにレジンコート剤を塗布して乾燥、光重合させることで接着力、耐久性共に高い合着が可能であることを明らかにした。本研究による手法で歯冠内面処理し、歯質プライマー併用型レジンセメントで合着すれば、臨床トラブルの多くを防ぐことができると示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的には難接着性樹脂材料を母材とし、ガラス系フィラーが充填されたコンポジット材料に対し、サンドブラスト後にカップリングプライマーを塗布するだけでなく、その後にレジンコート剤を塗布して硬化させる表面処理を行った後に接着することで、高強度、高耐久合着となることを提案できた。シランカップリング剤とリン酸系モノマーの混合溶液を核磁気共鳴分析したところ、両者が相互作用していると考えられた。カップリング時のモノマー挙動について、さらに研究が必要であった。社会的には、CAD/CAM冠用レジブロックによる歯冠修復で歯冠の脱離を防ぐことができる手法を開発できた。本手法は、ただちに臨床応用可能である。

研究成果の概要(英文)：CAD/CAM resin blocks for crowns were first applied to premolars, and their application has expanded to molars and anterior teeth. Attachment required sandblasting the inner surface of the crown and applying a coupling primer. However, there were many problems with the crown falling off. A method to achieve high adhesive strength and durability was to apply a coupling primer after sandblasting, then apply a resin coating agent and allow it to photo polymerize. It was suggested that many clinical problems could be prevented by treating the inner surface of the crown using the method developed in this study and bonding with a resin cement that combines with a tooth primer.

研究分野：接着歯学

キーワード：CAD/CAM冠用レジブロック コンポジットレジン シランカップリング リン酸モノマー 電子顕微鏡分析 サンドブラスト

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2014年にCAD/CAM冠用レジンブロックによる小白歯部への歯冠修復処置が保険収載されたが、CAD/CAM冠は脱離によるトラブルが多く報告された。さらに、3M社は脱離率が予想よりも高いとして、アメリカ食品医薬品局に対して適用を除外した。2017年に大白歯部への適用拡大後も脱離のトラブルが多く発生していた。

本研究開始後の2020年には前歯部にも保険適用されることになり、同年、日本歯科補綴学会から治療指針が改定された。このように、金属を用いない修復治療が行われるようになったものの、装着法に関して学会での討論と治療指針の改定が行われてきた。

2. 研究の目的

コンポジットレジン材料が用いられるCAD/CAM冠用レジンブロックはバリウムガラスをフィラーに用いたものが多い。この材料の合着面をサンドブラストし、市販のカップリングプライマーでよく用いられる10MDP(リン酸モノマー)と3MPTS(シランカップリング剤)の組み合わせでカップリング処理し、レジンセメント合着すると、耐久試験の結果、劣化が大きかった。劣化の少ない合着法の開発と、カップリングモノマーの分子挙動、カップリングメカニズム、結合状態を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

バリウムガラスをフィラーとするコンポジット材料で作製されたCAD/CAM冠用レジンブロックの1つに、ジーシー社製セラスマート300がある。接着試験材料として、セラスマート300の他に、リューサイト結晶を分散させて強化されたガラスセラミクスであるイボクラービバデント社製IPSエンプレスダイレクトを比較対象とした。これらのカップリング処理法として、市販プライマーの他、自作したカップリング剤を用いた。接着力の評価法はせん断試験により実施した。また、耐久性評価法として5°Cと55°Cの水中浸漬を各1分ずつの繰り返しを1周期(2分間)として行うサーマルサイクル試験を3万回(約42日間の連続試験)実施した。

観察、分析法として、蛍光X線分析(XRF)、走査電子顕微鏡(SEM)、走査形透過電子顕微鏡(STEM)、表面分析法としてX線光電子分光(XPS)、分子間相互作用の分析法として核磁気共鳴(NMR)を用いた。

4. 研究成果

【セラスマート300の構造】

蛍光X線分析による元素分析の結果、ガラスフィラーの組成は、F:7at%(2wt%)、Al₂O₃:7at%(10wt%)、SiO₂:67at%(52wt%)、BaO:19at%(36wt%) (F以外は酸化物として定量、スタンダードレス分析結果)であった。セラスマート300はコンポジット材料のため、特定断面においてフィラー部と樹脂部に分けることができる。断面SEM観察像から両者の断面積を計測したところ、フィラー部45%、樹脂部55%であった。フィラー部にはカップリング処理が可能であるが、樹脂部は多官能メタクリレート樹脂が用いられておりカップリング等の処理ができない難接着材料である。このため、接着面の45%の面積を占めるフィラー部への接着が重要となる。

【接着試験1】

カップリング剤の違いによる接着力の評価を行った。接着面は機械的嵌合を少なくするために15μmのダイヤモンドラッピングフィルムで研磨した面を非着面とした。材料にはセラスマート300、IPSエンプレスダイレクトを用いた。カップリングプライマーとして、シランカップリング剤に3-(メタクリロイルオキシ)プロピルトリメトキシシラン(3MPTS)、8-(メタクリロイルオキシ)オクチルトリメトキシシラン(8MOTS)を用いた。シランを加水分解、脱水縮合させる目的で添加する酸性剤としてカップリング効果も期待できる10-メタクリロイルオキシ

表1 表面処理法とカップリング剤の組成

番号	品名, 組成
①	2wt% 10MDP / エタノール
②	2wt%10MDP+2wt%3MPTS/エタノール
③	2wt%10MDP+2wt%8MOTS/エタノール
④	2wt%4MET/エタノール
⑤	2wt%4MET+2wt%3MPTS/エタノール
⑥	2wt%4MET+2wt%8MOTS/エタノール
⑦	K エッチャントゲル →2wt%4MET+2wt%8MOTS/エタノール
⑧	2wt%酢酸-2wt%3MPTS/エタノール
⑨	2wt%マレイン酸-2wt%3MPTS/エタノール
⑩	2wt%フマル酸-2wt%3MPTS/エタノール
⑪	2wt%ピロメリット酸-2wt%3MPTS/エタノール

デシルリン酸 (10MDP), 4-メタクリロキシエチルトリメリット酸 (4MET) の他, 各種カルボン酸を用いた。表 1 のカップリングプライマーを非着面に塗布し, 1 分間放置後にエアブローして完全に乾燥させた。直径 3.2mm のジルコニア棒 (非着面は 0.3MPa でアルミナサンドブラストし, セラミックプライマープラス (クラレノリタケデンタル) 塗布) をレジンセメント (パナビア V5, クラレノリタケデンタル) を用いて合着した。合着時はセメント部分周辺に光照射 (G-ライト プリマ II plus, ジーシー) した。37°C の水中保管後 (図 1 の紺色) およびサーマルサイクル試験 3 万回後 (図 1 のオレンジ色) にオートグラフによりクロスヘッドスピード 0.5mm/min でせん断試験した。

セラスマート 300 は, IPS エンプレスダイレクトと比較して接着強度が低く, 耐久性試験で劣化したものの, マレイン酸と 3MPTS の組み合わせは劣化が少なかった。両試験材料において, カップリング剤として機能できる 10MDP, 4MET は, 耐久性試験の結果, すべてのせん断試験片からジルコニア棒が脱落しており, カップリング剤として効果がなかった。セラスマート 300 は, 40% の正リン酸を主成分とする K-エッチャントゲル (クラレノリタケデンタル) で表面を洗浄し,十分に蒸留水で洗浄後にカップリング処理すると耐久性試験で劣化が大きかった。これは, 表面に吸着したリン酸が影響していると考えられた。IPS エンプレスダイレクトは 10MDP とシランカップリング剤の混合カップリング剤または K-エッチャントゲル洗浄後に 4MET+8MOTS 処理で接着強度, 耐久性共に良い結果が得られた。

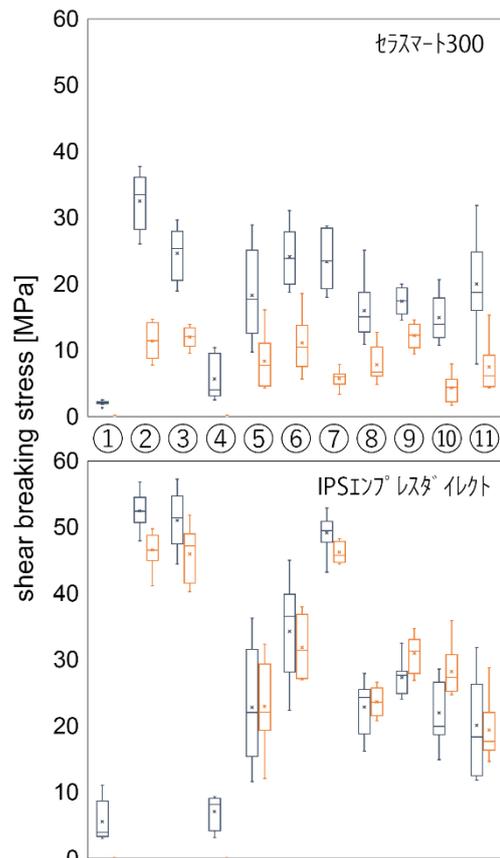


図 1 セラスマート 300 と IPS エンプレスダイレクトのせん断試験結果 (表 1 参照)

【接着試験 2】

臨床においてセラスマート 300 は非着面をサンドブラスト, シラン処理が必須である。0.2MPa でアルミナサンドブラスト処理し, 非着面を市販のプライマー, 歯質接着材で表 2 の通り処理した。他の条件は接着試験 1 と同様とした。試験結果を図 2 に示す。

歯科材料メーカーが推奨する処理条件である②～⑥は耐久試験で劣化が見られた。プライマーなしの条件と比較しても同等の劣化となり, プライマー効果が認められなかった。CAD/CAM レジン用アドヒーズイブはカップリング剤を含有しておらず, 樹脂部に接着するとされているが, 処理なしよりも大きな劣化が認められた。ポーセレンプライマーは 3MPTS にマレイン酸を添加したエタノール溶液, G-マルチプライマーは 3MPTS に 10MDP を添加したエタノール溶液であるが, 同様に劣化が見られた。ガラスフィラー部はシランカップリングされていると考えられるが, 樹脂部の接着性低下が大きく影響したと考えられた。K-エッチャントゲル洗浄した後に G-マルチプライマー処理しても劣化した。スコッチボンドユニバーサルプラスは 10MDP を含有する歯質接着材であり, メーカーによるとシランが配合されており各種歯科材料にカップリング効果があるとされているが, 効果は

表 2 表面処理法とカップリング剤の組成

番号	品名, 組成
①	処理なし (パナビア V5 で直接合着)
②	CAD/CAM レジン用アドヒーズイブ (松風) (光照射)
③	ポーセレンプライマー (松風)
④	G-マルチプライマー (ジーシー)
⑤	K-エッチャントゲル洗浄 → G-マルチプライマー (ジーシー)
⑥	スコッチボンドユニバーサルプラス (3M) (光照射)
⑦	スコッチボンドユニバーサルプラス + ポーセレンボンドアクチベーター (クラレノリタケデンタル) (混合比 1:1) (光照射)
⑧	i-TFC ルミナスボンド (サメディカル) (光照射)
⑨	i-TFC ルミナスボンド + ポーセレンボンドアクチベーター (混合比 1:1) (光照射)

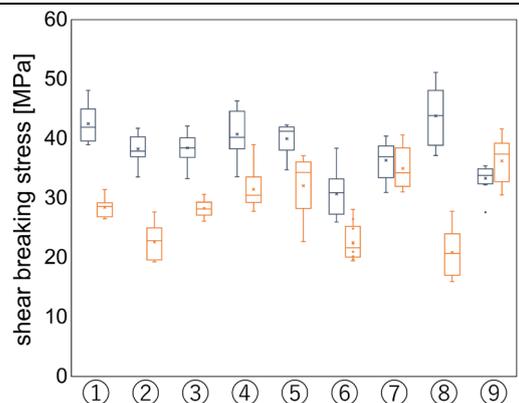


図 2 セラスマート 300 のせん断試験結果 (表 2 参照)

見られず、耐久試験で劣化した。i-TFC ルミナスボンドは 4MET を含有するシラン無添加の歯質接着材であり、耐久試験で劣化した。一方、ポーセレンボンドアクチベータを歯質接着材に添加した場合は耐久試験後に劣化が見られなかった。

【接着試験 3】

セラスマート 300 は、接着試験 2 と同様に非着面を 0.2MPa でアルミナサンドブラストされた。表 3 の通り表面処理した後、同じ手法でせん断試験片を作製し、試験した結果を図 3 に示す。シランによるカップリング処理だけで劣化がほぼないのは 4MET+8MOTS の組み合わせのみであった。3MPTS または 8MOTS, 10MDP または 4MET の組み合わせ 4 種類によるカップリング剤処理の後、CAD/CAM レジン用アドヒージブ塗布、照射した場合のすべてにおいて、耐久試験で劣化がほとんどないか、見られなかった。臨床において、セラスマート 300 の推奨プライマーは G-マルチプライマーであるが、これだけでは劣化した。しかし、G-マルチプライマー処理後、CAD/CAM レジン用アドヒージブ塗布して照射または、Nu:le コートリキッドを塗布し照射せず Nu:le コートジェルを塗布して照射すると劣化が見られないことが明らかになった。一方、G-マルチプライマー処理後、Nu:le コートリキッドのみで劣化が見られたのは、メチルメタクリレート (MMA) 成分が多く、粘性が低い樹脂組成による影響と考えられた。Nu:le コートリキッド塗布後に照射せず Nu:le コートジェルを塗布することで、粘性の低い Nu:le コートリキッド成分がセラスマート 300 の微細クラック内に侵入し、照射なしのために硬化しないで表面に残存した Nu:le コートリキッド成分が、その後に塗された Nu:le コートジェル成分が混ざり合い、強固な層になったと考えられた。

表 3 表面処理法とカップリング剤の組成

番号	品名, 組成
①	G-マルチプライマー
②	① + CAD/CAM レジン用アドヒージブ (照射)
③	① + Nu:le コートリキッド (ヤマキ) (照射)
④	① + Nu:le コートジェル (ヤマキ) (照射)
⑤	① + Nu:le コートリキッド (照射なし) + Nu:le コートジェル (照射)
⑥	2wt%10MDP + 2wt%3MPTS/エタノール
⑦	⑥+ CAD/CAM レジン用アドヒージブ (照射)
⑧	2wt%10MDP + 2wt%8MOTS/エタノール
⑨	⑧+ CAD/CAM レジン用アドヒージブ (照射)
⑩	2wt%4MET + 2wt%3MPTS/エタノール
⑪	⑩+ CAD/CAM レジン用アドヒージブ (照射)
⑫	2wt%4MET + 2wt%8MOTS/エタノール
⑬	⑫+ CAD/CAM レジン用アドヒージブ (照射)

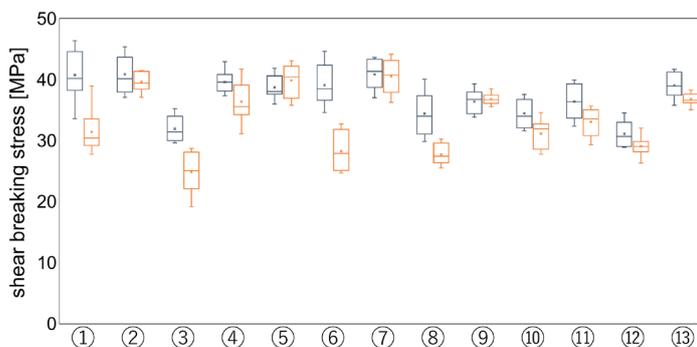
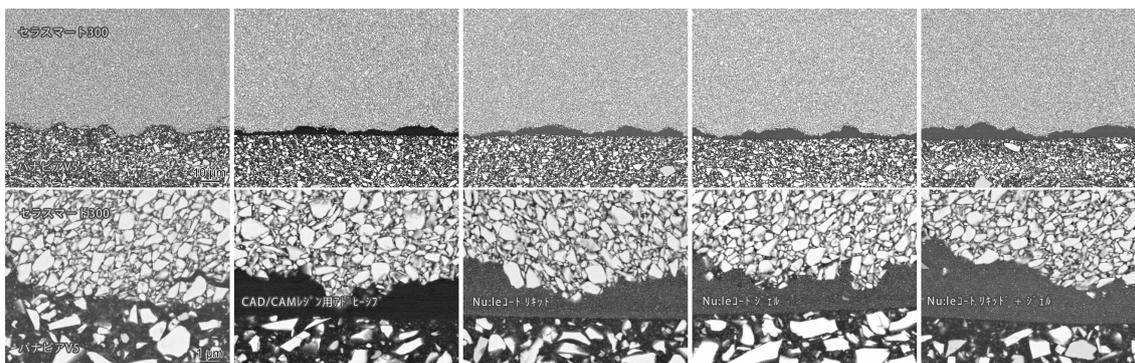


図 3 セラスマート 300 のせん断試験結果 (表 3 参照)

【合着界面の電子顕微鏡観察】

合着界面を断面観察試料に加工し SEM 観察した結果を図 4 に示す。G-マルチプライマーはプライマー層が非常に薄く、硬化しないままレジンセメントと混じり合うために、セラスマート 300 とレジンセメント界面にプライマー層が観察されなかった。一方、他の観察試料は G-マルチプライマー処理の後にレジンコート剤を塗布して照射で硬化しているためにレジン層が観察された。4 種類ともに、このレジン層は数 μm の厚さであった。



G-マルチプライマー CAD/CAM アドヒージブ Nu:le リキッド Nu:le ジェル Nu:le リキッド + ジェル

図 4 セラスマート 300 (非着面はサンドブラスト処理) 合着界面の断面 SEM 像

【X線光電子分光分析】

セラスマート 300 のフィラーへのカップリング状態を X 線光電子分光 (XPS) で評価した。セラスマート 300 のブロックをマッフル炉で加熱しレジン成分を脱脂した。その後、焼成してフィラー成分のみの焼結体を作製した。断面 SEM 観察の結果、空隙の少ない均質な焼結体であることを確認した。焼結体を切断、研磨し、表面処理した後、リン酸処理は超純水洗浄後にエタノール洗浄、その他はエタノール洗浄して XPS 分析した。図 5 は得られた XPS スペクトルである。P2p (リンの 2p 軌道由来) のナローズキャンより、処理なしはリンが検出されず、正リン酸処理でわずかなリン酸の吸着が観察された。10MDP 処理、10MDP+3MPTS、10MDP+8MOTS 処理はリン酸の吸着がほとんど観察されなかった。10MDP のみ、10MDP と 3MPTS、8MOTS を混合してもバリウムガラスと 10MDP には強い結合が形成されず、洗浄で消失するレベルであることが明らかになった。一方、シランカップリング剤は接着試験からも明らかのように強くカップリングしていることが明らかになった。

【核磁気共鳴分析】

3MPTS 単独および 3MPTS にエタノール (EtOH) と蒸留水 (DW) の混合溶液、10MDP+3MPTS 混合エタノール水溶液を ^{29}Si 核磁気共鳴分析 (NMR) した。括弧内の数値は混合から測定開始までの時間である。結果を図 6 に示す。3MPTS は加水分解によりメトキシ基が脱離する。このため、水の存在下では加水分解により、3MPTS の -43ppm 近傍のピークが -42ppm 近傍へと低磁場側 (非遮蔽化側) にシフトした。シランカップリング剤同士が水素結合し、脱水縮合してシロキサン結合を形成していくと、さまざまな縮合体となり、-51ppm 近傍のピーク群が出現した。脱水縮合課程は酸性、またはアルカリ条件下で急速に進行する。10MDP 添加群は強酸性となるために脱水縮合が早く進んだ。 ^{29}Si は、Si 元素の同位体の中で 4.67% と存在が少なく、NMR 測定時の緩和時間が長いために測定時間が長時間に及ぶ。このため、3MPTS と 10MDP+水 を混合直後に測定しても縮合体が検出された。混合後、20 時間、40 時間放置後から測定した結果は、モノマーが減少し、縮合体が増加している様子が観察された。②のピークが出現する測定溶液は中性から弱酸性であり、エタノールが多く存在する環境である。この環境では、シラノール基 (Si-OH) とエトキシ基に置換される反応が可逆的に起こる可能性がある。このため、②のピークはエトキシ置換されたエトキシシランの可能性が考えられた。①はシラノール基と 10MDP のリン酸基 (O=P) との水素結合が原因ではないかと推測した。3MPTS と 10MDP の混合溶液中では、両モノマーが相互作用していると考えられた。バリウムガラス表面にカップリングする際、10MDP が影響を及ぼす可能性があると考えられた。

【まとめ】

本研究の結果、CAD/CAM 冠用レジブロックの合着面はサンドブラストし、カップリングプライマー塗布、さらにレジコート剤を塗布することで、高強度で高耐久性な接着が可能となることが明らかになった。この結果は臨床に応用でき、トラブル防止に有益である。

歯質とレジセメント間の接着は、さらに重要といえる。歯質接着は歯質プライマーを併用するものが、樹脂含浸層の厚さが 2 倍以上となるために、高強度接着と高耐久性となる。補綴装置が脱落したとしても歯質側にレジ層があれば 2 次う蝕を防ぐことができる。歯質プライマーの併用は必須といえる。補綴装置側、歯質側、両接着の最適化が重要である。

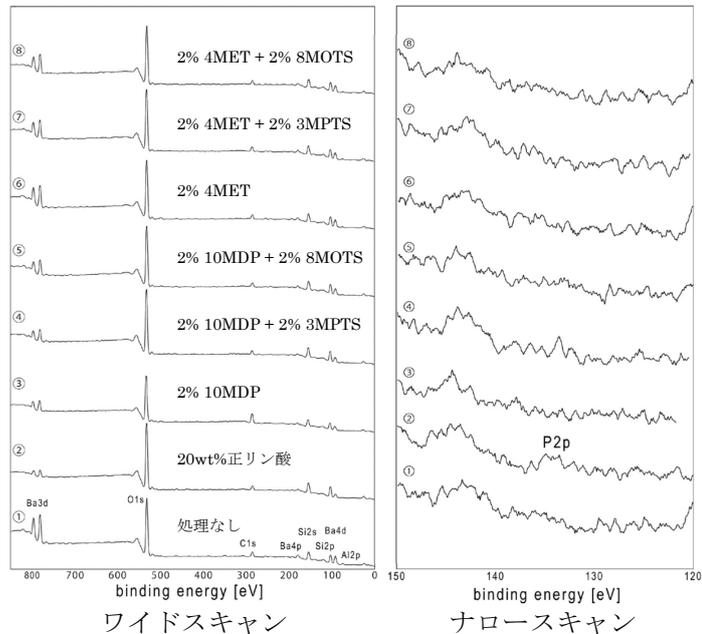


図 5 X 線光電子分光分析結果 (XPS)

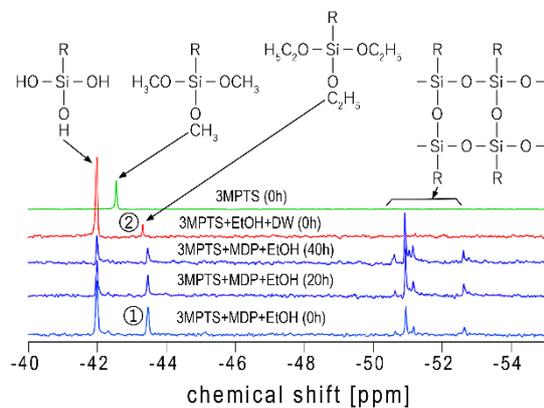


図 6 核磁気共鳴分析結果 (NMR) とカップリング剤中でのモノマー挙動

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Ahmed M.H., Yoshihara K., Nagaoka N., Yao C., Matsukawa A., Yoshida Y., Van Meerbeek B.	4. 巻 39
2. 論文標題 Acrylamide monomers in universal adhesives	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 246 ~ 259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2023.01.003	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 Nakai Hiroto, Inokoshi Masanao, Nozaki Kosuke, Yoshihara Kumiko, Matsukawa Akihiro, Nagaoka Noriyuki, Tonprasong Watcharapong, Minakuchi Shunsuke	4. 巻 15
2. 論文標題 Osteoblast Response of Additively Manufactured Zirconia and Alumina-Toughened Zirconia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 141 ~ 144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15238685	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 吉原久美子, 長岡紀幸, 吉田靖弘	4. 巻 40
2. 論文標題 歯質 / 材料界面のナノスケール解析と接着歯学の将来展望	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 接着歯学	6. 最初と最後の頁 8685 ~ 8685
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 Maruo Yukinori, Yoshihara Kumiko, Irie Masao, Nagaoka Noriyuki, Matsumoto Takuya, Minagi Shogo	4. 巻 15
2. 論文標題 Does Multifunctional Acrylate's Addition to Methacrylate Improve Its Flexural Properties and Bond Ability to CAD/CAM PMMA Block?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 7564 ~ 7564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15217564	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 Ono Fumiaki, Okihara Takumi, Osaka Noboru, Nagaoka Noriyuki, Kameoka Yuji, Ishikawa Akira, Ooki Hironari, Ito Takumi, Todome Daisuke, Uemoto Shinya, Furutani Mitsuaki, Inokuchi Tsutomu, Okada Kenji	4. 巻 12
2. 論文標題 Flame retardance-donated lignocellulose nanofibers (LCNFs) by the Mannich reaction with (amino-1,3,5-triazinyl)phosphoramidates and their properties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 3300 ~ 3308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1ra08716a	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 Khanlar Leila Nasiry, Takagaki Tomohiro, Abdou Ahmed, Inokoshi Masanao, Ikeda Masaomi, Takahashi Akifumi, Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Nikaido Toru, Blatz Markus B., Tagami Junji	4. 巻 31
2. 論文標題 Effect of Air Particle Abrasion Protocol and Primer on The Topography and Bond Strength of a High Translucent Zirconia Ceramic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontics	6. 最初と最後の頁 228 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jopr.13372	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 TOKUNAGA Eri, NAGAOKA Noriyuki, MARUO Yukinori, YOSHIHARA Kumiko, NISHIGAWA Goro, MINAGI Shogo	4. 巻 40
2. 論文標題 Phosphate group adsorption capacity of inorganic elements affects bond strength between CAD/CAM composite block and luting agent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 288 ~ 296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2020-029	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 Yoshihara K., Nagaoka N., Benino Y., Nakamura A., Hara T., Maruo Y., Yoshida Y., Van Meerbeek B.	4. 巻 100
2. 論文標題 Touch-Cure Polymerization at the Composite Cement-Dentin Interface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Dental Research	6. 最初と最後の頁 935 ~ 942
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/00220345211001020	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 Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Makita Yoji, Yoshida Yasuhiro, Van Meerbeek Bart	4. 巻 13
2. 論文標題 Long-Term Antibacterial Efficacy of Cetylpyridinium Chloride-Montmorillonite Containing PMMA Resin Cement	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nanomaterials	6. 最初と最後の頁 1495 ~ 1495
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nano13091495	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 吉原久美子, 丸尾幸憲, 長岡紀幸, 吉田靖弘	4. 巻 42
2. 論文標題 コンポジットレジンセメントの象牙質接着	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 接着歯学	6. 最初と最後の頁 5 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11297/adhesdent.41.1_5	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 Inokoshi Masanao, Yoshihara Kumiko, Kakehata Masayuki, Yashiro Hidehiko, Nagaoka Noriyuki, Tonprasong Watcharapong, Xu Kaiqi, Minakuchi Shunsuke	4. 巻 15
2. 論文標題 Preliminary Study on the Optimization of Femtosecond Laser Treatment on the Surface Morphology of Lithium Disilicate Glass-Ceramics and Highly Translucent Zirconia Ceramics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 3614 ~ 3614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma15103614	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 Khanlar Leila Nasiry, Takagaki Tomohiro, Abdou Ahmed, Inokoshi Masanao, Ikeda Masaomi, Takahashi Akifumi, Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Nikaido Toru, Blatz Markus B., Tagami Junji	4. 巻 31
2. 論文標題 Effect of Air Particle Abrasion Protocol and Primer on The Topography and Bond Strength of a High Translucent Zirconia Ceramic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontics	6. 最初と最後の頁 228 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jopr.13372	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 Yamamoto Yuya、Yoshihara Kumiko、Nagaoka Noriyuki、Van Meerbeek Bart、Yoshida Yasuhiro	4. 巻 38
2. 論文標題 Novel composite cement containing the anti-microbial compound CPC-Montmorillonite	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 33 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2021.10.009	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 Yoshihara Kumiko、Nagaoka Noriyuki、Maruo Yukinori、Nishigawa Goro、Yoshida Yasuhiro、Van Meerbeek Bart	4. 巻 36
2. 論文標題 Silane-coupling effect of a silane-containing self-adhesive composite cement	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dental Materials	6. 最初と最後の頁 914 ~ 926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dental.2020.04.014	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 Chiari Marina D.S.、Rodrigues Marcela C.、Pinto Mirella F.C.、Vieira Douglas N.、Vichi Fl?vio M.、Vega Oscar、Chrzanowski Wojciech、Nagaoka Noriyuki、Braga Roberto R.	4. 巻 116
2. 論文標題 Development of brushite particles synthesized in the presence of acidic monomers for dental applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Science and Engineering: C	6. 最初と最後の頁 111178 ~ 111178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.msec.2020.111178	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 Yoshihara K.、Nagaoka N.、Nakamura A.、Hara T.、Yoshida Y.、Van Meerbeek B.	4. 巻 100
2. 論文標題 Nano-Layering Adds Strength to the Adhesive Interface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Dental Research	6. 最初と最後の頁 515 ~ 521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0022034520979133	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 Yoshihara Kumiko, Nagaoka Noriyuki, Umeno Aya, Sonoda Akinari, Obika Hideki, Yoshida Yasuhiro, Van Meerbeek Bart, Makita Yoji	4. 巻 14
2. 論文標題 Antibacterial Effect of Amino Acid?Silver Complex Loaded Montmorillonite Incorporated in Dental Acrylic Resin	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 1442 ~ 1442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14061442	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

[学会発表] 計6件(うち招待講演 0件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 吉實 舞, 丸尾幸憲, 入江正郎, 長岡紀幸, 岡田正弘, 松本卓也
2. 発表標題 レジンセメントのセラミックスに対するサーマルサイクル後の接着性と曲げ特性
3. 学会等名 第 82 回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩田知幸, 長岡紀幸, 星加知宏, 西谷佳浩
2. 発表標題 ハイブリッドレジブロックに対するシラン処理が接着強さに与える影響
3. 学会等名 第78回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kumiko YOSHIHARA, Tomoya SHIMIZU, Noriyuki NAGAOKA, Yasuhiro YOSHIDA, Bart VAN MEERBEEK, Soshu KIRIHARA
2. 発表標題 Effect of polymerization on additive manufacturing of zirconia ceramics
3. 学会等名 The 99th General Session of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉原久美子, 清水那弥, 長岡紀幸, 吉田靖弘
2. 発表標題 レジンセメントの3次元造形ジルコニアに対する接着強さの検討
3. 学会等名 日本歯科保存学会2021年度春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Inokoshi M, Yoshihara K, Kakehata M, Yashiro H, Nagaoka N, Tonprasong W, Xu K, Minakuchi S
2. 発表標題 Morphological analysis of femtosecond laser irradiated lithium disilicate glass-ceramics and highly translucent zirconia - A preliminary stud
3. 学会等名 第41回日本接着歯学会学術大会 & The International Congress on Adhesive Dentistry (IAD2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshihara K, Nagaoka N, Maruo Y, Yoshida Y
2. 発表標題 Effectiveness of silane coupling agent incorporated in universal adhesive
3. 学会等名 第41回日本接着歯学会学術大会 & The International Congress on Adhesive Dentistry (IAD2022) (国際学会)
4. 発表年 2022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	吉原 久美子 (Yoshihara Kumiko) (90631581)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・主任 研究員 (82626)	

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