

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592933

研究課題名(和文) コンポジット前装ジルコニア修復物の臨床応用に向けた基礎的研究

研究課題名(英文) Laboratory study for clinical application of zirconia-based indirect composite-layered restorations

研究代表者

小峰 太 (KOMINE, Futoshi)

日本大学・歯学部・講師

研究者番号：90287657

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：この研究は、生体親和性および機械的強度に優れたジルコニアセラミックスを使用した歯の修復物(被せもの)が、口腔内で長期間安定して機能できることを目的としている。本研究結果から、修復物のフレームとなるジルコニアに、歯の色調や形態を付与するために使用するセラミックスやレジンを含浸した修復物は、臨床で長期安定性を獲得できると考える。また、ジルコニアフレームの形態を工夫することで、さらに安定した長期安定性を得ることが可能である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate the long-term stability of zirconia-based restorations in the mouth. The findings of this study suggest the fracture resistance of zirconia-based composite-layered restorations is comparable to that of zirconia-based all-ceramic restorations after fatigue testing. Framework designs with a standardized thickness and adequate support of layering materials by the zirconia framework increase fracture resistance in implant-supported zirconia-based restorations under conditions of chewing attrition.

研究分野：医歯薬学

キーワード：ジルコニア インプラント上部構造 破壊抵抗 耐久性

### 1. 研究開始当初の背景

ジルコニアセラミックスをフレームワークとする修復物に関して、評価期間5年以下での臨床成績が報告されており、それらの報告では修復物の生存率は95%以上と良好な結果である。ジルコニアフレーム自体の破折はほとんど報告されておらず、ジルコニアフレームの生存率はほぼ100%で安定した材料であることが証明されている。しかし、いずれの臨床研究論文でも前装陶材部での微小破折(チッピング)あるいはジルコニアフレームから陶材の剥離が数多く報告されている。

一方で、ジルコニアフレームに間接修復用コンポジットレジンの前装した修復物の臨床応用も報告されている。我々はこれまでに、ジルコニアフレームと前装陶材の接着状態について、さらに、ジルコニアフレームの前装材料として間接修復用コンポジットに着目した基礎的研究を行い、その成果を国際学術誌に掲載している。

### 2. 研究の目的

コンポジット前装ジルコニア修復物の長期耐久性を含めた破壊抵抗について様々な条件(材料、表面処理方法など)下で検討、評価を行い、本格的な臨床応用に先駆けその可能性、前装材料のチッピングの防止を目的とし、本研究を企画した。

### 3. 研究の方法

#### (1) インプラント支持のコンポジット前装ジルコニア修復物の破壊抵抗

下顎右側第一大臼歯1歯欠損症例に対して、インプラント補綴治療を想定し、セメント固定式修復物の破壊強度について比較検討を行った。インプラント上部構造として、陶材焼付冠(以下PFM)、ジルコニアオールセラミッククラウン(以下ZAC)、ジルコニアフレームにエステニアオペークプライマー(以下EOP)を塗布後に間接修復用コンポジットレジン前装したもの(以下ZIC-E)、ジルコニアフレームにEOPを塗布せず間接修復用コンポジットレジン前装したもの(以下ZIC)を選択した。試料数は各群11個とした。

口腔内環境を模倣するため、ポリエステル樹脂に直径5.0mm、長径11.5mmのインプラント体を垂直方向に植立した。高さを5.5mmに調整したチタン製アバットメントを、トルクコントローラーを用いて締結圧32Nでインプラント体に装着した。PFMのメタルフレームはアバットメント上でろう型形成後、埋没、鑄造により製作した。フレームの厚さは均一に0.5mmとし、マージン以外の部分にセメントスペースを設定した。その後、メタルフレーム前装面に対し平均粒径50 $\mu$ mのアルミナ粒子を噴出圧力0.2MPa、噴出口から前装面までの距離10mmで20秒間、アルミナブラスト処理を行った。アルミナブ

ラスト処理後、メジャリングデバイスを用いてフレームの厚さを確認し、さらに、アバットメントとフレームの適合を探針と適合診査材を用いて確認した。高径7.5mm、頬舌径10.5mm、近遠心径11.0mmに標準化された歯冠形態になるように、歯冠形態製作用金型を用いて前装陶材を築盛した。前装陶材は製造者指示に従いスーパーポーセレンAAAオペークポーセレンPOA2を二層築盛、焼成後、デンティンポーセレンA2Bと、エナメルポーセレンE2を築盛、焼成した。一方、ZAC、ZIC-E、ZICのジルコニアフレームは、CAD/CAMにより製作した。各種フレームの厚さは0.5mmとし、マージン以外の部分に40 $\mu$ mのセメントスペースを設定した。その後、PFMと同様な方法で前装面に対しアルミナブラスト処理を行い、フレーム厚さおよびアバットメントとフレームとの適合を確認した。確認後、ZACにはPFMと同様な方法で、歯冠形態製作用金型を用いて前装部を築盛した。製造者指示に従い、セラビアンZRオペークポーセレンSBA2、デンティンポーセレンA2B、エナメルポーセレンE2を築盛、焼成した。ZIC-Eには、製造者指示に従いEOPを用いて前装面に対しプライマー処理を行った。その後、PFMと同様な方法で歯冠形態製作用金型を用いて前装部を築盛した。まず、エステニアC&BボディオペークOA2を二層塗布し、一層ごとに90秒間光照射を行った。その後、エステニアC&BデンティンDA2、エステニアC&BエナメルE1を築盛し、それぞれ5分間光照射し、さらに加熱重合器を用いて110、15分間加熱重合を行った。ZICは、プライマー処理を行わないこと以外は、ZIC-Eと同様な方法で間接修復用コンポジットの築盛、重合を行った。前装終了後、すべての試料はメジャリングデバイスとシリコーンインデックスを用いて歯冠部の厚さを確認し、さらに、アバットメントと上部構造の適合を探針と適合診査材を用いて確認した。

全ての上部構造内面に対して、平均粒径50 $\mu$ mのアルミナ粒子を噴出圧力0.2MPa、噴出口から上部構造内面までの距離10mmで10秒間、アルミナブラスト処理を行った。その後、ガラスアイオノマーセメントを用いて、咬合面から30Nの垂直荷重を7分間付与し、上部構造をアバットメントに装着した。試料は37精製水中にて24時間保管した。破壊強度試験は、万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード0.5mm/minの条件下で行い、直径6.0mmのステンレスボールと上部構造咬合面の間に鉛箔を一層介在させ、咬合面に対し垂直方向に静的圧縮荷重を負荷した。破壊強度は最大荷重値から10%減少した点における荷重値とした。また、破壊強度試験後の試料破壊形式は、32倍の光学顕微鏡にて観察し、前装材料内の破壊およびフレームに及ぶ破壊の二つに分類した。さらに、破断面を接着界面における界面破壊、前装材料内での

凝集破壊、界面破壊と凝集破壊の両者が認められる混合破壊に分類した。また、アルミナブラスト後のメタルフレーム、ジルコニアフレームを加えた8試料群に対して、試料表面に30秒間オスミウムを蒸着後、加速電圧15kVの条件で走査電子顕微鏡(以下SEM)を用い試料表面の観察を行った。

(2) フレームワーク形態の違いによるインプラント支持のコンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊抵抗

インプラント上部構造のジルコニアフレームワーク形態はuniform thickness(以下UNI)、anatomic(以下ANA)、supported anatomic(以下SUP)の3条件とし、さらに前装材料の違いによりZAC群とZIC群の2群に分けた。下顎右側第一大臼歯欠損症例を想定し、直径5.0mmの歯科用インプラント体を水平面に対して垂直方向に、ポリエステル樹脂に植立した。植立後、チタン製アバットメントを、製造者指示に従いチタン製スクリューとトルクコントローラーを用いて締結圧32Nでインプラント体に装着した。その後、技工用エアターピンを用いてアバットメント上面を削除し、シリコンインデックスを参考にアバットメントの高径を6.0mmに調整した。

アバットメント調整後、歯科用CAD/CAMシステムを用いて半焼結体ジルコニアブロックからジルコニアフレームワークを製作した。ジルコニアフレームワークは、UNI、ANAおよびSUPの3形態(n=22)とした。UNI形態は、ジルコニアフレームワークを均一な厚さ0.5mmとした。ANA形態は解剖学的な形態を考慮し、前装材料を均一な厚さ1.2mmとした。SUP形態はANA形態と同様に前装材料を均一な厚さ1.2mmにし、さらに隣接面から舌側面にかけて高さ5.0mmの前装材料を水平面でサポートする形態を付与した。

各フレームワークは歯科用CAD/CAMマシンを用いてジルコニアブロックから削り出し、ジルコニア焼却炉で1375℃、90分間の焼結を行った。全てのジルコニアフレームワークは、メジャリングデバイスを用いて各条件で設定した厚さであることを確認後、光学顕微鏡下にてアバットメントとの適合を探針とシリコン適合検査材を用いて確認した。

その後、ジルコニアフレームワークの前装面に対して平均粒径50μmのアルミナ粒子を噴射圧力0.2MPa、噴射口から前装面までの距離10mmで20秒間の条件で、アルミナブラスト処理を行った。各フレームワーク形態は、さらにZAC群とZIC群の2群に分けた(n=11)。

ZAC群は歯冠形態製作用金型を用いて製造者指示に従い前装陶材を築盛した。まず、セラビアンZRシェードベース(SBA2)を2層築盛し、1層ごとに焼成後、セラビアンZR

ボディ(A2B)、セラビアンZRエナメル(E2)の順に築盛、焼成した。修復物は、製造者指示の焼成スケジュールに従い、SingleMat Porcelain Furnaceで焼成した。前装陶材焼成後、メジャリングデバイスとシリコンインデックスを用いて修復物の厚さを確認し、グレージングを行い、前述と同様にアバットメントとの適合を確認した。

ZIC群は製造者指示に従い、ジルコニア前装面に対してエステニアオペークプライマーを用いてプライマー処理を行った。プライマー処理後、エステニアC&Bボディオペーク(OA2)を2層塗布し、1層ごとに光重合器にて90秒間、光重合を行った。その後、ZAC群と同様に歯冠形態製作用金型を使用し、エステニアC&Bデンチン(DA2)とエステニアC&Bエナメル(E1)を築盛し、光重合器にて5分間、光重合を行い、さらに加熱重合器にて110℃、15分間の加熱重合を行った。前装終了後、試料はZAC群と同様の方法で前装厚さ、および適合の確認を行った。

製作した修復物の内面に、平均粒径50μmのアルミナ粒子を噴射圧力0.2MPaで10秒間の条件でアルミナブラスト処理を行った。全ての試料は、グラスアイオノマーセメントを用いて咬合面から30Nの垂直荷重を7分間付与しアバットメントに装着された。セメント硬化後、試料は37℃精製水中に24時間保管後、破壊強度試験を行った。

破壊強度試験は万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード毎分0.5mmの条件下で行い、直径6.0mmのステンレススチールボールを用いて、咬合面に対して垂直方向に静的圧縮荷重を試料の破壊に至るまで負荷した。その際、咬合力を均等に分散するために、厚さ1.0mmの鉛箔をステンレススチールボールと試料の間に介在させた。破壊強度値は最大荷重値から10%が減少した時点における圧縮荷重値(N)とした。

統計学的検討は、Levene検定を行ったところ等分散性が得られなかったため、同一前装材料におけるフレームワーク形態間の違いを評価するためにKruskal-Wallis検定を行い、その結果を基に、同一前装材料における3条件間の違いを比較するためにBonferroniの多重比較を用いた。また、同一フレームワーク形態におけるZAC群とZIC群間の比較にはMann-Whitney U検定を用いた。全ての検定は有意水準0.05の条件で行った。

試験後の破壊様式は光学顕微鏡を用い、前装材料内の破壊とフレームワークに及ぶ破壊に分類した。さらに、試料表面に対して30秒間オスミウム蒸着を行い、加速電圧15kVの条件でSEMを用いて試料表面の観察を行った。

(3) インプラント支持のコンポジット前装ジルコニアクラウンの加速劣化試験後の破

## 壊抵抗

試料製作、試験方法は(1)とほぼ同様であるが、実験群に関しては次の通りである。インプラント上部構造は、ジルコニアオールセラミッククラウン(以下 ZAC)、ジルコニアフレームに対して表面処理せず間接修復用コンポジットレジンの前装したもの(以下 ZIC)、ジルコニアフレームにエステニアオペークプライマー(以下 EOP)を塗布後に間接修復用コンポジットレジンの前装したもの(以下 ZIC-E)、ジルコニアフレームにクリアフィルフォトボンド(以下 CPB)を塗布後に間接修復用コンポジットレジンの前装したもの(以下 ZIC-P)の計4条件とした。各試料に対して、加速劣化試験を行った。加速劣化条件は、水中熱サイクル(5 と 55 に各 60 秒間浸漬)を 10,000 回行い、さらに直径 6.0 mm のステンレスボールを用いて、1.7 Hz のサイクルで毎回 49 N の繰り返し荷重を咬合面に対して垂直方向に 1,200,000 回負荷した。その後、全ての試料に対して破壊強度試験を行った。なお、加速劣化条件を負荷した試料は、繰り返し荷重負荷後、32 倍の光学顕微鏡にて破壊の有無を確認し、破壊が生じていない試料に対して破壊強度試験を行った。破壊強度試験後の試料破壊形式は、32 倍の光学顕微鏡にて観察した。さらに、試料表面の SEM 観察を行った。

## 4. 研究成果

(1) 各群の破壊強度の平均値は、PFM 群が  $3.09 \pm 0.22$  kN、ZAC 群が  $3.11 \pm 0.34$  kN、ZIC-E 群が  $2.84 \pm 0.21$  kN、ZIC 群が  $2.50 \pm 0.36$  kN であり、ZIC 群が他の群と比較し有意に低い破壊強度を示した。光学顕微鏡を用いた破壊形式の分類において、前装材料内の破壊は、PFM 群では 11 個、ZAC 群では 5 個、ZIC-E 群では 3 個、ZIC 群では 6 個であった。また、破壊試験後の試料の観察において、PFM 群、ZAC 群、ZIC-E 群は混合破壊を示したが、ZIC 群では界面破壊が多かった。

以上の結果から、以下の知見を得た。

ジルコニアフレーム表面にエステニアオペークプライマーを塗布後、臼歯部間接修復用コンポジットレジンの前装したジルコニアクラウンは、陶材焼付冠、ジルコニアオールセラミッククラウンと同程度の破壊強度を示した。

エステニアオペークプライマーでジルコニアフレーム表面を処理することは、臼歯部間接修復用コンポジットレジンの前装したジルコニアクラウンの破壊強度を向上させた。

(2) UNI、ANA および SUP 形態の破壊強度の平均値はそれぞれ ZAC 群で 3.78、6.01、6.50 kN、ZIC 群で 3.15、5.65、5.83 kN であった。ZAC 群および ZIC 群ともに、UNI 形態が他の 2 つのフレームワーク形態と比較

して有意に低い破壊強度を示した。また、各フレームワーク形態について ZAC 群と ZIC 群の間に統計学的有意差は認められなかった。

試験後の破壊様式は、ZAC 群はフレームワーク形態にかかわらず、フレームワークに及ぶ破壊を多数認めたが、ZIC 群は約半数で前装材料内の破壊を認めた。また、前装材料内の破壊において、ZAC 群および ZIC 群ともに、UNI 形態では咬合面からクラウンマージンにかけて前装材料の破壊が観察された。一方、ANA 形態と SUP 形態では試料の辺縁隆線と咬頭に前装材料の破壊が観察された。SEM 観察像において、ZAC 群および ZIC 群の前装材料内の破壊と判定された試料では、いずれの群においてもジルコニア前装面には陶材、もしくは間接修復用コンポジットレジンと考えられる残留物が観察された。また、フレームワークに及ぶ破壊と判定された試料では、いずれの群においても、ジルコニアフレームワークと前装材料は緊密に接触しており、界面における前装材料の剥離は認められなかった。

以上の結果から、以下の結論を得た。

前装材料の厚さを均一にすることとジルコニアフレームワークに適切なサポート形態を付与することは、ジルコニアオールセラミック修復物とインプラント支持の臼歯部間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニア修復物の破壊強度を向上させた。

インプラント支持の臼歯部間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニア修復物は、ジルコニアオールセラミック修復物と同程度の破壊強度を示した。

(3) 負荷後に試料の破壊が確認されたものはなかった。加速劣化条件負荷後における各群の破壊強度の平均値は、ZAC 群が  $3.05 \pm 0.39$  kN、ZIC 群が  $2.37 \pm 0.29$  kN、ZIC-P 群が  $2.72 \pm 0.32$  kN、ZIC-E 群が  $2.43 \pm 0.26$  kN であった。ZIC-P 群の破壊強度は、ZAC 群と比較し統計学的に有意な差は認められなかった。ZAC 群の破壊強度は、ZIC 群、ZIC-P 群、ZIC-E 群のそれよりも有意に高い値を示した。光学顕微鏡を用いた破壊形式の分類において、ZAC 群、ZIC-P 群および ZIC-E 群では同様の破壊形式(前装材料とジルコニアコーピングでの混合破壊)が認められた。一方で、ZIC 群では界面破壊が認められた。SEM 観察像においては、ZAC 群、ZIC-P 群および ZIC-E 群には前装材料と思われる像を呈した。

以上の結果から、本研究の範囲内で以下の結論を得た。

ジルコニアコーピングにクリアフィルフォトボンドで表面処理後に間接修復用コンポジットレジン前装、重合したクラウンは、ジルコニアオールセラミッククラウンと同程度の破壊耐久性を有することが示唆された。

重合開始剤を含むプライマーでのジルコニア表面処理は、コンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊耐久性に効果的ではなかった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5件)

Komine F, Koizuka M, Fushiki R, Iwasaki T, Kubochi K, Matsumura H (2015) Effect of various surface preparations on bond strength of a gingiva-colored indirect composite to zirconia framework for implant-supported prostheses. Dent Mater J. doi:0.4012/dmj.2014-360. (査読有)

Kamio S, Komine F, Taguchi K, Iwasaki T, Blatz MB, Matsumura H (2014) Effects of framework design and layering material on fracture strength of implant-supported zirconia-based molar crowns. Clin Oral Implants Res. doi: 10.1111/clr.12468. (査読有)

Komine F, Taguchi K, Fushiki R, Kamio S, Iwasaki T, Matsumura H (2014) In vitro comparison of fracture load of implant-supported, zirconia-based, porcelain- and composite-layered restorations after artificial aging. Dent Mater J 33. 607-613. doi:10.4012/dmj.2013-356 (査読有)

Taguchi K, Komine F, Fushiki R, Blatz MB, Kamio S, Matsumura H (2014) Fracture resistance of single-tooth implant-supported zirconia-based indirect composite-layered molar restorations. Clin Oral Implants Res 25. 983-991. doi:10.1111/clr.12199 (査読有)

Komine F, Koizuka M, Fushiki R, Taguchi K, Kamio S, Matsumura H (2013) Post-thermocycling shear bond strength of a gingiva-colored indirect composite layering material to three implant framework materials. Acta Odontol Scand 71, 1092-1100. doi:10.3109/00016357.2012.741710 (査読有)

[学会発表](計 15件)

Fushiki R, Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Bond strength of gingiva-colored indirect composite materials to feldspathic porcelain-coated zirconia frameworks.

The 6<sup>th</sup> international congress on adhesive dentistry, 2015年2月1日, Bangkok (Thailand)

小峰 太. メタルフリー修復における多様化する被着体への接着. 第33回日本接着歯学会学術大会 シンポジウム2, 2014年12月14日, ニチイ学館 神戸ポートアイランドセンター(兵庫県・神戸市).

岩崎太郎, 伏木亮祐, 窪地 慶, 橋口亜希子, 小峰 太, 松村英雄. トライボケミカル処理されたジルコニアと間接修復用コンポジットレジンとの接着耐久性. 第33回日本接着歯学会学術大会, 2014年12月13日, ニチイ学館 神戸ポートアイランドセンター(兵庫県・神戸市).

岩崎太郎, 伏木亮祐, 窪地 慶, 棧 淑行, 行田克則, 吉成勝海, 大谷一紀, 小峰 太, 松村英雄. トライボケミカル処理がジルコニアと間接修復用コンポジットとの接着強さに及ぼす影響. 平成26年度(社)日本補綴歯科学会東京支部総会・第18回学術大会, 2014年11月9日, 昭和大学歯学部(東京都・大田区). 神尾伸吾, 田口耕平, 本田順一, 橋口亜希子, 塩野英昭, 牟田 成, 小泉政幸, 村松 透, 小峰 太, 松村英雄. フレーム形態と前装材料の違いがインプラント上部構造の破壊強度に及ぼす影響. (公)社)日本補綴歯科学会第123回学術大会, 2014年5月24日, 仙台国際センター(宮城県・仙台市).

田口耕平, 神尾伸吾, 本田順一, 橋口亜希子, 小峰 太, 松村英雄. コンポジット前装ジルコニアクラウンの加速劣化試験後の破壊強度. 第66回日本大学歯学会学術大会, 2014年5月18日, 日本大学歯学部(東京都・千代田区).

肥塚 舞, 小峰 太, 窪地 慶, 本田順一, 岩崎太郎, 橋口亜希子, 松村英雄. アルミナブラスト処理およびオパーク材がジルコニアと歯肉色間接修復用コンポジットレジンの接着強さに及ぼす影響. 第32回日本接着歯学会学術大会, 2013年11月30日, 福岡県歯科医師会館(福岡県・福岡市).

肥塚 舞, 小峰 太, 窪地 慶, 大島修一, 金子行夫, 堤 光仁, 庄司 力, 津江明伸, 松村英雄. ジルコニア表面処理の違いが歯肉色間接修復用コンポジットとの接着強度に及ぼす影響. 平成25年度(社)日本補綴歯科学会東京支部総会・第17回学術大会, 2013年10月26日, 桜門会館(東京都・千代田区).

肥塚 舞, 伏木亮祐, 神尾伸吾, 岩崎太郎, 小峰 太. サーマルサイクル負荷後のジルコニアと歯肉色前装材料の接着強さ. 第43回(公)日本口腔インプラント学会学術大会, 2013年9月14日, 福岡国際会議場(福岡県・福岡市).

伏木亮祐, 小峰 太, 小林一久, 肥塚 舞, 神尾伸吾, 岩崎太郎. 各種表面処理がジルコニアと間接修復用コンポジットレジンとのせん断強さに及ぼす影響. 第 43 回(公)日本口腔インプラント学会学術大会, 2013 年 9 月 14 日, 福岡国際会議場(福岡県・福岡市).

Fushiki R, Komine F, Blatz MB, Koizuka M, Taguchi K, Matsumura H. Bonding between indirect composite and modified surface of zirconia ceramics. The 5<sup>th</sup> international congress on adhesive dentistry, 2013 年 6 月 15 日, Philadelphia (USA)

Komine F. Bonding Capacity to Layering Materials to Zirconia Framework, The 5<sup>th</sup> international congress on adhesive dentistry, 2013 年 6 月 15 日, Philadelphia (USA)

田口耕平, 小峰 太, 伏木亮祐, 肥塚 舞, 神尾伸吾, 岩崎太郎, 塩野英昭, 田中秀享, 高野研一, 松村英雄. インプラト支持のコンポジット前装ジルコニアクラウンの破壊強度.(公社)日本補綴歯科学会 第 122 回学術大会, 2013 年 5 月 19 日, 福岡国際会議場(福岡県・福岡市).

Kamio S, Koizuka M, Fushiki R, Taguchi K, Iwasaki T, Komine F, Matsumura H. Bond strength of a gingiva-colored indirect composite to implant frameworks. 60th JADR Annual Meeting, 2012 年 12 月 15 日, 朱鷺メッセ(新潟県・新潟市).

肥塚 舞, 田口耕平, 神尾伸吾, 伏木亮祐, 岩崎太郎, 小峰 太, 松村英雄. サーマルサイクル負荷後のインプラント上部構造フレームワークと歯肉色間接修復用コンポジットの接着強さ. 第 31 回日本接着歯学学術大会, 2012 年 12 月 9 日, 日本歯科大学生命歯学部(東京都・千代田区).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小峰 太 (KOMINE, Futoshi)  
日本大学・歯学部・講師  
研究者番号: 90287657

### (2) 研究分担者

松村英雄 (MATSUMURA, Hideo)  
日本大学・歯学部・教授  
研究者番号: 40199857