

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K10082

研究課題名（和文）超高齢社会に寄与する新規医・工学融合型インプラント表面性状の構築と戦略的治療応用

研究課題名（英文）The Construction of Novel Medical and Engineering-Integrated Implant Surfaces: Potential Health Benefits for a Rapidly Aging Society

研究代表者

武部 純 (Takebe, Jun)

愛知学院大学・歯学部・教授

研究者番号：50295995

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）：本研究では、傾斜機能型ナノハイブリッドチタン（SA処理cpTi）が有する表面性状特性をさらに高め、早期骨形成能向上を目的として、タンパク質（アルブミン:Alb）をSA処理cpTi表面に吸着・固定化させた新規ハイブリッド型（NH-SAcPti）インプラントを構築した。In vivo実験モデルにて分析した結果、NH-SAcPti表面上では類骨や幼若骨の形成、新生骨の連続的な形成が確認された。本研究から、SA処理cpTi表面でのAlb固定化処理法は新生骨形成促進に有効な手法であり、超高齢社会に求められる医・工学を融合した補綴歯科・インプラント治療の新たな戦略的治療法として有効であ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

近年、咬合・咀嚼機能低下に伴う低栄養状態を予防し、健康寿命延伸に配慮した部分床義歯（RPD）症例では、適応症例に応じてインプラント支持RPD（ISRPD）が戦略的治療法として有効であることが報告されている。本研究課題では、傾斜機能型ナノハイブリッドチタン（SA処理cpTi）インプラントの表面に、アルブミンを固定化させた「新規ハイブリッド型インプラント」の表面処理法構築に成功し、動物実験モデルにて骨形成が促進される有用な方法であることが示された。本研究は、超高齢社会に求められる補綴歯科・インプラント治療への新たな治療戦略法の基盤形成に繋がり、国民のQOL向上に寄与する一助となると期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, Principal Investigator (PI) constructed a nano hybrid type (NH-SAcPti) implant to further enhance the "surface topographic and physicochemical properties" of functionally graded nanohybrid titanium (spark-discharged anodic oxidation [SA]: SA-treated cpTi) and to adsorb protein (albumin: Alb) onto the SA-treated cpTi surface, with the aim of improving early bone formation ability. As a result of analysis using an in vivo experimental model, the formation of osteoid and immature bone, as well as continuous formation of new bone, was confirmed on the NH-SAcPti surface. This study shows that the Alb fixation treatment method on the SA-treated cpTi surface is an effective method for promoting new bone formation, suggesting a novel strategy for prosthetic dentistry and implant treatment that combines medicine and engineering, which is required in a rapidly aging society.

研究分野：歯学、補綴・歯科理工学、口腔インプラント学、再生医療学

キーワード：歯科補綴学 部分床義歯 傾斜機能型ナノハイブリッドインプラント 口腔インプラント表面性状 陽極酸化・水熱処理 チタン 歯髄幹細胞 骨形成

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

研究代表者は、口腔インプラント埋入時の一次安定性(初期安定性)後に起こる二次安定性(生物学的安定性)に注目し、早期の生物学的安定性の獲得を目的として純チタン(cpTi)表面へ傾斜機能化とナノハイブリッド化を施した傾斜機能型ナノハイブリッドチタン(SA処理cpTi)インプラントを開発・検討し、臨床応用に向けた有用性を報告してきた[-]。超高齢社会を迎えた日本においては、部分歯列欠損症例に対する部分床義歯(RPD)の需要は高まっており、欠損部顎頂吸収の状態によっては症例に応じた義歯が安定して使用できるためのインプラント支持 RPD(ISRPD)設計による治療戦略は有用であると考えている。そのためには、高齢期に適したインプラント表面性状の改良は必要であり、国民の健康維持増進に広く貢献でき QOL 向上に有用であるとのコンセプトを基に、SA 処理法を改良した新規表面性状の構築・戦略的治療応用の開発を検討・展開する必要がある。

SA 処理 cpTi インプラントは、基盤となる cpTi 表面を陽極酸化処理と水熱処理の施行で「ナノ構造を有する陽極酸化被膜上に六方晶系を呈する高結晶性のハイドロキシアパタイト(HA)を析出する」特長的な「表面性状」を有しており、研究代表者は SA 処理 cpTi の表面荷電に着目した。そして、SA 処理 cpTi が有する骨伝導・骨形成能をさらに向上させるためには、タンパク質(アルブミン:Alb)のコンフォーメーション(立体構造)と荷電状態が吸着・固定に有利であるとの仮説を立てた。即ち、SA 処理 cpTi が有する「表面性状」の特性をさらに高め、早期の骨形成能向上を目的として、Alb を SA 処理 cpTi 表面に吸着・固定化させた新規ハイブリッド型(NH-SAcTi)インプラントを構築することが重要であるとの着想に至った。これにより、超高齢社会に有用な治療法となる ISRPD に望まれる新規インプラント表面性状の構築が可能となり、補綴歯科・インプラント治療への新たな医・工学を融合した戦略的治療法となることが期待される。

以上の背景から、本研究プロジェクトでは、国民への安心、安全な医療を提供する基盤研究として、動物実験モデルを構築して、NH-SAcTi インプラントの臨床応用へ向けた検討を行った。

2. 研究の目的

SA 処理 cpTi インプラント埋入後、その周囲で起こる機構としては、タンパク質やアミノ酸吸着、細胞遊走・接着と伸展、細胞増殖・分化、骨基質形成・石灰化、骨形成となる[-]。研究代表者は、SA 処理 cpTi 表面(HA 結晶と陽極酸化被膜)上への初期応答には特異的に吸着する骨形成関連タンパク質やアルブミン、各種アミノ酸等が重要であり、その後の細胞応答に影響を与え、SA 処理 cpTi 表面上での骨伝導能、骨形成速度に関与している可能性があると考えており、in vitro 研究においてこの現象を証明した[-]。さらに、近年、研究分担者の黒田ら[-]は、インプラント表面上において初期に吸着するアルブミンが骨伝導能と強い相関があることを報告した。そこで、研究代表者は、SA 処理 cpTi 表面上ではアルブミンのぬれ性が高く超親水性を有し、表面自由エネルギーが高い性質があることを見出していることから[-]、SA 処理 cpTi 表面上ではタンパク質として血清中に多く存在するアルブミンが骨伝導能に関与しているとの仮説を立てた。

本研究では、ラット頭頂骨へのインプラント埋入モデルを構築し、新生骨形成に関する組織学的分析を行い、新規ハイブリッド型インプラント(NH-SAcTi)の有用性について評価、検討する。これにより、超高齢社会に求められる ISRPD に適した新規インプラント表面性状を考案することが可能となり、補綴歯科・インプラント治療への新たな医・工学を融合した戦略的治療法になると期待される。

3. 研究の方法

(1) 実験試料には、純チタンディスク(cpTi:直径4.1mm、厚さ0.1mm、99.8%、JIS2種)を-グリセロリン酸ナトリウム(0.01 mol/l)と酢酸カルシウム(0.15 mol/l)からなる電解質溶液中にて放電陽極酸化処理(電圧350 V、電流50 mA/cm²)を施して陽極酸化処理チタン(A0処理cpTi)を作成後、オートクレーブ(300℃、2時間)を用いて水熱処理を施した陽極酸化・水熱処理チタン、すなわち傾斜機能型ナノハイブリッドチタン(SA処理cpTi)を作成し、本研究に使用した。

(2) ラット由来歯髄幹細胞(dental pulp stem cells:rDPSCs)は6週齢雄性SDラットの下顎中切歯を抜歯後に採取し、トリプシンコラゲナーゼにてDPSCsの分離を行い、20%ES-FBS入りMEMを用いて細胞培養を行い、3継代より実験に用いた[-]。尚、rDPSCsを用いた本培養モデルでは、全ての実験系において骨芽細胞誘導因子は非添加として実施した。

(3) 各試料(cpTi、A0処理cpTi、SA処理cpTi)表面上に固定化処理を行う際のアルブミン(タンパク質:Alb)の濃度について検討した。

(4) 各試料(cpTi、A0処理cpTi、SA処理cpTi)をエキシマ紫外線(173 nm)にて距離5 mm

から照射 (120 min.) 後、直ちに Alb 水溶液中に浸漬 (濃度: 25mg/mL) した。室温 (24) で 24 時間静置後、水溶液から取り出し、滅菌蒸留水にてすすいだ後に細胞培養試験に供した。

(5) Alb 固定化処理が施行された各試料 (Alb/cpTi、Alb/AO 処理 cpTi、Alb/SA 処理 cpTi (NH-SAcTi)) 表面上に rDPSCs を 3.0×10^4 個播種し、培養 7 日後に Cell Counting Kit-8 (CCK-8) を用いて細胞増殖能試験、ALP assay kit (骨芽細胞分化マーカー) を用いて ALP 活性試験を実施し、rDPSCs の分化能について分析評価した。

(6) 11 週齢雄性 SD ラット頭頂骨の左右に試料移植のための窩洞を形成後、左側に Alb 非固定化処理の cpTi、Alb 非固定化処理の SA 処理 cpTi を埋入、右側に Alb/cpTi、Alb/SA 処理 cpTi を各マウスに埋入した。

(7) 各試料を埋入後、各日数 (7、14、21、28 日) 経過後に micro-CT (COSMO Scan GX, Tokyo, Japan: μ CT) による硬組織形成の観察・評価を実施した。

(8) 埋入 28 日経過後に各試料を含む周囲組織を採取して組織切片を作成後、Villanueva Goldner 染色と Toluidine Blue O 染色による骨組織形成の観察・評価を行った。

4. 研究成果

(1) 歯髄幹細胞 (dental pulp stem cells: DPSCs) の分離・培養、同定に際しては、細胞の形態観察、フローサイトメトリーを用いて CD29、CD34、CD45、CD49d、CD90 を確認、Oil red O 染色による脂肪分化誘導、ALP 染色による骨分化誘導にて確認した。

(2) 各試料 (cpTi、AO 処理 cpTi、SA 処理 cpTi) 表面上にて固定化処理を行う Alb 水溶液の濃度は、共同研究者の黒田らによる先行研究データと合わせて今回検証した結果、Alb 吸着量は、10mg/mL の Alb では吸着量は $5\text{ng}/\text{cm}^2$ 程度となり、一方、25mg/mL の Alb では吸着量は $15\text{ng}/\text{cm}^2$ となることを確認した。さらに、Alb の濃度と各試料表面上における吸着量との関係では、濃度 25mg/mL 以上では吸着量はプラトーに達することが確認できていることから、各試料表面上に固定する Alb 至適濃度は 25mg/mL とすることが適切であることを明らかにした。

(3) Alb 固定化処理が施行された各試料 (Alb/cpTi、Alb/AO 処理 cpTi、Alb/SA 処理 cpTi) 表面上における rDPSCs の分化能は、Alb/cpTi と Alb/AO 処理 cpTi に比較して Alb/SA 処理 cpTi 表面上では一細胞あたりの ALP 活性値が有意に高い傾向を示した (図 1)。

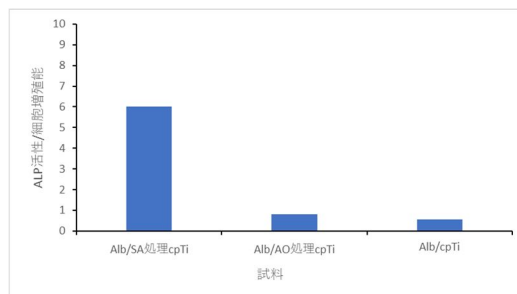


図1 ALP 活性値

(4) Alb 固定化処理が施行された各試料 (Alb/cpTi、Alb/SA 処理 cpTi) を埋入、各日数 (7、14、21、28 日) 経過後に μ CT による硬組織形成の観察・評価を実施した結果、日数経過に伴い、Alb 未処理/cpTi、Alb/cpTi に比較して、

Alb 未処理/SA 処理 cpTi と Alb/SA 処理 cpTi 表面上では多くの部位に硬組織 (骨様不透過像) の形成が認められた。さらに、Alb 処理/SA 処理 cpTi 表面上では試料表面に沿って連続的に硬組織の形成が確認された (図 2)。

(図 2 の赤枠は試料埋入部位、赤矢印は試料を示す。青線は試料観察時の矢状面 (断面) の部位を示す。)

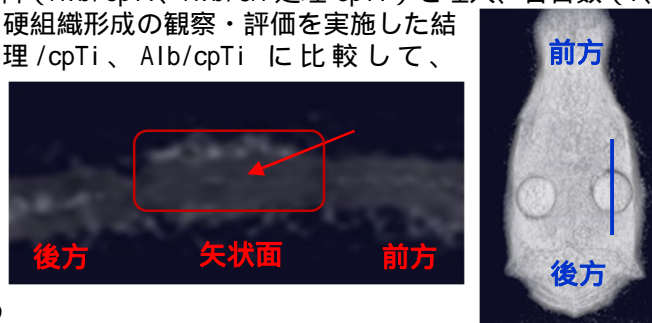


図2 Alb/SA 処理 cpTi: 硬組織形成所見

(5) Alb 固定化処理が施行された各試料 (Alb/cpTi、Alb/SA 処理 cpTi) を埋入、28 日経過後に組織切片を作成し、Villanueva Goldner 染色と Toluidine Blue O 染色による骨組織形成の観察・評価を行った結果、Alb 未処理/cpTi、Alb/cpTi に比較して、Alb 未処理/SA 処理 cpTi

及び Alb/SA 処理 cpTi 表面上では既存骨と離れた部位においても類骨、新生骨の形成が確認された。さらに、Alb/SA 処理 cpTi 表面上では試料表面に沿って類骨や幼若骨の形成、新生骨の形成が連続的に確認された(図3)。

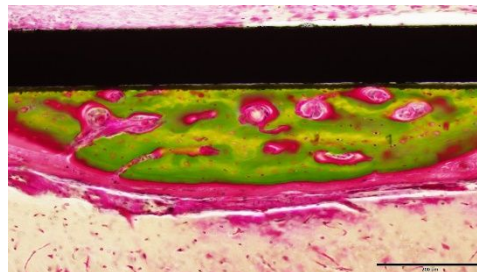


図3 Alb/SA 処理 cpTi: Villanueva Goldner 染色

本申請年度内における研究では、SA 処理 cpTi が有する表面性状の機能・特性の更なる向上を目的として、アルブミンを SA 処理 cpTi 表面上に吸着・固定化する新規ハイブリッド型インプラント表面性状を製作・考案し、頭蓋骨欠損モデルマウスを用いた *in vivo* 実験系を構築して検証した。アルブミンは、それ自身が有する荷電アミノ酸基と HA が有する結晶面との静電相互作用によって吸着する特性がある。即ちアルブミンは、SA 処理 cpTi 表面上の HA 結晶を含むナノ構造を有する陽極酸化被膜に対して高い親和性を有しており、アルブミンと HA との特異的な吸着が骨基質形成速度を有意に高める可能性が十分に考えられる。このことから、本研究計画では、アルブミンの性質を活かして吸着・固定化処理を施行した新規ハイブリッド型インプラント(NH-SAcPti) 表面性状の構築、開発を展開した。

本研究で用いた SA 処理 cpTi の表面性状は、cpTi と AO 処理 cpTi 表面性状とは全く異なり、表面上には水酸基を含むナノ構造様の陽極酸化皮膜上に六方晶系のハイドロキシアパタイト単結晶が被覆している。そして、SA 処理 cpTi 表面上ではアルブミンのぬれ性が高く超親水性を有し、表面自由エネルギーが高い特長を有する[]ことから、SA 処理 cpTi 表面性状が有する表面形状特性と物理化学的特性はアルブミンの吸着・固定化には有利な条件となっていることが本研究から証明された。そして、組織学的所見からは、アルブミンの吸着・固定化処理を施行した新規ハイブリッド型インプラント(NH-SAcPti) 表面上では、間葉系幹細胞からの骨原性細胞、骨芽細胞への分化能が高まり新生骨の形成が促進されることが確認された。この現象は、SA 処理により形成された HA 結晶を含むナノ構造を有する陽極酸化被膜の物理化学的な表面性状の他に、SA 処理表面上に吸着・固定化処理を施したアルブミンの相乗作用により骨形成作用の効果が発揮されたと考察している。

本研究より、SAcpTi 表面上へのアルブミン吸着・固定化処理法は、NH-SAcPti のインプラント埋入後における二次安定性を早期に向上させ、新生骨形成の促進に有効であることが明らかとなった。このことは、超高齢社会に求められる補綴歯科・インプラント治療への新たな医・工学を融合した戦略的治療法となり、国内外へ広く貢献できると期待される。

<引用文献>

Takebe J, Itoh S, Ariake T, Shioji H., Shioyama T, Ishibashi K, et al. The effect on immunocytes of anodic oxide titanium after hydrothermal treatment. *J Biomed Mater Res* 1998;42:272-277.

Takebe J, Itoh S, Okada J, Ishibashi K. Anodic oxidation and hydrothermal treatment of titanium results in a surface that causes increased attachment and altered cytoskeletal morphology of rat bone marrow stromal cells *in vitro*. *J Biomed Mater Res* 2000;5:398-407.

Nakasato Y, Takebe J. Analysis of thin hydroxyapatite layers formed on anodic oxide titanium after hydrothermal treatment in rat bone marrow cell culture. *Prosthodont Res Pract* 2005;4:32-41.

Takebe J, Ito S, Champagne CM, Cooper LF, Ishibashi K. Anodic oxidation and hydrothermal treatment of commercially pure titanium surfaces increases expression of bone morphogenetic protein-2 in the adherent macrophage cell line J774A.1. *J Biomed Mater Res* 2007;80A:711-718.

Takebe J, Nakasato Y, Ito S, Kikuchi S, Itoh S, Shioyama T, et al. Surface modification enhances osteoblast behavior and bone formation on thin hydroxyapatite layers deposited using a novel anodization-hydrothermal treatment on commercially pure titanium endosseous implants. *Prosthodont Res Pract* 2008;7:159-161.

Ito S, Takebe J. Longitudinal observation of thin hydroxyapatite layers formed on anodic oxide titanium implants after hydrothermal treatment in a rat maxilla model. *Prosthodont Res Pract* 2008;7:82-88.

Kikuchi S, Takebe J. Characterization of the surface deposition on anodized-hydrothermally treated commercially pure titanium after immersion in simulated body

fluid. J Prosthodont Res 2010;54:70-77.

Takebe J, Ito S, Miura S, Miyata K, Ishibashi K. Physicochemical state of the nanotopographic surface of commercially pure titanium following anodization-hydrothermal treatment reveals significantly improved hydrophilicity and surface energy profiles. Mater Sci Eng C 2012;32:55-60.

Miura S, Takebe J. Biological behavior of fibroblast-like cells cultured on anodized-hydrothermally treated titanium with a nanotopographic surface structure. J Prosthodont Res 2012;56:178-186.

Miyata K, Takebe J. Anodized-hydrothermally treated titanium with a nanotopographic surface structure regulates integrin- α 6 β 4 and laminin-5 gene expression in adherent murine gingival epithelial cells. J Prosthodont Res 2013;57:99-108.

Takebe J, Miyata K, Miura S, Ito S. Effects of the nanotopographic surface structure of commercially pure titanium following anodization-hydrothermal treatment on gene expression and adhesion in gingival epithelial cells. Mater Sci Eng C 2014;42:273-279.

Aoyagi A, Hata M, Matsukawa R, Imanishi Y, Takebe J: Physicochemical properties of anodized-hydrothermally treated titanium with a nanotopographic surface structure promote osteogenic differentiation in dental pulp stem cells. J Prosthodont Res, 2021; 65:474-481.

20. Toyama, N., Kuroda, K., (他 5 名, 5 番目): The Effect of Macrophages on an Atmospheric Pressure Plasma-treated Titanium Membrane with Bone Marrow Stem Cells in a Model of Guided Bone Regeneration, J Mater Sci Mater Med, 31(8):70(2020). 査読有

21. Akita, D., Kano, K., Honda, M. (他 12 名, 15 番目) Use of Rat Mature Adipocyte-Derived Dedifferentiated Fat Cells as a Cell Source for Periodontal Tissue Regeneration. Front Physiol. 23;7:50(2016). 査読有

22. Ito, M., Toriumi, T., Honda, M. (他 4 名, 7 番目) Rat Palatine Fissure: A Suitable Experimental Model for Evaluating Bone Regeneration. Tissue Eng Part C Methods. 25(9):513-522 (2019). 査読有

23. Mashimo, T., Sato, Y., Honda, M. (他 5 名, 8 番目) Bone marrow-derived mesenchymal stem cells enhance bone marrow regeneration in dental extraction sockets. J Oral Sci. 61(2):284-293(2019). 査読有

18. Kuroda, K., M, Okido. Osteoconductivity of Protein Adsorbed Titanium Implants using Hydrothermal Treatment. Mater. Sci. Forum., Vol. 879:1049-1052(2017). 査読有

Kuroda, K., M, Okido. Osteoconductivity of Superhydrophilic Ti- and Zr- Alloy for Biomedical Application. Mater. Sci. Forum., Vol. 879, 2524-2527(2017). 査読有

Kuroda, K., M, Okido. Osteoconductivity control based on the chemical properties of the implant surface. J. Biomater. Nanobiotech. 9(1):26-40(2018). 査読有

Hata M, Naruse K, Ozawa S, Kobayashi Y, Nakamura N, Kojima N, et al. Mechanical stretch increases the proliferation while inhibiting the osteogenic differentiation in dental pulp stem cells. Tissue Eng Part A 2013;19:625-633.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Imanishi Y, Hata M, Matsukawa R, Aoyagi A, Omi M, Mizutani M, Naruse K, Ozawa S, Honda M, Matsubara T, Takebe J	4. 巻 41(1)
2. 論文標題 Efficacy of extracellular vesicles from dental pulp stem cells for bone regeneration in rat calvarial bone defects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inflamm Regen	6. 最初と最後の頁 12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s41232-021-00163-w	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 Fujinami W, Nishikawa K, Ozawa S, Hasegawa Y, Takebe J	4. 巻 63(2)
2. 論文標題 Correlation between the relative abundance of oral bacteria and Candida albicans in denture and dental plaques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Oral Biosci	6. 最初と最後の頁 175-183
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.job.2021.02.003	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 Hata M, Omi M, Kobayashi Y, Nakamura N, Miyabe M, Ito M, Ohno T, Imanishi Y, Himeno T, Kamiya H, Nakamura J, Miyachi H, Ozawa S, Miyazawa K, Mitani A, Nagao T, Goto S, Takebe J, Matsubara T, Naruse K	4. 巻 10(9)
2. 論文標題 Sustainable Effects of Human Dental Pulp Stem Cell Transplantation on Diabetic Polyneuropathy in Streptozotocine-Induced Type 1 Diabetes Model Mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 2473
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/cells10092473	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 Aoyagi A, Hata M, Matsukawa R, Imanishi Y, Takebe J.	4. 巻 65
2. 論文標題 Physicochemical properties of anodized-hydrothermally treated titanium with a nanopographic surface structure promote osteogenic differentiation in dental pulp stem cells.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Prosthodont Res.	6. 最初と最後の頁 —
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2186/jpr.JPR_D_20_00114	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 Hata M, Omi M, Kobayashi Y, Nakamura N, Miyabe M, Ito M, Makino E, Kanada S, Saiki T, Ohno T, Imanishi Y, Himeno T, Kamiya H, Nakamura J, Ozawa S, Miyazawa K, Kurita K, Goto S, Takebe J, Matsubara T, Naruse K	4. 巻 11
2. 論文標題 Transplantation of human dental pulp stem cells ameliorates diabetic polyneuropathy in streptozotocin-induced diabetic nude mice: the role of angiogenic and neurotrophic factors.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stem Cell Res Ther	6. 最初と最後の頁 236-247
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13287-020-01758-9	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22件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 太田匡総, 熊野弘一, 中村健太郎, 今西悠華, 青柳敦士, 藤波和華子, 松川良平, 小島規永, 秦 正樹, 吉岡 文, 尾澤昌悟, 朝倉正紀, 河合達志, 武部 純
2. 発表標題 レーザー積層造形法における造形角度がフレームワークの寸法精度におよぼす影響
3. 学会等名 愛知学院大学歯学会 第102回学術大会 (名古屋)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松川良平, 秦 正樹, 今西悠華, 青柳敦士, 小林俊之, 小島規永, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 粉碎歯 / 歯髄幹細胞由来細胞外小胞の骨補填材としての可能性について
3. 学会等名 第45回日本バイオマテリアル学会大会 (神戸)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 武部 純
2. 発表標題 「磁性アタッチメントの魅力」当講座での長期経過症例から磁性アタッチメントの魅力を探る
3. 学会等名 第33回日本磁気歯科学会学術大会 (東京) (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小林俊之, 杉田好彦, 秦 正樹, 松川良平, 青柳敦士, 今西悠華, 萩尾健史, 黒田健介, 前田初彦, 武部 純
2. 発表標題 陽極酸化・水熱処理チタンと歯髄幹細胞の移植における表面形態および骨形成能の検討
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会 第132回学術大会(横浜)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 太田匡総, 熊野弘一, 中村健太郎, 今西悠華, 青柳敦士, 藤波和華子, 松川良平, 小島規永, 秦 正樹, 吉岡 文, 尾澤昌悟, 朝倉正紀, 河合達志, 武部 純
2. 発表標題 レーザー積層造形法における造形角度がフレームワークの寸法精度におよぼす影響
3. 学会等名 愛知学院大学歯学会 第102回学術大会(名古屋)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松川良平, 秦 正樹, 今西悠華, 青柳敦士, 小林俊之, 小島規永, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 粉碎歯 / 歯髄幹細胞由来細胞外小胞の骨補填材としての可能性について
3. 学会等名 第45回日本バイオマテリアル学会大会(神戸)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 武部 純
2. 発表標題 「磁性アタッチメントの魅力」当講座での長期経過症例から磁性アタッチメントの魅力を探る
3. 学会等名 第33回日本磁気歯科学会学術大会(東京)(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 武部 純
2. 発表標題 部分床義歯の設計を極める - 支持・把持を高めるために何を考えるか - 「支持と把持を考慮した部分床義歯の基本設計」
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会 第131回学術大会(大阪) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松川良平, 秦 正樹, 今西悠華, 青柳敦士, 小島規永, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 ラット頭蓋骨欠損モデルにおける粉碎歯/歯髄幹細胞由来細胞外小胞の骨補填材としての効果の検討
3. 学会等名 第46回日本口蓋裂学会総会・学術大会 (鹿児島・ハイブリッド開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秦 正樹, 大見真衣子, 福澤 蘭, 小島規永, 松川良平, 青柳敦士, 今西悠華, 小林俊之, 中村信久, 尾澤昌悟, 成瀬桂子, 武部 純
2. 発表標題 歯髄幹細胞の伸展刺激および磁場刺激に対する反応についての検討
3. 学会等名 愛知学院大学歯学会 第100回学術大会 (名古屋)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田匡総, 熊野弘一, 武部 純
2. 発表標題 レーザー積層造形法における造形方向の違いがフレームワークの寸法精度に及ぼす影響
3. 学会等名 第44回日本バイオマテリアル学会大会 (東京)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林俊之, 杉田好彦, 秦 正樹, 松川良平, 青柳敦士, 今西悠華, 前田初彦, 武部 純
2. 発表標題 陽極酸化・水熱処理チタンと歯髄幹細胞の移植における骨形成能の検討
3. 学会等名 第44回日本バイオマテリアル学会大会(東京)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武部 純, 藤波和華子, 尾澤昌悟, 西川 清, 長谷川義明
2. 発表標題 デンチャープラークにおける細菌とカンジダ構成比の相関関係についての検討
3. 学会等名 日本義歯ケア学会 第13回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 熊野弘一, 安藤彰浩, 武部 純
2. 発表標題 三次元有限要素法による部分床義歯設計におけるインプラント支持に関する力学的効果の検討
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会 第12回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青柳敦士, 秦 正樹, 松川良平, 今西悠華, 木村尚美, 武部 純
2. 発表標題 傾斜機能型ナノハイブリッドチタン表面上における歯髄幹細胞の分化能に関する検討
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会 第130回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今西悠華, 秦 正樹, 松川良平, 青柳敦士, 大見真衣子, 水谷 誠, 成瀬桂子, 尾澤昌悟, 本田雅規, 松原達昭, 武部 純
2. 発表標題 歯髄幹細胞由来細胞外小胞を用いた骨組織再生の有効性に関する評価
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会 第130回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takebe J, Aoyagi A, Hata M, Matsukawa R, Imanishi Y, Kobayashi T
2. 発表標題 The Construction of Novel Medical and Engineering-Integrated Implant Surface
3. 学会等名 The 43rd Annual Meeting of the Japanese Society for Biomaterials and the 8th Asian Biomaterials Congress (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秦 正樹, 今西悠華, 松川良平, 大見真衣子, 青柳敦士, 小林俊之, 秦 瑠, 水谷 誠, 尾澤昌悟, 本田雅規, 成瀬桂子, 武部 純
2. 発表標題 顎骨欠損に対する歯髄幹細胞移植療法の有効性の検討
3. 学会等名 令和3年度公益社団法人 日本補綴学会東海支部学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青柳敦士, 秦 正樹, 松川良平, 今西悠華, 小島規永, 尾澤昌悟, 武部 純
2. 発表標題 傾斜機能型ナノハイブリッドチタンが歯髄幹細胞の増殖能・分化能に与える影響の解析
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会 第129 回学術大会(Web・誌上開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 熊野弘一, 神原 亮, 藤波和華子, 松川良平, 安藤彰浩, 秦 正樹, 小島規永, 吉岡 文, 尾澤昌悟, 中村好徳, 中村浩子, 庄司和伸, 宮前 真, 武部 純
2. 発表標題 磁性アタッチメントを適用した部分床義歯設計におけるインプラント支持に関する三次元有限要素法を用いた力学的検討
3. 学会等名 日本磁気歯科学会 第30回学術大会 (Web・誌上開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今西悠華, 秦 正樹, 松川良平, 青柳敦士, 大見真衣子, 水谷 誠, 成瀬桂子, 尾澤昌悟, 本田雅規, 松原達昭, 武部 純
2. 発表標題 歯髄幹細胞由来Extracellular vesiclesが骨組織再生に及ぼす効果の検討
3. 学会等名 令和2年度公益社団法人日本補綴歯科学会支部学術大会(誌上・Web開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今西悠華, 秦 正樹, 松川良平, 青柳敦士, 大見真衣子, 水谷 誠, 成瀬桂子, 尾澤昌悟, 本田雅規, 松原達昭, 武部 純
2. 発表標題 歯髄幹細胞由来エクソソームの骨組織再生における治療効果について
3. 学会等名 第41回日本炎症・再生医学会 (Web・誌上開催)
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	黒田 健介 (Kuroda Kensuke) (00283408)	名古屋大学・未来社会創造機構・特任教授 (13901)	

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	本田 雅規 (Honda Masaki) (70361623)	愛知学院大学・歯学部・教授 (33902)	

	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
研究協力者	秦 正樹 (Hata Masaki)		
研究協力者	松川 良平 (Matsukawa Ryohei)		
研究協力者	青柳 敦士 (Aoyagi Atsushi)		
研究協力者	松崎（今西） 悠華 (Matuzaki Yuka)		
研究協力者	小林 俊之 (Kobayashi toshiyuki)		

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