

令和 5 年 5 月 25 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2022

課題番号：21K17091

研究課題名(和文) 連通気孔の制御による自己硬化型 β -TCP 顆粒セメントの骨再生促進と骨造成への応用

研究課題名(英文) Application of self-setting beta-tricalcium phosphate granular cement for bone regeneration and bone augmentation by controlling interconnected pores

研究代表者

福田 直志 (FUKUDA, Naoyuki)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部(歯学域)・助教

研究者番号：10804156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、 β -TCPをポロジェンとして添加した自己硬化型 β -TCP 顆粒セメント(p- β -TCP GC)を新たに作製し、その物性評価および動物実験による有効性検証を行った。 β -TCPの添加比率の増大に伴いp- β -TCP GCの細孔表面積は大きくなり、細孔体積、Median径、気孔率は小さくなる傾向を示した。ウサギ頭蓋骨に対する垂直的骨造成実験で、 β -TCP： β -TCP = 2：8(重量比)で調製したp- β -TCP GCは、術後4週で造成部面積と残存材料面積は同程度であるにもかかわらず、新生骨面積は既組成の β -TCP GC (β -TCP： β -TCP = 0：10)の2.5倍と骨形成の亢進を認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

β -TCPをポロジェンとして添加したp- β -TCP GCは、その添加比率が増大するに従い気孔径や気孔率が低下する傾向を示した。さらに、ポロジェンとして用いた β -TCPと硬化反応時に析出したDCPDは生体内吸収速度が β -TCPより速いため、p- β -TCP GCの組成を最適化することで物性を変化させずに術後早期の骨形成亢進が期待できることが確認された。本研究の成果をもとに今後さらにp- β -TCP GCの改良が進むことで、将来的にメンブレンやチタンメッシュなどの補強を必要としない画期的な骨再建・骨造成用材料の開発が可能になると考えられる。

研究成果の概要(英文)：A self-setting beta-tricalcium phosphate granular cement with alpha-tricalcium phosphate (β -TCP) as a porogen (p- β -TCP GC) was fabricated. With increasing the amount of β -TCP in the p- β -TCP GC, the specific surface area of pore in the p- β -TCP GC increased, and the pore volume, median diameter and porosity tended to decrease. Vertical bone augmentation using p- β -TCP GC in rabbit calvarial bone revealed that p- β -TCP GC composed of β -TCP： β -TCP = 2：8 (weight ratio) exhibited 2.5 times larger amount of new bone when compared to the control composed of β -TCP： β -TCP = 0：10 (weight ratio) at 4 weeks after surgery, even though the same degree of augmented area and remaining material area were shown.

研究分野：外科系歯学

キーワード： β -TCP 自己硬化性 顆粒セメント β -TCP 垂直的骨造成 骨再建 骨再生

1. 研究開始当初の背景

インプラント治療において、埋入予定部位の骨量が不足している場合には骨造成術が併用される。骨造成術では、従来より生体安全性や骨形成・誘導・伝導能を兼ね備えた自家骨移植がゴールドスタンダードであると考えられてきたが、自家骨採取量に限界があり、採取部位へ外科的侵襲が伴うことから、近年、人工骨補填材料（以下、骨補填材）を用いた骨造成が増加している。歯科領域で使用される骨補填材は、顎骨欠損形態の多様性から顆粒状のものが多用されているが、充填操作中の飛散や、術中・術後の顆粒の移動・流出が問題として挙がる。さらに、垂直的骨造成を計画する場合、顆粒状骨補填材単独では不可能で、チタンメッシュやメンブレンの併用が必須となるが、これらの使用は術式を複雑化するだけでなく形態付与性も優れているとは言い難い。そこで、顆粒状骨補填材がその場でセメントのように硬化すれば、充填操作が容易になるだけでなく、顆粒の移動・流出も防止できるため、チタンメッシュやメンブレンなどで補強しなくても簡単に骨造成が達成できるのではないかと考え、骨補填材の一つであるβ型リン酸三カルシウム（β-TCP）に硬化性を付与した自己硬化型β-TCP顆粒セメント（β-TCP GC）を開発した（図1）。

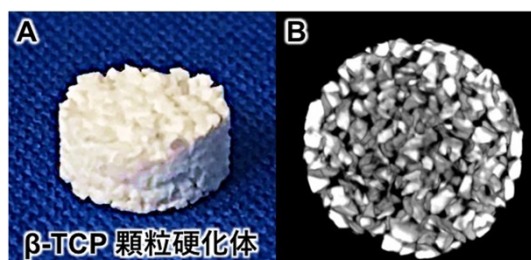


図1. (A) 開発したβ-TCP GC、(B) μ-CT像

β-TCP GC は、種々のリン酸カルシウムの pH に対する溶解度の差を利用し作製されている。すなわち、β-TCP 顆粒を酸性リン酸カルシウム水溶液で練和すると顆粒表面にリン酸水素カルシウム結晶が新たに析出し、顆粒間を架橋することで自己硬化性を発現する。しかも、この硬化体は顆粒同士が架橋部分だけで連結するため、充填部位で連通気孔を有する多孔体を形成する。また、クエン酸を硬化遅延剤としたβ-TCP GC の硬化時間制御に成功し、物性を維持したまま良好な組織親和性を示す練和液の条件も明らかにしている。β-TCP GC は、充填操作が容易になるだけでなく、垂直方向に積層充填しても崩壊することなく形態を保持することも確認している。

以上のように、β-TCP GC は骨造成術とりわけ Guided Bone Regeneration (GBR) 法のための画期的な骨補填材になる可能性が高いと自負しているが、β-TCP GC 内の連通気孔径が小さく、大きな骨欠損や血流が少ない部分では骨形成関連細胞の材料内部への侵入が遅れ、特に早期では十分な骨形成が進まないという問題があった。この問題を解決するためには、β-TCP GC 内の連通気孔径を拡大させる必要があるが、混水比を下げたり、顆粒径を増大させる手法では硬化初期強度が低下してしまう。このことを鑑みて、硬化初期強度を維持しつつ十分な気孔径を担保するために、

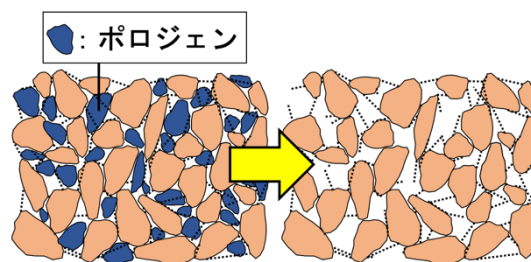


図2: p-β-TCP GC の開発構想図

他のカルシウム系のセラミックスを気孔形成材料（ポロジェン）としてβ-TCP GC へ添加することを考案した（図2）。ポロジェンを添加することで硬化初期の連通気孔径は既材料と同程度となると予想され、ポロジェンが経時的に溶解することで連通気孔径が徐々に拡大していくため、骨形成関連細胞や微小血管の早期侵入が狙えると考えている。ポロジェンの候補となるカルシウム系セラミックスの中でも、α型リン酸三カルシウム（α-TCP）や硫酸カルシウム（CaSO₄）は、生体為害性がなく比較的早期に溶解し、なおかつ骨形成に優位に作用するCa²⁺を放出する材料として知られており、さらに、β-TCP と同様にリン酸カルシウム水溶液と反応すると表面にリン酸水素カルシウムの結晶が析出することが分かっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、独自技術により開発したβ-TCP GC の初期硬化強度等の物性を維持しつつ、細胞・血管の侵入に最適な連通気孔径を付与し骨形成を加速させることである。この課題解決のために、カルシウム系セラミックスの溶解性の差を利用して、① α-TCP や CaSO₄ をポロジェンとしたポロジェン添加β-TCP GC (p-β-TCP GC) を作製し、その材料学的評価および連通気孔径の調節を試みるとともに、②実験動物を用いた有効性検証を行う。

3. 研究の方法

(1) ポロジェン選定のための予備検討

まず、β-TCP GC へ添加するポロジェンの候補として挙げたα-TCP と CaSO₄ 単独での生体内挙動を確認するために、Wister 系ラット頭蓋骨に骨欠損を形成し、顆粒状のα-TCP と CaSO₄（粒径：

300-600 μm) を充填し、治癒期間後の組織学的評価を行った。

(2) ポロジェン添加 β -TCP GC (p - β -TCP GC) の作製および材料学的評価

基盤となる β -TCP GC の組成はこれまでの研究成果を参考に、粒径 300-600 μm の β -TCP 顆粒と、練和液としてリン酸水素カルシウム飽和酸性リン酸カルシウム水溶液 (リン酸濃度: 20 mmol/L) を用いた。添加するポロジェンは予備検討の結果 α -TCP を選定し、形状は粒径 300-600 μm の顆粒状とした。

次いで、重量比に基づき β -TCP GC へポロジェンを添加し、6 条件の p - β -TCP GC になるよう設定した (α -TCP : β -TCP = ① 0 : 10 (既組成)、② 2 : 8、③ 4 : 6、④ 6 : 4、⑤ 8 : 2、⑥ 10 : 0)。各条件の p - β -TCP GC とリン酸カルシウム水溶液を粒液比: 0.6 で練和し、硬化反応を観察するとともに硬化後に X 線回折を行い組成分析を行った。また、硬化後の各 p - β -TCP GC について、水銀圧入法による細孔分布分析および気孔径や気孔率の評価を行った。

(3) p - β -TCP GC を用いた骨造成実験

実験動物は白色日本ウサギ (3.5~4.0 kg) を用いた。麻酔を奏効させ、トレフィンバーで頭蓋骨の正中を挟んだ 2 箇所 $\phi 7 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ のグループを形成し、ランダムに選択した各 p - β -TCP GC を高さ 5 mm となるように積層充填した (図 3)。その後、メンブレンなどの被覆はせずに閉創し、4 週、8 週の治癒期間後に検体を周囲組織を含めて摘出した。

検体については、 μ -CT 撮影後に非脱灰標本を作製し、Villanueva-Goldner 染色による組織学的観察・評価を行った。

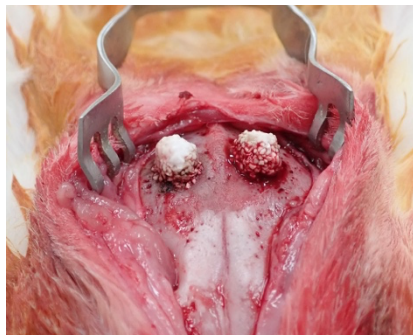


図 3: p - β -TCP GC を用いた垂直的骨造成術中写真

4. 研究成果

(1) ポロジェン選定のための予備検討

α -TCP と CaSO_4 のいずれも組織為害性は認めなかったが、 CaSO_4 は生体内での溶解速度が速く、十分な移植ボリュームが維持できないものと考えられ、以降の検討については α -TCP をポロジェンとして採用することとした。

(2) ポロジェン添加 β -TCP GC (p - β -TCP GC) の作製および材料学的評価

6 条件の p - β -TCP GC (α -TCP : β -TCP = ① 0 : 10 (既組成)、② 2 : 8、③ 4 : 6、④ 6 : 4、⑤ 8 : 2、⑥ 10 : 0) について、練和液であるリン酸カルシウム水溶液と反応させて硬化反応を観察したが、いずれも過不足なく硬化した。

硬化後の試料は X 線回折を行い、いずれの試料も新たに析出したリン酸水素カルシウム (DCPD) で硬化することが確認された (図 4)。一方で、 α -TCP の添加比率が増大するにつれて DCPD に相当するピークが低下する傾向を示し、硬化後の試料は脆くなる傾向を示した。

水銀圧入法による細孔分布分析の結果、 α -TCP の添加比率の増大に伴い細孔表面積は大きくなり、一方で、細孔体積、Median 径、気孔率は小さくなる傾向を示した (図 5)。

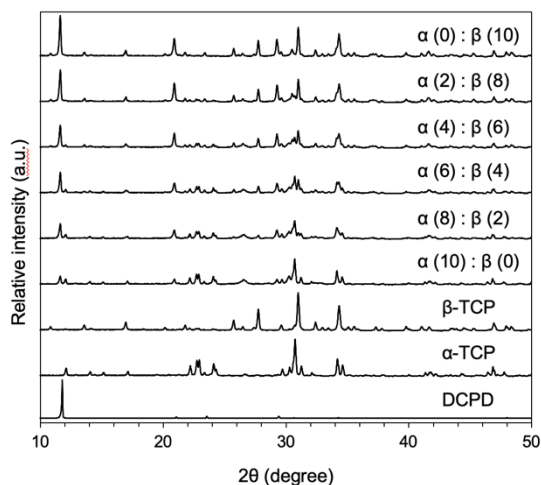


図 4: X 線回折結果

試料	細孔体積 (mL/g)	細孔表面積 (m ² /g)	メディア径 (体) (μm)	モード径 (体) (μm)	気孔率 (%)
1 $\alpha 10 \beta 0$	0.282	5.7	34.4	54.5	42
2 $\alpha 8 \beta 2$	0.297	4.0	55.9	82.5	44
3 $\alpha 6 \beta 4$	0.309	3.0	60.5	84.7	48
4 $\alpha 4 \beta 6$	0.300	3.9	64.8	91.5	45
5 $\alpha 2 \beta 8$	0.363	2.0	53.9	117	48
6 $\alpha 0 \beta 10$	0.329	1.7	59.8	114	50

図 5: 細孔パラメータおよび気孔率分析結果

(3) p - β -TCP GC を用いた骨造成実験

p - β -TCP GC は、いずれの条件においても術中崩壊することなく垂直に積層可能で、それ自身が硬化性を示すためにメンブレンなどによる補強の必要はなく閉創可能であった。術直後、術後 4、8 週のいずれの段階においても炎症所見や感染所見は認めず、垂直的骨造成に本材を使用した場

合においても生体親和性はこれまで検証されているものと同等であると判断された。試料は崩壊、飛散することなく埋入部位に固定されていたが、 p - β -TCP GC 内の α -TCP 添加比率が増大するに従って試料は早期吸収する傾向を示し、臨床的に造成部位の高さを維持できない個体が散見された。

非脱灰標本による組織学評価において、条件② (α -TCP : β -TCP = 2 : 8) の検体は既組成である条件① (α -TCP : β -TCP = 0 : 10) の検体と比較して、同程度の造成量を維持しつつ、かつ、早期に骨新生亢進することが確認された。組織標本をもとに計測した造成部、残存材料、新生骨の各面積について、既組成である条件①を基準とした比を算出したところ、条件②は術後4週の段階で、造成部面積と残存材料面積は同程度であるにもかかわらず、新生骨面積は2.5倍と骨形成の亢進を認めた(図6、7)。一方で、条件③ (α -TCP : β -TCP = 4 : 6) 以降の検体(条件③から条件⑥まで)は、骨新生は認めるものの、 α -TCP 混合比率の増大に伴い組織内に残存する p - β -TCP GC 量が減少するため、造成量自体が減少する傾向を示した。

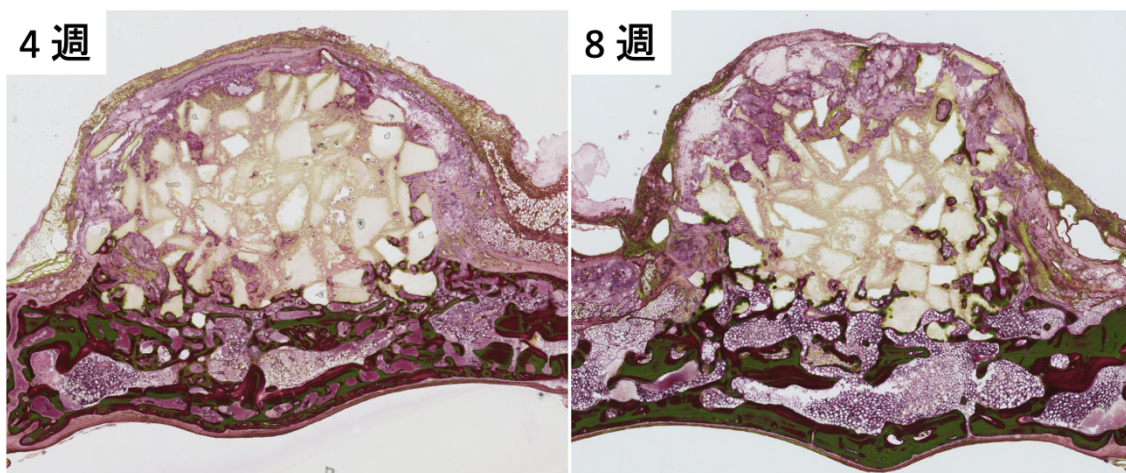


図6：条件②における術後4週、8週の組織標本 (Villanueva-Goldner 染色)

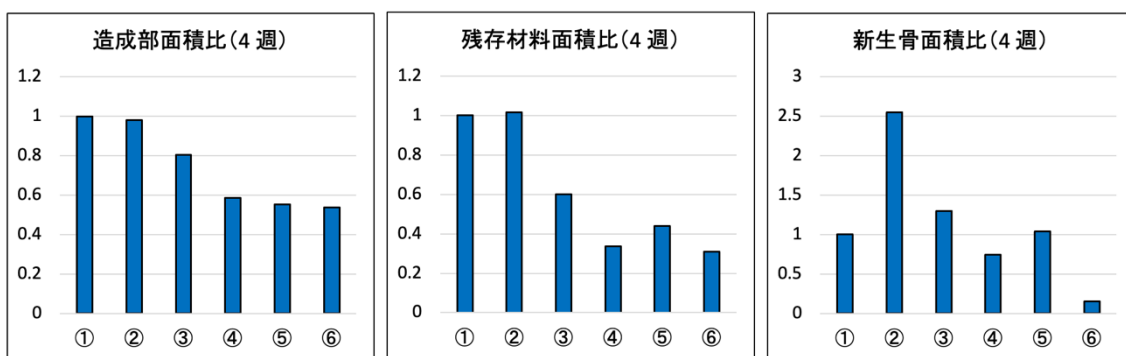


図7：条件①に対する造成部面積、残存材料面積、新生骨面積の比

以上より、 α -TCP をポロジェンとして添加した p - β -TCP GC は、その添加比率が増大するに従い気孔径や気孔率が低下する傾向を示したものの、 α -TCP および硬化反応時に析出した DCPD の生体内吸収速度が β -TCP より速いため、最適量を添加することで術後早期の骨形成亢進を期待できる新たな材料になり得る可能性が示唆された。全ての条件において、母床骨からの骨新生は認めたものの、垂直的骨造成の観点からみると造成部の高さが維持できない条件についてはそれ以上の垂直的な骨新生は望めないと推察され、その添加量としては重量比で α -TCP : β -TCP = 2 : 8 程度が最適であると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Fukuda Naoyuki, Kudoh Keiko, Akita Kazuya, Takamaru Natsumi, Ishikawa Kunio, Miyamoto Youji	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparison of bioresorbable bone substitutes, carbonate apatite and tricalcium phosphate, for alveolar bone augmentation with simultaneous implant placement	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Oral Science International	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) 10.1002/osi2.1170	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 福田直志, 高丸菜都美, 秋田和也, 浦田豊彰, 永井宏和, 宮本洋二	4. 巻 69
2. 論文標題 舌骨近傍に移動した舌内迷入魚骨の1例	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本口腔外科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 58-62
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 Takahashi Akira, Kamada Kumiko, Fukuda Naoyuki, Kudoh Keiko, Takamaru Natsumi, Kurio Naito, Sugawara Chieko, Miyamoto Youji	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of the sublingual artery using contrast enhanced computed tomography	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Clinical Implant Dentistry and Related Research	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) 10.1111/cid.13197	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 Kudoh Keiko, Fukuda Naoyuki, Akita Kazuya, Kudoh Takaharu, Takamaru Natsumi, Kurio Naito, Hayashi Koichiro, Ishikawa Kunio, Miyamoto Youji	4. 巻 34
2. 論文標題 Reconstruction of rabbit mandibular bone defects using carbonate apatite honeycomb blocks with an interconnected porous structure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Medicine	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) 10.1007/s10856-022-06710-2	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 宮本洋二, 福田直志, 工藤景子	4. 巻 35
2. 論文標題 口腔領域における骨補填材としての炭酸アパタイトの現状と今後の展開	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本口腔インプラント学会誌	6. 最初と最後の頁 268-275
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 Fukuda Naoyuki, Ishikawa Kunio, Miyamoto Youji	4. 巻 48
2. 論文標題 Alveolar ridge preservation in beagle dogs using carbonate apatite bone substitute	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ceramics International	6. 最初と最後の頁 1796 ~ 1804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ceramint.2021.09.260	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 Ogino Yoichiro, Ayukawa Yasunori, Tachikawa Noriko, Shimogishi Masahiro, Miyamoto Youji, Kudoh Keiko, Fukuda Naoyuki, Ishikawa Kunio, Koyano Kiyoshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Staged Sinus Floor Elevation Using Novel Low-Crystalline Carbonate Apatite Granules: Prospective Results after 3-Year Functional Loading	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 5760 ~ 5760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14195760	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 Takamaru Natsumi, Fukuda Naoyuki, Akita Kazuya, Kudoh Keiko, Miyamoto Youji	4. 巻 23
2. 論文標題 Association of PD-L1 and ZEB-1 expression patterns with clinicopathological characteristics and prognosis in oral squamous cell carcinoma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Oncology Letters	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) 10.3892/ol.2022.13195	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 宮本洋二, 福田直志, 秋田和也, 工藤景子, 栗尾奈愛	4. 巻 20
2. 論文標題 骨補填材としての炭酸アパタイトの現状と今後の展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本顎顔面インプラント学会誌	6. 最初と最後の頁 88 ~ 95
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 Yamamura Yoshiko, Mano Takamitsu, Kamada Kumiko, Yokota Miho, Fukuda Naoyuki, Takamaru Natsumi, Kudoh Keiko, Kurio Naito, Miyamoto Youji	4. 巻 33
2. 論文標題 A clinical study on malignant lymphomas arising in the oral region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japanese Society of Oral Oncology	6. 最初と最後の頁 35 ~ 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5843/jsot.33.35	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20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 福田 直志, 高丸 菜都美, 秋田 和也, 工藤 景子, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイトハニカムブロックの開発と外側性骨造成への応用
3. 学会等名 第76回NPO法人日本口腔科学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田 直志, 秋田 和也, 高丸 菜都美, 工藤 景子, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイトハニカムブロックによる新規骨造成法の開発
3. 学会等名 第52回公益社団法人日本口腔インプラント学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋田 和也, 福田 直志, 高丸 菜都美, 工藤 景子, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイト顆粒と豚コラーゲンの複合化による新規骨補填材の開発と骨再生
3. 学会等名 第52回公益社団法人日本口腔インプラント学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 工藤 景子, 福田 直志, 秋田 和也, 工藤 隆治, 高丸 菜都美, 栗尾 奈愛, 宮本 洋二
2. 発表標題 ハニカム構造を有する炭酸アパタイト多孔体によるウサギ下顎骨再建への応用
3. 学会等名 第67回日本口腔外科学会総会・学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高丸 菜都美, 福田 直志, 秋田 和也, 工藤 景子, 宮本 洋二
2. 発表標題 3次元網状連通気孔を有する炭酸アパタイトブロックの開発
3. 学会等名 第67回日本口腔外科学会総会・学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田 直志, 高丸 菜都美, 秋田 和也, 工藤 景子, 常松 貴明, 石丸 直澄, 宮本 洋二
2. 発表標題 超選択的動脈塞栓術を併用して治療した上顎中心性巨細胞肉芽腫の1例
3. 学会等名 第67回日本口腔外科学会総会・学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋田 和也, 福田 直志, 高丸 菜都美, 工藤 隆治, 工藤 景子, 栗尾 奈愛, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸基量の異なる多孔質炭酸アパタイト顆粒の開発と骨再建
3. 学会等名 第67回日本口腔外科学会総会・学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田 直志, 秋田 和也, 鎌田 久美子, 高丸 菜都美, 工藤 景子, 栗尾 奈愛, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイト製骨補填材を用いた上顎洞底挙上術後の長期予後について
3. 学会等名 公益社団法人 日本口腔インプラント学会 第42回中国・四国支部学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋田 和也, 福田 直志, 高丸 菜都美, 工藤 景子, 石川 邦夫, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸含有量を調整した多孔質炭酸アパタイト顆粒による骨形成と吸収能の制御
3. 学会等名 第44回 日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋田 和也, 福田 直志, 高丸 菜都美, 工藤 景子, 宮本 洋二
2. 発表標題 炭酸含有量が多孔質炭酸アパタイト顆粒の骨置換性に及ぼす影響
3. 学会等名 第26回 日本顎顔面インプラント学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浦田 豊彰, 高丸 菜都美, 福田 直志, 秋田 和也, 宮本 洋二
2. 発表標題 当科におけるメトトレキサート関連リンパ増殖性疾患(MTX-LPD)の臨床的検討
3. 学会等名 第51回口腔外科学会中国四国支部学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福田直志, 高丸菜都美, 秋田和也, 椛本修平, 工藤景子, 宮本洋二
2. 発表標題 嚢胞摘出後の骨欠損を炭酸アパタイト製骨補填材で即時再建した1例
3. 学会等名 第66回 日本口腔外科学会総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田直志, 秋田和也, 高丸菜都美, 工藤景子, 宮本洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイトハニカムブロックを用いたベニアグラフトの実験的検討
3. 学会等名 第25回公益社団法人日本顎顔面インプラント学会総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田直志, 秋田和也, 椛本修平, 高丸菜都美, 工藤景子, 宮本洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイト製骨補填材による広範囲骨欠損の即時再建
3. 学会等名 第51回 公益財団法人日本口腔インプラント学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋田和也, 福田直志, 棕本修平, 鎌田久美子, 高丸菜都美, 工藤景子, 栗尾奈愛, 宮本洋二
2. 発表標題 マイクロファイバーを用いた多孔質炭酸アパタイトの開発とウサギ頭蓋骨における組織学的評価
3. 学会等名 第75回 NPO法人日本口腔科学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋田和也, 福田直志, 鎌田久美子, 上杉篤史, 山村佳子, 工藤隆治, 高丸菜都美, 工藤景子, 栗尾奈愛, 高橋章, 宮本洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイト顆粒(サイトランスグラニュール)を用いて歯槽骨造成を行った2例
3. 学会等名 第68回 NPO法人日本口腔科学会中国・四国地方部会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋田和也, 福田直志, 棕本修平, 高丸菜都美, 工藤景子, 都留寛治, 石川邦夫, 宮本洋二
2. 発表標題 炭酸含有量の異なる多孔質炭酸アパタイト顆粒の開発
3. 学会等名 第51回 公益財団法人日本口腔インプラント学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋田和也, 福田直志, 高丸菜都美, 工藤隆治, 工藤景子, 栗尾奈愛, 高橋章, 宮本洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイト顆粒(サイトランスグラニュール)の歯槽骨造成術およびソケットプリザベーションへの応用
3. 学会等名 第50回 日本口腔外科学会中国四国支部学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 工藤景子, 福田直志, 秋田和也, 工藤隆治, 椋本修平、高丸菜都美、栗尾奈愛, 鎌田久美子, 宮本洋二
2. 発表標題 炭酸アパタイト顆粒と魚うろこコラーゲンの複合化による新規骨補填材の開発
3. 学会等名 第66回 日本口腔外科学会総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田 久美子, 栗尾 奈愛, 上杉 篤史, 横田 美保, 秋田 和也, 福田 直志, 山村 佳子, 工藤 隆治, 高丸 菜都美, 工藤 景子, 高橋 章, 宮本 洋二
2. 発表標題 歯性感染症により発症した側頭部ガス壊疽の1例
3. 学会等名 第50回 日本口腔外科学会 中国四国支部学術集会
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

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