

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：32703

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05525

研究課題名(和文)多軸鍛造技術を応用した次世代MDF純チタンの医療材料への展開

研究課題名(英文)Application of MDF pure titanium applied to multi-directional forging technology to medical materials

研究代表者

木本 克彦(Katauhiko, Kimoto)

神奈川歯科大学・大学院歯学研究科・教授

研究者番号：70205011

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、多軸鍛造(MDF)技術を用いて高強度なMDF純チタン(grade 2)を新たに開発した。そしてこの高強度MDF純チタンをインプラント体や顎骨再建プレートさらにはクラウン・ブリッジ・義歯クラスプなどの歯科医療材料として応用展開するための基盤研究を行った。機械特性・生体親和性・表面性状・切削加工性の実験結果から、高強度MDF純チタン(grade 2)は、純チタン(grade 2)・チタン合金と比べても同等かそれ以上の有用性が認められた。このことから、高強度MDF純チタン(grade 2)は、歯科医療材料への応用展開の可能性が示唆され、実用化に向けたさらなる研究の推進が求められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

MDF高強度純チタンは、日本古来の鍛造技術(刀造りなど)に近年の巨大ひずみ加工技術が融合した日本オリジナルの純チタン材料である。高強度MDF純チタンが歯科医療へ導入されれば、歯科インプラント体や顎骨再建プレートの破折防止やダウンサイズ化が可能となり、顎骨の小さい日本人においては大きなメリットとなる。また顎骨インプラント間の弾性率差解消による周囲骨吸収への抑制も期待される。さらにクラウンや義歯クラスプにも応用展開することで、金属アレルギー患者への対応やコスト削減に多く貢献するなど、歯科医療材料として実用化することで多くのアドバンテージが期待される。

研究成果の概要(英文)：This study newly developed ultrafine-grained pure titanium (grade 2) by the multi-directional forging (MDF) technology. This time, we conducted basic research to apply this ultrafine-grained MDF pure titanium to dental implants, jaw bone reconstruction plates, and prostheses such as crowns, bridges, and denture clasps. From the experimental results of mechanical properties, biocompatibility, surface properties, and machinability, ultrafine-grained MDF pure titanium (grade 2) is as useful as or better than pure titanium (grade 2) and titanium alloys. Hence, it was suggested that high-strength MDF pure titanium (grade 2) could be applied to dental materials, and further research toward practical application was required.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：高強度純チタン 多軸鍛造法 生体適合性 インプラント体 表面処理 クラウン CAD/CAM クラスプ

1. 研究開始当初の背景

チタン材は生体適合性、高耐食性、低比重、豊富な資源といった特徴から歯科領域では貴金属の代替材料として期待されている。しかし純チタンは難加工材の一つとして知られ、加工成形が難しいうえ咬合力がかかる口腔領域では十分な強度とは言い難い(最大引張応力約 400MPa/Vickers 硬さ約 Hv150)。このため、より高強度なチタン合金の研究・開発が積極的に行われてきたが、耐食性や生体適合性などの面から見れば、インプラントや歯科補綴装置には純チタンの方が有利であることは論を俟たない。申請者らは、巨大ひずみ加工技術を応用した多軸鍛造(MDF)法により、化学組成を変化させることなく純チタンの引張強さ及びビッカース硬さをチタン合金と同等以上に改善した「MDF 高強度純チタン」(以下 MDF 純チタンとする)を世界に先駆けて開発に成功した。この MDF 純チタンの特性は、最大引張応力:1004MPa、Vickers 硬さ: Hv300 以上、塑性伸びは 15%、ヤング率は 51GPa である。これは一般的な純チタンの Vickers 硬さの 2 倍、最大引張応力は 2.5 倍に向上し、純チタン(Grade2)でありながらチタン合金(Ti-6Al-4V 合金)を越える高強度と高延性を達成している。また、高強度でありながらヤング率は 1/2 まで低減するなどこれまでの常識を超えた新規チタン材料である。現在この MDF 純チタンは開発研究から社会実装の段階に進んでおり、もし本チタン材料が歯科治療へ導入されれば、臨床の現場ではインプラント体や顎骨再建プレートの破折防止、さらにダウンサイズ化も可能となり、顎骨の小さい日本人においては大きなメリットとなる。また顎骨インプラント間の弾性率差解消による周囲骨吸収への抑制、金属アレルギー患者への対応など多くのアドバンテージが期待されているが、その検証は未だなされていない。

2. 研究の目的

世界最高レベルの強度を有する MDF 純チタンをインプラント体や顎骨再建プレートさらにはクラウン・ブリッジ・義歯クラスプなどの補綴装置に応用展開するための基盤研究を行い、歯科医療材料としての実用化を目指す。

3. 研究の方法

(1) 歯科医療材料に適した MDF 純チタンの改良

MDF 純チタンの組織と機械的特性に及ぼす鍛造条件とフッ素への影響

本実験では、結晶粒超微細化による強度上昇を目的とした巨大ひずみ加工の一種である多軸鍛造(MDF)と熱処理を純チタンに施す事で、これまでの MDF 純チタンのさらなる超高強度化と延性の改善を行った。また、口腔内に応用するためフッ素への影響についても検討した。

MDF 高強度純チタンの表面処理条件の探索

インプラント体は、主に酸処理した表面が臨床応用されている。そのため本実験では酸処理条件(種類と時間)を変えたいくつかの MDF 高強度純チタン表面を製作し、走査型電子顕微鏡(SEM)、原子間力顕微鏡(AMF)を用いて、最適な超微細粒表面を探索した。

(2) インプラント・顎骨再建治療へ応用するための生体親和性実験【in vitro】

上記の表面処理した各種のチタン表面に対して細胞接着能試験を行った。雄性 Sprague-Dawley ラット(8週齢)の大腿骨から骨髓細胞を採取し、ラット骨髓間葉系幹細胞由来

の骨芽細胞様細胞の培養を行った。各条件のチタン板上に設定した細胞数を播種し培養を行い、その後チタン板上の細胞をトリプシン処理後回収し、細胞数を計測した。細胞の増殖能力や細胞生存能力は発色測定により定量分析を行った。

(3) インプラント・顎骨再建治療へ応用するための骨適合性実験【in vivo】

骨適合性の評価【ラット】

6週齢のWistar系雄性ラットの上顎第一臼歯を抜歯後、各種表面処理を施したスクリュー型チタンインプラント（JIS2種およびMDF純チタン、直径1.5mm、長さ3.0mm）を即時埋入し、埋入3週間後・9週間後に各インプラント体を上顎骨組織とともに摘出した。また、インプラント周囲の新生骨形成を調べるために屠殺2週間前にアリザリンレッド、屠殺1週間前にカルセインを投与し、ホルマリン固定、アルコール系列による脱水後、メチルメタクリレート樹脂にて包埋し、非脱灰研磨標本を作製した。共焦点レーザー顕微鏡にて新生骨の蛍光ラベリングを観察し、さらに、塩基性フクシンとメチレンブルーによる組織染色を行い、病理組織学的に観察した。尚、動物実験は鶴見大学歯学部動物実験委員会の承認を得て行った。

骨適合性の評価【犬】

実験動物にはビーグル犬を使用し、下顎左右前臼歯部を抜去後、直径3.3mm、長さ8mmの酸処理された純チタンスクリュー型インプラントMDF高強度純チタンスクリュー型インプラント（川本重工）を埋入した。埋入90日後、Micro CTによる各種画像解析と病理組織学的に観察した。尚、実験動物の選択、管理、外科手術式については神奈川歯科大学動物実験倫理委員会の承認を受けて実施した。

(4) MDF純チタンクラウンの臨床応用への基盤研究

CAD/CAMシステムでミリング加工したMDF純チタンの切削加工性、表面粗さ、光沢性について評価した。またCAD/CAMシステムで製作したMDF純チタンクラウンの内面適合性について精度検証した。

(5) MDF純チタンクラスプの臨床応用への基盤研究

MDF純チタンワイヤーは、定変位加速疲労試験を用いて疲労強度を計測し、破断面を走査型電子顕微鏡（SEM）にて観察した。また、CAD/CAMシステムで製作したMDF純チタンクラスプは、維持力・適合精度・耐摩耗性、プラーク付着性、加工性について評価した。

4. 研究成果

(1) 歯科医療材料に適したMDF純チタンの改良

MDF純チタンの組織と機械的特性に及ぼす鍛造条件とフッ素への影響

組織と機械的性質は鍛造条件によって大きく変化し、傾向としては、パス間ひずみ量が大きいほど、累積ひずみが大きいほど結晶粒が微細化しやすく、また強度も高くなった。さらに、MDF材に時効処理を施すと、強度はさらに上昇した。最終的に、最大強度1060MPa、伸び23%の優れた機械的性質のバランスを有する純チタンが得られた。また、超微細粒純チタンの組織と機械的特性、特に静的強度と動的強度（疲労強度）さらには水素脆化挙

動の観点から従来の純チタンとは異なる優れた機械的特性を明らかにした。一方、MDF 純チタンは中性フッ化物溶液中ではほとんど腐食せず、酸性フッ化物溶液中でも浸漬 6 時間以内であれば従来の純チタンよりも腐食しにくいことが分かり、口腔内への応用の可能性が示唆された。

MDF 純チタンの表面処理条件の探索

MDF 純チタン表面は、従来の純チタンに比べて超微細粒構造を呈しており、酸処理を行うことで、これまでのチタン表面にはないナノレベルの表面構造が生成された(図 1)。しかしながら、この表面構造は酸処理条件により大きく左右されることから、走査型電子顕微鏡 (SEM) で確認しながら、適切な酸処理条件の探索を行った。その結果、規則正しい微細多孔性の表面構造となる最適な酸処理条件を見出した。(特許申請中)

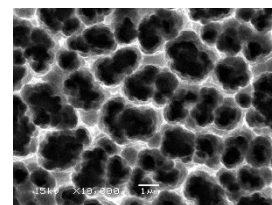


図 1：酸処理した MDF チタン表面

(2) インプラント・顎骨再建治療へ応用するための生体親和性実験【in vitro】

上記の酸処理されたチタン表面に対して、骨芽細胞様細胞の接着と増殖について in vitro 実験を行った。その結果、3 時間後の細胞接着において、MDF 純チタンは純チタンよりも細胞接着数が少なかった。それに対して 3 日後と 7 日後の細胞増殖において、MDF 純チタンは純チタンよりも、有意な細胞増殖を認めた。

(3) インプラント・顎骨再建治療へ応用するための骨適合性実験【in vivo】

骨適合性の評価【ラット】

Wistar 系雄性ラット (6 週齢) の上顎第一臼歯抜歯窩に表面処理されたスクリュー型チタンインプラントの即時埋入を行い、骨形成状態を病理組織学的に観察した。その結果、MDF 純チタンは純チタンよりも新生骨形成が促進されている様子が確認された。

骨適合性の評価【犬】

ビーグル犬の下顎左右第一臼歯部を抜去後、MDF 純チタンで製作しスクリュー型インプラント (川本重工) を埋入し、Micro CT による各種画像解析と病理組織学的に観察した。その結果、MDF 純チタンインプラントは、従来の純チタンインプラントに比べて新生骨形成が同等かやや促進しており、ラットの結果も含め MDF 純チタンの高い生体親和性が確認された。

(3) MDF 純チタンクラウンの臨床応用への基盤研究

CAD/CAM システムで切削加工した MDF 純チタンクワンの特性

MDF 純チタン・純チタン・チタン合金の 3 種類のチタン素材について比較検討した。その結果、切削試験において削り残し量を比較すると、純チタン>MDF 純チタン>チタン合金の順番に有意に削り残し量が減少した。このことから、MDF 純チタンの切削加工性は、同等の機械的な強度を有しながらも、チタン合金よりも優れていることが示唆された。表面粗さについて比較すると、純チタン>MDF 純チタン>チタン合金の順番に有意に粗造になった。このことから、MDF 純チタンの表面粗さは、純チタンよりも滑沢な面を有していることが示唆された。光沢度について比較すると、チタン

合金>MDF 純チタン>純チタンの順番に有意に光沢度が向上した。このことから、MDF 純チタンは、純チタンよりも光沢があることが示唆された。

CAD/CAM システムでミリング加工した MDF 高強度純チタンクラウン(図 2)は、同様にミリング加工して純チタンクラウンと同等の内面適合性を有することが明らかとなり、臨床応用の可能性が示唆された。



図 2 : MDF 高強度純チタンクラウン

(4) MDF 純チタンクラスプの臨床応用への基盤研究

MDF 純チタンワイヤークラスプの疲労寿命は歯科用非鋳造チタン合金製ワイヤーの約 1.4 倍であり、有意に長い結果となった。また SEM による破断面の観察では、MDF 純チタンワイヤーはスムーズな脆性破壊像を呈していたが、歯科用非鋳造用チタン合金製ワイヤーは粗造な脆性破壊像が認められた。

CAD/CAM システムを用いてミリング加工した MDF チタンクラスプの特性

初期維持力は、従来の鋳造クラスプより有意に大きくなることが明らかとなった。

また、適合精度は、rest・arm・tip の各部位において従来の鋳造クラスプより有意に向上した。さらに MDF 純チタンの耐摩耗性、プラーク付着性、加工性は純チタンと同等であった。したがって、MDF 純チタンは義歯のクラスプ材料として優れた性質を有していることから、臨床応用への可能性が示唆された。



図 3 : MDF 高強度純チタンクラスプ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 G Suzuki, M Hirota, N Hoshi, K Kimoto, H Miura, M Yoshinari, T Hayakawa, Ohkubo C	4. 巻 9(2)
2. 論文標題 Effect of Surface Treatment of Multi-Directionally Forged (MDF) Titanium Implant on Bone Response	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Metals	6. 最初と最後の頁 230
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 G Suzuki, N Hoshi, K Kimoto, H Miura, T Hayakawa, C Ohkubo.	4. 巻 38(5)
2. 論文標題 Electrochemical property and corrosion behavior of multi-directionally forged titanium in fluoride solution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dent Mater J	6. 最初と最後の頁 845-853.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2018-191.	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 H.Miura, M.Kobayashi, T.Aoba, T.Benjanarasuth,	4. 巻 731
2. 論文標題 An approach for room-temperature multi-directional forging of pure titanium for strengthening	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mater. Sci. Eng. A	6. 最初と最後の頁 603-608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.msea.2018.06.060	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 Ilhamdi, T Kakiuchi, H Miura, T Fukihara, Y Uematsu	4. 巻 59
2. 論文標題 Fatigue Behavior of Multi-Directionally Forged Commercial Purity Grade 2 Ti Plate in Laboratory Air and Ringer 's Solution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 1296 ~ 1303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.M2018075	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 Ilhamdi, T. Kakiuchi, H. Miura, Y. Uematsu	4. 巻 916
2. 論文標題 High Cycle Fatigue Properties of Multi-Directionally Forged Commercial Purity Grade 2 Ti Plate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Science Forum,	6. 最初と最後の頁 166-169
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 H Suzuki, M Hirota, T Amemiya, C Ohkubo, N Hoshi, K Kimoto, T Hayakawa, H Miuar	4. 巻 13(3)
2. 論文標題 Cortical Bone Response of MDF Titanium Implant.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J Oral Tissue Engin	6. 最初と最後の頁 117-124
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 Y Ito, N Hoshia, T Hayakawa, C Ohkubo, H Miura, K Kimoto,	4. 巻 245
2. 論文標題 Mechanical properties and biological responses of ultrafine-grained pure titanium fabricated by multi-directional forging	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Science and Engineering B	6. 最初と最後の頁 30-36
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 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 鈴木銀河, 廣田正嗣, 吉成正雄, 星 憲幸, 木本克彦, 三浦博己, 早川 徹, 大久保力廣
2. 発表標題 表面改質MDFチタンの骨適合性
3. 学会等名 第40回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木銀河, 廣田正嗣, 吉成正雄, 星 憲幸, 木本克彦, 三浦博己, 早川 徹, 大久保力廣
2. 発表標題 多軸鍛造 (MDF) チタンの表面特性の検討
3. 学会等名 鶴見大学歯学会第87回例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木銀河, 吉成正雄, 星 憲幸, 木本克彦, 三浦博己, 早川 徹, 大久保力廣
2. 発表標題 表面処理条件がMDFチタンの骨適合性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本口腔インプラント学会第38回関東・甲信越支部学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦博己
2. 発表標題 純チタンのMDFと強圧延による組織制御と高強度化
3. 学会等名 第8回 医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊千尋, 中村涼, 山本晶太, 門前亮一, 三浦博己
2. 発表標題 超微細粒CP-Tiの低温変形挙動
3. 学会等名 軽金属学会第134回春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本晶太, 中村涼, 渡辺千尋, 門前亮一, 三浦博巳
2. 発表標題 水素吸蔵させた結晶粒径の異なるCP-Tiの組織と変形挙動
3. 学会等名 軽金属学会第134回春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本 晶太, 渡邊 千尋, 門前 亮一, 都留 智仁, 三浦 博巳
2. 発表標題 多軸鍛造加工を施したCP-Ti の変形挙動の結晶粒径依存性とひずみ速度依存性
3. 学会等名 日本金属学会2019春期(第164回)講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安斉昌照, 星憲幸, 熊坂知就, 早川徹, 大久保力廣, 三浦博巳, 吉成正雄, 木本克彦
2. 発表標題 高強度MDF純チタンで製作したクラウン内面の適合評価
3. 学会等名 第72回 日本歯科理工学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安斉昌照 星 憲幸 木本克彦,
2. 発表標題 MDFチタンクラウンへの応用,
3. 学会等名 第8回 医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 財部裕輔 星 憲幸 木本克彦
2. 発表標題 MDFチタンインプラント体の臨床応用への可能性について
3. 学会等名 第8回 医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木銀河, 星 憲幸, 木本克彦, 三浦博己, 早川 徹, 大久保力廣.
2. 発表標題 フッ化物溶液中におけるMDFチタンの腐食特性
3. 学会等名 第39回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木銀河, 星 憲幸, 木本克彦, 三浦博己, 早川 徹, 大久保力廣.
2. 発表標題 フッ化物溶液中でのMDFチタンの表面特性.
3. 学会等名 日本口腔インプラント学会 第37回関東・甲信越支部学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ilhamdi, 植松美彦, 三浦博己, 柿内利文, 清水利弘, 中村裕紀, 中島正貴
2. 発表標題 多軸鍛造により作製した膜厚の異なる工業用純Ti薄膜における疲労挙動
3. 学会等名 日本機械学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三浦博己, 小林正和, 宮武遼
2. 発表標題 MDF 純チタンの組織と機械的性質
3. 学会等名 日本金属学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊東(荒井) 佑輔, 星憲幸, 熊坂知就, 早川徹, 大久保力廣, 木本克彦, 三浦博己,
2. 発表標題 インプラント体に適した新たな純チタンの開発
3. 学会等名 第47回公益社団法人日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊東(荒井) 佑輔, 星憲幸, 熊坂知就, 早川徹, 大久保力廣, 三浦博己, 木本克彦
2. 発表標題 MDF 法を用いた新規純チタンの開発とインプラント材料としての応用
3. 学会等名 日本補綴歯科学会第126回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安斉昌照, 星憲幸, 熊坂知就, 丸尾勝一郎, 早川徹, 大久保力廣, 三浦博己, 木本克彦
2. 発表標題 高強度MDF純チタンの切削性および表面性状の評価
3. 学会等名 第70回日本歯科理工学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊東（荒井）佑輔，星憲幸，熊坂知就，木本克彦
2. 発表標題 多軸鍛造法を用いた超微細粒純チタンの機械的特性と生物学的応答
3. 学会等名 第52回神奈川歯科大学総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Miura, M. Kobayashi, H. Aoyama, T. Benjanarasuth
2. 発表標題 Development of Ultrafine-Grained and High-Strength Pure Titanium by Means of Processes including Multi-Directional Forging,
3. 学会等名 The International Workshop on Fundamental Research for Science and Technology
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Arai Y, Hoshi N, Kumasaka T, Hayakawa T, Ohkubo C, Miura H, Kimoto K
2. 発表標題 Biological characterization of pure titanium by MDF as implant material.
3. 学会等名 International Association For Dental Research (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荒井佑輔，星憲幸，熊坂知就，丸尾勝一郎，栗原淳之，大久保力廣，木本克彦
2. 発表標題 MDF純チタンを用いたインプラント材料としての生物学的評価
3. 学会等名 第125回日本補綴歯科学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 荒井佑輔, 星憲幸, 熊坂知就, 早川徹, 大久保力廣, 木本克彦
2. 発表標題 多軸鍛造純チタンを用いたインプラント材料としての生物学的評価
3. 学会等名 第46回日本口腔インプラント学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 荒井佑輔, 星憲幸, 大久保力廣, 早川徹, 木本克彦
2. 発表標題 MDF純チタンの特性評価
3. 学会等名 第23回日本歯科医学会総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鈴木 一, 早川 徹
2. 発表標題 MDFチタンの骨適合性
3. 学会等名 第31回日本歯科産業学会学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Suzuki H, Hirota M, Ohkubo C, Hoshi N, Kimoto K, Miuar H and Hayakawa T.
2. 発表標題 Cortical Bone Response of MDF Titanium Implant.
3. 学会等名 International Dental Materials Congress 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 三浦博己, 小林正和
2. 発表標題 MDF純チタンの組織と機械的特性に及ぼす鍛造条件の影響
3. 学会等名 第9回医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋和成, 大久保力廣, 鈴木銀河
2. 発表標題 MDFチタンクラスプの維持力
3. 学会等名 第9回医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安斉昌照, 木本克彦
2. 発表標題 MDF高強度純チタンのクラウンへの応用 (第2報)
3. 学会等名 第9回医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 財部祐輔, 木本克彦
2. 発表標題 MDF高強度純チタンのインプラントへの応用 (第2報)
3. 学会等名 第9回医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安斉昌照, 木本克彦
2. 発表標題 MDF純チタンの歯冠補綴材料としての可能性の検討
3. 学会等名 第54回 神奈川歯科大学学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本晶太, 渡邊千尋, 三浦博己
2. 発表標題 MDF-Tiの変形挙動の結晶粒径・ひずみ速度依存性
3. 学会等名 第9回医工連携MDFチタン研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 純チタン金属材料薄板の製造方法およびスピーカ	発明者 三浦博己	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2017/28009	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 歯科用インプラント体及びその表面処理方法	発明者 木本克彦 伊東佑輔 星憲幸 三浦博己	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2017/239080	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	大久保 力廣 (Chikahiro Ohkubo) (10223760)	鶴見大学・歯学部・教授 (32710)	

6. 研究組織（つづき）

	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	星 惠幸 (Noriyuki Hoshi) (20339782)	神奈川歯科大学・大学院歯学研究科・准教授 (32703)	
研究分担者	三浦 博己 (Hiromi Miura) (30219589)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13904)	
研究分担者	早川 徹 (Toru Hayakawa) (40172994)	鶴見大学・歯学部・教授 (32710)	