

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K18554

研究課題名（和文）表面微細構造パターンニングによる骨形成を促進する次世代インプラント表面設計の創製

研究課題名（英文）Creation of next-generation implant surface design to promote bone regeneration with nano-topography patterning

研究代表者

陳 鵬（CHEN, PENG）

東京医科歯科大学・生体材料工学研究所・助教

研究者番号：70708388

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、インプラント体周囲の新しい骨形成を促進するスマート表面デザインの構想を行う点で独創性を持って、チタン表面にフェムト秒レーザーを照射し周期的微細構造のある表面パターンにより、ヒト間葉系幹細胞やマウス骨芽前駆細胞の接着形態を制御および骨芽細胞への分化誘導促進を目指した。この結果、レーザーにより形成したMicron/nano周期的微細構造（Hybrid）が最も優れた細胞の接着制御を示すことが明らかとなった。また、Hybrid構造あるチェッカーボード表面パターンが最も優れた硬組織適合性を示すことが明らかとなった。以上の結果から、骨癒合の加速を促進するインプラント体表面デザインの開発に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

チタン（Ti）やTi合金は現在インプラント材料として最も使用されている生体材料の一種である。しかしながら、Tiには金属材料であるが故に生体適合性において不十分な点や長期的な使用に伴う問題点がある。本研究では、新しい骨形成を促進するTiインプラント体表面パターンデザインの創出、間葉系幹細胞や骨芽前駆細胞との接着形態制御及び骨への分化誘導を向上させることが明らかになった。本研究によって、インプラント材周辺の新生骨の再生を促進するためのスマート表面パターンを創出の将来の製造を可能にし、歯科インプラント治療を効果・効率の大幅な改善、患者の負担軽減、低侵襲性の確保、QOLの向上を促進する効果が期待される。

研究成果の概要（英文）：The aim of this project, with originality in conceiving a smart surface design that promotes new bone formation around the implant body, the titanium (Ti) surface with different patterned periodic micro/nano-topographies were created by femtosecond laser irradiation. As a result, it was showed that the adhesion protein was well arranged by micron/nano periodic structure (Hybrid) using laser irradiation. In addition, we designed checkerboard surface pattern with micron/nano periodic structure showed the alternative hard tissue compatibility, both osteogenic differentiation and proliferation. Therefore, the checkerboard surface pattern with micron/nano periodic topography we created successfully promoted the regeneration of new bone in vitro and our findings provide a basis for the design of novel biomaterial surfaces that can regulate specific cellular functions with potential clinical applications.

研究分野：生体材料

キーワード：ナノ・バイオ界面設計 微細構造加工 チタン フェムト秒レーザー ヒト間葉系幹細胞 インプラント材 骨再生 医療・福祉

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。

1. 研究開始当初の背景

日本は、高齢化社会を迎え、歯の喪失が高齢者の日常生活の品質を妨げる大きな要因となっている。インプラントは「第2の永久歯」といわれるほど、機能的にも、見た目的にも、天然の歯にもっとも近く、最近インプラント治療を受ける方が急速に増えている傾向にある。チタンやチタン合金は機械的性質並びに耐食性に優れていることから、現在インプラント材料として最も使用されている生体材料の一種である。しかしながら、チタンそのものは金属材料であるが故に生体適合性としては不十分な点や長期的な使用時に問題点がある。このことから、医療用金属生体材料に対して新機能を付加することが必要である。生体適合性向上の方法の一つとして、金属生体材料上の骨形成は材料の表面形貌が起因している可能性があることが知られていることから、近年、試料への表面形貌の制御をして、チタンの生体細胞との親和性・適合性を向上させるために様々な研究が盛んに行われている。周期的微細構造の形成には、フェムト秒レーザー照射加工(Figure 1)が有効な手法の一つであると考えられる。周期的微細構造はレーザー集光スポット内部に自己組織的に形成され、溝の方向はレーザーの偏光に対して垂直方向である。また、周期はレーザーの波長に依存するため形成する周期を制御できる特徴を持つ。フェムト秒レーザーを用いて、金属、半導体や透明体内部などの様々な材料へ微細構造の形成が可能であることが知られている。

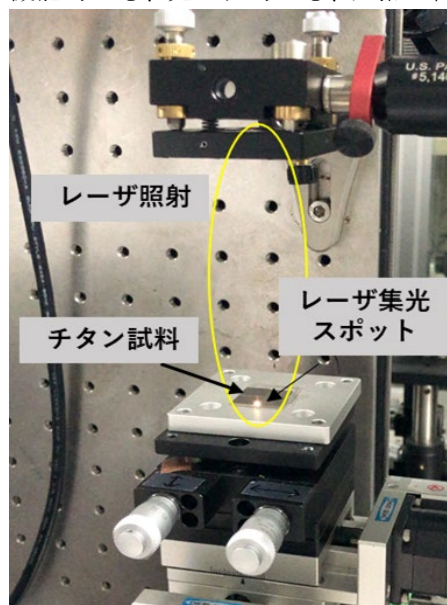


Figure 1. Photo of laser processing.

先行研究 (Figure 2 の上部データ) において、チタン試料 (Ti) 表面にフェムト秒レーザーを照射し、異方的かつ周期的なマイクロサイズ(Micron)、ナノサイズ(Nano)、マイクロサイズとナノサイズの両構造を複合させたハイブリッド(Hybrid)表面構造を作った。その異方的な周期的微細構造がついた Ti 上で、細胞の形態を制御できることが認められた。また、当該 Hybrid 周期微細構造により、未加工チタン上での細胞数と比べて、同じ培養時間内の細胞数が少ないことが観察された。

そのため、周期微細構造上での細胞増殖性を改善する必要がある。幹細胞の増殖および分化を、共に促進するインテリジェント表面デザインの開発が必要である。

2. 研究の目的

本研究では Ti 表面上でフェムト秒レーザーにより加工した周期的微細構造をパターンニング制御し、細胞の形態制御・分化誘導及び増殖促進の向上による表面デザインの生体機能制御のメカニズムに着目し、それらを表面科学的及び細胞生物学的手法によって明らかにするとともに、これを一般的理論に拡張し、汎用性の高い技術とすることを目指す。具体的には①フェムト秒レーザーの照射により金属 Ti 表面での周期的微細構造のあるパターンを設計・制御、②本研究課題はインプラント材周囲の新しい骨形成の促進を目指す。ヒト間葉系幹細胞やマウス骨芽先駆細胞を作った表面の上で播種し、表面形貌デザインの変化に伴う細胞形態制御及び細胞分化誘導の効果を定量的に調べる。本研究ではチタンインプラント材周囲の新しい骨形成を促進するためのインテリジェント界面の創出及び将来的な製造を可能にすることで、歯科インプラント治療の効果・効率の大幅な改善、患者の負担軽減、低侵襲性の確保、QOL の向上を促進する効果が期待される。

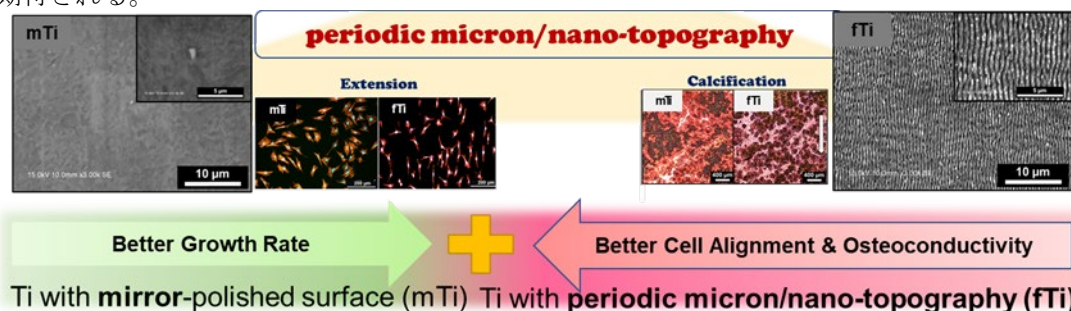


Figure 2. Concept of the surface design with femtosecond laser processed periodic topographies.

3. 研究の方法

(1) フェムト秒レーザー照射によるチタン表面微細構造パターンの作製

Ti 表面に対してフェムト秒レーザー照射による周期的微細構造形成を行うためのフェムト秒レーザー加工および表面デザインの概略図を Figure 2 に示す。使用したフェムト秒レーザーは: sapphire レーザであり、基本波の波長、繰り返し周波数及びパルス幅はそれぞれ 800 nm、1 kHz 及び 150 fs である。集光ビームスポット径は約 60 μm とした。フェムト秒レーザーの集光スポットを鏡面加工した Ti 表面(mTi)に掃引させながら照射することで、mTi 表面に異方的な周期的マイクロサイズとナノサイズの両構造を複合化させたハイブリッド溝構造(Hybrid)が作った。レーザー照射後の Ti 表面は走査電子顕微鏡(SEM)および 3D 測定レーザー顕微鏡 (3D-LM) により形成された表面微細構造の形貌を観測した。フェムト秒レーザー照射による表面微細構造パターンを形成した Ti 試料 (Figure 3)、及びレーザー照射していない Ti (mTi) 試料を用いて細胞試験を行った。

(2) チタン表面パターンより細胞の接着挙動・増殖挙動の評価

ヒト間葉系幹細胞(hMSC)やマウス骨芽前駆細胞(MC3T3-E1)を用いた。数時間培養後に細胞の核及びアクチンはそれぞれ青及び赤色で観察されるように染色した。各表面パターンでの細胞形態および接着斑(vinculin)の分布を観察した。蛍光顕微鏡を用いた各 Ti 表面パターン上での細胞分布状況と伸展状態を観察した。撮った蛍光写真をソフトウェア (ImageJ) で、細胞の伸展および接着斑焦点の特徴的な形態および分布を解析した。一方で、細胞の増殖評価について、細胞播種後、1 d、3d、5d と 7d で WST-8 よりカウンティングされた。

(3) チタン表面パターンより細胞の機能化に与える影響を解明

フェムト秒レーザー表面照射加工した Ti 表面パターンの上での細胞の接着、増殖 (周期状態)、骨芽細胞への分化制御にどのような影響を探索するため、各 Ti 表面パターンの上で hMSCs の分化誘導し、免疫蛍光染色およびリアルタイム RT-PCR で調べた。Ti 表面パターンによって、新しい骨の再生を評価するため、分化誘導培地に交換後 21 日間培養した Ti 試料において alizarin red s 染色し、分化した骨芽細胞の石灰化挙動の確認を行った。

また、マウス骨芽前駆細胞を用いて、これまでの細胞の分化挙動および石灰化と同様に評価した。

以上のような実験で得られたデータを分散分析(ANOVA followed by Student-Newman-Keul's test)により統計解析を行い、有意確率 p 値を 5%として検定を行った。

4. 研究成果

(1) フェムト秒レーザー照射による Ti 上へ表面微細構造パターンの形成

Figure 3 に作製された Ti 表面パターン (一部のパターン) での写真を示す。フェムト秒レーザー表面加工より、mTi 表面に周期的なマイクロサイズとナノサイズの両構造を複合化させた Hybrid 溝構造を形成され、様々な表面形貌デザインが作った。

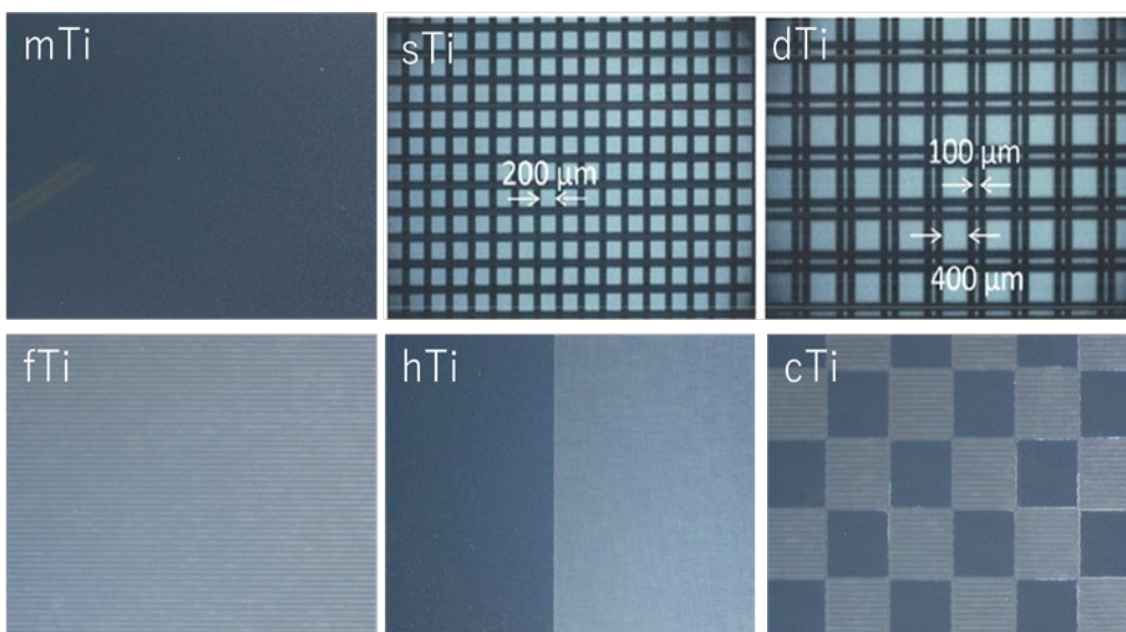


Figure 3. Photos of the designed surface patterns (a part of designs) of Ti plates.

(2) チタン表面微細構造パターンより細胞挙動の影響

Figure 4 にチタン表面パターンより細胞の接着および伸展の関する蛍光観察像を示す。レーザ照射した部分 (topography 部分: Hybrid 溝構造がある) に細胞の伸展の制御に有効であることが明らかになった。また、未照射の部分 (mirror 部分) には、細胞の接着数は多いことが明らかになった。

Figure 5 にチタン表面パターンより細胞の増殖性の関する評価結果を示す。全面照射された試料 (fTi) と比べて、hTi および cTi 表面パターン上での細胞数は多くカウンティングされた。この結果より、hTi および cTi 表面パターンは細胞の増殖を促進することが確認できた。

以上の結果より、作成された Ti 表面パターンは、細胞の接着および形態を制御でき、細胞の増殖も促進することが示された。

(3) チタン表面微細構造パターンよりマウス骨芽前駆細胞の石灰化挙動への影響

マウス骨芽前駆細胞を用いて、骨芽細胞へ分化誘導され、各チタン表面パターン上での細胞挙動を評価した。hMSC 細胞と同様に、チタン表面パターンは MC3T3-E1 細胞の接着を制御し、細胞伸展の制御に有効であることが示された。リアルタイム RT-PCR の結果より、fTi と hTi と cTi パターンは骨芽細胞への分化が促進されることが明らかになった。また、alizarin red s 染色の結果 (Figure 6) にチタン表面パターンより誘導された骨芽細胞の石灰化レベルの評価結果を示す。fTi および cTi パターンは分化誘導された骨芽細胞の石灰化レベルの向上を促進することが確認できた。

本研究では、インプラント用金属表面に骨再生促進する効果的に表面デザインの新創を目指し、フェムト秒レーザーで Ti 表面に表面微細構造パターンニングを開発した。本研究によって、インプラント材周辺の新生骨の再生を促進するためのスマートチタン表面微細構造パターンニングを創出の将来の製造を可能にし、歯科インプラント治療を効果・効率の大幅な改善、患者の負担軽減、低侵襲性の確保、QOL の向上を促進する効果が期待される。

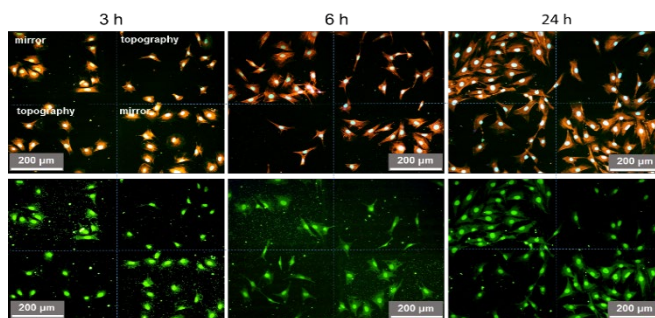


Figure 4. Evaluation of the effects of the grid topographies on cellular initial adhesion after 3 h, 6 h and 24 h of incubation. F-actin (red)-, nuclei (blue)-, and vinculin (green)-positive adhesion plaques were visualized.

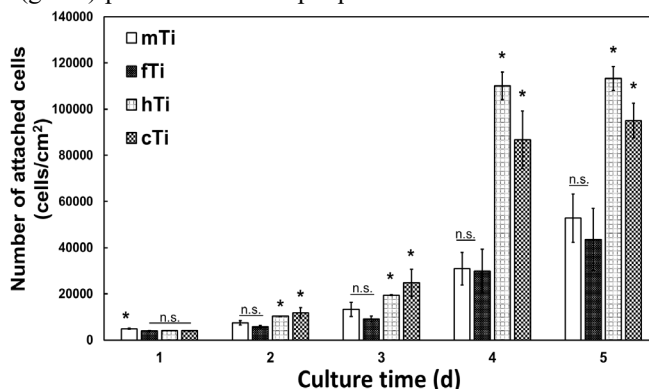


Figure 5. Proliferation of MC3T3-E1 cells on Ti with and without different patterned surface nano topographies. Results with a p value of <math><0.05</math> were considered statistically significant (indicated using “*”). n.s., non-significant ($p > 0.05$).

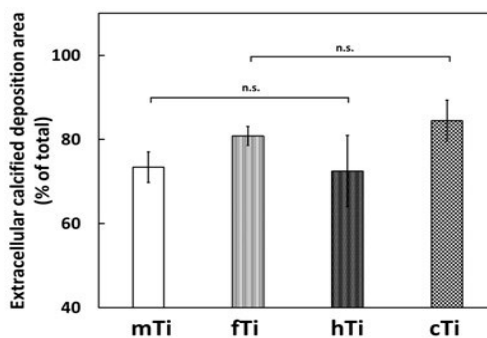
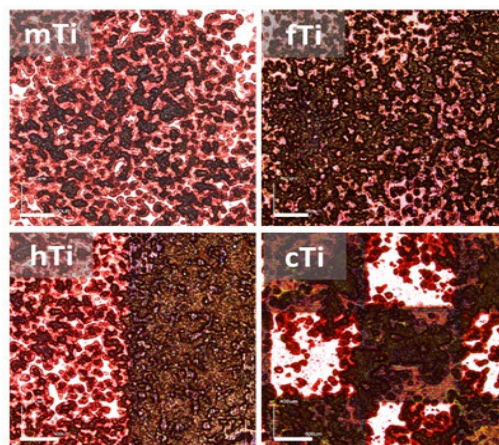


Figure 6. Evaluation of calcification of MC3T3-E1 cultured on Ti specimens using alizarin red s staining, where calcified deposits were appeared a crimson color.

(一部のデータは論文投稿中のため、記載されていない。)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Eda Yuzuki, Manaka Tomoyo, Hanawa Takao, Chen Peng, Ashida Maki, Noda Kazuhiko	4. 巻 54
2. 論文標題 X ray photoelectron spectroscopy based valence band spectra of passive films on titanium	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Surface and Interface Analysis	6. 最初と最後の頁 892 ~ 898
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sia.7102	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 Sato Hiromitsu, Chen Peng, Ashida Maki, Tsutsumi Yusuke, Harada Hiroyuki, Hanawa Takao	4. 巻 41
2. 論文標題 Evaluation of cytocompatibility and osteoconductivity of Zr-14Nb-5Ta-1Mo alloy with MC3T3-E1 cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 421 ~ 428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2021-169	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 Tsutsumi Harumi, Tsutsumi Yusuke, Shimabukuro Masaya, Manaka Tomoyo, Chen Peng, Ashida Maki, Ishikawa Kunio, Katayama Hideki, Hanawa Takao	4. 巻 11
2. 論文標題 Investigation of the Long-Term Antibacterial Properties of Titanium by Two-Step Micro-Arc Oxidation Treatment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Coatings	6. 最初と最後の頁 798 ~ 798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/coatings11070798	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 Shimabukuro Masaya, Tsutsumi Harumi, Tsutsumi Yusuke, Manaka Tomoyo, Chen Peng, Ashida Maki, Ishikawa Kunio, Katayama Hideki, Hanawa Takao	4. 巻 40
2. 論文標題 Enhancement of antibacterial property of titanium by two-step micro arc oxidation treatment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 592 ~ 598
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2020-188	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 Hiji Akari, Hanawa Takao, Yokoi Taishi, Chen Peng, Ashida Maki, Kawashita Masakazu	4. 巻 37
2. 論文標題 Time Transient of Calcium and Phosphate Ion Adsorption by Rutile Crystal Facets in Hanks' Solution Characterized by XPS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 3597 ~ 3604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c03540	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 Hiji Akari, Hanawa Takao, Shimabukuro Masaya, Chen Peng, Ashida Maki, Ishikawa Kunio	4. 巻 53
2. 論文標題 Initial formation kinetics of calcium phosphate on titanium in Hanks' solution characterized using XPS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surface and Interface Analysis	6. 最初と最後の頁 185 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sia.6900	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 Zhao Qian, Ueno Takeshi, Chen Peng, Nozaki Kosuke, Tan Tianbo, Hanawa Takao, Wakabayashi Noriyuki	4. 巻 34
2. 論文標題 Fabrication of micro-/submicro-/nanostructured surfaces on Ti?Zr alloy by varying H2SO4/H2O2 treatment conditions and investigations of fundamental properties of a typical surface	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Surfaces and Interfaces	6. 最初と最後の頁 102390 ~ 102390
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.surfin.2022.102390	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 Chen Peng, Liu Huihong, Niinomi Mitsuo, Horita Zenji, Fujii Hidetoshi, Hanawa Takao	4. 巻 61
2. 論文標題 Fatigue Property and Cytocompatibility of a Biomedical Co?Cr?Mo Alloy Subjected to a High Pressure Torsion and a Subsequent Short Time Annealing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 361 ~ 367
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-M2019148	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 Ashida Maki, Tsutsumi Yusuke, Homma Kou, Chen Peng, Shimojo Masayuki, Hanawa Takao	4. 巻 61
2. 論文標題 Design of Zirconium Quaternary System Alloys and Their Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 776 ~ 781
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-M2019315	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 SHIMABUKURO Masaya, TSUTSUMI Yusuke, NOZAKI Kosuke, CHEN Peng, YAMADA Risa, ASHIDA Maki, DOI Hisashi, NAGAI Akiko, HANAWA Takao	4. 巻 39
2. 論文標題 Investigation of antibacterial effect of copper introduced titanium surface by electrochemical treatment against facultative anaerobic bacteria	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 639 ~ 647
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2019-178	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 Rajan S Thanka, V V Anusha Thampi, Terada-Nakaishi Michiko, Chen Peng, Hanawa Takao, Nandakumar A K, Subramanian B	4. 巻 15
2. 論文標題 Zirconium-based metallic glass and zirconia coatings to inhibit bone formation on titanium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biomedical Materials	6. 最初と最後の頁 065019 ~ 065019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-605X/aba23a	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 Tsutsumi Yusuke, Muto Izumi, Nakano Shigeyuki, Tsukada Junichi, Manaka Tomoyo, Chen Peng, Ashida Maki, Sugawara Yu, Shimojo Masayuki, Hara Nobuyoshi, Katayama Hideki, Hanawa Takao	4. 巻 167
2. 論文標題 Effect of Impurity Elements on Localized Corrosion of Zirconium in Chloride Containing Environment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 141507 ~ 141507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/1945-7111/abc5d8	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 Hiji Akari, Hanawa Takao, Shimabukuro Masaya, Chen Peng, Ashida Maki, Ishikawa Kunio	4. 巻 53
2. 論文標題 Initial formation kinetics of calcium phosphate on titanium in Hanks' solution characterized using XPS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surface and Interface Analysis	6. 最初と最後の頁 185 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sia.6900	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 Shimabukuro Masaya, Manaka Tomoyo, Tsutsumi Yusuke, Nozaki Kosuke, Chen Peng, Ashida Maki, Nagai Akiko, Hanawa Takao	4. 巻 61
2. 論文標題 Corrosion Behavior and Bacterial Viability on Different Surface States of Copper	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 1143 ~ 1148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-M2020008	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 Shimabukuro Masaya, Hiji Akari, Manaka Tomoyo, Nozaki Kosuke, Chen Peng, Ashida Maki, Tsutsumi Yusuke, Nagai Akiko, Hanawa Takao	4. 巻 11
2. 論文標題 Time-Transient Effects of Silver and Copper in the Porous Titanium Dioxide Layer on Antibacterial Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Functional Biomaterials	6. 最初と最後の頁 44 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jfb11020044	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19件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Chen P, Uruma M, Ashida M, Hanawa T
2. 発表標題 Electrodeposition of collagen and calcium phosphate on titanium to improve soft tissue adhesion
3. 学会等名 International Dental Materials Congress 2022 (IDMC2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chen P, Takenaka K, Sato Y, Tsukamoto M, Ashida M, Hanawa T
2. 発表標題 Promotion of osteoconductivity of titanium with patterned surface groove topographies using femtosecond laser processing
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 江田悠月, 埜隆夫, 真中智世, 陳鵬, 蘆田茉希, 野田和彦
2. 発表標題 チタン不動態皮膜由来XPS価電子帯領域スペクトルの解析
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季(第170回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chen P, Uruma M, Ashida M, Hanawa T.
2. 発表標題 Electrodeposition of collagen and calcium phosphate on titanium to improve soft tissue adhesion
3. 学会等名 International Dental Materials Congress 2022 (IDMC2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chen P, Takenaka K, Sato Y, Tsukamoto M, Ashida M, Hanawa T
2. 発表標題 Promotion of osteoconductivity of titanium with patterned surface groove topographies using femtosecond laser processing
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chen P, Sato H, Ashida M, Tsutsumi Y, Harada H, Hanawa T
2. 発表標題 Proliferation, differentiation and calcification of MC3T3-E1 cells on Zr-14Nb-5Ta-1Mo alloy
3. 学会等名 2022 Hawaii - Joint Symposium - SFB + JSB (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 鵬
2. 発表標題 新生骨の再生を促進する次世代インプラント表面微細構造設計
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2022年年会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 鵬, 蘆田茉希, 篠永東吾, 佐藤雄二, 塚本雅裕, 埴 隆夫
2. 発表標題 フェムト秒 レ ザを用いたチタン表面微細構造制御による新生骨の再生促進に関するin vitro評価
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季(第170回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chen P, Shinohara N, Ashida M, Sato Y, Tsukamoto M, Hanawa T
2. 発表標題 Nanobiotechnology for smart surface designing of metallic dental implants
3. 学会等名 International Thin Film Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chen P
2. 発表標題 Regulation of preosteoblast behaviors by patterned titanium topography
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 Chen P
2. 発表標題 Regulation of proliferation and differentiation of osteoblast-like cells by titanium with micro/nano-topography designs
3. 学会等名 The 8th Joint Symposium between IBB/TMDU and Chulalongkorn University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 鵬
2. 発表標題 表面微細構造による新生骨の再生を促進する次世代インプラント表面設計の創製
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2022 年年会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 鵬、蘆田茉希、篠永東吾、佐藤雄二、塚本雅裕、塙 隆夫
2. 発表標題 フェムト秒 レ ザを用いたチタン表面微細構造制御による新生骨の再生促進に関するin vitro評価
3. 学会等名 日本金属学会 2022年春期(第170回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 鵬, 篠原直樹, 篠永東吾, 佐藤雄二, 塚本雅裕, 蘆田茉希, 埴 隆夫
2. 発表標題 フェムト秒レーザー照射でチタン表面に形成した微細構造パターンによる骨芽前駆細胞の増殖と石灰化のバランスの調節
3. 学会等名 日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 樋地あかり, 島袋将弥, 陳 鵬, 蘆田茉希, 埴 隆夫
2. 発表標題 TiおよびTiO ₂ 表面でのリン酸カルシウム初期形成の解析
3. 学会等名 日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Chen P, Shinohara N, Shinonaga T, Ashida M, Sato Y, Tsukamoto M, Tsutsumi Y, Hanawa T
2. 発表標題 Acceleration of proliferation and calcification of MC3T3-E1 cells by titanium with surface periodic nano-grooves patterns fabricated by femtosecond laser irradiation
3. 学会等名 第15回ナノ・バイオメディカル学会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Sato H, Chen P, Ashida M, Tsutsumi Y, Harada H, Hanawa T
2. 発表標題 Cytocompatibility of new designed Zr-14Nb-5Ta-1Mo alloy with mouse osteoblastic cells
3. 学会等名 第3回日本金属学会第7分野講演会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Chen P, Shinohara N, Shinonaga T, Ashida M, Sato Y, Tsutsumi Y, Tsukamoto M, Hanawa T
2. 発表標題 Improvement of osteoconduction of preosteoblast by titanium with patterned periodic nano surface topography fabricated by femtosecond laser irradiation
3. 学会等名 International Joint Symposium 2020 The 15th International Workshop on Biomaterials in Interface Science The 11th Symposium on Innovative Dental-Engineering Alliance (IDEA) (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 佐藤丈允, 陳 鵬, 蘆田茉希, 堤 祐介, 原田浩之, 埴 隆夫
2. 発表標題 骨芽細胞様細胞によるZr-14Nb-5Ta-1Mo合金の細胞適合性および骨伝導性の評価
3. 学会等名 日本金属学会2021年春期(第168回)講演大会
4. 発表年 2020年～2021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
---------	---------