

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 3 日現在

機関番号：32650

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09643

研究課題名(和文) 骨の質的因子と力学機能を考慮したインプラント周囲顎骨の適応性解明

研究課題名(英文) Elucidation of adaptability of peri-implant bone considering bone quality and mechanical function

研究代表者

松永 智 (Matsunaga, Satoru)

東京歯科大学・歯学部・准教授

研究者番号：70453751

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、ヒト歯科インプラント周囲顎骨における機能圧支持機能の定量評価およびオステオンが新生される荷重環境の解明と、骨の力学機能と質的因子の関連性からインプラント周囲骨の最適化手法を確立することを目的とした。研究は、ヒト試料の構造解析と、インプラント埋入を行う動物実験が行われた。ヒト顎骨に関する研究では、十分数の試料が確保され、構造解析(オステオン分布と方向、生体アパタイト(BAp)結晶配向性、コラーゲン線維の走行異方性)を完了した。動物実験については、負荷モデルを用いた骨質研究を完了した。いずれの研究成果も学術雑誌に投稿済みであり、生体力学解析による骨の最適化について検索を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究代表者は、「顎骨の構造特性と力学環境」を基盤とした研究を推進し、有歯・無歯顎骨の特性を明らかにしてきた。しかし、マクロ・ナノレベルの解析より得た構造特性だけでは、インプラントを介して周囲の骨に伝達される機能圧が、骨系細胞の動態に及ぼす影響を理解できない。インプラント周囲に新生されるオステオンは特異的であり、同部に対するメカノバイオロジーを基盤とした集学的研究の推進が急務であった。骨の構造的因子と材質的因子の解析をさらに進展させるとともに骨系細胞の動態解析を加え、その結果を数理解析にパラメータとして応用し統合的に解析することで、インプラント周囲顎骨の構造的・機能的特性の一端を解明できた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to establish a method for optimizing the peri-implant bone using the quantitative evaluation of the mechanical function in peri-implant bone and to elucidate the mechanical environment in which newly formed secondary osteon, and the relationship between the mechanical function and bone quality. The research involved structural analysis of human samples and animal experiments with implant placement. In the study on human jawbone, a sufficient number of samples were secured and structural analysis (osteon distribution and direction, biological apatite (BAp) crystal orientation, collagen fiber running anisotropy) was completed. For animal experiments, we completed a bone quality study using several load models. Both research results have been submitted to academic journals, and we applies these parameters for bone optimization by biomechanical analysis using finite element(FE) analysis.

研究分野：歯学

キーワード：骨質 力学機能 歯科インプラント オステオン 顎骨 生体アパタイト結晶配向性 コラーゲン線維の走行異方性 SHGイメージング

1. 研究開始当初の背景

近年の急速な骨生物学の進展により、骨細胞ネットワークがメカノセンサーとして注目されている。骨細胞は力学的負荷を感知して骨形成・骨吸収の機能を制御し、皮質骨ではオステオンを、海綿骨ではパケットを単位として、骨リモデリングにおける重要な役割を担っている。一方、歯科インプラント周囲顎骨において、本来の海綿骨領域に皮質骨の特徴的構造であるオステオンが多数出現すると報告されている。オステオンが新生される部位はインプラント体の近傍であり、オッセオインテグレーションから連続している。そのため、インプラント周囲の皮質骨様構造は埋入後の荷重環境に顎骨が適応した結果であり、機能圧の負担・緩衝に大きな役割を果たしていると考えられる。しかしながら、現在のインプラント研究ではインプラント骨 - 界面におけるオッセオインテグレーションのみに注目が集まり、周囲顎骨、特にオッセオインテグレーション部位および新生されたオステオンの構造特性と力学環境の関連については解明されていない部分が多い。

2. 研究の目的

そこで本申請課題では、骨質解析によるインプラント周囲顎骨の荷重支持機能の定量評価とオステオンが新生される荷重環境の解明、および骨の質的因子と力学機能を考慮した顎骨最適化手法の確立の2点を目的とした。

従来の歯科インプラント学では、ナノ・ミクロ・マクロの各スケールごとの研究が多い傾向にある。この点を打破するために、本研究では、これまで研究代表者が推進してきた「顎骨の構造特性と力学機能の定量化」の研究をさらに進めるとともに、骨生物学的な手技・概念を導入して、統合的な骨研究を推進することとした。このようなメカノバイオロジーをも考慮したアプローチで、インプラント周囲骨の特性の理解をさらに深めることができることが、学術的な特色といえる。本申請では、動物実験におけるインプラント周囲骨の動態を材料工学的手法、組織学的手法、生体力学的手法を用いて解析し、その結果を解剖遺体から採取したヒトインプラント顎骨の変化と比較解析することにより、歯科インプラントに対して高精度の骨評価、治療予測を可能としようという点が独創的である。

3. 研究の方法

ビーグル犬顎骨にインプラントを埋入し咬合力の差異により生じるインプラント周囲骨の変化を 1) 生体アパタイト (BAp) 結晶配向とコラーゲン走行の異方性、2) 骨細胞の動態とリモデリング機序、3) 骨梁三次元ネットワークの構造解析を行い、定量データとして抽出したそれぞれのパラメータを顎骨シミュレータに導入することで、インプラント周囲顎骨の最適力学環境の評価法を確立する。

骨質解析としては、微小領域エックス線回折装置を用いた BAp 結晶配向性解析と多光子励起位相差顕微鏡を用いた SHG イメージングによるコラーゲン線維束の走行異方性解析を行った。また、インプラント周囲骨における骨系細胞の動態とリモデリング解析として、骨細胞におけるスクレロスチン、骨芽細胞におけるオステリックスの発現を免疫染色、ファロイジンによるアクチン線維の蛍光染色にて骨細胞ネットワークを解析するとともに、オステオンとパケットの分布について解析を行った。また、Bulk 染色を用いてマイクロクラックと周囲骨のリモデリングの関連性について検討を行った。骨梁三次元ネットワークの構造解析については、従来通りの TRI/3D-BON を用いて骨形態計測を行った。これらの結果を蓄積し、インプラント周囲顎骨における荷重伝達経路と応力値計算 (マイクロ/ナノ応力) を行った。

動物実験とヒト試料作製

ビーグル成犬右側下顎臼歯部に歯科インプラントを埋入し、異なる荷重負荷を与える。

・荷重負荷群とコントロール群の設定

荷重負荷群 : a) 無荷重負荷群、b) インプラント埋入後咬合による通常荷重負荷群

コントロール群 : a) 左側下顎有歯顎、b) 右側下顎臼歯部抜歯後の無歯顎

・荷重負荷群とコントロール群のインプラント周囲顎骨および顎骨を摘出後、各スケールの解析を以下の方法で推進する。関心領域は、本来の皮質骨と連続する領域、インプラント体近傍の骨内部に形成された皮質骨様領域、海綿質領域とする。

ヒト試料作製

東京歯科大学解剖学講座所蔵のインプラントを有する顎骨 (生前に埋入され顎口腔機能を確認済) から研磨標本作製し、動物実験と同様の関心領域設定を行う。

1) 生体アパタイト (BAp) の結晶配向とコラーゲン線維の走行解析

インプラント埋入後、3ヶ月、12ヶ月にインプラント 骨界面から骨梁への移行部における生体

アパタイト結晶配向性とコラーゲンの走行方向を経時的に評価し、歯 歯根膜において構築される強固な三次元構造と比較を行う。骨質の回復には、骨量回復後さらに数カ月以上を要することから、負荷の有無と方向の違いによるデータ解析により、インプラント周囲ナノ構造とメカニカルストレスとの関連性を定量的に評価する。

a) 微小領域エックス線回折法を用いた生体アパタイト結晶配向性解析

- ・インプラント体を中心とした顎骨の連続的な X 線回折強度比の算出

各設定条件時における回折強度比のデータを算出し、周囲骨におけるきわめて局所的な BAp 結晶の優先配向性の推移を検索する。

b) コラーゲン線維走行の定量的評価

- ・コラーゲン線維走行方向の異方性解析

ヒトインプラント周囲顎骨におけるオステオンのコラーゲン線維走行が特異的であることを確認している。そこで、コラーゲン線維の走行を経時的に記録し、BAp 結晶配向性のデータと照らし合わせる。インプラント周囲に最初の骨造成がなされた時点、荷重付与してから最初のリモデリング時、そして BAp 結晶優先配向性を獲得した直後におけるコラーゲン線維を、多光子励起位相差顕微鏡による SHG イメージングを用いて確認する。

2) 骨系細胞の動態と微小骨折/リモデリングの解析

a) インプラント周囲骨のリモデリング解析

リモデリング時の BMU(basic structural unit)から、オステオンとパケットの分布を解析することで、皮質骨領域と海綿骨領域をリモデリング様式によって判別する。

b) 骨系細胞の動態解析

- ・ EDTA により脱灰標本を作製し、骨芽細胞/骨細胞/破骨細胞動態を解析する。
- ・ 骨細胞における sclerositin、骨芽細胞における osterix の発現を免疫染色で検討する。
- ・ ファロイジンによるアクチン線維の蛍光染色にて骨細胞ネットワークの解析を行う。

c) マイクロクラックとリモデリングの関連性

・ bulk 染色法を用いてマイクロクラックと骨リモデリング機序、特にインプラント機能時の咬合力に起因するマイクロクラック発生と、周囲骨のリモデリングの関連性を検討する。

3) 骨梁三次元ネットワークの構造解析

それぞれの荷重条件下における、インプラント周囲骨梁ネットワークの構造特性を明らかにす

ることで、マクロ構造としてインプラント影響下にある骨領域を同定する。

マルチスケール解析への展開

・三次元有限要素 (FE) 法を用いたバイオメカニクスシミュレーション

これまでの研究において蓄積したインプラント周囲顎骨における荷重伝達経路と応力値計算事例のデータベースを応用し、応力値計算 (マイクロ/ナノ応力) を行う。

4. 研究成果

ヒト試料における形態解析および BAp 結晶配向性解析と SHG イメージングによるコラーゲン線維束の走行異方性解析の結果、インプラント周囲顎骨は、形態こそ通常の顎骨に類似しているものの、その骨の質的因子は特異的であることを示した。インプラント体周囲におけるオステオン分布を解析した結果、インプラント埋入にともない本来の海綿骨領域が緻密骨領域に変遷していくことを明らかにした。本結果については第 49 回日本口腔インプラント学会デンツプライシロナ賞を受賞しており (2019 年)、詳細な内容についてはすでに学术论文を執筆済みであり、現在投稿中である。また、動物実験については、無負荷モデル、負荷モデルを用いた研究に加えて、オステオン形成モデルマウスを作製してインプラント埋入を行っており、血液供給とオステオン形成の関連性についても興味深い知見が得られている。

さらに、これらの結果を鑑み、インプラント周囲顎骨におけるコラーゲン線維走行異方性を取り入れた三次元有限要素解析を行い、骨質因子を考慮したインプラント周囲顎骨の最適化過程の一端を解明した。今後はさらに骨質パラメータを導入した数理解析を応用して、インプラント手術の予後予測などを行っていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tasaka Akinori, Matsunaga Satoru, Odaka Kento, Ishizaki Ken, Ueda Takayuki, Abe Shinich, Yoshinari Masao, Yamashita Shuichiro, Sakurai Kaoru	4. 巻 63
2. 論文標題 Accuracy and retention of denture base fabricated by heat curing and additive manufacturing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontic Research	6. 最初と最後の頁 85 ~ 89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpjor.2018.08.007	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 Matsunaga Satoru, Yamada Masashi, Kasahara Norio, Kasahara Masaaki, Odaka Kento, Fujii Rie, Miyayoshi Norihito, Sekiya Sayo, Sako Ryo, Sugiuchi Akin, Abe Shinichi, Furusawa Masahiro	4. 巻 28
2. 論文標題 Tooth Root Cross-section Variations of Significance for Endodontic Microsurgery and Predicted Risk of Concealed Canal Isthmus Based on Cross-sectional Morphology: Three-dimensional Morphological Analysis of Japanese Maxillary First Molars Using Micro-CT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Hard Tissue Biology	6. 最初と最後の頁 153 ~ 158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2485/jhtb.28.153	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 Tasaka Akinori, Uekubo Yuuki, Mitsui Tomoharu, Kasahara Takao, Takanashi Takuya, Homma Shinya, Matsunaga Satoru, Abe Shinichi, Yoshinari Masao, Yajima Yasutomo, Sakurai Kaoru, Yamashita Shuichiro	4. 巻 19
2. 論文標題 Applying intraoral scanner to residual ridge in edentulous regions: in vitro evaluation of inter-operator validity to confirm trueness	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Oral Health	6. 最初と最後の頁 264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12903-019-0918-y	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 Arakawa Keitaro, Matsunaga Satoru, Nojima Kunihiko, Nakano Takayoshi, Abe Shinichi, Yoshinari Masao, Sueishi Kenji	4. 巻 28
2. 論文標題 Micro- and Nanostructural Characteristics of Rat Masseter Muscle Enteses	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Hard Tissue Biology	6. 最初と最後の頁 365 ~ 370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2485/jhtb.28.365	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 Odaka Kento, Matsunaga Satoru	4. 巻 in press
2. 論文標題 Course of the Maxillary Vein and its Positional Relationship With the Mandibular Ramus Require Attention During Mandibuloplasty	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Craniofacial Surgery	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/SCS.00000000000006174	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 Kasahara Masaaki, Matsunaga Satoru, Someya Tomoko, Kitamura Kei, Odaka Kento, Ishimoto Takuya, Nakano Takayoshi, Abe Shinichi, Hattori Masayuki	4. 巻 in press
2. 論文標題 Micro- and nano-bone analyses of the human mandible coronoid process and tendon-bone entheses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jbm.b.34609	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 Furukawa, T., Matsunaga, S., Morioka, T., Nakano, T., Abe, S., Yoshinari, M., Yajima, Y.	4. 巻 107
2. 論文標題 Study on bone quality in the human mandible -Alignment of biological apatite crystallites-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials	6. 最初と最後の頁 838-846
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jbm.b.34180.30296354.	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 Tasaka, A., Matsunaga, S., Odaka, K., Ishizaki, K., Ueda, T., Abe, S., Yoshinari, M., Yamashita, S., Sakurai, K.	4. 巻 63
2. 論文標題 Accuracy and retention of denture base fabricated y heat curing and additive manufacturing.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontic Research	6. 最初と最後の頁 85-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpor.2018.08.007.	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 Hirouchi, H., Shimoo, Y., Matsunaga, S., Yamamoto, M., Kitamura, K., Odaka, K., Koresawa, K., Yanagisawa, N., Sakiyama, K., Takayama, T., Hayashi, K., Chang, WJ., Abe S.	4. 巻 27
2. 論文標題 Morphological study on the fibula in Japanese: Basic anatomical study for Maxillofacial reconstruction.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Hard Tissue Biology	6. 最初と最後の頁 287-294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2485/jhtb.27.287	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 Mitomo, K., Matsunaga, S., Kitamura, K., Nakamura, T., Saito, A., Komori, T., Muramatsu, T., Yamaguchi, A.	4. 巻 120
2. 論文標題 Sphenoid bone hypoplasia is a skeletal phenotype of cleidocranial dysplasia in a mouse model and patients.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bone	6. 最初と最後の頁 176-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bone.2018.10.028.	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 Sugahara Keisuke, Koyachi Masahide, Koyama Yu, Sugimoto Maki, Matsunaga Satoru, Odaka Kento, Abe Shinichi, Katakura Akira	4. 巻 11
2. 論文標題 Mixed reality and three dimensional printed models for resection of maxillary tumor: a case report	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Quantitative Imaging in Medicine and Surgery	6. 最初と最後の頁 2187 ~ 2194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21037/qims-20-597	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 NAKAJIMA Kosuke, MATSUNAGA Satoru, MORIOKA Toshiyuki, NAKANO Takayoshi, ABE Shinichi, FURUYA Yoshitaka, YAJIMA Yasutomo	4. 巻 39
2. 論文標題 Effects of unloading by tail suspension on biological apatite crystallite alignment in mouse femur	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 670 ~ 677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4012/dmj.2019-187	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 Koyachi M., Sugahara K., Odaka K., Matsunaga S., Abe S., Sugimoto M., Katakura A.	4. 巻 50
2. 論文標題 Accuracy of Le Fort I osteotomy with combined computer-aided design/computer-aided manufacturing technology and mixed reality	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery	6. 最初と最後の頁 782 ~ 790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijom.2020.09.026	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 Nakamura-Takahashi Aki, Tanase Toshiki, Matsunaga Satoru, Shintani Seikou, Abe Shinichi, Nitahara-Kasahara Yuko, Watanabe Atsushi, Hirai Yukihiko, Okada Takashi, Yamaguchi Akira, Kasahara Masataka	4. 巻 106
2. 論文標題 High-Level Expression of Alkaline Phosphatase by Adeno-Associated Virus Vector Ameliorates Pathological Bone Structure in a Hypophosphatasia Mouse Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Calcified Tissue International	6. 最初と最後の頁 665 ~ 677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00223-020-00676-5	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15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 小川雄大, 廣内英智, 野口 拓, 山本将仁, 松永智, 阿部伸一
2. 発表標題 日本人腭骨は顎顔面再建手術後の歯科インプラント埋入に十分な骨量/骨質を有するのか?
3. 学会等名 第49回日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島孝輔, 松永智, 古川文博, 阿部伸一, 古谷義隆, 矢島安朝
2. 発表標題 マウス大腿骨の生体アパタイト結晶配向性が尾部懸垂により生じる変化について
3. 学会等名 第49回日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松永 智, 是澤和人, 奥寺元, 鈴木正史, 吉成正雄, 矢島安朝, 阿部伸一
2. 発表標題 歯科インプラント周囲に新生された顎骨のマイクロ/ナノ構造特性
3. 学会等名 第49回日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大津雄人, 松永 智, 中島孝輔, 古川丈博, 矢島安朝
2. 発表標題 尾部懸垂マウス大腿骨へ埋入したインプラントの周囲骨への影響
3. 学会等名 第49回日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大津雄人, 松永智, 中島孝輔, 古川丈博, 阿部伸一, 矢島安朝
2. 発表標題 尾部懸垂マウス大腿骨へ埋入したインプラント周囲骨への影響
3. 学会等名 第23回日本顎顔面口腔インプラント学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugahara, K., Koyachi, M., Odaka, K., Matsunaga, S., Abe, S., Katakura, A.
2. 発表標題 Surgical Application of 3D devices and Mixed Reality in Oral and Maxillofacial Surgery.
3. 学会等名 7th Biennial Congress of the ADT Tokyo
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 草場 岳, 松永 智, 小川雄大, 水野周平, 野島邦彦, 西井 康
2. 発表標題 筋機能低下にともなう下顎骨咬筋付着部のミクロ/ナノ構造特性変化
3. 学会等名 第78回東京矯正歯科学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小高研人, 是澤和人, 松永 智, 阿部伸一
2. 発表標題 インプラント周囲骨における骨質特性の分析
3. 学会等名 第305回東京歯科大学学会・例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 是澤和人, 松永 智, 奥寺 元, 鈴木正史, 吉成正雄, 矢島安朝, 阿部伸一
2. 発表標題 埋入後インプラント体周囲に新生されたオステオン様構造の動向
3. 学会等名 第48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 2018年

1. 発表者名 古川丈博, 松永 智, 中島孝輔, 森岡俊行, 中野貴由, 阿部伸一, 吉成正雄, 矢島安朝
2. 発表標題 ヒト無歯下顎骨前歯部皮質骨における生体アパタイト結晶配向性
3. 学会等名 第48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 2018年

1. 発表者名 小川 雄大, 廣内 英智, 山本 将仁, 松永 智, 阿部伸一
2. 発表標題 顎顔面再建手術後の歯科インプラント埋入を想定した日本人腭骨の解剖学的研究
3. 学会等名 第48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 2018年

1. 発表者名 松永 智, 是澤和人, 奥寺 元, 鈴木正史, 吉成正雄, 矢島 安朝, 阿部 伸一
2. 発表標題 歯科インプラント周囲に新生された顎骨のミクロ/ナノ構造特性
3. 学会等名 第48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 2018年

1. 発表者名 高橋有希, 棚瀬稔貴, 松永 智, 阿部伸一, 新谷誠康, 笠原正貴
2. 発表標題 高用量のアデノ随伴ウィルスベクターは低ホスファターゼ症の大腿骨伸長不全を改善する
3. 学会等名 第306回東京歯科大学学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三友啓介, 松永 智, 北村啓, 中村 貴, 齋藤暁子, 東 俊文, 阿部伸一, 末石研二, 山口 朗, 村松 敬
2. 発表標題 鎖骨頭蓋異形成症における蝶形骨形成障害の病態解明
3. 学会等名 第306回東京歯科大学学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fu, Y., Ito, K., Takano, N., Odaka, K., Matsunaga, S.
2. 発表標題 SHG image-based 3D finite element analysis of peri-implant mandibular bone considering collagen fiber
3. 学会等名 日本機械学会第31回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 松永 智（分担加筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医歯薬出版株式会社	5. 総ページ数 192
3. 書名 やさしくわかる歯と口腔のビジュアルガイド	

1. 著者名 阿部伸一，松永 智，矢島安朝，松浦正朗 他（分担執筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医歯薬出版	5. 総ページ数 134
3. 書名 口腔インプラント治療指針 2020	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京歯科大学ブランディング事業 http://www.tdc.ac.jp/college/activity/branding/tabid/659/Default.aspx</p>

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	疋田 温彦 (Hikita Atsuhiko) (60443397)	東京大学・医学部附属病院・特任研究員 (12601)	

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