

2026 年 8 月 20 日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

ミクロとナノの二重構造でインプラントを骨に強く固定 —高密度ナノスパイクを備えた新しいチタン表面を開発—

【発表のポイント】

- インプラント治療の成功には、インプラントと骨の強固で質の高い骨結合^(注 1)が不可欠であり、骨結合能をさらに高める新たなインプラント表面改質技術が求められています。
- ミクロ・ナノ階層構造を有するチタン表面が、骨芽細胞^(注 2)の分化石灰化を促進するとともに、インプラント表面からの骨形成を促し、骨結合強度を向上させることが明らかになりました。
- チタン表面の微細な形状設計によって生体応答を制御できる可能性があり、骨結合能に優れた次世代インプラント開発への応用が期待されます。

【概要】

歯科用インプラントは、失われた歯の機能を回復する有効な治療法として広く普及しています。しかし、その長期的な成功には、インプラントと骨が強固に結合する「骨結合」が不可欠です。そのため、骨結合をより早期かつ強固に形成できる、新たなインプラント表面改質技術の開発が求められています。

東北大学大学院歯学研究科の大竹孝幸助教、江草宏教授、同大学院医工学研究科（歯学研究科兼任）の山田将博教授らの研究グループは、ミクロスケールの粗面上に高密度のナノスケール突起を形成した、階層化チタン表面を開発しました。この三次元的なナノ表面形態は、チタン表面の電気的性質を変化させ、タンパク質の吸着、骨芽細胞の分化および細胞外基質の石灰化を促進しました。その結果、ラット上顎骨への埋入モデルにおいて、インプラント表面からの骨形成が促され、従来のインプラント表面よりも著しく強く骨結合することが明らかとなりました。

本研究成果は、チタン表面のミクロ・ナノ形状と、それに伴う物理的特性の変化を利用して骨形成を制御する、新たなインプラント表面設計の可能性を示すものです。

本研究成果は、2026 年 8 月 13 日に国際学術誌 Discover Nano に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

歯科用インプラントは、失われた歯の機能を回復する有効な治療法として広く普及しています。しかし、骨量や骨質が低下した部位への埋入や、埋入後すぐに噛める状態にして治療期間の短縮を実現するためには、より高い骨結合能を有するインプラントの開発が求められています。そのため、インプラント表面を改質して骨結合を促進する技術の開発は、重要な研究課題となっています。

今回の取り組み

東北大学大学院歯学研究科 分子・再生歯科補綴学分野の大竹孝幸助教、江草宏教授、および同大学院医工学研究科 メカノ医歯工学分野（歯学研究科 生体再生歯工学分野兼任）の山田将博教授らの研究グループは、ミクロスケールの粗面上にナノスケールの突起を形成した、複雑な階層構造を有するチタン表面を開発しました。

本研究で開発した階層化チタンナノ表面は、表面の電氣的性質を変化させるとともに、骨芽細胞へ直接的な物理刺激を与えることを特徴としています。

細胞生物学的および組織学的研究の結果、階層化チタンナノ表面は、従来型の表面と比較してタンパク質の吸着量が増加するとともに、表面上で培養した骨髄間質細胞の骨芽細胞への分化および細胞外基質の石灰化を促進することが明らかとなりました。

さらに、ラット上顎骨埋入モデルにおいて、従来型のインプラント表面と比較して約 2 倍の骨結合強度を示しました。また、インプラント表面への骨の直接形成が促進されることが示唆されました（図 2）。

これらの結果から、階層化チタン表面では、表面形状が生み出す物理的作用を介して骨結合が促進される機序が明らかとなりました。

今後の展開

本研究成果は、チタン表面の形状を設計することにより、その物理的性質を制御し、生体応答を促進できる可能性を示すものです。

この知見は、表面形状が生体応答に及ぼす作用を活用した、新たなインプラント表面設計の可能性を広げるものです。今後、本技術が、骨結合能に優れた次世代歯科用インプラントの開発や、骨量・骨質が低下した症例における治療成績の向上につながることを期待されます。

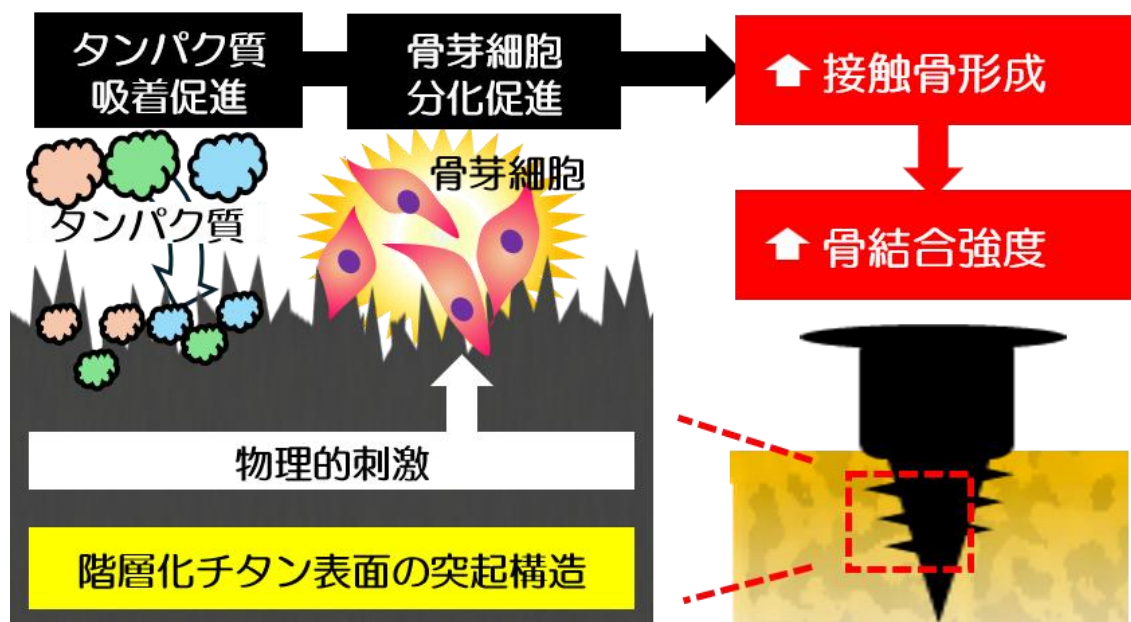


図 1. 階層化チタン表面による物理的作用を介した骨結合促進メカニズムの概念図

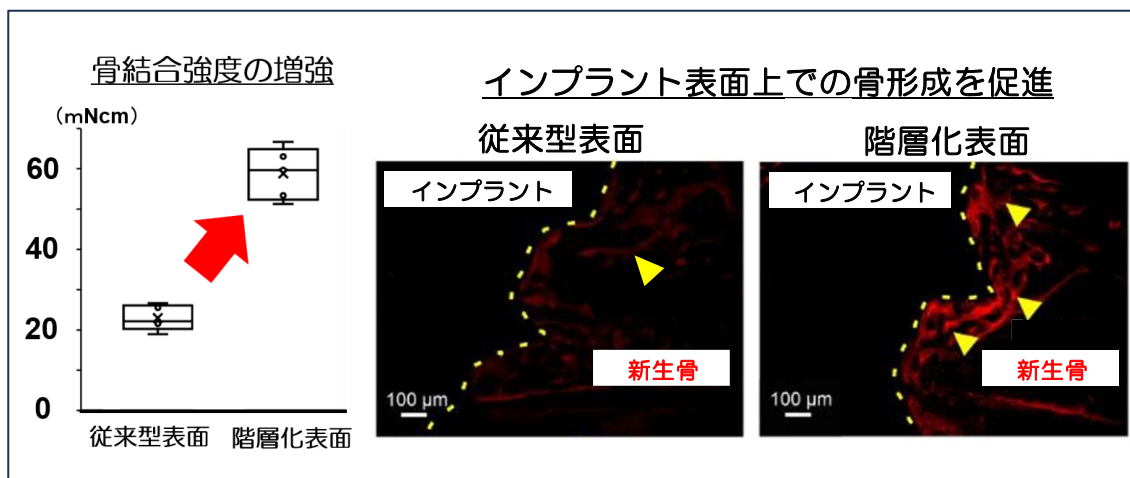


図 2. ラット上顎骨埋入モデルにおける骨結合強度およびインプラント表面への骨の直接形成の評価

【謝辞】

本研究は、科学研究費助成事業 基盤研究（B）（JP24K02625）の助成を受けて行われました。

【用語説明】

注1. 骨結合：インプラントと骨が直接結合し、力が加わっても安定した状態を維持できる現象。インプラント治療の長期的な成功を左右する重要な

要素となる。

注2. 骨芽細胞：骨を形成する細胞。骨の主成分となる骨基質を産生し、その後の石灰化を促すことで新しい骨を形成する役割を担う。

【論文情報】

タイトル：Anisotropic nanospikes on micro and nanoscale hierarchical titanium surfaces enhance early osseointegration of dental implants

著者：Takayuki Ohtake, Haruki Shikanai, Masahiro Yamada*, Jun Watanabe, and Hiroshi Egusa*

*責任著者：

東北大学大学院医工学研究科 メカノ医歯工学分野、大学院歯学研究科 生体再生歯工学分野 教授 山田 将博

東北大学大学院歯学研究科 分子・再生歯科補綴学分野 教授 江草 宏

掲載誌：Discover Nano

DOI：10.1186/s11671-026-04824-y

URL：https://link.springer.com/article/10.1186/s11671-026-04824-y

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院医工学研究科

メカノ医歯工学分野

東北大学大学院歯学研究科

生体再生歯工学分野

教授 山田 将博（やまだ まさひろ）

Email: masahiro.yamada.a2@tohoku.ac.jp

東北大学大学院歯学研究科

分子・再生歯科補綴学分野

教授 江草 宏（えぐさ ひろし）

Email: egu@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院歯学研究科

広報室

TEL: 022-717-8260

Email: den-koho@grp.tohoku.ac.jp