



TOHOKU
UNIVERSITY

東北大学

TOHOKU UNIVERSITY

Press Release

2024年7月9日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

**噛む力を利用して骨の強化を促す
チタンインプラント表面の微細加工技術を開発**
—物理的に生物機能を制御する新たなインプラント材料の開発へ期待—

【発表のポイント】

- 噛む力で、チタン製の人工歯根を支える骨を強化し続けることができれば、インプラント治療の成功率は長期的に高まります。
- 無数のナノ突起をもつチタンインプラント表面を形成できる微細加工法を開発しました。
- 本加工法を利用したインプラントは、骨代謝の活性を司る骨細胞^{*1}に物理的刺激を加えることで、三次元的な細胞間ネットワーク形成を促し、骨細胞の骨形成反応を高め続けることがわかりました。

【概要】

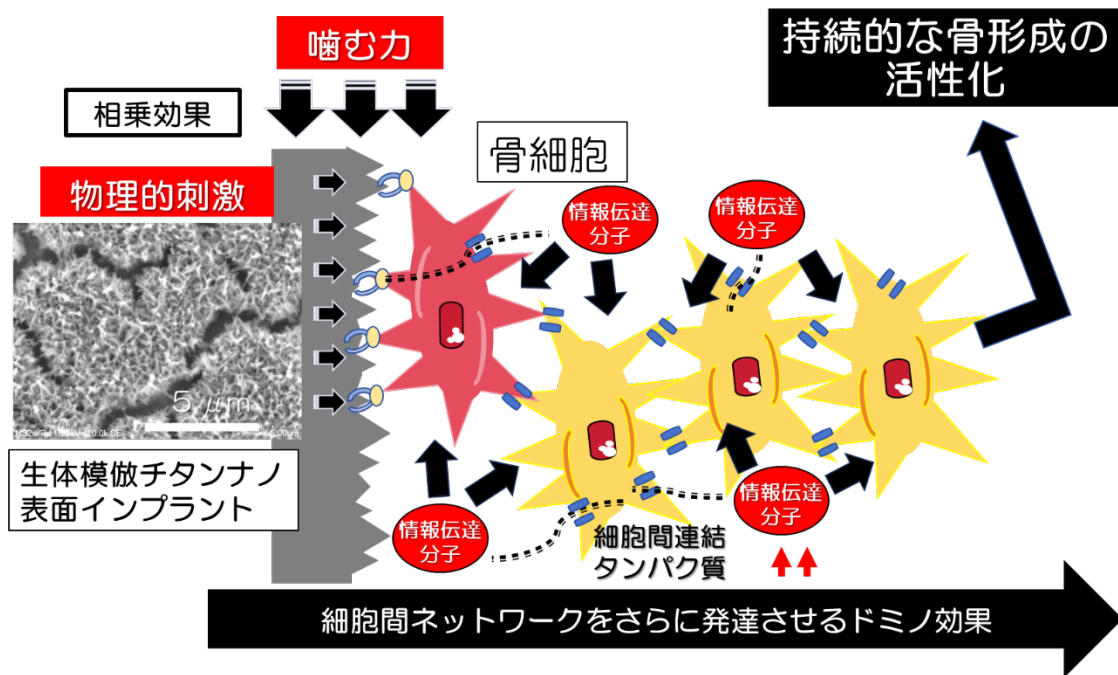
歯科用インプラントにおいては、噛む力を利用してインプラント周囲の骨を強くし続けることができれば、治療効果は長期的に安定すると考えられています。しかしこれまで、そのようなインプラントを形成する微細加工技術はありませんでした。

東北大学大学院歯学研究科分子・再生歯科補綴学分野の山田将博准教授および江草宏教授らの研究グループは、歯根表面に存在する歯周組織の一部がもつ物理的性質を模倣し、無数のナノ突起を形成する生体模倣チタン微細加工法を開発しました。

その生体模倣チタン表面に存在する無数のナノ突起が、付着した骨細胞を物理的に刺激し、三次元的な細胞間ネットワーク形成を促すとともに、噛む力との相乗効果により、細胞間ネットワークの発達と骨形成反応の活性化へと、骨細胞を自律的に制御し続ける可能性を示しました。

本研究成果により、生理的荷重に反応して骨を強くする新たなチタンインプラント材料の開発が期待できます。

本研究成果は、2024年7月2日に科学誌 Biomaterials Advances のオンライン版に掲載されました。



【詳細な説明】

研究の背景

歯科用インプラント治療は、必ずしも長期的に安定した状態が続くわけではありません。噛む力に反応して、インプラントを支える骨を強くすることができれば、インプラント治療の長期的な成功率を高めることが見込まれます。これまで、チタン製インプラントに特殊なネジ形状を付与することにより、加わる荷重を分配することで、インプラント周囲の骨の質を高める技術は報告されてきました。しかし、自発的に周囲の細胞に働きかけて骨を強くし、どのような形状のインプラントにも応用可能なインプラント表面の微細加工技術はありませんでした。

骨細胞は骨を構成する大多数の細胞集団であり、古い骨を除去し新しい骨に作り替える骨代謝を調整することで、骨の強さを調節する重要な細胞と考えられています。骨細胞は骨内で細胞同士連結した三次元ネットワークを形成し、その三次元ネットワークの発達度は骨に加わる荷重に対する骨形成活性化と密接に関連しています。

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山田将博准教授および江草 宏 教授らの研究グループは、歯根表面に存在する歯周組織の一部

であるセメント質の物理的性質を模倣した無数のナノ突起を形成する生体模倣チタン微細加工法を開発しました。その生体模倣チタン表面に存在する無数のナノ突起が、付着した骨細胞を物理的に刺激し、プロスタグランジンE2という細胞間情報伝達物資の分泌を介して、三次元的な細胞間ネットワーク形成を促すとともに、噛む力を模した繰り返し圧縮刺激との相乗効果により、骨細胞ネットワークの骨形成反応を高め続けることを示しました。本研究成果は、生体模倣チタンナノ表面を起点としたドミノ倒しのような骨細胞活性化の波及現象の細胞生物学的機序を解明するとともに、骨内に埋植した生体模倣チタンインプラントは、噛む力との相乗効果により、細胞間ネットワークの発達と骨形成反応の活性化へと、骨細胞を自律的に制御し続ける可能性を示しました。

今後の展望

本研究は、その成果として、生理的な荷重との相乗作用により、自律的に骨強度を高めるバイオマテリアルのナノデザイン戦略を示しました。この原理は、荷重を受け止めて身体機能を支える、あらゆるロードベアリングインプラント材料に応用できると期待できます。さらに、この生体模倣チタンナノ表面は、これまで様々な細胞種の機能を制御することで組織再生や炎症性骨吸収の予防をもたらすことが示されており、本ナノ表面微細加工技術の応用により、生物資源を必要とせず、細胞種横断的に物理的に生物機能を制御するスマートインプラント材料の開発が期待されます。

【謝辞】

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業 挑戦的研究（萌芽）（JP23K18585）および基盤研究（B: 24K02625）の一環で行われました。

【用語説明】

注1. 骨細胞：骨をつくる骨芽細胞が骨形成後に骨中に埋め込まれた状態で存在する細胞である。骨を構成する細胞の大部分を占め、神経細胞のような長い細胞突起を形成することにより、骨内で他の骨細胞と連結し、網目状の三次元ネットワークを形成する。骨細胞や骨を取り除く破骨細胞へ情報伝達し、それら細胞の機能を制御することで、骨代謝を調整する役割を担う。

【論文情報】

Journal: *Biomaterials Advances*

Title: Titanium nanotopography enhances mechano-response of osteocyte three-dimensional network toward osteoblast activation

Authors: Xindie He, Masahiro Yamada, Jun Watanabe, Qu Pengyu, Jiang Chen, Hiroshi Egusa

DOI: 10.1016/j.bioadv.2024.213939

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院歯学研究科

分子・再生歯科補綴学分野

准教授 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

電話: 022-717-8260

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