



2025年11月26日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

骨の表面にピタッと貼れるセラミック接着材 —医療デバイスの簡便な固定処置を目指して—

【発表のポイント】

- 骨に接着する材料は、「液体状のもの」を硬化反応させる接着剤しかありませんでしたが、硬化反応時の発熱や接着強さに課題がありました。
- 開発したセラミック接着材は、骨ミネラルと同じ成分で「固体状のもの」ですが、軽く押し当てるだけで瞬時に骨の表面に接着しました。
- 骨表面に固定して使用する医療デバイスやインプラントブルセンサーなどの簡便な固定処置への応用が期待されます。

【概要】

骨の表面に固定されるデバイスは、スクリューによって物理的または接着によって化学的に固定されますが、固定時の侵襲や接着性に課題がありました。

東北大学大学院歯学研究科の岡田正弘准教授は岡山大学と大阪大学との共同研究により、骨ミネラルと同じ成分のセラミックスを多孔質化することで、表層を脱灰したブタやラットの骨と瞬時に接着することを明らかにしました。このセラミック接着材は、軟組織用接着剤として体内で使用可能なフィブリン糊に比べて10倍以上強く接着しました。また、骨の表層を脱灰する条件によって接着強さもコントロール可能です。

本研究成果は、発生過程における骨ミネラルと有機物の安定化状態の変化から着想を得たもので、骨の表面に固定されるデバイスの簡便かつ迅速な接着固定技術としての応用が期待されます。

本研究成果は、2025年11月25日付でバイオマテリアル分野の国際専門誌 *Bioactive Materials* にオンライン公開されました。

【詳細な説明】

研究の背景

骨折部位を固定するプレートや骨の状態をモニタリングするインプラントブルセンサーは、骨表面に固定して使用されるデバイスです。これらは、スクリューによって物理的に固定、もしくは、生体用接着剤によって固定されます。しかし、物理的な固定は侵襲性が高く、さらに、「液体状のもの」を硬化反応させる接着剤は硬化反応時の発熱や接着強さに課題がありました。このため、これらの用途に簡便かつ迅速に使用できる技術の開発が強く望まれています。

今回の取り組み

東北大学大学院歯学研究科生体材料理工学分野の岡田正弘准教授は、岡山大学と大阪大学との共同研究により、リン酸カルシウム的一种であるアパタイト^(注1)を原料として生体組織と迅速かつ直接に接着する新しいタイプの接着材を開発しています。アパタイトは、骨ミネラルと同じ成分であることから、生体親和性の高いセラミック材料として体内での使用が認められた原料です。アパタイトナノ粒子の合成・成形・加熱処理によって多孔質^(注2)を制御した接着材^(注3)を作製し、様々な生体組織との接着を検討したところ、コラーゲンを主体とする真皮などの軟組織に高い接着力を示しました。しかし、硬い骨には接着を示しませんでした（図1グラフ：未処理の骨）。

そこで、骨発生過程における無機物と有機物の安定化状態の変化から着想を得て、骨表層のミネラルを除去（脱灰）してコラーゲンを露出させたところ、軟組織と同様に迅速かつ直接に接着すること（図1の写真）、さらに、軟組織用接着剤として体内で使用可能なフィブリン糊に比べて10倍以上の高い接着強さを示すことを発見しました（図1グラフ：フィブリン糊とアパタイト）。また、骨の表層を脱灰する条件をコントロールすることでアパタイトの接着強さが変化することも見出しています（図2）。

今後の展開

本技術は、骨表面に固定して使用する医療デバイスや世界的な普及が考えられるインプラントブルセンサーなどの簡便かつ迅速な固定処置への応用が期待されます。研究グループは今後、これらの実証実験を行なっていきます。

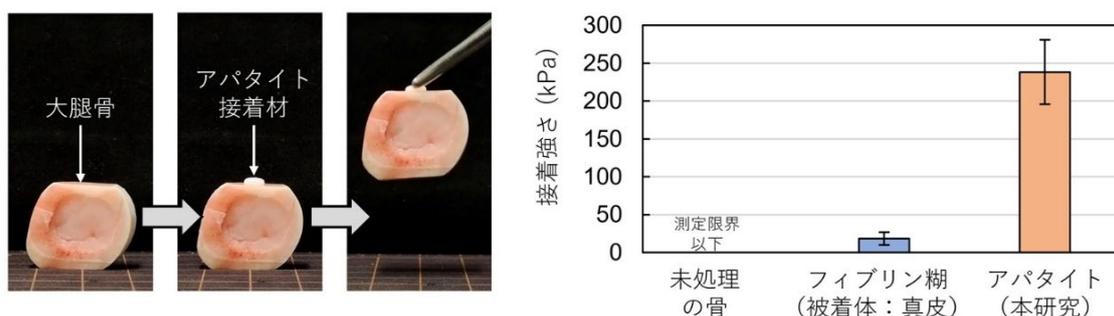


図 1. 骨に接着するアパタイト多孔質体とその接着強さ

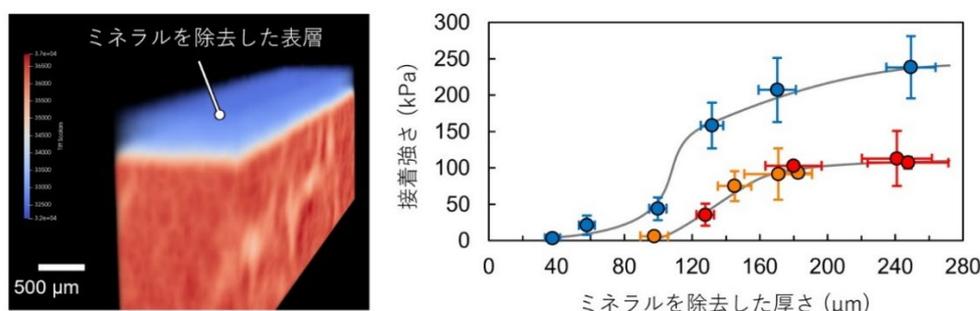


図 2. 骨表層のミネラル除去と接着強さの関係

【謝辞】

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構（JST）CREST 分解・劣化・安定化の精密材料科学領域「階層性自己組織化複合材料デザイン（JPMJCR22L5, 研究代表：松本卓也）」、独立行政法人日本学術振興会（JSPS）「科学研究費助成事業（JP23H00235 研究代表：中野貴由、JP23K24532 研究代表：松本卓也、JP24K02626 研究代表：岡田正弘、JP24K22187 研究代表：松本卓也、JP25K22163 研究代表：岡田正弘）」の支援を元に実施しました。本論文は『東北大学 2025 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業』の支援を受け、Open Access となっています（DOI：10.1016/j.bioactmat.2025.11.030）。

【用語説明】

- 注1. アパタイト：人の骨の主要成分で骨ミネラルとも呼ばれます。生体親和性が高い原料として知られており、骨補填材などとして使用されていますが、本研究成果に示す迅速な接着性を示すものはこれまでありませんでした。
- 注2. 多孔質：肉眼ではわかりにくくとも、顕微鏡下で穴が多数あいているものを多孔質といいます。本研究ではこの多孔質中に毛細管現象で吸水されることが接着力発現の1つのトリガーとなっています。
- 注3. 生体組織用接着剤/接着材：一般的にはフィブリンやシアノアクリレー

トなど化学反応で硬化する接着剤が使用されています。これらは十分に重合して始めて接着性を示すことから、接着性の発現に時間がある程度必要です。本接着材は接触した瞬間に接着力を示すもので、もともと固体であることから「接着材」として、「接着剤」とは異なる漢字を使用しています。

【論文情報】

タイトル : Robust adhesion between solid-state hydroxyapatite and bone tissue through surface demineralization

著者 : Shichao Xie, Masahiro Okada*, Haruyuki Aoyagi, Akihisa Otaka, Xiaofeng Yang, Takayoshi Nakano and Takuya Matsumoto*

*責任著者 : 東北大学大学院歯学研究科 准教授 岡田正弘

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 教授 松本卓也

掲載誌 : Bioactive Materials

DOI : 10.1016/j.bioactmat.2025.11.030

URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452199X25005602>

【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

生体材料理工学分野

准教授 岡田正弘

TEL: 022-717-8317

Email: masahiro.okada.c2@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