



## PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 6 年 5 月 24 日

岡 山 大 学

### 臓器への接着／脱着が可能な接着材を開発！外科手術の簡便化に期待

#### ◆発表のポイント

- ・臓器への瞬間接着、脱着を制御できる無機セラミックス系固体接着材を開発しました。
- ・開発した接着材は、軽い圧接だけで肝臓などの臓器に瞬時に接着し、外すこともできます。
- ・術中臓器の圧排や医療デバイスの固定など、外科処置の簡便化が期待できます。

岡山大学学術研究院医歯薬学域（歯）生体材料学分野の松本卓也教授、岡田正弘准教授（研究当時、現・東北大学大学院歯学研究科）、神戸大学大学院医学研究科肝胆膵外科学分野の福本巧教授、柳本泰明特命教授、大阪大学、九州大学の研究グループは、骨組織の主要構成成分であるリン酸カルシウム<sup>(1)</sup>の多孔化（孔がいっぱい開いた構造）制御により、真皮や肝臓などの生体軟組織と接着、脱着できる無機セラミックス系固体接着材を開発しました。さらに、この材料を用いることにより、外科手術の際の内臓臓器の圧排が簡便に行えることを示しました。この研究成果は 5 月 1 日、ドイツ科学誌「*Advanced Healthcare Materials*」のオンライン電子版で公開されました。

生体組織の接合や体内埋め込み型医療用デバイスの生体内への固定、といった目的には、現在、高分子製の縫合糸や化学硬化型の高分子接着材が広く使用されています。一方、医療現場においてはこれら用途にあたり簡便かつ迅速に使用できる生体組織用接着材の開発が望まれています。

本接着材は合成したリン酸カルシウム微小粉末をある程度の温度で焼くことで、小さな空孔を多く残した多孔質<sup>(2)</sup>材料です。本材料は生体組織の水分を吸水し臓器表面の線維性分子を効率よく引き寄せ、結果として生体組織、特に内臓臓器と強く結合します。また、大量の水分を接着界面に供給することで組織に傷をつけずに容易に外すこともできます。

本研究成果は、簡便かつ迅速に強い接着力を示す生体親和性に優れた新しい接着材として、手術における臓器、組織の圧排や医療用デバイスの体内固定への応用など、外科処置の簡便化に寄与することが期待されます。

#### ◆研究者からのひとこと

この接着材は、一般的な外科手術用途に加えて、イーロンマスクの会社“Neuralink”などで実用化が検討されている体内埋め込みデバイスの固定といった応用にも有効だと考えています。



松本教授

## PRESS RELEASE

### ■発表内容

#### <現状>

生体組織の接合や体内埋め込み型医療用デバイスの生体内への固定といった目的のために、高分子製の縫合糸や化学硬化型の高分子接着材が現在広く使用されています。しかし、これら接着技術は手技の煩雑さや長い硬化時間などが問題として残っており、これら用途に簡便かつ迅速に使用できる生体組織用接着材の開発が強く望まれています。また、接着用途に用いた後、簡便かつ組織に非侵襲で脱着できる材料にいたってはこれまでほとんど開発されていませんでした。

#### <研究成果の内容>

本研究グループは、リン酸カルシウム（ハイドロキシアパタイト）の粉末を原料に、生体組織への接着／脱着を実現できるリン酸カルシウム系接着材の開発に着手しました。リン酸カルシウムは元々生体骨組織の主要無機成分であり、生体親和性の高い材料として広く知られています。リン酸カルシウム微細ナノ粒子の合成、成形後、加熱処理し、多孔性を制御したプレートを作製し、この生体組織との接着を検討したところ、水分移動を大きく妨げる角化層を有する表皮に対して接着力を示さない一方で、角化層を有しない、真皮や腹腔内臓器に高い接着力を示しました。また、この移動する水分は主に組織構成分子が保有する中間水であることを明らかにしました。このアイデアは、骨発生過程における無機物と有機物の安定化状態の理解から着想したものです。この接着力は従来から生体組織用接着剤<sup>(3)</sup>として使用されるフィブリン系接着剤よりも3倍以上の接着強さになります。開発したリン酸カルシウム系接着材は軟組織に軽く圧接するだけで瞬時に接着します。さらに、接着界面に大量の水分を供給することで、組織に障害を残すことなく脱着できることも確認しました。実際のブタを用いた実験を通し、この材料を用いた肝臓の圧排を実現できることを確認しました。本材料は滅菌などの取り扱いも容易であり、また必要に応じて接着／脱着できる優れた軟組織用接着材として応用が期待されます。

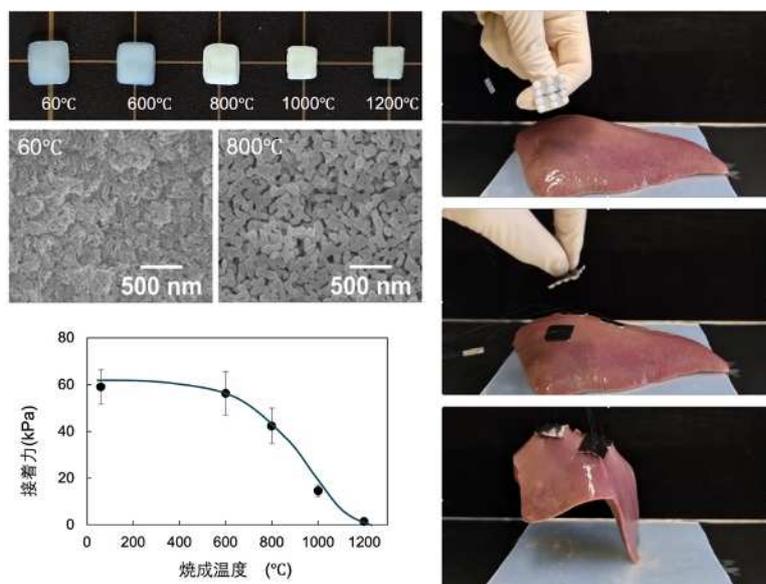


図 1. 開発したリン酸カルシウム製軟組織接着材の外観、材料を焼く温度にともない接着力が変化します（左写真とグラフ）。右写真は、本接着材を用いたブタ肝臓の持ち上げ実験の様子です。



### <社会的な意義>

今回の私たちの研究成果は、医療デバイスの体内固定など、外科処置の簡便化や多くの応用につながる成果です。

### ■論文情報

論文名：Water-mediated on-demand detachable solid-state adhesive of porous hydroxyapatite plate for organ retractions

掲載紙：Advanced Healthcare Materials

著者：Masahiro Okada, Shi Chao Xie, Yusuke Kobayashi, Hiroaki Yanagimoto, Daisuke Tsugawa, Masaru Tanaka, Takayoshi Nakano, Takumi Fukumoto and Takuya Matsumoto

DOI：10.1002/adhm.202304616

URL：<https://doi.org/10.1002/adhm.202304616>

### ■研究資金

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」（JP20H05225 研究代表：松本卓也、JP21K12683 研究代表：柳本泰明、JP21K18828 研究代表：岡田正弘、JP21H03123 研究代表：岡田正弘）の支援を元に実施しました。

### ■補足・用語説明

#### (1) リン酸カルシウム：

人の骨を構成する主要成分。生体安全性が高い材料として知られています。

#### (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。

#### (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重合する薬剤が生体組織用接着剤として使用されています。これらは十分に重合して始めて接着力を示すことから、接着力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、元々がプレート状です。プレート状であることから「接着材」として、「接着剤」とは異なる漢字を使用しています。



<お問い合わせ>

岡山大学学術研究院医歯薬学域（歯）

教授 松本 卓也

（電話番号）086-235-6667

（FAX番号）086-235-6669



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。