

M20250331_04_Illinois

骨折治癒のためにプログラマブル材料を導入

骨、鳥の羽、木材などの天然素材は、不規則な構造にもかかわらず、物理的な応力分布に対してインテリジェントなアプローチをとっている。しかし、応力調節とその構造との関係は、いまだに解明されていなかった。機械学習、最適化、3D プリンティング、ストレス実験を統合した新しい研究により、エンジニアは整形外科用大腿骨修復のために人間の骨の機能を再現する材料を開発することで、これらの自然の驚異についての洞察を得ることができた。



図 チームは、新しいバイオインスパイアード材料の 3D プリントされた樹脂プロトタイプを示しており、ここでは骨折した人間の大腿骨の合成モデルに取り付けられている。

上肢の長骨である大腿骨の骨折は、人間に広く見られる損傷であり、高齢者に多く見られる。エッジが折れると、亀裂の先端に応

力が集中し、亀裂が長くなる可能性が高くなる。骨折した大腿骨を修復する従来の方法は、通常、骨折の周囲に金属板をネジで取り付ける外科的処置を含み、緩み、慢性的な痛み、さらには怪我を引き起こす可能性がある。

イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 (University of Illinois Urbana-Champaign) の土木・環境工学教授 Shelly Zhang と大学院生 Yingqi Jia が、北京大学の Ke Liu 教授と共同で主導したこの研究は、完全に制御可能な計算フレームワークを使用して骨を模倣した材料を製造する整形外科修復への新しいアプローチを紹介している。

この研究結果は、Nature Communications 誌に掲載されている。

「われわれは材料データベースから始めて、仮想成長刺激装置と機械学習アルゴリズムを使用して仮想材料を生成し、その構造と物理的特性との関係を学習した。この研究が過去の研究と異なるのは、制御できるアーキテクチャと応力分布の両方を最大化する計算最適化アルゴリズムを開発することで、物事をさらに一歩進めたことである」と Zhang はコメントしている。

研究室では、Zhang のチームは 3D プリントを使用して、新しいバイオインスパイアード材料の実物大の樹脂プロトタイプを製作し、骨折した人間の大腿骨の合成モデルに取り付けた。

「具体的なモデルを持つことで、実世界での測定を行い、その有効性をテストし、生物学的システムの構築方法に類似した方法で合成材料を成長させることが可能であることを確認できた。この研究は、外部の力から最適なサポートと保護を提供することにより、骨の修復を刺激する材料の構築に役立つと想定している」(Zhang)。

Zhang によると、この技術は、ストレス操作が必要な場所であれ

ばどこでも、様々な生物学的インプラントに適用できる。「この方法自体は非常に一般的で、金属やポリマなど、事実上あらゆる種類の材料に適用できる。重要なのは、ジオメトリ、ローカルアーキテクチャ、および対応する機械的特性であり、アプリケーションをほぼ無限である」(Zhang)。

この研究は、I.大学の David C. Crawford Faculty Scholar Award が受賞した。