名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

配布先：文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026 年 5 月 14 日

報道機関 各位

細胞の引っ張る力で平面を立体にする新技術を開発
切り紙で細胞の向きを操り、生体に近い人工組織の作製へ

【本研究のポイント】

・細胞の牽引力[注 1)]の方向を切り紙[注 2)]で制御し、2次元から3次元へ足場の立体化を実現。
・切り紙の切り込みの配置によって、異なる3次元構造を作製可能。
・足場の地形によって細胞が自発的に立体構造を作製することができるプラットフォームを開発。

【研究概要】

名古屋大学大学院工学研究科の星野 隆行 教授、金 楊 博士前期課程学生らの研究グループは、細胞の牽引力を利用して足場構造を立体化する新たなプラットフォームを開発し、2次元から3次元への自発的な構造形成を実証しました。

本研究では、切り紙を細胞の足場にすることにより、細胞の配向[注 3)]方向を誘導して、足場を2次元から3次元へ立体化することに成功しました。この切り紙足場を用いて、細胞の牽引力による自発的な足場の2次元から3次元への立体化を実証し、手の形をモチーフにデモンストレーションしました。この技術を応用することで、生体に近い3次元組織モデルの作製や、薬剤応答評価の高度化への貢献が期待されます。

本研究成果は、2026 年 4 月 28 日付の学術雑誌『Japanese Journal of Applied Physics』電子版に掲載されました。

【研究背景と内容】

名古屋大学大学院工学研究科の星野 隆行 教授、金 楊 博士前期課程学生らの研究グループは、細胞の牽引力による足場の立体化のプラットフォームを新たに開発し、細胞の牽引力による自発的な足場の2次元から3次元の立体化を実証しました（図 1）。

本研究では、PDMS（ポリジメチルシロキサン）[注 4)]を材料とした切り紙構造を細胞の足場にすることにより、細胞を切り紙の切り込みに沿って配向させることで、細胞が発生する牽引力の方向を制御することに成功しました。この細胞の牽引力を用いて、図2に示すような手の形をモチーフに、指を曲げ、かつ曲がる指を設計できることを実証しました。

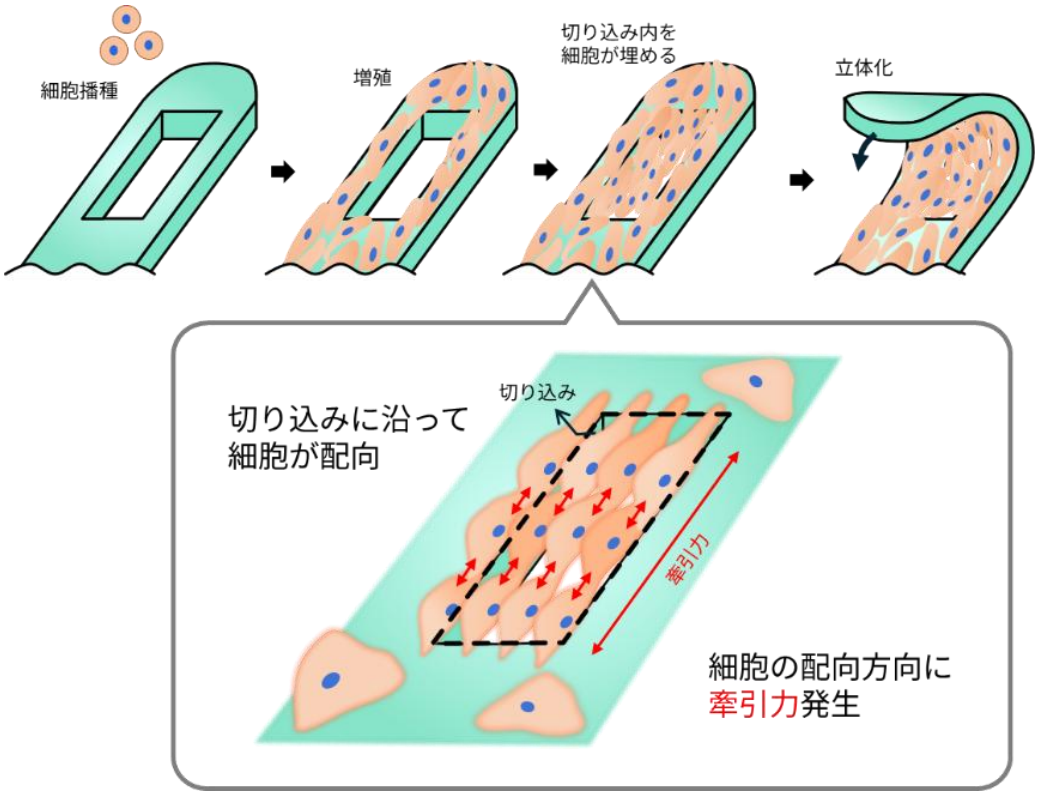

図1：切り紙足場で培養したときの細胞の挙動。細胞を切り紙足場に培養すると、まず、足場上で増殖します。その後、切り込みに沿って細胞が配向しながら、切り込み内を細胞で埋めます。切り込み内の細胞も切り込みの方向に配向します。配向した細胞は、配向した向きに牽引力を発生し、切り紙足場を立体形状に変形させます。

デモンストレーションで使用した足場の形状では、手をモチーフとし、指部分に設けた切り込みに沿って細胞を配向させることができます。配向した細胞は、配向した向きに牽引力を発生し、2次元の手の形から、切り込みの位置によって異なる3次元形状を構築します。

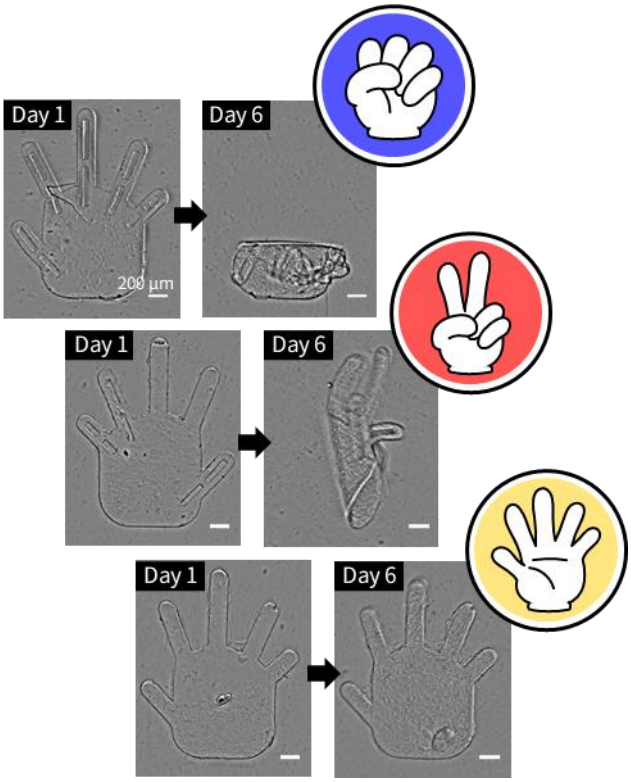

図2：細胞を培養した切り紙足場。切り込みのある指が細胞によって曲がります。すべての指に切り込みがある足場（上）。一部の指に切り込みのある足場（中央）。切り込みのない足場（下）。発表論文 Fig.4 から一部改変し引用。

本研究で用いた筋芽細胞[注 5)]C2C12は紡錘（ぼうすい）形の形状を持ち、周囲の地形に応じて一定方向に配向する性質を有します。このような細胞は、配向方向に沿って協調的に牽引力を発生させます。本研究では、切り紙構造によって細胞に配向を誘導し、その細胞の牽引力を利用して足場を変形させました。さらに、足場を基板に固定しない状態で培養することで、細胞の力が直接構造変化として現れるようにしました。これにより、従来の平面培養では実現が難しかった、配向制御と立体構造形成を同時に設計できることを実証しました。

【成果の意義】

本成果は、細胞の配向を誘導し、牽引力の方向を制御することで2次元から3次元への形状構築を可能にしたものです。従来の組織工学では、細胞の配向もしくは3次元形状どちらかのみ達成するものでした。今回の成果では切り紙を足場とすることによって、細胞の配向と3次元形状が同時に設計することが可能になりました。この切り紙技術を用いることで、柔軟性の高い自由な人工組織を形成し、再生医療や薬剤応答評価への貢献が期待されます。

本研究は、公益財団法人 JKA 機械振興補助事業 2026M-377 の支援のもとで行われたものです。

【用語説明】

注 1)牽引力:
細胞が周囲の基質を引っ張ることで生じる力。細胞の移動や形態形成に関与する。

注 2)切り紙:
2次元のシートに切り込みや穴が空いたもの。穴により構造の柔軟性を向上できるメカニカルメタマテリアルである。

注 3)配向:
細胞が一定の方向に揃って並ぶ現象。周囲の環境や足場形状によって誘導される。

注 4)PDMS(ポリジメチルシロキサン):
シリコーンゴム。透明で生体適合性に優れており、伸縮性がある。

注 5)筋芽細胞:
筋肉細胞へ分化する前段階の細胞で、細長い形状を持ち、配向しやすい性質を持つ。

【論文情報】

雑誌名: Japanese Journal of Applied Physics
論文タイトル: Self-folding kirigami scaffolds derived by aligned cell contraction forces
著者: Yang Jin, Mino Akitaya, Hisataka Maruyama, Takayuki Hoshino
DOI: 10.35848/1347-4065/ae5ab0
URL: https://iopscience.iop.org/article/10.35848/1347-4065/ae5ab0

MAKE NEW STANDARDS.
東海国立大学機構

東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。
国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。
東海国立大学機構 HP https://www.thers.ac.jp/