

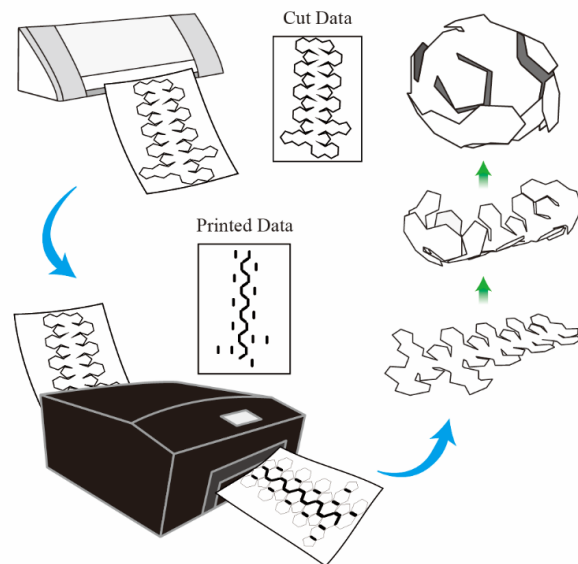
印刷溶液との物理化学反応を用いた 紙の自律構造形成

芝浦工業大学 工学部
電気工学科 助教
動的機能デバイス研究室 主宰
重宗 宏毅

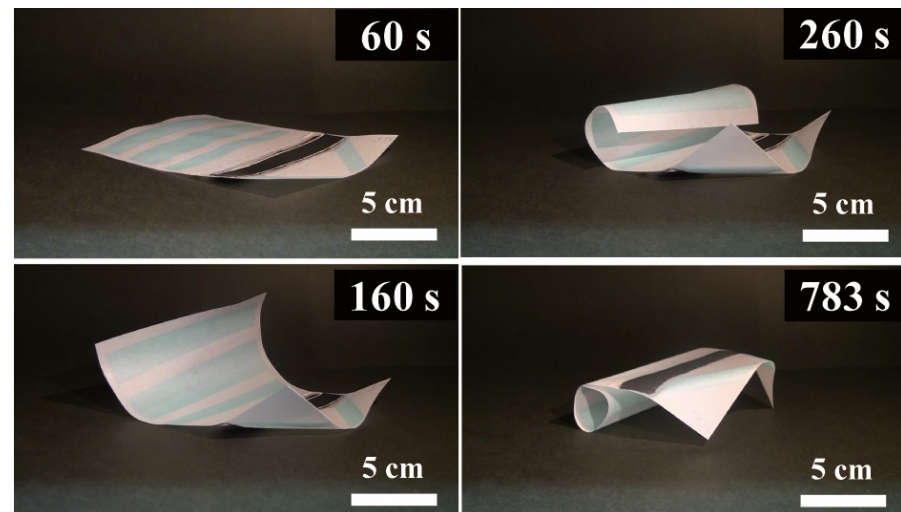
令和 2 年 5 月 2 8 日

新技術の概要

プリンタから印刷された紙が、溶液と物理化学反応を起こすことによって自律的に構造形成する。印刷した線に沿って折り曲がるため、3次元立体構造を直感的かつ迅速に作製できる。折り紙の手法を用いることで平面材料に様々な機能を持たせることを目的とする。



作製プロセス

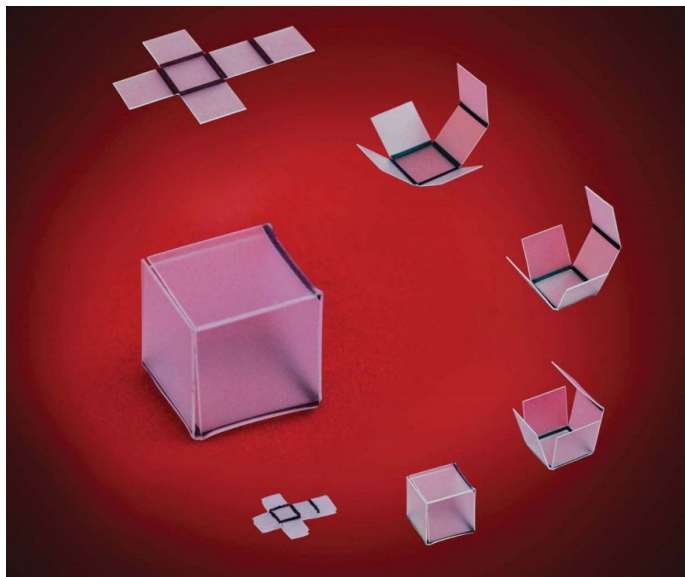


紙の自律構造形成の様子

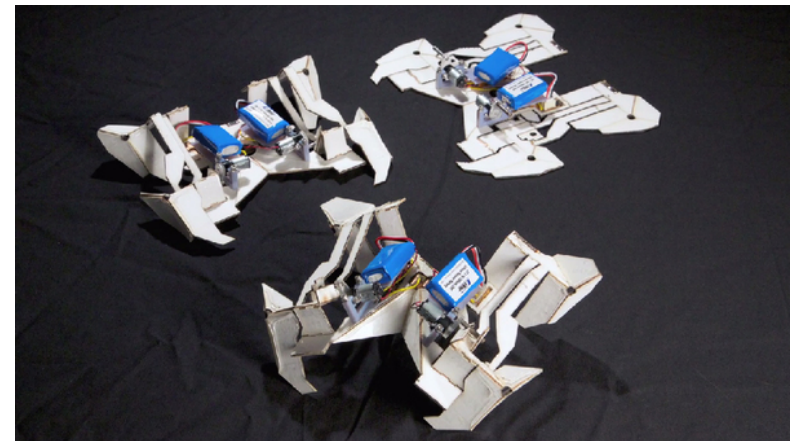
Youtube: ペーパーメカトロニクス - 印刷で作るロボット - 参照

従来技術・競合技術との比較

3次元立体を自律的に構成する手法は、“Self-folding”と呼ばれ様々な材料をベースに提案されている。従来は、電流を流したりオーブンに入れたりなど、折り曲がりを誘発するために外部からのエネルギー供給が必要になる。我々の提案する手法は紙と印刷溶液の物理化学反応を利用するため、外部からの操作なしに自律的に駆動する点で優位性が高い。



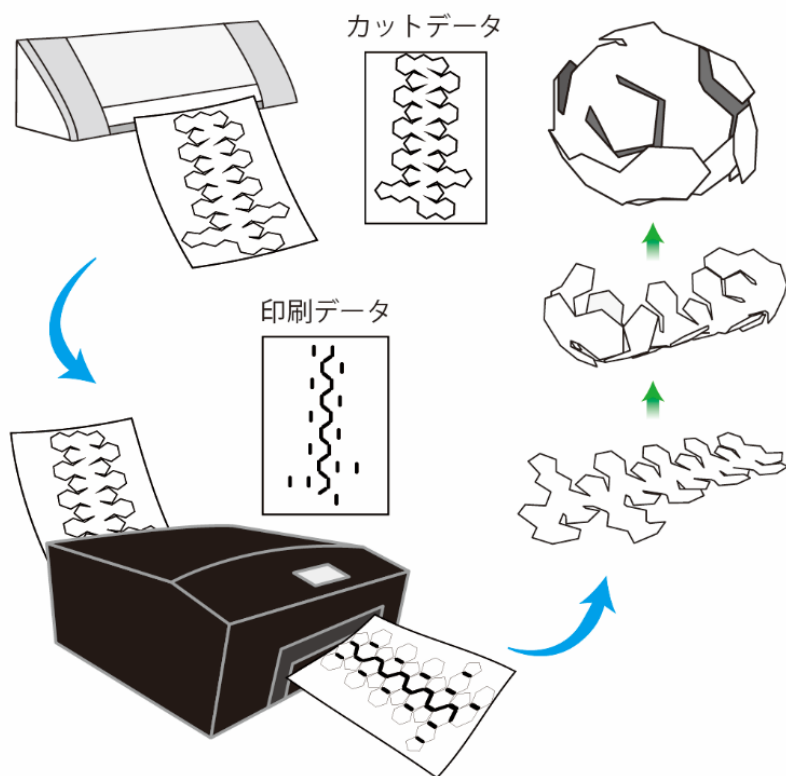
[1] Y. Liu et al. Soft matter, 8(6), 1764-1769, 2012.



[2] S. Felton et al. Science 345.6197, 644-646, 2014.

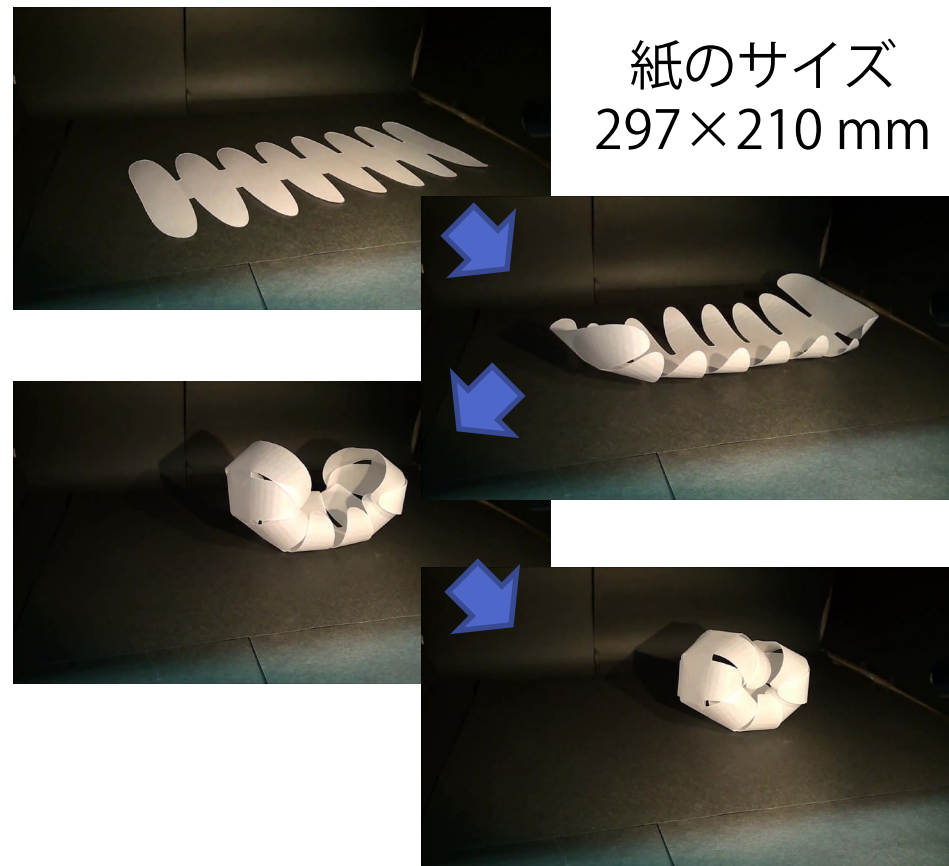
新技術の特長

✓ 紙の自律構造形成



- 印刷した線に沿って曲がる
- 切断した紙にも適応可能

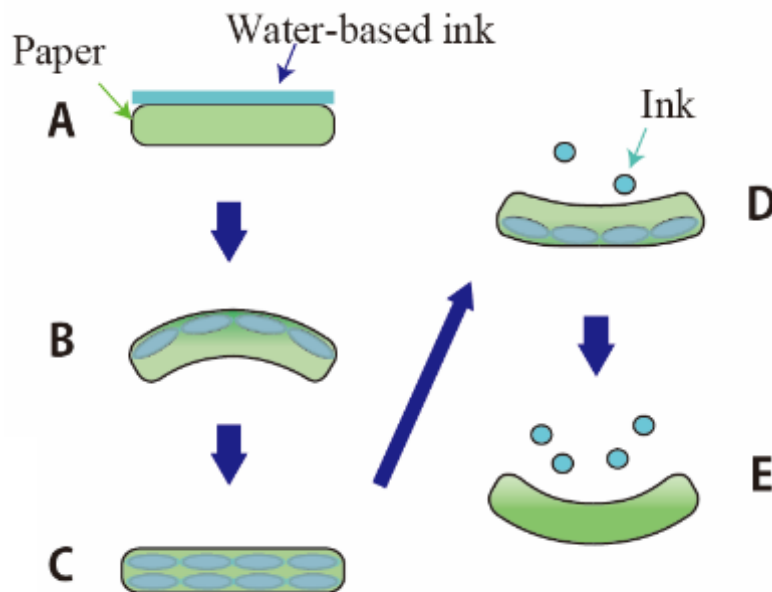
切断した紙の構造形成



印刷直後に人の手を借りず
自律的に構造形成

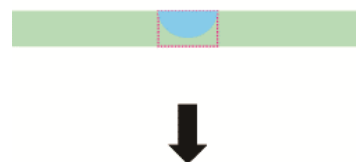
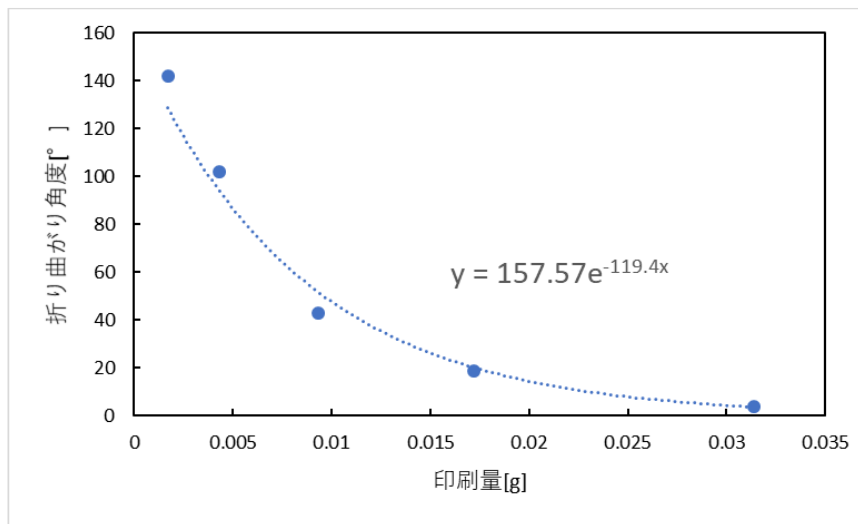
新技術の特長

✓ 紙と印刷溶液の物理化学反応



紙は印刷面に対して、
上に凸に変形後、下に凸に変形

印刷溶液と紙が物理化学反応
することによって膨張・収縮



溶液の浸透した部分が
反応する



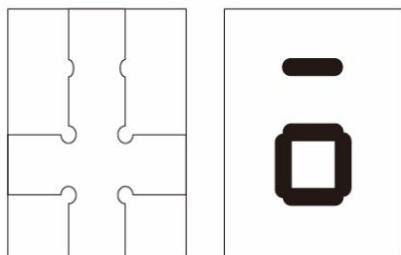
印刷量によって折り
曲がり角度が制御可能

新技術の特長

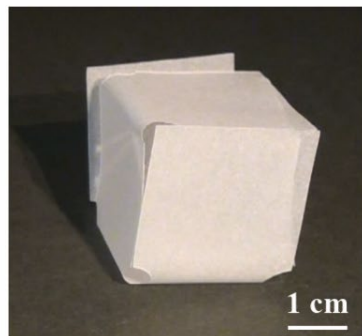
✓ 作製構造例

(a) Cube

Cut Pattern Printed Pattern

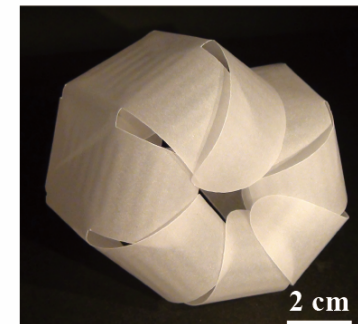
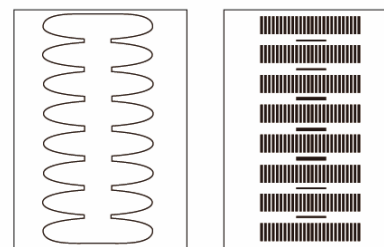


Folded Structure



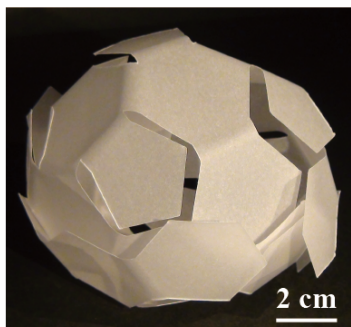
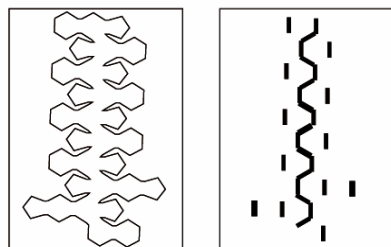
線の太さで角度を制御

(b) Sphere



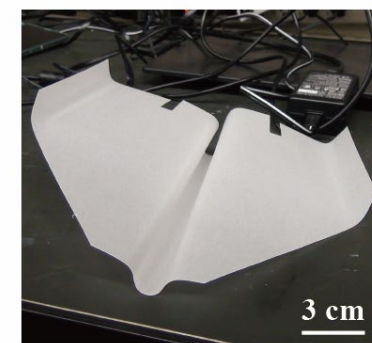
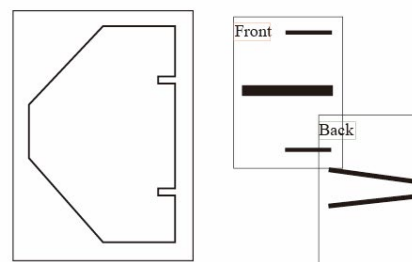
曲面形状

(c) Soccer Ball



多数の折り目

(d) Paper Airplane



両面印刷

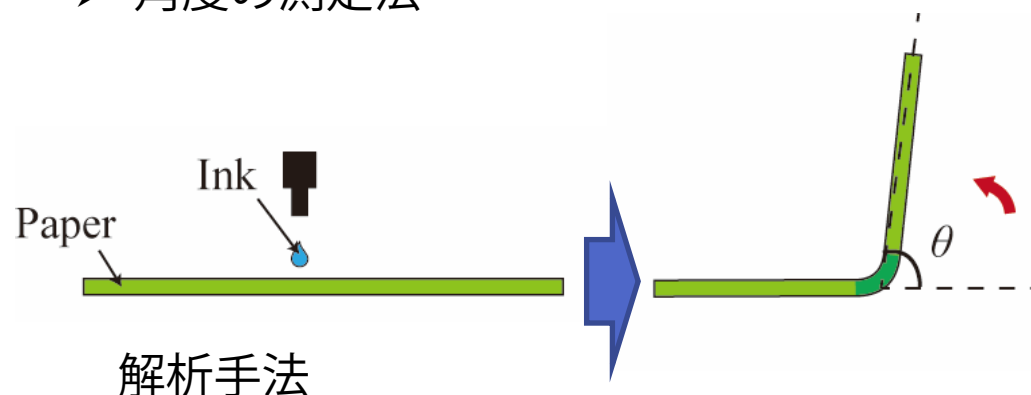
新技術の特長

✓ 線幅による折り曲がり角度の制御

➤ 制御パラメータ

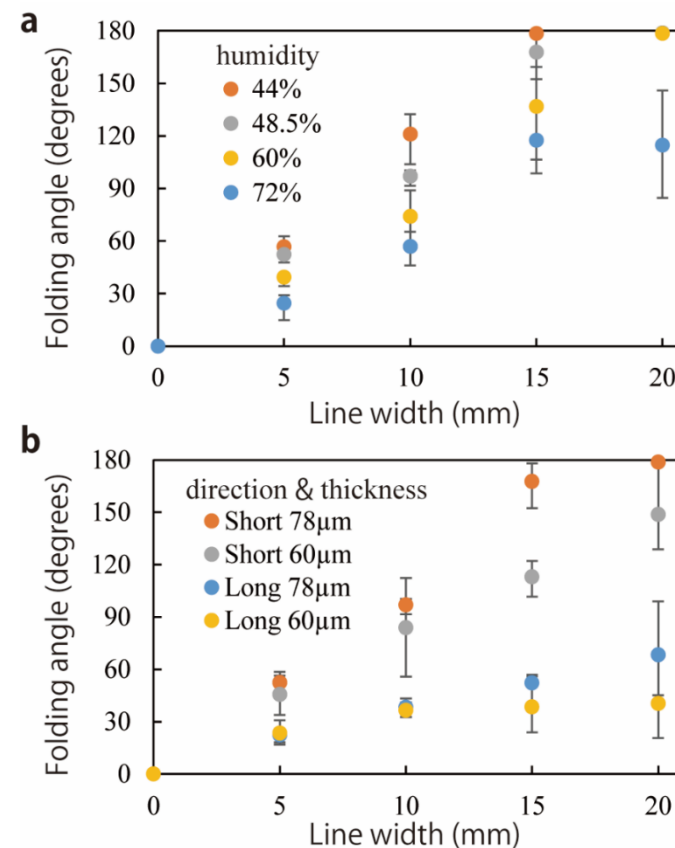
- ✓ 印刷線幅
- ✓ 紙の厚さ
- ✓ 湿度
- ✓ 紙目
- ✓ 印刷量

➤ 角度の測定法



画像解析ソフトを用いて
上図の角度を3回測定し平均

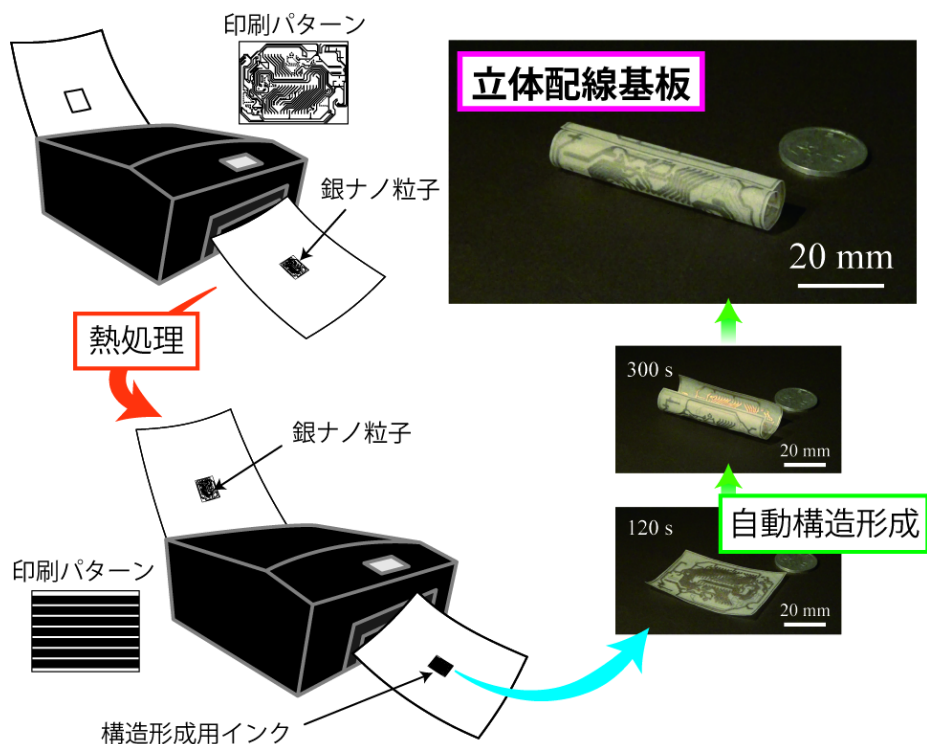
➤ 結果



⇒ 様々な厚さの紙を変形可能
⇒ 角度と線幅に線形の関係

新技術の特長

✓ 電子機能の埋め込み



1つのインクジェットプリンタに

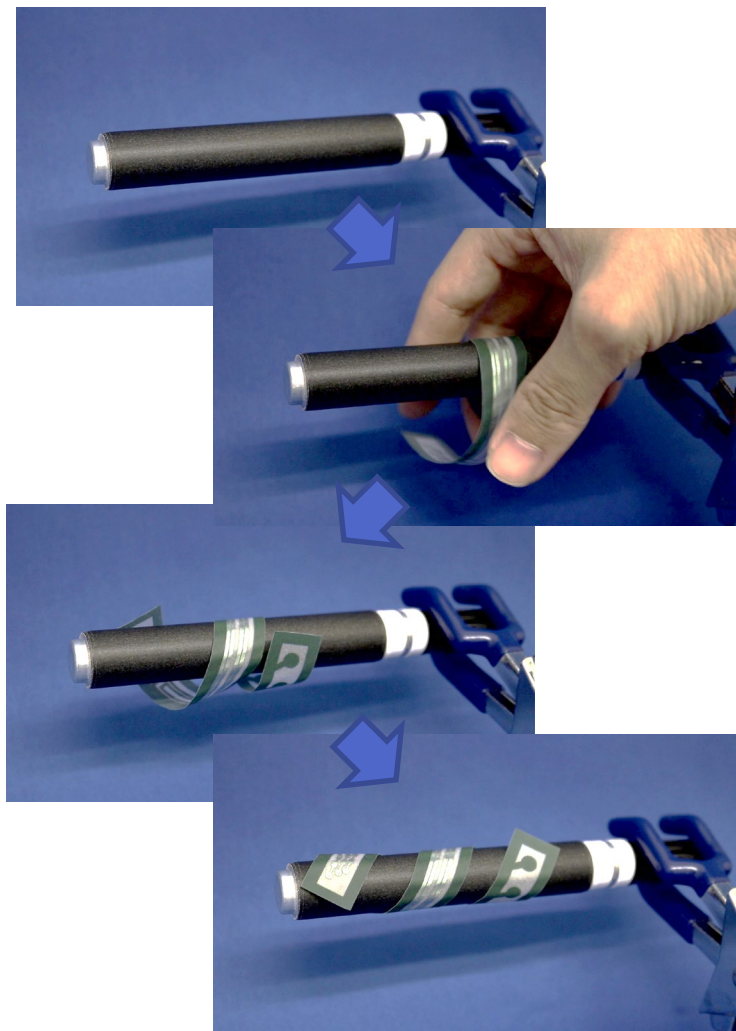
- ・ 構造形成用インク
- ・ 配線印刷用インク

を装填することで、
構造機能に電子機能を
埋め込むことができる

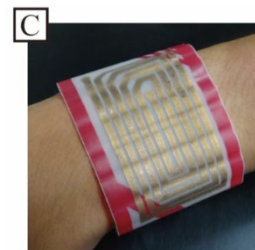
⇒ センサ・アクチュエータへの応用

新技術の特長

✓ 特有の力学特性 1



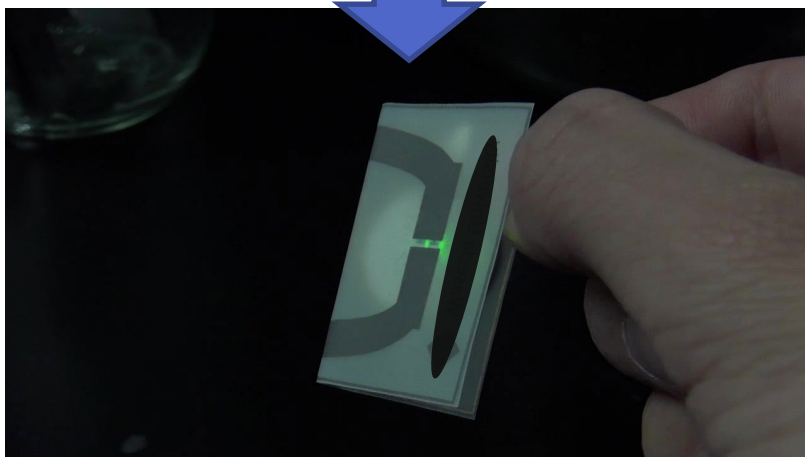
構造に適応



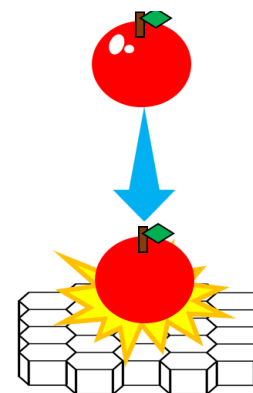
ウェアラブルセンサ

新技術の特長

✓ 特有の力学特性 2



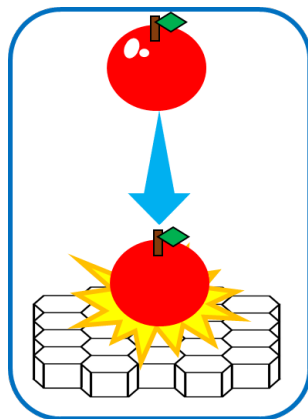
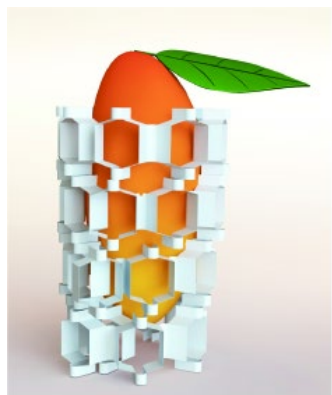
ばね的力学特性



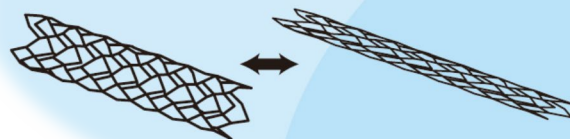
衝撃吸収材

想定される用途

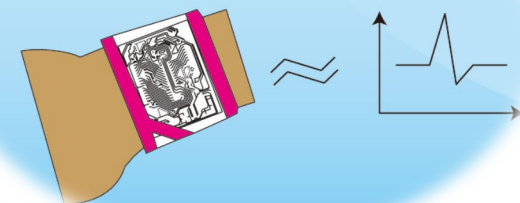
- 輸送時の落下衝撃から物品を守る衝撃吸収材
- 医療治具等の使い捨てデバイス
- 表面凹凸の加工を必要とする用途



Point of Care (PoC)

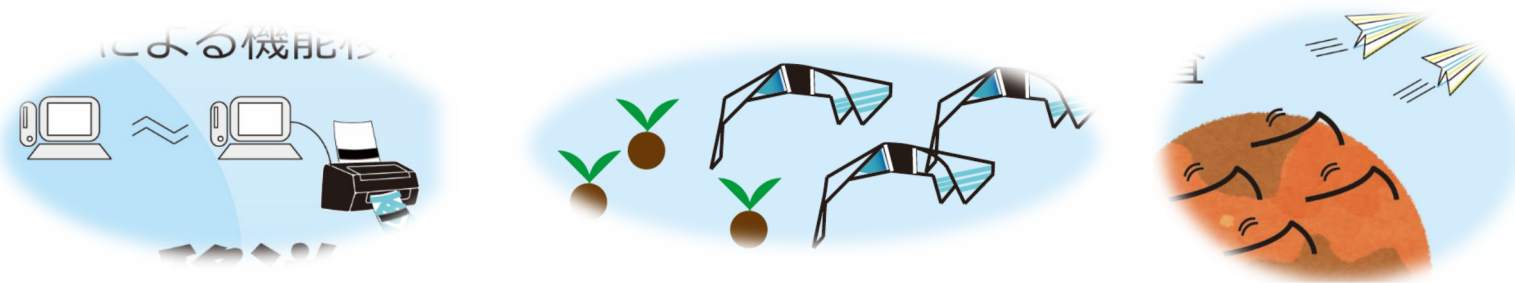


身体情報計測



企業への期待

- 農地などの実地ラインへの投入
- 製造ラインの開発などビジネス化に向けた大量生産手法の検討
 - ー 溶液の大量生成法
 - ー インクジェット以外の印刷法の導入
- プリンタヘッドのパラメータ最適化も含めた立体配線基板作製用独自プリンタの開発
- 紙の分析、自律構造形成シートの開発



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：紙含有立体構造体の製造方法
- 出願番号：特願 2020-090550
- 出願人：芝浦工業大学
- 発明者：重宗 宏毅
前田 真吾
細矢 直基
三枝 優弥

お問い合わせ先

芝浦工業大学 研究推進室研究企画課

〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5

TEL 03-5859-7180

FAX 03-5859-7181

E-mail: sangaku@ow.shibaura-it.ac.jp