

光応答性ゲルのオンチップ座屈変形による生体模倣アクチュエーション

Biomimetic actuation leveraging on-chip buckling deformation of photoresponsive gels

NTT 物性基礎研, バイオメディカル情報科学研究センタ¹, 東大院情報理工²

○高橋 陸¹, 宮廻 裕樹², 田中 あや¹, 山口 真澄¹

NTT Basic Research Lab. and Bio-Medical Informatics Research Center¹, The Univ. of Tokyo²

°Riku Takahashi¹, Hiroki Miyazako², Aya Tanaka¹, Masumi Yamaguchi¹

E-mail: riku.takahashi.fv@hco.ntt.co.jp

【緒言】生体内の微小構造（ひだ・しわ・管腔）や複雑運動を人工的に再現する技術は、臓器チップやソフトロボット創製の基盤技術として重要である。中でも生体に類似した性質や、刺激応答性を有する点から、ハイドロゲルを基材とする素子が注目されている。我々はこれまでに、座屈変形を利用したハイドロゲル薄膜のオンチップ形状制御法を開発し^[1]、光応答性を付与することで高速・大変形が可能な運動素子として展開できることを報告してきた（Fig.1）^[2]。本研究では素子の詳細な理解と応用に向けて、光応答性ゲルの物性が素子の運動性能に与える影響について検討し、光刺激箇所の時空間制御による生体模倣マルチ動作（蠕動運動・分節運動）の実証を行った。

【実験・考察】光応答性ゲルとして金ナノロッドを含有したポリ *N*-イソプロピルアクリルアミドゲル薄膜（膜厚 60μm）を、矩形パターン（幅:1mm、長さ:10mm）を除いてメタクリル基が修飾されたガラス基板上に作成した。本光応答性ゲル/ガラス積層体を水中で膨潤させ、矩形パターン上のみゲル薄膜が座屈変形可能な運動素子を得た。直径 1mm にコリメートした近赤外（NIR）レーザーを素子に照射し、横方向から座屈⇄平面構造間の高さ変化を計測することで、運動性能（変形率・応答時間）を評価した。光応答性ゲルの架橋密度を増加させることで、変形率と応答時間の減少が同時に起きることが分かり、大変形と高速応答を両立させる設計指針が得られた。その結果、4.6 秒間で 380%の変形サイクル（座屈→平面→座屈）が実現でき、安定した振幅動作が可能であった。続いて、レーザー照射位置を制御することで、誘起した平面構造の位置を操作できることを実証した（Fig.2）。座屈構造内に注入した内容物を実際に輸送することもでき、蠕動運動を模倣したアクチュエーション挙動が可能なことを示した。発表当日は、設計指針に関する詳細な結果と、分節運動の模擬についても報告する。

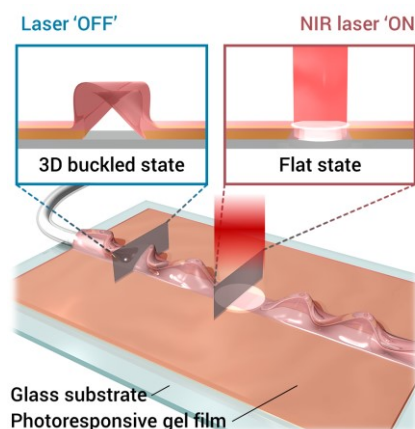


Fig.1: Schematic for on-chip buckling of photoresponsive gel film.

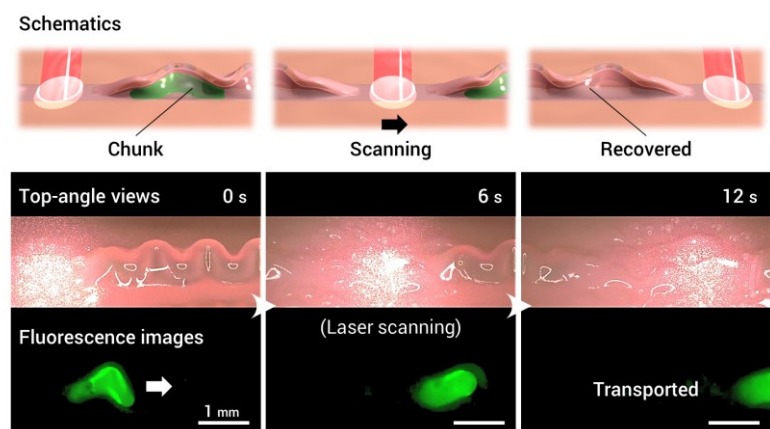


Fig.2: Demonstration of biomimetic actuation that mimics intestinal peristalsis. Fluorescently dyed mineral oil was transported as content.

[1] R. Takahashi, *et al. ACS AMI*, 2019, **11**, 28267. [2] 高橋他, 春季第 69 回応物講演会, 22p-E307-2