

A3-07 多糖と水を用いた水圏エネルギー変換材料の設計

桶葭興資(北陸先端大院)

生体組織が高度なエネルギー変換を水圏環境で達成している事実に鑑みれば、水を活用したソフトマテリアルの創出は持続可能社会に必至である。例えば、高分子ハイドロゲルは人工軟骨や細胞足場など医用材料をはじめ、生体模倣材料が有望視されている。また、刺激応答性高分子を用いたケモメカニカルゲルや空气中で湿度変化に応答する合成高分子フィルムなど、しなやかに運動するアクチュエータの研究も注目されてきた。これに対し、多糖は水圏の代表的な生体高分子でありながら、機能材料に活用する研究は発展途上にある。これまでに我々は、水圏で長い歴史を持つ多糖が界面分割プロセスを経て一軸配向化することを見出している (Fig. 1)^{1,2}。そこで本研究では、多糖の自己集合体を再構築し、空气中の水分授受により運動する「水蒸気駆動型アクチュエータ」を設計した (Fig. 2)³。

実際、乾燥した多糖膜に水滴が接近/離隔すると、湿度変化に瞬時に応答して屈曲変形した。これは、水分子の捕捉側から放出側にかけて吸湿量の勾配が膜厚方向に生じたための変形と考えられる。特に、ミリ秒レベルの高速応答と可逆変形は、ソフトアクチュエータとして注目すべき応答性である。従来の光駆動型フィルムや体積相転移するハイドロゲルの場合、屈曲状態から扁平状態に戻る応答速度が遅い課題があったが、本研究の材料設計によって解決法が見出されている。この膜では、多糖ファイバーなどの自己集合体が可逆的に構造変化したためと考えられる一方、膜から空气中への水が放出される特徴的な気化熱エネルギーの考慮が必要である。今後、湿度変化に対する分子・ナノ・ミクロンスケールの特徴的な構造変化を解析し、エネルギー授受の検討を進める。

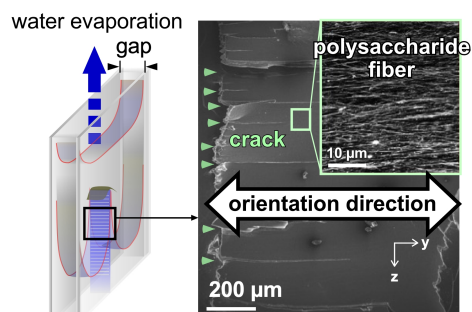


Fig. 1. Preparation of polysaccharide membrane having uniaxial orientation of microfibrils by meniscus splitting method.

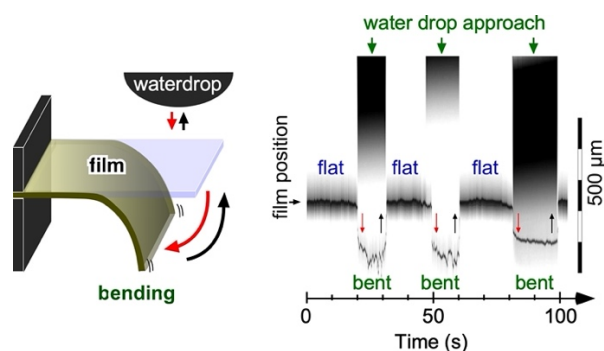


Fig. 2. Water-vapor-driven actuator composed of polysaccharides responding in millisecond-level.

- 1) Okeyoshi, K.; Kaneko, T., et al., *Sci. Rep.* **7**, 5615 (2017); *Polymer J.* **52**, 1185 (2020); *Sci. Rep.* **11**, 767 (2021).
- 2) Joshi, G., et al., *J. Colloid Interf. Sci.* **591**, 483 (2021).
- 3) Budpud, K., et al., *Small* **16**, 2001993 (2020).

PROFILE

桶葭興資(北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科)

2010年、東京大学大学院工学系研究科にて博士(工学)取得後、日本学術振興会特別研究員PD(理化学研究所/ハーバード大学)、海外(ハーバード大学)等を経て、2020年より北陸先端科学技術大学院大学 准教授。2018年度 高分子研究奨励賞、2021年 科学技術分野の文部科学省大臣表彰若手科学者賞など受賞。高分子科学や光化学をベースとして生体組織に倣った環境適応材料やエネルギー変換材料の研究を行っている。さらに最近では、多くの自己集合体と水の関係に着目した自己組織化現象、および材料化を探索している。E-mail: okeyoshi@jaist.ac.jp