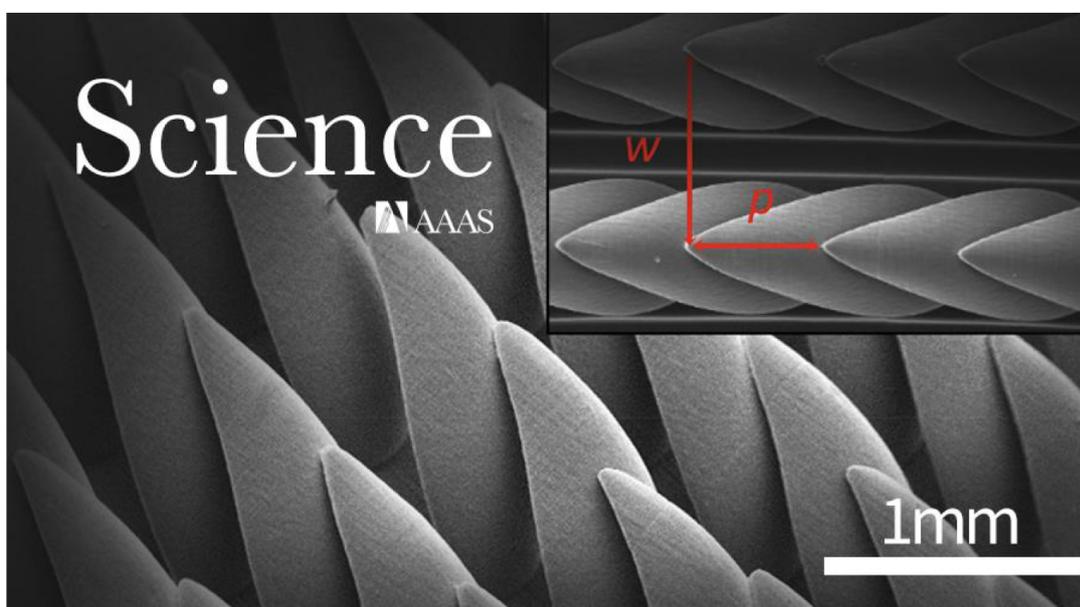
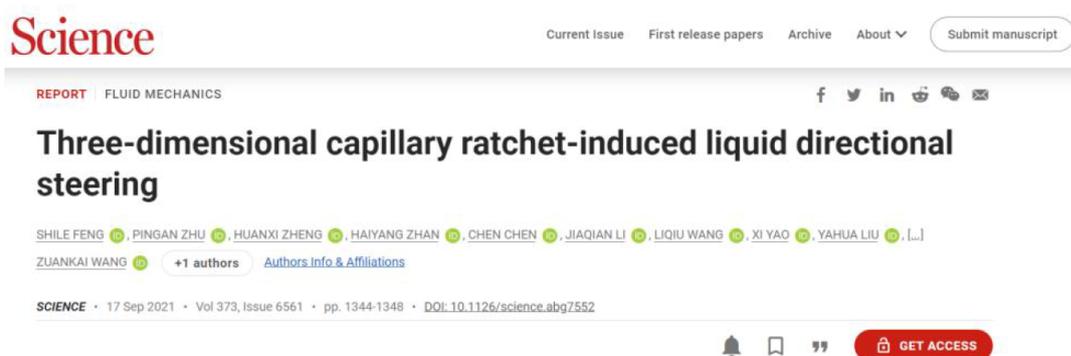


Case Study  
October 2021

## Science 誌に掲載された BMF の技術によるバイオニック研究成果

# 3D バイオニック表面での 液体方向ステアリングの世界初の発見



香港城市大学の王鈞開教授（City University of Hong Kong, Zuankai Wang）とその共同研究者は、BMF microArch®S140 精密 3D プリンターを使用して、ナンヨウスギの葉に触発された 3D キャピラリーラチェット表面（ALIS）を製作して、表面張力の異なる液体が表面構造での移動方向を操作できることを初めて発見し、2 世紀以上続いている課題を解決しました。この画期的な発見は「3D capillary ratchet-induced liquid directional steering」というタイトルで一流の科学雑誌 Science 誌に掲載されました。

方向性のある流体輸送は、多くの実用的な製品やエンジニアリングに幅広く応用されており、特にマイクロフルイディクス、水の採取、化学反応、強化された熱伝達などの分野で利用されています。これまで、液体の自発的な移動方向は、液体自体の固有の性質よりも、主に表面形状、濡れ性、表面電荷密度など、表面の構造的特性や化学組成に依存すると一般的に考えられていました。液体がその表面構造を変えことなく、また外部からエネルギーを入力することなく、その固有の特性に基づいて自らの運動方向を選択することができるかどうかは、学者にとって長年の科学的問題でありました。

Wang 教授のチームは、異なる性質を持つ液体が、ユニークなバイオニック構造を設計することで、その表面上で自発的に異なる運動特性を示すことを初めて発見しました。研究チームは、ナンヨウスギの葉の「横方向および縦方向のリエントラント曲率」を応用して、周期的に配置された 3D ラチェットを作成しました。これは、エタノールと水のような性質の異なる液体が、高速かつ整然と反対方向に自発的に移動するためのユニークな表面構造である。大連理工大学の Shile Feng 准教授と香港城市大学の Pingan Zhu 助教授が共同筆頭著者で、香港城市大学の Wang Drilling Kai 教授が対応著者となっています。

以下は、その研究内容の一部を抜粋したものです。

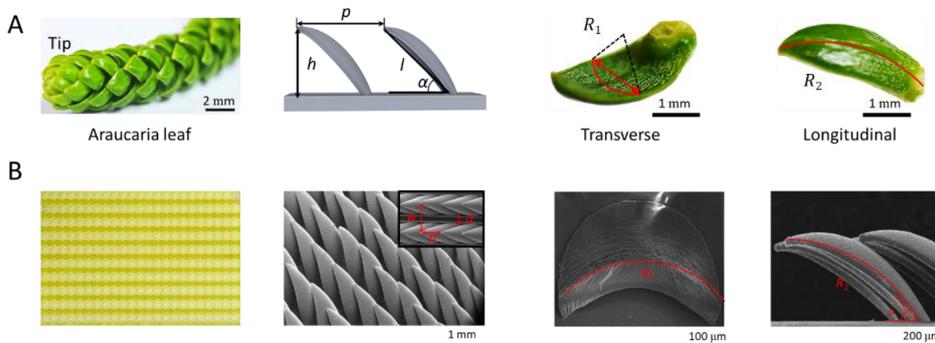


Fig.1 ナンヨウスギの葉と超高精度 3D プリンター「BMF microArch®S140」で製作したバイオニックラチェットの構造。

図 A は、横方向と縦方向の二重曲率を持つナンヨウスギの葉の表面の構造的特徴を示している。

図 B は、ナンヨウスギの葉にヒントを得た 3D 毛細血管ラチェットで、ラチェット 1 枚の厚さは 80 $\mu$ m である。

要点：BMF microArch® S140 超高精度 3D プリンターを用いて、ナンヨウスギの葉の構造的特徴を利用して、横方向と縦方向の両方に二重曲率を持つ 3D 毛細血管ラチェット構造を平行に配置して設計・製作した。

ブレードピッチ  $p=750\mu\text{m}$ 、コラムピッチ  $w=1000\mu\text{m}$ 、傾斜角度=15~90°、曲率半径  $R_1$  と  $R_2$  は縦方向と横方向でそれぞれ~400 $\mu\text{m}$  と~650 $\mu\text{m}$  です。

3D プリント技術の素材には、アクリル系の感光性樹脂が使われています。

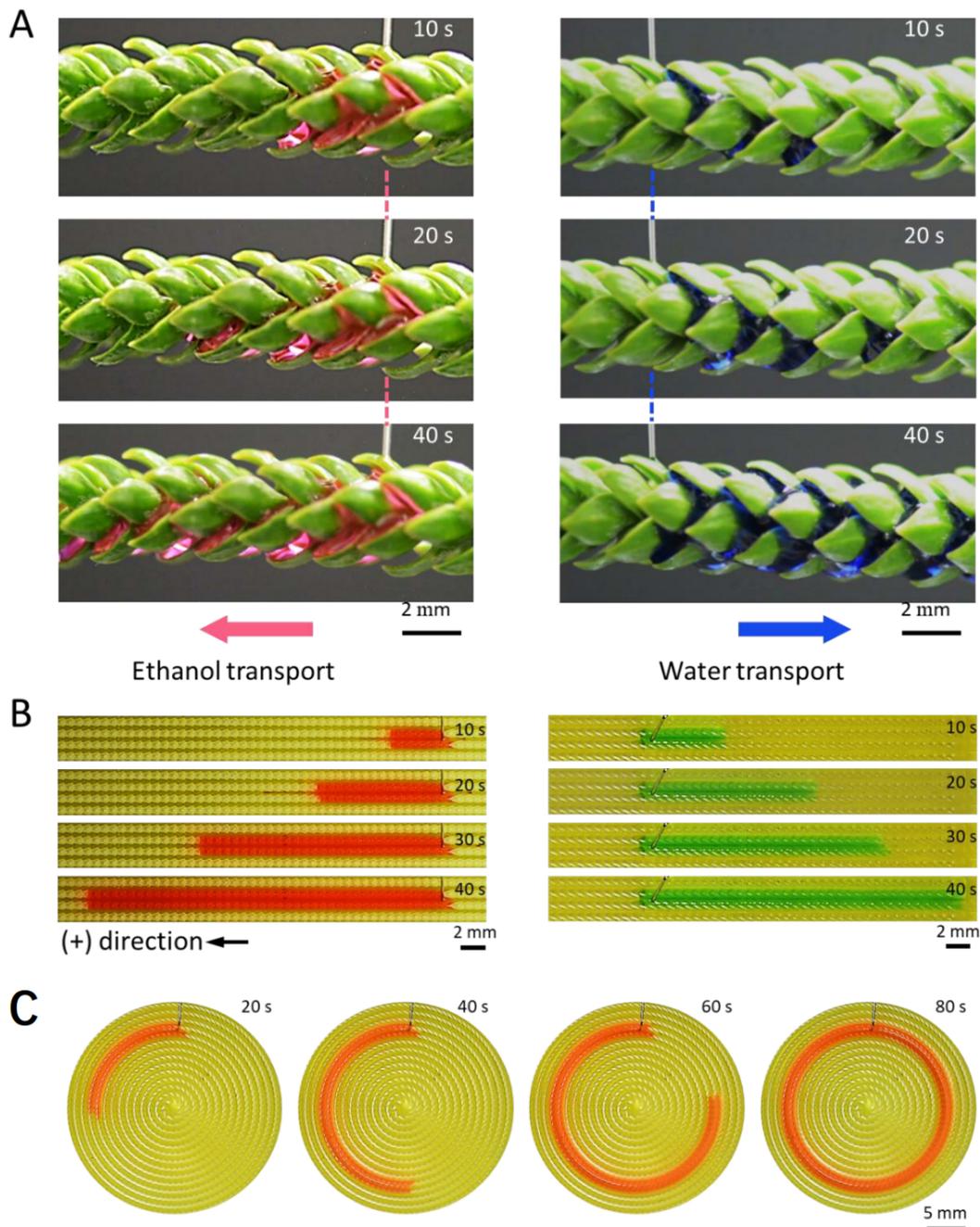


Fig.2 ナンヨウスギの葉の流体輸送特性とバイオニックなキャピラリーラチェットの構造。

図Aは、ナンヨウスギの葉の上でのエタノール（赤）と水（青）の動きを示したものである。エタノール（赤）はラチェットの先端の方向に、水はその反対方向に動くことを示している。

図Bは、バイオニック3Dキャピラリーラチェット構造上での、異なる表面張力を持つ液体の挙動を示している。表面張力の低い液体（赤、アルコール度数40%）は左に、表面張力の高い液体（緑、アルコール度数10%）は右に移動していることを示している。

図Cは、一定の幅に沿ってバイオニックキャピラリーラチェット構造上を液体（接触角 $\theta=32^\circ$ ）が自発的に、規則的に、かつ方向性を持って流れる様子を示している。

要点：ナンヨウスギの葉の表面にある棘の先端方向にエタノールが移動し、その逆方向に水が移動することを発見しました。このように、流体の特性を変化させることで輸送方向を制御する現象は、これまで報告されていませんでした。これにヒントを得て、研究者たちは、バイオニックな3Dキャピラリーラチェット構造上で、異なる表面張力を持つ流体の移動特性を探った。研究結果によりますと、表面張力の低い流体はバイオニック構造のラチェットの先端方向に、表面張力の高い流体はその逆方向に移動することを示しています。このような流体の輸送特性は、ナンヨウスギの葉の表面での動きと同じで、しかも、長距離や円形の表面でも、良好な一方向性を保たれることがわかりました。

詳しい論文内容にご興味のある方はぜひ下記のリンクよりご覧ください。  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abg7552>

有限会社オルテコーポレーション  
〒604-8241  
京都府京都市中京区釜座町22番地 ストックビル三条烏丸  
TEL：075-746-6791  
Email：3dunit@orute-corp.co.jp  
URL：https://www.orute-corp.co.jp/bmf/

