

微細構造を利用した微小流路

凍結乾燥ゲルキャピラリによる液体輸送

(名工大)菅谷幸平・○石井大佑

[1Ph048]

フナムシの脚の微小構造を応用したサイフォン型流路の作製

(名工大)河合航輝・伊藤嵩人・○石井大佑

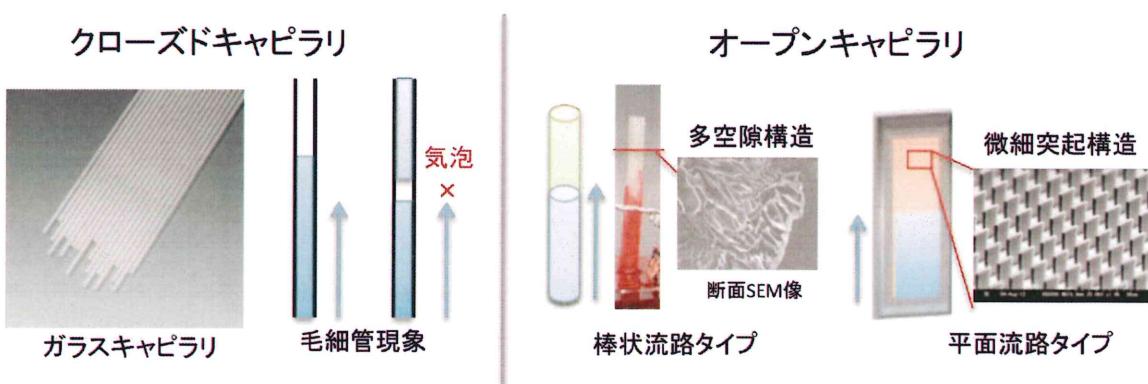
[3Pd050]

(Tel: 080-3250-2041[石井])

名古屋工業大学若手研究イノベータ養成センターの石井大佑特任助教らは、自然界に存在する流路構造を模倣した微細構造による流路を作製し、ポンプ不要で効率よく液体を吸い上げることが可能な微小流路の開発に成功した。液体を輸送するためには、ティッシュのような紙が水を吸い込む時などに働いている毛管力を利用する。創薬等で必須な微量液体輸送にはガラスキャピラリやバイオチップ等の閉ざされた空間を利用しているが、微細口径にした場合、気泡の混入により流路の阻害が生じる。そのため、ポンプ等を用いて吸引や吐出により、気泡を除去する必要が生じていた。本研究では、流路が大気と接触しているため気泡の混入が抑制できる開放された空間を利用した2種類の微小流路を開発した。一つは岸壁に生息する甲殻類のフナムシの脚構造を模倣した平面での流路タイプで、もう一つは木の道管構造を模倣した棒状の流路タイプであり、微細構造の配列パターンや表面化学組成を制御することで、水、アルコール、オイル等の多様な液体を、吸引ポンプを要せずに重力に逆らって輸送できる。

このような生物をモデルにした材料開発は生物規範工学と呼ばれており、今後のエコ社会を築くために必要不可欠な技術分野である。本研究は、自発液体輸送プロセスという生物のもつ機能要素を抽出した生物規範工学に基づく材料開発である。

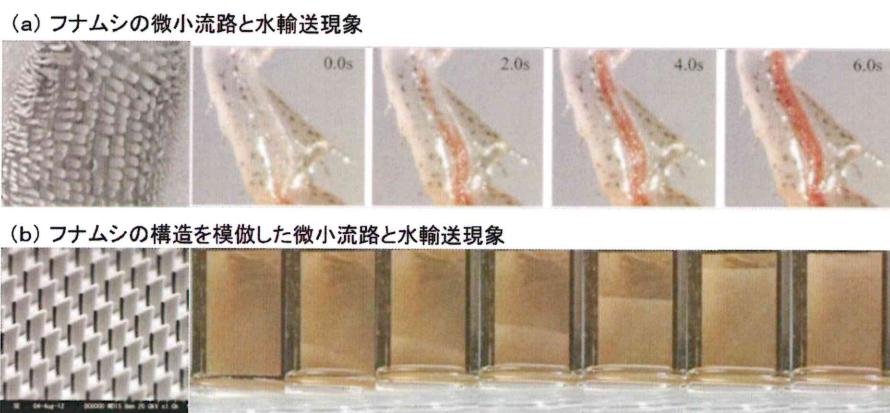
開発した流路を用い、異種液体やエマルション中のコロイド粒子の分離プロセスへの応用も期待できる。また、糖鎖-糖鎖相互作用やタンパク質マーカー等のラベリングの仕組みを組み込むことで、上昇距離でセンシング可能な医療用チップとしての利用も考えられる。



クローズドキャピラリ(閉ざされた空間)とオープンキャピラリ(開放された空間)の違い

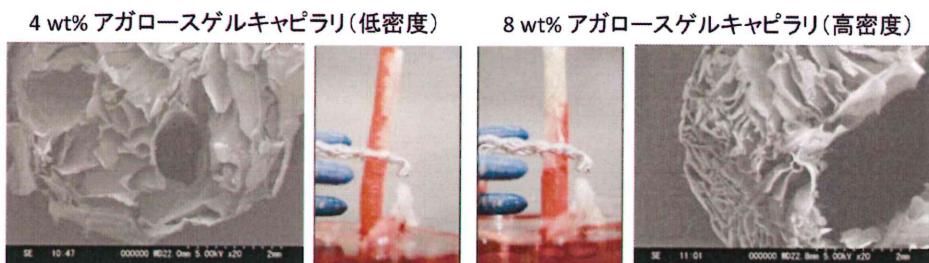
1) フナムシ模倣平面流路

フナムシの流路は、流路方向に沿った平板状の微細突起が配列した構造であり、その表面張力の異方性により重力に逆らって脚先から体へ自発的に海水が輸送されている。通常、液体が突起構造を流れる場合、その構造は流路の抵抗になり、流速が低下するが、フナムシの流路およびそれを模倣して作製した突起構造では、液体の輸送速度を促進させていた。つまり、微細突起構造の形状を流路方向に揃えた場合には、自発的な液体輸送が実現される。本研究開発により、この模倣突起構造の形状や表面組成の最適化により、微小流路システムとして応用できる事を見いだした。



2) 木の道管を模倣した棒状流路

木は、浸透圧差と毛細管現象により、道管を伝って水分を根から葉まで輸送する。しかし、単純なキャビラリモデルでは説明できない複雑な現象も多い。本研究では、道管を形成している細胞自体も水を輸送できる空間として働くと仮定し、空間が連続的な棒状流路を開発した。この棒状流路はゲルを構築している3次元ネットワークをテンプレートとしているため、内部で水分輸送可能な微小空間が連なっている構造である。この棒状流路は、構造を形成している物質の組成と、輸送される液体の組成との相互作用や、3次元ネットワーク構造の密度により、上昇する距離が異なるため、液体の粘性や成分のセンシングに応用可能である事が示唆された。



<適用分野>

微量液体センサー、微量液体輸送システム、カテーテル等の医療機器、
マイクロリアクター、油水分離システム、超親水性表面、防汚・防滴・防曇・防霜表面、
微量輸送管、高粘性液体輸送、バイオチップ