

Pulse-density modulation control of chemical oscillation far from equilibrium in a droplet open-reactor system.

Sugiura H, Ito M, Okuaki T, Mori Y, Kitahata H, Takinoue M.

Nat Commun. 2016; 7: 10212.

ポイント –新発想!! マイクロ流路の”細胞型リアクター”–

「バイオミメティクス」という言葉をご存知でしょうか？バイオミメティクスとは、生物の持つ構造や機能を模倣して、工学や材料、医療等に应用することを指します。有名な例としては、野生ゴボウの葉のトゲから着想を得た面ファスナー（マジックテープ）やサメ肌から着想を得た水着生地、ハスの葉の表面構造から着想を得たはっ水加工製品などがあり、すでに普通の生活にも広く浸透しています。生物の持つ機能は優れたものが多いため、産業界も注目し、製品開発に積極的に取り入れている企業もあるほどです。

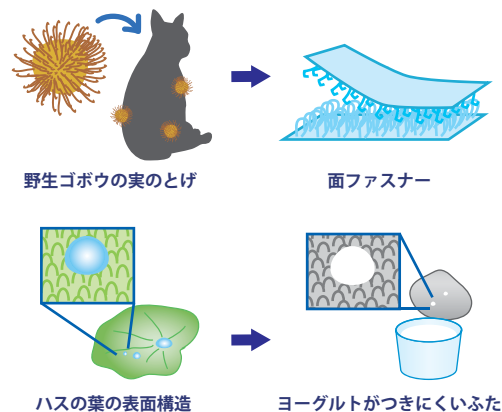
そんな中、本論文では細胞が持つ「エンドサイトーシス」「エクソサイトーシス」の機能に発想を得て、マイクロ流路を利用したリアクターの開発について発表されています。マイクロ流路を利用したチップやデバイスは最近増えてきており、ライフサイエンス分野でも特にフローサイトメトリーやマイクロアレイ、デジタルPCR、キャピラリー電気泳動などで活用が進んでいるため、すでに身近に感じている方もいるのではないのでしょうか？マイクロ流路を含め様々な微細加工をチップ上に施して、化学物質の混合や温度変化、フィルター精製、光学検出などを微小スケールで行えるようになるということで、ライフサイエンスだけでなく、化学、環境、測定等、様々な分野で活用されています。

実際に本論文で発表されているキモとなる流路構造は、一見非常にシンプルです。流路の途中にくぼみを作っておき、液滴（リアクター/細胞をイメージ）を入れておきます。そこにオイルフローに乗せて別の液滴を流し、融合・分裂（輸送体/エンド・エクソサイトーシスをイメージ）を起こして各液滴の中身を一部混合し、化学反応基質の供給と反応産物の排出をします。融合・分裂を電気的に起こしているため、化学反応の制御を精密に行えるのがポイントです。電気のオンオフだけで反応の制御ができるなんて、とても楽ですね！プログラム制御を組み合わせると基質投入のタイミングが自在にできるようになるので、思いついた色々な反応実験が簡単にできそうな気がします！

また、この流路構造では輸送体がリアクターと融合・分裂する間隔を調節することで、化学物質の濃度の増減を規則的に作り出すことができ、生体組織等でみられるような化学的に非平衡な状態を維持できるそうです。このため、筆者等は特に合成生物学分野での活用に期待をしています。確かにDNAやペプチドのように目的分子を順番に結合させたい場合や代謝経路内の各酵素反応の連動を見たい場合など、このリアクターでは検証しやすそうですね！

生物から考えられた今回のリアクターは、一見シンプルな構造だからこそ、ライフサイエンスだけでなく、たくさんの可能性がありそうです。個人的には、輸送体を流す流路をリアクターの上下において両面からの濃度変化を作るとかも面白そうですね。組織中の細胞内の化学的な変化を検証したり、色々できそうですね！是非、皆さんも研究に取り入れてみてはいかがでしょうか？

バイオミメティクスを利用した身近な製品

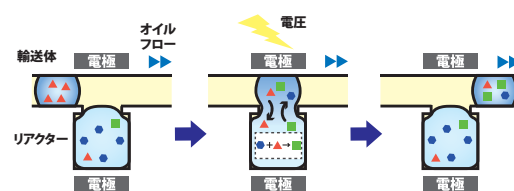


人工細胞型微小リアクター

細胞のエンドサイトーシス/エクソサイトーシス



細胞型リアクター



マイクロ流路内で液滴同士の融合・分裂を電圧のオンオフで調節！
化学反応の制御が精密にできる！