

## C208

## 自律的に駆動するマイクロデバイスの開発とその化学分析への応用

(筑波大)○(学)高島 篤司・(正)福田 淳二\*・鈴木 博章

## [目的]

次世代微小化学分析システム( $\mu$ TAS)に求められる重要な機能の一つは自律的動作であり、送液制御はこの中でも最も重要な技術要素である。本研究では、過酸化水素から酸素気泡を生じる触媒反応を利用し、この体積変化をポンプ駆動力とする化学的マイクロポンプを作製した。つまり、微小流路ネットワークに過酸化水素溶液を導入するのみで、毛細管現象により過酸化水素溶液が自発的に送液され、マイクロポンプを順次決められたタイミングで駆動する。この原理を利用し、2種類の溶液を混合するシステムを作製し、化学分析へ応用可能であることを示した。

## [方法と結果]

デバイスは、PDMS 基板2枚とガラス基板を積層して作製した(Fig. 1)。2枚のPDMS 基板のうち、上段には被送液溶液用の流路、下段には過酸化水素溶液を送液するための制御用流路を形成した。化学的マイクロポンプは被送液溶液と二酸化マンガンと固定したゲルをダイヤフラムを介して配置することで構成している。ポンプを動作させるには、まずマイクロポンプ上部の区画に被送液溶液を満たし、アクリル板で封をする(Fig. 1(a))。次に、制御用流路に過酸化水素溶液を導入すると、毛細管現象により溶液は流路中を自発的に送液され、ゲル内に浸入する。ここで、過酸化水素と二酸化マンガンの反応により生じる酸素気泡の体積膨張によってダイヤフラムが押し上げられ、マイクロポンプ内の被送液溶液が流路中へ押し出される(Fig. 1(b))。

マイクロポンプを複数接続したデバイスを作製し、制御用流路に過酸化水素溶液を導入すると、溶液は自発的に流路中を進行し、各マイクロポンプ上部液溜め中の溶液が逐次排出された(Fig. 2(a)(b))。溶液排出量が各ポンプで異なるのは、過酸化水素溶液のポンプ部への到達時間の差を反映しており、制御用流路の設計により送液のタイミングを制御できることが示された。次に、被送液溶液用流路をT字型にして、2液混合が可能かどうか評価した(Fig. 2(c))。両端に配置した大きめポンプは、流路中に押し出された溶液に圧力を加え、移動させるのに使用した。その結果、同じ原理のポンプを4つ組み合わせることで2液の混合が可能であることが示された。

さらに、化学分析への応用として、この混合システムを用いて、被送液溶液中の過酸化水素の検出を行った。一つの溶液注入用ポンプに Amplex Red と過酸化

水素を含む溶液を、もう一方には西洋わさびペルオキシダーゼ (HRP) を含む溶液を満たした。デバイスを動作させて2液を混合させた後、生成物 Resorufin の蛍光強度を測定した。過酸化水素濃度の増加に伴い、蛍光強度の増加が認められ、良好な相関がみられた(Fig. 3)。

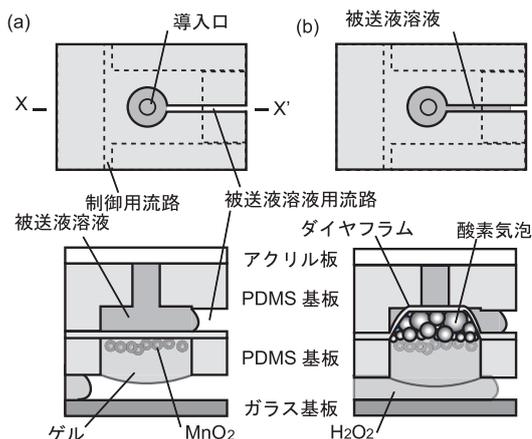


Fig. 1 ポンプの動作原理 (a) 動作前 (b) 動作後

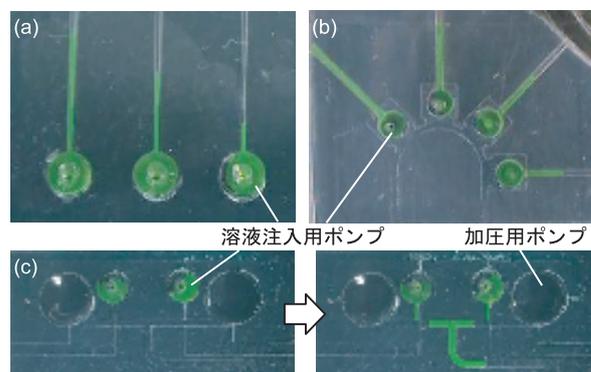


Fig. 2 送液の様子

(a) 直線型パターン (b) 円型パターン (c) 混合システム

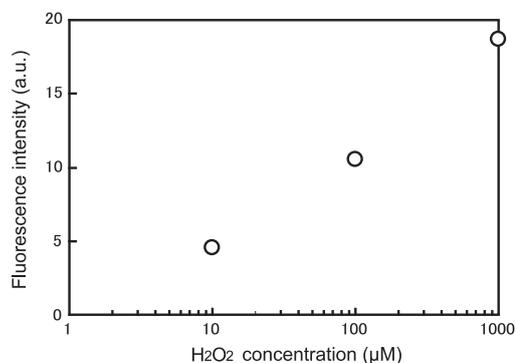


Fig. 3 過酸化水素の検出

\*Tel: 029-853-4995 Fax: 029-853-4490

e-mail: fukuda@ims.tsukuba.ac.jp