

遠心力を利用するコンパクトディスク（CD）型マイクロチップフロー分析

九州大学工学府化学システム工学専攻 本 明紘

近年、ガラスやプラスチック板に深さ・幅が数 10 から数 100 μm 、長さが数 cm 程度の細い流路のマイクロチャンネルを施したいわゆる「マイクロチップ」と呼ばれる基板を用いたフロー分析法が活発に研究されている。従来のフロー分析法に比べて、使用する試薬量が極めて微量であるため、高価な試薬を使用する場合には大変有用である。また、2種類以上のものを混合反応させる場合、物質移動支配になる場合でも拡散距離が極めて短いので、短時間に反応が完結する利点もある。送液には、送液速度を毎秒数 μL 程度に制御するために、一般にシリンジポンプのようなものが用いられるが、電気泳動による浸透流を利用して、同時に分離分析を行う方法も報告されている。これに対して、コンパクトディスク(CD)型の円盤状の板の上に液だめとマイクロ流路を作製し、これを回転することによって、液だめの液体を流路に従って流す方法を開発されており、新しい流れ分析法として興味深い。

Watts ら [1] の開発した CD 型マイクロチップを Fig. 1 に示す。図中の 2 は Na^+ , K^+ , Ca^+ 及び Cl^- に対して光学的に応答するイオン感応膜を直列状に並べられたセンサ部（オプトード）である。図中の 3-8 は液だめで、そのうち 3-5 には 4 種のイオンを含む標準溶液が、6-8 には実試料が溜められている。液だめの溶液は、burst valve と呼ばれる部分における表面張力によって流路に流れないように保たれているが、ある回転速度以上になると遠心力が表面張力を打ち勝って液だめから流れ出す。この流れ出す最小の回転数 (burst 回転数) が Table 1 に示されている。液だめから液体が流れる順番は、液だめの液体にかかる遠心力の最も大きいものからで、中心から最も離れた図中の 3 の液だめから 4、5、・・・8 の順に回転数の増加に応じて検出部に向かって流れ出す。この場合、液だめと burst valve を結ぶ流路の幅を調節することにより、burst 回転数を制御している。実際、このチップを用いて 4 種のイオンの同時測定に成功している。

Riegger ら [2] は色素や量子ドットをカラータグとして ID 付けをしたビーズと遠心 lab-on-a-disk プラットフォームと名付けた円盤型マイクロチップを用いて多数の成分を同時に免疫アッセイを行う方法を開発している。Fig. 2

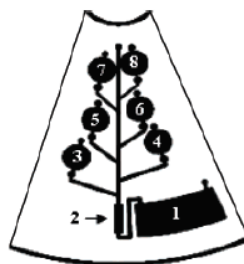


Fig. 1 CD 型マイクロチップ

Table 1 液だめからの溶出と回転速度の関係

Reservoir	Width (μm)	Burst Frequency (rpm)
3	500	500 \pm 18
4	450	531 \pm 13
5	400	602 \pm 33
6	350	649 \pm 14
7	300	771 \pm 25
8	250	960 \pm 0

に示すように、例えば、3種の蛍光波長の異なる量子ドットを含ませてコード化したビーズにそれぞれ異なる抗体を固定化し、これを図中のinletから導入する。CD型マイクロチップの回転によりビーズをdetection chamberに導き、ここで測定対象の3種類の抗原を含む混合液と反応させ、さらに蛍光ラベル化した2次抗体と反応させる。このdetection chamberに捕集されたそれぞれのビーズの位置をCCDカメラにより割り出し、その後励起光を照射してバンドパスフィルターを通した蛍光画像をCCDにて取り込む。ビーズの位置の画像と蛍光画像を処理することにより各ビーズごとに免疫アッセイを行い、ビーズからの蛍光強度を測定することにより抗原の定量を行う。

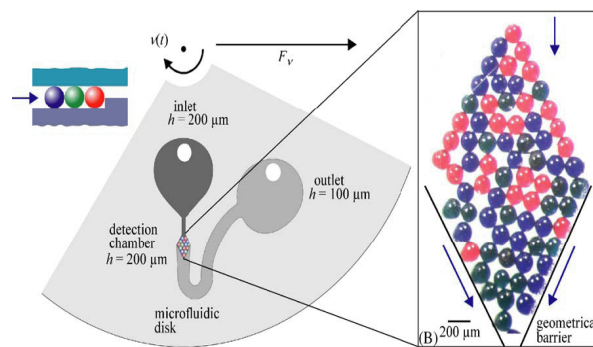


Fig. 2 マイクロビーズを用いる lab-on-a-disk platform

[1] A. S. Watts, A. A. Urbas, E. Moschou, V. G. Gavalas, J. V. Zoval, M. Madou, L. G. Bachas, *Anal. Chem.*, 79, 8046-8054, (2007)

[2] L. Riegger, M. Grumann, T. Nannb, J. Riegler, O. Ehlert, W. Bessler, K. Mittenbuehler, G. Urban, L. Pastewka, T. Brenner, R. Zengerle, J. Duerée, *Sensors and Actuators A*, 126, 455-462, (2006)