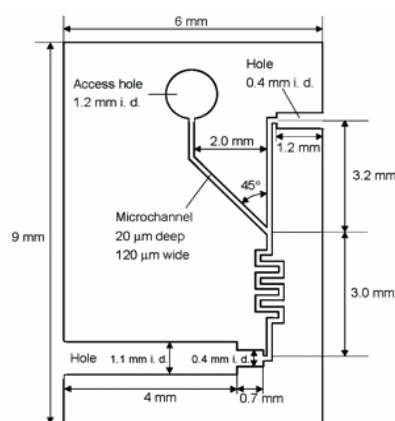


ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-7. フローインジェクション分析
小項目	1-7-2. マイクロフローインジェクション分析

概要（200字以内）

1974年にフローインジェクション分析（Flow Injection Analysis: FIA）が開発されて以来、マイクロキャピラリーFIA、集積マイクロコンデュイトFIAへと発展し、近年では微細加工法を駆使した μ -TAS（Miniaturized Total Analysis System）型のマイクロFIAの研究開発が進んでいる。マイクロFIAにおいては、ガラス基板などの固体基板の上にマイクロチャンネルを加工し、チャンネル中において試料の注入・試薬との反応を行い、生成物を蛍光法などで検出する。電気浸透流を用いた方法においては、ピコリットルレベルの試料注入が可能になっている。今後、電気浸透流を含む送液法や試料注入法、さらにはマイクロ流路中における効率的な溶液ミキシング法などの発展により、超微量で分析可能なハンドヘルド型マイクロFIAの開発が行われると予測される。



マイクロチップ FIA

現状と最前線

1974年のフローインジェクション分析（Flow Injection Analysis: FIA）の開発後、1980年代の初頭にマイクロキャピラリーFIAや集積マイクロコンデュイトFIA（Microconduit FIA）などが報告されてきた。従来のFIAでは内径0.5～1.5 mmのテフロン製コイルが用いられるのに対し、マイクロキャピラリーFIAにおいては、内径0.2 mm程度のガラス製マイクロキャピラリーコイルと10 μ L程度のサンプルループが用いられる。一方、集積マイクロコンデュイトFIAでは、ポリ塩化ビニルのブロックに溝を刻み、別の平坦なプラスチックシートで覆った容器が用いられ、集積化された半球状の断面をもった流路によりFIAを行うものである。流路が微小であるため、試料および試薬の消費量が少ないという利点がある。また、固体ブロックを用いているため、流路に光学ファイバーを挿入し、反応溶液を自動的に検出系へ導くことも可能である。また、1980年代には、微細加工技術によりダイヤフラムポンプやインジェクターを集積したマイクロFIAの研究も行われたが、集積化ポンプの耐久性やデバイス中における流体制御の難しさから、マイクロFIAとしては多くの問題があった。

一方、1990年代初頭から μ -TAS（Miniaturized Total Analysis System）の研究が活発に行われる

ようになり、マイクロチップ FIA が、より現実化してきた。例えば、ガラス基板に加工した幅 $\sim 300 \mu\text{m}$ 、深さ $\sim 30 \mu\text{m}$ のチャンネル（溝）を用い、電気浸透流に基づいた送液法によるマイクロチップ FIA が報告されている。これにより、全試料体積が $0.5 \mu\text{L}$ 、実質的な試料体積 50 nL による分析が可能であるとともに、ナノリットルレベルの試料注入を行うことができる。また、チップに光学ファイバーを挿入することにより、試料溶液の吸光度検出を行うこともでき、硝酸イオンを 30 サンプル/時、検出下限 $0.5 \mu\text{M}$ で分析することが可能であると報告されている。その後、マイクロチップ電気泳動法の発展により、電気浸透流を用いた試料注入法は自動化・改善され、コンピューター制御により、ピコリットルレベルの試料注入が可能になっている。

電気浸透流マイクロチップ FIA は試薬・試料量を低減することができるとともに、検出系との接続も容易であるなどの利点が多い。しかしながら、pH、塩強度、ジュール熱発生などの電気浸透流条件と FIA の化学反応条件は必ずしも相入れないことも多い。したがって、究極的なマイクロチップ FIA の開発のためには、電気浸透流法と同等な流体制御や試料注入を可能にする、他の方法の研究が急務である。実際に、図 1 に示すように並列的に配置したマイクロバイアルと微小な試料注入用プローブを用いることにより、電気浸透流を用いないナノリットルレベルの試料注入法が提案されている。このような研究の中から、実用的なマイクロチップ FIA が発展することが望まれる。

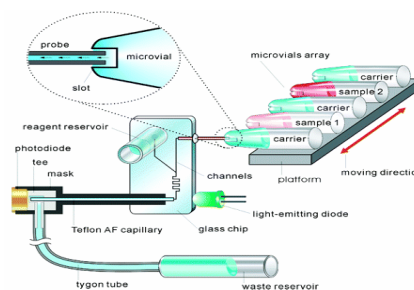


図 1 マイクロチップ FIA のおけるナノリットル試料注入

参考文献：

マイクロ化学チップの技術と応用、化学とマイクロ・ナノシステム研究会 監修、丸善（2004）

将来予測と方向性

- ・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題
電気浸透流法以外によるピコリットルレベルの試料注入法の開発
効率的なチャンネル型溶液ミキサーの開発
- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
ハンドヘルド型マイクロチップ FIA の開発

キーワード

マイクロチャンネルチップ、ピコリットル試料注入、マイクロチップ FIA、 μ -TAS

（執筆者： 喜多村 昇 ）