

ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-6. バイオセンシング・バイオデバイス・バイオチップ
小項目	1-6-5. マイクロ TAS

概要（200字以内）

マイクロ TAS は、本来チップ上で試料からの目的物の分離・精製から分析までを一貫して行えるシステムのことである。しかし、現在では、その適用範囲はさらに広がり、診断・創薬はもちろん、体内埋め込みの投薬システムなどにも利用が検討されている。また、物質生産や、エネルギー生産にも使用可能となりつつある。さらには、微小空間で初めて達成、検討できる種々の現象を利用した未踏分野の基礎科学創生においても非常に期待されるツールとなりつつある。

現状と最前線

マイクロ TAS は、チップ上に分析装置をすべて組み込んだ総合分析システムを目的として出発したが、現在では物質生産・精製・解析・操作などにさらに広範な分野と融合して、マイクロ・ナノシステムといったひとつの新しい科学分野を形成している。バイオテクノロジーは本来、既存の枠組みでは成立しない学問分野であるが、当該分野においては、関連する機械、物理、生物、医学が化学と最も理想的に融合しつつある。当初は、既存の装置やシステムを単純に小型化するという思想が主であったが、最近では、マイクロ、あるいはナノスケールそのものを活かした新しいシステムが多く開発されてきている。現在は、下の図のようにシステムに要求される個々の機能ユニットを開発している研究が多くなされている。例えば、理想的な混合を達成する流路設計や、液滴生成のためのユニット、液滴やナノ粒子を操作するためのユニット、ナノピラーのような構造でゲルを模倣した分離システムを始め、きわめて多彩なユニットが報告されている。このような研究に化学の果たす役割は大きい。たとえば、粒子や流体を操作するための高分子アクチュエーターなどは、その例である。

マイクロ TAS に要求される多彩な機能

また、マイクロチップの最も大きな特徴は、体積に対する表面積の比率が大きいことであり、対象物は、表面の影響を大きく受けることになる。したがって、表面化学修飾などによる表面改質や、機能化はマイクロチップの機能化に重要な因子となる。たとえば、化学修飾により超撥水表面をつくって流れを制御したり物質のパターニングを行ったりする例がある。さらに種々の分子を固定化する手法も重要である。これに関しては、マイクロアレイにおいて特に多くの開発例がある。しかしながら、表面や界面の化学は、未だに十分に解明されているとはいえず、今後さらに革新的な手法が開発される可能性が高い。分子が集合して形成される場や、水などの媒質の物性が表面近傍では大きく変化し、バルクの体積に対して界面や表面が無視できないマイクロチップにおいては、この物性変化がシステム全体に大きな影響を及ぼすからである。表面を扱う化学は、全く新しい化学が生み出される可能性の高い分野であるといえる。

検出系においても多くの新しい手法が研究されている。マイクロシステムでは、扱う物質の量が微量であるため、検出にはより高感度なものが必要とされる。しかも、微小さが利点のシステムであるから、検出系もできれば小型化できることが望ましい。検出系として最も多く研究されているのは、蛍光や吸光などを用いる光学検出、微細化に適した電気化学検出であるが、 piezo素子を微小化して流路と組み合わせたものや、細胞などの応答によるものなどユニークなものも報告されている。いずれにしても、さらに高効率なシグナル増幅法や、高感度な検出手法が必要であり、これに関してはマイクロシステム以外の研究を取り込むことも重要である。究極の分析である1分子検出を目標として研究が進んでいる。特に生体分子では1分子検出は夢物語ではない。また、細胞を用いるチップも研究例が増えている。細胞をチップ上で培養して多検体分析を行ったり、単一細胞からゲノム、ポストゲノム研究に関する情報を得るといった研究も盛んである。これらの研究は、創薬分野への貢献が期待できる。Total Analysis Systemの言葉通り、試料から目的物を抽出・分離して、遺伝子などでは増幅・精製も行って解析するような、一連の実験操作を単一のチップ上で行おうとする試みも現実性を増している。

今後は、このような実用的なチップ開発が進むとともに、微小空間でのみ起こりうる現象を利用した、1分子を扱え、表面を利用した新しい基礎化学分野の創生も期待される。

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

マイクロ流路内で達成できる各操作のための実用的ユニットの完成・表面化学の基礎的研究手法の確立・チップを用いたゲノム解析や診断法の一部実用化

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

表面と微小空間の特質を利用した新規な化学の確立・一分子操作手法と微小空間による生命機能解析へのアプローチ・チップを用いる創薬、診断の一体化

キーワード

マイクロチップ、バイオチップ、マイクロアレイ、微小分析