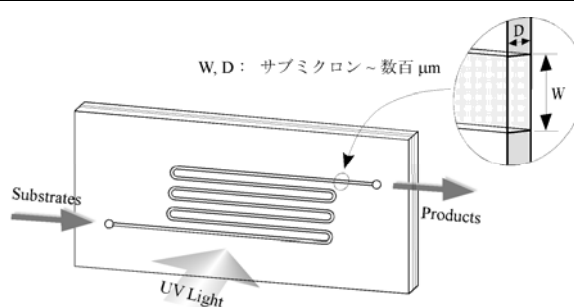


ディビジョン番号	2
ディビジョン名	光化学

大項目	2. 光化学の応用展開
中項目	2-5. 環境調和光化学
小項目	2-5-4. 微量生産システム(マイクロチャンネルによる物質生産)

概要 (200字以内)

マイクロチャンネルリアクターを光化学反応に応用すると、環化反応や不斉増感反応の効率、選択性を向上させられることが報告されている。またマイクロ流路内に光触媒を担持した比表面積の極めて大きい反応場を用いれば、有機化合物の酸化、還元、アルキル化が極めて迅速に進行、バッチ反応系とは異なる、新規な反応性が発現することも見出されている。マイクロ光反応場の特性を活かした、実用化を目指した研究が行われている。



典型的な光反応マイクロリアクションシステムのセットアップ

現状と最前線

マイクロリアクター、あるいはマイクロチャンネルリアクターとも呼ばれる、幅数~数百 μm のマイクロ流路を有する微小反応器を物質生産に用いようという試みが活発に行われている。空間の狭さに由来する、以下のような特徴を活かした反応系の開発が進められている。

- 1) 物質の拡散長が短いことによる高速混合
- 2) 反応器の熱容量が小さく、高速熱交換が可能
- 3) 単位体積当たりの表面積(比表面積)が大きい
- 4) レイノルズ数が小さく、乱流の生じない層流支配の流れとなる

これらの特徴を利用した高速かつ高選択性の反応系の構築が期待できることから、将来の化学産業を支える重要な基盤技術の一つと位置づけられ、活発な研究が行われている。

レーザーなどの励起光源とマイクロリアクターを組み合わせ、熱レンズ分光法などによりマイクロ空間の反応をプローブしようとする試みが数多く行われ、成功を収めている。また、このマイクロリアクターの特性を分子の光励起によって引き起こされる化学反応に応用しようという試みもまた成果を上げるようになってきている。

特にマイクロリアクターを光誘起反応に応用する場合、バッチ式マクロ反応容器を用いる場合に比べ以下のような効果が期待できる。

- (5) 溶媒や結晶化した生成物による光子の減衰を抑えられる。
- (6) 光路長が格段に短いため、より高濃度、あるいは懸濁した試料の利用が可能となる。
- (7) 流速の制御により反応時間、光照射時間を精密に制御できる。

- (8) 反応物が系に滞留しないことから、反応中間体、生成物がさらに光子を吸って起きるような副反応を抑制できる。
- (9) 界面、壁面を用いた反応性の向上、新規な反応が期待できる。
- (10) 単色性、短パルス、偏光や微小ビーム径といった光源の特性を用いることにより、リアクター反応場の詳細な制御、解析が可能となる。

そこで光反応に最適化したマイクロリアクターを設計、マイクロリアクター内の化学反応を光により誘起、追跡するシステムを開発、上記のような利点を用いてバッチ式マクロ反応容器に比べ高速で高収率、高選択率の実現を目指した研究が行われている。有機光化学反応の分野では、環化反応や不斉増感反応の効率、選択性が向上することが報告され、これは主として反応物の滞留しないマイクロフロー系としての性質の寄与によるものであることが明らかになってきている。またマイクロ流路内に光触媒を担持した比表面積の極めて大きい反応場を用いれば、有機化合物の酸化、還元が極めて迅速に進行し、1級アミンのアルキル化などでは光触媒微粉末を用いるバッチ反応系とは異なる、新規な反応性が発現することも見出されている。またレイノルズ数の非常に小さいマイクロ流路内に生じる環状流を用いると、光触媒による有機物の酸化、二酸化炭素の還元等の効率を向上させられることが示されている。

個々のマイクロリアクターチップで取り扱える物質量は小さいが、反応のスケールアップは、反応装置を大きくするのではなくマイクロリアクターを並列にする、ランタイムを上げることで達成できる。つまり、工業化の際のスケールアップ技術開発に多くの時間と労力を割く必要がなく、実験室で最適化した技術をナンバリングアップで即実生産に応用できるという一面からも期待が持たれており、マイクロ光反応場の特性を活かした、実用化を目指した研究が行われている。

【文献】

Recent progress on photoreactions in microreactors

Y. Matsushita, T. Ichimura, N. Ohba, S. Kumada, K. Sakeda, T. Suzuki, H. Tanibata, and T. Murata, Pure Appl. Chem., in press.

Photoreactions

T. Ichimura, Y. Matsushita, K. Sakeda, T. Suzuki, in *Microchemical Engineering in Practice*, ed. by T. R. Dietrich, Blackwell Publishing, Oxford, 2007.

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
 - マイクロ空間特有の反応性を示す、新規な合成ルートの開発
 - マイクロ反応系に最適な光照射技術、光源との複合化手法の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ナンバリングアップにより収量を向上させた、実用スケールのプラントの開発

キーワード

マイクロリアクター 光触媒 不斉合成 光環化反応

(執筆者： 市村禎二郎)