

巻頭言

光によって駆動される反応プロセス構築で期待される化学工学の貢献



西山 覚

光を用いた温和な条件下での反応には、光で励起された酸化チタン光触媒が大気中の水分子や酸素分子を活性化し、有機物や有害物質を分解除去する機能を利用した、防汚・防臭便器、汚れの付着し難い塗料や自動車内の防臭器具などに実用化されている。工業反応への応用例としては、 ϵ -カプロラクタムへの中間体であるシクロヘキサノンオキシムが、シクロヘキサノンとニトロシルクロリドの光反応によって製造されている。光を活用することでシクロヘキサノンを経由する方法に比べプロセスが大幅に簡略化できる。

光および光触媒反応においては、通常熱として系に与えられる反応の駆動力に光エネルギーを用いるもので、太陽光を利用できれば、化石燃料に頼らない反応プロセスの実現が可能となる。反応速度の促進だけでなく、自由エネルギー変化が正の熱力学的に進行し難いup-hill反応であっても進行させることが可能である。速度論的にも平衡論的にも低エネルギー消費で駆動することができる極めてサステナビリティの高いプロセスの構築が期待できる。

光が関わる反応は、熱反応とは異なり反応を駆動するエネルギーを反応器内全域に伝達させることが困難である。**右上図**に微生物の培養に用いる培養池型反応器の例を示した。多くの場合非常に浅い水深の培養地で広大な面積を有する反応器を用いる。これは、太陽光が水面から非常に浅い距離しか浸透できないため光が関わる反応が進行する部分が限られるためである。

固体触媒を用いた気-固接触反応器では、外部あるいは内部照射式の光源を用いたとしても、全ての固体触媒に光を照射することは不可能で触媒の有効利用率が極めて小さくなる。このように工業的生産レベルを達成するためには、通常反応工学的スケールアップ手法が役に立たない。通常流通管型反応器では、反応体積 (V)、原料流体流入速度 (v)、原料濃度 (C_0)、反応温度 (T) によって原料の転化率が決まるが、光反応、光触媒反応器では、これらに加えて“光の照射具合”といった曖昧な因子が重要な影響を与える。光気-固反応や光触媒反応には、充填層ではなく**右下図**に示した流動層型反応器が重要な役割を果たさそう。流動層反応器内での光触媒粒子の流動・混合・攪拌

Contribution of Chemical Engineering to Process Construction of Photo-stimulated Reactions

Satoru NISHIYAMA (正会員)

1982年3月 東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了

1982年4月 神戸大学工学部 助手

1988年9月 工学博士(神戸大学)

1996年2月 同上 助教授

1997年10月～1998年8月 連合王国レディング大学 文部省在外研究員

2004年4月 神戸大学環境管理センター 副センター長

2007年10月 神戸大学大学院工学研究科 教授(現職)

連絡先: 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

E-mail nishieng@kobe-u.ac.jp

状態を化学工学的に理解することが極めて重要である。GSCあるいはSDGsに資する新たな“光化学反応工学”あるいは“光触媒反応工学”とも呼ぶべき新規な学問分野の開拓が期待される。

