

## 第9回グリーン・サステイナブル ケミストリー賞

吉田潤一氏  
京都大学大学院工学研究科

### 「マイクロリアクターの特性を生かした環境調和型精密有機合成」

今まで、化学合成にはセンチメートルサイズのフラスコやメートルサイズの反応器が用いられてきた。最近、それよりももっと小さなマイクロメートルサイズの反応器（マイクロリアクター）が注目を集めている。マイクロリアクター中では、分子拡散や熱移動が短時間で起こるので、フラスコなどに比べてより精密に反応を制御でき、ほしい物質だけをつくることができる。また、マイクロリアクターでは液を連続的に流しながら反応を行うので、その小さな内容積から想像させるよりもはるかに大量の物質を製造することができ、実際工業的な利用も始まりつつある。

受賞者は、このようなマイクロリアクターの特性を明らかにするとともに、それらを生かすことにより環境調和型合成・製造ができることを実証した。ベンゼンなどの芳香族化合物に有機カチオンやハロゲンなどの求電子剤を導入する反応では、1つだけ選択的に導入することは困難で2つあるいはそれ以上導入される場合が多いが、マイクロリアクターを用いると高い選択性で1つ導入されることを見出し、これがマイクロ空間での分子拡散が短時間で起こるためであることを明らかにした。この概念に基づいて、JST 育成研究「機能性材料を指向した有機ヨウ素化合物の資源循環型電解製造プロセスの開発」を行った。また、この概念は、高分子合成における分子量および分子量分布制御にも有効であることを、マイクロリアクターを用いたカチオン重合、ラジカル重合、アニオン重合において実証した。とくに、カチオン重合では、添加剤なしにリビング重合が可能であり、アニオン重合も超低温を必要とせずブロックコポリマーが容易に合成できることを示した。

精密化学品合成において、実験室では保護基や補助基がよく用いられるが、実際の製造においては、資源やコストの点から望ましくない。マイクロリアクターを用いると、反応条件を精密に制御することができるので、保護基などを用いない直截的な合成反応を達成することができる。たとえば、従来エステルは有機リチウム化合物と速やかに反応することが知られていたが、マイクロリアクターを用い滞留時間を短く精密に制御することにより、両者が共存できエステルを保護する必要がないことを明らかにした。また、有機リチウム反応は $-78^{\circ}\text{C}$ といった超低温が必要である点が工業化のネックとなっていたが、マイクロリアクターを使うと $0^{\circ}\text{C}$ や室温で行えることも明らかにした。

このように、マイクロリアクターは従来の化学合成の常識を大きく変える可能性を秘めており、今後の発展が期待される。