京都大学 KYOTO UNIVERSITY

KATSURA INT'TECH CENTER
ADVANCED ENGINEERING RESEARCH CENTER
GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING

京都大学大学院 工学研究科　高等研究院

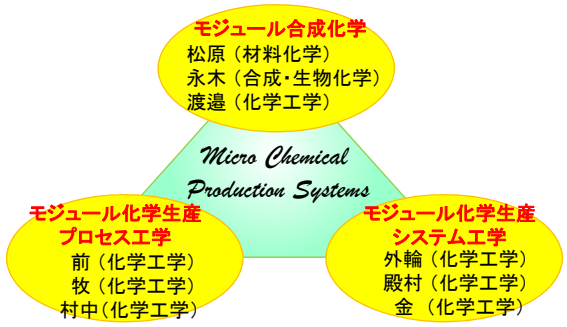
モジュール化学合成・生産システム研究部門

研究部門代表：　外輪　健一郎　（化学工学専攻）

本研究部門の目的と主要構成員

21世紀のスマート社会の素材，部材を支える上で化学産業の持つ役割は大きい。ただし，20世紀とは異なり，省資源，省エネルギー，環境負荷軽減を図った多様な資源やエネルギー（特に再生可能資源，エネルギー）からの化学品製造が必須である。また，AIなどの情報技術の社会への導入に伴い，化学製品には，より厳密なスペックや急激なスペック変化に迅速に対応することが求められる。これには，これまでのバルク製品を大量生産する方式から，製品のサプライ・バリューチェーンの中で容易にマスカスタマイゼーションできるモジュールをベースとした化学合成法，生産システムの再構築が不可欠である。

マイクロリアクター技術は，従来の反応器の1/10以下のサイズで厳密な製品スペックを満たす製品を高速製造可能である。このような技術革新は現状の化学品製造装置を一新し，プラントサイズ縮小，SU/SD時間短縮，消費エネルギー削減，廃棄物減少，本質的に安全な装置，モジュール形式による製品スペックや生産要求量変動への対応，サプライチェーンに柔軟に対応したプラントのモバイル化，容易にマニュアル化でき運転訓練も容易といった効果をもたらす。本研究部門は，産学連携による研究・開発を集中的かつ戦略的に推進し，化学産業界だけでは確立が困難な，21世紀の新化学産業の核となる技術を構築する。さらに，それを担う若手産学人材を育成することを本部門のもう1つの目的とし，活動する。



進捗状況：　上記の目的達成に向けて，モジュール化学合成技術，生産システムの開発と再構築，若手産学人材の育成を順調に実施している。

外部資金獲得状況：
NEDO「機能性化学品の連続精密生産プロセス技術の開発」，内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「スマートバイオ産業・農業基盤技術」
日本学術振興会　科学研究費補助事業　基盤研究A，基盤研究B，若手研究，AMED，CREST

令和2年度までの研究活動及び主な成果

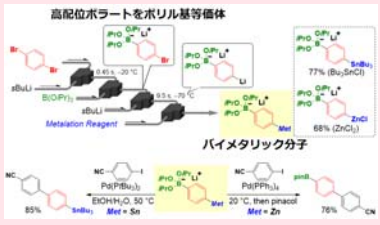
モジュール合成化学

複数反応のモジュール化手法の確立

フローマイクロリアクターの利点である滞留時間や温度の精密制御により，高速反応中心に従来法では不可能な分子変換プロセスの研究を行っている。

4段反応のモジュール化

具体的には三連続リチオ化，三連続求電子剤捕捉反応のためのモジュール化装置を開発し，バイメタリック化合物の高速合成を達成した。今後は，更なる多様性に柔軟に対応できるモジュール型手法，装置の開発，反応実施に取り組む予定である。

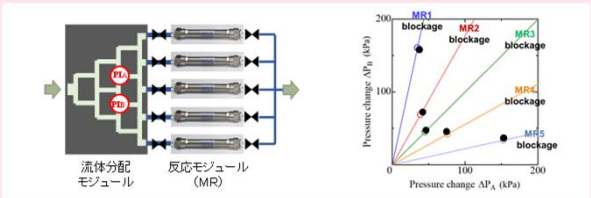


モジュール化学生産システム工学

機能モジュールのモデル作成，および，並列化されたモジュール化学プロセスの最適設計・最適操作

機能モジュール（流体供給，スラグ流生成，反応，蒸留，晶析など）の開発，および，そのモデリング・シミュレーション・最適化に取り組んだ。

また，マイクロ反応モジュール（MR）の閉塞は，プロセスの安定運転を妨げる。そこで，2つのセンサーを用いてMRの閉塞検出を行う手法を提案した。検出性能を向上するべく，分合式流体分配モジュールを開発した。

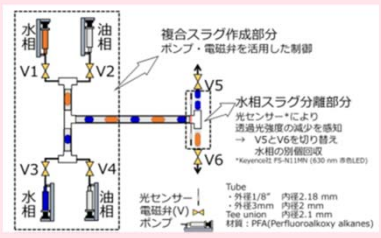


モジュール化学生産プロセス工学

複合スラグコンテナの設計・操作法の提案と分離操作への応用

複合スラグコンテナは組成の異なる分散相スラグを同一流路に流し，スラグを単一のミニバッチとして活用することが可能であり，微小流路での柔軟な制御のもとで，高速スクリーニングや高効率な反応・分離操作に適用が期待できる。

複合スラグコンテナを活用するにあたり，(i) 所望の長さのスラグを作成すること，(ii) スラグ同士の合一を防ぐこと，(iii) スラグ間での物質移動を制御することが課題となる。今年度は複合スラグコンテナの安定性・汎用性に優れた操作法の提案を行い，分離・濃縮操作への適用が可能であることを実証した。



マイクロ化学生産研究コンソーシアム

コンソーシアムでは，下記の事業を実施しました。

6月：マイクロ化学工学基礎集中講義
6月：マイクロ合成化学基礎集中講義
6月：マイクロ合成化学応用集中講義
7月：マイクロ化学工学応用集中講義
9月：講演会および見学会
11月：マイクロ合成化学実習
11月：デバイス設計・製作演習
11月：マイクロ化学工学実習
12月：講演会および見学会
3月：講演会および見学会（予定）

上記以外に，マイクロ合成システムの共同開発プロジェクトが進行中です。

外輪　健一郎

京都大学大学院工学研究科 化学工学専攻　教授

E-mail: sotowa@cheme.kyoto-u.ac.jp

〒615-8530　京都市西京区京都大学桂
TEL：075-383-2667　FAX：075-383-2658
HP: http://www.cheme.kyoto-u.ac.jp/7koza/mcpsc/