

**日本学術振興会**  
**プロセスシステム工学第143委員会**  
**平成22年度 第5回研究会議事録**

1. 日 時： 平成23年2月4日（金） 13：10～17：00

2. 場 所： 東京 弘済会館  
(東京都千代田区麴町5-1/電話：03-5276-0333)

3. 出席者：48名（順不同，敬称略）

委員長：長谷部伸治（京都大学）

委員：轡 義則（住友化学），鈴木 剛（東洋エンジニアリング），高田晴夫（三菱化学エンジニアリング），山田 明（三井化学），末吉一雄（横河電機），柘植義文（九州大学），野田 賢（奈良先端科学技術大学院大学），橋本芳宏（名古屋工業大学），山下善之（東京農工大学），加納 学（京都大学），篠原和太郎（東芝），平尾雅彦（東京大学），梅田富雄（青山学院大学），伊藤利昭，殿村 修（京都大学），栗本英和（名古屋大学），武田和宏（静岡大学），菊池康紀（東京大学），関 宏也（東京工業大学），矢嶋智之（名古屋大学），松本秀行（東京工業大学），黒岡武俊（富山大学），木村直樹（九州大学），外輪健一郎（徳島大学），橋爪 進（名古屋大学），島田行恭（労働安全衛生総合研究所），石橋昌宏（代理：村上譲司，横河電機），鈴木啓太（旭化成エンジニアリング），山田幸治（宇部興産），伊藤秀之（富士電機システムズ），讃岐 亮（JX日鉱日石エネルギー），大宮司理晴（JX日鉱日石エネルギー），山北幸重（旭化成EICソリューションズ），藤井孝義（日揮），馬場一嘉（代理：秋田和之，ダイセル化学工業），矢羽田喜彦（三井化学），竹田浩伸（三菱化学），小崎恭寿男（日揮），田守隆宏（日産化学工業），川村継夫（オメガシミュレーション）

委員以外の出席者：渡部英司（三井化学），三井均（日宝化学），内田正之（東洋エンジニアリング），高橋 清（三井化学），鈴木朝寛（神戸製鋼所），野一色公二（神戸製鋼所），金子弘昌（東京大学）

#### 4. 研究会

<研究会>

テーマ：マイクロ化学プラントの実用化をめざして

（司会：橋本芳宏 委員）

0) 研究会の趣旨説明

1) 「Process Intensification を支えるマイクロ化学プロセス技術」

《講演者》 東京工業大学 松本秀行 委員（資料#1）

[概要] マイクロ化学プロセス技術を含む種々のPI技術を紹介し，PIの発展に求められるシステムズアプローチについて述べられた。

<質疑応答>

伊 藤：従来のバルクケミストリーの中でPIを位置づけているように受け止めた。そうではなくて，多品種を作る，フレキシビリティという意味でのPIの考えや取り組みはあるのか？

松 本：様々なところでPIを使えると思うが，従来のバルクケミストリーをベースに考えているケースが多い。エネルギー効率を飛躍的によくするにはどうすればよいか，二酸化炭素を出さないようにするにはどうすればよいか，といったところでPIといった話が見られる。半導体などでPIは議論されていないようだ。

2) 「PSE からみたマイクロ化学プラント研究」

《講演者》 京都大学 殿村修 委員（資料#2）

【概要】最新の研究開発事例を織り交ぜながらマイクロ化学プラントの研究を読み解き、PSE によるその更なる活性化や技術確立の方向性を述べられた。

<質疑応答>

橋 本：熱交換器を例に挙げると、機械屋さんは CFD などを使ってフィンの形状と熱交換効率を厳密に検討していて、化学工学屋さんはフィンの形状ではなくある程度決まる伝熱面積を有する装置を用意する、という理解をしていた。マイクロリアクターの分野の場合、既にある製品を買ってきて組み合わせるのではなく、流体分配性などを厳密に評価しながら設計して管理するのが基本になるのか。

殿 村：本日は各要素の装置設計を厳密に最適化する例を紹介した。開発対象全体をみて各要素をどの程度最適化したらよいか、その精度を予め検討することも実際には必要だろう。それから、導入段階では、共通プラットフォーム的な装置（その操作範囲と性能が予めわかっている）を用意して、基本的な評価を行い、その後、性能を最大化するために厳密に適設計する流れになると思う。

(司会：長谷部伸治 委員)

### 3) 「日宝化学におけるマイクロリアクター利用検討」

《講演者》 日宝化学 三井均 氏 (資料#3)

【概要】日宝化学が開発したオルソエステル類の製造技術を紹介して、マイクロリアクターを用いた工業的生産が可能であることを説明された。

<質疑応答>

山 田：ポイントは、除熱が容易になったため、圧力を上げて反応速度を向上させることができ、その結果として装置自体もコンパクトになったということか。例えば、ガスを攪拌槽に吹き込むような気液反応に対してマイクロ化学技術の利用は向いているのか。

三 井：気液反応にマイクロは向いている。気液接触面積が増大し、反応速度が 100 倍、200 倍向上する。今回紹介した反応では、背圧弁をつけ、圧力をかければ溶ける量が変わってくる。

伊 藤：たくさんのインベントリをもつのが危険な場合、マイクロリアクターによる小型化が向いているように思う。従来でも塩酸を止めれば反応を止められたのではなかったのか。フィード(塩酸)を止めるというのはマイクロリアクターの安全の見方と違うのではないか。

三 井：通常のバッチ反応器の場合、副生成物が沢山できてしまい、1バッチ全部捨てなければならなくなる。ところが、マイクロリアクターの場合、異常時までは製品として受け入れられる。そのあたりにメリットがある。

関：マイクロリアクター導入後、そのうしろの精製工程に影響はなかったのか。

三 井：マイクロリアクターを使って副生成物ができたという話は聴かない。例えば、青酸を使った反応の場合、従来の反応器では反応時間が長くて副生成物ができてしまうが、マイクロリアクターを使えば短時間で反応が起こり、副生成物はできない。

長谷部：適材適所で、使えるところにマイクロ化学技術を導入することが大事である。

### 4) 「GTL 洋上プラント」

《講演者》 東洋エンジニアリング 内田正之 氏 (資料#4)

【概要】マイクロチャンネルリアクターの商用利用として、Velocys/MODEC/TEC の三社共同で、中小型 GTL プロセスを開発中である。マイクロ化学の特性をいかした新規分野開拓の試みについて紹介された。

<質疑応答>

伊 藤：メタン水蒸気改質に関して、装置開発だけでなく、カーボンデポジットを防ぐための触媒開発、運転条件の検討（温度プロファイルをどのようにつけるのかとか）など、マイクロ

リアクター技術と他の技術の寄せ合わせが必要ではないか。

内 田：従来技術のスチームリフォーミングでは、チューブラー型リアクタに触媒を詰めて、外熱を与えている。一方、マイクロリアクターの場合、それに適した触媒の開発、そして、カーボンフォーメーションもしくはメタルダスティングに対してリアクタを保護する対策、などについて合わせて検討している。

山 田：マイクロリアクター内の不均一現象は何故起こるのか。

内 田：実験デバイスとしては、シングルチャンネルを用いている。その生産量を稼ぐに際し、1つのブロック内に多数のチャンネルを同時に形成する。1つのブロックでは足りないとなると、ブロックを複数個並べてベッセルの中に入れて使う。さらに、ベッセルが並列化されることもある。これら一連をナンバリングアップ。全てのチャンネルが同じ形状・サイズでつくれるかがチャレンジングだということ。

#### 5) 「積層型多流路反応器（大容量マイクロチャンネルリアクター）の可能性について」

〈講演者〉 神戸製鋼所 野一色公二 氏（資料#5）

【概要】神戸製鋼所が開発中の積層型多流路反応器の特徴である均一分配構造などを紹介するとともに、マイクロチャンネルリアクターの大容量用途への適用の可能性について紹介された。

〈質疑応答〉

伊 藤：触媒を入れ替えたりできるのか。

野一色：ダクトの構造にして、外部からアクセスして、塗り直す、詰め直すという話はある。沢山特許が出ている。

長谷部：車に比べて化学装置は一般に高い（量産されていないから）。基準となるマイクロ装置を用意し、それを使うことにすると、安価に提供できる可能性はあるのか。

野一色：ある程度は安価にできる。劇的に下がるというものではない。様々な要求がある中で適正価格が決まってくる。

#### 6) 総合討論

山 田：抽出装置として適用する場合、分液操作はどのように行うのか。

野一色：スラグ流れをうまく使っている。出口ですぐ分液し、通常考える静置時間は不要である。

橋 本：マイクロリアクターは、少ない量で場をコントロールできるのが特徴で、解析しやすい装置であり、それをナンバリングアップすれば直ぐ操業に繋がるというイメージでよいか。また、オンサイト・オンデマンド合成の可能性もあると思われるのだが。。。

長谷部：ナンバリングアップはそう簡単ではない。ケミストはベンチャーの足がかりに、そのツールになるだろう。

#### 配布資料：

#1: Process Intensification を支えるマイクロ化学プロセス技術【松本委員】

#2: PSE からみたマイクロ化学プラント研究【殿村委員】

#3: 日宝化学におけるマイクロリアクター利用検討【三井氏】

#4: マイクロチャンネル反応器を用いた GTL 洋上プラントの開発【内田氏】

#5: 積層型多流路反応器（大容量マイクロチャンネルリアクター）の可能性について【野一色氏】

以上