

July
2014

マイクロ化学生産研究活動の最前線を伝えるニュースレター

MiPS Insights



Reports

コンソーシアム行事報告
学会参加報告



Features

デバイス紹介
-株式会社 中村超硬-



Upcoming events

行事予定案内



京都大学マイクロ化学生産研究コンソーシアム



2013年5月～2014年6月に開催されたコンソーシアム関連行事について時系列で報告します。

2013年6月5日、本学桂キャンパスにて、33名の参加を得て、デバイス説明会が開催されました。吉田潤一 コンソーシアム代表の挨拶の後、「富士テクノ社定量ポンプ製品説明(富士テクノ工業(株)森川治之氏、池内香純氏)」および「三幸精機工業のマイクロミキサーへの取り組み((株)三幸精機工業 大塚啓太氏)」の2講演、デモンストレーション、プロジェクト検討会、が行われました。

2013年7月8-10日、マイクロ化学生産実習が、本学桂キャンパス B クラスタ105 号室にて開講されました。本学 牧准教授、本学 永木講師、本学 殿村助教が講師としてマイクロ化学生産実習を担当し、受講生は実験を通して、マイクロデバイスの取り扱い方や基本操作法を習得し、独自に必要なデバイスを選定し、組み立て、それらを用いて反応実験を行える能力を身につけました。

2013年9月2-3日、集中講義(マイクロ化学合成)が、本学桂キャンパス A クラスタA2 棟 302 講義室にて開講されました。本学 吉田教授が講師として、マイクロフロー系を用いた有機合成反応の特徴と、その特徴を活かした反応集積化について講述するとともに、最新例を紹介しました。

2013年9月4-6日、集中講義(マイクロ化学工学)が、本学桂キャンパス A クラスタA2 棟 302 講義室にて開講されました。本学 前教授、本学 長谷部教授、本学 牧准教授が講師として、マイクロ空間を利用した化学操作の基礎について講述するとともに、次世代生産プロセスとしての設計、システムの考え方と新しい制御手法を解説しました。

2013年9月7日、本学桂キャンパスにてマイクロデバイス CFD シミュレーション実習が開催されました。マイクロ化学プロセスを構築するために必要なデバイスの設計や操作法の基本となる CFD シミュレーションの基本操作法を習得し、必要なプロセスやデバイスに関して、独自で CFD シミュ

レーションができる能力の修得を目指しました。

2013年12月9日、本学桂キャンパスにてデバイス説明会が開催されました。「2nd SCI/RSC Symposium on Continuous Processing and Flow Chemistry」参加報告(永木講師)、株式会社中村超硬による企業プレゼンテーションのあと、実機紹介が行われました。

2014年2月6日、本学桂キャンパスにて、37名の参加を得て、年度成果報告会が開催されました。吉田代表からの挨拶の後、徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 外輪健一郎 教授による「マイクロ流路の視点に基づいた化学装置開発」と題した講演がありました。その後、気液触媒反応およびアニオン重合に関する2つのプロジェクト報告会および総括が行われました。

2014年4月11日、本学桂キャンパスにて、38名の参加者を得て、2014年度第1回年度計画会議および講演会が開催されました。吉田潤一 コンソーシアム代表の挨拶の後、各社の研究計画提案などについて発表・議論を行いました。その後、住友化学(株)松本努氏による「フロー・マイクロリアクターの化学業界の動向—特許、文献調査報告—」と題した講演がありました。

学会報告

Flow Chemistry Asia 2013 に参加して

化学工学専攻 殿村 修

2013年11月14日～15日、シンガポールで開催された Flow Chemistry Asia 2013 (FCA 2013) に参加・発表する機会に恵まれた。昨年もシンガポールにて第1回 FCA が開催されている。FCA 2013 の参加者は30名程度で、ケミストあるいはプロセスケミストが大半を占め、ケミカルエンジニアは殆ど見かけなかった。

FCA 2013 のキーワードは、

- Meso Flow Chemistry
- Microfluidic Chemistry
- New Applications of Flow Chemistry
- Process Analysis

・ Use of Continuous Flow Chemistry in Pilot and Production Scale Applications

であった。これまでの Microfluidic Chemistry に加えて Meso Flow Chemistry というワードが強調され、微小空間と言っても可能な限り大きいサイズの空間を用いることが工業化の観点からすれば有利であるということが主張されている。

Micro/Meso Flow 技術は、Green (environmentally benign) Chemistry や EcoChemistry の実現にとって非常に重要な技術として認識されている。キーノート講演2件の内、Paul Watts 先生(Nelson Mandela Metropolitan University (NMMU))は「Micro, Meso or Continuous Flow Reactors: Which Technology is Best for You?」というタイトルで講演があり、医薬品製造プロセス開発例の紹介があった。一般講演では、有機金属合成、光反応、抽出操作、晶石工程のフロー化、などの講演があった。たとえば、Kristine Barlow 氏 (CSIRO : オーストラリア連邦科学産業研究機構) は「Functional Monoliths for Flow Processes by RAFT Polymerization ((RAFT : Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer))」というタイトルで講演があった。我々の研究グループからは、「Optimal Channel Design and Sensor Allocation of Flow Distributors for Rapid Blockage Detection and Stable Operation of Parallelized Microreactors」というタイトルで発表した。さらに、企業展示では、日本に代理店はないようだが、ThalesNano (<http://www.thalesnano.com/>) がフロー合成の自動システム Exhibition: H-Cube®を紹介していた。

本コンソーシアムでは、マイクロリアクタ技術を担う研究者・技術者の育成のための教育プログラムや教材・教育の場がないことを踏まえ、講義、実験、そして、COMSOL を用いたシミュレーション演習からなる、プログラムを作成してきている。FCA 2013 では、NMMU や National University of Singapore における Flow Chemistry に関する教育の話も出ていた。たとえば、NMMU では、生産プロセス革新や新製品開発を狙ったセンターが組織されて、その中で Flow Chemistry に関する教育プログラムも提供されている。NMMU での具体的な活動は、<http://innoventondcts.nmmu.ac.za/> でも紹介

されている。

Flow Chemistry と名の付く学会は他にも開催されている。本ニュースレターの行事予定案内をご覧頂きたい。

日本化学会第 94 春季年会 に参加して

合成・生物化学専攻 永木 愛一郎

2014 年 3 月 27 日(木)~30 日(日)、公益社団法人日本化学会第 94 春季年会が、名古屋大学・東山キャンパスで開催されました。例年同様、非常に多くの参加者が集まり、最新の研究成果発表と活発な討論が行われました。3 日間に渡って開催した有機化学一反応と合成 H. ハイスループット合成 (1. コンビケム・固相合成, 2. 新反応場 (フロー法, マイクロリアクター, マイクロ波, 固定化法, 反応媒体)) のセッションでは、41 件の口頭発表が行われ、その内訳は「フロー法, マイクロリアクター」20 件、「マイクロ波」5 件、「コンビケム・固相合成」16 件でありました。講演は学生も含めて若い研究者によるものが多くを占めました。「フロー法, マイクロリアクター」の講演では、全体として有機金属反応や触媒担持不均一系反応や光反応関連の研究発表が多い中、ペプチドやイオン性液体などの機能性有用化合物の合成効率化をめざした研究もありました。本年会はいずれのマイクロリアクターの発表も聴講者が多く集まり、比較的活発な質疑が行われ、マイクロリアクターの研究分野のアクティビティーの高さが伺えた。次年度の日本化学会第 95 春季年会 (日本大学理工学部 船橋キャンパス) でも、マイクロリアクターに関する研究成果を多く拝見することができれば嬉しく思います。

IMRET 13 に参加して

化学工学専攻 M2 本多 知佳

ブダペスト工科経済大学で開催された 13th international conference on microreaction technology (IMRET13, June 23-25, 2014) に参加しました。オーラル発表が 96 件、ポスター発表が 122 件あり、幅広い分野でのマイクロリアクターの利用がみら

れました。

私は 24 日に開催されたポスターセッションにおいて「Three phase hydrogenation of Nitrobenzene by microreactor system using new carbon catalysts」のタイトルで発表を行いました。内径 4.6 mm の反応器に粒径 400 μm の金属担持炭素触媒を充填しアニリンの合成反応を行った結果を示し、触媒の粒径や反応溶媒の反応率への影響などについて質問を受けました。多くの方の異なる視点から、質問や指摘を受けられたことは大変に有意義な経験でした。

会期中の発表の中で特に興味深かった 2 件について紹介します。

1) Structured multiphase catalytic reactors for continuous production

(Claude de Bellefon)

異相間の物質移動を含む触媒反応について、様々な形の反応器を用いたプロセスを紹介していました。反応速度、拡散速度より定める、反応、拡散に必要な時間より、各段階の混合、反応のどこに問題があるかを示していました。流下液膜式反応器、モノリス型反応器、充填層型反応器 (50 μm , 200 μm 程度の空隙を持つ触媒担持構造体を充填) について、拡散必要時間をエネルギー損失 (圧力損失) に対してプロットしたものを示し、その中で流下液膜式反応器と触媒担持構造体の有効性を示しました。中でも興味深く思ったことは、触媒の粒径と反応器径が望ましい流れを実現する上で重要であるということでした。その理由としては、反応器表面の表面張力の影響で流体が反応器内を蛇行するということが、反応器内の空隙が気液で交互に埋められることによる圧力損失の変動が挙げられます。

また、触媒担持構造体を用いた充填層型反応器の場合、反応器導入前の気液の混合は反応器内での混合と比較し無視できるものであることも言及していました。

2) Hydronic effects on Au/Pd catalysed benzyl alcohol oxidation in a micro-packed bed reactor

(Noor Al-Rifaic, Enhong Cao, Gemma Brett, Graham Hutchings, Asterious Gavriilidis)

充填層型マイクロリアクターを用いたベンジル

アルコールの酸化についての研究でした。触媒粒径、気液比、滞留時間を変化させた場合の反応率と収率より、充填層型マイクロリアクター中の流体挙動について明らかにしようとしていました。可視化実験により、各気液流量での充填層内のフローマップを作成し、連続流体が気体で、液が少し滴るような流動状態のとき選択率が最大となることが示されました。この時気液比が大きく、固液接触の不足、または滞留時間の不足により反応率が低く、触媒量の増加によりこれを解決できることが示されました。このとき触媒粒径が 25-90 μm 、反応器直径が 300 μm でした。

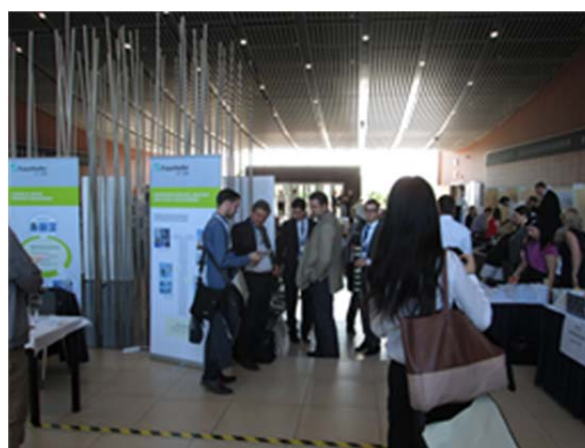
他にも、液中に固体触媒をスラリー状に流したスラグ流れによる気液触媒反応に関する研究、気液-液の 3 相のスラグ流れによる気液触媒反応など興味深い研究が多数ありました。

IMRET 13 報告

化学工学専攻 M2 浅野 周作

1. 概要

IMRET13th は 2014 年 6 月 23 日から 25 日までの 3 日間、ハンガリーのブダペスト工科大学にて開催され、25 ヶ国から計 302 人が参加しました。122 件の講演と 96 件のポスター発表および 2 回のパネルディスカッションが行われました。



写真：初日の展示ホール。企業ブースにもぎわう

2. 実用化報告

いずれの講演会場も非常に活気のあるものだったが、特にスイス LONZA 社の Roberge 氏による

「10年間にわたるフロー／マイクロリアクターの生産利用と開発」と題した基調講演は、聴衆が入りきれなくなるほどの盛況で、実用化への関心の高さを実感しました。Roberge氏はフローとバッチにはそれぞれ長所・短所があり、よく把握したうえで使うことが重要だと強調し、平板型のマイクロリアクターと滞留時間確保のためのコイル状の流路、反応停止用の混合槽型反応器を組み合わせたミニプラント（生産量 35 kg/day）などを紹介していました。内容の詳細は *Journal of Flow Chemistry*, 4(1), 26-34, 2014 などをご参照ください。他の先端的実用化事例としても、ドイツ ICT-IMM の Loeb 氏による「コンテナ型の製造設備への多目的型フローシステムの統合」と題した講演で、今年まで行われた EU の POLYCAT プロジェクト (<http://www.polycat-fp7.eu/>)でのマイクロリアクターの利用報告などがありました。

3. 異分野交流

マイクロ化学は新しく、境界分野を多く含みます。合成化学者と化学工学者はもちろんのこと、異なるバックグラウンドの研究者が集まるため、意思疎通の困難を生じることも多くあるのでしょうか。今回の大会でも、「プロセス技術とフローケミストリーの橋渡しをする」ことが目的として謳われています。これに関連して印象的だったのが、大会3日目にあった IUPAC-Thalesnano フローケミストリー賞の記念講演です。英国ケンブリッジ大学の Steven Ley 教授が受賞されましたが、彼は講演の途中、複雑極まりない化合物の構造式を示しながら、「この中にいる化学工学の人たちは、これを見てもチキンが踊っているようにしか見えなかもしれないが、私だってあなた方に難解な数式を見せられるとわけがわからないのです。要点をかいつまんで説明するから頑張って聞いてください」とおっしゃった後、化学工学専攻の私にもとてもわかりやすく講演をされ、最後には「心はパラシュートと同じで、開いているときにのみ働くのです」ともおっしゃられていました。専門外の聴衆にもわかるように話すこと、そして多少異なる分野の研究でも心を開いて真摯に聞くことが、先端領域の研究開発に携わる者にとって重要なことでしょう。

Features

デバイス紹介

株式会社 中村超硬

株式会社中村超硬は、ダイヤモンド焼結体 (PCD) や超硬合金等に代表される高硬度材料の微細精密加工をコアテクノロジーとして、工作機械や産業機械はじめ様々な分野に長寿命の精密部品及び製品を提供しております。

近年、独自の微細加工技術を活かして、耐酸性材料であるハステロイ等の難加工材に微細な流路を形成する事に成功致しました。その技術を生かした高性能ミキサーはじめ最適な反応条件を短時間で検索可能なフロー合成システム等、大阪府立大学発のベンチャー企業の株式会社 MiChS と共同でフローマイクロ化学技術の発展に寄与するデバイス、システムの開発、製造及び販売を行っております。

主たる製品としまして、大阪府立大学の知見と弊社加工技術の融合により圧力損失を極小化しつつ業界最高クラスのみキシング効率を実現する「マイクロミキサー」(写真①マイクロミキサー)、最大 20 条件まで自動合成する事により開発時間の大幅な短縮に貢献する「フローマイクロリアクターシステム X-1α」(写真②リアクターシステム)、気液反応に有効な「気体流量制御装置」(写真③気体流量制御装置)などをラインナップしております。

勿論、上記製品群に関してお客様の様々なカスタマイズニーズにもお応え致します。

今後、様々な反応や大量生産にも対応できるシステムの提案等フローマイクロ合成の発展、普及に貢献して参ります。

High Performance Micromixers



写真①マイクロミキサー



写真②気体流量制御装置



写真③リアクターシステム

Upcoming events 行事予定案内

2014 年

月	日	行事
8	1-2	化学工学会マイクロ化学プロセス分科会討論・交流会（富山）
8	3-7	Int. Conf. on Nanochannels, Microchannels, and Minichannels（Chicago）
8	8	マイクロ化学生産研究の現在、過去、未来（京都）
9	17-19	化学工学会第 46 回秋季大会（福岡）
10	2-3	化学とマイクロ・ナノシステム学会（北海道）
10	15	セミナー「マイクロプロセス最前線シリーズ：産学の絆によるマイクロリアクター技術の実用化－」（神戸）
10	31	フロー・マイクロ合成研究会（大阪）
11	16-21	米国化学工学会（Atlanta）

2015 年

月	日	行事
1	22-23	Flow Chemistry India（Mumbai）
2	17-18	Flow Chemistry Conf. Europe（Berlin）
3	19-21	化学工学会第 80 年会（東京）
3	26-29	日本化学会第 95 春季年会（船橋）
9	TBA	Flow Chemistry Congress（San Diego）
10	TBA	FROST（Budapest）
11	8-12	米国化学工学会（Salt Lake）
12	15-20	Pacifichem（Hawaii）

最新の情報については、本コンソーシアムのホームページにてご確認ください。

【お願い】

MiPS Insights の記事を転載または引用する際には、掲載する刊行物にその旨を明記し、該当刊行物を京都大学マイクロ化学生産研究コンソーシアム事務局までお送りくださいますようお願いいたします。

また、会員からの寄稿をお待ちしています。本コンソーシアム事務局までお問い合わせください。

【連絡先／編集・発行】

京都大学マイクロ化学生産研究コンソーシアム事務局
〒615-8510 京都市西京区京都大学桂

京都大学大学院工学研究科 合成・生物化学専攻 吉田研究室気付

電話：075-383-2726 FAX：075-383-2727

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

<http://www.cheme.kyoto-u.ac.jp/7koza/mcpssc/index.html>