化学とマイクロ・ナノシステム研究会誌
Vol.7, No.2 (2008)

化学とマイクロ・ナノシステム

第 7 巻　第2号

目次

新会長挨拶　大塚 浩二 ・・・・・・ 1

新しいエレクトロニクスの展開を目指した有機発光デバイス　安達 千波矢 ・・・・・・ 2
マイクロリアクターを用いたナノ粒子合成　中村 浩之、上原 雅人、前田 英明 ・・・・・・ 8

技術レポート
圧力制御型ポンプによるマイクロ流体制御　青田 新、伊藤 政美、楫 重幸 ・・・・・・ 14

トピック紹介
組織工学研究における MEMS 技術の利用
～生体の三次元環境を模倣するバイオリアクタ～　津田 行子 ・・・・・・ 18
リソグラフィ技術を必要としないナノチャネル作製法　内藤 豊裕 ・・・・・・ 19
バイオ系ですが、今すぐ手軽に流路チップがほしいんです　村上 裕二 ・・・・・・ 20

書籍紹介
草壁克巳・外輪健一郎著「マイクロリアクタ入門」　関 実 ・・・・・・ 21

研究室訪問
東京大学鷲津研究室を訪ねて　丸尾 昭二 ・・・・・・ 22

学会報告
第 17 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会　片山 佳樹 ・・・・・・ 26
化学とマイクロ・ナノシステム研究会奨励賞
奨励賞を受賞して～マイクロチップの思い出～　久本 秀明 ・・・・・・ 28
第 17 回ケミナス研究会・ベストポスター賞
表面プラズモン共鳴法を用いた尿中疾病マーカー／クレアチニンの同時測定
中元 浩平、関岡 直行、栗田 僚二、丹羽 修 ・・・・・・ 30
マイクロチップ電気泳動における新規オンライン試料濃縮法:トランジエント−
トラッピング法の開発　末吉 健志、北川 文彦、大塚 浩二 ・・・・・・ 32
三水相合流型マイクロ流路を用いた単分散ゲル微粒子の生成
鶴岡 朗、初澤 毅、西迫 貴志 ・・・・・・ 34
ピンチド・フロー・フラクショネーション法による微粒子分級のための流量制御
瀬名波 匡、関 実 ・・・・・・ 36

お知らせ
第 18 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会＆ISMM2008 ・・・・・・ 38
KAST 教育講座 ・・・・・・ 39
平成 20 年度化学とマイクロ・ナノシステム研究会通常総会議事録 ・・・・・・ 39

論文投稿規定
会費に関する規定
変更届
「化学とマイクロ・ナノシステム研究会」入会案内

新会長挨拶

化学とマイクロ・ナノシステム研究会会長
京都大学大学院工学研究科 教授
大塚 浩二

化学とマイクロ・ナノシステム研究会 (CHEMINAS) は，2000 年（平成 12 年）に化学とマイクロシステム研究会（代表幹事：藤田博之先生＝東大生産研）として発足し，2002 年に改組・改称して現在に至っております。藤田先生以降，北森武彦先生（東大院工），庄子習一先生（早大理工），そして馬場嘉信先生（名大院工）が会長を務められ，2008 年度（平成 20 年度）より私が会長を引き継がせていただくこととなりました。本会はマイクロ・ナノをキーワードに化学・生化学・化学工学・MEMS 等異分野融合型のユニークな学術団体として，学術研究の発展はもとより産学官連携の推進や国家戦略としての科学技術振興にも大きく貢献するに至っております。本会の活動の柱は発足以来，CHEMINAS 研究会および ISMM の開催と会誌の発行であることに変わりありませんが，それに加えて本分野最大の国際会議である µTAS (International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences) の共催や Lab on a Chip 誌 (Royal Society of Chemistry) のオフィシャルジャーナル化による国際化対応，奨励賞の創設や µTAS 国際会議における CHEMINAS 賞の贈呈による若手研究者への研究奨励推進等を通して，本会の存在意義・価値を高める努力も続けてきております。

こうした実績は歴代の会長の優れたイニシアティブの下，会員の皆様のたゆまぬ努力とご協力によって達成されたことは言うまでもありません。その基本路線を踏襲し一層発展させると共に，アジア諸国との連携やさらに幅広い研究分野との融合・協力関係の強化を図り，本会のプレゼンスを一層高めることが私に課せられた使命であると認識し，微力ながら本会のさらなる発展のために努力する所存でございます。皆様のご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

大塚 浩二（おおつか　こうじ）

1981 年　京都大学工学部工業化学科卒業
1986 年　京都大学大学院工学研究科工業化学専攻博士課程修了
1986 年　日本学術振興会特別研究員
1988 年　大阪府立工業高等専門学校　講師
1990 年　大阪府立工業高等専門学校　助教授
1991 年　スタンフォード大学客員研究員（文部省在外研究員）
1995 年　姫路工業大学理学部　助教授
2002 年　京都大学大学院工学研究科　教授

マイクロリアクターを用いたナノ粒子合成

中村浩之[*1], 上原雅人[1], 前田英明[1,2,3]
[1]産業技術総合研究所ナノテクノロジー研究部門, [2]九州大学総合理工学部, [3]JST-CREST

Nanoparticle synthesis with microreacotor.

Hiroyuki Nakamura[*1], Masato Uehara[1], Hideaki Maeda[1,2,3]
[1]Nanotechnology Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
[2]Interdisciplinary Graduate School of Engineering Science, Kyushu University.
[3]CREST, Japan Science Technology Agency

Abstract

Owing to the small dimension of microreactor, they are expected as a chemical reactor with high controllability of reaction conditions, such as reaction time, temperature, reactant concentration, heating pattern etc. Here, a microreactor was adapted to nanoparticle synthesis and it was possible to show high controllability of nanoparticle morphology and structures, and thus their properties. A combinatorial system utilize microreactor, which can perform exhaustive survey of reaction condition of nanoparticle synthesis will also be introduced

Keywords: Nanoparticles; Morphology and Structure, Kinetics and Equilibrium control; Combinatorial synthesis

技術レポート

圧力制御型ポンプによるマイクロ流体制御

青田新[*1,2]，伊藤政美[1]，楫重幸[1]
[1]マイクロ化学技研株式会社
[2]神奈川科学技術アカデミー

Control of Micro fluid by Pressure-Control Pump

Arata Aota[*1,2], Masami Ito[1], Shigeyuki Kaji[1]
[1]Institute of Microchemical Technology Co., Ltd. (IMT)
[2]Kanagawa Academy of Science and Technology (KAST)

Abstract

Investigations on microscale techniques based on pressure-driven microflows have been advancing rapidly. By using the characteristics of a microspace, parallel multiphase microflows and droplet of immiscible phases can be formed by a pressure-driven flow. Although flows in a microspace are characterized by a low Reynolds number, namely flow is laminar, small fluctuation of the pump affects the flow in a microchannel. Therefore, stable fluid control system should be developed and used. In this paper, a stability of flow rates, a response time for changes of the flow rates were demonstrated by using a micro syringe pump and a pressure-control pump. A coefficient of variation (CV) of the flow rates using the micro syringe pump and the pressure-control pump were 6.4 and 0.5 %, respectively. The response times for the changes of the flow rates using the micro syringe pump and the pressure-control pump were more than 5 min and within 1.0 s, respectively. The pressure-control pump can supply the stable flow rates and the rapid change of the flow rates. Various micro fluid controls are possible by utilizing the pressure-control pump without the complex structures and surface modification.

Keywords: Microfluidics; Stop & Flow; Rapid switch of flow rate; Stable pump for nL/min

学会報告

第 17 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会

片山　佳樹

九州大学工学研究院応用化学部門

2008 年 5 月 20、21 日に、福岡市の九州大学馬出キャンパス百年講堂にて第１７回化学とマイクロ･ナノシステム研究会を実行委員長として開催させていただいた。基調講演 2 件、奨励賞受賞講演 1 件、ポスター発表 93 件、参加者は 175 名であり、九州での開催にもかかわらず盛会となった。初日 20 日の 13 時より定期総会を行い、続いて 19 年度の奨励賞受賞講演として、大阪府立大学の久本秀明先生より、「新しい多機能集積マイクロチップの開発に関する研究」と題して受賞内容を紹介いただいた。次いで、産業技術総合研究所の中村浩之先生より、「マイクロリアクターを用いたナノ粒子のコンビナトリアル合成」との演題で、半導体蛍光ナノ粒子の高効率な合成のためのマイクロリアクターの利用について基調講演が行われた。続いて 37 件のポスターのフラッシュプレゼンテーションとポスターセッションが行われ、活発な議論が行われた。ポスター会場には企業の展示ブースを併設した。今回の展示では、マイクロチップやその解析法の紹介、および微粒子解析機器などが展示された。

二日目はまず午前中に基調講演として九州大学未来化学創造センター光機能材料部門の安達千波矢先生から「新しいエレクトロニクスを拓く有機半導体の新展開」と題して、有機 LED から有機レーザーデバイスまで有機半導体の新展開についてご講演いただいた。続いてポスター前半の 19 件のフラッシュプレゼンテーションとポスターセッションが行われた。午後からは後半 37 件のフラッシュプレゼンテーションとポスターセッションが行われた。両セッションともに予定時間の終了後も熱心な議論が続いていた。最後にアワードセレモニーを行い、5 件のポスター発表優秀者に対して（東工大　鶴岡朗君、京大　末吉健志君、東大　木村啓志君、千葉大　瀬名波匡君、筑波大　中元浩平君）の優秀賞授与を行った。選定にはアワード委員の久本先生を中心とする若手会員の皆様にご尽力いただいた。選に漏れた発表の中にも見るべきものが多く、本研究会のレベルの高さを再確認した。

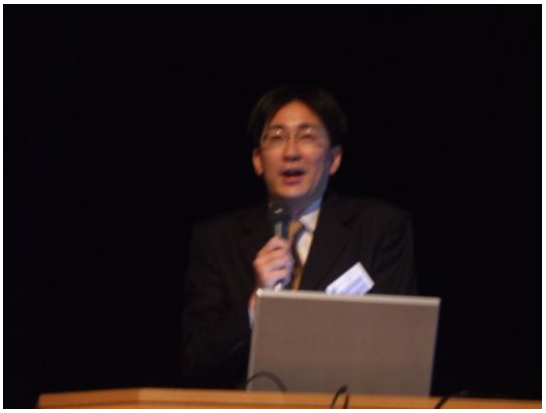
懇親会

懇親会は初日の 20 日の 18 時過ぎから、百年講堂内の別室で行った。研究会と同じ会場での開催のためか、参加者が 77 名（うち学生 30 名）と例年を大幅に上回る方が参加され、用意した会場が手狭に感じられるほどであった。会長挨拶、乾杯の後、基調講演の中村先生、受賞講演の久本先生よりスピーチをいただいた。また、次回の研究会の実行委員長である京大の大塚先生より会場、日程などのご紹介をいただいた。参加者数が予想を大幅に上回り、また学生参加者が多かったためか、用意された料理が短時間で底を突くというアクシデントがあり、結局、懇親会は予定の二時間

基調講演（安達先生）

基調講演（中村先生）

ポスターセッションでの熱心な議論



受賞講演（久本先生）

より 30 分ほど短くして終了することとなった。当方の見積もりの甘さを深くお詫びいたします。

最後にお忙しい中、興味深い基調講演をいただいた講演者の先生方に感謝いたします。また、遠方での開催にもかかわらず、お集まりいただいた多数の会員の皆様に感謝いたします。実施にあたっては、大塚会長をはじめ、事務局の藤貫様、小川様には多くのご支援とご協力をいただきました。最後に本研究会の円滑な運営にご尽力いただいた実行委員会のスタッフ、研究室の学生諸君に感謝いたします。

多数ご参加いただいた懇親会の様子

平成 19 年度ケミナス奨励賞

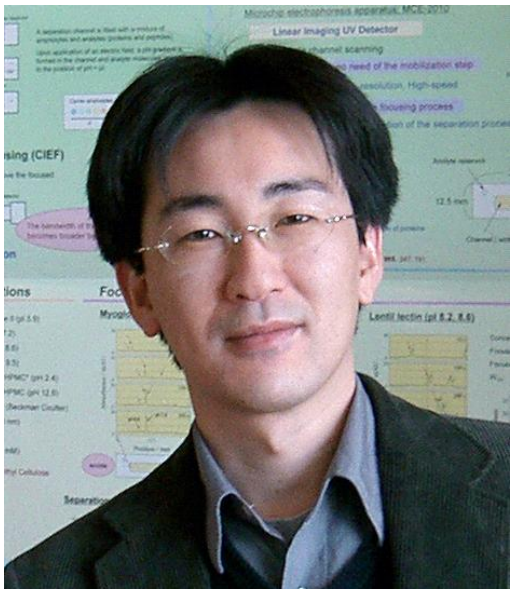
奨励賞を受賞して
～マイクロチップの思い出～

久本秀明[*1]
[1] 大阪府立大学大学院工学研究科

このたびは第二回化学とマイクロナノシステム研究会奨励賞を戴くことができ、大変光栄に存じます。また、今後もこの賞の名に恥じないよう、研究に打ち込む所存でございます。

思えば 1999 年 4 月に初めてＹ字型マイクロチップというものを手にして以来、かれこれ 10 年近い歳月が流れました。ここでは、将来の自分の研究を考える上でのマイルストーンの意味で、自分が関わってきたチップ研究を少し振り返ってみたいと思います。

私は「分析化学」という分野からマイクロチップの研究に入って行きました。分析化学の分野では、もともと「小型化・モバイル化・微量分析」といったキーワードが重要な問題意識として根付いており、キャピラリー電気泳動・ミクロ液体クロマトグラフィー・マイクロ電極・フロー分析といった分析法開発が行われてきました。私自身は慶應義塾大学にいた頃から機能分子を使った化学センサーの研究に携わっており、色素や分子認識分子の合成などをやっていたため、様々な意味で「マイクロ」と向き合う場面は比較的少なかったように思います。転機が訪れたのは、助手の任期が切れ、東京大学の北森先生の研究室で講師としてお世話になることになったときでした。北森先生からＹ字型チップを手渡され、「これで合成をやってくれ」と言われたときには、「これで「合成」ってどうやるんだ？」とか「なんで分析化学の研究室なのに合成なんだ？」などと思ったものです。さぁ、何をしたものか、と思い悩んでいたときにヒントになったのが、当時 KAST 研究員であった渡慶次学研究員（現在名古屋大学工学部准教授）が行っていた、油水多層流を活かした分析システムの研究でありました。今ではあまり珍しくもなくなりましたが、当時初めて見たときには漠然と「面白い」と思い、これを使って相間移動合成をやってみることになりました。この研究は、最初はまったく別の反応性制御を目的とした研究であったのですが、残念ながらそちらはさっぱりうまくいかず、結局は反応効率向上と副生成物抑制という、ある意味ありきたり（？）な結果で終わってしまい、少々煮え切らない状態で論文を書いていたように思います。ただ、当時はマイクロリアクター関連の研究が世界的に大きな拡がりを見せてきた時期でもあり、油水界面を



使った合成は比較的物珍しく受け入れられ、このときに書いた短い論文が、（大した数字ではありませんが）自分が書いた論文の中では現在最も引用回数の多い論文になっているのが今となっては妙に不思議な感じがします。やはり、当時の北森先生には先見の明があったのだ、ということを後から実感させられました。この研究はその後、菊谷善国研究員（現在マイクロ化学技研㈱）、上野雅晴助手（現在東京大学理学部助教）らによって、多品種少量・大量合成チップや汎用的有機反応チップなど、私一人では到底できなかった研究に展開されていきました。

当時 MEMS の分野にまったく疎かった私には、2000 年に初めて開催された「第一回化学とマイクロシステム研究会（当時は研究会名に「ナノ」は入っていませんでした）」で「LIGA」「FAB」「EB」などの言葉を耳にするのが大変新鮮で刺激的でありました。また、その次の年（2001 年）には国際会議 International Symposium on Microchemistry and Microsystems（ISMM 2001）開催のお手伝いもさせていただき、MEMS と化学を基盤とする本研究会の多くの研究者が世界のレベルでもまったく負けていないことを肌で感じることができました。このような経験は、現在の自分の研究が形成される上で大変有益であったと思います。

マイクロチップを使って合成を始めた当時の私は「やはり自分は分析化学がバックボーンである」、という自負があり、学生の頃から培ったセンサーの研究をなんとかマイクロデバイスに活かしてみたい、という思いが強くありました。そこで、当時、渡慶次研究員が行っていた油水多層流を活かした分析システムに乗せてもらう形でイオンセンサーの開発に多少関わることになりました。ここではイオン認識分子と脂溶性色素分子を含有した有機相をうまく活用することで連続的マルチイオンセンシングを行ったのですが、「センサー屋」としては、流体中での反応にとどまらず、機能分子固定化膜などの「センサー膜」を化学的に設計したいという思いもありました。たまたまここまで油水多相流の研究に関わったので、「じゃぁチャネル内液液界面で界面重合膜はできるのだろうか？」ということで始めた研究が、その後チャネル内界面重合ナイロン膜作製と酵素固定化バイオセンシングの研究につながりました。図の断面写真は上記の菊谷研究員が学生と一緒にサンプルを作って SEM 写真撮影をしてくれたものですが、ガラスチャネル中に作製した柔らかいナイロン膜を輪切りにするために、膜の両サイドのチャネルに水を入れ、液体窒素で冷却したところを「エイヤッ！」と割る、という極めてローテクの作業を何度も繰り返した上でやっと撮影に成功した、という涙ぐましい努力がありました。

この研究をはじめた頃、私は次世代チップに必要な技術の一つとして、多種類の化学的な機能を１枚のチップに集積する技術はできないだろうか？ということを漠然とずっと考えていました。しかし、多相流パターニングやフォトリソグラフィーの技術は多段階で大変だし、何か違った切り口で研究を進めたい・・・何かアイディアは？と考えているうちに、東大講師の任期が切れ、ご縁があって姫路工業大学（現在は兵庫県立大学）の寺部茂先生の研究室でお世話になることになりました。ここはキャピラリー電気泳動の研究室であったために、「キャピラリー」と名のつくものはどんなものでも研究室に転がっており、そこで私が出会ったのが、断面形状が角型のキャピラリーでした。

これを見て思いついたアイディアが、化学修飾角型キャピラリー埋め込みマイクロチップ（キャピラリーアセンブルド・マイクロチップ）の研究であります。これは 300 ミクロン角の断面サイズ（外形）を持つ角型キャピラリーと同じサイズの PDMS 流路を格子状に作製し、様々な化学修飾を施した多数のキャピラリーを埋め込んでチップ化する、というアイディアです。このチップは実に多彩な応用が可能であり、本年、Capillary-Assembled Microchip という言葉がタイトルに入った記念すべき 10 報目の論文を出すことができました。今回の受賞対象テーマとなった「新しい多機能集積マイクロチップ開発に関する研究」は、この成果の総まとめになります。

思えばこのような研究を進めてくることができたのも、最初にチップ研究を始めるきっかけを作ってくださった北森先生をはじめ、北森研で出会った多くの仲間たちや、本研究会で出会ったアクティブな研究者たちからのサイエンティフィックな刺激、さらには私の思いつきのようなアイディアについてきてくれた多数の学生たちの協力があってこそと思います。これまでご指導いただいた先生方、共同研究者の皆様にあらためて心から感謝の意を表し、本稿を終わりたいと思います。本当に、どうもありがとうございました。

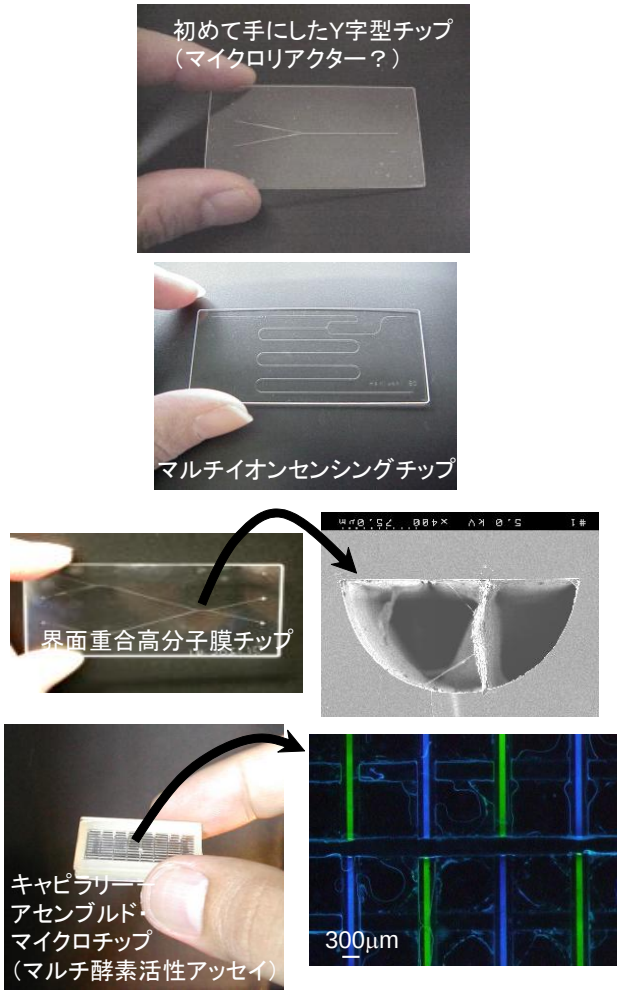


図　これまでに使ってきたマイクロチップ