

μTAS2004 における研究開発動向

目次

1. 会議名
 2. 開催日時、場所、開催規模
 3. 発表件数,採択率
 4. 研究機関別発表件数(MMC にて First Author の所属にて分類)
 5. 発表した日本の企業名 (全て 1 件発表)
 6. マイクロ化学分野の研究開発動向
-

1. 会議名

μTAS2004

(The 8th International Conference on Miniaturized System in Chemistry and Life science)

2. 開催日時、場所、開催規模

(1) 期間：2004 年 9 月 27 日～30 日

(2) 場所：Malmo Exhibition and Convention Center (スウェーデン マルメ)

(3) 出席者数：735 名程度

(4) 発表形式：oral session (パラレルセッション方式(2 セッション同時進行)) + poster session

3. 発表件数,採択率

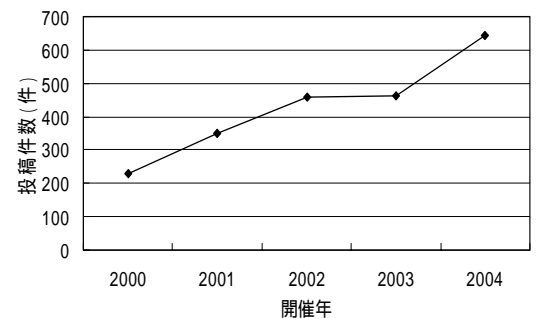
(1) 発表件数

総数：428 件

内訳 plenary：6 件, oral：66 件, poster：356 件

(2) 投稿件数および採択件数 (Opening Remarks による)

	2004 年 (今回)	2003 年 (前回)
投稿件数	655 件	462 件
採択件数	430 件	325 件
採択率	66%	70%



(3)開催規模の変化 (proceedings of μTAS2004 による)

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
開催地	Enschede	Monterey	Nara	Squaw Valley	Malmo
参加者数	500 名	790 名	710 名	650 名	735 名
投稿件数	230 件	350 件	460 件	462 件	657 件
採択件数	140 件	276 件	316 件	325 件	422 件

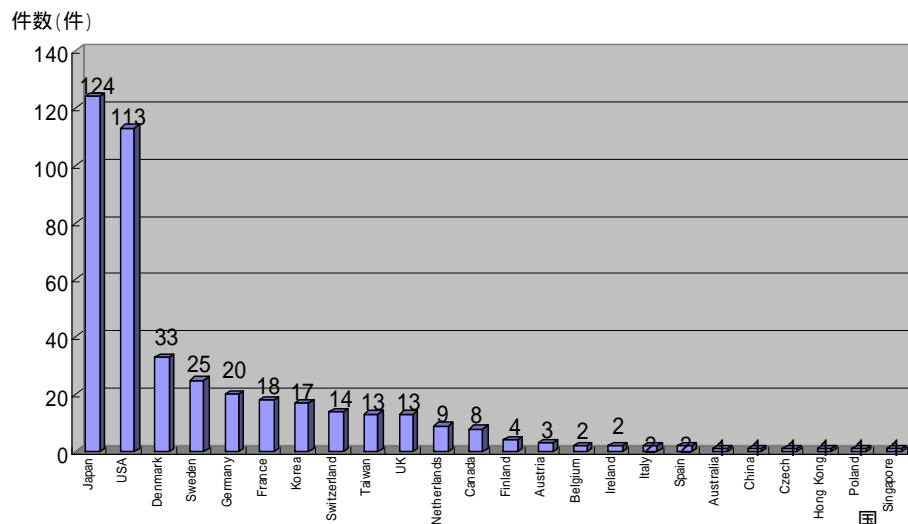
(4) 国別投稿件数 (Opening Remarks による)

- No.1 日本：175 件
- 2 アメリカ：132 件
- 3 スウェーデン：78 件
- 4 デンマーク：57 件

以下、略

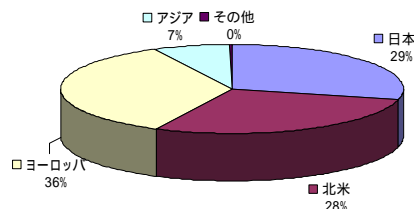
(5) 国別発表件数 (MMC にて Proceedings の first author にて集計 (invited を含む))

- No.1 日本 : 124 件
 - 2 アメリカ : 113 件
 - 3 デンマーク : 33 件
 - 4 スウェーデン : 25 件
- 以下、略



(6) 地域別発表件数発表件数 (MMC にて集計)

- 日本 124 件
- 北米 121 件
- ヨーロッパ 151 件
- アジア (除: 日本) 31 件
- その他 1 件



(7) 参加者の内訳 (Opening Remarks による)

- ヨーロッパ : 311 件 アジア (含: 日本) : 224 名 北米 : 144 名 その他 : 4 名

4. 研究機関別発表件数 (MMC にて First Author の所属にて分類)

発表件数	研究機関
46	University of Tokyo
26	Technical University of Denmark
13	Lund University, The Research Association of Micro Chemical Process Technology
11	MIT, Sandia National Laboratories
9	UC, Berkley
8	University of Michigan, University of Twente
7	University of Freiburg
6	Imperial College London, Waseda University

- 5 Boston University, ESPCI, Kyoto University, Seoul National University
Stanford University, University of Cincinnati
- 4 AIST, JAIST, JST, Keio University, KAIST, National Tsing Hua University,
Queen's University, Royal Institute of Technology, UC,Irvine
- 以下、略（発表件数 3 件以下:136 機関）

5. 発表した日本の企業名（全て 1 件発表）

AISIN COSMOS R&D Co., Ltd., Arbiotec, Ltd., Canon Inc., Enplas Laboratories Inc.,
Hitachi Ltd., NTT Microsystem Integration Laboratories, Shimadzu Corporation,
Soken Chemical & Engineering Co., Ltd., Yamatake Corporation

6. マイクロ化学分野の研究開発動向

マイクロ化学分野のデバイス・システムには、様々な種類がある。これは、アプリケーションの種類が多い、対象とする反応操作・流体操作の種類が多い、扱うサンプルが固体、液体、ガス、生体など種類が多い、多くの検出原理がある、などの理由による。口頭発表はプログラムのセッション名にそって分類がなされているが、ポスター発表: 356 件については application、microfluidics、nanotechnology、MEMS Technology、materials、detection technology、others と大きく分類されているだけであり、研究者が欲する報告（発表内容）を捜しあてるのには時間を要する。

そこで、 μ TAS2004 の発表全件について、口頭発表のセッションのレベルで分類し直した結果を表 1 に示す。

分類のカテゴリー-2 がマイクロ TAS のプログラム上のセッション名と、これに当てはまらない発表のために新たに設けた分類名称（斜字で示す）である。

カテゴリー-3 はさらに細分した分類で、Transducers や MEMS での分類を参考に設けた。カテゴリー-1 は、カテゴリー-2 のさらに大分類である。

全体としては、以下の傾向がある。

- ・ナノ構造では、ナノチャネルが多い。
- ・MEMS では、リアクター、ミキサーが多い。
- ・流体操作では、個別の操作の他、液滴輸送・マニピュレーションが多い。
- ・細胞操作が全体として多い。

以下、MEMS 技術、特にポンプ、バルブ、リアクター・ミキサーについて、注目した発表を紹介する。

表 1. μTAS2004 発表の技術分類

技術分野			件数	発表番号
カテゴリー1	カテゴリー2	カテゴリー3		
ナノ構造	モーター分子		4	Plenary1, 1B1-1, 1B1-2, 1B1-3
	ナノチャネル		11	M-84-C, M-90-C, M-91-C, M-92-C, M-93-C, M-95-C, M-98-C, M-107-C, 2B1-1, 2B1-2, 2B1-3
	その他(分子カプセル化)		1	M-105-C
MEMS	流体ポンピング MEMS	ポンプ	13	M-64-B, M-73-B, 1A3-1, 1A3-2, 1A3-3, T-58-B, T-63-B, T-65-B, T-88-E, 2A3-1, 2A3-2, 2A3-3, W-46-E
		バルブ	7	1B2-2, T-64-B, T-82-B, T-94-E, T-103-E, W-48-E, W-61-E
		リアクター、ミキサー	19	M-50-B, M-52-B, M-53-B, M-55-B, M-63-B, M-113-D, T-40-A, T-41-A, T-46-B, T-59-B, T-60-B, T-68-B, T-69-B, T-71-B, T-72-B, T-89-E, T-92-E, T-107-E, W-51-E
		針(吸出し口)	4	M-69-B, T-25-A, T-27-A, W-54-E
	その他(その他構成要素, システム) ナノ構造		25	1B2-1, 1B2-3, M-24-A, M-43-B, M-46-B, M-51-B, M-56-B, M-60-B, M-67-B, M-70-B, M-78-B, T-1-A, T-2-A, T-5-A, T-32-A, T-95-E, T-106-E, T-111-E, W-1-A, W-16-A, W-17-A, W-62-E, W-63-E, W-69-E, W-77-G
			5	M-86-C, M-97-C, W-4-A, W-76-G, W-78-G
流体操作	分離	分離(ナノスケール分離を含む)	3	3B1-1, 3B1-2, 3B1-3
	流体操作	操作(分離、希釈、焼却、熱交換他)	23	M-10-A, M-13-A, M-14-A, M-21-A, M-40-A, M-49-B, M-57-B, M-59-B, M-68-B, M-81-C, M-114-D, T-10-A, T-24-A, T-30-A, T-47-B, T-50-B, T-66-B, T-67-B, T-73-B, T-74-B, T-86-E, W-18-A, W-29-A
		流体マニピュレーション(液滴、輸送) 流体計測(流速、濃度)	14	M-42-B, M-44-B, M-65-B, M-66-B, M-76-B, M-80-B, T-23-A, T-45-B, T-55-B, T-56-B, T-70-B, T-83-B, W-38-A, 3A3-2
		1	T-22-A	
パーティクル	パーティクル		9	2A2-1, 2A2-2, 2A2-3, T-28-A, T-38-A, T-75-B, T-113-F, W-12-A, W-79-G
	パーティクルソーティング		11	1A1-1, 1A1-2, 1A1-3, M-2-A, M-34-A, M-38-A, M-112-D, T-29-A, T-78-B, W-43-A, W-44-A
センシング	オンチップモニタリング		9	M-47-B, M-75-B, W-36-A, W-99-G, W-105-G, W-108-G, 4B2-1, 4B2-2, 4B2-3
	光学検出 NMR		32	M-8-A, M-71-B, M-74-B, M-89-C, M-102-C, M-110-D, 2B2-1, 2B2-2, 2B2-3, T-12-A, T-15-A, T-79-B, W-34-A, W-57-E, W-59-E, W-64-E, W-74-G, W-81-G, W-82-G, W-83-G, W-84-G, W-85-G, W-86-G, W-87-G, W-88-G, W-90-G, W-91-G, W-92-G, W-94-G, W-98-G, W-103-G, W-107-G
			4	3B2-1, 3B2-2, 3B2-3, W-89-G
	MSとのカップリング センシング		12	W-31-A, W-47-E, W-75-G, W-80-G, W-100-G, W-101-G, W-102-G, W-104-G, W-106-G, 3B3-1, 3B3-2, 3B3-3
		化学センサ	1	M-96-C
		ガスセンサ, ガスセンシング	1	M-103-C
	その他(検出、計測、カンチレバー)		11	M-48-B, T-53-B, T-96-E, plenary6, W-2-A, W-95-G, W-96-G, W-97-G, W-109-G, W-110-G, W-111-G
ジーン解析	ジーン解析	ゲノム&DNA	28	M-15-A, M-16-A, M-20-A, M-33-A, M-36-M, M-39-A, M-45-B, M-77-B, M-87-C, M-88-C, T-4-A, T-6-A, T-13-A, T-34-A, T-39-A, T-80-B, T-81-B, T-119-F, 3A2-1, 3A2-2, 3A2-3, W-25-A, W-27-A, W-30-A, W-32-A, W-33-A, W-35-A, W-66-E
プロテオミクス	プロテオミクス プロテイン結晶化		12	Plenary2, M-3-A, M-25-A, M-104-C, 1B3-1, 1B3-2, 1B3-3, T-42-A, T-51-B, W-14-A, W-19-A, W-93-G
細胞操作	細胞ポジショニング	セルソーティング・マニピュレーション	8	1A2-1, 1A2-2, 1A2-3, M-22-A, M-23-A, T-77-B, W-10-A, W-70-E
	細胞培養		16	M-11-A, 2A1-1, 2A1-2, 2A1-3, T-18-A, T-62-B, plenary5, W-9-A, W-11-A, W-13-A, W-21-A, W-28-A, W-39-A, 4A1-1, 4A1-2, 4A1-3
	細胞破砕	細胞破砕システム	8	3A1-1, 3A1-2, 3A1-3, W-20-A, W-24-A, W-26-A, W-41-A, W-42-A
	その他(サイトメトリー、分析)		20	M-4-A, M-5-A, M-6-A, M-7-A, M-12-A, M-27-A, M-28-A, M-35-A, M-85-C, M-111-D, Plenary , T-8-A, T-9-A, T-17-A, T-20-A, T-21-A, T-26-A, T-36-A, W-5-A, W-65-E
化学システム	二相システム		3	M-72-B, 3A3-1, 3A3-3
分析その他	分析その他	分析システム	15	M-1-A, M-18-A, M-19-A, T-31-A, T-33-A, T-44-B, T-49-B, T-54-B, T-76-B, T-104-E, W-40-A, W-50-E, 4B1-3, 4A2-2, 4A2-3
		バイオデバイス	7	M-100-C, T-19-A, T-105-E, T-127-F, W-37-A, W-49-E, W-67-E
流体その他	流体その他(化学反応他)		14	M-54-B, M-58-B, M-61-M, M-62-B, M-79-B, T-3-A, T-7-A, T-11-A, T-16-A, T-57-B, T-61-B, W-3-A, W-23-A, 4B1-1
		エネルギー(タービン、燃料電池他)	0	
		流体応用デバイス・アプリケーション ドラッグデリバリーシステム	2	M-17-A, 4A2-1
		1	T-110-E	
その他	材料物性(表面改質他)		14	T-115-F, T-116-F, T-117-F, T-118-F, T-120-F, T-121-F, T-122-F, T-123-F, T-124-F, T-125-F, T-126-F, T-128-F, T-129-F, W-58-E
	immnoassay		18	M-9-A, M-26-A, M-29-A, M-30-A, M-31-A, M-32-A, M-37-A, M-109-D, T-14-A, T-48-B, T-93-E, W-6-A, W-7-A, W-8-A, W-15-A, W-22-A, W-73-E, 4B1-2
	その他	構成要素製造技術	28	M-41-A, M-83-C, M-108-C, T-43-B, T-52-B, T-84-E, T-85-E, T-87-E, T-90-E, T-91-E, T-97-E, T-98-E, T-99-E, T-100-E, T-101-E, T-102-E, T-108-E, T-109-E, T-130-F, W-45-E, W-52-E, W-53-E, W-55-E, W-56-E, W-60-E, W-68-E, W-71-E, W-72-E

(発表番号：M-64-B, M-73-B, 1A3-1, 1A3-2, 1A3-3, T-58-B, T-63-B, T-65-B, T-88-E, 2A3-1, 2A3-2, 2A3-3, W-46-E)

報告されたポンプは、蠕動型ポンプ(PZT や静電アクチュエータで駆動)、EK(electrokinetic)ポンプ、MHD (magnetohydrodynamic) ポンプ、thermo-pneumatic ポンプなど。細胞培養システムへの応用などに向けた、機構部品がなく、ソフトな輸送ができるポンプが今回の傾向ではないと思われる。特に、蠕動ポンプとEK ポンプの発表が多かった。

新しいタイプとしては、心筋細胞を動作されるポンプもあった。

以下、蠕動ポンプを1件紹介する。

- ・ 京都大学 発表番号：M-64-B

発表題目：HIGH-EFFICIENT MICROPUMP WITH GEOMETRY OPTIMIZATION OF MICROCHANNEL USING COMPUTATION FLUID DYNAMICS

traveling wave を用いた蠕動型ポンプ。

チャンネル上の形成したPDMS上に並列に配置されたPZT bimorph beamを順次駆動することで、チャンネル内に流れを作り出す(図7-1-1, 7-1-2)。

チャンネル方向に沿っての流速をCFD code, FLUENTを用いてシミュレーションし(図7-1-3)実験結果と比較し、良い一致を得た。

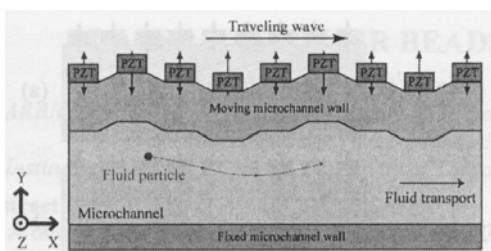


図 7-1-1 流体輸送の原理

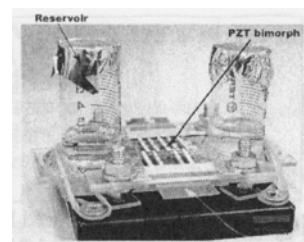


図 7-1-2 ポンプの写真

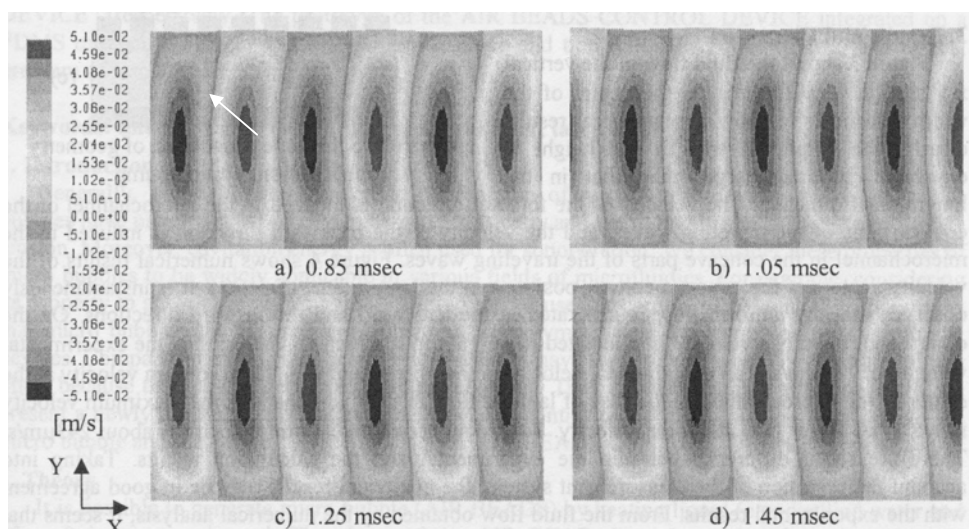


図 7-1-3 チャンネル方向の流速分布

(発表番号：1B2-2, T-64-B, T-82-B, T-94-E, T-103-E, W-48-E, W-61-E)

従来のような silicon アクチュエータを必要としないバルブが複数提案されている。Hydrogel の膨潤をアクチュエーション原理とするもの、ultrasonic standing wave による機構部フリーのもの、ペルチエによる凍結・解凍を利用したものなどである。デッドボリュームの小さいバルブも提案されており、チャンネル下からのピンの押し上げによるものや、チャンネルを曲面にして面の接触性を良くした pneumatic バルブなどが報告されている。

以下に、Hydrogel の膨潤を用いたものを 1 件報告する。

- University of Wisconsin 発表番号：1B2-2

発表題目：ACTIVE ASSEMBLY METHODS FOR MICROFLUIDIC SYSTEMS

hydrogel は hydration により膨潤する。これを用いてアクチュエータをオンチップ形成し、バルブに応用した。

応用例は 2 種。ひとつは photopolymerization によるフィルタ作製時に、未反応成分をチャンネルを通して流出させるための切り替えバルブ。もう一例は、抗原抗体反応における、抗体コートした支柱の移動動作。

図 7-2-1 の左図は、フィルタを photopolymerization 作製した直後に、未反応成分を流出させる時の hydrogel bar (チャンネル内に挿入) の状態。チャンネル内を洗浄液が流れるようになっている。右図は、洗浄後、実際にフィルタを動作させる時の状態。hydrogel bar がチャンネルを閉じ、試薬はフィルタを通過する。

図 7-2-2 は抗原抗体反応への応用例。まず、Readout post に treatment チャンネルで抗体がコートされる (a 図)。次に膨潤した hydrogel piston が post を抗原サンプルが流れる readout チャンネルに押し出す (b 図)。前処理と検査が異なるチャンネルで行われるので、検査の S/N が向上する。図 7-2-3 は実際の動作の様子。

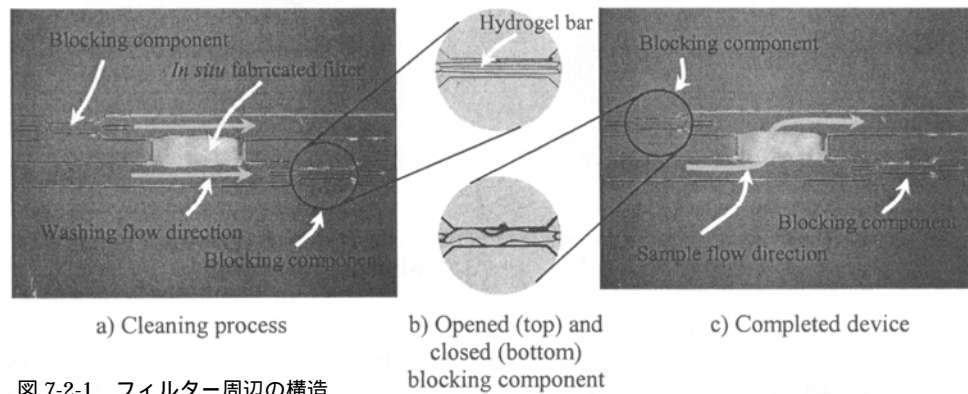


図 7-2-1 フィルター周辺の構造

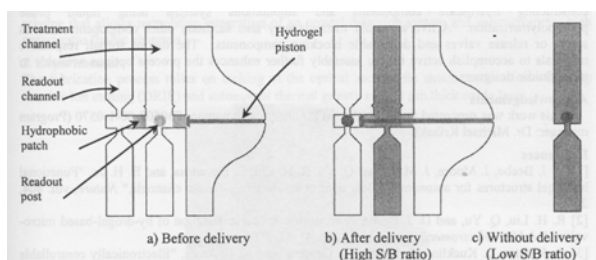


図 7-2-2 抗原抗体反応への応用デバイスの動作図

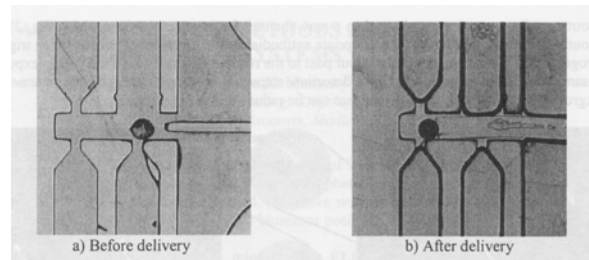


図 7-2-3 実際の動作結果

(発表番号：M-50-B, M-52-B, M-53-B, M-55-B, M-63-B, M-113-D, T-40-A, T-41-A, T-46-B, T-59-B, T-60-B, T-68-B, T-69-B, T-71-B, T-72-B, T-89-E, T-92-E, T-107-E, W-51-E)

報告されたリアクター&ミキサーは、ガイド流を用いたもの、カーブなど形状効果を利用したもの、電磁効果やEK効果でリアクター内のパーティクルを揺り動かすことによるもの、遠心力を用いるもの、液滴を用いるものなど。これらのものがほぼ均等な件数で発表された。

以下、液滴応用のミキサーを1件紹介する。

- University of Manchester Institute of science and technology 発表番号：M-55-B
発表題目：IN CHANNEL MIXING OF ON-DEMAND MICRODROPLETS GENERATED BY D.C. VOLTAGES

2方向あるいは3方向からチャンネルに導入した液滴のミキシング。2つの液滴導入部の間に電圧を印加することにより、それぞれの導入部から発生する液滴が正、負に荷電する。このために液滴同士が効率よく会合、ミキシングされる。

図7-3-1は2液ミキシングのデバイス構造(左図)と、3液ミキシングのデバイス構造(右図)、図7-3-2、7-3-3はそれぞれ、2液ミキシング、3液ミキシングができていることを示す実験結果。

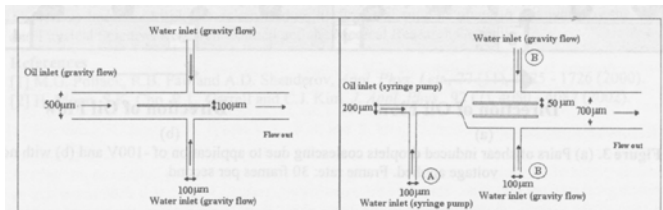


図7-3-1 2液ミキシングのデバイス構造(左図)と3液ミキシングのデバイス構造(右図)

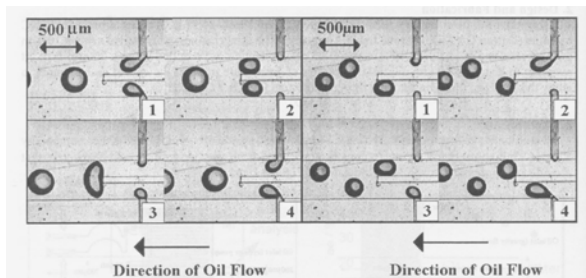


図7-3-2 2液ミキシングの実験結果

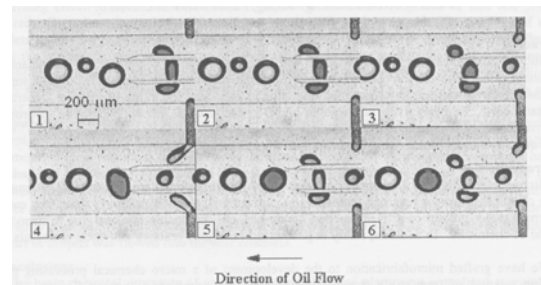


図7-3-3 3液ミキシングの実験結果

最後に会場の写真を示す。Oral session用の2会場のうち、ひとは1000名程度入れる大会場。全体会議もここで行われた。もうひと会場は、400~500名程度は入れる会議室。いずれも窮屈感はなかった。ポスター会場は休憩・昼食用の大きなスペース横に設置されていた。こちら大きなスペースが確保されていた。展示は、この休憩・昼食用スペースに壁に沿って設けられていた。ファンドリー企業、分析機器企業、シミュレーター企業などが展示していた。



左より、大会場、会議室、休憩・昼食スペース(奥の明るい場所にポスターが掲示されている)