化学とマイクロ・ナノシステム学会誌
Vol.17, No.2 (2018)

化学とマイクロ・ナノシステム

第17巻　第2号

新会長挨拶　渡慶次 学 …… 1

解説・総説

がん診断・治療におけるCTCの有用性と今後の展望　松阪 諭 …… 2

平成29年度 学会賞

ケミナス創設のころと、マイクロ流体研究のその後の発展　藤田 博之 …… 5

平成29年度 奨励賞　圧力駆動型マイクロ流体培養デバイスの開発　杉浦 慎治 …… 8

平成29年度 若手優秀賞　マイクロパターン化材料構造を駆使した
正常/がん細胞移動制御とそのメカニズムの解明　久代 京一郎 ……10

マイクロ・ナノシステムを利用した
血管機能解析技術の創出　梨本 裕司 ……11

マイクロ流体デバイス技術を応用した機能的な
3次元組織構築技術の開発　森本 雄矢 ……12

平成29年度 技術賞

可搬型表面プラズモン共鳴測定装置の開発と
マイクロ流路との融合によるバイオセンシング技術の開発
井上 鈴代，岩崎 弦，林 勝義，瀬山 倫子，堀内 勉 ……13

第37回研究会報告

化学とマイクロ・ナノシステム学会 第37回研究会（茨城）　杉浦 慎治 ……15

第37回研究会 優秀発表賞

毛髪再生医療の実現に向けた毛包原基大量調製デバイス
吉村 知紗，景山 達斗，笠井 敬一郎，福田 淳二 ……17

光応答性ヘッジホッグアゴニストによる幹細胞分化制御
三澤 龍志，池内 与志穂 ……19

オンチップバイオリアクターを用いた血小板産生数のタイムラプス計測
公文 広樹，佐久間 臣耶，中村 壮，江藤 浩之，新井 史人 ……21

マイクロデバイスを用いた小麦中デオキシニバレノールの
多サンプル同時蛍光偏光免疫分析
中村 彩乃，若尾 摂，佐藤 憲，住吉 研，真栄城 正寿，
石田 晃彦，谷 博文，重村 幸治，火原 彰秀，渡慶次 学 ……23

高速局所流体制御を用いたオンチップマルチソーティング
笠井 宥佑，佐久間 臣耶，新井 史人 ……25

多層マイクロ流体デバイスを用いた細胞導入コラーゲンチューブの作製
佐伯 琴音，榎本 紗希子，矢嶋 祐也，鵜頭 理恵，山田 真澄，関 実 ……27

第 37 回研究会 優秀研究賞

毛包原基の大量調製のためのバイオプリンティング技術
景山 達斗，福田 淳二 ……29
階層的枝分かれ構造を持つ開放型流路による液滴収集機構
甲斐 洋行，豊里 涼馬，西澤 松彦 ……33
1 μL 末梢血からのリンパ球の分画および計数
益田 泰輔，Anas Mohd Noor，Wu Lei，堀尾 浩二，斎藤 俊樹，
宮田 泰彦，新井 史人 ……37
お知らせ ……41
平成 30 年度定時社員総会議事録、化学とマイクロ・ナノシステム学会 学会賞選考規定、奨励賞選考規程、若手優秀賞選考規程、技術賞選考規程、論文投稿規定、会費に関する規程、変更届、入会案内

新会長挨拶

化学とマイクロ・ナノシステム学会会長

北海道大学大学院工学研究院　教授
渡慶次 学　（Manabu Tokeshi）

平成30年5月21日の臨時理事会で藤井輝夫前会長（東京大学生産技術研究所）の後を受けて、会長に選出されました。本学会の会長という重責に身の引き締まる思いですが、会員の皆様のご協力を得て、本学会の発展のために努力する所存です。

最近は、社会情勢の影響を受け、多くの学会が会員数を減らしているにもかかわらず、本学会会員は少しずつ増えております。これは歴代の会長や理事の先生方のご努力と会員の皆様のアクティビティの高さによるものだと考えております。今後も「化学とマイクロ・ナノシステム」に関する学術研究の深化・発展はもとより、社会からの要求に答えられる学会になるよう積極的に取り組んでまいります。

本学会は、前身である化学とマイクロ・ナノシステム研究会が2000年に発足して、今年で18年目を迎えます。歴代の会長は、2000年の研究会発足当時にPIとして「化学とマイクロ・ナノシステム」研究を推進していた第一世代であり、私は第一世代に指導を受けた初めての第二世代の会長になります。第一世代（黎明期）の先生方がその基礎を築かれた本学会の活動、年 2 回の研究会、MicroTAS（Micro Total Analysis Systems）国際会議と ISMM（International Symposium on Microchemistry and Microsystems）国際会議のサポートなどの国際貢献を継続し、第二世代（発展期）の会長として、本学会をさらに発展させるような新たな試み、特に第三世代の育成と社会実装に資する取り組みを積極的に推進する所存です。また、本学会および我が国の「化学とマイクロ・ナノシステム」研究のプレゼンスを高めるよう努めてまいります。

本学会が持続的に発展するよう精一杯努力していく所存ですので、会員の皆様のご支援とご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

2018年5月

平成 29 年度学会賞

ケミナス創設のころと、マイクロ流体研究のその後の発展

藤田博之
東京都市大学 総合研究所

1. はじめに

1980 年代に MEMS（当時日本ではマイクロマシンと呼んでいた）の研究が始まったころ、将来の夢がいろいろと語られた。その一つが、蚊のようなマシンを作ることだった。蚊は、空を飛び、動物を探知して寄ってきて、痛みを感じさせない分子を注入して血を吸う、など小さな体に多くの機能が備わった驚異のマシンだ。それから 30 余年を経て、MAV(micro air vehicle)[1]やにおいの発生源を探知するロボット[2]などの研究が、いまだに続いている。さらに血液の吸引について、極微量の液体を扱い反応や分析を目指すのが、正にマイクロ流体技術の研究である。

本稿では、化学とマイクロ・ナノシステム学会の創設時からこれまでの、マイクロ流体技術研究の発展を振り返る。私の記憶の範囲であるが、うまくいったこと、いかなかったことなどを思い起こし、そこから将来への教訓を導いてみたい。

2. 当初の研究

当初 MEMS デバイス分野では、マイクロポンプやバルブなどの能動素子の研究が盛んに行われた。しかしオンチップに集積できるほど小型化すると、駆動力の不足やシール部の漏れのため、流量や on/off 比などで十分な性能が得られなかった。このため最終的には PDMS の流路を圧搾空気で押しつぶす方式[3]が主流となった。残念ながら圧搾空気を供給するチューブやコンプレッサーが大きく場所を取り”Chip-in-Lab”と揶揄される始末である。

デバイス機能の発現に必要不可欠な操作系や検出系を含めた系全体がマイクロ流体システムであり、このシステム全体を小型化・マイクロ化することは、未だ十分に実現されていない。例えば、電気浸透流ポンプのように流体を直接駆動する方式[4]は、マイクロ構造を駆動して間接的に液体を流す方式に比べて、小型集積化に適している。デバイスやシステムを構想する時、小型化に適した原理に基づいているかどうかと、応用からの要請が小型化と相反するものでないかどうかを、よく吟味して研究を始める必要がある。これは当たり前のことだが、常に留意すべき点である。

受動的な流体素子としては、マイクロミキサーの研究も多かった。小型化に伴い、流体に働く慣性力と粘性力の比であるレイノルズ数が小さくなり、流体は層流として流れるので、混合が難しくなる。化学プラントとしてマイクロ流体デバイスを用いるためには、サブミリ程度の流路で十分な反応量を確保する必要があるが、このサイズでは液の混合に時間がかかる。化学反応の促進には混合が不可欠であるため、様々な構造のミキサーが提案された。しかし典型的な拡散長を 100 μm として、流路を 10 μm 程度に小型化すれば 1 秒をはるかに下回る速い混合が期待できるため、ミキサーは必須とはいえない。すなわち、小型集積化というマイクロ流体技術の本質と、応用からの要求のミスマッチが研究の筋道を乱したように感じられる。

一方、化学の分野では反応場の小型化により、次のような利点があり、応用の観点からマイクロ流体技術に大きな期待が寄せられた。すなわち、温度や濃度の高速・精密・均一な制御、比表面積の増大による固液界面反応の促進に基づく高速の化学合成や分析の実現、必要なサンプルや原料の微量化、および電気泳動法や顕微光学系との高い適合性を生かした高感度測定法の適用、などの利点である。しかし、当初はマイクロ加工技術に不慣れなため「プレパラートにガラス切りで傷をつけカバーグラスでふたをした」[5] という逸話まで残っている。

生物学や生物化学の分野では、そもそも対象とする細胞、オルガネラ、生体分子のサイズが 10 μm から 10 nm 程度であり、MEMS 技術で同等なサイズの実験ツールを作って、細胞や分子の操作と、高分解能の極微測定を実現する期待があった。また、細胞を取り巻く in vivo の微小環境を、マイクロ構造とその表面修飾やマイクロ流体制御で再現する要望もあった。

化学や生物学からの小型化への期待と、MEMS の微細加工技術を組み合わせて、真に有効なマイクロ流体技術を創出するためには、両分野で優れた業績を挙げている研究者を糾合し、相互の交流と理解に基づく研究組織の設立が急務となっていた。これを実現したのが、化学とマイクロシステム研究会（当時）である。

〒158-0082 東京都世田谷区等々力 8-15-1
fujita@iis.u-tokyo.ac.jp
キヤノンメディカルシステムズ（株）
先端研究所 所長を兼務

3. 化学とマイクロシステム研究会

北森先生の発案で1999年ころに小型化流体デバイスに興味を持つ化学やバイオの研究者と、MEMS技術に関与する電気や機械の工学研究者が一部屋に集まり、両分野を融合するための討論会が開催された。お互いに最近の研究成果の概要を報告して、接点を探すことが目的である。面識のない先生方から、化学分析法やバイオ実験とMEMSの製作や駆動の話が紹介された。私の個人的な体験を記すと、そもそも言葉が分からないというのが、最初の印象であった。ミセル動電クロマトグラフィー(MEKC)の発表の途中で、思わず手を挙げ「MEKCというのは何のことですか？」と質問してしまった。説明されてもやっぱりよくわからないのも問題だったが、もっと困ったのは丁度私の真後ろの席に、MEKC法の発明者である寺部先生が座っておられたことだった。後で聞かされて、冷や汗をかいた。もちろん、MEMS研究者が「HFでシリコン酸化膜の犠牲層をエッチングした」などと話しても、他分野の方にはわかるはずがない。

ここから導かれる教訓は、異分野融合のためには発表の準備に気を付ける必要があることだ。いつも使っている業界用語は全く通じないので一般的な言葉を使う、研究の背景でもかなり一般的なところから始めて研究の動機や意義がだれでも分かるようにする、研究内容の細部は相手に響かないので現状の問題点、それを解決する新規なアイディア（のエッセンス）、達成できたこと未達のことに絞って話す、などに留意すると良い。

また現在のケミナス学会でも、ポスターにある用語がよくわからなければ、遠慮なく質問した方がお互いのために良い。聞く方にすれば、異分野をすべて勉強することは不可能だし、その場で教えてもらったほうが早い。説明する方も、自分がいつも無反省で使っている言葉を改めて説明することで、一層理解が深まる。いいことずくめであるので是非、試みてほしい。

こうして始まった研究会だが、会を重ねるにしたがってようやくお互いの顔と立場も分かり、新たな融合研究に向けて討議が始められる段階にまで達した。こうして、2000年3月に化学とマイクロシステム研究会が発足し、2002年には会員組織として化学とマイクロ・ナノシステム研究会が創設された。

4.マイクロケモメカトロニクスの創成

この当時、分野融合研究を促進するため、文科省の科研費として特定領域研究費が公募されていた（現在は新学術領域研究（研究領域提案型））。化学とマイクロシステム研究会のメンバーを中心に討議を重ね「マイクロケモメカトロニクスの創成」というタイトルで、提案をすることなった。

本申請のスコープをFig.1に示す。申請時の説明資料の抜粋である。機械・電気電子・通信の工学分野、医学と薬学・生物学などの理学分野、合成・分析・材料の化学分野の知識と相互の理解に立脚し、それらの有機的かつ相補的な結合によって新規領域の創成を目指した。本図に、分野融合によって新たに生み出すことが期待される12の応用やデバイスが、3本の矢印の脇に記されている。単一細胞解析、携帯医療素子（ポイントオブケアデバイス）からナノ材料・ナノ空間に至るまで、いずれも現在まで活発に研究されているものばかりである。20年近く前の提案であるが、その射程の広さと先見の明に改めて当時のメンバーと行った議論の有効性を痛感する。幸いにして本提案が採択され、平成13年度から3年間にわたって研究を行い、多くの成果を得た。Fig.2に2002年8月9日に福岡で行った領域会議の集合写真を示す。ケミナスの重鎮（私は除いて）の若き日の姿である。

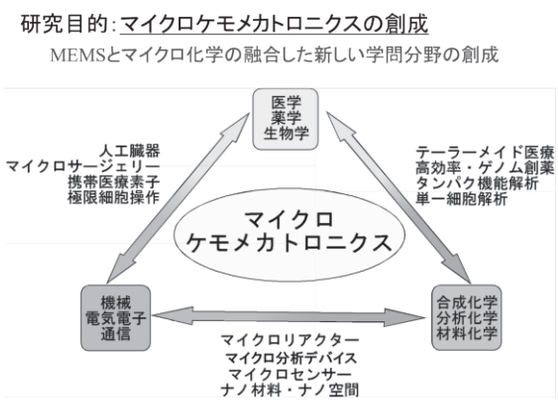


Fig.1 マイクロケモメカトロニクス提案のスコープ

Fig.2 マイクロケモメカトロニクス特定領域研究集合写真（2002年8月9日）

さて Fig. 1 に示された応用やデバイスは、すでに多くの研究があり、他の総説でも取り上げられている。本稿の後半では、別の観点から小型化のメリットを追求した研究について簡単に触れたい。

5.スケーリング効果の活用

流路の小型化によって流れが層流になるという効果は、いわゆるスケーリング効果の典型例だ。現象を支配する方程式は変わらないが、方程式の各項が寸法に対して異なった依存性をもつため、相対的な大きさが小型化によって変化する（層流の場合は、粘性項が慣性項より大きくなる）わけである。このような効果はある意味、自明なことであるが、MEMS 加工の微細化と並列大量生産の利点を生かすことで、大きな進展を導くことができる。一例として、マイクロ容器のアレイを用いた、一分子レベルの検出法を紹介する。

マイクロ容器の大きさを一桁小さくすると、体積は三桁小さくなるし、同一のチップ面積に作れる数は二桁増える。MEMS 技術では、μm までの微細化は容易であるし、マスクにあらかじめ多数のパターンを書いておくことで、それに応じた構造を多数同時に作製できる。体積が小さくなると、その中の液体に含まれる分子が少数でも、濃度としては高くなる。一辺が 10μm の立方体容器なら 600 個の分子で 1μM の濃度となり、高感度の蛍光顕微鏡ならこれらの分子が発する蛍光を十分に検出できる。酵素アッセイをこの容器内で行えば、短時間で酵素分子の有無の識別が可能だ。さらに、この容器を 1 cm^2 のチップに敷き詰めると 100 万個のアレイとなる。サンプル溶液を各容器に閉じ込め、その中で酵素[6]や生体分子モータ[7]の活性を一分子レベルで計測した報告がある。

さらにこの技術を発展させ、アレイ中で対象の分子をトラップする容器の数は、元のサンプル溶液に含まれる分子の濃度に比例することに着目し、ディジタルエライザ法が開発されている[8]。これは、1 分子単位で抗原を検出できる抗原抗体反応法であり、ELISA 法と全く同じ試薬を用いながら、マイクロ容器を利用するだけで 100 万倍も高感度にできる。また、oil-in-water 液滴やリポソームを使う反応系も、同様の分子閉じ込め効果を得られるため、研究が進んでいる。

5.ナノ領域の特異な効果の活用

しかし、小型化もナノメートルに至ると全く別の様相を示す。量子現象を含め、ナノメートル以下のサイズで特有な現象が起きるためである。例えば、ナノポアを用いた DNA 解析法がある。微細加工で薄膜に開けた数 nm の穴や、膜たんぱく質の開口を利用し、単鎖 DNA をその中に通す。各塩基が通過する時に、その種類によってナノポアを通じて流れる電流が変化するので、塩基配列を高速で解析できる[9]。

また、近接場光もナノメートル領域の特異的な現象である。全反射した光が、反射面から波長の数分の一程度「浸み出し」たり、銀などの金属表面の電子と光が相互作用してプラズモン共鳴光を作る。いずれも、遠距離には伝搬しないため、一分子レベルの局所的な蛍光検出や表面増強ラマン散乱（Surface Enhanced Raman Scattering: SERS）による単一分子のラマンスペクトル測定に利用される。

7. 異分野融合研究のすすめ — 結言に変えて

以上紹介したように、マイクロ流体技術は異分野融合による新領域の創成の優れた成功例である。一つの領域を深掘りするだけではなかなか革命的な発見が期待できない状況において、今後の科学技術の一つの道は異分野融合研究にあると考えている。次のような点に留意することで、これを広める助けになるだろう。

- 異分野の研究者を引き付ける求心力のあるコア
- 自らの専門分野に秀でており、他分野とも柔軟に協調できるメンバー
- 相互理解と言語習得のための組織と活動
- 相互に利益のある相補的な研究テーマの選定
- 容易に成果の示せる先駆的テーマの実施
- 論文等の成果を均等に発表できる仕組み

ケミナスに倣って多くの新分野が創設されることを期待して、本稿の結びとする。

8. 文　献

1) https://en.wikipedia.org/wiki/Micro_air_vehicle
2) 石田，日本機械学会誌，**2010**, *113*, 755.
3) Thorsen, T.; Maerkl, S.J.; Quake S.R., Science **2002**, *298*, 580-584.
4) 藤井,化学とマイクロ・ナノシステム, **2010**, *9*, 7.
5) 北森,化学とマイクロ・ナノシステム, **2018**, *17*, 1.
6) Rondelez, Y.; Noji H., et al. *Nature Biotech.,* **2005**, *23,* 361-365.
7) Rondelez, Y.; Noji H., et al. *Nature*, **2005**, *433*, 773-777.
8) Kim, S.H.; Noji H., et al. *Lab on Chip*, **2012**, *23*, 4986-4991.
9) Clarke, J.; Wu, H.C., et al., *Nature Nanotech.,* **2009**, *4*, 265-270.

平成 29 年度奨励賞

圧力駆動型マイクロ流体培養デバイスの開発

杉浦 慎治
産業技術総合研究所 創薬基盤研究部門

この度は平成 29 年度化学とマイクロ・ナノシステム学会奨励賞をいただき、大変光栄に存じます。今回の受賞は私が 2004 年 10 月に産業技術総合研究所に入所以来進めてきた「圧力駆動型マイクロ流体培養デバイス」の開発が評価されたものと理解しておりますが、これは、学生時代よりご指導頂いた先生方と共に研究を行ってきた産業技術総合研究所創薬基盤研究部門医薬品アッセイデバイス研究グループの皆様のお陰によるものと感じております。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

私がマイクロ流体デバイスの研究を始めたのは修士課程の研究テーマを思案している頃でした。当時、私は東京大学・関実助教授の指導の下、修士課程・博士課程の研究テーマを探索しておりましたが、縁があって農林水産省の食品総合研究所の中嶋光敏先生のところで「マイクロチャネル乳化法」に関する研究に触れる機会を得ました[1]。これは、マイクロフルイディクスを利用したマイクロドロップレットの製法に関する研究でしたが、2000 年以降に大きく着目されるドロップレットマイクロフルイディクスが、まだその呼び方すら定まっていない時期のことでした。当時、博士課程への進学を決めていた私にとって、新しく魅力的な研究テーマと感じ、学生時代の研究対象として「マイクロチャネル乳化法」を選び、その機構解明や応用研究に携わってきました[2]。特に「マイクロチャネル乳化法」の機構解明に関する研究は、界面張力を駆動力とする液滴作製という、従来の乳化法とは全く異なる機構を提案し[2]、その後、少し着目を集めることになりましたが、今でも当時のようなフレッシュな目で物事を見つめ、定説にとらわれない新しい手法や機構を開発したいというのが私の一つの目標となっています。また、私が修士・博士課程に在籍する中で、関研究室ではマイクロフルイディクスを用いたバイオアッセイに関する研究が立ち上がりつつありました[3]。これも縁あってのことですが、お陰様で学生時代にマイクロフルイディクスの知識と技術の基礎を学ぶことができました。そして、何よりも、同じ分野を開拓し盛り上げる仲間ができたのは、私の人生の中の幸運の一つといって良いと感じております。

一方、博士課程の研究に関連して、食品総合研究所と国立がんセンターの共同研究に携わる機会を頂き、小田達也先生、佐竹光夫先生と「マイクロチャネル乳化法」を利用した培養細胞のマイクロカプセル化の研究も行いました。学生時代より、細胞培養に興味を持っていたため、この研究テーマにはさらに興味を持って携わることができました。さらに縁あってのことですが、博士課程を卒業後はそのままそのテーマを推進するためのポスドクの職を国立がんセンターにて得ることができました。ポスドクの研究に 2 年半、従事する中で、アルギン酸ゲルビーズやゲルチューブに細胞を包埋する研究を行うことができましたが[4]、マイクロ流体デバイスを用いた細胞やハイドロゲルのハンドリングなど、新しいことばかりで苦労もし、結果が出るまで時間もかかり、また、癌治療法の開発という最終目標へは遠い道のりでしたが、エキサイティングな研究生活を送ることができました。また、この頃に細胞培養を初めとした生物系の研究の基礎を身につけることができました。

ポスドクを 1 年少々経験した頃に、産業技術総合研究所バイオニクス研究センターの研究員の公募に応募し、金森敏幸グループ長の率いるバイオナノマテリアル研究グループ（現：医薬品アッセイデバイス研究グループ）の一員となりました。バイオナノマテリアル研究グループでは、マイクロフルイディクスを用いた細胞アッセイに関する研究の立ち上げを行うことになりました。また、当時の産総研は吉川弘之理事長が「本格研究」を研究所の命題のひとつとして掲げ、特許出願や論文を書くための基礎技術開発（第一種基

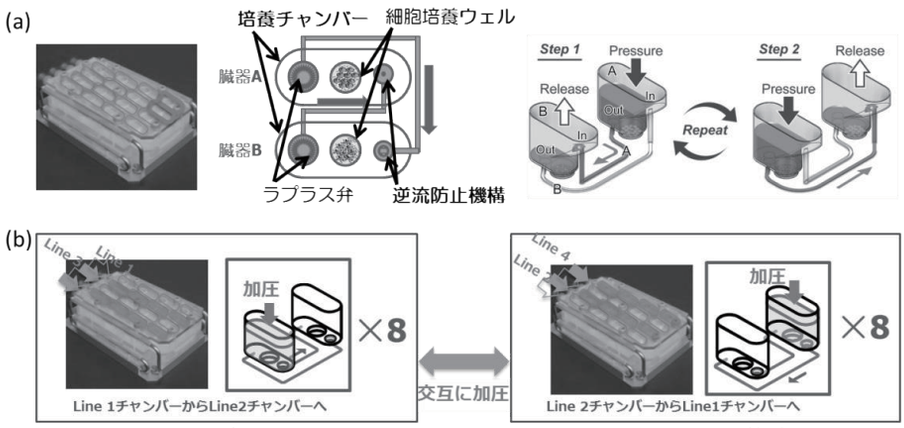


図 1．圧力駆動型マルチスループット Organs-on-a-chip [6]．(a) 圧力駆動による培養液循環の原理．(b) 蓋に加工された空圧配管を利用したマルチスループット循環培養の機構．2 臓器 8 連の連結モデルを示す．

礎研究）だけでなく、産業応用のための研究（第二種基礎研究）にも積極的に取り組むことが要求されました。また、2004 年入所当時はマイクロフルイディクスを用いた細胞培養に関する研究が少しずつ報告されるようになってきた時代でした。入所後、マイクロ流体デバイスの研究環境を整備しつつ予備実験をする中で、大学ではできない、産総研らしい研究を模索しました。当時の私は、学生時代より扱ってきたマイクロフルイディクスのパワーを感じつつも、細胞培養に応用し、特に、産業利用されるようになるためには、多数のチューブ接続やシリンジポンプによる送液に代表されるような、流体ハンドリングの煩雑さを解決する必要があると感じておりました。このような状況の中、発案したのが受賞対象となった「圧力駆動型マイクロ流体培養デバイス」でした[5]。空気圧は配管を通じて分配することができる点がポイントであり、これにより、複数の薬液を同時に送液するマルチスループット化が容易となります。また、エアフィルターを使うことで無菌空間の管理も容易となります。

近年では、Organs-on-a-chip へ世界的な着目が集まる中、「圧力駆動型マイクロ流体培養デバイス」をベースとして複数得臓器連結培養に応用する「圧力駆動型マルチスループット Organs-on-a-chip」へと応用しています[6]。これは、上述のデバイスと同様、クリーンベンチの中で培養チャンバーを組み立てた後、通常の細胞培養に使用するようにマイクロピペットを用いて試薬や細胞、培地を添加することができるものです。クリーンベンチ内で蓋をした後、専用の接続ユニットを介して圧力制御装置に接続し、スタートボタンを押すと循環培養が開始される構成となっています。循環培養の途中や終了した段階で、接続ユニットから切り離し、クリーンベンチ内に持ち込んで培養液を交換・サンプリングしたり、細胞を染色・回収したりすることも可能となっています。

現在、この「圧力駆動型マルチスループット Organs-on-a-chip」をプラットフォームとして、創薬産業へ応用すべく各種開発を進めています。創薬ニーズに対応した技術へと進化させるためには、iPS 細胞や初代培養細胞をはじめとした細胞ソースや、生体の組織構造を反映した高次培養モデル、培地、培養プロトコルの開発が必要で、それぞれの分野の専門家と協力して技術開発を進めていきたいと考えております。

以上、これまでの研究生活を振り返り、受賞対象の研究の経緯を紹介させて頂きました。こうして今日まで研究を進めることができたのは、素晴らしい仲間に恵まれたおかげと感謝しております。今後も自分の立場を踏まえ、本学会および関連分野の発展に貢献できるよう、研究活動に取り組んでいきたいと考えております。本学会の会員の皆様には引き続き、ご指導ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

文　献

1) Kawakatsu, T.; Kikuchi, Y.; Nakajima, M. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* **1997**, 74, 317.
2) Sugiura, S.; Nakajima, M.; Iwamoto, S.; Seki, M. *Langmuir* **2001**, *17*, 5562.
3) Hong, J. W.; Fujii, T.; Seki, M.; Yamamoto, T.; Endo, I. *Electrophoresis* **2001**, *22*, 328.
4) Sugiura, S.; Oda, T.; Izumida, Y.; Aoyagi, Y.; Satake, M.; Ochiai, A.; Ohkohchi, N.; Nakajima, M. *Biomaterials* **2005**, *26*, 3327.
5) Sugiura, S.; Edahiro, J.; Kikuchi, K.; Sumaru, K.; Kanamori, T. *Biotechnol. Bioeng.* **2008**, *100*, 1156.
6) Satoh, T.; Sugiura, S.; Shin, K.; Nagasaki, R.; Ishida, S.; Kikuchi, K.; Kakiki, M.; Kanamori, T. *Lab on a Chip* **2018**, *18*, 115.

平成 29 年度若手優秀賞

マイクロパターン化材料構造を駆使した正常/がん細胞移動制御とそのメカニズムの解明

久代　京一郎
東京大学大学院工学系研究科

この度は、平成 29 年度化学とマイクロ・ナノシステム学会若手優秀賞を賜り、誠に光栄に存じます。東京大学高井まどか教授およびノースイースタン大学アナンド・アシタギリ准教授を始め、これまでご指導・ご助言頂きました数々の先生方にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。当時カリフォルニア工科大学におられたアシタギリ先生のもとで細胞工学を学ばせて頂き、新規プロジェクトとして様々な図形の二次元マイクロパターン上の細胞移動を研究させて頂いたことをきっかけに、特殊な図形や構造が細胞の挙動に与える影響に興味を持ちました。さらに高井先生のもとで材料工学を学ばせて頂き、材料の物性や表面微小構造が正常およびがん細胞の移動挙動、細胞内の機械的シグナル伝達に与える影響等を研究させて頂いております。本稿では、これらの研究について簡単に説明させて頂きたいと思います。

細胞移動は創傷治癒、発生、がんの転移等、数々の生体現象に関わっており、大概なにかしらのグラデーションにより非対称な方向性をもった移動が促されます。そのため、イン・ビトロな実験やバイオデバイスにおいて、細胞移動や組織形成を制御するため化学勾配や硬さ勾配などが用いられます。しかし、これらの勾配に基づく制御法にはいくつか問題点が存在し、例えば勾配の持続性や制御距離・方向が限られています。このような課題を克服するため、私は図形や構造を駆使した細胞移動の制御法に着目しました。金表面に様々な図形の細胞接着部位を作製し、非対称な涙型や槍型パターンを用い、通常では方向性をもたず移動する細胞に、高い確率(90%以上)で方向性をもたせることに成功しました [1,2]。これは、化学勾配を用いずに、細胞の接着部位の形状を制御するだけで、効率的な走性制御を行った世界で数少ない成功例です。

このようなマイクロパターン図形の研究は、細胞の接着/非接着部位を、表面物性の変化により作り分けていましたが、細胞とほぼ同様なスケールの三次元微小構造による細胞制御法に新たに取り組みました。正常細胞やがん細胞は、力学物性の異なるシリコーンやハイドロゲルで作製された三次元微小溝構造を認識し特殊な移動形態をとることを見出しました。代表的な発見として、特に上皮系正常細胞の移動性が、壁の

角度が直角では著しく高くなること[3]や、がん細胞がアクチン骨格などを極性化できず、正常細胞と比べ三次元微小溝構造の影響を受けにくく、それにより 40 μm の垂直な壁等を登るなど、がん特有な移動挙動を示すことも分かってきました[4]。この構造効果を利用した微小溝構造プラットフォームを用いることで、正常細胞やがん細胞の特性評価およびがん細胞を特異的に分けられます。ここまでの研究から、図形や構造との機械的相互作用を通して方向性細胞移動挙動が制御できる事が示されました。現在は、溝構造の角度変化、化学勾配との関係を研究しています。将来的にはがんの悪性度を評価するデバイスやがん細胞を選択的に分離するデバイスへの応用、がん細胞の転移挙動などの解明にこのプラットフォームが用いられることを期待しています。このような名誉ある賞を頂いたことを励みに、より一層精進をかさねていく所存ですので、今後ともご指導・ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

参考文献

1) Kushiro, K.; Chang, S.; Asthagiri, AR. *Adv. Mater.* **2010**, *22*, 4516-4519.
2) Kushiro, K.; Asthagiri, AR. *Langmuir* **2012**, *28*, 4357-4362.
3) Kushiro, K.; Sakai, T.; Takai, M. *Langmuir* **2015**, *31*, 10215-10222.
4) Kushiro, K.; Yaginuma, T.; Ryo, A.; Takai, M. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 4244.

マイクロ・ナノシステムを利用した血管機能解析技術の創出

梨本裕司 [1,2]
[1] 東北大学学際科学フロンティア研究所, [2] 東北大学大学院工学研究科

この度は、2017 年度「若手優秀賞」を賜り、有難う御座います。関係者の皆様に改めて厚く御礼を申し上げます。化学とマイクロ・ナノシステム学会 第 37 回研究会での受賞講演と重複致しますが、受賞対象の研究を、本稿で再度、簡単にご紹介させて頂きます。

私は東北大の末永智一先生の研究室で博士号を取得した後、京都大学の横川隆司准教授の研究グループで CREST プロジェクトの特定研究員として研究の場を与えて頂きました。その後、同特定助教を経て、現在は、東北大学の学際科学フロンティア研究所で助教として勤務しております。

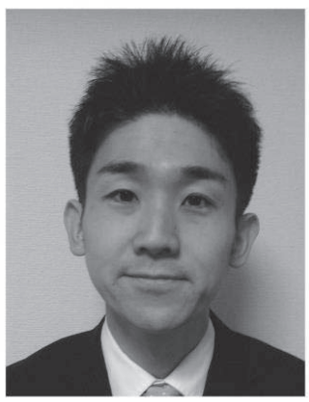
受賞対象の研究内容は、①マイクロ／ナノ探針を用いた遺伝子発現の空間分布計測、②マイクロ流体デバイスを用いた培養環境の制御の二項目です。それぞれ簡単にご説明致します。

① マイクロ／ナノ探針を用いた遺伝子発現の空間分布計測

生体組織の構成単位である細胞を個別に評価する単一細胞解析により、組織の機能を詳細に分析可能になりました。しかし、単一細胞を取得する既存の手法では、測定対象の細胞の、組織内における位置情報が失われてしまう課題がありました。細胞外環境は、細胞機能に極めて大きく影響することから、位置情報と機能の照合は非常に重要です。本研究ではマイクロ・ナノ電極を用いて、細胞を本来の位置に留めたまま内容物を回収し、分析を行うシステムの開発に取り組みました。細胞の内容物を回収するために、マイクロリング電極を用いて細胞をその場で破砕する手法により、mRNA の回収、定量評価が可能でした[1]。これにより、心筋、血管に分化した胚性幹細胞の遺伝子発現の空間的な分布を評価することに成功しました[2-3]。さらに、単一細胞内における機能と位置情報を照合する目的で、aL-fL レベルの微量溶液回収、および精密な位置制御機構を備えたナノ電極システムを開発しました。これにより、高精度に単一細胞内の細胞質が分取でき、細胞内の β-actin の遺伝子発現の不均一性を評価することに成功しました[4]。

② マイクロ流体デバイスを用いた培養環境の制御

近年、様々なミニ臓器モデルが生体外で作り出されておりますが、酸素、栄養のライフラインとなる灌流



可能な血管網が無いことが課題となっていました。本研究では，マイクロ流体デバイスを用い，血管形成を誘導する繊維芽細胞，流路に播種した血管内皮細胞の相互作用を制御し，組織モデルを灌流可能な血管網と統合する技術を開発しました。組織モデルと見立てた、肺繊維芽細胞と血管内皮細胞の細胞凝集塊に接続した血管網を介し、マイクロビーズや薬剤などを組織モデルへ送達することが可能であることを示しました[5]。現在、本技術を腫瘍モデルに展開し、腫瘍の増殖や薬剤評価について結果を得つつあります。

東北大に移籍後、まだ日が経っておりませんが、マイクロ／ナノ探針、マイクロ流体デバイスを融合させた研究に取り組んでおります。

最後になりますが、受賞内容の研究をご指導頂きました東北大の末永先生、珠玖先生、京都大学の横川先生をはじめ、これまでお世話になりましたスタッフ、学生の皆様に心より感謝致します。

文　献

1) Nashimoto Y, et.al., *Anal. Chem.* **2007** *79*, 6823-30.
2) Nashimoto Y, et.al., *Anal. Bioanal. Chem.* **2014** *406*, 275-82.
3) Ito H, et.al., *Anal. Chem.* **2016** *88*, 610-3.
4) Nashimoto Y, et.al., *ACS Nano* **2016** *10*, 6915-22.
5) Nashimoto Y, et.al., *Integr. Biol.* **2017** *9*, 506-18.

マイクロ流体デバイス技術を応用した機能的な３次元組織構築技術の開発

森本雄矢
東京大学生産技術研究所

この度は、平成 29 年度化学とマイクロ・ナノシステム学会若手優秀賞を頂き、大変光栄に存じます。これまでにご指導いただきました東京大学竹内昌治先生をはじめ、関係各位の先生および先輩方にこの場を借りまして深く御礼申し上げます。本稿では、私の研究歴について紹介させて頂きたいと思います。

私はこれまで、マイクロ流体デバイス技術とバイオ技術を融合することで、「機能的な 3 次元組織構築技術」を開発するための研究を行って参りました。しかし、当初から上記の融合分野について興味があったわけではなく、修士学生として東京大学生産技術研究所の竹内研究室の配属となった際は、均一径の液滴を形成するための 3 次元マイクロ流路の研究を行っておりました。竹内研究室も当時は細胞培養設備などがなく、バイオの研究をやる環境ではありませんでした。修士 2 年生の時に転機が訪れ、東京大学生産技術研究所の松永行子先生と根岸みどり先生(現 武蔵野大学)が共通実験室にバイオ研究の環境を構築してくださり、細胞を取り扱えるようになりました。当時は細胞について何ら知識のない状態でしたが、幸運にも自身で設計した 3 次元マイクロ流路で細胞を操作することで、直径 100 μm の均一径コラーゲンビーズの内部または表面に細胞が存在する細胞ビーズを実現することができました。この細胞ビーズを鋳型の中に集めて培養すると、型の形状を転写した組織が構築できることを見出し、ヒトの形をした組織である“細胞人形”を実現しました[1]。

修士卒業後、就職したメーカーにて 2 年間研究開発に従事してから、竹内研究室に博士学生として戻ってきたところ、多くのバイオ研究設備が新たに導入されていました。そこで、この機会を活かし、マイクロデバイスによる細胞の組織化をさらに進め、“動く細胞人形”を実現しようと考えました。まず、駆動源として収縮運動する筋組織の研究を進めたところ、細長い溝の中に細胞を集めると、長軸方向に筋細胞が整列した筋組織が構築でき、一方向に収縮運動することを明らかにしました。さらに、神経幹細胞を骨格筋組織に接着させた状態で運動神経に分化させると、運動神経と骨格筋組織の間に神経筋接合部が形成され、神経刺激によって骨格筋組織の収縮運動制御が可能になることを明らかにしました[2]。また、博士課程修了後

にも当該技術にて、ヒト iPS 細胞由来心筋細胞から長軸方向に細胞が整列し、一方向に収縮運動可能なヒト心筋組織を構築することに成功しました[3]。このヒト心筋組織は、強心剤を添加すると心拍が速く強くなり、阻害剤を添加すると心拍が遅く弱くなるといった生体の心筋と同様の薬剤応答を示すため、ヒト臨床前試験に使用可能なモデルとしての実用化を期待しております。

最近では、生物のように高効率で柔らかい運動の再現を目指して、骨格筋組織を関節付きロボット骨格に組み合わせたバイオロボットを開発いたしました[4]。このバイオロボットでは、2 つの骨格筋組織が向かい合わさる形でロボット骨格上に配置されており、上腕二頭筋と上腕三頭筋のような拮抗筋構造を有しています。電気刺激によって各骨格筋組織を交互に収縮運動させることで、肘の曲げと伸びのように骨格筋組織の伸縮を利用した関節の回転が可能になることを明らかにしました。

今後はこれらの筋組織と細胞人形を組み合わせることで、当初の目的である“動く細胞人形”を実現したいと考えております。今回の受賞を励みとして、今後も精進していく所存でございますので、変わらぬご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

文　献

1) *T.-Matsunaga, Y.; *Morimoto, Y.; Takeuchi, S. *Adv. Mater.* **2011**, *23*, H90-H94. (* equal contribution)
2) Morimoto, Y.; Kato-Negishi, M.; Onoe, H.; Takeuchi, S. *Biomater.* **2013**, *34*, 9413-9419.
3) Morimoto, Y.; Mori, S.; Sakai, F.; Takeuchi, S. *Lab Chip* **2016**, *16*, 2295-2301.
4) Morimoto, Y.; Onoe, H.; Takeuchi, S. *Sci. Robot.* **2018**, *3*, eaat4440.

平成 29 年度技術賞

可搬型表面プラズモン共鳴測定装置の開発と マイクロ流路との融合によるバイオセンシング技術の開発

井上鈴代[*1]，岩崎弦[1]，林勝義[1]，瀬山倫子[1]，堀内勉[2]
[1]日本電信電話株式会社 ＮＴＴ先端集積デバイス研究所，[2]ものつくり大学技能工芸学部

1. はじめに

平成３０年度化学とマイクロ・ナノシステム学会技術賞をいただき誠にありがとうございます。受賞対象の技術は、弊社研究所で開発されたものですが、その途上では多くの大学の先生方、企業の皆様にご指導いただきました。選考委員の先生方はもとより、多くの関係者に御礼申し上げます。

医療・農業・環境分野において生化学情報をオンサイトで測定し、情報通信技術を介して収集、統合利用する IoT（Internet of Things）の時代を迎え、化学センシング技術の重要性が増しています。弊社では、極微量の液体サンプル中の生化学反応の測定を可能とする表面プラズモン共鳴（Surface Plasmon Resonance, SPR）法を応用した、可搬型の小型装置を開発しマイクロ流路と融合して、オンサイトでの利用を実現するバイオセンシング技術を開発してきました。インフラを含めて情報通信を担う企業である NTT が化学センサーの分野の研究開発を行っているのは、社内に幅広い研究開発環境があってのことで、培ってきた技術基盤を活用したことで開発が加速しました。我々の研究へのご理解支援をいただいた関係者にも御礼申し上げます。

本稿では、SPR を使ったバイオセンサーの機器開発、統合型マイクロ流路の開発、これらを用いたアプリケーション開発についてご紹介します。

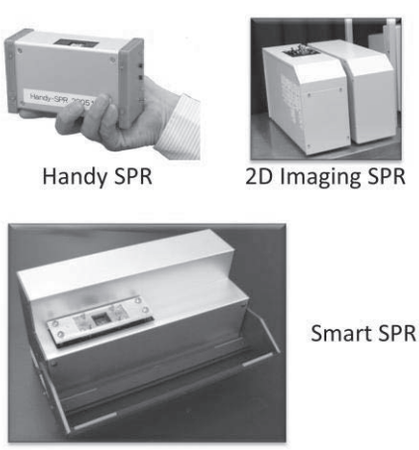


Fig. 1 SPR instruments

2. SPR を用いたバイオセンシングと機器開発

SPR 法はナノメートルサイズの空間の屈折率を高感度に測定する手法です。我々は、SPR 法が可動部の無い単純な小型光学系で実現でき、しかも屈折率差 10^{-6} を検出できダイナミックレンジも広い点に注目し、オンサイト測定に適するバイオセンサーを実現するためのトランスデューサーとして用いて３種類の装置を開発しました(Fig. 1)。２機種は、科研費、神奈川科学技術アカデミーを通じた共同研究により開発しました。これらは、１ポイント測定ながらより小型な装置（Handy SPR）、屈折率の面内分布を測定できる装置（2D Imaging SPR）で、それぞれ現場での測定、屈折率マッピング顕微鏡として細胞動態観察などに利用されてきました。最新の Smart SPR は可搬型で、マイクロ流路内の屈折率の時間変化を１次元の空間分解能と高い時間分解能で測定できます。開発した装置は、主に研究開発機関向けに NTT-AT 社を通じて販売されています。

4. 自己送液機能付マイクロ流路

SPR 法は全反射を使った近接場光学系で実現されます。マイクロ流路と組み合わせると、プローブ光が流路の壁面から液体に 200 nm しみだした部分だけで屈折率の高感度測定が可能です。したがってプローブ光が流路を横切らず、流路を自由に構成でき、壁面に固定した分子の反応を選択的に測定することができるなど、SPR 法はマイクロ流路との整合性に優れています。我々はこれらの性質に加え、Smart SPR でのオンサイト測定を容易にするために、マイクロ流路にポ

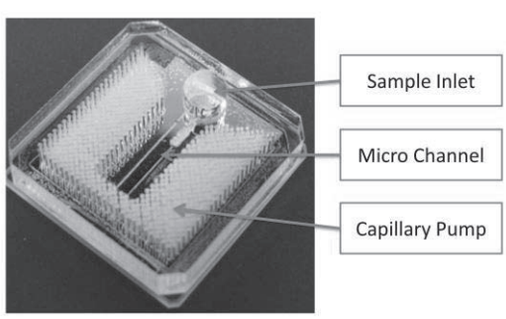


Fig. 2 Micro fluidic chip with integrated vertical capillary tube passive pump

ンプ機能を併せ持った自己送液機能付マイクロ流路チップを開発しました（Fig. 2）[1-4]。このチップでは、マイクロ流路の出口に作り込んだ多数の微細な縦穴がキャピラリポンプとして機能します。また、光学アライメントを自動で行う機能を備えています。このチップを Smart SPR に装着すると、サンプル液体をマイクロ流路の入り口に注ぐだけで、マイクロ流路部分に連続的にサンプルを外部動力なしで送液でき、そこでの検出反応を SPR で測定することができます。本 SPR センサーシステムではさらに、マイクロ流路部分に固定した抗体やアプタマーアレイの活性領域とブロッキング剤アレイの非活性領域からの信号の演算により一回の送液で BF 分離が可能で、多種類のアレイの応答をオンサイトで簡単に測定できます。この機能を利用して酪農分野向けのセンサーとして実地で試験を行いました[5]。

6. 血液凝固センサーの開発

さらに我々は本 SPR センサーシステムを用いて、血漿サンプルのオンサイトでの血液凝固活性測定アプリケーションの開発を行いました。血液凝固測定は、血の固まり易さをコントロールする複数の血液凝固因子を測定する血液検査で、心疾患・脳血管疾患の予防や術後医療において重要な検査となっています。現在、血液凝固測定は大型血液分析装置での測定が主流ですが、緊急救命や在宅医療の場においては小型で可搬型の測定システムの開発が望まれています。

そこで我々は、マイクロ流路中に複数種の補足因子（DNA アプタマー等）を配置した自己送液型測定チップを開発しました（Fig. 3）。種類を問わず様々な捕捉分子を基板上に安定に固定するために、インクジェットスポッターを用いて、共通の土台となる緩衝層（ストレプトアビジン）および接続分子（ビオチン）からなる積層構造の作製方法を開発しました。SPR 測定は送液開始から数秒で終了するため、血液凝固が始まっている血液サンプルを用いても、途中で送液が停止することなく血液凝固因子の一つであるトロンビンの測定を実用レベルの感度で行うことが出来ました[6,7]。

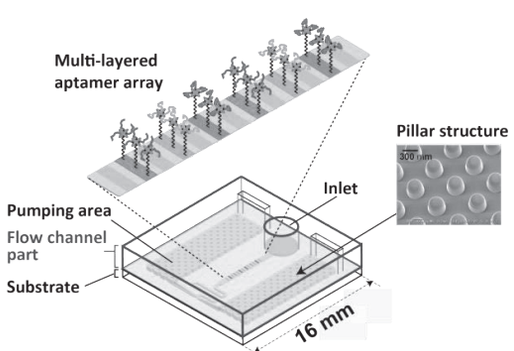


Fig. 3 DNA aptamer chip for SPR measurement

7. おわりに

これまでの我々の開発では、多方面の先生方、共同研究機関の方々のご指導を賜りました。IoT 時代を迎えオンサイトセンシング技術は、通信技術さらに AI との融合が進み、ますます重要になると確信しております。ここに改めて御礼申しあげるとともに、今後ともご指導ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

文献

1) Horiuchi, T.; Miura, T.; Iwasaki, Y.; Seyama, M.; Inoue, S.; Takahashi, J.; Haga, T.; Tamechika, E., *Sensors* 2012, 12 (6), 7095-108.
2) Horiuchi, T.; Tobita, T.; Miura, T.; Iwasaki, Y.; Seyama, M.; Inoue, S.; Takahashi, J.; Haga, T.; Tamechika, E.,. *Sensors* 2012, 12 (10), 13964-84.
3) Miura, T.; Horiuchi, T.; Iwasaki, Y.; Seyama, M.; Camou, S.; Takahashi, J.-i.; Haga, T., *Sensors and Actuators* B: Chemical 2012, 173, 354-360.
4) Miura, T.; Horiuchi, T.; Takahashi, J.-i.; Iwasaki, Y.; Seyama, M.; Tamechika, E., 14th microTAS, Groningen, The Netherlands, 2010; pp 1916-1918.
5) 知能型自動搾乳システムと健康状態監視システム（平成 18～20 年度）
http://jlta.lin.gr.jp/report/detail/pdf/kokunai_h020-03.pdf (accessed 2017/12/19).
6) Inoue, S.; Seyama, M.; Miura, T.; Horiuchi, T.; Iwasaki, Y.; Takahashi, J.-i.; Tamechika, E., 15th microTAS, Seattle, USA, 2011; pp 1876-1878.
7) Inoue, S.; Seyama, M.; Miura, T.; Horiuchi, T.; Iwasaki, Y.; Takahashi, J.-i.; Hayashi, K.; Tamechika, E., *Biosensors and Bioelectronics* 2016, 85, 943-949.

第 37 回研究会報告

化学とマイクロ・ナノシステム学会　第 37 回研究会（茨城）

杉浦　慎治
産業技術総合研究所　創薬基盤研究部門

2018 年 5 月 21 日（月）～22 日（火）の 2 日間、産業技術総合研究所つくばセンター共用講堂にて、化学とマイクロ・ナノシステム学会第 37 回研究会が開催されました。今回の研究会では、同講堂にて、招待講演、受賞講演、フラッシュプレゼンテーションを行い、同ホワイエおよび多目的室にてポスターセッション、企業展示を行いました。招待講演 2 件、受賞講演 6 件、ポスター発表 100 件、機器展示 17 件、カタログ展示 3 件、要旨集への広告掲載 18 件、参加者 222 名となり、盛会の後に終えることができました。

今年度より学会賞が新設され、受賞講演は 6 件となりました。また、例年と比べて今回は企業展示に多くご出展頂きました。機器展示とポスター会場を一体化することで機器展示への訪問も多く、産業化のための議論も活発に行うことができたのではないかと思います。

5 月 21 日午後より本会会長の藤井輝夫先生（東京大）より開会のご挨拶を頂いて研究会が開始されました。続いて松阪諭先生（がん研究会 がん研有明病院）より「がん診断・治療における CTC の有用性と今後の展望」という演題で招待講演を頂きました。総会・授賞式を経て、フラッシュプレゼンテーション&ポスターセッション 1 が行われました。ポスター発表のフラッシュプレゼンテーションに先立ち、前回の研究会と同様に「展示企業フラッシュプレゼンテーション」を行いました。これは、機器展示の内容を短時間でご紹介いただく企画ですが、ご希望のあった 6 社にお話しいただきました。次に、伊藤寿浩先生（東京大学大学院新領域創成科学研究科）より「生体センシング技術を活用した次世代精密家畜個体管理システムの開発：バイオ MEMS 技術への期待」という演題で招待講演をいただきました。続いて、学会賞を受賞された藤田博之先生（東京大学 生産技術研究所、現：キヤノンメディカルシステムズ、東京都市大学）よりご講演がありました。ケミナスの発足の頃から最近のご研究まで幅広くお話しを頂きました。

2 日目は、まずフラッシュプレゼンテーション&ポスターセッション 2 を行いました。特別ポスターでは、実行委員の山田真澄先生（千葉大学）と杉浦がオーガナイザーとして、「Organs-on-a-chip」に関して研究をしているアカデミアと企業の先生方より、5 件のポスター発表をお願いし、ご発表頂きました。続いて、若手優秀賞を受賞された久代 京一郎先生（東京大学大学院工学系研究科）、梨本裕司先生（京都大学大学院工学研究科、現：東北大学学際科学フロンティア研究所）、森本雄矢 先生（東京大学 生産技術研究所）からご講演がありました。昼休みの後、フラッシュプレゼンテーション&ポスターセッション 3 を行いました。次に、奨励賞を受賞した杉浦慎治（産業技術総合研究所 創薬基盤研究部門）より講演がありました。技術賞は、井上鈴代氏、岩崎弦 氏、林勝義氏、瀬山倫子氏（日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研究所）、堀内勉先生（ものつくり大学 技能工芸学部）が受賞され、岩崎氏からご講演がありました。

全ての講演終了後、第 38 回研究会実行委員長の宮崎真佐也先生（北海道大学）による次回研究会開催案内の後、栗田僚二先生（産業技術総合研究所）を審査委員長とする審査委員会の厳正な審査を元に選出されたポスター賞の授与式が行われました。結果として、優秀発表賞 6 件、優秀研究賞 3 件が表彰されました。最後に実行委員長の杉浦から閉会の挨拶を行い、閉会となりました。

優秀発表賞（学生ポスター賞）

1P28　吉村知紗（横浜国立大学）、毛髪再生医療の実現に向けた毛包原基大量調製デバイス

1P29　三澤龍志　（東京大学生産技術研究所）、光応答性ヘッジホッグ経路アゴニストによる幹細胞分化制御

2P21　公文広樹（名古屋大学工学研究科）、オンチップバイオリアクターを用いた血小板産生数のタイムラプス計測

2P27　中村彩乃（北海道大学大学院）、マイクロデバイスを用いた小麦中デオキシニバレノールの多サンプル同時蛍光偏光免疫分析

3P24　笠井宥佑（名古屋大学大学院）、高速局所流体制御を用いたオンチップマルチソーティング

3P25　佐伯琴音　（千葉大学大学院）、多層マイクロ流体デバイスを用いた細胞導入コラーゲンチューブの作製

優秀研究賞（一般ポスター賞）

1P03　毛包ビーズを用いた毛髪再生技術、景山達　斗[1,2]、福田淳二[1,2]、(1. 神奈川県産業技術総合研究所（KISTEC)、2. 横浜国立大学)

2P10　階層的枝分かれ構造を持つ開放型流路による液滴収集機構、甲斐洋行、豊里涼馬、西澤松彦（東北大学大学院工学研究科）

3P07　1 μL 末梢血からのリンパ球分画および計測、益田泰輔[1]、Anas Mohd Noor[1]、Wu Lei[1]、堀尾浩司[1]、齋藤俊樹[2]、宮田泰彦[2]、新井史人[1]　(1. 名古屋大学大学院工学研究科、2. 名古屋医療センター)

懇親会

初日プログラム終了後、ホテルグランド東雲にて懇親会を開催し、学術情報を交換しました。招待講演の先生方も含めて 100 名以上の方にご参加頂き、交流を深めました。

謝辞

最後になりましたが、今回の研究会にご参加頂きました皆様に感謝申し上げます。特に、お忙しい中ご講演頂きました招待講演の先生方、特別ポスター発表を頂きました先生方、機器・カタログ・広告展示にご参加頂きました企業様に感謝申し上げます。また、理事会および実行委員の先生方、学会事務局の方々に多大なご支援を頂きました。ここに深く御礼申し上げます。スタッフとしてご協力頂きましたつく場合学の学生の皆様、産総研の皆様、ありがとうございました。今後も化学とマイクロ・ナノシステム学会研究会が活発な議論の場として発展していくことを祈念しております。

実行委員

杉浦慎治　(産業技術総合研究所)、市川創作　(筑波大学)、金森敏幸　(産業技術総合研究所)、金秀炫　(東京大学)、栗田僚二　(産業技術総合研究所)、平間宏忠　(産業技術総合研究所)、山田真澄　(千葉大学)

講演の様子

懇親会の様子

優秀研究賞を受賞した会員

優秀発表賞を受賞した会員