化学とマイクロ・ナノシステム学会誌
Vol. 22, No. 1 (2023)

化学とマイクロ･ナノシステム

第 22 巻　第 1 号

令和 3 年度　学会賞

ミクロスケール液相分離法の開発と CHEMINAS 四半世紀

大塚 浩二 …… 1

令和 3 年度　奨励賞

マイクロ・ナノ電気化学によるバイオ分析とバイオファブリケーションに関する研究

伊野 浩介 …… 5

Paper Microfluidic ELISA の創始と医療応用の実現

Chao-Min Cheng …… 7

令和 3 年度　若手優秀賞

MEMS 技術を基盤とした脂質二重膜形成方法の開発と膜輸送計測への応用

外岡 大志 …… 9

光熱変換光回折検出法の開発による 10^{1} nm 極限分析デバイスの創成

津山 慶之 …… 11

マイクロピラーアレイを用いた粒子分離技術の開発

鳥取 直友 …… 13

令和 3 年度　技術賞

BioMEMS に適用する流体システム技術の開発

高橋 泰輔 …… 15

解説・総説

ヒト血液脳関門を知る、創る、操る―脳関門操薬への展開―

立川 正憲，稲垣 舞 …… 17

第 46 回研究会報告

化学とマイクロ・ナノシステム学会　第 46 回研究会

加地 範匡 …… 24

第 46 回研究会 優秀研究賞

マイクロ構造体上での組織変形を記述する粒子ベース力学モデルの開発

山下 忠紘，松澤 諒介，松尾 瑛，深町 崇耶，
Philip Kollmannsberger,須藤 亮，奥田 覚 …… 26

熱可逆性ハイドロゲルを用いた人工胚盤胞の創出

今村 聡，文 小鵬，寺田 志穂，山本 暁久，睦田 Zapater 香織，
澤田 杏子，吉本 昂希，田中 求，亀井 謙一郎 …… 30

第 46 回研究会 優秀発表賞

３自由度運動可能な多筋組織アクチュエータ

任 新竹，森本 雄矢，竹内 昌治 …… 34

マイクロ流体デバイスを用いたイネの側根の栄養屈性解析

根本 慎司，山崎 清，　Marcel Beier，藤原 徹，神野 伊策，肥田 博隆 …… 36

マイクロチャネル乳化と界面通過法を用いたリポソーム生成

中川 翔太，鳥取 直友，佐久間 臣耶，山西 陽子 …… 38

ハイスループット細胞分析のための縦方向 electrorotation　“vROT”

依田 和真，関口 大祐，市川 賀，元祐 昌廣 …… 40

マイクロ流体デバイスを用いた胞巣状軟部肉腫と転座型腎細胞がんの
血管新生誘導能の比較

北田 敦也，Hang ZHOU，　Wenlong WANG，藤本 和也，
田中 美和，馬場 理也，中村 卓郎，横川 隆司 …… 42

TiO_2コーティング2次元フォトニック結晶を用いた
メチル化DNAのバイサルファイトフリー検出

中島 悠佑，川崎 大輝，末吉 健志，久本 秀明，遠藤 達郎 …… 44

マイクロ流路を用いたDNA修飾ナノ粒子封入液滴の生成と液滴内結晶化

髙尾 梓，鳥取 直友，横森 真麻，田川 美穂，菅野 茂夫，
佐久間 臣耶，山西 陽子 …… 46

マイクロファイバ状心筋組織を用いた伝導速度の一方向解析

益田 緋里，板井 駿，倉科 佑太，遠山 周吾，尾上 弘晃 …… 48

単一細菌センシングによる迅速な菌種・耐性識別法の創出

井上 健太郎，嶋田 泰佑，安井 隆雄，山崎 聖司，
西野 邦彦，馬場 嘉信 …… 50

3Dプリンティングによる灌流可能な分岐チャネルが埋め込まれた軟質コラーゲン組織

森田 智博，聶 銘昊，三浦 重徳，竹内 昌治 …… 52

トピックス

明視野顕微画像と画像処理の組み合わせによるマイクロ・ナノ計測法の新展開

稲川 有徳 …… 54

希少細胞操作技術　阿尻 大雅 …… 55

お知らせ

化学とマイクロ・ナノシステム学会 各賞選考規定、論文投稿規定、会費に関する規程、…… 56
変更届、入会案内

令和3年度 学会賞

ミクロスケール液相分離法の開発と CHEMINAS 四半世紀

大塚 浩二

京都大学大学院工学研究科

1. はじめに

このたびは，2021 年度化学とマイクロ・ナノシステム学会学会賞受賞という名誉に浴させていただき，誠に有難うございました。関係の方々に厚くお礼申し上げます。

本稿では私と CHEMINAS との関わり合いについて概観しつつ，私の研究についても簡単に振り返ってみたいと思います。なお，本稿の内容は，学会賞受賞講演を基本としています。

2. CHEMINAS との関わり合い　～発展と共に

皆様ご承知のように CHEMINAS は 2000 年 3 月に「化学とマイクロシステム研究会」として発足しました。発足当時やその前後のことについては，藤田博之先生・北森武彦先生・庄子習一先生が本誌寄稿記事に詳しく述べておられます [1-3]。第 1 回研究会は非公開形式で開催され，私自身は参加しませんでしたが，恩師の寺部茂先生（当時姫路工業大学教授）が参加されています。同年 9 月に寺部先生を実行委員長として，第 2 回研究会が兵庫県立先端科学技術支援センター（兵庫県赤穂郡上郡町）において開催され，私も実行委員として運営に携わりました (Fig. 1)。翌 2001 年 9 月には，International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2001) が神奈川サイエンスパークにおいて開催され，以後 ISMM シンポジウムとして継続しています。この ISMM 2001 は，米国でのいわゆる 9.11 事件直後の開催であったため，海外からの参加者に大幅な変更があり，運営には相当苦労されたことと思います。

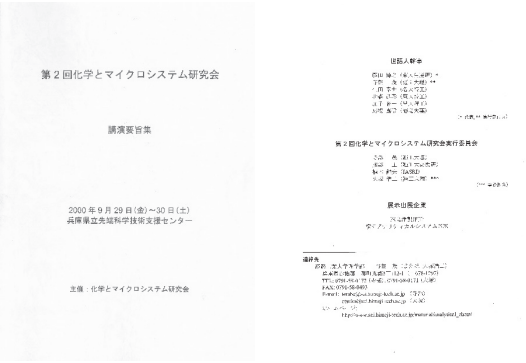


Fig. 1. Abstract book of CHEMINAS-2.

2002 年 4 月に CHEMINAS は会員制組織に移行し，「化学とマイクロ・ナノシステム研究会」と改称しました。なお，この年の 7 月には，特許庁特許法第 30 条第 1 項の規定に基づく学術団体の指定を受けており，研究発表の自由度拡大に一定の寄与をしています。その後，2005 年 11 月に日本学術会議協力学術研究団体の指定を受け，2013 年 4 月に法人化して「一般社団法人 化学とマイクロ・ナノシステム学会」に組織変更し現在に至っています。

その間，私は 2002 年の研究会発足当初から運営委員（後の理事）を務めさせていただき，4 年間編集担当として年 2 号の会誌「化学とマイクロ・ナノシステム」の出版に携わりました。2004 年 5 月には，実行委員長として第 9 回研究会を京都大学（桂キャンパス）において開催しました (Fig. 2)。この研究会は，第 11 回クロマトグラフィーシンポジウム（クロマトグラフィー科学会主催）との合同形式での開催とし，特に寺部先生の ACS Award in Chromatography 受賞記念セッションを設けたことが印象に残っています。当時の京大桂キャンパスは移転 2 年目で，辛うじて学会開催ができる 200 名収容のホールが一つだけあり，会議室でのポスター発表やケータリングでの懇親会など，運営

Fig. 2. CHEMINAS-9 in Kyoto University at Katsura.

にいろいろ苦労したことも懐かしい思い出です。

この他に実行委員長を務めたのは，2015 年 6 月の第 31 回研究会があります。CHEMINAS-31 は第 7 回 ISMM (ISMM 2015) と連続で，京大桂キャンパスの船井哲良記念講堂を中心に開催しました (Fig. 3)。ISMM 2015 は久本秀明先生（当時大阪府大）が組織委員長，私が共同委員長として運営にあたりました。余談ですが，船井哲良記念講堂には 500 名収容のホールやポスター発表・展示会等に利用できる国際連携ホールがあり，学会開催の利便性は大きく向上しました。私はこの施設を利用して，国際会議を 6 回，国内会議を 7 回，委員長や共同委員長，実行委員として開催しました。運営の実務に携わったのは私ではなく私の研究室のスタッフや学生さんたちで，言うまでもなくその方たちの力無しではどの学会の成功もあり得ませんでした。

Fig. 3. Abstract books of ISMM 2015 and CHEMINAS-31.

このような研究会・学会組織としての CHEMINAS との関わり合いと共に，学問領域としてのマイクロ・ナノシステムとの関わり合いの大きな基軸となったのが特定領域研究「マイクロケモメカトロニクスの創成」[1] でした。私は一つの研究班の代表として参画する機会をいただいたのですが，藤田先生を領域代表に，Fig. 4 に示すような研究組織で，まさに異分野融合を具現化した研究プロジェクトで，非常に大きな刺激を受けました。このプロジェクトが CHEMINAS の

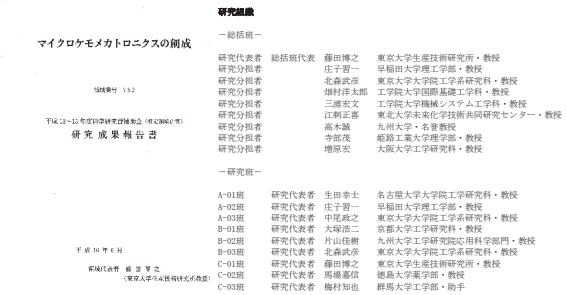


Fig. 4. Development of micro-chemomechatronics (KAKENHI on Priority Areas).

主要基盤の一つとなって大きく発展したことは疑う余地がないでしょう。

2006 年度からの副会長を経て，2008 年度から馬場嘉信先生の後を受けて第 5 代会長を務めさせていただきました。当時の CHEMINAS の運営は比較的順調に推移していた時期で，2 年間の職責を無事果たせたのではないかと思っておりますが，これもひとえに事務局（藤貫正様，小川淑子様）の多大なるサポートのおかげと心から感謝申し上げます。

3. CHEMINAS との関わり合い　～ロゴの制定

2006 年度当初頃から，会長に就任された馬場先生 [4] を中心に CHEMINAS のロゴを作成すべきという気運が盛り上がりました。Lab on a Chip 誌 (RSC) が CHEMINAS のオフィシャルジャーナルに指定されたこととも相まって，ロゴの重要性が再認識された時期でもありました。このような状況下，2006 年度第 1 回理事会（5 月）の後，杉原宏和理事（松下電器産業），箕浦加穂理事（横河アナリティカルシステムズ），それに当時副会長であった私の 3 名を委員とするロゴ制定委員会が発足しました。制定委員会での議論を経て，2006 年度第 3 回理事会（11 月）において数種のロゴ案を提示するに至り，現在のロゴが採択・制定されました (Fig. 5)。デザインのコンセプトは『本学会の主用研究分野のひとつであるマイクロ・ナノチップをデザイン化』し，『チップ中央部を円形の槽を結びながら貫く流路は，異なる分野の研究者を有機的に結びつつ発展する本学会の特徴をシンボライズ』したものとなっています。詳しくは，会誌 [5] や学会ホームページをご参照ください。ただ私は取り纏め役を担っただけで，実務は杉原・箕浦両理事によるところが大きかったというのが実情です。今さらながらではありますが，お二人に感謝申し上げる次第です。

Fig. 5. CHEMINAS logo.

4. ミクロスケール液相分離法の開発

私がミクロスケール液相分離法の研究を始めたのは大学院博士後期課程進学時の 1983 年 4 月からですので，ちょうど 40 年が経過したことになります。当時新しい高性能分離分析手法として注目されつつあったキャピラリー電気泳動 (CE) の関連研究として，ミセル動電クロマトグラフィー (MEKC) の開発研究

に着手したのが端緒ということになります。MEKC の開発により CE の応用範囲が飛躍的に拡がり，その後の CE の進展やマイクロチップ電気泳動 (MCE) の発展にも少なからず寄与できたのではないかと考えています。

一般に，液体クロマトグラフィー (LC) の分離カラム内におけるバンド拡がり (H) は van Deemter 式によって記述されます (Eq. 1)。

$$H = A + B/u + Cu \qquad (1)$$

ここで，$A, B/u, Cu$ はそれぞれ（充填剤の存在による）多流路拡散の寄与，カラム軸方向の分子拡散の寄与，（移動相－固定相における）物質移動による拡散の寄与を表しますが，中空カラムを用いる CE では，A 項及び Cu 項が無視できるので，Eq. 2 のように

$$H = B/u \qquad (2)$$

となって，van Deemter 式から CE におけるカラム性能の高さが予想できます。これ以外に，CE では液相の駆動力が電気浸透流で流れのプロファイルが栓流であるため流れによるバンド拡がりが小さいことや，オンキャピラリー検出によりカラム外効果によるバンド拡がりが抑制されることなどからも，高いカラム性能が期待できます。このように，1980 年頃に登場した CE（当時の分離モードはキャピラリーゾーン電気泳動 = CZE が主流）[6, 7] は非常に高い分離性能が期待される半面，中性化合物が分離対象になり得ないという致命的欠陥も持ち合わせていました。

MEKC は，CZE の分離溶液にイオン性界面活性剤ミセルを添加し (Fig. 6)，電荷を有するミセルが擬似固定相として機能することを利用してクロマトグラフィーの分離機構を付与し，中性物質であっても CE による分離を可能にした画期的な分離手法です [8, 9]。私はこの MEKC をベースに，主に電気泳動手法を利用したミクロスケール液相分離系の研究をこれまで続けてきたことになります。

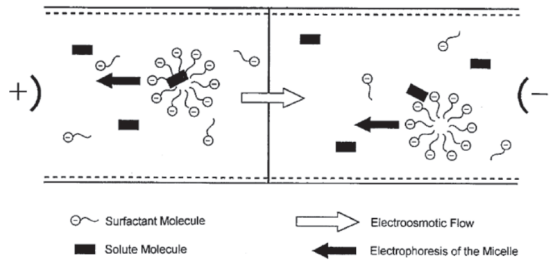


Fig. 6. Schematic of the separation principle of MEKC.

CE は，分析に必要とする試料量は極めて少ない高性能微量分離分析手法ですが，その検出感度（濃度感度）は決して高くはなく，むしろ LC に比べて劣るかもしれません。いかにして高感度検出を可能にするかが，CE における積年の継続研究課題です。解決策として一般に用いられているのは，①検出器／検出システムを高感度化すること，あるいは，②オンライン試料濃縮手法の適用による試料濃度の実質的な引き上げなどです。

①については，レーザー励起蛍光検出の利用が広く一般的ですが，私たちは，北森先生グループのご協力を仰ぎながら熱レンズ顕微鏡にインターフェースチップを組み合わせる高感度検出を試みました。オンライン試料濃縮法の一つである sweeping の適用によって，最終的には従来法と比べて 300 万倍超の感度増強が達成されました [10]。

②については，いくつかのグループから特徴的な手法が報告されていますが，私たちは transient-trapping 法 [11] や LVSEP 法 [12] を MCE における手法として開発し，CE への適用も含めた検討を行いました。この他，マイクロ流体デバイスを用いた化学検出法の開発 [13] や化学反応条件の最適化 [14] なども行っています。

近年は，CHEMINAS 分野とは必ずしも近くありませんが，新規機能性材料の開発とマイクロ分析への応用を目指し，主として液相における新規分離分析システムの構築を目指した研究を進めています。

具体的には，フラーレンなどナノ炭素材料を固定化したシリカ連続体（シリカモノリス）を創製し，π–π 相互作用に代表される微弱な分子間相互作用など分子認識機構についての理論的解明研究を行っています [15-18]。

また，新規材料であるスポンジモノリス分離剤を用いて，医薬品の高選択的分離や，細胞外微粒子など生体関連物質の選択的高効率分離を目指した研究 [19, 20] を行っています。

さらに，分子インプリント技術に基づいて人工的に構築した分子認識材料を用いた DDS ナノ粒子の開発 [21]，受容体活性物質の探索研究 [22] なども推進しています。

この他，疾患マーカー迅速スクリーニングデバイスの開発や有機・無機結晶構造を利用した新規分離機構の解明研究など，広く高性能分離に関する研究を推進しています。

5. おわりに

CHEMINAS のおおよそ 25 年間にわたるこれまでの発展の歴史を簡単に振り返りつつ，私の研究との関

係性についてとりとめもなく触れさせていただきました。私が CHEMINAS の会長を務めて以降，7 名の先生方が後を引き継がれ本会をよりよい方向へと導いてくださいました。もちろんこれは，会長だけの力によるものではなく，理事・監事・評議員・事務局と会員の方々の真摯な努力の賜物であると思います。よく言われることですが，CHEMINAS は若い学会で若年層の活躍がめざましいと思っています。ここで言う「若い学会」とは，歴史が短いという意味合いももちろんありますが，学会の運営に携わるコアメンバーが若い世代であるということが重要な点であると思います。これは，ともすれば年寄りがいつまでも大きな顔をしている学会（歴史あるいわゆる老舗学会）にはない特徴であり，私などは老害となることだけは避けなければならないと自戒するところです。

このたび学会賞という大変大きな賞をいただいたことを一つの区切りとして，やや距離を置きつつ今後の CHEMINAS の動向を見守っていきたいと考えております。CHEMINAS の今後のさらなる発展と会員の皆様のますますのご発展・ご健勝を祈念しつつ，本拙文の結びとしたいと思います。

6. 謝辞

この度の学会賞の受賞は，私一人の力によるものでないことは申すまでもありません。これまでご指導いただいた多くの先生方，北川文彦博士（弘前大院理工），末吉健志博士（大阪公立大院工），内藤豊裕博士（理研鼎業），久保拓也博士（京大院工），岡本行広博士（阪大院基礎工），川井隆之博士（九大院理），金尾英佑博士（京大院薬），劉晨晨博士（九大院理）はじめ研究を推進してくださった研究室のスタッフや学生さんたち，共同研究先の方々に心から感謝申し上げます。

また，文部科学省，日本学術振興会，科学技術振興機構などからいただいた財政支援に対して厚くお礼申し上げます。

7. 文献

[1] 藤田博之 *CHEMINAS* **2018**, *17*, 5-7.

[2] 北森武彦 *CHEMINAS* **2019**, *18*, 8-12.

[3] 庄子習一 *CHEMINAS* **2020**, *19*, 35-39.

[4] 馬場嘉信 *CHEMINAS* **2021**, *20*, 10-12.

[5] 大塚浩二 *CHEMINAS* **2007**, *6*, 1.

[6] Mikkers, F. E. P.; Everaerts, F. M.; Verheggen, Th. P. E. M. *J. Chromatogr.* **1979**, *169*, 11-20.

[7] Jorgenson, J. W.; Lukacs, K. D. *Anal. Chem.* **1981**, *53*, 1298-1302.

[8] Terabe, S.; Otsuka, K.; Ichikawa, K.; Tsuchiya, A.; Ando, T. *Anal, Chem.* **1984**, *56*, 111-113.

[9] Terabe, S.; Otsuka, K.; Ando, T. *Anal. Chem.* **1985**, *57*, 834-841.

[10] Kitagawa, F.; Tsuneka, T.; Akimoto, Y.; Sueyoshi, K.; Uchiyama, K.; Hattori, A.; Otsuka, K. *J. Chromatogr. A* **2006**, *1106*, 36-42.

[11] Sueyoshi, K.; Kitagawa, F.; Otsuka, K. *Anal. Chem.* **2008**, *80*, 1255–1262.

[12] Kawai, T.; Sueyoshi, K.; Kitagawa, F.; Otsuka, K. *Anal. Chem.* **2010**, *82*, 6504-6511.

[13] Naito, T.; Inoue, H.; Kubo, T.; Otsuka, K. *Anal. Methods* **2021**, *13*, 1559-1564.

[14] Manmana, Y.; Hiraoka, N.; Naito, T.; Kubo, T.; Otsuka, K. *J. Mater. Chem. B* **2022**, *10*, 6664-6672.

[15] Kanao, E.; Kubo, T.; Naito, T.; Matsumoto, T.; Sano, T.; Yan, M.; Otsuka, K. *Anal. Chem.* **2019**, *91*, 2439-2446.

[16] Kobayashi, H.; Okada, K.; Tokuda, S.; Kanao, E.; Masuda, Y.; Naito, T.; Takaya, H.; Yan, M.; Kubo, T.; Otsuka, K. *Sci. Rep.* **2020**, *10*: 13850.

[17] Kanao, E.; Kubo, T.; Naito, T.; Sano, T.; Yan, M.; Tanaka, N.; Otsuka, K. *Anal. Chem.* **2020**, *92*, 4065-4072.

[18] Kobayashi, H.; Masuda, Y.; Takaya, H.; Kubo, T.; Otsuka, K. *Anal. Chem.* **2022**, *94*, 6882-6892.

[19] Kubota, K.; Kubo, T.; Tanigawa, T.; Naito, T.; Otsuka, K. *Sci. Rep.* **2017**, *7*: 178.

[20] Kanao, E.; Wada, S.; Nishida, H.; Kubo, T.; Tanigawa, T.; Imami, K.; Shimoda, A.; Umezaki, K.; Sasaki, Y.; Akiyoshi, K.; Adachi, J.; Otsuka, K.; Ishihama, Y. *Anal. Chem.* **2022**, *94*, 18025-18033.

[21] Kubo, T.; Shimonaka, M.; Watabe, Y.; Akiyoshi, K.; Balachandran, J.; Otsuka, K. *Nanocomposites* **2021**, *7*, 215-225.

[22] Kubo, T.; Yamamoto, S.; Watabe, Y.; Tanigawa, T.; Nakajima, D.; Otsuka, K. *ACS Appl. Bio Mater.* **2022**, *5*, 5210-5217.

令和3年度 奨励賞

マイクロ・ナノ電気化学によるバイオ分析とバイオファブリケーションに関する研究

伊野 浩介

東北大学大学院工学系研究科

1. はじめに

化学とマイクロ・ナノシステム学会奨励賞を頂き，身が引き締まる思いです。本研究成果は，東北大学の末永智一先生，珠玖仁先生が主宰する研究室で得られた成果です。両先生を含めご指導いただいた先生，一緒に研究してくれた同僚や学生，研究支援をしてくれたスタッフの皆さんに心から感謝いたします。今回は研究内容と共に私の研究歴も書かせていただきます。

2. マイクロ・ナノ化学との出会い

学生時代は生物工学に関する研究を行っており，2008 年に名古屋大学で学位を取得しました。その後，末永研究室に助教として採用されました。末永研究室は電気化学プローブ顕微鏡を用いた研究が活発でしたが，それに加え，チップデバイスのバイオ応用も行われていました。着任後は，このチップデバイスに関する業務に携わり，ここでバイオ MEMS の技術を取得しました。主な測定対象は培養細胞であり，微小電極が搭載された電気化学計測デバイスを開発しました。特に微小空間で誘起される特別な電気化学現象を利用した計測を行っており，これがマイクロ・ナノ化学との出会いです。2016 年からは珠玖研究室に移動し，現在に至ります。当時の同僚の小出昌弘氏の言葉ですが「新しいデバイスを作って，目一杯遊ぶべし」をモットーに掲げています。

本研究では電気化学をベースにしたデバイスを開発しており，次の項目では電気化学について述べます。

3. 電気化学バイオ計測・バイオファブリケーション

電気化学とは電子授受を伴う化学反応を扱う学問であり，電池だけでなくバイオセンサでも重要な役割を果たしています。図 1 に示した電気化学反応では，測定対象物を含む溶液に電極を設置して，特定の電圧を印加しています。対象物が酸化され（電子が奪われ），生成物に変化します。得られた電子の量（電流値）から対象物の濃度を計測できます。また，適切な電位を選ぶことで，ある程度の選択的な計測できます。酵素や触媒で電極を修飾すれば高選択的な計測が可能です。電気化学センサを用いれば，細胞分泌物や消費物，酵素活性を非標識かつ低侵襲的に，リアルタイムに計測できます。

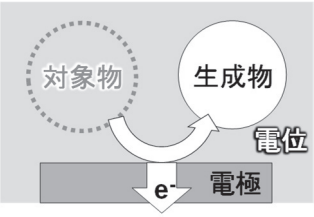


Fig. 1　電気化学反応の例。

一方，生成物に注目することでバイオ材料の作製（バイオファブリケーション）が可能です。電気エネルギーの強力さを表す文章を引用します。“電気化学の反応電圧 1.7 V に等価なエネルギーを熱だけでまかなうには，計算上 20,000 ℃近くの温度が必要。水蒸気を 2,000 ℃に加熱しても $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ の反応はせいぜい 2%しか進まないのに，1.7 V の電圧でたやすく水を分解できる。電位を 0.01 mV 以内エネルギーに換算して 0.001 kJ/mol 以内で制御可能[1]。”

本研究では，電気化学の優れた特徴を生かしたバイオ分析とバイオファブリケーションのためのデバイス・システムを開発しました。

4. 細胞計測に向けた電気化学バイオイメージングデバイス

再生医療や創薬開発における培養細胞の評価のため，様々な評価法が用いられています。例えば，細胞が特異的に発現しているタンパク質を染色して観察したり，遺伝子を回収したりする手法が挙げられます。一方，このような手法はエンドポイントであり，リアルタイム観察には不向きです。そこで，上述した優れた特徴を有する電気化学バイオセンサに期待が寄せられています。一方，多数のサンプルを計測したり，イメージングしたりするためには，多数の電極を高密度に配置する必要があります。そこで，本研究では集積回路を組み込んだ多点電気化学イメージングデバイスを開発しました（図 2A）[2, 3]。さらに，このデ

Paper Microfluidic ELISA の創始と医療応用の実現

Chao-Min Cheng

Institute of Biomedical Engineering, National Tsing Hua University, Taiwan

1. Chao-Min Cheng's Brief Biography

Chao-Min Cheng received his Ph. D. in 2009 from Carnegie Mellon University (Biomedical Engineering Department) under the supervision of Prof. Philip R. LeDuc. He then did his post-doctoral training with Prof. George M. Whitesides at Harvard University where he helped develop paper diagnostic systems to address global public health concerns. He is currently an independent P.I. at National Tsing Hua University, Taiwan, where he started in the summer of 2011, and the Director of Institute of Biomedical Engineering as well from the summer of 2021. He has been blessed to receive the "Outstanding Research Award", "Ta-You Wu Memorial Award" and "Futuretech Award" from the National Science and Technology Council (Ministry of Science and Technology) in Taiwan. His research has been highlighted in Scientific American, Chemistry World, the New York Times, and the JAMA call-for-idea website (along with a number of other media outlets). His general research interests focus on medical diagnostic devices for public health involving translational medicine, point-of-care diagnosis, cellular and molecular biology, and analytical biochemistry. He has been selected as a Fellow of the Royal Society of Chemistry (U.K.), an Associate Editor for the *Journal of Cellular and Molecular Medicine,* and an Editorial Board Member for *Sensor Letters, Diagnostics* and *Scientific Reports* (2015-2021).

Dr. Cheng's longstanding career goal is to bridge engineering with biology and medicine. Following his return to Taiwan, he began collaborations with several medical doctors at different hospitals/medical schools to develop point-of-care diagnostic devices using inexpensive materials and different approaches. His goal is to create medical diagnostic devices for use in a variety of settings, including home healthcare (to monitor chronic diseases for seniors and pediatric diseases for children), as well as nursing homes and other situations where simplicity, portability, and low-cost are desired. These devices could provide tremendous impact in different economically developed regions, as low-cost methods for detecting diseases and disease states in individuals and populations. Dr. Cheng's ongoing, committed efforts continue to achieve progress in this area and will provide numerous interesting commercial possibilities in economically developed and economically developing nations. While designing experiments for these studies, he and his team adhered to U.S. FDA regulations, especially with respect to *in-vitro* diagnostic device performance evaluations and appropriate data analysis, thus coming closer to achieving his longstanding translational medicine goals. Through strongly integrated approaches, Dr. Cheng ardently pursues the goal of advancing from laboratory-based studies to clinically relevant applications. Such efforts further demonstrate the strength and suitability for these applications to be translated into real-world applications and provide significant benefits to not only academia, but pursue the amelioration of real healthcare concerns. In addition to his many academic contributions, Dr. Cheng serves as a consultant for biotechnologically relevant companies around the world with many patent families granted or pending (in Taiwan, China, U.S.) and two biotechnologically relevant start-up companies.

2. Paper Microfluidic ELISA – Interleukin-6 Rapid Diagnostic System for COVID-19 severity

During the coronavirus pandemic, some patients acquired an acute respiratory syndrome (ARDS) complication, which resulted in high mortality rates. These severe complications are associated with cytokine storms induced by host-mediated cytokines, amongst which, interleukin-6 (IL-6) has drawn the most attention. Elevated levels of serum IL-6 have been observed in these severe cases and are associated with considerable infection-related complications or sepsis. Additionally, elevated levels of serum IL-6 may indicate a poor prognosis, including post-infection seizures, respiratory failure, or death. Therefore, serum IL-6 could be an early biomarker in the differentiation of disease severity. Thus, repeated and timely checks for serum IL-6 concentration are essential to assess disease severity and prognosis. The COVID-19 pandemic has also increased the public demand for and acceptance of rapid diagnostic tests, which are important to quickly confirm cases or differentiate severe cases. However, conventional laboratory exams require sophisticated equipment and skilled operators, hindering timely testing, treatment, and medical resource allocation and impeding the early recognition and intervention of high-risk cases. Our research is aimed to meet the unmet medical need and, therefore, develop the "Interleukin-6 rapid diagnostic system," a rapid and portable diagnostic

令和3年度 若手優秀賞

MEMS 技術を基盤とした 脂質二重膜形成方法の開発と膜輸送計測への応用

外岡　大志

京都工芸繊維大学機械工学系

1. はじめに

近年の人工脂質二重膜作製技術の進展により，人工的に作製した脂質二重膜に計測対象となる膜タンパク質を埋め込み，膜タンパク質を介した物質輸送機能を計測することが可能となっている。

人工脂質二重膜を形成する方法として，これまでに様々な手法が提案されてきた。古くは刷毛塗り法や Montal-Müller 法が利用されてきたが，器具のスケールが大きく膜が不安定であり，また，実験者の手技に頼る部分が大きかったため再現性に乏しいという問題点があった。これらの問題点を解決したのが，液滴接触法である[1]。この方法により，簡便かつ再現性よく人工脂質二重膜を形成することが可能となった。しかしながら，使用される液滴の体積が数 nL～数十 μL と比較的大きく，形成した脂質二重膜に膜タンパク質を埋め込み物質輸送を蛍光計測するには，数時間～数十時間の長い時間を要した。これは 2 つの液滴の間に存在する脂質二重膜を介して，一方から輸送された物質の濃度が他方の液滴内部で上昇し，検出可能な濃度に達するまでに時間がかかることが原因である。そこで筆者らは，液滴接触法に用いる液滴を微小化し，体積を pL のオーダーまで小さくすることにより，脂質二重膜を介した物質輸送を高速に検出できるシステムの構築を行ってきた[2, 3]。

2. 微小液滴を用いた液滴接触法の開発

本研究では，pL オーダーの体積の液滴に液滴接触法を適用する。液滴の形成には，微細加工プロセスにより作製した親水性・疎水性のマイクロパターンを施した基板（親水・疎水パターン基板）を用いた（Fig. 1a）。親水・疎水パターン基板は，直径数十 μm～数百 μm の円形の親水性部分が疎水性部分に囲まれた構造となっている（Fig. 1b）。親水・疎水パターン基板を用いた脂質二重膜の形成は Fig. 2 に示す手順に従って行った[2]。まず，脂質分子を分散させた有機溶媒中でガラス管から微量の水溶液を排出しながら親水・疎水パターン基板上を移動させる。この際に，界面張力の関係で自発的に水溶液が親水性パターン内に配置され，微小水滴アレイが形成される（Fig. 3a）[2]。その後，脂質分子が親水基を水滴側に疎水基を有機溶媒側に向けて整列し，微小水滴と有機溶媒の界面に脂質の単層膜が形成される。次に，ガラス管を用いて微小水滴を覆う程度の大きさを持つ上側の水滴を形成し，微小水滴アレイの上から接触させた。上側の水滴と有機溶媒の界面にも脂質の単層膜が形成されており，それら脂質の単層膜同士が接触し脂質二重膜が形成される（Fig. 3b）[2]。

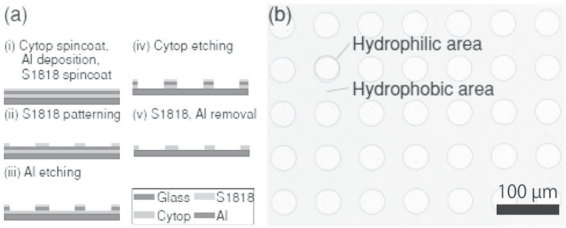


Fig. 1 (a) Fabrication process of hydrophilic/hydrophobic patterned substrate and (b) microscopic image of the fabricated substrate.

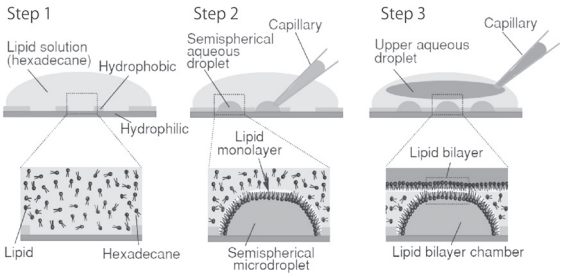


Fig. 2 Lipid bilayer formation process using droplet contact method applied to pico-liter sized microdroplets.

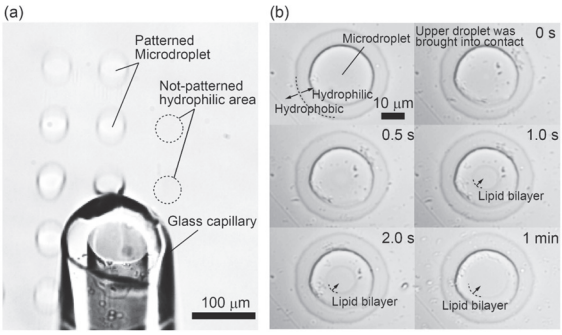


Fig. 3 Microscopic images of (a) microdroplet formation and (b) lipid bilayer formation on the microdroplet.

光熱変換光回折検出法の開発による 10^1 nm 極限分析デバイスの創成

津山 慶之

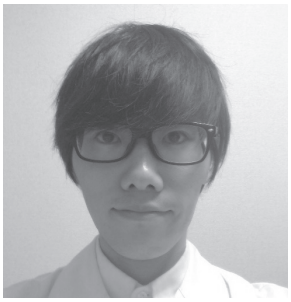
東京医科大学医学総合研究所　分子細部治療研究部門

1. はじめに

この度は，令和 3 年度化学とマイクロ・ナノシステム学会若手優秀賞をいただき，大変光栄に存じます。博士課程で御指導いただいた東京大学・馬渡和真先生をはじめ，台湾・国立清華大学・玉山栄誉講座教授の北森武彦先生，北森研究室出身の諸先生方，同僚や先輩・後輩の皆様方に，この場をお借りしまして深く御礼申し上げます。本稿では私の研究歴と研究内容に関して簡単に紹介させて頂ければと思います。

私は 2012 年の 4 月に東京大学の理科一類に入学し工学部応用化学科に進学したのですが，当時は研究者になろうという気持ちはなく，授業もそれほど好きではなかったので稀に顔を出す程度でした。しかしながら学問自体は昔から好きでしたので，情報科学や生物学，果ては経済学や心理学といった様々な分野の書籍を手当たり次第に読み漁ったりしていました。そのような折に，当時応用化学科に所属しておりました北森武彦先生の研究室を見学する機会があり，異分野融合研究が多く学際性の高いマイクロ・ナノ流体デバイス分野に興味を持ちまして，卒論研究の配属先として選ばせて頂きました(決して研究室のコアタイムが一番短かったからではありません)。北森研究室ではマイクロから拡張ナノ空間へと研究を展開し，微小空間の溶液物性や集積化デバイスの研究を進めていたのですが，その中で私は「流体デバイスはどこまで小さくできるのか，どこまで計測できるのか」という極限の世界に挑戦したいと思いまして，研究者としての道を歩み始めました。一見すると無謀そうなテーマだったのですが，指導して下さった先生方をはじめとした多くの人々の助けもありまして，2021 年の 3 月に博士課程を無事に卒業することができました。現在は日本学術振興会特別研究員(PD)として東京医科大学の医学総合研究所でマイクロ・ナノ流体デバイスを利用した細胞外微粒子の分析手法の開発等に取り組んでおります。

以下の項では，今回賞を頂くことになりました，東京大学在学時に取り組んでいた「ナノ流体デバイスにおける光熱変換分光法」に関していくつか簡単にご紹介させて頂きたいと思います。



2.光熱変換光回折検出法の開発と 10^1 nm 流路による分離分析の実証

マイクロ流体デバイスは実験室で行われていた化学プロセスを微小空間に集積化することで，従来では困難であった様々な化学・バイオ分析を実現してきました。近年ではマイクロ空間からさらに微小な 10^2–10^3 nm 空間における研究も進展してきており，超微量試料の分析や固液界面が支配的な空間における溶液の物性変化が報告されております[1]。このように流体デバイスの開発・応用が極限に向けて進展する中で，分子・微粒子と同等のサイズである 10^1–10^2 nm 空間が単一・可算個分子レベルでの極限分析や溶液の物性変化を最大限に利用した新規分析を可能とする新たな学術領域として注目され始めています。

しかしながら，課題となるのが目的物質を検出・定量する方法です。aL–fL 体積の 10^1–10^2 nm 空間では，分析において一般的な nM–μM の濃度であっても流路内に存在する分子数は可算個程度になってしまいます。そのため，高感度な濃度定量法，さらには分子・粒子をカウントする方法が必要であり，幅広い測定対象への応用を考えると蛍光分子などの標識を用いない無標識光学検出法が求められます。そのような方法として，分子・粒子の光吸収と熱緩和(光熱変換効果)を利用した光熱変換分光法が挙げられます。これまでに発熱による溶液の屈折率変化をレンズ効果や光干渉を利用して計測する手法が開発され，マイクロ・ナノ流体デバイスにおける無標識分子検出が実現されています[2]。しかしながら，10^1–10^2 nm 流路では大半の熱が流路壁面より外部へ拡散してしまい，溶液の屈折率変化（熱によって低下）がガラス基板の屈折率変化（熱によって増加）にキャンセルされ，レンズ効果

マイクロピラーアレイを用いた粒子分離技術の開発

鳥取 直友

九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門

1. はじめに

この度は，令和 3 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，大変光栄に存じます。これまで，数多くのご指導，ご助言をいただきました，東京工業大学科学技術創成研究院の西迫貴志先生をはじめ，九州大学大学院工学研究院に異動してからは，山西陽子先生，佐久間臣耶先生をはじめとする先生方，共同研究をしていただいている先生方など，これまで数多くの方々に大変お世話になりました。この場をお借りして深く御礼申し上げます。本稿では，これまでの研究歴とその研究内容について，簡単に紹介させていただけたらと存じます。

私は，東京工業大学 西迫研究室にて博士の学位を取得し，その後，同研究室の特任助教として，これまで主にマイクロ流路を用いた粒子分離・処理技術をはじめ，研究室の主要な研究テーマの一つであるマイクロ流路を用いた液滴生成技術に関連する研究に取り組んできました。特に，分離技術に関しては，マイクロピラーアレイによって生じる層流場を利用した粒子分離技術に関連する研究を精力的に進めてきました。その後，九州大大学へ異動してからは，これまで培ったマイクロ流体技術を基盤とし，微小液滴を用いた結晶生成，リポソーム生成，微小液滴を細胞の融合場とする新たな膜融合技術など，様々な研究にも取り組んでおります。CHEMINAS46 においては，微小液滴を用いた DNA ナノ粒子結晶生成技術，およびハイスループットリポソーム生成技術に関する研究に取り組んでいる学生が優秀発表賞を受賞し，本誌に寄稿をしております。本稿では，今回の賞をいただくことになりました，マイクロピラーアレイを用いた粒子分離技術に関連するこれまでの研究内容について紹介させていただきたいと思います。

2. マイクロピラーアレイを用いた粒子分離

標的粒子の分離は，医学・生化学などの基礎研究，医療，創薬，化学工業などの様々な分野における必須のプロセスの一つであり，例えば，バイオや医療分野においては，様々な生体粒子（細胞，細胞外微粒子など）が混在する溶液中から，標的粒子のみを分離する操作は，生体粒子の解析や利用する上で必要不可欠となっています。近年では，マイクロ・ナノ流路における安定した流体環境（層流場）を利用することで，高効率に標的の粒子を分離可能な新たな技術が多数報告されており[1]，これらの手法は，外部エネルギー（電場，音場，磁場など）を利用して粒子を分離する能動的手法，流路内の構造物によって生じる流体場のみを利用して粒子を分離する受動的手法に大きく分類できます。私は，特に受動的手法の一つである，マイクロピラーアレイ流路内の層流場を利用した粒子分離技術に関連する研究をこれまで精力的に進めてきました。マイクロピラーアレイを用いた粒子分離技術は Deterministic Lateral Displacement（DLD）法と呼ばれ，サイズの異なる粒子を互いに分離する技術として 2004 年に提案され[2]，以降，粒子分離の原理解明や設計論に関する研究のほか，主に生体粒子を対象とした分離事例が多数報告されています[3]。DLD 法は，規則的にピラーを配置したマイクロ流路（DLD 流路）において生じる特徴的な層流場を利用することで，粒子の軌道を制御する手法であり，配列するピラーの幾何形状によって定まる粒子分離の境界値（分離直径 D_c）よりも直径の大きい粒子と小さい粒子が異なる軌道で流れることを利用して，大小異なるサイズの粒子の分離を可能としています。本手法は，これまでに幅広いサイズ（数十 nm～数 mm）の粒子分離へと応用されており，層流かつブラウン運動の影響が十分に小さい条件下では，流速の変化による，DLD 流路内の粒子軌道への影響は小さいといった特徴があります。また，高い分離分解能（10 nm）や高い処理量（例えば，10 mL/min）を達成した事例や，細胞の変形度の違いを利用し，硬さに基づいて細胞を分離する事例，形状の違いに基づいて細胞を分離する事例なども報告されています[3]。そうした中，著者らは当該手法の課題を解決，あるいは機能・適用範囲を拡張するための各種要素技術の開発を目的とし，粒子分離に関連する様々な研究を報告してきました[4–10]。具体的には，

令和3年度 技術賞

BioMEMSに適用する流体システム技術の開発

高橋 泰輔[1], 黒澤 修[1], 小此木 孝仁[1], 上山 忠孝[1]

[1]株式会社アイカムス・ラボ

1. はじめに

MEMS（Microelectromechanical Systems）の中で，特に，微細加工技術（MEMS 技術）を利用して作られたマイクロ流体デバイスを生物学分野, 医療分野および創薬分野に適用したものは，BioMEMS と呼ばれている。例えば，近年，動物実験代替法として研究開発が進められている「臓器チップシステム」などである。BioMEMS では, 複数のサンプルの同時計測が可能で, 微量で高価な試薬を無駄にしない小さなデッドボリュームを実現するポンプシステムが求められる。また, BioMEMS においては，細胞・生体高分子・低分子試薬を扱うこととなるが, チップ作製に汎用されている PDMS は，分子（特に疎水性低分子）の吸着・吸収があり, 実験によっては使用できないという問題があった[1]。

これらの問題・課題を解決するため開発している，マイクロ流体ポンプシステムと新規な射出成形技術により実現した PDMS に代わる新素材でのマイクロ流体チップについて紹介する。

2. 目的

ポンプ部でのデッドボリュームが小さく, 流量を厳密にコントロールしてマルチ送液が可能なマイクロ流体ポンプシステムを開発する。また，これまで PDMS で行ってきた，SU-8 微細加工パターンの転写（注型）を，同程度の簡易さで，熱可塑性樹脂で射出成形してマイクロ流体チップを作製する方法を開発する。

3. マイクロ流体ポンプシステム

私たちは自社マイクロチューブポンプを使用した小型精密流路システムを開発した（Fig. 1）。

ポンプ部のデッドボリュームは 10 μL と小さく微量で高価な試薬を無駄にせず実験できる。流量は駆動ユニットを交換することで 0.1～2000 μL/min でコントロール可能である。また，本システムは 1 台のコントローラで最大 6 台の駆動ユニットが同時に制御できる。1 台の駆動ユニットには最大 6 台のポンプカセットを接続できるため最大 36 のマルチ送液が可能になっている（接続台数は流量によって異なる）。

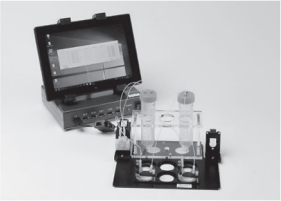


Fig. 1 Micro Tube pump System.

3.1. 用途に合わせてカスタマイズ可能

研究用途に合わせて, 豊富な種類のパーツや個数をカスタマイズできる。マイクロチューブポンプは Brick-Stud 構造によるブロック玩具のような組立方式により, 工具を使用することなく簡単にポンプカセットを最大 6 台まで接続できる（Fig. 2）。

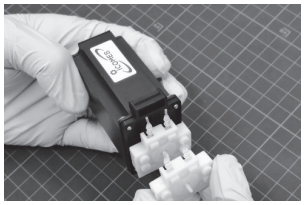


Fig. 2 Simple design that can be attached and detached without using tools.

3.2.安心の滅菌耐性

ポンプカセットはオートクレーブによる滅菌ができる。また，ポンプカセットはディスポーザブル仕様にすることでコンタミネーションのリスクを大幅に軽減した。

3.3.細胞への影響

本システムはチューブ内壁面でのキャビテーションを抑制する設計となっており, 細胞懸濁液や血液の送液を，細胞へのダメージなしで行うことができる。また, コンパクトな設計によりインキュベータ内への設置，駆動が可能になっている（Fig. 3）。

Fig. 3 Compact system that can be used in an incubator.

解説・総説

ヒト血液脳関門を知る、創る、操る―脳関門操薬への展開―

立川 正憲*[1], 稲垣 舞[1]

[1]徳島大学大学院医歯薬学研究部（薬学域）

Decoding, Building, and Manipulating of human Blood-Brain Barrier for central nervus system drug discovery and development

Masanori TACHIKAWA*[1], Mai INAGAKI[1]

[1]Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University

Abstract

There is a strong need to develop novel therapeutics to treat central nervous system (CNS) diseases such as neurodegenerative diseases and neuropsychiatric diseases due to an increasing number of those patients worldwide. The blood-brain barrier (BBB), which is formed by brain microvessel endothelial cells with tight junctions, hinders the drug delivery to the brain. It is thus essential not only to establish a system for drug delivery beyond the BBB but also to predict human BBB permeability at the early stage of CNS-acting drug development. Accumulating evidence has shown that the BBB possesses various transport systems, e.g., influx transporters for supplying nutrients to the brain, efflux transporters for pumping drugs and xenobiotics out of the brain, and transcytosis receptors for transporting the proteins of insulin and transferrin. Unveiling these transport systems at the human BBB would help us to design a novel drug delivery system by means of the BBB transporters and receptors. Three-dimensional human BBB microvascular model in a microfluidic device has been developed for evaluating the BBB transport of CNS-acting drug candidates. However, the equivalence of transport functions at the in *vivo* BBB and in the BBB models remains to be determined yet. Our developed quantitative targeted absolute proteomics has made it possible to profile the absolute protein expression levels of transporters and receptors at the in *vivo* human BBB. This technology has provided a better characterization of the *in vitro* BBB model by comparing the protein expression profiles in between the *in vivo* and *in vitro* human BBB. In this review, we will introduce our recent research on decoding, building, and manipulating of the human BBB for CNS drug discovery and development.

Keywords: Blood-Brain Barrier; quantitative Targeted Absolute Proteomics (qTAP); Microfluidic device; Microphysiological system; Functional equivalence in between *in vivo* BBB and *in vitro* BBB model

1. はじめに

中枢神経疾患の患者数は，世界的に増加の一途を辿っており，新たな治療薬の開発が待ち望まれている。特に，超高齢化が進む中で患者数のさらなる増加が見込まれる，アルツハイマー病やパーキンソン病などの神経変性疾患，10 代から 20 代の若者を中心として増加傾向にあるうつ病や統合失調症などの精神神経疾患，そして発達早期の治療介入により生涯にわたって治癒が見込まれる小児神経疾患に対する中枢薬開発は，喫緊の課題である。このような社会的背景の中で，各国の製薬企業やベンチャー企業が，従来の低分子型化合物だけでなく，核酸やタンパク質などの中分子・高分子化合物を新たなモダリティとした中枢薬の開発にしのぎを削っている。ここで問題となるのが，中枢神経系（脳や脊髄）に鎮座する鉄壁の防衛網，いわゆる「中枢関門（バリア）」（Fig. 1）の存在である。中枢薬は脳や脊髄に届いてはじめて効果を発揮するが，中枢関門がこれを阻むのである。

脳・脊髄には，あわせて 4 つの関門があり（Fig. 1），循環血液と中枢神経系との物質交換を厳密に制御している[1]。その中で最もよく知られているのが，血液脳関門（Blood-Brain Barrier, BBB）であり，脳内に張り巡らされている微小血管網がその実体である。肺や肝臓などの末梢臓器にも微小血管網は存在するが，そ

* 〒770-8505　徳島県徳島市庄町 1 丁目 78-1　徳島大学大学院医歯薬学研究部（薬学域）創薬理論化学分野
E-mail: tachik-dds@umin.ac.jp

第46回研究会報告

化学とマイクロ・ナノシステム学会　第46回研究会（徳島）

加地 範匡

九州大学大学院工学研究院応用化学部門（機能）

化学とマイクロ・ナノシステム学会　第46回研究会（CHEMINAS46）は，Future Technologies (FT)の一員として2022年11月14〜16日にアスティとくしまにおいて開催された。ポスター発表146件，基調講演1件，紫綬褒章受章記念講演1件，依頼講演5件，若手企画での招待講演1件から構成され，235名の参加登録者があった。一昨年の Future Technologies from KUMAMOTO と昨年の Future Technologies from HIMEJI がオンライン開催であったことも影響してか，想定以上の発表・参加をいただいたことに改めて御礼申し上げたい。

会期初日は，FT 合同招待セッションにおいてCHEMINAS から東京医科歯科大学生体材料工学研究所 梶 弘和 先生にご講演を依頼し，ヒト胎盤模倣システムに関する最新の研究成果についてご紹介いただいた。午後には，CHEMINAS の代名詞とも言えるフラッシュプレゼンテーションをポスター発表者全員が行った。これに引き続き，若手企画を若手企画実行委員長 東北大学学際科学フロンティア研究所 平本 薫 先生の主導のもと「未来を考えるセッション」と題して開催し，株式会社グラリス代表取締役・徳島大学講師の渡邉 崇人 先生より食用コオロギの事業内容についてご講演いただくとともに参加者交流企画を行った。株式会社グラリス様からはコオロギスナックもご提供いただき，ケミナスを盛り上げていただいたことに感謝申し上げたい。また，もうひとつの若手企画として「研究あるある川柳」を募集して FT 参加者自ら投票を行ってもらい，ケミナスのみならずFT 全体からも好評を博した。若手企画終了後，CHEMINAS 創設メンバーのおひとりである名古屋大学大学院工学研究科 馬場 嘉信 先生の紫綬褒章受章を記念したセッションを国立清華大学動力機械工学科 北森 武彦 先生の座長の下で開催し，これまでの数々の研究成果ならびに若手ケミナス会員に向けた熱い激励のご講演をいただいた。その後，早稲田大学理工学術院 庄子 習一 先生と京都大学大学院工学研究科 大塚 浩二 先生から馬場先生のご受章に寄せたお祝いのご講演を思い出話を交えながらいただいた。本セッションでのご講演では，これまでの長期的な研究トレンドの変遷やCHEMINAS 創設時の経緯などを実体験にもとづいて語っていただき，特に若手研究者や学生にとっては教科書や論文でしか見たことがない先生方からのご講演は刺激的で非常に示唆に富む内容であったのではないかと考えている。

2日目は，徳島大学社会産業理工学研究部 水口 仁志 先生からバイオセンサに関するご講演を，香川大学創造工学部 石丸 伊知郎 先生から中赤外分光イメージングによる分析法のご講演をいただき，講演後も多くの質疑が行われるなど活発な議論が繰り広げられた。また，昨日に引き続いてフラッシュプレゼンテーションとポスター発表を行い，活発な議論が展開された。夜にはパークウエストンホテルにて懇親会が開催され，感染対策のため人数制限を行い着席形式としたが，非常に好評で最終的には会場の収容上限に近い233 名の参加をいただき他学会会員との交流を図った。このような状況から，改めて学会内のみではなく学会間の交流を深め，特に偶発的な出会いを生んで異分野融合や共同研究につなげていくには，対面での懇親会開催の重要性を実感することができた。

最終日は，フラッシュプレゼンテーションとポスター発表を行ったのち，徳島大学大学院医歯薬学研究部（薬学域）立川 正憲 先生より，基調講演としてヒト血液脳関門を超えるべく新しい物質輸送システムの最新の研究成果についてご講演いただいた。引き続いて行われた閉会式では，ポスター発表の優秀発表賞，優秀研究賞の表彰に加え，若手企画で実施した「研究あるある川柳」の入賞作品の発表も行った。受賞者の方々にはお祝い申しあげたい。

今回は3年ぶりの対面開催となったことから，如何にして感染対策を施しながらコロナ禍前の開催形式に戻すか主催者側も手探りで準備を進めてきたが，会場のレイアウトやセッション構成などに創意工夫が凝らされていたことに加え，参加者の対面開催への熱い思いも手伝い，特にポスターセッションや懇親会ではこれまで以上に学会の垣根を飛び越えた交流があったように感じた。コロナ禍にも関わらず，万全の感染対策を施した上で対面開催を実施していただいたFT 関係者，事務局，協賛学協会，CHEMINAS 第46回研究会実行委員会，アルバイト学生の皆様に心より感謝申し上げたい。

優秀発表賞（学生ポスター賞）

14P5-PC-17　任新竹（東京大学）「３自由度運動可能な多筋組織アクチュエータ」

14P5-PC-18　根本慎司（神戸大学）「マイクロ流体デバイスを用いたイネの側根の栄養屈性解析」

14P5-PC-28　中川翔太（九州大学）「マイクロチャネル乳化と界面通過法を用いたリポソーム生成」

15P2-PC-36　依田和真（東京理科大学）「ハイスループット細胞分析のための縦方向 electrorotation “vROT”」

15P2-PC-39　北田敦也（京都大学）「マイクロ流体デバイスを用いた胞巣状軟部肉腫と転座型腎細胞がんの血管新生誘導能の比較」

15P2-PC-41　中島悠佑（大阪公立大学）「フォトニック結晶を用いた DNA メチル化解析」

16P2-PC-09　高尾梓（九州大学）「マイクロ流路を用いた DNA 修飾ナノ粒子封入液滴の生成と液滴内結晶化」

16P2-PC-26　益田緋里（慶應義塾大学）「マイクロファイバ状心筋組織を用いた伝導速度の一方向解析」

16P2-PC-38　井上健太郎（名古屋大学）「単一細菌センシングによる迅速な菌種・耐性識別法の創出」

16P2-PC-48　森田智博（東京大学）「3D プリンティングによる灌流可能な分岐チャネルが埋め込まれた軟質コラーゲン組織」

優秀研究賞（一般ポスター賞）

14P5-PC-04　山下 忠紘（慶應義塾大学）「マイクロ構造体上での組織変形を記述する粒子ベース力学モデルの開発」

15P2-PC-12　今村 聡（京都大学）「熱可逆性ハイドロゲルを用いた人工胚盤胞の創出」

実行委員

実行委員長　加地 範匡（九州大学）

実行委員　小暮 健太朗（徳島大学）
上野 雅晴（徳島大学）
寺尾 京平（香川大学）
芝　駿介（愛媛大学）
肥田 博隆（神戸大学）
内藤 豊裕（株式会社　理研鼎業）

ケミナス講演会場の様子

ポスター発表会場の様子

馬場嘉信先生 紫綬褒章受章記念講演　演者の先生方
左から大塚先生，庄子先生，馬場先生，北森先生

優秀発表・研究賞　表彰式にて