化学とマイクロ・ナノシステム学会誌 Vol. 20, No. 2 (2021)

化学とマイクロ・ナノシステム 第20巻 第2号

## 論文

ポイント・オブ・ケア診断ツール:細菌の迅速検出およびその応用

Point-of-care diagnostic tools: a look into the rapid detection of bacteria and other potential applications

マイケル ムルジャディ, 鄭 兆珉 ………1

Michael Muljadi, Chao-Min Cheng\*

## 令和2年度 学会賞

ナノバイオデバイス・AI・量子技術による次世代医療の開拓

-2000年, 2021年, 2100年のマイクロ・ナノフルイディクス-

馬場 嘉信 …… 10

## 令和2年度 奨励賞

ナノポアを用いた一分子計測法の開発 川野 竜司 ……… 13

バイオソフトマター物理による分子ロボティクス 瀧ノ上 正浩 ………… 15

## 令和2年度 若手優秀賞

高性能細胞分取装置の開発

血管付き三次元細胞組織の構築及び高機能化に向けた培養システムの開発

森 宣仁 ……… 19

磯崎 瑛宏 ……… 17

有機材料を基盤とする生体親和性ウェアラブル/インプランタブル 電子デバイスの開発 吉田 昭太郎 ………… 21

## 令和2年度 技術賞

マイクロ流路デバイスを使用した稀少細胞取得技術と医療分野への適用

綾野 まどか, 久保 知大 ……… 23

## 解説・総説

生体を近赤外で視る

## 

化学とマイクロ・ナノシステム学会 第43回研究会 元祐 昌廣 ……… 30

## 第 43 回研究会 優秀研究賞

Advancing 3D Organoid Culture with Macroscopic Localization of Extracellular Matrices by the "MultiGel-Device" Platform

ナノ流体工学によるフェムトリットル液滴 MS インターフェース

嘉副 裕, 高木 雄斗, 森川 響二朗, 北森 武彦 ……… 36

マイクロ流体デバイスを用いたミトコンドリアゲノム置換

和田健一,細川和生,伊藤嘉浩,前田瑞夫……40

## 第 43 回研究会 優秀発表賞

シリコーンスポンジ統合型マイクロ流路を用いた動物細胞の効率的捕捉

三浦 菜摘,山田 真澄,鵜頭 理恵,関 実 ……… 44

ナノポア計測による 5-メチルシトシン位置の同定

劉 娉, 川野 竜司 ……46

液滴内の培養環境再評価:液滴サイズが細胞生理に与える影響

中川 悠太,大貫 慎輔,近藤 直子,磯崎 瑛宏,大矢 禎一,合田 圭介 ……… 48 マイクロプラズマバブルを用いた非導電性基板へのダイレクト配線

山下 優, 佐久間 臣耶, 山西 陽子 ……… 50

オンチップポンプ型多臓器 Microphysiological system(MPS)を用いた 臓器間相互作用の評価

榛葉 健汰,二瓶 渉,中村 寛子,河西 巧,後藤 智美,荒川 大, 稲村 恒亮,西川 昌輝,加藤 将夫,酒井 康行,木村 啓志 ……… 52

微小電極アレイを形成した多孔膜へのニューロン・アストロサイト共培養系の構築

吉田 悟志, 安田 隆 ……… 54

トピックス

2021 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 各賞選考規定、 論文投稿規定、会費に関する規程、変更届、入会案内

## ポイント・オブ・ケア診断ツール:細菌の迅速検出およびその応用 マイケル ムルジャディ,鄭 兆珉\* 国立清華大学生物医学工学研究所

# Point-of-care diagnostic tools: a look into the rapid detection of bacteria and other potential applications

Michael Muljadi, Chao-Min Cheng\*

Institute of Biomedical Engineering, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan

#### Abstract

Bacteria such as *Eschericia coli* (*E. coli*) remain one of the major microorganisms that present challenges to public health, the food and biotech industry, and the environment. Efforts to battle the microorganism has been met with continuous roadblocks and resistances such as inaccessibility to biochemical analytical tools and the emergence of multi-drug resistant strains, resulting in a multitude of challenges that demand serious attention. The advent of point-of-care (POC) diagnostic tools opened up doors for research that look for new strategies not only in disease management such as bacterial infections, but also in clinical treatment strategies, environmental management, and accessibility to modern analytical technologies in low-resource settings. Five diverse studies that looked at POC tools to detect bacteria in a variety of applications serve as an insight to current and future potential of rapid detection devices that could make a positive impact to human life and the world.

Keywords: Point-of-care diagnostics; Eschericia coli

#### 1. Introduction

Bacteria are single-celled organisms that constitute a major part of the prokaryote family. They play a major role in the earth's ecosystem and are beneficial to agriculture [1], the food and biotech industry [2], and even in medicine [3]. Despite its benefits, bacteria remain an area of concern in the spread of diseases [4-5], contamination of food and water sources worldwide [6], and the environment [7]. In the field of epidemiology and public health, the emergence of microorganisms that are resistant to antimicrobials have been a source of concern for scientists and medical professionals alike [8]. It was suggested that persistent misuse of antibiotics could lead to much more serious global antibacterial resistance, the burden of which remains hard to predict [9]. To date, it still remains one of the major public health concerns of the century, ironically driven by easy access and its abuse on minor ailments, especially in the developing world [10]. Antimicrobial-

<sup>\*101,</sup> Section 2, Kuang-Fu Road, Hsinchu, Taiwan 30013, TEL: +886 (3) 5162420, FAX or Direct Dial: +886 (3) 5745454, Email: chaomin@mx.nthu.edu.tw

## ナノバイオデバイス・AI・量子技術による次世代医療の開拓 -2000年, 2021年, 2100年のマイクロ・ナノフルイディクス-

馬場 嘉信 1,2

<sup>1</sup>名古屋大学 未来社会創造機構 ナノライフシステム研究所, <sup>2</sup>量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子生命科学研究所



## 1. はじめに

このたびは、化学とマイクロ・ナノシステム学会 学会賞を受賞する栄誉に浴し、大変光栄に存じます。 学会賞の受賞に際し、化学とマイクロ・ナノシステム 学会が創設された 2000 年当時のマイクロ・ナノフル イディクス研究を振り返り、現在の研究の方向性から 2100 年頃までの研究を展望したいと思います。

本稿が,現在当該分野を牽引されている研究者,こ れから世界最先端の研究を進められる研究者および 学生を含めた若手研究者の方の今後の研究の参考に なれば幸いです。

## 2. 2000年のマイクロ・ナノフルイディクス

2000 年以前,藤田博之先生(2018 年度学会賞)や庄 子習一先生(2020 年度学会賞)をはじめとしたマイク ロマシン,マイクロフルイディクスの世界最先端の先 駆的研究が進展していたものの,我々の分野で最も重 要な国際会議である MicroTAS における日本からの研 究発表数は,世界の主流には遠い状況でした。特に, 私が関連している化学系・生命系における研究は非常 に数少ないものであり,北森武彦先生(2019 年度学会 賞)ら化学系の先生方と,どのようにしたら本分野の 研究を大きく発展させられるかを相談していました。

# µTAS 2002 Record Breaking Number of Abstracts were Submitted. 460 (350 in `01, 230 in `00)



Fig. 1. MicroTAS 2002

この頃は, 異分野の連携や融合の取り組は今より非 常に少なく, 機械系・電気系の研究者と化学系・生命 系の研究者が連携することは, ほとんどあり得ない状 況でした。これを見かねた企業の方が, 私たちと庄子 先生, 藤田先生との橋渡しをしていただき, 私たち化 学系・生命系の研究者も MicroTAS の研究に本格的に 取り組むことになりました。

1998年にカナダ・バンフで MicroTAS が開催された ときに、北森先生や私も同国際会議で発表し[1],藤田 先生、庄子先生らと、日本の MicroTAS 研究を進展さ せるべく「バンフの誓い」を交わしました。

バンフの誓いに基づいて、日本の MicroTAS 研究の 発展と MicroTAS 国際会議の日本開催を目指して、 2000 年に本学会の前身である化学とマイクロ・ナノ システム研究会を創設し、我が国の MicroTAS 研究の 大きな発展を推進してきました。

2001年には、第2期科学技術基本計画において重 点分野としてナノテクノロジー分野が設定され、マイ クロ・ナノフルイディクスの研究が、日本においても 重要視されるようになり、化学とマイクロ・ナノシス テム研究会の先生方が、次々に大型国家プロジェクト に採択される状況になり、マイクロ・ナノフルイディ クスの研究が大きく発展しました。

2002年には、アジア初の MicroTAS 国際会議を開催 することができ(Fig. 1)、欧州や米国の研究者の予想を 裏切り、発表申込数は過去最高となり、さらに我が国 のプレゼンスは世界最大となり、参加者も過去最大と なりました。化学とマイクロ・ナノシステム研究会創 設と本国際会議の開催により、我が国のマイクロ・ナ ノフルイディクスの研究は、世界最先端で世界最大の 成果を得られるようになってきました。

## 3. 2021年のマイクロ・ナノフルイディクス

2000 年以降 2021 年まで、私の研究グループは、マ イクロ・ナノフルイディクスを基盤として、量子技術 (Fig. 2)や AI との融合をはかり、次世代医療を開拓し てきました[2-18]。この間の研究成果については、岩

# 波新書・医の希望[4],本誌[5]に詳細を記載してますので,ご興味ある方は,ご一読ください。



Fig. 2. MEXT Q-LEAP Quantum Life Science

21世紀になり、化学とマイクロ・ナノシステム学会の設立とともに、我が国および世界のマイクロ・ナノフルイディクスの研究が大きく進展していることは、大変喜ばしい限りです。

私が研究総括を務めている CREST 細胞外微粒子領 域においても、マイクロ・ナノフルイディクスは、重 要な基盤技術であり最先端技術として、専門外の研究 者も活用しています。このことからも、化学とマイク ロ・ナノシステム学会のこれまでの研究成果が、他分 野にも大きな波及効果をもたらしていることは一目 瞭然です。

2021 年に第6期科学技術・イノベーション基本計 画が制定され,量子技術イノベーション戦略,マテリ アル革新力強化戦略,バイオ戦略などがとりまとめら れました。

化学とマイクロ・ナノシステム学会が、これら基本 計画・戦略に大いに貢献するような研究成果をあげら れることを確信しています。特に、マテリアル DX(Digital Transformation)、量子コンピュータ、量子計 測・センシング、量子通信・暗号、量子マテリアル、 量子生命科学、量子 AI、QX(Quantum Transformation)、

XAI (Explainable AI), ホワイトバイオ, レッドバイオ, グリーンバイオ, バイオアダプティブ材料, バイオエ コノミー社会, カーボンニュートラル, サーキュラー エコノミーなど, 学会賞受賞講演でご紹介したキーワ ードが, 今後, マイクロ・ナノフルイディクスの研究 をさらに発展させる上で, 重要ではないかと考えてい ます。是非, これらのキーワードとご自身の研究との 関係を一度考えてみてください。

#### 4.2100年のマイクロ・ナノフルイディクス

21 世紀も 20 年が過ぎ,この 20 年の間にも、マイ クロ・ナノフルイディクスを含む科学技術は、大きく 発展してきました。

私たちは、今、COVID-19 パンデミックのさなかに ありますが、マイクロ・ナノフルイディクスに基づい た次世代 DNA シークエンサ、PCR、LAMP などの技 術が、COVID-19 のワクチン開発、創薬、診断、検査、 予防等に大いに活用されています。20 世紀におきた パンデミックでは、大きく状況は異なっていました。 このように、マイクロ・ナノフルイディクス研究の進 展は、世界の危機に立ち向かう上で、必要不可欠であ ることが実証されています。

2100 年に向けて,世界はどのように変わっていく のでしょうか。また,マイクロ・ナノフルイディクス の研究はどのような方向に向かうべきでしょうか。

#### Perspectives for Future Society

2020s: First practical nanomachine used for medical purposes	
2030s: Nanomachines can be inserted directly into the brain and interact with brain of	ells
2030s: True virtual reality generated without the need for external equipment	
2030s: "Remote experience" of other people's senses with real-time information	
brain transmission of brain nanobots	
2030s: Nanomachines in the brain expand cognitive, memory and sensory functions in the brain	
2030s: Stem cells for regenerative medicine of organs, control of aging process	
2030s: Prediction of diseases such as cancer many years before the onset by nanoser	isors
2030s: Realization of optical computers	
2030s: Realization of quantum dot computer	
2040s: Spend most of your time in virtual reality like The Matrix	
2040s: Human Digital Twins will be realized by using IoNT (internet of nano things)	
2050s: Lifespan over 150 years due to stem cell and gene aging repair	
2070-2100: Read your mind, record your dreams	
Robots surpass humans, where consciousness grows in machines	
Reverse aging	
Eliminate all illnesses	
R. Kurzweil, "The Singularity Is Near", 2005	
M. Kaku, "Physics of the Future: How Science Will Shape Human D and Our Daily Lives by the Year 2100", 2011	estiny

Fig. 3. Perspectives for Future Society towards 2100

Fig.3 に,21 世紀になって出版された未来予測を含む著書の記述をもとに,私がまとめた,ヒトの健康長寿に関連する将来予測をお示しします [6]。

この予測によると、2030年代には、脳内のナノマシンが脳の認知、メモリ、感覚機能を拡張し、幹細胞等による再生医療や老化プロセスの制御が可能になり、 ナノセンサで発症する何年も前にがんなどの病気が 予測されると期待されています。

2040 年代から 2050 年代には, IoNT (Internet of Nano Things)の実現によるヒューマンデジタルツインの構築と幹細胞や遺伝子老化修復などによる 150 歳以上の寿命の実現が予測されています。

2100 年に向けては、いわゆるシンギュラリティが おこり、老化を逆戻りさせ、万病をなくすことが可能 になると予測されています。

これらのうち、2030年代までの近未来予測は、マイ クロ・ナノフルイディクスによる研究により実現でき そうなことは想像に難くないところですが,2040年 代以降の未来予測の実現には、どのような研究が重要 なのか予測はなかなか困難です。

2100 年までの新たな未来を切り拓いていくために, 皆さんの研究自身の未来予測をまずしていただくこ とが重要であると考えています。私自身も若いときは そうでしたが,自身の研究を開始した当初は,その研 究がどのように進展するかを予測することは極めて 困難でした。しかし,ヒト・ゲノム解析計画に関わる なかで,未来予測のために多くのことを学びました。 例えば,皆さんご存じのように,半導体・ナノテクノ ロジー分野においては,ムーアの法則があり,技術発 展の未来予測を指し示してくれていました。ゲノム解 析の能力もこのムーアの法則に基づいて,未来予測さ れてきました。

ムーアの法則にあるように、科学技術の発展は、私たちの直感的な線形的な予測に反して、指数関数的に 発展してきました。ある科学技術が、1年後に2%、 2年後に4%達成されているとすると、年間2%達成 されるので直感的には50年後に100%達成と感じて しまいますが、指数関数的に増加すると考えると、実 は、7年後には100%達成してしまいます。

化学とマイクロ・ナノシステム学会の皆様には,是 非,皆様のそれぞれの研究分野において,Fig.3の未 来社会予測を参考に,将来を展望し大志を抱いて,か つ科学技術の歴史が証明している指数関数的予測に 基づいて,勇気を持って各研究分野の未来を切り拓い ていただきたいと思います。

化学とマイクロ・ナノシステム学会の益々の発展と, 会員の皆様の研究が益々進展しますことを期待して おります。

## 5. 文献

- Y. Baba, Microfabricated Technology for Human Gnome Analysis and Proteome Analysis, *MicroTAS*, 1998, 165-168.
- [2] Y. Baba, Nanochip Technology for Single DNA Molecule Analysis and Human Genomic Polymorphism Analysis, *MicroTAS*, 2000, 467-472.
- [3] M. Tabuchi, et. al, Nanospheres for DNA separation chips, *Nature Biotech.*, 2004, 22, 337-340.
- [4] 馬場嘉信, ナノバイオデバイスが拓く未来医療, 岩波新書 医の希望, 齋藤英彦編, 2019, 63-102.
- [5] 馬場嘉信、ナノバイオデバイスと AI が拓く Society5.0・健康長寿社会、化学とマイクロ・ナノ システム学会誌、2019、18(1)、1.
- [6] Yoshinobu Baba (Editor), Advances in Microfluidics

Research, Anal. Chem., 2020; pubs.acs.org/doi/ 10.1021/acs.analchem.0c03959

- [7] 馬場嘉信, 2100 年の分析化学, 現代化学, 2021, No. 3, 41-43.
- [8] 有馬彰秀, 馬場嘉信, DX で変わる医療:ナノバ イオデバイス、量子科学技術と AI が拓く未来医 療, Pharm Tech. Japan, 2021, 37, 717-722.
- [9] 馬場嘉信, 白川昌宏, 須原哲也, 量子生命科学の 将来展望, Optronics, 2020, 39(464), 56-59.
- [10] 馬場嘉信,柳田剛,加地範匡監修,AI・ナノ・量子による超高感度・迅速バイオセンシング 一超早期パンデミック検査・超早期診断・POCTから健康長寿社会へ一,シーエムシー(2021).
- [11] 浜地格,馬場嘉信,谷口正輝,杉本直己編集, CSJ カレントレビュー 生命化学の新展開-分 子夾雑化学と 1 分子化学で細胞の謎に挑む,化 学同人(2021).
- [12] 安井隆雄,馬場嘉信,ナノワイヤデバイスと AI による尿中細胞外小胞 miRNA の網羅的解析と がん検知への展開, Drug Delivery System, 2021, 36, 124-129.
- [13] 馬場嘉信,湯川博,小野島大介,分子夾雑マッピングデバイスによるがん診断・治療と再生医療, 細胞,2021,53,340-343.
- [14] 小野島大介,馬場嘉信,分子夾雑と診断 がん 医療への展開,現代化学,2019, No. 576, 37-39.
- [15] 湯川博,馬場嘉信,分子夾雑生命化学に基づく 新規計測技術のがん診断への展開 ナノバイオ 夾雑環境デバイスによる肝がん細胞由来エクソ ソームの血管新生評価,化学と工業,2019,72, 410-412.
- [16] 水巻登志樹,湯川博,洲崎悦生,上田泰己,馬場 嘉信,量子ドットによる完全透明化組織内移植 幹細胞イメージング, Organ Biology, 2019, 26, 109-114.
- [17] 宮地 冬,小林香央里,西村勇姿,藤原正澄,湯 川 博,馬場嘉信,蛍光ナノダイヤモンドによる 幹細胞再生機能温度センシング, Organ Biology, 2020, 27, 185-190.
- [18] 藤原正澄、中台枝里子、湯川博、馬場嘉信、 NV センタを用いた温度計測と生体応用、量子 センシングハンドブック、根来誠監修、エヌ・テ ィー・エス, 2021, p83-92.

## ナノポアを用いた一分子計測法の開発

## 川野 竜司

東京農工大学 工学研究院 生命機能科学部門

#### 1. はじめに

この度,令和3年度化学とマイクロ・ナノシステム 学会奨励賞を授与していただき,大変光栄に存じます とともに,学会のご関係者の皆様に心より御礼申し上 げます。またこれまでご指導いただいた先生方,共に 研究を進めてくださった共同研究者の方々,学生の皆 様に深く感謝いたします。

#### 2. これまでの研究紹介(博士取得から独立まで)

私は 2005 年に博士の学位を取得するまで,電気化 学・高分子化学分野の研究を行っていました。具体的 には,当時まだ研究が始まったばかりの塩で構成され るイオン液体や,それをゲル化したイオンゲル中で分 子がどのように移動(イオン輸送)するのか,また不 揮発性という物性を利用し高耐久性の色素増感太陽 電池への応用を目指し研究を行っていました。この太 陽電池の電荷輸送担体であるヨウ素は,イオン液体中 で単純な物理拡散だけでなく水中の Grotthuss 機構の ような物質の移動を伴わない電荷輸送を優位に起こ すことを見出しました[1]。このため高粘性液体であ るイオン液体やイオンゲル中でも高い変換効率をも つ太陽電池の開発につながりました[2]。

色素増感太陽電池の光電極は TiO<sub>2</sub> ナノ粒子で構成 されており,電荷を運ぶイオンはこのナノ空間内を移 動します。当時バルク電解質内の輸送機構はある程度 解明できたのですが、このナノ空間内における物質の 輸送現象はどのように調べればよいのか全くわかっ ておりませんでした。また電池の研究のようにはっき りとした実用化を見据えた研究ではなく,もっと基礎 研究がしたいと考えていたところ,2006年から米国 ユタ大学の Henry White 先生のグループで研究を行う 機会を得ました。White lab.ではナノ空間内の物質輸送 を詳細に調べるため、ナノポアと呼ばれるナノサイズ のポアを持つ膜タンパク質を脂質二分子膜に埋め込 み,そのナノポアを通過する分子を一分子レベルで電 気的に計測するナノポア計測について研究を進めま した。この時ナノポアを通過する一分子 DNA の拡散 挙動や系の粘性がどのように影響するのかについて 調べることができ[3],最近でも継続の研究を続けて います[4]。

2009 年米国から帰国し, 竹内昌治先生の KAST プロジェクトに参加する機会をいただきました。竹内 研ではマイクロ加工・マイクロ流体技術を用い安定で



Fig.1 奨励賞授賞式の様子

再現性の高い脂質二分子膜の作製方法について研究 を行いました[5,6]。この過程で微細加工や流体力学と いった専門外の知識や技術を学ぶことができました。 竹内研には同年代の様々な分野の研究者—機械工学, 生物物理学,細胞生物学,無機化学,医学など—が在 籍しており,他分野の考え方を学ぶとともに,研究を 進める上で非常に刺激となりました。また竹内先生か らは,研究だけではなく,研究室運営についても学ぶ ことが多く,現在の自身の研究室運営において参考に なることが多かったと感じています。

2014 年に現所属である東京農工大学の生命工学科 にテニュアトラック特任准教授として採用され, PI と して自分の研究室を主宰する機会に恵まれました。ち ょうど同じ時期に竹内研で一緒に研究をしていた同 僚3名が PI になりました。現在でも分野横断的に研 究のディスカッションを行うため,この時のメンバを 中心とした研究会(細胞とエレクトロニクスの融合を 目指す"サイボウニクス研究会")[7]を行なっており, 今度は所属の学生さん同士が互いに刺激し合いなが ら研究の議論を行なっております。

#### 3. 最近の研究紹介(独立後の研究)

研究室を立ち上げてからは、DNA コンピューティ ングで計算した結果をナノポア計測により出力する 「Nanopore decoding」とそれを用いたリキッドバイ オプシーへの応用,細胞膜に作用する膜ペプチドの 脂質二分子膜システムによる解析,という研究を2 本柱として進めていました。どちらもニッチな研究 でしたが,最近になり海外の研究者からも面白いと 言ってもらえ,総説論文でも紹介していただけるこ とも増えてきました[8,9]。これらの研究を進めるな かで,新学術領域「分子ロボティクス」に公募班と

## バイオソフトマター物理による分子ロボティクス

## 瀧ノ上 正浩 東京工業大学 情報理工学院 情報工学系

#### 1. はじめに

この度は、令和2年度化学とマイクロ・ナノシス テム学会 奨励賞という栄誉ある賞を授与下さいまし て、本学会関係者の先生方には感謝を申し上げます。 また、竹内昌治先生を始め、本学会でご指導下さって いる先生方、私の研究室のメンバーにも感謝致します。

本稿では、私がどのようなことを考えて現在のよう な研究を始め、今後は、本学会の中でどのような研究 の方向性を目指して、学会と一緒に歩んで行きたいか ということについて、まとめてみたいと思います。

#### 2. 人工生命(ALife): 生命と情報

研究のきっかけでいつも思い出すのが J. H. Conway のライフゲーム (Conway's Game of Life) (Fig. 1) で す。これについて少し説明させて下さい。

生命システムは物質システムの一形態であります が,他の物質システムと一線を画している点は,複製・ 遺伝・進化という機能を獲得していることです。物質 的な構成物自体の安定的な維持ではなく,構成成分は 常に変化して入れ替わってしまってもシステムが持 つ構造・機能・動態が維持できれば良いという設計原 理を獲得したという点が大きな飛躍です。噛み砕いて 言うと, 生命システムは, 長期安定で絶対壊れない機 械を作るという目標ではなく、細胞を作っては壊し、 作っては壊す, それでも, うまくいかなくなったら個 体自体を諦めて,子孫に遺伝情報のみを託すというこ とで, 生命というものを維持するわけです。つまり, これにより,物質や反応系の物理的・化学的な劣化が あってもシステム自体は維持できるということにな ります。熱力学的安定性向上という設計原理から、非 平衡系の時空間構造の維持という設計原理に変わっ たということです。

極論すると, 情報自体が維持できれば良いというこ とになります。ここで言う情報には, DNA 塩基配列 のような静的なデータだけではなく, 代謝や複製のよ うな機能・動態も含まれます。そこで, 物質のことは 忘れて生命の本質を抜き出そうということで, 数学 者・情報科学者を中心に, コンピュータ上の生命ライ クなシステム「人工生命 (ALife)」の研究が 1970-90 年代に進められました。Conway のライフゲームは,



その中でも先駆的な研究の一つです。2次元格子の各 セル(細胞)には「生(■)」か「死(□)」の2つの どちらかの状態があり、次の時刻におけるセルの状態 は、その周囲の8つの近傍セルの状態から決まる(□ の周囲にちょうど3個■があれば■に変わり,■の周 囲に 2~3 個■があれば次も■, それ以外は□になる) というルールに従って,動的なパターンが生成されま す。パターンの運動や複製などの動的な挙動が観察さ れることから複雑系の研究の発展とも相まって、コン ピュータ上の生命モデルとして研究が進みました。重 要なことは,各セルが内部状態(情報)を持っていて, 環境(場)と相互作用しながら,自己組織化的にダイ ナミクスを生み出すことです。大学入学前後にこのあ たりの分野に興味を持って,生命を数理・情報・物理・ 工学といった非生命科学で研究してみたいと思って いました。



Fig. 1. Conway's Game of Life. Dynamic pattern 'Galaxy'

## 3. DNA コンピュータ: 生命と情報と物質

その後,私は東京大学の物理学科の4年生の時にカ ーボンナノチューブの光・電子物性の研究テーマを与 えられ,それ以降,ナノテクノロジーの面白さに惹か れました。大学院で所属したのはDNA コンピュータ の研究をしていた陶山明先生の研究室でした。数理・ 情報による人工生命と物理によるナノテクノロジー を両立できそうなDNA ナノテクノロジーを選んだと いう経緯です。ハードでドライな高分子のナノテクか らソフトでウェットな高分子のナノテクへの転向で, 学部時代の知識や技術が使えないことも多く,最初の 1年は苦労した記憶がありますが,慣れてくるとアイ

令和2年度 若手優秀賞

## 高性能細胞分取装置の開発

## 磯崎 瑛宏<sup>1</sup>

1東京大学大学院理学系研究科

#### 1. はじめに

この度は、令和2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。これ まで、大学院の修士課程から博士課程までご指導いた だいた東京大学大学院情報理工学系研究科の下山勲 先生(現富山県立大学学長)をはじめ、下山研究室出 身の諸先生方、東京大学大学院理学系に異動してから は合田圭介先生をはじめとする諸先生方、学生たち、 また、共同研究をしてくださった国内外の諸先生方な ど、ここで全員のお名前を挙げたら2ページを優に超 えるくらい多くの方々に大変お世話になりました。こ の場をお借りしまして深く御礼申し上げます。本稿で は、私の研究歴とその研究内容につきまして、簡単に 紹介させていただきたいと存じます。

私は明治大学で機械工学を学んだあと,修士課程で 東京大学下山研究室にて MEMS を用いた研究に従事 しました。その後,パナソニック株式会社の本社 R&D 部門にて LED の開発に従事しました。製品化を見据 えた研究開発の面白さも感じていたところですが,自 由な基礎的な研究ができる大学という環境が忘れ難 く,2年半の会社生活ののち,東京大学下山研究室に 博士課程学生として戻り,光の波長よりも小さな構造 物を敷き詰めて動かして光を操作する MEMS メタマ テリアルに関する研究で学位を取得しました[1-2]。さ らにその後,東京大学合田研究室に移り,今回の受賞 理由となりました高性能細胞分取装置の開発に取り 組みました。

本研究を始めてから早5年が経ちました。その間, さまざまな装置を開発してきましたが,本稿では画像 をもとにした細胞分取法と,液滴を用いた細胞分取法 をご紹介させていただきます。

# 2. 画像をもとにした高速細胞分取法:インテリジェント画像活性細胞選抜法(iIACS)

近年,単一細胞解析と呼ばれる細胞を一細胞単位で 解析する手法の重要性がよく認識されるようになっ てきました。これは、細胞は同じように見えてもそれ ぞれ個性があり、集団としてのふるまいだけを観察し ていると、特殊な性質をもった細胞を見逃す恐れがあ るためです。細胞解析には、古くから行われている顕 微鏡観察による手法がありま すが,その手法をより有効に 使う手段として,細胞の組織 間の違いを明確に提示するた めに蛍光染色する手法,細胞 内部を観察するために透明化 技術など細胞準備にも多くの 技術開発が進められてきまし



た。また,細胞表面の抗原に特異的に吸着する蛍光抗 体を用いて細胞を染色することで,細胞の色から細胞 のおおよその性質や種類を予想して解析する手法も 開発されています。細胞解析には,代謝解析や遺伝子 解析などさらに深く解析する手法も数多く開発され ています。このような深い解析を行うためには,顕微 鏡などで観察したあとに,細胞を分取してくることが 必須となります。

このような背景のもと,現在存在する技術を考えま すと,大きなトレードオフが見つかります。すなわち, 顕微鏡のような観察方法で詳細にじっくり細胞を観 察して,必要な細胞をピペットなどで吸い取ることが できますが,これは低速になります。一方で,蛍光抗 体を用いる方法ですと,得られる細胞の詳細構造は顕 微鏡には大きく劣りますが,非常に高速に細胞分取を 行うことができます。この技術はFACS (Fluorescence activated-cell sorting)と呼ばれるもので,その速度は実 に秒間数千細胞にも到達します。このように,細胞分 取速度と解析の詳細さにはトレードオフが存在する ので,それを乗り越える技術が望まれます。

そこで我々は、高速画像取得装置、高速細胞操作技術、高速画像解析プロセッサー、を IP ネットワーク 上に集積することにより、上記トレードオフを突破し ました。技術の詳細は論文に譲りますが、2015 年から 東京大学合田圭介先生がリーダーを務める 100 人余 りから成るチームにて要素技術開発を行い、2018 年 には Cell 誌にて最初の論文発表を行いました[3]。こ の論文にて我々は、この手法を「インテリジェント画 像活性細胞選抜法」と名付けました。英語表記では、 intelligent image-activated cell sorting,略して iIACS で す。このとき私は現場リーダー的な立場で携わり(「現 場リーダー的立場」は私の自己評価なので当時の研究

## 血管付き三次元細胞組織の構築及び高機能化に向けた 培養システムの開発

## 森 宣仁

産業技術総合研究所 細胞分子工学研究部門

## 1. はじめに

この度は、令和2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。 東京大学竹内昌治先生、同森本雄矢先生、北海道大学 繁富香織先生、慶應義塾大学尾上弘晃先生、産業技術 総合研究所杉浦慎治先生をはじめ、これまでご指導、 ご助言をいただきました多くの皆様に、心よりお礼を 申し上げます。

私が µTAS 分野に足を踏み入れたのは、大学院修士 課程に進学する折でした。それまで理学部で物理を専 攻し、数式や理論と格闘する日々を過ごしていたので すが、もっと自分の手を動かしてモノを造りたいと考 え、竹内先生の研究室の門戸を叩いたのでした。決し て数式と睨み合いをするのが嫌になったわけではご ざいません。ともかく、そうして入った研究室では何 もかもが新鮮でした。当時の私は顕微鏡やピペットと いった基本的な実験器具も使ったことがなく、まして マスクアライナや光造型装置といった微細加工装置 はそもそも存在すら知りませんでした。そんな右も左 も分からない状況で私が漠然と惹かれていたのは、生 物と工学技術の融合というコンセプトでした。それが 具体的なかたちを得たのは、たまたま研究室の先輩が クラミドモナスという単細胞の鞭毛虫を培養してい たことがきっかけでした。顕微鏡下できびきびと泳ぐ クラミドモナスを見たとき、この鞭毛を使ってマイク ロサイズの物体を動かしてみたいという思いに駆ら れたのです。クラミドモナスの鞭毛を薬液処理で切 断・回収し、微細加工で作製した構造体やリポソーム に貼り付けて動かす。初めて扱う培養技術と微細加工 技術に四苦八苦しながら、その試みは修士課程の二年 間を費やして何とか成功し、物理的な運動モデルによ る解析を組み合わせて論文にすることができました [1]。数式と睨み合うことに慣れていてよかったと思っ た瞬間です。この後、私は民間企業に就職して IT 技 術の研究開発に携わっていたのですが、修士課程での 体験がことのほか鮮烈に記憶に残っており、4年後に 会社を辞め、博士課程の学生として竹内先生の研究室 に戻ることとなりました。博士課程ではもっと実用に 近い研究をしようという決意を抱き、選んだ研究テー マが血管付き皮膚モデルの構築でした。



## 2. 血管付き皮膚モデル

外界から身体を守るバリアである皮膚は、体重の約 16%を占める人体最大の臓器です。皮膚は表皮と真 皮の二層構造になっていて、真皮中の血管によって酸 素と栄養が供給されます。これまでに、化粧品のテス トや火傷・創傷の被覆を目的として、皮膚を模倣した 三次元組織「皮膚モデル」が開発されてきました。皮 膚モデルは、実際の皮膚と同じように表皮(表皮角化 細胞)と真皮(真皮線維芽細胞とコラーゲン)の二層で できています。しかし、従来の皮膚モデルには、外側 から培養液や薬剤を送液したり、その液体を取り出し たりするための灌流可能な血管がありませんでした。 このため、皮膚モデルへの栄養供給や、表皮に塗った 化粧品・医薬品の血管吸収の測定などは困難でした。

このような課題を解決するため、私は血管付き皮膚 モデルを開発することにしました。灌流可能な血管 (主血管)を造るためには、培養中に細胞の力で大きく 収縮する皮膚モデルを送液チューブとしっかり接続 する必要があります。そこで、私は3Dプリンタを使 って専用の培養デバイスを作製しました。この培養デ バイスには皮膚モデル固定用のアンカ構造を持つコ ネクタが設けられていて、このコネクタを介して皮膚 モデルと送液チューブを接続することができます。培 養デバイスの中で皮膚モデルを構築し、あらかじめ通 しておいたワイヤを抜いて管構造を造り、血管内皮細 胞を播種することで、灌流可能な血管(主血管)を形 成することができます。こうして作製した血管付き皮 膚モデルに生理食塩水を垂らしたところ、表面で弾か

# 有機材料を基盤とする生体親和性ウェアラブル/インプランタブル

## 電子デバイスの開発

## 吉田 昭太郎<sup>1</sup>

## 1中央大学理工学部電気電子情報通信工学科

## 1. はじめに

この度は令和2年度の化学とマイクロ・ナノシステ ム学会若手優秀賞を授与いただき,誠にありがとうご ざいます。ご推薦を頂きました東京大学・竹内昌治先 生をはじめ,これまでご指導頂きました先生方,同僚 や先輩・後輩の皆様,共同研究者の皆様方と,また学 会運営に携わられている関係者の皆様方に,この場を お借りして心より感謝申し上げます。今後ともバイオ や化学,電気,機械,情報と融合したマイクロ・ナノ 工学の分野で研究・教育に邁進する所存ですので,ご 指導ご鞭撻のほど何卒よろしくお願い申し上げます。 本稿では,とりとめの無い稚拙な文章ではございます が,僭越ながら自己紹介を交えつつ,これまでの研究 を紹介させて頂きたいと存じます。



#### 2. 研究経歴

10 代の頃は心理学の本を読み耽ったり高校の卒業 文集には神経科学者になると書いていたような工学 と無縁の人間だったのですが,紆余曲折を経て大学で 途中から進路を変え,電気・電子・情報工学を学びま した。電磁気や電子回路も面白かったのですが,元々 神経科学に非常に興味があったので,卒論では神経回 路を模倣した(近年では深層学習としてよく知られて いる)ニューラルネットワークについて熱心に勉強し て研究を行いました[1,2]。数理を考えてプログラミン グし,計算の結果を評価する,という作業はとても自 分に向いているな、とは感じたのですが、どうしても 本当の神経回路がどのように動いているかについて は、ありうるべきことを頭で考えるよりも、目の前に ある本物の細胞を触りながら実験したほうが良さそ うだと思われました。

そこで大学院は神経細胞について扱えそうな工学の 研究室を調べて受験することにし、東大の竹内昌治先 生の研究室に配属して頂ける機会を得ました。竹内研 究室では神経細胞を一細胞ずつ形を制御しながら培 養し、そのまま位置を変えられるようにすることで、 電子回路を組むようなイメージで神経の回路を組め るのではないか、というアイデアで研究を行い、学位 を頂きました [3, 4]。竹内研では毎年ケミナスや μ-TAS に発表させて頂く機会を得て、化学、生物、電気、 機械、情報分野の様々なマイクロ・ナノ工学の研究に 触れ、感化されて自分でもマイクロ流路を作ってみた り、電極を作ってみたり、ソフトロボットを作ってみ たりと様々な技術を体感することが出来ました。

その後は竹内研でポスドクとしてお世話になり人工 細胞の研究を行った後に、東北大学の西澤松彦先生の 研究室に助教として務め、現在は中央大学にて自分の 研究室を主宰しております。学部のころは電気・電子・ 情報、大学院では機械・バイオ、そして東北大時代は 化学の勉強をさせていただく機会を得ましたので、マ イクロ・ナノ工学分野における異分野融合型研究を今 後も進めていけるのではないか、とささやかな自信を 得ております。特に、神経回路やロボットにおける電 気的・情報理論的な現象、生体に調和するような有機 物を使った電子デバイス、といったあたりを今後研究 していく所存です。

以下の項では、今回賞をいただくことになりました、 東北大学において従事しておりました「有機物を基盤 とする生体親和性デバイスの研究」について紹介させ て頂きたいと存じます。本研究につきましては、西澤 松彦先生をはじめとした西澤研究室のメンバーの 方々のお力によるところが大きく、深く感謝申し上げ ます。

## マイクロ流路デバイスを使用した稀少細胞取得技術と医療分野への適用

綾野 まどか<sup>1</sup>, 久保 知大<sup>1</sup>

<sup>1</sup>株式会社 TL Genomics

#### 1. はじめに

近年マイクロ流路デバイスの研究が進み,血液中の 稀少細胞を取得するなど,医療への応用が期待されて いる。しかし,稀少細胞を相手に臨床検査を行うには, 数ミリリットルあるいはそれ以上の血液を,実用的な 時間の範囲で処理する必要があり,流路の並列化とい った工夫が必要になる。また,血液をマイクロ流路デ バイスに流すと,内部で目詰まりするという課題があ り,これも実用化へのハードルを高めている要因の一 つである。

我々は、臨床検査に用いる稀少細胞をラベルフリー で十分量取得するため、流路を持つデバイスの並列化 ではなく、積層することで処理量の上昇を試みた。さ らに、ゲルろ過ビーズの応用により、マイクロ流路デ バイス内部の目詰まりを防止する技術も開発した。本 稿ではその技術を紹介したい。

## 2. 水力学的ろ過を利用したマイクロ流路デバイスの 構造

2.1 単層デバイス



Fig. 1 Structure of a microfluidic device utilizing hydrodynamic filtration (single-layer device). A: Blood sample and 1×PBS(-) are introduced from Inlet1 and Inlet2, respectively. Between both Inlet and crossing point, pillar structures are set (marked asterisk). B: Appearance photograph of the singlelayer chip. C: The principles of cell separation technology based on hydrodynamic filtrations.

液体中の微量細胞を分離する方法として, 我々は細胞分離能の高さから, 関, 山田ら<sup>[1,2]</sup>の開発した水力学的濾過の原理に注目した。マイクロ流路の模式図と外 観写真を Fig. 1 に示す。マイクロ流路デバイスには 2 つの入り口 Inlet1, Inlet2 があり, Inlet1 から流れてき た希釈血と, Inlet2 から流れてきた「押さえつけ流」 の, ダルベッコリン酸緩衝生理食塩水 (D-PBS((-)) は 交差部で出会い, 互いに交わることなく流れていく (Fig. 1A, C)。交差部の先には側路が設置されており, 希釈血が押さえつけ流によって側路に押し付けられ, 流れ込む過程で側路に細胞が分取されて Outlet に回 収される。すなわち小さい細胞は手前の F1 側の側路 で,大きい細胞は奥側の F2 側の側路で分取され,さ らに大きな細胞はフロースルーの F3 に分取される。 液体試料を流すだけで細胞のサイズセレクションが 可能となる (Fig. 1C)。

## 2.2 積層デバイス



Fig. 2 Components of a laminated microfluidic device and connection method to silicon tube.

A: Single-layer microfluidic device is composed of Lid and Bottom device. Laminated microfluidic device is composed of Lid, some Flow-path devices, and Bottom device. B: The microfluidic device is connected to silicon tube using by commercially available connecters.

マイクロ流路デバイスの素材には PDMS を用い, トランスファー成型によって流路構造を転写した。単 層のマイクロ流路デバイスは「蓋」と「底」の2種類 の部材から成り立つが,積層デバイスは,さらに「流 路デバイス」を加えた3種類の部材で構成される(Fig. 2A)。積層数は「流路デバイス」の枚数によって調整 可能であり,部材を一度に表面改質した後に潤滑剤を 用いて一気に貼り合わせる方法を採用した。

「流路デバイス」と「底」は上面側に流路があり, 最下部から数えて N+1 番目の層の底面が N 番目の層 の蓋として機能する。最上部の部材は流路構造を持た ず,蓋としてのみ機能する。各層は Inlet および Outlet の穴でつながっており,デバイス上部のシリコンチュ ーブから注入された液体 (Fig. 2B) は各層に均等に分 配される。したがって積層デバイスでは,重ねた枚数 分だけサンプルの処理量が増す。

## 生体を近赤外で視る

## 曽我 公平<sup>\*1-3</sup>

1東京理科大学先進工学部,2東京理科大学生命医科学研究所

## **Bioimaging in Near Infrared**

Kohei SOGA<sup>\*1-3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Advanced Engineering, Tokyo University of Science <sup>2</sup>Research Institute for Biomedical Sciences, Tokyo University of Science

## Abstract

For bioimaging, transparency is one of the most important issues for achieving. Simply, the matter is light can propagate straight ahead or not. If not, the object is not transparent. By using visible light, the light penetration depth is only a few millimeters. It may be possible to make biological tissues transparent by using some sort of chemicals for visible light, though it must kill the cells and tissues. On the other hand, the depth is in centimeter order for near infrared light. In this paper, the method to achieve transparency for biological tissues is discussed. On the last part of the paper, the unique nano-structure of the probe for photodynamic therapy excited by near infrared will be introduced as an example of nanotechnology required for the near infrared biophotonics with transparency.

Keywords: Transparency, Bioimaging, Near Infrared, Nanostructure

## 1. はじめに

生体のイメージングの仕事を始めて早くも15年以上が たとうとしている。そのミッションは、「見えないモノを見せ るようにすること」、あるいは「わかるように見えないモノを 見えるようにすること」である。ここでいう「モノ」ということば はそのまま「情報」と置き換えることもできる。いずれにし てもこの仕事で最も重要なことは「見えない」理由を探るこ とであり、その理由の一つが「透明」の追求である。透明 性を支配している原因を考え始めると複雑怪奇な現象の 絡み合いに思えてくるが,実は簡単である。「光はまっす ぐ進もうとする」という事実は誰でも知っていることだが、 ひとたびそれが妨げられると「透明ではなく」なってしまう というだけのことであり、その理由も2つだけ、「吸われる」、 「曲げられる」の二つの現象が透明性を損なうのである。 「吸われる」現象に起因して像が見えなくなる時には像は 暗化するが,この場合は光を強くしたり,カメラの感度を 高くしたりすれば解決できる場合もある。しかし、「曲げら れる」現象はどうだろうか?分類として「曲げられる」方向 が記述できる場合を「反射」あるいは「屈折」と呼び、方向 がランダムで記述できない場合を「散乱」と呼んでいる。 散乱といえばだれもが想起するのが有名なレイリー散乱 である。波長の4 乗に反比例する強度で散乱が起こるこ

とで空が青くなる説明はお聞きになったことがあるだろう。 しかし,その強度はものすごく弱い。大気の厚みは 500 km にも及ぶ。その厚みがあって初めて着色がわかる程 度の相互作用である。散乱の原因は分子であり,生体を 構成する凝縮体(液体や固体)と気体の分子密度を比べ ると約千倍の開きがある。そこで大気の厚みの 500 km を 千で割ったとしても、500 m の厚みがなければならない。 それくらい弱い散乱現象がレイリー散乱なのである。光フ ァイバー通信などでは 100 km ごとに増幅を行いながら数 千 km の距離で光を伝搬させるのでレイリー散乱は極め て重要だが,生体とは関係ない。金属における電子や半 導体のキャリアはやはりキャリアが電磁波である光と同調 して動くことによって反射をもたらすが、これも生体とは関 係ない。生体における「曲げられる」現象は、屈折率の変 化に伴うもののみである。

光はなぜ「曲げられる」か。光は電磁波, すなわち電場 と磁場の波であり, それを最も要領よく記述しているのは, 好むと好まざるとにかかわらず, あの 4 つの方程式の組, Maxwell の方程式である。 $\partial \stackrel{\diamond}{} \times \stackrel{\diamond}{} \Delta \stackrel{\diamond}{} \nabla$ にめげることなく, 波動方程式という空間と時間の双方についての 2 階の偏 微分方程式の解として進行波としての光のカタチを求め る過程でわかることは, 光が進む速さは $c = 1/\sqrt{\epsilon\mu}$ と表さ

## 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第43回研究会

元祐 昌廣

東京理科大学工学部

化学とマイクロ・ナノシステム学会 (CHEMINAS) 第 43 回研究会は,2021 年 5 月 16~17 日にオンライ ン開催されました。ポスター発表96 件,基調講演1 件,受賞講演8件から構成され,200 名を超える参加 者がありました。

元々,2020年5月に第41回研究会を東京理科大学 にて開催予定でしたが,COVID-19感染拡大防止の観 点から中止となりました。1年後に再び同地での開催 を期待しましたがパンデミックは収まっておらず,全 国から人が集まるのはまだ難しいということでオン ライン開催となりました。2020年10月開催の第42 回研究会において,バーチャル形式でも意義ある研究 者交流の場として成立可能であることを示していた だいていたため,開催形式に対する不安は少なかった かと思います。しかしながら,CHEMINAS単独開催 は初でしたので準備や手順などが色々と異なる点も 多かったです。幸い,実行委員会の精鋭達に支えても らい,何とか無事に会を終えることができました。

CHEMINAS 43 では、受賞講演や基調講演などの口 頭発表は Zoom を、ポスター発表は Remo を用い、前 回とはソフトウェアは異なるがハイブリッド方式を 踏襲した形で実施しました。異なるソフトウェア間の 移動がストレスとならないように、参加登録者限定公 開のプログラムの web ページを用意し、毎回会場移 動毎にパスワードが要求されないような移動が可能 な環境作りを行いました。ショートプレゼンテーショ ンには、事前に1分間程度の動画を作成してアップロ ードいただき、ポスター会場で閲覧することができる ような形で、これも前回と同様の形で実施しました。

初日は、奨励賞受賞者の川野竜司先生(東京農工大 学)より「ナノポアを用いた1分子計測法の開発 」についてご講演いただき、その後、一昨年の学会賞 受賞者で講演が延期となっていた庄子習一先生(早稲 田大学)より「電子工学を基盤とした化学・生化学研 究の流れと今後 -Transducers, MEMS から MicroTAS へ-」というタイトルで本学会設立前の分野黎明期に ついてご講演いただきました。この講演の後、会場を Remo へと移動してポスターセッション1が行われま した。本セッションでは、特別ポスターセッション「マ イクロ・ナノシステムの産業に向けた素材と製造技術」 が併設されており,杉浦慎治先生(産業技術総合研究 所)のコーディネートの下8件の特別ポスター発表を 設け、 ラボレベルでの基礎研究から商用生産を含んだ 産業化に至るまでの過程における問題点や工夫など についての議論が行われました。その後,会場を Zoom に戻して,技術者賞受賞者の久保知大様,綾野まどか 様より「マイクロ流路デバイスを使用した稀少細胞取 得技術と医療分野への適用」のご講演があり、続いて、 学会賞受賞者の馬場嘉信先生(名古屋大学)からの「ナ ノバイオデバイス・AI・量子技術による次世代医療の 開拓」のタイトルでご講演がありました。その後, セ ッション終了後に Remo で懇親会を開催しました。オ ンラインではありますが桜と東京をイメージしたデ ザインの2フロア会場で、1Fが一般フロア、2Fが学 生交流フロア,という形で緩い区切りを設けて対面開 催時の若手交流会を模し、交流を行いました。

2日目は、最初にポスターセッション2が行われ、 その後, 曽我公平先生 (東京理科大学) による基調講 演「生体を近赤外光で視る」 が行われました。 午後に は、ポスターセッション3に続いて奨励賞受賞者の瀧 ノ上正浩先生 (東京工業大学)から「バイオソフトマ ター物理による分子ロボティクスの創成」についてご 講演いただき、その後、3名の若手優秀賞受賞者から 受賞講演をいただきました。まずは磯崎瑛宏先生(東 京大学)から「高性能細胞分取装置の開発」について の講演があり,森 宣仁先生(産業技術総合研究所) からは「血管付き三次元細胞組織の構築及び高機能化 に向けた培養システムの開発」のタイトルで、吉田昭 太郎先生(中央大学)からは「有機材料を基盤とする 生体親和性ウェアラブル/インプランタブル電子デ バイスの開発」のタイトルでそれぞれご講演いただき ました。最後に閉会式が行われ、アワードセレモニー において優秀発表賞(学生ポスター賞)及び優秀研究 賞(一般ポスター賞)の受賞者が発表されました。な お、各受賞者には後日賞状をお送りしております。

最後になりましたが、CHEMINAS 43 の実行委員会の皆様、学会事務局、CHEMINAS 理事の方々、協力いただいた企業各位、そして、参加いただいた皆様に感謝の意を表したいと思います。

## 優秀発表賞(学生ポスター賞)

**1P-18** 三浦 菜摘(千葉大学) シリコーンスポンジ統合型マイクロ流路を用いた動 物細胞の効率的捕捉

**1P-20** Ping Liu (東京農工大学)

Direct determination of DNA methylation positions using biological nanopore

2P-04 Yuta Nakagawa (東京大学)

Reevaluating the cell conditions in droplets: the effect of droplet size on cell morphology

**2P-21**山下 優(九州大学) マイクロプラズマバブルを用いた非導電性基板への

ダイレクト配線

**3P-03** 榛葉 健汰(東海大学)

オンチップポンプ型多臓器 Microphysiological system (MPS) を用いた臓器間相互作用の評価

3P-23 吉田 悟志(九州工業大学)

微小電極アレイを形成した多孔膜へのニューロン・ア ストロサイト共培養系の構築

## 優秀研究賞 (一般ポスター賞)

2R-01 Kasinan Suthiwanich (RIKEN)Advancing 3D organoid culture with macroscopic localization of extracellular matrices by the "MultiGel-Device" platform

2R-04 嘉副 裕 (慶應義塾大学) ナノ流体工学によるフェムトリットル液滴 MS イン ターフェース

**2R-05** 和田 健一 (九州大学) マイクロ流体デバイスを用いたミトコンドリアゲノ ム置換

## 実行委員会

実行委員長 元祐 昌廣(東京理科大学) 実行委員 市川 賀康(東京理科大学) 金 秀炫(東京大学) 木村 啓志(東海大学) 左藤 香枝(日本女子大学) 鳥取 直友(九州大学) 早川 健(中央大学) 山本 憲(大阪大学)



オンラインポスター発表会場の様子



懇親会会場



優秀発表賞・研究発表賞の受賞者



受賞者に後日送付された賞状