

# マイクロ・ナノ電極システムを利用した 環境・医工学バイオセンシングデバイスの開発

Development of Environmental  
/Biomedical Sensing Devices with Micro/Nano Electrode Systems

教授 末永 智一  
Professor  
Tomokazu Matsue



准教授  
珠玖 仁  
Associate Professor  
Hitoshi Shiku



助教  
安川 智之  
Associate Professor  
Tomoyuki Yasukawa

研究支援者 井上 久美  
研究支援者 張 景裕  
研究支援者 林 振宇  
実験補助員 堀口 佳子  
秘書 沖 知子

Development of Cellular Devices for Environmental/Biomedical Applications: We have developed a miniaturized biodevices for characterization of early embryos and micro tissues based on electrochemical detection. Also, novel immunosensing devices have been fabricated by using dielectrophoretic manipulation of microparticles. Development of Electrochemical Measurements System: Novel scanning electrochemical microscopes, enabling electrochemical, near-field optical and ion-conductance imaging, have been developed using ultramicroelectrode. This system has also been applied to collection of mRNA from single cells

受精卵評価システムのデバイス化  
Wu et al. *Sens. Actuat.*, 125, 680 (2007).

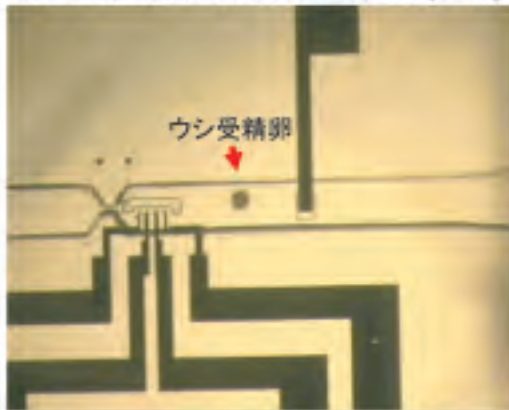


図1

誘電泳動に基づくイムノセンシングシステム  
Yasukawa et al. *Biosens. Bioelectron.*, 22, 2730 (2007).

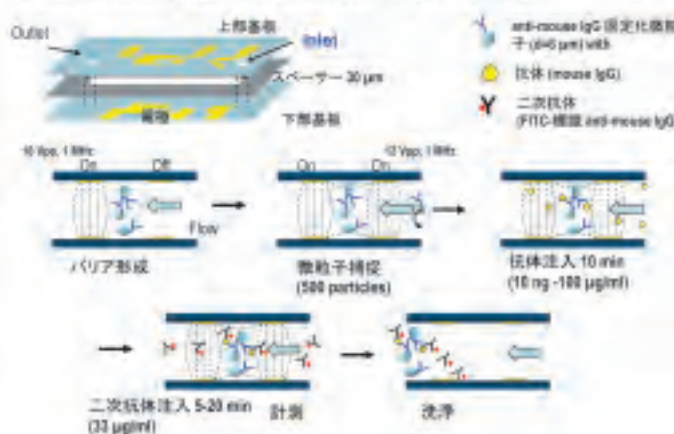


図2

## 研究目的

細胞や酵素、抗体などの生体関連物質は $\mu\text{m} \sim \text{nm}$ の大きさを有している。単一細胞や生体分子の機能を明らかにするためには、 $\mu\text{m} \sim \text{nm}$ スケールで起こる反応を探索・制御することが極めて重要である。我々は、微細加工技術により作製したマイクロ・ナノ電極システムを用いて、タンパク質や細胞などの微細パターンの作製、オンチップ型バイオデバイスの作製とその特性評価に関する研究を展開している。このような研究を通して、次世代の環境・医工学バイオデバイスやシステムの開発に資するとともに、新しいバイオビジネスの創成に貢献したいと考えている。

## 環境・医工学用受精卵・細胞チップ

微小流路と電極アレイを集積化し、受精卵の導入、活性測定、導出を自動的に行うマイクロデバイスを構築した(図

1)。我々はこれまでに呼吸活性に基づく受精卵の品質評価を実施してきたが、本デバイスを用いることにより計測効率の飛躍的向上が期待できる。誘電泳動に基づく微粒子操作技術を発展させ、イムノセンシングシステムを構築した(図2)。

## 走査型プローブ顕微鏡をベースとする測定システム

走査型電気化学顕微鏡の探針をナノスケールに微小化する新規電極作製工程を考案し、従来の100分の1サイズの電極を再現性良く量産することが可能となった。このプローブ作製法により、電気化学イメージングのみならず、イオンコンダクタンス、近接場光、高分解形状イメージングが可能となった。

さらに視野内の1細胞を電場破碎し、mRNAを定量的に解析可能であることを確認した(図3)。

mRNA回収プローブの開発  
Nashimoto et al. *Anal. Chem.*, 79, 6823 (2007).

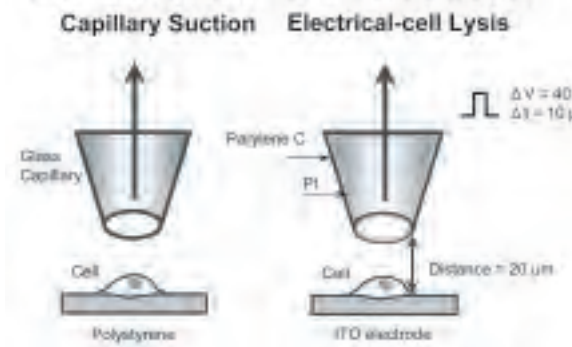


図3

## 特記事項

- 07/30 - 31 オープンキャンパス
- 07/25 - 26 サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (生活の中にある身近な化学)

## 共同研究:

- 平成19年には以下の機関と共同研究を行った。
- 学内: 先進医工学研究機構、工学研究科、医学系研究科
- 学外研究機関: 産総研、環境研究所、首都大学東京 工学部、防衛大学化学教室、秋田大学工学資源学部、東北工業大学
- 企業: ニコン、ニプロ、機能性ペプチド研究所、北斗電工、東邦テクノス、豊田中央研究所、トランスジェニック、日立製作所

## 学会発表:

- 本分野では、平成19年に特別講演、基調講演、招待講演11件を含め、48件の学会発表を行った。
- 海外研究者の受け入れ:
  - Prof. Hong Qun Luo (中国西南大学化学工学院) (2006年10月-07年9月まで)。
  - Prof. Zhenyu Lin (中国福州大学科学化学工学院) (2007年10月-2009年3月まで)

## 継続中の研究事業:

- 科研費基盤研究(S) 「多機能ナノ電気化学顕微鏡シ

- ステムの創成」(平成18~22年度)
- 科研費若手研究(B) 「電気化学マイクロ培養デバイスによる細胞微小環境の制御と定量解析」(平成19~20年度)
- 科研費若手研究(B) 「筋管細胞の配列および電気化学的機能評価による筋組織の再構築」(平成19~20年度)
- 科研費特定領域 「生体分子群デジタル精密計測に基づいた細胞機能解析: ライフサーベイヤをめざして」(平成17~20年度)
- 科研費基盤研究(B) 「電気化学イメージングによる家畜生殖細胞の機能評価と応用」(平成17~20年度)
- 国立環境研究所 「環境汚染修復のための新規微生物の迅速機能解析技術の開発における細胞操作技術およびマイクロセンサー技術の開発」(平成16~20年度)
- 先進医工学研究機構(東北大学) 「ヒト胚呼吸測定装置と品質診断システムの開発」(平成15~19年度)
- 学際科学国際高等研究センタープログラム研究(東北大学) 「走査型プローブ顕微鏡による極微量・多機能タンパク質検査システムの開発」(平成17~19年度)
- 若手研究者萌芽研究育成プログラム(東北大学) 「誘電泳動を利用した表現型によるリンパ球の分離と捕捉」(平成17~19年度)
- 科研費特定領域 「誘電泳動を利用した筋組織および神経接合部の組織再生医工学」(平成18-19年度)
- 科研費基盤研究(A) 「電気伝導性ナノワイヤーを介した微生物間相互作用の解析」(平成)19-21年度)
- 科研費萌芽研究 「迅速細胞リソグラフィ法の開拓」(平成)19-20年度)

Measurement of Gene Expression from Single Adherent Cells and Spheroids Collected Using Fast Electrical Lysis. Y. Nashimoto, Y. Takahashi, T. Yamakawa, Y. Torisawa, T. Yasukawa, T. Ito-Sasaki, M. Yokoo, H. Abe, H. Shiku, H. Kambara, T. Matsue, *Anal. Chem.*, 2007, 79, 6823-6830.