

環境生命機能学分野 Environmental Bioengineering

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
伊野 浩介
Assistant Professor
Kosuke Ino

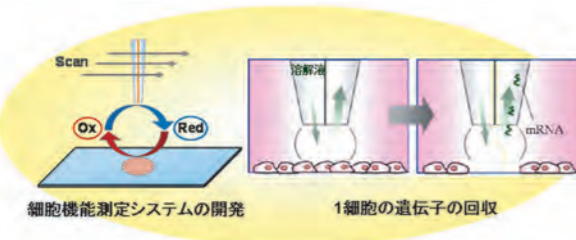
GCOE フェロー
Researcher
長峯 邦明
Kuniaki Nagamine
ポストドクトラルフェロー
林 振宇
Zenyu Lin
ポストドクトラルフェロー
李 常賢
Sang Hyun Lee
研究支援者
井上 久美
実験補助員
堀口 佳子
秘書
沖 知子



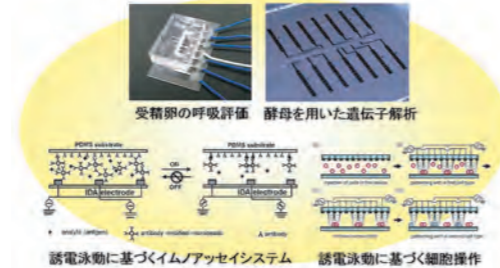
Micro/nano-biosystems address the continuing demand in bioprocess science and engineering for fast and accurate analytical information that can be used to rapidly evaluate the interactions between biological systems and bioprocess operations. Furthermore, these systems can miniaturize and functionalize analytical devices. Therefore, we developed biosensing devices incorporating micro-nano electrodes for environmental/biomedical applications.

We have developed a scanning electro-chemical microscopy (SECM) integrated with micro/nano-electrodes. By using the SECM, epidermal growth factor receptors (EGFRs) which elicit a wide range of cell type-specific responses leading to proliferation, differentiation, apoptosis, and migration were detected. Furthermore, a microfluidics dual capillary probe was fabricated for collecting messenger RNA (mRNA) from adherent cells. We have also developed microfluidic devices with microelectrodes that enable electrochemical measurements of breathing quantities of fertilized eggs and gene-functions of yeasts. Furthermore, easy-to-use and rapid analytical tools with microfluidics and dielectrophoresis were developed for early detection of chemical/biological toxins and tumor markers. We have also developed a novel device for electrochemical multipoint detection. The device can be applied to comprehensive and high-throughput detection and imaging of biochemical species. The novel biodevices/systems now developing in our laboratory will be used for environmental and medical applications.

機能性プローブの開発



環境・医療用マイクロデバイスの開発



研究目的

現在、マイクロ・ナノシステムを組み込んだデバイスのバイオへの応用に大きな期待が寄せられている。これらのデバイスを用いる事で、これまで観察出来なかった生体現象を捉える事や、簡便で迅速な環境・医療用検査ツールへの応用が可能になっている。

そこで、我々は微細加工技術を用いたマイクロ・ナノ電極やマイクロ流路の作製、またそれらを一つのチップ上に組み込んだバイオセンシングデバイスの作製と評価を行った。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を提案し、社会、地域に貢献したいと考えている。

機能性プローブの開発

これまで走査型電気化学顕微鏡の開発を行ってきたが、本年はナノサイズの電極の作製を行った。また、細胞膜受容体の膜内外の移動を測定する事に成功し、新た

な細胞機能評価システムを提案した。

さらに、細胞溶解液の注入と、遺伝子の回収が可能なθ状プローブを作製し、1細胞からの遺伝子の回収に成功した。このように、細胞のタンパク質や遺伝子の測定に成功しており、分子生物学における有用なシステムを開発した。また、細胞膜受容体はガン細胞で重要な役割を果たしているため、このシステムを用いる事で医療分野における新たな知見が得られると考えられる。

環境・医療用マイクロデバイスの開発

ナノ・マイクロシステムを組み込む事で、小型で簡単な分析ツールの開発が可能である。そこで、我々は、受精卵の呼吸活性や、酵母を利用した遺伝子機能解析を行うために、微小流路と電極を組み込んだデバイスを開発し、そのデバイスの評価を行った。また、誘電泳動による微粒子操作技術に注目し、迅速なイムノアッセイデバイスを作製し、新規な医療用デバイスを提案した。また、誘電

新規原理による多点電気化学アッセイデバイスの開発



泳動による細胞パターンングが可能なデバイスを作製し、生体組織の構築への展開を行った。

多点計測に向けた新規電気化学デバイスの開発

我々は新規原理による網羅的検出可能な電気化学デバイスの作製を行った。このデバイスは局所レドックスサイクルを基本原理とした多点計測デバイスであり、このデバイスを用いる事で、迅速な多点電気化学測定が可能になった。現在、プロテインアレイやDNAアレイの応用を検討中である。

特記事項

07/30-31 オープンキャンパス

共同研究:

平成20年には以下の機関と共同研究を行った。

学内: 医学系研究科、工学研究科、先進医工学研究機構
学外研究機関: 秋田大学工学資源学部、環境研究所、産総研、東北工業大学、兵庫県立大学、防衛大学化学教室
企業: 機能性ペプチド研究所、クリノ、トクセン工業、日産自動車、日本航空電子、日立製作所、北斗電工、八十島プロシード

学会発表:

平成20年に特別講演、基調講演、招待講演12件を含め、60件の学会発表を行った。

海外研究者の受け入れ:

Mr. Gary Chang (国立成功大学、台湾)
(2007年8月-2008年5月まで)
Prof. Zhenyu Lin (中国福州大学科学化工学院、中国)
(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) 「筋肉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)
- 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 「迅速細胞リングラフィー法の開拓」(平成19 ~ 20年度)
- 若手研究スタートアップ 「誘電泳動による細胞パターンング法を用いたチップ上での動物モデルの作製」(平成20 ~ 21年度)
- 独立行政法人日本学術振興会 「ナノマイクロ科学分野に関する学術動向の調査・研究」(平成18 ~ 20年度)
- 学際科学国際高等研究センター プロジェクト研究B 「ナノ電極プローブによる1細胞分析: 環境応答を核酸、タンパク質、代謝レベルで捕える」(平成20 ~ 21年度)
- マイクロシステム融合研究開発拠点 (科学技術振興調整費、先端融合領域イノベーション拠点) (平成19 ~ 28年度)
- 科研費基盤研究(A) 「非侵襲性微小組織診断システムの導入による糖尿病治療のメディカルイノベーション」(平成20 ~ 24年度)
- 産学共同シーズイノベーション化事業 (JST) 「無侵襲的細胞機能診断システムの開発」(平成20 ~ 21年度)
- 特別研究員奨励費 「複合機能性デバイスのためのZnOナノ構造の合成及びパターン形成」(平成19 ~ 21年度)
- 特別研究員奨励費 「多機能ナノ電気化学顕微鏡を用いた膜タンパク質の機能解析と細胞操作への応用」(平成19 ~ 20年度)

受賞

- 村田達哉 (M2) みちのく分析化学シンポジウム2008 ベストポスター賞
- 梅村太三 (研究生) みちのく分析化学シンポジウム2008 ベストポスター賞