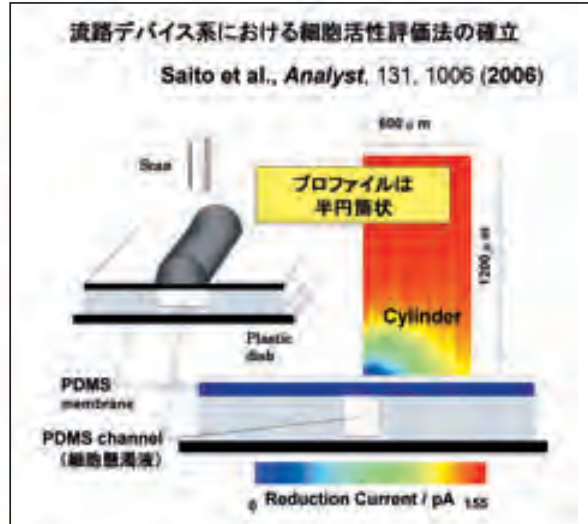
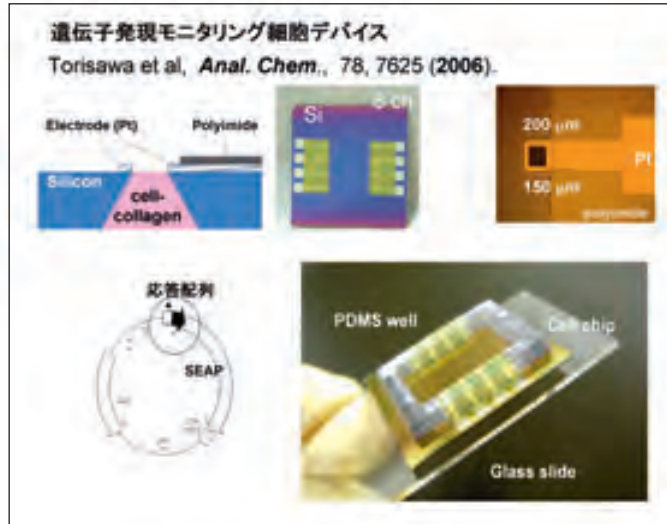


環境生命機能学分野

# 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

教授  
末永 智一



**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・医工学用細胞・微生物チップ**

微小流路と電極を集積化し、受精卵の導入、活性測定、継続培養、導出などの一連の操作を自動的に行うマイクロデバイスの構築を検討した。受精卵を操作するためのポリジメチルシロキサン（PDMS）製流路と独立型マイクロアレイ電極を組合せた呼吸測定用マイクロ流体デバイスを作製し、酸素還元電流に基づく単一受精卵の呼吸測定に成功した。NF- $\kappa\text{B}$  応答性配列とレポーター遺伝子を融合したプラスミドを用い、細胞チップ上でシグナル伝達を追跡するシステムを開発した。分泌性アルカリホスファターゼ（SEAP）をレポーターとし、レポーター酵素を細胞外へ分泌させることにより、動物細胞系でSEAP 検出を検討した。微生物チップを用いて組換えタンパク質の可溶性・不溶性を評価した。さらにウェルデザインを改良し、単一細胞ウェルアレイや単一コロニーアレイをプラットフォームとするハイ

スルーブットスクリーニングシステムの構築をめざす。

**走査型プローブ顕微鏡をベースとする測定システム**

探針 - 試料間距離をシアフォース・イオンコンダクタンス・インピーダンスシグナルにより制御し、単一生細胞へのアプローチと細胞応答モニタリングを検討した。これにより、単一細胞レベルでの電気化学・光・形状シグナル同時モニタリングが可能となる。SICM（Scanning ion-conductance microscopy）では、キャピラリー径を最適化することにより、シアフォースフィードバックよりさらに非侵襲的なイメージングが可能になることを確認できた。探針 - 基板間の距離および相互作用力を精密に制御することで、遺伝子導入、mRNA の回収、パッチクランプなどの操作性を飛躍的に向上できる。

**誘電泳動を用いる微粒子の配列および分離デバイスの開発**

マイクロ流路に誘電泳動を組み合わせたデバイスを用いて、微粒子や細胞の配列および分離を行った。繰り返しラインパターンの形成に要する時間は数秒から数十秒と極めて迅速であった。また、共有結合法およびゲル包埋法による微小パターン構造の維持を達成し、電極デバイスの再利用を可能にした。さらに、パターンは電極デザインにより任意に選択でき、異種類の細胞を連続的にパターンニングできた。また、分離デバイスを用いて、血液中の赤血球および白血球分離の可能性を示した。

**特記事項**

4/2 電気化学会技術賞棚橋賞受賞 「走査型電気化

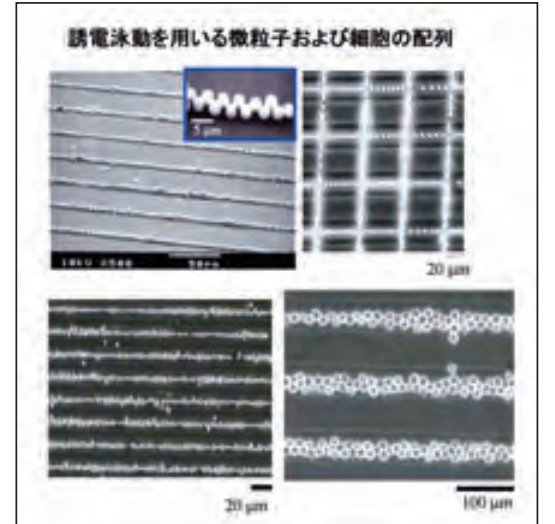
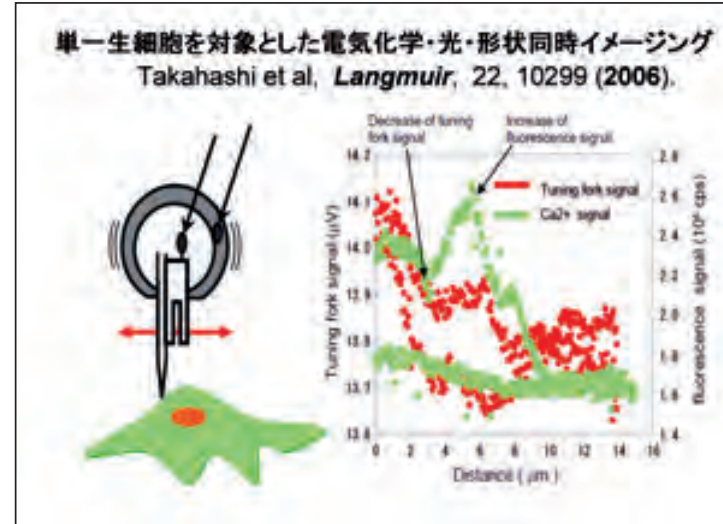


助教授  
珠玖 仁



助手  
安川 智之

客員教授  
Hong Qun Luo  
技術補佐（研究員）  
井上 久美  
事務補佐（秘書）  
沖 知子  
実験補佐  
堀口 佳子



学顕微鏡の開発」 青柳重夫、内海陽介、松平昌昭、末永智一

5/15 日本化学会第 86 春季年会学生講演賞 「負の誘電泳動を用いた電解質水溶液中における微粒子・細胞のパターニング」 鈴木雅登

7/27-28 オープンキャンパス（ガン細胞をつつてみよう）

7/30-31 サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（環境にやさしい化学反応設計と「ものづくり」）

8/3-14 化学展 2006（仙台市科学館、果物の電池）

10/13 表面技術協会第 8 回優秀講演賞 「誘電泳動を用いた異種細胞の交互ラインパターンの構築」 安川智之

**共同研究：**

平成 18 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、秋田大学鉱山学部、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 18 年に特別講演、基調講演、招待講演 8 件を含め、51 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）（10月より1年間）

**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）

○科研費特定領域「走査型電気化学 / 化学発光顕微鏡による光反応 / 電気化学反応制御とイメージング」（平成 17～18 年度）

○科研費若手研究 (B) 「積層化マイクロ培養デバイスによる電気化学的遺伝子発現アッセイ」（平成 17～18 年度）

○科研費若手研究 (B) 「誘電泳動を利用した異種細胞のパターニング技術の開発」（平成 17～18 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：ライフサイバヤをめざして」（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 17～18 年度）