

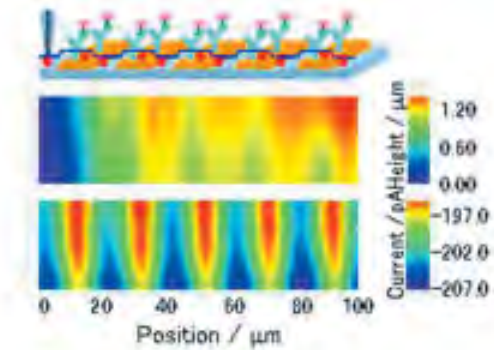
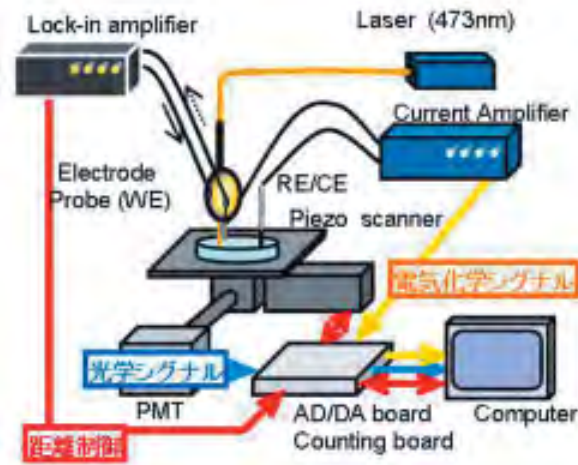
環境生命機能学分野

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



シアフォース距離制御システム



シアフォース電気化学顕微鏡を用いた
プロテインマイクロアレイの評価

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

微細加工技術を駆使し、流路構造とシリコンホールアレイを組み合わせることで、同一基板上で種類の異なる遺伝子を導入可能なデバイスを開発した。これにより遺伝子クローニングのオンチップ化が期待できると共に、接着性・非接着性に関わらず多様な細胞株への遺伝子導入が可能となる。マイクロメートルのディメンション内の3次元培養法の確立し、試料体積を劇的に減らすことにより(4~20nL)、迅速、効率的アッセイが可能細胞チップを開発した。薬剤スクリーニングや細胞微小環境の制御への応用が期待できる。東北大学先進医工学研究機構(TUBERO)生命機能化学分野の阿部宏之先生と共同で、受精卵、卵子、精子など生殖細胞の機能評価デバイスの開発も実施している。

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(SECM)は、化学反応を検出・誘起することが可能なユニークなツールであり、探針をナノ

メートルオーダーで作製することで、局所反応誘起に基づくナノリソグラフィーが可能となる、探針-試料間距離をシアフォースを利用して制御するシステムおよび探針サイズをナノメートルオーダーで制御するプローブ作製法を開発した。システム全体の空間分解能が向上したことにより、電気化学情報と光情報の同時取得もさらに高度な技術が必要となる。自作のSECMに発光・蛍光・トポグラフィー計測系をハイブリッドしたシステムにより、ナノメートルレベルの生体機能表面評価およびデバイス作製・環境センシングを実施した。

誘電泳動を利用した微粒子、タンパク質および細胞の配列

誘電泳動は不均一電場中で生じる双極子の作用により粒子に力が作用する現象であり、細胞のソーティングやパターンニング、マニピュレーションに応用できる。フローシステムと誘電泳動を組み合わせ、微生物の生死分離を可能にする電極デバイスを構築した。アレイ電極に印加する交流電圧の周波数を制御することにより、生きた大腸菌のみを電極間に捕捉することができた。本研究では、電場シミュレーションなど物理的側面や細胞生物学的知見と併せてイムノアッセイ・細胞融合・セルソーターなどへの応用展開を推進している。

共同研究:

平成17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、国立環境研究所、首都大学

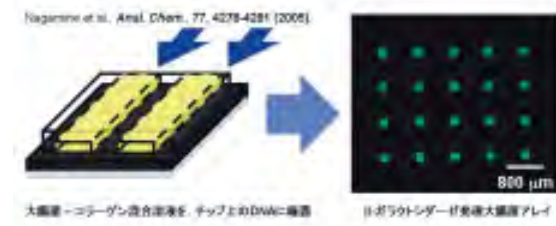


助教授
珠玖 仁

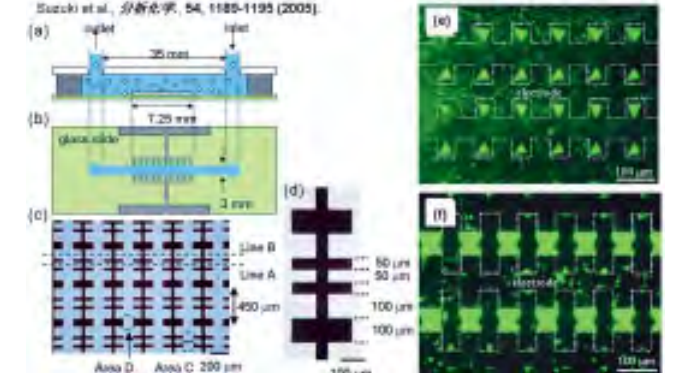


助手
安川 智之

遺伝子導入デバイスの構築



誘電泳動に基づく微生物の生死分離



東京工学部、防衛大学化学教室、秋田大学鉱山学部、中興大学(台湾)、国立循環器病センター研究所
企業: ニコン、ニプロ、機能性ペプチド研究所、北斗電工、イハラ理研、アイティリサーチ、豊田中央研究所、クラレ、トランスジェニック、日立製作所
学会発表:

末永教授は、10月25、26日に米国ヒューストン市で開催されたWelch賞授賞式、Welch Conferenceに出席し、特別講演を行った。今年度のWelch賞受賞者は、ハーバード大学のG. M. Whitesides教授(2003年京都賞など種々の賞を受賞、ノーベル賞候補の一人)であり、賞金3500万円が授与された。講演会では、Whitesides教授の他、12名の著名な研究者が最新の研究成果を発表した。本分野では、平成17年に特別講演、基調講演、招待講演7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. H. C. Hsu (台南科技大学、台湾)

Prof. T. J. Chen (国立台湾大学、台湾)、国立台湾大学の学生2名

継続中の研究事業:

○科研費基盤研究(A)(2)「マイクロバイオデバイスを評価するための高解像度電気化学顕微鏡の開発」研究代表者 末永智一(平成15~17年度)

○科研費特定領域(2)(B)「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」研究代表者 末永智一(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」研究代表者 珠玖 仁(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

パターンニング技術の開発」

研究代表者 安川智之(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: ライフサーベイヤをめざして」(領域番号445) 研究分担者 珠玖 仁(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」

研究分担者 珠玖 仁(平成17~20年度)

○農林水産省研究高度化事業「生産現場対応型ウシ胚品質診断装置及びキットの開発」

研究分担者 末永智一、珠玖 仁(平成15~17年度)

○独立行政法人 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」委託業務

研究分担者 末永智一、珠玖 仁、安川智之(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」

研究分担者 末永智一、珠玖 仁(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」研究代表者 珠玖 仁(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」研究代表者 安川智之(平成17~19年度)

○厚生労働科学研究費補助金(萌芽的先端医療技術推進研究事業)「ナノテクノロジーによる機能的・構造的な生体代替デバイスの開発」研究分担者 末永智一(平成15~18年度)