

38-28 ナノサージャリーシステムの開発

大学院自然科学研究科 教授 久保田 弘
助 教授 中 田 明 良
電気システム工学科 黒 岩 裕 之
大学院自然科学研究科 後期課程 居 村 史 人

医学・農学分野において細胞を生かしたまま細胞内の核の入換えや細胞質内に DNA を注入するなどの操作が盛んに行われている。従来このような操作は数 10 μm 領域の操作が主流であったが、最近では、細胞内の核のみならず、それよりも小さいミトコンドリアや葉緑体などの 1 μm 程度かそれ以下の大きさの細胞内小器官を操作したいという要求が高まっている。具体的には、細胞内小器官による品種改良や遺伝子病解明などがあり、特にミトコンドリア病の解明は急務とされている。人間を手術するかのように細胞を生かしたまま細胞内小器官の入れ換え作業や薬液の定量微量注入ができれば新たな細胞生物学な発見が期待でき、医学・農学分野に革命をもたらす。これまで医学・農学分野における遺伝子導入は歩留りが悪く統計的な取扱いしかできない状況であった。しかし、このナノサージャリー技術は、遺伝子などの直接導入が可能でかつ定量注入であるため希少な細胞の操作に有利であり、細胞操作の絶対的な取扱いが可能になる。これからさらに医学・農学の研究に拍車がかかると考えられる。これまで、人間同様に細胞を生かしたまま自由自在に細胞内小器官を外科手術するナノサージャリーの実現を目指し研究開発を行ってきた。また、すでにナノサージャリーを実現する装置を既存の共焦点レーザー顕微鏡と一体化し、試作している (図 1)。

ナノサージャリーを実施する上で細胞内小器官を吸引/吐出する超微量液体制御が要求される。我々は従来用いられてきた先端内径 1 μm 以下のガラス微細管 (ナノピペット) 内に駆動流体と薬液との 2 液界面を形成し、ポンプ機構を用いてこの界面位置を制御することで最小 0.3fL (フェムトリットル) という極めて微小な流量制御が可能であることを示した (図 2)。この 0.3fL は 1 μm 球の体積程度に相当する量である。また、実際に生細胞にフェムトリットルレベルの薬液を注入し、9 割の細胞がその後も生きていることを確認している (図 3)。

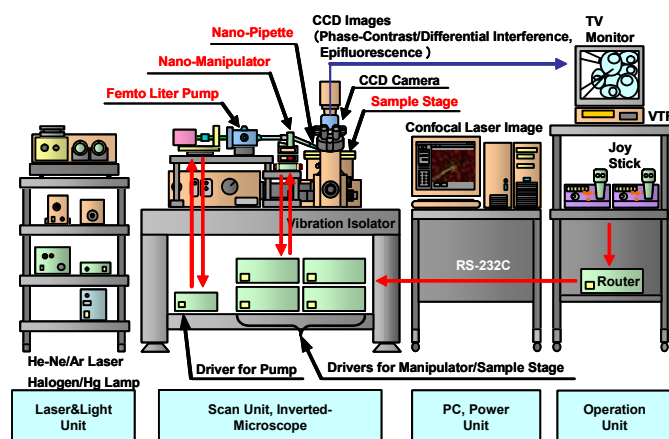


図 1. ナノサージャリー装置のシステム構成

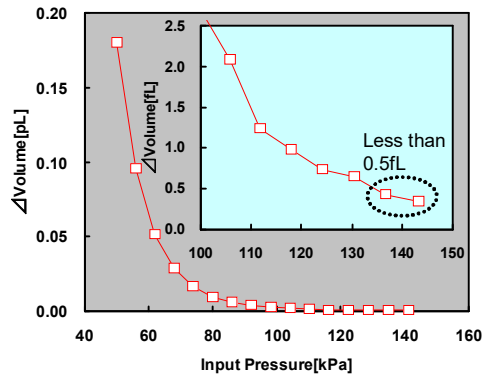


図2. ポンプ内圧力に対する吐出流量の変化。ポンプ内圧力 135kPa 以上では、1 μ m 球に相当する 0.5fL の微小流量を操作可能であることを示している。

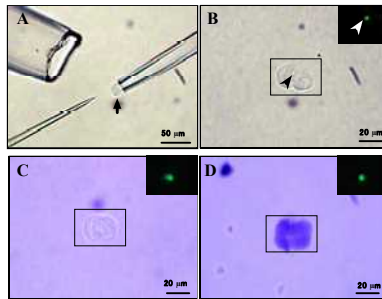


図3. 生細胞 (*Xenopus laevis*) へのインジェクションの顕微鏡写真。

(写真提供：理学部助教授 高宗和史博士、自然科学研究科博士後期過程 河崎敏広氏)

(Abstracts of Third International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics

(M&BE3), p. 82, 2005.3)