

SICMによる細胞・組織の計測とマニピュレーション

Manipulation and observation of cells and tissues

using scanning ion conductance microscopy

静岡大工¹, 静岡大電研² 岩田 太^{1,2}

Shizuoka Univ, Futoshi Iwata

E-mail: iwata.futoshi@shizuoka.ac.jp

走査型イオン伝導顕微鏡 (Scanning Ion Conductance Microscope : SICM)¹⁾は液中環境において試料の表面形状をナノスケール分解能で観察可能な走査型プローブ顕微鏡である。SICMは、探針としてガラスキャピラリー (ナノピペット) 電極を用いて液中に配置した対照電極との間に生じるイオン電流を検出しながら、ピペット先端を試料表面近傍に非接触で位置決め・走査して画像を形成する。液中観察に特化したSICMは試料に与える力学的相互作用が極めて低いことから、特に生体試料への応用が注目されている²⁾。我々はSICM技法の更なる可能性を求めて、多機能化の開発に取り組んでいる。本発表では、SICMを用いたイメージング技術³⁻⁵⁾だけでなく、マニピュレーション技術⁶⁻¹⁰⁾についても紹介させていただく。

イメージング技術については、表面形状の凹凸が比較的大きなバルクの生体組織表面の観察例や細胞表面の微絨毛の観察について紹介させていただく。また、SICMが検出する表面近傍でのイオン電流が表面の帯電の状態に影響を受けることから、液中において帯電する表面が与えるSICM計測への影響についても解説し、さらに、帯電状態をイメージングする手法についての取り組みを紹介する。

マニピュレーション技術については、ナノピペットに充填した様々な物質を試料に分配する手法について紹介する。特定の単一細胞に低侵襲で高効率に分子導入する単一細胞エレクトロポレーション法やナノ微粒子を試料表面に局所的に堆積させる手法などについて紹介する。また、バイオ応用以外にも局所的なめっき堆積といった表面微細加法についても紹介する。

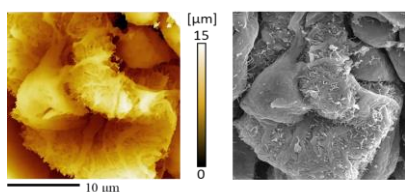


Fig. 1 Rat kidney glomerulus
(L: SICM, R: SEM)

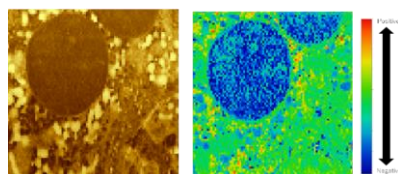


Fig. 2 Charge image of cell organelles
(L: Topography, R: Charge distribution)

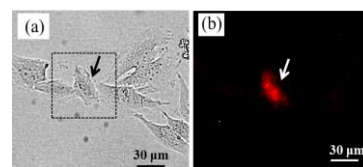


Fig. 3 Single cell electroporation
(L: Bright field, R: Fluorescence)

1. P K Hansma, B. Drake, O. Marti, SA Gould, and CB Prater, Science 243(1989) 641.
2. YE Korchev CL Bashford, M. Milovanovic, I Vodyanoy, and MJ Lab, Biophys. J. 73 (1997): 653
3. T. Ushiki, M. Nakajima, M. Choi, S. J. Cho and F. Iwata, Micron, 43 (2012) 13908
4. 岩田 太, 牛木辰男, 応用物理 86 巻 9 号 pp.791-795 (2017.9)
5. M. Nakajima, Y. Mizutani, F. Iwata and T. Ushiki, Seminars in Cell & Developmental Biology, 73, 125-131 (2018)
6. S. Sakurai, K. Yamazaki, T. Ushiki, and F. Iwata, Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 08LB04
7. F. Iwata, K. Yamazaki, K. Ishizaki, and T. Ushiki, Jpn. J. Appl. Phys. 53 (2014) 036701
8. M. Yoshioka, Y. Mizutani, T. Ushiki, K. Nakazawa, and F. Iwata, Jpn. J. Appl. Phys. 58 (2019) 046503
9. F. Iwata, J. Metoki, Jpn. J. Appl. Phys. 56 (2017) 126701-1-7
10. K. Nakazawa, M. Yoshioka, Y. Mizutani, T. Ushiki, and F. Iwata, Microsystem Technologies, 26 (2020) 1333