

**水溶液中の電子線励起堆積およびアブレーションによる
生細胞への電子線直接描画 (第 3 報)
電子線励起反応のリアルタイム観察と制御**

**Electron Beam Direct Drawing on Live Cells Using Electron Beam Induced Deposition
and Ablation in Aqueous Liquid Precursor (3rd Report) Real-time Processing Using
Electron Beam Induced Chemical Reaction**

東大情理¹, °星野 隆行¹, 満淵 邦彦¹

Univ. Tokyo¹, °Takayuki Hoshino¹, Kunihiro Mabuchi²

E-mail: takayuki_hoshino@ipc.i.u-tokyo.ac.jp

本研究は、コンピュータモデルに従い細胞膜のダイナミクスやドメイン構造を電子的に任意の状態に制御して、細胞膜の機能性を解析・理解することを目的としている。本研究では細胞膜を電子線による電気化学的反応により直接加工し、細胞膜の生体分子システムをリアルタイムに任意の状態に制御してその応答を解析することで、細胞膜の運動特性が細胞機能に与えるメカニズムを調査する研究を提案している。

本報告では、窒化シリコンナノ薄膜を透過して電子線を培養用液に照射することで、培養細胞や細胞膜のナノ加工と観察をリアルタイムに行うことができるシステムについて報告する。水溶液中での電子線の吸収エネルギーの分布は数 10 nm の領域に分布し、2.5 keV の低加速電子においてはその範囲は細胞膜と同様のスケールとなることがシミュレーションによって明らかとなった。本報告ではこの水溶液中での電子線励起領域を可視化し、その反応過程をリアルタイムに観察した。

電子線を照射する細胞培養溶液中に導電性候分子の前駆体 EDOT を溶解させておくことで、励起エネルギーにより EDOT を重合、堆積させる様子をリアルタイムに計測することに成功した。高感度カメラによる電子線励起領域の可視化と、堆積反応のリアルタイム観察から、電子線が水中の化学反応に及ぼす効果を明らかにすることができた。同様の手法は生きた細胞 (HepG2) に適用することで、生細胞膜上のナノパターンを造形することが可能で、加工後の細胞膜には損傷が無いことが確認されている。これまでの基礎的な実験として、実際に培養細胞に電子線を走査し、細胞膜に「NANO」の文字を描画することに成功している。本研究報告では、この造形技術を応用した細胞へのリアルタイムなナノシステム制御に関して報告し、生体分子環境に任意のパターンを呈示するバーチャル分子ディスプレイに関して考察する。実質的に等価な細胞膜のダイナミクスをナノ空間に実際に再現することにより、細胞膜内に存在するタンパク質の機能を“再構築”して調べることができ、がん転移や組織再生における細胞認識や細胞運動機構を知ることにつながる可能性があると考えている。