

【基盤研究(S)】

総合・新領域系(総合領域)



研究課題名 再生医療用ナノ・マイクロプラットフォームの創製

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

いくた こうじ
生田 幸士

研究分野：総合領域、人間医工学、医用生体工学、生体材料学

キーワード：医用マイクロ・ナノマシン

【研究の背景・目的】

再生医療研究は、世界的に猛烈なスピードで進められている。しかし、それらは幹細胞の樹立や、培養、分化誘導手法など、細胞レベルでの研究に集中している。この先、再生医療が移植応用など、臨床で役立つものとなるには、細胞レベルではなく、組織・臓器レベルの再生技術の開発が必要不可欠である。しかし、mm オーダーの厚みを持つ3次元組織の再生は、未だ困難である。

我々は機械工学分野から、再生医療へ貢献することを目指し、独自に開発してきた3次元ナノ加工プロセス、マイクロアクチュエータ、微小力センシング、ナノ機能材料等の要素技術(図1)を統合し、細胞に生化学的および機械的刺激をピンポイントで与え、分化誘導を制御することのできる再生医療用プラットフォームを開発する。さらに、医学系研究者との連携により、再生させた機能組織を動物へ移植し有効性を実証する。

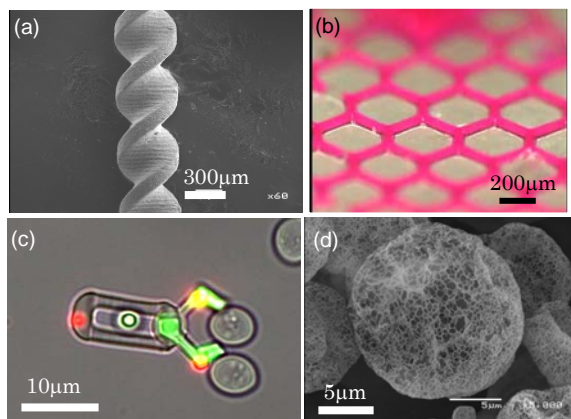


図1. 独自に開発してきた要素技術の一部 (a) マイクロ光造形法による磁性光硬化樹脂製マイクロポンプ (b) 生分解膜マイクロ流路ネットワーク (c) 光駆動細胞操作ロボット (d) 生分解ナノファイバークプセル

【研究の方法】

本研究で開発する再生医療用プラットフォームは、nm, μ m, mm オーダーの3段階の階層から構成される。最も大きな階層は、1センチ四方程度の培養チップであり、培養チャンバー、培地供給用の流路、温度制御モジュール、CO₂ 制御モジュールを内蔵する。中段階の階層は、前記の培養チャンバー内を縦横に走るマイクロ流路網である。マイクロ流路によって、3次元培養に必須の物質交換が行われると共に、遺伝子導入や液成因子による分化誘導が行われる。最小レベルの階層は、細

胞にピンポイントで刺激を与えるナノアクチュエータである。これにより機械刺激による分化誘導や、細胞の配置をサブミクロンオーダーで自在に調整することが可能となる。以上の3段階の階層構造によって、単一細胞レベルから組織レベルに至る全てのスケールで制御された分化誘導・3次元組織培養を実現する。

【期待される成果と意義】

本研究で開発する再生医療用プラットフォームは、従来の培養手法では実現できなかった、厚みのある組織、複合機能を有する組織の再生を目標とするものであり、日本発の再生医療の基盤技術として、知的財産の形成、新産業・ベンチャー創生にもつながることが期待できる。

将来的には、動物実験等による検証を経て、再生した組織の移植応用を目指している。近年、開発の進んでいる幹細胞技術と、本プラットフォーム技術とを組み合わせることにより、移植医療における慢性的なドナー不足や拒絶反応といった多くの課題の抜本的解決につなげたい。

また、ポリマー薄膜や、ナノファイバーを用いて3次元マイクロ・ナノ構造を作製する膜マイクロマシニング技術は、本研究で対象とする再生医療用途のみならず、新薬開発や、触媒化学、燃料電池、フレキシブル電子デバイス、ヘルスケアチップ等の産業分野でも幅広い応用が見込まれる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Kobayashi, K. Ikuta, Three-dimensional magnetic microstructures fabricated by microstereolithography, Appl. Phys. Lett., 92, 262505 (3pp), 2008
- A. Yamada, F. Niikura, K. Ikuta, A three-dimensional microfabrication system for biodegradable polymers with high resolution and biocompatibility, J. Micromech. Microeng., 18, 025035 (9pp), 2008
- M. Ikeuchi and K. Ikuta, Membrane Micro Emboss (MeME) Process for 3-D Membrane Microdevice, Micro Electronic and Mechanical Systems, IN-TECH, pp.1-14, 2009

【研究期間と研究経費】

平成22年度－26年度
167,200千円

【ホームページ等】

http://www.keisu.t.u-tokyo.ac.jp/lab/lab_ipc/ikutalab.html