

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 11064 号
------	-----	-----------

氏 名 早川 健

論 文 題 目

On-Chip Local Cell Manipulation
with Vibration-Induced Global Flow
(振動誘起広域流れ下でのオンチップ局所細胞操作)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	新井 史人
委員	名古屋大学	教授	長谷川 泰久
委員	名古屋大学大学院	教授	大岡 昌博
委員	名古屋大学	准教授	丸山 央峰
委員	名古屋大学	准教授	田中 智久

論文審査の結果の要旨

早川 健君提出の論文「On-Chip Local Cell Manipulation with Vibration-Induced Global Flow (振動誘起広域流れ下でのオンチップ局所細胞操作)」は、マイクロ流体チップ上で細胞操作を行うオンチップロボットの機能化手法、及び細胞の取り出しが容易な開放系チップにおける細胞操作手法を述べている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、近年オンチップ細胞操作技術が求められている背景、及び従来技術の問題点を記述し、本論文の目的として光駆動オンチップロボットの機能化と、開放系チップ上での細胞操作を述べている。

第2章では、光駆動オンチップロボットの機能化のために、機能性ナノ材料を搭載したハイブリッドナノロボットを提案している。本論文では光熱変換効率が高いカーボンナノチューブを用いて、レーザー加熱により細胞穿孔を行うハイブリッドナノロボットを作製した。また、作製したロボットを用いて細胞への穿孔に成功した。

第3章では、開放系のチップにおいて利用可能な細胞操作手法として、振動誘起流れを用いた方法を提案している。この現象を理論的に解析し、制御パラメータとして振動数、振幅、ピラー径が重要であることを明らかにした。また、細胞の搬送・トラップ・回転・濃縮への応用を述べている。

第4章では、振動誘起流れを用いた細胞操作の例として、単一細胞分離・分注チップの作製を行っている。フォトリソグラフィ加工可能な温度応答性ゲル（バイオレジスト）と、振動誘起流れを併用することにより、チップ上での単一細胞分離、及び細胞培養ウェルへ単一細胞を分注することに成功した。

第5章では、振動誘起流れを用いた細胞操作のもう一つの例として、細胞の三次元回転手法を提案している。3本のマイクロピラーをチップ上に作製し、チップに三次元の円振動を印可することにより、ピラー中心で回転流れを発生させ、卵子の三次元回転に成功している。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、オンチップ細胞操作に必要とされる光駆動オンチップロボットの機能化手法と、振動誘起流れを用いた開放系チップ上での細胞操作手法を提案している。これらの提案並びに得られた結果は、従来よりも多岐に渡るオンチップ細胞操作、及びチップ上の細胞の回収を可能とし、細胞生物学や再生医療等、多くの分野で今後広く応用が期待され、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である早川 健君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。