

論文内容要旨 (和文)

平成16年度入学 大学院博士後期課程

システム情報工学専攻 エレクトロメカニカル講座

学生番号 04522302

氏名 今野 健一



(英文の場合は、その和訳を () を付して併記すること。)

論文題目 細胞組織の動的力学刺激付加および応答評価システムの開発

本論文は、細胞の力覚能および力学刺激に対してあらわれる細胞応答の調査を行うことのできる実験システムの開発と、これを利用した実験の結果についてまとめたものである。生命が生存する空間は力学場であり、環境からもたらされる力学刺激を感知する機構は、高等生物がもつ感覚系のみならず、それを構成する1細胞内にもそれぞれ独立に存在し機能していることが明らかになっている。細胞力覚系の構造、機能の解明には、構成高分子の特定や高次構造解析、伝達シグナルの挙動観察などの生化学的アプローチのみでは不十分で、細胞に付加する力学刺激の種類、強さ、周期などを様々に変化させながらそれらに対する細胞応答を評価する、いわば力学的観点に立った実験データの提示が不可欠である。これらの点に着眼し、本論文では、主として細胞の力覚と力学刺激に対する細胞応答に関して、実証的に進めた研究成果について述べている。

第1章は緒言とし、研究の背景として細胞と周辺環境についてやメカノセンサー、メカノトランスダクションについて言及し、周辺研究に対する本研究の意義や目的について述べている。

第2章では、細胞組織の力学特性評価マイクロセンサーについて述べている。微小はり状振動子の横振動を利用したカンチレバー型プローブ接触センサーの動作理論に基づいて設計、測定対象となる細胞、組織のサイズに対応するために数種類のマイクロプローブを試作、それらの性能試験をおこなっている。

第3章では、細胞、組織に対して力学刺激を付加するためのアクチュエータについて概説している。ダブルL型立体構造を有する振動子によってシンプル、コンパクトな設計であるにもかかわらず3次元動作が可能で“3次元アクチュエータ”の設計、製作、性能評価を行っている。また、第2章で述べたセンサーと本アクチュエータを統合した複合機の開発により、生細胞、生体組織を対象として力学刺激付加およびその応答の力学的評価可能な実験システム構築まで言及している。

第4章では、*in vitro* 培養ディッシュを励振することで培養細胞に振動刺激を付加する装置の開発について述べている。第3章の“3次元アクチュエータ”で用いたダブルL型立体構造を応用し、シンプル、コンパクトな構造とすることで、ひろく普及している一般的なCO₂インキュベータ内での運用が可能であり、高い汎用性を有しているうえに、3次元の任意方向に励振可能な培養ステージを製作、性能評価を行っている。

第5章では、構築した実験システムを利用して、実際に細胞への力学刺激付加・影響評価実験を行

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成20年2月21日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 小沢田 正 教授



副査 鈴木 勝義 教授



副査 山口 峻司 教授



副査 尾形 健明 教授



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 システム情報工学 専攻
氏名 今野 健一

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

細胞組織の動的力学刺激付加および応答評価システムの開発

3. 審査年月日

論文審査 平成20年 2月13日 ~ 平成20年 2月21日
論文公聴会 平成20年 2月21日
場所 工学部 5号館 301教室
最終試験 平成20年 2月21日

4. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合格
(2) 最終試験 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

6. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

専攻名	システム情報工学	氏名	今野 健一
学位論文の審査結果の要旨			
<p>本論文は、“細胞組織の動的力学刺激付加および応答評価システムの開発”と題し、全6章と付録によって構成される。</p> <p>第1章は緒論であり、研究の背景として細胞と力学刺激の関係についておよびメカノセンサー・メカノトランスダクションなどに関する周辺研究について言及し、本研究の意義や目的について述べている。</p> <p>第2章では、細胞組織の力学特性評価マイクロセンサー開発について述べている。微小はり状振動子の横振動を利用したカンチレバー型プローブ接触センサーの動作理論に基づいて設計、測定対象となる細胞・組織のサイズに対応するために数種類のマイクロプローブを試作、それらの性能試験の結果を示している。</p> <p>第3章では、細胞・組織に対して力学刺激を付加するためのアクチュエータ開発について述べている。ダブルL型立体構造を有する振動子によってシンプル・コンパクトな設計であるにもかかわらず3次元動作が可能な“3次元アクチュエータ”の設計、製作、性能評価の結果を示した。また、第2章で述べたセンサーと本アクチュエータを統合した複合デバイスの開発について述べている。</p> <p>第4章では、<i>in vitro</i> 培養ディッシュを励振することで培養細胞に振動刺激を付加する装置の開発について述べている。第3章の“3次元アクチュエータ”で用いたダブルL型立体構造を応用し、シンプル・コンパクトな構造とすることで、ひろく普及している一般的なCO₂インキュベータ内での運用が可能であり、高い汎用性を有しているうえに、3次元の任意方向に励振可能な培養ステージを製作、性能評価の結果を示している。</p> <p>第5章では、構築した実験システムを利用して、実際に様々なケースで細胞・組織への力学刺激付加・影響評価実験を行い、それぞれの結果について考察している。メダカ受精卵を用いた実験では、様々な振動数、振動方向の振動刺激を付加、これに対して卵細胞が示す応答について調べた結果を示す。次に、人為的に局所損傷を与えた受精卵に動的力学刺激を付加し、力学刺激が損傷回復に与える影響について調べた結果を示している。ヒト正常骨芽細胞を用いた実験では、マイクロセンサーのプローブ接触による動的力学刺激付加と、これに対する細胞応答の検出を試みている。また、3次元振動ステージを利用し、培養細胞に対して振動刺激を付加し、これが細胞形状に与える影響について調べている。</p> <p>第6章は結論であり、本研究によって得られた成果を集約して述べている。また、本研究の改善すべき課題、展望について述べている。</p> <p>以上のように、本研究で新たに得られた細胞組織の動的力学刺激付加および応答評価システムに関する知見は、細胞力覚機構の解明さらには再生医工学の進展に大きく寄与するものと考えられる。また、本研究成果は、3編の英文学術論文(内2編は筆頭)、4編の国際会議論文(内3編は筆頭)などとして採択され、刊行または刊行予定となっている。よって、学位論文として十分評価できるものと判断し、合格と判定した。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>専門分野における知識については、学位論文公聴会における質疑応答および専門誌への投稿の結果により判断し、外国語能力については、英文の論文発表、国際会議での発表実績により判断し、博士(工学)として必要とされている知識を十分備えているものと判断し、最終試験を合格と判定した。</p>			