

平成22年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 4 6 0 3 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 若手研究 (A) 4. 研究期間 平成19年度 ~ 平成22年度
5. 課題番号 1 9 6 8 6 0 0 7
6. 研究課題名 集光フェムト秒レーザーが蛋白質溶液および細胞に引き起こす非線形現象の制御

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
2 0 4 4 8 0 8 8	<small>お加</small> 細川 <small>助任助</small> 陽一郎	物質創成科学研究科	特任准教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

高強度の近赤外フェムト秒レーザーパルスを水に集光すると、多光子吸収によりその集光点で爆発的な水の形態変化が誘起され、衝撃波およびキャビテーションバブルが発生する。本研究では、この衝撃波およびキャビテーションバブルの発生過程で生じる衝撃力を原子間力顕微鏡(AFM)により検出できるシステムを構築し、その評価を行ってきた。本年度は、フェムト秒レーザー誘起衝撃力をAFM探針により定量評価した結果を用いて、細胞に荷重される衝撃力の大きさをシミュレーションにより評価し、細胞と力の相互作用に関する理解を深めた。特に、血管内皮細胞に白血球が吸着した共培養系における血管内皮細胞と白血球の接着力の評価、タイトパッキングした上皮細胞の培養系における上皮細胞同士の接着力の評価を詳細におこなった。その結果、これらの培養系における細胞間の接着形態が全く異なるにも関わらず、同じ基準でそれらの接着力が評価できるという、これまでにない画期的な方法論の確立に至った。この成果は大きく評価され、主たる成果は米国アカデミー紀要(Proceedings of the National Academy of Sciences of USA)に掲載され、朝日、読売、産経など6社以上の新聞に報道された。さらに現在、この研究を進展させ、生体組織内の内部応力を定量評価するための新たな計測手法を確立していこうと考えている。生物の発生段階において、その形状形成の方向性はまず組織内の内部応力分布として反映される。AFM探針を生体組織にコンタクトさせて、そこに衝撃力を付加し、その後のAFM探針の振動挙動を解析することにより、従来になかった新しい生体組織の評価方法が確立できると考えられ、今後この方針でこの研究を進展させていきたいと考えている。

10. キーワード

- (1) フェムト秒レーザー (2) 原子間力顕微鏡 (3) 蛋白質
- (4) 細胞 (5) 衝撃波 (6) _____
- (7) _____ (8) _____

(裏面に続く)

11.研究発表（平成22年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（ 6 ）件 うち査読付論文 計（ 6 ）件

著者名	論文標題			
Chie Hosokawa	Micro-channel fabrication by femtosecond laser to arrange neuronal cells on multi-electrode arrays			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Applied Physics A	有	Vol. 101	2 0 1 0	423-428

著者名	論文標題			
Yasuyo Maezawa	In situ observation of cell detachment process initiated by femtosecond laser-induced stress wave			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Applied Physics A	有	Vol. 101	2 0 1 0	127-131

著者名	論文標題			
Takanori Iino	Direct measurement of femtosecond laser impulse in water by atomic force microscopy			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Applied Physics Express	有	Vol. 3	2 0 1 0	107002

著者名	論文標題			
Yasuyo Maezawa	Morphological evaluation of cell differentiation after the isolation of single cells by a femtosecond laser-induced impulsive force			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Biomedical Microdevices	有	Vol. 13	2 0 1 1	117-122

著者名	論文標題			
Yoichiroh Hosokawa	Non-contact estimation of intercellular breaking force using a femtosecond laser impulse quantified by atomic force microscopy			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Proceedings of the National Academy of Sciences of USA	有	Vol. 108	2 0 1 1	1777-1782

著者名	論文標題			
Kazunori Okano	Induction of the cell-cell connections by using in-situ laser lithography on a perfluoroalkyl-layered cultivation platform			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
ChemBioChem	有	Vol. 12	2 0 1 1	795-801

〔学会発表〕 計（ 10 ）件 うち招待講演 計（ 3 ）件

発表者名	発表標題	
細川陽一郎	超短パルスレーザー誘起衝撃力による細胞操作とその定量評価	
学会等名	発表年月日	発表場所
第73回レーザー加工学会（招待講演）	2010年5月25日	大阪大学（大阪府）

発表者名	発表標題	
細川陽一郎	フェムト秒レーザー誘起マイクロ津波による細胞操作	
学会等名	発表年月日	発表場所
レーザー学会学術講演会第31回年次大会（招待講演）	2011年1月9日	電気通信大学（大阪府）

発表者名	発表標 題	
細川陽一郎	Development of manipulation and stimulation methods for single plant cells utilizing femtosecond laser	
学会等名	発表年月日	発表場所
第52回日本植物生理学会年会（招待講演）	2011年3月20日	東北大学（宮城県）で開催予定が中止となり要旨集で発表

発表者名	発表標 題	
飯野敬矩	フェムト秒レーザー誘起衝撃力と原子間力顕微鏡を利用した神経-マスト細胞間接着の力学的評価	
学会等名	発表年月日	発表場所
第71回応用物理学学会学術講演会	2010年9月14日	長崎大学（長崎県）

発表者名	発表標 題	
松井愛	フェムト秒レーザーを用いた液中プロセスによる細胞接着領域の作製と異種細胞の配置 2	
学会等名	発表年月日	発表場所
第71回応用物理学学会学術講演会	2010年9月14日	長崎大学（長崎県）

発表者名	発表標 題	
飯野敬矩	フェムト秒レーザー誘起衝撃力を利用した神経-マスト細胞間の接着力の時間変化の評価	
学会等名	発表年月日	発表場所
第48回日本生物物理学会年会	2010年9月20日	東北大学（宮城県）

発表者名	発表標 題	
細川陽一郎	原子間力顕微鏡を用いた水中を伝搬するフェムト秒レーザー誘起応力波の解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
第408回レーザー学会研究会	2010年11月29日	尾道商業会議所記念館（広島県）

発表者名	発表標 題	
平岡章宏	フェムト秒レーザー誘起衝撃力を用いた培養動物細胞の過渡力学応答の検討	
学会等名	発表年月日	発表場所
レーザー学会学術講演会第31回年次大会	2011年1月9日	電気通信大学（大阪府）

発表者名	発表標 題	
細川陽一郎	フェムト秒レーザー誘起衝撃力による培養筋芽細胞の過渡力学応答の蛍光イメージング解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
第58回 応用物理学関係連合講演会	2011年3月24日	神奈川工科大学（神奈川県）で開催予定が中止となり講演予稿集で発表

発表者名	発表標 題	
山本英明	液中レーザープロセスによる細胞培養環境場での神経突起誘導	
学会等名	発表年月日	発表場所
第58回 応用物理学関係連合講演会	2011年3月24日	神奈川工科大学（神奈川県）で開催予定が中止となり講演予稿集で発表

【図書】 計 (2) 件

著者名	出版社		
長谷川晴哉	化学同人		
書名		発行年	総ページ数
光ナノ科学への招待		2 1 0 1 1 1 0	119

著者名	出版社		
細川 陽一郎	株式会社シーエムシー出版		
書名		発行年	総ページ数
「リアルタイム計測による生命現象の解析」 第4章 フェムト秒レーザー誘起衝撃力を利用した細胞接着力の非接触計測		2 1 0 1 1 1 1 1 1 1	33・41

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

【出願】 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

【取得】 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

13. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--