

様 式 F - 7 - 2

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科	
	職	助教	
	氏名	安國 良平	

1．研究種目名

基盤研究(C)（一般）

2．課題番号

18K04977

3．研究課題名

ラマンスペクトル変化の深層学習による細胞の力学応答解析手法の開発

4．補助事業期間

平成30年度～令和2年度

5．研究実績の概要

本研究では、これまで研究代表者が培ってきた集光フェムト秒レーザーを用いた動物細胞への力学刺激の付加、顕微分光技術による細胞の生理応答測定、ディープラーニングによる解析を組み合わせ、細胞が識別している本質的な力学刺激の詳細を明らかにする新しい手法を開発し、細胞の力学応答の作動機構の解明を目指した。

平成30、31年度には集光フェムト秒レーザーが水中に誘起する時空間的に制御された衝撃力を単一のマウス筋芽細胞(C2C12)に作用させた場合に、作用強度に依存して細胞内のpHをはじめとする局所環境が変化することを明らかにしてきた。

令和2年度は前年度までと同様にレーザー誘起衝撃力をC2C12に作用させ、細胞内に誘導される生理応答として基本的なCa2+シグナルを蛍光性Ca2+プローブを用いた顕微蛍光イメージングにより測定した。さらに細胞内外にCa2+を運ぶポンプやチャネルの阻害の結果から力学刺激の作用強度とCa2+のシグナル伝達経路の関係を調べた。

その結果、衝撃力の作用により細胞内のCa2+貯蔵庫である小胞体からリアノジン受容体やIP3受容体と呼ばれるCa2+チャネルを介してCa2+が放出され、さらに衝撃力の作用強度によってCa2+を放出するチャネルの寄与が変化することで細胞質内のCa2+濃度上昇過程に影響を与えることを示唆する結果を得た。またCa2+濃度の時間変化を数理モデルと機械学習により解析することでCa2+放出チャネルの寄与を定量的に評価することを試みた。

本結果は、衝撃力の作用強度を制御して単一細胞レベルでのシグナル伝達と下流にある遺伝子発現の制御可能性を示す極めて重要な成果である。

6．キーワード

フェムト秒レーザー誘起衝撃力 メカノレスポンス 単一細胞解析 顕微蛍光分光 カルシウムシグナリング

7．研究発表

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1．著者名 Yasukuni Ryohei、Minamino Daiki、Iino Takanori、Araki Takashi、Takao Kohei、Yamada Sohei、Bessho Yasumasa、Matsui Takaaki、Hosokawa Yoichiroh	4．巻 12
2．論文標題 Pulsed laser activated impulse response encoder (PLAIRE): sensitive evaluation of surface cellular stiffness on zebrafish embryos	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Biomedical Optics Express	6．最初と最後の頁 1366～1366
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1364/BOE.414338	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

(1 / 3)

3 版

1. 著者名 Kitano Kazuya, Funatomi Takuya, Yasukuni Ryohei, Tanaka Kenichiro, Kubo Hiroyuki, Hosokawa Yoichiroh, Mukaigawa Yasuhiro	4. 巻 29
2. 論文標題 Super-resolution for a dispersive spectrometer using a tilted area sensor and spectrally varying blur kernel interpolation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 2809 ~ 2809
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.414479	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件(うち招待講演 2件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 安國良平
2. 発表標題 フェムト秒レーザーを用いた細胞の機械刺激とデータ駆動型細胞機能制御への展開
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuya Kitano, takuya funatomi, Ryohei Yasukuni, Kenichiro Tanaka, Hiroyuki Kubo, Yoichiroh Hosokawa, Mukaigawa Yasuhiro
2. 発表標題 Spectral Super-resolution by Image Sensor Tilting
3. 学会等名 OSA Optical Sensors and Sensing / Imaging and Applied Optics Congresses 2020 (OSA COSI2020)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安國良平
2. 発表標題 フェムト秒レーザー誘起衝撃力に応答する細胞のメカノトランスダクション解析
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 間瀬亮太、伊藤賢四郎、山田壮平、岡野和宣、安國良平、細川陽一郎
2. 発表標題 フェムト秒レーザー誘起衝撃力とマイクロパターンを用いた細胞接着強度の評価手法
3. 学会等名 第81回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉田 龍紀、 山田 壮平、 岡野和宣、 安國 良平、 細川 陽一郎
2. 発表標題 フェムト秒レーザー誘起衝撃力に誘導される細胞内Ca ²⁺ 濃度上昇の経路探索
3. 学会等名 第81回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安國良平
2. 発表標題 近赤外超短パルスレーザーを用いた細胞の機械刺激と機能制御
3. 学会等名 M&BE分科会6月研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

8. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件／うち取得0件）

9. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

10. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

11. 備考

-