

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

Stimulation and Data-Driven Control of Cellular Mechanoresponses

with Femtosecond Laser

奈良先端大物質 〇安國 良平

Div. Mat. Sci. NAIST, 〇Ryohei Yasukuni

E-mail: r-yasukuni@ms.naist.jp

生体を構成する個々の細胞は、外力による膜の伸張や細胞外基質との接着などの力学的環境を積極的に活用することで、分化・遊走をはじめとする基本的な機能の調整を行っている。近年、このような細胞を取り巻く“力”に対する分子応答のメカニズムに関して活発に研究が行われており、機械的な刺激を利用した新たな医療技術の開発も期待されている。一方で、これまでに衝撃波などの機械的なインパルス刺激による創傷治療の促進効果などが医療技術として報告されているが、その効果の詳細な分子メカニズムはほとんど明らかになっていない。

これまで我々は、単一細胞レベルで体系的に衝撃力を与えることが可能な手法として、高い空間制御性を有するフェムト秒レーザーの利用を提案している。高強度の近赤外フェムト秒レーザーパルスを水中に集光すると、水のブレイクダウンに伴い発生するキャビテーションバブルの爆発的な膨張が衝撃力としてレーザー集光点近傍に作用する。本講演ではこのフェムト秒レーザー誘起衝撃力の作用により誘導される細胞の生理応答として、蛍光イメージング及び蛍光分光により観測される細胞内カルシウム濃度と pH の経時応答、またそれらの応答に対する衝撃力の作用強度や頻度の影響を紹介する。さらに機械学習や数理モデルを用いた画像とスペクトルデータの解析による細胞応答に関する分子ネットワークのシステム同定とデータ駆動型の細胞機能制御に関する取り組みを紹介する。

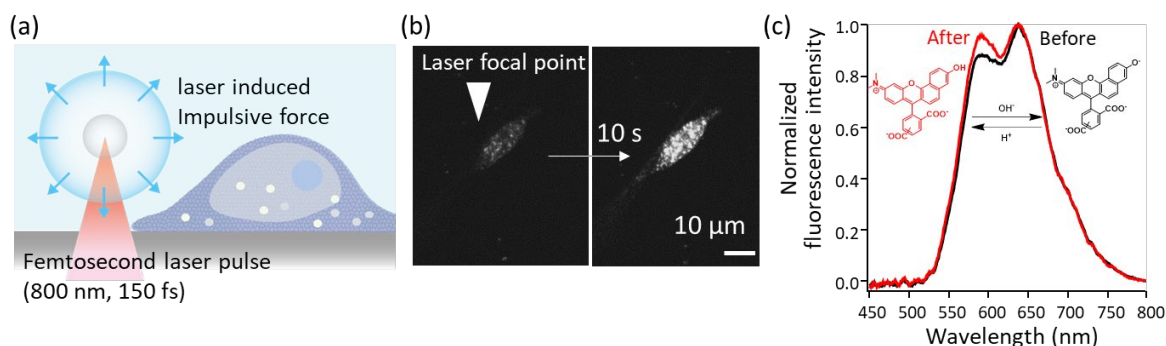


Figure (a) A schematic illustration of the application of femtosecond laser induced impulsive force on a cell. (b) Fluorescence image of Ca^{2+} concentration increase monitored by Fluo8 in a C2C12 cell by after adding the fs laser impulsive force. (c) A representative pH change after adding the fs laser impulsive force monitored by fluorescence spectra of SNARF-1.