

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

Cellular Mechanotransduction Induced by Femtosecond Laser Impulse

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機械刺激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発現のシグナル調整を行っており、このような機械刺激に対する細胞応答の分子メカニズムがメカノバイオロジーとして近年注目を集めている。また機械刺激に対するシグナル伝達の異常は骨や血管などの形成不全などの様々な疾病の要因ともなることから、メカノバイオロジーの知見に基づいた新しい疾病の治療法や医療技術が研究されている。

我々は細胞への機械刺激としてフェムト秒レーザーが水中に誘起する衝撃力を利用した、力版オプトジェネティクスとも呼べる細胞機能の制御技術の開発を目指している。高強度の近赤外フェムト秒レーザーパルス在水中に集光すると、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。この衝撃力は $10\ \mu\text{s}$ 程度の時間スケールで集光点近傍の $\sim 30\ \mu\text{m}$ の範囲に作用するため細胞に作用させる衝撃力を時空間的に高精度に制御することが可能となる。機械刺激に対する細胞のシグナル伝達経路と遺伝子発現は刺激の時空間パターンに依存することが報告されているため、衝撃力の時空間パラメーターに依存した細胞のシグナル伝達経路が明らかになれば、それを利用して細胞に誘導される生体機能を制御することが可能であると考えられる。

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、衝撃力の作用強度や周波数に依存したカルシウムイオンのシグナル伝達過程を紹介する。さらに数理モデルを用いたシグナル伝達の分子ネットワークのシステム同定、及び蛍光イメージングや蛍光分光により定量化される pH のような細胞状態を利用した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。