

2024年度 フォノン分光顕微鏡の開発と生体の局所力学特性計測への応用 補助事業

事業責任者: 医光融合研究部門 長谷 栄治

研究概要

生体における力の役割を解明する「メカノバイオロジー」は、ここ数十年の内に誕生した発展途上の新しい学問である。本学問領域の発展により、超高齢化社会が加速する我が国において、臨床医療分野、再生医療分野、医療機器分野あるいは疾病予防や健康維持など多岐にわたる問題の解決が期待される。その一方、生体において単一細胞あるいは分子レベルのミクロな観点からは知見の蓄積が見られるものの、組織等のよりマクロな領域においては、そのスケールにおける力学を定量的に計測する手法に目処が立っていない。

そこで本事業では、生体の力学特性として「硬さ(弾性)」に着目し、これを光学的に計測する。光を用いる顕微計測手法は、非接触・非破壊かつサブ μm の高い 3 次元空間分解能を保ちながら数十 μm から数百 μm の広視野で計測可能であることから、マクロ領域の力学を詳細に捉えるために有用である。具体的には、光とフォノン由来の情報を取得するブリルアン顕微鏡とラマン顕微鏡を融合したフォノン分光顕微鏡を開発する。ブリルアン顕微鏡と同時にラマン散乱光を測定することで、ブリルアン散乱シフトに関する全パラメーターをラベルフリーで取得し、局所弾性率の正確な測定を行う。また、これまで広く単一細胞の力学特性可視化に用いられてきたブリルアン顕微鏡を、組織レベルの生体試料の力学特性計測に適用する。

本事業の実施により、生体におけるマクロ領域の力学を詳細に可視化できれば、より個体に近い階層の知見が得られることとなり、本分野の医療応用への道が拓けてくる。これにより、最終的には超高齢化社会における様々な課題が解決され、人々が生涯を通じて健康に暮らすことのできる社会の形成を目指す。課題が解決された際の具体的な社会の状況として、例えば人工生体材料の高度化やがん・心血管疾患・骨代謝疾患などの力学が密接に関連する慢性疾患の治療・予防方法の開発が実現すれば、高齢者の健康寿命が延伸される上、労働力人口の増加や医療費の削減により経済の持続性も向上すると期待される。

成果発表

1. 大久保直哉, 長谷栄治, 時実悠, 南川丈夫, 安井武史, 『ブリルアンーラマン顕微鏡を用いた脂肪滴の力学特性可視化のための基礎検討』, 第 49 回レーザ顕微鏡研究会 & シンポジウム, P-5, 2024/12/10 (2024/12/9-10, 阪大).
2. Naoya Okubo, Eiji Hase, Kazuki Yasumaru, Yu Tokizane, Takeshi Yasui, and Takeo Minaminakawa, "Mechanical and chemical analysis of lipid molecules in MASLD by Using Brillouin-Raman scattering microscopy," in 16th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PR2024), Technical Digest, P3-080, Aug. 8, 2024 (Aug. 4 - 9, 2024/Incheon, Korea).

研究成果報告書

(2025 年度中に公開予定)

以上