

生体プロセス工学研究室

https://mswebs.naist.jp/LABs/env_photo_greenbio/index.html



(写真左から)

教授：細川 陽一郎 hosokawa@ms.naist.jp

准教授：Yalikusn Yaxiaer yaxiaer@ms.naist.jp

助教：安國 良平 r-yasukuni@ms.naist.jp

特任助教：山田 壮平 so-yamada@bs.naist.jp

究極の細胞操作に、先端のレーザー技術とマイクロチップ技術で挑む

研究を始めるのに必要な知識・能力

本研究室では物理学、生物学といった分野や従来の概念にとらわれない広い視野で、まったく新しい研究課題へ取り組もうとするチャレンジ精神を重視します。

研究室の指導方針

学生本人の研究背景とモチベーションを考慮しながら、超短パルスレーザー技術とマイクロチップ技術を中心とした細胞の操作・解析に関するテーマを設定し、より深い専門性を身につけます。また異分野の共同研究者とも積極的にに関わり、分野を横断する研究を推進可能なマネジメント能力とコミュニケーション能力を育成します。国内外の学会会議にも積極的に参加し、自らの研究課題を順序立てて説明できるプレゼンテーション能力を養います。

この研究で身につく能力

基本的な顕微鏡、光学システムや、細胞培養など生体試料の扱いを習得します。その上で超短パルスレーザーが引き起こす諸現象とマイクロ流体技術や光センシング技術を組み合わせた、細胞や生体組織の新しい操作・計測技術の開発や、レーザーが生体試料にもたらす物理的・分子生物学的作用に関する理解を深め、物理・化学から生物・医学に渡る広い知見から、独自の観点で研究を進められる力を身につけます。

修了生の活躍の場

電気・精密機械メーカーを中心とした企業研究開発職一般

研究内容

当研究室では、レーザーによる微小物体操作技術とマイクロ流体デバイスによる流体制御技術を使って、これまでに細胞同士の接着力の測定や、狙った細胞への遺伝子導入など、従来法を凌駕する細胞の操作・制御・計測手法の開発と研究に取り組んでいます。1000兆分の1秒という極めて短い時間に光を局在させた超短パルスレーザー（フェムト秒レーザー）を顕微鏡下で集光すると、光のエネルギーが時間的・空間的に極限にまで集中されます。この高い光エネルギーを水中に作用させると、レーザーの集光点でマイクロスケールの爆発現象が引き起こされ、微小空間に衝撃力が伝播します。当研究室は、このフェムト秒レーザー誘起衝撃力をマイクロな世界で生体試料を操るための“手”とする研究で世界的なイニシアチブをとっており、これにマイクロ流体チップ、光センシング、原子間力顕微鏡などを融合し、世界でも例を見ない斬新な微小物体の操作・計測技術の開発と研究を進めています。

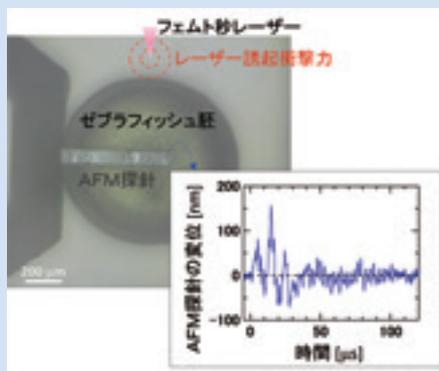


図1 レーザー誘起衝撃力によるゼブラフィッシュ胚の過渡振動の誘導と原子間力顕微鏡 (AFM) による振動の検出。AFMにより検出されたナノレベルの振動を解析することにより、発生段階にある微小な生体試料の形態変化と力の変遷を明らかにしようとしています。

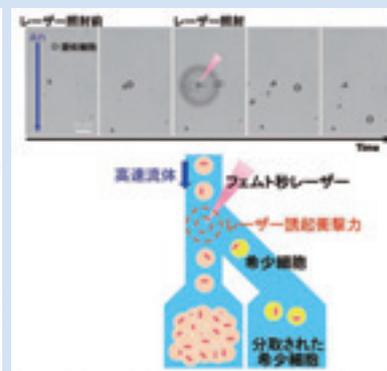


図2 レーザー誘起衝撃力を利用した高速細胞分取。マイクロチップ中を高速に流れる細胞を高速イメージングにより選別し、希少で付加価値の高い細胞を分取しようとしています。レーザー誘起衝撃力を用いた方法により、世界最速の分取装置の開発に挑んでいます。

1) 超短パルスレーザーと原子間力顕微鏡を組み合わせた生体の力学特性の測定

超短パルスレーザーが誘起する衝撃力を細胞や微小生体試料に作用させ、試料を伝搬する弾性波を原子間力顕微鏡のカンチレバーの振動として検出することで、微細生体試料の力学的性質を明らかにしようとしています (図1)。さらに、分光・イメージング技術を使って、衝撃力が細胞に及ぼす新奇現象を探索しています。これらの細胞操作・計測技術は世界的に斬新なアイデアであり、多くの医学・生物学分野の研究者と連携して研究を進めています。

2) レーザー操作技術とマイクロ流体チップを駆使した細胞分取装置の開発

近年、超短パルスレーザーの操作性が飛躍的に向上し、医療・生物学分野の研究者にも容易に利用できる装置になり、その用途が拡大しています。当研究室では、超短パルスレーザーが誘起する衝撃力を利用してマイクロ流体チップを流れる細胞を超高速で分取可能な革新的な医療・バイオ機器の開発研究にも取り組んでいます (図2)。

研究設備

顕微フェムト秒レーザー照射システム (高出力フェムト秒レーザー、顕微鏡、高速カメラ)、共焦点顕微分光システム、原子間力顕微鏡、細胞培養施設

共同研究

本学バイオサイエンス・情報科学領域、理化学研究所、東京大学、京都大学、近畿大学、神戸大学、陽明大学 (台湾)、国立交通大学 (台湾)、UCLA、パリサクレ大学 (フランス)、マッコーリー大学 (オーストラリア) など