



中川 桂一 講師
Keiichi NAKAGAWA

研究分野: 生体医工学・光工学・超高速科学

研究内容: 超音波や光による生体の診断・治療技術は現在の医療で欠かせないものとなっています。当研究グループでは、光技術を用いた音響波の発生法や制御法を開発し、音響波により細胞を刺激することで生体機能を制御することを目的に研究に取り組んでいます。また、音響波と生体の相互作用を捉えるための新しい光イメージング技術を併せて開発しています。

学歴 2009年 東京大学 工学部 システム創成学科 卒業
2011年 東京大学 大学院工学系研究科 精密機械工学専攻 修士課程 修了
2014年 東京大学 大学院工学系研究科 精密工学専攻 博士課程 修了 博士 (工学)

職歴 2011年4月-2014年3月 日本学術振興会 特別研究員 (DC1)
2014年4月-2016年3月 日本学術振興会 特別研究員 (PD)

2016年4月-2017年10月 東京大学 助教
2017年10月-現在 JST さきがけ研究員
2017年11月-現在 東京大学 講師
2017年11月-現在 文部科学省 卓越研究員

音と光で創る医療技術

はじめに

我々にとって身近な「音」は、古くから医療で用いられてきました。音は体の内部を伝播することが可能ですが、音響特性の異なる物（例えば硬いものと軟らかいもの）でその伝播の仕方が変わり、界面では光のように反射や屈折が起きます。この現象を用いた技術が超音波診断であり、体を傷つけることなくリアルタイムで生体内部の構造を知ることができます。また、体外で発生させた強い音波を生体内の局所に集束させることで、腫瘍組織を焼灼したり、結石を破砕したりすることが可能です。一方、適度な音波を生体に負荷することで、血管が新生したり、骨が強くなったりすることが知られています。これらの生体を活性化する音響作用は、超高齢化社会を迎える日本において、体を傷つけることなく低医療コストで健康寿命を延ばす方法として期待されます。しかしながら、これらの現象は物理的・生理的に非常に複雑であり、そのメカニズムは解明されていません。安全・安心な医療を実現するために、メカニズムを明らかにすることが強く要求されています。

音は見える!

音は通常みることができません。それは、音が透明であり、かつ人間の目で追えないほど高速であるためです。逆にこれらの二つの課題を解決すると音を見ることが出来ます。一つ目の技術に関して、まず、音は媒質中の粗密が伝わっていく現象です。このとき、密度が高い部分と密度が低い部分では屈折率が異なります。音による屈折率の変化は小さいですが、小さな屈折率の違いを高感度で捉えることのできる光イメージング技術を駆使することで、音によって発生した屈折率の違いを捉えることができます。二つ目の技術は高速度イメージングです。人間の目では100分の1秒の違いを見分けることはできませんが、非常に短い時間で撮影を行うことが可能な高速度カメラを用いることで、音の伝播のような非常に速い現象を捉えることが可能です。これら二つの技術を組み合わせることで、音の発生・伝播を解析し、生体への音響作用のメカニズムの解明や新技術の開発を行います。

世界最高速カメラ「STAMP」の発明

生体の基本単位である細胞は、音とどのようなインタラクションをするのでしょうか。細胞の大きさは数十マイクロメートル、生体での音速はおよそ1500メートル毎秒ですので、その伝播はわずかに10ナノ秒（ナノは 10^{-9} ）の時間しかありません。このような超高速な現象を捉える高速度カメラはこれまで存在しませんでした。そこで、当研究グループでは光技術を駆使した超高速カメラ“STAMP (Sequentially timed all-optical mapping photography)”を開発しました。このカメラはこれまでの高速度カメラより1000倍も速く、ピコ (10^{-12}) 秒やフェムト (10^{-15}) 秒といった時間領域の高速度現象を捉えることが可能です。講演ではSTAMPによる世界最先端の超高速撮影結果を紹介します。

図1 STAMPで捉えたフォノンダイナミクス

