



# レーザー光を用いた計測・加工技術の探求

Keywords: レーザー、センシング、プロセッシング、設置強度、光学材料、生体材料

## ● 研究概要

レーザー技術をキーワードに、医療分野だけでなく産業・工業に貢献し得る計測技術や加工技術に関する研究開発を実施しています。また、技術の基礎となるレーザー装置開発に関連する内容も取り組んでいます。



所属 医用工学科  
レーザー医工学研究室  
講師  
氏名 三上 勝大  
Mikami Katsuhiro

## ● 研究テーマ

### ・レーザー誘起振動による整形外科インプラントの設置強度診断

スクリュー状固定具や人工関節などの整形外科インプラントを用いた整形外科術は、運動器疾患を改善する治療として数多く実施されている。しかしながら、術後経過に伴う整形外科インプラントの土台（骨）からの緩みや逸脱による破綻が生じ、再手術に至ることもある。図1に脊椎骨に設置したスクリュー固定具について、破綻症例のレントゲン写真を示す。破綻を未然に防ぐため、整形外科インプラントの設置強度を診断し、担保する必要がある。しかし、現状のインプラント設置術は執刀医の感覚に依存している。

我々は、慶應義塾大学医学部と共同で、レーザー光を整形外科インプラント表面に照射することで誘起される振動を利用した設置強度診断技術の開発を実施している。評価原理を図2に示す。設置強度の強弱により、整形外科インプラントの振動状況が異なることを見出し、診断技術として特許出願が完了している（特許1）。

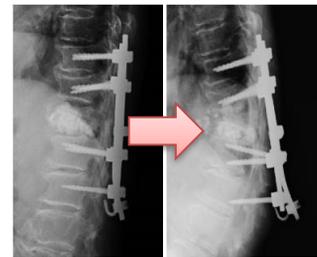


図1. 脊椎骨設置の整形外科インプラントの破綻症例  
提供：慶大医学部

### ・レーザーによる高効率・高精度計測手法の開発

レーザーで誘起した振動を検出し、解析する技術は、検査員による打音検査をレーザー技術に置換した技術と表現することができる。レーザー光による振動誘起を増強することは、打音検査によるハンマーによる加振力を増強することになり、より大きな評価対象物への適用や、診断結果精度の向上に繋がる。我々は、レーザー光が評価対象に振動を誘起する物理過程を対象に、実験的また理論的アプローチによって診断手法の最適化研究を実施している（論文1）。また、各診断環境に応じた装置構成や解析手法を取り入れることで診断性能を向上させる手法を見出している（特許2）。

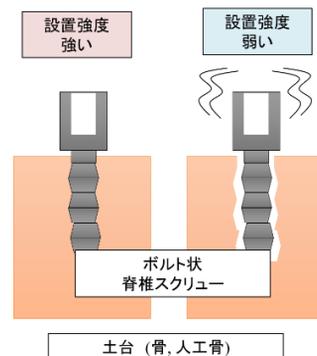


図2. 振動による設置強度の診断原理

### ・誘電体材料の高耐力および高効率加工に関する研究

一般的に鏡というと金属鏡がイメージされるが、レーザー装置に搭載される鏡（光学素子）は透明な誘電体材料を用いて作成されている。本来は光の吸収がない透明な誘電体材料が、レーザー光によって破壊が生じるレーザー損傷と呼ばれる現象について研究している。この研究は、高出力レーザーの開発（論文2）にも活かされている。図3にレーザー損傷例として、同じSiO<sub>2</sub>の化学式で示される水晶（結晶）と石英ガラス（非晶質）のレーザー損傷例を示す（論文3）。レーザー損傷を様々な条件で評価することにより、レーザー損傷が生じにくい高耐力光学素子の開発や、またレーザー損傷が生じやすい（加工されやすい）レーザー条件の導出に取り組んでいる（論文4）。

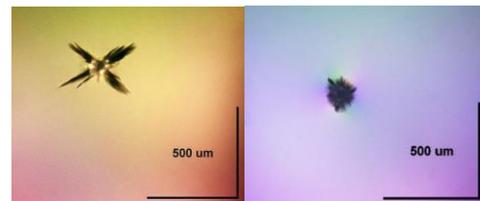


図3. 誘電体材料内部レーザー損傷痕  
(左・水晶 右・石英ガラス)

## ● 論文・特許等

### 【論文】

1. K. Mikami, et al., Sensors, Vol. 22(13), p.5025 (2022).
2. K. Mikami, et al., Sensors, Vol. 21(22), p. 7553 (2021).
3. D. Nakashima, K. Mikami, et al., J. Ortho. Res., Vol. 39(11), p. 2474 (2021).

### 【特許】

1. PCT/2018/033978: インプラント設置強度評価方法、インプラント設置強度評価装置、およびプログラム
2. PCT/2021/014198: 設置強度測定装置
3. 特許第7129067号: 計測装置、計測システム、移動体および計測方法