

# NIR 内視鏡を目指した 共焦点ヘッドスキャンニング機構による3次元イメージング機構の開発

## Development of 3-D Image Capture System

by Confocal Head-Scanning Mechanism for NIR endoscope

○近藤 良紀(東理大) 小森谷 健二(東理大) 竹村 裕(東理大) 溝口 博(東理大)  
曾我 公平(東理大) 岸本 英博(琉球大) 金子 和弘(国立がんセンター 東病院)

Yoshinori Kondo, Tokyo University of Science, 7514618@ed.tus.ac.jp

Kenji Komoriya, Tokyo University of Science, j7512028@ed.tus.ac.jp

Hiroshi TAKEMURA, Tokyo University of Science, takemura@rs.noda.tus.ac.jp

Hiroshi MIZOGUCHI, Tokyo University of Science, hm@rs.noda.tus.ac.jp

Kohei SOGA, Tokyo University of Science

Hidehiro KISHIMOTO, The University of Ryukyu

Kazuhiro KANEKO, National Cancer Center East

**Abstract:** Recent years, Biomedical Imaging by NIR is attracting attention. NIR are few absorption and dispersion. It is able to observe depth near tissue surface of body by using NIR. If an endoscope using NIR, it is able to observe depth near a tissue surface of body and early detection of cancer, however Si-CCD camera cannot capture NIR. InGaAs-CCD camera can capture NIR, however InGaAs-CCD camera is too large to use for endoscope. This paper propose confocal head-scanning mechanism for 3-D imaging. The detection mechanism that combined cofocus mechanism with head scanning mechanism can detects any position. This paper performed the 2-D object and 3-D object detection by this mechanism. The 2-D detection at the focus position was detected, and it was shown that the detection of 3-D object was possible.

**Key Words:** NIREndoscope, Photodetector, MEMSmirror

## 1 はじめに

近年、生体の観察を行う現場でバイオイメーキングが注目されている。バイオイメーキングとは、生命現象の可視化を目的としたものでX線によるレントゲン撮影や顕微鏡観察などを始めとする技術が確立し、医療の貢献につながっている。そんな中、波長1000nm以上の近赤外光を用いた新しいバイオイメーキングの可能性が挙げられる。そこで近年では生体組織を傷つけることが少なく、生体深部まで観察可能な近赤外線をはじめとする光による生体透過の研究が行われてきた<sup>[1]~[3]</sup>。近赤外光が観察可能なInGaAsカメラは現在の技術では内視鏡に使用するほど小型可能ではない。そこでInGaAsカメラを用いずに近赤外光による画像検出する機構が実際に成立し使えるかを検証するのが本実験の目的である。

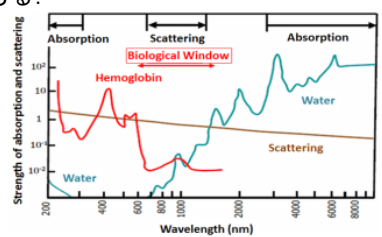


Fig.1 Wavelength properties of light absorption and scattering in biological tissues <sup>[4]</sup>

## 2 ヘッドスキャンニング機構

### 2.1 ヘッドスキャンニング機構

本研究で考案したヘッドスキャンニング機構とは、2軸MEMSミラーによってレーザー光を走査し対象物に照射することで、対象物を検出する手法である。ヘッドスキャンニング機構は図2で示すように、光源から照射されたレーザー光がビームスプリッターで透過された光が2軸MEMSミラーで走査され、対象物に照射される。対象物から返ってきた光は再び2軸MEMSミラーを通り、ビームスプリッターで反射されてフォトディテクタに到達する。この時の信号強度と2軸MEMSミラーによる走査座標を同期させることで画像再現をする。また、特徴としては検出部を通常の内視鏡で使われているSi-CCDカメラに代わるものとしてフォトディテクタを用いることで電気信号を読み取る。

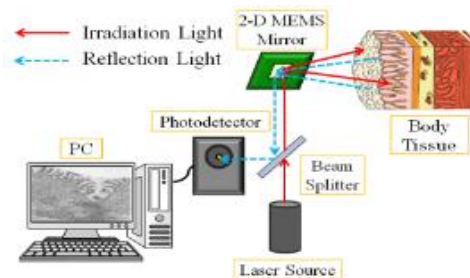


Fig.2 Head- scanning system

## 2.2 MEMS ミラー

本研究では2軸MEMSミラーを用いた。MEMSは基盤の上にアクチュエータや電子回路などの機械部品を集約したもので、MEMSミラーは駆動ミラーを基盤上に形成し、電圧を用いて上下させる事によりミラーを動かすことができる。本実験ではOPUS Microsystems Corporation製の2軸MEMSミラー(図3)を使用した。

## 2.3 フォトディテクタ

フォトディテクタは光を受けて電気信号を発するものであり、フォトダイオードにオペアンプを内蔵して電圧を増幅する装置である。中心の検出部によって電気信号を読み取り、電圧に変換する。本実験では近赤外線の波長域のみを検出可能なフォトディテクタを使用する。



Fig.3 [a] MEMS mirror outlook<sup>[5]</sup> [b] photo detector

## 3 3次元イメージング実験

### 3.1 実験装置概要

3次元の物体をイメージングする実験について説明する。今回検出する3次元の物体はRED-CNPの固体である。この物体を検出して3次元に表示する。共焦点ヘッドスキャニング機構の焦点距離を始めに物体の頂点に合わせて対物レンズを1mmずつずらしていき物体の底までの距離5mmまで計5回分のデータを検出し、その時の物体の表面図と3次元イメージングを行う。実験条件はレーザー出力を450mW、MEMSミラーの走査角度を $\pm 12^\circ$ 、サンプリング速度を1 $\mu$ 秒で100000点検出する。

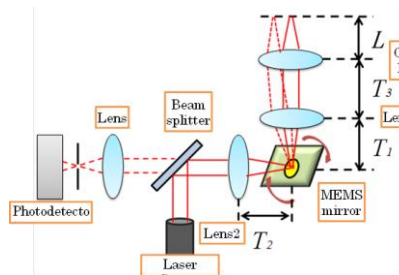


Fig.4 Penetration Experimental device outlook

### 3.2 実験結果

画像再現してみると、先端部分では白い部分がまんべんなく読み取られており、底部付近では外枠が他のものに比べると比較的顕著に表れた。5枚の断面像で得られたデータを組み合わせて3次元イメージングを行ってみた。今回は電圧データの高く検出された部分を用いて、各データに高さ方向の座標をいれることで再現した。RED-CNPの固体を再現したものを図5に示す。本研究では不要な部分のデータを削り、各データに高さ方向に座標を入れて組み合わせることで3次元に復元を行った。再現を行ってみると、元のRED-CNPの物体は先端が鋭角であり、先端の検出は極めて困難であったため完全な再現とはいかなかったが、3

次元のイメージングで対象物のある程度まで再現することができた。

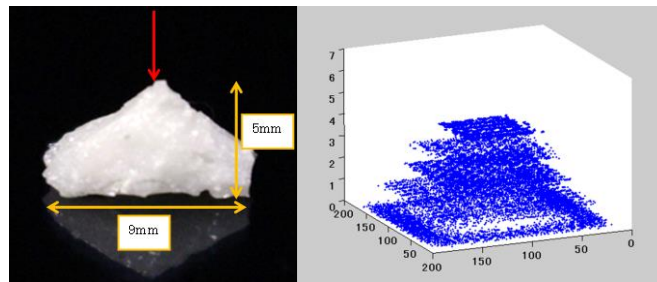


Fig.5 Penetration NIR Image(100×100pixel)

## 3.3 考察

焦点位置での検出実験においては形状をほぼ再現することができたが、実際の大きさに対して異なる大きさとして検出された。また、検出画像の中心よりも端のほうが、検出が良かったことが見て取れる。これは2軸MEMSミラーの座標系が上手く合わせられていない可能性が挙げられる。実際、画像として表示するのに今回はデータを取った100000点に対して40000点で作成した。この時の画像のピクセル数は作成点数に合わせて200×200としたが、先ほど述べたようにすべてが等間隔で並んではいなかったため、データが座標と完全に一致してはいなかったと思われる。主な改善点としては、これを解消するにはサンプリング速度を速くすることでこの隙間を無くすことが可能であると考えるが、現在の手法で行った場合、位置合わせに時間がかかることが予想される(図5)。

## 4 おわりに

本論文では、NIR内視鏡を目的とした新しい手法として、従来の内視鏡とは異なる検出器として共焦点機構を利用したヘッドスキャニング機構を提案し3次元イメージングを行った。実験は3次元の物体を検出させて画像再現させた。3次元物体のイメージングは物体をRED-CNPで形状を指定し、頂点から底部に少しずつずらしていきと検出される範囲が広がっていき、外枠が強く表示されていた。また、これらのデータから3次元イメージングを行ったところ3次元のイメージングを形成することは実現できたことから、提案機構による3次元イメージングは可能であることが示唆された。本研究では共焦点ヘッドスキャニング機構による検出を可能にしたため、今後の検証次第では検出精度をより高める必要がある。これが実現でき機構として有用であったならば、内視鏡として実現されることが期待される。

## 参考文献

- [1] 井上芳浩, “近赤外分光法について”, 医用画像情報学会雑誌, Vol.27, No. 4 (2010), pp.98-101
- [2] 春名正光, “光コヒーレンストモグラフィ(OCT)”, Medical Photonics, No.1 (2010), pp.1-5.
- [3] Kohei Soga, Kimikazu Tokuzen, Kosuke Tsuji, Tomoyoshi Yamano, Hiroshi Hyodo, Hidehiro Kishimoto, “NIR Bioimaging Development of Liposome-Encapsulated, Rare-Earth-Doped Y2O3 Nanoparticles as Fluorescent Probes,” EUROPEAN JOURNAL OF INORGANIC CHEMISTRY, Vol. 2010, No. 18 (2010), pp. 2673-2677.
- [4] 株式会社 OPUS Microsystems Corporation, “2D MEMS W70-39 Shipment Report”, (2011). Pp.1-2