

# 研究室紹介

## マイクロカプセルによる超音波DDSと微小循環内酸素飽和度の可視化

愛媛大学医学部附属病院 医療情報部 梶田晃司、立石憲彦、木村映善、石原 謙

### 1. マイクロカプセルによる超音波DDS

マイクロカプセルにその共振周波数の超音波を照射すると、その表面が崩壊することを利用し、マイクロカプセルに薬物を含ませ、体表から超音波を照射して目的の臓器に薬物を選択的に送り込む物理的なDDS (Drug Delivery System) の研究<sup>1)</sup>を進めています。この手法では、臓器の状態とカプセルの分布を超音波断層像で同時に観察しながら、カプセルを破壊できるという利点があります。

我々が使用しているマイクロカプセルは、平均粒径  $4 \mu\text{m}$  のF-04E (松本油脂) で、数10kPa程度の音圧で容易に崩壊します。図1は、マイクロカプセルを、脱気した粘性の高い媒質と一緒に薄いゴム風船の中に入れて固定した、重量比 $10^6$ 分の1程度の高濃度の直径約30mmの仮想臓器に、カプセルを破壊させるためのパルスドプラビームを照射しながら、中心周波数2.5MHzのセクタ走査探触子で観察している様子<sup>2)</sup>の断層像です。ビームは図中の矢印の方向から照射しており、ビームの軌跡に沿って輝度が減少し、その領域のカプセルが破壊されていることがわかります。図2は超音波の照射を体表から正確に行うための、体表上乗せ式超音波探触子制御ロボット<sup>3)4)</sup>です。

### 2. 赤血球酸素飽和度の2次元可視化

組織の酸素供給状態を解明することは重要であるにも関わらず、これまでは数 $\mu\text{m}$ の血管内で実際にガス交換 (酸素の移動) を可視化することは困難でした。この動態を解明するため、波長の異なる6枚の干渉フィルターを用い、得られた6種類の顕微鏡画像の重回帰計算から、赤血球内のヘモグロビン量と酸素飽和度を2次元画像として捉えることに成功しました<sup>5)</sup>。

図3はウサギ腸間膜の微小血管の酸素飽和度の2次元画像で、ほぼ酸素飽和状態である左の画像に対して、右の画像では低酸素状態であることが2次元的に把握できます<sup>6)</sup>。また、ヘモグロビンの低下を示すFahraeus効果も2次元画像として観察でき、本システムの有効性が確認できました。

### 3. 文献

- 1) K.Ishihara, et al., Proc. of IEEE Micro Elec. Mech. Sys. (MEMS), pp.176-181 (1991)
- 2) 梶田他、第39回日本ME学会論文集、p.282 (2000)

- 3) K.Masuda, et al., Proc. of IEEE Eng. in Med. & Biol. Soc. (EMBS), in press (2001)
- 4) K.Masuda, et al., Proc. of IEEE Intel. Robot and Sys. (IROS), in press (2001)
- 5) N.Tateishi, et al., Microcirculation, Vol.4, pp.403-412 (1997)
- 6) 立石他、第20回医療情報学連合大会論文集、pp.556-557 (2000)

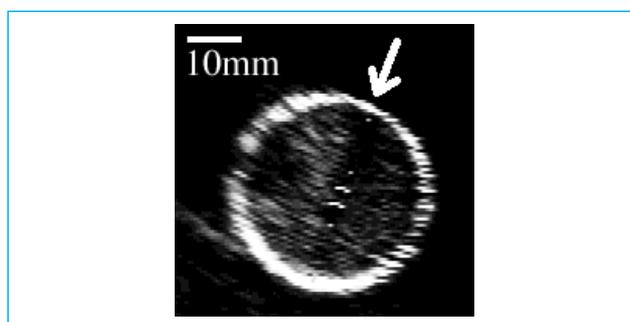


図1 超音波ビーム照射による仮想臓器(円形)中のマイクロカプセルの破壊



図2 臓器の観察と超音波の照射をするための体表上乗せ式超音波探触子制御ロボット

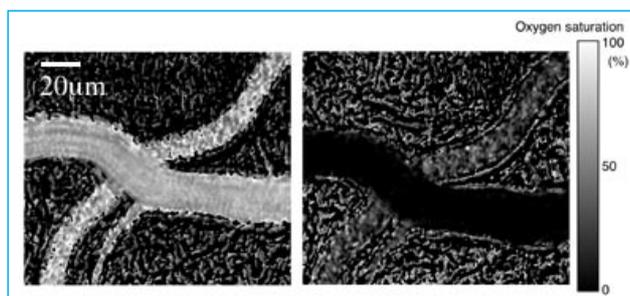


図3 ウサギ腸間膜内の微小血管の酸素飽和度2次元表示 (左: 飽和状態、右: 低酸素状態)