

超音波によるルミノール化学発光の増強効果を利用した 光散乱媒質内イメージング Imaging of luminol chemiluminescence in dense scattering medium based on ultrasound enhancement effect

○佐藤 彰洋¹, 菊地 直斗¹, 青木 孝輔², 小川 和訓², 小林 正樹^{1,2} (1. 東北工大院, 2. 東北工大)

○Akhihiro Sato¹, Naoto Kikuchi¹, Kosuke Aoki², Kazunori Ogawa², Masaki Kobayashi^{1,2}

(1. Grad. Dept. Electronics, Tohoku Inst. Tech. 2. Dept. Electronics, Tohoku Inst. Tech.)

E-mail: m151804@st.tohtech.ac.jp

1. はじめに

生体の多様な生理機能を光学的プローブを用いて計測する画像光計測技術は、光学的手法が持つ低侵襲性、高感度性から生命科学研究の分野において重要な研究手法である。しかし、生体を対象とした計測を行う場合、生体の持つ強い光散乱特性により、生体深部の光情報を画像として観察することは困難である。近年では超音波を照射もしくは検出を行う超音波併用型の光画像計測が大きな注目を集めている。われわれは、生体計測への適用を目指し、集束超音波による化学発光増強効果を利用して光散乱による空間分解能の劣化を補償する画像計測法の検討を行っている。これまでの検討から、熱作用が無視できる程度の弱い超音波を化学発光系に照射することで、約1%程度の化学発光増強がみられることがわかっている。今回、光散乱媒質内におけるルミノール化学発光の断層イメージング法について検討を行ったので報告する。

2. 計測方法

計測システムのブロック図を Fig. 1 に示す。固定焦点型集束超音波トランスデューサを壁面に設置した水槽を3軸ステージ上に設置し、水槽内に光散乱媒質であるイントラリピッド-10%を20%含むアガロースゲル(60mm×60mm×高さ76mm)を、ファントム試料として水槽外部から固定した。ファントム試料内部にはルミノール化学発光試薬を微小容器(内径2mm 長さ22mm)に封入し、中央部に埋設した。水槽を移動することにより、試料の内部を超音波焦点が走査する構成とした。トランスデューサはファンクションジェネレータからの1MHz正弦波をパワーアンプにより増幅して連続波で駆動した。このときの超音波パワーは焦点で0.14W/cm²である。化学発光は約-20℃に冷却した光電子増倍管(PMT)を用いて検出し、フォトンカウンタにより計測を行った。超音波の伝搬方向をY軸、それに垂直な方向をX軸とした。X-Y2軸走査により2次元画像計測を行った。

3. 実験結果及び考察

Fig. 2はファントム試料をX軸方向に0.5mm間隔で40mm、Y軸方向に2mm間隔で36mm走査をして計測した2次元断層画像である。このときのX軸原点はファントム試料のPMT側側面から10mmの深さであり、Y軸原点は、トランスデューサに対向する側のファントム側面から6mmの深さである。ファントム試料

に埋設した化学発光試薬の位置を化学発光増強のピークとして、超音波焦点サイズ程度の分解能で画像検出することができた。この結果より、生体内部の化学発光イメージングが可能であるということが示唆された。

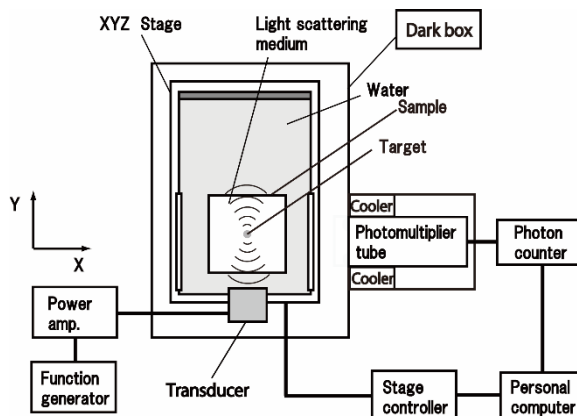


Fig.1 Block diagram of the measurement system.

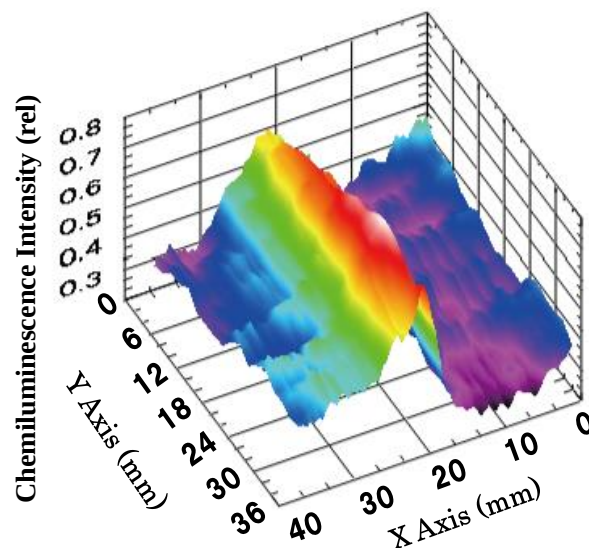


Fig. 2 Tomographic image of luminol chemiluminescence in dense scattering medium.

参考文献

- 1) M. Kobayashi, N. Kikuchi, A. Sato, Appl. Phys. Lett. **106**, 021103 (2015)
- 2) 菊地直斗, 佐藤彰洋, 青木孝輔, 小林正樹, 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-2N-5 (2015)
- 3) M. Kobayashi, N. Kikuchi, A. Sato, Ultrason. Sonochem. **31**, 1 (2016)