

光散乱媒質内におけるルミノール化学発光の超音波タグイメージング 2 - 高分解能化の検討 -

Ultrasound-tagged Chemiluminescence Imaging in Light Scattering Media for Luminol Bio-imaging 2 - Study on the Improvement of Spatial Resolution -

東北工大院 ○(M2) 岩佐 琥偉, 小林 正樹

Tohoku Inst. Tech., ○Torai Iwasa, Masaki Kobayashi

E-mail: m171802@st.tohtech.ac.jp

1. はじめに

超音波を援用した生体光イメージング法として、超音波の化学発光 (CL) 増強作用を利用した、超音波タグ光イメージング法について検討を行っている。これまでに、生体に安全なレベルの集束超音波を照射することで、音響化学的作用による化学発光の増強が観測され、その焦点を走査することで、光散乱媒質内部の画像計測が可能であることを見出した^{1,2)}。フェイズドアレイ型超音波トランスデューサによる、超音波焦点の電子走査型断層画像計測システムを開発し、生体模擬試料によるルミノール化学発光の 2 次元断層画像を計測した結果について前報で報告した³⁾。本報では、その際に問題となった超音波伝搬軸方向の分解能の向上について検討を行ったので報告する。

2. 計測システムおよび実験方法

測定システムは、前報³⁾の構成に加え、試料に対して直交する 2 方向から同時に超音波を照射する構成とした (Fig. 1 (a))。超音波源には 2 台の水浸型フェイズドアレイ超音波トランスデューサを、それぞれ測定試料中心部から 55mm の位置に設置した。トランスデューサは共振周波数 5MHz、素子ピッチ 0.6mm の 64 素子タイプであるが、2 台のトランスデューサとも 16 素子を同時に励振し、両者が同一点に焦点を結ぶよう制御した。各素子は、デジタル遅延素子を用いて位相制御した信号により駆動した。

実験では、中心部にルミノール化学発光溶液を封入した内径 2mm のシリコンカプセルを埋設した、40 (X)×40mm (Y) の生体模擬試料を用いた。最初に両軸の空間分解能を評価するため、透明な媒質中に化学発光試料の入ったカプセルを設置し、超音波による化学発光の増強を観測した。走査範囲は両軸とも±10mm、走査分解能 0.2mm とした。化学発光の検出には、水槽側面に向けて配置した受光面直径 46mm の光電子増倍管 (PMT) を用い、超音波走査と同期しながら光子計数法により計測した。

3. 実験結果および考察

Fig.1 (b), (c) は、化学発光試料を横切るように、X または Y 方向 (Fig. 1 (a)) に 1 軸走査した結果である。どちらも、超音波による発光増強ピークが検出された。半値幅はいずれも約 4mm であり、同一分解能での画像計測が可能であることがわかった。直径 2mm の試料サイズに対して、超音波横方向サイズを考慮すると妥当な結果であるといえる。従来の一方向からの超音波照射では、超音波伝搬軸方向の焦点サイズが横方向の約 10 倍程度となり、2 次元画像計測での奥行き方向に十分な分解能を得ることができなかった。しかしながら本手法により、両軸においてほぼ同一の分解能での 2 次元画像計測が可能であることがわかった。

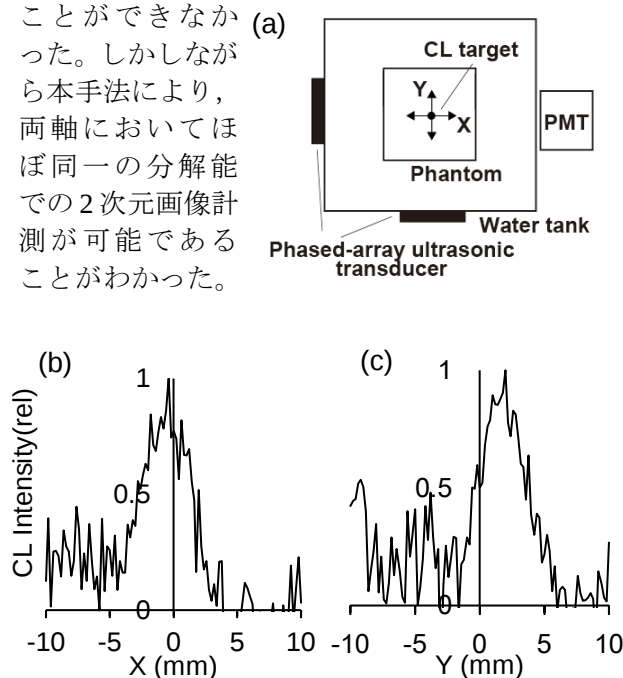


Fig.1 Schematic diagram of the measurement system (a), and obtained X (b) and Y (c) profile of ultrasound-enhanced chemiluminescence (CL) with a line scanning on X and Y axis as indicated in (a).

参考文献:

- 1) M. Kobayashi, N. Kikuchi, A. Sato, *Appl. Phys. Lett.* **106**, 021103 (2015)
- 2) M. Kobayashi, N. Kikuchi, A. Sato, *Ultrasonics Sonochem.* **31**, 1 (2016)
- 3) 岩佐, 金沢, 高橋, 小林, 第 78 回応物秋季学術講演会, 6p-A402-11 (2017)