

# 波形の選択的検出による光音響イメージングの高感度化

## High sensitivity of photoacoustic imaging by selective detection of waveform

佐賀大院工<sup>○</sup>(M2)山本 壮里, 高橋 英嗣, 山岡 禎久

Saga Univ., <sup>○</sup>Akisato Yamamoto, Eiji Takahashi, Yoshihisa Yamaoka

E-mail: 16578038@edu.cc.saga-u.ac.jp

### 1. はじめに

今日, 光音響イメージングについて様々な分野の技術と組み合わせた研究が数多く行われている[1]。しかし, 生体を対象とした光音響波の大きさは微弱であり, 組み合わせた電子機器等のノイズに信号が埋もれてしまう為, 十分な SNR を得るには時間をかけて加算平均等の処理を加える必要がある。そこで, 本研究では相互相関法を用いて 2 波形間の類似度を求め, 光音響信号のみを選択的に検出し[2], SNR の低い信号から光音響像を作成, 評価を行った。

### 2. 実験方法

励起光源としてフラッシュランプ励起 YAG レーザー(MiniLite II, Continuum, 532nm or 1064nm, 5~15Hz)を用いた。光は 2 枚の凸レンズを用いてスポット径を拡大し, 対物レンズを用いて集光した。試料は XYZ 電動ステージ(QT-ADM3, 中央精機)を用いて走査した。焦点位置にて発生する音響波は圧電探触子を用いて検出し, 差動増幅式アンプ(9913, NF 回路)で増幅したのちフォトダイオードからの信号をクロックとして, PC オシロスコープ(PS5044A, Picotechnology)を用いて PC 上に光音響信号データを取り込み, LabVIEW を用いて, その最大値と最小値の差を各ピクセルに投影した。また, 計測前に取得した対象物質の光音響波形  $S_r(t_i)$  ( $i=1\sim n$ ) と各試料走査位置にて取得した音響波形  $S(t_i)$  の相互相関係数  $R$  を求め,  $R$  が最大となる時の電圧値を投影した結果と比較した。ここでは, 一般に相関係数として用いられる, ピアソンの積率相関係数の検定(式 1)を用いた。 $\bar{S}$ ,  $\bar{S}_r$  はそれぞれの時間平均を表す。

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (S(t_i) - \bar{S})(S_r(t_i) - \bar{S}_r)}{\{[\sum_{i=1}^n (S(t_i) - \bar{S})^2][\sum_{i=1}^n (S_r(t_i) - \bar{S}_r)^2]\}^{1/2}} \quad (1)$$

### 3. 結果

Fig.1 に示すような 3 本の空洞を持つセルを作成し, 黒色のインクと蒸留水を 1:1 で混合した溶液をさらに蒸留水で 100%, 50%, 25% の 3 種類の異なる濃度に希釈し, 空洞に充填した。

破線部分に沿って試料を走査し, 信号を取得したところ Fig.2(a)に示す電圧値の最大値と最小値の差を取った強度プロファイルではノイズしか確認できなかったが Fig.2(b)に示す相関係数  $R$  が最大時の電圧値を投影した強度プロファイルでは液体試料位置以外の値が小さくなり, 試料位置にて濃度に従った値を示すような結果が得られた。

### 4. まとめ

ノイズに埋もれた濃度の異なる溶液の光音響信号から加算平均等の処理を行わずに濃度情報を得る事が出来た。本研究は科学研究費補助金(15H03036)の交付を受けて行った成果である。

### 参考文献

- [1] Yamaoka Y, et al., Opt Express 22, 17063 (2014).  
[2] 山本ら, 第 37 回レーザー学会, 14-2 (2017).

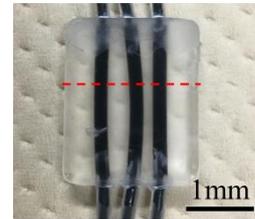


Fig.1. Three tubes filled with water-diluted ink.

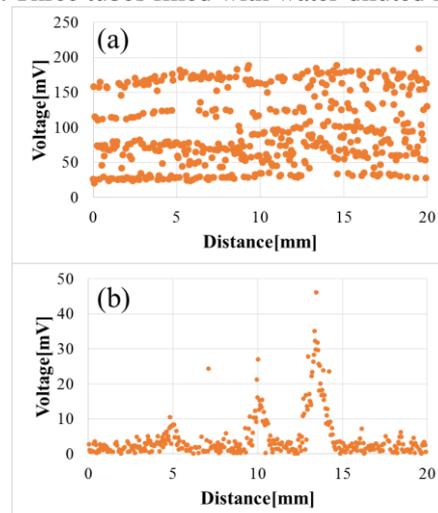


Fig.2. (a) Maximum - minimum value of photoacoustic waveform and (b) Maximum value of selected photoacoustic waveform as a function of sample position along the red broken line shown in Fig. 1.