

光音響計測によるグリュナイゼンパラメータの簡易測定法の検討

Preliminary study of photoacoustic measurement for the Gruneisen parameter in optically absorbing solutions using simplified measurement system.

防衛医大 医用工学 °辻田和宏、石原美弥

National Defense Medical Collage, Dept. of Medical Engineering , °Kazuhiro Tsujita, Miya Ishihara

E-mail: kazuhirotsujita@gmail.com

背景と目的：光音響イメージング(PAI: Photo Acoustic Imaging)は光と超音波を使った非侵襲なイメージング技術であり、近年盛んに研究されている。研究方向の1つとして、生体組織の定量的な光音響イメージング研究¹⁾が開始されている。定量化の難しさは、式1で判るように、観測される光音響波の音圧 P が、吸収された組織の μ_a^{eff} ；実効的な吸光度と光エネルギーの F ；フルエンスと Γ ：グリュナイゼンパラメータ（吸収された体積あたりのエネルギーが音響波のエネルギーに変換される係数）の積である点にある。

$$P = \xi * \Gamma * \mu_a^{eff} * F \quad (\text{式 1})$$

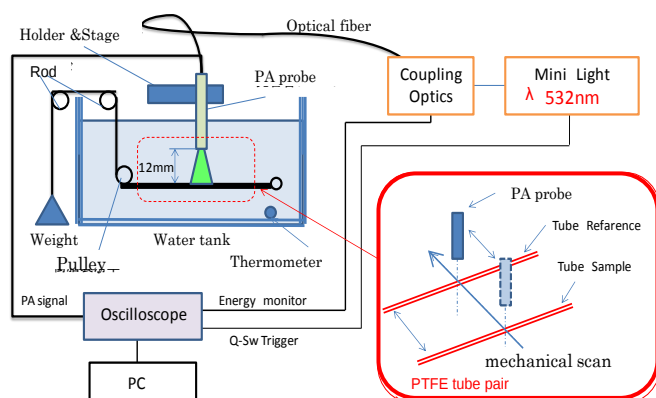


Fig. 1 Schematic block diagram of measurement system.

生体で深さに大きく依存する F を把握し補正する試みは既になされているが、定量化に影響を与える要素の Γ については、その研究報告は多くは無く、いずれも大掛かりな装置が必要であった^{2) 3)}。我々は Fig. 1 のような、単素子の超音波センサーと同軸の1本の光ファイバーからなる測定系で、レファレンスチューブ信号との比率からサンプルの Γ を測定する方法を考案し、特性が既知の色素溶液を使ってその可能性を検討した。

方法と結果：単素子の光音響プローブ (PVDF-TrFE 超音波センサー、表面曲率 $R=12\text{mm}$, 素子外径 $\phi 6\text{mm}$ 内径 $\phi 2.8\text{mm}$) の中心部分に光ファイバーコア系 $\phi 1000\mu\text{m}$, NA0.48 (M71L02-7, Tholabo Inc,

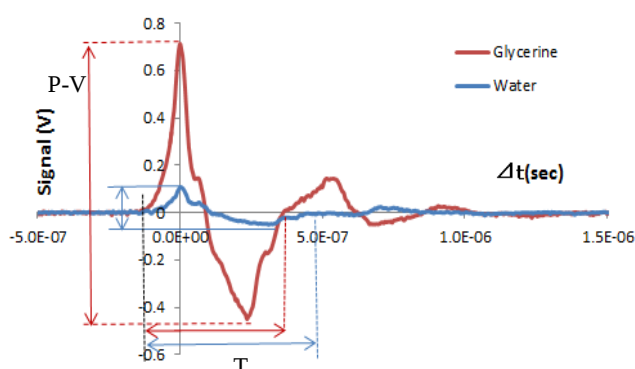


Fig. 2 Photoacoustic wave form of absorbing solutions.

NJ,USA)をセットし、脱気水中にセットした光吸収体 $\phi 0.5\text{mm}$ の PTFE チューブ (SLW-AWG24、ハギテック、千葉) に光照射し、光吸収体溶液（色素: 赤色 102 号 ニューコクシン）から発生した光音響波を光音響プローブで検出した。光音響波形を Fig. 2 に示す。この波形から計算した 18.4°C での水溶液の Γ_w に対するグリセリン溶液の Γ_g の比率は 6.91 倍であった。 18.4°C の水 Γ_w の理論値 0.094 を使って得られたグリセリン溶液の Γ_{Gexp} は $0.064 * 6.91 = 0.65$ と求められ、この値は文献値 0.62 に対して 5% の誤差であった。初期的な結果ではあるが、我々の提案した簡易な測定系で Γ の測定ができることが示された。

参考文献

1. Frederic M, Brochu *et.al.* IEEE Trans. of Med. Imag., 2016
2. Elena Petrova *et. al.* Opt. Express 21 Oct. 2013 vol 21, No21
3. Yolanda Villanueva *et.al.*, Rev. of Scientific. Inst. 85, 2014