

生体深部への遺伝子導入を目指したフォトメカニカル波の集束

Focusing of photomechanical waves for gene transfer to deep tissue

慶大理工¹, 防衛医大² ○島田 卓一郎¹, 佐藤 俊一², 安藤 貴洋¹, 川内 聡子²,
芦田 廣², 寺川 光洋¹, 小原 實¹

Keio Univ.¹, National Defense Medical College², ○Takuichiro Shimada¹, Shunichi Sato²,

Takahiro Ando¹, Satoko Kawauchi², Hiroshi Ashida², Mitsuhiro Terakawa¹, Minoru Obara¹

E-mail: obara@obara.elec.keio.ac.jp

はじめに 著者らはパルスレーザー照射により発生する圧力波 (PMW: photomechanical wave) を用いた遺伝子導入技術の開発を進めている。深部組織への導入を目的に、これまでリング状 PMW の発生とその応用について検討したが、適用深度は数 mm に制限された¹。今回、より深部の組織を標的化するため、PMW の新しい集束法について検討したので報告する。

原理・方法 PMW はナノ秒パルスレーザー (Q スイッチ Nd:YAG レーザー第二高調波, 波長 532 nm, パルス幅 6 ns) を光吸収体 (黒色天然ゴムシート) に照射して発生させた。今回採用した PMW 集束法の概念図を図(a)に示す。アクリルチューブの上部に市販光学平凹レンズ, 下部に黒色ゴムシートを取り付け, 内部を純水で満たした。ここで同レンズはレーザー光の入射窓と発生した PMW の集束レンズの二つの役割を果たす。レンズを透過したレーザーは黒色ゴムに照射されプラズマを発生させ, その膨張に伴って PMW が発生し上下に伝搬する。純水はプラズマを閉じ込め, 発生する PMW の圧力を増大させる効果がある。下方に伝搬する波 (第 1 波) は集束されないが, 上方に伝搬する波 (第 2 波) はレンズで反射され, 同レンズの曲率半径で決まる深度において集束される。この方式は市販光学レンズを利用でき, 光軸と PMW の伝搬を同軸に構成しうることから装置を小型化できる利点がある。

結果・考察 同図(a)にレンズ焦点距離 40 mm (曲率半径 20.76 mm), レンズ有効径 24 mm, アクリルチューブ高さ 10 mm の場合の PMW (第 2 波) の伝搬をレイトレース法で計算した結果を重ねた。また図(b)にレーザー照射により発生させた PMW のシャドウグラフを示す。これらより PMW は深度約 20 mm において集束されていることがわかる (集束径 約 5 mm)。ハイドロフォンを用いて圧力値を実測したところ, 照射レーザーフルエンス 5.1 J/cm² のとき, 集束点でのピーク圧力約 40 MPa が得られ, 深部組織の標的化が実現可能であることが示された。発表では, 本方式による遺伝子導入の結果についても報告する。

- 1 T. Akiyama, S. Sato, H. Ashida, M. Terakawa, "Depth-targeted transvascular drug delivery by using annular-shaped photomechanical waves," Proc. SPIE. 54, 450 (2011).

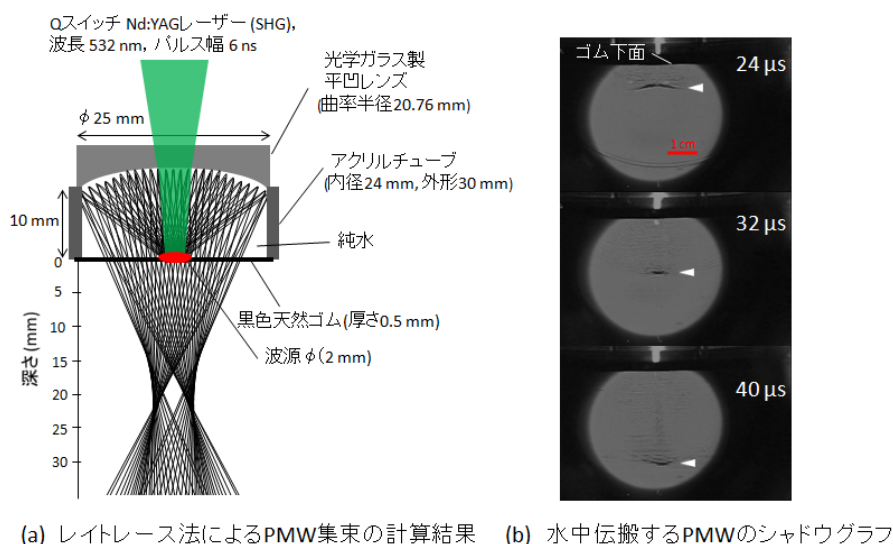


図 フォトメカニカル波 (PMW) の集束