

## 光音響イメージングを用いた前方視野カテーテルのシミュレーションによる検討

### Feasibility study with simulation on forward-looking photoacoustic imaging catheter

株式会社日立製作所 研究開発グループ<sup>1</sup> ○今井 亮<sup>1</sup>, 田中 智彦<sup>1</sup>, 竹崎 泰一<sup>1</sup>, 松田 孝弘<sup>1</sup>,

尾上 慎介<sup>1</sup>, 峯邑 浩行<sup>1</sup>,

Hitachi, Ltd. Research & Development Group<sup>1</sup>, °Ryo Imai<sup>1</sup>, Tomohiko Tanaka<sup>1</sup>, Taiichi Takezaki<sup>1</sup>,

Takahiro Matsuda<sup>1</sup>, Shinsuke Onoe<sup>1</sup>, Hiroyuki Minemura<sup>1</sup>

E-mail: ryo.imai.vc@hitachi.com

経皮的冠動脈インターベンションによる虚血性心疾患の治療では X 線透視下でカテーテル等を用いた治療が行われる。しかし 3 ヶ月以上血管が閉塞した完全慢性閉塞病変(Chronic Total Occlusion, CTO)では X 線透視のみでの血管内の状態把握が困難である。また既存の超音波、光干渉断層カテーテルは側面の断層像を取得するデバイスであり完全に閉塞した部位の画像を取得できない。

そこで我々は光音響イメージングによる前方視野カテーテルを提案し(Fig.1)[1]、CTO の治療容易化を検討している。提案したカテーテルはレーザー光を血管壁上に集光するファイバー光学系と前面のリング状半導体超音波トランスデューサー(cMUT)からなる。光ファイバーを円筒状ピエゾ素子により駆動することで光スポットを走査し、カテーテル前方の光音響画像を取得する。今回我々はシミュレーションによりこのコンセプトの実現可能性を検討した。シミュレーションはモンテカルロ法による生体での光吸収計算と k-wave[2]を用いた音響波の伝搬計算からなる。シミュレーションでは Fig.2 に示した状況を想定し、光源は Nd:YAG レーザーの 2 倍波を想定した。血管壁に入射する光量は JISC6802 の皮膚に対する照射量の上限值を使用した。

光スポットの直径、すなわち画像の分解能と音響素子に到達する音響波のピーク音圧はトレードオフの関係となる(Fig.3)。シミュレーションの結果 IVUS カテーテルと同等の分解能 300  $\mu\text{m}$  以上の領域でも cMUT 素子の検出限界 25 Pa を上回り、このコンセプトの実現可能性が裏付けられた。

[1]T. Tanaka et. al., Photonics West BIOS 2018, 10494-42

[2]B. E. Treeby et. al., J. Biomed. Opt., 15, 0211314(2010)

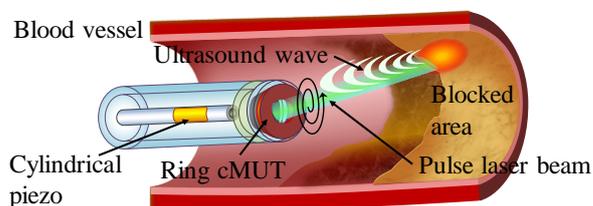


Fig. 1 Schematic image of forward-looking Photoacoustic catheter

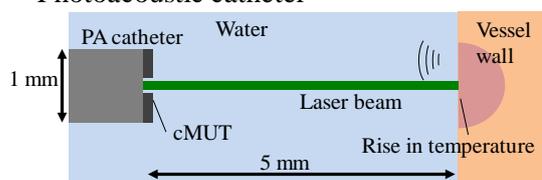


Fig. 2 Situation for Photo-acoustic simulation

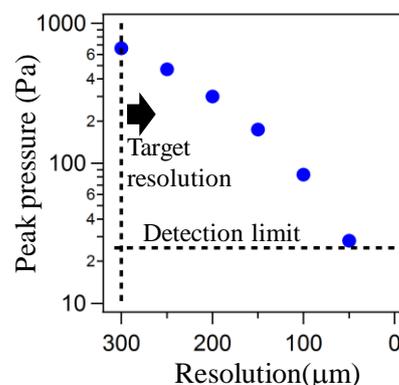


Fig. 3 Relationship between resolution and simulated peak pressure