

L-65

光コヒーレンストモグラフィを用いた血栓の検出の基礎的実験 (II)

Fundamental Experiment of Detection of Blood Clotting using Optical Coherence Tomography (II)

○高橋司<sup>1</sup>, 塚田智也<sup>2</sup>, 久松篤史<sup>3</sup>, 鈴木康方<sup>4</sup>, 篠田之孝<sup>5</sup>

\*Tsukasa Takahashi<sup>1</sup>, Tomoya Tsukada<sup>2</sup>, Atsushi Hisamatsu<sup>3</sup>, Yasumasa Suzuki<sup>4</sup>, Yukitaka Shinoda<sup>5</sup>

Abstract: We are planning the noninvasive monitoring system of the blood clotting (medically referred as thrombosis) using the infrared ray. This paper describes the fundamental measurement of diameter by of the blood vessel detection of human's finger using optical coherent tomography (OCT).

1. はじめに

著者らは光を用いた血液中の血栓の非侵襲なモニタリングを企図している。本文は光コヒーレンストモグラフィ (Optical Coherence Tomography, OCT) を用いた時系列の手の指の血管の抽出及び、その動きの検出を行った実験の報告である。

2. 実験

図1は光源に波長 1.3 μm 帯の波長可変レーザーを用いて高速に波長掃引する SS-OCT (Swept Source OCT) を構成している。

光源からの光は光ファイバを伝搬し、光カップラにより、参照光と測定光に2分される。測定光はガルバノミラー (X-Y Scanner) により、測定領域を2次元方向に走査することができる。測定領域からの測定光の後方散乱光は再び光ファイバを伝搬する。参照光は参照ミラーに向かい反射する。測定光と参照光は光カプ

ラを介して合成し、検出器に入射する。検出器はバランスドディテクタを用い、検出器の信号は AD 変換器を介してパーソナルコンピュータ (PC) に取り込まれる。

実験は22歳の女性の左手薬指の第2関節の表面から観測できる血管の方向に対して垂直な方向 (X 方向) にスキャンし、2次元の2D OCT 画像を約 25fps で取得した。

図2は信号処理の流れである。取得した2D OCT 画像から血管領域の抽出を行う。抽出を行った画像における X 方向の信号強度の平均化を行う。次に、横軸が深さ方向、縦軸が信号強度とした1次元の1D OCT 画像の作成を行う。

作成した1次元の1D OCT 画像から血管の深さ方向の検出を行い時系列の血管径の抽出を行う。

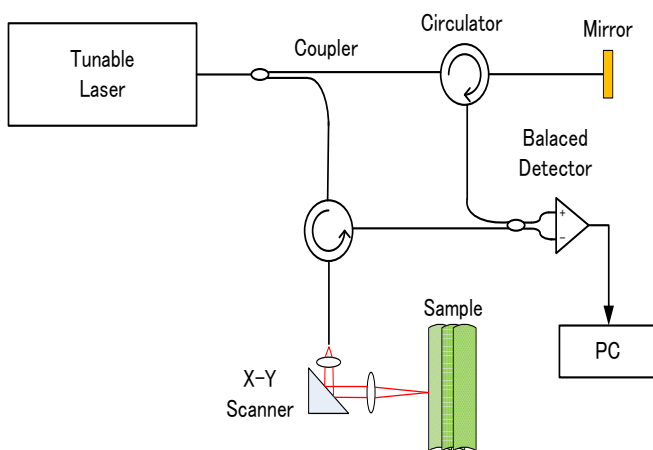


Figure1. Experimental setup

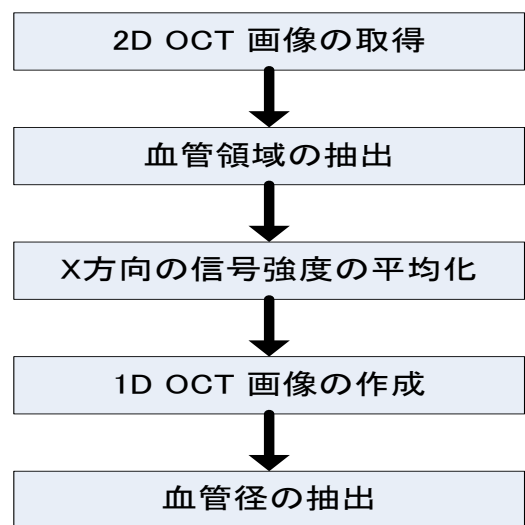


Figure2. The flow of signal processing

3. 結果

図3は左手薬指の第2関節の2次元の2D OCT 画像であり、横軸が走査した X 方向、縦軸が指の深さ方向になっている。図3の浅い部分において信号強度が高くなっている部分が表皮である。X 方向が 3.00mm, 深さ方向が 1.60mm の領域の信号強度が低くなっており、この領域に血管がある。

図4 (I) は図3の X 方向が 2.00mm から 4.00mm, 深さ方向が 0.76mm から 2.28mm における血管領域の抽出を行った結果である。図4 (II) は図4 (I) の X 方向が 1.10mm から 1.29mm における信号強度の平均化を行った1次元の1D OCT 画像の結果である。図中の時刻  $t=0s$  のとき、深さ方向が 0.76mm から 1.06mm 付近で信号強度が低下していることがわかる。時刻  $t=1s$  のときは信号強度の低下している領域が狭くなっている。この領域を血管とし、血管径の動きを抽出した。

図5は図4 (II) の結果から、信号強度が低下している中心付近(深さ方向 0.91mm) から浅くなる方向に走査し、信号強度が 7dB 以上になる位置を血管の上部、一方、深くなる方向に走査し、信号強度が 6dB 以上になる位置を血管の下部として検出した。検出した血管の上部の深さはほぼ一定であるのに対し、血管の下部の深さは脈動していることがわかる。この脈動の周期は約 1.3s となっており、同時に測定したパルスオキシメータの脈拍数から換算した値とほぼ一致した。

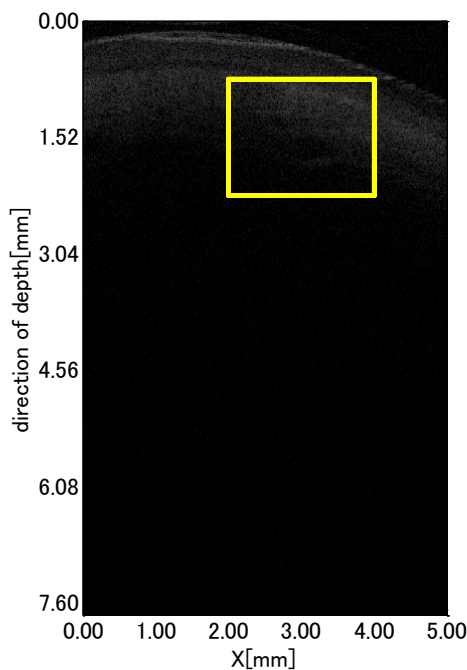
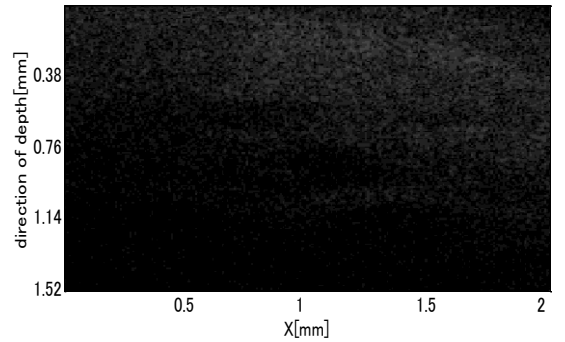
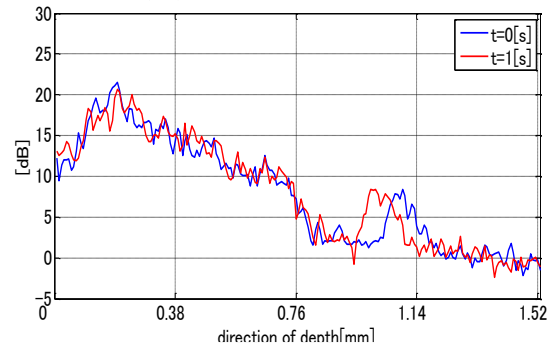


Figure3. 2D OCT image



( I ) Area of blood vessel



( II ) 1D OCT image

Figure4. Area of blood vessel and 1D OCT image

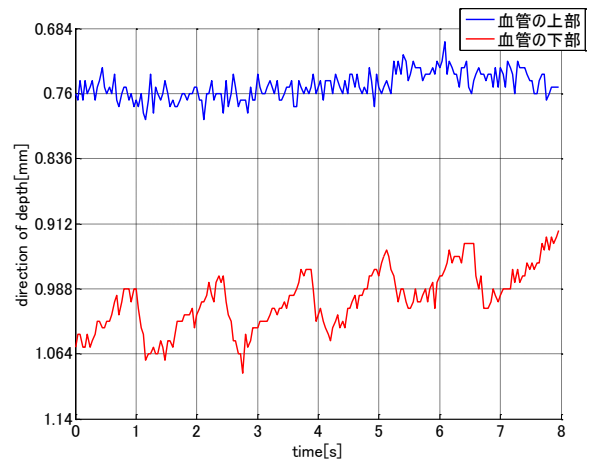


Figure5. Result of diameter measurement of blood vessel

4. 参考文献

[1] M.Kuwabara, T.Fuji, M.Ohmi, M.Haruna: “Dynamic Optical Coherence Tomography of Small Arteries and Veins of Human Fingers”, Applied Physics Express 1,058001 (2008)  
 [2] 篠田, 高橋他:平成 24 年電気学会 全国大会, p150 (2012)