

ファイバー照明によるスペックル血流・血液濃度変化計測

Blood flow and concentration measurement using laser speckle in fiber illumination

室工大院¹, 旭川高専² 山崎 弦也¹, 佐藤 潤季¹, 横井 直倫², 船水 英希¹, ○相津 佳永¹

Muroran Inst. Tech.¹, Asahikawa National Col. Tech.²

Genya Yamazaki¹, Junki Sato¹, Naomichi Yokoi², Hideki Funamizu¹, ○Yoshihisa Aizu¹

E-mail:s2122141@mmm.muroran-it.ac.jp

1. はじめに

レーザー光をヒト皮膚に照射した際、光は皮膚内に侵達し皮膚内の赤血球等の動きから動的スペックルが得られる。この現象に基づき、当研究室ではこれまで血流と血液濃度変化を同時に計測・解析可能なシステムの研究を続け、その有用性を示してきたが¹⁾、2 波長照明を用いるため、光学系調節の煩雑さが問題であった。本研究では、ファイバー照明による血流・血液濃度変化の同時イメージングの可能性を調べたので報告する。

2. 原理

血流評価には式(1)に示す *SBR* (Square Blur Rate)²⁾ 値を用いる。*SBR* 値はスペックル画像上の各画素における平均強度に対するコントラスト低下率を示す。

$$SBR_k = \frac{\langle I_{k,n} \rangle^2}{\langle |I_{k,n} - \langle I_{k,n} \rangle| \rangle^2} \quad (1)$$

ここで、*I* は反射光強度、*k* は画素番号、*n* はフレーム番号、 $\langle \dots \rangle$ は連続撮影の平均である。また、血液濃度変化は修正ランバート・ベール則に基づく式(2)、(3)によって評価する。

$$\begin{pmatrix} \Delta(C_{oxy}l) \\ \Delta(C_{deoxy}l) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{oxy}^{\lambda_1} & \varepsilon_{oxy}^{\lambda_2} \\ \varepsilon_{deoxy}^{\lambda_1} & \varepsilon_{deoxy}^{\lambda_2} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \Delta OD^{\lambda_1} \\ \Delta OD^{\lambda_2} \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\Delta(C_{total}l) = \Delta(C_{oxy}l) + \Delta(C_{deoxy}l) \quad (3)$$

ここで、 ε は吸光係数、*C* はヘモグロビン濃度、*l* は平均光路長、 Δ は変化差分、*OD* は吸光度である。波長は $\lambda_1=780\text{nm}$ 、 $\lambda_2=830\text{nm}$ を用いる。また *oxy*, *deoxy* は各々の酸素化、脱酸素化ヘモグロビンを表す。

3. 実験

本研究で用いた光学系を Fig.1 に示す。実験は中指の末梢血管を対象とし、計測開始 10 秒後から 30 秒間締付を行い、血流・血液濃度の変化を計測した。被験者 2 名の解析結果を Fig.2 に示す。Fig.2 (a), (b)ともに締付時の *SBR* 値より血流の低下が確認できる。また、締付時の全ヘモグロビン濃度の上昇を確認できるが、脱酸素化ヘモグロビン濃度の変化は異なる結果を示した。

現在、締付条件とその応答との関係の確認を行い、再現性の評価を行っている。

参考文献

- 1) 相津 佳永：光技術コンタクト，第 46 巻，第 6 号 (2008) pp.16-22.
- 2) 藤居 仁：計測と制御，第 39 巻，第 4 号 (2000) pp.246-252.

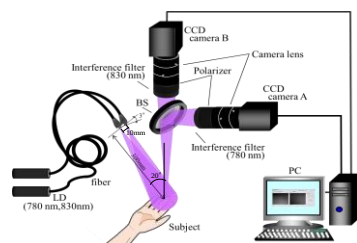
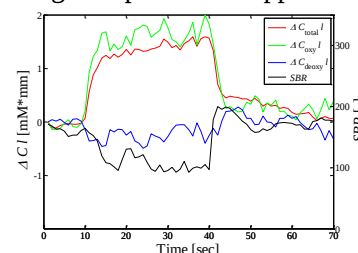
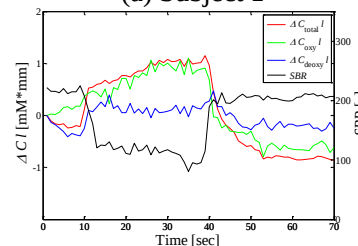


Fig.1 Experimental apparatus.



(a) Subject 1



(b) Subject 2

Fig.2 SBR values and concentration.