

研究タイトル:

レーザー光散乱現象を利用した血流と血液濃度変化の同時イメージング



氏名: 横井 直倫 / YOKOI Naomichi E-mail: yokoi@asahikawa-nct.ac.jp

職名: 准教授 学位: 博士(工学)

所属学会・協会: 日本機械学会, 応用物理学会, 日本光学会, 計測自動制御学会, OSA

キーワード: 光計測, 光制御, レーザー, 生体医用画像・バイオイメージング, ナノバイオサイエンス

技術相談  
提供可能技術:

- ・レーザーを利用した血流イメージングに基づく生体診断技術
- ・レーザーを利用したナノ粒子の挙動制御技術
- ・レーザーを利用した各種機械の振動・挙動解析技術

研究内容: 近赤外バイオスペckルによる血流と血液濃度変化の同時イメージングにおける画像処理法の改善

レーザー照射下の生体において観測されるバイオスペckルを利用した血流可視化法が従来から国内外の多数の研究者により開発され、近年ではラットを対象とした大脳皮質の血行動態可視化や腫瘍部の血流可視化などの生体医学的応用も盛んである。我々はこれまで、2波長のスペckルパターンをスペckルリダクションすることでヘモグロビン濃度情報を分光計測法に基づいて取得し、血流と血液濃度変化を同時計測する手法を提案し、その有効性を確認してきた。本手法では、血流については撮影機器のフレームレートでのイメージングを実現したが、残留スペckルノイズにより画質が低下する問題があった。一方、血液濃度変化については時間分解能を毎秒 10 フレームにまで向上させたが、スペckル低減のためのスペckル画像の空間移動平均処理により画質が低下する問題があった。そこで、麻酔下ラット総頸動脈から得られた画像データを対象として、血流についてはスペckル画像の時空間強度差分に基づく画質向上、血液濃度変化についてはメディアンフィルタを利用したスペckル低減に基づく時間分解能のさらなる改善を試みた。

Fig. 1 は、スペckルパターンを検出するための測定光学系の概略図である。光源には、波長 780nm および 830nm の近赤外半導体レーザー光を使用している。Fig. 2 は血流が最大となる瞬間の頸動脈部について、(a)は従来の空間統計に基づく血流評価値である RSD 値、(b)は新たに提案した時空間統計に基づく RSTD 値を画像表示したものである。Fig. 2 の(a)と(b)の比較から、(b)の RSTD 値画像の方が残留スペckルノイズの影響が低減され画質が改善されていることがわかる。一方、Figs. 3(a)~(d)は同じく頸動脈部について、迷走神経刺激による止血の直前(before)と刺激停止による開放直後(after)の濃度変化画像を測定した結果の例である。なお、(a)と(b)はメディアンフィルタを適用しない場合、(c)と(d)はメディアンフィルタを適用した場合の結果である。メディアンフィルタを適用しない(a)と(b)に比較して、メディアンフィルタを適用した(c)と(d)の方が、ノイズが低減され濃度変化を良好な画質でイメージングできていることが分かる。

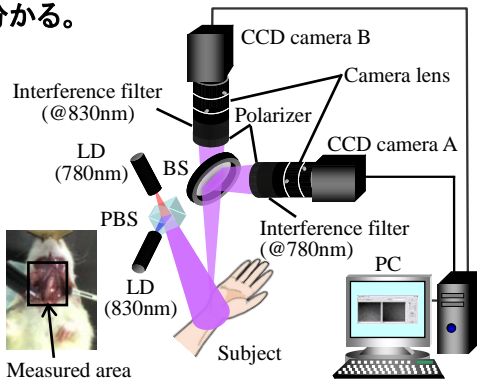


Fig. 1 Experimental apparatus and measurement area in an anesthetized rat.

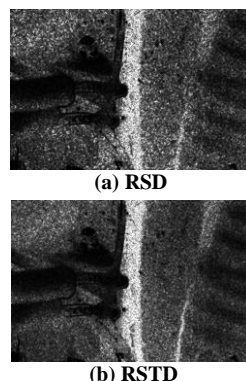


Fig. 2 (a) RSD and (b) RSTD images obtained for a rat.

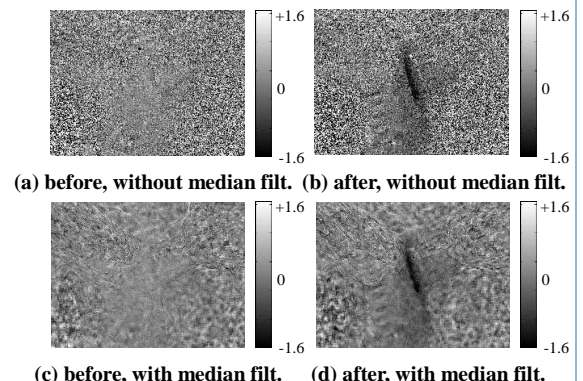


Fig. 3 Examples of images of blood concentration change obtained without and with median filtering.

提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
デジタルオシロスコープ(WATSU-LeCroy WAVERUNNER DS-4262)	白黒冷却 CCD カメラ(BITRAN BS-40L-U)
周波数フィルタ(エヌエフ マルチファンクションフィルタ 3611)	分光器(オーシャン옵ティクス USB2000-VIS-NIR)
差動増幅器(エヌエフ 差動増幅器 5307)	汎用積分球 φ152.4(エドモンド・옵ティクス・ジャパン 58586-L)
レーザー光源(Uniphase He-Ne LASER Model 1125P)	高性能卓上・ハンディ兼用血流観察装置(徳 Bscan-Pro)
可視光用光センサ(NEW FOCUS 125-MHz Photoreceivers Model 1801)	顕微鏡(ケニス LB-600HM)

# Simultaneous imaging of blood flow and blood concentration change using laser light scattering



<b>Name</b>	YOKOI Naomichi	<b>E-mail</b>	yokoi@asahikawa-nct.ac.jp
<b>Status</b>	Associate Professor		
<b>Affiliations</b>	The Japan Society of Mechanical Engineers, The Japan Society of Applied Physics, The Optical Society of Japan, The Society of Instrument and Control Engineers, Optical Society of America		
<b>Keywords</b>	Optical measurements, Optical control, Laser, Bioimaging, Nanobioscience		
<b>Technical Support Skills</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomedical diagnostic technique based on imaging of blood flow using laser</li> <li>• Motion control technique of nanoparticles using laser</li> <li>• Analysis technologies of vibration and motion of various machines using laser</li> </ul>		

## Research Contents

Simultaneous imaging of blood flow and blood concentration change using near infrared bio-speckles

Speckle imaging method is useful for imaging of blood flow and blood concentration change in living bodies. In this study, we investigate the analysis of spatio-temporal differentiation of speckle pattern to improve the image quality in imaging of blood flow. Furthermore, the use of median filtering of speckle pattern is investigated to improve the image quality in imaging of blood concentration change. Experiments are performed for an anesthetized rat to confirm the feasibility of the proposed methods.

Fig. 1 shows a basic optical system. Two laser diodes (LDs) with wavelengths of 780nm and 830nm in the near infrared range are used to simultaneously illuminate the subject to be measured. Figs. 2(a) and (b) show RSD and RSTD images obtained for the maximum blood flow inside the carotid artery of the anesthetized rat. Results in Fig. 2 show that the RSTD image in (b) obtained from the analysis of spatio-temporal differentiation of speckle pattern seems to be smoother than the RSD image in (a) obtained from the analysis of spatial differentiation of speckle pattern. Furthermore, Figs. 3(a)-(b) and (c)-(d) demonstrate examples of the images of the blood concentration change obtained without median filtering and with median filtering, respectively, before and after the reduction in blood flow caused by the stimulation to the pneumogastric nerve. Results in Fig. 3 show that images in (c) and (d) obtained with median filtering seem to be smoother than images in (a) and (b) obtained without median filtering owing to the reduction of residual speckle noises.

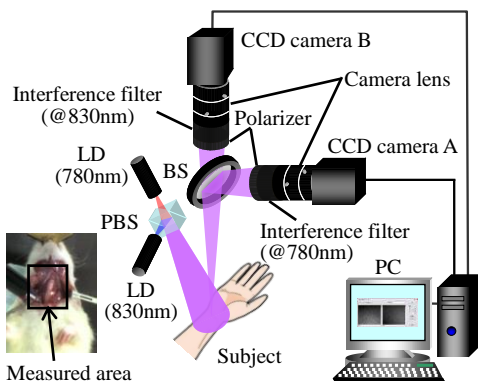
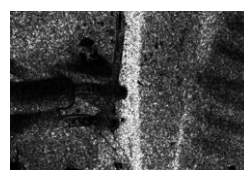
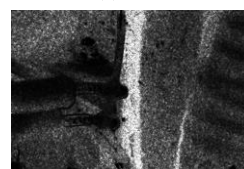


Fig. 1 Experimental apparatus and measurement area in an anesthetized rat.

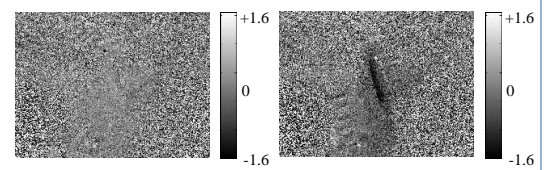


(a) RSD



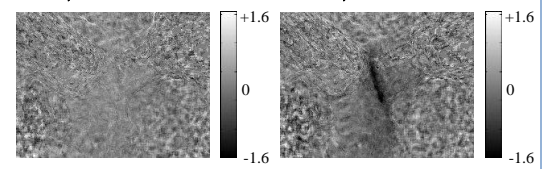
(b) RSTD

Fig. 2 (a) RSD and (b) RSTD images obtained for a rat.



(a) before, without median filt.

(b) after, without median filt.



(c) before, with median filt.

(d) after, with median filt.

Fig. 3 Examples of images of blood concentration change obtained without and with median filtering.

## Available Facilities and Equipment

Digital oscilloscope (IWATSU-LeCroy, DS-4262)	Monochrome cooled CCD (BITRAN, BS-40L-U)
Multifunction filter (NF, 3611)	Spectrometer (Ocean Optics, USB2000-VIS-NIR)
Differential amplifier (NF, 5307)	Integrating sphere (Edmund Optics Japan, 58586-L)
He-Ne laser (Uniphase, Model 1125P)	Blood flow observation device (Toku, Bscan-Pro)
125-MHz Photoreceiver (NEW FOCUS, Model 1801)	Microscope (Kenis, LB-600HM)