

レーザー血流計の概要と新製品の紹介

後藤田芳宏
オメガウェーブ株式会社

レーザー血流計オメガフロー

【概要】 レーザー光で生体組織を照射し、表面から1mm程度の深さの毛細血管レベルの組織の血流量を連続的に測定する装置です。

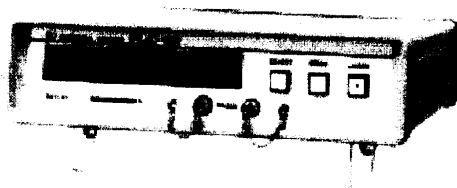


図1：レーザー血流計

【原理】 レーザー血流計FLOシリーズはレーザー光を組織に照射し、散乱された光の一部を受光部でとらえ演算処理します。

組織内に入射されたレーザー光は、散乱を繰り返しながら広がって行きます。流れている血液に当たった光は、その速度に応じて周波数変調を受けます。また、その血液の量に応じて変調を受けた光の強さが変化します。波長の変化と光の強さから組織内の血流量を演算します。

【種類】

1) 非接触測定 (型式FLO-N1)

プローブを測定部位から離して(30mm以内)測定できます。測定範囲は離れた距離の約1/2の直径円内で深さ約1mmの円盤状です。

非接触測定の問題点である表面反射光(組織表面で反射して直接プローブに帰ってくる光 図2参照)の影響を受けないことが特徴です。これによって、プローブの角度によっても値が変化せず、広範囲に、組織への接触の影響もなく測定でき、再現性に優れています。多点測定、スポット測定に適しております。

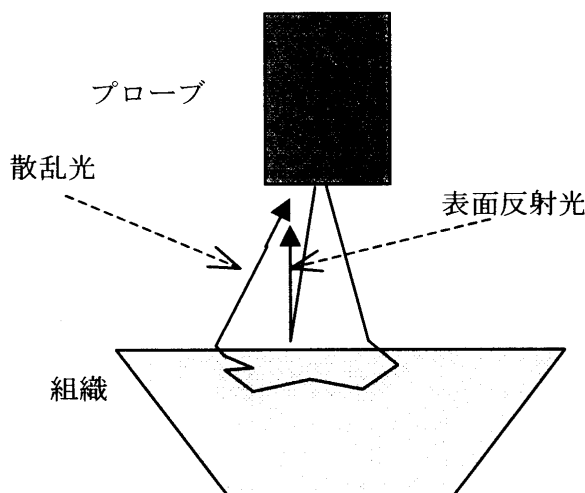


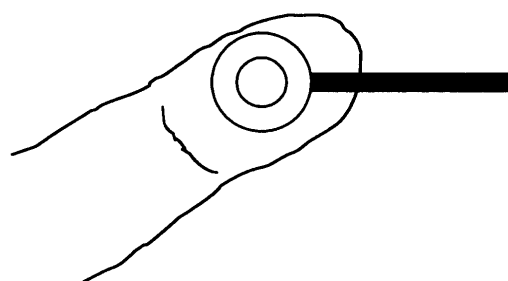
図2の説明

受光した光は散乱光と表面反射光が含まれています。散乱光は血流の情報が含まれていますが、表面反射光は含まれていません。表面反射光が多くなれば血流値は実際より小さく演算されてしまいます。

図2：表面反射光

2) 接触測定 (型式F L O - C 1)

プローブを直接組織に当てて測定します。測定範囲は約 1 mm 半球です。微小な範囲を測定するため、高い分解能があります。プローブは小型化が可能で、用途にあわせて多種のプローブがあります。通常皮膚ではテープ等で貼りつけて使用します。



注意：プローブの大きさに関わらず
測定範囲は光が当たった部分
約 1 mm です。

図 3：接触プローブ

【新製品】

1. ジョイント式プローブ

先端部分（ジョイントファイバー）が使い捨てにでき、専用コネクタでジョイントプローブに接続して使用する方式のプローブです。先端部は温度センサーと一体化させたり、発汗カプセルに埋め込んだりと自由に加工できます。また、先端部が壊れても専用工具を使用してその部分から加工して再度使用できます。また、複数箇所ジョイントファイバーを貼り付けて、使用するときにはプローブに接続して使用することもできます。

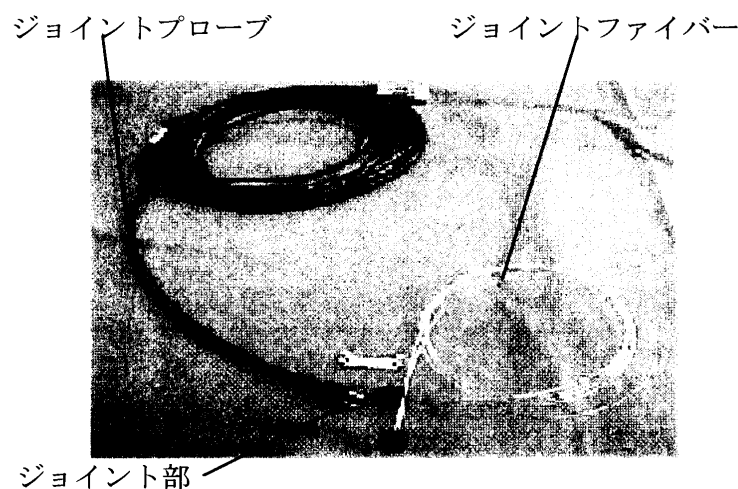


図 4 ジョイントプローブ

2. 専用キャリブレーターによる血流計の検査

レーザー血流計を複数使用することが多くなって来ました。また、長年の使用で正しい値を示しているのかと不安になり、検査の必要性が生じています。このようなご要望にお答えして、キャリブレーターを貸し出しさせていただくことにしました。レーザー血流計を送っていただくこともできます。

方法

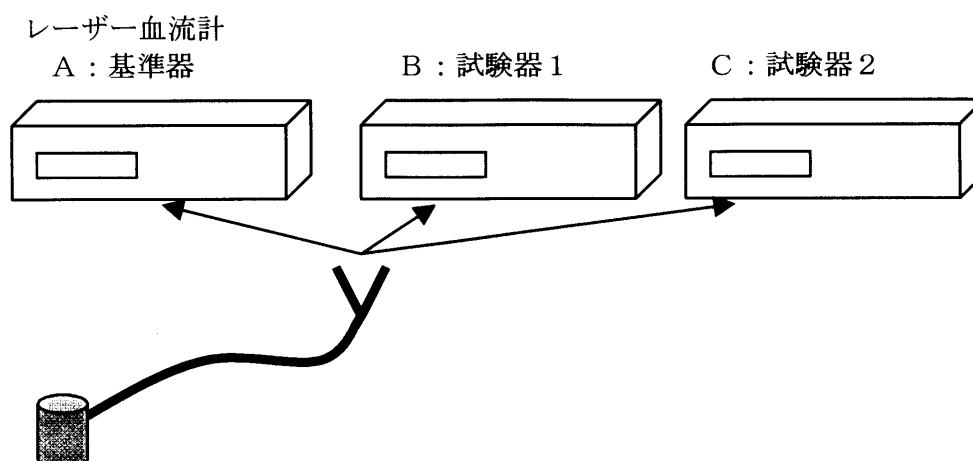


図5 キャリブレーター使用方法

キャリブレーション方法は、基準器となるレーザー血流計にキャリブレータプローブを接続します。キャリブレータプローブの筒の中はブラウン運動をする粒子が入っており、ある一定のFLOW値を示します。次に試験器1、試験器2と接続して同様にFLOW値を求めます。値が基準器と異なっていた場合は、その値の比率で測定データを校正できます。また、当社において校正することも可能です。

レーザー組織血液酸素モニター

【概要】脳や筋肉などの組織酸素化血液量、組織脱酸素化血液量、組織血液量を非侵襲で連続的に測定する装置です。脳循環モニターや運動中の筋肉代謝測定などに適しています。BOM-L1シリーズは半導体レーザーを用いているので発光波長の幅が非常に狭く、互いの発光波長に重ならないために、S/N比の高い測定が可能です。また、半導体レーザーの安定発光システムにより演算処理速度を速くすることができるので細かい変動が観察できます。

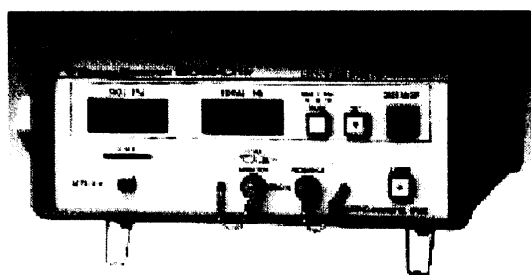


図6 レーザー組織血液酸素モニター

【原理】BOM-L1シリーズは波長の異なる2～3種類のレーザー光を組織に照射し、吸収、散乱された光を受光部でとらえ演算処理します。酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの光吸収係数は、光の波長によって異なります。各レーザー光の吸収度合いの差から、生体組織中の酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビン、酸素飽和度を演算します。測定深度は、組織によりますが、光ファイバプローブとディテクター間の距離とほぼ同程度です。(図8) 主に1～5cmの深さまでの測定に使用します。

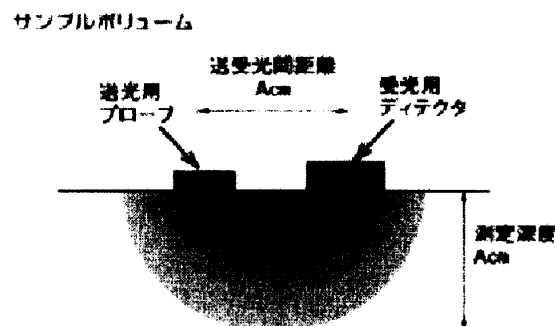


図8 測定深度

【測定例】足筋肉エルゴメータ負荷
ひざの上部(外側広筋上)にプローブとディテクターを3cm離して貼り付けて遮光し、記録した。安定してからエルゴメータ負荷を行い、最後にカフで加圧し動静脈の血流を遮断した。

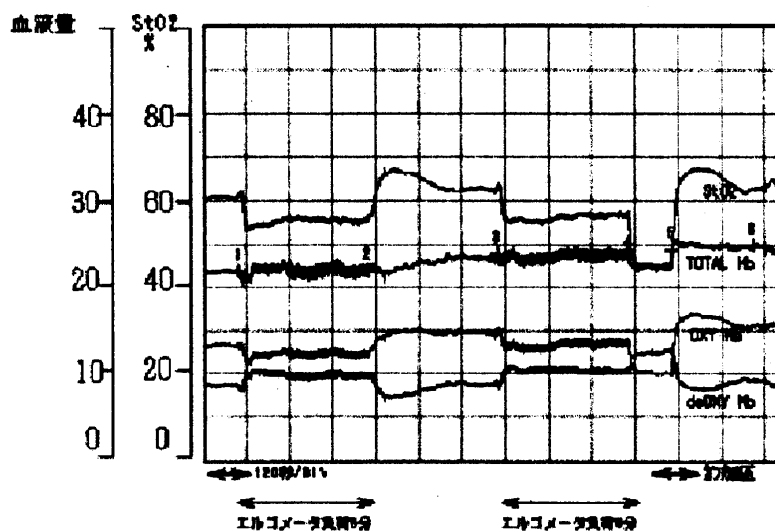


図9 エルゴメータ負荷

【新製品】表面測定専用機BOM-L1TRSF
従来の組織血液酸素モニターは筋肉等の数センチの深さの組織測定に広く応用されています。BOM-L1TRSFは5mm以下の深さでも測定可能なように皮膚での吸収が高い波長のレーザー光を初めて採用しました。これにより、皮膚などの血液動態が測定できます。またセンサーも小型化されています。