

# 光イメージング脳機能測定装置 (Optical encephalography)

Model : Spectratech OEG-SpO<sub>2</sub>

概要説明書 技術編 Rev 1.2



## ご使用にあたって

本装置はお客様の**研究目的用**に開発された製品です。その他のご利用方法は固くご遠慮願います。また、本装置は極めて高精度に製作された計測装置です。ご使用前に本説明書を必ず、よくお読み願います。

 **Spectratech Inc.**

バージョン	発行日	
V 1. 0	2011年10月1日	初版
V 1. 1	2014年5月23日	§3 生体情報の取得原理の説明を改訂
V 1. 2	2016年5月2日	§4 光出力パワーの表記を修正

#### ご挨拶：

本装置は、単純に言ってしまえば単に前頭葉での血流量変化を捉える装置にすぎません。実験をする脳研究者にとっては脳機能測定という21世紀になって益々その重要性が高まってきた課題に挑戦する研究に必須な装置ではありますが、被験者に対して実験の前に十分な説明と、十分に配慮された実験環境ならびに実験課題を整えないと、被験者にとっては、見られたくない心の中を見られたといった研究者の意図とは異なる解釈をもたれる可能性も合わせ持っています。この点を、本装置ご利用いただくにあたって十分にご理解とご配慮をいただくことを、節にお願い致します。

20世紀がCT、MRIを代表とする形態診断の時代とすれば、益々高度化高齢化の進む21世紀は、PET、fMRI、fNIRS（近赤外分光分析法：弊社装置もfNIRSの一種）のような装置による機能診断の時代とも言われます。しかし機能診断には、まだまだ研究すべき課題が多いとも言われています。そうした時代背景を理解し、弊社もその一助となればと、研究のすそ野を広げるべく光イメージング脳機能測定装置Spectratech OEG-SpO2を開発しました。

装置としても、まだまだやるべき課題が沢山あることを承知しています。脳研究者の皆様からの、叱咤激励をお待ちしています。

脳機能研究の研究者の皆様方の益々のご活躍を期待しております。

株式会社スペクトラテック  
代表取締役 大橋三男

#### 目次

- § 1 概要
- § 2 特長
- § 3 生体情報の取得原理
- § 4 仕様
- § 5 構成
- § 6 使用環境と利用形態
- § 7 外部機器との接続形態
- § 8 計測チャンネルの定義
- § 9 計測/記録操作の流れ
- 備考1 EXT-EVENT-IN-1、-2の入力仕様
- 備考2 外形寸法図
- 備考3 外部イベント入力で本装置を複数同期動作させる場合
- 備考4 ご注文の型番一覧表

## § 1 概要

本装置は生体内のヘモグロビン (Hb) が酸素との結合状態によって変化する近赤外光から赤光近辺での吸光特性を利用して、生体内のそれほど深くない部分における各部の**ヘモグロビン変化**ならびに**みかけの動脈血酸素飽和度**を多チャンネル (最大 16 チャンネル) にて同時計測することを目的とした装置です。本装置の基礎をなす光変復調技術には弊社が独自開発した最新のデジタル技術であるスペクトラム拡散変調方式を採用しており従来技術に比べて格段のコストダウン、小型化ならびに高性能を実現しています。本装置は主に髪の毛の少ない前頭葉での使用を前提としています。簡便で且つ非侵襲な測定が可能です。またバッテリー駆動により移動を伴った測定や、複数の被験者を対象にした同時測定にもご利用いただけるよう配慮がされています。

なお、本装置はあくまでも研究目的に開発された製品であり、その他の利用目的でのご利用は固くご遠慮願います。

本装置は単独で、あるいは Microsoft 社の WindowsXP / WindowsVISTA / Windows7 日本語版が搭載され、且つ USB 規格の接続ポートを 1 口持つパソコンと接続することでご利用いただけます。

### ヘモグロビン変化：

従来ヘモグロビン濃度長変化と呼んでいた血液量変化を、今後は**ヘモグロビン変化 (Hb Change)**、正確な表現としては**みかけのヘモグロビン濃度変化光路長積 (The product of change in the apparent Hb concentration and the optical pathlength)**と呼ぶようにいたします。詳細は § 3 生体情報の取得原理の項を参照ください。

### Spectratech OEG-SpO2 開発主旨：

ヘモグロビンの吸光特性変化にともなう近赤外分光法で得られる生体情報には、**ヘモグロビン変化**以外にパルスオキシメータで広く知られている脈波情報があります。従来、光脳機能イメージングの世界では脳局所のヘモグロビン変化を中心に研究が進んできました。脳局所の脈波信号はヘモグロビン変化に比べて極めて弱く、SNR (信号対雑音比) が良好に得られなかった為で、有益な可能性のある情報にも関わらず利用されていませんでした。

弊社では、この課題に新たに取り組んでみました。弊社独自技術であるスペクトラム拡散変調技術に、さらに磨きをかけ基本部全てを新設計。従来機 Spectratech OEG-16 の機能に加え**“超高 SNR 化技術”**を確立。多チャンネルでの脳局所の超微弱な脈波解析までもが可能なレベルに到達させました。

脳循環・代謝から脳機能研究をさらに深く迫るための一助になればと今回 **ApprentSpO2 (みかけの動脈血酸素飽和度)** という新指標を提案させていただきます。もちろん現在は土台となる計測装置が出来ただけの状態です。研究者の皆様方に様々な角度から研究していただき御指導いただくとともに、従来のヘモグロビン変化以外に **Apparent SpO2** ならびに脈拍変化を同時計測することで、さらに脳機能研究が深まればと願っています。

## § 2 特長

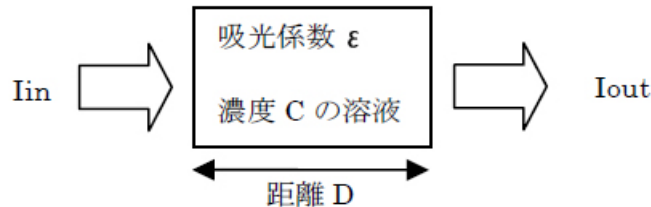
- (1) 脳局所のヘモグロビン変化、みかけの動脈血酸素飽和度を多点で同時測定可能
- (2) ヘッドモジュールは約 250 g と超軽量。長時間の計測でも疲れにくい。
- (3) 本体は小型（ノートパソコンの半分程度）で計測時に移動可能。
- (4) 前頭葉での使用を前提とした専用設計。
- (5) 最先端の光変調技術であるスペクトラム拡散変調方式を採用。
- (6) 光射出点 6、光受光点 6、計測点 16 チャンネル。
- (7) イベントトリレーテッド測定、ブロックデザイン測定が可能。
- (8) 他の計測装置との同期動作可能（TTL 入力）
- (9) イベント入力は外部機器から、ネットワークから、あるいは手操作で入力可能。
- (10) 有効生体信号帯域幅は 6.1Hz (Fast モード)、0.76Hz (Fine モード) の 2 種類を準備。
- (11) パソコンとは USB にて接続。パソコン接続の計測時にはリアルタイム計測表示。
- (12) AC100V 入力あるいはバッテリー（単三乾電池 x 6 個）にて動作可能。
- (13) 移動時や、室外など電源のない場所での計測にはバッテリーのみで最長 1 時間連続測定可能。
- (14) AC 電源使用時は最長 10 時間連続測定可能。（Fine Mode 時）
- (15) 移動時用の装着バッグ付（着脱可能）
- (16) 複数台での同時測定が可能（Hyper-scanning）オプションの分配器使用で 5 台。

### § 3 生体情報の取得原理

本装置における生体情報の取得原理は以下です。

#### 1) 生体情報の取得原理

ランベルト・ベールの法則(Lambert-Beer law)に従えば、ある濃度の溶液への入射光量を  $I_{in}$ 、溶液を透過した光量を  $I_{out}$  とすると以下の式が成り立つことが知られています。



$$-\text{Log}(I_{out}/I_{in}) = \text{溶液の吸光係数} (\epsilon) \times \text{溶液の濃度} (C) \times \text{距離} (D)$$

すなわち、予め特定波長での溶液の吸光係数  $\epsilon$  が求まっていたとすると、 $I_{in}$ 、 $I_{out}$ 、 $D$  を測定することで該当溶液の濃度  $C$  を求めることができます。

ランベルト・ベールの法則を拡張して散乱のある媒体に適用したのが下記のモディファイド・ランベルト・ベール(modified Lambert-Beer Law) 則です。

$$-\text{Log}(I_{out}/I_{in}) = \epsilon \times C \times D + S$$

ここで  $S$  は散乱による光量の減衰を、 $D$  は平均光路長を表します。溶液内の(溶質の)濃度が  $C$  から  $C + \Delta C$  に変化したとき、透過光量が  $I_{out} + \Delta I_{out}$  に変化したとすると

$$-\text{Log}[(I_{out} + \Delta I_{out})/I_{in}] = \epsilon \times (C + \Delta C) \times D + S$$

となるため、散乱による光量の減衰  $S$  が変化しないとすると上の2式より次式となります。

$$-\text{Log}[(I_{out} + \Delta I_{out})/I_{out}] = \epsilon \times \Delta C \times D$$

特定波長  $\lambda$  の生体への入射光のうち、生体内で吸収と散乱を受けて生体外に戻ってきた光量とその変化量を  $I_{out}(\lambda)$  と  $\Delta I_{out}(\lambda)$ 、オキシヘモグロビン(OxyHb)の吸光係数を  $\epsilon_{oxy}(\lambda)$ 、デオキシヘモグロビン(DeoxyHb)の吸光係数を  $\epsilon_{deoxy}(\lambda)$ 、OxyHbの濃度変化を  $\Delta C_{oxy}$ 、DeoxyHbの濃度変化を  $\Delta C_{deoxy}$  とすると以下の式が成り立つとして本装置は設計されています。

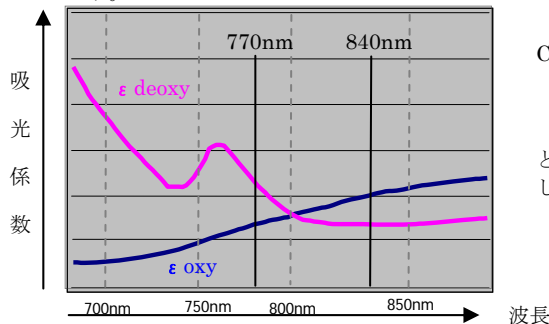
$$-\text{Log}[(I_{out}(\lambda) + \Delta I_{out}(\lambda))/I_{out}(\lambda)] = (\epsilon_{oxy}(\lambda) \times \Delta C_{oxy} + \epsilon_{deoxy}(\lambda) \times \Delta C_{deoxy}) \times D$$

この式から目的のOxyHbの濃度変化量  $\Delta C_{oxy}$ 、DeoxyHbの濃度変化量  $\Delta C_{deoxy}$  を求めます。ここで  $\Delta C_{oxy}$ 、 $\Delta C_{deoxy}$  と求める変数が2個あるので、本装置では下図に示す770nmと840nmの2波長の近赤外線吸光係数を使うことで求めています。

$$-\text{Log}[(I_{out}(\lambda 840) + \Delta I_{out}(\lambda 840))/I_{out}(\lambda 840)] = (\epsilon_{oxy}(\lambda 840) \times \Delta C_{oxy} + \epsilon_{deoxy}(\lambda 840) \times \Delta C_{deoxy}) \times D$$

$$-\text{Log}[(I_{out}(\lambda 770) + \Delta I_{out}(\lambda 770))/I_{out}(\lambda 770)] = (\epsilon_{oxy}(\lambda 770) \times \Delta C_{oxy} + \epsilon_{deoxy}(\lambda 770) \times \Delta C_{deoxy}) \times D$$

実際には光路長  $D$  が規定できないので  $D$  の積を付けたままを解としています。すなわち、 $D \times \Delta C_{oxy}$ 、 $D \times \Delta C_{deoxy}$  を解としています。



さらに、上記式より求めた  $D \times \Delta C_{oxy}$ 、 $D \times \Delta C_{deoxy}$  から

$$D \times \Delta C_{oxy} + D \times \Delta C_{deoxy} = D \times \Delta C_{total}$$

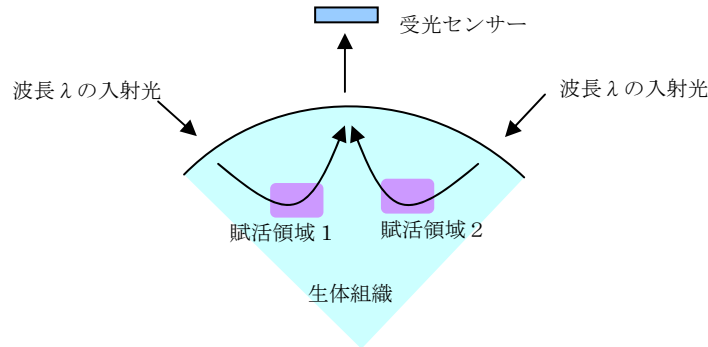
と計算してトータルヘモグロビン変化 ( $D \times \Delta C_{total}$ ) としています。

ヘモグロビン変化<sup>注1</sup> ( $D \times \Delta C_{oxy}$ 、 $D \times \Delta C_{deoxy}$ 、 $D \times \Delta C_{total}$ ) の単位としては、光路長が規定できないので光路長を含んだままの  $\text{mM} \cdot \text{cm}$  (ミリモル・センチメートル) あるいは  $\text{mM} \cdot \text{mm}$  (ミリモル・ミリメートル) が使われます。

注1：今後、 $D \times \Delta C_{oxy}$ 、 $D \times \Delta C_{deoxy}$ 、 $D \times \Delta C_{total}$  のことをヘモグロビン変化 (Hb Change)、正確な表現としてはみかけのヘモグロビン濃度変化光路長積 (The product of change in the apparent Hb concentration and the optical pathlength) と呼ぶようにします。簡略化した記号表現としては、それぞれ  $\Delta C_{oxy} \cdot L$ 、 $\Delta C_{deoxy} \cdot L$ 、 $\Delta C_{total} \cdot L$  あるいは  $\Delta C_{oxy} \cdot L$ 、 $\Delta C_{deoxy} \cdot L$ 、 $\Delta C_{total} \cdot L$  を使います。

## 2) 光変調

複数点の生体情報を同時に取得しようとした場合に、あるセンサーに到着した光が何処から来た光であるかを分離できなくてはなりません。そこで利用する技術が光変調技術です。本装置ではこの光変調に最新のデジタルテクノロジーであるスペクトラム拡散多重変調技術を採用しています。



本装置を含めてNIRS（近赤外分光分析法）では一般的に光源として連続波(CW: Continuous Wave)の近赤外線を使っています。CWの光多重変調方法として従来からTDMA（Time Division Multiple Access：時分割多重）あるいはFDMA（Frequency Division Multiple Access：周波数分割多重）が知られています。本装置で採用しているのは従来手法とは全く異なるCDMA（Code Division Multiple Access：符号分割多重）を採用しています。CDMAは、その原理から一般的にはスペクトラム拡散変調と言われています。

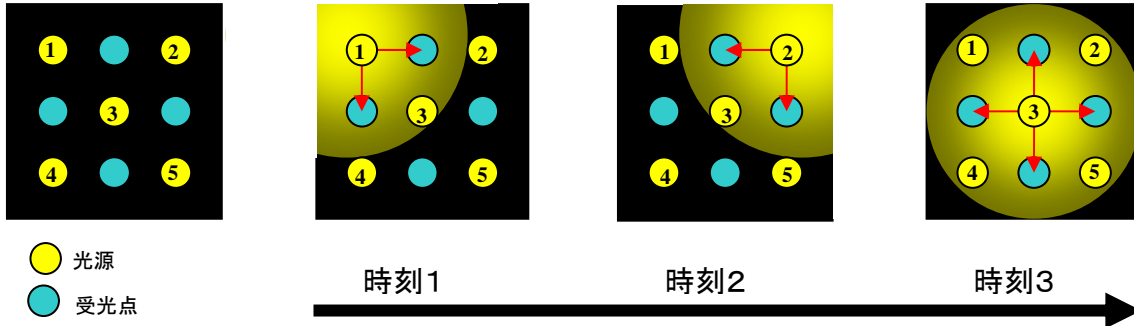
TDMAは各光源をマイクロの単位で制御し、ある瞬間には特定場所の光源だけが光を射出する方法です。光を受けたセンサー側としては、時間の管理をすることで何処の位置から来た光信号かを分離できます。変調方法としては極めて簡便というメリットを持っていますが、外乱光に影響されやすいとか多チャンネル化に対して生体信号帯域が制限されるといったデメリットがあります。

FDMAは各光源の光を、別々の周波数で光変調し射出する方法です。光を受けたセンサー側としては、各位置からの複合された光信号を電気信号に変えた後、周波数フィルターで分離することで、何処の位置から来た光信号であったかを分離できます。TDMAに比べて外乱光に強くなり、また同時刻測定であるメリットがあります。が、精密な周波数フィルターの設計が必要なこと、回路規模が複雑となること、ある規模を超えると多チャンネル化は極めて難しくなること、というデメリットをもっています。

一方、CDMAすなわちスペクトラム拡散変調は、最近の携帯電話あるいはカーナビのGPSに使われている最も進んだ変調技術です。乱数を使って変調する方式であり、その理論の本質を理解するのは難解ですが、外乱光に強く同時刻測定であり、多チャンネル化に対しても大きな問題がなく、かつ実現回路規模はそれほど大きくならないというメリットをもっており、将来性のある光変調技術です。

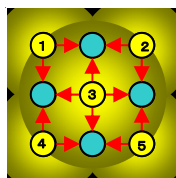
**TDMA 方式の概略**

下図にて、時刻1では光源1だけが点灯、その光を各受光点で取得する。以下同様に時刻2では光源2、時刻3では光源3と時間経過とともに順に点灯させていく方法。

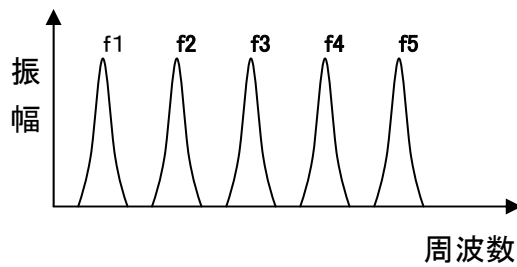
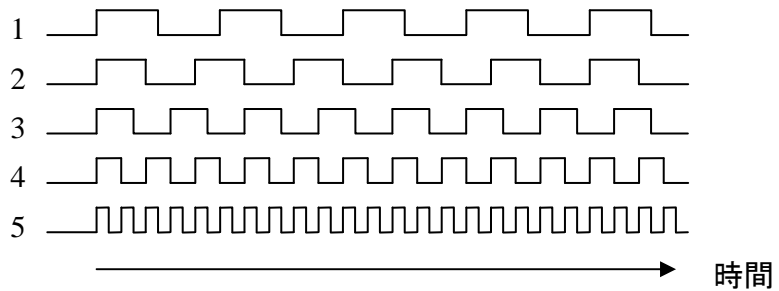


**FDMA 方式の概略**

下図にて、光源1～5は異なる変調周波数で同時に点灯を繰り返す。同時に各光源が点灯していても、各光源からの光信号の変調周波数が異なることを利用して各受光点では位置とその光信号強度を特定する方法。

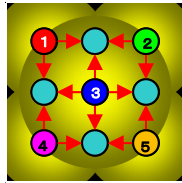


● 光源  
● 受光点

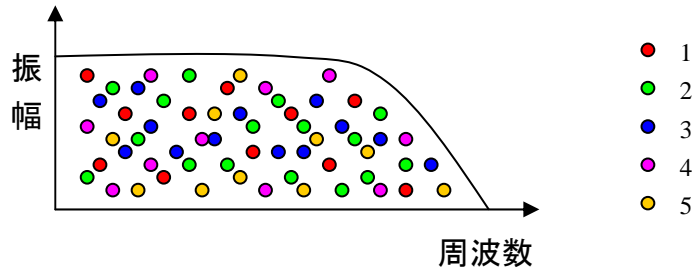
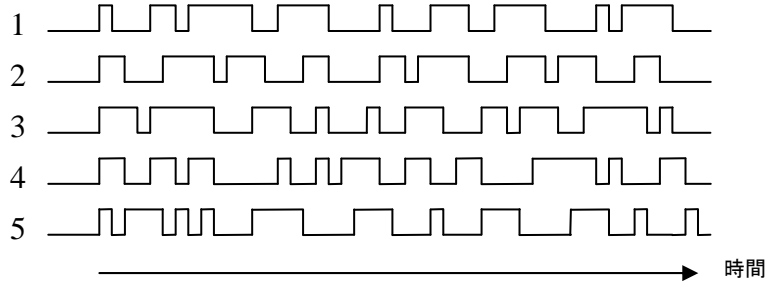


**CDMA（スペクトラム拡散変調）方式の概略**

下図にて、光源1～5は異なる乱数によって変調し点灯を繰り返す。同時に各光源が点灯していても、各光源からの光信号の乱数コードが異なることを利用して各受光点では位置とその光信号強度を特定する方法。



●●●●● 光源  
● 受光点



**各方式の特徴（光測定で利用する場合）**

光変調方式	TDMA（時分割多重）	FDMA（周波数分割多重）	CDMA（符号分割多重）
原理	簡単	複雑	難解
同時測定性	△	◎	◎
多チャンネル化	△	○	◎
高SN化	帯域制限	帯域制限	各種方法がある
外乱ノイズの影響	大（変調手段による）	小	極小
変復調回路	簡単/規模小	複雑/規模大	簡単/規模小
実用化例	インターネットの 伝送パケット	地上波デジタル放送 (13セグメントOFDM)	携帯電話 GPS（カーナビで利用）



### 3) 超高 SNR 技術

微弱な光を捉えるためには高感度かつ高 SNR (信号対雑音比) な光センサー技術が要求されます。一般的に SNR は光センサーそのものと直後に実装される初段アンプの能力で殆ど決まってしまう。よって、このオーソドックスな基本に従って Spectratech OEG-16 のセンサーも吟味した部品ならびに実装方法によって、究極まで SNR が高められています。前頭葉でのヘモグロビン変化を計測するには十分な性能を出しています。

Spectratech OEG-SpO2 では光センサーに要求される性能は一段と厳しくなり、さらなる高感度で高 SNR が求められました。スペクトラム拡散光変調回路とセンサー回路のさらなる進化させた弊社独自の超高 SNR 技術を採用することで飛躍的な SNR の改善を実現しました。結果 Spectratech OEG-16 に比べてゲインで 2 倍、速度で 8 倍の性能であるにも関わらず SNR で 9dB 以上改善されています。



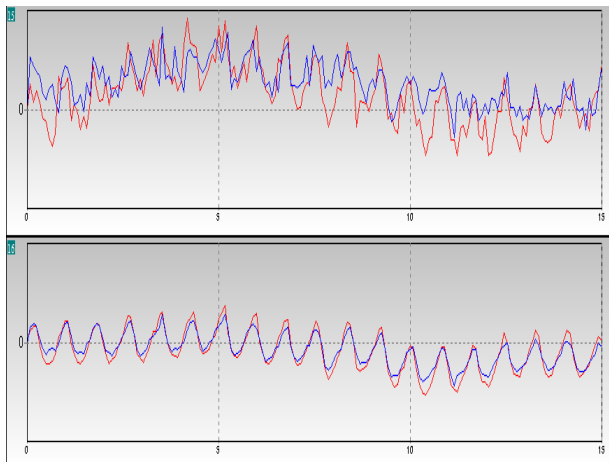
Spectratech OEG-SpO2 用センサー部



Spectratech OEG-16 用センサー部

#### 脈波信号計測の例。

(前頭葉の計測、光源部と受光部の距離 3 cm、多チャンネル計測、サンプリング速度 0.081 秒)



超高 SNR 技術を使わない場合  
(帯域はあるが SNR が悪い)

超高 SNR 技術を使った場合  
(帯域があり SNR も極めて良好)

赤：840nm 波長信号  
青：770nm 波長信号

#### 4) Apparent SpO2 (みかけの動脈血酸素飽和度)

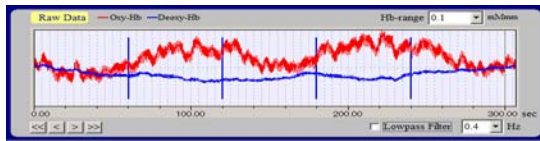
Spectratech OEG-SpO2 では、血流変化の脈波成分がかなり SNR 良く計測できるようになりました。そこで拍動する成分の Oxy-Hb と Deoxy-Hb 成分を求め、下記の原理で酸素飽和度の計算をしています。パルスオキシメータで使う計算式とは異なるので **Apparent SpO2 (見かけの酸素飽和度)** と名付けました。

従来、脈波信号の SNR の悪さから、あまり議論できなかった fNIRS での脳局所の動脈血酸素飽和度の変化について、少し議論が進められるものと思います。ただ ApparentSpO2 は%表示していますが、パルスオキシメータのようなキャリブレーションされた値ではありません。現時点では値の精度ならびに正確性を論議できるところまでは来ていません。

**値としてはまだ単なる目安としてご利用いただき、ApparentSpO2 が該当時刻で増加傾向にあるとか減少方向にあるとかの解釈範囲でご利用をお願いいたします。**

#### 原理

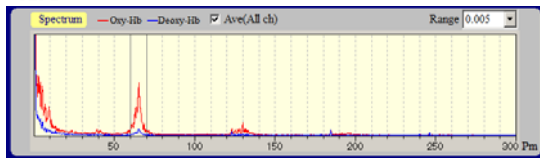
##### STEP1



まず脈波を十分含む広帯域で計測した波長信号からヘモグロビン変化 (赤:  $\Delta\text{Coxy}\cdot\text{L}$ 、青:  $\Delta\text{Cdeoxy}\cdot\text{L}$ ) を求めます。

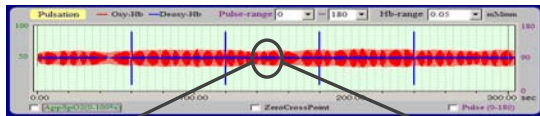
SpectratechOEG-SpO2 の生体信号帯域は 6.1Hz です。

##### STEP2

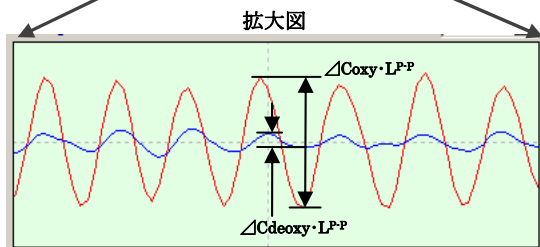


ヘモグロビン変化信号のワースペクトラムを求め、脈波の周波数を確認します。

##### STEP3



STEP2 で確認した周波数帯域を通過させるバンドパスフィルターでヘモグロビン変化信号を処理します。



得られたヘモグロビン変化 ( $\Delta\text{Coxy}\cdot\text{L}$ 、 $\Delta\text{Cdeoxy}\cdot\text{L}$ ) 信号の 1 脈波内での最大振幅を求め下記の計算を行います。

$$\text{Apparent SpO}_2 = \frac{\Delta\text{Coxy}\cdot\text{L}^{\text{P-P}}}{\Delta\text{Coxy}\cdot\text{L}^{\text{P-P}} + \Delta\text{Cdeoxy}\cdot\text{L}^{\text{P-P}}}$$

##### STEP4



計算で得られた ApparentSpO2 と、副産物で得られる脈拍数変化をグラフ表示します。

ApparentSpO2  
脈拍数変化

**注意事項：**いくら SNR がよくなったと言っても限界はあります。一般的に前頭前野外側の髪の毛が近い脳局所では必要な SNR が得られない場合があります。このような場合、現状のアルゴリズムでは ApparentSpO2 の表示値は 50% に近づきます。今後さらに改善を進めていく所存ですが、ご理解の程お願いいたします。

## § 4 仕様

### Spectratech OEG-SpO2-01 ヘッドモジュール

#### 1) 光射出部

6 個搭載

2 波長組込型 LED (波長 1 : 840 nm 波長 2 : 770 nm)

出力パワー : 光射出部表面にて 6.0mW/770nm, 6.0mW/840nm (MAX)

レーザー安全規格 (IEC 60825-1) : 適用除外

#### 2) 光受光部

6 個搭載

Si PIN ホトダイオード (Silicon PIN photo diode) 可視カットフィルター付

#### 3) 同時測定チャンネル数

16 チャンネル

#### 4) 光射出部/光受光部間距離

3 cm

注意 : 本ヘッドモジュールは前頭葉で且つ髪の毛の影響の少ない部分での使用を前提としています。他の部位での使用はお勧めできません。また、たとえ髪の毛のない前頭葉での測定でも、極めて信号の弱い被験者もおられ本装置のセンサーでは捉え切れない場合もあります。あらかじめご了解願います。

### Spectratech OEG-SpO2 本体

#### 1) 生体信号測定方式

モデファイド・ランベルト・ベール (modified Lambert-Beer Law) 則による

ヘモグロビン変化 (  $\Delta C_{oxy} \cdot L$ ,  $\Delta C_{deoxy} \cdot L$ ,  $\Delta C_{total} \cdot L$  ) 単位 mMol $\cdot$ mm

Apparent SpO2 (みかけの動脈血酸素飽和度) 単位 %

#### 2) 光多重変調方式

変調方式 : スペクトラム拡散変調 DS (Direct Sequence) 方式<sup>注1</sup>

PN-CODE : M 系列符号 (符号長 65535 Bit (MAX))

有効生体信号帯域幅 :

Fine Mode 時 : 0.76 Hz (サンプリング間隔 : 0.65535 秒)

Fast Mode 時 : 6.10 Hz (サンプリング間隔 : 0.08192 秒)

#### 3) イベント入力機能

付属の Spectratech OEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用 BOX を使って、任意の時刻に手操作でのイベントトリガーを入力可能 (受付確認 LED 付)

#### 4) 外部トリガー入力機能

(1) 外部機器との連動動作するために、ホトアイソレーション (光絶縁) された “外部トリガー入力端子” を 2 系統搭載。付属の Spectratech OEG-16-04 外部信

号入力用BNCケーブルを経由してBNCコネクタ接続にて外部機器と接続され、外部からのイベントトリガー入力、外部からの計測/記録開始トリガーのいずれの利用形態でも使用可能。

入力条件：TTLレベル（本体内部にてホットカプラーでアイソレーション）<sup>注2</sup>

(2)他のパソコンからネットワーク経由で入力可能（UDPプロトコル使用）

#### 5) 安全基準

IEC60601-1 安全規格準拠

#### 6) 計測時間

(1) 電源供給ある場合 約10時間の連続測定可能（Fine Mode時）

約2時間の連続測定可能（Fast Mode時）

(2) バッテリー動作の場合 約1時間の連続測定可能

#### 7) パソコン接続

WindowsXP、WindowsVISTAあるいはWindows7(32BitOS、64BitOSいずれでも可)の動作するUSB規格の接続ポートを持つパソコンと、付属の Spectratech OEG-16-06 パソコン接続用USBケーブルにて接続し、同じく付属の Spectratech OEG-SpO2-07 インストールソフトウェア用CD-ROMをパソコンにインストールすることで、パソコンから各種指令を出したり、計測データをパソコンに送り、記録あるいは表示することが可能。**パソコンの性能は、CPUがIntel I5以上でメインメモリーが4GB以上のものをお選びください。**

#### 8) 搭載乾電池

本体主要部動作用：

単三乾電池 4個（連続使用で約1時間使用可能）

フォトアイソレーション部用：

単三乾電池 2個（連続使用で約半年間使用可能）

内部時計用：

CR2032 LITHIUM バッテリー（連続使用で約3～5年間使用可能）

9) ファームウェアは随時、弊社ホームページから最新版をダウンロード可能。

注1：DS(Direct Sequence)方式とはスペクトラム拡散信号発生方式の一つで直接拡散方式とも呼ばれ、拡散符号系列(PN系列)と呼ばれる乱数を使って変調する方法です。その他にFH方式(Frequency Hopping：周波数ホッピング)という方法があります。

注2：TTL入力とはハイインピーダンスでの+3～+5Vのデジタル信号入力を意味します。

## § 5 構成

本装置は下記の構成品からなりたっています。

1) Spectratech OEG-SpO2	本体	1 台
2) Spectratech OEG-SpO2-01	ヘッドモジュール	1 個
3) Spectratech OEG-SpO2-03	携帯バッグ	1 個
4) Spectratech OEG-SpO2-07	インストールソフトウェア用 CD-ROM	1 個
5) Spectratech OEG-16-02	ファントム	1 個
6) Spectratech OEG-16-04	外部信号入力用 BNC ケーブル	2 本
7) Spectratech OEG-16-05	手操作イベントトリガー入力用 BOX	1 個
8) Spectratech OEG-16-06	パソコン接続用 USB ケーブル	1 本
9) 100V 用 AC アダプタ (国内仕様)		1 個
10) 単三乾電池 (ENELoop)		6 個
11) 充電器 (ENELoop 用)		1 個
12) 取扱説明書		1 式

※ Spectratech OEG-16- で始まる構成品は、Spectratech OEG-16 と共通です。

1) Spectratech OEG-SpO2 本体・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1台

本体正面



- POWER : 電源スイッチです。上部を押すことでONします。何れかの電源供給（ACアダプターあるいはバッテリーからの供給）を受けていて動作可能であれば当ボタンを押すと同ボタン上のLEDが点灯します。
- START : 計測/記録開始ボタンです。当ボタンを押すことで計測/記録開始し、同ボタン上のLEDが緑点灯することで動作開始を知らせます。当ボタンはCALボタンにて生体キャリブレーションを行いCAL-LEDが点灯していないとスタートできません。計測/記録中（LED点灯中）に再度本ボタンを押すと、それまでの記録データを破棄し再度押した時点から再計測/記録開始します。よくある計測開始時点での準備不足で記録開始してしまったような場合に便利です。
- STOP : 計測/記録停止ボタンです。当ボタンを押すことで計測/記録を停止します。停止の確認を当ボタン内の緑LEDが点灯することで知らせます。パソコンに接続していない場合には、START/STOPを繰り返すことで複数回のタスクを計測/記録できます。本体内の記録メモリーは記録時間にしてFast Mode記録で約2時間分、Fine Mode記録で約10時間分あります。
- EVENT : 本装置正面から、手操作によるイベントトリガーを入れたい場合に押します。計測中でないと反応しません。なお、手操作によるイベントトリガー入力には本体背面にも準備されています。
- CAL : 生体キャリブレーション（校正）用ボタンです。キャリブレーション中は当LEDが点滅しており、終了すると点灯状態となり計測可能となります。
- BATT : 本体主要部動作用バッテリー（単三乾電池4個のブロック）の容量が規定以下に下がると点灯（赤色）します。

本体背面



- SENSOR L : SpectratechOEG-SpO2-01 ヘッドモジュールのケーブルLを接続します。
- SENSOR R : SpectratechOEG-SpO2-01 ヘッドモジュールのケーブルRを接続します。
- EXT-EVENT-IN 1 : 付属の SpectratechOEG-16-04 外部信号入力用BNCケーブルを経由して外部機器からの計測/記録開始入力あるいは、イベントトリガー入力として使います。付属の Spectratech OEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用BOXを接続し使用することもできます。
- EXT-EVENT-IN 2 : 付属の SpectratechOEG-16-04 外部信号入力用BNCケーブルを経由して外部機器からのイベントトリガー入力として使います。付属の SpectratechOEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用BOXを接続し使用することもできます。

- REMOTE : 付属の SpectratechOEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用BOXからのケーブルを接続します。本体正面の EVENT スイッチ以外に、当 BOX からも手操作によるイベントトリガー入力を行うことができます。イベントトリガーが受け付けられるとBOX上の緑LEDが点灯します。
- USB : パソコンから SpectratechOEG-SpO2 本体に各種指示を与える、あるいは本体からの計測データをパソコンに取得する場合に、付属の SpectratechOEG-16-06 パソコン接続用USBケーブルを使ってパソコンと接続してください。
- DC-IN : 付属の 100V 用 AC アダプタからのケーブルを接続します。パソコンと接続して使用する場合、あるいは本体単独動作であるがバッテリーで動作させたくない場合にご利用ください。

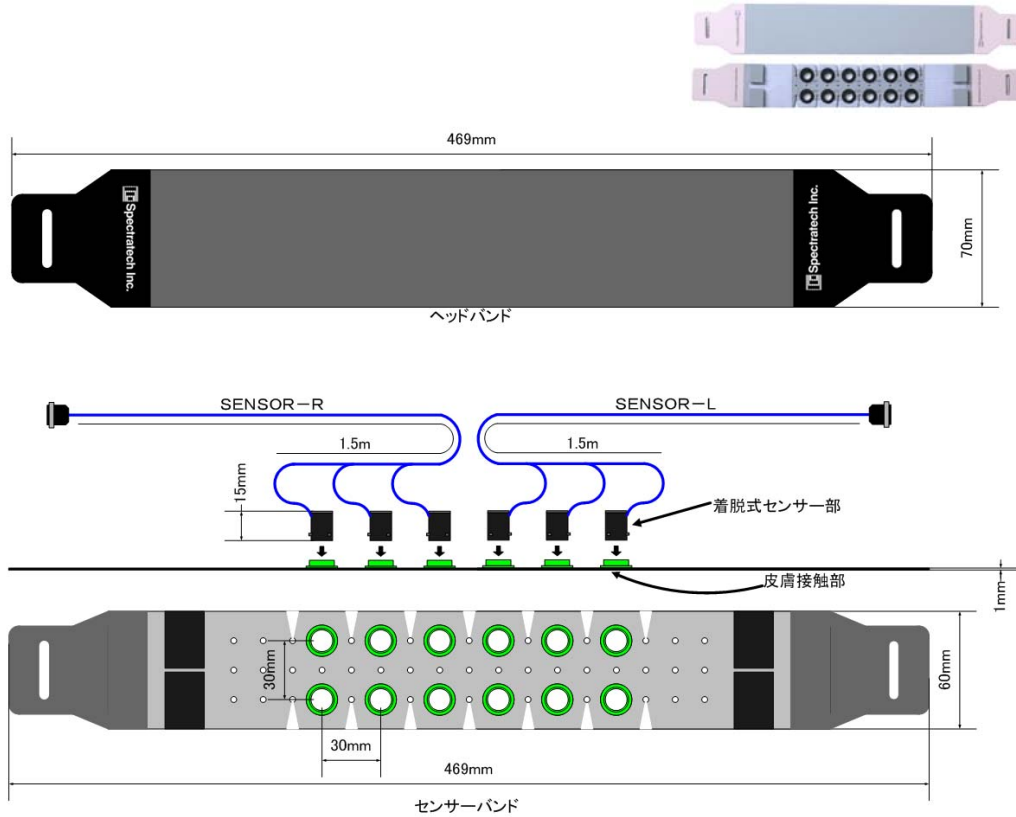
BatteryUM3X4 : 本体主要部動作用

Spectratech OEG-SpO2 本体をバッテリーで動作させたい場合に当バッテリーを搭載してください。単三乾電池 4 個からなっています。連続使用でおよそ 1 時間使用可能です。容量が不足してくると本体正面の BATT-LED を点灯 (赤色) して警告します。本 LED が点灯した場合は早めに充電済みバッテリーと交換してください。計測/記録中に本 LED が点灯した場合は自動的に記録を終了させデータを保護し停止状態にします。

BatteryUM3X2 : フォトアイソレーション部用

Spectratech OEG-SpO2 本体の EXT-EVENT-IN 1 あるいは 2 に外部機器を接続する場合に当バッテリーを使います。単三乾電池 2 個からなっています。外部機器と本体はこのバッテリーを使って完全にフォトアイソレーション (光絶縁) されますので、外部機器との間で安全に接続されます。

2) Spectratech OEG-SpO2-01 ヘッドモジュール・・・・・・・・・・ 1個



頭部に取り付け、生体情報を取得する高感度なセンサー部分です。精密に作られた光学部品から構成されています。取り扱いを丁寧をお願い致します。

ヘッドモジュールの各センサー部からの信号線はコネクタ2本に収線されています。ケーブルLのコネクタを本体背面のSENSOR Lに、ケーブルRのコネクタをSENSOR Rに接続してください。

なお、生体への装着前に、消毒用アルコールにてセンサー部分の油分や汚れを拭き取っておくことをお勧めします。





3) Spectratech OEG-SpO2-03 携帯バッグ・・・・・・・・・・ 1個

本バッグは、生体測定を携帯して行いたい場合に、Spectratech OEG-SpO2 本体を携帯できるようにするための付属品です。リュックサックのように背中に携帯しても、肩にかけて携帯しても、腰に回しても携帯できるようになっています。なお、現状は光脳機能計測が移動状態でも実用測定ができるという状況ではありません。今まで移動での実験すらできなかった状況に、弊社があえて危険をおかして研究者の方々に、今後実用にもっていくための様々な研究実験を行っていただくために作成しました。



4) Spectratech OEG-SpO2-07 インストールソフトウェア用 CD-ROM・・・・・・・・ 1個

本CD-ROMをパソコンにインストールすると、本装置用のアプリケーションソフトウェアが使用できるようになります。使用可能なパソコンは WindowsXP, WindowsVISTA あるいは Windows7 (32BitOS, 64BitOS いずれでも可) が動作してUSB接続を持つパソコンです。パソコンの性能は、CPUがIntel I5以上でメインメモリーが4GB以上のものをお選びください。

5) Spectratech OEG-16-02 ファントム・・・・・・・・・・ 1個

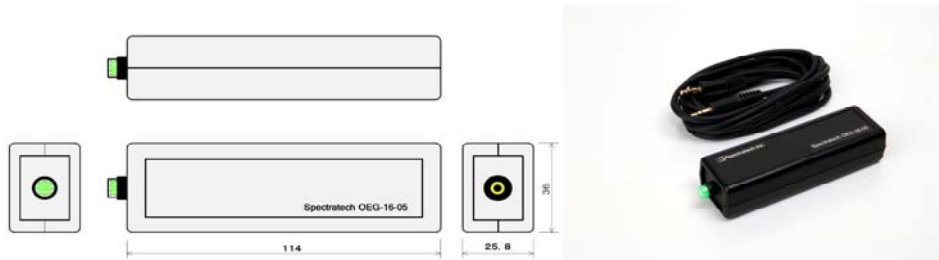
本ファントムはヘッドモジュール部の各光射出部/光受光部が正常に動作しているかを確認するためのものです。



6) Spectratech OEG-16-04 外部信号入力用BNCケーブル (1.5m)・・・・ 2本

本BNCケーブル2本は外部機器から本装置の計測/記録開始あるいはイベントトリガー入力を行いたい場合に使うケーブルです。使用する場合には、本BNCケーブルの一方を本体背面のEVENT IN 1あるいは2に接続し、もう一方をBNCコネクタにて外部機器の計測/記録開始あるいはイベントトリガーに使える出力端子に接続してください。本装置は外部機器からのTTL出力に対して対応しています。外部機器の出力仕様がTTL出力でなかった場合には無理に接続しないで、一度弊社あるいは弊社代理店までお問合せください。

7) Spectratech OEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用BOX (付属ケーブル3m付)・・・1個



本BOXは、計測/記録中に、本体とは少し離れた位置から手操作によるイベント入力を行いたい場合に使うことを想定しています。本BOXのケーブル端のコネクターを本体背面のREMOTE端子に接続してください。計測/記録中に本BOXのボタンを押すとイベントトリガーとして入力され、本装置に認められた時点でボタン上のLEDが点灯して知らせてくれます。

本BOXは、EXT-EVENT-1あるいは2に装着して使用することも可能です(ただし当BOXボタン上のLEDは点灯動作しません)

8) Spectratech OEG-16-06 パソコン接続用USBケーブル・・・・・・・・・・1本

パソコンから SpectratechOEG-Sp02 本体に各種指示を与える、あるいは本体からの計測データをパソコンに取得する場合に、本ケーブルを使ってパソコンと接続してください。

9) 100V用ACアダプタ(国内仕様)・・・・・・・・・・・・・・・・・・1個

SpectratechOEG-Sp02 本体をバッテリー動作させない場合に、本アダプターのDC出力ケーブルを本体背面のDC-INに接続してご利用ください。日本国内の単相AC100Vにて動作します。本アダプターは国内仕様になっていますので、その他の国でのご利用はご遠慮ください。

10) 単三乾電池(ENELOOP)・・・・・・・・・・・・・・・・・・6個

Spectratech OEG-Sp02 本体側面に2箇所バッテリーを格納する箇所があります。一方に4本(BatteryUM3X4)、もう一方に2本(BatteryUM3X2)実装できます。

BatteryUM3X4は本体をバッテリー動作させたい場合に必要です。本体主要部動作で、新品の乾電池を実装した場合、連続動作で約1時間使用可能です。容量が不足してくると本体正面のBATT-LED(赤色)を点灯させて警告します。本LEDが点灯した場合には充電済みの単三乾電池と交換してください。

計測/記録中に本LEDが点灯した場合は自動的に記録を終了させデータを保護し停止状態にします。なお、本装置ではSANYOのENELOOP以外の乾電池での動作では1時間を保証できません。必ずENELOOPをご利用願います。

一方、BatteryUM3X2は外部機器を接続する場合に使います。外部機器と本体はこのバッテリーを使って完全にフォトアイソレーション(光絶縁)されますので、外部機器との間で安全に接続されます。連続使用で約半年間使用可能です。EXT-EVENT-IN1あるいは2を利用しない時には当バッテリーを実装する必要はありません。

11) 充電器(ENELOOP)・・・・・・・・・・・・・・・・・・1個

上記10)のENELOOP単三乾電池の専用充電器です。

12) 取扱説明書・・・・・・・・・・・・・・・・・・1式

本装置用の各種取り扱い説明書です。本取扱説明書はPDF形式にてSpectratech OEG-Sp02-07インストールソフトウェア用CD-ROM内にも入っています。

## § 6 使用環境と利用形態

### 使用環境

使用環境は通常の常温の室内にてご利用願います。

使用環境温度：5℃～30℃

使用環境湿度：20%～70%（結露なきこと）

計測開始までの時間：生体に装着してから、**最低15分**経過してから計測を開始してください。センサーが体温と同じ温度になるまではセンサーの温度変動があります。

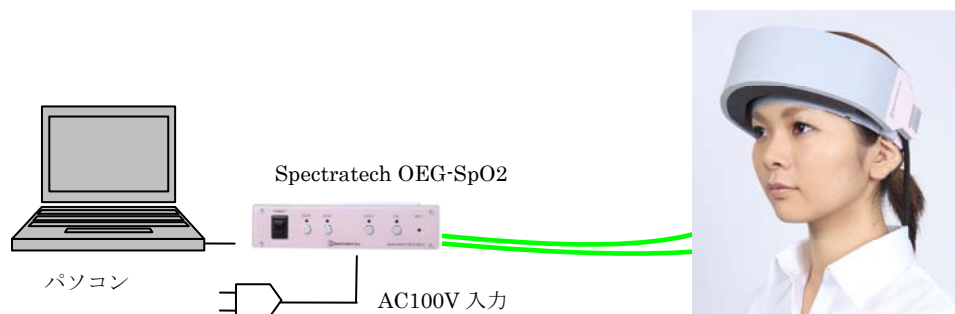
### 利用形態

Spectratech OEG-SpO2には下記の利用形態があります。

- 1) PC-Online 1（計測しながら、リアルタイムでパソコンに波形表示、AC100V 動作）
- 2) PC-Online 2（計測しながら、リアルタイムでパソコンに波形表示、2台同時動作、AC100V 動作）
- 3) PC-Offline 1（SpectratechOEG-SpO2のみで計測、バッテリー駆動、計測終了後パソコンに接続して波形表示）
- 4) PC-Offline 2（SpectratechOEG-SpO2のみで計測、AC100V 駆動、計測終了後パソコンに接続して波形表示）

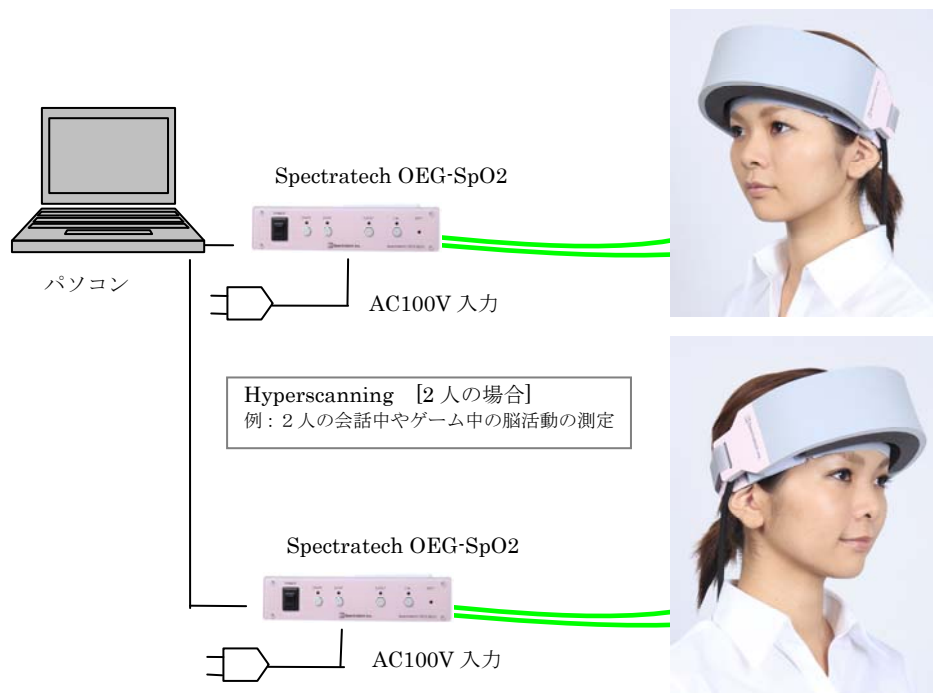
#### 1) PC-Online 1（計測しながら、リアルタイムでパソコンに波形表示、AC100V 動作）

最も一般的な利用形態です。1台の SpectratechOEG-SpO2 とパソコンを接続してリアルタイムで計測結果を観測しながら計測/記録作業が進められます。



#### 2) PC-Online 2（計測しながら、リアルタイムでパソコンに波形表示、2台同時動作、AC100V 動作）

2台の SpectratechOEG-SpO2を同時に1つのパソコンに接続し、被験者2名を同時計測/記録し、かつリアルタイムで計測過程を観測しながら作業を進めます。なおこの利用形態の場合にはパソコンに最低2口のUSBポートがあることが必要です。



3) PC-Offline 1 (Spectratech OEG-SpO2のみで計測、バッテリー駆動、計測終了後パソコンに接続して結果表示)

バッテリー駆動なので、被験者は計測時に自由に移動可能。最長1時間の連続計測/記録が可能です。但し、激しい動きはできるだけしないでください。アーチファクト (artifact:生体信号に無関係なノイズ、例えば、頭の動きによる) の要因となります。

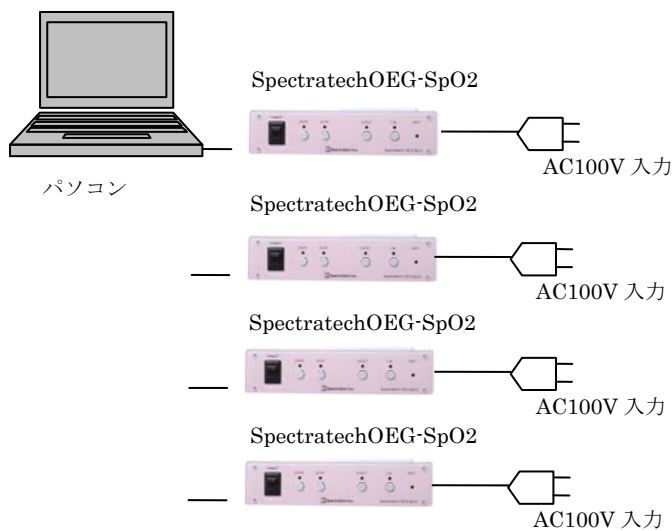
なお、現状は光脳機能計測が移動状態でも実用測定ができるという状況ではありません。今まで移動での実験すらできなかった状況に、弊社があえて危険をおかして研究者の方々に、今後実用にもっていくための様々な研究実験を行っていただくために作成しましたことをご了解願います。

第一段階 計測時————— (バッテリー駆動で自由に移動可能) —————



第二段階 DATA収集+波形表示時—————

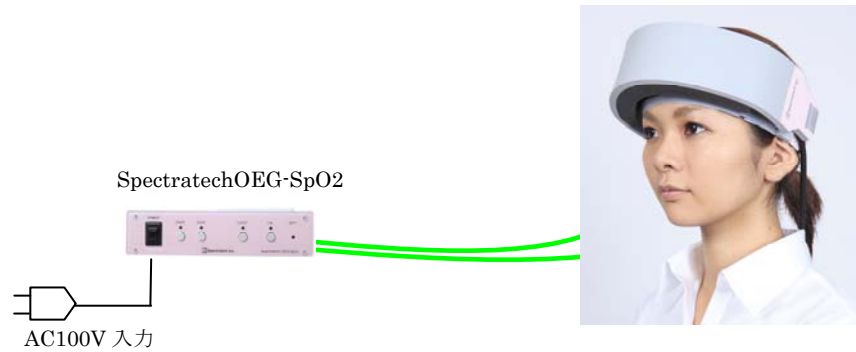
複数の Spectratech OEG-SpO2 から収集することができます



Hyperscanning  
4人同時測定  
例：授業中、4人1組がグループ活動中の脳活動測定

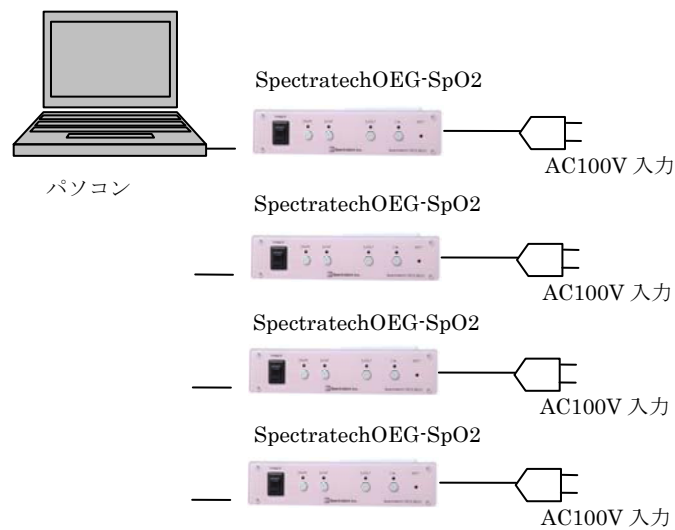
- 4) PC-Offline 2 (SpectratechOEG-SpO2のみで計測、AC100V動作、計測終了後パソコンに接続して波形表示)  
移動を伴わないデータを収集するような場合に便利です。最長10時間 (Fine Mode) の連続計測/記録が可能です。

第一段階 計測時————— (本体のみでAC100V動作) —————



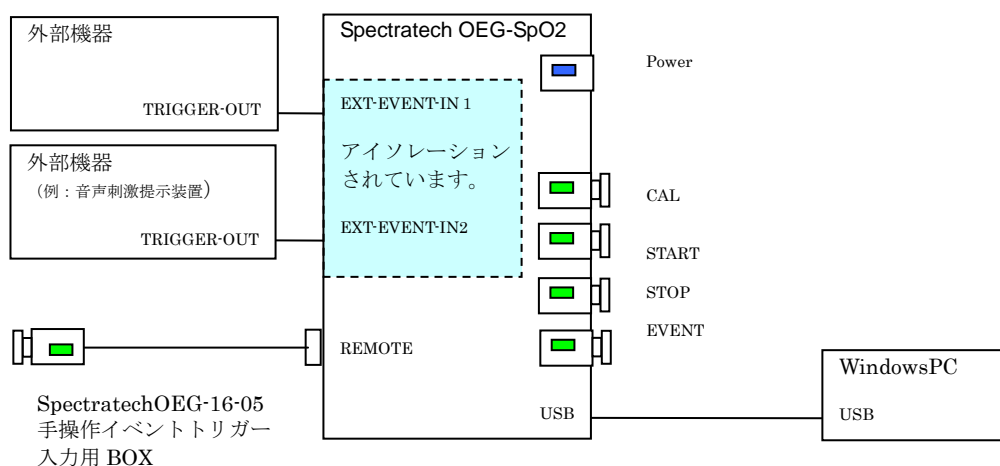
第二段階 DATA収集+波形表示時—————

複数の SpectratechOEG-SpO2 から収集することができます



## § 7 外部機器との接続形態

一般的に、例えば同時計測する外部機器のトリガー信号を SpectratechOEG-SpO2 が受けて、外部機器と同期測定開始する (EXT-EVENT-IN1)。その測定がブロックデザイン測定 (後述) の場合には、例えば音声刺激提示装置の音声刺激開始時点で自動的にイベント開始情報を SpectratechOEG-SpO2 が受けてイベント (EXT-EVENT-IN2) を捕らえる。また測定者が時折、自分がマークしておきたい事象が発生した時点で手持ちスイッチ (同梱の Spectratech OEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用 BOX) を押すことでイベント入力し (この時、本体は測定者にイベントを受け付けた確認として手元スイッチの LED を点灯させて知らせます)、後ほど計測データの処理の時に使う、といったような場合には下記のような接続形態になります。

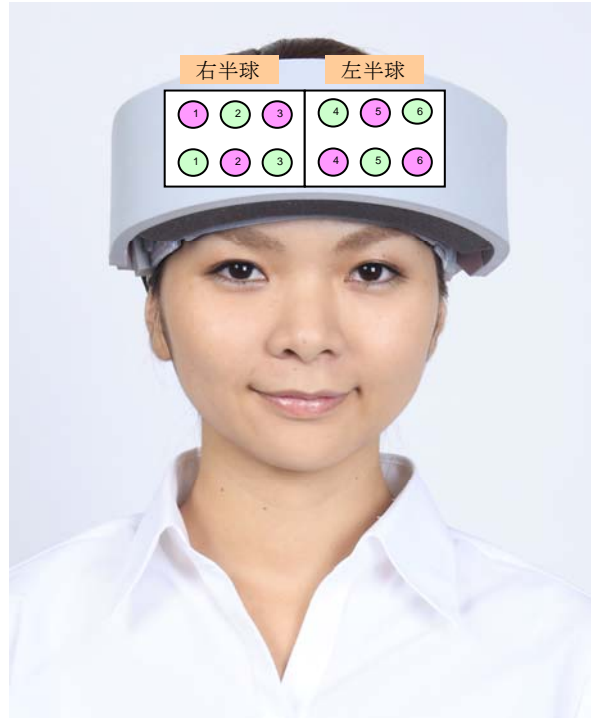


EXT-EVENT-IN1 は OEG-SpO2 の計測/記録開始用にも、イベントトリガー入力用にもパソコンからの設定にて切り替えることができます。EXT-EVENT-IN2 はイベントトリガー入力専用です。よって、上図のような使用形態以外に、IN1 と IN2 のどちらにもイベントトリガーの要因となる外部機器を接続し使用することも可能です。REMOTE からの手操作イベント入力、本体前面の EVENT 入力、パソコン上のアイコンクリックも含めて、イベント入力情報は個別に本体に記録されるので、後ほどパソコン表示時には、どのイベントがどの時刻に入力されたかが分離表示できます。

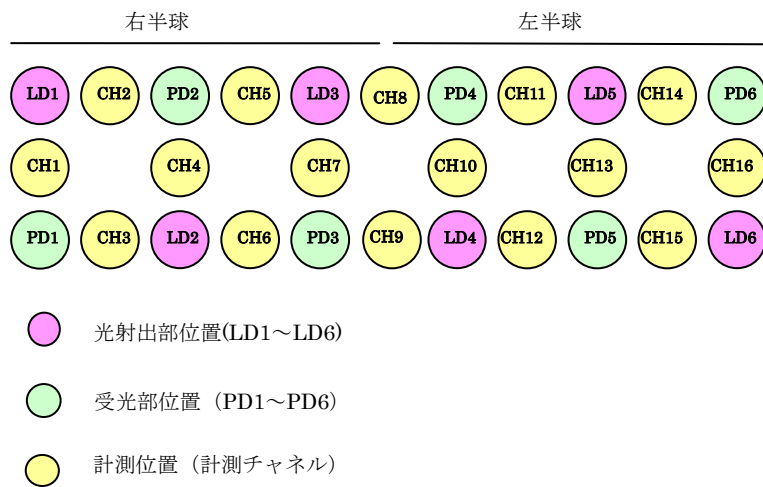
また、EXT-EVENT-IN1、IN2 はホトアイソレーション (光絶縁) されていますので外部機器との接続を安全に行えます。なお、EXT-EVENT-IN1、IN2 を使用する場合にはホトアイソレーション用の電源である本体側面の Battery2 にバッテリー 2 本を実装することを忘れないでください。通常的使用方法で約半年の間、連続で使用することができます。

## § 8 計測チャンネルの定義

本装置では計測チャンネルを以下のように定義します。



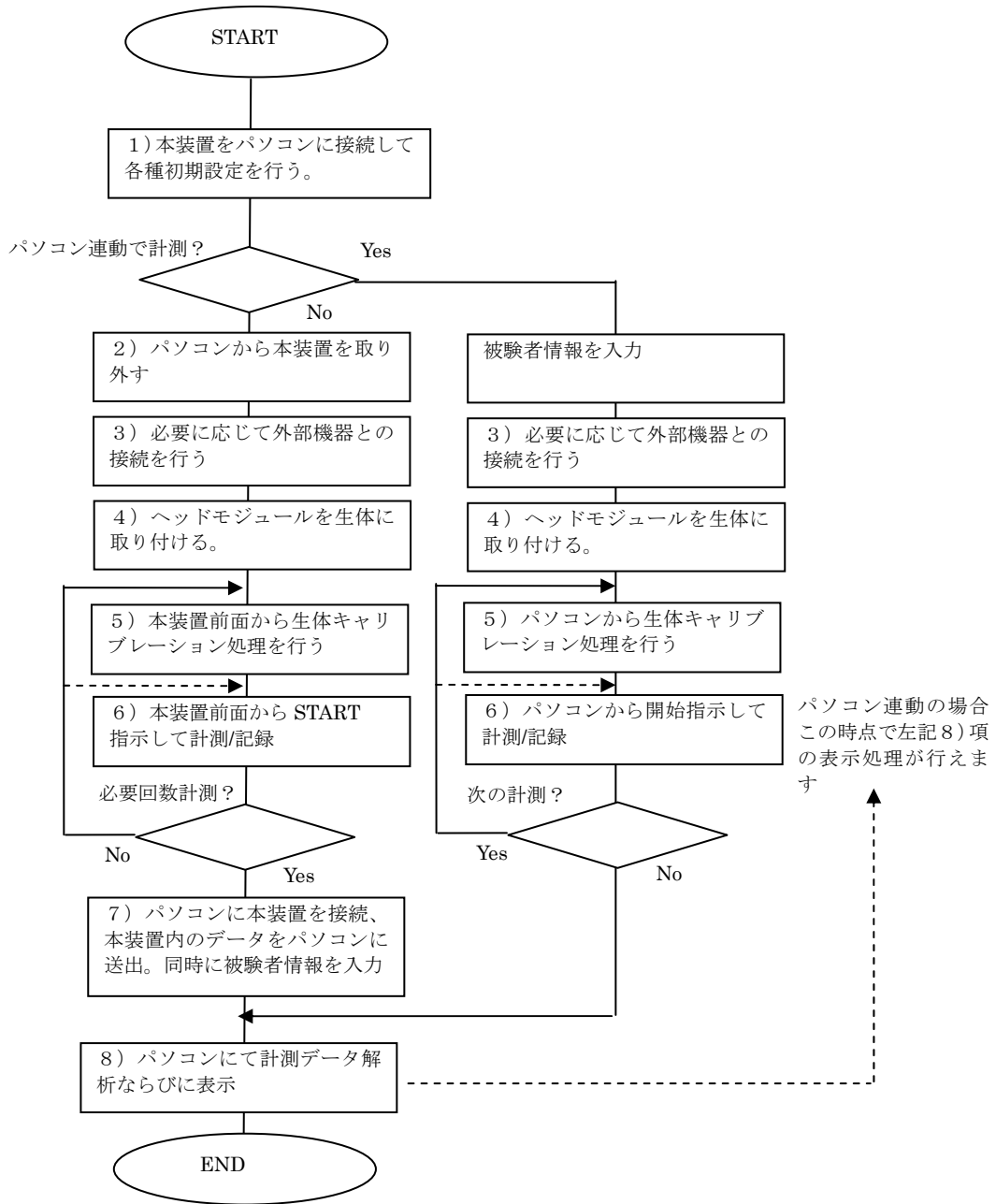
上図のようにヘッドモジュールを装着した場合に、下図の黄色で示す各計測位置に対して右端から順にCH1～CH16と位置定義します。



## § 9 計測/記録操作の流れ

### 概略の流れ

本装置を使用した計測/記録の流れは、概略以下のように行われます。





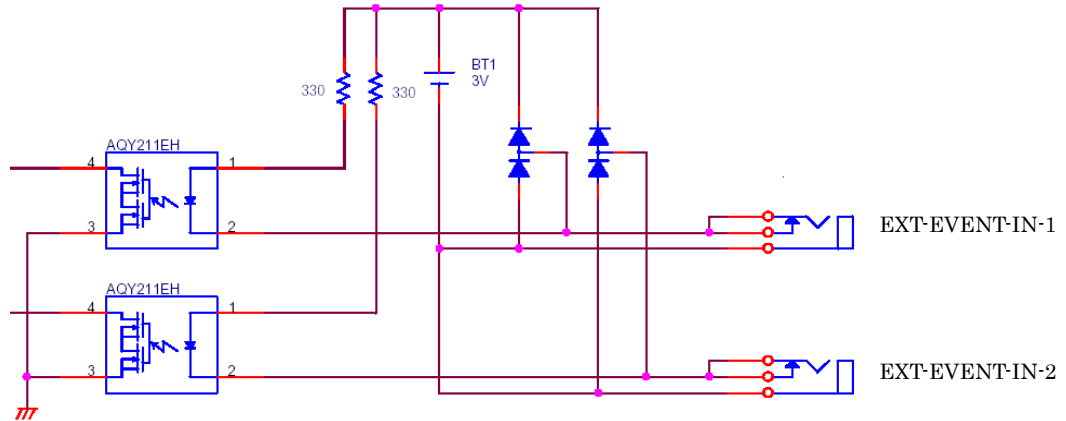
## 備考 1 EXT-EVENT-IN-1、-2 の入力仕様

EXT-EVENT-IN1 ならびに EXT-EVENT-IN2 の入力仕様は以下のようになっています。

**入力仕様：** TTL 入力。2V 以上 5V 以下で 1 と判定、0.8V 以下で 0 と判定。

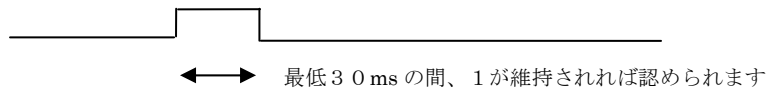
**極性：** 負極性、正極性のどちらでもパソコンからの設定で対応可能。

**等価回路図：**

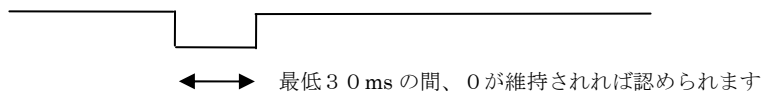


**タイミング仕様：**

1) 正極性解釈の場合



2) 負極性解釈の場合



## 備考 2 外形寸法図

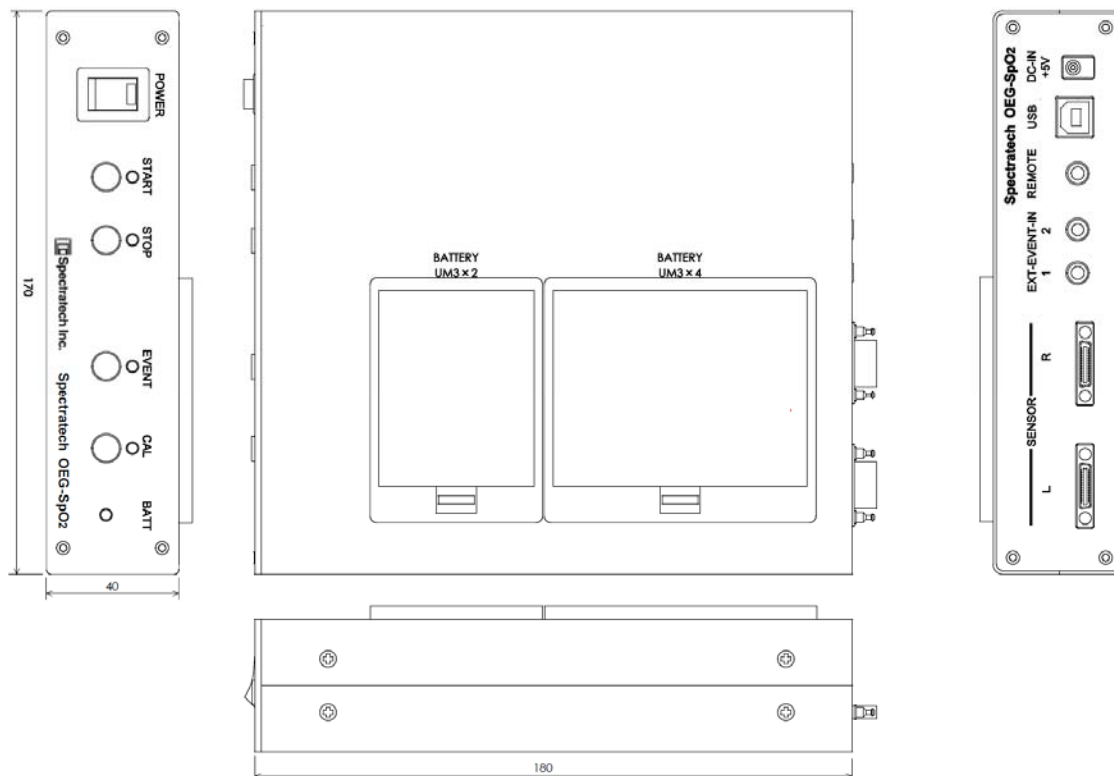
### Spectratech OEG-SpO2 本体外形寸法図：

寸法：40mm (H) x 170mm (W) x 180mm (D)

材質：アルミニウム

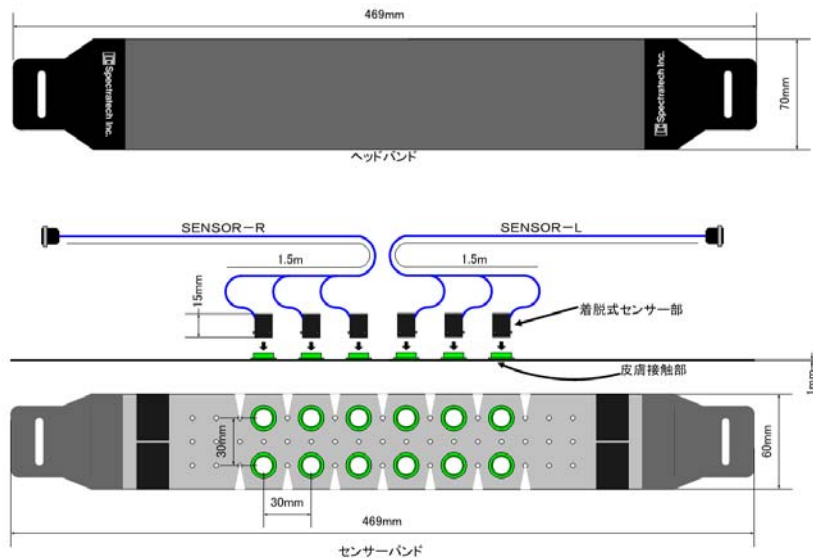
重量：約600g (バッテリー実装無しの場合)

約750g (バッテリー6本実装した場合)



**Spectratech OEG-SpO2-01 ヘッドモジュール外形寸法図：**

- 寸法：ヘッドバンド 70mm (H) x 469mm (W) x 29mm (D)  
 センサーバンド 60mm (H) x 469mm (W) x 1mm (D)  
 着脱式センサー部 15mm (H) x 11mm (Φ)  
 材質：ヘッドバンド：ネオプレンスポンジ (外側)、ウレタンスポンジ (内側)  
 センサーバンド：PE (ポリエステル) 100%  
 着脱式センサー部：POM  
 重量：約 250g



**Spectratech OEG-SpO2-03 携帯バッグ外形寸法図：**

- 寸法：55mm (H) x 190mm (W) x 205mm (D)  
 材質：織布  
 重量：250g

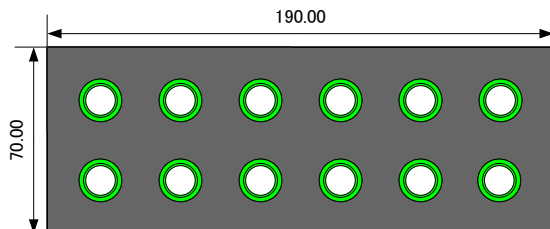


**Spectratech OEG-16-02 ファントム**

寸法：31.2mm (H) x 190mm (W) x 70mm (D)

材質：ABS樹脂 黒色

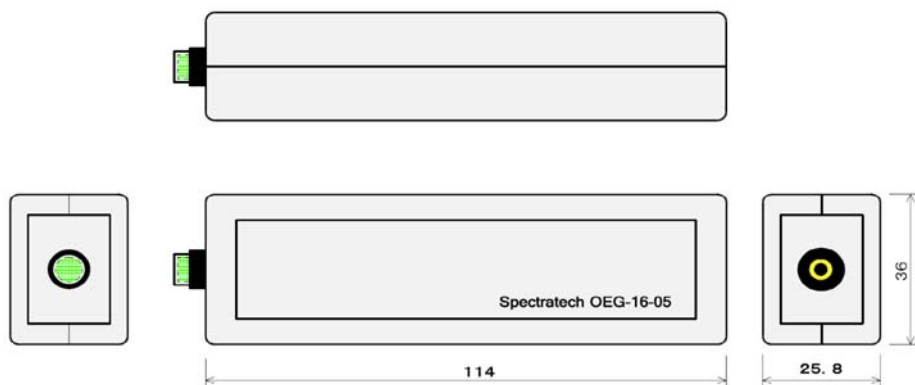
重量：480g



**Spectratech OEG-16-05 手操作イベントトリガー入力用 BOX 外形寸法図：**

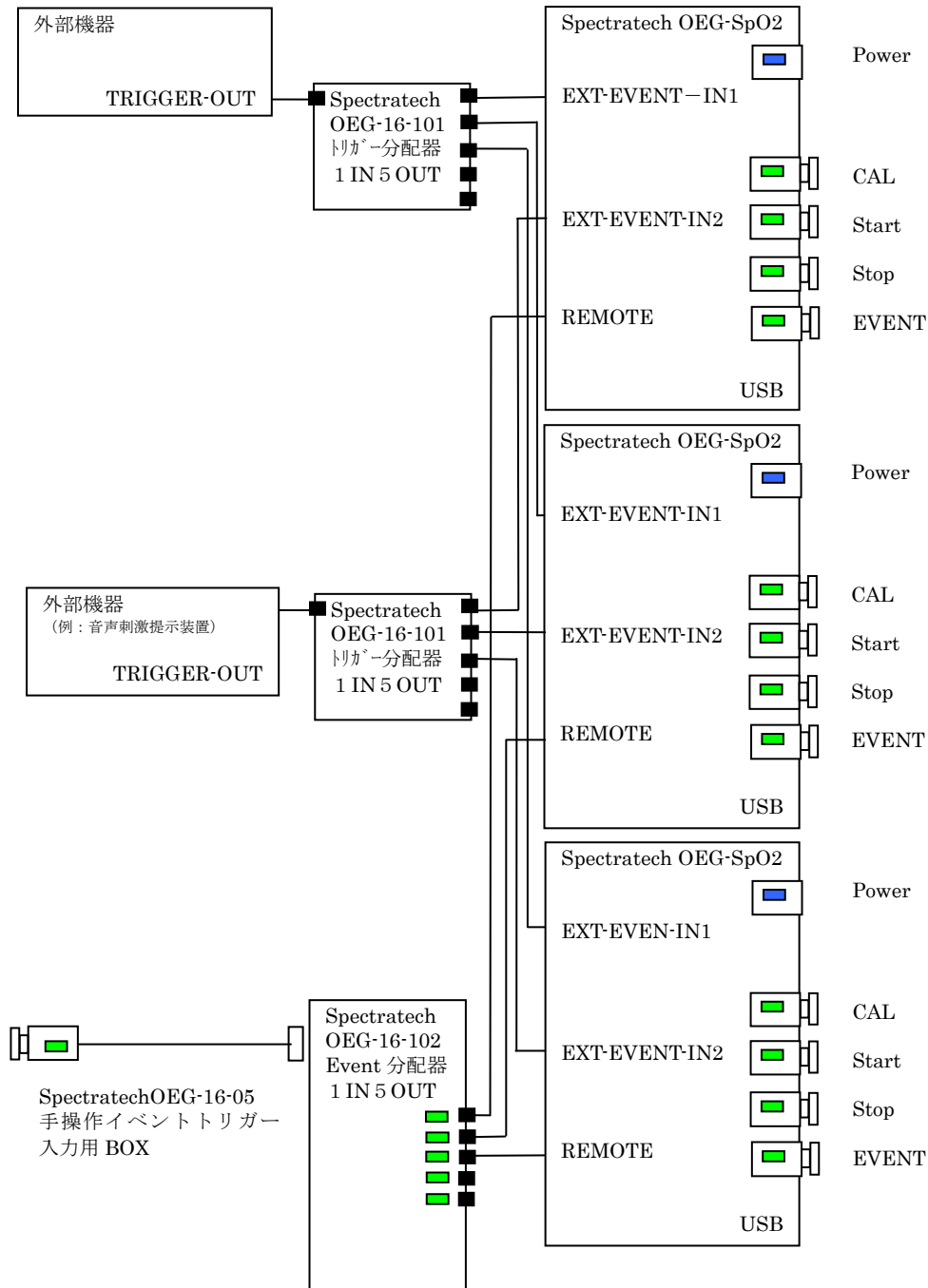
寸法：25.8mm (H) x 36mm (W) x 114mm (D)

材質：ABS樹脂



### 備考3 外部イベント入力で本装置を複数同期動作させる場合

1つのトリガー要因/Event 要因で複数の OEG-SpO2 を駆動させる場合、オプション販売の SpectratechOEG-16-101 ならびに SpectratechOEG-16-102 を使用して下記のような接続ができます。下図では5台までの同時接続図ですが、SpectratechOEG-16-101,102 をカスケード接続（いもずる接続）することで5台以上での動作も可能です。

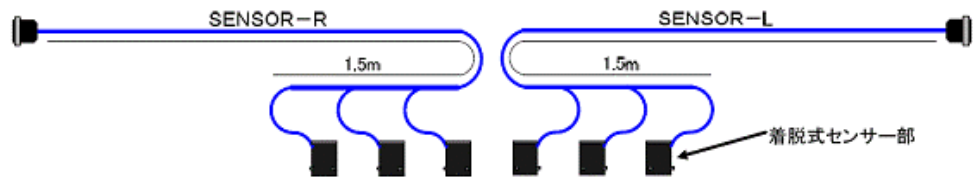


備考 4 ご注文の型番一覧表

分類	品名	注文型番	備考 (最小注文単位)
本体	光イメージング脳機能測定装置	Spectratech OEG-SpO2	1台
補充品	センサー部(L,R)1.5m	Spectratech OEG-SpO2-01-0115	L,R 各1本/袋 ケーブル長1.5m
消耗品	センサーバンド	Spectratech OEG-SpO2-01-02	1個/袋 (1個は本体に標準装備)
消耗品	ヘッドバンド	Spectratech OEG-SpO2-01-03	1個/袋 (1個は本体に標準装備)
補充品	携帯バッグ	Spectratech OEG-SpO2-03	1個/袋 (1個は本体に標準梱包)
消耗品	粘着パッド	Spectratech OEG-16-01-04	6枚/袋 (6枚は本体に標準装備)
補充品	センサーカバー	Spectratech OEG-16-01-05	12個/袋 (12個は本体に標準装備)
補充品	センサーアダプター	Spectratech OEG-16-01-06	12個/袋 (自前で生体装着する場合)
補充品	ファントム	Spectratech OEG-16-02	1個/袋 (1個は本体に標準梱包)
補充品	外部信号入力用 BNC ケーブル	Spectratech OEG-16-04	2本/袋 (2本は本体に標準梱包)
補充品	手操作イベントトリガー入力用 BOX	Spectratech OEG-16-05	1個/袋 (1個は本体に標準梱包)
オプション	マジックテープキット	Spectratech OEG-SpO2-01-0101	6種類の長さのマジックテープ在中
オプション	トリガー分配器 1IN5OUT	Spectratech OEG-16-101	1個/袋 (Spectratech OEG-16 と共通です)
オプション	Event 分配器 1IN5OUT	Spectratech OEG-16-102	1個/袋 (Spectratech OEG-16 と共通です)
オプション	キャリングケース	Spectratech OEG-16-201	1個 (Spectratech OEG-16 と共通です)

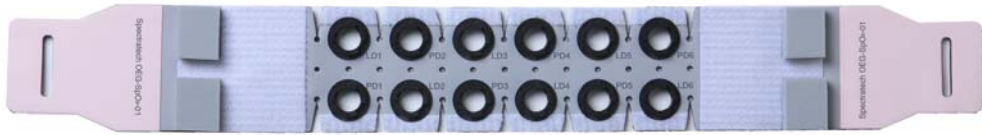
Spectratech OEG-SpO2-01-0115 センサー部 (L, R) 1.5 m

Spectratech OEG-SpO2 本体に標準添付されるセンサーと同じものです。1.5mのケーブル長です。(Spectratech OEG-16用センサーとのコネクター互換性はありません)



### Spectratech OEG-SpO2-01-02 センサーバンド

センサーバンドは生体に直接触れる部分です。汗とかで汚れてきたら新品のセンサーバンドをご利用ください。



### Spectratech OEG-16-01-03 ヘッドバンド

ヘッドバンドは生体にできるだけ負担をかけないように非常に柔らかい材料（ネオプレン）で出来ています。大事に使用すれば長くご利用できますが消耗品とご理解ください。



### Spectratech OEG-16-01-04 粘着パッド

Spectratech OEG-16-01 ヘッドモジュールを使用しないで、この粘着パッドを使って生体の関心ある部分に粘着させて実験ができます。粘着力は心電計に使われる粘着パッドと同じ材料ですので、それほど強くはありません。前頭葉で使用する場合には装着後 SpectratechOEG-SpO2-01-03 ヘッドバンドでしっかりと押さえてください。あまり実用的ではありませんが生体に粘着されますので、少々の激しい運動状態でも実験が行える可能性が高くなります。お腹とか腕などを計測実験する場合にもご利用可能です。



センサーに粘着パッドを取り付けた様子

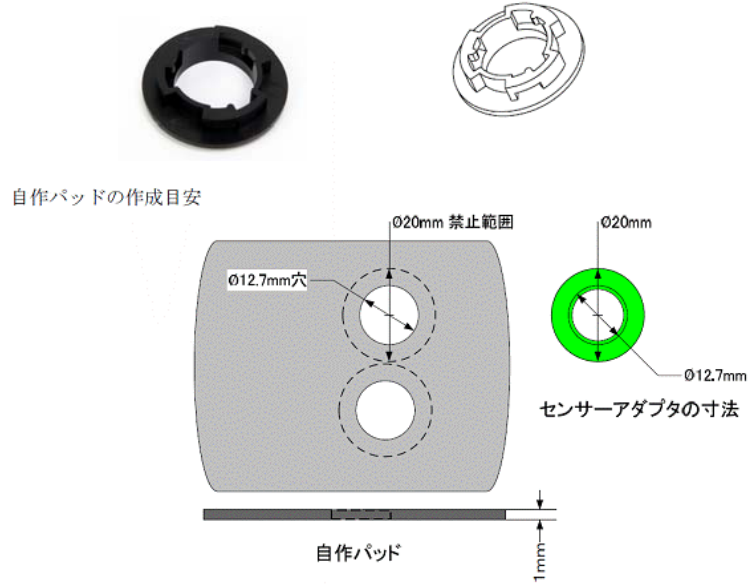
### Spectratech OEG-16-01-05 センサーカバー

Spectratech OEG-SpO2-01 のセンサーの光学面を保護するためのカバーです。センサーを使用しない時に、このセンサーカバーに装着しておけば、光学面（受光部、射出部）を安全に管理できます。本体に標準で必要分梱包されていますが、紛失してしまったような場合にご注文ください。



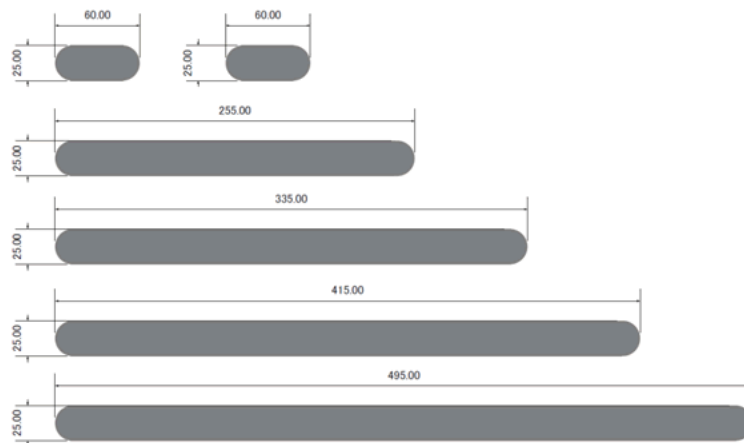
### Spectratech OEG-16-01-06 センサーアダプタ

Spectratech OEG-SpO2-01 のセンサーを、自作のパッドとかに装着して実験する場合に、このセンサーアダプタをご利用ください。自作パッド側に  $\phi 12.7$  mm の穴をあけると、その穴に当センサーアダプタを装着することができます。パッドの厚さは 1 mm くらいが適当です。自作パッドへのセンサーアダプタの接着は、自作パッド側材料にもよりますが、一般市販のアロンアルファとかで出来ます。(センサーアダプタの材料は ABS 樹脂です)



### Spectratech OEG-SpO2-01-0101 マジックテープ・キット

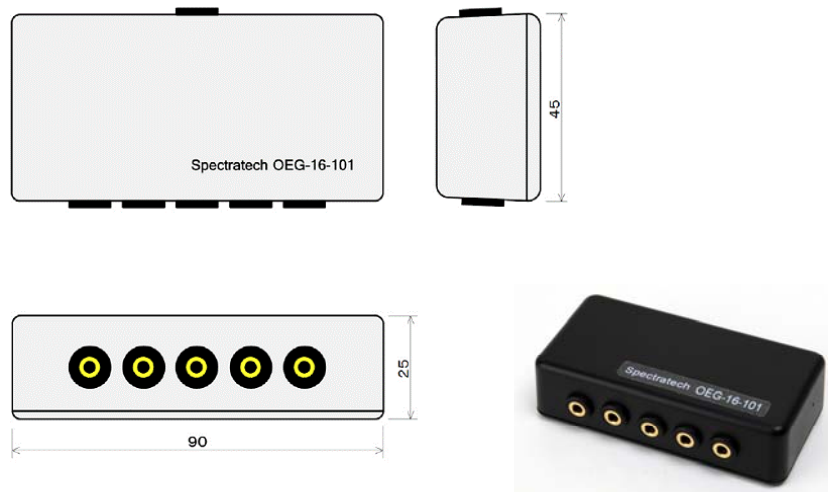
6 種類のマジックテープのセットです。センサーバンドにもヘッドバンドにもご利用いただけます。被験者の頭部須寸法に応じてご利用ください。





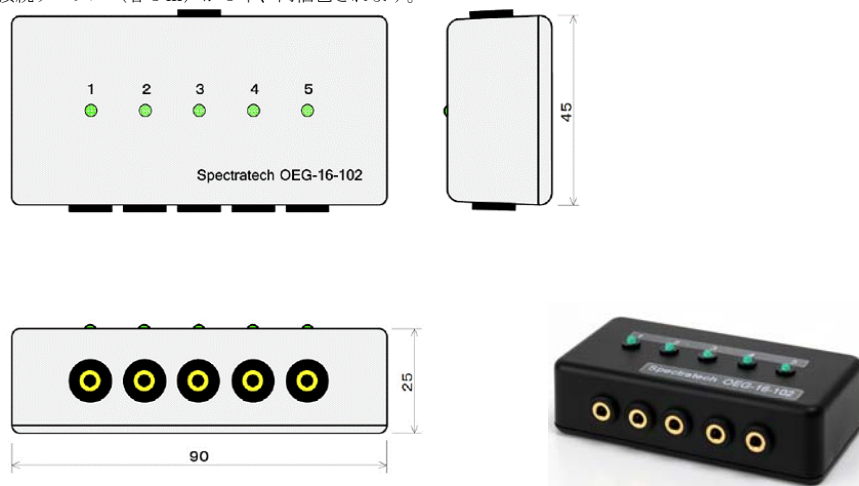
### Spectratech OEG-16-101 トリガー分配器 1IN5OUT

一つの外部トリガー要因で同時に複数の OEG-SpO2 本体にトリガーを与えたいときに使います。付属接続ケーブル (各 3 m) が 5 本、同梱されます。



### Spectratech OEG-16-102 Event 分配器 1IN5OUT

一つの手操作イベントトリガー入力用 BOX (Spectratech OEG-16-05) から同時に複数の OEG-SpO2 本体にイベントを与えたいときに使います。付属接続ケーブル (各 3 m) が 5 本、同梱されます。



### Spectratech OEG-16-201 キャリングケース

OEG-SpO2 本体ならびに同附属品を整頓して格納できます。保管あるいは移動時に便利です。Spectratech OEG-16 と共通です。



寸法：605(W) x 115(H) x 455(D) mm  
重量：約3.9Kg

[www.spectratech.co.jp](http://www.spectratech.co.jp)



この取り扱い説明書は、製品の改良その他により適宜改訂されます。

Copyright Spectratech Inc. 2011 All right reserved.

Spectratech OEG は株式会社スペクトラテックの登録商標です。

## 株式会社スペクトラテック

本社 〒158-0033 東京都世田谷区上野毛4-22-3

営業所 〒222-0033 横浜市港北区新横浜1-3-10 新横浜I.Oビル3階

電話： 045-471-4893 ファックス：045-471-4894