Hb134

Brain Activity Monitor

取扱説明書

astem
Technologies for Wellness and Happiness.

Brain Activity Monitor (Hb134)取扱説明書

取扱注意事項

① NIRS プレートは柔軟性をもった素材で構成されています。**無理に折り曲げたりすると内部の電子回路が損傷**し故障の原因となります。

② NIRS プレートの**電源が入った状態で、電池の入れ替えや**電源コネクターの抜き差しはおやめください。電子回路が破損する可能性があり、保証の対象外の事案になります。

③ 本機器は非医療機器です。医療行為には使用できません。
使用される場合は学内または医療機関内の倫理委員会の承認を受けてください。

④ NIRS プレートは常に前額部（ひたい）に密着させて使用してください。隙間があるとデータが欠損します。

⑤ 近赤外光は髪の毛は透過しません。当該機器はヒトの前額部に装着し、前頭葉の酸素化状態を計測します。

⑥ 使用環境は室内を想定しています。室外では太陽光の影響を受けますのでご使用はお控えください。

⑦ NIRS プレートの表面に汚れなどが付いた場合は、水をしみこませてよく絞った柔らかい布で拭いてください。エタノール等のアルコールで清掃する場合、NIRS プレートが劣化することもありますのでご使用を控えてください。

⑧ 本器は Bluetooth LE (Bluetooth Low Energy)を使用しています。

⑨ 使用する電池は単四電池 2 本です。電池ボックスにセットする際には正しい極性でセットしてください。

⑩ 計測表示プログラムは Windows-PC 版です。

⑪ 計測で使用している近赤外光は人体には全く無害です。

- **アルコール（エタノール等）の揮発性溶剤は使用できません**
- **屋外では使用できません**
- **動物には使用できません**
- **Windows-PC 以外の PC では使用できません**
- **NIRS プレートは精密機器です。構造の分析・解析、リバースエンジニアリング、改造、改変等を行うことはできません**

PC 用アプリケーションプログラムの制作を希望される方へ

当社と「通信プロトコル開示要求に関する契約書」を取り交わすことにより、無償にて PC との通信仕様書を開示します。よって、当該 NIRS 装置を用いたアプリの作成が可能になります。

開梱時に内容物の確認を行ってください

不足している場合は購入した販売店や当社に速やかに報告して、不足物品を要求してください。

Brain Activity Monitor (Hb134)

・NIRS プレート(Hb134)

バンダナ

単四電池　2 本

・micro-SD カード内容

実行ファイル	Windows 版	Hb134_win.exe
NIRS データ解析	Windows 版	nirs_data_viewer.exe

取扱説明書

6 ケ月間保証書

通信仕様開示請求書

内容

Brain Activity Monitor (Hb134)取扱説明書 1
取扱注意事項 1
PC 用アプリケーションプログラムの制作を希望される方へ 1
開梱時に内容物の確認を行ってください 2
Brain Activity Monitor (Hb134) 2
1.　仕様及び定格 4
2.　特　徴 4
3.　ブレインアクテビティモニタ(Hb134)の概要 5
3.1　計測アルゴリズム 5
3.2　測定部位とチャンネル番号 5
4.　各部の名称と取扱い 6
4.1　NIRS プレートの取扱い 6
4.2　電源の ON / OFF 7
5.　付属ソフトウェアの説明と測定の準備(プログラムなどのセットアップ) 8
5.1　Hb134「計測表示プログラム」 8
5.2　Windows 版 PC での Bluetooth の設定 8
5.3　NIRS データ解析プログラム 8
6.　各ソフトウェアの説明と使用方法 8
6.1　Windows 版計測表示プログラム 8
6.1.1　リアルモード 8
6.1.1.1　計測表示プログラムとの接続 8
6.1.1.2　設定、表示項目 11
6.1.1.3　外来光チェック 12
6.1.1.4　タスクの実行 13
6.1.1.5　測定終了後のデータ確認 14
6.1.2　蓄積モード 14
6.1.2.1　蓄積モード操作画面 14
6.1.2.2　タスクの入力 15
6.1.2.3　蓄積モードの終了 16
6.1.2.4　蓄積データの読み出し 16
6.1.2.5　測定データの保存処理 17
6.1.2.6　初期値リセットの挿入 18
6.1.2.7　イベントのマージ 19
7.　トラブルシュート 19
7.1　Windows 版 19
8.　Hb134 測定アプリ外部入力通信仕様 21

1.　仕様及び定格

型　　式	Hb134
測定方法	NIRS(Near-infrared Spectroscopy)SRS 空間分解近赤外分光法
光源及び受光素子	光源：2 色 LED、受光素子：ホトダイオード（PD） 光平均パワー1mW 以下　ピーク波長：770±10nm、830±10nm
センサー部	FPC(Flexible printed circuits)　過度な繰返し屈曲で破断される事があります
測定チャンネル数	2CH 固定
データファイル形式	CSV 形式　蓄積モードでは測定データは本器のフラッシュメモリに保存されます
サンプリングレート	0.1、0.2、0.5、1.0　（単位：秒）
測定項目	酸素飽和度(STO2 %) 酸化ヘモグロビン、脱酸化ヘモグロビン（Oxy-Hb ,Deoxy-Hb：mM） （各種ヘモグロビン量は初期値からの変化量） 三軸加速度（最大：2G）
電　　源	単四電池（AAA）2 本、3V 電池寿命は、サンプリングレートを遅く設定すれば電池寿命は長くなり サンプリングレートを早くすれば電池寿命は短くなります
無線方式	Bluetooth-LE（MBN52832）直線距離で 5m 以内 海外認証取得（CE：欧州、FCC：北米、IC：カナダ）
フラッシュメモリ容量	128KB（蓄積モード時のデータ保存）
計測プログラム	Windows 版　Hb134_win.exe
イベントファイル	ホスト機のカレンダーに依存　容量として 6 ヶ月分保存
対象 OS	Windows-8.1、-10、-11
NIRS プレート固定	バンダナ
質　　量	約 100g（単四電池 2 本含む）
イベント	計測後のデータにイベントデータの同期

装置の改修等は予告なく実施することがあります。

表 1

2.　特　徴

① メンタル的な要素を計測するブレインアクテビティモニタは被験者が意識することなく計測できることを目的に開発しました。
したがって、従来機器と比較して小型・軽量で、Hb134 は電池を含めて 100 グラム以下の軽量化を達成しました。

② 測定サンプリングレートは 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 秒 / 2CH です。

③ ワイヤレスは Bluetooth-LE です。アンテナ給電力が小さいため、到達距離は約 5m です。
当該モジュールは CE：欧州, FCC：北米, IC：カナダの認証品です。

④ 測定データは EXCEL-CSV ファイル形式で保存されます。

⑤ 電池は単四(AAA)電池 2 本を使用します。標準的なアルカリ乾電池で約 7 時間の連続測定(0.1 秒時)が可能ですが、電池銘柄やサンプリングレートにより計測時間は変わります。

3.　ブレインアクテビティモニタ(Hb134)の概要

3.1 計測アルゴリズム

Hb134 は近赤外光を用いて、ヒトの脳の酸素化状態を計測する装置です。近赤外光は生体を透過する性質を持ち、血中のヘモグロビンに吸収を受ける波長の光を用いて皮膚の上から光を照射し、生体内部で散乱・吸収を受け表面に反射してきた光を受光し、解析することで内部成分の濃度を推定する Lambert-Beer Law に基づいた計測技術です。

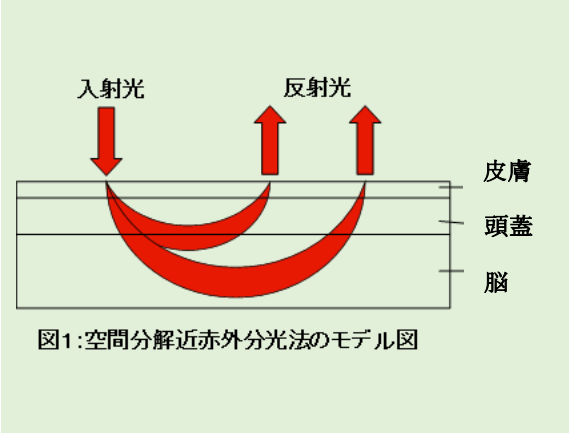

図 1

左図の様に、生体表面に貼り付けたセンサー部は、LED から波長の異なる２つの近赤外光を照射し、生体内部を透過してきた光を受光素子で検出することで、生体組織中の酸素濃度を非侵襲的に計測します。
最大の特徴は、介在組織の影響による不十分な定量性を排除するために、距離の異なる２つの受光素子を用いて生体組織の空間的な傾きを求め、関係式の精度を向上させたアルゴリズムにあります。
(静岡大学・庭山教授：SR-NIRS)

SR-NIRS システムは、介在組織の影響を補正することで高い精度で血液量を推定できる装置で、従来法であるポジトロン CT と比較実験を行い、その定量性を確認しています。

脳 NIRS においては皮膚、頭骨、髄液、脳組織のように組織が多層に介在しているため、それぞれの層の厚みを最大公約数的な値を設定することで、それぞれのヘモグロビン変化量の定量性については確認されています。

3.2 測定部位とチャンネル番号

近赤外光は毛髪を透過しないため、毛髪の無い部位、つまり前額部にセンサーを装着することで、前頭葉の酸素化状態を計測します。センサーの配置は以下の図 2 に示す通りです。

計測深度は皮膚からおよそ 10～20mm 付近の脳表面の酸素化状態を計測します。
表層（頭皮）＝2～3mm、頭蓋骨 ＝3～5mm、髄液 1～2mm と仮定すれば最大でも 10mm より以深は脳表面です。

したがって、計測値は脳表面の変化量を計測しています。以下はセンサーの位置関係と距離を表しています。

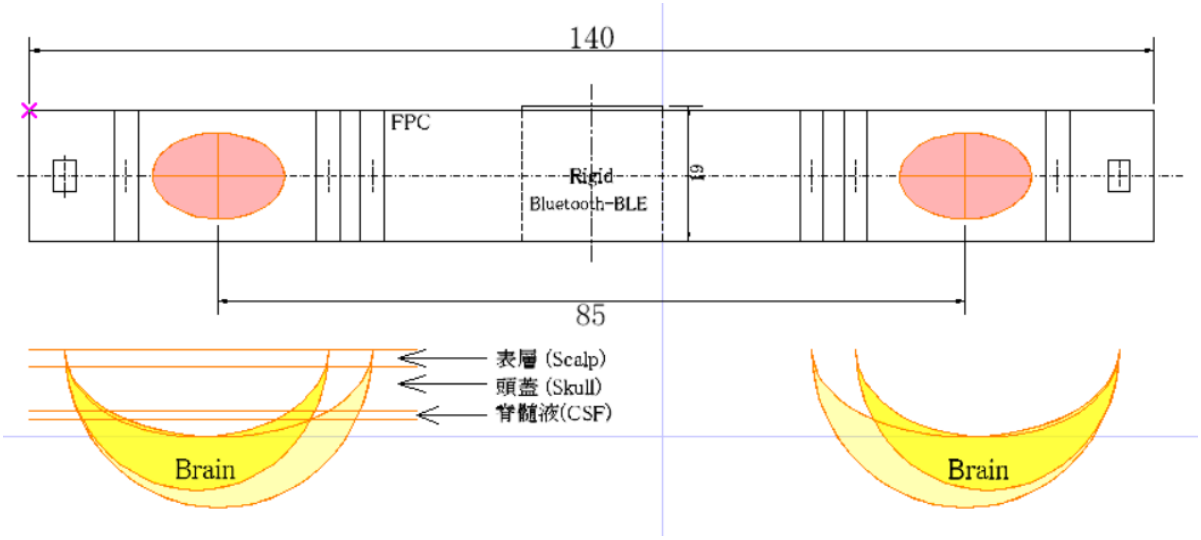

図 2 インターオプトードと層構造

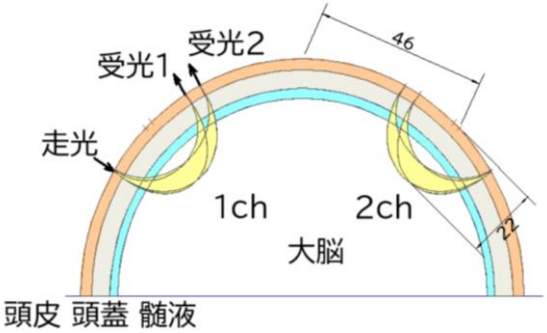

図 3 センサー位置とチャンネル

4.　各部の名称と取扱い

4.1　NIRS プレートの取扱い

Hb134 は NIRS プレートの交換が可能です。

NIRS プレートの両端には面ファスナー(A 面)がついていますので、バンダナの内側(B 面)の面ファスナーに固定してください。NIRS プレートの制御部はバンダナの開口部から表側に出してセットしてください。

バンダナの内側中央には白糸の縫い付け（図 4 紫点線部）がありますが、NIRS プレートとの中央マーク（図 4 赤丸部）と位置を合わせて、左右の面ファスナーでバンダナと内側から固定してください。

白糸の縫い付けが無い場合は、中央付近にある面ファスナーを中心にして NIRS プレートを装着してください。

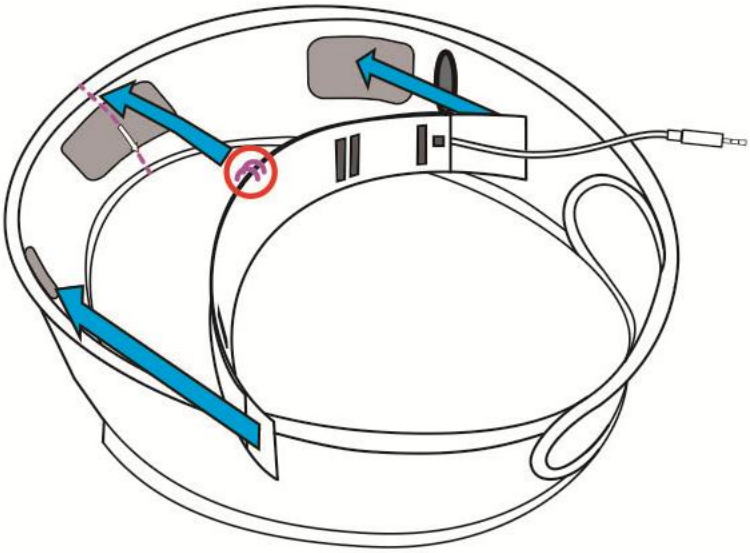

図 4　NIRS プレートの着脱

次に NIRS 制御部からの電源線を電池ボックスから出ているコネクターへ接続してください。

電池ボックスの電源スイッチが OFF になっていることを確認して、ケースに刻印されているマークの通りに蓋をスライドさせて、単四電池を正しい極性でセットしてください。

次に、電池ボックスからの電源線と NIRS プレートからの電源線を接続してください。接続が終わったら、電池ボックスをバンダナのポケットに収納してください。

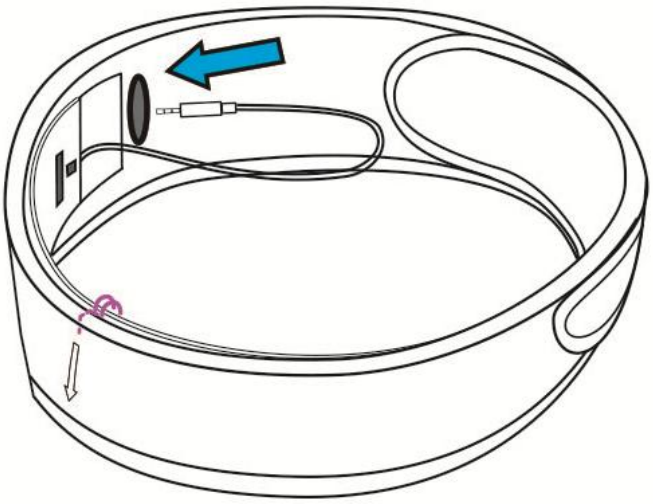

図 5　電源線の接続

4.2 電源の ON / OFF

電源ボックスの電源スイッチを 2 秒長押しすると電源が入ります。電源が入った状態で再度短くスイッチを押すと蓄積モードに入ります。また、電源が入った状態（リアルモード・蓄積モードに関わらず）で 2 秒長押しすることで電源が切れます。

OFF の状態から ON に電源を入れると、NIRS プレートの CH1 の LED が 0.5 秒間点灯し、順次 CH2 と点灯します。

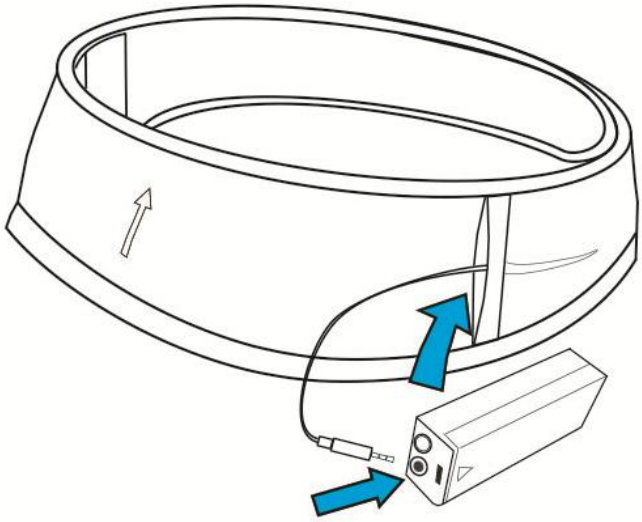

図 6　電池ボックスの収納

5.　付属ソフトウェアの説明と測定の準備(プログラムなどのセットアップ)

5.1 Hb134「計測表示プログラム」

Hb134_win.exe は NIRS 計測プログラム本体です。Windows -8.1, -10, -11 の各 OS に対応しています。

5.2 Windows 版 PC での Bluetooth の設定

【Windows PC の場合】

はじめに Hb134 の電源を入れてください。

ご使用の Windows PC の「スタート」から「設定」へ進み、Bluetooth デバイスの検出をおこない、機器シリアル番号「Hb134-******-***（*は数字)」と接続してください。

5.3 NIRS データ解析プログラム

当該プログラムの取扱説明書は「ヘルプ」の中に収納されています。取扱説明書をよく読んでからご使用ください。

6.　各ソフトウェアの説明と使用方法

6.1 Windows 版計測表示プログラム

6.1.1　　リアルモード

6.1.1.1　計測表示プログラムとの接続

PC の周囲に複数の Hb134 が存在していることを前提に、当該プログラムは構成されています。計測表示プログラム（Hb134_win.exe）を実行すると、以下の画面がデスクトップに表示されます。左上の「接続」をクリックすると、画面中央に「接続先選択」のサブウインドウが表示されます。シリアル番号は各 Hb134 の Bluetooth に割り当てられている番号で、Bluetooth 設定の際に、接続先に表示されていますので、参考にしてください。

「測定レート」は測定する時間間隔です。図の「0.1 秒」は 1 秒間に 10 個のデータをサンプリングします。設定できる測定レートは「0.1」,「0.2」,「0.5」,「1.0」（秒）です。

希望の測定レートを設定し、「OK」をクリックすると、数秒程度の間 PC と Hb134 間で設定値などの通信を行い、その後測定が開始されます。

また、外来光チェックをすると各受光素子の測定値が直接表示されます。

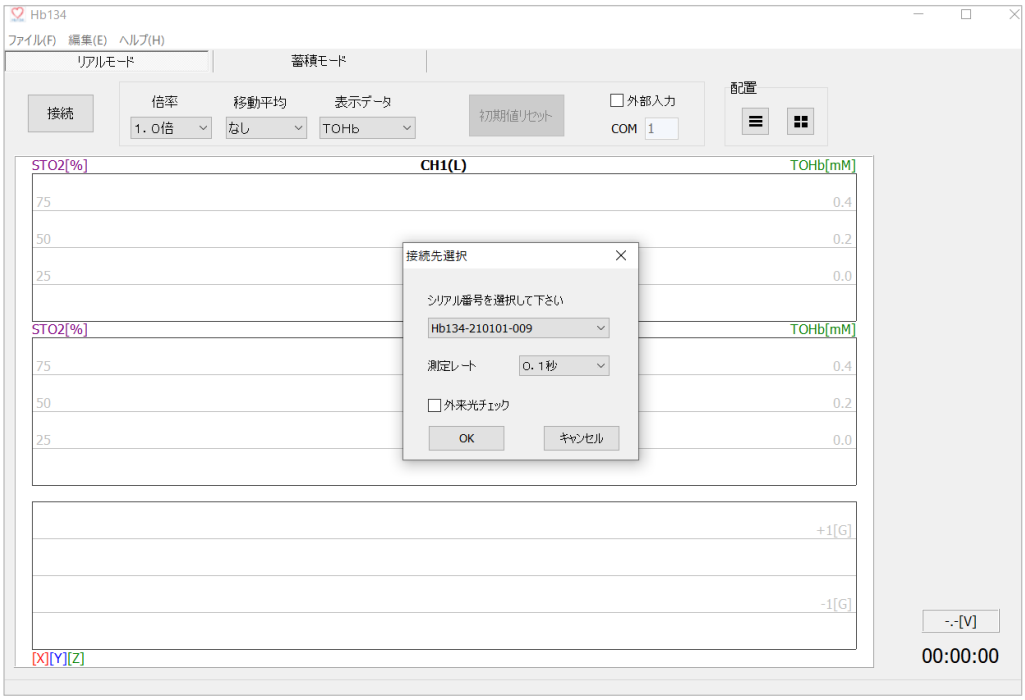

図 7　接続画面

測定が開始されるとトレンドグラフ上に測定値に相当するトレンドが表示されます。各 CH のトレンドグラフは、横、もしくは縦に並べてモニターすることができます。画面右上の「横」「縦」（図 8 赤丸部分）のチェックで、希望の表示が可能です。

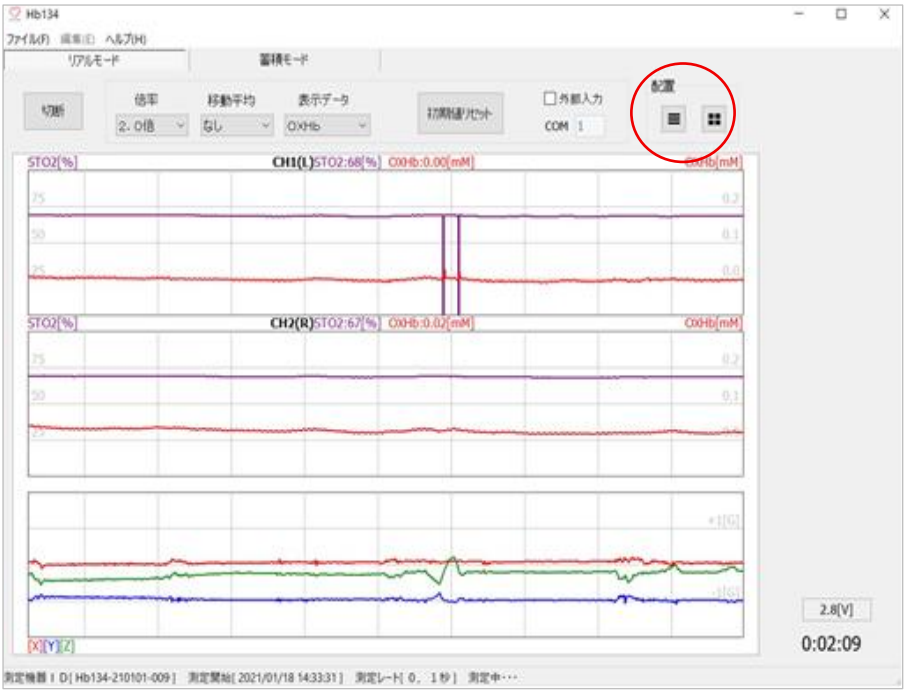

図 8　トレンドグラフ（縦）

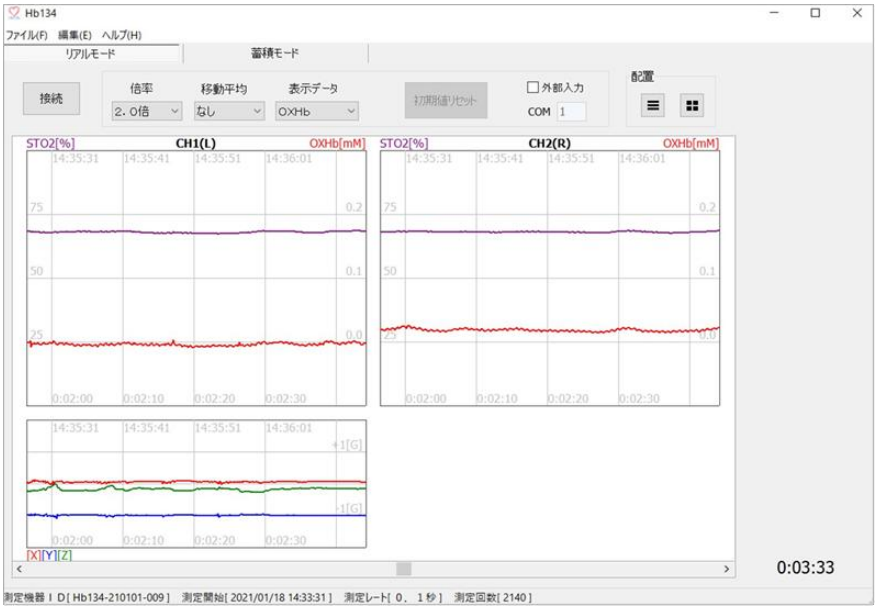

図 9　トレンド表示（横）

測定が終了し、測定データを保存する場合、「切断」をクリックすると、図 10 のサブウインドウが現れるので、保存先とファイル名を指定して保存してください。

この時に保存しなかった場合でも、ファイルメニューの保存でファイル保存可能です。

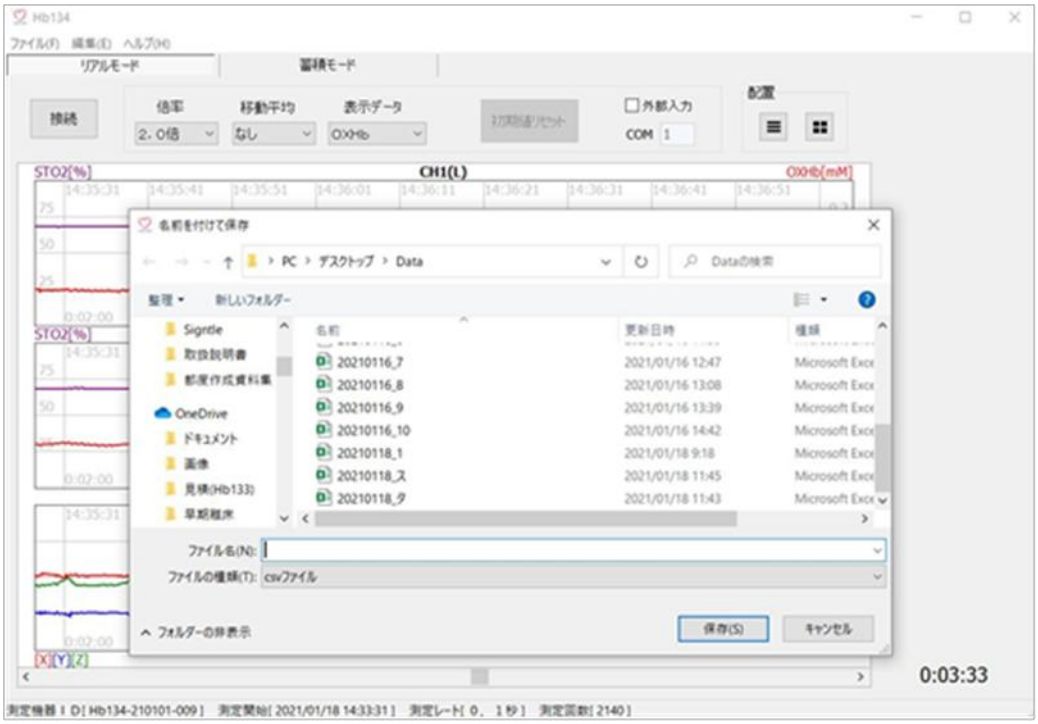

図 10　測定データ保存

6.1.1.2　設定、表示項目

図 11

接続／切断　　PC と Hb134 を Bluetooth でワイヤレス接続する操作です。
接続で、Hb134 と PC 間でデータ通信が可能になります。
切断で、データ通信が停止します。

倍　率　　トレンドグラフの OXHb, DXHb, TOHb の表示倍率（右縦軸）を 0.5 倍から 8.0 倍まで変更し、見やすくします。

移動平均　　測定値の変化が大きく見えにくいとき、移動平均をとり見やすくします。
移動平均の範囲は、なし、3 点、5 点、7 点、9 点、11 点です。

表示データ　　表示画面に表示したいヘモグロビン量をプルダウンで選択することで以下の測定項目が表示出力されます。
OXHb(酸化ヘモグロビン)、DXHb(脱酸化ヘモグロビン)
TOHb(総ヘモグロビン)　ヘモグロビン値は変化量　単位：mM
STO2(酸素飽和度 単位：%)は、常に表示されます。

初期値リセット　　OXHb, DXHb, TOHb の値が初期値にリセットされます。
これらは変化量を出力しているため、表層筋の影響や体動等による NIRS プレートのズレなどで、条件が変わり計測値がスケールから外れてしまう事があるため、強制的に初期値に戻すコマンドです。

電池電圧　　使用している電池の現在の電圧を表示しています。
電池電圧が 2.5V まで低下したとき表示は黄色に変わります。2.2V まで低下すると赤色の警告が点灯しますので、速やかに測定を終了してください。電源 OFF の状態で電池を交換してください。2.2V 以下でも動作はしますが、測定値が不安定になります。

経過時間　　測定開始からの経過時間を表示します。

加速度センサー　　NIRS プレートの中央部には加速度センサーが内蔵されています。
中央を起点に左右方向はＸ軸、上下方向はＹ軸、前後方向はＺ軸に設定されています。最大=2G

画面左右が　左 X—右 X'
　　上下が　上 Y—下 Y'
　　前後が　前 Z—後 Z'
の関係です。ダッシュ付きが負の信号です。

図 12　加速度センサーの向き

6.1.1.3　外来光チェック

外来光チェックを選択すると、受光素子の値を直接モニターできます。センサーが正常に装着されているか、測定環境も含めてテストを行います。このテスト画面は測定に使用する光源(LED)をOFF にした状態で、受光素子のデジタル値をトレンドグラフで表示します。受光素子の測定値が高い状態（図 14 赤線より測定値が高い状態）でも、その状態が維持されていれば酸素濃度測定に影響はありませんが、大きな変動があると測定値の誤差要因となります。そのため、外来光が低い環境で使用することを推奨します。
値が下がらず、希望の値を得ることができないときは、室内の照明を落とすか、頭部を遮光性の高い布などでカバーしてください。

図 13　外来光チェック

トレンド表示　　チェックボックスをチェックすることで以下の測定項目が表示出力されます。当該機能はトラブルシュートなどに用います。
計測アルゴリズムは空間分解分光法を用いているため、光源(LED)から7mm,30mm,35mm に受光素子が配置されています

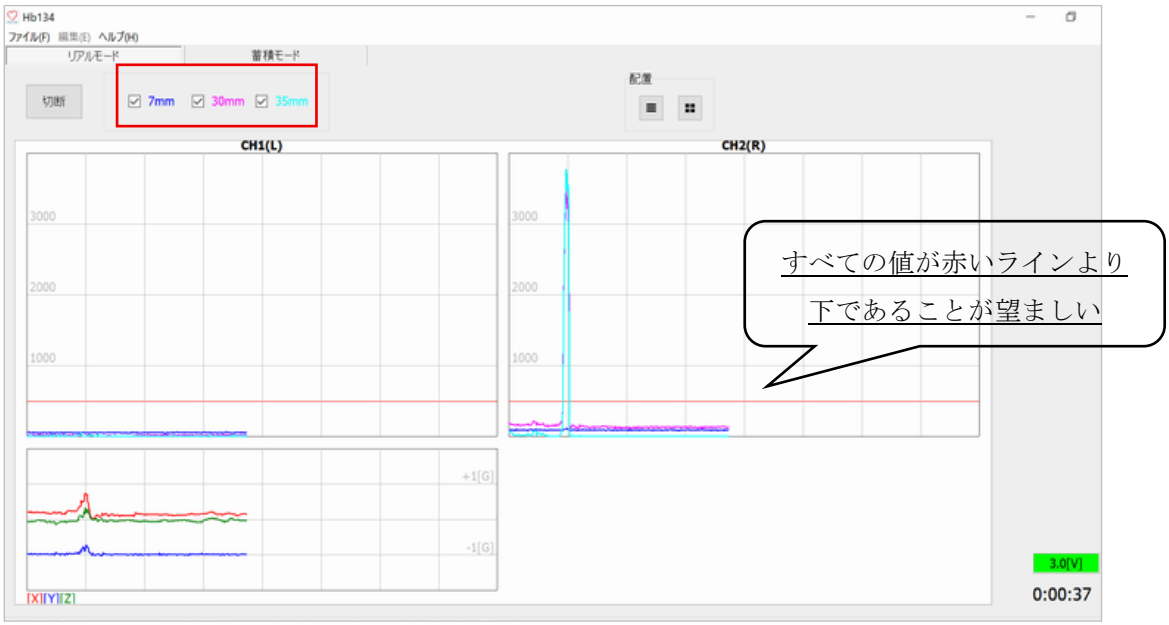

図 14 「外来光チェック」表示画面 （CH2 は、外光が入っている様子）

6.1.1.4　タスクの実行

計測中に被験者に対してタスクを実行したとき、計測データにマークする機能が付いています。タスク実行時に使用する PC の数字キー(1～9)から入力する方法と、通信にて外部から入力する方法の 2 種類があります。

キーボートから入力した場合、トレンドグラフ上に縦線がはいります。例えば 1 番のタスクであれば、1>のマークが記載されます。実行中のタスクを終了したことをマークするときは、キーボードの Alt + PC の数字キー(1～9)を入力すれば、<1 のマークが記載されます（図 15 参照）。

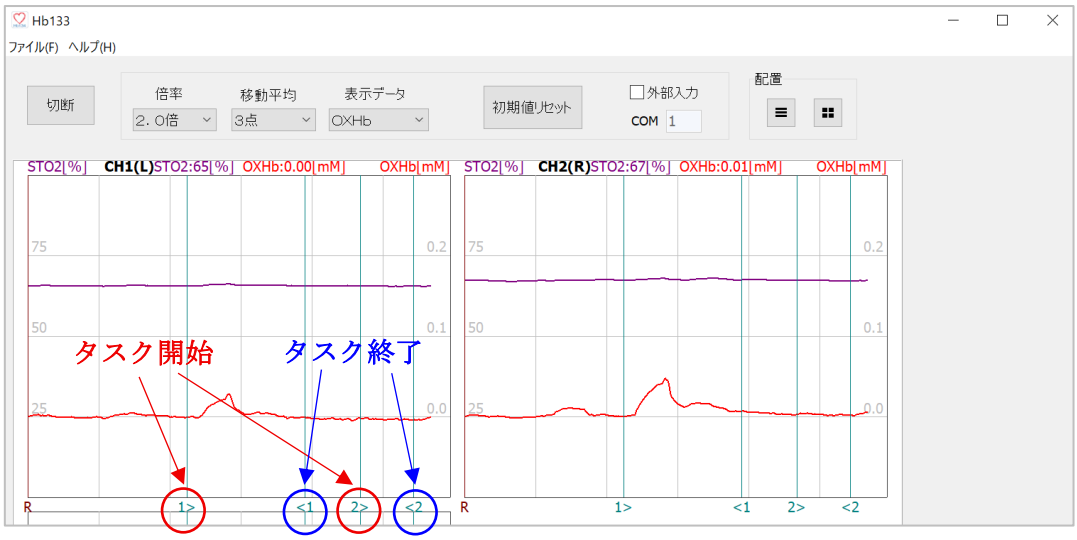

図 15 タスク実行時の測定画面

測定画面の右上の外部入力をチェックし、USB の COM 番号を設定することで、他の PC からの信号を受けて、測定データにチェックマークが記録されます。外部から同期信号を入力する場合の通信仕様書は、16 ページ「Hb134 測定アプリ外部入力通信仕様」を参照願います。

6.1.1.5　測定終了後のデータ確認

測定を終了すると、測定データを最初から確認する事ができます。
トレンド表示画面の下部にスライドバーが表示されるので、バーをスライドさせることで測定データを測定開始から確認することができます。

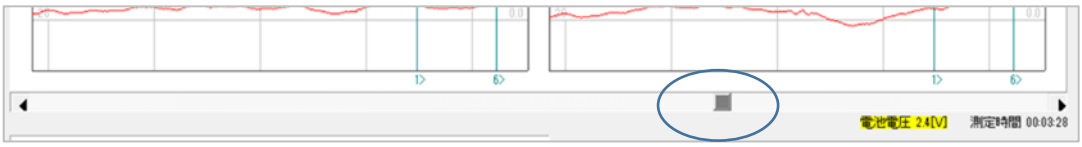

図 16　スライドバー

6.1.2　　蓄積モード

6.1.2.1　蓄積モード操作画面

計測表示プログラム（Hb134_win.exe）を実行し、画面上部のタブの「蓄積モード」を選択すると、以下の画面が表示されます。

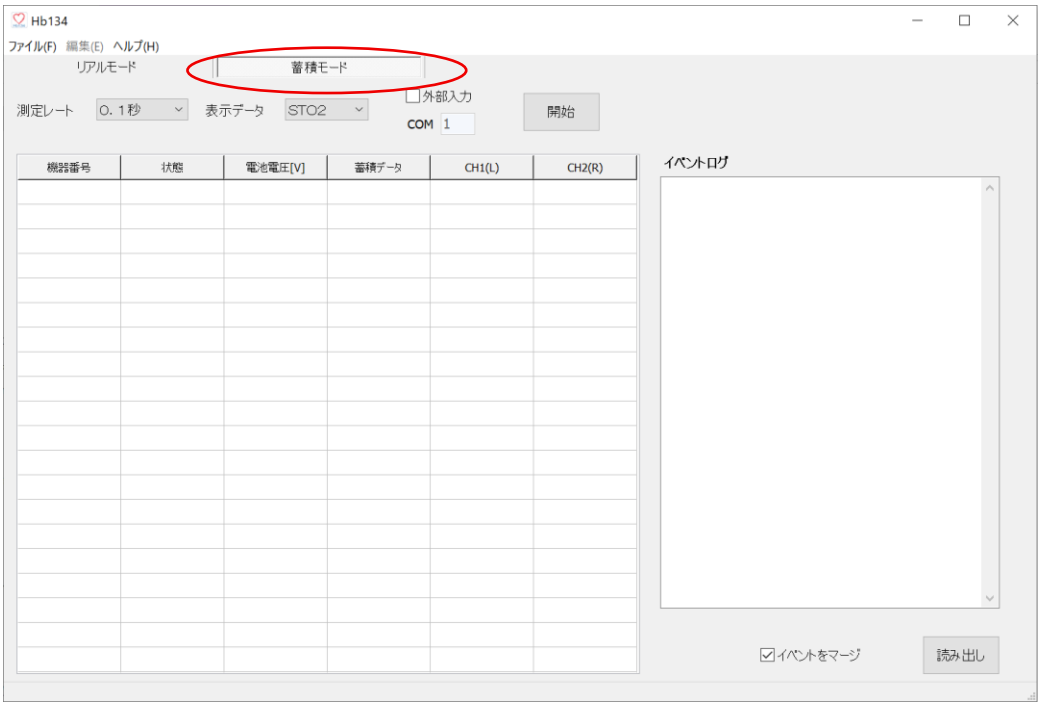

図 17　蓄積モード画面

周辺で電源ＯＮしている複数の Hb134　の状態がモニター可能な画面となります。状態は 5 秒から数 10 秒間のポーリング時の通信可能な範囲に位置する Hb134 の状態を表示します(表示はリアルタイムではないため、次のポーリング時まで書き換えられることはありません)。

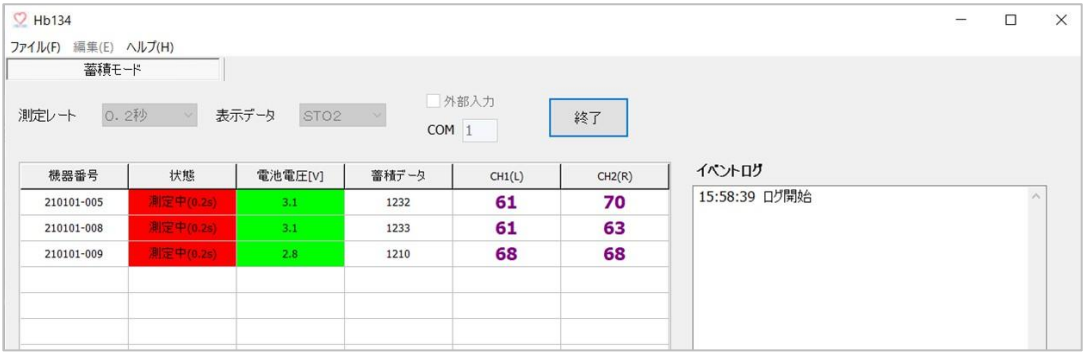

図 18 蓄積モード時の機器モニター

測定レート　　測定レートが選択できます。
PC からの指示で蓄積モード測定を開始する際に、設定されます。

表示データ　　CH1(L) / CH2(R) に表示する測定項目を選択できます。
初期状態は STO2（酸素飽和度）です。

開始／終了　　蓄積モード測定とイベント記録を開始、終了します。
開始時に待機中の機器には、蓄積モード測定を開始するように指示を送りますが、PC からの指示で蓄積モード測定を開始させると、Bluetooth 接続処理にある程度時間がかかるため、タイムラグが発生します。
すぐに開始したい場合は、機器の電源ボタンを短押しして蓄積モード測定を開始させる事も可能です。この時の測定レートは、待機中の（ ）内に表示されている測定レート（前回の設定が記憶されている）となります。
終了ボタンを押すと、蓄積モード測定を終了させ、機器の電源をリモートで OFF します。
自動的に OFF されない場合は、機器の電源ボタン長押しで OFF します。
蓄積モード測定後は、機器の電源を一度 OFF しないと、データの読み出しは出来ません。

機器番号　　PC の通信範囲内にある Hb134 の機器 ID を表示します。

状態　　待機中：電源 ON で蓄積モード測定をしていない状態。
（ ）内は測定レート記憶値。
測定中：蓄積モードで測定中。（ ）内は測定レート。

蓄積データ　　待機中：読み出し可能なデータの有無（サイズ）
測定中：現在の測定回数

CH1(L) / CH2(R)　　各測定器の状態を知るための表示です。表示されるのは「測定データ」で選択された測定値が表示されます。
測定に不具合があればＮＧが表示されます。

6.1.2.2　タスクの入力

タスクが入力されると、画面右側のイベントログ（図 18 参照）に記憶され、履歴表示されます。イベントログはイベントファイルに記録されます。タスクは、「6.1.1.4 タスクの実行（P.13 参照）」と同様に、PC の数字キーの 1～9、及び Alt+数字キーの 1～9 が割り当てられています。

外部入力からのイベントは、1～9 の開始、終了が入力出来ます。

図 19　イベントログ

6.1.2.3　蓄積モードの終了

終了ボタン（図 19 参照）をクリックすると、機器をリモートで電源 OFF にしますが、通信状況等により、OFF されない時があります。そのような場合は Hb134 の電源ボタンを長押しして電源をお切りください。

6.1.2.4　蓄積データの読み出し

Hb134 の電源を入れ、機器が待機状態の時に、蓄積データ欄が「なし」でなければ読み出し可能な蓄積データが存在します。

機器番号を選択状態にし、画面右下の「読み出し」をクリックすると Hb134 から蓄積データが PC にアップロードされます。読み出しされるデータは直近に取得した蓄積モード計測データです。

「読み出し」ボタンの左となりの「イベントをマージ」にチェックを入れると、データにイベント情報が付加されます。

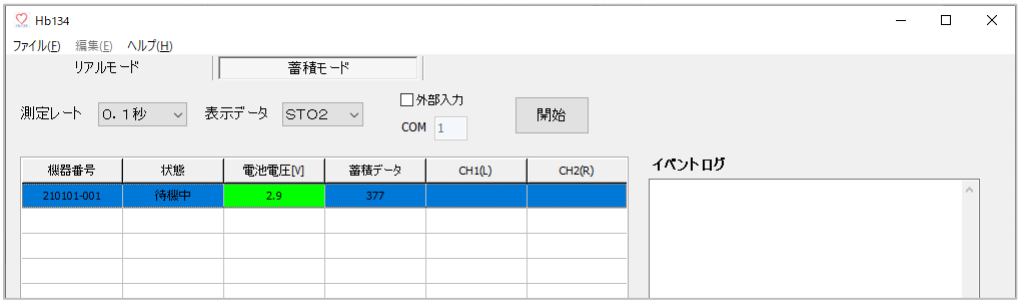

図 20　機器番号選択状態

「読み出し中」は、電池ボックスの表示灯は緑 LED が1 秒サイクルで点滅しますので、アップロード中かがわかります

図 21　アップロード中画面

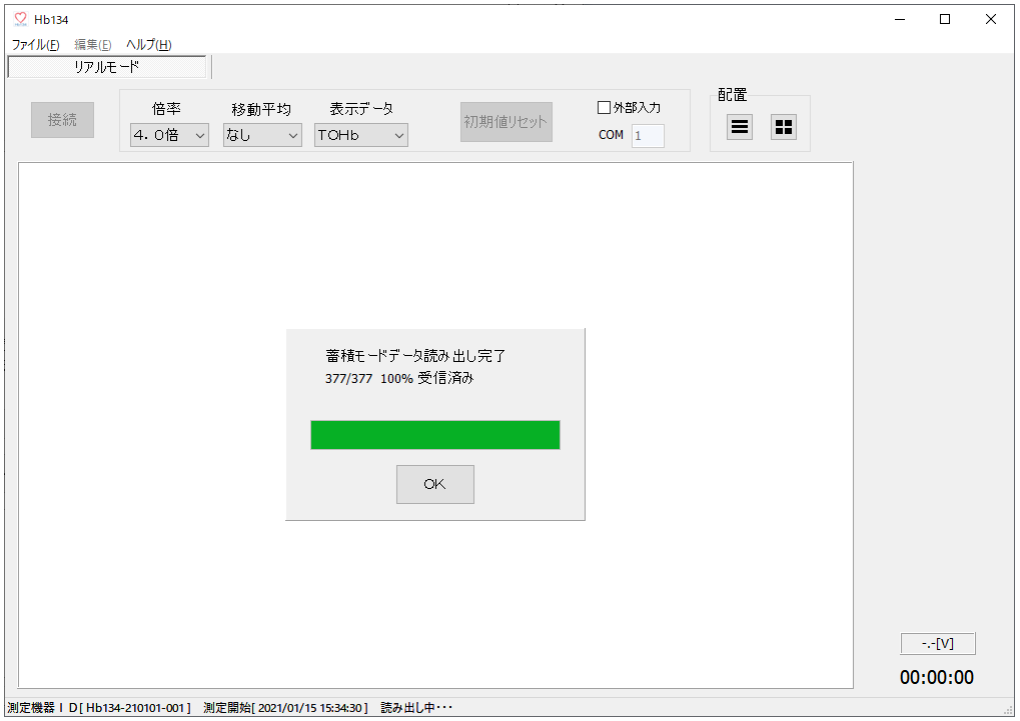

図 22　アップロード完了画面

6.1.2.5　測定データの保存処理

アップロード完了後、「OK」をクリックすると、測定データ（CSV ファイル形式）を保存することができます。測定データ保存後、トレンドが表示されます。

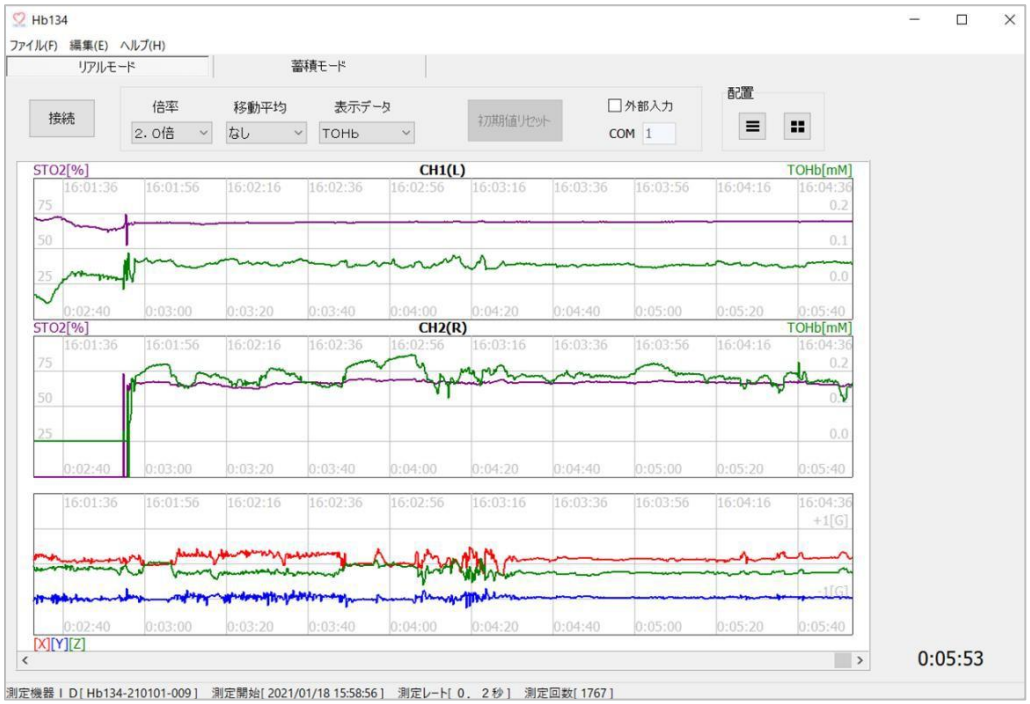

図 23　アップロード完了後のデータ表示

6.1.2.6　初期値リセットの挿入

リアルモードと同様に、蓄積モードでも初期値リセットをすることができます。

測定データ保存処理後、トレンド波形をクリックすると、リードアウトカーソルが表示され、「初期値リセットボタン」が有効になります。リードアウトカーソルで初期値リセットをしたい箇所を選択し、クリックすると、その位置に初期値リセットが挿入され、その時刻以後のデータが再計算表示されます。

ただし、「初期値リセットの挿入」機能はリアルモード測定で取得したデータやCSV ファイルから読み込んだデータには使用出来ませんので、注意が必要です。編集メニューの初期値リセットのクリアで、挿入した初期値リセットをすべて削除出来ます。(アップロード後の初期状態に戻る)。

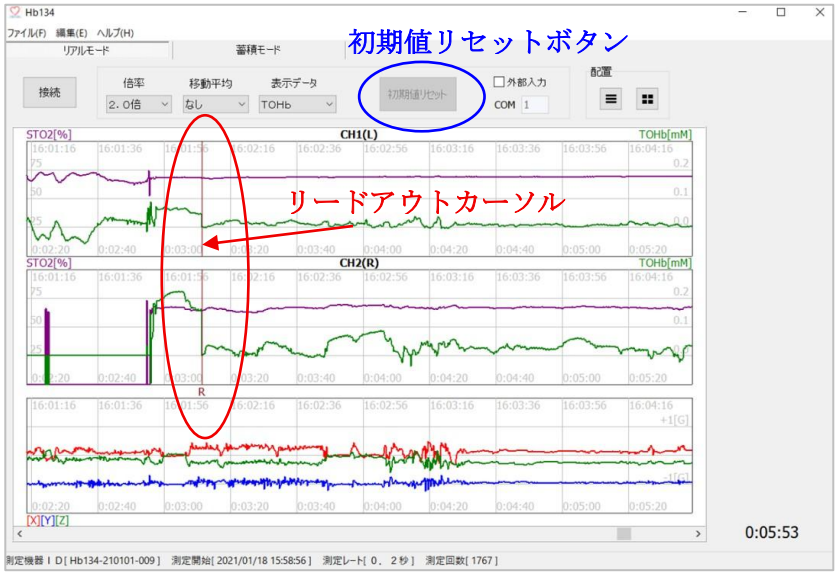

図 24　リードアウトカーソルの位置で「初期値リセット」後の再計算結果

6.1.2.7　イベントのマージ

編集メニューのイベントのマージで、PC に保存されているイベント情報から、測定データのトレンドにイベント情報が追加されます。

(注)「読み出し」ボタンの左隣の「イベントをマージ」にチェックに注意してください。

・「イベントをマージ」にチェックがあれば、測定データを PC 上にダウンロードする際にイベントファイルに従って、測定データにマージされます。

・「イベントをマージ」にチェックが無い場合は編集メニューに従って、マージは実行されます。

図 25 マージ後画面

イベントのマージ処理は、CSVファイルから読み込んだデータにも使用出来ます。

初期値リセットの挿入、イベントのマージをした後は、必要に応じてファイル保存して下さい。

7.　トラブルシュート

7.1　Windows 版

装置に何らかの異常があった場合、該当するチャンネルのトレンドグラフ上に ERR が表示されます。その ERR 上にカーソルを置くと下部の「エラーステータス」欄に ERR の詳細が表示されますので、内容を確認して対策を講じてください（下表 2 参照）。

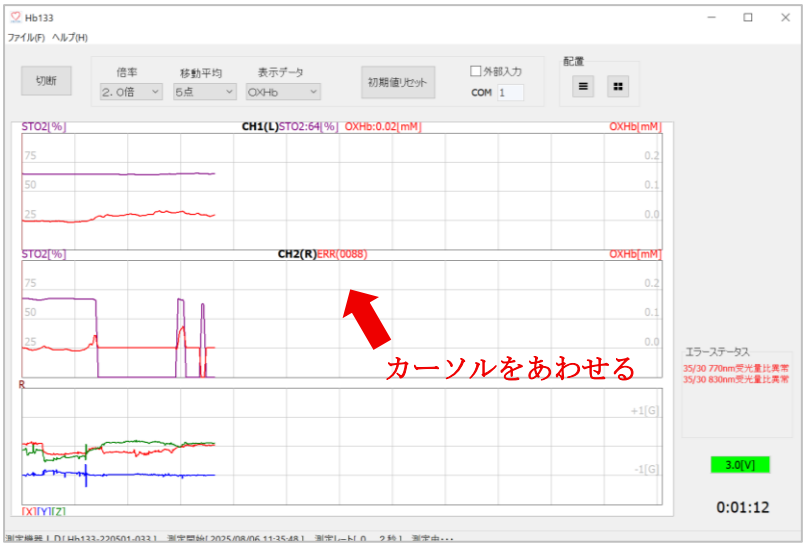

図 26 エラーステータス表示方法

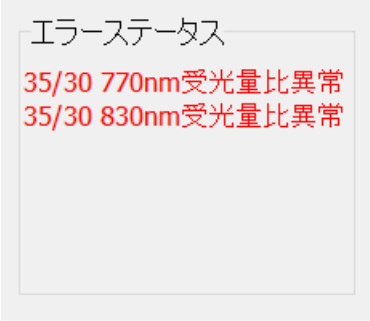

図 27　エラーステータス表示

エラー表示内容	原因・対策方法
7mm-770nm PD 測定不良	装置をつけ直し、再度外来光チェックを行ってから測定してください。くり返し行っても解決しない場合は、当社にお問い合わせください。
30mm-770nm PD 測定不良	
35mm-770nm PD 測定不良	
7mm-830nm PD 測定不良	
30mm-830nm PD 測定不良	
35mm-830nm PD 測定不良	
35 / 30 770nm 受光量比異常	外来光の影響を受けている可能性、センサーの前額部への接触不足の可能性が高いです。「6.1.3　外来光チェック」を参照し、外来光の影響を確認してください。 また、センサー装着時に、センサー部が前額部から浮いていないか、センサー部に頭髪がかかっていないか確認してください。外来光チェックおよび装置つけ直し等で解決しない場合は、当社にお問い合わせください。
35 / 30 830nm 受光量比異常	
脳酸化Ｈｂ、脱酸化Ｈｂ計算不可	正しい測定値が得られていません。装置をつけ直してください。
脳酸素飽和度計算不可	

表 2　エラー内容と対策方法

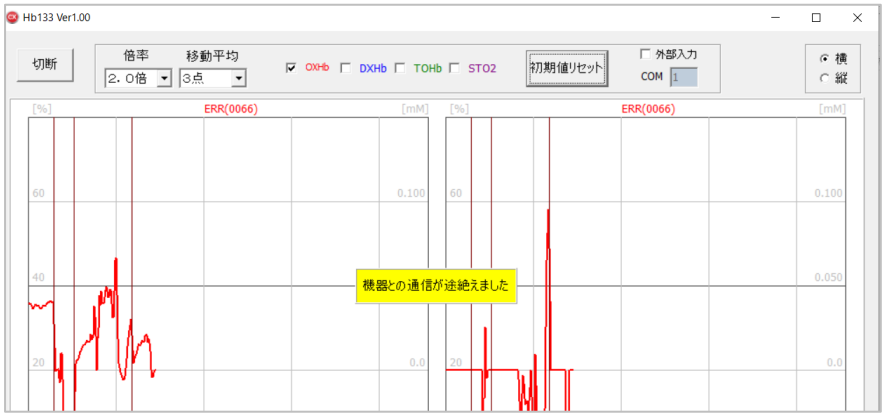

図 28　通信途絶時のメッセージ

8.　Hb134 測定アプリ外部入力通信仕様

Hb134 測定アプリケーションに対し、シリアル通信によりイベントを外部入力する際の通信仕様は、以下の通りです。

①　コマンド

（1）　イベント開始（外部機器→測定アプリ）

[STX] Sn[ETX]

n：イベント番号 1～9（アスキー10 進 1 桁）

（2）　イベント終了（外部機器→測定アプリ）

[STX] En[ETX]

n：イベント番号 1～9（アスキー10 進 1 桁）

②　通信条件

通信方式	RS-232C
通信速度	9,600bps
キャラクター長	8bit
パリティ	なし
ストップビット長	1bit

※　製品の意匠・仕様は予告なく変更や改善することがあります。
バージョン情報をご確認ください。

製造・販売元
株式会社 アステム
〒213-0001　川崎市高津区溝口 2-14-6 シマヤビル 3F
TEL　044-833-8453
FAX　044-833-8456
E-mail　info@astem-jp.com
HP　https://astem-jp.com