



東京デバイスズ

IWS920-DEV

汎用心拍センサ IWS920 開発キット「パルス・ラボ」

Rev 1.2 2016-6-7

「パルス・ラボ」は、東京デバイスズの心拍センサ IWS920 の開発キットです。心拍を利用したアプリケーション開発に必要なものがすべて含まれます。USB 接続で簡単に心拍数や心拍波形が取得できます。専門的な解析のためにパルスオキシメータとして可視光および赤外線透過強度波形を取得することも可能です。コントローラ、ロボット、スポーツ・ヘルスケア、マーケティングへの応用のほか、アカデミックな実験・教材として、幅広く活用いただけます。



注意事項・必ずお読みください

本製品は、取扱いに必要な専門的知識を持つ技術者の研究開発・実験・試作等を利用目的として設計されています。本製品は医療機器ではありません。医療用途には使用いただけません。人命や財産に重大な損害が予想される用途には使用できません。本製品の仕様および本文書の内容は予告なく変更される場合があります。

目次

1. 「パルス・ラボ™」について.....	3
1.1. 概要.....	3
1.2. 応用例.....	3
1.3. キット内容.....	3
2. 心拍センシングの原理.....	3
3. チュートリアル.....	5
3.1. デモの実行に必要な環境.....	5
3.2. ドライバーとデモプログラムのインストール.....	5
3.3. USB ケーブルの接続と仮想シリアルポート名の確認.....	5
3.4. プローブと IWS920 の接続.....	6
3.5. デモプログラムの起動と測定.....	7
3.6. 上手に計測するためのコツ.....	8
3.7. 本体 LED の表示について.....	9
3.8. IWS920 本体から USB ケーブルが外れた時には.....	9
4. データをテキストファイルに保存する.....	10
4.1. 「解析済みデータ」の出力仕様.....	10
4.2. 「生波形」の出力仕様.....	11
5. オリジナルソフトウェアを開発する.....	13
5.1. オリジナルのアプリケーションと連携する.....	13
5.2. IWS920Command 起動オプション.....	13
5.3. IWS920Command 出力データ形式.....	13
6. オプション品.....	14
7. IWS920 仕様.....	14

1. 「パルス・ラボ™」について

1.1. 概要

パルス・ラボ™ は、心拍を利用するオリジナルのアプリケーションを開発できるキットです。電子回路の知識が不要で、プログラミングの知識のみで利用できます。パルス・ラボ™ に付属する USB 接続の心拍センサ IWS920 は、心拍が検出されたタイミング、心拍数、酸素飽和度の情報をリアルタイムに取得します。取得したデータは、テキストファイルにログとして保存したり、任意のアプリケーションに出力できます。

1.2. 応用例

- ・ 脈波を利用する独自システムの研究開発用途
 - コントローラ、ロボット、スポーツ・ヘルスケア、ゲーム、心理・認知科学、ほか
- ・ パルスオキシメータとしての教材／実験機材用途
 - 学習に最適。波形を確認しながら SpO2 算出の原理が理解できます。
- ・ オリジナルの SpO2 デバイス開発用途
 - 動物など特殊用途に向けた試作開発
- ・ その他各種の実験・研究開発用途
 - アーチファクト除去アルゴリズムの開発等

1.3. キット内容

- ・ USB 接続心拍センサ IWS920 本体 × 1
- ・ 心拍センサプローブ 指先クリップ型 × 1
- ・ 開発キット CD × 1
- ・ 取扱説明書 × 1

2. 心拍センシングの原理

人の指先は、心拍に応じて色がわずかに変化します。この色の変化を光を使ってセンシングすることで、心拍の波形や、酸素飽和度が分かります。

指先の色の変化は、酸素に結合したヘモグロビン(O₂Hb)と結合していないヘモグロビン(HHb)で、吸収する光の波長が異なるために起こります。特に 660nm(深い赤色)と 900nm(近赤外線)の付近で大きく異なります(図 1)。

指先には心臓から常に血液が供給されますが、心拍によって新鮮な血液が送られてきた時にはヘモグロビンはほとんど酸素に結合した O₂Hb になります。そしてすぐに酸素が消費されて HHb に変化することで O₂Hb の割合が低くなります。さらに次の心拍により、再び O₂Hb の割合が上がります。これを繰り返すことで、指先の色の濃さが周期的に変化します。

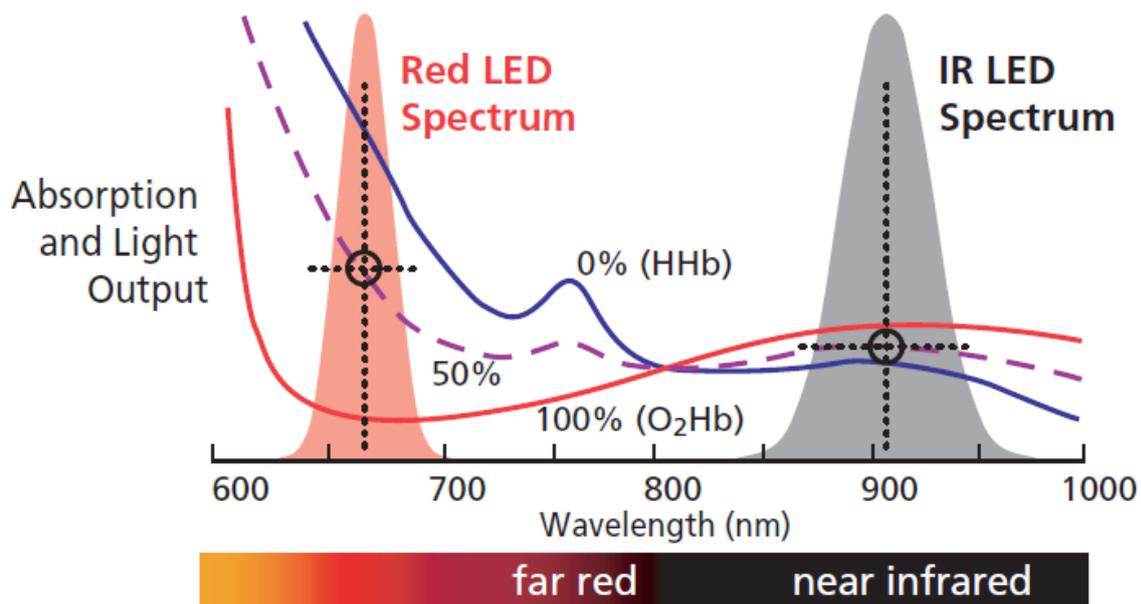


図 1 吸収スペクトラムのイメージ

(引用元: Nellcor Technical Staff, A Technology Overview of the Nellcor™ OxiMaxPulse Oximetry System)

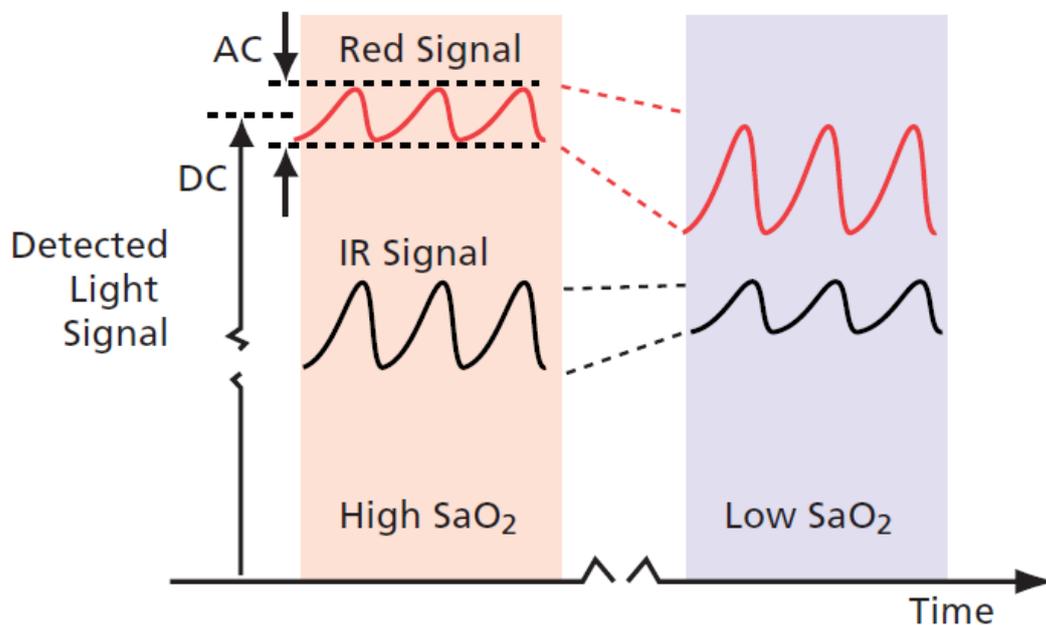


図 2 酸素飽和度による強度の変化

(引用元: Nellcor Technical Staff, A Technology Overview of the Nellcor™ OxiMaxPulse Oximetry System)

3. チュートリアル

デモの実行までの一連の流れを説明します。

3.1. デモの実行に必要な環境

USB ポートを備えた Windows コンピュータに、Microsoft .NET Framework 4 以上がインストールされている(*) 必要があります。

※Microsoft .NET Framework は最新の Windows であれば、あらかじめインストールされています。必要な場合にはインターネットから「.NET Framework」で検索することで、無償でダウンロード可能です。

3.2. ドライバーとデモプログラムのインストール

パルス・ラボ™ に付属する心拍センサ IWS920 は、本体とコンピュータとの通信に、仮想シリアルポート(仮想 COM ポートとも呼ばれます)と呼ばれる機能を使用します。仮想シリアルポートを使用するためには、コンピュータにドライバーをインストールする必要があります。

ドライバーをインストールするための実行ファイルは、開発キット CD の”USB_Serial_Driver”フォルダにあります。実行ファイルは管理者権限で起動する必要があります(ファイルを右クリックして、“管理者として実行”をクリックしてください)。クリックして起動したら、画面の指示(英語)に従い、ドライバーのインストールを完了してください。

なお、この作業は IWS920 を使用するコンピュータに対して、最初の 1 回だけ実施すれば、次回以降は不要です。

ドライバーのインストールが完了したら、次にデモプログラムのインストールを行います。

開発キット CD の”IWS920Demo”フォルダの”Setup.exe”をダブルクリックして、インストーラーを起動してください。画面の指示に従い、デモプログラムのインストールを完了してください。インストールが完了すると、Windows のスタートボタンの「すべてのプログラム」メニューに「東京デバイセス」フォルダが作成され、その中に「パルス・ラボ デモプログラム」のアイコンが追加されます。

3.3. USB ケーブルの接続と仮想シリアルポート名の確認

ドライバーのインストールが完了したら、IWS920 の USB ケーブルを、コンピュータの USB ポートに接続してください。接続すると、Windows が自動的に IWS920 を認識し、仮想シリアルポートが Windows 内部に作成されます。

次に IWS920 が使用する仮想シリアルポート名を確認します。

多くの場合、Windows には、複数の仮想シリアルポートが存在します。(他の周辺機器も仮想シリアルポートを使用する場合があります)。そのため、複数の仮想シリアルポートの中から、IWS920 で使用する USB ケーブル用の仮想シリアルポートを、あらかじめ知っておく必要があります。

仮想シリアルポートの名前を確認するには、Windows のデバイスマネージャを起動し、“ポート(COM と LPT)”項目を開くことで確認できます(図 3)。IWS920 が使用するシリアルポートには”USB Serial Port (COM***)”の記述があります。”COM***”の部分が仮想シリアルポート名です。

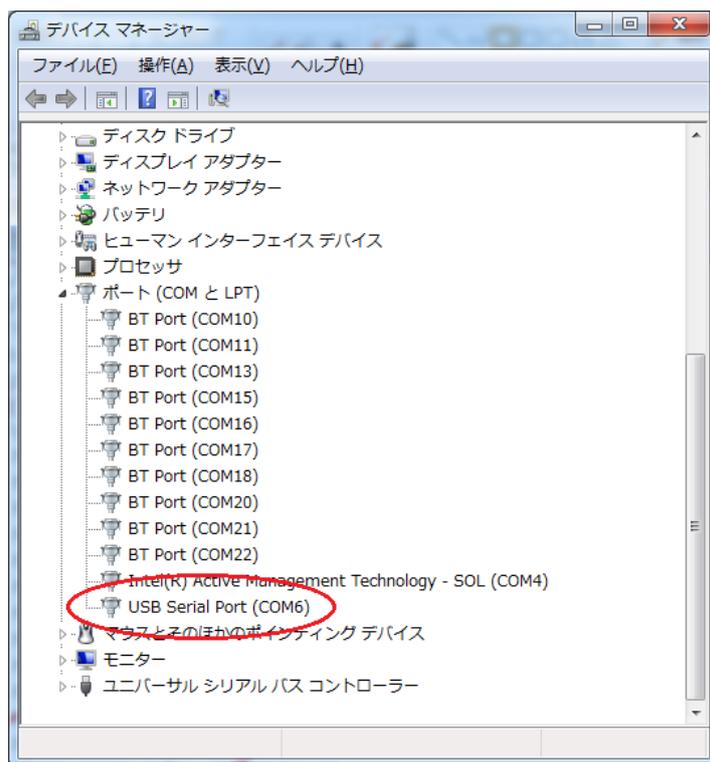


図 3 デバイスマネージャで確認された仮想シリアルポートの例

3.4. プローブと IWS920 の接続

IWS920 本体に、心拍プローブを挿し込みます。図 4 のように、本体の D-Sub コネクタにプローブを挿し込んでください。



図 4 IWS920 本体と心拍プローブの接続

3.5. デモプログラムの起動と測定

Windows のスタートボタンから「すべてのプログラム」の中の「東京デバイス」フォルダをクリックし、「パルス・ラボ デモプログラム」をクリックして、デモプログラムを起動します。図 5 にデモプログラムのメイン画面を示します。

デモプログラムが起動したら、「ファイル」メニューから「接続」を選択してください。図 6 のように仮想シリアルポートの選択ダイアログボックスが表示されます。あらかじめ調べておいた仮想シリアルポート名をクリックして選択し、「接続」ボタンをクリックしてください。正常に IWS920 に接続されると、メイン画面のステータスバー左側に「IWS920: 接続済み」と表示されます。

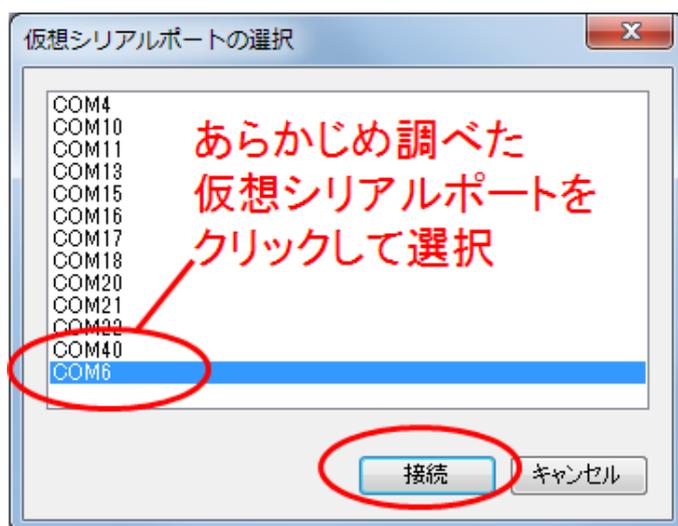
次に、図 4 を参考にして心拍プローブに指を入れてしばらく待ちます。

指を大きく動かすと正常に心拍が検出できませんので、なるべく安静にしてください。

正常に波形が取得できると、画面に心拍の波形が表示され、心拍数や信号品質などの情報が表示されます。



図 5 パルス・ラボ™ デモプログラム画面



“接続”ボタンをクリック

図 6 シリアルポートの選択ダイアログ

表 1 パルス・ラボ デモプログラム画面の項目

画面の項目	説明
心拍数	現在の心拍数です。過去 6 回分の時間間隔の移動平均から算出されます。参考値です。
標準偏差	心拍と心拍の時間間隔(受信データのポイント数)の標準偏差です。過去 6 回分の時間間隔の移動平均から算出されます。この値はデータ品質の指標として応用できます。目安として、約 25 以下で信頼性のある心拍数として解釈できます。
R 値	可視光と赤外についての AC 成分と DC 成分の比の値です。SpO2 値の算出に使用可能です。この値が 0.4 程度の場合には SpO2=100、1 程度の場合には SpO2=85 程度になります。
SpO2	R 値から算出した酸素飽和度(SpO2 値)です。参考値です(校正なし)。
受信カウント	受信したデータ数です。 1 クロックあたり 1 ポイントのデータが受信されます。 1 クロックは $1 \div 409.6 \text{ 秒} = 2.44140625 \text{ ミリ秒}$ です。
信号レベル	検出されている信号の強度を表します。最大 1.0、最小 0 です。 標準偏差と共に、データの品質指標として利用できます。 0.05 以上で正常です。0.01 程度になると信号の解析品質に問題が生じる可能性があります。

3.6. 上手に計測するためのコツ

- 指はなるべく動かさないようにしてください。
- 信号が安定するまで 10 秒以上かかる場合がありますのでしばらく安静にしてください。
- お使いのセンサプローブに指のマークが印刷されているタイプの場合には、マークと指の方向を合わせてください。指が斜めになっている場合には正常に取得できない場合があります。
- 指先が冷えていると毛細血管が収縮してほとんど血流がなくなり、信号レベルが低くなります。指先や体を適

度にあたためるようにしてください。

- 近くに電子機器が大量にある環境ではノイズが多く混入するようになります。なるべく電子機器が少ない環境で実験を行ってください。
- 一部のノートパソコンなどでは USB 電源の品質が悪い場合があり、USB ケーブルからノイズが混入する場合があります。ノイズが疑われる場合には、他のパソコンでお試してください。

3.7. 本体 LED の表示について

IWS920 本体についている赤色の LED は、起動時に 3 回点滅します

また、計測時には、信号強度が測定可能範囲を外れた場合に赤く点灯します。信号が安定している場合にはほとんど点灯しない状態(わずかに点灯する程度であれば問題ありません)になります。

3.8. IWS920 本体から USB ケーブルが外れた時には

IWS920 本体と USB ケーブルは、力を入れて引っ張ると、取り外すことができます。通常は接続したままで問題ありません。USB ケーブルを本体から取り外して、ふたたび取り付ける際には、コネクタに挿入方向がありますので注意が必要です。USB コネクタと IWS920 本体との位置関係は図 7 の通りです。本体を LED がある側を上にしたとき、LED 側が緑色のケーブルになるように挿入してください。逆に接続すると動作しません。正常にコネクタが挿込まれている場合には、IWS920 を USB ポートに接続した際に LED が 3 回点滅します。



図 7 USB ケーブルの取付方向

4. データをテキストファイルに保存する

パルス・ラボのデモプログラムを使って、心拍の時系列情報や波形データを、テキストファイルに保存することができます。テキストファイルの内容はタブ文字(␣)区切りですので、Microsoft Excel® などから簡単に読み込むことができます。

メインメニューの「ファイル」をクリックして「ログ記録」をクリックします。図 8 のようにログ記録ダイアログボックスが表示されます。

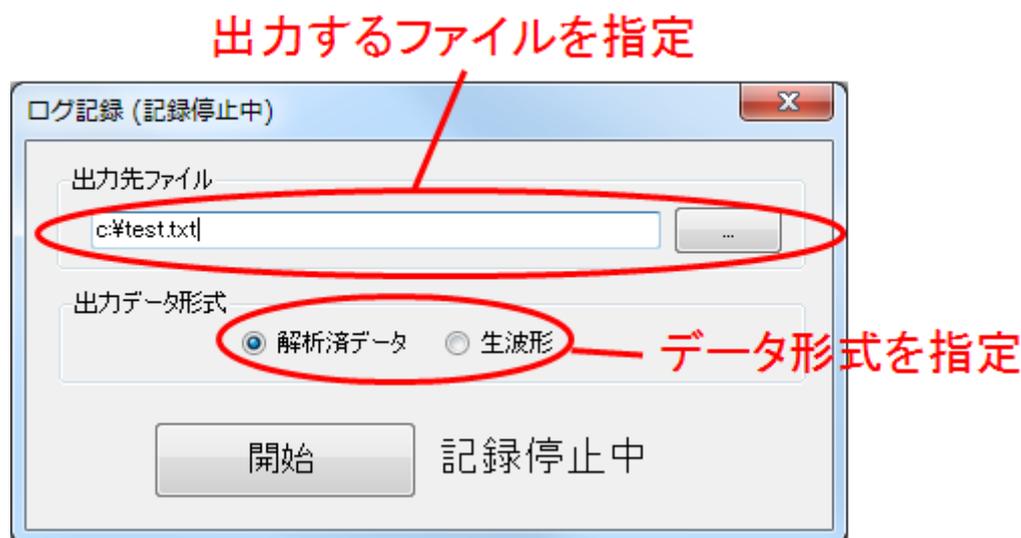


図 8 ログ記録ダイアログボックス

次に、「出力先ファイル」に、出力したいファイルを指定します。ボタンをクリックして、記録先となるファイルを指定してください。既に存在するファイルを指定した場合には上書きされますのでご注意ください。

さらに、出力データ形式の欄にあるラジオボタンをクリックして、ファイルに出力したいデータの種類の種類を指定します。データの種類の種類については次節以降で詳しく説明します。

出力データ形式を選択したら、「開始」ボタンをクリックします。開始ボタンをクリックすると、テキストファイルへの出力が開始されます。記録を停止する際には「開始」ボタンが「停止」ボタンになっていますので、これをクリックします。

4.1. 「解析済みデータ」の出力仕様

出力データ形式として「解析済みデータ」を選択すると、心拍数や酸素飽和度など、波形を解析したデータが出力されます。「解析済みデータ」を指定したときには、1 行は 1 心拍を表します。1 行はタブ文字で区切られた複数のカラムから構成されます。カラムの仕様を表 2 に示します。

表 2 「解析済みデータ」出力データ形式

カラム番号	名前	説明
1	時刻	計測開始からの経過時刻です。単位はクロックです。 1 クロックは $1 \div 409.6$ 秒 = 2.44140625 ミリ秒です。
2	心拍数	心拍数の参考値です。
3	標準偏差	心拍と心拍の時間間隔(受信データのポイント数)の標準偏差です。過去 6 回分の時間間隔から算出されます。データ品質の指標として応用できます。信号が不安定な場合には心拍と心拍の間隔が揺らぐため標準偏差が大きくなります。目安として約 25 以下で信頼性のある心拍数として解釈できます。
4	信号レベル	心拍成分の信号強度を表します。最大 1.0、最小 0 です。標準偏差と共に、データの品質指標として利用できます。0.01 程度になると信号の解析品質に問題が生じる可能性があります。また、プローブが本体から外れている時には 0.01 程度になります。
5	R 値	可視光と赤外についての AC 成分と DC 成分の比の値の比です。SpO2 値の算出に使用可能です。この値が 0.4 程度の場合には SpO2=100、1 程度の場合には SpO2=85 程度になります。
6	SpO2 値	R 値から算出した SpO2 値です。参考値です(校正なし)。

出力例

4813	72	33	0.09	0.48	98
5172	69	26	0.09	0.41	100
5521	71	12	0.09	0.45	99
5874	70	5	0.09	0.45	99
6225	70	4	0.09	0.45	99
6582	70	3	0.09	0.45	99
6927	70	4	0.08	0.45	99
7276	70	4	0.09	0.46	99
7628	70	4	0.09	0.46	99

この出力例では、約 350 クロック=(0.85 秒)ごとに 1 心拍が検出されています。心拍数は約 70 程度として出力されています。最初の行では、心拍数の標準偏差は 33 と比較的信頼性が低いデータでしたが、次第に 3~4 程度となり、安定して計測できていることが分かります。また、信号レベルは 0.09 程度と、やや低い値ですが、解析には問題ない数値となっています。また R 値は 0.45 程度、SpO2 は 99% 付近の値が取得されています。

4.2. 「生波形」の出力仕様

「生波形」を選択すると、表 3 の通り、生の心拍波形の時系列データを出力します。このとき、テキストの 1 行はデータの 1 ポイントを表します。データは 10 秒間で 4096 ポイント記録されます(1 ポイント=2.44140625 ミリ秒)。データの値は各カラムで 1.0~-1.0 に正規化されています。

表 3 「生波形」出力データ形式

カラム番号	名前	説明
1	可視光 1	可視光による透過光量です。
2	赤外 1	赤外による透過光量です。
3	可視光 2	可視光による透過光量の交流成分です。 可視光 1 から直流成分を除き、振幅を 4.7 倍した値です。
4	赤外 2	赤外による透過光量の交流成分です。 赤外 1 から直流成分を除き、振幅を 4.7 倍した値です。

なお、デモプログラムの画面上に表示される赤と青の心拍波形グラフは、可視光 2 と赤外 2 のカラムのデータが描画されたものです。(※可視光 1 と赤外 1 のデータは、デモプログラムの画面上には表示されません)

出力例

0.838049	0.657686	-0.003038	0.005427
0.837837	0.657267	-0.001892	0.007429
0.837622	0.656856	-0.000778	0.009300
0.837431	0.656442	0.000303	0.011237
0.837225	0.656005	0.001378	0.013243
0.836998	0.655570	0.002542	0.015212

5. オリジナルソフトウェアを開発する

IWS920 の制御コマンド“IWS920Command”を利用することで、オリジナルのアプリケーションと連携させることができます。

IWS920Command は、開発キット CD の“IWS920Command”フォルダにあります。実行には Microsoft .NET Framework 4 以降がインストールされている Windows 環境が必要です。

なお、IWS920Command は Windows のコマンドラインプロンプトから実行するコマンドラインプログラムです。(※エクスプローラからファイルをダブルクリックして起動してもすぐに終了します。)

5.1. オリジナルのアプリケーションと連携する

IWS920Command の出力をオリジナルのアプリケーションにリダイレクトすることでデータ連携が可能です。標準入出力をやりとりできる開発言語であればあらゆる言語に対応します。

リダイレクトの方法は Windows のコマンドラインから下記の例のようにコマンドラインから起動する際にパイプ記号“|”を用いる方法や、オリジナルのプログラム中から外部プログラムとして IWS920Command を呼び出す方法があります。リダイレクトや外部プログラムの呼び出し方法についての詳細は、各書籍・ウェブサイト等を参考にしてください。

例) オリジナルのアプリケーション(myapp.exe)と連携するための起動例

```
C:¥> IWS920Command.exe /port COM1 | myapp.exe
```

このコマンドを実行すると、IWS920Command の出力データが、myapp.exe の標準入力に逐次入力されます。myapp.exe プログラムは標準入力の内容を逐次解析することで、心拍の情報を取得することができます。

5.2. IWS920Command 起動オプション

IWS920Command の起動オプションは表 4 の通りです。/port のみ指定必須です。

表 4 IWS920Command 起動オプション

オプション	説明
/port [ポート名]	IWS920 の接続に使用する仮想シリアルポート名を指定します。 指定必須。 例) IWS920Command /port COM5
/raw	指定すると、通常出力ではなく「生波形」のデータを出力します。独自の波形解析を行う場合に指定してください。

5.3. IWS920Command 出力データ形式

出力されるデータの形式は、デモプログラムのログ記録機能で「解析済みデータ」を選択した際に出力されるテキ

ストデータと同じのものです。データの項目と説明は表 2 を参照してください。

/raw オプションを指定すると、ログ記録機能の出力データ形式として「生波形」を選択したときのデータと同じものが出力されます。データの項目と説明は表 3 を参照してください。

6. オプション品

品名	型番	説明
プローブ 指先クリップ型	IWPB2-FT	パルス・ラボに標準で付属するクリップタイプのセンサプローブです。
プローブ 指先サック型	IWPB2-FC	指先をゴムのような材質のサックで覆うタイプです。多少指の動きがあっても安定します。
プローブ 使い捨て汎用型	IWPB2-DP	使い捨てのディスポーザブル・タイプです。粘着性のあるテープによって巻きつけて使用するタイプです。サック型よりも動きに対してさらに強く、子供や動物にも利用されます。

東京デバイス直販サイト(<https://tokyodevices.jp>)からご注文可能です。

ご注文の際には、型番にて製品を検索してください。

7. IWS920 仕様

項目	仕様
電源	5V (USB バスパワー駆動)
消費電流	最大 70mA
LED 駆動仕様	2 チャンネル オートゲインコントロール付 パルス駆動 可視光 50mA Duty 25% Max 赤外 100mA Duty 25% Max
対応受光素子	フォトダイオード
量子化ビット	11 ビット
通信仕様	シリアル通信 over USB1.1 / 115,200bps
サンプリング周波数	409.6Hz / チャンネル 819.2Hz / デバイス
コネクタ仕様	Nelcore 互換 D-Sub 9 ピン

Rev 1.2 2016-6-27

・デモプログラムの数値の移動平均について記載追記

岩淵技術商事株式会社 東京デバイス事業部 〒305-0047 茨城県つくば市千現 2-1-6
I.W. Technology Firm, Inc. Tokyo Devices Div. 2-1-6 Sengen, Tsukuba, Ibaraki, 305-0047 JAPAN.
Copyright © 2016 I.W. Technology Firm, Inc. All rights reserved.
製品に関する技術的質問および取引に関するお問い合わせ: <https://tokyodevices.jp/contact/new>