



東京デバイスズ

# IWS520-USB

USB 接続 汎用 超音波距離センサ

Rev1.3 2016-7-27

東京デバイスズ IWS520-USB は超音波方式の距離センサです。前方にある物体までの距離を約 0.3m から約 5m の範囲で測定します。USB 接続によりコンピュータ側からきめ細かい感度の調節が可能です。例えば、手前にある小さな物からの反射ノイズを無視することが可能です。また、シンプルで使いやすい開発用ソフトウェアが無償で提供されますので、独自のシステムやアプリケーションへの組み込みが容易です。定点観測、セキュリティ、ロボット、福祉・介護システム、マーケティング向け計測システムなど、幅広い分野への応用が可能です。



本製品は専門的知識を持つ技術者が研究開発・実験・試作等に利用することを想定して設計されています。専門的知識のない方が取扱う場合には、予期せぬ事故(発火・発煙・感電・その他の事故)につながる恐れがあります。本製品を機器へ組込む場合や長時間運用を行う場合には事前に十分な評価・試験を行ってください。本製品は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。

## 1. IWS520-USB 仕様

項目	値
電源電圧	5V ±10% (USB バスパワー駆動)
消費電流	20mA typ. (検出頻度により変動)
測定方式	超音波エコー
測定周波数	40,000Hz (±400Hz)
検出角	50 度 (-10dB)
測定レンジ	0.3～5m <sup>1</sup>
分解能	約 1cm (25°C)
測定レンジ	調節可能 (超音波の放射時間・計測のマスク距離を任意に指定可能)
測定間隔	任意に指定可能 最小 0.1 秒
制御インタフェース	USB 1.1 HID デバイス
制御コマンド	Windows 7, 8.1, 10 (32ビット/64ビット対応)
対応 OS	Linux

1. 対象物が堅くなめらかな表面の場合です。対象物の材質・素材により変動します。

## 2. IWS520-USB の特徴

- きめ細かい感度調整 … 手前の障害物を無視するなど、多くの環境に柔軟に対応可能。
- 優れた拡張性 … 無償のソフトウェアで独自アプリケーションへの組み込みが容易。
- USB デバイス … USB から電源を取得するため、電池やアダプタが不要。ドライバーソフトも不要。

## 3. チュートリアル

はじめに、コンピュータを起動して IWS520-USB と USB ポートをケーブルで接続してください。

IWS520-USB は専用の制御ソフトウェア「iws520ctl」により制御します。

まず iws520ctl を東京デバイセズのウェブサイトよりダウンロードしてください。東京デバイセズのウェブサイトから「IWS520」で検索し、IWS520-USB の製品ページから入手できます。→ <https://tokyodevices.jp/>

Windows の場合には iws520ctl をダウンロード・展開した後、任意の場所に実行ファイルを置いてください。Linux の場合にはコンパイルが必要です。ファイルを展開して README を参照しながらコンパイル・設定を行ってください (東京デバイセズでは Linux の操作方法やコンパイルのサポートは行っていません)

iws520ctl はコマンドライン上で動作するプログラムです。Windows の場合にはコマンドプロンプトを起動してください。(GUI を持つプログラムではありませんので、iws520ctl のアイコンをダブルクリックで起動しても画面は表示されません。)

コマンドプロンプトが起動したら、カレントディレクトリを iws520ctl コマンドのあるディレクトリに移動してください。その後、iws520ctl を次のように実行してください。

```
> iws520ctl MEASURE ANY 3 1000 340.29 16 0.3
1.90,318,24
1.90,318,21
1.20,318,23
```

上記のように約 1 秒ごとに 3 回(3 行)、測定値が出力されれば正常です。iws520ctl の詳しい使用方法は後述します。

#### 4. 超音波による距離測定の原理と感度調節

一般的に、超音波方式による距離測定アプリケーションでは感度の調節が必要です。ベンダから供給されるチュートリアル(デフォルト感度)では十分なパフォーマンスを出せません。他社製品の中には、使用状況のある程度限定することで感度の無調整を実現しているものがありますが、IWS520-USB は少しでも多くのシーンに適用できるように感度調節機能を充実させ、汎用性を重視した設計になっています。

感度をうまく調節するには、超音波による距離測定の原理と、音波の乱反射についての理解が必要です。

##### 4.1. 原理

IWS520-USB は、非常に短い超音波(40KHz パルス)を前方に発して、その反射音(エコー)が返ってくるまでの時間を計測することで、物体までの距離を測定します。音速は常温で約 340 メートル毎秒で一定ですから、エコーが返るまでの時間が分かれば距離が求まります。例えば発射から 10 ミリ秒後にエコーが検出された場合には、片道 5 ミリ秒ですので、5 ミリ秒で音波が進む距離は  $340(\text{m/s}) \times 0.005(\text{s}) = 1.7\text{m}$  です。

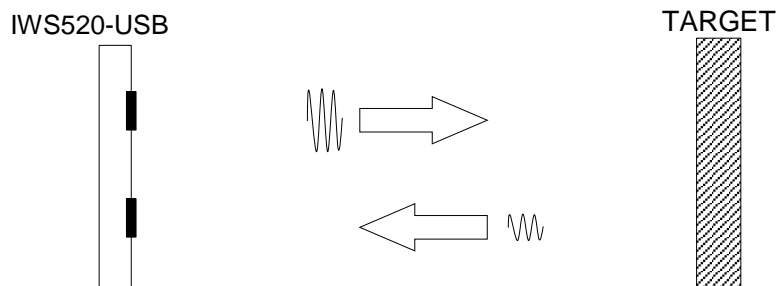


図 1 超音波による距離計測の構成

実際のパルスの発射から反射が得られるまでの波形を図 2 に示します。横軸の 1 目盛は 1 ミリ秒です。図の例では、パルスを発射した直後、直接波と残響による大きな振幅が現れます。これはデバイス自体が振動するために発生するもので、1 ミリ秒程度みられます。その後、発射から 4 ミリ秒後に目の前の物体からの反射波が返ってきます。この場合、発射から物体に当たって返ってくるまでの往復で 4 ミリ秒ですので、片道は 2 ミリ秒になります。つまり  $340(\text{m/s}) \times 0.002(\text{s}) = 0.68\text{m}$  先に物体があることがわかります。

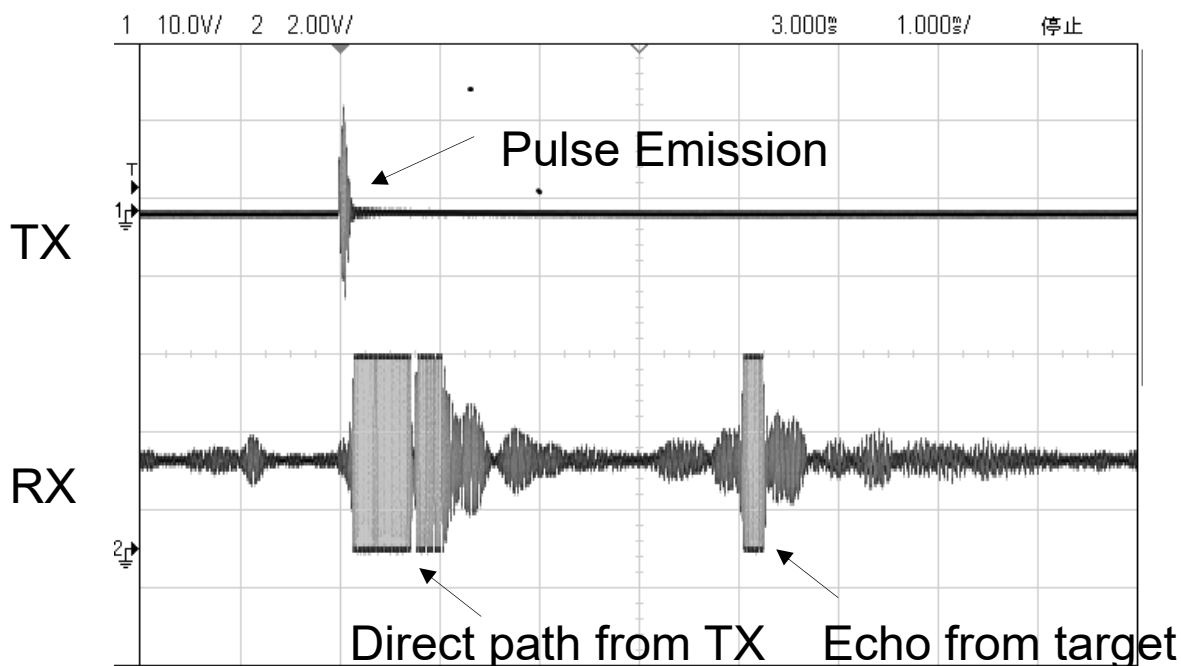
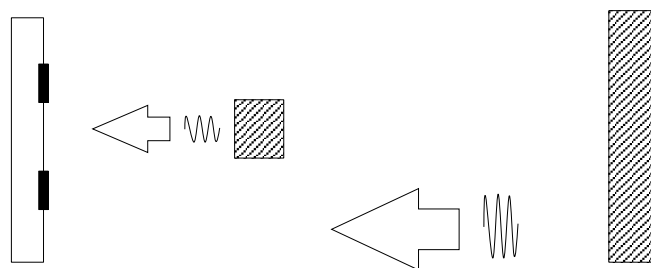


図 2 超音波パルスと反射波の実例

#### 4.2. 感度調節が必要になる理由

もし測定対象物の他にまったく何も無いような広大な空間であれば、1回の発射につき1回の明確なエコーが観測されます。しかし、実際は周囲にさまざまな物体が存在し、すべての物が音波を反射します。

例として、壁などの手前に小さな物体があったとしましょう。この場合、まず最初に手前の小さな物体から小さなエコーが返ります。続いて、遠くの壁から強いエコーが返ります。



もし手前の物体を測定したいアプリケーションの場合には、手前のエコーに反応することが望まれます。逆に、遠くの壁を測定したいアプリケーションの場合には、手前の物体に反応しないことが望まれます。

IWS520-USB は放射時間・マスク距離の2種類のパラメータによって感度調節を行います。

#### 4.3. 放射時間(Emission Length)

放射時間は、超音波のパルスの長さです。放射時間を長くすると、より多くの音響エネルギーを空中に与えるため(大きな音になる)、より遠くの物からのエコーを得ることができます。そのため、測定できる最大距離が長くなります。一方で、周囲に存在する小さな物からも大きなエコーが返るようになるため、手前や周辺の小さな物に敏感に反応

するようになります。

放射時間を短くすると、遠くの物まで音波が到達しないため測定可能な距離が短くなりますが、周辺の物に過敏に反応することもなくなります。

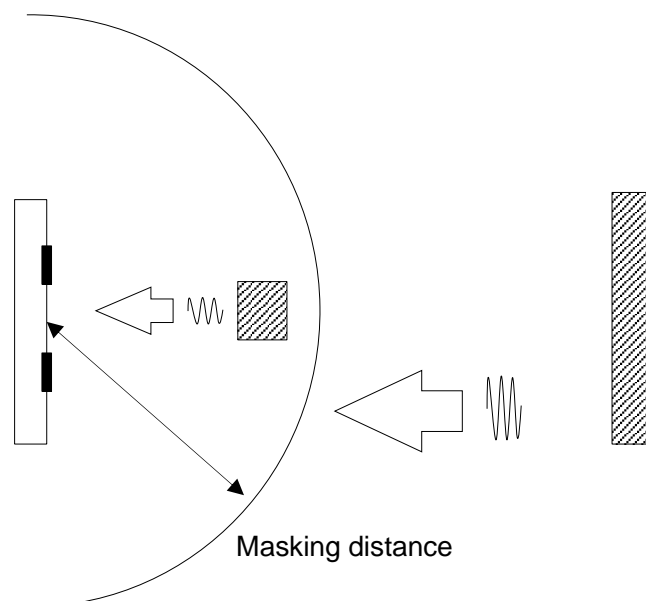
一般的に、周囲にほとんど物がなく見通しの良い環境では放射時間を長くしても問題ありません。例えば、広い空間で3-4m先の物を対象にしたい場合には、放射時間を30-100クロック程度でお試してください。また、空間が狭い場合や0.5-1.5m程度の範囲を対象として、遠くの物まで測定する必要がない場合には、10-20クロック程度でお試してください。

センサの周辺に色々な物がありながらも放射時間を長くして遠くの物に反応させたい場合には、次の「マスク距離」を設定する必要があります。

#### 4.4. マスク距離の設定(Masking Distance)

前述の通り、放射時間を長くして強い音波で測定する場合、センサに近い小さな物からもエコーが返ってくるため、遠くの物までの距離が正常に測定されなくなります。

マスク距離を設定すると、センサから設定された距離にある物からのエコーを無視し、マスク距離よりも先の対象物からのエコーのみを計測することができます。



例えば、測定したい対象物がセンサより2m以上離れた範囲にあることが事前に分かっている場合、マスク距離を2mに指定しておくことで、2mより手前の小さな物の影響を除くことができます。

なお、マスク距離は最低でも0.3m~0.5m程度を設定する必要があります。マスク距離が短すぎると、センサは自分自身の発した超音波に反応するため、正常に測定できません。マスク距離の最低値は放射時間により変化します。放射時間が長くなれば、より長い最低マスク距離が必要です。

## 5. 制御ソフトウェア iws520ctl の使い方

iws520ctl のコマンド引数は次の通りです。すべての引数は指定必須です。省略できません。

iws520ctl MEASURE [シリアル番号] [測定回数] [測定間隔] [音速] [放射時間] [マスク距離]

表 1 iws520ctl プログラム コマンド引数仕様

オプション名	値	意味
	MEASURE	コマンドに測定を指示するための、固定文字列"MEASURE"です。半角大文字です。小文字不可。
シリアル番号	シリアル番号もしくは ANY ※ANY は大文字で指定してください。	対象の IWS520-USB のシリアル番号を指定します。複数台を接続する場合に使用します。コンピュータに1台のみ接続されている場合には"ANY"を指定することで、シリアル番号を明示せずに指定できます。
測定回数	0 以上の整数	測定回数を正の整数で指定します。指定された回数測定するとコマンドは終了します。0を指定すると無限に測定を続けます。終了するにはプロセスを KILL するか、コマンドラインで ctrl+c キーを押してください。
測定間隔	100 以上の整数	測定が終わってから次の測定が開始されるまでの待ち時間を指定します。単位はミリ秒です。100 以下を指定すると 100 が指定されたとして動作します。
音速	正の実数	音速を m/s(メートル毎秒)単位で与えます。常温程度では 340.29 を指定してください。この値を気温に応じて増減させることで、誤差を減らすことができます。
放射時間	整数 設定可能な範囲: 8~188	超音波を放射する時間を指定します。
マスク距離	実数 設定可能な範囲: 0.0~5.0	測定対象から除外する距離を指定します。単位は m(メートル)です。 注意: 指定しなければならない最低値があります。詳しくは「マスク距離の設定」を参照してください。

コマンド例)

```
> iws520ctl MEASURE ANY 3 1000 340.29 16 0.3  
1.90,318,24  
1.90,318,21  
1.20,318,23
```

上記コマンドは3回距離を測定しています。測定と測定の間隔は1秒です。距離を計算する際に使用される音速は340.29m/s が指定されています。超音波の放射時間は16クロック(約85マイクロ秒)、マスク距離は0.3mです。

結果として、約 1 秒ごとに 1.90m, 1.90m, 1.20m の 3 つの測定値が出力され、温度に関する値である 318 が同時に出力されています。またノイズレベルは 21-24 程度の範囲です。出力情報の詳細は次節で述べます。

### 5.1. 出力フォーマット

iws520ctl からは、1 回の計測につき 1 行のテキスト文字列が標準出力に書き出されます。出力フォーマットは次の通りです:

出力フォーマット: (距離), (温度センサ値), (ノイズレベル値) [改行文字]

例) 1.282,280,25

表 2 出力項目仕様

番号	フィールド名	説明
1	距離	距離です。単位は m(メートル)です。
2	温度センサ値	温度センサの値です。詳細は温度センサの節を参照してください。
3	ノイズレベル値	ノイズレベルの値です。詳細はノイズレベルの節を参照してください。

USB デバイスが取り外された場合など、通信エラーが発生した場合には、距離のフィールドが **"ERR"** になります。通信エラーの際には温度センサとノイズレベルは空になります。

距離が測定範囲外の場合には、距離のフィールドが **"OOR"** になります。(OOR=Out Of Range)。温度センサとノイズレベルの値は出力されます。

#### 5.1.1. 温度センサ

IWS520-USB には温度センサが内蔵されています。iws520ctl の出力の 2 番目の要素には温度に関する値が出力されます。この値を参考に、iws520ctl の音速オプションの値を変えることで、距離の測定精度を高めることができます。

温度センサから得られる値は、温度に依存して電圧が変化するダイオード素子の値を読み出したもので、摂氏や華氏などの直接的な温度の単位ではありません。数値のおおまかな代表値は次の表の通りです。温度への換算や解釈は iws520ctl の値を利用するアプリケーションプログラムにて行ってください。

表 3 温度センサの代表値

温度	-40°C	+25°C	+85°C
値	230	300	370

温度センサは個体ごとにオフセットやゲインが異なり、個体ごとに±10°C程度の誤差が生じます。温度センサの精度を高めるには、恒温槽を用意いただき、適当な 2 つの温度点における値から、オフセットおよびゲインを算出して校正してください。

### 5.1.2. ノイズレベル

ノイズレベルは電氣的なノイズと周囲の音響的な雑音を総合的に測定した値です。IWS520-USB の設計値として通常は 20-30 前後の値です。この値が異常に大きい場合には正常に距離が測定できない可能性があります。ノイズの原因としては、USB ポートから回り込むノイズ、外部から飛来するノイズ、周辺の音響的な騒音などが考えられます。ノイズレベルが大きい場合には、測定場所や使用するコンピュータを変えてお試しください。

### 5.2. 複数台の制御

1 台のコンピュータに複数の IWS520-USB を接続可能です。IWS520-USB は出荷時に個体ごとにシリアル番号が書き込まれています。シリアル番号を取得するには `iws520ctl` コマンドの“LIST”オプションを使用します。“LIST”オプションを指定すると、1 行につき 1 台の IWS520 のシリアル番号が出力されます。

コマンド例)

```
> iws520ctl LIST
123456789
234567890
345678901
```

この例では 3 台の IWS520-USB がコンピュータに接続されていることが分かります。このシリアル番号を `iws520ctl` のシリアル番号オプションに指定することで、任意の個体からデータを取得できます。

### 5.3. IWS520-USB を独自のプログラムから使用する

独自のプログラムに IWS520-USB の機能を組み込むには、`iws520ctl` を外部プロセスとして起動し、`iws520ctl` の標準出力を独自プログラムの標準入力にリダイレクトさせる方法で統合してください。独自プログラム側では、標準入力から 1 行読み出し、文字列をパースして適切な処理をしてください。外部プロセスの起動方法や標準入力へのリダイレクトについての詳しい方法は、各言語のマニュアルやドキュメントを参照してください。

## 6. 注意事項

- 超音波による距離の計測は、その原理上、気温・気圧・湿度の変化より誤差を生じます。厳密な距離の測定にはレーザー方式など校正された計測器を使用してください。また極端な低温・高温では誤差が大きくなりますので、`iws520ctl` の音速オプションで補正を行ってください。
- IWS520-USB は、USB ポートから給電される 5V 電源の品質に影響を受けます。USB の電源にノイズが含まれる場合や電圧が低い場合などは、誤動作の原因になる可能性があります。電源ノイズは IWS520-USB から得られるノイズレベルの値で確認できます。ノイズレベルが大きい場合には別のコンピュータでお試しください。
- 粗悪な USB ケーブルは誤動作の原因になる場合があります。かならず付属の USB ケーブルをご使用ください。
- 狭い通路や周囲に障害物が多い場所では、反射波が生じやすいため、正しい距離が計測できない場合があります。広い空間でお試しください。



- 表面が凸凹していたり衣服や毛・布素材のように音波を吸収する素材の場合には反射が弱くなり測定可能距離が短くなります。

### 7. 感度特性(参考値)

実際の感度は反射の材質やノイズとなる周囲の物体・環境に応じて異なります。詳しくは実験を通じてご確認ください。

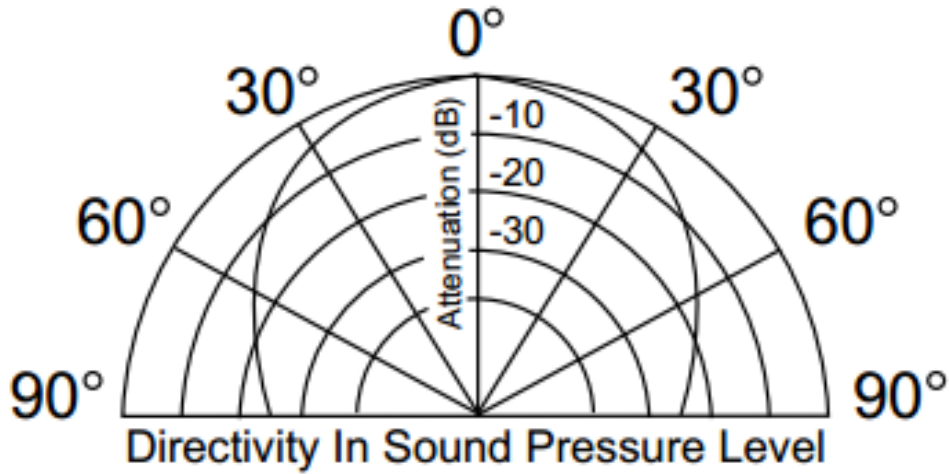


図 3 IWS520-USB 超音波センサ特性

### 8. ケース寸法・フランジ穴位置

