TOCOS

電池が長持ち、電波が良く飛ぶ TOCOS® ワイヤレスエンジン

IEEE802.15.4/ZigBee無線マイコンモジュール

ワイヤレスジャパン 2011 2011/05/25~27



東京コスモス電機株式会社

http://tocos-wireless.com/

(PDF ファイルにはリンクを設定しております。詳細はリンク先、弊社ウェブサイトでご覧下さい)



東京コスモス電機(TOCOS トーコス)の4本の事業の柱です。

■ 可変抵抗器

東京コスモス電機の社名をご存じない方でも、水色がトレードマークの可変抵抗器 (トリマ・ポテンショメータ) をご覧になった事はあるかもしれません。小型で高品質のボリュームを製造しております。また、小型ながら超高トルクのエンコーダ、非接触型のボリュームもございます。

■ 車載センサモジュール

可変抵抗器から派生して、自動車・オートバイ・農機向けに角度センサーを製造・販売しております。自動車業界で要求される厳しい要求品質に満足する製品を提供しております。

■ 面発熱フィルムヒータ

東京コスモス電機は可変抵抗器に使われる抵抗体のノウハウを基に、車載向けヒータとして面発熱フィルムヒータを主に自動車のサイドミラー用として商品化しております。抵抗体のPTC特性により自己温度制御が可能でかつ目的への温度上昇は急峻です。サーモスタットなどの外部回路を必要としません。

■ 無線通信モジュール

今回、ご紹介する TOCOS ワイヤレスエンジンです。次ページ以降ご紹介します。

http://tocos-wireless.com/
http://www.tocos-j.co.jp/



TOCOSワイヤレスエンジン紹介

http://tocos-wireless.com/



TOCOSワイヤレスエンジンの商品群です。

■ モジュール

電池が長持ち TWE-001, 電波が良く飛ぶ TWE-001 STRONG (ストロング) の2系統、アンテナ種別がありますので都合4種類になります。

- 評価開発キット
- STRONGセット
- アンテナセット
- JTAG デバッガ

開発や評価に必須な付随商品の販売も行っております。

http://tocos-wireless.com/

http://tocos-wireless.com/jp/products/index.html



TOCOS ワイヤレスエンジンです。

- 電池が長持ち TWE-001
- 電波が良く飛ぶ TWE-001 STRONG (ストロング)

これから、ワイヤレスエンジンの大まかな特徴を説明します。 次に、どれくらい電池が長持ちか、どれくらい電波が良く飛ぶかを紹介します。

http://tocos-wireless.com/ http://tocos-wireless.com/jp/products/index.html



TWE-001

電池が長持ち

TOCOSワイヤレスエンジンはIEEE802.15.4規格に準拠した無線通信機能を有するマイコンモジュールです。

一つの小型パッケージの中に32MIPSで高速動作する強力な32ビットRISCプロセッサを内蔵しておりADコンバータ、DAコンバータ、コンパレータ、汎用入出力ポートといった豊富なI/Oを提供し各種センサー、ディスプレイ、LED、スイッチ等を直接コントロール可能です。余裕のRAM、フラッシュメモリ容量によりZigBee PRO、6LoWPAN等の通信プロトコルを使用するアプリケーションもストレスなく実装可能です。

日本国内で使用する際に必要な電波法認証であるARIB STD-T66工場設計認証を取得済みですので認証取得の手間と費用をかけることなく使用開始が可能です。

RoHS、鉛フリー対応で環境にも優しい製品です。

型番: TWE-001

外形寸法: 40 x 20 x 3.5mm (フラッシュアクセス時は 2.3V 以上)

重量:4g

動作電圧: 2.0V ~ 3.6V

動作温度: -40 ~ 85℃ (丁業什様)

アンテナ: 内蔵パターンアンテナまたは外付け用µFLコネクタ選択可能

[無線部]

無線規格: IEEE802.15.4準拠

送信出力: 2.7dBm 受信感度: -95dBm 送信電流: 14.6mA 受信電流: 17.2mA

待機電流:1.3µA (ディープスリープ時)

[認証等]

RoHS 鉛フリー対応

ARIB STD-T66工場設計認証、海外認証対応可(お問い合わせください)

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001.html



TOCOS ワイヤレスエンジン TWE-001 です。

最大の特徴は「電池が長持ち」です。

- ・短い時間で起動して、電波を送れる「俊速起動」
- ・送信電流 14.6mA の「超低消費電力」
- ・最大 1km の「長距離通信」

電池が長持ちながらも、長距離通信を実現しています。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001.html

ワイヤレスエンジンTWE-001



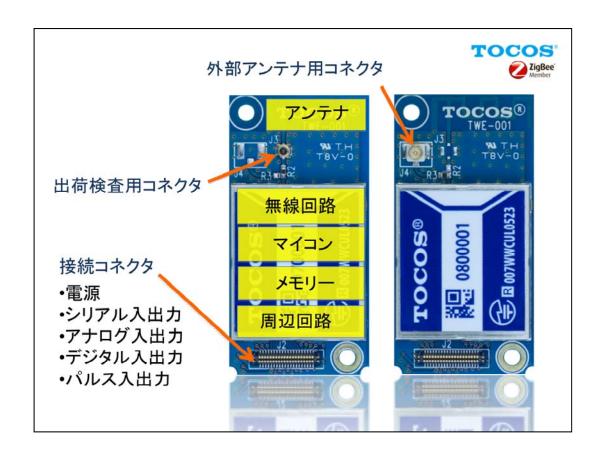




外形寸法: 40mm x 20mm x 3.5mm

重量:4g

外形サイズは、1円玉と同じ幅です。厚みは1円玉2枚と少し。 薄型設計を考慮し、コネクタを実装面にしておりますので、3.5mmのスペース に封入できます。



基板上には、

- ・アンテナ
- •無線回路
- ・マイコン・メモリー・周辺回路

が構成され、

接続コネクタ

により電池やセンサーと接続します。

・出荷検査用コネクタ

を通じて、法規に基づく厳しい検査を工場で実施しておりますので、お客様のほう で改めて詳細な無線検査をする必要はありません。お客様のほうでは、アンテナを 用いた簡単な通信確認で十分です。

外部アンテナ用コネクタ

を実装しているモジュールもあり、uFLコネクタを通じて様々な外部アンテナを接続できます。

※ 基板アンテナ・外部アンテナコネクタの種別は注文時に指定してください。



TWE-001 STRONG

電波が良く飛ぶ

TOCOSワイヤレスエンジンはIEEE802.15.4規格に準拠した無線通信機能を有するマイコンモジュールです。

一つの小型パッケージの中に32MIPSで高速動作する強力な32ビットRISCプロセッサを内蔵しておりADコンバータ、DAコンバータ、コンパレータ、汎用入出力ポートといった豊富なI/Oを提供し各種センサー、ディスプレイ、LED、スイッチ等を直接コントロール可能です。余裕のRAM、フラッシュメモリ容量によりZigBee PRO、6LoWPAN等の通信プロトコルを使用するアプリケーションもストレスなく実装可能です。

日本国内で使用する際に必要な電波法認証であるARIB STD-T66工場設計認証を取得済みですので認証取得の手間と費用をかけることなく使用開始が可能です。

RoHS、鉛フリー対応で環境にも優しい製品です。

型番: TWE-001 STRONG (ストロング)

外形寸法: 45.5 x 20 x 3.5mm (基板パターンアンテナ), 42 x 20 x 3.5mm (uFL コネクタ)

重量:4.6g

動作電圧: 2.0V~ 3.6V (フラッシュアクセス時は 2.3V 以上)

動作温度: -40 ~ 85℃(工業仕様)

アンテナ:内蔵パターンアンテナまたは外付け用µFLコネクタ選択可能

無線部

無線規格: IEEE802.15.4準拠

周波数带: 2.4GHz 送信出力: 9.08dBm 受信感度: -100dBm 送信電流: 28.0mA 受信電流: 23.5mA

待機電流:1.36µA (ディープスリープ時)

認証等

RoHS 鉛フリー対応

ARIB STD-T66工場設計認証、海外認証対応可(お問い合わせください)

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001STRONG.html



TOCOS ワイヤレスエンジン TWE-001 STRONG(ストロング) です。

最大の特徴は「電波が良く飛ぶ」です。

- ・短い時間で起動して、電波を送れる「俊速起動」
- ・送信電流 28mA の「低消費電力」
- ・最大 3km の「超長距離通信」

超長距離通信を実現しながら、28mAと同時に低消費電力です。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001STRONG.html



構成は TWE-001 とほぼ同じですが、基板上にパワーアンプが構成されている点が違います。

アンテナの種類によって2種類基板があります。

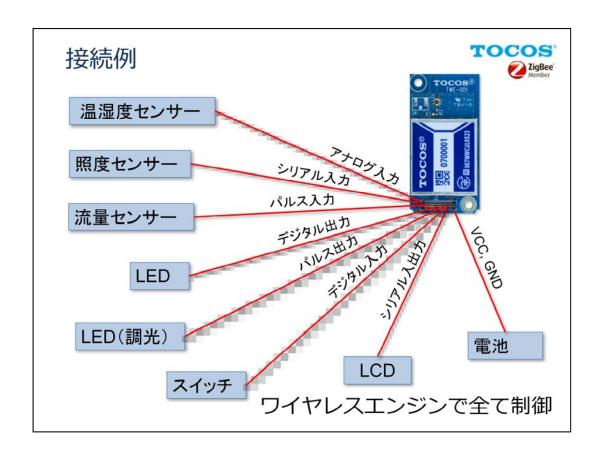
※ 基板アンテナ・外部アンテナコネクタの種別は注文時に指定してください。



TWE-001 と TWE-001 STRONG (ストロング)は外形、ピン互換です。

- ・ピン ・・・ DIO2/3 は TWE-001 *STRONG* では使用不可ですが、そのほかは同じです。
- ・孔位置・・・ 孔位置、コネクタへの相対位置は互換です。
- ・ファームウェア ・・・ TWE-001 *STRONG*の機能を有効化するためのファームウェア的な手続きが必要です。

http://tocos-wireless.com/jp/tech/Programming/index.html http://tocos-wireless.com/jp/tech/Programming/JenNet_HighPower.html



TOCOS ワイヤレスエンジンだけで、ワイヤレスセンサーを作製できます。

電源は $2.0V \sim 3.6V$ でアルカリ乾電池 2 本やリチウム電池での稼働に向いています。

シリアル入出力として SPI, I2C, UART に対応しています。

デジタル IO は最大21(19:ストロング)利用できます。

デジタル IO には PWM 出力やパルス入力といった機能もあります。

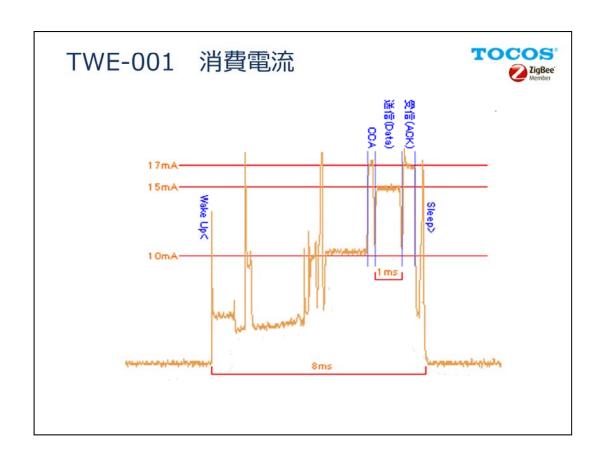
ADC/DAC/コンパレータといったアナログ入出力も備えております。

http://tocos-wireless.com/jp/tech/TWX-0001.html



消費電流

電池が長持ち



これは TWE-001 を用いたパケット伝送例です。

スリープで低消費電流で普段眠っていて、タイマー割り込みやIOの割り込みで起床 し、ADCより温度を測定し、この温度情報を伝送する例です。

起動後、システムの安定化、マイコン処理、ADC待ちといった処理を経て(起床後4.5ms程度)無線伝送を行います。

無線伝送は、回路の安定化(4.5ms~6ms)、CCA、Data送信、ACK受信の順で行われます。

CCA・・・他のノードが通信していないか確認します。通信中の場合は一定時間待ちます。

送信(Data)・・・CCAが成功した場合、送信を行います。この例では約32バイトのデータを送信しています。IEEE802.15.4 では最大127バイトまで送信でき、その場合約4msかかります。

受信(ACK)・・・送信後、送信先からの応答を確認します。応答がない場合、送信が失敗したとし、再度送信を試みます。

ACKが成功した場合、再びスリープ状態に入り、次の起床を待ちます。

電池寿命計算 (TWE-001)



	電流(mA)	時間(ms)	消費(uAs)
クロック安定化	5.0	0.8	4.0
マイコン処理	5.0	3.2	15.6
無線初期化	10.5	1.8	18.9
CCA (受信)	17.2	0.3	5.2
TX(送信)	14.6	1.2	17.5
ACK (受信)	17.2	0.4	6.9
合計			68.1

1分1回 900mAh ⇒ 8.7年 10秒1回 220mAh ⇒ 1.3年

先程の例を用いて電池寿命を計算してみます。

スリープ待機時の電流消費を 10uA と仮定し、起床後の電流×時間を計算しますと、68.1uAs となります。これが周期的に続くので、電池の容量から計算します。 (実際には電池の特性等がありますので、起床後の消費を4割ほど多めに計算しています)

- 1分に1回通信する場合、単4電池2本相当の900mAhで8.7年持ちます(220mAhでは約2年)。
- 10秒に1回通信する場合、ボタン電池 CR2032 相当の 220mAh で 1.3年持ちます(900mAh では約5年)。

計算にはリトライの発生が含まれていませんが、一般に 10%~20% 電池寿命に影響するといわれています。



通信距離測定

電波が良く飛ぶ



相模川の河川敷の見通しで内蔵アンテナで400m、外部アンテナで1kmの通信距離を実測で確認しています。



江の島と湘南海岸の間の見通しで内蔵アンテナで1700m、外部アンテナで3110m の通信距離を実測で確認しています。

国内や欧州で利用可能な出力はおおよそ10mWとなりますが、この出力で、しかも、送信電流 28mA という省電力で、この飛距離を実現しています。出力を上げればよいというものではありません。消費電流と送信出力のバランスが大事です。

通信距離~測定方法と課題





通信品質測定 (PER: パケットエラーレート)

パケット送信回数成功率

- ・ 地上高の影響
- ・ 障害物の影響
- 洋上では?
- 実アプリケーションでは?

通信品質はパケットエラーレート(1パケットを伝送しACKが返れば成功とし、その成功率で評価)で測定しました。

先ほどの最長伝送距離は、障害物がない見通しでアンテナの設置も理想的な条件で した。では、通信距離に影響する要素を検討してみます。



アンテナの地上高による影響はどうでしょうか?一般にフレネルゾーンと言われ、 長距離を伝送する場合、地上高がないと影響を受けてしまうという問題があります 。これは周波数が低いほど顕著で、比較的高周波の2.45GHz帯では1GHz未満帯と 比べて有利とされているものです。

実験の結果、通信距離が500mの場合、地上高を100cm確保することで良好な通信が得られます(900Mhz 帯では、2m程度の地上高を必要とします)。

通信距離 980m の場合、地上高で 2~3m が必要であるという事が解りました。測定場所の中ほどが隆起している影響もあり、もう少し低めでの通信が可能かもしれませんが、この結果がアンテナ設置の目安になるでしょう。



次に、雑木林で通信距離を測定しました。写真のように密度が濃い林です。このような現場でも1GHz 未満と比べても2.45GHz帯は有利と言われています。

実験の結果、170m前後が限界距離となります。逆にいえば、少々の障害があっても100m以上の伝送が期待できるということです。

距離測定6(TWE-001 **STRONG**)



洋上での実験

測定場所 神奈川



©2010 Google – Image © 2011 DigitalGlobe, © 2011 TerraMetrics, © 2011 Digital Earth Technology

- 測定条件
- · TWE-001 STRONG
- ・半波長ダイポールアンテナ
- 見通し
- ・全長8mの漁船同士
- ・アンテナ設置高は3.5m
- · III

洋上では 1600m 以上の距離での通信が確認できました。

距離測定6(TWE-001 **STRONG**)



実アプリ(双方向連続データ転送)

による伝送距離

測定場所 相模川

- 測定条件
- · TWE-001 STRONG
- ・半波長ダイポールアンテナ
- 見通し
- · 地上高 150cm



©2010 Google – Image © 2011 DigitalGlobe, © 2011 Geocentre Consulting, © 2011 ZENRIN

実際に組み込まれたアプリケーションでは、見通し700mで実用になるとの評価です。



評価開発キット

評価開発キット TWE-EK-001





内容物

無線センサーノード(大) 1個 無線センサーノード(小) 4個 USB-UARTケーブル 2本 TWE-001(内蔵アンテナ) 3個 TWE-001(外部アンテナ) 2個 外部アンテナ 2本 単4乾電池 10本 CDROM センサーノード回路図 1式 ソフトウエア開発環境(SDK) 1式

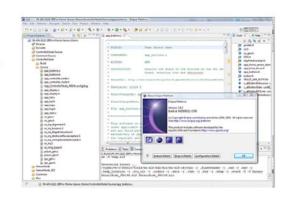
評価開発キットの内容物一覧です。

http://tocos-wireless.com/jp/products/evalkit.html

ソフトウエア開発環境(SDK)



- •Cコンパイラ
- ・ソフトウエアデバッガ
- •ZigBee PRO スタック
- •JenNet スタック
- •Flashプログラマ
- •通信性能評価ツール
- •サンプルソースコード





Cygwin

Linuxライクなコマンドラインインターフェース(CLI)



GUIにより操作する統合開発環境(IDE)

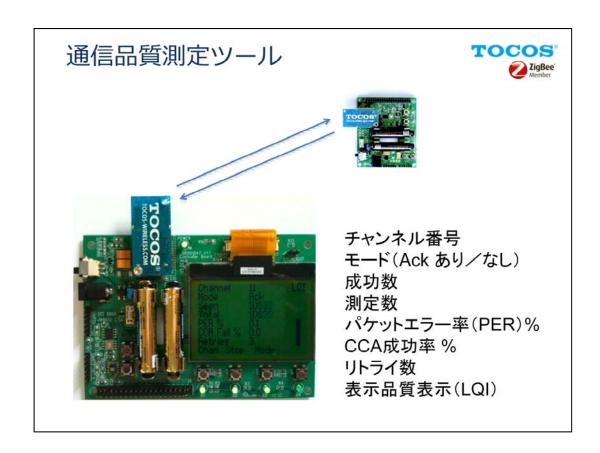
評価開発キットを購入すれば直ぐに実機上で確かめることが出来る開発環境です。

TOCOSワイヤレスエンジン上でソフトウエアを開発する際に必要なソフトウエア開発キット(SDK)とライブラリが無償で提供されます。豊富なサンプルプログラムも無償で提供されます。

開発環境はMicrosoft Windows上で動作するLinuxライクなコマンドラインインターフェース (CLI) のCygwinとGUIにより操作する統合開発環境(IDE)である eclipseが用意されています。

開発言語はC言語です。

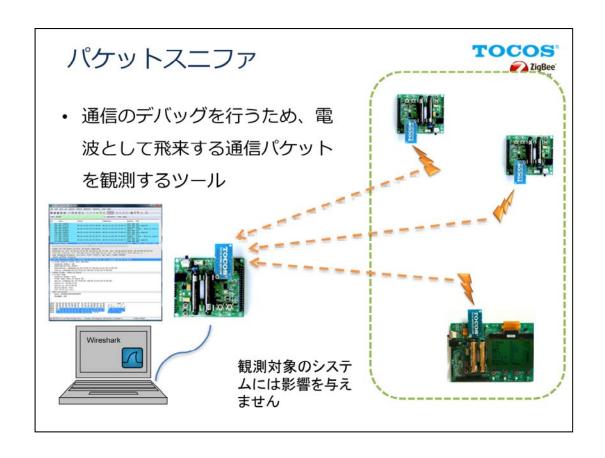
http://tocos-wireless.com/jp/tech/devkit_howto.html



評価開発キットで使用できるツールの一つです。

通信品質測定、つまり、電波の飛びを簡易に観察するためのツールです。パケット エラーレートを測定します。

http://tocos-wireless.com/jp/tech/app_samples.html



評価開発キットで使用できるツールの一つです。

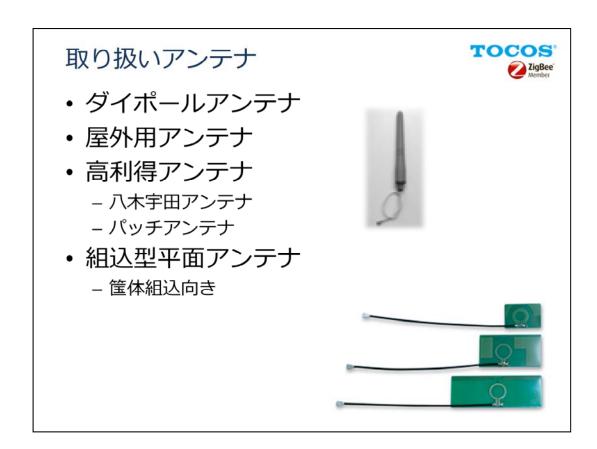
パケットスニファ (アナライザ) は、無線システムで飛び交う電波を観測し、表示するツールです。システムの最終デバッグに重宝します。

http://tocos-wireless.com/jp/tech/sniffer.html



JTAGデバッガ(評価開発キットとは別売)により、実行中のプログラムを止めて1行ずつ実行したりするような詳細デバッグが可能です。もちろん万能ではありませんので、タイミング依存の動作など、このデバッグに不向きな事象もありますが、開発時には非常に強力なツールとなるでしょう。

http://tocos-wireless.com/jp/products/jtag.html



東京コスモス電機では、各種アンテナをご紹介しております。

- ・通常のダイポールアンテナ
- ・屋外用防水アンテナ
- ・高利得アンテナ
- ・機器組込み用の外付け基板アンテナ

機器組込みにおいて、アンテナの設置により電波の飛びが抑制されることは必然と言えます。実際の設計に先だって電波の飛びの評価を実施していただくことは何より大事なことです。ご相談も承ります。

http://tocos-wireless.com/jp/products/antennae.html

まとめ



- 電池が長持ち、電波が良 関連商品 く飛ぶ
 - TWE-001
 - TWE-001 STRONG
- 消費電流測定
- 飛距離測定
 - 最長距離
 - 地上高の影響
 - 障害物(雑木林)
 - 洋上
 - アプリケーションでの実験

- - 評価・開発キット
 - ソフトウェア開発キット
 - ・ パケットアナライザ(スニファ)
 - 通信品質測定ツール
 - アンテナセット
 - JTAG デバッガ
- 技術サポート

TWE-001/TWE-001 STRONG 消費電流測定 通信飛距離測定 関連商品

のご紹介をしました。

もちろん各製品に対する技術サポートを行っておりますのでご安心ください。



弊社ではウェブサイトにて詳細情報を提供しております。

http://tocos-wireless.com/

http://tocos-wireless.com/jp/contact/index.html