Ogaki Mini Maker Faire

2014.8/23 – 24

at Softpia Japan Center Building
Gifu, JPN

TOCOS TWE-Liteをつかってみた
「トワイライトの世界にようこそ！」

matsujirushi(Takashi Matsuoka)

2014/8/17 17:00～

自己紹介

- ✓電子工作やります。
  - ✓EAGLE CAD
- ✓プログラミングやります。
  - ✓PIC10F322
  - ✓PIC12F629,675,683,1822
  - ✓PIC16F88,628
  - ✓PIC18F1320
  - ✓PIC18F2550,4550
  - ✓ATmega64A
  - ✓LPC1114
  - ✓Visual Studio
- ✓1年前からレーザー加工。
  - ✓LaserVelocity / DraftSight

Takashi Matsuoka
(matsujirushi)

takashi.matsuoka.37

@matsujirushi12

エンベデッドシステムスペシャリスト
データベーススペシャリスト
マイクロソフト認定テクノロジースペシャリスト
ORACLE MASTER
電気工事士
工事担任者

出展

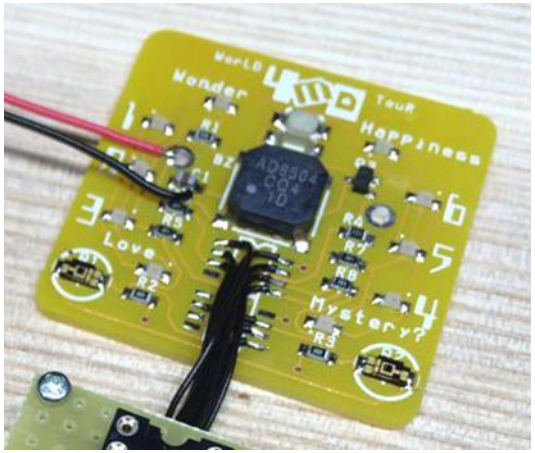
2012年 → 2013年 → 2014年

ぼっち → 一緒に → 後方支援

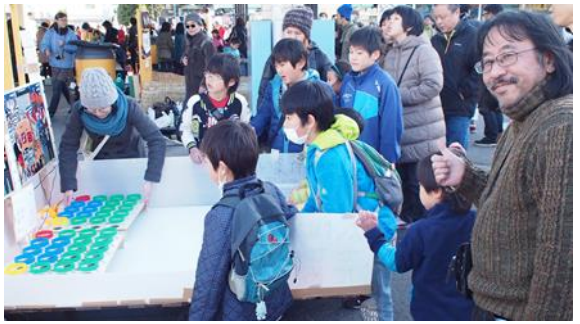
●Make Ogaki Meeting 2012　●クリエーターズマーケット vol.28

●Maker Faire Tokyo 2012　●CONSOLARE 2013 EXHIBITION

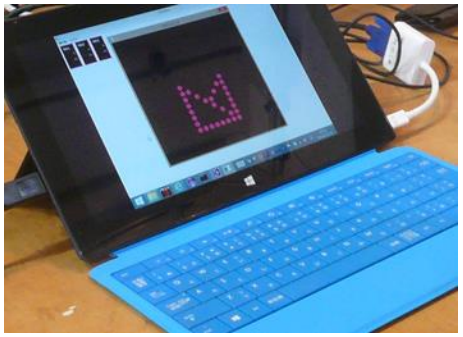
後方支援プロダクト

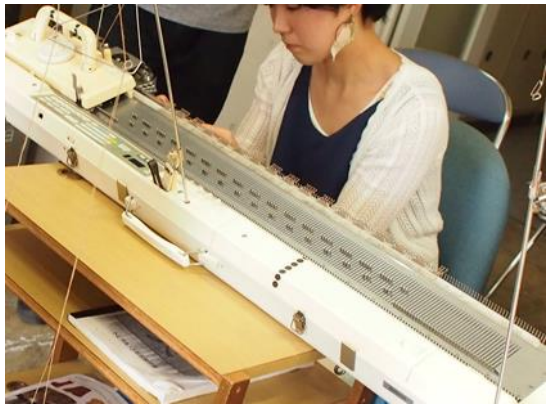


4MOバッヂ



跳跳楽





編み機HACK

プレゼンの動機

オモチャ到着。

フレームワークが独特。体系的に知りたい。

買ったけど、標準機能（リモートI/O）は使い道が無いなぁ。

プログラマブル！開発についてkwsk！

TWE-Liteのプログラミングをプレゼンするぞー！

トワイライトの世界にようこそ！

- ✓ 気になる特徴
  - 通信距離
  - 消費電力
  - ToF(タイム・オブ・フライト)
  - パケットスニファ
  - ネットワークディスカバリー
- ✓ 内蔵マイコンのプログラミング
  - フレームワーク
  - ワイヤレス
  - ペリフェラル

本資料はmatsujirushiが作成したものであり、東京コスモス電機が保障するものではありません。

TOCOS TWEシリーズ

超小型装置の**無線化**を実現できます。

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

トワイライト

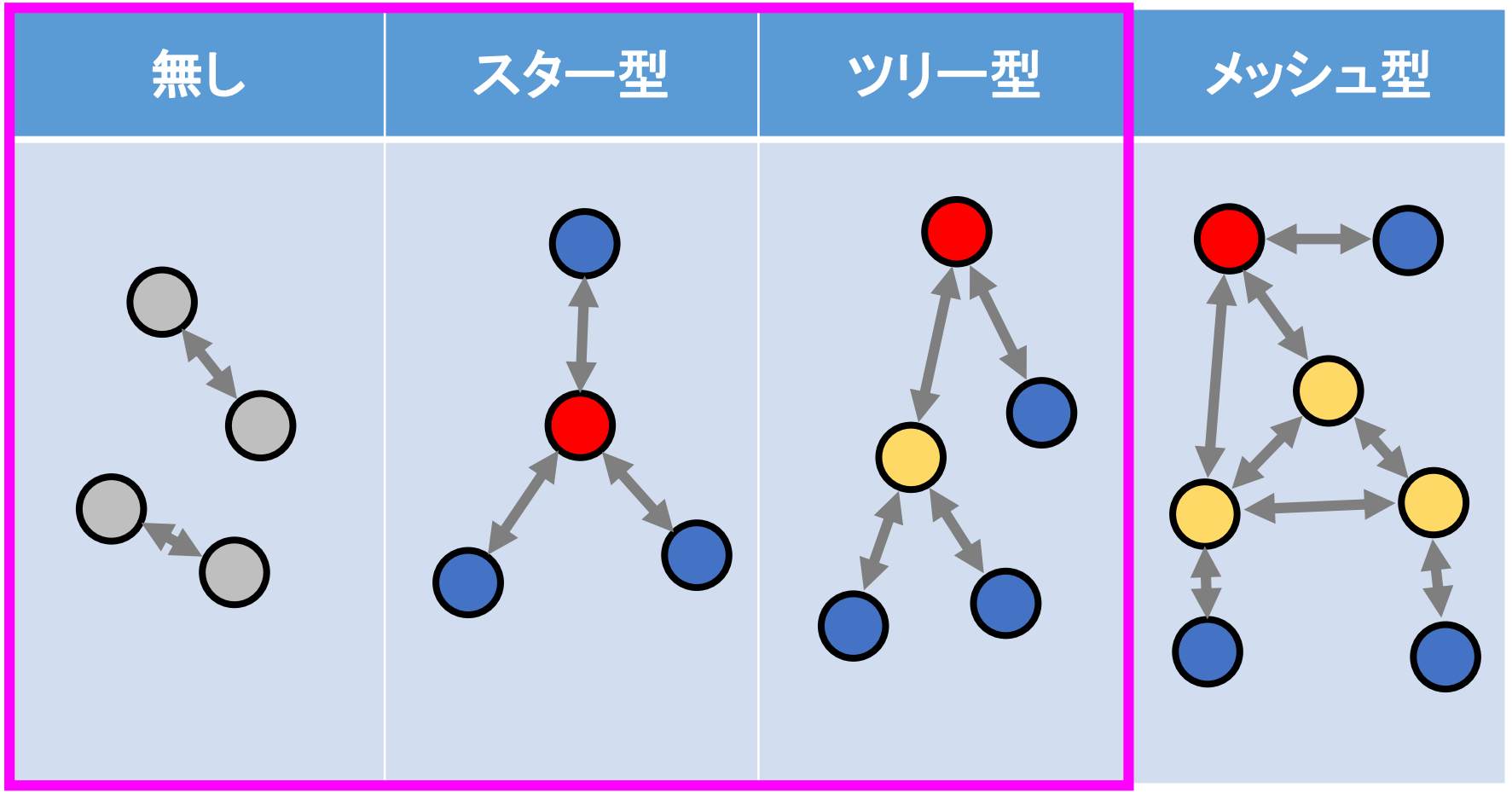
TWE-Lite

TWE-Lite DIP

ToCoStick
(TWE-Lite USB)

TWE-EH Solar

ネットワーク形態



TWE-Lite 気になる特徴

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

- ✓ 通信距離は1km
- ✓ コイン電池で数年動作
- ~~✓ 動作温度 -40～105℃~~

- ✓ ToF距離測定
- ✓ パケットスニファ
- ✓ ネットワークディスカバリーツール

- ✓ 内蔵マイコンで制御可能

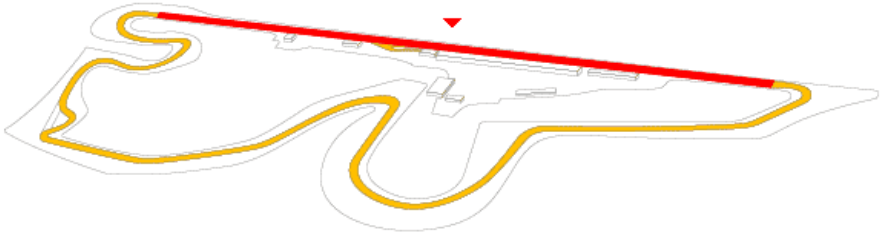
通信距離は1km

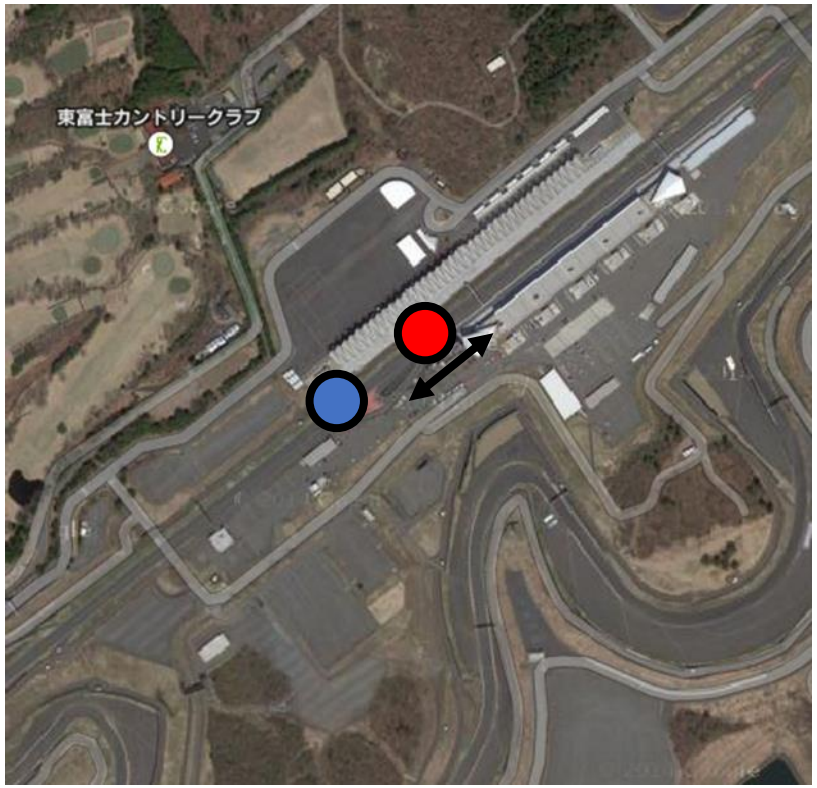
TWE-Liteは低消費電力を保ちつつ見通しで外部アンテナ（利得2dBi、無指向性）使用時に1kmと非常に長い到達距離を実現しております。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001Lite.html#TWE-001-12

通信距離を測ってみた

某サーキット　メインストレート（約1.5km）





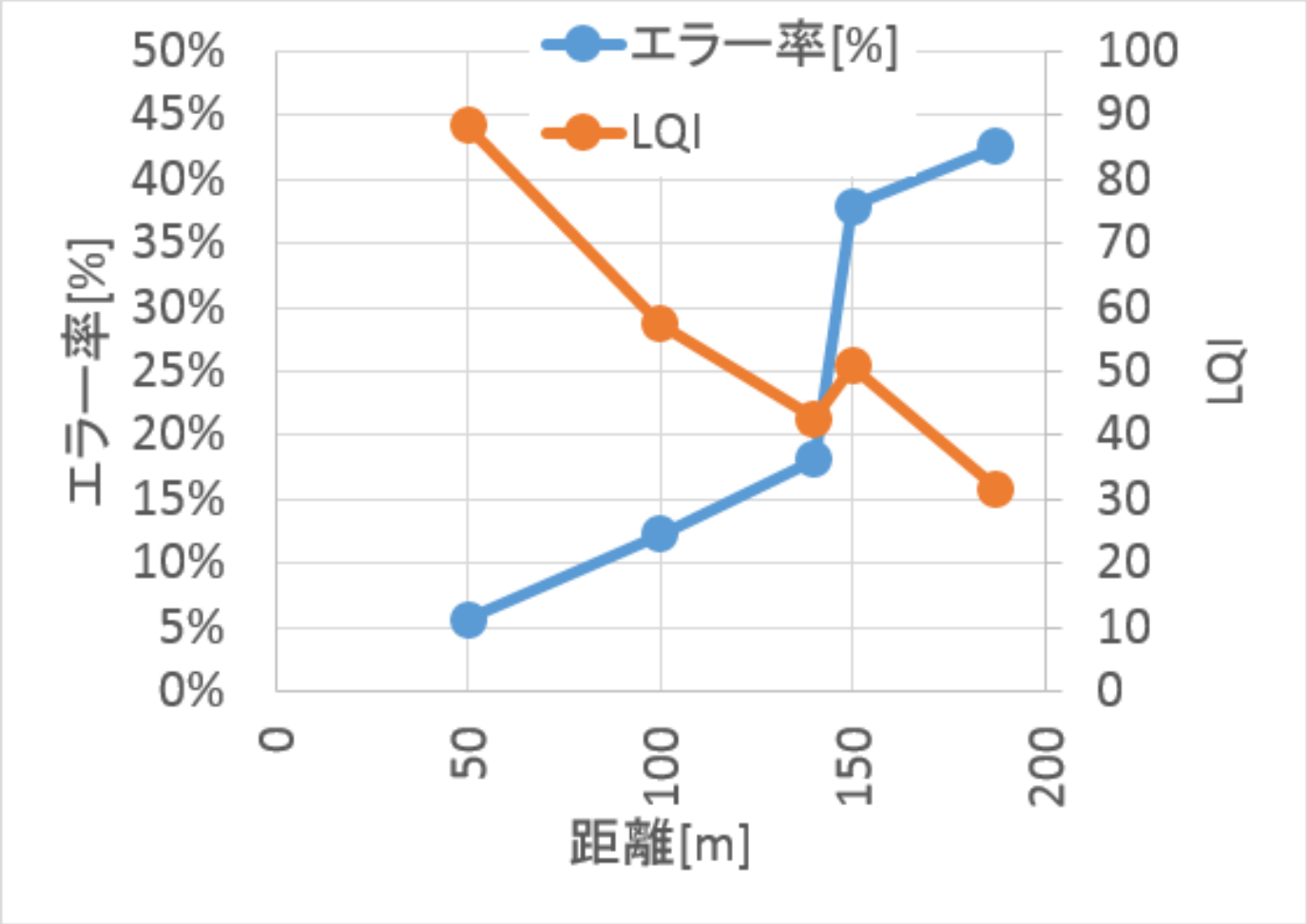
● END DEVICE

TWE-Lite + CR2032 高さ1m

● COORDINATOR

TWE-Lite + 単三x2 + パソコン 高さ1m

測った結果



通信距離限界は180m

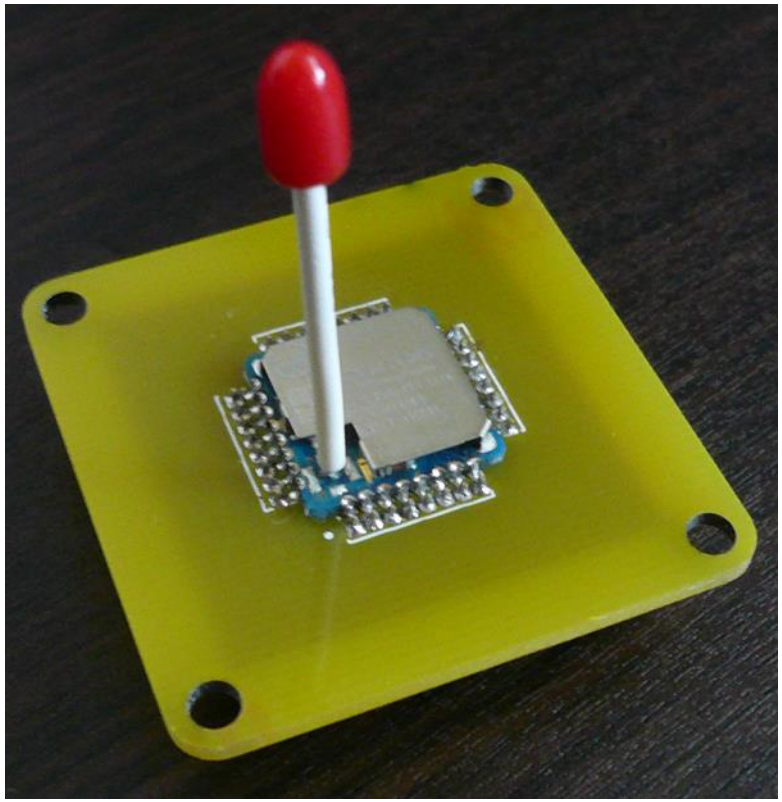
基板パターン？

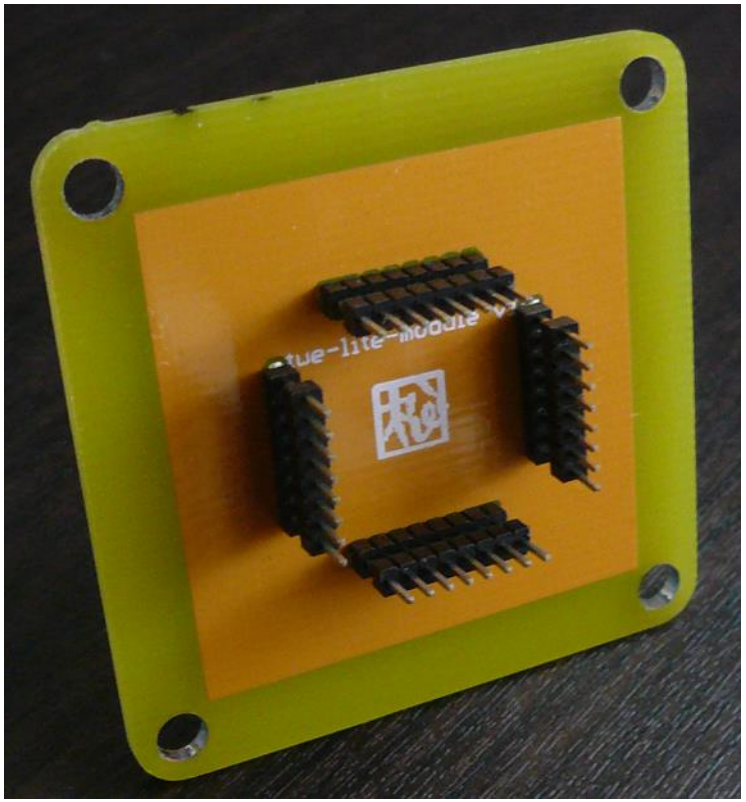
マッチ棒アンテナは、TWE-LITEを実装するプリント基板パターンのレイアウトにより利得が大きく変化します。

モジュール裏面に30mm×30mmの銅箔面を作成の上、電池BOX、ベタGNDなどを可能な限り遠ざけます。

http://tocos-wireless.com/jp/tech/Hardware_guide/Lite_Guide/Lite_MotherPCB_Ant_Artwork.pdf

基板作った





基板裏面に、30 x 30mm の銅箔

通信距離を測ってみた　2回目

名古屋市北区　新川堤防（約600m）

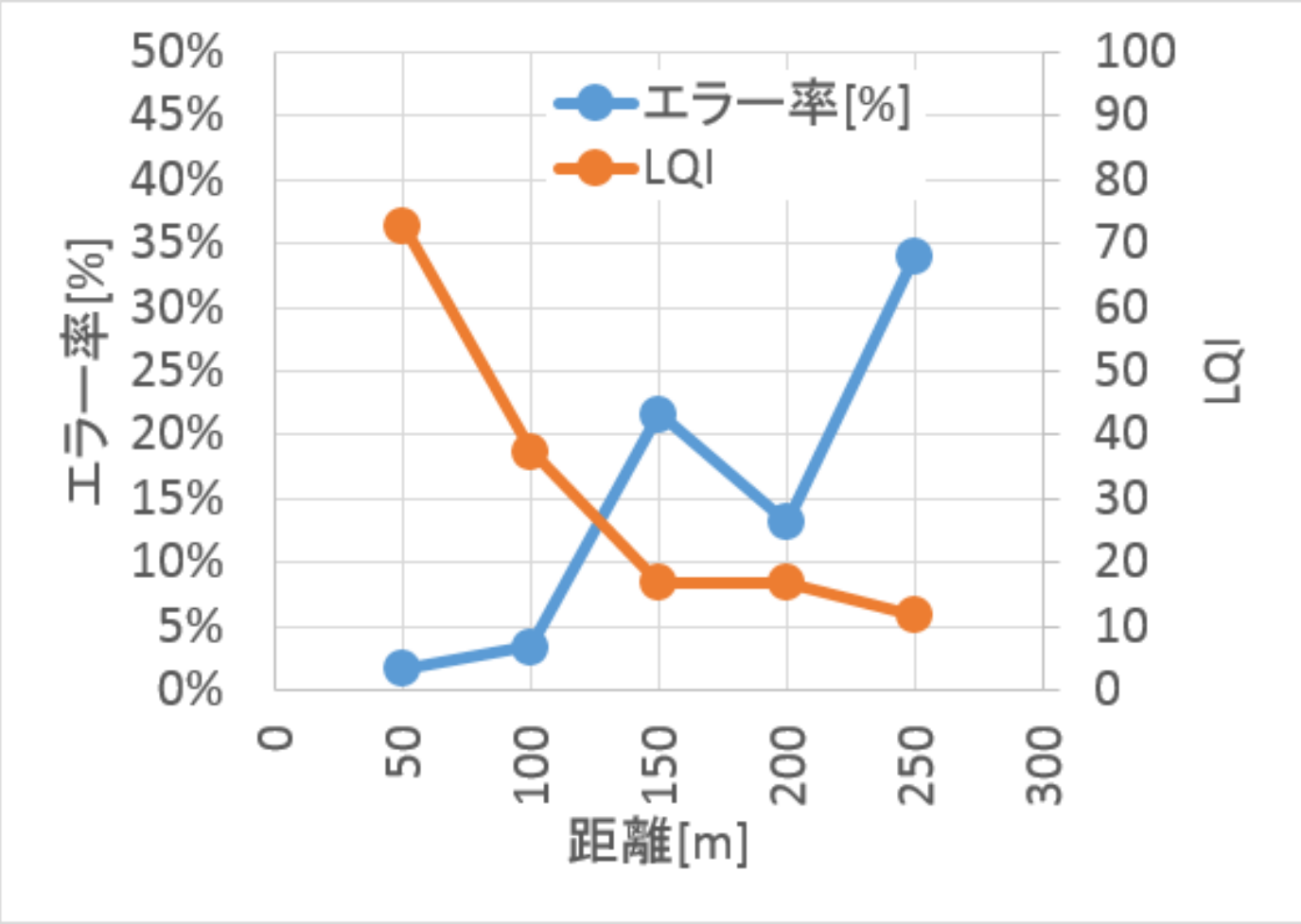
END DEVICE

TWE-Lite +単三x2 高さ1.2m

COORDINATOR

TWE-Lite + 単三x2
+ パソコン 高さ1.2m

測った結果　2回目



通信距離限界は250m

高さ不足？

アンテナの位置が十分に高い場合（※1）に最も通信距離が長くなります。
※1 端末間が100mでの通信の場合は約1m、1Kmの場合は約3mの高さが必要です。

電波ノイズが少ない環境で通信距離が延びます。
電波ノイズが多い街中や自動車道路、工場等の近所では通信距離が短くなります。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-Lite-DIP/range.html

通信距離を測ってみた　3回目

稲沢市　田園（約550m）

END DEVICE

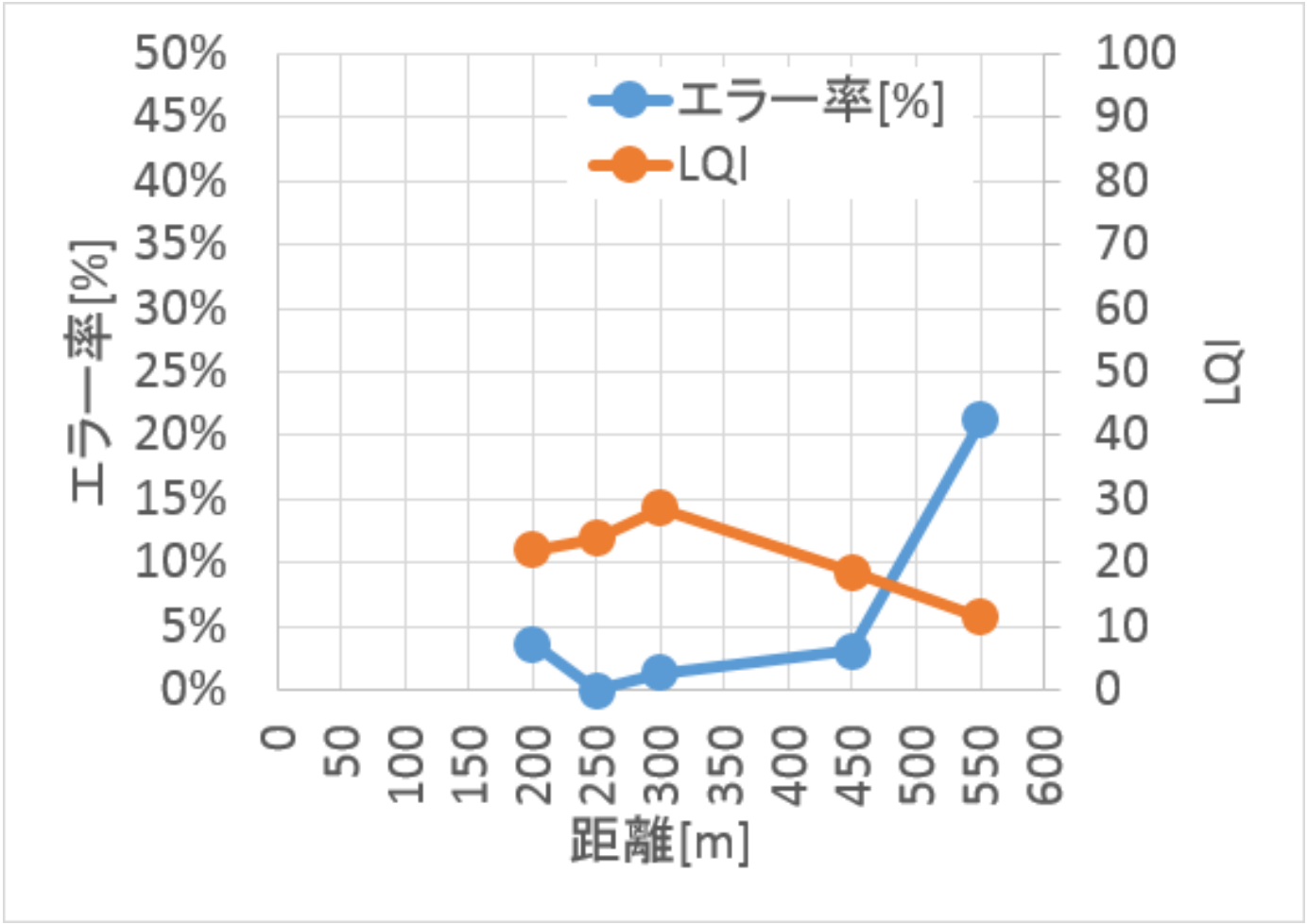
TWE-Lite +単三x2 高さ3.2m

COORDINATOR

TWE-Lite + 単三x2

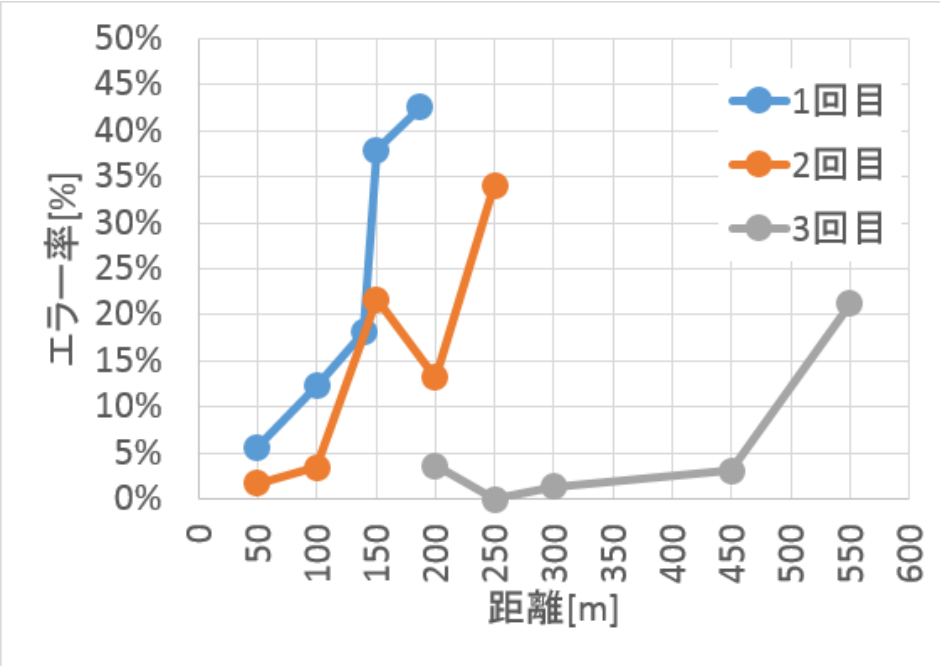
+ パソコン 高さ3.2m

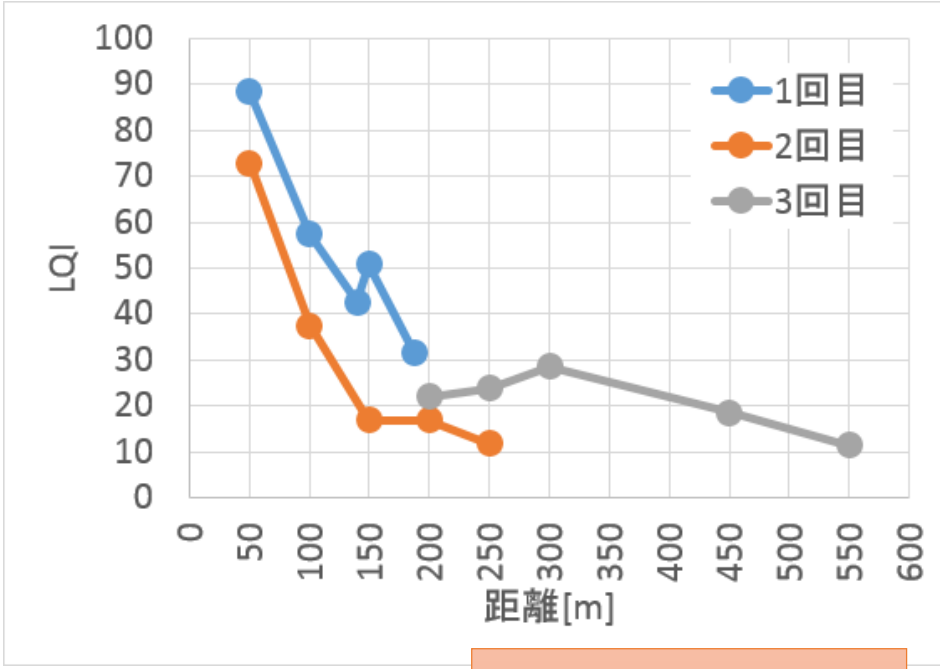
測った結果　3回目



通信距離限界は550m以上！

通信距離は1km？





- ✓ 実験結果は通信距離550m以上。
- ✓ 電波ノイズが少なく、見通し1kmの場所が無いと分からない。

メーカーより高さ不足とのアドバイス有り。

1km飛ばすには5.6m

メーカーより
高さ不足と
のアドバイス
有り。

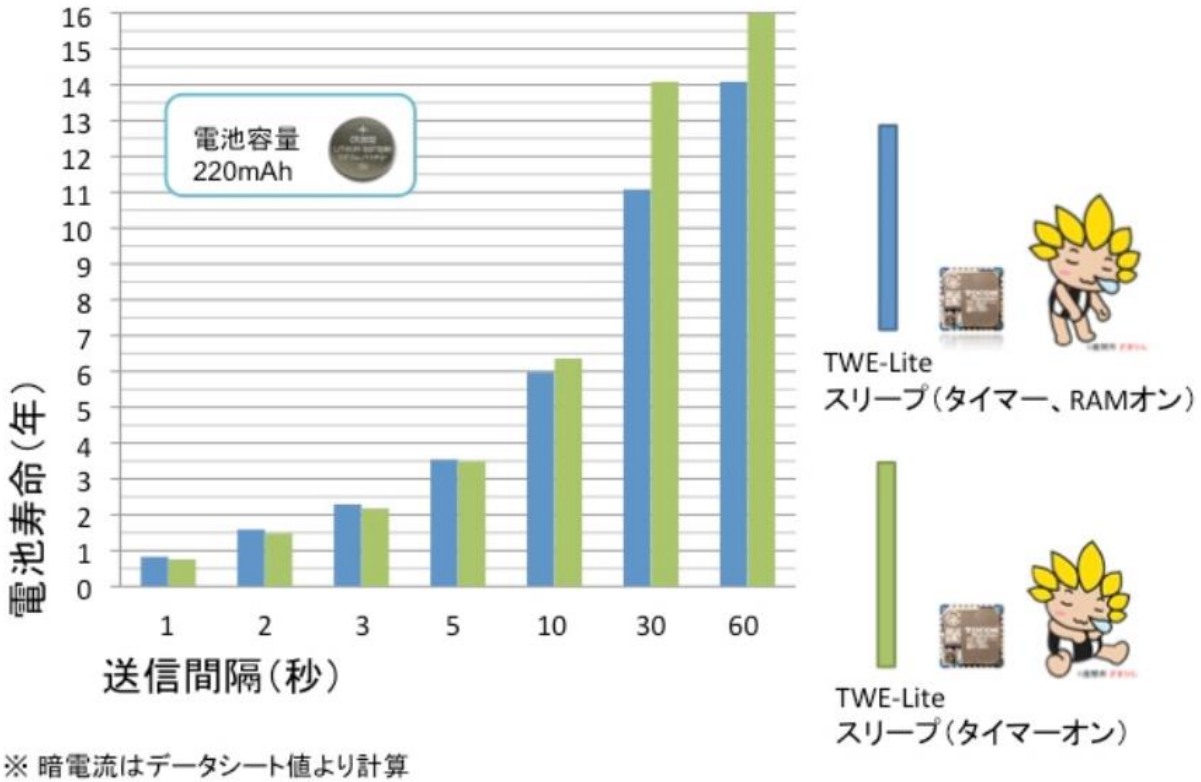
アンテナ間が100mの場合、2.4GHzは1.8m、920MHzは2.9mのアンテナ高が必要です。1000mの場合、2.4GHzは5.6m、920MHzは9mのアンテナ高が必要です。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001Lite.html#TWE-001-11

コイン電池で数年動作

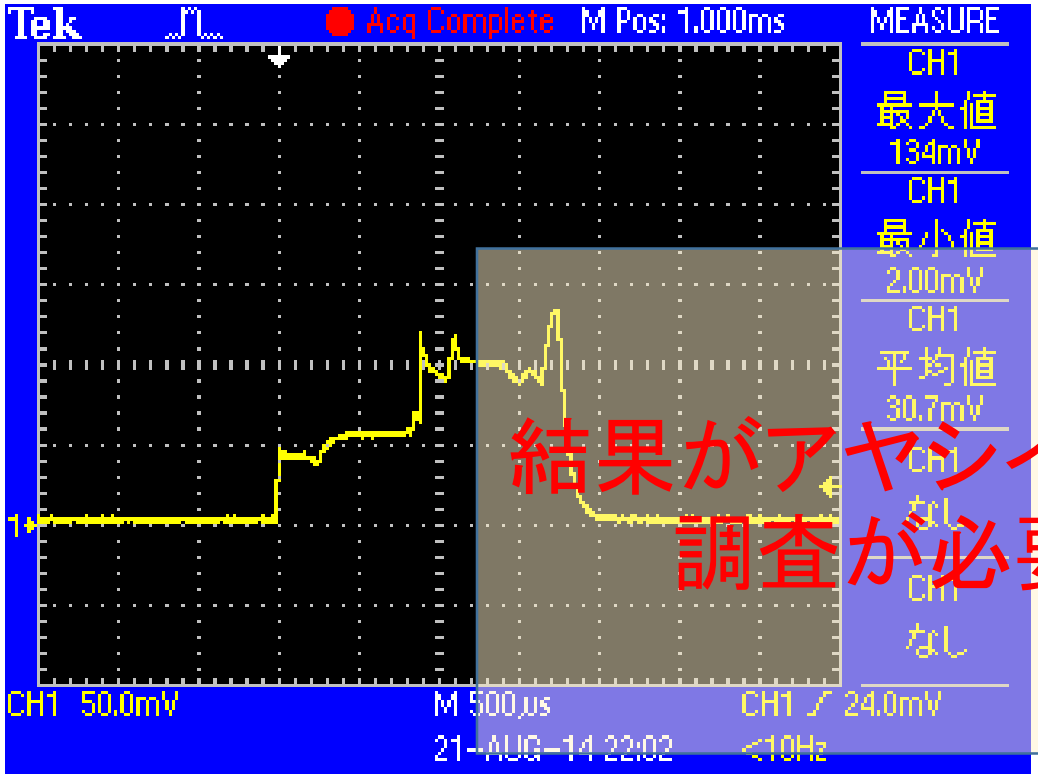
CR2032使用時、3秒間隔の送信で2年以上。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001Lite.html#TWE-001-11



※ 暗電流はデータシート値より計算

電流を測ってみた



結果がアヤシイので再調査が必要。

- ✓ ToCoNet_bMacTxReq()
- ✓ シャント抵抗は、10[Ω]

だいたい、75[mV]、1.75[ms]

→ 7.5[mA]、1.75[ms]

→ 3秒間隔の場合、7.5[mA] * 1.75[ms] / 3[s] = 4.375[uA]

→ CR2032(220mAh)の場合、220[mAh] / 4.375[uA] = 50285[h] = 5.7年

ToF距離測定

TWE-Liteには電波を使用して距離を測定する際に電波強度（RSSI）を使用する方法に加え**電波の往復時間**による計測距離に対して誤差がほぼ一定な距離測定機能**タイム・オブ・フライト（ToF）**を搭載しております。

http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001Lite.html#TWE-001-1

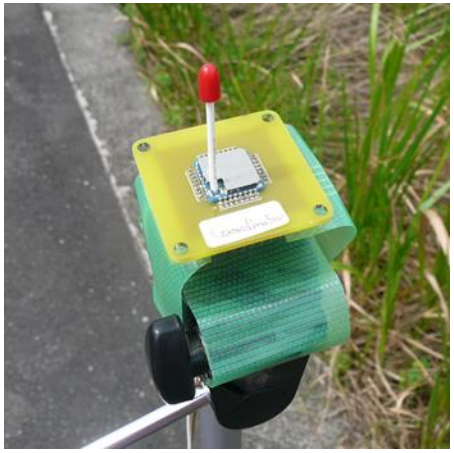
ToFを試してみた

名古屋市北区　新川堤防（約600m）

COORDINATOR

TWE-Lite +単三x2

高さ1m

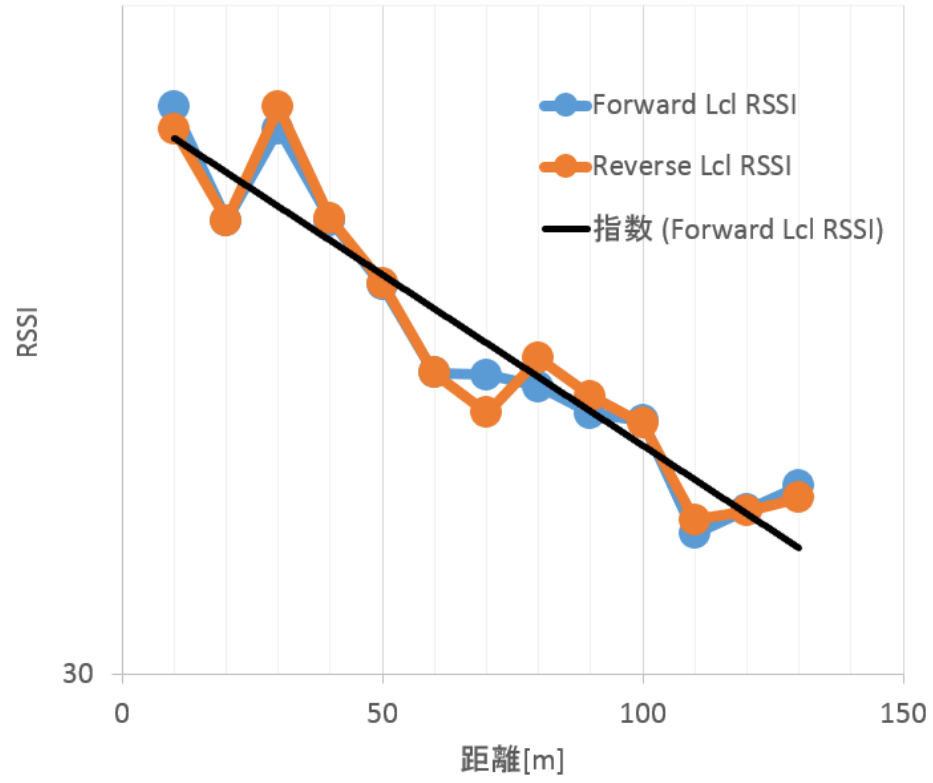


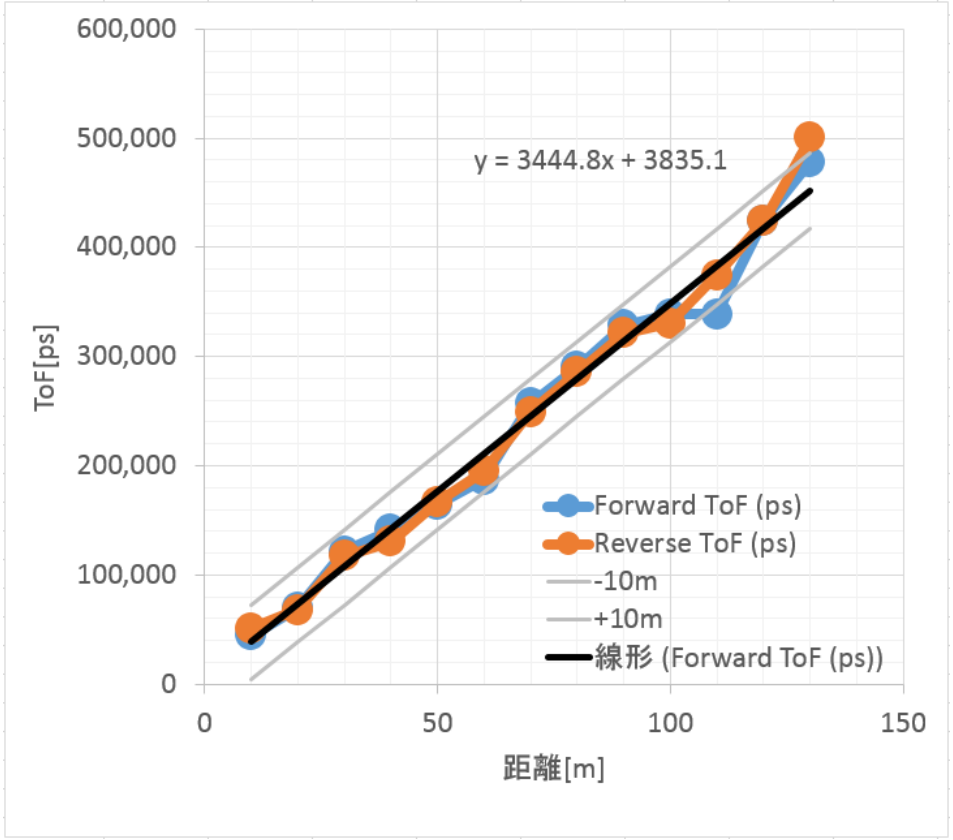
END DEVICE

ToCoStick

+ パソコン 高さ1m

試した結果





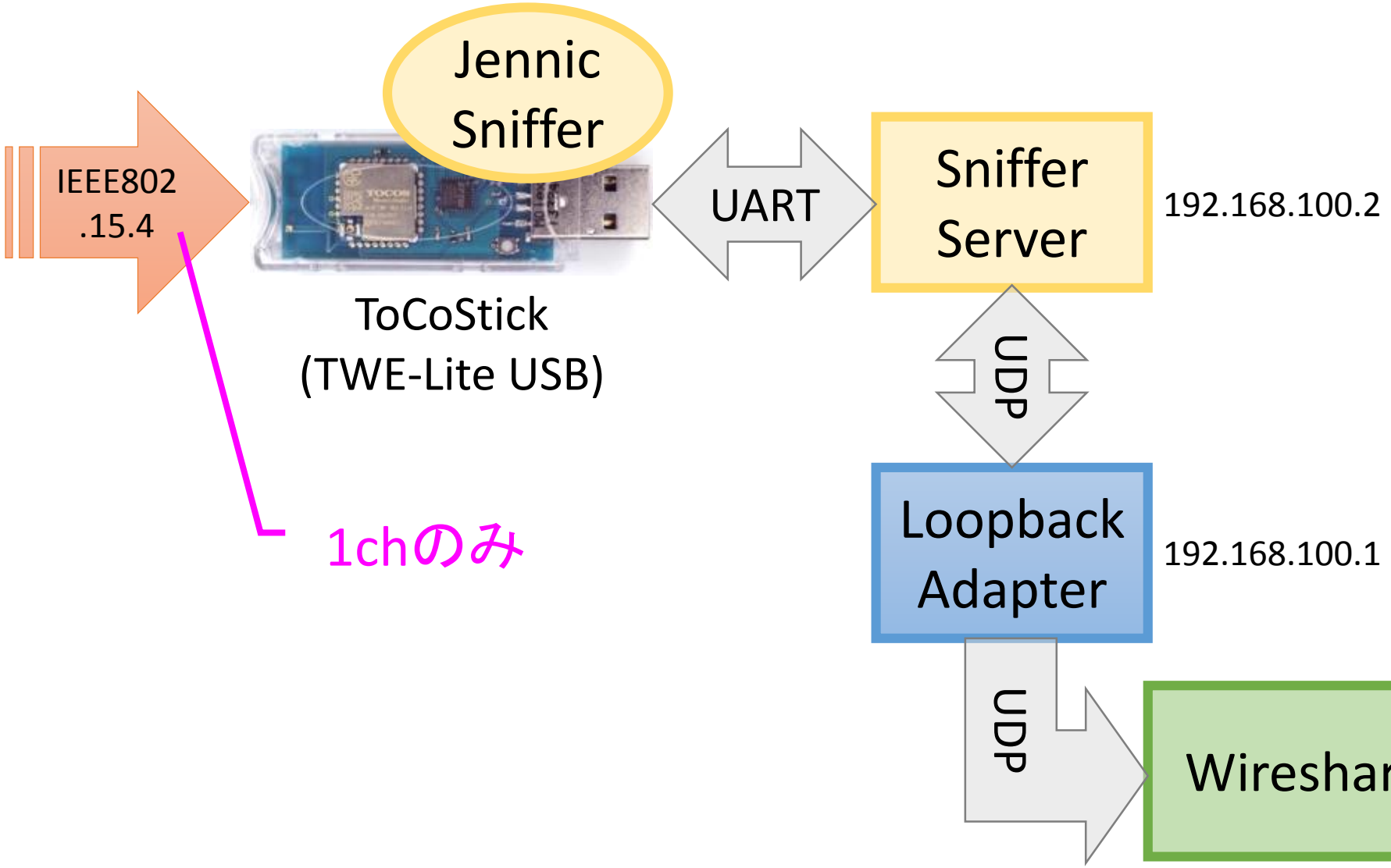
✓ RSSIと比較して、ToFは精度が高い。

パケットスニファ

パケットスニファ（パケットアナライザ）は無線通信内容を解析するツールで…
ツール上には、時系列に捕捉されたパケットが表示されるため、どの無線モジュールがどの順序で電波を出したかを記録できます。動作分析には必須のツールです。

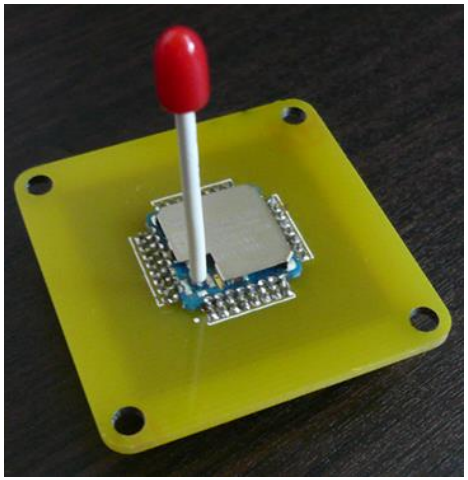
http://tocos-wireless.com/jp/tech/sniffer.html

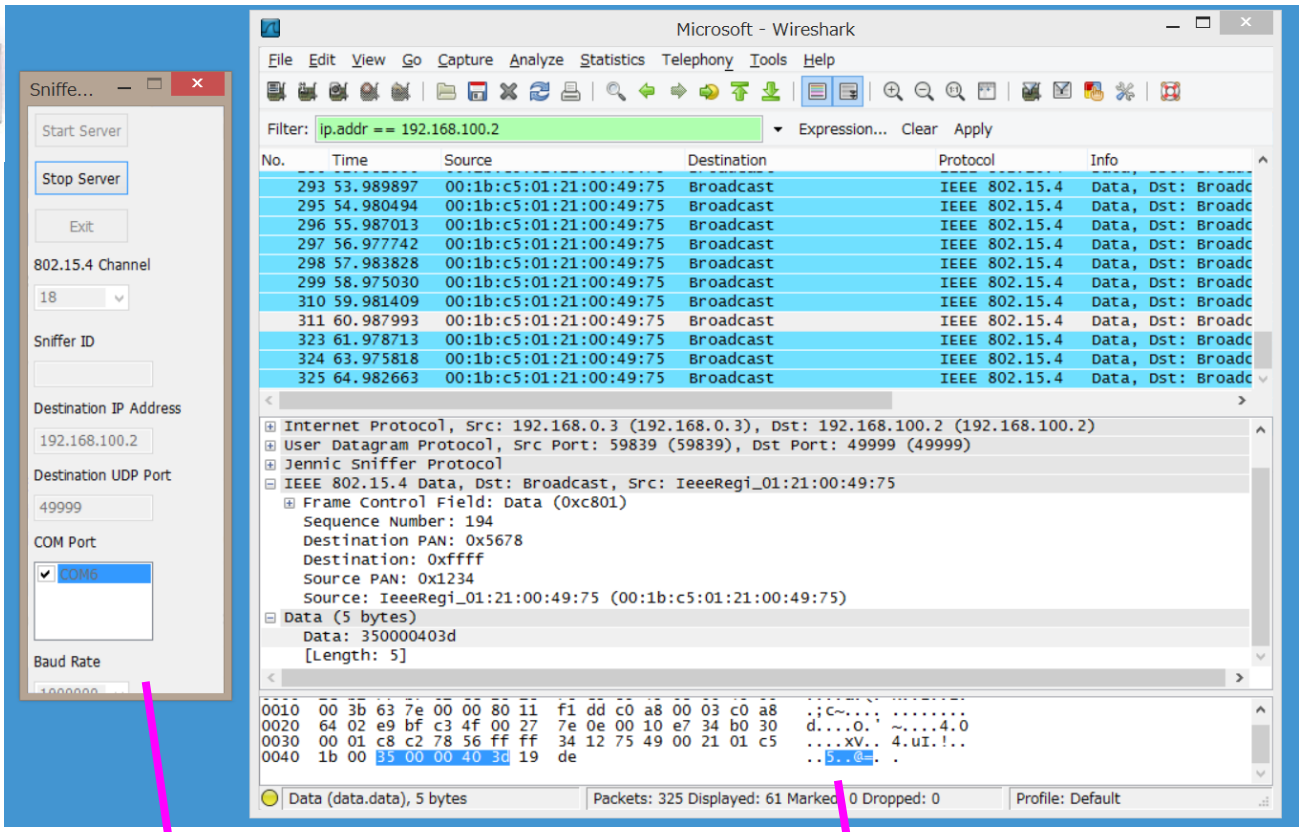
パケットスニファ


Jennic
Sniffer
IEEE802
.15.4
ToCoStick
(TWE-Lite USB)
UART
Sniffer
Server
192.168.100.2
UDP
Loopback
Adapter
192.168.100.1
UDP
Wireshark
1chのみ

パケットスニファ

IEEE802.
15.4



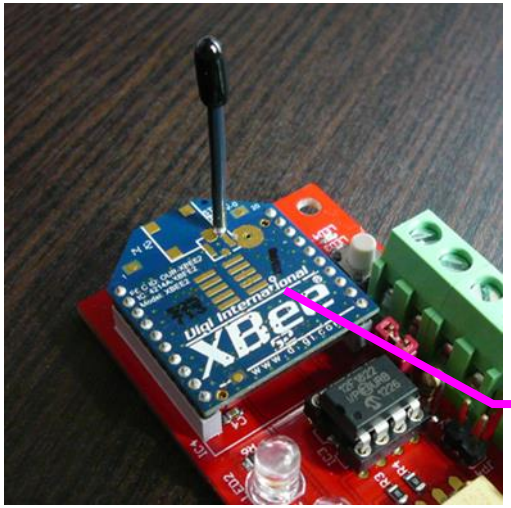


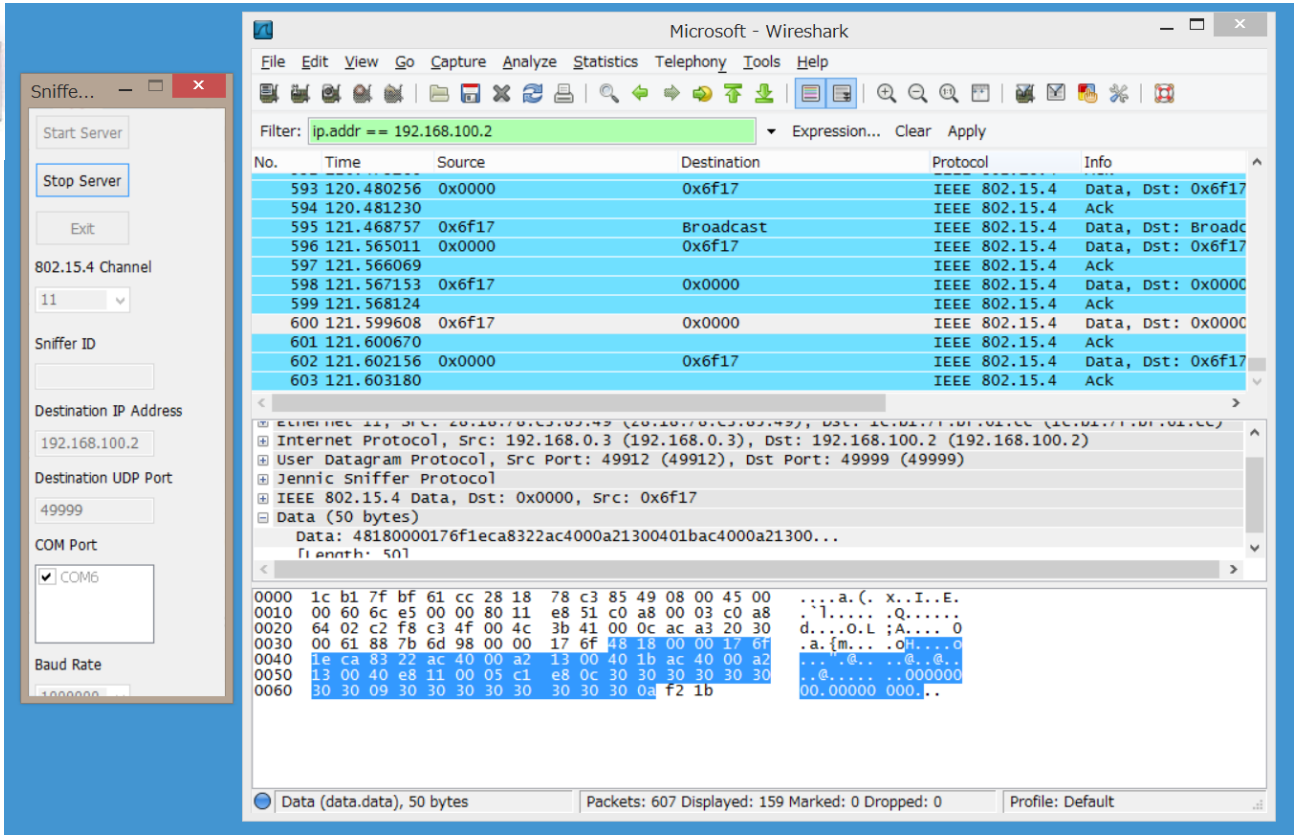
Sniffer
Server

Wireshark

パケットスニファ

IEEE802.15.4





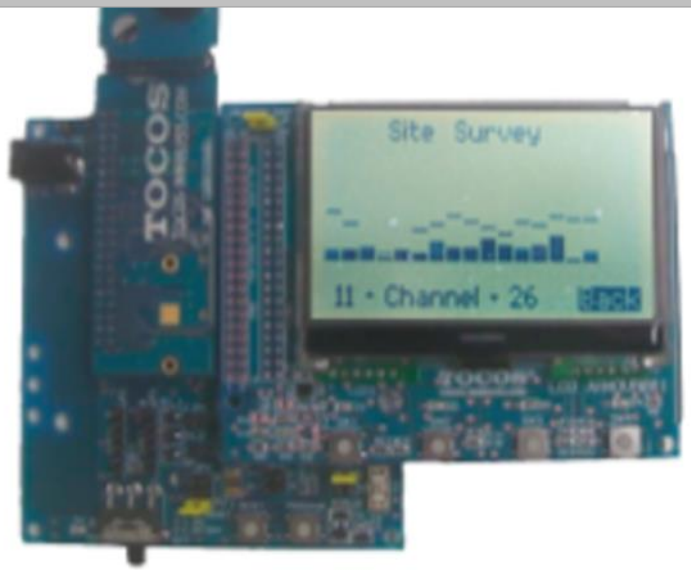
Digi XBeeもキャプチャできた

ネットワークディスカバリー

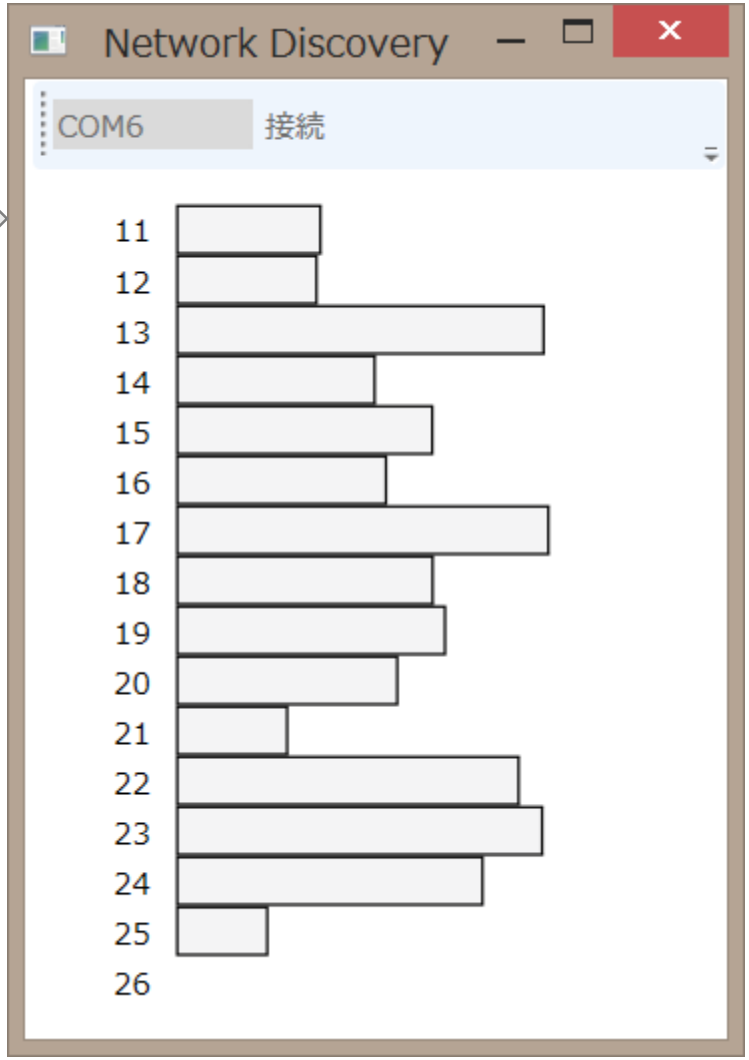
ネットワークディスカバリーツールは電波環境（Site Survey：2.4GHz帯の各チャネルごとの簡易スペアナ）やIEEE802.15.4、JenNet、ZigBee PROネットワークの通信状況を観測するツールとして使用できます。

http://tocos-wireless.com/jp/products/evalkit3.html

✓ ネットワークディスカバリーツールはキットに付属の無線センサーノード（液晶付き）で動作します。

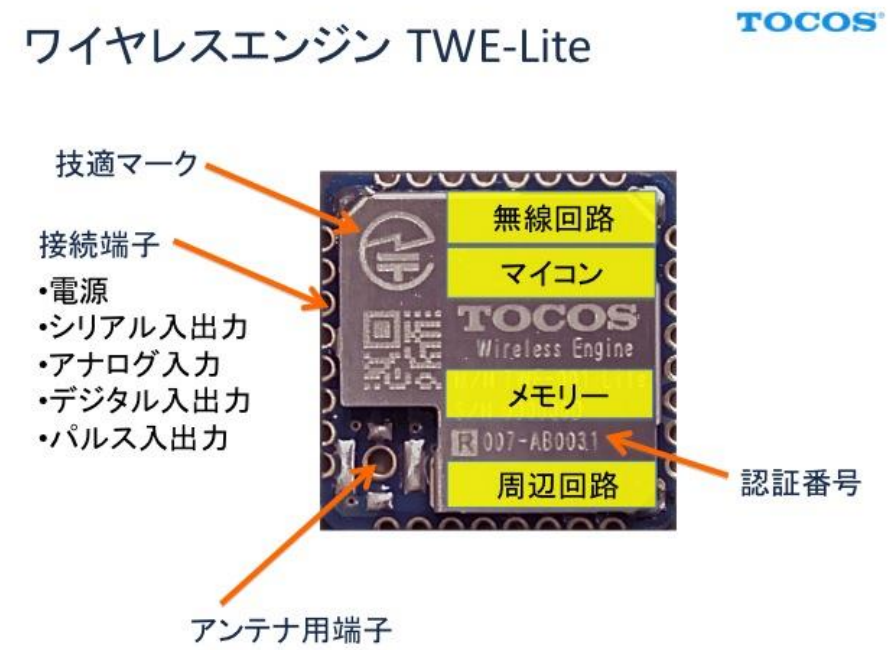


ネットワークディスカバリー（自作）



✓ 液晶不要

内蔵マイコンで制御可能



http://tocos-wireless.com/jp/products/TWE-001Lite.html#TWE-001-9

内蔵マイコンをプログラミングすることで、

1. 無線通信の制御
2. I/Oの制御

が可能！

プログラミング作業

雛形となるプログラムをコピー

↓

プログラムを改修

↓

TWE-Liteに書き込み

雛形となるプログラム

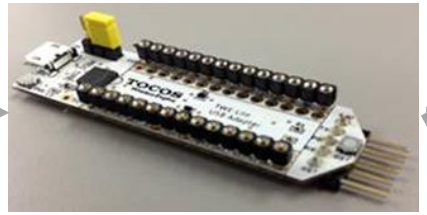
- ✓ TWE-Zeroアプリ
  - 超簡単！TWEアプリ（App_TweLite）
  - シリアル通信専用アプリ（App_Uart）
  - 無線タグ（Samp_Monitor）
  - リモコン通信専用アプリ（App_IO）
  - オーディオ・信号通信専用アプリ（App_Audio）

- ✓ （分類不明）
  - メロディアプリケーション（App_Melody）
  - 連続的にパケットを送るサンプル（Samp_ContTx）
  - I2C サンプル（Samp_I2C）
  - パケットエラー測定ツール（Samp_PER）
  - PingPong サンプル（Samp_PingPong）
  - 上り下り送信を行う子機のデモ（Samp_Wayback）

TWE-Liteに書き込み

書込手順A

パソコン



TWE-Lite R

TWE-Lite DIP

ToCoNet SDK

Eclipse
TWE-Programmer

書込手順B

TTL-232R-3V3

ちょっとしたスイッチ

ちょっとした配線

TWE-Lite

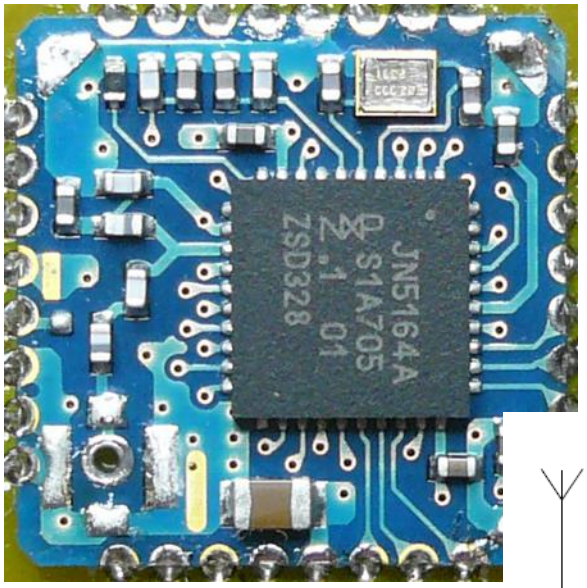
書込手順A

ToCoStick

書込手順A：　.binをD&Dするだけ

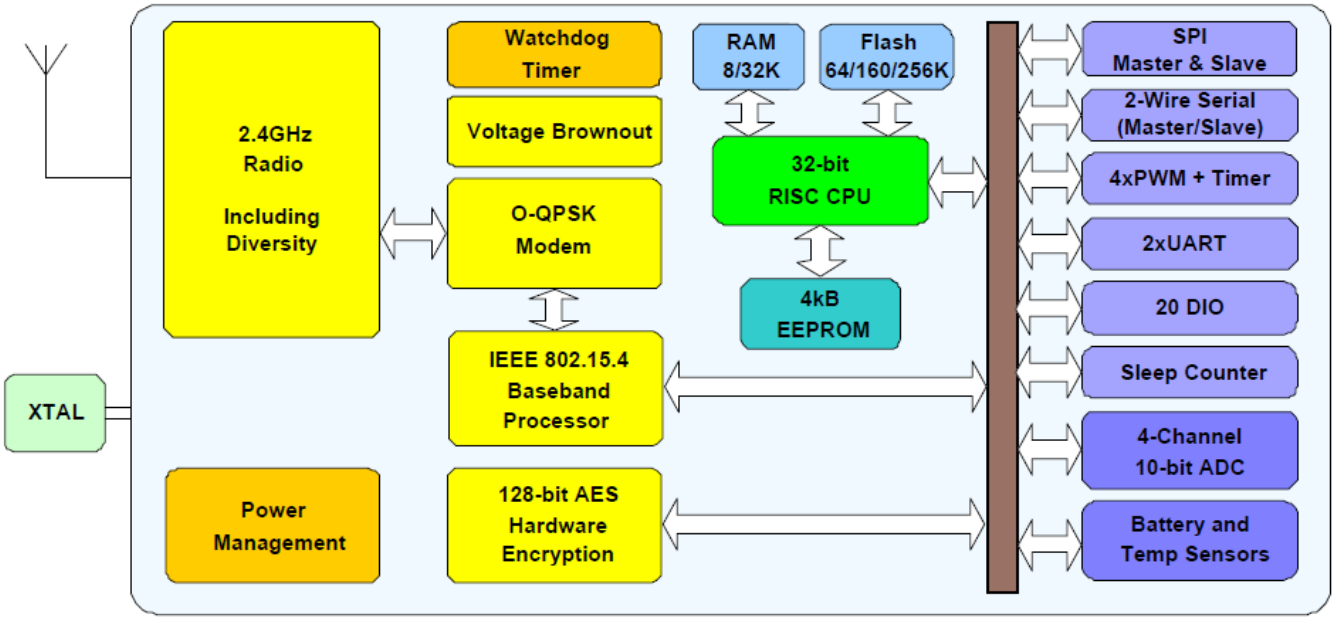
書込手順B：　スイッチをゴニョしてから.binをD&D

TWE-Liteの中身



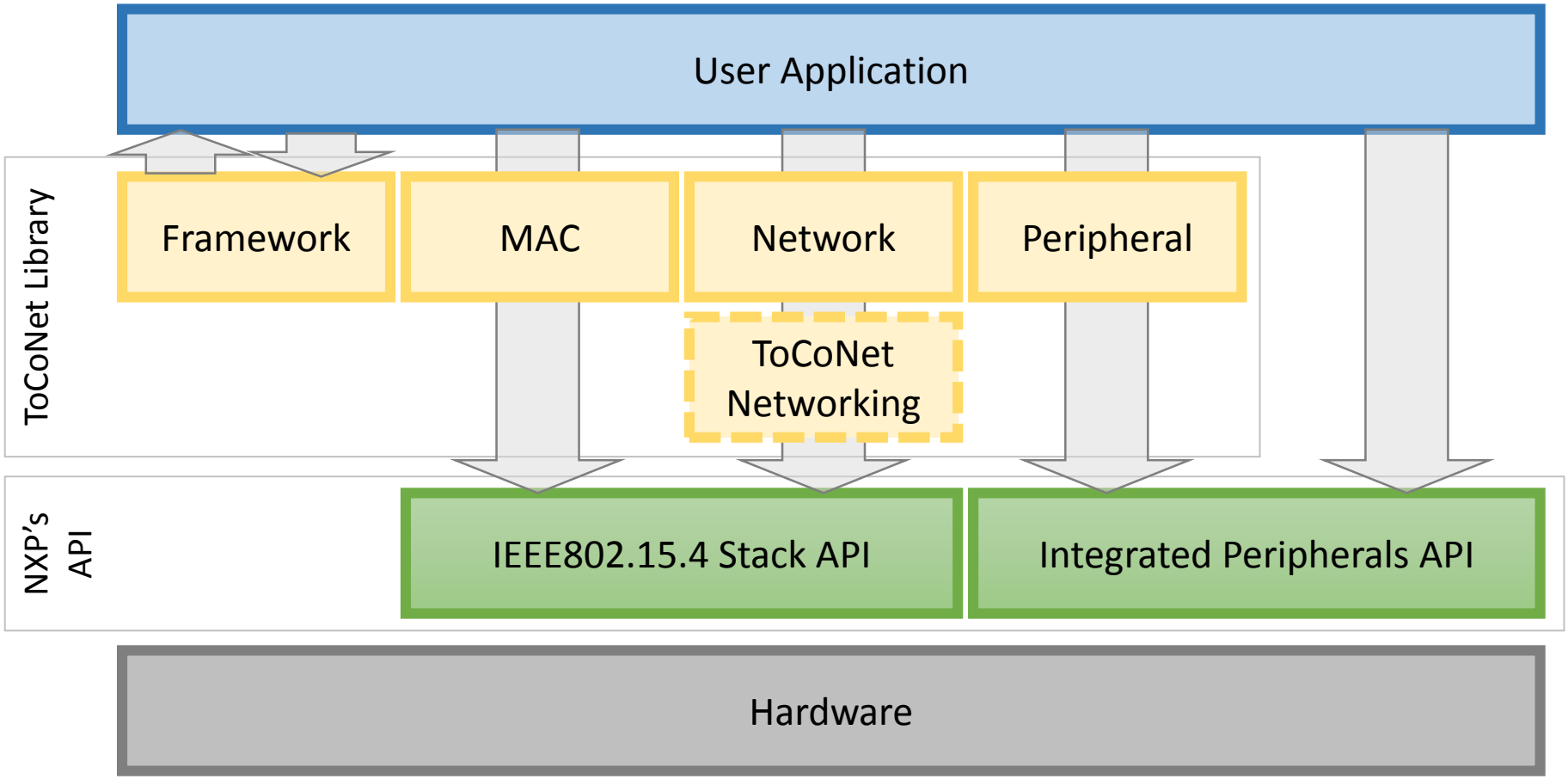
← JN5164A+XTAL+α

↓ JN516x Block Diagram



JN5164 …
- Flash 160kB
- RAM 32kB
- EEPROM 4kB

Software Architecture

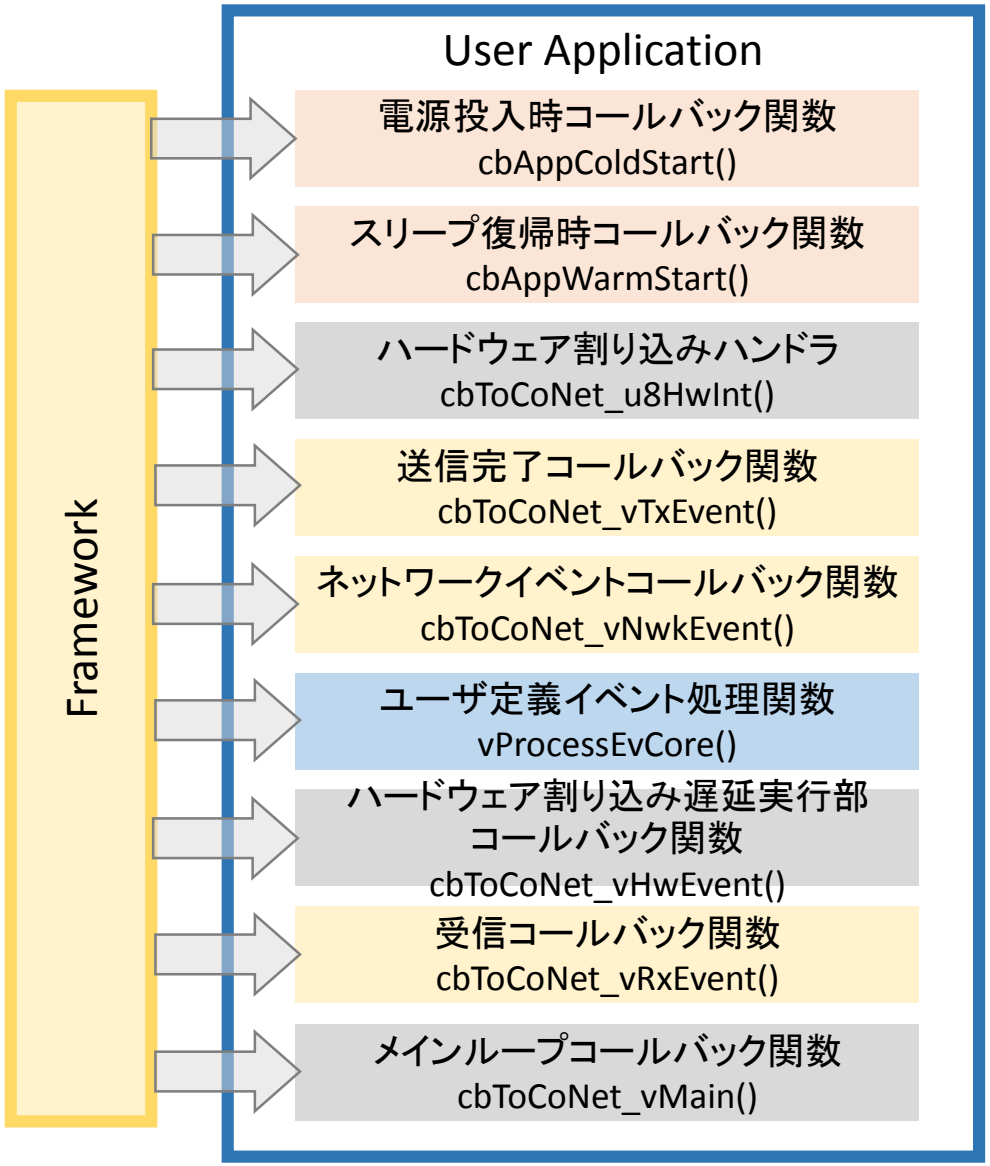


http://www.nxp.com/documents/user_manual/JN-UG-3024.pdf

ToCoNet_SDK_manual_201406.pdf

ToCoNet Framework

Framework

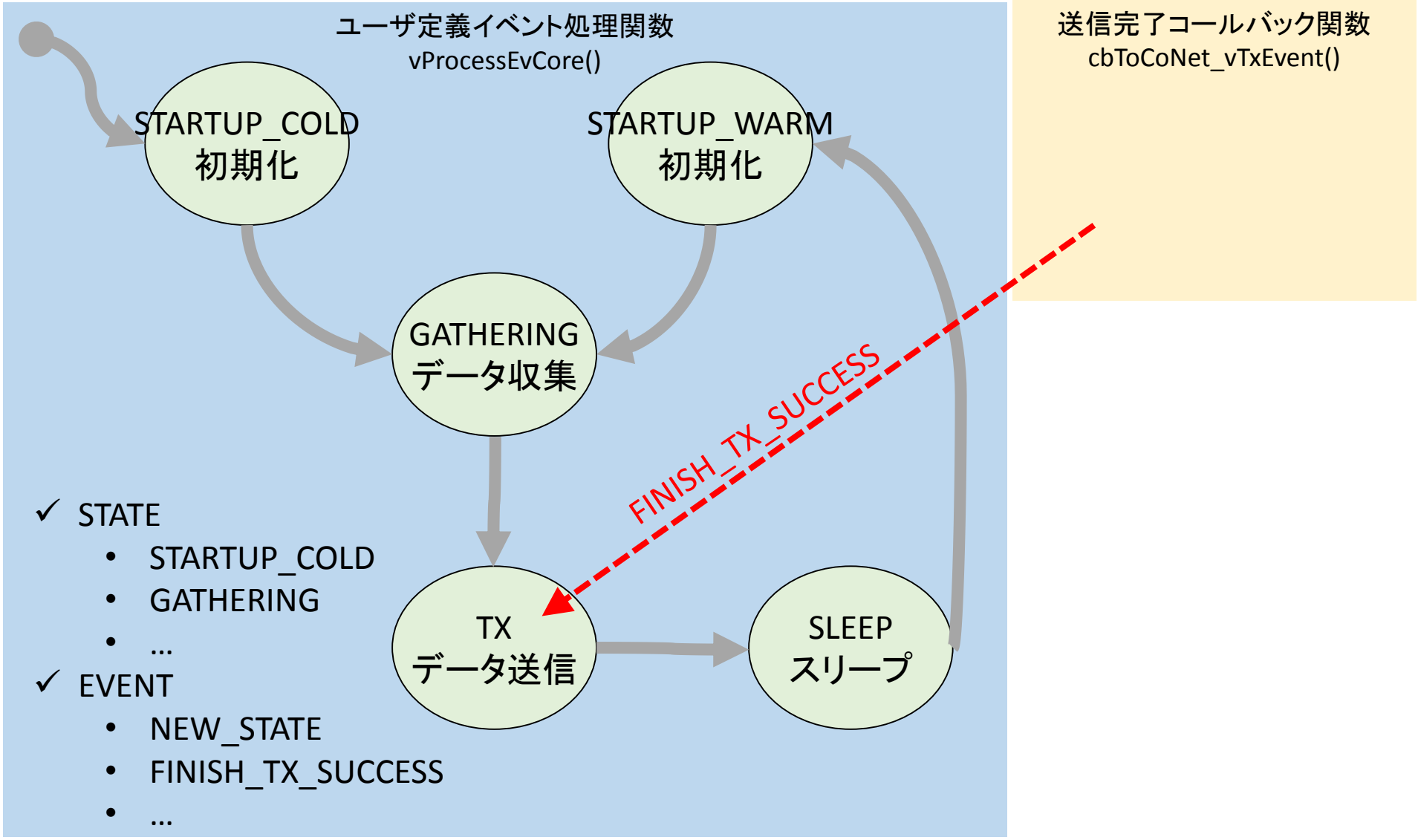


- ✓ イベント駆動型。
- ✓ 予めコールバックする関数名が定義されている。
- ✓ 処理は、状態遷移でユーザー定義イベント処理関数に実装する。

- ✓ 電源ON
  - cdAppColdStart
  - cbAppWarmStart
- ✓ イベントハンドラ
  - vProcessEvCore
- ✓ 送信完了
  - cbToCoNet_vTxEvent
- ✓ 受信
  - cbToCoNet_vRxEvent

ToCoNet Framework

Framework



ToCoNet Framework

Framework

状態を定義

```
typedef enum
{
    E_STATE_APP_BASE = ToCoNet_STATE_APP_BASE,
    E_STATE_APP_STARTUP_COLD,
    E_STATE_APP_STARTUP_WARM,
    E_STATE_APP_GATHERING,
    E_STATE_APP_TX,
    E_STATE_APP_SLEEP,
} teStateApp;
```

ユーザー定義イベント処理関数を実装

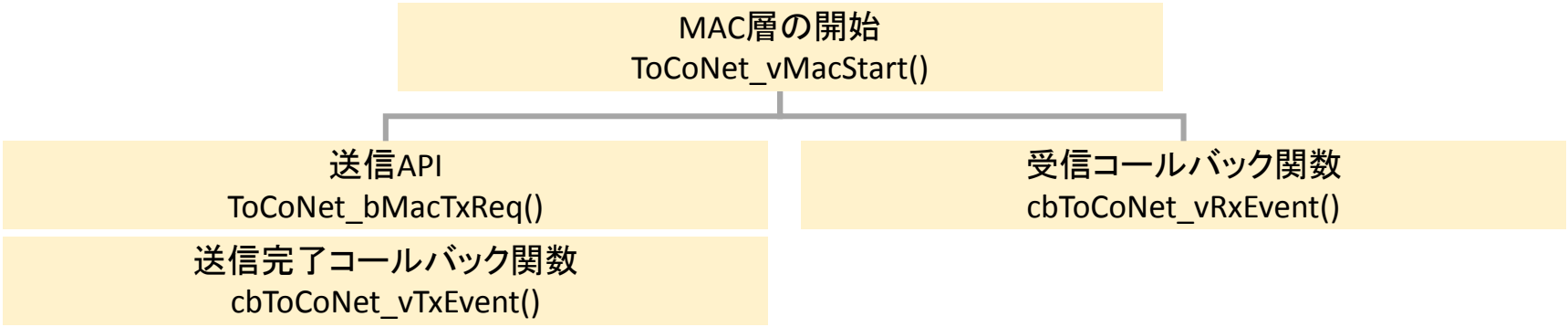
```
static const tsToCoNet_Event_StateHandler asStateFuncTbl[] =
{
    PRSEV_HANDLER_TBL_DEF(E_STATE_IDLE),
    PRSEV_HANDLER_TBL_DEF(E_STATE_APP_STARTUP_COLD),
    PRSEV_HANDLER_TBL_DEF(E_STATE_APP_STARTUP_WARM),
    PRSEV_HANDLER_TBL_DEF(E_STATE_APP_GATHERING),
    PRSEV_HANDLER_TBL_DEF(E_STATE_APP_TX),
    PRSEV_HANDLER_TBL_DEF(E_STATE_APP_SLEEP),
};

static void vProcessEvCore(tsEvent *pEv, teEvent eEvent, uint32
{
    ToCoNet_Event_StateExec(asStateFuncTbl, pEv, eEvent, u32eva
}
```

状態毎の処理を実装

```
PRSEV_HANDLER_DEF(E_STATE_APP_TX, tsEvent *pEv, teEvent
{
    static uint8 sequence = 0;

    if (eEvent == E_EVENT_NEW_STATE)
    {
        vfPrintf(&uart, "#E_STATE_APP_TX"LB);

        tsTxDataApp tsTx;
        zero_memory(&tsTx, sizeof (tsTx));

        tsTx.u8CbId = 0;
        //tsTx.u8Retry = 0x80;

        tsTx.u8Cmd = TOCONET_PACKET_CMD_APP_DATA;
        //tsTx.bAckReq = FALSE;
        tsTx.u8Seq = sequence++;
        tsTx.u32DstAddr = TOCONET_NWK_ADDR_PARENT;
        tsTx.u32SrcAddr = ToCoNet_u32GetSerial();
        tsTx.u8Len = 4;
        tsTx.auData[0] = U16_LOWER_U8(ModuleTemperature)
        tsTx.auData[1] = U16_UPPER_U8(ModuleTemperature)
        tsTx.auData[2] = U16_LOWER_U8(ModuleVolt);
        tsTx.auData[3] = U16_UPPER_U8(ModuleVolt);

        if (!ToCoNet_Nwk_bTx(NwkContext, &tsTx))
        {
            vfPrintf(&uart, "!Tx."LB);
            Reset();
        }
        ToCoNet_Tx_vProcessQueue();
    }
    else if (eEvent == E_EVENT_APP_FINISH_TX_SUCCESS)
```

ToCoNet Wireless

MAC



- ✓ Media Access Controlの略。
- ✓ 1対1の送受信。

ToCoNet Wireless

Network

ToCoNet Peripheral

Peripheral

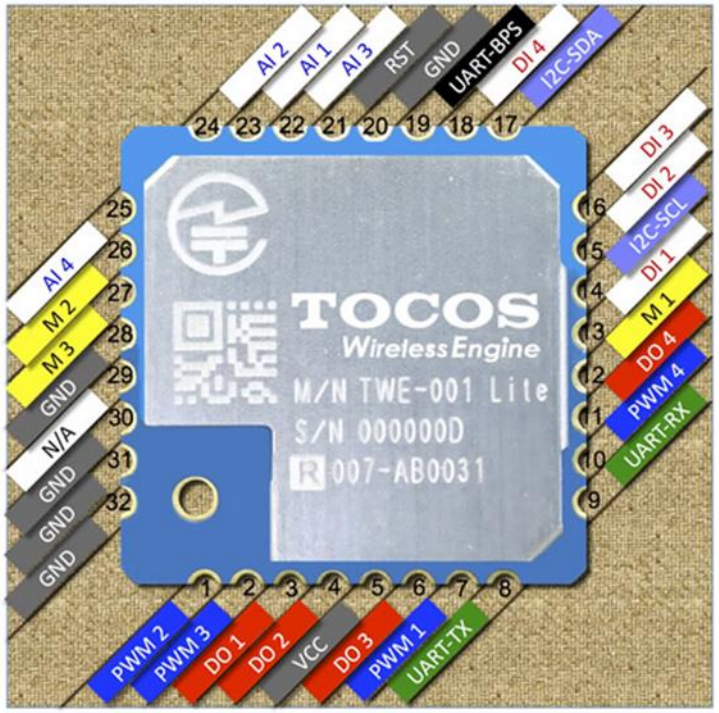
Peripheral	ToCoNet Library	Integrated Peripherals API
SPI		xAHI_SpiXxx()
2-Wire Serial		xAHI_SiXxx()
PWM/Timer		xAHI_TimerXxx()
UART	serial.h serialInputMgr.h	xAHI_UartXxx()
DIO	utils.h btnMgr.h	xAHI_DioXxx() xAHI_DoXxx()
ADC		xAHI_AdcXxx()
EEPROM	eeprom_6x.h	xAHI_XxxEEPROMxxx()

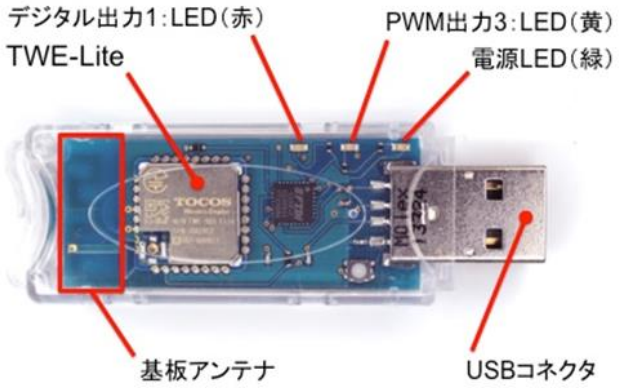
ToCoNet Peripheral

Peripheral

機能	信号名	シルク	ピン
電源グランド	GND	GND	1
I2Cクロック	SCL	14	2
UART受信	RX	7	3
PWM出力1	PWM1	5	4
デジタル出力1	DO1	18	5
PWM出力2	PWM2	C	6
PWM出力3	PWM3	I	7
デジタル出力2	DO2	19	8
デジタル出力3	DO3	4	9
UART送信	TX	6	10
PWM出力4	PWM4	8	11
デジタル出力4	DO4	9	12
モード設定ビット1	M1	10	13
電源グランド	GND	GND	14

ピン	シルク	信号名	機能
28	VCC	VCC	電源(2.3~3.6V)
27	3	M3	モード設定ビット3
26	2	M2	モード設定ビット2
25	1	AI4	アナログ入力4
24	A2	AI3	アナログ入力3
23	0	AI2	アナログ入力2
22	A1	AI1	アナログ入力1
21	R	RST	リセット入力
20	17	BPS	UART速度設定
19	15	SDA	I2Cデータ
18	16	DI4	デジタル入力4
17	11	DI3	デジタル入力3
16	13	DI2	デジタル入力2
15	12	DI1	デジタル入力1





製品によってピン配置が違う！
十分注意が必要。

ToCoNet Peripheral

Peripheral

jenprog	TWE-Lite DIP TWE-001L-DPC-WA			TWE-Lite TWE-001L-NC		ToCoStick TWE-Lite-USB	JN5164A						
Name	Pin#	Silk	Function	Pin#	Name		Pin#	Name	Alt1	Alt2	Alt3	Alt4	Alt5
	1	GND	GND	20,28	GND								
	2	14	SCL	14	SCL		38	DIO14	**SIF_CLK**	TXD0 TXD1	JTAG_TDO	SPISEL1	SPISSEL
RXD	3	7	RX	9	RX	FT233RQ[TXD]	29	DIO7	**RXD0**	JTAG_TDI	PWM3		
	4	5	PWM1	7	PWM1	FT233RQ[CTS]	27	DIO5	RTS0	JTAG_TMS	**PWM1**	PC1	
	5	18	DO1	3	DO1		23	**DIO18**	SPIMOSI				
	6	C	PWM2	1	PWM2		20	DO0	SPICLK			**PWM2**	
PRG	7	I	PWM3	2	PWM3	FT233RQ[CBUS3]	22	DO1	SPIMISO			**PWM3**	
	8	19	DO2	4	DO2		24	**DIO19**	SPISEL0				
	9	4	DO3	6	DO3	FT233RQ[RTS]	26	**DIO4**	CTS0	JTAG_TCK	TIM0OUT	PC0	
TXD	10	6	TX	8	TX	FT233RQ[RXD]	28	DIO6	**TXD0**	JTAG_TDO	PWM2		
	11	8	PWM4	10	PWM4		31	DIO8	TIM0CK_GT	PC1	**PWM4**		
	12	9	DO4	11	DO4		32	**DIO9**	TIM0CAP	32KXTALIN	RXD1	32KIN	
	13	10	M1	12	M1		33	**DIO10**	TIM0OUT	32KXTALOUT			
	14	GND	GND	20,28	GND								
	15	12	DI1	13	DI1		36	**DIO12**	PWM2	CTS0	JTAG_TCK	ADO	SPISMOSI
	16	13	DI2	15	DI2		37	**DIO13**	PWM3	RTS0	JTAG_TMS	ADE	SPISMISO
	17	11	DI3	16	DI3		34	**DIO11**	PWM1		TXD1		
	18	16	DI4	18	DI4	LED:赤	1	**DIO16**	COMP1P	SIF_CLK	SPISMOSI		
	19	15	SDA	17	SDA		40	DIO15	**SIF_D**	RXD0 RXD1	JTAG_TDI	SPISEL2	SPISCLK
	20	17	BPS	19	BPS		2	**DIO17**	COMP1M	SIF_D	SPISMISO		
RST	21	R	RST	21	RST	FT232RQ[CBUS2]	3	**RESETN**					
	22	A1	AI1	23	AI1		15	**ADC1**					
	23	0	AI2	24	AI2		16	DIO0	SPISEL1	**ADC3**			
	24	A2	AI3	22	AI3		11	**ADC2**					
	25	1	AI4	25	AI4		17	DIO1	SPISEL2	**ADC4**	PC0		
	26	2	M2	26	M2		18	**DIO2**		RFRX	TIM0CK_GT		
	27	3	M3	27	M3		19	**DIO3**		RFTX	TIM0CAP		
	28	VCC	VCC	5	VCC								

参照すべきドキュメント

Framework

Network

MAC

Peripheral

ToCoNet SDK マニュアル

ToCoNet_SDK_manual_201406.pdf

IEEE802.15.4 Stack API

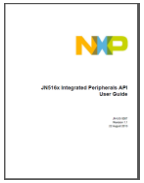
Integrated Peripherals API

JN516x Integrated Peripherals API User Guide

JN-UG-3087-JN516x-Integrated-Peripherals-API_1v1.pdf

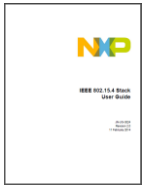
データシート TWE-Lite

TWD-PDS-TWE001L-JP-1.30.pdf



Data Sheet: JN516x

JN-DS-JN516x-1v3.pdf

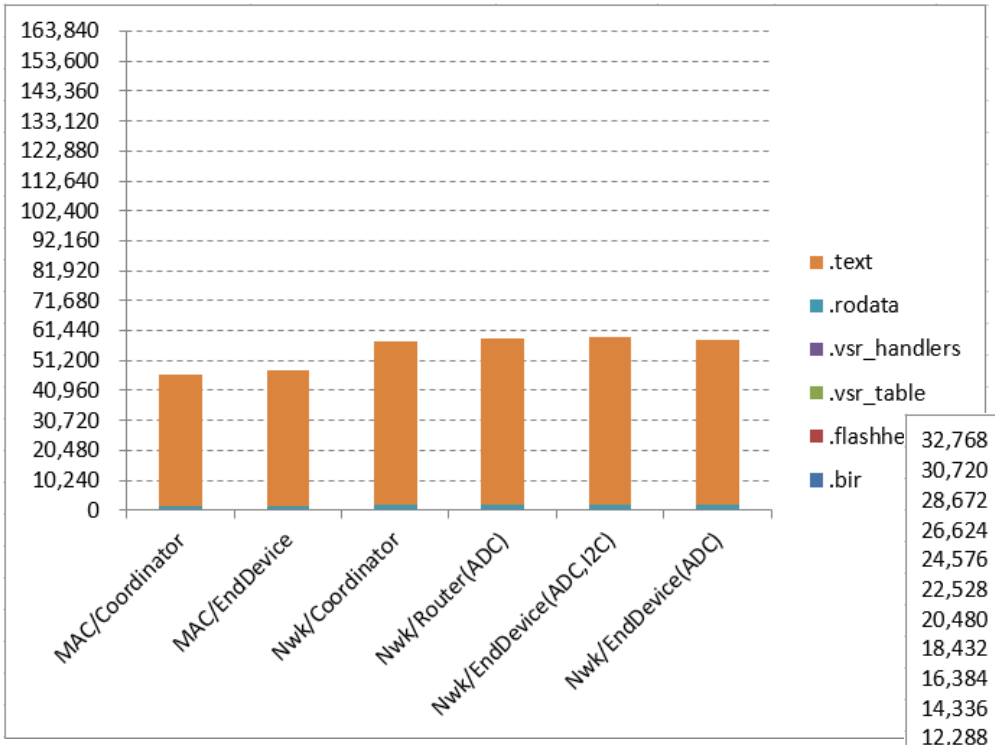


IEEE802.15.4 Stack User Guide

http://www.nxp.com/documents/user_manual/JN-UG-3024.pdf

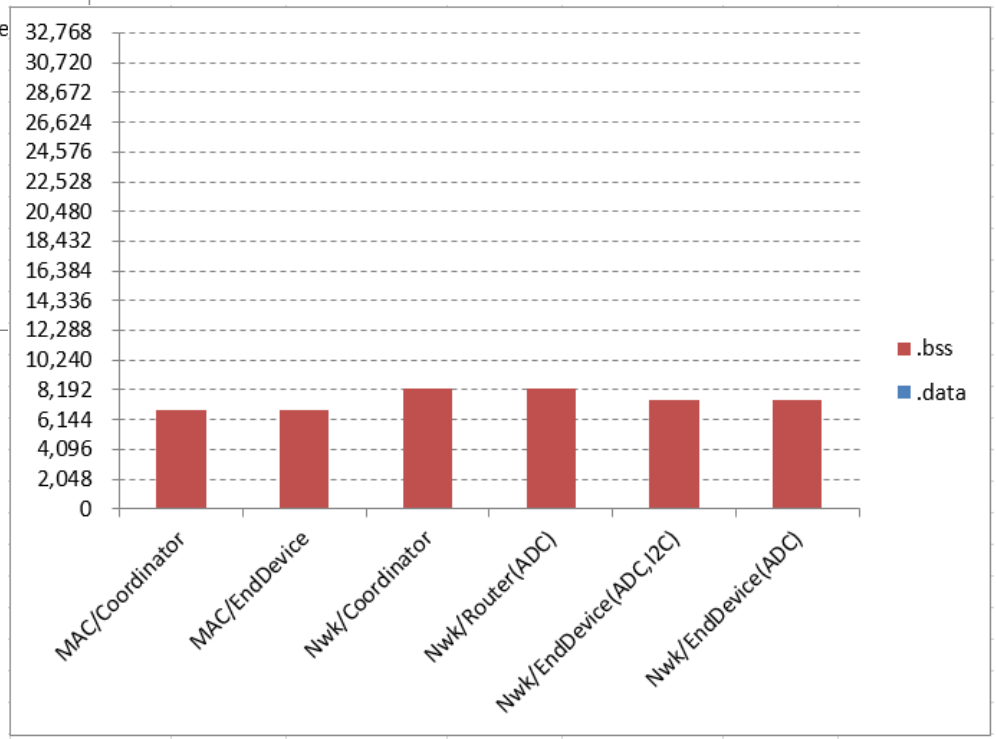
Memory Footprint

参考



↓ RAM

8K used



↑ Flash ROM

60K used

まとめ

✓ボタン電池による運用ができる。

✓距離を飛ばすのは難しい。

✓内蔵マイコンのプログラミングはコツがいる。

- フレームワーク
- ピン配置
- 参照ドキュメント

おしまい