

# Backscatter 汎用ツール

## LAUNCHXL-CC1352P を用いたツール

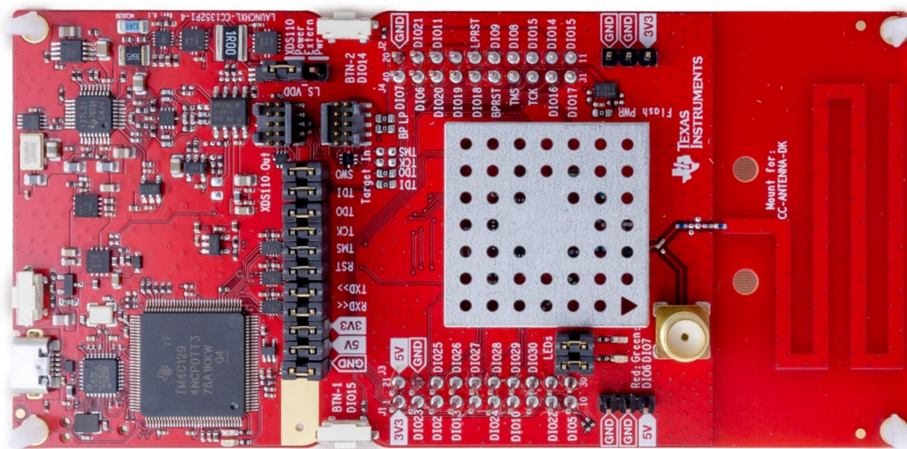
Texas Instruments Inc. の LaunchPad™ 開発キット LAUNCHXL-CC1352P1 及び LAUNCHXL-CC1352P-2 で動作するソフトウェアです。

CC1352P は 2.4GHz 帯、868/915MHz 帯、433MHz 帯で動作し Bluetooth® Low Energy、Sub-1GHz、Thread、Zigbee®、IEEE802.15.4 等の通信プロトコルを搭載可能な System On Chip です。

LAUNCHXL-CC1352P1 及び LAUNCHXL-CC1352P-2 はパソコンと USB インターフェイスで接続して使用するデバッガ機能と CC1352P を搭載したボードです。

LAUNCHXL-CC1352P1 は 868/915MHz 帯で 20dBm、2.4GHz 帯で 5dBm 出力、

LAUNCHXL-CC1352P-2 は 868/915MHz 帯で 14dBm、2.4GHz 帯で 20dBm 出力です。



RF 信号はボードのパターン・アンテナに接続されています。SMA コネクタに接続する場合は、アンテナ側に接続しているチップ・コンデンサを半田づけで SMA コネクタ側に繋ぎ変えて下さい。

## ソフトウェア開発環境

### (1)CC1352P ファームウェア開発環境

Texas Instruments Inc.の無償の開発環境である Code Composer Studio(CCS) Version:

9.1.0.00010 ソフトウェア開発キット (SDK) SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK\_3.20.00.68  
を用いて開発しています。この、CCS と SDK のバージョンを使用して下さい。(パソコン  
を新しくした時に、最新バージョンをインストールしましたがエラーだらけでした)

完成したファームウェアは、CCS を用いて LAUNCHXL-CC1352P に搭載されている  
CC1352P のフラッシュメモリに書き込みます。

## (2)Windows 用 GUI 開発環境

Embarcadero C++Builder XE2 を用いて開発しています。

Embarcadero C++Builder の最新バージョンはアカデミックであれば、1 年間無償で使用する  
ことが出来ます。これを用いて改造や機能追加をすることが出来ます。

## 簡易シグナルジェネレータ

861～1054MHz 及び 2360～2500MHz の無変調の連続波又は変調の連続波を発生します。  
変調は 861～1054MHz では 2FSK 変調、2360～2500MHz では IEEE802.15.4 の OQPSK  
変調です。

### 1. CUI

パソコン上のハイパーターミナル・ソフト (TeraTerm) 等で操作します。

ポート : COMXX:XDS110 Class Application/User UART (COMXX)

スピード:115200、データ:8bit、パリティ:Non、ストップビット:1

ファームウェアのプロジェクト (ソースコード) ファイル



CC1352P\_SG.zip

(1) 周波数設定 (861～1054、2360～2500MHz、小数点以下 5 桁まで指定可能)

freq 2440.1234 ←入力コマンド

ACK\_freq[2440.1234] ←コマンドに対する応答

(2) 出力電力設定 (0 ～ 20 dBm)

pow 3

ACK\_pow[3]

(3) 出力時間設定 (0.01～600 秒)

tim 10.5

ACK\_tim[10.50]

(4)(1)～(3)の設定値を NVRAM に保存する。

```
sav
```

```
ACK_sav[freq=2440.123400 pow=3 time=10.500000]
```

(5)NVRAM から設定値を読み出す。

```
rea
```

```
ACK_rea[freq=2440.123400 pow=3 time=10.500000]
```

(6)変調設定

```
mod 1
```

← 1 : 変調、0 : 無変調

```
ACK_mod[1]
```

(7)電波発射

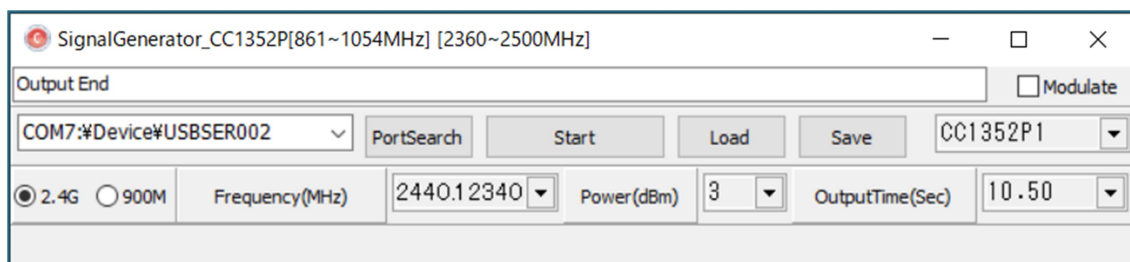
```
sta
```

```
Output End Time[10501]ms
```

## 2. GUI

プログラムのプロジェクト(ソースコード)ファイル：CC1352P\_SG\_Win.zip

実行ファイル：CC1352P\_SG\_Win.exe



(1) COM ポートを選択

LAUNCHXL-CC1352P の接続している COM ポートを選択します

(2) [PortSearch]ボタン

このプログラムの起動後 LAUNCHXL-CC1352P を USB 接続した場合などに、このボタンをクリックしてパソコンに接続されている COM ポートの情報を読み込みます。

(3)[Start]ボタン

電波を発射します。

(4)[Load]ボタン

NVRAM に保存した設定値を読み込みます。

(5)[Save]ボタン

現在の設定値を NVRAM に保存します。

(6)CC1352P1/CC1352P-2 選択

LAUNCHXL-CC1352P1 又は LAUNCHXL-CC1352P-2 を選択します。

(7)[2.4G/900M]ラジオボタン

どちらの周波数帯域で使用するか選択します。

(8)周波数設定

周波数を選択又は入力します。入力する場合、小数点以下 5 桁まで指定可能です。

(9)出力電力設定

出力電力を選択又は入力します。

(10)出力時間設定

0.01～600 秒の出力時間を選択又は入力します。

(11)[Modulate]チェックボックス

変調波を発生する場合はチェックします。無変調波の場合はチェックを外します。

## 簡易スペクトラムアナライザー

CC1352P の受信機能を用いた簡易スペクトラムアナライザーです。861～1054MHz 又は 2360～2500MHz の間の周波数を順次変化させながら RSSI を測定することで実現しています。

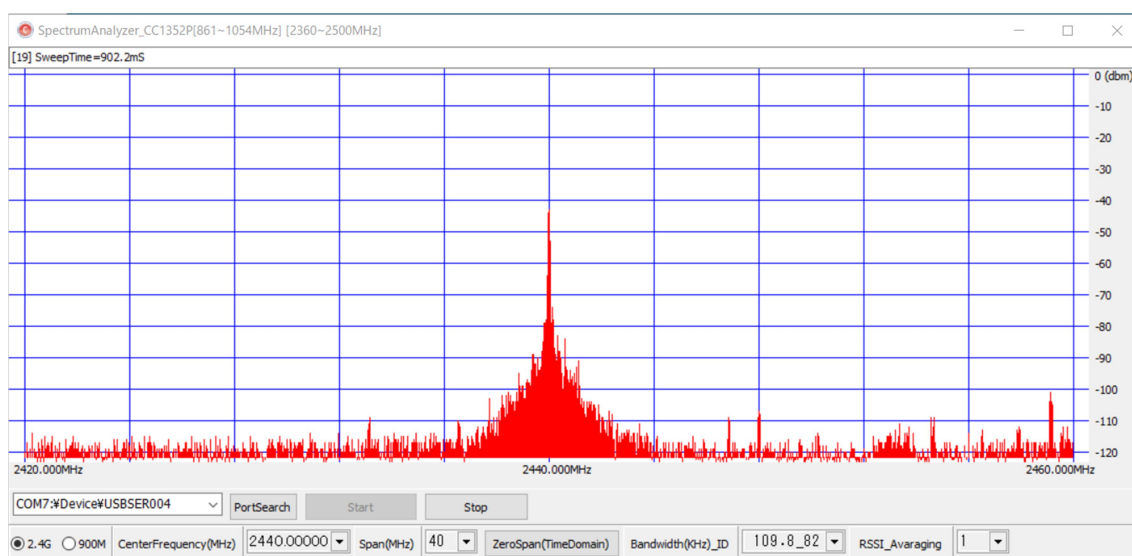
1. ファームウェア

ファームウェアのプロジェクト(ソースコード)ファイル：CC1352P\_SA.zip

2. GUI

プログラムのプロジェクト(ソースコード)ファイル：CC1352P\_SA\_Win.zip

実行ファイル：CC1352P\_SA\_Win.exe



(1)COM ポートを選択

LAUNCHXL-CC1352P の接続している COM ポートを選択します。

(2)[PortSearch] ボタン

このプログラムの起動後 LAUNCHXL-CC1352P を USB 接続した場合などに、このボタンをクリックしてパソコンに接続されている COM ポートの情報を読み込みます。

(3)[Start] ボタン

スペクトラムアナライザー機能を起動します。

起動中は、[Stop] ボタン以外は操作できません。

(4)[Stop] ボタン

スペクトラムアナライザー機能を停止します。

(5)[2.4G/900M] 選択ラジオボタン

2.4GHz 帯又は 900MHz 帯を選択します。

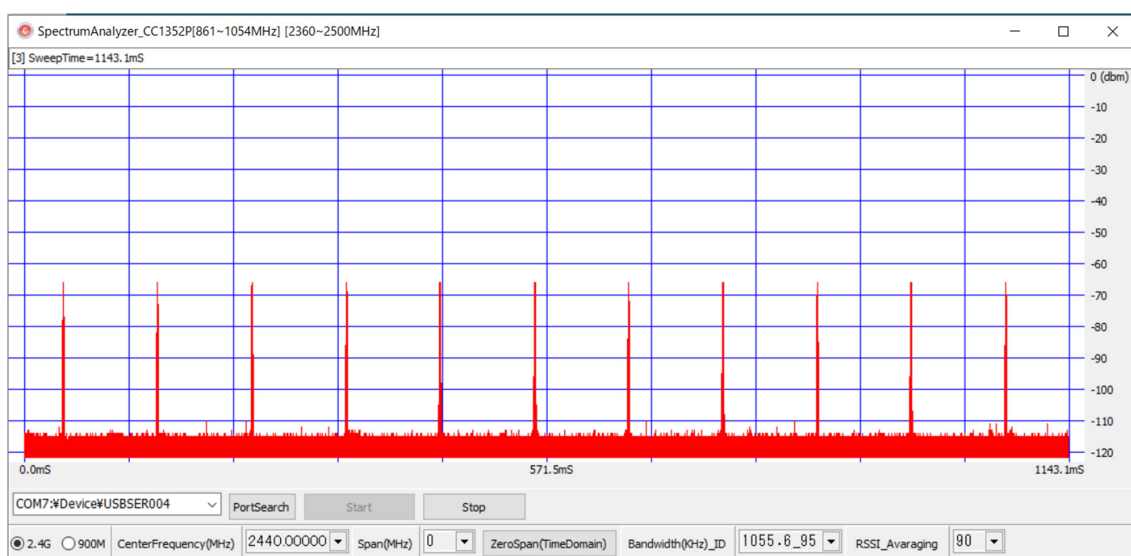
(6)[CenterFrequency(MHz)] 選択/入力

(7)[Span(MHz)] 選択/入力

(8)[ZeroSpan(TimeDomain)] ボタン

Span を 0 にします。

この設定で[Start]すると横軸が時間(縦軸は RSSI)に代わりタイムドメインで動作します。



100mS 毎に発生する IEEE802.15.4 パケットを捉えた例

(9)[Bandwidth(kHz)\_ID] 選択

CC1352P の Receiver bandwidth を設定しています。

ID は CC1352P の内部設定値です。

(10)[RSSI\_Avaraging] 選択

指定回数 RSSI を測定して平均値を表示します。

回数に比例して測定時間が増加しますので、[ZeroSpan(TimeDomain)]の時の時間調整

に活用できます。

## IEEE802.15.4 パケット送信

IEEE802.15.4 形式のパケットを送信します。

### 1. CUI

パソコン上のハイパーターミナル・ソフト(TeraTerm)等で操作します。

ポート : COMXX:XDS110 Class Application/User UART(COMXX)

スピード:9600、データ:8bit、パリティ:Non、ストップビット:1

ファームウェアのプロジェクト(ソースコード)ファイル : CC1352P\_15\_4\_Tx.zip

#### (1) ヘルプ画面

‘H’、‘h’又は‘?’に続き[enter]を入力するとヘルプ画面を表示します。

```
-----
fre RF_Frequency (MHz)      float
pow RF_Power (dBm)          int
dstp Destination PAN Addr   HEX(16bit)
dstm Destination MAC Addr   HEX(16bit)
srcp Source      PAN Addr   HEX(16bit)
srcm Source      MAC Addr   HEX(16bit)
pay Payload Chractor      char[100]
num Send Number of Packet  int
del Delay between Packets  int(mS)
csm CSMA(1:ON 0:OFF)
sta Start Send Packet(Press Any Key to Stop)
cw  CW Generate            30__600Sec
sav Parameters Save (Load when power is on)
-----
```

```
-----
freq[2440.0000]MHz  Power[0]dBm
DstPAN[FFFF] DstMAC[FFFF] SrcPAN[BA01] SrcMAC[BB01]
Payload[0123]
Number of Packet[1000] Delay[10]mS CSMA[1]
-----
```

上段がコマンドレファレンス、下段が現在の設定値です。

(2) 周波数設定

周波数範囲 : 2360~2500MHz

分解能 : 0.001MHz

例 : fre 2440.001

(3) 送信電力設定

設定範囲 : 0~20 d Bm

例 : pow 10

(4) 送信先 PAN\_ID 設定

16 進 4 桁の PAN\_ID を設定します。

例 : dstp FFFF

(5) 送信先 MAC アドレス設定

16 進 4 桁の MAC アドレスを設定します。

例 : dstm FFFF

(6) 送信元 PAN\_ID 設定

16 進 4 桁の PAN\_ID を設定します。

例 : stcp BA01

(7) 送信元 MAC アドレス設定

16 進 4 桁の MAC アドレスを設定します。

例 : srcm FFFF

(8) ペイロードの設定

英数字記号を 100 文字まで設定できます。

(10) 送信パケット数の設定

1 ~ 32 ビット整数の最大値まで設定可能です。

例 : num 100

(11) パケット送信間隔(mS)

0 ~ 32 ビット整数の最大値まで設定可能です。

例 : del 10

(12) CSMA オン/オフ

パケット送信に先立って CSMA を行う、行わないを設定します。

例 : csm 1

(13) 送信スタート

各設定内容に従ってパケットを発生します。

例 : sta

(14) 無変調連続波(CW)発射

周波数偏差や送信電力の測定のために無変調連続波を発射します。

例                   : cw 60                   ← 60 秒間

#### (15)設定値保存

現在の設定値を NVRAM に保存します。電源 ON 時、読みだして設定します。

例                   : sav

## IEEE802.15.4 パケット受信

IEEE802.15.4 形式のパケットを受信し、受信したパケットの内容を表示します。

### 1. CUI

パソコン上のハイパーターミナル・ソフト(TeraTerm)等で操作します。

ポート : COMXX:XDS110 Class Application/User UART(COMXX)

スピード:9600、データ:8bit、パリティ:Non、ストップビット:1

ファームウェアのプロジェクト(ソースコード)ファイル : CC1352P\_15\_4\_Rx.zip

#### (1)ヘルプ画面

‘H’、‘h’又は‘?’に続き[enter]を入力するとヘルプ画面を表示します。

```
-----  
fre RF_Frequency(MHz)      float  
dstm Destination MAC Addr  HEX(16bit)  
srcm Source      MAC Addr  HEX(16bit)  
sta Start Receive  
sto Stop Receive(Display Statistics)  
cw  CW Generate           30_600Sec  
sp  UART speed l:9600 h:230400 BPS  
mo  Receive Packet Dump Mode  
    g (G:Good/E:Error)  
    o (Dump Packet Overview)  
    d (Dump Packet Details)  
sav Parameters Save (Load when power is on)  
-----  
-----
```

```
freq[2440.0000]MHz  
DstMAC[0000] SrcMAC[0000]  
UART speed[9600]BPS Receive Packet Dump Mode[g]
```



---

## (2) 周波数設定

周波数範囲：2360～2500MHz

分解能 : 0.001MHz

例 : fre 2440.001

#### (4) 送信先 MAC アドレス・フィルタ

16進4桁の送信先 MAC アドレスを設定すると、送信先 MAC アドレスが一致するパケットのみ受信します。設定値が“0000”の場合はフィルター・オフです。

例 : dstm 0000

(5)送信元 MAC アドレス・フィルタ

16進4桁の送信元 MAC アドレスを設定すると、送信先 MAC アドレスが一致するパケットのみ受信します。設定値が“0000”の場合はフィルター・オフです。

例 : srcm BB01

### (5) 受信スタート

受信を開始し、受信したパケットの内容を表示します。

Receive Packet Dump Mode が‘g’の場合は、1 パケット受信毎に、フレームチェック結果が Good の場合は‘G’、Error の場合は‘E’を表示します。

例 : sta

Receive Start

[illegible]

Receive Packet Dump Mode が‘o’の場合は、1 パケット受信毎に、パケットの概要を表示します。

例 : sta

Receive Start

&lt;GO&gt;RSSI[-18]dBm Seq[5B] SrcPAN[BA01] SrcMAC[BB01] Payload[4]byte

&lt;GO&gt;RSSI[-18]dBm Seq[61] SrcPAN[BA01] SrcMAC[BB01] Payload[4]byte

&lt;NG&gt;RSSI[-96]dBm Seq[68] SrcPAN[3A96] SrcMAC[9575] Payload[33]byte

<GO>はフレームチェック Good、<GO>は Error です。

Receive Packet Dump Mode が‘d’の場合は、1 パケット受信毎に、パケットの詳細を表示します。

例 : sta

Receive Start

 $\langle \text{GO} \rangle$  RSSI[-18] FCF[8841] Seq[61] Dst[FFFF][FFFF] Src[BA01][BB01]

```
payload[30 31 32 33 ]
```

### (6) 受信ストップ

受信ストップすると、受信スタートがら受信したパケット数、その中のフレームチェック結果 Good パケット数、Error パケット数を表示します。

例               : sto  
                  Receive[31] Good[26] Error[5]

(7) 無変調連続波(CW)発射

周波数偏差の測定のために無変調連続波を発射します。

例               : cw 60               ← 60 秒間  
                  cw[60]Sec END

(8)COM ポート (UART) スピード

受信するパケットのレートが高いと、9600BPS では受信したパケットの内容の表示中に次のパケットが現れて、パケットの取りこぼしをを起こします。スピードを230400BPS にして取りこぼしを少なくします。

例               : sp h  
この後、ハイパーターミナル(Teraterm など)のスピードを 230400BPS にして下さい。

(9)表示モード切替

パケット内容の表示モードを変更します。

例               : sp g               ← g/o/h  
(受信スタート中でも変更でします。)

(10) 設定値保存

現在の設定値を NVRAM に保存します。電源 ON 時、読みだして設定します。

例               : sav

## Backscatter TAG 用 IEEE802.15.4 パケット受信

Backscatter TAG のデモシステム用の IEEE802.15.4 パケット受信ファームウェアです。Backscatter TAG デモシステム用プログラムと組み合わせて使用します。

### 1. CUI

パソコン上のハイパーターミナル・ソフト(TeraTerm)等で操作します。

ポート : COMXX:XDS110 Class Application/User UART(COMXX)

スピード:230400、データ:8bit、パリティ:Non、ストップビット:1

ファームウェアのプロジェクト(ソースコード)ファイル : BackscatterTAG\_15\_4\_Rx.zip

(1)ヘルプ画面

‘H’、‘h’又は‘?’に続き[enter]を入力するとヘルプ画面を表示します。

-----

```
fre  RF_Frequency(MHz)      float
sta  Start Receive
sto  Stop  Receive(Display Statistics)
cw   CW Generate              30__600Sec
```

```
-----
freq[2440.0000]MHz
-----
```

## (2) 周波数設定

周波数範囲：2360～2500MHz

分解能：0.0001MHz

例：fre 2440.0001

## (3) 受信スタート

例：sta

ACK\_sta

パケットを受信するとパケットの HEX ダンプを表示します。

[パケットレングス(10 進)|HEX ダンプ]

例) [17|418800FFFFFFFFF01BA01BB30313233C037]

## (4) 受信ストップ

例：sta

ACK\_sto

## (5) 無変調連続波(CW)発射

周波数偏差の測定のために無変調連続波を発射します。

例：cw 60 ← 60 秒間

cw[60]Sec END

# Backscatter TAG 用 簡易シグナルジェネレータ

簡易シグナルジェネレータの通信スピードを 230400BPS に変更したものです。

ファームウェアのプロジェクト(ソースコード)ファイル：BackscatterTAG\_CW\_Tx.zip

# Backscatter TAG 用 IEEE802.15.4 パケット送信

IEEE802.15.4 パケット送信の通信スピードを 230400BPS に変更して、コマンドを追加したものです。

Backscatter TAG デモシステム用プログラムと組み合わせて使用します。

## 1. CUI

パソコン上のハイパーターミナル・ソフト(TeraTerm)等で操作します。

ポート：COMXX:XDS110 Class Application/User UART(COMXX)

スピード:230400、データ:8bit、パリティ:Non、ストップビット:1

ファームウェアのプロジェクト(ソースコード)ファイル：BackscatterTAG\_15\_4\_Rx.zip

### (1)ヘルプ画面

‘H’、‘h’又は’?’に続き[enter]を入力するとヘルプ画面を表示します。

```
-----
fre RF_Frequency(MHz)      float
pow RF_Power(dBm)          int
dstp Destination PAN Addr  HEX(16bit)
dstm Destination MAC Addr  HEX(16bit)
srsp Source      PAN Addr  HEX(16bit)
srcm Source      MAC Addr  HEX(16bit)
pay Payload Chractor      char[100]
num Send Number of Packet int
del Delay between Packets int(mS)
csm CSMA(1:ON 0:OFF)
sta Start Send Packet(Press Any Key to Stop)
cw  CW Generate           30__600Sec
sav Parameters Save (Load when power is on)
-----

rfo RF_open                ← 追加したコマンド
rfc RF_Close               ← 追加したコマンド
one DstMAC Paylod (Send One Packet) ← 追加したコマンド
-----

freq[2440.0000]MHz  Power[0]dBm
DstPAN[FFFF] DstMAC[FFFF] SrcPAN[BA01] SrcMAC[BB01]
Payload[0123]
Number of Packet[100] Delay[10]mS CSMA[1]
-----
```

以降、追加したコマンドについて説明します。

(2) RF\_open

ソフトウェア的に RF ハンドラをオープンします。

例           : rfo  
              ACK\_rfo

(4) RF\_Close

ソフトウェア的に RF ハンドラをクローズします。

例           : rfc  
              ACK\_rfc

(5) 1 パケット送信

オープンした RF ハンドラを用いて、

指定した MAC アドレスに向けて、指定した Payload のパケットを送信します。

例           : one BA01 ABCDEFG  
              ACK\_one