

# APB-3 スタンドアローンキット 組み立てマニュアル



2015/04/07 version 1.0

Ojisankoubou

(c)2015 Ojisankoubou, All Rights Reserved

## ■ 重要説明事項(必ずご一読ください)

- 本キットは個人がFPGAやCPUなどを使った電子工作を楽しむことを目的としています。本キットで提供しているハードウェア、ソフトウェアの全部もしくは1部を製品に組み込んだり販売したりすることはおやめください。
- 本キットを使ったことにより直接的、間接的に被害、損害を被ったとしても一切補償しません。
- 組み立てに失敗した場合や使用中に故障した場合でも交換、保証、返金などには一切応じられません。
- 本キットは汎用的に使えるハードウェアの提供を目的としています。このキットで作ることができると例示されたものは本キットの可能性を示したものです。例示されたものすべてを実際に製作したわけではありません。
- この説明書、トラ技誌上、ホームページなどに掲載されている特性、性能はあくまで1製作例であり、すべてのキットで同一性能が保証されているわけではありません。良い場合もあれば悪い場合もあることをご承知おきください。
- 充分注意して設計をしていますが、重大な設計ミスやバグがないことの保証はありません。
- 回路、使用部品、基板、ソフトウェアなどは予告なく変更することがあります。

## ■ 組み立てる前に

- 部品がすべて揃っているかご確認ください(次ページ部品表参照)。不足部品がありましたら組み立て前にご連絡ください。
- 組み立て、確認をステップバイステップで確実に行います。不具合が合った場合それが修正されるまで次のステップにはいかないようにします。確実な完成のためにはこれが一番の早道です。
- 全ページを印刷し、終わったところにはチェックマークを入れていきます。適宜気づいたことをメモしていくとよいでしょう。
- 一度、組み立て手順をすべて読んで、全体のイメージをつかんでおいてから始めると良いです。

## ■ 情報・ソフトウェア入手先

最新情報は下記サイトにて入手可能です。

おじさん工房ウェブサイト  
<http://ojisankoubou.web.fc2.com/>  
トランジスタ技術ウェブサイト  
<http://toragi.cqpub.co.jp/>

また本文中で示しているソフトウェアなどの入手先は執筆時点のもので変更している場合があります。その場合は適宜検索サイトなどで探してください。

## ■ 組み立てに別途必要な工具など

- やに入り半田(太さ0.8mm以下の鉛入りのものを使いやすい)
- 半田ごて(温度調節付の60~80Wぐらいのものでお薦め)
- ニッパー
- デジタルテスター
- USBケーブル
- ACアダプタ(SW電源φ2.1センタープラス 5V 2A程度)  
トランス式のACアダプタは使わないでください。  
軽負荷時に電圧が上がるため故障の原因になります
- PC(Windows 7\_32bit/7\_64bit 8, Vistaは未テスト)
- BNCケーブル
- ステレオミニジャック付ケーブル
- アンプ付スピーカー(ヘッドフォンでも可)
- ドライバー
- 6角レンチ(インチサイズ)

## ■ 組み立てる際の注意点

■半田付けは半田付けする部分の温度を十分に上げてから半田を供給するのがコツです。半田付けする場所に半田ごてをあてて2秒、半田をながして2秒ぐらいのイメージでやるとよいでしょう。半田がすぐにとんがってしまう場合は半田ごての温度を下げてください。

■半田ごてでランドに力を加えないように気をつけてください。半田ごてでランドの上を動かす際も半田ごての先をランドに強く当てないで滑らすようにします。特にランドの短手方向への力は禁物です。ランドは最小幅0.25mmしかなく、一度剥がれてしまうと修復は非常に困難です。

■各段階で半田付け箇所のルーペでの確認(イモ半田になっていないか、ブリッジしていないか、半田ボールがないか)を十分に行ってください。半田付けが良くないと一度は動作してもあとで動かなくなることがあります。特に電源関係の不具合はICなどの破壊に直結します。

■静電気に弱い部品があります。部屋の湿度を上げる、手洗い、部品に触る前に静電気を逃がす、などの対策を行ってください。とはいっても真冬などのセーターを脱いだらバチバチいうようなとき以外はそれほど神経質になる必要はありません。

## ■ 部品表

Device	Description	Qty
APB-3 基板一式		1
TLS-1 基板一式		1
SAE-1 基板一式		1
LA-1 基板一式		1
スタンドアローンケース一式	サイドウッド、ねじ一式付	1

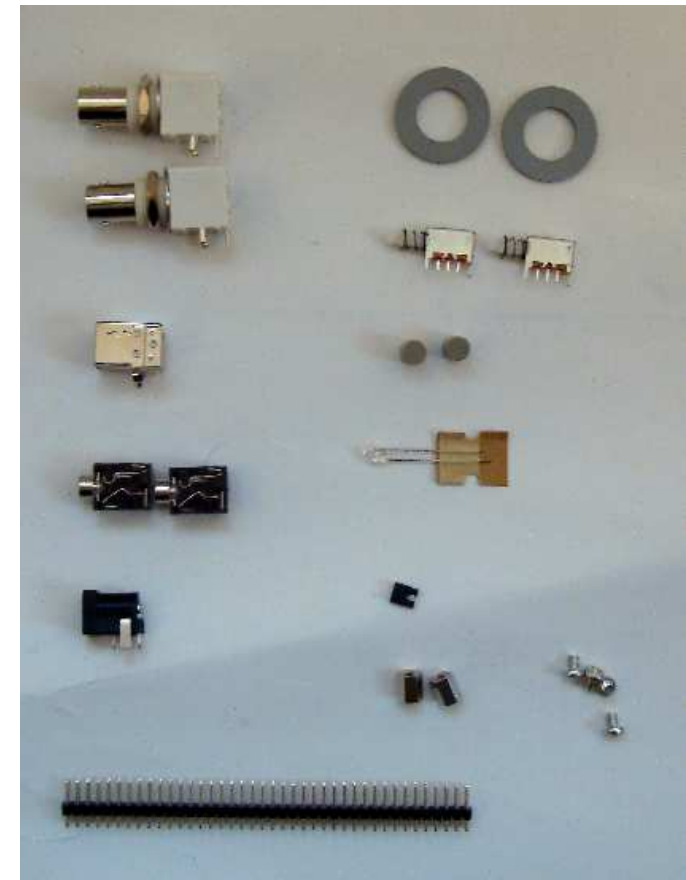
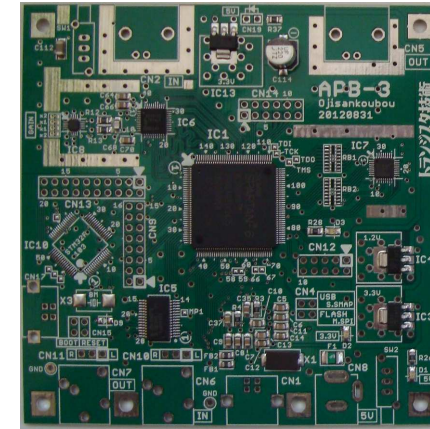
詳細は次ページ以降  
個別部品表を参照

つまみ(ロータリーエンコーダー用)	OESL-63-4-7	2
つまみ(プッシュスイッチ用) 灰色	G003G	1
つまみ(プッシュスイッチ用) 黒	G003A	2
つまみ(プッシュスイッチ用) 赤	G003R	2
つまみ(プッシュスイッチ用) 青	G003B	2
レゴブロック	<a href="http://www.brickers.jp/?pid=23870781">http://www.brickers.jp/?pid=23870781</a>	5



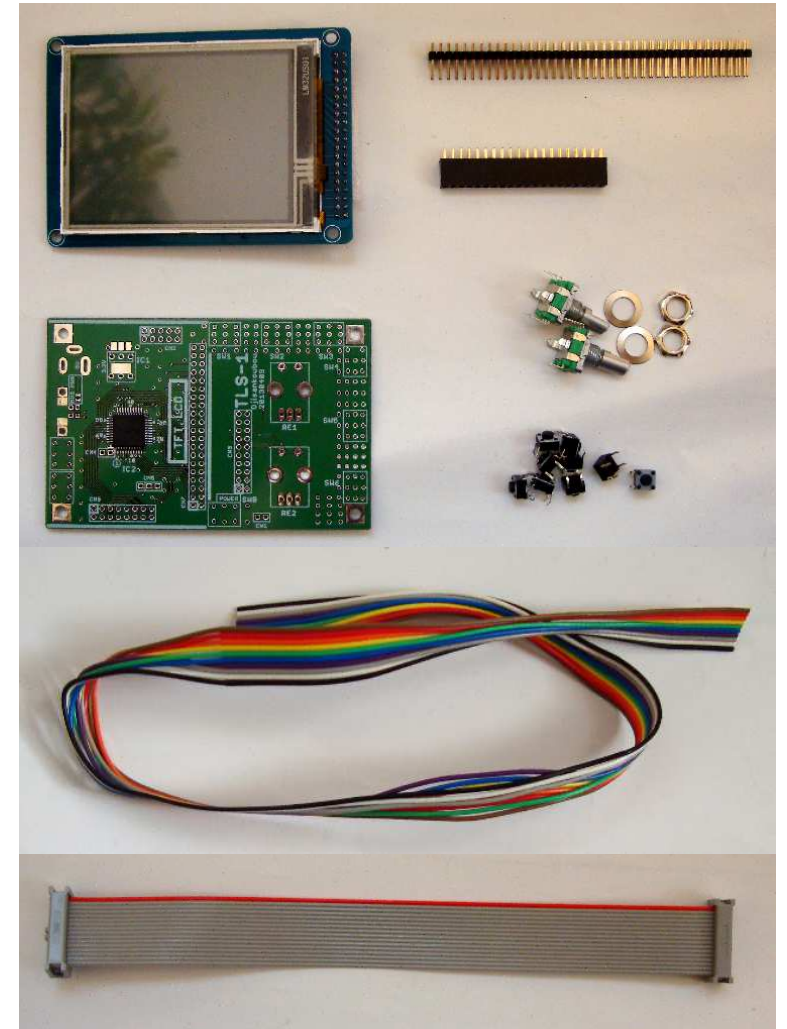
## ■ APB-3 基板一式 部品表

Device	Description	Qty	Parts Reference
CN	APB-3 基板(表面実装部品実装済み)	1	基板
CN	USB メスB	1	CN1
CN	BNCコネクター 横向き	2	CN2, CN5
CN	ステレオミニジャック 3.5mm	2	CN6, CN7
CN	2P x 2 ピンヘッダ	1	CN4
その他	ショートジャンパー	1	ショートジャンパー
CN	DC ジャック 2.1mm	1	CN8
D	LED φ3 リード 青色	1	CN19
SW	PUSH_SW	2	SW1, SW2
SW	PUSH_SW用つまみ	2	SW1, SW2
その他	ねじ M3 長さ4mm	4	ねじ
その他	スペーサー M3 長さ7mm	2	スペーサー
その他	塩ビワッシャ M12 厚さ2mm	2	塩ビワッシャー



## ■ TLS-1 基板一式 部品表

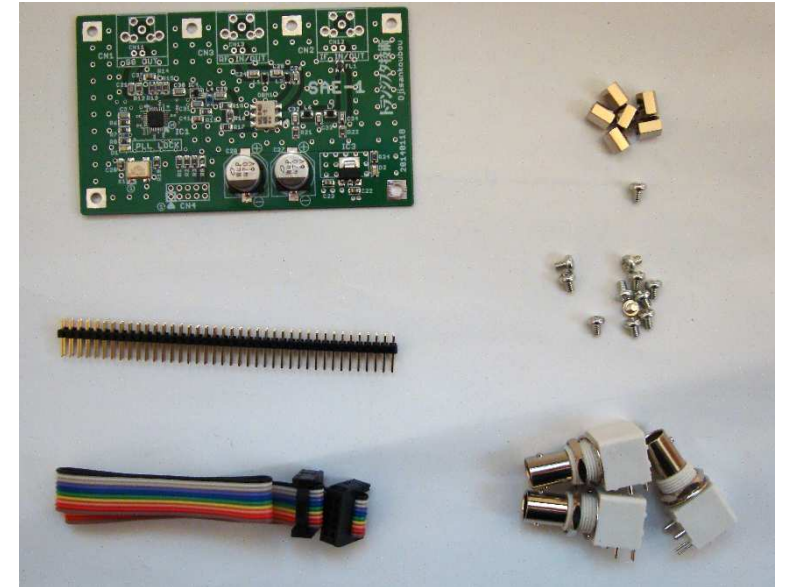
Description	Device Name	Qty	Parts Reference
TLS-1 基板 (SMD実装済み)	100 x 65 2layer t=1 HASL	1	
16P ピンヘッダ	ピンヘッダーオス 2x40(80p) 必要なピン数に折って使う	1	CN8
20P x 2列 ピンソケット	ピンソケット(メス) 2x20(40p)	1	CN7
ロータリーエンコーダ SW 付	EN11-HSM1AF15	2	RE1, RE2
タクトスイッチ	FSM4JH	9	SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6, SW8, SW9, SW10
フラットケーブル	10芯 長さ20cm	1	ロータリーエンコーダ配線用
接続ケーブル 2.54ピッチ	両端16pin メス 長さ20cm	1	APB-3 と接続用
QVGA 液晶	タッチパネル付	1	





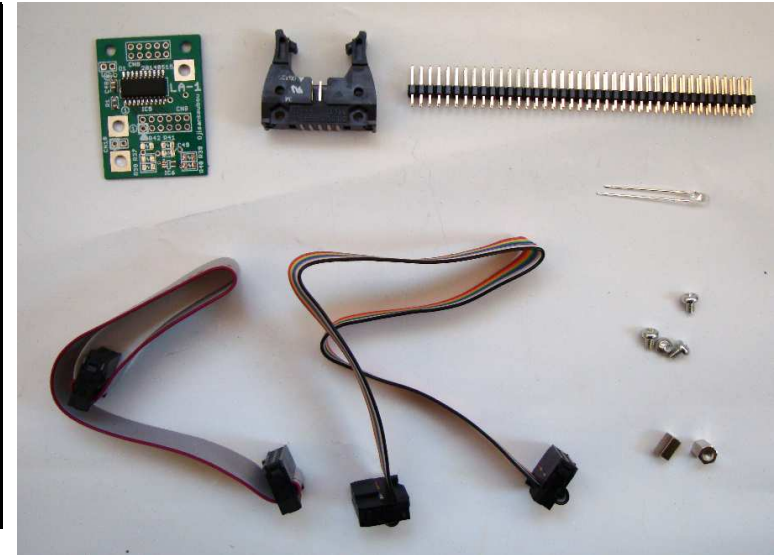
## ■ SAE-1 基板一式 部品表

Device	Description	Qty	Parts Reference
基板	SAE-1 基板 部品実装済み	1	
CN	BNCコネクター 横向き	3	CN1, CN2, CN3
CN	5px2 ピンヘッダ	1	CN4
その他	10p(2x5p) IDCコネクタ付ケーブル	1	SAE-1 CN4 と APB-3 CN12 接続用
その他	ねじ M3 長さ4mm	12	
その他	スペーサー M3 長さ7mm	6	



## ■ LA-1 基板一式 部品表

Device	Description	Qty	Parts Reference
基板	LA-1	1	
CN	10pin 90° ロングロック付	1	CN9
CN	12pin(2x6p)	1	CN8
D	φ3赤高輝度LED リード	1	D1
その他	14p(2x7p) IDCコネクタ付ケーブル 長さ20cm	1	LA-1 CN6 と APB-3 CN14 接続用
その他	10p(2x5p) IDCコネクタ付ケーブル 長さ30cm	1	LA-1 CN9に入力接続用
その他	ねじ M3 長さ4mm	4	
その他	スペーサー M3 長さ7mm	2	





## ■ ケース一式 部品表

Device	Description	Qty
フロントパネル		1
リアパネル		1
底板		1
上板		1
TLS-1 取り付け金具	コの字型の金具	1
SAE-1 取り付け金具	L型金具	1
サイドウッド		2
ねじ	M2.6 x 15mm 黒	4
ねじ	M2.6 x 5mm	4
ワッシャー	M2.6 ワッシャー 黒	4
ねじ	M3 x 4mm	30
皿ねじ	皿M2.6 x 5mm 黒	6
スペーサー	スペーサー M3 長さ20mm	2
スペーサー	スペーサー M3 長さ25mm	4
スペーサー	スペーサー M3 長さ7mm	6
木ねじ	木ねじ 丸頭 M2.1 x 8mm	4
足		4
足とりつけねじ		4



## ■組み立ての大まかな流れ

■スタンドアロンキットは4枚の基板とケースで構成されています。それぞれの基板は単体としてキット化されたもので、それぞれを組み立ててひとつの形にまとめたのがこのスタンドアロンキットになります。

■まずは部品がすべてそろっているか確認します。たくさん部品がありますが、主な部品は実装済みなのであとは簡単な半田付けとチェックだけでできあがりです。

■最初にメイン基板である APB-3 基板から組み立てます。USBでPCとつないで動作確認します。ケースにいれてスタンドアロンの形にしあげた後もPCとつないで同様の操作ができます。

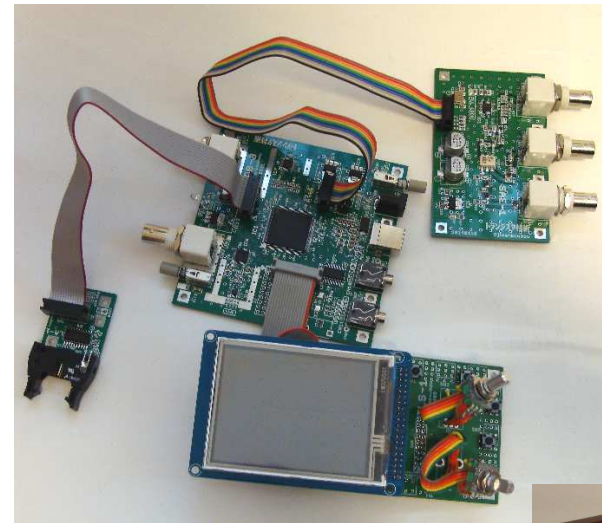
■次に液晶表示部の TLS-1 基板を組み立てます。APB-3 基板とつないでスタンドアロンとして動作させることができます。この段階でケースに入れてもよいですが、この説明書では他の基板の動作確認をすませたあとでケースに入れることにしています。

■次はロジック入力の LA-1 基板です。APB-3 基板とこの基板の接続に使うフラットケーブルはピン数が多いものなので説明をよく読んで挿し間違えないようにしてください。他のコネクタも挿し間違い(逆挿し、ピンずれなど)は基板の故障につながりますので十分に注意してください。

■最後にスペアナ測定周波数を拡張する SAE-1 基板をつくります。

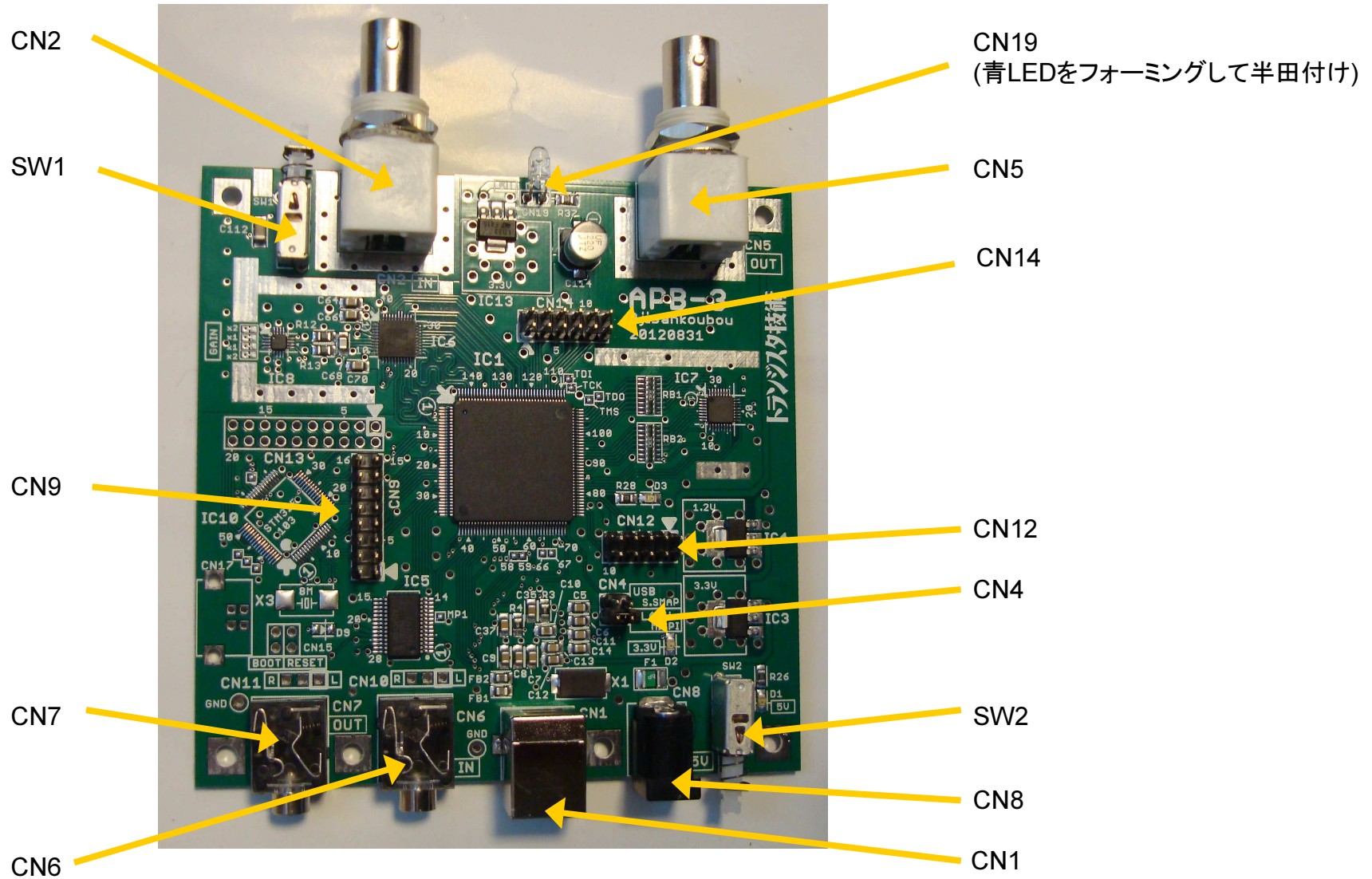
■すべての基板の動作確認ができましたらケースに組み込みます。

Ready? Let's get Started !!!



# APB-3 組み立て

# ■ APB-3 基板完成図





## 1-1. APB-3 基板に部品を半田付け

- ① ピンヘッダーを右図のように必要ピン数に折っておきます。  
折るところにカッターで傷をつけて折り曲げると傷のところから簡単に折れます。  
白マジックがあれば1ピンになるところにマーキングしておきます(右図)。

- ② CN8(電源コネクタ)、SW1(入力インピーダンス切り替え)、SW2(電源SW)、CN1(USB)を半田付けします。

マスキングテープ(100円ショップで購入できる)などで部品を仮止めすると半田付けがしやすいです。

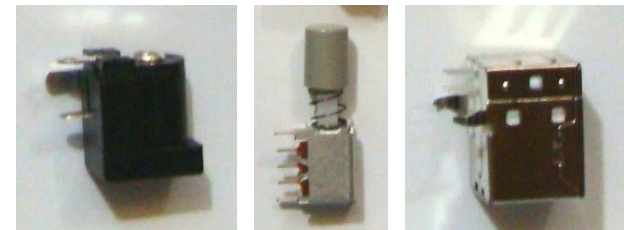
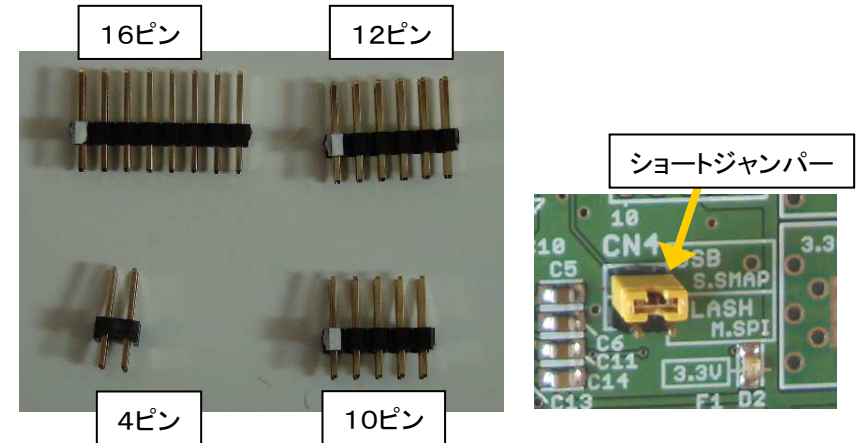
大きなランドの部品やグランドパターンはパターンを充分暖めないと半田がきれいに流れません。半田ごてを基板にあてて1、2、3とゆっくり数えるぐらい待つとよいです。

半田付けする際は、まず端子のうち1本だけ半田付けし、部品を押さえながらその半田を溶かすと、部品が浮いているときはパチンと音がしてびったりの位置に収まります。その後傾きや浮きがないことを確認してから他の端子を半田付けします。

部品に傾きや浮きがあるとケースに組み込んだとききれいに入らないことがあります。

- ③ CN4(4ピン)、CN12(10ピン)、CN14(12ピン)、CN9(16ピン)を半田付けします。  
1ピンが基板の白三角マーキングとあっていることや、浮きがないことに注意します。  
グランドと接続しているピンは半田付けしづらいのでんぷら半田に注意します。

- ④ CN4のUSB S.SMAMP側にショートジャンパーを挿しておきます。

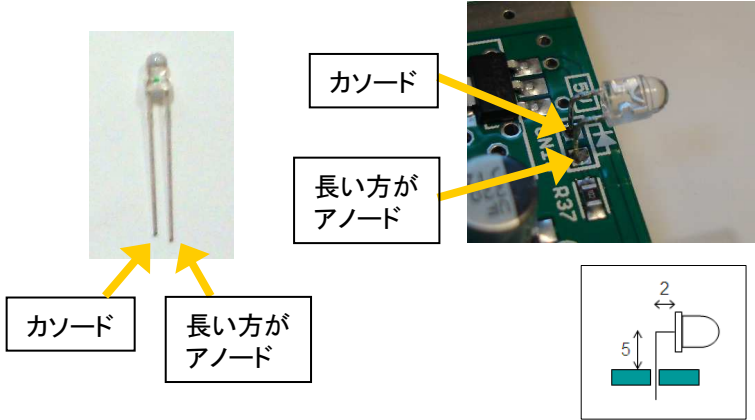


⑤ 青LEDを CN19 に半田付けします。  
青LED は右図のようにフォーミングします。 足の長い方がアノード(anode)です。

⑥ CN2 と CN5 に BNC コネクターを半田付けします。

⑦ CN7 と CN11 にステレオミニジャックを半田付けします。

BNCコネクターやステレオミニジャックは基板との間に浮きがあるとケースにきれいに収まらなくなるので特に注意します。





■ APB-3基板とTLS-1基板を接続するのに使う CN9 はもともとキャラクター LCD 用に用意されていたものなので以下の改造が必要です。

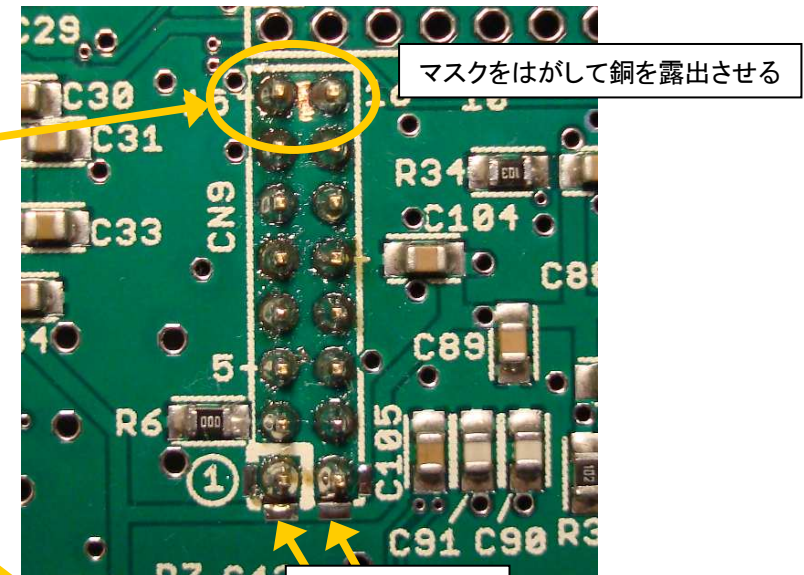
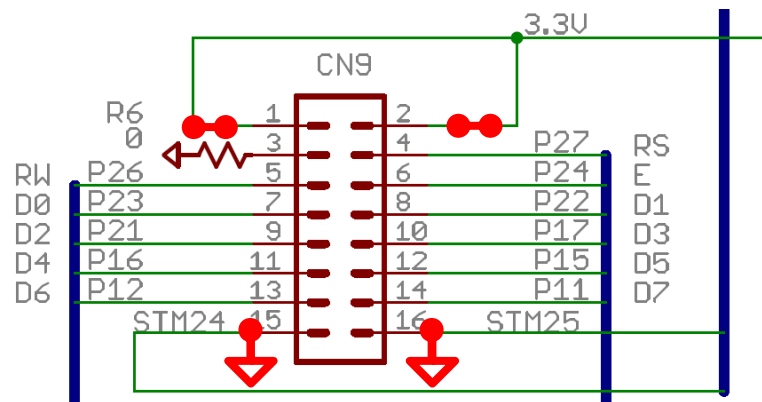
- ① CN9 の 15pin と 16pin の間のところのソルダーマスク(緑色の印刷)をカッターなどで剥がして銅パターン(GND)をだします。

15、16pin は APB-3 基板上の STM32F103 につながっていますが使っていないのでここでは GND として使います。

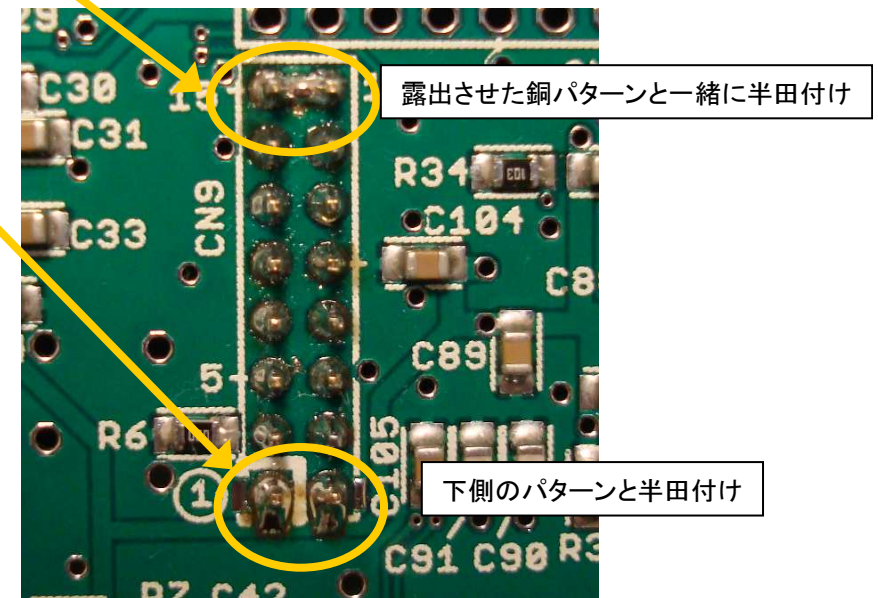
- ② 15、16pin とソルダーマスクを剥がしたところ(GND)を半田でつなぎます。

- ③ 1pin、2pin と直ぐ下のパターン(3.3V)を半田でつなぎます。

(注意) 1pin、2pin の左右にあるパターンは GND です。こちらには絶対につながらないように注意してください。またブリッジしていないか十分確認してください。電源ショートになります。



こちら側とつなぐ



下側のパターンと半田付け

## 1-2. 電圧チェック

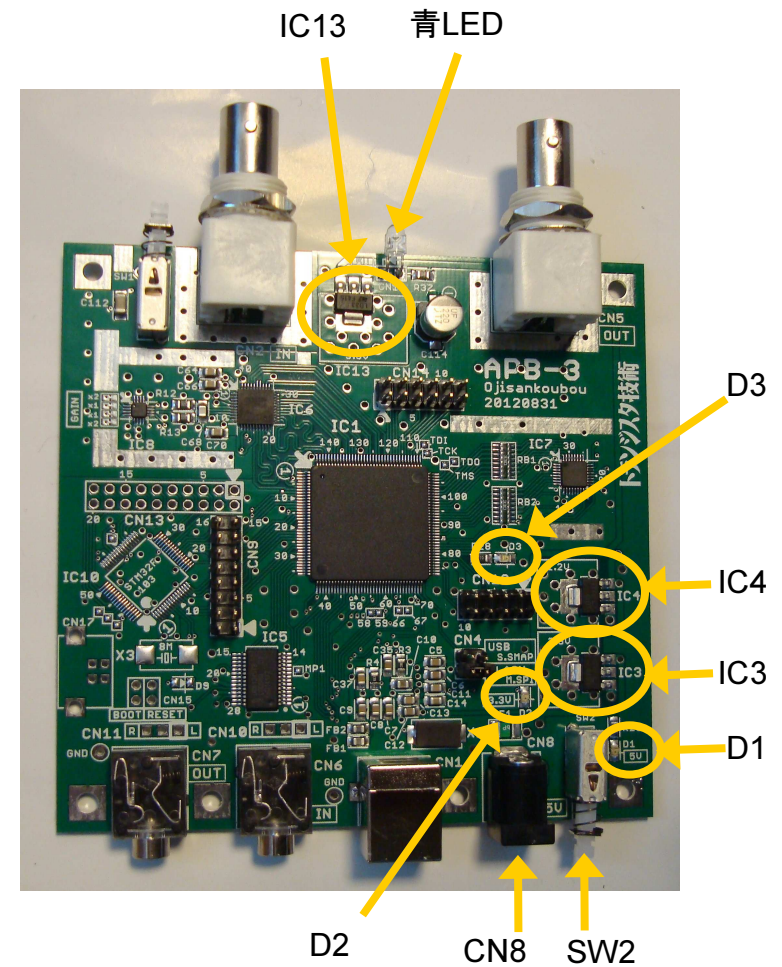
電源をつないで基板の動作チェックをしますが、基板のショートは即、破壊につながります。

机の上をきれいにし半田くずや線材などが無いようにしてから進めてください。

- ① APB-3 CN8(電源コネクタ)にACアダプター(5V 2A程度 SW電源)をつなぎ、電源SW(SW2)をONにします。
- ② APB-3 基板上の D1、D2、青LED が点灯、D3 が薄く点灯することを確認します。
- ③ デジタルテストで、各レギュレータICの出力電圧を確認します。レギュレータ出力は各ICのフィンです。

IC3	$3.3 \pm 0.1$ Vdc
IC4	$1.2 \pm 0.1$ Vdc
IC13	$3.3 \pm 0.1$ Vdc

- ④ 電圧が上記と大きく違うときはすぐに電源を切ってください。
- ⑤ この時点では FPGA のコンフィグをしていないので消費電流は少なく 350mA 程度です。



## 1-3-1. USB接続確認

- ① APB-3 基板とPCをUSBケーブル(各ユーザーで準備してください)で接続します。
- ② APB-3 基板に ACアダプターを接続します。
- ③ 電源SW を ON にします。
- ④ PC が新規デバイスとして認識しドライバーが自動でインストールされます。  
自動でインストールできなかった場合は、

<http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

からVCP(virtual com port)ドライバーをインストールしてください

まだ EEPROMIに設定を書き込んでいないので VCP ドライバーが使われます。

次ページでのEEPROM書き込み後は D2xx ドライバーを使うようになります。

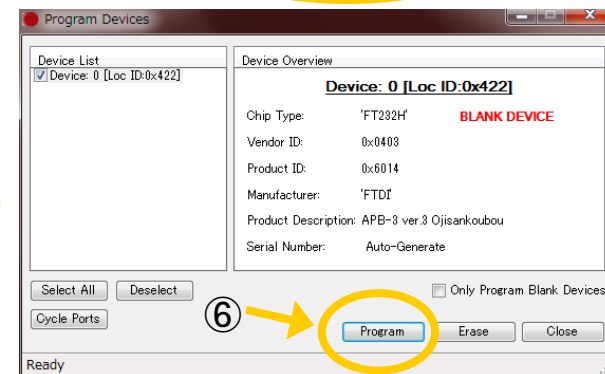
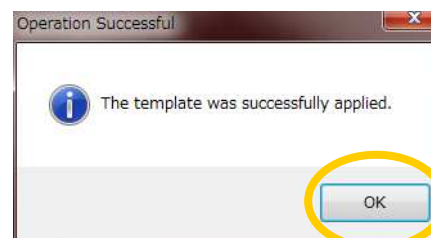
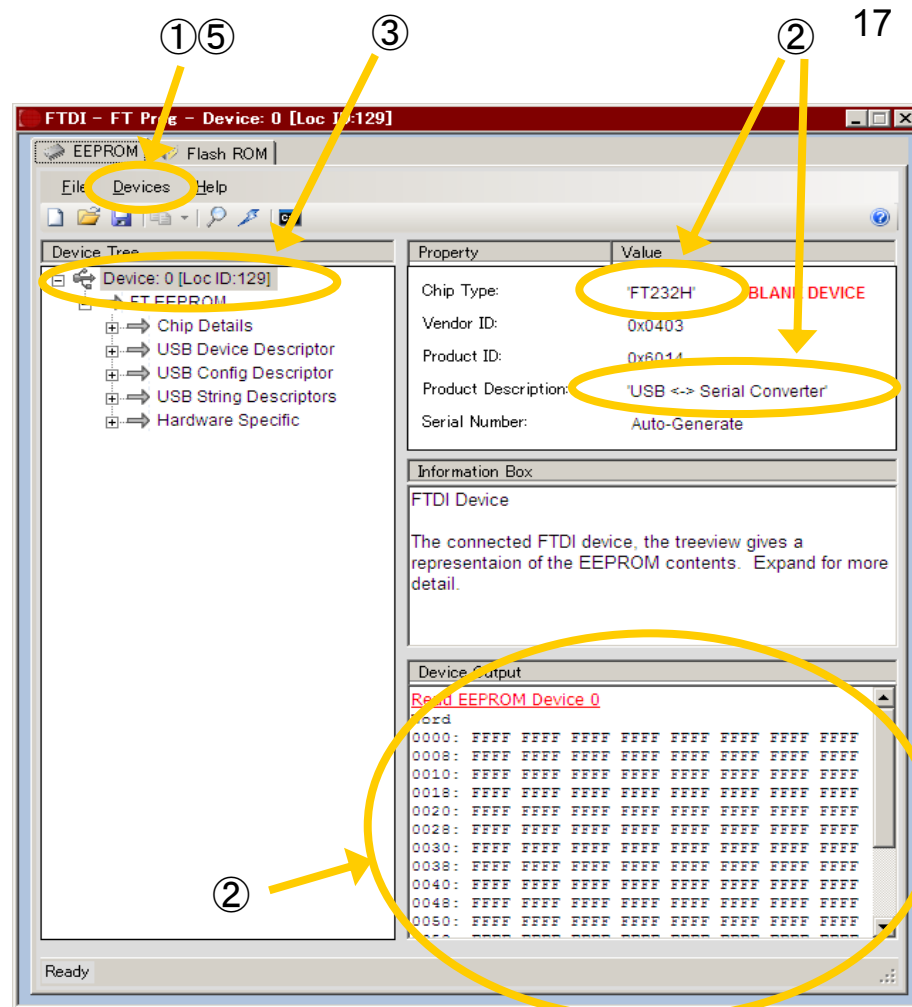
## 1-3-2. USBの設定

### ■ FT232H の EEPROM書き込み

下記サイトから FT\_PROG をダウンロードし、実行します(右図)。

<http://www.ftdichip.com/Support/Utilities.htm>

- ① Devices メニューから Scan and Parse を選びます。
- ② APB-3 基板はChipType が FT232H、Product description が USB-Serial Converter として認識されます。今はまだEEPROMは未書き込みなので EEPROMの読み出し結果はすべて FFFF になっています(右図)。複数のデバイスが検出されどれがAPB-3基板かわからない場合は、APB-3基板以外のFTDI デバイスははずすか電源を切ってください。
- ③ Device の上で右クリックし、Apply Template から From File を選びます。
- ④ ファイル選択画面がでますので実行ファイル一式に入っている apb3\_ht232h\_template.xml を選択し、The template was successfully applied がでたら OK をクリックします。
- ⑤ Devices メニューから Program を選びます。
- ⑥ Program Device 画面の下方にある Program ボタンをクリックします。
- ⑦ 正常に書き込めたら一度電源OFF します。



## ■ FT232H USBドライバ再インストール

電源ONするとEEPROMに書き込んだ設定でUSB接続しますので PC から  
は新規デバイスとして認識され再度ドライバーインストールが始まります。

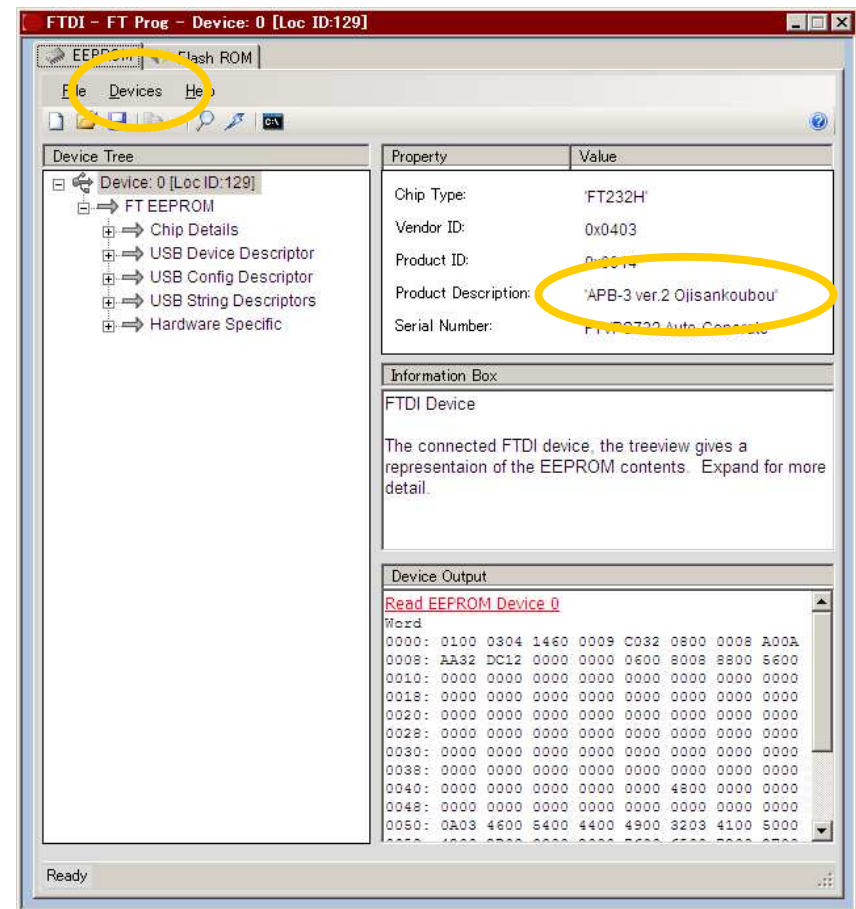
自動でインストールされなかった場合は、

<http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>

からD2XXダイレクトドライバーをインストールしてください。

## ■ USB設定と接続の確認

- ① 再度 FT\_PROG を実行し、Devices メニューから Scan and Parse してください
- ② Product description の文字列に APB-3 が含まれていることを確認します(右図)。



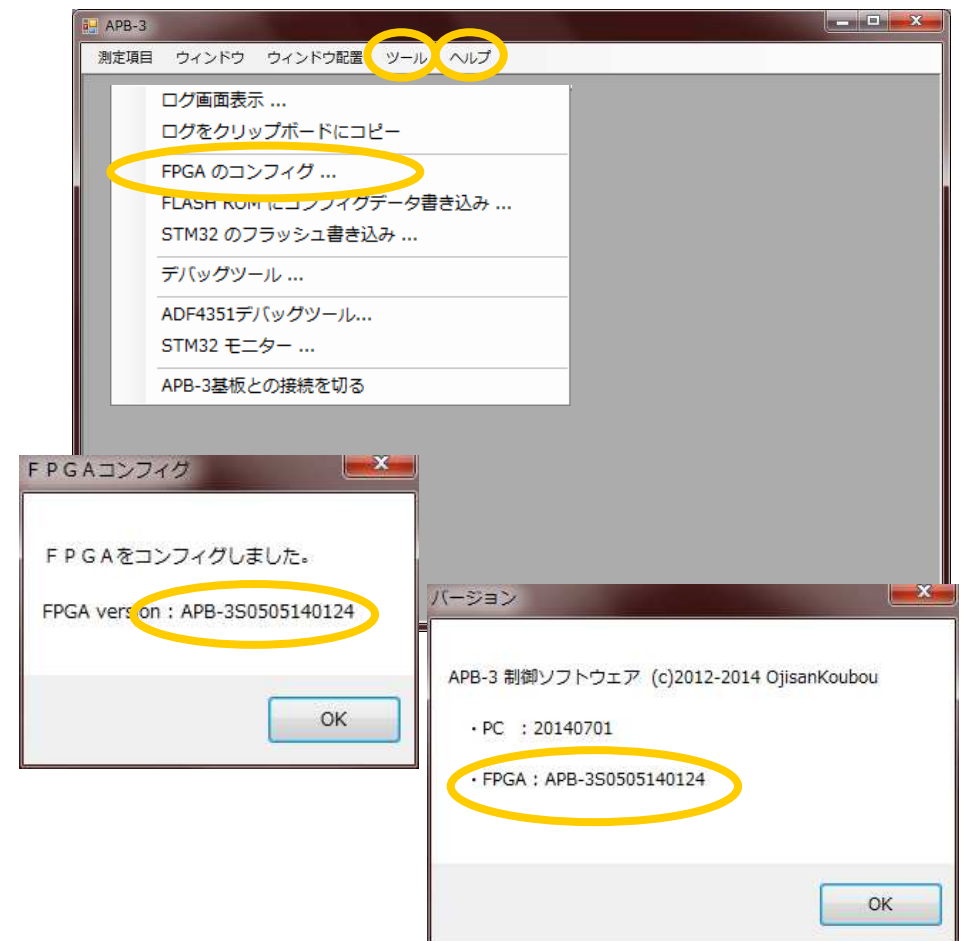
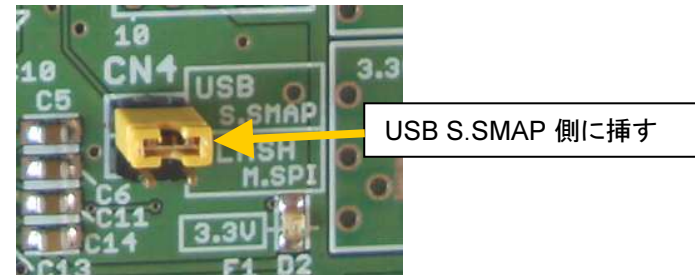


## 1-4. FPGAコンフィグ

- ① 「APB-3実行ファイル」フォルダーに入っている APB-3.exe を実行します。  
Windows XP をお使いの方はエラーが出る場合があります。その場合は下記  
サイトから NetFramework をダウンロードし、インストールしてください。

<http://www.microsoft.com/ja-jp/download/details.aspx?id=17851>

- ② APB-3 基板のCN4 にショートジャンパーを USB S.SMAM側に挿します。
- ③ APB-3 基板とPCをUSBケーブルで接続します。
- ④ APB-3 の電源をONにします。
- ⑤ 「ツール」メニューから「FPGAのコンフィグ」を選びます。
- ⑥ ファイル選択画面がでますので「APB-3実行ファイルフォルダー」に入っている  
apb\_3\_top.bit  
を選びます。
- ⑦ APB-3 基板上の D3 が点滅することを確認します。
- ⑧ 「ヘルプ」メニューから「バージョン表示」を選ぶと、バージョン表示されることを確認  
します。  
FPGA バージョン番号ができれば OK です。



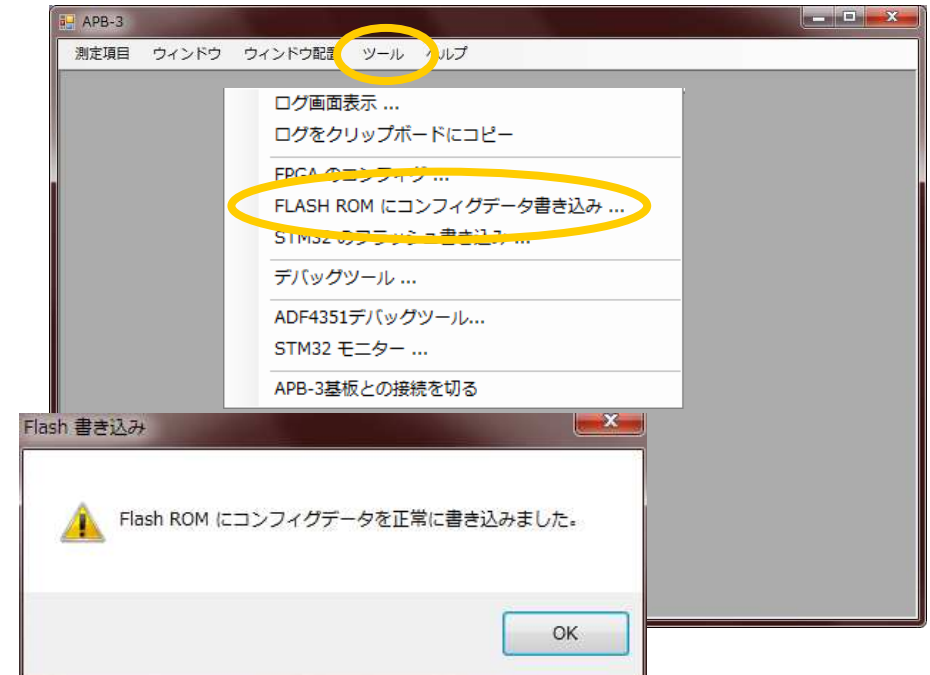
### FPGA のコンフィグに失敗する場合

- ① 電源電圧が正常か確認してください。コンフィグした瞬間に消費電流が増えますがその際一瞬でも電圧ドロップすると失敗になります。
- ② CN4 の半田付けを確認してください。CN4 が正常に半田付けされていないと FPGA コンフィグモードがおかしくなり失敗します。



## 1-5. FPGAコンフィグデータをFLASH ROMに書き込む

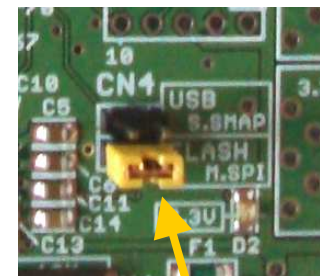
- ① 前ページの手順で FPGA のコンフィグをします。
- ② 「ツール」メニューから「FLASH ROM にコンフィグデータ書き込み」を選びます。
- ③ ファイル選択画面がでましたら「APB-3実行ファイルフォルダー」に入っている  
apb\_3\_top.bit  
を選びます。
- ④ 書き込み終了のダイアログがでるまで約20秒間待ちます。
- ⑤ APB-3 基板の電源を OFF します。
- ⑥ APB-3 基板の CN4 のショートジャンパーを FLASH M.SPI 側に挿します。
- ⑦ APB-3 基板の電源を ON します。
- ⑧ FPGA が自動でコンフィグされ APB-3 基板上の D3 が点滅することを確認します。



CN4 のジャンパーで FPGA のコンフィグ方法を選択します。

S.SMAMP は Slave Select MAP モードで、8ビットパラレルデータをFPGA外部から送ってコンフィグします。 APB-3 ではPC から USB 経由でコンフィグデータを送ります。

M.SPI は Master SPI モードで、FPGA が自分で外付けの SPI\_FLASH メモリーからデータを読み出してコンフィグします。 このモードではFLASHメモリーにコンフィグデータが書き込まれていれば電源ONしたときに自動でコンフィグされます。

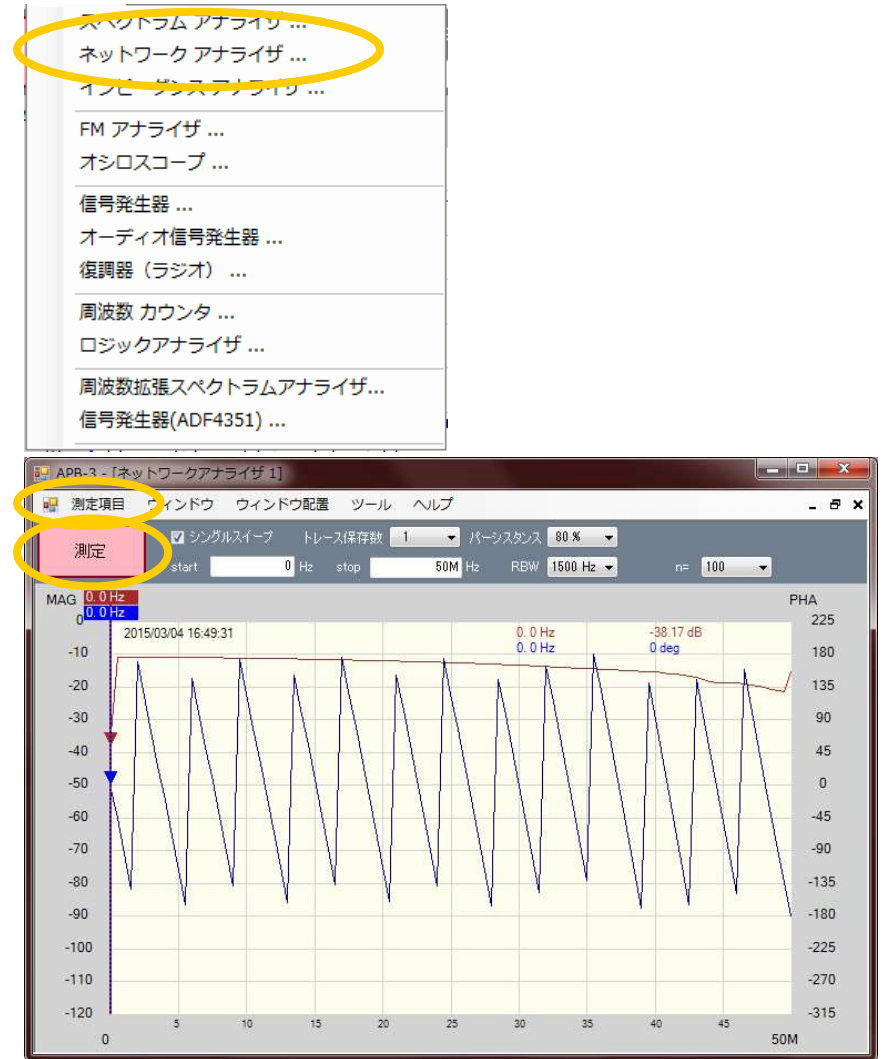


FLASH M.SPI 側に挿す

## 1-6. 信号入出力テスト

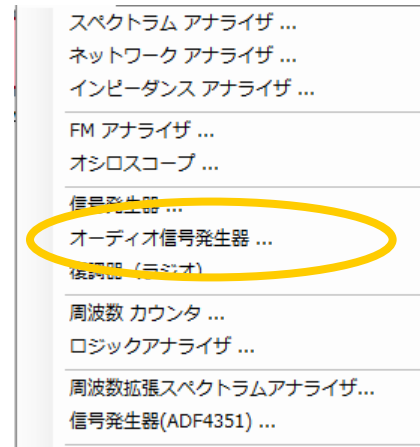
- ① CN2 と CN5 を BNCケーブル(各ユーザーで準備してください)で接続します。信号出力をそのまま信号入力することになります。
- ② SW1(ハイインピーダンス or 50オーム)切り替えSW を押した状態(50オーム)にします。
- ③ APB-3 基板とPCをUSBケーブルで接続し、APB-3 の電源をONIにします。
- ④ 「APB-3実行ファイル」フォルダーに入っている APB-3.exe を実行します。
- ⑤ 「測定項目」メニューから「ネットワークアナライザ」を選びます。
- ⑥ 「ネットワークアナライザ」の画面の左上にある「測定ボタン」をクリックします。
- ⑦ 周波数をゼロから 50MHz までスイープしたときの振幅と位相が表示されます。振幅がだいたい -10dB になっていることを確認します(右図)。
- ⑧ SW1 を押していない状態(ハイインピーダンスバッファ側)にし、再度「測定ボタン」をクリックします。
- ⑨ 50オーム時(⑦)の測定とほぼ同じ測定値が得られることを確認します。

位相が大きく変動しているのはDA変換からAD変換されるまでに時間遅れがあるためです。実際に使うときはキャリブレーションしますので問題ありません。



## 1-7. オーディオ信号出力テスト

- ① CN7 をステレオミニプラグ付ケーブル(各ユーザーで準備してください)でアンプ付スピーカーと接続します。  
アンプ付スピーカーがない場合はヘッドフォンでもOKです。
- ② APB-3 基板とPCをUSBケーブルで接続、APB-3 の電源をONにします。
- ③ 「APB-3実行ファイル」フォルダーに入っている APB-3.exe を実行します。
- ④ 「測定項目」メニューから「オーディオ信号発生器」を選びます(右図)。
- ⑤ 接続したスピーカー(またはヘッドフォン)から「オーディオ信号発生器」画面で設定したとおりの周波数、波形の音が出ることを Lch、Rch 両方確認します。  
  
Lch、Rch の周波数、波形をいろいろ変えてみてください。



## 1-8. 特性改善など(オプション)

以下の項目はやらなくても基本的動作に問題のない項目ですが、気になるかたはケースに組み込む前にやっておいたほうがあとで分解しないですみます。

改造に失敗すると動作しなくなったり最悪APB-3基板が壊れますので、腕に覚えがない方は止めておいたほうが良いです。

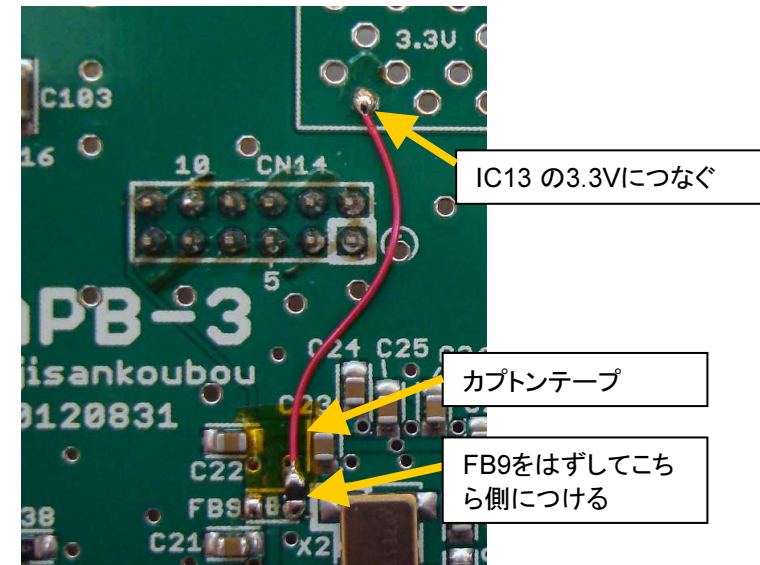
改造したあとはケースに組み込む前に正常に動作するか、ネットワークアナライザの試験でもういちど確認しておきます。

### ① ±48kHz のスプリアス対策。

X2(100MHz 水晶発振器)の電源をAD変換器の電源に変更します。

FB9 をはずして、片方をもとのパターンに、もう片方から線材で IC13 の 3.3V につなぎます。

FB9 の下にはカプトンテープを敷いて他と接触しないようにします。  
カプトンテープがない場合は FB9 を立てるか、FB9 なしで直接 IC13 と線材でつなぐのも良いです。



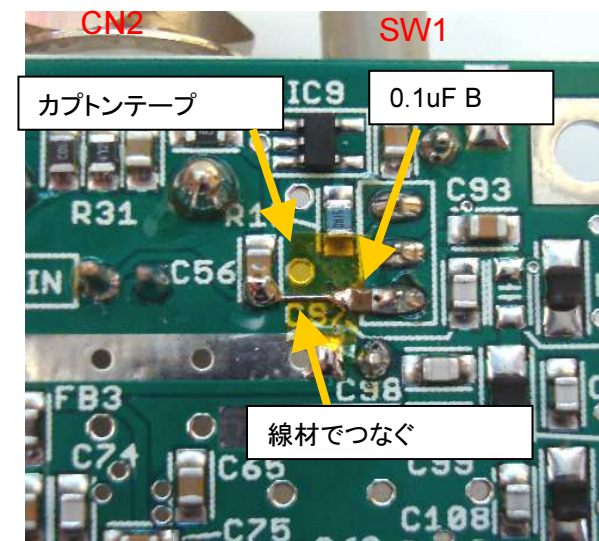
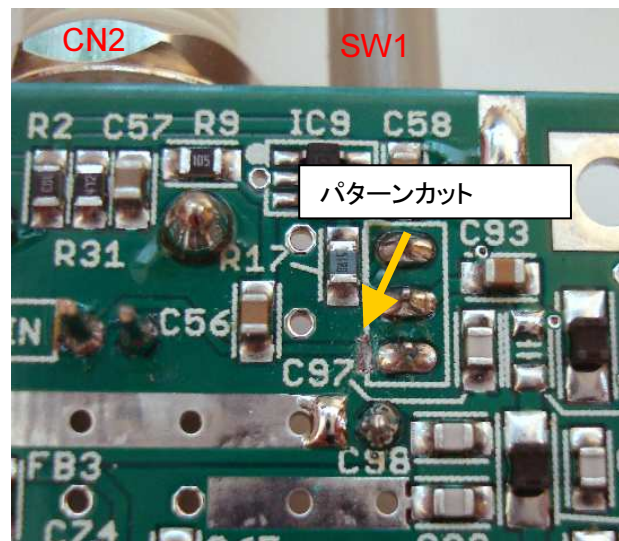
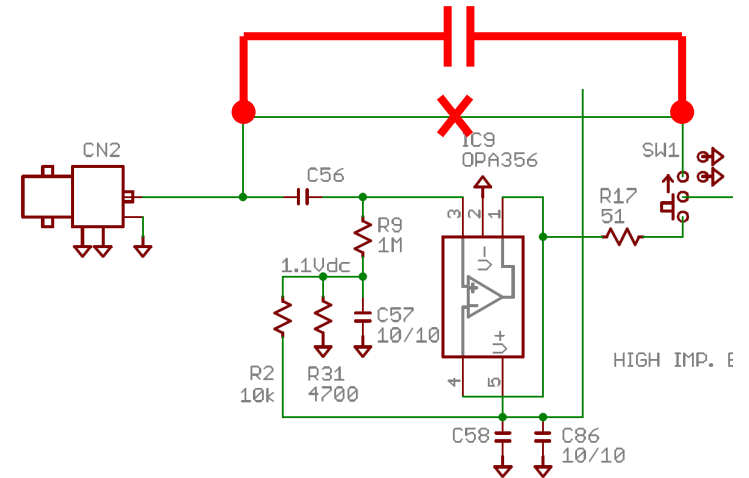
② 高電圧や直流を加えるとスペアナ入力バッファICが壊れる対策。

CN2(BNCコネクター)からSW1(入力インピーダンス切り替え)の間にコンデンサを追加します。コンデンサを追加することにより50オーム入力の際の低域周波数特性が悪くなりますが、低周波で50オーム入力が必要になることはまれで、必要なら50オームで終端してから1Mオームで受ければよいので実用上問題ありません。

CN2とSW1の間のパターンをカットし、その上にカプトンテープを貼りコンデンサを追加します。

0.1 $\mu$ Fだと低域カットオフは16kHzぐらいになります。

これを入れたから高電圧を加えても壊れないわけではなく、壊れにくくなるだけです。基本的に高電圧や直流は加えてはいけません。信号レベルがわからないときはATTを入れて測定してから必要に応じてATT量を小さくするようにします。



# TLS-1 組み立て



## 2-1. TLS-1 基板のおもて面の部品を付ける

- おもて面 (STM32F405マイコンの載っているほう) の部品を取り付けます。おもて面は TFT LCD を取り付ける側で表示や操作をする側になります。部品によって、おもて面につけたり、裏面につけたり、いろいろありますが、間違えないようにしてください。

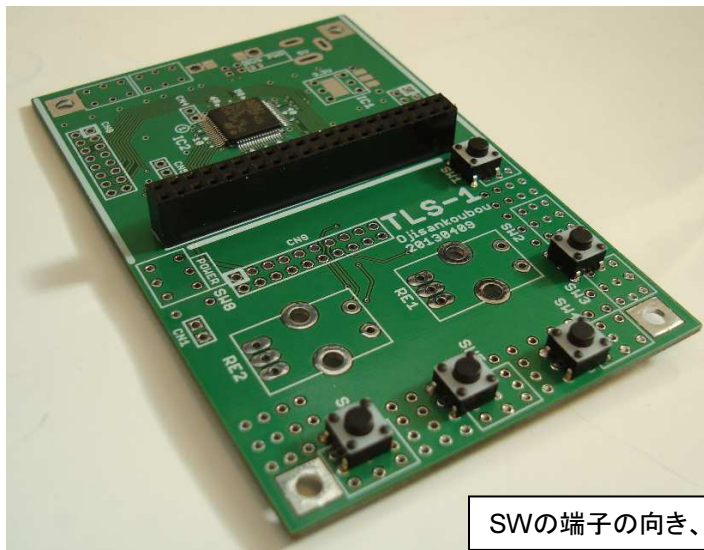
- CN7(40p メス)を半田付けします。

半田付けする際は、まず1本の端子だけを半田付けし、傾きや浮きがないことを確認してから他の端子を半田付けします。

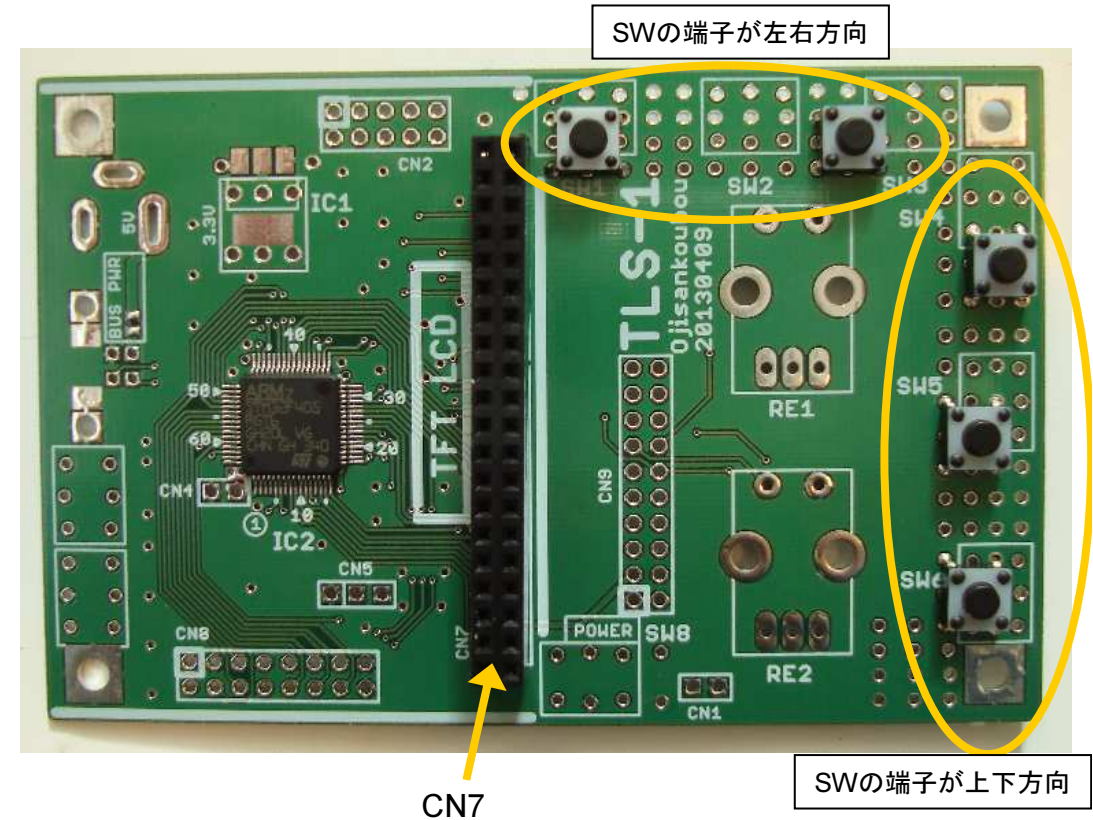
- タクトSW を写真の位置につけます。取り付け位置を間違えるとフロントパネルの穴と合わなくなりますので注意してください。

SW1、SW2 は足が左右方向、  
SW4、SW5、SW6 は足が上下方向になります。

キンク(部品の足が抜けないようにフォーミングされていること)で挿しにくいときはラジオペンチなどではさんで少しまっすぐにします。



SWの端子の向き、取り付け位置に注意



SWの端子が左右方向

CN7

SWの端子が上下方向

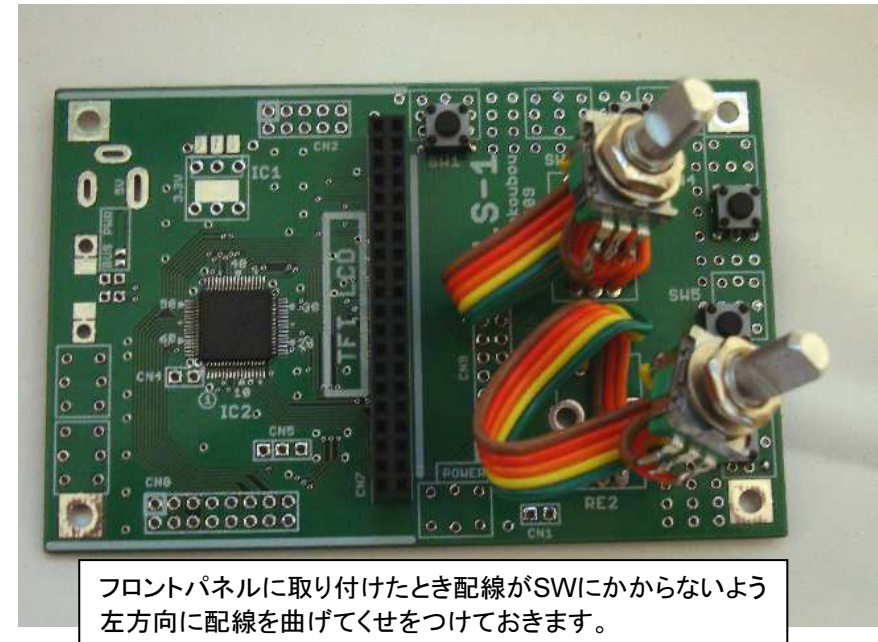
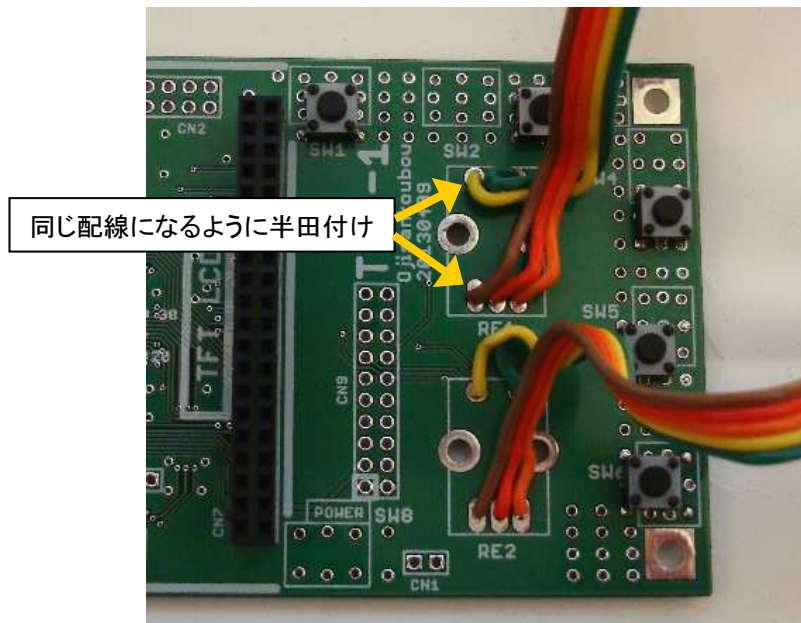
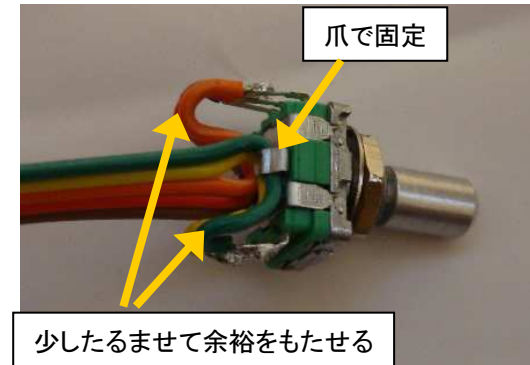
## 2-2. ロータリーエンコーダーを線材でつなぐ

リボンケーブル10cm、5芯を2本つくり下図のようにTLS-1基板と接続します。

ロータリーエンコーダーに線材を半田付けし、少したるませてロータリーエンコーダーの爪を曲げて固定します。

おもて面から線材をとおり、ロータリーエンコーダーのピンが同じ配線になるように半田付けします。

線材は必ず少したるませておきます。

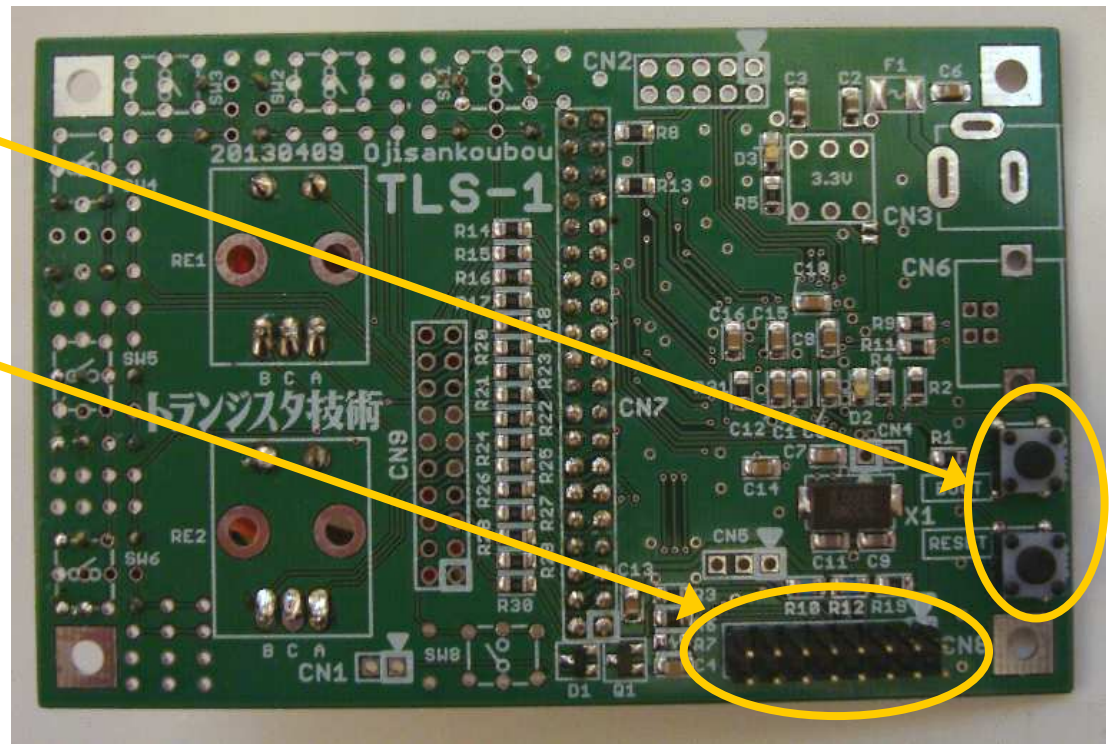


## 2-3. うら面の部品を付ける

■ うら面(細かい部品の載っているほう)にはAPB-3 との接続コネクタや、マイコン書き込み用 SW などを取り付けます。

□ SW9, SW10(タクトスイッチ)を半田付けします。

□ CN8(16p オス)を半田付けします。



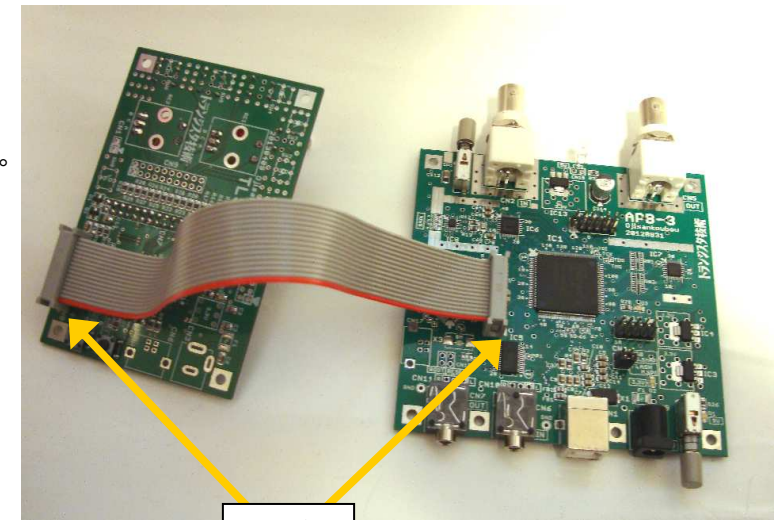


## 2-4. TLS-1 基板 と APB-3 基板をつなぐ

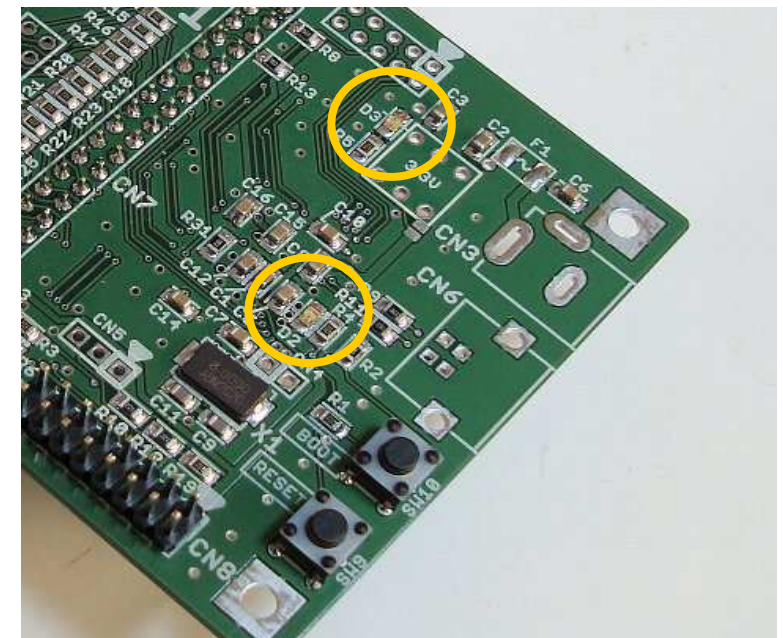
- TLS-1 基板と APB-3 基板を 16pin ケーブルでつなぎます。ケーブルの赤い線のある側が 1 番ピンです。

ケーブルを挿すときは 1 番ピンがっているか、ピンずれして挿していないか十分確認してください。ずれて挿した場合、最悪基板が壊れます。

- ① APB-3 基板の電源を入れます。
- ② APB-3 基板の各 LED が点灯 (D3 は点滅) することを確認します。
- ③ TLS-1 基板の D3 が点灯、D2 が消灯していることを確認します。  
D3 は 3.3V の表示です。  
D2 は STM32F405 のハートビート LED です。まだプログラムを書き込んでいないので消えたままです。



1 番ピン



## 2-5. TLS-1 基板 STM32F405 マイコンにプログラムを書く

■ STM32F405 のフラッシュメモリーにラジオアプリケーションプログラムを書きます。

① 「TLS-1 実行ファイル一式」フォルダーから APB-3.exe を実行します。

② 「ツール」メニューから「STM32のフラッシュ書き込み」を選ぶと右画面が開きます。

③ 「書き込むファイルを選択」ボタンをクリックするとファイル選択画面がでます。「実行ファイル一式」フォルダーの main.hex を選びます。

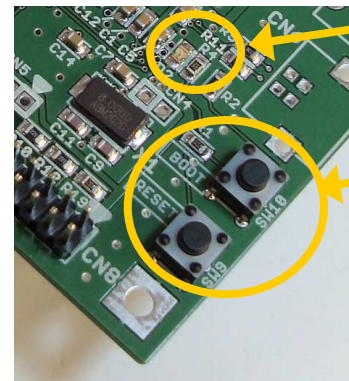
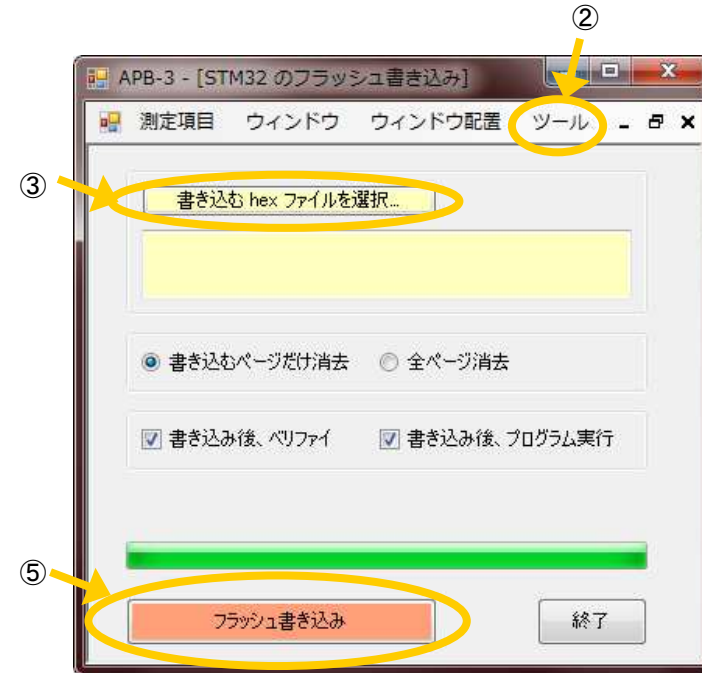
④ TLS-1 基板の SW9(RESET) と SW10(BOOT) の両方を押し、先に SW9(RESET) を離してから SW10(BOOT) を離します。これで STM32F405 がブートモードになります。

⑤ APB-3.exe の「フラッシュ書き込み」ボタンを押します。

「ブートモードではない」というエラーがでたときは ④ からやり直します。

⑥ 正常に書き込みプログラム実行したら TLS-1 基板の D2 が点滅していることを確認します。

⑦ 電源OFF します。



⑥ STM32 のフラッシュに正常に書き込みできると点滅する

④ RESET SW を先に離し、次に BOOT SW を離す。

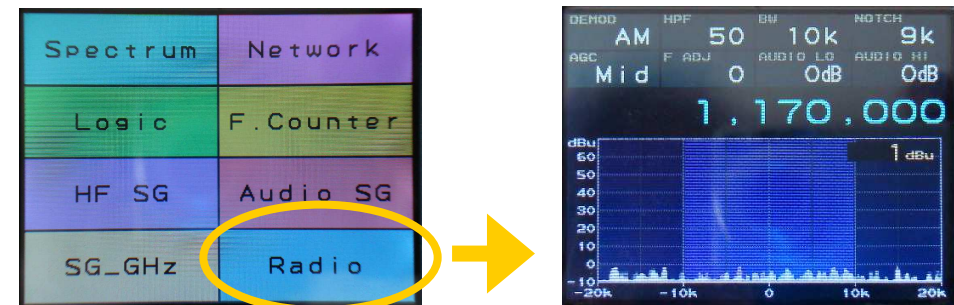
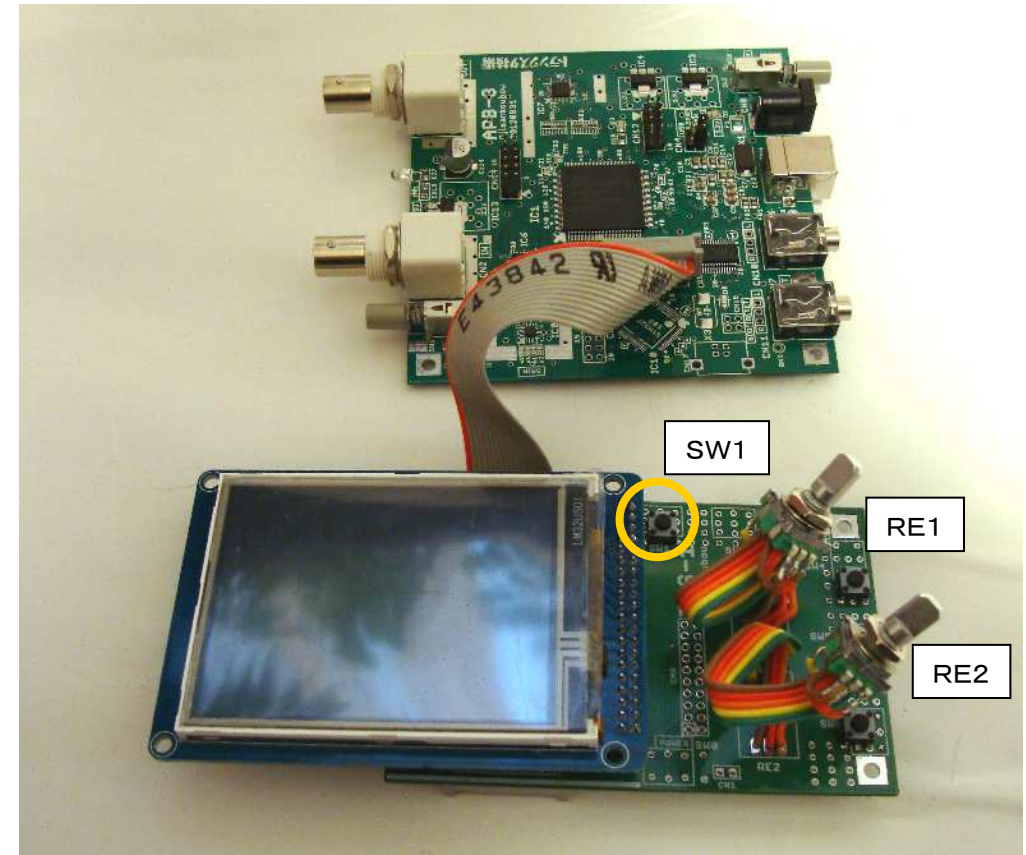
## 2-6. TLS-1 基板に LCD をつけて、動作確認する

- ① TLS-1 基板の CN7 に LCD をつけます。  
STM32F405 マイコンの上にかぶさるような形になります(右図)。  
ショートしないように適宜ダンボールなどを入れてください。
- ② 電源(APB-3 の SW2)を入れます。
- ③ LCD に最初、カラーバー(いろいろな色のバーが並んだ画面)がでて、次に測定項目選択画面がでます。
- ④ LCD 画面にタッチするとタッチした場所に応じた測定画面になります。
- ⑤ 左上の SW1 を長押しすると元の測定項目選択画面に戻ります。
- ⑥ 右下の Radio をタッチしてみてください。ラジオ画面になります。

APB-3 の CN2 (信号入力 BNC) にビニール線など適当なアンテナをつなぎ、CN7(オーディオ出力)にアンプ付スピーカーまたはヘッドフォンをつなぐとラジオ放送が受信できます。

TLS-1 基板の RE-1(ロータリーエンコーダー)をまわすと受信周波数、RE2 をまわすと音量を変更できます。

右に回すと周波数、音量が大きく、左に回すと小さくなります。逆の動作をするときはロータリーエンコーダーと TLS-1 基板間の配線を確認してください。

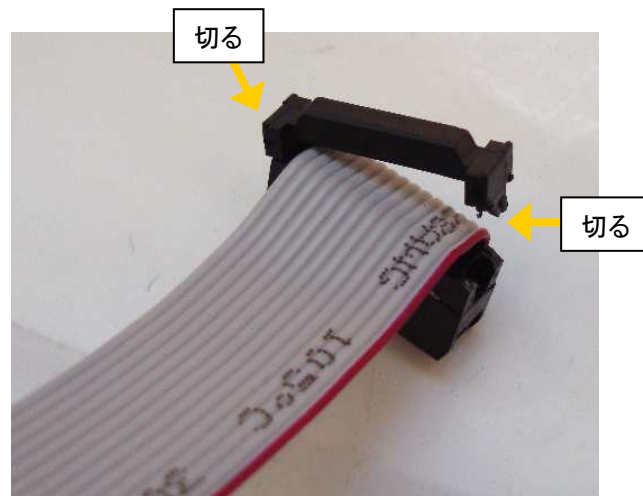
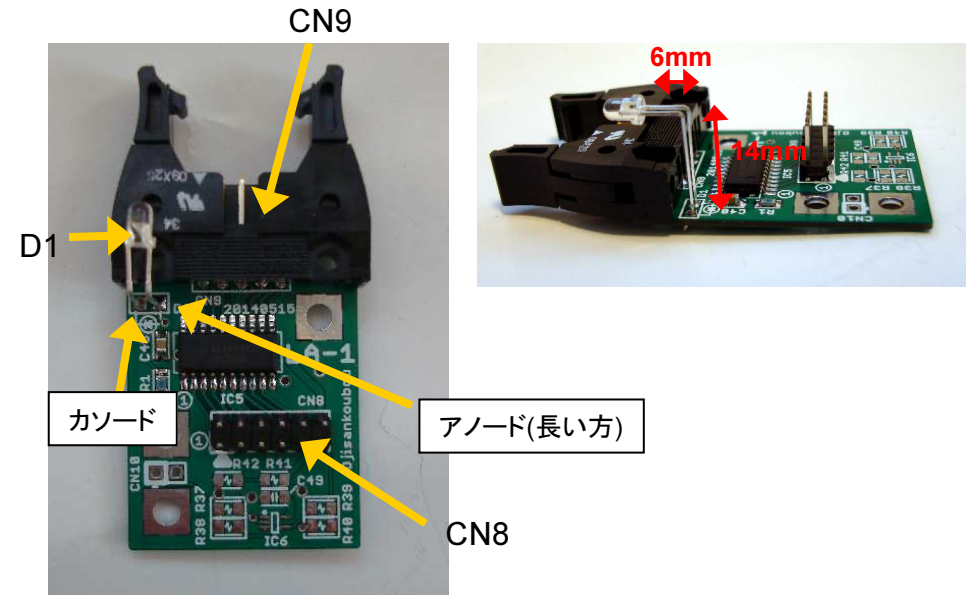




# LA-1 組み立て

### 3-1. LA-1 基板の部品を付ける

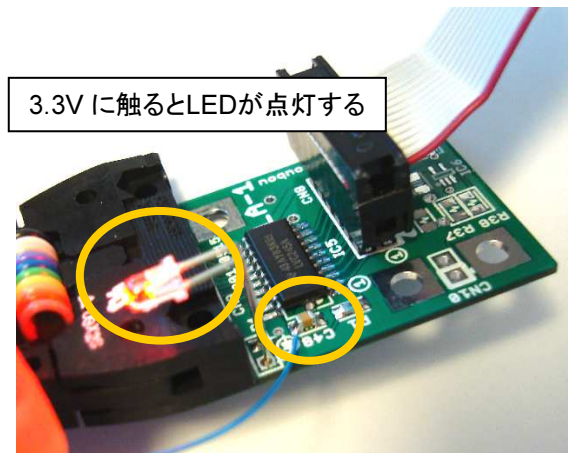
- ① ピンヘッダーを12ピンで折っておきます。
- ② CN8(12ピンヘッダー)、CN9(90° 曲げヘッダー)、D1(赤LED)を半田付けします。  
赤LED は右図のようにフォーミングします。
- ③ APB-3との接続に使う14ピンケーブルは12ピンしか使わないので、使わない13、14ピン(赤マーキングから遠いほう)を爪楊枝で埋めます。
- ④ 接続ケーブル両端についているコネクタのケーブルの折り返し止めがあるとケースに組み込むときにあたってしまうので、下図のようにニッパーで両方とも取ります(ニッパーの刃をあてると簡単に折れます)。



## 3-2. LA-1 基板動作試験

- ① 右図のようにLA-1 基板と APB-3 基板を14ピンケーブル (13, 14ピンは埋めてある) でつなぎます。
- ② LA-1 基板に10ピンケーブルをつなぎ、もう一方には1ピンに適当な線材をつけたピンヘッダをつけます(次ページのロジック入力ケーブルを使っても良いです)。
- ③ APB-3 の電源をいれます。
- ④ 線材を LA-1 基板の C48(3.3V) に接触させると LED が点灯することを確認します。

1ピンは D0 入力で、LED は D0 がH のときに点灯するようになっています。ロジックアナライザを起動しなくても、信号ロジックの確認が簡単にできます。



### 3-3. ロジック入力ケーブル作成(オプション)

■ ロジック入力用に、いわゆる IC クリップをつけたケーブルをつくっておくと便利です。

① 10ピンハーネスの片側のコネクタを切断し、線材を適当な長さまで裂いてばらばらにします。

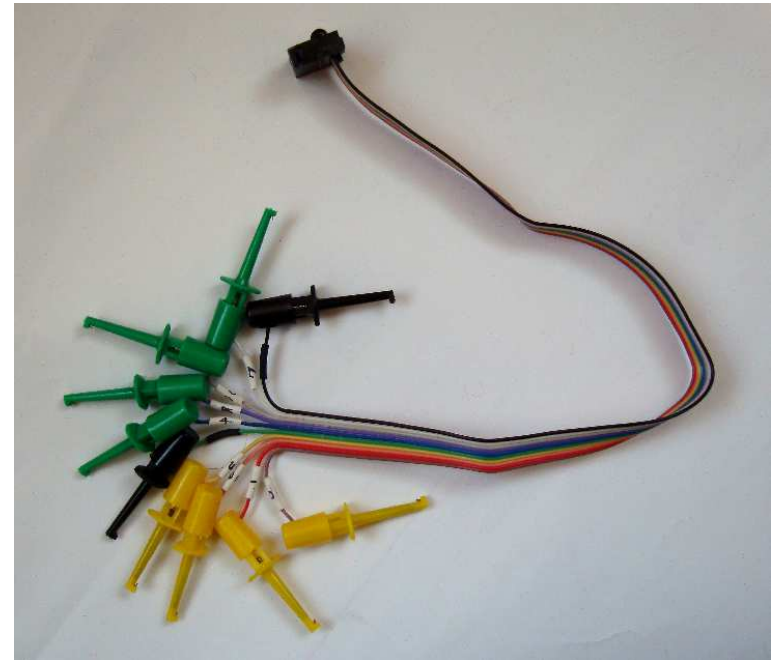
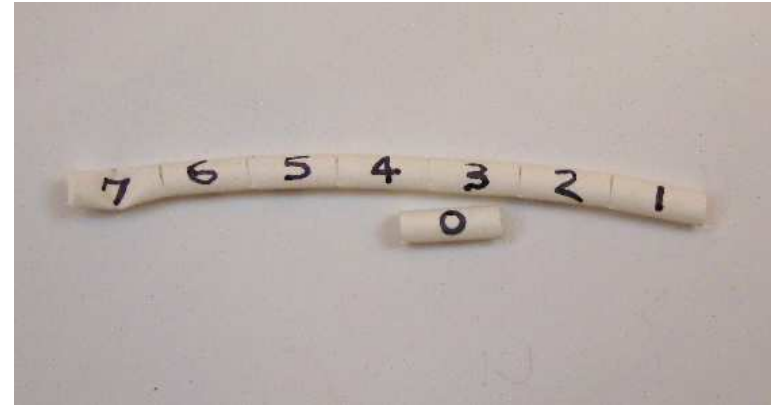
② 白の熱収縮チューブをお持ちでしたら右図のように信号番号をマジックでかいたものをそれぞれの線材に通しておくといいです。

白の熱収縮チューブがないときは ICクリップに信号番号を書いておくと便利です。

③ 1番ピン(茶)が D0、2番が D1、、、5番(緑)がグランド、6番(青)がD4、、、10番(黒)がグランドとなります。

右図ではD0~3を黄色、D4~7を緑色、グランドを黒のICクリップにしてみました。手持ちの白と青が切れていたのをこのようにしましたが、もっといろいろな色にしたほうが使いやすくなります。

緑色と黒色がグランド線になったのは偶然ですが、グランドは黒色にするのが日本の常識です。  
オーストラリアでは緑色の線をグランド以外に使ってはいけならしいです。



# SAE-1 組み立て

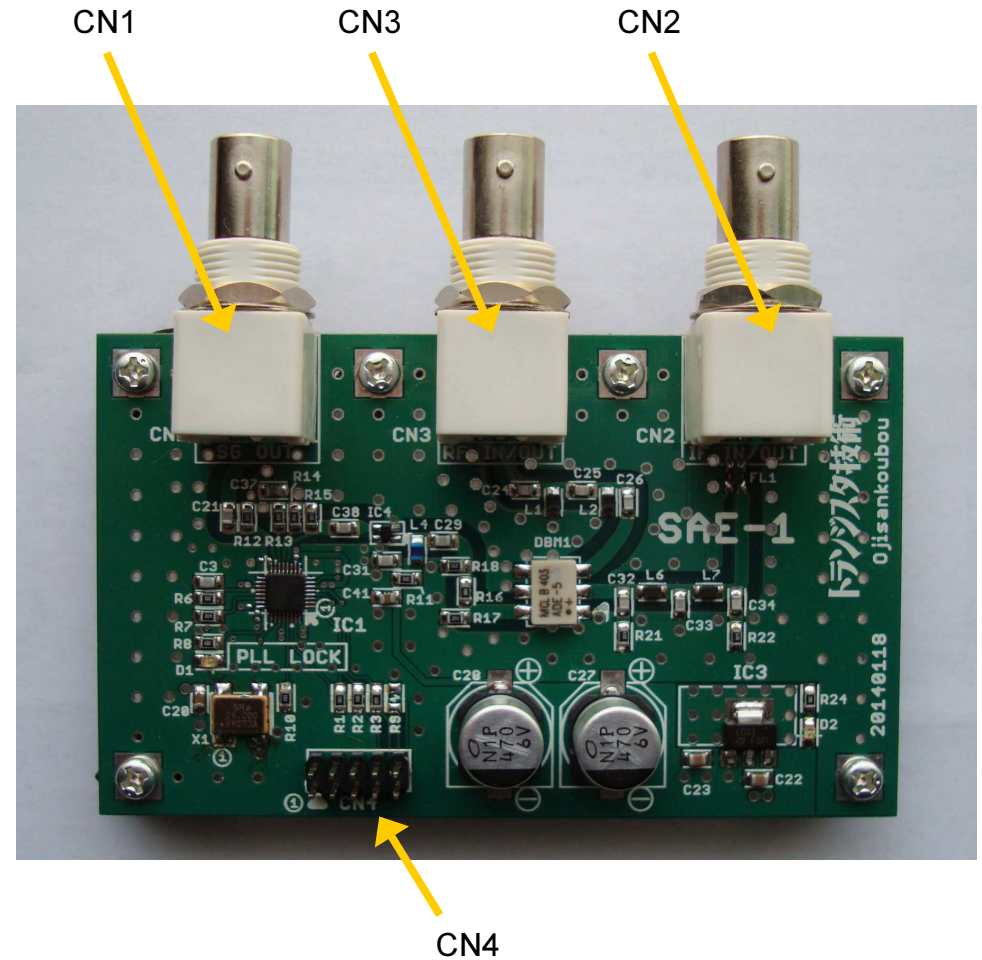


## 4-1. SAE-1基板に部品を半田付け

- ① 右写真のように、CN1、CN2、CN3、CN4 (10ピン分折ったヘッダー) を半田付けします。

CN1、CN2、CN3 は 90° 曲げSMAコネクタ(付属していません)も使うことができます。SMAを使うときは、基板裏面のスリットを半田でショートします。

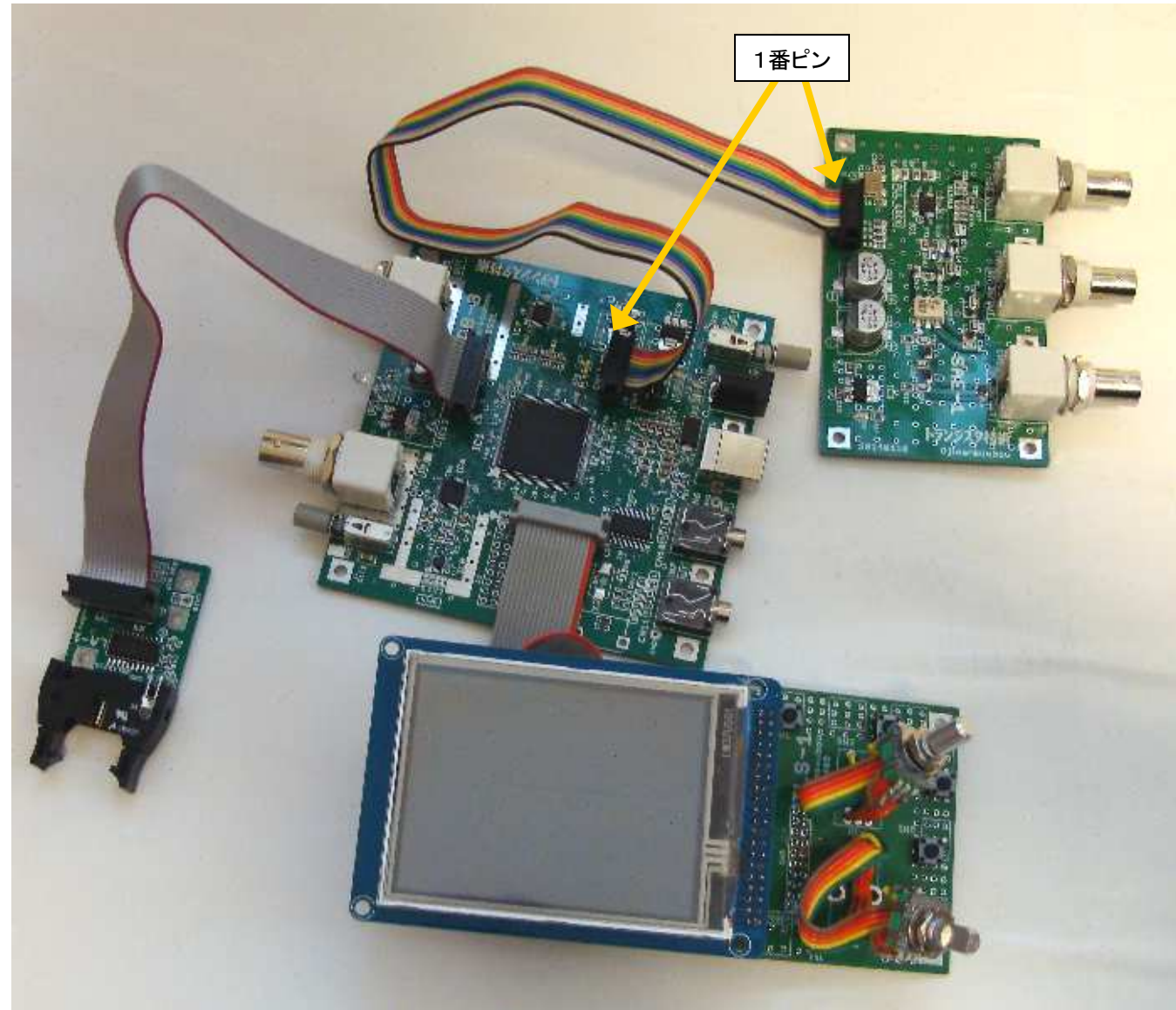
- ② 接続用10ピンケーブルの両端についているコネクタのケーブルの折り返し止めがあるとケースに組み込むときにあたってしまうので、下図のようにニッパーで切り取ります。





## 4-2. APB-3 と接続

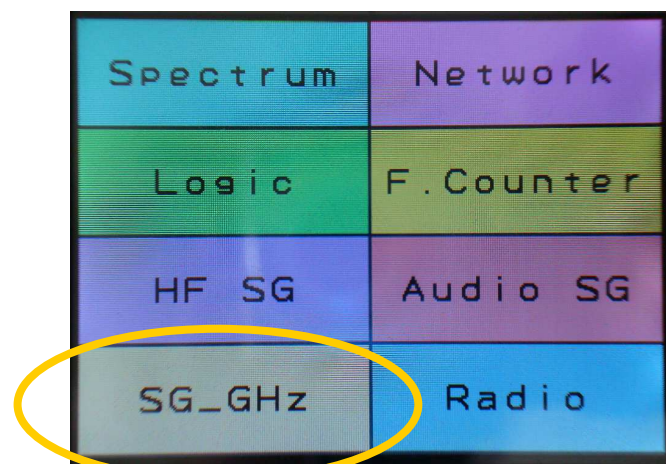
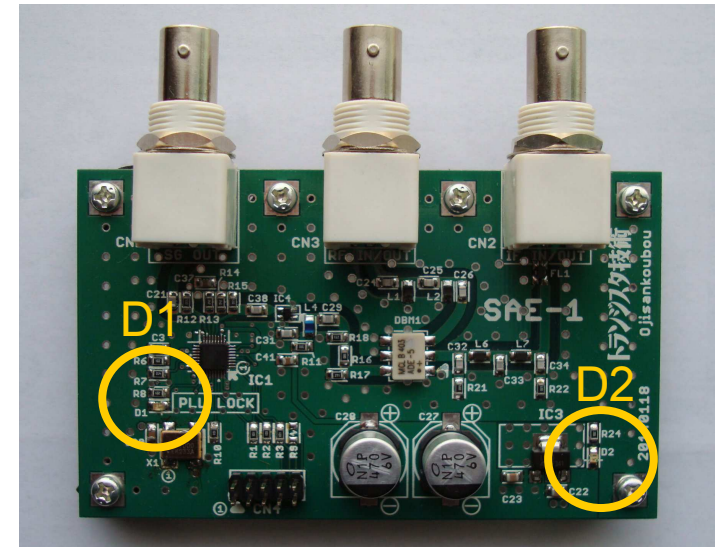
APB-3 CN12と SAE-1 基板 CN4 を10ピンケーブルで接続します。ケーブルの茶色側が1番ピンです。



## 4-3. 確認

以下の手順で確認していきますが、何か異常があった場合はすぐに電源スイッチを切り、ACアダプターを抜いてください。  
基板をたくさん裸で接続していますので、ショートしないように十分注意してください。

- ① APB-3に ACアダプタ(5V)をつなぎ電源スイッチを入れます。
- ② SAE-1基板のD2(LED)が点灯することを確認します。
- ③ LCD パネルの測定項目から、SG\_GHz (SAE-1を信号発生器として使う)を選択します。
- ④ SAE-1基板の D1 LED (PLL LOCK)が点灯することを確認します。

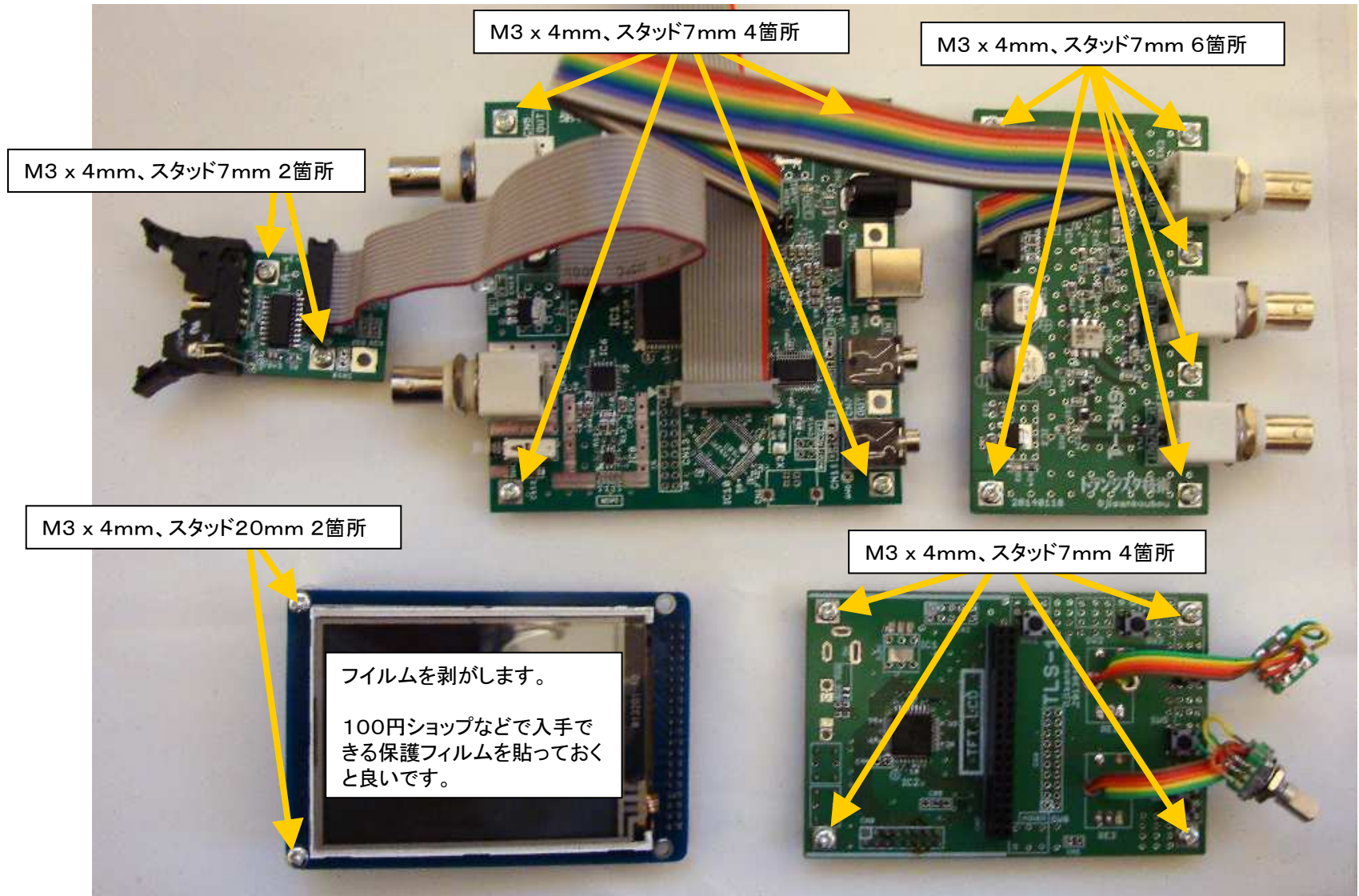


ケースに入れる



## 5-1. 各基板に固定用のねじ、スタッドをつける

各基板に固定用のねじとスタッドをつけます。ねじはすべて M3 x 4mm です。スタッドは LCD が20mm、他はすべて 7mm です。TLS-1基板はハーネスをはずしておきます。



## 5-2. TLS-1 基板を取付金具に固定する

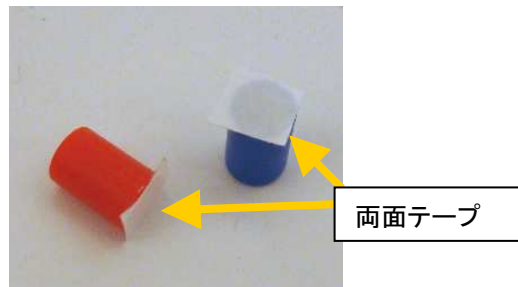
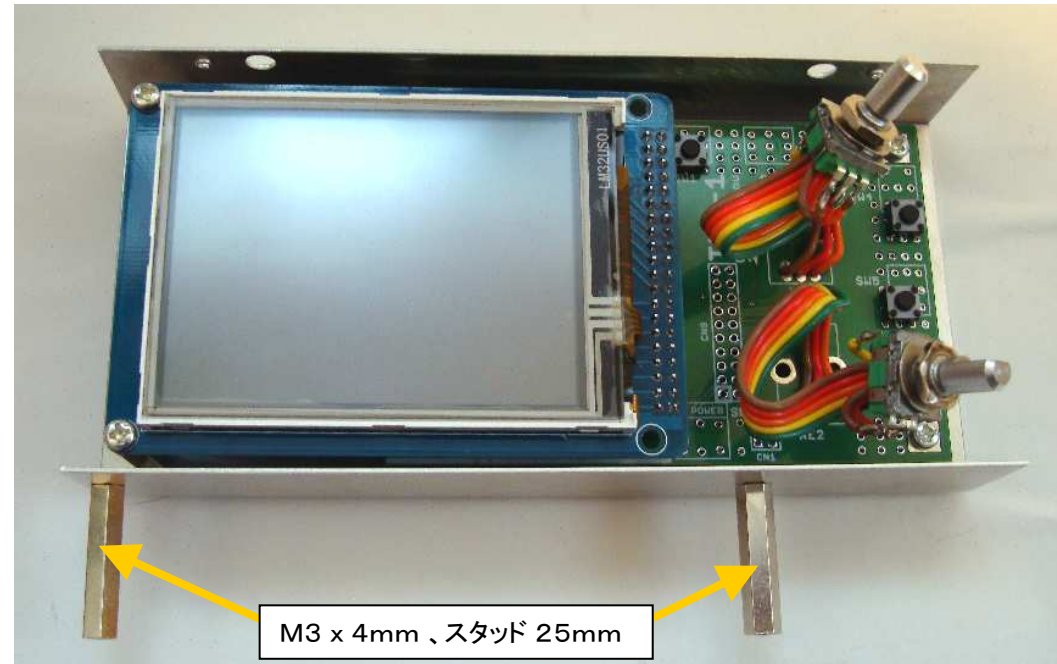
TLS-1取付金具にスタッド25mmを M3 x 4mm で取り付けておきます。

次に TLS-1 基板を金具の中に入れ、後ろから M3 x 4mm 6本で固定します。

TLS-1 の RESET SW と BOOT SW が押せるようにつまみをつけます。

つまみは赤を RESET に、青を BOOT にします。  
つまみに両面テープを貼り、後ろからそれぞれの SW に貼り付けます。

両面テープは若干厚みのあるものの方がよく、ない場合は2まい重ねにするとよいです。



### 5-3. フロントパネルにTLS-1をつける

つまみにレゴブロックを両面テープで貼りつけます。

レゴブロックのつまみのついていない側に両面テープを貼っておきます。

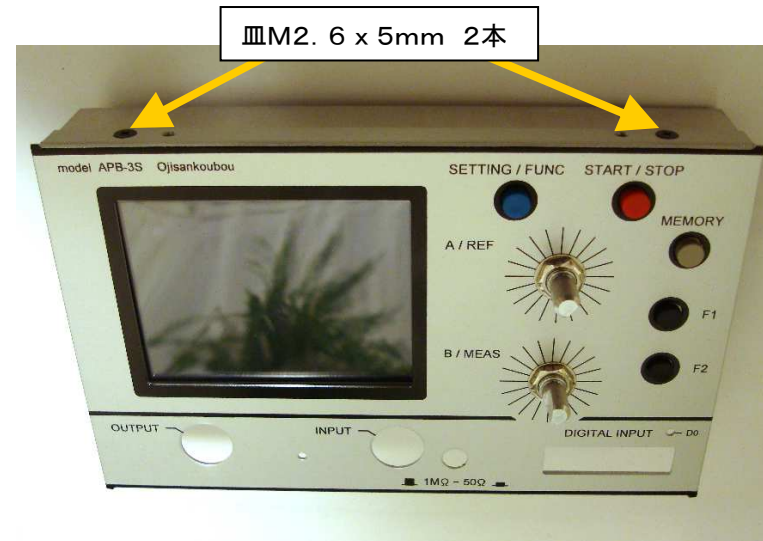
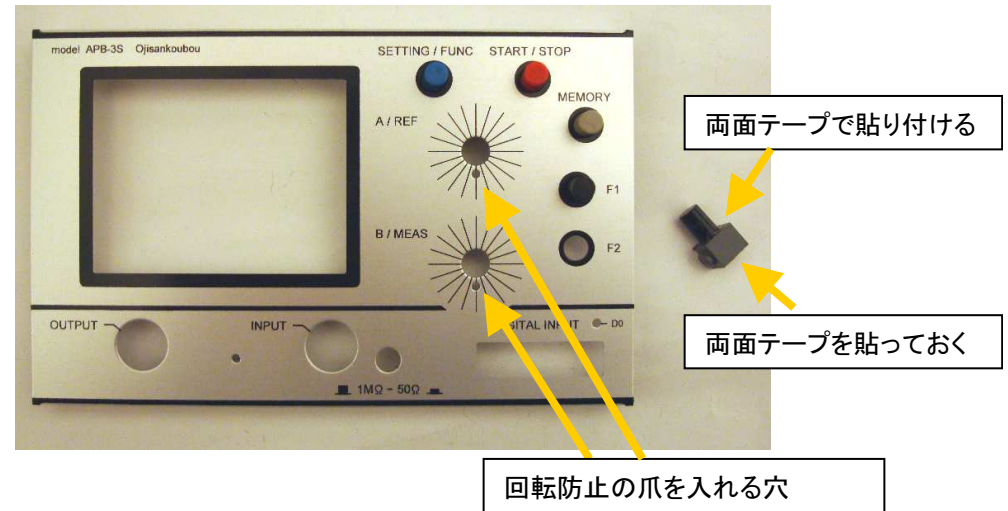
つまみをフロントパネルの裏側から挿しこみます。両面テープのはみ出したぶんできつくフロントパネルとくっついた状態になります。

ロータリーエンコーダーをフロントパネルに取り付けます。回転防止の爪をフロントパネルの穴にあわせます。

TLS-1金具を皿M2.6 x 5mm 2本で上部からねじ止めます。

フロントパネルとTLS-1金具が水平になるようにして、それぞれつまみを垂直に押しSWに貼りつけます。

つまみを押したとき、SWをちゃんと押せているか、クリック感があるか確認します。





## 5-4. 底板に基板を取り付ける

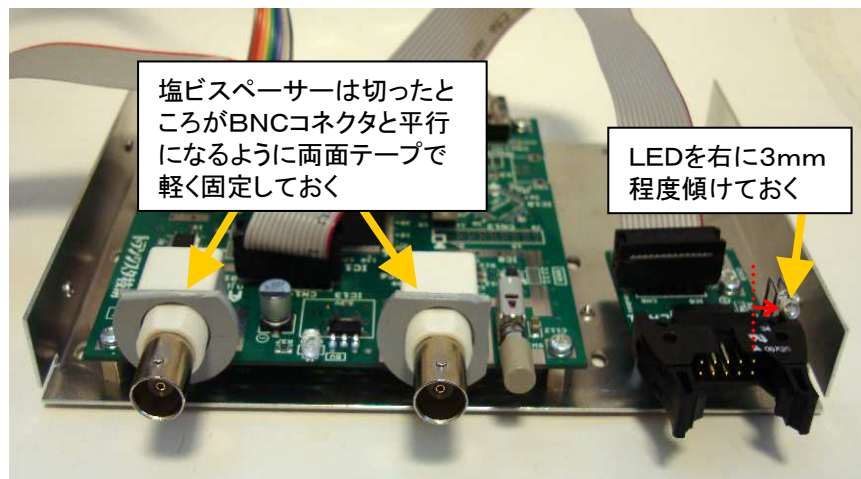
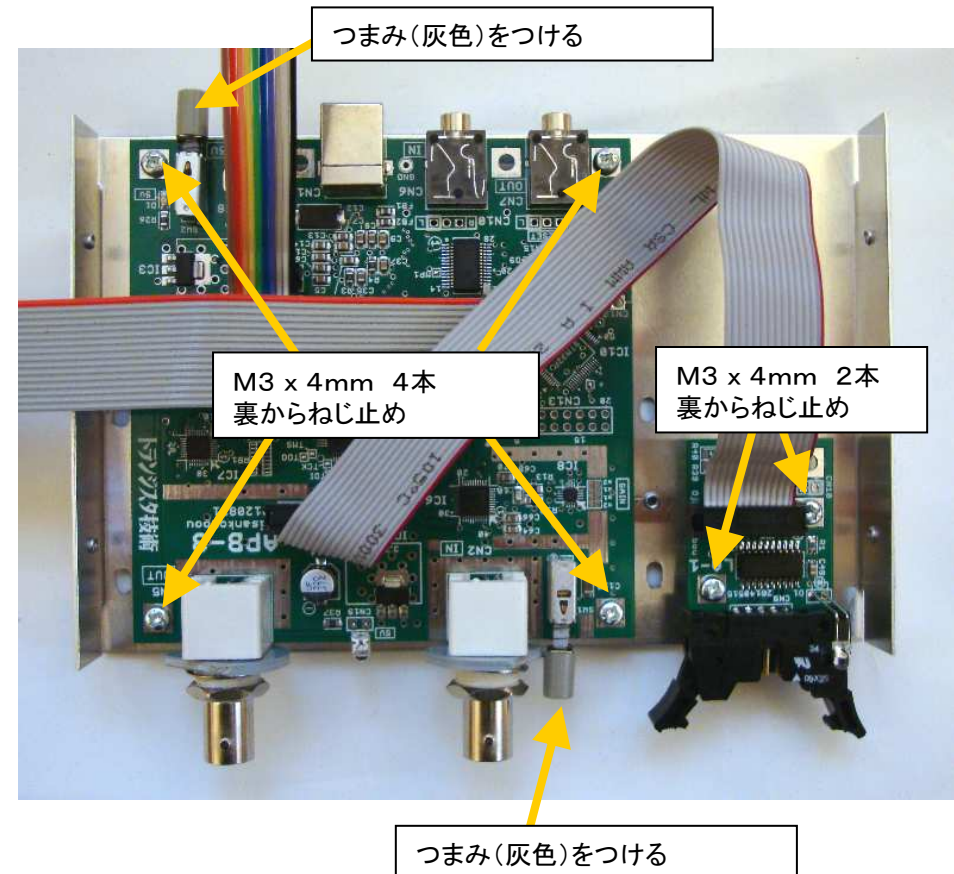
APB-3基板につまみ(灰色)2個をつけます。

底板に、APB-3基板、LA-1基板を M3 x 4mm でねじ止めします。完全に固定するのではなく、少しゆるめて基板が動くようにしておきます。

取り付けたとき、上面がBNCコネクタとほぼ同じ高さになり、入カインピーダンス切り替えSWにあたらぬように、塩ビスペーサーを下図のようにニッパーなどで切ります。

BNCコネクタに両面テープで動かないよう軽く止めておきます。

LA-1のLEDは右に3mm程度傾けておきます。

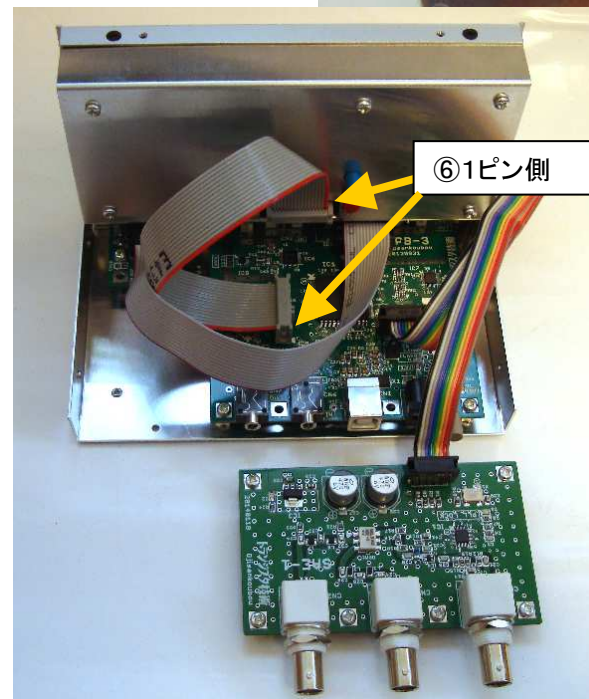
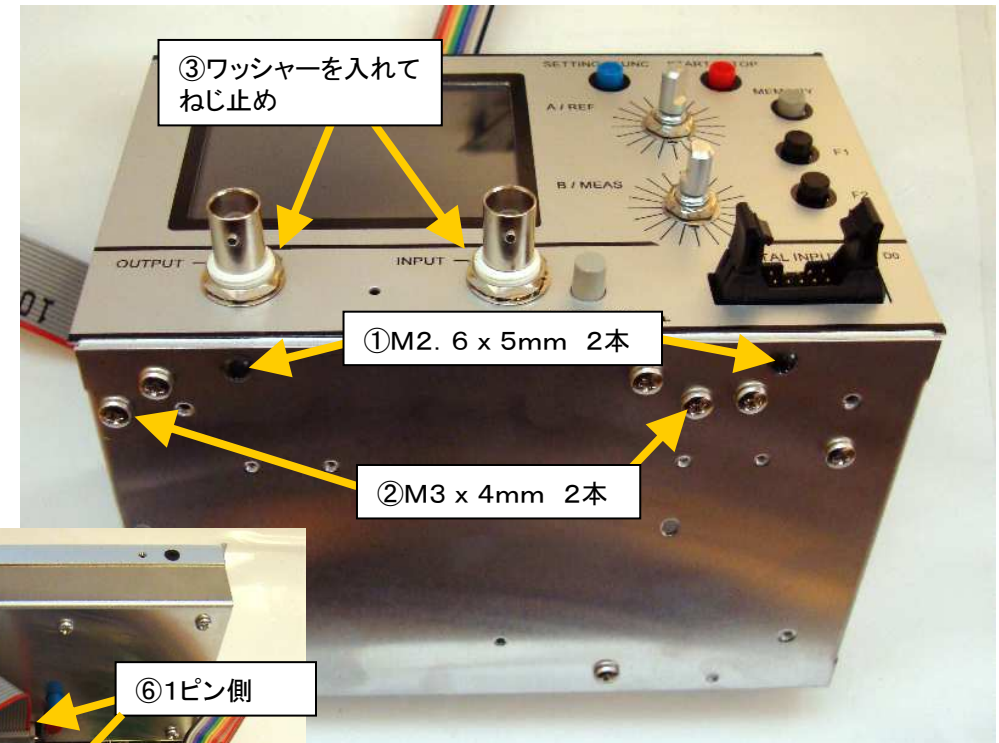


つまみ(灰色)をつける

## 5-5. 底板とフロントパネルを組みつける

- ① 底板にフロントパネルをつけて、M2. 6 x 5mm のねじで固定します。
- ② TLS-1 取付金具のスタッドを金具を前方に押しながら M3 x 4mm 2本でねじ止め固定します。
- ③ BNCコネクタをねじ止めします。あまり強くねじ止めするとフロントパネルがゆがむことがありますのでほどほどにします。
- ④ 入力切替SWに引っ掛かりがないか、LED は穴位置とあっているかなどを確認します。LEDの位置はピンセットなどで調整できます。
- ⑤ APB-3基板、LA-1基板のねじを締め固定します。
- ⑥ TLS-1基板のハーネスを挿します。

ここまでできたところで一度電源をいれて APB-3の LED が点灯しているか、LCD表示が正常か、タッチパネルや、ロータリーエンコーダー、SWは動作するか試してみてください。



## 5-6. SAE-1 基板取り付け金具をつける

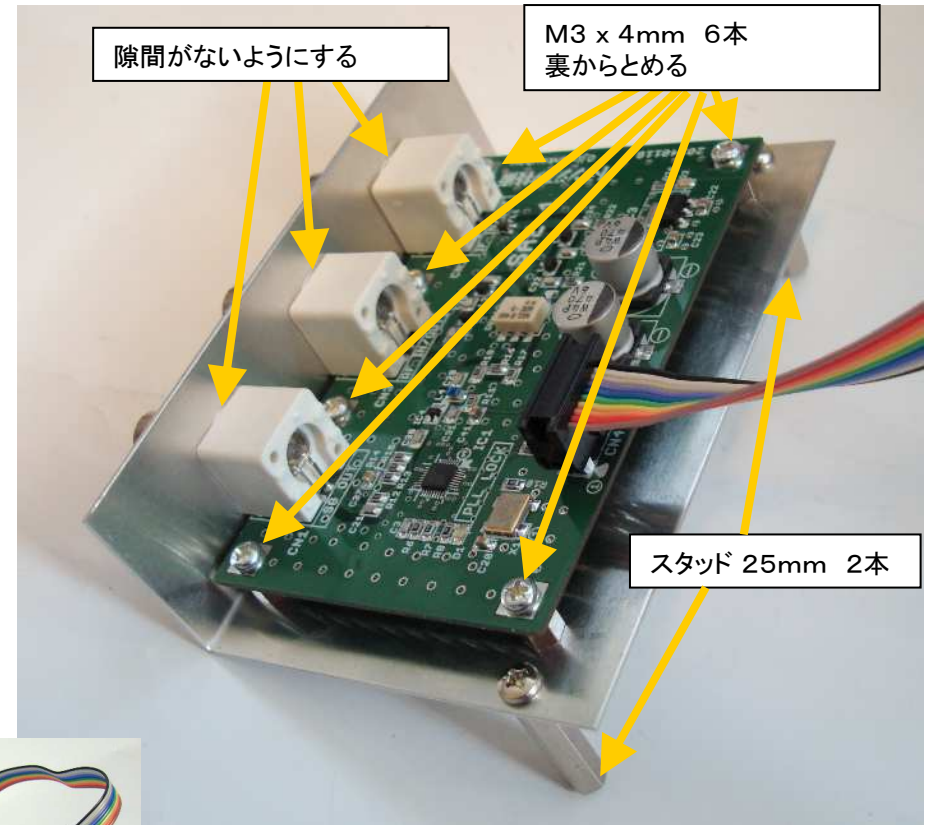
SAE-1 基板を取付金具にねじ止めします。

まず金具裏面からM3 x 4mm 6本で軽くねじ止めします。

金具とBNCコネクタ間に隙間がないように基板を金具に押し付けながらねじを固定します。

金具にスタッド 25mm 2本を M3 x 4mm ねじで固定します。

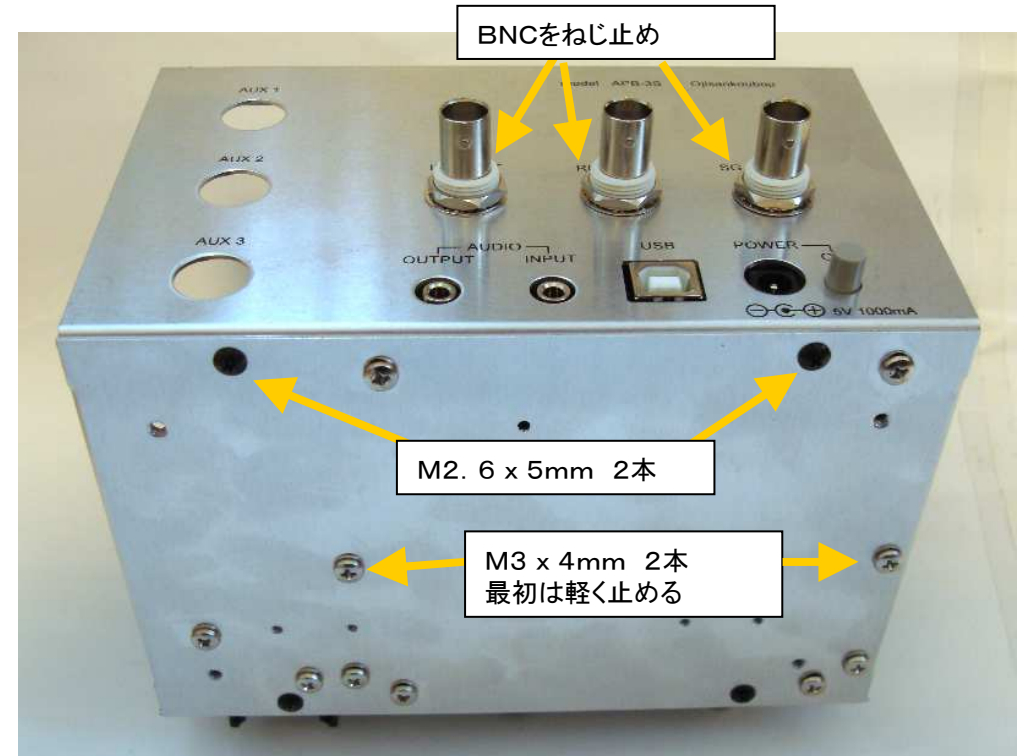
下図のようにハーネスを処理しながら SAE-1 基板+金具を底板の上におきます。





## 5-7. リアパネルをつける

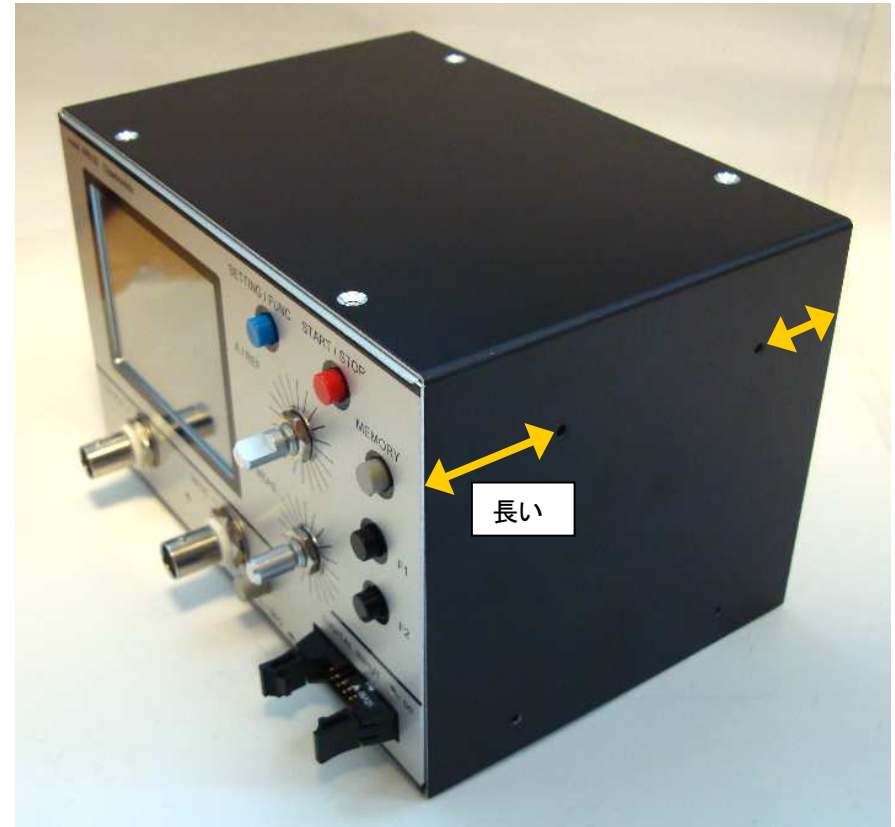
- ① リアパネルをM2. 6 x 5mm 2本でねじ止めます。
- ② SAE-1 のスタッドを M3 x 4mm 2本で基板が動く程度に軽くねじ止めます。
- ③ SAE-1 の BNCコネクタをねじ止めます。
- ④ ②で止めたねじを締めます。



## 5-8. 上ケースをつける

上ケースには右図のように前後がありますので気をつけてください。

サイドウッド内側上部に両面テープを貼っておきます。



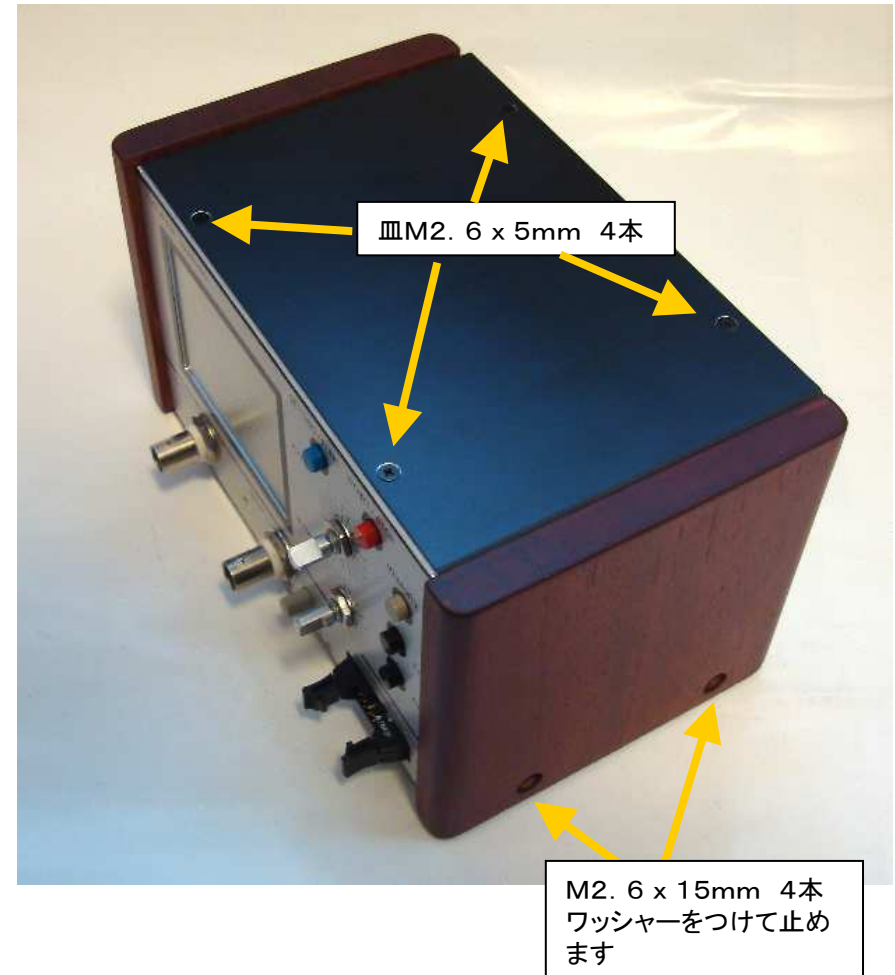
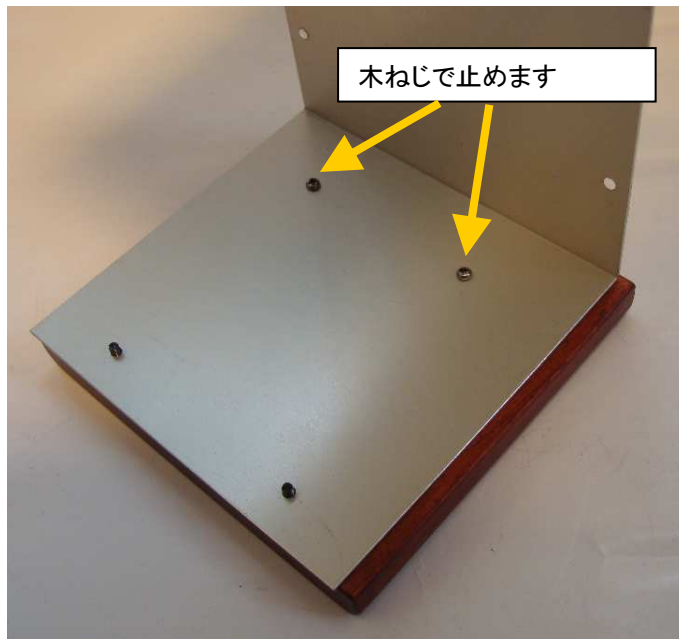
上ケースとサイドウッドを仮組みします。

まず、上ケースの上部から、皿M2. 6x5mm 4本で止めます。

次に、サイドウッドを M2. 6x15mm 4本にワッシャーをいれて止め、上ケースとサイドウッドを両面テープで仮止めします。

上ケースをはずして、内側から木ねじ 2. 1x8mm 4本でサイドウッドを固定します。

再度上ケースをつけます。





## 5-10. 足をつける

足のうち1個は右写真のようにニッパーで切り込みを入れておきます。

切り込みを入れた足は前方、向かって左に使います。

リアパネルに拡張用の穴が開いていますので埃よけの蓋をつけると良いです。  
私はクリアファイルを20mm角に切って、切り込みを入れたものを作りました。



切り込みをいれる



クリアファイルを切って  
作った埃よけ



切り込みを入れた足

## 5-11. つまみをつける

ロータリーエンコーダーにつまみをつけます。

止めねじがロータリーエンコーダーの軸の平らになっているところにあたるようにします。

つまみの止めねじは1/16インチ6角レンチ用です。

1. 5mmの6角レンチでも廻せるようですが、サイズが違うものなのであまり力をいれるとねじ、または6角レンチを壊してしまうことがあります。



これで完成です。  
使い方は操作マニュアルをごらんください。