

SDR-3

SSB トランシーバー実験キット 操作マニュアル

2018/June/28 version 1.00

Ojisankoubou

(c)2018 Ojisankoubou, All Rights Reserved

■ 重要説明事項（必ずご一読ください）

- 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。

■ 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/>

また本文中で使用しているソフトウェアは本マニュアル執筆時点のもので、販売時点では変更されている場合があります。

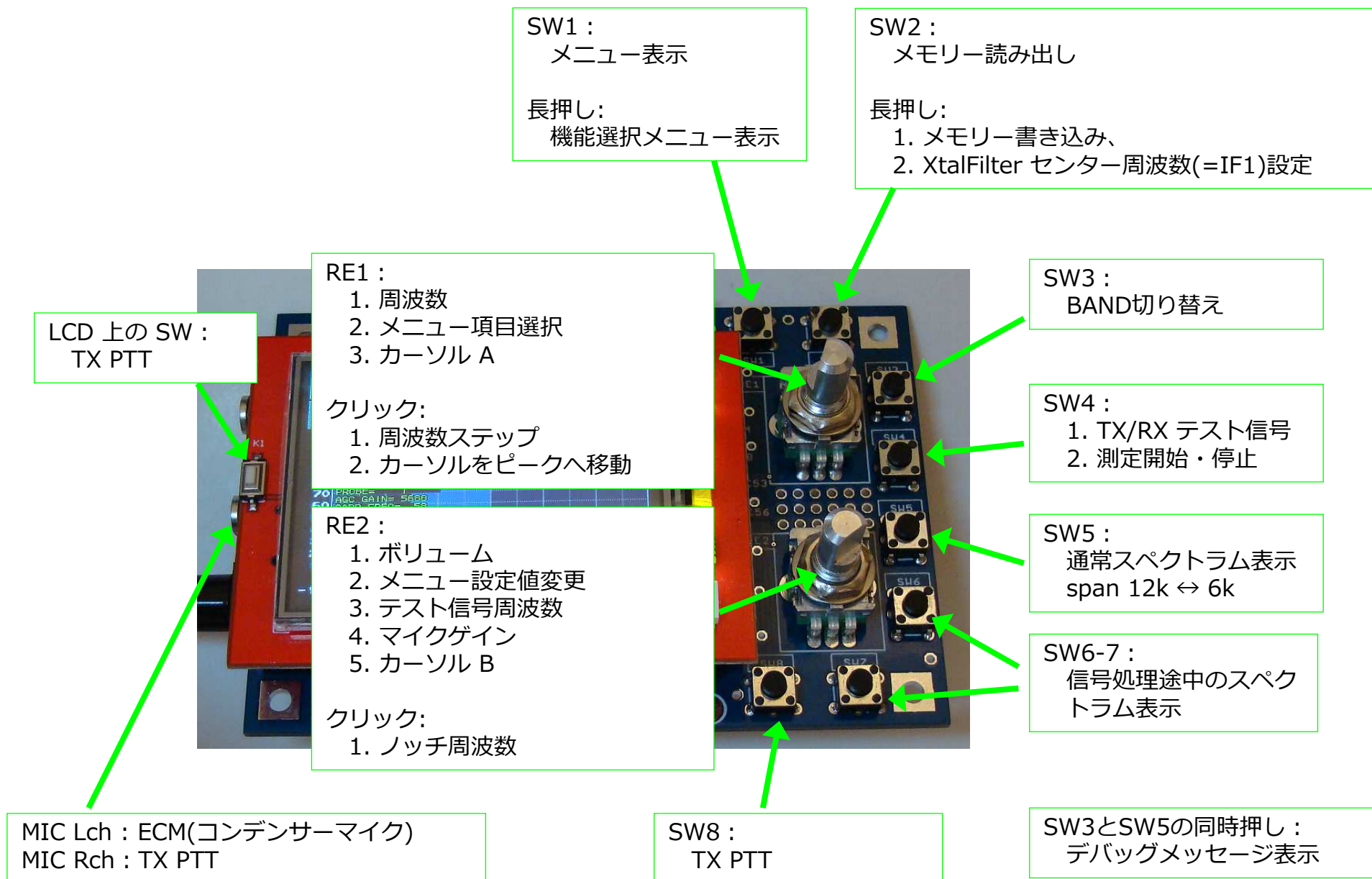
■ 別途必要なもの

- DC電源 (φ2.1センタープラス 5V)
電源のノイズが大きいと性能が劣化します。
トランス式 CVCC 電源をおすすめします。

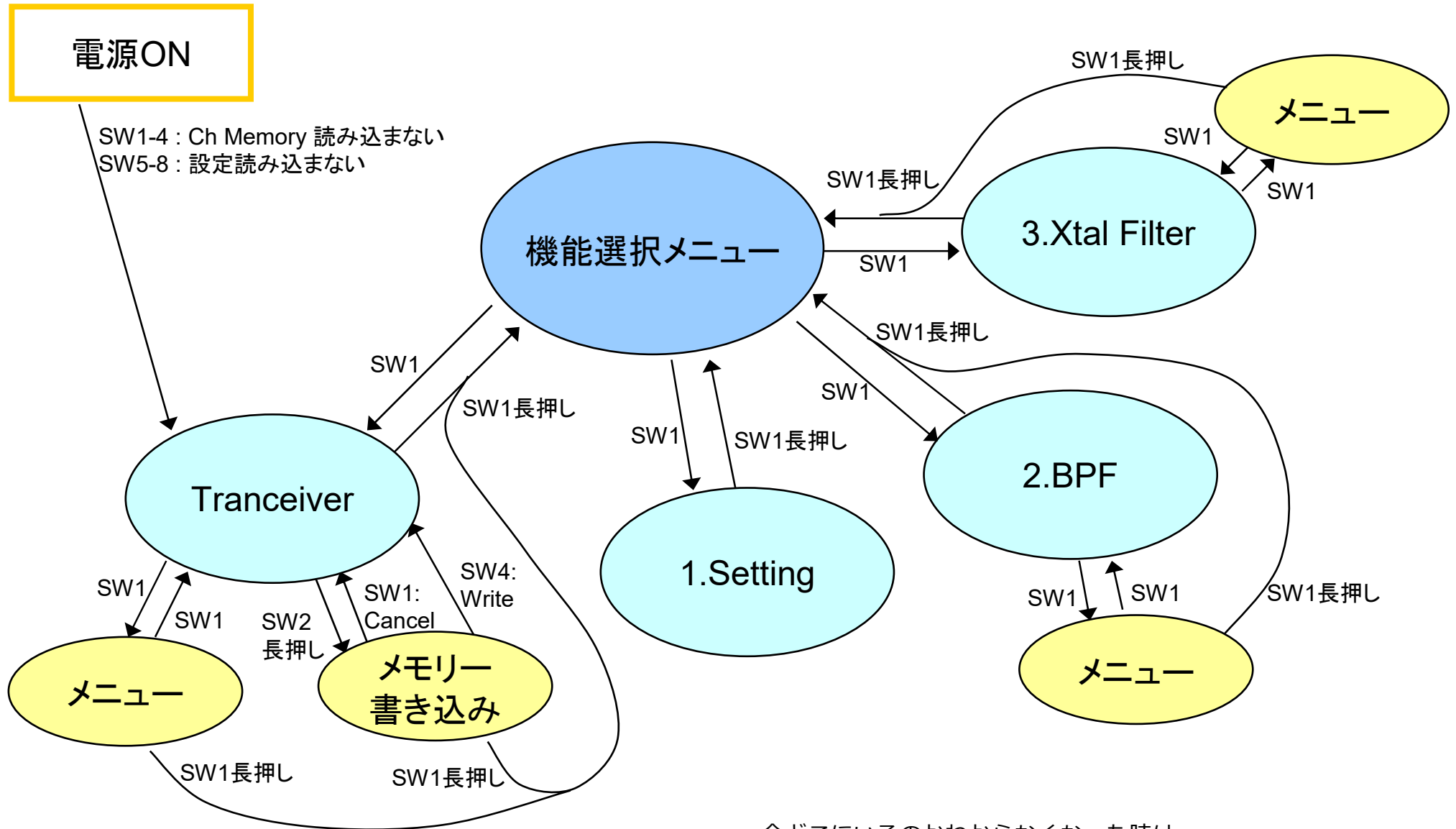
トランスで落とした後、シリーズレギュレーターで定電圧にしたものでもOKです。

スイッチングレギュレーターを使う場合は十分にノイズを落としてください。

- アンプ付きスピーカー、またはヘッドフォン
- マイク + SW(PTT)
- つまみ(D軸) 2個
- スペーサー、ねじ など



1 - 1 . 操作概略 2



今どこにいるのかわからなくなった時は、SW1 を押ししたり、長押ししたりしてみてください。

2-1. 機能選択メニュー

どの画面にいても、SW1 を長押しすると「機能選択メニュー画面」になります。

RE1 で機能選択（ハイライト）し、SW1 を押して選択した画面に移ります。

SSB Tranceiver

このキットのメイン機能である、SSB トランシーバーです。
電源を入れるとこの画面から始まります。
詳細は第3章へ

1.Setting

全般的な設定を行ないます。
詳細は第4章へ

2.BPF

BPF の周波数特性を測定する画面です。
詳細は第5章へ

3.Xtal Filter

Xtal Filter の周波数特性を測定する画面です。
Xtal Filter のセンター周波数を IF2 周波数に設定する機能もあります。
詳細は第6章へ

機能選択メニュー画面



3-1. トランシーバー 操作 1

電源をいれると「Tranceiver」画面からはじまります。
または、「機能選択メニュー画面」から「Tranceiver」を選択します。

1. 基本的な操作

RE1 で送受信周波数変更
RE1 を押すと周波数ステップ変更

RE2 でボリューム変更

SW1 で設定画面
SW2 でメモリー読み出しモード
読み出しモード中に SW2 長押しでメモリー消去
SW2 長押しでメモリー書き込み
SW3 バンド切り替え

SW4 テスト信号
SW5 スペクトラム表示スパン切り替え
SW6、SW7 信号処理途中スペクトラム表示
SW8 送信

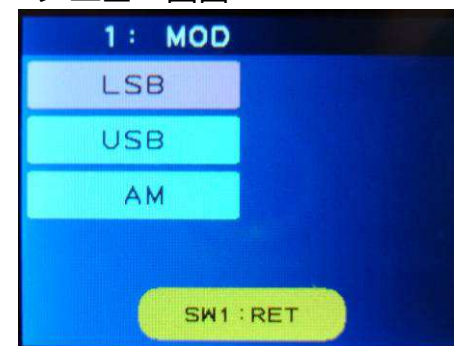
3-2. トランシーバー 設定 1

SW1 を押すと 設定メニューになります。
ここでトランシーバーのいろいろな設定を変更できます。
変更した設定はメモリーに保存することができます（メモリー操作参照）。

RE1 を廻すと項目選択、RE2 を廻すと設定値変更ができます。
設定値を変更したとき、その設定は即座に反映されますので、LPF などでは耳で聞いて変化を確かめることができます。

SW1 を再度押すと元の画面に戻ります。

メニュー画面



1. MOD

変復調モードを設定します。

2. RX GAIN

AUDIO CODEC(IC1) の入力感度を設定します。
感度を上げすぎると強電界で歪むようになります。
逆に感度を下げると強電界に強くなります。

3. TX GAIN

AUDIO CODEC(IC1) の送信出力ゲインを上げます。

4. AGC

AGC の時定数を設定します。

3-2. トランシーバー 設定 2

5. DENOISER

受信時のノイズを低減します。

6. LPF

高域の周波数帯域を設定します。

7. AUDIO LO

受信時の低域トーンコントロールを設定します。

8. AUDIO HI

受信時の高域トーンコントロールを設定します。

9. HPF

低域の周波数帯域を設定します。

10. PSD STEREO

疑似（PSEUDO）ステレオモードのディレイ時間を設定します。
ディレイ時間を変えるとステレオ感が変化します。特にヘッドフォンを使う場合に、音像が頭の中に定位しなくなるので聞きやすくなります。

11. SPEANA REF

スペクトラムアナライザ画面の Ref レベルを設定します。

12. SSB METHOD

送信に使う SSB 信号発生方式を設定します。

- ・ PHAS Hilbertフィルターを用いた位相方式
- ・ WEAV Weaver方式
- ・ 4TH 第4の方式（仮称 ogawa 方式）

受信は位相方式で固定です。

3-3. トランシーバー メモリー書き込み

メモリーに現設定を保存できます。
送信状態は保存しません（あとで読みだしたとき受信になります）。

メモリーは 0 から 99 の 100 ch あります。
メモリー番号 0 はデフォルト設定です。電源を入れたとき 0 ch があればこの設定になります。

SW1-SW4 のいずれかを押しながら電源を入れるとメモリー設定を読み込みません。メモリー番号 0 でのデフォルト初期設定もしません。

1. メモリーに書き込み

SW2 を長押しすると「Memory 画面」になります。

RE1 で書き込む ch 番号を設定します。

- ・すでに書き込まれている ch 番号は赤くなります。
- ・未書き込みの ch 番号は白です。

すでに書き込まれている ch に上書きすることもできます。

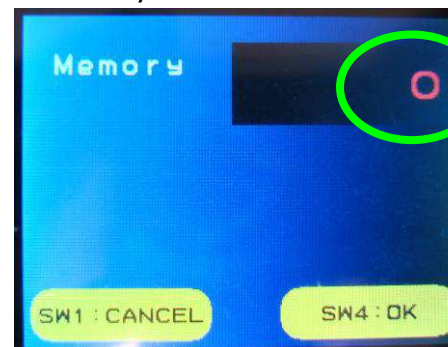
SW4 を押すと指定した ch 番号に書き込まれます。

SW1 を押すと書き込みはキャンセルされます。

メモリーに保存される項目

freq
freqstep
band
MOD
RX GAIN
TX GAIN
AGC
DENOISER
LPF
AUDIO LO
AUDIO HI
SSB METHOD
HPF
notchfilter
micgain
pseudo stereo
speana span
speana ref

Memory 画面



赤文字はデータのある
ch を示している

3-3. トランシーバー メモリー読み出し

2. メモリーから読み出し

SW2 を押すと Memory 読み出しモードになります。
このモードでは ch 番号表示がでて、周波数表示は小さなフォントになります。

RE1 で読みだす ch 番号を指定します。

SW2 を再度押すと元の画面に戻ります。
SW1 を押して「メニュー」に入ったり、SW3 で BAND切り替えをしても戻ります。

Memory 読み出しモード



3-3. トランシーバー メモリー消去

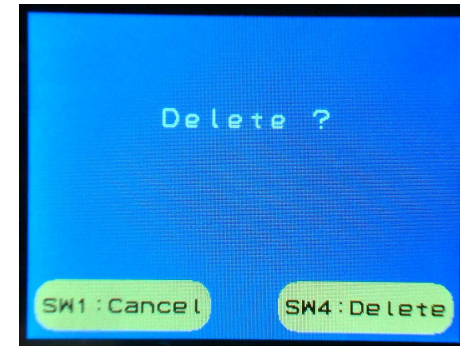
3. メモリー消去

メモリー読み出しモード中に、SW2を長押しするとメモリー消去になります。

「Delete」確認画面で、
SW1 を押すとキャンセル
SW4 を押すと現 ch メモリー消去
になります。

メモリー消去すると、次の ch メモリー番号に移ります。
メモリーにデータがないときはメモリー読み出しモードを抜けて、周波数入力モード（通常動作モード）になります。

「Delete」確認画面



3-4. トランシーバー 受信テスト信号

受信時 SW4 を押すと、受信周波数と同じ周波数の信号を SDR-3A 基板 CN2 から出力します。

Setting 「4. Test SG」を OFF にしているとテスト信号出力しません。

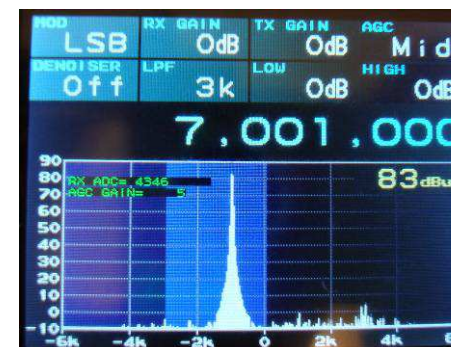
受信スペクトラム表示を見ていると中心に一本のスペクトラムが立ちます。出力周波数は SW4 を押したときに受信している周波数です。受信周波数を変えるとスペクトラムの位置が変わり、スピーカーからはビート音が聞こえます。

この機能を使って受信回路の不具合箇所を見つけることができます（組み立てマニュアル 3-5. 動作テスト BPF トラブルシューティング 参照）。

画面の中央にテスト信号



受信周波数をずらした



3-4. トランシーバー 送信テスト信号

送信時 SW4 を押すと、マイク入力の代わりにテスト信号入力になります。
Setting 「4. Test SG」を OFF にしているとテスト信号入力になりません。

SW4 を繰り返し押すとテスト信号が以下のように変化します。

- | | |
|----------------|---------------|
| 1. single tone | RE2 で AF1 周波数 |
| 2. two tone | RE2 で AF2 周波数 |
| 3. tone burst | RE2 で AF1 周波数 |
| テスト信号 OFF | |

送信時、送信信号をループバックして受信したスペクトラムが画面に表示されていますので、どのようなテスト信号を出力しているのかがわかります。

- ・この機能を使って送信回路の不具合箇所を見つけることができます（組み立てマニュアル 3-8. 動作テスト 送信 参照）。
- ・single tone で AF1 の周波数を変化させながら CN7(BNC) 出力を測定すると送信時の Xtal Filter の特性を測れます。
- ・パワーアンプをつないだ時の試験にも使えます。

送信状態 マイクなし



single tone テスト信号



two tone テスト信号



送信、受信どちらでも、マイコン内部でのデジタル信号処理途中の信号のスペクトラムをそれぞれの処理の順に見ることができます。

1. SW6 を押すと、信号処理の最初から順番に見ることができます。
2. SW7 を押すと、逆に信号処理を戻っていきます。
3. SW5 を押すと、デフォルトのスペクトラム画面に戻ります。

送信時、入力信号は MIC でも、送信テスト信号でもよいです。

変調方式を変えたり、フィルターを変えたりしてスペクトラムがどのように変化するか見ることで、デジタル信号処理への理解が深まると思います。

3-5. トランシーバー 信号処理途中の信号 2

SSB信号発生方式は、いままで以下の表の①～③の3種類とされてきました。
今回、このトランシーバーには④の第4の方式を含め、②～④の3種類を実装し、メニュー
(12. SSB METHOD) で切り替えられるようになっています。

	アナログ	デジタル	実装例
① フィルター方式	○	×	Xtalフィルター
② 位相方式	△	○	PSN、Hilbert フィルター
③ Weaver方式	×	○	IIR LPF
④ 第4の方式? (仮称ogawa方式)	×	○	IIR LPF

なお受信は、②位相方式で固定になっています。

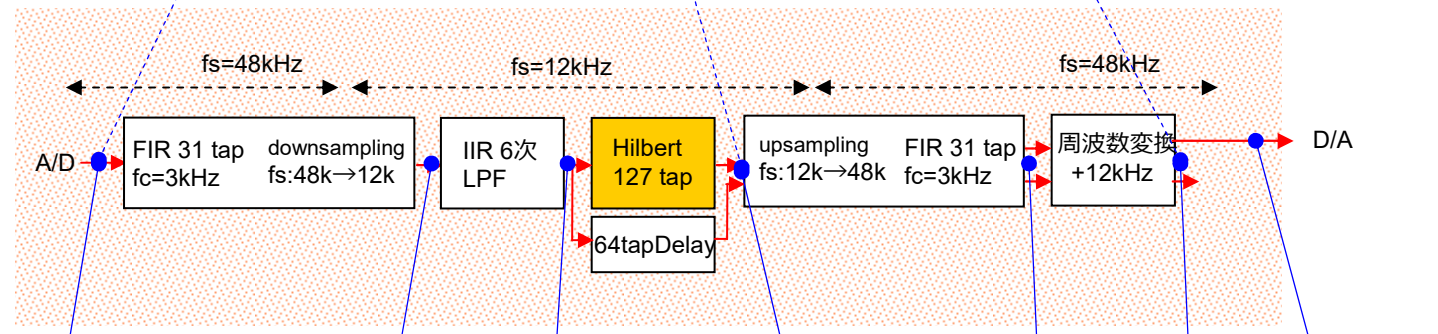
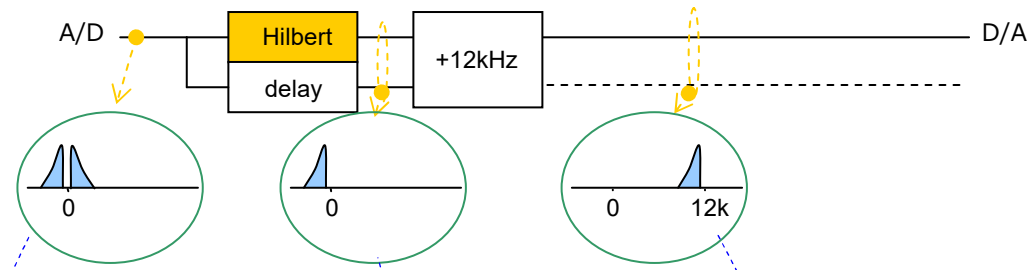
3-5. トランシーバー 送信信号処理途中の信号 位相方式

位相方式

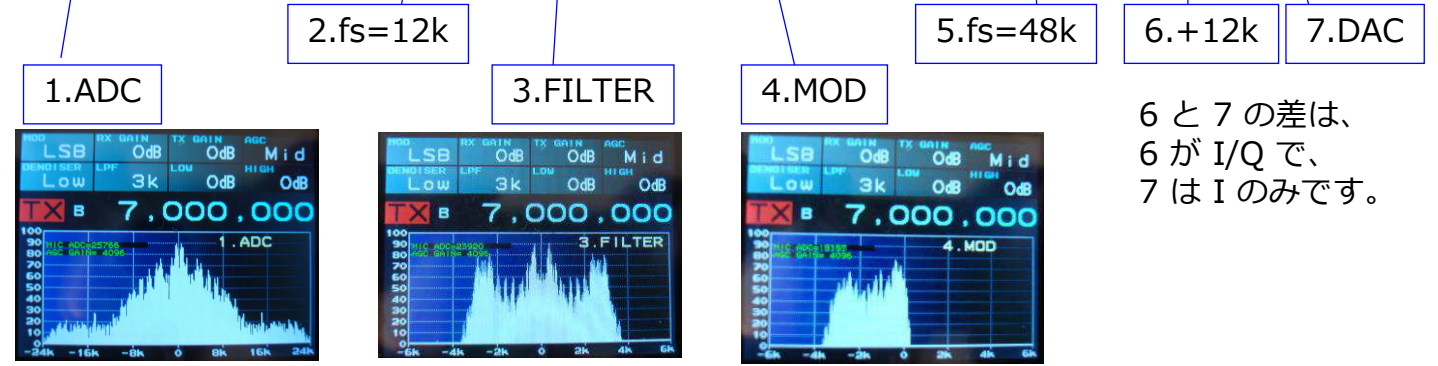
右が原理ブロック図、
右下が実際に作ったブロック図です。

途中でサンプリング周波数を変更したり、
フィルターが入ったりしていますが、基本的な信号処理は原理ブロック図そのままです。

サンプリング周波数が変わったところでは
スペクトラム表示の周波数スケールが変わることに注意してください。



SW6、SW7 を押すと見るポイントが変わりスペクトラムが変わっていきます。



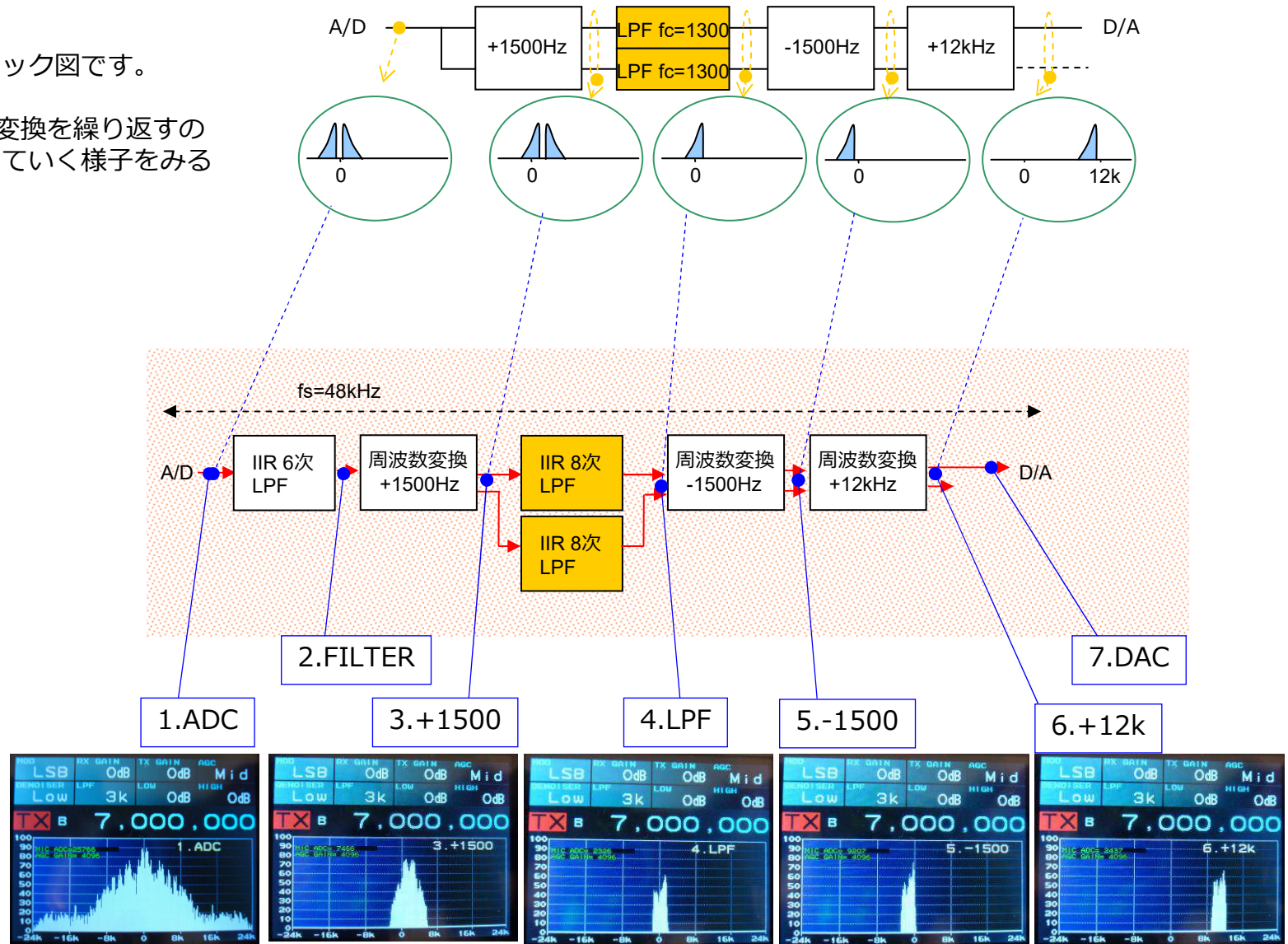
6 と 7 の差は、
6 が I/Q で、
7 は I のみです。

3-5. トランシーバー 送信信号処理途中の信号 Weaver方式

Weaver方式

右が原理ブロック図、
右下が実際に作ったブロック図です。

Weaver方式では周波数変換を繰り返すのでスペクトラムが変化していく様子を見るのは面白いです。



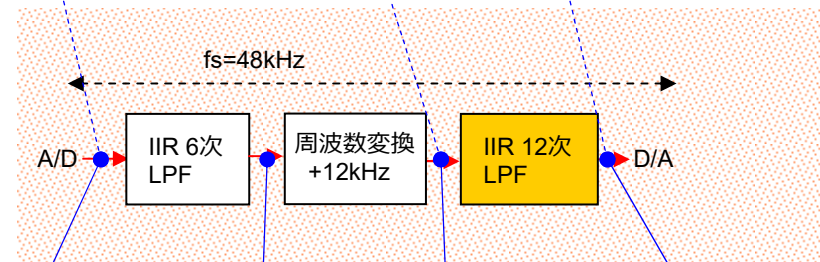
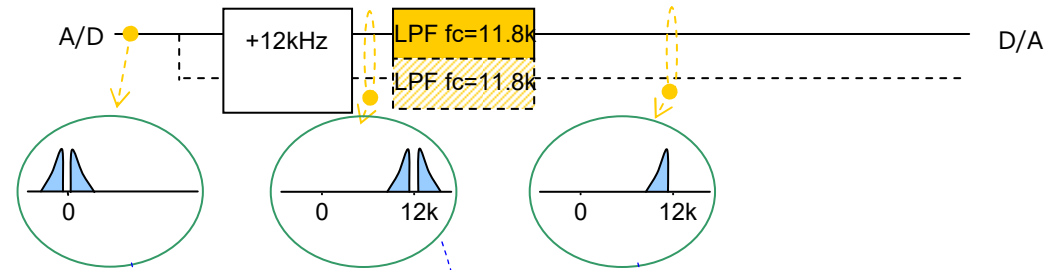
3-5. トランシーバー 送信信号処理途中の信号 第4の方式

第4の方式 (ogawa方式)

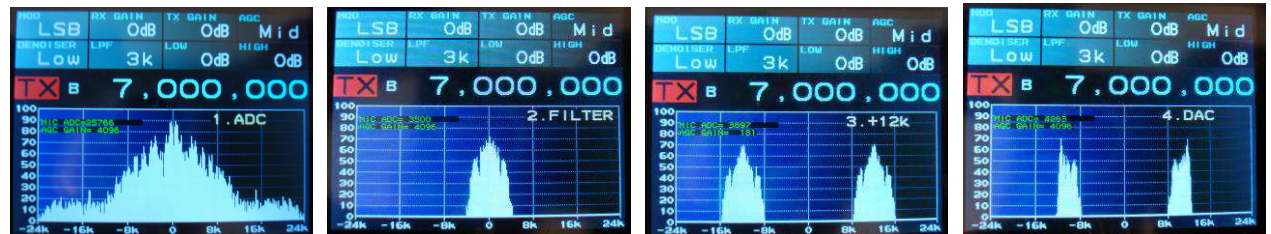
右が原理ブロック図、
右下が実際に作ったブロック図です。

位相方式やWeaver方式と違い、第4の方式
では信号処理が非常に簡単になっているの
がわかります。

A/D 直後の IIR 6次 LPF は帯域制限用です。



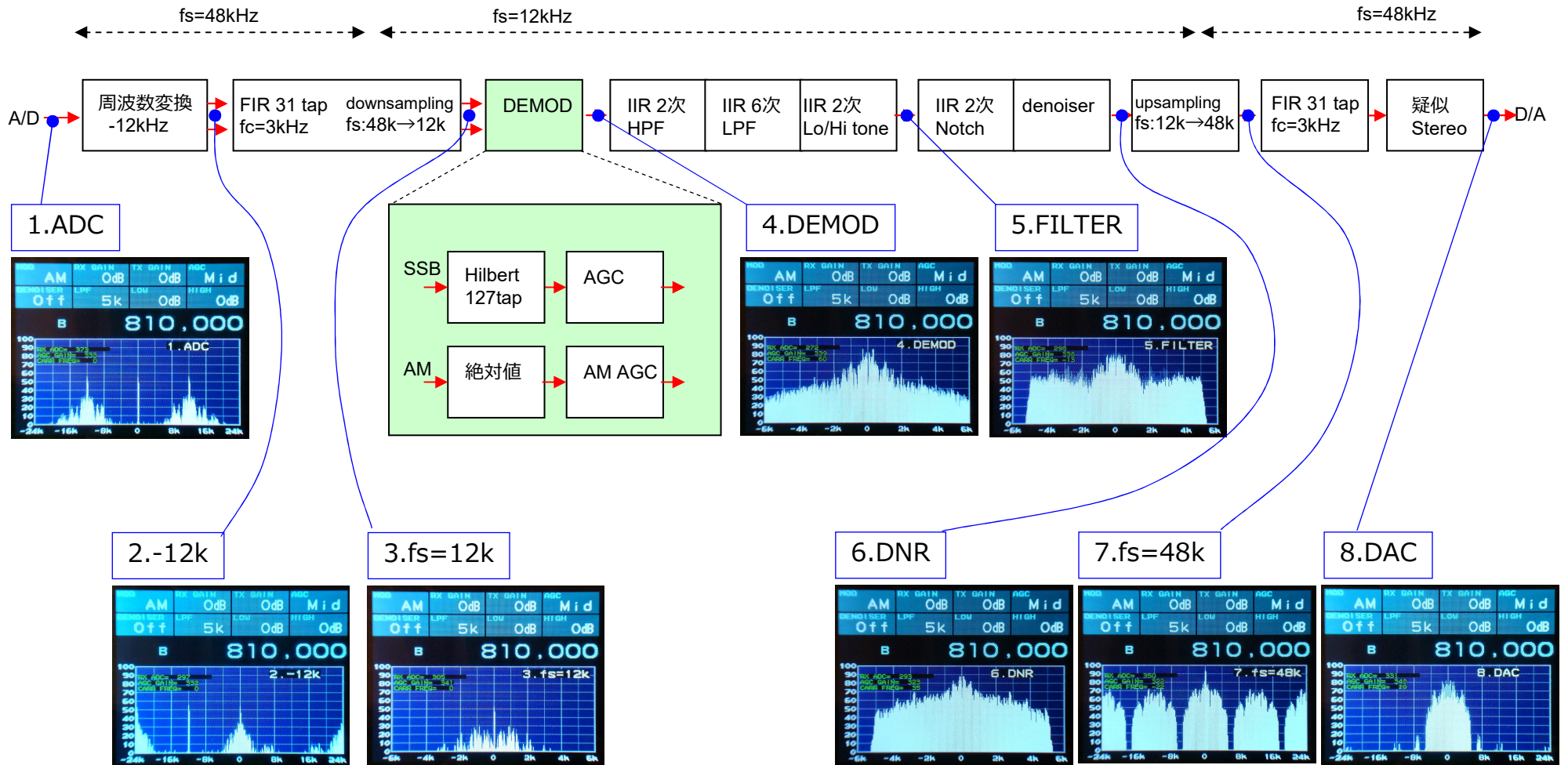
- 1.ADC
- 2.FILTER
- 3.+12k
- 4.DAC



3-5. トランシーバー 受信信号処理途中の信号

受信は位相方式で固定です。

サンプリング周波数が変わったところではスペクトラム表示の周波数スケールが変わることに注意してください。
SW6、SW7 を押すと見るポイントが変わりスペクトラムが変わっていきます。



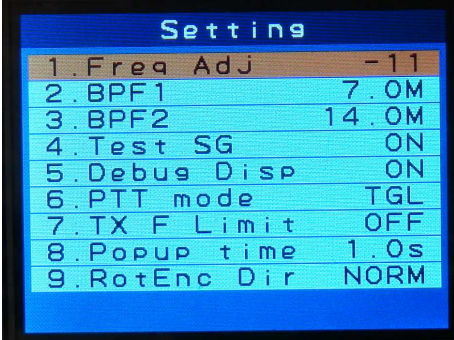
「機能選択メニュー画面」から「Setting」を選択します。

RE1 で項目変更、RE2 でそれぞれの項目の値の変更ができます。

ここで変更した値は SW1 を長押しして「機能選択メニュー画面」に戻った時に Flash メモリーに書き込まれ、次回電源を入れたときに自動的に読み込まれます。

SW5-SW8 のいずれかを押しながら電源を入れると Flash に書かれた設定を読み込まず、デフォルト値になります。

Setting 画面



Setting	
1. Freq Adj	-11
2. BPF1	7.0M
3. BPF2	14.0M
4. Test SG	ON
5. Debug Disp	ON
6. PTT mode	TGL
7. TX F Limit	OFF
8. Popup time	1.0s
9. RotEnc Dir	NORM

1. Freq Adj

送受信周波数の微調整 (ppm単位) を行います。
詳細は「7-2 周波数調整」へ。

2. BPF1

3. BPF2

BPF それぞれの中心周波数を設定します。
BPF 測定時の「センター周波数」メニューで選ぶことができます。
また、ここで設定された周波数はXtal Filter の調整時に使う周波数になります。

[8-1 BPF2 追加] も参考にしてください。

4. Test SG

「トランシーバー」画面のとき、SW4 で TX/RX テスト信号を出力するかどうかを設定します。 OFF にすると SW4 を押してもテスト信号は出力されません。 組み立て後、試験が終わったら OFF にしておくが良いです。

5. Debug Disp

「トランシーバー」画面にデバッグ用メッセージ（スペクトラム表示左上の緑色の文字列）を表示するか、しないか、を設定します。

6. PTT mode

PTT SW（SW8 またはCN4 Rch）を押したときの動作を設定します。

TGL : 押すと送受信が切り替わります
MOM : 押している間、送信になります。

7. TX F Limit

誤ってアマチュアバンド（右表）外で送信しないように送信周波数範囲を制限します。

実験的に別の周波数で送信試験したい場合のみ「OFF」にします。
その場合はアンテナをつながないでダミーロードで試験をしてください。
試験が終わったら必ず「ON」に戻してください。

Tranceiver 画面 Debug 表示



送信周波数範囲

```
{ 135700, 137800 }, // 135kHz
{ 1810000, 1825000 }, // 1.8MHz
{ 1907500, 1912500 },
{ 3500000, 3575000 }, // 3.5MHz
{ 3599000, 3612000 },
{ 3680000, 3687000 },
{ 3702000, 3716000 }, // 3.8MHz
{ 3745000, 3777000 },
{ 3791000, 3805000 },
{ 7000000, 7200000 }, // 7MHz
{ 10100000, 10150000 }, // 10MHz
{ 14000000, 14350000 }, // 14MHz
{ 18068000, 18168000 }, // 18MHz
{ 21000000, 21450000 }, // 21MHz
{ 24890000, 24990000 }, // 24MHz
{ 28000000, 29700000 } // 28MHz
```


8. Popup time

ポップアップの表示時間を変更します。

すべてのポップアップ表示時間がここで変更した値になるわけではありません。一部のポップアップには最低表示時間があります。SW を押している間だけ表示するポップアップもあります。

9. RotEnc Dir

ロータリーエンコーダーの回転方向を変更します。

ロータリーエンコーダーの部品・メーカーによっては回転方向の違う接点接続のものが、それらを使ったときに合うように変更します。

周波数変更したときのポップアップ



5-1. BPF 測定

「機能選択メニュー画面」から「2.BPF」を選択します。

1. SDR-3A 基板の CN2 にショートジャンパーをつなぎます。
CN7(BNC) には何もつながないでください。
2. SW4 を押すと測定が始まります。 測定が終わるまで待ちます。
3. RE1 でカーソル A (メイン)、 RE2 でカーソル B (差分)が動きます。
カーソル A はカーソルのところの測定値を、カーソル B はカーソル A との差を表示します。

RE1 を押すとカーソル A がピーク周波数に移動、
RE2 を押すとカーソル B がピーク周波数に移動、します。

4. SW1 で設定画面がでて、各種設定を変更できます。

RE1 で設定メニュー項目の選択、
RE2 で設定値の変更ができます。
SW1 を押すと元の測定画面に戻ります。

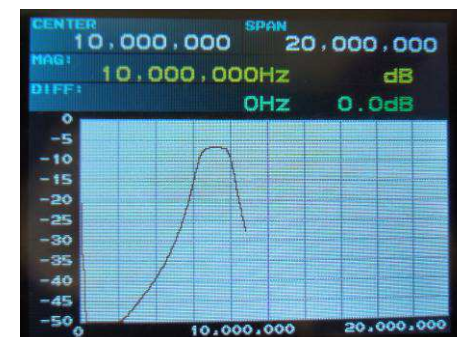
- | | |
|----------------|-----------------|
| 「1.CENTER」 ... | 測定のセンター周波数を設定 |
| 「2.SPAN」 | 測定スパンを設定 |
| 「3.MAG ref」 | グラフの一番上(ref)を設定 |
| 「4.dB/div」 | グラフ縦軸の感度を設定 |

5. SW1 を長押しすると機能選択メニュー画面に戻ります。

機能選択メニュー画面



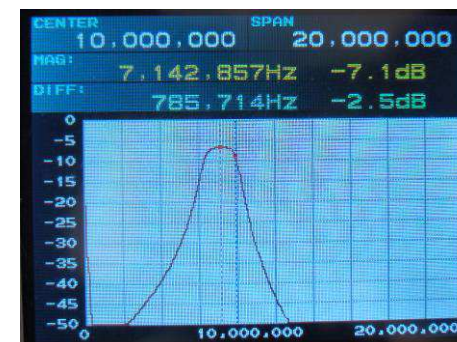
測定中



メニュー画面



カーソルを動かした



6 - 1 . Xtal Filter 測定

「機能選択メニュー画面」から「3.Xtal Filter」を選択します。

1. SDR-3A 基板の CN2 にショートジャンパーをつなぎます。
CN7(BNC) には何もつながないでください。
2. SW4 を押すと測定が始まります。 測定が終わるまで待ちます。
3. RE1 でカーソル A (メイン)、 RE2 でカーソル B (差分)が動きます。
カーソル A はカーソルのところの測定値を、カーソル B
はカーソル A との差を表示します。

RE1 を押すとカーソル A がピーク周波数に移動、
RE2 を押すとカーソル B がピーク周波数に移動、します。

4. SW1 で設定画面がでて、各種設定を変更できます。

RE1 で設定メニュー項目の選択、
RE2 で設定値の変更ができます。
SW1 を押すと元の測定画面に戻ります。

「1.SPAN」	測定スパンを設定
「2.MAG ref」	グラフの一番上(ref)を設定
「3.dB/div」	グラフ縦軸の感度を設定

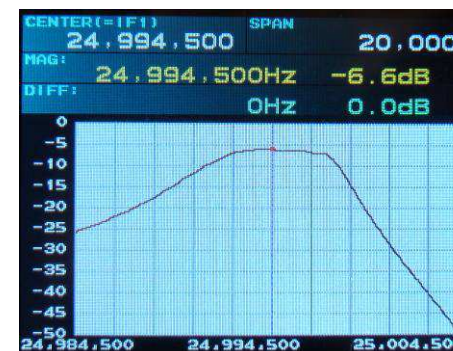
センター周波数は IF1 周波数で固定です。

5. SW1 を長押しすると機能選択メニュー画面に戻ります。

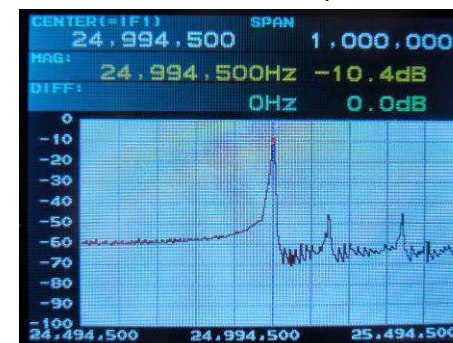
機能選択メニュー画面



実行した



SPAN:1MHz 10dB/div



7-1. Xtal Filter のセンター周波数設定

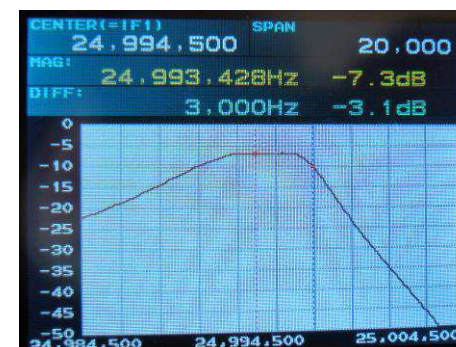
XtalFilter は水晶振動子のばらつきにより周波数特性が変化します。
大きくずれている場合、以下の手順でセンター周波数を変更できます。

1. Xtal Filter の測定をします。
2. カーソル A が XtalFilter センター周波数になるようにします。

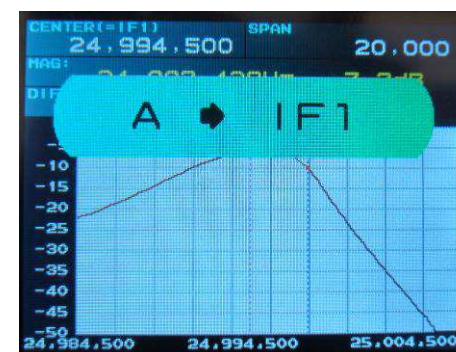
カーソル B が差分を表しているので、上下の周波数で-3dB 帯域のところを探し、そのセンターにカーソルA をもっていきます。
3. SW2 を長押しするとカーソル A の周波数が IF1(XtalFilter センター周波数) になります。
4. SW4 を押して再測定し、意図したとおりの周波数特性になっているか確認します。
5. SW1 を長押しすると機能選択メニュー画面に戻り、設定が Flash に書き込まれます。
6. 次回、電源を入れたときに自動的に設定が読み込まれます。

次項の周波数調整を行なうと発振周波数が変わりますので再度調整が必要です。

センター周波数を探す



センター周波数を IF1 に



特性を確認



7-2. 周波数調整 1

周波数のずれが気になる方は以下の手順で調整を行ってください。
電源を入れたまましばらく周波数が安定するまで待ってから調整します。

この調整を行うと発振周波数が変わるので水晶フィルターセンター周波数の調整が必要です。

■発振器または放送（ラジオ日経など）を使う場合、

1. 発振器または放送を受信して、あらかじめ受信周波数のズレ(ppm単位)を測っておきます。

ズレ(ppm単位) = 周波数ずれ ÷ 受信周波数 × 1000000 です。

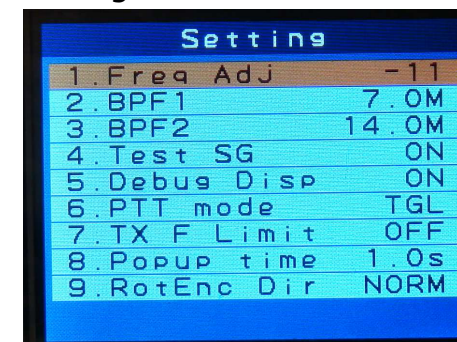
右写真はラジオ日経（3945kHz）を受信し、受信周波数を微調整して
CARRIER F=0 になるようにしたところです。

3944958Hz(-42Hz) で ほぼ 0 になりましたので、

ズレ(ppm単位) = $-42 \div 3945000 \times 1000000 = -10.6\text{ppm} \Rightarrow -11\text{ppm}$
となります。

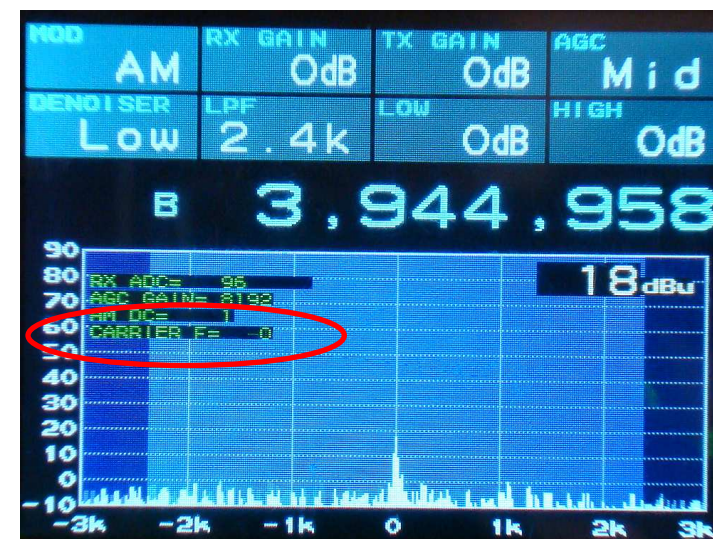
2. SW1 を長押しし、機能選択メニュー画面から「1. Setting」に入ります。
3. 「1. Freq Adj」が選択された状態で RE2 を回し、1. で測っておいたズレ（上の例では -11）を入力します。
4. SW1 を長押しすると機能選択メニュー画面に戻り、設定が Flash に書き込まれます。

Setting 画面



ラジオNIKKEI第1：
3.925MHz、6.055MHz、9.595MHz

ラジオNIKKEI第2：
3.945MHz、6.115MHz、9.760MHz



■周波数カウンターを使う場合

1. SW1 を長押しし、機能選択メニュー画面から「1. Setting 」に入ります。
2. SDR-3A 基板の CN2 の板端に近いほうを周波数カウンターにつなぎます。
GND は BNCコネクタなどからとってください。
3. このとき CN2 からは 10MHz (40mVpp) のテスト信号がでていますので周波数カウンターの表示が10MHz になるように調整します。
4. 「1. Freq Adj」が選択された状態で RE2 を回すと周波数が変化します。
周波数調整は ppm 単位です。 10MHz では 10Hz 単位になります。
5. SW1 を長押しすると機能選択メニュー画面に戻り、設定が Flash に書き込まれます。

■発振器（10MHz）とアナログオシロスコープを使う場合、

1. SW1 を長押しし、機能選択メニュー画面から「1. Setting」に入ります。
2. SDR-3A 基板の CN2 の板端に近い側の端子と、発振器（10MHz）の出力をアナログオシロスコープで観測します。
どちらかの信号でトリガーをかけます。
3. 「1. Freq Adj」が選択された状態で RE2 を回し、アナログオシロスコープで2つの波形がなるべく同期がとれる（左右どちらかになるべくゆっくり動く）ように RE2 を回して調整します。

私のデジタルオシロスコープだけかもしれませんが、デジタルオシロスコープだと間違った調整値でも同期がとれたように見えることがありましたのでお勧めしません。

4. SW1 を長押しすると機能選択メニュー画面に戻り、設定が Flash に書き込まれます。

7-3. デバッグ表示

何か変だなというとき、以下の方法で状態を確認することができます。

1. スペクトラム画面左上のデバッグ表示

「Setting」の「5. Debug Disp」を ON にすると表示されます。
ここに表示されるのは基本的なものだけですが、何らかのヒントになるかもしれません。

2. SW3 と SW5 でデバッグログ表示

SW3 と SW5 を同時に押している間、画面下部にデバッグログが表示されます。
デバッグログ出力の最新 30 行を見ることができます。

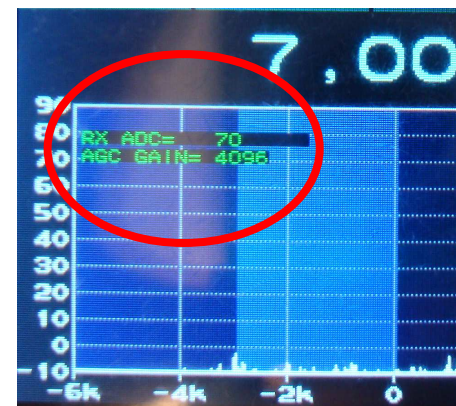
3. シリアル端子にターミナルをつないでログを見る

CN3 (serial) に USB-シリアル変換を通して PC 上でターミナルソフトを動かすとログ表示が見られます。

上記 2. の方法では最新 30 行までですが、ターミナルを使えばすべてのログ+その他追加情報を見ることができます。

メモリー読み書きもできます（メモリーが存在しないアドレスを指定するとバスエラーで停止しますので注意）。

Tranceiver 画面 Debug 表示



SW3 と SW5 同時押し

