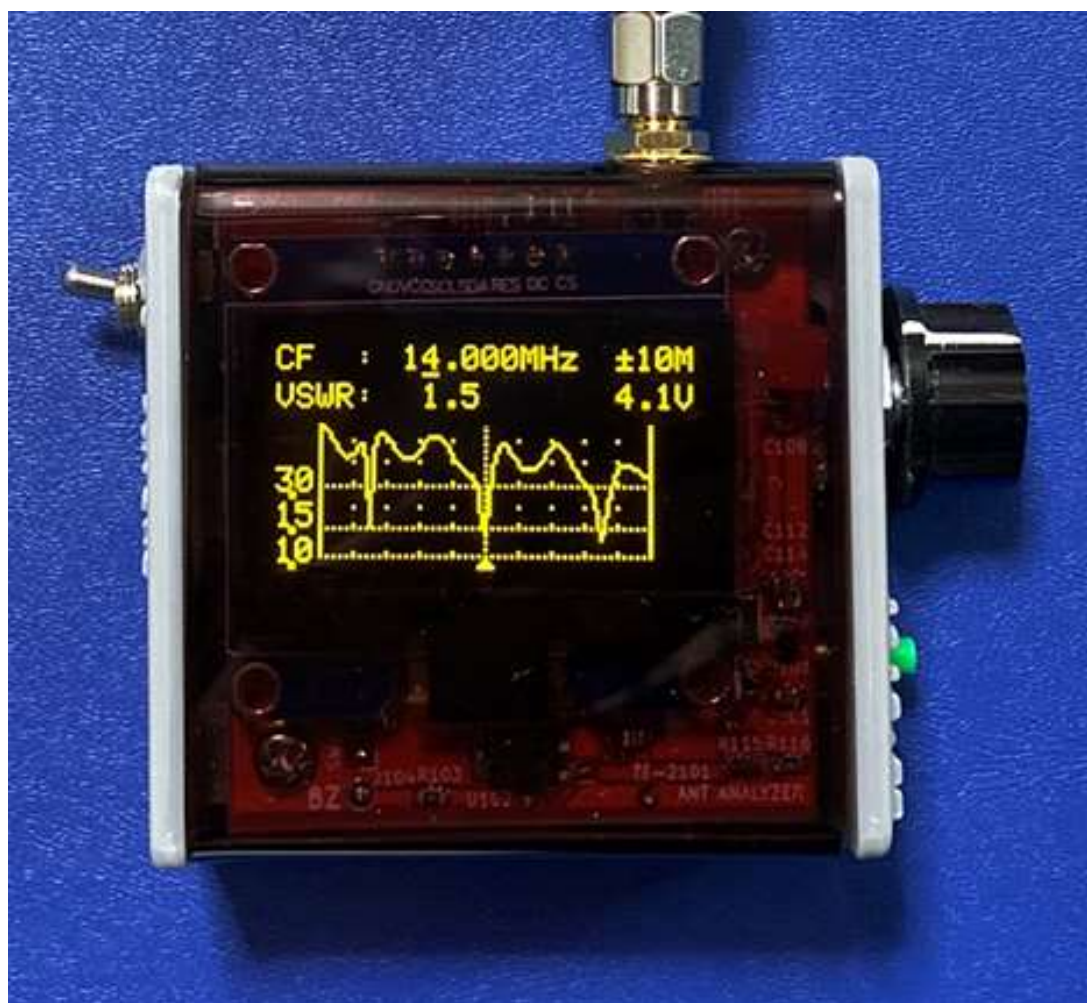


ポケットサイズ アンテナアナライザー
TE-2101B
取扱説明書



2023/09/27
7L4WVU・JE3QDZ コラボ開発プロジェクト

<ご使用にあたっての注意事項>

- ①リチウムポリマー電池を充電する際は、発火事故のリスクを避けるために、人が監視できる状態で充電を行ってください。
- ②落下など強い衝撃を加えないでください。発火や故障の原因になります。
- ③廃棄する時は、お住まいの地域の条例に従い、リチウムポリマー電池を適切に処分してください。詳しくは下記のリンクをご覧ください。
https://www.amazon.co.jp/gp/b/ref=pe_2633162_435890032_pe_cta//?node=8522129051
- ④取扱や保管中で万一事故や損失が生じた場合でも、当方は一切責任を負いません。異常を感じたらただちに電源を切り、使用を中止してください。
- ⑤車内など高温になる場所に放置しないでください。変形、故障の原因になります。
- ⑥本機の故障、不具合時はメールでお問い合わせください。
ベストエフォートで対応します。
部品の入手ができないときや基板が破損したときの修理はできませんので予めご了承ください。また、送料含めて発生する費用のご負担をお願いします。
- ⑦信号には目的周波数以外に高調波成分を含むため、屋外のアンテナ測定などに使用する場合は、周囲の無線設備等に妨害を与えないよう配慮してください。
- ⑧ケースは、自作品のため加工の時の傷、穴ズレ等があります。
- ⑨USB充電コネクタは手持ちのもので使用できることを確認しています。
しかし、市販ケーブルはサイズが様々のため、刺さらないときがあります。
その際は小型のUSBケーブルの準備をお願いします。(3.仕様-充電をご参照ください)
- ⑩組立済みのため、回路図、プログラムは公開していません。
- ⑪本頒布品の転売、ソフトウェアの再頒布ならびに逆コンパイルは固く禁じます。
- ⑫本機は改良のため予告なく仕様変更を行うことがあります。
ハードウェア、ソフトウェア共にアップグレードの対応は行っておりません。
- ⑬リチウムポリマー電池に膨れや異常発熱などの現象が現れていないか点検してください。
点検の方法は 10. 点検・お手入れ をご参照ください。
- ⑭本機は USB PD 充電器では充電できないことがあります。

<保管について>

本器はリチウムポリマー電池を内蔵していますので、涼しく乾燥した換気の良い場所で、火や高温から遠ざけてください。

最適な環境は温度 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\pm 15\%$ です。

電池の過放電や満充電での保管は電池の劣化をはやめます。

3ヶ月ごとに充放電を行い、バッテリー電圧表示 3.7V 程度で保管することをお勧めします。

<設計仕様からの留意点>

- ①本機は個々に調整していますが、電圧と半導体のばらつきによるレベル誤差があります。
安定化電源回路を搭載し、ある程度ソフトウェアで補正しておりますが、測定器のような精度はありません。
- ②温度特性については、考慮していません。極端な低温、高温下の動作は不明です。
校正時と使用時の周囲温度に差があると誤差が大きくなることがあります。
※「9. 周囲温度変化に対する誤差について」をご参照ください。
- ③未解決や気が付かないバグがあるかもしれません。 予めご了承ください。
- ④ブリッジの特性により低い周波数と高い周波数は精度が悪くなります。
- ⑤受信部のIFが455kHzのため、付近の周波数で誤差が生じます。
- ⑥小型基板で樹脂ケースのため電圧給電アンテナなどはうまく表示されない場合があります。
その際はコネクタ部にアースを接続することで解決することもあります。
- ⑦本器はリアクタンス成分を計測していません。
リアクタンス成分を含む負荷の場合は精度が悪くなる場合があります。
- ⑧電池電圧は3.5V以上でお使いください。電圧が下がると誤差が大きくなります。
電池電圧が3.4V以下になると電圧の前に“Lo”と表示します。
- ⑨信号周波数は電源を入れてから安定するまでに数分かかります。
安定後も若干の変動があります。
- ⑩内部処理の関係でグラフが不連続になることがあります。
- ⑪結露や水濡れは誤差の増加や故障の原因になります。

1. はじめに

本作品は、ハードを7L4WVU、ソフトウェアをJE3QDZがそれぞれ開発担当したコラボ製作品です。

プリント基板サイズは5 x 5 cmと小型ながら、マイコン、PLL、ヘテロダイン方式のレベル検出回路を搭載、VSWRを精度よく表示できるように工夫しています。

外部に検出ループを作って接続することでディップメーターとしても使用できます。

1kHzステップで周波数が設定可能なため簡易信号発生器 (SG) としてもご利用頂けます。

※信号レベルの調整はできません。適当なアッテネータを使用してください。

接続負荷や周波数により信号レベルや波形が変化します。

信号には高調波を含みます。

商品のデザイン、仕様、外観、価格は予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。

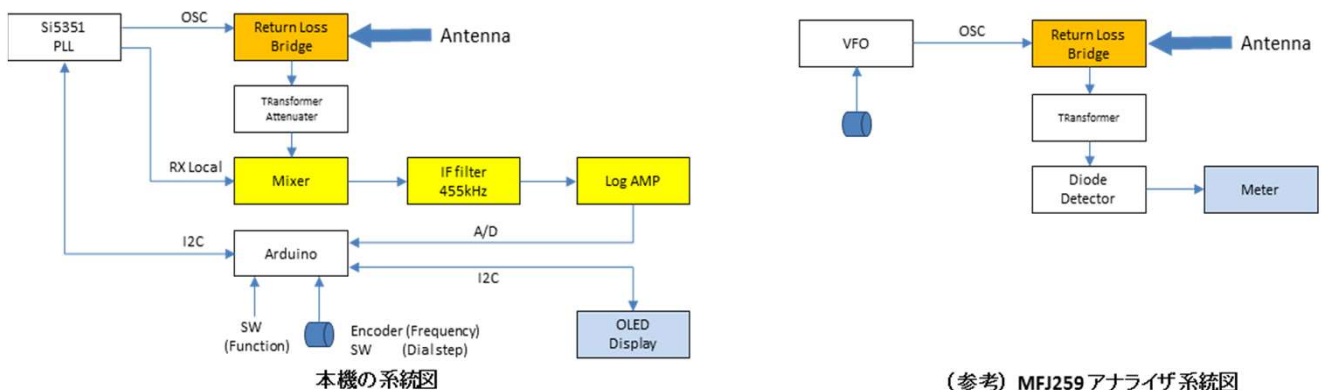
2. 概要

アンテナアナライザー

系統は下図 (左) のようになります。

発振器、50オームのリターンロスブリッジとスーパーヘテロダイン方式受信部から構成されるVSWR計です。

市販汎用品のアナライザはダイオードで検波する方式ですが、本機はリターンロス分の信号をIF帯に周波数変換してログアンプを通してマイコンでVSWR値に変換して表示するものです。



信号発振器は、SI5351 PLLを用いています。このPLLは高い周波数まで発振可能ですが、高調波レベルが高く、そのまま信号源に使うと従来のダイオード検波を行うと大きな誤差を生じる問題がありました。

本装置は、反射レベル検出に受信機と同じ構成で周波数選択性を持たすことで目的周波数のレベルのみ精度よく表示できると考えて問題点を解決しています。

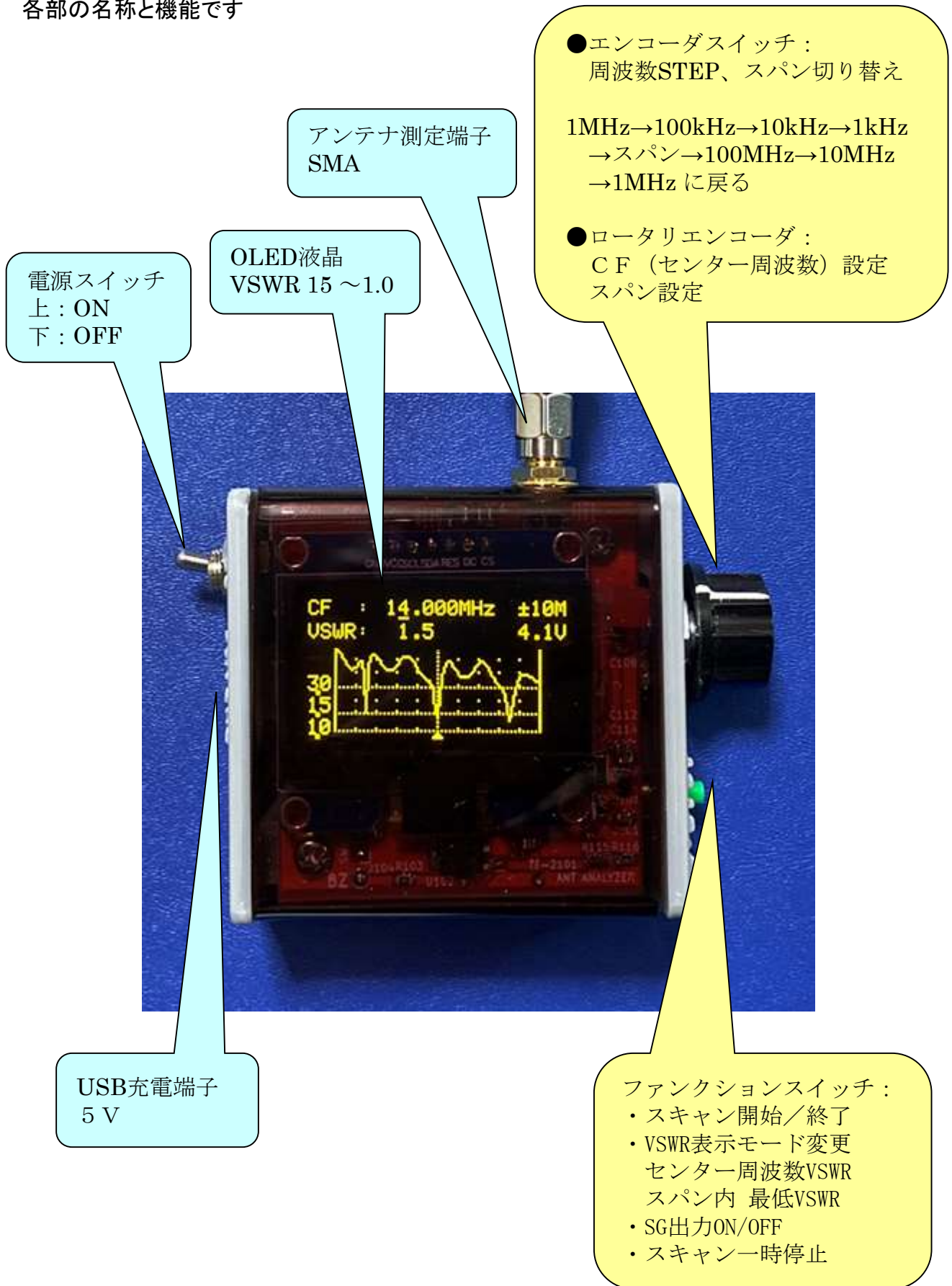
装置の構成としては、複雑になりコストアップとなりますが、チップ部品とログアンプを使ったコンパクトな装置として設計開発しました。

3. 仕様

- ・信号発生、受信周波数 : 200kHz～200MHz
- ・周波数精度 : 0.001%以内（基準周波数調整後）
- ・信号測定分解能 : 周波数SPANを100等分したステップ毎に周波数を発生
- ・受信方式 : スーパーヘテロダイン方式
中間周波数455kHzまたは450kHz（セラミックフィルター内蔵）
- ・センター周波数切替ステップ : 100MHz, 10MHz, 1MHz, 100kHz, 10kHz, 1kHz
- ・グラフ表示スパン : センター周波数 ± 5kHz, 10kHz, 50kHz, 100kHz, 500kHz, 1MHz, 2.5MHz, 5MHz, 7.5MHz, 10MHz, 25MHz, 50MHz, 75MHz, 100MHz, 0Hz（単一周波数測定用）
※バンド選択によりプリセット値に戻ります
- ・VSWR表示レベル : 15 ～ 1.0
※ブリッジの特性により1MHz以下、100MHz以上は徐々に精度が悪くなります。
- ・アンテナ測定端子 : SMA
- ・消費電流 : 約100mA（DIM-ON、バッテリーフル充電時）
※使用時間は初期時バッテリーフル充電から約2時間30分（DIM-ON設定時）が目安ですが、部品（電子部品やバッテリー）のバラツキや使用状況で短くなる場合があります。
- ・充電電池 : リチウムポリマー蓄電池 300mAh。電池電圧表示付
- ・充電表示 : 充電中-赤色LED、充電完了-青色LED点灯
- ・マイコン : Arduino Pro Mini 3.3V / 8MHz
- ・PLL : Si5351 clock 25MHz
- ・音 : 操作音、単一周波数VSWR連動音 鳴動（ON/OFF設定可能）
- ・スパン全体のスイープ時間 : 約3秒
下端の周波数からSPAN上限までを100分割（101ポイント）測定表示した後で1秒停止後に画面クリア
ただし、VSWR値は次サイクル終了まで表示、以後その繰り返し
- ・表示部 : OLEDディスプレイ（128x64ドット）、1.54インチイエロー単色表示、調光ON/OFFによる二段階明るさ設定可能
- ・充電 : マイクロ 又は Type-C USBコネクタ（調達の都合により変わります）
外部からスマホ用の5V充電器+USBケーブルを使用して充電
USBケーブルはプラグ絶縁部の小さいもの（縦6.5mm 横11mm以下）を使用してください。
※本セットには5V充電器、USBケーブルは付属しておりません
※USB PD 充電器では充電できないことがあります
- ・寸法 : 縦 約55mm、横 約60mm、厚み 約25mm
※スイッチ類、アンテナ端子、エンコーダツマミ等凸部含まず
- ・重量 約90g

4. 外観、各操作部

各部の名称と機能です



※写真は多バンドVダイポールアンテナをスキャンしたものです。

5. VSWR測定 操作方法

●電源投入→オープニング→メニューを表示します。
バンド、CF（センター周波数）、スパン（単一周波数測定モードを含む）、VSWR表示パターン（センター、ミニマム）、BEEP音設定、画面明るさ設定は、電源を切る前の状態を復元します。

●メニュー画面

メニューではバンド選択、BEEP音設定、DIM設定（画面明るさ設定）を行います。選択項目が大文字で表示されます。エンコーダスイッチを短く押してメニューを送ります。値はロータリエンコーダを回して選択、設定します。



バンド選択

ロータリエンコーダを回してバンドを選択します。

PREV, 1.9MHz, 3.5MHz, 7MHz, 10MHz, 14MHz, 18MHz, 21MHz, 24MHz, 28MHz, 50MHz, 144MHz（PREV：電源を切る前、メニューに戻る前の状態）



BEEP音設定

ロータリエンコーダでON：鳴動、OFF：消音を設定します。

ON：時計回り、OFF：反時計回り



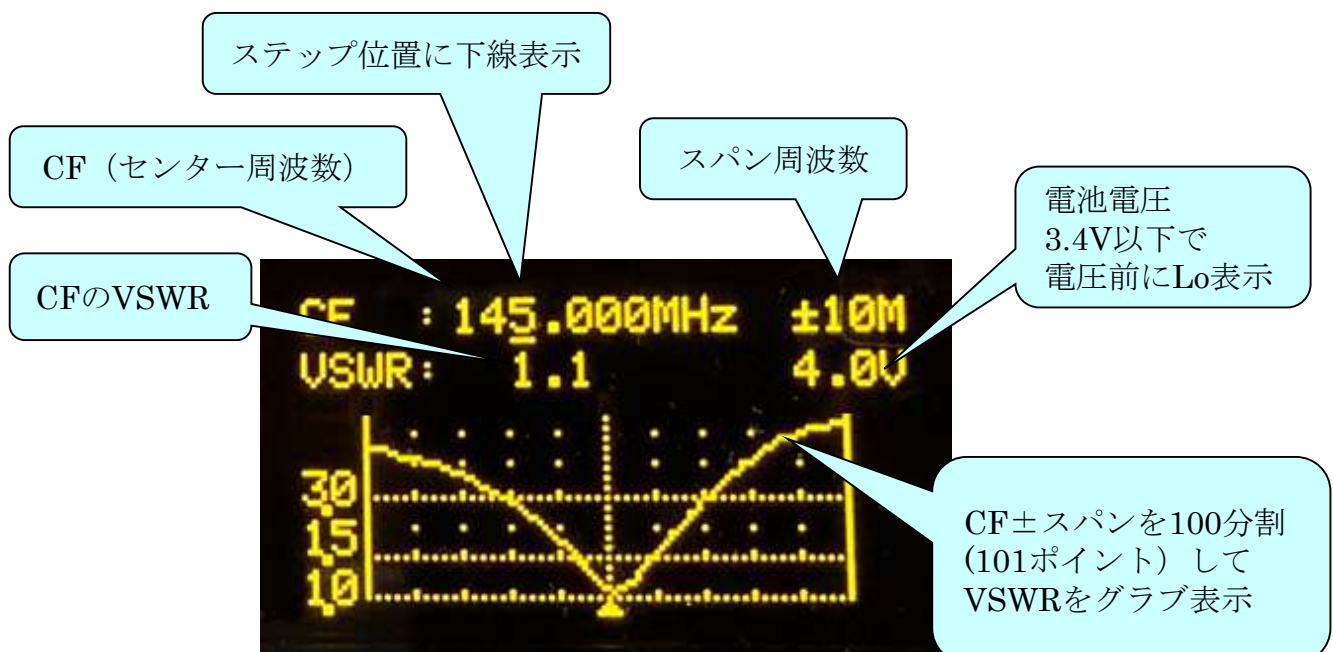
DIM設定（画面明るさ設定）

ロータリエンコーダでON：通常、OFF：明るいを設定します。

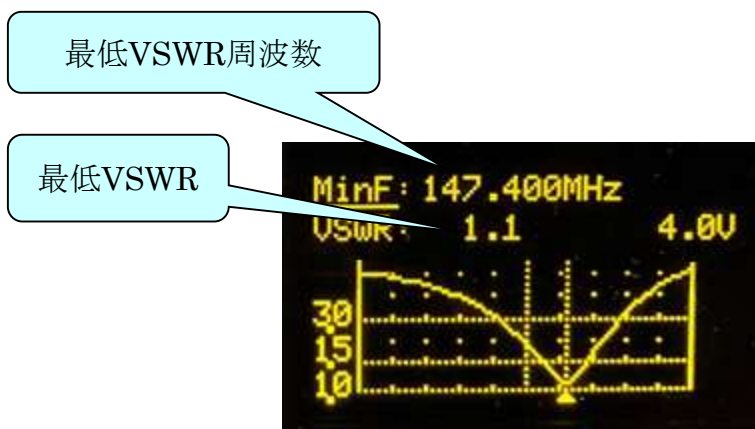
ON：時計回り、OFF：反時計回り

●メニュー画面からファンクションスイッチを短く押すとスキャンを開始します。センター周波数VSWRモードの場合はスパン上限まで測定後センター周波数のVSWRを表示します。マーカ（▲）がセンターに表示されます。

●グラフ右端までスキャン完了時にファンクションスイッチを短く押すとスキャンを一時停止します。ファンクションスイッチを短く押すと再開します。

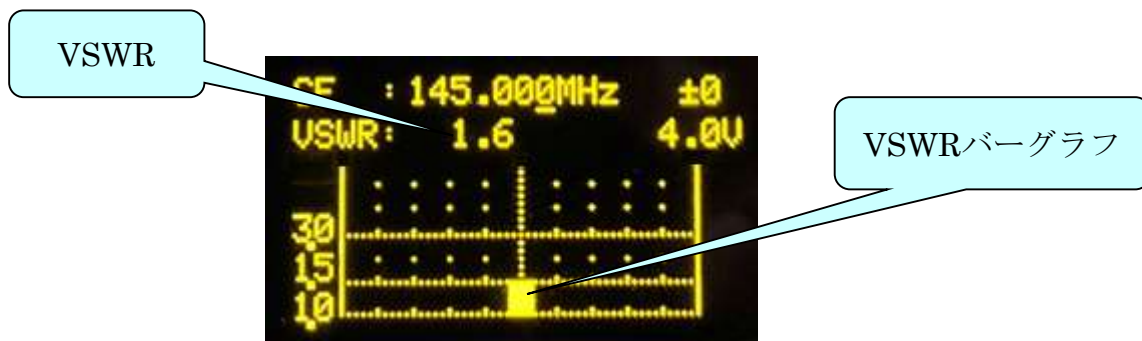


- スキャン中にファンクションスイッチを短く押すと最低VSWR表示モードに変わります。スパン上限まで測定後スパン内の最低VSWRとその時の周波数をマーカー（▲、ライン）とともに表示します。
- VSWR最低表示モード中にCFやスパンを変更するとセンター周波数VSWRモードに戻ります。

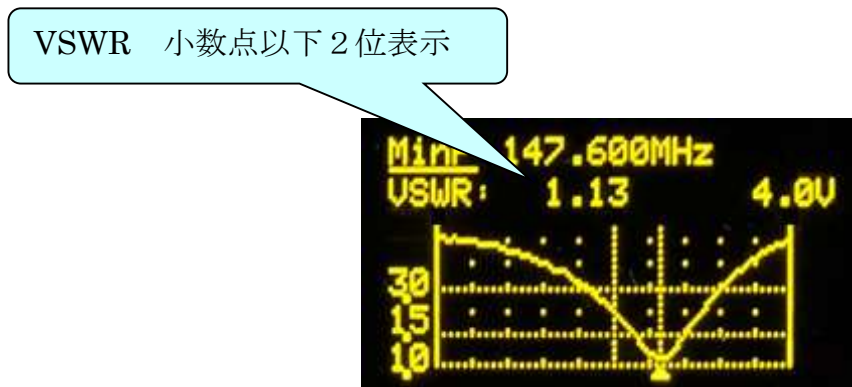


- 単一周波数で、VSWRを連続で見たい場合（例えば、ある周波数でアンテナチューナーを調整して最小点を探りたいときなど）は、エンコーダスイッチを長押ししてスパンを±0としてください。センター周波数のVSWRをバーグラフとともに表示します。もう一度エンコーダスイッチを長押しするとスキャンに戻ります。

BEEP設定がONの時はVSWRの値により音が出ます。
VSWRが高い時は高い音、低い時は低い音になり、VSWRが1.0近くになると音が消えます。



- VSWRを小数点以下2位まで表示するには、スキャン中又は単一周波数測定中にエンコーダスイッチとファンクションスイッチを同時に長押しします。もう一度同じ操作をすると小数点以下1位までの表示に戻ります。



6. 調整 操作方法

出荷時は予め調整されていますが、必要に応じて調整してください。
基準周波数調整とキャリブレーションを行うことができます。
両方調整する場合は、＜基準周波数調整＞→＜キャリブレーション＞の順に行ってください。

※ご注意

出荷時設定に戻す機能はありません。
ダミーロードや周波数カウンタ等、予め調整環境を整えて行ってください。
電源を入れてしばらく動作させた後に行ってください。

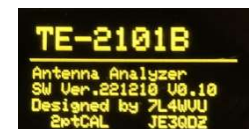
＜基準周波数調整＞

- ①バンド切り替えスイッチを押しながら電源を入れます。
 - ②オープニング画面下（"JE3QDZ"の左側）に"EX MENU"と表示されたらスイッチから手を離します。拡張メニューモードで起動します。
 - ③エンコーダスイッチを4回押してFreq Adjust 画面を呼び出します。
 - ④本機のアンテナ端子と周波数カウンタを適当なアッテネータを介して接続します。
 - ⑤アンテナ端子から10MHzの信号が出ますので、周波数カウンタで測定します。
 - ⑥エンコーダを回してカウンタの表示がほぼ10.000.000MHzになるように合わせます。
 - ⑦エンコーダスイッチを押す毎に数値右に 表示なし→"F"→"S" が順に出ます。
※ステップを、表示なし：10単位、F：1000単位、S：1単位に変えることができます。
 - ⑧ファンクションスイッチを短く押すと記憶してBAND選択に戻ります。
- 以上で完了です。

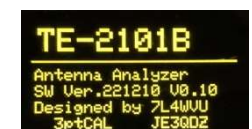


＜キャリブレーション（校正）方式切替＞

エンコーダスイッチとファンクションスイッチを同時に押しながら電源をいれるとキャリブレーションの方式（2点方式、3点方式）を切り替えることができます。



2点方式に切り替わった時はオープニング画面下に「2ptCAL」と表示し、
3点方式に切り替わった時は「3ptCAL」と表示します。



2点方式はオープン、75Ωでキャリブレーションを行います。
3点方式はオープン、150Ω、75Ωでキャリブレーションを行います。

2点方式の場合は、ハードウェアのバラツキにより150ΩのレベルがVSWR=3のラインからズレることがありますが、グラフの形は歪みが少なくなります。

3点方式の場合は、150ΩのレベルがVSWR=3のライン付近に補正されますが、高VSWR時にグラフの形が歪むことがあります。

6. 調整 操作方法

<キャリブレーション（校正）2点方式>

※基準周波数調整から続きで行う場合は③から行います。

- ①バンド切り替えスイッチを押しながら電源を入れます。
- ②オープニング画面下（"JE3QDZ"の左側）に"EX MENU"と表示されたらスイッチから手を離します。拡張メニューモードで起動します。
- ③エンコーダスイッチを3回押してCALIBRATION画面を呼び出します。
- ④SET OPENと出ますのでアンテナ端子をオープンにした状態でファンクションスイッチを押します。
- ⑤周波数表示が2MHz単位で校正值が記憶されていき、198MHzになると次に移ります。
- ⑥SET 75ohmと出ますので75Ωダミーロードをアンテナ端子に繋いでファンクションスイッチを押します。
- ⑦周波数表示が2MHz単位で校正值が記憶されていき、198MHzになると自動的にBAND選択に戻ります。

以上で完了です。



<キャリブレーション（校正）3点方式>

※基準周波数調整から続きで行う場合は③から行います。

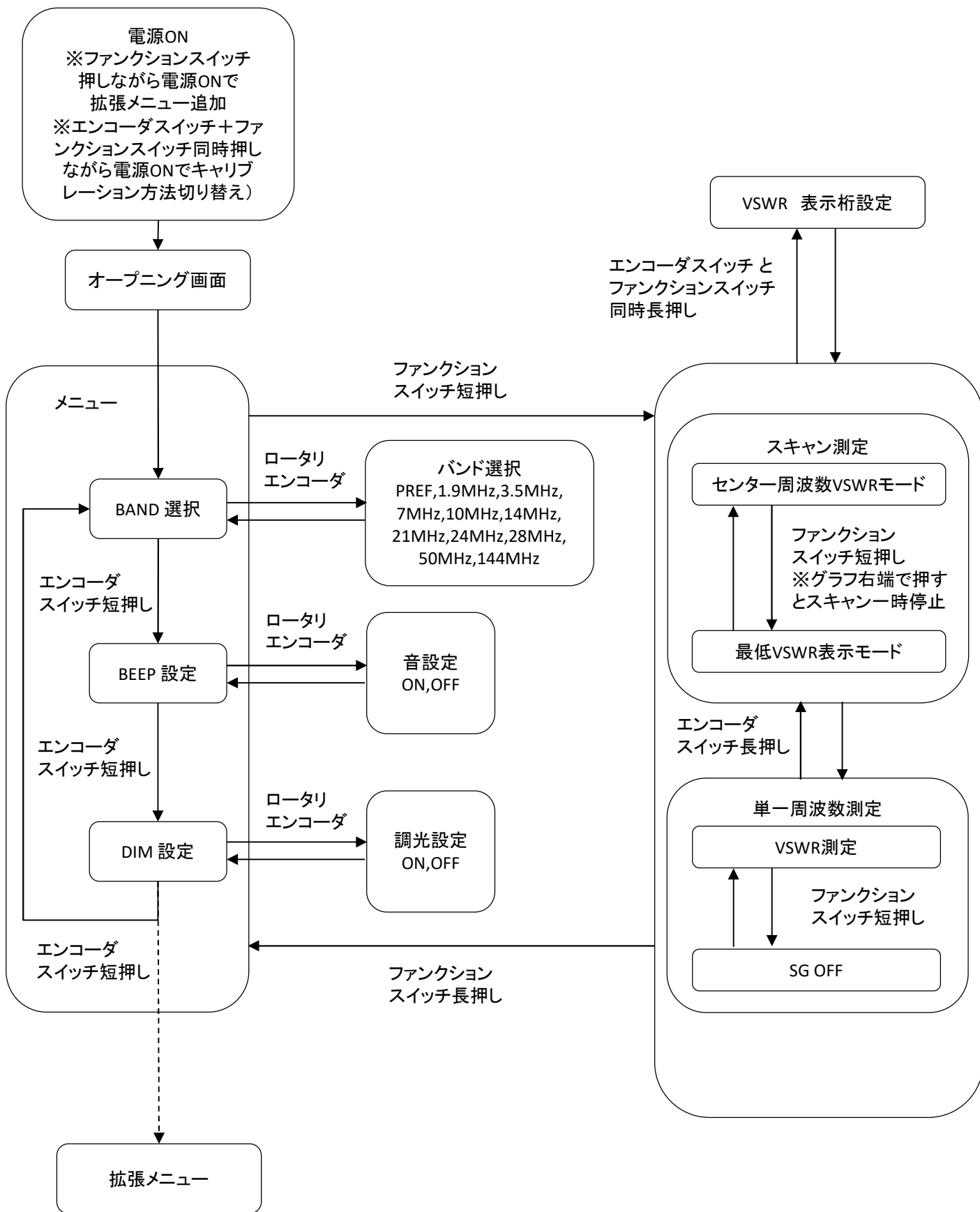
- ①バンド切り替えスイッチを押しながら電源を入れます。
- ②オープニング画面下（"JE3QDZ"の左側）に"EX MENU"と表示されたらスイッチから手を離します。拡張メニューモードで起動します。
- ③エンコーダスイッチを3回押してCALIBRATION画面を呼び出します。
- ④SET OPENと出ますのでアンテナ端子をオープンにした状態でファンクションスイッチを押します。
- ⑤周波数表示が2MHz単位で校正值が記憶されていき、198MHzになると次に移ります。
- ⑥SET 150ohmと出ますので150Ωダミーロードをアンテナ端子に繋いでファンクションスイッチを押します。
- ⑦周波数表示が2MHz単位で校正值が記憶されていき、198MHzになると次に移ります。
- ⑧SET 75ohmと出ますので75Ωダミーロードをアンテナ端子に繋いでファンクションスイッチを押します。
- ⑨周波数表示が2MHz単位で校正值が記憶されていき、198MHzになると自動的にBAND選択に戻ります。

以上で完了です。

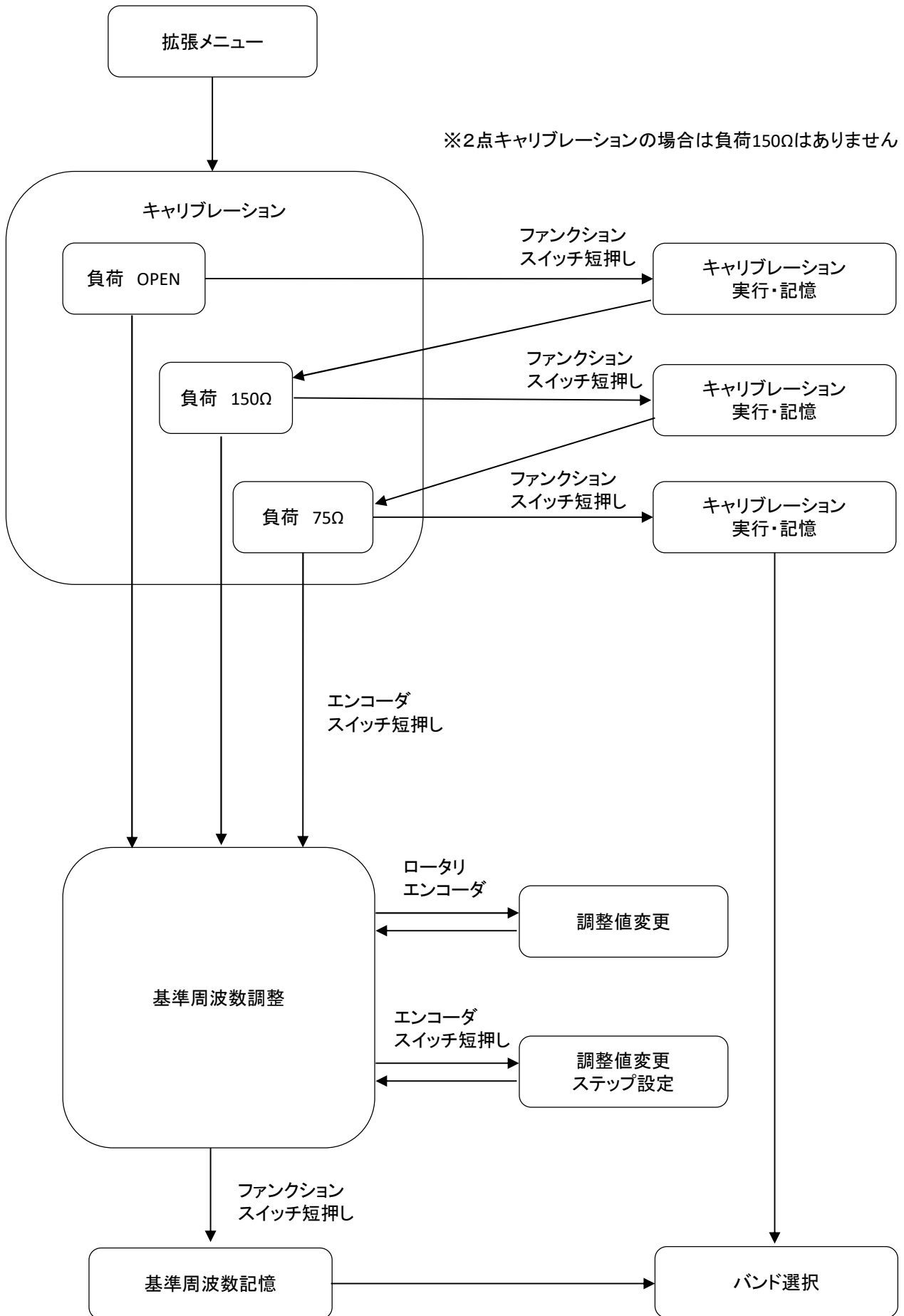


- ※ キャリブレーション用抵抗はチップ抵抗のご使用をお勧めします。
- ※ 拡張メニューモードは電源を切るまで続きます。
- ※ 3点方式でキャリブレーションした後、2点方式に切り替えた場合は再度キャリブレーションする必要はありません。

7. 操作系統図

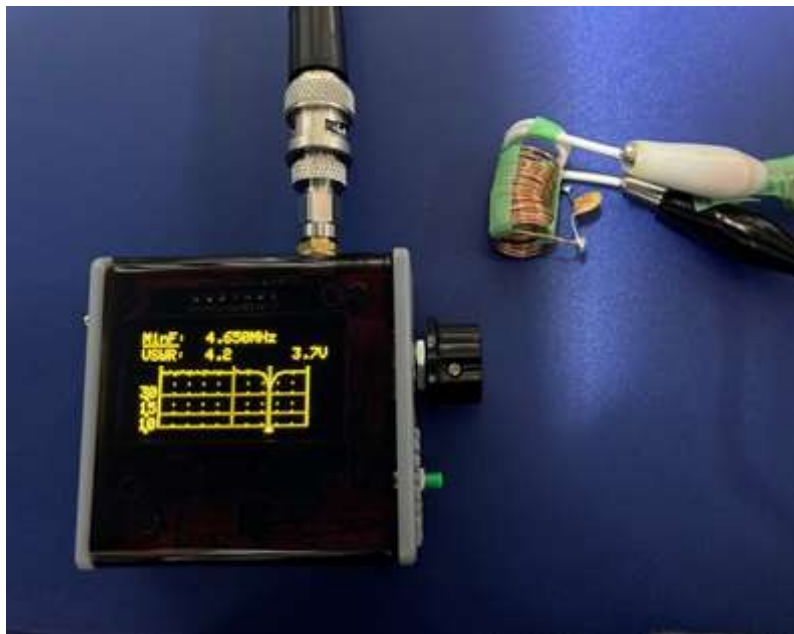


7. 操作系統図 拡張メニューモード



8. 応用例 ディップメーター

アンテナ端子に検出コイル（本セットに含まれませんので自作してみてください）を接続することで、ディップメーターとして使用することができます。
同調コイルの共振周波数が、既知のコンデンサ容量との計算で求められます。



写真の例は未知のコイルに220pFのコンデンサを付けた時の共振点で4.65MHzでした。

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C} = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 4.65 \cdot 10^6)^2 \cdot 220 \cdot 10^{-12}} = 5.3 \mu\text{H}$$

と求められます。

9. 周囲温度変化に対する誤差について

校正時より使用時の周囲温度に変化がある場合、下図（周囲温度変化によるVSWR測定値の変化）のようにVSWRが高くなるほど変動して見えることがあります。

これは高VSWR時のLOGアンプやミキサー等部品の温度特性によるものですが、アンテナ調整時のディップ周波数の測定に影響があるものではなく、VSWRが低くなるとほとんど変化しません。また、電源を入れてから数分で回路動作が安定して解消する場合があります。周囲温度が低いところで使う場合は、本器をポケットに入れて温めてから使うと良いでしょう。

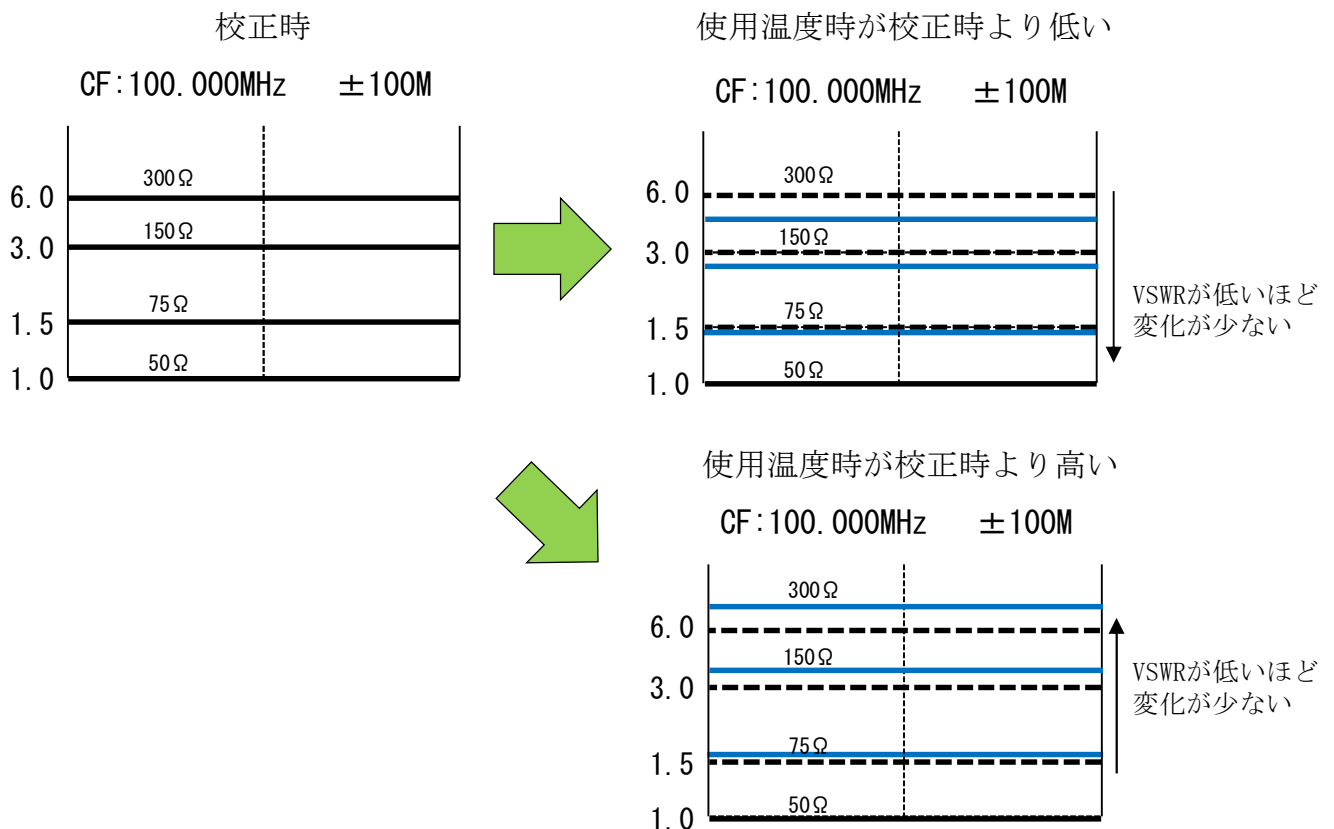
※どうしても気になる時は「6. 調整 操作方法 <キャリブレーション（校正）>」を行ってください。

<周囲温度変化によるVSWR測定値の変化>

※太線はVSWRの軌跡で細かな変動は省いています。温度値はイメージするための例です。

※グラフが不連続になることがあります。下図では表現していません。

※下図はすべての変化例を示したものではありません。

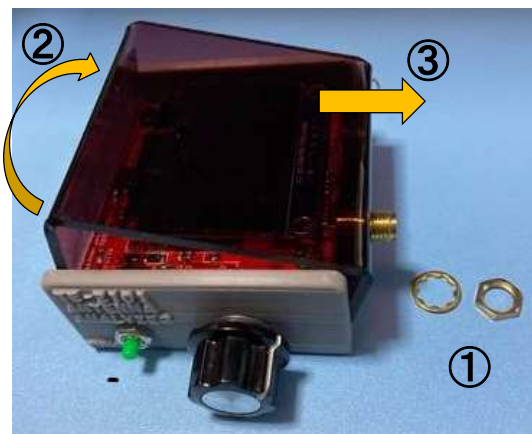


10. 点検・お手入れ

点検・お手入れの際は電源を切ってください。

＜カバーの外し方＞

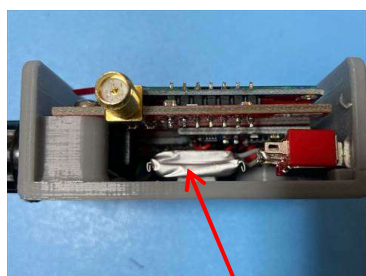
- ①SMAコネクタのナットとワッシャを外します。
- ②カバーのSMAネクタ側と反対側をもちあげます。
- ③カバーをSMAコネクタ側にスライドさせて外します。



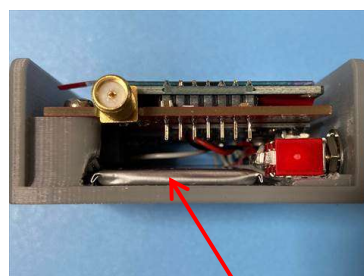
＜バッテリーの点検＞

SMAコネクタ側又は反対側からリチウムポリマー電池に膨らみが無いか点検してください。

バッテリーの形状は調達時期により異なります。



リチウムポリマー電池



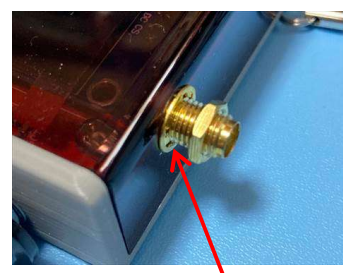
リチウムポリマー電池

＜カバーの取り付け方＞

外す時と逆の方法でカバーをはめます。

SMAコネクタ側と反対側はやや開くようにすると嵌め易いでしょう。

SMAコネクタのワッシャは、歯が凸に出ている側をナット側にして締め付けます。



歯が凸に出ている側

＜お手入れ方法＞

表面は乾いた柔らかい布などで拭いてください。

特にカバーはアクリル製ですので、消毒液などアルコールを含むものはひび割れや白濁の原因になります。