

## TinySA の説明

### 導入：

NanoVNA という名前のベクトル ネットワーク アナライザが多数登場したことにより、Hugen が NanoVNA-H と NanoVNA-H4、および NanoVNA-V2\_2 (後者には SMA コネクタまたは N コネクタが付いている) の製造と提供を担当するようになりました。は、Erik Kaashoek とともに、同じ価格帯で TinySA という名前のスペクトラム アナライザーを開発しました。これは、多くの高度な機能を備えた優れた製品です。

この製品プログラム全体は EDR によってデンマークに在庫されており、EDR WEBShop 経由で購入されます。その価格は、Alibaba.com などオンラインで購入するのがバカバカしい価格です。EDR での VAT 込みの価格は、数週間の待ち時間と Post Nord の手間に匹敵します。、数百 Dkr が必要です。VAT と手数料を請求するため。DK 国外からの発送に DHL を使用する場合は、対応する追加請求書も受け取ります。

TinySA を受け取ると、図 1 に示すような素敵なギフト ボックスに入ってきます。このボックスには、TinySA 本体と USB C - USB-2 ケーブル 2 本が含まれています。SMA オス - オス テスト ケーブル、SMA メス - メス アダプタ、およびタッチ センシティブ カラー スクリーンを介してメニュー システムを操作するためのギター ピック付きリスト ストラップ。



図1

TinySA をオンにすると、0 ~ 350MHz の周波数範囲で自動的に起動し、図 2 に見られるように、ノイズ フロアは -90dBm になります。小さなアンテナが TV 信号を捕捉し、マーカー 1 が最大の信号を自動的に検出します。

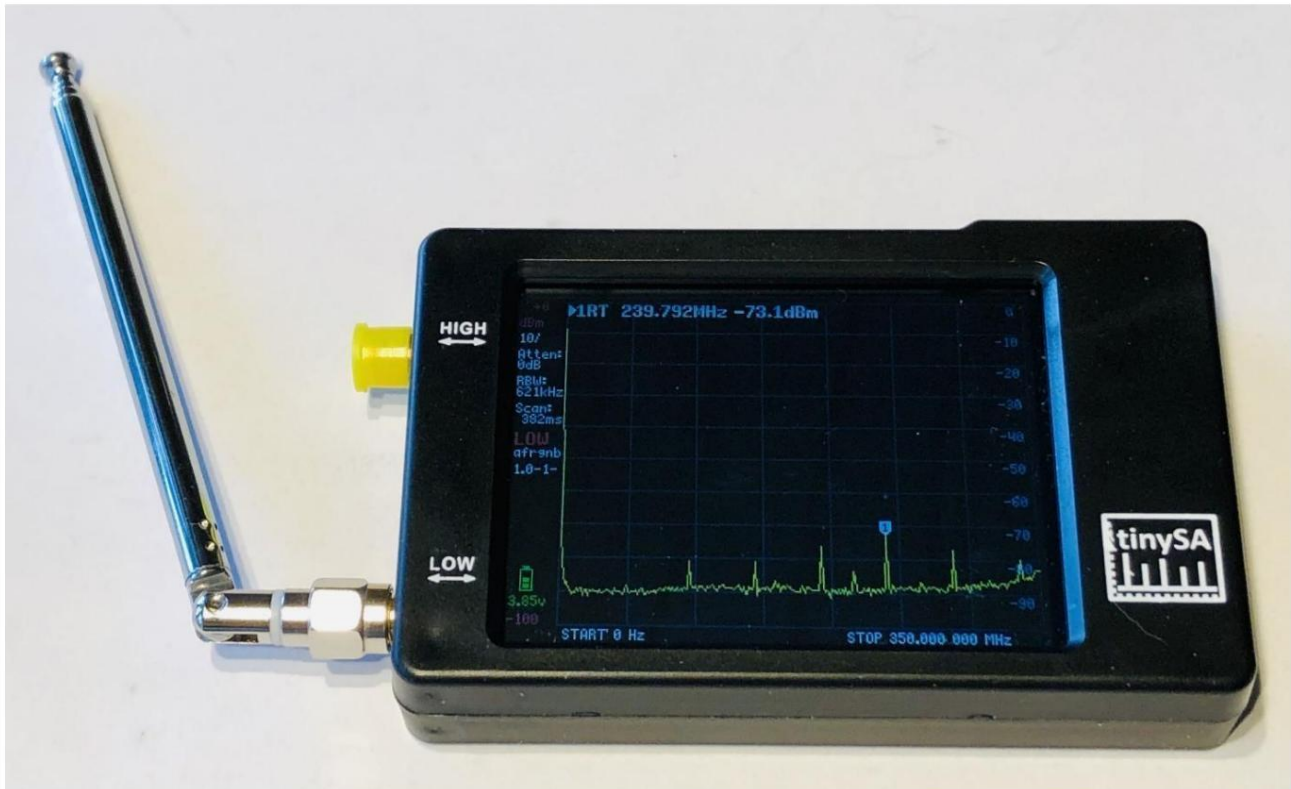


図2

USB ケーブル経由でプログラムできるため、誰でも手間なく TinySA を制御するスマートなプログラムを作成できます。スクリーンショットをダウンロードする PC ソフトウェアはすでに存在しており、このドキュメントとここで示されているいくつかの例は、図 3 に 70% 変調の AM 変調信号と、0.5MHz の距離での 30MHz 信号の位相ノイズ測定を容易にします。上部のテキスト 2 は、図 4 に示す -110.9dBc / Hz の値での測定を示します。

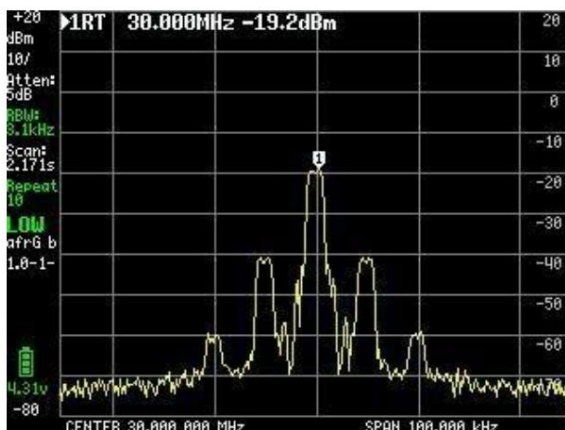


図3

70% 変調の AM 信号



図4

30MHz信号の位相雑音測定

それぞれ異なる機能を持つ 4 つのマーカーがあります。同様に、ウォーターフォールをオンにして、選択した周波数範囲、および最大または最小レベルを保存および記憶するための多くのさらなる機能を備えています。TinaSA は、スペクトラム アナライザとしての基本機能以外にも多くのことを実行できます。3KHz ~ 600KHz の 6 つのフィルタ帯域幅、0.1 ~ 350MHz の 2 つの周波数範囲で + - 1dB 以内の精度で優れたパフォーマンスを実現し、1 つは 240 ~ 960MHz までの周波数範囲を拡張します。いくつかの削減されたデータ。

プロの SA であっても常に備えているわけではない追加事項は次のとおりです。

- 発振器や送信機などの調和解析
- アンプやPAステージのOIP3 f (3次相互変調)の自動測定
- 発振器、送信機、増幅器の位相雑音

- 2つの周波数範囲の両方に出力信号を備えた信号発生器。プログラム可能な周波数と低域の信号レベルは-6~-76dBmで、AMおよびFM変調とオプションのdBステップ機能によるスイープ、直線性測定用のアップまたはダウンが可能、およびユーザーが選択した掃引範囲は、0 ~ 350MHz の全範囲にわたります。高周波数範囲の場合、信号レベルは -38dBm ~ + 13dBm で、16 の事前定義レベルがあります。

- 選択した周波数での 0 スイープ (CW)。一種のオシロスコープとして機能するか、読み出し値が dBm、dBmV、dBuV、ボルト、ワットのいずれかで選択できるためパワー メーターとして機能します。

<https://www.tinysa.org/wiki/>にアクセスすることを強くお勧めします。ここでは、多数の小さなビデオ クリップを使用して、詳細を調べて多くの詳細情報を入手できます。また、PC プログラム TinySA.exe と最新のファームウェア リビジョンへのリンクもあります。

それでは、TinySA で利用できるさまざまなオプションを見てみましょう

図 5 に示す起動画面の左側には、豊富な情報が含まれています。上から、基準レベルとして 0 dBm、次に 10/ が表示されます。これは、0dBm から -100dBm までの目盛りごとに 10dB を意味します。減衰: 0dB (アッテネータ 0 dB が自動的に選択されます)、RBW: 621kHz (可能な限り最速の掃引のために自動的に選択されるフィルタ帯域幅) 保留中の周波数スパン、スキャン: 406ms (0.406 秒のフルスイープ) LOW (選択された低周波数帯域)。

さらに、バッテリー電圧と、残容量 (ここでは 100%) を示すバーが表示されます。スイープ時に下部に緑色の進行状況ラインが表示されます

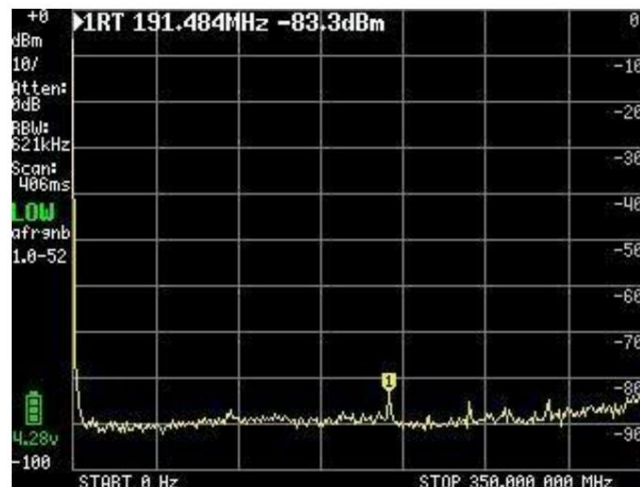


図5

画面上のランダムな点をクリックするか、キャビネットの右上にあるロッカー スイッチをタップすると、図 6 に示す画面上のメイン メニューが表示されます。

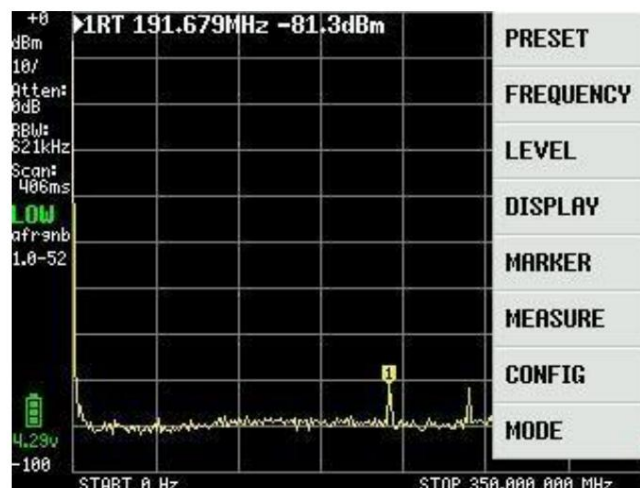


図6



## メインメニュー

「MODE」をクリックすると、サブメニュー項目を含む図 7 に示す「MODE」サブメニューが表示されます。

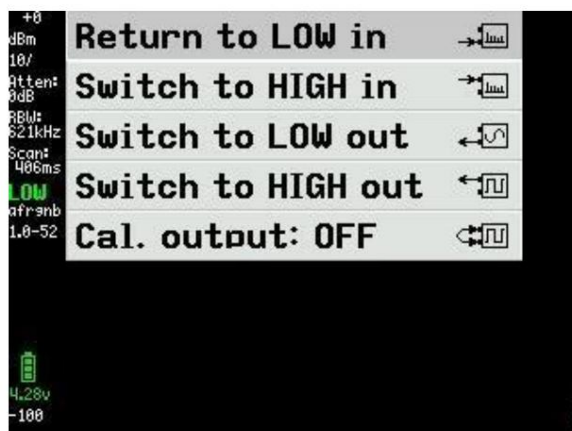


図7

「Switch to HIGH in」をクリックすると、周波数範囲が 240 ~ 960MHz の新しい画面図 8 が表示されます。入力信号は HIGH という SMA コネクタに接続する必要があります。

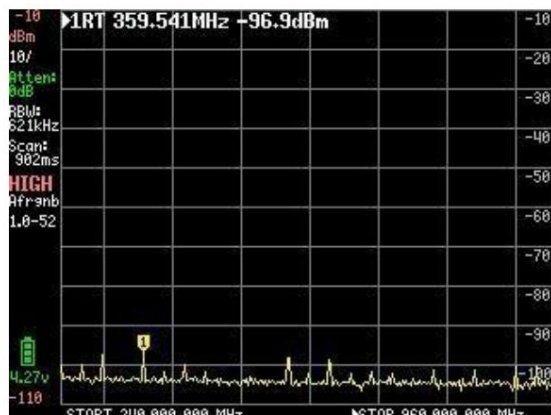


図8

信号発生器としての TinySA については後で読むことができますが、これらの機能への参照があるため、スペクトラム アナライザとしての TinySA を実際にレビューする前に知っておくと実用的です。

せっかちな場合は、図 26 に進んでください。

TinySA も高度な機能を備えた信号発生器であり、図 7 の「Switch to LOW out」をクリックすると、図 9 のようなサブメニューが表示されます。当面、すべての設定が完了するまで LOW OUTPUT は OFF に設定されます。

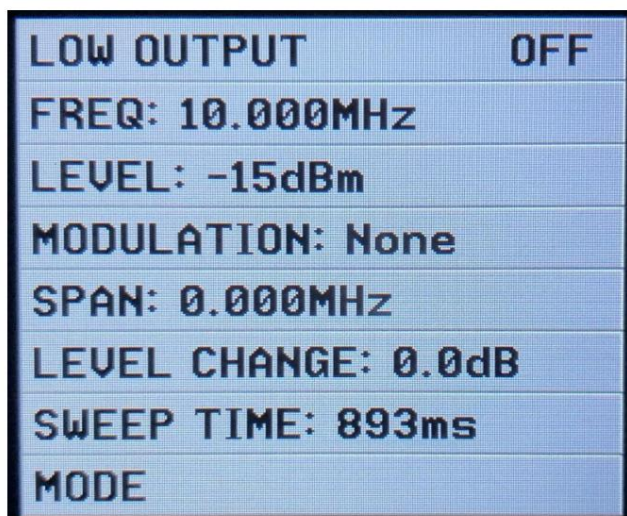


図9

[FREQ] をクリックすると、図 9 の入力フィールドから図 10 が開きます。ここでは、中心周波数を 0 ～ 350MHz に設定でき、周波数依存のステップ分解能は 349,999MHz で 400Hz、10MHz で 200Hz です。

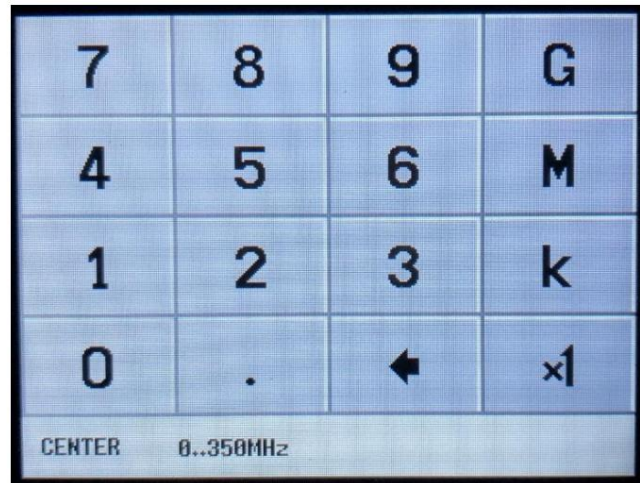


図10

図 9 の LEVEL をクリックすると、入力ボードを介して 50 オームで -76dBm から -6dBm まで 0.5 dB ステップで出力レベルを選択できます。図 11

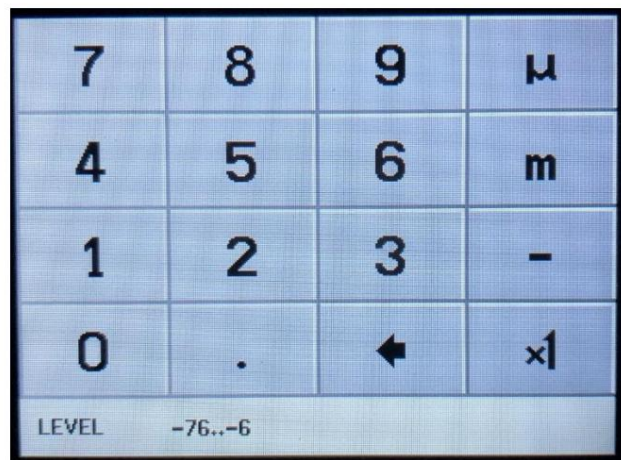


図11

図 9 の「MODULATION」をクリックすると、図 12 に進み、表示されている変調形式を選択できるメニューが表示されます。非常に多くの歪みがあり、受信機が AM および/または FM で動作しているかどうかを監視するために使用されます。

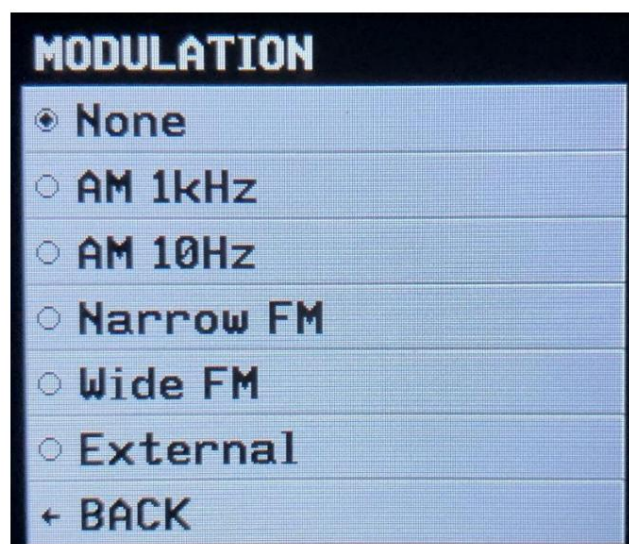


図12



図 9 の [SPAN:] をクリックすると、図 13 の掃引幅を、選択した中心周波数を中心に対称な 0 ~ 350MHz に設定できます。中心周波数と同じ桁の分解能が使用されます。

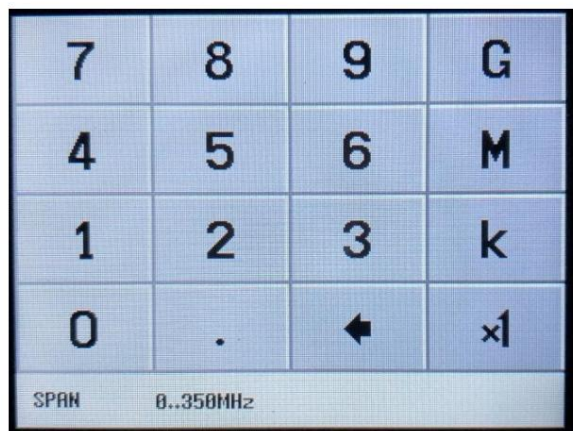


図13

図 9 の LEVEL CHANGE をクリックするとスイープが開き、図 11 で選択した出力レベルで、図 14 で選択した 70dB の範囲にわたって 0.5dB ステップで振幅を増減してスイープします。

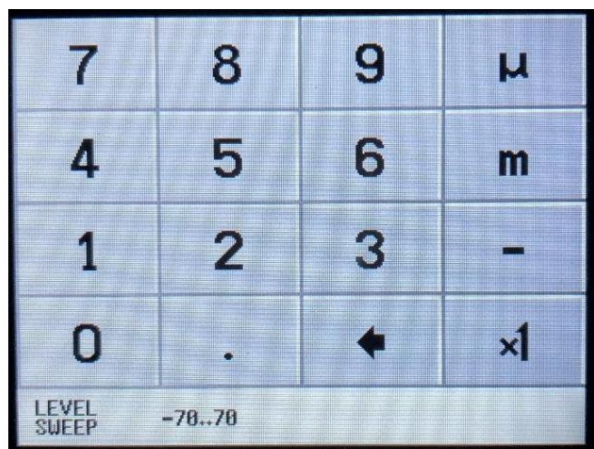


図14

図 14 で -30dB の LEVEL CHANGE を選択すると、図 9 で選択した 10 MHz の周波数、0.000 MHz のスパン、および -20dBm に変更された出力レベル、および5 秒後、図 15 に示すように、画面上に画像の概要が表示されます。まず、LOW OUTPUT を ON に設定します。

別の TinySA では、-20 ~ -50dBm の間の振幅掃引が 10 秒の掃引時間で示されています（図 16）。アンプまたは PA ステップの直線性を評価する便利な方法

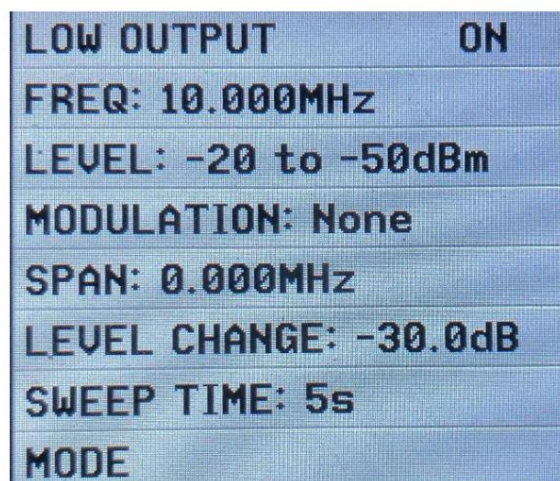


図15

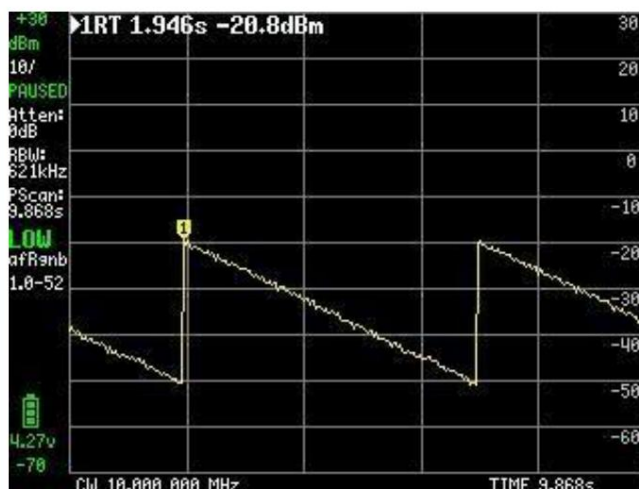


図16

SWEEP TIME 設定は図 17 で最大 600 秒まで設定できます

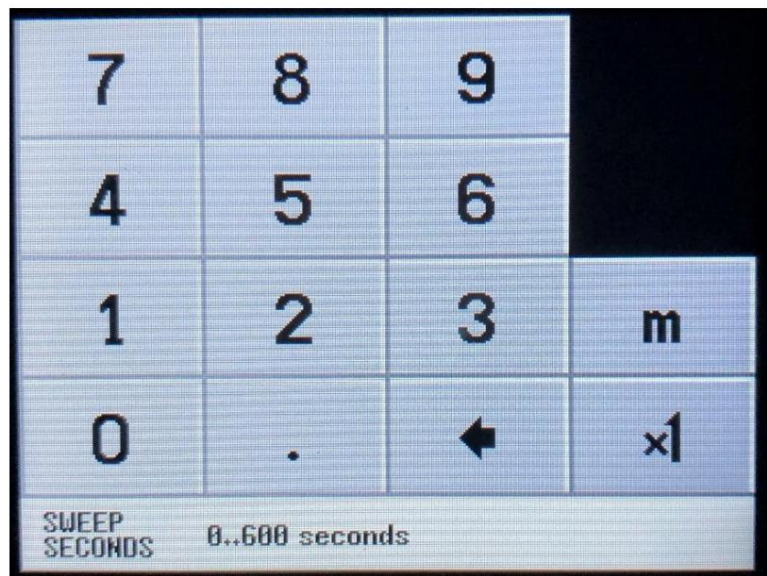


図17

図 7 で「HIGH 出力への切り替え」を選択すると、図 18 に LOW 出力の場合と同様のメニュー項目のセットが表示されます。周波数範囲は 240 ~ 960MHz ですが、一部の機能は柔軟性が低く、たとえばレベル変更は存在しません。

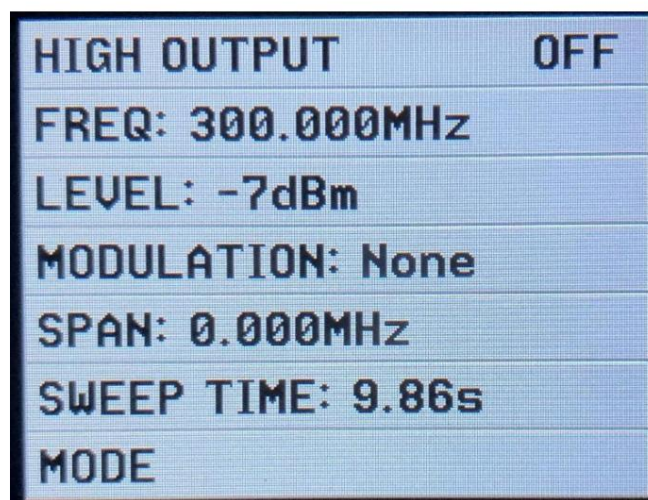


図18

図 18 で FREQ: を選択した場合、図 19 では 240 ~ 960MHz から選択できます

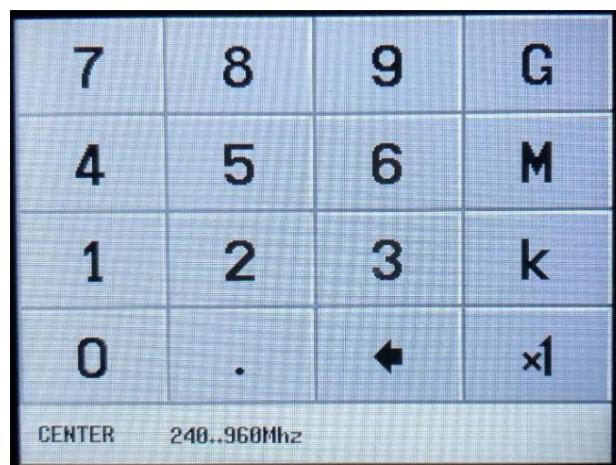


図19



LEVEL を選択すると、図 18 に示すように、+ 13dBm から - までの範囲の固定出力レベルの一連のメニューが表示されます。  
図 20 から図 22 に示す 38dBm

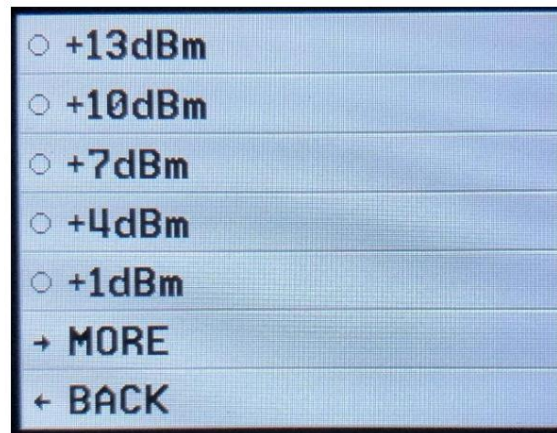


図20

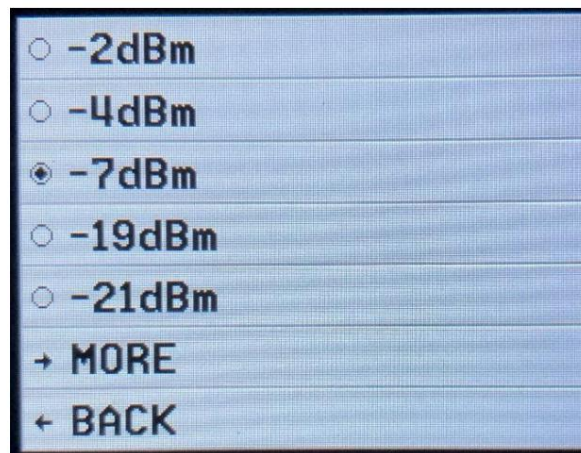


図21



図22

図 18 で MODULATION: を選択すると、2 つの FM 変調形式を選択できます。図 23 に示すように、AM は選択できません。



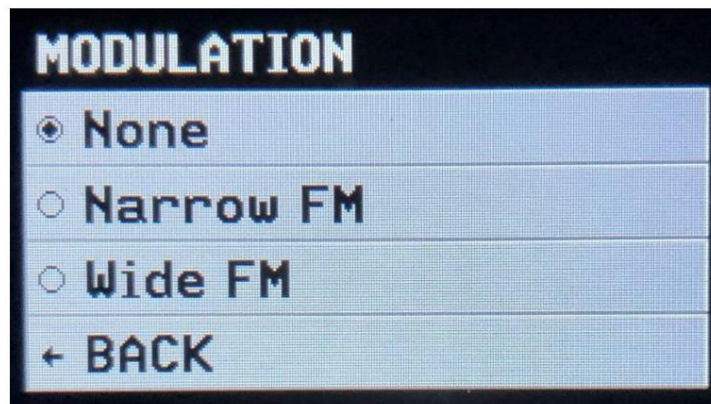


図23

SPAN を選択する場合: 図 18 では、図 19 で選択した周波数を中心に対称である図 24 を介してスパンを選択し、TinySA はこれが 240 ~ 960MHz の周波数範囲内にあるかどうかを確認します。選択したスパンが大きすぎる場合は、新しい中心周波数が自動的に計算されます

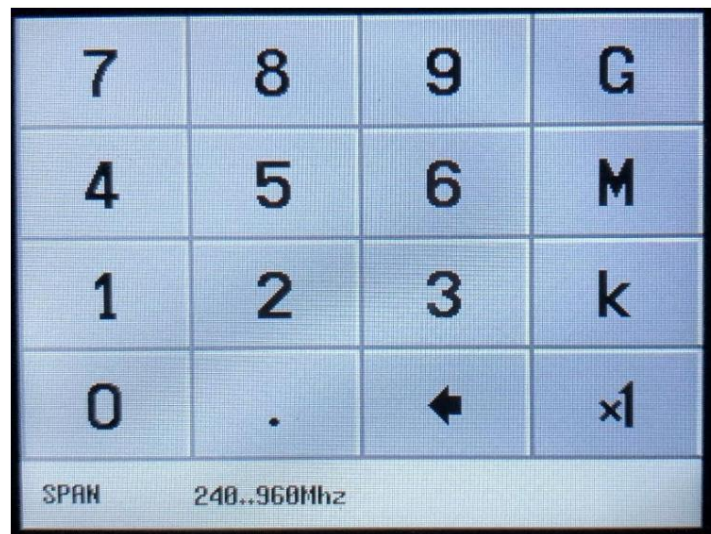


図24

SWEEP TIME が選択されている場合: 図 18 では、図 25 で最大 600 秒に設定することもできます

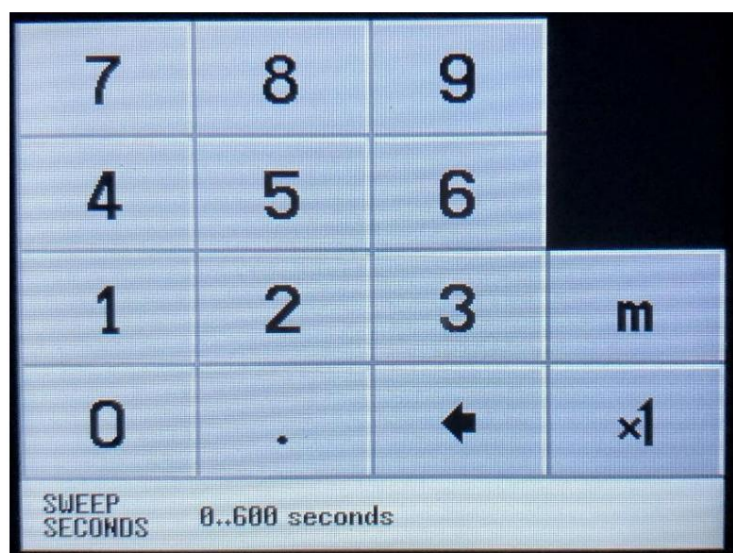


図25

すべてが希望どおりに設定されたら、図 26 で HIGH OUTPUT を ON に設定します。

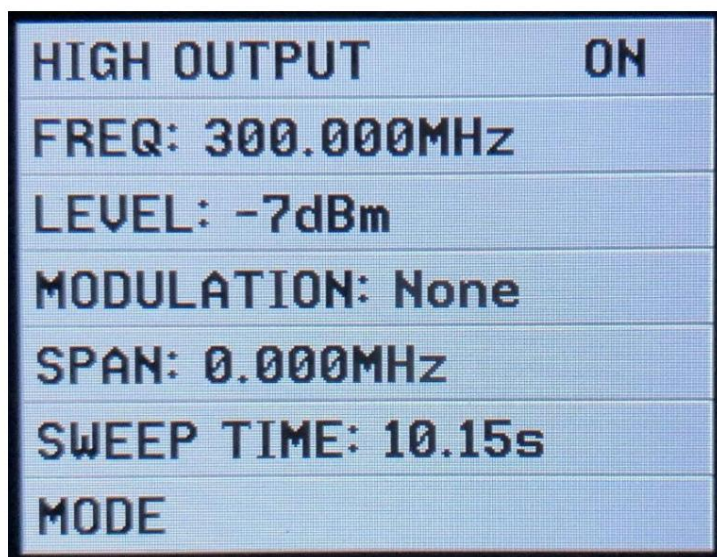


図26

Cal.を選択する場合出力: 図 7 では、テスト信号の選択が図 27 に示されており、さまざまな目的に使用されます。30MHz 信号は、このレベルが非常に正確である -25dBm であるため、TinySA によって SELFTEST および信号レベル校正を実行するために使用されます。

まずこれら 2 つの機能について理解する必要があります。

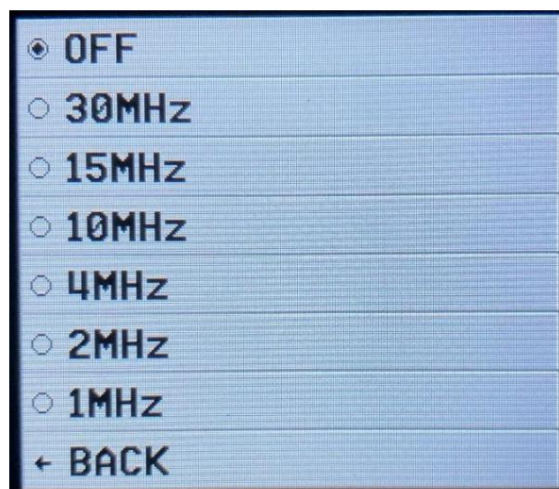


図27

TinySA を初めて使用するときは、すべてが正常であることを確認するために SELF TEST を実行する必要があります。HIGH および LOW とマークされた 2 つの SMA メス コネクタを SMA オス-オス テスト ケーブルで接続します。

画面をクリックし、図 28 で [CONFIG] を選択し、図 29 で [SELF TEST] を選択します。10 個の異なるテストがエラーなしで合格する必要があります。

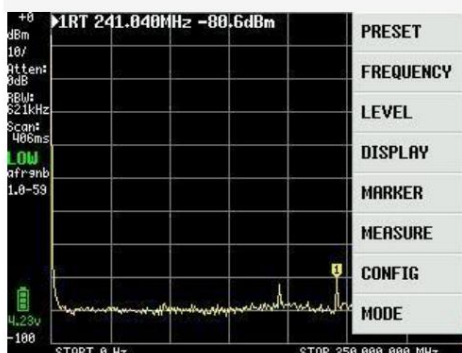


図28



図29

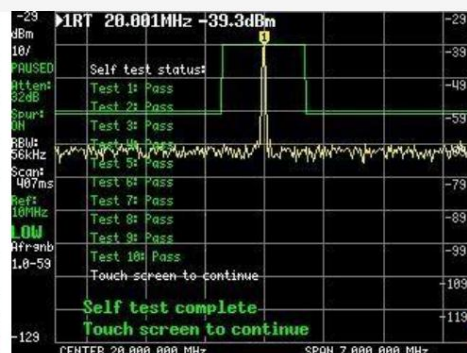


図30



## TinySA 信号レベル精度の校正。

HIGH と LOW がテスト ケーブルに接続されたままの状態、図 29 で LEVEL CAL を選択すると、次のスクリーンショット図 31 が表示されます。CALIBRATE をクリックし、測定レベル (ここでは図 32 に示す -25.7dBm) に基づいて、TinySA には 360MHz ローパス フィルターのフィルター曲線を定義する 10 個の周波数のテーブルが含まれているため、周波数範囲全体に対して複雑な計算が行われます。このキャリブレーションには他の多くのデータが含まれており、その結果、周波数範囲全体にわたる TinySA レベル測定の精度は約 1dB になります。



図31

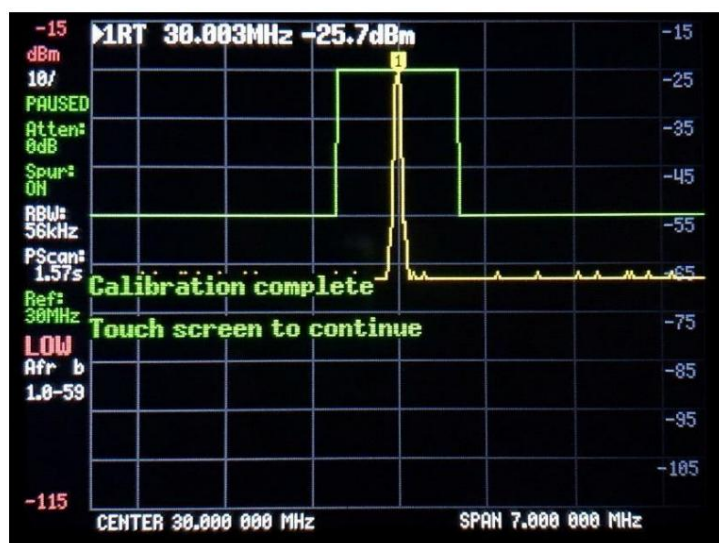


図32

非常に正確な出力レベルを備えた信号発生器を所有またはアクセスできる場合は、さらに優れた精度を提供できる別の方法を使用できます。マーカ レベルの読み取り値は 0.1dB ですが、異なるマーカ読み取り値の間には 0.5dB のジャンプがあります。これは、内部レベル検出器自体の分解能が 0.5 dB しかないためです。

図 33 で [CONFIG] を選択し、次に図 34 で [SWEEP SETTINGS] を選択し、最後に図 35 で [PRECISE] を選択して戻ります。

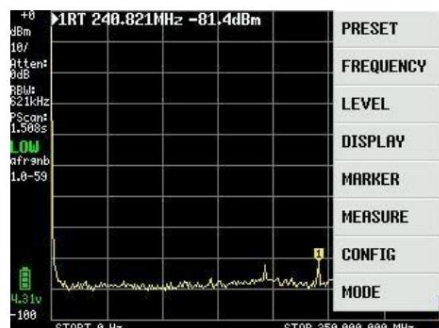


図33

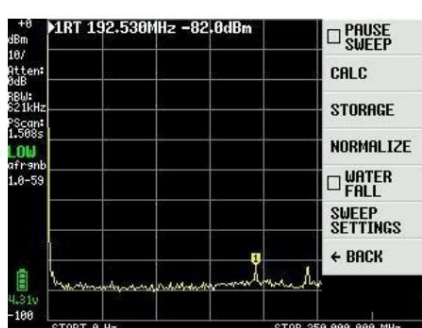


図34

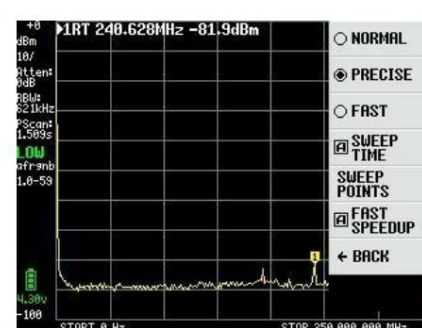


図35

次に、CONFIG I (図 36) と EXPERT CONFIG I (図 37) を選択し、最後に ACTUAL POWER I (図 38) を選択します。

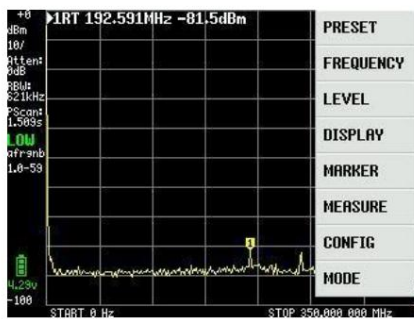


図36



図37

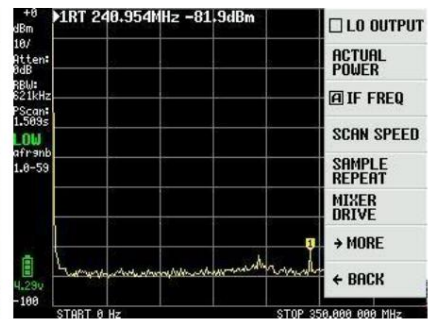


図38

入力 LOW に供給される外部信号発生器からのレベルは、-20 ~ -30dBm の範囲が最適で、この例では -20dBm が、図 39 の ACTUAL POWER のフィールドに入力されます。周波数はオプションですが、通常は範囲内です。30~100MHz、ここでは 50MHz を選択

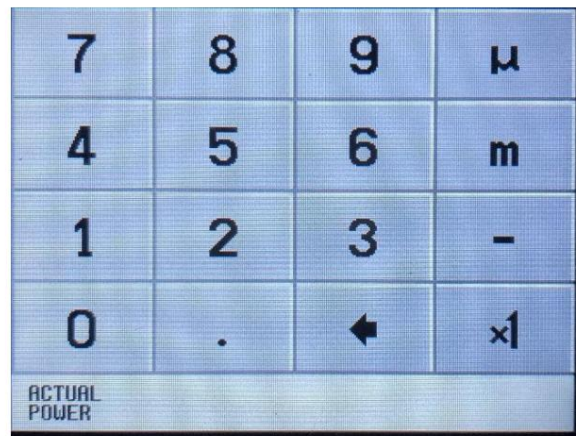


図39

図 40 に示すように、レベル -20dBm までのキャリブレーションが成功しました。

見てわかるように、帯域制限でのローパス フィルターの損失増加が補償されるため、ノイズ フロアは 350MHz に向かって上昇します。

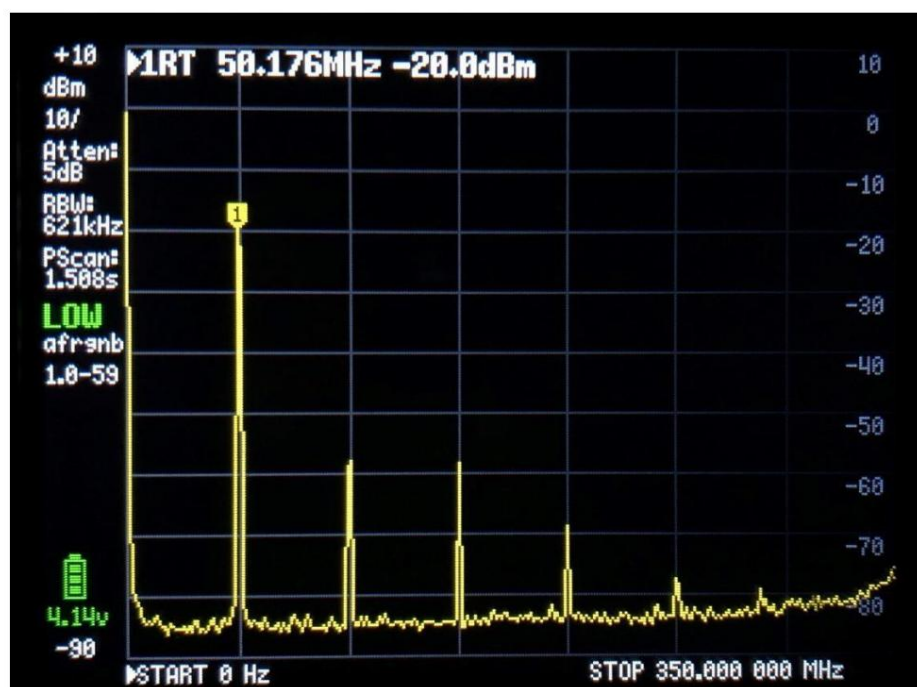


図40



画面をクリックすると表示されるメインメニューには、図 41 に示す「MEASURE」というメニュー項目があります。

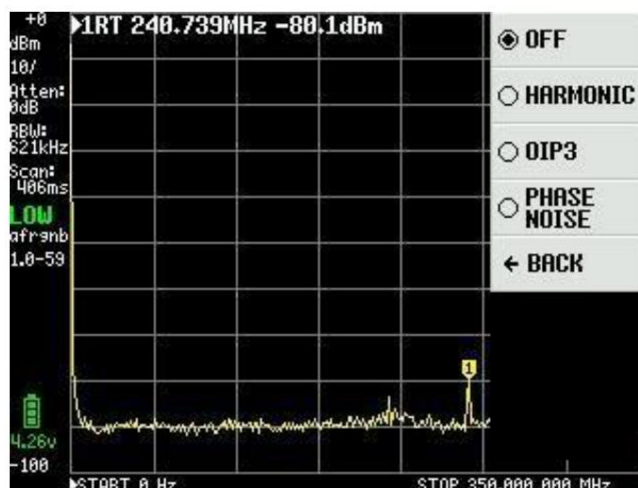


図41

図 40 のキャリブレーションに使用される信号は、非常に低ノイズの HP 信号発生器からのものであり、最初にポイント HARMONIC を選択すると、TinySA は高調波を dBc、つまり 50MHz の基本波に対して何 dB として測定します。

図 42 に示すように、使用可能なマーカーが 4 つあります。

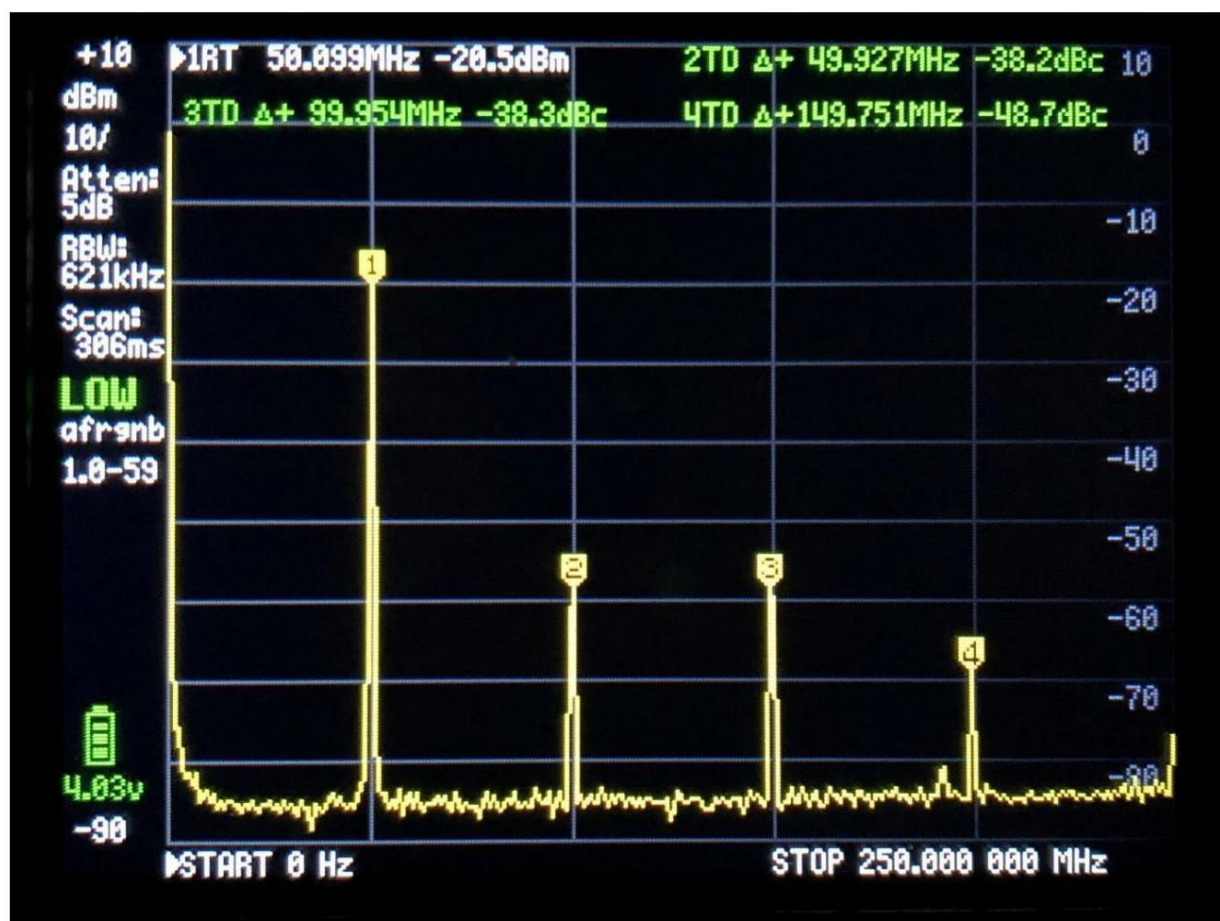


図42

図で PHASE NOISE を選択すると、TinySA は、指定された周波数距離における位相ノイズを 1Hz 帯域幅に変換した dBc / Hz 単位で測定します。中心周波数 (ここでは 50MHz) を指定し、位相ノイズを測定する周波数距離 (ここでは距離 2 MHz) を指定します。結果は、図 43 に示す -123.7dBc / Hz です。これは外部発生器からの位相ノイズでしょうか、それとも TinySA 自体がノイズを生成しているのでしょうか??

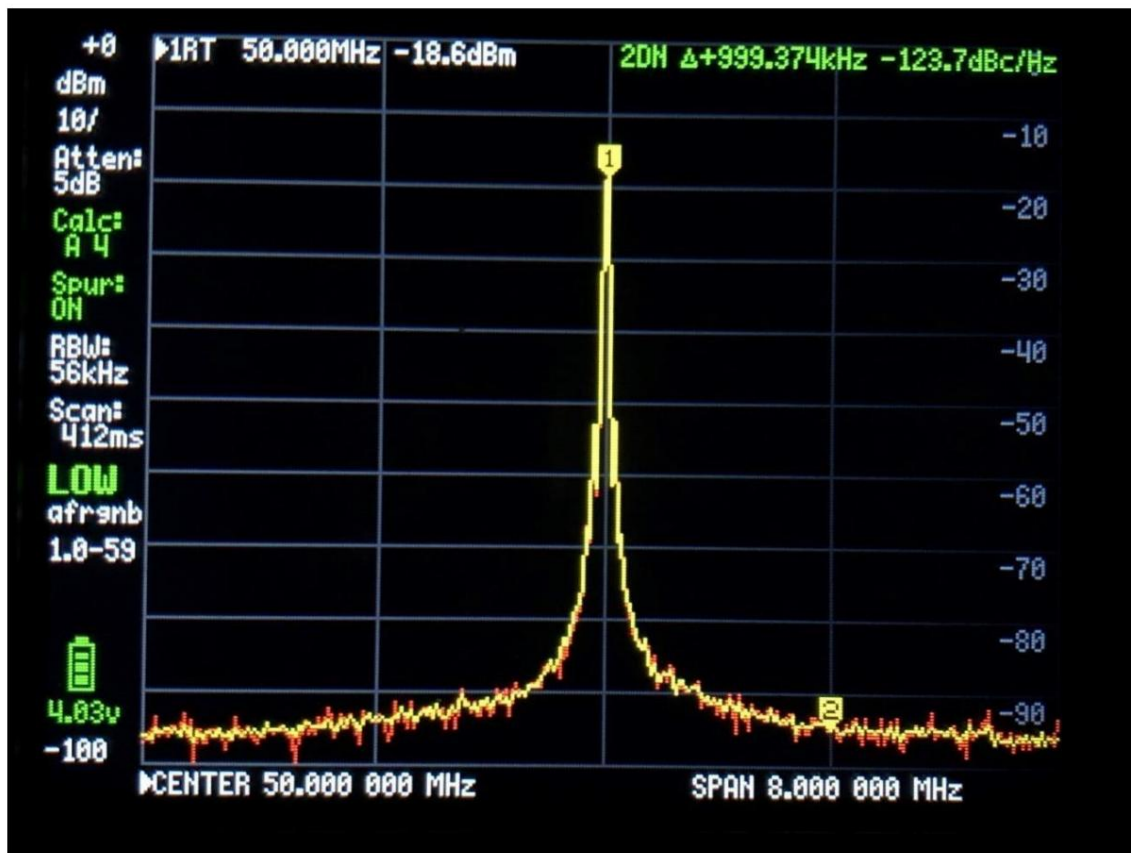


図43

別の TinySA から同じ信号を送信すると、図 44 で 120.7dBc/Hz の位相ノイズが測定されます。これはちょうど 3 dB 低くなります。同じ量のノイズを発生するため、理論的にはこれも結果として得られるはずですが。黄色のトラックは平均測定値、赤色のトラックは現在の信号です。したがって、HP ジェネレータによってノイズが発生することはありません。

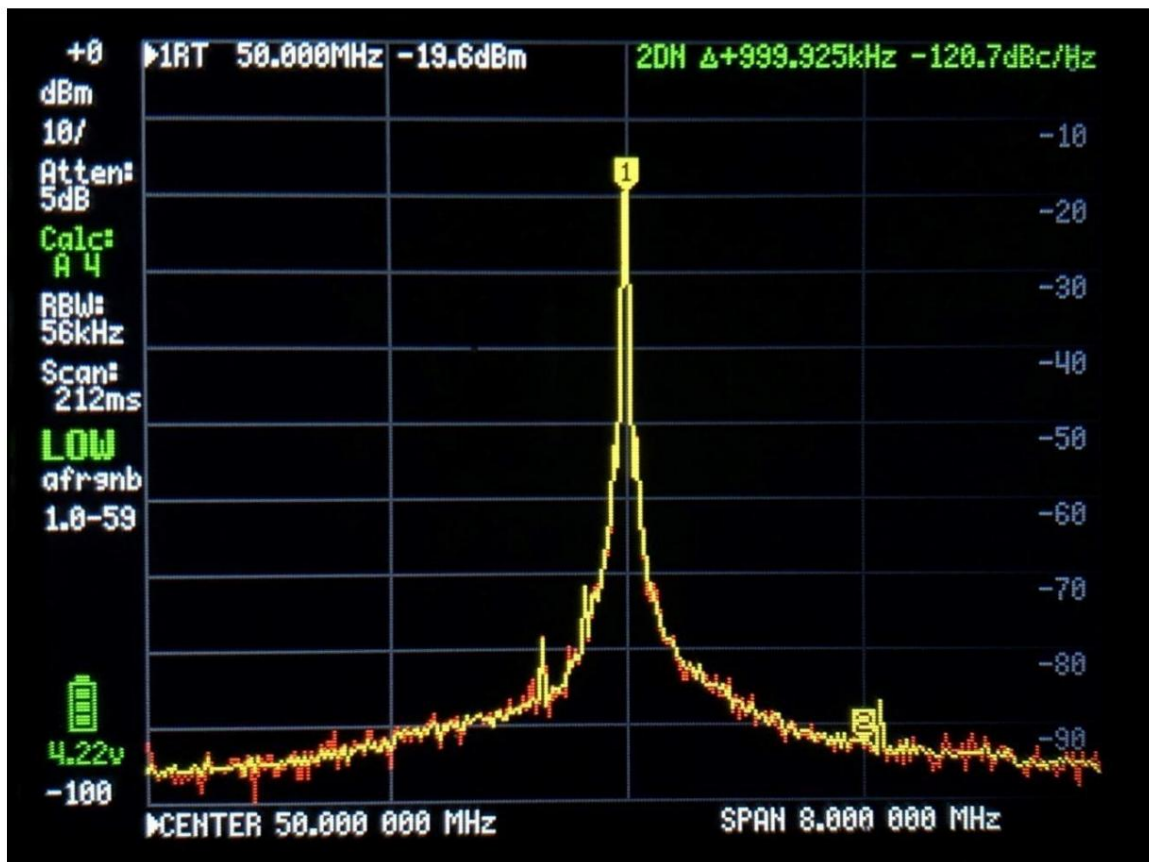


図44



MEASURE ポイントで測定できる最後のものは、OIP3、つまり 3 次相互変調です。アンプや

PA ステージは同じ振幅の 2 つの信号  $f_1$  と  $f_2$  に適用され、これらの信号は  $2xf_1 - f_2$  と  $2xf_2 - f_1$  という 2 つの新しい信号を生成します。これは 3 次相互変調と呼ばれ、この測定用語は OIP3 です。TinySA は直接測定および計算することもできます。これら 2 つの新しい信号は、それぞれ  $f_1$  と  $f_2$  の上下の周波数範囲  $f_1$  から  $f_2$  にあります。TinySA 自体にも IOP3 レベルがあり、これは 2 つの測定トランスミッターから 2 つの信号を供給することによって測定されます。これらのトランスミッター自体は OIP3 値、または TinySA 自体よりも数桁優れた値を生成しません。経験則として、 $IOP3 = P_{out} + \Delta P/2$  です。ここでは、図 45 に示すように、50 MHz と 55 MHz で 2 つの -4 dBm 信号を適用し、相互変調周波数 45 と 60 MHz を使用した TinySA の測定結果を示します。入力信号を 10 dB 低減することで、相互変調積は 20 dB 低減する必要があり、これは図 46 でも同様です。したがって、22.5 dB または 18.5 dB の TinySA IOP3 は十分に本物です。

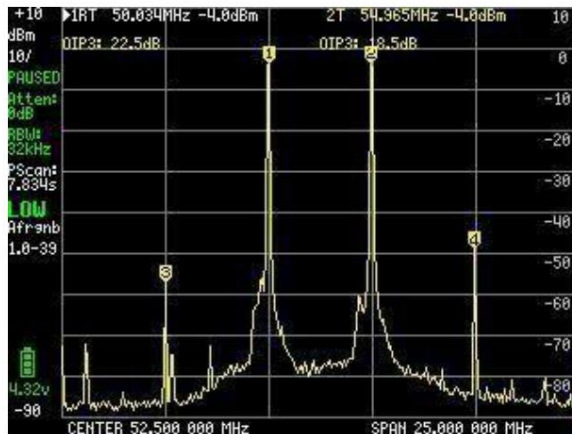


図45

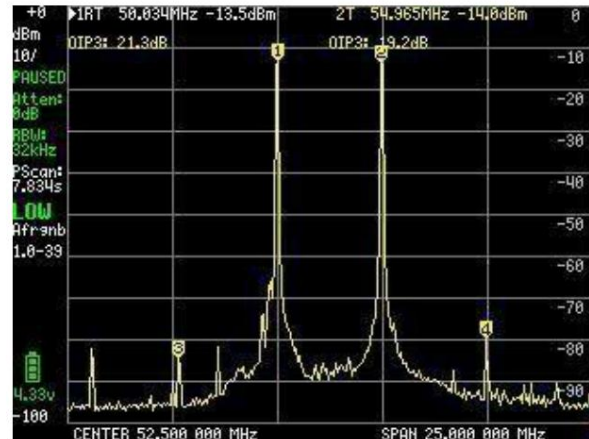


図46

ただし、TinySA IOP3 は、10 dB の内部減衰器を使用することで改善でき、図 47 に示すように、IOP3 は 31.5 dB、それぞれ 29.0 dB に増加します。

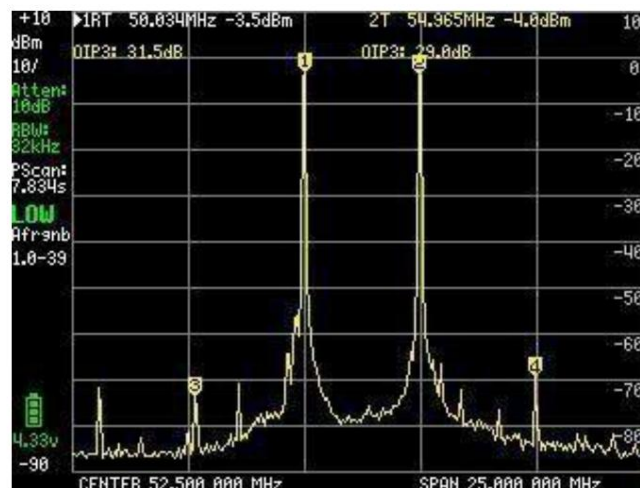


図47

このドキュメントを書いて以来、メニュー ポイント MEASURE に追加された機能により改善が行われました。

これらは、SNR (信号対雑音比) を測定するための SNR、-6 dB 帯域幅、LOW または HIGH 入力に適用される外部信号の変調モニタリング用の AM および FM です。

詳細については、Wiki ページを参照してください

メインメニュー項目 FREQUENCY を選択すると、図 48 に示す START および STOP 周波数、または CENTER および SPAN 周波数の設定があります。また、ZERO SPAN または CW もあり、入力パネルは以前と同様で、入力内容と内容が明確に表示されます。選択できる周波数範囲。



図48

図 49 の RBW 点を選択すると、図に示すようにフィルタ帯域幅を選択できます。合計6個ご用意しております。Auto を選択すると、TinySA は開始周波数と終了周波数の選択に基づいて最適なフィルタ帯域幅を計算します。同時に最適な掃引時間を計算します。

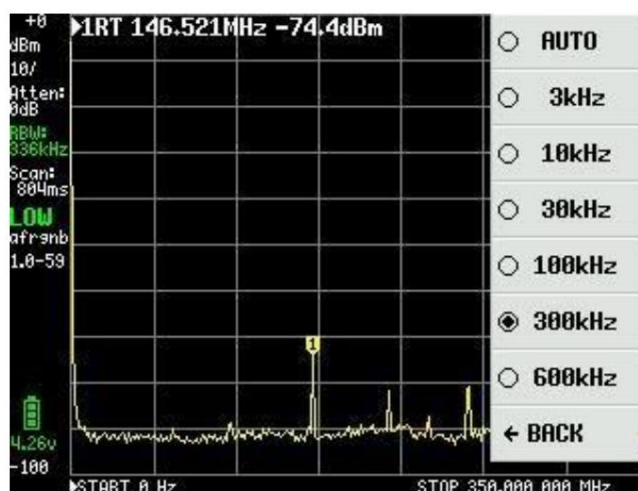


図49

図 48 の周波数の最後のポイントはスプリアス除去です。これはスプリアスを除去するための効果的なツールです。

ただし、内部発振器の直接高調波である信号は除きます。ただし、その結果、少し長くなります

掃引時間。



図 36 のメイン メニュー図 33 の次の項目は LEVEL で、オプションは図 50 に示されています。

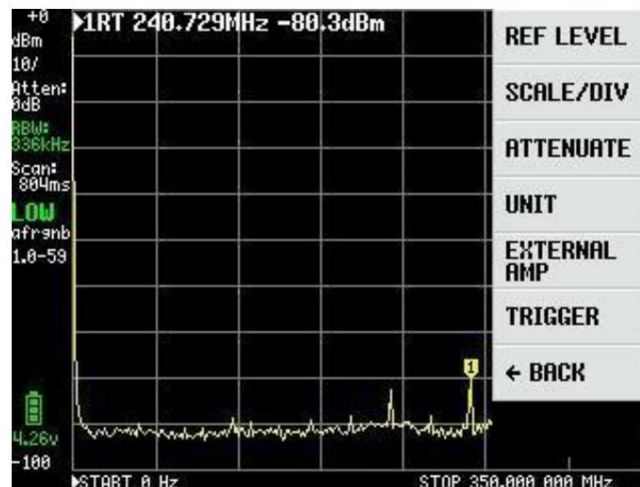


図50

図 50 の REF LEVEL は、図 51 の左上に示されている基準レベルであり、ここでは +0 として示されており、自動的に選択されるか、図 52 の入力ボードを介して MANUAL で設定できます。

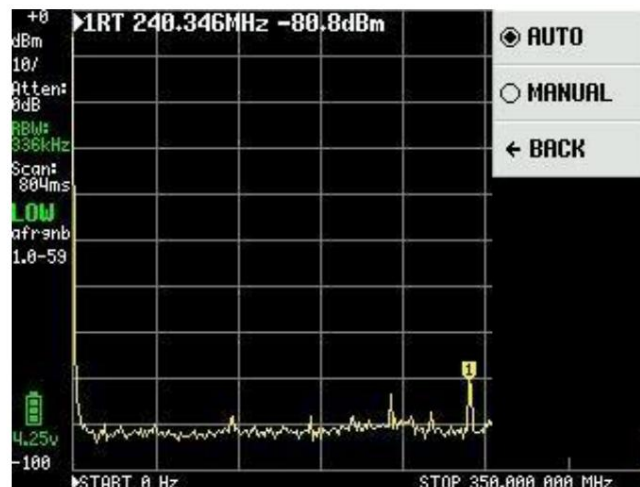


図51

正と負の値の範囲はほぼ無制限ですが、これには十分な理由があります。dBm 単位に加えて、TinySA は測定値を他のいくつかの値で表示することもできるため、これについて理解しておくといでしょう。メイン メニューで UNIT を選択すると、これらに慣れることができます。

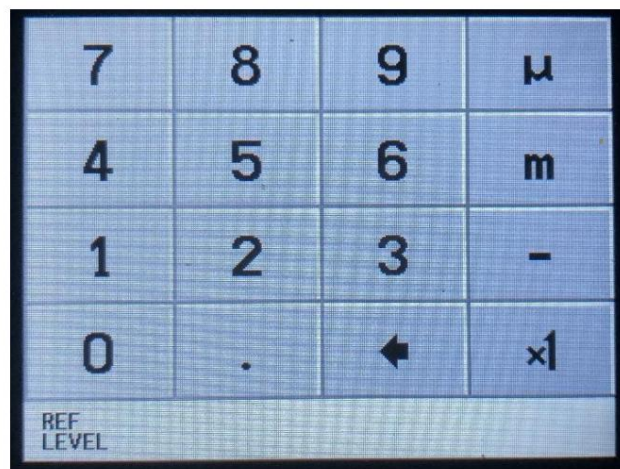


図52

図 53 に示すように、dBm に加えて、測定値は dBmV、dBuV、ボルト、ワットとして表示できます。これらのユニットの説明は、入力ボードの図 52 で確認できます。

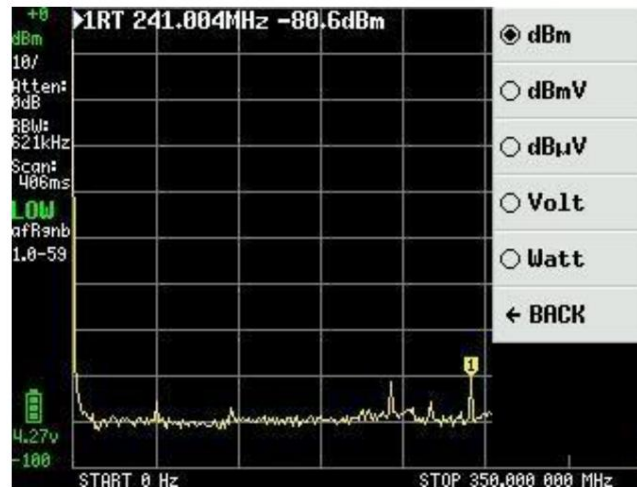


図53

画面をクリックしてメインメニューに戻り、LEVEL項目の下でSCALE / DIVを選択できます。ここでも図 54 のように入力ボードが表示され、スケール分割の値を dBm、dBmV、dBuV、ボルト、またはワットの単位で設定できます。m = ミリ、u = マイクロ、n = ナノの単位を使用できることに注意してください。

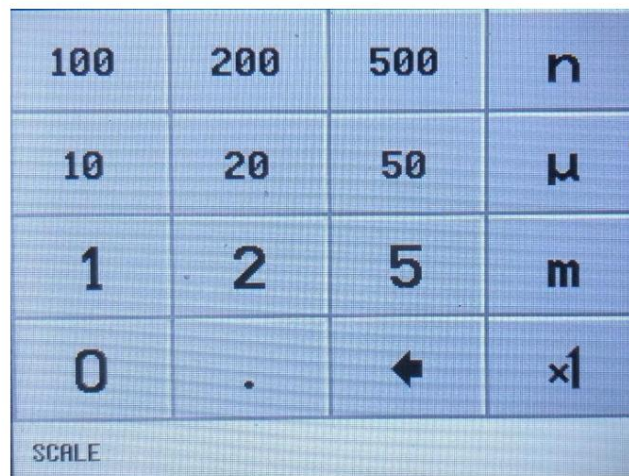


図54

メインメニューの LEVEL および ATTENUATE 項目で、内部アッテネータを追加することができます。これは、図 55 で AUTO または MANUAL を選択することで自動的に実行できます。

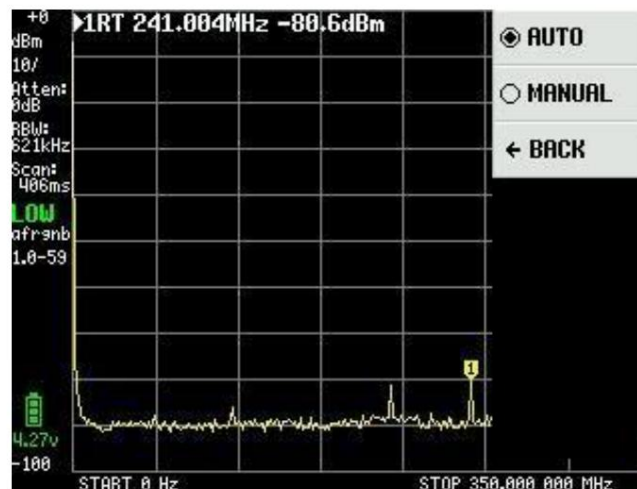


図55



アッテネータ値は 0 ～ 30dB の範囲で選択でき、分解能は 0.05dB、最大 10dB、0.1dB で、図 56 で選択できます。

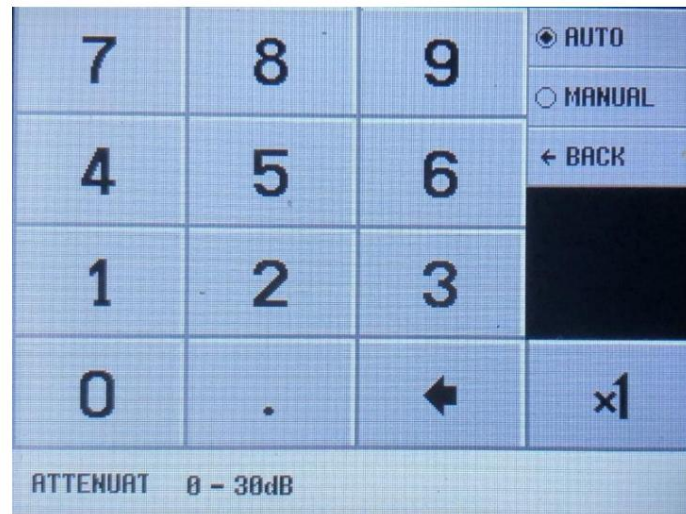


図56

図 50 のメイン メニューと LEVEL 項目では、外部アンプを使用して、dB 単位のオフセット係数で外部アンプの増幅を補償することができます。たとえば、図 57 で入力した 25dB ゲインのアンプの場合は -25 です。アンプは、測定を正確に行うために使用される周波数範囲にわたって一定のゲインを持たなければなりません。騒音源を探る必要がある場合は、～までの測定が可能です。

30dB アンプを追加し、3KHz RBW で 135dBm

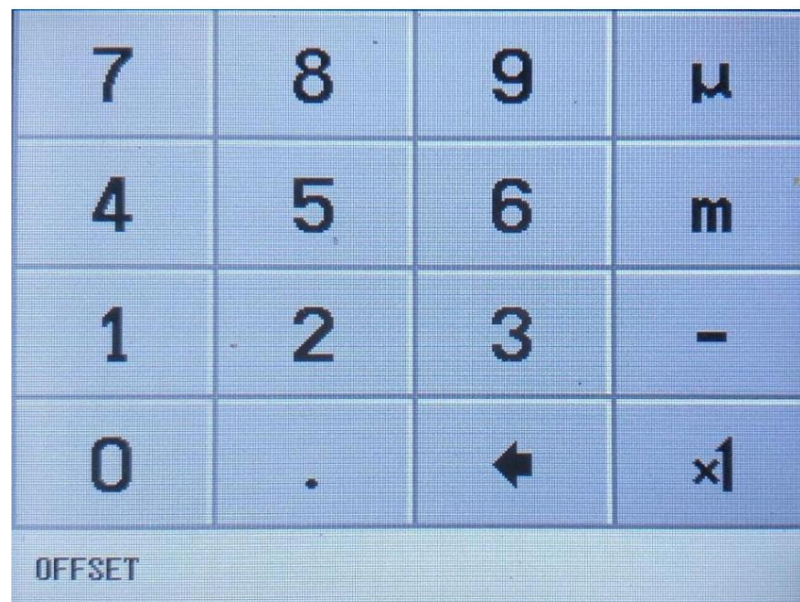


図57

LEVEL メニューの最後のメニュー項目は TRIGGER 図 58 です。ここでは、AUTO、NORMAL、または SINGLE を選択し、正エッジ UP EDGE または負エッジ DOWN EDGE をトリガするかどうかを選択できます。トリガー レベルは、TRIGGER LEVEL 図 59 で選択します。使用する単位に応じて、ミリ = m およびマイクロ = u の値でトリガー レベルを入力する必要があります。

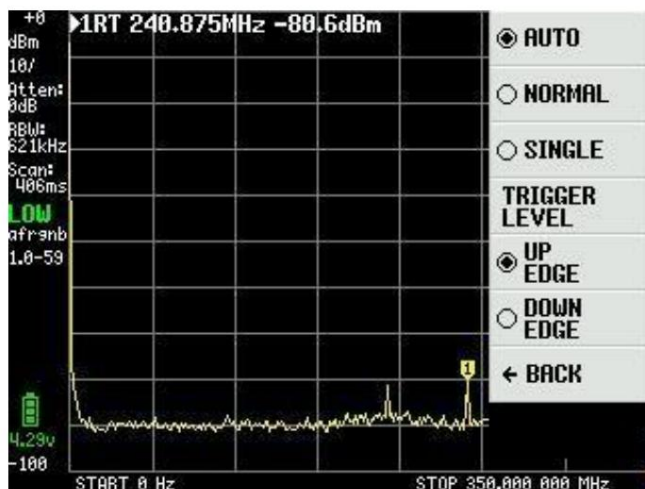


図58

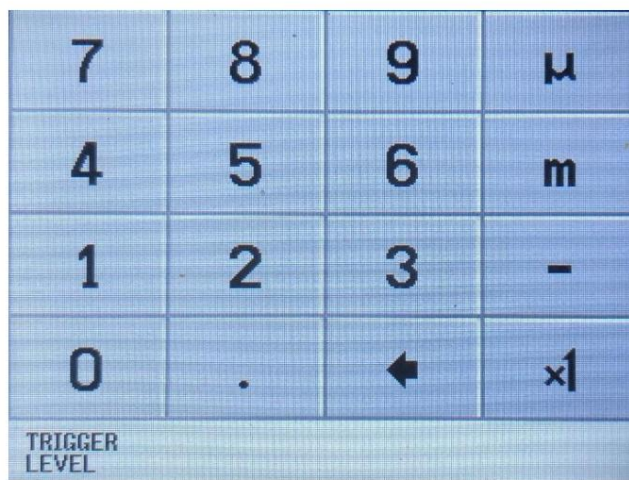


図59

図 60 の例は、別の tinySA 周波数 10MHz レベル -30dBm および 10Hz の AM 変調からの信号を示しています。

基準レベル10mV、1mV / DIVのボルトにUNITが選択されています。トリガーレベルを6mVに設定。TinySA はモジュレーションに + - 5 レベルしかないため、このカーブ形状になります。

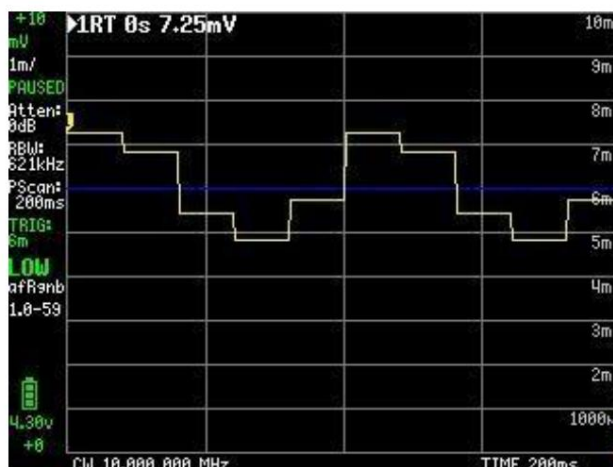


図60

FREQUENCY、LEVEL、MEASURE、および CONFIG の少し下の項目の下に何が隠されているかがわかりました。したがって、メイン メニューで選択されている DISPLAY サブメニューがフォーカスされます (図 61)。

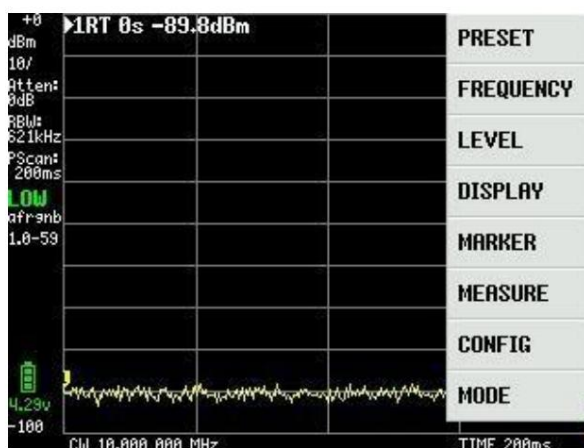


図61



DISPLAY メニュー 図 62 には、最初の PAUSE SWEEP が一目瞭然である多くの魅力的な機能が含まれています



図62

CALC メニュー 図 63 では、時間の経過とともに MAX HOLD と MIN HOLD を選択して、それぞれ最大値を合計することができます。一連のスィープの最小値。

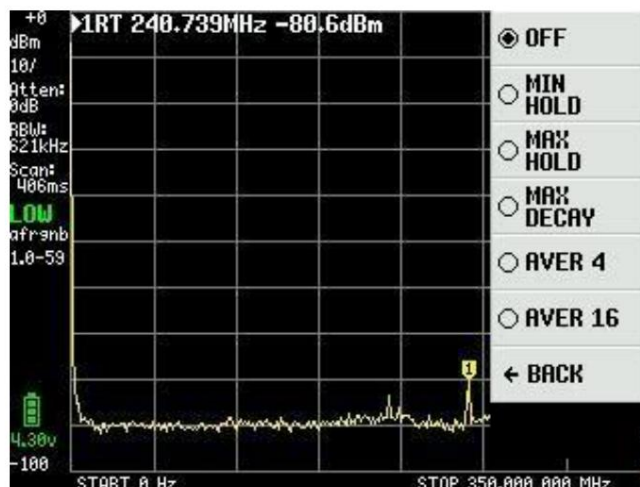


図 63

図 64 は、MAX HOLD で LOW 入力に接続された短いアンテナが黄色のトレースとしてアクティブ化され、アンテナが取り外された後の電流トレースへの赤いトレースが示されている状況を示しています。MAX DECAY では、信号が消えるか低くなると、黄色の MAX HOLD の値がゆっくりと減少します。AVER4 と AVER16 は、それぞれ 4 回の連続 16 スィープの平均をとります。

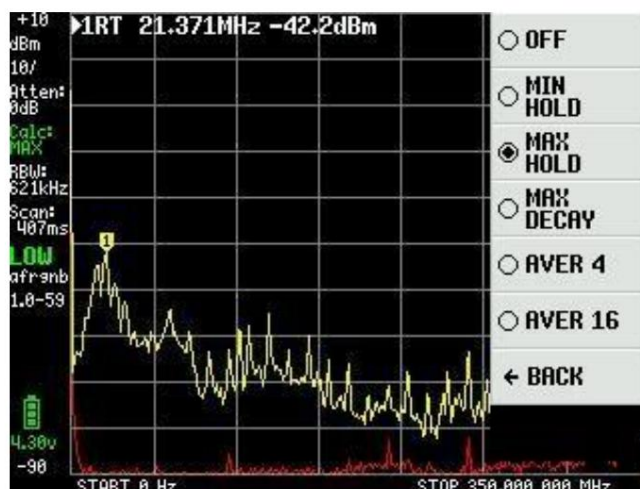


図64

図 65 で選択した AVER16 は 1dB ずつ分割されており、ノイズの中から微弱な信号を拾うのに使用できる機能です。

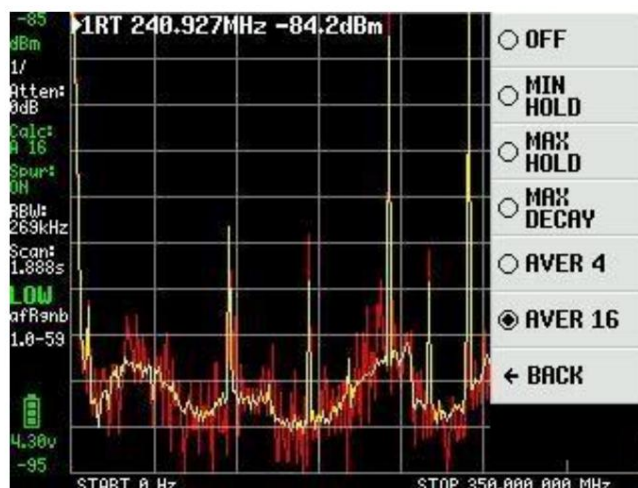


図65

図 62 の DISPLAY メニューには STORAGE があり、STORE TRACE をクリックするとスイープを保存します。繰り返しクリックすると、再度保存されます。「SUBTRACT STORED」をクリックすると、0dB ラインの周囲に黄色のスイープが形成されます。図 66 では、保存されたスイープと現在のスイープの差が黄色のスイープで表示されていることを示すために、入力信号が 10dB 減少しています。

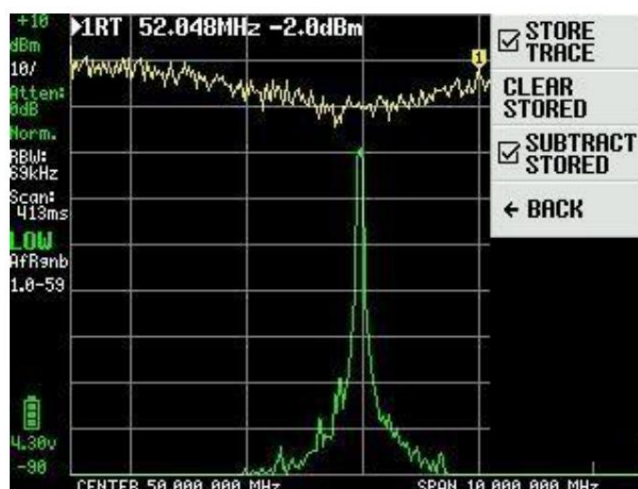


図66

図 62 の DISPLAY メニューの NORMALIZE は、ストアされたスイープを表示せずに STORE TRACE および SUBTRACT TRACE と同じです。図 67 では、NORMALIZE がアクティブになった後、入力信号が -20dBm から -50dBm に減少します。

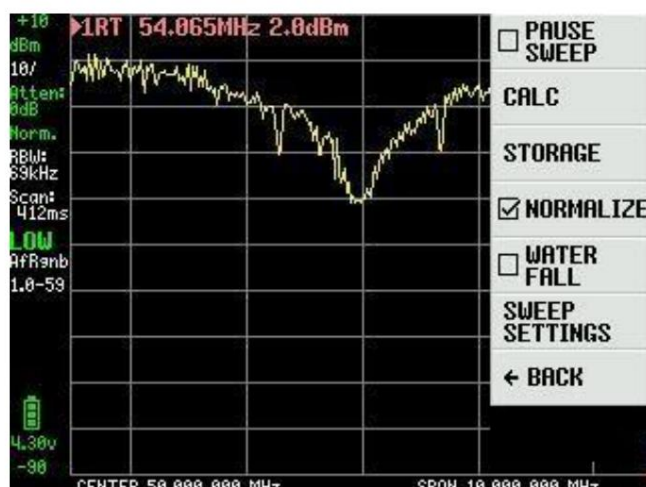


図67

図 62 の DISPLAY メニューのうち、WATERFALL 図 68 は興味深い機能です。TinySA をトランシーバーの中間周波数出力に接続するか、アンテナに直接接続するかを選択して、トラフィックがあるかどうかを確認できます。

この機能は CALC および MAX DECAY と組み合わせることができます。最新のファームウェアにより、大小のウォーターフォールを選択可能

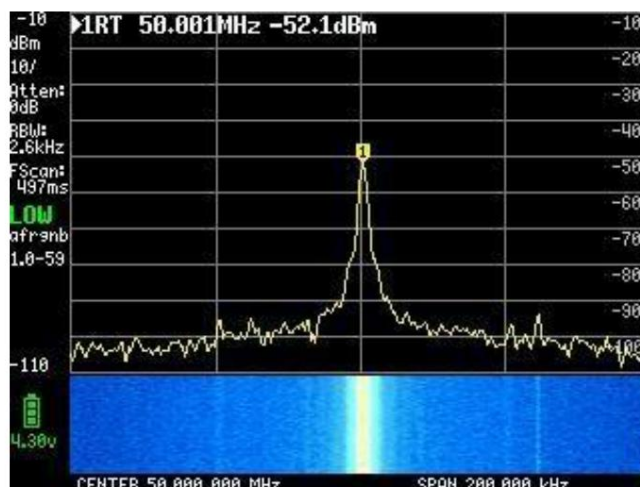


図68

図 62 の DISPLAY メニューの最後のメニュー項目は、図 69 のスイープ設定です。左側に見られるように、NORMAL および自動的に選択されたスイープ設定では、周波数範囲全体のフルスイープに 406ms かかります。

しかし、それを変えることはできます。より高い精度で測定される PRECISE では、より高い精度により 1,509 秒かかります。FAST を選択すると、掃引には 316 ミリ秒かかります。FAST SPEEDUP の数値 70 と係数 20 を使用すると、掃引時間は 274ms に短縮されます。

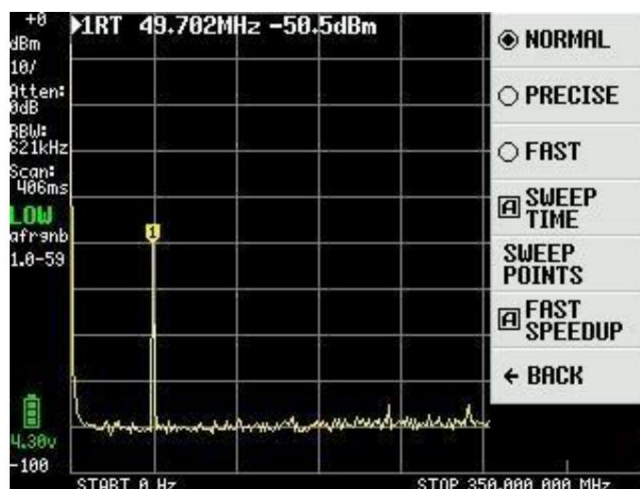


図69

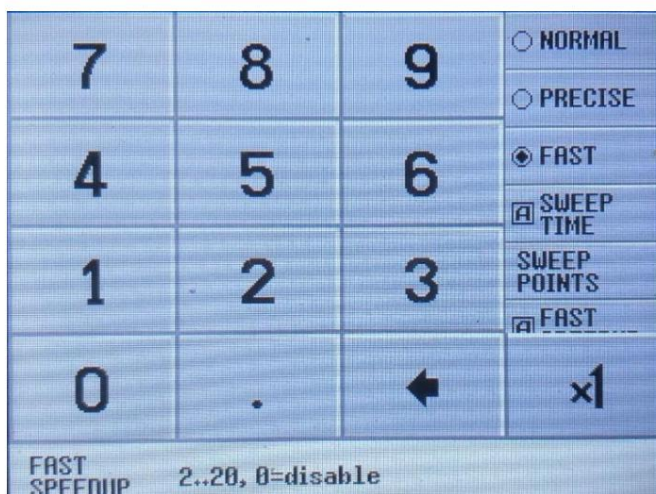


図70



スイープ時間 図 71 は最大 600 秒に設定でき、他の設定である NORMAL、PRECISE、FAST、および FAST SPEEDUP とは独立しており、選択するとアクティブのままになります。

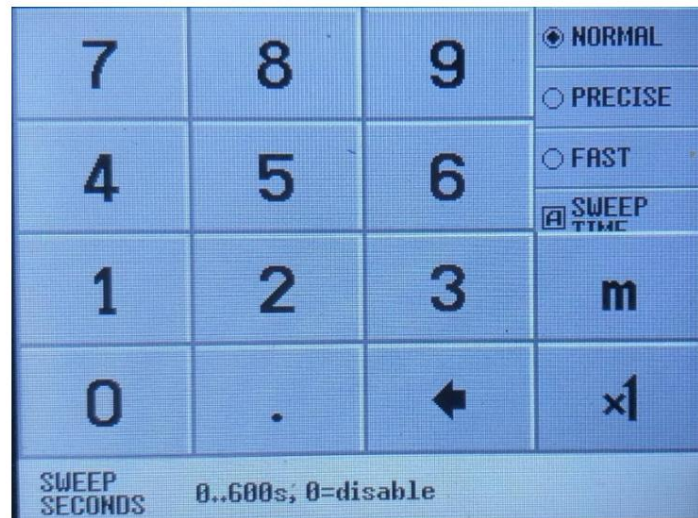


図 71

「スイープ設定」の最後のメニュー項目は、「スイープポイント」の図 72 です。51 ポイントが選択され、すべての設定が可能な限り最速のスイープである場合、272 ミリ秒まで下げることができ、290 ポイントを下回ることはありません。

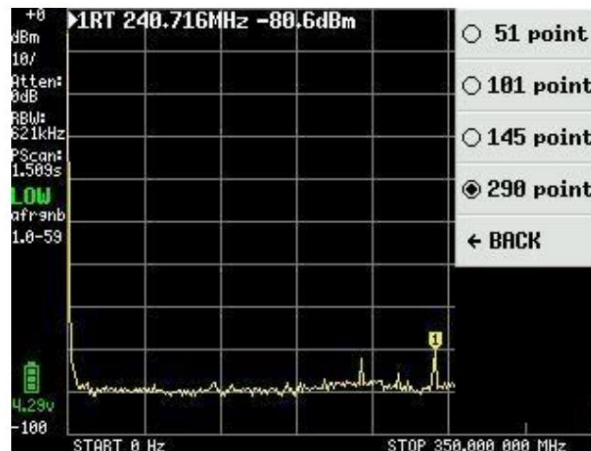


図 72

これまで、ほとんどのスクリーンショットにはマーカー データのテキスト行が 1 行だけ含まれていました。最大 4 つのマーカーがあり、それらは図 61 の「表示」メニューで選択され、図 73 のようにマークされることがわかりました。



図 73

図 73 で MODIFY MARKERS を選択すると、新しい選択メニューが表示されます (図 74)。これは 4 つのマーカーをアクティブにするためにも使用されます。

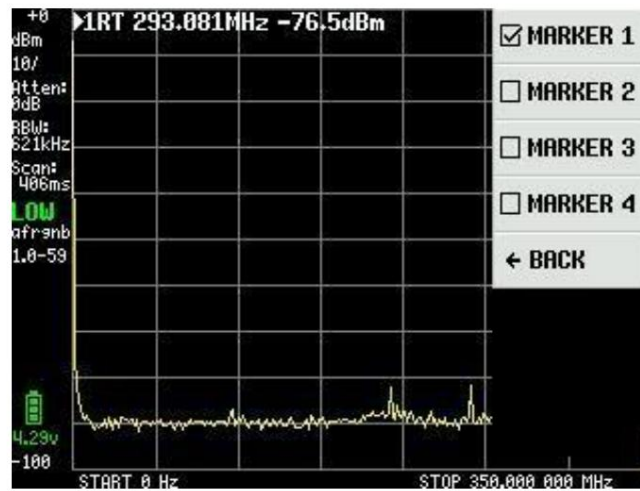


図 74

図 75 の 4 つのマーカーの設定は同じです。マーカー 1 は、標準として REFER = リファレンス マーカーであると同時に、スイープで常に最も強い信号を検出する TRACKING マーカーとして選択されます。一つに変われば

NORMALMarker は、キャビネット上のロッカー スイッチを使用するか、付属のツールまたはスタイラスを使用して画面上でドラッグすることで移動できます。示されている信号は、別の TinySA の -20dB レベルの HIGH 出力からの Cal.output です。

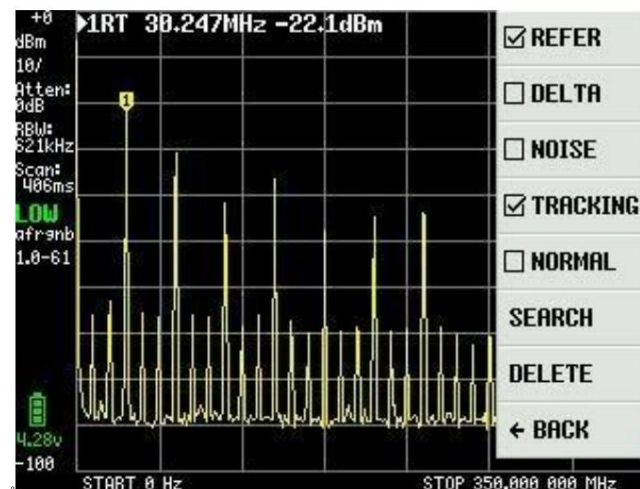


図 75

他の 3 つのマーカーが TRACKING および DELTA としてアクティブ化されている場合、図 76 はこれら 3 つのマーカーを dBc 相対マーカー 1 として示し、差分が大きくなるようにソートし、マーカーに関連付けられた周波数を示します。

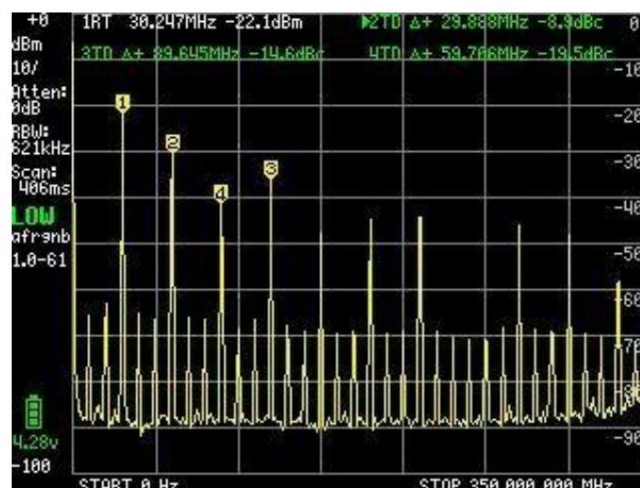


図 76

フィールド 3 を NOISE フィールドに変更すると、チルト スイッチでフィールド 3 を移動し、図 77 に示すようにノイズ フロアを -146.6dBm / Hz まで測定できます。

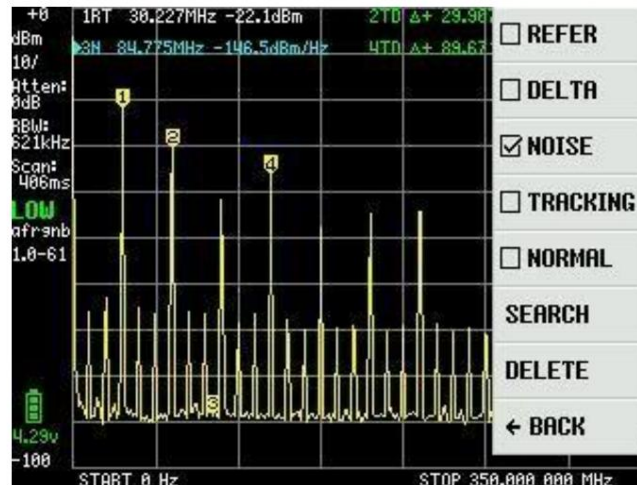


図 77

SEARCH機能もエレガントな機能です。フィールド 3 が NORMAL に変更されている場合は、繰り返し押します。

例えば。MAX -> RIGHT は、図 78 に示すように、すべての最大信号を 1 つずつ検出します。小さな信号も検出されます。PEAK SEARCH は最も強力な信号を見つけますが、開始周波数として 0Hz ではなく、たとえば 1MHz を使用する必要があります。

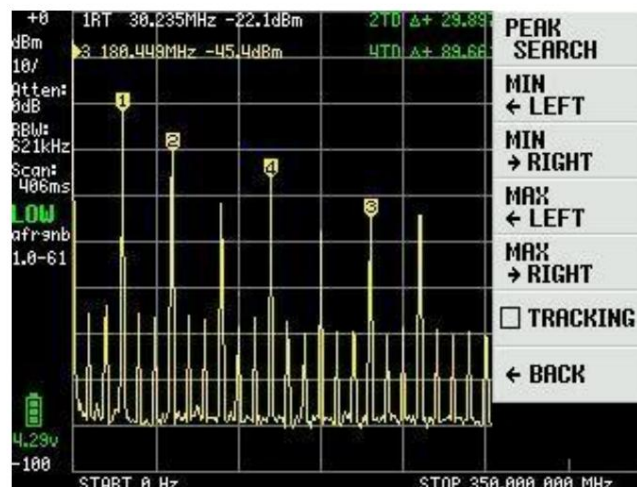


図 78

MARKER OPS と呼ばれる別のマーカー関数がありますが、これは理解して使用するのが少し難しいです。スクリーンショットは表示されませんが、Erik Kaashoek が紹介したこれら 4 つの「発明」についての説明のみが示されます。

-> START - アクティブフィールドの周波数が画面の開始周波数となります。アクティブなマーカーがトラッキング マーカーの場合、画面の開始周波数に移動され、トラッキング マーカーは右側の最も高い信号になります。

-> STOP - アクティブフィールドの周波数が画面のストップ周波数となります。トラッキング マーカーでは、停止周波数の左側で最も高い信号が見つかります。

-> CENTER - アクティブフィールドの周波数を画面の中心周波数にします。ズームインまたはズームアウトするには、周波数とスパン機能を使用します。

-> SPAN - 中心周波数は保持されますが、スパンはアクティブフィールドと中心周波数間の周波数差に変化します。アクティブなトラッキング マーカーが 2 つある場合、これら 2 つのマーカーの周波数が画面の開始周波数と停止周波数に設定されます。



メインメニューから選択できる PRESET 機能 図 61 を図 79 に示します。LOAD STARTUP を選択すると、デフォルト設定として TinySA の電源を入れたときに表示される設定に対応します。4 つの LOAD 1 ~ 4 を選択すると、STORE 1 ~ 4 機能で保存された設定が読み込まれます。



図 79

図 80 は、以前に STORE 1 で保存された LOAD 1 で取得された設定を示しています。STORE AS STARTUP は、デフォルトで提供されたファームウェアではまだ機能しませんが、ファームウェアの最新のアップデートで修正されました。機敏な読者なら、おそらく図 75 以降のファームウェア バージョンが 1.0-61 であることがわかるでしょう。継続的なアップデートがあり、1.0-この文書を書いている時点では、59 歳はまだ生後 2 日でした。

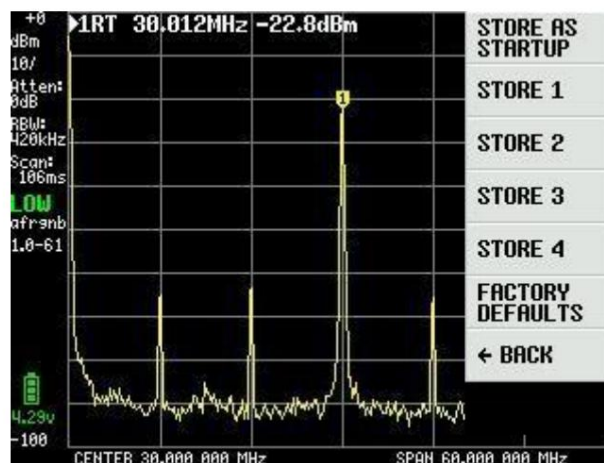


図 80

TinySA の説明は包括的であり、Erik Kaashook がこの小さな驚異にスマートな機能を導入できたことは非常に信じられません。いくつかのバージョンがリリースされており、改良は継続されます。

メイン メニュー (図 61) の最後のメニュー項目は、選択すると図 81 に示すように「CONFIG」です。

TOUCH CAL は、左上隅と右下隅をクリックしてタッチ スクリーンを調整するために使用されます。TOUCH TEST では、画面に落書きをすることができます。SELF TEST についてはすでに説明しましたが、LEVEL CAL についても同様です。

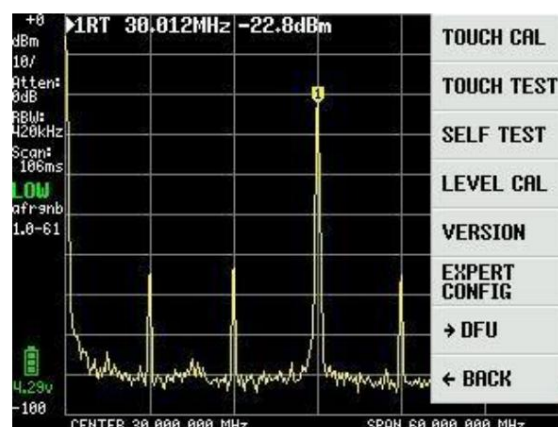


図 81

VERSION は、図 82 に示すように、TinySA に関する情報を提供します。

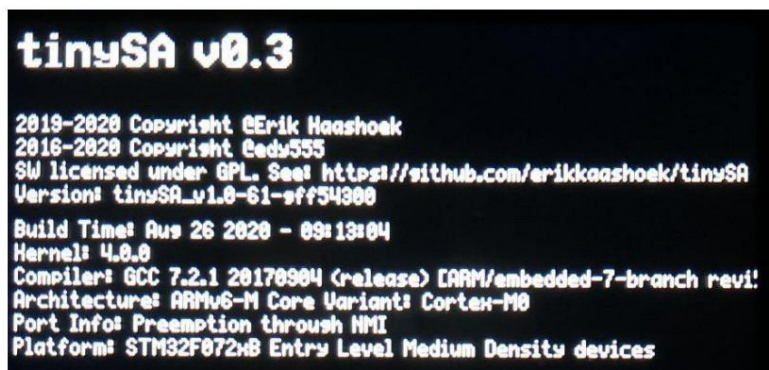


図 82

EXPERT CONFIG 図 83 には、通常は使用されないが、実験者や経験豊富なユーザーが活用できる高度な設定が含まれています。

LO OUTPUT は、最初の局部発振器を HIGH OUT SMA コネクタに送信します。これは、トラッキング ジェネレーターの作成に使用できます。LO は IF 周波数より上です

デフォルトでは 433.8MHz である IF FREQ は、感度を大きく変えることなく 433.6 ~ 434.3MHz の範囲で変更できます。入力が入力ボードで行われ、IF の自動選択のために IF 周波数は 0 に設定されます。

SCAN SPEED は、何を扱っているのか理解していない限り使用しないでください。詳細については、<https://tinysa.org/wiki/> を参照してください。

SAMPLE REPEAT には 1 ~ 100 まで入力できる入力ボードもあり、各測定点が選択した回数だけ繰り返され、平均値が計算されます。

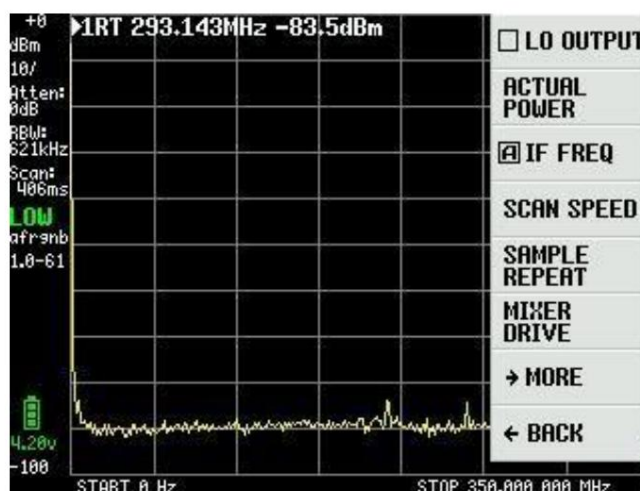


図 83

図 83 で選択された MIXER DRIVE により、図 84 のミキサーに供給される LO 信号強度を変更できます。オプションを示しています +7dBm が標準です

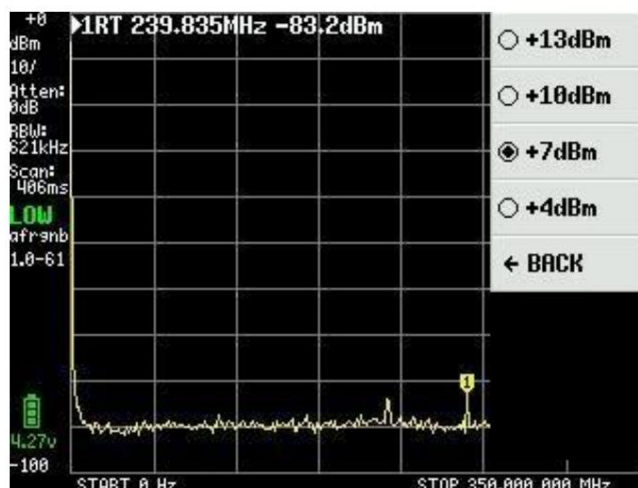


図 84

図 83 の MORE メニュー項目を使用すると、さらに多くの設定が開きます。図 85 はそれらを示しています。

デフォルトでは、TinySA は AGC 機能を使用し、最適な画面イメージのための基準レベルとアッテネータ値の選択を常に設定します。

同様に、LNA (低ノイズ プリアンプ) はデフォルトでアクティブになります。オンとオフの切り替えは、AGC と LNA を繰り返しクリックすることで行います。低周波数範囲で測定する場合は、LNA を切断することをお勧めします。AGC を使用しない場合は、すべての設定を手動で完全に制御できます。

BELOW IF を使用すると、190MHz 未満の測定では LO が IF よりも下になるように変更されます。

HOLD SWEEPS には、1 ~ 1000 スイープの値を入力できる入力ボードもあり、MAX DECAY で測定された最大値がフェードアウトし始めるまでに何回スイープを続行する必要があるかを決定します。

NOISE LEVEL にも 2 ~ 20dB の値を入力できる入力ボードがあり、予想されるノイズ帯域を示します。

入力ボードを使用した正しい周波数により、10MHz Cal. の正確な測定値を入力できます。HIGH SMA アダプターで測定された出力信号。これにより、TinySA による周波数測定が向上します。

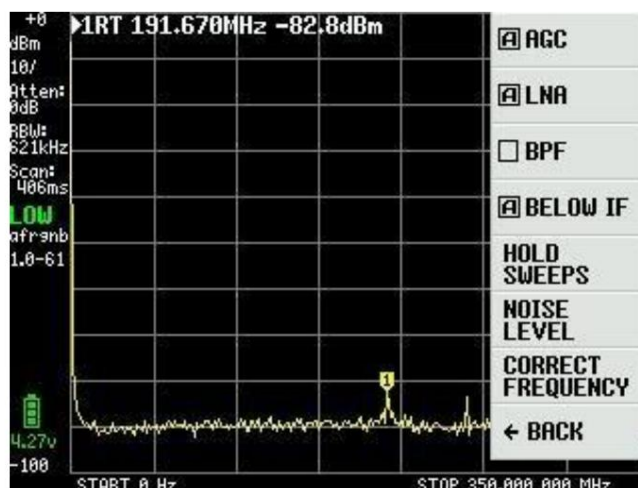


図 85

図 85 で BPF を選択すると、TinySA の内部 10MHz バンドパス フィルタの測定が可能になります。これには、HIGH および LOW SMA アダプタをテスト ケーブルに接続する必要があります。図 86 は、そのような測定を示しています。



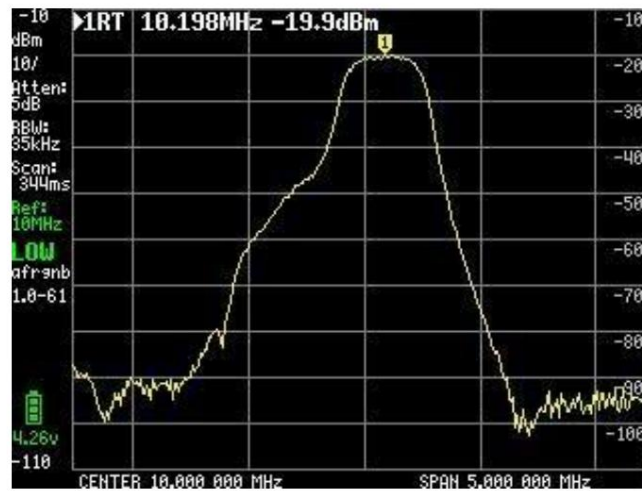


図 86

図 81 で説明する必要がある最後の点は DFU です。「ENTER DFU」をクリックすると、TinySA は新しいファームウェアをロードできる状態になります。



図 87

最新のファームウェアは<http://athome.kaashoek.com/tinySA/Windows/>からダウンロードされます。これは Wiki ページ<https://tinysa.org/wiki/>でもリンクされています。。ファームウェアのリンクに使用できるツールがありますが、非常に安定していて使いやすいツールである STM32 Cube Programmer を使用することをお勧めします。

GoogleでSTSW-STM32080を検索してください。

最初に行うことは、「ファイルを開く」をクリックして、ダウンロードした \*.elf ファイルをロードすることです (図 88 を参照)。

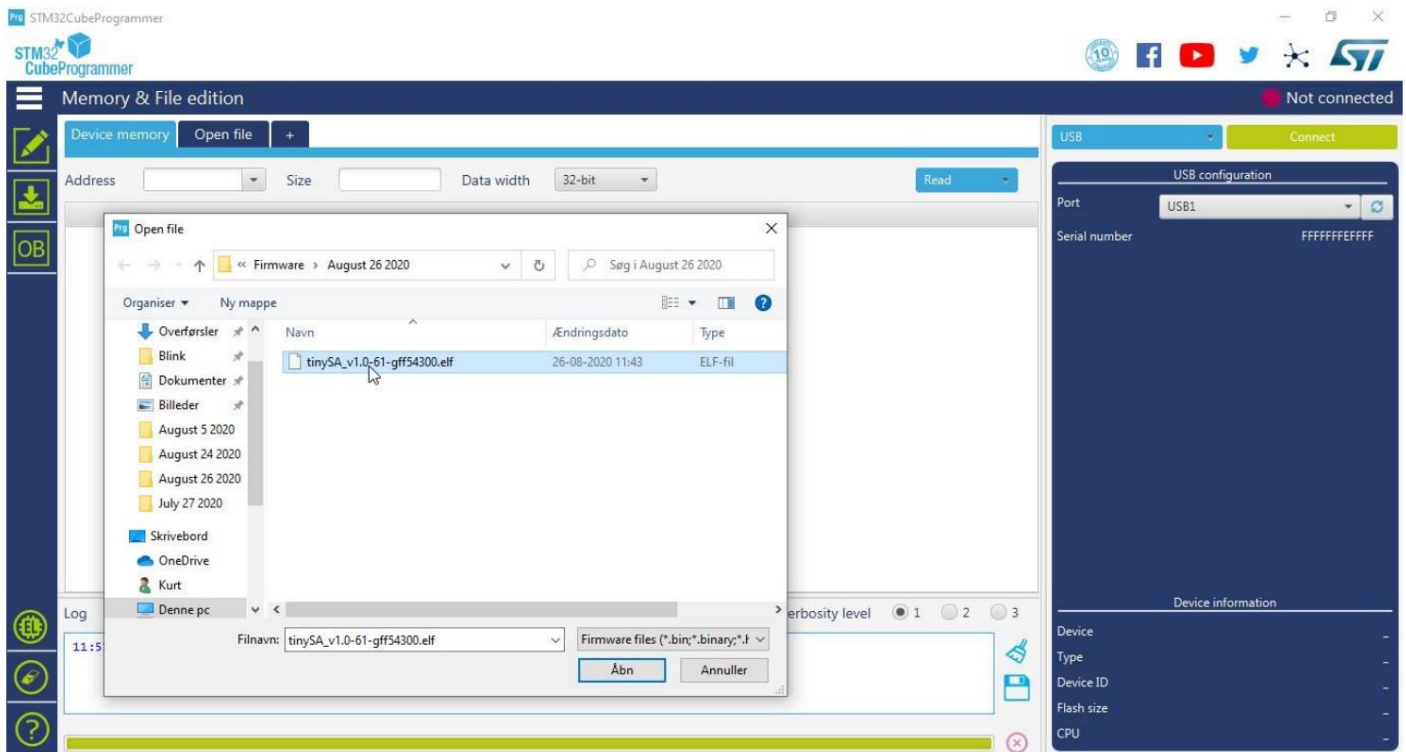


図88

次に、図 89 で [ダウンロード] をクリックし、「ファイルのダウンロードが完了しました」というメッセージが表示されるまで待ち、[OK] をクリックして [切断] をクリックして TinySA をオフにしてからオンにすると、新しいファームウェアがインストールされます。

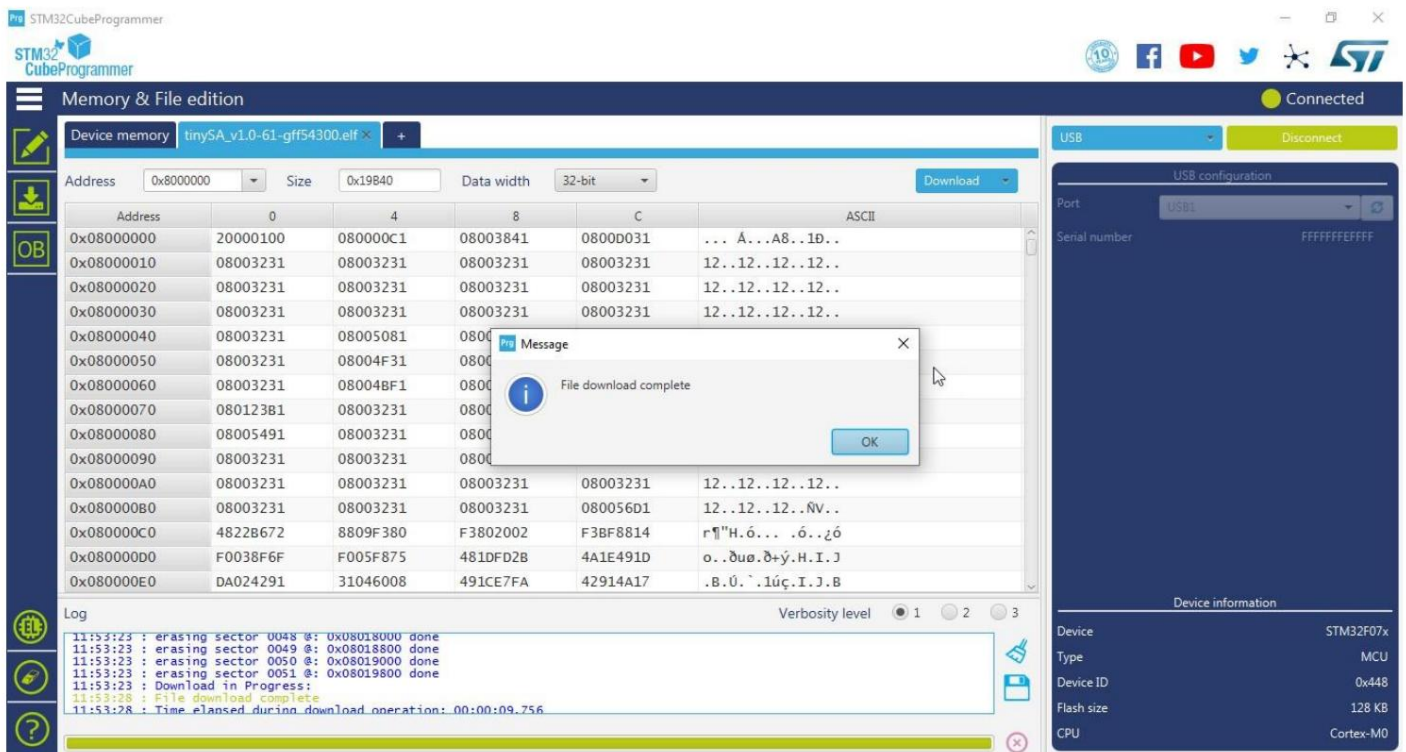
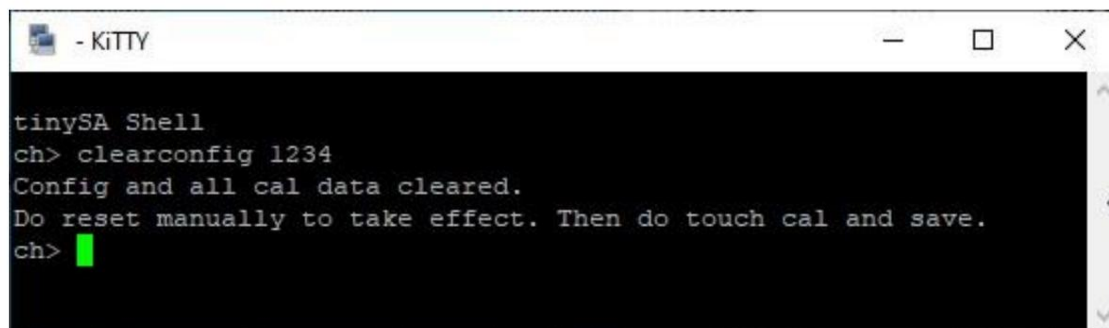


図89

ファームウェア ページの他のツールは、ファームウェア ページからダウンロードできる DFU ファイルを操作します。

新しいファームウェアをインストールしたら、USB ケーブルを介してターミナル プログラムから TinySA にコマンドを送信する必要があります。このコマンドは、図 90 に示すように、clearconfig 1234 です。速度は 9600bps で、Windows コントロール パネルとハードウェア プロパティを使用して、TinySA が割り当てられている COM ポートを見つけます。このコマンドが tinySA に送信されたら、変更を有効にするためにオフにしてからオンにします。次に、図 29 から図 40 で説明されているように、TinySA 感度を校正する必要があります。



```

-KiTTY

tinySA Shell
ch> clearconfig 1234
Config and all cal data cleared.
Do reset manually to take effect. Then do touch cal and save.
ch>

```

図90

優れたターミナル プログラムは、PuTTY の拡張バージョンである KiTTY です。KiTTY には、黒いターミナル ウィンドウが閉じているときにプログラムを閉じる必要がないという利点があります。

良いニュースとして、この説明で示したスクリーン ダンプを取得できるだけでなく、USB ケーブル経由で TinySA を制御できる PC プログラムもあります。

Wiki ページには、PC プログラムのダウンロード先へのリンクがあり、直接リンクは次のとおりです。

<http://athome.kaashoek.com/tinySA/Windows/>

図 91 は tinySA.cfg と tinySA.exe を示しています。どちらもマウスの右クリックでダウンロードする必要があります。

ファイル tinySA.exe を削除する必要があるというあらゆる種類の警告が表示されますが、それは保持しておき、その後の警告も無視されます。

Microsoft に苦情が転送されました

## Index of /tinySA/Windows

Name	Last modified	Size	Description
 <a href="#">Parent Directory</a>		-	
 <a href="#">USB tuned.jpg</a>	2020-05-18 20:09	17K	
 <a href="#">USB untuned.jpg</a>	2020-05-18 20:08	17K	
 <a href="#">USB wide.jpg</a>	2020-05-18 20:11	18K	
 <a href="#">USB wide tuned.jpg</a>	2020-05-18 20:12	18K	
 <a href="#">tinySA.cfg</a>	2020-06-21 10:26	251	
 <a href="#">tinySA.exe</a>	2020-08-11 12:57	139K	
 <a href="#">where_is_the_DFU_file.txt</a>	2020-05-09 08:11	72	

Apache/2.4.10 (Debian) Server at athome.kaashoek.com Port 80

図91



プログラムを開始するとき（図 92）、  
キャプチャポイント

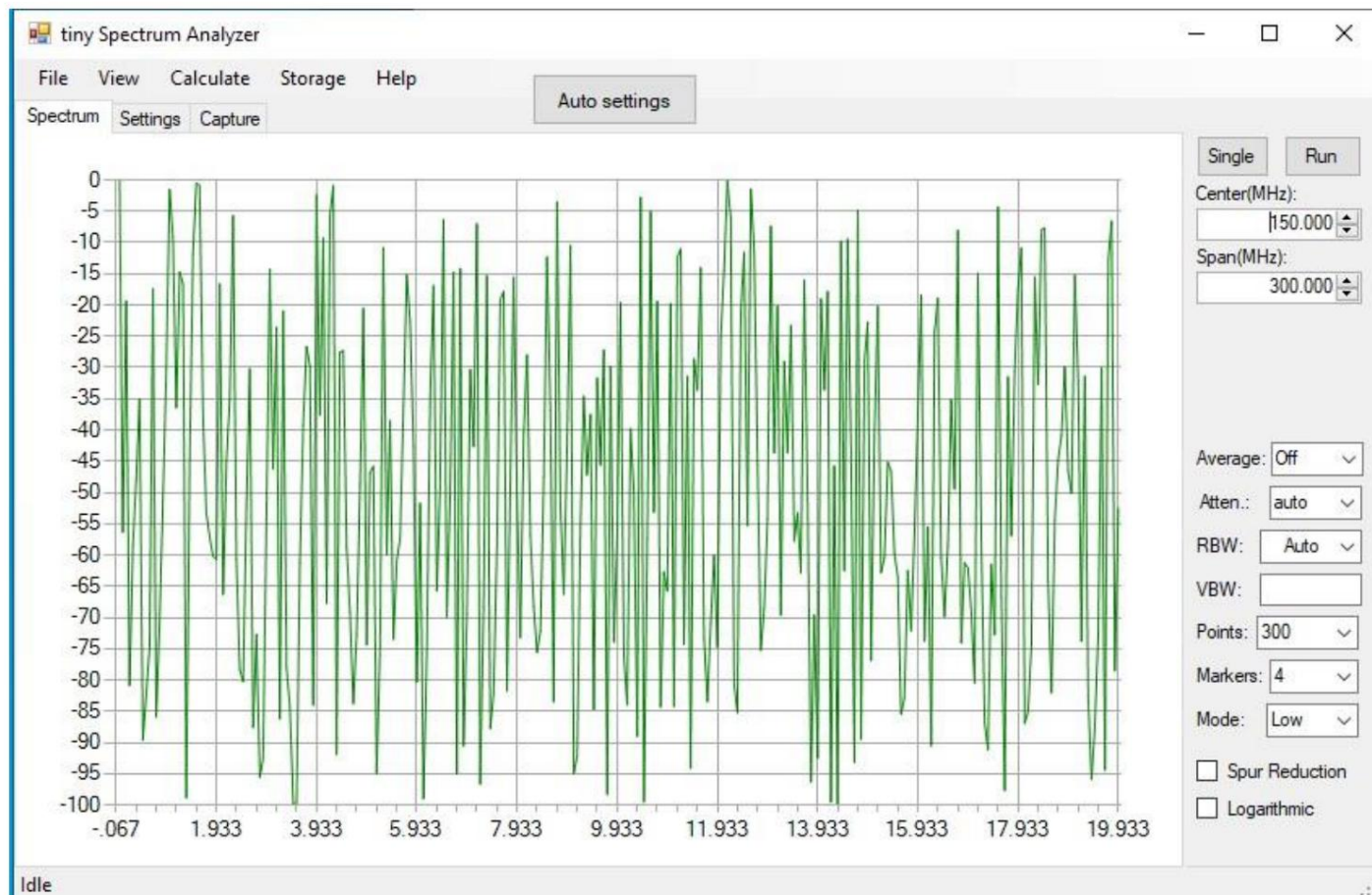


図92

[Capture Figure 93] をクリックするとスクリーンショットがダウンロードされ、その後 [Save] をクリックすると jpg,bmp、または gif ファイルとして保存できます。

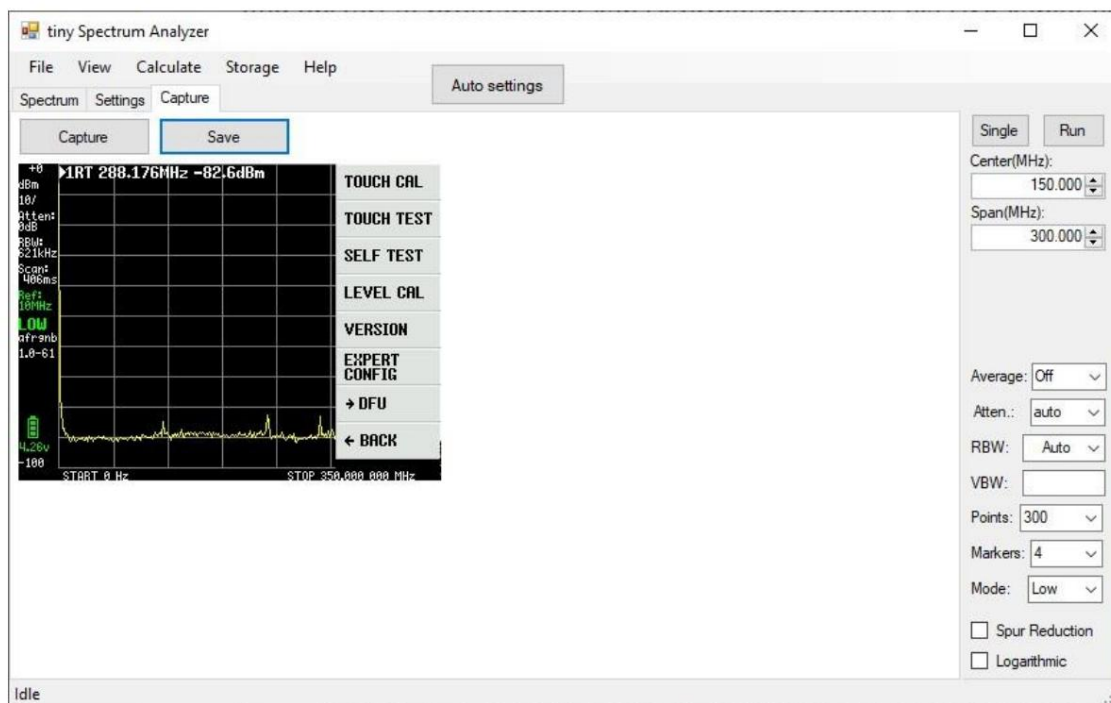


図93

中心周波数とスパンを適切にプログラミングし、3KHz ~ 600KHz または自動から RBW を選択します。100 ~ 10000 のポイント数、1 ~ 30dB または自動のアッテネータ、オフから最小ホールド、最大ホールドまでの平均、2、4、8、16 または 32 スイープ、0、1、2、4、8、16 のマーカー図 94 は、TinySA の実際の画面よりもはるかに詳細に測定をカスタマイズするための多くのオプションがあることを示しています。

「計算」をクリックすると、歪みだけでなく、IOP3、MIN MAX、NORMALIZE を任意の dB まで測定することもできます。価値。

ストレージには、保存と取得、および減算を行うためのいくつかのオプションがあります。

ビューを使用すると、デルタ周波数とデルタ レベル マーカーの両方を選択できます。

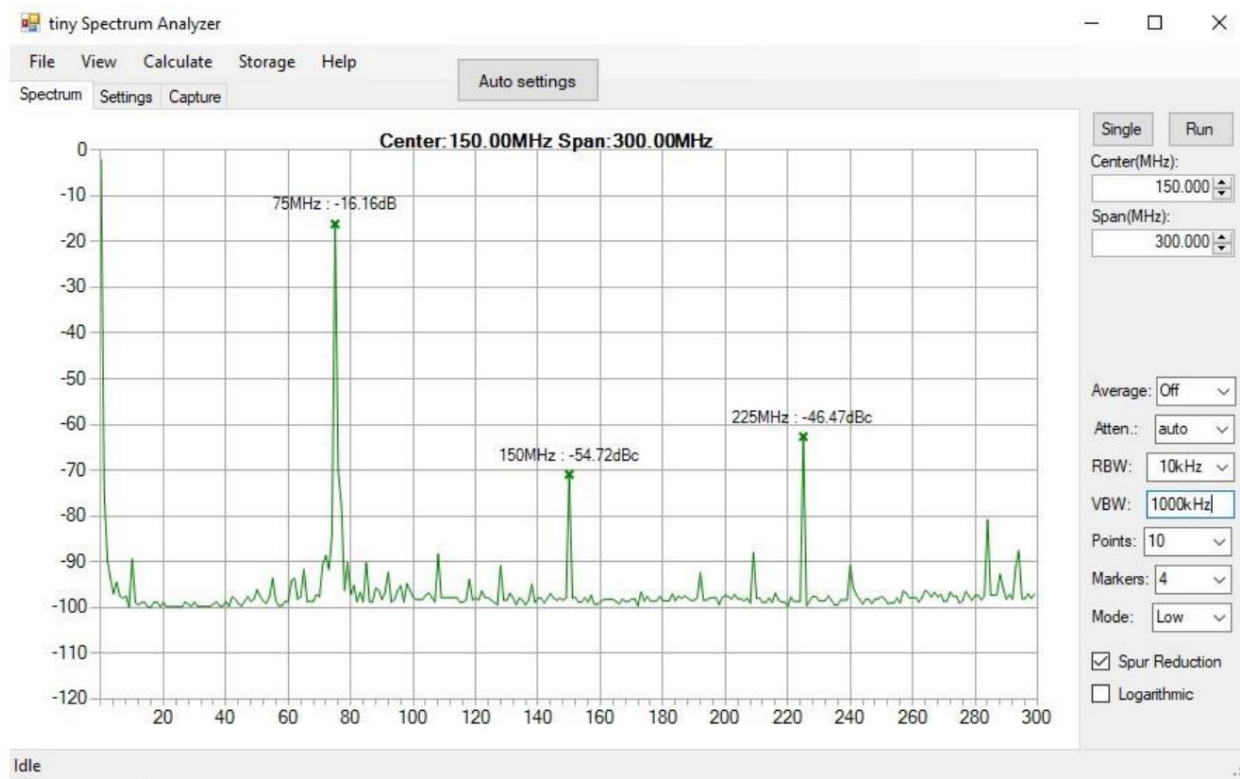


図94

上級ユーザー向けには、ターミナル プログラム経由で TinySA をプログラムできるコマンドのセット全体があります。Help コマンドを使用すると、図 95 に示すようにこれらがリストされます。

```
tinySA Shell
ch> help
Commands: version reset freq dac saveconfig clearconfig data
frequencies scan scanraw sweep test touchcal touchtest pause resume
trace trigger marker capture vbat vbat_offset help info color
if attenuate level sweeptime leveloffset levelchange modulation
rbw mode spur load output deviceid selftest correction threads
```

図95

KiTTY は、先ほど述べたように優れたターミナル プログラムであり、図 96 の [スタート] をクリックすると黒い画面のターミナル自体が起動します。

セットアップは少し面倒かもしれませんが。[シリアル] を選択し、Windows のコントロール パネルとハードウェア設定で、どの COM ポートが TinySA に割り当てられているかを見つけます。これを「シリアル回線」フィールドに挿入し、「デフォルト設定」というテキストを選択して「保存」をクリックします。この設定は、次回以降 KiTTY を起動したときに記憶されます。

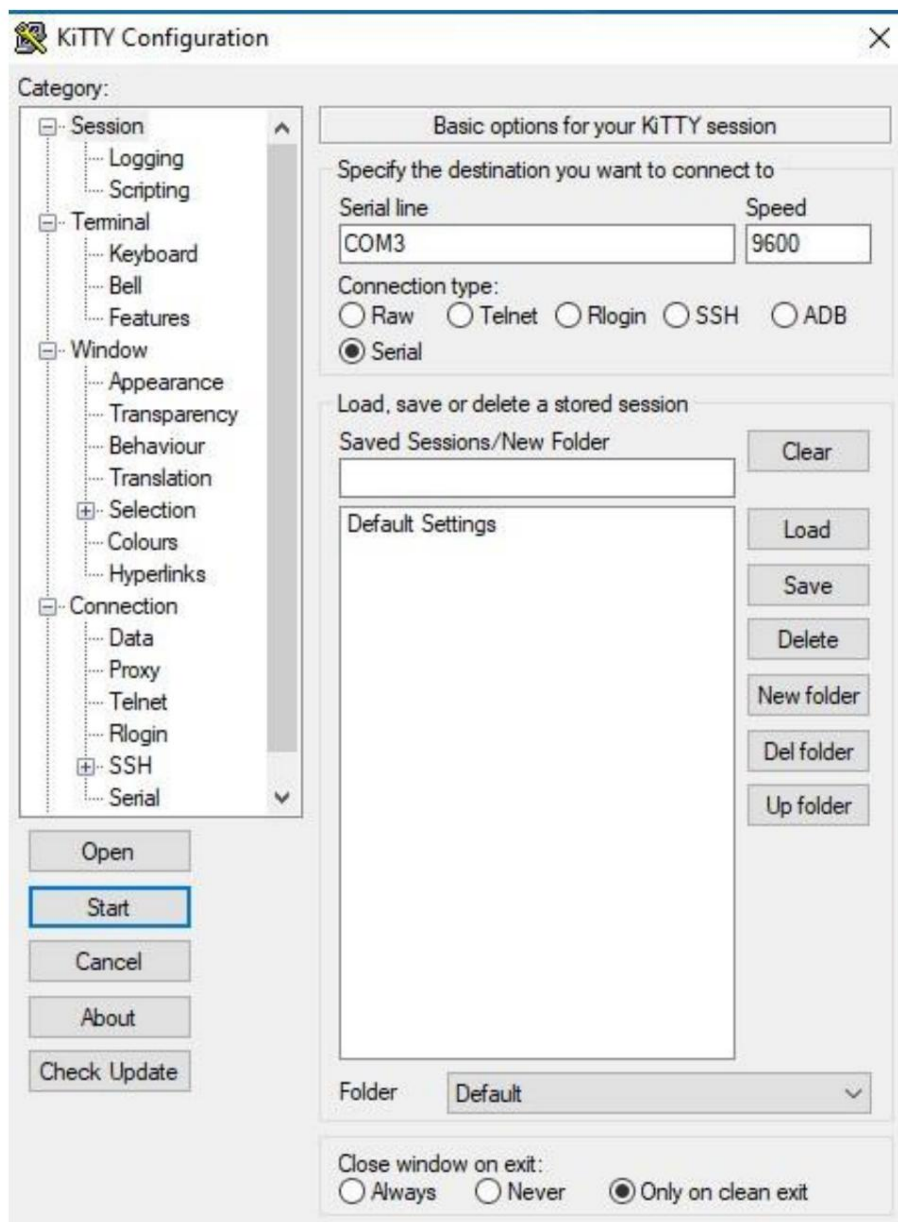


図96