



TINYSA ユーザーマニュアル

2021年3月

## コンテンツ

1 概要.....	4	1.1 はじめに.....	4	1.2 tinySA の購入.....	6	1.3 スペクトラム・アナライザの紹介.....	6	1.4 仕様.....	6	1.5 制限事項.....	8	1.6 技術説明.....	9																														
2 ユーザーインターフェース.....	10	2.1 初めて使用する場合.....	10	2.2 画面情報.....	10	2.3 メニューツリー.....	12	2.4 プリセット.....	13	2.5 周波数メニュー.....	14	2.5.1 RBW.....	14	2.5.2 スプリアス除去.....	14	2.6 レベルメニュー.....	16	2.6.1 CALC.....	16	2.6.2 トリガーモード.....	17	2.7 ディスプレイメニュー.....	17	2.8 スweep設定.....	17	2.9 マーカー.....	18																
2.10 測定.....	19	2.10.1 高調波測定.....	19	2.10.2 出力3次相互変調インターセプトポイント.....	20	2.11 設定メニュー.....	20	2.11.1 エキスパート設定メニュー.....	21	2.11.2 電力レベル校正.....	21	2.11.3 設定2.....	21	2.11.4 スキャン速度.....	22	2.11.5 USBコマンド 補正.....	22	2.12 モードメニュー.....	23	2.12.1 高入力.....	23	2.12.2 低出力.....	23	2.12.3 高出力a.....	24																		
3 チュートリアル.....	24	3.1 ビデオ.....	24	3.2 高調波の測定.....	25	3.3 スペクトル純度の測定.....	25	3.4 位相雑音の測定.....	26	3.5 3次相互変調の測定.....	27	3.6 IQバランス.....	28	3.7 スプリアスフリーダイナミックレンジ.....	29	3.8 低周波の測定.....	30	3.9 OOK ISM送信の捕捉.....	31	3.10 Sweep設定の調整.....	31	3.11 同軸ケーブルの影響.....	31	3.12 FM偏移測定.....	34	3.13 AM変調の測定.....	35	3.14 アンプの1dB圧縮ポイントの測定.....	36	3.15 LNAの追加.....	37	3.16 ミキサの測定.....	37	3.17 アンプの雑音指数の測定.....	38	3.18 低出力レベルの校正.....	39	3.19 補正値の計算と設定.....	41	3.20 補正値の検証.....	41	3.21 tinySAの音を聴く.....	41

4 追加機能.....	42	4.1 減衰.....	42	4.2 圧縮ポイン ト.....	45
	43	4.3 変調.....	43	4.4 分解能フィルタ.....	45
4.5 スキャン.....	46				
4.6 送信機の出力の安全な測定.....	47				
5 よくある質問.....	48				
6 コンピュータインターフェース.....	50	6.1 ファームウェアのアップデート.....	50	6.2 PC制 御.....	52
	51	6.3 USBインターフェースプロトコル.....	52		

## 1 一般

### 1.1 ようこそ

tinySAtm wiki へようこそ!

tinySA は、主に 0.1MHz ~ 350MHz の入力を対象とした小型のスペクトル アナライザーですが、他にも優れた機能がいくつかあります。

- 2つの入力を備えたスペクトラムアナライザー。0.1MHz~350MHzの高品質MF/HF/VHF入力と、240MHz~960MHzの低品質UHF入力。
- 2.6kHz~640kHzの両帯域で切り替え可能な分解能バンドパスフィルター

#### • 290スキャンを表示するカラーディスプレイ

- 低周波数から高周波数までの全範囲をカバーするポイント。
- MF/HF/VHF入力用の0dBから31dBの入力ステップ減衰
- スペクトラムアナライザーとして使用しない場合は、信号発生器として使用できます。MF/HF/VHF正弦波出力は0.1MHz~350MHz、UHF方形波出力は240MHz~960MHzです。
- 内蔵キャリブレーション信号

- 自動運転に使用される発電機セルテストと低入力キャリブレーション。
- USB経由でPCに接続すると、PC制御スペクトラムアナライザー
- 充電式バッテリーで最低2時間以上のポータブル使用
- 最大入力レベル +10dBm。tinySAを破壊しないでください。
- 低コストで非常に小型のフォームファクタのため、関連する制限。

紹介とその他のビデオ

メインコンテンツを紹介する7分間の短いビデオ

tinySA の機能については、[こちらをご覧ください。](#)

私のYouTubeチャンネルでさらに多くの動画をご覧ください

YouTubeには IMSAY Guy による tinySA のビデオレビューが多数あります。そこに行く場合は、IMSAY Guyが最初のビデオでtinySAの使い方をまだ学んでいたので、後のビデオも必ず見てください。

### 一種のマニュアル

Wikiを閲覧するよりもドキュメントを読むことを好む方のために、Kurt Poulson氏がデンマークのアマチュアラジオ雑誌のためにtinySAの様々な側面を解説した詳細なドキュメントを執筆してくださいました。英語版は[こちらでご覧いただけます。](#) Kurtが信号発生器とスペクトラム・アナライザの機能の操作方法とファームウェアのアップデート方法を解説します。このドキュメントには、測定例のスクリーンショットが多数掲載されています。

### 法的な事項

tinySAという名称およびtinySAロゴは当社が所有する商標です。書面による許可なく、tinySAという名称をスペクトラム・アナライザ製品に使用することはできません。

### クレジット

tinySA FWはedy555が作成したNanoVNA FWに基づいています。

### 1.2 tinySAの購入

性能の悪い違法コピー製品に注意してください。

tinySA のロゴとスペクトル アナライザーの tinySA という名前は商標登録されており、これらのクローン製品の製造は許可されていないため、これらは違法製品です。

以下の販売者は少なくとも 1 つの違法クローンを販売しました。

- eBayのNavplus • eBayのahken-81 • eBayのideafoxtrot • AmazonのKKmoon
- AliExpressのShop910459103 • AliExpressのahken-81 • AliExpressのFeature Tools
- AliExpressのTool-box Store • AliExpressのGood Home-Accessories Store • AliExpressのTools & Instruments Factory Store

- AliExpress • AliExpressのツール&メーターストア • Banggood

オリジナルのtinySAを安全に購入できる場所

- [Alibaba.com](#) の [Zeenko](#) ストア。Alibabaの他の販売者は、粗悪なコピー商品を販売している可能性があります。PayPalなどの他の支払い方法をご希望の場合は、「今すぐチャット」ボタンをクリックしてください。Zeenko ストアのMaggieが対応いたします。ブラウザウィンドウの右上に「マイメッセージ」があり、そこでメッセージをより詳しく確認できます。

- [AliExpress](#)の[Zeenko](#)ストア。Aliexpressの他の販売者は、粗悪なクローン商品を販売している可能性があります。良質な商品を確実に手に入れるには、Zeenkoストアからのみご購入ください。• [R&L Electronics](#)アメリカでは、

---

tinySAは「在庫切れ」と表示されています  
R&Lは引き続きご注文を受け付けており、商品が再入荷した時点（数週間以内）でのみクレジットカードへの請求を承ります。• [Passion Radio](#)ヨーロッパ・マーフィールド・エレクトロニクス英国では

- [スイッチサイエンス](#)日本で

tinySAが「予約注文」と表示されている場合は、現在在庫がないが、tinySAの次のバッチが製造中であり、入手可能になり次第（通常は

予約商品はご注文順に発送いたします（1ヶ月以内）。

そしてセルフテスト7はこのように失敗します

tinySA の背面の写真を投稿していただければ、クローンがあるかどうかわかります。

以前のクローンでは、ボックスの内側にフォーム（成形された PVC ではなく）が使用されており、次のようになります。

裏面にはシリアルナンバーのシールが貼られていない番号ですが、このように見えます

クローン化されたtinySAを認識する方法

クローン作成者は、パッケージ、商標名、ロゴなどをコピーしようとしたが、いくつかの面で失敗しました。

クローンを検出する現時点での最良の方法は、セルフテストを実行することです。tinySA がテスト7と8で失敗する場合、それはおそらくクローンです。

最新のクローンでは、背面のステッカーにいくつかのエラーがあることを除いて、目に見える要素がすべてコピーされています。

さらに確実にするために、ケースを開けてPCBを確認してください。シールドがない場合はクローンです。

### 1.3 スペクトラムアナライザの概要

オシロスコープが電子信号を時間に対して測定して表示するのと同じように、スペクトラムアナライザは

電子信号と周波数の関係を測定し、表示します。

スペクトラムアナライザの主な仕様ポイントは、周波数範囲、この周波数範囲での測定分解能、および表示できる信号レベルです。

重要な信号レベルは次の3つです。

- **スペクトラムアナライザに損傷を与えることなくスペクトラムアナライザに入力できる最大レベル。**
  - **スプリアスフリーの最大レベルはクリーンでスプリアスのない表示を実現するために、最大入力信号を下回るようにします。**
  - **ノイズレベルは識別可能な最低の信号レベルであり、解像度帯域幅によって異なります。**
- 帯域幅が低いほど、ノイズレベルは低くなります。

tinySAの最大入力信号レベルは10dBmです。-30dBm未満の信号では、低入力モードでスプリアスが発生しません。

解像度とノイズレベル

10kHzの帯域幅 (RBW)は約-105dBmです

より高価なスペクトラムアナライザは、広い周波数範囲を一度にデジタル化し、FFTを用いて広い周波数範囲にわたって信号を計算できます。tinySAのようなスペクトラムアナライザは、狭い周波数範囲における入力電力を分離するために分解能フィルタを使用します。この分解能フィルタは、必要な周波数範囲にわたって掃引されます。掃引を行う発振器と信号電力を測定する電力検出器には、ある程度の計算時間が必要であるため、

安定時間 :tinySAのスクリーン速度には限界があります。フィルタが狭いほど、安定に時間がかかります。最速のスクリーン速度はRBWが300kHz以上の場合で、1スクリーンあたり約2スクリーンです。

秒です。しかし、周波数スパンの拡大とRBWの減少に伴い、スクリーン速度は急激に低下します。

RBW 10kHz で 0MHz から 350MHz までスクリーンするには約 2 分かかります。

### 1.4 仕様

ユーザーインターフェース:

- ディスプレイ解像度 320×240 ピクセル • 画面対角 2.8 インチ

- RGBピクセルあたり16ビット • 抵抗膜方式タッチコントロール
- ジョグスイッチ制御 • USBシリアルポート制御 • 内部PCB上のオプションのTTL USARTポート (SWはまだ実装されていません)
- **スイッチングノイズを回避するためのリニア電源。**

tinySAの入出力仕様は4つのモードに分かれています

低入力モード仕様:

- 入力周波数範囲 100kHz~350MHz (10kHzまで一部制限あり) • 入力減衰を10dB以上に設定した場合の入力インピーダンスは50オーム。
- 選択可能な手動と自動  
入力減衰は0dBから31dBまで1dBステップで調整可能 • 絶対最大入力レベルは  
+10dBm、内部減衰0dB
- 絶対最大短期ピーク入力電力 +20dBm、内部減衰30dB • 推奨最大入力電力

+5dBm (内部減衰あり)  
自動モード

- 最良の測定のために入力を維持する  
-25dBm以下の電力
- 3次の入力インターセプトポイント  
変調積 (IIP3) +15dBm  
0dB内部減衰付き
- **1dB圧縮ポイント-1dBm、内部減衰0dB**
- パワー検出器の分解能は0.5dB、周波数に対する直線性は+/-1dB

- 電力レベル校正後の絶対電力レベル精度は+/- 1dB • 30kHzの分解能帯域幅を使用した場合の最小識別信号 -

102dBm

- 選択した分解能帯域幅に等しい周波数精度
- 100kHzで-90dB/Hzの位相ノイズ  
オフセットおよび1MHzオフセットで-115dB/Hz
- スプリアスフリーダイナミックレンジ  
30kHz分解能帯域幅70dB
- 手動で選択可能な**解像度フィルタ**3、10、30、100、300、600kHzから**選択可能。**

57 個の解像度フィルタのうち 1 つ。

- 画面解像度51、101、145  
または290の測定ポイント • 最大解像度のフィルタを使用した場合、1000ポイント/秒以上のスクリーン速度。

- 実際の自動最適化  
選択した解像度帯域幅に関係なく、スキャン範囲全体をカバーできるようにスキャンポイントを設定します。

- スプリアス抑制オプション  
特定の信号が内部的に生成されたものか、それとも入力信号に実際に存在するものかを評価する。小さなハードウェアの変更により、

[聴くことができる復調された音声に。](#)

#### 高入力モード仕様:

- 入力周波数範囲 240MHz~960MHz
- 入力インピーダンスは周波数依存し、50オームから外れます
- 入力バンドフィルタがないので、入力帯域外の強い信号は  
  
240MHzから960MHzの範囲では、帯域内信号の歪みを引き起こす可能性があります。入力レベルは、  
  
+10dBmの減衰
- 3次の入力インターセプトポイント  
内部減衰なしで-5dBmの変調積 (IIP3)
- 1dB圧縮ポイント-6dBmで  
内部減衰なし
- パワー検出器の分解能は0.5dB、周波数に対する直線性は+/-1dB
- 電力レベル校正後の絶対電力レベル精度は+/- 1dB • 30kHzの分解能帯域幅を使用した場合の最小識別信号 -  
  
115dBm •  
周波数精度は選択した分解能帯域幅に等しい • スプリアスフリーダイナミックレンジ (   
  
30kHz分解能帯域幅50dB
- 手動で選択可能な解像度フィルタ 3、10、30、100、300、600kHzかから選択可能。  
  
57の分解能フィルタ。オプションの25dB~40dB周波数依存入力アッテネータ。このアッテネータをアクティブにすると、電力レベル誤差は+/- 10dBまで増加します。

- 画面解像度51、101、145  
または290の測定ポイント。最大解像度のフィルターを使用した場合、1000ポイント/秒以上のスキャン速度。

- 実際の自動最適化  
選択した解像度帯域幅に関係なく、スキャン範囲全体をカバーできるようにスキャンポイントを設定します。小さなハードウェアの変更により、

[聴くことができる復調された音声に。](#)

#### 低出力モード仕様:

- 以下の高調波を含む正弦波出力 - 40dBの基本波
- 出力周波数範囲 :100kHz~350MHz
- 出力周波数分解能  
47MHz出力以下156Hz、または47MHz出力以上312Hz
- 出力レベルは1dB単位で選択可能  
-76dBm~-6dBmの間
- オプションのAM、ナローFM、ワイドFM間の周波数変調  
50Hzおよび6kHz、または選択可能な周波数範囲での低速スイープ • 出力レベル範囲全体にわたるオプションの出力レベルスイープ

#### 高出力モード仕様:

- 方形波出力 • 出力周波数範囲 :240MHz~960MHz
- 出力周波数分解能  
480MHz出力以下では156Hz、480MHz出力以上では312Hz
- 出力レベルは可変で選択可能  
-38dBmから+13dBmの間の増分
- オプションのナローFMとワイドFM間の周波数変調  
50Hzおよび6kHz、または選択可能な周波数範囲での低速スイープ

#### 参照ジェネレータの仕様:

- オプションの矩形波出力  
-25dBmの基本波を高入力/出力に接続します。周波数は1MHz、2MHz、4MHz、10MHz、15MHz、または30MHzに設定できます。

#### バッテリー仕様:

- 充電時間は500mA以上のUSBポートまたはUSB充電器で最大1時間 • フル充電したバッテリーで少なくとも2時間動作します

### 1.5 制限事項

tinySA の内部コンポーネントはパフォーマンスとコストを慎重にバランスさせて選択されたため、はるかに高価なスペクトルアナライザの経験豊富なユーザーは知っておく必要のある特定の制限があります。

48MHz帯のtinySA MCUとその高調波について。FAQをご覧ください。

#### •内部位相ノイズを設定する

位相ノイズ測定の詳細な下限。

• 2.4kHzの最小解像度帯域幅では、スペクトルの詳細を見ることができません。

#### • 高入力 (240MHz~960MHz)

画像抑制は非常に限定されており、オプションとして組み込まれているレベルは1つだけです。

減衰器が困難にする

複雑な信号を解釈します。• 高入力オプション入力

減衰器は周波数に依存し、25dBから40dBの間で変化します。

#### • 低解像度帯域幅の場合

(30kHz未満)では、分解能フィルタの実装により、1点あたりの測定時間が増加し始めます。FASTスイープモードを慎重に使用することで、この時間増加を軽減できます。

• シールドとフィルタの性能限界により、特定のイメージやスプリアスが見える場合がありますが、スプリアス抑制などの特定の機能は1F以下に切り替えこれらのスプリアスやイメージを検出したり、低減したりするのに役立ちます。0.1MHz以下では感度が

削減する。

• 1MHz未満では、

AGCを無効にするLNAを有効にする可能性がある最高の測定品質を得るためには、付属の望遠鏡アンテナや低いRBWを使用する場合は、

からの放射線に気づいて

## 1.6 技術的説明

tinySAには、従来のヘテロダイン掃引スペクトルアナライザ。

低入力モードで使用されるコンポーネントは次のとおりです。

- 低入力モードでは、信号は低SMAコネクタを介してtinySAに入ります。
- 0~31dB設定可能なアッテネータにより、RXを保護し、内部で発生する高調波歪みを防止
- エイリアシングを除去する350MHzローパスフィルタ
- ローカルのTXブロック  
発振器でスキャンする  
選択した周波数範囲で切り替えます。• スイッチは有効にすると高出力にトラッキング出力します
- 出力をミックスするミキサー  
高周波IFを生成するために、**局部発振器とローパスフィルタを接続する。**• 433.9MHzのバンドパスフィルタ  
スプリアスを除去し、ダウンコンバージョン前にミキサーからの出力をクリーンにする高IF。BPFの出力をRXにルーティングするスイッチ
- そしてRXを含む • 2番目のLOとミキサー  
高IFを870kHzの低IFにダウンコンバートします。
  - 選択可能な解像度フィルタ  
3kHz~600kHzの範囲です。
  - 解像度フィルタ後のダイナミックレンジが120dBの電力検出器。

高入力モードで使用されるコンポーネントは次のとおりです。

- 高入力モードでは信号が高性能SMAコネクタを介したtinySA
- RXブロックにハイ入力をルーティングするスイッチ
- RXブロックにはLOとダウンコンバート用のミキサーが含まれています  
選択された周波数範囲を870kHzの低IFに調整します。ミラー抑制は30dBに制限されます。
  - 選択可能な解像度フィルタ  
3kHz~600kHz。• 分解能フィルタ後のダイナミックレンジ120dBの電力検出器。ローカル発振器は

低出力モードで使用されるコンポーネントは次のとおりです。

- 局部発振器付き送信ブロック  
433.9MHzを生成
- 送信出力をバンドパスフィルタにルーティングするスイッチ • バンドパスフィルタは、  
433.9MHz 局部発振器の高調波。
  - 局部発振器を備えた第2送信機  
出力周波数を決定します。• ミキサーは、  
バンドパスフィルタと第二局部発振器を組み合わせ  
高調波を制限した所望の出力周波数
  - 低出力用のローパスフィルタは、不要なミキサー成分を除去します。• 出力レベルを任意に下げのために、ローパスフィルタと低出力間に接続された出力アッテネータ • 生成された信号は、

低SMAコネクタを介したtinySA

高出力モードで使用されるコンポーネントは：

- 局部発振器が出力周波数。
- +5dBm~+20dBmの出力を選択できるパワーアンプ
- スイッチは電源に接続します  
アンプから高SMAコネクタへ

キャリブレーションジェネレーター：

- 30MHz温度制御水晶発振器
- 30.15、10.4、3.2、または1MHzを作成するための選択可能な分周器 • 固定電圧出力ドライバ • 高精度アッテネータにより、

高出力に接続された電力基準として、-25dBmの30MHz基本波を50オームに入力します。

## 2 ユーザーインターフェース

### 2.1 初回使用

tinySAは輸送中に保護するために頑丈な箱に入っています

箱の中にはtinySAといくつかの付属品が入っています

- SMAケーブル2本とパレルコネクタ
- SMAコネクタ付きアンテナ • USB-Cケーブル

tinySAを開梱した後、USBケーブルをtinySAに挿入し、ケーブルを接続します。

USB充電器またはコンピュータのUSBポートに接続してtinySAを充電します。1時間充電すると最初の使用には十分です。

充電後は、USBケーブルを接続したままにすることも、取り外すこともできます。

次の手順は初回使用時のビデオでも説明されています

Kurt PoulsenはtinySAに関する文書を書いた [tinySA@groups.io](mailto:tinySA@groups.io)から見つけることができます

次の手順を実行します。

### 1. 付属のSMAケーブルのいずれかを使用します

低ポートを高ポートに接続します。

2. 上部にある小さな電源スイッチを使用して tinySA に電源を入れます。

3.画面をタッチして

メニューシステムを選択し、**CONFIG**を選択しますそして**セルフテストを実行します**。ナビゲーションがうまくいかない場合は、「戻る」ボタンを使用するか、tinySAの電源をオフにしてからオンにして、通常の状態に戻してください。すべてがうまくいった場合はセルフテストはすべてのテストに合格し、もう一度画面をタッチして終了することができます。

4. 次のステップのために高ポートと低ポートを接続したままにしておきます。5. 次のステップは電源を入れることです。

LOW INPUT MODEのキャリブレーション。

これは1つの周波数に対して1回だけ行う必要があり、レベル校正のため、測定ごとに繰り返す必要はありません。

非常に安定しており、周波数に依存しません。CONFIGからメニューから**LEVEL CAL**を実行します。上部と下部の赤いレベルインジケーターが**白に変わり、**

キャリブレーションが成功しました。

### オプションの手順:

1. 高入力モードのレベル調整は少し複雑ですが、このビデオでわかりやすく説明されています。

これで、tinySA は測定を行う準備が整いました。

入力信号を低入力に接続し、**INPUT**に戻ります。メニューでは、**MODE**から使用する入力を選択できます。

メニューで、**LOW INPUT**を選択しますまたは**高入力**。

警告!!! 入力信号は +10dBm 未満である必要があります。そうでない場合、tinySA が損傷する可能性があります。

周波数を使用する表示される周波数範囲と**レベル**を設定するメニュー表示されるレベルを設定するメニュー。

**プリセット**をクリックすると、いつでも定義済みの状態に戻ることができます。入力メニューのボタンをクリックし、**LOAD STARTUP**を選択します。

### 2.2 画面情報

画面は5つのエリアに分かれています。

• 左側に情報パネル • 上部にマーカー情報 • 下部にスキャン情報

• 中央の測定パネル

•右側のメニュー

•最低レベル (-100dBm)

マーカーパネル

最大 4 つのアクティブ マーカーの情報を表示します。

情報の構造:

- 矢印は現在選択されているマーカーを示します。• マーカーの種類は文字で示されます。R=リファレンス、D=デルタマーカー、N=ノイズマーカー (レベルはHz RBWで正規化されます) • マーカーの周波数。「+」または「-」はデルタ周波数を示します。• マーカーのレベル。単位が指定されていない場合は、

レベルはdBmWまたは  
デルタマーカーの場合は dBc。

マーカー情報をタッチするとマーカーを選択できます。選択したマーカーは

トラッキングマーカーでない限り、ジョグスイッチを使用して配置できます。リファレンスマーカーとして使用できるマーカーは1つだけです。

スキャン情報

開始/停止、センター/スパン、またはゼロ スパン/スキャン時間情報を表示します。

スキャン情報はタッチすることで選択できます。選択された情報にはキャレット記号が表示され、ジョグスイッチで変更できます。

測定パネル

最大 3 つのトレースを表示します。

- 黄色で測定をトレースします  
測定された値 (計算がアクティブでない場合)または計算された値としてトレースします。
- 計算がアクティブな場合は、赤い  
トレースは最後の情報を表示します  
スキャン。
- 保存された情報は緑色で表示されます  
トレース

最大4つのマーカーを表示します。トラッキングマーカーは自動的に配置されます。非トラッキングマーカーは、任意の位置に移動できます。また、マーカーサーチ機能も使用できます。

配置する

アクティブなトリガーレベルは青い線で表示されます

メニュー

画面をタッチするとメニューが表示されます

またはジョグボタンを押してください。このメニューを起動すると、現在のスイープが中止されます。メニュー設定が完了すると、スイープは (一時停止モードでない場合)再開されます。

更新された可能性のある設定。

情報パネル

上から下へ、以下の情報が表示されます (括弧内は実際の情報です)。

- 基準レベル (+0)は、手動で設定した場合は緑色、自動で設定した場合は白色になります。
- 単位 (dBm) • スケール (10dBm) は緑色で表示されます  
手動で設定、自動の場合は白になります。
- スキャンステータス (ARMED)はPAUSEDにすることができます  
手動でも、シングルスイープでも  
完了すると、次の待機時にARMEDになります  
トリガー。
- 減衰 (0dB) は、手動で設定した場合は緑色、自動の場合は白色になります。
- 計算 (16は実行中を意味します)  
16回の測定の平均値)は計算が有効な場合にのみ表示されます。  
RBW (612kHz)は、  
  
手動で設定した場合は白、自動の場合は白。• スキャン時間は測定時  
(209ミリ秒)、最初のスキャン時は赤  
  
設定変更後のスキャンはまだ完了していません。• 校正出力周  
波数 (30MHz)、校正  
出力がアクティブな場合にのみ表示されます。• 外部の増幅  
  
増幅器または減衰器。ゼロでない場合にのみ表示されます。
- トリガーレベル設定 (-40dBm) 。NORMALモードでトリガー待機中は赤色、  
SINGLEトリガー完了時は緑色で表示されます。AUTOモード以外の  
場合にのみ表示されます。• 入力モード (LOW)LOWは低入力モード、HIGHは高入力モードです。• コンパクト設定ステータス (afrngb)  
小文字はすべて自動設定を意味します。

• FWバージョン (1.0-40) • バッテリー  
レベルと電圧

## 2.3 メニューツリー

**プリセット**設定を読み込みまたは保存します。

- **LOAD STARTUP** はスタートアッププリセットを再読み込みします。
- **LOAD X**はスロットから設定をロードします  
X
- **保存されたプリセットの更新をサポートします。** • **STORE AS STARTUP**  
は現在の設定をスタートアッププリセットとして設定します。 • **STORE X** は現在の設定をスロットXに保存します。 • **FACTORY DEFAULTS** は初期設定をリセットします。

起動時に工場出荷時のデフォルトにプリセットされません。

**FREQ**はスキャンする周波数範囲に関するすべてを設定します。 • **START**はスキャンを開始/停止モードに設定し、開始周波数を設定します。 • **STOP**はスキャンを開始/停止モードに設定します。

モードと停止周波数を設定する

- **CENTER**はスキャンをセンター/スパンモードに設定し、センターを設定します  
周波数 • **SPAN**はスキャンを設定します  
センター/スパンモードと周波数スパンを設定します。ゼロスパンはスキャン範囲を

センター/スパンモードでは、スパンを0Hzに設定し、中心周波数を設定します。 • **RBW**は分解能帯域幅を設定します。

**RBW**が低いとスキャン時間が大幅に長くなる可能性があることに注意してください。 • **SPUR REMOVAL**は2つのスパーをアクティブにします  
除去メカニズム。

**LEVEL**は、測定される信号のレベルに関連するすべてを設定します。

- **REF LEVEL**は選択したレベルを設定します  
ディスプレイ上部の単位。
- **SCALE/DIV**は、  
ディスプレイの分割ごとに選択された単位。
- **ATTEN**は減衰量を設定します  
低入力/出力に適用されます。 • **CALC**は様々な計算方法を選択します  
平均化や最大保持などの時間の経過に伴うオプション。
- **UNIT**は表示単位を選択します。dBm, dBmV, dBuV, Volt, Watt
- **EXTERN GAIN**はレベルオフセットを設定します  
外部アンプまたは減衰器によって発生する dB。
- **TRIGGER**はトリガーモードを選択します

- **AUTO**は通常のスペクトルアナライザのスキャンモードで、トリガーは無効です。 • **NORMAL**は新しいスキャンを表示します。

スキャン中の信号がトリガーイベントを引き起こすとすぐにトリガーイベントが発生します。 • **SINGLE**はトリガーイベントを引き起こす信号を待ち、スキャンを表示します。  
• **LEVEL**はトリガーレベルを入力するためのキーボードを起動します。 • **UP EDGE**は入力レベルが設定されたトリガーレベルより下から上に上がったときにトリガーイベントを生成します。

トリガーレベル • **DOWN EDGE**は、入力レベルが設定されたトリガーレベル以上から下がったときにトリガーイベントを生成します。

トリガーレベル

**ディスプレイ**は、

- **PAUSE SWEEP**はスキャンを一時停止します。 • **STORE TRACE**は現在の

青いトレースに測定値を書き込みます。クリック  
再度保存するには、もう一度押し  
ます。 • **CLEAR STORED** は保存したデータを削除します。  
トレース

- **SUBTRACT STORED**は保存された値を減算します  
現在の測定からのトレース。
- **NORMALIZE**は現在の  
スキャンし、保存したスキャンを将来の測定値から差し引きます。 • **WATERFALL**は、ウォーターフォールマップで時間の経過に伴う電力レベルを表示します。 • **SWEEP SETTINGS**メニューには、さまざまな

選択した周波数または時間範囲をどのようにスイープするかに関する設定。 • **NORMAL** はデフォルトのスイープモードを設定します。 • **PRECISE** は正確な  
スキャン モードを設定し  
ます。

- **FAST**は高速スイープモードを設定します。
- **スイープタイム**でターゲットを設定  
完全なスキャンにかかる時間 (秒単位)。
- **スイープポイント**ではスイープポイントの数を設定できます。 • **高速スピードアップ**では、  
高速掃引。

**MARKER**はディスプレイ上のマーカーを制御します。

- マーカーの変更では、  
マーカーと変更するためのサブメニューを表示します  
マーカータイプ。

• **MARKER OPS**は、

周波数表示範囲は  
アクティブマーカー検索

マーカーを使用すると、  
信号最大値の非追跡マーカー  
または最小値。

• **MEASURE**は、tinySA を特定の測定に素早く設定するのに役立ちます。

• オフにすると、測定関連の設定と動作がオフ  
になり、

tinySAを通常動作に切り替えます。HARMONICは、高調波  
レベルを測定するためのマーカー構成に切り替えます。

信号・OIP3  
がマーカーに切り替わる

信号の出力IP3レベルを測定するための構成・位相ノイズ  
は、

信号の位相ノイズを測定するためのマーカー構成

**CONFIG**は設定メニューを起動します。

• **TOUCH CAL**は、

タッチパネルの結果はNVMに保存されます。タッチテストは  
タッチを検証するために

使用されます  
較正。

• セルフテストは、ケーブルを使用して低入力と高入力/出力を接続した後、使  
用します。• レベルキャリブレーションは、

電力測定レベル。• **VERSION**はソフトウェア  
バージョンを示します  
情報。

• **EXPERT CONFIG**はエキスパート機能を起動します

設定メニュー→ LO出力は最初のLOを  
ハイコネクタから出力します。実効電力は

dBm読み取り値の校正  
マーカー1の下に信号の既知のレベルを入力す  
ることによって。• **IF FREQ**はIF周波数を  
入力できます

低モードで使用される周波数。• **スキャン速度**はスキャ  
ン速度を設定できます。• 繰り返し回数は

各周波数で測定を繰り返します。• **MIXER DRIVE**はミ  
キサーへの出力電力  
を設定します。• **AGC**はビルドを有効/無効にします。

自動ゲイン制御において。

• **LNA**はビルドを有効/無効にする  
**低ノイズアンプ**において。

• **BPF**は、

内部バンドパスフィルタの性能。• **BELOW IF**は、  
190MHz未満を測定するときにLO  
をIF以下に切り替えます。

• **ホールドタイム**は、最大スキャン回数を設定します。

**MAX DECAY**で測定すると \_\_\_\_\_  
腐敗し始める。

• **ノイズレベル**は期待される  
ノイズ帯域 (dB)。

• **実際の周波数**は、測定された周波数を設定します。

10MHzキャリブレーション出力

**DEFU**はtinySAをファームウェアアップグレードに切り替えます  
モード。

**MODE** はモード切り替えメニューを起動します。

• **LOW入力**は0.1~350MHzをアクティブにします

入力モード

• **HIGH INPUT**は240MHzの

960MHz入力モード

• **LOW出力**は0.1~350MHzをアクティブにします

出力モード・HIGH

**OUTPUT**は240MHzの

960MHz出力モード

• **CAL OUTPUT**は内蔵の

校正基準発生器。

2.4 プリセット

負荷

• **LOAD STARTUP** はスタートアッププリセットを  
再読み込みします。このスタートアッププリセ  
ットは、工場出荷時のデフォルト設定、またはス  
タートアッププリセットに保存された設定のい  
ずれかです。

• **LOAD X**はスロットから設定をロードします  
×

• **STORE**は保存されたプリセットの更新をサポートします

• **BACK**で入力メニューに戻ります

店

• 「**STORE AS STARTUP**」は現在の設定を起動時のプリセットとし  
て設定します。

• **STORE X**は現在の設定をスロットXに保存します。

• **FACTORY DEFAULTS**はスタートアップをリセットします  
工場出荷時のデフォルトにプリセットされています。

• **BACK**でプリセットロードメニューに戻ります

2.5 周波数メニュー

周波数メニューを説明する短いビデオがあります

tinySAは、スタート/ストップモードまたはセンター/スパンモードで入  
力周波数範囲をスキャンします。  
モード。表示されるポイント数は

常に290です。スキャンされるポイントの数は最小290だがRBWが小さすぎる場合  
選択された周波数範囲を290ポイントでカバーするために追加の測定が行われます

合計290ポイントになりました。

- STARTはスキャンを開始/停止モードに設定し、開始周波数を設定します
  - STOPはスキャンの開始/停止を設定しますモードと停止周波数を設定する
  - CENTERはスキャンをセンター/スパンモードに設定し、センターを設定します  
頻度
  - SPANはスキャンを設定します  
センター/スパンモードと周波数スパンを設定する
  - ZERO SPANはスキャン範囲を  
センター/スパンモードでは、スパンを0Hzに設定し、中心周波数を設定します。
  - RBWは分解能帯域幅を設定します。  
RBWが低いとスキャン時間が大幅に長くなる可能性があることに注意してください。
  - SPUR REMOVALは2つのスパークをアクティブにします  
除去メカニズム。190MHz以下では  
IFの上下の周波数はスプリアスを識別するために使用され、  
190MHz以上ではIFがシフトされます。アクティブ化する場合、  
433.9MHzのIFが推奨されます。
- 棘突起の除去
- BACKで入力メニューに戻ります

スキャンは選択されたモードの周波数範囲に制限されます

### 2.5.1 RBW

tinySA 電力検出器の分解能帯域幅は、測定要件に合わせて設定できます。

- AUTOは解像度帯域幅を設定します  
選択を自動にします。
- 3kHz
- 10kHz
- 30kHz
- 100kHz
- 300kHz
- 600kHz
- BACKでFREQメニューに戻ります

解像度帯域幅をAUTOに設定すると、解像度帯域幅と一致します。

ビデオ帯域幅は周波数スパンによって決まります。最大分解能帯域幅が表示ポイントあたりの周波数ステップより小さい場合、全スパンをカバーするために追加のステップが自動的に挿入され、測定時間が長くなります。

固定解像度帯域幅を使用する場合、全周波数範囲を確保するために必要に応じて追加のステップが挿入されます。

カバー範囲が広く、測定に影響を及ぼす可能性があります  
増加する時間。

低い RBW を使用して広い周波数範囲をスキャンすると、かなりの時間がかかる可能性があることに注意してください。

tinySAのノイズフロアは、選択した分解能帯域幅に依存します。

分解能帯域幅によりノイズフロアは減少しますが、広い範囲をスキャンするには時間がかかります。

アクティブなRBWはステータスパネルに表示されます。RBWを手動で設定すると、RBWはステータスは緑色で表示されます。

### 2.5.2 スパーク除去

高調波の混合によってスキャン中に人工的な信号が生成され、実際の信号が何であるかを見分けるのが困難になることがあります。スプリアス低減は、高IFバンドフィルタの通過帯域内で高IF周波数をウォープリングするか、LOをIFの上と下の間で切り替えることによって実現されます。このウォープリングまたはLOの切り替え中、目的の信号は所定の位置に留まりますが、高調波の混合、エイリアス、ミラーリングによって生じるすべての成分は移動します。スプリアス低減は、190MHz未満、またはRBWが100kHz以下の場合に最適です。

スパークの削減

これは、すべてのスプリアス低減対策をオフにし、IFを

433.8MHzに固定

最初に採用された対策は、特定のスキャン周波数でIFをシフトすることです。その影響はIFを自動に戻すと、はっきりと表示されます。

tinySAには、特定のスプリアスを除去するためにIFをどの周波数でシフトする必要があるかを記録する内部テーブルが搭載されています。このスプリアス回避アプローチは、パフォーマンスに悪影響を与えません。

まだいくつかの突起が残っており、突起削減技術によって削減できる。

これらはスキャン速度と過渡現象の測定能力に影響を与えます。以下のスキャンは

SPUR REMOVALが有効

このような小さな信号を測定することはそれ自体が芸術であり、信号発生器とtinySAの両方をPCに接続して測定すると、

USBインターフェース

常にグラウンドループがないことを確認してください。

高品質のケーブルを使用し、SMA コネクタを締めます。

避けられない拍車

しかし、入力信号として実際に存在するため除去できないスプリアスも存在します。例えば、

下のスキャンで見られるように、48MHzのMCUクロックの高調波からの漏れ

これにより、ほぼクリーンなノイズが得られます

床、衝撃がないか確認するため

10MHzで-95dBmの信号を供給しながら同じスキャンの感度で

## 2.6.1計算

時間の経過に伴う測定値を組み合わせることで、入力信号の特定の側面を視覚化したり、不要な信号を隠したりすることができます。

計算モードを再度選択すると、すべての計算をリセットできます。

- OFFにすると計算が無効になります
- MIN HOLDは、測定された最小値を表示に保持するように設定します。再度選択すると、ホールドがリセットされます。この設定は、ノイズ範囲内の安定した信号を確認するために使用します。
- MAX HOLDは、測定された最大値をディスプレイに保持するように設定します。リセット  
もう一度選択するとホールドが解除されます。この設定は、変調信号のパワーエンベロープの表示など、多くの測定に使用できます。
- MAX DECAYは、一定時間測定された最大値を保持するように設定します。

一定回数のスキャンを繰り返すと、最大値は減少し始めます。

保持するデフォルトのスキャン数は

20. このデフォルトは設定メニューで変更できます。この設定は、MAX HOLDの代わりに使用して、

偽信号の影響

- AVER 4 は実行平均の量を 4 に設定します。
- AVER 16 は実行平均の量を 16 に設定します。
- BACKでレベルメニューに戻ります

ノイズ低減にはVBW 設定がないため、代わりに平均化を使用することをお勧めします。

平均化またはホールド機能が有効な場合、計算された値は黄色のトレースに表示されます。最新の取得値は赤色のトレースに表示されます。マーカーは、計算された黄色のトレースの値を取得します。

これらの高調波は、伸縮アンテナを接続するとさらに強くなり、

これらは実際の信号であるため、スパー除去では除去できません。

## 2.6 レベルメニュー

レベルメニューを説明する短いビデオがあります

ディスプレイのさまざまな属性を調整できます

- REF LEVELは選択したレベルを設定します  
ディスプレイ上部の単位です。基準レベルは自動に設定でき、最も強い信号が画面上部のすぐ下に表示されるように自動的に調整されます。
- SCALE/DIVは、  
ディスプレイの分割ごとに選択された単位。
- ATTENは量を設定します  
低入力/出力に適用される減衰量です。設定範囲は0~31dBです。高出力モードでは設定可能な減衰器はありません。AUTOMATICに設定すると、減衰量は最も強い信号から-20dBm未満に抑えられます。
- CALCは様々な計算方法を選択します  
平均化や最大保持などの時間の経過に伴うオプション。
- UNITは表示単位を選択します。dBm、dBmV、dBuV、Volt、Watt
- EXTERN GAINはレベルオフセットを設定します  
外部アンプまたは減衰器によって発生するdB。デフォルトは0です。  
  
例: 外部20dBアッテネータを-20に設定する場合
- TRIGGERはトリガーモードを選択します
- BACKで入力メニューに戻ります

上の図は電力エンベロープを示しています  
945MHzから955MHzの間で送信する携帯電話基地局の黄色の最大ホールドラインと、現在の送信電力が赤いラインで示されています。

## 2.6.2 トリガーモード

トリガーは周波数領域（例えば、特定のスパンをスキャンする）または時間領域（例えば、ゼロスパン）で実行できます。

周波数領域は、周波数範囲をスキャンするのに必要な時間のために遅くなる可能性があります。

- AUTOは通常のスペクトルアナライザーです  
スキャン モードでは、トリガーはアクティブではありません。
- NORMALでは新しいスキャンを次のように表示します  
スキャン内の信号がトリガー イベントを引き起こすたびに。
- SINGLEは信号を待ちます  
トリガーイベントを発生させてスキャンを表示します。

SINGLEを再度起動してイベントを開始します。

- LEVELはキーパッドを起動します  
トリガーレベルを入力します。指定されたトリガーレベルはステータスパネルに青い線で表示されます。
- UP EDGEはトリガーイベントを生成します  
入力レベルが下から  
設定されたトリガーレベルを設定されたトリガーレベルより上にする
- DOWN EDGEはトリガーイベントを生成します  
入力レベルが上回った場合  
設定されたトリガーレベルを設定されたトリガーレベル以下にする
- BACKでレベルメニューに戻ります

アクティブなトリガーレベルは、画面に青い線で表示され、左側のステータスにも表示されます。ステータスのトリガーレベルは、トリガーの発生を待機している場合は赤で、トリガーが1回発生した場合は緑で表示されます。

## 2.7 表示メニュー

表示メニューを説明する短いビデオがあります

- PAUSE SWEEPはスキャンを一時停止します
- STORE TRACEは現在の  
青いトレースに測定値を書き込みます。クリック  
再度保存します。
- CLEAR STOREDは保存されたデータを削除します  
トレース
- SUBTRACT STOREDは保存された値を減算します  
現在の測定からのトレース。  
REF LEVELを必ず調整してください  
レベルメニューで

計算されたトレースが見える。  
現在の測定値は、  
保存された痕跡はありませんでした。

- NORMALIZEは現在の  
スキャンして保存したスキャンを減算する  
将来の測定から。これは  
スコアリングされたスキャンと比較した入力レベルの差を表示します。NORMALIZEはSTOREと同じです。

TRACE の後に SUBTRACT STORED が続きます。  
CLEAR STOREDを使用すると  
NORMALIZEを無効にする

- WATERFALLは、ウォーターフォールマップで電力レベルを時間経過とともに表示します。もう一度クリックすると無効になります。ウォーターフォールはスキャンごとに移動し、最後の40回のスキャン。
- スイープ設定メニューにはさまざまな  
選択した周波数または時間範囲をスイープする方法の設定。
- BACKで入力メニューに戻ります

## 2.8 スイープ設定

- NORMALはデフォルトのスイープを設定します  
モード
- PRECISEは正確なスキャンを設定します  
モード。同じRBWを使用すると、スキャンポイントの数は2倍になり、ノイズを低減するために各周波数変更後の待機時間も2倍になるため、合計最小スイープ時間は4倍になります。
- FASTは高速スイープモードを設定します。  
これにより、800kHz以下の周波数ステップを実行するときにオフセット調整が可能になり、オフセット調整はより少ない妨害で実行できるため、待機時間が短縮されます。

測定点あたりのコストを削減できます。

掃引周波数範囲が狭いほど

掃引時間の短縮の可能性は高くなります。高速掃引モードの欠点は、

約10dBの騒音。

- スイープタイムは、スイープ全体の目標時間を秒単位で設定します。キーパッドの「m」ボタンを使用すると、スイープ時間をミリ秒単位で指定できます。スイープ時間を0に設定すると、最速のスイープが可能になります。

スイープ。最速スイープ時間より低いスイープ時間を設定しても影響はありません。

- スイープポイントでは、  
スイープポイント数を145または  
デフォルトでは290です。スイープポイントを減らすと、  
掃引ポイント数を減らしたRBWが600kHz未満の場合、掃引時間

- FAST SPEEDUPでは、高速化の加速係数を設定できます。

スイープ。デフォルトでは4に設定されています。  
最大加速度は20です。実際の加速度は、利用可能なRBWと要求されたRBW、および選択された周波数範囲に依存し、仕様よりも大幅に低くなる場合があります。実際には10倍の加速度も可能です。

- BACKで表示メニューに戻ります

ゼロスパンスイープでは周波数を変更する必要がないため、スイープモードの設定はスイープ速度や精度に影響を与えません。また、FAST SPEEDUP も影響を与えません。

#### スイープ設定

- SPANはスイープの範囲を設定します。  
スイープを無効にするにはゼロにする
- LEVEL CHANGE は、スイープの終了時にデルタを設定レベルに設定します。  
スイープを無効にするにはゼロに設定します。  
例: LEVELを-60に設定し、LEVEL SWEEPを50に設定します。これにより、各スイープは-60dBmで開始し、スイープ中に増加して-に達するまで続きます。  
  
各スイープの終了時に 10dBm。  
レベル変更は低出力モードでのみ使用できます。
- スイープタイムは秒単位で時間を設定します  
スイープの時間をゼロに設定する  
最大スイープ速度を設定します。
- BACKは出力メニューに戻ります

## 2.9 マーカー

マーカーはシグナルの値を表示するために使用されます。1つのマーカーがアクティブになり、反転した数字でマークされます。

- マーカーの変更では、マーカーと変更するためのサブメニューを表示します  
マーカータイプを変更したり、マーカーを削除したりします。
- MARKER OPSは、  
周波数表示範囲は  
アクティブマーカー
- 検索マーカーを使用すると、  
信号最大値の非追跡マーカー  
または最小値。
- BACKで入力メニューに戻ります

マーカー1はデフォルトで有効になっており、トラッキング属性が設定されているため、スキャン中の最大信号に自動的に配置されます。アクティブマーカーはジョグスイッチで移動できます。任意のマーカーをドラッグして新しい位置に移動することもできます。アクティブマーカーは

画面下部の関連マーカー情報をタッチして選択します。

## マーカータイプメニュー

各マーカーにはいくつかの属性があります

- REFERENCEは、  
DELTAの値を計算する  
マーカー。参照マーカーは1つだけ使用できます。色は白で  
「R」と表示されている
- NOISEはノイズマーカーです。そのレベルは  
表示はHzあたりのRBWで正規化され、「N」と表示される。
- デルタマーカーは、基準マーカー1つに対する周波数と信号レベルを示します。緑色で「D」と表示されます。表示単位がdBmに設定されている場合、このデルタマーカーはdBcに相当します。
- トラッキングにより自動  
最も強い信号にマーカーを配置します。追跡マーカーには「T」のラベルが付いています。
- NORMALは他の属性を一切持たない黄色のマーカーです。

各マーカーはトラッキングに設定できます。

トラッキングが有効になっている最初のマーカーは、最も強い信号に自動的に配置されます。トラッキングが有効になっている2番目のマーカーは、次に強い信号に配置され、以下同様に続きます。

信号は、少なくともノイズレベルdBを超える場合にのみ最大として認識されます。

周囲の信号が最小値である。最大値がない場合

追跡マーカーがトレースの開始点に配置されていることが分かりました

## マーカー操作メニュー

- STARTはスキャンの開始を設定します  
アクティブマーカー。
- STOPはスキャンの停止を設定します  
アクティブマーカー。
- CENTERはスキャンの中心を設定します  
アクティブマーカーに。
- SPAN は中心周波数を維持しますが、スパンをアクティブ マーカーのオフセットに設定します。
- BACKでMARKERメニューに戻ります

## 2.10 測定

### 最初の測定メニュー

測定メニューにはクイックプリセットが用意されています  
特定の種類の測定に対するデータ入力。

- あらゆる測定のOFFスイッチ  
関連設定と動作を修正し、tinySAを通常の動作に戻します
- HARMONICはマーカーに切り替わります  
信号の高調波レベルを測定するための構成
- OIP3はマーカーに切り替わります  
測定するための構成  
信号の出力IP3レベル
- 位相ノイズがマーカーに切り替わります  
信号の位相ノイズを測定するための構成
- SNRIは3つのマーカーを設定し、追跡  
マーカーと、追跡マーカーから指定された距離にある2つのデル  
タマーカー
- 3dB幅は、トラッキングマーカーと、トラッキングマーカーに対す  
る-3dBレベルの2つのデルタマーカーの3つのマーカー  
を設定し、2つのデルタマーカーのデルタ周波数を計算します。
- MOREは2小節目へ進みます  
メニュー
- BACKで入力メニューに戻ります

#### 2番目の測定メニュー

- AMは最適化するためにさまざまな設定を行います  
AM変調の観測  
信号
- FMは最適化するためにさまざまな設定を行います  
FM変調の観測  
信号
- THDは、高調波のエネルギーと基本波のエネルギーの比率として定  
義されるTHDの測定を可能にします。トラッキングマーカー  
は基本波にあり、すべての高調波は  
  
スキャンが含まれています。
- BACKは最初の MEASURE に戻ります  
メニュー

#### 2.10.1 高調波の測定

高調波測定を有効にすると、基本波のおおよその周波数を入力するためのキーパッド  
が表示されます。

これは正確な数字である必要はない  
tinySAは最も強いものを探すので  
信号

次にIMD測定画面が表示されます

4つのマーカーがアクティブ化されます

- 1.最も強いものを自動的に見つける  
信号であり、基本的なものであるべきである  
マーカーはトラッキングREFERENCEマーカーに  
設定されます
- 2.2番目を自動的に見つける  
倍音とマーカーは  
デルタマーカーとレベルは  
dBcで表示
- 3.3番目を自動的に見つける  
倍音とマーカーは  
デルタマーカーとレベルは  
dBcで表示
- 4.4番目を自動的に見つける  
倍音とマーカーは  
デルタマーカーとレベルは  
dBcで表示

基本波のレベルは-20dBmを超えず、できれば-30dBm以下にしてください。信号が  
強すぎる場合は減衰量を増やす必要があります。tinySA内部で高調波が発生する可能性が  
あるため、高調波が発生していないことを確認するために、設定値を変更することをお勧  
めします。

減衰し、高調波のレベルに影響がないかどうかを観察します。

さまざまなデルタレベルを覚えておいてください  
高調波と減衰を増加させる  
5または10dB。高モードでは、追加の外部減衰を適用します。この増加後

減衰によりノイズフロアは上昇するはずである  
ただし、基本波とすべての高調波は同じレベルに留まるはずで、高調波が下がった場合、少なくと  
も部分的にはtinySA内部で生成されたものです。このような場合は、変化が見られなくな  
るまで減衰量を上げ、その減衰量を測定の開始レベルとして使用してください。

高調波は基本波の周波数の倍数であるため、適用される入力モードの  
測定範囲は

測定できる高調波を制限します。

低モードでは、最大低入力周波数の半分までの基本波の2次高調波を測定できる。

## 2.10.2 出力3次相互変調インターセプトポイント

OIP3測定モードを起動すると、tinySAはまず最初のテスト信号周波数を要求し、次に2番目のテスト信号周波数を要求します。tinySAは次に、5倍のスペンを設定します。

周波数の差と、2つの周波数の平均における中心。指定する周波数は正確である必要はありませんが、20%以内である必要があります。下の画像では、左側のテスト信号は8MHzと指定されていますが、実際には7.8MHzでした。

tinySAの位相ノイズはあまり良くないので、できれば少なくとも1つは

MHz離れている

2つの通常のトラッキングマーカーが有効になっており、最も強い2つの信号に配置されます。マーカー1は左信号、マーカー2は右信号です。2つのデルタマーカーも有効になっており、これらは計算された3次相互変調積に自動的に配置されます。下の画像に示すように、マーカー1と2の通常の情報が表示されています。

しかし、マーカー3と4の情報は

計算されたOIP3レベルに置き換えられます。2

数値が与えられます。1つは左側の相互変調積から計算され、2つ目は右側の相互変調積から計算されます。

アッテネータの設定は非常に重要です。減衰率が低い場合、tinySAの最初のミキサの性能が最大OIP3を制限する可能性が非常に高くなります。

測定可能な減衰量です。減衰量を変更しても、測定されたOIP3は変化しません。変化した場合は、減衰量が変化しないまで減衰量を増やしてください。

そうします。

## 2.11 設定メニュー

設定メニューは、さまざまな設定を更新したり、tinySAをテストまたは調整するために使用できます。

- TOUCH CALは、  
タッチパネル。結果はNVMに保存されます。
- タッチテストはタッチを検証するために使用されます  
校正。
- セルフテストはケーブルを取り付けた後に使用します。  
低電圧および高電圧の入出力を接続するために使用されま  
す。進行状況が表示され、テストが失敗するたびに、ま  
たテスト終了時にディスプレイをタッチする必要があります。
- LEVEL CALは、  
電力測定レベル。新しいメニュー  
画面が表示され、低入力と高入力/出力を接続するように求められます。ケ  
ーブルを接続したら、「キャリブレーション」を起  
動してください。「キャリブレーションをリセット」でキャリブレーション  
をリセットできます。

tinySA のキャリブレーション スイッチ。

再び電源を入れると数字が

電力レベルは白色で表示され、校正済みであることを示します。校正さ  
れていない状態は白色で表示されます。

赤いレベルインジケータ。レベル

キャリブレーション データは、leveloffset 構成変数に保存されま  
す。

- VERSIONはソフトウェアのバージョンを表示します  
情報。
- EXPERT CONFIGはエキスパート機能を起動します  
設定メニュー
- DFUはtinySA をファームウェア アップグレード モードに切り  
替えます。
- BACKを押すと入力メニューに戻ります。

### 2.11.1 エキスパート設定メニュー

様々な内部パラメータを設定できます。何をしているのかよく理解していない  
限り、何も変更しないでください。

- LO OUTPUT は、最初の LO の出力をハイ コネクタ経由で有効にし、外部ミ  
キサと LO を使用してトラッキング ジェネレーターを作成できま  
す。

LOはデフォルトでIF周波数より上にある

- 実際の電力は、  
dBmの読み取り値を入力すると

マーカー 1 の下の信号のレベル。

更新されたキャリブレーション値は、leveloffset設定変数に保存されます。値を100に設定すると、電力キャリブレーションは削除されます。実際の

電力はすべての周波数におけるレベルオフセットを設定します。周波数に対する詳細な電力レベル補正は、補正コマンドを使用して利用できます。

#### • IF FREQはIF周波数を入力できます

低モードで使用される周波数。デフォルトは433.8MHzで、433.6MHz未満または434.3MHzを超える値は

感度が大幅に低下します。

433.8MHz以外の値に設定すると、内蔵のスプリアス回避機能が無効になり、100kHz未満のRBWでスプリアスが発生する可能性があります。

#### • スキャンスピードは、

スキャン速度に影響を与えるパラメータです。何をしているのかよくわからない場合は、そこへ行かないでください。

#### • REPEATS は各周波数での繰り返し測定回数を設定します。

デフォルト値は 1 ですが、ノイズを平均化するためにより高い値を使用できます。

繰り返し回数が増えるごとにスキャン速度が遅くなります。

約130ミリ秒。

#### • ミキサードライブは出力を次のように設定します

ミキサードライブレベルを高くすると、3次歪みが数dB減少します。ドライブレベルを低くすると、ノイズフロアがわずかに低下します。

ほとんどの測定では +7dBm で十分です。

#### • MOREは2番目の設定を有効にします

メニュー

#### • BACKで設定メニューに戻ります

### 2.11.2 電力レベルキャリブレーション

tinySAの内部部品には製造公差があり、低入力モードでの電力測定時に誤差が生じる可能性があります。この誤差を低減するために、電力を校正することが可能です。

内部キャリブレーションジェネレータを使用したレベル表示。キャリブレーションが有効になっていない場合、表示グリッドの横にある上限および下限の電力レベルインジケータが赤色で表示されます。

キャリブレーションを開始する前に、SMAケーブルを使用して低入力と高入力を切り替えます。電力レベルキャリブレーションでは、30MHz キャリブレーション出力を使用して、低入力電力レベル表示をキャリブレーションします。

キャリブレーションが完了すると、表示グリッドの横にある上限および下限の電力レベルインジケータが白に変わります。キャリブレーション直後の電力レベル表示の誤差は $\pm 2$ dB未満になると予想されます。

キャリブレーション結果は NVM に保存されます。

CALIBRATE メニューの RESET CALIBRATION オプションを使用すると、キャリブレーションが失敗した場合に工場出荷時の設定にリセットできます。

### 2.11.3 設定2

さらに多くの内部設定を変更できるようになります。

#### • AGCは内蔵の

自動ゲインコントロール。AGC

ダイナミックレンジの拡張に役立ちます

tinySAはアーティファクトを引き起こすことがあります。AGCを無効にすると、これらのアーティファクトを発見しやすくなります。

1.5MHz 未満を測定する場合、または AM 変調を観察しようとする場合は、AGC を無効にすることをお勧めします。

この設定は、減衰が手動の場合にのみ影響します。

#### 低周波の測定例

#### • LNAは内蔵の

低ノイズアンプ。AGC が有効になっている場合は有効にしないでください。

LNAを有効にすると、上記の信号で深刻な信号歪みが発生する可能性があります。

-20dBm。低レベルを測定する場合はLNAをオンにすることをお勧めします。

1.5MHz未満の信号。この設定は、減衰が手動の場合にのみ有効です。

#### • BPFは、

内部バンドパスフィルターの性能に影響します。低入力コネクタと高入力コネクタを適切な接続で接続してください。

短いSMAケーブル。この測定値は

低入力モードでのみ使用できます。

BPFの上限は-25dBm付近で、通過帯域は約1MHzの平坦な帯域を持つ必要があります。BPFの阻止帯域は以下である必要があります。

-80dBm

#### • BELOW IFはLOを以下の値に切り替えます

190MHz未満を測定する場合はIFを使用します。

スプリアス信号やミラー信号の検出に使用できますが、パフォーマンスの低下を引き起こす可能性もあります。通常は自動モードです。

#### • ホールドタイムはスキャン回数を設定します

その後、MAX DECAY で測定された最大値は減少し始めます。

減衰速度はスキャンごとに0.5dBです。

デフォルトは20。最大は250です。

- ノイズレベルは、予想されるノイズ帯域をdB単位で設定します。トラッキングマーカの配置や最大値サーチに使用されます。

値を大きくすると、自動マーカ検索で小さな信号が隠れてしまします。

値を低くすると自動

弱い信号の識別だけでなく、誤検出の増加にもつながる可能性があります。

最大値。デフォルトは10です

- 正しい周波数を入力すると、実際に測定された周波数 10MHz CAL出力。 CAL OUTPUT を 10 MHz に設定し、適切な周波数カウンターで出力を測定しました。

- BACK は最初の位置に戻る 設定メニュー

#### 2.11.4 スキャン速度

DSP RBWフィルタの充電には時間がかかります。この時間は選択したRBWに依存します。この時間の設定には内部テーブルが役立ちます。

- SAMPLE DELAYは周波数変更時に使用され、通常はオンになっています。自動ですが、実験のために一定のサンプル遅延を強制することも可能です。サンプル遅延をゼロに設定すると、サンプル遅延は自動に戻ります。RBWが小さいほど、サンプル遅延を大きくする必要があります。

サンプル遅延が短すぎると、測定時にノイズが多く発生します。

一度手で設定すると、サンプル遅延はRBWの変化に自動的に適応しなくなります。この値は設定しないでください。

自分が何をしているのか分かっていない限り。

- OFFSET DELAYは高速時に使用されます モードオフセットの調整。仕組みはサンプル遅延と同じです。

何をしているのか分かっていない限り、この値を設定しないでください。

- BACK は前のメニューに戻ります

#### 2.11.5 USBコマンド: 修正

##### 補正表

tinySA には、ユーザーが制御できるレベル補正メカニズムが 2 つあります。

まずレベルオフセットは周波数です

独立してレベルを設定するか

キャリブレーションまたは実際の電力メニューを使用します。

2つ目のメカニズムは周波数依存の補正テーブルです。このテーブルは

周波数依存レベル補正のための10個のエントリ、V0.3のデフォルトテーブル

HWIにはこれらの値が含まれています

スロット	周波数値	
0	10000	6.0
1	100000	2.8
2	200000	1.6
3	500000	-0.4
4	30000000	0.0
5	140000000	-0.4
6	200000000	0.4
7	300000000	3.0
8	330000000	4.0
9	350000000	8.1

引数なしでcorrectionと入力すると、表の現在の内容が表示されます。表内のデータは、スロット番号と新しい値を指定することで変更できます。

例: 修正 5 10000000 -0.5

このコマンドはスロット5を10MHzに設定し、

-0.5dBの補正。表に指定されている周波数は、周波数の昇順で並べる必要があります。アップデート後は必ずsaveconfigを実行して新しい設定を保存してください。

値をフラッシュメモリに保存して保存する

リセットします。

30MHz のエントリが 1 つ存在し、その周波数の補正はゼロである必要があります。

表が頻度の昇順に並べられている限り、どのエントリを自由に選択できる。

##### 補正表の使用

すべてのレベル測定では、測定の周波数を使用して適用可能な補正を見つめます。

- 指定された周波数以下の周波数 スロット0は、スロット0
- の周波数を超える周波数は、スロット9はスロット9からの修正を使用します

- 中間の周波数では周波数ベースの線形補間が使用されます

適用可能な補正を計算する

#### 2.12 モードメニュー

モード メニューでは、tinySA の 4 つの動作モードのいずれかに切り替え、キャリブレーション出力をアクティブ化できます。

モードを切り替えると、すべてのユーザー設定が選択したモードのデフォルト値にリセットされます。現在アクティブなモードに戻っても、設定は変更されません。

- **LOW**入力は0.1~350MHzをアクティブにします  
入力モード
- **HIGH INPUT**は240MHzの  
960MHz入力モード
- **LOW**出力は0.1~350MHzをアクティブにします  
出力モード
- **HIGH OUTPUT**は240MHzの  
960MHz出力モード
- **CAL OUTPUT**は内蔵の  
校正基準発生器。  
基準発生器の出力は  
ハイモード入力/出力に接続します。出力周波数は1、  
2.4、10、15、30MHzで、  
  
30MHzでの基本波の出力レベルは-25dBmである。
- **BACK** で現在のアクティブ画面に戻る  
モード。

### 2.12.1 高入力

高入力メニューは、次のような高入力には存在しない機能のオプションがないことを除いて、低入力メニューとほとんど同じです。

- アッテネータ関連の設定
- ミキサーとIF関連の設定
- バンドパスフィルタ測定オプション
- **トラッキング出力**オプション
- スプリアス低減関連の設定

高入力を使用する際には、いくつか留意すべき点があります。

- 入力IIP3は-15dBmなので非常に  
簡単に過負荷になります。
- フロントエンドはダイレクトIQミキサーです  
非常に限定されたミラー抑制  
(最大30dB)

高入力を最大限に活用するには:

- **CONFIG/EXPERT CONFIG/SCAN SPEED**を設定する  
「正確」に
- **CONFIG/EXPERT CONFIG/AGC**を無効にする  
もし可能なら。
- 低レベルの入力信号の場合は、**CONFIG/EXPERT CONFIG/LNA**を有効に  
することができます (AGC が無効になっている場合にのみ使用してくだ  
さい)
- 入力信号が確実に遮断されるよう  
過負荷を避けるため、-20dBm 以下にしてください。

### 2.12.2 低出力

低出力モードでは、高調波が低減された信号を生成します。出力レベルに応じて、高調波は-35dB (最高出力レベル)から-50dBm (-35dBm以下の出力レベル)まで変化します。低出力画面

次のようになります:

- **FREQ**ボタンを短くタップすると  
出力周波数を選択するためのキーパッド。周波数は100kHz  
から350MHzまで設定できます。

- **レベル**ボタンを短くタップ  
キーパッドを起動して出力レベルを選択します。出力レベル  
は-76dBmから-6dBmまで設定できます。

- **MODULATION**は出力の変調を選択できます

- **SWEEP**では、スイープの周波数範囲、レベル変化、およびスイープ  
の持続時間を選択できます。**MODULATION**と  
**SWEEP**は排他的に使用できます。

- **EXTERNAL AMP** を押すと、キーパッドが起動し、外部アンプの増幅  
(正の値)または減衰 (負の値)を選択できます。こ  
の数値は表示される出力レベルに加算され、出力レベルを設定す  
る際に自動的に減算されるため、レベル計算の手間が省けます。

- **MODE**はモードメニューに戻ります

信号発生器の周波数分解能は約260Hzである。

**LEVEL**ボタンの任意の場所を長押しすると、スライダモードが有効になります。スライダポインターがタッチのX位置に移動し、タッチを左右に動かすことで出力レベルを素早く変更できます。

**FREQ** ボタンを長押しすると、次の 2 つの機能が有効になりま  
す。

1. **SPAN**機能 :長押しで  
スライダインジケータからスライダをSPANモードにすると、  
テキストがSPANに変わり、タッチで左または右に移動してSPAN範  
囲を設定できます。

スライダの。

2. **FREQ**機能 :  
スライダインジケータは

FREQ モードのスライダーは最後に選択した SPAN と連動しており、タッチしながら左または右に動かすことで出力周波数を素早く設定できます。

### 2.12.3 高出力

高出力モードは低出力モードとほぼ同じように動作しますが、次の違いがあります。

- 出力は高調波が豊富な矩形波です
- 出力は様々なレベルに設定可能  
-38dBmから+13dBmまでの範囲のレベル
- 周波数は240MHzから設定できます  
960MHzまで。
- レベル変更機能はありません
- AM変調はありません

### 3つのチュートリアル

tinySAでできることの例をいくつか挙げます・測定倍音

- スペクトル純度の測定 \_\_\_\_\_
- 位相ノイズの測定 \_\_\_\_\_
- 測定第三秩序  
相互変調 \_\_\_\_\_
- IQバランスの測定 \_\_\_\_\_
- スプリアスフリーダイナミックレンジの測定 \_\_\_\_\_
- 低周波の測定 \_\_\_\_\_
- ISM伝送の捕捉 \_\_\_\_\_
- チューニングスイープ設定 \_\_\_\_\_
- 同軸ケーブルの影響 \_\_\_\_\_
- ...
- FM偏移の測定 \_\_\_\_\_
- AM変調の測定 \_\_\_\_\_
- 1 dB圧縮ポイントの測定 \_\_\_\_\_
- LNAの追加 \_\_\_\_\_
- トラッキングジェネレーターを使用して  
ミキサーを測定する \_\_\_\_\_
- ノイズ係数の測定 \_\_\_\_\_  
増幅器 \_\_\_\_\_
- 低出力レベルの調整 \_\_\_\_\_
- リスニング機能の追加 \_\_\_\_\_

- \* \_\_\_\_\_
- \* #22 スキャン速度に影響する設定 \_\_\_\_\_
- \* #25 トリガー機能 \_\_\_\_\_
- \* #28 真空管受信機のテスト \_\_\_\_\_
- \* #29 可変フィルタのスイープ \_\_\_\_\_
- XYモードのスコープと掃引電圧 \_\_\_\_\_
- TINYSAの出力 \_\_\_\_\_
- \* #30 リモートデスクトップ \_\_\_\_\_
- \* #32 広帯域磁気の評価 \_\_\_\_\_
- ループアンブ \_\_\_\_\_
- \* #33 TINYSAを聴く \_\_\_\_\_
- \* 内部 \_\_\_\_\_
- \* 23 内部構造 :AGCとLNA \_\_\_\_\_

### 3.2 高調波の測定

高調波の測定を始める前に、スプリアスフリーダイナミックレンジを理解し、入力の過負荷を避けてください。 \_\_\_\_\_

できるだけ低く、できれば以下  
30dBm

以下に測定例を示します。  
さまざまなソースからの40MHz信号

DDSから初めて

### 3.1 ビデオ

tinySAのビデオはすべてYouTubeでご覧いただけます。 \_\_\_\_\_

- \* \_\_\_\_\_
- \* #01 概要紹介ビデオ \_\_\_\_\_
- \* #16 基本的な導入 \_\_\_\_\_
- \* \_\_\_\_\_
- \* #02 初使用 \_\_\_\_\_
- \* #17 タッチキャリブレーション \_\_\_\_\_
- \* #03 高入力キャリブレーション \_\_\_\_\_
- \* #27 周波数の調整 \_\_\_\_\_
- \* \_\_\_\_\_
- \* メニュービデオ \_\_\_\_\_
- \* #04 ディスプレイメニューの探索 \_\_\_\_\_
- \* #11 プリセットメニュー \_\_\_\_\_
- \* #07 周波数メニュー \_\_\_\_\_
- \* #08 レベルメニュー \_\_\_\_\_
- \* #09 マーカーメニューとマーカーの位置 \_\_\_\_\_
- \* #10 計測メニュー \_\_\_\_\_
- \* #11 設定とエキスパート設定メニュー \_\_\_\_\_
- \* #24 クイックメニュー(ファームウェア v1.1 以降) \_\_\_\_\_
- 52 \* \_\_\_\_\_
- \* #26 周波数スライダーデモ \_\_\_\_\_
- ファームウェア v1.1-65 \_\_\_\_\_
- \* アプリケーション \_\_\_\_\_
- \* #05 信号識別 \_\_\_\_\_
- \* #06 変調の観察 \_\_\_\_\_
- \* #13 TINYSAとNANOVNAの測定 \_\_\_\_\_
- 他の \* \_\_\_\_\_
- \* #18 強い信号テスト \_\_\_\_\_
- \* #14 トランシーバーのテスト \_\_\_\_\_
- \* #15 AMとFMの生成と \_\_\_\_\_
- 分析 \* \_\_\_\_\_
- \* #19 アンブの測定 \_\_\_\_\_
- \* #20 ケーブル信号の観測 \_\_\_\_\_
- \* #21 H場とE場の観察 \_\_\_\_\_

SI5351から2番目

そしてADF4351から3番目

DDS による高調波とエイリアスの違いがはっきりと見えます。

これらの測定はすべて  
デフォルトの設定では、スキャン停止周波数のみが250MHz  
に設定されます。

### 3.3 スペクトル純度の測定

11MHzでの信号品質を検査した3つの例を示します。これらの測定では、  
RBWは10kHzに設定され、

ノイズフロアが見えることを確認するため、リファレンスレベルは-20dBmに固  
定しました。また、SI5351は10dBのアッテネータを介して接続されていま  
す。

3つの信号すべてが同等の入力レベルにあります。  
減衰は自動のままでした。

まず、古代のアナログ信号発生器からの信号

15MHz 付近の妨害は信号発生器によって発生します。

DDSからの信号を2番目に

そして3番目はSI5351からの信号

ベースバンド信号は基準レベルより少なくとも15dB高いことに注意してください。  
これはtinySAのダイナミックレンジを示しています。

画面ダンプからわかるように、この程度の詳細な情報（例えば、低RBWとスプ  
リアス低減）でのフルスキャンには約30秒かかりますが、デフォルト設定での  
250MHz幅のスキャンには0.5秒未満しかかかりません。これは、

表示ポイントごとに13個の追加スキャンポイント（  
これは、RBW と VBW の比率と、RBW フィルタが安定するまでの時間による  
ものです。

### 3.4 位相ノイズの測定

位相ノイズ測定を有効にすると、tinySAは位相ノイズ測定に  
使用する搬送波周波数の入力求めます。指定された周波数はスパ  
ンの中心周波数として使用されます。次に、位相ノイズ測定のオフセット周  
波数を入力します。一般的なオフセット周波数は、

10kHz、100kHz、または1MHzです。tinySaのスパンはオフセットの4倍に設定され、2つのマーカーがアクティブになっています。最初のマーカーは

追跡マーカーであり、キャリアに自動的に配置されます。

2番目のマーカーはデルタマーカーで、

ローモードでは、トラッキングマーカーの周波数に指定されたオフセットを加えた周波数に配置されます。ハイモードでは、位相ノイズマーカーは

搬送波のミラーによって位相ノイズが隠れてしまうのを避けるために、搬送波の下に配置されています。

このデルタ マーカーで表示される値は dBc/Hz で、指定されたオフセットでの位相ノイズを直接読み取ることができます。

制限事項で述べたように、フェーズ

tinySAのノイズはそれほど優れているわけではありません。しかし、単純なアナログVCOでは位相ノイズがさらに悪化します。

まずVCO。位相ノイズはマーカー2の1MHzオフセットにおけるdBc/Hzで示される。

2番目はDDSです。これはtinySAよりも優れているため、これが測定できる下限値になります。

### 3.5 3次相互変調の測定

OIP3の測定機能は tinySA の IIP3 の測定にも使用できます。

このIIP3はOIP3の下限値である。

これは tinySA で測定可能であり、選択した減衰に依存します。

入力信号として、2つの異なる周波数の8MHzと9MHzの2つのかなり良い正弦波を使用します。

信号発生器は2つの6dB減衰器と抵抗結合器を介してtinySAの低入力に結合します。選択されたレベル-9dBmは、tinySAの最初のミキサの1dB圧縮点をはるかに下回っています。

tinySA。LOドライブをデフォルトに設定する

レベル。0dBへの減衰、および

OIP3測定関数では、

IIP3は約+17dBm

LO駆動を最大にすると、左側の相互変調積のIIP3レベルは+25dBmに改善されますが、右側の相互変調積は+22dBmとさらに悪化します。

tinySAの入力減衰を5dBに上げると、左の相互変調は

積は消えるので、内部で生成されたものになります。右側の相互変調積は変化しないので、

tinySAへの入力

これで、tinySA の IIP3 がわかったので、アンプの IIP3 の測定を開始できます。  
まず、2つのtinySAを使って2トーンジェネレータを作成します。これが2トーン出力です。  
倍音も含まれます。

小型SAジェネレータとパッシブコンバイナの間に減衰器があっても、3次成分が残っている。

相互変調が生じるのは、  
私たちは近くで見る

この2トーンジェネレータのOIP3は約8dBなので、これが隠れないようにテストセットアップを慎重に作成する必要があります。

アンプIIP3。

ここで、2つのトーンジェネレータとtinySAの間のパスにアンプとアンプの後の30dB減衰器を追加すると、次のようになります。

アンプとアッテネータがない場合、観測される信号レベルは3.5dB低いため、この3.5dBをIIP3の測定値である約-2dBmに加え、アンプのIIP3は+1.5dBmとなります。これは、アンプとアッテネータがない場合の測定値よりも6.5dB低い値です。

IIP3を測定していることを確認できる  
アンプの。

### 3.6 IQバランス

SDR TX/RXでは、LSB/USB TXのIQバランスをtinySAで検査することができます。  
2.7kHzのテストトーンを使用しています。送信機はソフトロックで、LOは7.1MHzに設定されています。  
TXは最悪の状況を想定して設計されています。

tinySAの周波数範囲は20kHzに設定されている

調整されていないものはこんな感じです

IQバランスを少し調整すると、不要なサイドバンドが-40dBc以下のノイズにシフトします。

マーカー1は目的のUSBで、マーカー2は  
不要なLSB

少し調整するだけで見た目が良くなりました

まだかなりの量の LO リーク (マーカー 3) がありますが、これは IQ バランスの調整では解決  
できません。

### 3.7 スプリアスフリーダイナミックレンジ

しかし、tinySA の解像度フィルターの左側のノイズのため、わずか 5.4kHz のオフセット  
で -35dBc 未満を見ることはできません。

送信機のスペクトル純度を測定する際には、tinySAのスプリアスフリーダイナミックレ  
ンジ (SFDR)を理解することが重要です。このSFDRは、tinySAで測定できる高調波の最小  
レベルを決定します。

これは送信周波数をソフトロックのLOから5kHzずらすことで解決できますが、こ  
れでまだ解決していないことがわかります。スパンは

50kHzまで増加します。

7MHz付近のかなりクリーンな信号から始めます。第2高調波は-63dBcです。

そして、残った第2高調波が内部的に

生成されました。

送信機とtinySAの間にローパスフィルタを挿入して第2高調波を除去し、実際にノイズの中に消えます。

2次高調波のレベルが下がると

これは内部で生成されたものです。この4dBの減衰により、第2高調波は以下になります。

78dBcは、最大SFDRである。

タイニーSA。

### 3.8 低周波の測定

1MHz未満の信号を測定すると、迷惑なアーティファクトが現れることがあります。

まず、-15dBmのかなりきれいな1MHz信号

RBWを下げてノイズフロアを下げました。2次高調波は再び-71.5dBcで確認できます。

入力信号を-15dBmで0.3MHzに移動すると、全く異なる測定値が得られます。

このアーティファクトはAGCによって発生しており、0.5MHz以下ではAGCが誤動作を起こします。そのため、デフォルトモードでは0.5MHz以下の場合AGCは無効になります。

0.5MHzです。

AGC と LNA をデフォルトの自動設定に設定すると、いくらか改善されます。

### 3.9 OOK ISM送信の捕捉

オンオフキーイングISM送信の多くは非常に短いです。tinySAのトリガー機能が使えるかどうかを確認するのに最適です。

まず10MHz幅のスキャンを設定する  
433MHzで送信機の周波数を見つけるトリガーレベルは次のように設定されています -  
70dBm、トリガーモードをNORMALに設定し、高入力に接続された伸縮アンテナを使用して信号をキャプチャします。

表示されているメニューは EXPERT CONFIG の 2 ページ目で、すべてがデフォルト/自動になっていることを示しています。

信号がLNAには強すぎるため、LNAをオフにすることも推奨されます。

ステータスパネルでトリガーがARMEDになっていることが確認できるので、新しい信号は自動的に表示されます。

周波数がわかったので、tinySAをゼロスパンモードに設定してキャプチャしてみます。  
単一のトリガーを使用して全体の送信  
スキャン時間は100ミリ秒

単一のトリガーが発生すると、ステータスは表示がARMEDからPAUSEDに変わります

ビットタイミングの洞察を得るために、スキャン時間は30msに短縮されます。

注目すべき重要な数字は、表示されているスキャン時間です。この場合は339です。

ミリ秒

小さな信号が見える場合もあり、SPUR REMOVALを有効にすると、それが実際の信号であるかどうかを識別するのに役立ちます。

デルタモードでマーカーを使用すると、ビットタイミングは1.25msであることがわかります。

### 3.10 スイープ設定の調整

さまざまなtinySA設定に応じて、1回のスキャンにかかる時間は20ミリ秒未満から100ミリ秒以上まで変化します。

秒です。ここでいくつかの測定値を示します。

スキャン時間への影響を示すためのさまざまな設定

まず、スパンを 4MHz に設定し、他のすべての設定をデフォルトにして、30MHz 校正出力の基本波を測定します。

小さな信号は見えなくなったため、これらは内部で生成されたアーティファクトでした。

SPUR REMOVALによりスキャンが2倍になることに注意してください  
時間。

ノイズレベルが高すぎる場合は、RBWを手動で選択することができます。たとえば、3kHzを選択すると、ノイズレベルが約10dB減少します。

スキャン時間が16.8に増加していることに注意してください  
RBWが小さいと測定する周波数が多くなり、1秒あたりの時間が長くなるため、  
測定時間が長くなります。

スキャン時間を短縮する方法の一つは、FASTスイープモードを選択することです。これにより、ノイズがいくらか軽減されます。

通常のスキャンの約4倍の速さ  
3kHz RBW

狭い周波数範囲で測定時間を短縮するもう一つの方法は、測定ポイントの数を減らすことです。例えば、51ポイントのみで測定する場合を考えてみましょう。

この高速スキャンはわずか63ミリ秒で、デフォルト設定の約4倍の速度です。高速スキャンのもう1つの欠点は、

このFAST測定でわかるように、レベル測定の精度は  
ページ。

特に、小さな RBW を選択する場合には、スキャン時間の短縮が重要になります。

ポイント数を減らすと、自動RBW選択が増加することに注意してください。

28kHzから168kHzにスキャン時間を短縮

わずか21ms。回路の調整に最適  
またはフィルター

平均化することでノイズを低減することが可能です。  
これは、AVER 4オプションを使用して、実際のスイープと平均スイープの両方を表示しながらスイープごとに実行できます。

この設定はスキャン時間には影響しませんが、レベルの変化が計算された黄色に反映されるまでに数回のスイープが必要になる場合があります。

トレース。

ノイズを減らすもう一つの方法は、サンプル繰り返しを1以上に設定することです。サンプル繰り返しを10に設定すると、AVER 4と比較してほぼ同じ改善が得られます。

その結果、ノイズフロアは20dB上昇しましたが、信号レベルの測定値は変化しませんでした。

十分なヘッドルームがあるので

tinySAの前に低ノイズアンプ (LNA)を追加することも可能。22dBのLNAを使用すればノイズフロアは大幅に低下するはずだが、PLLの位相ノイズとCAL出力によって発生するノイズの影響で、このノイズ低減効果は得られない。

サンプルは各ポイントを複数回繰り返し測定するため、その間に多少の遅延が生じ、スキャン時間が長くなります。

-25dBm で選択された信号は最大入力レベルをはるかに下回っており、自動減衰では 0dB 減衰が選択されています。

信号が強くなると、減衰レベルが自動的に増加します。この減衰増加の影響は、手動で設定することで確認できます。

20dBなどのより高いレベルへの減衰

### 3.11 同軸ケーブルの影響

同軸ケーブルを高入力に接続せずに、近くの電力エンベロープ

携帯電話基地局はMAX DECAYで見える

マーカー 1 の下の信号も携帯電話基地局からのものです。

付属の同軸ケーブルの1つを高入力に接続し、

反対側を開くとこれが変わります

したがって、多くの同軸ケーブルは完璧とは程遠いことに注意してください。

### 3.12 FM 偏移測定

2kHzのトーンを使用すると、  
2kHz トーンの 2.4、5.52、8.66 倍の偏差を持つキャリア ディップ。

2M送信機、2kHzのトーン、5kHzの偏差を使用すると、搬送周波数で急激な低下が発生します。

パワーエンベロープと信号  
マーカーが約20dB増加

付属の同軸ケーブルを、tinySAよりも高価な二重シールド同軸ケーブルに交換すると、付属の同軸ケーブルのシールドが

同軸ケーブルは、電力エンベロープが同軸ケーブルを接続していないレベルまで（ほぼ）減少するため、完璧ではありません。

11kHzの偏差を使用すると次のようになります  
ベッセルゼロ

### 3.13 AM変調の測定

tinySAは測定時に問題が発生するAM変調。これは、10kHz、50%の深度でAM変調された6MHz信号の100kHz以下のスキャンで明瞭に確認できます。

最小RBWが3kHzの場合、下限は周波数モードで観測できる変調は実際には3kHzである

多数の信号が混在するこの奇妙な現象は、内部AGCが完全に故障していることが原因です。手動で減衰量を増やして入力信号の搬送波が-50dBm以下になるようにするか、

AGCを無効にする

手動減衰を増やすと、より良い写真

さらに低い変調周波数の場合、ゼロスパンモード（時間モード）に切り替えることをお勧めします。信号強度と時間の関係を示す線形ユニットがあり、50%の変調度が明確に観察できる。

### 3.14 増幅器の1dB圧縮点の測定

アンプのオバーステアを避けるために、1dB 圧縮ポイントを知っておくと便利です。  
これは、アンプの出力が1dB低い入力レベルです。

そうあるべきです。

これを測定するには通常、様々な信号レベルでの多数の測定が必要でした。  
tinySA にとってはいい挑戦です。

セットアップの最初の部分は、レベルスイープを提供する信号発生器です。tinySAのセットアップは以下の通りです。

信号発生器が  
-40dBレベルでは、tinySAが2回目にトリガーされ、一定期間にわたってレベルを記録し始めます。  
10秒。2つのマーカー（リファレンスマーカーとデルタマーカー）を使用すると、1目盛りあたり6dB（5目盛りで合計30dB）のレベル増加が簡単に確認できます。

次に、マーカーは、増加が半分あたり 3dB ではなく 2dB だけになる位置まで右にシフトされます。

周波数は10MHz、出力レベルは  
10.2秒かけて-40dBmから-10dBmまで変化しています

ジェネレータの出力はアンプの入力に接続され、アンプの出力は別のtinySAに接続されます。2つ目のtinySAは低電圧です。

入力モードは、10MHzのゼロスパンモード、10秒の掃引時間、および-10dBレベルの通常のダウントリガーに設定されています（以下を参照）。

アンプの出力1dB圧縮レベルはマーカー2の13.8dBmです。アンプへの入力レベルは、 $-40\text{dB} + 9 \times 3\text{dB}$ （または $-10 - 3\text{dB}$ ）で-13dBmになります。アンプの入力を-13dBm未満に保つことで、圧縮は発生しません。

### 3.15 LNAの追加

持ち運びやすさを保ちながら、もう少し感度を上げたい時もあります。  
tinySAに少し手を加えるだけで簡単に実現できます。

まず、メスのデュポンをはんだ付けします。  
PCB の端にある Vdd ポイントの 1 つにコネクタを接続します。

小型の伸縮アンテナと組み合わせた tinySA は QRM ハンティングを行う準備ができています

警告: 最大消費電流は 100mA です。  
tinySA の温度を監視し、熱くなった場合は電源を切ってください。電流が多すぎると tinySA が破損します。

次はデュポン用の小さな穴を開けます  
コネクタを外し、tinySA をハウジングに戻します。

目立ったノイズなしで 30dB の増幅を実現する安価な LNA を接続した後

RBW を 3kHz に設定するとノイズフロアは  
なんと -135dBm で、-80dBm の信号もはっきりと聞こえます。レベル/外部アンプ設定は、

適用された増幅のため、表示されるレベルは正しいままです。

### 3.16 ミキサの測定

LO 出力を外部入力として使用する

ミキサの LO 入力は

ジェネレータを使用すると、tinySA スキャンをオフセットで追跡できるトラッキングジェネレータが得られます。これにより、ミキサなどの周波数変換デバイスの測定が可能になります。

全体のセットアップは次のようになります

左下にはテスト対象のミキサが入った緑色のモジュールがあります。右側の tinySA の LO 出力が入力として使用されます。

20dB の減衰器を介して銅箔被覆ミキサに接続され、トラッキングジェネレータを構成します。上部の tinySA は LO です。

TG ミキサ。下の tinySA はテスト対象のミキサの LO です。

まず、トラッキングジェネレータを 0Hz オフセットに設定します。

TGと直接接続する  
出力とSA入力

テスト対象のミキサーのLOが有効になっている  
300MHz,+7dBm出力に設定し、ミキサーの変換損失を取得します。

図27-10

そして正常化する

損失は約 8dB で、仕様範囲内です。  
しかし、2台目のミキサーには問題がいくつかある

次に、テストするミキサーを最初の写真のように挿入し、TGを734MHzのオフセットに設定して、300MHzのオフセットにします。

そして、テスト対象のミキサーの出力に誤ったインピーダンス整合があったことが判明しました。

### 3.17 増幅器の雑音指数の測定

ゲイン、OIP3、1dBc の次に、ノイズ係数 (NF) はアンプにとって重要な指標であるため、使用しているアンプの NF を知っておく必要があります。

NFとは、アンプ前後のSNRの劣化度合いをdB単位で表したものです。つまり、ノイズレベルを測定する必要があるということです。

この測定には、減衰器と2つの増幅器 (LNAと

試験対象のアンプ (DUT)のノイズ係数は大きすぎて直接観測できないため、LNAが必要になります。

ここでわかるように、減衰器とtinySAの入力間に増幅器を挿入します。

単一アンプによるノイズ寄与。

最初のステップは、カスケード接続された2つのアンプのゲインを測定するために使用するテスト信号のレベルにtinySAを正規化することです。これは、カスケード接続された2つのアンプの合計増幅度とほぼ等しい (+/- 10dB) 減衰器を校正出力に接続することで行います。校正出力を30MHz (または任意の周波数)に設定し、減衰後の校正出力レベルを観察します。

減衰器、tinySAの内部減衰が0dBであることを確認してください。次に、

外部アンプを同じ値に設定する

観測された信号レベル。その後、信号は0dBmと表示されるはずですが。

測定のセットアップは次のようになります

そして、マーカーの下のカスケード増幅器の増幅度を直接読み取ることができます

(36.8デシベル)

そして正規化後の測定値

このように見えます (+0.3dBmは0dBmと等しくなります)

いくつか変更を加えます

1. 外部アンプを測定増幅 (36.8dB)に設定します。
2. 減衰器を入力から分離し、最初のアンプ入力を50Ωで終端します (減衰器から校正出力を分離し、減衰器を50Ωの抵抗として使用することもできます)。

### 3. ノイズ属性を設定する

マーカーなので値は/Hzで表示され、アクティブな

RBW。

### 4. DISPLAY/CALC/AVERを16に設定して

最大平均化

騒音測定のセットアップは次のようになります

そして、ノイズマーカーの値 (-168.5dBm/Hz)を読み取ることができます。

最初のノイズ係数を計算するには

アンプのNFIは-174dBm/Hz (室温での50Ω抵抗の1Hzあたりのノイズ電力)を単純に差し引くと5.5dBになります。最初のアンプの仕様ではNFが4.5dBなので、ほぼ目標値です。

この測定方法は、

最初のアンプは2番目のアンプのノイズをマスクするのに十分であり、2つのアンプは内部ノイズをマスクします。

tinySAのノイズは無視できるので、2つ目のアンプとtinySAのノイズは無視できます。このマスクングを確実に実現するには、カスケード接続されたアンプの合計増幅度が30dB以上である必要があります。

ノイズ係数も測定できるようになりました

LNAとDUTを入れ替えてLNAを動作させる場合は、LNAを先に置き、その出力をDUTに接続します。増幅が進むにつれて、

同じであれば、ノイズマーカーで直接騒音レベルを測定できます。

LNAの測定されたノイズ係数は

0.5dBと1dBで、仕様と一致しています。

### 3.18 低出力レベルの調整

インターネットで見つけられる多くの計算機の1つを使用して、

dBmとVp-pは簡単に計算できます。計算例は<https://www.random-science-tools.com/ele>をご覧ください。

<https://www.random-science-tools.com/ele>

低出力のキャリブレーションでは、-25dBm の出力レベルは 50ohm システムでは 35.6mVp-p に等しいことがわかり、この関係を使用してスコープを使用して低出力レベルをキャリブレーションできます。

測定セットアップ

このキャリブレーションにはファームウェア 1.2-47 以降が必要です。

高出力を50Ω終端されたオンロスコープの入力に接続します。これは、FFM T字コネクタを使用して行うことができます。

tinySA出力はT字管の片側に接続され、50Ωの負荷が接続されます。

ティーの反対側、M側は

ティーはスコープ入力に直接接続されます。

tinySAのCAL出力を30MHzで有効にし、HIGH INPUTモードに設定して、HIGHコネクタからの干渉を回避します。校正出力は正確に-25dBmの信号を生成します。スコープ上では、

振幅が 35mVp-p の歪んだ矩形波。

この小さな偏差は、校正出力に高調波が存在します。次に、スコープをtinySAの低出力に接続し、tinySAをLOW出力に設定します。モード、30MHz、レベル-25dBm。スコープを使用して（例として）30mVp-pを測定します。

### 3.19 補正值の計算と設定

計算機を使用して30mVp-pをdBmに変換すると、出力レベルは次のようになります。26.5dBm。出力レベル（-1.5dB低すぎる）USB経由でtinySAに接続し、コマンドを発行します

レベルオフセット低出力 -1.5  
セーブコンフィグ 1234

出力レベルのキャリブレーション設定を変更し、データを保存して、

リセットします。

### 3.20 修正の確認

スコープを使用して出力の Vp-p を再度測定すると、今度は -25dBm の出力レベルに完全に一致する 35.6mVp-p が測定されました。

### 3.21 tinySAを聞く

少しのハードウェア変更で、低入力モードと高入力モードの両方で AM/FM 復調信号を聴くことができます。

オーディオ出力回路はDC絶縁とDAC出力の保護を提供します。

ヘッドフォンをオーディオ出力に直接接続できます。音量が必要な場合は、アースへの10kΩを取り外し、残りの10kΩを4.7kΩに交換してください。

赤いパッド接続は、tinySA PCB上の赤い円

オーディオ出力回路のグラウンドは、緑色の円が付いたパッドまたはその他の GND PCB エッジ ピンに接続できます。

出力レベルは最大1.5Vpp

## 4 エクストラ

### 4.1 減衰

#### 減衰設定と使用方法

tinySAを強い信号による損傷から保護するため、またはtinySAの過負荷の可能性をチェックするために、次のことを推奨します。

常に正しい減衰が得られるようにするためです。内部的には表示データは適用された減衰を補正します。これは-3dBの減衰を伴うディスプレイです

基本周波数は30.3MHzで、強度は-35dBmです。

減衰を増加させると、信号とそのすべての高調波は同じレベルに留まりますが、ノイズフロアは上昇します。

上の画像のように、減衰量を増やしても高調波のレベルが変わらない場合は、これらの高調波は内部で生成されたものではなく、入力信号に存在していると確信できます。減衰量を増やすと高調波の強度が減少する場合

tinySAをオーバーロードしてしまい、

高調波は（部分的に）内部的に生成される

#### 減衰器の点検

まず、付属のSMAケーブルの1つを使用して、高と低のコネクタを接続します。

tinySAをオンにし、MODE/Calコマンドを使用して30MHzでCAL出力を有効にします。  
出力/30MHz

低入力に戻る

MEASURE/MORE/LINEARで直線性テストを起動すると、内蔵減衰器がすべての減衰段階を通過します。

測定された信号レベルに緑色の線を画面上に描画します。すべてがうまくいけば、線は±1dB以内で平坦になるはずです。

干渉やノイズにより測定値が時々ずれる

#### 緑の線に偏差が見られる場合

+/- 1dB以上（多少のノイズや干渉を除く）の判読可能な画像を投稿してください

または、[tinySAサポートグループ](#)で完了した直線性テストの画面のスクリーンキャプチャ

このテストは、tinySAの1dB圧縮ポイントの信頼性を高めるのにも役立ちます。これは、0dBmの信号を入力し、MEASURE/MORE/LINEARテストをアクティブにすることで測定できます。圧縮は減衰が2dBを下回ると開始され、

#### 緑の線が曲がっているのが見える

右側は少し下がっています。

圧縮。

- ナロー FM はナロー FM 変調を設定します。  
幅は約3kHzです。
- ワイド FM はワイド FM 変調を設定します。
- EXTERNAL はミキサーを駆動する内部 LO を無効にし、ハイ入力をミキサー LO 入力として有効にします。

最小外部 LO 入力周波数は 5MHz です。

- FREQ はキーパッドをアクティブにして、変調周波数を 100Hz ~ 6kHz の間で設定します。

- 戻る 前の画面に戻ります  
メニュー

AMおよびFM変調は、正弦波の8点近似を用いて行われます。この限定的な近似には高調波が含まれており、急峻なレベルステップがあります。

## 4.2 圧縮点

内部減衰器とLINEARITY測定を使用して30段階の減衰ステップを実行し、すべてのステップで測定されたピークレベルをプロットすると、簡単に

1dB 圧縮ポイントの測定。

緑の線は、300MHzの信号 (+11dBm)を290回測定し、1dB刻みの減衰率 (30段階)で比較したものです。左端が最大減衰率 (29dB)です。線から、1dB圧縮ポイントは+3dBm 付近であることがわかります。このレベルでは、tinySA間で多少のばらつきがあります。

AMの測定で見ることができる  
変調

外部変調モードでは、低入力モードでスペクトルアナライザとして動作し、LO出力を設定することで有効になる高コネクタからLOを出力する2番目のtinySAが、ミキサーを駆動することができます。

tinySAの低出力モード。周波数を0Hzに設定すると、出力は

ゼロ Hz オフセットのスペクトル アナライザーであり、トラッキング ジェネレーターとして使用できます。

## 4.3 変調

変調メニュー

スイープの範囲が選択されていない場合、出力は限られた形式のセットに従って変調できます。

- NONEは変調を設定しない
- AMはAM変調を設定します。変調度は約50%です。

LO出力が有効になっていることを確認してください  
設定/エキスパート設定

トラッキングジェネレータtinySAの設定

あるいは狭い範囲をスキャンする

まずtinySAを正規化してクリーンな0dBレベルにします

このセットアップのダイナミックレンジは、ミキサーを通る逆漏れによって制限されます。

LO出力とトラッキングジェネレータ入力間に減衰器と増幅器を追加して漏れ電流を遮断するのが最善です。外部ミキサーを使用する場合は、TGをオフセットに設定して変換損失を測定できます。

---

ミキサーの

#### 4.4 解像度フィルター

tinySAの最初のフィルターは、第1中間周波のバンドパスフィルターです。少し変わった形状ですが、RX S14432の感度を低下させるイメージを除去するのに非常に効果的です。

スパンは最大解像度の10倍です  
フィルター

そしてフィルターを接続してワイドスキャンをすることができます

ここでもサイドローブはほとんど除去されている  
1番目のIFフィルターによって。

100kHz

RX内部のtinySA解像度フィルター  
SI4432はDSPコードで実装されています。  
選択可能な各分解能フィルタの形状。スパンは常に選択された  
RBWの10倍です。サイドローブはDSPフィルタのスペクトルリークによって発  
生します。帯域幅が狭くなると、位相ノイズの影響でノイズフロアが上昇します。

600kHz

サイドローブが  
1次IFフィルタの通過帯域で見えるようになる

30kHz

サイドローブは第1IFフィルタによってほぼ除去される。

300kHz

10kHz

位相ノイズの影響はノイズフロアの上昇とともに目に見える。

3kHz

送信機の標準的な出力

- 100Wは+50dBmに相当します
- 10Wは+40dBmに相当します
- 1Wは+30dBmに相当します

高調波の最適な測定のために

送信機の出力では、tinySAの入力レベルは-20dBmから-

10dBm

送信機とtinySA間の必要な減衰

- 100Wの場合 :60~70dB
- 10Wの場合 :50~60dB
- 1Wの場合 :40~50dB

最良のアプローチは、tinySAに直接接続された30dB減衰器を常に使用することです。

そして、電力減衰器を使用して送信機の出力をこの30dB減衰器の目標入力レベル、つまり+10dBmまで下げる。

#### 4.5 スキャン

tinySAは、スタート/ストップモードまたはセンター/スパンモードで入力周波数範囲をスキャンします。

モード。表示されるポイント数は常に290です。スキャンされるポイント数は最小290ですが、RBWが

自動的にスキャンされるポイントの数は、カバー範囲を確保するために必要に応じて増加されます。

全周波数範囲

- STARTはスキャンを開始/停止モードに設定し、開始周波数を設定します
- STOPはスキャンの開始/停止を設定します  
モードと停止周波数を設定する
- CENTERはスキャンをセンター/スパンモードに設定し、センターを設定します  
頻度
- STARTはスキャンを  
センター/スパンモードと周波数スパンを設定する
- CW FREQはスキャンを設定します  
センター/スパンモードでは、スパンを  
0Hzで中心周波数を設定する
- PAUSE SWEEPはスキャンを一時停止します
- BACK はメニュー構造の1つ上のレベルへ移動します

スキャンは選択されたモードの周波数範囲に制限されます

#### 4.6 送信機の出力の安全な測定

dB を使った計算はそれほど難しくありません。

10倍のパワー増加ごとに

信号はdBレベルを+10dB上げる

10分の1の減少ごとに

信号はdBレベルを-10dB下げる

そのため、これらの電力減衰器が必要になります

- 100W出力の場合 :30~40dB
- 10W出力の場合 :20~30dB
- 1W出力の場合: 10~20dB

もう一つの選択肢は、ダミーロードとインライン50dB減衰サンプラーを使うことです。自作のよい例としては、

[ここで見つけました](#)

## よくある質問5つ

質問

tinySA の 4 インチ以上のバージョンはありますか？

答え

最も多くの顧客にリーチするために、tinySA の 2.8 インチバージョンを最初にリリースすることが意図的に決定されました。

今後の展開は、販売状況次第です。4インチ版はコストと販売価格の両面で実現すると予想されますが、4インチのtinySAに関する発表は、発売日が確定した時点で行います。大型ディスプレイについては、コストへの影響が大きいため、予定しておりません。

質問

2GHz (または 4GHz) バージョンはありますか？

答え

これは検討中ですが、まだ計画はありません。質問

RWB が低い場合のワイドスキャンはなぜ遅いのでしょうか？

答え

スキャン速度を低下させる要因は2つあります。スパンが広い場合

低いRBWでは、信号の欠落を避けるために追加の測定ポイントが挿入されます。100MHzのスキャンでRBWは

10kHzでは20000回の測定が必要ですが、600kHzのRBWでは290回の測定で済みます。RBWフィルタは低サンプルレートのDSPで実装されており、フィルタの充電に時間がかかります。充電時間はRBWに反比例します。3kHzのRBWでは、測定ポイントごとに7ミリ秒以上の測定時間が必要です。

600kHz RBW では 0.3 ミリ秒しかかかりません。

質問

低入力モードと高入力モードのパフォーマンスがこれほど異なるのはなぜですか？

答え

低入力モードには、過負荷を回避するための入力アッテネータと、ミラー効果を排除するための優れたバンドパスフィルタが搭載されています。高入力モードは「  
「無料」機能があり、制限付きではありますが、

パフォーマンスに関しては、役に立つかもしれません。

質問

メニュー選択にタッチが使えず、タッチ調整も有効にできません

答え

ジョグボタンでメニューを起動し、ジョグボタンを左/右/下に操作してメニューオプションを選択します。タッチキャリブレーションが失敗し続ける場合は、シールのネジを少し緩めて、前面の圧力を下げてください。

シールを画面にタッチします。

質問

私のSSB変調を検査できますか？  
送信機ですか？

答え

最小RBWは2.7kHzなので、内部の詳細を見ることは不可能です。

2.7kHzのSSB信号。慎重に設定すれば、

交互サイドバンド除去またはキャリア除去を確認します。

質問

スキャン ポイントは最大 290 個に制限されますか？

答え

スタンドアロン操作では、スキャンは広いスパンと低いRBWで多くの測定ポイントを使用できますが、ディスプレイは常に最大 290 ポイントを使用します。tinySAをPCと組み合わせて使用すると、ポイント数は無制限になります。Windowsコントロールプログラムは

最大 30000 個の測定ポイントによるスキャンをサポートします。

質問

追加で挿入された測定値は、どのようにして 1 つの表示される測定値に統合されるのでしょうか？

答え

表示される測定値はすべての追加測定値の最大値であり、1 つの測定値内に収まる信号のレベルが正しく表示されることを保証します。

質問

ズームインすると、信号に予期しない奇妙なサイドローブが表示されるのはなぜですか？

答え

解像度フィルタの実装選択された DSP 実装により、スペクトル漏れが発生します。

質問

なぜスクリーンキャプチャができないのかバージョン画面？

答え

tinySA が UI でビジー待機状態にある限り、画面キャプチャを実行するためのメモリが不足します。

質問

ゼロスパンモードでは、一定レベルの入力信号を適用しても奇妙な変調が見られます。

答え

入力信号がゼロスパン中心周波数で、まだ説明のつかない干渉が発生し、検出された周波数の±1dBの変動を引き起こします。レベル。これは、ゼロスパン中心周波数を1/4 RBWでオフセットすることで解消できます。

質問

ゼロスパンモードでは、AM変調信号に奇妙なスパイクが見える

答え

電力検出器のダイナミックレンジを拡張するために使用されるAGCは、非常に速いレベルに反応することが困難である。

変化の結果、パワー検出器は実際の入力信号からの偏差を表示することがあります。これが発生していないか確認するには、CONFIG/EXPERT CONFIG/MORE/AGC でAGCを無効にすることができます。

質問

何も接続してなくても、信号は見えます

答え

高い者と低い者の両方を保護する  
 入力には強力な送信機の侵入を防ぐことはできません。  
 近くのFM、DAB、テレビ、携帯電話の送信機が見える場合があります。  
 高入力モードでは、クロック周波数を生成する  
 30MHz TCXOの高調波が、全周波数範囲にわたって-95dBm以下で確認できます。低入力モードでは、48MHz MCUクロックの高調波の影響を受けやすいです。RBW 10kHzで0~350MHzスキャンを実行すると、これらの高調波がはっきりと確認できます。最新のファームウェアバージョンでは、これらのMCUクロックの高調波を効果的に除去します。

290 ポイント間の周波数ステップ。

さらに、tinySA はアクティブ RBW の少なくとも 4 分の 1 のステップを実行するため、報告される周波数には少なくともその量の不確実性が伴います。

質問

AM変調を測定しようとしています、測定値が全く間違っているようです。どうすればよいでしょうか？

答え

AM 変調を測定するときは、いくつかの設定を慎重に調整する必要があります。そうしないと、測定が失敗します。

[AM変調の測定に関するページでさらに詳しい情報をご覧ください。](#)

質問

セルフテスト3,4,7,10が失敗しました。何ができるでしょうか？

答え

間違っているでしょうか？

これは、キャリブレーション出力の観測レベルが誤っている場合に発生します。ハイとローのコネクタは接続されていますか？使用しているSMAケーブルは正常ですか？

電力レベルのキャリブレーションに失敗しましたか？したがって、電力レベルのキャリブレーションをやり直し、セルフテストを再度実行してください。

質問

減衰器のセルフテストに失敗しました（最新ファームウェアのテスト10と12）。何が問題なのでしょう？

答え

これは減衰器の故障が原因である可能性があります。[減衰器の確認方法についてはこちらをご覧ください。](#)

質問

tinySA 用の Android アプリはありますか？

答え

まだですが、十分な自由時間ができたら見てみます。

質問

tinySA のデザインはパブリックドメインですか？

答え

tinySAの回路図とPCB設計はパブリックドメインではありません。tinySAの組み込みソフトウェアは、FOSS（フリーオープンソースソフトウェア）です。

GPL v3で、<https://github.com/erikkaashoek/tinySA>から入手できます。

質問

VBW設定はどこですか？

答え

tinySAにはVBW設定がありません  
 ノイズ低減には、[LEVEL/CALC/AVER](#)を使用することをお勧めします。代わりに機能する [\\_\\_\\_\\_\\_](#)

質問

私の信号は周波数 X ですが、tinySA では Y であると表示されています。

答え

総スキャン範囲は290に分割されます  
 等間隔の周波数を持つ点。tinySAは、

RBWをはるかに小さくすることで

## 6つのコンピュータインターフェース

### 6.1 ファームウェアのアップデート

tinySAのファームウェアはユーザーがアップデートできます。デバイスが正常に動作している場合は、ファームウェアをアップグレードする必要はありません。新しいファームウェアは新しい機能を追加したり、パフォーマンスを向上させたりする可能性があります。ただし、tinySAが正常に動作している場合は、

アップグレードする必要はありません  
デバイス固有の構成データを保存します（オプションの手順）

新しいデバイスがあり、デバイス固有の構成データを変更していない場合は、この手順をスキップできます。CONFIGデータの一部は、レベルオフセットです。

LEVEL CALまたはACTUAL LEVELで設定された高低モードと周波数依存

修正データ。clearconfig を実行するか、新規または変更された設定項目を含むファームウェアをインストールすると、これらのデータは工場出荷時の状態にリセットされます。コンソールモードでデータの一覧を表示し、アップデート後または clearconfig 実行後に復元できます。

補正テーブルはハードウェアバージョンに固有のものであり、新しいまたは古いFWでは異なる補正テーブルが使用されている場合や、補正テーブルの値が改善されている場合があります。

コンソールプロンプトに入力する必要があるコマンドと応答例は次のとおりです。`ch> leveloffset`

```
レベルオフセット下限 -3.0
レベルオフセット高 100.0
レベルオフセット低出力 0.0
レベルオフセット高出力 0.0
レベルオフセットスイッチ 0.0
ch>訂正
```

```
インデックス頻度値
0 10000 6.0
1 100000 2.8
2 200000 1.6
3 500000 -0.4
4 3000000 0.0
5 14000000 -0.4
6 200000000 0.4
7 300000000 3.0
8 330000000 4.0
9 350000000 8.1
```

レベルオフセットが 100.0 の場合、レベルはまだ調整されていないことを意味します。

次のステップはファームウェアを更新することです。これは、dfuファイルまたはbinファイルのいずれかを使用して実行できます。どちらか一方のアップデートのみが必要です。両方は必要ありません。

#### 新しいファームウェアの入手

新しいバージョンのファームウェアは、<http://athome.kaashoek.com/tinySA/DFU/>からダウンロード

できます。  
サブフォルダーには古い FW バージョンがすべて含まれているため、必要に応じて以前のバージョンに戻ることができます。

tinySA\_version\_number.dfuをダウンロードしてください  
またはtinySA\_version\_number.binファイルを PC にコピーします。DFU ファイルを使用してファームウェアを更新します (Windows)

tinySAにファームウェアをロードするには、[st.com](http://st.com)からDfuSeツールをダウンロードする必要があります。

ツールを解凍してインストールし、DfuSeDemoを実行します。

USBケーブルを使用してtinySAをPCIに接続します。tinySAの電源をオンにしてDFUに入ります。  
メニューを使用してモードに切り替えると、tinySAがDFUモードのSIMデバイスとして[使用可能なDFUデバイス]に表示され、更新を続行できます。

まず現在のFWのバックアップを作成してください  
DfuSeDemoの「アップロードアクション」機能を使用します。  
「選択」を使用してバックアップのターゲットファイル名を選択し、「アップロード」をクリックしてバックアップを作成します。次に、DfuSeDemoの「アップグレードと検証アクション」機能を使用して新しいFWにアップデートします。「選択」を使用して新しいFWファイルを選択し、「ダウンロード後に検証」を有効にして「アップグレード」をクリックします。

BIN ファイルを使用してファームウェアを更新する (Windows、Linux、Mac)  
.DFUファイルを使用してすでにアップデートしている場合は必要ありません。tinySA\_version\_number.bin ファイルを以下から取得します。  
<http://athome.kaashoek.com/tinySA/DFU/> またそこからDFUで始まる名前のファイルをダウンロードします。ダウンロードしたファイルの名前をtinySA.binに変更します。

tinySAをUSBで接続し、tinySAをオンにしてDFUに入ります。モード。

<http://dfu-util.sourceforge.net/releases/>からdfu-utilをダウンロードします。実行できるかどうか確認します。

Windowsの場合は、コマンドウィンドウを開いてダウンロードしたファイルのあるフォルダに移動し、

DFU\_LOAD\_BIN.batを実行します。tinySAはdfu-util-static.exeを使用してtinySA.binファイルを更新する

LinuxとMacではdfu-utilが実行できることを確認してください  
コマンドプロンプトから.tinySA.binをダウンロードして名前を変更したフォルダに移動  
します。  
そして実行する  
dfu-util -a 0 -s 0x08000000:leave -D tinySA.bin

アップグレードに失敗し、白い LCD 画面が表示される場合。

何らかの理由でアップグレードが失敗した場合（間違った  
ファイル、停電など）が原因でtinySAが文鎮化しているように見える場合があります。幸いな  
ことに、tinySAを文鎮化させることはできません。以下の手順に従って文鎮化を解除し  
てください。電源を切ります。背面の4本のネジを外してケースを開けます。VDDと  
BOOT0とマークされた2つのPCBエッジポイント  
を接続します。電源を入れます  
す。LCDが白くなります。VDDとBOOT0を外すことができます。

必要であれば

• USBケーブルを使用してPCに接続する • ファームウ  
ェアを更新する ファーム  
ウェアをアップグレードした後

FWがアップグレードされたら、tinySAをリセットして  
電源のオフとオンを切り替えます。通常のスキャン画面が表示され、tinySA（まだ接続され  
ている場合は）がWindowsのデバイスマネージャーではシリアルオーバーUSBデバ  
イスとして、Linuxでは/dev/ttyデバイスとして表示されます。

FWは設定のチェックサムを管理する  
新しいFWバージョンでこのデータの構造が変更されたかどうかを検出するためのデ  
ータです。ただし、問題の原因となる可能性のある古いデータが残っていないことを確認する  
ために、構成データをクリアすることをお勧めします。

ターミナルプログラムを使用してUSBポート経由でシリアルでtinySAに接続します。

Teraとしてclearconfigコマンドを発行しますch>clearconfig 1234 設定をクリアした  
後、

リセットコマンドを使用したtinySA ch> reset

リセットを実行しています

tinySAシェル  
ch>

設定を復元する（以前に保存した場合）

上記の設定を保存したときに記録されたデータを使用して設定を復元するには、コ  
ンソールプロンプトで次のコマンドを発行します。数字はtinySAレベルオフセット  
low-3.0から保存されたデータに置き換えられます。

レベルオフセット高 100.0  
レベルオフセット低出力 0.0  
レベルオフセット高出力 0.0  
レベルオフセットスイッチ 0.0  
補正 0 10000 6.0  
修正1 100000 2.8  
修正2 200000 1.6  
修正3 500000 -0.4  
修正4 30000000 0.0  
修正5 140000000 -0.4  
修正6 200000000 0.4  
訂正 7 300000000 3.0  
訂正 8 330000000 4.0

訂正 9 350000000 8.1  
セーブコンフィグ 1234

6.2 PC制御

PCへの接続

tinySAのUSBインターフェースは、  
2つのモードで。

• [USB経由シリアル \(コンソールモード\)](#) • DFUモード

通常動作中は、シリアルオーバーUSB

モード (コンソール モードとも呼ばれます) がアクティブです。  
ファームウェアのアップデート時のみDFUモードが使用されます。詳しく  
はファームウェアのアップデートをご覧ください。

Serial over USBモード用のドライバーはWindowsとLinuxに組み込まれているため、イ  
ンストールする必要はありません。付属のUSBケーブルを使ってtinySAをPCに接続するだけ  
です。

接続したら、ターミナルプログラム (Tera Termなど) を使用するか、) また  
はPCアプリケーションを使用してtinySAを制御することもできます

tinySAを制御するためのソフトウェアは2種類あります。いずれもtinySAの画面をキ  
ャプチャできます。

ウィンドウズ

Windows用にはtinySAアプリがありますが、まだ初期段階です。

実行ファイルは以下からダウンロードすることもできます。

ここ：

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

tinySAに接続できない場合は、Windowsデバイスマネージャーを開き、「USBシリアルデ  
バイス」デバイスが表示されているかどうかを確認してください。

tinySAを接続します。「不明なデバイス」が表示された場合は、その不明なデバ  
イスを右クリックします。  
デバイスを選択し、「デバイスのアンインストール」をクリックします。

tinySAの電源をオフにしてからオンにして、「USB シリアル デバイス」  
が表示されるかどうかを確認します。

Linux (および Windows (非推奨))

nanoVNA-saverの初期派生版がありますが、まだ少し粗削りです。実行するには、Pythonといくつかのサポライブラリをインストールする必要があります。

ソースはこちらから入手できます: [https://github.com/](https://github.com/erikkaashoek/tinySA-saver)

[erikkaashoek/tinySA-](https://github.com/erikkaashoek/tinySA-saver)

[節約家](https://github.com/erikkaashoek/tinySA-saver)

ソースをダウンロードして解凍し、ソースを解凍したフォルダに移動してpython tinysa-saver.pyを実行します。

このPythonソフトウェアは、Windowsユーザー

### 6.3 USBインターフェースプロトコル

USBケーブルを使用してtinySAをPCに接続すると、シリアルインターフェースが

PCで利用できるようになります。

USB経由のシリアルインターフェースは

Windowsには自動的にインストールされ、ほとんどのLinuxカーネルにも既に組み込まれています。シリアルインターフェースは多数のコマンドをサポートしています。helpコマンドを使用すれば、いつでも利用可能なコマンドの一覧を表示できます。

不正なモードの不正なパラメータに対するエラーチェックは限定的である

- 周波数は以下を使用して指定できます

整数。オプションで接尾辞を付ける。

キロを表す「k」、メガを表す「M」、ギガを表す「G」の文字。例 :0.1M  
(100kHz)、500k (0.5MHz)、12000000 (12MHz)

- レベルはdB(m)で指定され、浮動小数点表記で指定できます。例 :10または  
2.5

- 時間は秒単位で指定されます

オプションでミリの場合は「m」、ミリの場合は「u」の文字を末尾に付けることができます。

マイクロ。例 :1 (1秒)、2.5 (2.5秒)、120m (120ミリ秒)

コマンド:

減衰

	内部減衰を自動または特定の値に設定します	IFを自動または特定の値に設定します
バルク	<p>使用方法: 減衰 [自動]0-31</p> <p>自動更新モード時にtinySAによって送信</p> <p>フォーマット: "bulk\r\n{X}{Y}{幅}{高さ}{ピクセルデータ}\r\n"</p> <p>すべての数値は2バイトのリトルエンディアンでバイナリコード化されています。ピクセルデータは1ピクセルあたり2バイトでエンコードされています。</p>	<p>IFを自動または特定の値に設定します</p> <p>使用方法: if ( 0   433M..435M )</p> <p>0は自動を意味します</p>
計算	<p>測定の一つを設定またはキャンセルするモード</p> <p>使用方法: calc off minh maxh maxd aver4 aver16</p> <p>準点</p> <p>コマンドはMEASUREメニューにリストされているものと同じです</p>	<p>情報</p> <p>さまざまなSWおよびHW情報を表示します</p> <p>レベル</p> <p>出力レベルを設定する</p> <p>使用方法: レベル -76..13</p> <p>範囲内のすべての値が利用できるわけではありません</p>
カロリー出力	<p>校正出力を無効にするか、指定された周波数 (MHz)に設定します。</p> <p>使用方法: caloutput オフ 30 15 10 4 3 2 1</p>	<p>レベル変更</p> <p>低出力モードレベルスweepの出力レベルデルタを設定します</p> <p>使用方法: レベル変更 -70..+70</p> <p>レベルオフセット</p> <p>レベルキャリブレーションデータを設定またはダンプする</p> <p>使用方法: レベルオフセット low high switch [出力] {エラー}</p>
捕獲	<p>画面ダンプを320x240ピクセル、各2バイトのバイナリ形式で送信するように要求します。</p>	<p>出力補正を行うには、まず最大出力レベルで正しい出力レベルを確認します。低出力の場合は、出力を -50dBmに設定し、「leveloffset switch error」でレベルを測定して補正します。</p>
クリアコンフィギュレーション	<p>設定データを工場出荷時の状態にリセットします</p> <p>使用方法: clearconfig 1234</p>	<p>すべての出力レベルオフセットコマンドでは、レベルオフセットでレベルを測定します。</p> <p>ゼロにして計算する</p> <p>誤差 = 測定レベル - 指定レベル</p>
色	<p>使用される色を設定またはダンプします</p> <p>使用方法: color [{id} {rgb24}]</p>	<p>負荷</p> <p>以前保存したプリセットを読み込む</p> <p>使用方法: ロード 0..4</p> <p>0は起動時のプリセットです</p>
修正	<p>周波数レベル補正テーブルを設定またはダンプします</p> <p>使用方法: 補正 [0..9 {頻度}] {レベル}</p>	<p>マーカー</p> <p>マーカー情報を設定またはダンプします</p> <p>使用方法: マーカー {id} オン オフ ピーク[{freq}] {索引}</p> <p>ここで、id=1..4、index=0..num_points-1</p> <p>マーカーレベルは選択されたユニットを使用します</p>
ダック	<p>DAC値を設定またはダンプする</p> <p>使用方法: dac [0..4095]</p>	<p>マーカーピークはマーカーをアクティブ化し（まだアクティブ化されていない場合）、最も強い信号にマーカーを配置し、マーカー情報を表示します。</p>
データ	<p>トレースデータをダンプする</p> <p>使用方法: データ 0..2</p> <p>0=温度値、1=保存されたトレース、2=測定値</p>	<p>周波数は選択した掃引範囲内でなければなりません</p>
デバイスID	<p>ダンプのセットは、特定のダンプを識別するために使用できるユーザーが設定可能な番号です。</p> <p>tinySA</p> <p>使用方法: デバイスID [{number}]</p>	<p>モード</p> <p>tinySAのモードを設定する</p> <p>使用方法: モード 低 高 入力 出力</p>
埋める	<p>自動更新モード時にtinySAによって送信</p> <p>フォーマット: "fill\r\n{X}{Y}{幅}{高さ}{色}\r\n"</p> <p>すべての数値は2バイトのリトルエンディアン形式でバイナリコード化されています。</p>	<p>変調</p> <p>出力モードでの変調を設定します</p> <p>使用方法: 変調オフ AM_1kHz AM_10Hz NFM WFM 外部</p> <p>拡張ゲイン</p> <p>外部減衰/増幅を設定する</p> <p>使用方法: ext_gain -100..100</p> <p>入力モードと出力モードの両方で動作します</p>
頻度	<p>sweepを一時停止し、測定周波数を設定します</p> <p>使用方法: freq {頻度}</p>	<p>出力</p> <p>出力をオンまたはオフに設定します</p> <p>使用方法: 出力オン オフ</p>
周波数	<p>最後に使用した周波数をダンプします</p> <p>sweep</p> <p>使用方法: 頻度</p>	<p>一時停止</p> <p>入力または出力モード</p> <p>使用方法: 一時停止</p>
ヘルプ	<p>利用可能なコマンドのリストをダンプします</p> <p>使用方法: ヘルプ</p>	<p>rbw</p> <p>RBWを自動または特定の値に設定します</p>
もし		

使用法: rbw auto|3..600  
 数値はターゲットRBWを指定します  
 kHz

**想起**  
 負荷と同じ

**リフレッシュ**  
 自動更新モードを有効/無効にする  
 使用状況の更新オン|オフ

**リリース**  
 タッチの除去を知らせる  
 使用法: リリース

**リセット**  
 tinySAをリセットする  
 使用法: リセット

**再開する**  
 入力モードまたは出力モードでスイープを再開します

**保存**  
 使用法: 履歴書  
 現在の設定をプリセットに保存します  
 使用法: 0..4 節約  
 0は起動時のプリセットです

**保存設定**  
 デバイス構成データを保存します  
 使用方法: saveconfig

**スキャン**  
 スキャンを実行し、オプションで出力します  
 測定データ  
 使用法: scan {start(Hz)} {stop(Hz)} [ポイント] [アウトマスク]

アウトマスクは1=頻度、2=測定データ、4=保存データのバイナリORであり、ポイントは最大290です。

**スキャンロー**  
 無制限の量のスキャンを実行します  
 ポイントとデータをバイナリ形式で送信する  
 使用法: scanraw {start(Hz)} {stop(Hz)} [ポイント]

測定データは '{' ('x' として送信されます。  
 MSB LSB)\*ポイント '}' で、16 ビット データが 32 倍にスケールされます。

**セルフテスト**  
 1つまたはすべてのセルフテストを実行します  
 使用法: セルフテスト 0 0..9

**拍車**  
 スーパー低減を有効または無効にする  
 使用法: オン|オフを促進する

**スイープ**  
 スイープの境界を設定するかスイープを実行する  
 使用法: スイープ [ (開始|停止|中心|  
 スパン|cw {周波数}) ] ( {開始(Hz)} {停止(Hz)} [0..290] ) ]

引数なしのスイープは現在のスイープ設定をリストします。指定する周波数は

許容範囲。スイープコマンドは入力モードと出力モードの両方に適用されます。

**スイープタイム**  
 スイープタイムを設定する  
 使用法: sweep (time(Seconds))指定する時間は文字で終わる場合があります。m=mili,u=micro

**スレッド**  
 tinySA内のスレッドの情報をリストします

**触る**  
 タッチ使用の座標を送信します:  
 {X座標} {Y座標}をタッチ  
 画面の左上隅は  
 「0 0」

**タッチカル**  
 タッチキャリブレーションを開始します

**タッチテスト**  
 タッチテストを開始します

**トレース**  
 すべてまたは1つのトレース情報を表示するか、トレース関連情報を設定します。  
 使用法: トレース [ {0..2} | dBm|dBmV|dBuV|  
 V|W |保存|クリア|減算|(スケール|  
 reflevel) 自動|[レベル]

**トリガー**  
 トリガーの種類またはレベルを設定する  
 使用法: トリガー 自動|通常|シングル|  
 {レベル(dBm)}  
 トリガーレベルは常にdBmで設定されます

**vbat**  
 バッテリー電圧を表示します

**vbat\_offset**  
 バッテリーオフセット値を表示または設定します  
 使用法: vbat\_offset [{0..4095}]

**バージョン**  
 バージョンテキストを表示します