

IoT/M2M機器の受信感度評価を定量的に (LoRaやZigbeeなど)

RF信号のキャプチャ&プレイバック簡易手順書

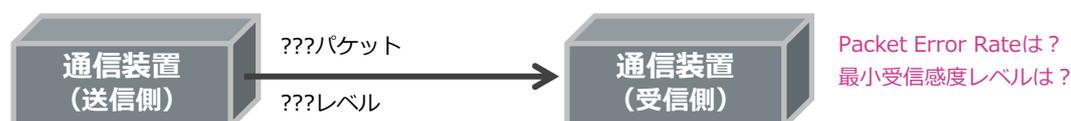
シグナルアナライザ MS2830A / MS2840A

IoT/M2Mでは、さまざまな「モノ」にセンサを搭載し、取得した情報を無線通信でデータセンタに送信します。センサのようにデータサイズが小さな情報を収集・蓄積するようなサービスでは、広いエリアで通信が可能であり、低消費電力で長期間の運用ができるLPWA(Low Power Wide Area)が注目され、LoRaなど新しい無線方式が使われています。

LoRaやZigbeeなど無線通信では、電波の到達エリアを左右する性能である“受信感度”を定量的に評価することが重要です。しかし“受信感度”を評価する際に、実際の通信機器を2台対向にしているケースがありますが、この場合下記のような課題があり「評価にならない」と相談を受けることが増えています。

「送信側の通信装置のレベルを調整できない」

「受信側のパケット数はカウントできるが、送信側のパケット数がわからない」（PER評価の場合）



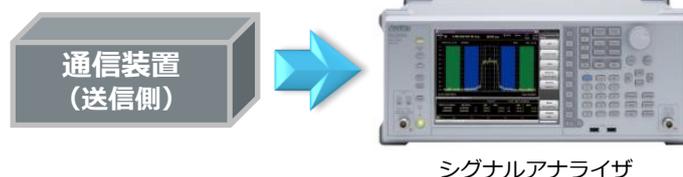
受信感度

【SA&SG拡張】キャプチャ&プレイバック機能にて受信感度の評価に対応

シグナルアナライザ MS2830A/MS2840Aの“キャプチャ&プレイバック機能”では、通信装置のRF信号を記録（キャプチャ）して、内蔵のベクトル信号発生器〔以下SG〕から再現出力（プレイバック）できます。

手順1

RF信号を記録
(キャプチャ)



手順2

信号発生器から再現出力
(プレイバック)



キャプチャ&プレイバックのメリット

- 実際の通信機器の信号を記録&再現出力するので、**実運用に近い信号品質で評価**
- 信号発生器のレベル設定にて、無線信号の**出力レベル（平均電力）を調整**
- 信号発生器のトリガ機能により、**信号の再生回数 = 送信パケット数を任意に調整**

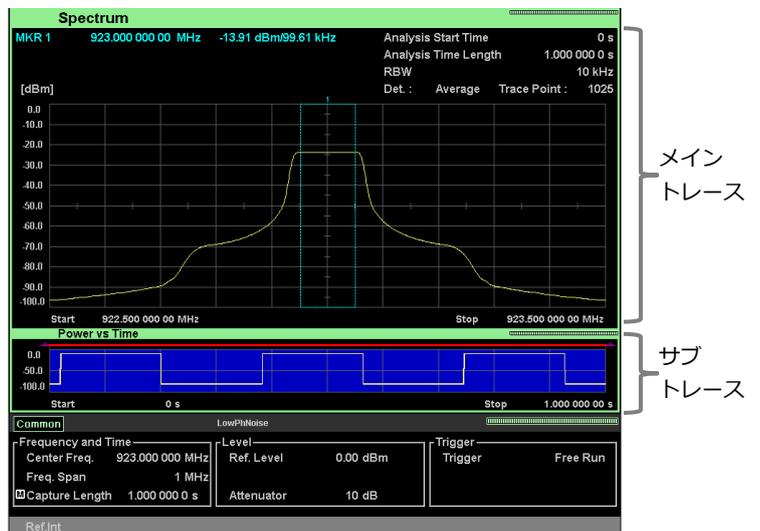
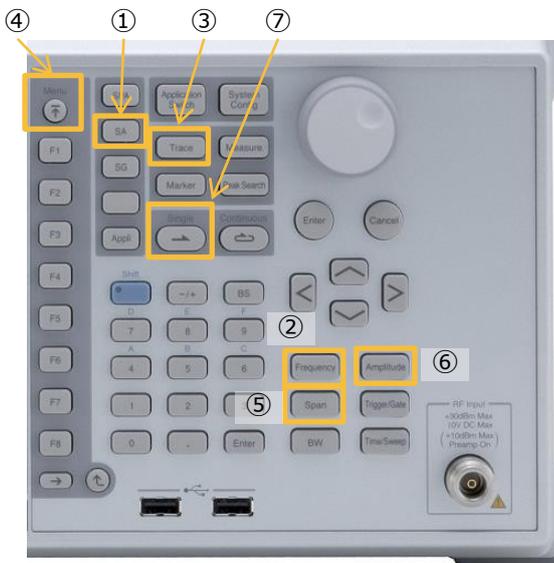
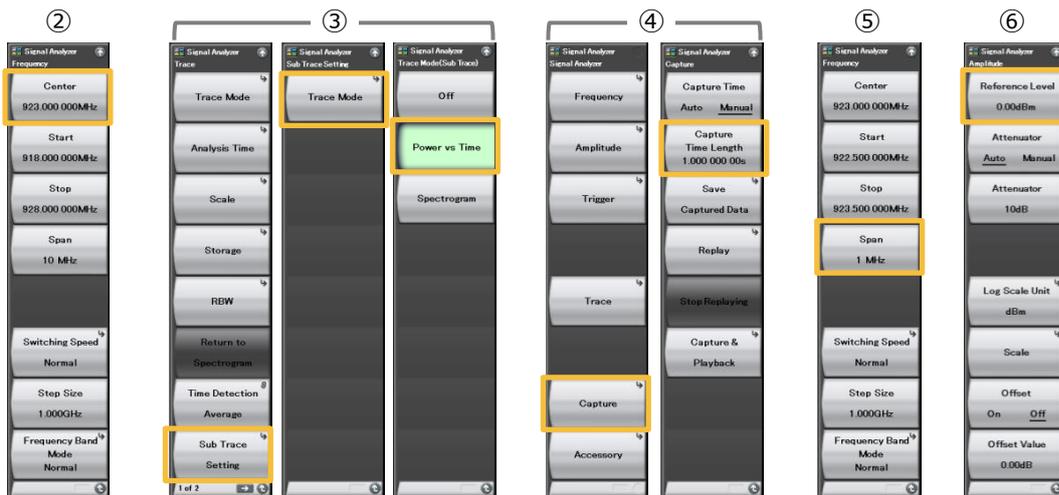
手順1：RF信号を記録（キャプチャ）

□ 図のように、通信装置（送信側）のバースト信号をシグナルアナライザで受信します。



□ シグナルアナライザで、スペクトラムを確認します。

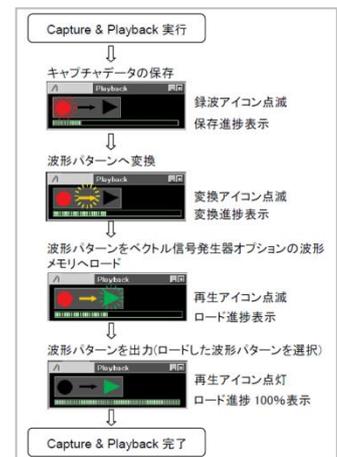
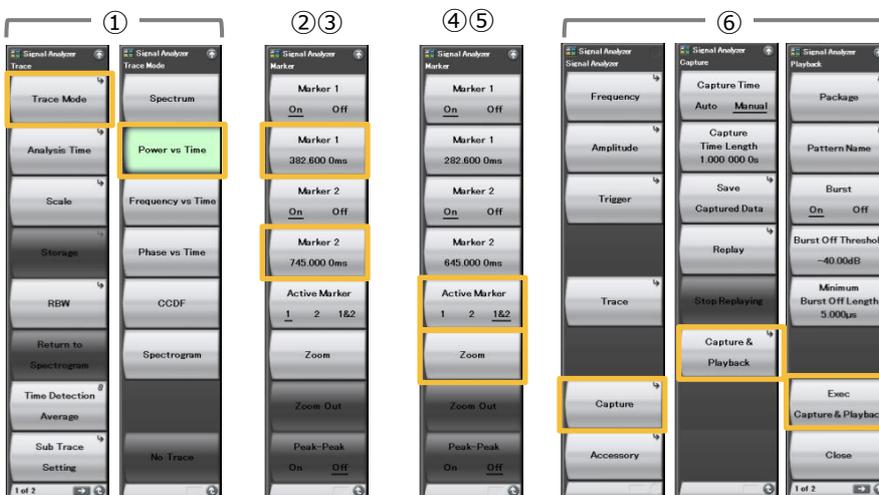
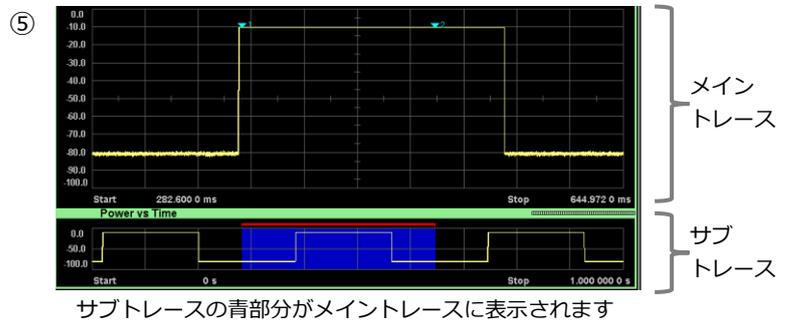
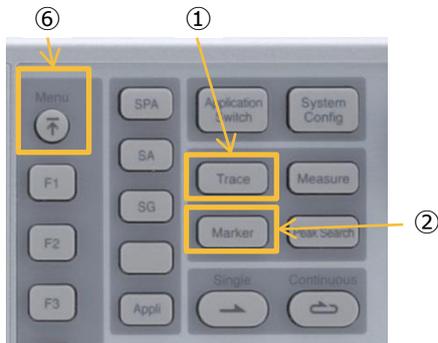
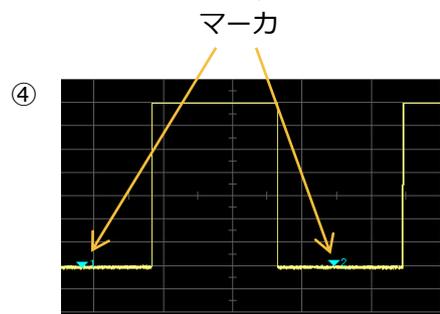
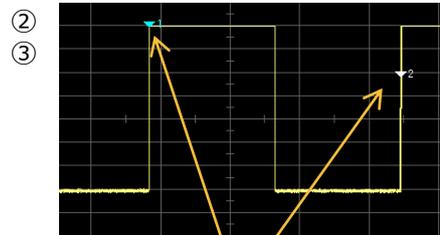
- ① シグナルアナライザに切替
[SA]
- ② 中心周波数を設定 (例：中心周波数 923 MHz)
[Frequency] > [923] [F2: MHz]
- ③ サブトレースに「Power vs Time」を表示
[Trace] > [F8: Sub Trace Setting] > [F1: Trace Mode] > [F2: Power vs Time]
- ④ キャプチャする時間を調整 (例：1sec) ※目安：サブトレースにバーストが数個入る程度 (下図参照)
[Menu] > [F7: Capture] > [F2: Capture Time Length] > 上下キーで調整
- ⑤ スパンを調整 ※目安：スペクトラムが画面に収まる程度 (下図参照)
[Span] > 上下キーで調整
- ⑥ リファレンスレベルを調整 ※目安：“Level Over”の警告が表示されない程度
[Amplitude] > [F1: Reference Level] > 上下キーで調整
- ⑦ シングル掃引
[Single]



□ キャプチャする範囲（例：1バースト）を指定し、波形パターンを生成します。



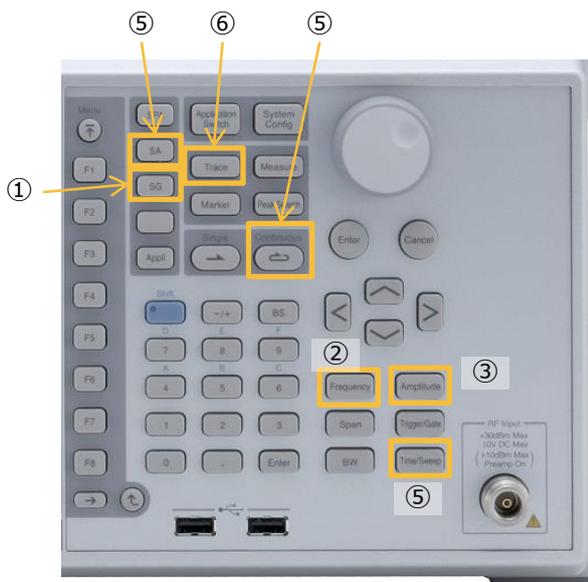
- ① メイントレースに「Power vs Time」を表示
[Trace] > [F1: Trace Mode] > [F2: Power vs Time]
- ② マーカ1をバーストの立上りに配置
[Marker] > [F2: Marker1] > 左右キーとロータリで調整
- ③ マーカ2を次のバーストの立上りに配置
[F4: Marker2] > 左右キーとロータリで調整
- ④ マーカ1と2を同時にOFF区間へ移動
[F5: Active Marker] = 1&2 > 左右キーとロータリでOFF区間へ移動
- ⑤ マーカ1と2で囲んだ1バースト部分を拡大表示 (Zoom)
[F6: Zoom]
- ⑥ キャプチャ&プレイバック機能で波形パターンを生成
[Menu] > [F7: Capture] > [F6: Capture&Playback] ※
> [F7: Exec Capture&Playback] (下図「アイコンの遷移」参照)
※必要に応じて、Package名称とPattern名称を設定
[F1: Package]
[F2: Pattern Name] (例：LoRa-01)
※必要に応じて、バーストOFF区間の判定条件を調整
[F3: Burst] = On
[F4: Burst Off Threshold] = OFF区間のしきい値を設定
[F5: Minimum Burst Off Length] = OFF区間のしきい値を設定



アイコンの遷移

□ 再現出力された波形パターンを確認します

- ① 信号発生器に切替
[SG] > 波形パターン名称（例：LoRa-01）が選択されていることを確認
- ② 信号発生器の周波数を設定（例：923 MHz） ※任意に設定可能
[Frequency] > [923] [F2: MHz]
- ③ 信号発生器のレベルを設定（例：-10 dBm） ※任意に設定可能
[Amplitude] > [-10] [F1: dBm]
- ④ 変調および出力をON
[Mod On/Off] = ランプ点灯
[SG On/Off] = ランプ点灯
- ⑤ シグナルアナライザの「Power vs Time」でON/OFF比などを確認
（前ページの設定が残っている状態から、下記操作を実行）
[SA] > [Time/Sweep] > [F1: Time (Main Trace)] = Auto > [Continuous]
※キャプチャ前の信号のON/OFF比と同程度であることを確認します。
- ⑥ シグナルアナライザの「Spectrum」で波形を確認
[Trace] > [F1: Trace Mode] > [F1: Spectrum]
※キャプチャ前の信号のスペクトラムと同程度であることを確認します。



キャプチャ&プレイバックのメリット

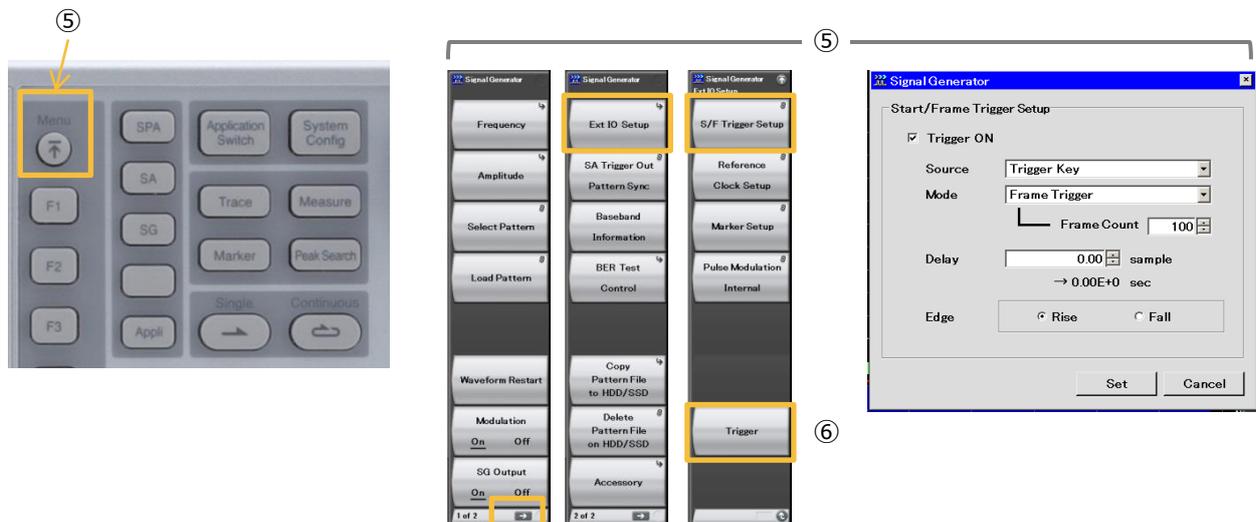
□ 実際の通信機器の信号を記録&再現出力するので、**実運用に近い信号品質で評価**

注意：再現出力する信号品質は、記録する通信機器の送信信号品質に依存します。

□ 信号発生器から出力する波形パターンの繰り返し回数（パケット数）を設定し、出力します。



- ① 信号発生器に切替
[SG] > 波形パターン名称 (例：LoRa-01) が選択されていることを確認
 - ② 信号発生器の周波数を設定 (例：923 MHz) ※任意に設定可能
[Frequency] > [923] [F2: MHz]
 - ③ 信号発生器のレベルを設定 (例：-10 dBm) ※任意に設定可能
[Amplitude] > [-10] [F1: dBm]
 - ④ 変調および出力をON
[Mod On/Off] = ランプ点灯
[SG On/Off] = ランプ点灯
- } 手順は前ページ参照
- ⑤ トリガ機能にて、波形パターンの繰り返し回数を設定
[Menu] > [→] 2ページ > [F1: Ext IO Setup] > [F1: S/F Trigger Setup]
 - ✓ Trigger On = チェック
 - ✓ Source = Trigger Key
 - ✓ Mode = Frame Trigger
 - ✓ Frame Count = 100 (例：100回繰り返す場合)
 - ✓ 設定完了後 [F7: Set]
 - ⑥ 通信装置 (受信側) にてPER測定の準備ができたなら、信号発生器から信号送信開始
[F7: Trigger]



キャプチャ&プレイバックで生成された波形パターンは、MS2830A/MS2840A内部のハードディスクに保存されます。次回以降は、ハードディスクから読み出して信号出力できるので、毎回キャプチャ&プレイバックを操作する必要はありません。

また信号発生器では、周波数・レベル・繰り返し回数を任意に設定できます。

キャプチャ&プレイバックのメリット

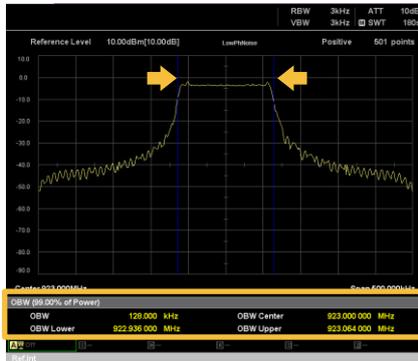
- 信号発生器のレベル設定にて、無線信号の出力レベル (平均電力) を調整
- 信号発生器のトリガ機能により、信号の再生回数 = 送信パケット数を任意に調整

【標準構成】 主要な送信評価項目をカバー。認証取得前の確認評価に！

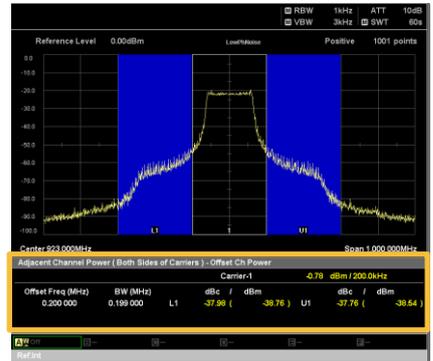
シグナルアナライザ MS2830A/MS2840Aの基本機能である“スペクトラムアナライザ”と“周波数カウンタ機能”により、電波法の主要な送信特性を評価できます。



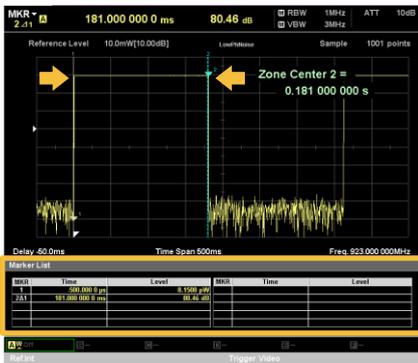
周波数偏差（無変調）



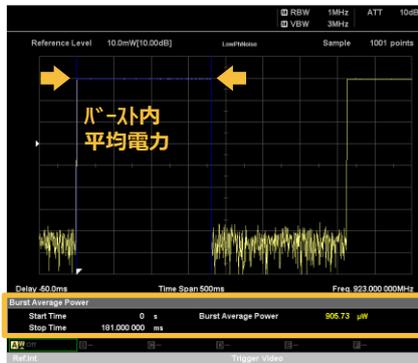
占有周波数帯幅 & 周波数偏差（変調）



隣接チャネル漏洩電力



送信時間制限装置



空中線電力（平均電力）



スプリアス

【SG拡張】 ベクトル信号発生機能にて、キャリアセンス評価のパルス信号出力にも対応

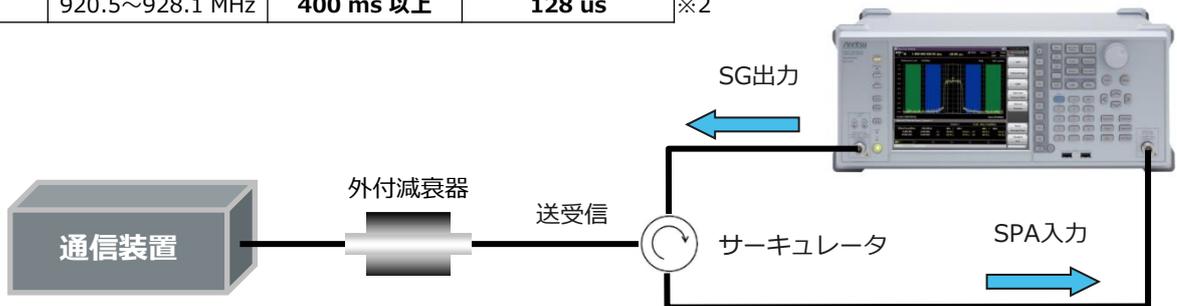
シグナルアナライザ MS2830A/MS2840Aには、オプションで“ベクトル信号発生器”を内蔵できます。

ARIB STD-T108/TELEC-T245ではキャリアセンスの評価が規定されていますが、その試験に必要なパルス信号を“ベクトル信号発生器”から出力できます。

キャリアセンス試験向け、信号発生器用波形パターン一覧

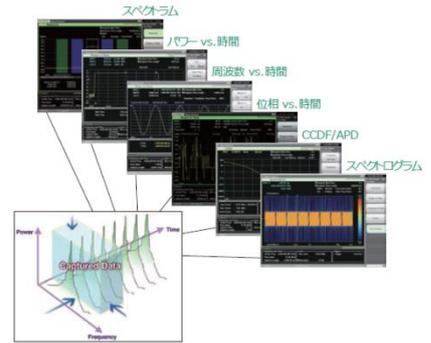
送信状態	周波数	出力オン時間	出力オフ時間	
送信可能	920.5~923.5 MHz	4 s 以上	100 ms	※1
	920.5~928.1 MHz	400 ms 以上	4 ms	※2
送信不可能	920.5~923.5 MHz	4 s 以上	5 ms	※1
	920.5~928.1 MHz	400 ms 以上	128 us	※2

※1:キャリアセンスの受信時間5 ms以上の無線設備が該当。
 ※2:キャリアセンスの受信時間128 us以上、かつ送信時間総和360 s以下/1時間の無線設備が該当。



シグナルアナライザ MS2830A/MS2840Aには、FFT解析ができる“シグナルアナライザ”を内蔵できます。(MS2830Aではオプション、MS2840Aでは標準搭載)

シグナルアナライザでは、設定した“周波数幅×時間”の信号をシームレスに取り込み、6つの解析画面で確認できます。



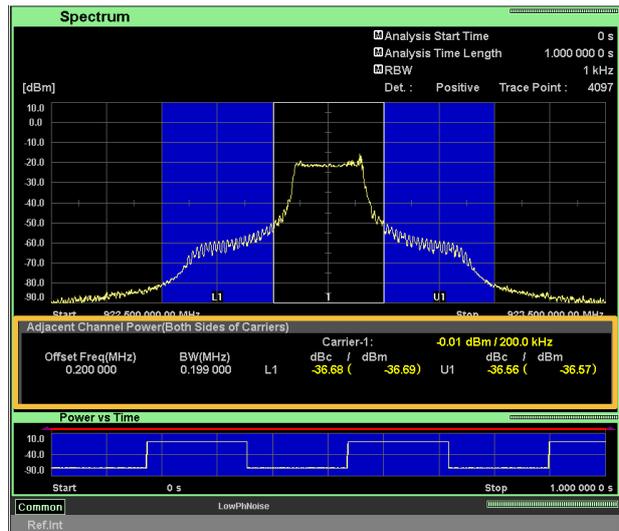
【SA拡張】シグナルアナライザにて掃引時間短縮

チャープやホッピングのように時間的に変動する信号の場合、掃引法のスペクトラムアナライザでは信号を正しく捉えることが困難です。前述の占有周波数帯幅や隣接チャンネル漏洩電力で波形を表示させるためには長時間(数十秒)の掃引時間がかかります。

シグナルアナライザであれば、数個のバーストを取り込めば波形を表示できるので、数秒で同等の測定結果を得ることが可能です。認証取得前の最終評価はスペクトラムアナライザにて測定し、通常評価時にはシグナルアナライザで測定時間を大幅に短縮するなど用途に合わせて利用できます。



占有周波数帯幅 & 周波数偏差 (変調)



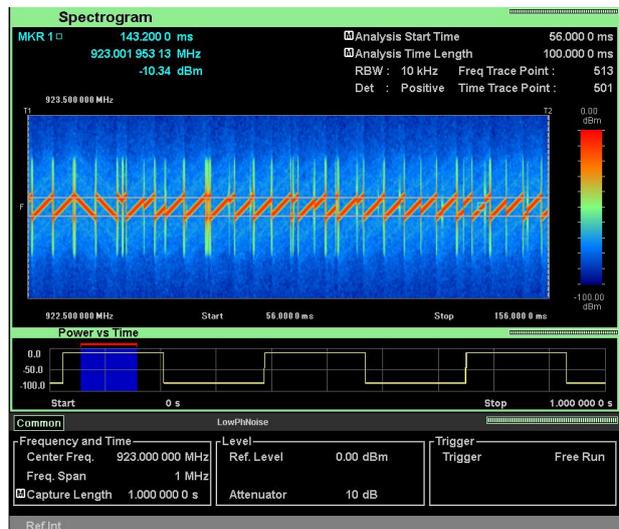
隣接チャンネル漏洩電力

【SA拡張】チャープ・ホッピングの周波数偏移/遷移を確認

さらに、シグナルアナライザでは取り込んだ信号を対象に、後から解析する時間範囲を任意に選択してメイントレースにズーム表示できます。チャープ・ホッピングの偏移/遷移の周波数幅や時間を確認するだけでなく、立上り/立下りの過渡状態、波形のひずみや瞬断の有無などの確認にも利用できます。



チャープ信号の Freq vs Time 画面例
(縦軸：周波数、横軸：時間)



チャープ信号の スペクトログラム 画面例
(縦軸：周波数、横軸：時間、色：レベル)

オーダリングインフォメーション

シグナルアナライザ MS2830A

形名	品名	備考
標準構成		
MS2830A-040	3.6GHzシグナルアナライザ	いずれか一方を選択。920 MHz帯の5倍高調波までスプリアス測定する場合は、6 GHzモデルを推奨。
MS2830A-041	6GHzシグナルアナライザ	
MS2830A-002	高安定基準発振器	エージングレート：±1x10 ⁻⁷ /年
SA拡張		
MS2830A-006	解析帯域幅10MHz	シグナルアナライザ機能によるキャプチャ、多面解析に必要。
SG拡張		
MS2830A-020	3.6GHzベクトル信号発生器	プレイバック信号、キャリアセンス用パルス信号の出力に必要。
MS2830A-022	ベクトル信号発生器用ローパワー拡張	出力レベル下限を-40 dBm → -136 dBmまで拡張。
その他		
MA24108A	マイクロ波USBパワーセンサ	周波数10 MHz～8 GHz、パワーセンサによる電力測定時に必要。
MS2830A-066	低位相雑音	将来的に、チャンネル間隔が数kHz～数十kHzの狭帯域無線機の評価をする際に必要です。後付けできないオプションであり、測定器の有効活用のため搭載を推奨します。

シグナルアナライザ MS2840A

形名	品名	備考
標準構成		
MS2840A-040	3.6GHzシグナルアナライザ	いずれか一方を選択。920 MHz帯の5倍高調波までスプリアス測定する場合は、6 GHzモデルを推奨。
MS2840A-041	6GHzシグナルアナライザ	
MS2840A-002	高安定基準発振器	エージングレート：±1x10 ⁻⁷ /年
SA拡張		
標準機能	解析帯域幅31.25MHz	シグナルアナライザ機能によるキャプチャ、多面解析に必要。
SG拡張		
MS2840A-020	3.6GHzベクトル信号発生器	プレイバック信号、キャリアセンス用パルス信号の出力に必要。
MS2840A-022	ベクトル信号発生器用ローパワー拡張	出力レベル下限を-40 dBm → -136 dBmまで拡張。
その他		
MA24108A	マイクロ波USBパワーセンサ	周波数10 MHz～8 GHz、パワーセンサによる電力測定時に必要。

評価内容ごとの必要構成

「○」の構成が必要です。

評価内容	標準構成	SA拡張	SG拡張
受信感度（キャプチャ&プレイバック）	○	○	○
電波法（キャリアセンス除く）	○		
電波法（キャリアセンス含む）	○		○
多面解析（時間短縮、周波数偏移/遷移）	○	○	