



シグナルアナライザおよび内蔵ベクトル信号発生器オプション MS2690Aシリーズ MS2830A(3.6 GHz / 6.0 GHz /13.5 GHzモデル) MS2840A(3.6 GHz /6.0 GHzモデル)

本書は、シグナルアナライザ MS2690Aシリーズ(以下MS269xA)、MS2830A、MS2840Aに、オプション のベクトル信号発生器を内蔵するとご利用いただける「キャプチャ&プレイバック機能」の操作例をご紹介 します。

「キャプチャ&プレイバック機能」では、シグナルアナライザ^{*1}を用いてRF信号をキャプチャしてIQデータ ファイルを生成し(以下、キャプチャ)、そのまま内蔵のベクトル信号発生器^{*2}の波形パターンを生成して RF信号を出力します。(以下、プレイバック)



たとえば

- ✓ 実際の無線機の信号で評価したいが、一般的な信号発生器やソフトウェアでは生成/再現が難しい。
- ✓ 無線機(以下、ゴールデンユニット)を信号源にすると、出力レベルが微調整できず安定もしない。
- ✓ ゴールデンユニットをたくさん用意すると測定器よりもコストが高くなる。(基地局など)

というようなケースで「キャプチャ&プレイバック機能」をご利用いただくと、キャプチャしたデータから RF信号を生成し出力できます。

波形パターンを生成する際に平均電力(RMS値)を自動計算しますので、生成後は信号発生器で設定した出 カレベル=平均電力として利用できます。

*1:シグナルアナライザ MS269xAとMS2840Aは、解析帯域幅31.25 MHzのシグナルアナライザが標準で搭載されています。 MS2830Aはオプションで搭載できます。 *2:内蔵のベクトル信号発生器

MS269xA、MS2840A、MS2830Aのオプションです。

【はじめに】

本資料では、キャプチャ&プレイバックの対象として下記のサンプル信号を例に操作方法をご紹介します。



サンプル信号

- ✓ 周波数 :400 MHz
- ✓ レベル : -10 dBm
- ✓ チャネル間隔 : 25 kHz
- ✓ 出現間隔:
 - バースト周期 40 ms On区間 10 ms Off区間 30 ms
 - 定常的(繰り返し)

実際の測定では、事前に対象信号の周波数・レベル・チャネル間隔・出現間隔(タイミング)をスペクトラ ムアナライザなどで確認することが重要です。

次ページ以降の手順を参考に、対象信号を確認してください。



【信号の確認】 1/2 スペクトラム:スパン設定を確認

半分程度になっていない場合には

スパンを適宜調整してください。

□ シグナルアナライザで、対象信号のスペクトラムを確認します。

▶ シグナルアナライザモードに切替 > [Application Switch] > [F2: Signal Analyzer] ※アプリケーションのボタン配置は任意に変更できます。 ▶ プリセット実行 > [Preset] > [F1: Preset] ※対象信号の中心周波数に設定 ▶ 周波数を設定 (例:400 MHz) > [Frequency] > [F1: Center] = [400] [F2: MHz] ▶ スパンを設定 (例:100 kHz) ※対象信号のスペクトラム全体が見えるスパンに設定 > [Span] = [100] [F3: kHz] ※上下キーでも設定可能 ▶ サブトレース画面を設定 ※画面下部にPower vs Timeを表示 > [Trace] > [F8: Sub Trace Setting] > [F1: Trace Mode] > [F2: Power vs Time] ※対象信号のバースト周期より長く設定 例) 40 ms × 2回 +マージン ▶ 解析時間を設定 (例:100 ms) > [Time/Sweep] > [F3: Time Length] = [100] [F2: ms] ※上下キーでも設定可能 対象信号がバーストの場合、検波を Positiveに設定し、バースト周期よ ▶ 検波を設定 (例: Positive) り長い解析時間に設定することで、 > [Trace] > [F7: Time Detection] = "Positive" を選択し [F7: Set] On区間のスペクトラムを確認でき ます。 ▶ リファレンスレベルを調整 > [Amplitude] > [F1: Reference Level] = "Level Over"の警告がでないレベルに調整 ※上下キーでも設定可能 ※ スペクトラムの上が1マス空く程度を目安に設定します。 マーカをOFFに設定 > [Marker] > [F5: Off] 🖊 MS2830A Signal Analyzer Spectrum Analysis Start 0 s 100.000 ms ۵Ar alysis Time Length スペクトラムが画面の半分程度に RBW 1 kHz 収まっていることを確認します。



スペクトラム の確認画面例

【信号の確認】 2/2 パワーvs時間:バースト周期を確認

□ シグナルアナライザで、対象信号のバースト周期を確認します。

(続き)

- ▶ メイントレース画面を設定 ※画面上部をPower vs Timeに設定
 - > [Trace]
 - > [F1: Trace Mode]
 - > [F2: Power vs Time]
- ▶ 単掃引 (Single)
 - > [→]
- ▶ マーカでバースト周期を確認
 - > [Marker]
 - > [F2: Marker1] = 1つ目のバーストの立上りに移動 ※左右キーで1マス、ロータリーで微調整
 - > [F4: Marker2] = 2つ目のバーストの立上りに移動 ※左右キーで1マス、ロータリーで微調整
 - > 画面左上の "⊿(2-1)" を確認

MKR 1	11.2	90ms	-56.93	dBm
MKR 2	51.2	90ms	-57.26	dBm
∆ (2-1)	40.0	00ms	-0.33	dB



今回のサンプル信号では、1バースト が40 msであることをシグナルアナ ライザでも確認できました。

バースト周期が短い(早い)場合な ど、1バーストだけでは誤差が懸念さ れる際には、10バーストなど長めの 解析時間で確認します。

パワーvs時間の確認画面例

【キャプチャ&プレイバック】 ケース①:1バーストのみ取り込む場合 1/3

- □ シグナルアナライザで対象信号を1バーストのみキャプチャし、信号発生器からプレイバックする手順を紹介します。
- □ プレイバック時に、信号発生器からは1バーストの信号が<u>繰り返し</u>出力されます。
- □ バースト間のデータの連続性を必要としない試験、たとえば送信特性の隣接チャネル漏えい電力や、受信特性の

 性の

 PER測定*

 などの評価に利用できます。 (*: 信号仕様によっては評価に利用できないケースがあります)



1バーストのみ取り込む場合

- > シグナルアナライザモードに切替
 - > [Application Switch]
 - > [F2: Signal Analyzer] ※アプリケーションのボタン配置は任意に変更できます。
- プリセット実行
 > [Preset]
 > [F1: Preset]
- 周波数を設定 (例:400 MHz) ※対象信号の中心周波数に設定
 [Frequency]
 [51: Center] = [400] [52: MHz]
 - > [F1: Center] = [400] [F2: MHz]
- ▶ スパンを設定 (例:100 kHz) ※対象信号のスペクトラム全体が見えるスパンに設定 > [Span] = [100] [F3: kHz] ※上下キーでも設定可能
- ▶ サブトレース画面を設定 ※画面下部にPower vs Timeを表示
 - > [Trace]
 - > [F8: Sub Trace Setting]
 - > [F1: Trace Mode]
 - > [F2: Power vs Time]
- キャプチャ時間を設定 (例:40 ms)
 ※対象信号のバースト周期に設定 例)40 ms
 [Menu]
 [57: Continual
 - > [F7: Capture]
 - > [F2: Capture Time Length] = [40] [F2: ms]
- ▶ リファレンスレベルを調整
 - > [Amplitude]
 - > [F1: Reference Level]
 - = "Level Over"の警告がでないレベルに調整
 - ※上下キーでも設定可能
 - ※ スペクトラムの上が1マス空く程度を目安に設定します。
- ▶ トリガを設定
 - > [Trigger/Gate]
 - > [F1: Trigger Switch] = On
 - > [F4: Trigger Level (Video)] = 適宜調整
 - > [F8: Trigger Delay] = [-10] [F2: ms]
- ▶ 単掃引 (Single)
 - > [→]

※ ここで信号のキャプチャは完了です。

信号をキャプチャする際に、仮に信号を切り出 す(キャプチャする)タイミングをOn区間にす ると、IQデータが不連続になります。 (参考として10ページをご覧ください) 本資料の例では1バーストが40 msです。 信号を切り出す(キャプチャする)タイミング をOffポイントからOffポイントにするため、 Trigger Delayで「-10 ms」に設定します。 ※Off区間30 msのいずれかに設定します。 ここでは仮に「-10 ms」とします。



Trigger Delay の確認画面例

【キャプチャ&プレイバック】 ケース①:1バーストのみ取り込む場合 2/3

(続き)

- ▶ キャプチャデータから信号を再生(Playback)
 - > [Menu]
 - > [F7: Capture]
 - > [F6: Capture & Playback]
 - > 下記を設定します。







※ ここで波形パターンの生成は完了です。

アイコンの遷移

【キャプチャ&プレイバック】 ケース①:1バーストのみ取り込む場合 3/3

(続き)

 ・ 信号発生器で波形パターンが選択されていることを確認

 > [SG]
 例) Digitize20160805_004

	<u>On</u> Off
222 ■ Digitize20160805_004	- SG Output
Frequency 400 000 000.00 нz - 10.13	dBm
SC	

▶ 信号発生器の「周波数」と「レベル」を適宜調整し、評価で利用してください。

【キャプチャ&プレイバック】 ケース②:複数バーストを取り込む場合 1/2

- □ シグナルアナライザで対象信号を**複数バースト**(下記例では511バースト)キャプチャし、信号発生器から プレイバックする手順を紹介します。
- □ プレイバック時に、信号発生器からは取り込んだ際の複数バーストを1つの信号(波形パターン)とし、それが<u>繰り返し</u>出力されます。
- □ バースト間のデータの連続性を必要とする試験、たとえば受信特性のBER測定*などの評価に利用できます。 (*:信号仕様によっては評価に利用できないケースがあります) 【補足】

擬似ランダムデータの「PN9」では「2º-1 = 511bit」のデータが繰り返されます。そのため、「PN9」データの連続性を維持するため には、511バーストの信号を取り込む必要があります。ただし、1フレーム間に複数スロットがある場合など、通信システムにより異な るケースがあります。



(続く)



▶ 以下の手順はケース①と同じです。 詳細は、6-7ページをご覧ください。



シグナルアナライザの キャプチャ機能の最大取込時間 最大取込時間は、設定されているスパンによっ て異なります。詳細は右の表をご覧ください。 たとえば、スパン100 kHzであれば最大500秒 までキャプチャできます。 また、MS269xA、MS2830A、MS2840Aそれ ぞれで設定できる周波数スパンの上限は、搭載 されている解析帯域幅のオプションによって異 なります。

周波数スパン	サンプリングレート	最大取込時間	最大サンプル数
1 kHz	2kHz	2000 s	4 M
2.5kHz	5kHz	2000 s	10M
5 kHz	10kHz	2000 s	20M
10kHz	20kHz	2000 s	40 M
25 kHz	50kHz	2000 s	100M
50kHz	100 kHz	1000 s	100M
100kHz	200 kHz	500 s	100M
250kHz	500 kHz	200 s	100M
500kHz	1 MHz	100 s	100M
1MHz	2 MHz	50 s	100M
2.5MHz	5 MHz	20 s	100M
5 MHz	10 MHz	10 s	100M
10MHz	20 MHz	5 s	100M
25 MHz	50 MHz	2s	100 M
31.25MHz	50 MHz	2s	100 M
50MHz	100 MHz	500 ms	50 M
62.5MHz	100 MHz	500ms	50 M
100 MHz	200 MHz	500ms	100M
125MHz	200MHz	500ms	100M

【補足】連続信号のキャプチャ&プレイバック 1/2

連続信号をキャプチャする場合、信号を切り出すタイミングをOffポイントにすることができず、必ずOnポ イントで切り出すことになります。 プレイバック時に、信号発生器では信号(波形パターン)を<u>繰り返し</u> 出力するので、波形パターンの最後から最初に戻るポイントでIQデータが不連続になります。 IQデータ が不連続になることで、下記のような現象が発生します。

【現象】

- ✓ スペクトラムの広範囲に歪が発生します。送信評価の隣接チャネル漏えい電力や変調精度など大きく劣化します。
- ✓ 信号のデータが不連続になるため、BER測定など受信評価ではエラーもしくは同期はずれが発生します。



キャプチャ&プレイバック前の信号

キャプチャ&プレイバック後の信号

【補足】連続信号のキャプチャ&プレイバック 2/2

【回避策:案1】 歪のタイミングを避けて解析範囲(時間)を設定

シグナルアナライザ機能の1つで、解析範囲(時間)を任意に設定できます。 たとえば隣接チャネル漏えい電力測定に おいて、歪が発生しているタイミングの性能(下左図)は大きく劣化していますが、歪が発生していないタイミングの 性能(下右図)ではほぼ劣化が見られません。



隣接チャネル漏えい電力 の測定画面例 解析範囲:歪あり



【回避策:案2】取込時間を長く設定

シグナルアナライザのキャプチャ機能の最大取込時間(9ページ参照)以内であれば、キャプチャ&プレイバックの取 込時間を長く設定できます。

たとえば、評価に必要な時間よりも十分なマージンをもった取込時間を設定できる場合、 BER測定など感度試験でも 利用できるケースがあります。

ただしこの場合には、被測定物である無線機を受信評価の待機状態に設定し、その後で信号発生器から信号(波形パ ターン)を1回のみ出力し、その間にBER測定を実行する必要があります。 また、「信号(波形パターン)を1回のみ出力」する機能は、シグナルアナライザ MS2830A/MS2840Aのオプション のベクトル信号発生器で設定できます。(MS269xAでは設定できません)詳細は下記取扱説明書をご覧ください。

> MS2830A/MS2840A 取扱説明書 ベクトル信号発生器 操作編 2.6.2 Start/Frameトリガの設定

注)いずれの回避策も、波形パターンの最後から最初に戻るポイントでIQデータが不連続になる現 象を取り除くことはできません。 安定した品質の信号でご評価いただく際には、弊社の波形パターンおよび波形生成ソフトウェア (IQproducer)もご検討ください。

【補足】キャプチャ&プレイバックの再現性 1/3

ここでは、キャプチャ&プレイバック機能により生成された波形パターンの再現性の一例をご紹介します。

◆ 機器構成



はじめに、シグナルアナライザ MS2830Aのベ クトル信号発生器オプションから下記の変調信 号を出力し、MS2830Aで<レベル><変調精度 (EVM)>をそれぞれ確認します。

次に、キャプチャ&リプレイ機能で再現出力した変調信号に対し、MS2830Aで<レベル><変調精度(EVM)>をそれぞれ確認します。

◆ 確認項目

✓	<レベル>		13ページ	参照
✓	<変調精度	(EVM) >	14ページ	参照

変調信号

Spectrum	CAnalysis Start Time O Canalysis Time Length 400.000	S Signal Analyzer (*) Analyzia Time (Main Trace)	リノノル信ち ✓ 国油数	• 400 MHz
[dBm]	Det.: Positive Trace Point: 102	6 Auto <u>Manual</u>		1 400 11112
-10.0 20.0	Time Length (Main Trace) = 400.000 000 ms	(Main Trace) 0s	✓ レベル	: -10 dBm
		Time Length (Main Trace) 400.000ms	✓ チャネル	間隔 :25 kHz
50.0 70.0 80.0			✓ 出現間隔	:
90.0 -100.0 Start 399.950 000 00 MHz Power vs Time	Stop 400.050 000 00 MHz	Time (Sub Trace) <u>Auto</u> Manual	 バース 	、 ト周期 40 ms
		Start Time (Sub Trace) Os	Off区間	割 10 ms 間 30 ms
Common LowPhNeise		Time Length (Sub Trace) 400.000ms	 定堂的 	1 (緑り坂口)
Center Freq. 400.000 000 MHz Ref. Level 0.00 Freq. Span 100 kHz	dBm Trigger Video Delay 0 s			
Capture Length 400.000 ms Attenuator 10	dB Level -40 dBm			
Келик Ремир Он				

【補足】キャプチャ&プレイバックの再現性 2/3 <レベル>

1 MS2830A Si	gnal Analyzer				8/5/2016 11:26:45
Powe	er vs Time				📆 Signal Generator 🛛 🌴
MKR 1	0 s	10.03 dBm	Analysis Start Time	0 s	Amplitude
MKR 2	100.000 ms	10.03 dBm	Analysis Time Length	100.000 ms	Step Value
∆ (2-1)	100.000 ms	0.00 dB	Filter DW/	Mark Filler and	1.00dB
[dBm]	無恋調係	≣₽	Pilter BW	not Filtered	
			Detection, Average maceroi	10001	Offset
-10.0 1				₹2	On Off
-20.0					
-30.0			-	\rightarrow	Offset Value
-40.0			+ \ + + + + + + + + + + + + + + + + + +		-0.10dB
-50.0					
-60.0			平均電力		Relative
-70.0			+		On Off
-00.0			+		
-100.0			+ 🔨 🗌 🗌		
Start	0 s		Stop	100.000 ms	
Burst Averag	je Power				
St	art Time	0 s	Burst Average Power -10.03	3 dBm	
St	op Time	100.000 ms			Change Unit
					L
Power	vs Time				Current
0.0					Infor, stion
60.0					
₩ Uplink			CW		SG Level
¢ Frequency			Amplitude	Offset	Galibration
<u>è</u>	400 000	000.0	0 _{Hz} - 10.00	dBm	
SG					







はじめに、信号発生器から無変調の信号を出力し、 ケーブルロスなどをオフセットに調整します。

信号発生器のレベル設定値と、シグナルアナライザ の測定結果がほぼ同じであることを確認します。

次に、信号発生器からキャプチャ対象になる変調信 号を出力します。

信号発生器のレベル設定値と、シグナルアナライザの測定結果がほぼ同じであることを確認します。

- ※ シグナルアナライザでは、バーストのOn区間の 平均電力を測定しています。
- ※ 今回のサンプル信号では、信号発生器のレベル 設定は、バーストOn区間の平均電力になります。

最後に、信号発生器からキャプチャ&プレイバック で生成した変調信号を出力します。 信号発生器のレベル設定値と、シグナルアナライザ

信号先生器のレベル設定値と、シグナルアナライサ の測定結果がほぼ同じであることを確認します。

このようにキャプチャ&プレイバックを行って生成 された波形パターンのOn区間の平均電力は、信号 発生器の設定値と同じになるため、出力レベルを微 調整しながら評価に利用できます。

【補足】キャプチャ&プレイバックの再現性 3/3 <変調精度(EVM)>

ベクトル変調解析ソフトウェア MX269017A



キャプチャ&プレイバックの前に、信号発生器から キャプチャ対象になる変調信号を出力します。

Numeric	Avg / Ma	ax
Tx Power	-10.07 /	-10.06 dBm
Frequency Error	0.03 /	0.04 Hz
EVM(rms)	0.30 /	0.33 %
EVM(peak)	0.50 /	0.54 %
Phase Error(rms)	0.12 /	0.13 deg.
Phase Error(peak)	-0.06 /	-0.29 deg.
Mag. Error(rms)	0.22 /	0.23 %
Mag. Error(peak)	0.08 /	-0.54 %
Origin Offset	-53.48 /	-52.91 dB
IQ Gain Imbalance	0.00 /	-0.01 dB
Quadrature Error	0.13 /	0.33 deg.



次に、信号発生器からキャプチャ&プレイバックで 生成した変調信号を出力します。

Numeric	Avg / Ma	ax
Tx Power	-9.94 /	-9.94 dBm
Frequency Error	0.08 /	0.09 Hz
EVM(rms)	0.51 /	0.52 %
EVM(peak)	0.74 /	0.76 %
Phase Error(rms)	0.21 /	0.21 deg.
Phase Error(peak)	-0.30 /	-0.40 deg.
Mag. Error(rms)	0.37 /	0.37 %
Mag. Error(peak)	-0.67 /	-0.6 8 %
Origin Offset	-62.40 /	-62.17 dB
IQ Gain Imbalance	-0.04 /	-0.04 dB
Quadrature Error	0.51 /	0.51 deg.

このように、キャプチャ&プレイバックによって生成された波形パターンは、キャプチャ時のサンプリング処理などの影響でわずかに劣化します。しかし、もとの信号に近い変調精度を維持して再現されていることが確認できます。

注)キャプチャ対象の信号の周波数・レベル・変調精度などが不安定な場合、キャプチャ&プレイ バック機能では同等以上の信号品質で再現することはできません。 安定した品質の信号でご評価いただく際には、弊社の波形パターンおよび波形生成ソフトウェア (IQproducer)もご検討ください。 本書に記載のない機能や仕様の詳細について、下記のドキュメントでご確認ください。 取扱説明書の最新版は、弊社ホームページ(http://www.anritsu.com/ja-JP/)よりダウンロードで ※右上の検索マークから機種形名で検索し、ダウンロードセンター>マニュアルで対象ド きます。 キュメントを絞ってご利用ください。

