

# Agilent MXA シグナル・アナライザ N9068A位相雑音 測定アプリケーション

## Technical Overview

MXAシグナル・アナライザは、ミッドレンジ・シグナル・アナライザとしては最高の性能を有し、業界最高速の信号／スペクトラム解析を実現するアナライザです。またMXAには、さまざまなアプリケーションが用意されています。デバイスの位相雑音を解析するための位相雑音測定アプリケーション(N9068A)もそのひとつです。これらの機能を利用して、デザイン／製造の問題に取り組むことができます。



## 目次

はじめに.....	2
位相雑音測定.....	3
仕様.....	10
オーダ情報.....	11
関連カタログ.....	11

## MXA位相雑音測定アプリケーションにより、市場投入までの時間を短縮

### デジタル無線通信に欠かせない、高精度の位相雑音測定

無線通信技術の発展に伴い、デジタル信号処理 (DSP) などのデジタル技術により、データ・レートやスペクトラム効率の向上、低消費電力が実現されています。しかし、デジタル技術であっても、信号の安定度が重要であることにかわりはありません。

位相雑音は、信号の短期安定度を評価する重要な特性の1つです。また従来にも増して早く製品を市場に投入することが求められているため、いくつもの測定器で複数の測定を実行するだけの時間はありません。このため、研究開発／製造環境では、高速で使いやすい位相雑音測定ツールが求められています。

### MXA：位相雑音測定の完璧なソリューション

Agilent MXAシグナル・アナライザは、優れた確度、速度、柔軟性、ダイナミック・レンジを兼ね備えているだけでなく、さまざまな測定アプリケーションが用意されています。MXA位相雑音測定アプリケーションは、製造ライン・テストはもちろん、デザインの検証やトラブルシューティングにも最適なツールです。このアプリケーションは、ESA/PSAスペクトラム・アナライザのオプション226位相雑音測定パーソナリティをベースにしたもので、測定アルゴリズムの改善により、速度とダイナミック・レンジが向上しています。位相雑音測定アプリケーションにより、位相雑音テストと最高性能のミッドレンジ・シグナル・アナライザをワンボックスに統合できます。

MXA位相雑音測定アプリケーションには、以下の4つの測定機能があります。

- **ログ・プロット**：DANLフロア測定や内蔵雑音測定など、周波数ドメインにおける位相雑音の表示
- **スポット周波数**：搬送波周波数ドリフト測定など、タイム・ドメインにおける位相雑音の表示
- **スペクトラム・モニタ**：使いやすいスペクトラム表示による、信号のクイック・チェック
- **IQ波形**：使いやすいタイム・ドメイン表示

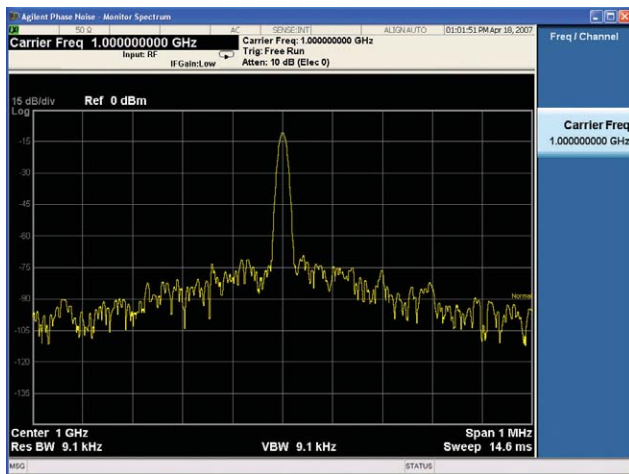


図1. スペクトラム・モニタによるDUTからの信号の確認。

### クイック・メニュー選択：

信号の表示：[Mode Preset]、[Mode]、{Phase Noise}、[Meas]、{Monitor Spectrum}

## MXAによる位相雑音測定

### ▶ 測定前の準備

ここでは、MXA位相雑音アプリケーションの代表的な使用例を紹介しています。各サンプル図の下にある「クイック・メニュー選択」に示されているキー入力に従って操作してください。[ ]で囲まれたキー入力は、フロント・パネルにあるハード・キーを示します。{ }で囲まれたキー名は、ディスプレイの右端にあるソフト・キーを示しています。ソフト・キーがオン/オフなどのキー自体の状態を示す場合は、{ }内の状態はキーを押した後の状態です。

MXAのRF入力と信号発生器のRF出力を、適切なケーブルで接続します。信号発生器の推奨設定は、中心周波数1 GHz、出力レベル-10 dBmです。次に、[Mode]、{Phase Noise}、[Mode Preset]の各キーを入力し、MXAの中心周波数を1 GHzに設定します。信号源の出力周波数を異なる値に設定した場合は、MXAもそれに応じて設定します。常に、スペクトラム・モニタ測定を使用して、MXAが正しい周波数に設定されていることを確認してください(図1参照)。

セットアップ中に何か問題が生じた場合は、[Mode Preset]または[Meas Setup] {Meas Preset} を使用してください。

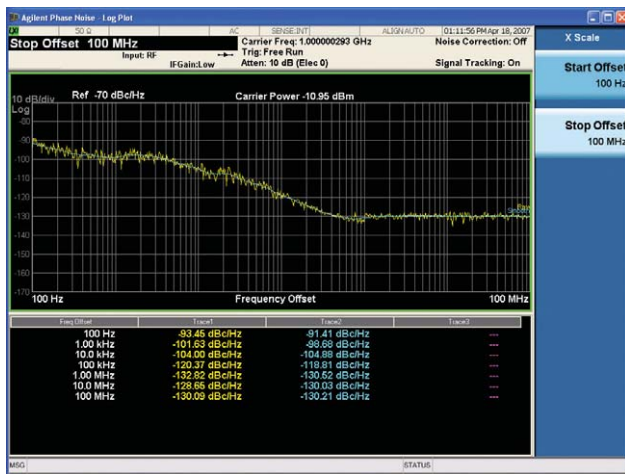


図2. ログ・プロットの位相雑音(トレース・スムージング、ディケード・テーブル・オンの場合)

### クイック・メニュー選択：

ログ・プロットの表示：[Meas]、{Log Plot}  
 ディケード・テーブルをオン：[Meas Setup]、  
 {More 1 of 2}、{Decade Table on}  
 オフセット・レンジの変更：[SPAN X scale]、  
 {Start Offset} または {Stop Offset} [100]  
 {MHz}

### ▶ ログ・プロット測定

ログ・プロットからは、単側波帯位相雑音(単位：dBc/Hz)とオフセット周波数(ログ・スケール表示)を読み取ることができます。このため、オフセット周波数の数ディケードにわたって被試験信号の位相雑音動作を表示できます。

10 Hzから測定器の最大周波数までの広いオフセット周波数レンジにわたって、全体の位相雑音動作を表示できます。また適切なスタート/ストップ・オフセットを選択して、レンジを調整すれば、ログ・スケールで同時に表示できます。

さらにトレース・スムージングを実行して、生のトレースの一番上に表示することができます。

### ログ・プロット測定では、以下を利用できます。

- MXAの高度なマーカ機能スイート
- 高速で搬送波にトラッキング
- 自動調整：フルレンジの信号を簡単に検出できます
- AMノイズ除去：1 MHz以下のオフセットに有効で、位相成分だけをモニタできます
- オーバドライブ機能：1 MHzを超えるオフセットのダイナミック・レンジが向上し、ログ・プロットのダイナミック・レンジが拡大します
- 専用ハードキーを使用して測定を制御でき、操作でフラストレーションを感じることはありません



図3. バンド・マーカを使用した、位相雑音ジッタの実効値の計算

### クイック・メニュー選択：

ログ・プロットの表示：[Meas]、{Log Plot}

マーカ・オン：[Marker Function]、{RMS Noise}、  
{RMS Noise}、{Jitter}

積分帯域の設定：上のキー入力に続いて、{Band Adjust}、  
{Band/Interval Left}、[1]、{kHz}、  
{Band/Interval Right}、[10]、{kHz}、ディスプレイの右上に緑の太字体で示されている値を読み取る

マーカ・テーブルをオン：[Marker]、{More 1 of 2}、  
{Marker Table On}

マーカの追加：[Marker Function]、{Select Maker}、  
{Marker 2}、{Residual FM}

### ▶ 内蔵雑音測定

位相雑音動作を評価するには、アプリケーションごとに異なる指標が必要です。デジタルの世界では、高周波クロックの安定度の評価には、位相偏移/ジッタ(°またはrad単位)の実効値(rms)や位相ジッタ(s単位)の実効値がよく用いられます。一方、増幅器では、残留FMがより重要です。MXAは、高度なマーカ機能を備えているので、こうした測定も簡単にできます。

マーカ機能を使用すると、以下が可能です。

- さまざまなアプリケーションの位相雑音に関連した動作をさまざまな角度から評価
- ログ・プロットでMXAの高度なバンド・マーカを使用して、積分帯域幅を調整
- 位相偏移(または残留PM)の実効値を°またはrad単位で計算
- 位相ジッタの実効値をs単位で計算
- 残留FMをHz単位で計算
- 計算結果のマーカ読取り値を表示
- マーカ・テーブルに複数のマーカの読取り値を表示

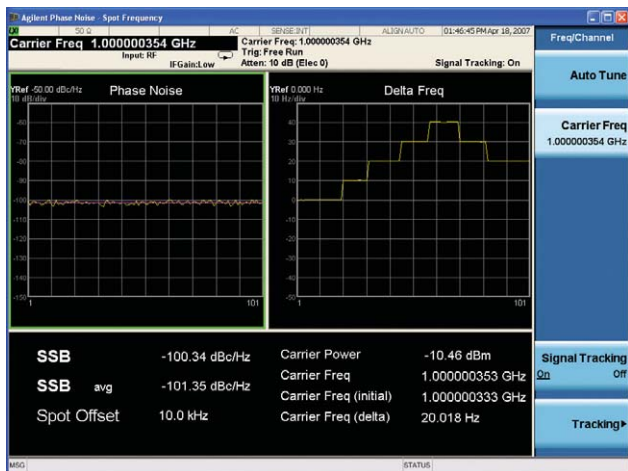


図4. 搬送波周波数のドリフト(位相雑音対時間)。

### クイック・メニュー選択：

スポット周波数測定開始：[Meas]、{Spot Frequency}

ディスプレイ下部のウィンドウ内のSpot Offsetの表示が10 kHz以外の場合は、10 kHzに設定します：

[Meas Setup]、{Spot Offset}、[10]、{kHz}

デルタ周波数ウィンドウ内に階段状のトレースを表示するには、信号発生器の出力周波数を10 kHz単位で増減します。搬送波周波数の遷移を表示するには、手動操作を行います。

### ▶ スポット周波数測定

さらに解析が必要な周波数オフセットを確認した後は、スポット周波数測定が有効です。スポット周波数測定では、その特定のオフセットにおける位相雑音のタイム・ドメイン表示を確認できます。

信号トラッキング機能がオンの状態(デフォルト)では、搬送波周波数のドリフトをモニタできます。

#### 以下の場合に、スポット周波数測定を使用します。

- オフセット周波数における位相雑音変動と時間のモニタ。オフセット周波数は、10 Hzから測定器の最大周波数の範囲です。MXAの広い周波数レンジにおいて、搬送波に高速でトラッキングできます。
- グラフィックまたは数値リスト・フォーマットで表示
- 自動調整により、フルレンジの信号を検出

#### 信号トラッキング機能：

- 位相雑音とデルタ周波数をタイム・ドメインで同時に表示
- SSB、平均SSB、搬送波パワー、搬送波周波数(初期)、搬送波周波数差が1つのテーブルに表示

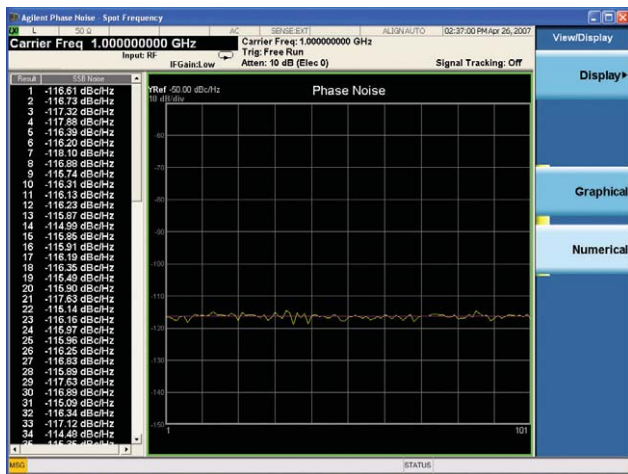


図5. 数値結果をオンにした場合の位相雑音対時間(100 kHzのオフセット)。

### クイック・メニュー選択：

スポット周波数測定の開始： [Meas]、{Spot Frequency}

スポット周波数の設定： [Meas setup]、{Spot Offset}、[100]、{kHz}

SSB雑音テーブルの数値結果の表示：  
[View/Display]、{Numerical}

信号トラッキングをオフ： [FREQ Channel]、  
{Signal Tracking off}

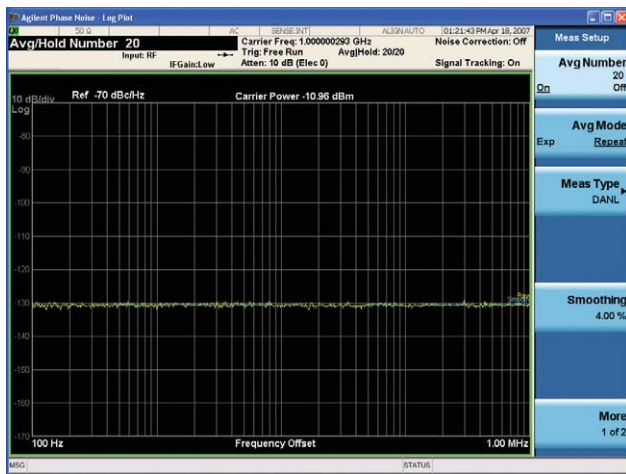


図6. DANL測定。

### ▶ 表示平均雑音レベル (DANL) の測定

シグナル・アナライザのDANLにより、通常はオフセット周波数における最小入力信号の測定が制限されます。被試験信号の振幅がDANLフロアに近づくと、大きな測定誤差が発生し、測定が有効でなくなる可能性があります。測定が有効であることを保証するために、MXAでは、DANLフロア雑音を測定できます。

このDANL測定モードでは、以下が可能です。

- 搬送波の振幅を基準にしてMXAのDANLを測定
- DANLフロアとログ・プロット位相雑音を同時に表示して、有効な測定レンジを確認
- トレースを簡単にストア/リコール

### クイック・メニュー選択：

DANL測定の開始：[Meas]、{Log Plot}、[Meas Setup]、{Ave/Hold Num On}、[20] {Ente} {Meas Type}、{DANL}、[Restart]、  
MXAは20回の測定を平均します。測定の完了を待ちます。ディスプレイの上端にある測定ステータス・バーのAvg/Holdカウンタを参照。

減算のためにDANLを保存：[Trace/Detector]、{Select Trace}、{Trace 2}、{More 1 of 2}、{Copy/Exchange}、{From Trace}、{Trace 2}、{To Trace}、{Trace 3}、{Copy Now}





図7. DANLフロア・ノイズの減算を行った場合の位相雑音プロット。DANLトレースはマゼンダで表示されています。

### クイック・メニュー選択：

DANL減算の開始：図6のプロセスを行う、[Meas Setup]、{More 1 of 2}、{Cancellation}、{Cancellation On}、[Meas Setup]、{Meas Type}、{Phase Noise} [Single]

### ▶ 基準トレースの減算

MXAのトレース減算機能を使って、MXAのDANLフロアまたは位相雑音を減算することができます。

### DANL減算

デバイスの雑音から測定器のDANLを減算することができます。測定器とDUTの雑音レベルが近い周波数でのDUTの位相雑音を確認する場合に有効です。記録されているDANLデータをリコールして、測定データから減算します。

### 位相雑音の減算

MXAは、位相雑音の減算も行えます。低位相雑音の信号源を使用することにより、MXAの内部位相雑音が近接したオフセット周波数に影響しないようにすることができます。

基準トレース減算を使用すると、以下が可能です。

- 測定の確度および感度の向上
- しきい値を使用した、キャンセル効果と計算時間の最適なトレード・オフ

## 仕様の概要

### 位相雑音測定アプリケーション

測定モード	スペクトラム・モニタ IQ波形 ログ・プロット スポット周波数
搬送波周波数レンジ	
オプション503	≤3.6 GHz
オプション506	≤8.4 GHz
オプション513	≤13.6 GHz
オプション526	≤26.5 GHz
オフセット周波数レンジ	
最小オフセット周波数	3 Hz
最大オフセット周波数	$(f_{OPT} - f_{CF})$ Hz ここで、 $f_{OPT}$ : オプションによって決定された最大周波数 $f_{CF}$ : 被試験信号の搬送波周波数
最大ディケード数	周波数オフセット・レンジに依存します
測定確度	
位相雑音密度の確度	±0.30 dB
オフセット周波数の確度	±0.5 %
スムージング	0 %～16 %の範囲で微調整可能
雑音の実効値の計算	位相偏移の実効値、位相ジッタの実効値、残留FMは、ユーザ指定の積分間隔で計算されます

### システムの位相雑音

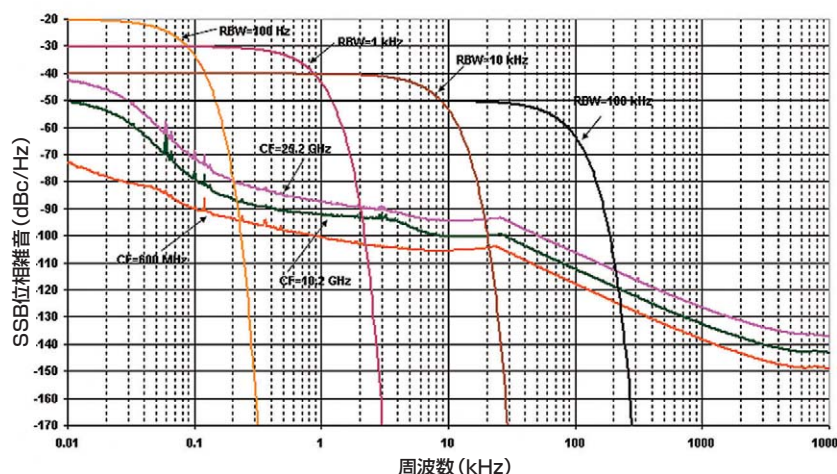


図8. さまざまな中心周波数における公称位相雑音。

## MXAシグナル・アナライザ オーダ情報

### MXAシグナル・アナライザのオーダ情報

詳細については、『MXAシグナル・アナライザ構成ガイド』(5989-4943JAJP)を参照してください。

測定器	モデル番号	必須オプション
MXAシグナル・アナライザ	N9020A	<ul style="list-style-type: none"><li>オプション503、508、513または526</li><li>オプションEA3：電子式アッテネータ、3.6 GHz (推奨)</li></ul>
MXA測定アプリケーション	N9068A	<ul style="list-style-type: none"><li>位相雑音測定アプリケーション</li></ul>

### 関連カタログ

タイトル	カタログ・タイプ	カタログ番号
Agilent MXA シグナル・アナライザ	Brochure	5989-5047JAJP
N9020A MXAシグナル・アナライザ	Photo Card	5989-4940JAJP
Agilent MXA Signal Analyzer	Data Sheet	5989-4942EN
N9020A MXAシグナル・アナライザ	Configuration Guide	5989-4943JAJP
スペクトラム解析の基礎	Application Note 150	5952-0292JAJP

## Remove all doubt

アジレント・テクノロジーでは、柔軟性の高い高品質な校正サービスと、お客様のニーズに応じた修理サービスを提供することで、お使いの測定機器を最高標準に保つお手伝いをしています。お預かりした機器をお約束どおりのパフォーマンスにすることはもちろん、そのサービスをお約束した期日までに確実にお届けします。熟練した技術者、最新の校正試験プログラム、自動化された故障診断、純正部品によるサポートなど、アジレント・テクノロジーの校正・修理サービスは、いつも安心して信頼できる測定結果をお客様に提供します。

また、お客様それぞれの技術的なご要望やビジネスのご要望に応じて、

- ・アプリケーション・サポート
- ・システム・インテグレーション
- ・導入時のスタート・アップ・サービス

など、専門的なテストおよび測定サービスも提供しております。

世界各地の経験豊富なアジレント・テクノロジーのエンジニアが、お客様の生産性の向上、設備投資の回収率の最大化、測定器のメンテナンスをサポートいたします。詳しくは：

[www.agilent.co.jp/find/removealldoubt](http://www.agilent.co.jp/find/removealldoubt)

## アジレント・テクノロジー株式会社

本社〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

## 計測お客様窓口

受付時間 9:00-19:00 (土・日・祭日を除く)

**FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。**

TEL ■■■ 0120-421-345  
(042-656-7832)

FAX ■■■ 0120-421-678  
(042-656-7840)

Email [contact\\_japan@agilent.com](mailto:contact_japan@agilent.com)

電子計測ホームページ  
[www.agilent.co.jp](http://www.agilent.co.jp)

- 記載事項は変更になる場合があります。  
ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2007  
アジレント・テクノロジー株式会社



### 電子計測UPDATE

[www.agilent.co.jp/find/emailupdates-Japan](http://www.agilent.co.jp/find/emailupdates-Japan)

Agilentからの最新情報を記載した電子メールを無料でお送りします。



### Agilent Direct

[www.agilent.co.jp/find/agilentdirect](http://www.agilent.co.jp/find/agilentdirect)

テスト機器ソリューションを迅速に選択し使用できます。



### Agilent open

[www.agilent.co.jp/find/open](http://www.agilent.co.jp/find/open)

Agilentは、テスト・システムの接続とプログラミングのプロセスを簡素化することにより、電子製品の設計、検証、製造に携わるエンジニアを支援します。Agilentの広範囲のシステム対応測定器、オープン・インダストリー・ソフトウェア、PC標準I/O、ワールドワイドのサポートは、テスト・システムの開発を加速します。



[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)

LXIは、GPIBのLANベースの後継インタフェースで、さらに高速かつ効率的なコネクティビティを提供します。Agilentは、LXIコンソーシアムの設立メンバです。

### [www.agilent.com](http://www.agilent.com)

Agilentの製品／アプリケーション／サービスの詳細は、計測お客様窓口にお問合せください。購入全般に関しては、以下のページをご覧ください：

### [www.agilent.co.jp/find/contactus](http://www.agilent.co.jp/find/contactus)

本書に記載されている製品の仕様および概要は、予告なしに変更されることがあります。



Agilent Technologies

June 15, 2007  
5989-5354JAJP  
0000-00DEP