

特集 第1部 電波を測る



第1章 スペアナでは分析不可能な信号もマルチ・ドメインで観測！RF信号をそのまま記録/再生/観測可能！

新世代シグナル・アナライザの技術と観測例

成井 克巳
Katsumi Narui

1 シグナル・アナライザとは？

近年、各測定器メーカーから「シグナル・アナライザ」の名称を持つ機種が数多く発表されています。読者の中には「スペクトラム・アナライザと何が違うの?」といった疑問を持たれるかもしれません。

また、デジタル変調信号解析ができるスペクトラム・アナライザのイメージを持たれている方も多くいると思います。その理解は間違いではありませんが、シグナル・アナライザでは、スペクトラム・アナライザでは実現不可能だったアナログ信号の分析も数多く可能になっています。

本稿では、大きく進歩したシグナル・アナライザの機能や性能について、できる限り多く紹介することによって、それらを理解し有効活用いただく手助けになるようにしたいと思います。

■ スペクトラム・アナライザとの違い

図1はスペクトラム・アナライザで観測した周波数ドメインの表示波形と時間ドメインの表示波形です。

スペクトラム・アナライザとシグナル・アナライザの定義は、測定器メーカーごとに多少異なるかもしれませんが、私の解釈として、スペクトラム・アナライザは「スーパーヘテロダイン方式のスペクトラム・アナライザ」を指します。IF回路が主にアナログ回路で構成されており、図1に示した入力信号の周波数と振幅の関係である「周波数ドメイン」、および時間と振幅の関係である「時間ドメイン」のスペクトラム測定をメインとする測定器です。

これに対してシグナル・アナライザは、スペクトラム・アナライザで使われているスーパーヘテロダイン方式と、高速A-Dコンバータ(ADC)、デジタルIF、FFTの技術を組み合わせたアナライザです。この組み合わせにより、スペクトラム・アナライザが行う周波数ドメインのスペクトラム測定に加えて、高度な時間ドメイン解析を可能とし、また携帯電話を代表とする複雑なデジタル変調信号の変調品質を高度化さ

れた信号解析処理によって解析する測定器といえます。

■ 何を測定するのか

● 周波数ドメインのスペクトラム

スペクトラム・アナライザと同様に、周波数ドメインでのスペクトラムを測定します。スペクトラム測定の代表例としてはデジタル無線システムの送信機や端末などのRF特性の試験があります。特性試験の主な項目としては、搬送波の周波数、チャネル帯域幅、チャネル・パワー、占有帯域幅、隣接チャネル漏洩電力比(ACPR: Adjacent Channel leakage Power Ratio)などがあります。またスーパーヘテロダイン方式のスペクトラム・アナライザが最も得意とするRF帯からマイクロ波帯に亘る広帯域な周波数範囲のスプリアス、高調波もスペクトラム・アナライザと同等に測定が可能です。

● 時間ドメインでの信号解析

シグナル・アナライザは、入力されたRF信号をADCでデジタルIQデータに変換して取り込み、このデータを高速にデジタル処理します。このため、変調波などの信号に対して、時間をベースとする多面的解析が行えます。表1に主なものをまとめました。また図2は、それらの測定画面です。

● デジタル変調信号の変調品質

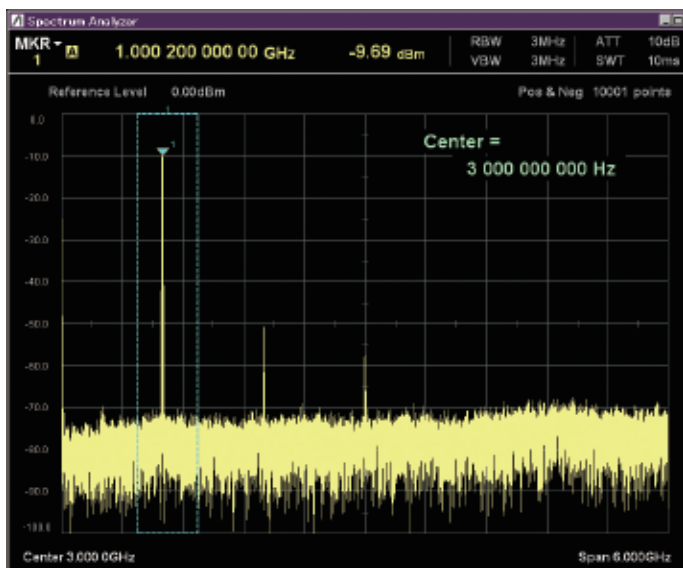
W-CDMAなどの各通信方式のデジタル変調信号は、スペクトラム特性のほかに、安定な通信品質を保つためにEVM(Error Vector Magnitude)などの変調品質を測定する必要があります。シグナル・アナライザは、各通信方式のベクトル解析アプリケーションと組み合わせることによって、デジタル変調信号の変調品質が測定可能になります。

シグナル・アナライザによって、デジタルIQデータに変換されたデジタル変調信号は、解析アプリケーションの復調アルゴリズムにより、復調され、変調ドメインでの信号処理が行われます。図3(p.12)は、サービスインが間近に迫った第3.9世代携帯電話(3.9G)の技術であるLTE(Long Term Evolution)の変調品質測定画面です。

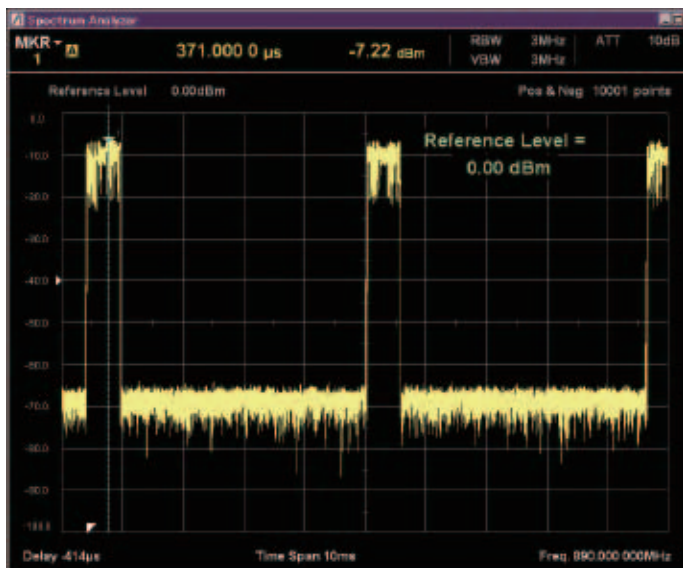
〈表1〉測定ドメインの種類

測定項目
周波数 対 時間
パワー 対 時間
スペクトログラム(周波数, 時間, パワー)
相補累積分布関数(CCDF)

注 ▶CCDF : Complementary Cumulative Distribution Function



(a) 周波数ドメインの表示波形



(b) タイム・ドメインの表示波形

〈図1〉 スペクトラム・アナライザで観測した周波数ドメインの表示と時間ドメインの表示

2 スペクトラム・アナライザのおさらい

名称は違うもののシグナル・アナライザを広義に解釈すれば、スペクトラム・アナライザに属すると考えても間違いではないでしょう。この節では、理解を深めるためにスペクトラム・アナライザについて少しおさらいをしてみたいと思います。

■ スペクトラム・アナライザの種類

現在のスペクトラム・アナライザはスーパーヘテロダイン方式の掃引型とシグナル・アナライザが属するデジタルIF方式の2種類に大別されると考えてよいでしょう。それぞれについて説明します。

● スーパーヘテロダイン方式スペクトラム・アナライザ

図4(p.12)はスーパーヘテロダイン方式のスペクトラム・アナライザのブロック図です。スペクトラム・アナライザの詳しい説明は、本誌「RFワールド」の