

第6章 デジタル変調の送信機や 受信機を測る方法と実測例

デジタル無線通信システムの測定

小室 貴紀
Takanori Komuro

この章では、デジタル変調を使った無線通信機を例として、その特性を評価する手法を説明します。

エラー・レートがデータの 品質を表す尺度

基地局と携帯電話の端末間の中で、デジタル・データを送受信する場合を考えてみます。

「デジタル・データを伝送するしくみ」として考えると、デジタル・データの誤り率と遅延時間、その複合的な結果としての通信速度、少し違う角度から見て、消費電力ぐらしか電気的なパラメータはありません。システムができあがった状態で、そのシステムを使う立場であれば、伝送の途中でどうなっているかは、大した問題ではないでしょう。

デジタル・データを評価するためのパラメータは、本質的には「正しいか、正しくないか」という1点になります。すなわちエラー・レートを測定することが、データの品質を表す尺度になります。

システム全体を論じている人や、システムを使う立場の人など、多くの人はこのレベルの話だけに関わっているため、その中でアナログが重要な働きをしていることを認識していません。そのためアナログ量を扱

うスペクトラム・アナライザのような測定器が身近なものとして感じられなくなり、その動作を理解しようとする人が減ってきているようです。

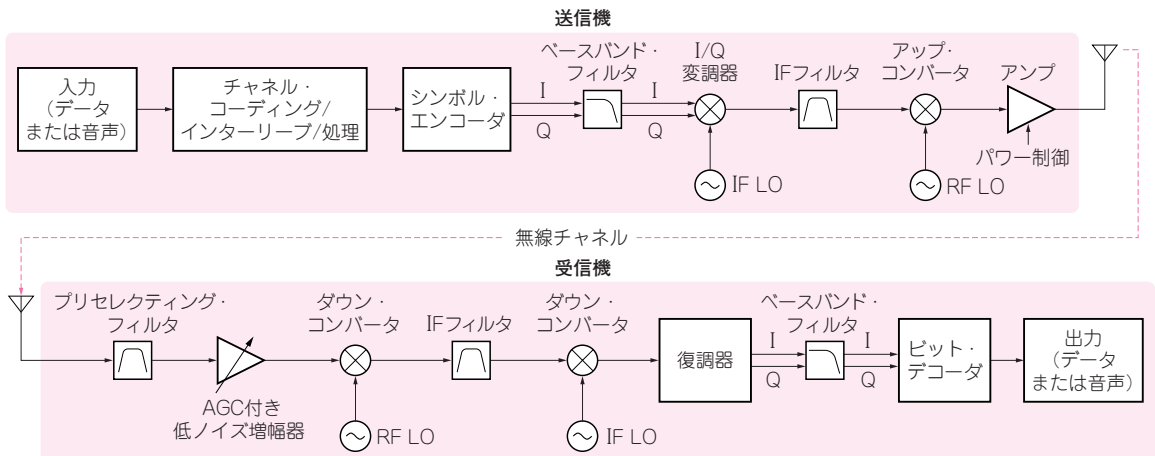
しかし、今一步踏み込んで、システムの設計や保守など、真剣に学習して通信システムに関わる場合には、とたんに多くのパラメータが現れ、それらを正しく評価することが必要となってきます。

構成要素の単体測定

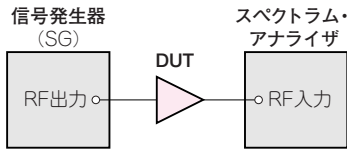
はじめに測定対象となるデジタル無線通信システムのブロック図を図1に示します。

■ 素性のわかっている信号を入力し、 期待どおりの出力が得られるかを確認する

システム全体の測定を議論する前に、図1にあるアンプ、フィルタといった個々の構成要素を評価することを考えてみます。この場合は被測定素子(DUT)に対して、素性のわかっている信号を入力し、期待どおりの出力が得られるかを確認することが主な作業です。つまり図2のように信号源とスペクトラム・アナライザなどの測定器の間にDUTを挟んで評価します。



〈図1〉 デジタル無線通信システムのブロック図



〈図2〉 信号源とスペクトラム・アナライザなどの測定器の間に DUT を挟んで評価する

もちろん確認すべき内容によっては、ネットワーク・アナライザやNFメータを使うことが有効な場合もあります。さらに、DUTがA-Dコンバータ(ADC)などのデジタル信号を扱う素子の場合には、理想的なアナログ信号とクロックを測定器から入れて、ADCの出力データをロジック・アナライザで収集し、FFTなどで評価することになります。

■ 測定系の中でソフトウェアが大きな比重を占める

DUTにデジタル変調された信号を入力し、DUTからの出力を評価する場合を考えてみます。

図3を見てください。入力として複雑な信号を加えますから、信号を発生するためにはソフトウェアの助けが必要です。また、出力がどの程度理想と異なるのかを求めるのにも、EVMを算出するなど、複雑な信号処理が必要です。すなわち、測定系の中でソフトウェアが大きな比重を占めることになります。

■ 自分は何を見ているのか？

図3をよく見てみると、デジタル通信システム全体の中で、DUT以外の部分を測定器とソフトウェアで置き換えた構成になっていることがわかります。

言葉を変えると、測定器はその汎用性を活かしてシステムをシミュレートしている、つまりシミュレータとして動作していることとなります。

この例からわかるように、測定器は単に数値を表示するだけのものではありません。この関係を整理してみます。

(1) 実際のシステム

実世界で動作しているシステムそのものです。

(2) 一部がハードウェアで構成されているモデル

これは測定器を使って、一部分をハードウェアで構成した状態です。前節で説明した、測定器で挟み込んでDUTを評価している状態ともいえます。

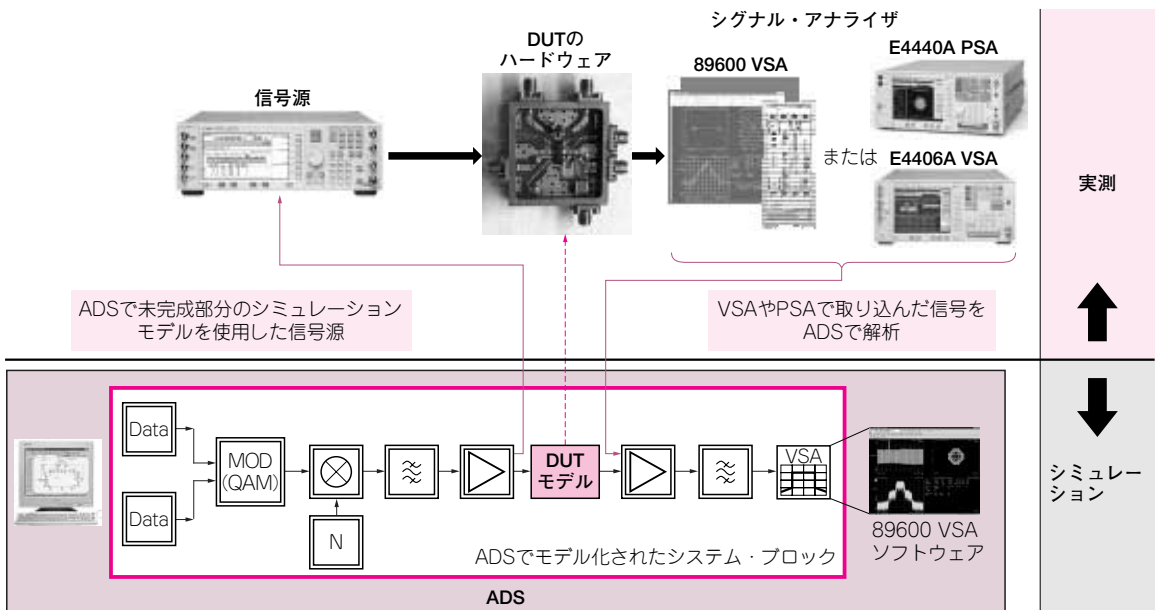
(3) すべての動作をソフトウェアで記述したモデル

これは通常の意味でのシミュレータによる表現です。

特に(2)の場合、測定器を制御するためのソフトウェアのディスプレイには(3)とよく似た画面が出てくるので、混乱の原因となることがあります。

図4は、ベクトル信号解析ソフトウェア(アジレント社89600)の画面表示ですが、これはシミュレーションではなく、実測に基づいた表示です。

実測データを見ているのか、実測データを信号処理したものを見ているのか、実測結果に基づくシミュレ



〈図3〉 測定器によるシステム・エミュレーションとシミュレータ“ADS”