

特集



第2章 動作原理, 基本的な使い方, 選定のポイントなど

スペクトラム・アナライザの基礎知識

鹿取 俊介
Shunsuke Katori

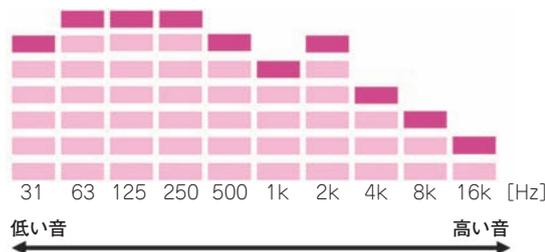
2.1 なぜスペクトラム・アナライザを使うのですか？

「スペクトラム・アナライザ」と聞いて、読者の皆さんはどんな印象をお持ちでしょうか。「オシロスコープに比べて取り扱いが難しい」とか、「縦軸の単位がdB表示だから抵抗がある」という方もいらっしゃるでしょう。

この章では、電気を計測する際にスペクトラム・アナライザ(以下、スペアナ)を使用する意味と、基本的なスペアナの使い方、実際に測定に使用するためのスペアナを選ぶ際の勘所を紹介します。

2.2 意外と身近なスペアナ

スペアナの画面は、実は身近なところでも目にする



〈図2.1〉音楽プレーヤのスペクトラム表示

ことができます。例えば、音楽を聴くときや、動画共有サイト、テレビや街中のモニターで流れているミュージック・ビデオを見るときを思い浮かべてください。そのとき図2.1のような表示をご覧になったことはありませんか？

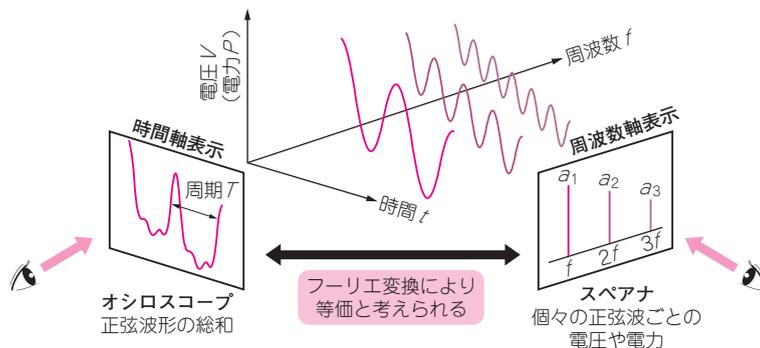
この表示は、その楽曲に含まれる音波の低い音から高い音まで、それぞれどのくらいの音量が出ているかを示していて、これこそまさにスペアナと同じなのです。低い音＝周波数の低い音から、高い音＝周波数の高い音まで、それぞれの高さの音のレベルを表示する、これこそがスペアナの役割そのものなのです。

一般的にスペアナは、電気信号または電磁波が測定対象です。なかには、音波を測る「オーディオ・アナライザ」や、光を測定する「光スペクトラム・アナライザ」もあります。

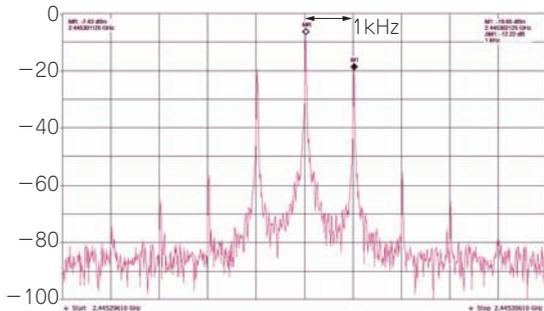
スペアナはゆっくりした振動の(＝周波数が低い)電気信号から非常に速い(＝周波数が高い)振動をする電気信号まで、それぞれどのくらいのレベルで出ているのかを見ることができます。その周波数も1 Hzといったごく低い周波数のものから、100 GHz近くまで計測できるものもあります。

2.3 オシロスコープとスペアナは同じ信号を違う角度から見ている

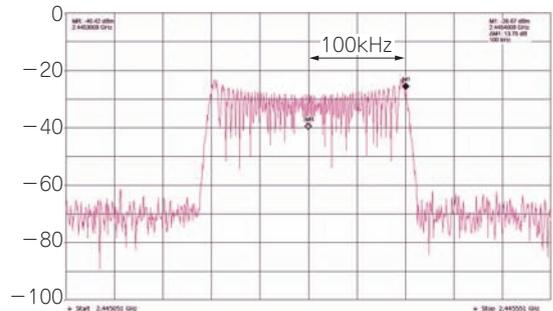
オシロスコープの表示はご存じのとおり、縦軸が信号の電圧(または電流)で、横軸が時間を表しています。



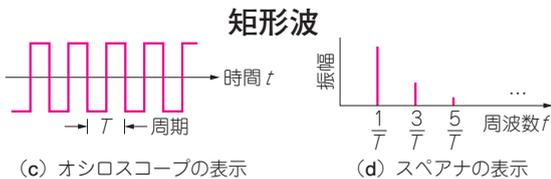
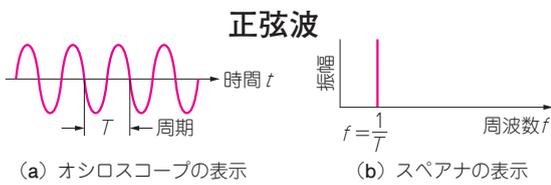
〈図2.2〉時間軸と周波数軸はフーリエ変換によって相互に変換できる



〈図2.4〉AM変調信号のスペクトラム例(中心周波数2.4453 MHz, スパン10 kHz, 20 dB/div.)



〈図2.5〉FM変調信号のスペクトラム例(中心周波数2.4453 MHz, スパン500 kHz, 20 dB/div.)



〈図2.3〉オシロスコープとスペアナの見え方の違い

それに対してスペアナは、縦軸が信号レベルで、横軸が周波数を表しています。

オシロスコープの画面とスペアナの画面は、図2.2のように対応しています。オシロスコープで複雑な波形を観測しているとき、それはさまざまな周波数の波が重なっている波形です。その周波数成分ごとのレベル表示をするのが、スペアナです。

フーリエ変換という数学の手法がありますが、オシロスコープで見ている時間軸の「波形」と、スペアナで見ている周波数軸の「スペクトラム」は、フーリエ変換の計算をすることで相互に変換できます。

いくつかスペアナで測定した信号のスペクトラムを紹介します。図2.3では、正弦波と矩形波をそれぞれオシロスコープとスペアナで観測した表示です。スペアナでは、正弦波であれば単一のピークが立ち、矩形波ならば基本波の奇数倍の周波数にもスペクトルが立ちます。また、AM(振幅変調)信号は図2.4のように、FM(周波数変調)信号は図2.5のように見えます。

2.4 スペアナの用途

スペアナは無線通信信号や高周波回路の信号や電気的ノイズの強さを観測するのに使われます。例えば、AM/FMラジオやテレビ放送、携帯電話の電波の強さ

や品質を調査するのに使ったり、不明な信号を受信/解析して発信源を特定する用途に使われます。

図2.6は、スペアナの用途をイメージしたものです。とくにIoT無線機器の設計/開発の際は、おもに二つの用途、すなわち「無線通信信号の解析」と「電気的ノイズの測定」に分けることができるでしょう。

2.4.1 無線通信信号の解析

IoTでは、さまざまな周波数/通信方式の無線通信信号が使われます。例えば日本では、FMラジオは76～90 MHz、無線LANなら2.4 GHz帯か5 GHz帯、Bluetoothは2.4 GHz帯、EnOceanやLoRaは920 MHz帯、交通系ICカードや電子マネーのICカードに使われるRFIDの通信は13.56 MHzといったように、用途ごとに周波数が決められています。これらを測定器で評価する際、オシロスコープで波形を見ただけでは「本当にその周波数で信号が出ているのか」を判断するのは難しいのです。しかし、スペアナならば、本来使われるべき周波数帯域が使われているかどうかを一目で確認できます。

また無線通信は、国ごとに法律によって、用途に応じた周波数と送信電力が定められており、無線機出荷の際は必ずその法律に適合しているかどうかテストしなくてはなりません。このテストにも、スペアナは使われています。

また、スペアナの中にはシグナル・アナライザと呼ばれる、無線通信信号の評価に特化した機能をもつ測定器もあります。このシグナル・アナライザを使えば、周波数ごとのレベルの測定だけでなく、送られている信号の波形(例えば、AM/FM信号の場合は、AM/FM変調される前のベース・バンド波形)や情報、また、理想的な変復調ができていないかを評価する、EVM (Error Vector Magnitude) (エラー・ベクトル振幅)なども測定できます。

2.4.2 電気的ノイズの測定

電気/電子機器は、意図的に電波を出す「無線通信機器」も、電波を出さない機器も、共に本来望んでい