



最高40 MHz, ダイナミック・レンジ80 dB

スペクトラム/ネットワーク解析から
FMチューナ/SSBトランシーバまで
**USB-FPGA 信号処理実験基板
の製作と応用**

小川 一朗(おじさん工房)

第5回 スペクトラム・アナライザを作る④
パソコンで窓関数処理とFFT…スペアナ完成

キットの問い合わせ先: CQ出版社(03)5395-2141

前回までで、A-D変換した信号をFPGAに取り込み、複素周波数変換したあと、CICフィルタでデシメーションし、メモリに取り込むところまで説明しました。

今回は、メモリに取り込んだ信号をパソコンで処理して画面にスペクトラム表示します。長かった信号処理の話もやっと終わり、スペクトラム・アナライザの完成です。

**メモリ内のデータに
窓関数処理をする**

● **なぜ窓関数をかけるのか**

連続したデータから、あるタイミングで8192ワードぶんをメモリに取り込みましたが、これは連続データのある期間にだけ1を掛け、残りの期間は0を掛けたことと同じなので、矩形窓を掛けたことになります。

離散フーリエ変換では、切り取られたデータの終わりと始まりをつなげてデータが無限に繰り返しているとみなして計算します。ただし、データの終わりと始まりで波形が不連続になると正しいスペクトラムが得られません。

そこで、切り取られたデータの始まりと終わりを滑らかにして、見た目に不連続をなくするのが窓関数です。

● **窓関数とスペクトラムの変化**

図1に、矩形窓をかけた(というか窓関数をかけずにサンプリングしただけ)ときと、ガウス窓をかけたときのスペクトラムを示します。FFTのビン(bin)にちょうど一致した周波数(ここでは $f = 50$ bin)の場合から、0.5 binずれた周波数まで0.1刻みで表しています。

FFTビンに一致する周波数では周期の整数倍が切り取った窓の幅と一致するので、切り取られたデータの終わりと始まりがちょうどつながって連続になります。逆に、0.5 binずれた周波数では位相が 180° ずれるので最も不連続になります。

矩形窓の場合、FFTビンにちょうど一致している周波数の信号のときは線スペクトラムになり理想的なのですが、少しでもずれるとスペクトラムが大きく広がってしまう(サイド・ローブ)のがわかります。大振幅の信号と小振幅の信号がある場合、大振幅の信号のサイド・ローブの下に小振幅の信号が隠れてしまうと

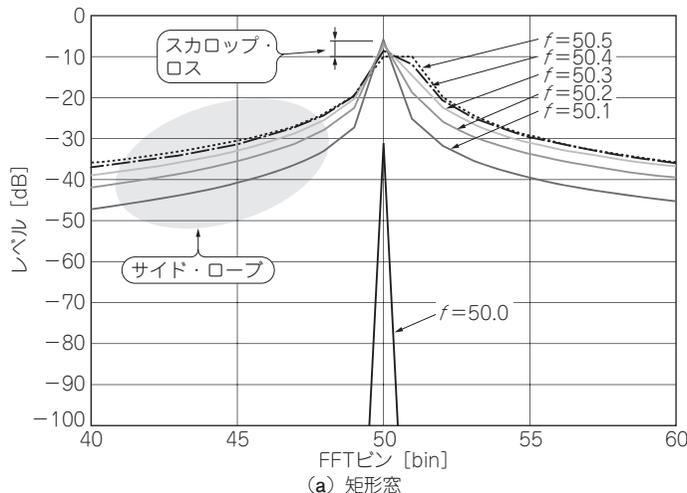


図1 ビンからずれたときの窓関数のスペクトラム(矩形窓とガウス窓)