

ケーブル技術スタッフの機器チェック!

日々開発されるケーブルテレビ関連機器を、技術スタッフが
厳しい目でチェック! 実用性に焦点を当てて報告します。

No.
27

NF (雑音指数) 測定

豊島ケーブルネットワーク(株) 技術部 部長 上山裕史
今回は、「NF (Noise Figure: 雑音指数) 測定方法」を紹介します。

私たちケーブルテレビ局の技術者は、ブ
ライマリーIP電話やインターネットなどミ
ッションクリティカルな双方向アプリケーション
の増加により、設備の安定動作に目を光
らせています。今回は増幅器のNF (Noise
Figure: 雑音指数) 測定方法を紹介しま
す。

これまでは高価なノイズソースを使った
NFメータが必要だとされてきましたので、増
幅器メーカー発表のカタログ値を信じるしかあ
りませんでした。カタログには宅内アンプの
場合NF8dB以下のように表現されていて、
実際にどのくらいになるのか見当がつかま
せませんでした。今回は多くのケーブルテレビ局
にあるスペクトラムアナライザを使ってNF
を測定するので、新たな投資を必要としま
せん。この方法でアンテナ直下に入れる
UHFプリアンプと、宅内増幅器のNF測定
の実際を紹介します。UHFプリアンプは、
受信信号レベルの低い場合にアンテナ直

下に入れると有効です。カタログでは
NF4dB以下などの記述がされています。ス
ペアナはアドバンテストU4342Nを使用し
ました。アンリツMS8901Aでほぼ同じ測
定値の得られることを確認しています。

測定方法は、ICメーカーのマキシム社ア
プリケーションノート2875¹⁾ノイズ指数を測定
する3つの方法²⁾から、利得法を参照してい
ます。

利得法によるNFの算出は、
 $NF = P + (174 \text{ dBm/Hz}) - G$
です。Pは、スペクトラムアナライザで測定し
た出力ノイズ(単位: dBm/Hz)で、Gは増
幅器の利得(単位: dB)です。接続方法を
図1に示します。入力端子に75Ωの抵抗を
接続します。出力にはスペクトラムアナライ

ザを接続します。この状態で、スペクトラム
アナライザの内蔵プリアンプをオンにしま
す。測定雑音がスペクトラムアナライザの
ノイズフロア(プリアンプオンの時、取扱説
明書より-23dBμV)より上でないと測定で
きません。ノイズフロアは約-160dBm/Hz
ですので、 $174 - 160 = 14$ 、余裕を見て利
得が15dB以上の増幅器ならば測定可能
となります。RBW (分解能帯域幅)とVBW
(ビデオ帯域幅)の比を0.3にするのが良い
とされていますので、 $RBW = 3 \text{ KHz}$ 、
 $VBW = 1 \text{ KHz}$ で測定します。RBWが小さい
ほどノイズフロアが下がりますので、測定
の実用範囲で小さくします。スペクトラムア
ナライザ内部でRBWをもとにPを計算して
dBm/Hzの単位で表示します。この状態で、

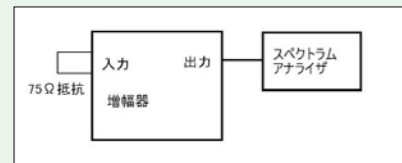


図1: 入力端子に75Ωの抵抗を接続する方法



写真1: UHFプリアンプ



写真2: UHFプリアンプ



写真3: 各種のダミー抵抗



図2: スペクトラムアナライザで測定した画面

増幅器の入力をオープンにした場合と75
Ωの抵抗を接続した場合を比較すると、抵
抗を接続すると2~3dBm/Hz上がるのが
わかります。これは75Ω抵抗の熱雑音を計
測していることになります。75Ω抵抗は一
般的なF型コネクタのダミー抵抗です。手
元にある何種類か(写真3)を測定しまし
たが発生する熱雑音に大きな差異はありま
せんでした。測定値は0.5dB以内に入ります
が同一のダミー抵抗を使用して測定しま
す。

写真1に示すUHFプリアンプは、周波数
500MHzにおいて、 $P = -143.96 \text{ dBm/Hz}$ 、
 $G = 27.2 \text{ dB}$ 、 $NF = 2.84 \text{ dB}$ と計算できま
す。スペクトラムアナライザで測定した画面
を図2に示します。平均化処理を100回行
なっています。計算式の174dBm/Hzは、



写真4: 入力出力レベルを測り、ゲインを計算する

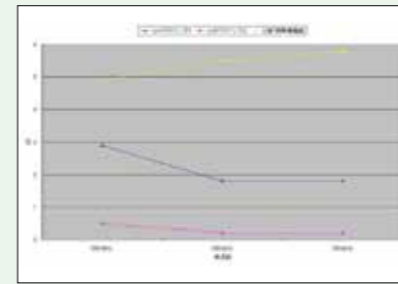


図3: UHFプリアンプのNF

絶対温度290度(17°C)の熱雑音で $10 \log$
(BT)から $10 \times \log(1.38 \times 10^{-23} \times 290 \times$
 $1000) = -174$ となります。室温が17°Cか
ら±10°C違ってても、-174ですので、通常
の室温であればそのまま計算式を利用でき
ます。なお、 1.38×10^{-23} はボルツマン定数で、
Tは絶対温度です。1000を乗じているの
は、WをmWに変換するためです。

増幅器のゲインは、別途、スペクトラムア
ナライザのTG(トラッキングジェネレータ)
を利用して測定しておきます。TGが無い場
合は、写真6のSG(シグナルジェネレータ)と
レベル計(写真5)で測定します。写真4のよ
うに増幅器にSGを接続して入力・出力レ
ベルを測りゲインを計算します。写真1と写
真2のUHFプリアンプのNFを図3に示しま
す。



写真5: レベル計

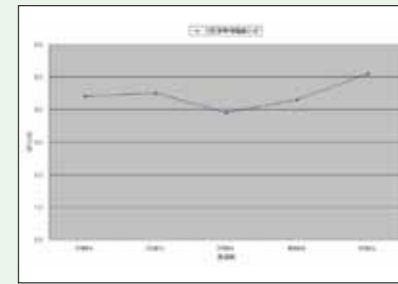


図4: 分配保障双方向増幅器の上り増幅部のNF

図3には、双方向分配保障増幅器の下り
周波数のNFも参考にプロットしてあります。
UHFアンテナ受信システムを構築する時、
電界強度が十分ではなくアンテナ直下に
プリアンプを置き同軸ケーブルで屋内に引
き込み分配する場合、NFが低くゲインの大
きいUHFプリアンプを使用したほうが有利
です。また、分配保障増幅器の下り増幅部
NFは5dB前後であり、想定される使用場
所では十分なNFであることがわかります。
図4に分配保障双方向増幅器の上り増
幅部のNFを示します。

このようにNFを測定することにより、より
効率よくシステム全体のCNについて考察
し、最適な製品を選択出来ることと思いま
す。



写真6: シグナルジェネレータ