

教科書と現場のインターフェース

**合点！電子回路入門**

石井 聡

Satoru Ishii

## 第10回 対数…回路を「見える化」させるツール【後編】

前回は対数を日常的な話でイメージし、「見える化」というキーワードで電子回路設計への応用について説明しました。また、常用対数を使った「レベルの違いを表すdB(デシベル)」について詳しく説明しました。

今回は、対数の応用である「dB」を、さらに深く理解していきましょう。そして回路のふるまいを計算するための自然対数の使い方、実際の実験により対数を本物の回路の動きから理解する、という話に進めていきましょう。

**測定結果を対数グラフで表そう  
(常用対数の使い方…その2)**

ここでの説明は、まったく異なるスケールのものを一度に取り扱えることがポイントです。その点を意識して読み進めてください。

**● 非常に広範囲な数値をグラフ化するときに対数が役に立つ**

前回の最初に「見える化」という話を出しました。実際の電子回路設計での見える化は、見たいところがよくわかるグラフのことだと言えるでしょう。

電子回路で「見える化」したいのに、普通にグラフをプロット(グラフの線を描く意味)するとわかりにくいものに、以下のような場合が挙げられます。

(1) 図10-1のように、回路が動作する周波数帯域が非常に広いもの(低いところから高いところの比として…という意味。ハイファイ・オーディオや高周波測定器などが例)⇒これは大体グラフのX軸方向



図10-1 普通にグラフをプロットするとわかりにくいもの①  
周波数帯域(グラフの横軸)が非常に広いもの

の大きさとして作図される

(2) 図10-2のように、信号のレベルが非常に広範囲にわたっているもの(音響システムや深宇宙探査衛星通信の場合が例)⇒これは大体グラフのY軸方向の大きさとして作図される

この2点はそれぞれ電子回路として考えるまでもなく、日常生活で「このようなものは結構広範囲である」ことは直感的にわかるものでしょう。

さて図10-1のように、普通のグラフで表すと、高い周波数(4186 Hz～8372 Hz)のあたりの変化は図から読み取れますが、低い周波数(32.7 Hz～65.4 Hz)での違いを「見える化」できていません。

**▶ 広い周波数範囲で大事な部分を「見える化」するには対数が必要**

これを対数で考えてみましょう。前回(2008年2月号)の図9-5のように「対数のものさし」上では、 $n$ 倍する前と後の大きさ同士の距離は、もとの値が何であっても同じでした。この特徴のためX軸を対数にすれば、図10-3で考えると、グラフ上でも10 Hz～

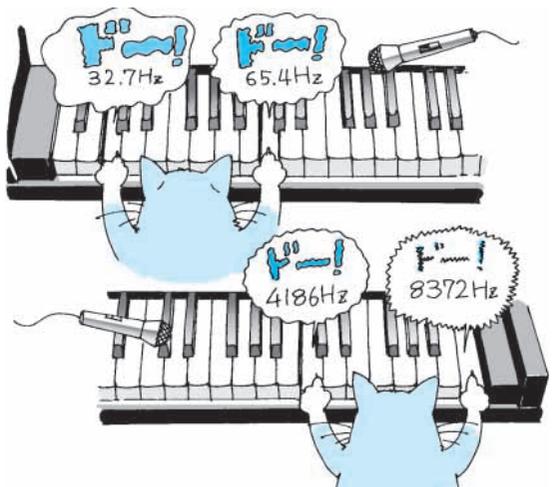




図10-2 普通にグラフをプロットするとわかりにくいもの②  
信号のレベル(グラフの縦軸)が非常に広範囲にわたっているもの

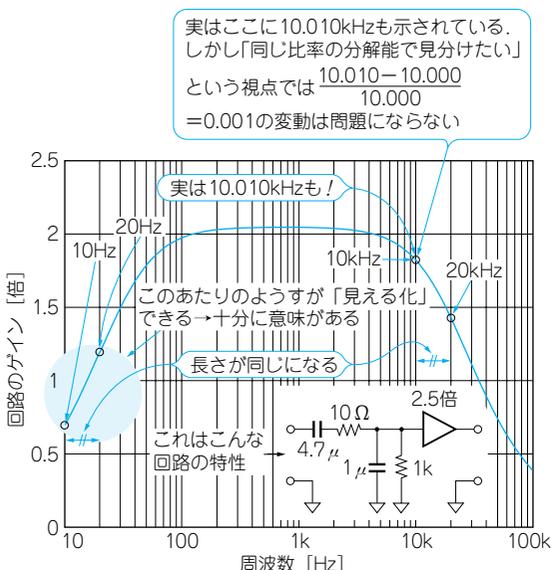


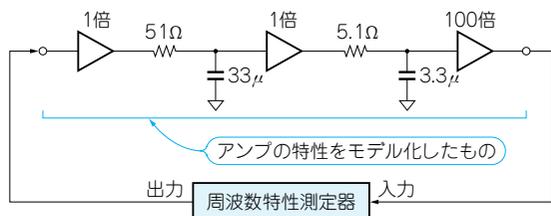
図10-3 10.000 kHz～10.010 kHzの変動はあまり問題ではないが、10 Hz～20 Hzでの変動は十分に見る意味がある

20 Hzの距離と10 kHz～20 kHzでの距離が同じになります。そのため10 Hz～20 Hzあたりの変化のようすを「見える化」させることができます。

その一方で、同じく図10-3に示すように「10 Hzに相当する10 kHz～10.010 kHzの間の変動は見えなくてもよいのか?」という疑問が生じます。これについては、前回のピアノの鍵盤の話で説明したとおり、それぞれの周波数に応じた同じ比率の分解能で見分けたという視点では、「(10.010 kHz - 10.000 kHz) / 10.000 kHz = 0.001の変動はあまり問題ではない。逆に10 Hz～20 Hzでの2倍の変動は十分に見る意味がある」ということがわかると思います。

▶非常に広範囲にわたっている信号のレベルの場合も同じこと

ここまでの説明は、X軸側での軸目盛りとしてよく



▶示される増幅率は入力インピーダンス=∞, 出力インピーダンス=0だとしている

図10-4 アンプの特性をモデル化したものと、その周波数特性を測定するシステム

利用される「周波数」で説明してきました。一方で、Y軸側の軸目盛りとして利用されるもの、それ自体は多岐にわたりますが、一番多いのはアンプのゲインをグラフ化することでしょう。

このようすを図10-4に示します。これは、アンプの電圧増幅率の周波数特性を抵抗とコンデンサでモデル化した一例と、その周波数特性を測定するシステムです。

この電圧増幅率をそのまま(真数で)表すと、図10-5(a)のようになります。横軸である周波数軸は対数にしてあることに注意してください。ところがこれだと、増幅度が低下してきた(周波数が高くなってきた)ところの変化していくようす、例えば5000 Hzから10000 Hzの変化量…はよくわかりませんね。

そこで対数を用いて、縦軸のY軸をdBに変換してプロットしてみます。これが図10-5(b)です。dBに変換すると、増幅度が低下してきたあたりの変化のようすが拡大されるように、よく「見える化」されることがわかります。これは対数にすると、大きさが小さいものは拡大されて見えるようになるためです。