

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9回 対数…
回路を「見える化」させるツール【前編】

対数とは、長さを例にすれば図9-1のように、ある値(例えば1m)を基準として、陽子のサイズ、分子のサイズ、太陽系のサイズ、銀河系のサイズまでも、その大きさごとに合った比率を維持したままで、それらの値を一つのものさしで表すようなものです。つまり、机の上に載る程度の一つの図表の上で、これらのもっとも異なるスケールのものを取り扱えるものだと言えます。

電子回路においても、取り扱う信号の大きさや周波数の範囲がとても広いことがあります。プロの回路設計実務では、このために対数が用いられます。まずは対数の基本的な考え方を説明し、引き続き電子回路の設計現場で日常用いられる対数について、その使い方を説明していきましょう。

電子回路の取り扱う大きさの範囲は
とても広い

対数は、電子回路の動きを見やすい形でグラフ/数値化できるツールです。数学的に深いところに入り込まずに、回路計算で知っていればよいレベルをここでは見極めてみましょう。

● 電圧の大きさはどのくらいの範囲を扱うか

実際の電子回路を設計するという視点で見ると、「部品の精度がかなり悪い」と言っても数パーセントのオーダーですが、取り扱う信号の大きさの範囲となるとかなり広いものになります。視点は電子回路ですが、範囲という考えでは図9-1と同じようなものだと言えます。

▶ 音響システムの場合は数mV～数百V

マイクの入力を一例として考えてみると、ささやき声から叫び声まで、とても広い範囲の大きさの信号が入ってきます。野球ドームで開催されるような大型コンサートで、歌手の歌声を拾うマイクの信号の大きさ(数mV程度)を大出力アンプで増幅して、ドーム天井にある大型スピーカを大音響で鳴らす(数百V程度)などという場合は、その取り扱う電圧の大きさの範囲はかなり広いものになります。

広い範囲とは言っても、これらを一つのグラフとして図式化したときに、マイクの1mVと2mVとは区別でき、スピーカを駆動する100Vと200Vも区別して図中で見えるようにしておきたいですね。

▶ 深宇宙探査衛星の場合は天文学的！

また、深宇宙探査衛星が海王星あたりから数十Wの送信出力で映像を送ってくる無線信号の場合などは、

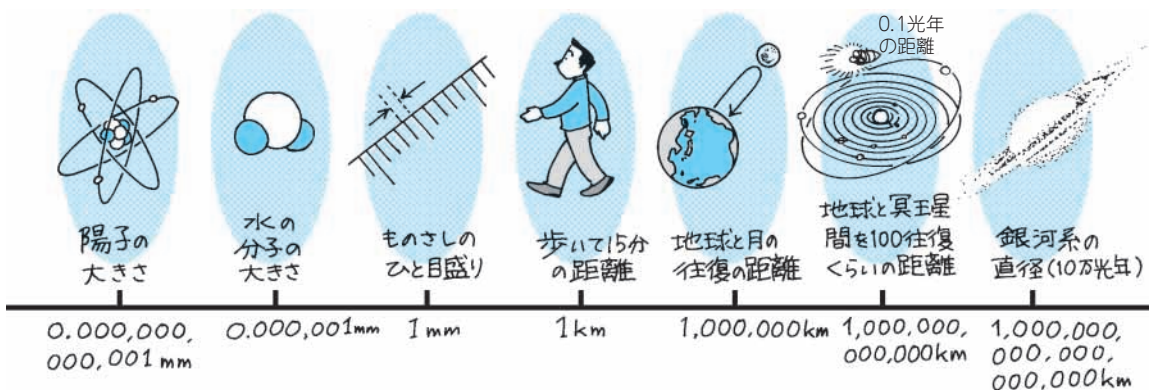


図9-1 「陽子のサイズから銀河系のサイズまで」のような広範囲の数を扱う場面が電子回路でもある

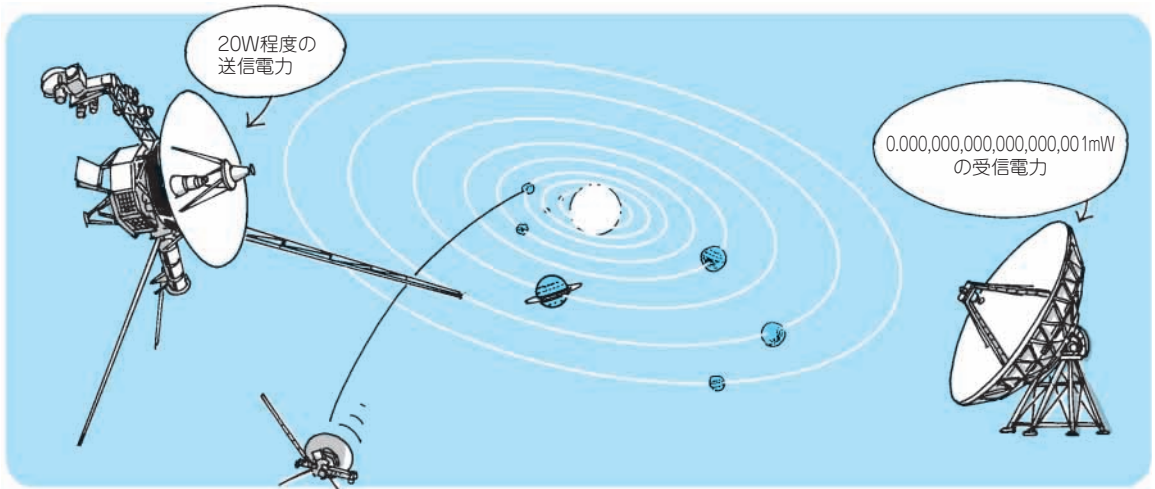


図9-2 天文学的な数の範囲を扱う場合もある

大型パラボラ・アンテナで受信した出力のレベルでも大体0.000,000,000,000,000,001 mW (10^{-18} mW)程度になります。この微小な無線信号のレベルから、アナログ-デジタル変換回路で認識できる数Vのレベルまで増幅するにはかなりの増幅率が必要です(図9-2)。

これも「天文学的数値」ともいえるような(宇宙探査なので当然天文学だが)範囲の大きさを取り扱う電子回路システムだといえます。この数Vのレベルから天文学的な微小なレベルも、一つのグラフだとか、見やすい数値の形で、何とか表しておきたいですね。

- 周波数ほどのくらの範囲と分解能が必要か
周波数についても同じです。オーディオ機器などの

場合は数Hzから数十kHzという、これも非常に広い範囲の周波数を取り扱います。「数Hzから数十kHz? その間を単純に直線的に考えればいいんでしょう?」という疑問も当然出てくるでしょう。

ところが本当は、10 Hz対20 Hzと、10 kHz対20 kHzとの関係は、同じ分解能でグラフ上で見分けたいのです。

▶ ピアノを例にしてみると周波数に応じた分解能の意味が理解できる

これは例えば、写真9-1のようなピアノでは、①のド(131 Hz)と、②のド(262 Hz)は1オクターブ(周波数で2倍)、かつ③のド(1047 Hz)と④のド(2093 Hz)も1オクターブの関係になっています。この例から、

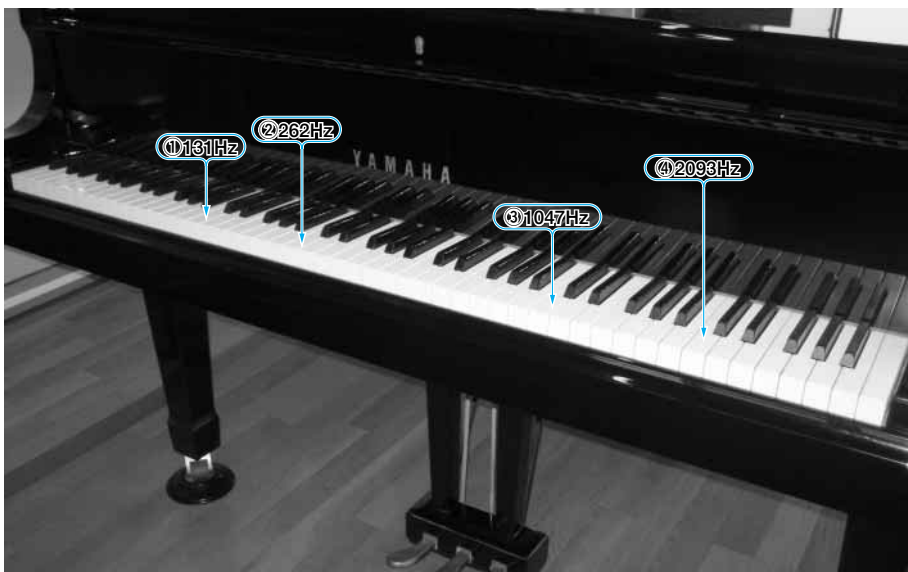


写真9-1 ピアノの鍵盤で見られるキーごとの周波数関係が実は「対数」である