

# 超入門！電子回路 抵抗とコンデンサ +

星 貴之  
平成 22 年 6 月 28 日

## 1. はじめに

本稿では、前資料「抵抗とコンデンサ」で軽く流したボデー線図について補足する。

## 2. ボーデ線図

前資料と同様、次式で表される一次 LPF を例題として取り上げる。“一次”は分母の  $\omega$  の次数が 1 であることを示している。カットオフ周波数  $\omega_c$  (ゲインが  $1/\sqrt{2}$  になる周波数) は  $\omega_c = 1/CR$  である。ちなみにゲインの変曲点は  $\omega = 1/\sqrt{2} CR$  にある。

$$H(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega CR} \quad (1)$$

この伝達関数  $H(\omega)$  のゲイン  $|H(\omega)|$ 、位相  $\arg\{H(\omega)\}$  を図示したものがボデー線図である。前資料では線形プロットを掲載したが、ボデー線図ではゲインをデシベルで表し ( $20 \log|H(\omega)|$ )、周波数に対しても対数をとる (Fig.1)。

ゲインに着目すると、カットオフ周波数 (Fig.1 ではおよそ 1 kHz) より低い周波数ではほぼ 1、高い周波数ではほぼ直線的に減衰していくことがわかる。これは  $H(\omega)$  の分母の 1 と  $j\omega CR$  の比較から、次式のような近似が成り立つためである。

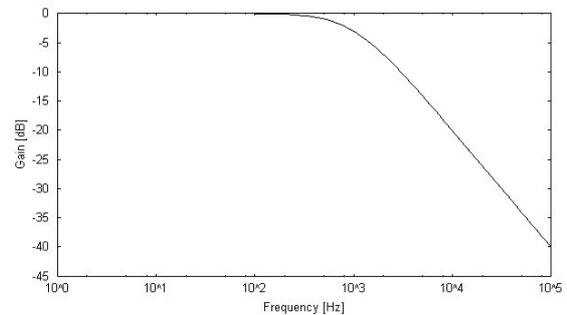
$$H(\omega) \simeq \begin{cases} 1 & (\omega \leq \omega_c) \\ 1/j\omega CR & (\omega > \omega_c) \end{cases} \quad (2)$$

この減衰の傾きは、フィルタの性能を表す指標として用いられる。一次のフィルタの場合には、周波数が 2 倍になるとゲインが 1/2 倍になる。これは  $-6 \text{ dB/oct}$  と表される (oct は “octave” の略)。また周波数が 10 倍になるとゲインが 1/10 倍になることから、 $-20 \text{ dB/dec}$  とも表される (dec は “decade” の略)。一般に、 $n$  次のフィルタの傾きは  $-6n \text{ dB/oct}$  であり、次数が高いほど急峻な減衰特性が得られる。

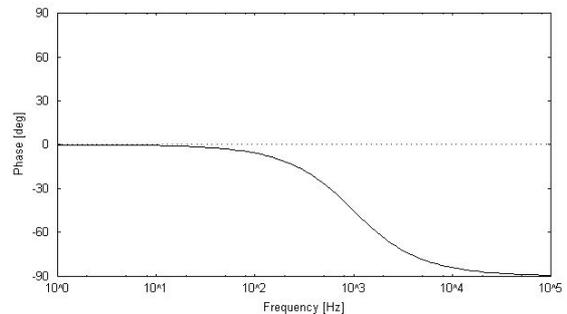
## 3. おわりに

以下の数値には出会うことが多いので、覚えておくことが便利である。

$-6 \text{ dB}$     $1/2$  倍,    $-20 \text{ dB}$     $1/10$  倍,    $1/\sqrt{2} \approx 0.7$ .



(a) 振幅特性



(b) 位相特性

Fig.1 振幅特性と位相特性 ( $R = 1.6 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$ ).  
カットオフ周波数  $f_c = 1/2\pi CR \approx 1 \text{ kHz}$ .