

第7章

多様なフィルタ特性をローパス・フィルタから設計しよう

周波数変換による各種アナログ・フィルタの導出

本章では、プロトタイプとしてのローパス・フィルタ(バターワース, チェビシェフ, 逆チェビシェフ, 連立チェビシェフの各特性)を利用して, 適当な変数変換を行えばハイパス, バンドパス, バンド・エリミネートの各種フィルタが容易に得られることを示す. その際, 周波数変換とフィルタの周波数特性(利得)との関係をつまびらかにし, Scilabを活用してアナログ・フィルタの伝達関数を導出するプロセスを理解してもらう.

7.1 プロトタイプ(基準)ローパス・フィルタ

これまでは, ほとんどローパス・フィルタを中心に解説をしてきました. なぜなら, ローパス・フィルタを基準にして適当な変数変換(周波数変換)を行うことによって, 希望の周波数帯域をもつハイパス・フィルタ, バンドパス・フィルタ, バンド・エリミネート・フィルタが得られることに基

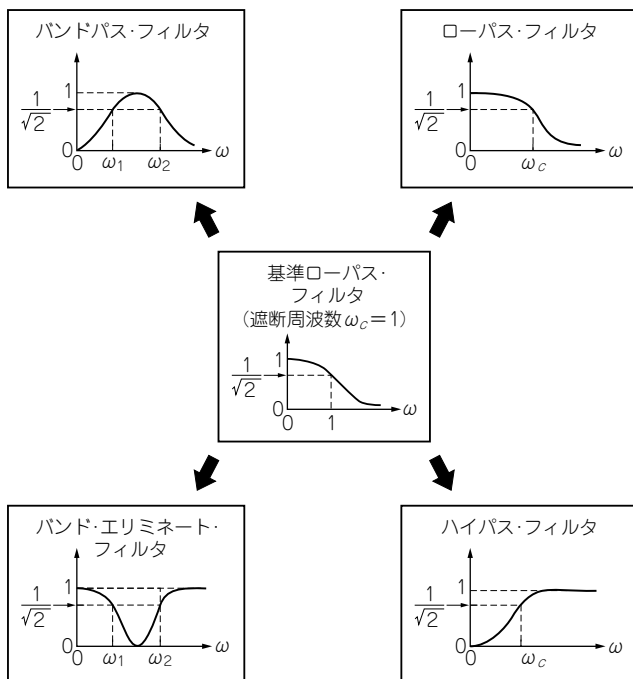


図 7.1
周波数変換による
各種フィルタの設計
(バターワース特性)

この周波数変換する前のもとなるローパス・フィルタを、基準(プロトタイプ)LPFといい、遮断周波数 ω_c は 1 [rad/秒] としています。なお、例示するフィルタはバターワース特性とします。

7.2 ローパスからローパスへの変換

いま、遮断周波数 ω_c が 1 [rad/秒] の基準 LPF の伝達関数を $G_0(s)$ とするとき、希望のローパス・フィルタに変換することは、図 7.2 からわかるように、次の変数変換を行うことに相当します。

$$s \Rightarrow \frac{s}{\omega_c} \dots\dots\dots (7.1)$$

つまり、

$$G_{LP}(s) = G_0\left(\frac{s}{\omega_c}\right) \dots\dots\dots (7.2)$$

を計算すれば、遮断周波数 $\omega_c (\neq 1)$ のローパス・フィルタの伝達関数 $G_{LP}(s)$ が得られます。

試しに、遮断周波数 $\omega_c = 5$ [rad/秒] の 2 次のバターワース形 LPF を、バターワース特性を有する基準 LPF の伝達関数 $G_0(s)$ から式 (7.2) の周波数変換を適用することにより設計してみましょう(実行例 7.1, 図 7.3)。

実行例 7.1 (バターワース形基準 LPF)

```

-->[pols,gain]=ppbutt(2,1); .....①
-->gs0=gain/real(poly(pols,'s')) .....②
gs0 =

          1
-----
                2
1 + 1.4142136s + s

-->u=s/5; .....③
-->gss=horner(gs0,u) .....④
gss =

          1
-----
                2
1 + 0.2828427s + 0.04s

-->aspec(gs0,0:20,'rad',0); .....⑤
-->aspec(gss,0:20,'rad',0); .....⑥

```