

# デジタル通信と信号処理

## 2次IIRフィルタ

### Excelプログラムの説明

#### ◆標準化周波数

$$f_s = 8 \text{ Hz (固定)}$$

#### ◆零点と極(数値入力)

$$\text{零点} = r_z e^{j\omega_z T}, \omega_z = 2\pi f_z, T = 1/f_s$$

$$\text{極} = r_p e^{j\omega_p T}, \omega_p = 2\pi f_p, T = 1/f_s$$

$$\text{Zero} - r \rightarrow r_z, \quad \text{Zero} - f \rightarrow f_z$$

$$\text{Pole} - r \rightarrow r_p, \quad \text{Pole} - f \rightarrow f_p$$

#### ◆伝達関数の係数

$$\text{分子} = h_0(1 - 2r_z \cos(\omega_z T)z^{-1} + r_z^2 z^{-2})$$

$$a_0 = h_0, \quad a_1 = -2h_0 r_z \cos(\omega_z T), \quad a_2 = h_0 r_z^2$$

$$\text{分母} = 1 - 2r_p \cos(\omega_p T)z^{-1} + r_p^2 z^{-2}$$

$$b_0 = 1, \quad b_1 = -2r_p \cos(\omega_p T), \quad b_2 = r_p^2$$

#### ◆伝達関数

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}$$

#### ◆周波数特性

$$H(e^{j\omega}) = \frac{a_0 + a_1 e^{-j\omega T} + a_2 e^{-j2\omega T}}{1 + b_1 e^{-j\omega T} + b_2 e^{-j2\omega T}}$$

分子の実部( $N - Re$ ):  $R_N = a_0 + a_1 \cos\omega T + a_2 \cos 2\omega T$

分子の虚部( $N - Im$ ):  $I_N = -a_1 \sin\omega T - a_2 \sin 2\omega T$

分母の実部( $D - Re$ ):  $R_D = 1 + b_1 \cos\omega T + b_2 \cos 2\omega T$

分子の虚部( $D - Im$ ):  $I_D = -b_1 \sin\omega T - b_2 \sin 2\omega T$

$$\text{振幅特性} = \frac{\sqrt{R_N^2 + I_N^2}}{\sqrt{R_D^2 + I_D^2}}$$

#### ◆時間応答の計算

$$w(n) = x(n) - b_1 w(n-1) - b_2 w(n-2)$$

$$y(n) = a_0 w(n) + a_1 w(n-1) + a_2 w(n-2)$$

#### ◆入力信号

$$x(n) = c_1 \cos(2\pi f_1 T) + c_2 \cos(2\pi f_2 T)$$

#### ◆インパルス応答計算

Impulse = 1 とすると

$$x(n) = \delta(n) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 0, & n \neq 0 \end{cases}$$

となり、 $y(n)$  = インパルス応答となる。