

20315784 佐藤 凌雅

フィードバック制御系の安定性を確保するための、ゲイン補償、位相遅れ補償、位相進み補償の3つの手法と、ボード線図を使って説明せよ。

フィードバック制御系において、

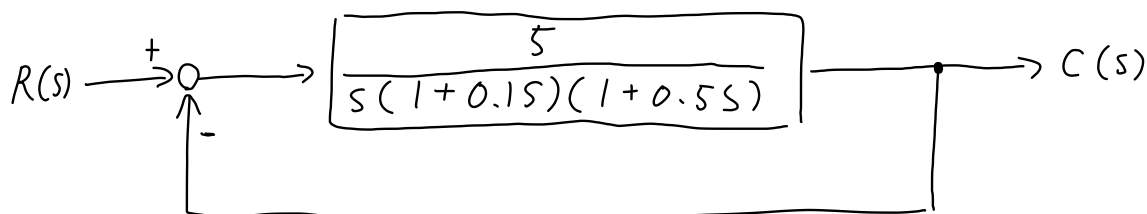
$\left\{ \begin{array}{l} \zeta \text{ が 小さすぎる} \rightarrow \text{応答が振動的} \\ \zeta \text{ が 大きすぎる} \rightarrow \text{定常値に達するまで時間がかかる} \end{array} \right.$

$\rightarrow$  通常は  $\zeta = 0.35 \sim 0.7$  の範囲で選ぶ。

これは位相余裕  $\phi_m = 40^\circ \sim 65^\circ$  に相当する。

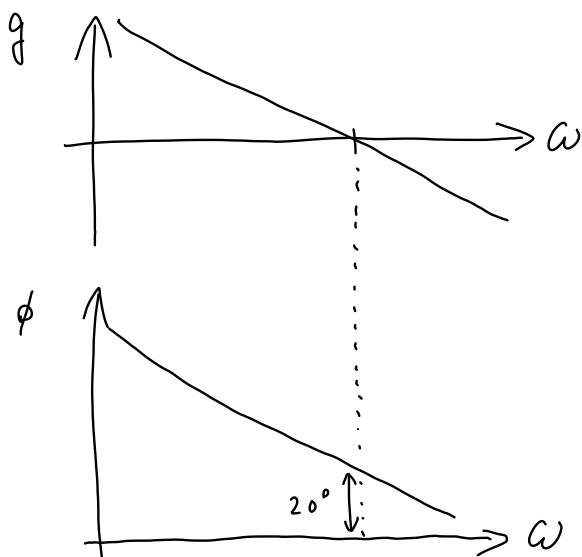
$\zeta$  の値が基準よりも大きくやれているときは、過渡特性補償を行う。

今回 次のようなフィードバック制御系を考える。



この系の一巡周波数応答は

位相余裕  $\phi_m = 20.0^\circ$ , ゲイン交差周波数  $\omega_{cg} = 2.8 \text{ [rad/s]}$



これを2次系に近似すると

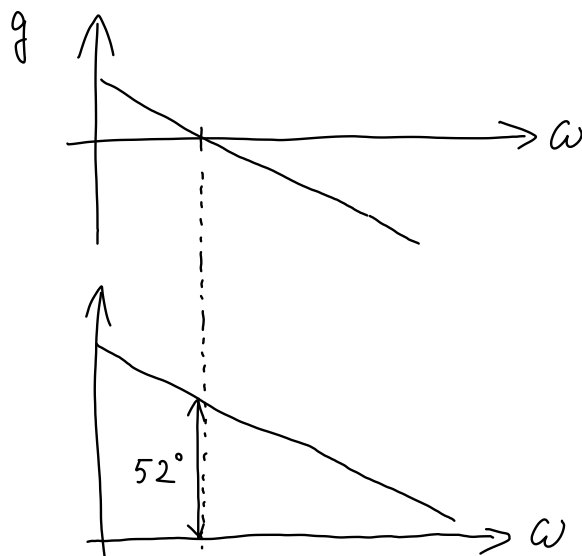
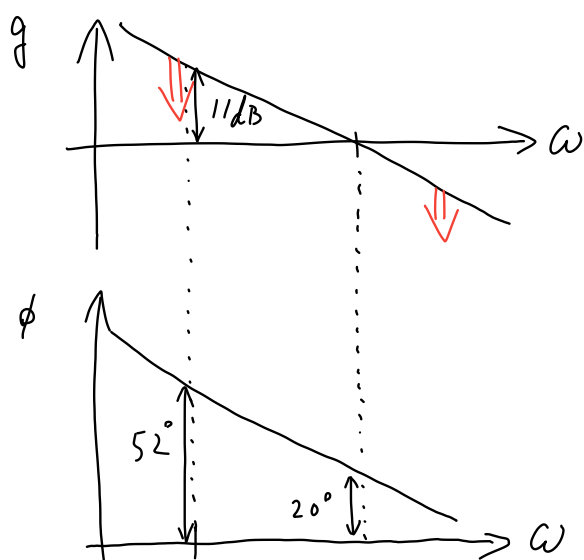
$\zeta = 0.175$ ,  $\omega_n = 2.89 \text{ [rad/s]}$

となり、基準の  $\zeta = 0.35 \sim 0.7$  からかけはなれている。これを3つの補償方法で補償することを考える。

## ○ゲイン補償

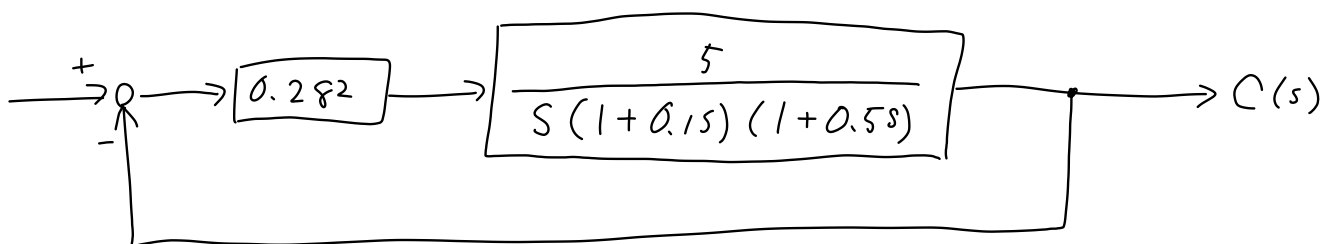
今回、位相余裕を  $52^\circ$  としたい。

一番単純な方法はゲイン特性曲線を下げることである。



このようにゲインを（今回は  $11\text{ dB}$ ）下げることで、位相余裕を改善できる。  
ゲインを  $11\text{ dB}$  下げるとき、

$$-11 = 20 \log_{10} G \rightarrow \log_{10} G = -\frac{11}{20} \quad G = 0.282$$



となる。つまり、過渡特性は改善されるが、ひきかえに定常特性が悪化する。

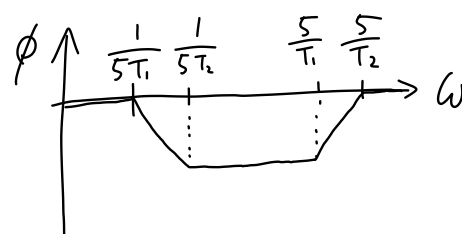
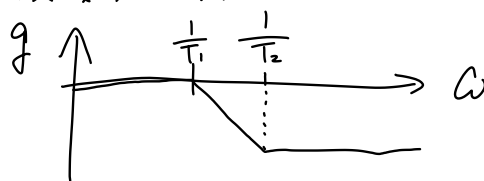
## ○位相遅れ補償

ゲイン補償法では、過渡特性の改善のためにゲインを一様に下げた。

それに対して遅れ補償では高周波領域でのみゲインを一様に下げる。

このとき、次のような位相遅れ補償要素を挿入する。

$$G = \frac{1 + sT_2}{1 + sT_1}$$



# 位相進み補償

ゲイン補償や位相遅れ補償ではゲインを下げることで安定化を図った。

一方で、位相進み補償では高周波領域の位相を進めることで、安定性を高める。位相進み補償要素の伝達関数は、

$$G_c(s) = \frac{1 + sT_2}{1 + sT_1}$$

