フィードバック制御系の定常特性

制御工学１ ⑦

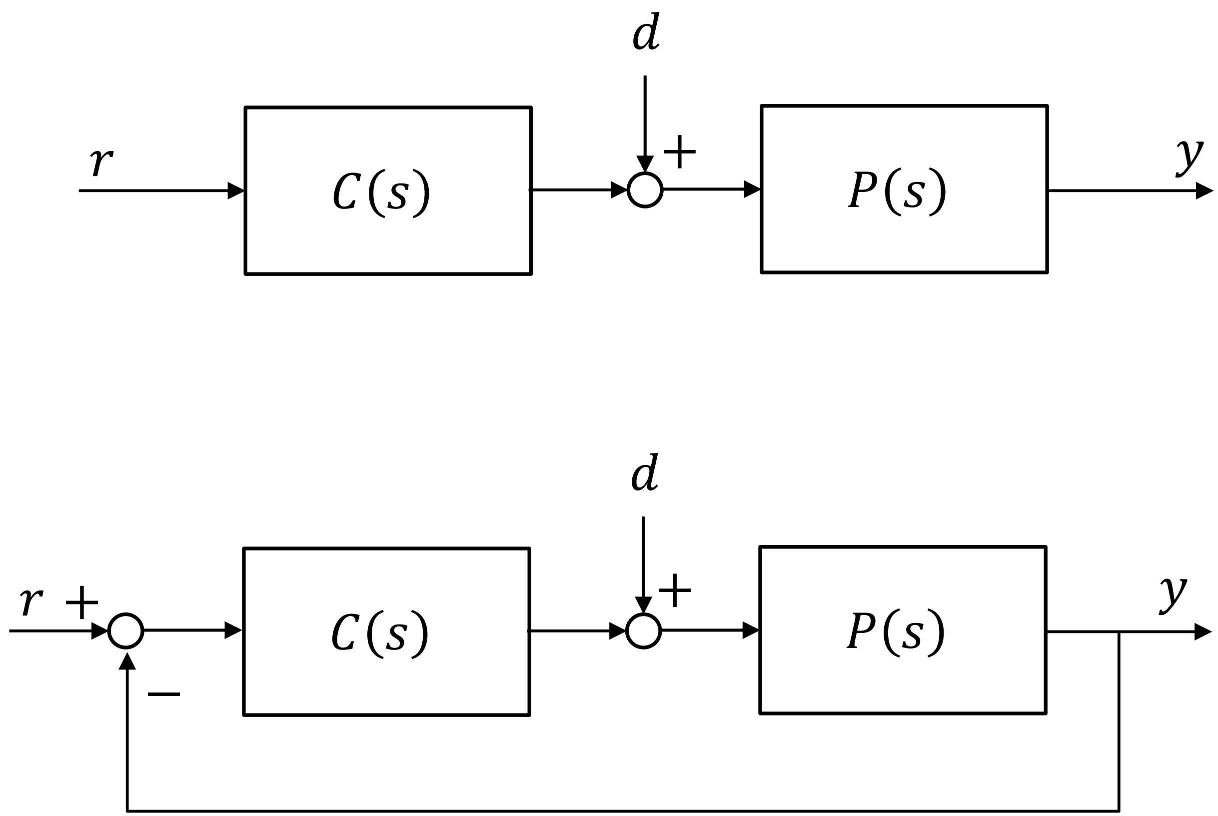
機械理工学専攻

細田　耕

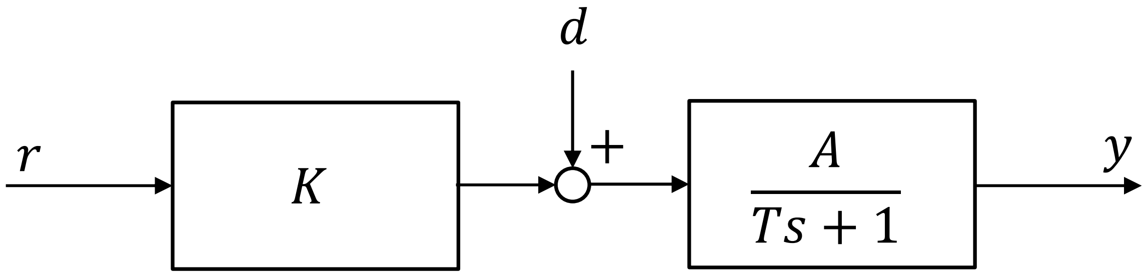
本日の授業のゴール

- フィードバック制御系
- モデル化誤差，感度関数
- 定常偏差

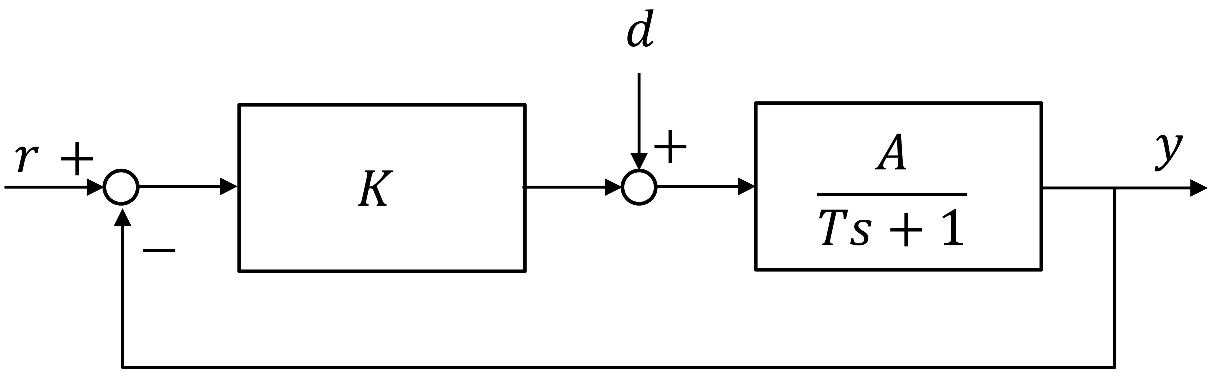
フィードフォワード制御系とフィードバック制御系



一次遅れ系＋定数ゲイン
FF制御系とFB制御系

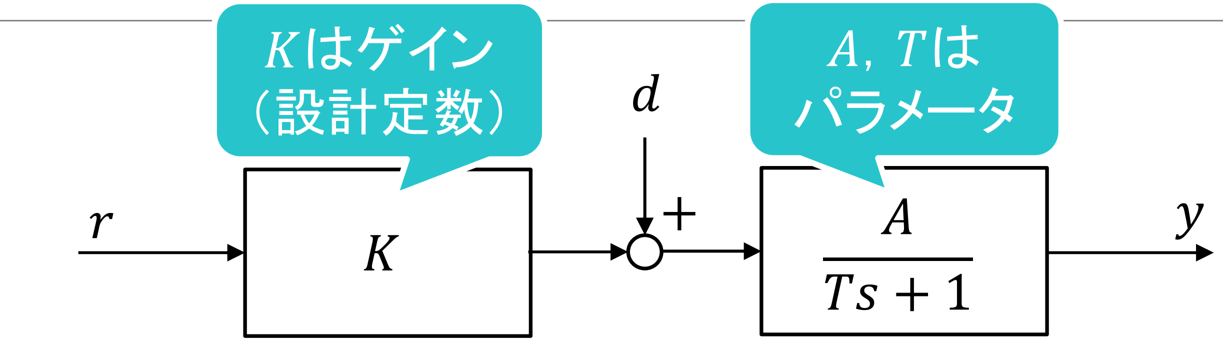


$$y(s) = P(s)C(s)r(s) = \frac{AK}{Ts+1}r(s)$$

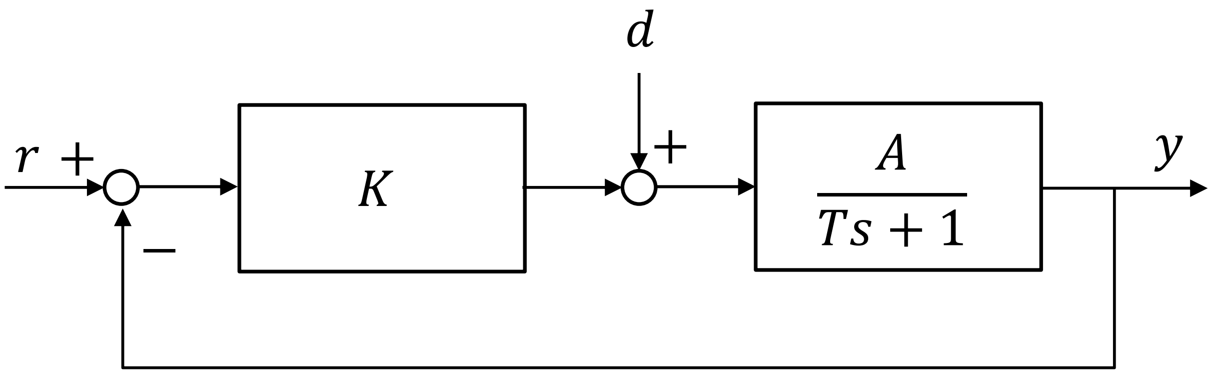


$$y(s) = \frac{P(s)C(s)}{1+P(s)C(s)}r(s) = \frac{AK}{Ts+1+AK}r(s)$$

一次遅れ系＋定数ゲイン
FF制御系とFB制御系

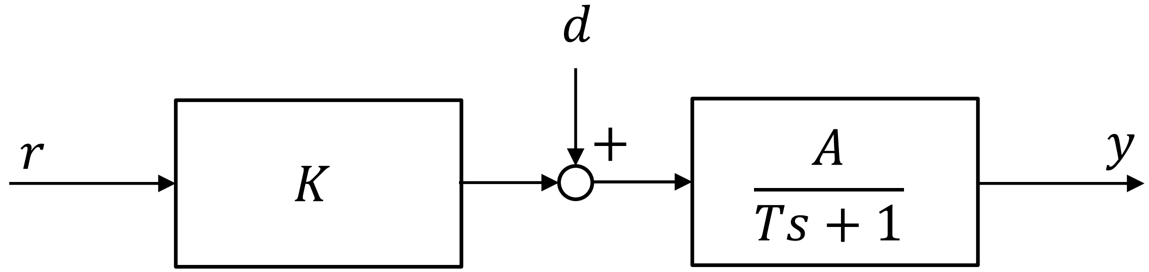


$$y(s) = P(s)C(s)r(s) = \frac{AK}{Ts+1}r(s)$$



$$y(s) = \frac{P(s)C(s)}{1+P(s)C(s)}r(s) = \frac{AK}{Ts+1+AK}r(s)$$

一次遅れ系＋定数ゲインフィードフォワード制御系



$$y(s) = P(s)C(s)r(s) = \frac{AK}{Ts+1}r(s)$$

ステップ応答は

$$y(t) = AK\left(1 - e^{-t/T}\right)$$

となるので，

$$y(\infty) = AK$$

$K = 1/A$とすれば，$y(\infty) = r(\infty) = 1$となって，めでたしめでたし

一次遅れ系＋定数ゲインフィードフォワード制御系

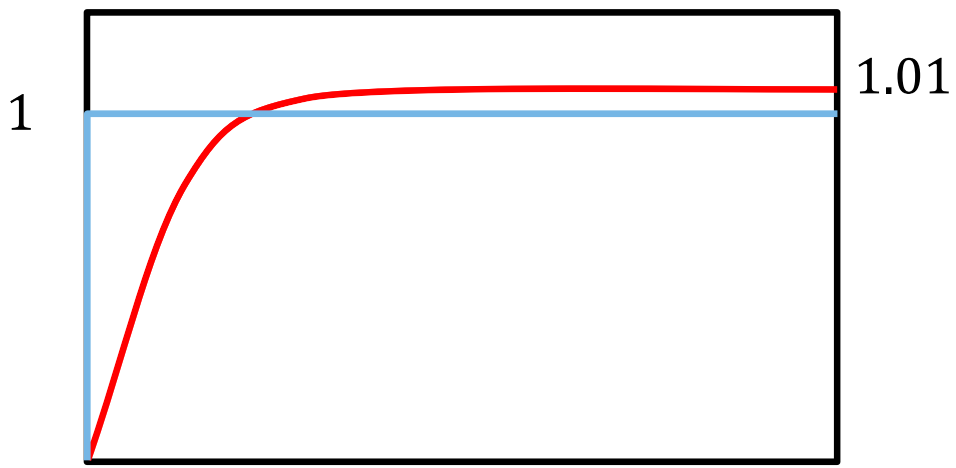
$$y(\infty) = AK$$

Aが正確にわかっているときには$K = 1/A$とすればいいのだけど，たとえば1%狂ってて$1.01A$だったとすると，

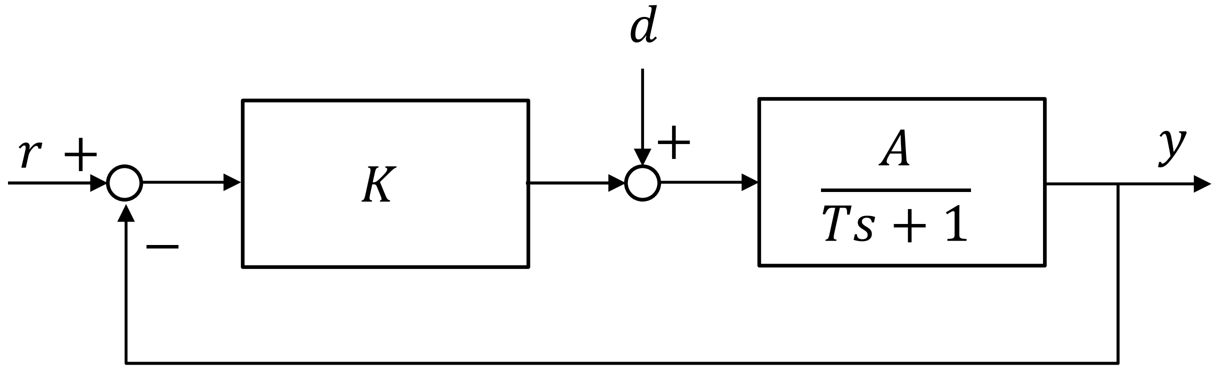
$$y(\infty) = 1.01$$

モデル化誤差

となって「定常偏差」が残る



一次遅れ系＋定数ゲインフィードバック制御系



$$y(s) = \frac{P(s)C(s)}{1+P(s)C(s)} r(s) = \frac{AK}{Ts+1+AK} r(s)$$

ステップ応答は

$$y(t) = \frac{AK}{AK+1}\left(1 - e^{-(AK+1)t/T}\right)$$

となるので，

$$y(\infty) = \frac{AK}{AK+1}$$

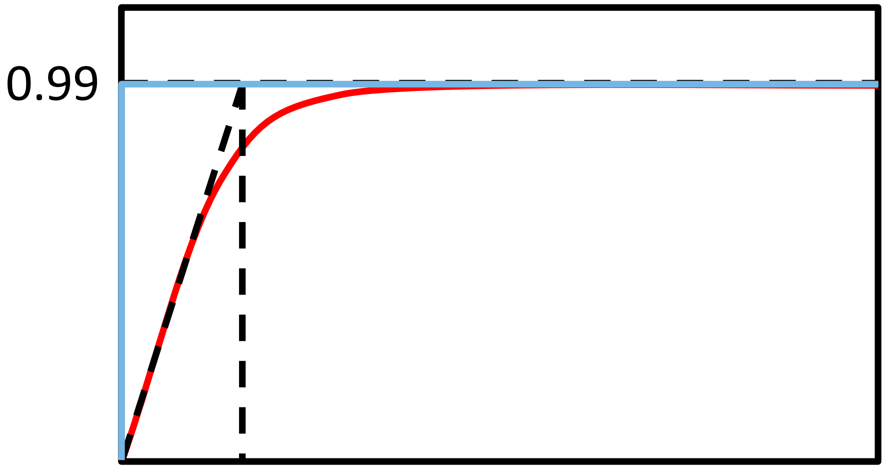
一次遅れ系＋定数ゲインフィードバック制御系

$$y(\infty) = \frac{AK}{AK+1}$$

Aが1%狂ってて$1.01A$だったとしても，$K = 100$なら

$$y(\infty) = 101/102$$

で，ほぼ1になり，定常偏差は限りなく0 になる.



モデル化誤差と感度関数

制御対象（プラント）の伝達関数が$P(s) \rightarrow \tilde{P}(s)$と変化したとする

相対的な変動率Δ_Pを

$$\Delta_P = \frac{P(s) - \tilde{P}(s)}{\tilde{P}(s)}$$

とし，その結果，閉ループ伝達関数が$T(s) \rightarrow \tilde{T}(s)$と変化したとすると

同じように相対的な変動率Δ_Tを

$$\Delta_T = \frac{T(s) - \tilde{T}(s)}{\tilde{T}(s)}$$

として，

$$\Delta_T = \frac{1}{1 + P(s)C(s)} \Delta_P$$

となる．この係数を感度関数という