

第8章：フィードバック制御系の設計法

8.2 PID 補償による制御系設計

キーワード：P(比例), I(積分), D(微分)

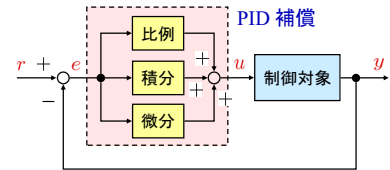
学習目標：P補償, PI補償の有効性について理解し, その設計を習得する。

1

8. フィードバック制御系の設計法
8.2 PID補償による制御系設計

(偏差の)

- 比例 (Proportional)
- 積分 (Integral)
- 微分 (Derivative)



➡ PID制御

図8.2 PID 補償

2

P 補償

コントローラ $K_P(s) = K_P$
比例ゲイン (定数)

- ・定常位置偏差を(必ずしも)0にできない (積分器が必要: 型)
- ・ゲインの増大
➡ 不安定になり得る

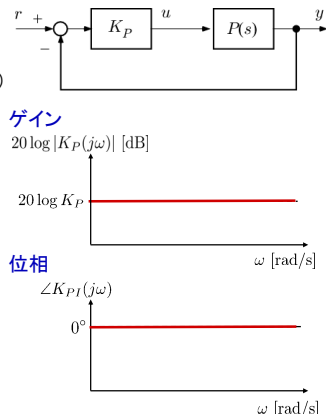


図 P 補償のボード線図

3

PI 補償

コントローラ

$$K_{PI}(s) = K_P + \frac{K_I}{s} = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} \right)$$

$T_I = \frac{K_P}{K_I}$ (積分時間)
 $\frac{1}{s}$ は積分を表す

定常特性の改善

低周波: -20 dB/dec
ゲイン大, $\omega \rightarrow 0$ で ∞

“偏差が残っている限り,これが積分されて操作量に反映される”

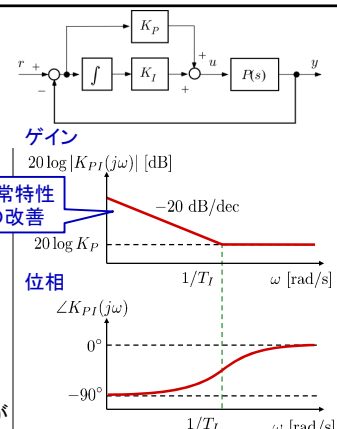


図8.3 PI 補償のボード線図

4

[例 8.1]

制御対象 $P(s) = \frac{10}{(s+1)(s+10)}$

P 補償

$K_P = 10$
 $L_P = PK_P = \frac{100}{(s+1)(s+10)}$

PI 補償

$K_{PI} = \frac{s+1}{s} = 1 + \frac{1}{s} \left(\begin{matrix} K_P = 1 \\ K_I = 1 \end{matrix} \right)$
 $L_{PI} = PK_{PI} = \frac{10}{s(s+10)}$

- ➡ 定常偏差 = 0
- 低周波ゲインが大きい (しかし応答は遅い)
- 交差周波数が低い

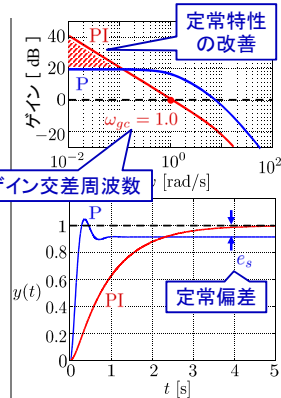
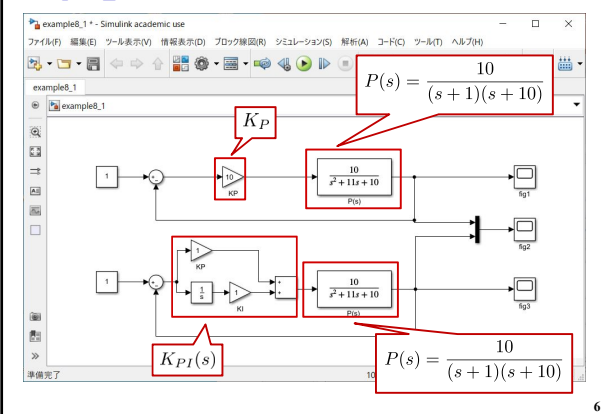


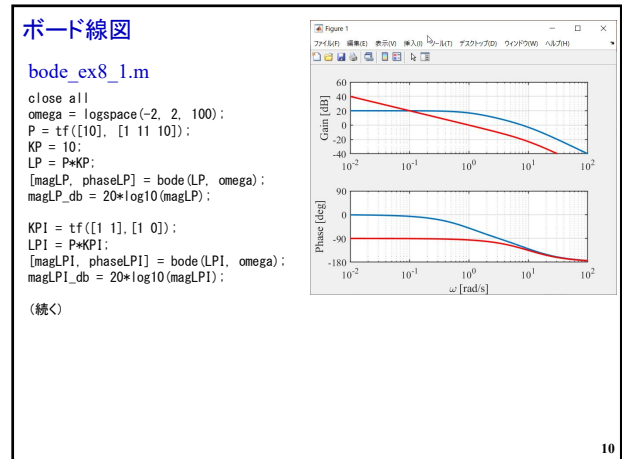
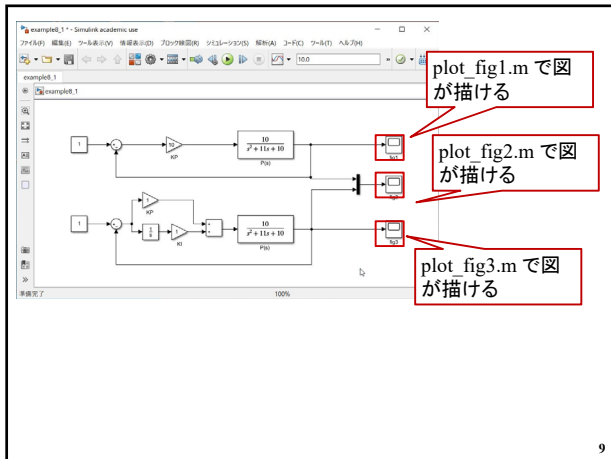
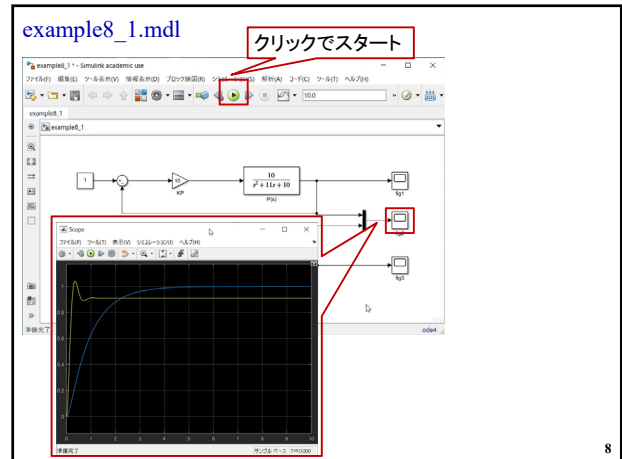
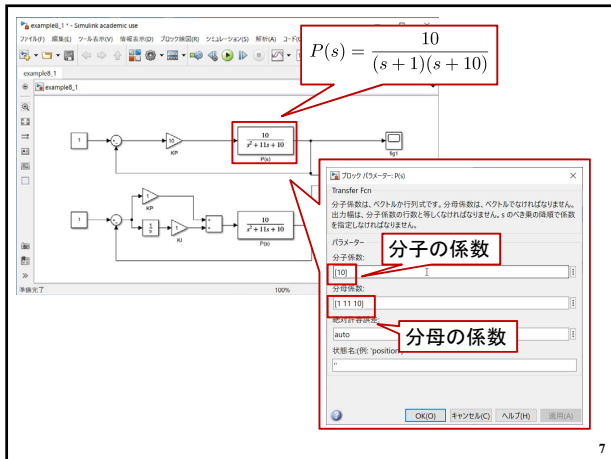
図8.4 開ループゲインとステップ応答

5

example8_1.mdl



6



```

figure(1)
subplot(2,1,1)
semilogx(omega, magLP_db(:), 'Linewidth', 2)
hold on
semilogx(omega, magLPI_db(:), 'r', 'Linewidth', 2)
grid on
ylabel('Gain [dB]', 'fontsize', 14, 'fontname', 'times')
set(gca, 'fontsize', 14, 'fontname', 'Times New Roman')
set(gca, 'linewidth', 1)
axis([1e-2 1e2 -40 60])
set(gca, 'xtick', [1e-2, 1e-1, 1e0, 1e1, 1e2])

subplot(2,1,2)
semilogx(omega, phaseLP(:), 'Linewidth', 2)
hold on
semilogx(omega, phaseLPI(:), 'r', 'Linewidth', 2)
grid on
xlabel('Yomega [rad/s]', 'fontsize', 14, 'fontname', 'times')
ylabel('Phase [deg]', 'fontsize', 14, 'fontname', 'times')
set(gca, 'fontsize', 14, 'fontname', 'Times New Roman')
set(gca, 'linewidth', 1)
axis([1e-2 1e2 -180 90])
set(gca, 'xtick', [1e-2, 1e-1, 1e0, 1e1, 1e2])
set(gca, 'ytick', [-180, -90, 0, 90])
    
```

[後期第1回レポート]

制御対象 $P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+5)}$

【問題1】

P制御 $K_P(s) = K_P$ を行い、定常偏差が 0.05 以下になる K_P を設計して下記を答えよ。

- (1) K_P
- (2) 応答波形
- (3) 開ループ伝達関数のボード線図
- (4) ゲイン交差周波数 ω_{gc}

制御対象 $P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+5)}$

【問題2】

定常偏差が0になるコントローラ $K(s)$ を設計して下記を答えよ。

- (1) $K(s)$
- (2) 応答波形
- (3) 開ループ伝達関数のボード線図
- (4) ゲイン交差周波数 ω_{gc}

13

第8章：フィードバック制御系の設計法

8.2 PID 補償による制御系設計

キーワード：P(比例), I(積分), D(微分)

学習目標：P補償, PI補償の有効性について理解し,
その設計を習得する。

14