●作戦会議

　計算量が多いタイプの古典制御問題。量・質ともに翌年の H24 とほぼ同レベル。計算ミス，計算速度にだけ注意。このタイプの問題は，あまり学習に時間をかけないようにしたい。

(1)久々に解いたとき，一番難しいのはこれ。ラプラス変換に自信がなくなってしまう。

(2)ブロック図をみて変形すれば余裕であろう。

(3)残り一つの根を変数として特性方程式を求めよう。

(4)最終値の定理，ラウス表を使用すればよい。

●解答

(1)単位ステップ入力ラプラス変換するとsであるから，

$$G(s)\times\frac{1}{s}=\frac{1}{2s^2}-\frac{1}{4s}+\frac{1}{4(s+2)}=\frac{(2s+4)-(s^2+2s)+s^2}{4s^2(s+2)}=\frac{1}{s^2(s+2)}$$

$$\therefore G(s)=\frac{1}{s(s+2)}\qquad\cdot\cdot\cdot(\text{答})$$

(2)

まず、ブロック図より，マイナーループから順に$\dfrac{Y(s)}{R(s)}$を求める。

$$\frac{\dfrac{1}{s^2(s+6)}}{1+\dfrac{1}{s^2(s+6)}\times 2s}=\frac{1}{s^3+6s^2+2s}$$

$$\therefore \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\frac{1}{s^3+6s^2+2s}(K_1 s + K_2)}{1+\frac{1}{s^3+6s^2+2s}(K_1 s + K_2)} = \frac{K_1 s + K_2}{s^3+6s^2+(2+K_1)s+K_2}$$

したがって，$\frac{E(s)}{R(s)}$は，

$$\frac{E(s)}{R(s)} = \frac{R(s)-Y(S)}{R(s)} = 1-\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{s^3+6s^2+2s}{s^3+6s^2+(2+K_1)s+K_2} \qquad ・・・(答)$$

(3)残り一つの特性根をxとすると，その特性方程式は，

$$\left(s+1+j\sqrt{3}\right)\left(s+1-j\sqrt{3}\right)(s-x)=0$$
$$\{(s+1)^2+3\}(s-x)=0$$
$$(s^2+2s+4)(s-x)=0$$
$$s^3+(2-x)s^2+(4-2x)s-4x=0$$

(2)より，フィードバック系の特性方程式$s^3+6s^2+(2+K_1)s+K_2=0$と比較して，

$$\begin{cases} K_1 = 10 \\ K_2 = 16 \\ x = -4 \end{cases} \qquad ・・・(答)$$

(4)まず，a.を検討する。

　最終値の定理より，

$$e(t) = \lim_{s\to 0} s\frac{E(s)}{R(s)}R(s) = \lim_{s\to 0} s\cdot\frac{s^3+6s^2+2s}{s^3+6s^2+(2+K_1)s+K_2}\cdot\frac{1}{s^2} = \frac{2}{K_2}$$

$e \leqq \frac{1}{6}$ゆえ，

$$\frac{2}{K_2} \leqq \frac{1}{6} \quad \to \quad 12 \leqq K_2$$

次に，b.を検討する。

s^3	1	$2+K_1$
s^2	6	K_2
s^1	$\dfrac{6(2+K_1)-K_2}{6}$	
s^0	K_2	

ラウス表より安定条件は,

$2+K_1>0$ かつ $K_2>0$ かつ $6(2+K_1)-K_2>0$

$\rightarrow K_1>-2$ かつ $K_2>0$ かつ $K_2<6K_1+12$

以上の検討結果より，存在範囲のグラフは次のようになる。