

システム制御 I 演習問題 (4)

1. 以下の各数式が表すことがらとして最も適切なものを解答群から選びなさい.

(1) $y(t) = \lim_{t_0 \rightarrow -\infty} \int_{t_0}^t g(t - \tau)u(\tau)d\tau$ (2) $y(t) = g(t) * u(t)$ (3) $Y(s) = G(s)U(s)$

(4) $y(t) = G(j\omega)e^{j\omega t}$ (5) $\int_0^\infty f(t)e^{-st} dt$

a) 周波数領域(ラプラス変換領域)での入出力関係, b) 信号のラプラス変換
c) 周波数応答, d) 時間領域での入出力関係, e) 定常応答

2. かつこ内の語句として最も適切なものを下の解答群から選びなさい.

有理伝達関数の分母多項式を零にする点を(ア)といい, 分子多項式を零にする点を(イ)という. 分母多項式イコール零という方程式をとくに(ウ)という. 分母多項式の次数が分子多項式よりも大きいとき, 伝達関数は(エ)であるという.

任意の有界入力に対して出力が有界となるとき, そのシステムを(オ)安定, あるいは単に安定という. システムが安定であるための必要十分条件はインパルス応答が(カ)であることである. 伝達関数が有理伝達関数であるとき, 安定性の必要十分条件は, すべての(ア)の(キ)が負であることとなる. 分母多項式の次数を3以上とし, 分母多項式の最高次の係数を正とすると, すべての係数が正であることは, 安定であるための(ク)条件である. ただし2次系の場合には, これは(ケ)条件になる. 安定な多項式を(コ)多項式という.

a) BIBO, b) 二乗可積分, c) 実部, d) 必要条件, e) 十分条件, f) 厳密にプロパー, g) MIMO,
h) 代数方程式, i) 虚部, j) 必要十分条件, k) 非プロパー, l) 零点, m) 根, n) 特性方程式,
o) 絶対可積分, p.) Maxwell, q) 極, r) Hurwitz, s) Routh, t) 解

3. 周波数応答の原理を, 常微分方程式の解から得られる結果を用いて, 検証しよう.

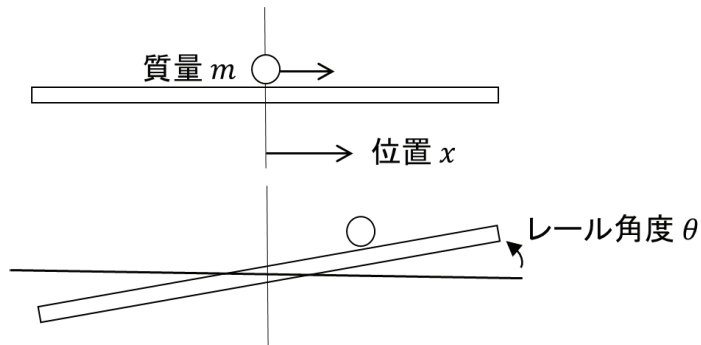
1) ラプラス変換を用いて, 次の微分方程式を解きなさい.

$$\dot{y}(t) + 2y(t) = 2 \sin 2t, \quad y(0-) = 1, \quad \dot{y}(0-) = 0$$

2) 時間が十分に経過した後の波形を \sin のみを用いて表しなさい.

3) $G(s) = 2/(s + 2)$ に対応する周波数伝達関数の $\omega = 2$ のときの振幅, 位相を答えなさい.

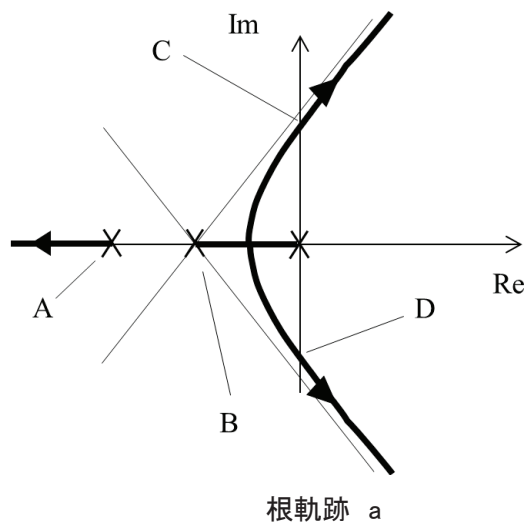
4. 下図のような ball & beam のモデルを導出しよう。ボールの質量は m [kg], ビーム中心からの距離 x [m] (右向きが正), 水平からのビームの傾斜角 θ [rad] (右上がり为正), 重力加速度 g [N/kg] とする。ボールとビームの間には速度に比例した粘性摩擦が働くとし, その摩擦係数を μ [N/(m/s)] とする。ボールの径は無視して質点とみなす。

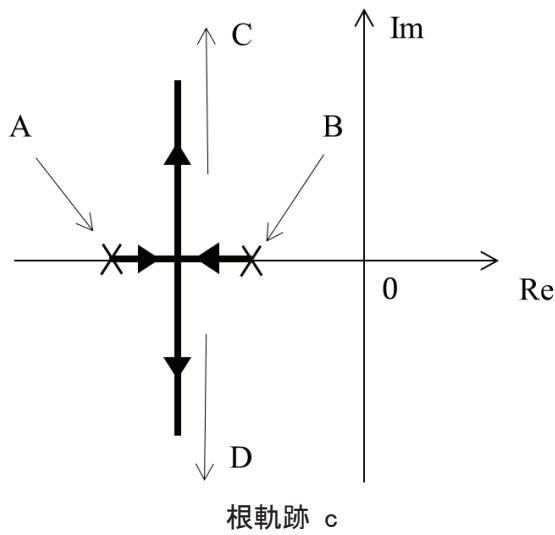
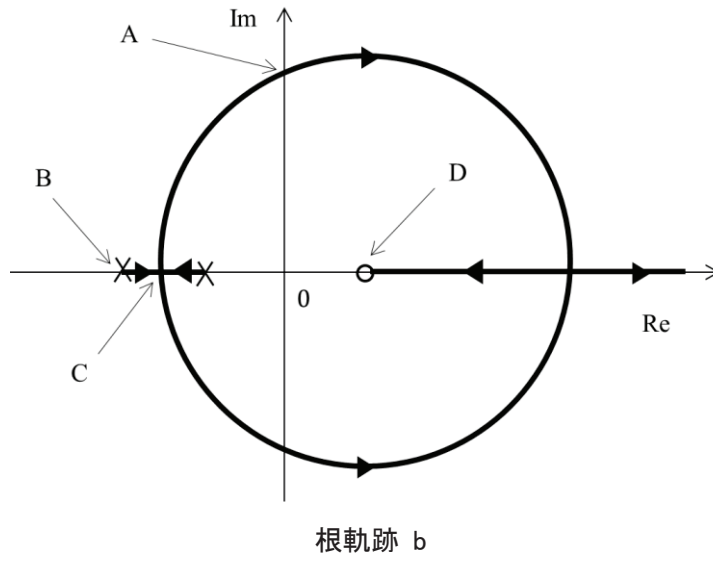


- 1) 運動方程式を求めよ。
- 2) 傾斜角 θ を微小として, 傾斜角 θ から距離 x までの伝達関数を求めよ。
- 3) 変数 x を用いて, θ を与える以下のフィードバック制御則のうち, 閉ループ系を安定化しないものはどれか。
 - a) $\theta = x/g$, b) $\theta = (\dot{x} + x)/g$, c) $\theta = \frac{1}{g} \left(-\frac{\mu}{2m} \dot{x} + x \right)$, d) $\theta = \frac{1}{g} \left(-\frac{2\mu}{m} \dot{x} + x \right)$
- 4) この制御対象の周波数応答を考える。角周波数 ω が大きいとき, ω が10倍になると, ゲインは何倍になるか。このことから, ボーデ線図を描いたとき, ゲイン線図の $\omega \gg 1$ での傾きは何 dB/dec か?

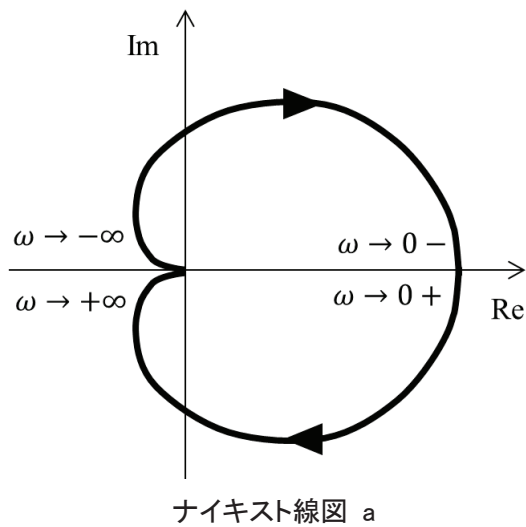
5. 伝達関数 ア) $\frac{2-s}{(s+1)(s+2)}$, イ) $\frac{1}{(s+1)(s+2)}$, ウ) $\frac{1}{s(s+1)(2s+1)}$ について考える。

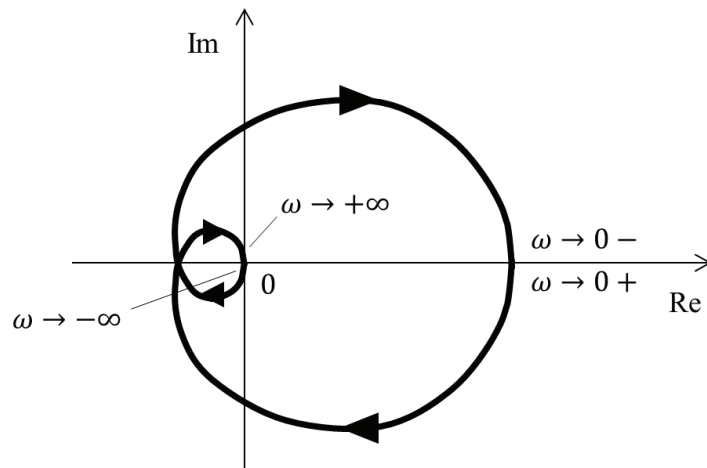
- 1) 各伝達関数の正のゲインに対する根軌跡(負フィードバック)として正しいものを以下から選びなさい。また A から D の各点に対応するゲインの値を答えなさい。



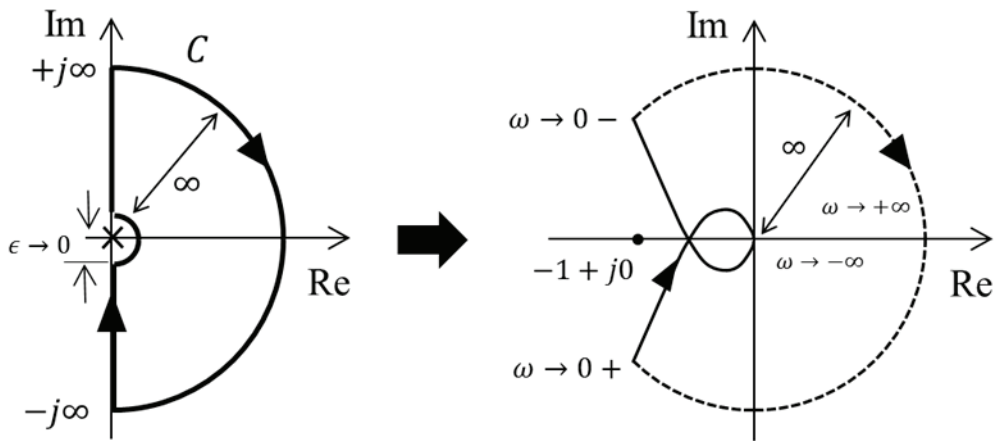


2) 各伝達関数のナイキスト線図として正しいものを以下から選びなさい。それぞれの系のゲイン余裕はいくらか？





ナイキスト線図 b



ナイキスト線図 c