

第6章：フィードバック制御系の安定性

6.2 ナイキストの安定判別法

キーワード： **ナイキストの安定判別法**

学習目標：ナイキストの安定判別法を理解し、フィードバック制御系の安定性を判定できるようになる。

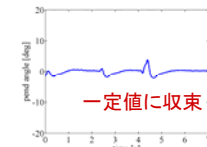
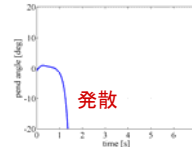
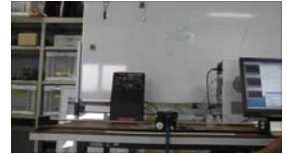
1

6 フィードバック制御系の安定性

6.2 ナイキストの安定判別法

安定とは **一定値に落ち着く**

【例】倒立振り子システム



2

$$P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)}$$

$$K(s) = 30$$



極の実部が負
閉ループ系

$$G(s) = \frac{y}{r} = \frac{P(s)K(s)}{1+P(s)K(s)} = \frac{30}{(s+1)(s+2)(s+3)+30}$$

= 0 の解
(短所) 計算に手間がかかる

ラウス=フルビッツの安定判別法

$$G(s) = \frac{30}{(s+1)(s+2)(s+3)+30}$$

すべての係数が正
ラウス数列, またはフルビッツの行列式が正
(短所) 次数が高いと手間がかかる

3

内部安定性

$$P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)} = \frac{N_P(s)}{D_P(s)}$$

$$K(s) = 30 = \frac{30}{1} = \frac{N_K(s)}{D_K(s)}$$

$$\phi(s) = D_P(s)D_K(s) + N_P(s)N_K(s)$$

$$= (s+1)(s+2)(s+3)+30$$

= 0 の解

(長所) 閉ループ $G(s) = \frac{y}{r} = \frac{P(s)K(s)}{1+P(s)K(s)}$ を計算しなくてよい

(短所) 計算に手間がかかる

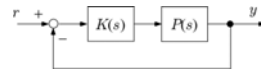
ナイキストの安定判別法

閉ループ伝達関数の周波数応答に基づき図的に判別する

4

ナイキストの安定判別法

[1] 目的



内部安定性

$$1 + P(s)K(s) = 1 + \frac{N_P(s)}{D_P(s)} \cdot \frac{N_K(s)}{D_K(s)} = \frac{D_P(s)D_K(s) + N_P(s)N_K(s)}{D_P(s)D_K(s)}$$

$$= \frac{(s-r_1)(s-r_2) \cdots (s-r_n)}{(s-p_1)(s-p_2) \cdots (s-p_n)}$$

(閉ループ系の極)
(開ループ系の極)

位相

$$\angle(1 + P(s)K(s)) = \angle(s-r_1) + \cdots + \angle(s-r_n)$$

$$- (\angle(s-p_1) + \cdots + \angle(s-p_n))$$

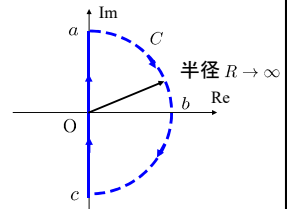
5

sを $0 \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow 0$

と時計方向に1回転

$s = 0, j, j10, j100, j\infty$

$-j\infty, -j100, -j10, -j, 0$



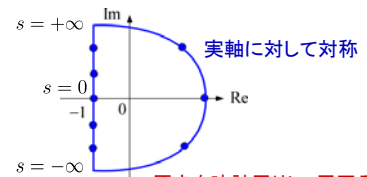
【例1】不安定(正)の極

$$P(s) = s - 1$$

$$P(0) = -1$$

$$P(j) = j - 1$$

$$P(j10) = j10 - 1$$

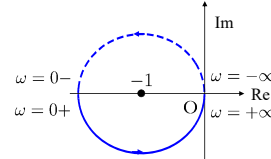


6

[例 6.3] (不安定系の場合)

$$L(s) = \frac{K}{s-1} \quad K = 2, \frac{3}{4}$$

[ステップ 1] (a) $K = 2$

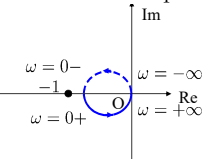


[ステップ 2] $N = -1$

[ステップ 3] $\Pi = 1$

[ステップ 4] $Z = N + \Pi = -1 + 1 = 0$
安定

(b) $K = \frac{3}{4}$



[ステップ 2] $N = 0$

[ステップ 3] $\Pi = 1$

[ステップ 4] $Z = N + \Pi = 0 + 1 = 1 \neq 0$
不安定

13

第 6 章 : フィードバック制御系の安定性

6.2 ナイキストの安定判別法

キーワード : ナイキストの安定判別法

学習目標 : ナイキストの安定判別法を理解し、フィードバック制御系の安定性を判定できるようになる。

14