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(MATLAB演習)

キーワード : ナイキストの安定判別法
簡単化された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についてMATLABを用いて理解する。簡単化されたナイキストの安定判別法について理解する。

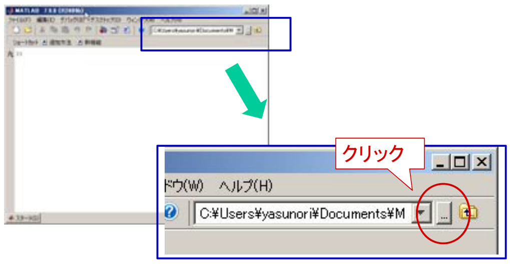
1

MATLABの準備

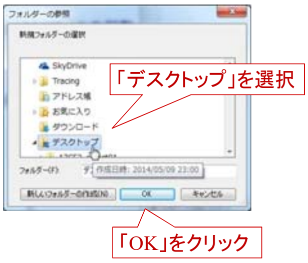
(a) MATLABの起動

をクリック

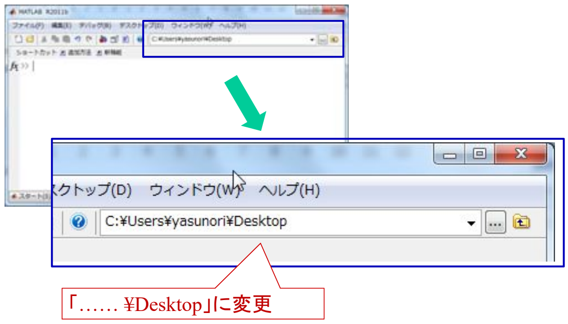
(b) カレントフォルダの設定



2



3



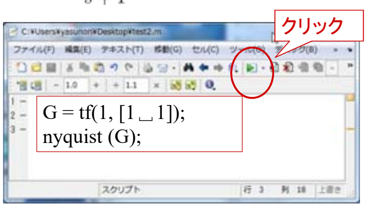
4

ナイキスト軌跡の使い方

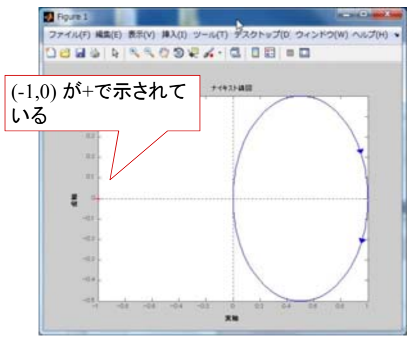
nyquist (G)　G は伝達関数

【例】1次系

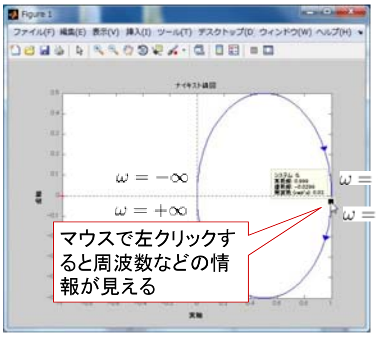
$$G(s) = \frac{1}{s+1}$$



5



6



$\omega = -\infty$

$\omega = +\infty$

$\omega = -0$

$\omega = +0$

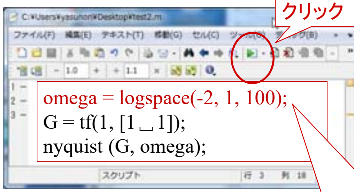
マウスで左クリックすると周波数などの情報が見える

7

横軸を任意に設定

$\omega = 10^{-2} \sim 10^{1}$

$G(s) = \dfrac{1}{s+1}$

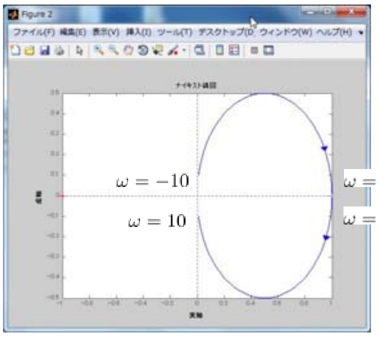


クリック

```
omega = logspace(-2, 1, 100);
G = tf(1, [1 ␣ 1]);
nyquist (G, omega);
```

$10^{-2} \sim 10^{1}$ を対数的に等間隔な 100 点からなる行ベクトル omega を作成

8



$\omega = -10$

$\omega = 10$

$\omega = -10^{-2}$

$\omega = 10^{-2}$

9

[例 6.2]

$P(s) = \dfrac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)}, \ K(s) = 30$

$N = 0$

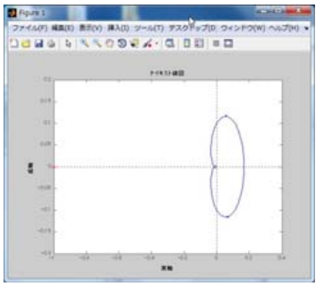
回っていない

$\Pi = 0$

$-1, \ -2, \ -3$

$Z = N + \Pi = 0$

閉ループ系の制御系は安定



10

[例 6.3]（不安定系の場合）

$P(s) = \dfrac{1}{s-1}, \ K(s) = 2$

$N = -1$

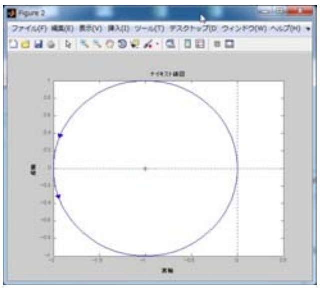
反時計回方向に1回転

$\Pi = 1$

極 : 1

$Z = N + \Pi = -1 + 1 = 0$

安定



11

[例 6.3]（不安定系の場合）

$P(s) = \dfrac{1}{s-1}, \ K(s) = \dfrac{3}{4}$

$N = 0$

回っていない

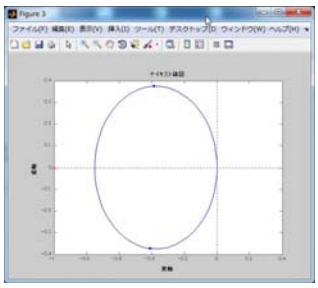
$\Pi = 1$

極 : 1

$Z = N + \Pi = 0 + 1 = 1$

$\neq 0$

不安定

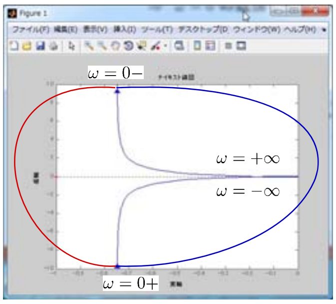


12

[例 6.4]（虚軸上に極がある場合）

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

赤色と青色で(-1,0)を回る
回数が異なる



13

$s = 0$ を回避し，左に見るように経路 $d \to e \to f$

（新たな閉曲線 C 内に $s = 0$ の極は入らない）
$s = 0$ は安定と仮定する

経路 $d \to e \to f$　　$s = \varepsilon e^{j\theta}$ $(\varepsilon \to 0,\ -90^\circ \le \theta \le 90^\circ)$

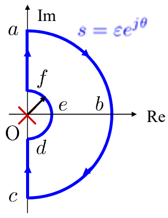
$$\left(L(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}\right)$$

$$\lim_{\varepsilon\to 0} L(\varepsilon e^{j\theta}) = \lim_{\varepsilon\to 0} \frac{K}{\varepsilon e^{j\theta}(\varepsilon e^{j\theta}+1)(\varepsilon e^{j\theta}+2)}$$

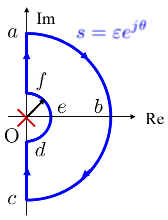
$$= \lim_{\varepsilon\to 0} \frac{K}{2\varepsilon} e^{-j\theta}$$

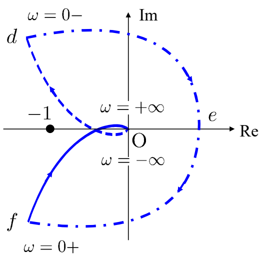
半径∞
の円周

$+90^\circ$から -90°へ
時計方向に



14





［ステップ 2 ］　$N = 0$

［ステップ 3 ］　$\Pi = 0$　（ $s = 0$ は安定）

［ステップ 4 ］　$Z = N + \Pi = 0$　　制御系は安定

15

開ループ伝達関数が安定な場合

$\Pi = 0$ より

$Z = 0$ となるためには $N = 0$ でなければならない　$(Z = N + \Pi)$

簡単化されたナイキストの安定判別法

［ステップ 1 ］ 開ループ伝達関数の極の中に，その実部が正となるものがないことを確認する．

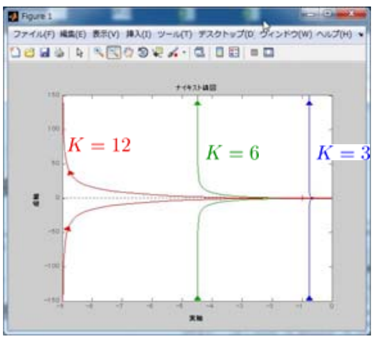
［ステップ 2 ］ 開ループ伝達関数のベクトル軌跡 $P(j\omega)K(j\omega)$ を角周波数 $\omega = 0 \sim +\infty$ の範囲で描く．

［ステップ 3 ］ ω を 0 から ∞ へ変化させたとき，この開ループ伝達関数のベクトル軌跡が点 $(-1, 0)$ をつねに左に見るように動くならば，系は安定である．また，右に見れば系は不安定となる．

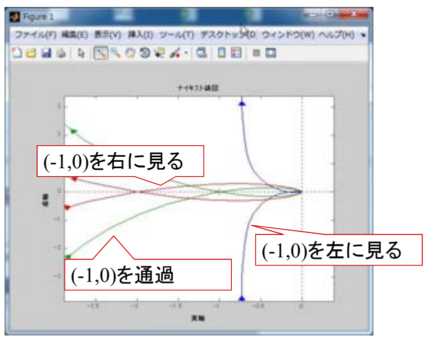
16

[例 6.5]（安定系の場合）

$$L(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)} \qquad K = 3,\ 6,\ 12$$



17



18

$$L(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)} \qquad K = 3,\ 6,\ 12$$

$K = 3$ のとき

点 $(-1, 0)$を常に左に見る

$\Rightarrow$ 安定

$K = 6$ のとき

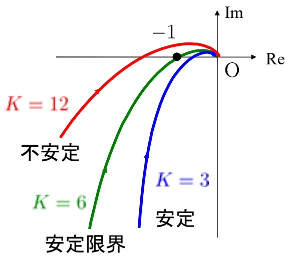
ちょうど点 $(-1, 0)$を通過する

$\Rightarrow$ 安定限界

$K = 12$ のとき

点 $(-1, 0)$ を右にみるようになる

$\Rightarrow$ 不安定



19

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(MATLAB演習)

キーワード : ナイキストの安定判別法
簡単化された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についてMATLABを用いて理解する。簡単化されたナイキストの安定判別法について理解する。

20