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

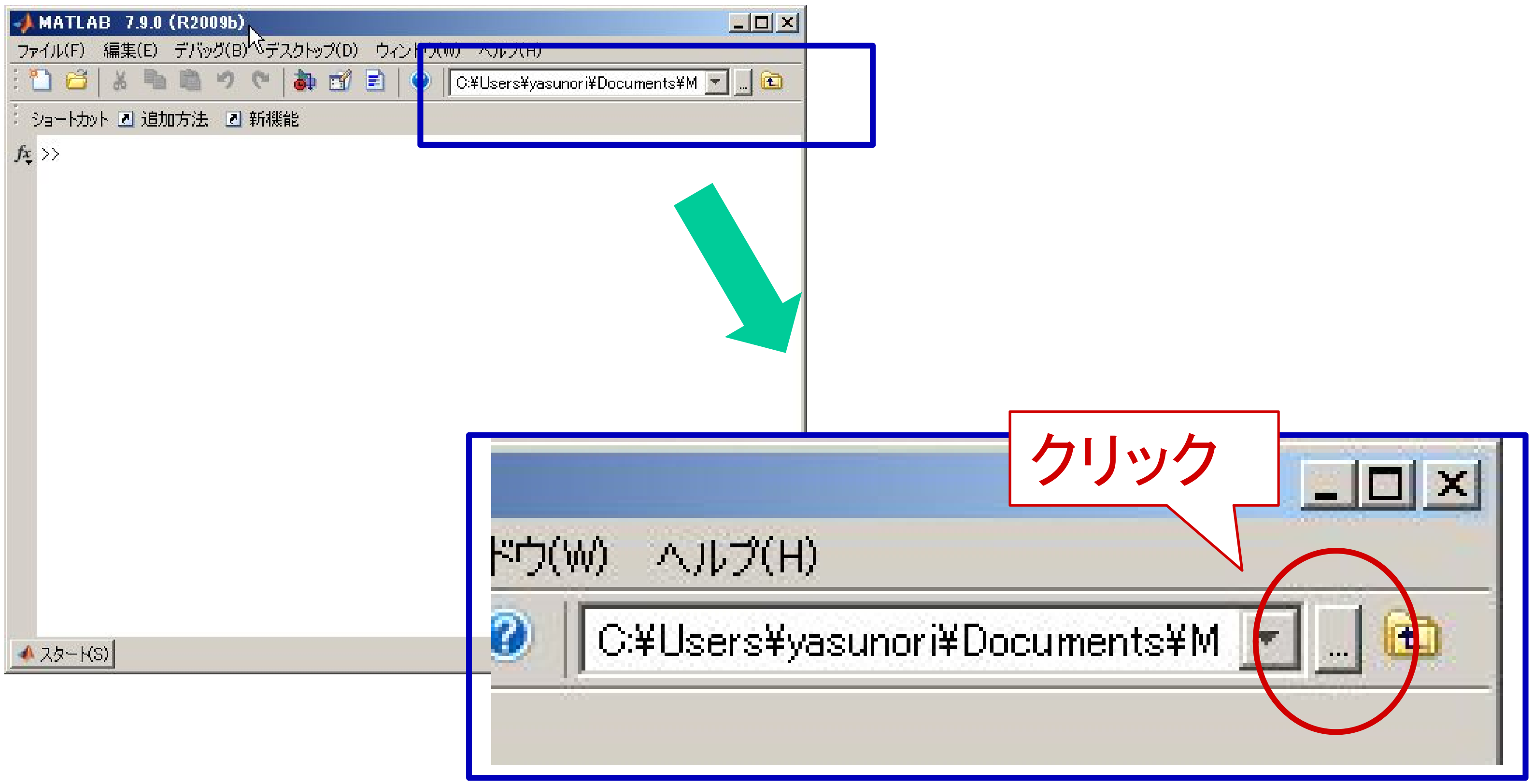
学習目標 : ナイキストの安定判別法についてMATLABを用いて理解する。簡単化されたナイキストの安定判別法について理解する。

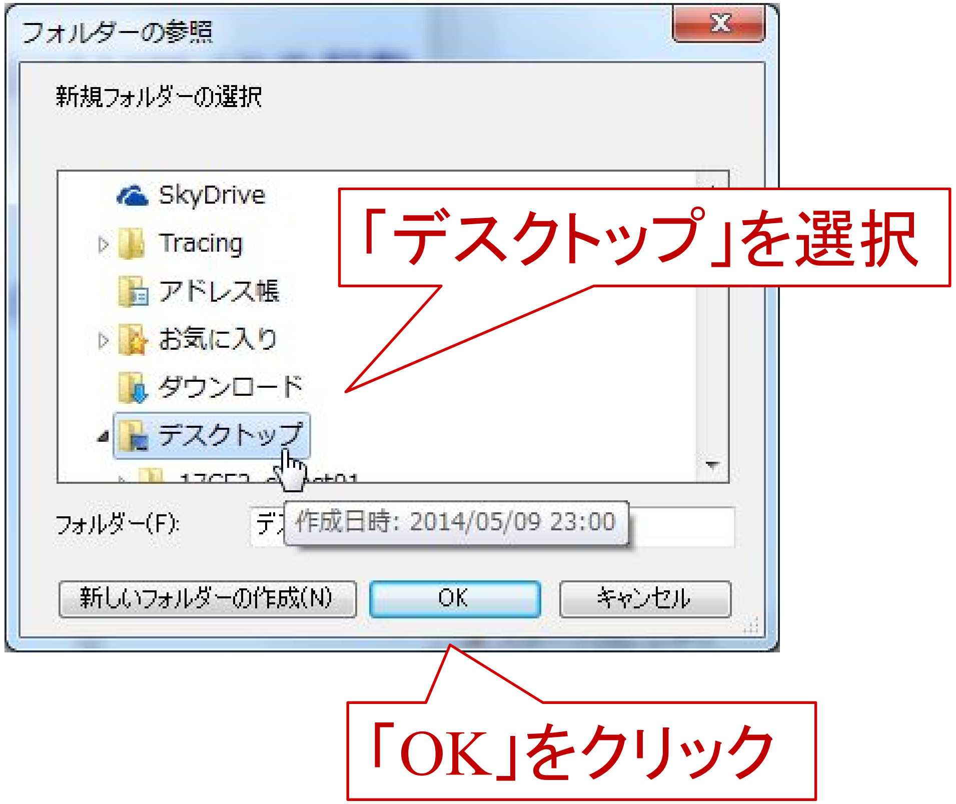
MATLABの準備

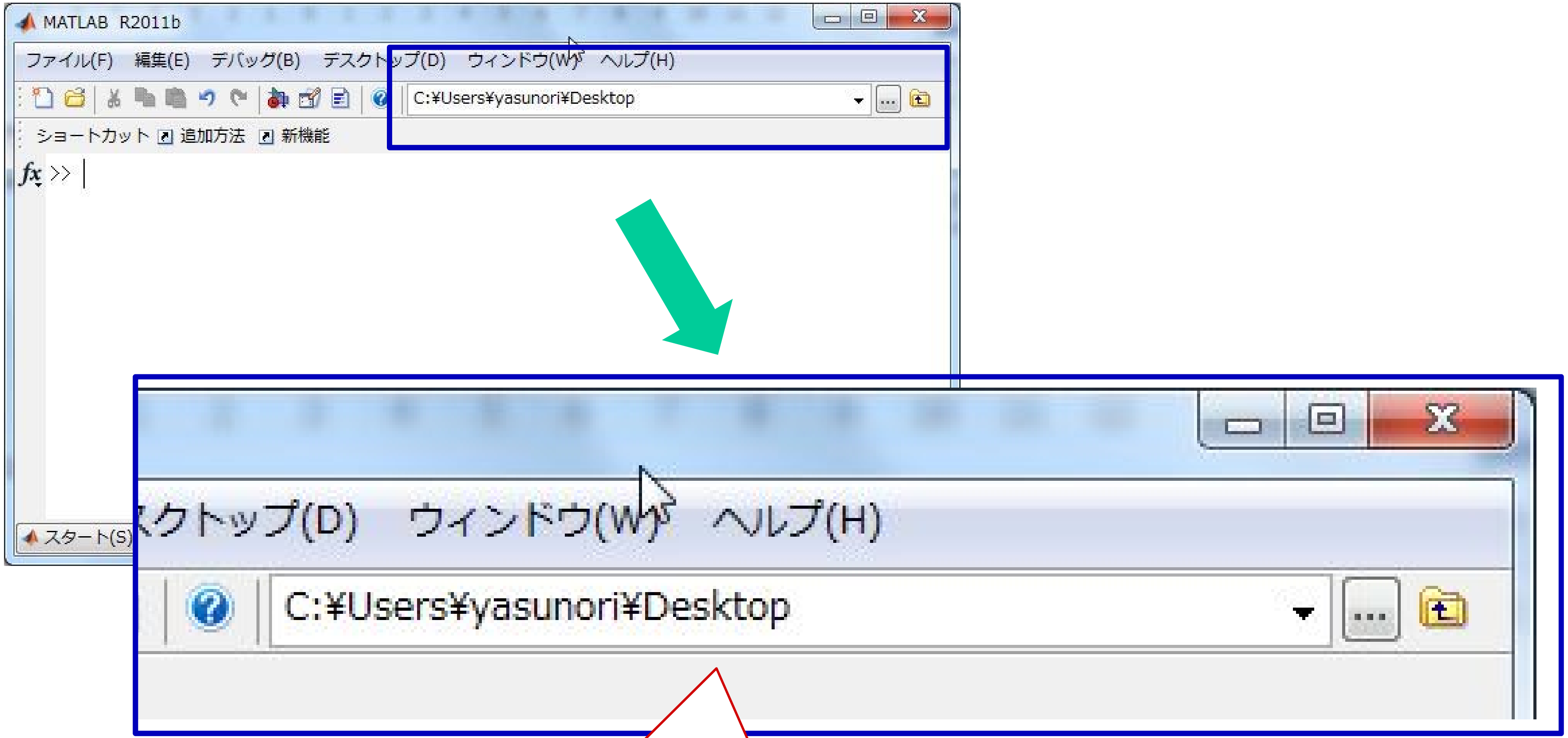
(a) MATLABの起動

をクリック

(b) カレントフォルダの設定




フォルダーの参照
新規フォルダーの選択
SkyDrive
Tracing
アドレス帳
お気に入り
ダウンロード
デスクトップ
フォルダー(F):
作成日時: 2014/05/09 23:00
新しいフォルダーの作成(N)
OK
キャンセル
「デスクトップ」を選択
「OK」をクリック


MATLAB R2011b
ファイル(F) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
C:¥Users¥yasunori¥Desktop
ショートカット 追加方法 新機能
スタート(S)
スクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
C:¥Users¥yasunori¥Desktop

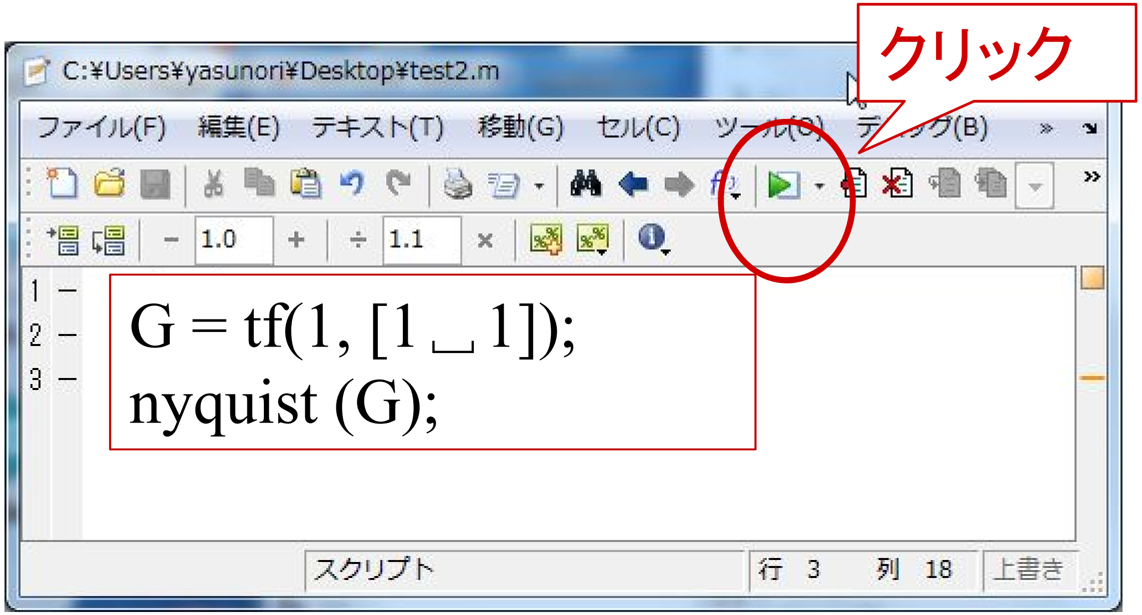
「…… ¥Desktop」に変更

ナイキスト軌跡の使い方

nyquist (G)　G は伝達関数

【例】1次系

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



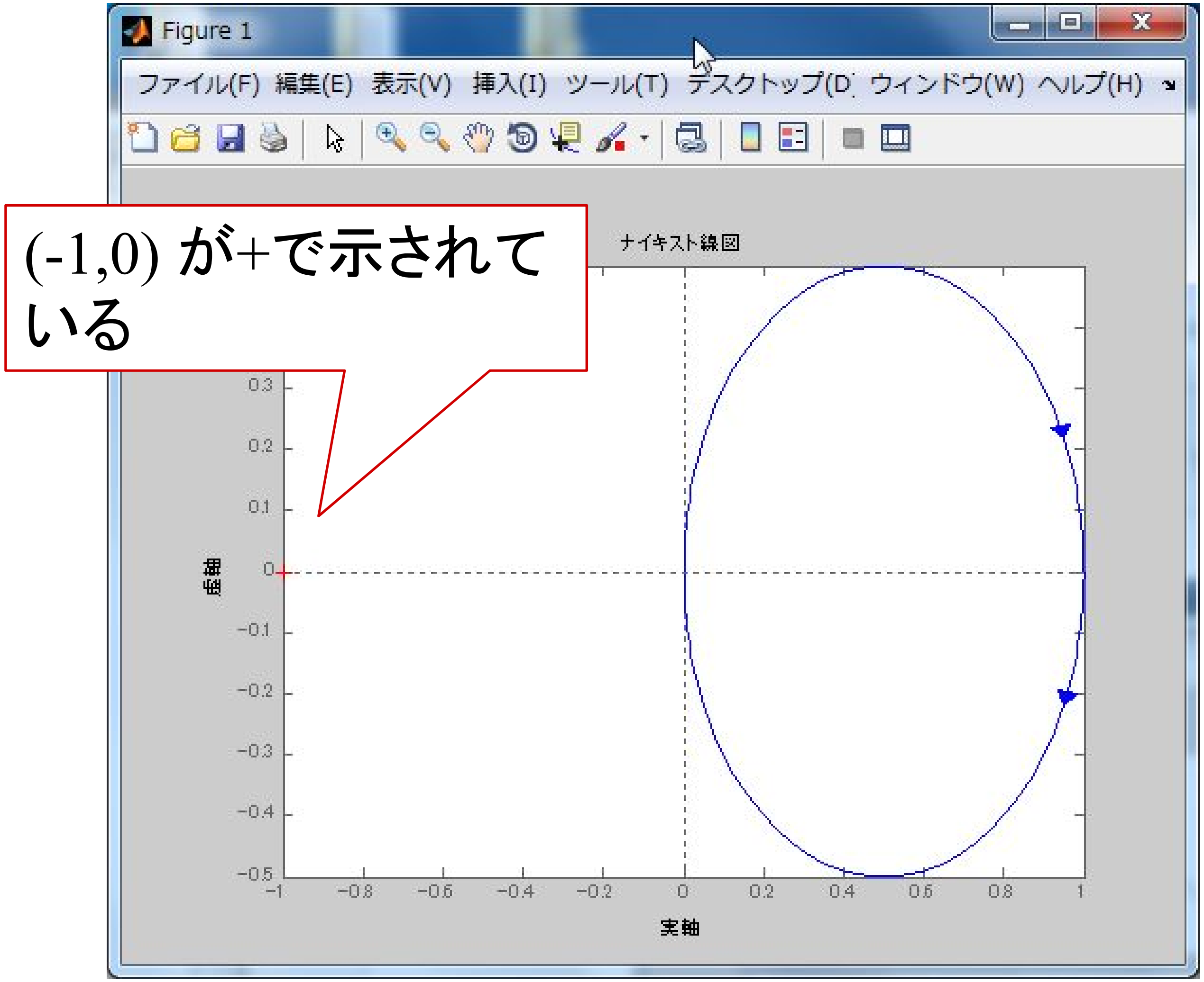


Figure 1
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) ツール(T) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
(-1,0) が+で示されている
ナイキスト線図
虚軸
実軸
0.3
0.2
0.1
0
−0.1
−0.2
−0.3
−0.4
−0.5
−1
−0.8
−0.6
−0.4
−0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

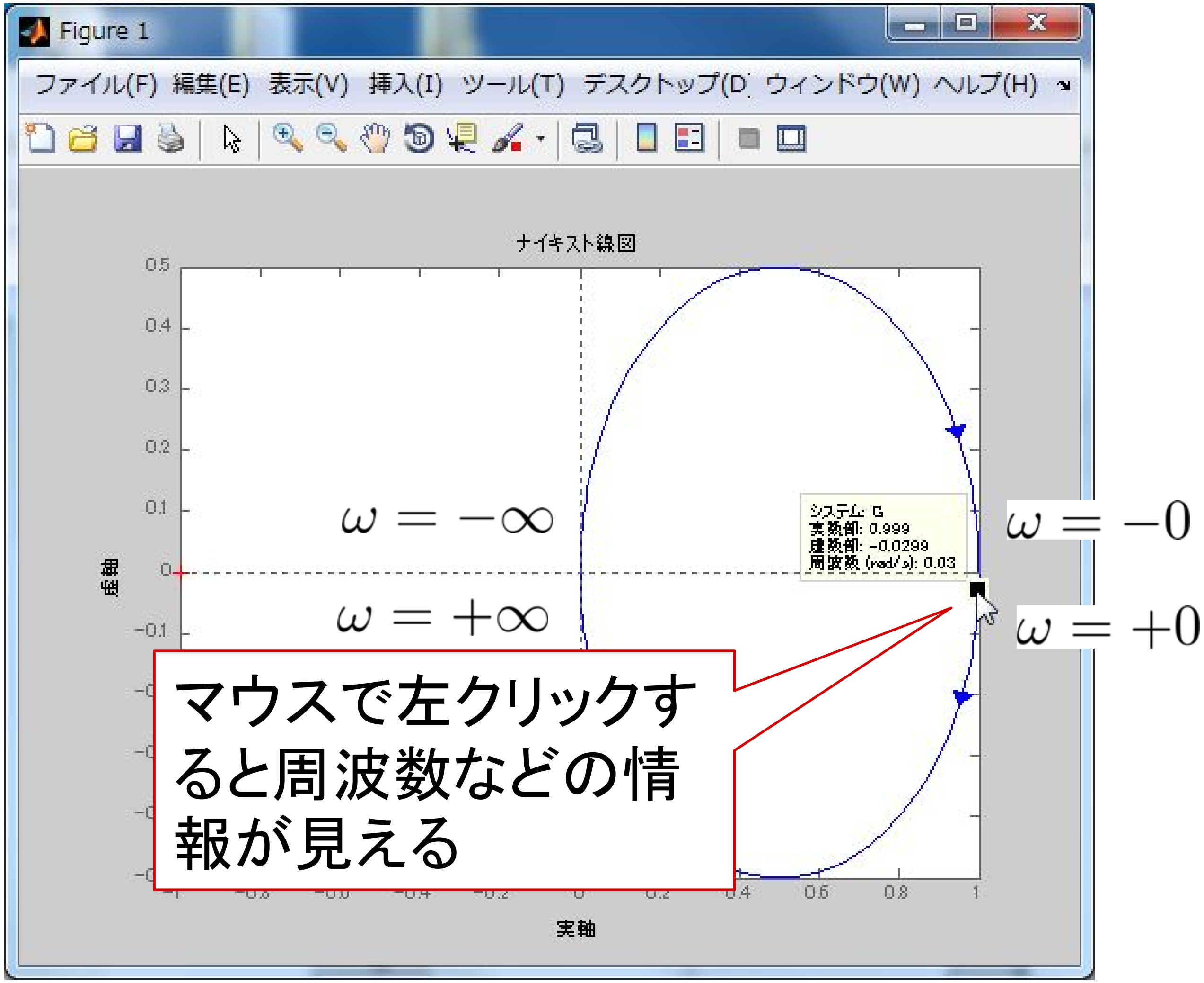
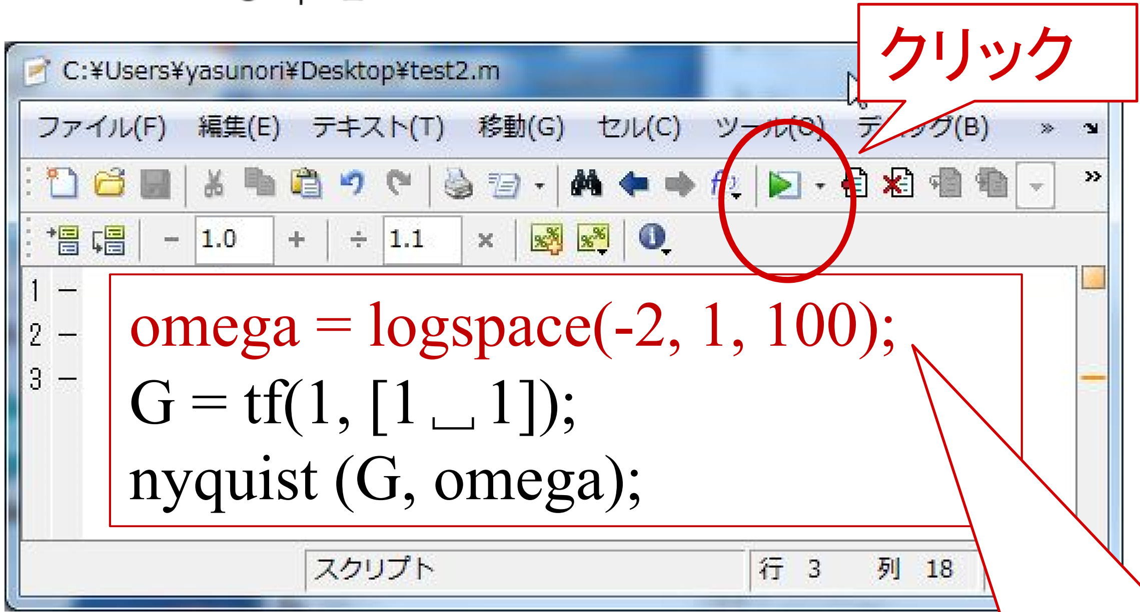


Figure 1
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) ツール(T) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
ナイキスト線図
虚軸
実軸
システム: G
実数部: 0.999
虚数部: -0.0299
周波数 (rad/s): 0.03
$\omega = -\infty$
$\omega = +\infty$
$\omega = -0$
$\omega = +0$
マウスで左クリックすると周波数などの情報が見える

横軸を任意に設定

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

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



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

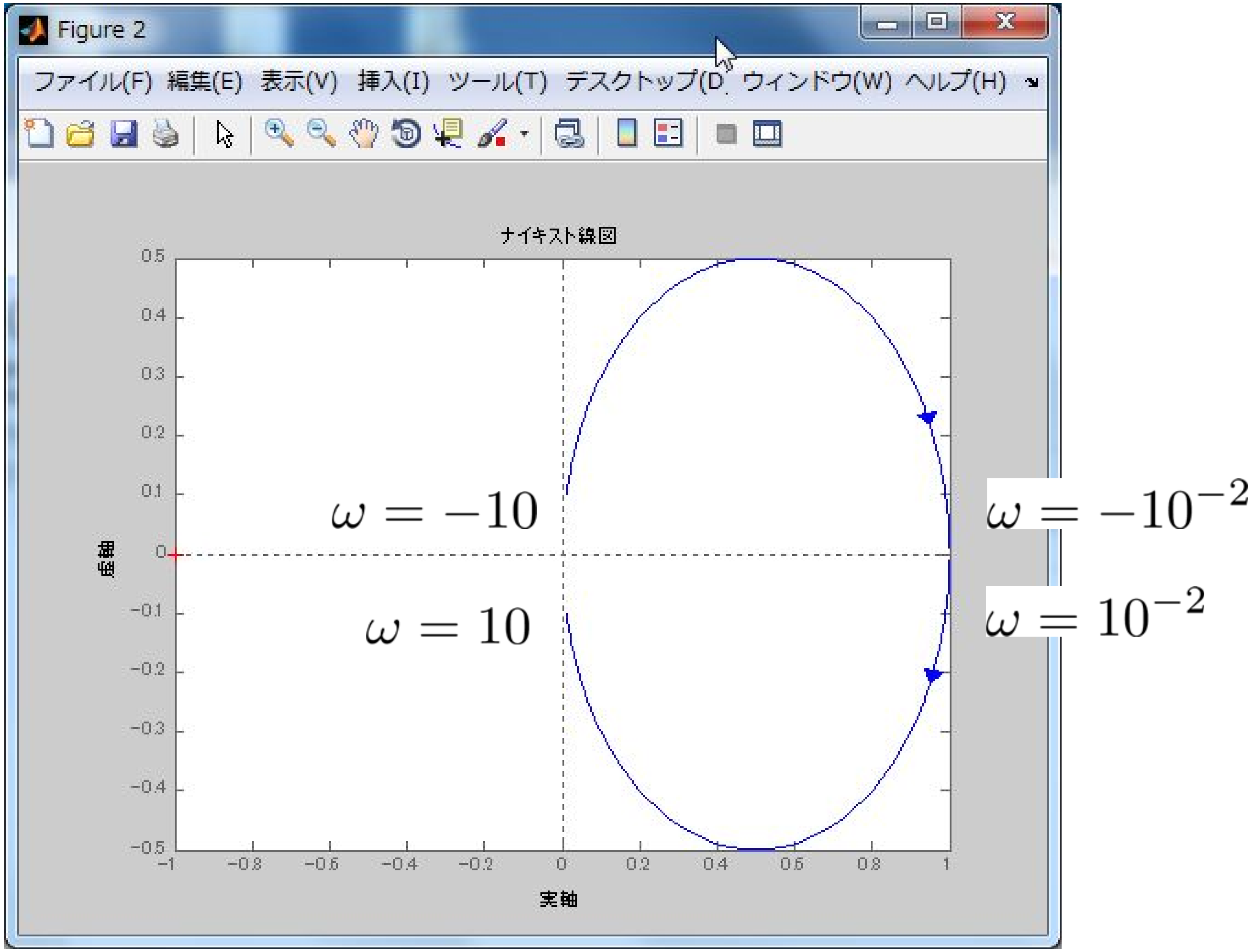


Figure 2
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) ツール(T) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
ナイキスト線図
実軸
虚軸
$\omega = -10$
$\omega = 10$
$\omega = -10^{-2}$
$\omega = 10^{-2}$

[例 6.2]

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

$N = 0$

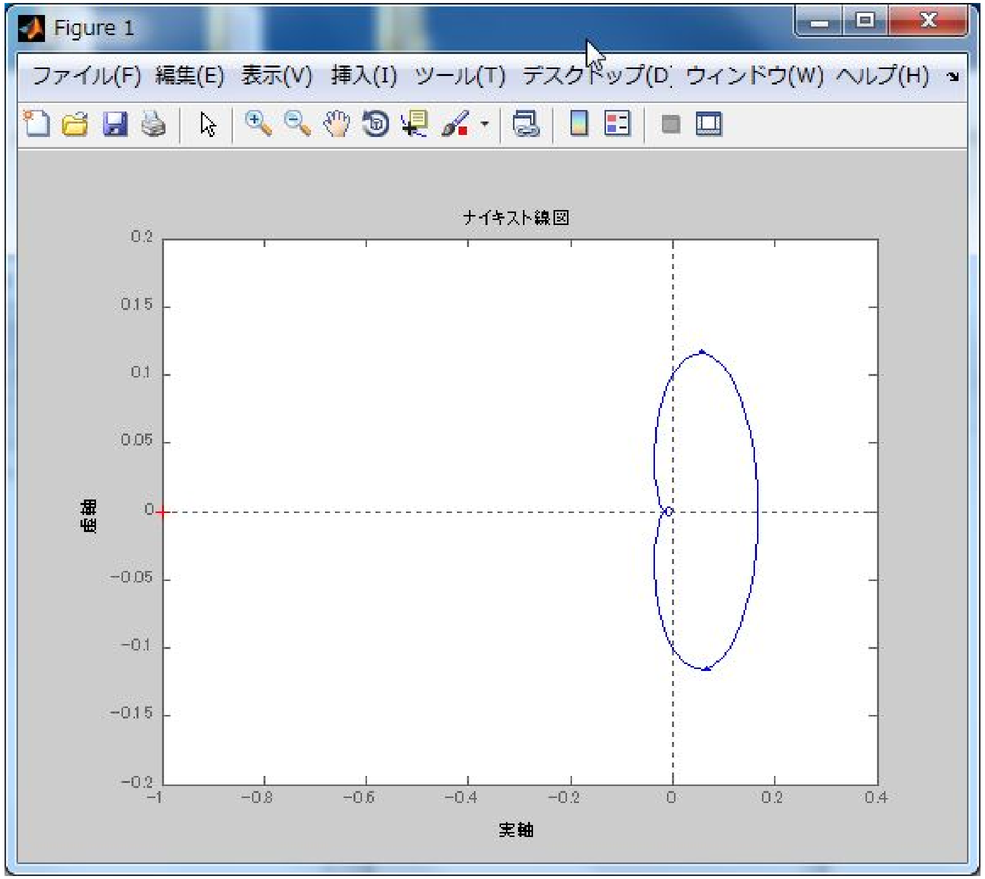
回っていない

$\Pi = 0$

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

$Z = N + \Pi = 0$

閉ループ系の制御系は安定



[例 6.3]（不安定系の場合）

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

$N = -1$

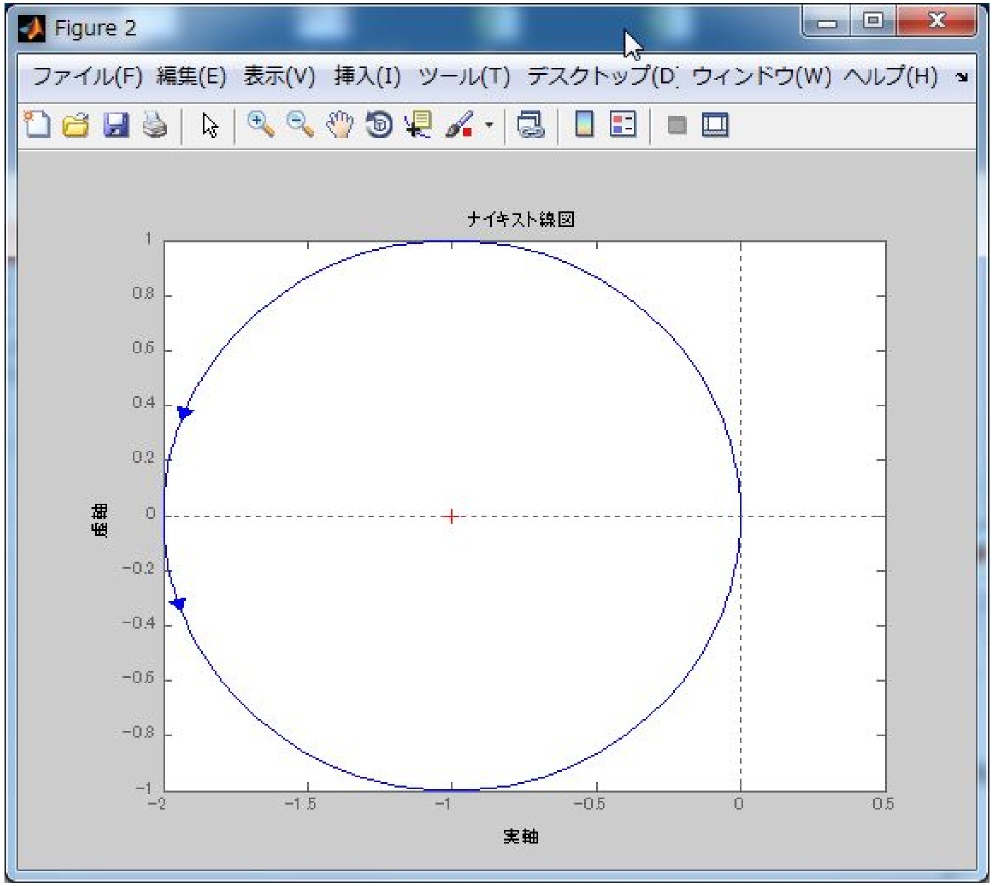
反時計回方向に1回転

$\Pi = 1$

極 : 1

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

安定



[例 6.3]（不安定系の場合）

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

$N = 0$

回っていない

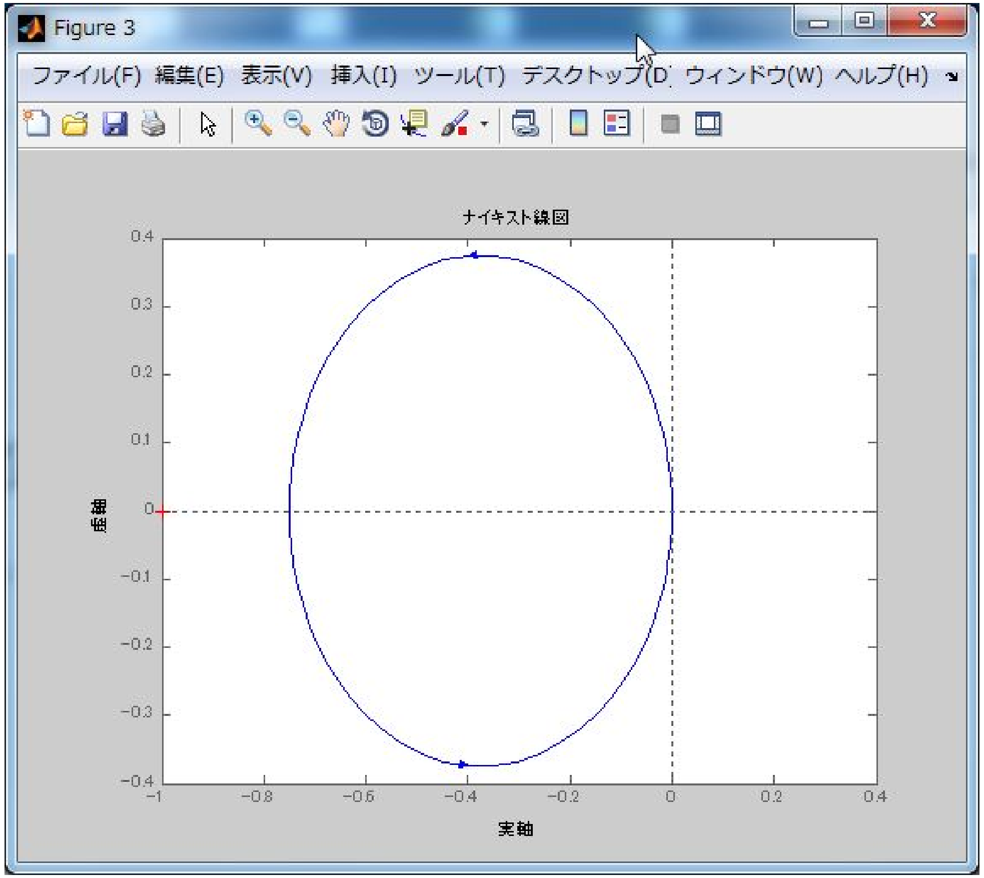
$\Pi = 1$

極：1

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

$\neq 0$

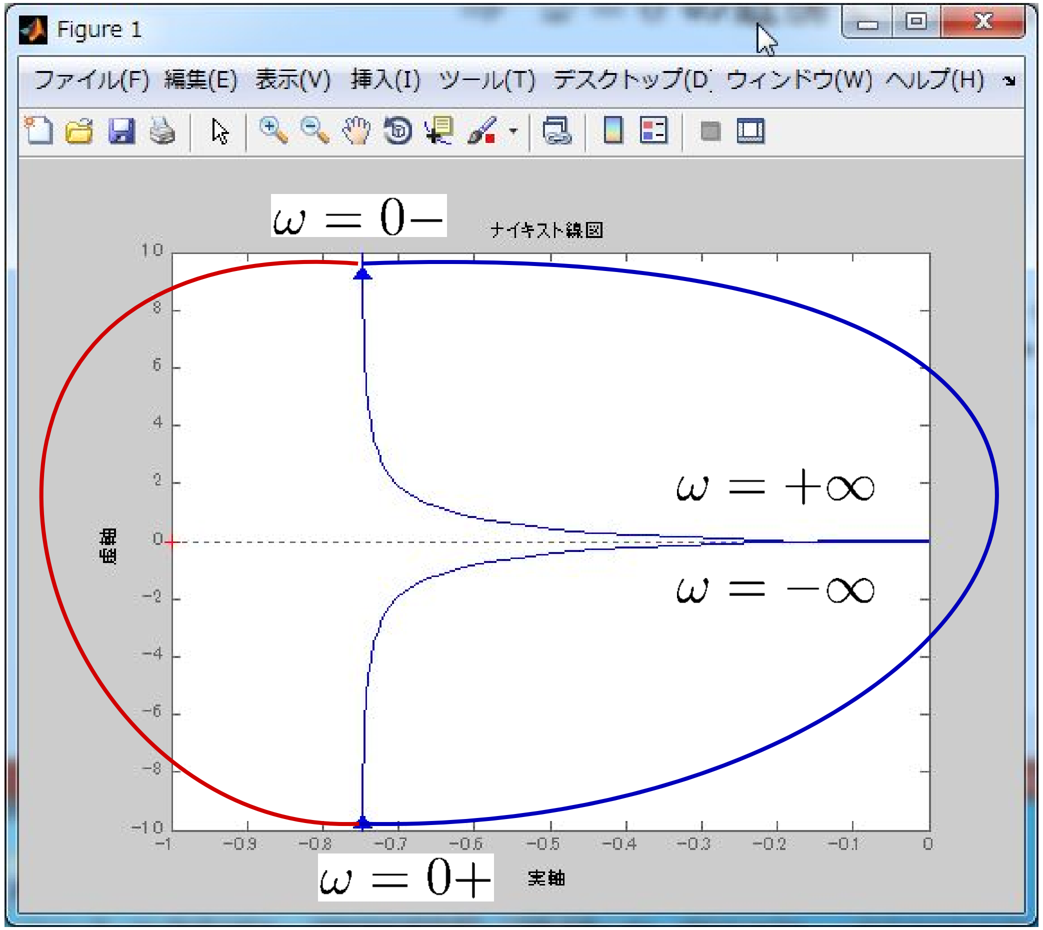
不安定



[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



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

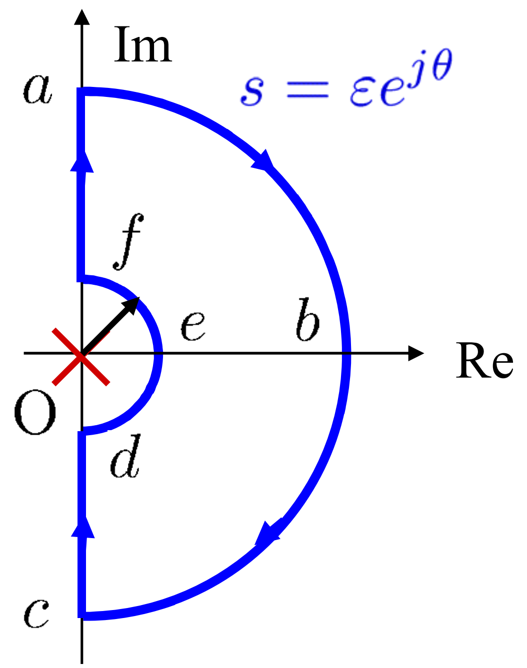
$$\left(L(s)=\frac{K}{s(s+1)(s+2)} \right)$$

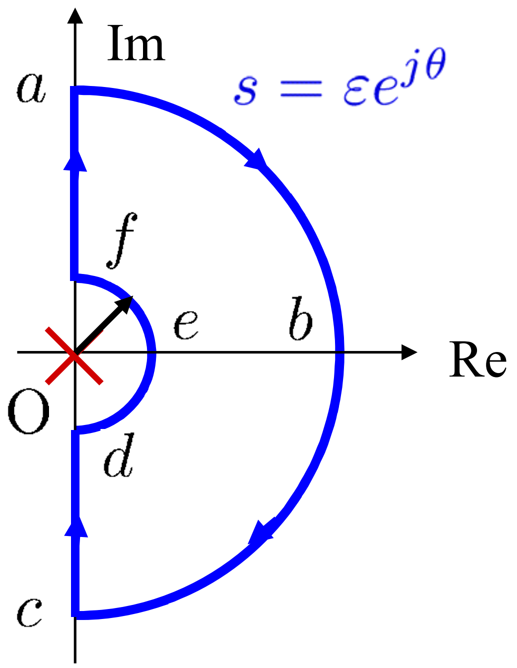
$$\lim_{\varepsilon\to 0} L(\varepsilon e^{j\theta}) = \lim_{\varepsilon \to 0}\frac{K}{\varepsilon e^{j\theta}(\varepsilon e^{j\theta}+1)(\varepsilon e^{j\theta}+2)}$$

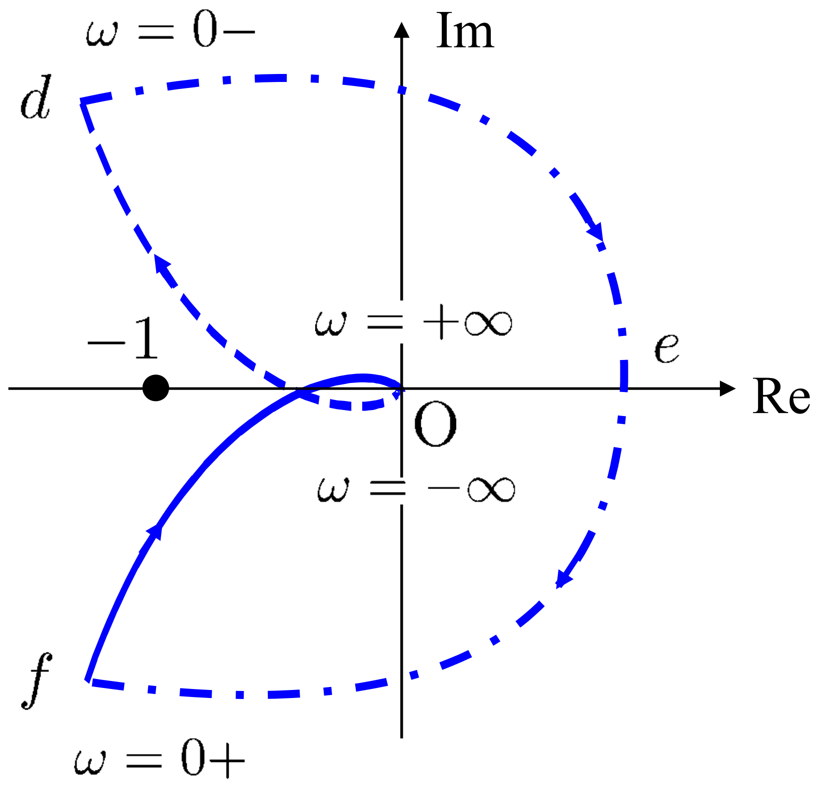
$$= \lim_{\varepsilon\to 0} \underline{\frac{K}{2\varepsilon}}\, \underline{e^{-j\theta}}$$

半径 ∞ の円周

$+90^\circ$ から -90° へ時計方向に







［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

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

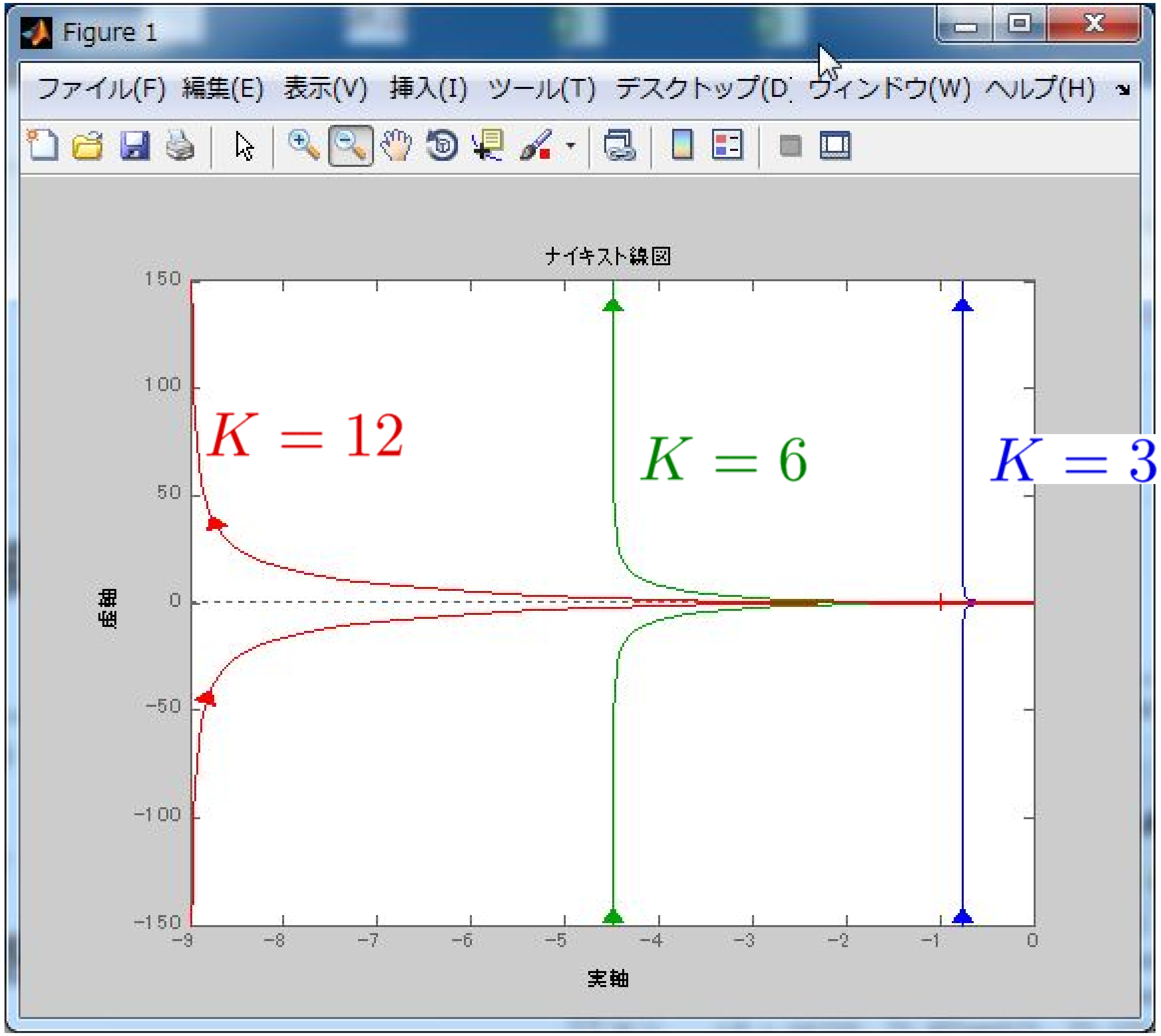
[ステップ 1] 開ループ伝達関数の極の中に，その実部が正となるものがないことを確認する.

[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.

[例 6.5]（安定系の場合）

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



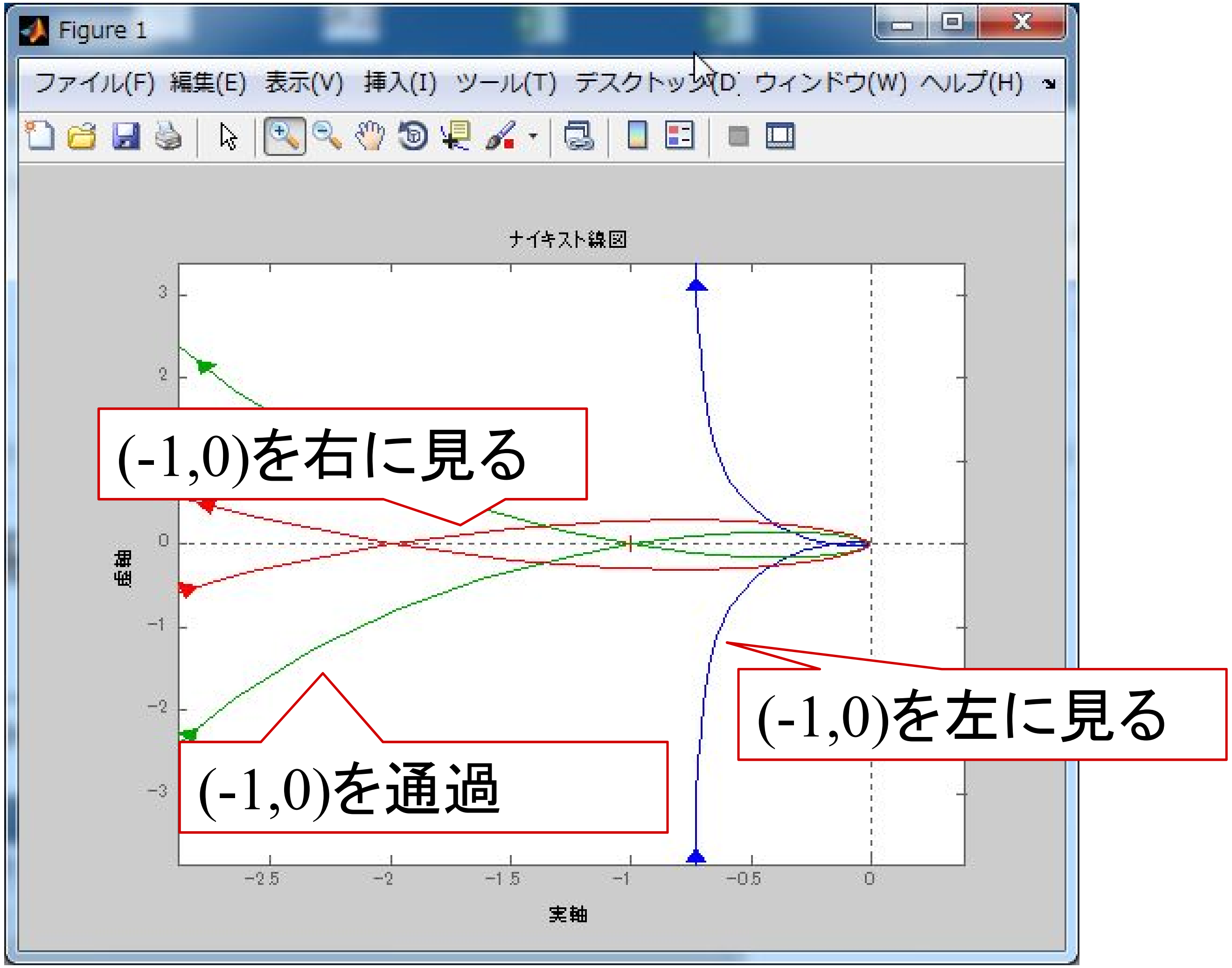


Figure 1
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) ツール(T) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
ナイキスト線図
(-1,0)を右に見る
(-1,0)を通過
(-1,0)を左に見る
実軸
虚軸

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

$K = 3$ のとき

点 $(-1, 0)$を常に左に見る

$\Rightarrow$ 安定

$K = 6$ のとき

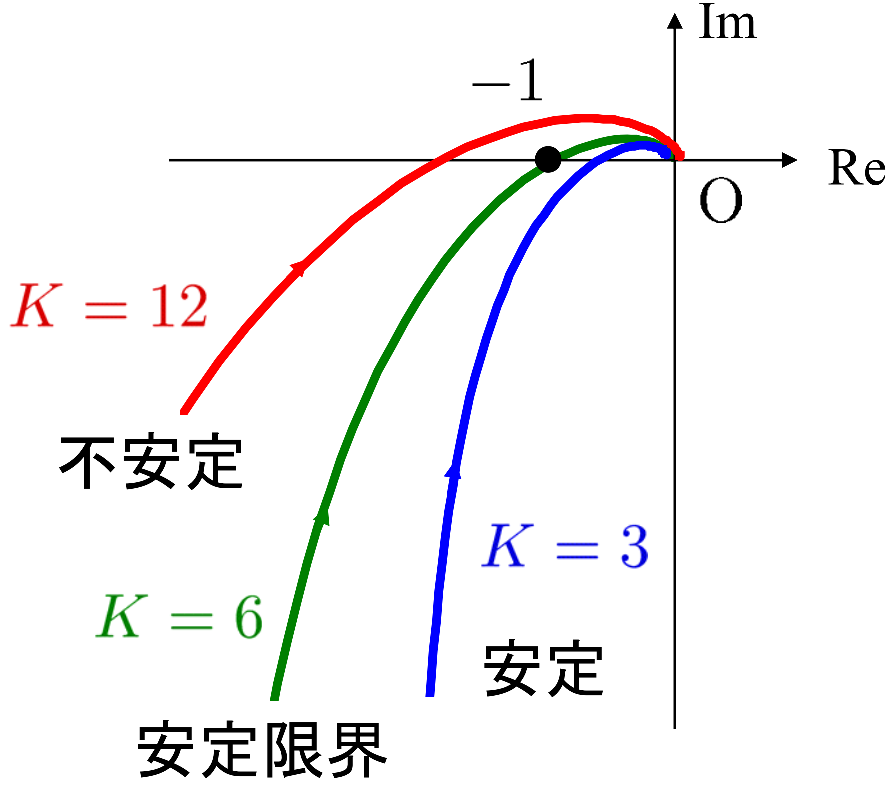
ちょうど点 $(-1, 0)$を通過する

$\Rightarrow$ 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



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。