

ROBO-ONE セミナー

2. MATLAB follow up 講習内容

Hiroumi Mita
2021/08/28 14:00～

目次

- 2. MATLAB follow up 講習内容

- 1) ExcelとMATLAB

- ExcelデータをMATLABで解析

- 2) SimulinkとSimscape

- 回転系の力学モデルをSimulinkとSimscapeでモデル化

- 3) Stateflow

- シーケンス制御をStateflowでモデル化

ファイル

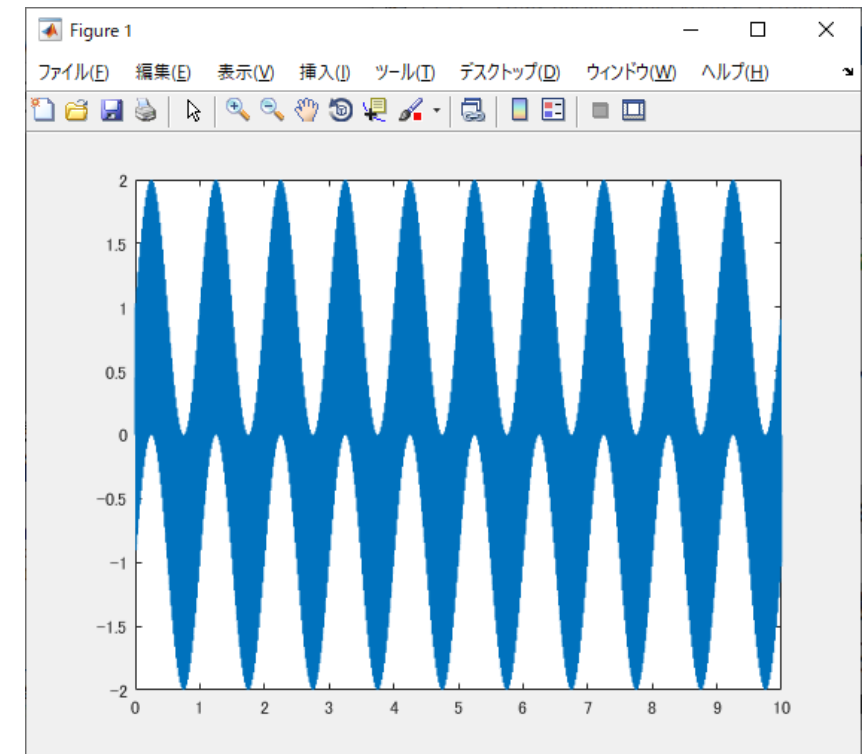
- MATLABハンズオン
 - (1) data.csv データのCSVファイル
 - (2) analysis_sample.m 解析サンプル
 - (3) filtersample.slx シミュレーションモデル
- Simulink&Simscape ハンズオン
 - (4) onedof_trans_rot.slx
 - (5) sdof_sample.slx
- Stateflowハンズオン
 - (6) st_sample.slx

データ解析 ハンズオン

【課題】

csvファイル形式で取得した、センサーデータがあります。

- [1] センサーデータは、右図です。横軸:時間[s], 縦軸:センサー値[-]
- [2] データは、2つの周波数の波(高周波、低周波)が混在しています。
- [3] データをFFT解析して、パワースペクトルを計算します。
- [4] ノッチフィルタを設計して、低周波の波だけ取り出します。
ノッチフィルタ:特定の周波数をカットするフィルタ
- [5] このスクリプトを作成しましょう。



スクリプトの作成

注: %は注釈文なので、入力不要です。

```
% CSV file 読み込み
DATA = csvread('data.csv')

% ワークスペース変数
TIME = DATA(:, 1) %1列目 全部
RAW = DATA(:, 2) %2列目 全部

%時間と生値の行列
[TIME RAW]

% グラフ描画
figure(1);plot(TIME, RAW)

% パワースペクトルを求める
Y=fft(RAW) % 高速フーリエ変換
%設定
Fs = 1000;           % サンプリング 周波数
T = 1/Fs;            % サンプリング 時間
L = 10000;           % 信号長
t = (0:L-1)*T;       % 時間ベクトル
P2 = abs(Y/L); %両側スペクトル
P1 = P2(1:L/2+1); %片側スペクトル
P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1); %片側スペクトル
```

```
%周波数ベクトル定義
f = Fs*(0:(L/2))/L;

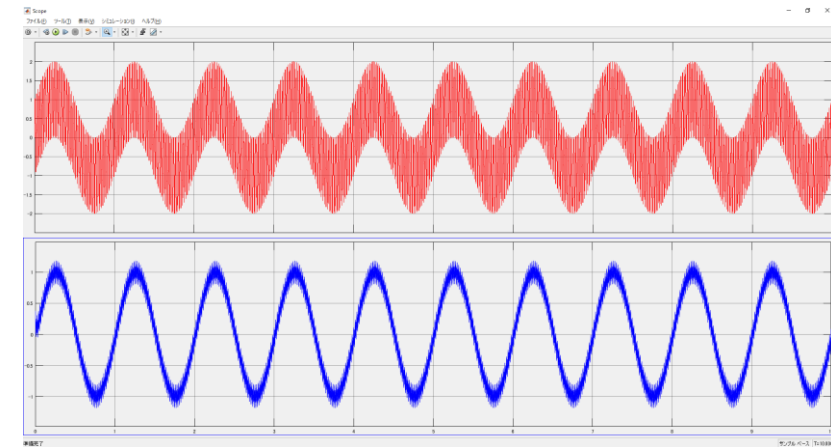
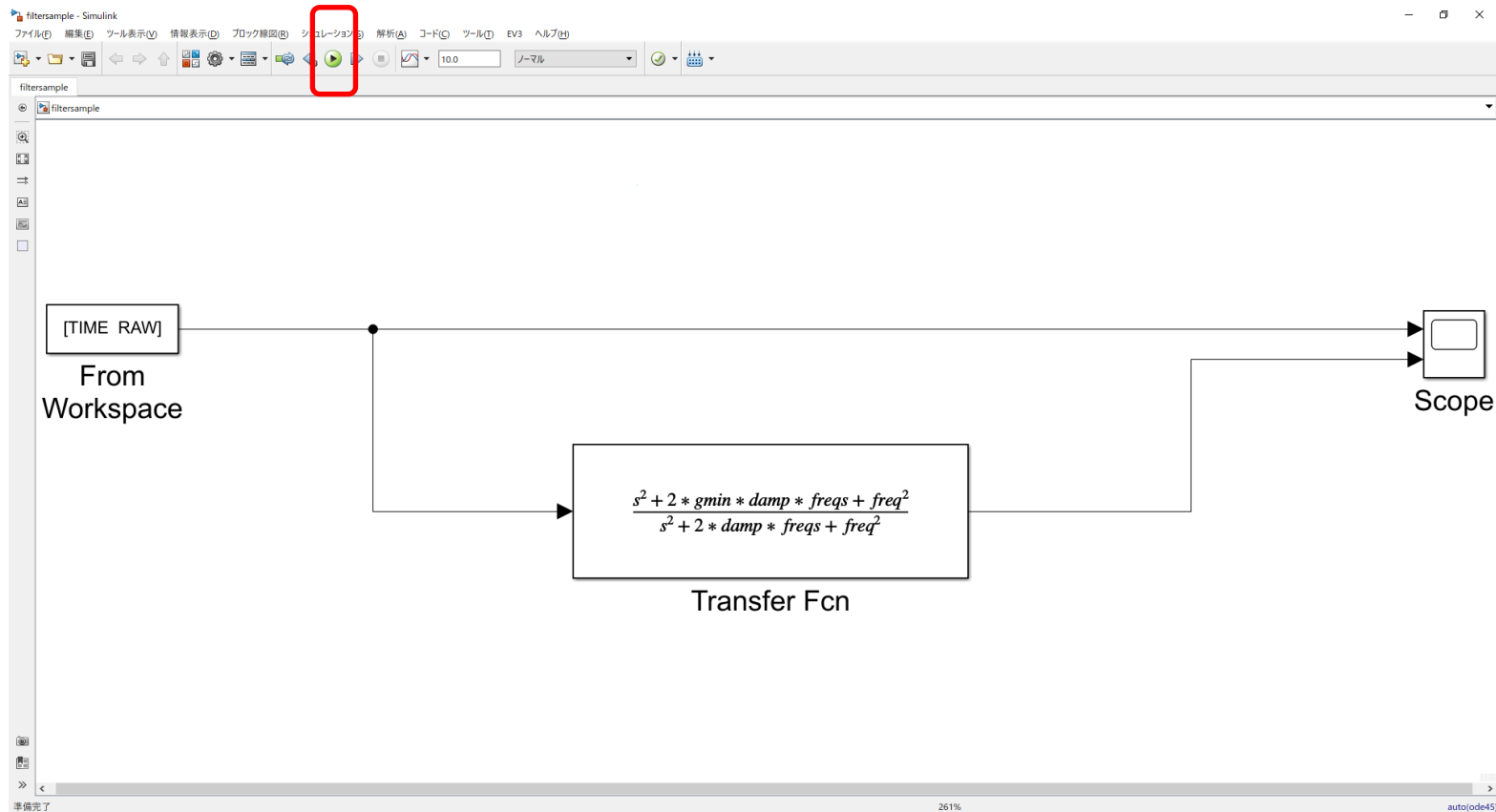
figure(2);
subplot(211);plot(f, P1)
hold on
%部分拡大
subplot(212);plot(f(1:1500), P1(1:1500))
title('Single-Sided Amplitude Spectrum of S(t)')
xlabel('f (Hz)')
ylabel('|P1(f)|')
hold off

% 周波数100[Hz]をカットするノッチフィルター
s=tf('s')
damp=2
freq=2*pi*50 %[rad/s]
gmin=0.001 % -60[dB]

NFILTER=(s^2+2*gmin*damp*freq*s+freq^2)/(s^2+2*damp*freq*s+freq^2)
figure(3);bode(NFILTER)
```

シミュレーションの実行

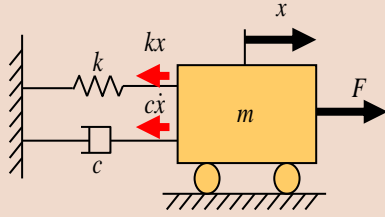
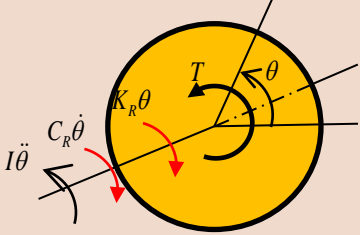
- [1] シミュレーションモデル(filtersample.slx)を開きます。
- [2] シミュレーションします。
- [3] 低周波成分だけ取り出せましたか？



Simulink & Simscape ハンズオン

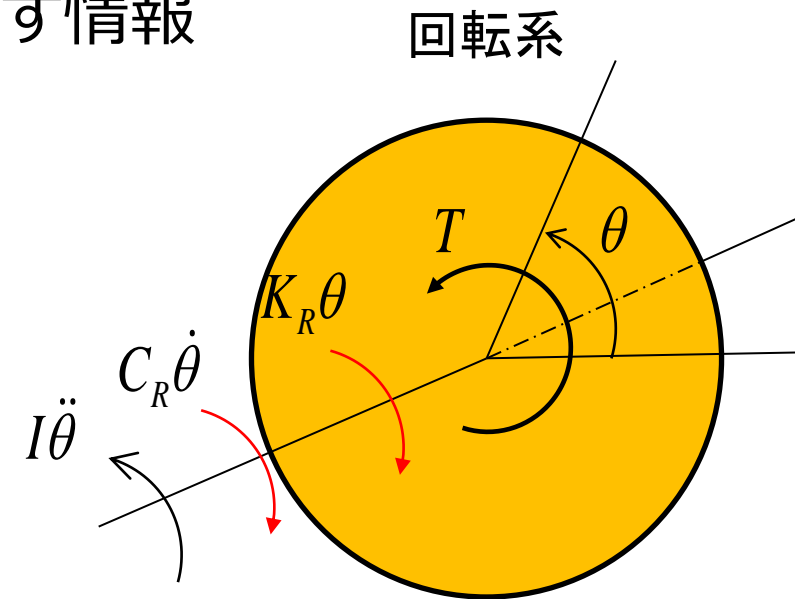
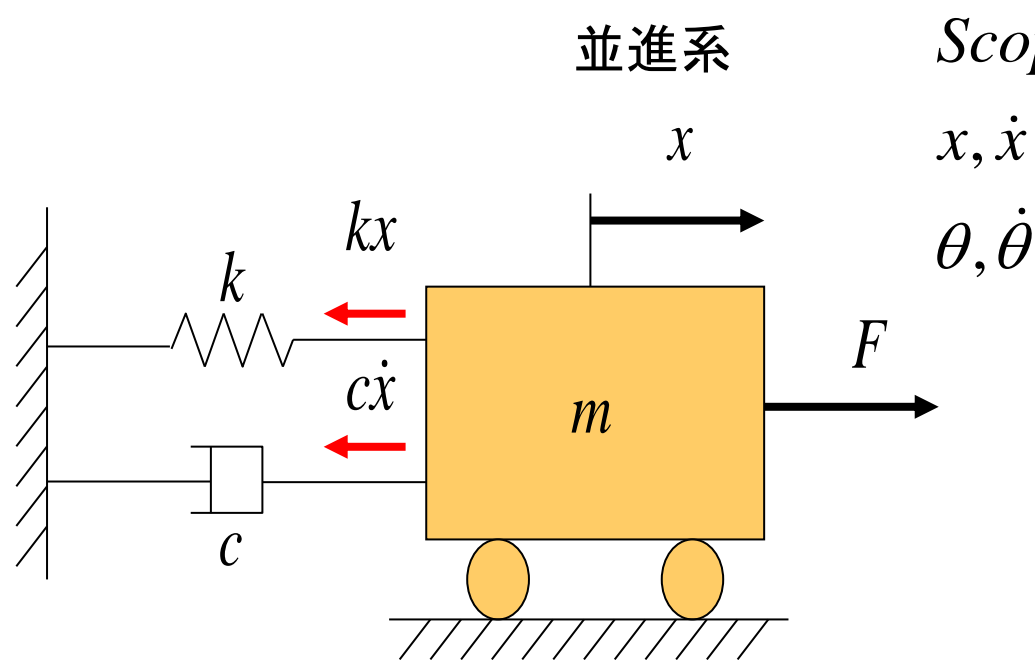
- 簡単な回転機械のモデリングとシミュレーション

機械: 1自由度振動系 回転系と並進系の相似

並進の力学(質点)		回転の力学(剛体)	説明
図式			
方程式	$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F$	$I\ddot{\theta} + C_R\dot{\theta} + K_R\theta = T$	式の構造は両式共通
慣性項	$m\ddot{x}$	$I\ddot{\theta}$	動き易さ、止め易さ 回り易さ、回りにくさを表す項
バネ項	kx	$K_R\theta$	振動を発生させる項
粘性項	$c\dot{x}$	$C_R\dot{\theta}$	運動エネルギーを減衰させようとする項
外力	力 F	トルク T	

演習

2つの1自由度振動系をSimscapeでモデル化しましょう。



パラメータ

$$m = 1[\text{kg}]$$

$$c = 1[\text{Ns/m}]$$

$$k = 10[\text{N/m}]$$

$$F = 1[\text{N}](\text{時間} t \geq 1)$$

$$0[\text{N}](\text{時間} t < 1)$$

Step block

$$I = 1[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$C_R = 1[\text{N} \cdot \text{m}/(\text{rad/s})]$$

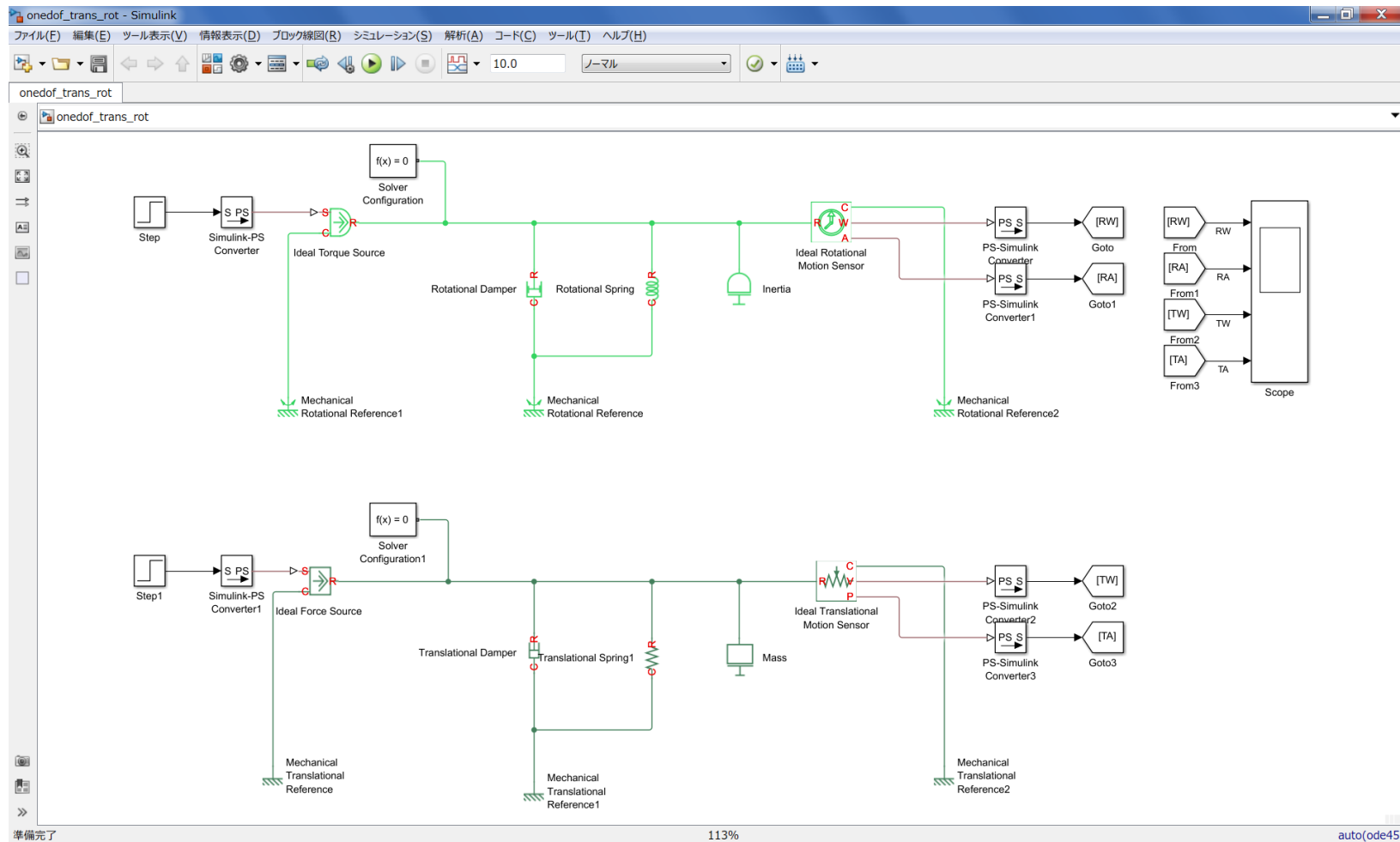
$$K_R = 10[\text{N} \cdot \text{m}/\text{rad}]$$

$$T = 1[\text{N} \cdot \text{m}](\text{時間} t \geq 1)$$

$$0[\text{N} \cdot \text{m}](\text{時間} t < 1)$$

演習

2つの1自由度振動系をSimscapeでモデル化しましょう。



(onedof_trans_rot.slx)

モデリング(直接表現)

運動方程式は

$$m\ddot{x} = -(c\dot{x}) - (kx) + u$$

整理すると

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = u$$

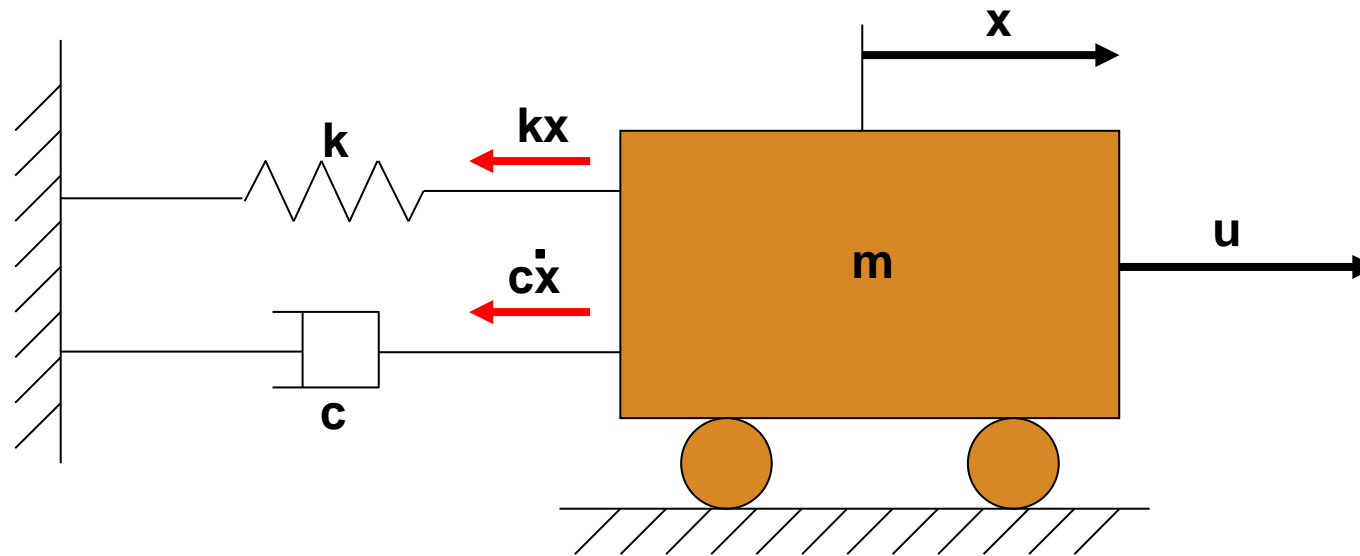
初期値は $\ddot{x}(0) = 0, \dot{x}(0) = 0, x(0) = 0$ とする。

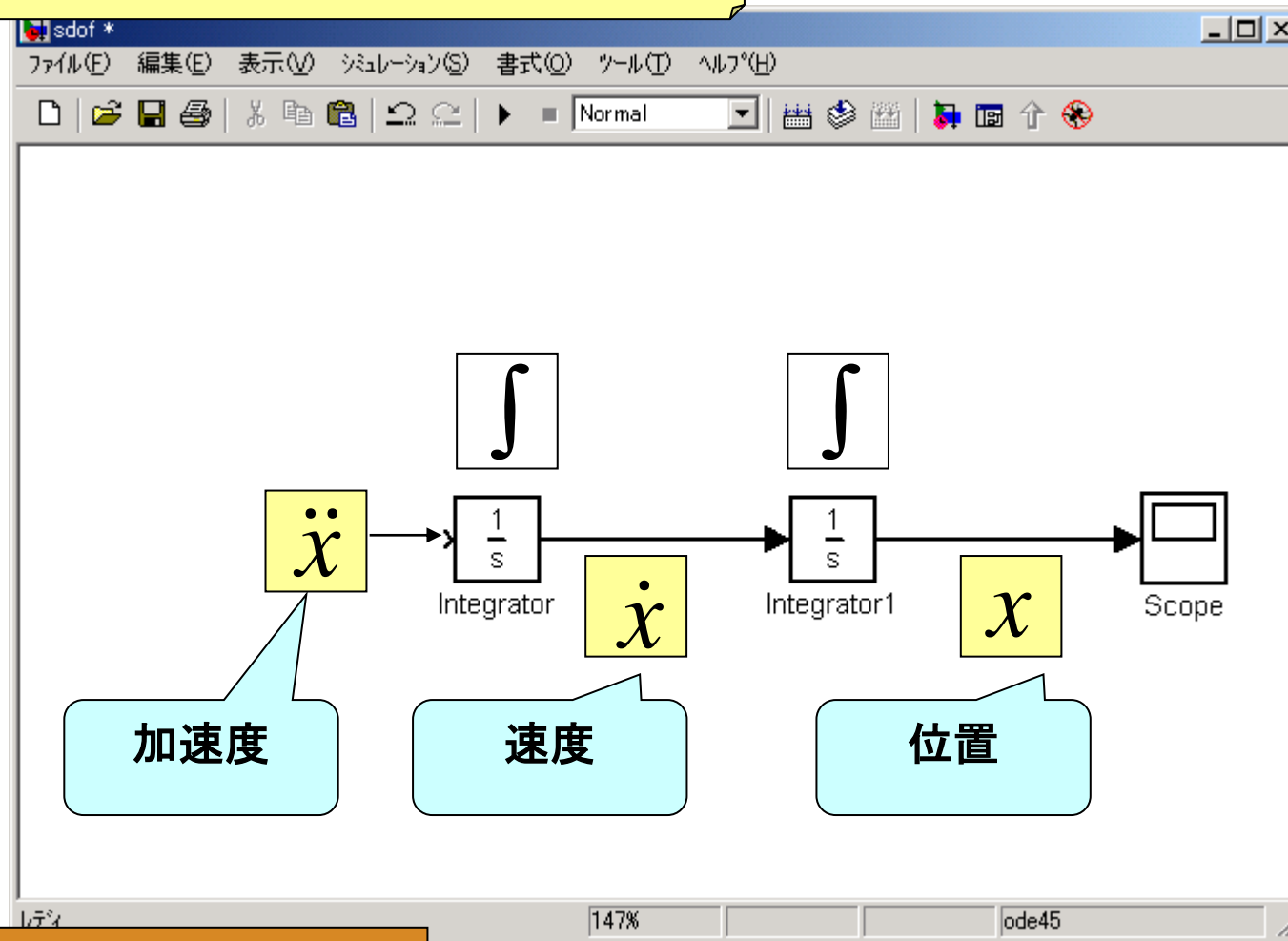
図 機械系ダイナミクスの例(1自由度振動系)

Simulink連続モデルの作成の基本原則

- STEP0 準備
 - 微分回数最大の変数を左辺に移項、残りを右辺に移項
- STEP1 微積分変数の位置関係
 - 式に登場する微分積分の関係を、積分器(Integrator)を使って表現する。
- STEP2 右辺 各項の要素 作成
 - 式の右辺に登場する項を、線を分岐させ作成する。
- STEP3 左辺と右辺の整合性
 - 右辺と左辺の整合性をモデルに表現する。

どんな複雑なモデルでも基本原則は変わらない。

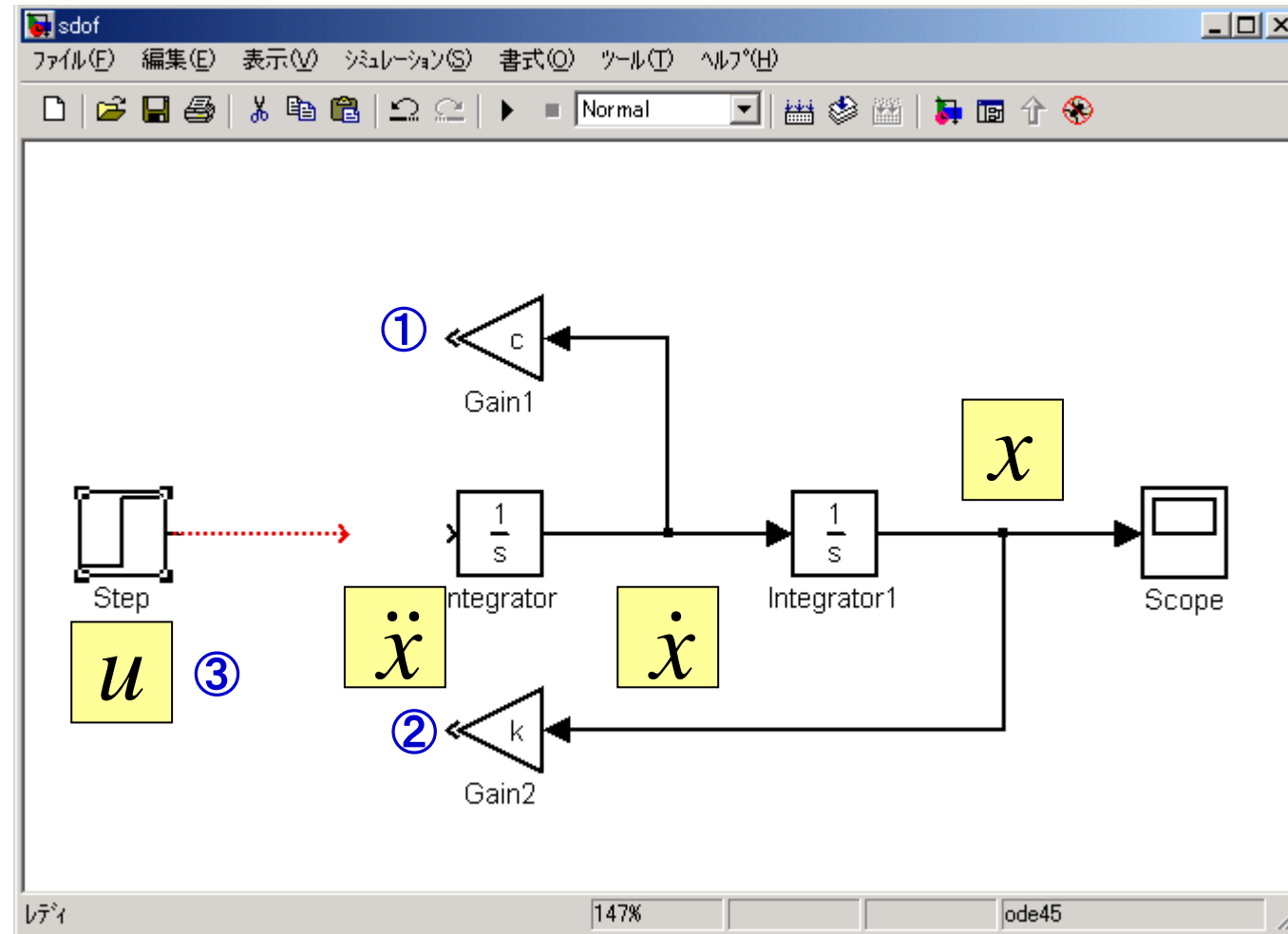
STEP1 微積分変数の位置関係



2階の微分方程式

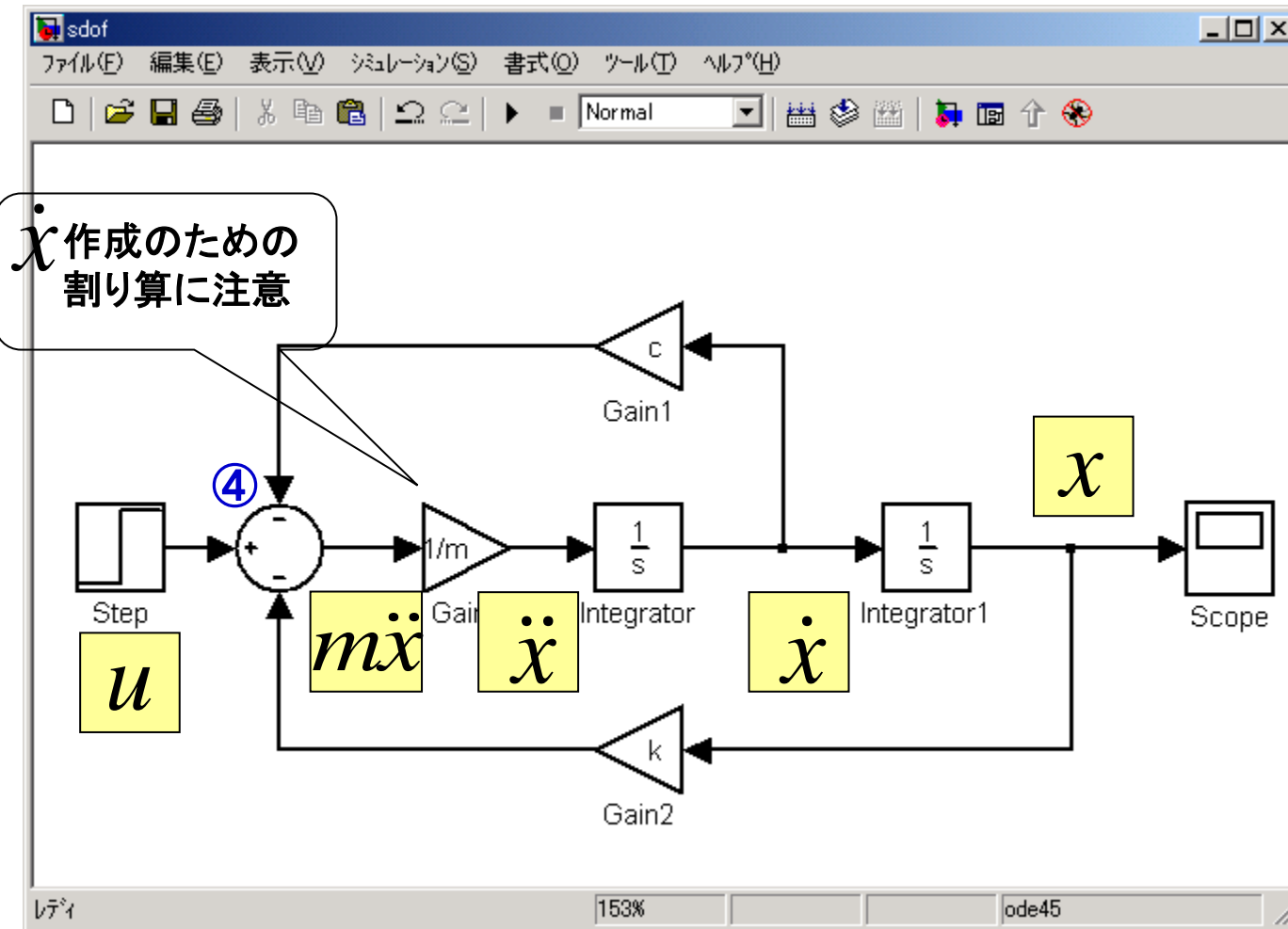
STEP2 右辺 各項の要素 作成

$$m\ddot{x} = -(\overset{\textcircled{1}}{c\dot{x}}) - (\overset{\textcircled{2}}{kx}) + \overset{\textcircled{3}}{u}$$



STEP3 左辺と右辺の整合性

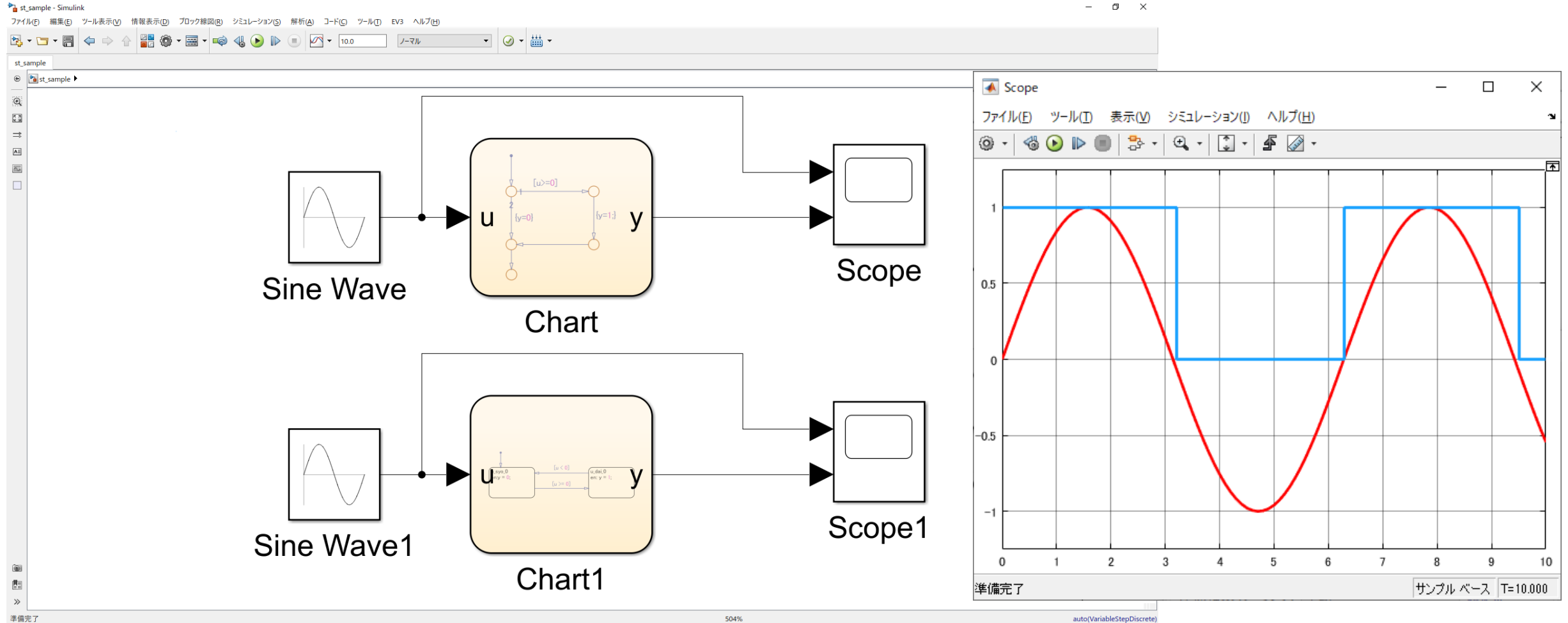
$$\textcircled{4} \quad \underline{m\ddot{x}} = -(c\dot{x}) - (kx) + u$$



Stateflow ハンズオン

- 簡単なシーケンス制御のモデリングとシミュレーション
- 課題
- 次のロジック
- if (入力 u) ≥ 0 then (出力 y) = 1
- else (出力 y) = 0
- end
- 注意: $u \geq 0$ の否定は $u < 0$ です。

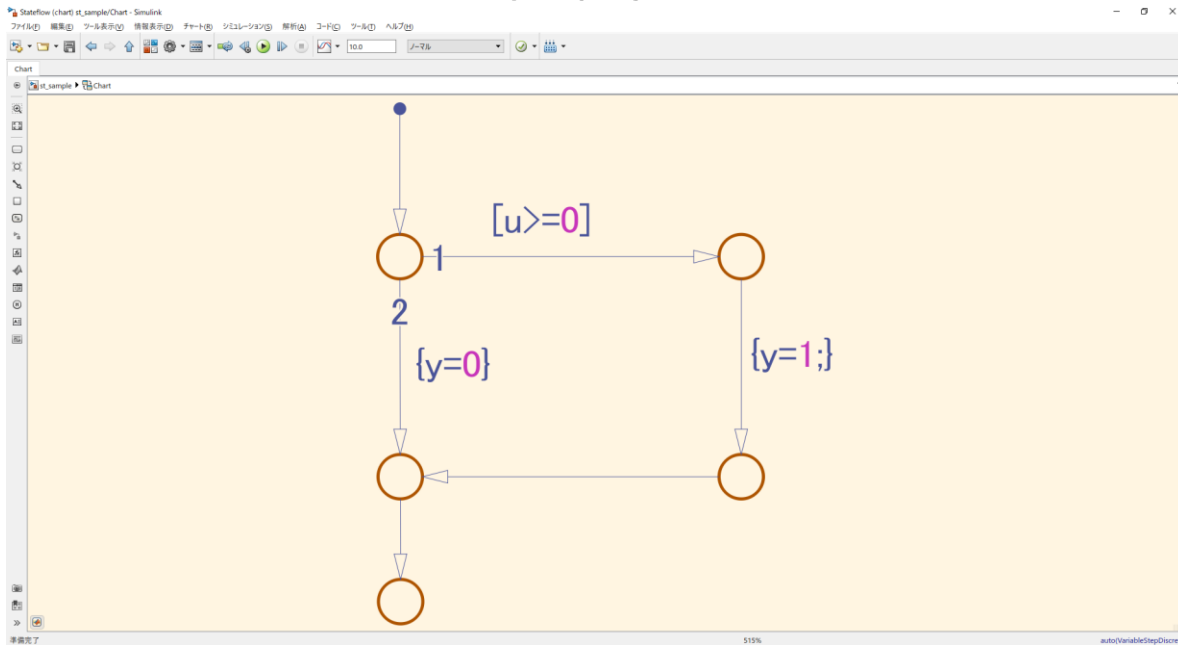
サンプルファイル



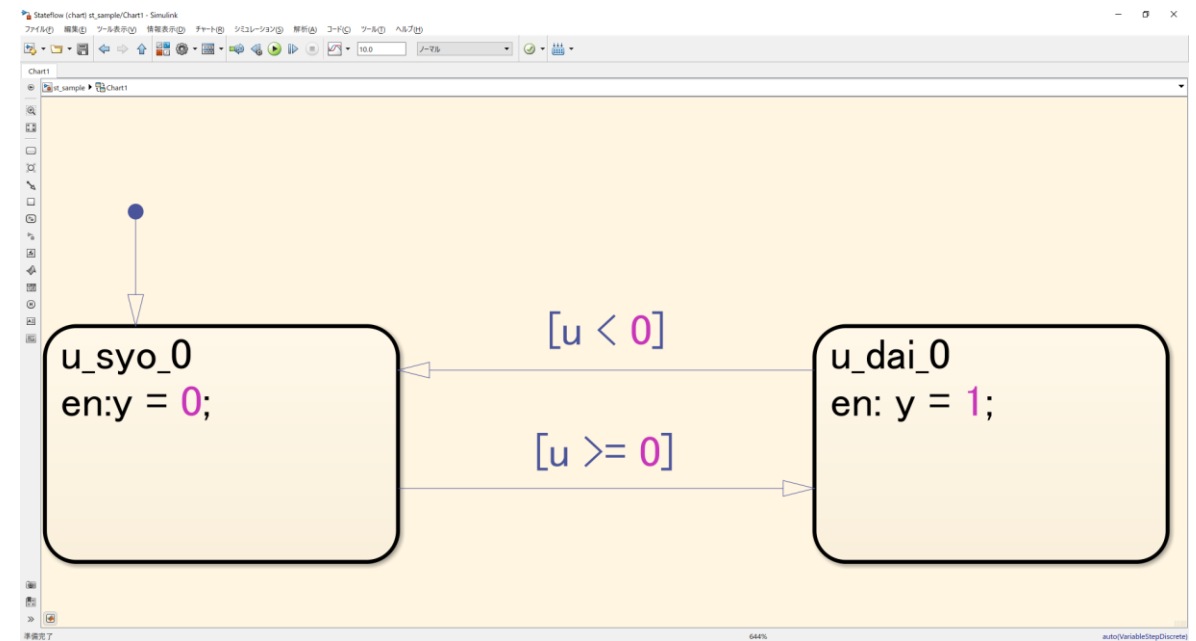
Stateflowの内部

- サンプル時間: 離散 0.1[s]

Flowchart



Statechart



(END)