

Simulink Compiler 使い方紹介

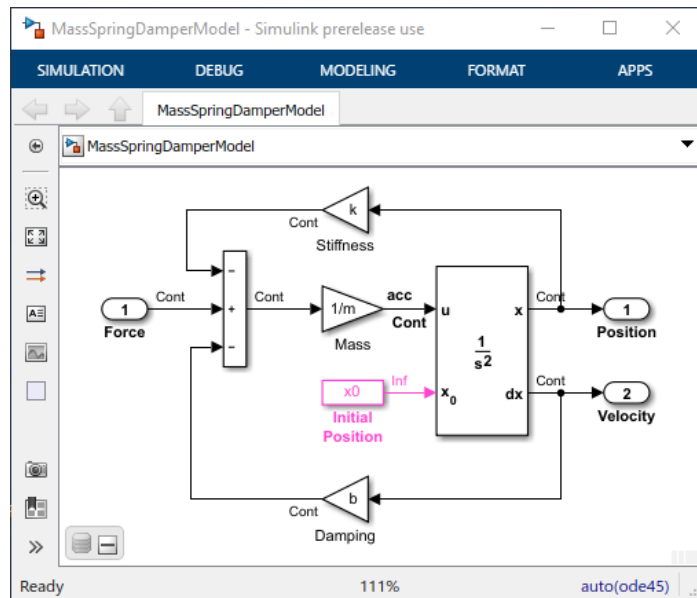
MathWorks Japan
アプリケーションエンジニアリング部

R2022**a**

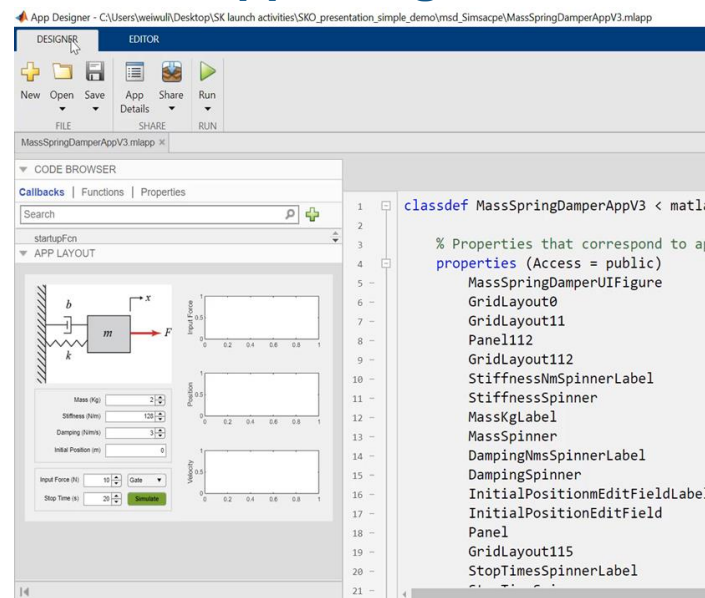
Simulink Compilerとは

- MATLABアプリ内でSimulinkモデルを実行できるようにします

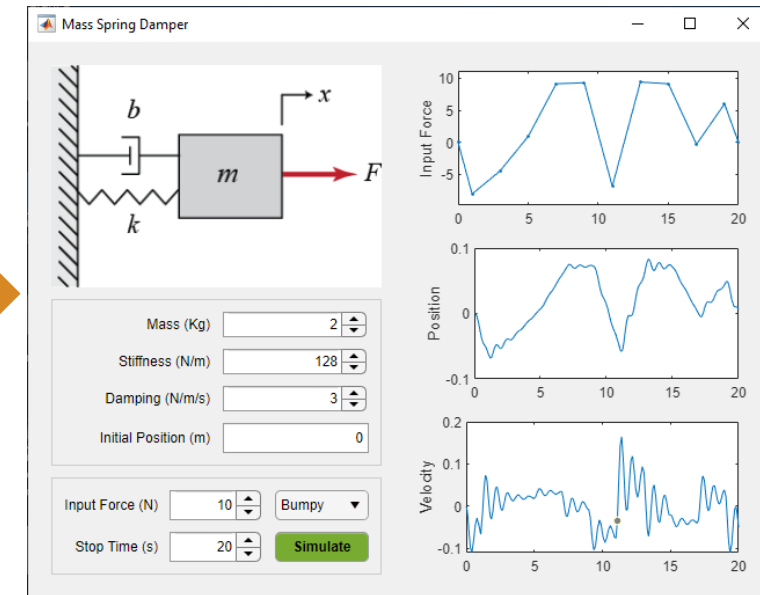
Simulink モデル



App Designer



アプリ



本サンプルモデルを使うために必要なツールボックス

- MATLAB バージョンR2022a以降
- Simulink
- MATLAB Compiler
- Simulink Compiler

1. File ExchangeやGitHubからダウンロードしたフォルダを解凍し、「PID_tuning_Boot_Camp」フォルダを作業フォルダに指定します

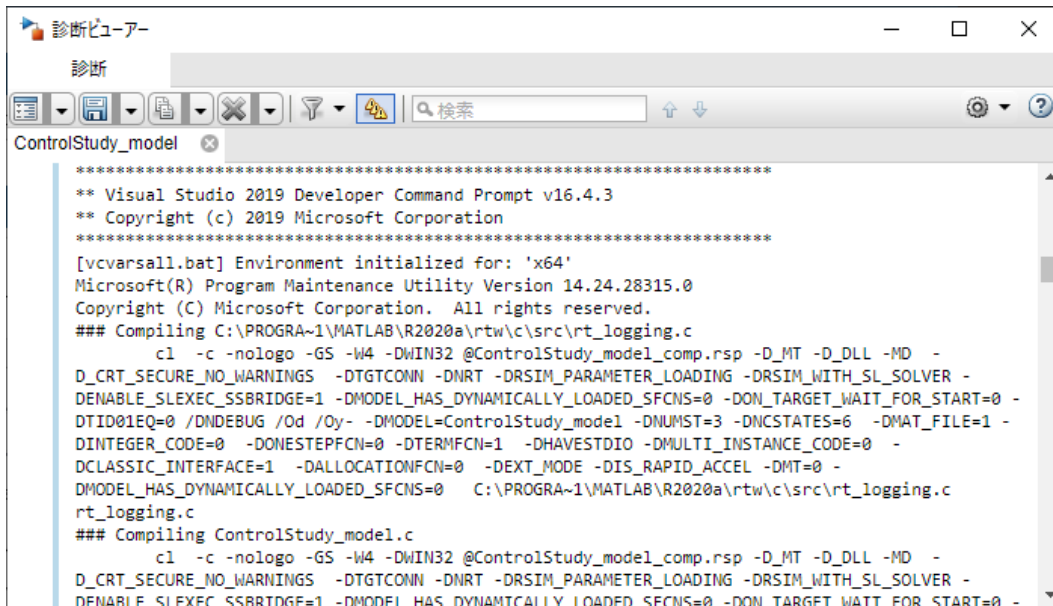
現在のフォルダー		
名前 ▲	Git	
ControlStudy_model	.	
check_FB_sw.m	●	
check_mode.m	●	
ControlStudy_app.mlapp	●	
ControlStudy_app.prj	●	
ControlStudy_model.slx	●	
param.m	●	

2. 最初に”param.m”を実行し、”ControlStudy_model.slx”を開いて実行します。

モデルはラピッドアクセラレータモードで実行できなければなりません。mexコンパイラがインストールされていない場合も、この段階でエラーとなります。その場合はコンパイラをインストールしてください。

参考リンク: https://jp.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/install-mingw-support-package.html

モデルを実行することで実行ファイルが生成されます。App Designerがその実行ファイルを認識できない場合、エラーとなります。App Designerを開く前に必ずモデルを一度実行してください。



```
***  
** Visual Studio 2019 Developer Command Prompt v16.4.3  
** Copyright (c) 2019 Microsoft Corporation  
***  
[vcvarsall.bat] Environment initialized for: 'x64'  
Microsoft(R) Program Maintenance Utility Version 14.24.28315.0  
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.  
### Compiling C:\PROGRA~1\MATLAB\R2020a\rtw\c\src\rt_logging.c  
cl -c -nologo -GS -W4 -DWIN32 @ControlStudy_model_comp.rsp -D_MT -D_DLL -MD -  
D_CRT_SECURE_NO_WARNINGS -DTGTCONN -DNRT -DRSIM_PARAMETER_LOADING -DRSIM_WITH_SL_SOLVER -  
DENABLE_SLEXEC_SSBRIDGE=1 -DMODEL_HAS_DYNAMICALLY_LOADED_SFCNS=0 -DON_TARGET_WAIT_FOR_START=0 -  
DTID01EQ=0 /DNDEBUG /Od /Oy- -DMODEL=ControlStudy_model -DNUMST=3 -DNCSTATES=6 -DMAT_FILE=1 -  
DINTEGER_CODE=0 -DONESTEPFCN=0 -DTERMFCN=1 -DHAVESTDIO -DMULTI_INSTANCE_CODE=0 -  
DCLASSIC_INTERFACE=1 -DALLOCATONFCN=0 -DEXT_MODE -DIS_RAPID_ACCEL -DMT=0 -  
DMODEL_HAS_DYNAMICALLY_LOADED_SFCNS=0 C:\PROGRA~1\MATLAB\R2020a\rtw\c\src\rt_logging.c  
rt_logging.c  
### Compiling ControlStudy_model.c  
cl -c -nologo -GS -W4 -DWIN32 @ControlStudy_model_comp.rsp -D_MT -D_DLL -MD -  
D_CRT_SECURE_NO_WARNINGS -DTGTCONN -DNRT -DRSIM_PARAMETER_LOADING -DRSIM_WITH_SL_SOLVER -  
DENABLE_SLEXEC_SSBRIDGE=1 -DMODEL_HAS_DYNAMICALLY_LOADED_SFCNS=0 -DON_TARGET_WAIT_FOR_START=0 -
```

3. "ControlStudy_app.mlapp"を開きます。

App Designerでアプリを作成します。

The screenshot shows the MATLAB App Designer environment. The title bar indicates the file path: `C:\work\source\simulink_compiler_sample\pj\PID_tuning_Boot_Camp\ControlStudy_app.mlapp`. The interface includes a top menu bar with options like 'デザイン' (Design), 'キャンバス' (Canvas), and 'ビュー' (View). Below the menu is a toolbar with icons for file operations and execution. The left sidebar contains a 'コンポーネント ライブラリ' (Component Library) with various UI elements like sliders, checkboxes, and buttons, and a 'コンテナー' (Container) section with grid layouts and tabs. The central workspace displays the 'ControlStudy_model' block diagram, which consists of several interconnected blocks representing a control system. To the right of the diagram is a 'ControlStudy_n' parameter table:

ControlStudy_n	
パラメーター属性	
Model...	2.0
LastM...	Fri Feb 26 00:26:58 2021
Librar...	disabled
Model...	off
Dirty	off
Descri...	

Below the diagram are input fields for 'Limits of command' (2), 'Offset Disturbance' (1), 'Sensor Offset' (0), 'System noise' (0.2), 'Sensor noise' (0.1), and 'Sensor Delay' (20). The right panel features two empty plots: '応答 / Response' (システム応答 / Response of system) and 'PID制御器の出力 / Output of PID Controller'. The bottom-right panel shows app configuration details for 'ControlStudy_app', including version (1.0), author, and summary, along with code options like 'Single Running Instance' and 'Input Arguments'.

【補足】App Designer コンポーネントの配置

The screenshot displays the MathWorks App Designer interface. On the left is the 'コンポーネント ライブラリ' (Component Library) pane, which contains various UI components categorized under '共通' (Common). These include HTML, Image, Spinner, Slider, Check Box, Toggle, ツリー (Tree), ツリー (チェックボックス) (Tree (Check Box)), Text Area, Table, Toggle Button Group, Drop Down, Hyperlink, Button, Radio Button Group, Label, List Box, Axes, Date Picker, Status Button, Edit Field (Text), and Edit Field (Number). Below these is the 'コンテナー' (Container) section with Grid Layout, Tab Group, and Panel. A red arrow points from the '共通' category to the 'モデル / Model' canvas.

The central 'モデル / Model' canvas shows a block diagram for 'ControlStudy_model'. It features four blocks arranged in a 2x2 grid, connected by lines. A red arrow points from the 'モデル / Model' canvas to the 'パラメーター属性' (Parameter Properties) panel on the right.

The 'パラメーター属性' panel lists the following parameters for 'ControlStudy_model':

パラメーター属性	値
Model...	2.0
LastM...	Fri Feb 26 00:26:58 2021
Librar...	disabled
Model...	off
Dirty	off
Descri...	

At the bottom of the interface are several configuration fields:

パラメーター	値
Limits of command	2
Offset Disturbance	1
Sensor Offset	0
Sampling Time[s]	0.01
System noise	0.2
Sensor noise	0.1
Sensor Delay	20
Simulation Time[s]	10

On the right side of the interface, there are two empty plots and a 'Final value of the response' field. The 'Model type' is set to 'モデルの理想' (Ideal Model).

設計ビューの各要素は左のコンポーネントライブラリからドラッグ&ドロップして配置することができます。

【補足】App Designer コンポーネントのパラメータ

The screenshot displays the App Designer environment. On the left, there are two empty plots: '応答 / Response' (Response of system) and 'PID制御器の出力 / Output of PID Controller'. Below the plots are input fields for 'Final value of PID output' (set to 0), 'P gain' (set to 0), 'I gain' (set to 0), and 'D gain' (set to 0). A toggle switch for 'Feedback' is currently in the 'Off' position. On the right, the 'コンポーネント ブラウザー' (Component Browser) is open, showing a tree view of components. The 'app.RightPanel' is expanded, and 'app.Pgain_EF' is selected. Below the browser, the '編集フィールド (数値)' (Edit Fields) panel is visible, showing the 'Value' property of 'app.Pgain_EF' set to 0. The 'Limits' property is set to '-Inf, Inf', and the 'ValueDisplayFormat' is set to '%11.4g'.

コンポーネントをクリックして選択状態にすると、右側のコンポーネントブラウザーに詳細が表示されます。

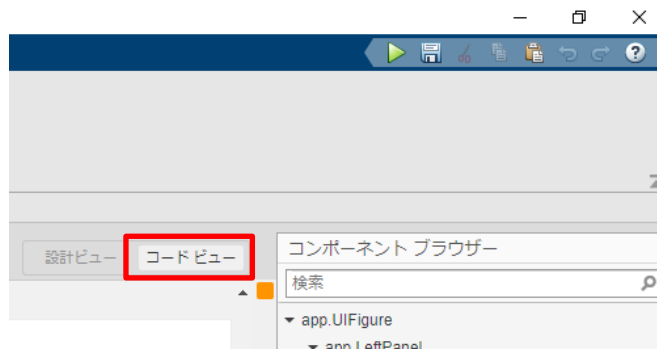
コンポーネントブラウザーでコンポーネントの各パラメータを設定することができます。

【補足】App Designer コンポーネントのコールバック

コンポーネントブラウザーのコールバックをクリックし、▼をクリックすると、新規にコールバックを追加することができます。



上記で作成したコールバックは、値が変更・確定された時に呼び出される処理になります。



コールバックを含む、アプリの処理はMATLAB言語で記述されており、左図のコードビューをクリックすることで確認できます。

設計ビューをクリックすると、元のアプリのデザイン画面に戻ります。

4. Simulinkモデルに対する入力、パラメータ変更、実行、出力処理を記述します。

”ControlStudy_app.mlapp”のコードビューの66行目から書かれている「function calc_simulation(app)」をご参照ください。

「Simulink.SimulationInput(model_name);」で、そのモデルに対する設定などを定義した構造体を作成します。

「simin_data = simin_data.setVariable('TimeStep', app.TS_EF.Value);」では、上記構造体内に定義されているモデルのパラメータを変更しています。

「simin_data = simin_data.setModelParameter('SimulationMode', 'Rapid');」

「simin_data = simin_data.setModelParameter('RapidAcceleratorUpToDateCheck', 'off');」

は、モデルをSimulink Compilerで扱える、ラピッドアクセラレータの状態に設定しています。

「simout = sim(simin_data);」でモデルを実行し、実行結果を「simout」に格納しています。

シミュレーション途中にコールバックを指定できます。

- 「`simulink.compiler.setExternalOutputsFcn`」をシミュレーション入力オブジェクトに指定することで、Outportブロックが更新される度に呼び出すコールバックを設定することができます。
- 「`simulink.compiler.setPostStepFcn`」をシミュレーション入力オブジェクトに指定することで、モデルの1ステップの計算が終わる度に呼び出すコールバックを設定することができます。
- 本サンプルモデルでは、0.5秒ごとにプロットを再描画するコールバックを作成しました。

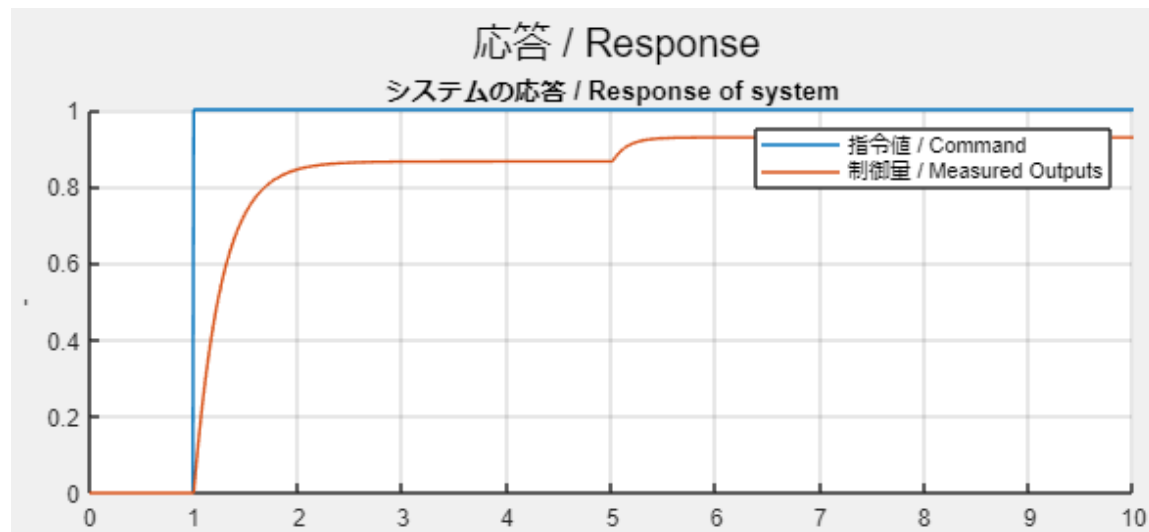
実行中のパラメーター変更

R2021bから、実行中のモデルのパラメーター変更ができるようになりました。

「`simulink.compiler.modifyParameters`」というコマンドを用いて、モデル名と変更するパラメーターオブジェクトを引数に指定して実行します。

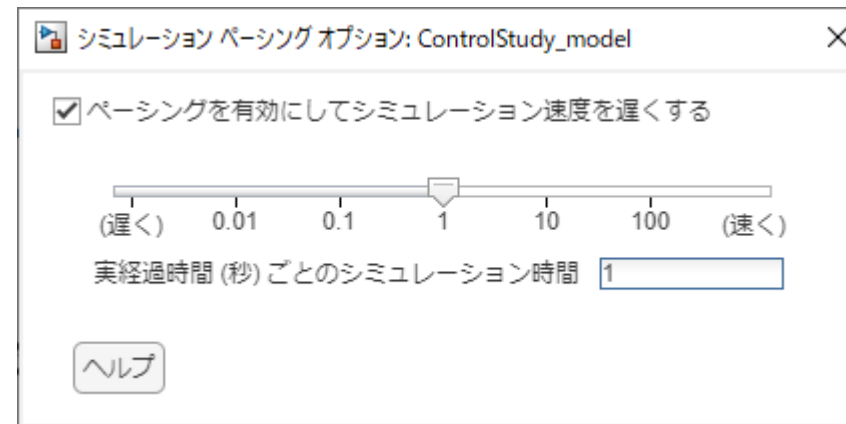
```
271 function set_parameters_when_running(app)
272
273     if abs(app.old_P_gain - app.Pgain_EF.Value) > app.diff_limit
274         simulink.compiler.modifyParameters(app.model_name, ...
275             Simulink.Simulation.Variable('P_gain_model', app.Pgain_EF.Value));
276         app.old_P_gain = app.Pgain_EF.Value;
277     end
```

例えば5秒時にPゲインを4から8に変更すると、以下のような応答になります。



【参考】シミュレーションペーシングはサポートしていません

- Simulinkモデルを実時間に比例したペースで実行できる「シミュレーションペーシング」は、ラピッドアクセラータでサポートしていないため、R2022aの時点では使うことができません

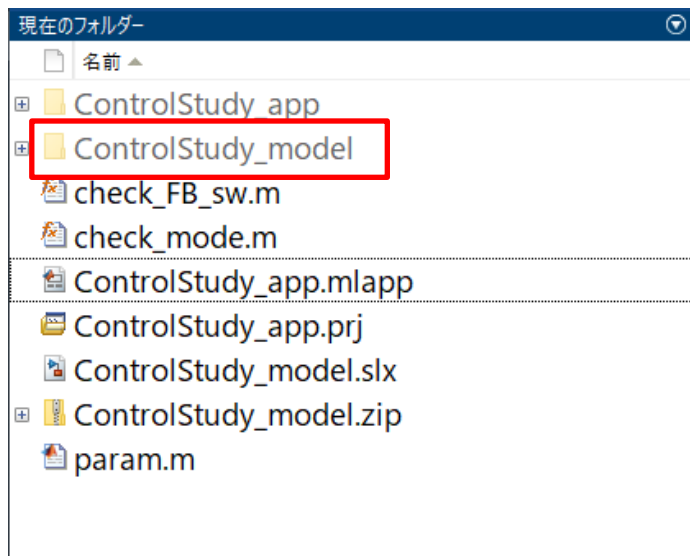


【参考】Simulinkモデルのキャンバスについて

Simulinkモデルのキャンバスは、アプリで直接可視化することはできません。

そこで今回は、Simulink Report Generatorを用いてモデルをhtml形式で出力し、それをアプリから開くことで可視化します。

Simulink Report Generatorをインストールされていない方のために、html出力済みのファイルを事前に用意しています。「ControlStudy_model」フォルダをご確認ください。

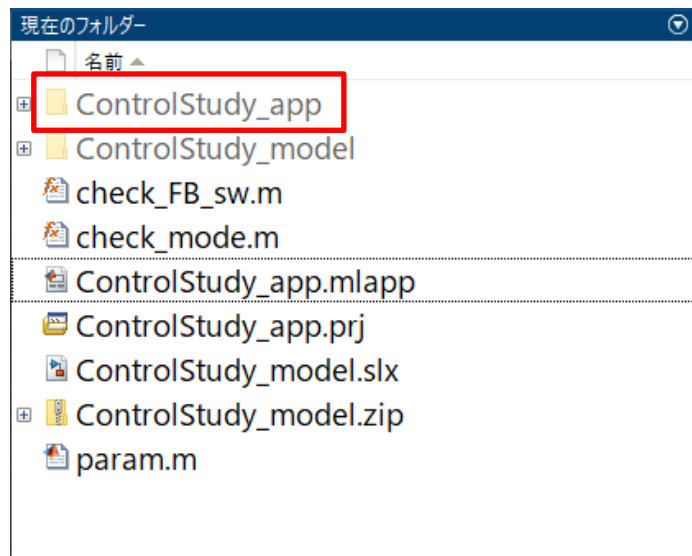


6. アプリをエクスポートする。

アプリが想定通り動作していることを確認した後、必要に応じてエクスポートします。
今回はスタンドアロンのデスクトップアプリ(Windows用)を作成します。

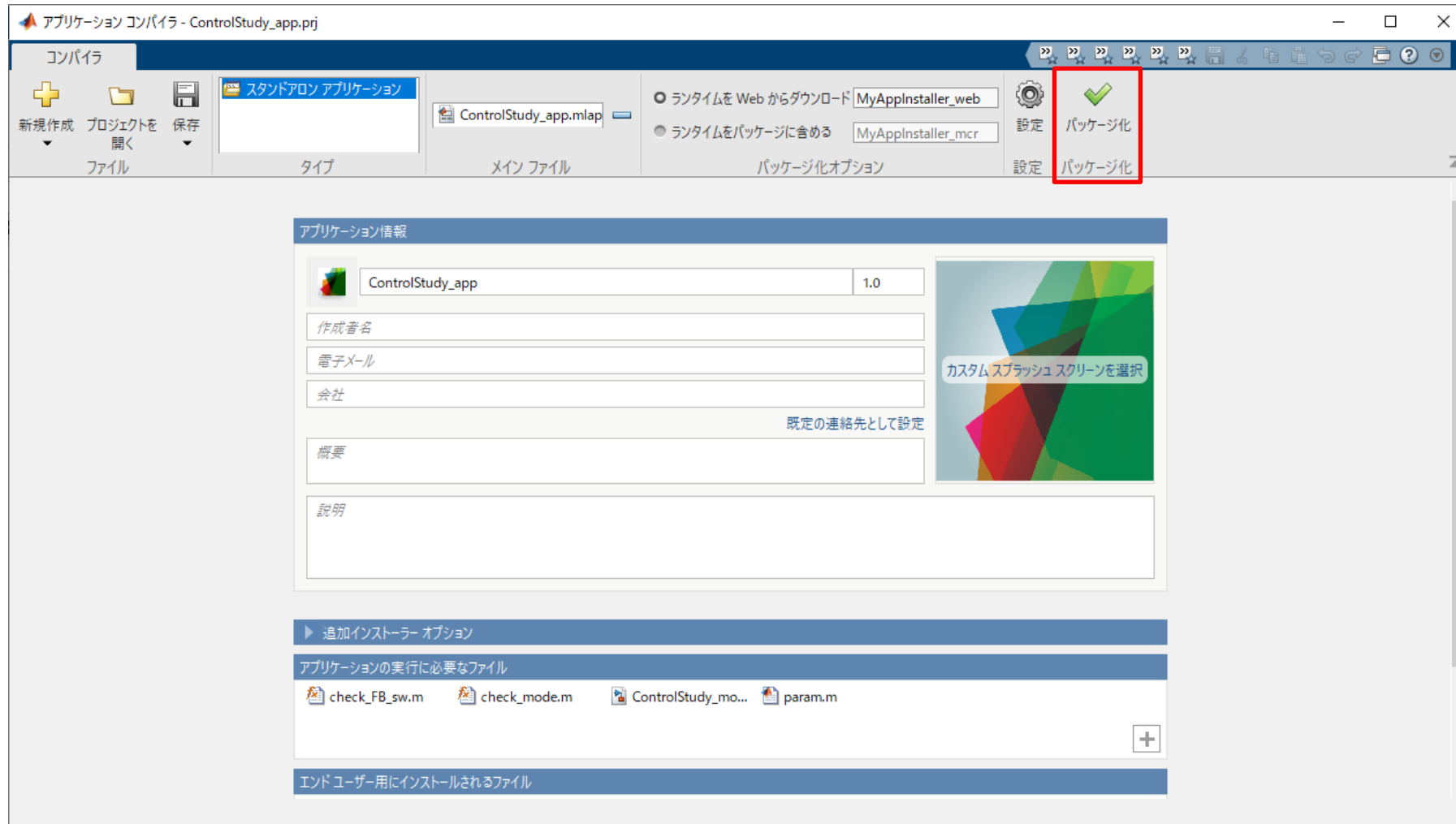
フォルダの中にはすでにアプリ化されたファイルを含む「ControlStudy_app」フォルダが存在します。
アプリ作成を行うと自動的に上書きされますので、必要であれば別フォルダへ退避させてください。

デザイナータブの共有、スタンドアロンのデスクトップアプリをクリックします。



6. アプリをエクスポートする。

今回はデフォルト設定で問題ありませんので、このままパッケージ化をクリックします。



以下のように表示されれば、問題なくパッケージ化完了です。




警告マークがありますが、これは外部参照のhtmlファイルが含まれていないため、発生しています。次スライドにて、そのファイルを追加します。

7. モデルのWebビューファイルをコピーする。

スタンドアロンのアプリは「ControlStudy_app」フォルダの「for_redistribution_files_only」に格納されています。

モデルのWebビューファイル一式が格納されている「ControlStudy_model」フォルダを「for_redistribution_files_only」にコピーします。

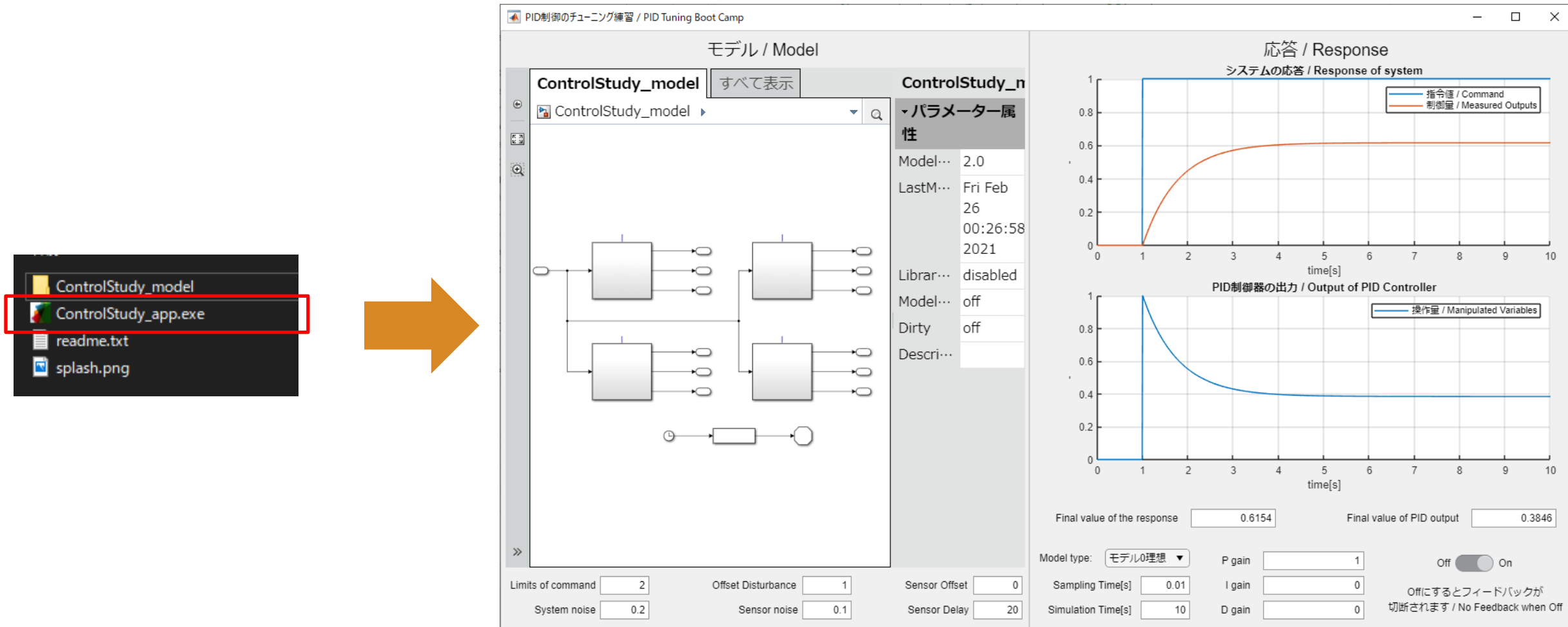
アプリは同じ階層にある「ControlStudy_model」内の「webview.html」を開くように設定されているため、常に同じフォルダ階層に置くようにしてください。



名前	更新日時	種類	サイズ
ControlStudy_model	2020/03/30 13:14	ファイル フォルダー	
ControlStudy_app.exe	2020/03/30 16:09	アプリケーション	3,564 KB
readme.txt	2020/03/30 16:09	テキストドキュメント	2 KB
splash.png	2015/06/25 22:08	PNG ファイル	52 KB

8. “ControlStudy_app.exe”を実行して動作を確認する。

ControlStudy_app.exeが、今回作成されたWindows用のスタンドアロンアプリです。
アプリを起動し、想定通り動作していることを確認します。



【参考】MATLAB Runtimeのインストール

今回作成したアプリをMATLABがインストールされていないPCで実行したい場合は、MATLAB Runtimeをインストールする必要があります。Runtimeは無料でインストールすることができます。

以下のリンク先を参考にインストールを行ってください。

<https://jp.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>

今回作成したアプリはR2022aで作成されたものなので、R2022aのMATLAB Runtimeをインストールしなければなりません。



Accelerating the pace of engineering and science

© 2022 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See www.mathworks.com/trademarks for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.