

Simulink Compiler 使い方紹介

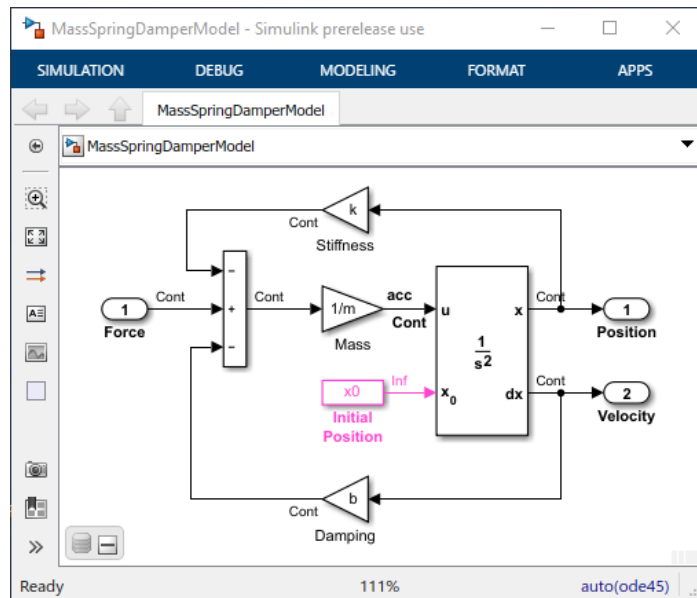
MathWorks Japan
アプリケーションエンジニアリング部

R2020b

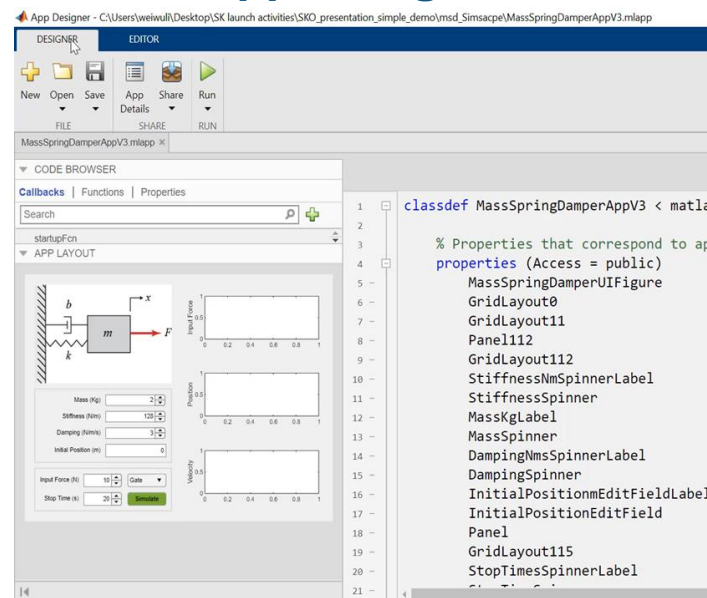
Simulink Compilerとは

- MATLABアプリ内でSimulinkモデルを実行できるようにします

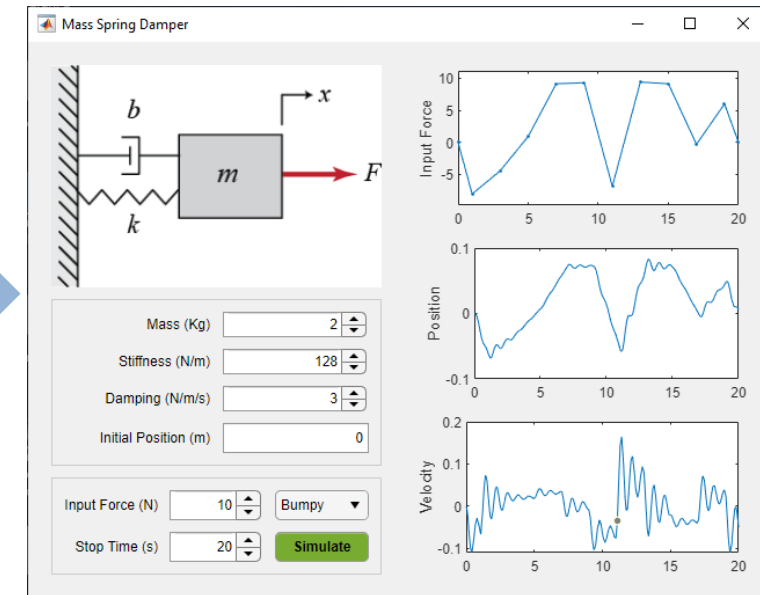
Simulink モデル



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R2020b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

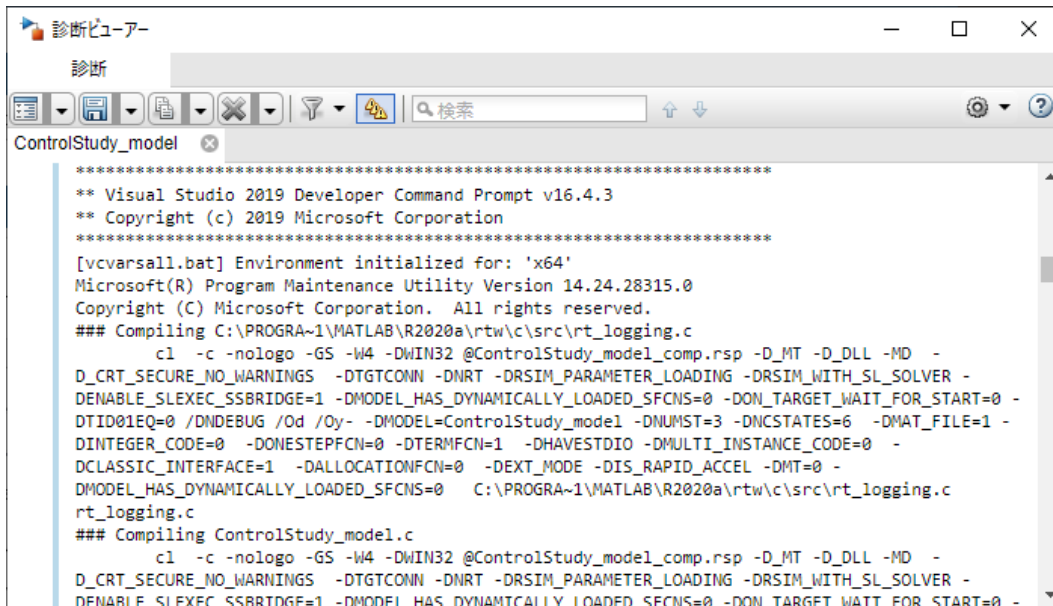
現在のフォルダー	
名前 ▲	Git
ControlStudy_model	.
check_FB_sw.m	●
check_mode.m	●
ControlStudy_app.mlapp	●
ControlStudy_app.prj	●
ControlStudy_model.slx	●
param.m	●

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mexファイルが生成されます。App Designerがmex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。



```
診断ビューアー
診断
ControlStudy_model

*****
** 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 -DNMST=3 -DNCSTATES=6 -DMAT_FILE=1 -
DINTEGER_CODE=0 -DNESTEPFCN=0 -DTERMFCN=1 -DHAVESTDIO -DMULTI_INSTANCE_CODE=0 -
DCLASSIC_INTERFACE=1 -DALLOCATIONFCN=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 for the 'ControlStudy_app.mlapp' application. The interface includes a top toolbar with icons for file operations (new, open, save, details, share, run) and a left sidebar with a 'Component Library' (コンポーネント ライブラリ) containing various UI elements like sliders, checkboxes, and text areas. The central workspace displays a block diagram of the 'ControlStudy_model' with PID controllers and signal processing blocks. The right sidebar shows a 'Component Browser' (コンポーネント ブラウザー) listing app components. The bottom section features 'Response' (応答 / Response) plots and control parameters.

ControlStudy_model Parameters:

Property	Value
Model...	1.198
LastM...	Mon Mar 30 12:57:41 2020
Librar...	disabled
Model...	off
Dirty	off
Descri...	

Control Parameters:

Parameter	Value
Limits of command	2
Offset Disturbance	1
Sensor Offset	0
System noise	0.2
Sensor noise	0.1
Sensor Delay	20

Response Plots:

- システムの応答 / Response of system:** A plot showing the system response over time (0 to 1 second).
- PID制御器の出力 / Output of PID Controller:** A plot showing the output of the PID controller over time (0 to 1 second).

Control Parameters:

- Model type: モデル0理想
- P gain: 0
- I gain: 0
- D gain: 0
- Sampling Time[s]: 0.01
- Simulation Time[s]: 10
- Off: ☐ On: ☒

Component Browser (コンポーネント ブラウザー):

- app.UIFigure
 - app.LeftPanel
 - app.ModelLabel
 - app.HTML
 - app.SysN_EF
 - app.SenN_EF
 - app.LoC_EF
 - app.OD_EF
 - app.SO_EF
 - app.SD_EF
 - app.RightPanel
 - app.Resp_Fig
 - app.Input_Fig
 - app.ModeltypeDropDown
 - app.TS_EF
 - app.Pgain_EF
 - app.Igain_EF
 - app.Dgain_EF
 - app.FB_SW
 - app.ResponseLabel
 - app.SimTime_EF

【補足】App Designer コンポーネントの配置

The screenshot displays the App Designer environment for a control system model. On the left, the 'コンポーネント ライブラリ' (Component Library) is visible, containing various UI elements like HTML, Image, Slider, Check Box, Tree, Text Area, Table, Toggle Button Group, Drop Down, Button, Radio Button Group, Label, List Box, Axes, Date Picker, State Button, Edit Field (Text), and Edit Field (Numeric). A red arrow points from the 'HTML' component to the 'ControlStudy_model' block in the canvas. Another red arrow points from the '座標軸' (Axes) component to the 'ControlStudy_model' block. A third red arrow points from the '編集フィールド (数値)' (Edit Field (Numeric)) component to the 'Limits of command' input field. The central canvas shows the 'ControlStudy_model' block with its internal logic, including 'Model 0 Ideal', 'Model 1 Ideal', 'Model 0 Real', and 'Model 1 Real' blocks, connected by signal lines. The right side of the interface shows the 'ControlStudy_model' parameter settings, including 'Model type' (Model 0 Ideal), 'Sampling Time[s]' (0.01), and 'Simulation Time[s]' (10). The bottom of the interface contains various input fields for parameters like 'Limits of command', 'Offset Disturbance', 'Sensor Offset', 'System noise', 'Sensor noise', 'Sensor Delay', and 'Simulation Time[s]'.

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 interface. On the left, there are two plots: "応答 / Response" (Response of system) and "PID制御器の出力 / Output of PID Controller". The x-axis for both plots is "time[s]" ranging from 0.3 to 1.0. Below the plots, there are input fields for "P gain", "I gain", and "D gain", each set to 0. A toggle switch labeled "Off" and "On" is present, with a note "Offにするとフィードバックが切断されます / No Feedback when Off". On the right, the "コンポーネント ブラウザー" (Component Browser) is visible, showing a tree structure of components. The "app.Pgain_EF" component is selected, and its properties are displayed in the "インスペクター" (Inspector) panel below. The "Inspector" panel shows the "P gain" property with a value of 0, limits of -Inf, Inf, and a value display format of %11.4g. The "Inspector" panel also shows font and color properties for the component.

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。

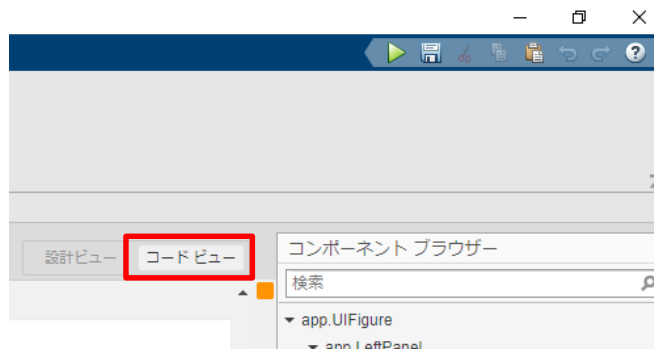
コンポーネントブラウザーでコンポーネントの各パラメータを設定することができます。

【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_data = sim(simin_data);」でモデルを実行し、実行結果を「simout_data」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。

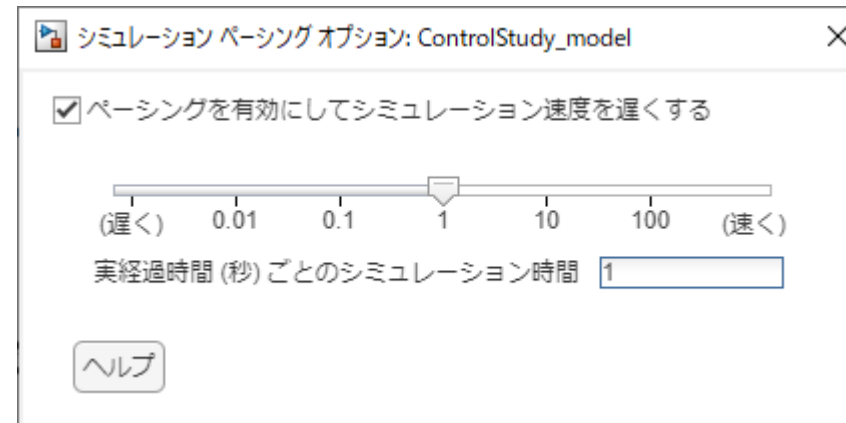
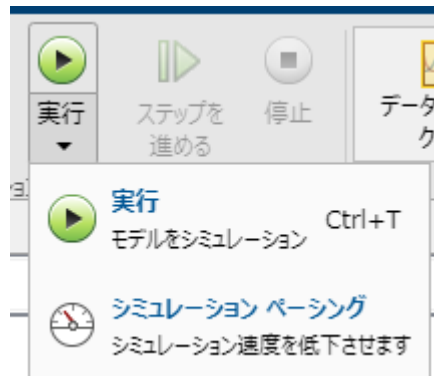
- 「`simulink.compiler.setExternalOutputsFcn`」をシミュレーション入力オブジェクトに指定することで、Outportブロックが更新される度に呼び出すコールバックを設定することができます。
- 「`simulink.compiler.setPostStepFcn`」をシミュレーション入力オブジェクトに指定することで、モデルの1ステップの計算が終わる度に呼び出すコールバックを設定することができます。
- 本サンプルモデルでは、0.5秒ごとにプロットを再描画するコールバックを作成しました。

【参考】実行中のパラメータ変更はサポートしていません

- 「sim」コマンドを実行中（Simulinkモデルの実行中）にパラメータを変更することは、R2020bの時点ではサポートしていません

【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、R2020bの時点では使うことができません

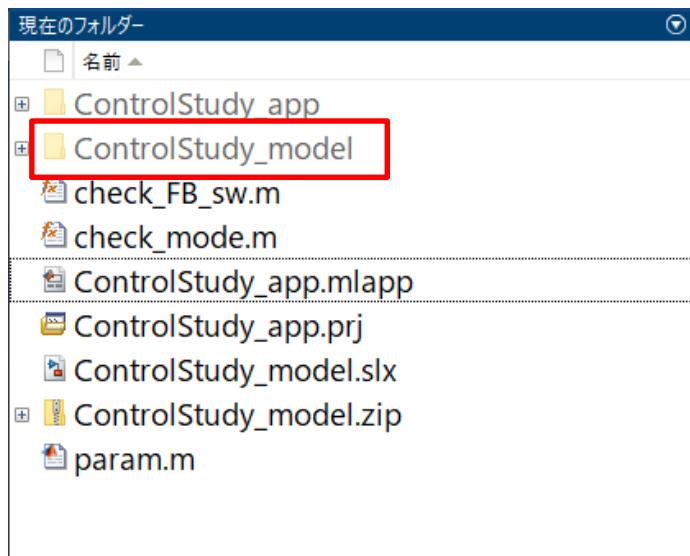


【参考】Simulinkモデルのキャンバスについて

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。

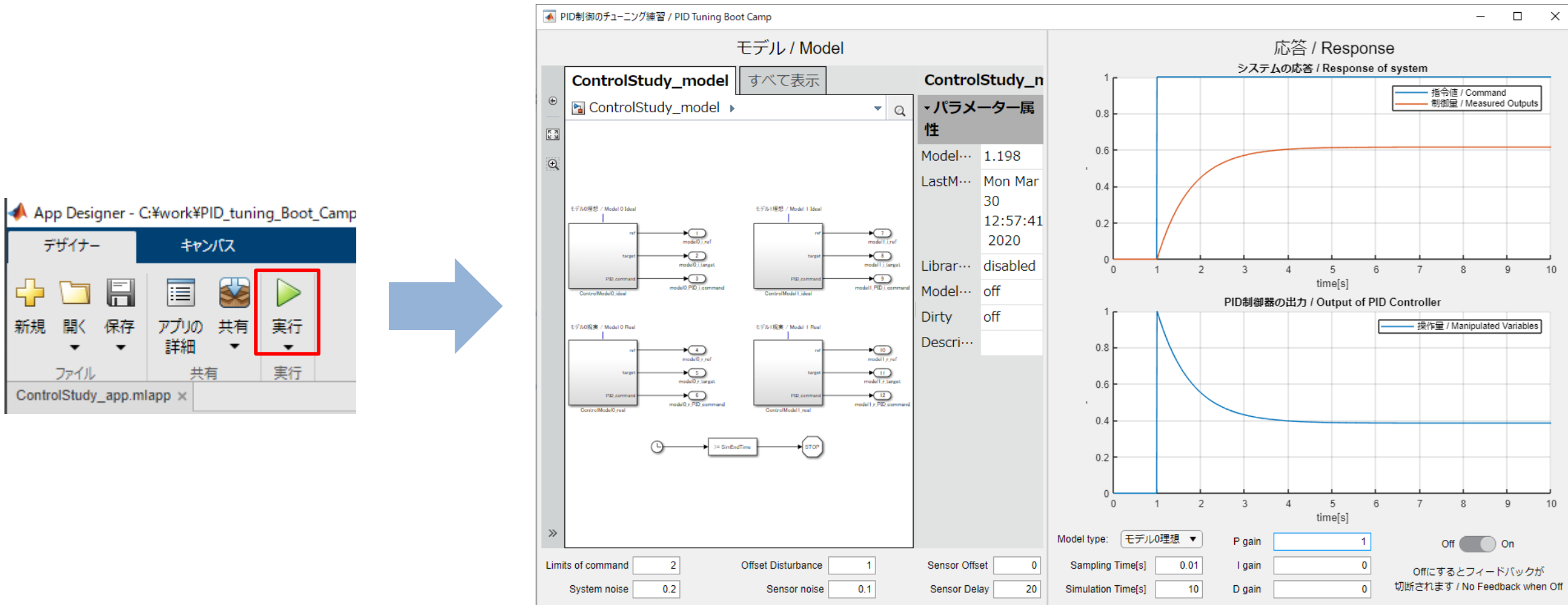
そこで今回は、Simulink Report Generatorを用いてモデルをhtml形式で出力し、それをアプリから開くことで可視化します。

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。



5. アプリを実行し、正しく動作することを確認する。

アプリ作成後、想定通り動作しているかを確認するため、実行ボタンをクリックし、アプリを起動します。



The screenshot displays the App Designer interface for the 'PID Tuning Boot Camp' application. The 'Run' button (a green play icon) is highlighted with a red rectangle in the 'App Designer' window. A large blue arrow points from this button to the 'PID制御のチューニング練習 / PID Tuning Boot Camp' window.

The 'PID制御のチューニング練習 / PID Tuning Boot Camp' window shows the 'モデル / Model' section with four sub-models: 'ControlStudy_model', 'ControlStudy_n', 'ControlStudy_ideal', and 'ControlStudy_real'. The 'ControlStudy_model' and 'ControlStudy_n' sub-models are expanded, showing their internal components and connections. The 'ControlStudy_real' sub-model is also expanded, showing its internal components and connections.

The 'パラメーター属性' (Parameter Properties) section on the right lists the following parameters:

- Model...: 1.198
- LastM...: Mon Mar 30 12:57:41 2020
- Librar...: disabled
- Model...: off
- Dirty: off
- Descri...: off

The 'Limits of command' section shows the following values:

- Limits of command: 2
- System noise: 0.2
- Offset Disturbance: 1
- Sensor noise: 0.1
- Sensor Offset: 0
- Sensor Delay: 20

The 'Simulation' section shows the following values:

- Model type: モデル0理想
- P gain: 1
- I gain: 0
- D gain: 0
- Sampling Time[s]: 0.01
- Simulation Time[s]: 10

The 'Response' section displays two plots:

- システムの応答 / Response of system**: A plot showing the system's response over time. The x-axis is 'time[s]' (0 to 10) and the y-axis is 'Response' (0 to 1). The plot shows a step response where the '指令値 / Command' (blue line) jumps from 0 to 1 at t=1s, and the '制御量 / Measured Outputs' (orange line) follows the command, reaching a steady-state value of approximately 0.6.
- PID制御器の出力 / Output of PID Controller**: A plot showing the output of the PID controller over time. The x-axis is 'time[s]' (0 to 10) and the y-axis is 'Output' (0 to 1). The plot shows a step response where the '操作量 / Manipulated Variables' (blue line) jumps from 0 to 1 at t=1s, and then decays to a steady-state value of approximately 0.4.

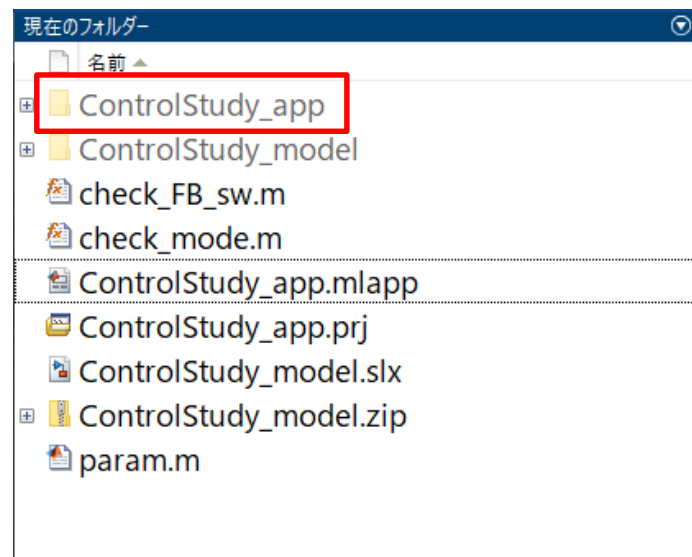
The 'Off' button is currently disabled, and the 'On' button is active. A note at the bottom right states: 'Offにするとフィードバックが切断されます / No Feedback when Off'.

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。

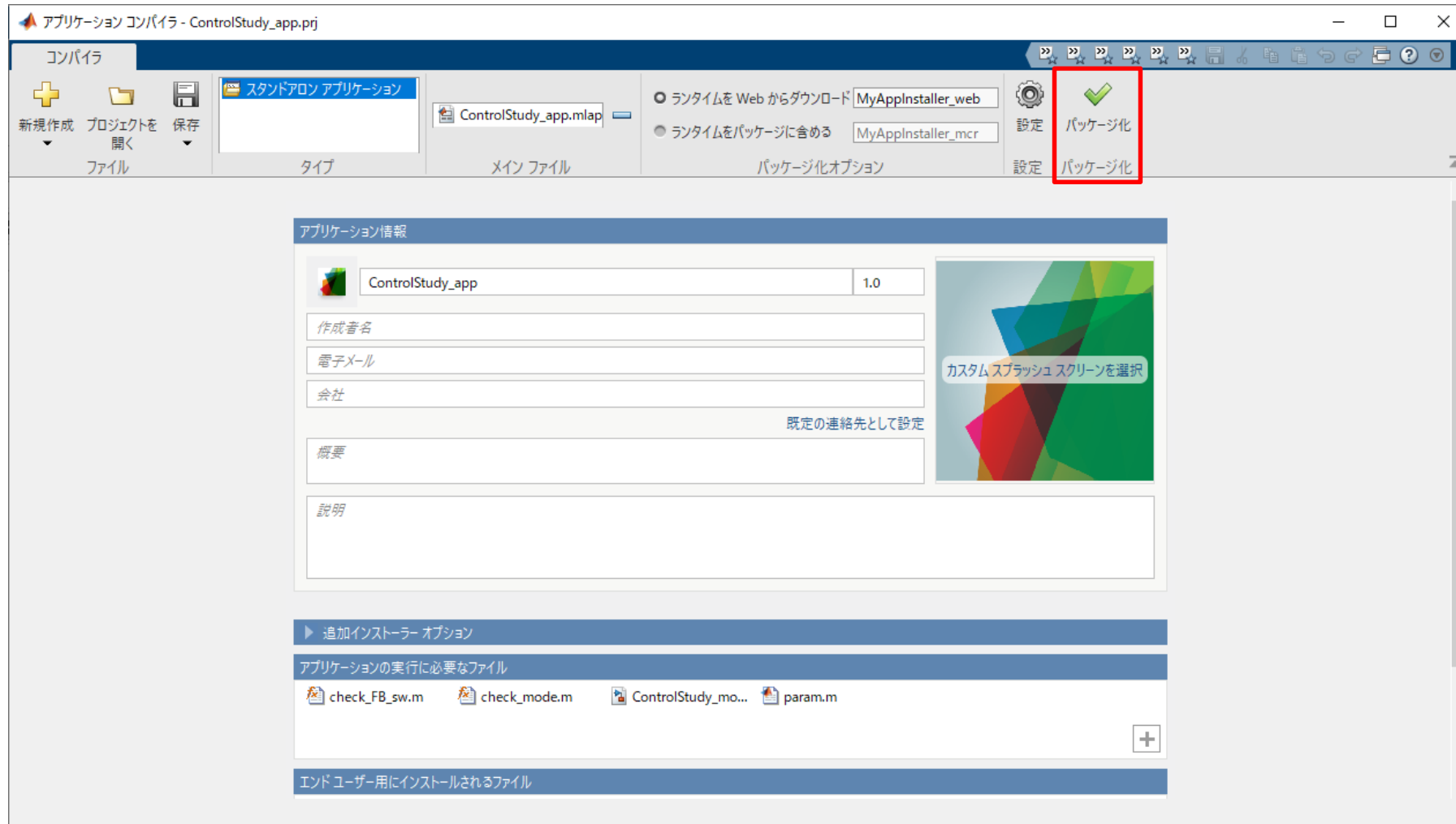
フォルダの中にはすでにアプリ化されたファイルを含む「ControlStudy_app」フォルダが存在します。
アプリ作成を行うと自動的に上書きされますので、必要であれば別フォルダへ退避させてください。

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。

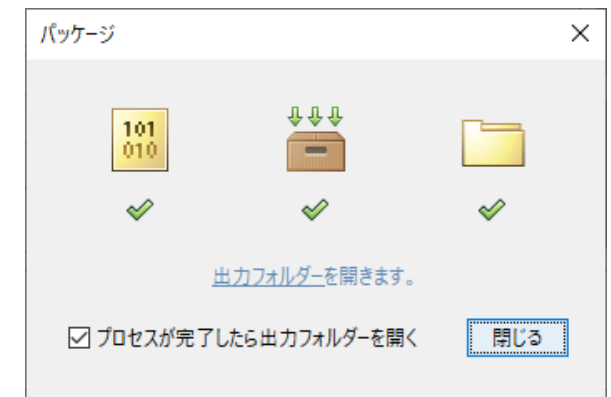


6. アプリをエクスポートする。

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。




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。

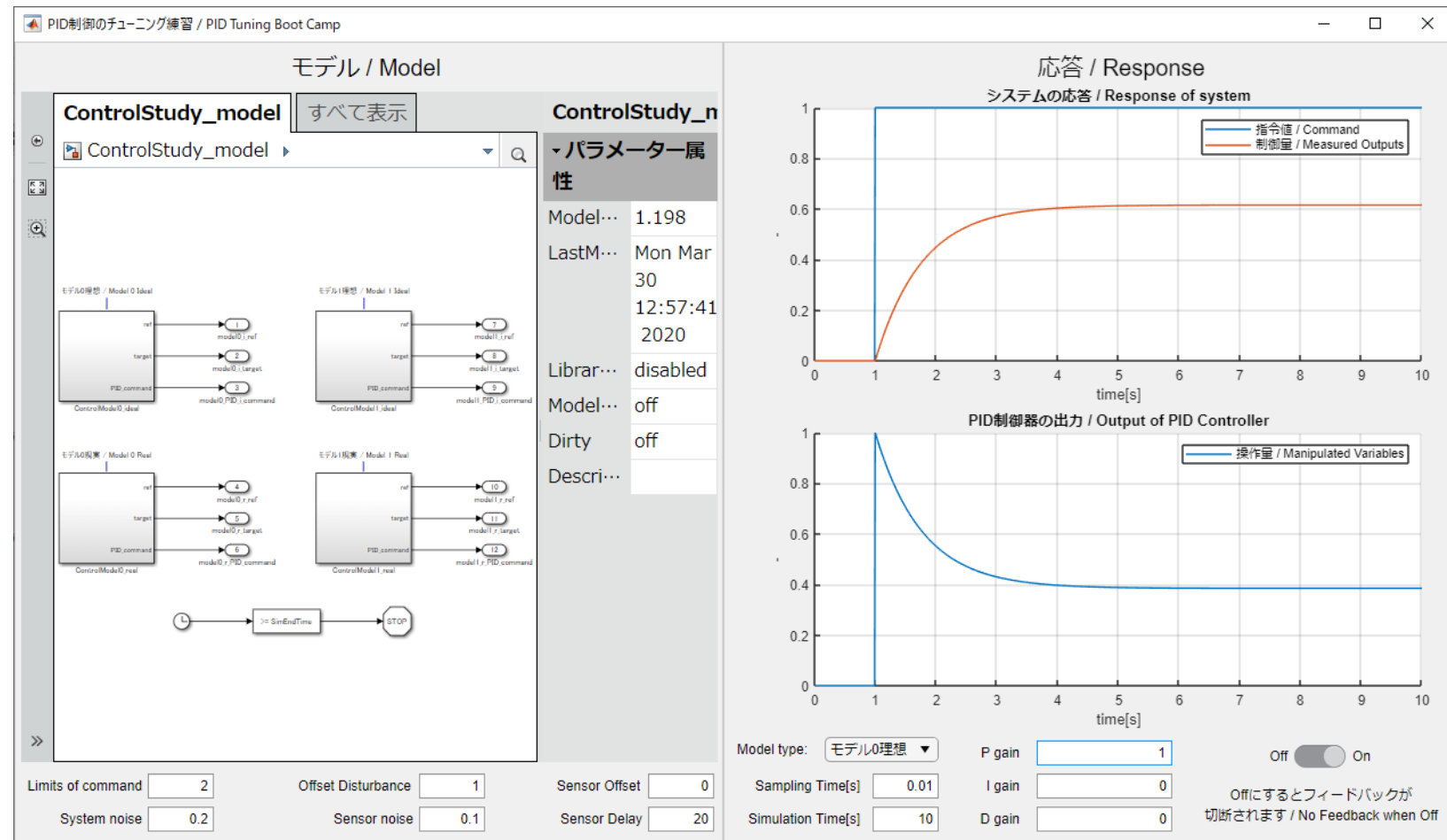
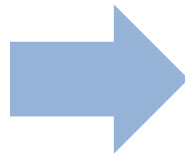
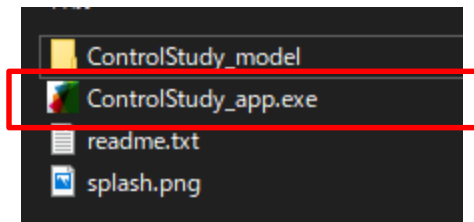
アプリは同じ階層にある「ControlStudy_model」内の「webview.html」を開くように設定されているため、常に同じフォルダ階層に置くようにしてください。



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R2020bで作成されたものなので、R2020b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

© 2020 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.