AUTOSAR Blockset のご紹介

～ From Model to AUTOSAR software ～

© 2017 The MathWorks, Inc.

1

アジェンダ

- マスワークス製品のAUTOSAR対応 について
- AUTOSAR コード生成 (Classic)
- AUTOSAR コード生成 (Adaptive)
- AUTOSAR関連機能

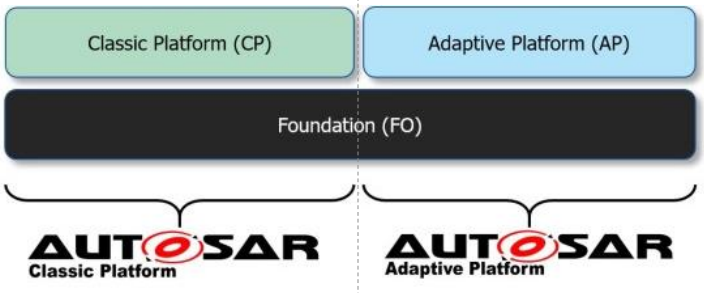
2

AUTOSAR = AUTomotive Open System ARchitecture

自動車メーカーがパートナーを組んで開発・策定している標準車載ソフトアーキテクチャ

Classic Platform : 2004年～
従来の制御用ECUで採用（C言語）
固定タスクでCAN等の車内通信のみ

Adaptive Platform : 2017年～
ADAS/自動運転等のニーズを想定して策定（C++言語）
動的スケジューリングや車外との通信も想定



マスワークスは2004年からプレミアムメンバーとして参加中

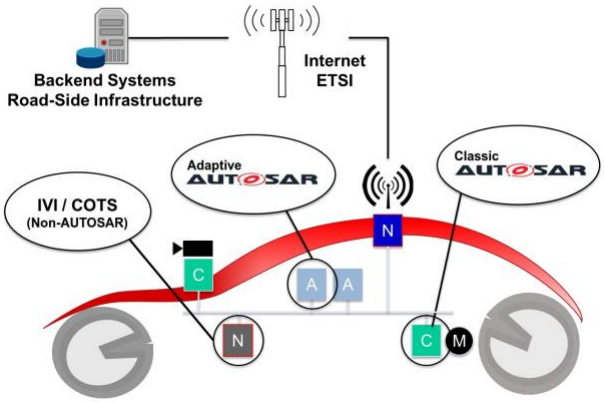
3

3

AUTOSARの適用範囲

Adaptive
- ITS, ADAS ECU
- ゲートウェイ／ドメインコントローラー

Non- AUTOSAR
- 車載インフォテイメント
- クラスターメーター
- HUD



Classic
従来の制御系ECU
- パワトレ
- ドラトレ
- シャシー
- EPS

4

4

マスワークスツールのAUTOSARへの対応

R2018b以前

Embedded Coder Support Package for AUTOSAR Standard を提供しています

- Embedded Coderユーザーなら無料で利用可能です
- Classic Platformのみ対応しています
- **モデルの編集のみでもEmbedded Coderが必要です**

R2019a～

AUTOSAR Blockset を提供します

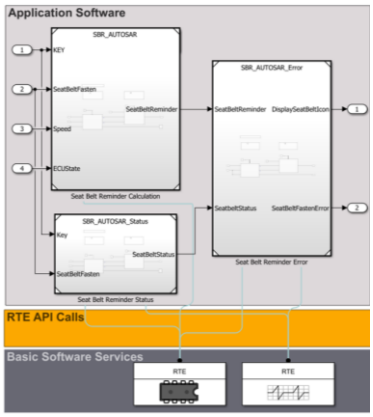
- Simulinkの有料アドオン製品です
- Classic Platformに加えてAdaptive Platformにも対応しています
- **モデルの編集はSimulinkのみで可能です。**
- コード生成にはEmbedded Coderが必要です

6

6

AUTOSAR Blockset 概要

- AUTOSARソフトウェアのモデリング＆シミュレーション
- モデルからのAUTOSARコード＆ARXMLファイルの自動生成
- AUTOSARオーサリングツールと連携した開発が可能



AUTOSAR Classic (Cコード生成)

```
void UpdateOdometerRunnable(void)
{
  uint8 rtb_TmpSignalConversionAtPulseO;
  uint16 rtb_Sum;
  rtb_TmpSignalConversionAtPulseO =
    Rte_IrvIRead_UpdateOdometerRunnable_pulsedata();
  rtb_Sum = (uint16)((uint32)(uint8)(rtb_TmpSignalConversionAtPulseO -
```

AUTOSAR Adaptive (C++コード生成)

```
boolean_T mObjectDetectionModelClass::autosar_LaneGuidance_sf_msg_pop_EvtIn(void)
{
  boolean_T isPresent;
  const ara::com::SampleContainer< ara::com::SamplePtr< const real_T > >
    *sampleContainer;
  ara::com::SamplePtr< const real_T > samples;
  if (autosar_LaneGuidance_DW.EvtIn_isValid_i) {
    isPresent = true;
  } else {
```

8

8

MathWorks

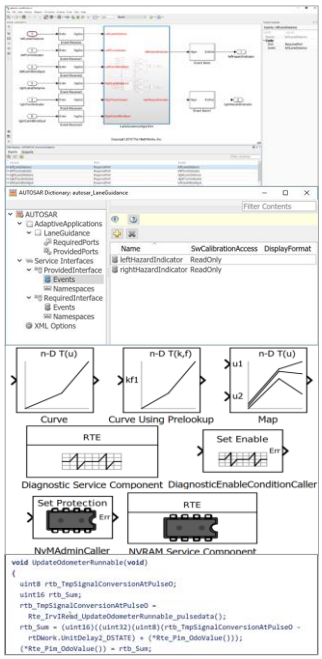
AUTOSAR Blockset 主な機能

Simulinkのみで可能

- SimulinkモデルとAUTOSARプロパティのマッピング
- ソフトウェアのプロパティ・インターフェース・データ型等を設定するディクショナリ
- BSWサービスを模擬するブロック（診断/不揮発メモリサービス）
- AUTOSARライブラリルーチン用ブロック
- AUTOSARオーサリングツールで作成されたARXMLファイルの取り込み

Embedded Coderが必要

- AUTOSAR準拠C/C++コードおよびARXMLファイルの自動生成
- 生成コードのSIL/PIL実行



9

9

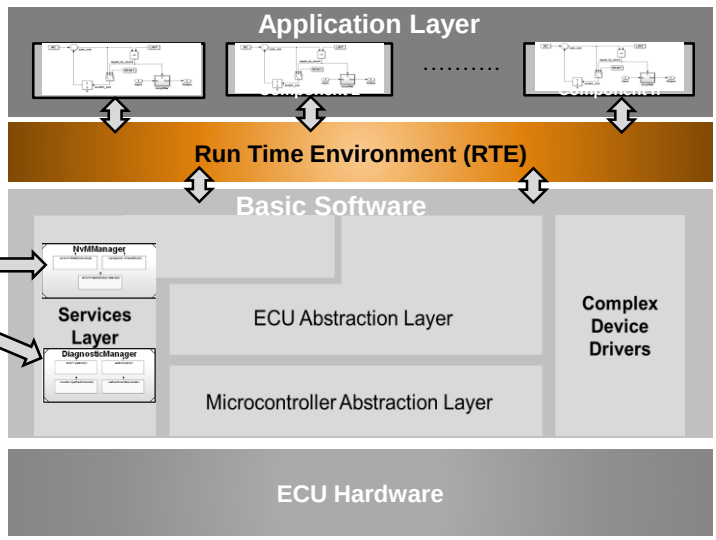
MathWorks

マスワークス提供機能とAUTOSARソフト階層 (Classic) との対応

マスワークス提供

SW-Cモデリング
＆シミュレーション
＆コード生成
＆SIL/PIL検証

診断/不揮発メモリ
サービスブロック＆
シミュレーション時
模擬



マスワークス提供無

AUTOSAR
オーサリングツール
ソフトアーキ定義

BSW/RTE
BSWコンフィグ＆
RTE生成

- Vector DaVinci
- Mentor Volcano
- EB tresos
- etc.

11

11

対応スキーマバージョン (R2020a時点)

Classic Platform

スキーマ バージョンの値	インポートでサポートされるスキーマ リビジョン	エクスポート スキーマ リビジョン
4.3 (既定値)	4.3.0、4.3.1	4.3.1
4.2	4.2.1、4.2.2	4.2.2
4.1	4.1.1、4.1.2、4.1.3	4.1.3
4.0	4.0.1、4.0.2、4.0.3	4.0.3
3.2	3.2.1、3.2.2	3.2.2
3.1	3.1.1、3.1.2、3.1.3、3.1.4	3.1.4
3.0	3.0.1、3.0.2、3.0.3、3.0.4、3.0.5、3.0.6	3.0.2
2.1	2.1 (XSD rev 0014、0015、0017、0018)	2.1 (XSD rev 0017)

Adaptive Platform

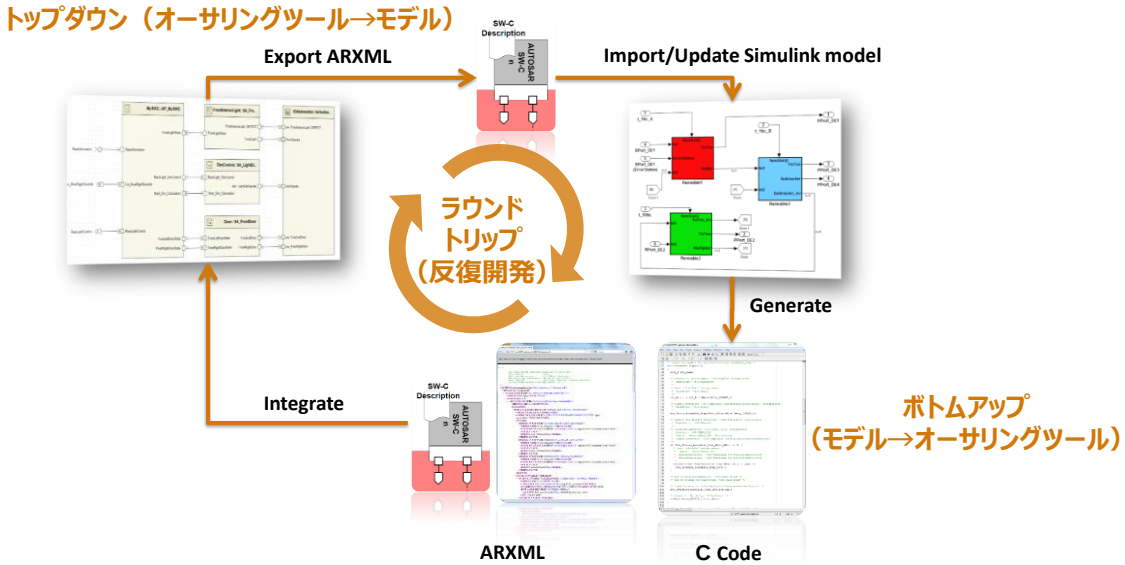
R18.10、R19.03

※対応スキーマバージョンはMATLABリリースにより異なります

12

12

モデルを用いたAUTOSAR SW-C開発ワークフロー概要

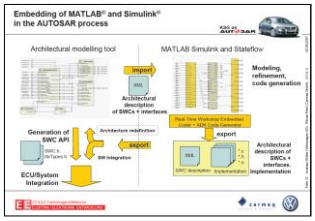


13

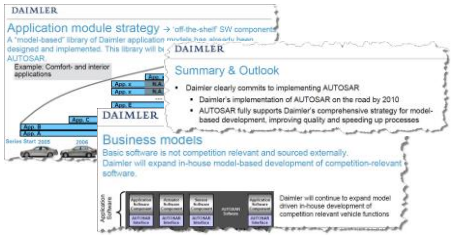
13

ユーザー適用事例

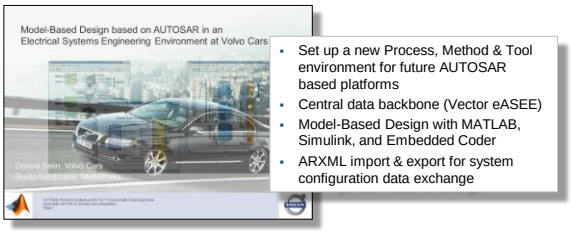
BMW



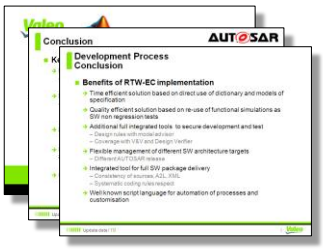
VWグループ



Daimler



Volvo Cars

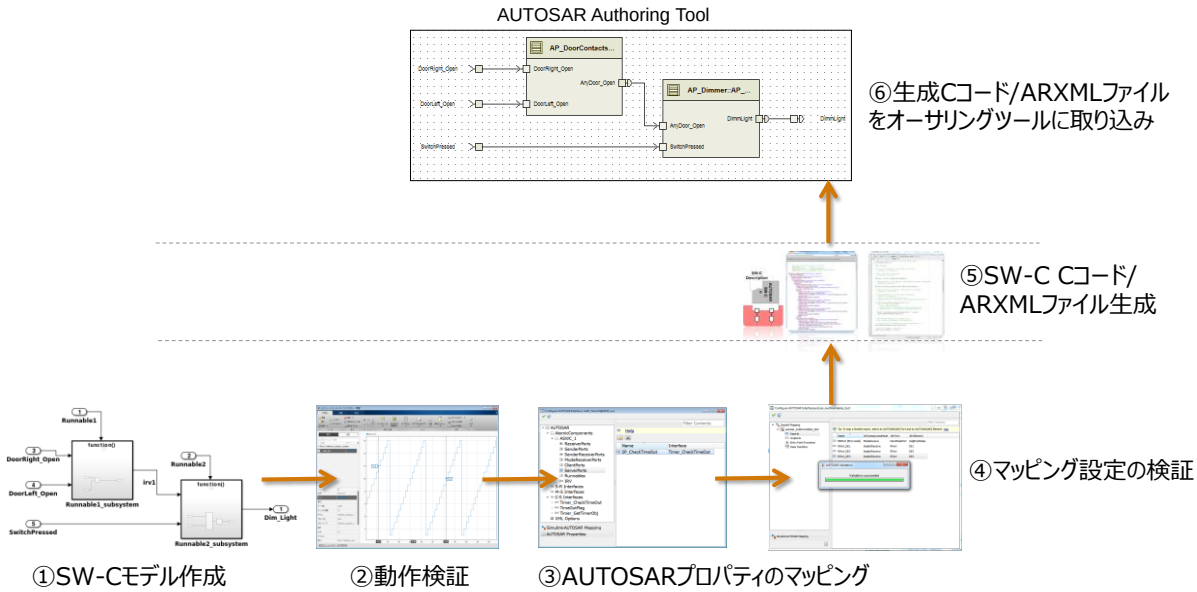


Valeo

アジェンダ

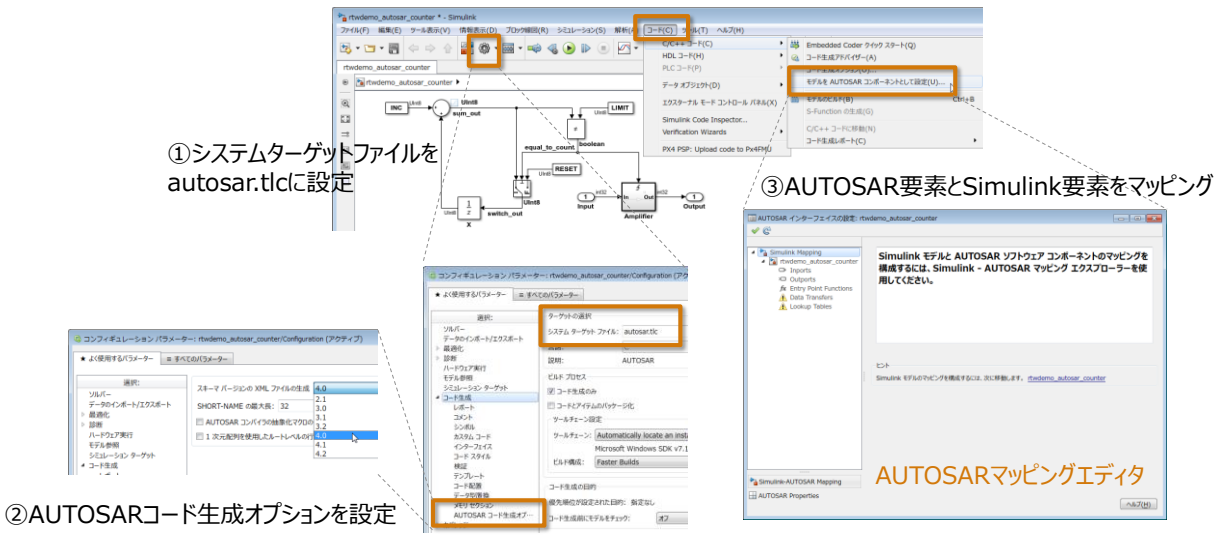
- マスワークス製品のAUTOSAR対応 について
- AUTOSAR コード生成 (Classic)
- AUTOSAR コード生成 (Adaptive)
- AUTOSAR関連機能

ボトムアップ開発



16

モデルに対するAUTOSARコード生成 基本設定



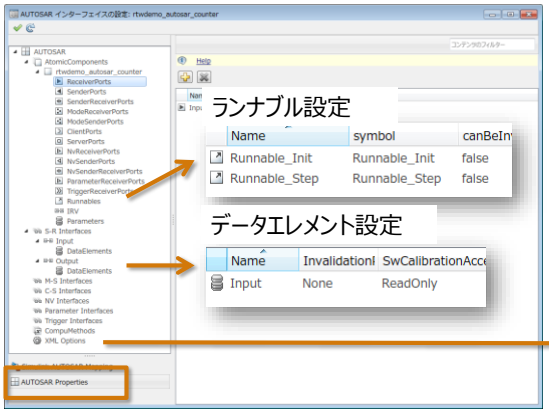

```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/examples/autosar-code-generation.html'))
```

17

17

AUTOSAR プロパティ設定

- マッピングエディタからAUTOSARプロパティ情報を参照・編集できます
- 設定したプロパティは自動生成ARXMLファイルに反映されます

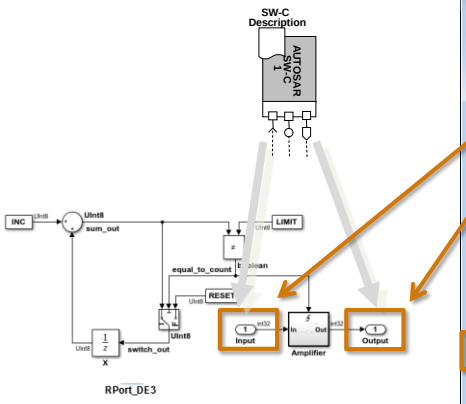


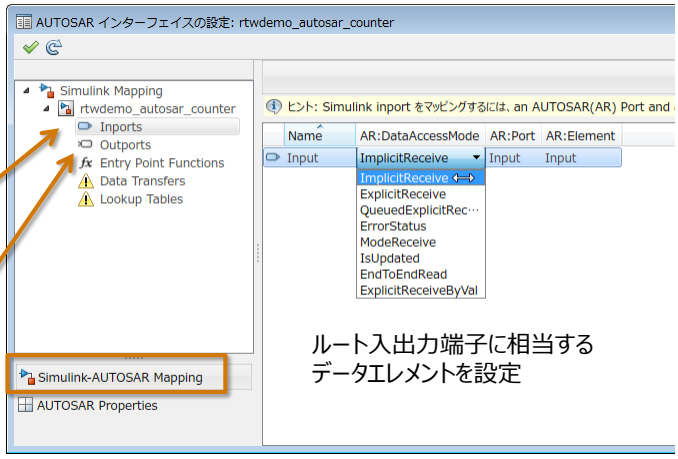
ARXMLオプション設定

18

18

AUTOSARプロパティのマッピング：入力/出力



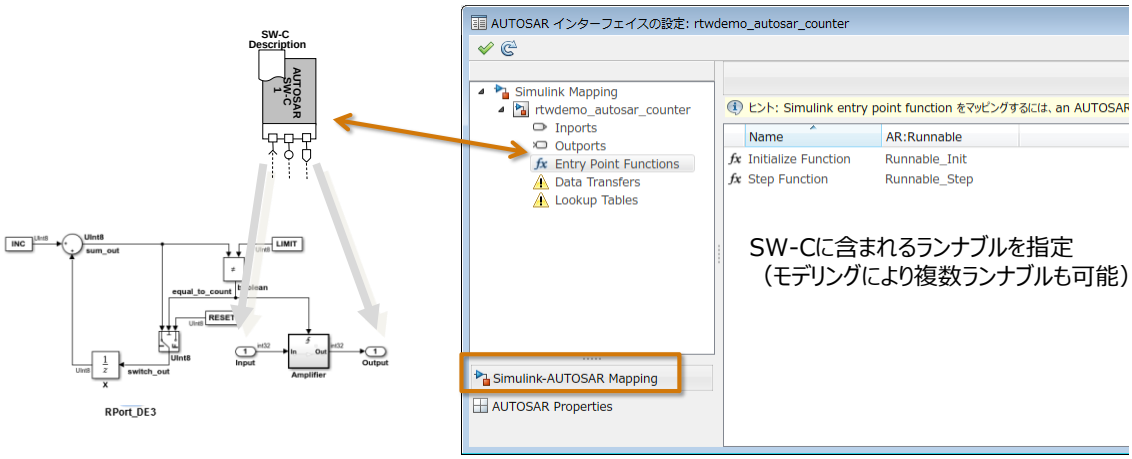


ルート入出力端子に相当する
データエレメントを設定

19

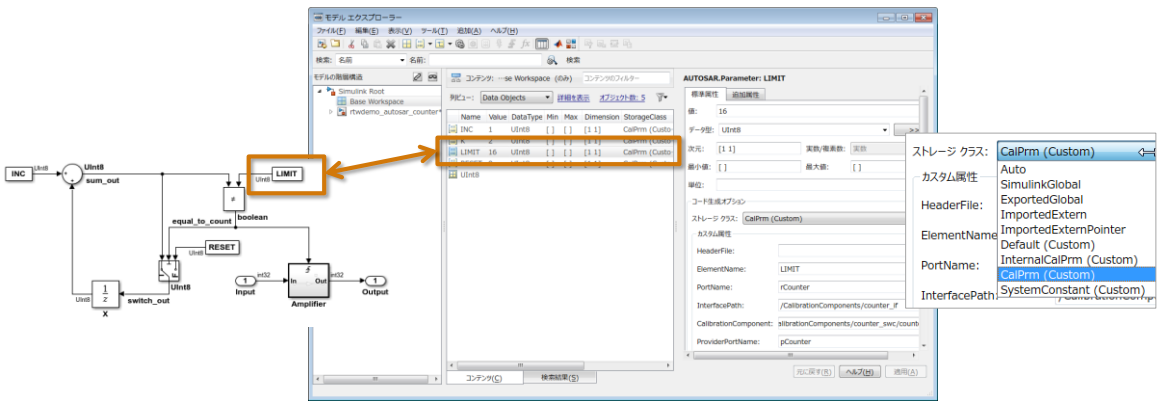
19

AUTOSARプロパティのマッピング：ランナブル



AUTOSARプロパティのマッピング：ブロックパラメータ

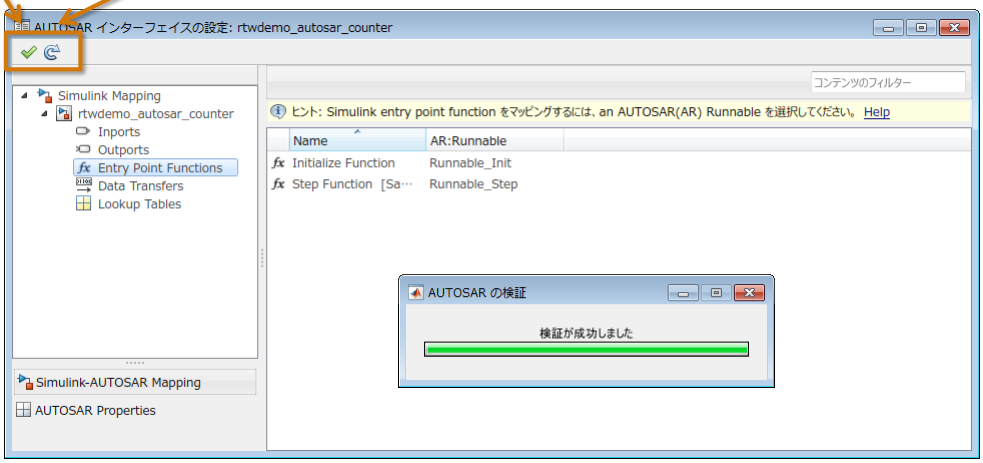
AUTOSAR.Parameterオブジェクトを用いてAUTOSARプロパティを設定できます



マッピング設定の検証・同期＆コード生成

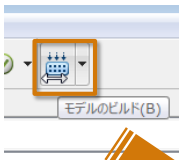
マッピング設定の検証

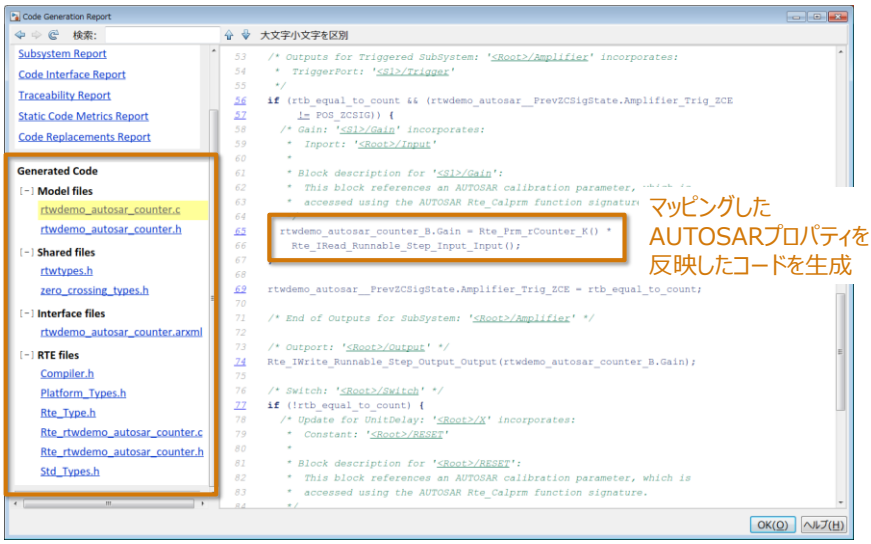
モデル要素のマッピングエディタ同期
（データ転送、Function-call、LUT等）



モデルからのコード生成

コード生成レポート



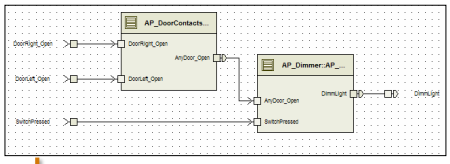


生成ファイルリスト

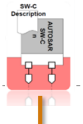
マッピングした
AUTOSARプロパティを
反映したコードを生成

トップダウン開発

AUTOSAR Authoring Tool

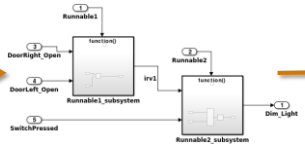


①オーサリングツールから
SW-C ARXMLファイルをエクスポート

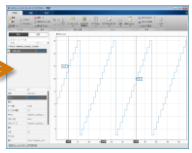


②ARXMLファイルをインポート、
AUTOSARマッピング済みスケルトンモデルを生成

※スケルトンモデル：端子のみでロジックが無いモデル



③SW-Cロジックを肉付け



④動作検証

ARXMLファイルのインポート

- ARXMLプロパティインポートAPI：arxml.importer
- 上記プロパティからスケルトンモデルを作成するAPI：createComponentAsModel

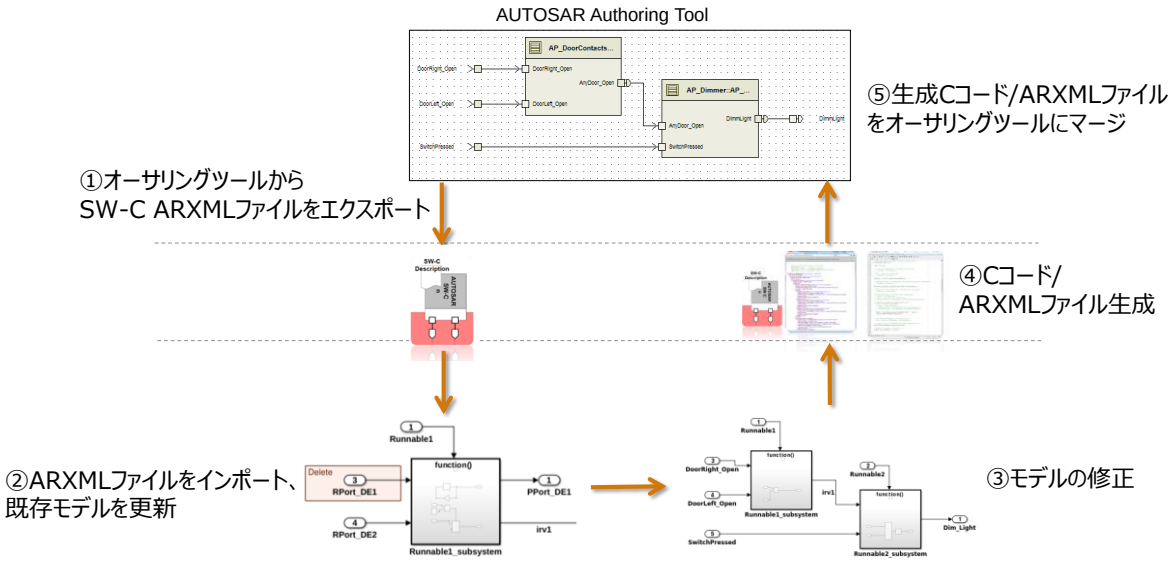
```
% ARXMLファイルのインポート
importerObj = arxml.importer('rtwdemo_autosar_counter.arxml');

% スケルトンモデルの作成
createComponentAsModel(importerObj, ...
    '/rtwdemo_autosar_counter_pkg/rtwdemo_autosar_counter_swc/rtwdemo_autosar_counter');
```

AUTOSARプロパティマッピング済み
スケルトンモデル

```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/autosar/importing-an-autosar-software-component.html'))
```

ラウンドトリップ開発



26

26

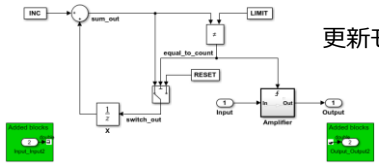
ARXMLファイルインポートによる既存モデルの更新

- ARXMLプロパティで既存モデルを更新するAPI：updateModel

```
% 更新対象のモデルを事前に開く必要があります。
open_system('rtwdemo_autosar_counter')

% ARXMLファイルのインポート
importerObj = arxml.importer('rtwdemo_autosar_counter_v2.arxml');

% 既存モデルの更新
updateModel(importerObj, 'rtwdemo_autosar_counter');
```



更新モデル

更新レポート

```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/autosar/merge-autosar-authoring-tool-changes-into-model.html'))
```

27

27

アジェンダ

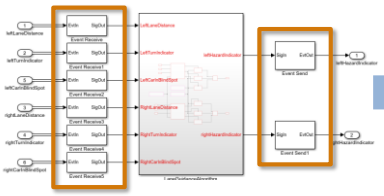
- マスワークス製品のAUTOSAR対応 について
- AUTOSAR コード生成 (Classic)
- AUTOSAR コード生成 (Adaptive)
- AUTOSAR関連機能

28

Adaptive C++コード生成ワークフロー

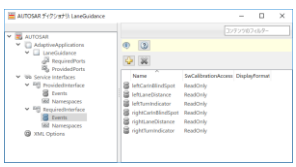
①モデルコンフィグのシステムターゲットファイルをautosar_adaptive.tlcに設定

②入力にEvent Receive、出力にEvent Sendブロックを挿入

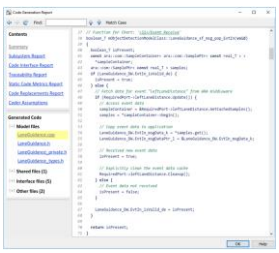


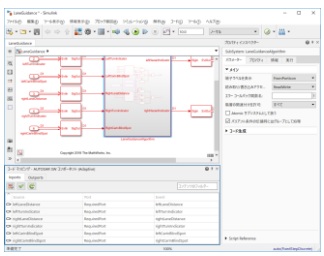
③コードパースペクティブでコンポーネント名・パッケージを設定

④AUTOSARプロパティの設定＆モデル要素へのマッピング



⑤検証後問題なければコード生成





```
>> web(fullfile(docroot, 'autosar/ug/example-create-and-configure-autosar-adaptive-software-component.html'))
```

29

MathWorks

Adaptive C++ 生成コードの概要

```
boolean_T ModelNameModelClass::ModelName_sf_msg_pop_EvtIn(void)
{
   // ARAミドルウェアを通じた入力端子相当データの受信
   // Update()でチェックしてGetCachedSamples()で取得
}

void ModelNameModelClass::ModelName_sf_msg_discard_EvtIn(void)
{
   // データ受信処理の終了フラグを設定
}
```

各入力に応じてメソッドが個別に生成されます（入力端子の数だけ生成）

①イベント経由で入力データを取得
②取得データを使って計算
③計算結果をイベント経由で出力

```
void ModelNameModelClass::step()
{
   // 入力データの受信
   if (ModelName_sf_msg_pop_EvtIn()) {
     ModelName_DW.SigOut = *(real32_T *)ModelName_DW.EvtIn_msgDataPtr_l;
   }
   ModelName_sf_msg_discard_EvtIn();

   // モデルロジック実行
   ModelName_DW.EvtOut_msgData = 1;

   // 出力データの送信
   ModelName_sf_msg_send_EvtOut();
}

void ModelNameModelClass::initialize()
{
   // 初期化処理
}

void ModelNameModelClass::terminate()
{
   // 終了処理
   ProvidedPort->StopOfferService();
}
```

- step：モデルロジック実行メソッド
- initialize：初期化処理メソッド
- terminate：終了処理メソッド

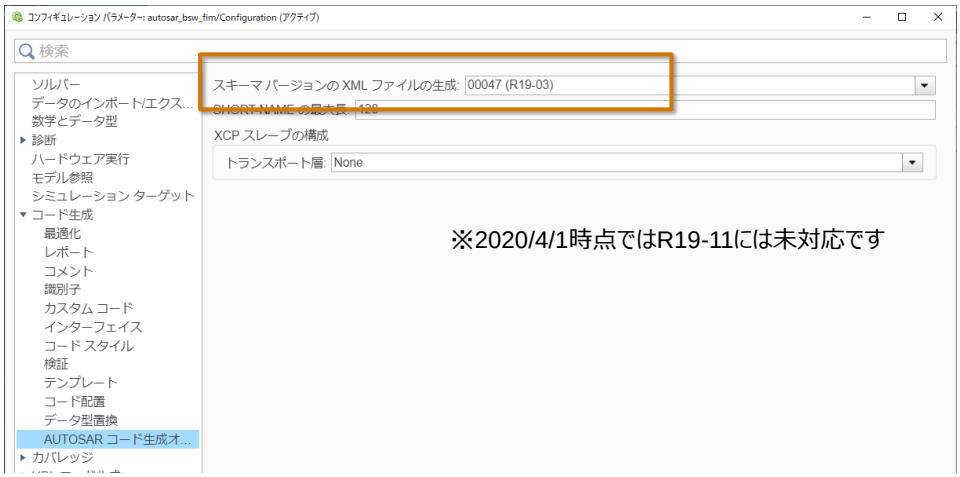
30

30

MathWorks

Adaptive Platform: R19-03のサポート追加
AP R19-03を選択できるようになりました

R2020a



※2020/4/1時点ではR19-11には未対応です

31

31

Adaptive C++ 生成コード 留意事項

- R2019a時点ではブロックパラメータは全てインライン化された数値になります。
  - Adaptive Platformで適合/測定パラメータの扱いがどうなるか決まっていないため

32

32

アジェンダ

- マスワークス製品のAUTOSAR対応 について
- AUTOSAR コード生成 (Classic)
- AUTOSAR コード生成 (Adaptive)
- AUTOSAR関連機能

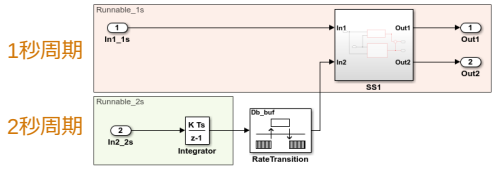
33

33

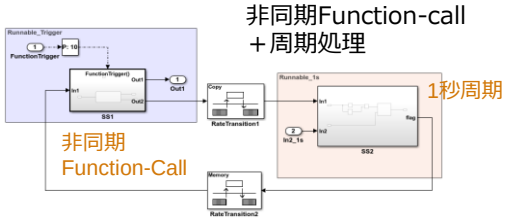
サポートされるモデリングスタイル例

- 最終的に下記がランナブルとなります
  - 周期処理
  - Function-Call
  - Simulink Function
  - Initialize / Reset / Terminate Function

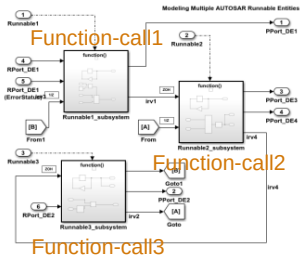
周期処理のみ



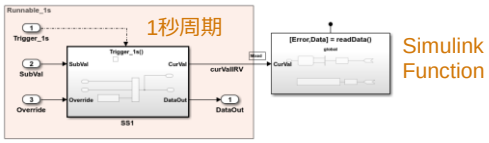
非同期Function-call
＋周期処理



Function-callのみ



周期処理＋Simulink Function



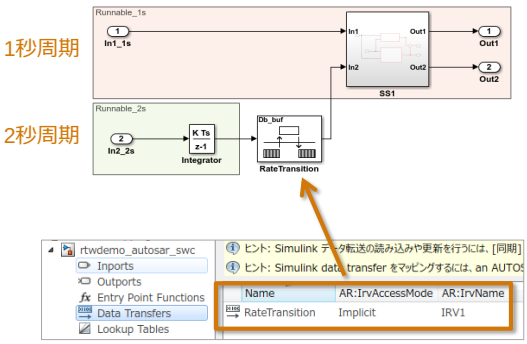

```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/ug/model-for-autosar-platform.html'))
```

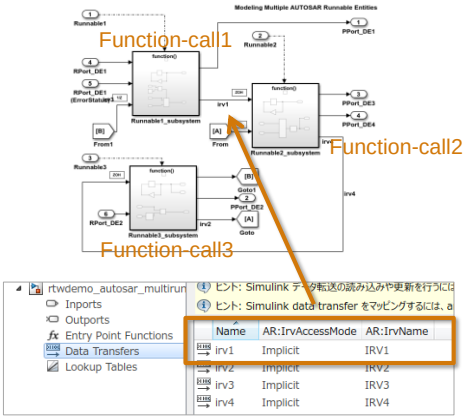
34

34

複数ランナブル間のIRV指定

- ランナブル間のIRVプロパティをマッピングエディタで指定できます
  - 異なる周期間、非同期Function-Callと周期処理間では、IRV要素としてRate Transitionブロックを挿入します
  - Function-Call間やSimulink Functionでは、IRVに相当する信号線に信号名を付けてプロパティを指定します





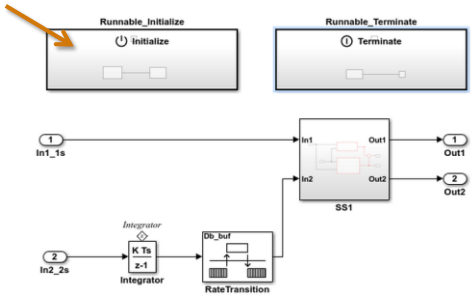
35

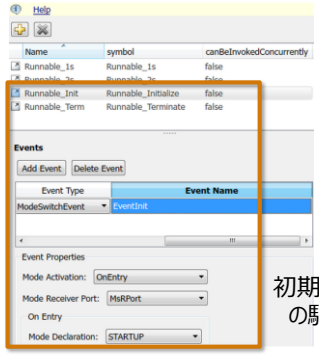
35

初期化・終了・リセット処理

- Initialize / Reset / Terminate Functionブロックを利用します
  - 状態量の初期化やデータのバックアップ処理を記述できます
  - 各Functionブロックをランナブルとして設定、イベント指定を行うことができます

積分器の状態量
初期化処理を記述





初期化処理用ランナブル
の駆動イベントを指定

```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/autosar/configure-autosar-initialization-reset-or-terminate-runnables.html'))
```

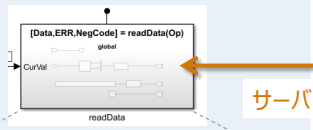
36

36

サーバー/クライアント

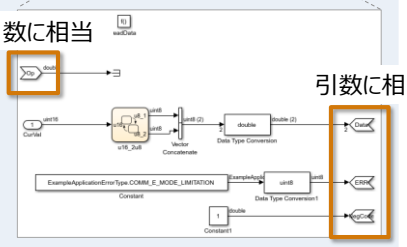
サーバー
Simulink Functionブロックで
記述します

クライアント
Function Callerブロックからサーバー
Simulink Functionを呼び出します

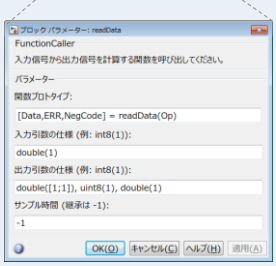


サーバー呼び出し

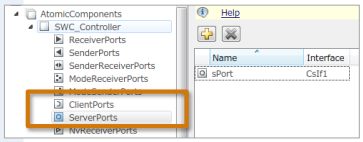
引数に相当

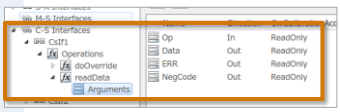


引数に相当



サーバー/クライアント
ポート・インターフェース設定





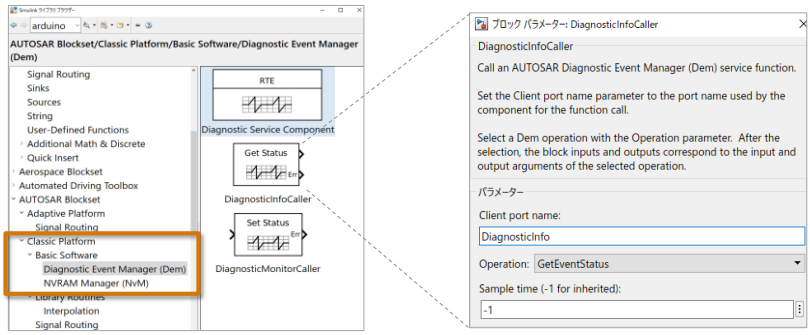

```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/autosar/configure-client-server-communication.html'))
```

37

37

AUTOSAR BSW サービスの利用

- Basic Softwareライブラリを用いてBSWサービスを呼び出すことができます
  - 不揮発メモリ(NVM) / 診断イベント(DEM) サービスをFunction Callerブロックとして提供、モデル内に配置して利用します
  - Simulink Functionを用いて各サービスのシミュレーション時挙動を記述することもできます

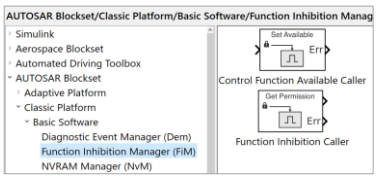



```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/autosar/model-autosar-basic-software-bsw-service-calls.html'))
```

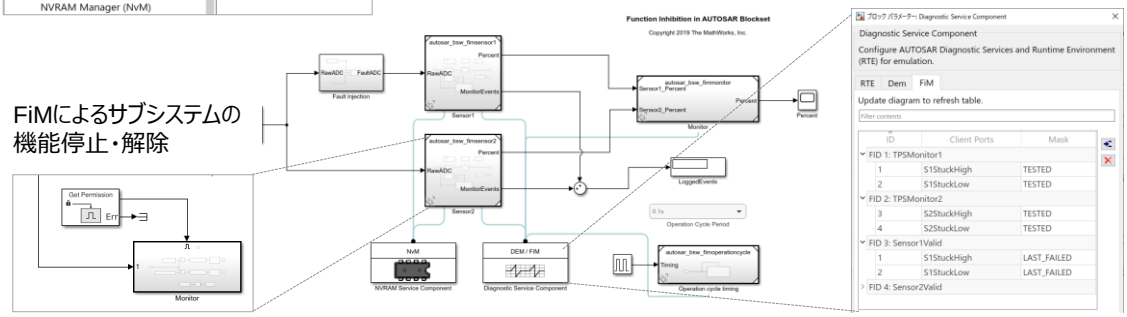
38

38

Classic Platform: Function Inhibition Manager (FiM) ブロック
ダイアグ情報に基づく機能停止・解除のモデル化が可能となりました R2020a



FIDの設定



https://www.mathworks.com/help/releases/R2020a/autosar/ug/configure-calls-to-autosar-function-inhibition-manager-service.html

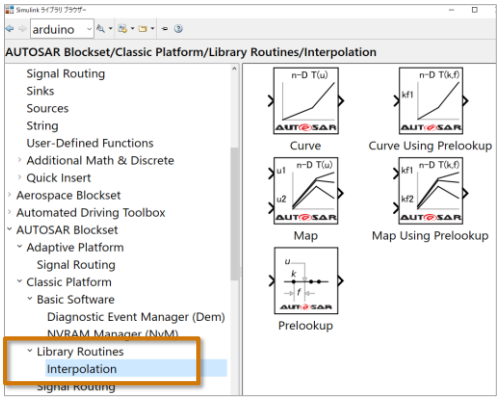
39

39

MathWorks

AUTOSAR ルックアップテーブル関数の利用

- Library Routines/Interpolationに各種ルックアップテーブルが提供されています。
- コード生成するとIFL/IFXライブラリ関数呼び出し処理が生成されます。




```
/* Model step function */
void Runnable_Step(void)
{
  Ifl_DPResultF32_Type rtb_Prelookup;

  /* PreLookup: '<Root>/Prelookup' incorporates:
   *  Inport: '<Root>/In2'
   */
  Ifl_DPSearch_f32(&rtb_Prelookup, Rte_IRead_Runnable_Step_In2_In2(),
                   (Rte_CData_Bp_4_single())->Nx, (Rte_CData_Bp_4_single())->Bp1);

  /* Outport: '<Root>/Out2' incorporates:
   *  Interpolation_n-D: '<Root>/Curve Using Prelookup'
   */
  Rte_IWrite_Runnable_Step_Out2_Out2(Ifl_IpoCur_f32(&rtb_Prelookup,
    Rte_CData_Lcom_4_single()));
}
```

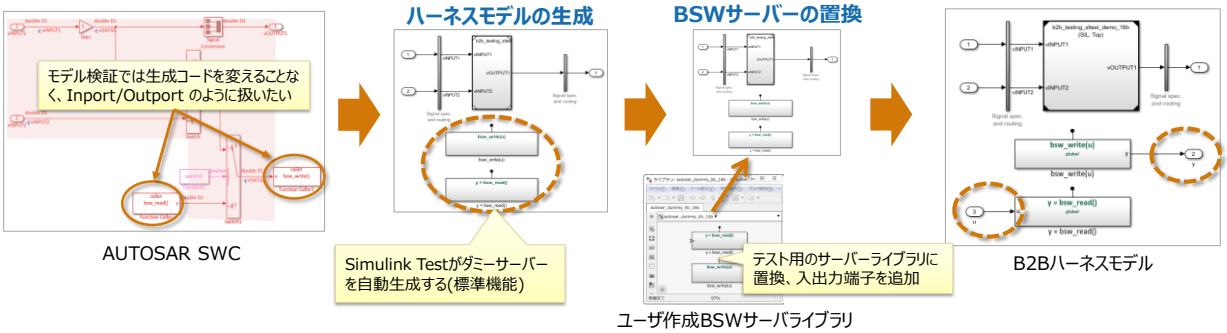
40

MathWorks

AUTOSAR BSWサービスを含むモデルの検証

BSWサービスをコールするSW-Cを検証する場合、Simulink Testが便利です

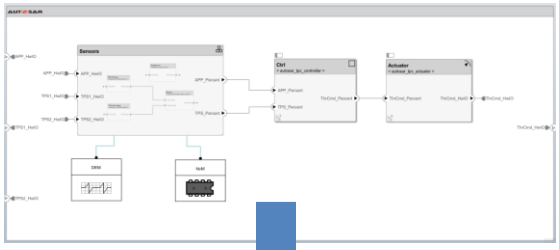
ユースケース	AUTOSAR DEM BSWライブラリを利用して、自己診断(OBDⅡ)機能を実現している
課題	検証時にBSW経由の入出力信号を入れたいが、手動で作成する必要があり面倒
解決策	Simulink Testのテストハーネス作成機能＋BSWサーバー置換で上記課題を自動化できます

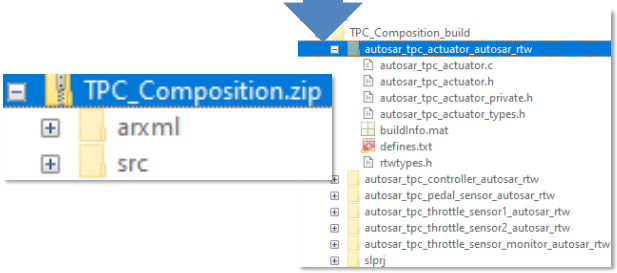


41

ソフトウェアアーキテクチャ図の作成

- SW-Cコンポジション・ソフトアーキテクチャを記述できます
  - System Composerライセンスが必要です
  - Classicプラットフォームのみに対応
- 各SW-Cロジックを Simulinkモデルと関連付けて開発できます
- SW-Cコンポジションを含むCコードおよびARXMLコードを生成できます

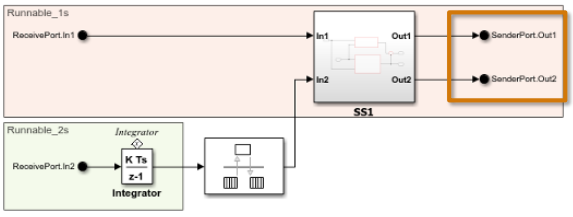


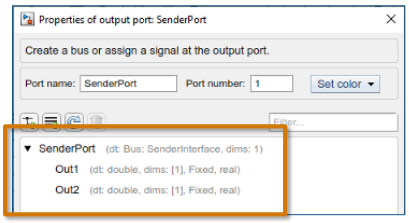


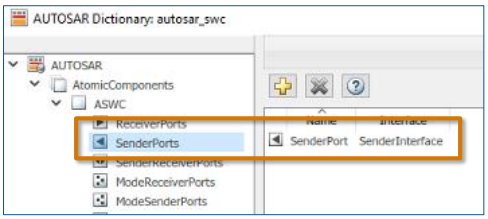
42

42

バス要素端子に対するAUTOSARマッピング



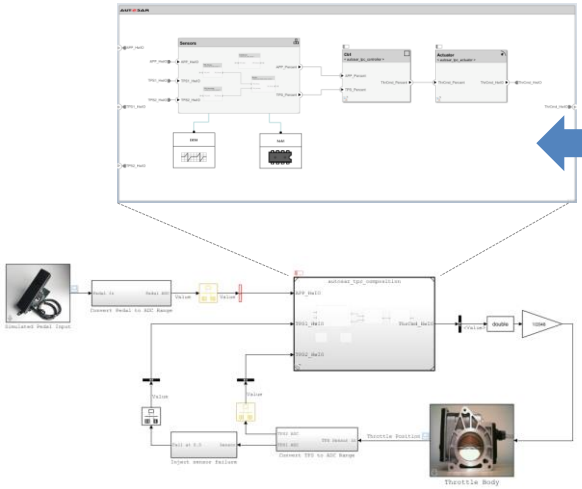


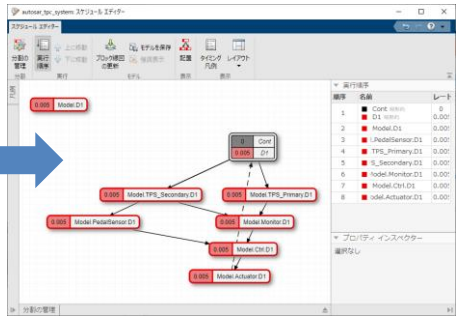


43

43

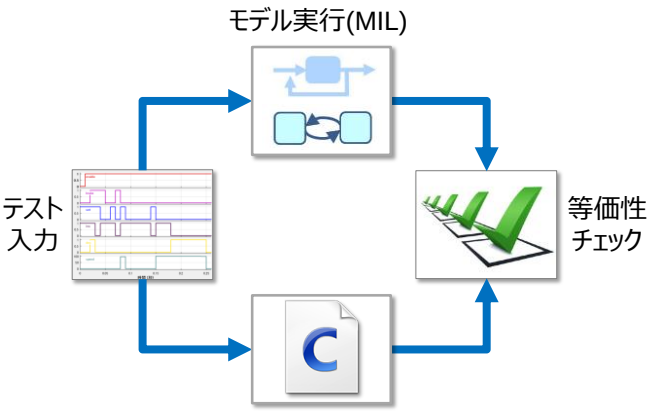
スケジュールエディターを用いたRunnable実行順序指定





制御ソフトモデル内Runnableの実行順序を
スケジュールエディターで指定・管理できます

AUTOSAR生成コードのSIL/PIL検証（1/2）



Simulink Test：テスト管理・自動化
Simulink Design Verifier：テストデータ自動生成
があると便利です

SIL (Software In the Loop)
PC CPU上でコード実行

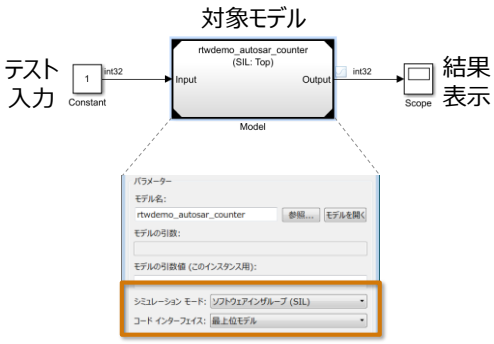
PIL (Processor In the Loop)
MCU/シミュレータ・エミュレータ上でコード実行
※PIL対応しているかはMCU/IDEによって状況が異なるので要確認

- モデル＆コードの動作等価性
- コード生成ツール設定ミス
- コード生成ツール不具合
- コンパイラ不具合
- 処理系依存動作
- メモリ消費量評価
- 実行速度評価

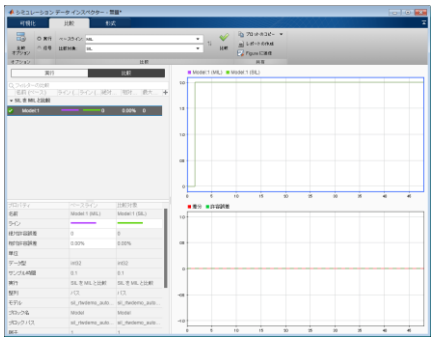
PILのみ

AUTOSAR生成コードのSIL/PIL検証（2/2）

- モデル全体/参照モデルのシミュレーションモードとしてMIL/SIL/PILを選択できます
  - 参照モデルの場合、コードインターフェースを最上位モデルに設定する必要があります
  - RTE/VFBはスタブとして実装、SW-Cロジックにフォーカスした B2Bテストになります



シミュレーションデータインスペクターを用いたMIL/SIL比較例

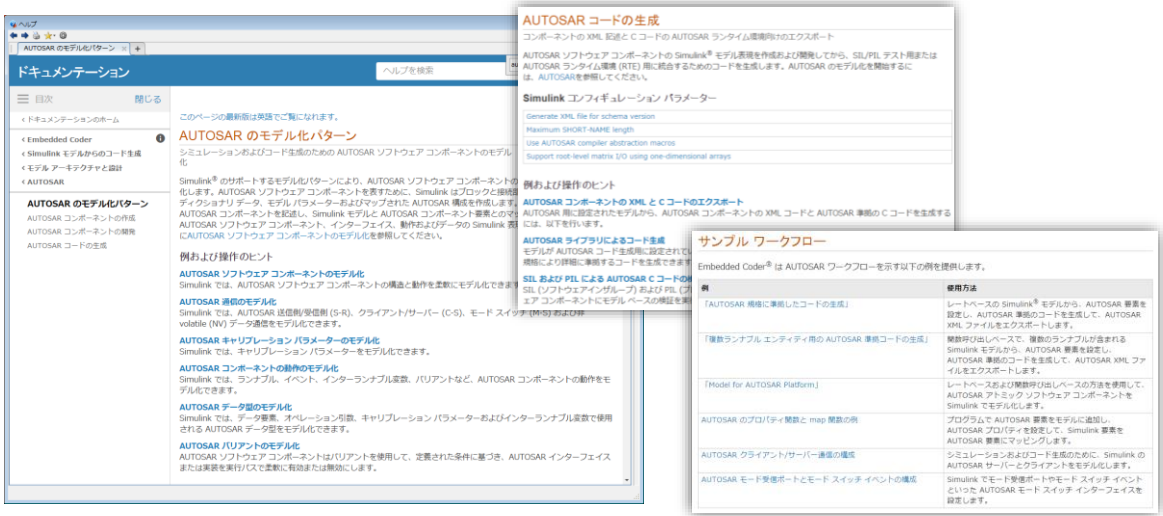


```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/autosar/verifying-the-autosar-code-with-sil-and-pil-simulations.html'))
```

46

46

膨大なAUTOSAR仕様に対応するための関連機能が提供されています ヘルプに豊富な例が紹介されています。ぜひ参考にしてください




```
>> web(fullfile(docroot, 'ecoder/model-patterns-for-autosar.html'))
```

47

47