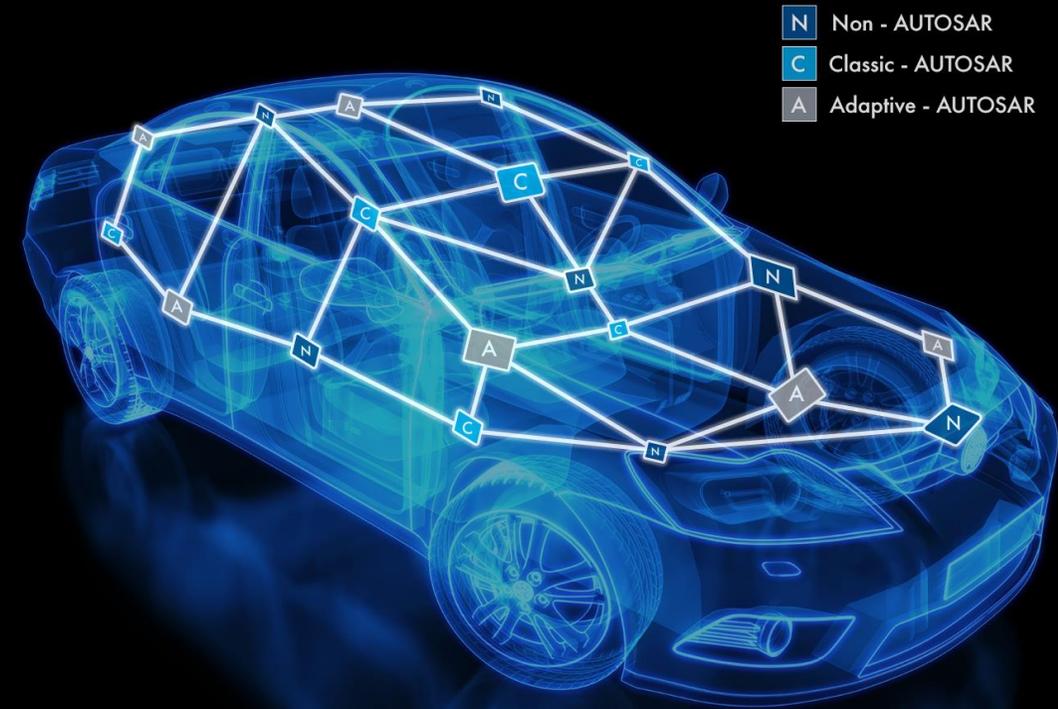


AUTOSAR Classicおよび Adaptiveソフト開発の モデルベースデザイン

MathWorks Japan

アプリケーションエンジニアリング部

山本 順久



はじめに

ご紹介する内容

- AUTOSAR Classic PlatformとAdaptive Platformについて簡単に紹介します
- SimulinkモデルからAUTOSAR準拠コードを生成するためのモデリング、コード生成手順および必要製品について紹介します

本Webセミナーで得られる（期待される）効果

- モデルベースデザインでAUTOSARソフト開発を進めるためのAUTOSARモデリングおよびコード生成に関する基本機能・手順を把握できます

AUTOSAR = 車載ソフト向け標準ソフトウェアアーキテクチャ

Classic Platform : 2004年～

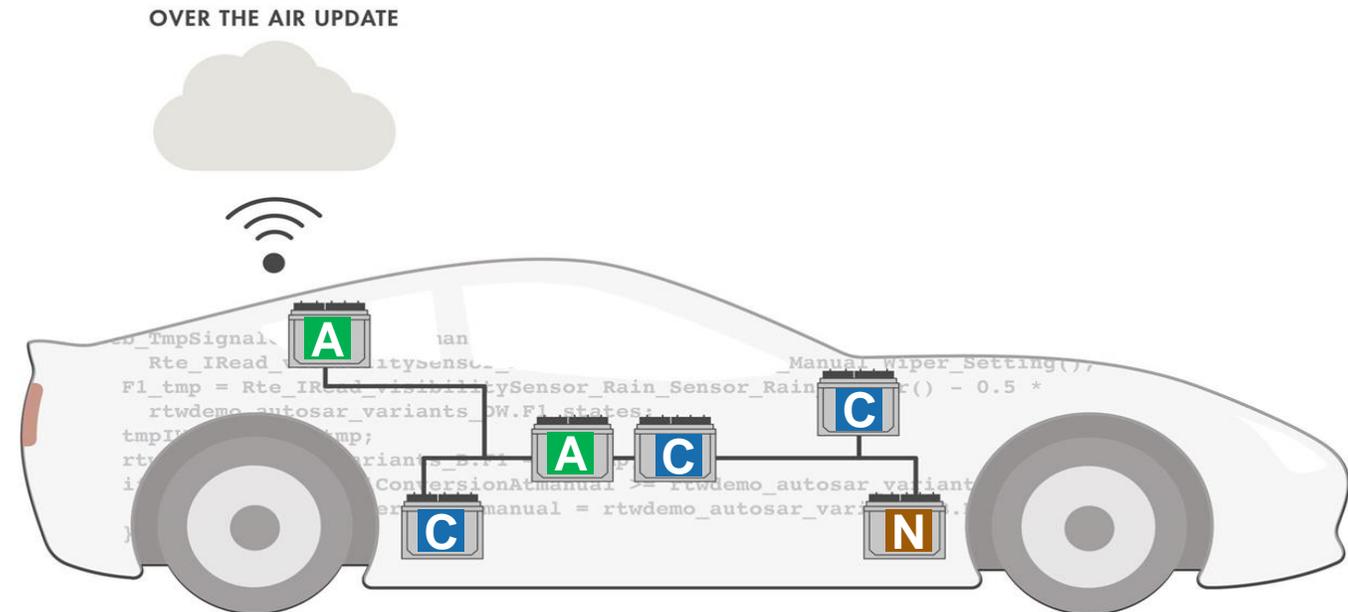
- 従来の制御用ECUで採用 (C言語)
- 固定タスクでCAN等の車内通信のみ
- 例 : パワトレ、ドラトレ、シャシー、EPS

Adaptive Platform : 2017年～

- ADAS等の新しいニーズを元に策定 (C++言語)
- 動的スケジューリングや車外との通信も想定
- 例 : ITS、ADAS、ゲートウェイ/ドメインコントローラー

Non- AUTOSAR

- 例 : インフォテインメント、メータークラスター、HUD等



AUTOSAR = AUTomotive Open System ARchitecture

各リリースでのAUTOSAR対応

R2018b以前

Embedded Coder Support Package for AUTOSAR Standard

- Embedded Coderライセンスがあれば無料で利用可能です
- Classic Platformのみに対応しています
- **モデルの編集のみでもEmbedded Coderが必要です**

C Classic Platform



R2019a以後

AUTOSAR Blockset

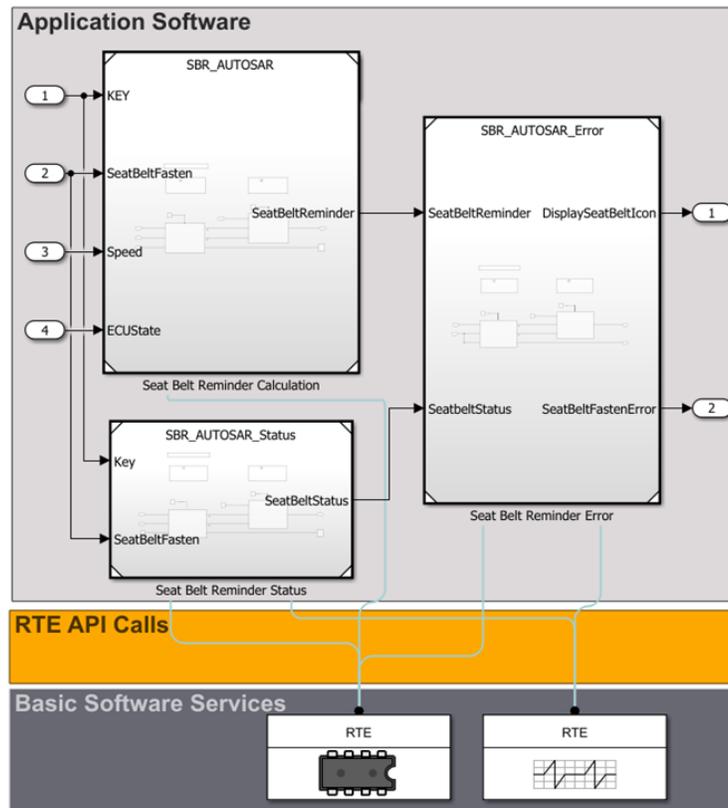
- Simulinkのアドオン製品です
- Classic Platformに加えてAdaptive Platformに対応しています
- **モデルの編集はSimulinkのみで可能です。**
- コード生成やSIL/PIL検証にはEmbedded Coderが必要です

C Classic Platform

A Adaptive Platform

AUTOSAR Blockset の概要

- 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_TmpSignalConversionAtPulse0;
    uint16 rtb_Sum;
    rtb_TmpSignalConversionAtPulse0 =
        Rte_IrvIRead_UpdateOdometerRunnable_pulsedata();
    rtb_Sum = (uint16)((uint32)(uint8)(rtb_TmpSignalConversionAtPulse0 -
```

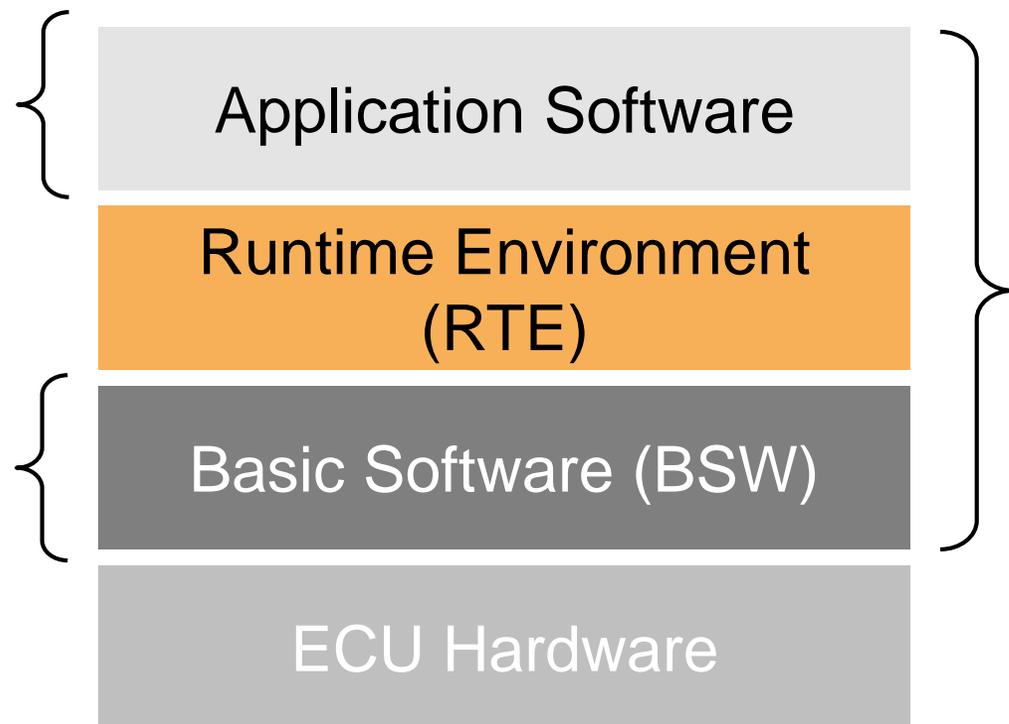
AUTOSAR Adaptive (C++コード生成)

```
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 {
```

マスワークス提供機能が対象としているAUTOSARソフト階層（CPの例）

マスワークス提供

- SWCモデリング
 - シミュレーション
 - コード生成
 - SIL/PIL検証
-
- BSWサービスブロック&シミュレーション模擬
 - 診断
 - 不揮発メモリ管理

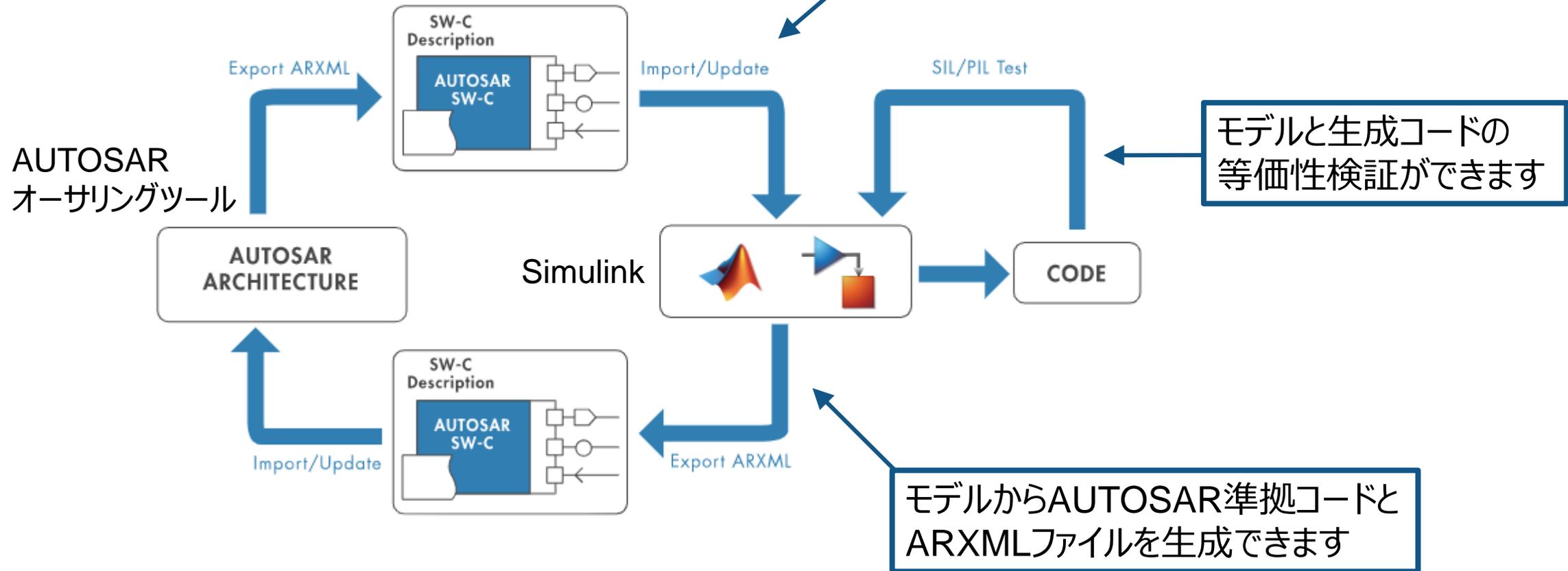


マスワークス以外から提供

- AUTOSARオーサリングツール
 - BSWコンフィグ設定
 - RTE生成
 - ビルド
- MCAL
 - デバイスドライバ

モデルベースAUTOSARソフト開発フロー

ARXMLからモデルの新規作成・既存モデルの更新ができます

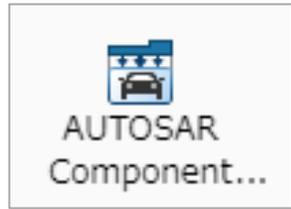


モデルと生成コードの等価性検証ができます

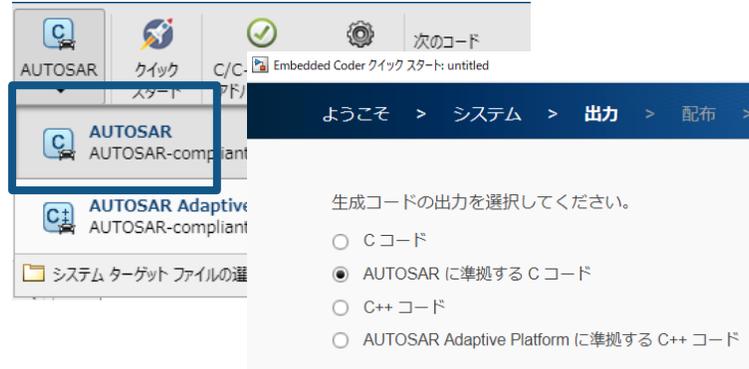
モデルからAUTOSAR準拠コードとARXMLファイルを生成できます

Classic Platform Cコード生成フロー

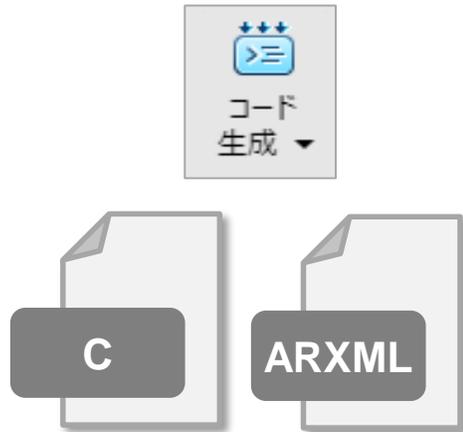
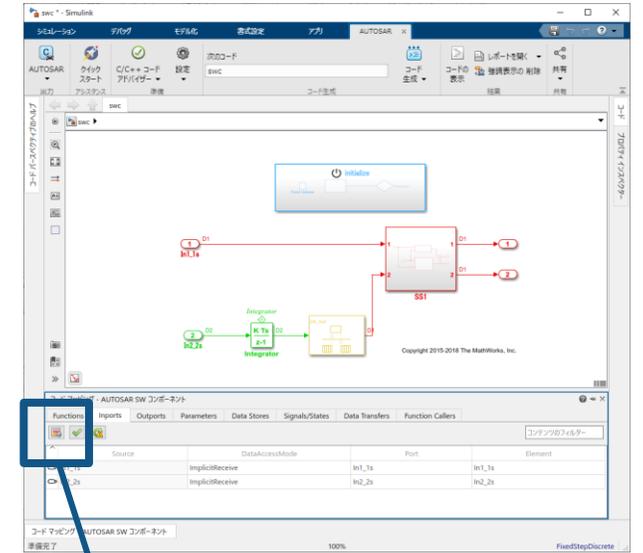
① アプリメニューからAUTOSAR設計ツールを起動します



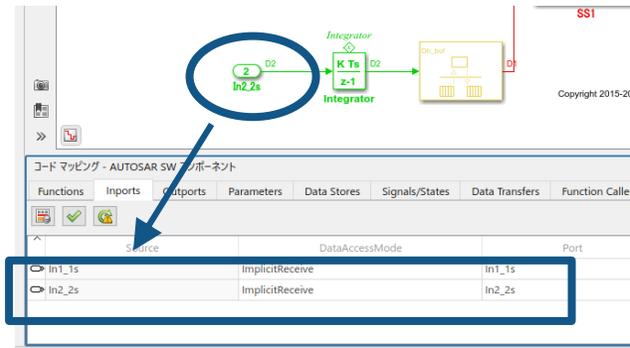
② AUTOSARを選択して[クイックスタート]を実行します



③ モデルエディタのコードマッピングを開きます

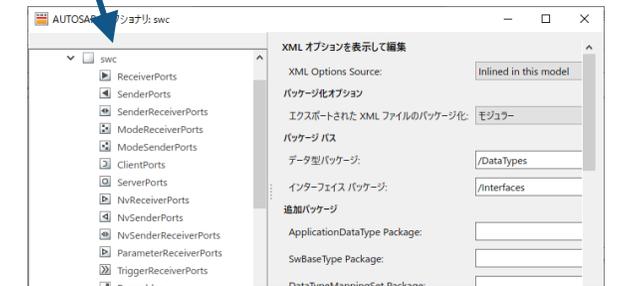


⑥ コードを生成します



⑤ AUTOSARプロパティをモデル要素にマッピングします

④ AUTOSARディクショナリを確認・編集します



Classic C 生成コードの概要

コードマッピング - AUTOSAR SW コンポーネント

Functions Inports Outports Parameters Data Stores

Source		
Initialize Function		swc_Init
Step Function [Sample Time:1s]		swc_Step
Step Function [Sample Time:2s]		swc_Step1

コードマッピング - AUTOSAR SW コンポーネント

Functions Inports Outports Parameters Data Stores

Source	DataAccessMode	Port	ExternalPort
In1_1s	ImplicitReceive	In1_1s	In1_1s
In2_2s	ImplicitReceive	In2_2s	In2_2s

コードマッピング - AUTOSAR SW コンポーネント

Functions Inports Outports Parameters Data Stores

Source	DataAccessMode	Port	ExternalPort
Out1	ImplicitSend	Out1	Out1
Out2	ImplicitSend	Out2	Out2

```

void swc_Step(void) /* 1sec周期Runnable */
{
    ...

    rtb_Sum_n = 2.0 * rtb_RateTransition + Rte_Iread_swc_Step_In1_1s_In1_1s();

    Rte_Iwrite_swc_Step_Out1_Out1(5.0 * (Rte_Iread_swc_Step_In1_1s_In1_1s()) + 3.0 *
    rtb_RateTransition) + rtb_Sum_n);

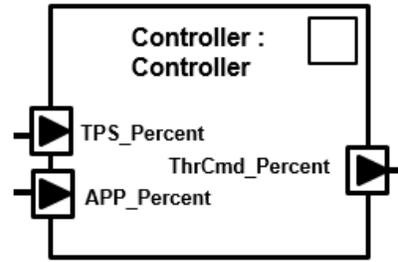
    Rte_Iwrite_swc_Step_Out2_Out2(rtb_Sum_n);
}

void swc_Step1(void) /* 2sec周期Runnable*/
{
    Rte_IrvIWrite_swc_Step1_IRV1(rtDW.Integrator_DSTATE);
    rtDW.Integrator_DSTATE += 2.0 * Rte_IRead_swc_Step1_In2_2s_In2_2s();
}

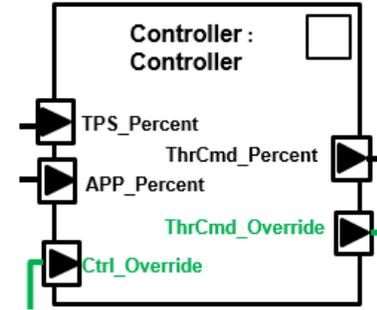
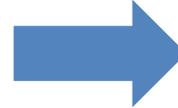
void swc_Init(void) /* 初期化Runnable */
{
    rtDW.Integrator_DSTATE = 1.0;
}

```

ARXMLファイルを用いたモデルの新規作成、モデル更新による差分開発



SWC修正



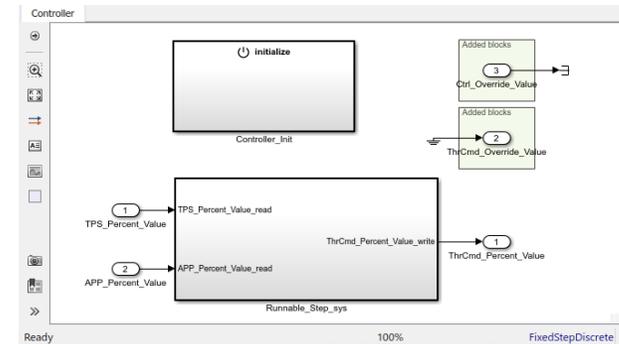
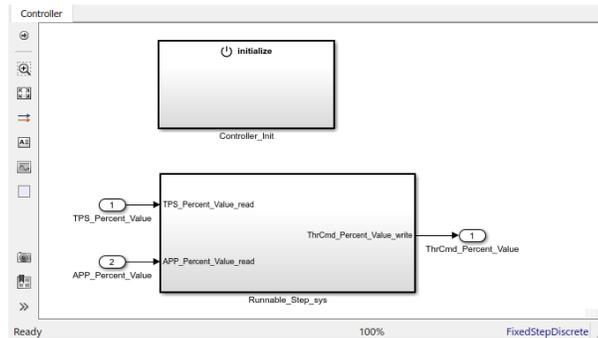
arxml.importer
createComponentAsModel



arxml.importer
updateModel



AUTOSARプロパティが
設定された空モデルを
作成できます

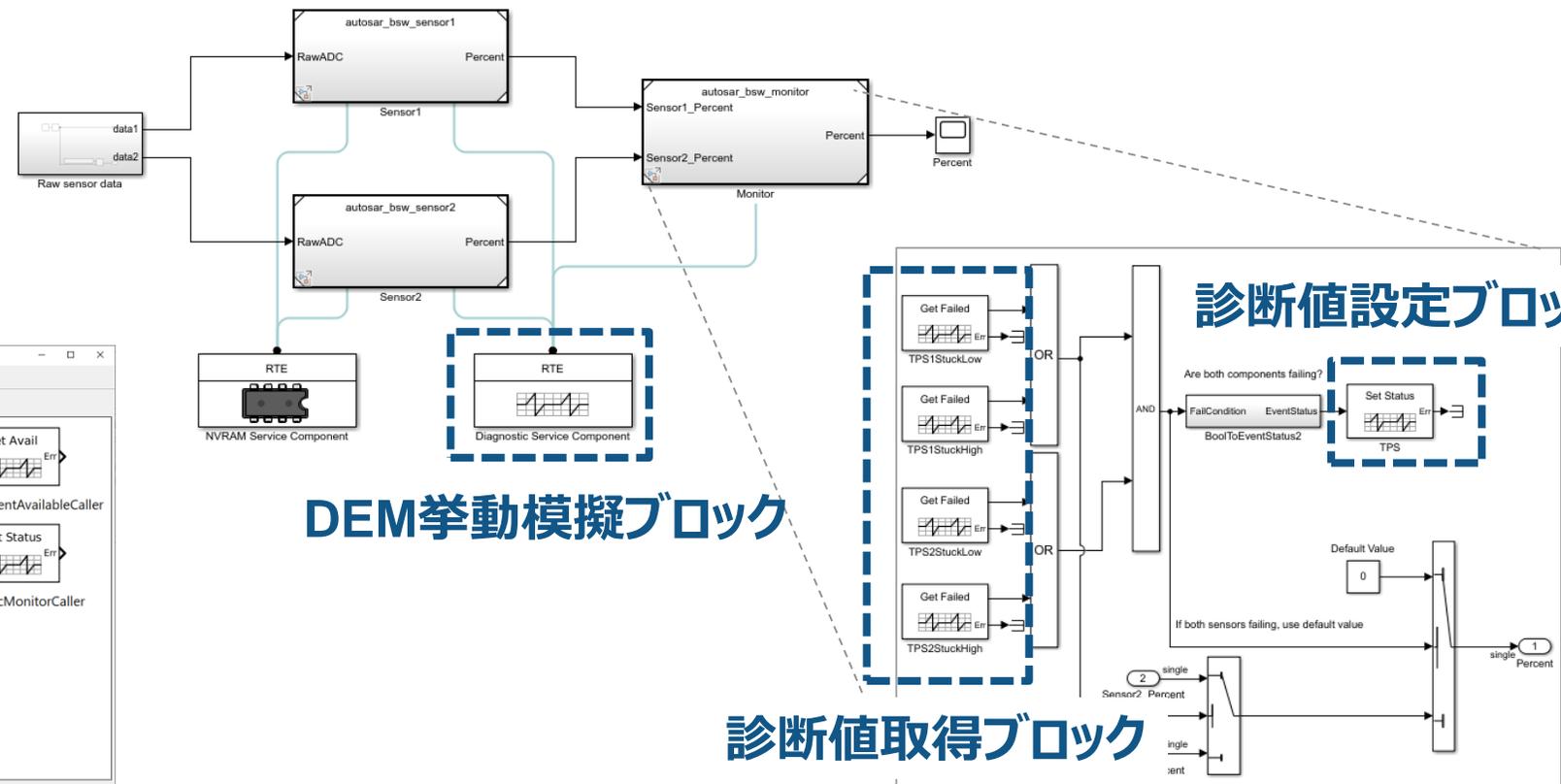
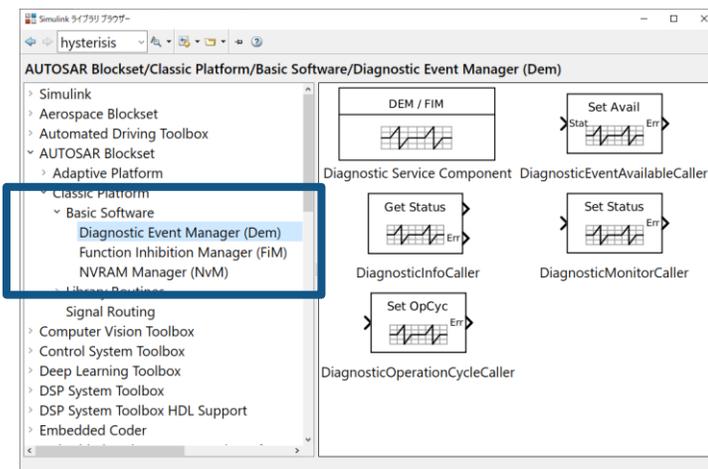


既存モデルの更新 & 変更レポート
を作成できます



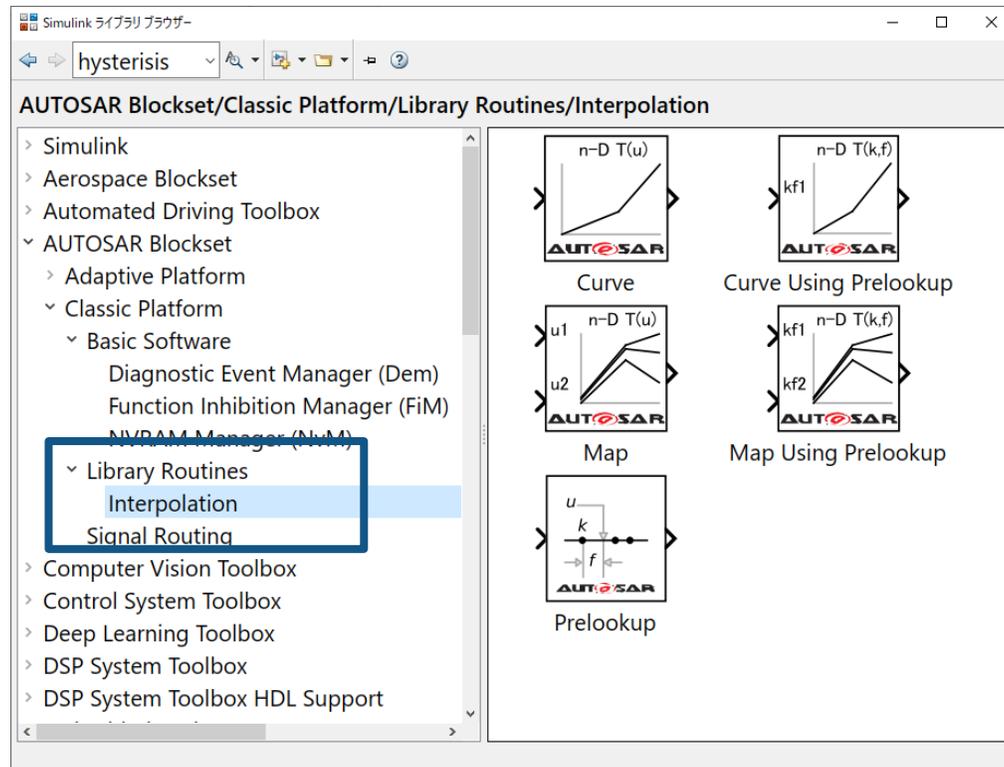
Classic Platform BSWサービスの利用

- 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) / 機能停止・解除 (FiM)
 - 診断用カウンターの挙動を模擬してシミュレーションを行うことができます



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ライブラリ関数コールが生成されます。



```

/* Model step function */
void Runnable_Step(void)
{
    If1_DPResultF32_Type rtb_Prelookup;

    /* PreLookup: '<Root>/PreLookup' incorporates:
     * Inport: '<Root>/In2'
     */
    If1_DPSearch_f32(&rtb_Prelookup, Rte_IRead_Runnable_Step_In2_In2(),
                    (Rte_CData_Bp_4_single()->Nx, (Rte_CData_Bp_4_single()->Bp1);

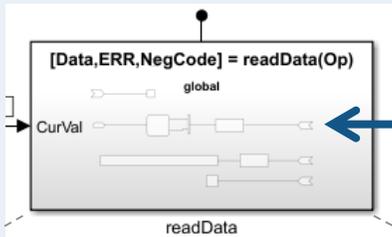
    /* Outport: '<Root>/Out2' incorporates:
     * Interpolation_n-D: '<Root>/Curve Using PreLookup'
     */
    Rte_IWrite_Runnable_Step_Out2_Out2(If1_IpoCur_f32(&rtb_Prelookup,
                                                    Rte_CData_Lcom_4_single()));
}

```

サーバー/クライアントのモデリング

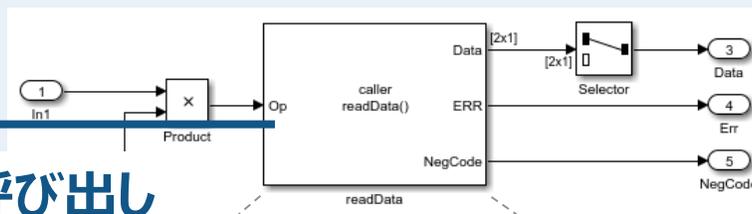
サーバー

Simulink Functionブロックで記述します



クライアント

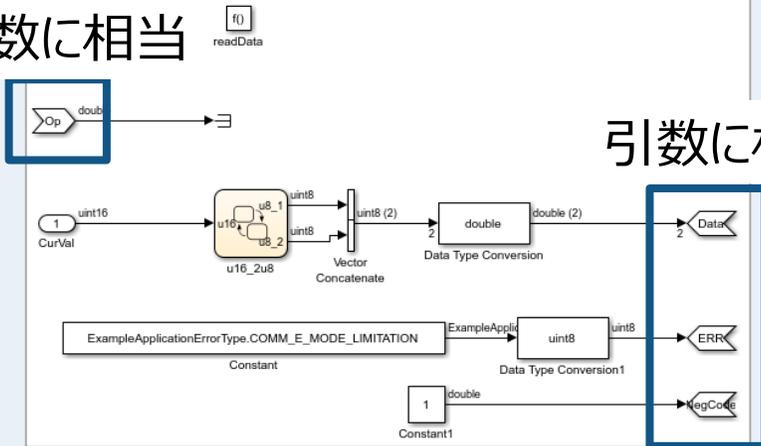
Function Callerブロックからサーバー Simulink Functionを呼び出します



サーバー呼び出し

サーバー/クライアント
ポート・インターフェース設定

引数に相当



引数に相当

ブロックパラメーター: readData

FunctionCaller
入力信号から出力信号を計算する関数を呼び出してください。

パラメーター

関数プロトタイプ:
[Data,ERR,NegCode] = readData(Op)

入力引数の仕様 (例: int8(1)):
double(1)

出力引数の仕様 (例: int8(1)):
double([1;1]), uint8(1), double(1)

サンプル時間 (継承は -1):
-1

OK(O) キャンセル(C) ヘルプ(H) 適用(A)

AtomicComponents

- SWC_Controller
 - ReceiverPorts
 - SenderPorts
 - ModeReceiverPorts
 - ModeSenderPorts
 - ClientPorts
 - ServerPorts
 - NVReceiverPorts

Name	Interface
sPort	CsIf1

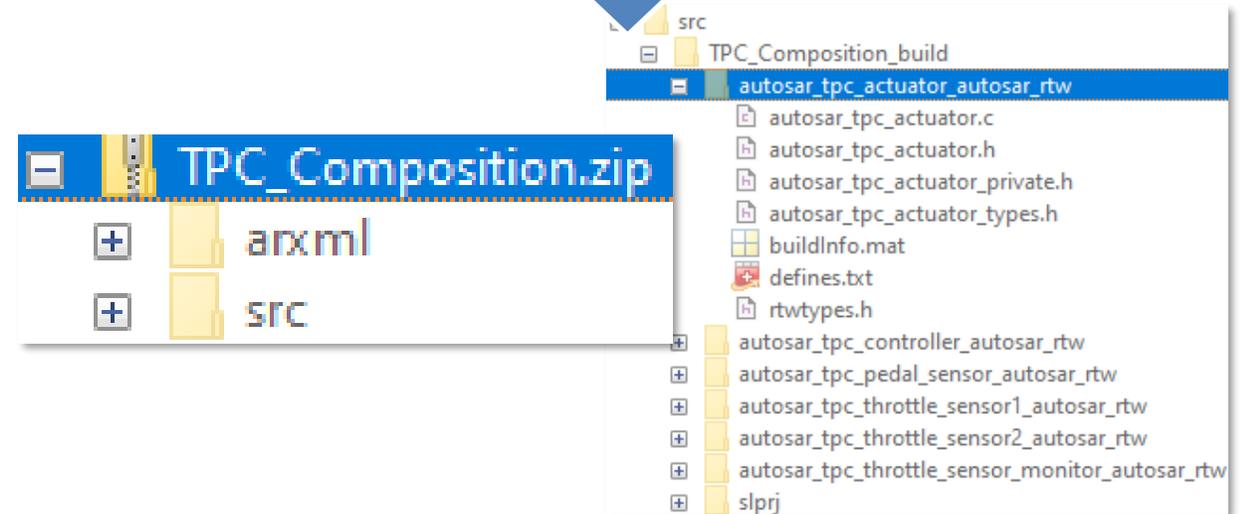
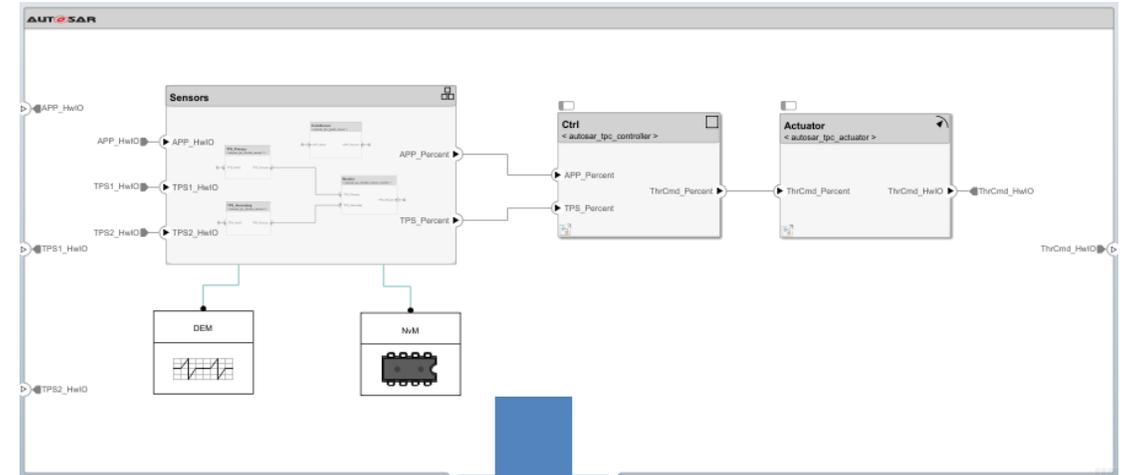
C-S Interfaces

Name	Direction	SwCalculated	Acc
Op	In	ReadOnly	
Data	Out	ReadOnly	
ERR	Out	ReadOnly	
NegCode	Out	ReadOnly	

Arguments

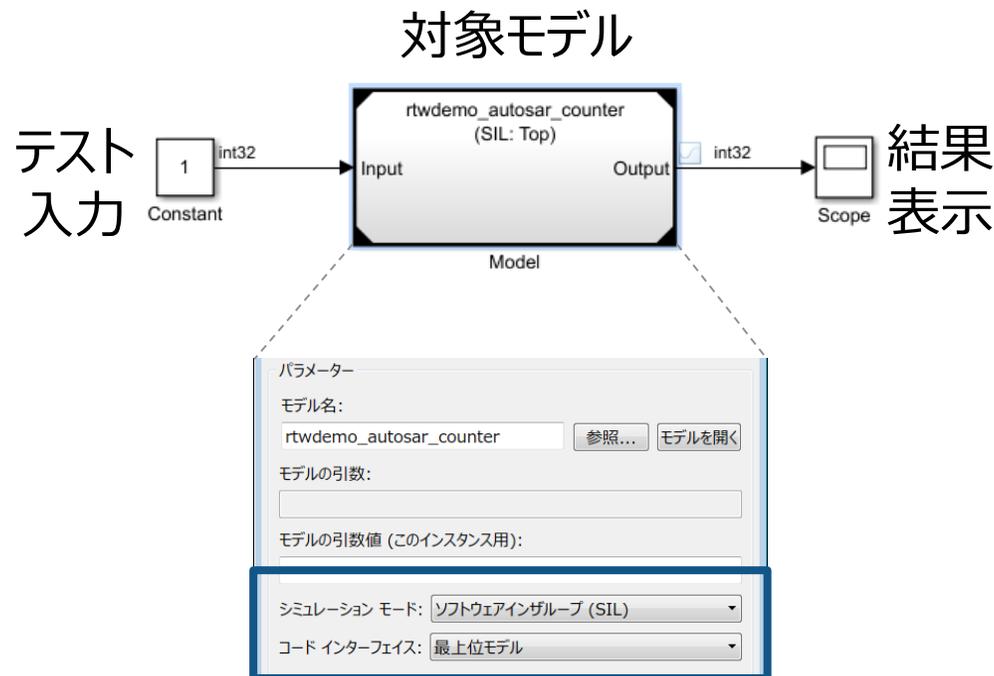
System Composerを用いたSWCコンポジション設計

- SWCコンポジションアーキテクチャをグラフィカルに設計できます
 - System Composerライセンスが必要です
 - Classic Platformのみに対応しています
- 各SWCロジックをSimulinkモデルと関連付けて開発できます
- SWCコンポジションを含むCコードおよびARXMLファイルを生成できます

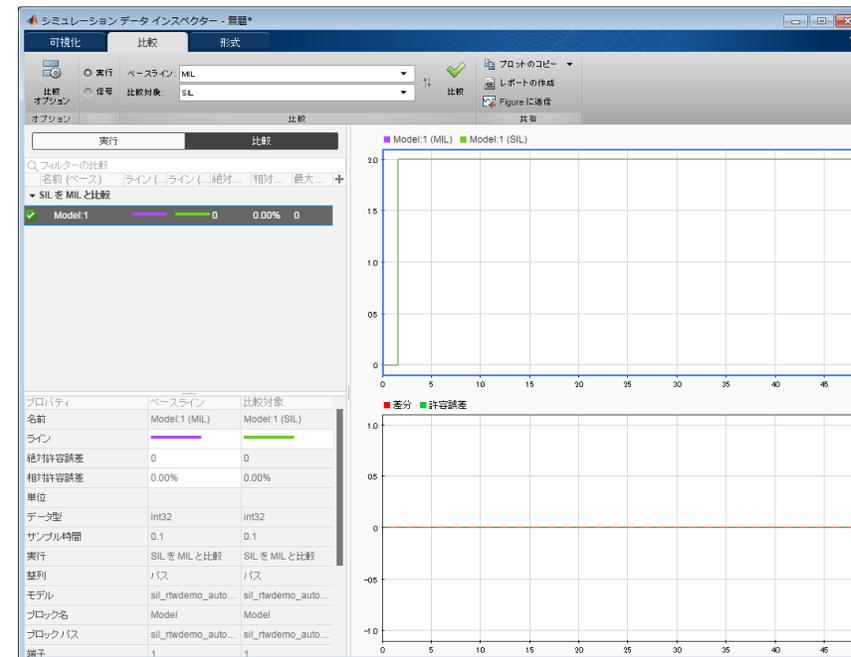


SIL/PILによるモデル・生成コードの等価性検証

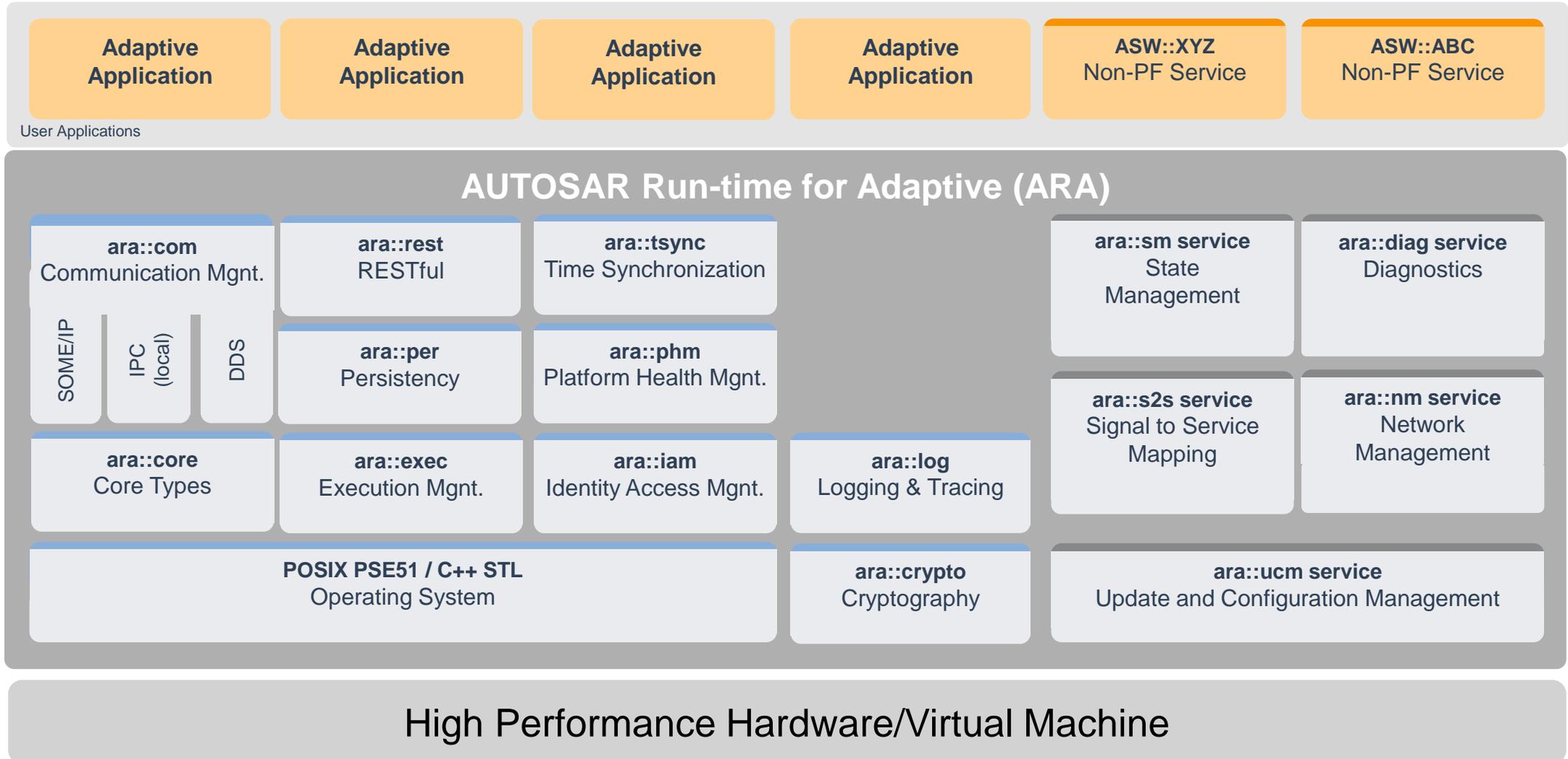
- AUTOSARモデルのシミュレーションモードとしてMIL/SIL/PILを選択できます
 - 参照モデルの場合、コードインターフェイスを最上位モデルに設定する必要があります
 - RTE/VFBはスタブとして実装、SWCロジック動作にフォーカスしたB2Bテストになります



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

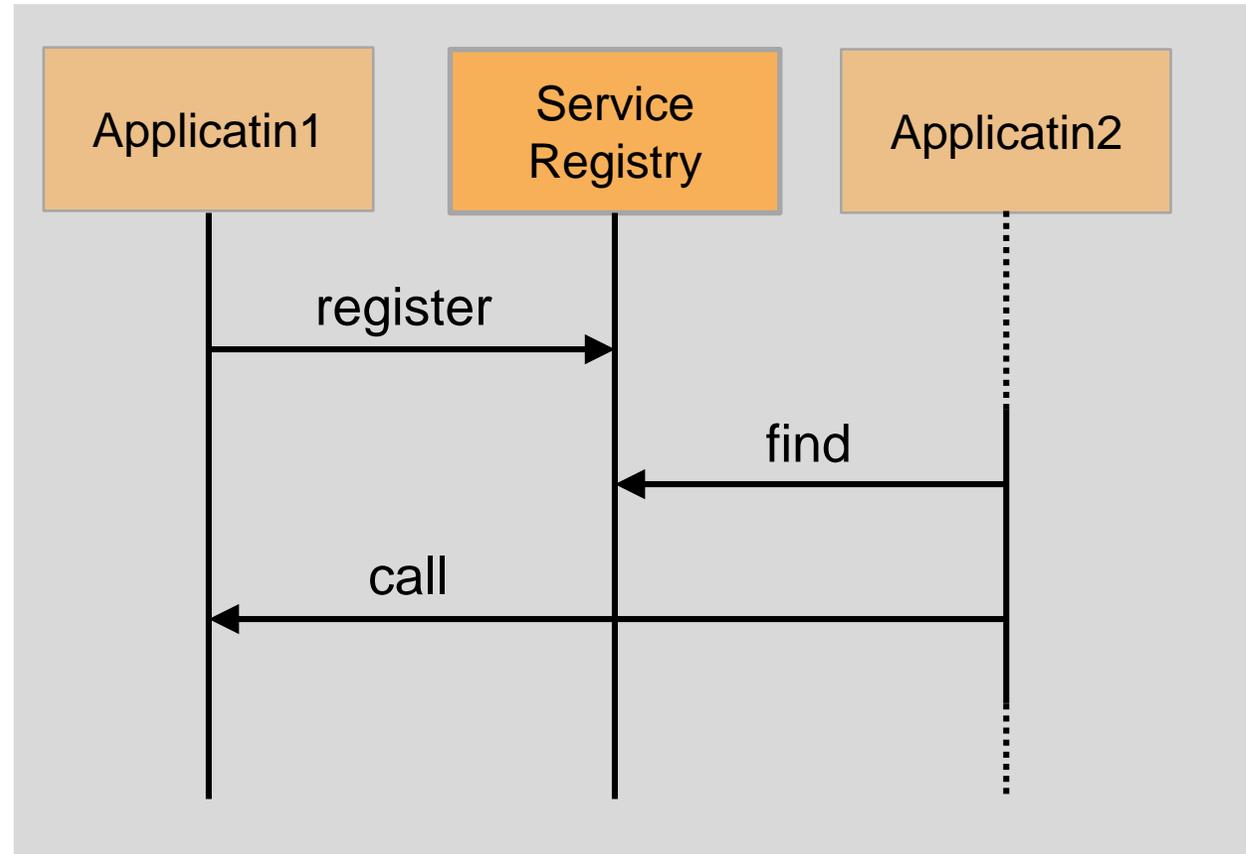


AUTOSAR Adaptive Platform ソフト階層



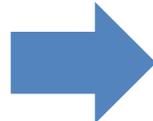
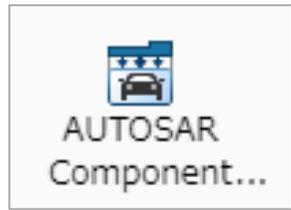
Adaptive Platform サービス指向通信

- インターフェースはサービスとAPI
- サービスは下記で構成
 - Methods (関数)
 - Events (メッセージ)
 - Fields (データ)

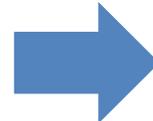
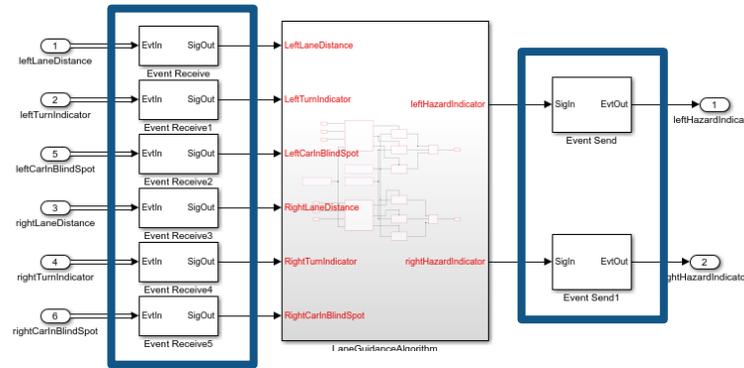


Adaptive Platform C++コード生成フロー

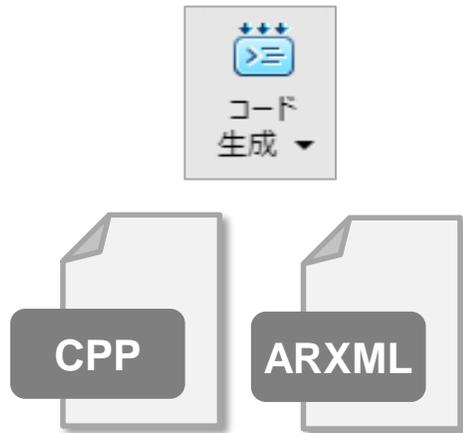
① アプリメニューからAUTOSAR設計ツールを起動します



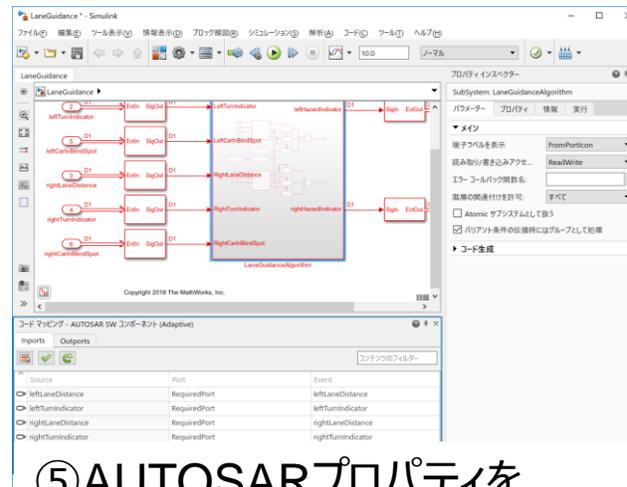
② 入力にEvent Receive、出力にEvent Sendブロックを挿入します



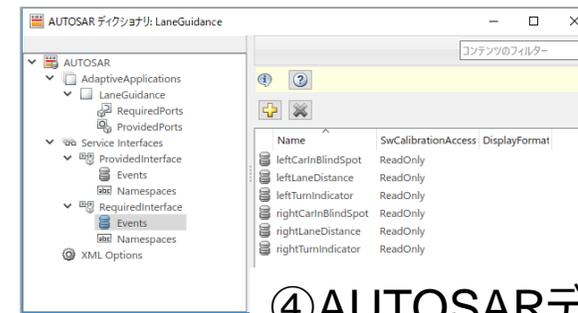
③ AUTOSAR Adaptiveを選択して [クイックスタート]を実行します



⑥ コードを生成します



⑤ AUTOSARプロパティをモデル要素にマッピングします



④ AUTOSARディクショナリを確認・編集します

Adaptive C++ 生成コードの概要

- 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

```

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
}

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_;
    }
    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()
{
    // 初期化处理
}

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

```

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)

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

対応スキーマバージョン (R2020a時点)

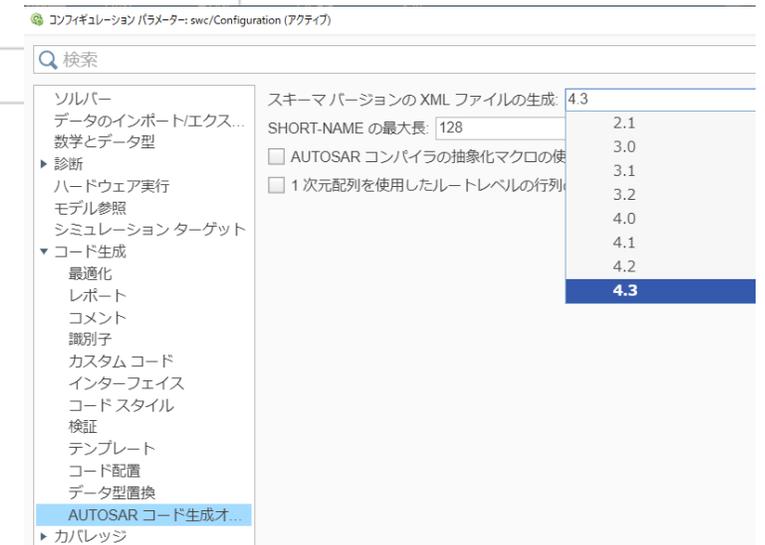
Classic Platform

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

※MATLABリリースにより対応スキーマバージョンは異なります



さいごに Call to Action

AUTOSARソリューションページ

- 参考情報が豊富に紹介されています
 - ユーザ事例
 - ホワイトペーパー



AUTOSARトレーニング

- 実践的な例題でAUTOSARモデリング・コード生成について習得できます

[スケジュールと受講申請](#)

AUTOSAR® ソフトウェアコンポーネントのコード生成

必要条件

Simulink® 基礎 (もしくは、自動車分野向け *Simulink* 基礎) および、*Embedded Coder®* による量産向けコード生成 トレーニングを受講された方。C言語のプログラミング知識およびAUTOSAR についての基礎知識をお持ちの方。

この1日コースでは、Embedded Coder Support Package for AUTOSAR Standard を使用して AUTOSAR に準拠するモデリングおよび、コード生成を行う方法について学びます。トップダウン、ボトムアップ ワークフローによるソフトウェア開発をモデルベースデザインの コンテキストの中で説明します。なお、このコースの対象者は Embedded Coder による C/C++ コード生成を行うシステムエンジニアや自動車分野のソフトウェア開発者です。また、AUTOSARアーキテクチャーの中でSimulinkモデリング、コード生成を行う対象はアプリケーションにあたるソフトウェアコンポーネント (SWC) のみになります。(RTE/BSWは含みません)

- 既存の ARXML システム記述から Simulink モデルを生成
- AUTOSAR 準拠のコード生成のための Simulinkモデルの設定
- Simulink モデルでの AUTOSAR 通信コンポーネントの設定
- Simulink での AUTOSAR イベントのモデリング
- キャリアレーション パラメータの作成

[コース概要の詳細を見る](#)

<https://jp.mathworks.com/training-schedule/code-generation-for-autosar-software-components>

<https://jp.mathworks.com/solutions/automotive/standards/autosar.html>

ご清聴ありがとうございました



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.