

モーター制御開発のMBDトレーニングと バッテリー充放電コントローラの機能安全対応事例

パナソニック アドバンステクノロジー株式会社
高信頼性開発センター
堀江 雅浩

1. 会社紹介
2. モータ制御開発を題材にしたMBDトレーニング
3. バッテリー充放電コントローラの機能安全対応事例

**パナソニック アドバンステクノロジー株式会社
会社紹介**

**MORE
ADVANCED**

会社概要

会社名

パナソニック アドバンステクノロジー株式会社
(英文) **P**anasonic **A**dvanced Technology **D**evelopment Co., Ltd

設立

2007年4月1日 (1985年創業)

事業目的

システムおよびソフトウェア設計開発を通じて、安全・安心、
快適・便利な暮らしを実現する

従業員

499名 (2018年4月1日現在)

所在地

梅田拠点
(大阪市)



本社・大阪拠点
(門真市)



名古屋拠点
(名古屋市)



広島拠点
(広島市)



横浜拠点
(横浜市)



事業内容



技術を鍛え、世界で勝つ。

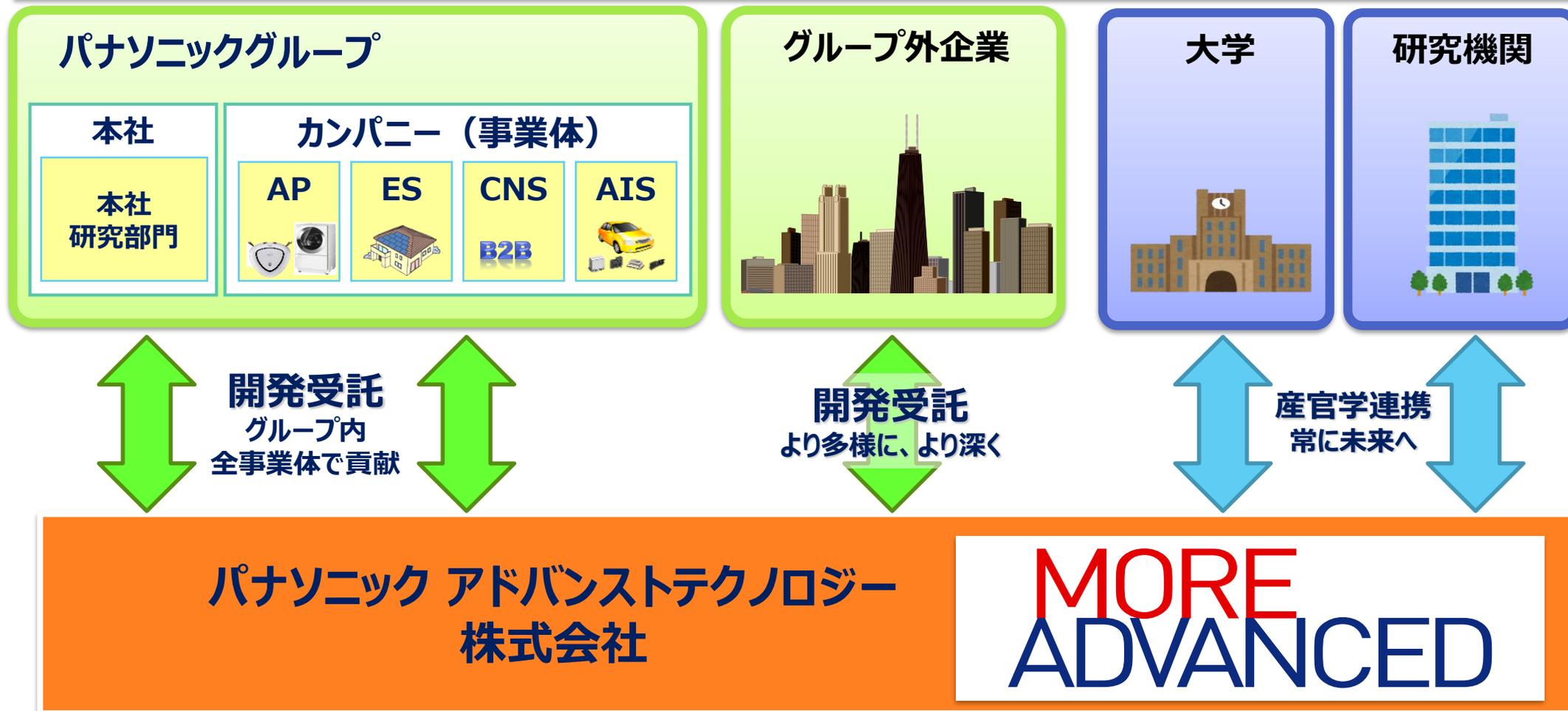
未来を創るイノベーションをお客様とともに

- お客様の課題に技術で応えます
- お客様とともに安心・安全で快適・便利な社会を実現します



事業活動の範囲

- ・ パナソニックグループ本社研究部門直系の技術開発会社としてグループ内での事業貢献
- ・ パナソニックグループ内にとどまらずグループ外のより多様な事業分野へ範囲拡大
- ・ 独自活動として産学官連携、先端技術の探索・仕込みと手の内化に常にチャレンジ



主な技術活動の内容

車載組み込み分野

制御システム開発 (運転支援ECU、充電器ECU等)

- Automotive-SPICEに基づく定量的開発管理
- 車載向け機能安全(ISO26262)開発プロセス認証取得
- モデルベース開発(MBD)の適用推進
- 車載向けOS(AUTOSAR)、車載カメラ等のセンサー、認識技術活用

エン터테인먼트開発 (車載マルチメディア機器)

- ナビゲーション、車載向けデジタルTV、BDプレーヤ
- 音声認識機能、車載アプリ制御フレームワーク開発

通信・ネットワーク分野 (IoTソリューション)

- HEMS用エネルギー管理機器対応ソフト開発
- WiSUN、ECHONET Lite等の通信制御開発



Audio & Visual分野

- BDレコーダ、デジタルカメラなどのAVストリーム制御
- ネットワークサービス対応ミドルウェア、コーデック制御



取組み：機能安全対応力・プロセスの確立

- Panasonicプロセス認証取得('12/2:世界初)
- PAD単独認証取得 ('12/8)
最高レベルASIL-Dまで対応可能

※ASIL : Automotive Safety Integrity Level



保有技術

要素技術

センシング、認識

認識技術

カメラセンシング

複合センサーセンシング

音声認識

Linux、RTOS、AUTOSAR

- 認識・判断・制御を用いる、ADAS関連および車載ECUの開発技術
- 先端技術の深層学習へも取り組み中
- AV制御技術をベースにしたインフォテインメントへの展開

判断

機械学習、深層学習

運転支援(ADAS)

音声認識

Linux、RTOS、AUTOSAR

制御

車載デバイス制御

自動ブレーキ

機械制御

車載セキュリティ

車載充電器

ネットワーク系技術

エネマネ対応

OpenDOF拡張

ECHONET Lite
機器拡張

WiSUN
スマートメータ対応

標準 プロトコル

Ethernet

TCP/IP

WiFi

- 標準プロトコル対応技術保有
- エネルギー管理に関連のネットワークシステムへ対応可能

Audio & Visual 制御

個別機器、ネット対応

暗号・DRM

コンテンツ制御

限定受信
規格

コンテンツ
保護規格

コーデック制御

蓄積規格

メディア制御

ストリーム制御

放送規格

デジタルTV/レコーダ/カメラ等の、
アプリ、ミドルウェア、デバイス制御、
ハードウェアまでシステム全体に対応

設計開発技術

安全設計・開発手法
プロセス/マネジメント

機能安全対応力

自動車機能安全(ISO26262)

機能安全(ロボット、医療etc)

開発プロセス/環境

Automotive SPICE/CMMI

SPI/SQA/組織標準プロセス

PGRelief/Understand/QAC
Redmine/SVN/Other..

シミュレーション技術活用

MATLAB®/Simulink®
ソフトウェアモデル、スケールモデル

シミュレーション
MILS、SILS、HILS

自動車他様々なターゲットに機能安全
対応の高信頼性開発手法を実施

全体システム設計・開発

超上流設計

要求検討・作成

リスク分析、仕様設計

システムインテグレーション
バリデーション (システム保証)

高信頼設計・評価

機能安全設計・評価

モデルベース設計・評価

構造化/オブジェクト指向

オフショア活用

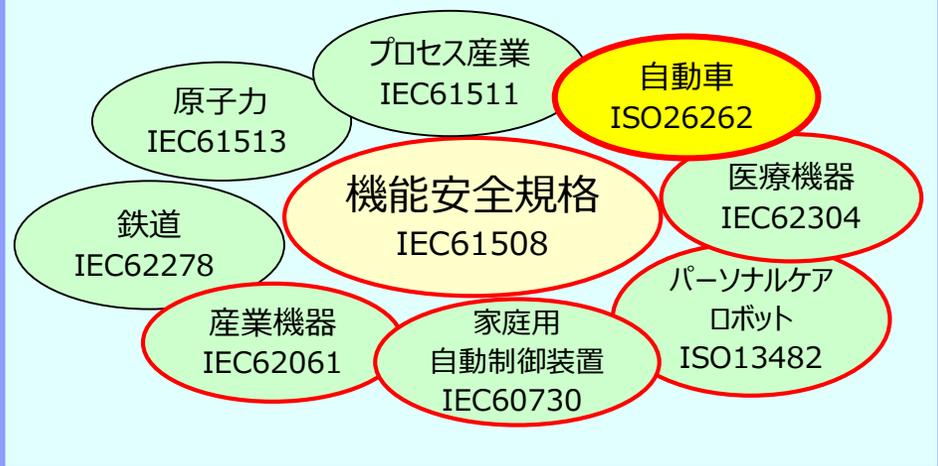
海外ソフト会社連携

システム全体のリスク分析、要件分析
から適合性検証まで、様々な設計・
開発手法を活用し、システム全体の
設計開発

機能安全とは

- ・機能安全では故障が起こることを前提に危険を回避する安全機能を実装
- ・自動車部品サプライヤにとって機能安全規格(ISO26262)の遵守はOEMからの必須要求

国際安全規格・指針



安全設計は信頼性の上に成り立つ

- ・信頼性を担保した上で、安全性を実現
- ・安全目標を実現可能な手法を規格で定義

機能安全規格
ISO26262

安全性 (=危険状態に移行させない)

安全分析

障害検知

障害回避

Automotive
SPICE

信頼性 (=欠陥がないことの担保)

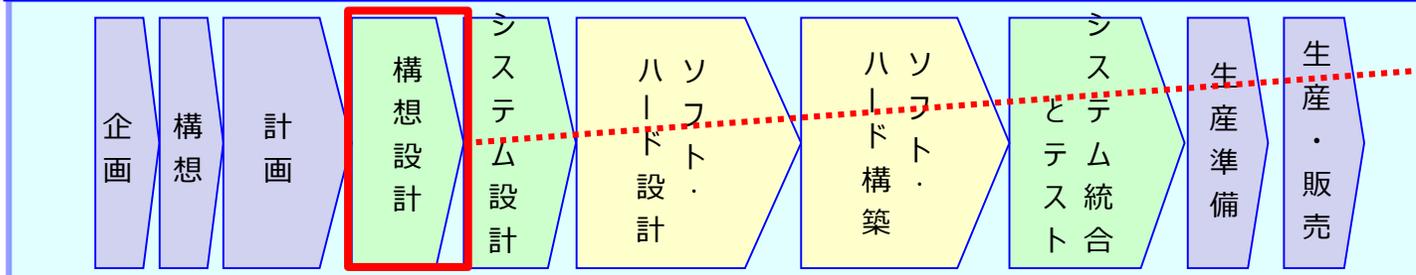
プロセス遵守

良い設計

十分な検証

適切な手法

製品開発ライフサイクル

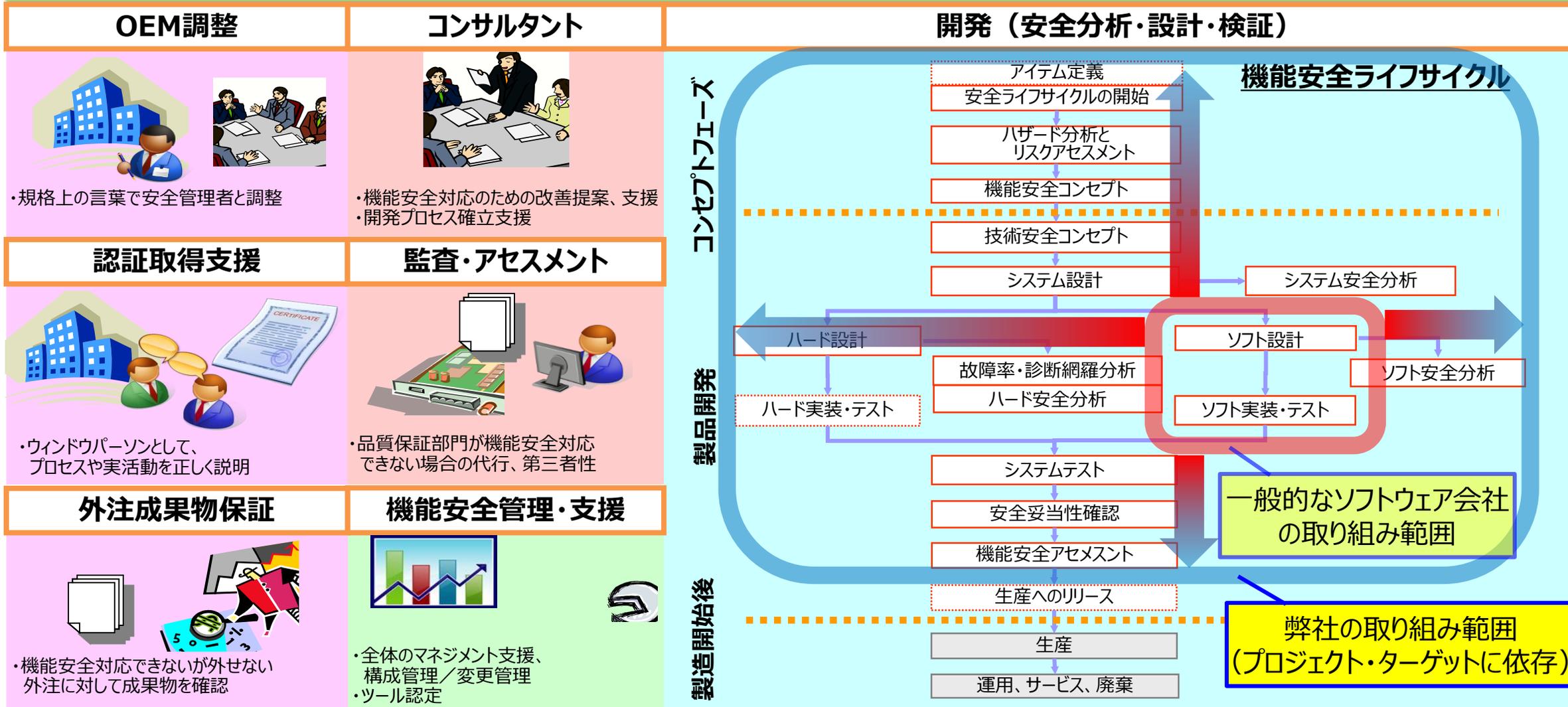


安全コンセプト

安全機能の
最上流設計

高信頼性・機能安全の取り組み

お役立ち： 困難な機能安全対応をまるごとお任せ（ISO26262, IEC61508, etc）
 （コンサル、要求分析、安全分析・設計/開発・検証、認証取得支援）

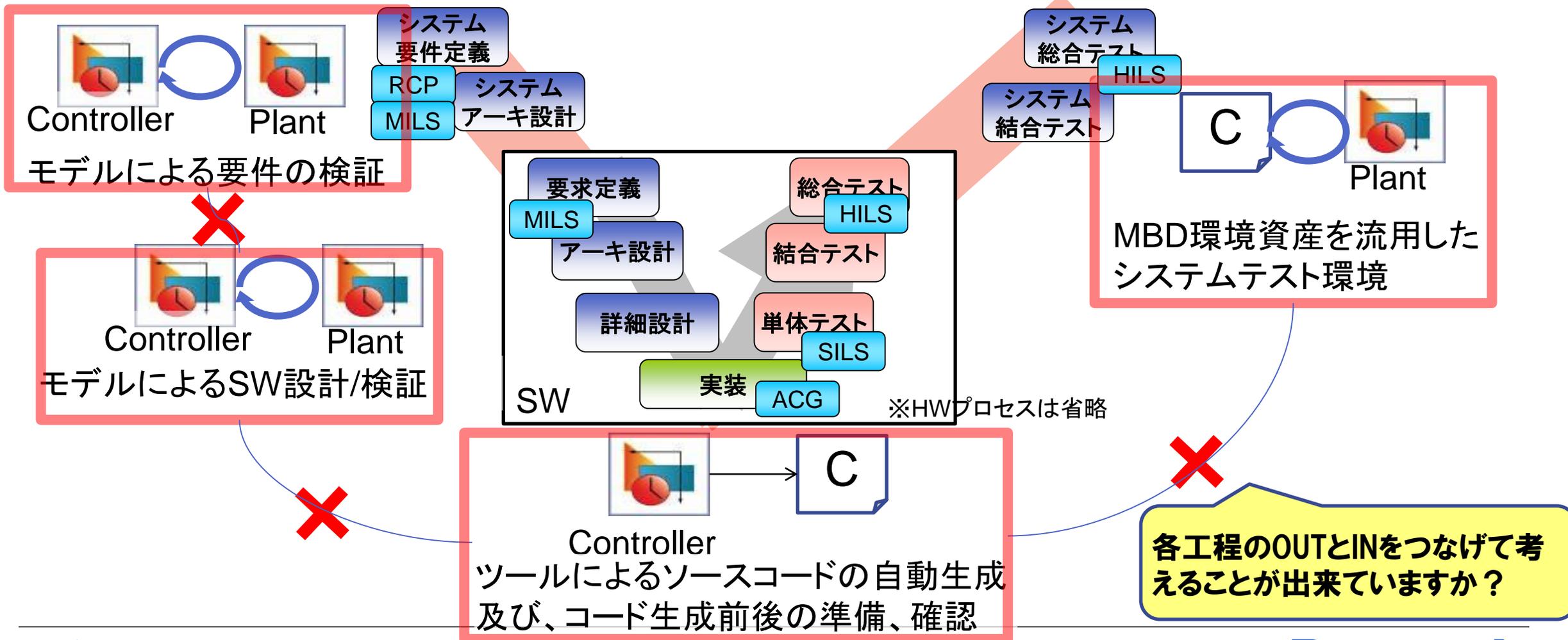


モータ制御開発を題材にしたMBDトレーニング

- MBDで制御システム(コントローラ+プラント)を設計することと、機能安全対応の組み込みシステムを設計することは基本的には別の課題です。
- MBDは強力な設計手法ですしモデルは設計情報の一部になり得ます。MBDの開発V字プロセスの中で適切に機能、非機能要件を設計に落とし、MBD特性を活かした開発が出来ることはECU開発に大変有用です。

弊社におけるMBD (MATLAB/Simulink) トレーニング教材の課題

弊社独自のMBDトレーニング教材を整備、MBD技術者育成には成功。ただし、特定の設計、開発工程のMBDスペシャリストでは踏み込んだ開発プロセス改善が出来ない



弊社における従来のMBDトレーニング(1)

- 弊社独自のMBDトレーニング教材を整備
 - MBD活用において必須となる基礎スキルを習得

先行プロジェクトの経験で得た
弊社視点で重要なMBDスキルを展開

● MBD基礎スキル・トレーニング講座

- MBD全体像の理解
- MBD中核3ツール (MATLAB/Simulink/Stateflow®)を使ったモデル記述方法の習得
- 簡単なMILSシミュレーションの構築

説明 モデルベース開発の各工程の概要

前頁記載のMBDの開発工程は、一般的に下図のV字プロセスとして記載されることが多い。

以下に、MBDの開発プロセスの概要を示す(詳細は各プロセスのスライドを参照)。

プロセス名	概要	制御ソフト	制御対象
MILS (Model In the Loop Simulation)	制御側・非制御側共に仮想環境で、制御アルゴリズムの検証を行う。	モデルによる擬似環境 (制御モデル・コントローラモデル)	実デバイスの動きを模したモデル (プラントモデル)
SILS (Software In the Loop Simulation)	モデルから自動生成したCコードをPC上で実行し、制御側のモデルとCコードの一致性の確認などを行う。	モデルから自動生成したCコード	実デバイスの動きを模したモデル (プラントモデル)
PILS (Processor In the Loop Simulation)	マイコンに搭載する実行ファイルの形式でシミュレーションによる検証を行い、モデルとの一貫性や処理速度の計測などを行う。	実マイコン向け実行ファイル	実デバイスの動きを模したモデル (プラントモデル)
HILS (Hardware In the Loop Simulation)	リアルタイム性能を持つ高速演算装置によって制御対象の動きを模擬し、危険な状況下でのシミュレーションを行う。	モデルによる擬似環境 (制御モデル・コントローラモデル) やCコードなど	実デバイスの動きを模した 高速演算装置
RCP (Rapid Control Prototyping)	高性能マイコン(MABX等)により、モデルを駆動して実デバイスを動かし、制御アルゴリズムの検証を行う。	モデルをビルドしたものを高性能マイコンに搭載	実デバイス
ACG (Auto Code Generation)	モデルからCコードを自動生成すること。RTWやTargetLinkなどのツールを用いて生成を行う。		

説明 シミュレーションの概念

シミュレーションは制御する側の「コントローラ」と制御される側の「プラント」によって構成されている。

コントローラモデル (制御側・マイコン搭載ソフトウェア)	プラントモデル (被制御側・モータ等の実際のデバイス)
制御アルゴリズムを離散系のブロックを使用して記述する。	モータ等の実デバイス・実世界の現象を、回路図や数式等を使って表現する。
離散系 (最終的にモデルからコード生成を行ってマイコンに搭載される)	連続系 (電気の流れや温度の変化などの実世界の動きを数式や回路図等で示す)

Panasonic ideas for life 38

説明 例題 簡単なモデルを作成してみる

簡単なモデルを作成してみる

例 > 入力を2倍して出力するモデル記述

ブロックをダブルクリックすると、そのブロックの設定メニューが表示される。

ブロックの設定メニューの詳細は各ブロックのヘルプを参照。このGainブロックの「ゲイン」パラメータは、入力を何倍するかの設定。数だけでなく、ワークスペースの変数も設定可能。

<ブロック間を接続する方法>
① ブロックの端子部分でクリックして、そのクリックしたままの状態で見たいブロックの端子のところまでマウスのポインタを移動させる。
② 接続したい端子を含むブロックをCtrlキーを押しながらクリックした後で、そのままCtrlを押した状態で接続先の端子を含むブロックをクリック。

Panasonic ideas for life 39

弊社における従来のMBDトレーニング(2)

- 弊社独自のMBDトレーニング教材を整備
 - 活用工程に応じてMBD応用スキルを習得

先行プロジェクトの経験で得た
弊社視点で重要なMBDスキルを展開

- ACGスキル・トレーニング講座
 - 組込みシステム開発前提でのモデル解析手法、自動コード生成手法、B2B評価手法
- シミュレーションスキル・トレーニング講座
 - RCP, MILS, HILS
 - ターゲット別要素技術、シミュレーション (先行プロジェクト資産の活用:自動車、モーター、熱関連、電池関連等)

説明 **コード生成の種類**

モデル全体をコード生成する「インクリメンタルビルド」と、サブシステムだけをコード生成する「サブシステムビルド」の2つが存在する。

インクリメンタルビルド
モデル全体をコード生成する。
【ビルド方法】
・ Ctrl + B
・ ツール→Real-Time Workshop→モデルのビルド。
・ インクリメンタルビルドアイコンを押下。

モデル名のフォルダに生成コードが格納される。

サブシステムビルド
(指定された)サブシステムのみをコード生成する。
【ビルド方法】
・ コード生成したいモデルで右クリック→Real-Time Workshop→サブシステムのビルド
・ サブシステムを選択した状態でサブシステムのビルドアイコンを押下。

サブシステム名のフォルダに生成コードが格納される。

前述の様に、自動コード生成の適用範囲はアプリケーション部のみであるため、上記モデルの様にスケジューラを含むモデルでは、サブシステムのビルドを利用する必要がある場合もある。

RTW-EGの適用対象

アプリケーション
スケジューラ
RTOS
I/Oドライバ
ハードウェア

Panasonic ideas for life.

dSPACE社システムを用いたHILS環境概要

HILS環境の利用者は、HostPCを通じてHILSシステムの操作・監視を行う。HILS SystemはHostPCからの指示に従ってECU(と外付機器)とで動作を行い、その結果を計測記録する。

テスト対象

ECU

dSPACE社製 HILS System

HostPC

操作

結果確認

外付機器

ECUとHILS SystemのI/Fが合わない場合で昇降圧などを行う場合に留意する。

dSPACE社では主に、PX10/20などのモジュール型システムが用いられる。詳細は後述。

HILS Systemに対する振る舞いの指示
信号の計測や保存
HostPCで動作する操作監視用の専用ソフトウェアがdSPACE社より提供されている。

CarSimのデータ体系② 実際のデータ構造

ツリー構造のイメージ

ライブラリ

データセット

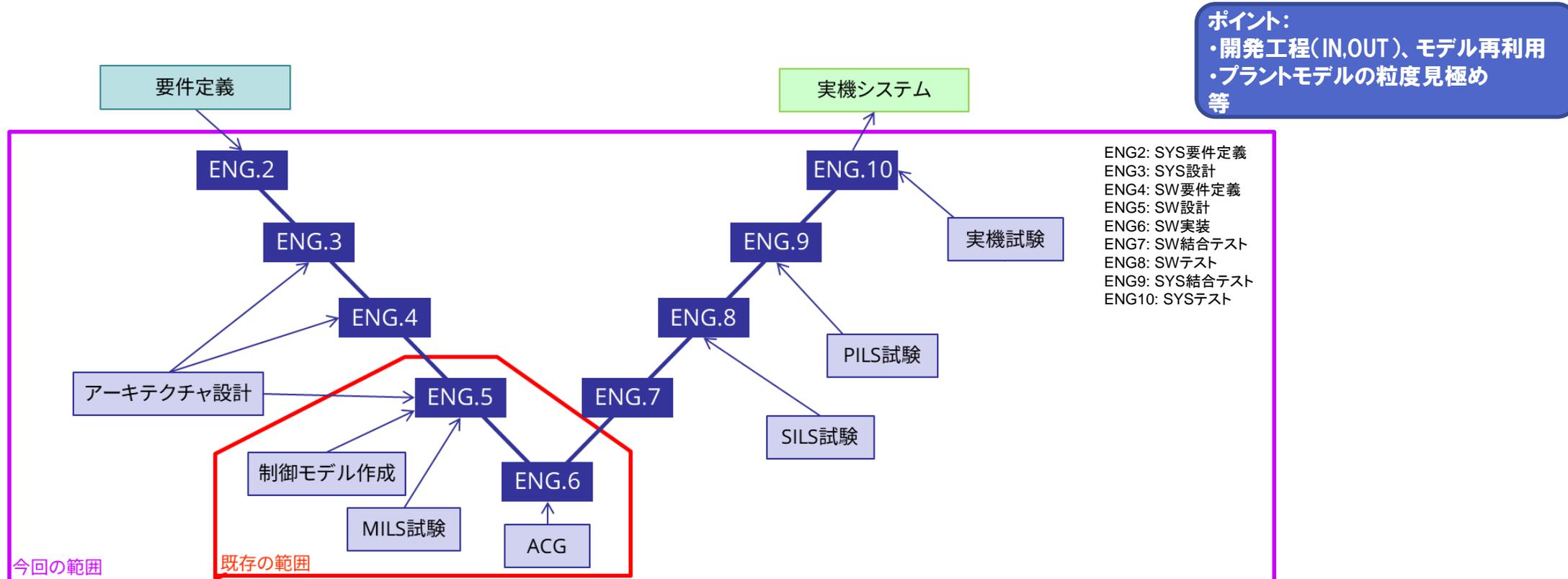
ライブラリ・データセットのパターンを選択
ライブラリ・データセットをリンクする

データセット

Panasonic

従来のトレーニング教材の課題と新しく構築するトレーニングでの取り組み

- 既存のトレーニング教材は、各ツールや特定の開発工程にフォーカス
- 開発Vプロセス全体を俯瞰し、柔軟かつ効果的な開発戦略立案スキルが必要
 - 新しいMBDトレーニング教材の目的
 - ソフトウェア開発の領域を超えた開発V字プロセス全体において一気通貫でのMBDを経験
 - MBD(モデリング技術、シミュレーション技術、評価技術等)を戦略的に活用する技術者を育成する



使用する開発環境

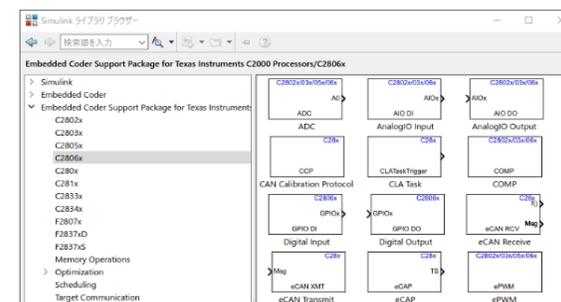
- 受講者にSimと実機の手触り感を持って貰うため、実機を扱う環境を用意
- MathWorks社のサポートパッケージを活用して環境を構築

使用するツールボックス

- MATLAB/Simulink/Stateflow/Simulink Coder™/Embedded Coder®/Fixed-Point Designer™/Simulink Check™
- ハードウェアサポートパッケージ
 - Embedded Coder Support Package for Texas Instruments™ C2000 Processors™

使用するハードウェア

- Medium Voltage Digital Motor Control Kit for Stellaris® Microcontrollers (DK-LM3S-DRV8312)
- 制御基板＋インバーター＋三相交流モーターの評価ボード
- Simulink上で各種信号の入出力、ハード割込みを扱うためのブロックセットがハードウェアサポートパッケージとして提供
 - MATLAB/Simulink上でシステム設計が実践可能（開発V字の左側）
 - PIL/Externalモードをサポート、Simulinkと実機の接続が容易（開発V字の右側）
 - Simulink上でビルドすることでターゲットまでのロードを自動で行うことができる



Texas Instruments C2000シリーズ用ブロックライブラリ



Texas Instruments社様製モーター制御キット DK-LM3S-DRV8312

要件定義

- (あえて)ラフな要件で、受講者にシステム設計から着手して貰える課題を設定

<要件一覧>

【入力】

- 外部入力(Host PCとの通信)により目標トルク/回転数を決定する(使用するI/Fは設計者が自由に決定してよい)

【出力】

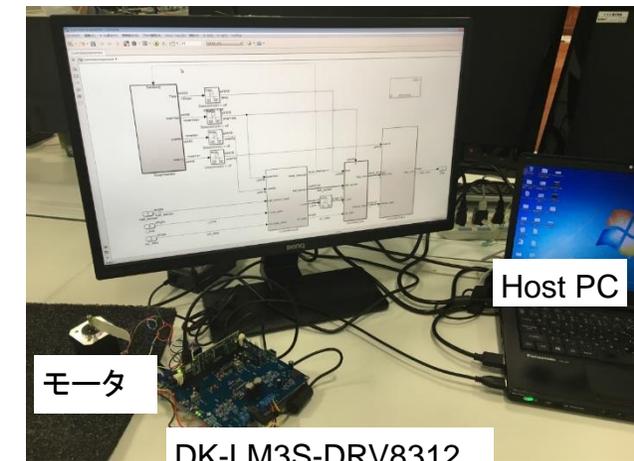
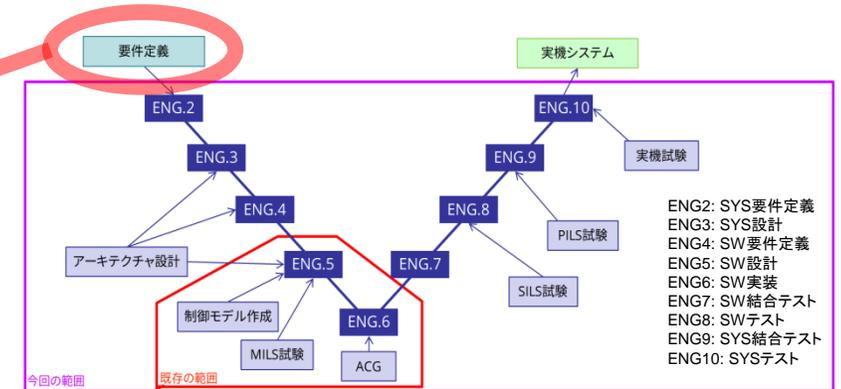
- モータが指示に従って回転する
- モータのトルク並びに回転数をHostPCに通信で通知し、表示する(使用するI/Fは入力と同じとする)

【制御仕様】

- 3相2軸変換を行いdq軸で制御演算を行なうこと
- 弱め界磁制御を行なうこと

【安全機能】

- ウォッチドッグにより定期的にソフトウェア監視を行なうこと。監視周期はモータ駆動周期から設計時に決定してよい。

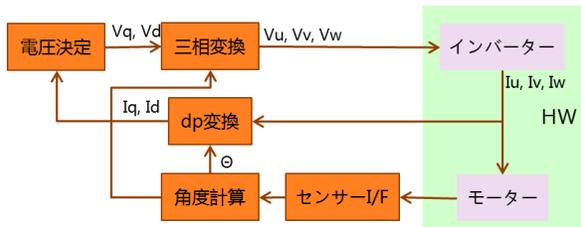


<構成イメージ図>

システム/ソフトウェアアーキテクチャ設計

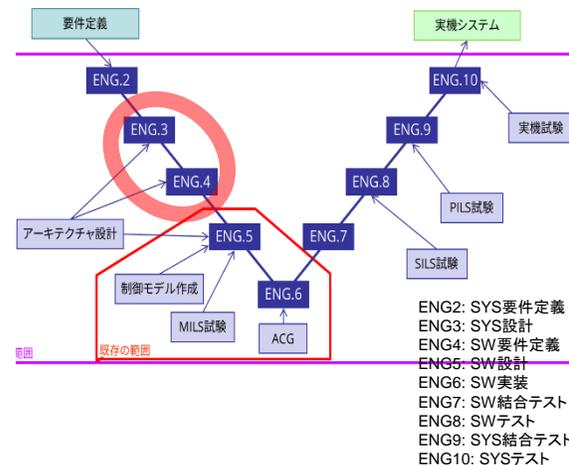
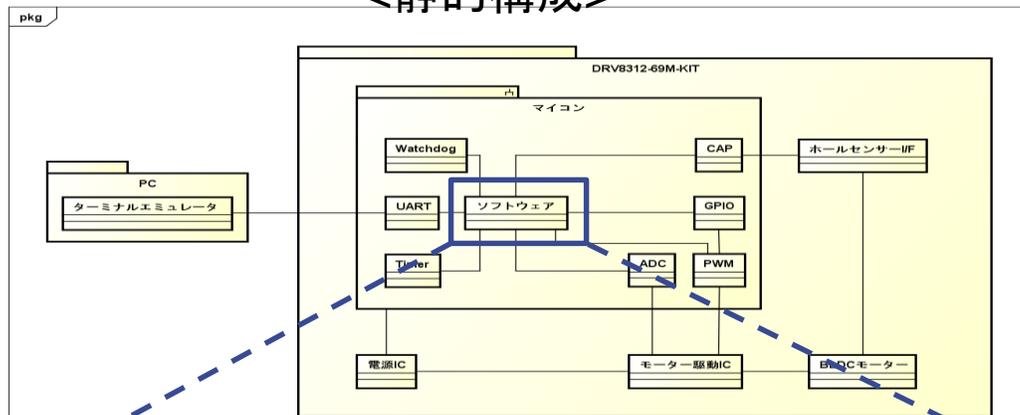
- モデル部分とそれ以外とのI/F設計まで実施、以降はSimulinkの世界に移行
- システムからソフトウェアへと設計を落とし込む中でMBDのポイントを習得

<補助教材(要素技術)>

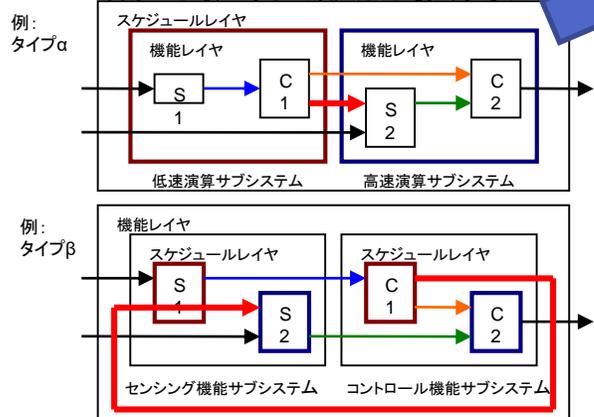


交流モータ制御の基礎要素技術を学習

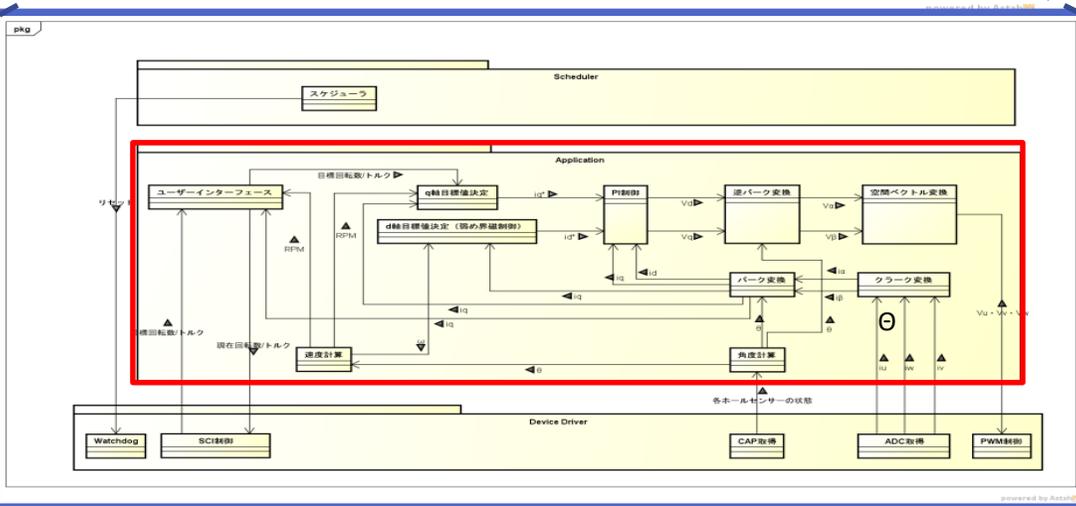
<静的構成>



<補助教材(設計技術)>



Simulinkモデルのアーキテクチャの考え方を学習

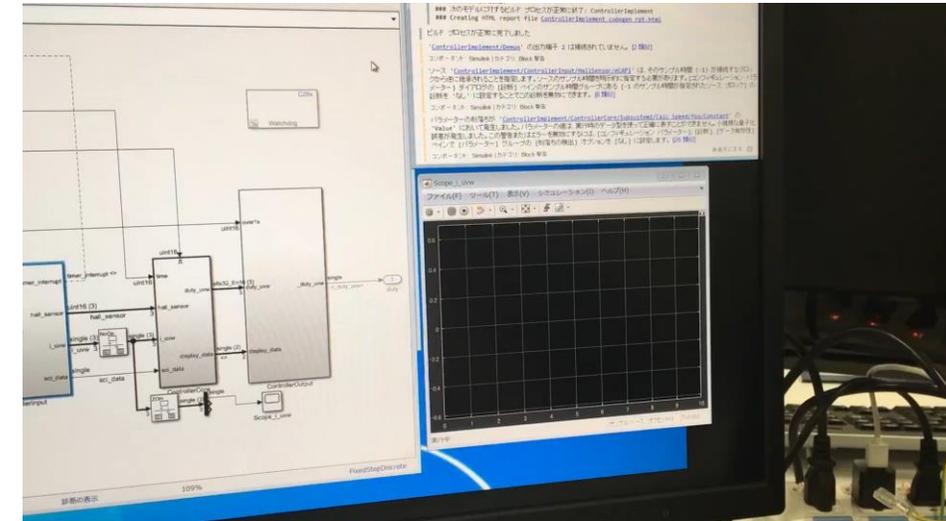
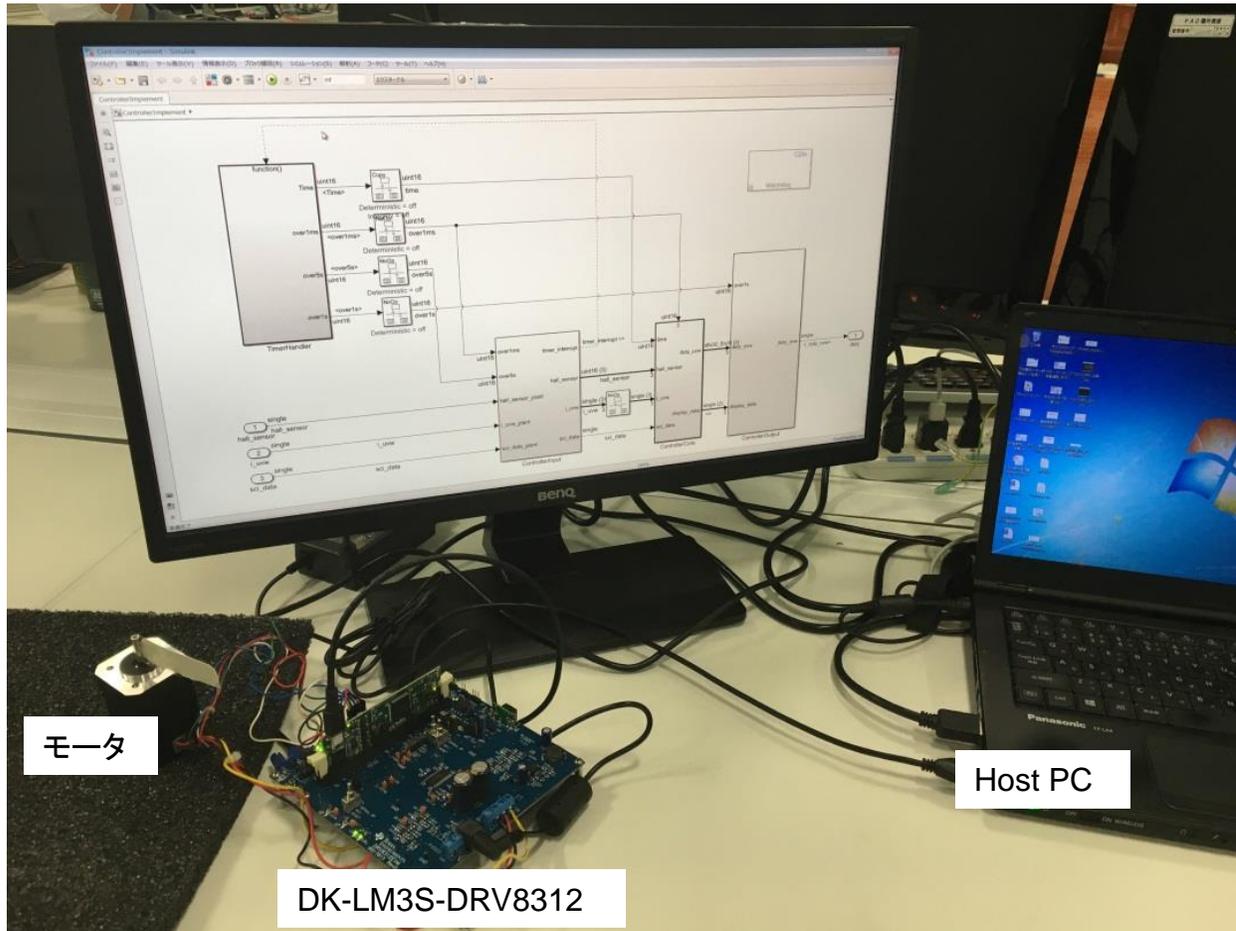


ソフトウェア・アーキテクチャ設計まではUMLで記述。ただし、設計方針にSimulinkモデルのアーキテクチャとの整合性を入れる。

モデル化する主たる部分を規定
→以降、Simulinkの世界へ

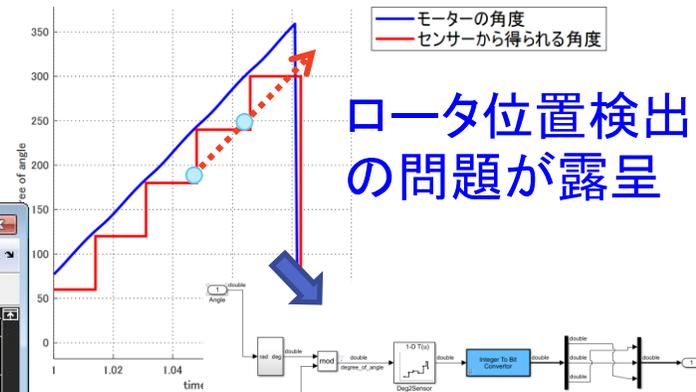
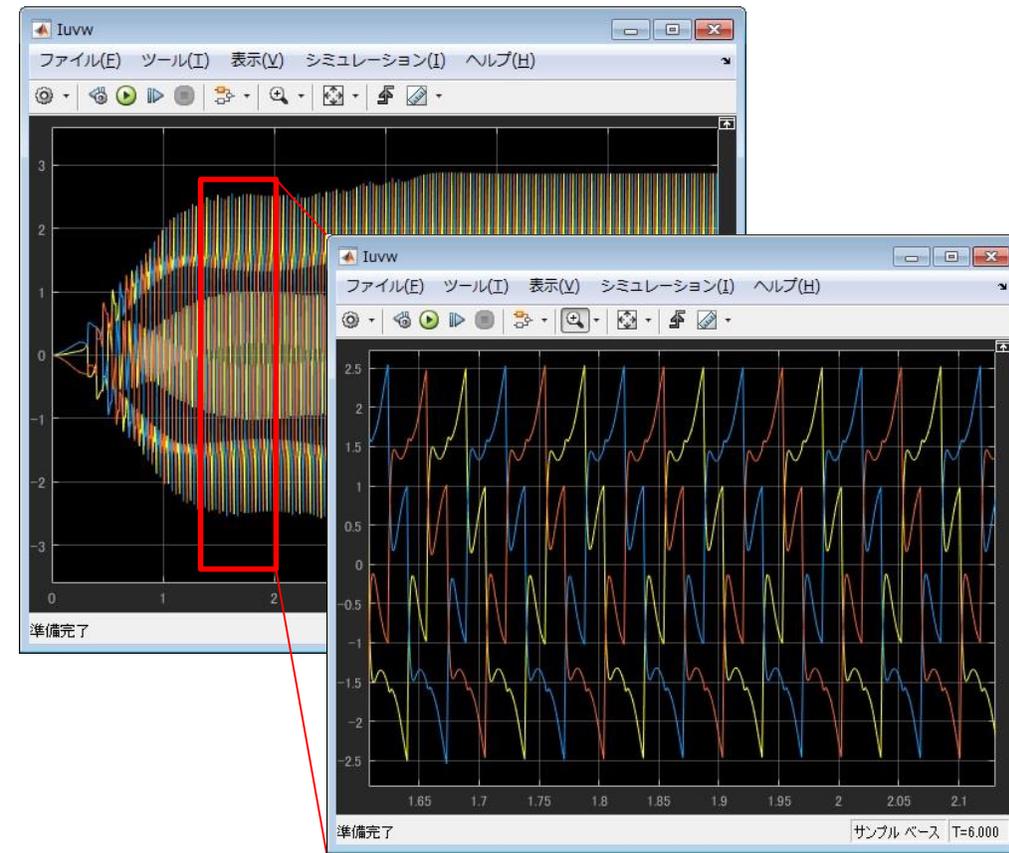
実機での検証、評価

- External ModeやSimulinkからのBuild&Loadを活用して実機評価を実施

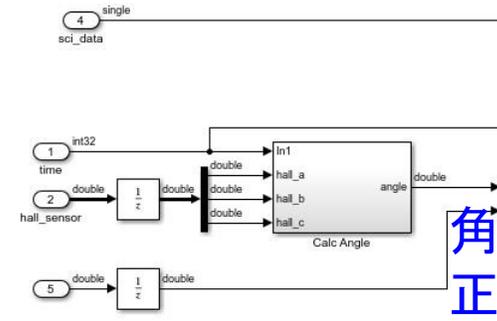
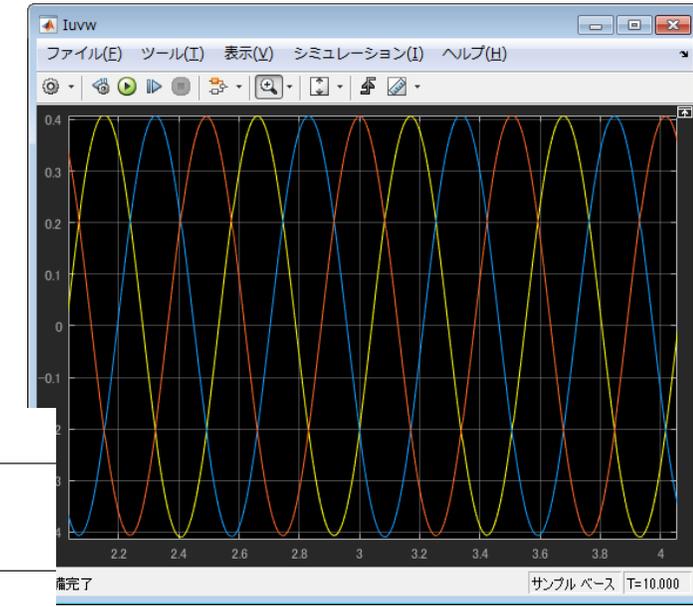


プラントモデル準備工数とMILS検証効果のトレードオフ(1)

MILS評価時に、ホールセンサープラントを詳細化、単純算術プラントと置き換え不具合を抽出
⇒プラントモデルの構築の粒度、落としどころに対して気付きを持たせる



ロータ位置検出ブロックの問題が露呈



角度の線形補間を追加することで正しい波形となりモーターが回転

ハードウェア仕様書からホールセンサーモデルを自作し組み込むと、波形の出力が歪み、モーターが回転しない

プラントモデル準備工数とMILS検証効果のトレードオフ(2)

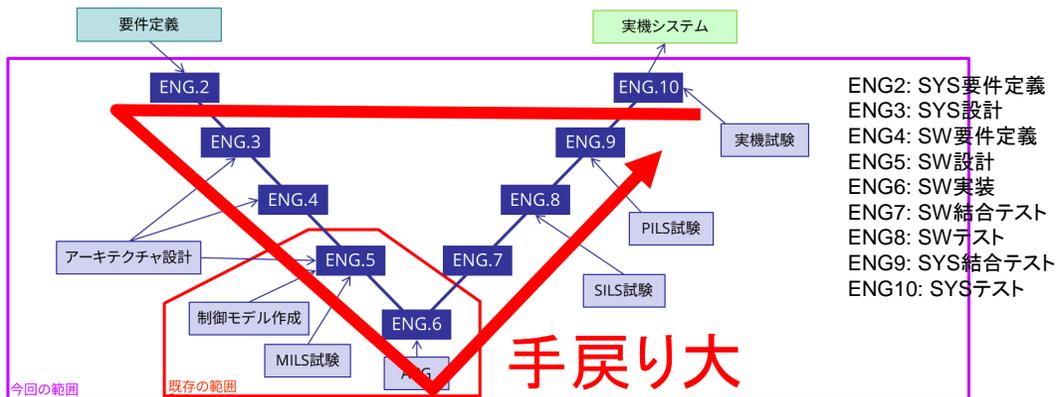
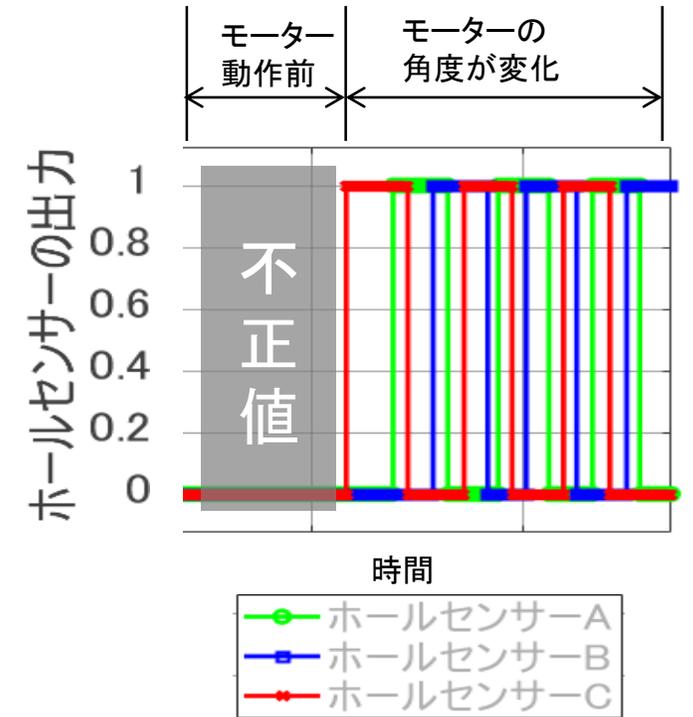
実機評価時に、シミュレーションでは動いていたが実機ではモータが動作しない
⇒MILSプラントで考慮していなかった初期角度合わせが実機評価で見つかる

実機評価で見つかった問題

- ホールセンサー出力は初期状態では不正値
- 正しい角度が得られずモータが回転しない(閉ループ制御出来ない)

対応

- コントローラモデルに、モータ始動中状態を追加し、ホールセンサーが正しい出力を出し始めるまで閉ループ制御で待つように修正
- MILSプラントは初期ホールセンサー不正値出力を模擬

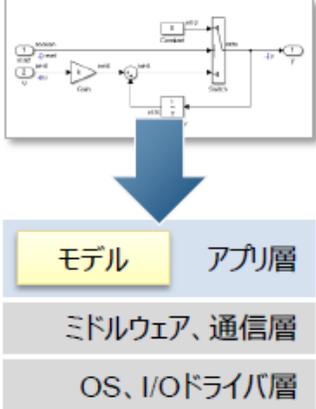
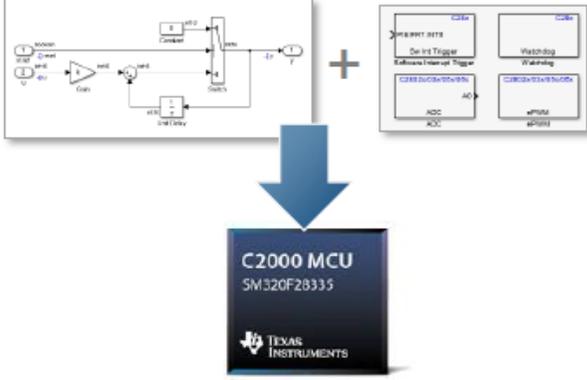


(ご参考) コントローラモデルのマイコン実装の方法

マイコン実装

MathWorks様資料より

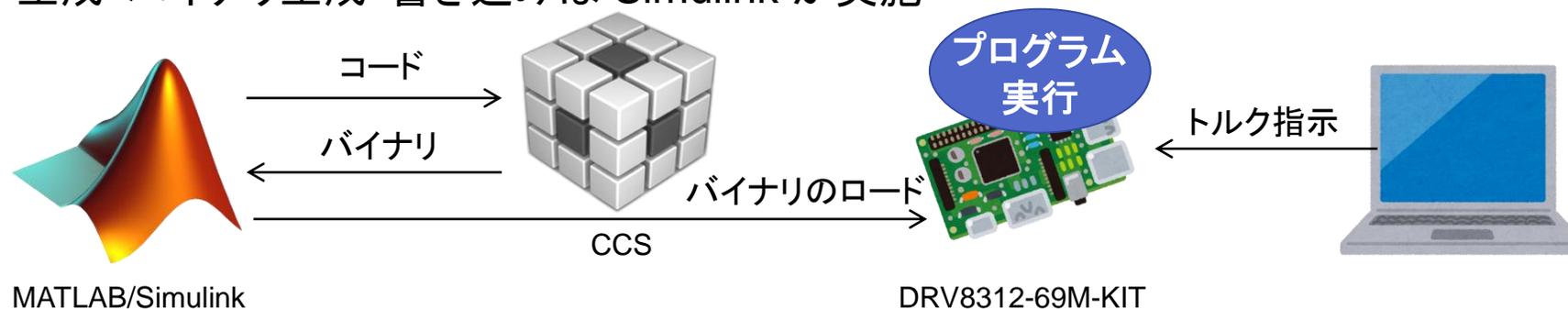
モデルから生成されたCコードの実装方法は、マイコンに応じて2種類のアプローチを利用できる

	① ソフトコンポーネント型 (基本)	② モデルビルド型 (応用)
利用イメージ	<p>アプリの一部をモデル化、生成されたコードを既存ソフトに組み込む</p>  <p>モデル アプリ層 ミドルウェア、通信層 OS、I/Oドライバ層</p>	<p>MCU/DSP用ブロックライブラリ利用、モデルを直接実装する</p>  <p>C2000 MCU SM320F28335 TEXAS INSTRUMENTS</p>
主な用途	既存ソフトとの差分開発 HW/OS非依存アプリの開発	MCU/DSPを用いた制御実験 (On Target RCP)
特徴	標準ブロックのみ使用	専用ブロックライブラリを一部使用
I/O	グローバル変数 / 引数	AD/DA、PWM、CAN等のI/Oブロック
注意点	ビルド・結合は手動で行う必要アリ	対応MCU/DSP限定、HW知識も必要
対応MCU/DSP	生成コードはANSI/ISO-C準拠なので ほぼ全てのMCU/DSPに対応可能	TI C2000, STMicro STM32F4 等 (MathWorksまたはベンダから提供)

教材として活用

(ご参考) 今回のトレーニング教材における動作環境の違い

- 生成されたコードをそのまま書き込む場合
 - Simulink から実行
 - コード生成・バイナリ生成・書き込みは Simulink が実施



- External Mode の場合
 - Simulink から実行
 - Transport Layer を経由し、値を取得・ブロックパラメーターを調整
 - 参照・設定できる範囲が限られる



教材として活用

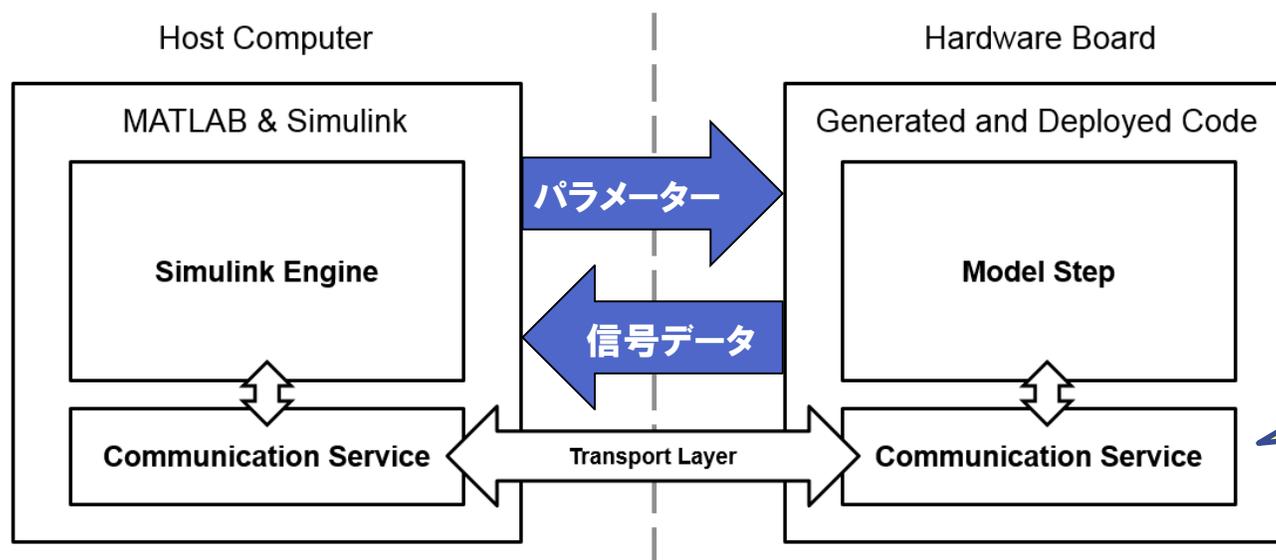
(ご参考) 今回のトレーニング教材での実機評価にはExternal Modeを活用

概要

- ターゲットハードウェア上にクロスコンパイラで生成した実機用コードを展開・実行
 - ハードウェアサポートパッケージを利用
- MATLAB および Simulink が実行されるホストと、生成されたコードが実行されるターゲット間は、Transport Layerを介して通信

利点

- ブロックパラメーターのリアルタイムな変更
- ブロック、サブシステムの入出力信号の確認・ログの作成



下記の配慮が必要
・起動時に通信確立の時間
・動作中に一定の負荷

[振り返り]

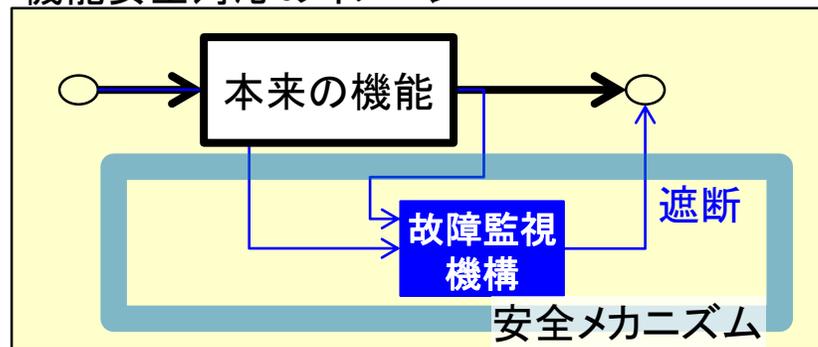
- MBDの工程を一通り経験する環境を構築
 - 工程間を経験することで、Whatだけでなく、Howやアーキテクチャに関する手触り感を触れるトレーニングとなった
 - MBDの特徴である「シミュレーション」を活かした開発を行なうための「プラントモデルの粒度」に関する知見を得るトレーニングとなった

[今後に向けて]

- 評価系（開発V字プロセスの右側）の充実
- RCPやHILSといった、実機環境を含めたトレーニング
- ツールチェーンをスクリプトで自動化するトレーニング（工程内、工程間）

バッテリー充放電コントローラの機能安全対応事例

機能安全対応のイメージ



安全設計は信頼性の上に成り立つ

- ・信頼性を担保した上で、安全性を実現
- ・安全目標を実現可能な手法を規格で定義

機能安全規格
ISO26262

安全性 (= 危険状態に移行させない)

安全分析

障害検知

障害回避

Automotive
SPICE

信頼性 (= 欠陥がないことの担保)

プロセス遵守

良い設計

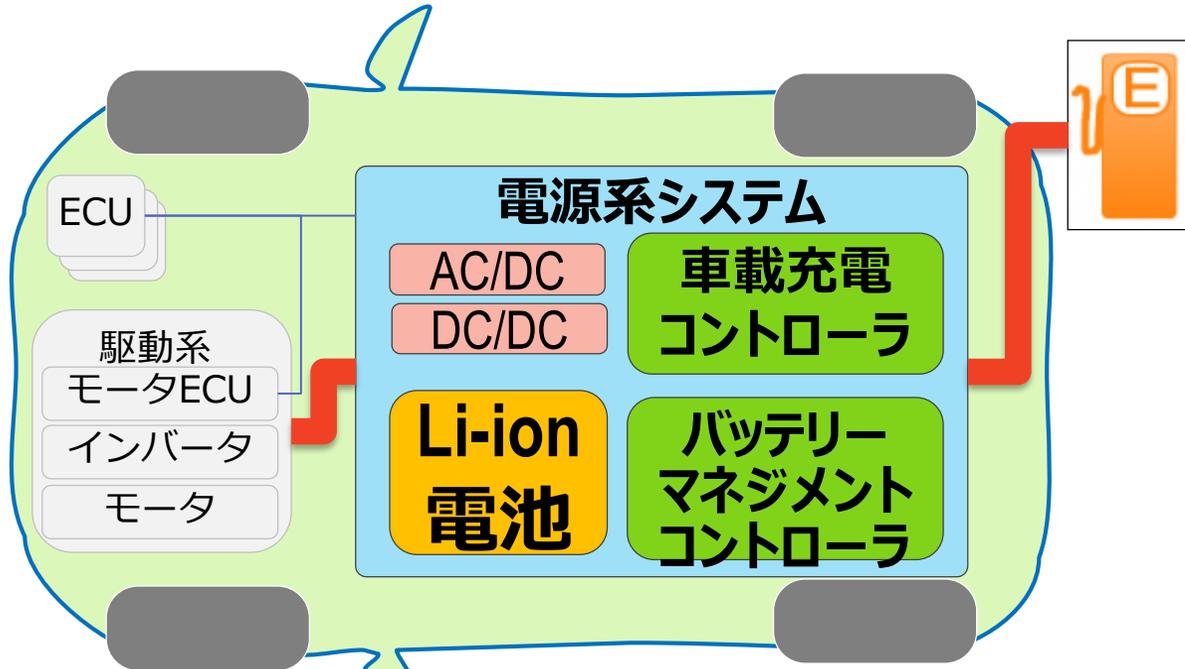
十分な検証

適切な手法

- ・ フルモデルで記述しただけでは不十分、適切な安全分析に基づく安全メカニズムが必要
- ・ 実際の開発では開発効率改善も重要な課題

EV/PHEVのバッテリー充放電コントローラ

電源系システムの一般的な構成



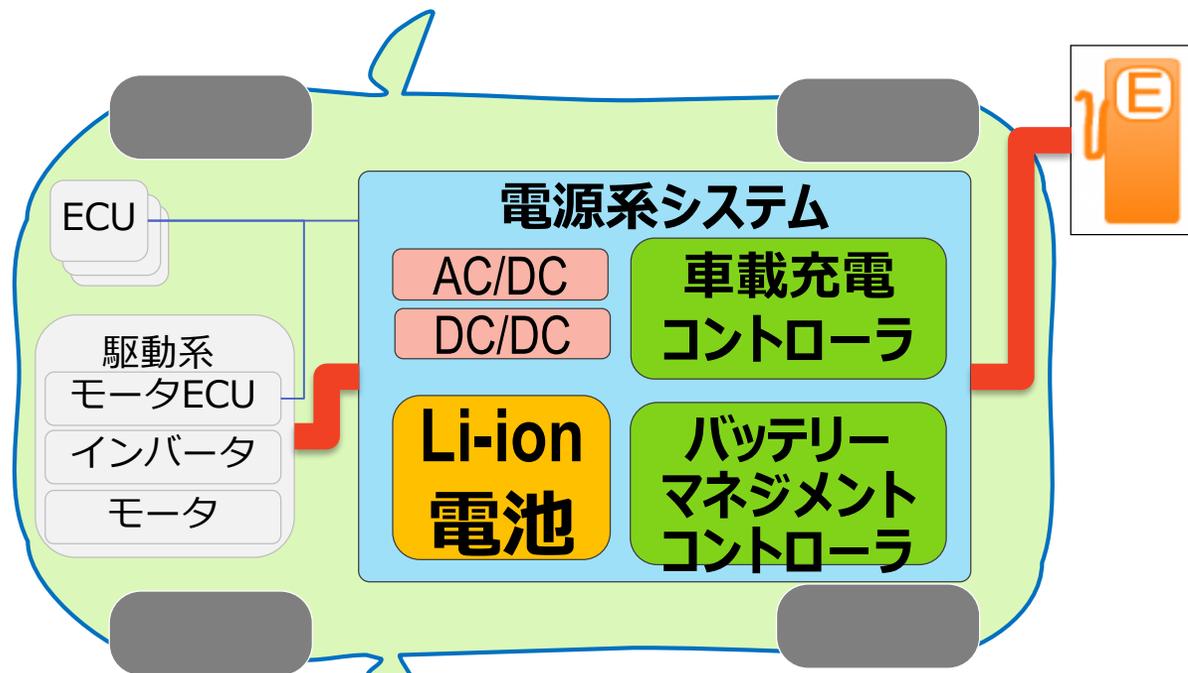
EV電源系システムの一般的な構成

- 充電システム(車載)
 - 家庭用電源からの通常充電
 - 充電ステーションからの急速充電
- バッテリーマネジメントシステム
 - バッテリー、セルの状態監視
 - セルバランス

種別	意味
EV (BEV)	バッテリー以外の動力源を搭載しない純粋な電気自動車
HEV	ハイブリッド自動車 (内燃機関と電気動力)
PHEV	プラグインハイブリッド自動車 (外部電源から充電可能なHEV)

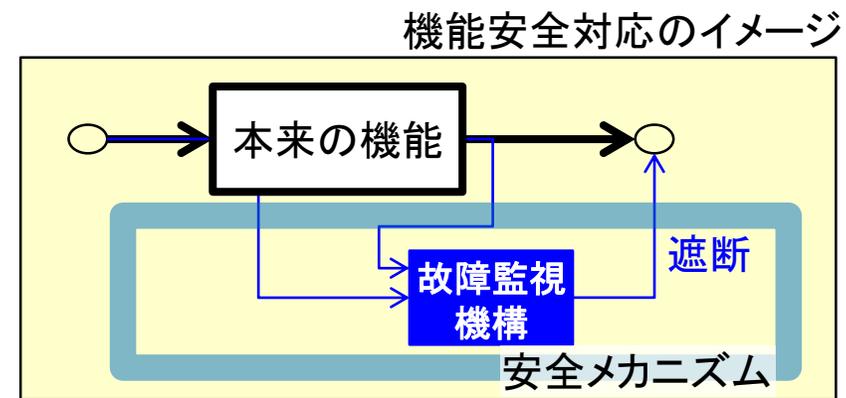
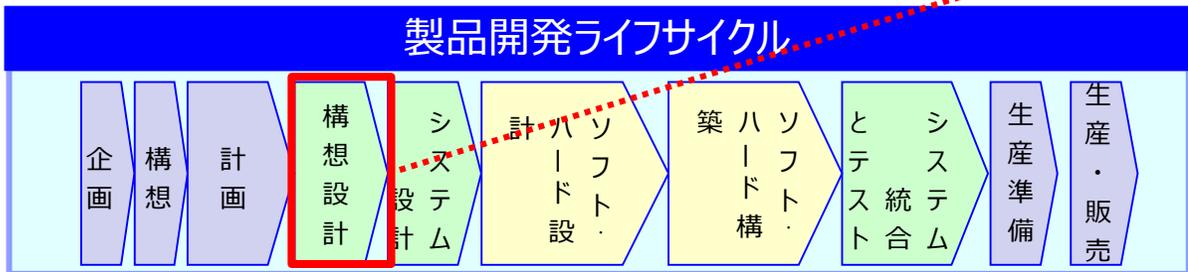
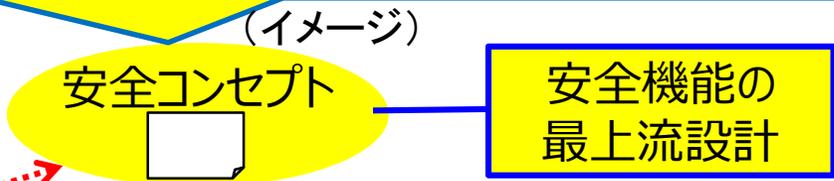
EV/PHEV電源系システムにおける安全コンセプト例のイメージ

- 電源系システムでは主に以下の二つのハザードと対策が必要

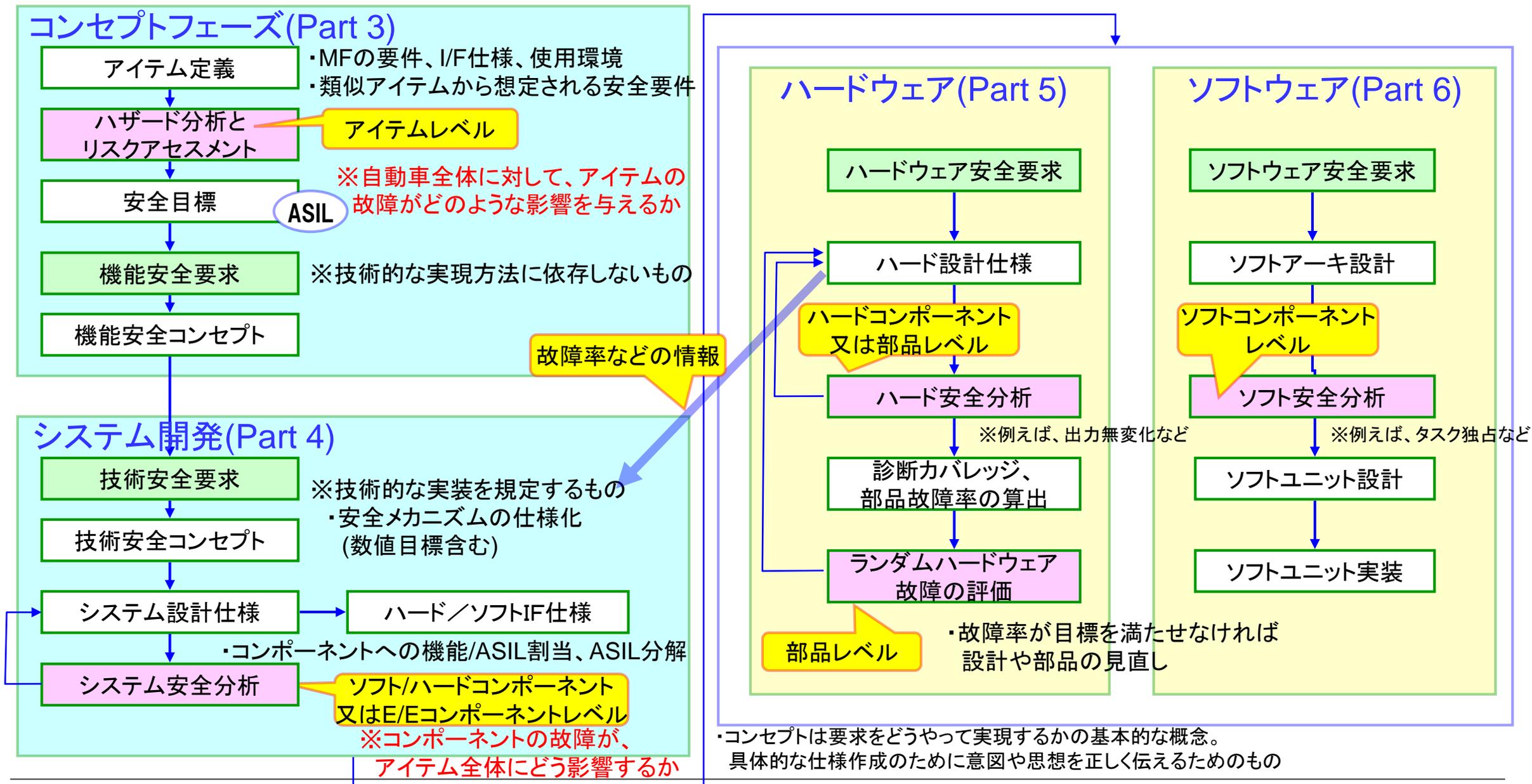


EV電源系システムの一般的な構成

- 過充電によるリチウムイオン電池の発火
 - 絶縁破壊によるユーザの感電
- ↓
- 過電圧、過昇温、漏電等の異常検知し、バッテリーの高電圧系をリレーで遮断



自動車向け機能安全(ISO26262)対応開発における各フェーズの主成果物

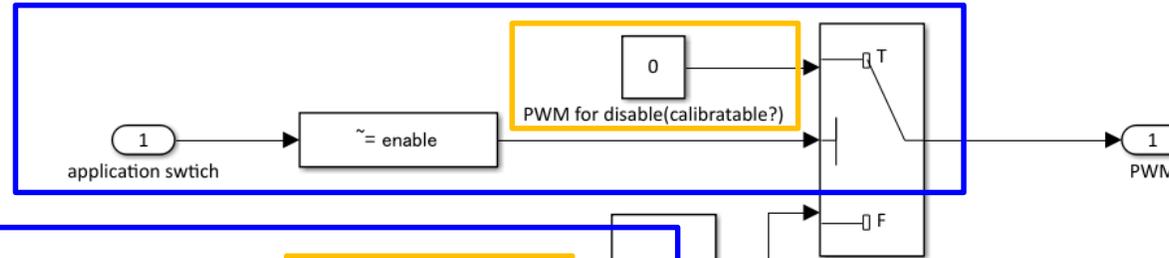


カーメーカー様との共同作業における共通言語としての活用例①

電源系冷却用電磁バルブの制御モデル

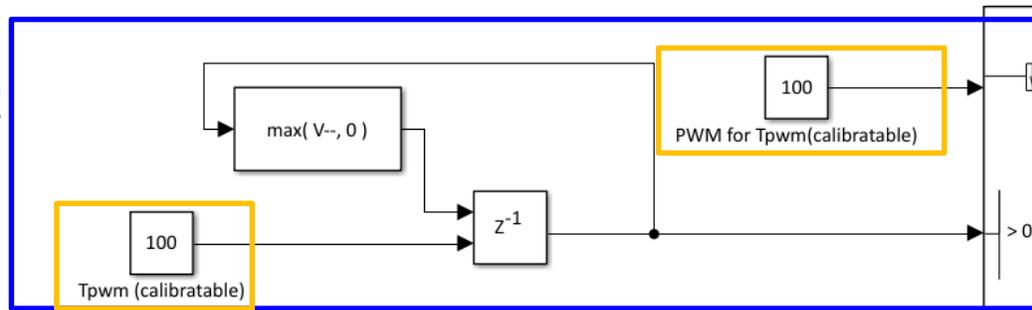
基本的な機能要求は指定バルブ開度に従った制御だが、ターゲットの特性上最初一定時間はDuty100%固定が必要

①機能の有効/無効の切り替え機能を有する

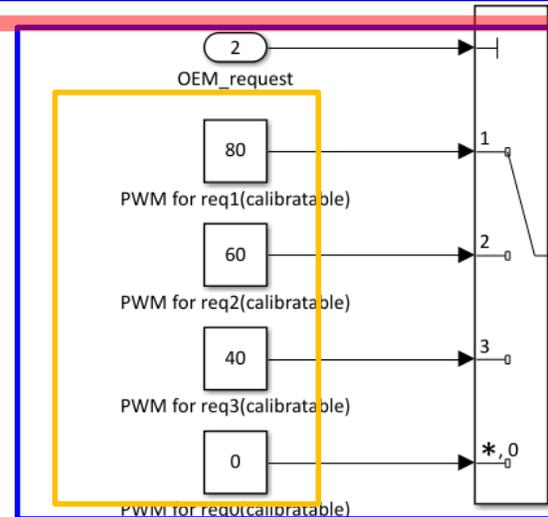


キャリブレーション
パラメータ

②起動時の挙動規定
(100サイクル動作
するまではDuty
100%固定)



③正常時の動作規定
(入力に従ってDuty 0~80%
いずれかを選択)

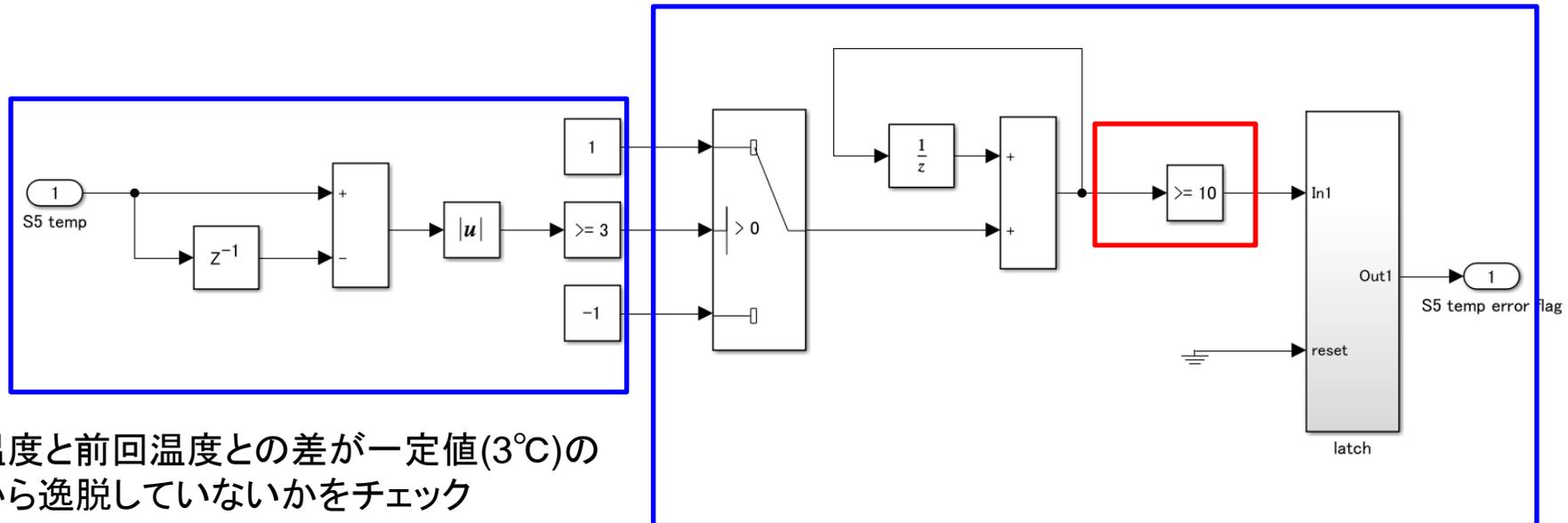


Num of request ID from OEM should be clarify before design.

- 仕様段階で考慮漏れが発生し易い主機能③以外も、機能間の優先順位(①、②、③の順番)をモデルで記載することで漏れなく明確化
- キャリブレーションパラメータの指定もモデルにて実施

カーメーカー様との共同作業における共通言語としての活用例②

- 温度センサーの信頼性チェックのモデル
温度センサーの急激な変化をカウントして閾値以上で故障とする



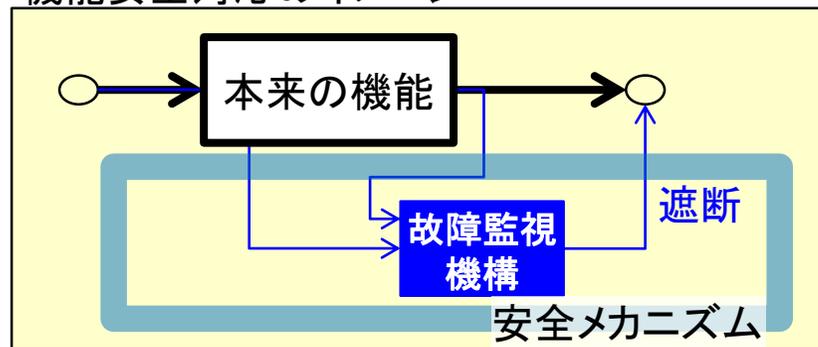
入力温度と前回温度との差が一定値(3°C)の範囲から逸脱していないかをチェック

範囲を逸脱した回数をカウント(逸脱していれば+1、逸脱していなければ-1)し、そのカウントが10を超えれば故障確定とする

- 文章にすると複雑で誤解が入り易い仕様を、誤解無くコミュニケーション可能
- 仕様上の不具合をシミュレーションすることで検証できる

バッテリー充放電コントローラの機能安全対応事例

機能安全対応のイメージ



安全設計は信頼性の上に成り立つ

- ・信頼性を担保した上で、安全性を実現
- ・安全目標を実現可能な手法を規格で定義

機能安全規格
ISO26262

安全性 (= 危険状態に移行させない)

安全分析

障害検知

障害回避

Automotive
SPICE

信頼性 (= 欠陥がないことの担保)

プロセス遵守

良い設計

十分な検証

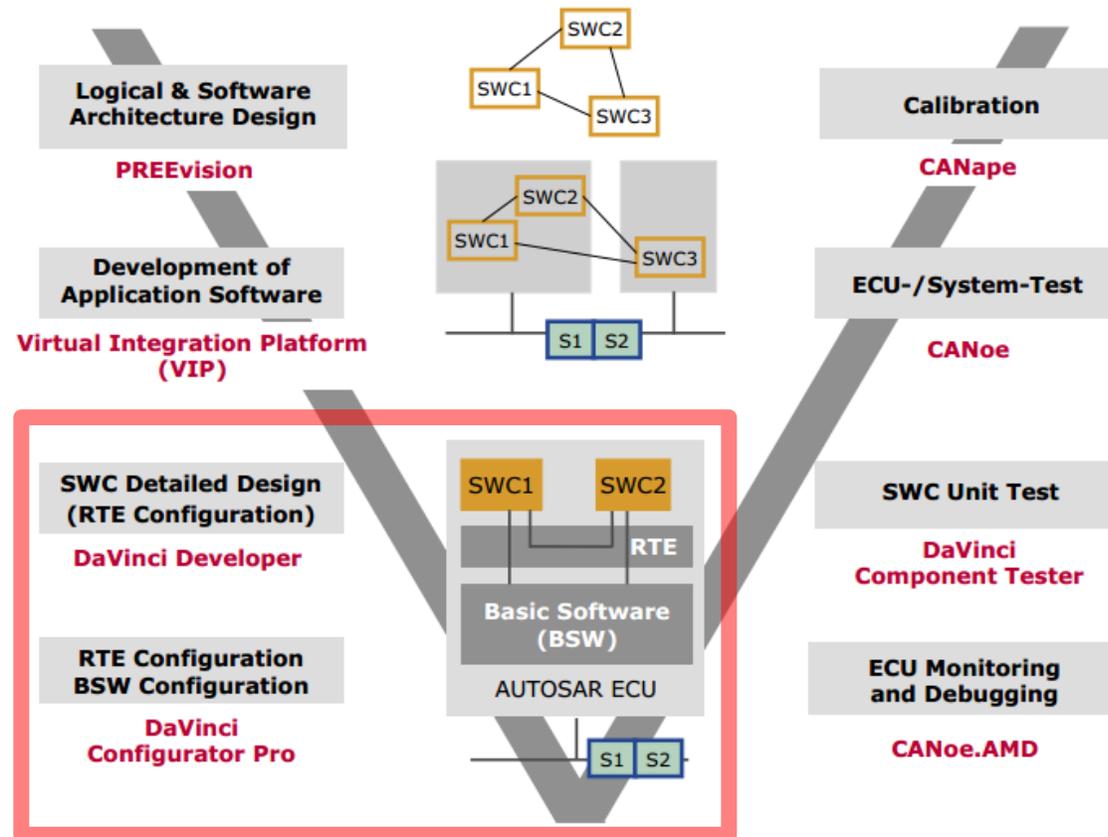
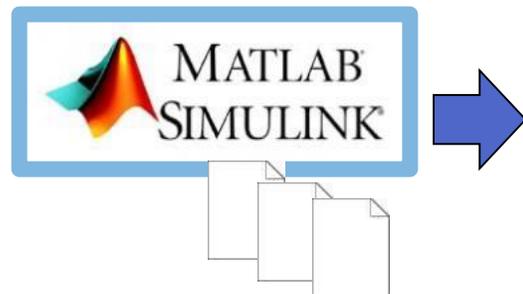
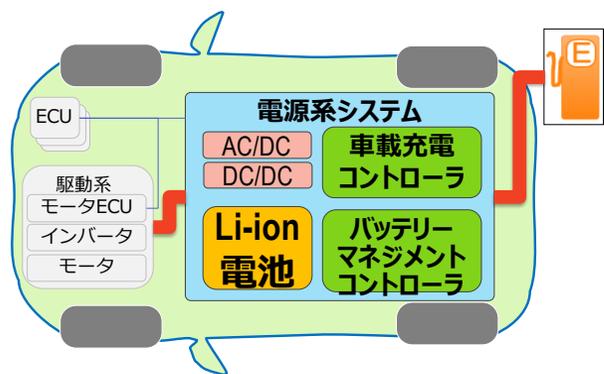
適切な手法

- ・ フルモデルで記述しただけでは不十分、適切な安全分析に基づく安全メカニズムが必要
- ・ 実際の開発では開発効率改善も重要な課題

- AUTOSARサプライヤー様のツール群はECU開発プロセスの全体をカバーしている
- 多様な開発に適応可能な反面、実際の開発では規格知識と開発経験による柔軟なツール活用が重要である

事例

- MATLAB/Simulinkベースで開発されたアプリケーションを含むAUTOSAR ECUを開発する



ベクター様ツールによるAUTOSAR開発V字プロセス
 出典:ベクタージャパン資料「AUTOSAR: 導入/利用の実際 (2013年版)」

- モデル、AUTOSAR PF開発は広範囲をツールがカバーするが実際の開発では開発現場で解くべき技術課題は多い

- 機能安全対応が必要なモデルベース開発
ex. 設計原則、カバレッジの考え方(モデル、コード)、等
- APL+PFのソフトウェア統合した際の品質保証
ex. 設計(設定)の整合、性能面の評価、等
- AUTOSAR非準拠、こだわりの環境構築
ex. …略…
- AUTOSAR対応の実装モデル化
ex. 効率的なフロー構築、実装時に必要となる拡張、等

- ツール間の整合性確保

AUTOSARサプライヤー系ツールとMathWorks系ツールの生成物は通常無加工では整合しないため、SWC-RTE間にラッパー層を設ける等無しでは自動化が成立しない



モデルのスタイル及びアーキテクチャにルールを設定することでAUTOSARサプライヤー系ツールとの整合性を事前に確保し、スクリプトによりAUTOSAR化作業を完全に自動化

- 検証作業の効率化

自動化作業の正しさを担保するためには検証の仕組みも必要



自動化された作業の正しさを担保するためのB2Bテストもあわせて自動化

MATLAB/SimulinkモデルをAUTOSAR SWC化するためのフロー構築

AUTOSARサプライヤー様提供の開発ツールとMathWorks社様 Embedded CoderのAUTOSARサポートパッケージを独自スクリプトでつなぐことでフロー構築する

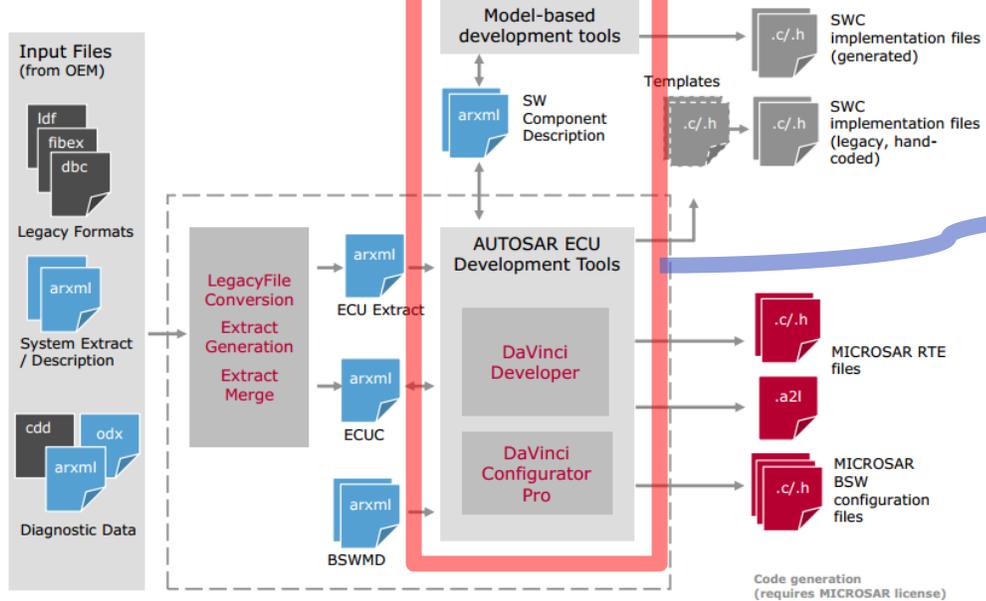
AUTOSAR化に必要な作業
ENG5

SWC-RTEのI/F設計
RTE、BSW設計
SWC設計

ENG6

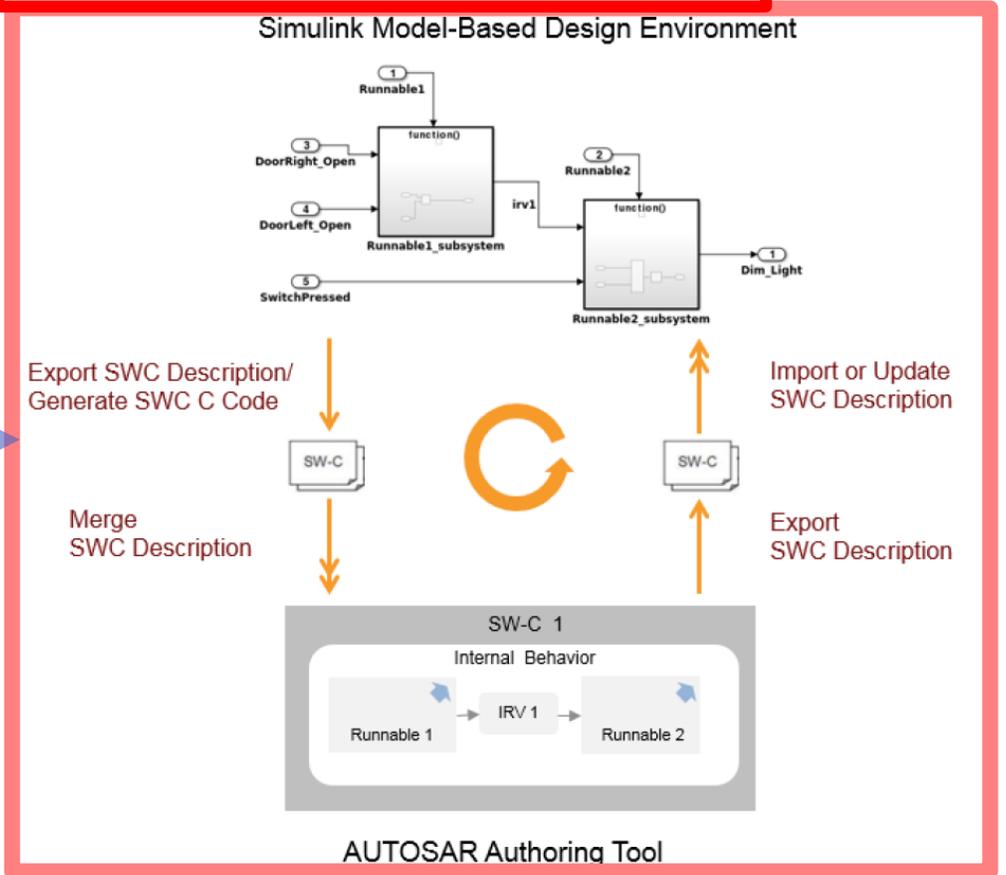
コード作成
単体テスト

Workflows



MBD活用の場合のAUTOSAR開発典型例
出典:ベクター資料「Webinar -AUTOSAR Tooling」

この作業をスクリプトで自動実行



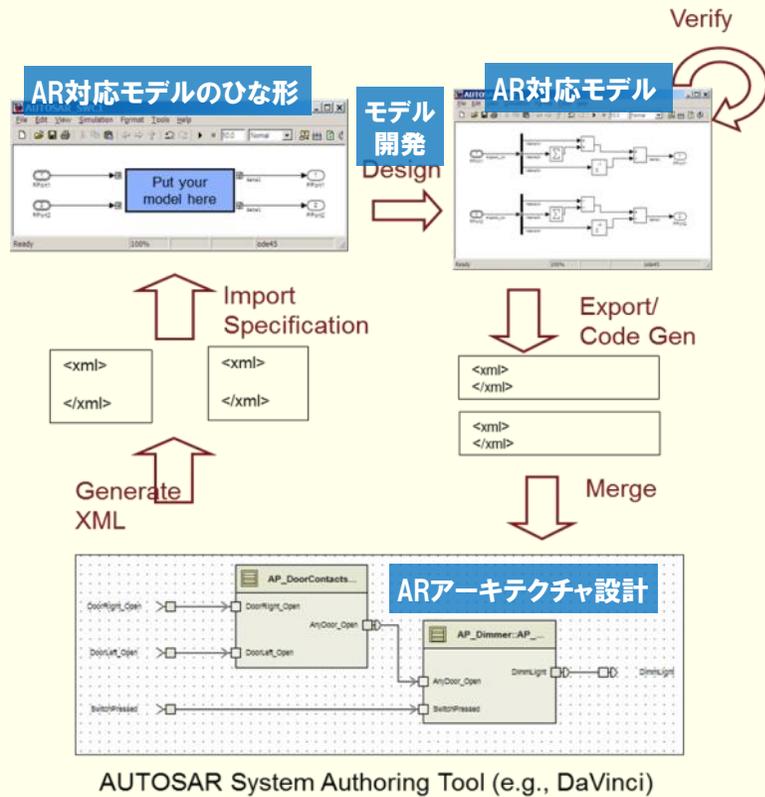
AUTOSARのラウンドトリップ ワークフロー例 (MathWorks資料)
<https://jp.mathworks.com/help/ecoder/autosar/workflow-for-autosar.html>

MATLAB/SimulinkモデルをAUTOSAR SWC化するためのツールチェーン構築

ラウンドトリップ ワークフローはモデル開発スピードを律速する可能性有り

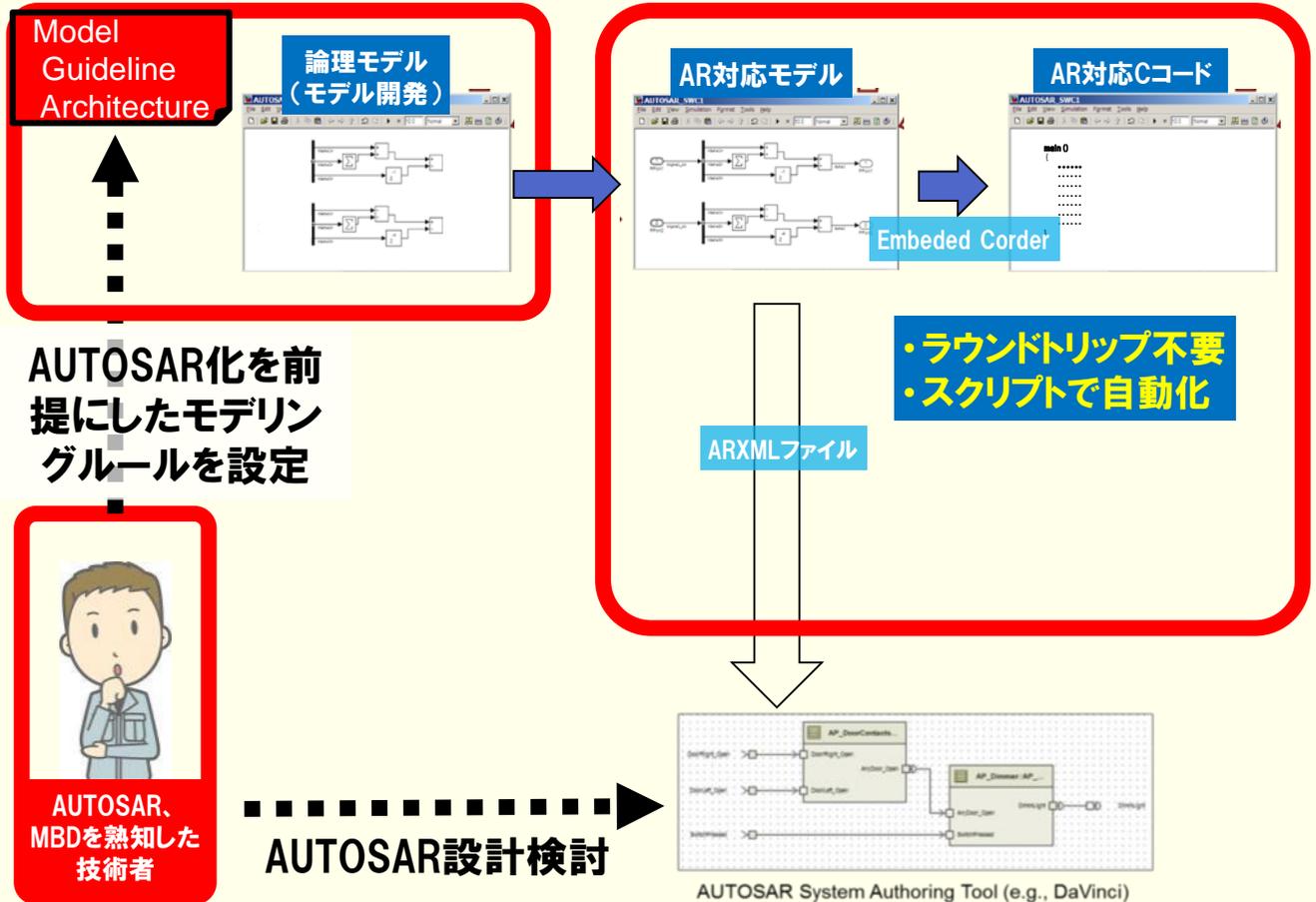
AUTOSAR化を前提にしたモデリングルールで論理モデル作成、ワークフローを構築した

通常のラウンドトリップワークフロー



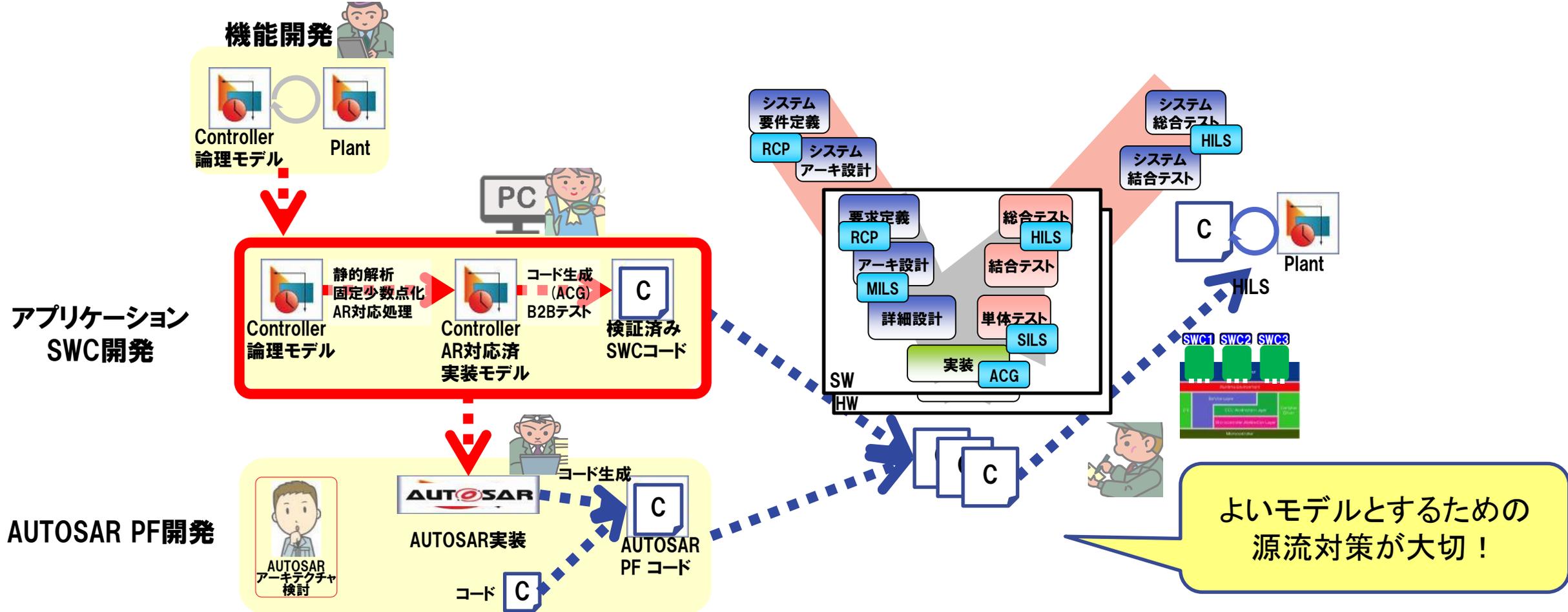
出典: MathWorksドキュメント
<http://jp.mathworks.com/help/ecoder/autosar/workflow-for-autosar.html>

自動化されたワークフロー(論理モデル~AR対応~Cコード生成)



MATLAB/SimulinkモデルをAUTOSAR SWC化するためのワークフロー

- 過去のAUTOSAR対応ノウハウをもとに、
 - モデルから生成されたSWCと結合する前提でAUTOSARアーキテクチャを設計
 - 機能実装された論理モデルから手作業無しにCコードを生成、検証するスクリプト準備
- 機械的に反復可能な開発フローにより機能開発とPF開発の並行開発を実現



まとめ

- MBDは強力な設計手法であるが、「何を」開発するのかと同等に「どうやって」開発するのかが有効活用のポイントである。MathWorks社製品の有効活用により、トレーニング教材から、製品システム開発まで広く改善の機会を得ることが出来る。
- MBD、AUTOSAR、効果的な環境構築について各社当たり前になってきている。高品質化・効率化を最大にするために、どう対応したらどんな品質とパフォーマンスでできるのかのノウハウ・成熟度がサプライヤにとって競争領域となる。
- 今後も既知・未知分野の区別なく製品分野毎の技術蓄積に取り組み、お客様のニーズに応じてより良いご提案・ご協力ができるよう技術力を磨く

パナソニックグループの主要製品をカバーしてきた開発経験、多様な保有技術があります。お客様の求める価値を実現するために、これらの経験と技術を活かしてご要望にそった技術貢献をさせていただきます。