

MATLAB EXPO 2023

MW-5: 量産・組込C/C++コード自動生成・実装・検証 展示ブース

MathWorks Japan

アプリケーションエンジニアリング部

MW-5: 量産・組込C/C++コード自動生成・実装・検証展示ブース

■ モデルベースデザイン

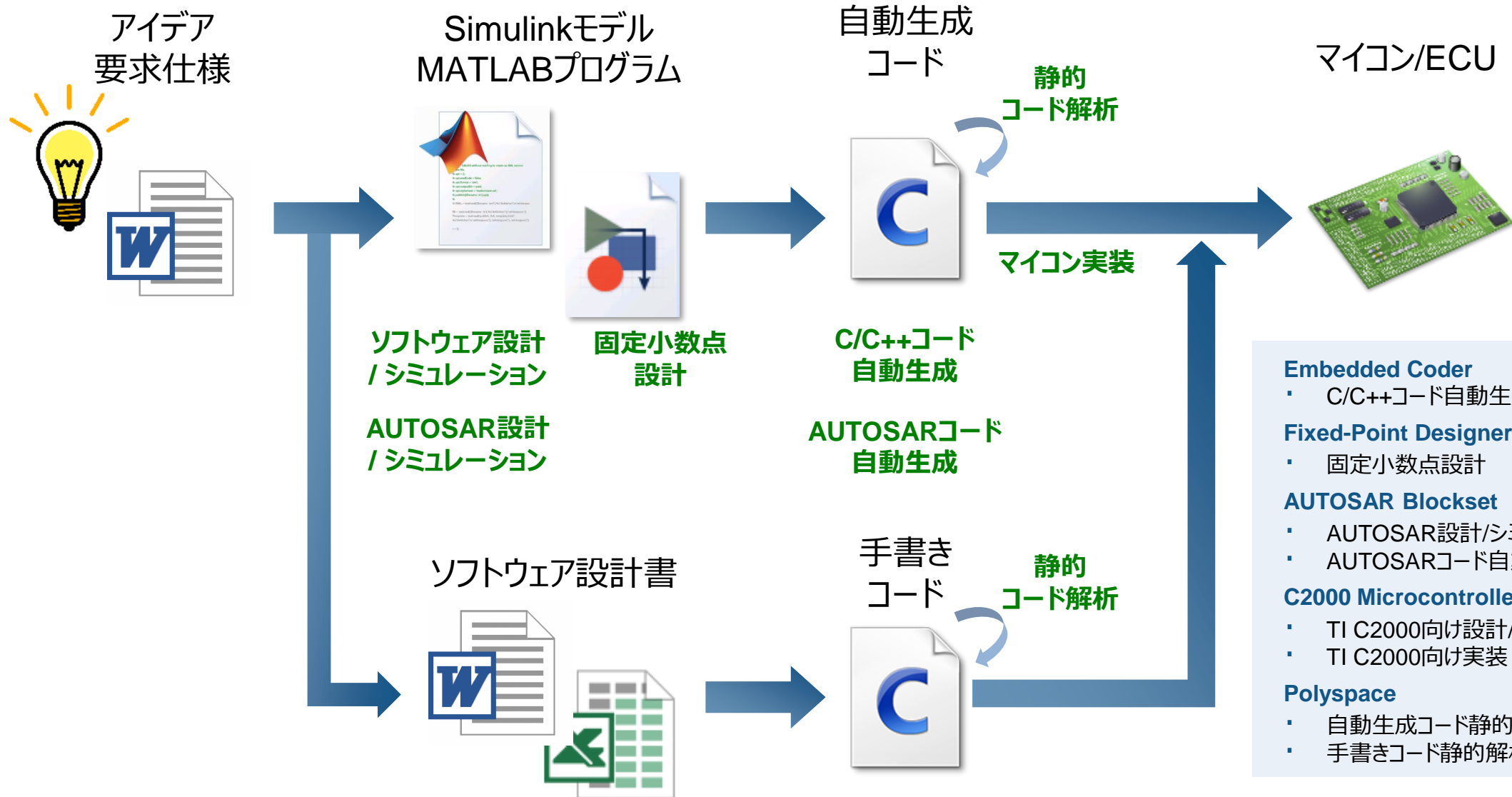


量産・組込C/C++コード自動生成・実装・検証

MATLAB、Simulinkのコード自動生成テクノロジーは量産ソフト開発や組込・制御試作ソフト開発に幅広く使用されています。本ブースでは、C/C++コードを自動生成してマイコン・プロセッサに実装するソリューション、ならびに量産コードのテスト・検証ソリューションについて紹介します。コード自動生成の適用例として、AUTOSAR Adaptiveを用いたRaspberry Piマウス制御デモを展示します。


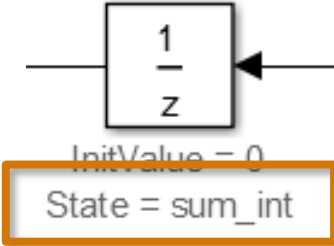
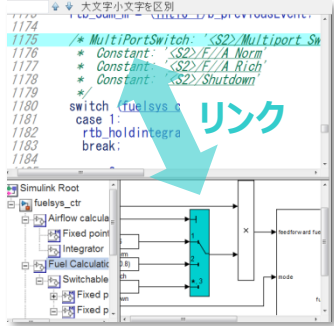
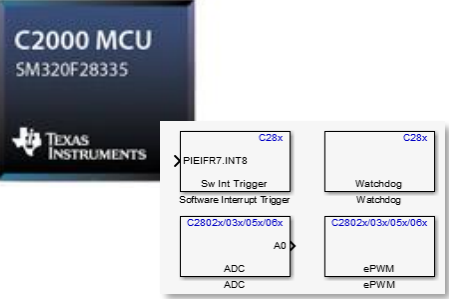
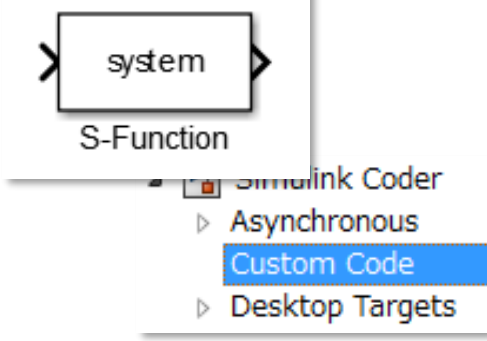
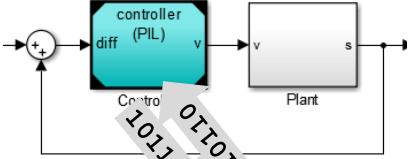



本展示ブースでのご紹介内容



- Embedded Coder**
 - ・ C/C++コード自動生成
- Fixed-Point Designer**
 - ・ 固定小数点設計
- AUTOSAR Blockset**
 - ・ AUTOSAR設計/シミュレーション
 - ・ AUTOSARコード自動生成
- C2000 Microcontroller Blockset R2023a**
 - ・ TI C2000向け設計/シミュレーション
 - ・ TI C2000向け実装
- Polyspace**
 - ・ 自動生成コード静的解析
 - ・ 手書きコード静的解析

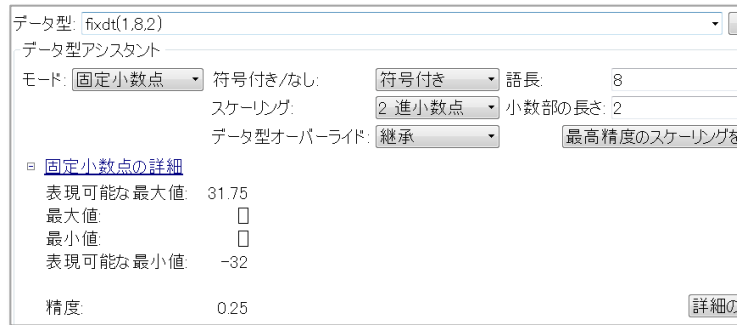
Embedded Coder 主な機能

効率的なCコード生成	変数・定数設定	モデル・生成コード間リンク	最適化・カスタマイズ									
<p>量産・組込用途に最適です</p>	<p>利便性の高いコードを生成します</p>	<p>レビュー・トレーサビリティに便利</p>	<p>高速化・内製ルール対応に有効</p>									
<pre>if (reset) { y = 0; } else { y += k * u; }</pre> 	 <pre>static s16 sum_int;</pre>		<table border="1"> <caption>最適化・カスタマイズ比較</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Default Code</th> <th>ARM Optimized</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DSP Filters (FIR/FFT)</td> <td>~1</td> <td>~11</td> </tr> <tr> <td>Basic Math (Sin/Cos)</td> <td>~1</td> <td>~1.5</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Default Code	ARM Optimized	DSP Filters (FIR/FFT)	~1	~11	Basic Math (Sin/Cos)	~1	~1.5
Category	Default Code	ARM Optimized										
DSP Filters (FIR/FFT)	~1	~11										
Basic Math (Sin/Cos)	~1	~1.5										
MCU/DSP専用ブロック	外部Cコード取り込み	モデル・コード等価性検証	各種規格に対応									
<p>実験・試作に便利です</p>	<p>既存ソフト資産の活用が可能</p>	<p>生成コードの品質保証に貢献</p>	<p>多様なニーズに対応しています</p>									
 <p>※一部MCU/DSPで利用可能</p>		 <p>SIL: Software In the Loop PIL: Processor In the Loop</p>										

固定小数点設計の課題解決に貢献する Fixed-Point Designer

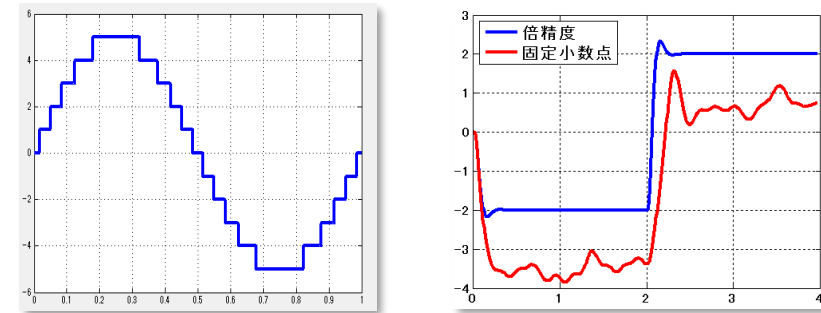
浮動小数点/固定小数点の一括切り替え

同じモデルで浮動/固定小数点を表現可能です



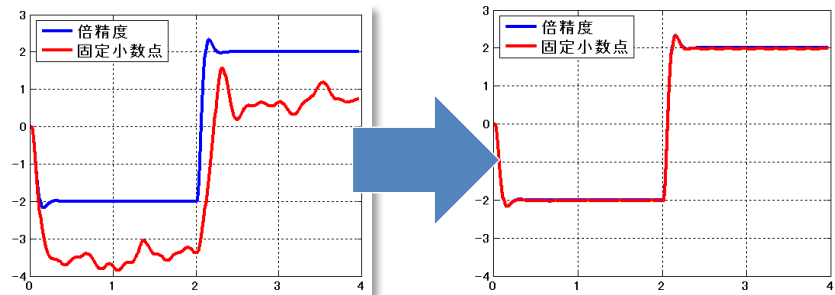
固定小数点演算シミュレーション

量子化誤差の影響確認、デバッグに便利です



固定小数点精度の自動最適化

面倒な精度設計を大幅に効率化できます



精度最適化で量子化誤差を抑制

固定小数点演算コード生成 (C/HDL)

精度合わせの効率化、ミス防止に有効です

```
int16_T k = 13U;
```

固定小数点値 (整数値)

```
y = y + k * u >> 3;
```

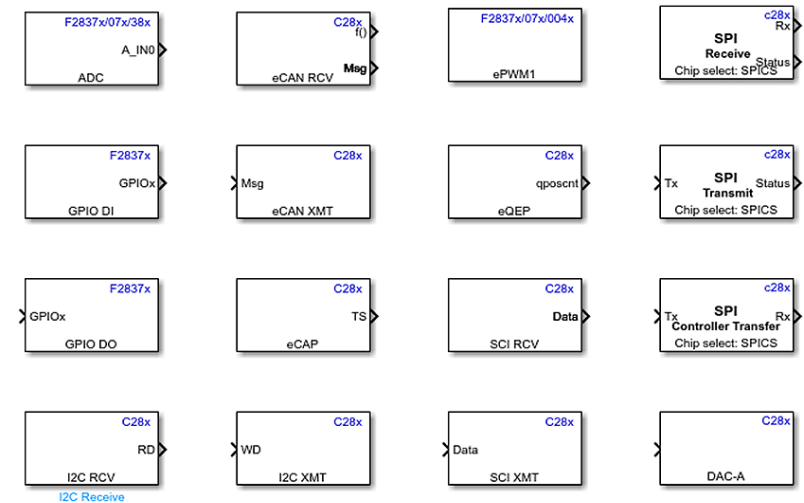
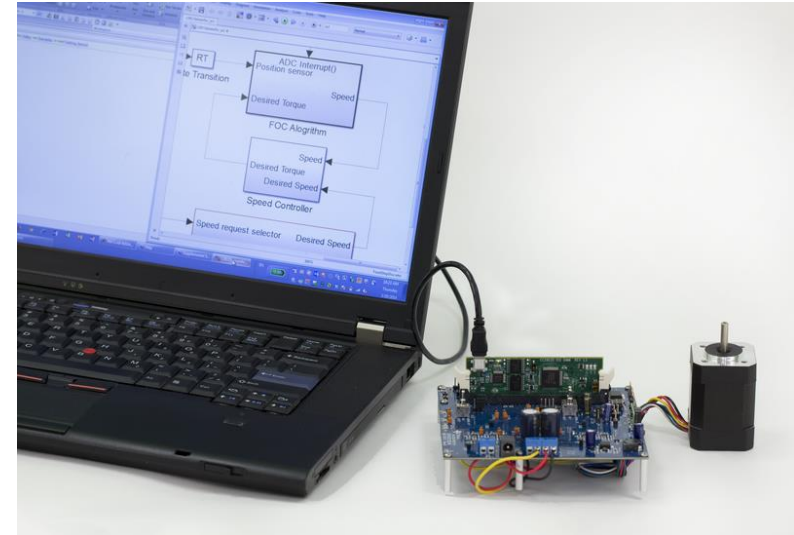
精度合わせの計算を自動生成

C2000 Microcontroller Blockset 概要

- C2000実装用モデル作成 & コード自動生成
- C2000用ブロックライブラリ
 - ADC, DIO, ePWM, 通信等のペリフェラル、タスクスケジューラ、CLA、C28x IQmath
- 複数のシミュレーションモードをサポート
 - コード実装 & 実行、エクスターナルモード、接続済みIO (IOのみボード上で実行)
- PIL機能によるコード等価性検証 & 実行時間測定
- ペリフェラルやプロセッサコア間通信、タスク実行スケジュールの影響を考慮したモデリング
- 各アプリの豊富な例題

※C2000へのコード自動生成 & 実行、PIL機能を利用するには Embedded Coderが必要です

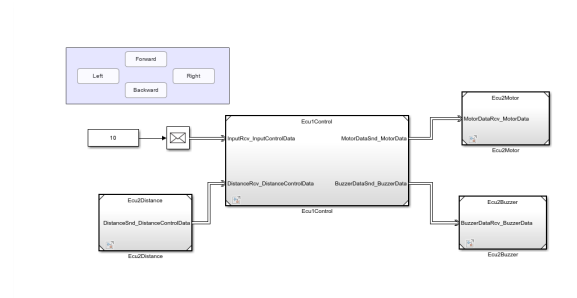
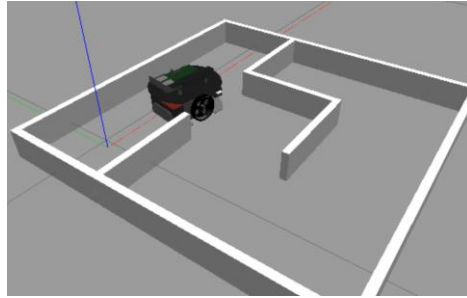
<https://jp.mathworks.com/products/ti-c2000-microcontroller.html>



Polyspace®

ソフトウェアバグの検出	コードの安全性証明	生成コードの検証
<p>コーディングルールの準拠性 チェックとバグ・セキュリティ脆弱性を検出</p>	<p>コードにランタイムエラーが存在しないことを証明</p>	<p>Simulinkと連携して欠陥のあるコードから関連するブロックを追跡</p>
<div data-bbox="114 714 815 971"> <p>カテゴリ別の欠陥分布 (上位 10 件のみ)</p> <p>欠陥総数: 99 件が見つかりました</p> </div> <div data-bbox="114 999 815 1285"> <p>ルール別の MISRA C:2012 違反 (上位 10 件のみ)</p> <p>違反総数: 3,525 件が見つかりました</p> <p>コーディングルール</p> <ul style="list-style-type: none"> MISRA C:2012 CERT C など </div>	<div data-bbox="930 714 1630 1285"> <pre> static void pointer_arithmetic(void) { int array[100]; int *p = array; int i; for (i = 0; i < 100; i++) { *p = 0; p++; } if (get_bus_status() > 0) { if (get_oil_pressure() > 0) { *p = 5; } else { i++; } } i = get_bus_status(); if (i >= 0) { *(p - i) = 10; } } </pre> </div>	<div data-bbox="1707 699 2471 1299"> </div>

Raspberry Pi Mouse制御デモ環境



ARXMLからAUTOSAR Adaptiveコンポーネントを自動生成



AUTOSAR Adaptive コードを自動生成

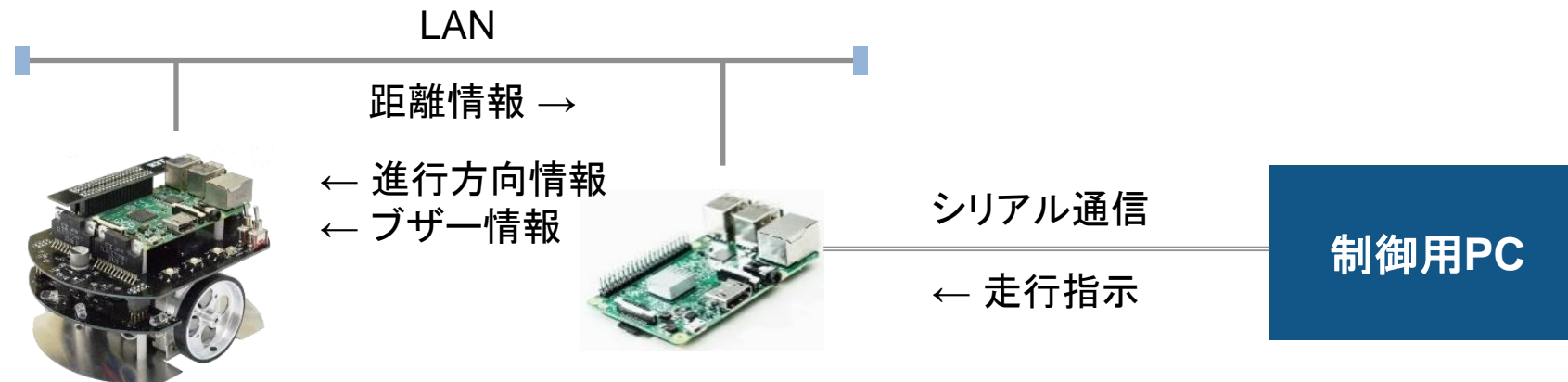


生成コードのMISRA-C準拠性をチェック

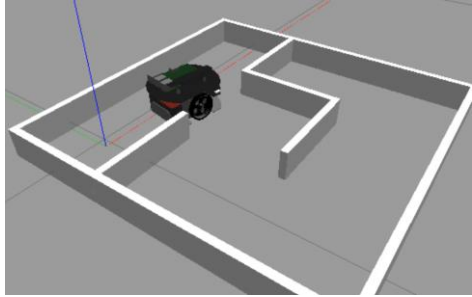
SimulinkとGazebo間のコシミュレーション

[バーチャル環境]

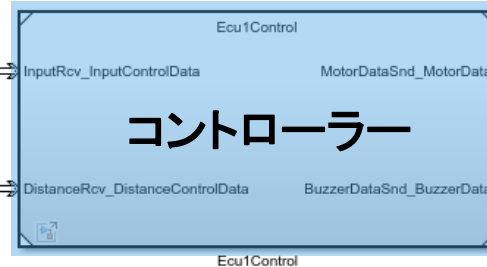
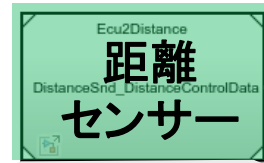
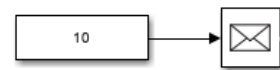
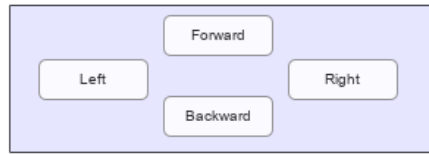
[実環境]



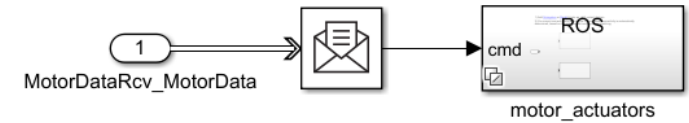
コシミュレーションによるMouse制御



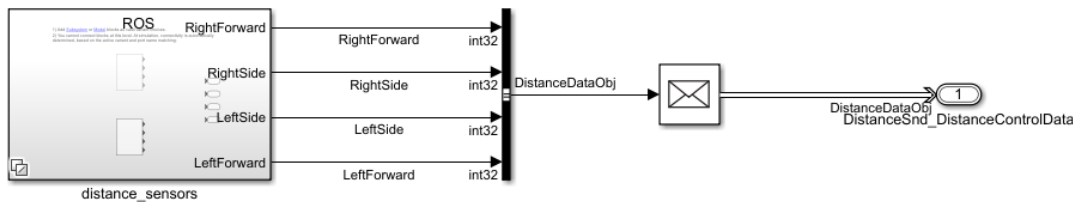
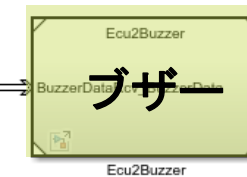
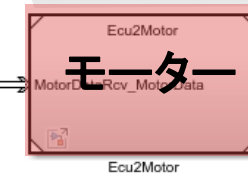
走行指示



AUTOSAR Adaptiveモデル



SimulinkとGazebo間のコシミュレーション

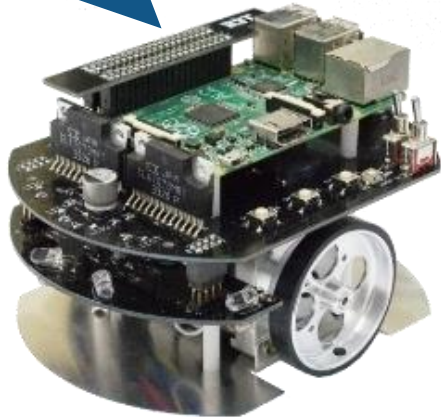


SimulinkとGazebo間のコシミュレーション

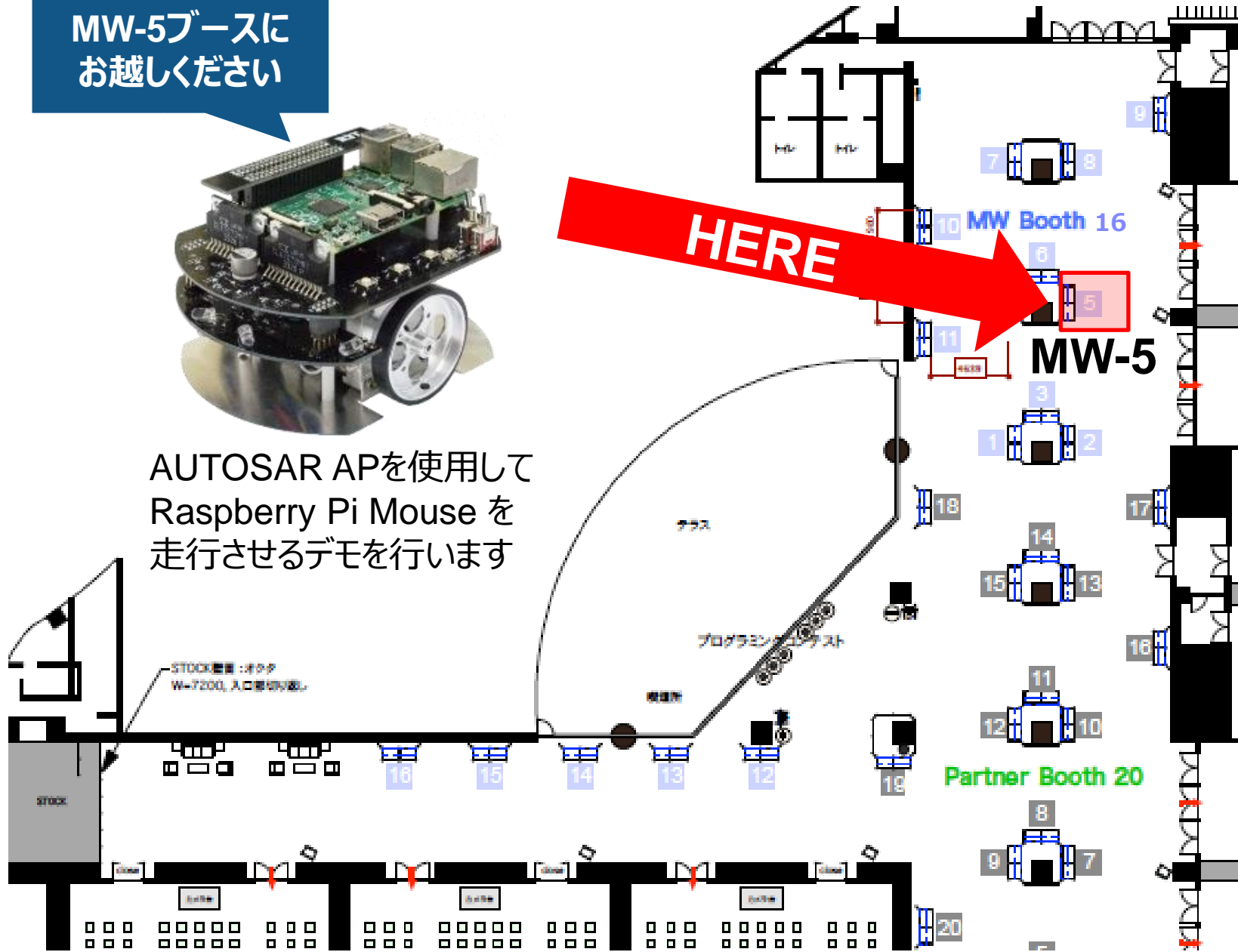
使用製品

- MATLAB
- Simulink
- Stateflow
- Embedded Coder
- AUTOSAR Blockset
- ROS Toolbox
- Polyspace Bug Finder
- Polyspace Code Prover
- Simulink Support Package for Raspberry Pi Hardware

MW-5ブースに
お越しください



AUTOSAR APを使用して
Raspberry Pi Mouse を
走行させるデモを行います



16:35 から講演
 Model-Based Designツールによる
 AUTOSAR Adaptive Platform向け
 アプリケーション開発事例

名古屋大学 高田 光隆
 パーソルクロステクノロジー 高橋 良輔