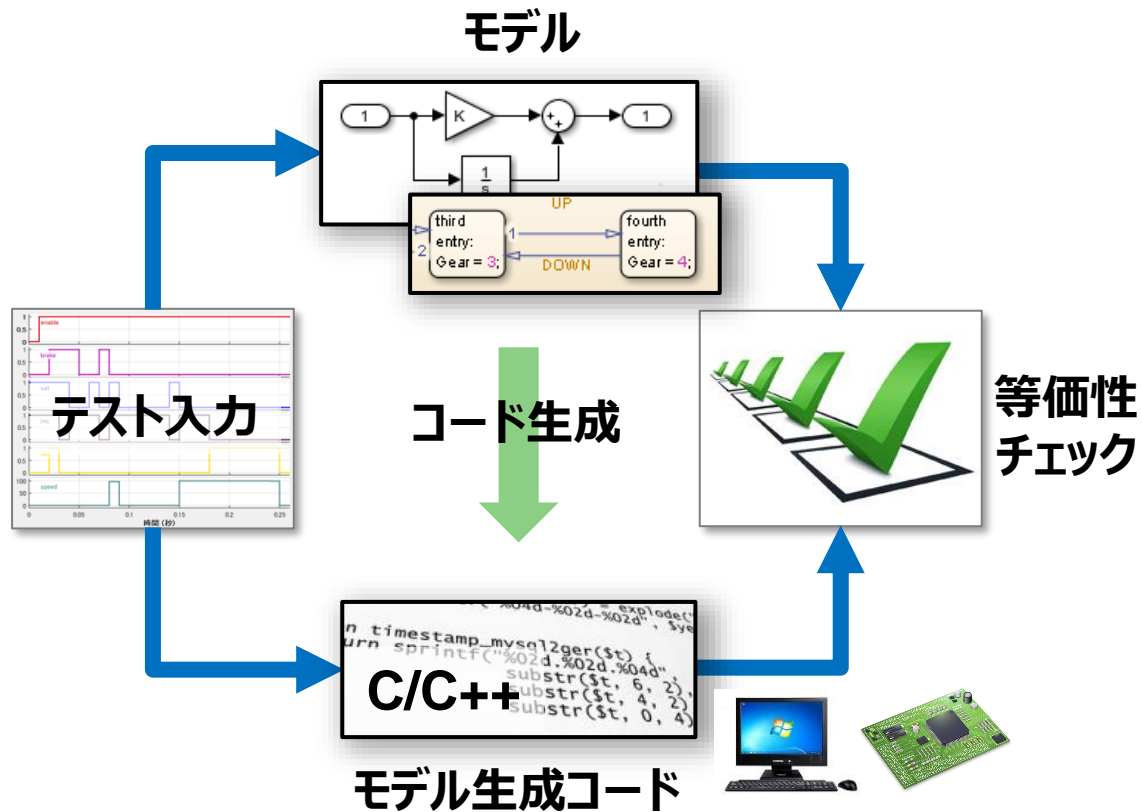


MBAC MBD社内普及WG 資料

Simulink Testによる PIL Back2Back テスト手順

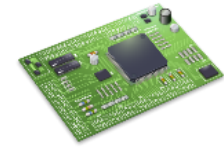
MathWorks Japan

モデルにおけるBack2Back (B2B) テストとは



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

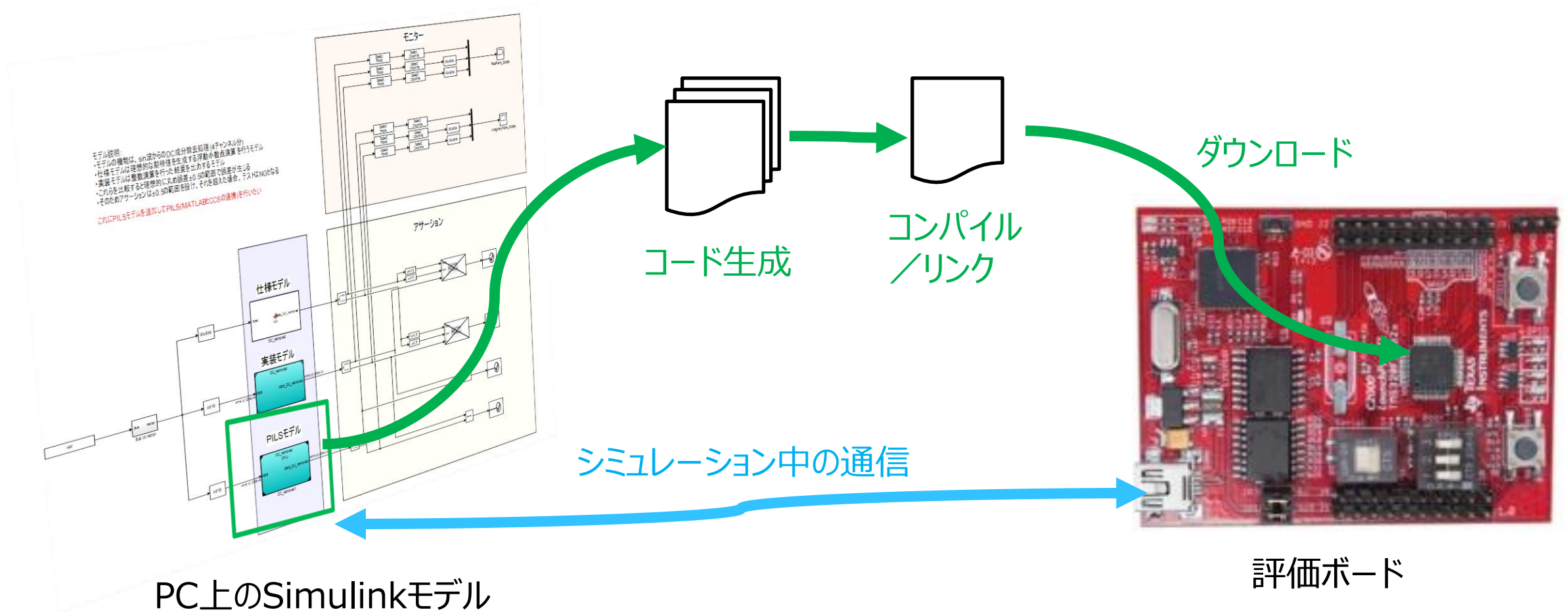
※ PIL対応しているかはMCU/IDEによって状況が異なるので要確認

モデル・コードの動作等価性確認によって検出できる問題点

- 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(丸め誤差など)

} PILのみ

PILの動作イメージ



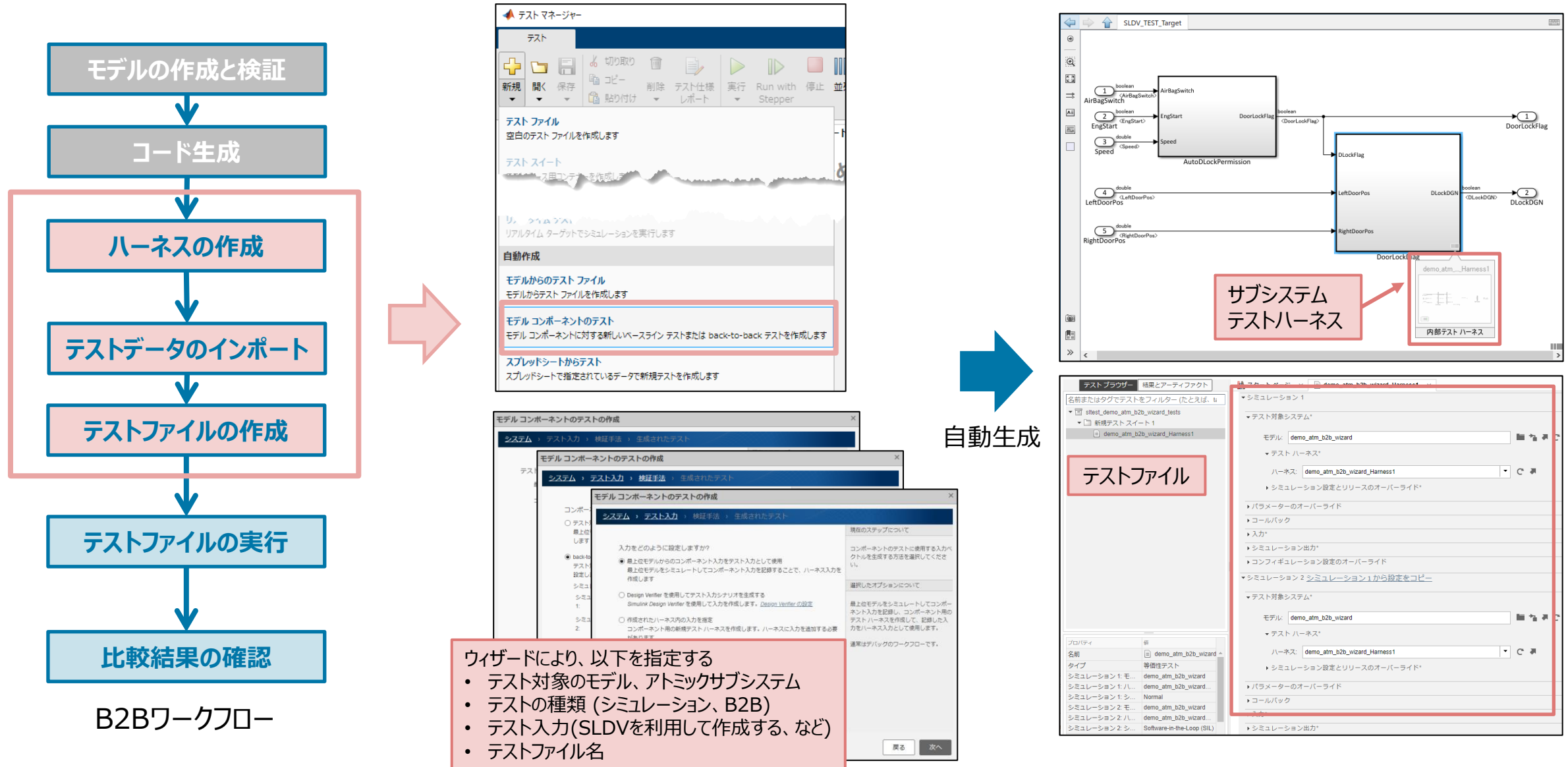
B2Bワークフロー

本資料の対象外

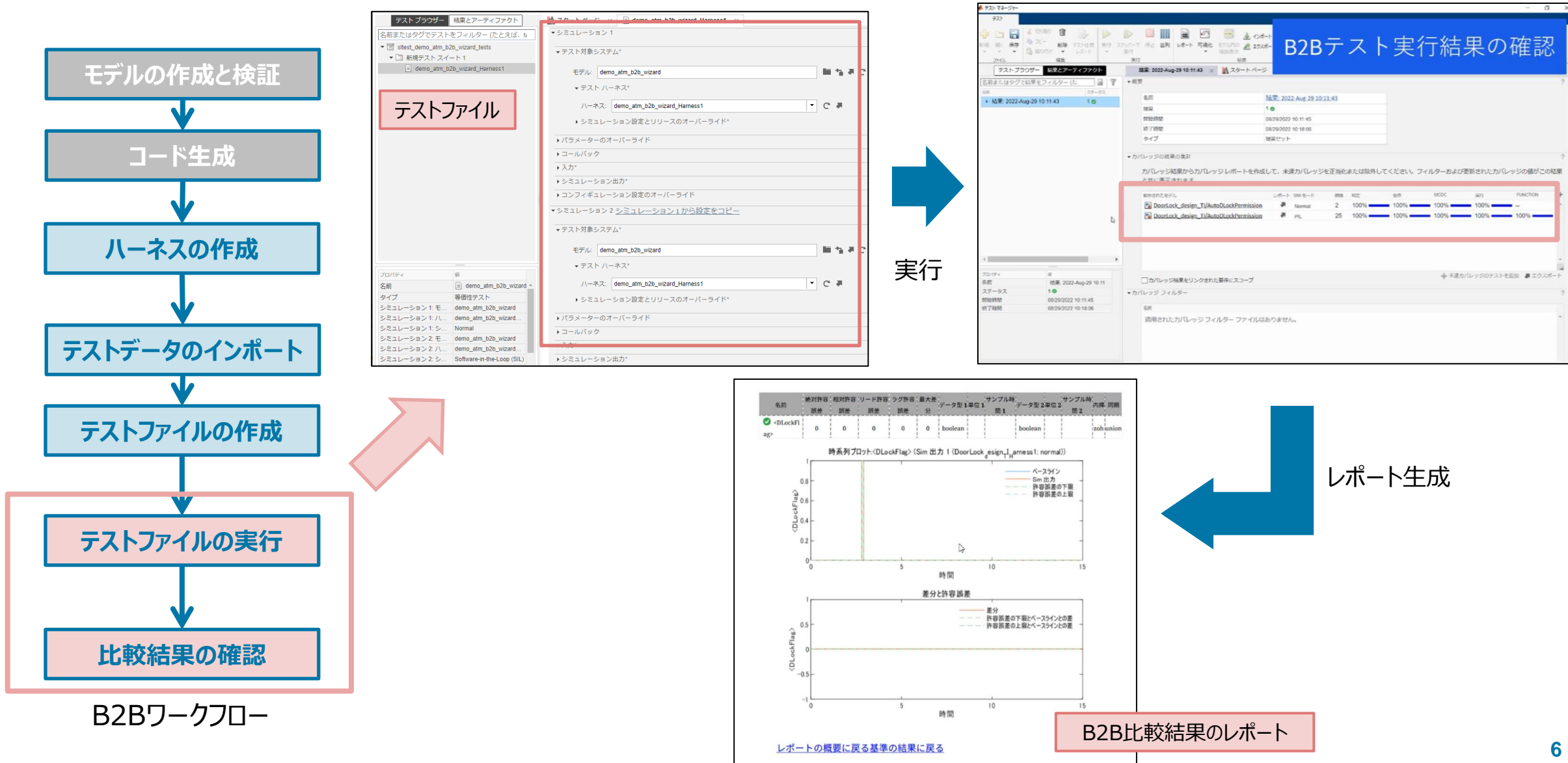
本資料の対象

ワークフロー	概要	適用ツール
モデルの作成と検証	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェア仕様をベースにしてモデルの作成と検証を行う 	<ul style="list-style-type: none"> MBDツールチェーン
コード生成	<ul style="list-style-type: none"> コード生成用コンフィグレーションを設定して、モデルの最上位階層からコードを自動生成する 	<ul style="list-style-type: none"> Embedded Coder
ハーネスの作成	<ul style="list-style-type: none"> 必要に応じてテストハーネスを生成する (アトミックサブシステム単位でB2Bする場合は、テストハーネスの作成が必須となる) 	<ul style="list-style-type: none"> Simulink Test
テストデータのインポート	<ul style="list-style-type: none"> B2B用のテストデータをインポートする (Simulink Design Verifierでフルカバレッジテストデータの自動生成が可能) 	<ul style="list-style-type: none"> Simulink Test (Simulink Design Verifier)
テストファイルの作成	<ul style="list-style-type: none"> テストマネージャーの等価性テンプレートを用いて、PIL用B2Bテストファイルを作成する 	<ul style="list-style-type: none"> Simulink Test
テストファイルの実行	<ul style="list-style-type: none"> テストファイルを実行する カバレッジがモデル・コードともに100%でない場合、未達カバレッジを補完するテストデータを追加 Simulink Design Verifierで追加用テストデータの自動生成が可能 必要に応じてカバレッジフィルタを用い、デッドロジックを正当化する 	<ul style="list-style-type: none"> Simulink Test Simulink Coverage Simulink Design Verifier
比較結果の確認	<ul style="list-style-type: none"> テストファイルの実行結果より、各信号の出力値を比較し、モデルとコードが等価な振る舞いとなっていることを確認する 	<ul style="list-style-type: none"> Simulink Test

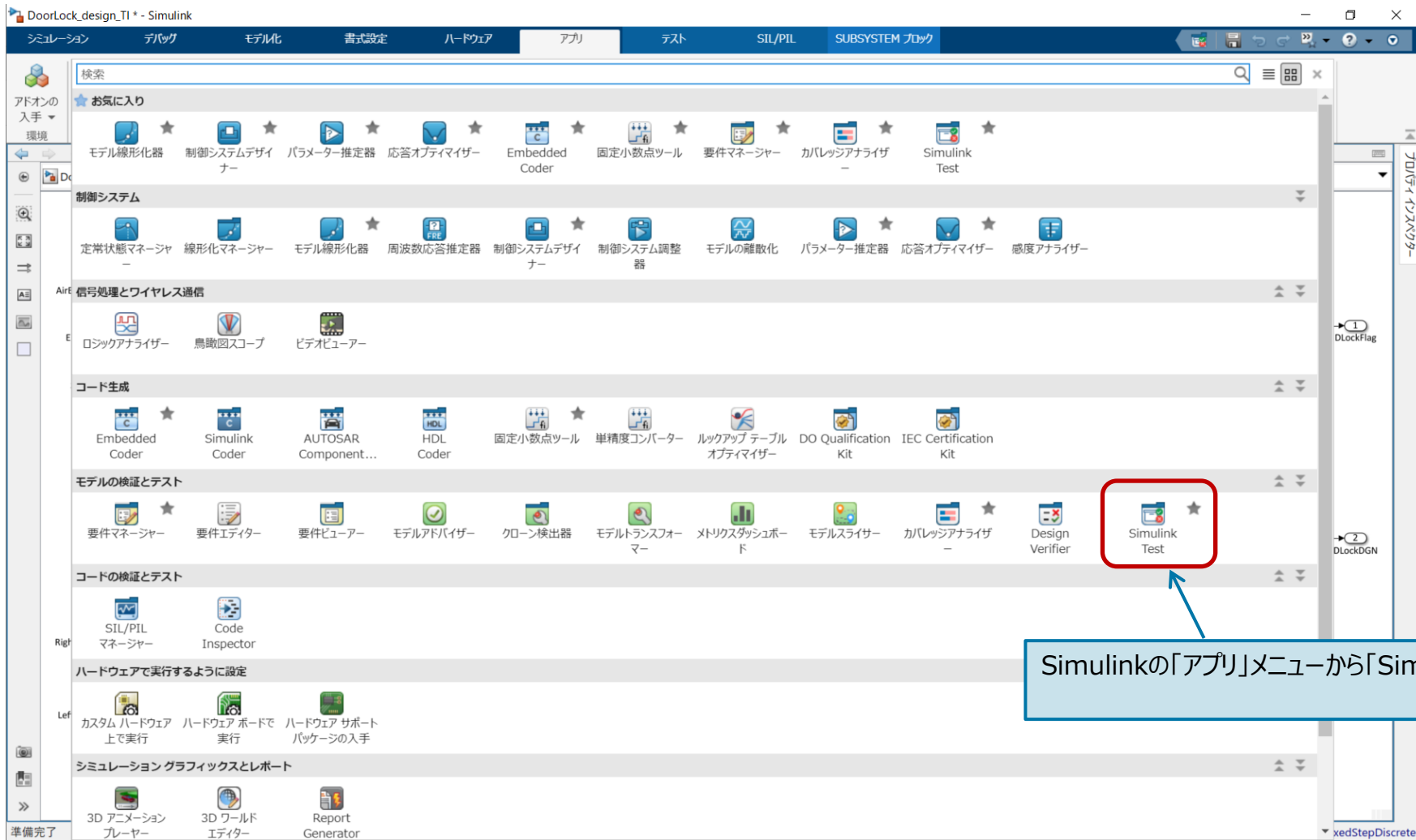
テストマネージャーのウィザード機能を用いたB2B用テストファイルの作成



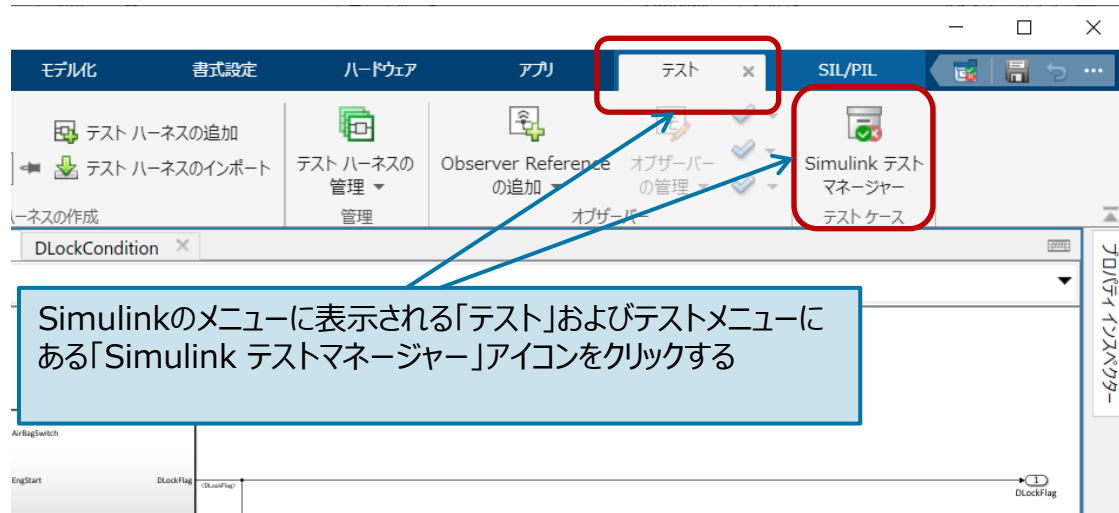
テストマネージャーの機能を用いたB2Bテストの実行と確認



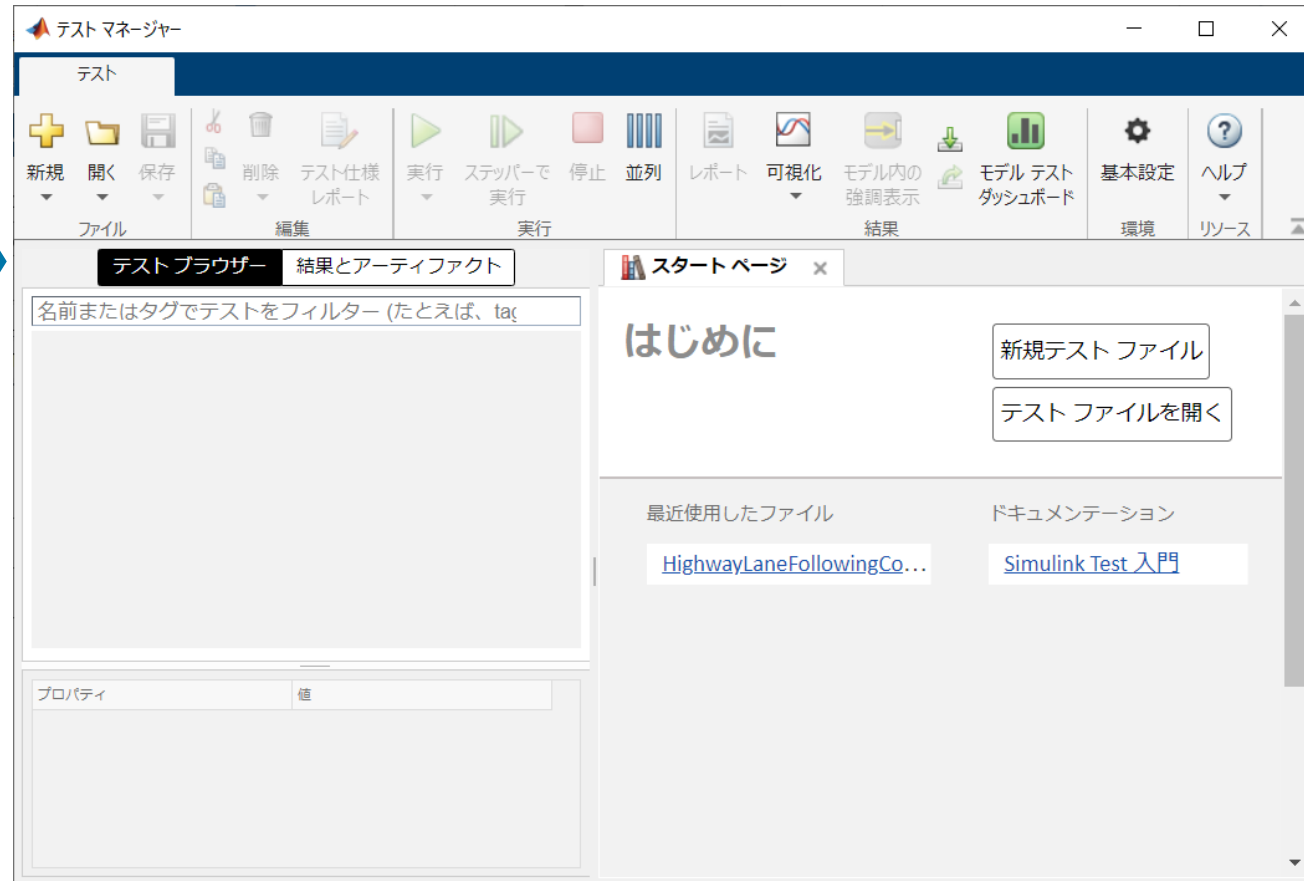
ウィザードによるB2Bの実行 : Simulink Testのアプリを選択



ウィザードによるB2Bの実行：テストマネージャー UIの起動

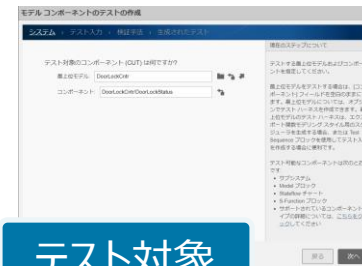


Simulink Test アプリのメニュー

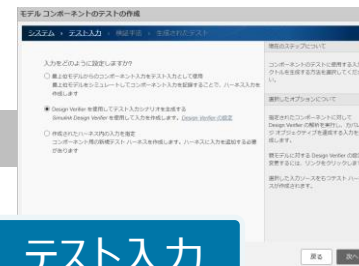


テストマネージャー の UI

ウィザードによるB2Bの実行：テスト対象の選択



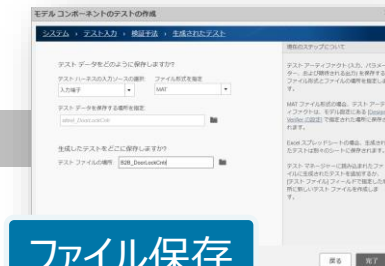
テスト対象



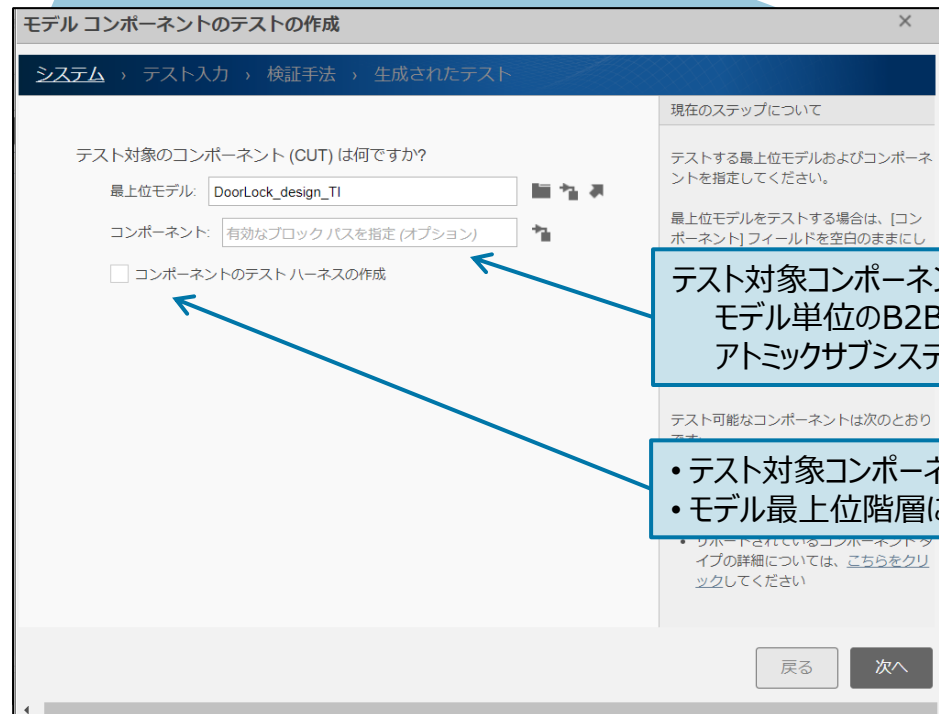
テスト入力



検証手法



ファイル保存



テスト対象コンポーネントを指定する

モデル単位のB2B : 入力しない(空にする)

アトミックサブシステム単位のB2B : アトミックサブシステムのパスを入力する

• テスト対象コンポーネントが“空”のときのみに有効となるパラメーター

• モデル最上位階層に対するテストハーネスを自動生成させる場合、ONに設定する

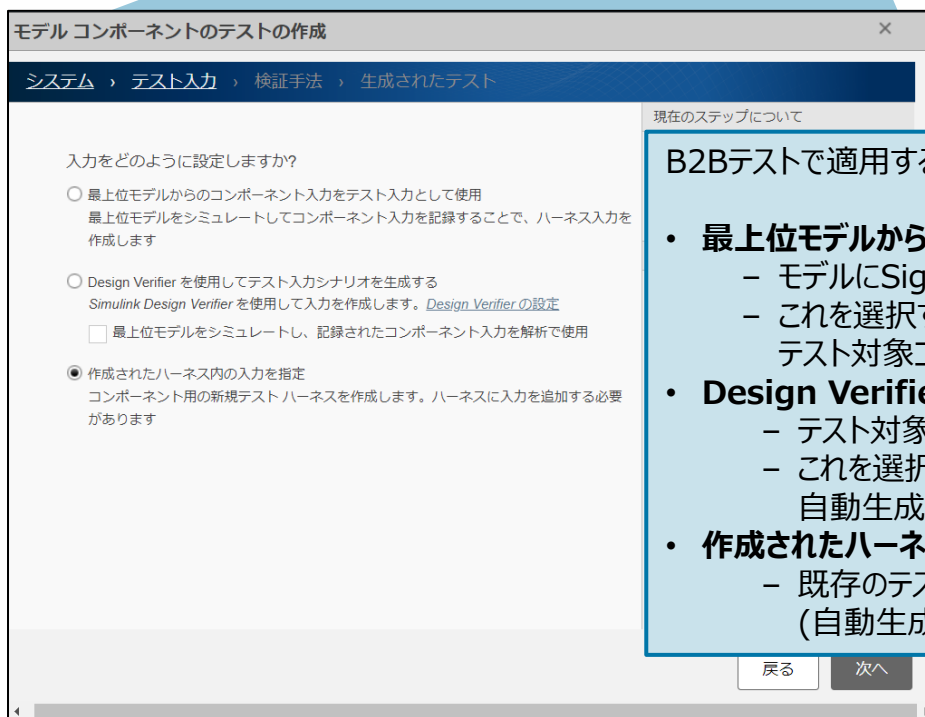
ウィザードによるB2Bの実行：テスト入力の指定



テスト入力

検証手法

ファイル保存



B2Bテストで適用するテスト入力を指定する

- **最上位モデルからのコンポーネント入力をテスト入力として使用**
 - モデルにSignal Builderなどがあらかじめ接続されている場合に有用
 - これを選択すると、最上位モデルのシミュレーションのロギングデータからテスト対象コンポーネントの入力を作成する
- **Design Verifierを使用してテスト入力シナリオを生成する**
 - テスト対象のコンポーネントをシミュレーションする際のテストデータがない場合に有用
 - これを選択すると、指定したコンポーネント内のカバレッジを満たすテストデータを自動生成する(SLDVのライセンスが必要となる)
- **作成されたハーネス内の入力を選択**
 - 既存のテスト入力データ(Excel または matファイルなど)を利用する場合に有用 (自動生成されるテストファイルの“入力”セクションを手動設定する)

ウィザードによるB2Bの実行：PIL検証手法の指定

テストマネージャー

テスト

新規 開く 保存 切り取り 削除 テスト仕様 レポート 実行 Run with Stepper 停止

テスト ファイル
空白のテストファイルを作成します

テストスイート
テストケース用コンテナーを作成します

MATLAB ベースの Simulink Test
空白の MATLAB ベースの Simulink Test ファイルを作成します

テスト ケース テンプレート

ベースライン テスト
固定ベースライン番号へのシミュレーション出力を比較します

等価性テスト
2つのシミュレーションの出力を比較します

シミュレーション テスト
基準のないシミュレーションを実行します

リアルタイム テスト
リアルタイム ターゲットでシミュレーションを実行します

自動作成

モデルからのテストファイル
モデルからテストファイルを作成します

モデルコンポーネントのテスト
モデルコンポーネントに対する新しいベースライン テストまたは back-to-back テストを作成します

スプレッドシートからテスト

テスト対象

テスト入力

検証手法

ファイル保存

モデルコンポーネントのテストの作成

システム > テスト入力 > 検証手法 > 生成されたテスト

現在のステップについて

コンポーネントをどのようにテストしますか？

☒ back-to-back テストを実行する
テスト対象コンポーネントの出力を異なるシミュレーション モードで比較するテストを設定します

シミュレーション モードの選択:

シミュレーション 1: Normal

シミュレーション 2: Processor-in-the-Loop (PIL)

☐ 作成されたハーネス内で検証ロジックを定義する
検証ロジックは、自動ではテストに追加されません

テスト出力を検証する方法を選択してください。

ベースライン テストや back-to-back (等価性) テストを実行するか、自動作成されたテストハーネス内に手動で検証ロジックを設定することができます。

選択したオプションについて

テスト対象コンポーネントに必要なテストハーネスを自動作成します。

• PILの場合は、Processor-in-the-Loop (PIL)を選択する (PILの実行環境が必要)

ウィザードによるB2Bの実行：ファイル保存に関する設定

テストマネージャー

テスト

新規 開く 保存 切り取り 削除 テスト仕様 レポート 実行 Run with Stepper 停止

貼り付け

テスト ファイル
空白のテストファイルを作成します

テストスイート
テストケース用コンテナーを作成します

MATLAB ベースの Simulink Test
空白の MATLAB ベースの Simulink Test ファイルを作成します

テスト ケース テンプレート

ベースライン テスト
固定ベースライン番号へのシミュレーション出力を比較します

等価性テスト
2つのシミュレーションの出力を比較します

シミュレーション テスト
基準のないシミュレーションを実行します

リアルタイム テスト
リアルタイム ターゲットでシミュレーションを実行します

自動作成

モデルからのテストファイル
モデルからテストファイルを作成します

モデルコンポーネントのテスト
モデルコンポーネントに対する新しいベースライン テストまたは back-to-back テストを作成します

スプレッドシートからテスト

➔

モデルコンポーネントのテストの作成

システム > テスト入力 > 検証手法 > 生成されたテスト

現在のステップについて

指定したコンポーネント用の新規テストハーネスをもつ新規テストを作成してください。

テストマネージャーに読み込まれたファイルに生成されたテストを追加するか、[テストファイル] フィールドで指定した場所

生成したテストをどこに保存しますか？

テストファイルの場所:

戻る 完了

テスト対象

テスト入力

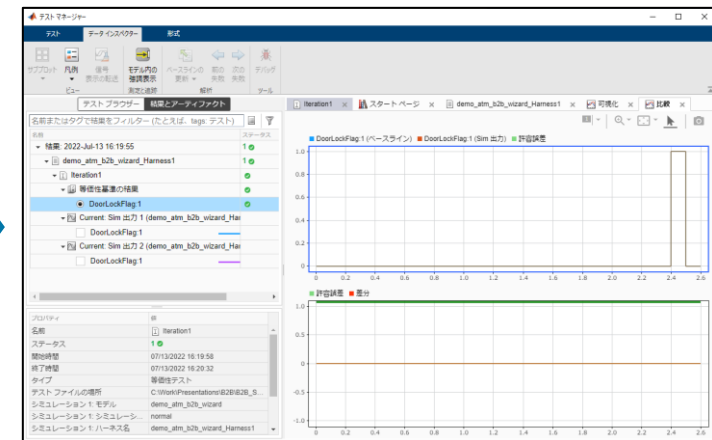
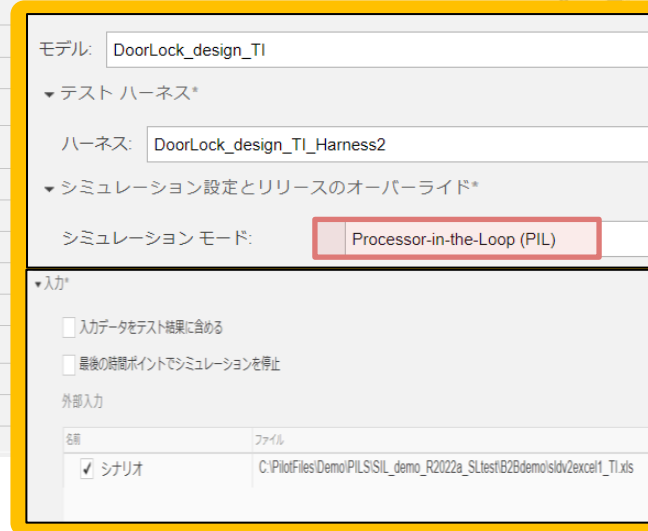
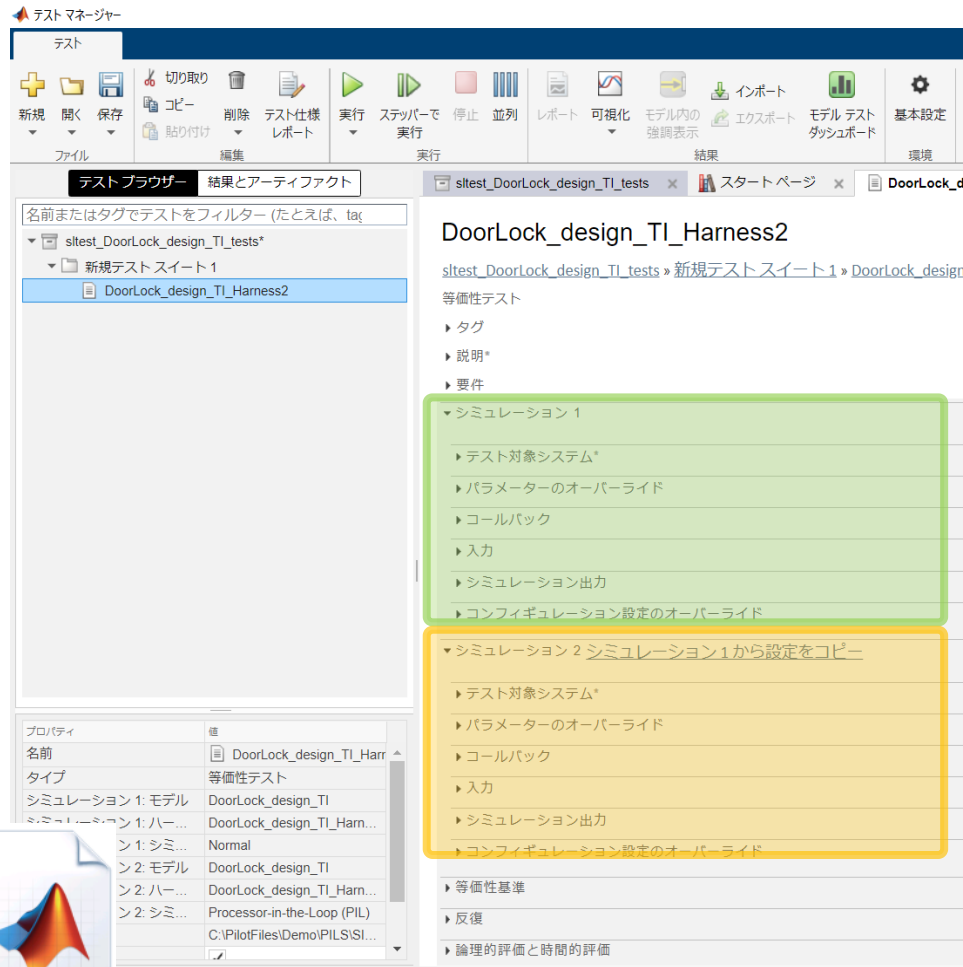
検証手法

ファイル保存

• 生成したテストをどこに保存しますか？

- テストファイルの保存場所を指定する
- 空の場合、現在のMATLABの作業ディレクトリ上に保存される

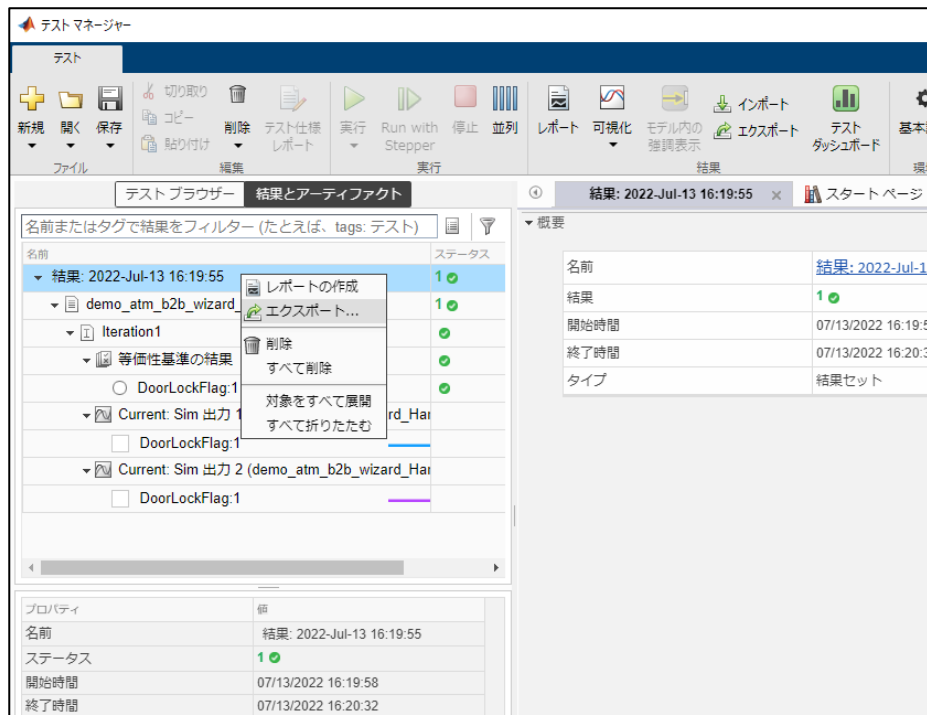
ウィザードによるB2Bの実行：生成されたテストファイルの実行



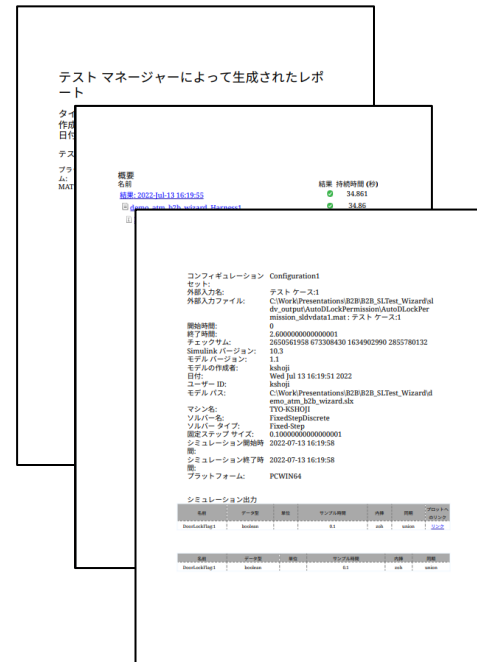
テストファイル
(* .mldatx)

B2B実行結果の保存・レポート生成

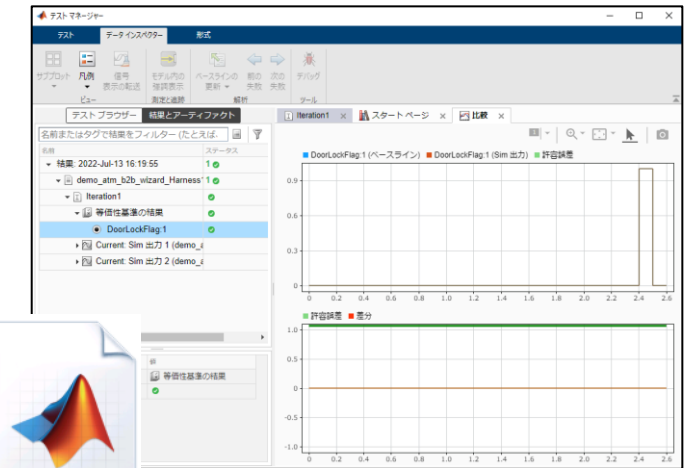
- B2Bの実行結果は、以下の2つの方法で残すことができる
 - レポート生成：HTML、PDF、Wordのいずれかの形式のレポートを生成する
 - エクスポート：実行結果をmldatx形式のファイルでエクスポートする
(シミュレーション実行なしで結果をテストマネージャー上で確認できる)



レポート生成



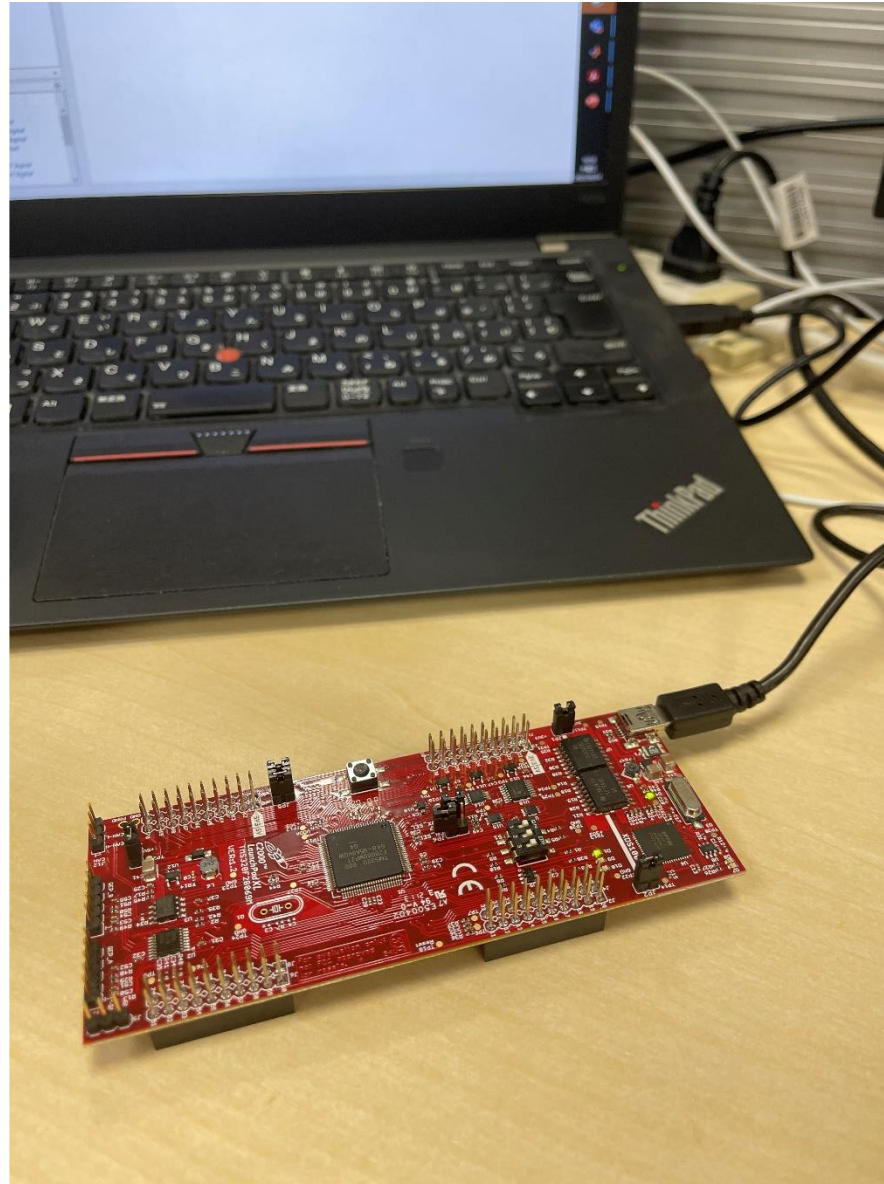
エクスポート



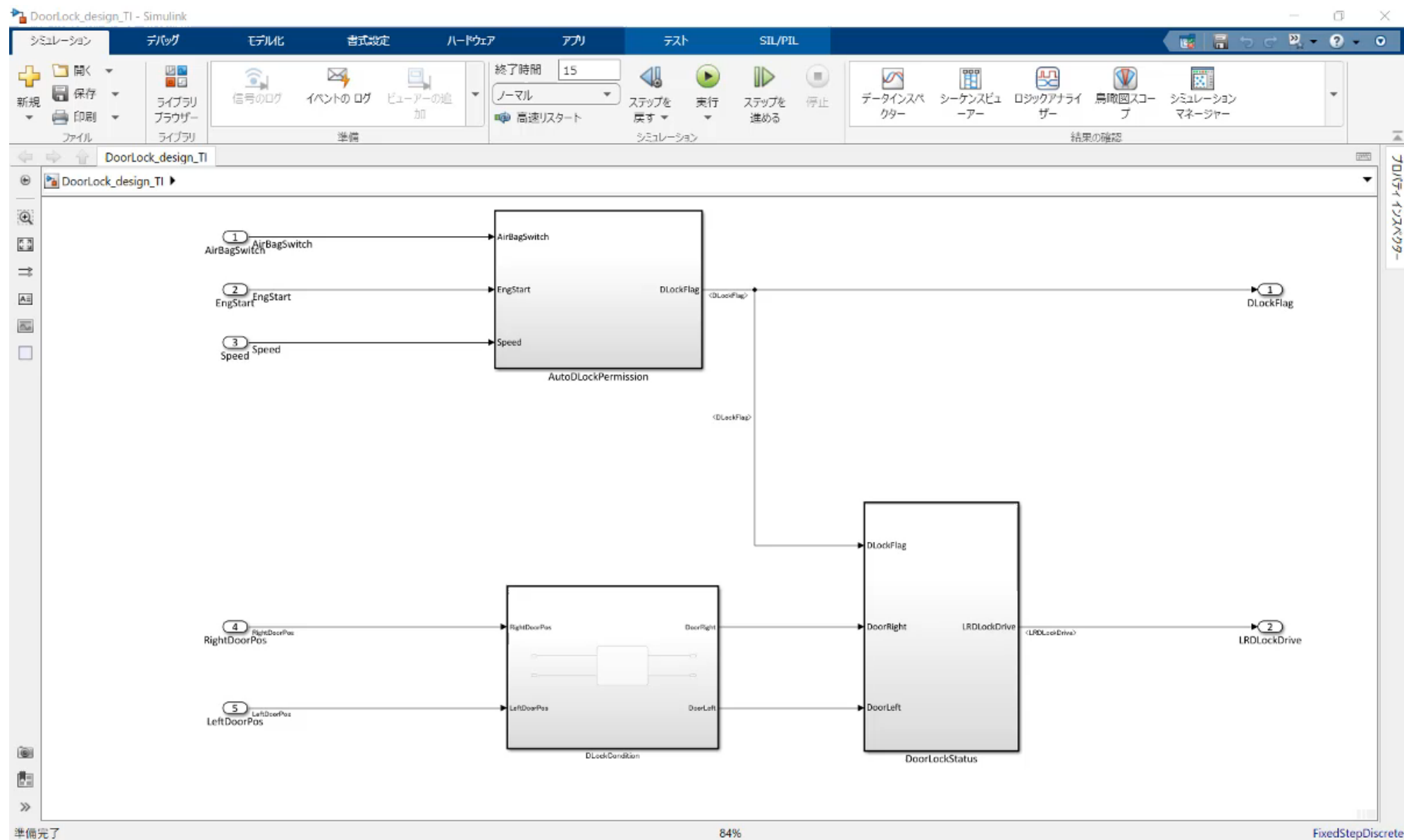
テスト実行結果
(* .mldatx)

テストファイルと拡張子が同じだが、
テストの実行結果のみが管理されている

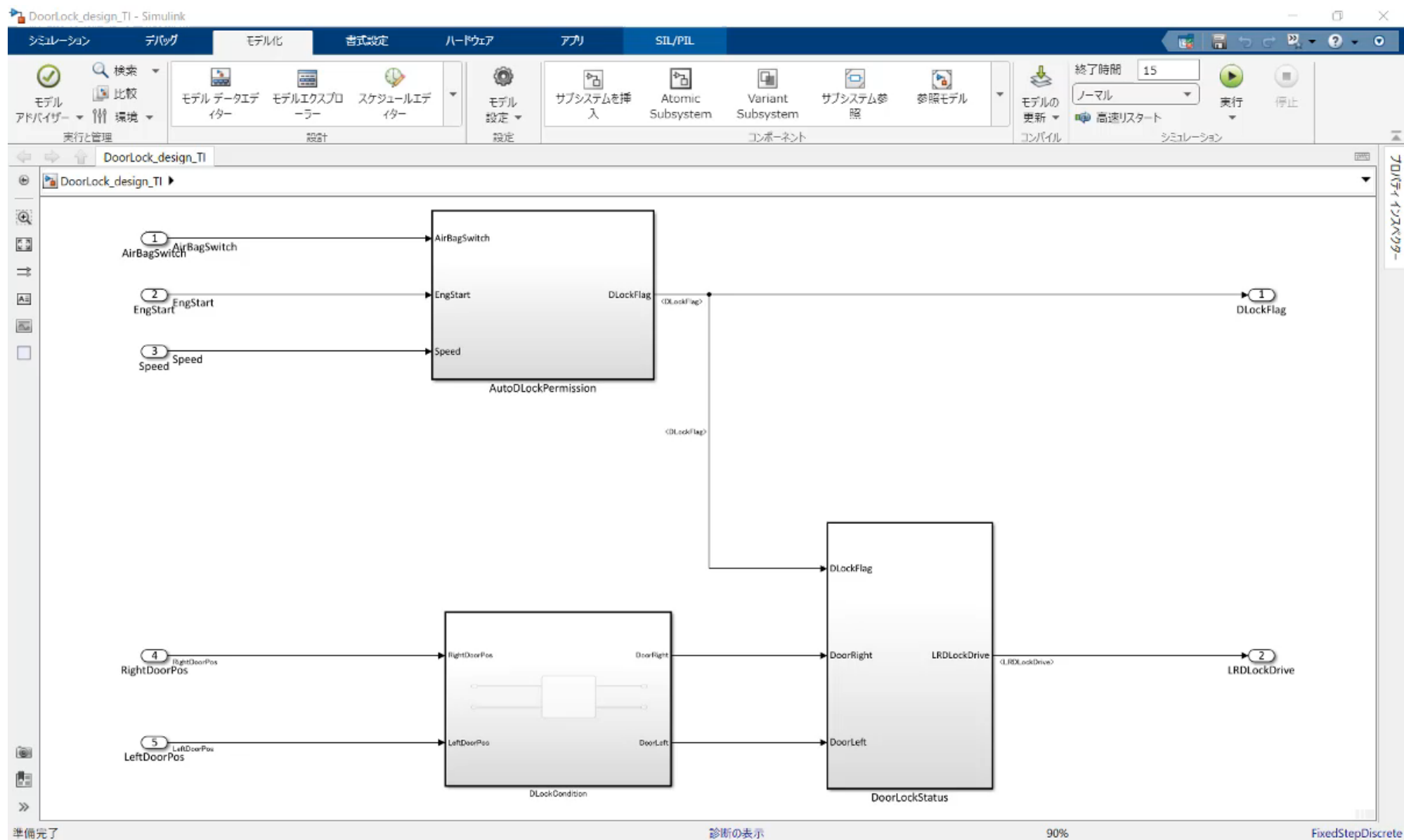
TI Piccolo F28069M LaunchPad を用いたPILデモ



デモ: ウィザードによるモデル単位のB2B



デモ: ウィザードによるアトミックサブシステム単位のB2B



補足資料

カバレッジフィルターによるデッドロジックの正当化

- 実行結果からカバレッジレポートを開くことでデッドロジックを正当化できる
 - カバレッジレポート内のバッジをクリックすることで、カバレッジフィルターエディターが起動する
 - エディターでフィルターファイルを作成すると、自動的にカバレッジ測定結果が自動更新される

カバレッジの結果の集計

解析されたモデル	レポート	SIM モード	実数/複素数	判定	条件	MCDC
demo_atm_b2b_wizard/SLDV_TEST_Target/AutoD...		Normal	4	83%	100%	100%
demo_atm_b2b_wizard/SLDV_TEST_Target/AutoD...		SIL	33	88%	100%	100%

Web ブラウザー - demo_atm_b2b_wizard のコードカバレッジレポート

```
Speed >= 5.0 (行 79)
rtb_Switch > 100.0 (行 88)
(!AirBasSwitch) && EngStart && (rtb_Switch 0 > demo_atm_b2b_wizard
```

2.1. 判定 `rtb_Switch < -100.0` (行 90)

正当化または排除
関数: `AutoLockPermission`
モデル オブジェクト: `Saturation`
ト: `カバレッジ`
リンク: `カバレッジ`

メトリクス
判定: 50% (1/2) 判定結果

判定解析

判定	カバレッジ
<code>rtb_Switch < -100.0</code>	50%
false	2008/2008
true	0/2008

Filter Rules

名前	タイプ	Mode	根拠
<code>rtb_Switch < -100.0</code>	C/C++	判定結果別	正当化済み

規則の削除

式 "`rtb_Switch < -100.0`" の判定結果 2 が正当化されます
(ファイル "`demo_atm_b2b_wizard.c`", 関数 "`AutoLockPermission`")

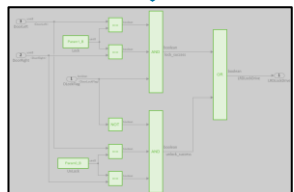
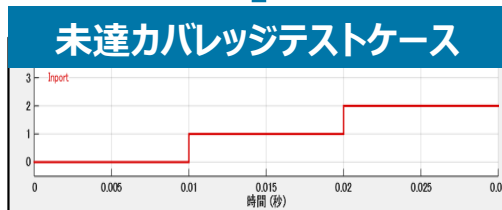
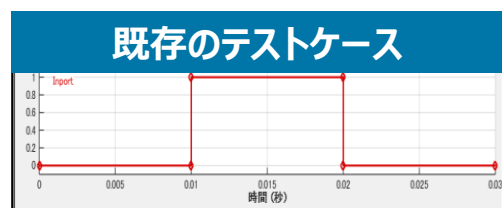
ファイル保存

example_code_covfilter.cvf

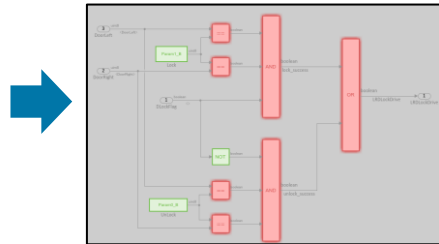
作成したフィルタはカバレッジ測定結果のみに適用される
テストファイルには登録されないため、必要に応じて
手動でフィルタファイルを登録する必要がある
<https://jp.mathworks.com/help/sltest/ug/collect-model-coverage-in-tests.html>

補完テストケース生成とは

- 既存のテストケースではカバーできなかったカバレッジに対しておこなう追加テスト生成
 - 複雑なモデルに対して、イチからフルカバレッジテストケースを自動生成することは難しい場合がある
 - 既存のテストケースを利用する本アプローチは、この問題を解決できる可能性がある
 - テストマネージャーを利用することで、補完テストケース生成を容易に実行できる



未達カバレッジテストケース生成のイメージ



未達カバレッジをカバーする
テストケースの自動生成

テスト マネージャー

テスト データ インспекター 形式

新規 開く 保存 切り取り コピー 削除 テスト仕様 レポート 実行 ステップで 実行 停止 並列 レポート 可視化 モデル内の 強調表示 インポート エクスポート 設定 ヘルプ

ファイル 編集 実行 結果

テスト ブラウザー 結果とアーティファクト

名前またはタグで結果をフィルター

名前	ステータス
結果: 2020-Feb-21 16:40:01	4
DoorLockCommand	4
反復 1	✓
反復 2	✓
反復 3	✓
反復 4	✓

補完対象のテスト結果の選択
(単体・累積)

4. 制御指令算出機能 [REQ4]: 制御指令算出機能 [REQ4]. (ドアロック...

反復設定

説明

カバレッジの結果の集計

解析されたモデル	レポート	実数/複...	判定	条件	MCDC	実行
DoorLockCnt/DoorLockCommand	2	100%	100%	67%	100%	

計測された(単体・累積)カバレッジの確認

Simulink Design Verifierを用いて、
未達カバレッジに対するテストを追加生成し、テスト
マネージャーのテストファイルへ自動登録する

+ 未達カバレッジのテストを追加

エクスポート

デモ: テストマネージャーを用いた補完テストケース生成

The screenshot displays the Test Manager application window. The interface is divided into several sections:

- Toolbar:** Contains icons for file operations (New, Open, Save, Copy, Paste, Delete), test management (Test Harness, Run, Stop, Queue), reporting (Report, Visualize), and settings (Import, Export, Test Dashboard, Basic Settings, Help).
- Test Browser:** A tree view on the left showing the test hierarchy. The selected test is 'demo_atm_b2b_wizard_Harness1', which includes an iteration 'Iteration 1' and two sub-tests: 'Current: Sim 出力 1 (demo_atm_b2b_wizard : normal)' and 'Current: Sim 出力 2 (demo_atm_b2b_wizard : software-in-the-loop)'.
- Test Details:** A table on the right providing details for the selected test:

項目	値
名前	demo_atm_b2b_wizard_Harness1
結果	1
開始時間	08/19/2022 17:29:18
終了時間	08/19/2022 17:29:28
タイプ	等価性テスト
テスト ファイルの場所	C:\Work\Presentations\B2B\B2B_Topitoff\site_test_demo_atm_b2b_...
テスト ケースの定義	...
テスト ケースの再実行	...
タグ	...
- カバレッジの結果の集計:** A table showing coverage for two models:

解析されたモデル	レポート	SIM モ...	実数/種...	判定	条件	MCDC	実行	FUNCTION	FUNCTION CALL
demo_atm_b2b_wizard	...	Normal	33	100%	100%	100%	100%	--	--
demo_atm_b2b_wizard	...	SIL	32	98%	98%	100%	99%	100%	100%
- プロパティ:** A table at the bottom left showing properties for the selected test:

プロパティ	値
名前	demo_atm_b2b_wizard_Harness1
ステータス	1
開始時間	08/19/2022 17:29:18
終了時間	08/19/2022 17:29:28
タイプ	等価性テスト
テスト ファイルの場所	C:\Work\Presentations\B2B\B2B_Topitoff\site_...
テスト ケースの定義	...
タグ	...

A purple banner at the bottom of the screenshot contains the text: **テストマネージャーを用いた補完テストケース生成**.



Accelerating the pace of engineering and science

© 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.