

日立Astemoのモデルベース開発手法への取り組み

2022年11月10日(木)
アキバプラザ5F アキバホール

深野 善信

日立Astemo株式会社

技術開発統括本部 次世代モビリティ開発本部 システムアーキテクチャ開発部

Contents

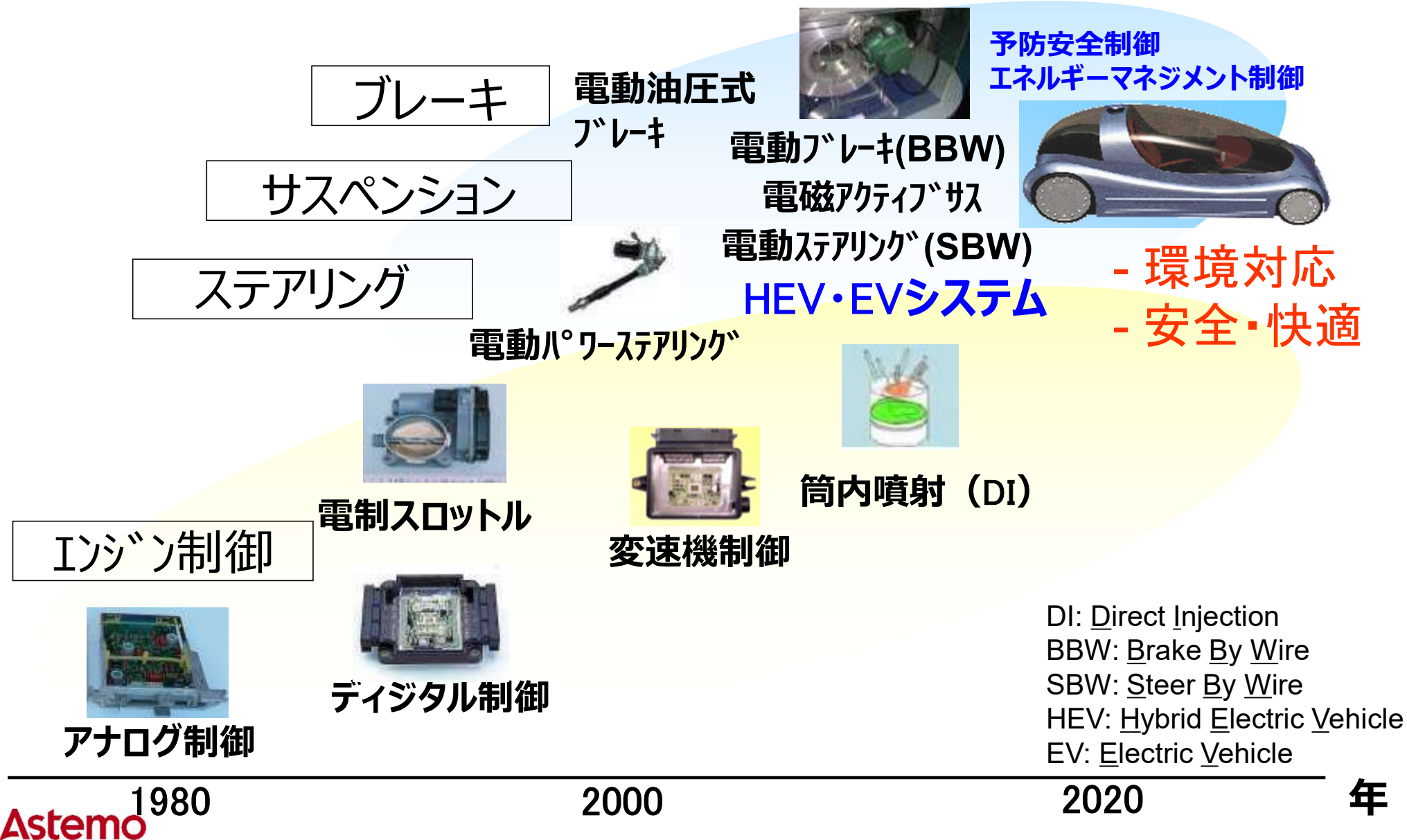
1. 日立AstemoにおけるMBD適用の背景
2. MBD応用事例：仮想ECUによるソフトウェア回帰テスト
3. 国内協調活動への取り組み：JMAAB
4. まとめ



1. 日立AstemoにおけるMBD適用の背景

1-1. 走る・曲がる・止まるの電子制御化の進展

自動運転



1-2 電子プラットフォームによる車載ソフトウェア開発

車載ソフトウェアの肥大化、高度化にともない、そのベースを共通基盤化することが有効であり、これを「電子プラットフォーム」と称する。

【広義の】電子プラットフォーム

LAN: Local Area Network

OS: Operating System

BIOS: Basic Input/Output System

AT: Automatic Transmission

ECU: Electronic Control Unit

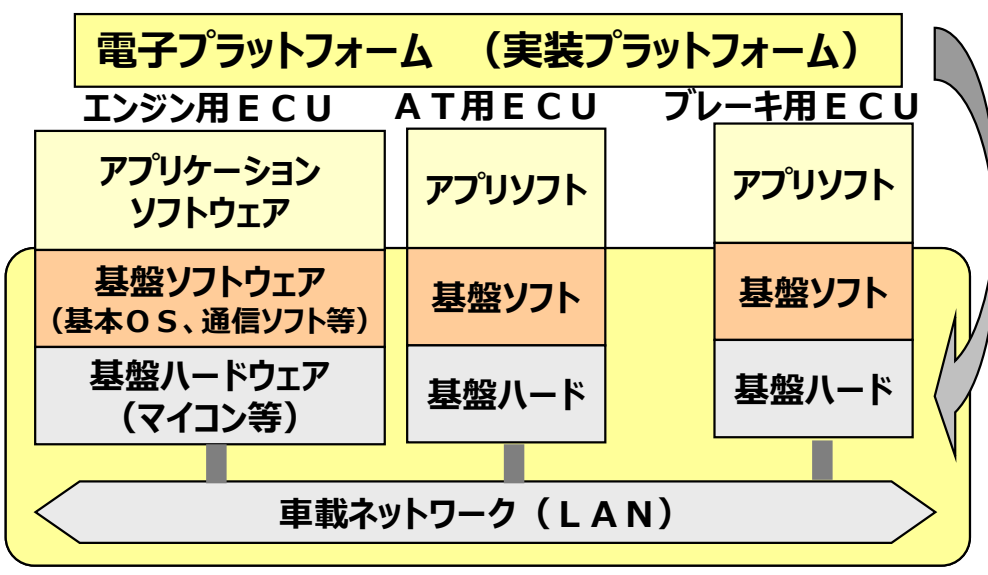
【狭義の】電子プラットフォーム（実装プラットフォーム）

マイコン、車載LAN、基本OS、BIOS、通信ソフトなど

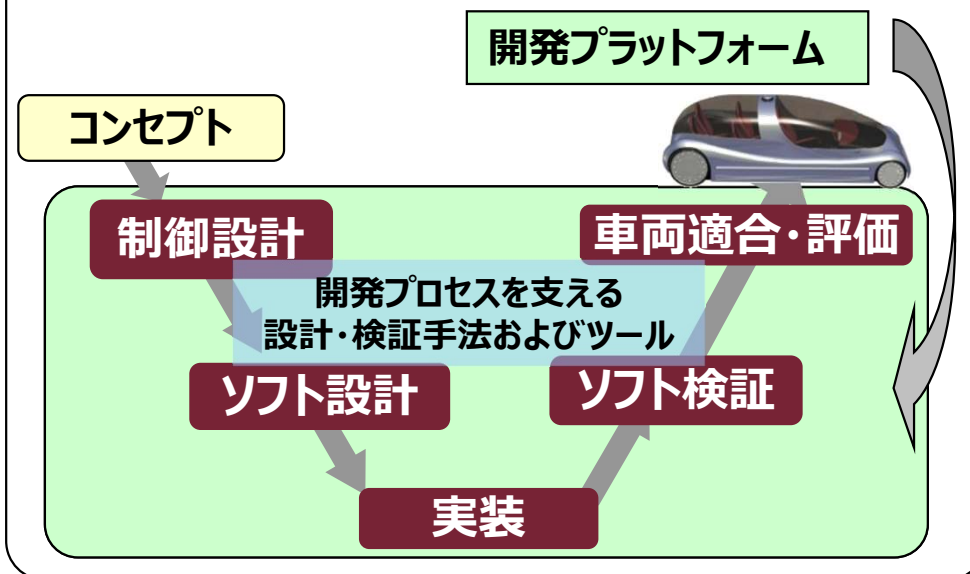
開発プラットフォーム

制御モデル記述、プログラミング、検証などの手法およびツ-

ソフトウェア実装構成



ソフトウェア開発プロセス



対策アプローチ1： 開発するものを減らす（共通化）

電子プラットフォーム（実装プラットフォーム）
の標準化・高機能化

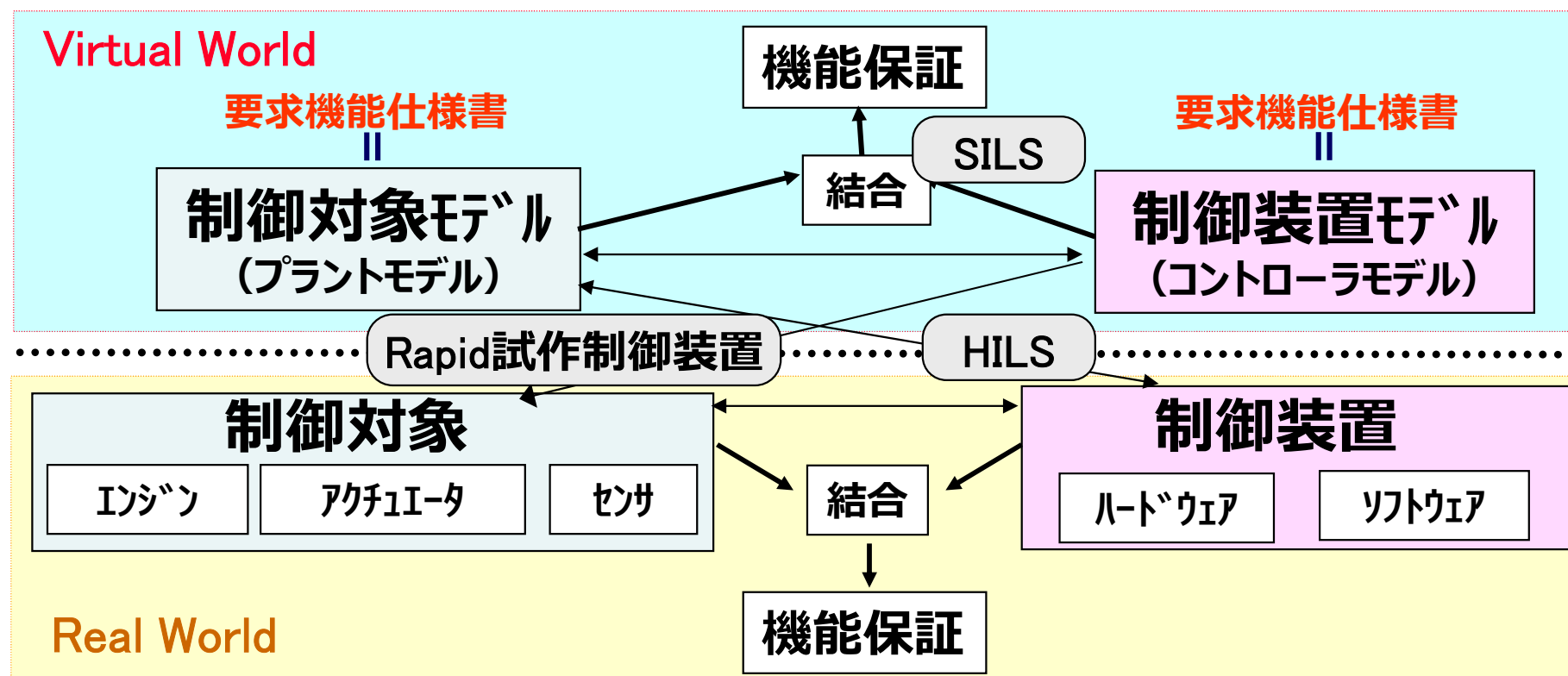
対策アプローチ2： 開発作業を楽にする（抽象化・自動化）

開発プラットフォーム高度化・標準化
「モデルベース開発手法」

1-3. 制御系モデルベース開発手法とは

モデルベース開発手法 (Model Based Development) (略称：MBD)

複雑化・高度化した現代の自動車制御システム開発に於て、
MATLAB/Simulink等のツール活用によって、
制御装置と制御対象の機能をモデル化し、
それらを実行可能な仕様書として用いることで、
製品ライフサイクル全般に渡った品質向上と開発効率向上を目指した開発手法

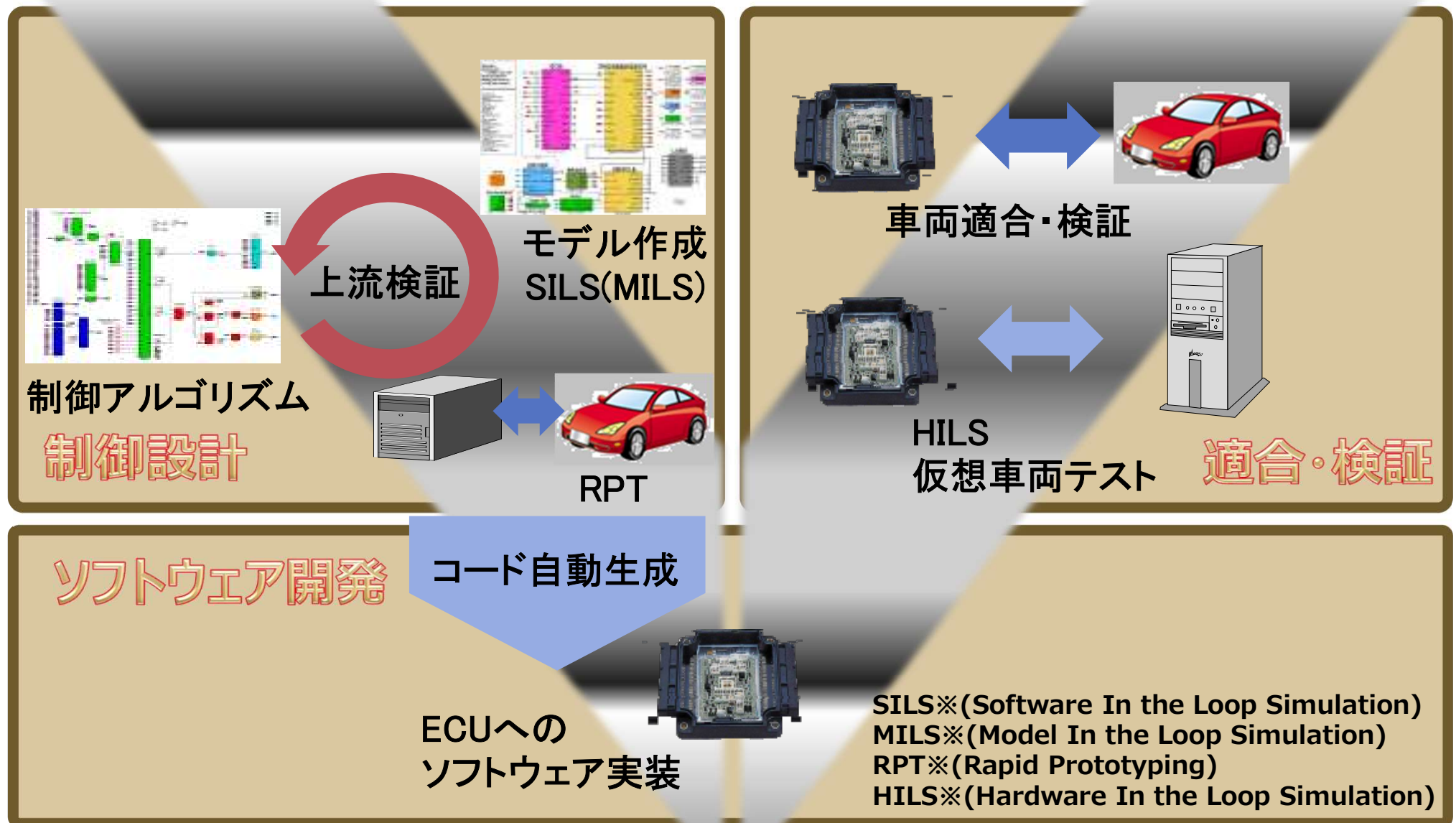


出展：JMAAB資料

※ SILS :Software-in-the-loop Simulator、 HILS : Hardware-in-the-loop Simulator

1-4. モデルベース開発手法の特徴

制御モデルをベースとした一貫生産方式によるソフト開発効率および品質の向上





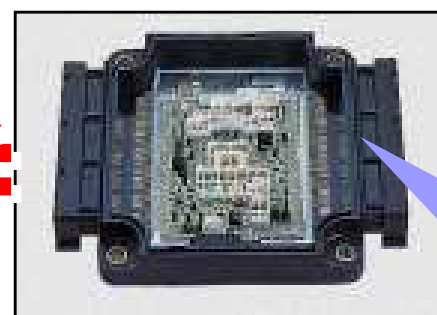
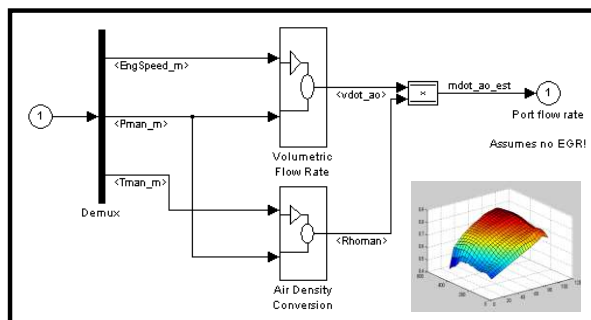
2. MBD応用事例：仮想ECUによるソフトウェア回帰テスト

2-1. MBDの拡張：仮想ECU

従来のモデルベース開発手法(MBD)に欠けているもの

- (1) ターゲットECU上のマイコンモデルが無い
- (2) ラピッドプロトタイプコントローラと最終製品は異なる
- (3) OS、デバイスドライバ(BIOS)の挙動は？
- (4) マルチコア時代の制御ソフトのあるべき姿は？
- (5) 実機(HILS)では、検証条件に制約(組合せ・タイミング・障害モードなど)
(マイコンモデル利用により、機能安全の観点で、さらに緻密な検証が可能)
- (6) (新規開発の)マイコンハード・基盤ソフトを含めた電子システム全体の評価を、
実開発前に事前評価できないか？
- (7) 実機(HILS)では、検証環境準備に制約(員数、場所、レパートリ、他)
(仮想化とクラウド化を組み合わせれば、並列処理による検証工程短縮が可能)

制御モデル
(MATLAB)

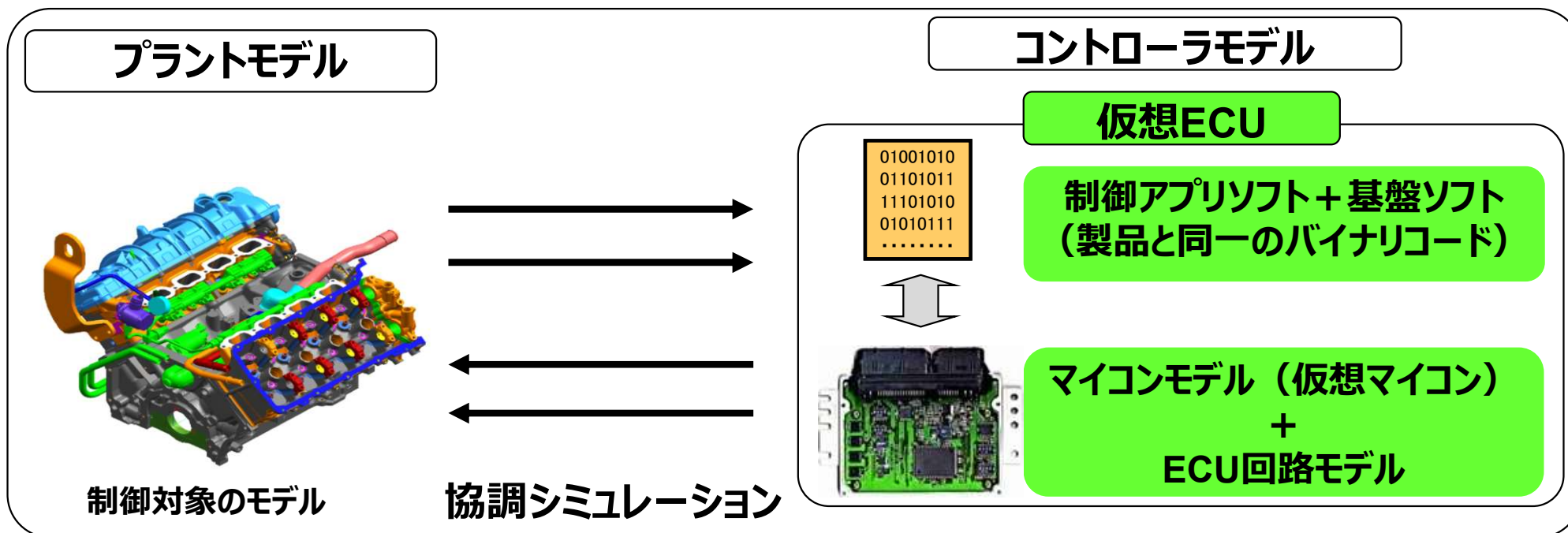


コントローラ/ECU
(Real-time system)

RT-OS, task switch,
interrupt, preemption,
hardware acc., etc.

マイコンモデルのMBDへの導入と設計・解析手法が有効

2-2. 仮想ECUとは



仮想ECUの応用

- システム・制御： 電子制御システムの実装性評価（演算負荷、実装コスト）、FMEA検証
- ソフトウェア： 機能検証、回帰テスト、CPU負荷率評価、OS・ミドルソフト性能評価、網羅的タイミング検証（割込など）、HILS代用
- ハードウェア： マイコン設計（含選定）、ECU設計、ASIC開発
- ネットワーク： 通信障害、ネットワーク遅延、分散制御

自動車用機能安全規格ISO26262でも仮想ECUの適宜活用を推奨

- ・ソフトウェアのテスト環境にプロセッサエミュレータを用いてもよい
- ・ハードウェアへのフォールト注入テストはモデルベースでもよい

今後活用拡大が
期待される技術

2-3. 応用例：仮想HILS（バーチャルHILS/vHILS）

既存手法

HILS（Hardware-in-the-loop Simulator）

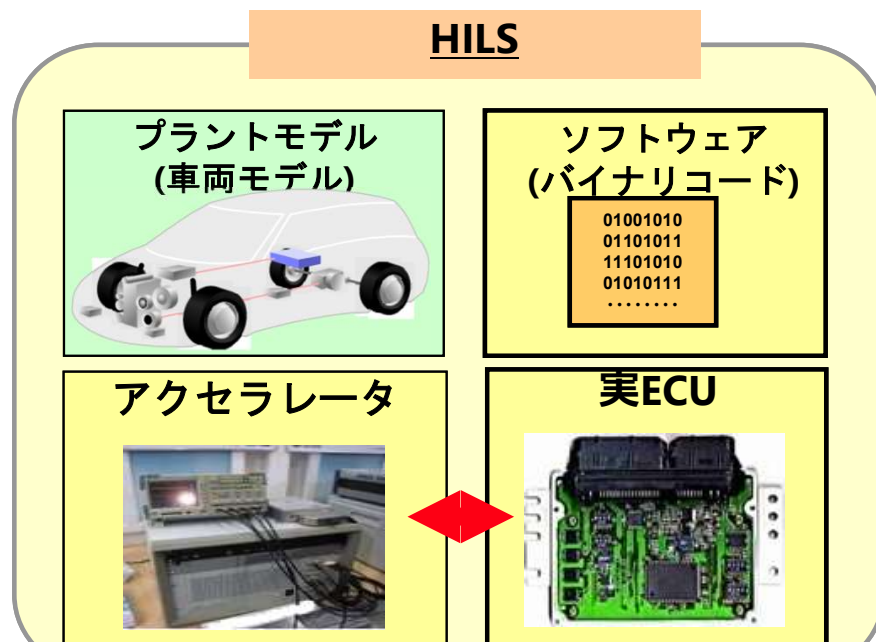
■構成： 実ECU+プラントモデル

■特長

- －製品と同一のバイナリコードを動作検証
- －実機ベースのソフトウェア検証

■用途： ターゲット環境に近いソフトウェア
検証環境 ⇒ 日常フル稼働

■短所：コスト、場所、ターゲット環境切替、
再現性、観測性など



新手法

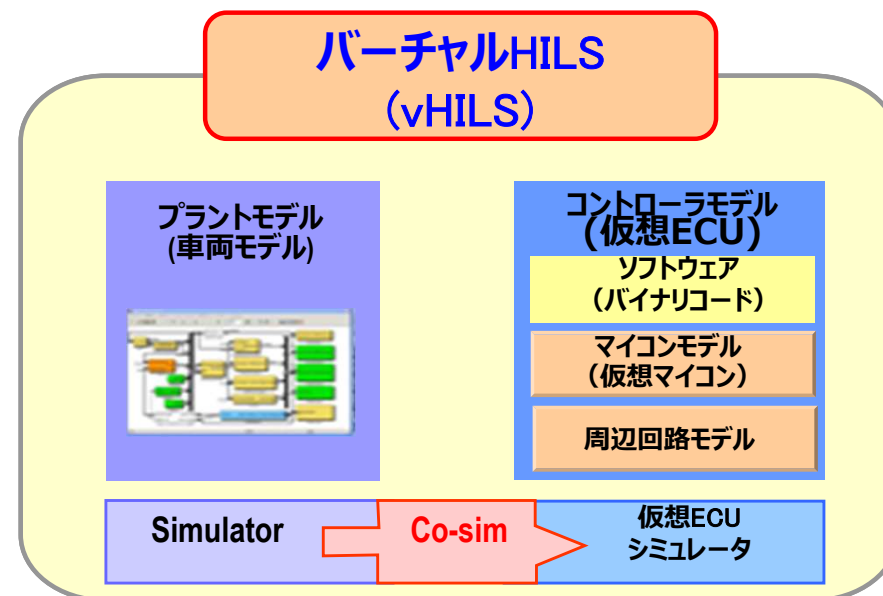
バーチャルHILS（vHILS）

■構成： 仮想ECU+プラントモデル

■特長

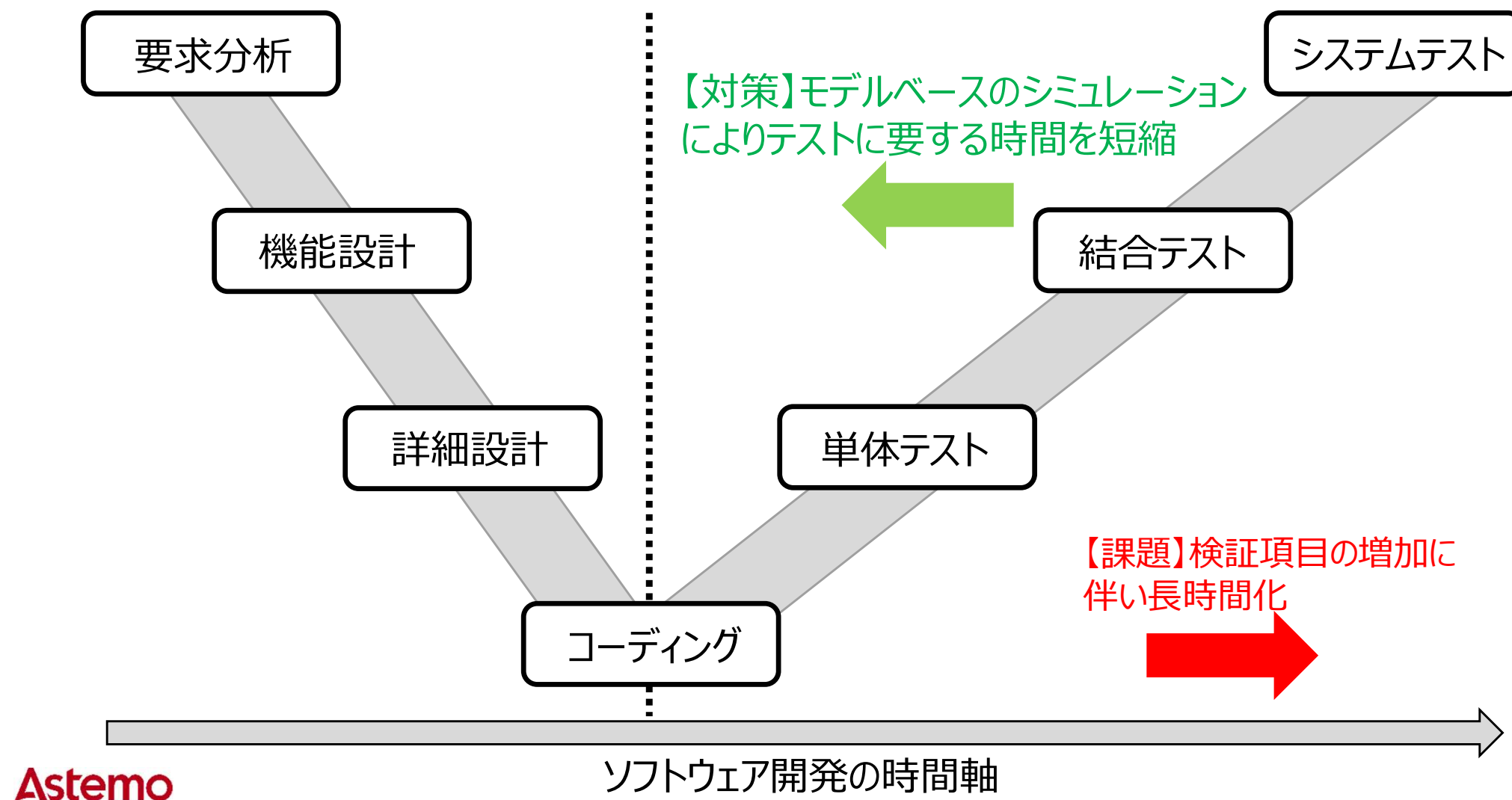
- －製品と同一のバイナリコードを動作検証
- －実機ベースと**ほぼ等価**なソフトウェア検証
- －**実機レスのためクラウド上での並列実行可**
- －**場所、ターゲット環境切替、再現性、観測性**
といった実機(HILS)の短所は解決

■用途： ターゲット環境に近いソフトウェア
検証環境 ⇒ HILSの補完利用



2-4. めざすべき目標イメージ

複雑な機能の検証に加えて安全性など、検証項目が増大 = V字プロセスの右側の期間増加
右側の検証工程に要する時間を短縮するためにシミュレーションを活用

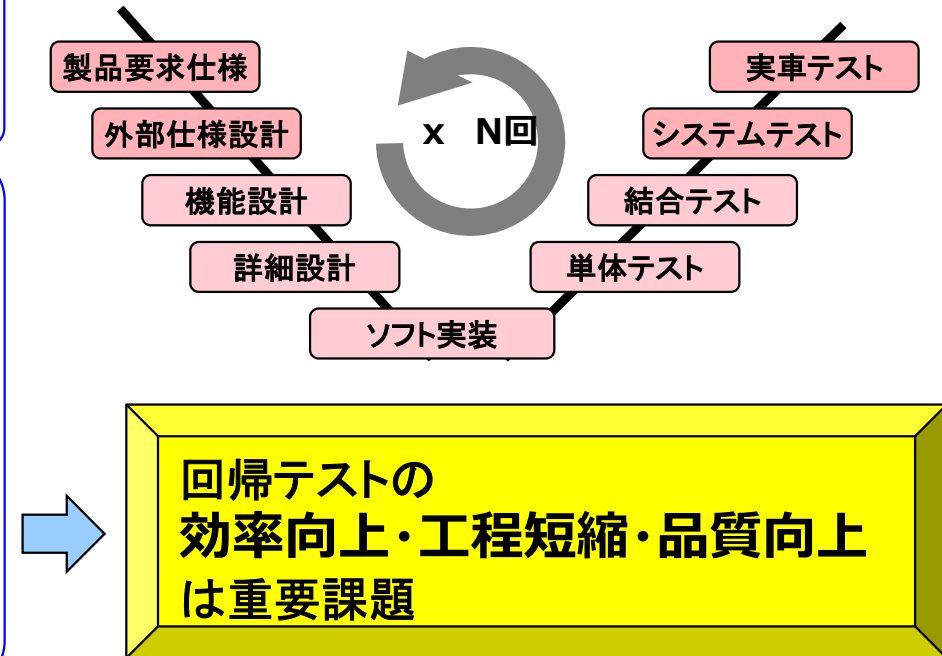


2-5. 試行例: ECUソフトウェアの回帰テスト

◆回帰テスト(Regression Test)とは？
ソフト改造時に不具合が残存していないか最終的に再検証する。

◆回帰テストが必要となるケース

- ① 同一プロジェクト内
MBD手法により、上流での設計品質は向上
それでも、下流での仕様変更は発生
例：ぎりぎりまで性能（乗り心地）追及
- ② 派生開発
車種展開、機能追加、マイコン変更、
コンパイラ変更など多様な派生開発が発生



ISO26262 Part8

9 Verification

9.4 Requirements and recommendation

9.4.1.1 The verification planning shall be carried out for each phase and subphase of the safety lifecycle

and shall address the following:

g) the regression strategy.

NOTE A regression strategy specifies how verification is repeated after changes have been made to the item or element. Verification can be repeated fully or partially and can include other items or elements that might affect the results of the verification.

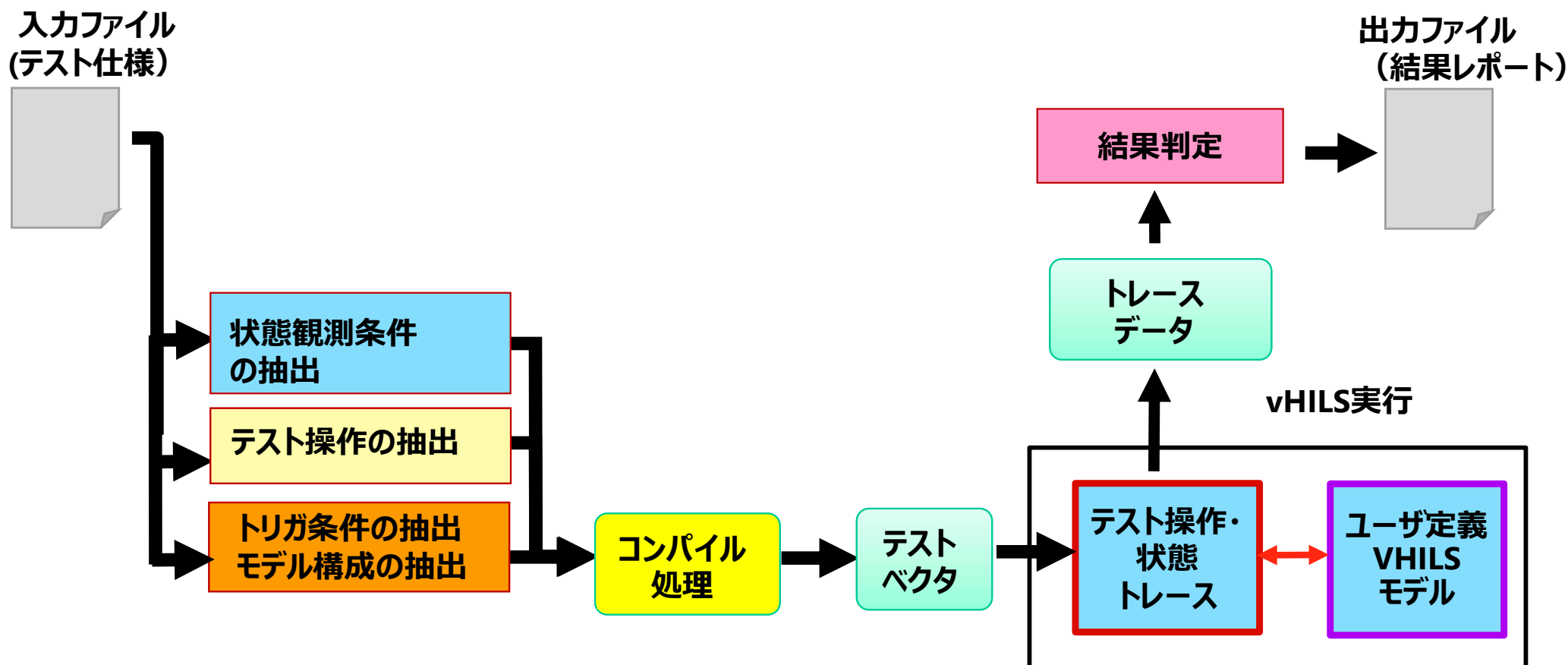
機能安全規格ISO26262でも、回帰テスト戦略を策定するよう規定

2-6. 試行例: ECUソフトウェアの回帰テスト

ECUソフトウェア自動検証用システムをクラウド環境上に構築

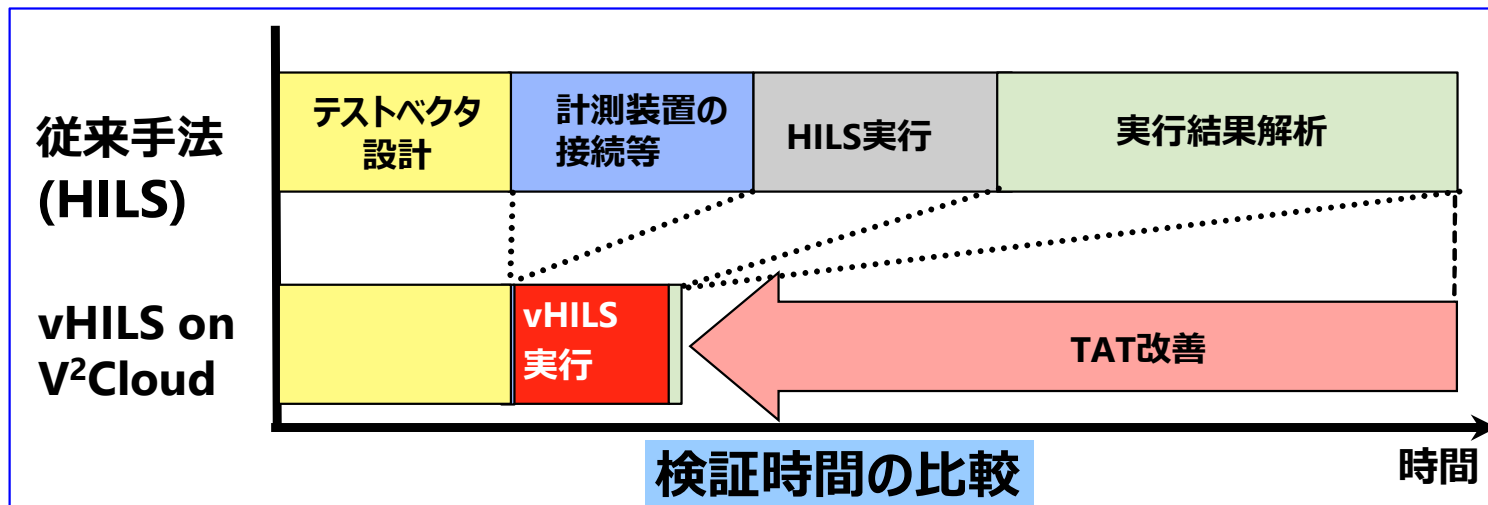
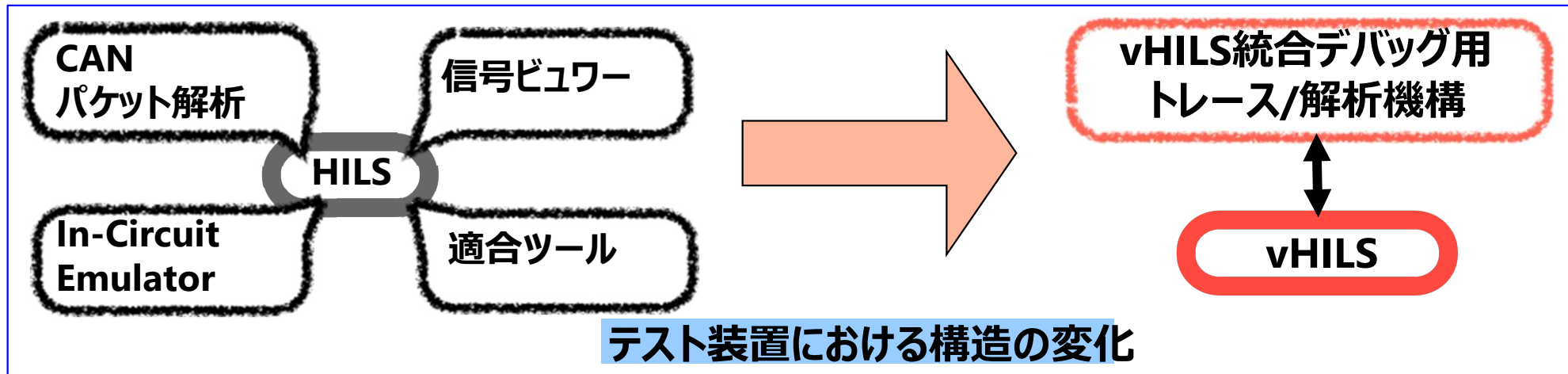
■ECUソフトウェア自動検証プラットフォームの特徴

- ・複数シミュレータに対する入出力の定型化・自動化が可能
- ・時間依存関係を含むテスト項目の記述が可能



2-7. 試行例：ECUソフトウェアの回帰テスト

- 効果： テスト時間改善（試行例：1/20～1/400へ削減）
 - 計測装置接続及び実行結果解析に対する自動化の効果大



回帰テストの
・効率向上
・工程短縮
・品質向上
が可能

備考：本報告は、ある特定のケースでの評価結果であり、一般的な効果を保証するものではありません。



3. 国内協調活動への取り組み： JMAAB

3-1. MBD国内協調活動: JMAAB

➤ JMAAB (Japan MBD※ Automotive Advisory Board) とは

国内の自動車メーカーと自動車用制御装置サプライヤーの
MATLAB®ユーザー会でMBD推進活動を実施する。

※MBD = Model Based Development

➤ 活動目的

- ✓ モデルベース開発の推進、MBDプロセスの早期実現（普及）
- ✓ MATLAB®/Simulink®ベースでの設計・開発環境の発展
- ✓ 自動車メーカーとサプライヤーの境界を越えた効率的な開発環境の実現

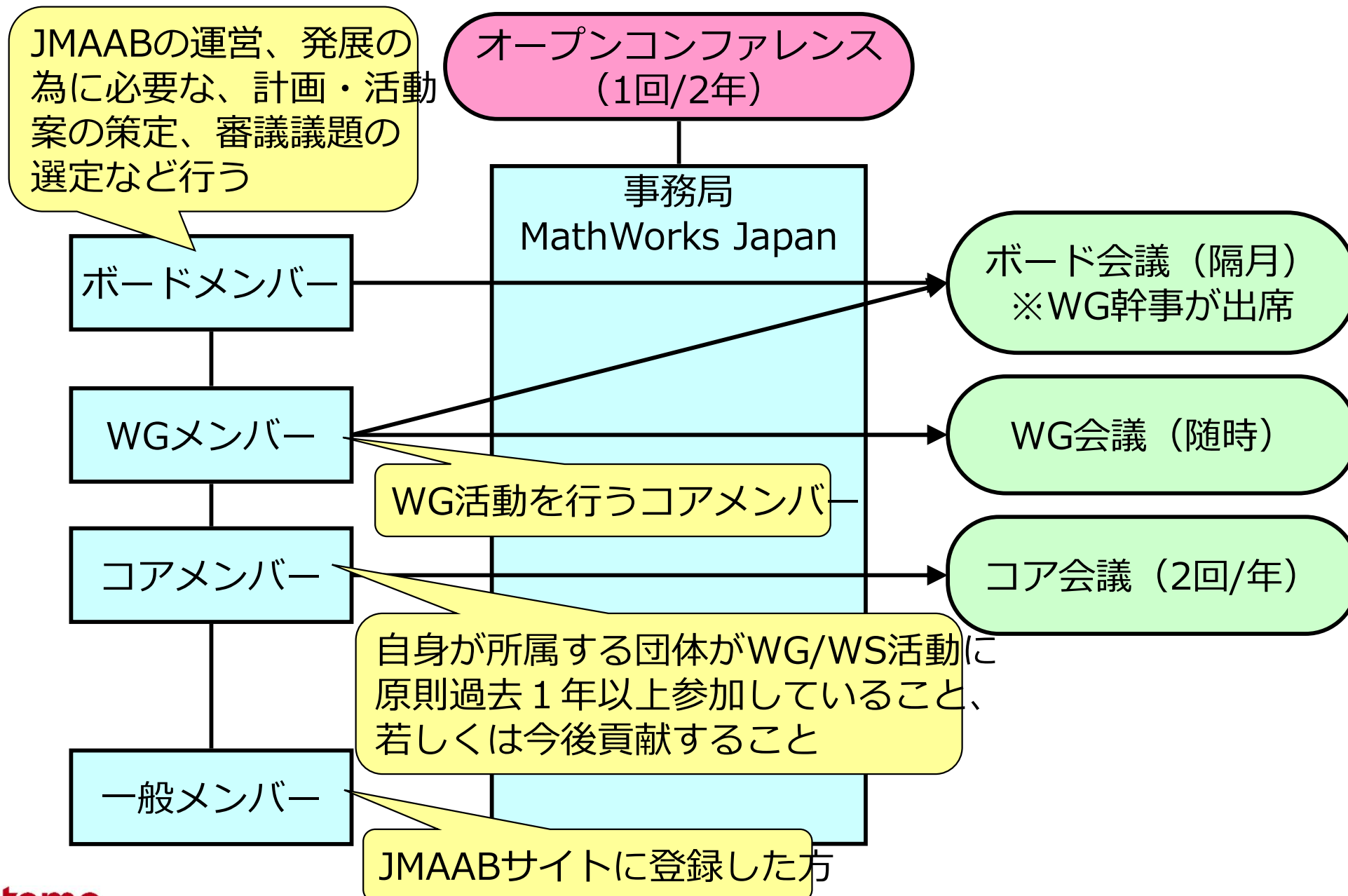
➤ 活動のスローガン

- ✓ 開発環境構築は協調し、競争は製品で！
- ✓ 優れた環境でレベルの高い競争をしよう！

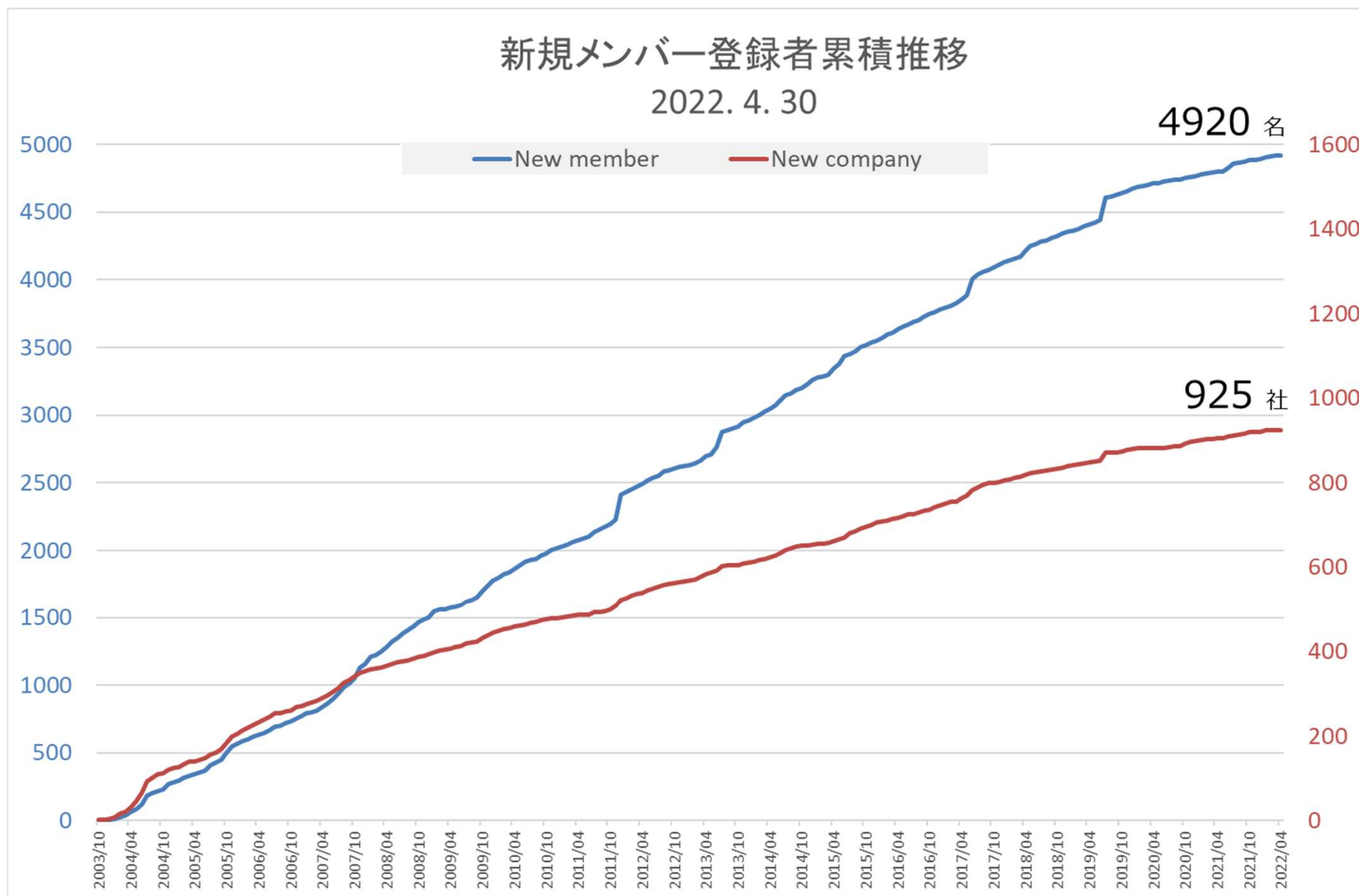
3-2. JMAABの活動内容

- JMAABの目的実践のため以下のポリシーで各種テーマ毎に
ワーキンググループ（以下WGと称する）を編成し活動
 - ✓ 各社それぞれが、やりたいテーマを提案できる。
 - ✓ 各社それぞれが、やりたいテーマの活動に参画できる。
 - ✓ 実務担当者を交え専門的なテーマをより効率的に議論できる。
 - ✓ OEMとサプライヤ間のインターフェースの標準化が行える。
- WG成果の公開
 - ✓ WGで公開可否（要否）を審議し公開可のものは公開する。
 - ✓ ただし、公開された成果物の取扱いには、著作権など注意事項がある。
- オープンコンファレンスの企画
 - ✓ 一般に向けてWG活動内容を紹介する。
 - ✓ メンバー各社のMBD事例紹介もある。

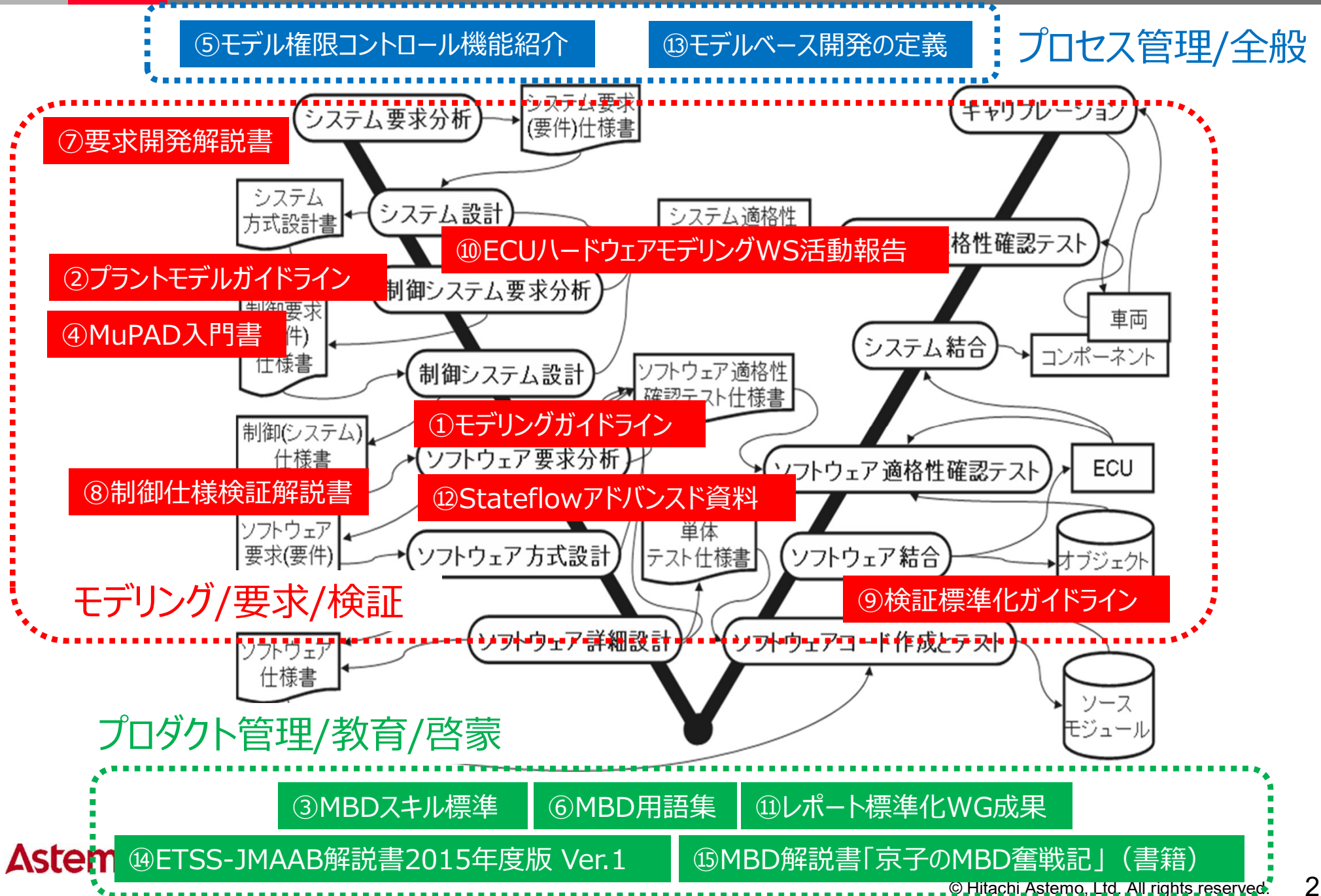
3-3. JMAABの組織構成と会議体



3-4. 一般メンバー登録数の推移



3-5. ワーキング活動の成果物



3-6. これからのJMAAB活動

- JMAABのメンバー加入は、一般/コアとも引き続き増加中。
 - ✓ コアメンバー企業数は現在30社。
 - ✓ コアメンバー各社からの参加者の世代交代も進行中。
- 各活動も引き続き多くのコアメンバー参加を得て進捗。
 - ✓ モデリングをはじめMBD基盤技術テーマの活動深化 →より深く
 - ✓ MBDセミナーや書籍といった活発な教育/啓蒙活動 →より広く
 - ✓ WSで新しい領域へトライアル/チャレンジ →より先へ



加速するMBD ~より深く・より広く・より先へ~



4. まとめ

これからのモノづくりの姿

開発スピードの加速が必須



実物(実機)ベースの開発からシミュレーションベースへ



上流工程からシミュレーションを活用できるMBDが有効

Withコロナ/Afterコロナの時代では、MBDによる開発の重要性はより一層高まると予想される

- * 弊社におけるソフトウェア開発の課題とモデルベース開発手法導入の経緯について紹介
- * MBD応用事例として仮想ECUのシミュレーションによるソフトウェアテストを紹介
- * MBD普及推進に向けた国内協調活動(JMAAB)を紹介
- * “CASE”の動向に伴い、自動車に搭載されるソフトウェアの規模は今後さらに増大するため、より一層の開発スピードの向上が必要になると予想

ご清聴ありがとうございました

HITACHI
Inspire the Next