

# ゼロから始めたモデルベース開発

2024/05/30

矢崎部品(株)

EI開発設計センター

HMIソフトウェア開発部

日高 孝浩

# 目次

## 1 会社紹介

## 2 MBD導入の目的

## 3 MBD導入の成果

## 4 MBD導入活動の記録

- 活動年表
- 2軸の表

## 5 MBD導入活動：遂行能力の獲得

- プロセス
- ツール

## 6 MBD導入活動：標準化

- オリジナル 教育
- 自動化
- プロセスフロー・ワークフロー

## 7 まとめ

# 1. 会社紹介

## ◇矢崎グループ経営規模

2023年6月20日現在

**46**の国と地域 **141**法人

従業員**241,484**名



日本  
**45**法人  
従業員**17,873**名

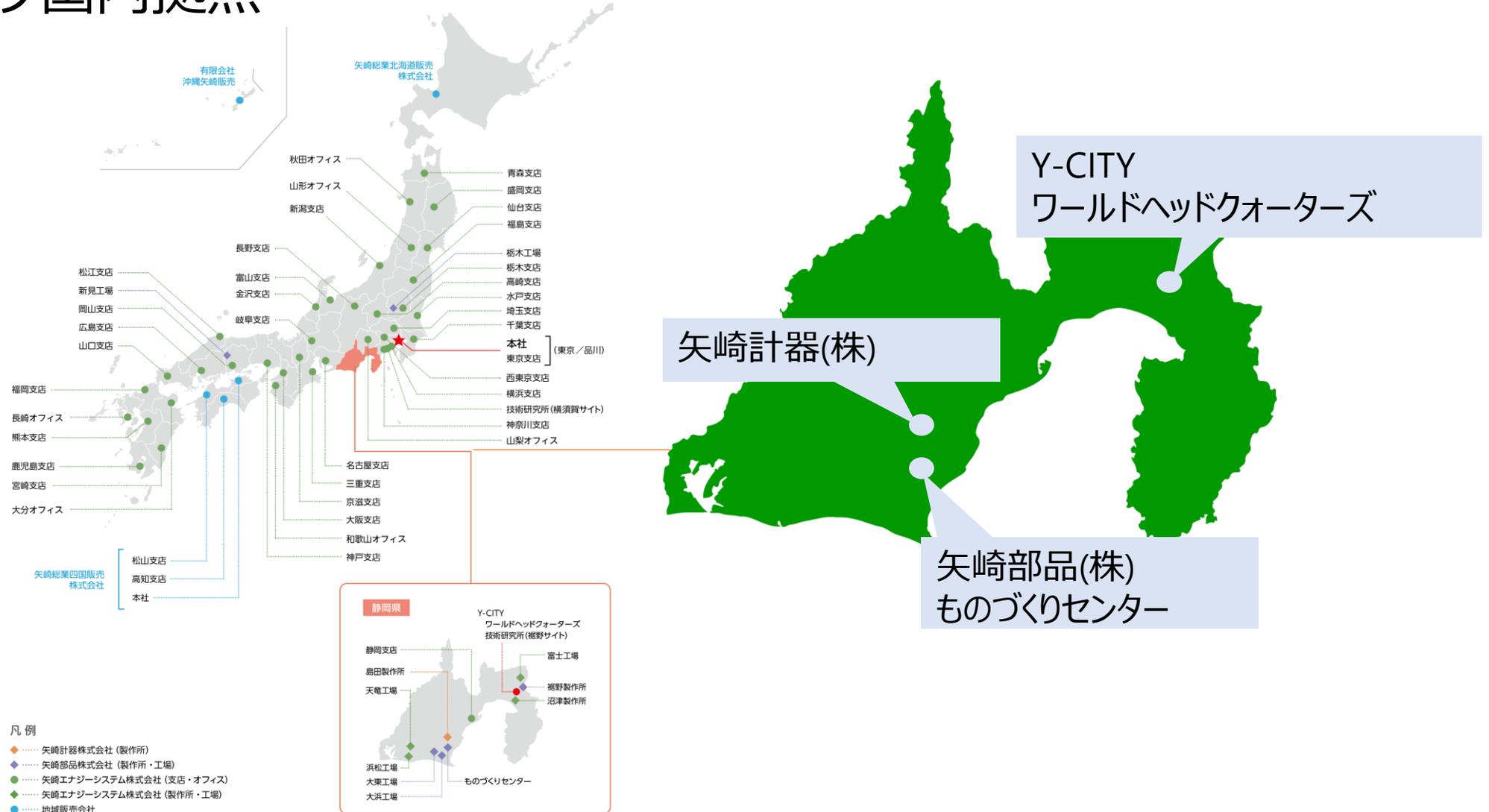
欧州・アフリカ  
**23**カ国**29**法人  
従業員**45,258**名

アジア  
**11**の国と地域**39**法人  
従業員**87,204**名

北・中・南米  
**11**カ国**28**法人  
従業員**91,149**名

# 1. 会社紹介

## ◇ 矢崎グループ国内拠点



# 1. 会社紹介

## ◇矢崎グループの製品:自動車機器事業

### ワイヤーハーネスを核としたEEDDS製品

\*EEDDS - Electrical/Electronic Distribution & Display System



大型ディスプレイメータ



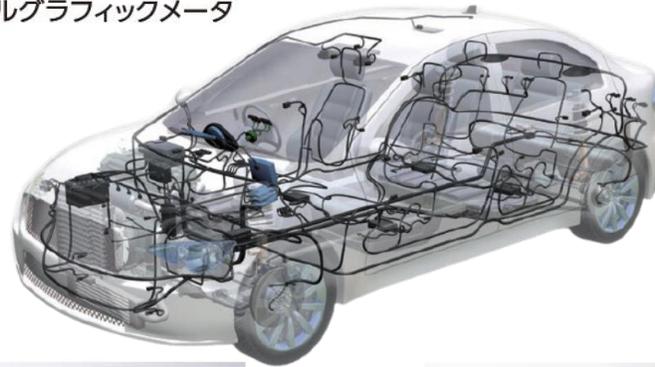
フルグラフィックメータ



アルミ平型配素材



高柔軟電線



セル電圧検知機能統合  
バッテリーバスバースモジュール



高電圧ジャンクションボックス



DC/DCコンバータ  
高電圧-12V



バックアップ電池  
制御ユニット

# 1. 会社紹介

## ◇矢崎グループの製品:生活環境機器事業

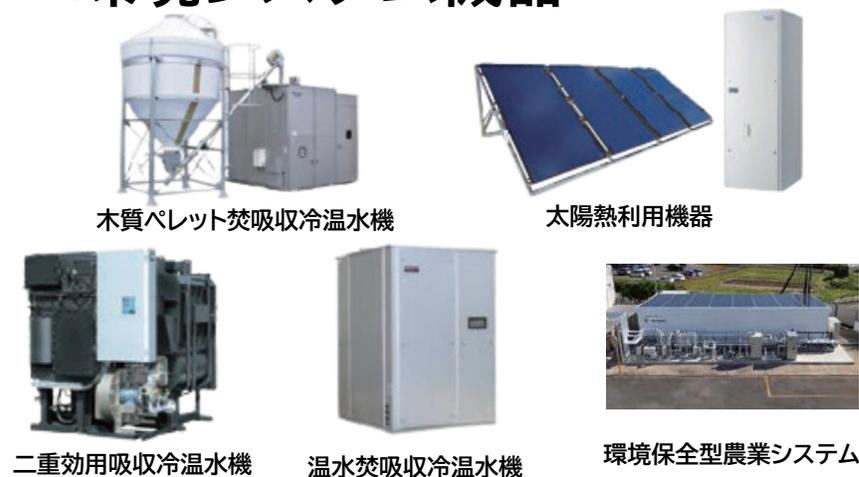
### 電線



### ガス機器



### 環境システム機器



### 計装機器



## 2. MBD導入の目的

### 3. MBD導入の成果

- マイコンリソース / 工数
- プロセスアセスメント結果

# 2. MBD導入の目的

## ◇量産開発へのMBD導入目的

### MBD導入検討時の背景

- AUTOSAR導入・機能安全の対応  
(車載ソフトウェアの共通ソフトウェアプラットフォーム)
- DisplayのTFT化・大型化  
(TFT size : 4inch⇒7inch⇒12.3inch)
- コード量の急激な増加  
(10万行⇒324万行⇒1200万行)



### 3つの目標

- 開発の効率化 :  
開発工数の30%削減 (対ハンドコーディングと比較)
- 開発の可視化(見える化) :  
品質の定量化・クライテリアの設定
- 安定した品質の確保 :  
Automotive SPICE Level3相当のプロセス

※Automotive SPICE : 車載ソフトウェア開発プロセスのフレームワーク

デジタル開発の恩恵なしでは達成しない！  
MATLAB<sup>®</sup>を開発環境として使いこなすしかない！！！！

# 3. MBD導入の成果

## ◇ Hand Code開発と比較したマイコンリソースと工数の達成状況

### Hand Code開発とモデル開発の比較

マイコンリソース		
比較対象	増減率	
ROM使用量	+8%	→
RAM使用量	+34%	→
Stack使用量	-70%	↓

手続き型の思考から、シグナル中心の思考へ変更

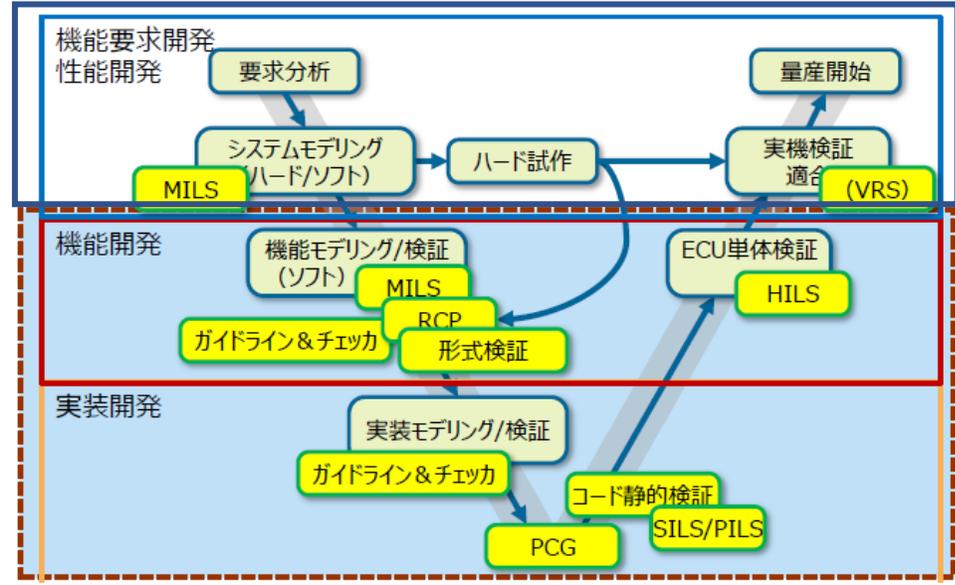
MBD導入前のRAM使用量は、40%台。  
MBD導入後でもRAMに余裕はあり影響はなし

工数		
比較対象	増減率	
仕様モデル	-50%	↓
実装モデル開発	-25%	↓

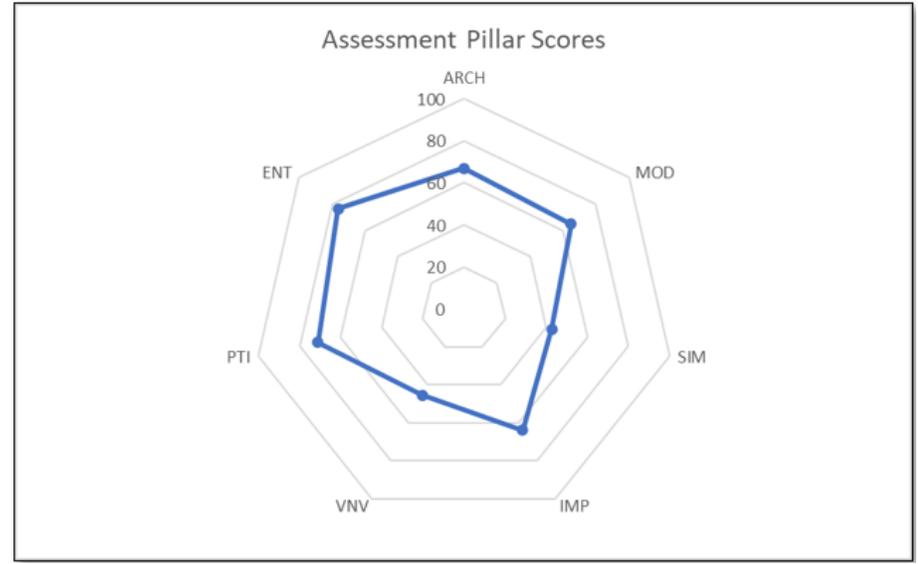
※対象プロジェクト数：20Project以上

# 3. MBD導入の成果

## ◇ プロセスアセスメントを受けモデル開発プロセスの確からしさを確認



アセスメントの対象領域：水色の部分【機能・実装開発】



機能要求開発・性能開発のSIM / VNVがスコア対象のため

### プロセスアセスメントレポート抜粋

- 貴部署のMBD開発プロセスは全体のバランスが良く大きな欠点は見られません。
- 各ピラーのスコアも80に迫るピラーがあり、低くても40下回らず、絶対値としても優秀といえます。
- 全員がMBDで開発業務を遂行するのが当然というほどに組織へ定着できています。

## 4. MBD導入活動の記録

- 活動年表
- 2軸の表

# 4. MBD導入活動の記録 ～活動年表～



# 4. MBD導入活動の記録 ～2軸の表～

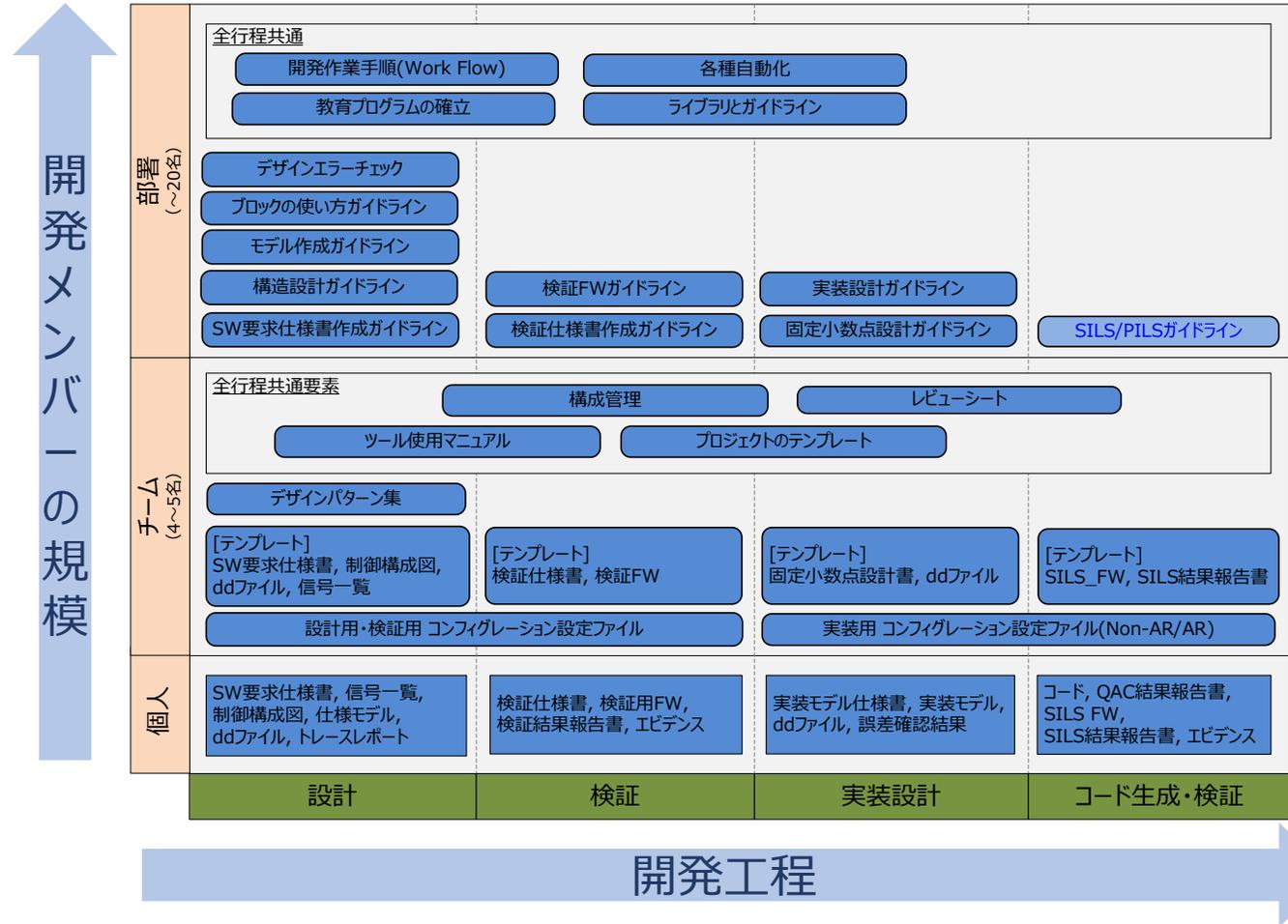
## ◇ 導入活動を進める指針とした成果物配置を表す2軸の表

Point1

導入活動の中で大切にしたもの・・・

品質を安定化させるためには・・・

- 各工程では何が必要か？
- 規模毎では何が必要か？
- どんな知識が必要か



横軸：開発工程 / 縦軸：開発規模 (MathWorks提供)

## 5. MBD導入活動 ～遂行能力の獲得～

- プロセス
- ツール教育

# 5. MBD導入活動 ～業務遂行能力の獲得～

## ◇導入活動の第1段階での実施事項



**第1段階**

個人のMBD遂行能力整備(教育：2 / プロセス：1)

# 5. MBD導入活動 ～業務遂行能力の獲得：プロセス～

## ◇MBD開発における開発工程表の作成

量産開発でのMBD活用：  
3つの導入目的

- 開発効率化
- 開発可視化(見える化)
- ASPICE Level3**

一番初めに着手

モデル開発プロセスの定義

MBD開発工程表の作成

導入活動の中で追加

人に依存しない  
モデルとは？

工程の定義：  
どんなことするの？

成果物の定量化：  
達成すべきものは？

	要求分析	構造設計	検証分析	設計	検証
工程の定義	優先の要求に基づき べき機能要求・詳細 作成するモジュール める。	工程の目的：開発者の意思統一			
実施内容	• 優先のQ&A(不明点の解消) • ソフトウェア要求仕様書の作成 • トレース作業 (⇒制約仕様書) • レビュー実施	• 制約構成図の作成 • レビュー実施	• 検証項目の作成 • テストシナリオの作成 • トレース作業 (⇒要求分析) • レビュー実施	• モデル作成 • モデルのデザインチェック • トレース作業 • (⇒ソフトウェア要求仕様書) • レビュー実施	• 検証用フレームワークの作成 • 検証の実施 • トレース作業 • (⇒検証仕様書) • レビュー実施
入力情報	• 制約仕様書 • 図紙図	• ソフトウェア要求仕様書	• ソフトウェア要求仕様書 • 状態遷移図(状態遷移表(要求)) • タイミングチャート	• ソフトウェア要求仕様書 • テータ検証仕様モデル用 • I/F仕様書	• 検証仕様書(単位/結合)
成果物	• ソフトウェア要求 • レビューシート				
補助成果物	• タイミングチャート • 状態遷移図(状態遷移表(要求))				
成果物の定量化	要求のトレース100% • 制約仕様書 • ソフトウェア要求仕様書 • Q&A • レビュー実施率100% • 修正対応件数/指摘 チェックリストの実 ガイドラインから	レビュー指摘対応100% • 修正対応件数/指摘件数 ガイドラインからの逸脱ゼロ	要求のトレース100% • ソフトウェア要求仕様書 • 検証仕様書 レビュー指摘対応100% • 修正対応件数/指摘件数	要求のトレース100% • ソフトウェア要求仕様書 • モデル デザインチェック結果 (⇒ソフトウェア要求仕様書)	要求のトレース100% • 検証仕様書 • 検証用フレームワーク 期待値検証結果：100%OK (⇒ソフトウェア要求仕様書) % OK 数

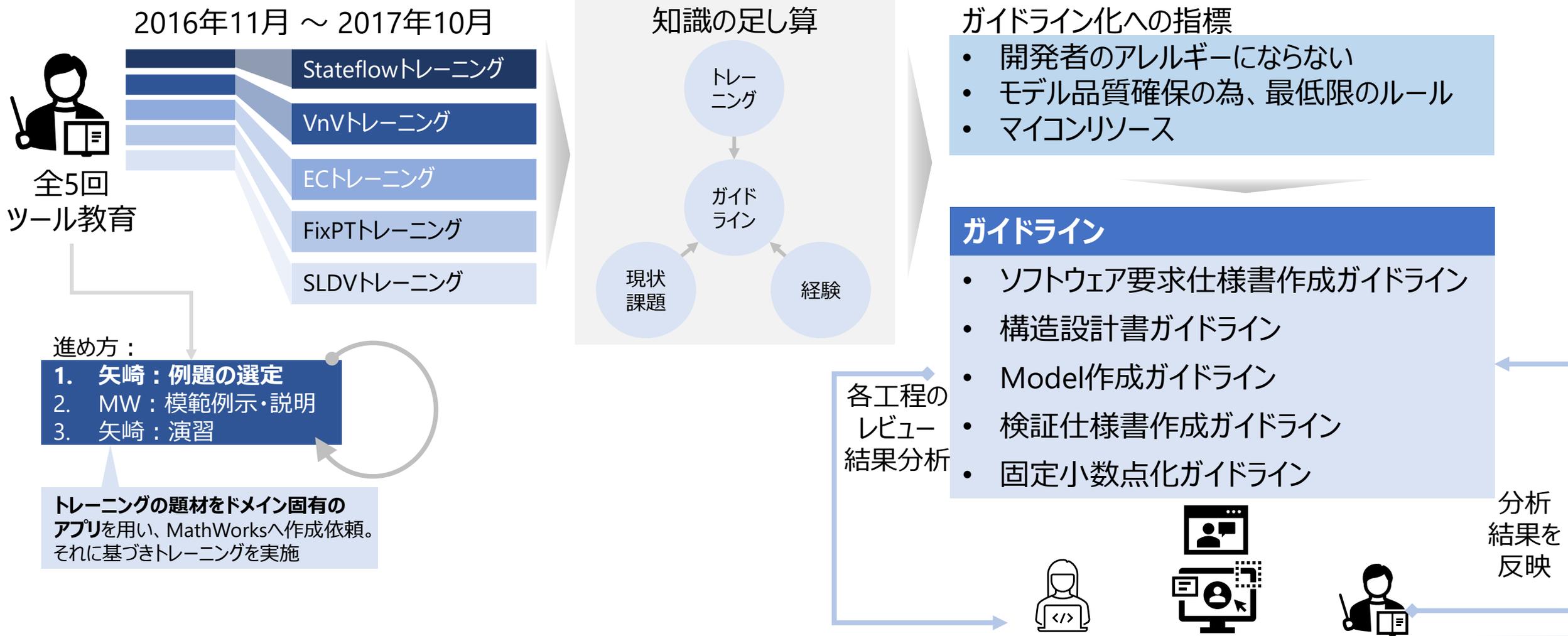
Point 2  
開発プロセスの再定義 ≠ 置き換え

定量化された成果物のクワイテリア

開発工程

# 5. MBD導入活動 ～業務遂行能力の獲得：ツール教育～

## ◇導入活動 ツール教育



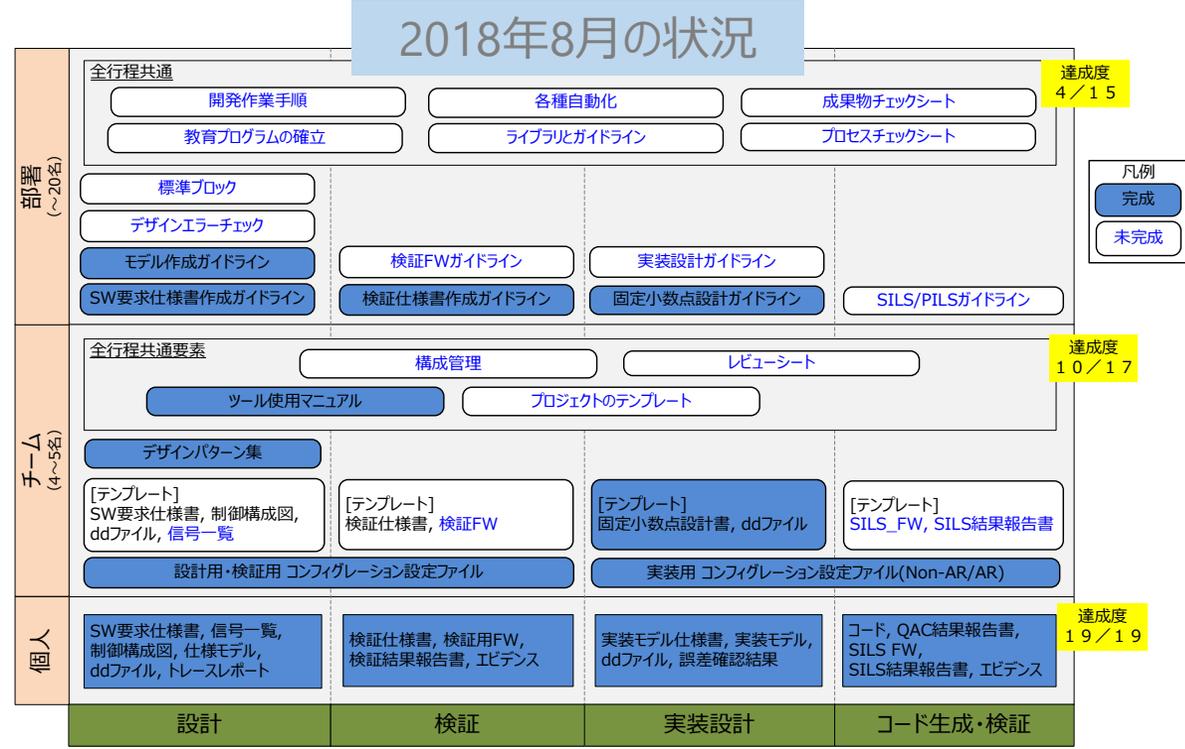
# 5. MBD導入活動 ～業務遂行能力の獲得：まとめ～

## ◇導入活動 第1段階：2016年～2018年の活動結果

個人でMBDを実施できる状況を達成！！！！

教育：MATLAB Simulinkのツール教育 / ガイドライン作成

プロセス：MBD開発工程表作成(開発工程の再定義)

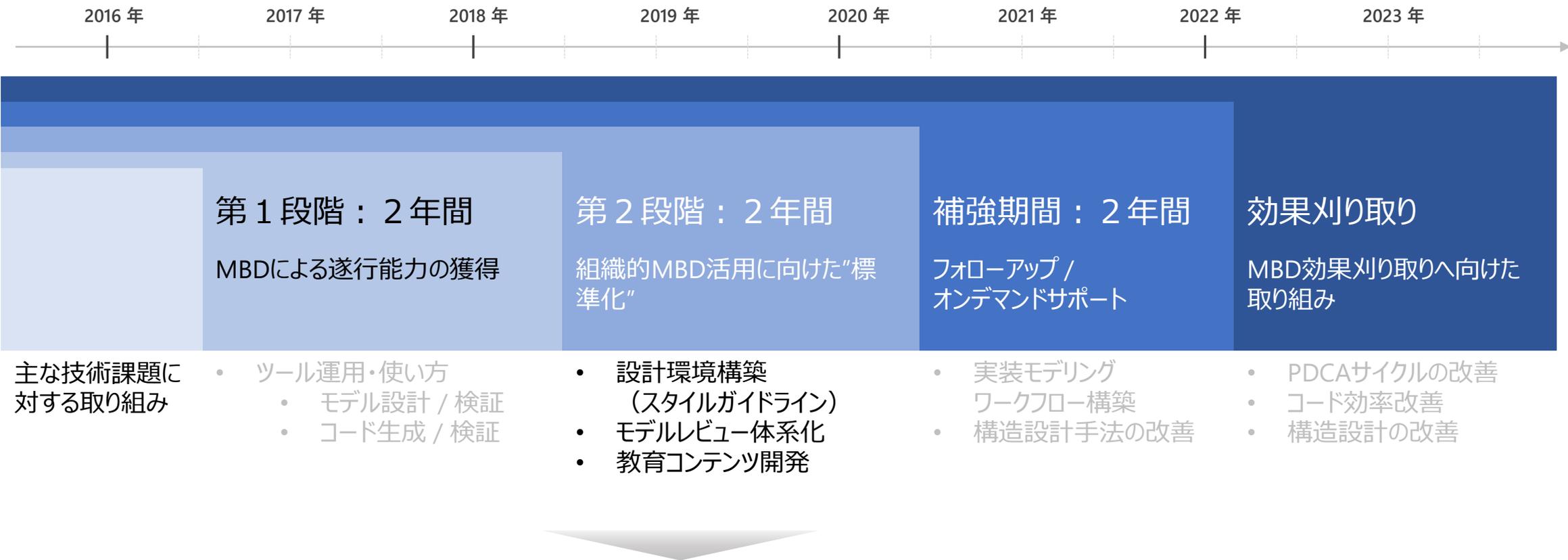


## 6. MBD導入活動 ～標準化～

- オリジナル教育
- 自動化の整備
- プロセスフロー ワークフロー

# 6. MBD導入活動 ～標準化～

## ◇導入活動 第2段階 2018年～2020年



**第2段階**  
 集団のMBD遂行力整備【標準化】(教育：1 / 自動化：1 / プロセス：1)

# 6. MBD導入活動 ～標準化：整備状況～

## ◇導入活動 第2段階：突然のメンバー増加

### MBD開発整備状況

※：2019年3月の状況

部署 (~20名)	全行程共通				達成度 6/16
	開発作業手順	各種自動化	成果物チェックシート	教育プログラムの確立	
チーム (4~5名)	デザインエラーチェック				達成度 16/17
	ブロックの使い方ガイドライン				
	モデル作成ガイドライン				
	構造設計ガイドライン	検証FWガイドライン	実装設計ガイドライン		
	SW要求仕様書作成ガイドライン	検証仕様書作成ガイドライン	固定小数点設計ガイドライン	SILS/PILSガイドライン	
個人	全行程共通要素				達成度 19/19
		構成管理	レビューシート		
		ツール使用マニュアル	プロジェクトのテンプレート		
	デザインパターン集				
	[テンプレート] SW要求仕様書, 制御構成図, ddファイル, 信号一覧	[テンプレート] 検証仕様書, 検証FW	[テンプレート] 固定小数点設計書, ddファイル	[テンプレート] SILS_FW, SILS結果報告書	
	設計用・検証用 コンフィグレーション設定ファイル	実装用 コンフィグレーション設定ファイル(Non-AR/AR)			
	SW要求仕様書, 信号一覧, 制御構成図, 仕様モデル, ddファイル, トレースレポート	検証仕様書, 検証用FW, 検証結果報告書, エビデンス	実装モデル仕様書, 実装モデル, ddファイル, 誤差確認結果	コード, QAC結果報告書, SILS_FW, SILS結果報告書, エビデンス	
	設計	検証	実装設計	コード生成・検証	

### 未完成のまま人数増加

- 教育プログラムの確立
- 各種自動化
- ライブラリとガイドライン
- 成果物チェックシート

早急に教育プログラムの作成に着手

# 6. MBD導入活動 ～標準化：オリジナル 教育～

## ◇導入活動 第2段階：教育

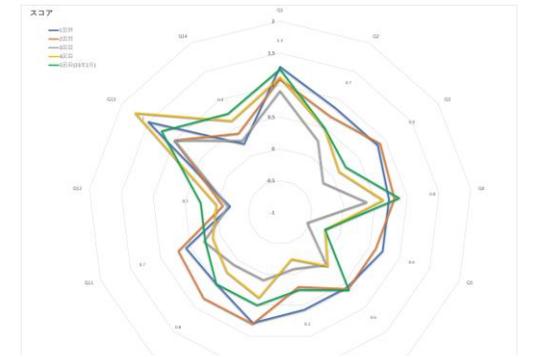
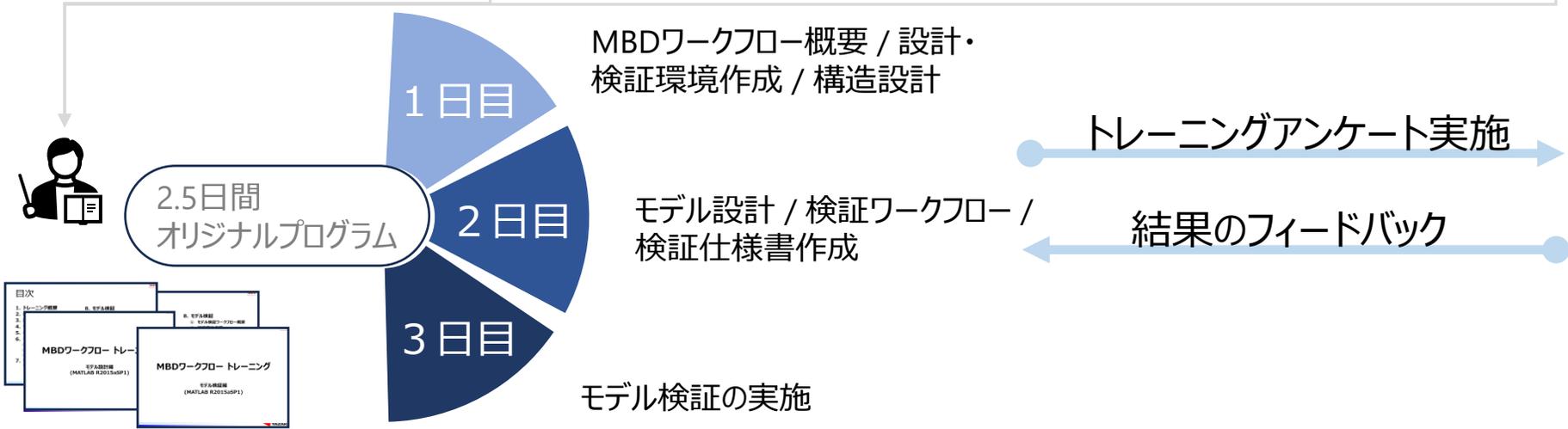
MBD開発ワークフローオリジナル教育プログラムの開発着手

### 短期即戦力の育成

- 開発者になじみのあるもの = ドメイン固有の機能
- 開発者の苦手なことに重点(構造設計 / 検証)
- ワークフローの体験(MBDの体験)

### オリジナルプログラム作成の理由

- 一般のトレーニング：  
物理現象を題材 ≠ ドメインではあまり用いない。
- 短期即戦力育成：  
実戦で即役立つ情報のみに集中。
- 開発のイメージを持たせる。



過去6回のトレーニングアンケート

# 6. MBD導入活動 ～標準化：自動化～

## ◇導入活動 第2段階：自動化の整備

開発メンバーが増え、開発工数が減少しない・・・。

### 各工程の分析実施

#### レビュー時間の増加

- モデルの確認時間
- 評価書の記載間違い
- 必要ドキュメントの未着手
- トレースの付け忘れ
- トレースIDの過ち

### 自動化

- オリジナルモデルルール対応モデルチェッカー
- モデル情報ドキュメントの作成
- 評価結果書の作成
- トレース

### ガイドライン化

- ソフトウェア要求仕様書の改定(ID付与のルール)

### ワークフロー

- 工程と自動化ツールの紐づけ

### パッケージ化

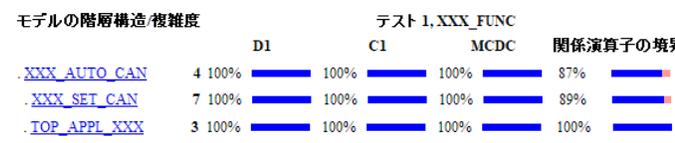
- 開発環境のパッケージ化(Simulink projectの利用)

### 定量化した数字の可視化

トレース網羅率

トレース元 名称	網羅率		網羅率	トレース先 名称
制御仕様書	56%	-----	100%	ソフト要求仕様書
ソフト要求仕様書	100%	-----	100%	検証仕様書
ソフト要求仕様書	100%	-----	100%	モデル
検証仕様書	100%	-----	100%	モデル
検証仕様書	100%	-----	100%	MILS

### 要求網羅率



### テスト網羅率

# 6. MBD導入活動 ～標準化：自動化～

## ◇自動化導入の条件

**1番目の条件**  
開発者の人数が多くなった時

**理由**

- 品質ばらつき防止(個人による差)
- 少しの時間で効果が出しやすい

**2番目の条件**  
便利な自動化でないこと

**理由**

- 自動化の開発費
- メンテナンス費用
- 自動化の為の教育

**3番目の条件**  
開発フローに組み込めること

**理由**

- 開発者の手助けができる
- 開発工程のスキップ防止
- 開発者を開発に集中させる



**Point3**

- 開発者は、モデル開発に集中できる環境へ
- 人がやらないといけないこと(エンジニアリング)は人が、人がやる必要がないもの(単純作業)は自動化へ
- 自動化は開発者の困りごとのフィードバック

# 6. MBD導入活動 ～標準化：プロセスフロー・ワークフロー～

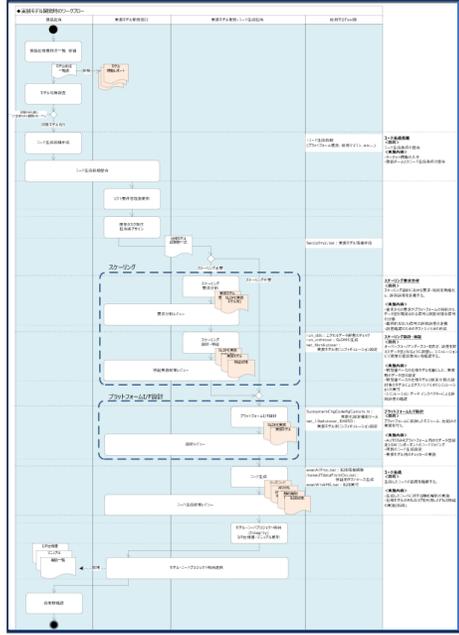
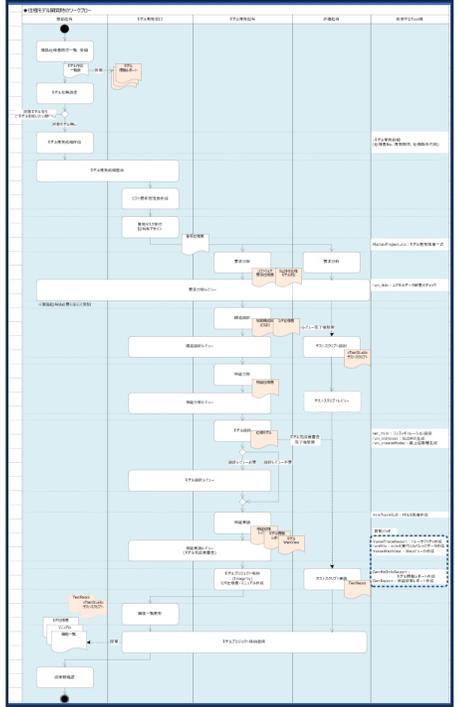
## ◇導入活動 第2段階：仕様・実装ワークフロー

仕様Model Work Flow

実装Model Work Flow

### 仕様モデルで品質を作りこむ

- 開発工程の順番入れ替え  
モデル作成 ⇔ 評価仕様書作成
- 結合評価の第三者作成
- ソフト要求仕様作成・レビュー



### 不具合を入れない

- 人の手を入れない
- CIツールによる夜間実行
- ツール利用の目的の記載
- MILSの結果利用

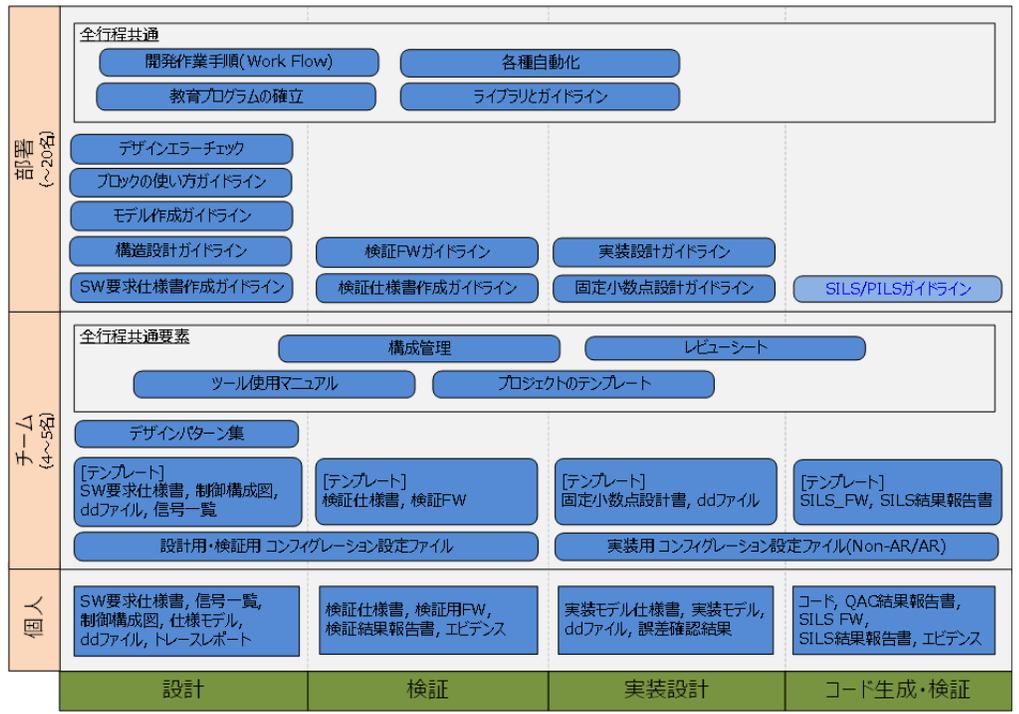
### 開発者が迷子にならないためのフロー

- 目的を見失わない
- 使い方を見失わない

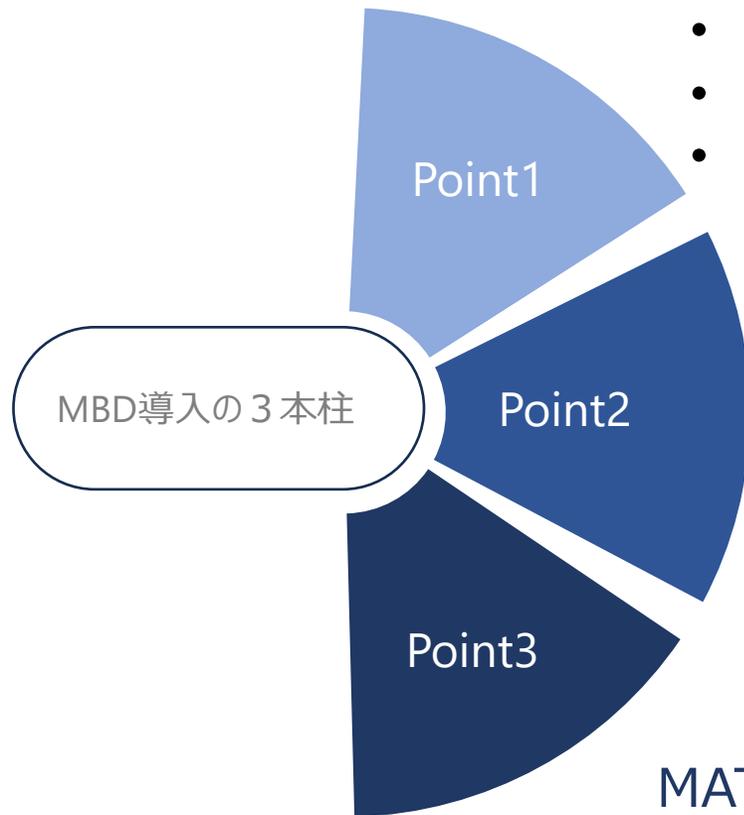
# 6. MBD導入活動 ～標準化：まとめ～

## ◇導入活動 第2段階 2018年～2020年 組織的なMBDの準備完了

**第2段階**  
 自動化・ワークフローの整備  
 MBDを大人数で開発しても品質を担保できる開発体制を獲得



# 7. まとめ



## 2軸の表

- 何年後に？
- 組織としてどうありたいのか？
- 量産開発での利用を考え品質を担保できる成果物を配置

## 開発プロセスの再定義

- プロセスの再構築（≠レガシー開発プロセスの置き換え）
- 品質確保手段の再定義（定量化）

## MATLABを最大限に利用したデジタル開発

- 開発者が開発に集中できる自動化（≠便利な自動化）
- 定量化（品質）

# 最後に・・・。

## 何手先を考えていますか？

モデルの適用範囲は？

- ターゲットのプロジェクトの規模は？
- 何をしたいのか？
- モデル開発をした時の生産性は？
- メンバーの人数は？

全部 or 部分的？

全部？

- 費用対効果は？
- 目的は？
- シミュレーションとして成立する？

部分的？

- 目的は達成できるのか？
- どのような領域を開発対象とするのか？
- システムとしての品質はどう考えるのか？

Plan

- 品質確保の方法
- 生産性の確認(期間含む)

Do

- 生産性確認のための工数記録(工程ごと)
- レビュー記録(指摘分類 / 工程ごと)
- 不具合件数(後工程)

Check

- 生産性確認
- レビュー記録の確認
- 不具合件数・原因の確認

Action

- 工程の見直し
- 自動化の検討・導入

定量化

報告

- 品質
- 生産性
- 問題点
- 拡大するための課題

デジタル開発の利点を生かし工程に収集する仕組みを作りこむ

ご清聴ありがとうございました