



# Model-Based Designを使いこなす! 製品開発プロセス全体の向上と変革

交通システム統括技術部  
次世代鉄道システム開発部  
高橋 昌秀、山口 瑛史  
2022.5.25



1. 当社の紹介
2. 鉄道信号製品
3. MBDの採用
4. MBDの活用
5. 製品開発プロセスの変革
6. まとめ

# 1. 当社の紹介

## 企業概要／企業データ

社名 日本信号株式会社（NIPPON SIGNAL CO., LTD.）

設立 1928年（昭和3年）12月27日

資本金 100億円

本社 東京都千代田区丸の内1丁目5番1号

事業所 久喜事業所、宇都宮事業所、上尾工場  
営業拠点 支社・支店・営業所 国内外19ヶ所  
グループ会社 国内外23社

従業員数 連結 約3000名、単体 約1300名



本社  
(新丸の内ビル)

### 日本信号グループ理念

～私たちの使命～

私たちは、「安全と信頼」の優れたテクノロジーを通じて、より安心、快適な社会の実現に貢献します。



久喜事業所

# 1. 当社の紹介

## 日本信号の事業紹介



### 鉄道信号事業



列車運行管理システム



東海道新幹線  
自動列車制御装置など  
1964年開業当時～

### AFC事業



自動改札機



昇降式ホームドア



# 1. 当社の紹介

## 日本信号の事業紹介



### スマートモビリティ事業



### スマートシティ事業



# 1. 当社の紹介

## 日本信号の事業紹介



### 国際事業



台湾高速鉄道(新幹線)



中国・北京地下鉄15号線



UAE・ドバイモノレール

# 2.鉄道信号製品 鉄道信号システムの特徴

## ①鉄道(列車)はレールを走るシステム

- ・運転手の操作の自由度が低い  
⇒処理が比較的単純
- ・列車は一度動き出すと止まりにくい  
止まるまでの距離は車の3倍以上

**新幹線では4,000m以内**

## ②鉄道信号は、列車を安全に止める/ 減速させるシステム

## ③壊れても安全に動くシステム

## ④安全性評価や認証が必要

認 証 書		IA-Japan INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CERTIFICATION	JRCC JAPAN RAILWAY CERTIFICATION CENTER
認 証 番 号	NRCC-2015-006	ASNITE 0064-P	
認 証 機 関	独立行政法人交通安全環境研究所鉄道認証室 〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7-42-27		
認 証 保 持 者	日本信号株式会社 〒100-6513 東京都千代田区丸の内 1-5-1		
製 品 供 給 者	日本信号株式会社 〒100-6513 東京都千代田区丸の内 1-5-1		
製 造 事 業 所	日本信号株式会社 久喜事業所 〒346-8524 埼玉県久喜市江面字大谷 1836-1		
対 象 製 品	日本信号株式会社製電子連動装置 EI32FA (ただし、電子連動装置と外部システム/機器とのインターフェースを含む)		
適 用 規 格	IEC 62425 Ed. 1.0:2007		
参 照 規 格	IEC 62278 Ed. 1.0:2002, IEC 62279 Ed. 1.0:2002		
規 準 文 書 及 び 認 証 シ ス テ ム	・ 適用規格が定める安全性水準 SIL4 ・ 適用規格及び参照規格に基づき、構想・システムの定義と適用条件・リスク分析・システム要求事項・システム要求事項の割当て・設計と(RAMS 計画の)実行のライフサイクル各段階を通じて作成され、下記審査報告書に記載された文書。これらの文書は、下記審査報告書でリストされ、特定されたバージョンのみ有効である。 ・ 独立行政法人交通安全環境研究所鉄道認証室をスキームオーナーとする鉄道製品認証システムに規定された認証システム 1a		
審 査 結 果	対象製品の設計と(RAMS 計画の)実行は、適用規格が定める SIL4 の安全性の条件に適合し、上記規準文書に基づく計画文書に従って開発されていることが、下記審査報告書により確認された。		
審 査 報 告 書	平成 27 年度受託第 15 号 電子連動装置 EI32FA の規格適合性認証審査報告書		
		平成 27 年 10 月 9 日	
		独立行政法人 交通安全環境研究所	
		理事長 飯村 修	

1/2



# 2. 鉄道信号製品 鉄道信号システム



## 鉄道信号システムの外観



連動装置



CTC/PRC



総合指令室



ATC



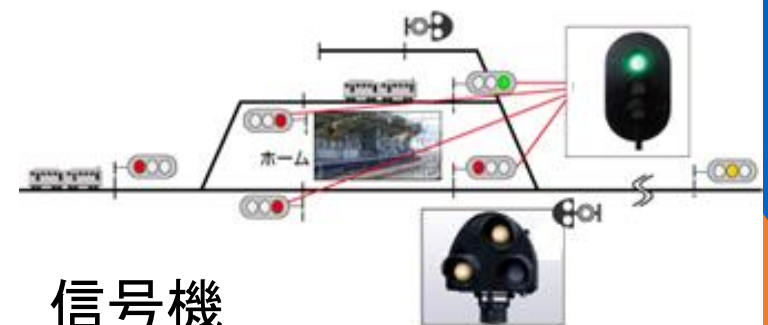
TD



転てつ機



地上子

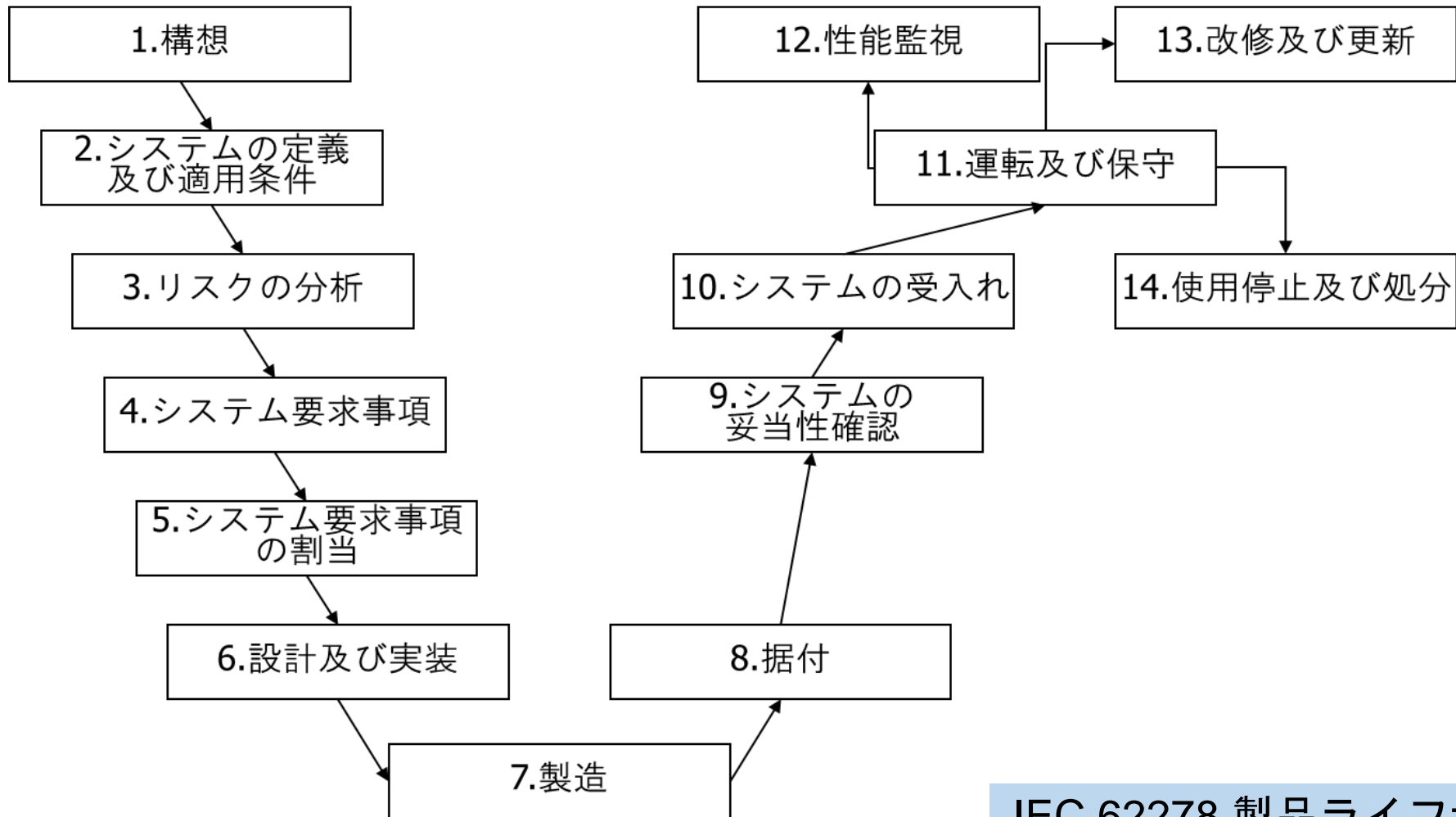


信号機



# 2. 鉄道信号製品 鉄道信号システムの認証

海外向け製品は開発プロセスが決められている

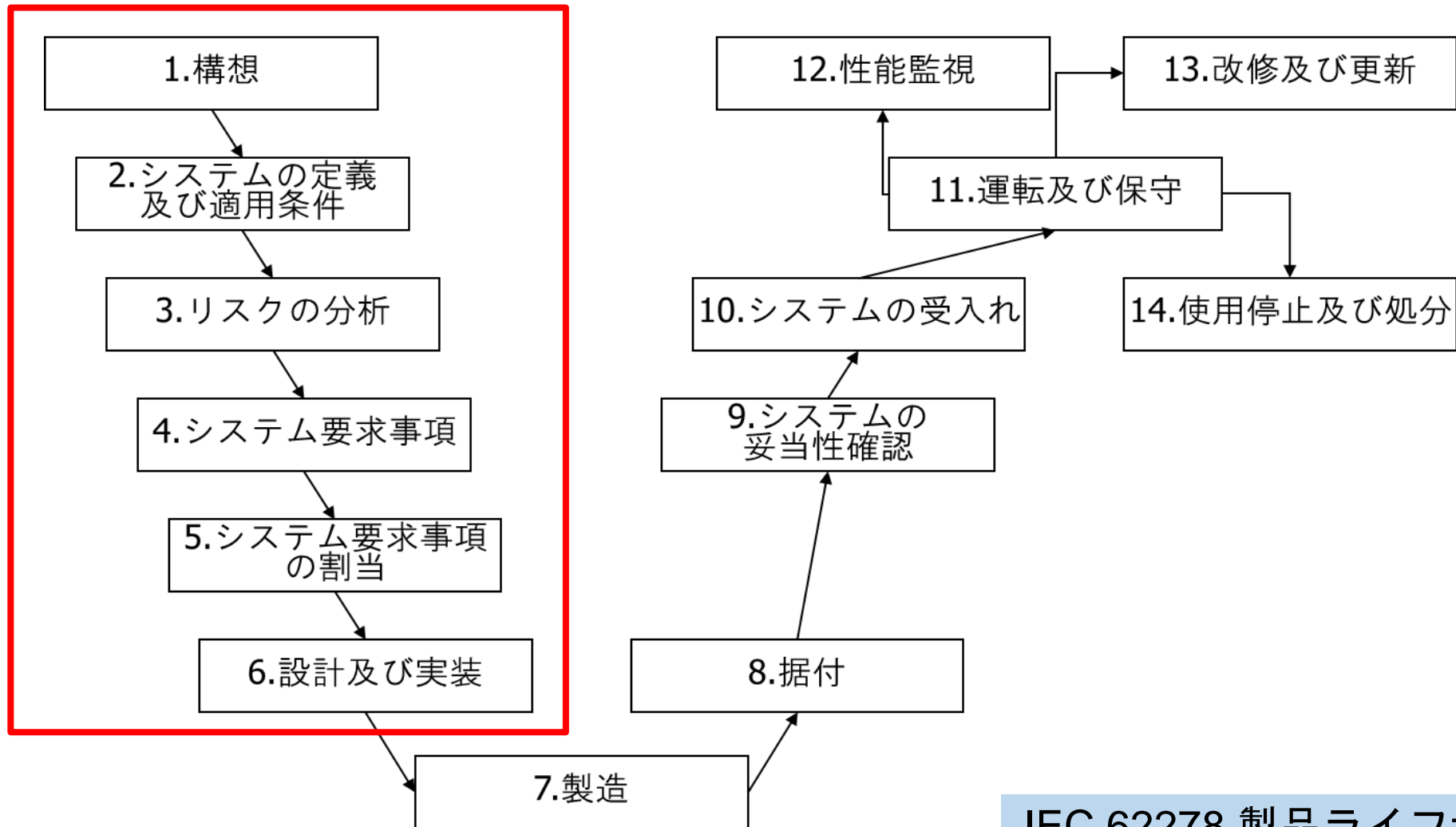


IEC 62278 製品ライフサイクル

# 2. 鉄道信号製品 鉄道信号システムの認証



## 製品開発プロセスの範囲



IEC 62278 製品ライフサイクル

# 3.MBDの採用

## MBD採用の背景



### 海外向け新製品開発プロジェクト

ソフトウェア設計リソース：見積(必要量)の1/3  
スケジュール：-2年  
⇒とにかく省力化が不可欠  
少数精鋭で短納期で完了させるには？  
実機検証を減らすには？

#### 従来の製品開発

既存製品のマイナーチェンジ  
知見がある製品  
国内向け製品  
C言語ハンドコーディング  
試作機ができてから

#### 対象製品の開発

IEEE等の規格に基づく1からの開発  
知見がない新製品  
海外向け製品（認証必須）



# 3.MBDの採用 従来の工程



(1)HW 設計・製造	→				
(2)HW 動作確認		→			
(3)SW ドライバデバッグ			→		
(4)SW ドライバ・アプリ結合デバッグ				→	
(5)SW アプリメイン部のデバッグ					→

- ・ HWが必要な作業は順番待ち  
→アプリケーションソフトの設計者の作業は、多くの場合最後になりがち
- ・ 問題があると、HW、ドライバ、アプリを全て調査

# 3.MBDの採用

## MBD採用の背景



### 海外向け新製品開発プロジェクト

ソフトウェア設計リソース：見積(必要量)の1/3  
スケジュール：-2年  
⇒とにかく省力化が不可欠  
少数精鋭で短納期で完了させるには？  
実機検証を減らすには？

#### 従来の製品開発

既存製品のマイナーチェンジ  
知見がある製品  
国内向け製品  
C言語ハンドコーディング  
試作機ができてから

#### 対象製品の開発

IEEE等の規格に基づく1からの開発  
知見がない新製品  
海外向け製品（認証必須）  
**Simulink：自動コード生成、自動検証**  
**段階的、シミュレーション：SILS,HILS**

MBDを採用

# 3.MBDの採用

## MBDによる工程



(1)HW 設計・製造	→				従来と一緒
(2)HW 動作確認		→			
(3)SW ドライバデバッグ			→		
(4)SW ドライバ・アプリ結合デバッグ				→	
(5)SW アプリメイン部のデバッグ	→				

- 従来：実機を使用した確認  
 MBD：実機を使用せずに確認
- 早めに不具合を発見・修正
  - 実機デバッグの時間短縮
    - ⇒実機使用の競合を削減
    - ⇒トータルで完成時期を前倒し



# 3.MBDの採用

## MBD採用の動機



**【自動コード生成】**  
ツールでモデルを書くと自動的に  
コードが作られる

**【自動検証】**  
ツールでテストケースが  
自動的に作られる

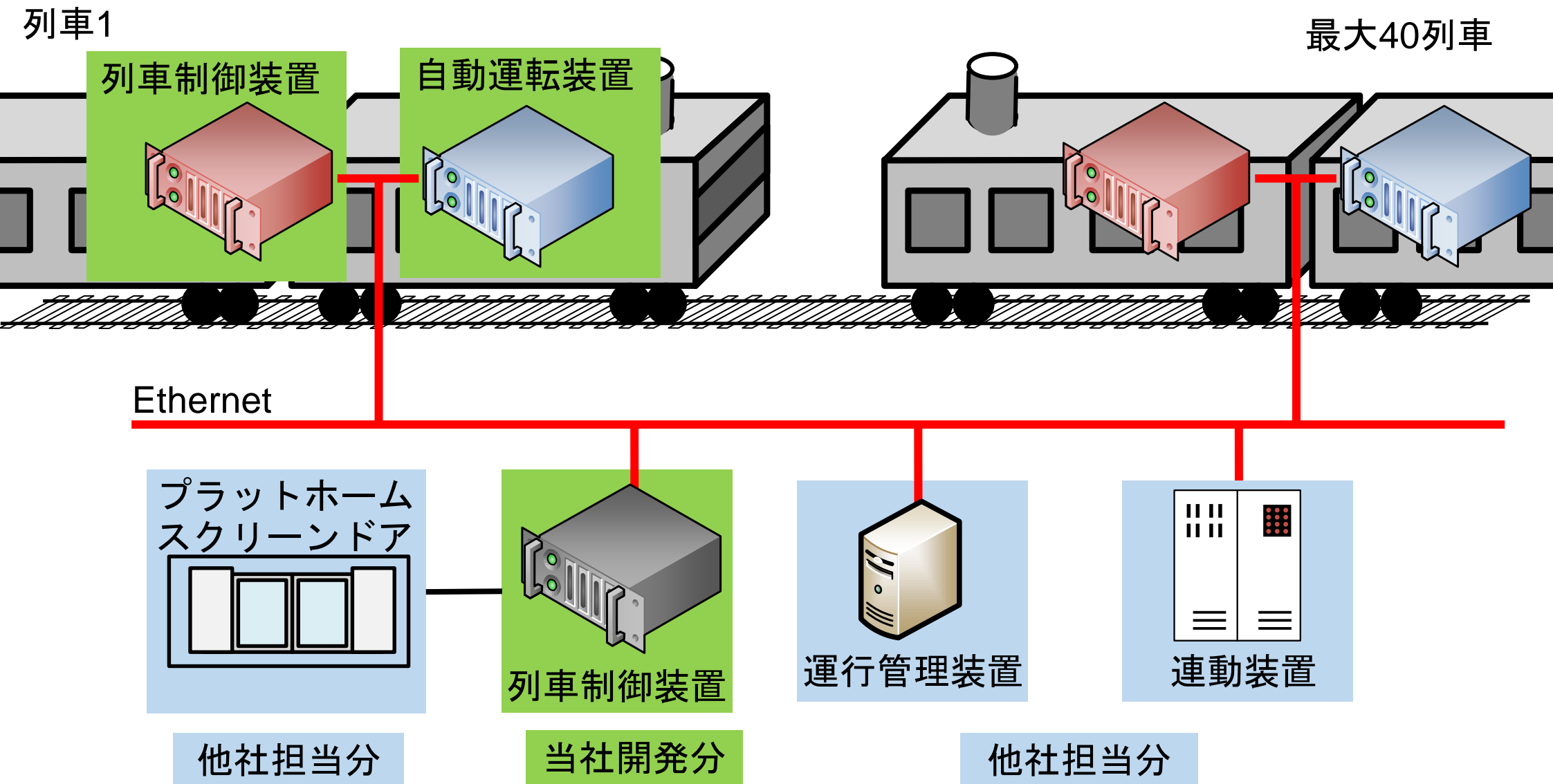
ソフト設計費の削減

ソフト検証費の削減

ソフト設計者が不要

設計リソースを上流へシフトだ！！

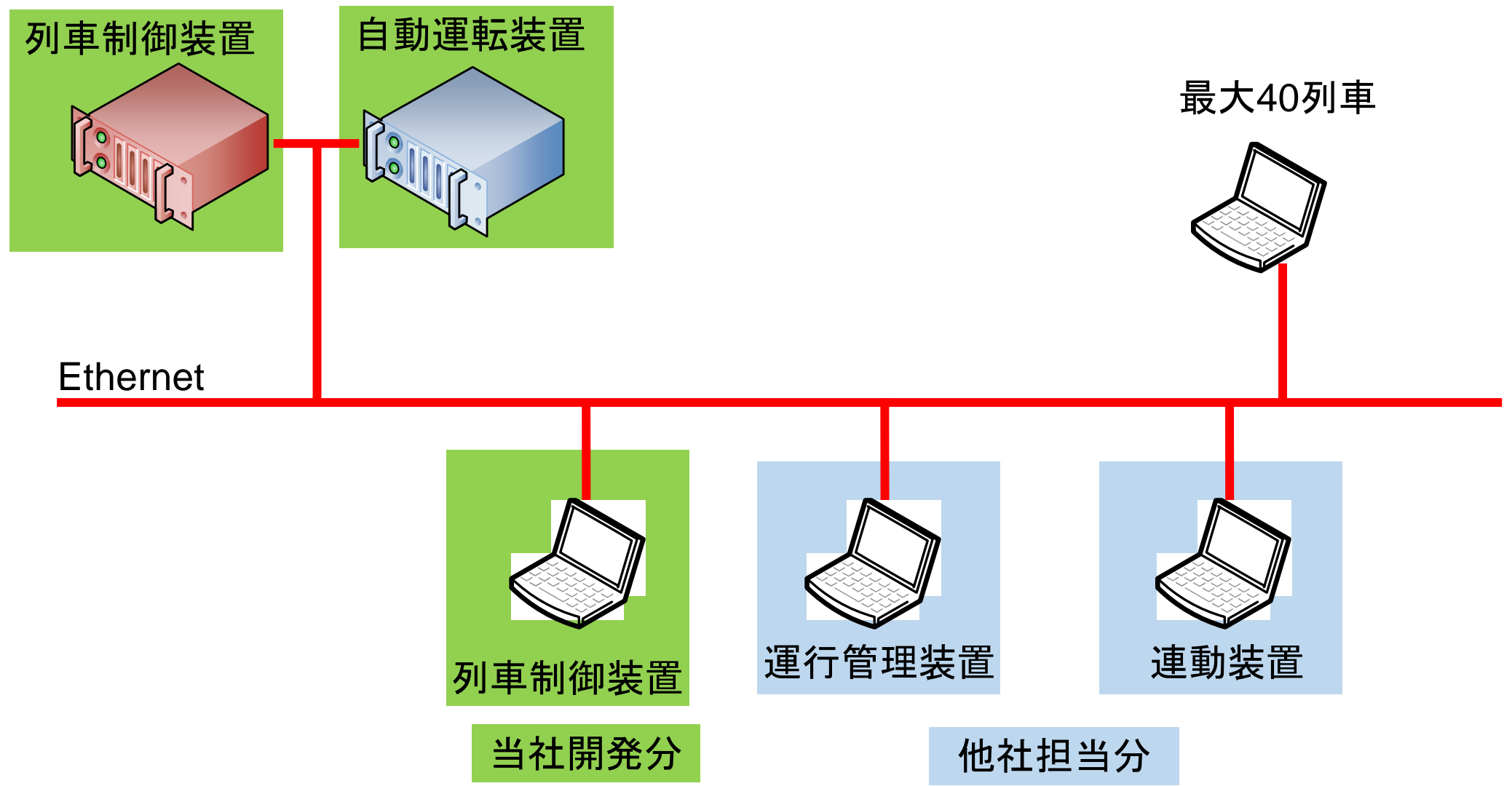
# 4.MBDの活用 開発対象システム



# 4.MBDの活用 HILSによる検証

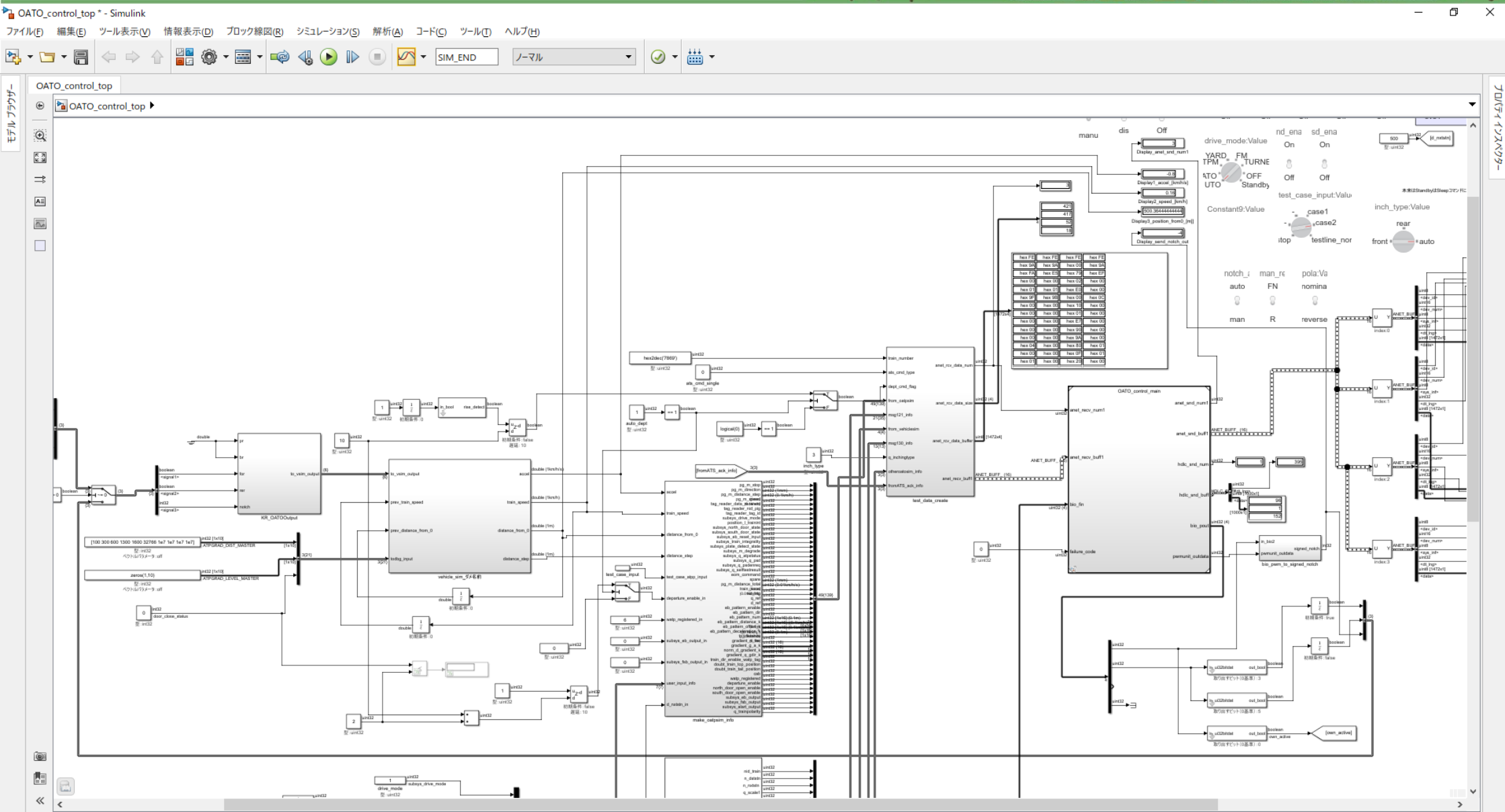


列車1





# 4.MBDの活用 ソフトウェア設計：モデル作成



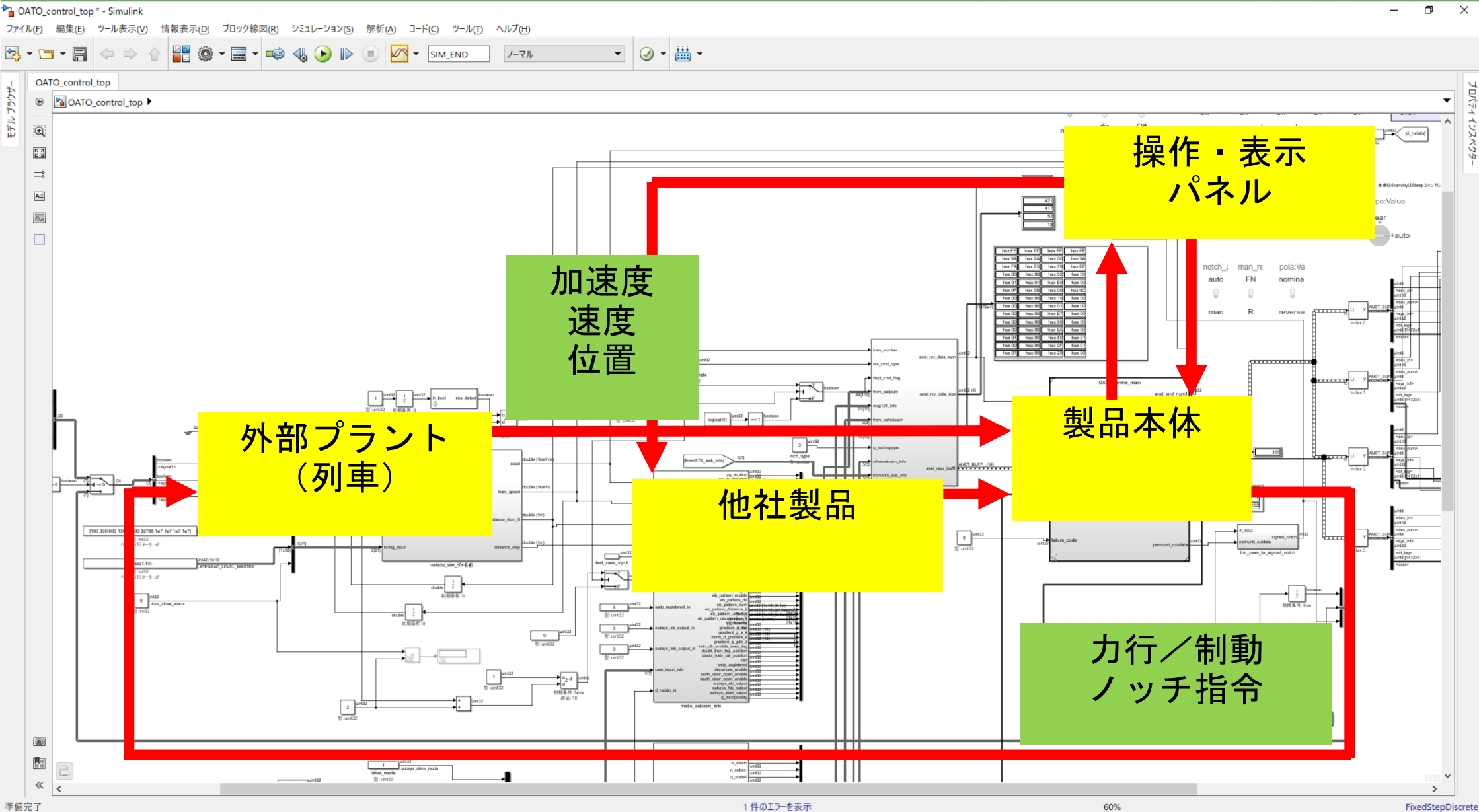
準備完了

1件のエラーを表示

60%

FixedStepDiscrete

# 4.MBDの活用 SILSによる検証



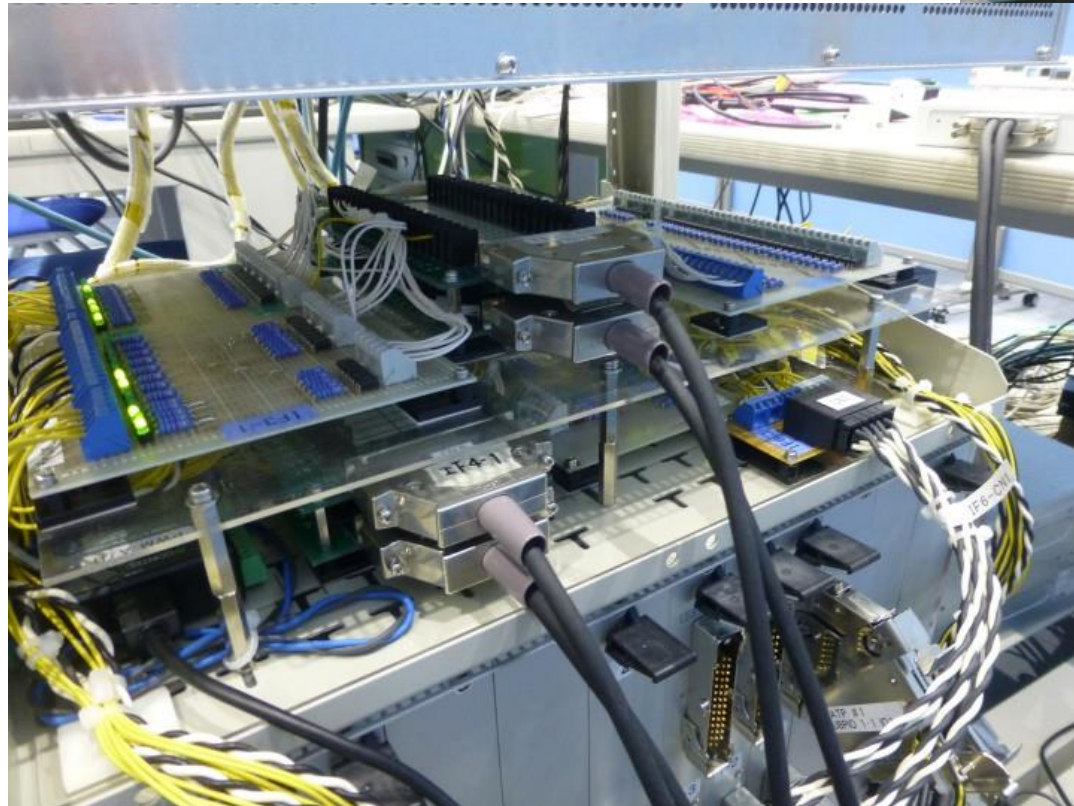
準備完了

1件のエラーを表示

60%

FixedStepDiscrete

# 4.MBDの活用 試作機と検証環境構築





# 4.MBDの活用 振り返り



## 【ソフトウェア設計者は必要】

コンパイラが通らない、実機の処理負荷が高過ぎて動かない

⇒意図した実装コードを生成するにはどうするか？

ソフトウェア設計のノウハウが必要（モデルの作り方、オプションの使い方、など）

製品開発を進めながら、ノウハウを構築

## 【誤解】

ツール上で実行可能なモデルが出来れば、自動コード生成できる

シミュレーションモデル≠実装コード生成モデル

## 【気づき】

既存の開発スタイルに内在する課題⇒システム設計とソフト設計の混在

システム設計者は知っていることだけ書いて、仕様が完成した（できた）気になる

⇒実機検証でバグを発見（手戻り大）

⇒検証の網羅性の不足（カバレッジ×Component, Integration, Overall）

# 5.製品開発プロセスの变革 何をどう直すのか？



## 【気づきを具体化】

- ・ システム仕様の明確化：構造化設計の抽象度の管理[プロセス]
- ・ トレーサビリティの明確化：要求管理と要求の検証の管理[プロセス]
- ・ ソフトウェア検証の深度化：各テスト仕様の管理[プロセス]  
⇒ 網羅的単体検証、構造化設計、テストハーネスの取扱い、スタイルガイドライン

管理：実施Phase、実施者の資格、Input/Outputの定義、実施方法の定義

## 【組織の行動様式の変革】

- ・ プロセスが増える⇒扱う情報量の増大⇒ドキュメントベース業務への転換
- ・ 教科書的な知識ではなく、実際のプロジェクトでの活用経験を求める  
⇒ 自ら試行しないと使いこなせない（いつまでも古いスタイルを続けてしまう）  
⇒ 「製品開発プロセス」自体も開発の対象

「チャレンジする姿勢」の獲得：新しい考え方ならどうなる？

「変わり続ける意志」の獲得：自ら試行を繰り返した時、奥深さを悟る  
更なる改善へ

# まとめ

- ① 新製品開発プロジェクトがMBD採用の契機となった  
何かしらのきっかけが必要
- ② 従来プロセスからMBDへの転換について、過大な期待があった
- ③ MBDを採用し、SILS、HILSを用いて製品開発を実施した
- ④ 製品開発を振り返り、誤解を訂正し、気づきを得た
- ⑤ 気づきを元に製品開発プロセスを変えるきっかけとした
- ⑥ プロセスの変革と同時に、行動様式の変革（組織の活性化）へ繋がった

MBDは単なるコード生成ツールではなく、  
プロセスや行動様式の変革へ至る「気づき」の源泉



ご清聴  
ありがとうございました

