



# これまで構築してきたバーチャル環境での開発の流れと今後のサプライヤとしての狙い

The flow of development in the virtual environment that  
we have built up to now and the aim as the supplier of the future

MIKI KOSO

Vehicle Integrated Control Technology Development Department

Technology Development Functional Division

Hitachi Astemo,Ltd

2023.9.21

## Contents

---

1. 会社紹介
2. これまで構築してきたバーチャル環境
3. バーチャル環境の最新状況
4. 今後のサプライヤーとしての狙い
5. まとめ



## 1. 会社紹介

2. これまで構築してきたバーチャル環境

3. バーチャル環境の最新状況

4. 今後のサプライヤーとしての狙い

5. まとめ

2021年1月、日立Astemoは、モビリティソリューションの提供を通じ、  
持続可能な社会に大きく貢献し、世界をリードする企業として、  
日立オートモティブシステムズ、ケーヒン、ショーワ、日信工業の統合会社として誕生しました。

Hitachi Automotive Systems

**KEIHIN**

**SHOWA**

**NISIN**

# Astemo

**Astemo**

Advanced Sustainable Technologies for Mobility

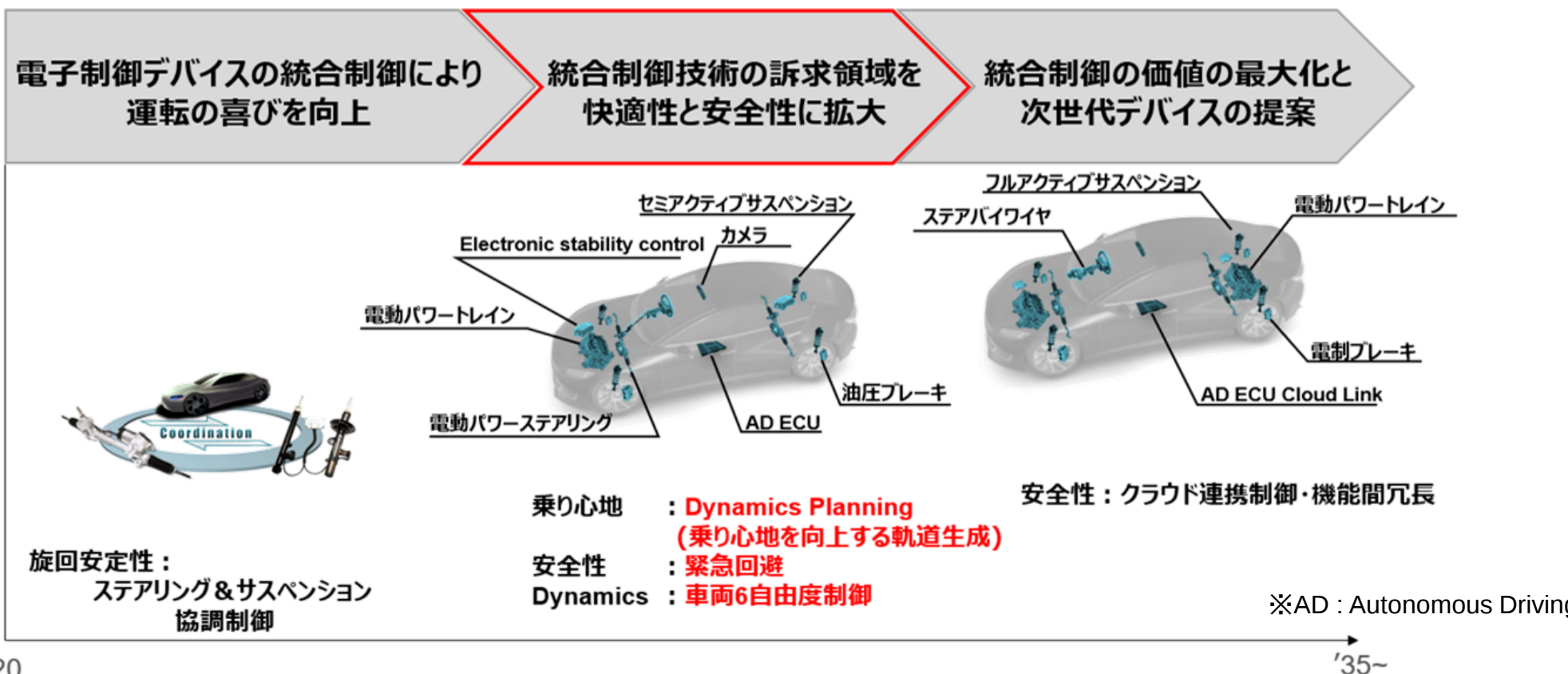
CONFIDENTIAL

© Hitachi Astemo, Ltd. All rights reserved.



## 自動運転と環境負荷低減時代の 究極の安全性・乗り心地向上

- ✓ 短期 : 既存デバイス活用技術によるAstemo製品競争力向上
- ✓ 中期 : 快適、環境、安全安心への価値拡大による差別化の実現
- ✓ 長期 : 更に進化した次世代Actuatorを活用し、全域で高い価値を提供



- 
1. 会社紹介
  - 2. これまで構築してきたバーチャル環境**
  3. バーチャル環境の最新状況
  4. 今後のサプライヤーとしての狙い
  5. まとめ

## 車両統合制御開発



## Simulator (3号機)

# 2015



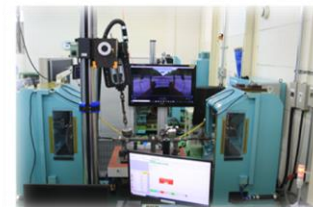
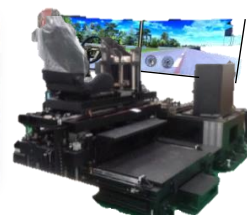
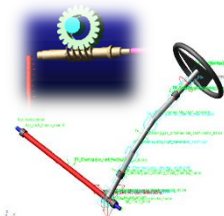
**DS(1号機) ※3**

**2023  
現在**

- ・制御開発用モデル
- ・1Dモデル

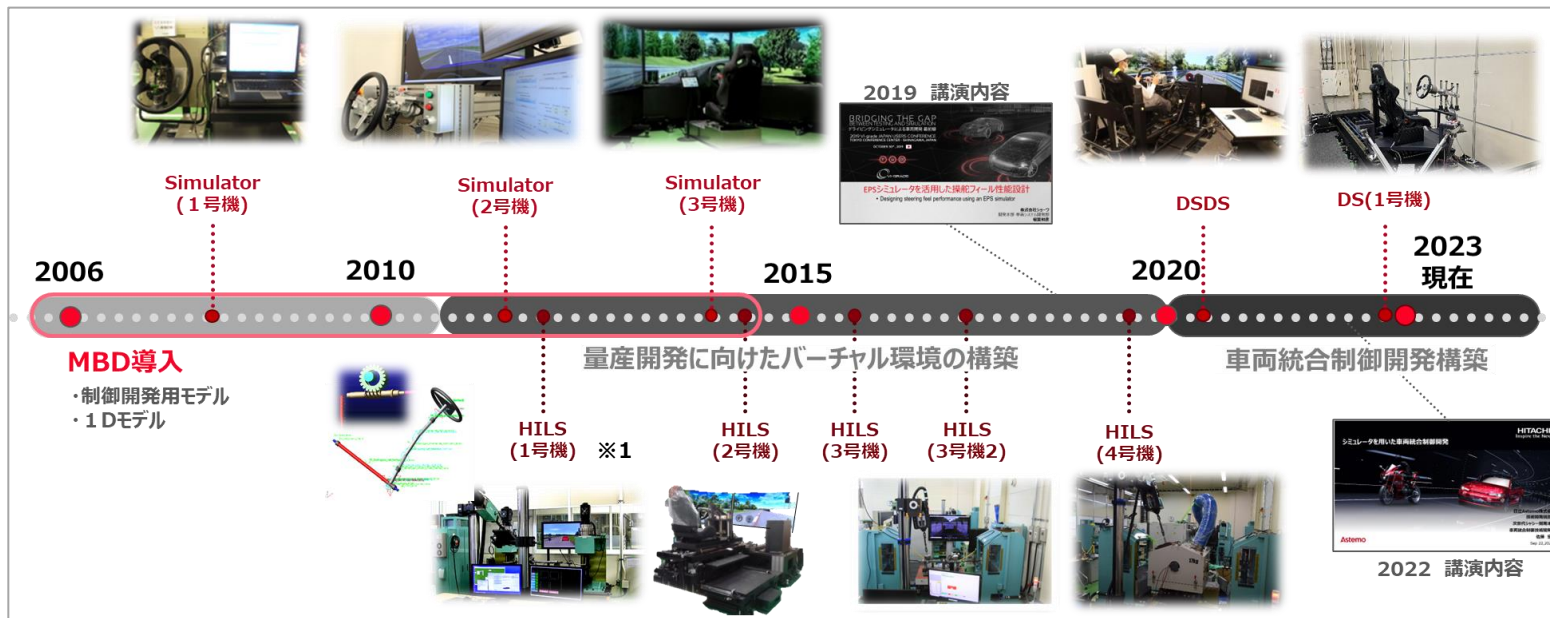
**HILS**  
**(4号機)**

## 車両統合制御開発構築



## 2022 講演内容

- ※1 HILS ( Hardware In the Loop )
- ※2 DSDS ( DeskSideDrivingSimulator )
- ※3 DS ( DrivingSimulator )



## ✓ 制御モデルの構築

→制御ロジックの検討用モデル作成・ソフトウェアからSimulink化

## ✓ 制御対象のモデル化（1Dモデル）

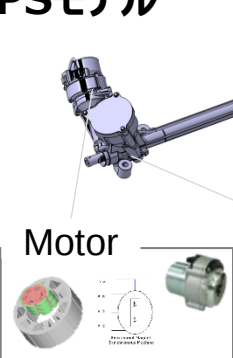
→パラメータの入手方法・モデル化が必要な項目の洗い出し・実現性の検討

## ✓ 要求分析（SYSML）の構築

※SYSML = Systems Modeling Language

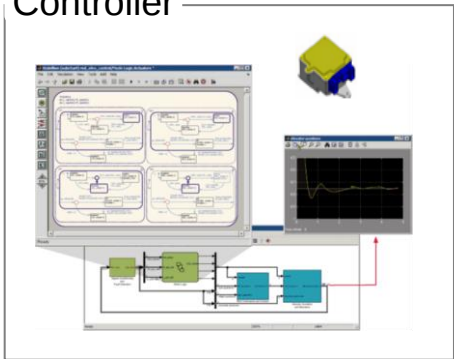
制御ロジックのモデル化・シミュレーション環境構築・要求分析手法の習得

EPSモデル

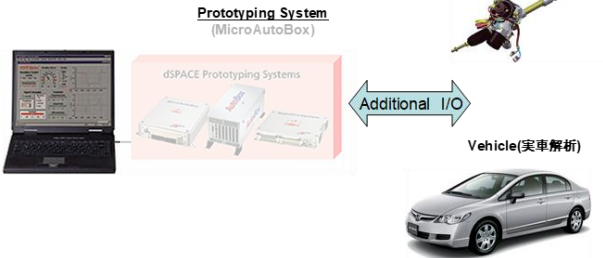


| Gearbox | Model          | Hydraulic assist | Colum assist | Pinion assist | Rack assist | Belt Rack assist | Dual Pinion assist |
|---------|----------------|------------------|--------------|---------------|-------------|------------------|--------------------|
|         | Model          |                  |              |               |             |                  |                    |
|         | educti on gear |                  |              |               |             |                  |                    |

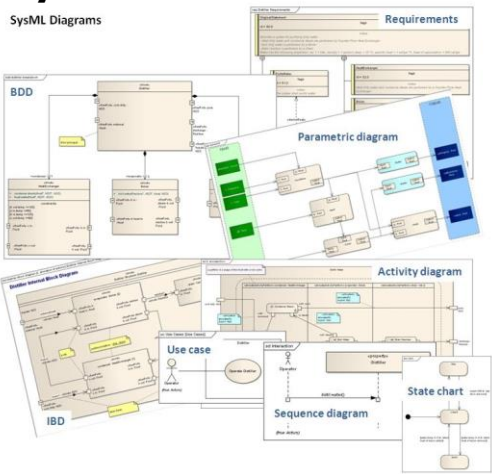
Controller



CiLS ?  
( Component In the Loop )



SysML

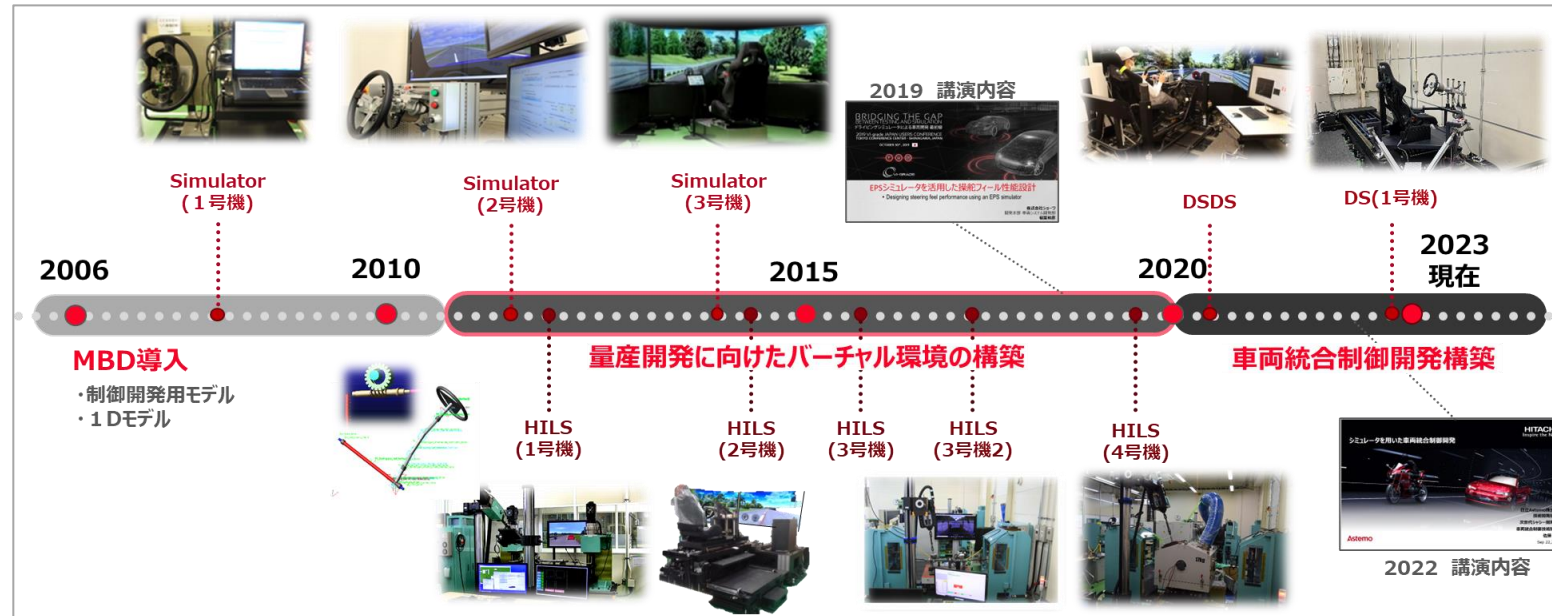


By GFAB - Own work, Public Domain,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11727767>

※EPS = Electronic Power Steering

MBDや制御開発方法が浸透するまでに時間がかかった。  
また確からしさを確認するための検証方法も試行錯誤が続いた。

# 量産開発に向けたバーチャル環境の構築



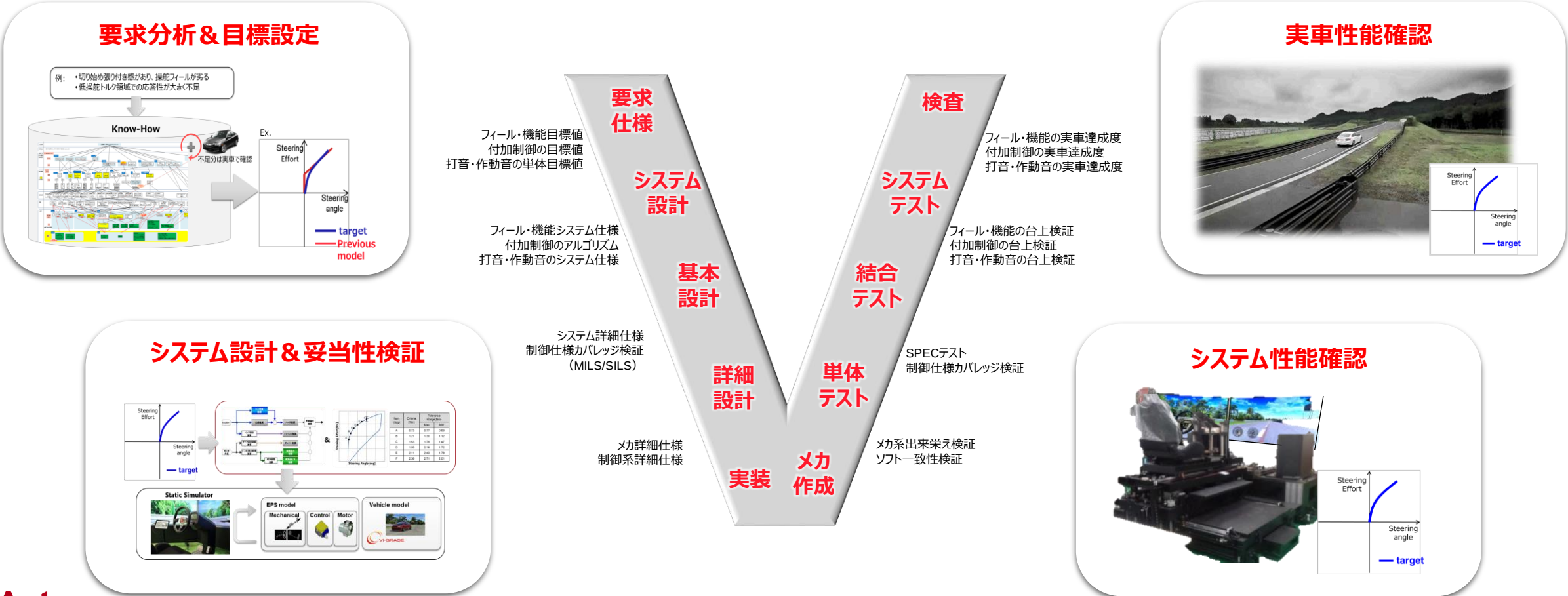
2019 講演内容

- ✓ 開発プロセスの構築
- ✓ Simulator構築
- ✓ HILS構築
- ✓ 目標設定方法の構築
- ✓ 実車テストの日常化 (テストコース製作)



## 開発プロセスの構築

操舵フィールを性能設計する技術を構築し、V字プロセス化することで、  
設計段階でのフィーリング保証と手戻りの無い開発品質を目指す

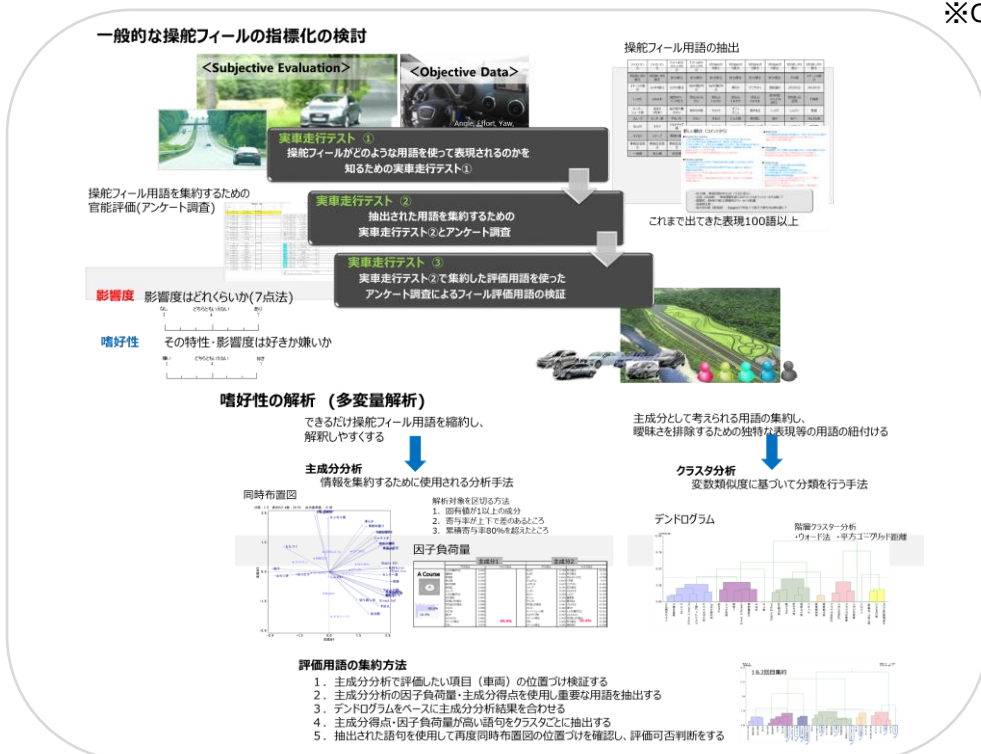


## 開発プロセスの構築 要求分析・指標化の方針

- ✓ 車両評価・言語抽出に網羅的な一般ユーザー嗜好を分析
- ✓ 重要フィードバック言語抽出・定量化は体系的統計処理で求める（決めつけない）

**操舵フィードバックのOEM要求が自然言語でも、社内で実車目標特性を設定できるようにする**

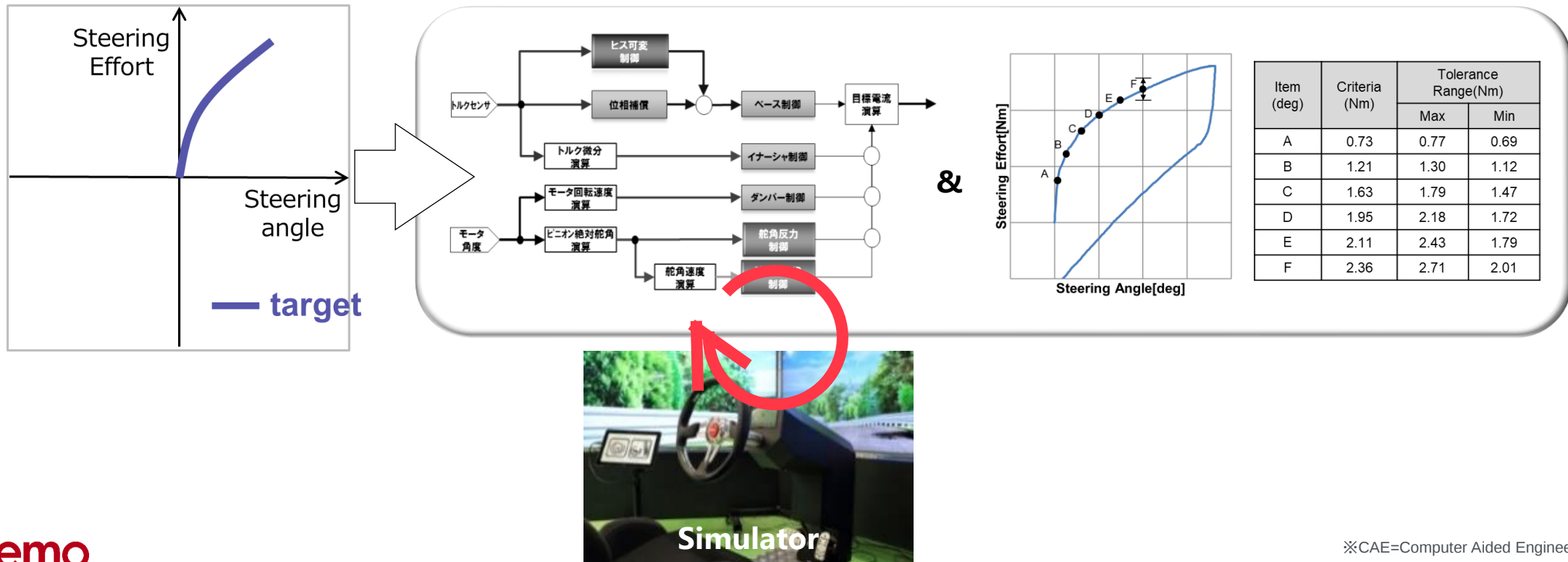
※OEM = Original Equipment Manufacturing



## 開発プロセスの構築 操舵フィール性能設計 方針

- ✓ CAEでは原理解明を重視（傾向を掴んでからスタート、必要に応じて精度Up）
- ✓ シミュレータをValidationのコアとする（確度の高い検証）

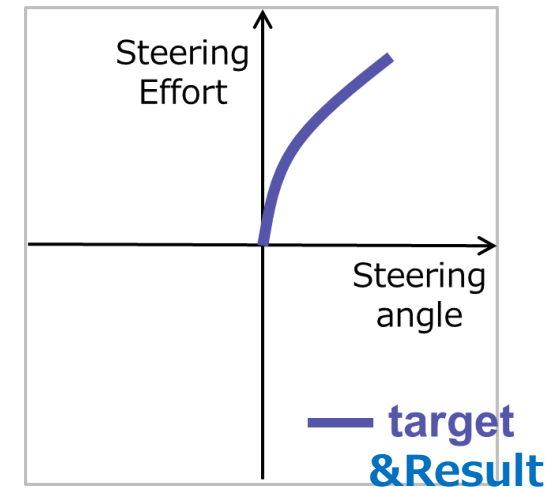
設計段階でシミュレータを用いた妥当性検証を行い、設計精度を上げる



## 開発プロセスの構築 フィールシステム性能確認 方針

- ✓ 実車相当条件でシステム性能確認を可能とする（操舵フィール特化のHils構築）
- ✓ 高精度実車再現性により台上セッティングを可能とする（実車手戻り防止）

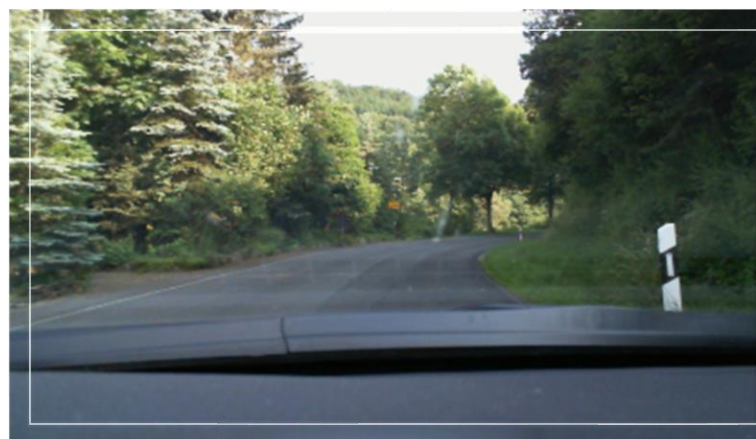
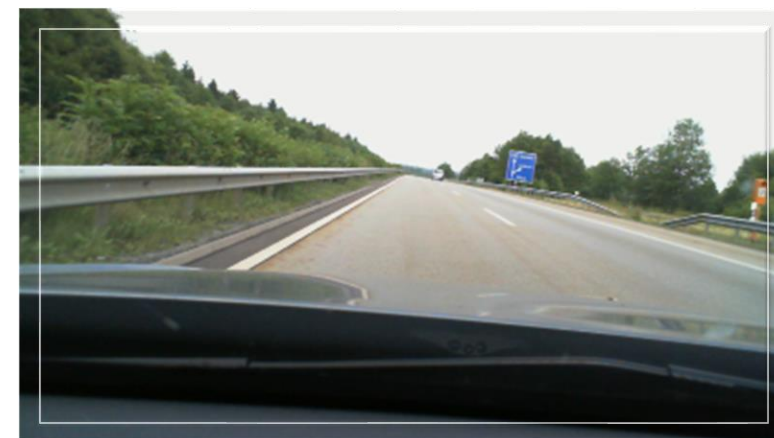
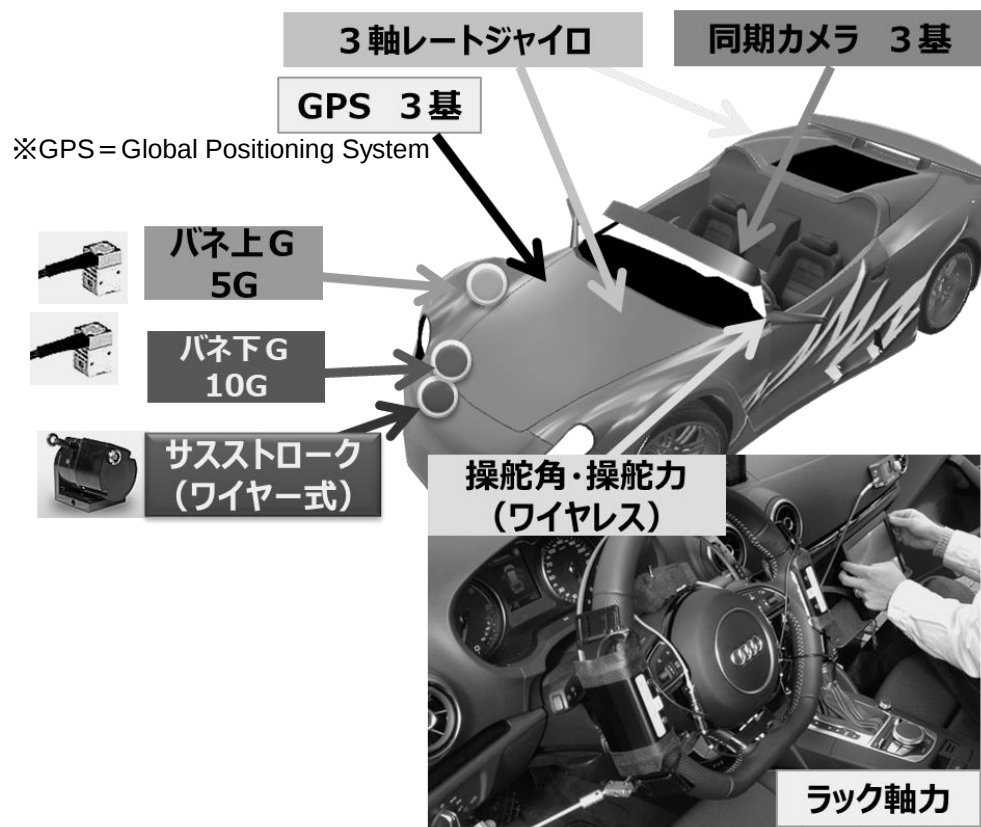
システム性能確認を精度高く行い実車手戻り0を目指す



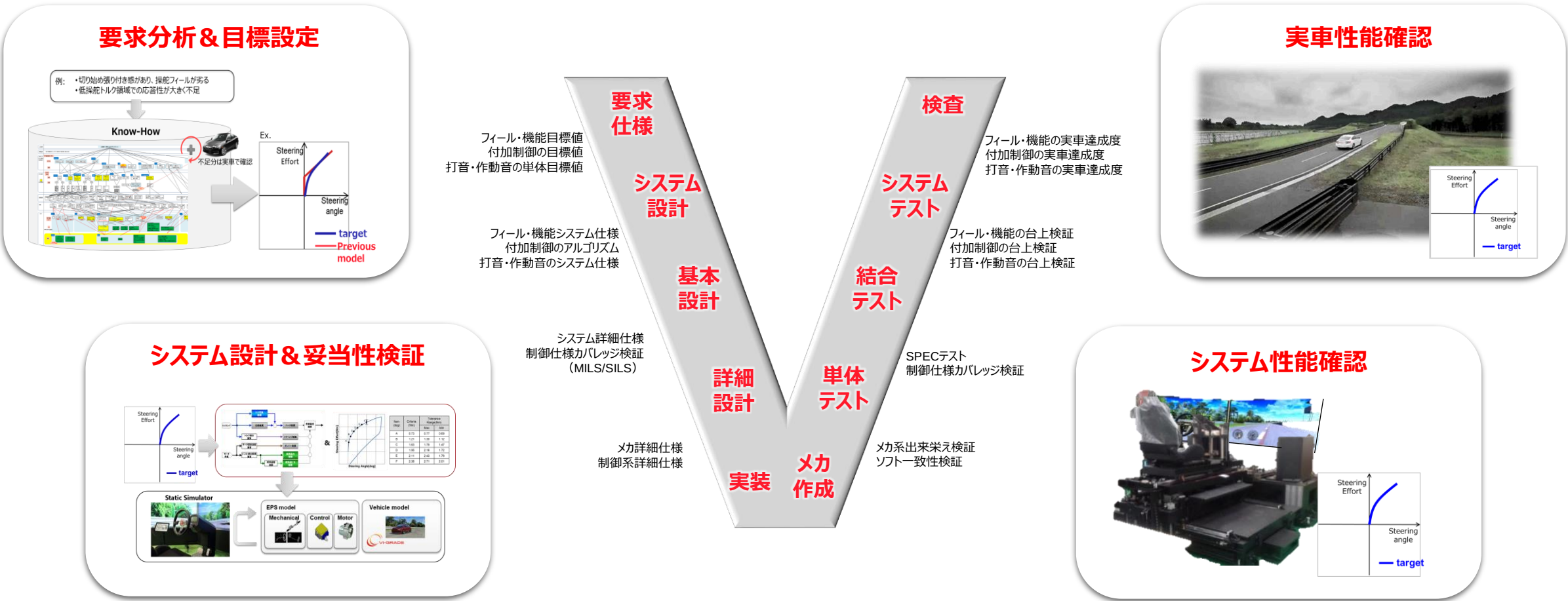
## 開発プロセスの構築 プロセス有効性確認 方針

✓ 開発現場で使えるのか（精度・時間・工数）

実践的にプロセスを運用し課題の抽出



## 開発プロセスの構築



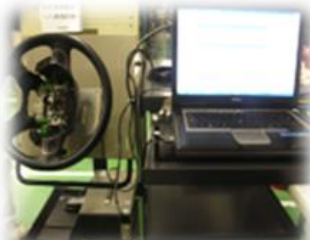
環境構築の必要性への理解と各フェーズの方針とプロセスの遂行が大きく環境を前進させた。

## Simulator環境

カタカタしないDirectな  
動きが欲しい！

視覚(映像1面)  
操舵力(DDモータ)

1st  
SBW基礎研究特化



※SBW = Steer By Wire

直進だけでなくコースで  
加速感を感じたい！

視覚(映像3面)

2nd  
操舵特性研究



3rd  
操舵フィール検証



操舵するとき  
車両の動きも感じているはず！

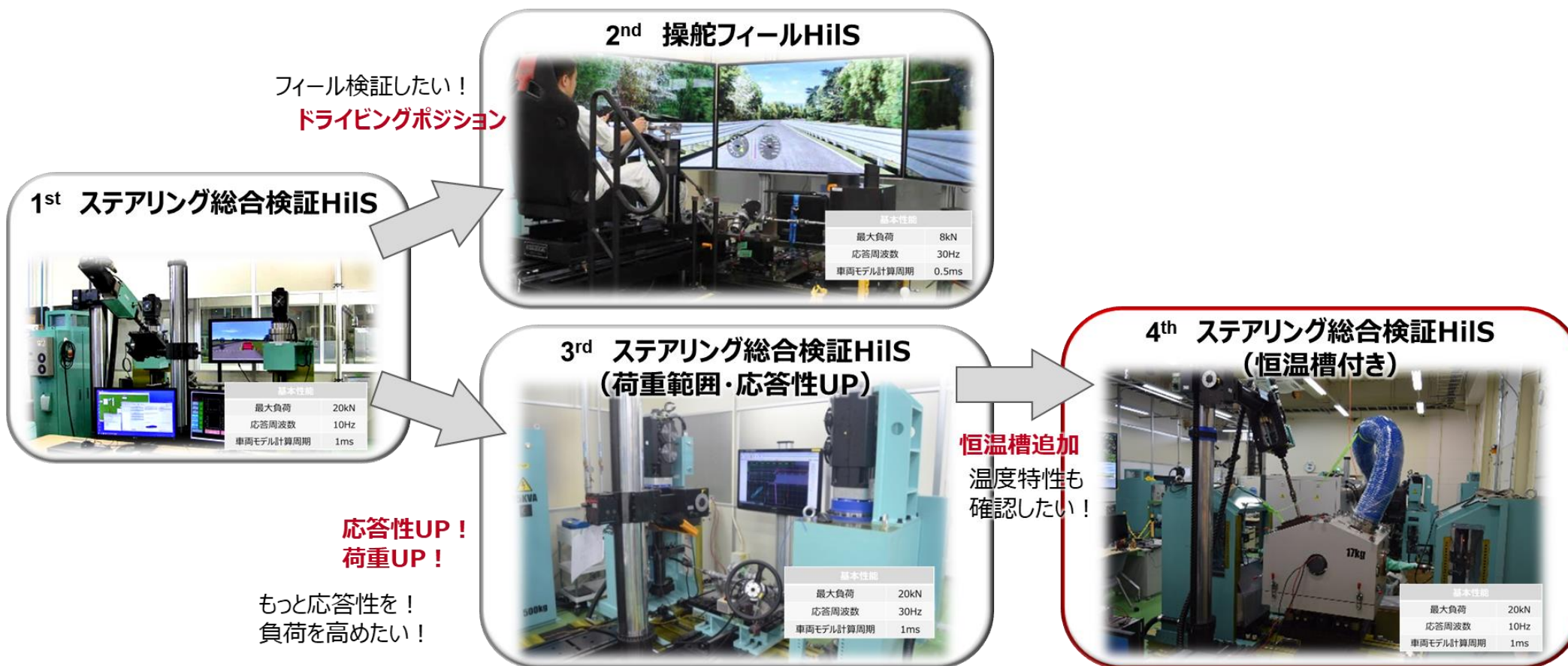
Pitch, Roll, Yaw  
Z変位

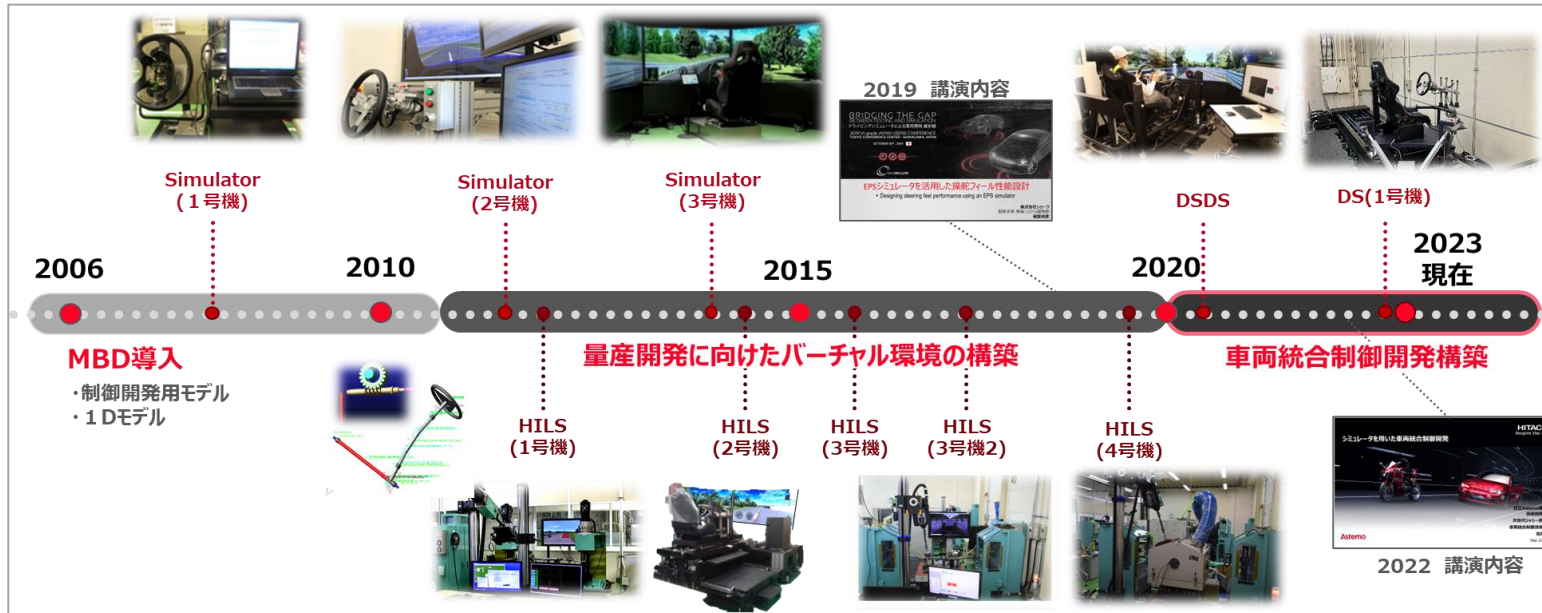
4th  
デバイス協調制御検証  
DSDS



評価したい走行シーン・ドライバの評価をフィードバックしながら  
手の内でコントロールできる環境で徐々に進化させた

## ステアリングHiLS環境





- ✓ 量産開発に向けたバーチャル環境とプロセスの遂行
- ✓ Simulator モーションの進化
- ✓ 実車テストの計測技術の進化

新たな価値を創出するために、車両統合制御技術で「移動の質と価値の最大化」を実現する。



新規で取り扱うデバイスもあったが  
これまで構築した手法をベースにadd-onすることで開発を進めることが可能となってきた。

## Simulator環境

視覚と操舵力の関係で感じられるのか？  
車両の動きを感じて評価しているのか？

3rd  
Static Simulator



Pitch, Roll, Yaw  
Z変位



4th DSDS  
※DSDS=Desk Side Driving Simulator



Pitch, Roll, Yaw  
曲がるとき (HEXA)  
G感じたい！ Y変位



5th DS No.1  
※DS=Driving Simulator



2022 講演内容

評価したい走行シーン・車両挙動とドライバ・乗員の感性をフィードバックしながら領域を拡大

## 実車テストの計測技術の進化

〈特殊路〉  
NVH（ノイズ・バイブレーション・ハーシュ）  
ハンドル取られ等の事象解析

〈自動運転レーン〉〈直線路、旋回路〉  
レーンキープ・障害物回避等の研究

高速ハンドリング  
定常円旋回

〈ワインディング路〉  
一般路の総合的な  
乗り心地

〈E U 郊外・市街地路〉  
起伏路走行を含む  
総合ハンドリング

タイヤ6分力・車両6自由度計測  
タイヤベクトル・キャンバー角

ステアリングロボット

実現したい特性が確認ができるテストモードを走行・ディスカッションしながら  
シーンを決定し、詳細に計測できる環境が整っている



- 
1. 会社紹介
  2. これまで構築してきたバーチャル環境
  - 3. バーチャル環境の最新状況**
  4. 今後のサプライヤーとしての狙い
  5. まとめ

## シミュレーション環境

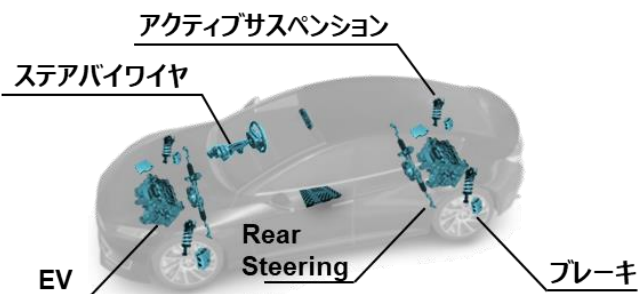
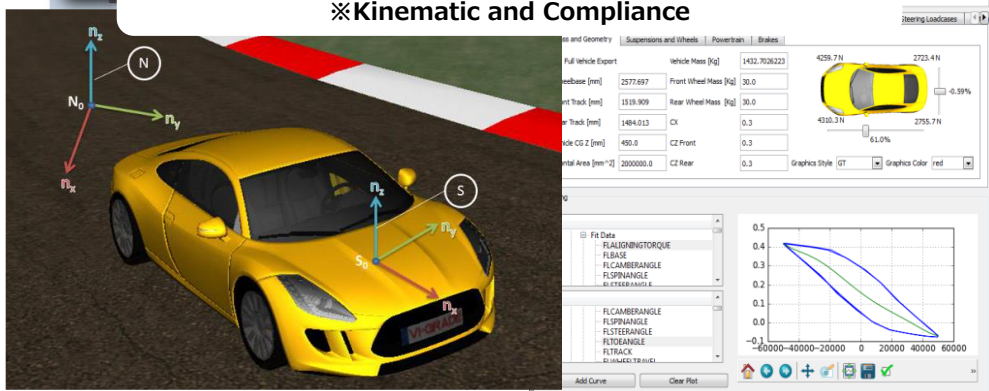
automax<sup>®</sup>

車両基礎特性測定 受託試験概要

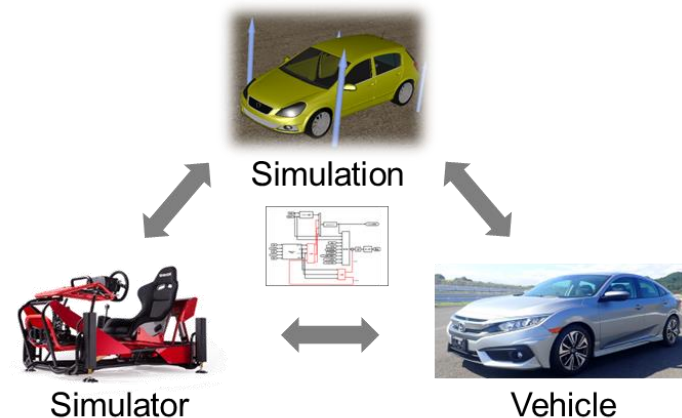


K&C特性計測・慣性モーメント計測

※Kinematic and Compliance



車両デバイス制御ロジックを構築



モデル開発環境の効率化

開発のベースとなる車両基礎特性は委託計測しモデル化、  
デバイス検討や制御ロジック構築・モデル開発環境の効率化に注力

## Simulator環境

### 4<sup>th</sup> DSDS

※DeskSideDrivingSimulator



可動部 8軸  
車体 : 4軸(上下方向)  
シート : 2軸(前後方向)  
ベース : 2軸(Yaw方向)

評価項目を満足する  
アクチュエータモーションとは？

| 6DoF車両運動     | 1:1表現     |
|--------------|-----------|
| Longitudinal | ×         |
| Lateral      | ○(～1Lane) |
| Vertical     | ○         |
| Roll         | ○         |
| Pitch        | ○         |
| Yaw(Rate)    | ×         |

### 5<sup>th</sup> DS No.1



Pitch, Roll, Yaw  
(HEXA)  
Y変位

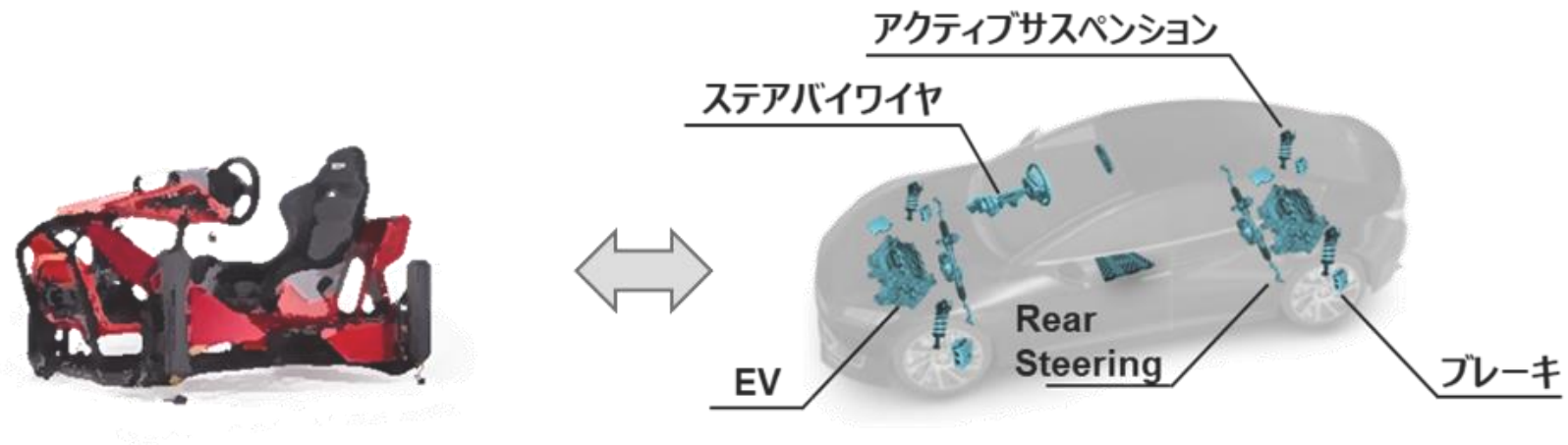
評価したい走行シーン・車両挙動とドライバ・乗員の感性をフィードバックしながら領域を拡大中

- 
1. 会社紹介
  2. これまで構築してきたバーチャル環境
  3. バーチャル環境の最新状況
  - 4. 今後のサプライヤーとしての狙い**
  5. まとめ

## バーチャル環境として何を担っていくべきか？

### ✓ バーチャル環境-特性可変車両を用いた検証

車両やシミュレータで感じたことを**スピード感**をもって検討・検証することが可能  
⇒ドライバや乗員が求める特性の知見を深め、車両として必要となる動きを実現できる  
車両統合制御やデバイスコントロールの提案できる



## バーチャル環境として何を担っていくべきか？

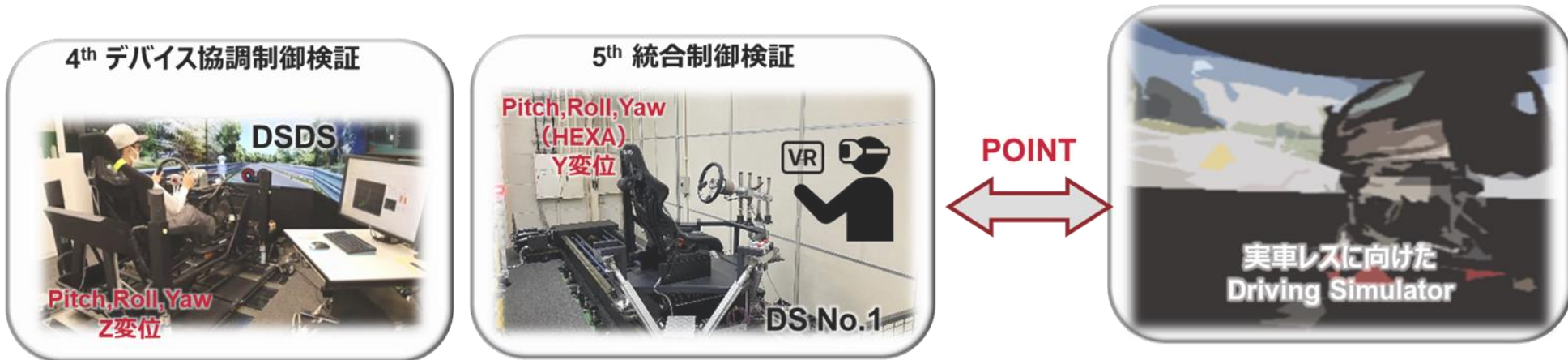
### ✓ バーチャル環境でのアクチュエータモーションの研究

バーチャル環境で評価したいパラメータの動きを**独自にコントロールをしながら**、再現性を高めた条件を幅広く実現することが可能

⇒ドライバが感じている事象はどんなシーンで何のパラメータが効いているのか？

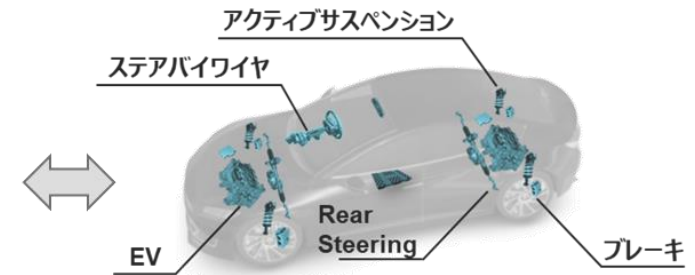
走行シーンに対して必要・不必要な動き、許容できるのか？

バーチャル環境だからこそできる動きを実現しながら知見を深めていく



## バーチャル環境として何を担っていくべきか？

### ✓ バーチャル環境-特性可変車両を用いた検証



### ✓ バーチャル環境でのアクチュエータモーションの研究



安心して乗れる車両・モビリティに向けた知見を持ち、  
OEMが必要とする技術を実現できるサプライヤー

- 
1. 会社紹介
  2. これまで構築してきたバーチャル環境
  3. バーチャル環境の最新状況
  4. 今後のサプライヤーとしての狙い
  5. まとめ

- ✓ 操舵フィール性能設計プロセスを進化させることで、新規デバイスが必要となる車両統合制御開発を短期間で開発することが可能となった
- ✓ 個々の技術を深掘りするのではなく、プロセスの構築を優先したことによって、進化するために必要となる技術を精査することができた
- ✓ Driving Simulator環境を向上させていくことで、ドライバや乗員が安心して乗れる、車両やモビリティの動きの知見を深め、今後の開発につなげていく

**HITACHI**  
Inspire the Next 