



Astemo
Mobility Beyond

リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発

呂 鵬 (ロ ホウ)

車両ビジネス事業部・サスペンションビジネスユニット

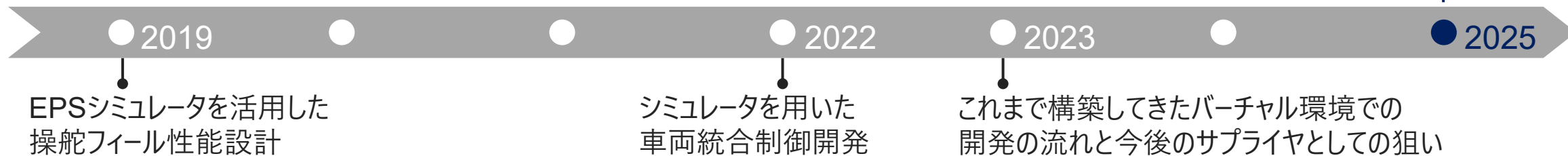
Astemo株式会社

2025/9/12

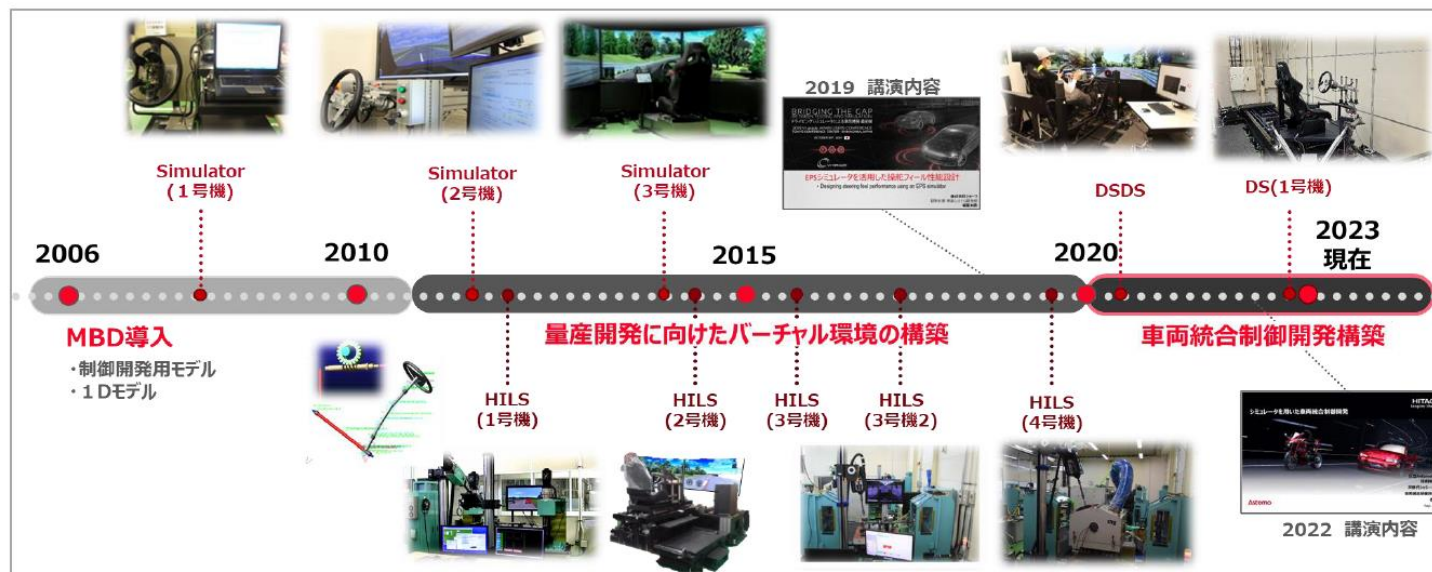
本サミットにおける報告

AI MBD Damper Model Integration 2024 @Italy
Virtual Damper Development 2025 @USA

リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発



ステアリングシステムの開発を中心とした報告



Contents

- 1.会社概要
- 2.ダンパー開発におけるMBD（Model-Based Development）の歩み
- 3.リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発
- 4.まとめと今後の展望

Contents

- 1.会社概要
- 2.ダンパー開発におけるMBD（Model-Based Development）の歩み
- 3.リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発
- 4.まとめと今後の展望

1.1 会社概要

商号

Astemo株式会社（旧商号：日立Astemo株式会社）
(英文名：Astemo, Ltd.)

事業内容

自動車部分品及び輸送用並びに
産業用機械器具・システムの開発、製造、販売及びサービス

代表者

代表取締役 社長&CEO
竹内 弘平

資本金

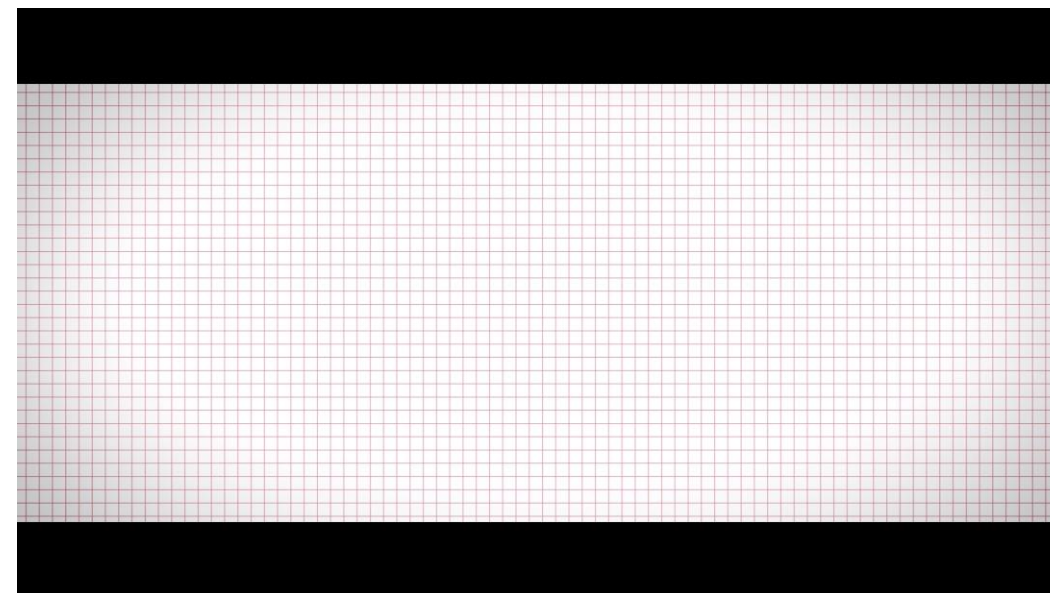
1,291億円

本社所在地

〒100-0004
東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル

株主構成および 株主比率

株式会社 日立製作所	40.0%
本田技研工業株式会社	40.0%
JICキャピタル株式会社	20.0%



詳細は
Webサイトへ



Solutions

IoV Platform

クロスドメイン

Products

自動運転・
先進運転支援システム

パワートレインシステム

シャシーシステム

二輪車用システム

汎用製品・産業機器

アフターマーケット・
整備用品

■ サスペンションシステム



■ ステアリングシステム



■ ドライブトレインシステム



■ ブレーキシステム



詳細は
Webサイトへ



Contents

- 1.会社概要
- 2.ダンパー開発におけるMBDの歩み**
- 3.リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発
- 4.まとめと今後の展望

2.1 背景・目的

CASEやSDV (Software Defined Vehicle) における自動車業界の役割変化

OEM (Original Equipment Manufacturer)

新たな移動価値の提供に新技術の対応に注力

CASE 百年に一度の変革期

Connected Autonomous Shared Electric

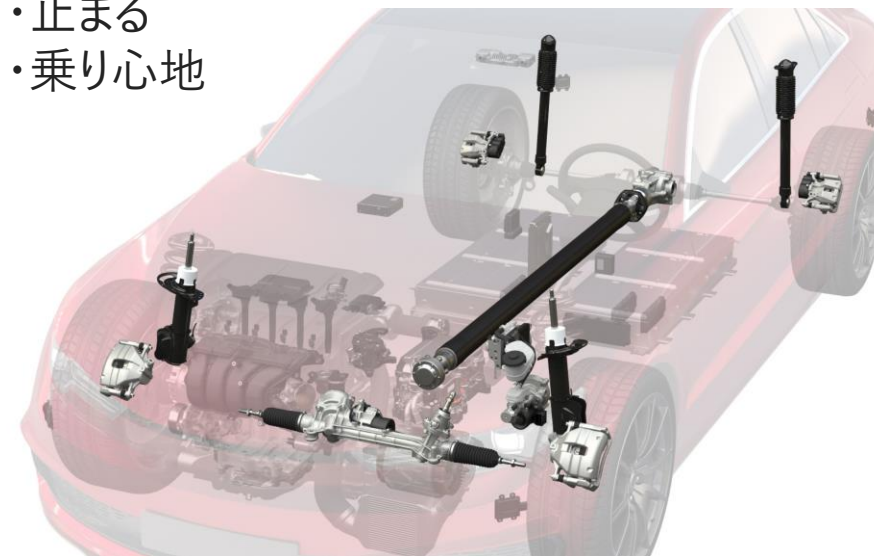
SDV ソフトウェアアップデートにより継続的な進化



サプライヤー

単品売りからシステム売りへ, 提案型Tier0.5

- ・走る
- ・曲がる
- ・止まる
- ・乗り心地



車両運動性能まで考慮した製品開発を行い, 提案型サプライヤーを目指す

2.2 ダンパー開発におけるMBDの歩み

*1 DS: Driving Simulator

2015（社内活動）

指標・解析環境構築

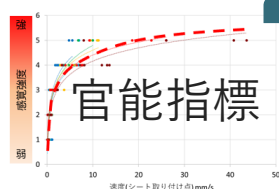
2020（OEM連携）

DS*1対応モデル開発

2025（実践運用）

さらなる進化

官能指標の定量表現



解析環境の構築

完成車解析ツール
・VI-CarRealTime

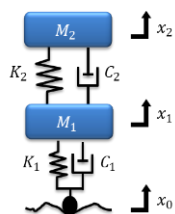


車両性能目標

車両評価



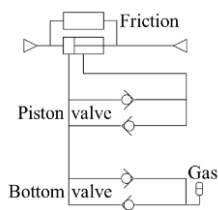
システム解析ツール
・MATLAB/SIMULINK
・modeFRONTIER



システム設計

システム評価

単体解析ツール
・MATLAB/SIMULINK
・SimulationX



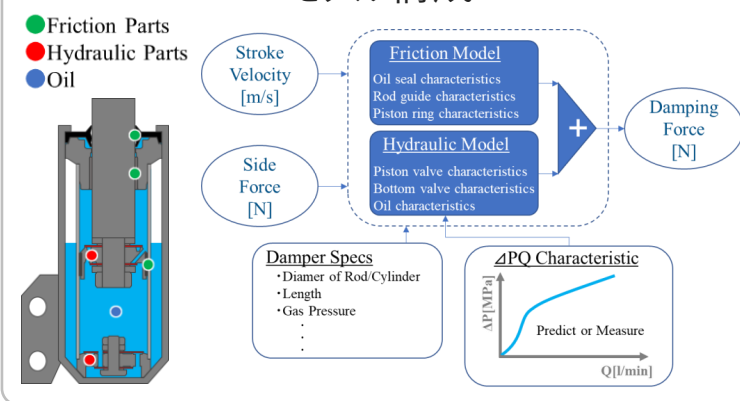
単体設計 単体評価

試作

CONFIDENTIAL

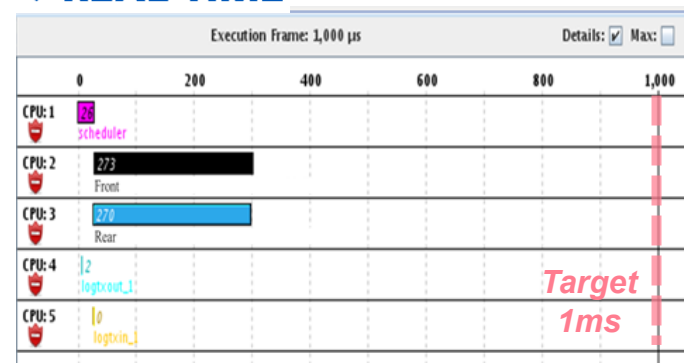
リアルタイム性を有する詳細モデル

モデル構成



リアルタイムパフォーマンス

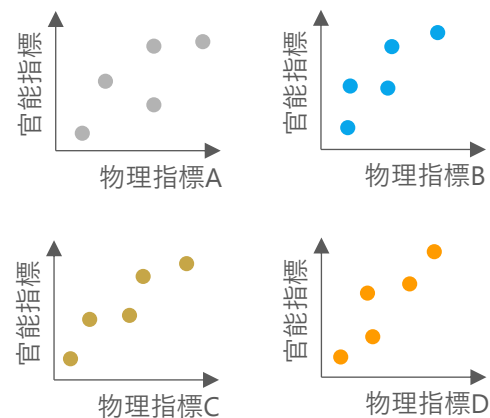
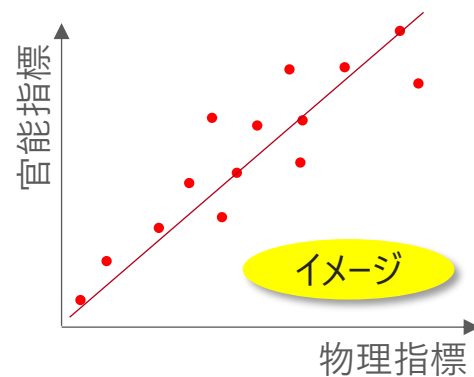
concurrent
REAL-TIME



2.3 官能指標の定量表現

実車による指標観点の明確化とDSによる精度アップ 2ステップで実施

ステップ1：様々な試乗と計測に通じ官能指標と物理値との相関を研究



ステップ2：DSで単一物理値の変更と評価による精度アップ



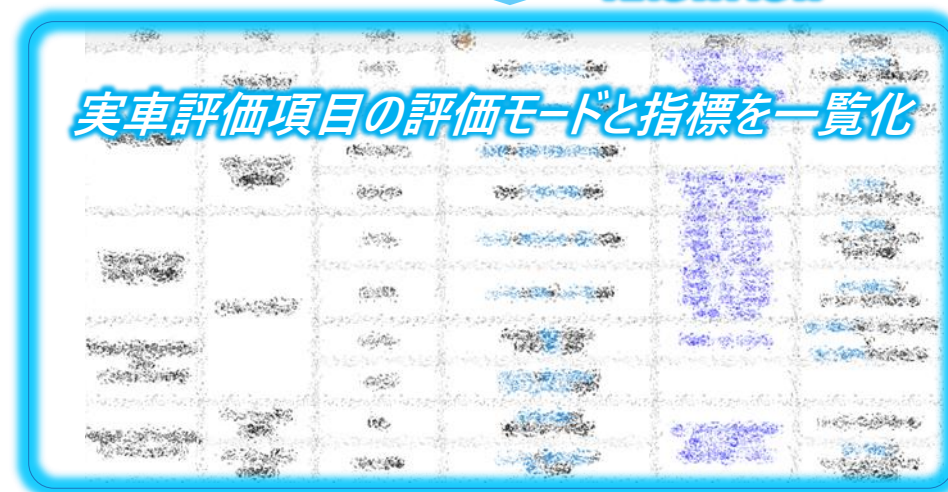
どの物理量が事象に寄与しているか？

評価事象	車両物理値	ゲイン		
		小	ベース	大
応答性	Yawrate	2	3	4
	Rollrate	4.5	3	1.5
	LateralG	2.5	3	4

- 5 事象再現性高
- 3 ベース同等
- 1 事象再現性低

KnowHow

実車評価項目の評価モードと指標を一覧化



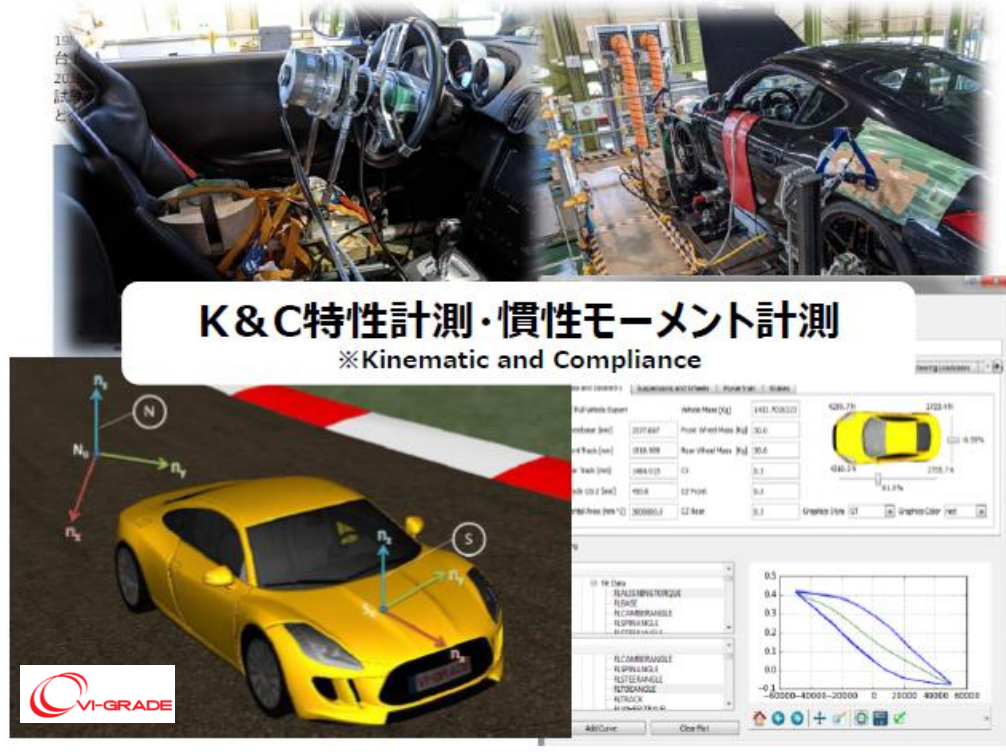
実車性能評価項目毎に指標観点や物理値の形で整理

2.4 解析環境の構築

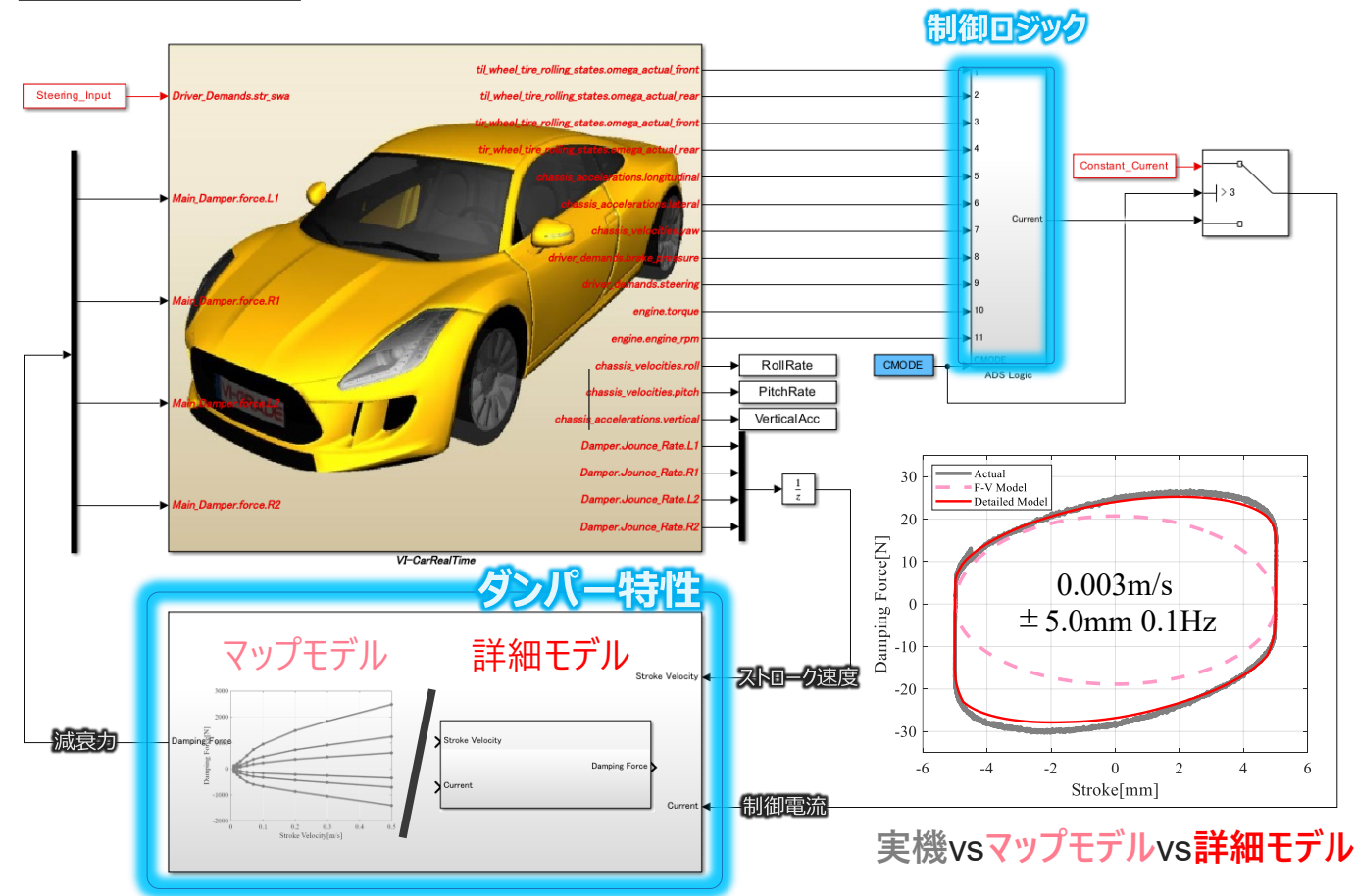
車両モデルの構築は外部委託。ダンパー特性定義に独自の詳細モデルを適用した

車両モデル

オートマックス様にて車両基礎特性の測定
VI-grade様にてモデル構築



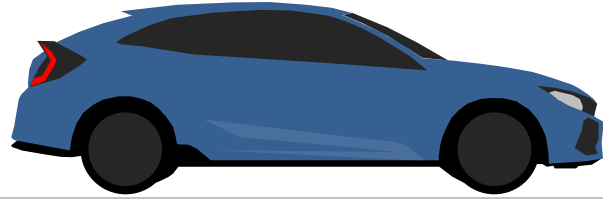
連成解析環境



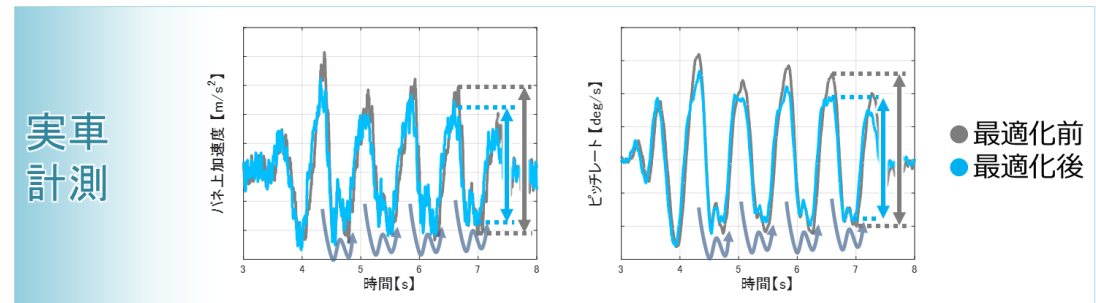
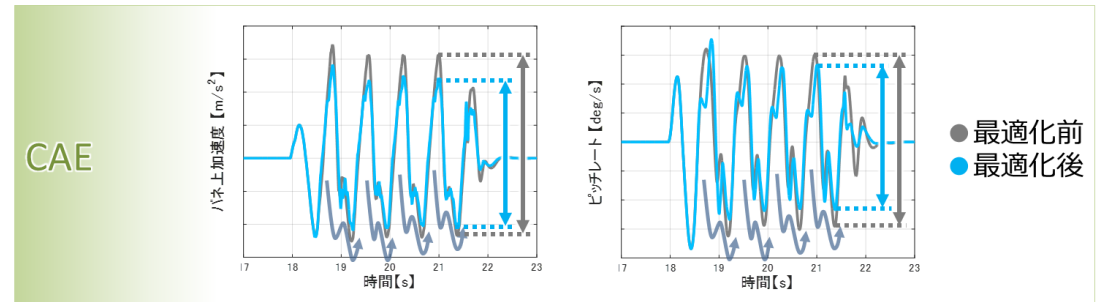
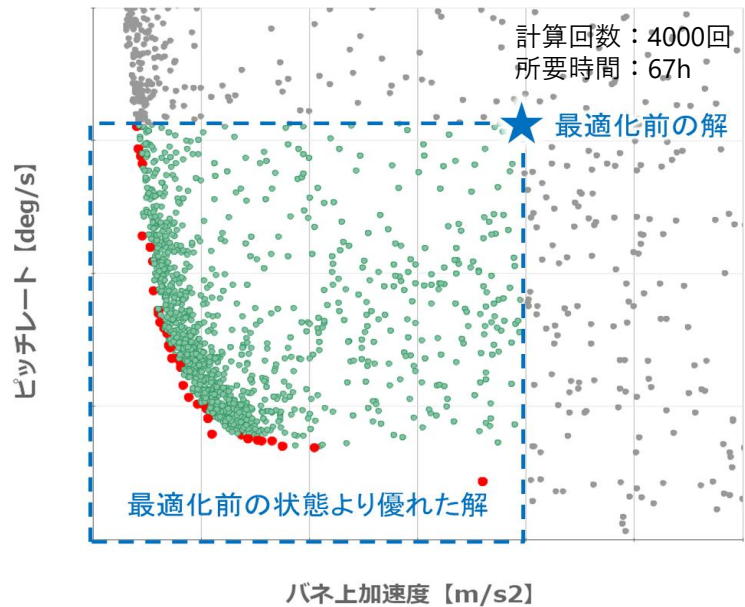
車両モデルとセミアクティブサスペンションシステムの連成解析環境を構築

2.5 事例紹介_オフライン計算

セミアクティブサスペンションシステムの制御パラメータの最適化事例



100km/hで波状路（サイン波路）の走行にて
バウンスとピッチングを両立する制御パラメータの算出



最適化で求めた車両挙動は実車計測と整合する結果を確認

2.5 事例紹介_DSでの試乗評価

DSにて実車挙動の再現性及びダンパー特性の定義違いによる差を検証

	プルービンググラウンド1レーン波状路 100km/h	
	実車	DS
スポーツモード		
ノーマルモード		

エキスパート 試乗コメント

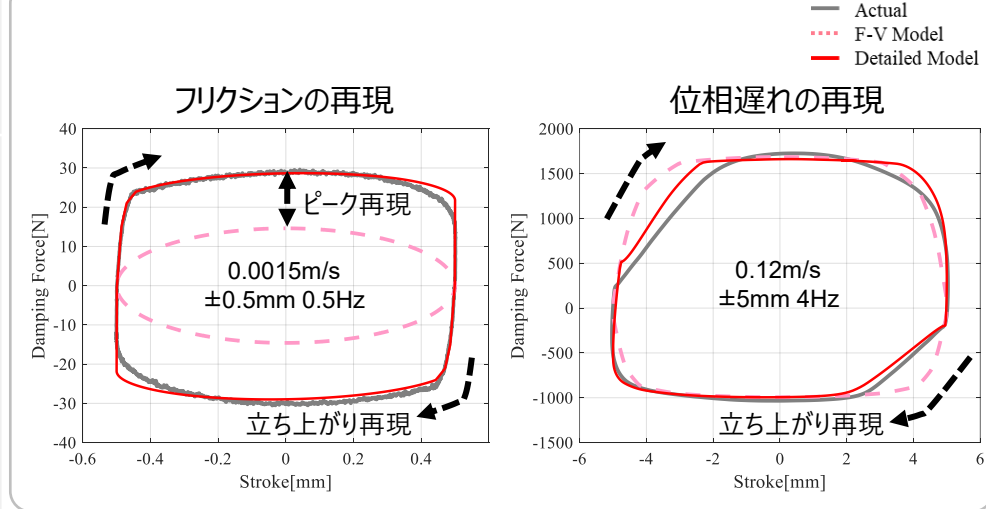
観点1

- ・DS上で体感したダンパー案別違いの変化代が実車と非常に近く、再現性は高い

観点2

- ・全体を通し詳細モデルの方は実車に近く、優位性がある

ダンパー特性の定義違いにおける比較



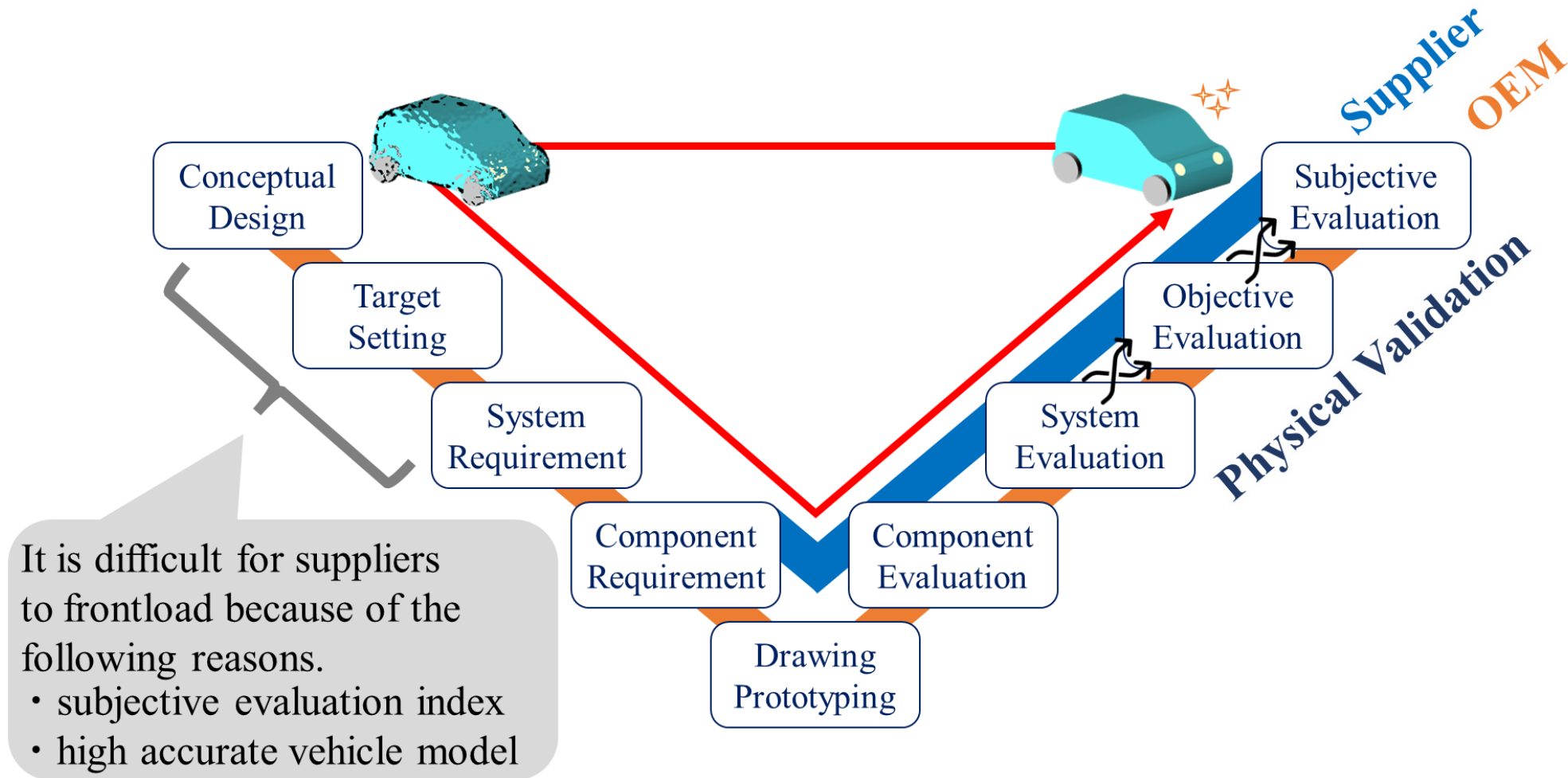
DSは官能評価できる可能性を示し、詳細モデルの適用により更に高いポテンシャルを確認

Contents

- 1.会社概要
- 2.ダンパー開発におけるMBDの歩み
- 3.リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発
- 4.まとめと今後の展望

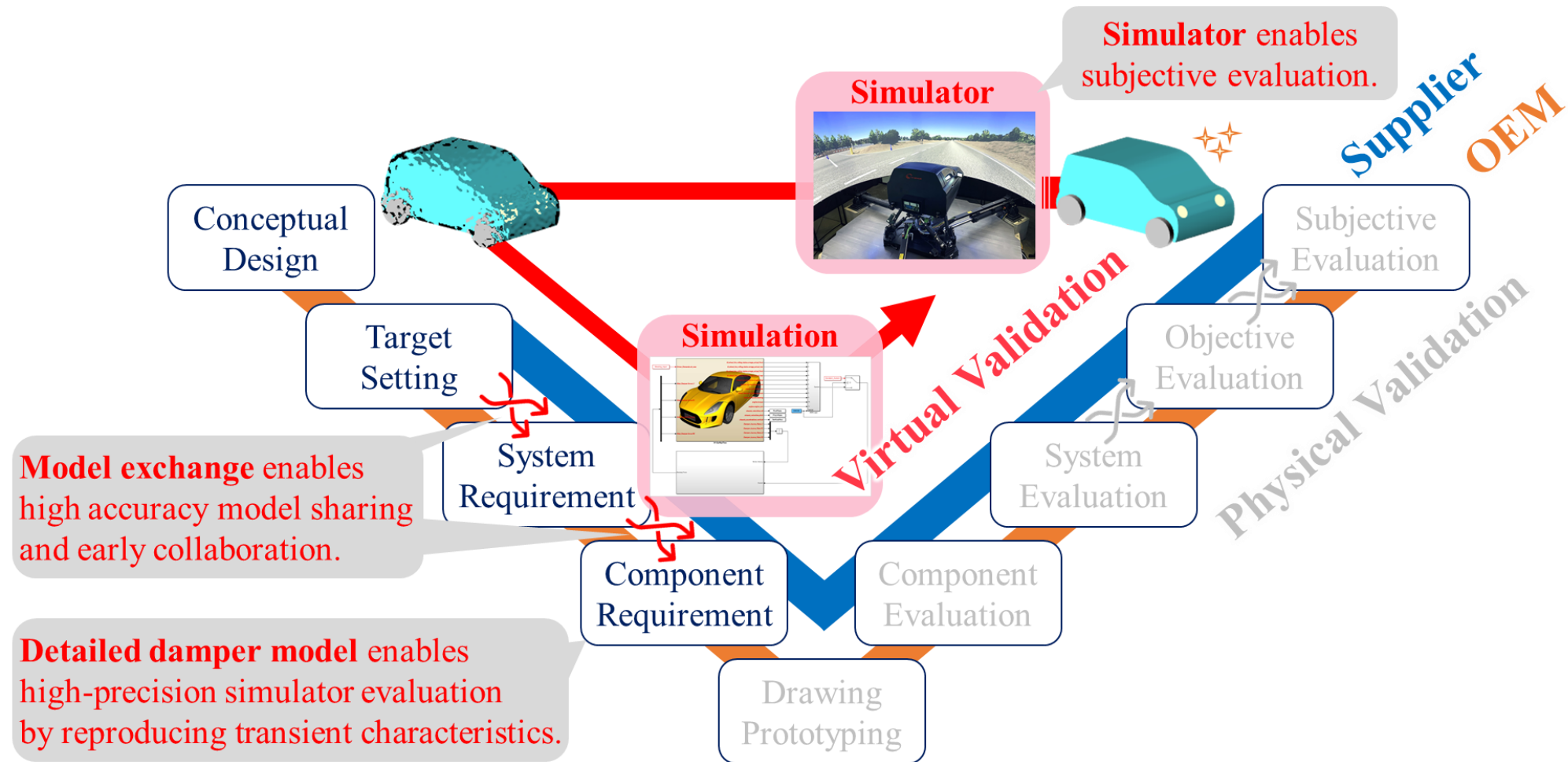
3.1 実開発へ運用するにあたっての課題

JSAE 2025年春季大会



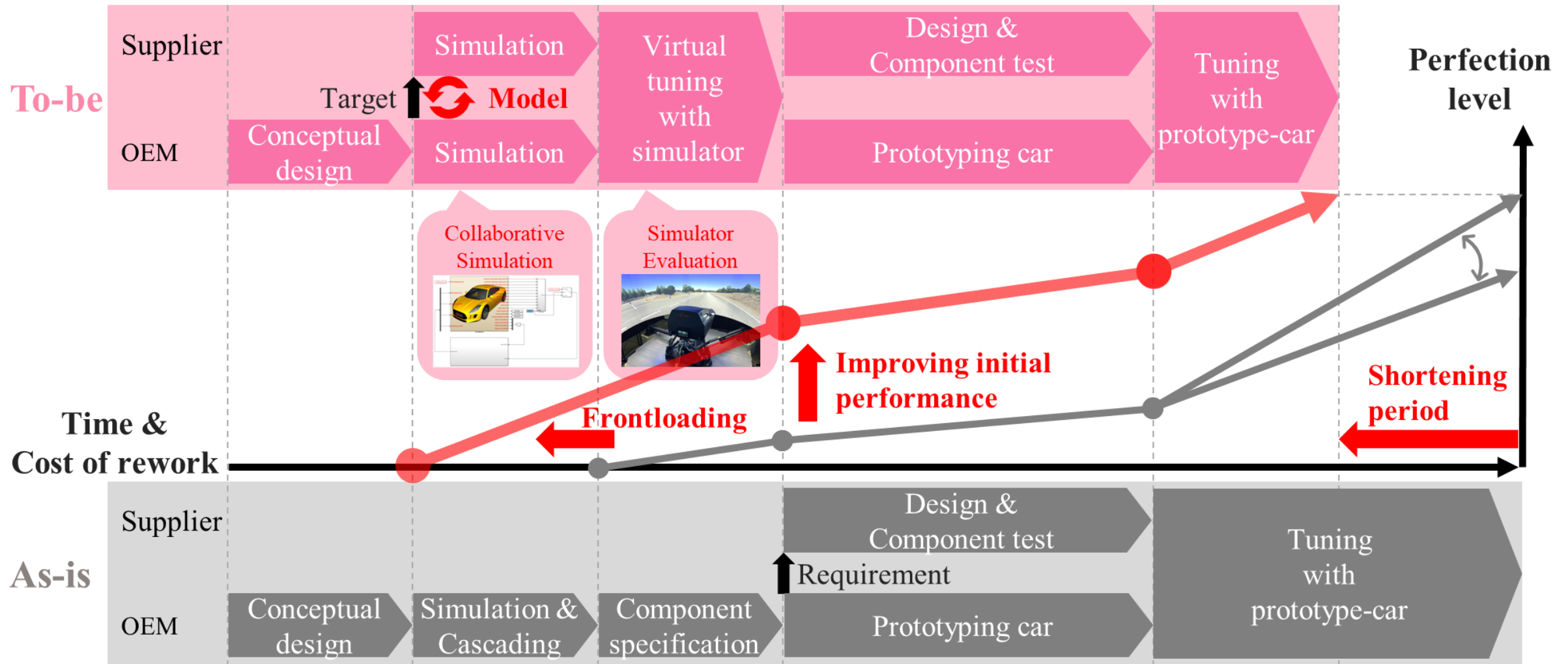
現状のダンパー開発はOEMから要求特性を頂いてから、試作ベースでフィジカルな検証に頼っている

3.2 目指す姿



官能評価を含めたバーチャル検証の実現により、車両品質と開発効率の向上を目指す

3.2 目指す姿

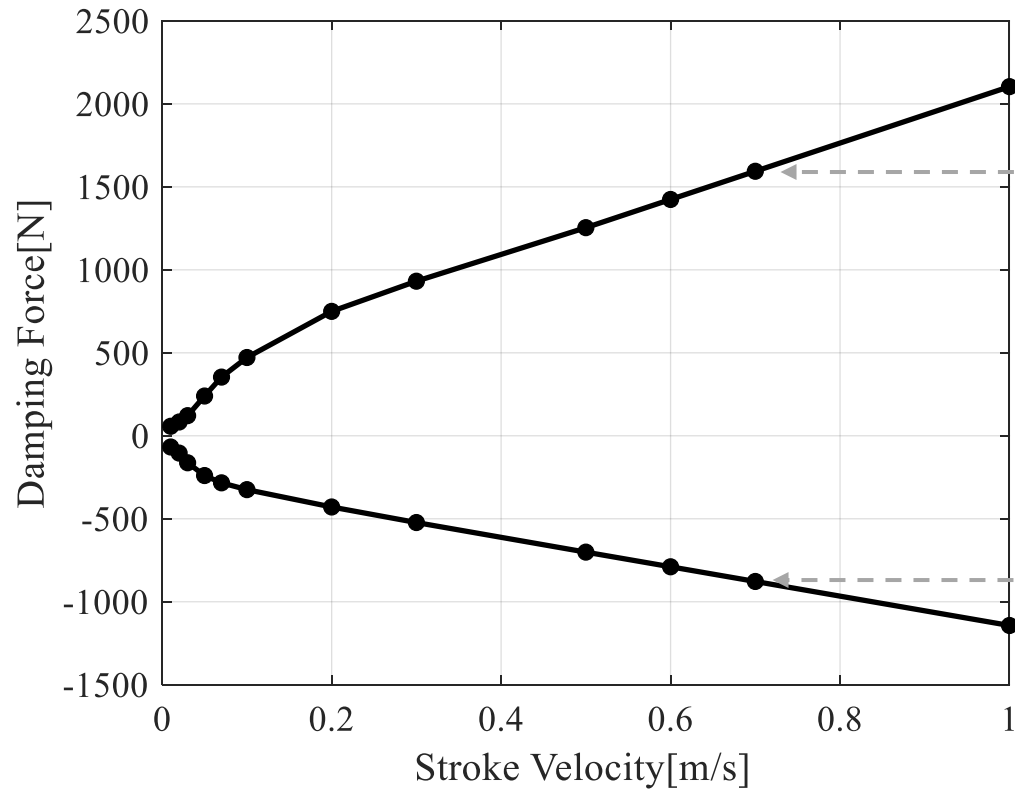


早期のモデル流通とシミュレータの官能評価により、試作初案の性能向上と開発期間の短縮を実現

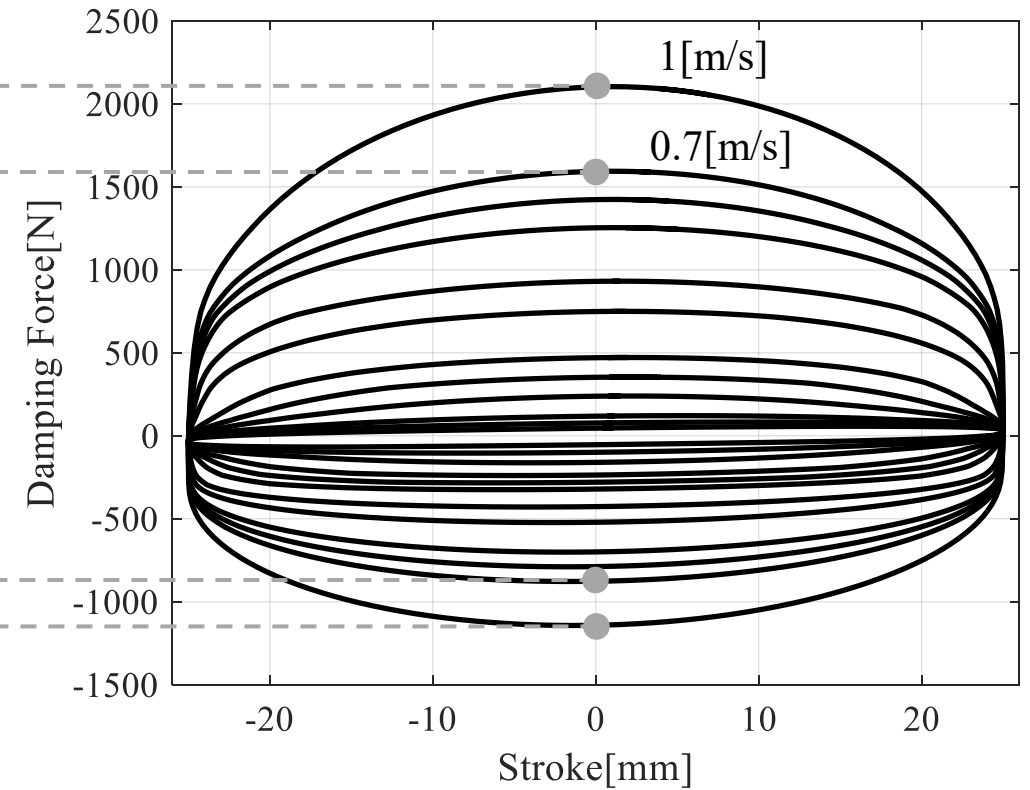
3.3 ダンパーの要求特性

Damper requirement between OEM and supplier

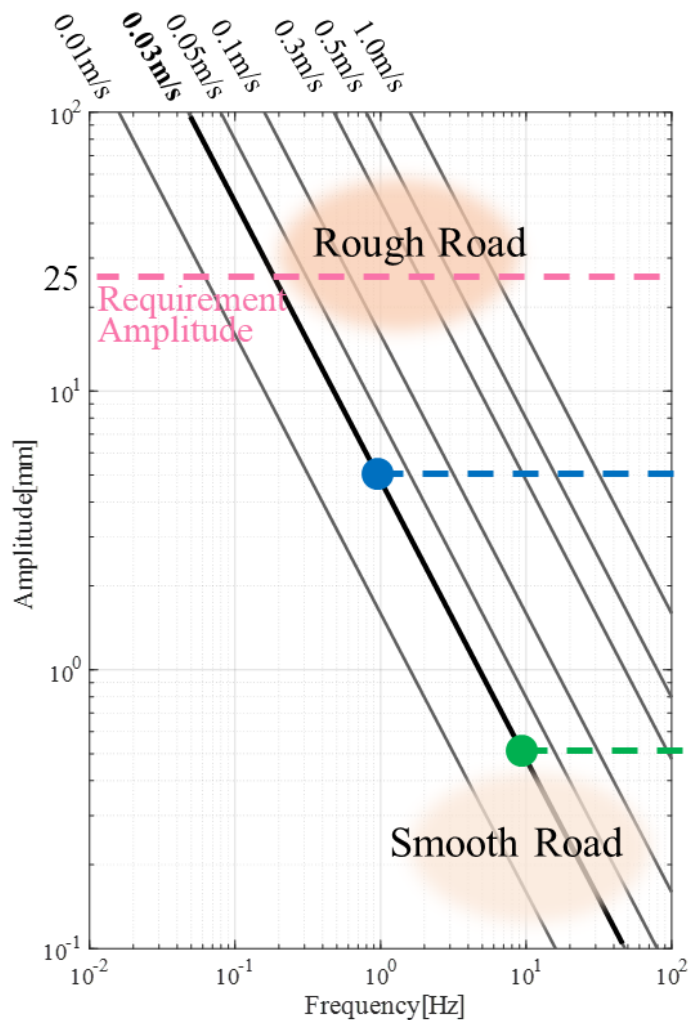
Requirement



Test conditions (Amplitude: ± 30 or ± 25 [mm])



3.4 ダンパーの過度特性



Damper operating range

	Actual	F-V Model
0.03m/s	Transient characteristics change depending on the amplitude and frequency	Peak damping force at each velocity of F-S characteristics
1Hz & ±5mm		
10Hz & ±0.5mm		

Different

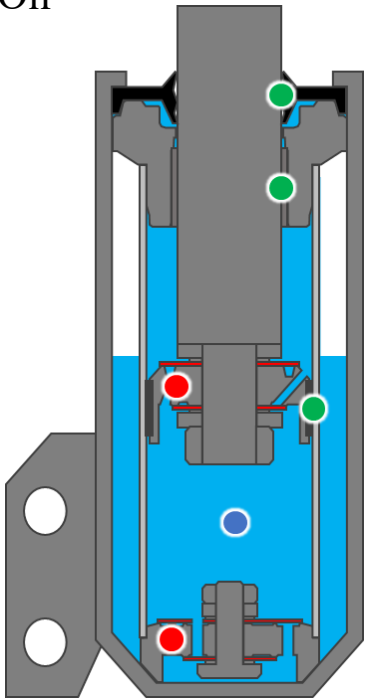
Same

要求特性（F-V特性）に基づくF-Vモデルは実機の過度特性を再現できない

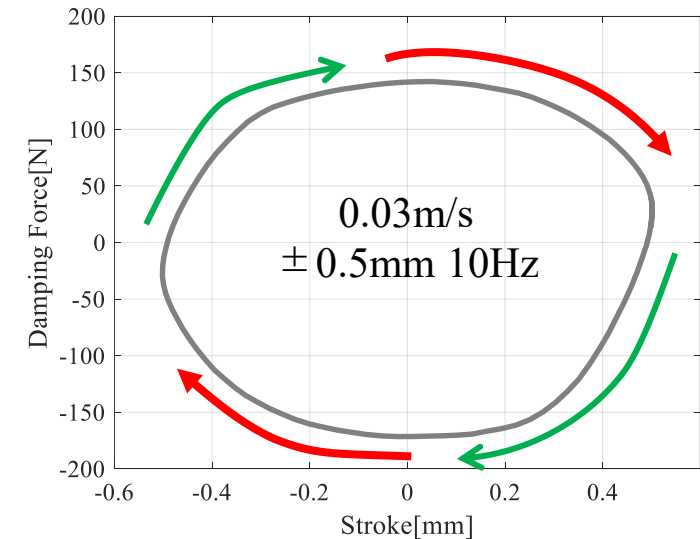
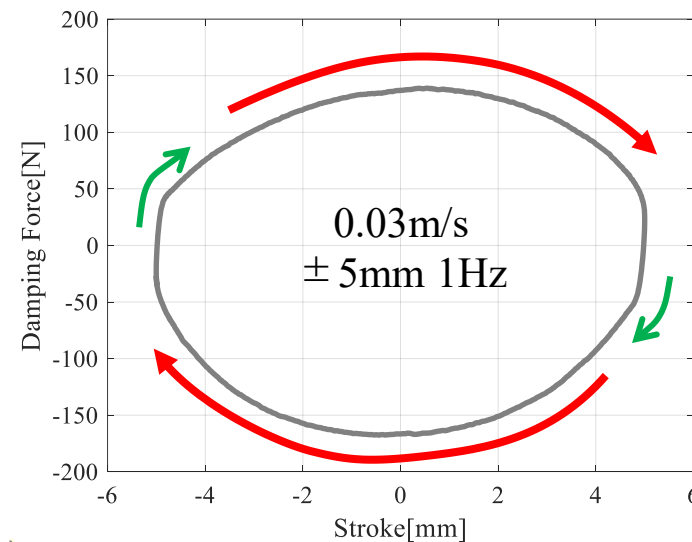
3.4 ダンパーの過度特性

Why do the transient characteristics of the actual damper change?

- Friction Parts
- Hydraulic Parts
- Oil



The distribution of friction and hydraulic parts change with the combination of amplitude and frequency.

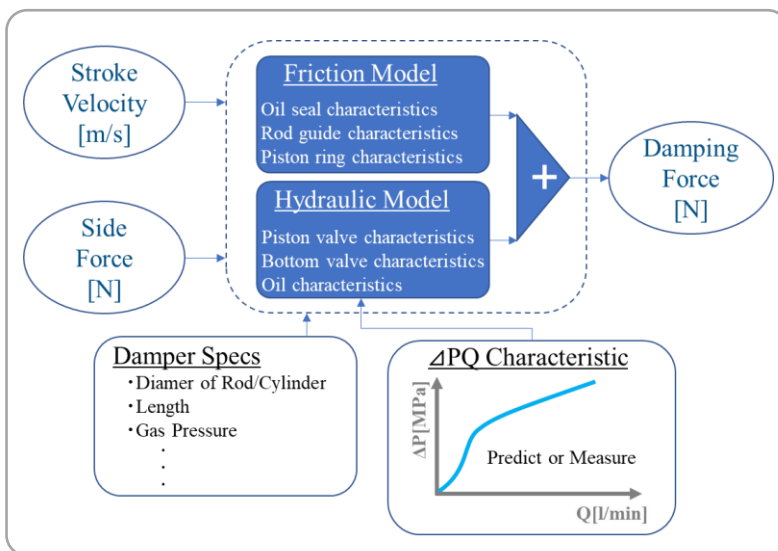


過渡特性の違いは官能評価と車両運動性能に大きな影響を与える
⇒シミュレータの評価には、過渡特性の再現できるダンパーモデルが必要

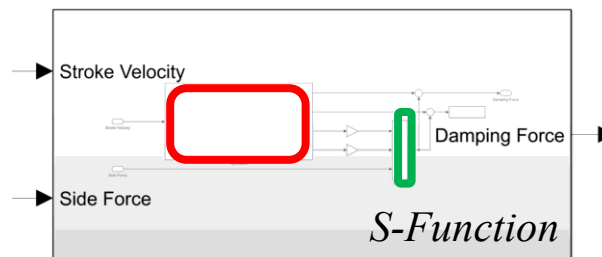
3.5 詳細ダンパーモデルの構成とリアルタイムパフォーマンス

The model consists of friction and hydraulic parts, which has real-time capabilities

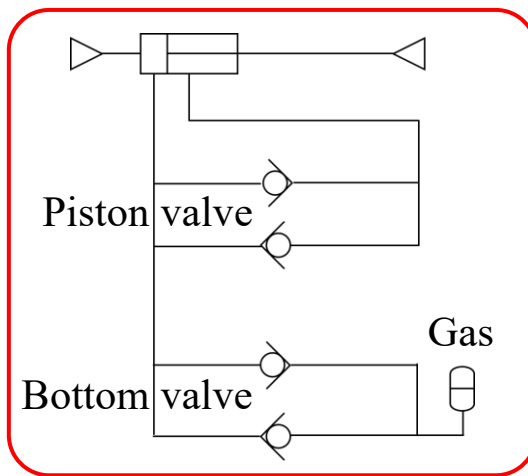
Model Configuration



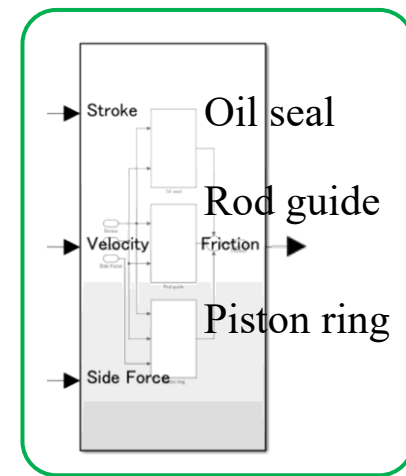
Model Interface



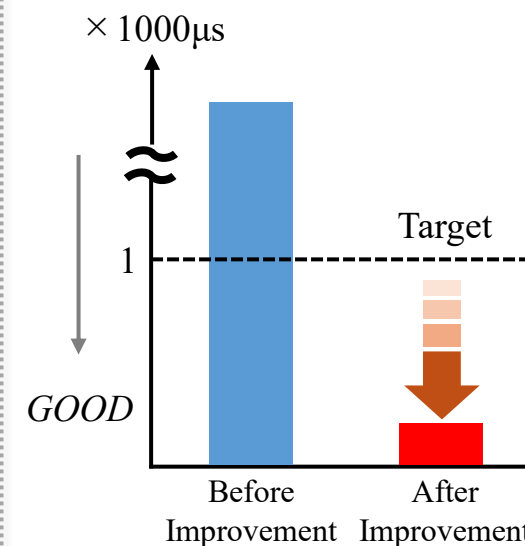
Hydraulic Model SimulationX



Friction Model Simulink



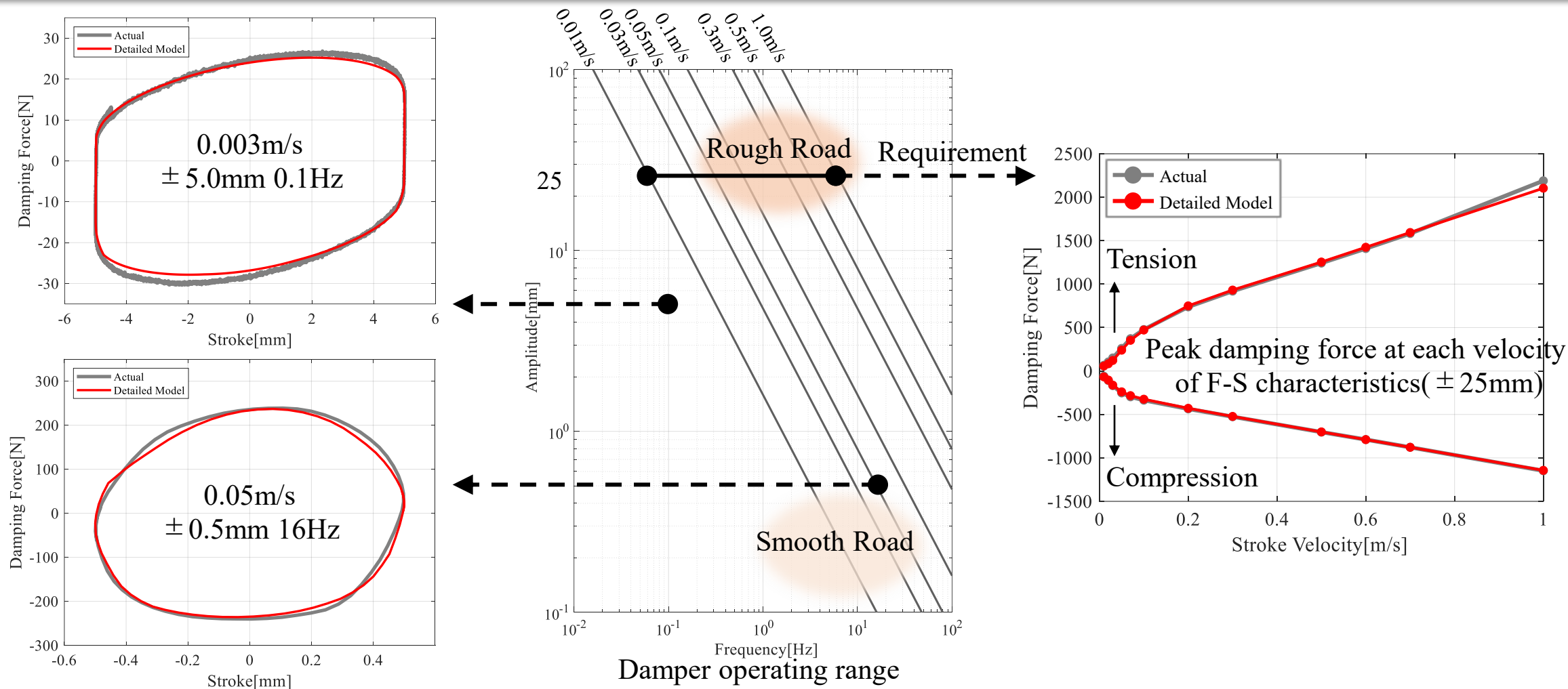
Real-Time Performance



フリクションモデルをSimulinkで構築することで、リアルタイムパフォーマンスを向上

3.6 詳細ダンパーモデルのコリレーション結果

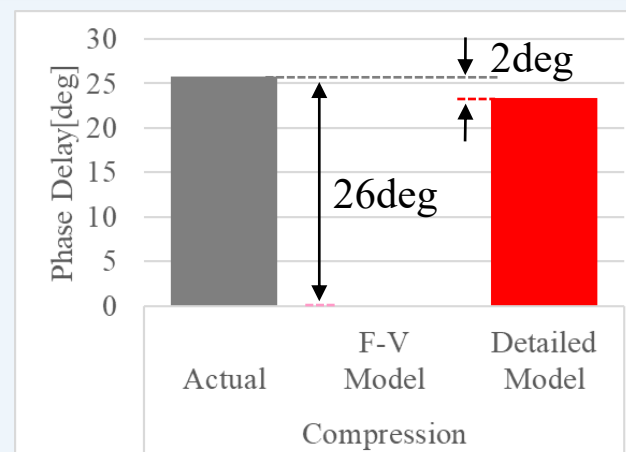
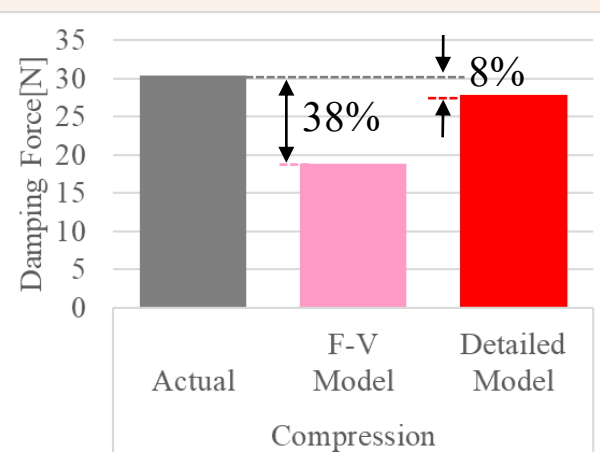
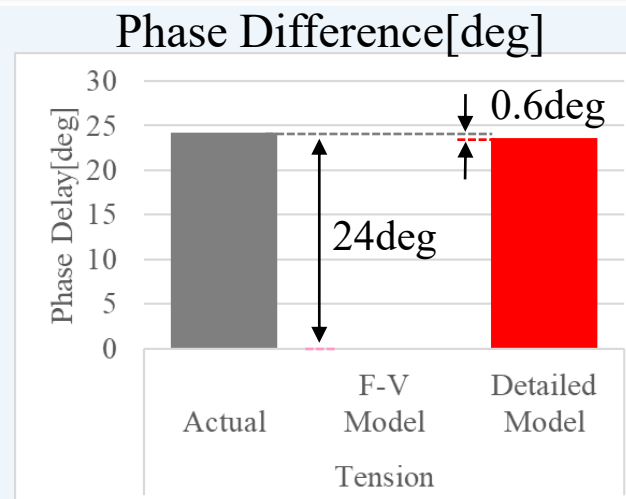
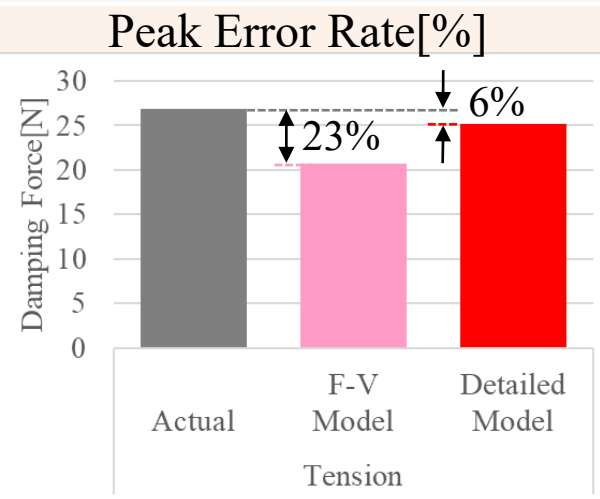
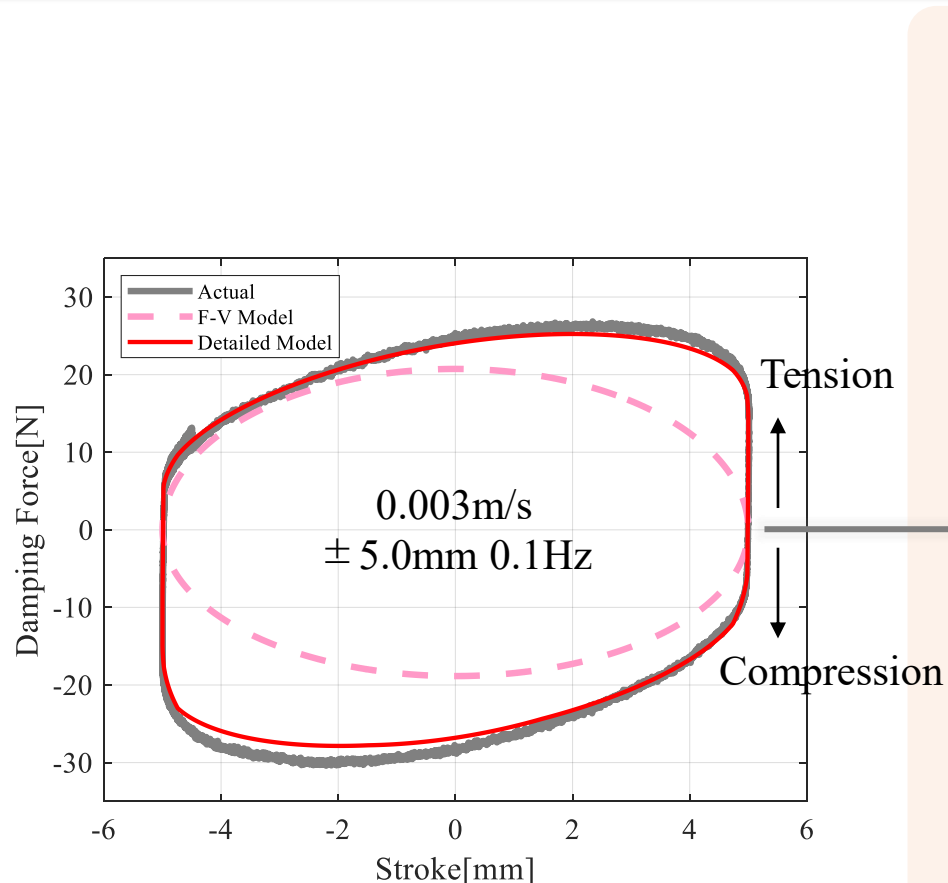
Correlation of actual and detailed model



詳細ダンパーモデルは実機のピーク特性と過渡特性を忠実に再現

3.6 詳細ダンパーモデルのコリレーション結果

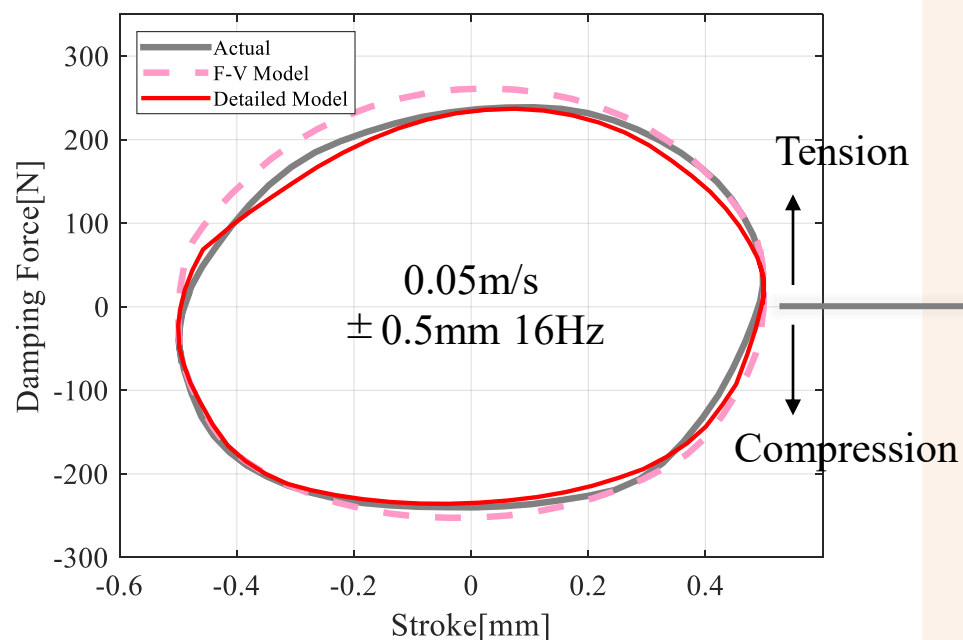
Comparison of detailed model and F-V model with actual at peak error rates and phase delay



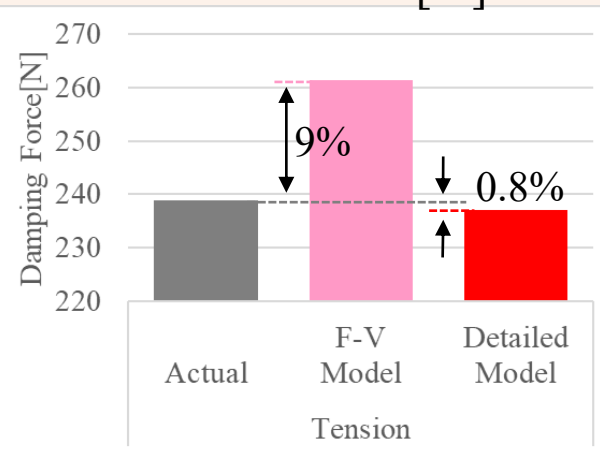
マップモデルより、詳細モデルの方は実機のピーク特性と過渡特性を忠実に再現

3.6 詳細ダンパーモデルのコリレーション結果

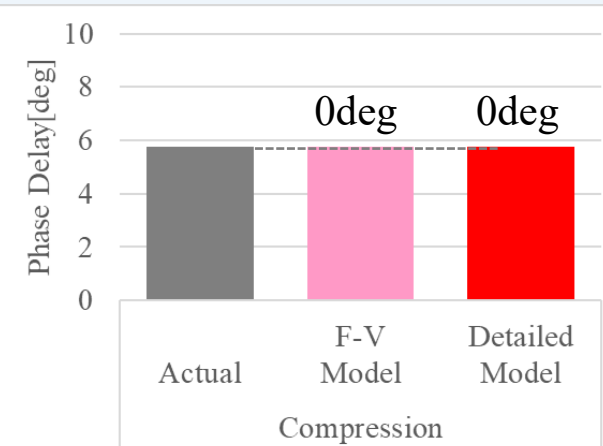
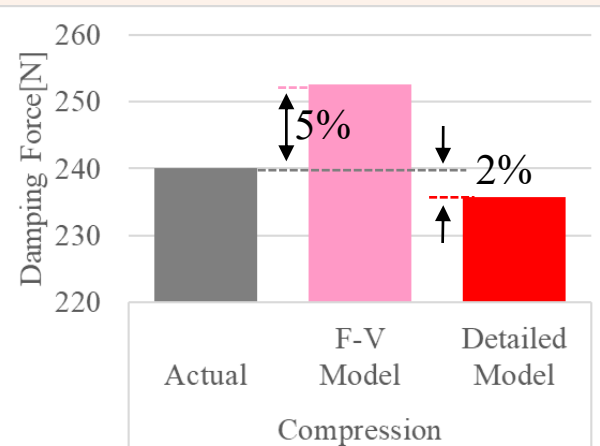
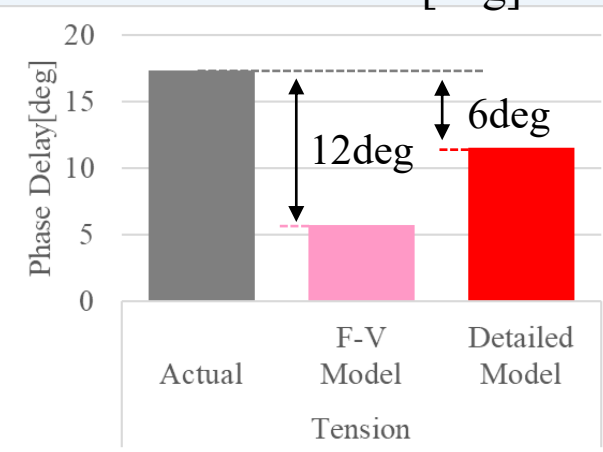
Comparison of detailed model and F-V model with actual at peak error rates and phase delay



Peak Error Rate[%]



Phase Difference [deg]



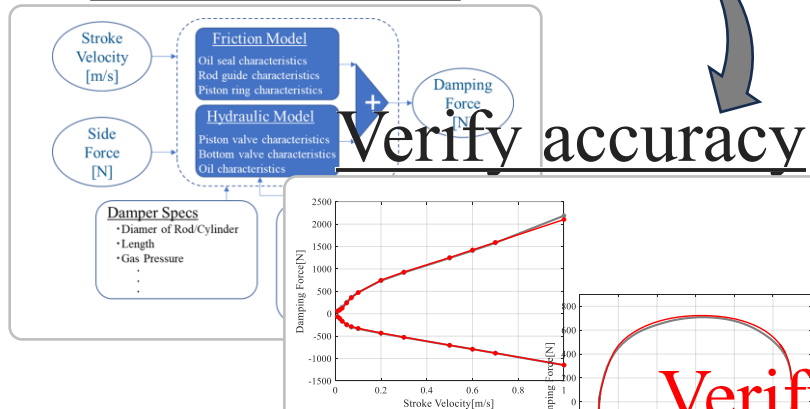
マップモデルより、詳細モデルの方は実機のピーク特性と過渡特性を忠実に再現

3.7 モデル流通に向けた準備

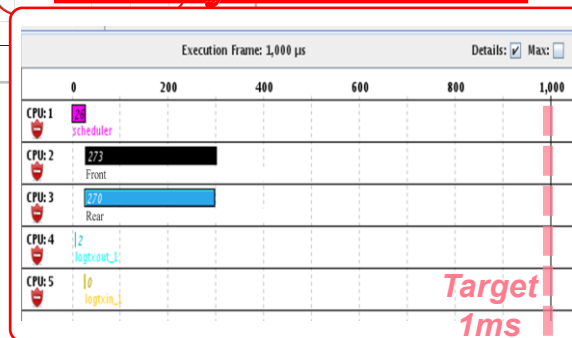
Real-Time performance is verified before model exchange for simulating smoothly

Supplier

Build model

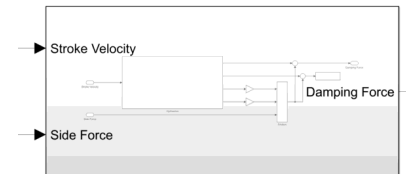


Verify real-time

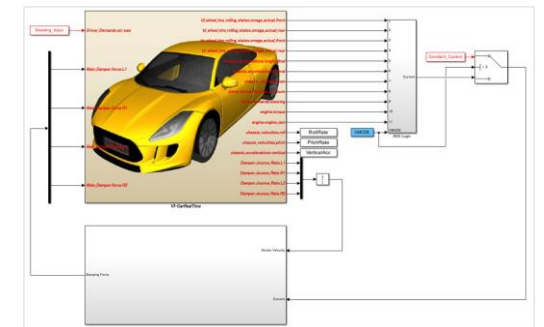


Model exchange

S-Function or FMU



OEM



Run analysis smoothly

Contents

- 1.会社概要
- 2.ダンパー開発におけるMBDの歩み
- 3.リアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発
- 4.まとめと今後の展望

2015（社内活動）

指標・解析環境構築

2020（OEM連携）

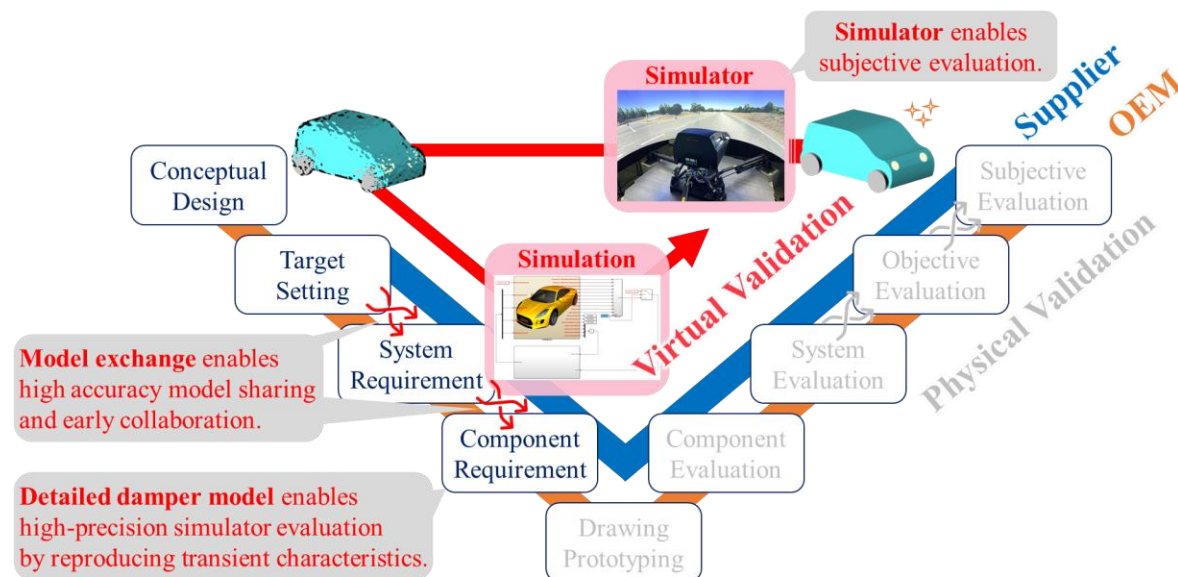
DS対応モデル開発

2025（実践運用）

さらなる進化

まとめ

- 社内活動：指標・解析環境の構築及び適用事例を紹介した
- OEM連携：モデル流通と詳細ダンパーモデルをシミュレータに適用する開発手法を提案した
DSでの活用を想定したリアルタイム性を有する詳細ダンパーモデルの開発について紹介した
⇒ この手法は試作初案の性能向上と開発期間の短縮に可能性を示した



今後の展望

- OEMと実践運用時のプロセスの在り方を議論
- グローバル連携しながらSim技術を継続進化



米国拠点設備 VI-grade製
COMPACT FSS(Full Spectrum Dynamic Simulator)

謝辞 解析環境の構築にあたり吉井様 神山様 柴様 皆様に多大なるサポートを賜りましたこと、この場を借りて御礼申し上げます

Astemo

Mobility Beyond