

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：電動・自動運転車開発を加速するデジタル技術基盤の構築

（電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発 研究開発項目3：電動車両シミュレーション基盤）

実施者名：(一財)日本自動車研究所、代表名：代表理事研究所長 鎌田 実

目次

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

自動車の価値（移動の価値）の変化によりDX産業が急変化すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

【政策面】Policy

人への投資、GX、DX、フロンティアの開拓、科学技術・イノベーション等を重点課題とした政策が打ち出されている。

- 働き方改革
- デジタルトランスフォーメーション
- MaaS、CASE、カーボンニュートラル

【社会面】Society

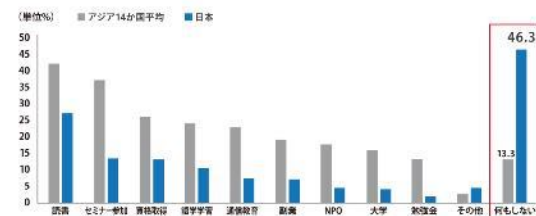
- 少子高齢化
生産年齢人口の減少が加速していく中で、経済構造の変化やこれまで以上の生産性上昇がなければ、経済成長は低下していくことが見込まれる。
- 環境問題への配慮（SDGs）
異常気象を体感する時代に入り、より一層、環境へ配慮した自然との共存意識が高まっている。

【経済面】Economy

- 脱炭素化業種への投資（自然エネルギー、LCA）
- SNSの普及により体験型に価値が変化
- 社会人のリスキングへの投資

日本 = アジアで大人が学んでいない国（相対的に）

Q. 自分の成長を目的として行っている「勤務先以外の学習や自己研鑽活動」について



https://www.benesse.co.jp/brand/category/education/20200903_1/

【技術面】Technology

GX

- EV（2035年に電動車100%）

DX

- 自動運転
- SDV（Software Defined Vehicle）
- 生成AI

	目標年度	目標	FCV	EV	PHEV	HEV	ICE
日本	2030	HV: 30~40% EV+PHEV: 20~30% FCV: ~3%	~3%	20~30%		30~40%	30~50%
	2035	電動車(EV/PHEV/FCV/HV) 100%		100%			対象外
EU	2035	EV+FCV: 100% (EU 欧州連合目標)		100%			対象外
米国	2030	EV+PHEV+FCV: 50%		50%			50%

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/xev_2022now.html

DXへのシフト

シミュレーションを活用した業務効率化、新規テーマ（MaaS、CASE、自動運転等）への対応が必要な時代へ

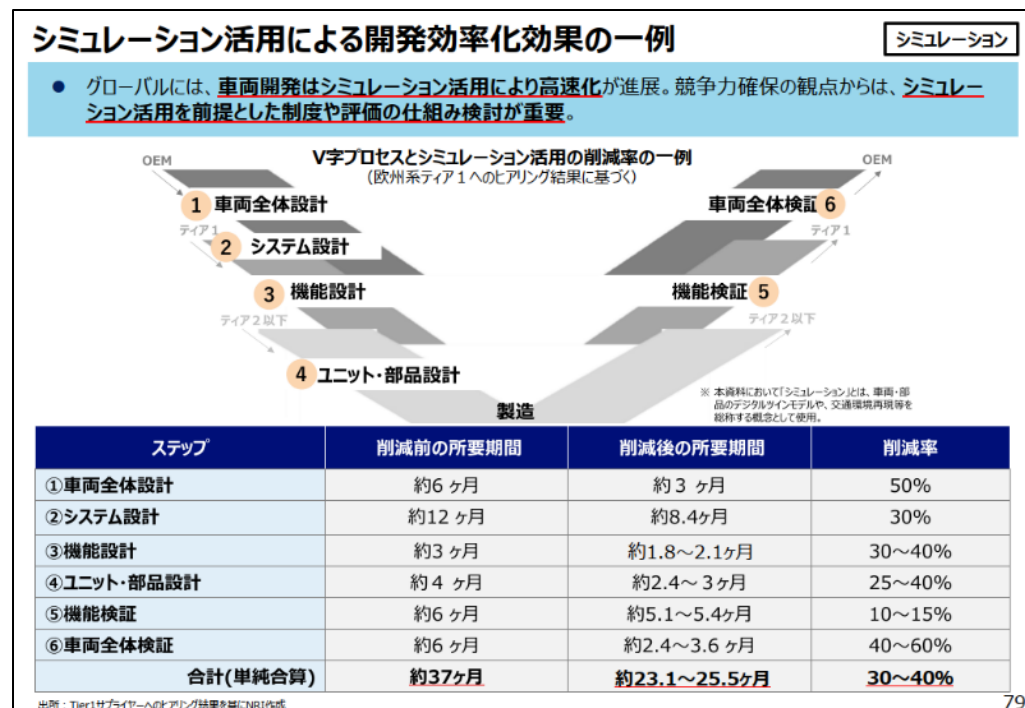
1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

自動車の価値（移動の価値）の変化によりDX産業が急変化すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

車両開発工程（V字工程）の中でシミュレーションを活用（**MBD**）することで、車両開発は高速化（効率化）させることができるため、シミュレーションは重要な要素となる。特にV字工程の左上の車両全体設計（OEM、Tier1で用いる1Dモデル）では所要時間を50%削減でき、また、車両全体検証においても、所要時間を40～60%削減でき、効果は大きいものとなる。

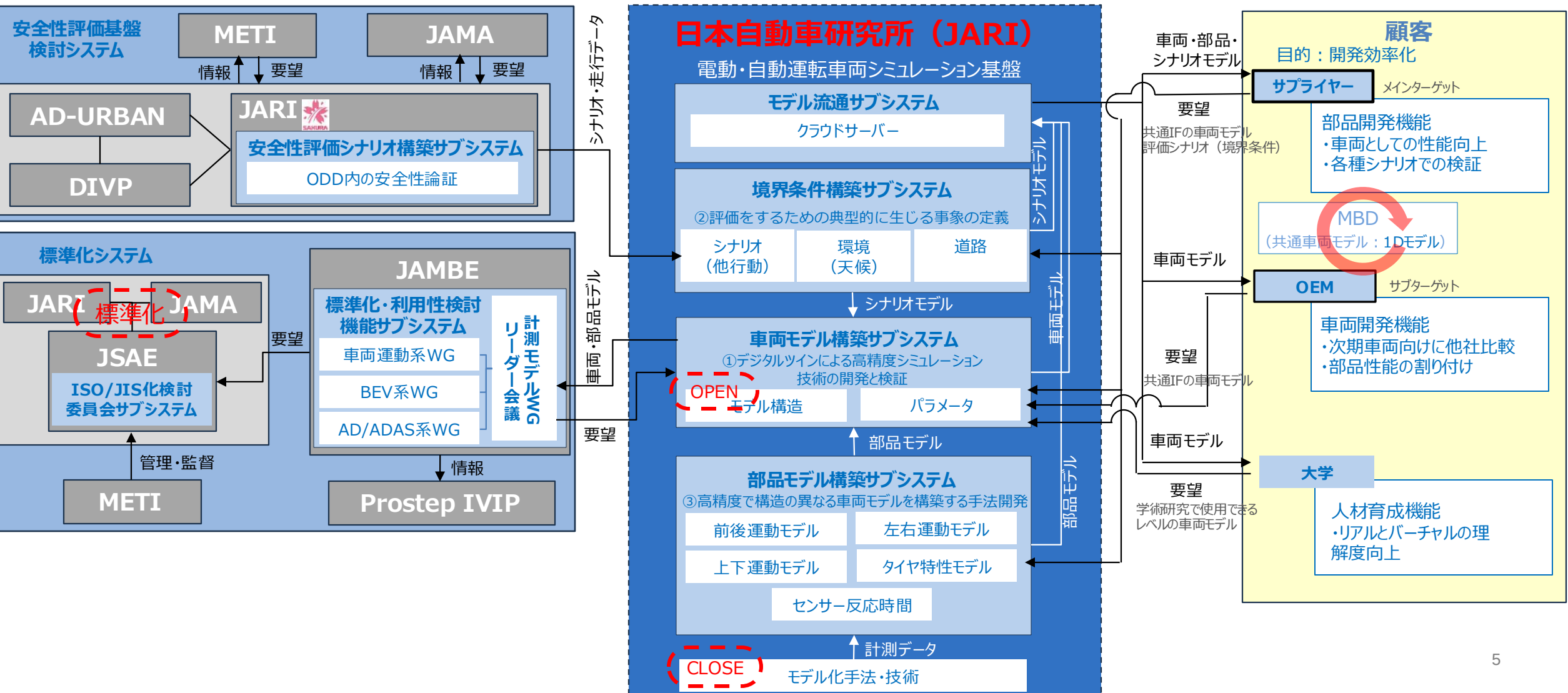
現在、国内における課題としては、**OEM、Tier1で共通で利用可能な部品ごとに構成された車両全体のモデルが無い**ことである。センサー一つを取っても、ブレーキの特性、タイヤの特性など、他の部品と連携させながら自社の部品を検討する必要があるが、**他社の部品特性、モデルを把握することは困難な状況**（権利や秘匿の関係）である。



1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

自動車の価値（移動の価値）の変化によりDX産業が急変化すると予想

カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

自動車の価値（移動の価値）の変化によりDX産業が急変化すると予想

・ 市場機会

- ・ MBDによる車両開発に関し、パワートレイン部分を先行事例として進められ、OEM、サプライヤー間でメリットの共有がおこなわれている。

【メリット】

モデルが仕様書になるため、手戻りが発生しにくくなっている。

検証フェーズを事前に確認することができる

- ・ 自動運転システム（ADAS）、EV性能という形で車両全体でもMBDを実施したいというニーズが高まっている。

一方、課題として

- ・ サプライヤーは車両全体のモデルを作り込むだけの体力はない。
- ・ OEMから提供される車両モデルはブラックボックス化されていて、自社の部品は良くなっているが、車両全体で見たときに悪くなるときがあり、原因究明ができない。
- ・ OEM毎にモデルの仕様が異なり、対応が複雑化している。

OEM、サプライヤー共通で利用可能なホワイトボックス化された車両モデルが必要

・ 当該変化に対する経営ビジョン

「環境・エネルギー」、「安全」に加え、「新モビリティ」という新たな柱を掲げ、デジタル技術力の強化によるカーボンニュートラルを踏まえた持続可能で安全・安心・便利なクルマ社会の実現へ貢献する。

・ 社会・顧客・国民等に与えるインパクト

【自動車業界】

- ・ 電動化や自動化により車両開発が高度化する中、日本の強みである摺り合わせ開発にMBDを取り入れ、シミュレーションによる効率的な開発環境をOEM/サプライヤーに共通に提供することで生産性の向上を図り、自動車産業全体の技術力の底上げを実現する

【社会・国民】

- ・ 電動車開発の早期化による将来的な電動車の普及を実現することで脱炭素社会へ寄与すると共に、自動運転の普及により交通事故ゼロ、死傷者ゼロの安心・安全なクルマ社会を実現する。

【経済】

- ・ 戦略的な標準化により、市場をつくり市場をリードすることで世界における日本の自動車メーカー/部品メーカーの地位を確立すると共に、日本の経済成長を牽引する。

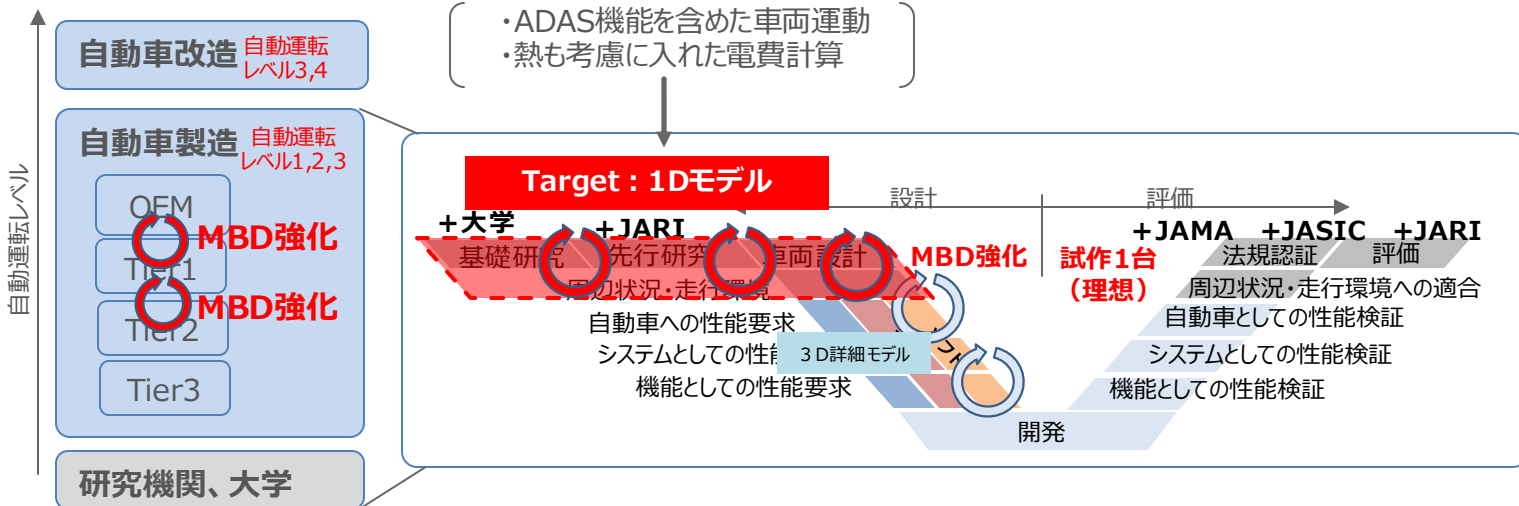
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

MBD市場のうち共通車両評価モデルをターゲットとして想定

セグメント分析

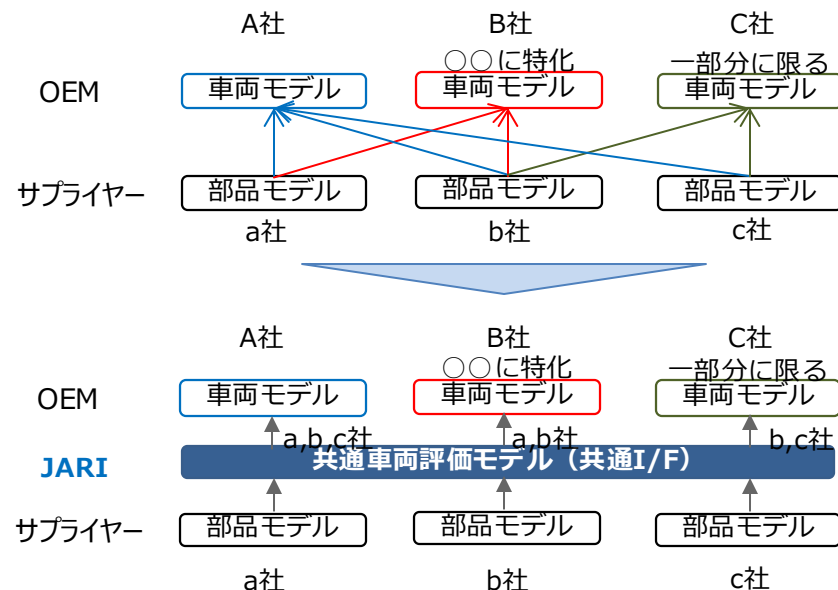
- V字工程の左上の車両全体設計、右上の車両全体検証において、MBDの導入は工数削減の効果が大きい。
- 特に左上の車両全体設計では、既販車から次期車両のコンセプトを決める際、OEM、サプライヤー間での意思疎通だけではなく、他社比較（ベンチマーク）にもMBDを取り入れることもできる。
 - － 先行開発：サプライヤ選定、要件定義・技術仕様策定、ベンチマーク等
 - － 車両設計：車両基本コンセプト、車載技術検討等
- 自動運転（ADAS）においては、V字工程の右上の車両全体検証フェーズにおける評価シナリオ（安全性能）を目標にしながら、左上の車両全体設計ができるようになるため、工数の大幅な削減が期待できる。

ターゲットはV字工程左上での車両全体設計



ターゲットの概要

- OEM各社が所有する車両モデルは独自に特化されていたり、モデルはあるものの一部分であったり、車両挙動をシミュレーションできるレベルにないなど、OEM 毎に状況が異なる。
- サプライヤーはOEM毎にモデルを作成する必要がある。また、OEMのモデルや評価方法は開示されないため、自社の部品性能がどれくらい車両性能に効果を及ぼすか知り得ない。
- 上記2点を解決するため、車両挙動を簡便にシミュレート可能で、且つ、OEM/サプライヤー共通で利用可能なシミュレーション環境(車両モデル)を提供する。

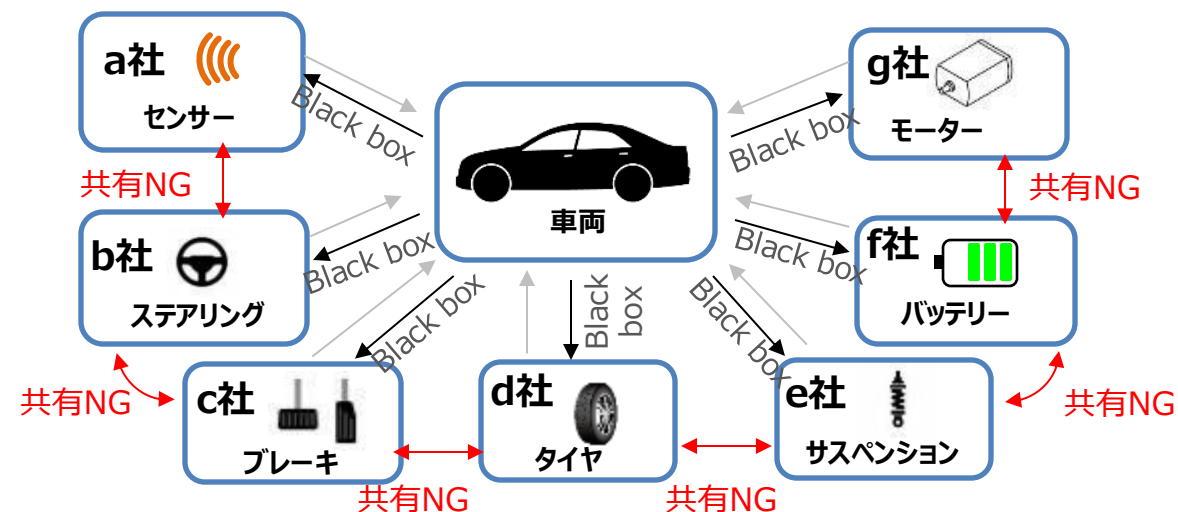


1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

MBD市場のうち共通車両評価モデルをターゲットとして想定

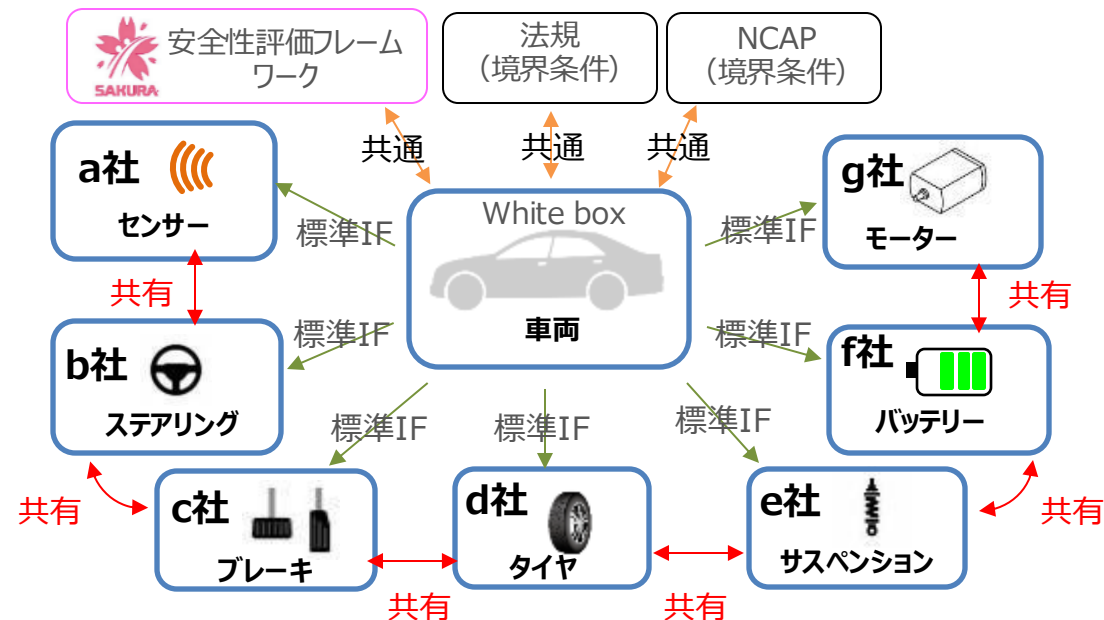
MBDに対する課題

- ◆ 自動運転（ADAS）、EV車の開発・設計において、他部品のと連携が必要な状況であるが、権利や秘匿の関係から共有することはできない（例えば、センサーはステアリング、アクセル、ブレーキとも連動させる必要があるが、モデルの共有ができない状況→ホワイトボックス化が必要）。
- ◆ OEMごとにモデル連結の仕様が異なるため、作り込み、検証の負担が大きい（→標準化）
- ◆ 自動運転（AD、ADAS）向けの業界共通の安全性評価シナリオは開発中（SAKURAプロジェクト）であり、共通なものが出来つつあるが、現状ではOEMごとに異なっているため、サプライヤーの負担が大きい。一方、法規やNCAPのように決まっているものもある。



連動する部品の性能、モデルが共有できないと、効率的な開発はできない。
OEM供給の車両モデルはブラックボックス化されていて他部品は見れない。

信頼できる第三者が車両モデルを構築し、OEM、サプライヤーが共通で
利用可能な状況を構築してほしい。



1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

共通車両評価モデルを使用するターゲット層（電動）

- ◆ 電動・自動運転車において、**電力消費量、回収量は航続距離に影響を受けるため、重要な要素である。**
- ◆ 電動化はOEM、Tier1が主体となって、仕様、設計がおこなわれている。

OEM、Tier1で検討を進めているEV関連が車両モデルのターゲット

- ◆ AEB、ACCなどのアクセル、ブレーキ操作、タイヤの路面摩擦などが影響するため、モーターやバッテリーの性能だけで電力消費量を見積もることはできない（車両運動とも密接な関係にある）。
- ◆ 電力は主バッテリーだけではなく、補器類もあり、関係企業が多岐に渡る。
- ◆ 大学等の教育機関では教育題材としてハードとソフトの関係性理解向上、MBDの理解向上に活用できる。
- ◆ 完全自動運転、EVに関連する研究用途としての活用にも期待できる。

		OEM	Tier1	大学・研究機関
ユースケース	電費	完成車の航続距離性能の見積 (タイヤ特性等のパラメータスタディ)	完成車としての部品性能 補器類も含めると多くの企業に関連	教育・研究



アクセル、ブレーキ操作の仕方による電力消費、回収量
天候影響（雨、霧時のワイパー、ライト作動）
外気温影響（エアコン、バッテリー温度）

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

共通車両評価モデルを使用するターゲット層（自動運転）

- ◆ 電動・自動運転車において、特に自動運転レベル1～5では**車両運動は衝突の有無に大きく影響を与えるため、重要な要素となる。**
- ◆ 車両運動はOEM、Tier1が主体となって、仕様、設計がおこなわれている。

OEM、Tier1で検討を進めている車両運動関連が車両モデルのターゲット

- ◆ 現状、OEM、Tier1は自動運転レベル2の開発を進めており、このレベル2において、MBDでの課題感を持っている。
- ◆ 車両モデルを用いた自動運転レベル2の車両をMBDで開発ができないのであれば、その先の自動運転レベル3,4はない（レベル2を基本にレベル3,4がある）。

自動運転レベル2が近々のターゲットであり、その先に自動運転レベル3,4がある

- ◆ 大学等の教育機関では教育題材としてハードとソフトの関係性理解向上、MBDの理解向上に活用できる。
- ◆ 完全自動運転、EVに関連する研究用途としての活用にも期待できる。

		OEM	Tier1	大学・研究機関
ユースケース	自動運転レベル1,2	完成車車両運動の傾向把握 (AEB、ACC、LKA、スラローム、定常円旋回等)	完成車車両運動を踏まえた部品特性	教育・研究
	自動運転レベル3,4	自動運転レベル2ができなければ、レベル3,4はできない		

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

共通車両評価モデルの必要とされる機能

- ◆ 車両運動の傾向把握、電費性能の傾向把握には**パラメータスタディ**をおこなうのが主流である。そのため、**計算コスト（計算時間）は小さい**方が、多くのパラメータスタディをおこなうことができるため、1Dシミュレーションモデルでの検討が適切である。
- ◆ OEM、サプライヤーが多く使用している1Dモデルの代表に**Carsim、CarMaker**があり、多くのOEM、Tier1に利用されている。このソフトウェアを用いることで、新たに習熟する時間は必要なくなる。
- ◆ モデル精度、粒度
 - 車両運動、電費性能としての車両モデル精度は“傾向把握”に主眼を置くと、高い精度は不要。（傾向が見ればよい）→JAMBEでも議論中。ただし、目標値がなければ進められない。
 - 部品に対するパラメータスタディによって、車両性能の傾向を把握するため、**部品単位でモデル構成**されている必要がある（サプライヤも部品モデルを交換し易くなる）。
 - 計測データを入力値としたものが最も精度が高くなるので、**計測値を入力する“計測モデル”**が良い。（部品単位で計測できる範囲がモデルの粒度）

◆ 1Dシミュレーション
（マルチボディシミュレーション）
Carsim, CarMaker, Matlabなど



計算コスト：小
習熟度：高

OEM、サプライヤーが現在使用しているソフトウェア（1Dシミュレーションモデル）を用い、部品ごとに構成され、車両運動として、実験とシミュレーションの比較によって、精度90%以上（仮目標）とした。

車両運動精度90%以上を達成するため、部品モデルの精度を

- ・タイヤモデル：5%以内
- ・前後運動モデル：1%以内
- ・左右運動モデル：1%以内
- ・上下運動モデル：1%以内
- ・センサー反応時間モデル：±2msec 以内

と設定した。

4種の異なる車両をモデル化することで、モデル化手法を確立する

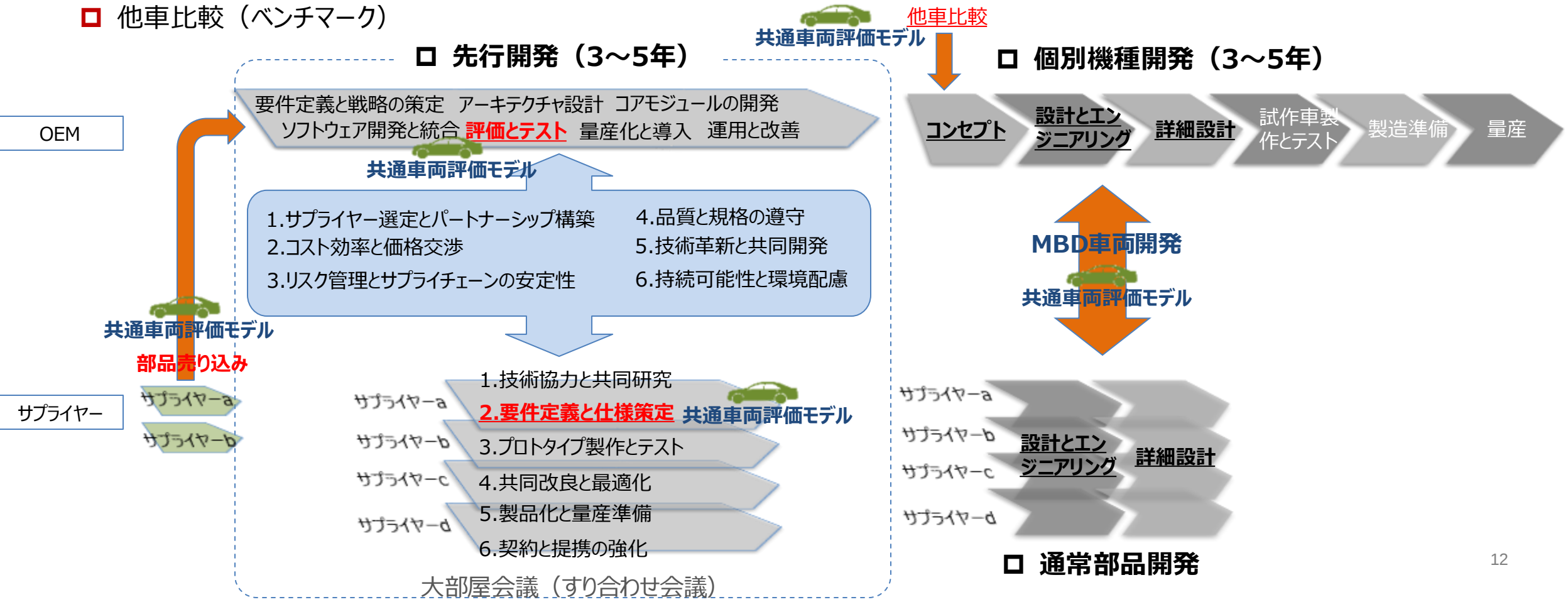
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

MBD市場のうち共通車両評価モデルをターゲットとして想定

JARIで構築する共通車両評価モデルによって、車両の開発がMBDへと本格的に変えられる。

【共通車両評価モデルによる効果】

- 評価に要する時間の短縮
- サプライヤーからの新規提案
- 他車比較（ベンチマーク）



1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

MBD市場のうち共通車両評価モデルをターゲットとして想定

実現しようとする世界：評価に要する時間の短縮

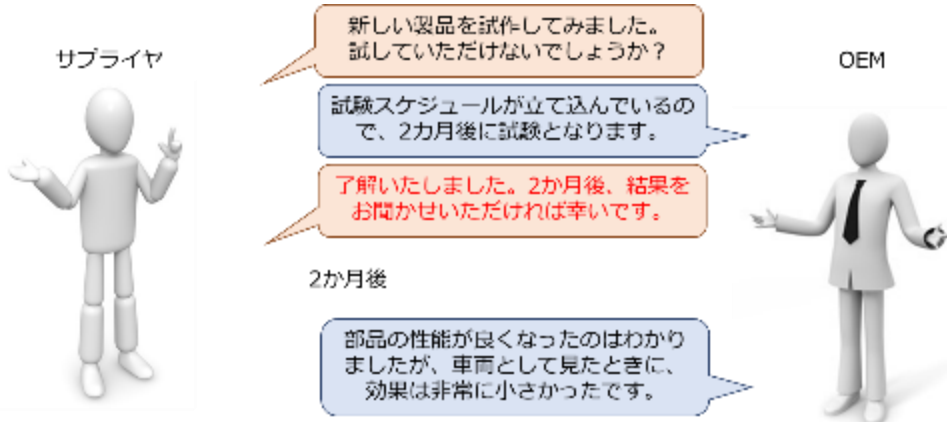
従来：サプライヤーは部品性能のみで売り込むため、OEMの評価後、車両としての効果が見られなく、手戻り・不採用になることも。

サプライヤー

- ・センサー視野角60度
- ・センサー反応時間1msec

試作機
or
モデル

OEM



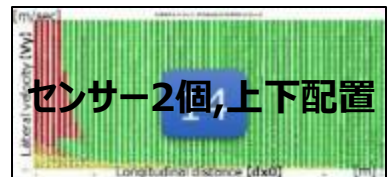
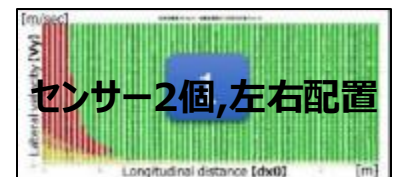
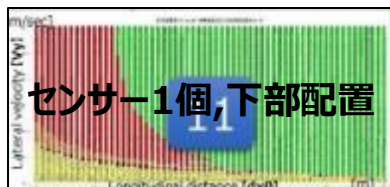
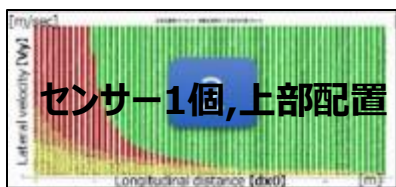
今後：サプライヤーは部品性能に加え、車両での評価結果の追加と車両搭載技術の提案が可能となり、OEMはそのモデルを自社のモデルに直接組み込むことが出来るため、OEM内での評価と意思決定が早期に出来る。

サプライヤー

- ・センサー視野角60度
- ・センサー反応時間1msec

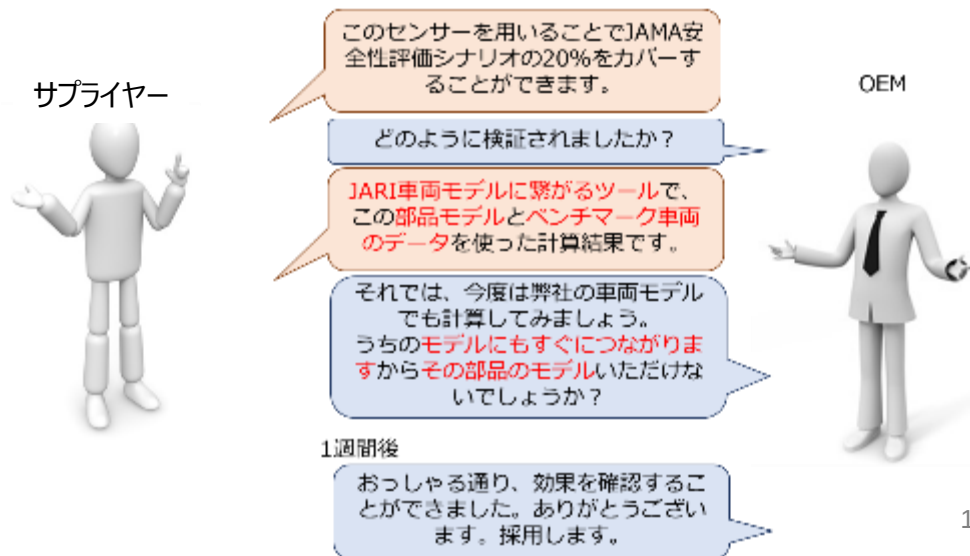
+

JAMA安全評価シナリオ評価による車載技術



共通車両
評価モデル

OEM

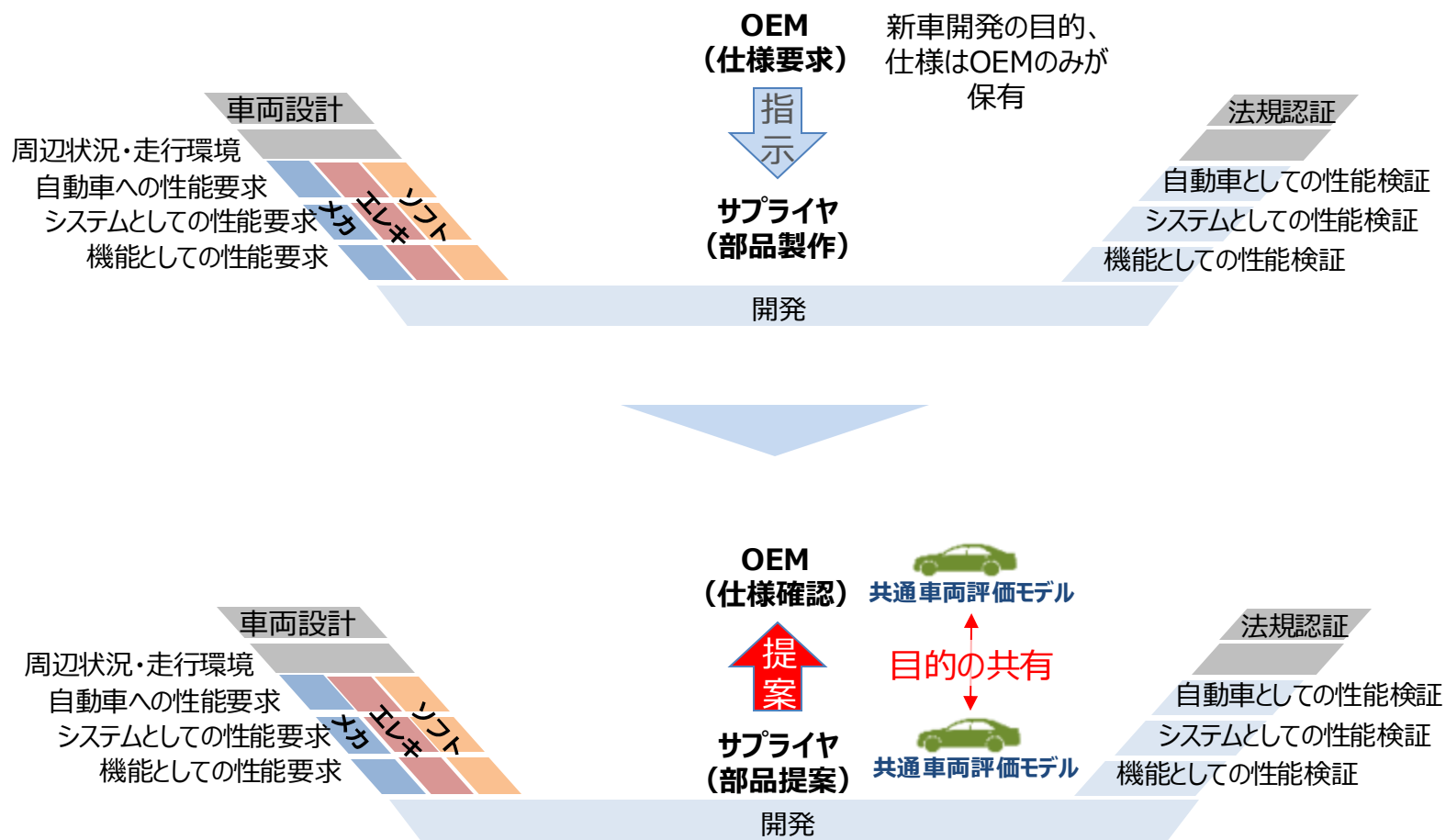


1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

MBD市場のうち共通車両評価モデルをターゲットとして想定

実現しようとする世界：サプライヤーからの新規提案

従来はOEMが要求性能を決め、部品仕様の設定を行っていた役割（トップダウン）を、サプライヤーが性能仕様を決定し、OEMはその仕様が機種コンセプトに適合できるかを確認（ボトムアップ）する役割へと転換でき、車両開発の変革を図ることを目指す。



新たな会話が生まれることで、
新しいアイデアが生まれるので
はないか？

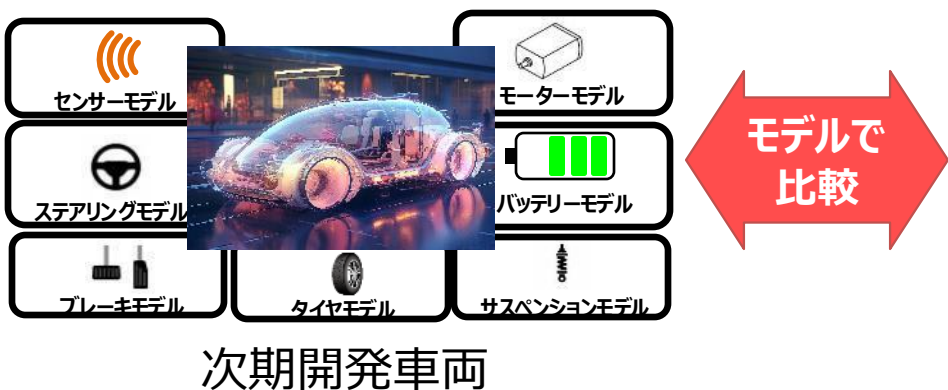
革新的なクルマが生まれる
可能性がある

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

MBD市場のうち共通車両評価モデルをターゲットとして想定

実現しようとする世界：他車比較（ベンチマーク）

部品ごとに構成された車両モデルのラインナップがあることで、次期開発車両との比較をシミュレーション上で実施することができる。
各社、実験によって調査をしていた部品の機能がモデルで見ることができ、JARIでモデル化することで、自社で試験をする必要がなくなる（協調領域）。



JARIで構築した車両モデルのラインナップ



- 部品間IFが共通化（標準化）
- シナリオ再現精度90%以上
- 標準IFで部品モデル結合
- 既存ソフト（Carsim, CarMaker）を基本に構成
- シナリオ情報（SAKURA含む）

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

実機計測技術を用いてMBDを推進する製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

- ・OEM、各サプライヤーが共通で利用可能な共通車両評価モデルをビジネスの主軸とする。
- ・OEM、サプライヤーの多くが利用しているソフトウェア（Carsim、CarMaker）を用いたモデルとし、既存の開発にスムーズに入り込めるモデルとする。
- ・SAKURA事業とも連携（他事業ビジネス連携）することで、評価シナリオもビジネス化する。
- ・大学においても学術研究目的で使用することも想定される。

社会・顧客に対する提供価値

OEM、サプライヤーが共通で利用可能な評価車両モデルを提供し、**効率的な車両開発を可能にする。**

- ホワイトボックス化された車両モデル
- 他社比較にも活用（ベンチマーク）
- OEM、サプライヤー間の会話がモデルでできるため、仕様の認識違いが無くなる

【ボトルネック】

- ①ADAS、EV等、車両の先行開発や設計に使えるシミュレーションがなく、業界共通のテスト手法・シナリオがOEM間で異なるため、サプライヤーの負担が大きい
- ②OEMに対し複数のサプライヤーがモデルを提供するため、データストレージの確保や機密性確保の負担が大きい



1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

実機計測技術を用いてMBDを推進する製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

ビジネスモデルの概要

【販売価格】

- モデル構築に必要な工数、機器使用料の見積りに対し、マルチクライアント方式により売価を顧客数で均等割することで、顧客の負担を軽減し、OEM、大手部品メーカーのみならず、中小部品メーカー、アカデミアにも手が届く売価とする。（例えばモデル構築1億円に対し5社の希望があれば、各社2000万円となる。）

【集客方法】

- 開発の基となる最新の既存車をターゲットにモデル化する。事前ヒアリングによるニーズ確認を行い、ニーズの高い（買ってもらえる）車両をモデル化対象とすることで集客を確実に確保する。
- 車両モデルが一部のOEM、一部のサプライヤーで使用され、利便性、利用性が有効となれば、他にも広がり、顧客数は拡大していく。また、部品メーカーが部品単位でもモデルのラインナップを構築することで、利用者は拡大していく。

【優位性】

- 部品メーカーは部品モデルのラインナップを構築できても、車両としての運動を担保したモデルは構築することができない（設備、工数の問題）。車両としての性能を担保したモデルを構築できるのはJARIのみである。

【継続性】

- 最新の既存車は常に更新されるため、販売後に次期先行開発に活用できるようスピーディにモデル化することで、継続的な収益化を実現する。

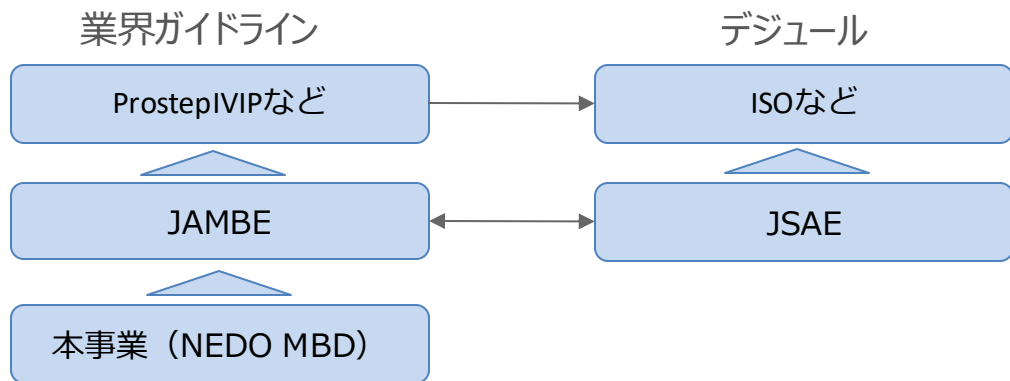


1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)を検討・実施

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- JARIではテストコース等での実車計測ノウハウ・経験といった強みを活かし、国内自動車関連産業の国際競争力向上に貢献するという観点からオープン/クローズ戦略を駆使して、成果の最大化を目指す。
- ISO TC22/SC33（ビークルダイナミクス・シャシ部品）でシミュレーションモデルの標準化が議論されており、国内の関係団体（JAMBE, JSAE）と連携した成果打ち込みと、国内のEV・自動運転開発のリードに繋がるデジタル技術基盤の構築を推進する。
- 本事業における標準化戦略責任者を中心に外部の関係団体とも連携しながら取り組んでいく。



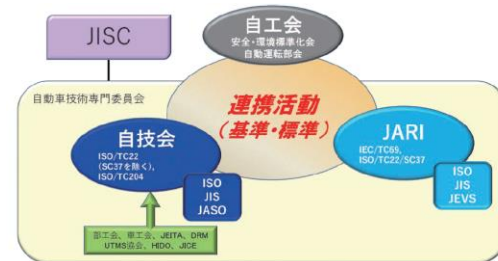
国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

（国内外の標準化や規制の動向）

- ISO TC22/SC33/WG11でISO11010などが進められている。
- 一般社団法人MBD推進センター（JAMBE）は
【MBD普及推進】 MBD普及に係る各機関の横串機能と情報の一括発信
【モデル流通推進】 モデル間接続のI/Fガイドラインの構築と国内諸活動のワンボイス化による国際連携窓口機能
【共通課題解決領域の拡大】 新たな共通課題の設定による各社困りごとの解決を事業として取り組みを開始している。

（市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- JARIではこれまで、JSAEと協力体制を構築し、ISOの対応をおこなってきている。この枠組みは国際連携をおこなうための大きな枠組みであり、本事業においても、この枠組みを活用する。
- モデル流通に関してはJAMBEでも国際連携の窓口を構築しているため、モデル間接続の標準化に向け、JAMBEとも連携をおこなう。



TC22, TC204国内審議体制

本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容

標準化戦略

- モデル間を接続するI/Fガイドラインの標準化に向け、JAMBEとの協力体制を構築し、エビデンスとなる情報をProstepVIP、ISOなどの動向に合わせ随時提供する。

知財戦略

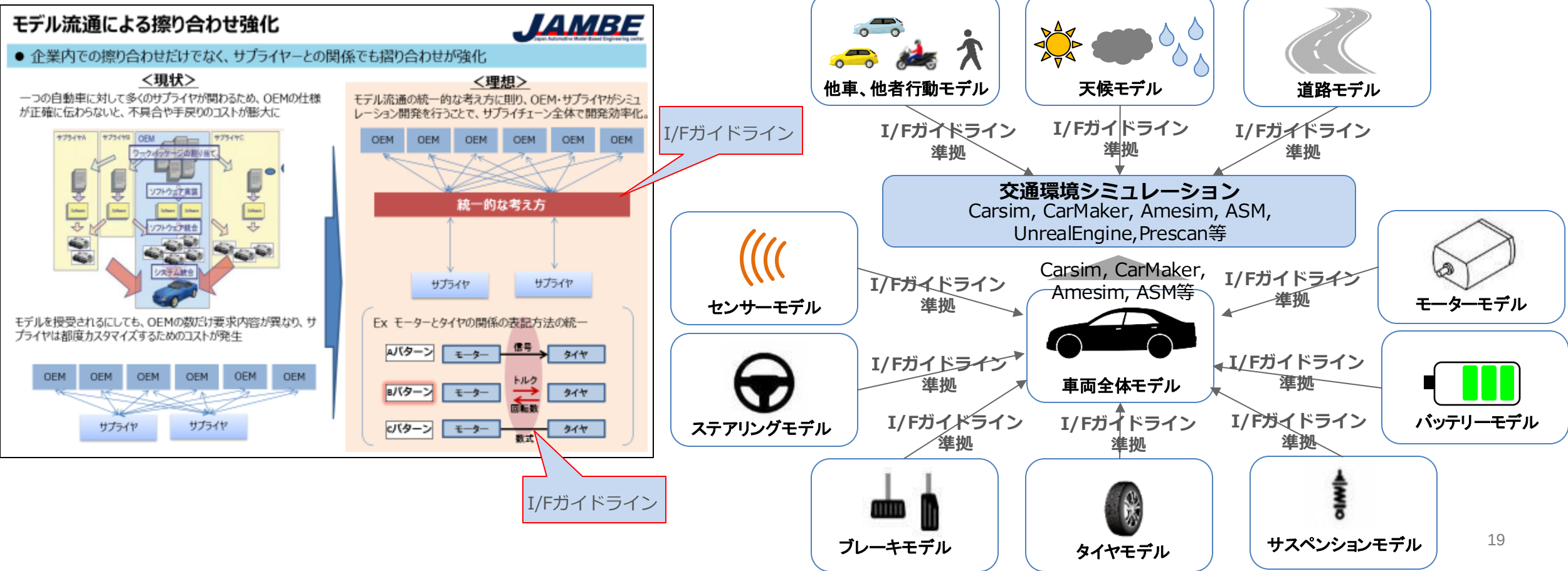
- モデル間接続の方法はオープンにするが、計測手法、車両データ、ならびに検証結果は著作権を確保し、使用権を販売。

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)を検討・実施（補足）

各モデルは各社各様で既に構築がおこなわれており、特に欧州ではツールベンダーとの協力体制の中、進められている。国内のOEM、サプライヤーが使用しているツールの多くは欧州企業のものであるため、標準はもちろんツールの中身、価格など細かな部分にまで欧州のOEM、サプライヤー、ツールベンダーにコントロールされてしまう状況となっている。

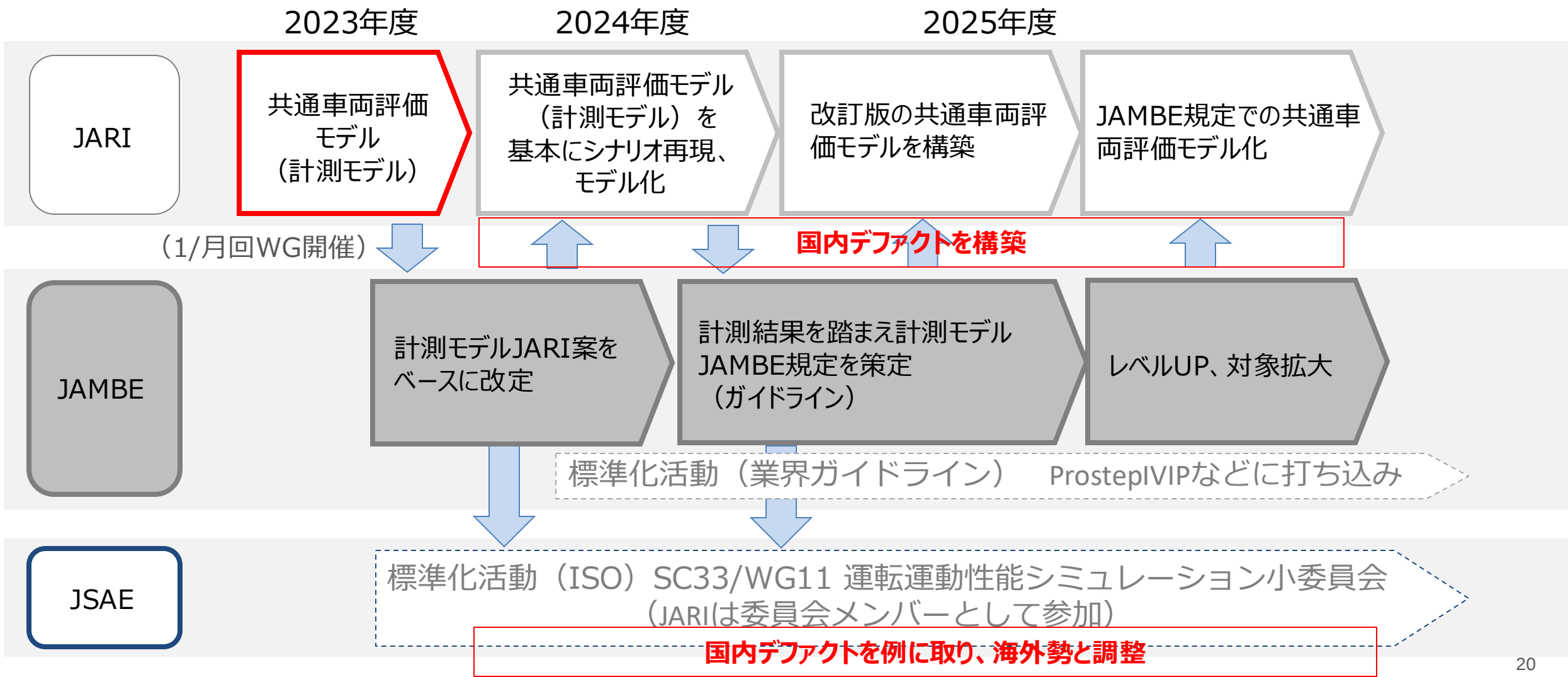
車両の部品モデルは競争領域であり（他車、他者行動モデル、天候モデル、道路モデルは協調領域）、クローズすべき領域であるが、部品モデルのモデル間接続を協調領域として標準化をおこなうことで、国内のサプライヤーは国外も含め複数のOEMに対し共通に、迅速に対応することが可能となる。ProstepIVIPでは、シミュレーションモデルによる製品開発の業界ガイドラインを検討しており、このモデル間接続に関する内容が検討項目としてあがっていたが、具体的な検討が開始されていなかった。そこで、JAMBEが、モデル間接続のI/Fガイドラインを ProstepIVIPに提案して採用されている。このモデル間接続のI/Fガイドラインは、部品の詳細化や更なる機能への対応が必要であり、欧州よりも先んじて提案していかなければならない。このため、JARIはJAMBEと連携し、本事業の検討内容を反映させた改訂版をProstepIVIPに提案し、また、ISOで議論をおこなうための日本としてのワンボイス化を諮る。



1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

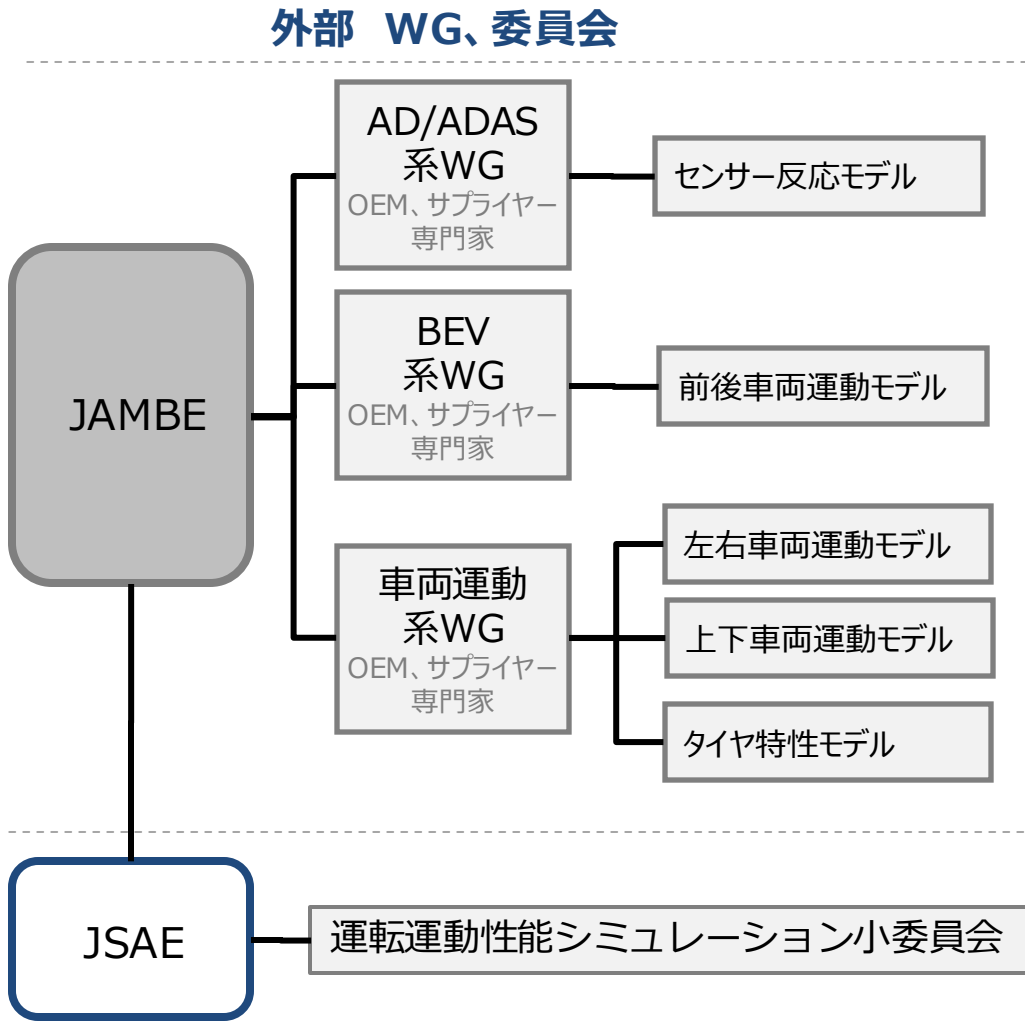
標準化に対するMBD推進センター（JAMBE）との連携体制

JAMBEに設置される各WGとの議論を踏まえ、JAMBEの目的と本事業の目的を融合させ、有機的に車両モデルを構築していく。



1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

MBD推進センター（JAMBE）と自動車技術会（JSAE）での議論の進捗状況



進捗状況

JARIで構築している車両モデルの現状の理解を深める

- ・モデル構造やブロックごとの情報のやり取り
- ・モデル化しているブロック構成

【WG要望】

AD/ADAS系WG

異なる車両でも同様のデータが取得できるかを確認（2、3台目車両へ着手）

BEV系WG

JARIが計測可能なレベルでのモデル粒度の細かさの限界はどこにあるかを確認

車両運動系WG

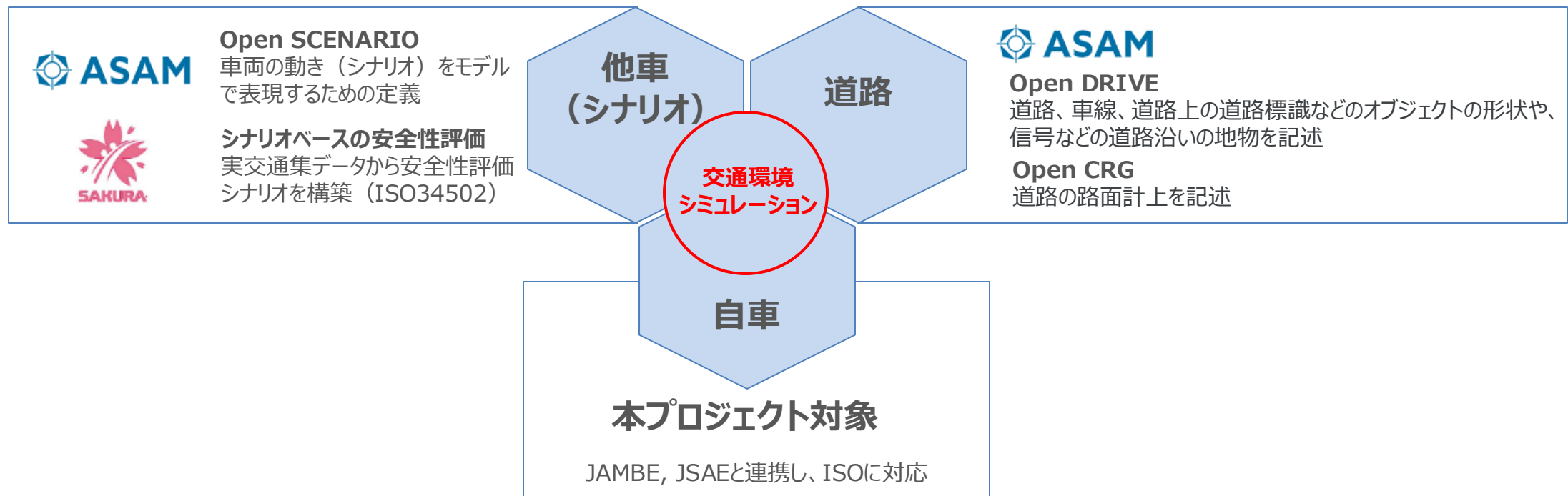
評価シナリオとして、スラローム、定常円旋回、フラットライドの追加

ISO_11010-2_PWI Simulation_Sensor
ISO_11010-3_PWI Simulation_Tyre_model
ISO_23985_PWI Simulation_validation_weave_test
を対象に議論を開始。

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

シミュレーション環境における標準化の動き

交通環境をシミュレーションするためには、自車のモデルだけでは走行させることはできない。実際の交通環境においても、他車（シナリオ）、道路がある環境で走行しているため、シミュレーションにおいても他車（シナリオ）、道路のモデルも必要となる。他車（シナリオ）についてはSAKURAプロジェクト内でASAMと連携を取りながら標準化を進めているところであり、道路についてもASAMが標準化の動きを進めている。一方、自車については、ISO11010で議論が継続的におこなわれており、日本としても対応を進めなければならぬ。そのため、本プロジェクトでは、自車モデルの標準化に向け、国内対応をJAMBE, JSAEと連携し後押しする。



1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

中立機関の強みを活かして、社会・顧客に対して共通車両評価モデルという価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- ・ 実機に対する計測機器、計測技術による精度の高い共通車両評価モデルの提供
- ・ 中立的な研究機関が構築した共通車両評価モデルであるという信頼



自社の強み

- ・ **中立・公益な研究機関として【模倣性困難】**
 1. 共通課題領域（協調領域）におけるコーディネータとして組織化
 2. 国内自動車メーカー、官公庁、各大学との連携
 3. UNR、ISO、JIS等の基準、標準の議論にも参加
 4. 車両全体から部品までテストコースも含めた試験設備を保有している
- ・ **これまでの研究成果**
 1. 自動車関連の基礎研究から試験法開発、評価試験の実施によって培われた知見・ノウハウ
 2. 各種シミュレーション技術（大気観測、衝突解析用人体FEモデル）

自社の弱み及び対応

- ・ 大きな予算規模（数10億）は動かし辛い。
- ・ 認知度が低い。

競合との比較

中立的な研究機関として、国内の各自動車メーカー、サプライヤーとの連携を保っている機関はないことに加え、各自動車メーカー、サプライヤー含む産・官・学の連携を後押しできる国内の機関は弊所のみ。競合というよりも様々な企業と協調しながら、本プロジェクトを進める方針である。

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	(現在) ・ 実車計測技術 ・ 協調領域として取り組んだ研究ノウハウ	・ 自動車メーカー ・ 自動車サプライ ・ 技術研究組合 ・ 大学・研究機関	・ 自動車メーカー（車両評価） ・ 自動車サプライ（Tier1）	・ テストコースをはじめとする自動車関連の性能・安全評価設備 ・ 標準化、基準化のノウハウ
	(将来) ・ シミュレーション評価と実車評価の整合性評価技術 ・ 自動運転評価技術、カーボンニュートラル評価技術等の拡充	・ 自動車を中心とした顧客基盤をTier2やTier3に拡大 ・ 自動運転のサービス会社への拡大	・ システム評価やサブシステム評価を行う自動車サプライ（Tier1-3）との連動 ・ 新たな中小企業の参画を通じた経済波及効果	・ 必要な評価設備投資 ・ 研究開発プロジェクトにおけるコーディネート機能の強化 ・ 産学官連携強化 ・ 外部との連携による人材の増員および育成

自動運転車のシミュレーションモデル構築技術

	車体	センサー	制御	シナリオ
JARI	○	○	△（簡易）	○（中立的評価）
OEM	○	×	○	△（自社基準）
サプライヤー	△（部品）	○	×	×

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

中立機関の強みを活かして、社会・顧客に対して共通車両評価モデルという価値を提供

競合との比較（国外）

部品、実走行（テストコース）で計測可能な設備を保有している企業では、計測やモデル化をおこなうことが可能である。このような企業が本格的に車両のモデル化をおこない始めた場合（競合となった場合）、実験による計測精度の違いによって、車両モデルの精度が異なってしまうことや、他企業で構築した車両モデルのI/Fが異なると、すぐに使えないなどの問題が生じる恐れがある。ISOなどの基準とも関連するが、車両モデルの枠組み（I/F含む）を共通化し、それぞれの機関が異なる車両の計測をおこない、車両のラインナップを増やしていく姿が現状では目指す形である。

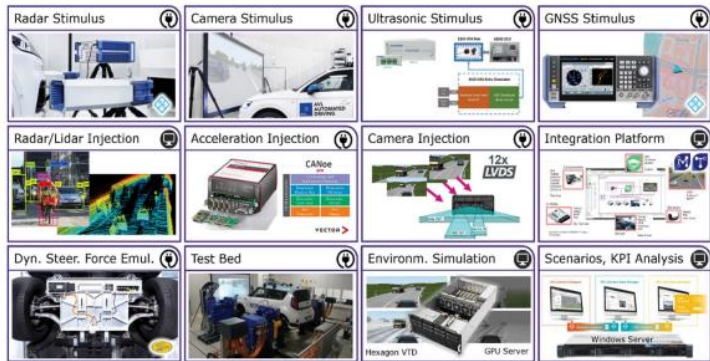
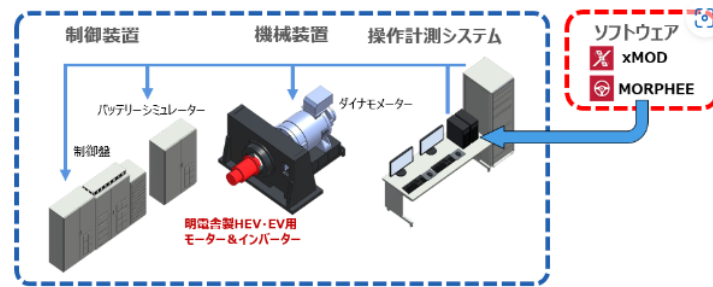


Figure 1: AVL Toolbox of Vehicle-in-the-Loop Solution

AVL <https://www.avl.com/en>



FEV
明電舎

<https://www.fev.com/>

https://www.meidensha.co.jp/news/news_03/news_03_01/1242758_10499.html

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

7年間の研究開発の後、2029年頃の事業化、2037年頃の投資回収を想定

投資計画

本事業終了後に事業化を開始し、2037年度に投資回収を目指す。

	研究開発				事業化		投資回収
	2022年度	...	2026年度	...	2029年度	...	2037年度
売上高	-	...	-	...	4.4億円	...	7.0億円
研究開発費	2.5億円	...	4.1億円	...	3.0億円	...	1.2億円
取組の段階	研究開発の開始	...	第2ステージゲート	...	事業化	...	投資回収
CO ₂ 削減効果	-	...	-	...	200万トン		714万トン

1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	- 評価車両1台目に対するVer.0モデルを構築し、ユーザーを想定している一部のOEM、Tier1に展開。 - Ver.0モデルを実際にご確認いただき、改良点、改善点などPoCを実施。 - さらに改良した車両を再度展開し、ブラッシュアップさせる。	モデル化に必要な既存設備はJARIつくばエリアに集中している。新規に導入する設備もつくばエリアに設置することで、試験の効率性を高める。	- OEM、サプライヤとの打ち合わせから現場でのニーズを把握 - モデルの展開方法、要望の収集方法を用意にできるシステムの構築
進捗状況	- OEM、サプライヤーに構想、計画を説明し、協力体制を構築いただいた。 - Ver.0を展開し、意見収集を実施中である。 - MBD推進センターと連携を図り、モデル間I/F、粒度の議論を継続中である。	大型設備AD/ADAS HiLS、制御サスペンションHiLSをつくばエリアに設置した。	- OEM、サプライヤーとの意見交換の場を設け、ニーズを収集している。 - 外部サーバーの検討を開始し、モデルの展開方法、要望の収集方法の検討を開始した。 - 学会等での情報発信をおこない、自動車メーカー、サプライヤーのみならず、広く、ご理解、ご協力を得られる体制を整備。
国際競争上の優位性	- モデル間I/F、計測方法など、国外も含めて協調すべきところはある。 - 協調領域において、国内の協力体制を構築し、個社の意見ではなく、日本としての意見とすることで、影響力を大きくできる。	モデル精度にも影響を受ける計測精度を向上させるために最新かつ類を見ない試験設備を導入した。	個社からの意見を収集し、日本としてのワンボイスにすることで、国際的な影響力を高めることができる。

1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

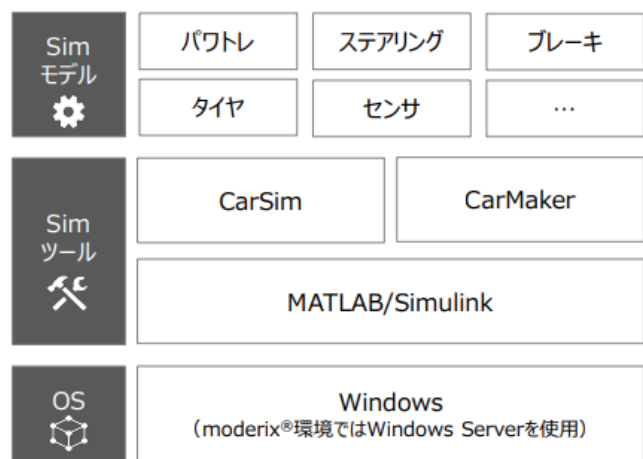
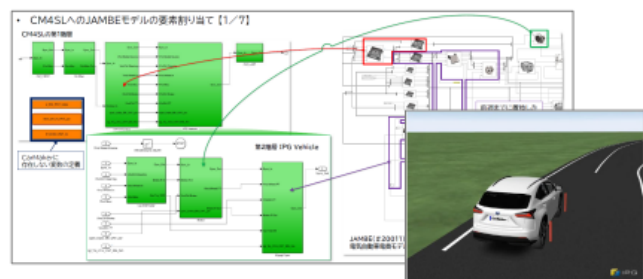
社会実装に向け、自動車メーカー、サプライヤーへの販売チャンネルの検討

クラウドサービスを利用した販売チャンネル形式とすることで、“誰”が使用しているのかがわかるようになる。事前の登録制（連絡先、所属等）によってコンタクト先がわかる形とすることで、ユーザーからの意見を集約しやすい環境を構築する。

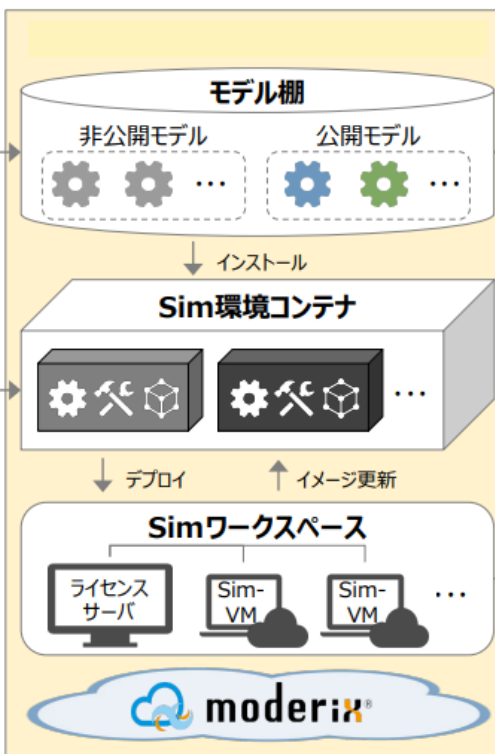
また、クラウドサービス上でシミュレーションが実行できる環境も整備し、Carsim、CarMaker、Matlab/simulinkを所有していない企業でもシミュレーションが実行できる環境を整備する。このことによって、1Dシミュレーションの裾野を広げる。

秘匿性を確保したクラウド環境を構築することも可能である。

■ JARI 計測モデル／シミュレーション環境



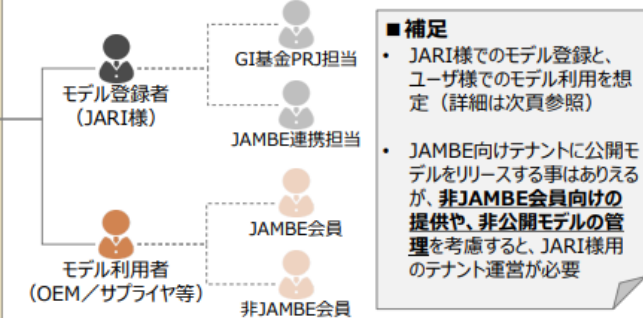
■ moderix®活用ユースケース



秘匿性の確保も可能
(開発にも使用可能)

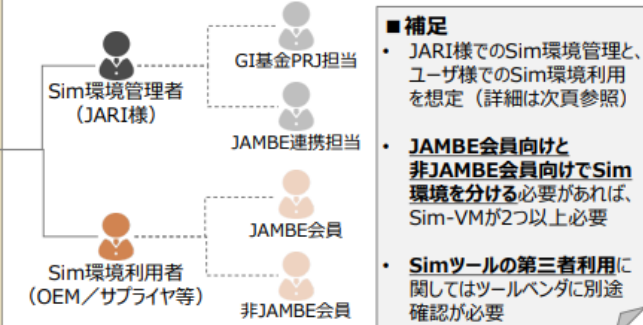
◆モデル流通サービス（ダウンロード型）

ユーザは、別途Simツールを調達しシミュレーション環境を構築する必要あり



◆クラウドシミュレーション環境提供サービス

ユーザは、提供されたシミュレーション環境が即時利用可能（環境構築不要）



登録制によるアクセス権
を付与

（ユーザーからの意見を集約
しやすい環境を構築）

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、11億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

	2022	2023	...	2028	2028年度	事業化 ▼ 2029	...	2033	2033年度迄の合計
	年度	年度		年度	迄の合計	年度		年度	
事業全体の資金需要	2.6億円	15.5億円	...	3.0億円	55.7億円	3.0億円	...	1.2億円	64.7億円
うち研究開発投資	2.5億円	15.4億円	...	2.9億円	52.7億円	3.0億円	...	1.2億円	60.4億円
国費負担※	1.3億円	13.6億円	...	1.7億円	44.6億円	-	...	-	44.6億円
自己負担	1.3億円	0.9億円	...	1.3億円	11.1億円	3.0億円	...	1.2億円	20.1億円

新たな車両に対する計測技術を常に更新を継続的に実施する

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

電動・自動運転車両シミュレーション基盤の構築手法を確立というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
電動・自動運転車両シミュレーション基盤	実機を用いた性能検証期間の半減を実現できるレベルで、 動力学シミュレーション精度90%以上 として電動・自動運転車両全体のシミュレーション・モデルを 構築する手法を確立する 目標		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証	動力学シミュレーション精度90%以上 （2.で定義する事象の90%以上で、事象ごとの実験における対象物との距離のバラツキに対し、信頼係数90%以内となる車両モデル）	電動・自動運転車の衝突前の安全性能を評価する上では対象物のと距離が重要なパラメータである。実機でおこなっていた評価をシミュレーションで代替できるレベルの精度であれば自動車メーカー、サプライヤに利用いただける。	
2 評価をするための典型的に生じる事象の定義	海外動向も踏まえ、モデルを評価するための実交通環境下で典型的に生じる事象を24件以上 ・自専道（JAMA定義） ・一般道（JAMA定義） ・SOTIFにも対象	動力学シミュレーション精度90%以上を確認するための事象。JAMA安全性評価フレームワークで設定されているシナリオ（事象）と評価車両1台目の機能を整合させ、評価シナリオの境界条件の抽出が完了している。海外でも同様な評価シナリオの検討は進められているため、国内外の調査をおこない、評価シナリオをブラッシュアップさせる。	
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発	車両挙動に影響を与えるシステムの異なる4種類の車両、ならびに30種類のタイヤで自動車メーカー、サプライヤが利用可能なモデル化の手法を確立 （自動車メーカー、サプライヤが既利用しているソフトウェアでモデル化）	実機を台上試験機において動的性能を計測するための手法を確立することで、容易・迅速化に繋がる。車両挙動に影響がある、ADAS性能、重心位置が異なる車両、ならびに異なるタイヤが対応できることを確認する。 1台目：全体システム確認 2台目：実機の性能差（ADAS性能の差）を表現できるレベルであるかの確認 3台目：自動運転機能が拡張した車両での確認 4台目：重心位置の異なる商用車（中型）も含めた検証実証 タイヤ：販売されている装着可能な低燃費タイヤは30種類程度	

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

電動・自動運転車両シミュレーション基盤の構築手法を確立というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目		アウトプット目標		
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発		自動車メーカー，サプライヤが利用可能な形で，電動自動運転車の部品モデルを構築。4台の市販車で開発手法の妥当性を確認（4台は自動運転レベル2であるが、機能が拡張したものを順次モデル化）。		
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方	
3.1	タイヤ特性モデル化研究	路面とタイヤに作用する前後力，左右力を精度5%以下でモデル化	車両挙動はタイヤと路面の力関係で決まる。タイヤ特性に関する文献では実験との誤差が10%程度。既存のデータよりも精度良く計測，モデル化をおこなう。 加速，減速，遠心力，重心位置の影響により，車両がタイヤに及ぼす力が変化する。各運動に対する車両の移動量を正確に計測，モデル化することで，動力学シミュレーション精度90%が達成できる。加速，減速ではモータートルクや回生ブレーキの性能，電力回収率もモデル化することで，電動自動車をモデル化することができる。 AD/ADASセンサーの反応から制動指示までの時間を計測することで周辺の物体との位置関係を含めた正確な制動をモデル化することができる。	
3.2	前後運動モデル化研究（アクセル，ブレーキ）	発進から停止まで（周辺認識含む）の前後移動において，精度1%でモデル化		
3.3	左右運動モデル化研究（ステアリング）	ステアリングの回転角，回転速度に対するタイヤ回転角を精度1%でモデル化		
3.4	上下運動モデル化研究（サスペンション）	制御サスペンション特性を含む，車両上下運動を精度1%でモデル化		
3.5	センサー反応時間	センサーが検知し，制動の指示を出すまでの時間を±2msec精度でモデル化		

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)	
1	デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証	複数回（10回以上）のシナリオ再現実験に対し信頼区間90%以内にシミュレーション結果が位置する車両モデルの構築	再現実験方法は確立、部品ごとの構成された車両モデルも構築済。 (提案時TRL3→現状TRL5)	実機との挙動ずれが10%以内にする (TRL6)	実機（部品）計測技術の精度向上 - 実機とのずれが10%以上の場合、モデル化を簡略化した部分による影響によるものと推察。簡略化した部分を詳細に計測し、モデル化する。 - 詳細な計測が現状の設備では計測が困難な場合は新たな計測器の導入をおこない、対応する。	複数回のシナリオ再現実験が実施できていない状況であり、シナリオも1つだけの確認に留まっているが実験とシミュレーション結果に大きな差はみられない。（80%）
2	評価をするための典型的に生じる事象の定義	モデルを評価するための実交通環境下で典型的に生じる事象を24件以上	JAMA安全性フレームワークに対し、評価シナリオの境界条件を定義した。 (提案時TRL3→現状TRL5)	車両の挙動を検証するためのシナリオは国内だけではなく、国外でも検討が進められているため、調査・反映が必要。（TRL6）	国内外のシナリオ検討状況の調査を実施 - SAKURAプロジェクトとも連携しながら、学会等も含め調査を実施し、海外の動向を踏まえ、評価シナリオ（事象）をブラッシュアップする。	海外の動向については従前よりSAKURAプロジェクトで実施しているため、どのような機関が実施しているかはある程度把握している。学会等へも参加し情報を収集する。（100%）
3	車両のモデル化を容易・迅速化する手法開発	システムの異なる4台の車両を用いモデル化手法を確立	評価車両1台目の部品計測は完了 (提案時TRL3→現状TRL5)	他車両においても同様な計測方法でモデル化が可能かを確認する。 (TRL6)	計測方法の見直し - 自動運転の性能が拡張（交差点AEB等）した車両に対し、同様な試験で拡張部分が計測できない場合は計測方法の見直しや既存計測機器の改修、新たな計測機器の導入をおこない、対応する。	自動運転の機能が拡張された評価車両2台目が確定し、交差点AEB等の機能を確認した。現状の調査では同様な方法で実施できると判断をしている（80%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 （成功確率）
3.1 タイヤ特性モデル化研究	路面とタイヤに作用する前後力、左右力を誤差5%以下でモデル化	評価車両1台目のタイヤは誤差5%以下で構築（提案時TRL4 →現状TRL5）	ウェット状態や温度影響を考慮したタイヤ特性を精度5%で構築（TRL6）	- 実機計測技術の精度向上 - ウェット状態、温度影響を考慮したモデルは構築を進めているが、実際の現象を正確に把握することが重要である。そのため、新たな計測方法、技術を検討、確立させ、実際とモデルの整合を確認する。	ウェット状態、温度依存について過去の経験（文献含む）の整理は完了。それぞれの影響具合は見積ができています。（60%）
3.2 前後運動モデル化研究 （アクセル、ブレーキ、モーター、バッテリー）	発進から停止まで（周辺認識含む）の前後移動において、誤差1%以下でモデル化	評価車両1台目に対し、モーター、バッテリーモデルを構築し、減速シナリオにおいて、誤差1%以下を達成（提案時TRL4 →現状TRL5）	自動運転機能が拡張された他車両においても誤差1%以下でモデル化（TRL6）	- 実車やコンポーネントの計測精度向上 - 評価車両1台目で構築したモデル構成を基本としながら、各パラメータを評価車両1台目と同様な計測方法で実施した場合に誤差が1%以下にならなかった場合は、簡略化した部分の影響が作用したものと推察される。そのため、計測方法、計測箇所の見直しをおこない、必要に応じて新たな計測機の導入も視野に入れ、対応する。	自動運転の機能が拡張された評価車両2台目が確定し、パワトレ系の機能を確認、計測、モデル化を実施する。 事前の調査では評価車両1台目と基本機能に違いは見当たらず、モデル化ができる見込みである。（80%）
3.3 左右運動モデル化研究 （ステアリング）	ステアリングの回転角、回転速度に対するタイヤ回転角を誤差1%以下でモデル化	評価車両1台目に対し、ステアリング特性を誤差1%以下でモデル化完了。（提案時TRL4 →現状TRL5）	自動運転機能が拡張された他車両においても誤差1%以下でモデル化（TRL6）	- 自動運転機能拡張への対応 - 評価車両1台目は右折時の対向車直進衝突回避機能は搭載されていなかったが、評価車両2台目には搭載がされている。新規導入したAD/ADAS HiLSとブレーキ・ステアリングHiLSを連結させ、計測できる環境を整えてはいるものの、評価車両2台目の性能によっては計測機器の改良をおこなう。	右折時直進対向車に対する衝突回避機能が計測できるように計測機器を連結させてはいるが、評価車両2台目の詳細な車両性能によっては改良が必要となる場合がある。（80%）
3.4 上下運動モデル化研究 （サスペンション）	制御サスペンション特性を含む、車両上下運動を誤差1%以下でモデル化	評価車両1台目に対し、サスペンション特性を誤差1%以下でモデル化完了。（提案時TRL4 →現状TRL5）	自動運転機能が拡張された他車両においても誤差1%以下でモデル化（TRL6）	- 制御サスペンションへの対応 - 評価車両1台目は制御サスペンションが無い通常のサスペンション機構の車両であったが、今後は制御が伴った車両の普及が想定される。走行速度等によって、制御結果が異なることが予想されるため、まず、CAN計測による車両の状況把握をおこない、状況に応じて必要な計測機器を追加し対応する。	動的性能を計測可能な制御サスペンションHiSL（K&C）が9月に新規導入し、かつ、評価車両2台目、3台目の機能にも左右されるが、計測ができる可能性は高いと想定。（80%）
3.5 センサー反応時間モデル化研究	センサーが検知し、制動の指示を出すまでの時間を±2msec精度でモデル化	評価車両1台目に対し、センサーが検知してからブレーキが作動するまで±2msec以下でモデル化完了（提案時TRL4 →現状TRL5）	自動運転機能が拡張された他車両においても誤差±2msec以内でモデル化（TRL6）	- 交差点AEB等の新機能への対応 - 交差点AEB等の新機能はセンサーの検知範囲、システムの作動範囲が状況によって変化するものと予想される。現状のAD/ADAS HiLSは評価車両1台目を対象としているため、正面のみが対応している。交差点AEBの場合、センサーの検知範囲が拡張されていると想定されるため、計測機器も拡張させることで対応する。	評価車両2台目の性能に合わせ、センサーの検知範囲に対応したAD/ADAS HiLSのシステム変更をおこなう。（70%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証	車両としての運動特性の比較（実験とシミュレーションの比較）から精度90%以上で車両のモデル化を確認する。	- 再現精度に最も影響を与えるブレーキ温度をコントロールすることで、20cm以下で自車の挙動を再現することを可能とした。 - 他車の位置精度についても衛星数やタイヤ摩耗度合を確認することで±1cm以下での再現を可能とした。	○ 計画通りに進捗している。
2 評価をするための典型的に生じる事象の定義	国内外での評価シナリオに対する動向調査し、必要であれば更新をおこなう。	JAMA安全性評価シナリオ、SAKURAデータを参照し、自専道24シナリオ、一般道5シナリオのパラメータを整理し、目標以上を達成した。SOTIFに対応したシナリオについてはマルチエージェント交通流シミュレーションにて導出できる環境構築を完了し、評価車両1台目に対するSOTIFシナリオの抽出を完了した。	○ 計画通りに進捗している。
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発	評価車両2,3台目において構成される各部品モデルについて、以下の精度を実現 ・タイヤモデル：5%以内 ・前後運動モデル：1%以内 ・左右運動モデル：1%以内 ・上下運動モデル：1%以内 ・センサー反応時間モデル：±2msec以内	評価車両1台目に対し ・ タイヤモデル 乾燥路面において、誤差0.3%以下を達成した。 ・ 前後運動モデル モーター、バッテリー、ブレーキを統合させたモデルにおいて、計測データからのマップ入力によって、速度誤差0.005%を達成した。 ・ 左右運動モデル 外注による試験データを入力し、試験の再現をおこなった結果、誤差0.02%以下を達成した ・ 上下運動モデル 外注による試験データを入力し、試験の再現をおこなった結果、誤差0.3%以下を達成した。 ・ センサー反応時間モデル AD/ADAS HiLSを用い、1msecの精度で、車両が物体を検知してからアクチュエーター（ブレーキ）が作動するまでの時間の計測が完了した。また、評価車両1台目に対する被害低減ブレーキの作動範囲を計測し、モデルに反映させた。	○ 計画通りに進捗している。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容

直近のマイルストーン

残された技術課題

解決の見通し

1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

車両としての運動特性の比較（実験とシミュレーションの比較）から精度90%以上で車両のモデル化を確認する。

評価車両1台目に対し、実験での車両挙動とシミュレーションでの車両挙動の比較検証が残されている（2024年度実施）。

車両挙動が試験とシミュレーションで精度90%でモデル化できていなかった場合、既に計測した部分以外の影響が大きいものと考えられる。部品の計測に立ち戻り、部品のモデルの粒度を再度検討し直す。

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

国内外での評価シナリオに対する動向調査し、必要であれば更新をおこなう。

国内外の動向を調査し、評価シナリオの更新の必要性について議論が残っている。

文献調査等によって、評価シナリオの研究動向を調査することで、対応が可能と考える。

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

評価車両2,3台目において構成される各部品モデルについて、以下の精度を実現

- ・タイヤモデル：5%以内
- ・前後運動モデル：1%以内
- ・左右運動モデル：1%以内
- ・上下運動モデル：1%以内
- ・センサー反応時間モデル：±2msec以内

評価車両1台目については目標を達成できたが、この計測手法を用いて評価車両2台目、3台目についても同様な精度でのモデル化が可能であるかは不明である。

自動車の機能が向上した車両を評価車両2,3台目とする。基本的な計測手法が異なることは無いが、CAN情報の取得を新たに実施する必要があると想定している。時間を要するが、一つ一つ、機能とCAN情報を突き合わせ、データを収集する。また、セキュリティの強化に伴い、CAN情報の取得が困難になる状況が予測される。CAN情報に頼らない、別システムでの計測手法についても検討をおこない、CAN情報に頼らない計測手法、モデル化にも取り組む。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発内容の詳細

事業名

電動・自動運転車開発を加速するデジタル技術基盤の構築

自動車メーカー, サプライヤがモデルベース開発を実施, 加速するための共通課題に取り組む.

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

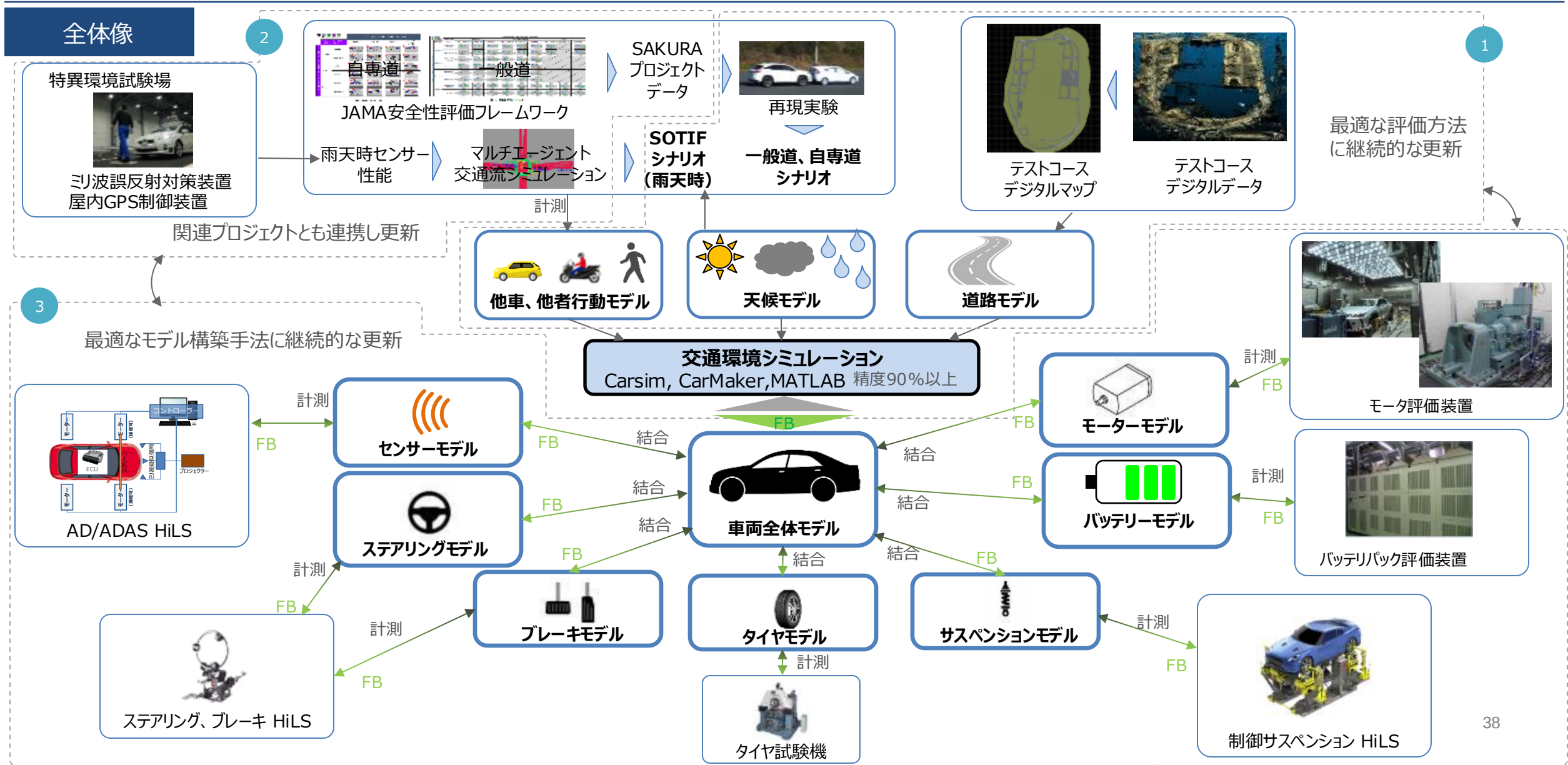
研究開発内容の全体像

シミュレーションを実行するためにはモデルが必要である（自車モデル、道路モデル、他車モデル（シナリオ））。
モデルを実行するための境界条件が必要である。

自車モデル	3	自車だけでは走る場所がない （車両モデルは空中に浮いていることになる） ＝道路モデルが必要	
道路モデル	1	道路だけでは意味がない （少なくとも、道路と自車はセット）	 JARIテストコース  
他車モデル（シナリオ）	2	道路は自車だけではなく他車もいる	
境界条件	1	どのように走らせるのか？	自車、他車： 動き（走行速度、ハンドル操作、ブレーキ操作など） 位置（走行開始位置、タイミング）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発内容の全体像

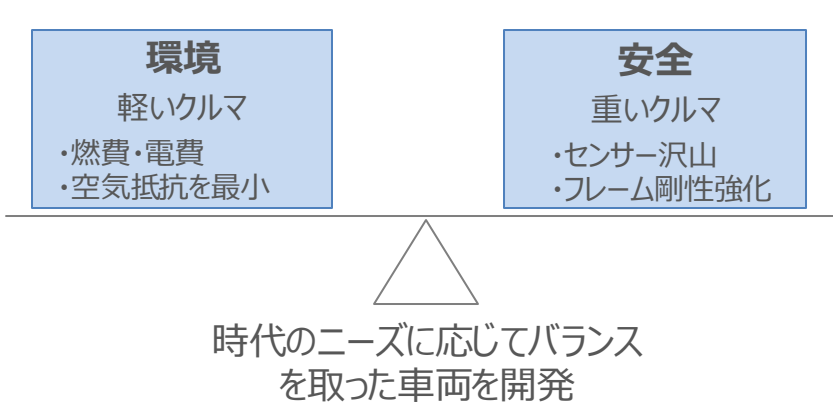


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

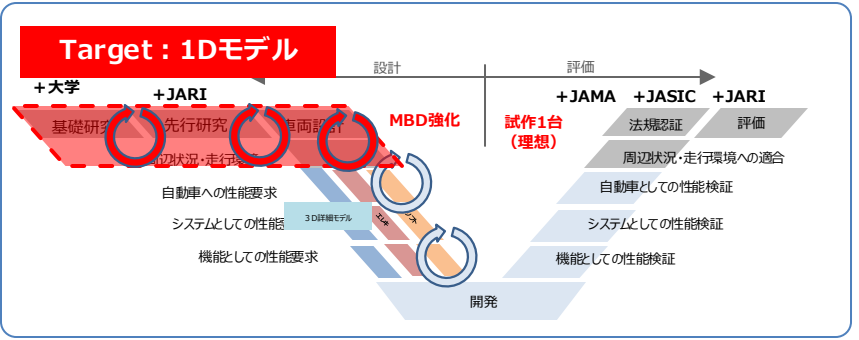
研究開発内容の全体像

“環境”と“安全”は自動車において、相反するものであり、時代のニーズに応じて、バランスを取っている。そのためV字工程の左上の状況では安全＝車両運動と電費が計算できる1Dモデルが必要であり、設計初期の段階から一つのモデルで“環境”と“安全”が検討できる。車両運動シミュレーションを基本としているCarsim、CarMakerにおける部品モデルをMATLAB/simulinkで構築し、車両運動のみならず、電費も算出できる車両モデルを構築する。

安全（車両運動）と電費が計算できる車両モデル



V字開発工程において、左上（設計領域：OEM-Tire1）において、1Dモデルで安全（車両運動）と電費が計算できる車両モデルが必要である。



主なパラメータ	
車両モデル Carsim, CarMaker	パワトレ MATLAB/simulink ブレーキ MATLAB/simulink センサー MATLAB/simulink ステアリング MATLAB/simulink サスペンション MATLAB/simulink キャビン内 MATLAB/simulink タイヤ Carsim, CarMaker
道路モデル Carsim, CarMaker	インバータ&モータ時定数、インバータ&モータ力行側効率マップ、インバータ&モータ回生側効率マップ、バッテリーSOC、バッテリーOCVマップ ブレーキ操作量-制動トルク特性、ABS動作範囲、ESC動作範囲 AEB、ACC動作範囲、AEB、ACC目標加速度 ステアリング角（回転角）、タイロッド力 ばね力マップ、減衰力マップ 人体表面温度、日射投影面積、外気温、風量設定、設定車室温度、HVAC消費電力、送風機モータ効率 マジックフォーミュラ係数
シナリオ 境界条件 Carsim, CarMaker	Carsim, CarMakerの設定に従う （検証ではJARIテストコースモデルを使用） Carsim, CarMakerの設定に従う （検証ではSAKURAデータ、定常円旋回、スラローム、フラットライド、JNCAPを使用）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発内容の全体像

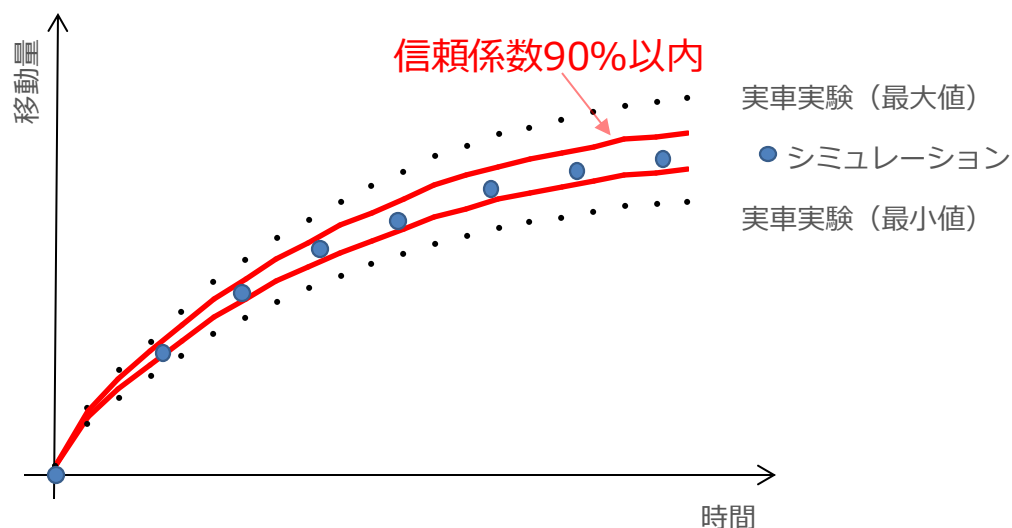
OEM、Tier1が共通で利用可能な車両モデル

- 部品単位で構成された車両モデル
- 部品モデルの交換が容易に可能なインターフェース（部品間結合の共通化）
- パラメータスタディが容易にできる計算負荷

モデル精度

- 車両運動、電費性能としての車両モデル精度は“傾向把握”に主眼を置くと、高い精度は不要。（傾向が見ればいい）
→JAMBEでも議論中。ただし、**目標値がなければ進められない。**

シナリオごとに実験とシミュレーションの車両挙動を比較



車両運動精度90%以上を達成するため、部品モデルの精度を

- タイヤモデル： 5%以内
- 前後運動モデル： 1%以内
- 左右運動モデル： 1%以内
- 上下運動モデル： 1%以内
- センサー反応時間モデル： $\pm 2\text{msec}$ 以内

と設定した。

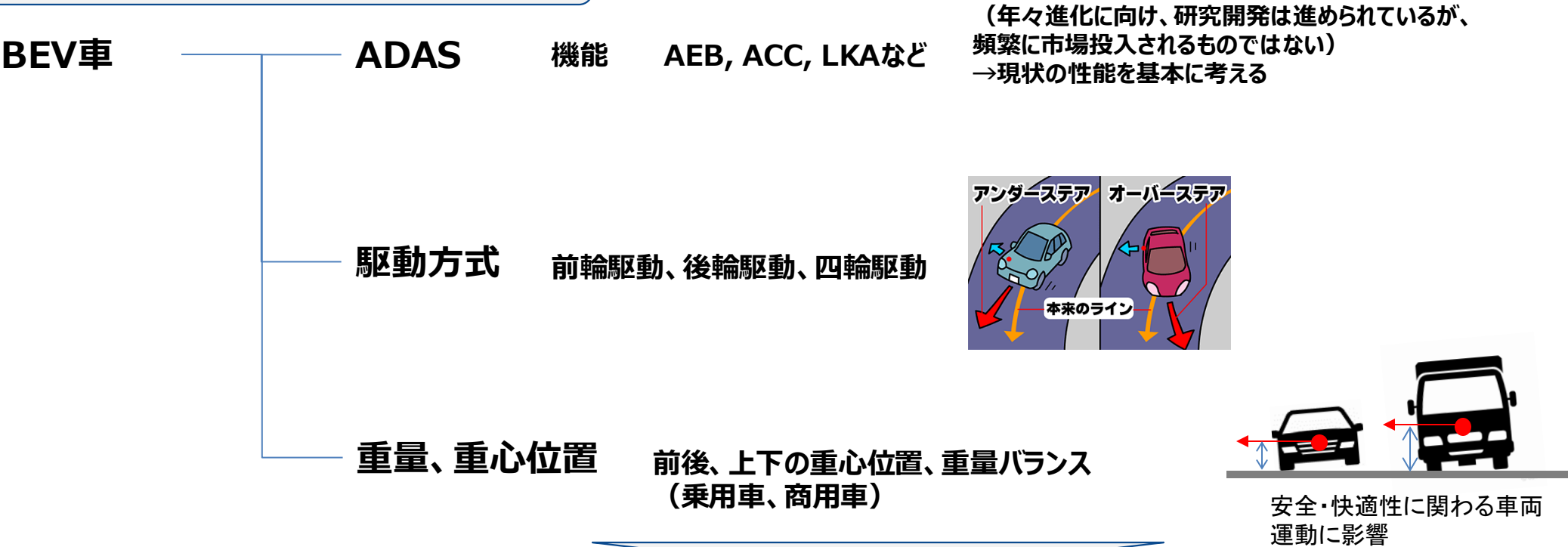
**4種の異なる車両をモデル化することで、
モデル化手法を確立する**

研究開発内容の全体像

モデル化する車両の選定方法

- ◆ 電動・自動運転車両シミュレーション基盤を構築する手法を確立するのが本プロジェクトでの目的である。
- ◆ シミュレーション基盤は1Dモデルを対象としており、特に重要である車両運動をターゲットとしている。
- ◆ 自動運転はADが最終目標ではあるが、現状、市場に投入されている車両はADASが主流であるため、ADAS機能を主体に検討を進める。

車両運動に影響を与える主要要素



4台の車両をモデル化し、車両モデル構築手法の確立

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発内容の全体像

モデル化する車両の選定方法

- ◆ **Step1:部品ごとに構成された1Dシミュレーションの車両モデルを構築（実験との比較で精度検証）**
ADAS機能が搭載されたBEV車両で部品ごとに構造（粒度）、パラメータを決定しモデル化を実施する。
- ◆ **Step2:実機の性能差（ADAS性能の差）を表現できるモデルとなっているかの確認**
類似の車両カテゴリにおいても、各社のADAS性能は異なるため、その差が表現できるモデルであるかを確認する。→評価車両2台目
（ADASの小さな性能差も表現できるモデルであるかを確認する）
- ◆ **Step3:駆動方式の違いによる性能差を表現できるモデルとなっているかの確認**
四輪駆動か後輪駆動のBEV車を対象としてモデルの汎用性を高める。→評価車両3台目
- ◆ **Step4:重心位置、重量バランスの違いによる性能差を表現できるモデルとなっているかの確認**
重心位置の高い商用車をモデル化することで、モデルの汎用性を高める。→評価車両4台目

4台の車両をモデル化し、車両モデル構築手法の確立

Step1（2022～2023年度）

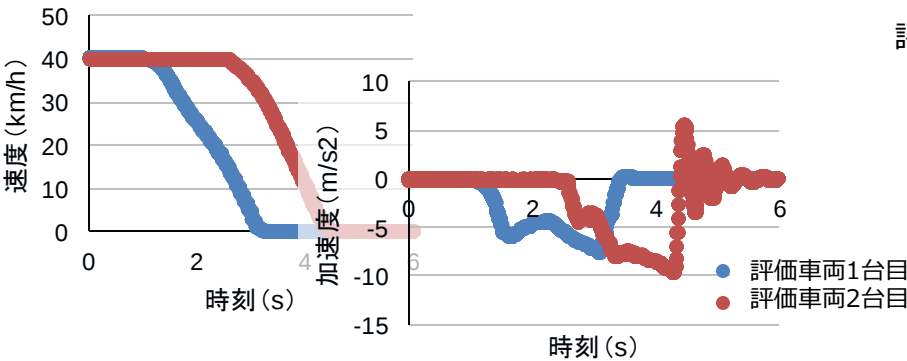
評価車両1台目



- モデル構造
- パラメータ

Step2（2024～2026年度）

評価車両1台目 vs 評価車両2台目

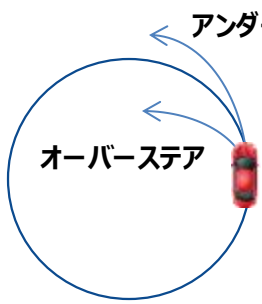


CCRs AEB実験結果

- 類似のカテゴリ車両での違いを表現できるモデル
→利用性の向上

Step3（2025～2027年度）

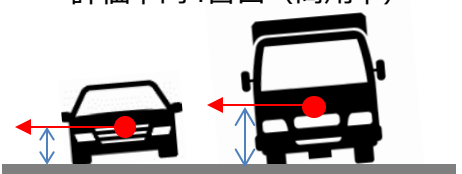
評価車両1台目（前輪駆動）
VS
評価車両3台目（四輪駆動or後輪駆動）



- 駆動方式が異なる車両でも表現ができるモデル

Step4（2026～2028年度）

評価車両1台目（乗用車）
VS
評価車両4台目（商用車）



- 重心位置が異なる車両でも表現ができるモデル

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発内容の全体像

モデル化方針の追加

【目的】

セキュリティ強化のため、CANの読み取りが不可能な車両が市販化される傾向になると予想をしている。
そのため、CANに頼らない外部センサーによる計測によるモデル化技術を構築する。

【実施方法】

評価車両1台目、2台目に対し、CAN計測から構築したモデルを基準とし、CAN計測に頼らない外部センサーによる計測からモデルパラメータを導出しモデル化、比較をおこなう。

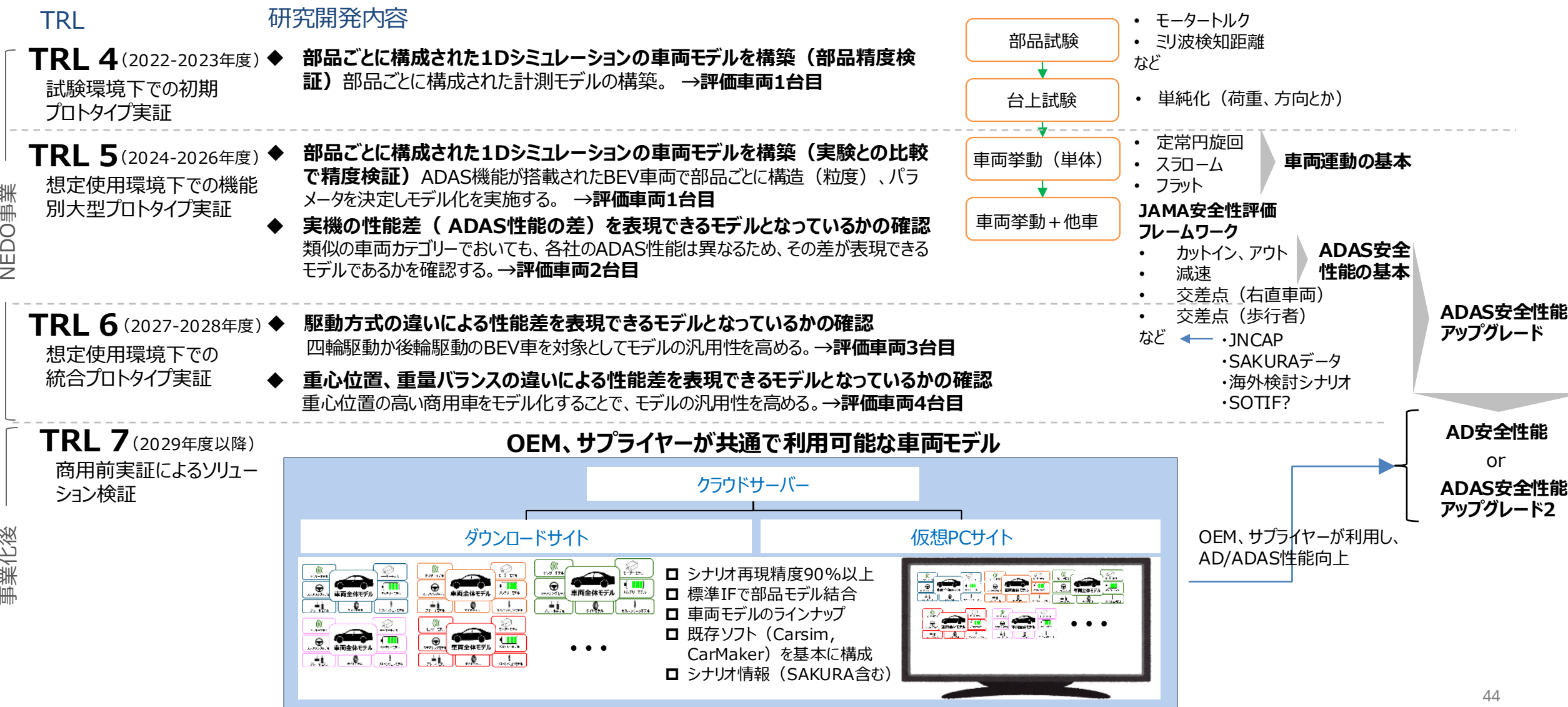
	CAN計測（従前通り）		外部計測（新規）
評価車両1台目	済	比較 (モデル構造、 精度)	△センサー系、車両運動系済
評価車両2台目	2024年度取り組み予定		2024年度取り組み予定

【得られる成果】

CANに頼らない外部センサーによる計測によるモデル化技術、車両モデル
➡ 対応可能車種の増加により、今後の様々な要望に対応が可能となる

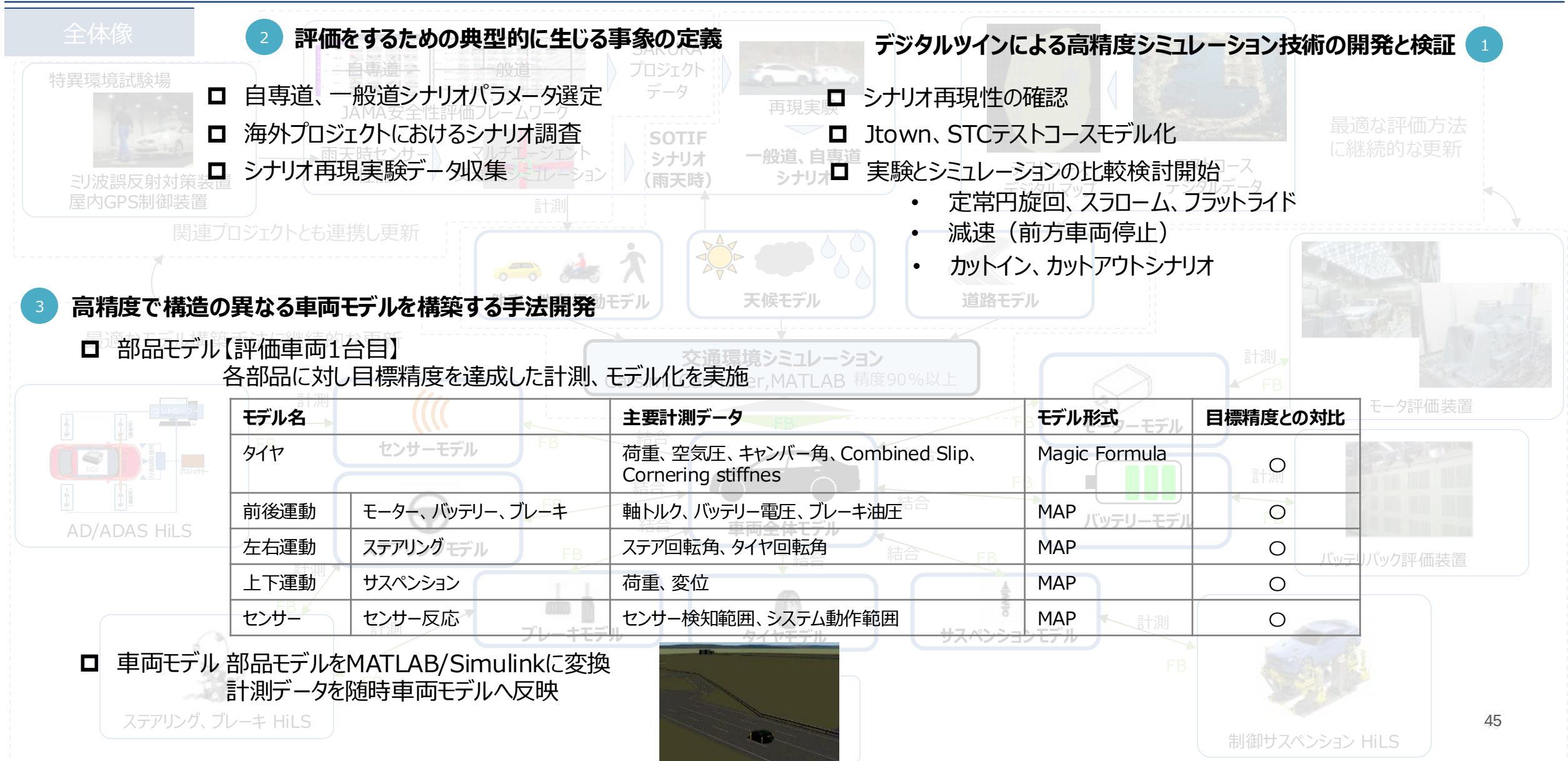
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発内容の全体像



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発状況の要約



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.1 車両運動を評価するためのシナリオの定義

2.1.1 自専道シナリオの定義

2.1.2 一般道シナリオの定義

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

2.3 シナリオ再現実験データ収集

まとめ

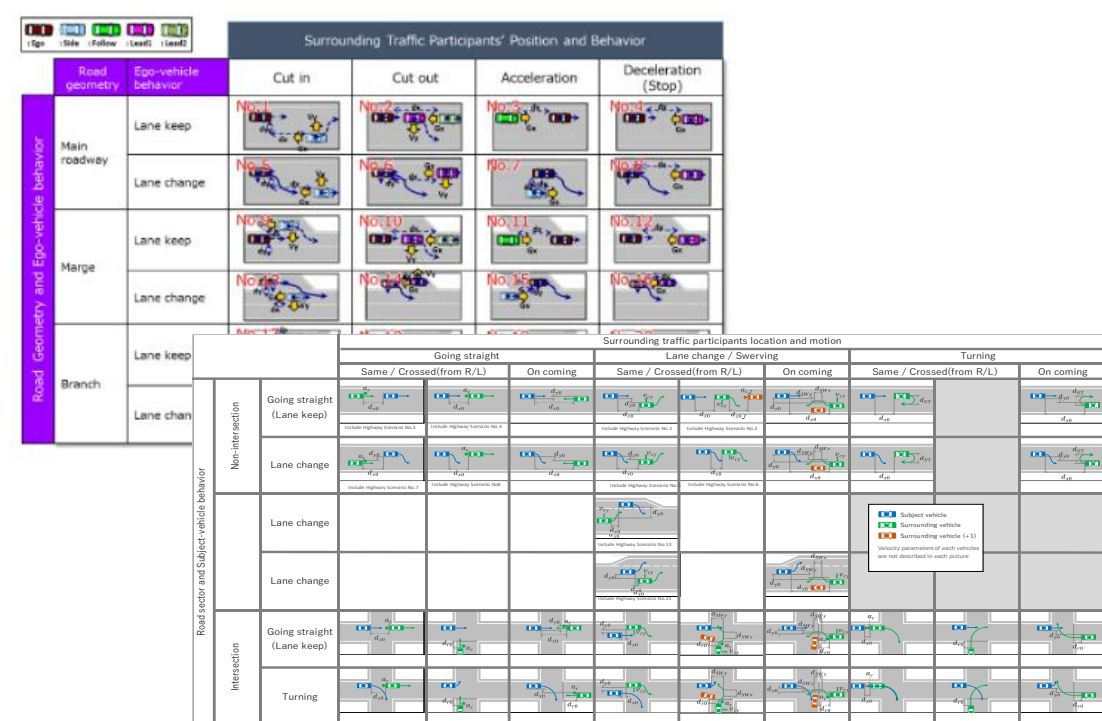
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.1 車両運動を評価するためのシナリオの定義

2.1.1 自専道シナリオの定義

実際に起こり得ている走行状況から自専道の自車、他車のシナリオを作るためのパラメータを算出



安全性評価基盤合同TF:安全性評価基盤の提供価値
(https://www.sakura-prj.go.jp/Portals/0/images/Events/3-13-2_JP.pdf)(2021)

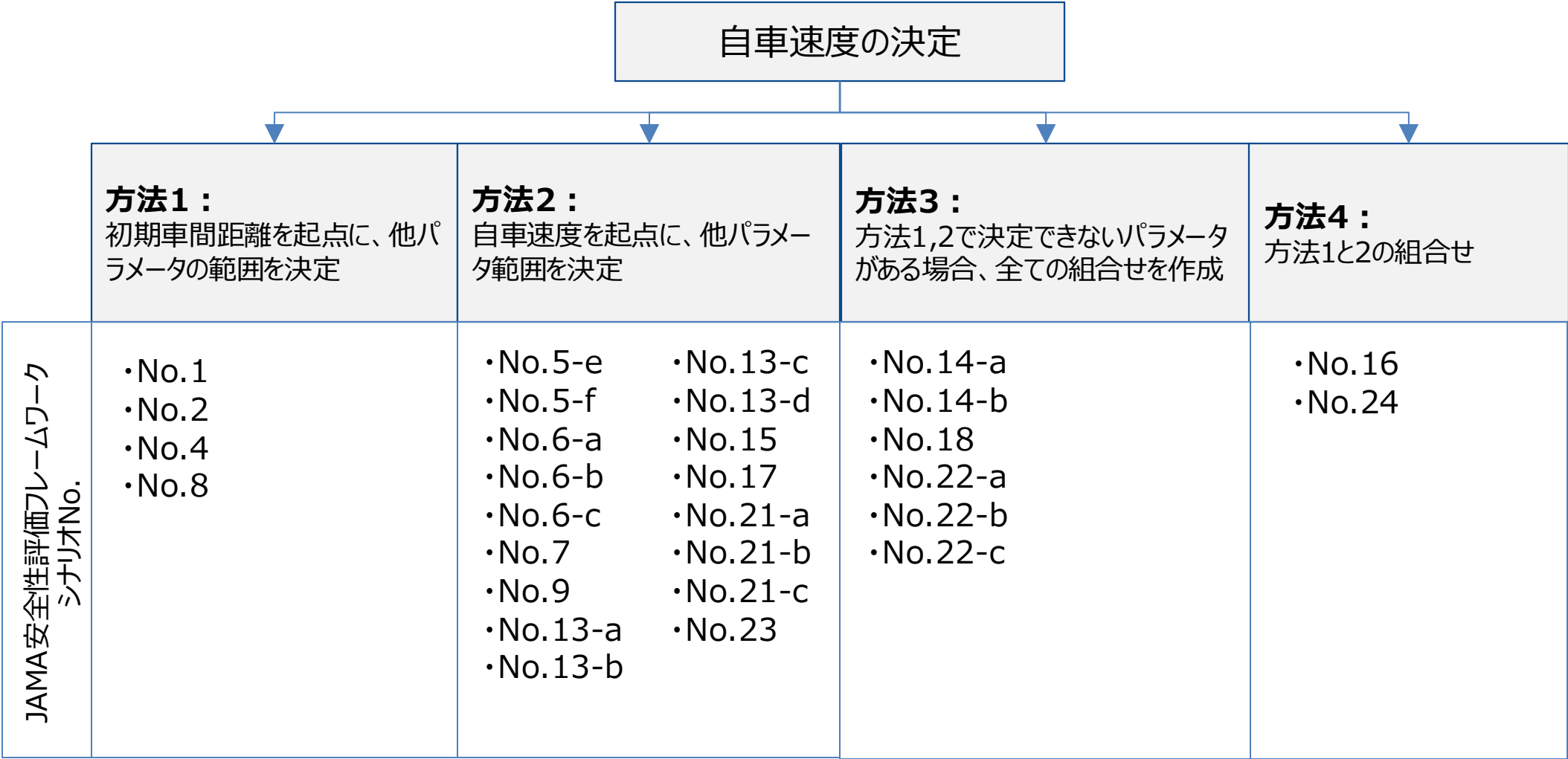
JAMA安全性評価フレームワークに示されたシナリオ形態、SAKURAプロジェクトで収集した実交通流データからシナリオ形態ごとに車両運動を評価すべき自車、他車の境界条件を導出した。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.1.1 自専道シナリオの定義

自車の速度を基本とし、4つの方法にて他車の挙動（パラメータ範囲）を決定した。



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.1.1 自専道シナリオの定義

自専道24シナリオに対し、SAKURAデータからパラメータ範囲を抽出した。

シナリオNo.1															
パラメータ名	パラメータ範囲														
自車速度[km/h]	50~120														
初期車間距離[m]	シナリオNo.2（自車-先行車）														
パラメータ名	パラメータ範囲														
初期相対速度[km/h]															
他車横速度[m/s]															
パラメータ名	シナリオNo.2（先行車-先々行車）														
自車速度[km/h]															
初期車間距離(自車-先行車)[m]	パラメータ名	パラメータ範囲													
初期相対速度(自車-先行車)[km/h]	先行車速度[km/h]	10~27	38~53	57~64	74	75~84	87	104~108	114~154						
	初期相対速度(先行車-先々行車)[km/h]	-4													
	初期車間距離(先行車-先々行車)[m]	13													
	先行車横速度[m/s]	0.58~1.92													
シナリオNo.23															
パラメータ名	パラメータ範囲														
自車減速開始縦速度[km/h]	60			70			80								
自車減速終了縦速度[km/h]	47~60			46~70			59~76								
自車減速開始縦位置[m]	-110~-40			-126~-42			-127~-42								
自車白線またぎ位置[m]															
自車減速終了縦位置[m]															
自車白線またぎ時刻[s]															
自車白線またぎ横速度[m/s]															
他車速度[km/h]															
初期車間距離[m]															
シナリオNo.24															
パラメータ名	パラメータ範囲														
自車減速開始縦速度[km/h]	60			70			80								
自車減速終了縦速度[km/h]	47~60			46~70			59~76								
自車減速開始縦位置[m]	-110~-40			-126~-42			-127~-42								
	-110[m]	-40[m]		-126[m]	-42[m]		-127[m]	-42[m]							
自車白線またぎ位置[m]	-49~-30			-46~-29			-49~-30								
自車減速終了縦位置[m]	-37~-1			-37~-1			-37~-1								
自車白線またぎ時刻[s]	1.6~5.9			1.9~5.3			1.6~3.4								
	1.6[s]	5.9[s]		1.9[s]	5.3[s]		1.6[s]	3.4[s]							
他車減速開始時間[s]	0~1.6			0~1.9			0~1.6								
自車白線またぎ横速度[m/s]	0.78~1.94			0.69~2.21			0.95~2.3								
初期車間距離[m]	8.0			10			20								
初期相対速度[km/h]	0~4			0~9											

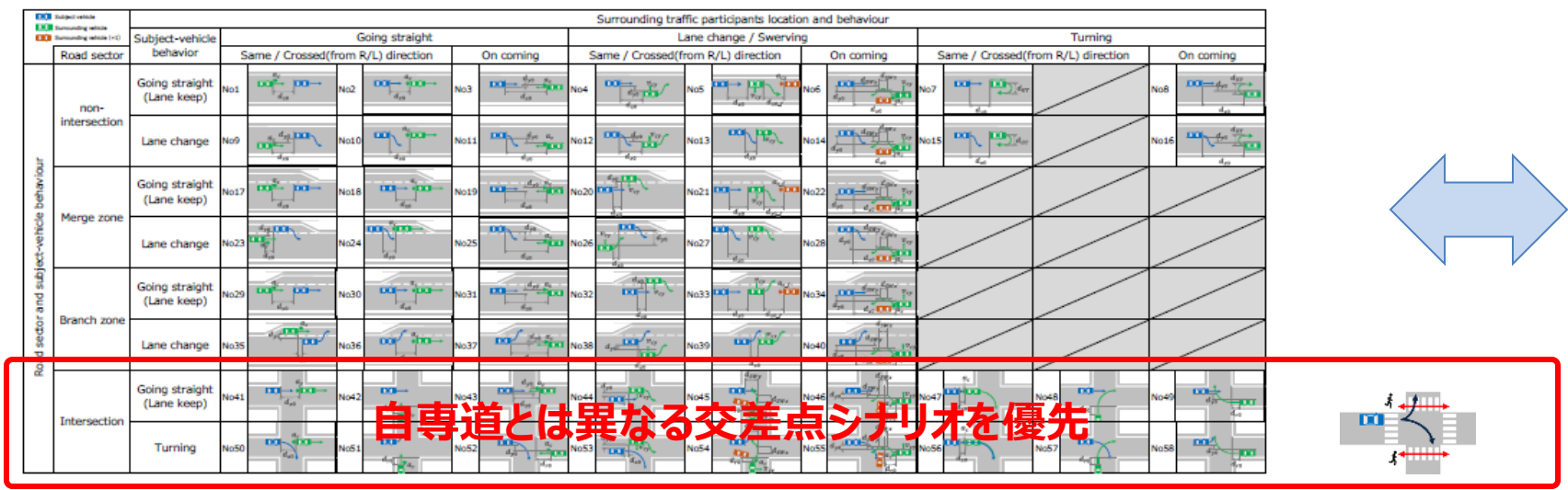
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

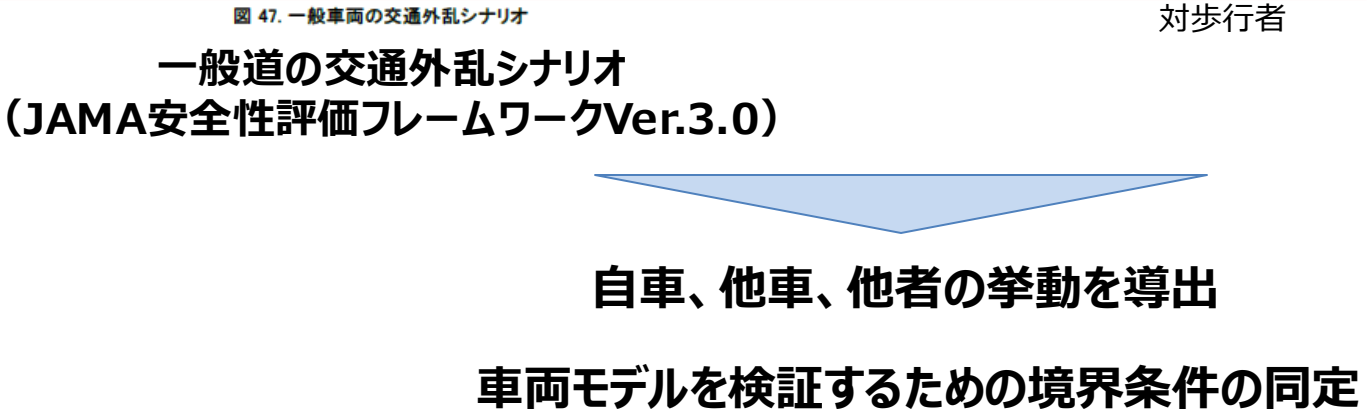
2.1 車両運動を評価するためのシナリオの定義

2.1.2 一般道シナリオの定義

実際に起こり得ている走行状況から一般道の自転車、他車のシナリオ（混在交通環境）を作るためのパラメータを算出



SAKURAプロジェクト
定点カメラ映像



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.1.2 一般道シナリオの定義

交差点シナリオの設定

シナリオの難易度、SAKURA定点データで観測可能なシナリオをから、以下をパラメータとする5シナリオを定義し、検証に用いることにした。

対車両

- a. 自車は直進，対向車は右折
- b. 自車は右折，対向車は直進
- c. 自車は左折，対向車は右折

対歩行者

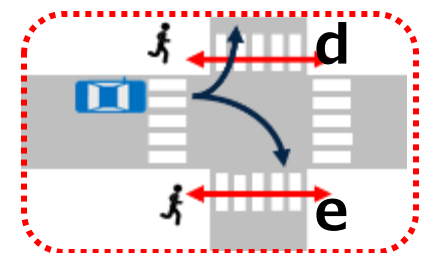
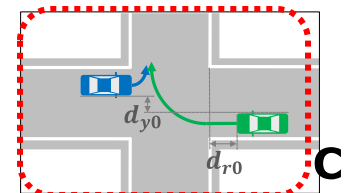
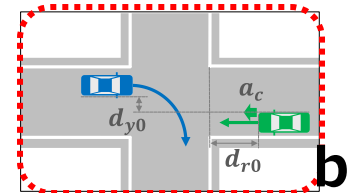
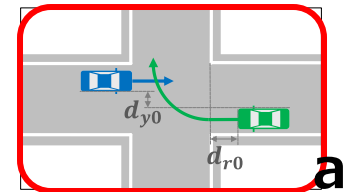
- d. 自車は左折，歩行者は横断歩道上を直進
- e. 自車は右折，歩行者は横断歩道上を直進

自車の設定

- ・自動運転システム有：交差点進入100m前の速度を設定する。（最大60km/h）
 - ・自動運転システム無
- 停止線から発進して進入する場合：実験条件の流出速度になるように自然な加速で

他車の設定

走行しながら交差点に進入する場合：一定速度で走行（最大30km/h）
右左折の走行軌跡：実車で可能なパラメータを選定



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.1.2 一般道シナリオの定義

一般道の5シナリオに対し、SAKURAデータからパラメータ範囲を抽出した。

自転車直進 対 対向右折車(No.49)									
パラメータ名		パラメータ範囲							
自転車交差点流入速度[km/h]		5(停止線から発進)~60							
他車交差点流入速度[km/h]		5(停止線から発進)~30							
他車交差点流出速度[km/h]									
他車交差点内最小速度[km/h]									
交差点内最小速度位置									
円弧の曲率半径[m]									
流入側クロソイド曲線の接線角deg]									
円弧の角度[deg]									
流入側停止線からクロソイド曲線までの距離[m](クロソイド曲線開始位置)									
走行軌跡の交錯点到達時間差[s]									

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

海外で実施されているプロジェクトを中心に調査をおこなった。形式化したシナリオが正式に公開されているのはVVMethodsのみであった。

略称	名称	国	期間	シナリオデータセット	パラメータ範囲	利用可能	内容
HighD	The Highway Drone Dataset	ドイツ		走行データセット	×	○（要会員登録、利用方法などの入力も必要）	LevelXData アーヘン工科大学自動車工学研究所(ika) ドイツの高速道路を上空から撮影して作成 6ヶ所、110,500台、位置精度10cm以内 ユーザー登録で無償公開 Highwayについて
inD	The Intersection Drone Dataset	ドイツ		走行データセット	×	同上	同上 Intersectionについて
	Hi-Drive	欧州	(2021-2025)	未公開	不明	未公開 ドイツのHDマップは公開	2021年より4年間（2022年度報告書公開） 自動運転L3～L4をターゲット ドイツのHDマップを公開（3DHD CityScenes） (https://www.hi-drive.eu/downloads/) シナリオやエッジケースについても目標としているがデータ詳細は不明
INTERACTION	INTERACTION-Dataset-basedPREdicTion	アメリカ		走行データセット	×	○要会員登録	走行軌跡（車両、歩行者、自転車）ただし地図無し&計測地点非公開
AMP	Automated Mobility Partnership	アメリカ		走行データセット	対応しつつある	○要会員登録 利用した成果発表等はお伺いが必要	VTTIによる交通流データやその分析結果の提供サービス

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

略称	名称	国	期間	シナリオデータセット	パラメータ範囲	利用可能	内容
SUNRISE	Safety assurance framework for connected, automated mobility Systems	欧州	(2022-2025/8)	×	×	報告書公開	AD 車（通信による協調含む）の安全性評価フレームワークの開発 外部シナリオDBを活用することを前提に開発
SYNERGIES	Synergies - Scenarios for development of automated vehicles	欧州	(2024-2027/5)	今後対応？	今後対応？	始まったばかりのため不明	SUNRISEにおけるデータベース部分に注力したと思われる
SetLevel		ドイツ	(2019-2022)	×	×	↓以下？（対応時期不明）	PEGASUS Family AD システムの検証環境を構築。最終報告会済み
VVM	Validation and Verification Methods	ドイツ	(2019-2023)	○	○	↓以下？（対応時期不明）	PEGASUS Family 包括的な安全性評価フレームワーク。最終報告会済み
	scenario.center by ika	ドイツ	(2023-)	○	○	○（開発中のためinDデータを用いたサンプルのみ） VVMのデータについて対応予定	VVMのシナリオコンセプトを踏襲したシナリオデータベース 現在サンプルを公開しており、inDデータセットのみ利用可能（Enveloping Scenarios7,538件）、VVMのデータセットはComing Soonと記載 2024/08/21確認。サイトは2023/09開設
Safety Pool		イギリス	不明	○	×	○（要会員登録、利用方法などの入力も必要、シナリオ追加をすると、他のシナリオへのアクセス権限獲得）	シミュレーションで実行可能な25万以上のテストシナリオを収録したライブラリを発表 シナリオのみ（Concretization is currently out of scope of the SPSP and it is left to the individual organizations）
ADScene		フランス		○	○	×ネット検索しても専用HPすら不明	MOSARの後継 走行シナリオ、HMI設計、検証や妥当性確認のためのツールを対象 FS,LS,CSを生成 運転データ、ニアミスデータ（UDRIVE）、関連データベースから抽出された事故データ、Euro NCAP関連のシナリオ、Renault 社、Stellantis社の専門家によるシナリオ
StreetWise		オランダ		データはユーザーが用意する前提	データはユーザーが用意する前提		TNOによる実世界のシナリオデータベースに基づく安全性検証手法 パラメータの相関も含めて分析 データはユーザーが用意する前提

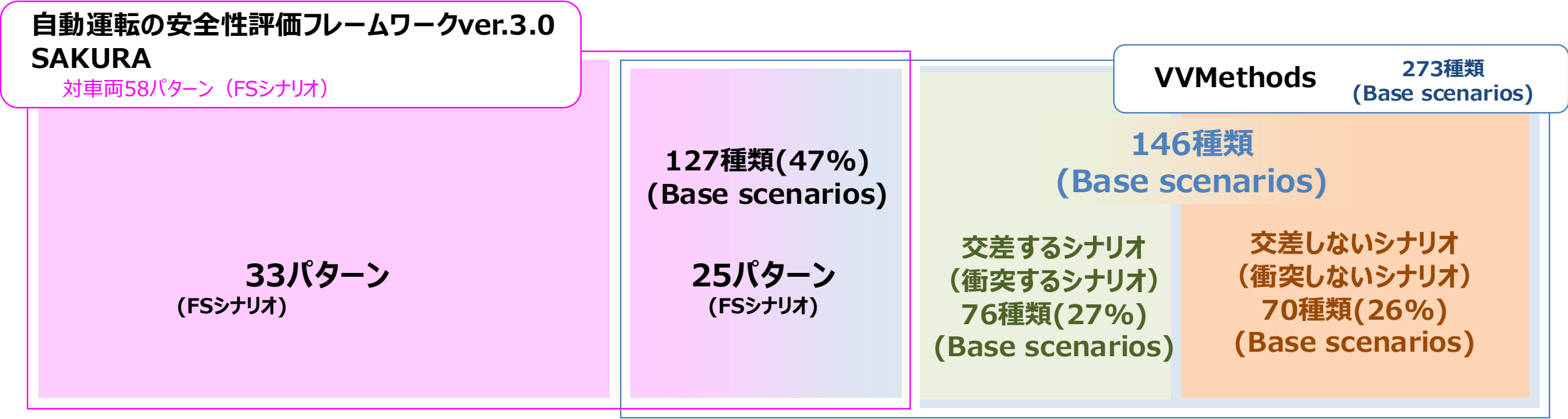
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

VVMethodsとJAMA安全性フレームワークで異なるシナリオとして、146種類存在しているが、衝突を対象としているものでは76種類の違いが見られた。

VVMethods vs JAMA安全性評価フレームワーク（SAKURA）



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

VVMethodsとJAMA安全性フレームワークで異なる76種類のシナリオの内、交通ルール違反に関係するものであり、JAMAでは検討を除外しているケースが殆どである。しかしながら、歩行者のシナリオに対しては検討を進めなければならないシナリオである。現在、JAMAも含め、SAKURAプロジェクトで検討を進めているところである。

VVMethods

交差するシナリオ（衝突するシナリオ）：76種類

内容	件数
道路外からの侵入	3
道路外へ退出	7
すり抜け	2
幅寄せ	4
自車の交通ルール違反？	5
自車後退	4
自車Uターン	19
交差点で相手車Uターン	5
その他（逆走？）	1
歩行者	26
合計	計76種類

※自車が青

自車のUターン

道路外からの侵入

道路外へ退出

すり抜け

幅寄せ

相手車Uターン

自車の交通ルール違反？

自車後退

その他（逆走？）

(JAMA-SAKURAでは検討を除外している)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

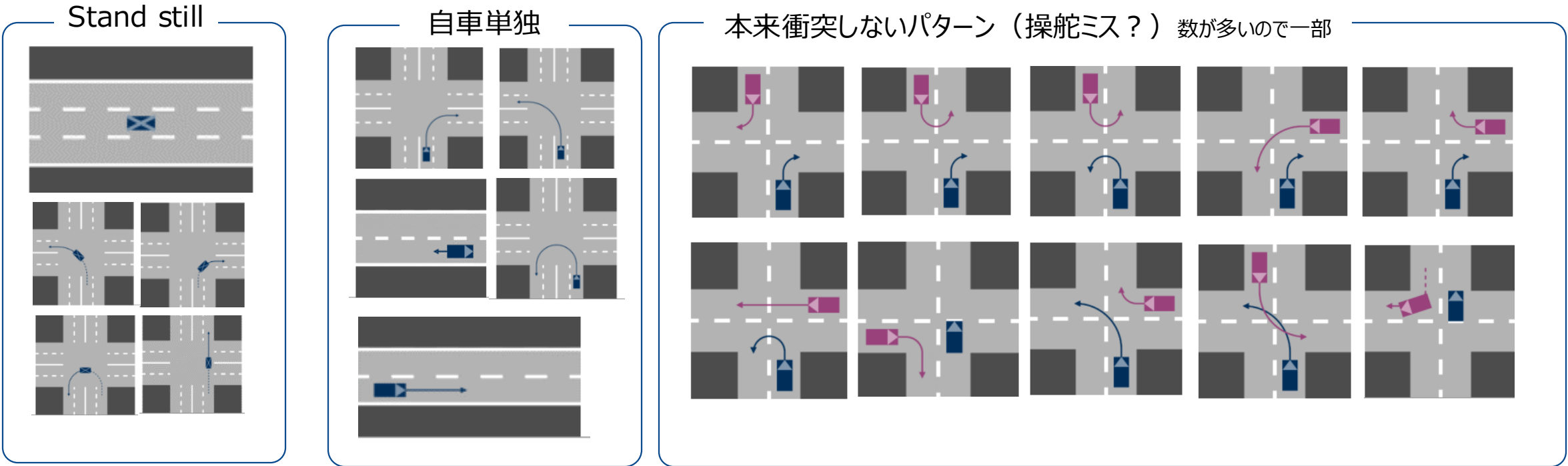
2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

JAMA安全性フレームワークでは衝突しないシナリオは安全性と直接関係がないので、検討の除外としている。

VVMethods

交差しないシナリオ（衝突しないシナリオ）：70種類



(JAMA-SAKURAでは検討を除外している)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

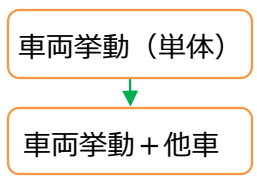
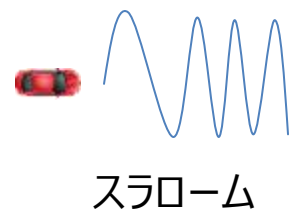
2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2.3 シナリオ再現実験データ収集

評価車両1台目に対し

□ 車両運動の基本データを収集

- 定常円旋回
- スラローム
- フラット



- 定常円旋回
 - スラローム
 - フラット
- 車両運動の基本
- JAMA安全性評価フレームワーク
- カットイン、アウト
 - 減速
- ADAS安全性能の基本



□ ADAS安全性能の基本データを収集

（評価車両1台目のADAS機能を参照）

- カットイン、アウト（JAMA安全性評価フレームワーク）
- 減速（前方車停止（JAMA安全性評価フレームワーク、JNCAP（CCRs）、降雨、霧、夜間状態）



降雨 30,50,80mm/h



霧 視程80m



夜間 街灯相当照明のみ

		Surrounding Traffic Participants' Position and Behavior			
Road Geometry and Ego-vehicle behavior	Road geometry				
	Ego-vehicle behavior	Cut in	Cut out	Acceleration	Deceleration (Stop)
	Main roadway	No.1	No.2	No.3	No.4
	Lane keep	No.5	No.6	No.7	No.8
	Lane change	No.9	No.10	No.11	No.12
	Merge	No.13	No.14	No.15	No.16
	Lane keep	No.17	No.18	No.19	No.20
	Lane change	No.21	No.22	No.23	No.24
	Branch	No.25	No.26	No.27	No.28
	Lane keep	No.29	No.30	No.31	No.32
	Lane change	No.33	No.34	No.35	No.36
		No.37	No.38	No.39	No.40

JAMA安全性評価フレームワーク

コリドー作成のためのN増しを実施中

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

まとめ

2.1 車両運動を評価するためのシナリオの定義

- ◆ JAMA安全性評価フレームワークを参照し、SAKURAプロジェクトにおける実交通流データから実際に起こり得る車両挙動のパラメータを抽出したことによって、車両モデルを検証するためのパラメータを決定した。
（白専道24シナリオ、一般道5シナリオ）

2.2 海外でのシナリオ定義の状況

- ◆ JAMA安全性評価フレームワークとVVMMethodsには歩行者に対するシナリオの有無に違いが見られる。
- ◆ 対歩行者のシナリオについては、現在、JAMA-SAKURAプロジェクトで進めているところであり、情報共有をしながら、検討を進めて行く。

2.3 シナリオ再現実験データ収集

- ◆ 車両運動の基本データ、ADAS安全性能の基本データを収集した。
- ◆ コリドー作成のため、N増し実験を実施中である。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1 タイヤモデル

3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.4 センサー反応時間モデル

3.5 車両モデルの構成

まとめ

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1 タイヤモデル

3.1.1 背景・目的

3.1.2 標準タイヤのモデル化

- タイヤモデルの同定精度

- タイヤモデルの実機検証試験

- タイヤモデルの改良方法の検討

- タイヤモデル作成迅速化の検討

3.1.3 タイヤ特性予測手法の開発

- 市販タイヤのタイヤ特性試験

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.1 背景・目的

車両開発時にタイヤに求められる性能は、運動性能（制駆動性能・操安性）、居住性能（乗り心地・騒音）、経済性能（耐久性・燃費性能）などがある。

自動車の車両挙動をシミュレーション上で再現するためには、前後力や横力などを再現できるタイヤモデルが必要であるが、モデルを作成するには莫大な実験や計算時間が必要となっている。

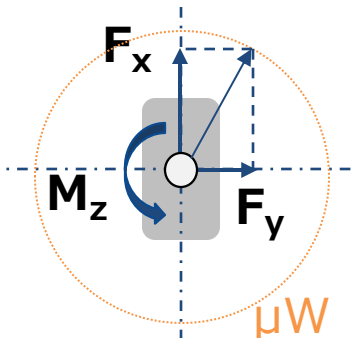
車両挙動のシミュレーションでは使用するタイヤモデルが重要な要素となるため、車両性能差を適切に比較可能な高精度なタイヤモデルを効率的に取得できる方法が求められている。

そこで、本電動車両シミュレーション基盤事業のタイヤモデル化研究では、

- ▶路面とタイヤに作用する前後力と左右力を誤差5%以下でモデル化する
- ▶タイヤモデル作成を容易・迅速化させるためのタイヤ特性計測手法を確立する
- ▶タイヤ諸元からタイヤ特性（やタイヤモデル）を予測する手法を開発する

■ 車両挙動を再現するための重要な因子

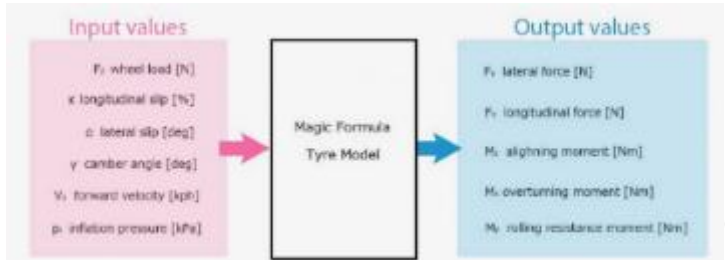
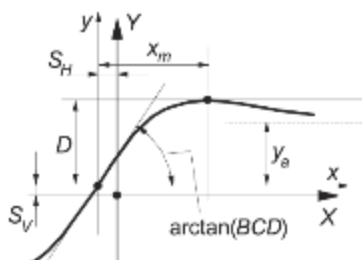
- ①タイヤ面と平行な前後力 F_x
- ②直角なタイヤ横力 F_y
- ③垂直荷重 F_z
- ④セルフアライニングトルクSAT M_z
- ⑤キャンバースラスト
- ⑥タイヤRRC μ



■ タイヤモデルの一例（Magic Formula）

Longitudinal Force (Pure Longitudinal Slip, $\alpha = 0$)

$$F_{x0} = D_x \sin[C_x \arctan\{B_x \kappa_x - E_x(B_x \kappa_x - \arctan(B_x \kappa_x))\}] + S_{Vx}$$



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

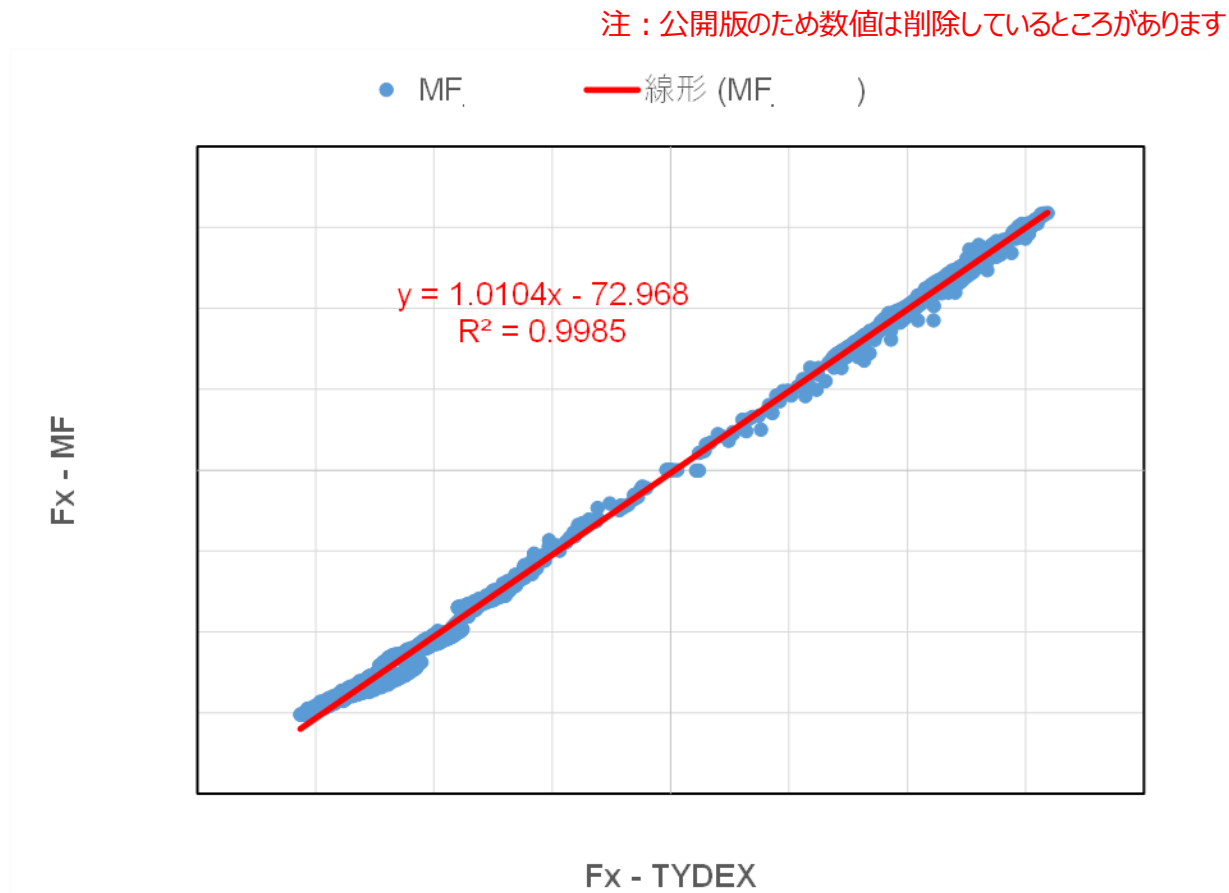
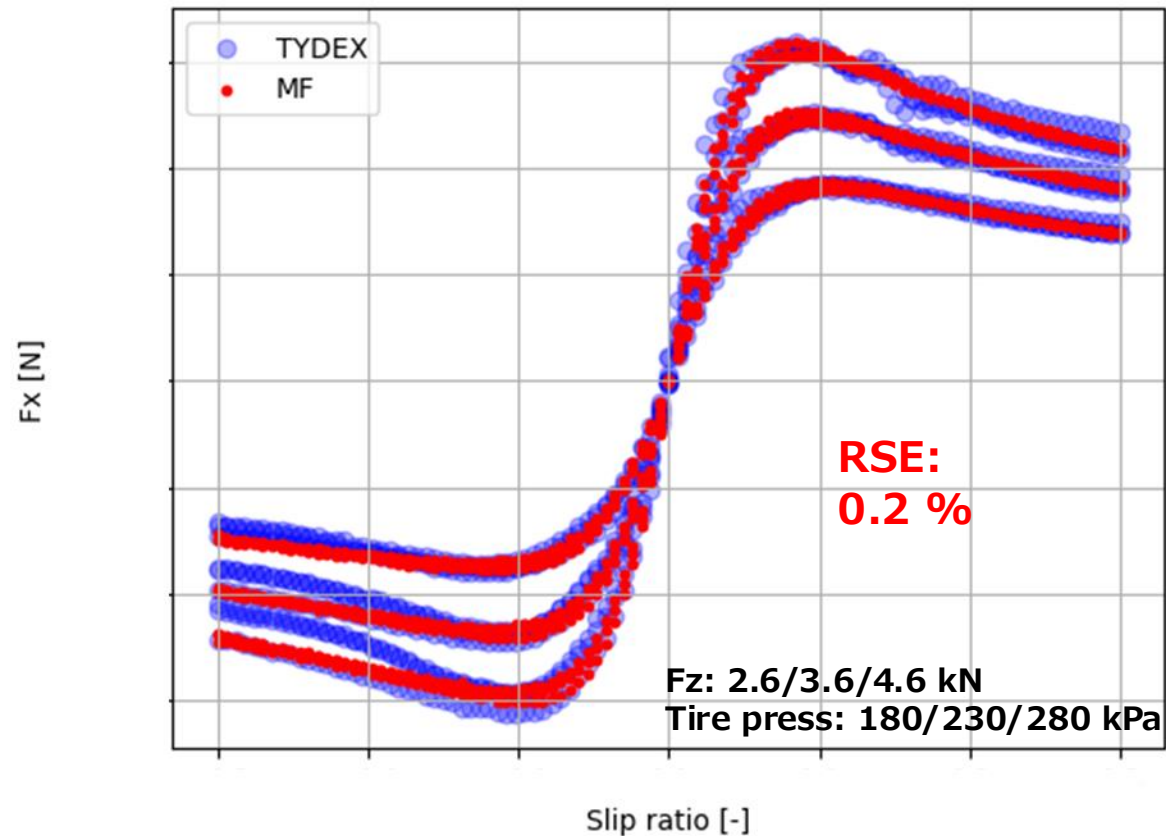
3.1.2 標準タイヤのモデル化 標準タイヤモデルの同定精度

モデル同定精度（前後力）

◆ タイヤ力を精度よく再現するMagic formulaタイヤモデル式を取得した

◆ Pure longitudinal slip

$$F_{xo} = D_x \cdot \sin[C_x \cdot \arctan\{B_x k_x - E_x(B_x k_x - \arctan(B_x k_x))\}] + S_{Vx}$$



※凡例：TYDEXは測定データ（平滑処理後），MFはモデル出力値（同定後）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

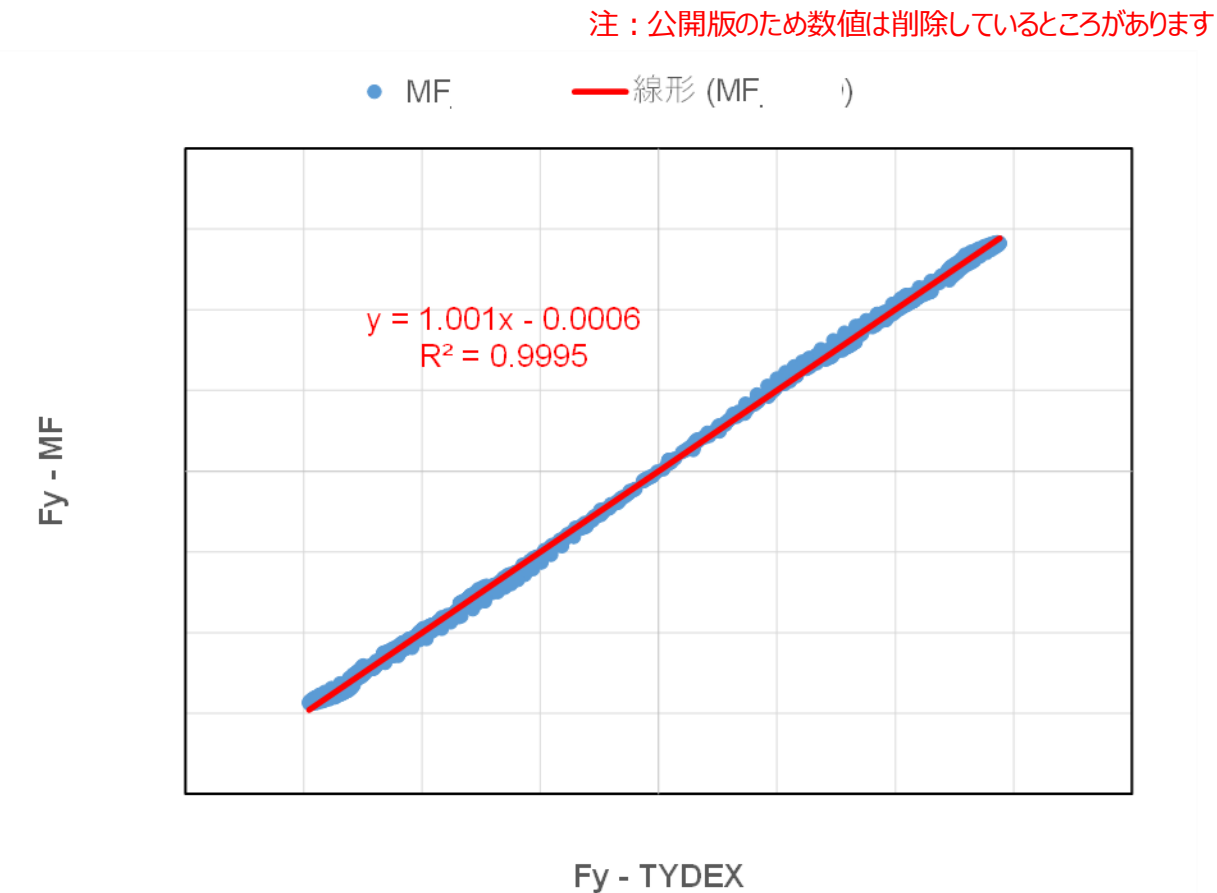
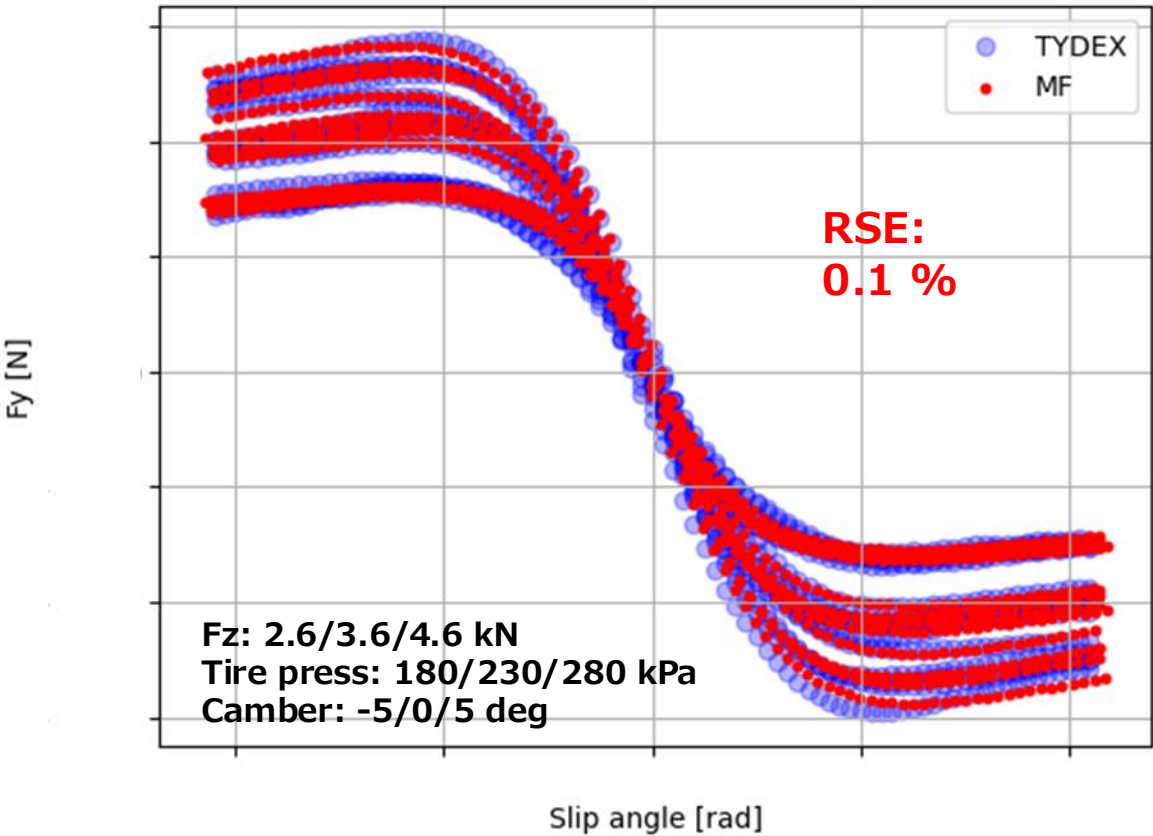
3.1.2 標準タイヤのモデル化 標準タイヤモデルの同定精度

モデル同定精度（左右力）

◆ タイヤ力を精度よく再現するMagic formulaタイヤモデル式を取得した

◆ Pure side slip

$$F_{y0} = D_y \cdot \sin \left[C_y \cdot \arctan \left\{ B_y \alpha_y - E_y \left(B_y \alpha_y - \arctan(B_y \alpha_y) \right) \right\} \right] + S_{Vy}$$



※凡例：TYDEXは測定データ（平滑処理後）、MFはモデル出力値（同定後）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 標準タイヤモデルの同定精度

モデル同定精度 まとめ

同定精度(誤差)は、相対二乗誤差(RSE)をもとに評価した

$$RSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

データ数までの総和

$$= \frac{\sum_{i\text{番目}=1\text{から}} (観測値_{i\text{番目}} - 予測値_{i\text{番目}})^2}{\sum_{i\text{番目}=1\text{から}} (観測値_{i\text{番目}} - 平均値)^2}$$

データ数までの総和



- 評価車両1台目におけるタイヤモデルについて、
- ✓ 前後力の誤差は 0.2%
 - ✓ 横力の誤差は 0.1%
 - ✓ 誤差5%以下のタイヤモデルを実現

→今年度の目標を達成した。

						RSE		
試験条件	垂直荷重 Fz	キャンバー角 γ	スリップ角 α	スリップ率 k	空気圧 INFLPRES	Fx	Fy	
	N	deg	deg	%	kPa	%	%	
Pure longitudinal slip	2600	0	0	-30~30	180	0.2	-	
				-30~30	230	0.2	-	
				-30~30	280	0.1	-	
	3600	0	0	-30~30	180	0.1	-	
				-30~30	230	0.2	-	
				-30~30	280	0.2	-	
	4600	0	0	-30~30	180	0.1	-	
				-30~30	230	0.2	-	
				-30~30	280	0.3	-	
	All data						0.2	-
Pure side slip	2600	0	-12~12	0	180	-	0.0	
		0	-12~12	0	280	-	0.3	
		0	-12~12	0	230	-	0.1	
		5	-12~12	0	230	-	0.1	
		-5	-12~12	0	230	-	0.1	
	3600	0	-12~12	0	180	-	0.0	
		0	-12~12	0	280	-	0.1	
		0	-12~12	0	230	-	0.0	
		5	-12~12	0	230	-	0.0	
		-5	-12~12	0	230	-	0.0	
	4600	0	-12~12	0	180	-	0.0	
		0	-12~12	0	280	-	0.0	
		0	-12~12	0	230	-	0.0	
		5	-12~12	0	230	-	0.0	
		-5	-12~12	0	230	-	0.0	
	All data						-	0.1

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 実車検証試験

実機検証試験内容

◆目的：実機測定値とタイヤモデル出力値の比較用データの取得

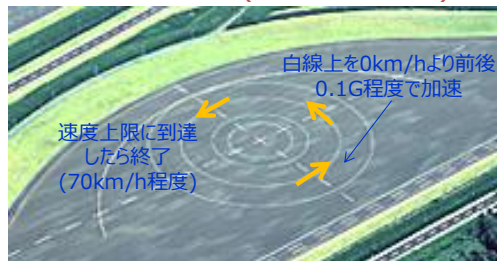
◆試験内容：

- ・走行内容：STC旋回試験場での旋回加速，旋回制動，発進加速，直進制動，スラローム
- ・パラメータ：垂直荷重，タイヤ空気圧，路面状況（Dry/Wet/高温環境）

◆タイヤ：新車標準タイヤ，225/50R18 95V

◆主な計測項目：左前後輪の六分力，スリップ角，キャンバ角，スリップ率，回転数，トレッド表面温度

緩加速円旋回(横力データ取得)



旋回急加速(加速開始直後の過渡データ取得)



発進加速(各種スリップ率条件でのデータ取得)



直進制動(各種スリップ率条件でのデータ取得)



旋回急制動(制動開始直後の過渡データ取得)



制動中旋回(旋回開始直後の過渡データ取得)



フリー走行(指定条件以外の条件でのデータ取得)



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

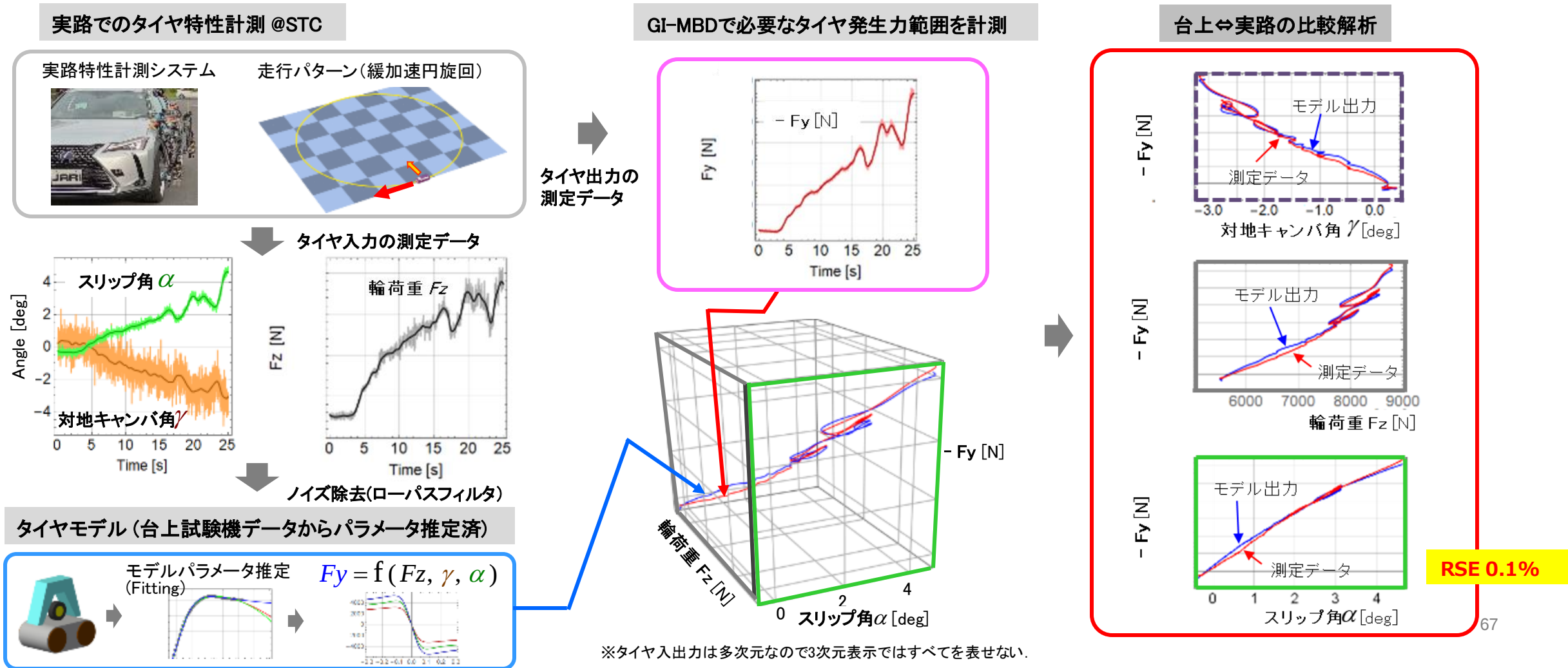
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 実車検証試験

実機測定値とタイヤモデル出力値の比較

Pure cornering特性に関して、実車による実路測定データとタイヤモデルからの出力値は、同じ傾向を示している。

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

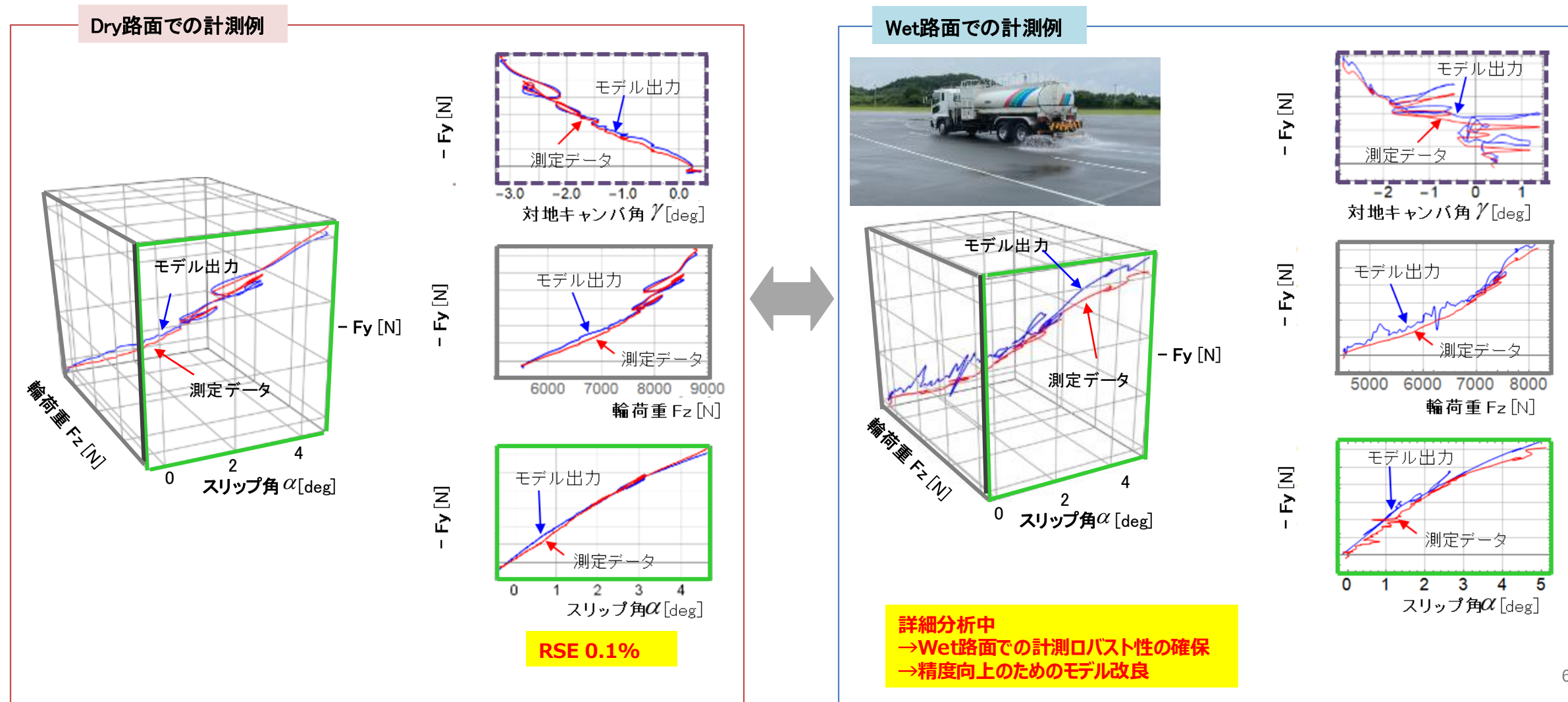


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 実車検証試験 路面の影響

注：公開版のため数値は削除しているところがあります



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

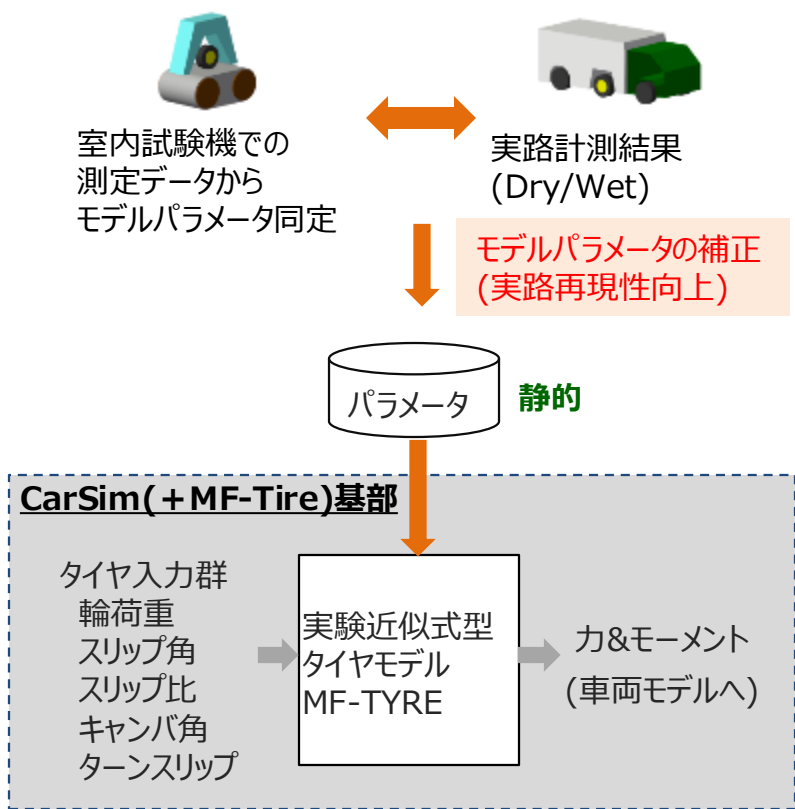
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 タイヤモデル改良方法の検討 タイヤモデル改良方法の検討

■ 標準のMF-tyre モデルの実路対応性を向上させるための方策案

実路再現性向上:標準(MF)モデルのパラメータ精度向上

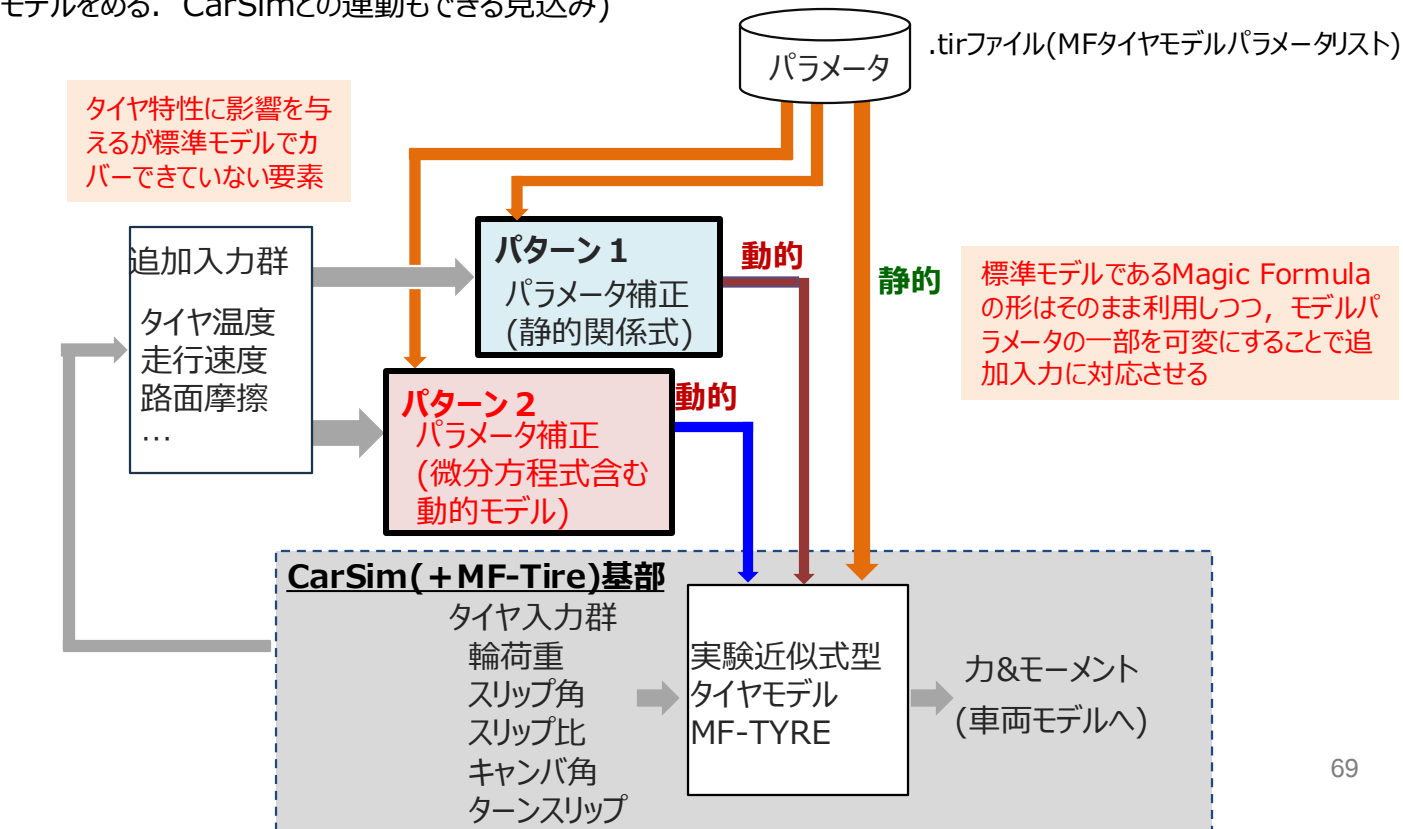
既存のシステム内での対応可能な精度向上策



動的パラメータ補正:パラメータ可変(モデル)化

JARIでの新たな知見（モデル改良）を組み込むことを想定(パターン 1 とパターン 2)

モデルパラメータの一部を追加入力に対して変更する(静的な関係式だけでなく部分方程式を含む動的モデルをめる。 CarSimとの連動もできる見込み)



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

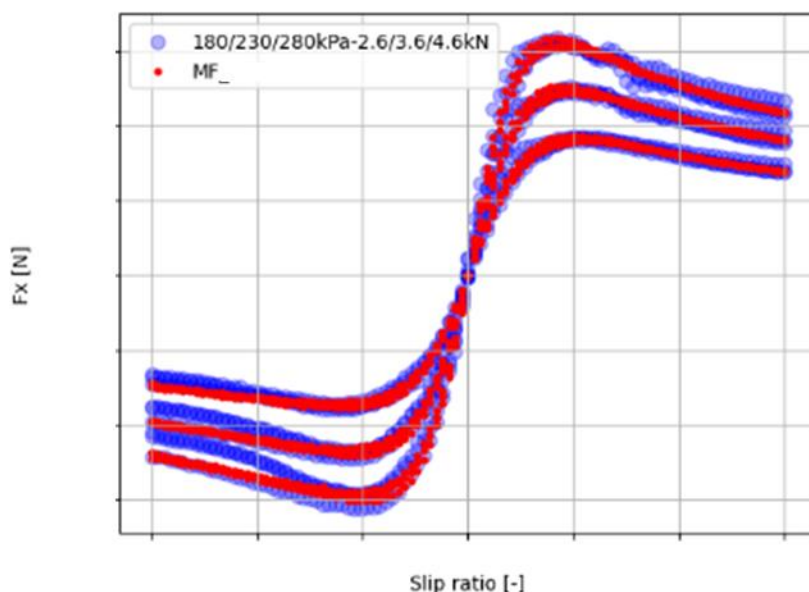
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 タイヤ特性測定迅速化の検討

試験条件削減・シンプルタイヤモデルの確認（Fx）

① 標準試験条件・標準モデル

- 同定に使用した計測データ
 - ・空気圧：3水準（180/230/280kPa）
 - ・垂直荷重：3水準（2.6/3.6/4.6kN）
 - ・キャンバー角：1水準（0°）
- 比較条件
 - ・空気圧3条件・荷重3条件

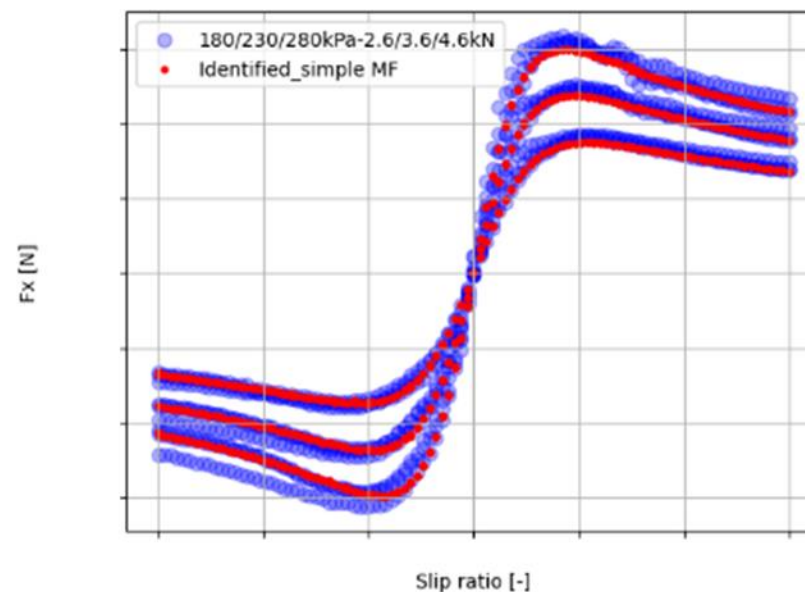


RSE = 0.2%



② 試験条件削減・シンプルモデル

- 同定に使用した計測データ
 - ・空気圧：1水準（230kPa）
 - ・垂直荷重：3水準（2.6/3.6/4.6kN）
 - ・キャンバー角：1水準（0°）
- 比較条件
 - ・空気圧3条件・荷重3条件



RSE = 0.3%

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

試験条件を削減して、シンプルなMagic formulaタイヤモデル式を作成した場合も、精度を大きく落とさずに、車両挙動を再現できる可能性がある。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

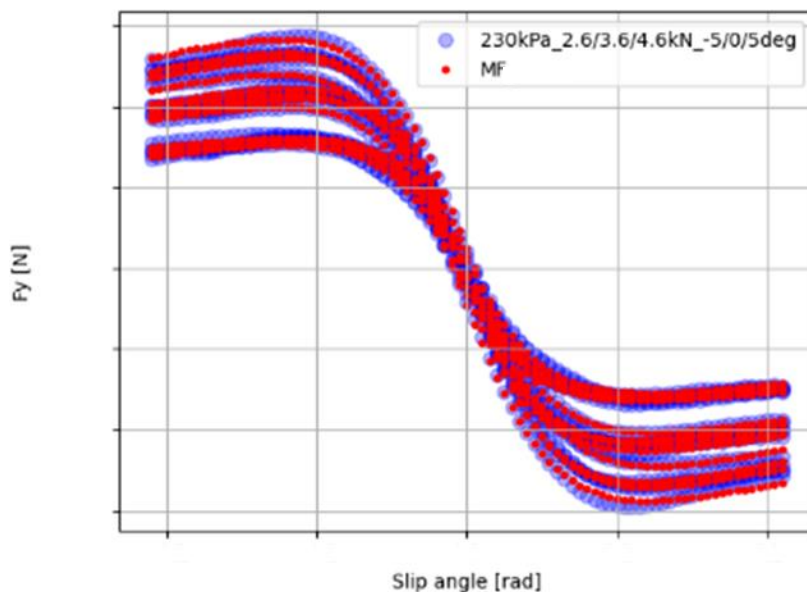
3.1.2 標準タイヤのモデル化 タイヤ特性測定迅速化の検討

試験条件削減・シンプルタイヤモデルの確認（Fy）

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

①標準試験条件・標準モデル

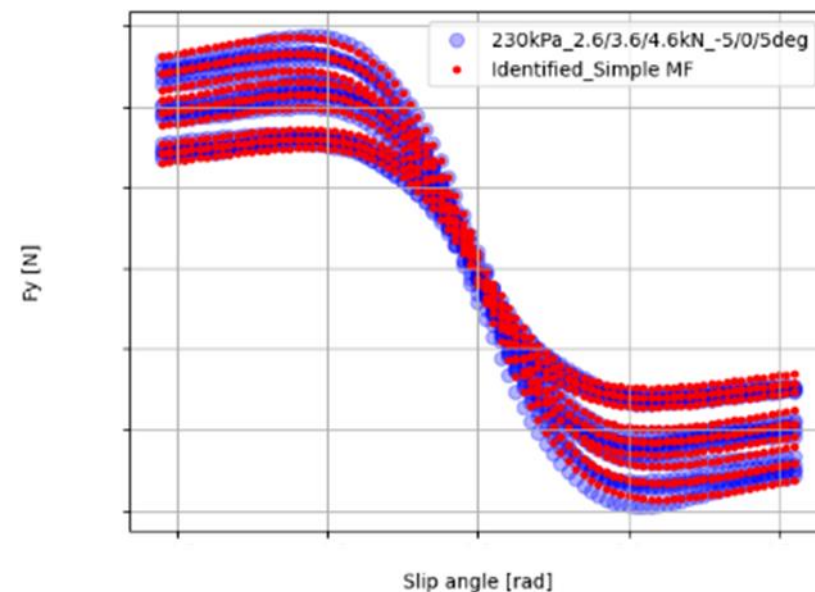
- 同定に使用した計測データ
 - ・空気圧：3水準（180/230/280kPa）
 - ・垂直荷重：3水準（2.6/3.6/4.6kN）
 - ・キャンバー角：3水準（-5/0/+5°@230kPa）
- 比較条件
 - ・空気圧3条件・荷重3条件・キャンバー3条件



RSE = 0.1%

②試験条件削減・シンプルモデル

- 同定に使用した計測データ
 - ・空気圧：1水準（230kPa）
 - ・垂直荷重：3水準（2.6/3.6/4.6kN）
 - ・キャンバー角：3水準（-5/0/+5°@230kPa）
- 比較条件
 - ・空気圧1条件・荷重3条件・キャンバー3条件



RSE = 0.2%

試験条件を削減して、シンプルなMagic formulaタイヤモデル式を作成した場合も、精度を大きく落とさずに、車両挙動を再現できる可能性がある。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.2 標準タイヤのモデル化 タイヤ特性測定迅速化の検討

空気圧に関する固定係数

- ◆ 空気圧は、垂直荷重やキャンバー角が与える影響よりも小さい。
- ◆ 空気圧の影響は、タイヤによらず同様な傾向があれば、固定値で対応可能。
- ◆ 今後取得する30種類のタイヤの特性から、汎用的なモデル係数を設定する。

$$D_x = \mu_x \cdot F_z \cdot \zeta_1 \quad (> 0)$$

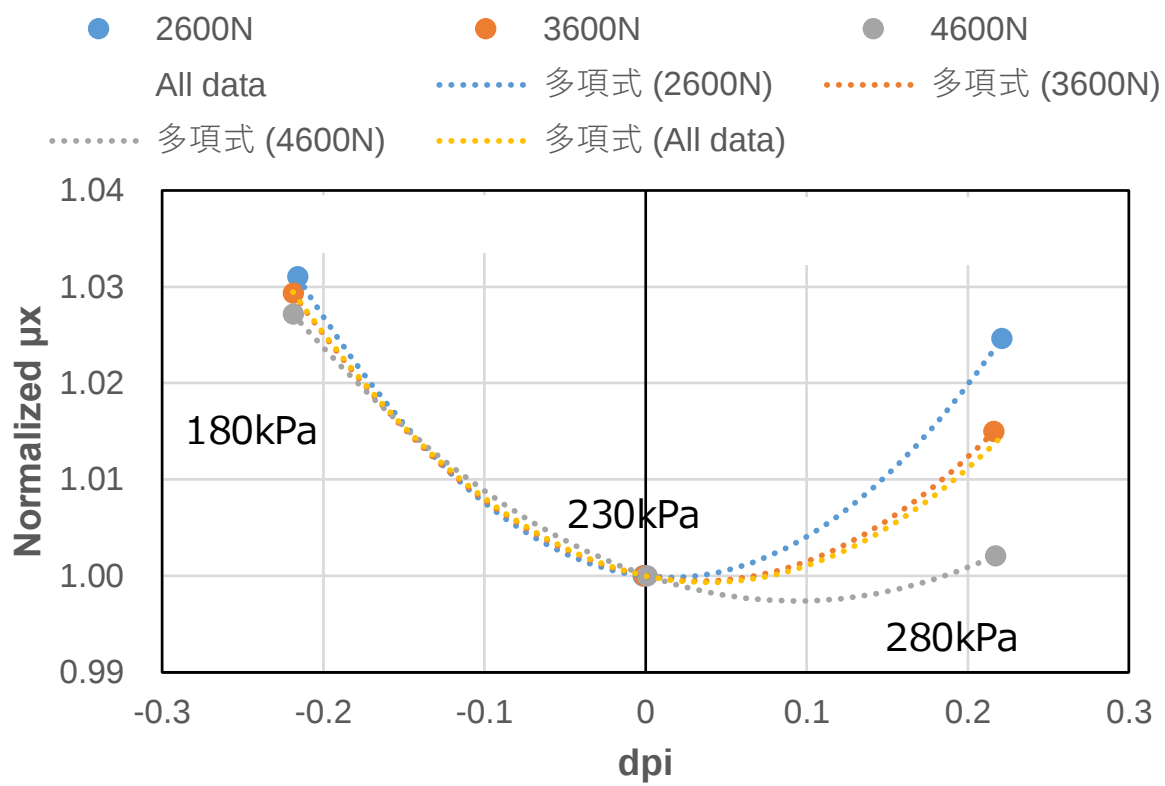
$$\mu_x = (p_{Dx1} + p_{Dx2} df_z) \underbrace{(1 + p_{px3} dp_i + p_{px4} dp_i^2)}_{\text{air pressure term}} (1 - p_{Dx3} \gamma^2) \cdot \lambda_{\mu x}^*$$

$$dp_i = \frac{p_i - p_{io}}{p_{io}}$$

※ P_{io} : 基準空気圧, P_i : 試験時空気圧



今後、データを蓄積することで、汎用的に使用可能な係数を設定する



空気圧によってピーク値が3%程度変化する

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.3 タイヤ特性予測手法の開発 市販タイヤのタイヤ特性試験
試験タイヤの選択方法

- ◆ 評価車両1台目用のタイヤ特性予測モデルを作成するために10種類（標準タイヤ1種，市販タイヤ9種）のタイヤ試験を行う。標準タイヤはFY22に実施済み。市販タイヤはFY23に7種、FY24に2種を測定する計画。
- ◆ 少ないサンプル数で効率的にタイヤ特性を予測する手法を検討するため、実験計画法に基づいてタイヤを選定した。
- ◆ タイヤの「操安性（横力）」と「ブレーキ性能（前後力）」を、カタログ情報から得られる因子から予測できるように、4つの因子（タイヤ幅、扁平率、タイヤ指向、Wet性能など）を元に、直交表（L8・2水準）に該当するタイヤを選定した。

◆標準タイヤ225/50R18

L ₈ (2 ⁷)		タイヤ特性						
		1	2	3	4	5	6	7
		幅	扁平率 (内径)		タイヤ指向 Eco/Comf.			Wet性能
タイヤ種類	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2
	3	1	2	2	1	1	2	2
	4	1	2	2	2	2	1	1
	5	2	1	2	1	2	1	2
	6	2	1	2	2	1	2	1
	7	2	2	1	1	2	2	1
	8	2	2	1	2	1	1	2



L ₄ (2 ³)		タイヤ特性			
		1	2	4	7
		幅	扁平率 (内径)	タイヤ指向 Eco/Comf.	Wet性能
タイヤ種類	1	1	1	1	1
	3	1	2	1	2
	5	2	1	1	2
	7	2	2	1	1

-
-
-
-

L ₄ (2 ³)		タイヤ特性			
		1	2	4	7
		幅	扁平率 (内径)	タイヤ指向 Eco/Comf.	Wet性能
タイヤ種類	1	1	1	1	1
	4	1	2	2	1
	6	2	1	2	1
	7	2	2	1	1

○2種類のL4直交表が埋まる
順番で試験を進め、効果
を確認しながら進める。

・幅：215, 225 の2水準，扁平率：50, 60 の2水準，Wet：a, b の2水準

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.1.3 タイヤ特性予測手法の開発 市販タイヤのタイヤ特性試験

市販タイヤ選定結果

◆ SUV/ミニバン用タイヤの中から入手性やメーカーの分散を考慮して選定した

Tire	Size			LI LSI	RRC	Wet grip	指向性 Eco/Comf.
	Width mm	Ratio %	Rim inch				
Standard	225	50	18	95V	-	-	コンフォート
Market-1	215	50	18	92V	A	a	エコ
Market-2	215	50	18	92V	A	b	コンフォート
Market-3	215	60	17	100H XL	AA	b	エコ
Market-4	215	60	17	96H	A	a	コンフォート
Market-5	225	50	18	95V	A	b	エコ
Market-6	225	50	18	99W XL	A	a	コンフォート
Market-7	225	60	16	102V XL	AA	a	エコ
Market-8	225	60	16	102W XL	AA	b	コンフォート
Market-9	215	60	17	96H	AAA	a	エコ

L8直交表
に基づく

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

3.2.1 実施内容

3.2.2 シャシダイナモ試験

3.2.3 ハブダイナモ試験

3.2.4 走行中ブレーキシミュレーション結果例

3.2.5 モーター単体試験

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

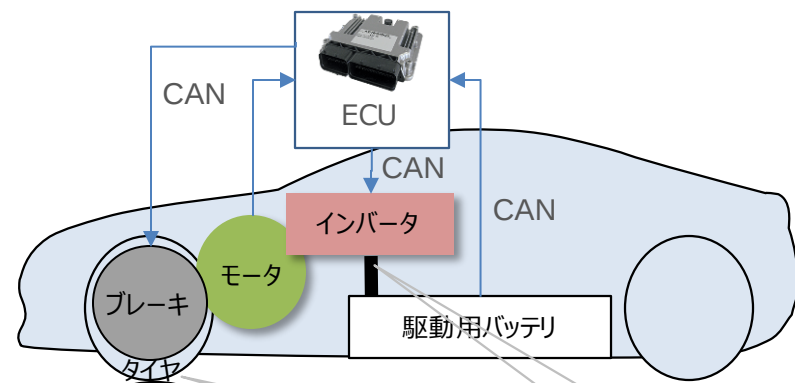
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

3.2.1 実施内容

シミュレーション精度向上のため、実車やコンポーネントの計測精度向上と過渡応答、車両制御の再現が必要であるが、車両では通常はシステムの入口と出口しか測定できないため、車両制御を把握できず、精度向上が難しい。そこで、ECUと各コンポーネント間の通信で使用されているCAN信号を解析することで車両制御の再現モデルを作成する。車両評価では、あらゆる条件を再現できないため、コンポーネントでの評価を行い、あらゆるシチュエーションを再現可能とする。

実車でのCAN解析による車両制御解析



シャシダイナモメータローラ

通常、車両で計測器を取り付けた測定では、入口と出口しか計測できない。



ブレーキHiLS

各コンポーネント評価

バッテリーパック評価：解放電圧，内部抵抗，容量測定（温度毎）
モータ特性評価：NT特性（電圧毎）

バッテリーパック評価装置



モータ評価装置



過渡応答再現シミュレーションモデル

バッテリーパックモデル：過渡状態での内部抵抗，容量再現
→セルばらつきの再現による精度向上
→冷却装置の再現による温度分布

モータ・インバータモデル：過渡状態での回転速度-トルク特性再現
→効率マップの効果的な非線形マッピング
→新規に過渡応答対応モデルを追加

車両制御モデル：通常時の出力制限（回生終了車速，回生上限SOC，最大電流，etc）
車両補機モデル：各補機類の消費電力（バキュームP，ウォータP，オイルP，12V系補機，ECU，etc）
ブレーキ制御モデル：過渡状態での回生・油圧比率再現（踏力変化時の制動力，回生，油圧力のマップ）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

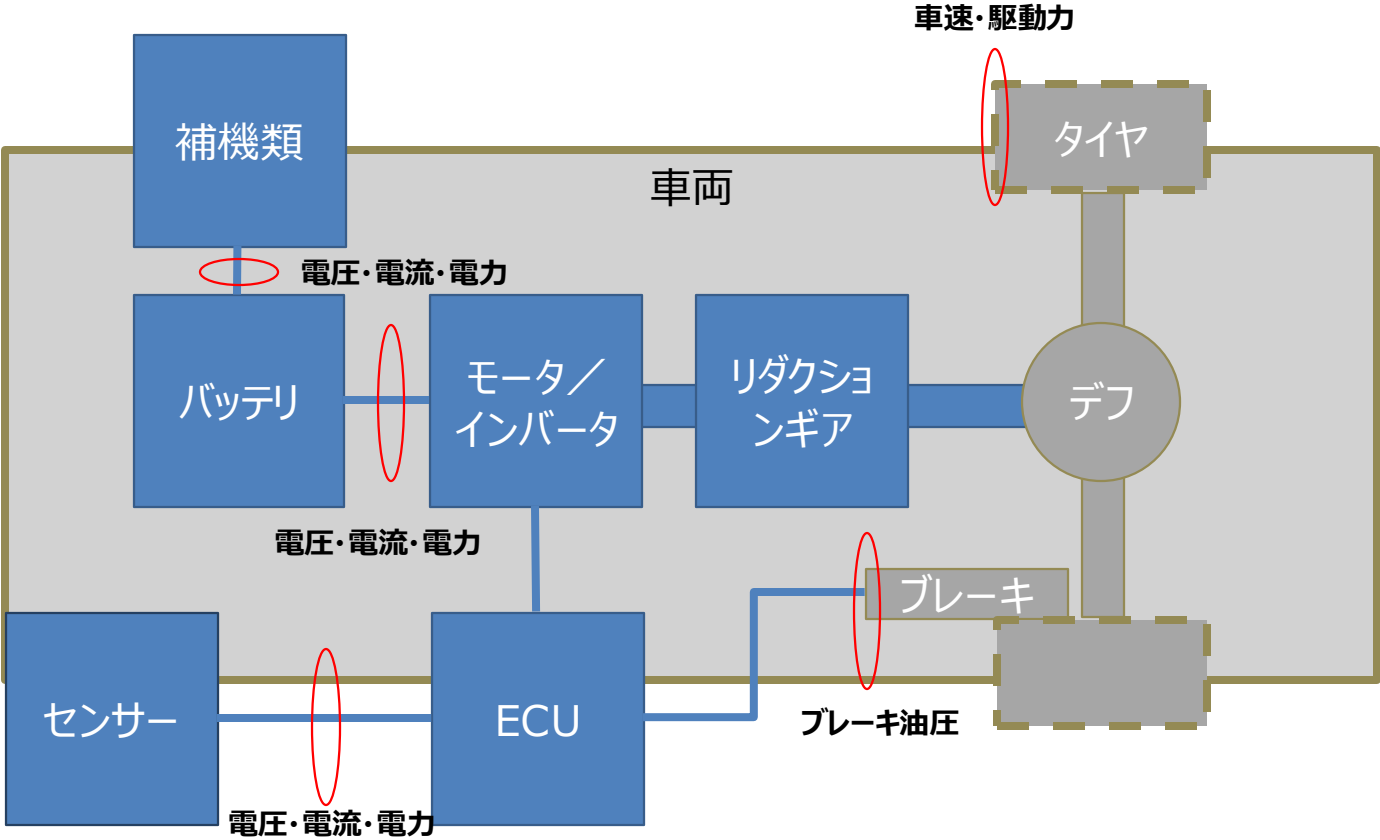
3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

3.2.2 シャシダイナモ試験

バッテリー，モータ・インバータ，およびブレーキモデルを作成するため，車両状態での制御ロジック解析およびモード走行などによるパワートレインモデルのコンポーネントモデルの精度検証用データ取得し、車両制御下におけるバッテリーパックの充放電制限，上下限電圧等をモデル化した。

シャシダイナモ試験における計測項目（一部抜粋）

右前輪車速	右前輪ブレーキ油圧
左前輪車速	左前輪ブレーキ油圧
右後輪車速	右後輪ブレーキ油圧
左後輪車速	左後輪ブレーキ油圧
右前輪駆動力	フォワードレグポジション電流
左前輪駆動力	ミッドウェーブレダセンサ電流
右後輪駆動力	エレクトリックヒータ 電力
左後輪駆動力	ACブロワファン 電力
EVバッテリー電圧	ACコンプレッサ 電力
EVバッテリー電流	補機バッテリー電圧
EVバッテリー電力	補機バッテリー電流
アクセル開度	補機バッテリー電力



○ シャシダイナモ試験における主な計測箇所

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

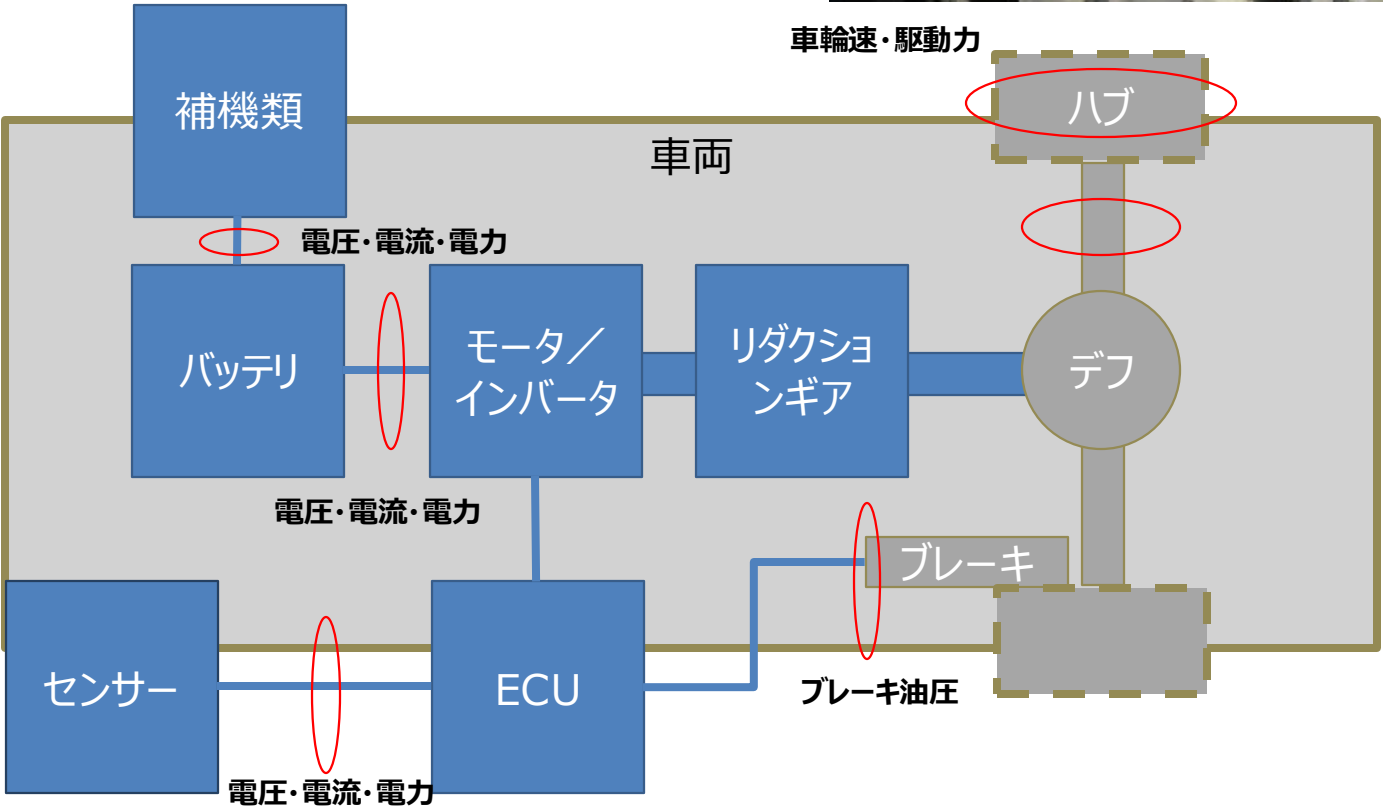
3.2.3 ハブダイナモ試験

- ・モータモデルを作成するために車両制御下におけるモータの制御特性に関するデータを取得し、車速，トルク指令値の関係をモデル化した。
- ・ブレーキ制御モデルを作成するため，協調ブレーキの回生・油圧ブレーキ配分のデータを取得し，車速と協調ブレーキの関係をモデル化した。



ハブダイナモ試験における計測項目（一部抜粋）

右前輪車速	右前輪ブレーキ油圧
左前輪車速	左前輪ブレーキ油圧
右後輪車速	右後輪ブレーキ油圧
左後輪車速	左後輪ブレーキ油圧
右前輪駆動力	フォワードレグニションカメラ電流
左前輪駆動力	ミリメータウェブレダセンサ電流
右後輪駆動力	ACブロワファン 電力
左後輪駆動力	ACコンプレッサ 電力
EVバッテリー電圧	補機バッテリー電圧
EVバッテリー電流	補機バッテリー電流
EVバッテリー電力	補機バッテリー電力
アクセル開度	軸トルク



○ ハブダイナモ試験における主な計測箇所

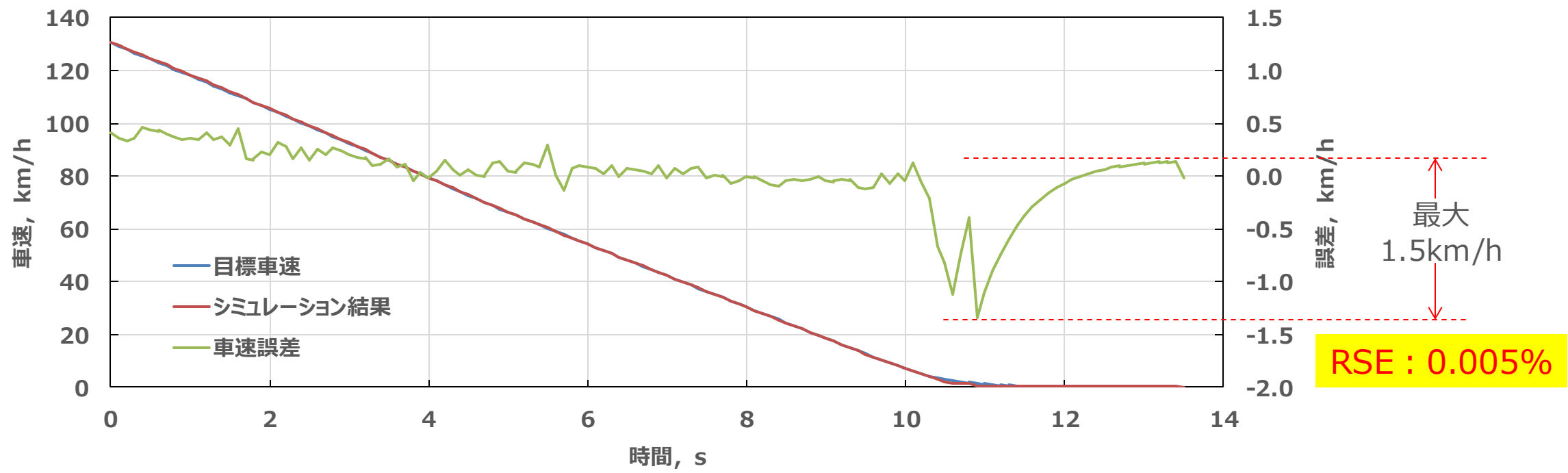
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

3.2.4 走行中ブレーキシミュレーション結果例

◆ 計測データを用いたパワートレイン、ブレーキモデルによる動作確認を実施した。RSE 0.005%となり、目標の誤差1%を達成した。



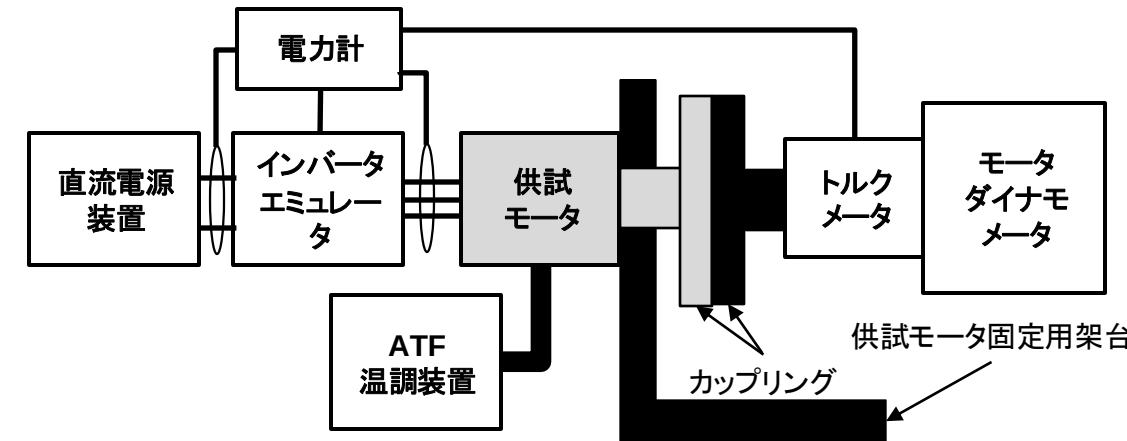
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

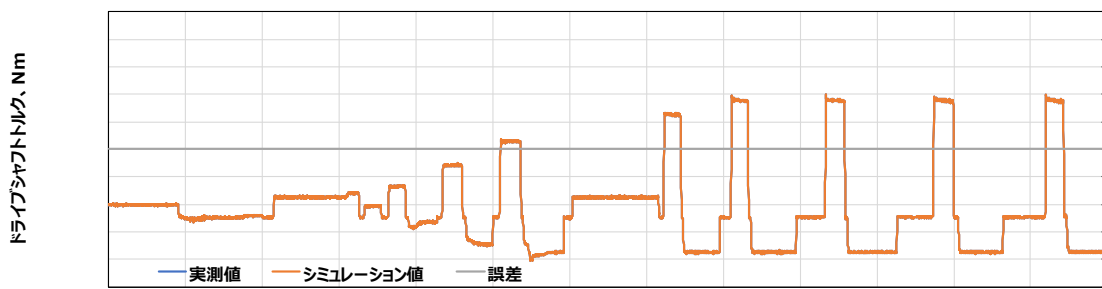
3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

3.2.5 モーター単体試験

- モータモデル入力用パラメータの精度向上を目的とし、供試車両から取り外したモータ単体をモータダイナモ上で試験を実施。
- 製造業者以外では車載インバータの制御が困難なため、インバータエミュレータを用いてモータの誘起電圧や内部抵抗、インダクタンスといった基本特性から、モータモデル用の効率測定を実施した。

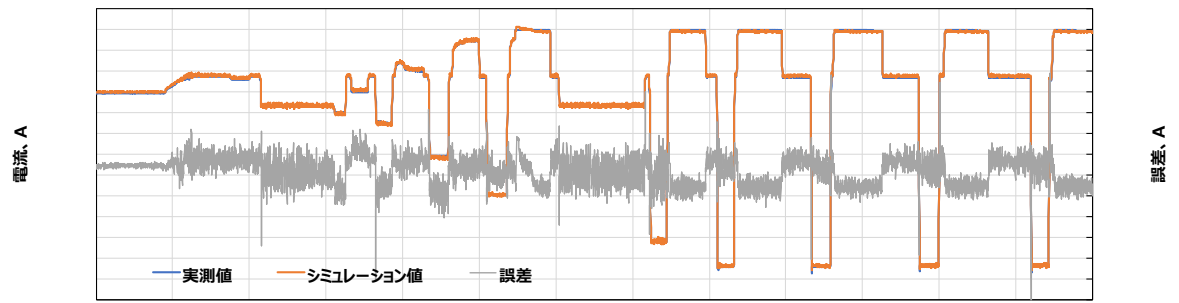


モータダイナモ試験設備構成



ドライブシャフトトルク

トルク誤差は0Nmとなり精度よく再現ができています。



電流

電流誤差範囲は±5A程度となり精度よく再現ができています。

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.3.1 実施内容

3.3.2 実験、シミュレーション結果

3.3.3 利便性・利用性向上への取り組み

3.3.4 設備導入の進捗状況

3.3.5 制御サスペンションHiLSでのサスペンション特性計測結果

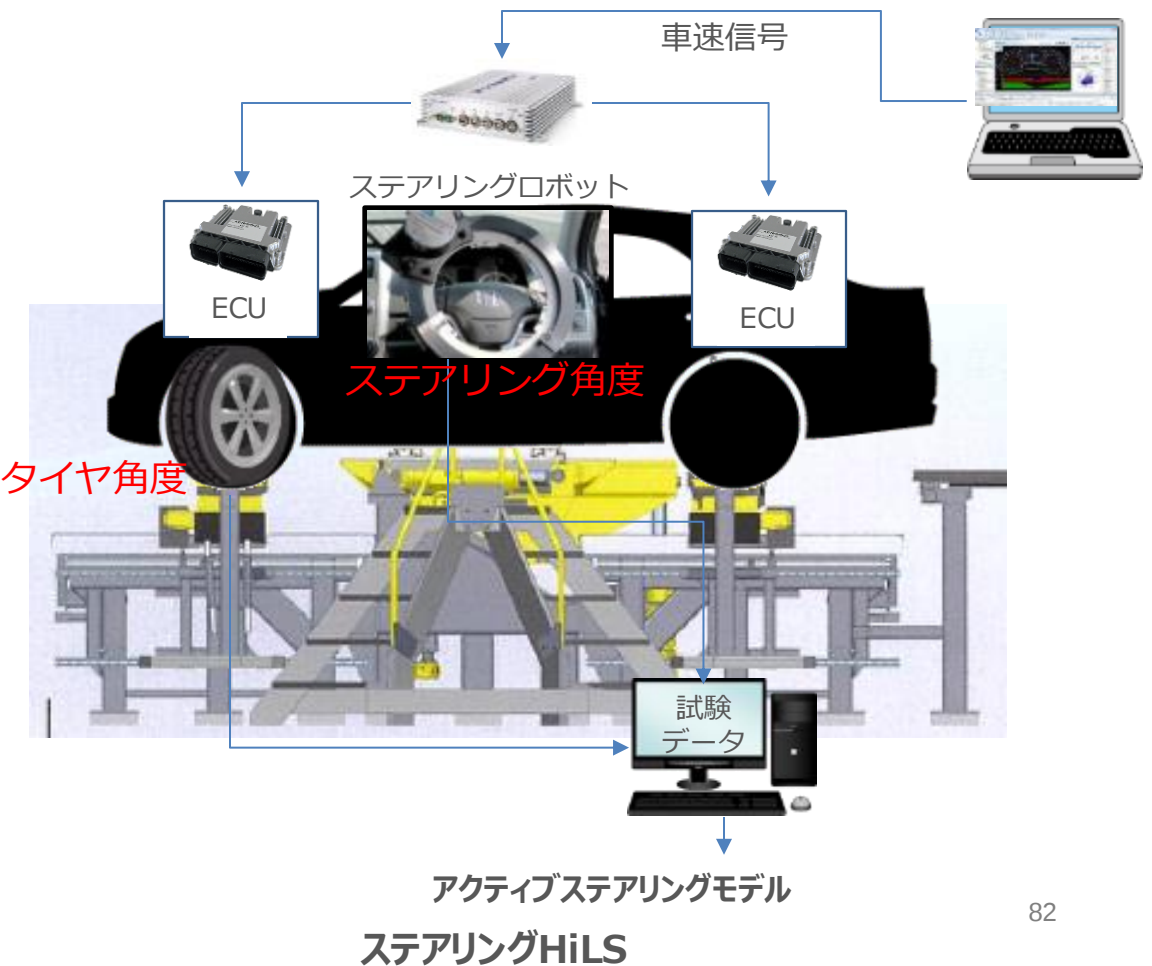
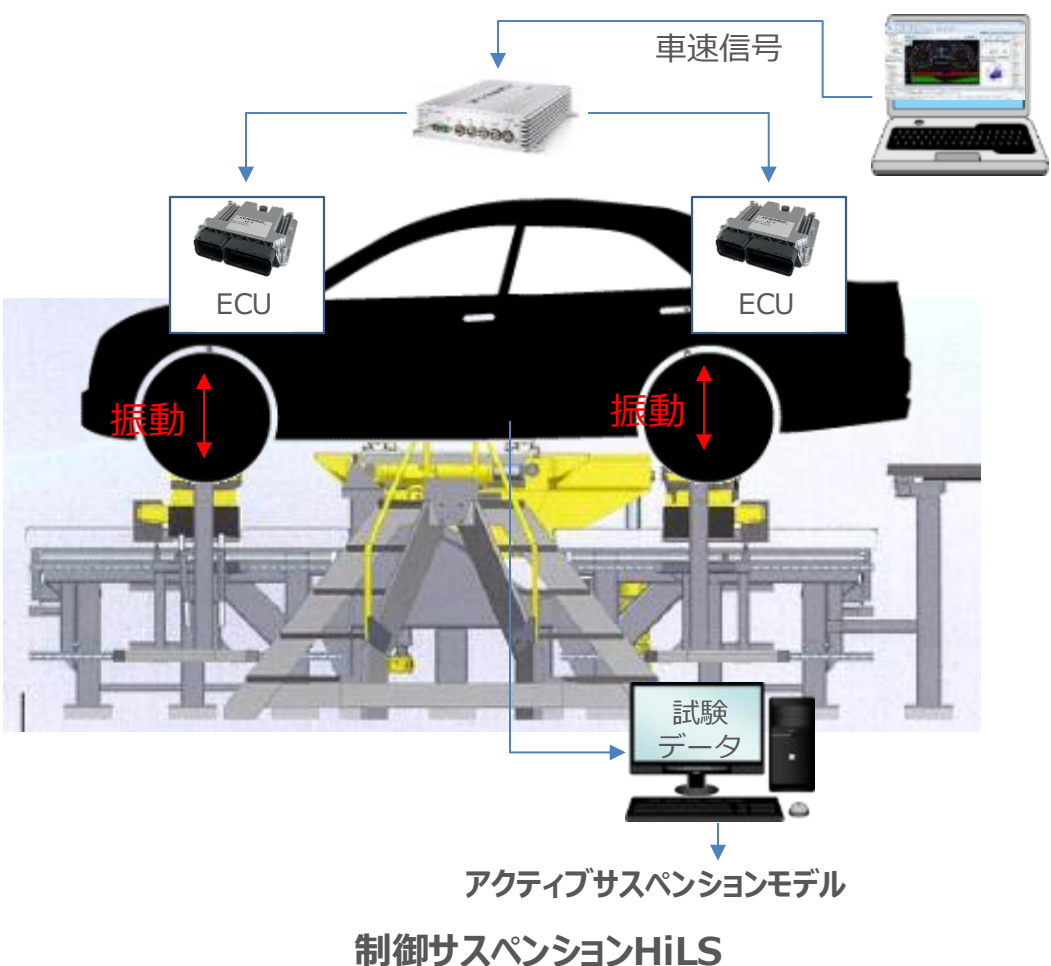
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.3.1 実施内容

走行中に性能が変わる部品（アクティブサスペンション、アクティブステアリング）に対して、実走行をさせながら計測することは慣性力やタイヤ性能など、複数の要因が混在してしまい、かつ試験場の天候にも左右され、迅速なデータ計測ができない。屋内の静的状態において、走行中に性能が変わる部品だけの計測をすることで迅速に車両特性を把握し、モデル化することが可能となる。重心位置は振動実験機によって、車両を傾けることによって計測が可能。



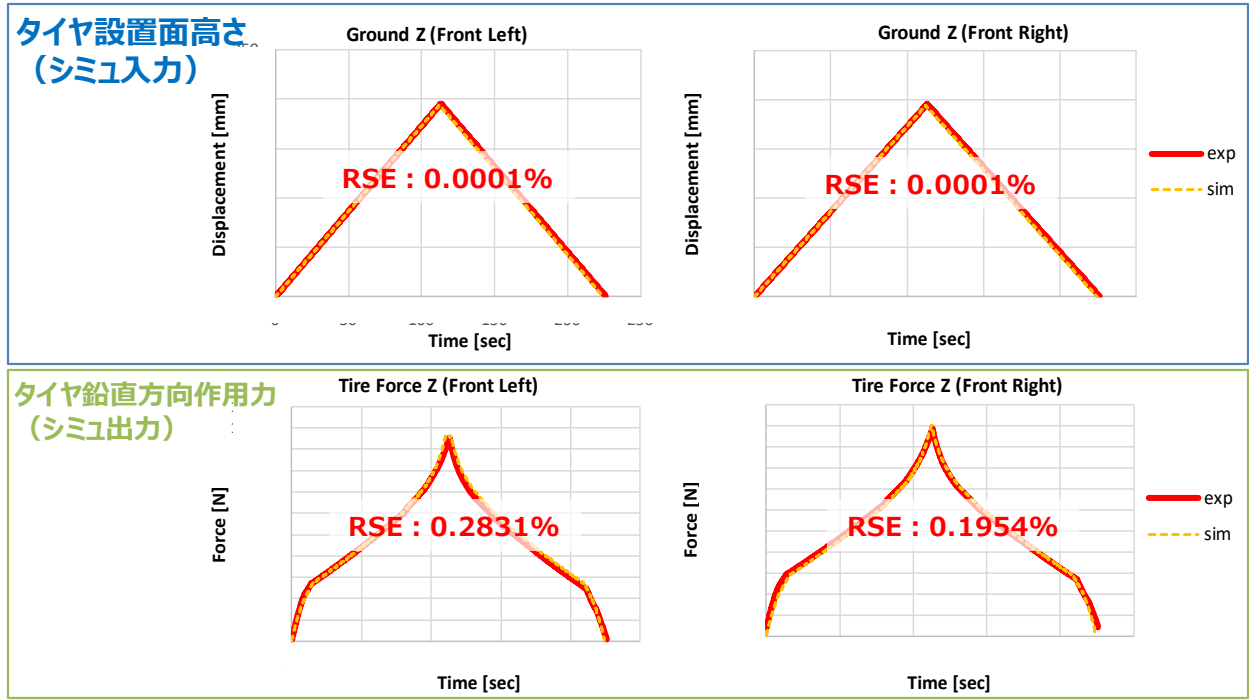
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.3.2 実験、シミュレーション結果

- 外注によって計測した準静的試験による実験結果から車体とタイヤの荷重，および変位の関係をモデル化し、Carsimモデルに合計72個のMAPを入力。
- 実験結果とシミュレーション結果を比較したところ、RSE 指標において目標値である誤差1%以内を達成した。



上下運動



左右運動

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

誤差1%以内のモデル構築を完了

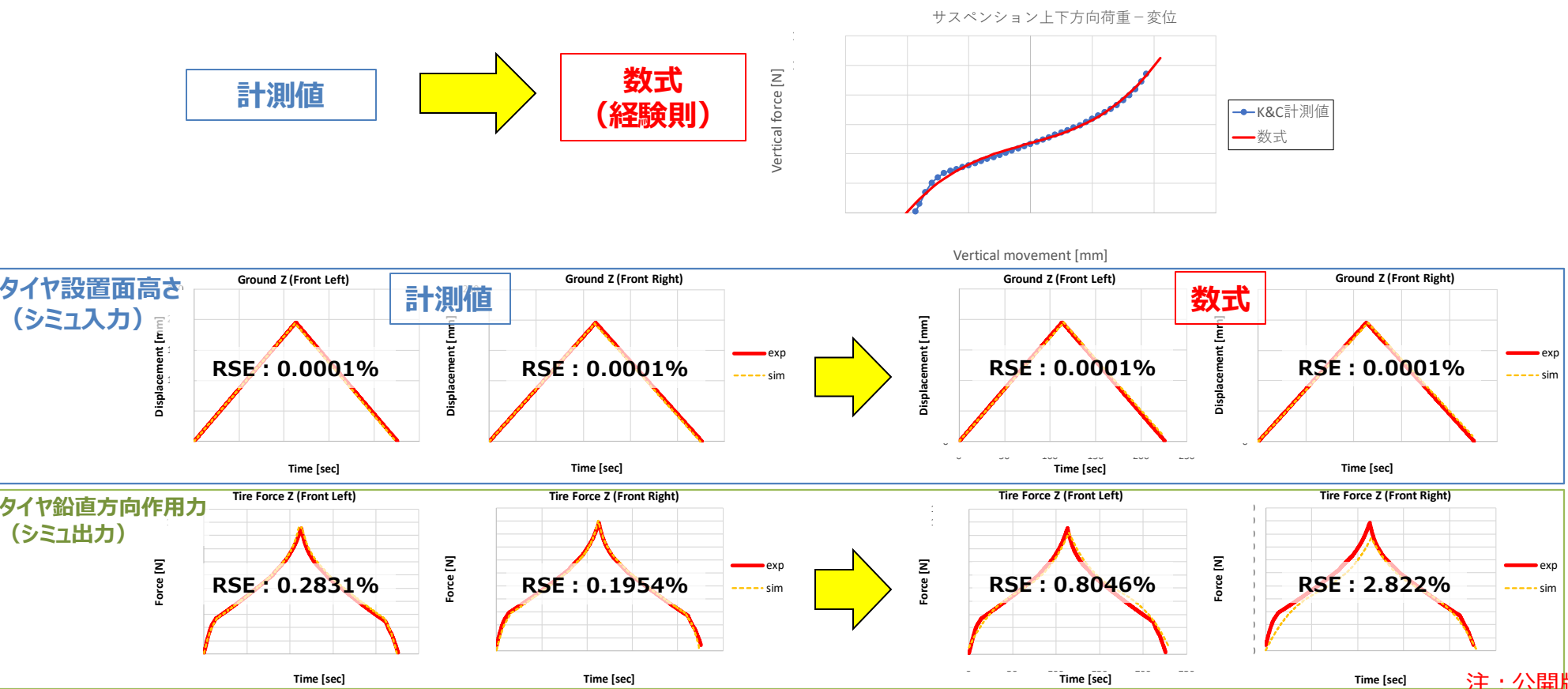
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.3.3 利便性・利用性向上への取り組み

現在、車両モデルは実験によって得られた計測値を入力し、車両モデルの特性としている。再委託先のOEMとユーザーの利用性、利便性を議論した際、計測値（マップ）だけではなく、数式化した方が、パラメータスタディを実施しやすい環境となるため、数式化した方が良いとの意見であった。そのため、まず、サスペンション特性から実施した。数式化をおこなうため、外注にて計測した値からフィッティングをおこない、数式化（経験則）をおこなった。



精度は落ちるが
サスペンション設計開発者の
ユーザビリティ向上

- MAP形式
 - 数式
- のモデルを用意する

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3

高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

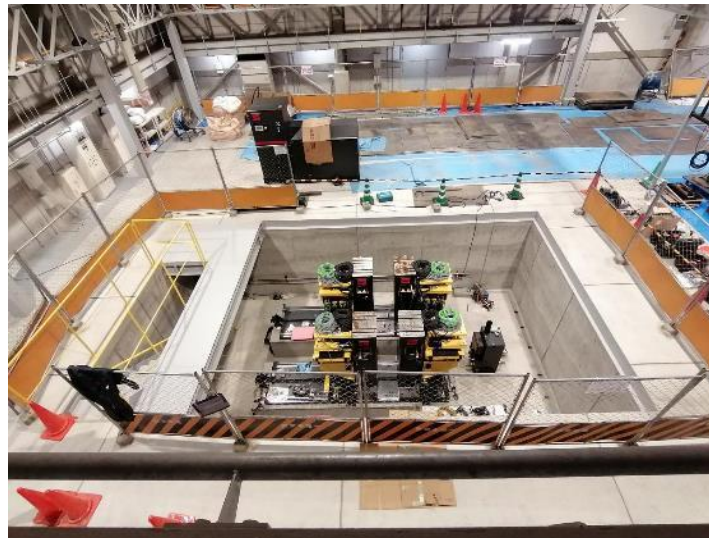
3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.3.4 設備導入の進捗状況

- ◆ 昨今のコロナウィルスの影響、ウクライナ戦争の影響により、半導体の不足、アルミニウムの不足により2024年9月に設備導入となる計画変更は承認済の状態である。
- ◆ 予定通り、2024年9月末に設備が導入されている。
- ◆ 評価車両1台目に対して、ステアリング、サスペンション特性の計測を実施する。
- ◆ 評価車両2台目に対しても、ステアリング、サスペンション特性の計測を実施していく。



ロボット安全試験センター内に設置
(JARIつくばエリア)



振動実験機
(静的、動的測定用)

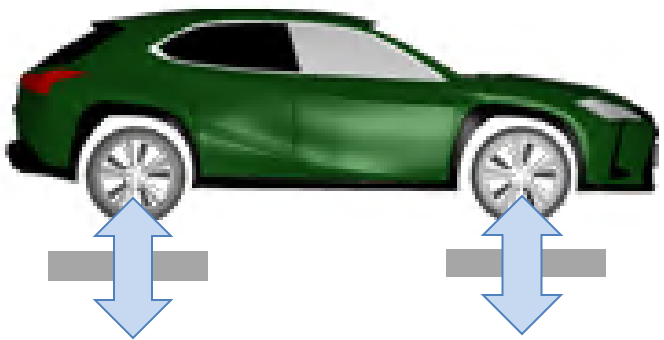
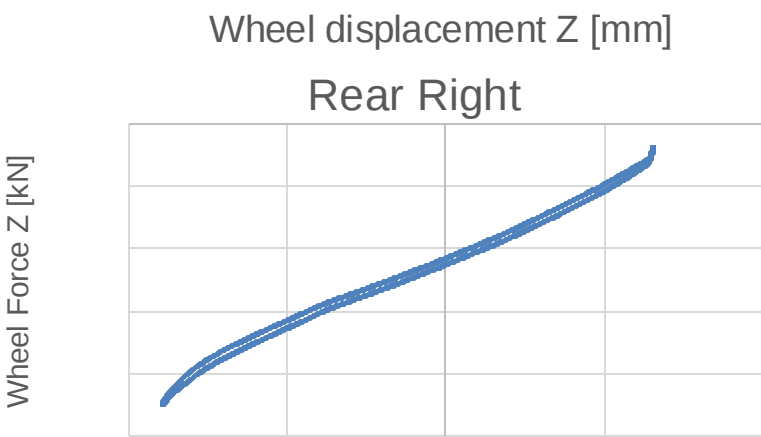
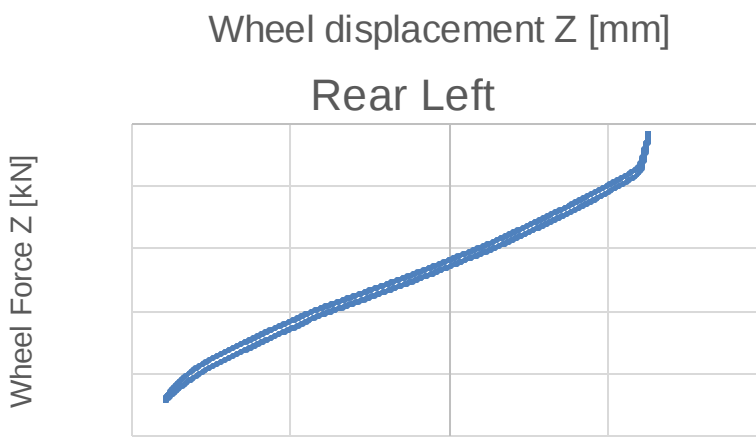
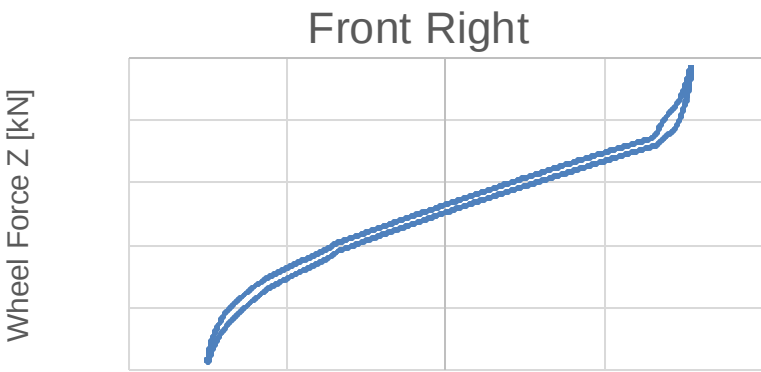
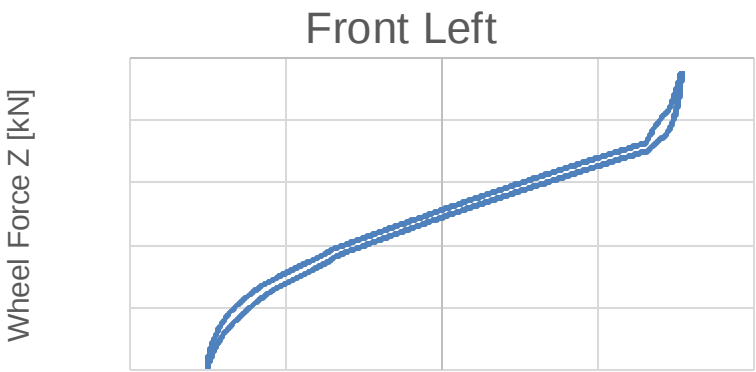
制御サスペンションHiLS

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

3.3.5 制御サスペンションHiLSでのサスペンション特性計測結果



計測データからモデル反映を実施中

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

③ 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.4 センサー反応時間モデル

3.4.1 実施内容

3.4.2 センサー検知範囲、反応時間

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.4 センサー反応時間モデル

3.4.1 実施内容

走行状況に合わせて変化する、ミリ波、カメラ等のAD-ADASセンサー性能を静止状態で模擬させることができれば、実際に走行させた場合よりも早期にデータを収集することができる。

AD-ADAS機能をモデル化するために、静止状態において、画像（シナリオ）をスクリーンに投影、かつ、ミリ波の疑似反射信号を与え交通状況を模擬させる。認識対象物の認識状況、制動タイミングのモデル化に必要なデータを取得する。



シナリオ生成ソフト
映像が理論的に構築されており、カメラ認識に対応できる精度。



同時に最大8個のオブジェクトを出力可能
シナリオの物体移動に合わせ、ミリ波疑似信号発生機が移動。
シナリオに応じて、後方への設置も可能。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.4 センサー反応時間モデル

3.4.2 センサー検知範囲、反応時間

◆ センサ作動条件の調査

AD・ADAS HiLSにおけるAEB作動状況

評価車両1台目：60km/h(CAN情報)

先行車との相対速度：30km/h

カットインする車間距離：120,110,100,90,80,70,60,40m
(横速度0.66m/s)

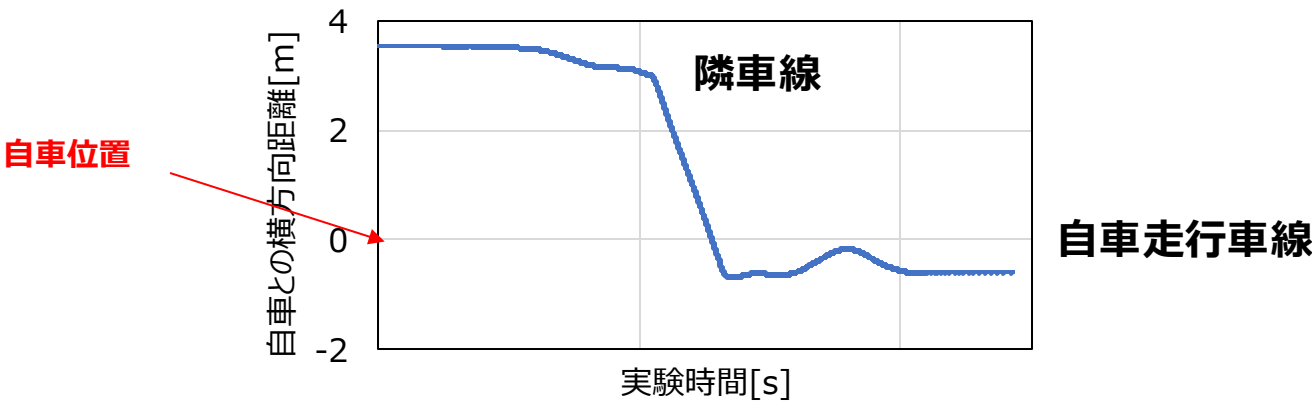


図 先行車との横方向距離の時間変化

表 プレフィルフラグ(CAN情報)立ち上がり状況

初期車間距離[m]	縦方向距離[m]	横方向距離[m]	TTC[s]	【反応時間遅れ】 プレフィル立ち上がりから油 圧サーボ立ち上がりまでの 時間差[s]
120	〇〇〇	〇〇〇	〇〇〇	0.0〇〇
110	〇〇〇	〇〇〇	〇〇〇	0.0〇〇
100	〇〇〇	〇〇〇	〇〇〇	0.0〇〇
80	〇〇〇	〇〇〇	〇〇〇	0.0〇〇
70	〇〇〇	〇〇〇	〇〇〇	0.0〇〇

精度：
1msecで時間
差を計測

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

目標精度±2msec以内での計測に対し、精度1msecで計測が可能となっている。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.5 車両モデルの構成

3.5.1 車両モデル構成（Carsim）

3.5.2 車両モデル構成（CarMaker）

3.5.3 車両モデル組み換え例

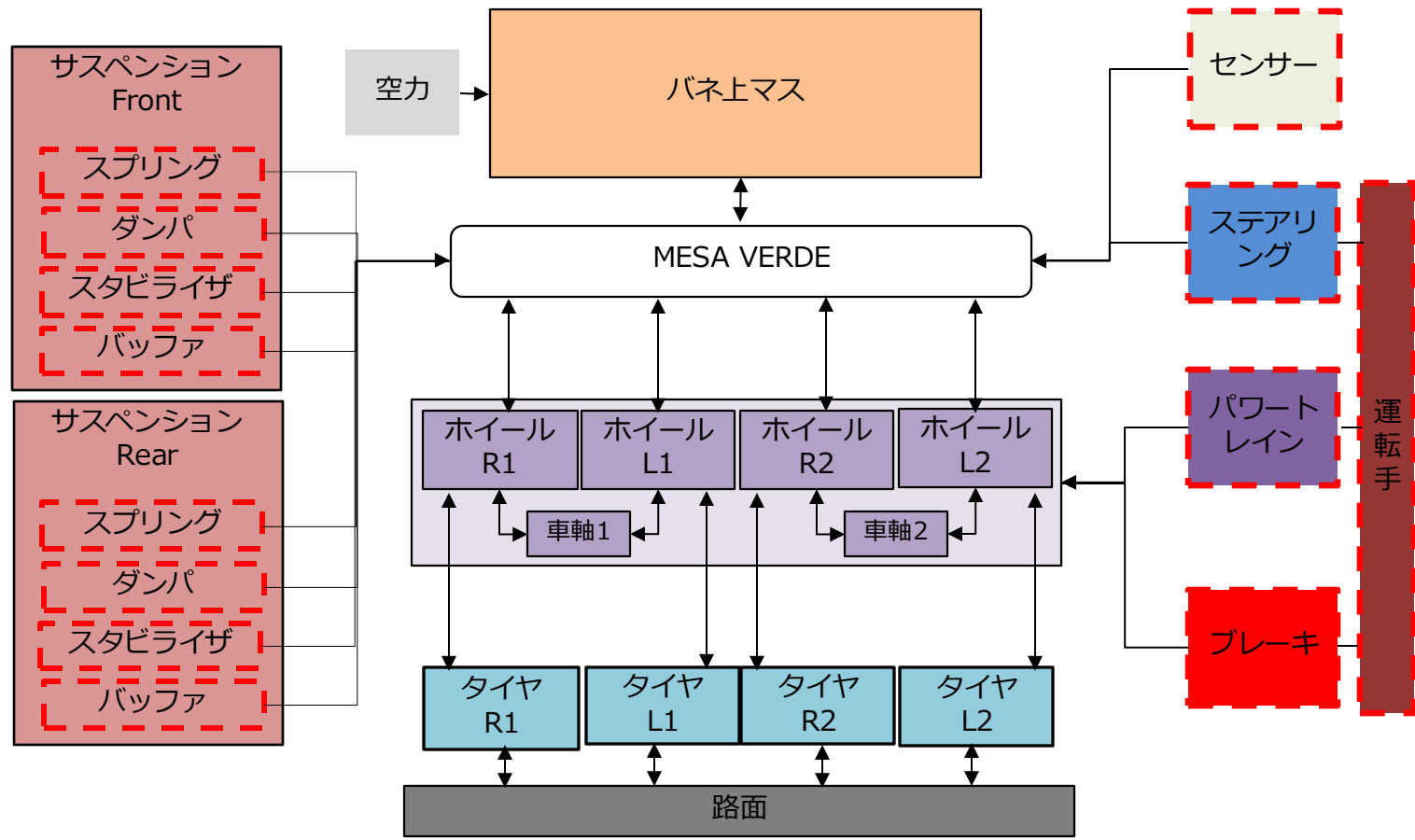
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.5 車両モデルの構成

3.5.1 車両モデル構成（CarMaker）

◆ CarMaker（既販ソフトウェア）におけるモデル構成



置き換え可能

MATLAB/Simulink
実験による計測値を入力

実験による計測値を入力パラメータへ変更

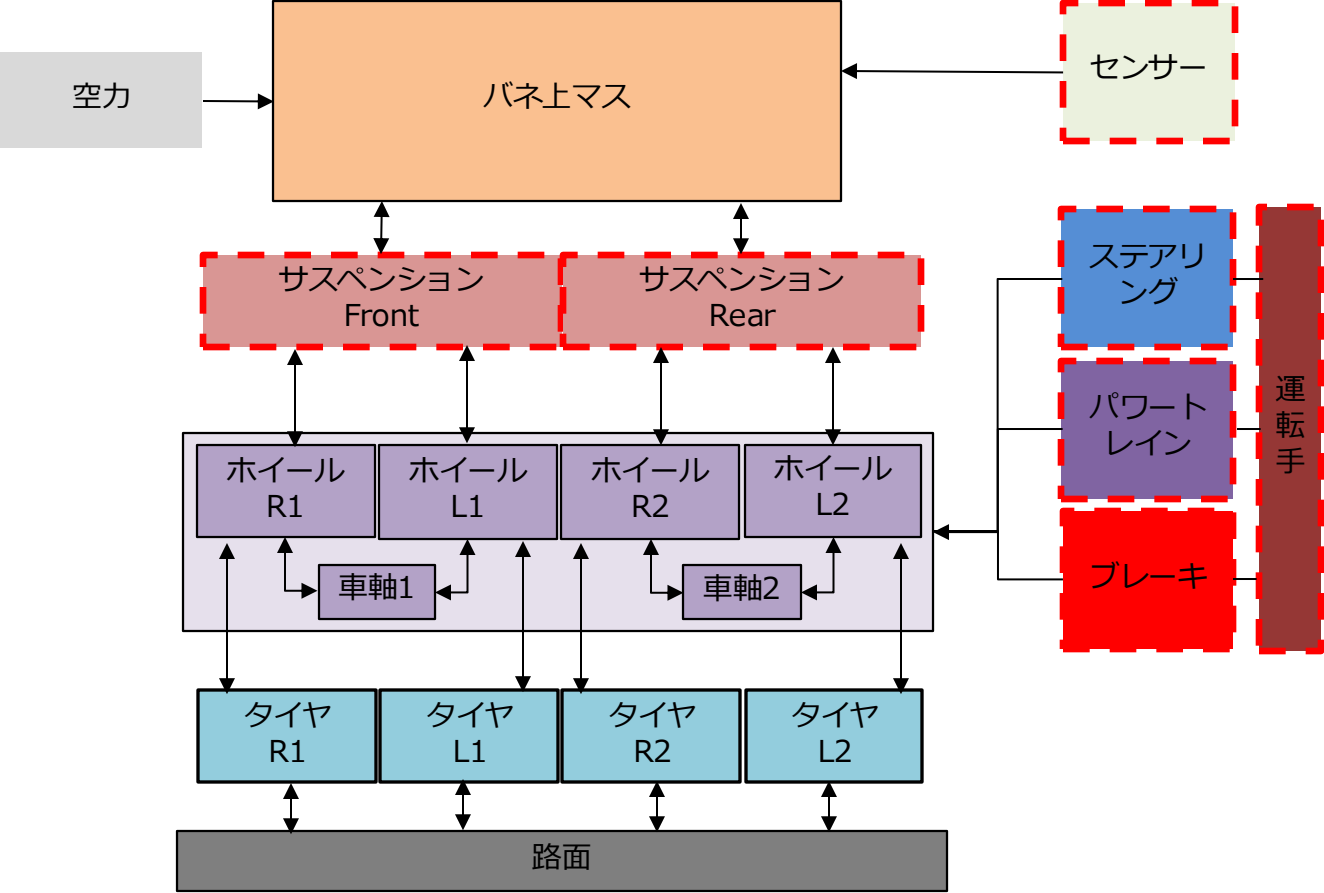
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

3.5 車両モデルの構成

3.5.2 車両モデル構成（Carsim）

◆ CarSim（既販ソフトウェア）におけるモデル構成



置き換え可能

MATLAB/Simulink
実験による計測値を入力

実験による計測値を入力パラメータへ変更

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

まとめ

3.1 タイヤモデル

- タイヤ試験機試験の実験データから誤差5%以内となるMagic formulaタイヤモデル式を同定・作成した.
- 標準タイヤのタイヤ特性をフラットベルト式タイヤ試験機を用いて測定した. 温度を管理することで高精度な実験データが取得できた

3.2 モーター、バッテリー、ブレーキモデル（前後運動）

- パワートレイン（モーター、バッテリー）モデル、ブレーキモデルを用いた前後運動に対し、誤差RSE 0.005%が実現できる部品モデルを構築した。

3.3 ステアリングモデル（左右運動）、サスペンションモデル（上下運動）

- ステアリング、サスペンション共に、誤差1%以内のモデルを構築することができた。
- ユーザーの利便性・利用性向上のため、マップ形式から数式形式への変換も実施した。

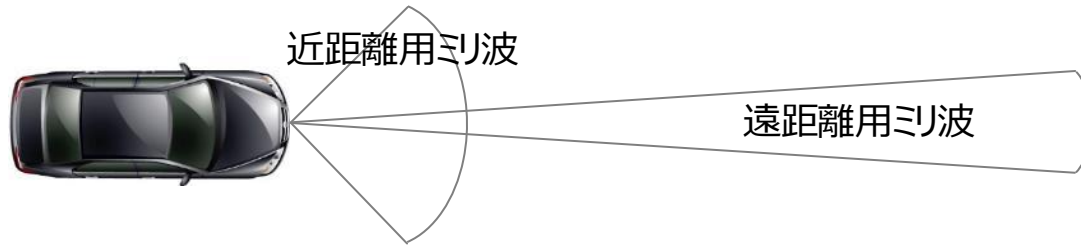
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

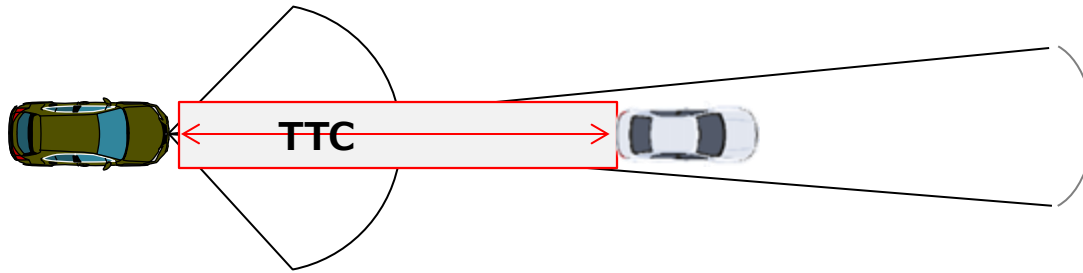
まとめ

3.4 センサー反応時間モデル

- ミリ波検知範囲



- AEB作動範囲



3.5 車両モデルの構成

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

- 車両モデル（Carsim、CarMaker）の部品モデルをMATLAB/Simulinkの構造にほぼ置き換え完了。
- JARIで計測したデータを順次入力しながら動作確認を実施している。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

① デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

1.1 テストコースのモデル化

1.2 シナリオ再現性の確認

1.3 再現実験とシミュレーション結果の比較

まとめ

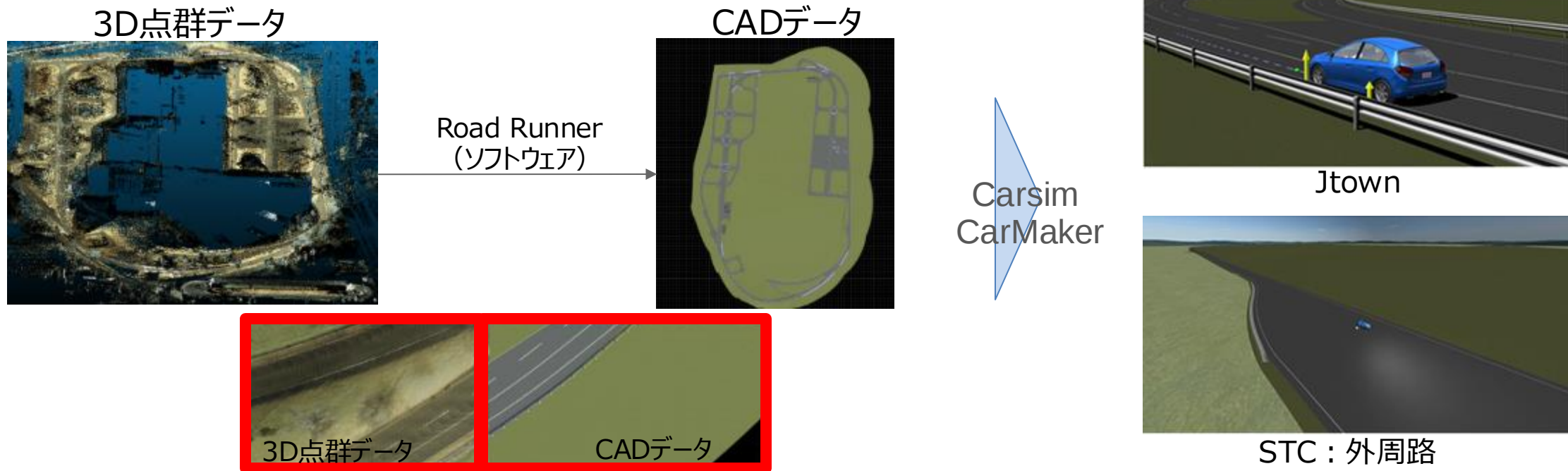
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

1.1 テストコースのモデル化

- ◆ シミュレーションによる評価シナリオ再現のため、実験を実施するテストコースのモデル化を実施した。
- ◆ 実験を実施するテストコースはJARI Jtown、城里テストセンター外周路を予定しており、既に収集している3D点群データ、ならびに施工図を活用し、テストコースをモデル化。

テストコースマップ



- ◆ 評価シナリオを再現する実験をおこなう場所の道路モデルは完成した。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

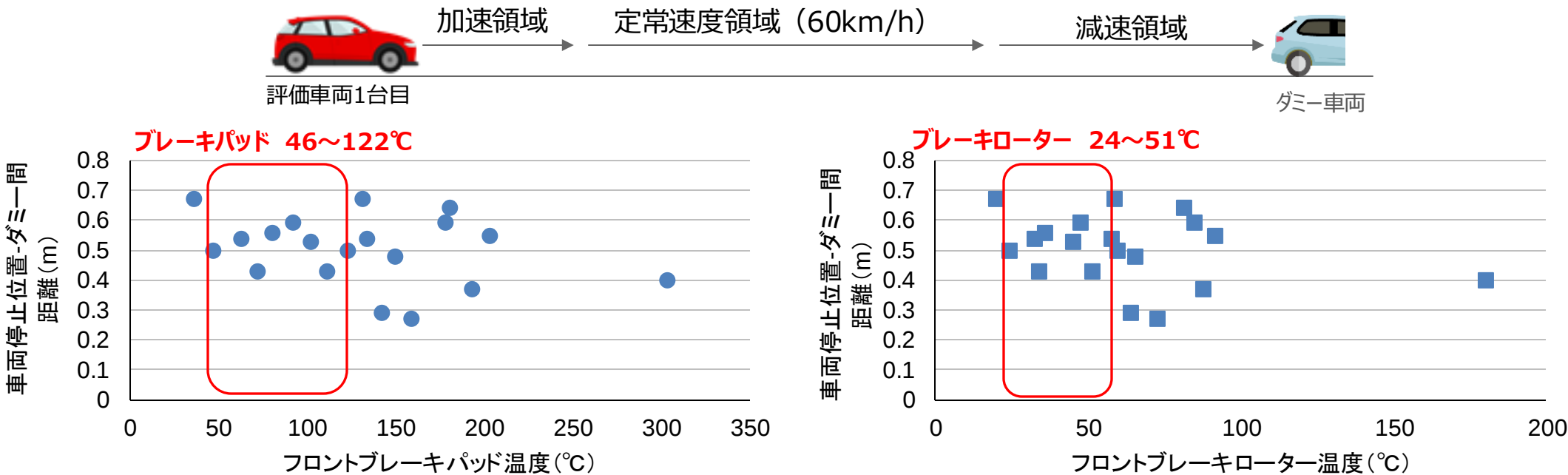
1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

1.2 シナリオ再現性の確認

シミュレーションにおける車両モデルを検証するうえで、実験における精度、再現性は重要な要素である。実験は基本的に誤差が生じ、バラツキが生じてしまう。このバラツキを最小限にすることが、モデル検証に対するモデル精度にも影響する。

そのため、実験でのバラツキを最小限（目標：バラツキ20cm以内）にするための検討をおこなった。

これまでの経験から車両のブレーキ温度が車両挙動（ABS）に影響を与えることが考えられるため、ブレーキ温度をパラメータとしたABSの試験を実施した。



評価車両1台目の場合、ブレーキパッド温度が46～122℃、もしくはブレーキローター温度が24～51℃において、車両停止位置とダミー間の距離が0.2m以内となる。

ブレーキパッドとブレーキローター温度は相関関係にあるため、どちらかの温度をコントロールして試験を実施することで、実験精度（20cm以内）を保った試験が可能となる。

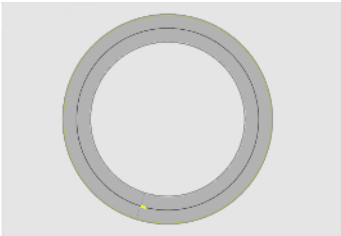
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

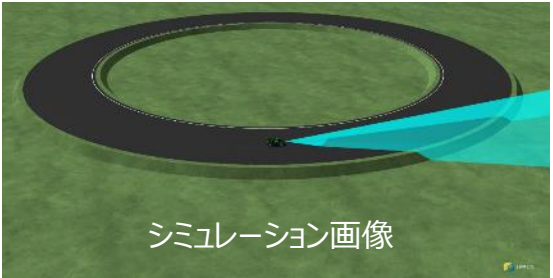
1.3 再現実験とシミュレーション結果の比較

□ 定常円旋回（半径70m、反時計回り、ESC-off、N=1）

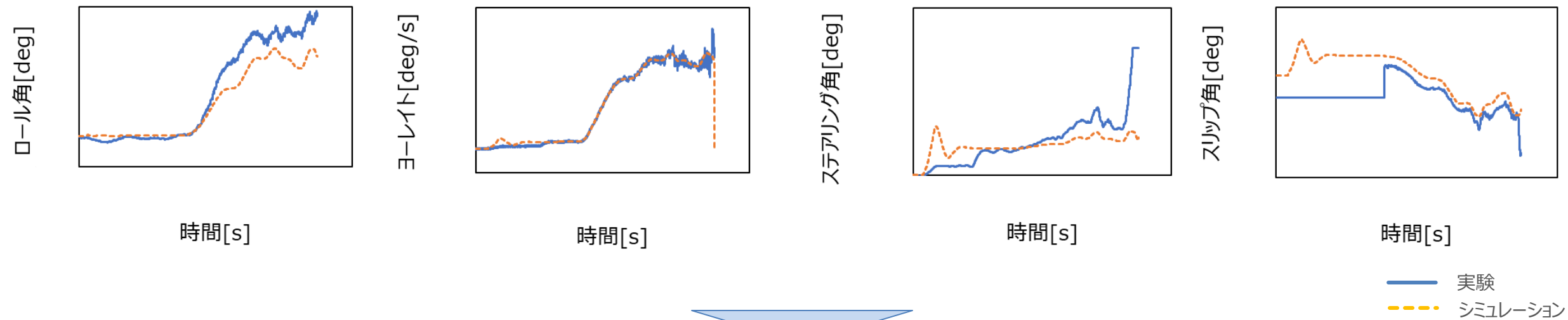
定常円の軌跡を目標に操舵、車速は実験値を目標値として追従



黒線を目標に走行



シミュレーション画像



注：公開版のため数値は削除しているところがあります

サスペンション、ステアリングのモデル構造、パラメータの見直しを実施中

（制御サスペンションHiLS試験機での計測したデータにて再度確認）

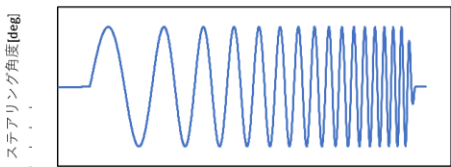
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

1.3 再現実験とシミュレーション結果の比較

□ スラローム（N=1）

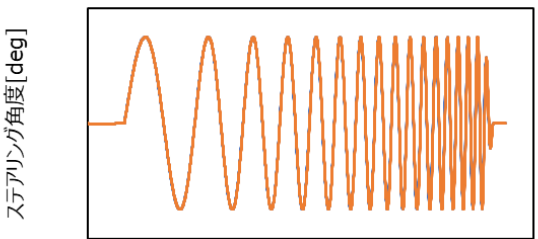
速度一定（80km/h）の状態、操舵ロボットにより
正弦波波形を操舵に入力



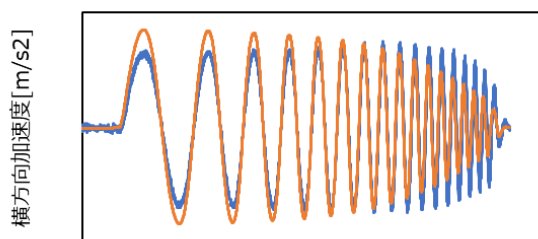
ステアリング角度の実験値



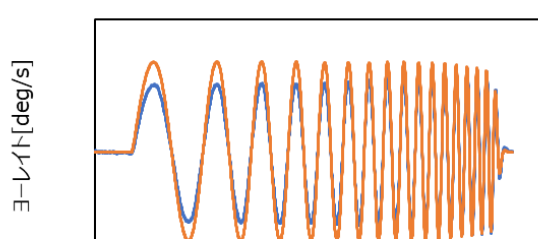
シミュレーション画像



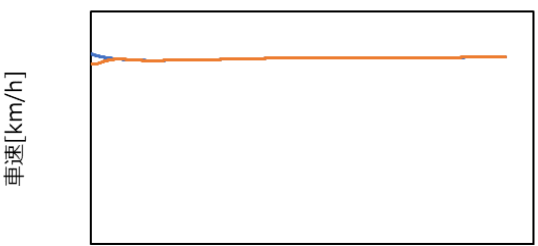
時間[s]



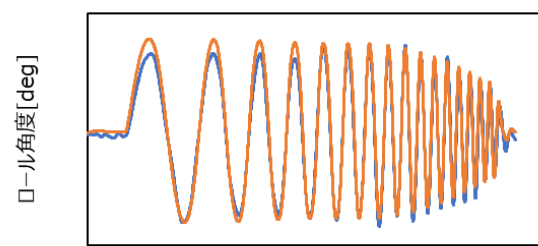
時間[s]



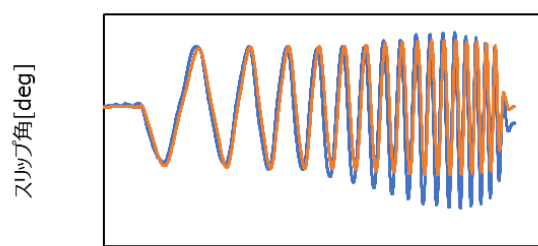
時間[s]



時間[s]



時間[s]



時間[s]

— 実験
- - - シミュレーション

注：公開版のため数値は削除しているところがあります

サスペンション、重心位置のパラメータの見直しを実施中

（制御サスペンションHILS試験機での計測したデータにて再度確認）

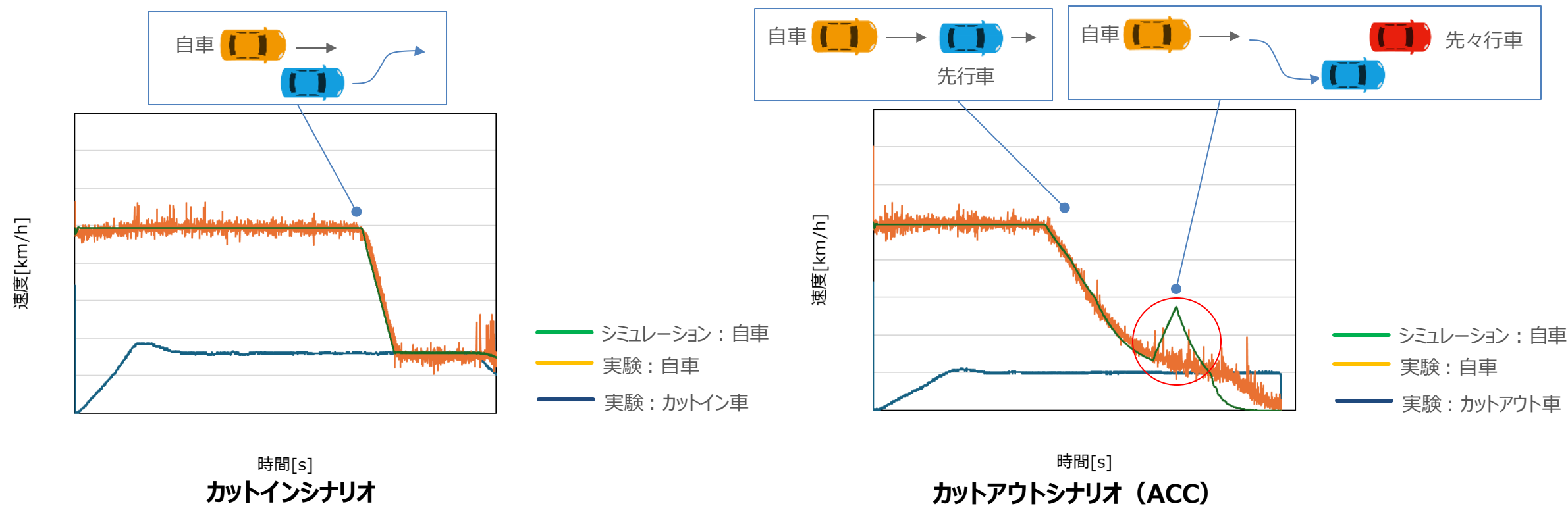
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

1.3 再現実験とシミュレーション結果の比較

□ カットイン、カットアウト（N=1）

2.1.1 自専道シナリオの定義にて定義した他車の動きを再現



注：公開版のため数値は削除しているところがあります

制御対象車が変わった際に加速してしまう現象が見られたため、ACCの制御ロジックの見直しを実施中

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

① デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

まとめ

1.1 テストコースのモデル化

- ◆ シミュレーションによる評価シナリオ再現のため、実験を実施するテストコースのモデル化を実施した。

1.2 シナリオ再現性の確認

- ◆ ブレーキパッド温度が46～122℃、もしくはブレーキローター温度が24～51℃において、車両停止位置とダミー間の距離が0.2m以内となり、再現性が高い試験が可能となることを確認した。

1.3 再現実験とシミュレーション結果の比較

- ◆ サスペンション、ステアリング、重心位置のモデル構造、パラメータ、ならびに ACCの制御ロジックについて見直しが必要でることがわかった。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

現状の課題

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

- ✓ 実走行データから起こり得る評価シナリオを境界条件を決定しているが、特に一般道の実走行データのデータ量が少ない。
(限定的な走行条件となる懸念)



SAKURA
Safety Assurance KUdos for
Reliable Autonomous Vehicles

連携強化

SAKURAプロジェクトにおいて、走行データの増強を検討中

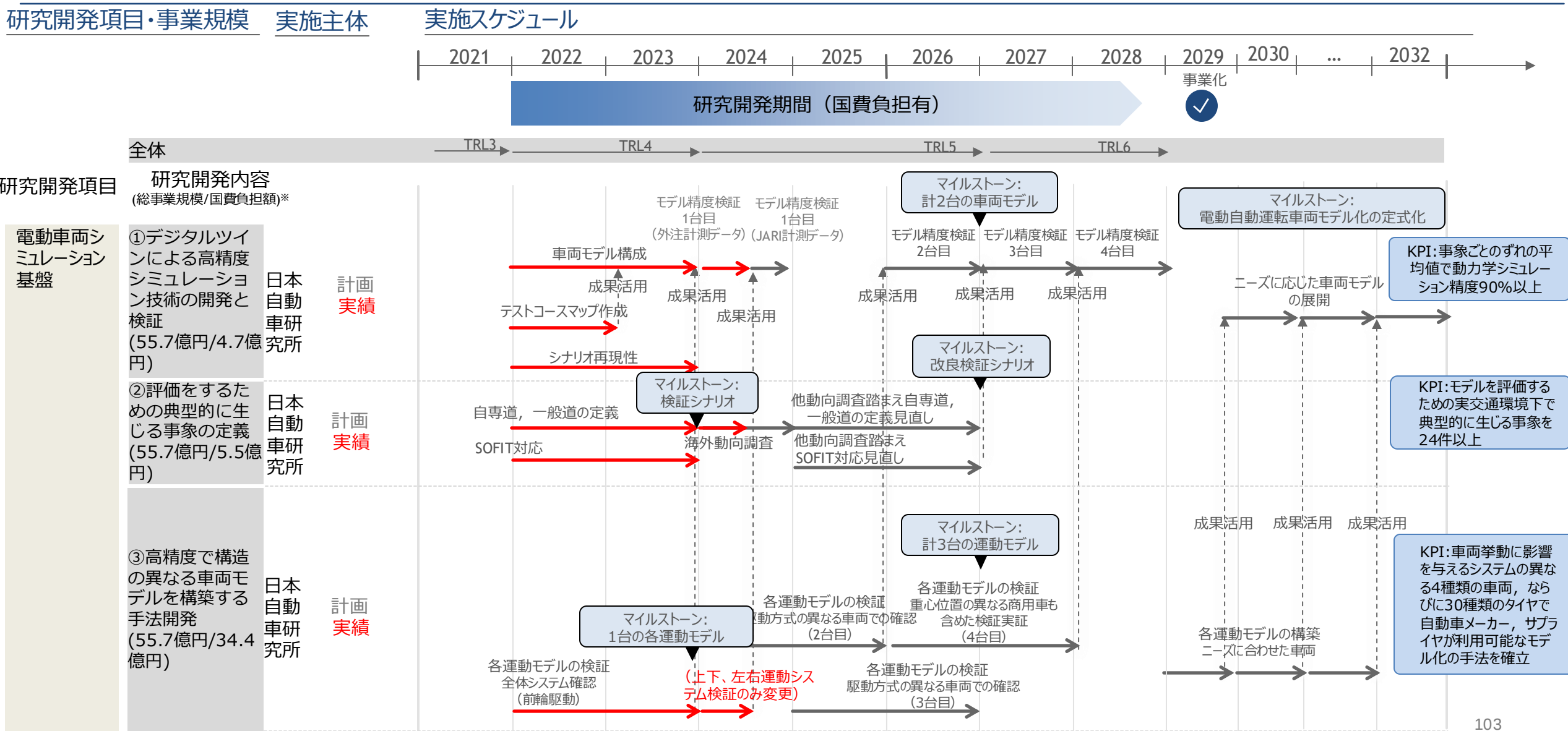
3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発

1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証

- ✓ セキュリティ強化のため、CAN情報の読み取れなくなることが予想される。CANとは別系統の計測データによってモデル化も検討対象とする。
- ✓ タイヤモデル化研究では外注にて計測している関係からタイヤの限界性能が計測できていないという課題がある。ユーザーとの意見交換も踏まえ、車両運動に必要な範囲をより詳細に明確化し、必要に応じて新たな試験設備の導入を検討する。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

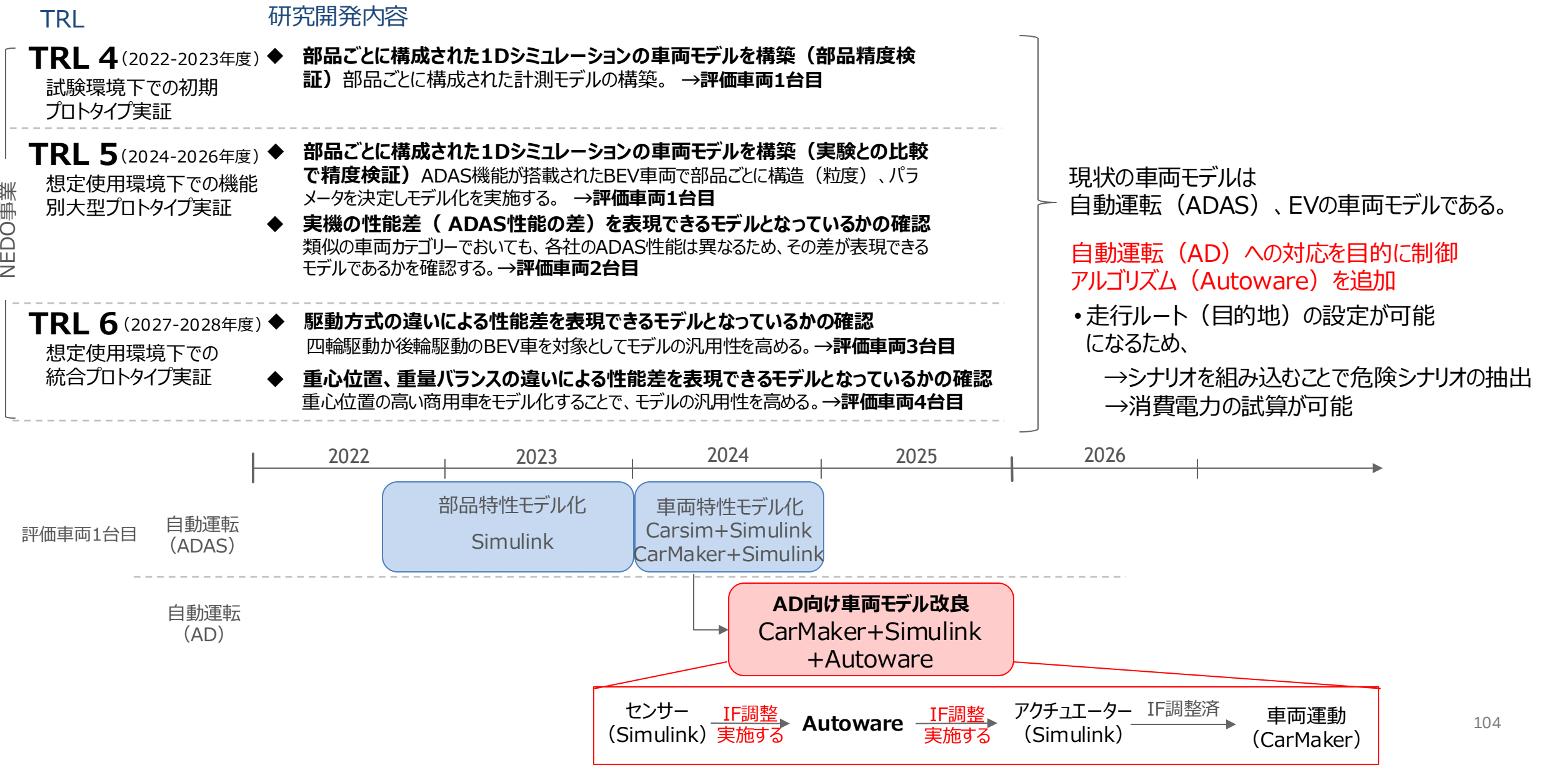
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



※総事業規模は、研究開発期間（～2028）までの実施者の自己負担も含めた総投資額、国費負担額はNEDOからの委託費の額 ▼：ステージゲート審査 →：実績（計画通り）

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

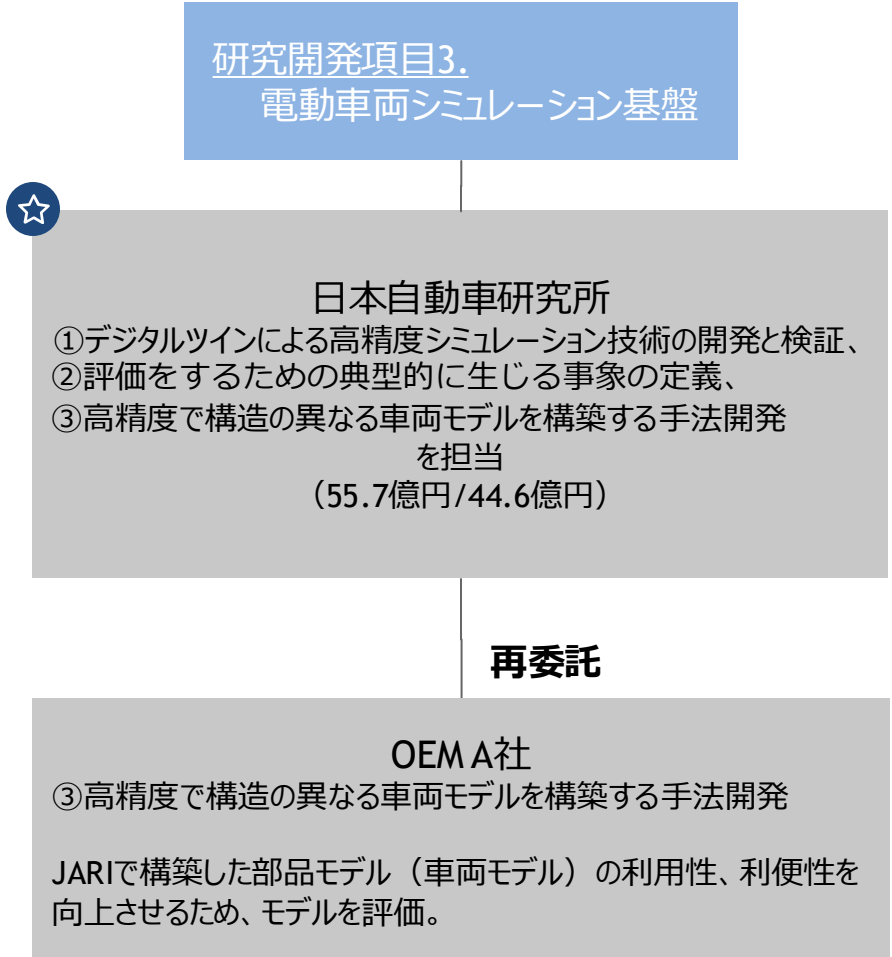
自動運転（AD）機能追加スケジュールを計画



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図 ※金額は、総事業費/国費負担額



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目全体のとりまとめはJARIがおこなう。
- 研究開発項目3 は日本自動車研究所， OEMA社でおこなう。
- OEMA社はJARIで構築した部品モデルとOEMによって構築したモデルとを比較・評価し、利用性、利便性を向上させる役割を担う。

研究開発における連携方法

- 環境，安全に関する内容が複雑に交錯するため，各専門家をチームリーダーに設定する（①～③）。
- 1回/2週間程度で合同会議を設定し，進捗状況，問題点を共有する。
- チームリーダーに対し，環境研究部，自動走行研究部のメンバーを配置し，事業遂行のための体制を特別に設定する。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
電動車両シミュレーション基盤	1 デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証	- 中立的・公益的な研究機関 - 自動運転車への改造ノウハウを有し、車両システムの知識が豊富 - 車両運動を計測することができる研究施設（Jtown等）を有している。	- 中立的、公益的立場で車両メーカー、部品メーカーと連携が取れるのはJARIのみ 雨、霧、逆光状態で車両の走行が可能な試験設備を有しているのはJARIのみ（当社調べ）。 - 実験とモデルがセットで評価が実施できる。
	2 評価をするための典型的に生じる事象の定義	- SAKURAプロジェクトによって培われた事象の定義方法を所有 - SIP第1期でのマルチエージェント交通流シミュレーションモデル構築のノウハウを所有	- SAKURAプロジェクトとの連携が容易 - 海外のソフトウェアベンダーの動向など調査方法のノウハウがない。 - ASAMを中心とした自動運転車のシミュレーションによる開発に向けた基準化が議論されており、SAKURAプロジェクトを通し、情報収集が可能である。
	3 高精度で構造の異なる車両モデルを構築する手法開発	- 中立的・公益的な研究機関 - 必要な車両計測機器を幾つか所有している - 車両計測のノウハウを有している	- Jtownを中心に車両計測における設備をいくつか所有している。 - 欧州ではすでにモデルを活用した車両開発が進んでいる。 - 新たな計測機器に対してはノウハウが蓄積できていない。

3. イノベーション推進体制

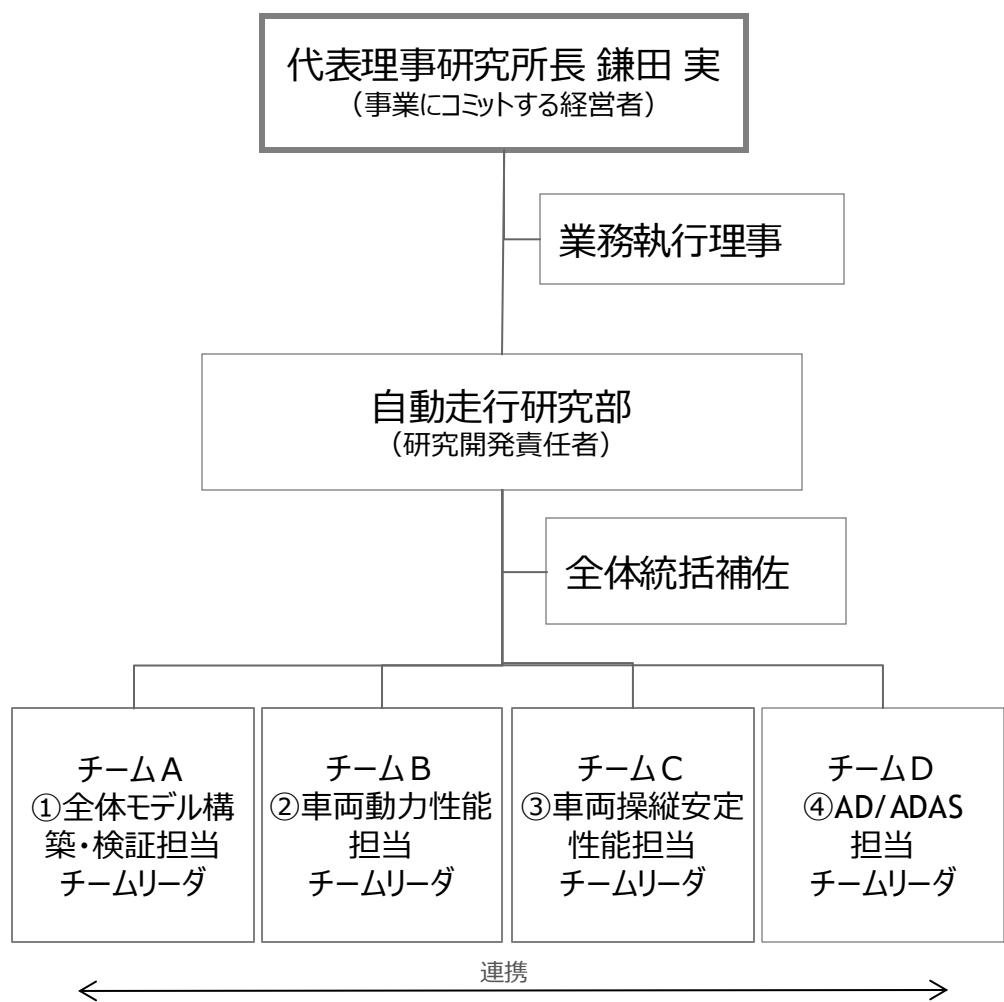
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

本プロジェクトを推進するため、事業にコミットする経営者中心に自動走行研究部、環境研究部という枠を超えた特別な事業推進体制を構築。

組織内体制図（事業推進体制）



事業推進体制内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - 内田 自動走行研究部 部長：全体総括責任を担当
- 担当チーム
 - チームA：全体モデル構築・検証を担当（専任3人、併任5人規模）
 - チームB：車両動力性能を担当（専任2人、併任19人規模）
 - チームC：車両操縦安定性能を担当（専任2人、併任16人規模）
 - チームD：AD/ADAS（評価事象、制御系含む）を担当（専任2人、併任6人規模）
- チームリーダー
 - チームAリーダー：シミュレーションモデル構築等の実績
 - チームBリーダー：パワートレイン系データ計測・シミュレーションモデル構築等の実績
 - チームCリーダー：車両実路走行時の燃費研究等の実績
 - チームDリーダー：自動走行車のAD制御シミュレーションモデル研究等の実績
- 社会実装/標準化戦略担当
 - 標準化は学術的な専門分野に精通している者でなければ議論に対応することが困難であるため、研究部の担当者が主体となり対応する。

部門間の連携方法

- 各チームメンバーは、両部署の人員が担当する。
- チームリーダーは、1回／2週間の程度の合同定例会によりチーム間連携を図る。
- その他、随時に研究開発責任者との打合せ等から、必要に応じ連携を進める。
- これらの会合は、資料・議事録をデータベースで関係者（経営層含む）共有を図る。

3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等によるデジタル技術基盤構築事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 当該事業の組織内位置付けとして、自動車業界の大きな変革期において、第5次長期運営方針でカーボンニュートラルなモビリティ社会および交通事故のない社会を目指した研究事業戦略を策定し、その基盤技術として本事業に該当するリアルテストとバーチャルテストの充実化と協調領域の研究強化を定めている。
 - 当該事業の応募および推進の重要性は、理事会（常勤および非常勤の産学メンバー）および評議員会（非常勤の産学メンバー）において説明し了承を得ている。
 - 研究事業戦略の3つの目標の基、本事業の推進に当たっては、既存の技術分野を中心とした部体制に対して、横断的な実施体制を構築し、所一丸となってゴールを目指す。また、第5次長期運営方針の基本方針の一つとして、「人を創る」を掲げており、「多様化・複雑化する技術課題や社会に対応していくために、専門性を深めると共に、従来の枠に捉われずに領域を広げていく」方針の人材育成も進める。
 - 2022年11月10日、JARIシンポジウムを開催し、本事業を含め、デジタル技術への対応方針を宣言した。
- 事業のモニタリング・管理
 - 本事業の管理体制としては、2部署連携で実施する組織として初めての取り組みであり、所長・担当理事の経営層直下での事業管理を行った。また、理事会、評議員会にも、1回／年程度の進捗状況報告を行った。
 - 具体的な管理については、①1回／月・半日程度の所長への進捗報告・評価の会議、②2回／月・半日程度の担当理事による進捗確認と課題対応会議を開催し、進め方や内容に対する指示を出しながら事業推進を行った。

- 事業のモニタリング・管理（つづき）
 - 本事業の推進に当たり、外部からの意見や幅広い知見を取り入れるため、外部理事・評議員はもとより、事業化時の顧客となる自動車メーカー、サプライヤ、関連団体等から、本事業領域の有識者との意見交換やアドバイスを受ける体制（アドバイザリーボード）を構築するための調整を行った。
 - 事業化に際しては、実施工数当たりの収支差等を指標として、他の企業からの受託試験・研究事業の平均的な金額で顧客（マルチクライアント事業も想定）に成果提供が出来るように、業界ニーズを把握しながら検討する。

経営者等の評価・報酬への反映

- 所長および担当理事は、評議員会において評価される。担当職員は、能力向上や業務実績において評価される。

事業の継続性確保の取組

- JARI VISION 2030「社会と協力して未来を創造する研究所」を定め、その具体的施策として2020年から2025年の第5次長期方針を定めた。ここでは、今後の重点実施項目としてデジタル技術の強化を定めている。また、弊所の従前からの事業基盤である産業界の共通領域の取組みがある。本事業は、これらに合致した内容であり、2025年以降も取組みが必須で、次期長期運営方針でも本事業の推進およびその後の事業化の推進の内容を定める。

3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核においてデジタル技術基盤構築事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

取締役会等での議論コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 「2050年カーボンニュートラル」、「交通事故ゼロ」、「自由で便利な移動と物流」を掲げた研究事業戦略を策定した。また、第5次長期運営方針では、環境、安全、新モビリティの3分野で連携し、さらに、外部連携も推奨して、高いレベルの研究成果創出を目指し、研究推進体制を構築していくと定めた。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 最上位の会議体である理事会、ならびにその下位にあたる業務推進会議にて、事業戦略・事業の計画を決議している。また、本事業応募についても、理事会において承認されている。
 - 事業進捗は、業務推進会議や理事会において報告し、周辺環境変化等の幅広い意見を徴収しながら、必要に応じて事業内容等の見直しを行っている。
 - 理事会での決議事項については、組織の管理ラインを通じて所内の各部署に情報展開した。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - カーボンニュートラル、事故死者ゼロは最重要課題として挙げており、また、この基盤としてデジタル技術力の強化を掲げ、本研究開発計画は、研究所として取り組むべき研究課題の最上位としている。

ステークホルダーとの対話、情報開示

- 情報開示の方法
 - JARIホームページに「研究事業戦略」および各年度の事業計画書、事業報告書を開示し、研究の取り組み方針を公表する。
 - 2022年11月10日、JARIシンポジウムを開催し、本事業を含め、デジタル技術への対応方針を宣言した。
- ステークホルダーへの説明
 - 自動車メーカー、サプライヤおよび大学教授がメンバーの評議員会にて、毎年度の事業進捗および成果を報告し、将来見通しやリスクも含めて説明していく。
 - 事業化時の顧客となる自動車メーカー、サプライヤに対して、最新ニーズの吸い上げも兼ねて、事業内容、進捗の説明を行っていく。
 - 2022年11月10日、JARIシンポジウムを開催し、本事業を含め、デジタル技術への対応方針を宣言した。

3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 研究開発事業では、従前から事業進捗や周辺環境の変化に対応し、目標達成へのアプローチ見直しは実施チームで、また、追加の人材投入は部署レベルで実施した。さらに本事業では、定期的な経営層への報告・評価の場において、さらに広い視点での見直しも随時行うことができる体制となっている。
 - 本事業では、全てを所内で実施できず、外注試験などでデータ取得を進める。また、研究人員に対しても本領域に経験のあるキャリア採用や企業からの出向を計画しており、事業実施途中でも必要に応じ、外部リソースを投入して目標達成に向けて推進している。
 - 事業化に繋げるため、自動車メーカー、サプライヤが開発に活用可能な状態するための意見は重要である。外部有識者、関連団体での開発活用ユースケースのトライアルを実施してもらい、広く意見を収集することを計画している。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 自動走行研究部、環境研究部から専門性を持った人材を集結させ100名程度の人材を関与させている。また、本事業領域に経験のある中途採用者や出向者を5名程度を雇用する計画である（4名契約済）。
 - 自動車に関する計測機器等の設備があり、また、テストコースをつくば、城里に所有し、これらを最大限有効活用する計画を立てた。
 - 本事業に関連した研究開発、および設備導入を自己資金による11億円程度、資金を投じた上、本NEDO事業においても活用予定。
 - 本事業内容の根幹は、第5次長期方針および研究事業戦略に掲げ、理事会、評議員会にて承認されており、将来の事業活動に必須の事項として、理事会にて事業応募に承認されている。

専門チームの設置

- 専門チームの設置
 - 本事業の実施には、既存の2つの研究部を横断した専用のチームを組織し、両部署の担当理事も連携し、研究所長への定期報告・評価により機動的に推進する。2021年度に自動走行のMBDグループを新設し、所として本領域に重点で取り組むことを所内外に明確化した。
 - 所全体として、毎年、投資計画ならびに中長期計画について、所内外の状況を踏まえの見直しを図っている。本事業についても、この管理のもと経営層への報告・評価の場での状況を踏まえ、PDCAを回しながらビジネスモデルの修正を行っていく。
- 若手人材の育成
 - 本事業では、確実な成果創出と若手人材育成の両立を目指す。若手を中心に人材投入を検討し、ベテラン人材の知見などの伝承を進めている。
 - ベテラン、若手と隔てなく、学会活動に貢献しており、大学との交流も盛んにおこない、従前より、様々な共同研究を実施している。
 - JARI VISION 2030に掲げた「場を創る」「人を創る」のもと、第5次長期運営方針の重点実施事項として、「多様な人材が集まり成長できる職場の実現」を掲げ、開かれた研究拠点となることを目指し、積極的に学生や若手研究者の参画に門戸を開く

3. イノベーション推進体制／参考

参考資料：評議員・役員名簿

評議員名簿

	氏 名	企業・団体名及び役職
会長	伊勢 清貴	元トヨタ自動車株式会社 取締役・専務役員
副会長	松永 明	一般社団法人 日本自動車工業会 副会長・専務理事
副会長	大聖 泰弘	早稲田大学 名誉教授
評議員	浅見 孝雄	日産自動車株式会社 専務執行役員
評議員	井上 博文	トヨタ自動車株式会社 先進技術開発カンパニー President
評議員	小沼 隆史	本田技研工業株式会社 執行役 四輪生産本部長 兼 生産統括部長
評議員	相田 圭一	日立Astemo株式会社 取締役 エグゼクティブヴァイスプレジデント CTO 兼 技術開発統括本部長
評議員	茅本 隆司	日本発条株式会社 代表取締役会長 CEO
評議員	隈部 肇	Woven By Toyota株式会社 代表取締役CEO
評議員	田中 和徳	三菱電機モビリティ株式会社 代表取締役副社長 技術統括ユニット長 兼 姫路事業所長
評議員	藤山優一郎	ENEOS株式会社 常務執行役員 次世代燃料部・水素事業推進部・中央技術研究所 管掌
評議員	水山 正重	パナソニックオートモーティブシステムズ株式会社 代表取締役 副社長執行役員 チーフ・テクノロジー・オフィサー
評議員	小原 春彦	国立研究開発法人産業技術総合研究所 上級執行役員 つくばセンター所長
評議員	熊谷 則道	公益財団法人鉄道総合技術研究所 フェロー
評議員	堀 洋一	東京理科大学 教授
評議員	山本 昭雄	特定非営利活動法人 ITS Japan 専務理事

役員名簿

	氏 名	企業・団体名及び役職
代表理事 理事長	中嶋 裕樹	トヨタ自動車株式会社 取締役 執行役員・副社長
副理事長	山口 真宏	いすゞ自動車株式会社 取締役 専務執行役員
代表理事 研究所長	鎌田 実	一般財団法人日本自動車研究所
代表理事 専務理事	一色 良太	一般財団法人日本自動車研究所
業務執行理事	土屋 賢次	一般財団法人日本自動車研究所
業務執行理事	高橋 理和	一般財団法人日本自動車研究所
業務執行理事	味村 寛	一般財団法人日本自動車研究所
業務執行理事	吉川 徹志	一般財団法人日本自動車研究所
理事	大口 敬	東京大学 生産技術研究所 教授
理事	大下 政司	一般社団法人日本自動車部品工業会 副会長 専務理事
理事	岡山 充裕	本田技研工業株式会社 経営企画統括部 渉外部長
理事	草鹿 仁	早稲田大学 教授
理事	菅野 秀昭	ENEOS株式会社 中央技術研究所 首席研究員
理事	須田 義大	東京大学 生産技術研究所 教授
理事	藤巻 正光	日産自動車株式会社 渉外部 部長
監事	田中耕一郎	田中総合会計事務所 所長 公認会計士
監事	渡部 宣彦	マツダ(株)取締役監査等委員
会計監査人	有限責任監査法人トーマツ	

(2024.6.20現在)

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、天災等の事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
- 他プロジェクトとの連携における出戻りのリスク → 連携するプロジェクトの内容，進捗状況を把握するための人脈を作り，密な情報共有を実施 - 秘密情報の漏洩に対するリスク → JARI情報管理規定に基づいた対応をおこなう． 具体的には秘密情報の分類に基づき，アクセスできる者の範囲を特定し，運用をおこなう． → 海外との連携が必要になった場合にはJARI安全保障輸出管理規定に基づき対応をおこなう．	電動車両シミュレーション基盤の必要性が無くなるリスク → 自動車メーカー，サプライヤと意見交換をする場を設け，常にニーズを把握する等を実施	地震等の天災によるリスク → 耐震基準以上に設計，施工された建物に開発機材を設置する等を実施．JARIは筑波の高台にあるため，水害のリスクは少ない．



- 事業中止の判断基準：
自動車メーカー，サプライヤのニーズ調査をおこない，ニーズに大きな変化が生じ，必要性が無くなった場合．
地震等の天災によって，JARIつくば研究所の設備の復旧に数年程度の時間を要する場合．