

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
- (2) 提案者情報

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

電動・自動運転等への変化により自動車シミュレーション産業が急拡大すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

電動・自動運転車等への期待

（社会面）

- ・ プロ・ドライバーの高齢化や人員不足
- ・ 特に過疎地の高齢者移動の困難性

（経済面）

- ・ 製造販売台数増で収益獲得の自動車ビジネスモデル崩壊
- ・ シェアリングやMaaSによる新サービス事業の拡大

（政策面）

- ・ 研究開発を含む製造時や走行時のCO₂排出量低減必須
- ・ 交通事故ゼロ、死傷者数ゼロを究極の目標

（技術面）

- ・ 通信利用シェアリングビジネスと自動運転技術の急速な進化
- ・ ぶつからない車両には衝突後安全のための重く大きな対策不要

● 市場機会：

各国からCO₂削減目標が提示され、自動車産業においても国際的な競争の中に置かれている。交通事故ゼロは究極な目標であり、社会からのニーズは高い。

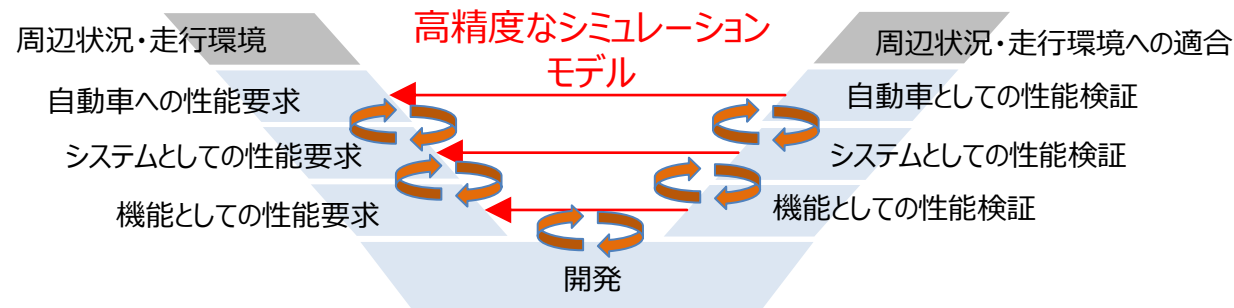
● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

早期に電動車両、自動運転車両を市場に導入することによって、安全、安心な社会の構築に貢献

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

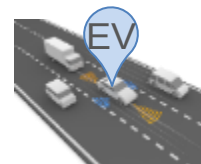
すり合わせ型開発から、デジタル化による効率的な開発へ

- ◆ 試作機製作のCO₂排出削減
- ◆ 試作機による試験時のCO₂排出削減



電動車

- ◆ 走行中のCO₂排出削減



自動運転車

- ◆ 交通事故ゼロ、死傷者ゼロ
- ◆ 渋滞によるCO₂排出削減

● 当該変化に対する経営ビジョン：

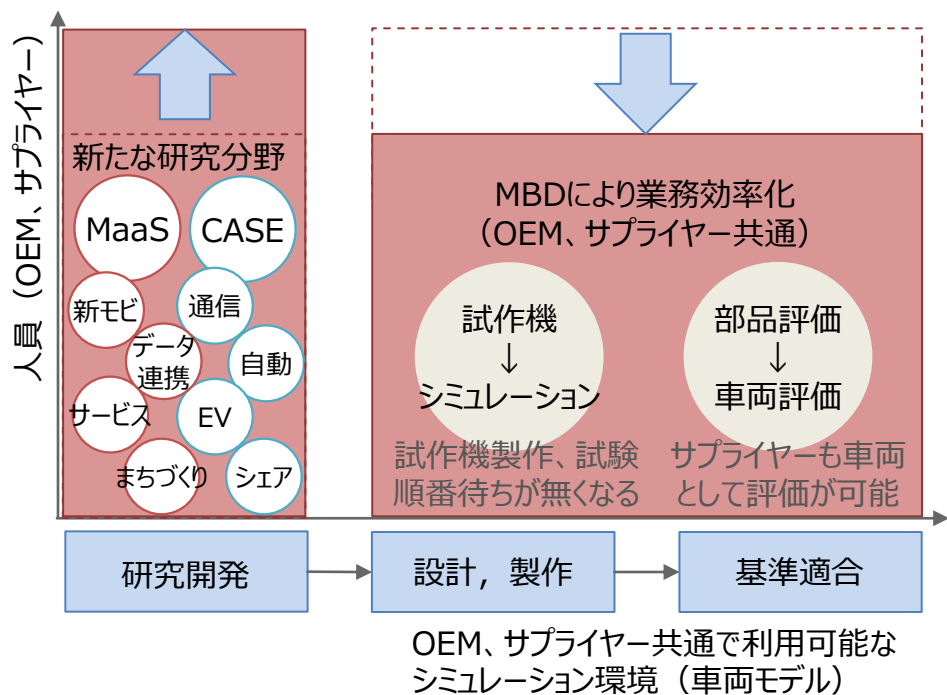
「環境・エネルギー」、「安全」に加え、「新モビリティ」という新たな柱を掲げ、5年先、10年先の社会ニーズを先読みした先進的な研究に取り組むことで、持続可能で安全・安心なクルマ社会の実現へ貢献

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

電動・自動運転車開発市場におけるモデルを組み合わせた評価技術向上をターゲットとして想定

セグメント分析

MaaS、CASE等自動車の価値が変わっているためこれまでと異なる分野に人員を割く必要がある。MBDにて車両開発を効率的に進め、人員を再配置させたい。



ターゲットの概要

市場概要

- 現状の車両開発を維持したまま、MaaS、CASE等、新たな研究開発に人員を補充することができない。車両開発を効率化させたい。
- 国内自動車メーカー、サプライヤーが共通で利用できる車両モデルがなく（権利や秘匿の関係から現状のモデルはOPENにすることはできない）、個社対応では非効率。
- シミュレーションによる法規適合の議論がある。Euro NCAPで議論が開始。
- 2023年4月に（一社）MBD推進センターが立ち上がったが、公開されているプラントモデルは仮想データであり、またパーツ単位でしかない。

需要家	主なプレイヤー	課題 想定ニーズ
自動車製造業	自動車メーカー	- 全てのサプライヤーと共有できる車両モデル、シミュレーション環境 - 自動車サプライヤーへの要求仕様を検討する際に用いる - 競合他社のベンチマークモデルが欲しい
自動車部品製造業	自動車サプライヤー	- 全てのOEMと共有できる車両モデル、シミュレーション環境 - 自動車メーカーへ改良部品の売り込みが可能 - 競合他社のベンチマークモデルが欲しい
新規参入業界	ベンチャー 大学	- ODD（Operational Design Domain：運行設計領域）評価にシミュレーションを活用 - 新たな研究への対応

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）

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

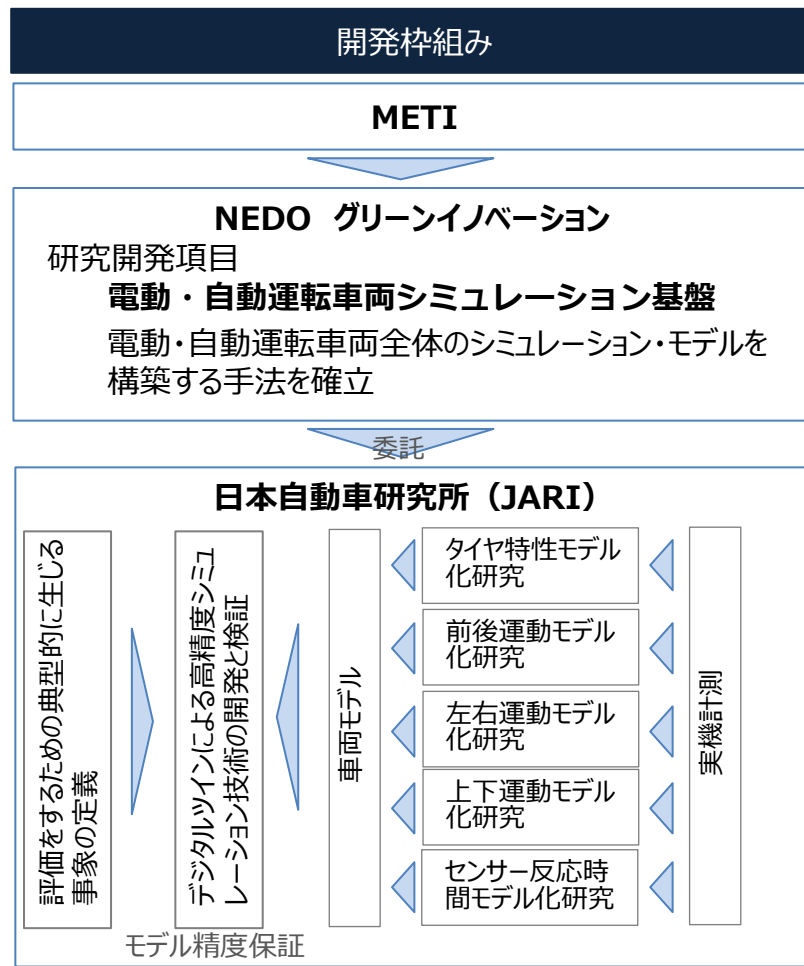
モデルを組み合わせた評価技術を用いて効率的な自動車の開発・評価を実現するサービスを提供

社会・顧客に対する提供価値

- **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）**
- MBDの車両開発のベースとなる車両モデル
- 他社比較にも活用
- 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

⇒シミュレーションによる効率的な車両開発環境

ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性



事業化

①新型車 車両モデル ￥

全てのOEM、サプライヤーが共通で利用可能な新型車の車両モデルを販売
部品単位で構成されており、自社部品モデルとの交換も可（I/Fガイドライン準拠）

②部品試作機モデル化 ￥

試作機は作れても、モデルができない会社へのサポート
新規導入した計測機器、JARI既存計測機器を用い、試作機をモデル化

③ソフト動作確認 ￥

SOTA（Software Updates Over The Air）の際、事前の動作確認をリアルとバーチャルで実施

MBD推進センター（JAMBE）

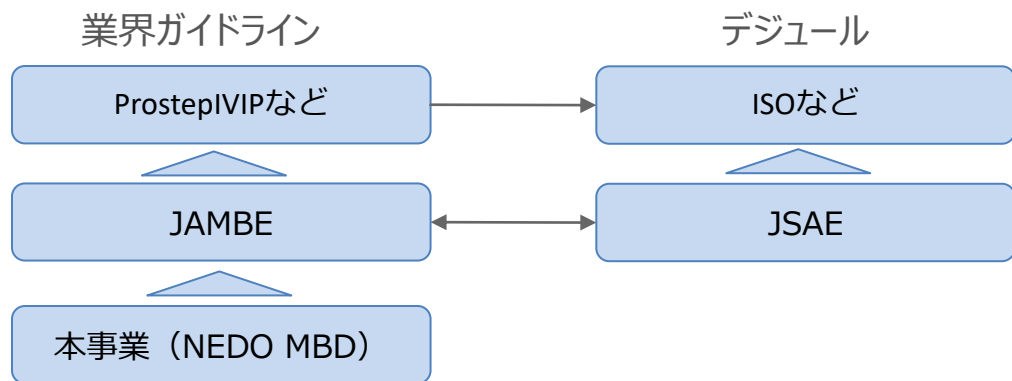
OEM、サプライヤーニーズ

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。



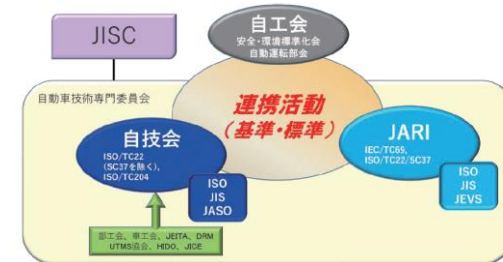
国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

（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た。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、使用权を販売。

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・顧客に対して公正なモデル評価という価値を提供

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車両モデルの提供
- ・ 中立的な研究機関が構築した車両モデルであるという信頼



自社の強み

- ・ 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）
- ・ 中立的な研究機関として
 - 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のプロジェクト推進
 - 2) 国内自動車メーカー、官公庁、各大学との連携

自社の弱み及び対応

- ・ リアル評価と比較して、バーチャル評価についての実績が少ない
 - モデルベース開発に特化した研究グループの発足・増設

他社に対する比較優位性

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	・ 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 ・ 自動車サプライヤ ・ 技術研究組合 ・ 大学・研究機関 	・ 自動車メーカー（車両評価） ・ 自動車サプライヤ（Tier1）（システム評価） 	・ 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 
競合A社	・ シミュレーションソフトウエアの開発 ・ コンサルティング	・ 自動車メーカー ・ 自動車サプライヤ	・ -	・ グローバルな事業展開 ・ 自動車以外の産業界へのデジタル面での貢献
競合B社	・ 自動車用電動駆動・制御システムの開発・製作・評価 ・ モデルベースを用いた開発サポート	・ 自動車メーカー ・ 自動車サプライヤ ・ 素材メーカ ・ 電力会社	・ -	・ 車両開発・製作や素材開発などに特化したグループ会社を持つ

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	- モデル化のための数値計測（ベンチ/実走） - 流通可能な車両モデル（ホワイトボックス） - 車両機能向上に応じたモデルアップデート - SOTIF安全分析への車両モデル活用 - デジタルツインによる一致性検証手法開発 - デジタルツイン（実機代替）の有効性検証（要求仕様/性能の評価など）	- 制御サスペンションHiLS - ステアリングHiLS - ブレーキHiLS - AD/ADAS HiLS - デジタルツイン - 車両情報計測装置 - 評価シナリオ再現機器	- 自動車メーカー、サプライヤとの打ち合わせから現場でのニーズを把握 - MBDに関わる学会・団体等への積極的な参加によって、研究動向の調査を実施 - 国の自動運転研究開発プロジェクトでの成果活用を試行＆フィードバック
進捗状況	1台目の評価車両に対し、ADAS性能、モーター性能等の部品単位でのデータを計測している。 - 車両モデルの構成の検討、精度検証のための評価シナリオの決定をおこなった。	将来の社会実装を見据え、各設備の仕様を決定し、導入を進めている。	（一社）MBD推進センターのステアリングコミティにて、本プロジェクトに協力する旨の合意を取り、協力体制を構築した。
国際競争上の優位性	- 国の自動運転の安全性評価事業（SAKURAプロジェクト）において、シナリオベース安全性評価手法の標準化実績（ISO34502）がある - 上記はSOTIFとも関連するプロセスの具体化であり、日本自動車工業会との連携下で進めている	- 車両モデル開発過程における、ベンチテストとJARIテストコースとを組み合わせた実測データ計測 - JARIテストコースはJNCAP等の公的目的で活用されており、デジタルツイン化による自動車メーカー、サプライヤを含めたユーザーメリット大	中立研究試験機関として国のプロジェクトに関与すると共に、成果を標準化活動にフィードバックできる

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 年度	2023 年度	…	2028 年度	2028年度 迄の合計	2029 年度	…	2033 年度	2033年度迄の合計
事業全体の資金需要	2.6億円	24.7億円	…	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	24.5億円	…	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	23.5億円	…	1.7億円	44.6億円	-	…	-	44.6億円
自己負担	1.3億円	1.2億円	…	1.3億円	11.1億円	3.0億円	…	1.2億円	20.1億円

※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

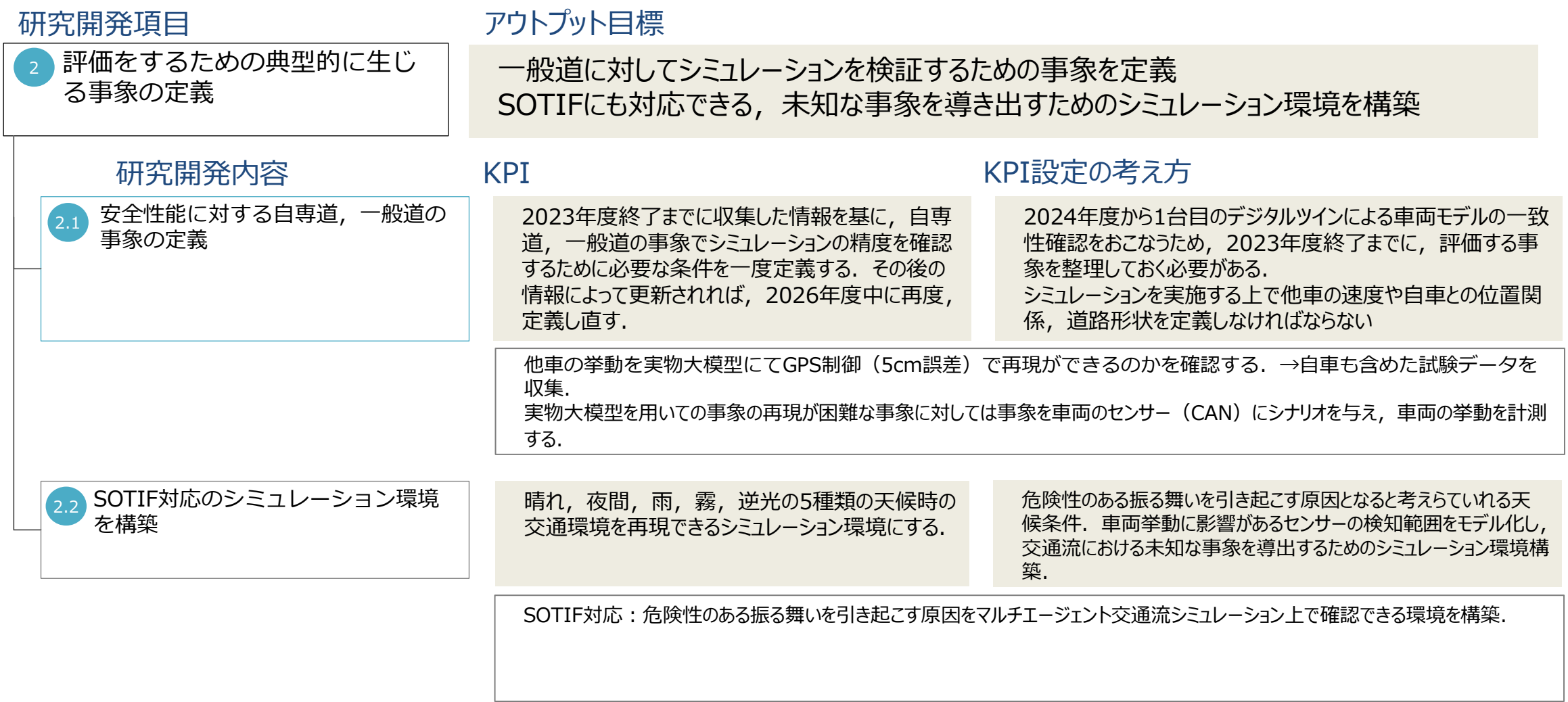
電動・自動運転車両シミュレーション基盤の構築手法を確立というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

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		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 ・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安全性フレームワークで設定されている（自車の振る舞い×他車の振る舞い×道路形状から成る）24シナリオに加え、天候などの環境条件、走行速度などを追加する。特に、一般道では自専道と異なり、右折、左折、対向車、歩行者など様々な状況を考慮する必要がある。
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		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、駆動方式、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（前輪駆動） 2台目：駆動方式の異なる車両での確認（後輪駆動） 3台目：駆動方式の異なる車両での確認（4輪駆動） 4台目：重心位置の異なる商用車も含めた検証実証 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

* JAMA：一般社団法人日本自動車工業会

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



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，電動自動運転車両モデルを構築システム（駆動方式，重心位置）の異なる車両で開発手法の妥当性を確認		
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。	
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	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。	
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	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。	

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	事象ごとのずれの平均値で動力学シミュレーション精度90%以上	自動運転車用のソルバーは現存するものの、実機との整合が取られた形で公開されていない。 (提案時TRL3 →現状TRL3)	実機との挙動ずれが10%以内にする (TRL6)	実機計測技術の精度向上 - 認識, 判断, 操作における指示伝達の遅延に対する計測方法の精度を向上	基準となる実機の計測が可能な限り正確におこなえることができれば実現できる。 (60%)
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て自専道を対象としたシナリオは既知。天候条件, 走行速度等の定義がない。 (提案時TRL3 →現状TRL3)	モデルを検証するために必要であり、実機でのテストが可能なシナリオを定義 (SOTIFも対象) (TRL6)	事象の再現性を高める - 既存試験場 (Jtown等) を活用し, 様々な事象を再現できる環境を構築 SOTIF想定シナリオ - マルチエージェント交通流シミュレーションによる想定外の事象を導出	SOTIFを想定した事象の導出は困難な点であり, シミュレーションによって導出できれば実現の可能性は高い (70%)
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3台の車両を用いモデル化手法を確立	個々の性能を計測する計測機器は現存 (提案時TRL3 →現状TRL3)	様々な計測器を組み合わせ, 容易・迅速化する手法を実証 (TRL6)	システム, カテゴリーの異なる車両の動的性能を静止状態で確認方法を確立 - 必要なCAN情報の効率的に収集する方法	必要なCAN情報の解釈が可能であれば, 実現可能性は高い (70%)

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)
2.1 安全性能に対する 自専道，一般 道の事象の定義	2023年度終了までに収集した情報を基に，自専道，一般道の事象でシミュレーションの精度を確認するために必要な条件を一度定義する。その後の情報によって更新されれば，2026年度中に再度，定義し直す。	SAKURAプロジェクトにて2021年度から着手。2023年度を目標に活動。ただし，起こりえる速度域，対象物，天候は定義されない。 (提案時TRL4 → 現状TRL4)	シミュレーション精度を確認すべき一般道での事象，ならびに自専道も含めた速度域，天候を定義。 (TRL6)	- SAKURAプロジェクトとの連携 - 一般道の事象に関する情報収集 - SAKURAデータベースを活用し，実際に起こりえる速度域を調査 - 気象庁データから起こりえる天候を調査	SAKURAプロジェクトとの連携，データベースの活用により，達成が可能。 (80%)
2.2 SOTIF対応のシ ミュレーション環 境を構築	晴れ，夜間，雨，霧，逆光の5種類の天候時の交通環境を再現できるシミュレーション環境にする。	未知な事象を導出するためには交通流を模擬したシミュレーションが有力。SIP1期のマルチエージェントシ交通流シミュレーションは環境再現ができていない。 (提案時TRL4 → 現状TRL4)	環境影響を考慮したセンサー性能を反映できるシミュレーション環境を構築 (TRL6)	- マルチエージェント交通流シミュレーションの改良 - 自動運転車の各種センサー性能を調査 - シミュレーションの車両モデルへ入力できるフォーマットへソフトを改良 - ドライバーモデルの改良 - 文献調査により，ドライバーの不安全行動の多様化	未知の危険な事象を導出するにはマルチエージェント交通流シミュレーションが現状，適切であるが，精度よく，交通環境を再現できなければ，導出は困難となる。 (60%)

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、左右力を精度5%以下でモデル化	公表されているタイヤ特性の精度は10%程度 (提案時TRL4 →現状TRL4)	タイヤ特性を精度5%で構築 (TRL6)	- 実機計測技術の精度向上 - 温度依存性・路面状態・応答性を考慮	ゴム温度を計測、コントロールすることによって達成可能となる。 (70%)
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	電費シミュレーションソフトで電費・挙動ともに2～3%程度 (提案時TRL4 →現状TRL4)	モータ特性、ブレーキ特性を精度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 回生ブレーキはバッテリーの状況によって変化する - バッテリーセルのばらつき再現 - バッテリー冷却温度分布再現 - モータトルクは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	必要なCAN情報の解読が可能であれば、実現可能性は高い (70%)
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	静止状態で動的状態を模擬する技術、ステアリング性能を計測する技術はそれぞれあるが、組み合わせられたものはない。 (提案時TRL4 →現状TRL4)	静止状態で動的性能を計測する技術開発をおこない、精度1%以内のモデル構築。 (TRL6)	- 出力の同期計測 - CAN入出力とステアリング角、タイヤ角を一元管理 - 車両ごとのCAN介入方法の確立 - 制御ECUに対し、CANの入出力計測方法を定式化	必要なCAN情報の解読が可能であれば、実現可能性は高い (70%)
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	静止状態で動的状態を模擬する技術、サスペンション性能を計測する技術はそれぞれあるが、組み合わせられたものはない。 (提案時TRL4 →現状TRL4)	静止状態で動的性能を計測する技術開発をおこない、精度1%以内のモデル構築。 (TRL6)	- 出力の同期計測 - CAN入出力と振動実験機入出力を一元管理 - 車両ごとのCAN介入方法の確立 - 制御ECUに対し、CANの入出力計測方法を定式化	必要なCAN情報の解読が可能であれば、実現可能性は高い (70%)
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	CANの介入方法、シナリオ生成方法のそれぞれは構築可能であるが、連結したものはない。 (提案時TRL4 →現状TRL4)	シナリオとCAN情報を連結し、精度±2msec以内で構築 (TRL6)	- シナリオと車両のCAN情報を連結 - シナリオにおける各対象物の動き（映像、ミリ波反射）と車両CAN情報を同時計測 - センサー反応モデル化 - センサーが検知する範囲、判断処理時間を考慮し、制動指示までのタイムラグをモデル化	必要なCAN情報の解読が可能であれば、実現可能性は高い (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

定義した評価シナリオのうち自専道での主要評価シナリオ（他車カットイン、他車カットアウト、先行車減速）に関して、テストコースにおける再現精度を高める手法を開発し、自車両の位置精度20cm以下、および他車両の位置精度5cmオーダーを実現。評価シナリオのモデル化。

実験直前のブレーキ温度を100℃前後に設定することで、停止距離（車両の位置精度）が20cm以下とすることができ、実験においてブレーキ温度の影響があることを確認した。Carsimによる車両挙動のシミュレーションを実施するための準備をおこなった。具体的にはJARI城里テストセンター外周路、Jtownのテストコースの施工図面、3D点群データからCADデータを作成し、Carsim、CarMakerにインポートする。

○
当初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

2024年度に実施する評価車両1台目のモデル精度検証に用いるSOTIFにも対応した自専道（24シナリオ）、一般道（3シナリオ）での評価シナリオ定義。

SAKURAプロジェクトのデータベースから自工会安全性評価フレームワークに記載がある自専道24シナリオの分析をおこない、実際に生じている速度域、車両間隔を導出し、モデルで検証すべきパラメータを定義した。SOTIFの検討のため、マルチエージェント交通流シミュレーションにおけるエージェント特性の調査を実施した。また、このシミュレーションに必要なセンサー検知距離を導出するために特異環境試験場のミリ波対策の検討を行い、ゴースト現象が生じる可能性のある部位を特定した。

○
当初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1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

JAMBEにて公開されている「自動運転モデルにおけるモデル結合ガイドライン」準拠モデルを用い、同モデルのI/Oおよびモデル構成の調査および目標精度を実現するための変更箇所の検討を実施した。
・タイヤモデル：各種タイヤモデルを調査し、精度向上のための対策を検討した。タイヤ特性試験の試験項目・条件・手順等について調査・検討し、1月～3月に実施する試験に向けた準備を行った。
・前後運動モデル：コンポーネントの特性評価に必要な計測項目について検討すると共にCAN解析の実施や単体評価用の治具作成を行った。
・左右運動モデル：仕様を決定したが、納期末達となることが判明。スケジュール変更を検討。
・上下運動モデル：仕様を決定したが、納期末達となることが判明。スケジュール変更を検討。
・センサー反応モデル：仕様の決定、業者選定をおこない、2023年12月末納期の調整をおこなった。

△
一部、計測機器の納期が遅れることが判明。スケジュール調整をおこない、リカバリー策を策定した。

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

定義した評価シナリオのうち自専道での主要評価シナリオ（他車カットイン、他車カットアウト、先行車減速）に関して、テストコースにおける再現精度を高める手法を開発し、自車両の位置精度20cm以下、および他車両の位置精度5cmオーダーを実現



判断の影響による被害低減ブレーキのかけ方を分類した場合で停止距離の違いを確認し、自車両の位置精度20cm以下となる実験条件を確立する。

CANの解読から、警報、ブレーキフラグが生じるタイミング、ブレーキ減速度を調査し、分類を細かく設定することで、自車両の位置精度20cm以下となる実験条件を確立することができる。

2 評価をするための典型的に生じる事象の定義

2024年度に実施する評価車両1台目のモデル精度検証に用いるSOTIFにも対応した自専道（24シナリオ）、一般道（3シナリオ）での評価シナリオ定義



- ・SOTIFシナリオ導出のためのマルチエージェント交通流シミュレーションの実施
- ・モデル精度を確認するための一般道シナリオの導出

- ・晴天時のマルチエージェント交通流シミュレーションと雨、霧状況でのマルチエージェント交通流シミュレーションを実施し、差からSOTIFを検討すべきシナリオの一例を導出できる。
- ・自工会安全性フレームワークVer.3を参照しつつ、SAKURAプロジェクトで収集している一般道データを活用し、モデル確認をおこなうためのパラメータを導出する。

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1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



目標精度を満たすための車両およびコンポーネント（タイヤ、前後運動、上下運動、左右運動、センサー反応時間）の特性評価を行い、シミュレーションモデルと実車の車両の挙動の再現。

車両・コンポーネント特性評価における計測精度向上およびその結果を用いたモデルの精緻化などにより、目標精度を実現することができる。

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

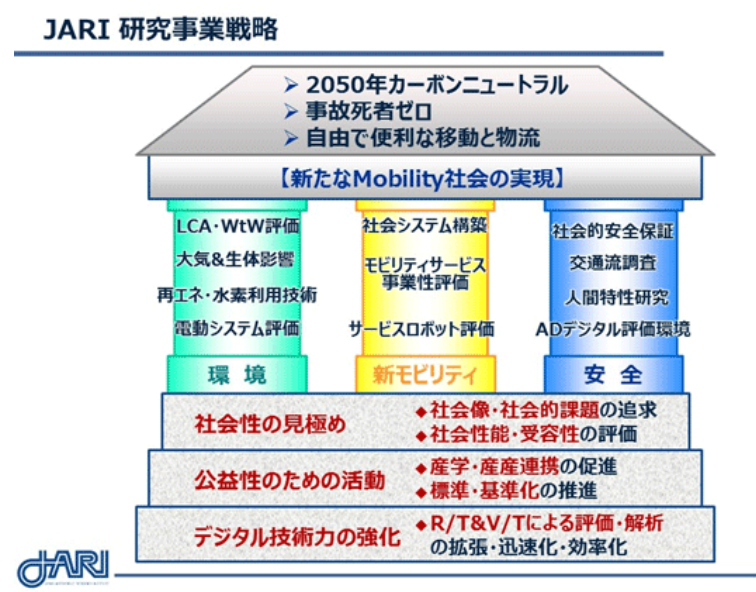
自動車メーカー, サプライヤがモデルベース開発を実施, 加速するための共通課題に取り組む.

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（一財）日本自動車研究所 研究事業戦略

日本自動車研究所は2021年に研究事業戦略を新に定め、「2050年カーボンニュートラル」、「事故死者ゼロ」、「自由で便利な移動と物流」の3つの目標に取り組むことを宣言した。

日本自動車研究所（JARI）研究事業戦略（2021年）



1969年に**中立的・公益的**な研究機関として、クルマ社会の健全な進展に貢献することを使命に設立。

- 2021年には、現在、クルマ社会の大きな目標となっている
- ・2050年カーボンニュートラル
 - ・交通事故死者ゼロ
 - ・自由で便利な移動と物流

に対し、環境，安全，新モビリティの3つの柱から取り組むことを宣言。

これまで培った実車試験の知見みならず、**デジタル技術の強化**がJARIも含め、クルマ社会全体として必要である（MBDへの対応）。

<https://www.jari.or.jp/about/greeting/>



シャーシダイナモ



テストコース（Jtown）



衝突試験



衝突シミュレーション



車両制動シミュレーション

実環境

デジタル環境

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

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

【背景】自動車メーカー、サプライヤはモデルベース開発による車両開発の効率化を目指しているが、共通で利用できる車両モデルがないのが現状の課題である。

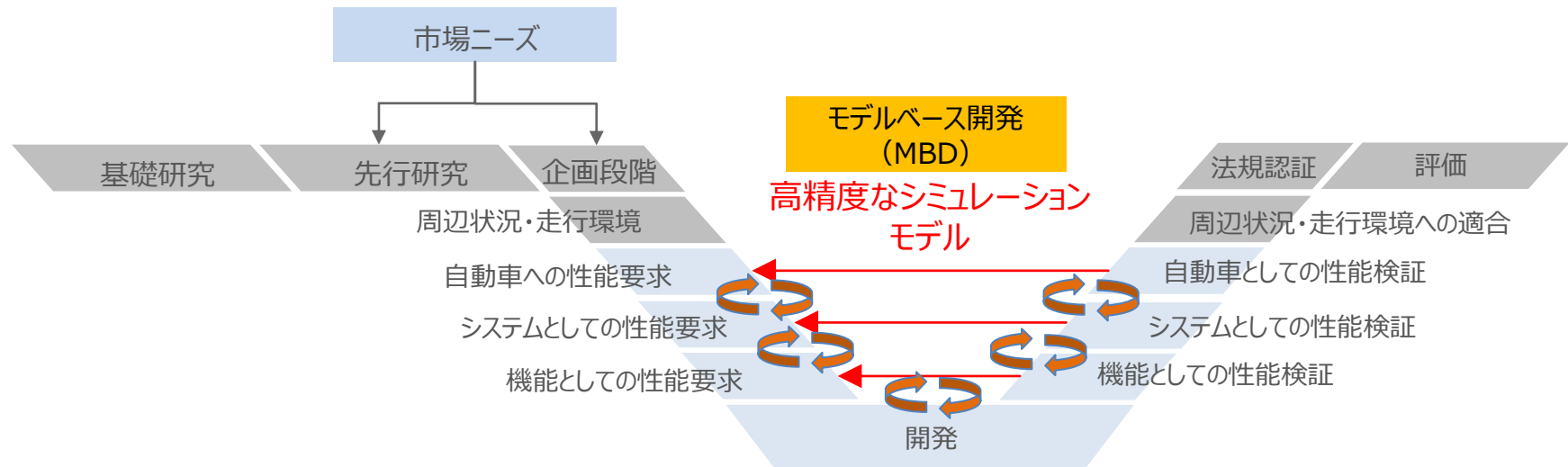
車両開発における現状の問題点

- CASE, MaaSに代表されるように、車両に対する市場のニーズが変化し、車両開発の視点が多岐に渡り、リソースが足りなくなっている。
- 車両開発を効率化させなければ、海外の車両メーカーに市場が奪われ、国内の産業が衰退してしまう。

モデルベース開発による車両開発の効率化

- 試作機の削減によるCO₂削減
- より高度な車両の早期市場導入（事故減，環境改善）

モデルベース開発での課題

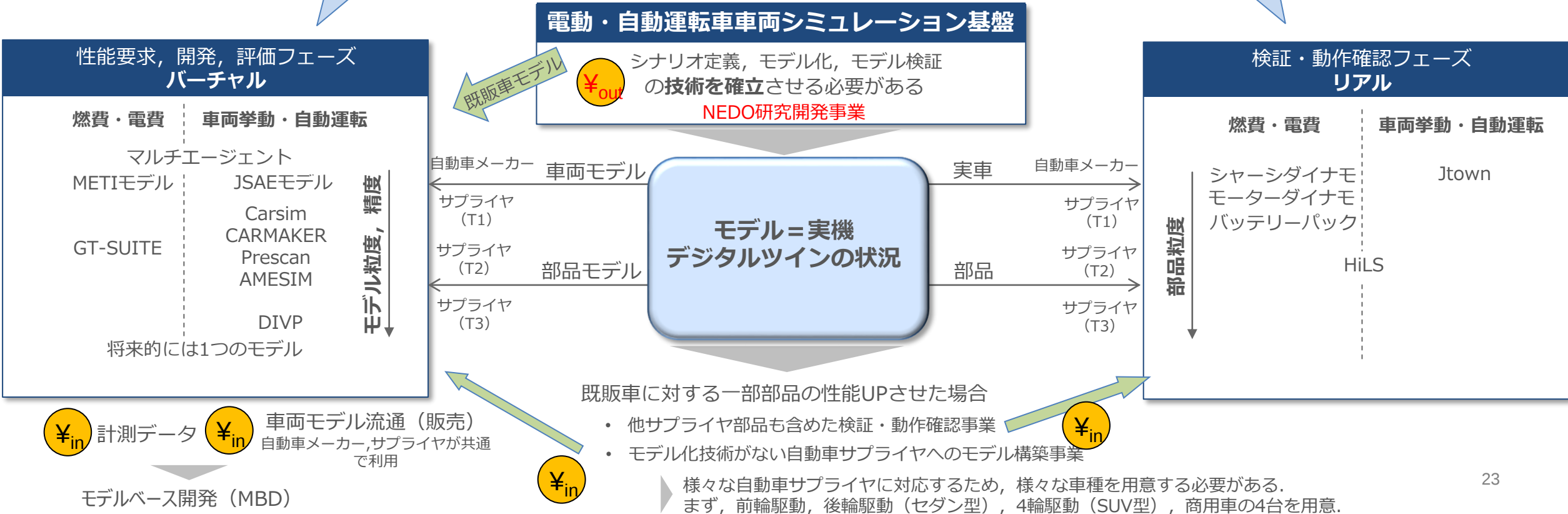
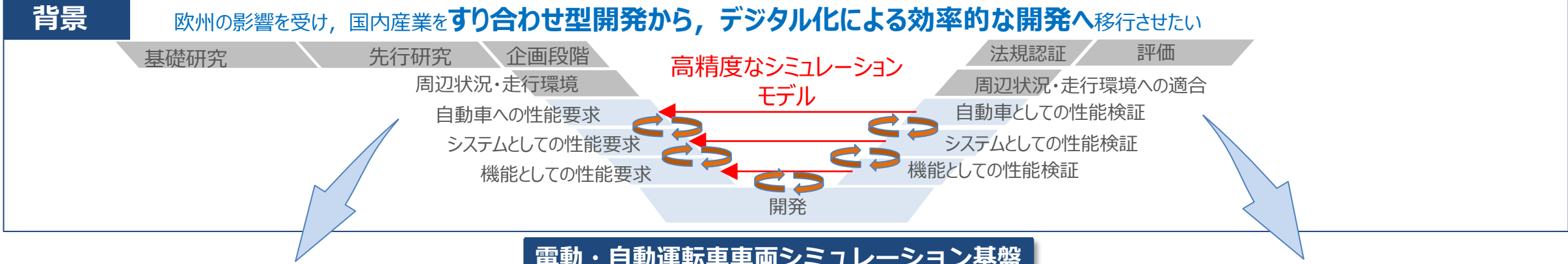


自動車メーカー，サプライヤが共通で利用できる車両モデルがない
(権利や秘匿の関係からOPENにすることはできない)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

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、サプライヤが共通で利用できる車両モデルがない”という課題に対するビジネスモデルを検討した。



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

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

【目的】自動車メーカー、サプライヤが利用可能なシミュレーション精度90%以上の車両モデルを構築する。NEDO研究事業において、車両モデル開発手法を確立し、自動車メーカー、サプライヤへ新技術を搭載した共有できる車両モデル・車両性能データを頒布する（主軸事業）。新規の受託試験や研究テーマを創出し、新たな事業へ繋げる。

電動・自動運転車シミュレーション基盤

検証

- シミュレーション精度90%以上

シナリオ

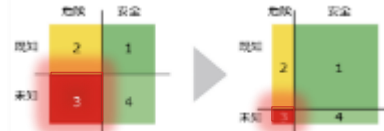
- 自専道
- 一般道
- ISO 21448:SOTIF)

車両モデル

(ソフト：Carsim,CARMAKER, Matlab, GT-SUITE)

- 前後運動
- 左右運動
- 上下運動
- ブレーキ
- パワトレ
- AD-ADASセンサー
- ステアリング
- 制御サスペンション
- 前輪駆動
- 後輪駆動
- 4輪駆動
- 重心高（商用車）

NEDO研究開発事業



SOTIFの要諦：領域3を以下に小さくできるか？
マルチエージェント交通流シミュレーション



実車
モデル

環境（電費）と安全（車両挙動）が評価可能な車両モデル

主軸事業

新たな受託試験

新たな研究テーマの創出
現研究テーマの飛躍的前進

モデル頒布事業

- 新技術を搭載した共有できる車両モデル・車両性能データを頒布
- マルチクライアント形式による入手し易さを提供（ニーズに合った車両を計測、モデル化し、展開する）

モデルベース開発

新規一般受託試験

性能検証期間の半減技術を生かした評価

NEDO事業導入機器を使用 - ブレーキHiLS - ステアリングHiLS - 制御サスペンションHiLS - AD-ADASセンサーHiLS	JARI既存設備を使用 - 車両特性評価 - バッテリー特性評価 - モーター特性評価 - タイヤ特性評価 - 実路ブレーキ特性評価 - 実路走行評価試験 - 天候環境試験場
---	---

注：NEDO事業終了後開始

新車部品モデル
(理想ではない現物があるモデル)
新車部品試験結果

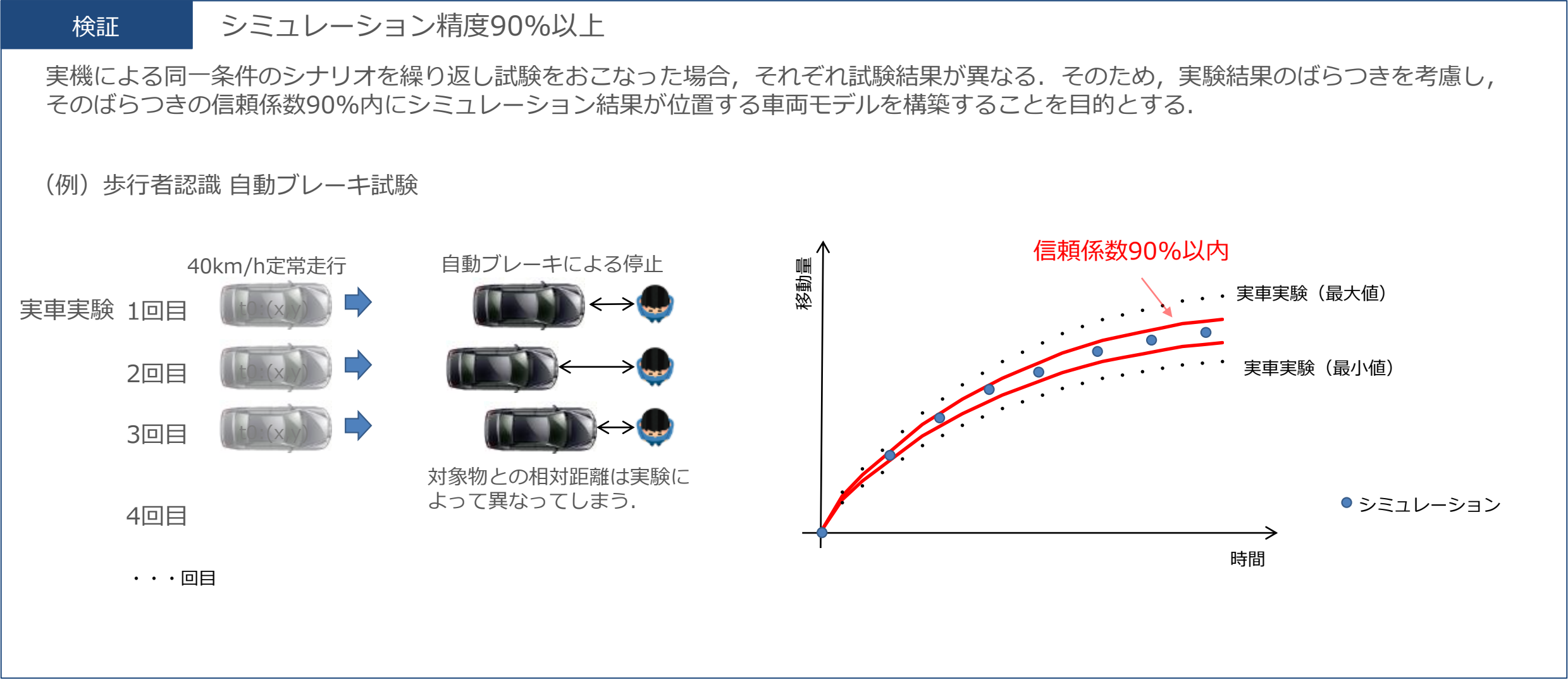
シミュレーション技術を活用した研究

- 電動パワートレインシミュレーション
 - モータモデルでの性能解析
 - インバータモデルでの性能解析
 - 電池モデルでの性能解析
 - ブレーキモデル、車両モデル
- 乗員受容性研究
 - 自動運転車の信頼性研究
 - 自動運転車のHMI研究
- ADAS性能調査研究
 - 実事故を想定した性能評価試験
- 環境性能評価手法に関する研究
- ODD導出定式化研究
- リスク最小化研究
 - 衝突安全
 - 自動運転車特有の事故
 - 事故自動通報システム
 - 重症度判定アルゴリズムの高精度化

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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

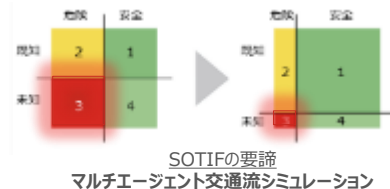
検証

検証方法

車両モデルを検証するシナリオを定義し、実環境下（リアル）でシナリオを再現する。一方、車両モデルを実機から計測して構築し、バーチャル環境でシナリオを再現する。リアルとバーチャルを比較検証することで、車両モデルが精度90%以上であることを確認する。

シナリオ

- 自専道
- 一般道
- ISO 21448:SOTIF)



車両モデル

- 前輪驅動
- 後輪驅動
- 4輪驅動
- 重心高（商用車）



実車

モデル

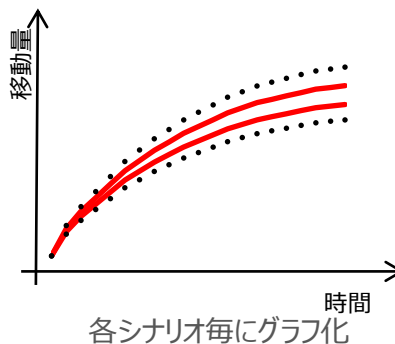
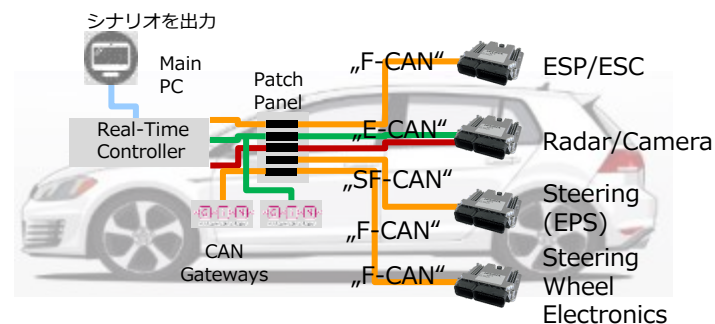
環境（電費）と安全（車両挙動）が評価可能な車両モデル

シナリオ再現（リアル）

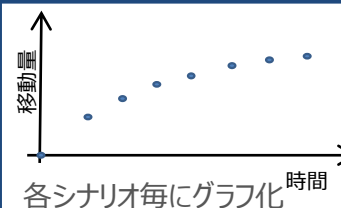
テストコース（STC, Jtownに）にて評価シナリオを再現（移動体ターゲットを使用）し、車両挙動を導出（GPS, 加速度等）.



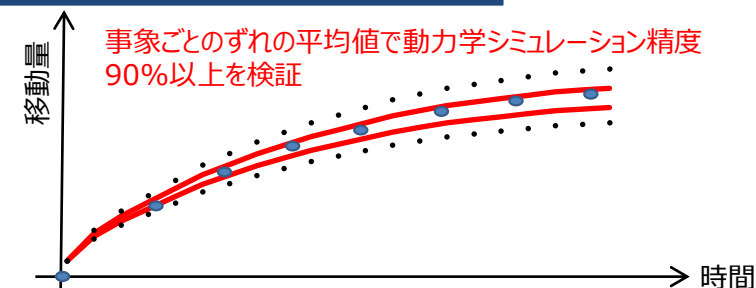
移動体ターゲットでは再現性の困難なシナリオの場合は各センサーのCAN信号にシナリオを入力し、再現性の高い車両挙動を導出.



シナリオ再現（バーチャル）

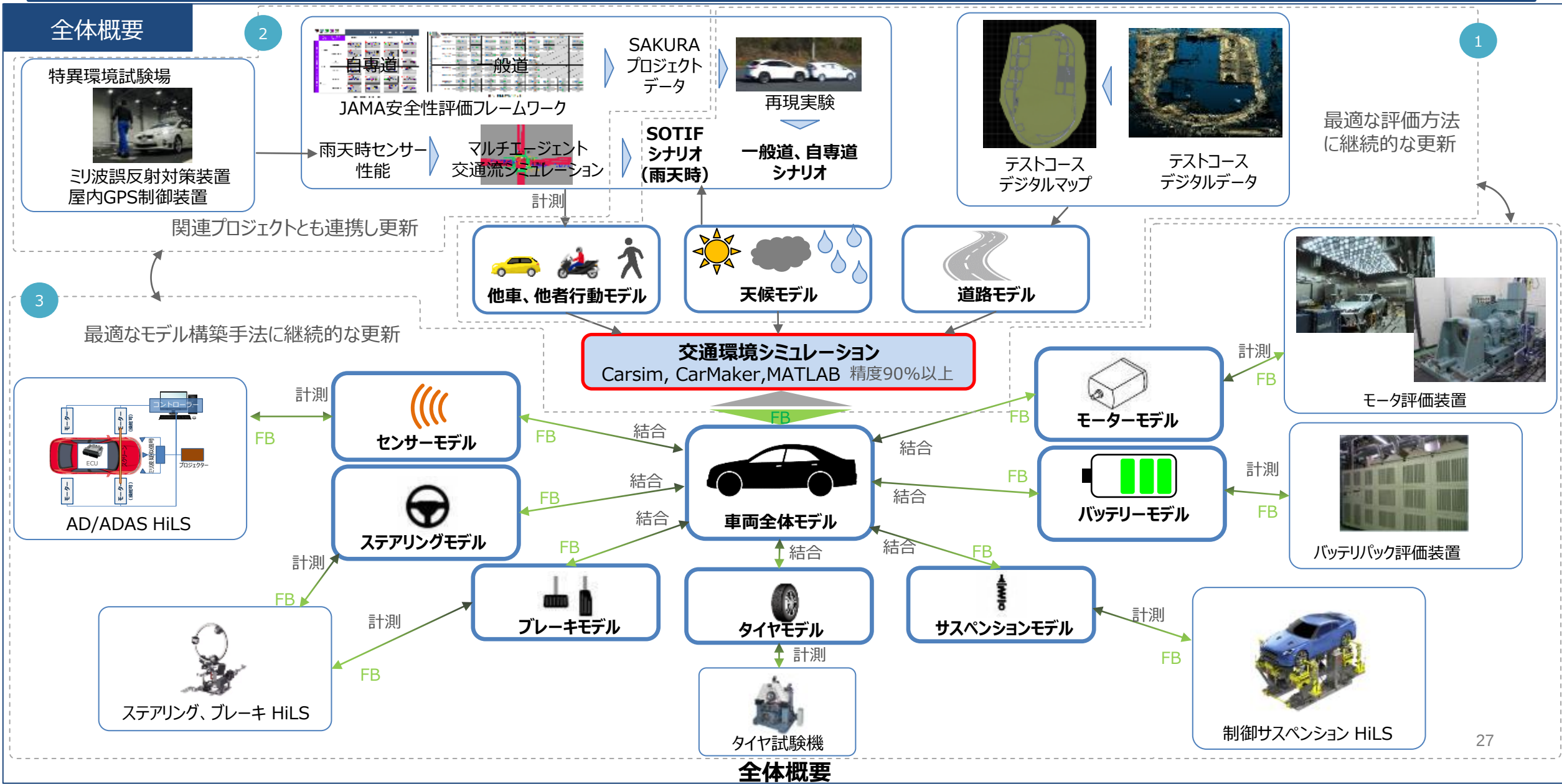


比較検証



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

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



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

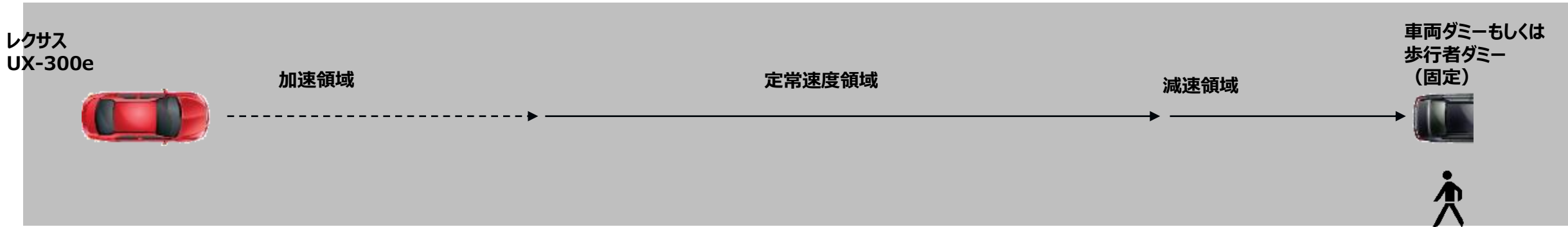
研究開発項目1. デジタルツインによる高精度シミュレーション技術の開発と検証（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

定義した評価シナリオのうち自専道での主要評価シナリオ（他車カットイン、他車カットアウト、先行車減速）に関して、テストコースにおける再現精度を高める手法を開発し、自車両の位置精度20cm以下、および他車両の位置精度5cmオーダーを実現

シナリオ再現（リアル）

被害低減ブレーキ等のADAS試験において、同一の試験条件の中においても、対象物と衝突してしまう場合、衝突しない場合と試験結果にバラツキが生じている。バラツキが生じる原因を調査し、試験条件に組み込む必要があるため、バラツキが生じる原因を調査する目的で試験を実施した。
これまでの経験から、試験結果のバラツキはブレーキ、タイヤの温度の影響によって生じていると想定をし、温度条件を試験項目に追加し実施した。



試験1
定常速度：60km/h
ブレーキ温度：変数（30℃～300℃目安）
評価項目：車両停止位置とダミー間距離

試験2
定常速度：変数
ブレーキ温度：100℃
評価項目：車両停止位置とダミー間距離

試験3
定常速度：60km/h
ブレーキ温度：100℃
評価項目：車両停止位置とダミー間距離 歩行者ダミーを使用

タイヤ表面温度



ブレーキロータ温度



ブレーキパッド部に熱電対を埋め込み



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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（これまでの取り組み、今後の見通し）

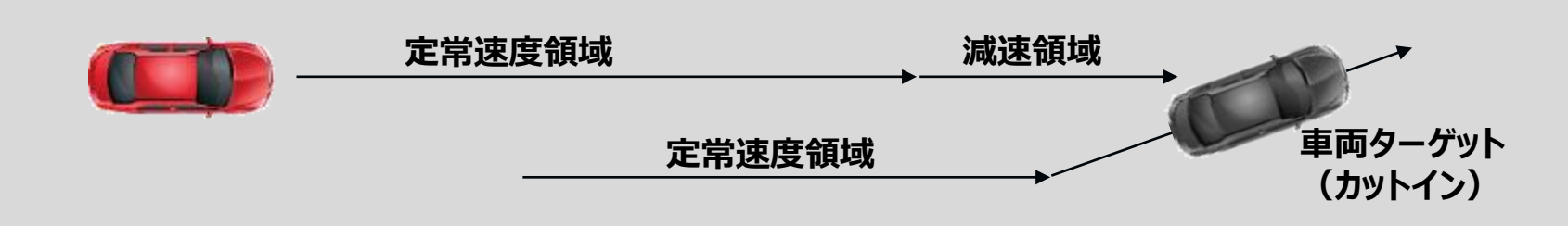
シナリオ再現（リアル）

自専道24シナリオの内、自車直進の3シナリオについて、研究開発項目②で実施した評価シナリオの検討結果から、速度域、車間距離等のパラメータを用い、再現実験をおこなった。

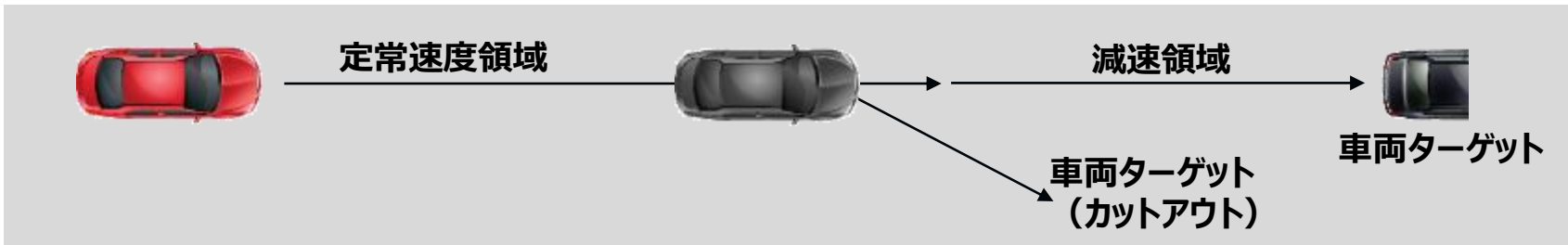
・減速シナリオ（No.4）



・カットインシナリオ（No.1）



・カットアウトシナリオ（No.2）



自車、車両ターゲットの動作について、現在分析中。

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

図 45 一般車両の交通外乱シナリオ

今後の分析方針

自車、車両ターゲットの動作について、分析を進め、再現精度について確認をおこなう。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

評価シナリオのモデル化。

シナリオ再現（バーチャル）

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ている。
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。

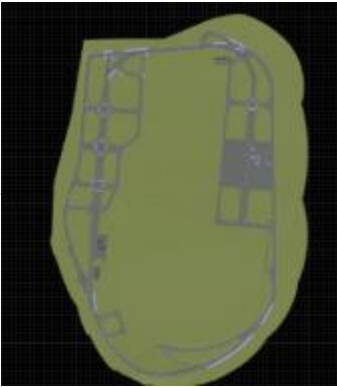
テストコースマップ

3D点群データ



Road Runner
(ソフトウェア)

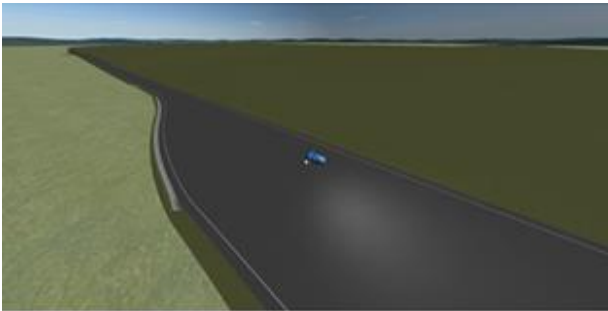
CADデータ



Carsim
CarMaker



Jtown



STC : 外周路



◆ 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

研究開発項目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（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

定義した評価シナリオのうち自専道での主要評価シナリオ（他車カットイン、他車カットアウト、先行車減速）に関して、テストコースにおける再現精度を高める手法を開発し、自車両の位置精度20cm以下、および他車両の位置精度5cmオーダーを実現。
評価シナリオのモデル化。

まとめ

再現性を高める手法

- ・ ブレーキパッドの温度を100℃前後に統一することで、停止距離のばらつきを20cm以下に抑えることが可能。
- ・ 対象物が車両か歩行者かでも自動ブレーキのかけ方が異なることがわかった。

評価シナリオのモデル化

- ・ 評価シナリオを再現するためのテストコースのモデル化を実施した。

今後の分析方針

再現性を高める手法

- ◆ 現在実施した3シナリオについて自車、車両ターゲットの動きを含め、再現性を確認し、他にシナリオについて試験を実施する。

評価シナリオのモデル化

- ◆ 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

研究開発項目2. 評価をするための典型的に生じる事象の定義

シナリオ

自動車工業会の安全性評価フレームワーク、既存事業（SAKURA、SIP）とも連携をし、さらに、海外の動向についても調査をおこない、テーマ終了までに、社会実装する車の進化も踏まえ、典型的なシナリオを決定する。

JAMA自動運転の安全性評価フレームワークVer2.0

自専道（本線）を対象とした交通外乱シナリオ

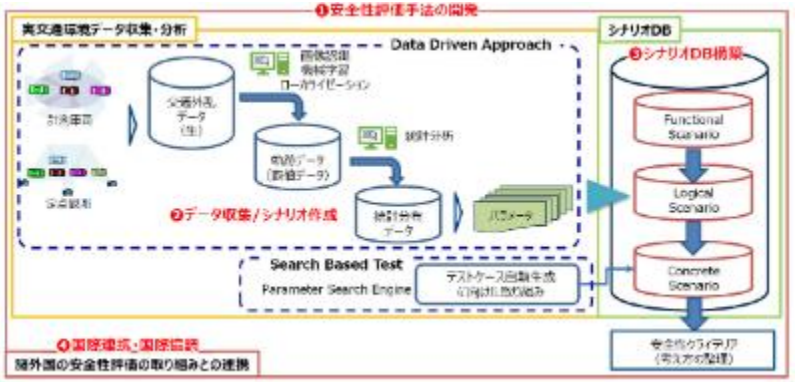
Road Geometry and Ego-vehicle Behavior		Surrounding Traffic Participants' Position and Behavior			
Road geometry	Ego-vehicle behavior	Cut in	Cut out	Acceleration	Deceleration (Stop)
Main roadway	Lane keep	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
	Lane change	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
Merge	Lane keep	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
	Lane change	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16
Branch	Lane keep	No. 17	No. 18	No. 19	No. 20
	Lane change	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24

現在：24シナリオ



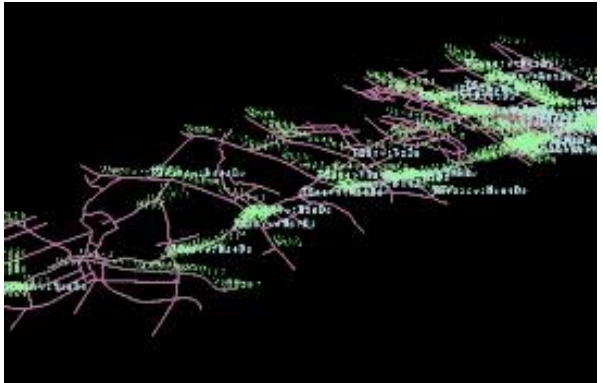
SAKURAプロジェクト

自専道の交通外乱に関する自動走行車の安全性評価プロセスを開発



マルチエージェント交通流シミュレーション

SOTIFに対応した未知で危険なシナリオ抽出



雨，霧等の天候条件，自車，他車（者）の速度条件

評価をするための典型的に生じる事象 (SOTIFへの対応も視野に入れた評価条件を定義)

JAMA安全性フレームワークの24シナリオを基本にマルチエージェントシミュレーションを踏まえ事象を定義
24シナリオ+α

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2. 評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

2024年度に実施する評価車両1台目のモデル精度検証に用いるSOTIFにも対応した自専道（24シナリオ）、一般道（3シナリオ）での評価シナリオ定義

シナリオ

自専道

自動車工業会の安全性評価フレームワークを参照し、SAKURAプロジェクトのデータベースから実際に生じているシナリオの速度域や車間距離を抽出し、モデルで検証すべき速度域、車間距離等を定義した。

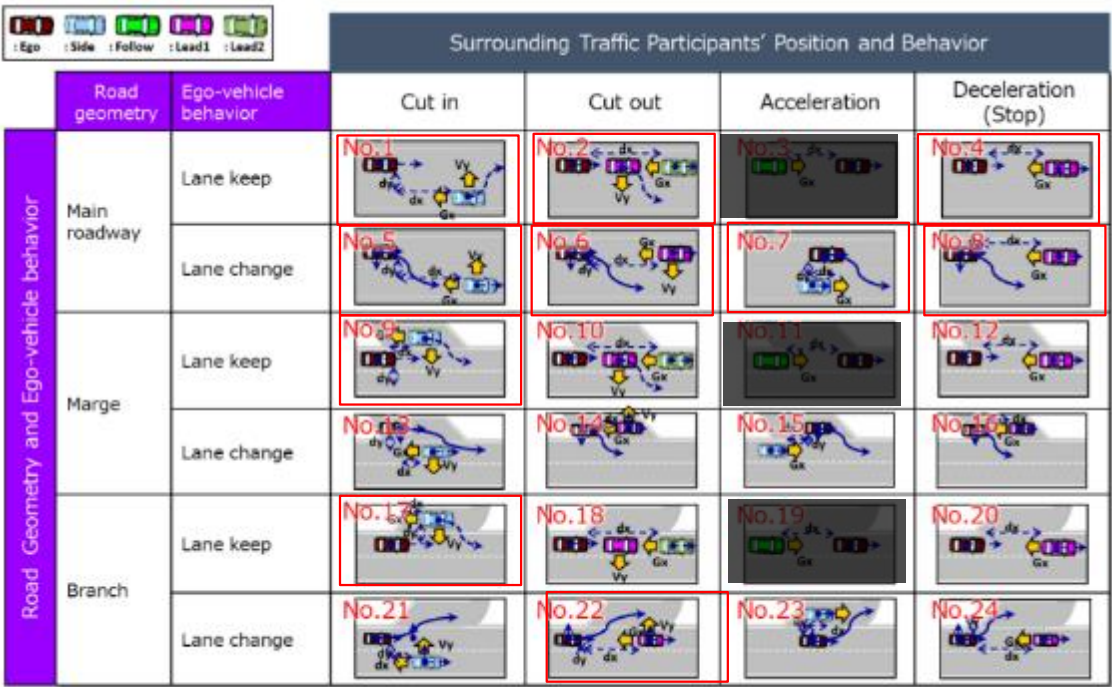


図 45. 一般車両の交通外乱シナリオ

SAKURAでは対象外 2022年度1月現在検討済

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2.
評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）

シナリオ

今後の分析方針

自専道と同類

Road sector and subject-vehicle behaviour		Surrounding traffic participants location and behaviour															
		Subject-vehicle behaviour	Going straight			Lane change / Swerving			Turning								
			Same / Crossed(from R/L) direction		On coming	Same / Crossed(from R/L) direction		On coming	Same / Crossed(from R/L) direction		On coming						
Road sector																	
non-intersection	Going straight (Lane keep)	No1		No2		No3		No4		No5		No6		No7		No8	
		No9		No10		No11		No12		No13		No14		No15		No16	
	Lane change	No17		No18		No19		No20		No21		No22		No23		No24	
		No25		No26		No27		No28		No29		No30		No31		No32	
	Merge zone	No33		No34		No35		No36		No37		No38		No39		No40	
		No41		No42		No43		No44		No45		No46		No47		No48	
	Lane change	No49		No50		No51		No52		No53		No54		No55		No56	
		No57		No58		No59		No60		No61		No62		No63		No64	
	Branch zone	No65		No66		No67		No68		No69		No70		No71		No72	
		No73		No74		No75		No76		No77		No78		No79		No80	
	Intersection	No81		No82		No83		No84		No85		No86		No87		No88	
		No89		No90		No91		No92		No93		No94		No95		No96	
Turning	No97		No98		No99		No100		No101		No102		No103		No104		
	No105		No106		No107		No108		No109		No110		No111		No112		

優先的に分析

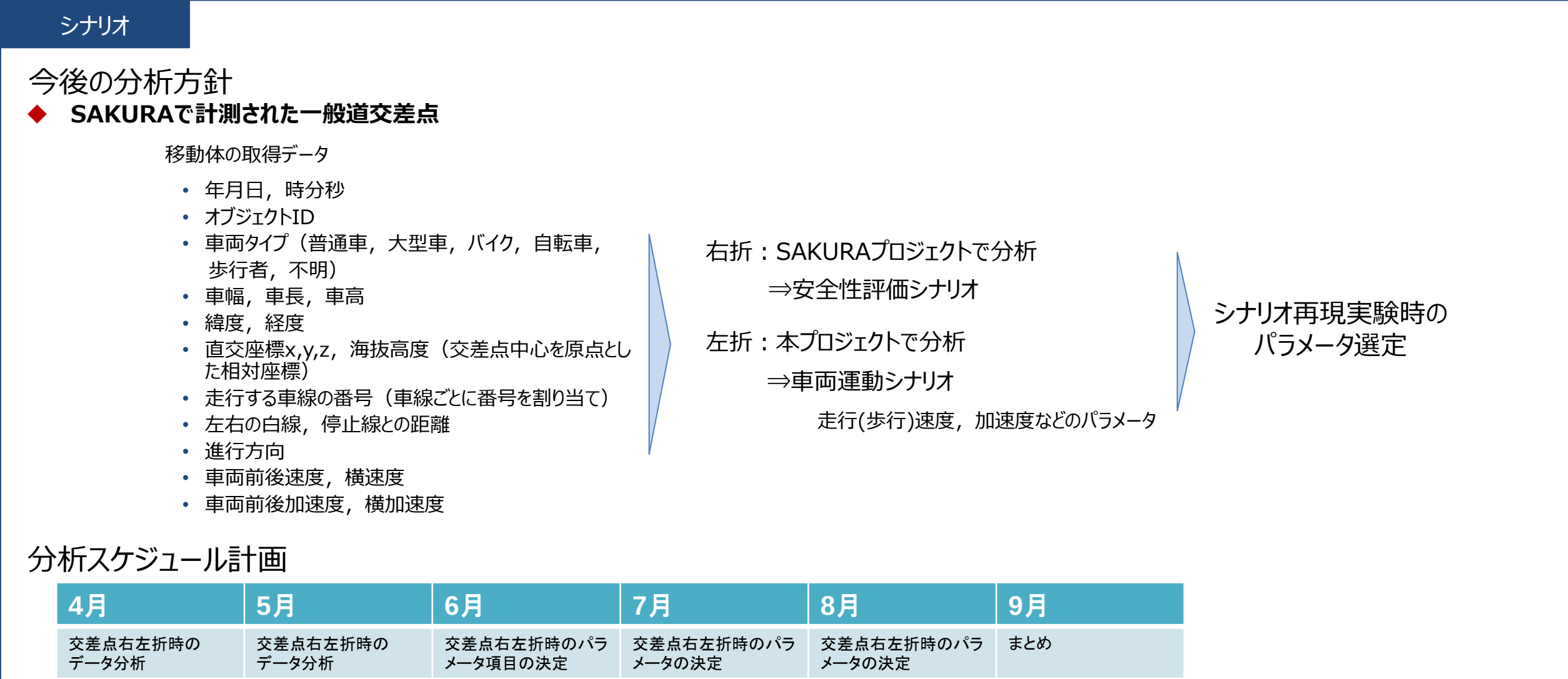
図 47. 一般車両の交通外乱シナリオ

JAMA安全性評価フレームワークVer.3.0

- ◆ 一般道交差点のシナリオを優先的に分析をおこなう。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2. 評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2.

評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）

シナリオ

SOTIF

SOTIFのスコープ

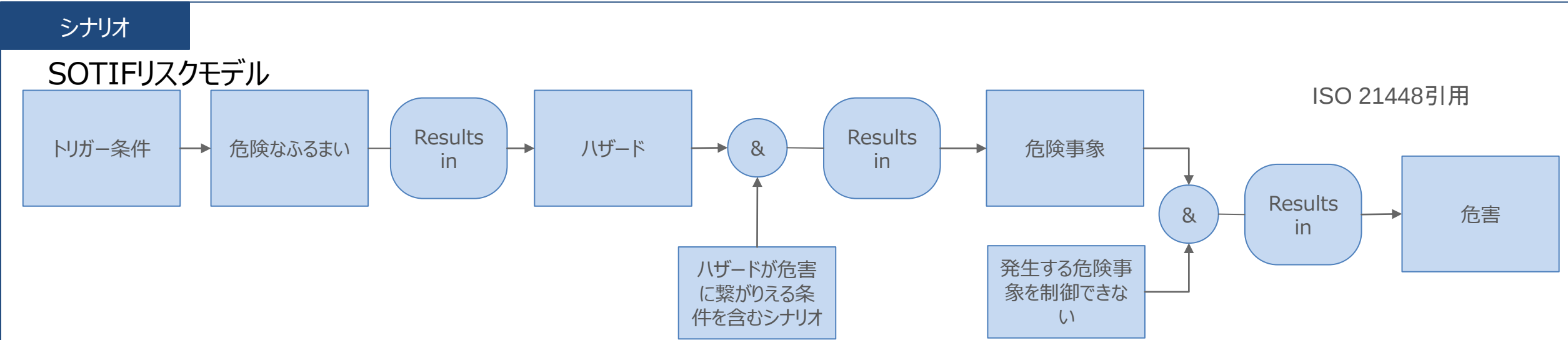
- 非故障時の安全性
- ISO26262でカバーできていない、故障時以外のハザードをカバーする安全性開発基準

ハザード要因	故障	機能の不十分性	ミスユース
ハザード要因例	ハードウェアの故障、ソフトウェアのバグ	センサ/アルゴリズム/アクチュエーターの仕様や性能の不十分性 ・天候 ・ノイズ	ドライバの誤った使用、過信
対応規格	ISO 26262	ISO 21448 (SOTIF)	

本研究では機能の不十分性の天候をターゲットにシナリオを構築する。

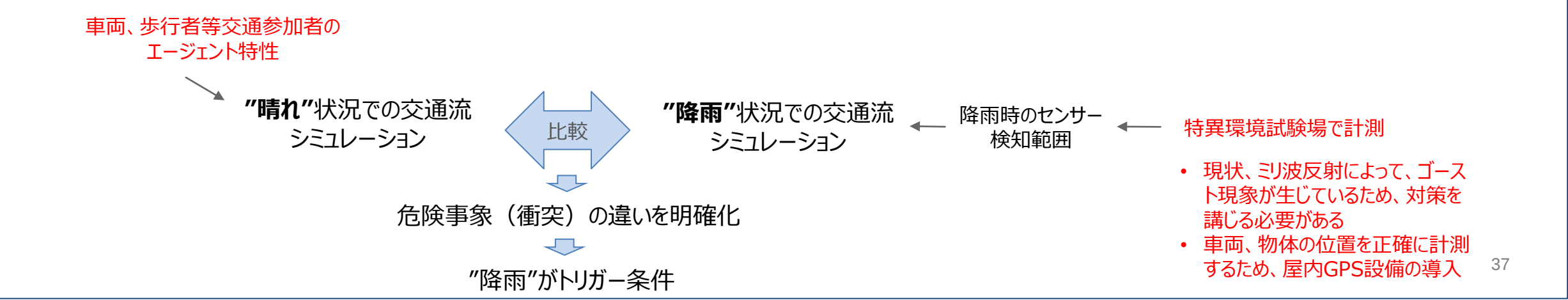
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2. 評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）



危険事象と成り得るトリガー条件の抽出することで、SOTIFに対応したシナリオを構築することを検討中。

マルチエージェント交通流シミュレーション



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2.

評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）

シナリオ

エージェント特性

マルチエージェント交通流シミュレーションにて再現すべきエージェント特性の文献調査を実施した。

四輪車

- ・ 右左折時の速度変化，走行軌跡，信号切り替わり時の通過／停止判断，右折ギャップアクセプタンスのモデル
- ・ 前方に車両が存在するときの自車の加速度のモデル
- ・ ドライバの危険感覚を表現したモデル（リスクの高い箇所から離れる）
- ・ 無信号交差点における危険予測運転モデル（交差点手前から減速する）
- ・ 電気自動車の充電を考慮した経路選択
- ・ 視覚認知のモデルと処理フロー（画像処理を利用，中心視野や周辺視野の特性を考慮）
- ・ 追突，出会い頭，右左折における判断エラーの処理フロー（対車両）

歩行者

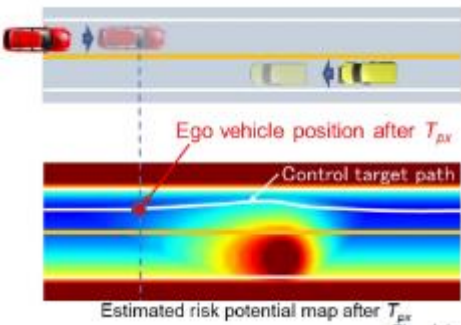
- ・ 横断歩道横断中に車両が接近した際の行動
- ・ ヒヤリハットデータから歩行者飛び出し行動
- ・ 歩きスマホ時の行動分析
- ・ 歩行者のグループ行動

自転車・二輪車

- ・ 二輪車のポテンシャルモデルの構築，モデルパラメータの推定
- ・ 信号交差点の横断歩道における自転車の速度分布，青現示から発進までの時間
- ・ 単路部における自転車速度と存在密度の関係
- ・ 自転車モデルの視野角，認知距離，回避開始距離
- ・ 自転車同士のすれ違い速度，間隔

今後の方針

マルチエージェント交通流シミュレーションに各種エージェント特性を入れ、シミュレーションができる環境を構築する。
降雨の状況を再現し、晴れの状況と比較することで、SOTIFの概念を取り入れたシナリオを生成する。



北沢ら：リスクポテンシャルを用いたすれ違い場面における自動運転車両の操舵および速度制御目標生成，日本機械学会論文集，Vol.85，No.880，2019.

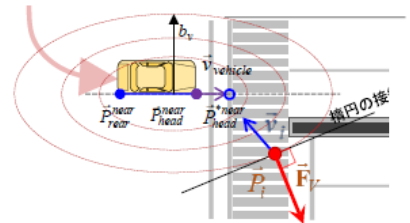


図 5.14 交錯車両より受ける斥力

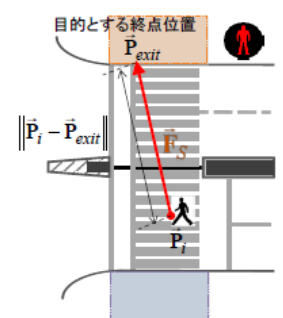


図 5.15 信号現示による引力

新道路技術会議：道路政策の質の向上に資する技術研究開発成果報告レポート No.24-6,H27

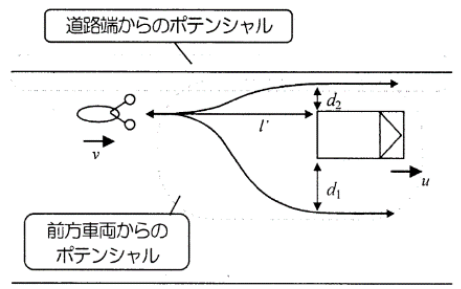


図-7 前方走行車両への追従挙動

稲垣ら：原動機付き自転車の走行挙動を表現するポテンシャルモデルの概念構築，土木計画研究・論文集，Vol.22，No.4，2005.

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

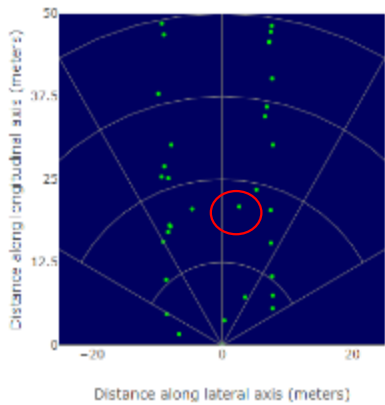
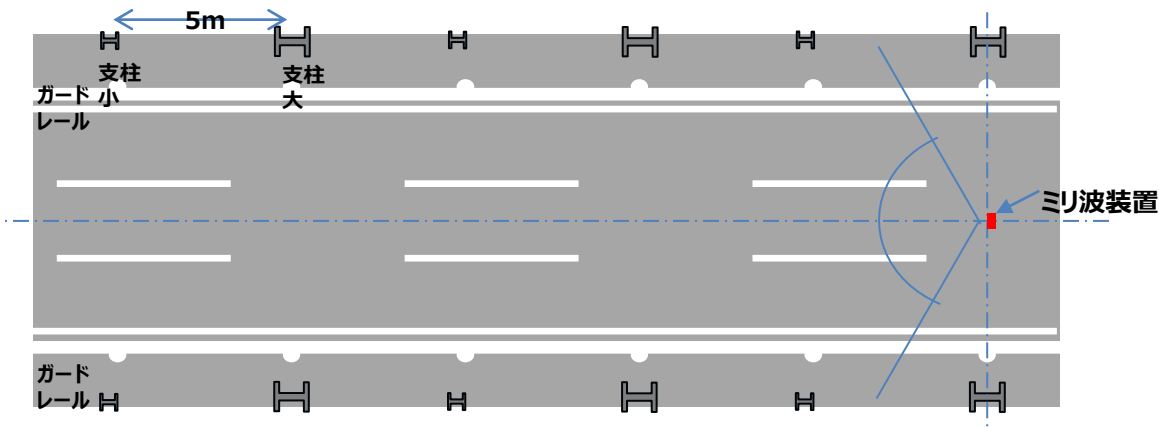
研究開発項目2.

評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）

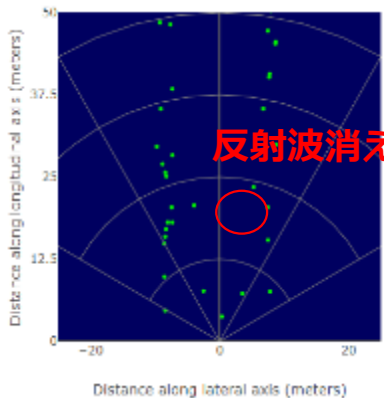
シナリオ

特異環境試験場ミリ波対策の検討

特異環境試験場は棟内の柱等によってミリ波が反射し、本来無い場所にミリ波の反射が見られるゴースト現象が発生してしまう。ゴーストに反応して車両が停止したのか、否かの判断ができなくなるため、ゴースト現象に対する対策が必要となる。



(a)電波吸収体なし



(b)梁交差部に電波吸収体

表示閾値10dB以上（周辺ノイズのと差が10dB以上）

今後の方針

天井の梁部分に反射が生じること、電波吸収体を設置することでミリ波の反射を抑制できることがわかった。
天井の梁部分に電波吸収体を設置するための業者選定をおこなう。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目2.

評価をするための典型的に生じる事象の定義（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

2024年度に実施する評価車両1台目のモデル精度検証に用いるSOTIFにも対応した自専道（24シナリオ）、一般道（3シナリオ）での評価シナリオ定義。

まとめ

自専道シナリオ、一般道シナリオ

- SAKURAデータベースから自専道24シナリオのパラメータ確認を全てのシナリオに対し実施した。

SOTIF

- マルチエージェント交通流に用いるエージェント特性の文献調査を実施した。
- 天候影響によるセンサー性能を調査するために特異環境試験場のミリ波反射対策の検討を実施した。

今後の分析方針

自専道シナリオ、一般道シナリオ

- ◆ 自動車工業会の安全性評価フレームワークver.3を参照し、一般道交差点シナリオについて優先的に分析をおこないパラメータを決定する。

SOTIF

- ◆ マルチエージェント交通流シミュレーションに各種エージェント特性を入れ、シミュレーションができる環境を構築する。
- ◆ 降雨の状況を再現し、晴れの状況と比較することで、SOTIFの概念を取り入れたシナリオを生成する。
- ◆ 天井の梁にミリ波の反射を抑制する電波吸収体を設置する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（参考）JAMA安全性評価フレームワーク ver.3

- 【狙い】
- ①自動運転を開発する自工会各社が、開発プロセスの企画・設計・評価の各段階で安全性を評価・検証する際の、共通基盤としてこのガイドラインを活用することにより、安全性・開発効率の向上を可能とする。
 - ②国際基準・標準の策定に向けた技術的な共通理解を得る
 - ③海外のプロジェクトと連携推進する際の自工会の考え方を明確にする

自専道を対象に道路形状、自車動作、周囲の車両位置と動作の組合せとしてシナリオを構造化。

		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	Lane keep	No.1 	No.2 	No.3 	No.4
		Lane change	No.5 	No.6 	No.7 	No.8
	Merge	Lane keep	No.9 	No.10 	No.11 	No.12
		Lane change	No.13 	No.14 	No.15 	No.16
	Branch	Lane keep	No.17 	No.18 	No.19 	No.20
		Lane change	No.21 	No.22 	No.23 	No.24

図 48. 自動車専用道における一般車両の交通外乱シナリオ

Ego : Other:	Main road 2 lanes			Main road 3 lanes		
	Forward	Parallel running	Rear	Forward	Parallel running	Rear
No.5 LC in the opposite direction			No trajectory intersects, it doesn't affect any safety			
No.6 LC in the same direction			No trajectory intersects, it doesn't affect any safety		No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety
No.7 Accelerations	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety		No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety
No.8 Deceleration		No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety	No trajectory intersects, it doesn't affect any safety

図 49. 周囲の車両位置と自車の障害となる可能性のある運動の組み合わせたシナリオ例

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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

車両モデル

車両挙動はタイヤと路面の力によるため、タイヤに作用する力を精度90%でモデル化することができれば、車両挙動を90%精度で表現できる。



タイヤモデル (誤差5%以内)

既存の文献ではモデルと実験の誤差10%

前後運動 (誤差1%以内)

駆動：

モータートルク×タイヤ回転数

制動：

ブレーキトルク×タイヤ回転数, 回生ブレーキトルク



左右運動 (誤差1%以内)

ステアリングトルク×タイヤ角



上下運動 (誤差1%以内)

サスペンション変位－荷重 (動的制御含む)



センサー反応時間 (誤差2msec以内)

センサーが検知し、制動の指示を出す間の時間

NEDOテーマにおいて各部品のモデル化手法を開発

NEDOテーマ終了後、事業として新型品のモデルを継続的に構築

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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（これまでの取り組み、今後の見通し）

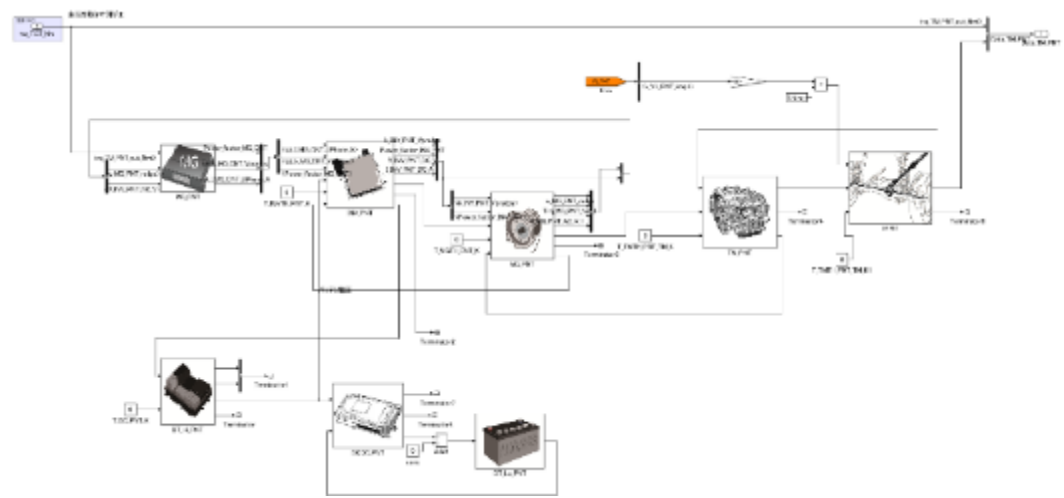
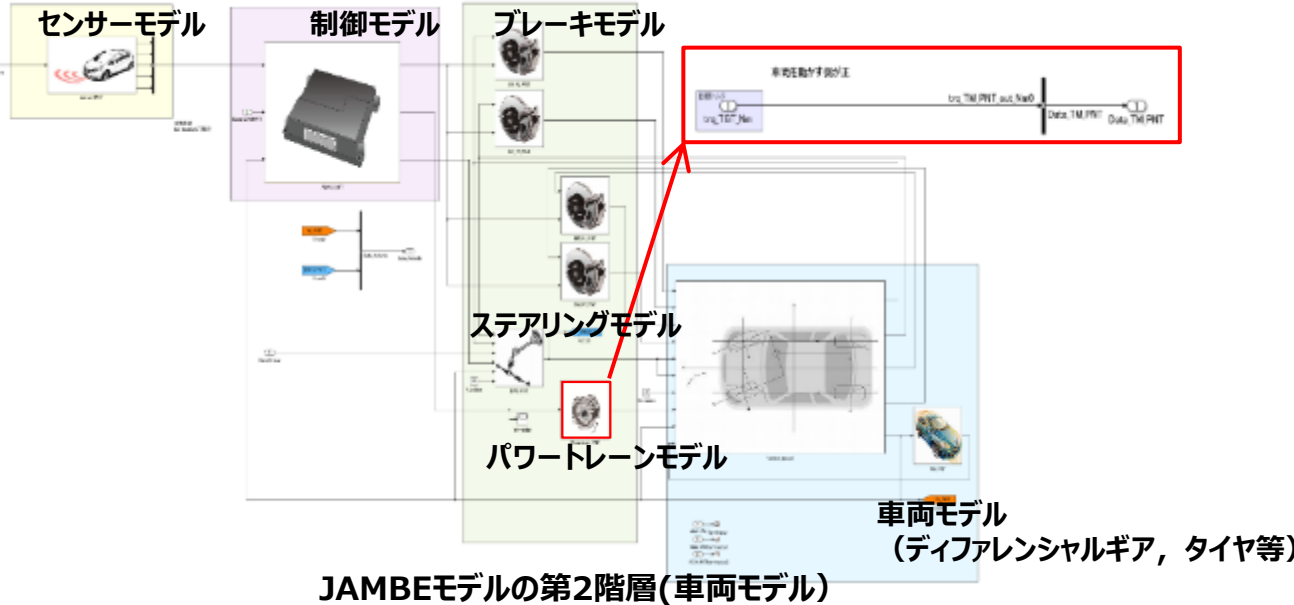
直近のマイルストーン

評価車両1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

- ◆ まず、前後運動を精度1%以内で達成するためのシミュレーションモデル開発の一環として、モデルの全体構成を検討している。そのモデルのベースとして、JAMBEにて公開されている「自動運転モデルにおけるモデル結合ガイドライン」¹⁾準拠モデル（JAMBEモデル）を選定し、同モデルのI/Oおよびモデル構成の調査および変更箇所の検討を実施した。
- ◆ JAMBEモデルは、運転シナリオ（高速道路でのカットインなど）に応じたADAS、EPS制御の機能（衝突可否）を検証する用途で開発されており、ブレーキ、パワートレインモデルは簡略化されている。
- ◆ JAMBEで公開されている「自動車開発におけるプラントモデルI/Fガイドライン」に則り、パワートレインモデル内にモータ制御器、インバータ、モータ、トランスミッション、ディファレンシャルギア、高圧・低圧バッテリー、DCDCコンバータモデルを追加したモデルを作成した。

1) <https://www.jambe.jp/system/download>



今後の方針 車両モデルをCarsim、CarMakerへ変更した場合での動作確認を実施し、各部品モデルがMATLABで置き換えることが可能かを確認する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.1.

タイヤ特性モデル化研究

タイヤ特性モデル化研究

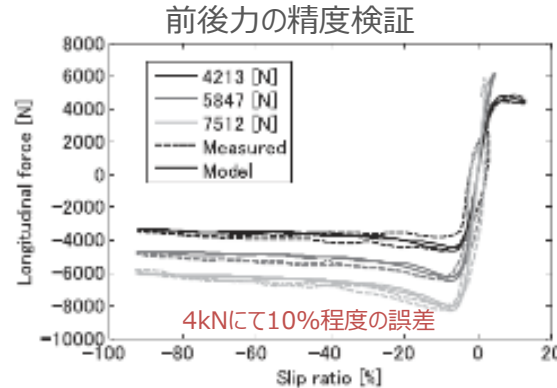
電動車の車両挙動を再現するためには、前後力 F_x 、タイヤ横力 F_y 、垂直荷重 F_z 、SAT M_z 等をタイヤモデルで再現する必要がある。タイヤモデルの各種係数は実験データを元に同定し、必要に応じて改良する。また、タイヤ特性予測手法を開発することで車両開発段階における実タイヤでの測定を低減させる。

標準タイヤのモデル化

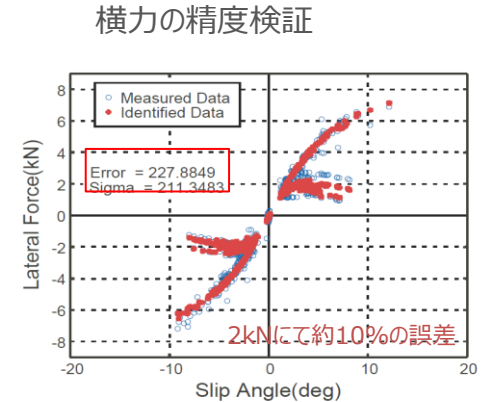
- タイヤ試験機あるいは実車によるタイヤ特性の測定・同定
- タイヤモデルの選定・精度検証
- タイヤモデルの改良（温度・路面状態）
 - ・評価車両：4台分（前輪駆動・後輪駆動・四輪駆動・商用車）



タイヤ試験機 ホイール六分力計



樋口明, 車両運動解析のためのタイヤモデル, 自技会論文集 Vol45, No.1 (2014)



水野雅彦, 車両運動解析用タイヤモデルに関する研究, 名古屋大学学位論文 (2010)

既存の文献では、モデルと実験の誤差は10%程度
温度依存性・路面状態・応答性などを考慮して5%以内を目指す

タイヤ特性予測手法の開発

- タイヤ特性の関数化・マップ化・データベース化
- タイヤ特性把握・タイヤ特性に影響する要因解析
- タイヤ諸元値からタイヤ特性を予測近似する手法を確立
 - ・新車標準タイヤ：1種類/台
 - ・市販タイヤ：低燃費タイヤ 9種類/台（転がり抵抗性能：AAA~A）⇒タイヤ10種類×3台（3~4サイズ）⇒ 30種類以上をDB化

【新車標準タイヤ例】

駆動	車両	メーカー・銘柄	タイヤサイズ
FF	UC300e ver.C	ダンロップ エナセーブ EC300+	215/60R17 96H
FR	HONDA e	ヨコハマ BluEarth AE50	185/60R16 86H 205/55R16 91V
4WD	ARIYA B6 E-40RTH	ブリヂストン ALENZA 001	235/55R19 101V



重回帰分析, 機械学習機能で近似予測式を構築
⇒タイヤモデル開発の効率化

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.1.

タイヤ特性モデル化研究（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

評価車両1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

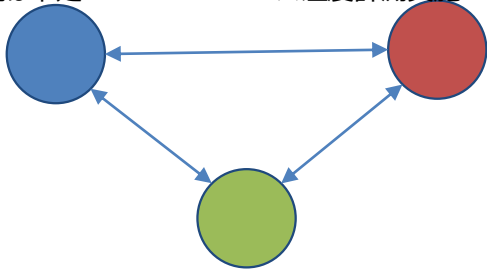
- ◆ 各種タイヤモデルを調査し、精度向上のための対策を検討した。
- ◆ タイヤ特性試験の試験内容・項目・条件・手順等について調査・検討した。
- ◆ タイヤモデルに関する各種情報（タイヤ特性，パラメータ同定手法など）の収集を継続した。
- ◆ JARIタイヤ試験機でのデータの妥当性確認、および外部試験機関との同等性を確認するため、外注試験および市販タイヤモデル購入をおこなった。

JARI試験

タイヤ試験機：インナードラム式
※温度計測実施
※試験実施時期は未定

外注先試験

タイヤ試験機：フラットベルト式
※タイヤ負荷能力の約70%まで
※温度計測実施



市販タイヤモデル

Siemens or Michelin
(標準タイヤと同名銘柄・サイズ)
※モデルの各種係数は公開不可

今後の方針

- ◆ 市販タイヤモデル，外注タイヤモデルおよび外注測定データを比較し、同定精度や同等性を引き続き確認する。
- ◆ タイヤ特性予測手法検討用の基礎データ取得のために、市販タイヤのタイヤ特性試験の準備（タイヤ選定や外注手続きなど）を行う。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.2.

前後運動モデル化研究

前後運動モデル化研究

電動車の前後運動を再現するためには、駆動側ではモータによるトルク、減速側では協調ブレーキトルク（回生ブレーキと油圧ブレーキの合算）の正確なモデルが必要となる。回生ブレーキトルクはバッテリー残量などに依存するため、バッテリー電力の収支の計算が必要になる。そのため、基本的に電費算出用のモデルをベースとしながら、ADASが働いている変化の激しい過渡特性の再現を行いながら、誤差1%以内の精度を満たす必要がある。

通常の前後運動（電費算出）モデル

数%の誤差

- コンポーネントをマップ形式もしくは理論式で再現
- 計算ステップでの変化が少なく、時間の長いシミュレーションが得意



ADAS評価に対応

今回開発する前後運動（電費算出）モデル

1%以内の誤差

- 影響の大きいコンポーネントのマップの高精度化
- 過渡応答の再現
- ADAS介入時の車両制御の再現

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

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

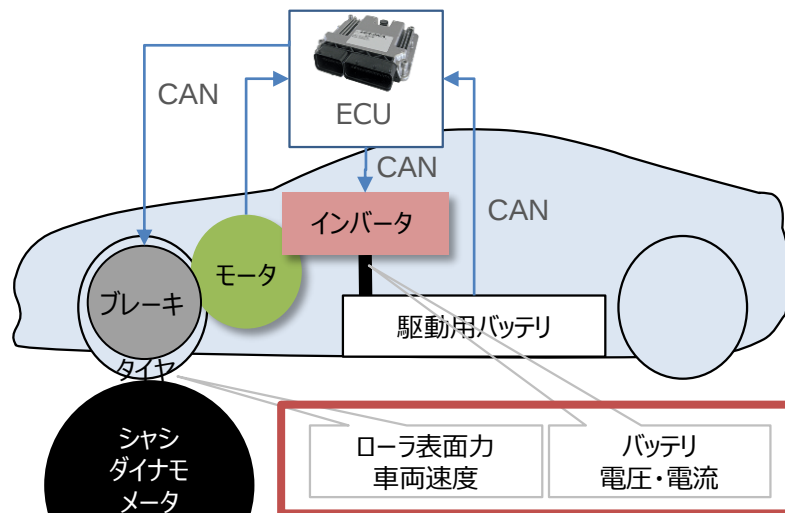
研究開発項目3.2.

前後運動モデル化研究

前後運動モデル化研究

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



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）

モ一夕特性評価：NT特性（電圧毎）



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

研究開発項目3.2. 前後運動モデル化研究（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

評価車両1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
・前後運動モデル：1%以内

◆ コンポーネントの特性評価に必要な計測項目について検討すると共にCAN解析の実施や単体評価用の治具作成準備を行った。

計測項目	データの必要性	試験場所	ECU	項目	データの必要性	試験場所	ECU
車速	①	ハブダイナモ	EV	ABSランプ	③	ハブダイナモ	ABS・VSC・TRC
アクセル開度	①	ハブダイナモ		ストップスイッチ	②	ハブダイナモ	
トランスアクスル湯温	③	ハブダイナモ		シフトレバー位置	③	ハブダイナモ	
モータ回転数	①	ハブダイナモ		ストロークセンサ1	①	ハブダイナモ	
目標モ-タトルク	③	ハブダイナモ		ストロークセンサ1補正電圧	①	ハブダイナモ	
モータ回生ブレーキ要求トルク	①	ハブダイナモ		ストロークセンサ2	①	ハブダイナモ	
モータ回生ブレーキ実行トルク	③	ハブダイナモ		ストロークセンサ2補正電圧	①	ハブダイナモ	
モータ温度	③	ハブダイナモ		Gセンサ(GL1)	③	実路	
モータ用インバータ温度	③	ハブダイナモ		Gセンサ補正值	③	実路	
モータキャリア周波数	③	ハブダイナモ		Gセンサ(GL2)	③	実路	
インバータ冷却水温	③	ハブダイナモ		Gセンサ0点補正值	③	実路	
HV/EVバッテリー電圧	③	ハブダイナモ		前後G	③	実路	
HV/EVバッテリー電流	③	ハブダイナモ		車両スピード	①	ハブダイナモ	
ストロークセンサ1	③	ハブダイナモ		PBA制御	①	ハブダイナモ	
ストロークセンサ1補正電圧	③	ハブダイナモ		アクセル開度率	①	ハブダイナモ	
ストロークセンサ2	③	ハブダイナモ	ABS/VSC/TRC	回生協調	①	ハブダイナモ	
ストロークセンサ2補正電圧	③	ハブダイナモ		回生要求トルク(Fr)	①	ハブダイナモ	
				回生実行トルク(Fr)	①	ハブダイナモ	
				反力圧	③	ハブダイナモ	
				サーボ圧	③	ハブダイナモ	
				アキュムレータ圧	③	ハブダイナモ	
				反力圧センサ温度	③	ハブダイナモ	
				サーボ圧センサ温度	③	ハブダイナモ	
				アキュムレータ圧センサ温度	③	ハブダイナモ	
				MTT(ABS)	③	ハブダイナモ	
				外気温	②	ハブダイナモ	

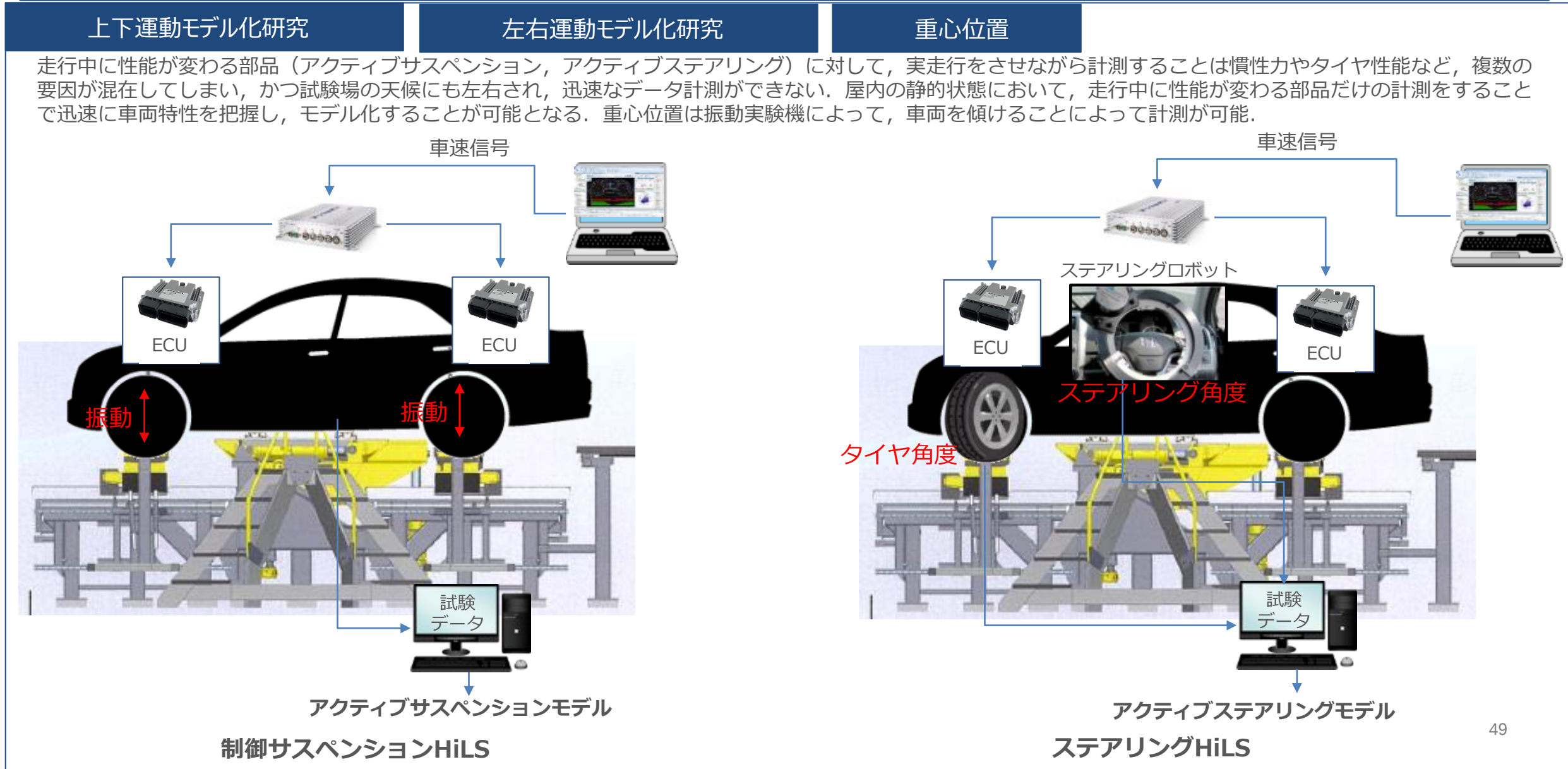
モータ関連計測項目

ブレーキ関連計測項目

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.3. 3.4.

左右、上下運動モデル化研究



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.3. 3.4.

左右、上下運動モデル化研究（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

評価車両1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

- ・左右運動モデル：1%以内
- ・上下運動モデル：1%以内

- ◆ 制御サスペンションHiLSの公募を開始
- ◆ 2023年12月導入希望に対し、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月導入予定となる。
- ◆ モデル化を実施する評価車両1台目の車両性能を考慮し、モデル化手法を変更

ステアリング特性



回転トルク、回転角



— 回転角

当初計画（静・動）

ステアリングロボットにて、ステアリングの回転トルク、回転角を計測し、動的動作も含め、振動実験機が保有しているホイールモーションセンサーでタイヤ回転角を計測

代替え案（静）

原始的手法での計測（静的のみ）



- ・ トルクメーター
- ・ ポテンシオメーター
- ・ 角度計、3D位置計測器

サスペンション特性



荷重-変位

当初計画（静・動）

動的動作も含め、振動実験機で計測

代替え案（静）

外注での静的特性収集
（外注先の振動実験機で計測）
（静的のみ）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.3. 3.4.

左右、上下運動モデル化研究（これまでの取り組み、今後の見通し）

目指すべき姿

- ◆ 電動・自動運転車は様々な機能が搭載されつつあり、自動操舵、アクティブサスペンションの機能も例外ではない。
- ◆ 事業化時期（2029年）を見据えると、車両には上記システムが搭載されていることを想定しておく必要がある。
- ◆ 上記システムを計測からモデル化する手法を確立しておかなければ、事業化に繋げることができない。

自動操舵（緊急回避）



<https://www.mlit.go.jp/common/001240112.pdf>

アクティブサスペンション



写真4 レーンチェンジの様子

https://www.kyb.co.jp/technical_report/data/no63j/02_technology_explanation.pdf



写真14/19 「プレディクティブ・アクティブサスペンション」を搭載した試作車でコーナリングしている様子。

<https://www.webcg.net/articles/gallery/42121#image-14>

車両運動に影響を与える要素

自動操舵、アクティブサスペンションのシステムを計測、モデル化する技術を確認しておかなければならない

振動実験機は必須であるため、継続して導入を進める

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

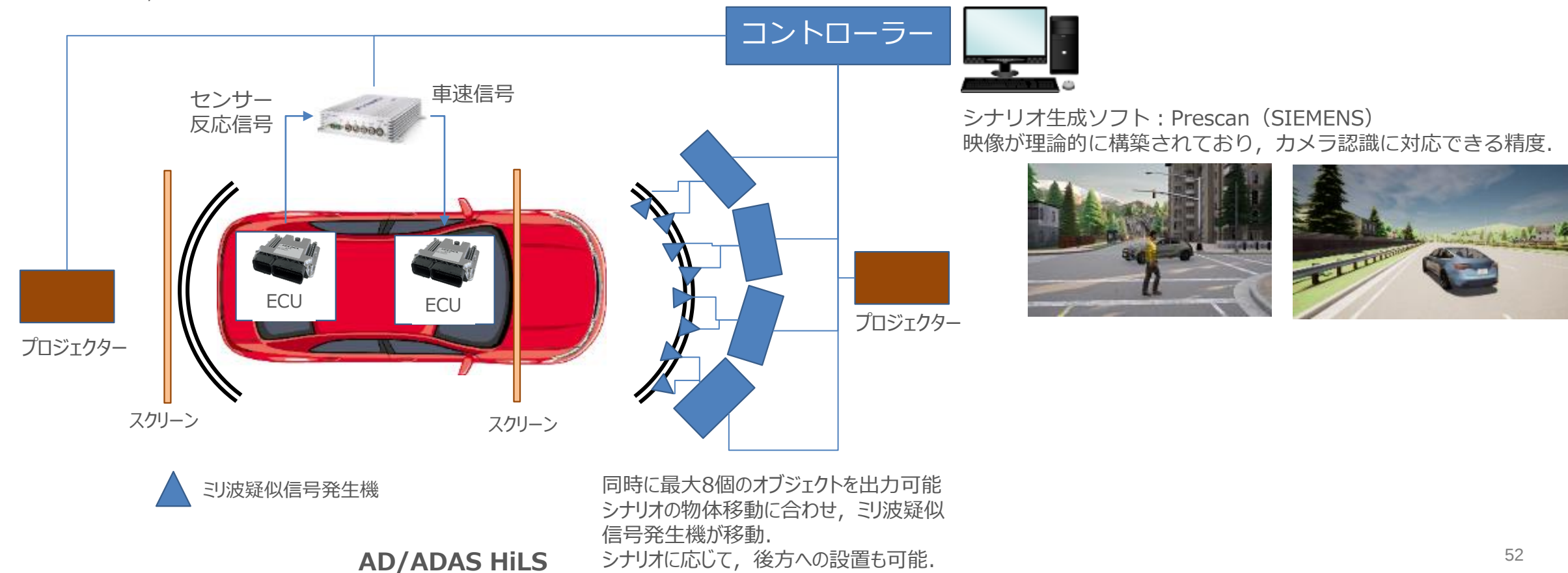
研究開発項目3.5.

センサー反応時間モデル化研究

センサー反応時間

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。



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目3.5.

センサー反応時間モデル化研究（これまでの取り組み、今後の見通し）

直近のマイルストーン

評価車両1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

・センサー反応時間モデル：±2msec以内

センサー反応をモデル化できるように仕様を決定し、設備導入の手続きをおこなった。

今後の方針

機器納品後、前輪駆動の対象車を用い、センサー反応時間を計測し、モデル化をおこなう。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

研究開発項目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

直近のマイルストーン

評価車両1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

まとめ

- ・ 車両モデル：JAMBEにて公開されている「自動運転モデルにおけるモデル結合ガイドライン」準拠モデルを用い、同モデルのI/Oおよびモデル構成の調査および目標精度を実現するための変更箇所の検討を実施した。
- ・ タイヤモデル：各種タイヤモデルを調査し、精度向上のための対策を検討した。
- ・ 前後運動モデル：コンポーネントの特性評価に必要な計測項目について検討すると共にCAN解析の実施や単体評価用の治具作成を行った。
- ・ 左右運動モデル：ステアリングHiLSの仕様を決定した。
- ・ 上下運動モデル：制御サスペンションHiLSの仕様を決定した。納品までは代替え案による計測方法へ変更。
- ・ センサー反応モデル：AD/ADS HiLSの仕様の決定した。

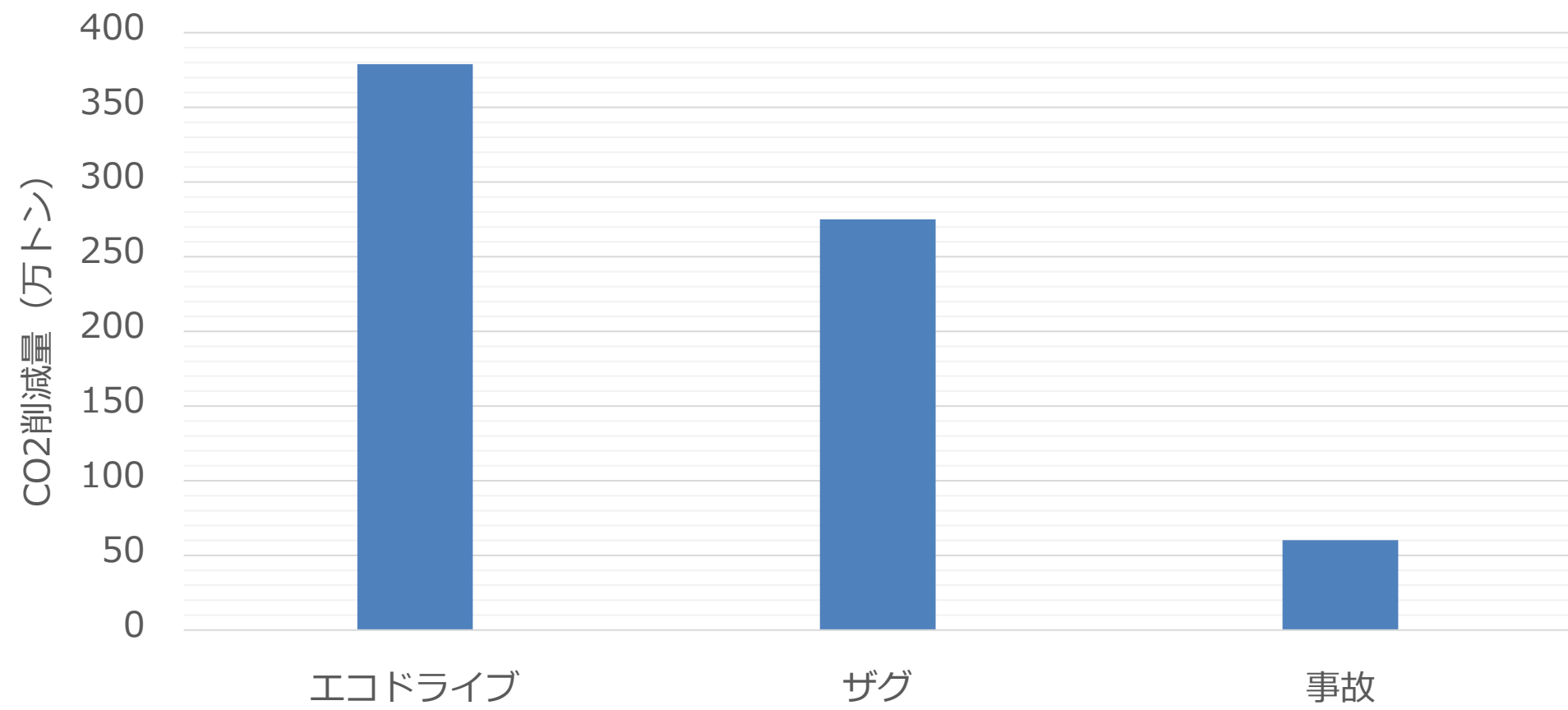
今後の分析方針

- ◆ 車両モデル：車両モデルをCarsim、CarMakerへ変更した場合での動作確認を実施し、各部品モデルがMATLABで置き換えることが可能かを確認する。
- ◆ タイヤモデル：JARIにおいて、タイヤ試験機で標準タイヤのタイヤ特性試験をおこなう。外部試験機関（外注）に同一タイヤの計測を依頼し、データを収集する。測定データの同等性を確認するとともに、収集したデータから標準タイヤに対するモデルを構築する。
- ◆ 前後運動モデル：車両やコンポーネントでの特性評価を実施し、CANや実測を用いて各データを収集する。そのデータを前後運動モデルに入力し、動作検証を行う。
- ◆ 左右運動モデル：代替え案による静的特性を収集し、モデル化を実施する。
- ◆ 上下運動モデル：代替え案による静的特性を収集し、モデル化を実施する。
- ◆ センサー反応モデル：2023年度1月から試験を実施し、センサー反応のモデル化を実施する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（参考）CO₂削減効果の試算

エコドライブ，ザグ部・トンネル，事故に起因する渋滞の緩和によって2037年に合計714万トンのCO₂削減



2037年におけるCO₂削減量の内訳（P9に対応）

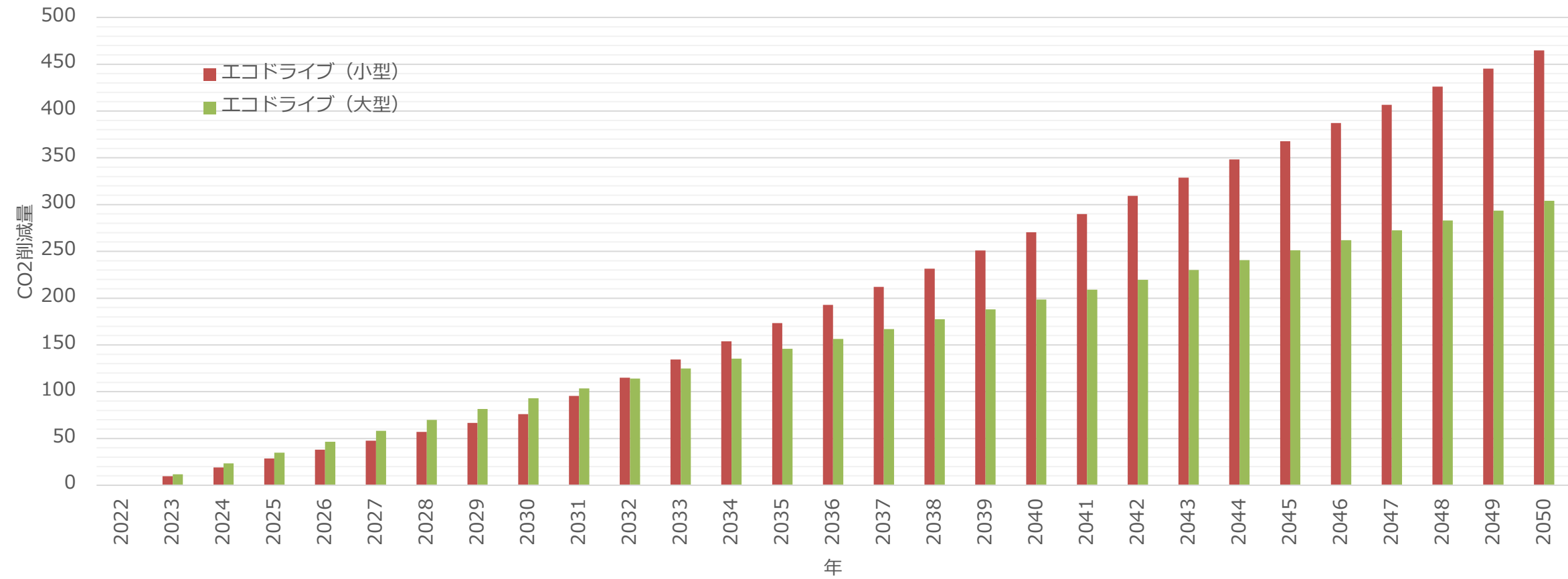
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（参考）CO₂削減効果の試算

高度なエコドライブ

2030年には高度なエコドライブで169.0万トン、2050年には768.9万トンのCO₂削減となる。
（グリーンイノベーション基金事業 「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」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画 参照）

2022年時点をベースとし、CO₂の削減量を2022年から2030年、2030年から2050年を直線近似で仮定をして削減効果を試算した。



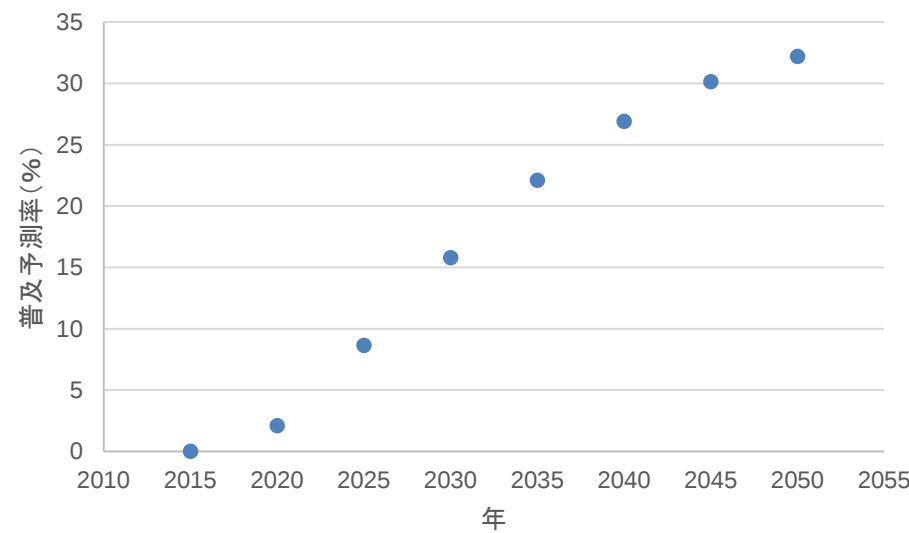
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（参考）CO₂削減効果の試算

ザグ部・トンネルにおける渋滞の解消

ザグ部・トンネルにおける渋滞が解消されると約418万トンCO₂削減となる。
（グリーンイノベーション基金事業 「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」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画 参照）

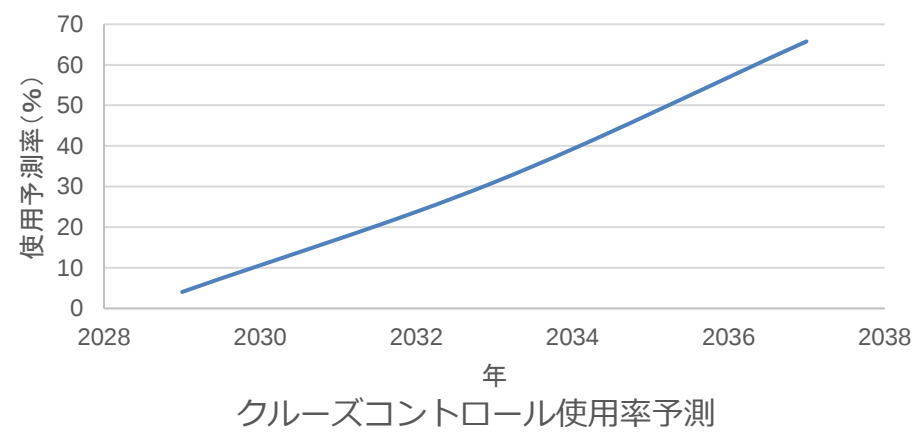
クルーズコントロール機能が搭載された車両が10%ほど存在すれば、渋滞が緩和されるとの報告*があり、2030年には国内において、普及率が15%を超えるため、渋滞が緩和されることになる。しかしながら、クルーズコントロール機能が搭載されている車両でも、機能を使用しない方が多く、信用度、機能のばらつきが原因と考えられている。そのため、クルーズコントロールの使用率を仮定し、CO₂削減率を試算した。



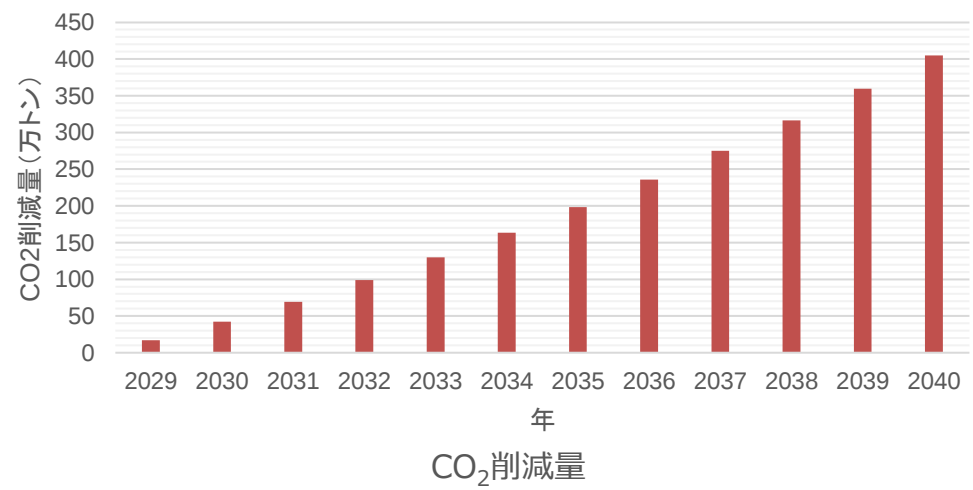
クルーズコントロール，レーンキープ機能以上の普及率予測

2020年度「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）／自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」

* https://jidoun-ten-lab.com/u_3432
<https://www.wired.com/story/one-autonomous-car-prevent-traffic-jams/>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X18304443>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X18307113>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X14001119>



クルーズコントロール使用率予測



CO₂削減量

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （参考）CO₂削減効果の試算

事故に起因する渋滞の解消

事故に起因する渋滞が解消されると約133万トンのCO₂削減となる。
（グリーンイノベーション基金事業 「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」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画 参照）

一方、自動運転車による事故の低減効果はシステムの普及率を考慮し、試算されている。事故がゼロとなった場合にCO₂が133万トン削減できるとの仮定で、各年ごとの事故の削減量を乗じ、事故渋滞によるCO₂削減量を試算した。

自動運転車による事故低減推定

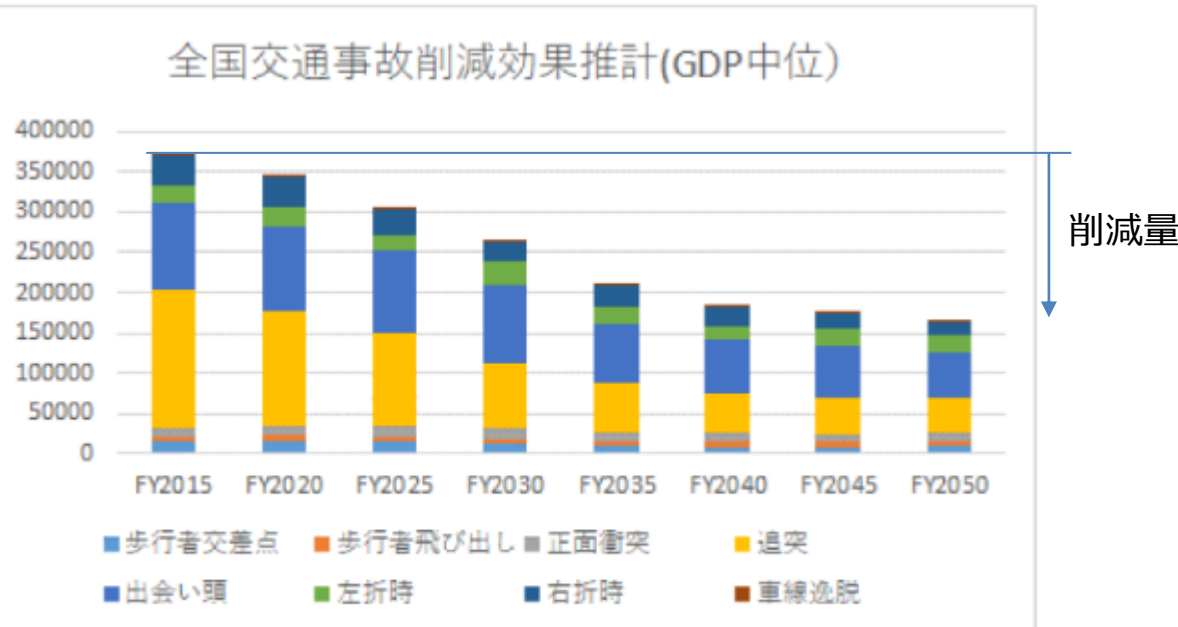
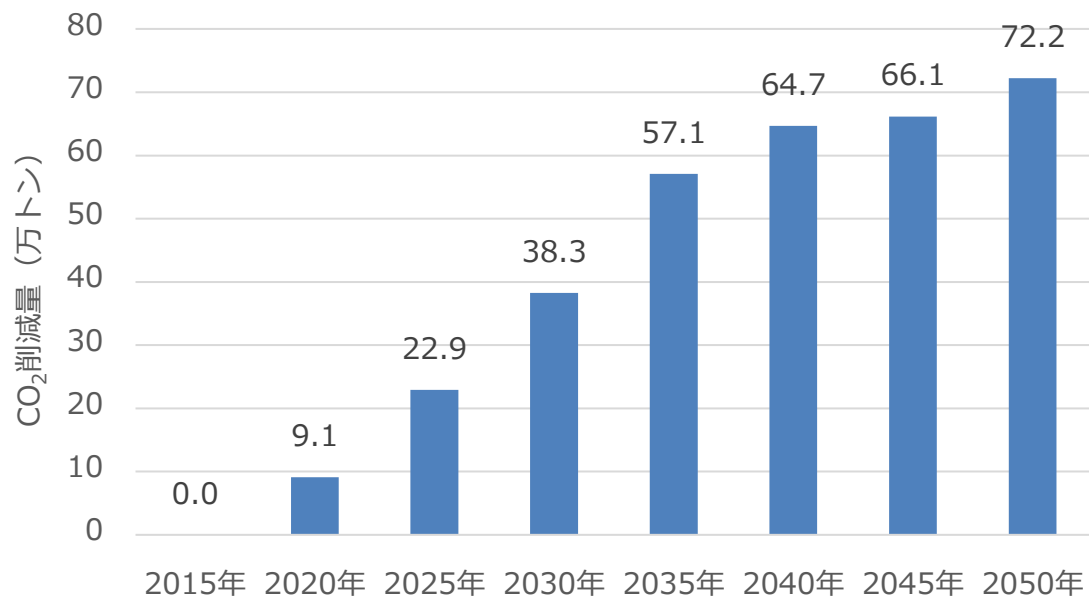


図 5.4-8 全国規模での交通事故発生件数

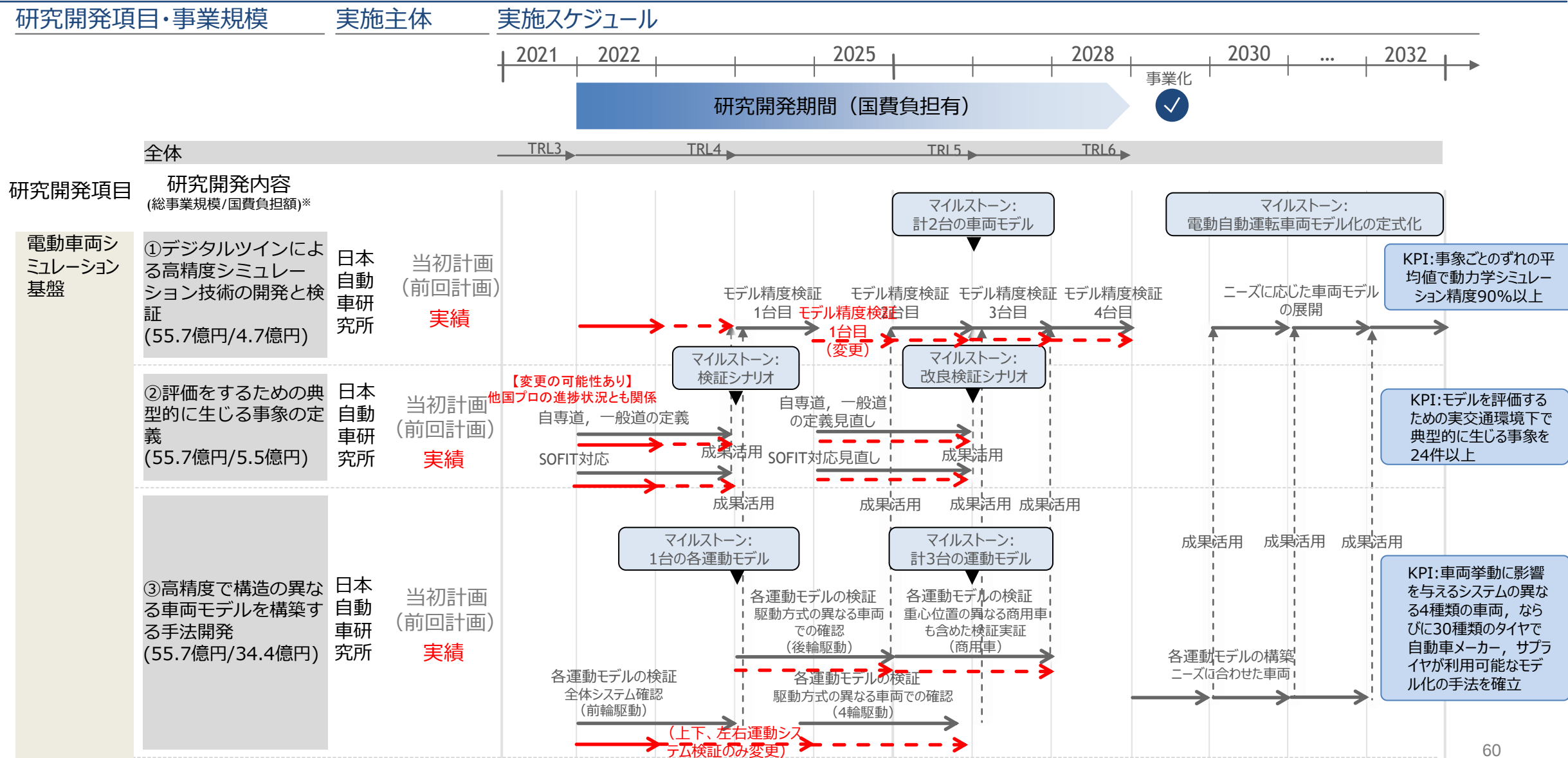
2020年度「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）／自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」

事故渋滞解消によるCO₂削減量



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

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

研究開発項目3.
電動車両シミュレーション基盤



日本自動車研究所

- 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、
 - ②評価をするための典型的に生じる事象の定義、
 - 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を担当
- (55.7億円/44.6億円)

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目3 は日本自動車研究所，単独でおこなう

研究開発における連携方法（共同提案者間の連携）

- 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（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
- 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

共同提案者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- タイヤ試験のうち，定式化されたものは外注で対応
- デジタルツインの動向調査など情報収集は外注で対応



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、逆光状態での試験設備を有している。 - 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

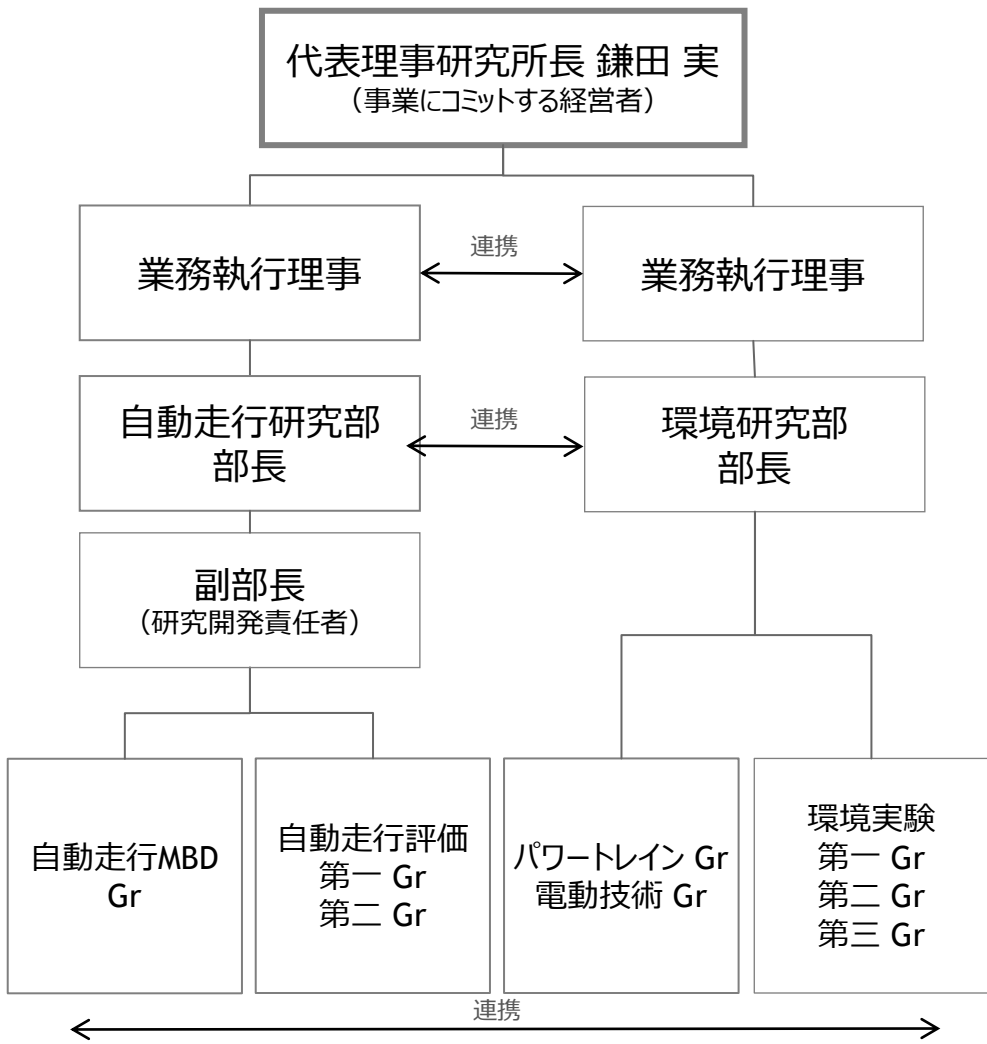
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

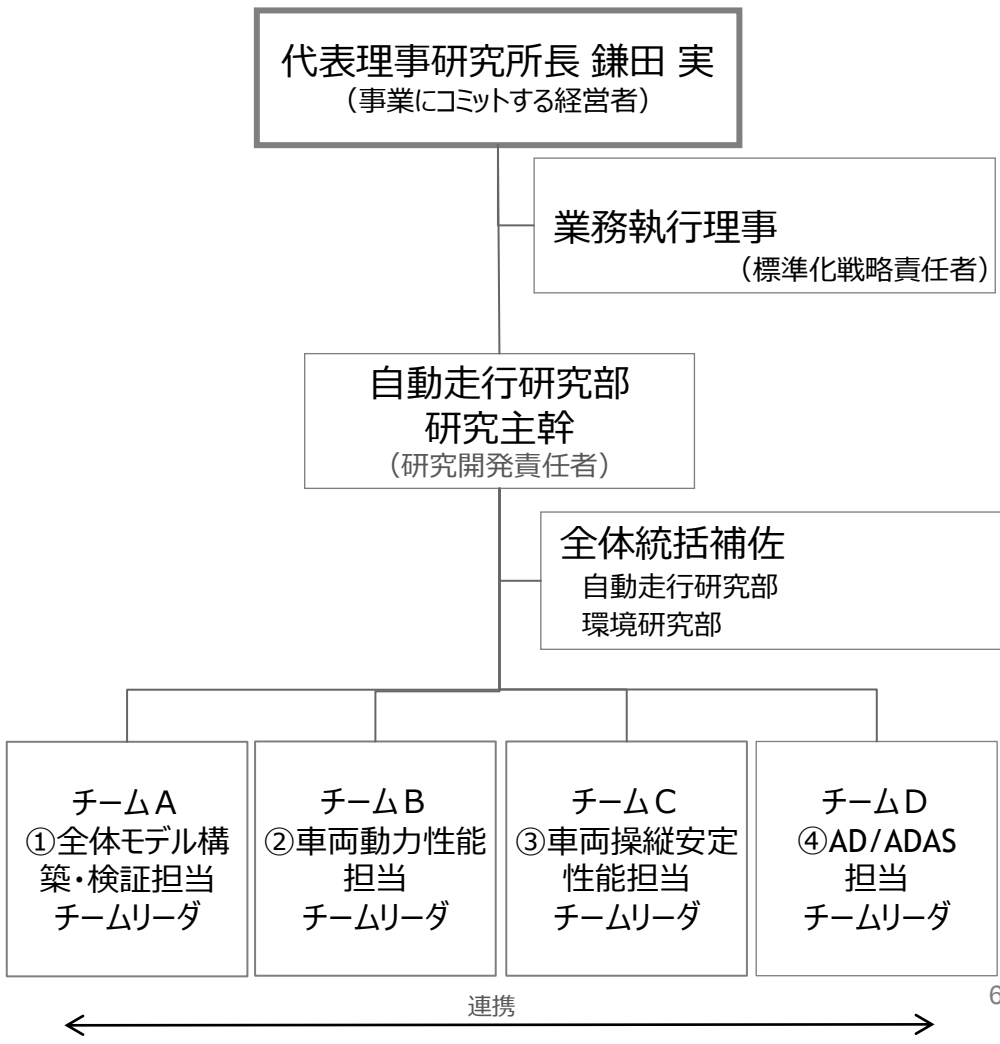
経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

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（組織体制）



組織内体制図（事業推進体制）



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

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
 - 自動走行研究部 副部長：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
 - チームB：車両動力性能を担当
 - チームC：車両操縦安定性能を担当
 - チームD：AD/ADAS（評価事象、制御系含む）を担当

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、広く情報発信

取締役会等での議論

- 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。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 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、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

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（2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	株式会社アイシン シニアエグゼクティブアドバイザー 元トヨタ自動車株式会社 取締役・専務役員
副会長	永塚 誠一	(一社)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	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 P r e s i d e n t
評議員	大江 健介	本田技研工業株式会社 常務執行役員 四輪事業本部 生産統括部長
評議員	豊増 俊一	日産自動車(株) フェロー
評議員	相田 圭一	日立Astemo(株) 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	池田 洋亀	三菱電機株式会社 執行役員 自動車機器事業本部 副本部長
評議員	岡野 教忠	(株)リケン 名誉会長
評議員	隈部 肇	(株)デンソー 執行職 ((株)J-QuAD DYNAMICS代表取締役社長)
評議員	藤山優一郎	ENEOS(株) 常務執行役員 FCサポート室・中央技術研究所管掌 中央技術研究所長
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) 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	(公財)鉄道総合技術研究所 顧問
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

(2023.6.30現在)

役員名簿

	氏 名	企業・団体名及び役職
代表理事 理事長	坂本 秀行	日産自動車(株) 取締役 執行役副社長
副理事長	長田 准	トヨタ自動車(株) 執行役員
代表理事 研究所長	鎌田 実	(一財)日本自動車研究所
代表理事 専務理事	一色 良太	(一財)日本自動車研究所
常務理事	中野 節	(一財)日本自動車研究所
業務執行理事	土屋 賢次	(一財)日本自動車研究所
業務執行理事	高橋 理和	(一財)日本自動車研究所
業務執行理事	味村 寛	(一財)日本自動車研究所
理事	上田 裕之	トヨタ自動車(株) 渉外部 部長
理事	大口 敬	東京大学 生産技術研究所 教授
理事	大下 政司	(一社)日本自動車部品工業会 副会長 専務理事
理事	梶谷 忠生	本田技研工業(株) 執行職 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	須田 義大	東京大学 生産技術研究所 教授
理事	土肥 英幸	ENEOS総研(株) 執行役員 エネルギー技術調査 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

(2023.6.30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．		