

**平成28年度「戦略的イノベーション創造プログラム
(自動走行システム):交通事故低減詳細効果見積もり
のためのシミュレーション技術の開発及び実証」**

中間報告

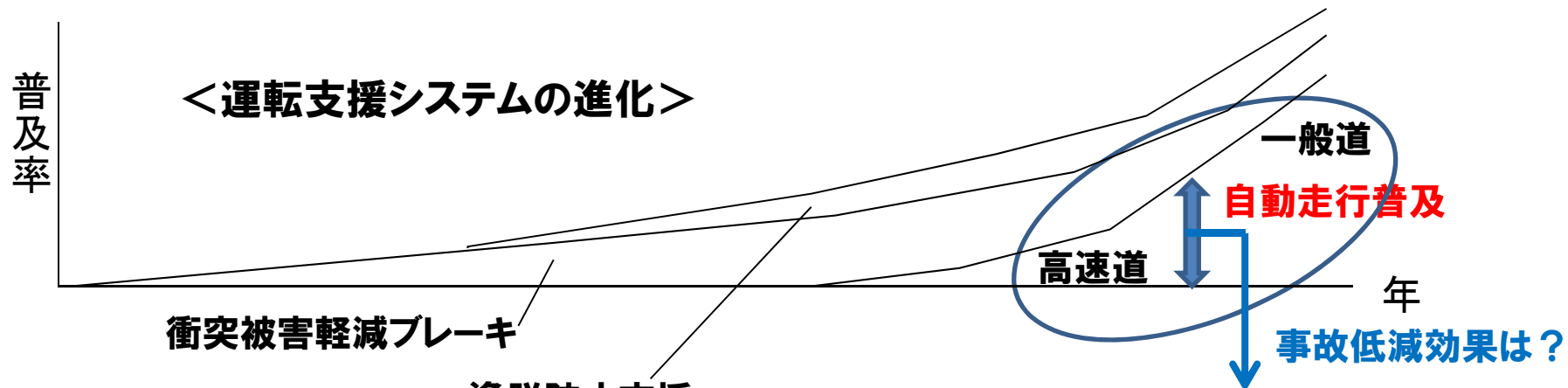
【事業の目的】

自動走行の実用化・普及促進に向け、システム導入による交通事故低減効果の見積もりに必要なシミュレーション技術の開発を行い、その効果を定量的に示す。

2016年9月28日

一般財団法人 日本自動車研究所

本事業の開発の狙い



【狙い】安全運転支援システムの評価

事故場面特化型シミュレーション

- ・周辺の交通参加者は固定
- ・限定された場面・時間を想定
- ・センサ仕様や制御ロジック検証
- ・被害軽減の検証

【狙い】自動走行システム普及戦略

交通環境再現型シミュレーション

- ・マルチエージェント
交通参加者はそれぞれ独自に
行動し相互に影響
- ・あらゆるエリア・時間を想定
- ・実交通環境(交通流)下での検証
- ・マクロ的な被害軽減の検証

自動走行普及に向け開発必須

H28年度の開発内容

H28年度は、逸脱事故、歩行者横断事故シーンを追加

	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
A_シナリオ	追突事故 +追従 <u>単路</u> 交通事故件数1位	逸脱事故 +操舵 死亡事故率1位	歩行者横断事故 +信号停止、 停止線、歩行者 死亡事故件数1位	左記シナリオ の統合 <u>複数交差点</u> 交通環境 再現 渋滞
B_ドライバ モデル	【組み合わせ】 法遵守傾向×運転スキル ×情報処理能力×覚醒水準	脇見 居眠り 特性分布管理	認識行動 側/後方ミラー確認 飲酒/病気	
C_交通参加者モデル		歩行者		・自転車・二輪車
D_車両モデル	等価二輪(操舵なし)	操舵あり	リバース	
E_運転支援 システム	衝突警報/アシスト/ブレーキ	操舵回避支援システム 車線逸脱警報システム 逸脱防止支援システム	自動走行	
F_シミュレーション 基盤	シナリオ/実行/時間管理 統計/事故ログ出力	I/F標準化:各OEM対応 道路構造エディタ	システム 普及率設定	道路構造 コンバータ
G_環境	直線単路 昼 晴天	カーブ、複車線	交差点、信号 高度	分岐・合流 悪天候

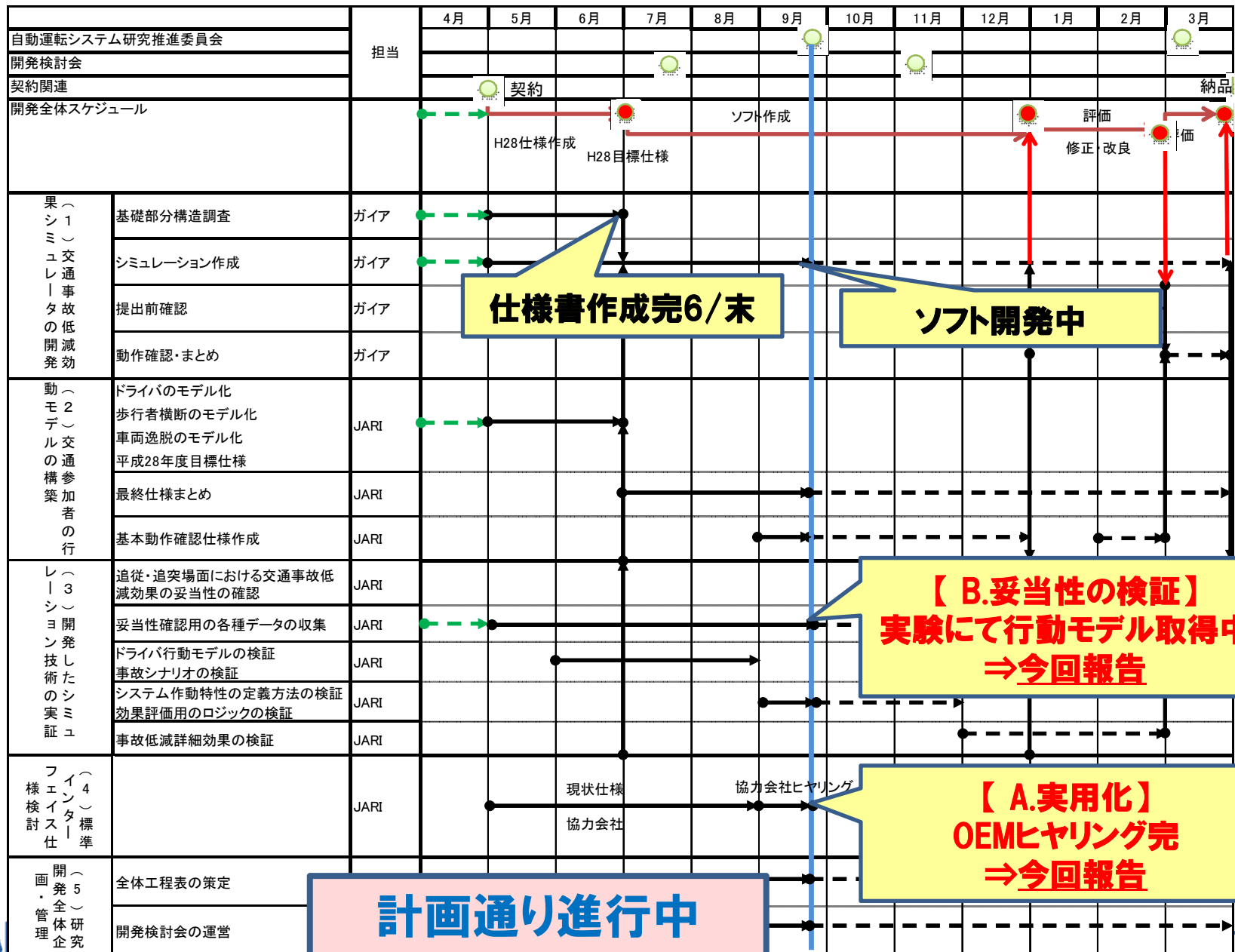
今までのご指摘事項と課題整理

報告	ご指摘事項
SIP第32回 システム実用化WG (11/25)	・行動モデルをやり過ぎて、本来目的の自動走行の効果検証が疎かにならないようにすること ・妥当性検討が大切。
第1回開発検討会 (12/3)	・開発項目について、必ずやること／挑戦することを明確に ・将来の利用予定者(各OEM)も意向も踏まえること
次世代高度運転支援開発推進委員会(12/8)	・開発したものを、将来OEM各社で使って頂ける様に ・進捗が分からない。具体的な計画と進捗管理をすること
SIP第36回システム実用化WG(1/27)	・妥当性検証のため、現状の運転支援システムを入れるのは必要だが、あくまでもターゲットは自動走行ドライバー特性も異なるはず
第2回開発検討会 (2/23)	・最終目標に対し、本年度できたこと、課題を明確にすること ・海外のベンチマークを行い、国際連携を推進すること
次世代高度運転支援開発推進委員会(2/29)	・ドライバーモデルについて、SIP HMI WGと連携すること ・高速道路、夜間の取組優先順位を検討すること
SIPシステム実用WG(3/23)	・事故低減効果の整理について、統計的に有意性の検証をすること
SIPシステム実用化WG(6/8)	・自動走行システムの保険料や過信などの負の側面の検討への活用は？

課題) **A : 実用化** **B : 妥当性の検証**

⇒平成28年度活動の中で、**重点的に取り組んでいく**

H28年度 開発スケジュール



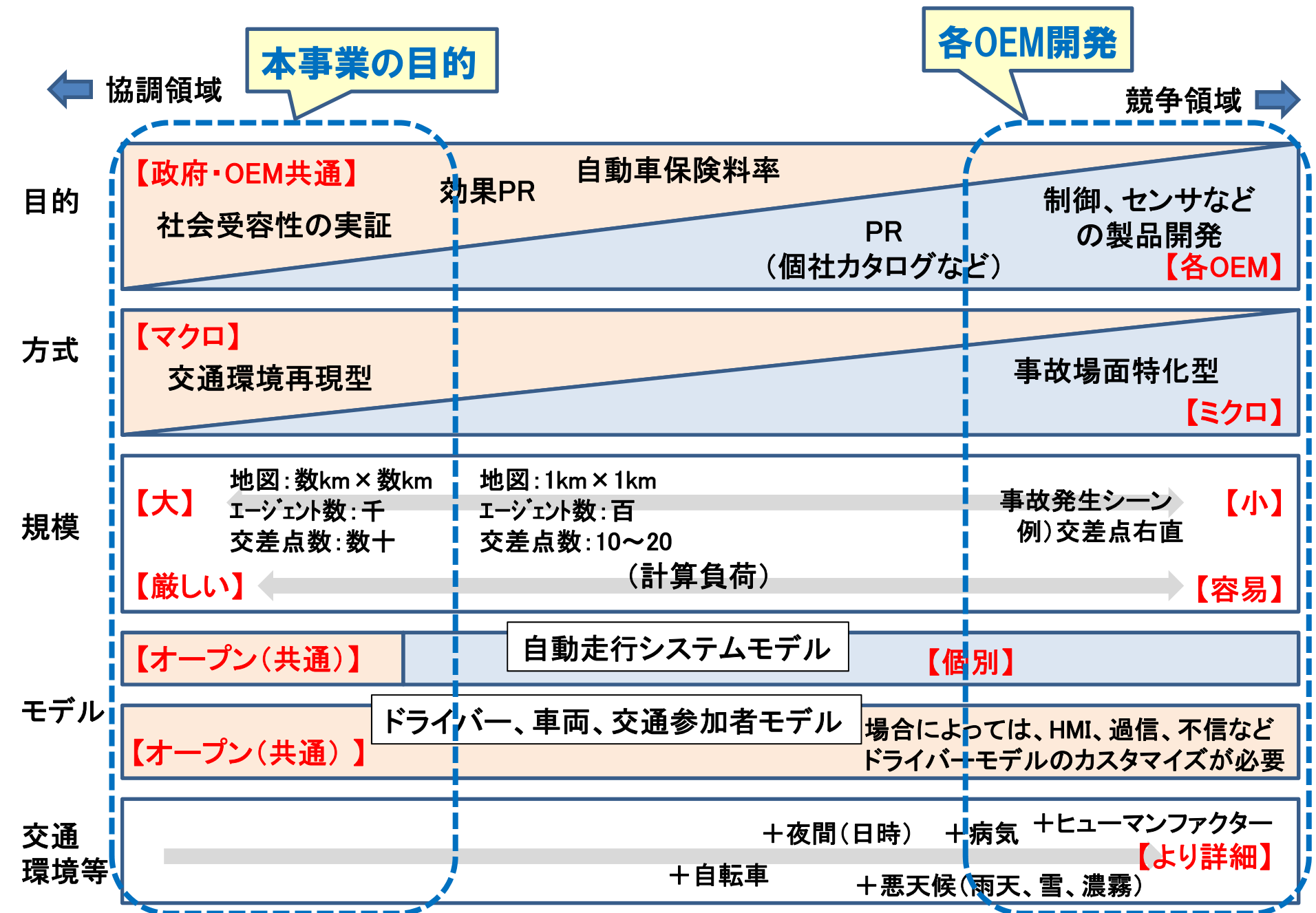
実用化

【重点取組項目】A.実用化

A：実用化に向けたヒヤリング結果

この事業で得られた成果を、**OEMの開発に実用化頂くため**、
以下の項目①～④について、開発検討会の委員にご就任頂いたOEM7社に
ヒヤリングを実施 ※本田、日産、マツダ、スズキ、富士重、三菱、トヨタ

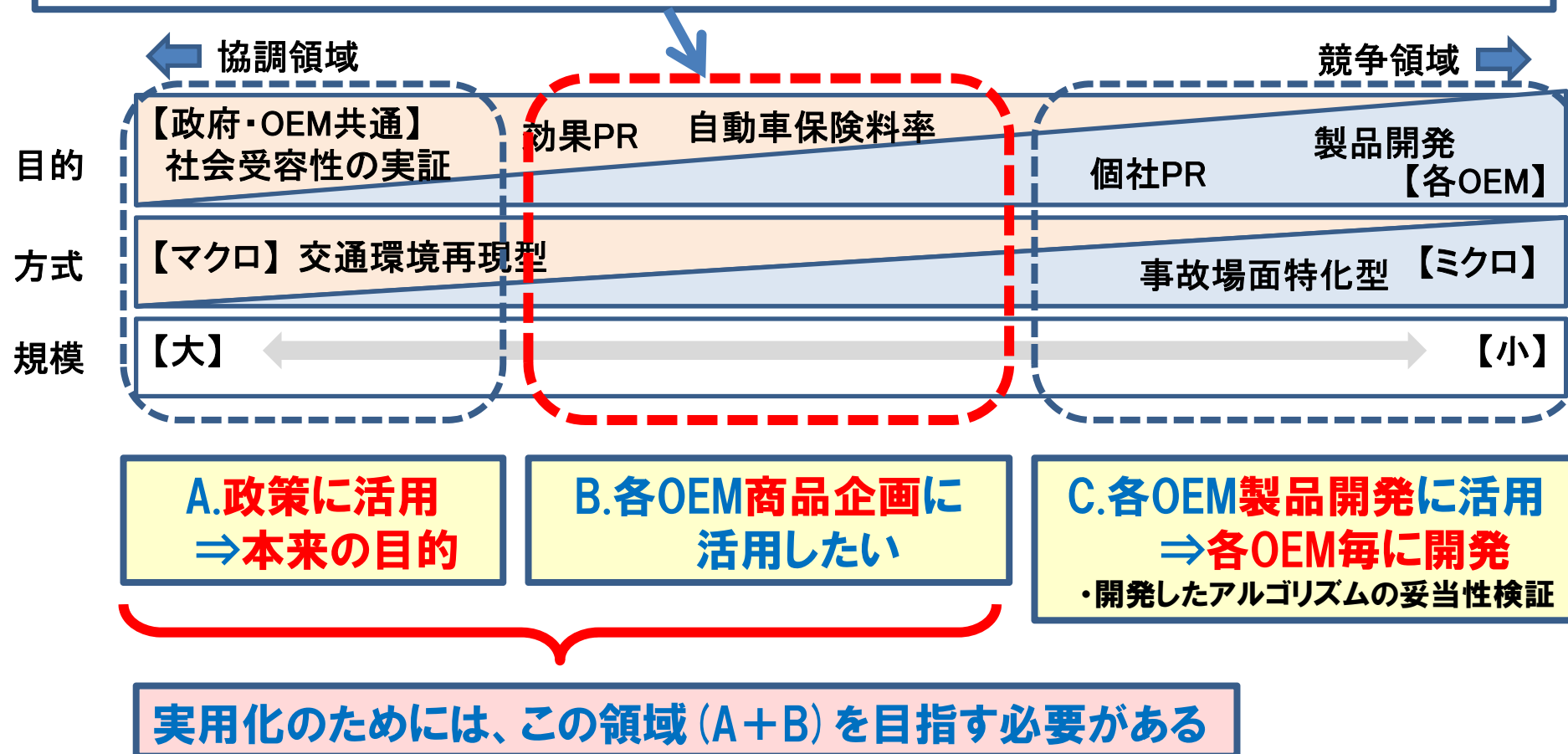
項目	狙いと自動車メーカ様へのお願い
①活用の目的と織り込み機能	各社がどのように活用頂くかを明確にした上で、 織り込む機能やその優先順位を相談させて頂きたい
②必要な規模感	各社がどのように活用頂くかを明確にした上で、交通環境 再現型シミュレーションの規模感の目標を相談させて頂きたい
③インターフェース標準化	各社の自動走行システムの性能を反映して、事故低減効果を 算出するために、どのようなインターフェースを 定義しておけばよいか、協議させて頂きたい
④低減効果妥当性の検証	事故低減効果妥当性の検証するために、事前に、自動ブレーキ等 の量産システムの事故低減効果を検証するなど、どのように 妥当性を検証すべきか知見を頂きたい
(⑤運用方法について)	(活用イメージ・運用方法について協議させて頂きたい)



【①活用の目的と織り込み機能】__活用の目的

OEMヒヤリング結果 B領域に対して各OEMのニーズ大

- 1) センサ(カメラ、LIDAR、フュージョン...)毎の事故低減効果を見積り商品企画を策定したい
- 2) 周りの歩行者・二輪車含めた交通環境の中で想定外の事故・ニアミスシーンがないか検証したい
- 3) 歩行者などの周りの交通参加者のモデルを各OEMのシミュレーションに取り込んで活用したい
- 4) 本シミュレーションを周囲の交通環境として、ドライビングシミュレータと接続して活用したい



【①活用の目的と織り込み機能】__織り込み機能

【今までのご指摘】(P4)

自動運転システムは、高速道から実用化されるので、シーン対象に高速道も追加すべきでは？（現計画は、事故件数の多い一般道のみ対象）

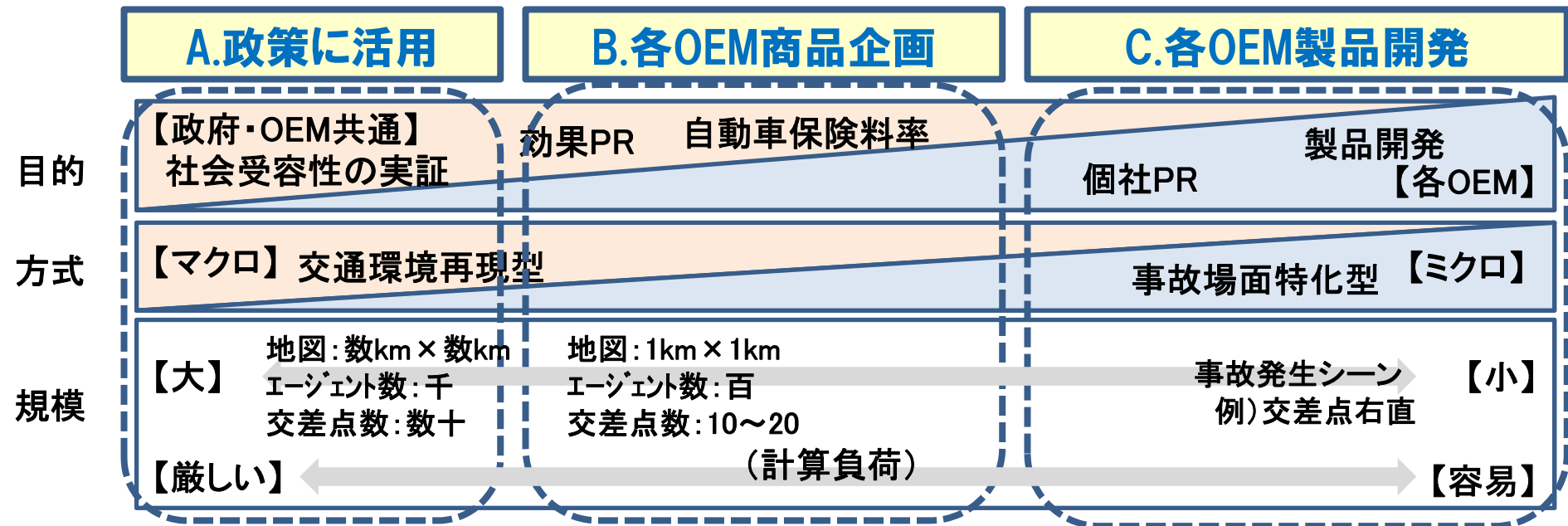
OEMヒヤリング結果

- ・高速道からフェーズインされるので、優先順位を上げた方がよい
また、分合流も検討すべき
- ・高速道のニーズはあるが、ACC,LKAなど過去の知見で推測できる
それより、交通参加者が多く、また、参考になる知見がない一般道を優先的にやるべき。今からやらないと間に合わない



事業内では、一般道を優先して、交通環境再現までやり切り、
高速道については、それ以降、追加する方向で提案したい。

【②必要な規模感】

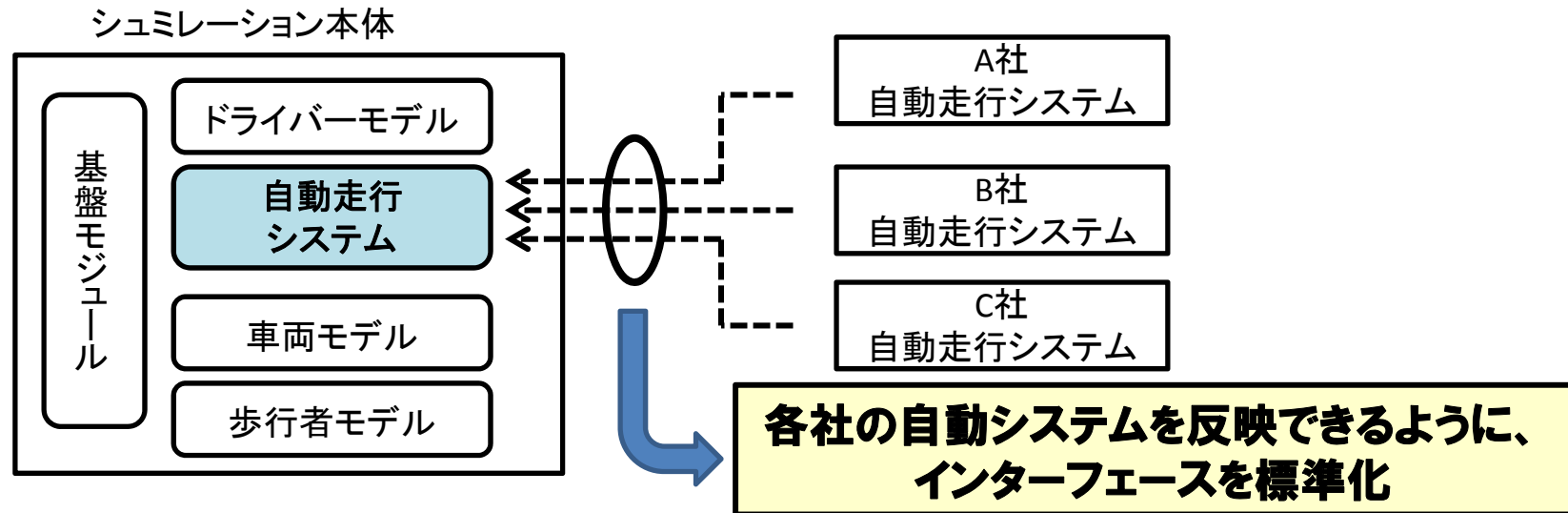


OEMヒヤリング結果

日本全国を代表する多様な事故シーンを組み合わせた箱庭 (数km × 数km) は、
 以下の観点で難しい ・交通流の再現 ・妥当性検証 ・計算負荷
 それよりは、事故シーン毎の精度を上げてほしい

事故シーン毎の事故多発地点 (ITARDAデータ等) と実測交通データを調査し
 まずは、事故シーン毎に精度の良い再現を目指す。
 精度を犠牲にしない範囲内で事故シーンを組み合わせて、都市、地方などに
 分けてシミュレーションを行い、その結果を集約して日本全国を推定する

【③インターフェース標準化】



OEMヒヤリング結果

- ・自動運転システムは**モデルベース開発**となるので、そのまま反映したい
⇒ **MATLAB/Simulink**のI/Fが必要
- ・商品企画の段階では、使い勝手の良い
適当な粒度の**パラメータ設定**が良い
- ・周辺認識系はモデル化困難なので、
パラメータ設定が良い
- ・歩行者などの**周りの交通参加者のモデル**を各OEMの
製品開発用シミュレーション(C領域)に、活用したい。
- ・モデルは、最新のものに差し替えられること

用途に応じて、選択できるように、
両方のI/F設定を検討

- ・ MATLAB/Simulink
- ・ パラメータ設定

ソフト構造は、
独立したモジュール構成
を考慮

【④低減効果妥当性の検証】

OEMヒヤリング結果

- ・自動ブレーキ等の量産システムの事故低減効果との比較を行うことは有効だが、TTCなどのシステム制御仕様は機密であり提示できない
(JARIにて実車評価で推定してほしい)
- ・量産システムのマクロ的な事故低減効果のデータはない
一部公開しているものもあるが、その安全運転支援システムを購入した人は、安全意識が高いと思われ、単純な比較だけでは検証できない
- ・シミュレーションは、センサ誤認識による「不作動」「不要作動」が考慮されておらず、効果が高く見積もられる可能性が大きい。なんらかの補正係数が必要



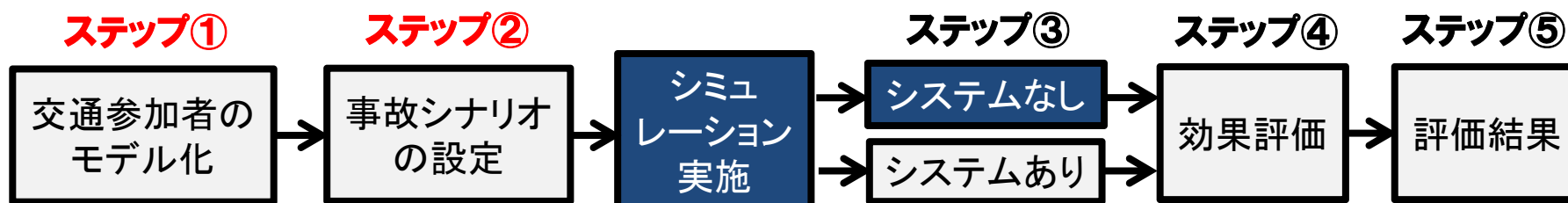
**難しい課題。
具体的な検証方法を提案させて頂き、開発検討会にて審議**

妥当性の検証

【重点取組項目】 B.妥当性の検証

B :妥当性の検証

■シミュレーション技術の妥当性を検証するための確認ステップ



【ステップ①】 ドライバ・歩行者の行動モデルの妥当性検証

- (1)走行実験を実施してモデル構築用のパラメータを取得する
 - ・ドライバ属性(年齢／性別)・走行場面別の視線配分・運転操作など
- (2)実路上の歩行者横断行動を分析し、モデル構築用のパラメータを取得する
 - ・歩行者の横断開始時のTTC、横断速度、横断角度など

【ステップ②】 事故シナリオの妥当性の検証

- (3)ミクロ事故調査データ・2カメラ式のドライブレコーダデータによって実態を把握する
 - ・ミクロ事故調査が示す発生状況の特徴
 - ・車内映像の分析によるドライバエラー(脇見など)の特徴

【ステップ①】ドライバの行動モデルの妥当性検証(1)

走行実験(9~10月実施)によってモデル構築用のパラメータを取得する

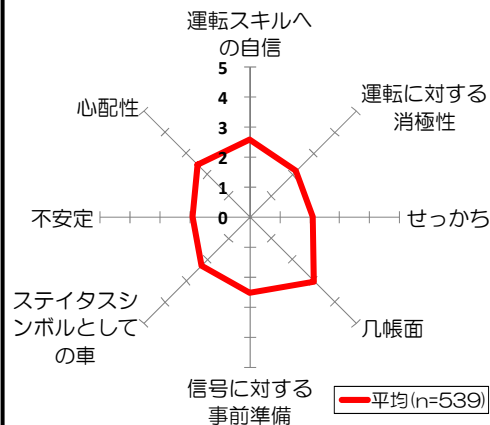


実験

- 場面別の知覚対象
- 通常時の視線配分
- 通常時の運転操作
⇒ 年齢／性別／運転スタイルとの関係

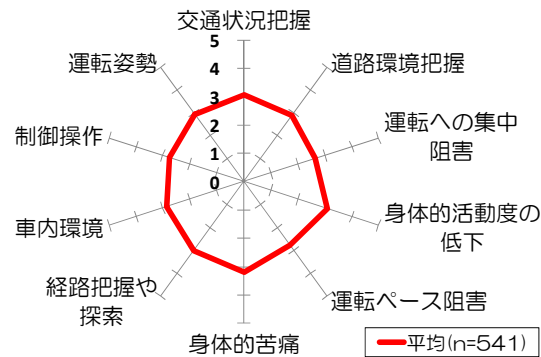
(先行車追従、カーブ走行、歩行者出現場面)

運転スタイル



ドライバ個人特性の心理的側面を把握

運転負担感受性

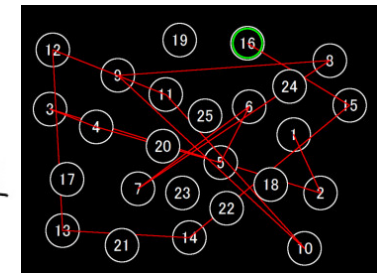


ATMT(認知機能の定量的なテスト)

ATMT: Advanced Trail Making Test



(武田薬品工業HP)



(比治山大学吉田研究室HP)

ドライバの情報処理能力・注意力を把握

ドライバ個人特性(心理的側面など)と視線配分・運転操作のデータを収集・分析

【ステップ①】ドライバの行動モデルの妥当性検証(2)

実験参加者

年 齢	18～44歳		45～64歳		65歳以上	
性 別	男性	女性	男性	女性	男性	女性
人 数	10～12	10～12	10～12	10～12	10～12	10～12

測定項目

車両状態量	ドライバ操作量	映像	相対位置情報	ドライバ情報
速度	ブレーキストローク	ドライバ顔	先行車の位置	視線情報
加速度	ブレーキ踏力	前方	歩行者の位置	
ヨーレイト	ハンドル角度	足元		
	アクセル開度			

- ・場面(自由走行, 追従走行, 歩行者歩行, カーブ走行)ごとのデータ計測
 - ⇒ 通常運転時のベースとなる視線配分・操作特性を把握
 - ⇒ 個人特性(性別／年齢／運転スタイル)との関連性を把握

場面別・通常運転時の視線配分パラメータ、操作特性パラメータをシミュレーションへ反映

【ステップ①】 歩行者の行動モデルの妥当性検証(1)

歩行者行動の実測結果に基づく歩行者エージェントモデルの構築

- ・実測：歩行者が道路を実際に横断する際の行動を計測



特徴：車と歩行者の距離が近い、歩行者が頻繁に道路を横断する環境

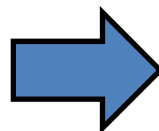
【ステップ①】 歩行者の行動モデルの妥当性検証 (2)

■ 取得した観測映像

計測時間: 210分(木曜, 14:30~18:00)



単独歩行者の横断人数: 391人



※車両直前直後横断などを含む。
今後、さらなる詳細な分析を行う。

■ 手前で安全確認

横断位置で立ち止まり, 安全確認する単独歩行者数: 97/391人

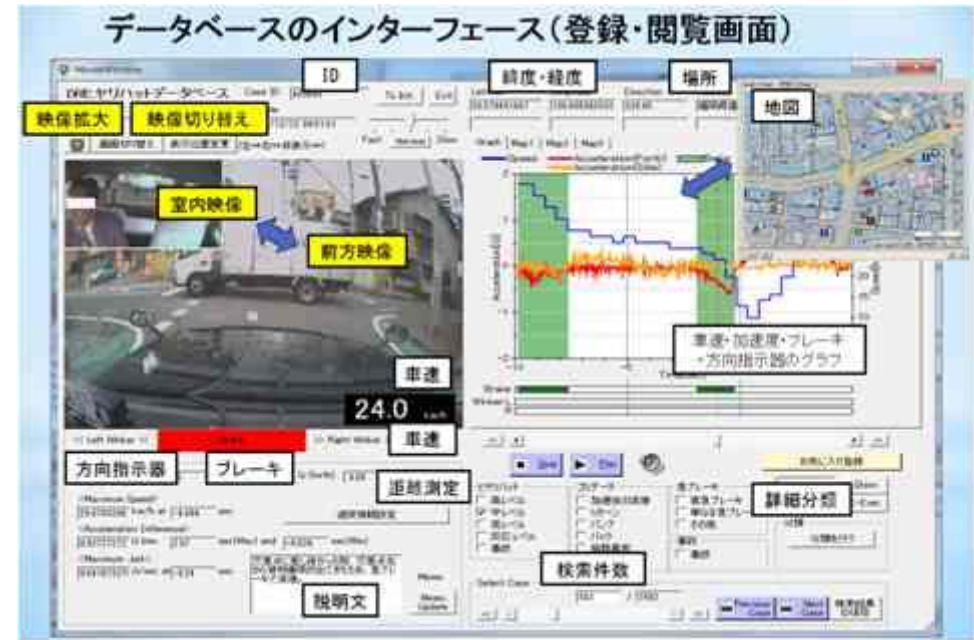
■ 横断中の首振り確認

道路を横断中に首振り確認をした単独歩行者数: 133/391人

歩行者エージェントモデル用のパラメータ(歩行者の横断開始TTC、横断速度、横断角度、一時停止割合、横断前の安全確認割合など)として反映

【ステップ②】 事故シナリオの妥当性の検証(1)

ヒヤリハット時のドライバ行動分析のためのドライブレコーダデータ活用



【ヒヤリハットデータベース】

- ・ドライブレコーダ(車載カメラ)により記録された交通事故一步手前の映像をデータベース化したもの
- ・広く自動車と交通事故関連の研究、交通安全啓発活動の素材映像データとして活用
- ・データ件数は10万件を超え、国内では比肩するものがない規模

(東京農工大学大学院工学研究院スマートモビリティ研究拠点(Smart Mobility Research Center)HP)

【ステップ②】 事故シナリオの妥当性の検証 (2)

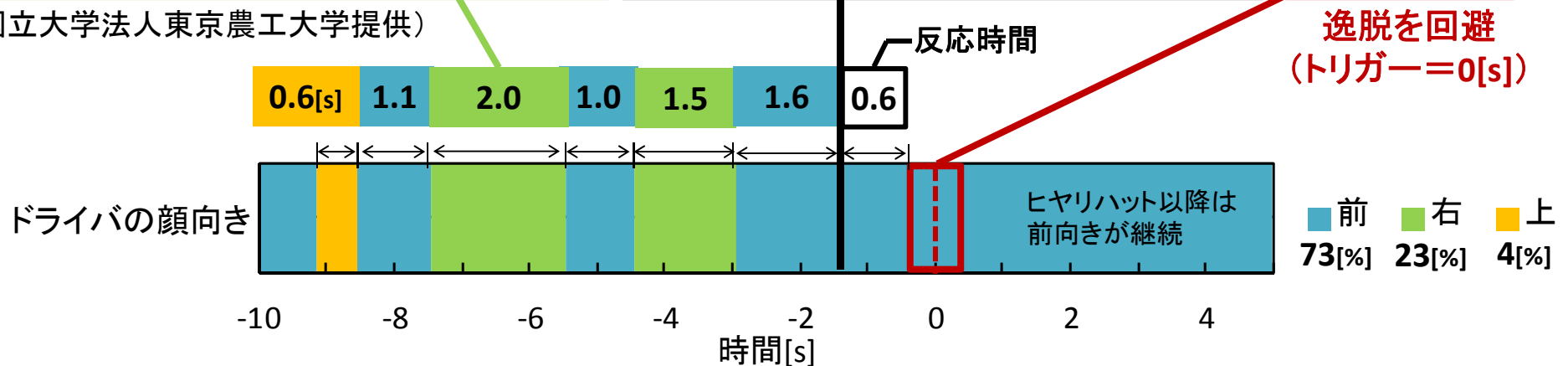
ドライバの顔向き分析による「脇見」の特徴の把握(発生間隔・継続時間など)

＜例＞ドライバが脇見を行ったことが要因と推察されるヒヤリハット事例
⇒ 脇見の間隔より脇見の継続時間の方が長いという特徴が見られた

- 先行車／対向車がない状況を走行
- 前方を向いて1.6秒後に逸脱状態を認識
- 右側(おそらく道路外)を見る(2回)
- 外側線が車体中心付近にある



(国立大学法人東京農工大学提供)

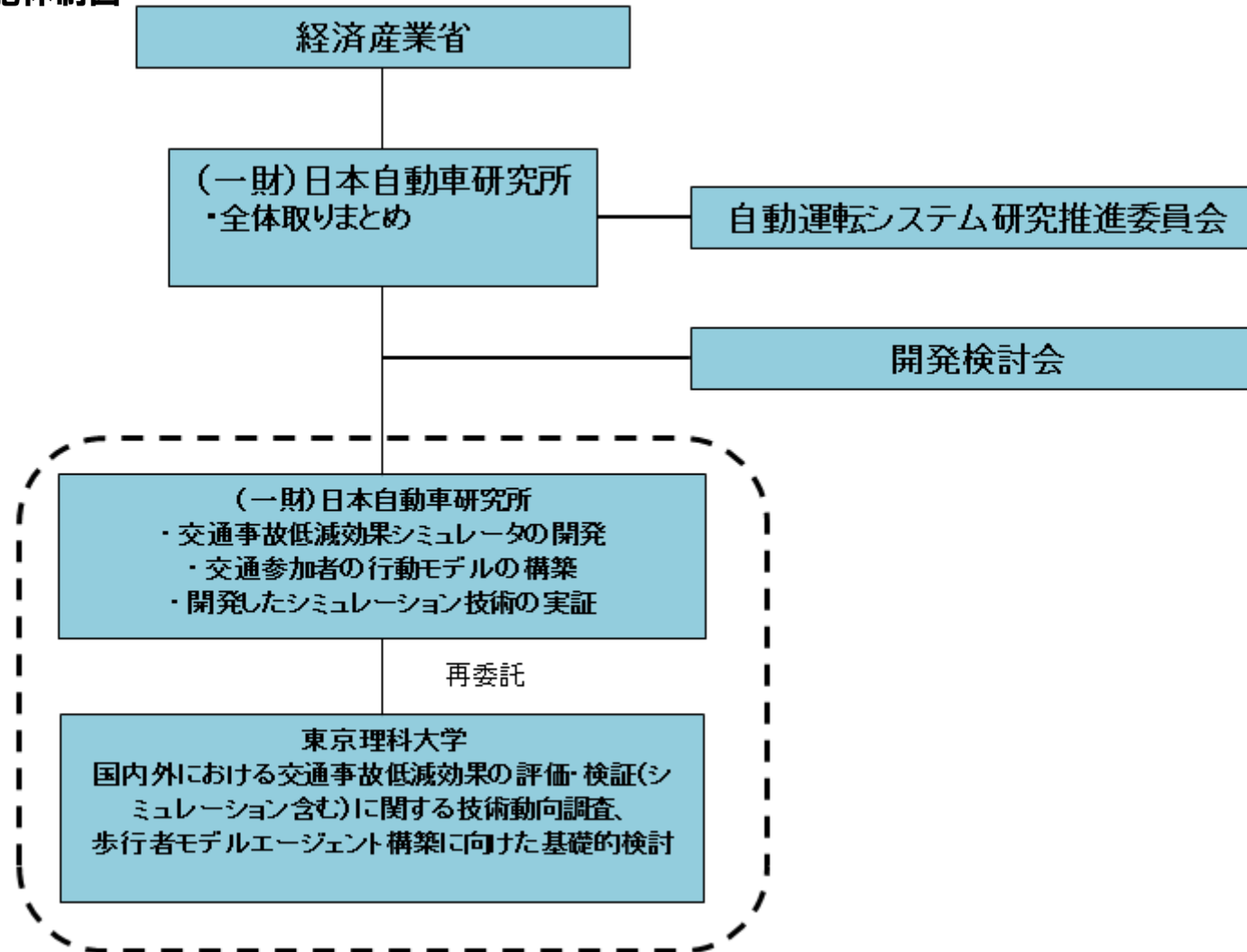


ヒヤリハット発生直前のドライバ状態の特徴の把握(脇見の継続時間、間隔など)

参考資料

H28年度 開発体制

全体実施体制図



開発検討会 構成委員

	氏名	組織名	所属／役職
委員長	伊藤 誠	国立大学法人 筑波大学	システム情報系(情報工学域)教授
委員	金光 寛幸	SIP-Adus	システム実用化WG 構成員
委員	大門 樹	学校法人 慶應義塾	理工学部 管理工学科 教授
委員	武田 一哉	国立大学法人 名古屋大学	未来社会創造機構 教授
委員	鳥井 豊隆	株式会社 本田技術研究所	四輪R&Dセンター ARD 第4ブロック 主任研究員
委員	福庭 一志	マツダ株式会社	技術研究所 先進ヒューマン・ビークル研究部門 人間機械システム研究 アシスタントマネージャー
委員	佐久川 純	トヨタ自動車株式会社	東富士研究所 先進安全先行開発部 第2先行開発室 室長
委員	伊藤 政義	三菱自動車工業株式会社	開発本部 車両先行研究部 担当部長 兼 マネージャー(車両制御研究担当)
委員	磯野 洸	スズキ株式会社	開発本部 予防安全開発部第一課 / 技術担当
委員	赤松 博道	日産自動車株式会社	カスタマーパフォーマンス&CAE・実験技術開発本部 統合CAE・PLM部 車両運動性能CAEグループ シニアエンジニア
委員	高澤 厚芳	富士重工業株式会社	スバル技術本部 車両研究実験第4部 車両研究実験第1課 課長

シミュレータ全体構成

