



無人自動運転等のCASE対応に向けた実証・支援事業

自動走行システムの安全性評価基盤構築に向けた 研究開発プロジェクト(SAKURA project) ー2023年度12月期の進捗状況ー

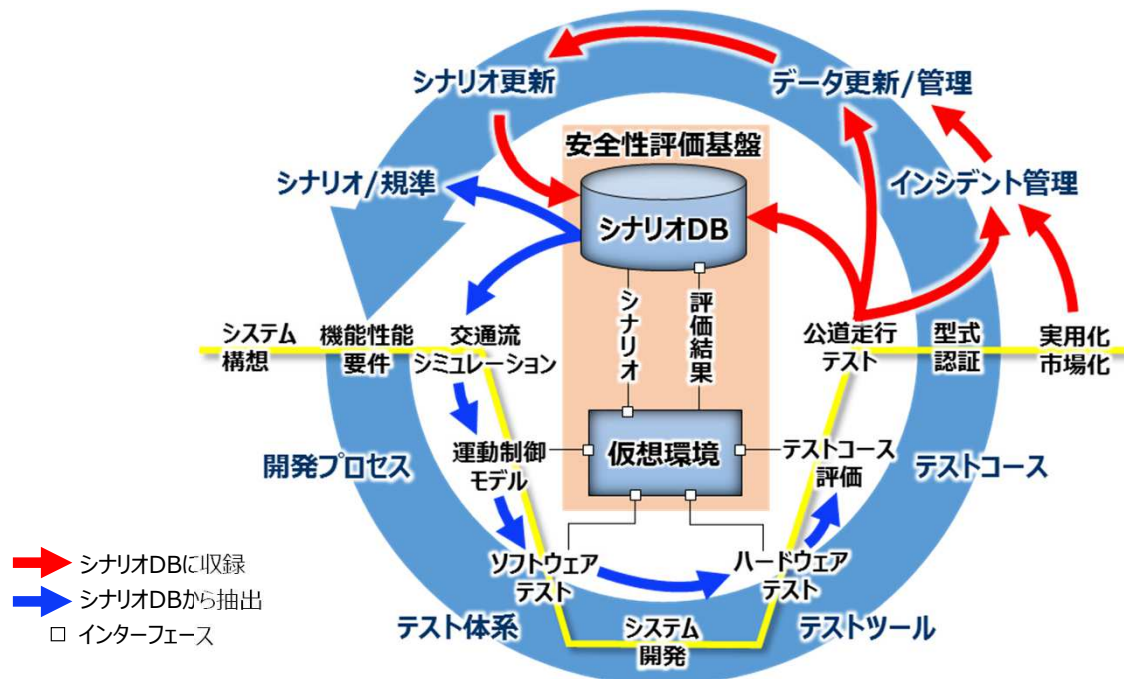
(一財) 日本自動車研究所

1. SAKURAプロジェクト提案内容

2. プロジェクト進捗状況

目指す姿：自動運転車の継続的な安全性評価体制

- ✓ シナリオDBから出力されたシナリオが仮想環境へInputされ、各シナリオの評価結果がシナリオDBにフィードバックされる**安全性評価基盤を構築**する
- ✓ この基盤を核とし、国内外のステークホルダーの技術/データ/知見が連携する仕組みを整備し、**自動走行システムの社会実装を加速するとともに、継続的な安全性評価体制づくり**を推進する



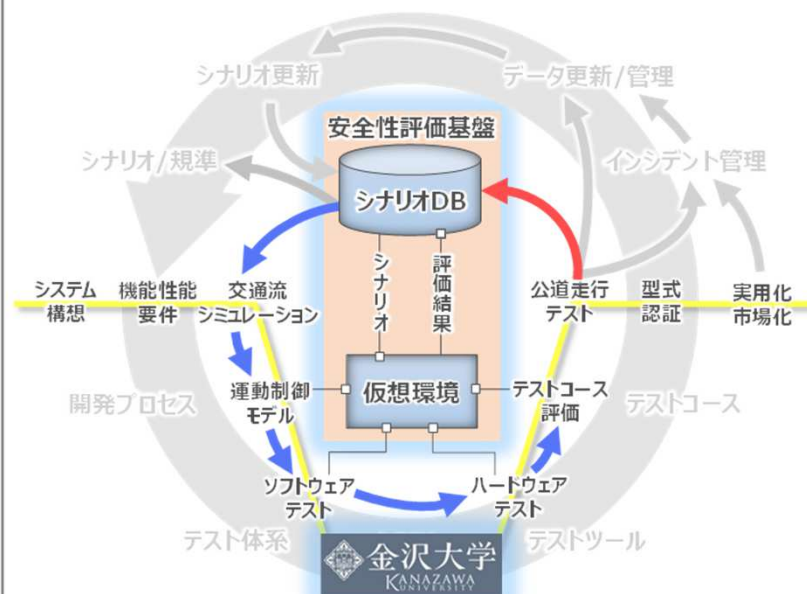
目指す姿を実現するステップ（R5年度の位置づけ）

Step1

R3～R4年度

安全性評価基盤の構築

①シナリオDBと仮想環境を結合 ②3外乱/一般道の体系をDBへ実装



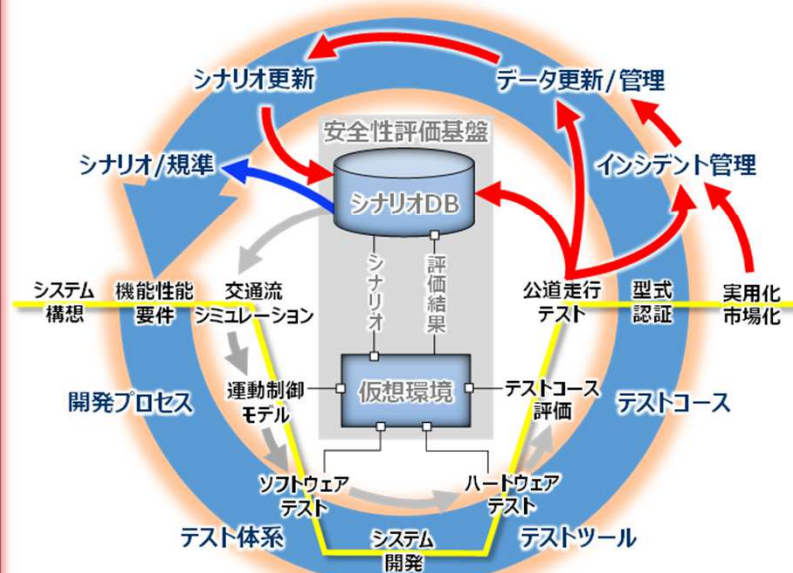
③実システムが接続してシナリオが循環する基盤を実現

Step2

R5～R7年度

継続的な安全性評価体制づくり

①交通流変化をモニタ/適宜更新 ②エッジケースの集約/シナリオ化



③効果的/効率的なテスト体系(手法/環境/設備)を整備

安全性評価基盤の実践と自動運転の社会実装を支援する評価体制づくりを推進

目的・実施項目：事業全体（FY23）

◆ 目的

- 自専道で確立した安全性評価手法を一般道に拡張し，自工会の「自動運転の安全性評価フレームワーク Ver3.0」を実践可能にするシナリオデータベースを開発する
- これまでに構築した安全性評価基盤を実際の開発・評価に適用することに加え、シナリオを更新できることを含めた継続的な安全性評価体制について検討する



- (1) 自動運転車の社会実装を支援する安全性評価基盤の構築
- (2) 交通外乱シナリオDBの分析/検討
- (3) 国際協調・標準化活動及び海外動向調査

自動運転の社会実装を支援する安全性評価手法の開発と評価シナリオの提供

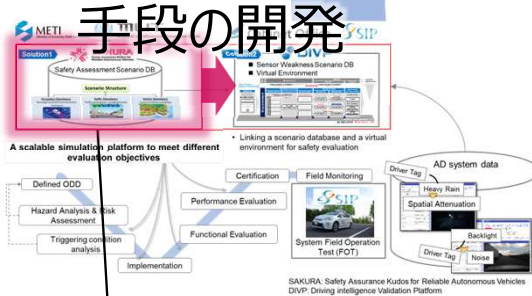
日本のAD安全性評価手法の課題に対応する活動内容

手法

- ・一般道シナリオの整備(評価範囲含む)
- ・安全性評価/論証体系の対比と課題整理

手法の開発

自動運転の安全性評価フレームワーク
Ver 3.0



協調

- ・ISO34502一般道拡張に向けた連携推進
- ・北米関係者(主に産業)との関係構築/強化

国際提案

- ・手法の成熟
- ・仲間づくり

実践・検証

(AD安全性評価手法の実現性・実行性の検証)

基準・標準



合同推進TFで実施

活用



DIVP



RoAD to the L4

R5年度の実施スケジュール

実施内容		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
成果PR	国内会議				▼戦略WG		▼戦略WG		戦略WG▼			▼戦略WG			
	国際会議/イベント	▼ESV	▼EUCAD	▼ITS-EU	▼ARTS			▼ITS-WC	Mobility Innovation Alliance Japan WS	▼Innovation Summit S	▼TRB				
1 安全性評価基盤の構築	一般道評価に対応するシナリオDBの仕様策定	一般道優先シナリオ選定		シナリオDB仕様策定			シナリオDB基本仕様構築			シナリオDBシステム検証				まとめ	
		シナリオDB公開に向けたクラウド環境整備							DB公開		DBへのフィードバック				
		シナリオDBの使用性向上のための機能検討(シナリオ自動抽出/コネクテッドライブラリなど)													
		シナリオDB(交通流DB)の継続的な更新に向けた仕様の検討													
	安全性評価における試験法のあり方に関する検討	実車を用いた実車試験の実行(カットイン以外)							実車を用いた実車試験(必要に応じて実施)					まとめ	
		シミュレーション結果と実車試験結果の相関性の証明手法の検討							相関性の証明手法の具体化						
	2 交通外乱DBの分析	一般道評価に必要な論証体系・手法の検討	各国の一般道評価の考え方の調査・整理					考え方の中間まとめ		一般道評価の考え方の継続検討					まとめ
			一般道シナリオのDB実装用モデル作成(対歩行者・対自転車など)												
		予見可能範囲の特定手法の研究	事故実態/実用化動向を踏まえたシナリオ選定			シナリオデータ分析(一般道)			シナリオ作成(一般道)		シナリオ作成(継続)		シナリオ十分性の検討		まとめ
			道路形状/地域差のデータ補強			道路形状の影響分析			地域差の影響分析						
回避可能な範囲の特定手法の研究		リスク評価指標ベンチマーク調査			衝突回避性/被害軽減性の評価手法					評価手法まとめ			まとめ		
		交差点右折シナリオの範囲特定			右折シナリオ以外の評価手法検討					右折以外のエビデンス取得実験					
導出エビデンス/処理プロセス機能を用いたシナリオ管理		分析データ信頼性の考え方整理			分析データの信頼性の可視化検討			分析データの信頼性の可視化対応		結果検証				まとめ	
		品質情報の管理手法の検討			品質情報の管理機能の設計/実装			品質情報の管理機能のテスト		結果検証					
3 国際協調・連携	今後の標準化に向けた国際連携/協調の推進	ISO3450X動向調査(34503/34504/34505)													
		欧州連携(独VVM/欧SUNRISE)・北米連携(VTTI)													
	国際会議/学会等におけるプロジェクト成果発信	各国の安全性評価プロジェクト/シナリオDB調査													
		プロジェクト成果公表/SAKURA Webサイト更新													

9-11月の進捗

※スケジュールは国際的な動向等を鑑みて適宜修正。

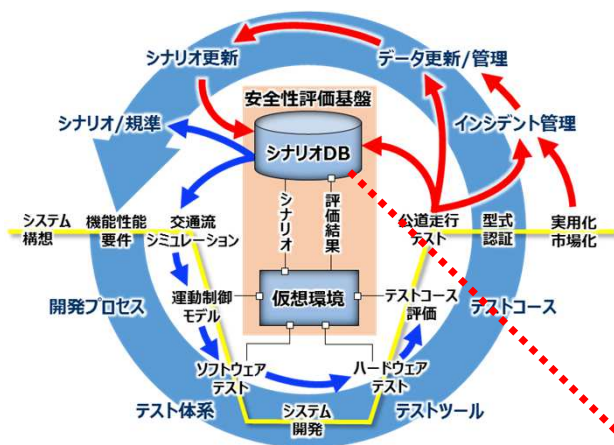
9-11月の進捗を報告

1. SAKURAプロジェクト提案内容

2. プロジェクト進捗状況

1) 開発プロセス結合に向けたシナリオDB公開(1/4)

◆ (参考) シナリオDBとは



▲ シナリオDBに収録
▼ シナリオDBから抽出

【UN/ECE WP29, 国土交通省】 自動運転車の安全性に関する基本的な考え方

自動運転車の運行設計領域(ODD)において、
システムが引き起こす人身事故であって
合理的に予見される 防止可能な 事故が生じないこと

【国土交通省, 2018】

・実交通流データ
・統計分布データ など

・関連法規
・実験データ など

← 時代に合わせた継続的な更新が必要

① ODD設定

AD開発者
(OEM, Tier1)

合理的
予見可能
範囲を算出

&

回避可能
範囲を算出

シナリオDB

② 評価したい 範囲を設定

各社の安全性評価
シミュレーション

Pass

Fail

③ 評価シナリオ ダウンロード

1) 開発プロセス結合に向けたシナリオDB公開(2/4)

◆ ADシステム開発・評価現場に対するシナリオDB公開の実施

～R4年度

ニーズ集約

【開発目線ニーズ】
JAMA各社ニーズヒアリング
【認証目線ニーズ】
国交省ニーズヒアリング
【海外動向調査】
海外8プロジェクト調査

ニーズの
優先順位
付け

'23.2.22
戦略WG
ご報告

R5年度

ニーズに応えるシナリオDB公開

現場ニーズの高いユースケースに
応えられるシナリオDBを開発

↓
JAMA各社に公開し、
使い勝手/改善点を
フィードバック

R6～R7年度

更なる公開と提供価値向上

- ・公開範囲拡大
(サプライヤ/MaaS事業者へ)
- ・継続的なシナリオ更新の基盤構築
- ・一般道シナリオ
- ・事故/ニアミスシナリオ

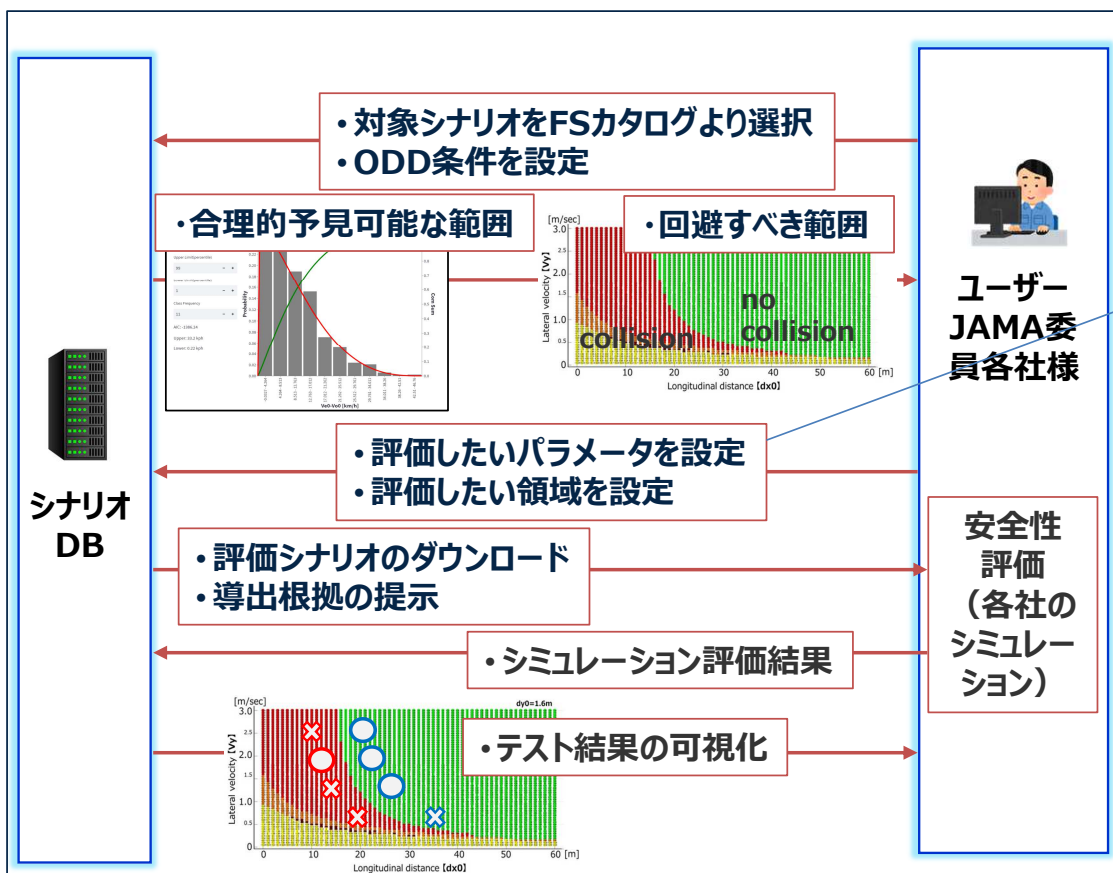
▼ 前回戦略WG



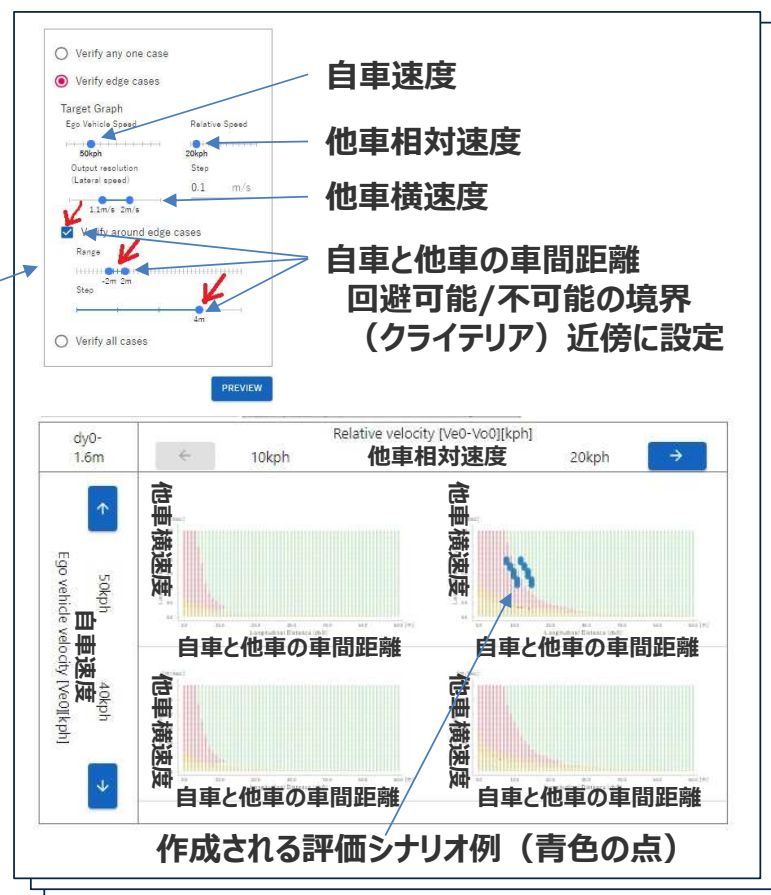
開発・評価プロセスに結合し、安全性の継続的な向上をサポートできるか追求

1) 開発プロセス結合に向けたシナリオDB公開(3/4)

◆ シナリオDBを用いた安全性評価のデモ・ユーザマニュアルの整備



安全性評価の全てのプロセスをデモ



ユーザマニュアルからの抜粋

ユーザーニーズに基づき、優先度の高い機能をカットインシナリオの事例を用いてデモ&説明

1) 開発プロセス結合に向けたシナリオDB公開(4/4)

途中速報 AD開発・評価現場から得られたフィードバック・要望(代表的・共通的なもの)

●現状の進め方に関するもの

- ✓ 各社が認可を得るためには、安全であること（条件やクライテリア）を示す必要があり、第三者機関が示す合理的予見可能範囲、回避可能範囲はそのリファレンスとして有効である。したがって、これらの結果の信頼性が向上するデータ・シナリオ数の拡充を期待したい。
- ✓ 大型車を対象にしたC&Cドライバーモデル構築（回避可能範囲に関連）やパラメータ分析（合理的予見可能範囲に関連）を期待したい。
- ✓ タグ情報を用いた検索条件が充実されると、開発システムの弱点・課題となるシナリオの特徴や分布が把握できることで開発に活かせる。

●今後の期待に関するもの

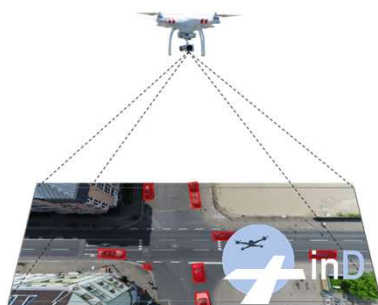
- ✓ 合理的予見可能範囲と回避可能範囲が重畳表示されたものを参照して効率的にシナリオを作成したい。現実の事故(責任分担)やヒヤリハットとの関係も重畳できると有効な根拠となる。
- ✓ 実交通環境シーンを忠実にシナリオ化し、シミュレーション評価につながれるとより良い。

今までの4社のデモを通して現状と今後に対するご意見をいただいた限りでは、開発の方向性と合致しており、さらなる期待も寄せられた

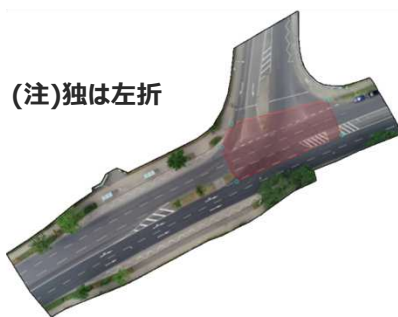
2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討(1/6)

◆ 交差点シナリオ(右折×直進, 直進×直進)のLogical Scenarioパラメータ解析

独ドローン計測データ



交差点(1)



交差点(2)



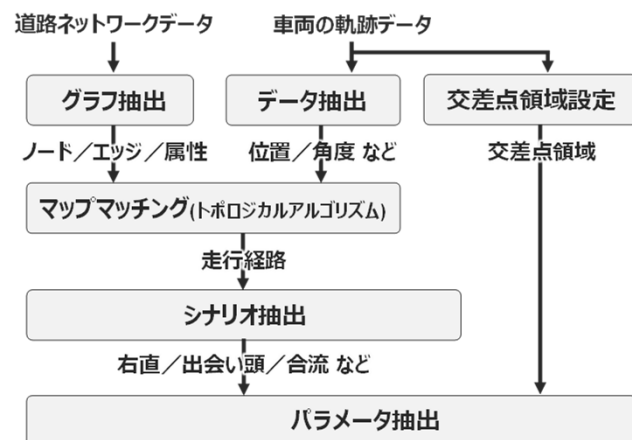
交差点(3)



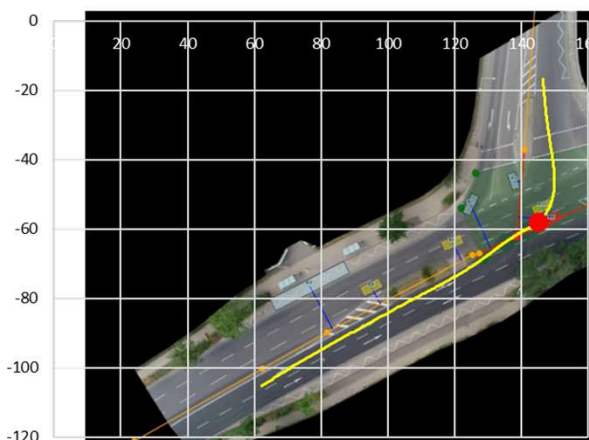
交差点(4)



【分析フロー】



【交差点領域と車両軌跡】



【分析対象】

- 1) 各車両のパラメータ
 - 車両の速度, 加速度, 角度, 角速度
- 2) 車両間の相対的なパラメータ
 - 車間距離
 - PET (Post-Encroachment Time)
- 3) 右折車両の交差点進入時点のパラメータ
 - 右折車両と直進車両の横距離
 - 直進車両の加速度
 - 直進車両から交差点までの距離

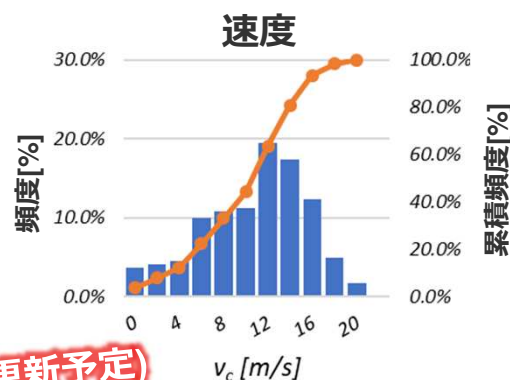
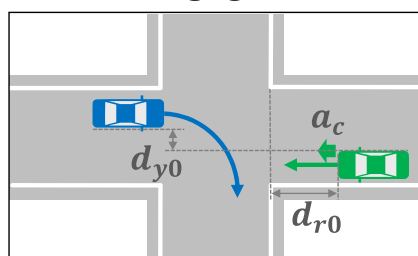
一般道評価に向け, 交差点シナリオ(右直・出会い頭)の評価範囲を分析

2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討(2/6)

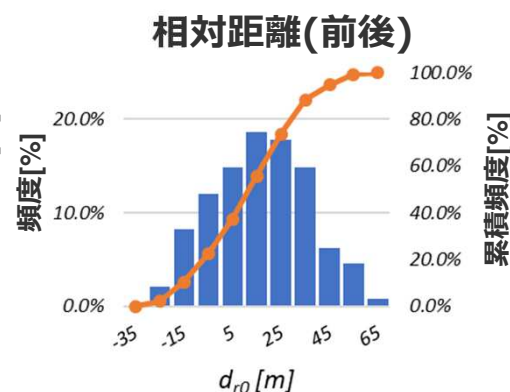
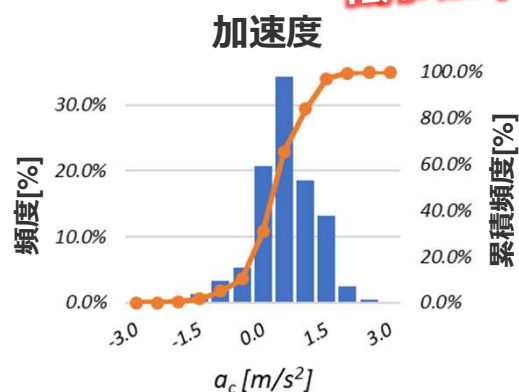
◆ 一般道・交差点シナリオのLogical Scenarioパラメータの解析

右折×直進のシナリオ

No.52

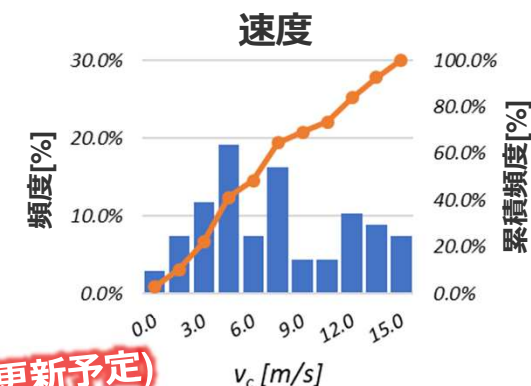


12月時点(更新予定)

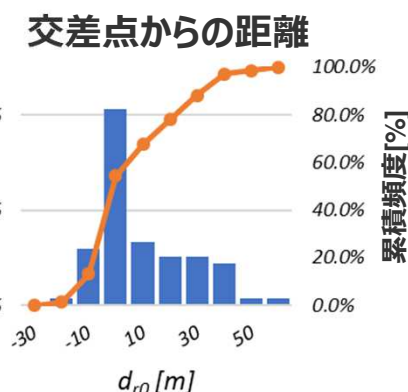
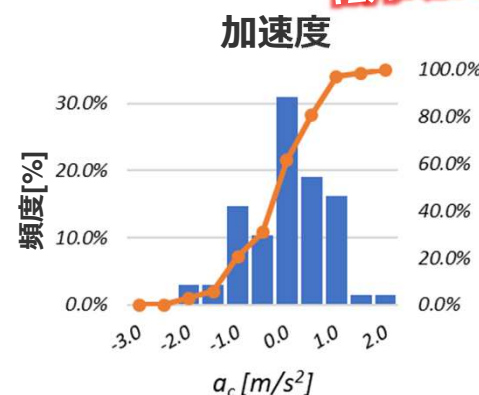


直進×直進のシナリオ

No.42



12月時点(更新予定)

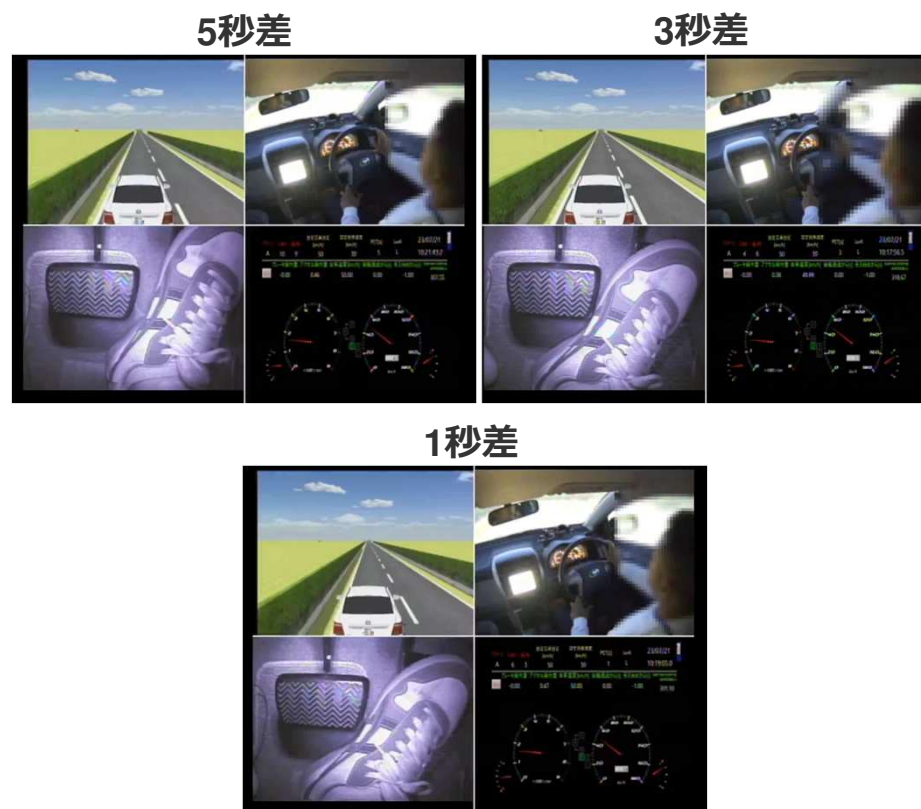


ドイツ既存データを用いたパラメータ範囲の分析, 日本データ分析に向けて準備

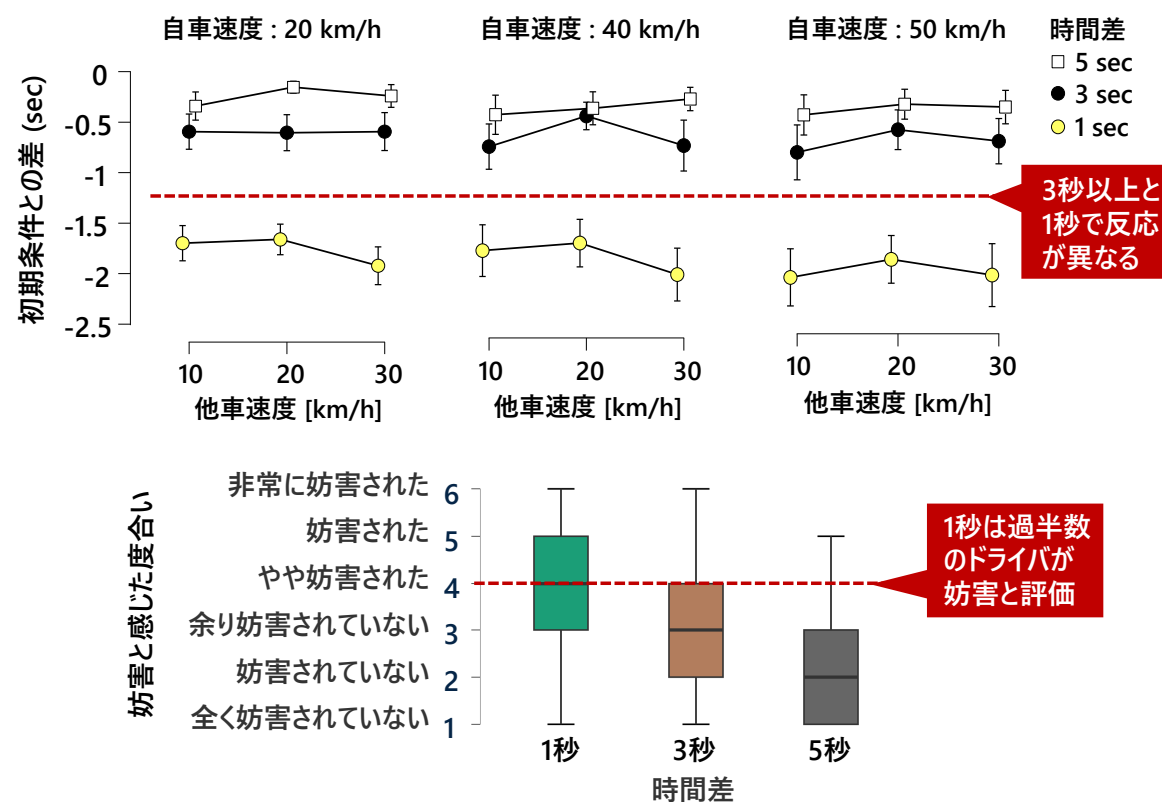
2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討(3/6)

◆ 交差点出会い頭の安全性判断クライテリアの具体化(追加実験による考察を予定)

3種類の時間差を設定したDS実験の実施



出会い頭シナリオで手動運転ドライバが期待する時間差

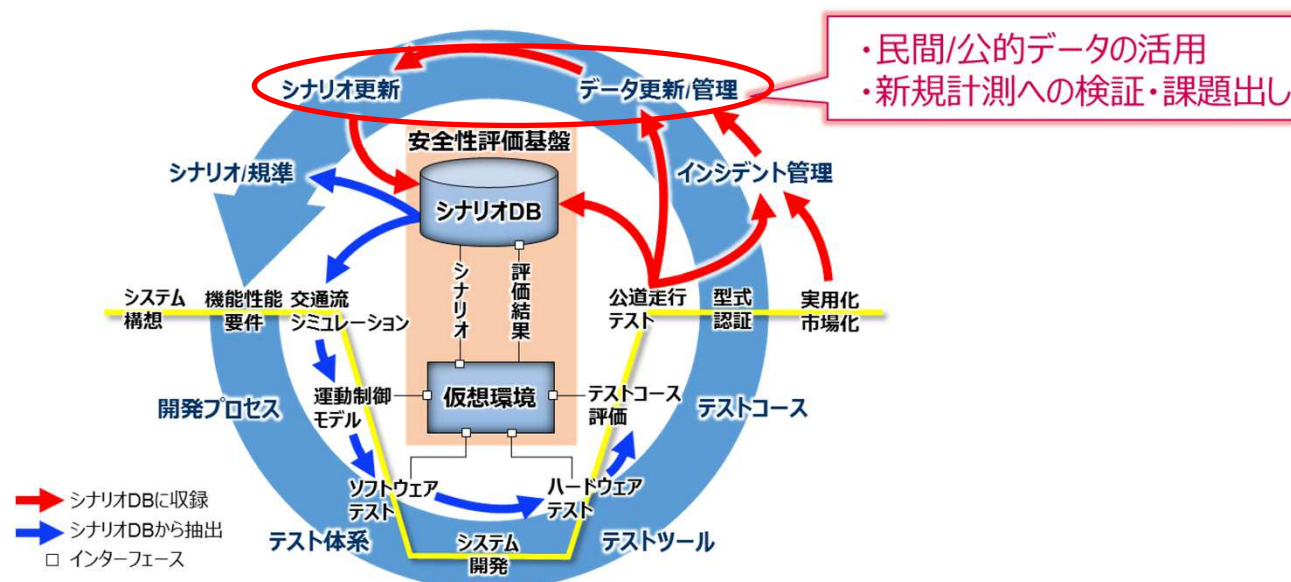


出会い頭シナリオにおいて、ドライバは3秒程度の時間差を期待する傾向がある

2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討(4/6)

◆ 継続的なシナリオ・データ更新に向けた取り組み

- AD/ADASの普及拡大に伴って交通流の変化が考えられるために継続的なデータ更新が重要
- 高速道路よりも複雑な一般道を対象とした場合，とりわけ網羅性の観点から自前でのデータ計測だけで必要なデータ量を確保することは困難
- そのため，既存データ活用と効率的なデータ計測の双方の検討を実施



既存データ活用と新規データ取得の両面から継続的に更新できる仕組みを検討

2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討(5/6)

◆ 既存データ活用(イベント記録型のドライブレコーダデータ：高リスクシナリオの生成)

事故・ヒヤリハット映像データの解析技術の検討



周囲車両
位置・速度

事故相手
車両特定

地物変化
検出

シナリオ生成に向けた解析要件

● AI画像認識

- 比較的近距离である(30m)
- 他周囲物による遮蔽がない
- 周囲照明による反射がない
- 車両が見切れていない

● 高精度三次元位置推定

- 風景に変化がある
- 風景に特徴点がある
(橋梁/夜間は困難)
- 極端な勾配変化がない

事故・ヒヤリハット映像データからシナリオ化の検証



映像解析結果



ドライブレコーダデータから安全性評価に利活用可能なシナリオ解析・変換技術を検証

2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討(6/6)

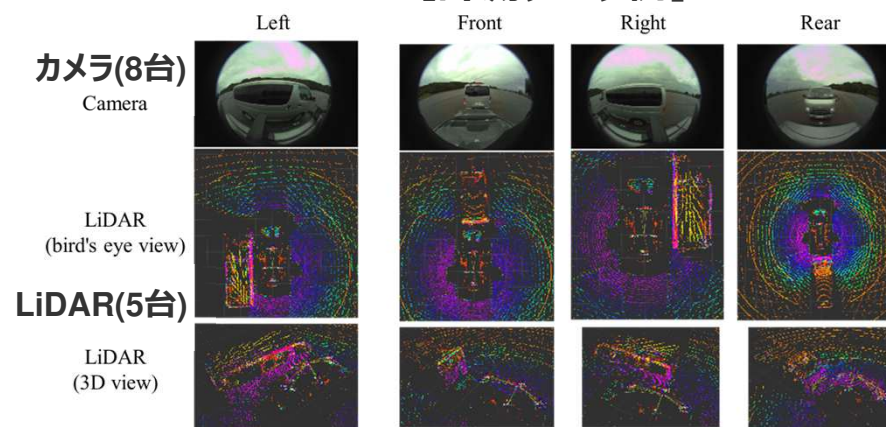
◆新規データ計測(一般道)に向けた取り組み

- 既存データ(例:ドライブレコーダ)では分析が難しいシナリオがある(画角外は不明)ため、全方位にわたって周囲状況进行分析できる計測システムが必要
- 新たに検討した計測システムは、ルーフキャリアがあれば乗用車タイプの車両に計装が可能
- LiDAR点群情報やGPS/GNSS情報を用いてシナリオ分析に必要な情報を取得することが可能
(LiDAR点群から車両軌跡情報や地図の作成、GPSでのローカライゼーションなど)
- 優先度の高い一般道シナリオデータ収集や移動サービスルートのリスクアセスメントなどを想定

【計測システムの外観】



【計測データ例】



一般道シナリオ更新に向けた計測システムの今後の運用方法を検討

3) 国際標準化に向けた国際連携/成果発信(1/2)

◆ 国際標準化動向：ISO/TC22/SC33/WG9会議@オンライン (11/9, 11/14)

✓ 議題：34504FDIS, 34505WD, 新規提案1件（6月提案の改訂版）

ISO番号	標準化テーマ	概要	標準化状況/発行時期		リーダー (サブリーダー)
34501	Vocabulary	安全性検証用のテストシナリオ の用語と定義	IS発行	22年10月	中国
34502	Scenario based safety evaluation framework	シナリオベースの安全性評価 の枠組み		22年11月	日本 (ドイツ)
34503	Taxonomy for operational design domain	運行設計領域の階層的分類 と基本要件		23年8月	イギリス (日本)
34504	Scenario categorization	テストシナリオの属性と カテゴリ分類	FDIS	23年度内	オランダ (ドイツ)
34505	Scenario evaluation and test case generation	安全性評価の方法論と テストケース生成手順	CD	25年11月	ドイツ 中国

※新規提案の投票は見送られ、24年3月の対面会議@英国で34505CDと合わせて再度議論されることとなった

34505WDに日本提案が受け入れられ、34502との関係性が明確化

3) 国際標準化に向けた国際連携/成果発信(2/2)

◆ Breakout WS対応(Mobility Innovation Week)@つくば, 独VVM Final Event参加@Stuttgart

プロジェクト成果PRと独VVM Final Events参加

FASTzero'23@金沢(11月)

VVM Final Event@ドイツ(11月)



Best Paper Award受賞

防止可能な範囲を定義する
ドライバ行動モデルの発表

自動運転車の立場が異なる場合
に対応する考え方を提案



Final Eventにおいて日本の
最新の取り組みを紹介

58パターンのシナリオ体系など
日本の手法を欧州勢にPR

安全性評価におけるシナリオの意義/データ共有の方向性

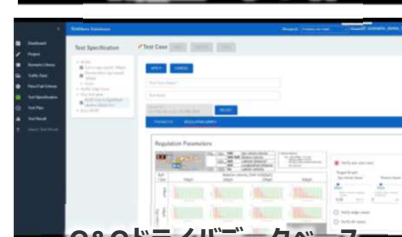
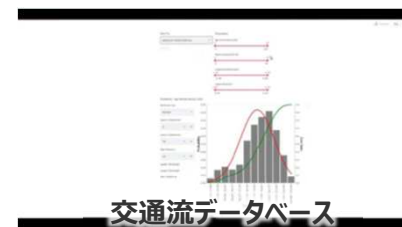
Current status of FS development



- ◆ Car to Car Scenario
 - Consideration of **turning maneuver**, **oncoming vehicle** and **intersection**
 - Converged into 58 Functional Scenarios
- ◆ Car to Pedestrian Scenario
 - Pedestrian behaviors are simply described
 - First draft provides 8 FS

一般道対車両・対歩行者
シナリオ体系を発表

一般道を対象とした初の体系化されたシナリオとして
ドイツ関係者などから高評価



合理的予見可能性
& 防止可能性のDB化

一般道評価手法の協調に向け, シナリオ・クライテリアの研究成果を積極的にPR



ご静聴ありがとうございました。

JARI