



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技術構築に向けた
研究開発プロジェクト(SAKURA project)
ーR6年度の実施計画案・進捗報告ー**

(一財) 日本自動車研究所

1. SAKURAプロジェクト提案内容

2. R6年度の実施計画（案）

3. 4-6月の進捗

事業全体の目標

◆ 背景

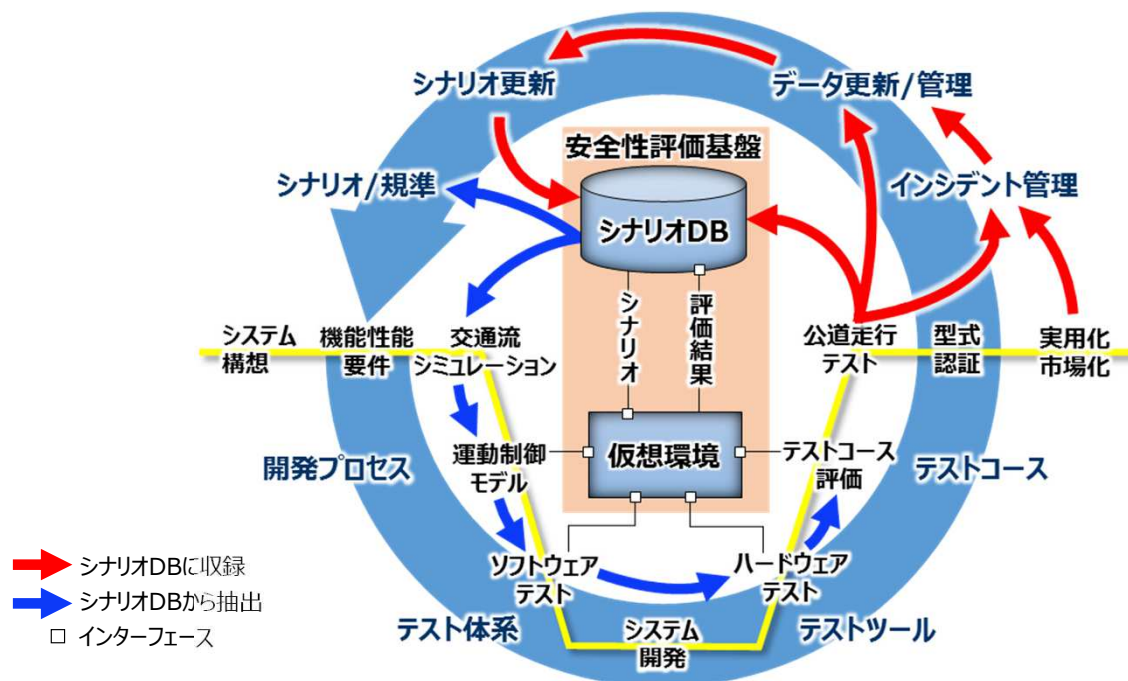
- 自動走行システムに対応した新たな安全性評価手法の策定が求められ、諸外国と協調した国際標準化を進める必要がある。
- これまでSAKURAプロジェクトという形で自工会と密に連携しつつ日本の安全性評価手法を検討し、国際標準策定に関する議論をリードするとともに国際基準へも貢献してきた。

◆ 目標

- 高速道で確立した安全性評価手法を一般道に拡張するとともに、交通外乱・認識外乱・車両外乱が結合したシナリオを生成できるシナリオデータベースを開発する。
- 国内の自動運転プロジェクトと連携し、自動走行システムの開発プロセス等に活用できる安全性評価基盤の構築を推進する。

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



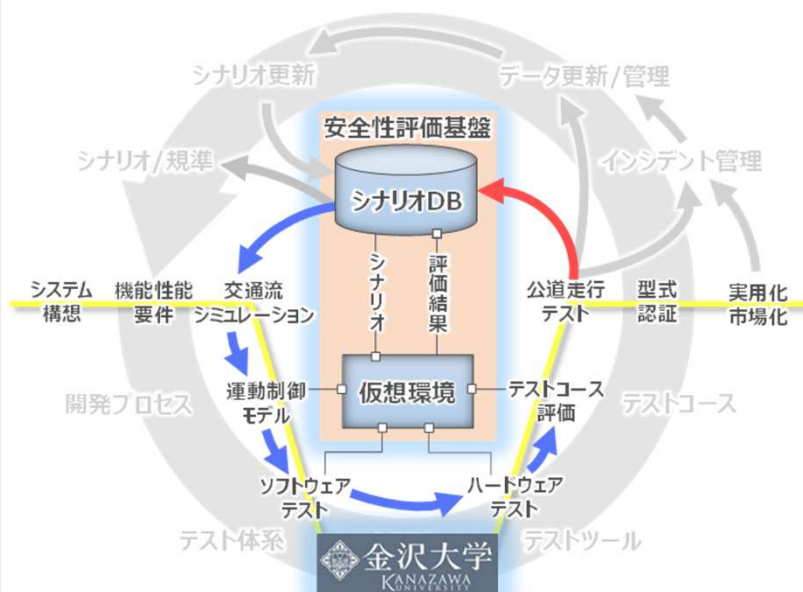
目指す姿を実現するステップ（R6年度の位置づけ）

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



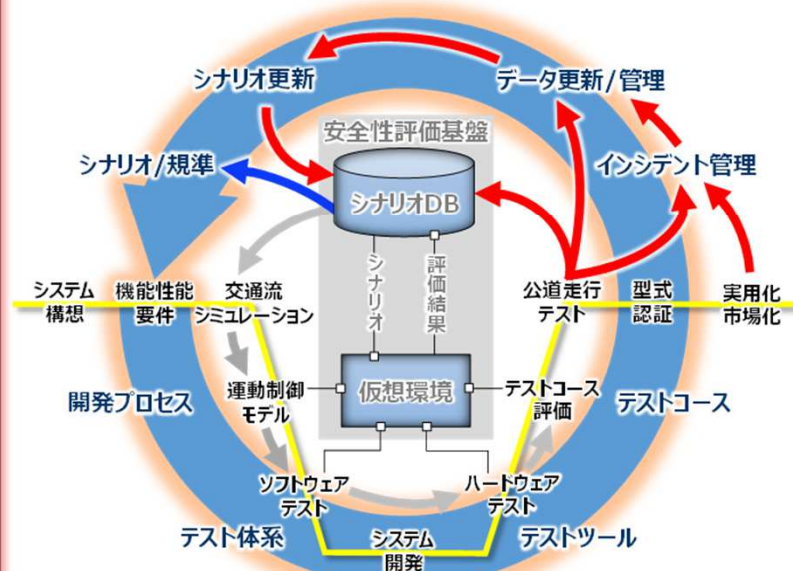
③実システムが接続してシナリオが循環する基盤を実現

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

R6年度の目的・実施項目

◆ 目的

- 自動運転の社会実装を支援するため、安全性評価プロジェクト連携によって構築した安全性評価基盤を実践・検証に活用する
- 一般道評価に対応する安全論証手法・シナリオ体系の開発，評価範囲の特定を行うとともに，安全性と開発効率の向上に資するシナリオDBの機能開発・シナリオ実装を推進する



- (1) 一般道に対応する自動運転車の安全性評価手法の研究・開発
- (2) 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
- (3) 安全性評価手法の標準化に向けた国際連携・成果発信

1. SAKURAプロジェクト提案内容

2. R6年度の実施計画（案）

3. 4-6月の進捗

AD安全性評価手法の課題に対する取組み

手法

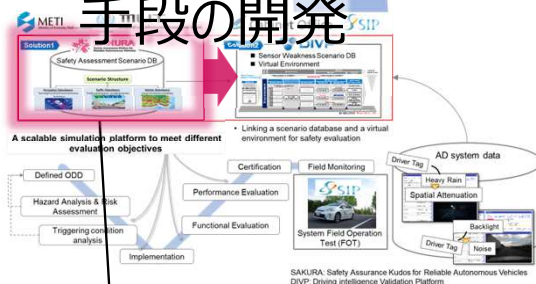
- ・一般道シナリオの整備(評価範囲含む)
- ・安全性評価/論証体系の対比と課題整理

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

手段の開発



手段

- ・現場ニーズの高いシナリオDB機能の実装
- ・シナリオ/評価範囲/定量化指標の実装

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



R6年度の実施スケジュール案

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				▼#1 戦略SWG			▼#2 戦略SWG		▼#3 戦略SWG		▼#4 戦略SWG				
	国際会議/イベント	SUNRISE	GRVA		WG9 TRB ARTS	ITS-WC	GRVA		WG9		TRB GRVA		WG9			
1. 安全性評価手法の開発	一般道評価に必要な論証 体系・評価手法の検討	自動運転の安全性の論証体系/ISO21448関連性調査				考え方の中間まとめ				安全論証の考え方の継続検討				まとめ		
		シナリオ階層化検討(道路構造)				シナリオ階層化検討(行動類型)				シナリオ階層化検討結果まとめ						
	予見可能範囲の特定手法 の研究	一般道シナリオパラメータ分析				パラメータ実装準備				シナリオパラメータ追加分析				まとめ		
		シナリオ一般化ルール検討				一般化ルール有効性確認				一般化ルールの改良						
	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				安全性能の評価手法/回避可能な範囲の実装準備				評価手法/回避可能な範囲実装				まとめ		
		対歩行者/自転車等の評価手法の検討				安全性判断のエビデンス取得実験				実験データ解析						
2. 安全性評価基盤の構築	安全性評価条件を提供す るシナリオDBの構築	一般道シナリオ作成機能仕様				機能開発/公開準備				シナリオDB公開準備				シナリオDB公開/フィードバック	まとめ	
		評価シナリオ実装/エビデンスデータ連携機能改修仕様作成				評価シナリオ実装/エビデンスデータ連携機能の改修・実装										
	安全性評価基盤を用いた 実践・実証の推進	評価対象の選定				評価シナリオ実行要件の定義				評価条件の検討				シミュレーションに基づく安全性評価		まとめ
		自動運転の社会実装プロジェクト/推進者ニーズ把握														
	継続的な安全性評価に向 けた仕組みづくりの検討	既存データ処理準備				既存データ分析/品質チェック				既存データ分析/品質チェック				まとめ		
		シナリオDB実用化プラン/シナリオ更新に向けた仕組みの検討														
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(34505, 新規提案項目)														
		欧州連携(欧SUNRISE/英SafetyPool/米ADScene等)・北米連携(VTTI/SAE等)														
	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														

※スケジュールは国際的な動向等を鑑みて適宜修正。

1. 一般道に対応する安全性評価手法の研究・開発

1-1 一般道評価に必要な論証体系・評価手法の検討

[アウトプット]

シナリオ体系(歩行者等)の作成

対四輪車(58パターン)

Road sector and subject vehicle behavior	Subject vehicle behavior	Surrounding traffic participants location and behavior				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	Same / Crossed from R/L direction	On coming
non-intersection	Going straight (Lane keep)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lane change	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Merge zone	Going straight (Lane keep)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lane change	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Branch zone	Going straight (Lane keep)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Lane change	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Intersection	Going straight (Lane keep)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Turning	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

対歩行者(8パターン)

Road geometry and Ego vehicle behavior	Ego vehicle behavior	Pedestrian behavior	
		On driving path	Off driving path
Non-intersection	Go straight	100%	100%
	Lane change	100%	100%
Intersection	Go straight	100%	100%
	Turn	100%	100%

一般道特有のシナリオ
FY23シナリオ作成



既存データを活用したシナリオ作成

LevelXdata(2024)

一般道の安全性評価用シナリオを整備

自動運転の安全性の論証体系・構造の検討

北米などの先行事例の調査



ロボットタクシー



自動運転トラック

Aurora's self-driving vehicles are acceptably safe to operate on public roads®

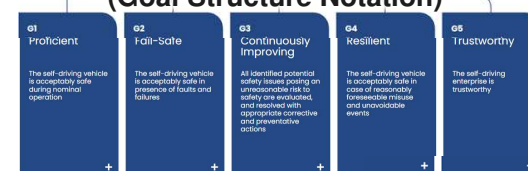
自社システムの安全性を主張する議論

(Goal Structure Notation)



5種類の側面から
安全性判断基準
を定義

Waymo(2023)



Aurora(2024)

自動運転に不合理なリスクがないことを示す方法論/日本手法と対比

1. 一般道に対応する安全性評価手法の研究・開発

1-2 合理的予見可能範囲の特定手法の研究

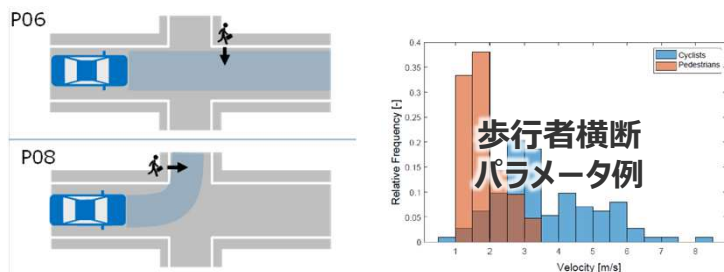
[アウトプット]

一般道シナリオの予見可能範囲の調査・研究

Road sector and subject vehicle behaviour	Subject vehicle behaviour	Surrounding traffic participants location and behaviour			
		Going straight	Lane change / Swerving	Turning	On coming
non intersection	Going straight (Lane keep)	OK	OK	OK	OK
	Lane change	OK	OK	OK	OK
Merge zone	Going straight (Lane keep)	OK	OK	OK	OK
	Lane change	OK	OK	OK	OK
Branch zone	Going straight (Lane keep)	OK	OK	OK	OK
	Lane change	OK	OK	OK	OK
Intersection	Going straight (Lane keep)	OK	OK	OK	OK
	Turning	OK	OK	OK	OK

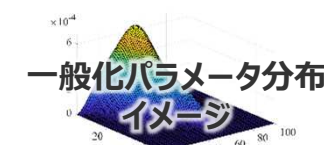
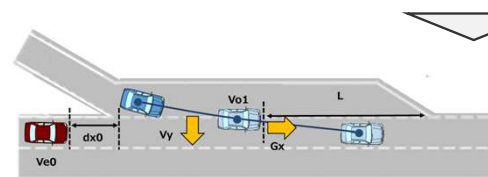
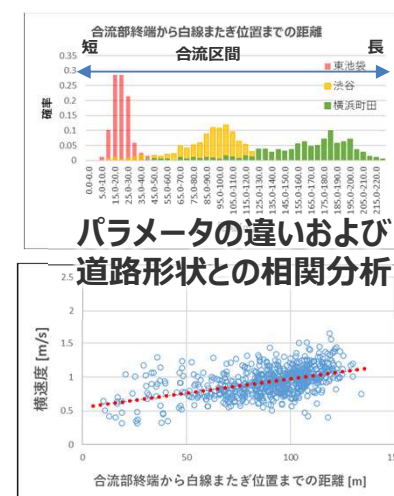
23年度LS検討済
検討済LSから拡張
一般道特有FS

個別にデータ分析が必要なシナリオのうち、
優先シナリオについてパラメータ範囲を分析



歩行者シナリオのうち、優先シナリオについて
パラメータを定義しその範囲を分析

合流部シナリオの一般化モデルの構築



一般化モデルを構築し、異なるICで計測されたデータを効率よく集約
合流部形状から他車挙動パラメータ範囲を推定

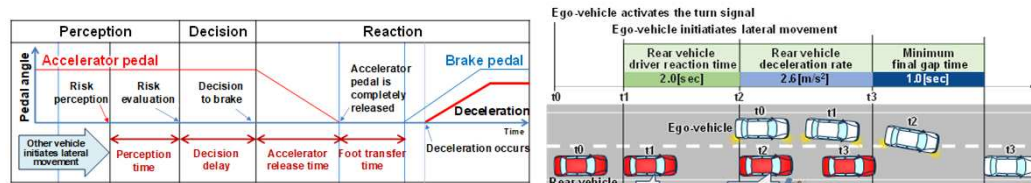
1. 一般道に対応する安全性評価手法の研究・開発

1-3 回避可能範囲の特定手法の研究

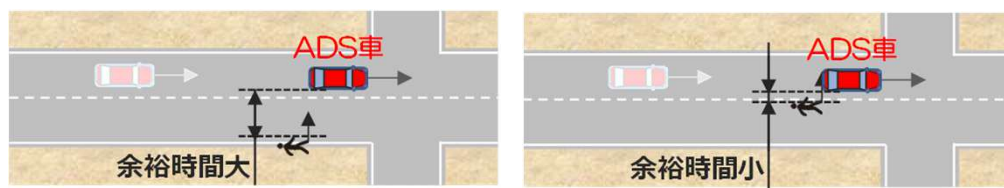
[アウトプット]

一般道シナリオの回避可能範囲の調査・研究

対四輪車シナリオのクライテリア案の作成



対歩行者シナリオのクライテリア案の作成



従来の考え方を踏襲して対四輪車・対歩行者のクライテリアを検討

国連基準化の動向をふまえた日本案のインプット



Guidelines and recommendations for
ADS safety requirements, assessments and test methods
to inform regulatory development

Model	Explanation
Performance Requirements for Accident Avoidance	
Last Point to Steer 操舵回避限界点	Estimate avoidance and mitigation in longitudinal traffic, typically used for driver assistance & active safety
Safety Zone セーフティゾーン	Estimate avoidance and mitigation in cross-traffic accidents with VRU
Careful and Competent Human Driver C&Cドライバ(日本案)	Estimate avoidance and mitigation in longitudinal traffic cut-in situations, using reaction characteristics of good human driver
Fuzzy Surrogate Safety Model FSSモデル(米国案)	Estimate avoidance and mitigation in longitudinal traffic cut-in situations, taking anticipation of other vehicle behaviour into account

*Models discussed during guidelines development and not intended as exhaustive list.

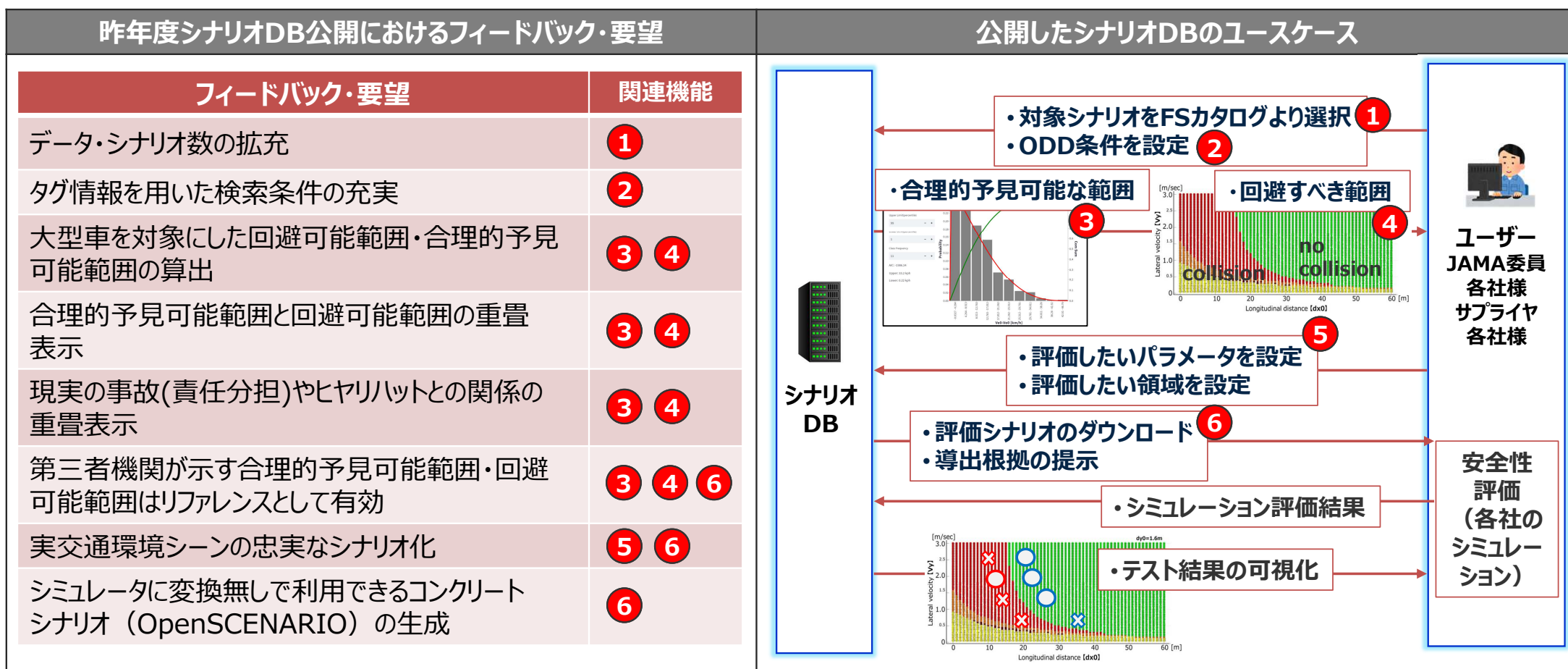
WP29/GRVA(2024)

一般道評価用クライテリアの作成と国際議論対応(24年6月～)

2. AD車の社会実装を支援する安全性評価基盤の構築

2-1 安全性評価条件を提供するシナリオDBの構築

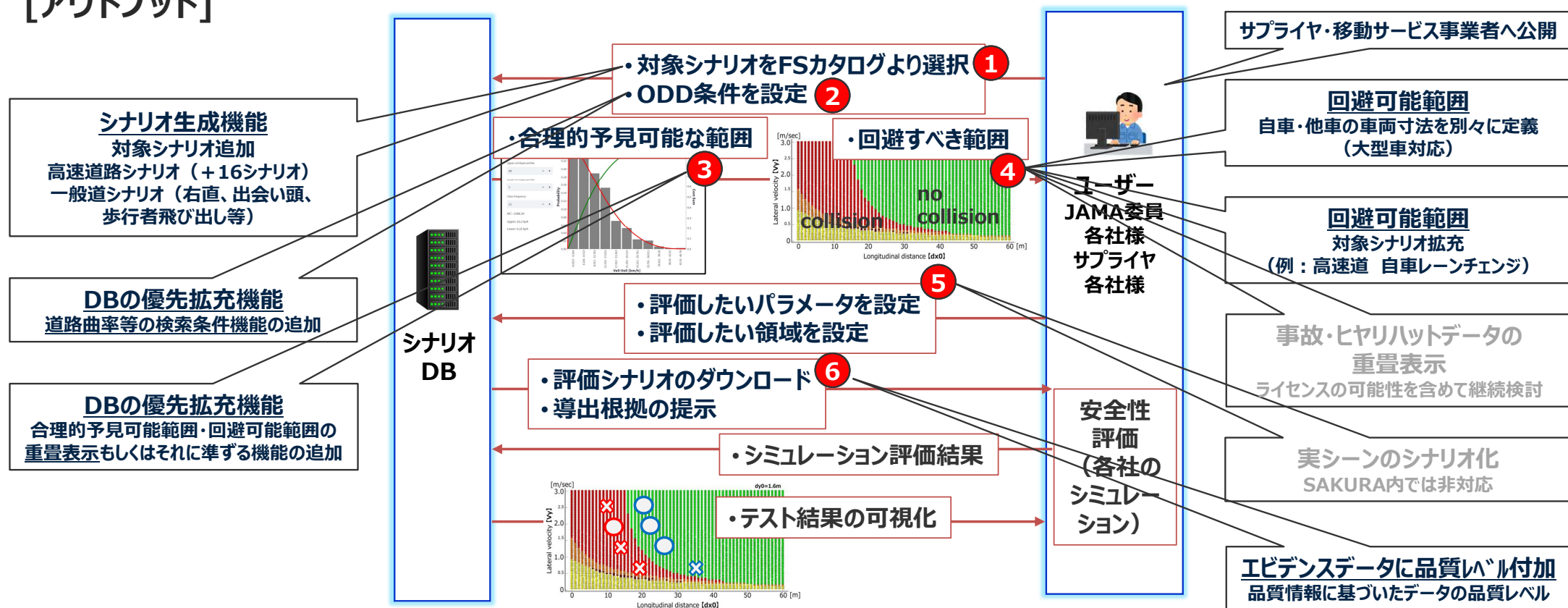
[振り返り]



2. AD車の社会実装を支援する安全性評価基盤の構築

2-1 安全性評価条件を提供するシナリオDBの構築

[アウトプット]



吹き出しの黒字：優先度が高い項目

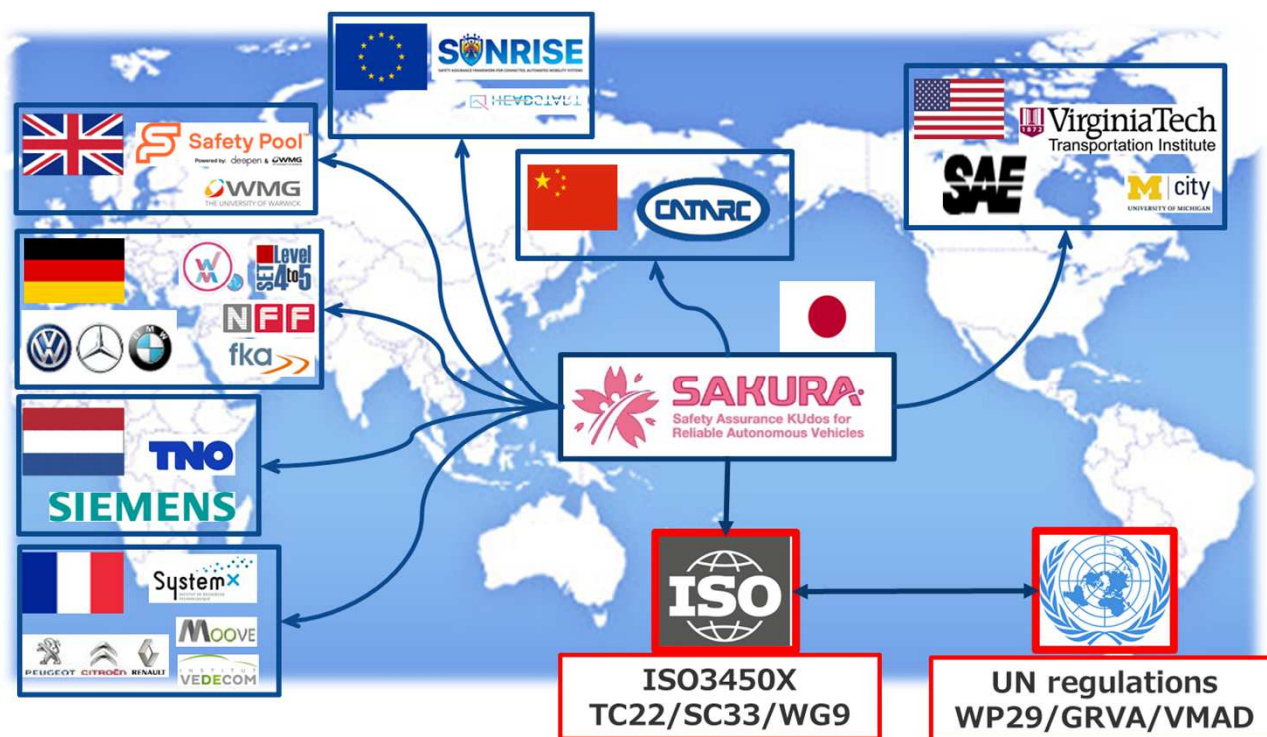
補足：産業側(JAMA等)からのニーズや実装にあたっての技術的な制約等も踏まえ、アウトプット内容を適宜修正。

3. 標準化に向けた国際連携・成果発信

国際連携の推進/プロジェクト成果発信

「アウトプット」

- 安全性評価手法（特に一般道）の国際標準・法規提案に向けた弾込め
- SAKURA事業のPresence & Global Networkの向上



SUNRISE midterm event
SAE government industry meeting
etc.

1. SAKURAプロジェクト提案内容

2. R6年度の実施計画（案）

3. 4-6月の進捗

2. 4-6月の進捗

1. シナリオDBの実用化プランの検討

- ◆ JAMAでは自動運転システムの安全性を説明するフレームワークを提唱
- ◆ フレームワークを実現する手段が必要であり、SAKURAではシナリオDBを開発中
- ◆ 必要十分な評価範囲の限定，その範囲の妥当性の説明に有用であることが必要
- ◆ 開発/評価の活用に加え，L3/L4の認可への活用も視野に入れることが重要
- ◆ シナリオDBの実用化※とは何か，さらに役立つための運用/管理の条件とは何か

※実用化

実験/理論の段階から、実際に役立つ状態になること



【検討状況】

1. シナリオDBが実用化される要件とは何か？(最終形は？)
2. 長期的・継続的にシナリオDBが役に立つための運用/管理とは？

シナリオDBが実用化されたといえる状態（最終形）

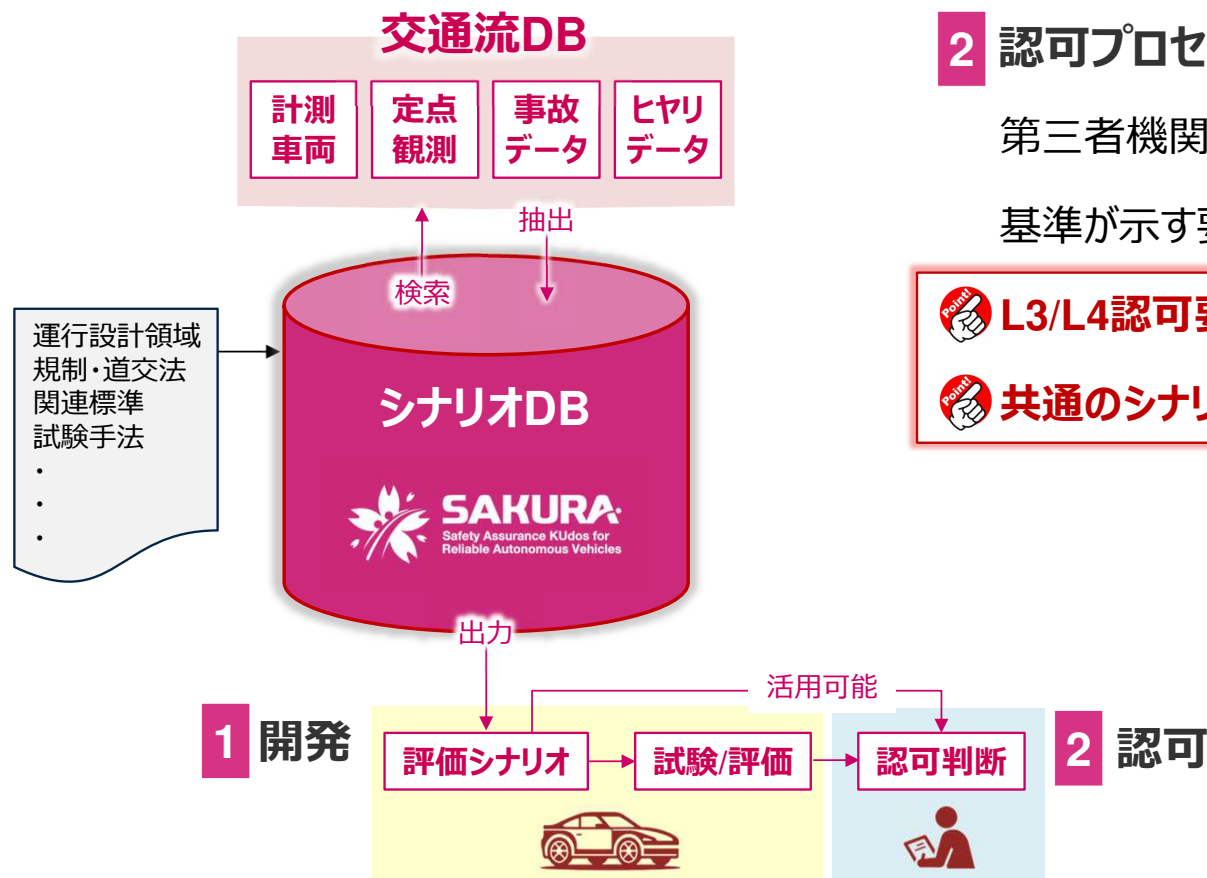
1 システム開発/評価に有用

3種類の外乱体系を扱える

自専道/一般道に対応する

交通実態を参照できる

評価範囲を限定できる



2 認可プロセスに連動

第三者機関が管理している

基準が示す要件を反映できる

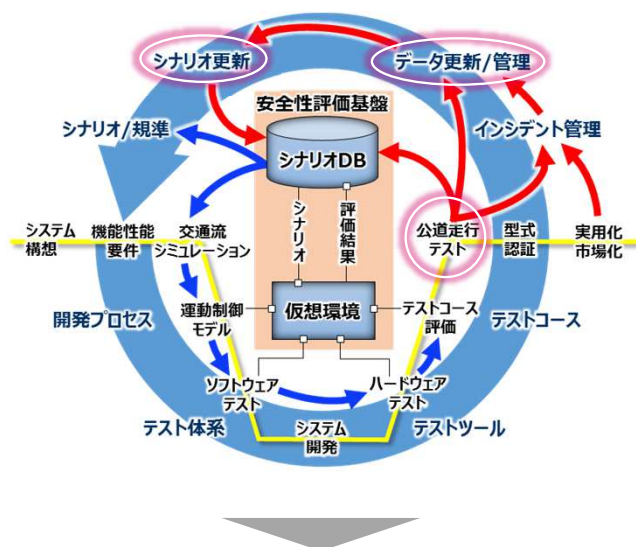
-  **L3/L4認可要件を満たす**
-  **共通のシナリオで審査できる**

第一の提供価値：合理的に予見可能な評価シナリオとエビデンスを提供すること

“提供価値”の維持/向上をするための要件(運用/管理)

1. 定期的なシナリオの更新

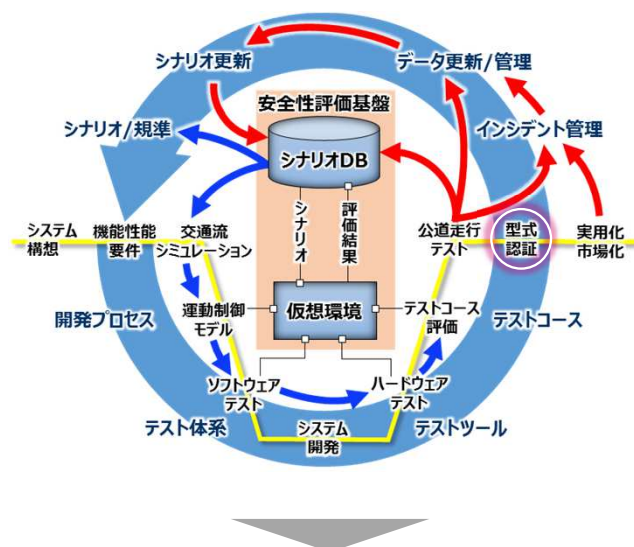
評価条件の信頼性up/交通実態の反映



- 実交通流データの効率的な集約
- 迅速なデータ処理とシナリオ実装

2. L3/L4認可プロセスとの連動

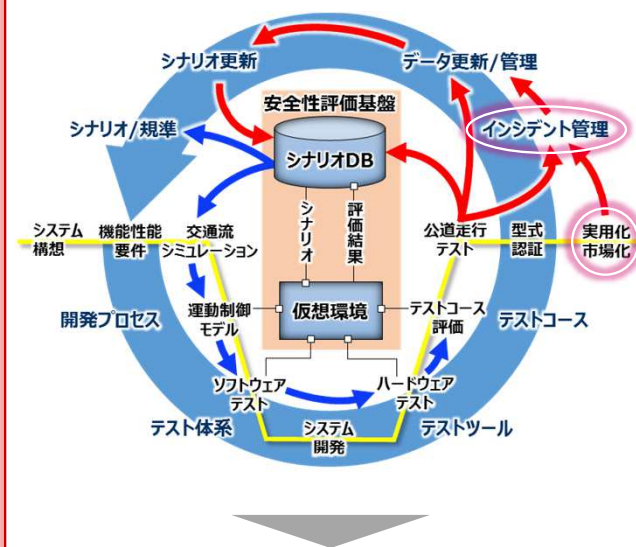
認可時に求められる評価条件と共通化



- 認可当局との協議/合意
- 国際基準/標準の動向との整合

3. 市場の事故/インシデント反映

上市後に生じた事象を改善する仕組み

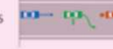
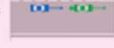
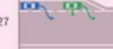


- 官民連携によるモニタリング体制
- 事故調査体制/手法の整備

シナリオDBを継続的に利用するメリット・利用しないデメリットの仕掛けが重要

安全性評価シナリオの実装計画

◆ R6年度公開版のシナリオDB：26シナリオを実装予定(交差点2シナリオを含む)

			Surrounding traffic participants behavior and approaching direction								
			Going straight			Lane change / Swerving			Turning		
			Same / Crossed	Oncoming		Same / Crossed	Oncoming		Same	Crossed	Oncoming
Road geometry and subject vehicle behavior	Non-intersection	Going straight (Lane keep)	No.1 	No.2 	No.3 	No.4 	No.5 	No.6 	No.7 		No.8 
		Lane change / Swerving	No.9 	No.10 	No.11 	No.12 	No.13 	No.14 	No.15 		No.16 
	Merge	Going straight (Lane keep)	No.17 	No.18 	No.19 	No.20 	No.21 	No.22 			
		Going straight (Lane keep)	No.23 	No.24 	No.25 	No.26 	No.27 	No.28 			
	Branch	Lane change / Swerving	No.29 	No.30 	No.31 	No.32 	No.33 	No.34 			
		Going straight (Lane keep)	No.35 	No.36 	No.37 	No.38 	No.39 	No.40 			
	Intersection	Going straight (Lane keep)	No.41 	No.42 	No.43 	No.44 	No.45 	No.46 	No.47 	No.48 	No.49 
		Turning	No.50 	No.51 	No.52 	No.53 	No.54 	No.55 	No.56 	No.57 	No.58 

2. 国際連携・国際協調に向けた活動状況 (1/2)

国際標準化・基準化に向けた取り組み

- ISO TC22/SC33/WG9における日本提案の継続的なインプット
- UN GRVAにおけるJAMA/SAKURA手法のインプット

ISO34505へのインプット

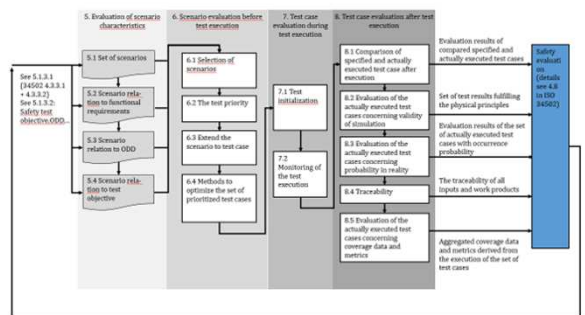
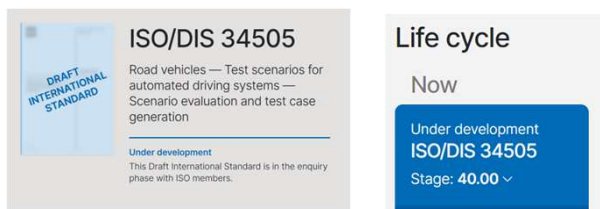


Figure 1 - ISO 34505 flow

WG9新規提案に対する日本案のフィードバック



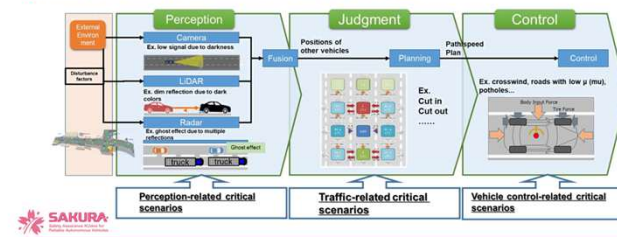
UN GRVAへのシナリオカタログのインプット



MLIT Japan

Concept of safety evaluation framework

- ◆ Divide driving tasks into 3 independent tasks
- ◆ Define critical situations (scenario source) for each task
- ◆ Combination of 3 tasks are defined as "scenario" to be evaluated
- ◆ This framework is reflected in ISO 34502

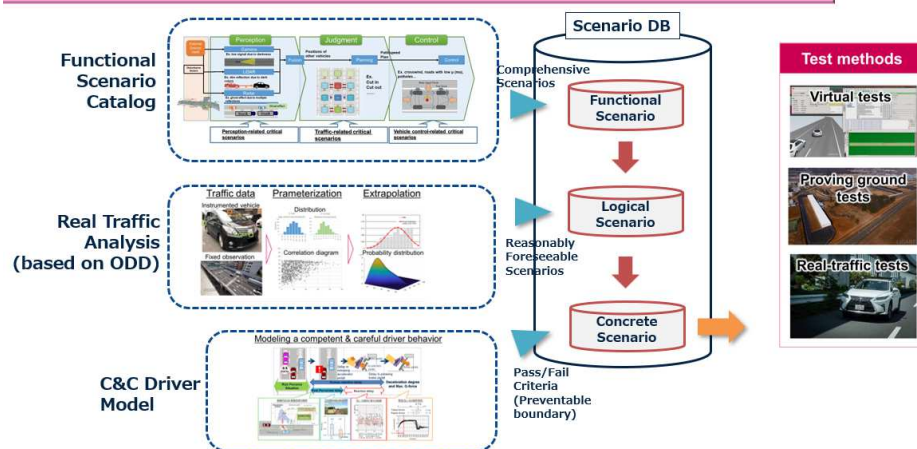


5

【補足】 UN GRVA Scenario WSに対するインプット

日本の安全性評価フレームワークの紹介

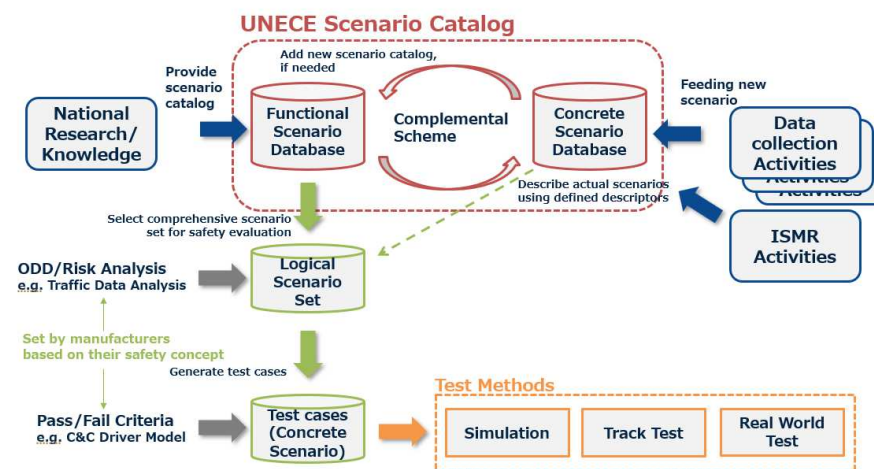
Overview of SAKURA Framework



- ・認知・判断・制御のシナリオ体系の定義
- ・予見可能/回避可能なシナリオを用いた評価

シナリオカタログに対する考え方

A thought on UNECE Catalog (Framework)



- ・演繹的/帰納的アプローチの補完関係
- ・実データ/ISMR活動との関連付け

ISMR : In-Service Monitoring and Reporting

2. 国際連携・国際協調に向けた活動状況 (2/2)

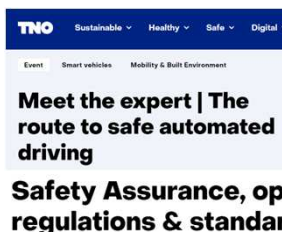
SAKURA手法をデファクトとするための国際連携活動

- SAKURA事業のPresence & Global Networkの向上
- SAKURA手法実装のサポート

欧州SUNRISEとの国際連携

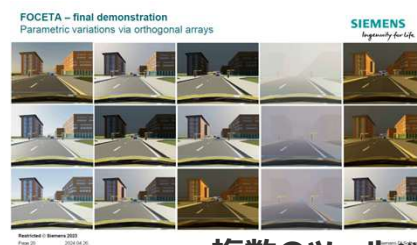
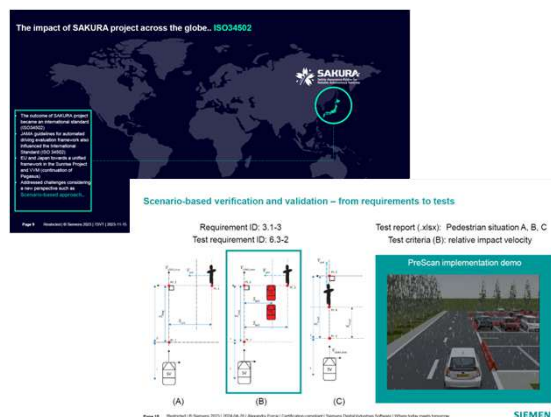


蘭TNOイベントにおける招待講演



Standards and regulations for safety assurance of automated driving sometimes create more questions than answers. TNO provides a deeper insight into the key aspects of the most relevant standards and regulations. Meet Hiroki NAKAMURA of Japan Automobile Research Institute (JARI), Olaf op den Camp and Erwin de Gelder (TNO).

SIEMENS社との国際連携 シナリオ実装に向けた意見交換



Foretellix社による JAMA/SAKURA手法の実装例



□ まとめ

- 「OSC DSLシナリオを用いて交差点シナリオを一つ作成する」
- ✓ 様々な交通参加者の挙動をツールがランダム生成
- ✓ シナリオを地図・シミュレーター毎に再利用
- ✓ カバレッジによりシナリオの網羅度を可視化

1つのOSC DSLシナリオを起点に、元々のフォーカスシナリオ以上のシナリオを生成

[illegible]

図 47. 一般車両の交通外乱シナリオ

複数のツールベンダーがJAMA/SAKURA手法を引用した 仮想環境評価ツールを開発



ご静聴ありがとうございました。

JARI