



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9月期の進捗状況ー

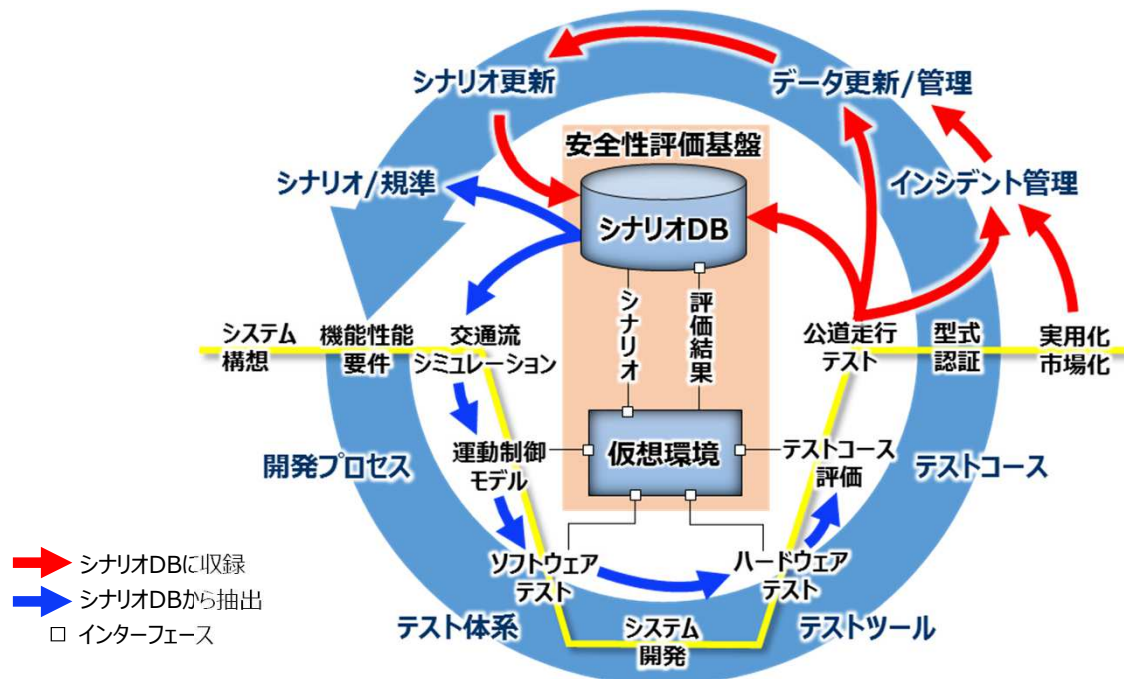
(一財) 日本自動車研究所

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



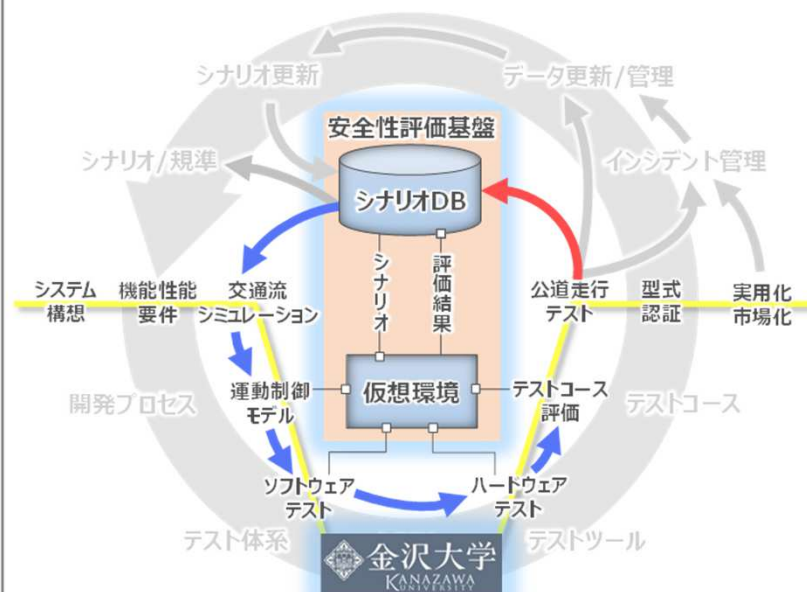
目指す姿を実現するステップ（R5年度の位置づけ）

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



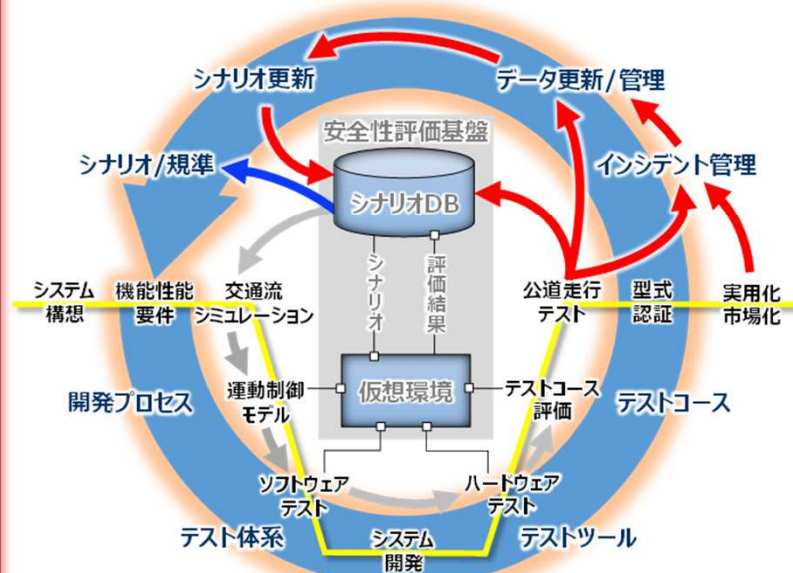
③実システムが接続してシナリオが循環する基盤を実現

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

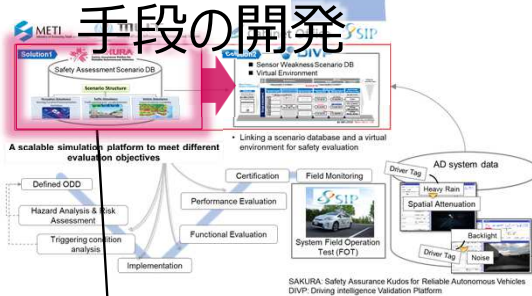
日本のAD安全性評価手法の課題に対応する活動内容

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



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



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		▼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/ユースケースライブラリなど)											
		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)		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		シナリオ十分性の検討					
	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						実験データ解析	
	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											
7-8月の進捗を報告													

※スケジュールは国際的な動向等を鑑みて適宜修正。

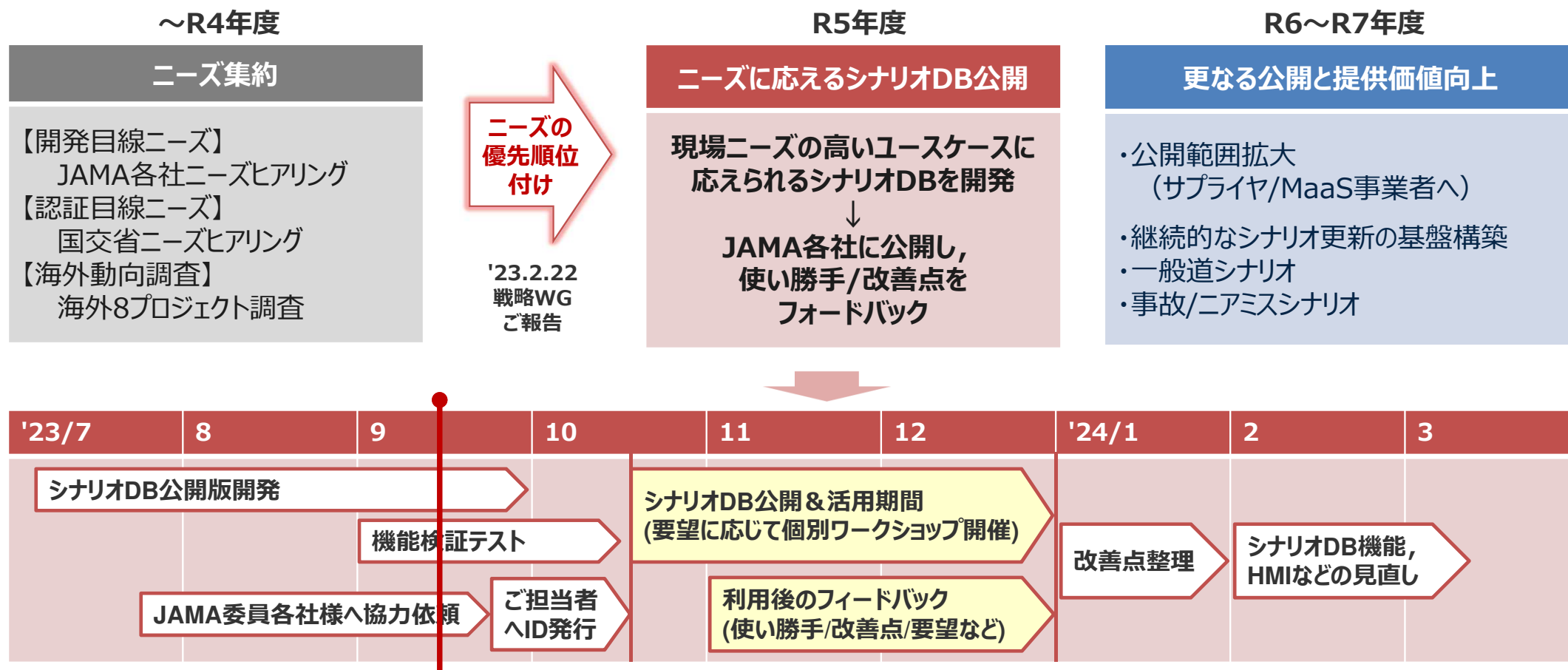
7-8月の進捗を報告

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公開準備(1/2)

◆ ADシステム開発・評価現場に対するシナリオDBの公開準備状況(1/2)



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公開準備(2/2)

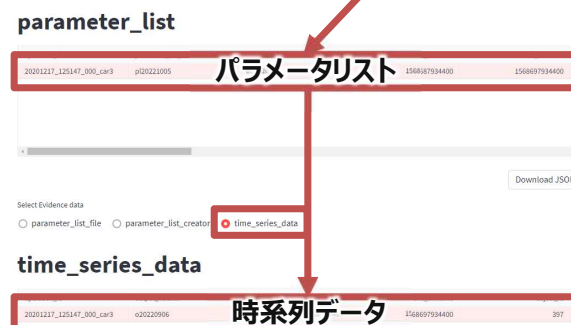
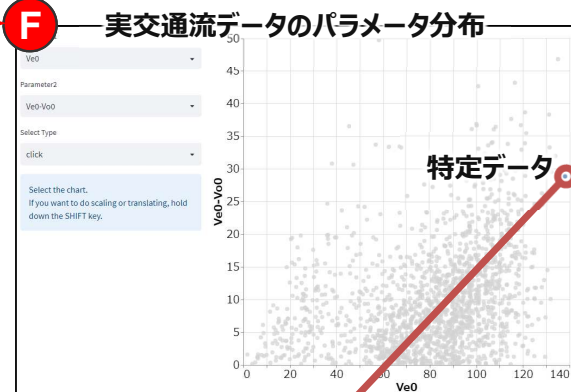
◆ ADシステム開発・評価現場に対するシナリオDBの公開準備状況(2/2)

安全性評価シナリオの準備

		A	B	D E	C	F
		FS 評価シナリオカタログ (58)	LS 実交通流データ 参照	CS 評価シナリオ 作成/出力	回避すべき 範囲	導出 根拠
高速道	本線	レーンキープ	カットイン/カット アウト/減速	OSC形式 (OpenSCENARIO)	UNR157	一部
		レーンチェンジ	代表1シナリオ	〃	UNR157	一部
	合流	レーンキープ	〃	〃		
		レーンチェンジ	〃	〃		
	分岐	レーンキープ	〃	〃		
		レーンチェンジ	〃	〃		
一般道	交差点	レーンキープ	年度末予定	年度末予定		
		ターニング	〃	〃		

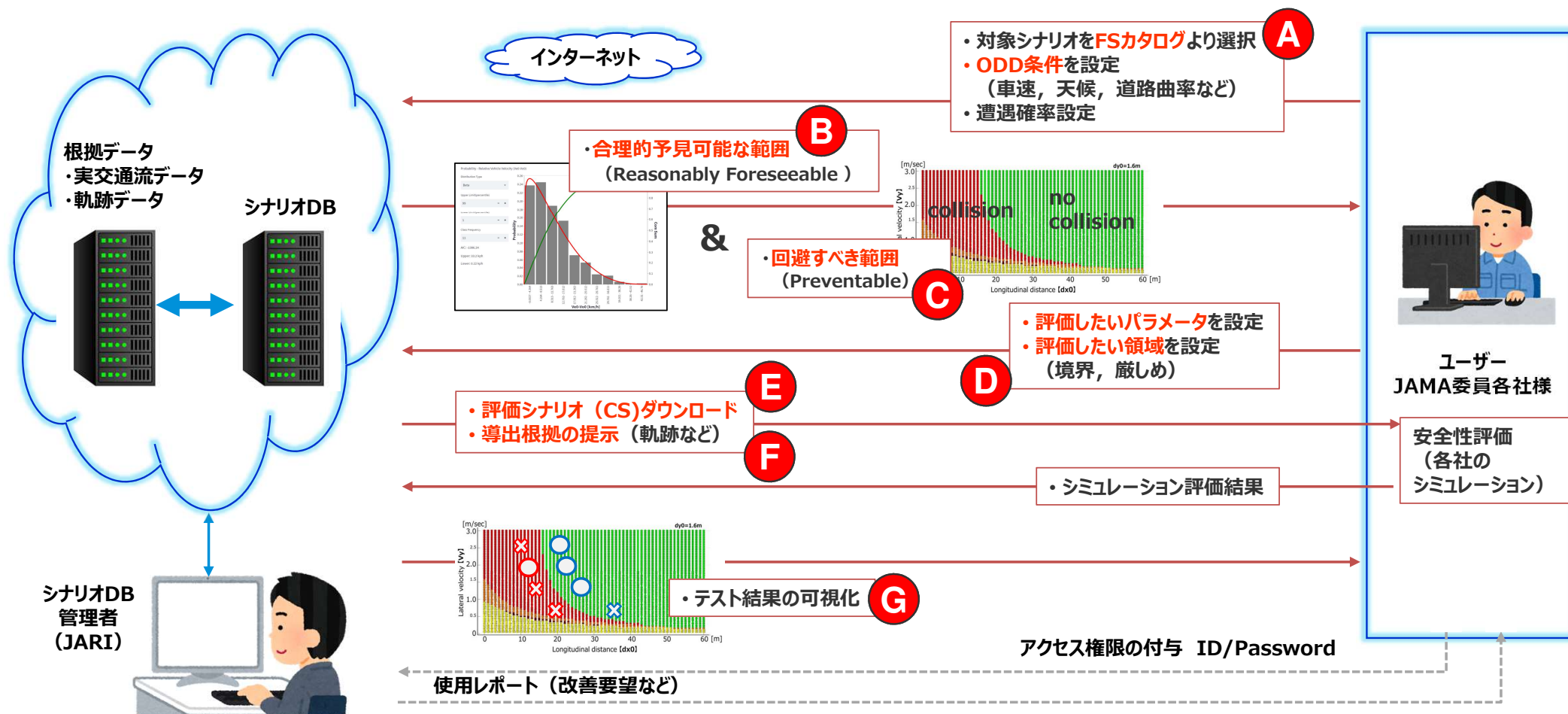
※A～FはP11の記載内容に対応

実交通データとの関連づけ



高速道に加えて一般道の安全性評価用シナリオを用意し、導出根拠も関連づけ

【参考】織り込み機能（ユーザーユースケース）



ユーザー目線で、使い易いUI・分かり易いシーケンス・操作マニュアルなどを提供予定

【参考】織り込みシナリオ

出典：JAMA 自動運転の安全性評価フレームワークVer 3.0 4.1 交通外乱シナリオ 図47

Road sector		Subject-vehicle behavior	Surrounding traffic participants location and 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 and subject-vehicle behaviour	non-intersection	Going straight (Lane keep)	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8			No9	No10			No11	No12
		Lane change	No9	No10	No11	No12	No13	No14	No15	No16			No17	No18			No19	No20
	Merge zone	Going straight (Lane keep)	No17	No18	No19	No20	No21	No22	No23	No24			No25	No26			No27	No28
		Lane change	No23	No24	No25	No26	No27	No28	No29	No30			No31	No32			No33	No34
	Branch zone	Going straight (Lane keep)	No29	No30	No31	No32	No33	No34	No35	No36			No37	No38			No39	No40
		Lane change	No35	No36	No37	No38	No39	No40	No41	No42			No43	No44			No45	No46
	Intersection	Going straight (Lane keep)	No41	No42	No43	No44	No45	No46	No47	No48			No49	No50			No51	No52
		Turning	No50	No51	No52	No53	No54	No55	No56	No57			No58	No59			No60	No61

赤枠が織り込みシナリオ
(NO.42,52は年度末に実装予定)

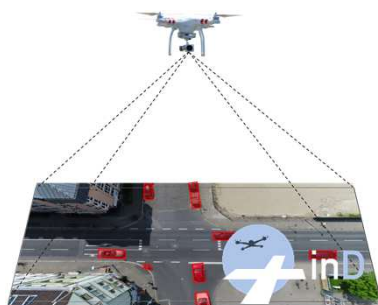
※高速道のパラメータ解析は全24シナリオ実施済みであり、シナリオDBへの実装準備は完了。

※今回の公開の目的はAD開発現場の実利用を通じた改善点のフィードバックであり、目的を達成するために代表的な8シナリオ(赤枠)を選定して公開。

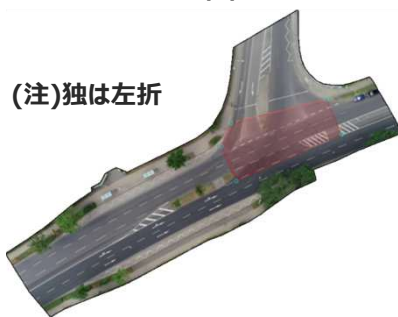
2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討

◆ 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)



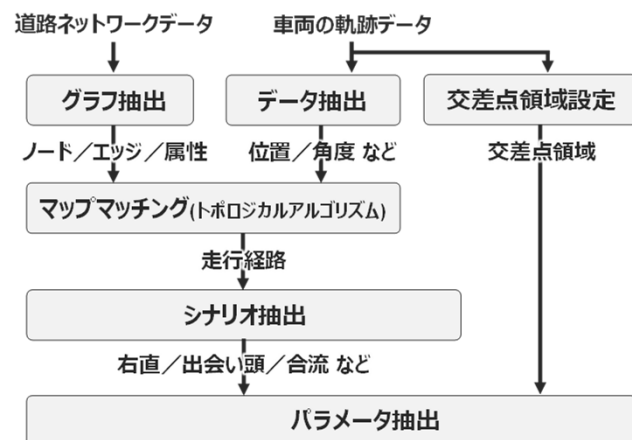
交差点(3)



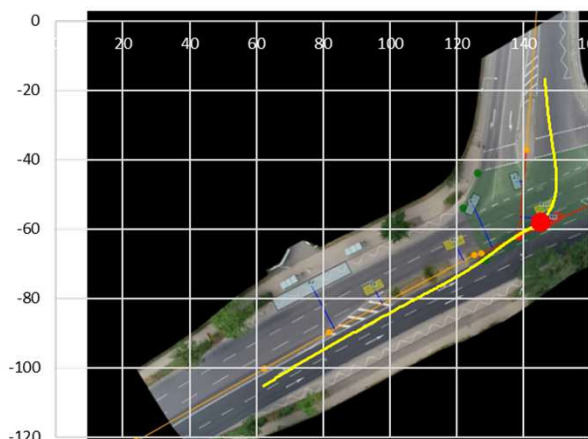
交差点(4)



【分析フロー】



【交差点領域と車両軌跡】



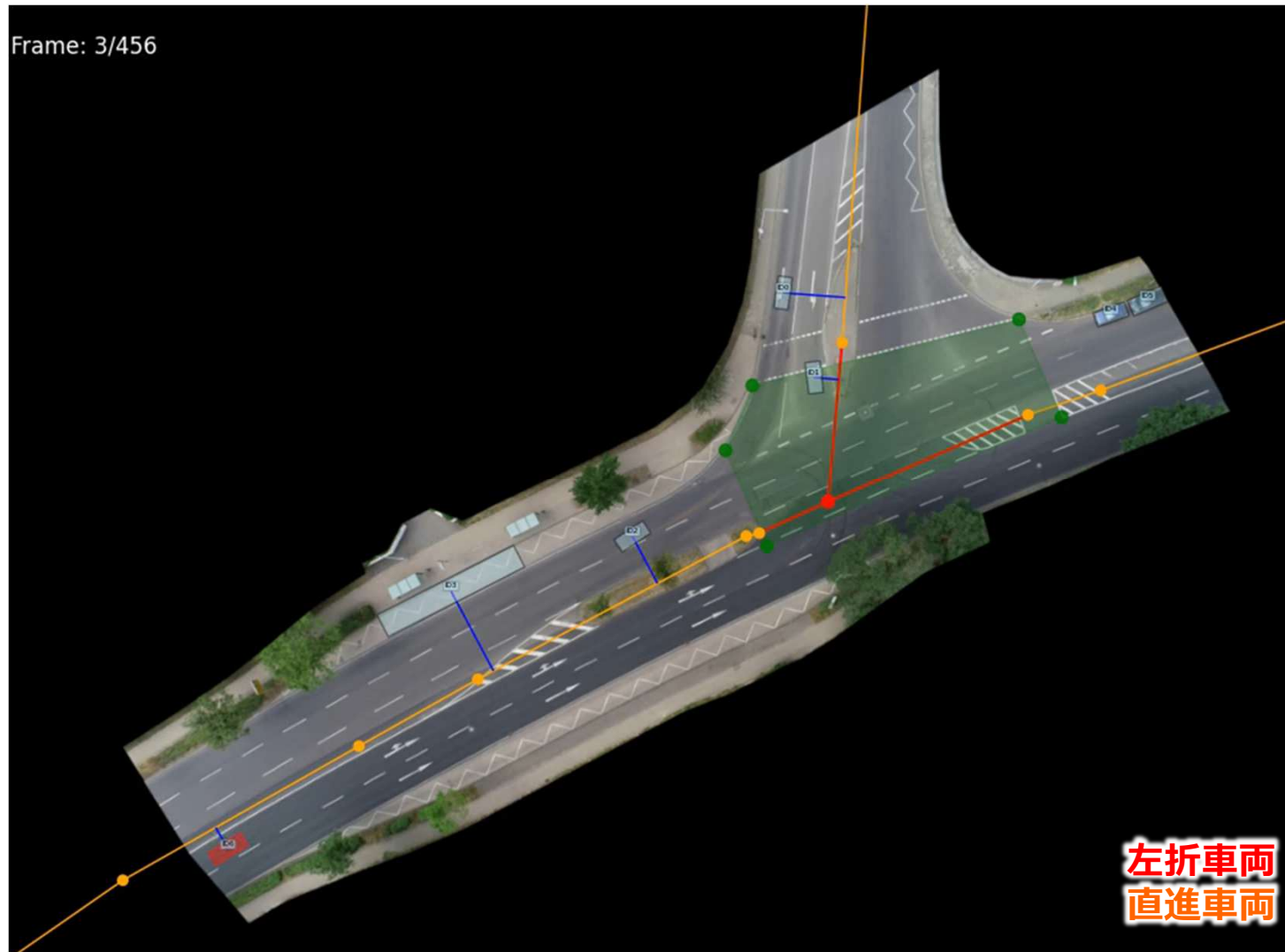
【分析対象】

- 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)の評価範囲を特定中

【参考】シナリオの抽出例

a : シャルロットテンブルグ通り



2) 一般道に対応する安全性評価手法の検討

◆ 交差点出会い頭シナリオにおける安全性判断クライテリアの具体化

交差点出会い頭シナリオを対象とした調査・研究

交差点を非優先側から通過する際の安全要件を定量化



- FY22 : 交差点×自車右折×他車直進シナリオを対象
他車にとっての進行妨害を定量化
2台の車が通過する時間差が有用

- FY23 : 交差点×自車直進×他車直進シナリオを対象
FY22のアプローチを踏襲して定量化
個別事例の評価への適用を想定
(例：ひたちBRT一般道交差部の評価)

クライテリア定量化に向けたエビデンスデータ獲得(DS実験)

自車50×他車10, 時間差1秒



自車50×他車30, 時間差1秒



自車50×他車10, 時間差5秒



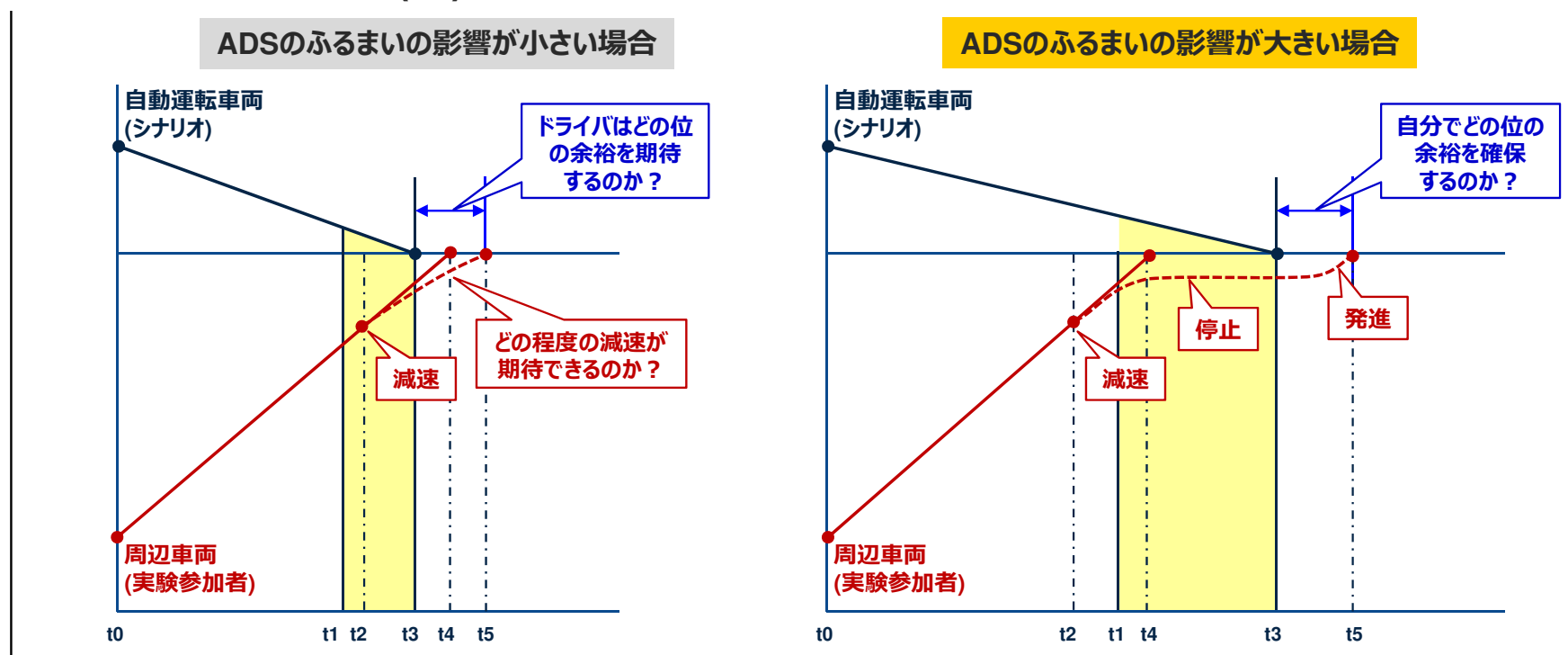
自車50×他車30, 時間差5秒



DS実験データに基づいて具体化し、交差点出会い頭シナリオの評価に活用

【参考】出会い頭シナリオのクライテリアの定量化

安全要件の定量化方法(案)



- t_1 : 自動運転車両が衝突区間進入
- t_2 : 周辺車両が減速開始
- t_3 : 自動運転車両が衝突区間脱出
- t_4 : 周辺車両が減速しなかったら衝突区間に進入する
- t_5 : 周辺車両が実際に衝突区間に進入する

- 周辺車両が減速開始した時刻 (t_2) : 危険だと判断した後の行動
- 周辺車両が減速開始してから (t_2) の最大減速度 : 危険回避のための行動量

- TTC($t_4 - t_3$) : 周辺車両が同じ速度で走行し続けた場合の衝突までの時間
- PET($t_5 - t_3$) : 自動運転車両が衝突地点を通過してから周辺車両が到着するまでの時間

3) 国際標準化に向けた国際連携/成果発信

◆ 国際標準化動向：ISO/TC22/SC33/WG9会議@ドイツ・ベルリン(6/29-30)

✓ 議題：34503FDIS, 34504DIS, 34505WD, 新規提案3件

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	DIS	23年度内 (予定)	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	WD(3 _{rd})	25年9月 (予定)	中国 ドイツ

※新規提案3件はいずれも直前の提案であり、事前の調整が不十分とのことで投票は見送られた

ISO34503はIS化・34504も内容が確定し、34505は3rdドラフトを作成中

3) 国際標準化に向けた国際連携/成果発信

◆ TRB-ARTS(Automated Road Transportation Symposium)@サンフランシスコにおける成果PR

安全性関連セッションにおける日本の取組み発信

Safety-driven V&V Assessment



Safety Assurance Activity Status Update from Japan(JAMA佐藤氏)

Safety Assurance

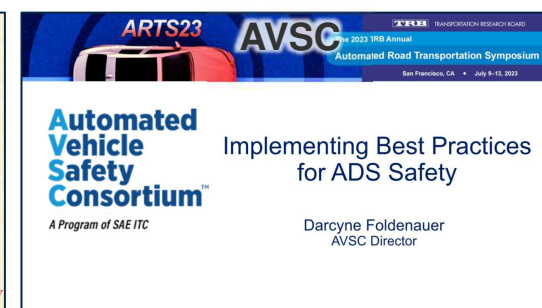


SAKURA Follow-up Overview (JARI北島)

- 日本の安全性評価活動(SA合同/SAKURA)を国際的にPR
- 日欧連携(独VVM/欧SUNRISE)に米SAE参画するよう調整
- 米国と欧州・日本の法体系の違いが実用化アプローチに反映
- Robot taxi試乗を通して米国の技術の最新動向を把握

AD車の安全性評価の最新動向(産業側が積極的)

Plenary SessionやBreakout Sessionにおける情報収集



<https://trb.secure-platform.com/a/page/AutomatedRoadTransportationSymposium>
※公開されていない講演資料もあるが、概ね入手が可能

日本の取組みをPRするとともに、日欧連携に米関係者が参画する方向で調整



ご静聴ありがとうございました。

JARI