

2024年3月度
安全性評価戦略サブWG資料

第4回 安全性評価戦略サブWG

自工会・AD安全性評価分科会 活動状況

2024.3.1

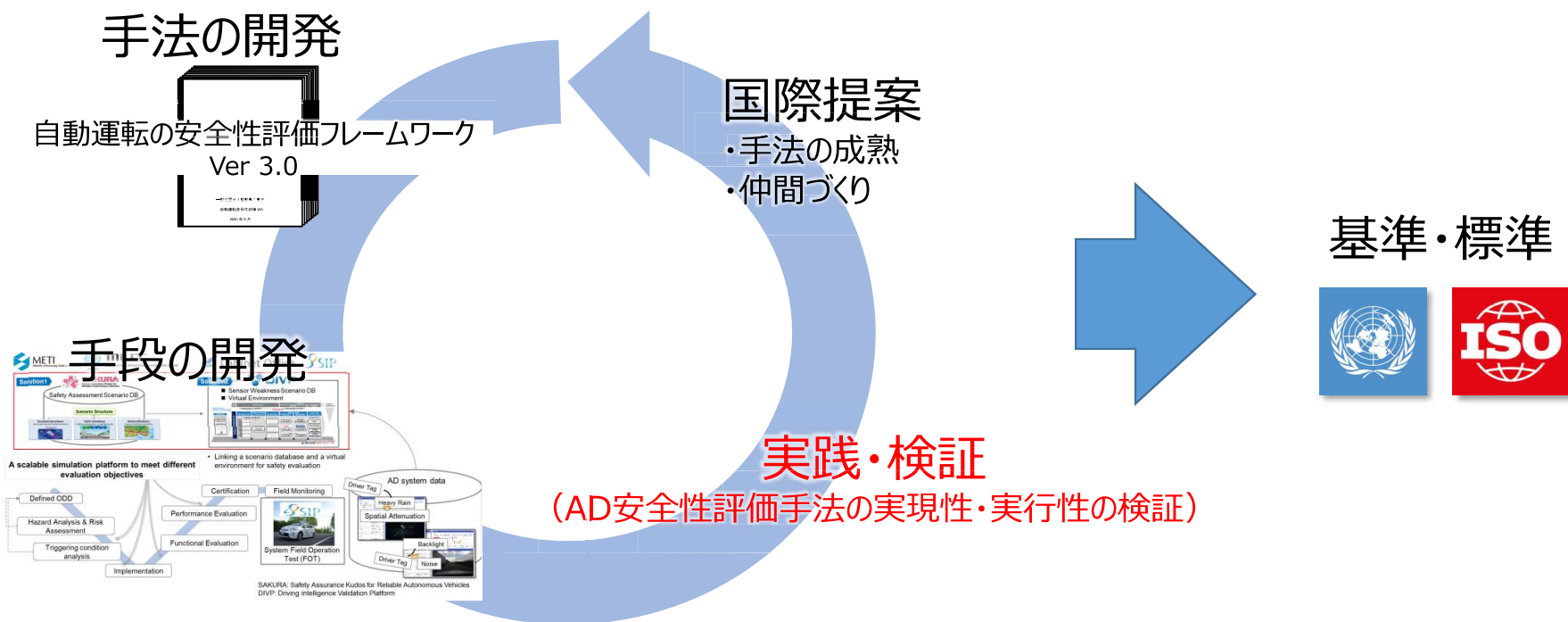
自工会 AD安全性評価分科会

小澤 浩一郎

日本のAD安全性評価手法の課題

モチベーション：日本が自動運転の安全性評価についてリードし、自動運転の社会実装に貢献
⇒日本提案手法（ISO34502）のプレゼンス向上が必要

【課題】 AD車・サービスの実開発が低調、実開発への適用機会が少なく、実現性・実行性が示せていない
実事例での実践・検証の積み重ねが必要



AD安全性評価手法開発の方向性

『自動運転システムが有すべき安全性能に関する、論理的な網羅性・実行性・透明性を具備した**安全性評価共通基盤**』を構築
 ⇒安全性評価基盤の実現性・実行性を示すために、安全性評価**手法の検証**と**手段の実践**を進める

安全性評価共通基盤

手法 自動運転安全性を対象とした安全論証体系、安全性評価手法、安全性判断手法 目的: 安全性評価の技術検討、課題解決 活動の枠組み: Lv3以上の自動運転安全性ではJAMAガイドライン（自動運転の安全性評価フレームワーク）をベストプラクティスと位置づけ 	今後の方向性 自専道を対象に安全性評価手法を構築 対象を一般道へ拡張、先行する実践プロジェクトを参考に、検証し手法化
手段 膨大な評価シナリオに対応可能な評価環境（安全性評価の実現可能な手段の整備・実証） 目的: 国際協調しつつ日本が技術開発をリード 活動の枠組み: 国内研究プロジェクトの連携活用で評価基盤を構築   	ISO化など標準化を進捗 安全検証の実践フェーズに移行

海外サービス(L4)安全論証BMC

Waymo

Cruise

Torq





各サービスが公開している安全論証ドキュメントを参照。日本提案の安全性評価フレームワークを社会実装済みのサービスに照らし比較検討、課題解決を進める

国プロの安全検証(L4)



(経産省・国交省)
 無人自動運転サービス社会実装プロジェクト

Road to the L4など、国内MaaS実証実験に安全性評価手法を適用。日立BRT（テーマ2）と柏の葉（テーマ4）への適用を検討中。安全検証が実践できるよう協力体制を構築し進める。

安全性評価の課題認識

安全性評価を取り巻く状況

MaaSの社会実装が進捗、一般道での自動運転走行の安全性評価が議論の中心

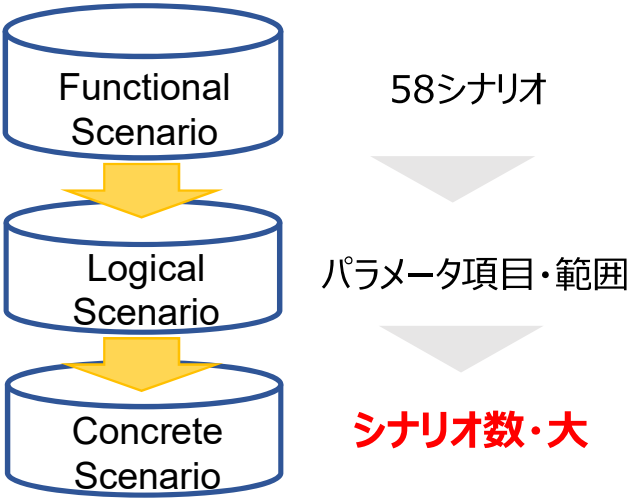
- ✓ シナリオベースアプローチは一般道へ拡張、指標の具体化と技術要件への落とし込みが要諦
- ✓ 一般道では網羅的なシナリオ体系議論ではなく、ユースケースやODDを限定したシナリオ検討が中心

安全性評価の課題認識

安全性評価フレームワークはPOVの社会実装を想定した、網羅性の高い安全性評価手法を提案

課題) 一般道のシナリオ要素を具体化した際、評価検証シナリオ数は有限ではあるが、論証するシーンは多種多様
⇒多種多様なシーンに対して、安全性の論証構造が未だ不透明

〔 自専道という限定的な範囲においては、道路種別、道路形状、交通参加者のそれぞれの種類は限定的であるのに対し
一般道においては、交通参加者の種類と共に、道路種別や道路形状についても多種多様である。 〕



Road sector and subject-vehicle behaviour		Surrounding traffic participants location and behaviour															
		Subject-vehicle behaviour								Surrounding traffic participants location and behaviour							
		Going straight				Lane change / Swerving				Turning				Turning			
Road sector		Same / Crossed (from R/L) direction				On coming				Same / Crossed (from R/L) direction				On coming			
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	Going straight (Lane keep)	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	Going straight (Lane keep)	No65	No66	No67	No68	No69	No70	No71	No72	No73	No74	No75	No76	No77	No78	No79	No80
	Lane change	No81	No82	No83	No84	No85	No86	No87	No88	No89	No90	No91	No92	No93	No94	No95	No96
Intersection	Going straight (Lane keep)	No97	No98	No99	No100	No101	No102	No103	No104	No105	No106	No107	No108	No109	No110	No111	No112
	Turning	No113	No114	No115	No116	No117	No118	No119	No120	No121	No122	No123	No124	No125	No126	No127	No128

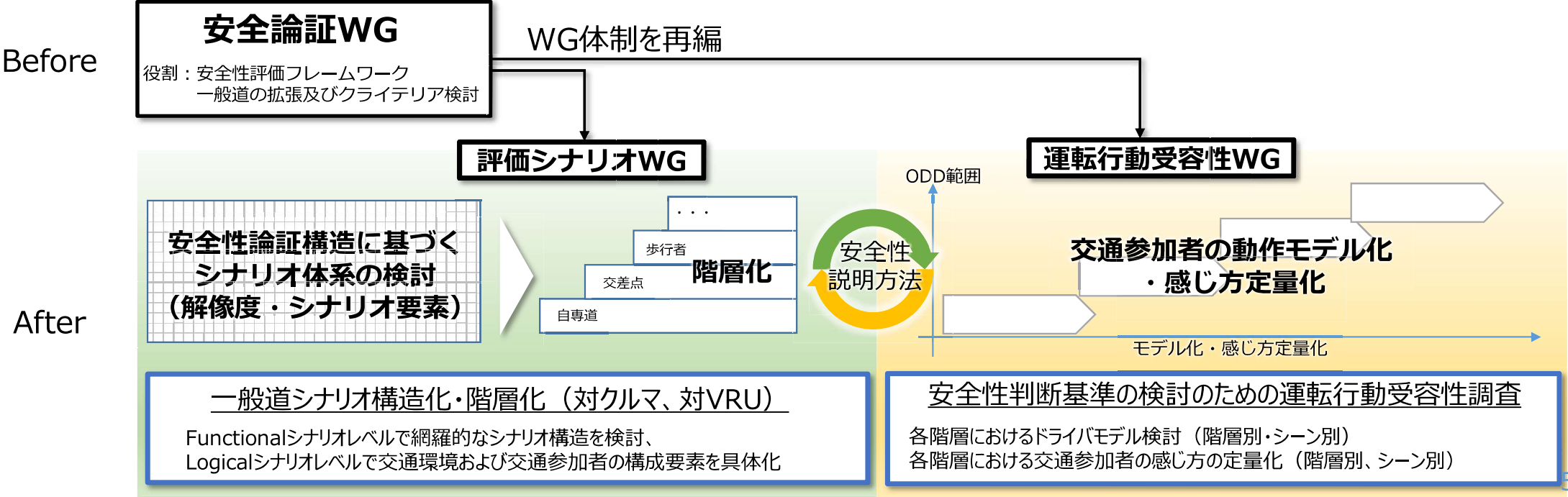
安全性評価の活動方向性

検討アプローチ

- ・ロボタクなどMaaSの社会実装の潮流に見えるように、
AD社会実装は、限定的な範囲から段階的にODD拡張されることが想定される（自専道渋滞⇒高速⇒一般道幹線⇒細街路…）

以下2軸で検討加速できるようWG体制を再編

- ✓ **網羅性の高いシナリオ構造化**と共にシナリオ要素で階層化
- ✓ 「安全性をどのように説明するか？」といった**安全性の論証構造を段階的に構築**



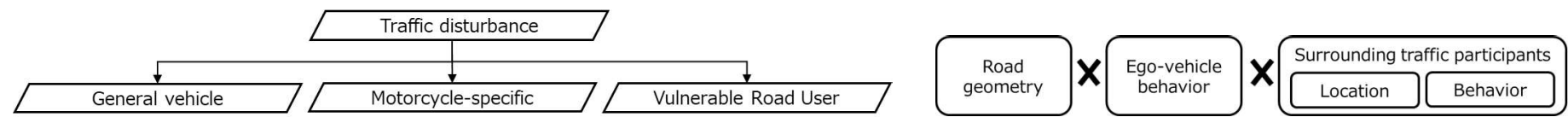
評価シナリオWG

安全性評価フレームワークの一般道への拡張

一般道安全性論証プロセス体系の構築

自専道を対象としていた安全性評価フレームワークを一般道に展開
⇒対車両は58シナリオ（自専道含）、対歩行者は8シナリオに定義
※VRU（歩行者）シナリオを交通外乱シナリオの分類と構造化と同様の考え方を適用することで説明性（網羅性）を保つ

交通外乱シナリオ分類と構造を定義



一般車両交通外乱シナリオ(FS)：58シナリオを定義

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

VRU（歩行者）交通外乱シナリオ(FS)：8シナリオを定義

Road geometry and Sub. vehicle behaviour		Pedestrian behavior	
		Walk in driving path	Cross driving path
		P01	P02
Non intersection	Go straight		
	Lane change		
Intersection	Go straight		
	Turn		

安全性評価フレームワークの一般道への拡張

■ 交差点における対車両のLS検討

■ LSパラメータの定義

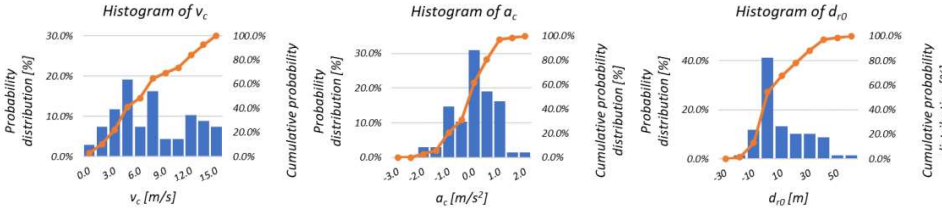


Scenario No.	Scenario name	Parameter			Position	Description
42	出会い頭	位置	dr0	m	自車両交差点進入 0, 10, 20, 30 m 前	交差点までの距離
		速度	ac	m/s ²		加速度（縦）
			vc	m/s		速度（縦）
52	右折・直進	位置	dy0	m	※自車両初期位置に よって各パラメータに 傾向が見られるかを 確認	自車両との横距離
			dr0	m		交差点までの距離
		速度	ac	m/s ²		加速度（縦）
			vc	m/s		速度（縦）

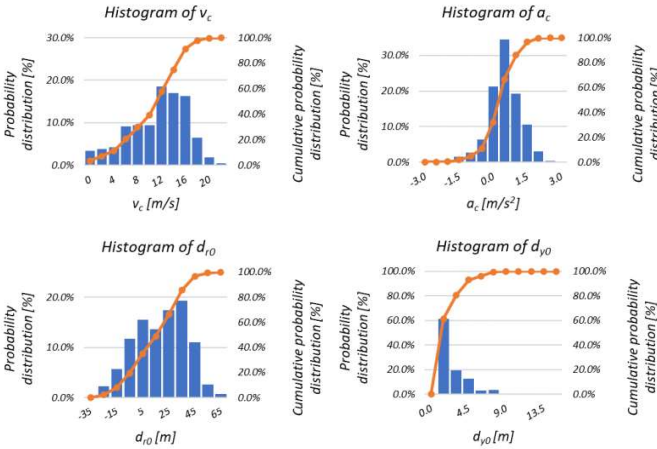
■ LSパラメータ範囲

実測データ：ikaのinDの4つの交差点のデータからインタラクションの軌跡を抽出しパラメータ分析を実施

【No42】



【No52】

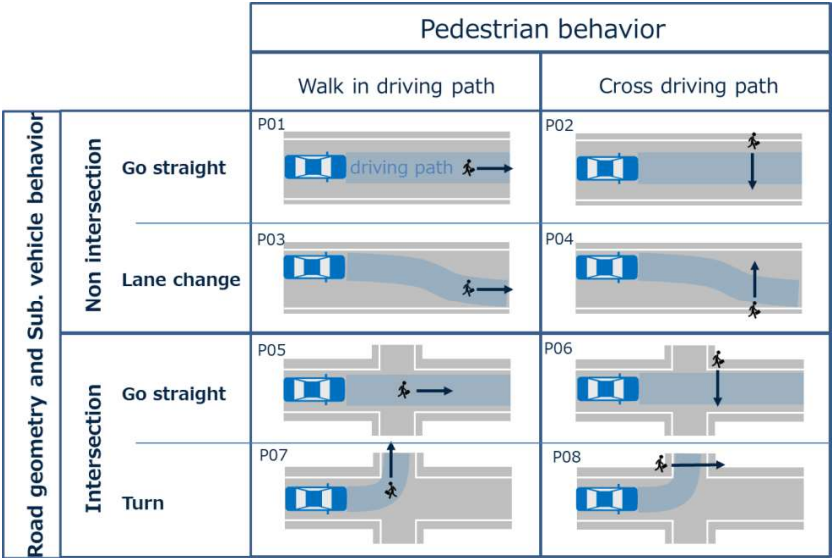


この他に、交差点規模や交差点形 (+,T) の傾向も分析を実施

安全性評価フレームワークの一般道への拡張

歩行者シナリオの網羅性確認

SIP（日本）, IGLAD（全世界）, DCA（オーストラリア）の事故パターンを8シナリオに該当するか検証した⇒全て網羅している



Road geometry	Ego-vehicle behavior	SIP		IGLAD		DCA	
		Pedestrian behavior		Pedestrian behavior		Pedestrian behavior	
		On driving Path	Into driving Path	On driving Path	Into driving Path	On driving Path	Into driving Path
Non Intersection	Go straight	8	22	5	15	3	4
	Lane change	0	0	6	0	0	0
Intersection	Go straight	2	11	0	27	0	1
	Lane change	1	9	0	12	0	1

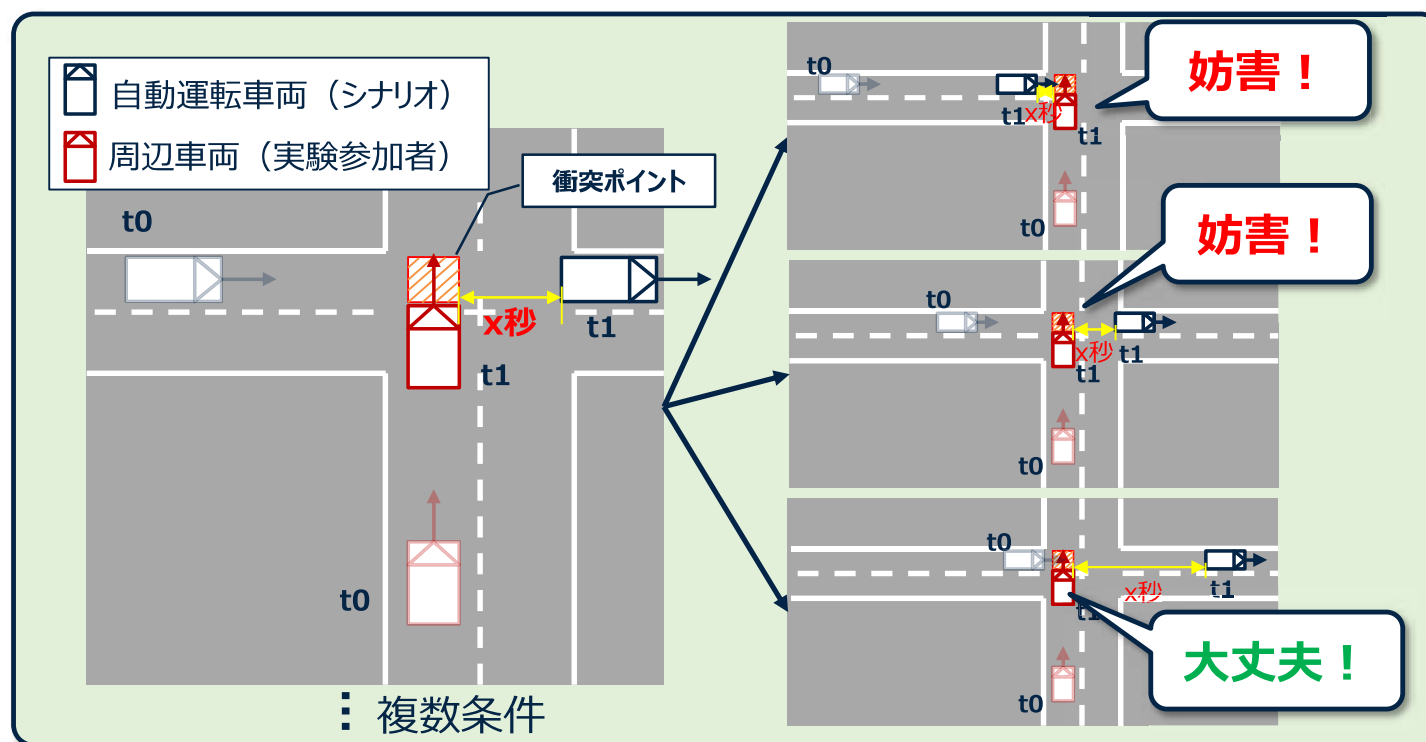
安全性評価フレームワークの一般道への拡張

■ クライテリア検討のためのDS実験

一般道でのクライテリア検討に必要な基礎検討として、ドライビングシミュレータ実験を実施

【目的】交差点シナリオ（出会い頭での衝突）において、ドライバが妨害と感じる程度の定量化

実験イメージ



被験者プロフィール

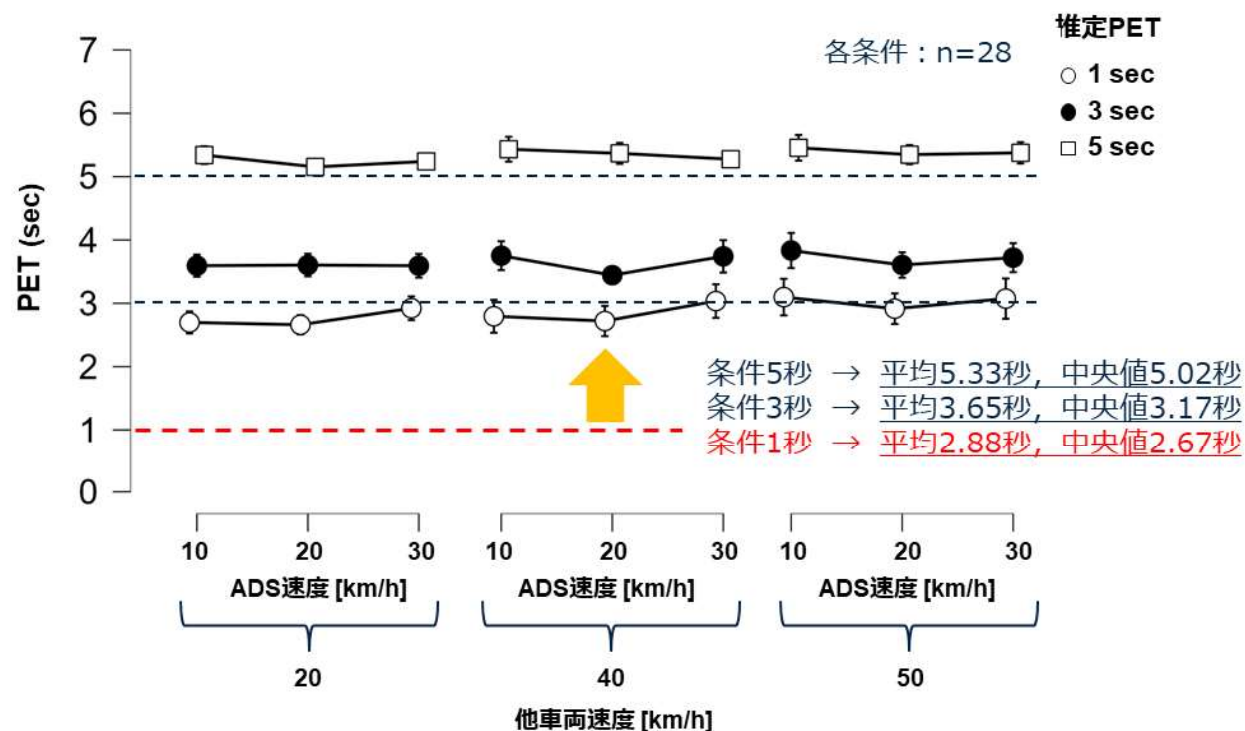
【募集条件】

- 普通免許取得後3年以上経過した方
 - 週3回以上運転している方
 - 過去3年間自車両による交通事故がなかった方
- 男性 ■ 女性



安全性評価フレームワークの一般道への拡張

■ クライテリア検討のためのDS実験



Descriptives - PET					
他車両速度 [km/h]	自動運転車両速度 [km/h]	N	Mean	SD	SE
20	10	28	2.698	0.921	0.174
	20	28	2.661	0.804	0.152
	30	28	2.922	0.990	0.187
40	10	28	2.796	1.374	0.260
	20	28	2.720	1.262	0.239
	30	28	3.036	1.402	0.265
50	10	28	3.098	1.528	0.289
	20	28	2.915	1.276	0.241
	30	28	3.074	1.682	0.318

被験者の行動結果

- 平均2.6~3.1秒の余裕時間を求めている
- 余裕時間は推定PET1秒~3秒の間が考えられる



今回の実験では**3秒前後が妨害なし**と想定される

運転行動受容性WG

一般道におけるADS車の社会実装に向けて、対車両に加えて対VRUに関する安全性検証に活用可能な知見を得ることが必要である。

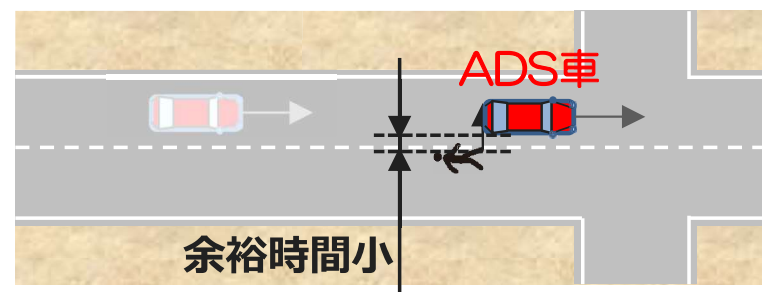
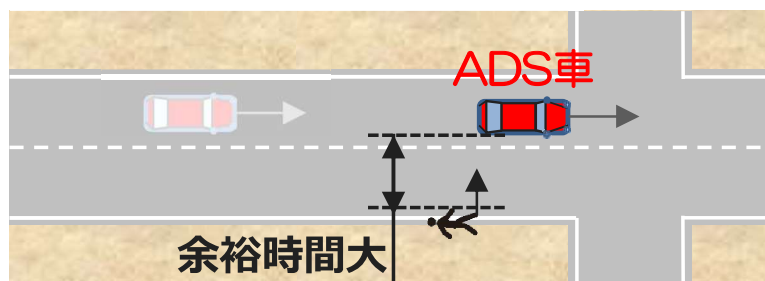
そのための事前検討として、本年度以下の2点を実施。

- ◆ 対VRUに対するドライバの衝突回避可能な範囲に関する知見の獲得
- ◆ 対VRUのADS車に対する危険・妨害感の定量化の検討

対VRUのADS車に対する危険・妨害感の定量化の検討

道路交通法，先行研究等をもとに，歩行者が妨害と感じるか否かを調査すべき場面と指標を検討した。

- **調査場面**：交差点の直近で横断歩道が設けられていない場所での歩行者の道路横断。
※歩行者が道路を横断しているときは，その歩行者の通行を妨げてはならない。
- **評価指標**：ADS車の速度，歩行者の速度，ADS車と歩行者の交差時余裕時間等。



ADS車と歩行者の交差時の余裕時間指標のイメージ図

次年度、検討すべき項目（□）について以下のことが分かった。

◆ 対VRUに対するドライバの衝突回避可能な範囲に関する知見の獲得

- 歩行者の道路横断に関する特徴を、国内外の実交通観測データや先行研究に基づき分析する。
- 歩行者の道路横断に対するドライバの衝突回避行動に関する実験を実施する。

◆ 対VRUのADS車に対する危険・妨害感の定量化の検討

- 横断歩道なし交差点を対象に、歩行者がADS車に対して妨害感や危険感の範囲を実験により調査する。

以上