

安全性評価基盤検討TF

Team1, 2 活動報告

2024/10/09

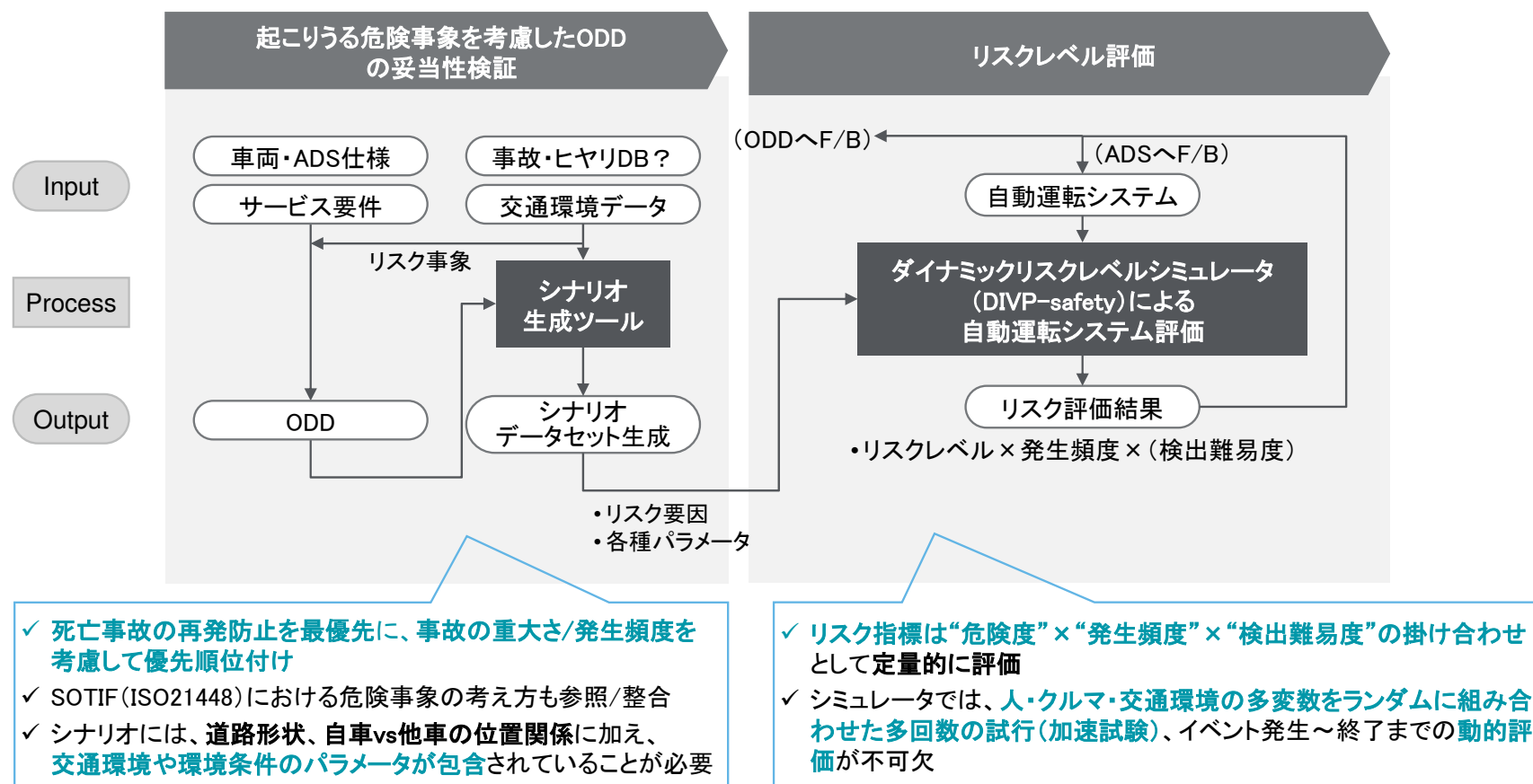


AD-URBAN



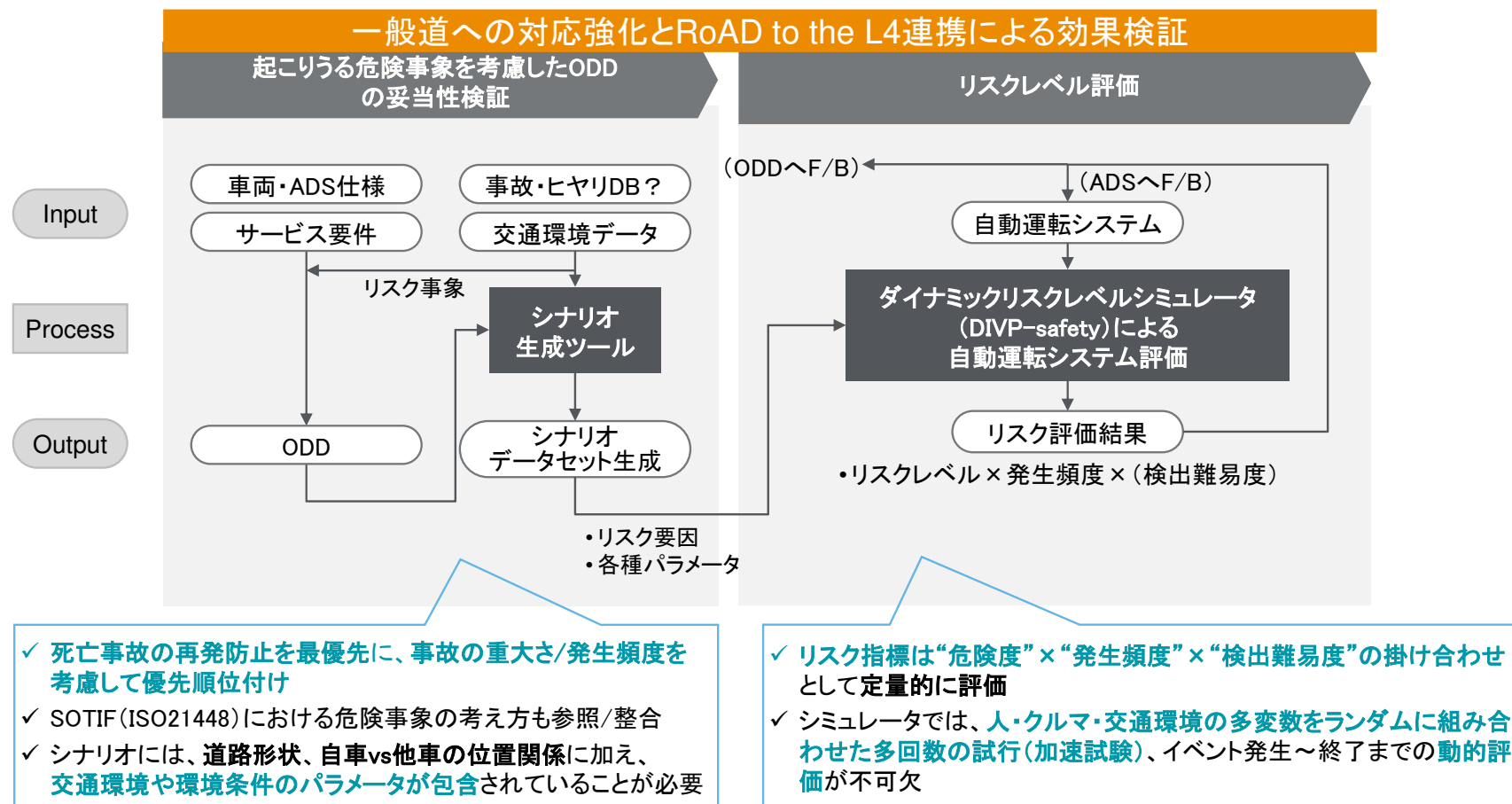
開発の上流工程で、安全性の当たり付をスピーディに検証できるように、①事故再発防止観点からの**ODD内の安全性検証**と②動的なリスクレベルシミュレーションによる仮想空間上での加速試験の組み合わせを提案

上流開発加速プロセスの基本コンセプト



開発の上流工程で、安全性の当たり付をスピーディに検証できるように、①事故再発防止観点からのODD内の安全性検証と②動的なリスクレベルシミュレーションによる仮想空間上での加速試験の組み合わせを提案

上流開発加速プロセスの基本コンセプト



アジェンダ

RoAD to the L4連携に向けた協議状況

- 評価シナリオの定義
 - 3Dマップモデルの作成
 - シミュレーション – 自動運転バスの接続
-

連携スケジュール案

安全評価戦略SWGの評価ユースケースとして24年度は一般道評価を優先 RoAR to the L4のテーマ4を中心に連携評価に向けた具体化を進めている

#1報告から抜粋

RttL4連携で、抽出されたユースケースLibrary

2.2	RttL4ユースケース	実施済 or 予定	所有者	分類（情報/データ/ モデル/ツール）	Open/Close /SemiOpen	再利用価値
2.2.1	テーマ2					
a	磯坪交差点視界と対向車認識（約5000シナリオを生成）	○	DIVP	准モデル	Open	◎
b	泉が森バス停信号機西日認識（予定）	(24FY予定)	DIVP	(准モデル)		(○)
c	大沼小学校付近 複雑交差点（予定）	(24FY予定)	DIVP	(准モデル)		(○)
2.2.2	テーマ3					
a	合流支援（予定）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(◎)
b	夜間・路肩停止大型車（予定）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
c	二輪車すり抜け（予定）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
d	逆走車（予定）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
e	先読み情報支援（予定）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
f	東北自動車道 佐野SA 合流車視界不良	未定	(DIVP)	(准モデル)		(○)
2.2.3	テーマ4					
a	認識性能向上（歩行者、自転車等）&学習用データ生成（先進モビ）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
b	樹木歩道走行自転車の認識（先進モビ）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
c	マルチセンサ、魚眼カメラ（先進モビ）	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
d	柏の葉駅～キャンパス間 無信号交差点視界	(24FY予定)	(DIVP)	(准モデル)		(○)
e	路駐歩行者飛び出し	既存の反映	DIVP	(准モデル)		○

一般道評価で合意

RoAD to the L4連携に向けた協議状況 評価シナリオの定義

RoAD to the L4と協議しシミュレーション評価の適応内容の具体化を進めている ユースケースと評価対象という観点でシナリオ作成とモデル接続の計画を立てる

シミュレーション適用内容の具体化

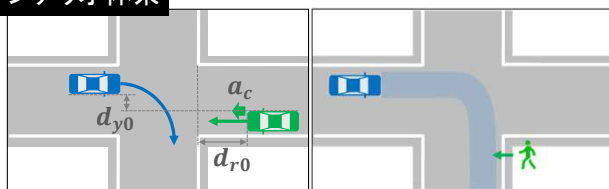
ユースケース： 柏の葉 走行ルートと重要シーン

重要シーン例



シナリオ定義

シナリオ体系



自車右折 × 他車直進

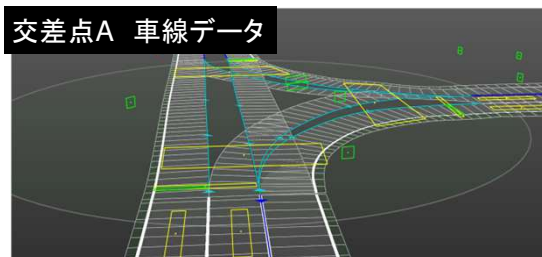
自車右折 × VRU横断

柏の葉 走行ルート



モデル化

交差点A 車線データ



評価対象： 自動運転バス

自動運転バス



モデル化

バス 3Dモデル



これから技術担当者も交えて適用内容の定義を進める

※1 Google Mapsより引用 ※2 RoAD to the L4 Websiteより引用 <https://www.road-to-the-l4.go.jp/>

ユースケースの1つ目として、科警研交差点を詳細化 自動運転バスが右左折するときの歩行者・自転車検出をシナリオとして深掘りを実施

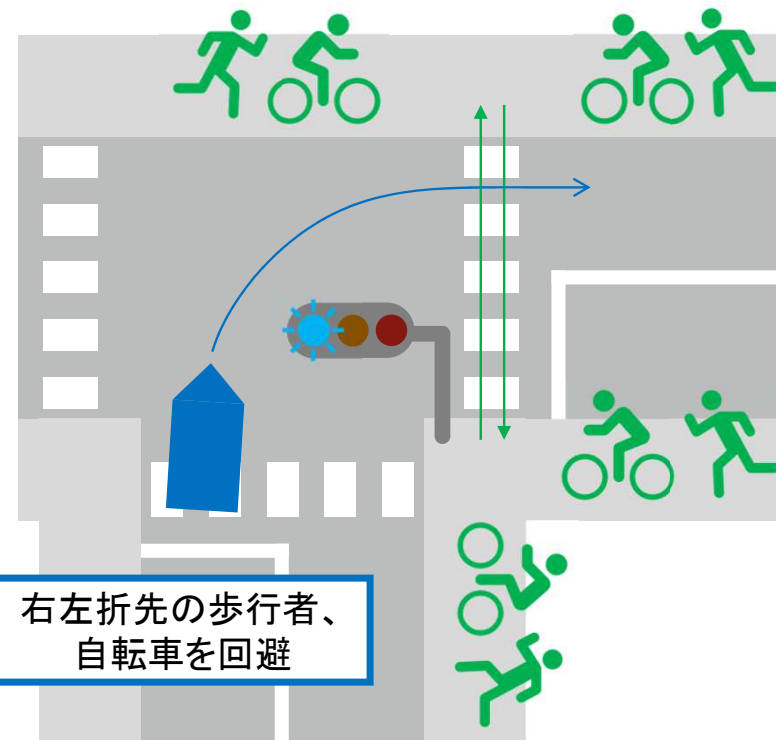
ユースケース① T字路交差点の右左折

マップ



右折イメージ

横断歩道(付近)を高速で横断する



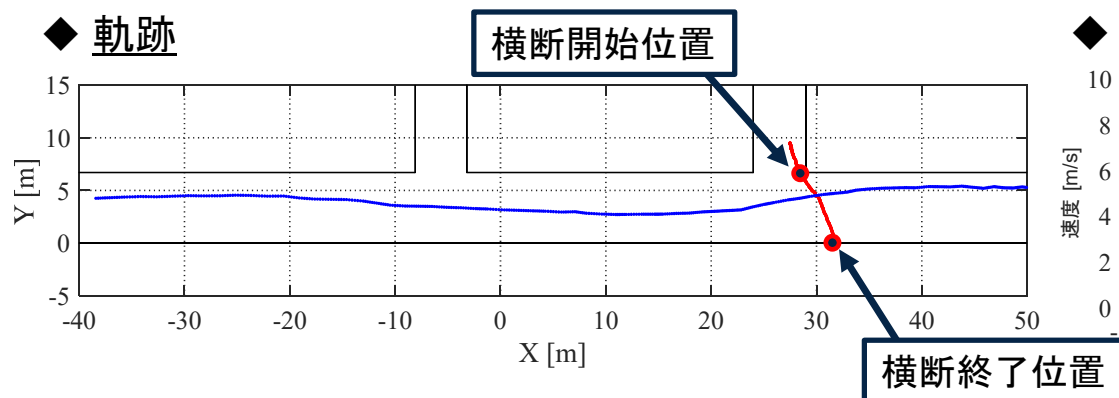
歩行者のふるまいを定義するための知見整理(1/4)

内閣府SIP第1期における歩行者横断行動の分析

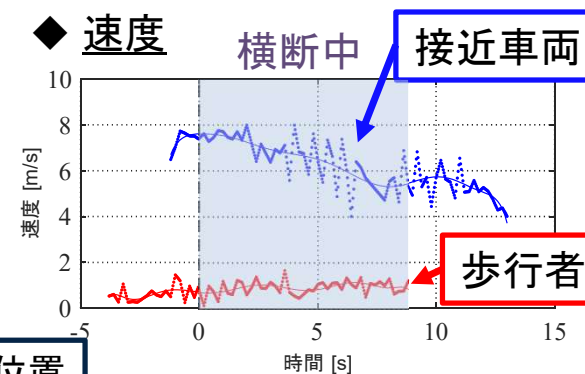
◆ 画像



◆ 軌跡



◆ 速度



歩行者のふるまいを定義するための知見整理(2/4)

横断歩道のない単路横断時の歩行者横断特性

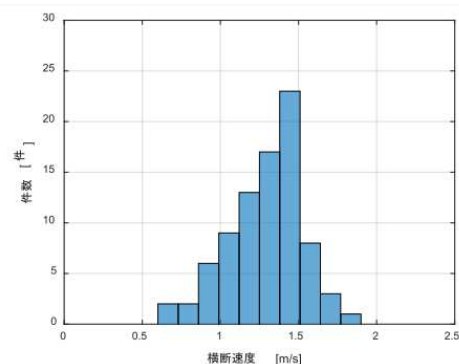


Fig. 6 自由横断時の横断速度分布

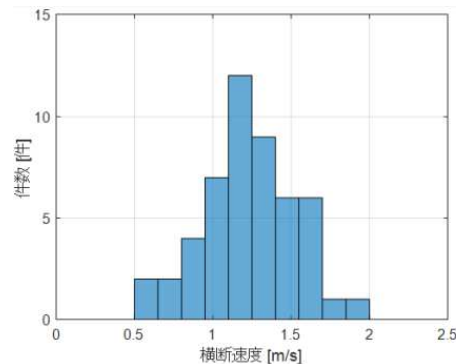


Fig. 8 車両接近時における横断速度分布

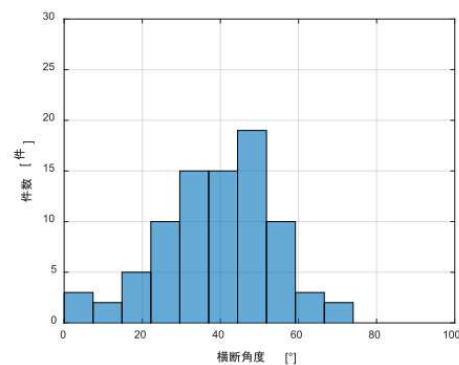


Fig. 7 自由横断時の横断角度分布

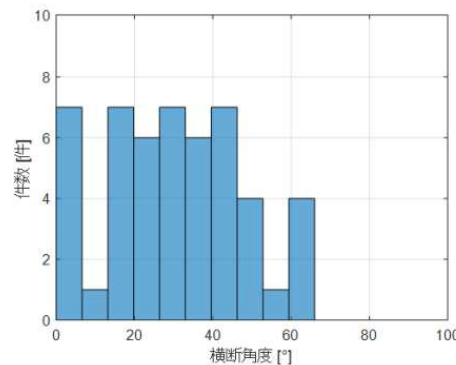


Fig. 9 車両接近時における横断角度分布

Table 1 横断特性のパラメータ

自由横断時	横断速度	平均値 : 1.30 m/s 標準偏差 : 0.23 m/s
	横断角度	平均値 : 39.7 deg 標準偏差 : 14.4 deg
車両接近時	横断速度	平均値 : 1.37 m/s 標準偏差 : 0.32 m/s
	横断角度	平均値 : 32.1 deg 標準偏差 : 17.0 deg

林ら(2018)

歩行者のふるまいを定義するための知見整理(3/4)

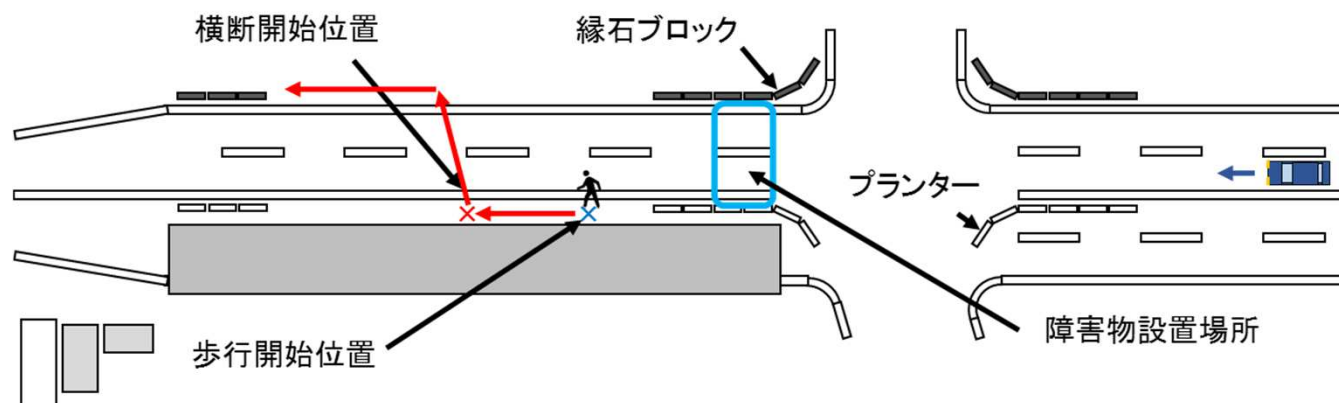
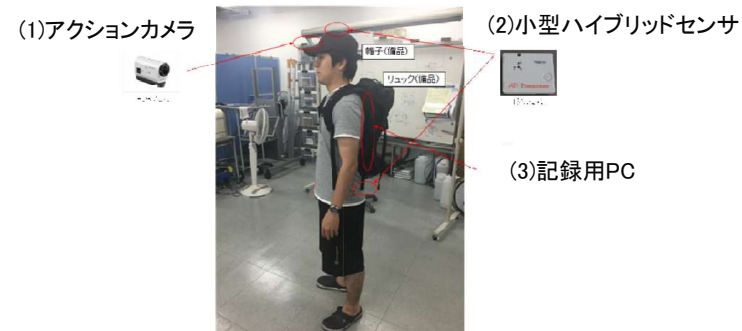
テストコース実験に基づく歩行者属性と横断特性の相関分析

実験目的

- ・歩行者モデルのパラメータ間の相関性を調査
- ・歩行者属性(年齢/性別)とパラメータ分布の関係を調査

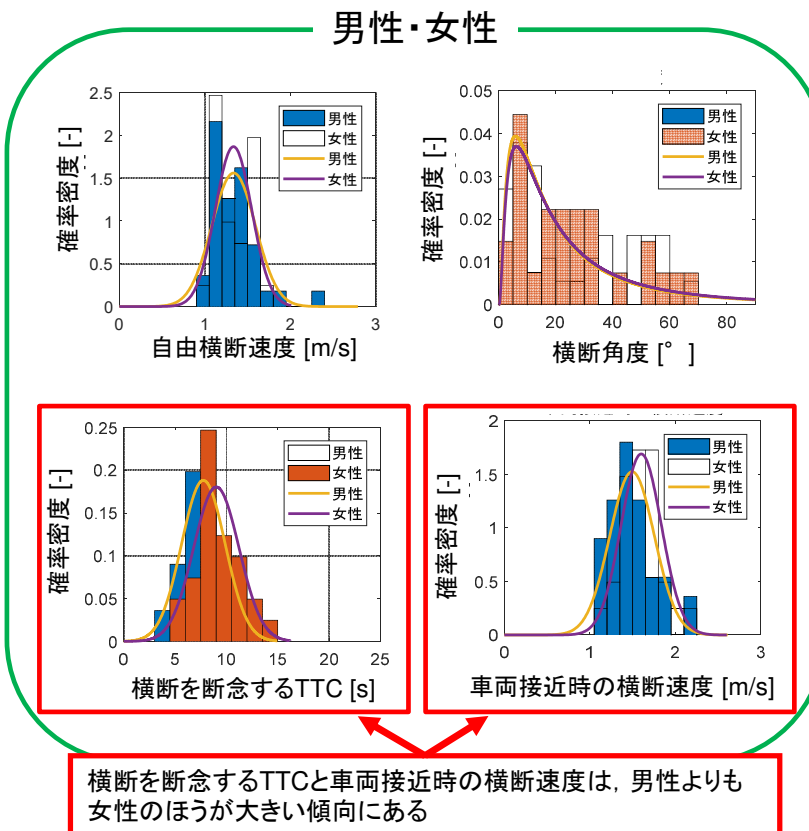
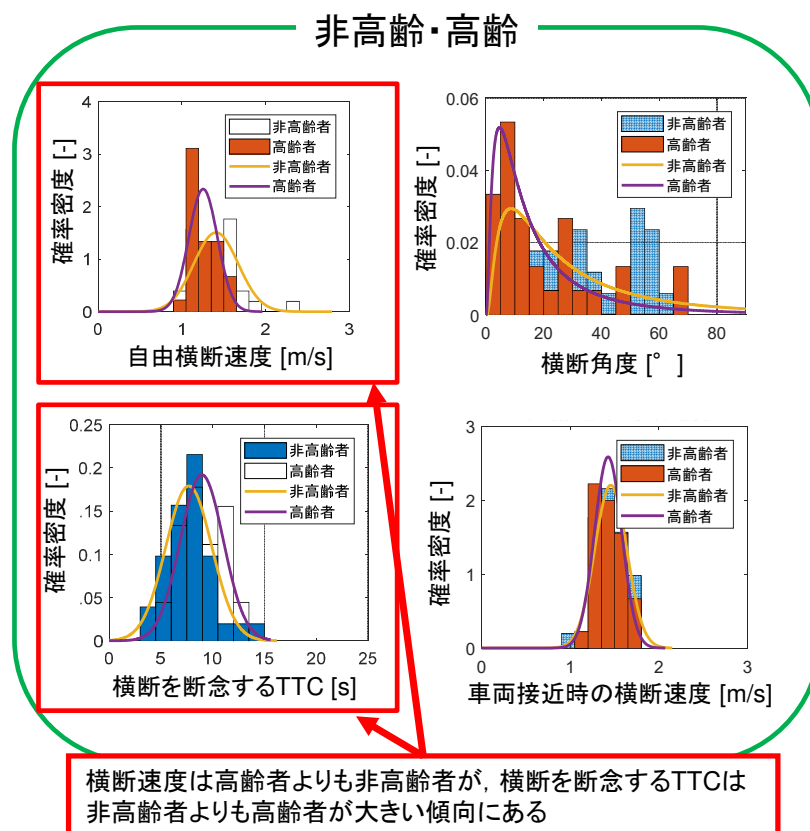
88人(非高齢者40人・高齢者48人)

- ◆ 実験1: 基本歩行時の横断特性の取得
- ◆ 実験2: 横断に関わる判断基準の取得
- ◆ 実験3: 車両接近時の横断特性の取得



歩行者のふるまいを定義するための知見整理(4/4)

歩行者属性と横断特性の関係性



既存のマップとセンサモデルを使用して、ユースケースの可視化を実施
想定通り木陰の有無によって自転車が検出できない状況があり得ることを確認した

ユースケース① T字路交差点の右左折 サンプル結果(既存マップ、サンプルカメラ、Yolo v8)

センサ位置



既存のマップとセンサモデルを使用して、ユースケースの可視化を実施
想定通り木陰の有無によって自転車が検出できない状況があり得ることを確認した

ユースケース① T字路交差点の右左折 サンプル結果(既存マップ、サンプルカメラ、Yolo v8)

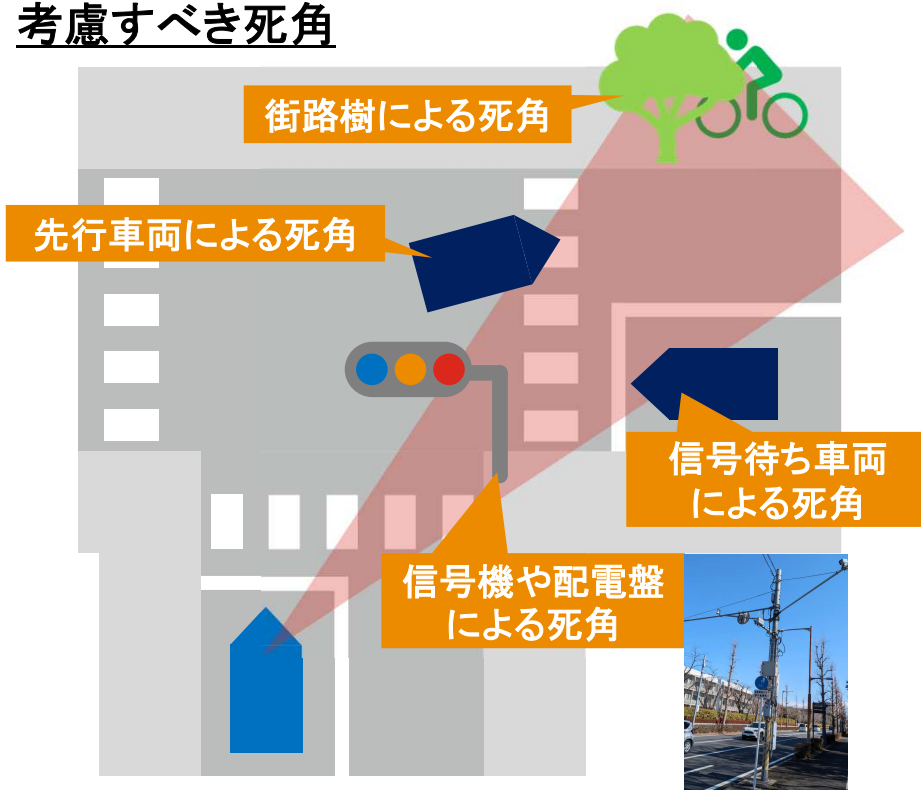


事前議論の想定通り、既存認識アルゴリズムでは木陰の裏にいる自転車を検出できない場合がある

評価シナリオを定義するために、木陰以外に考慮すべき死角や認識対象、環境条件を整理
これらの組み合わせによって有効なシナリオ全体象を明確にした

ユースケース① T字路交差点の右左折

考慮すべき死角



認識対象



歩行者

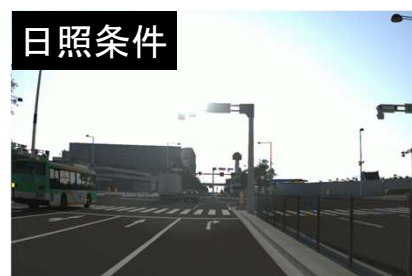


自転車



横臥者

環境条件



日照条件

16時まで



降雨条件

10mm/h以下

条件の組み合わせから評価シナリオを定義中

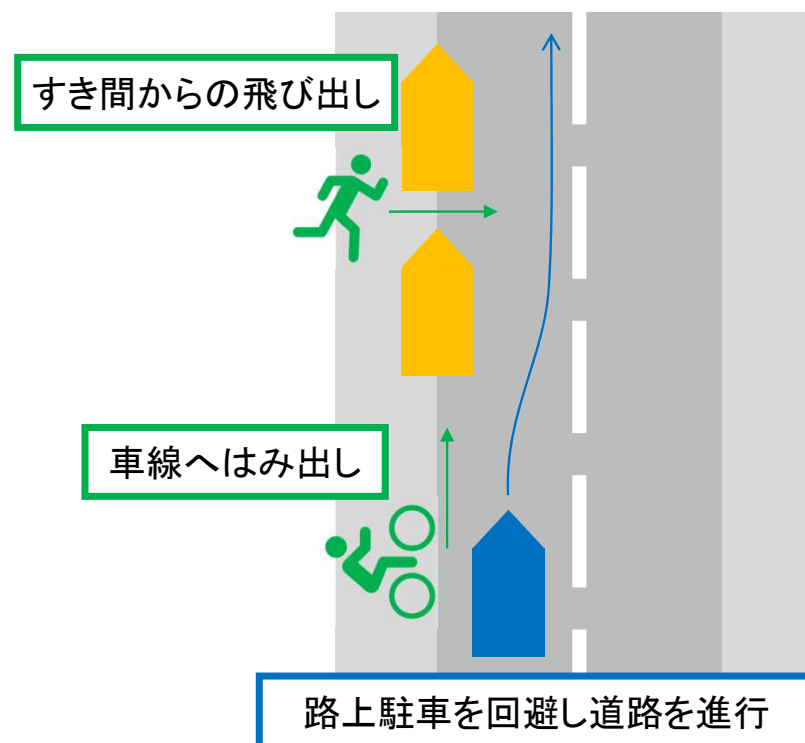
ユースケースの2つ目として、科警研交差点付近で頻発する路上駐車を想定 路上駐車回避、付随する歩行者・自転車の行動に関して深掘りを実施

ユースケース② 路上駐車回避、歩行者/自転車飛び出し

マップ

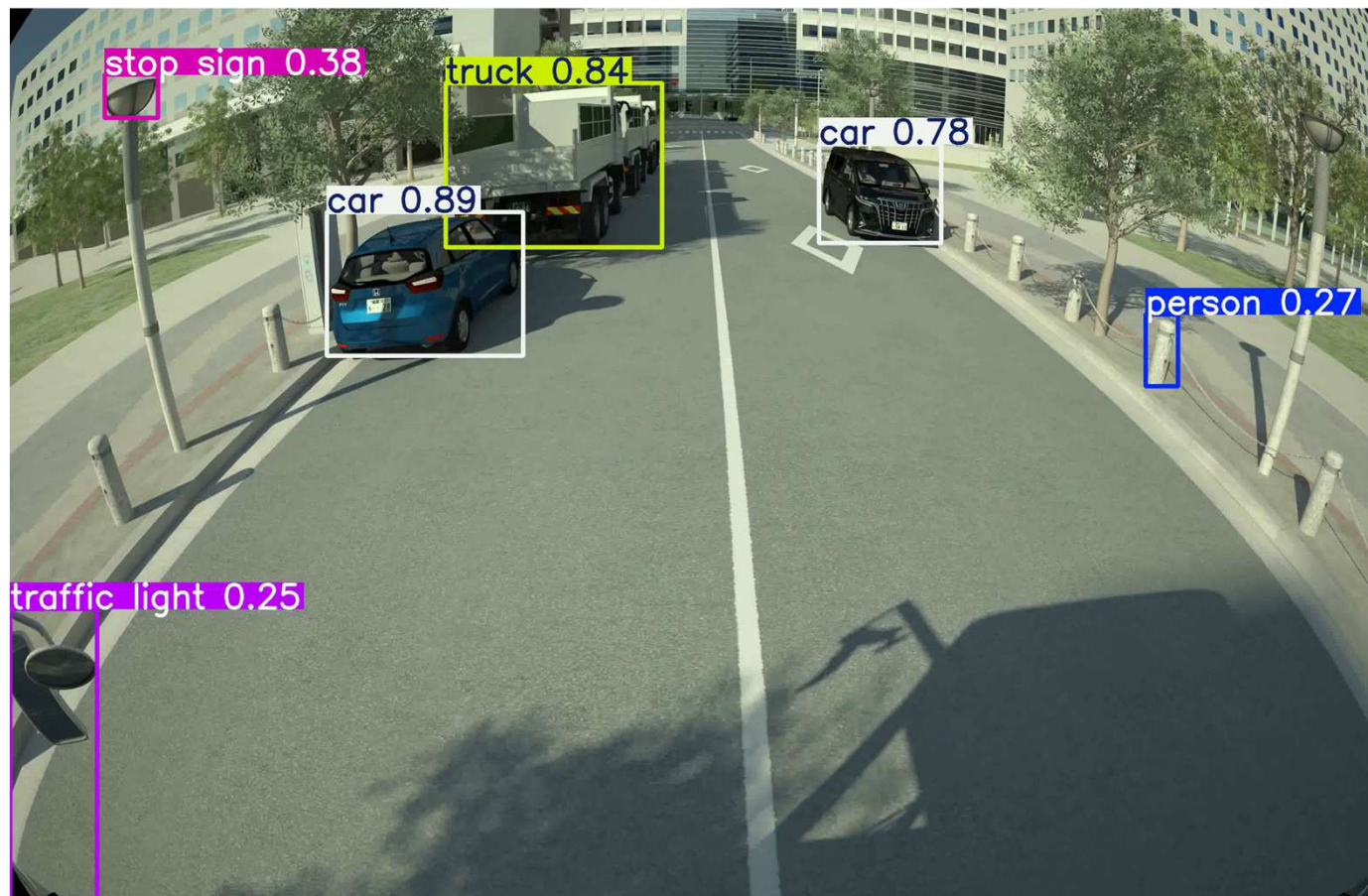


路上駐車イメージ



既存のマップとセンサモデルを使用して、ユースケースの可視化を実施
自動運転バスに搭載されているセンサ位置を考慮して、既存認識アルゴリズムの検出性能を確認

ユースケース② 路上駐車回避、歩行者/自転車飛び出し サンプル結果(既存マップ、サンプルカメラ、Yolo v8)

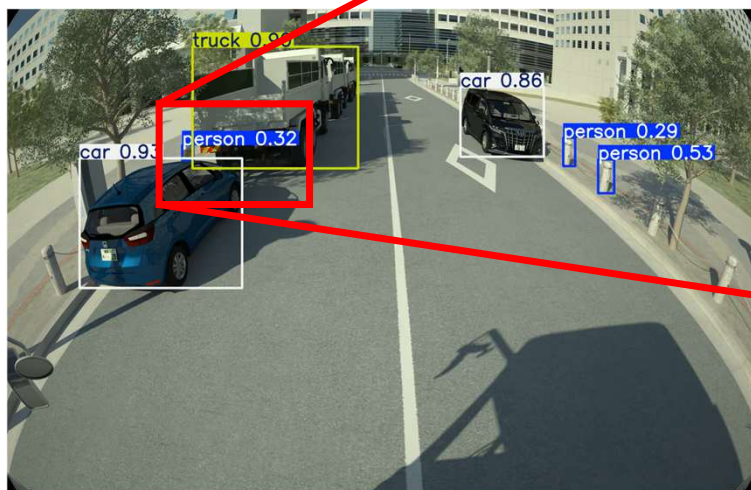


既存のマップとセンサモデルを使用して、ユースケースの可視化を実施
自動運転バスに搭載されているセンサ位置を考慮して、既存認識アルゴリズムの検出性能を確認

ユースケース② 路上駐車回避、歩行者/自転車飛び出し

サンプル結果

(既存マップ、サンプルカメラ、Yolo v8)



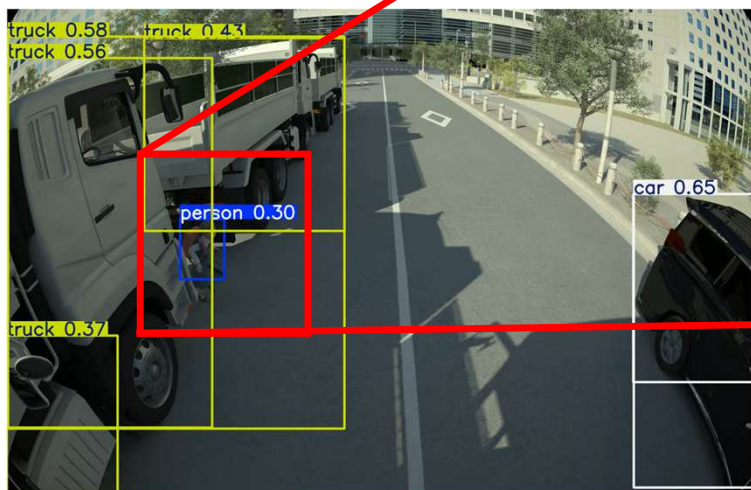
カメラ搭載位置が高いため、子供が早い段階で認識できている

既存のマップとセンサモデルを使用して、ユースケースの可視化を実施
自動運転バスに搭載されているセンサ位置を考慮して、既存認識アルゴリズムの検出性能を確認

ユースケース② 路上駐車回避、歩行者/自転車飛び出し

サンプル結果

(既存マップ、サンプルカメラ、Yolo v8)

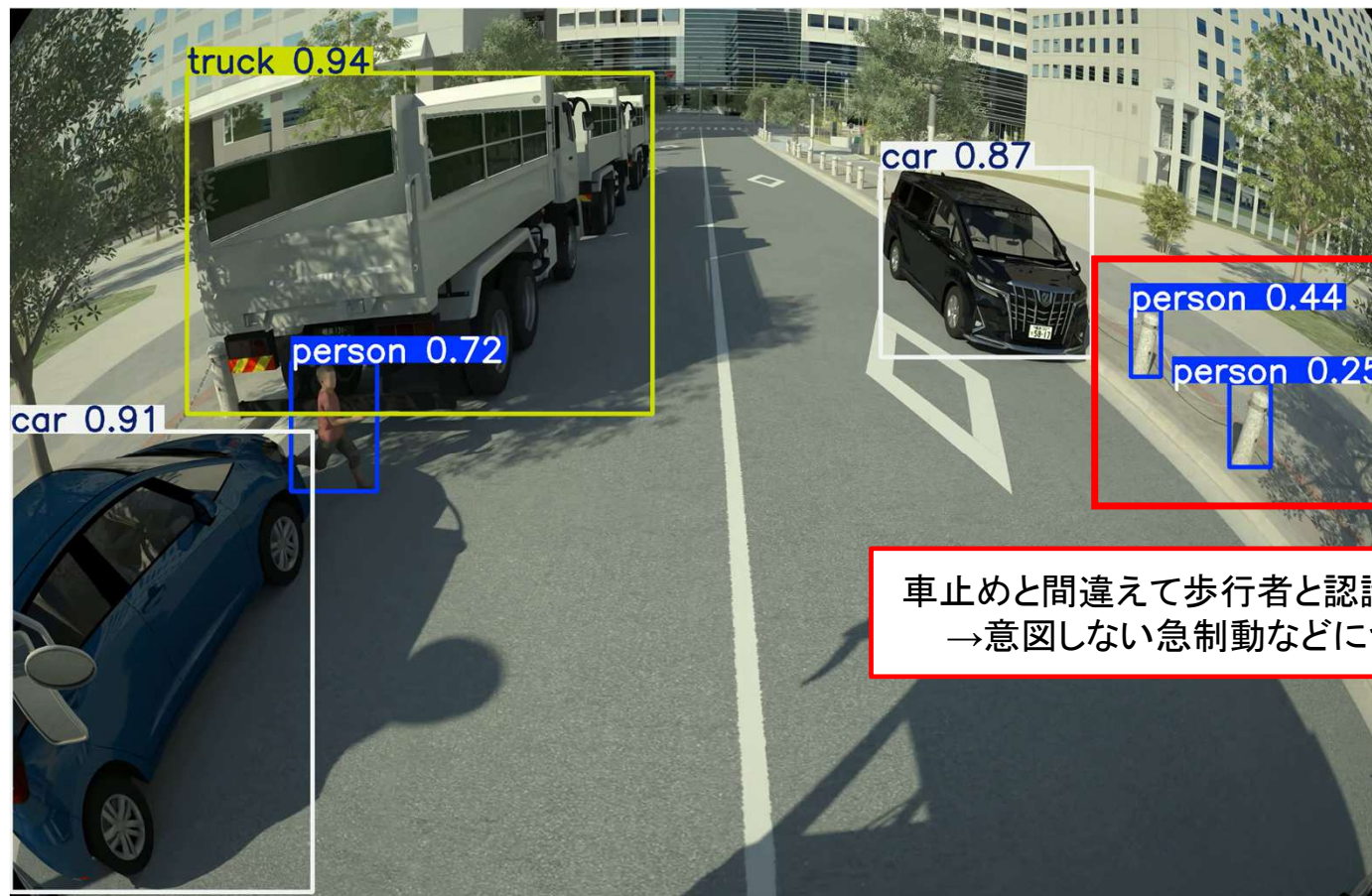


車陰から飛び出した瞬間には認識できている

既存のマップとセンサモデルを使用して、ユースケースの可視化を実施
自動運転バスに搭載されているセンサ位置を考慮して、既存認識アルゴリズムの検出性能を確認

ユースケース② 路上駐車回避、歩行者/自転車飛び出し

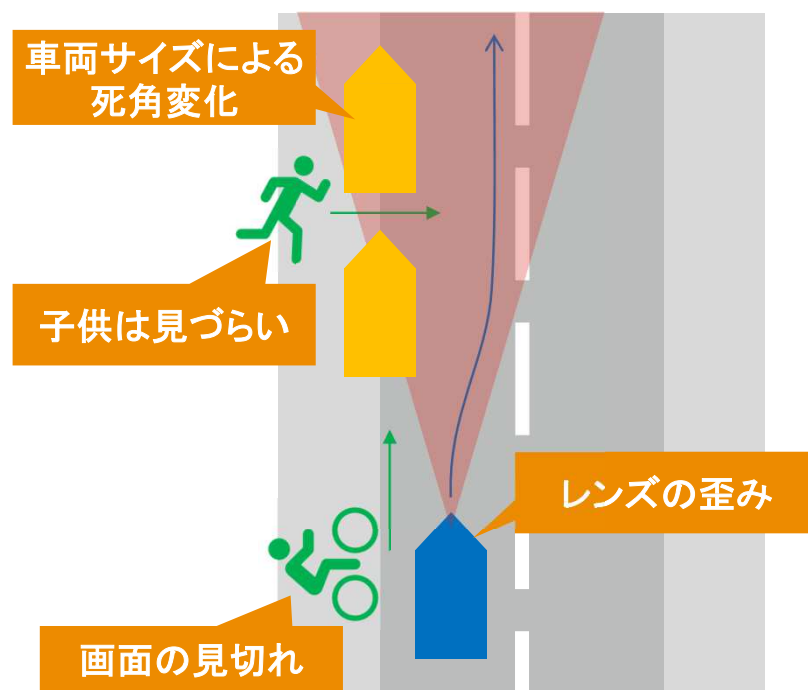
サンプル結果(Yolo v8)



評価シナリオを定義するために、木陰以外に考慮すべき死角や認識対象、環境条件を整理
これらの組み合わせによって有効なシナリオ全体象を明確にした

ユースケース① T字路交差点の右左折

考慮すべき評価要件



路上駐車車両と歩行者



レンズの歪み

広角・魚眼レンズはレンズ端で歪みが大きい



条件の組み合わせから評価シナリオを定義中

RoAD to the L4連携に向けた協議状況 3Dマップモデルの作成

RoAD to the L4と協議しシミュレーション評価の適応内容の具体化を進めている ユースケースと評価対象という観点でシナリオ作成とモデル接続の計画を立てる

シミュレーション適用内容の具体化

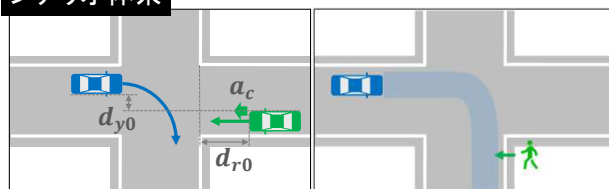
ユースケース： 柏の葉 走行ルートと重要シーン

重要シーン例



シナリオ定義

シナリオ体系



自車右折 × 他車直進

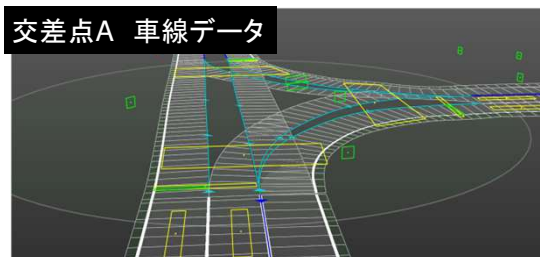
自車右折 × VRU横断

柏の葉 走行ルート



モデル化

交差点A 車線データ



評価対象： 自動運転バス

自動運転バス



モデル化

バス 3Dモデル



これから技術担当者も交えて適用内容の定義を進める

※1 Google Mapsより引用 ※2 RoAD to the L4 Websiteより引用 <https://www.road-to-the-l4.go.jp/>

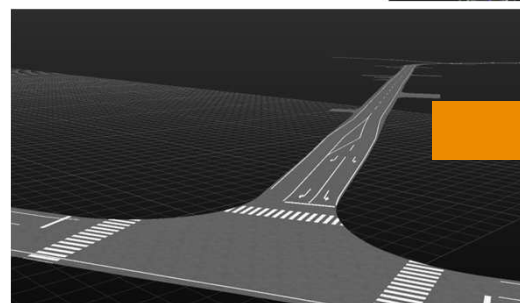
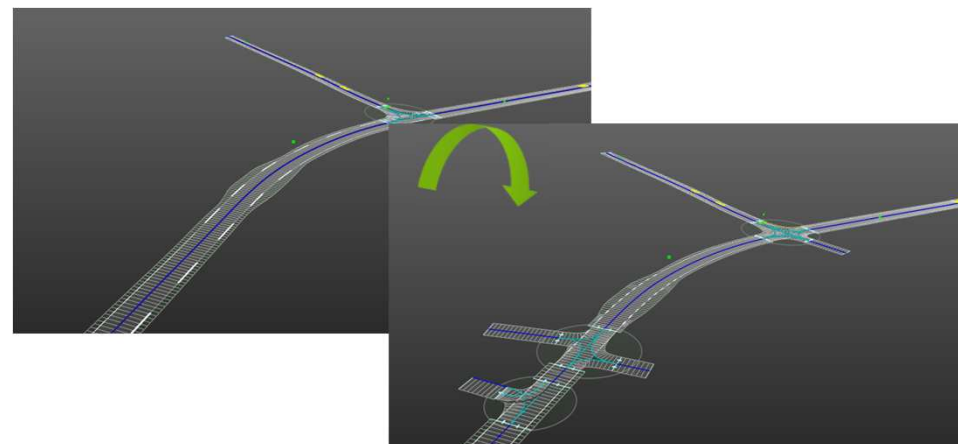
23年度計測していた柏の葉走行ルートの点群・カメラデータを基に3Dマップモデルの制作を開始
科警研交差点を中心に先の評価要件に基づいた詳細マップを作成中

評価マップ作製

点群・カメラデータ



3Dマップモデルの作成



モデル化

歩道や不足している道路標示を追加作業中

RoAD to the L4連携に向けた協議状況 シミュレーション - 自動運転バスの接続

RoAD to the L4と協議しシミュレーション評価の適応内容の具体化を進めている ユースケースと評価対象という観点でシナリオ作成とモデル接続を計画だてる

シミュレーション適用内容の具体化

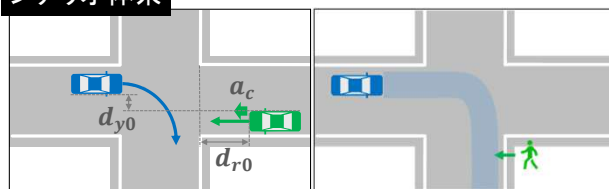
ユースケース： 柏の葉 走行ルートと重要シーン

重要シーン例



シナリオ定義

シナリオ体系



自車右折 × 他車直進

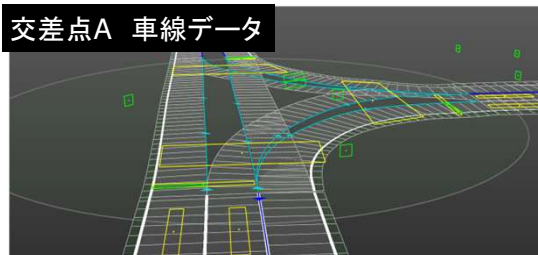
自車右折 × VRU横断

柏の葉 走行ルート



モデル化

交差点A 車線データ



評価対象： 自動運転バス

自動運転バス



モデル化

バス 3Dモデル



これから技術担当者も交えて適用内容の定義を進める

※1 Google Mapsより引用 ※2 RoAD to the L4 Websiteより引用 <https://www.road-to-the-l4.go.jp/>

2Stage評価を効率的に実施する目的で①各社が同一環境を使った擦り合わせ開発による効率化、②異なるプラットフォーム(SIM環境)におけるSIM連成、③SIM自動実行環境をクラウド上に構築

AWSクラウドシミュレーション環境概要

DIVP成果物 評価対象(ユーザモデル)

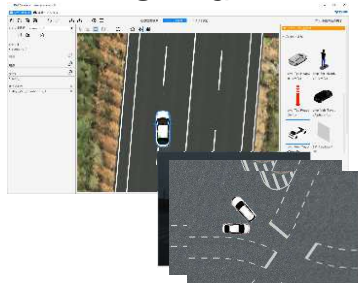
シナリオ作成

シナリオ登録・SIM自動実行管理

シミュレーション

SIM評価解析

オンプレ環境
SDMG



シナリオ登録

aws クラウド環境

③連成SIMの自動実行

シナリオ登録
管理
SIM自動実行

SIM実行

Closed Loop シミュレーション

DIVP

OUT CAR
モデル

②連成SIM

IN CAR
モデル

①同一環境での開発

結果評価

SIM評価解析

RoAD to the L4



シナリオアップロード

シナリオ作成・登録

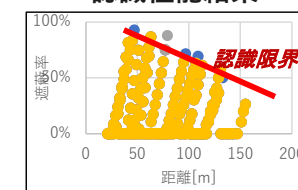


モデル構築

モデル入替

機能改良

認識性能結果



安全性評価結果



SIM実行結果の評価解析

優先シナリオの縛りこみ

出所:トヨタテクニカルディベロップメント株式会社、三菱プレジジョン株式会社、AD-URBANプロジェクト

※1 RoAD to the L4 Websiteより引用 <https://www.road-to-the-l4.go.jp/> ※2 Google Mapsより引用

2Stage評価パラメータシート

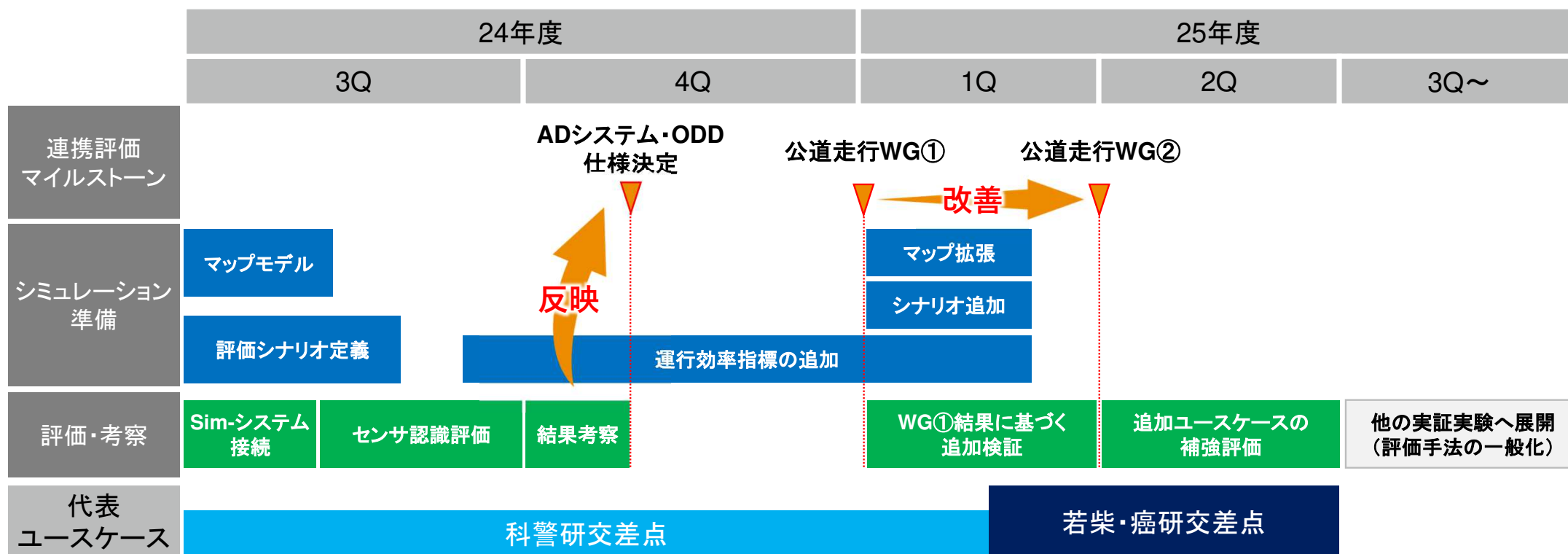
ユースケース、評価対象のモデル/ソフトウェアに関する資料をまとめるシート → Sim評価要件のまとめ

Stage	項目		仕様	パラメータ範囲	備考
1st-Stage	MAP		テストコース	JARIのJTown	
	アクター	自車	先進モビ車両 ※車両原点は後輪車軸	カメラの数：？[個] ・カメラ1 設置位置 (x,y,z) : 姿勢(roll,pitch,yaw) : 画角(水平/垂直) : 解像度 : レンズ仕様：レンズのキャリブレーションデータの有無 ・カメラX 設置位置 (x,y,z) : 姿勢(roll,pitch,yaw) : 画角(水平/垂直) : 解像度 : レンズ仕様：レンズのキャリブレーションデータの有無 LIDARの数：？[個] ・LIDAR1 設置位置 (x,y,z) : 姿勢(roll,pitch,yaw) : 画角(水平、垂直) : 走査方法 : ・LIDAR X 設置位置 (x,y,z) : 姿勢(roll,pitch,yaw) : 画角(水平、垂直) : 走査方法 :	
		交通参加者	ヒト	自動運転中に認識が困難だったケースがあるか？ DIVPアセット一覧内で評価したいアセットあるか？ 年齢：x x ~ x x [才] 服装(色)：x x 色、x x 色 手に持っている物や傘の有無： 体格：背の高さ (xx ~ xx[cm])、小柄～大柄 男女： その他外的特徴：	
			自転車	自動運転中に認識が困難だったケースがあるか？ DIVPアセット一覧内で評価したいアセットあるか？ 年齢：x x ~ x x [才] 服装(色)：x x 色、x x 色	

連携スケジュール案

24年度～25年度にかけた連携スケジュールを協議中 柏の葉自動運転バスにおける安全論証事例を足掛かりに国内実証検証プロジェクトへの展開を計画

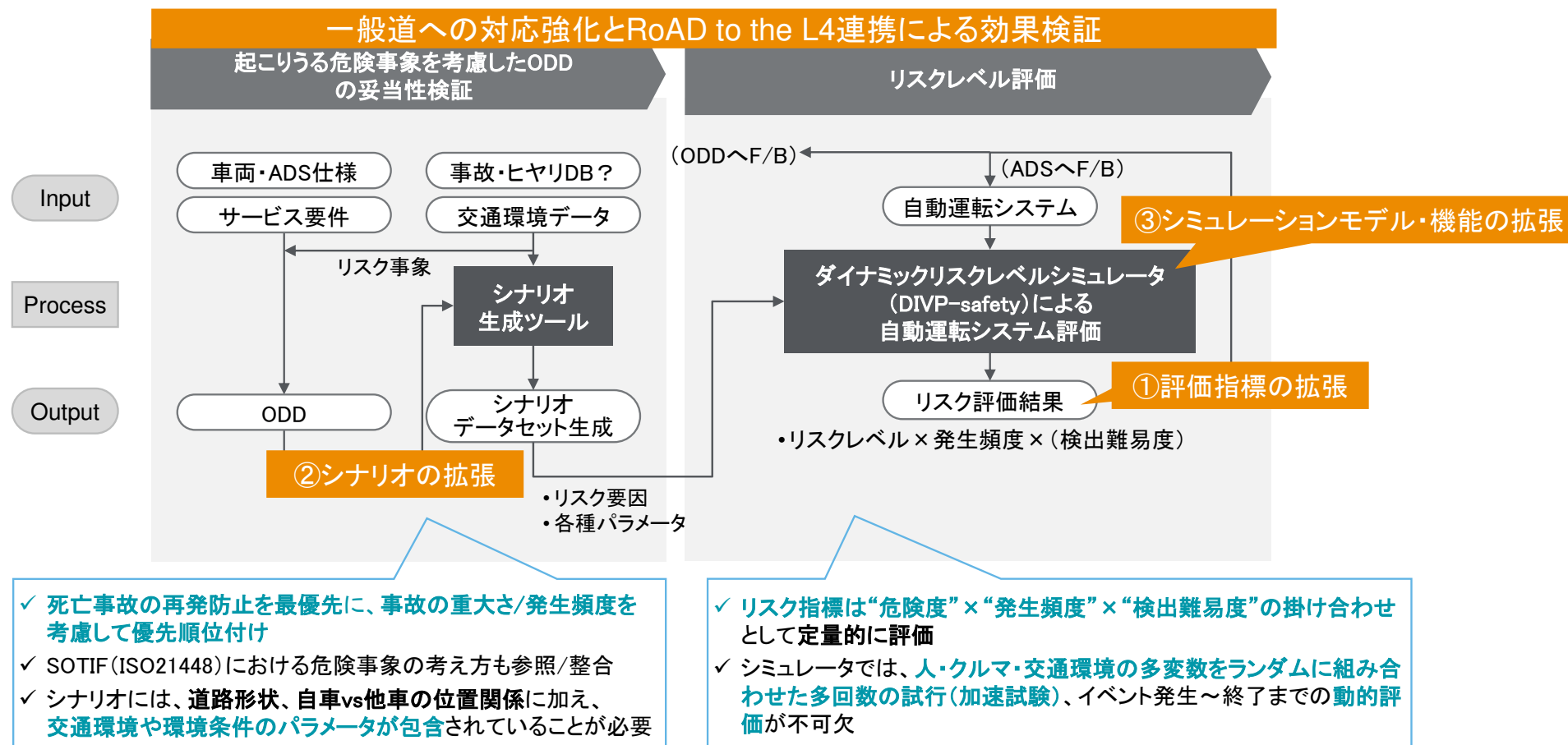
スケジュール案 初版



評価内容と合わせてスケジュールの詳細化を進めて行く

開発の上流工程で、安全性の当たり付をスピーディに検証できるように、①事故再発防止観点からのODD内の安全性検証と②動的なリスクレベルシミュレーションによる仮想空間上での加速試験の組み合わせを提案

上流開発加速プロセスの基本コンセプト



END

Tokyo Odaiba → Virtual Community Ground

