

DIVP Driving Intelligence Validation Platform

モビリティDX検討会 安全性評価戦略SWG（第3回）

DIVP 報告資料

2024/12/17

Weather Forecast



AD safety Assurance*



For Validation & Verification Methodology

*AD : Automated driving

アジェンダ

- ・DIVP進捗

- ・テーマ(1)センサモデル多様性に対するI/F仕様の研究
- ・テーマ(2)ADシステムの仮想空間評価の確立(環境再現性テスト、認識限界評価)
- ・テーマ(3)センサ弱点事象の特定と事象の拡張

- ・プロジェクトピックアップ

1. 霧におけるLiDAR一致性検証検討状況
2. 安全性評価基準の検討状況
3. 3Dマップモデル及びASAMへの提案状況、カメラ弱点抽出検討状況

(1).センサモデル多様性に対する研究

(1)-1.a. 高分解能Radar（4Dイメージングレーダ等）モデルの開発

(1)-1.b. 環境モデル拡張：霧/氷雪関係モデル検証とモデル改良

(1)-1.c. センサモデル拡張：マルチセンサ（カメラ）モデルへの対応／外付けカメラモデル対応

番号	主題	詳細			進捗
(1)-1.a	Radarモデル	4D Imaging Radar モデル	KAIT	モデル開発（汎用、公開）	4D汎用モデル試作中
			古河電工	モデル開発（特定品、非公開）	古河電工Radarモデル試作中。
			合同	一致性検証	実験データ取得完了。試作モデルとの一致性検証は今後
(1)-1.b	環境モデル	2023年度 開発済み（霧・降雨・降雪）	全国100ヶ所の気象データを入力し、課題を先行抽出。解決策（Radar等）を提案。		気象データの入手を完了し、課題抽出検討中
			一致性検証、調整		霧LiDAR偽点、雪透過、反射性能検証中
		2024年度 開発中（雪景色）			雪環境調査し作成
(1)-1.c	マルチセンサ	分散コンピューティング技術 の推進	Ubuntu版新プラットフォーム開発再開		試作完了。現在性能確認中。
		マルチセンサシステムへのDIVP-PFの有用性を、様々な公開サンプルで実証。	全周カメラ監視システム 車室外カメラ 水滴付着モデル（村田製作所・Maxell 共同研究）		上記と合わせ検討中 水滴付着時の人物の認識性能評価中

↑ 全て予定通り進捗



霧環境下のLiDAR一致性検証の検討（ベロダインLiDARでの検証）

実験環境での性能確認とシミュレーション実装の検討

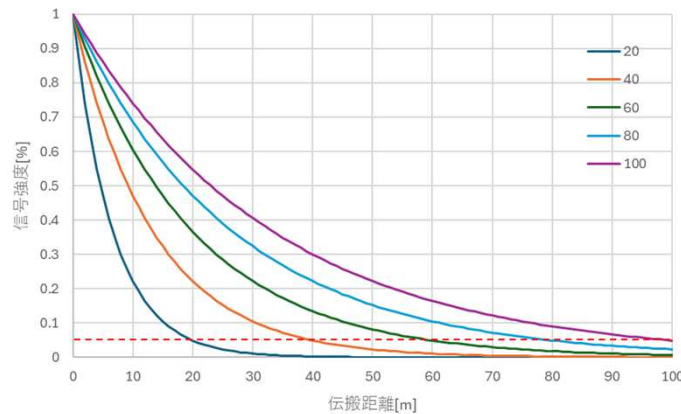
視程と粒径分布の関係式を実験場ように修正

$$VIS = \frac{1.3D}{w}$$

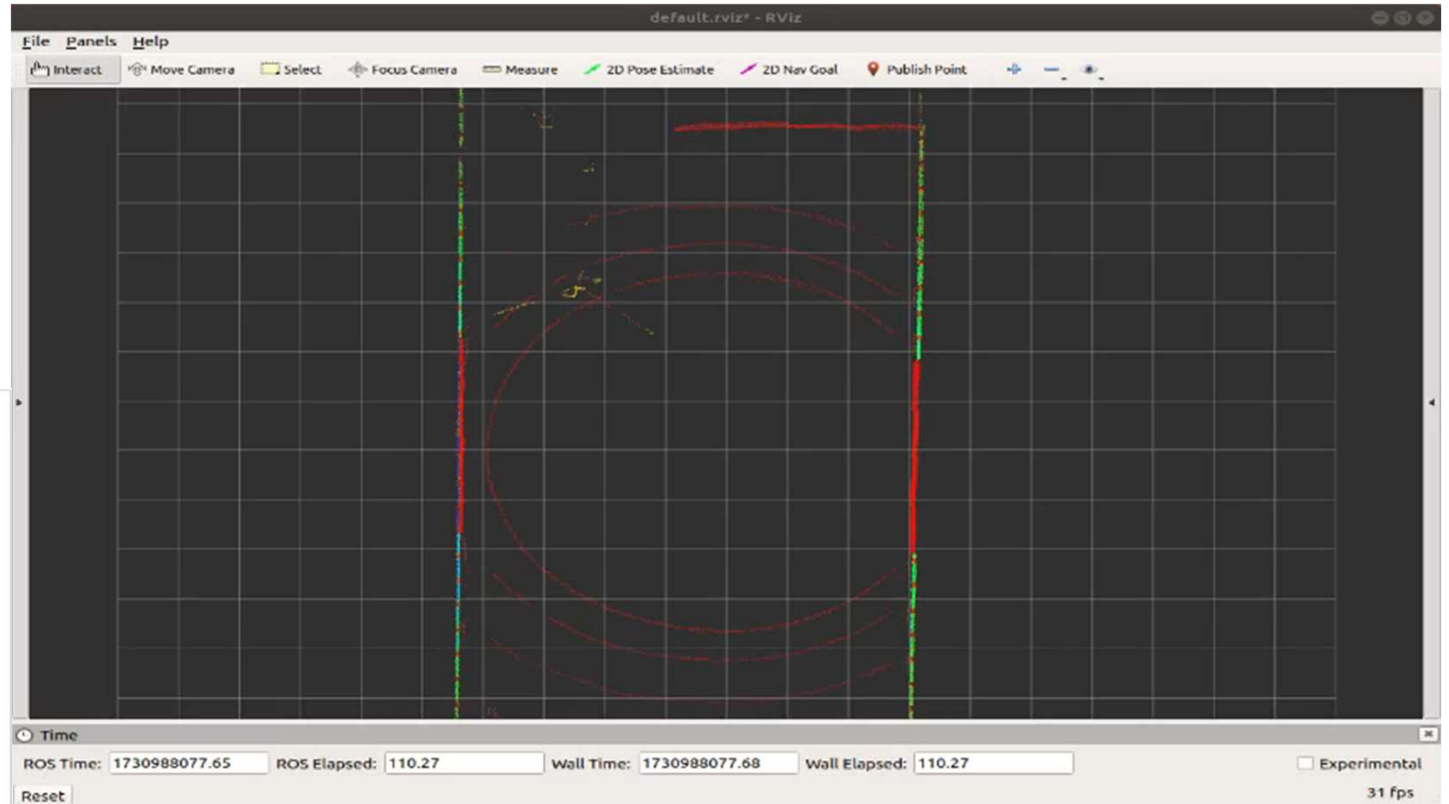
VIS：視程（m）

D：霧粒の粒径（ μm ）

w：霧水量（ g/m^3 ）



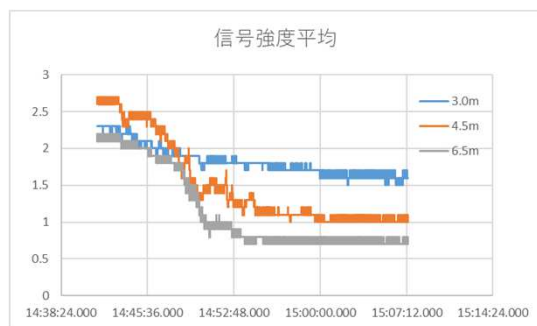
各距離で5%まで減衰となることを確認



Velodyne LiDAR実機結果（視程40m）MHI-MS実験施設にて計測

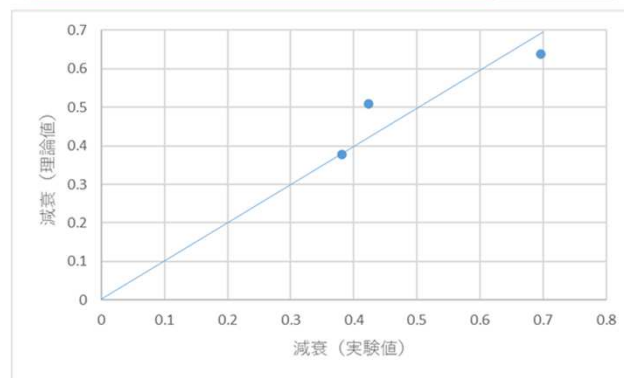
霧環境下のLiDAR一致性検証の検討（ベロサインLiDARでの検証）

計測結果からモデル化の検討

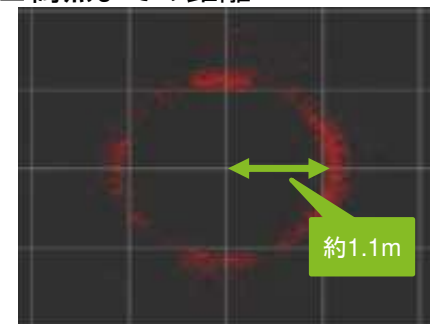


霧減衰：
理存置との整合が取れそう

距離 [m]	信号強度		減衰	
	実験開始時 (霧なし)	実験終了時 (視程40m)	実験値	理論値
3	2.3	1.6	0.695652	0.638036
4.5	2.6	1.1	0.423077	0.509645
6.5	2.1	0.8	0.380952	0.377715



■ 偽点までの距離



偽点までの距離での霧による減衰

距離[m]	減衰
1.1	0.848092

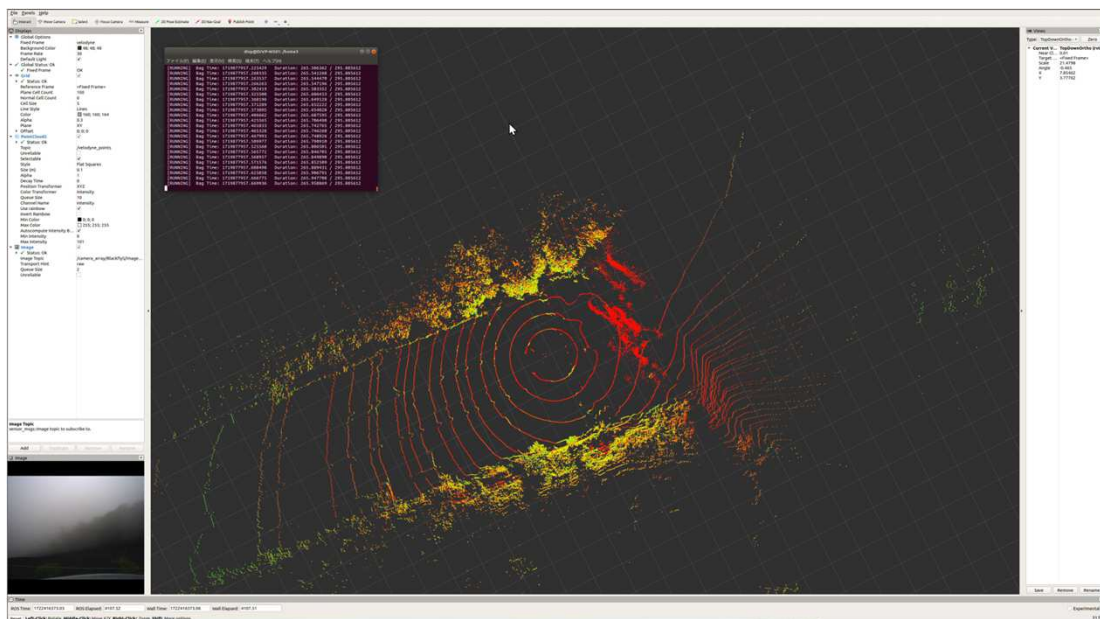
※視程40mの場合

霧偽点：
信号強度はパラメータの調整で対応可能
マルチエコー対応を行えば、再現できる可能性が高い

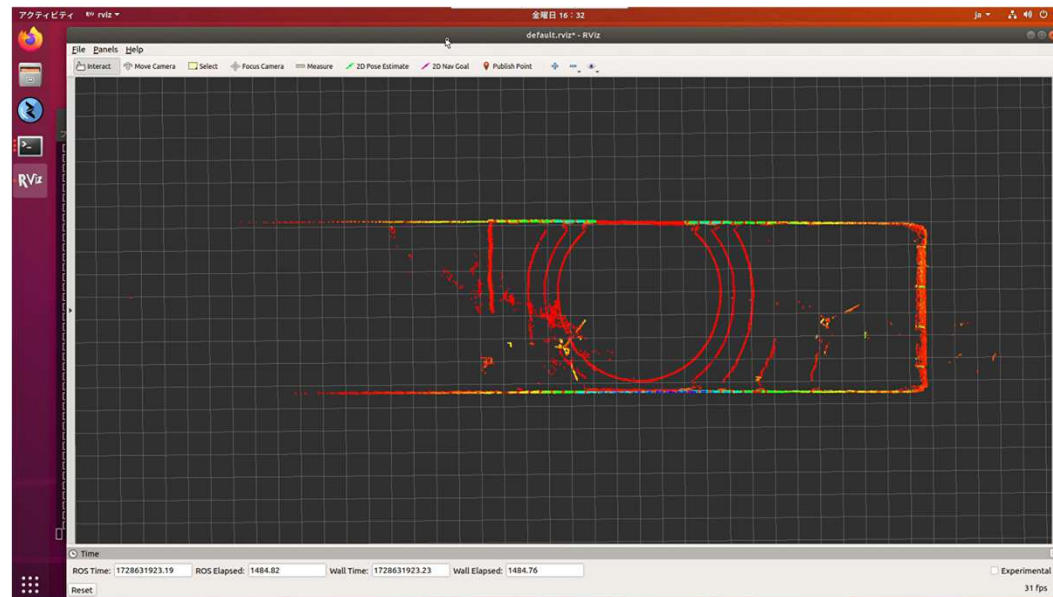
今回取得したデータが少ないため、再試験実施予定

自然環境下での霧の計測：妥当性の確認（実際の霧との比較検討）

自然霧での偽点発生の様子



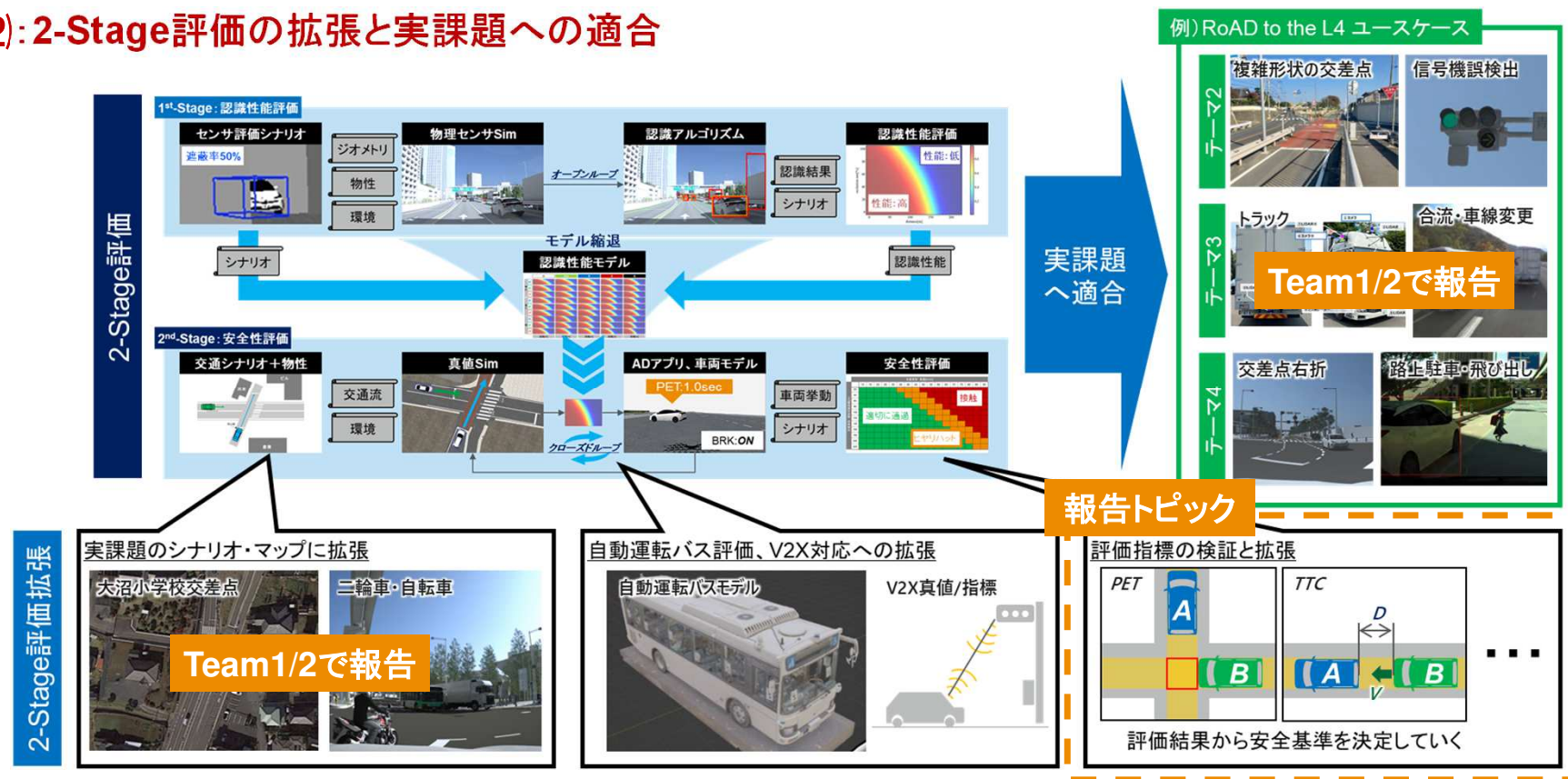
霧実験施設での霧接近時の偽点発生の様子



シミュレーションにてどこまで再現していくか検討中

多くのユースケースに対応すべく、2-Stage評価(シナリオ・評価対象・評価指標)の拡張を実施
実課題への適合として、RoAD to the L4のシミュレーションを用いた安全性評価に貢献していく

(2): 2-Stage評価の拡張と実課題への適合

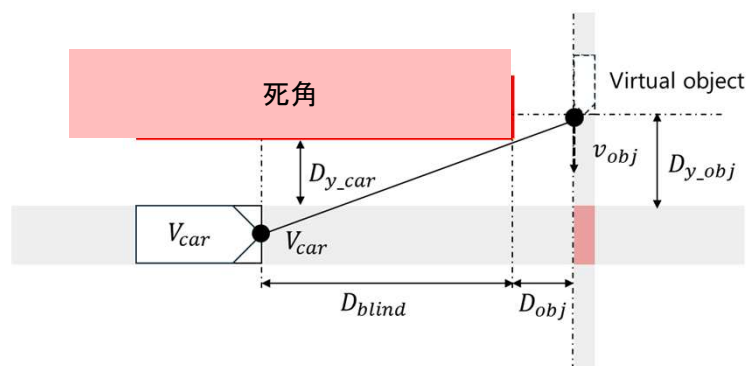


遭遇前リスクへの対応能力を評価する指標SCTを提案し、その有効性を検証している

安全・リスクに対する自動運転システムの対応能力が評価できる指標を提案 「かもしれない運転」に該当する対応能力の指標としてSCTの実装と検証を実施

Safety-Cushion-Time (SCT) の定義と活用

Safety-Cushion-Timeの定義



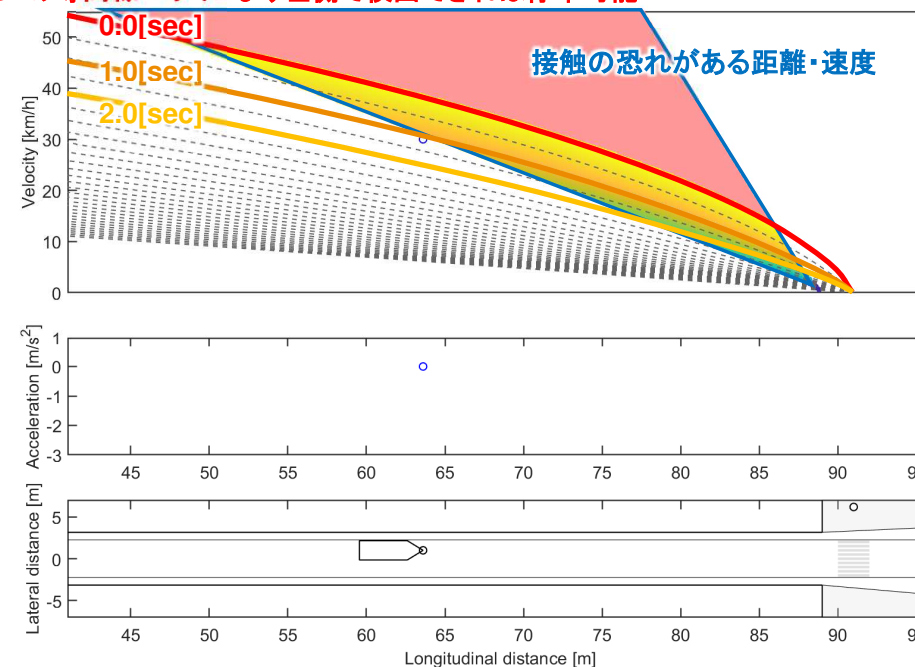
$$SCT(t^*) = \underbrace{\frac{D_{blind}(t^*) + D_{obj}(t^*)}{V_{car}(t^*)}}_{\text{接触までの時間} = \text{TTC}} + \underbrace{\frac{V_{car}(t^*)}{2a_{mean}}}_{\text{減速による延長時間}} - \underbrace{\tau}_{\text{空走時間 (= 反応時間)}}$$

リスクの強度: SCT < 0.0 ... 接触事故
SCT < 2.0 ... ヒヤリハット

従来指標 **TTC** に **予測行動モデル** を加えた指標

SCTを用いた行動評価

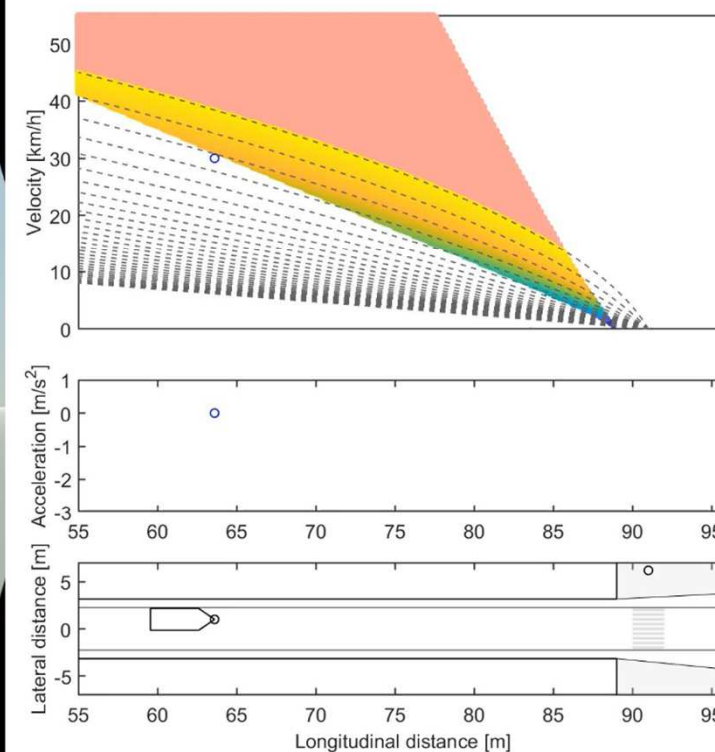
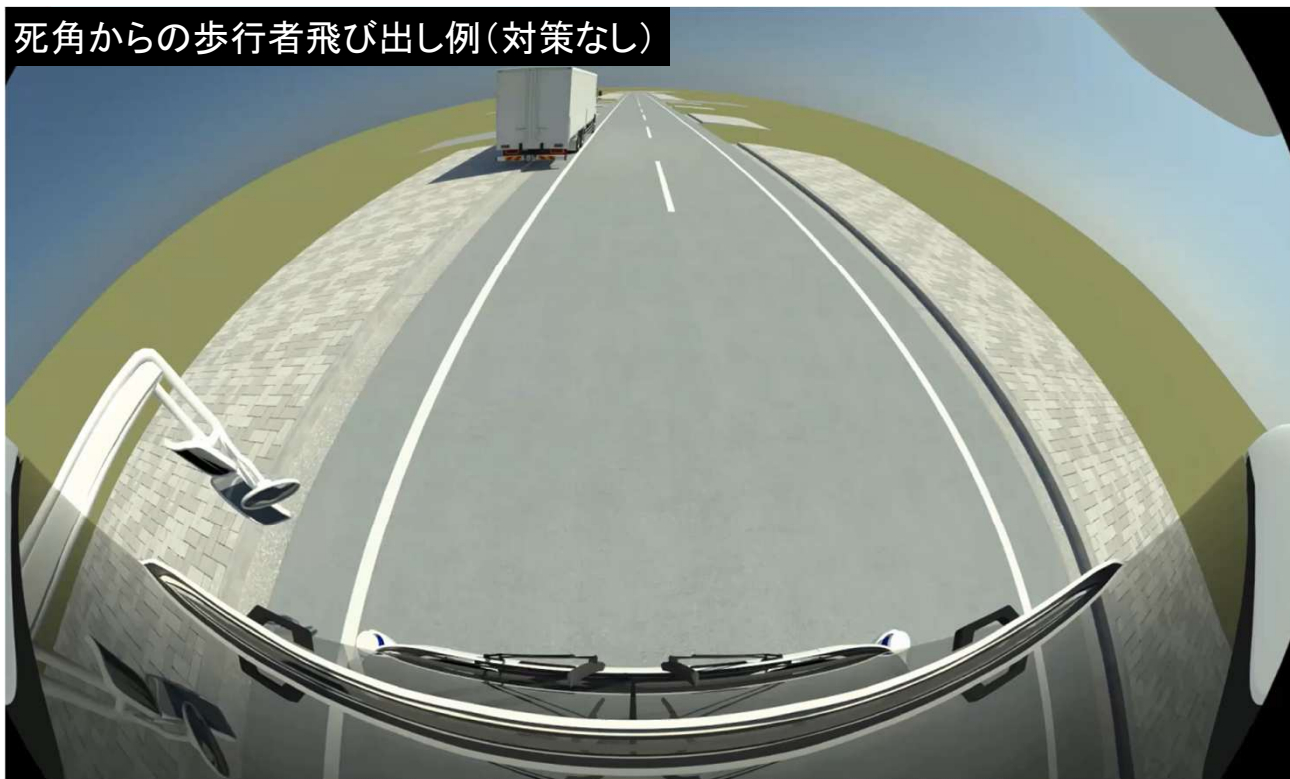
SCTの等高線→ラインより左側で検出できれば停車可能



次項: シミュレーションデモを用いた効果説明

安全・リスクに対する自動運転システムの対応能力が評価できる指標を提案 「かもしれない運転」に該当する対応能力の指標としてSCTの実装と検証を実施

Safety-Cushion-Time (SCT) の定義と応用

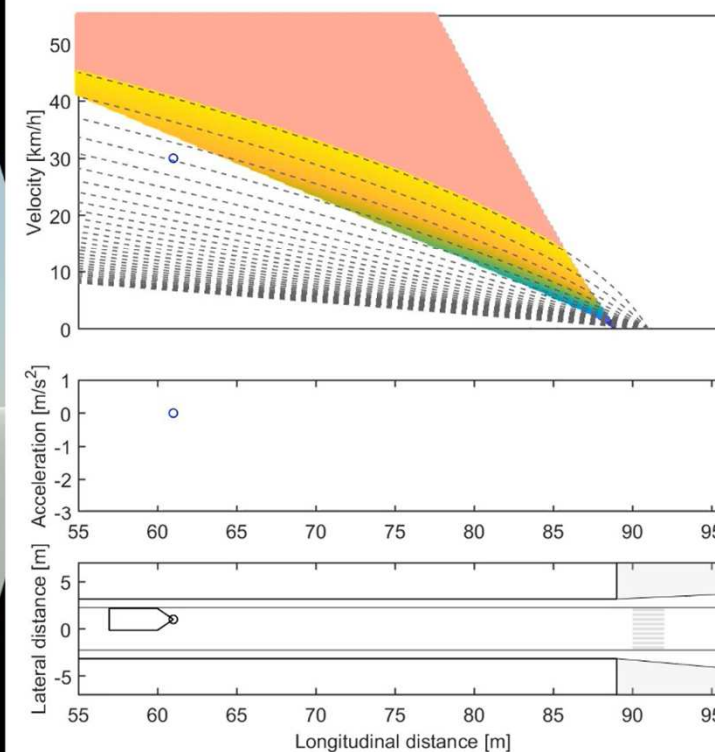
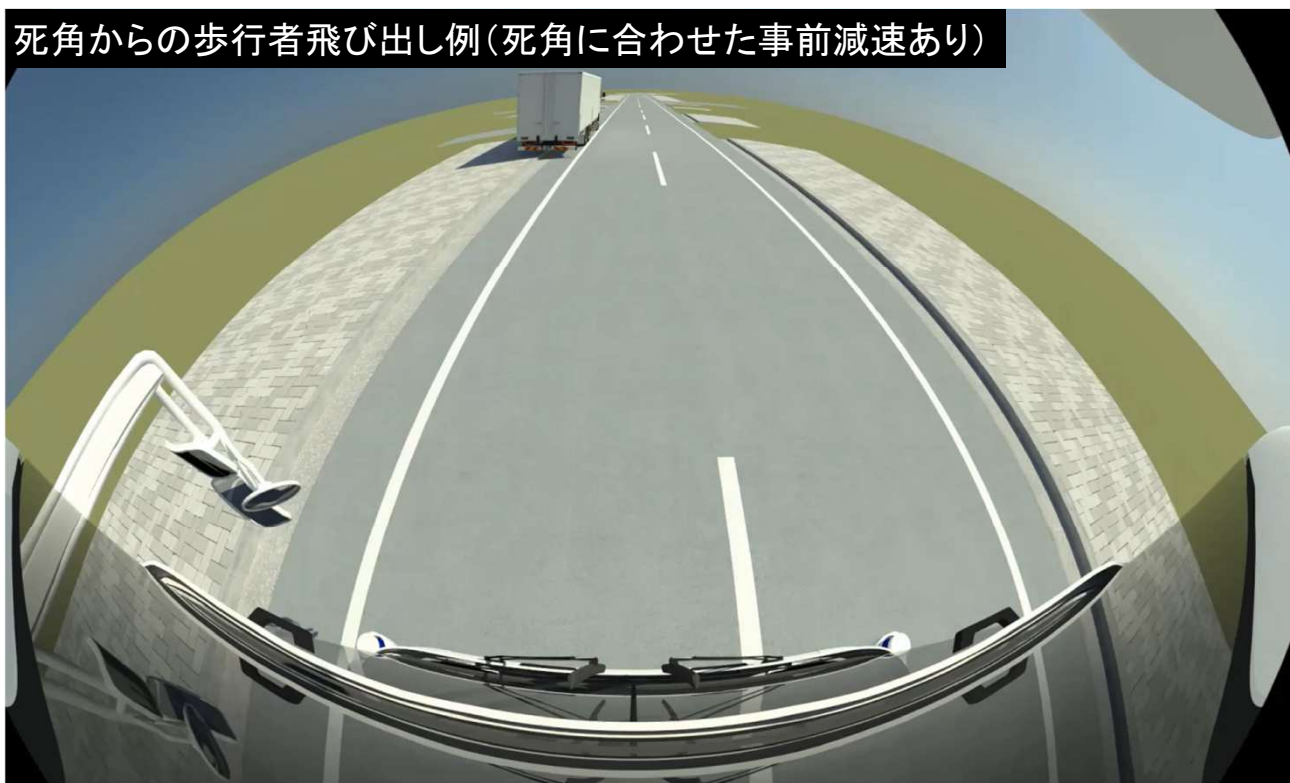


30km/hであったとしても、バスの推奨最大減速度(0.3G)では止まり切れない

安全・リスクに対する自動運転システムの対応能力が評価できる指標を提案 「かもしれない運転」に該当する対応能力の指標としてSCTの実装と検証を実施

Safety-Cushion-Time (SCT) の定義と応用

死角からの歩行者飛び出し例(死角に合わせた事前減速あり)

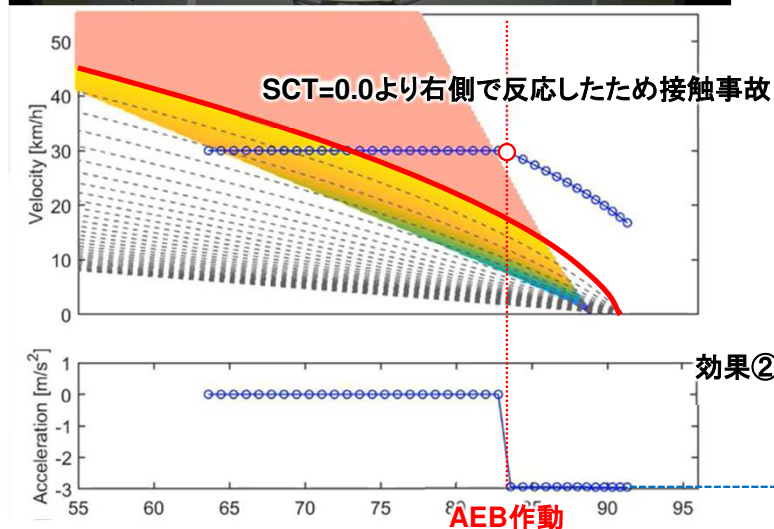


死角に合わせて事前減速することで接触事故を回避

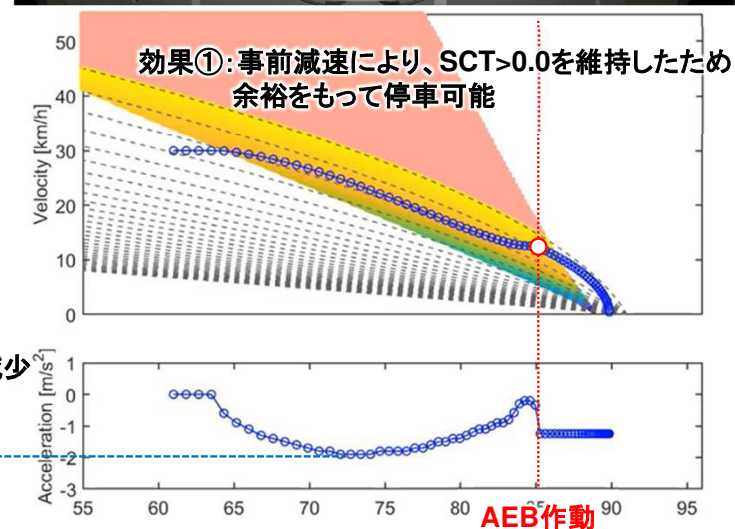
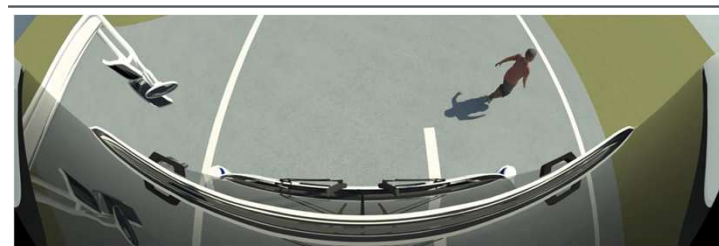
安全・リスクに対する自動運転システムの対応能力が評価できる指標を提案 「かもしれない運転」に該当する対応能力の指標としてSCTの実装と検証を実施

Safety-Cushion-Time (SCT) の定義と応用

事前減速なし



事前減速あり



SCTを用いてAEBの事故回避性能を示せることを確認

テーマ（３）では、仮想空間における効率的な安全性評価に貢献するため、FY24は外部データからシナリオの効果的な生成、マップ3Dモデルの効率化、及び、物理特性データの構造化を実施

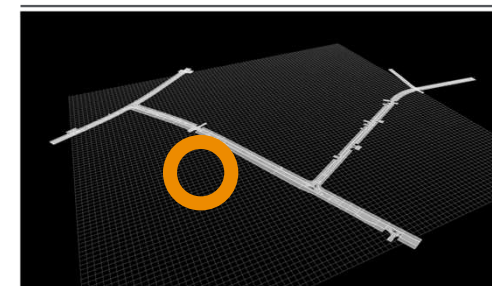
FY24の各テーマの実施内容

FY24の各テーマの実施内容			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	進捗状況
(3)ー1	ADS/ADASの安全性評価・検証に 必用なデータ生成を効果的に行い、 仮想空間における効率的な安全 性評価に貢献	外部データ(FOTデータ、実交通流)から、 大量のシナリオの効率的な生成	多数の車両による走行軌跡のシナリオ作成効率化機能			プレビューの高機能化			シナリオの一括生成機能			死角表示機能			外部データのシナリオ化 対応が完了、シナリオ 一括生成対応中
		計測データや地図データを活用した、 マップ3Dモデルの効率化	フォトグラメトリによるマップ3Dモデル作成効率化			既存地図データ活用によるマップ3Dモデル作成効率化			押し出し型地物残項目対応			線状・面状の路面標示作成機能			フォトグラメトリ手法について は計測実験＆解析を実施 中。地図データ活用手法に ついては点群重畳機能、線 状路面標示機能が完了。 10月からのアイテムを実施 中。
											</				

(3) - 1 23年度計測していた柏の葉走行ルート(point群・カメラデータ)を基にマップ3Dモデルを制作
科警研交差点を中心に評価要件に基づいた詳細マップを作成

科警研交差点付近のマップ3Dモデル

柏の葉作成エリア



東大→柏の葉駅

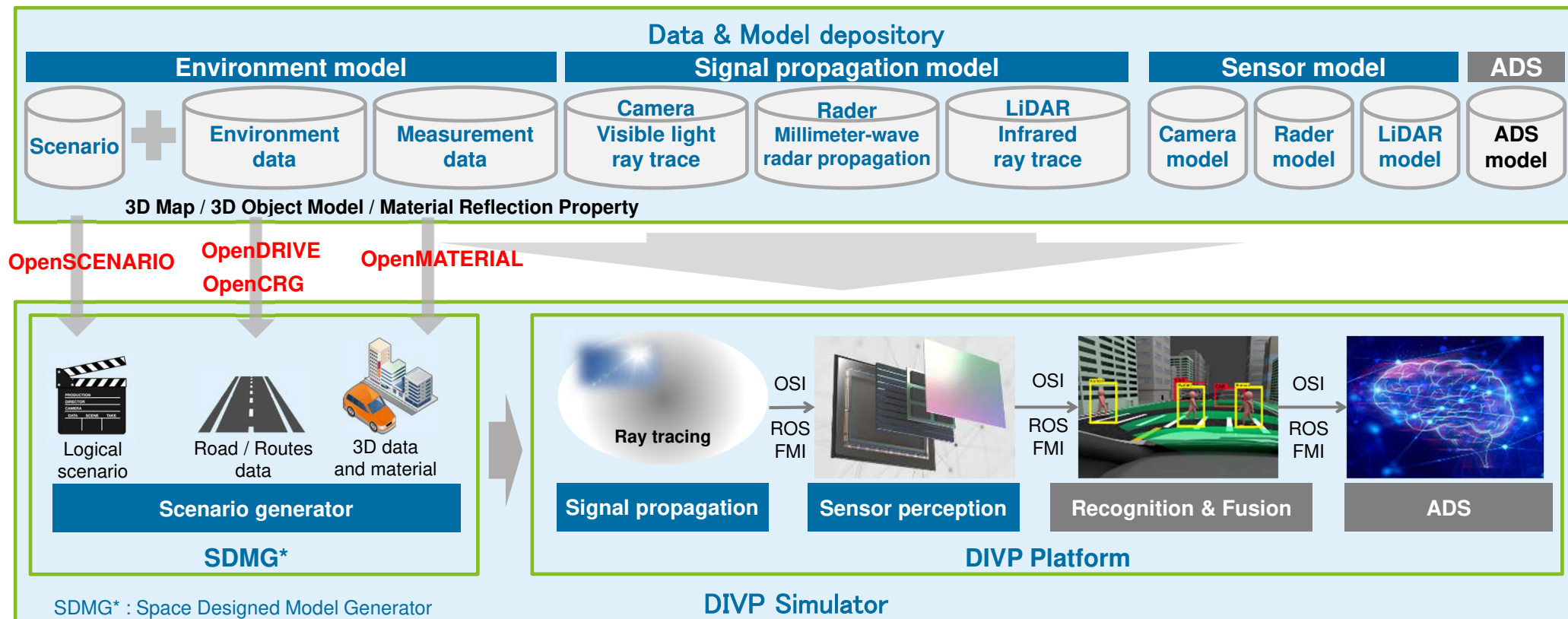


柏の葉駅→東大



(3)－2 DIVP Material 構造の実装の完成, 及び, 標準化展開

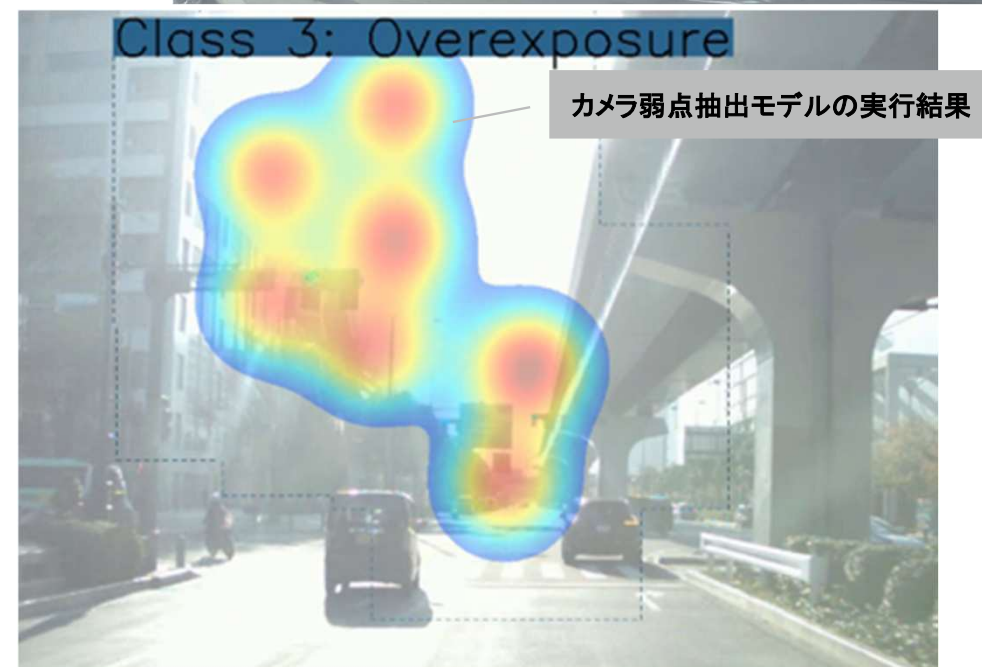
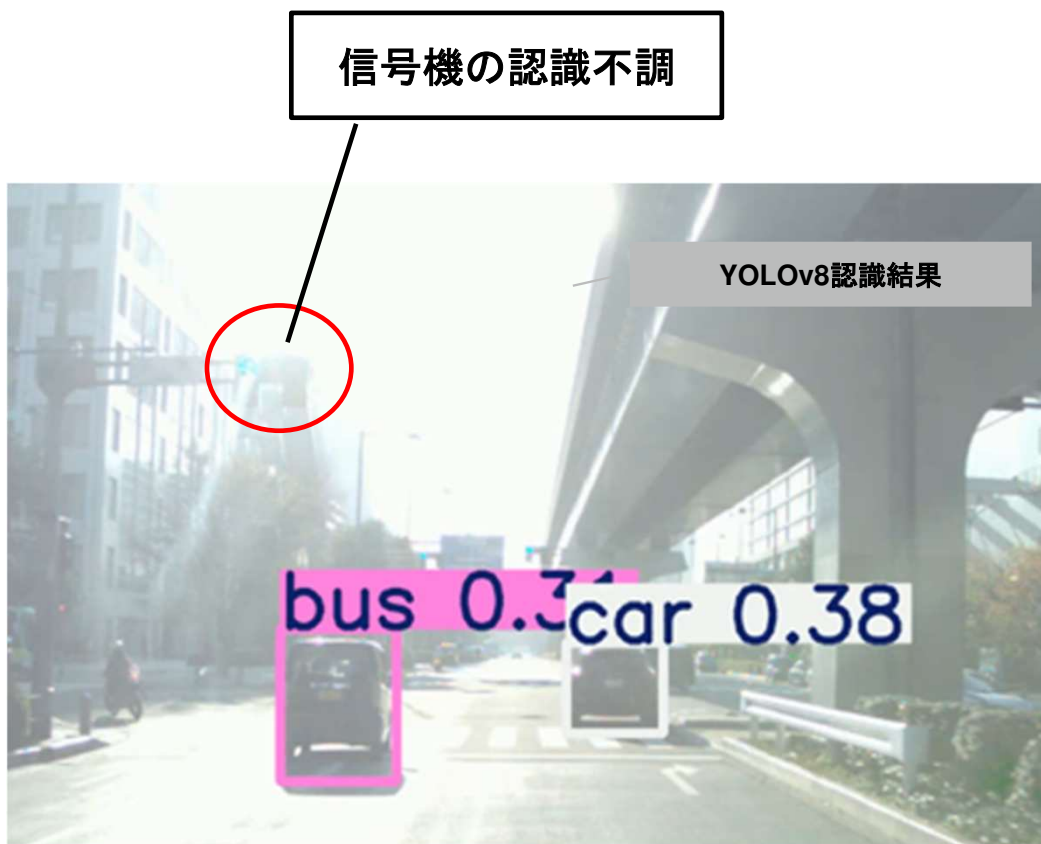
DIVP's Eco-system : Data & Model depository and Structure



物理的に正しいシミュレーションには、正しい属性を保持する検証済データ&モデル群が必要。
それらデータのASAM標準化プロジェクト「OpenMATERIAL」を推進、年度末にV1.0がリリースされる見込み

(3)－3 計測データからのカメラ弱点事象の抽出と拡充

逆光による物標(信号機)の認識不調の抽出例



END

Tokyo Odaiba → Virtual Community Ground

