



Kanazawa University

令和5年度 無人自動運転等のCASE対応に向けた実証・支援事業
「自動運転技術(レベル3、4)に必要な認識技術等の研究」
AD-URBAN*の進捗状況について

AD-URBAN

*FOT project of Automated Driving system under Real city environment based on Academic Researcher's Neutral knowledge.



0

金沢大学 高度モビリティ研究所 / 中部大学機械知覚&ロボティクスグループ

Confidential

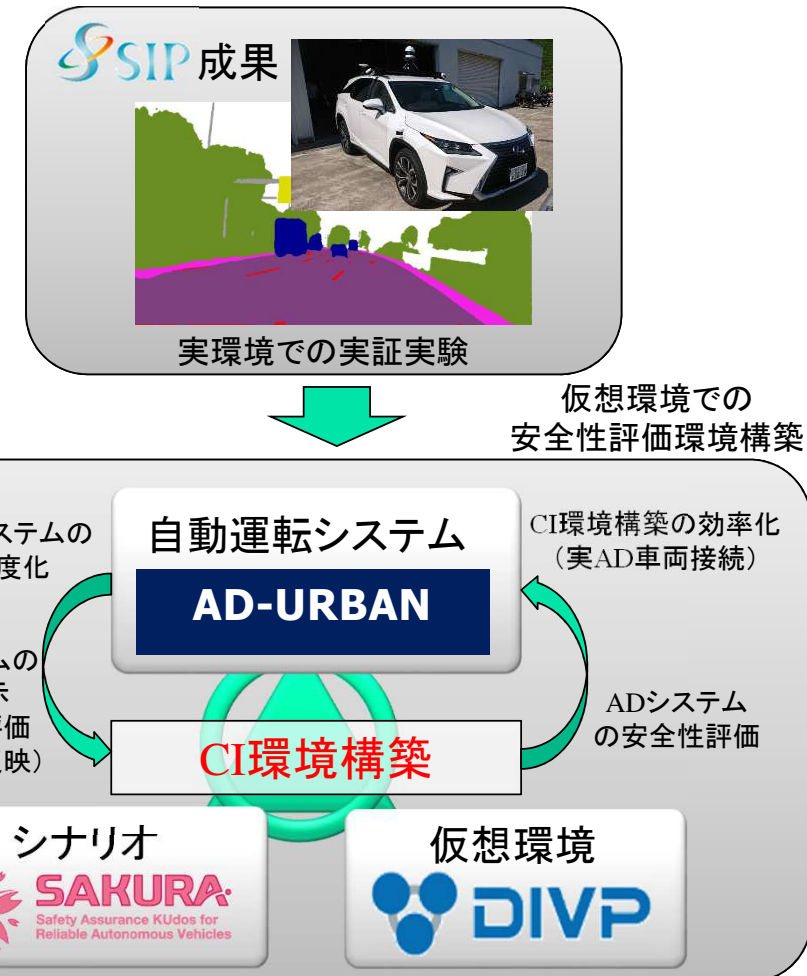
実施目的とAD-URBANプロジェクトの位置付け

■ 事業の実施目的

- 一般道における安全性評価環境の構築に向けて
 - リアルとバーチャルを融合したADシステムの安全性の網羅的かつ効率的な評価手法の確立
- DIVP, SAKURAプロジェクトとの連携
 - センサ弱点シナリオ+交通流シナリオ評価
- 仮想環境での安全性評価環境構築の加速
 - 実ADシステムとの接続が必要

■ AD-URBANプロジェクトの位置付け

- 安全性評価環境の効果的な展開
 - CI*環境構築を加速させる
 - SIP第2期 自動運転の研究成果を活用
 - ReferenceシステムとしてAD-URBANを接続
- ADシステムの高度化
 - 安全性評価結果の妥当性を追求
- ADシステムの課題提示
 - 安全性評価シナリオ・指標等への反映



*Continuous Integration

2023年度実施内容の整理

*Continuous Integration

【本日の主な報告】
赤字箇所のご報告

安全性評価環境の効果的な展開

RoAD^{to the} L4 など

(i) CI環境の構築



- (a) クラウド環境への実ADシステム接続(金沢大)
- (b) 認識性能モデルの構築(金沢大)
- (c) 歩行者,自転車に対する安全性評価指標の検討(中部大)

AD-URBAN

ADシステムの高度化

AD-URBAN プロジェクト 実施内容

ADシステムの課題提示



(ii) 認識モデルの構築

- (a) 死角認識技術の構築(金沢大)
- (b) イメージングレーダ認識技術の構築(金沢大)
- (c) Early Fusion認識モデルの構築(中部大)
- (d) 緊急車両認識モデルの構築(中部大)

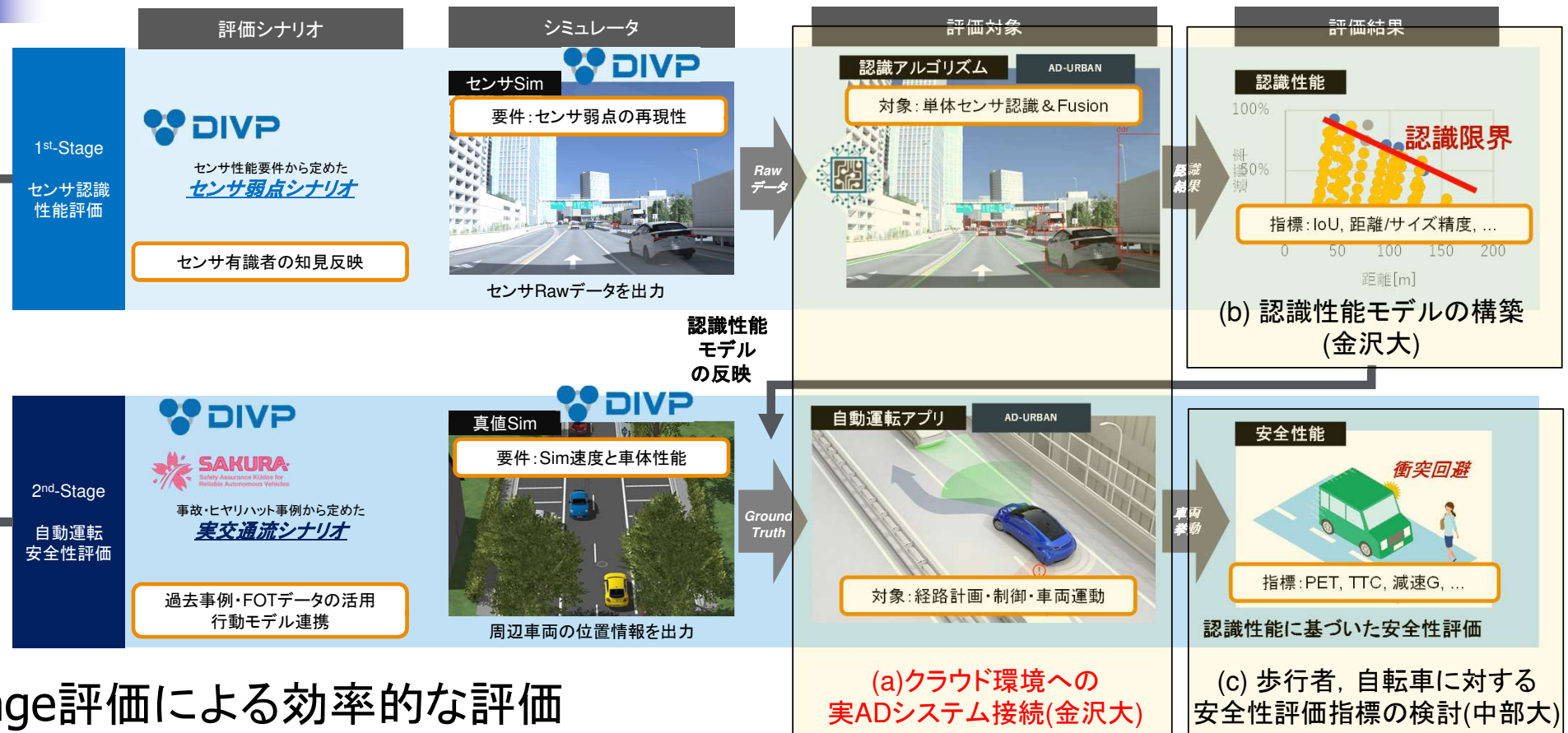
(iii) 実証データを活用した効率的な ADシステムの安全性評価手法の検討

- (a) 実証データを用いた評価シナリオ作成(金沢大)
- (b) シミュレータを用いた危険シナリオの評価(金沢大)
- (c) 緊急車両遭遇シナリオの効率的な抽出(金沢大)

(i) 「CI環境の構築」

Team2の活動

*Continuous Integration



- 2-stage評価による効率的な評価
 - 認識性能評価結果をモデル化し(1st-stage),
 - プランナ機能の実時間評価を可能とする(2nd-stage)

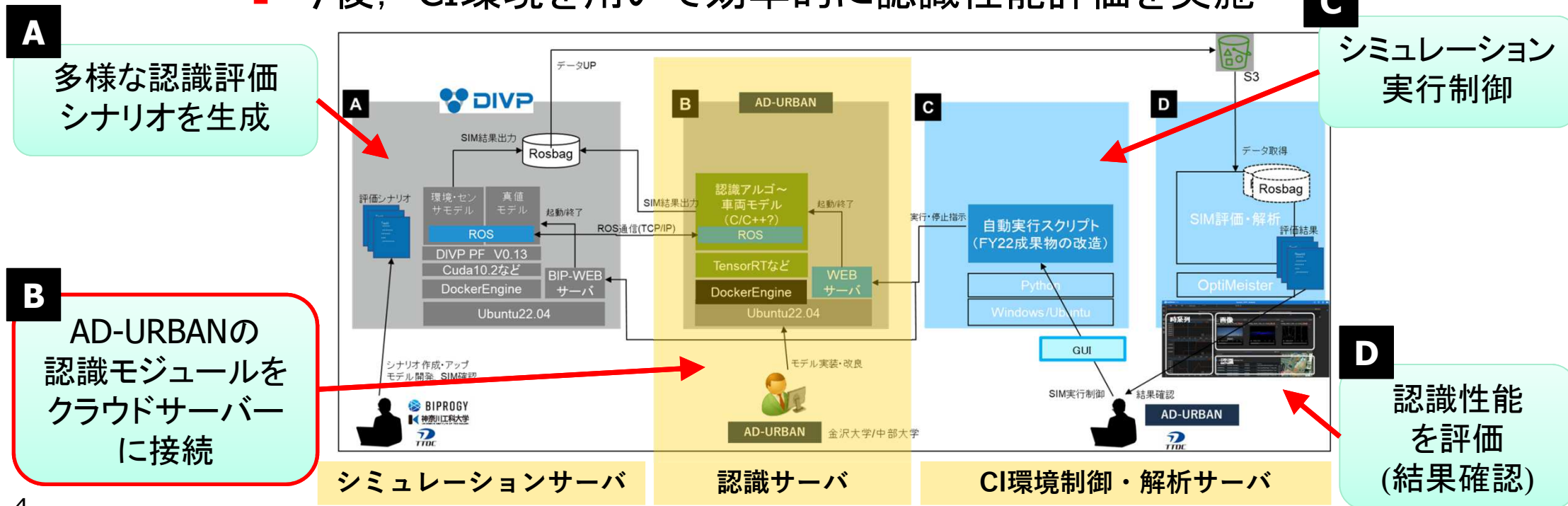
今回経過報告

(i) 「CI環境の構築」の進捗状況

(a) クラウド環境への実ADシステム接続

*Continuous Integration

- DIVPプロジェクトと連携したCI環境の構築
 - クラウドサーバー上に複数の計算機サーバを結合して評価する環境
- 近日中にAD-URBANの認識モデルの接続が概ね完了見込み
 - 今後、CI環境を用いて効率的に認識性能評価を実施



(ii) 「認識モデルの構築」

■ これまでの取り組み

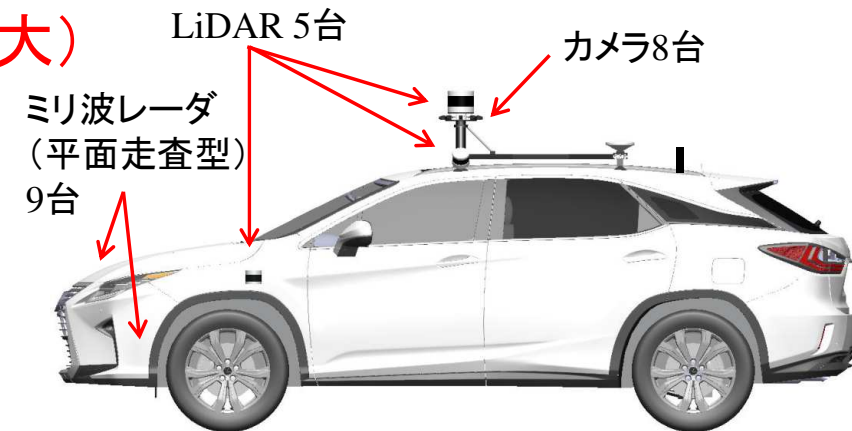
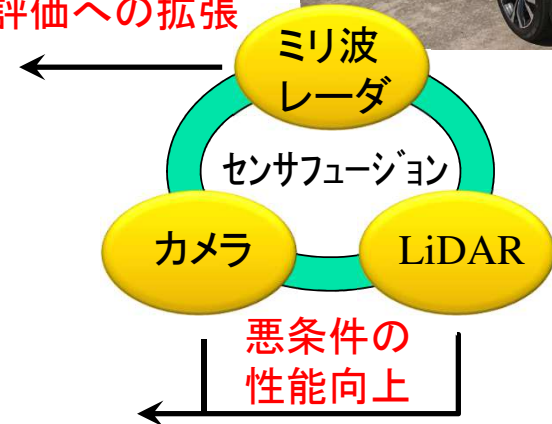


- LiDAR, カメラ, レーダを用いた物体認識技術
 - レーダ: 従来の平面走査型タイプを使用
- Late Fusion技術による認識性能評価
 - 交差点右折時の安全性評価

■ 本事業での取り組み

- (a) 死角認識技術の構築(金沢大)
 - 見通しの悪い交差点の通過判断性能の向上に向けた検討
- (b) イメージングレーダ認識技術の構築(金沢大)
 - 最新のレーダを用いた認識能力の向上
- (c) Early Fusionモデルの構築(中部大)
 - 悪条件下における精度向上
- (d) 緊急車両認識モデルの構築(中部大)
 - 仮想環境を活用した認識モデルの精度向上

マルチセンサ
評価への拡張



(ii) 「認識モデルの構築」の進捗状況

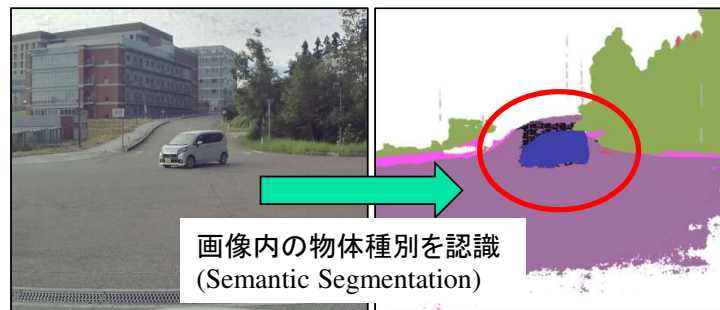
(a) 死角認識技術の構築

- 死角領域の認識技術の性能向上に向けた課題と検討事項
 - 疎な遠方点群に対するロバストな認識の実現
 - 路面・障害物との判別が困難(傾斜時は影響大)
 - LiDAR点群+道路面の高度地図を用いた認識アルゴリズムの検討
 - 死角領域の認識における正解情報の定義が困難
 - LiDAR点群からカメラ視点での死角・フリースペースを認識
 - カメラで認識した道路領域にLiDARで認識したフリースペースを投影して認識性能を評価
 - カメラ上の道路領域=LiDARでフリースペースとして認識すべき領域
 - 学内の理想的な環境において高度地図を用いた有効性を検証



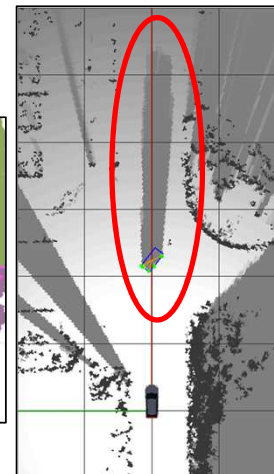
見通しの悪い交差点での右折判断

死角の程度を認識する技術
の性能向上が必要

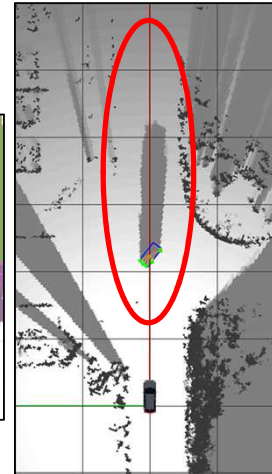


カメラ画像

道路面高度地図なし



道路面高度地図あり



- : 道路
- : 歩道
- : 自動車
- : 樹木
- : 道路面上に誤認識した死角領域

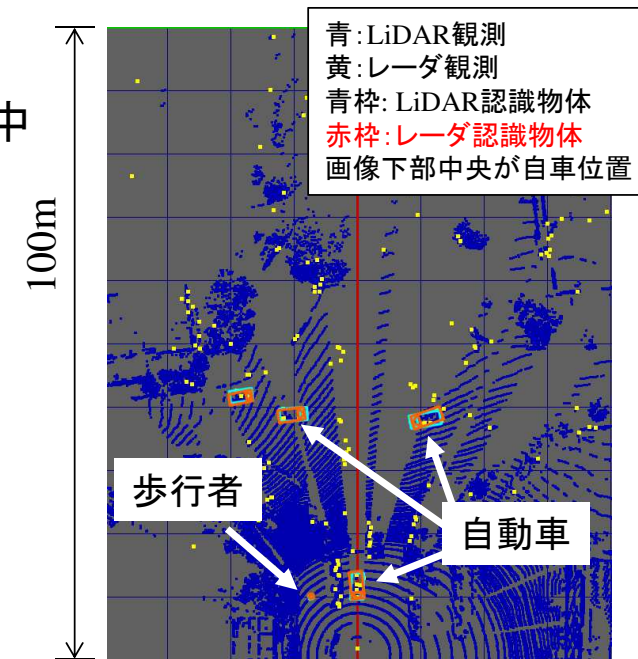
(ii) 「認識モデルの構築」の進捗状況

(b) イメージングレーダ認識技術の構築

- 交差点右折時の物体認識における課題と検討事項
 - 200m程度遠方の対向車両のロバストな認識が重要
 - イメージングレーダを活用した物体認識技術の構築(マルチセンサ化)
 - イメージングレーダを用いた認識技術の不調要因を明確化
 - イメージングレーダの計測環境の構築
 - 車両上部にセンサを仮設置してデータ計測を開始(右上図)
 - 現在, 複数のイメージングレーダを設置した全方位計測環境を構築中
- イメージングレーダの認識技術の構築状況
 - LiDARと比べたイメージングレーダの観測情報の違い
 - 遠距離物体の安定的な観測: 300m先の対向車なども観測可能
 - 物体認識アルゴリズムの基礎検討
 - 深層学習を用いて周辺物体の位置・サイズ・種別等を認識
 - 遠距離に関しては高速化の観点から深層学習以外の方式も検討
 - LiDARの物体認識結果を教師データとしてレーダのデータを学習
 - 近距離では概ねLiDARと似た認識結果が得られそうであることを確認
 - 今後, 学習データセットの増加を進め認識技術の高度化を推進



イメージングレーダの仮設置状況



イメージングレーダの物体認識例

(iii)「実証データを活用した効率的なADシステムの 安全性評価手法の検討」

■ これまでの取り組み

■ 実環境での評価

- 東京臨海部等における実証実験の実施
 - 様々な走行シーンの中で実際にAD車を走行させて評価
 - ADシステム開発の効率化手法に関する検討が必要

■ 仮想環境での評価

- DIVP/SAKURAプロジェクトとの連携によるシナリオ評価
 - 事故・ヒヤリハット事例
 - 実交差点における車両の挙動の解析結果等
 - ADシステム「開発後」の安全性評価に特に重要
- ADシステム開発者目線でのシナリオ評価も必要

■ 本事業での取り組み

今回経過報告

- (a) 実証データを用いた評価シナリオ作成(金沢大)
 - 個別ADシステムが苦手とするシーンの再評価
- (b) シミュレータを用いた危険シナリオの評価(金沢大)
 - 人為的に発生させた危険な走行シーン
- (c) 緊急車両遭遇シナリオの効率的な抽出(金沢大)
 - 遭遇頻度が稀な緊急車両遭遇シナリオの抽出



実環境での評価

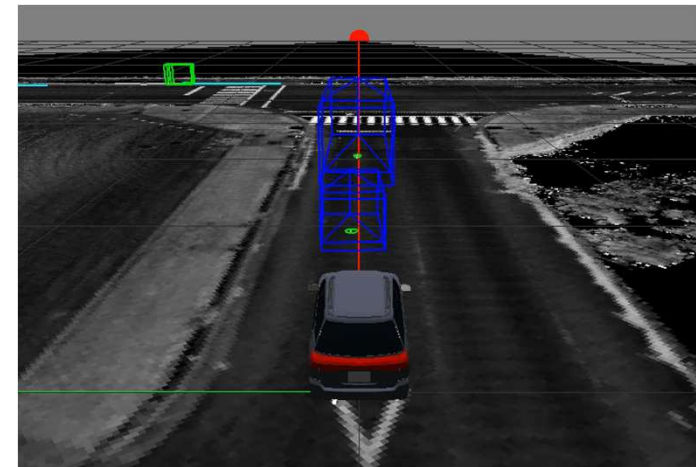
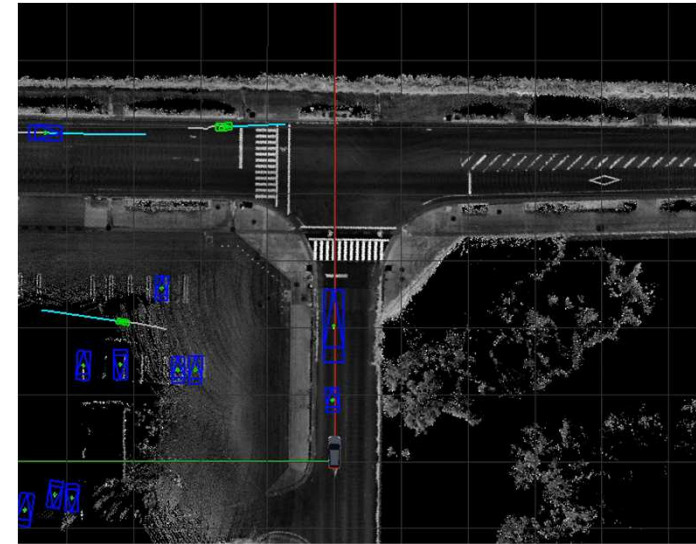


仮想実環境での評価



(iii)「実証データを活用した効率的なADシステムの安全性評価手法の検討」
の進捗状況, (a) 実証データを活用した評価シナリオ作成

- 実証データを活用した安全かつ効率的な評価
 - ① 走行データからシナリオを自動抽出
 - SIP成果の高度化(自己位置推定, 移動物認識, 信号認識)
 - ② 自動運転解除(オーバーライド)イベントの抽出
 - 苦手イベントの(半)自動抽出
 - ③ 仮想空間を用いて現実世界と類似した試験実施
 - シナリオにバリエーションを付加して評価を実施
 - シミュレータを活用した乗り心地の評価等も検討
 - 現状は①, ②が概ね作成できた状況
 - 今後, ③の環境構築を継続して実施する予定
- 今後の様々な評価シナリオの抽出に向けて
 - 過去の走行データの活用
 - 最新の認識モデルでシナリオを再抽出
 - 緊急車両遭遇シナリオの抽出等にも活用
 - 手動運転によるデータ収集も開始
 - 手動走行データは認識モデルの学習にも活用して効率化



実施スケジュールとマイルストーン

実施内容	FY23											FY24	FY25
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
・ 死角を伴う環境下における安全性評価指標の検討 ➢ マルチセンサを用いた死角を伴う環境における認識モデルの構築(金沢大) ➢ 深層学習を用いたLiDAR・カメラのセンサフュージョンによる物体認識モデルの精度向上(中部大)													
		死角認識技術の初期検討(経過報告)				死角認識の性能評価				認識困難な不調要因の明確化		死角認識改善・マルチセンサの認識	
		高分解能ミリ波レーダによる遠距離物体認識(経過報告)				(200m以内認識率90%)						認識モデルの精度改善	
		カメラ画像/LiDARフュージョンによる物体認識							仮想環境データの活用				
		(雨天時100m以内認識率90%)											
・ 歩行者、自転車が存在する交差点における安全性評価指標の検討 ➢ CI環境を用いた交差点における安全性評価に向けたADシステム評価手法の検討(金沢大) ➢ 歩行者、自転車が存在する交差点における安全性評価指標の検討(中部大)													
		1st-Stage:評価環境構築(経過報告)				1st-Stage:認識精度の統計モデル検討				1st-Stage:認識モデル性能検証			
						2nd-Stage:評価環境構築				2nd-Stage:安全性能評価指標検討			
		評価シナリオ・評価指標の作成				行動予測アルゴリズム調査				限界性能評価		行動予測による安全性評価	
・ 仮想環境を活用した効率的なADシステムの安全性評価手法の確立 ➢ 実証データを活用したADシステムの安全かつ効率的な評価手法の検討(金沢大) ➢ 緊急車両認識モデル構築用データの収集(金沢大) ➢ 緊急車両認識モデルの構築(中部大)													
		自動運転・手動運転時の特定シーンの仮想環境再現(経過報告)								危険走行パターンの仮想環境再現		ADシステムの安全性評価・性能改善	
		ドライビングシミュレータ仕様検討(済)				ドライビングシミュレータの構築							
		緊急車両シーンの効率的抽出のためのサイレン音認識モデルの構築・改善									緊急車両回避シナリオの仮想環境再現		
		市街地緊急車両データの計測・データ抽出 (5シーン以上の計測)											
		仮想環境での再現							緊急車両認識モデル構築(認識率90%)		認識モデルの安全性評価		