

提供価値 4

体系的・柔軟なシナリオの設計

交通実態に基づく評価条件決め

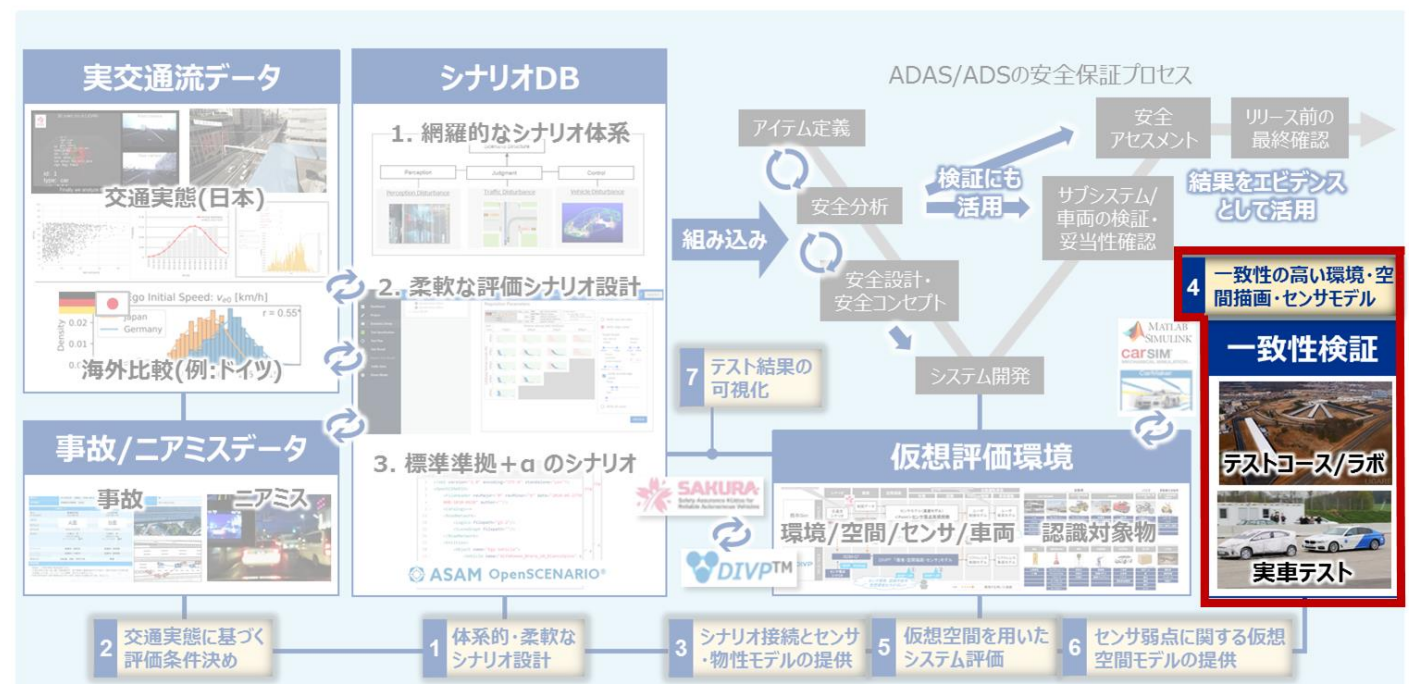
シナリオ接続性とセンサ・物性モデル提供

一致性の高い環境・空間描画・センサモデル

仮想空間を用いたシステム評価

センサ弱点に関する仮想空間モデルの提供

テスト結果の可視化



外乱原理に基づく一致性が検証されたSim環境

自工会では認識外乱の原理モデルと評価シナリオを定義すると共に、**Sim環境の妥当性検証ガイドライン**を策定。
DIVPでは当該ガイドラインに基づく検証を実施しており、**外乱原理に基づく妥当性検証結果が確認可能**。

■ 外乱原理に基づくSim環境の妥当性検証

自工会の認識外乱体系によるRadar認識不調定義

外乱による認識不調現象		誤検知
		不検知
外乱要因×発生原理		外乱の発生原理
		認識対象からの信号S
		認識阻害する信号
		位相
		強度
		ノイズ(N)
		...
		S強度差大
		...
外乱要因	車両・センサ	
	周辺環境	
	認識対象物	○
発生原理×妥当性検証		認識不調定義 (要因×原理) : 全282項目
Sim環境妥当性検証	基本検証	センサ特性
		電波伝搬特性
		対象物の反射特性
		交通流シナリオ
	再現性検証	...
		妥当性検証 (基本検証) : 全24項目
		自工会にて評価シナリオ策定中

Radar認識外乱原理に基づくSim環境の妥当性検証結果 (DIVP)

Sim環境 妥当性確認条件		外乱による認識不調現象	不検知	▼
		外乱要因	認識対象物	▼
		発生原理	S強度差大	▼

Sim環境妥当性検証項目		検証内容		判定基準	検証結果
センサ 特性	検出精度	距離(R)	C/R（コーナリフレクター）	5%以下	基準達成済
		方位(θ)	の設置位置を、実環境 と同等に検出できること	5%以下	基準達成済
		相対速度(V)	C/Rの相対速度を、実 環境と同等に検出でき ること	5%以下	基準達成済
	分解能	距離(R)	2つのC/Rを近接設置	15%以下	基準達成済
		方位(θ)	した際の最小分解能が、 実環境と同等であること	15%以下	基準達成済
		相対速度(V)	2つのC/Rを異なる速度 で移動させた際の最小 分解能が、実環境と同 等であること	15%以下	基準達成済
対象物 の 反射 特性	車両	RCS	乗用車のRCSが、全周 囲において実環境と同 等であること	全方位3dB以下	検証済 （基準未達、 対策検討中）
		反射点	乗用車からの反射強度 ピーク値が、実環境と同 等であること	3度以下 ピーク値3dB以下	未検証 （類似検証済）

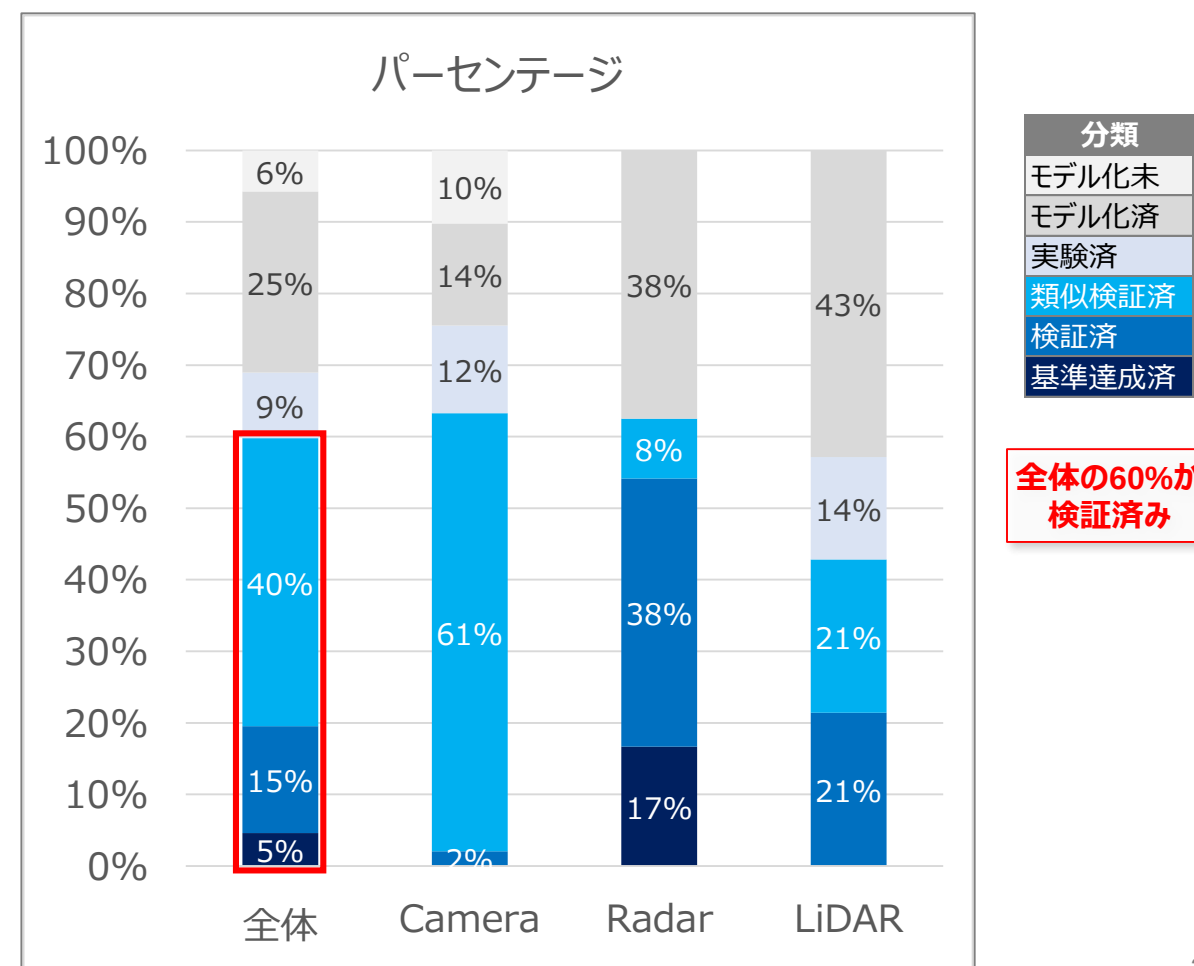
外乱原理に基づく一致性検証状況

自工会の妥当性検証項目（基本検証）に対するDIVPの検証状況は全体の60%。

モデル化、検証を進めると共に、自工会と連携しながら検証方法・判定基準に関する協議を実施中。

■ Sim環境の妥当性検証状況（DIVP）

検証状況	検証項目数			
	Camera	Radar	LiDAR	合計
該当するモデル化が未実施	5	0	0	5
モデル化実施済みだが類似の検証も未実施	7	9	6	22
何らかの実験を行っているが検証未完	6	0	2	8
類似の検証を実施済み	30	2	3	35
同様の検証を実施済み&基準未達	1	9	3	13
同様の検証を実施済み&基準達成	0	4	0	4
合計	49	24	14	87



外乱再現に向けたSim環境構築状況

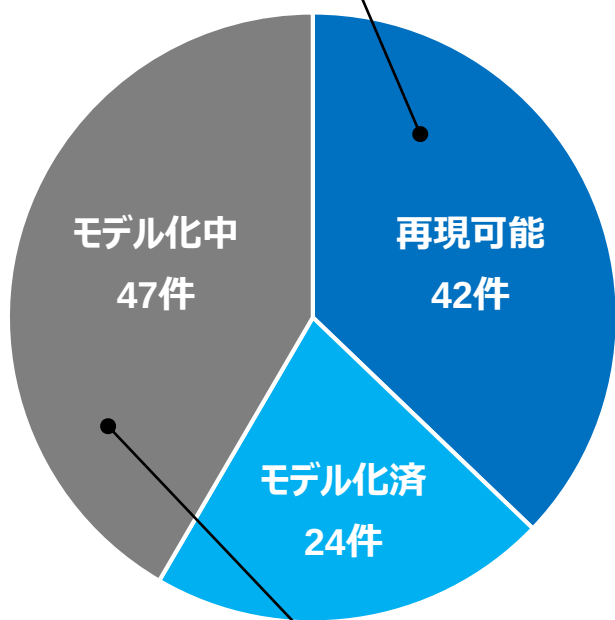
自工会では認識外乱の再現性検証に向けて優先10シナリオが策定され、SAKURA&DIVPにてシナリオ実装中。
また、DIVPで別途優先度定義し、開発推進しているシナリオ含めたSim環境構築状況は全体の58%。

■ 外乱再現に向けたSim環境構築状況（DIVP）

センサ	認識外乱原理			評価シナリオ		Sim構築状況			
	分類		原理	自工会優先	DIVP定義	モデル化中	モデル化済	再現可	合計
Camera	知覚	光学系	屈折, 反射等	1	10	3	5	2	10
		イメージセンサ	ノイズ, 露光時間, 飽和等	1	23	16	2	5	23
		画像処理	明度, 色相等	0	4	1	1	2	4
	認識	特徴抽出	特徴量不足等	2	17	5	6	6	17
		その他	識別, 位置推定等	0	1	0	1	0	1
Radar	知覚	認識対象からの信号S	周波数	0	1	1	0	0	1
			位相	0	10	4	0	6	10
			強度	1	6	1	3	2	6
	認識	認識対象を阻害する信号	ノイズ(N)	1	4	1	2	1	4
			不要信号(U)	2	9	2	2	5	9
LiDAR	知覚	スキャンタイミング	位置ずれ	0	2	0	0	2	2
		認識対象からの信号S	S飽和	0	1	0	0	1	1
			S減衰	1	13	5	2	6	13
			その他（遮蔽, 伝搬等）	0	4	2	0	2	4
		認識対象を阻害する信号	ノイズ(N)	1	3	1	0	2	3
			不要信号(U)	0	5	5	0	0	5
		合計		10	113	47	24	42	113

再現可能な認識不調例

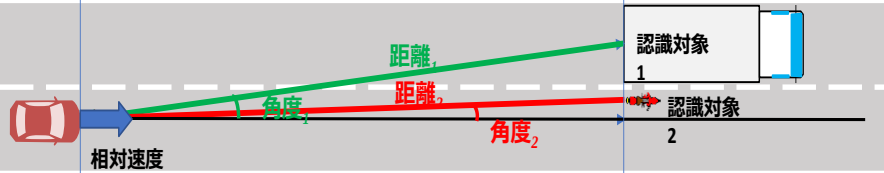
- Camera : 暗闇や物標色での低コントラスト、ヘッドライト等
- Radar : 路側壁によるゴースト、複数物標の分離困難等
- LiDAR : 低反射物、高反射物、降雨等



モデル化中の認識不調例

- Camera : フリッカ、汚れ、逃げ水等
- Radar : 空間障害物のノイズ、他車Radarの干渉等
- LiDAR : 透過、鏡面反射、他車LiDARの干渉等

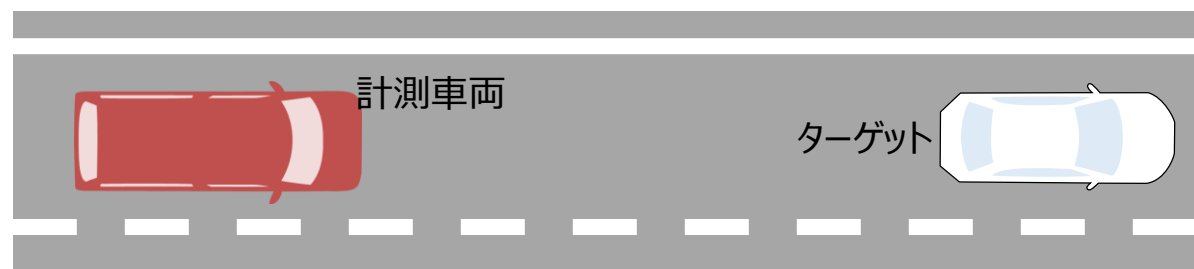
■ 評価シナリオ例（Radar信号強度差大による不検知：トラックの強反射によりバイクが不検知となる）



シナリオパラメータ	相対速度, 距離, 角度, 物標組合せ
Sim環境構築要素 (モデル化要素)	環境モデル (道路, 物標, 反射物性) 空間描画モデル (電波伝播) センサモデル (アンテナ指向性, 周波数解析等)

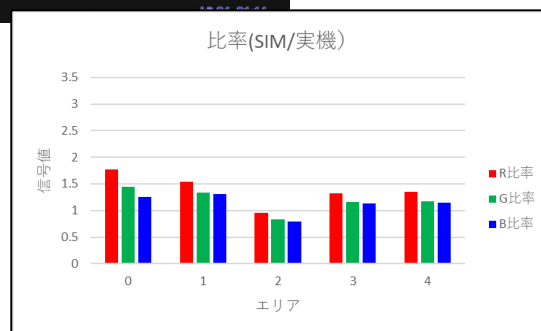
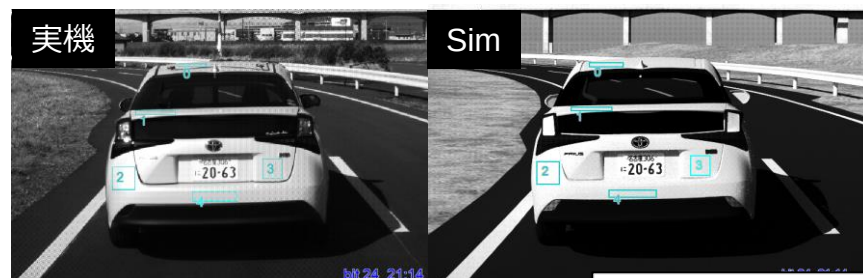
■ DIVPのCameraに関する一致性検証例

実験方法



項目	条件
場所	JARI J-Town
ターゲット	プリウス
走行条件	クリープで離間

知覚出力一致性



RAW (RGGB画素) の輝度を比較

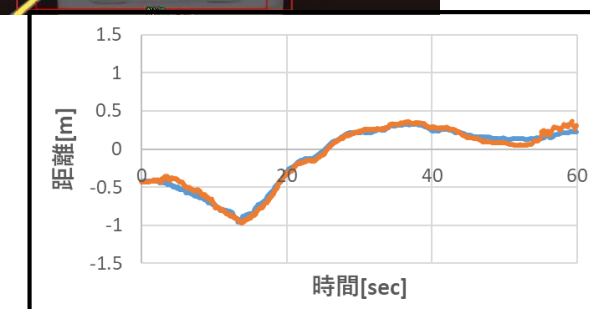
誤差平均 : 20%

認識出力一致性



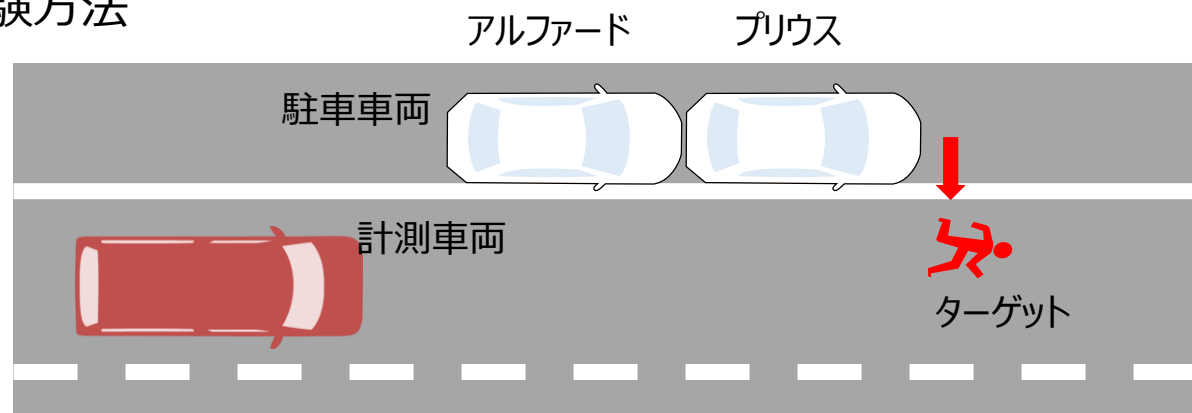
認識位置 (横方向)

誤差平均 : 0.08[m]



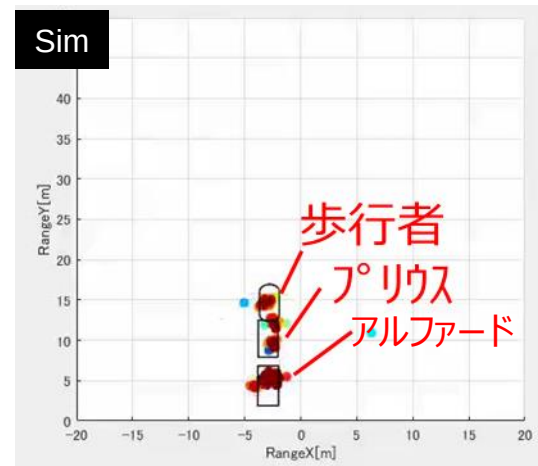
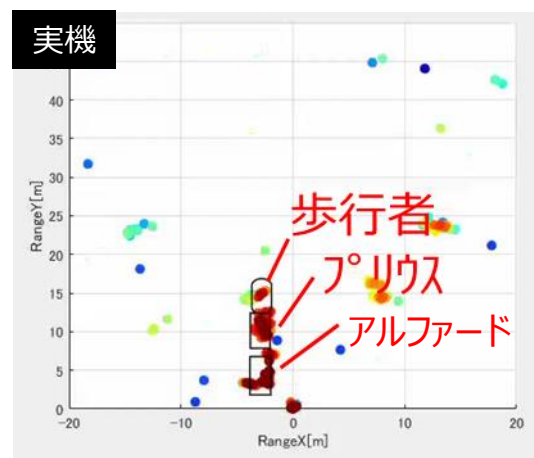
■ DIVPのRadarに関する一致性検証例

実験方法

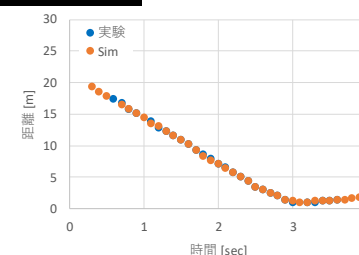


項目	条件
場所	JARI J-Town
ターゲット	NCAPダミー人形 プリウス、アルファード（駐車車両）
走行条件	NCAP車影歩行者飛出し(25km/h)

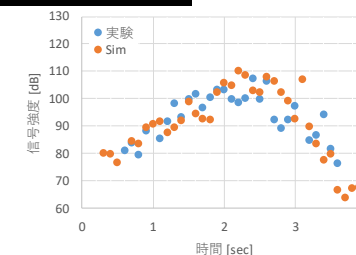
知覚、認識出力一致性



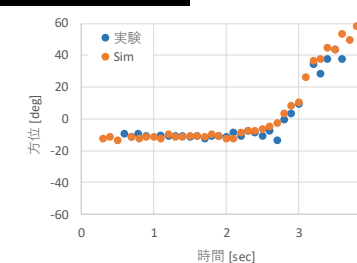
知覚：距離



知覚：強度



知覚：方位



距離、方位、相対速度、反射強度：ほぼ一致

物体認識（クラスタリング）：共に正しく認識

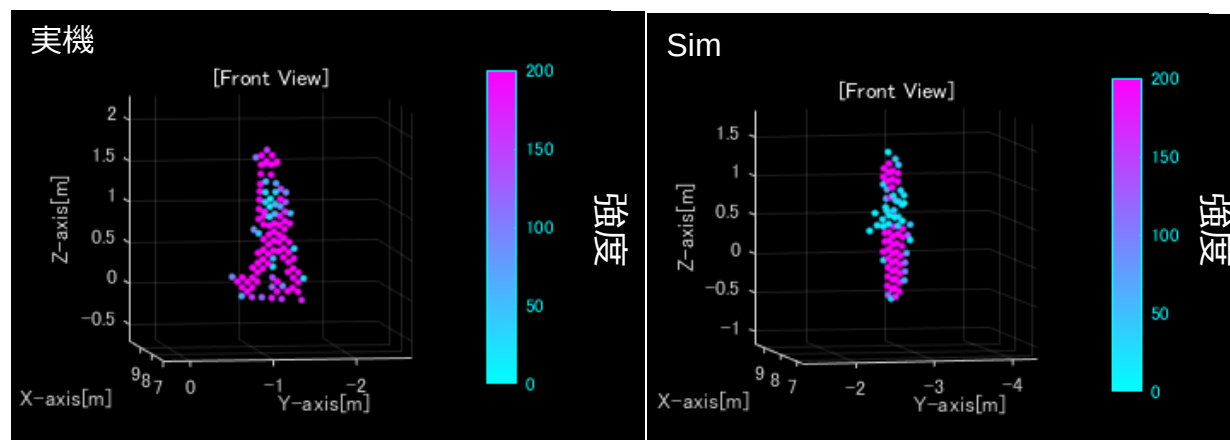
■ DIVPのLiDARに関する一致性検証例

実験方法

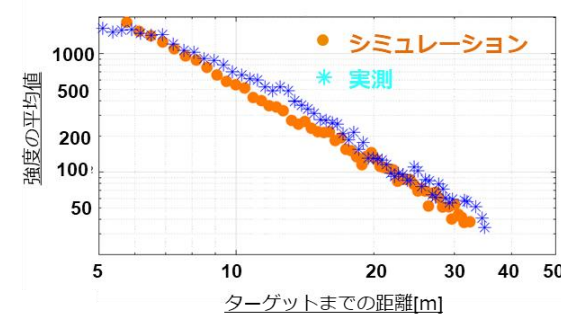


項目	条件
場所	JARI J-Town
ターゲット	NCAPダミー人形
走行条件	NCAP歩行者飛出し(25km/h)

知覚、認識出力一致性

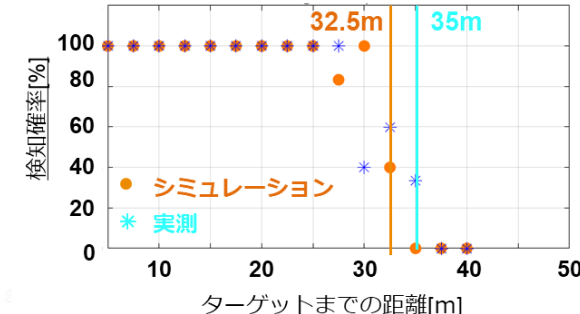


知覚：強度



反射点数、反射強度：
ほぼ一致

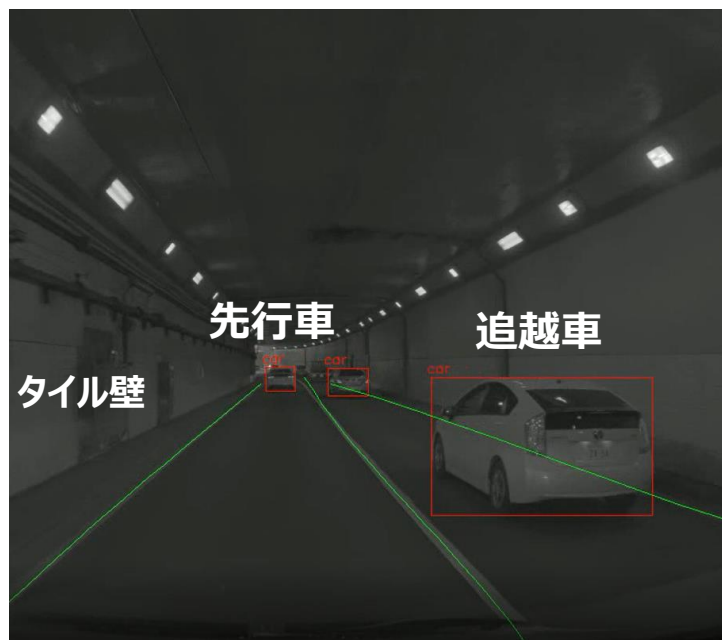
認識：限界距離



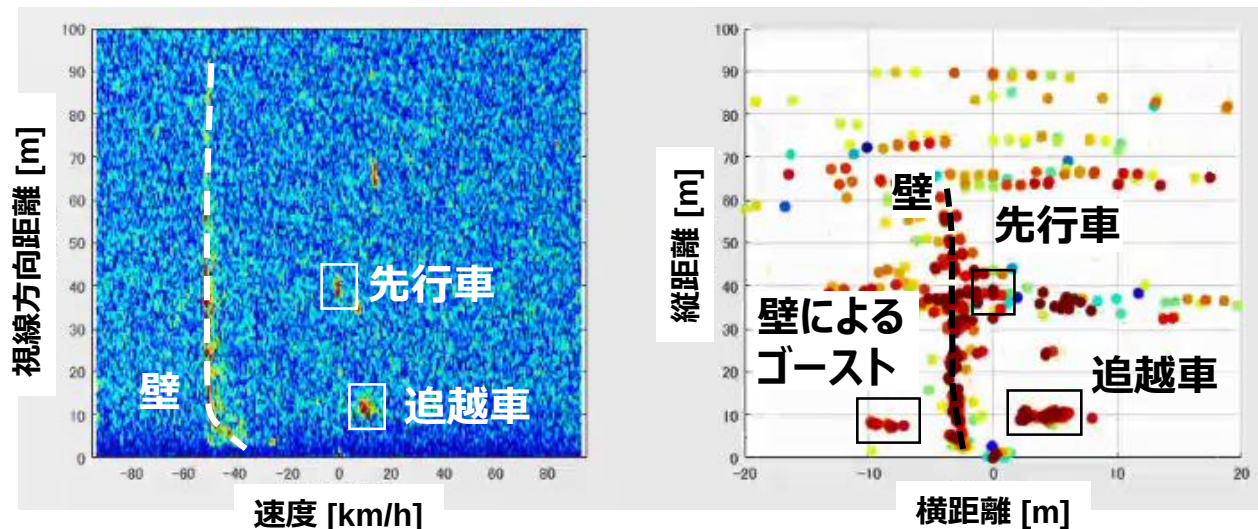
認識限界距離：
1グリッド分の差

例) センサ弱点条件に対する一致性

実路（首都高速C1）のトンネル環境において、壁面を軸にマルチパスゴーストが発生することを確認
センサ弱点条件についても一致性検証を進めている



実測



Sim.

