

安全性評価基盤検討TF

Team0 活動報告

2024/10/9



AD-URBAN



FY24のTeam0取組み

1. 実効性のあるADS安全性評価プロセスの策定

2. 本プロジェクト+他プロジェクト連携での課題対応の推進

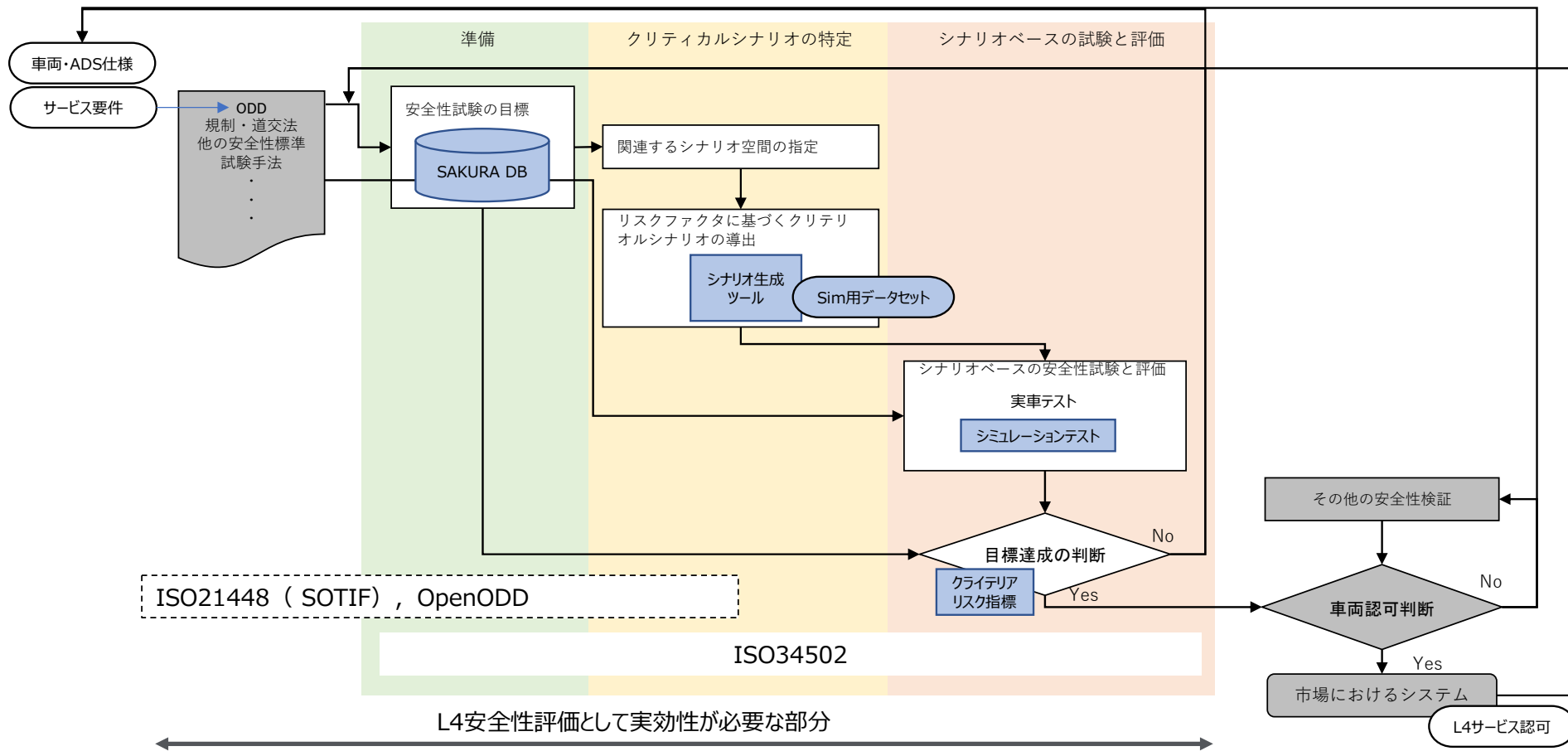
3. 国際連携, 標準化への対応

本日報告

本SWGでは、ISO34502, ISO21448提案のフレームワークを実効性のあるものにしてL4サービスを実証する。上流工程でODDでの安全性検証をシミュレーションによる仮想空間上での加速試験を提案

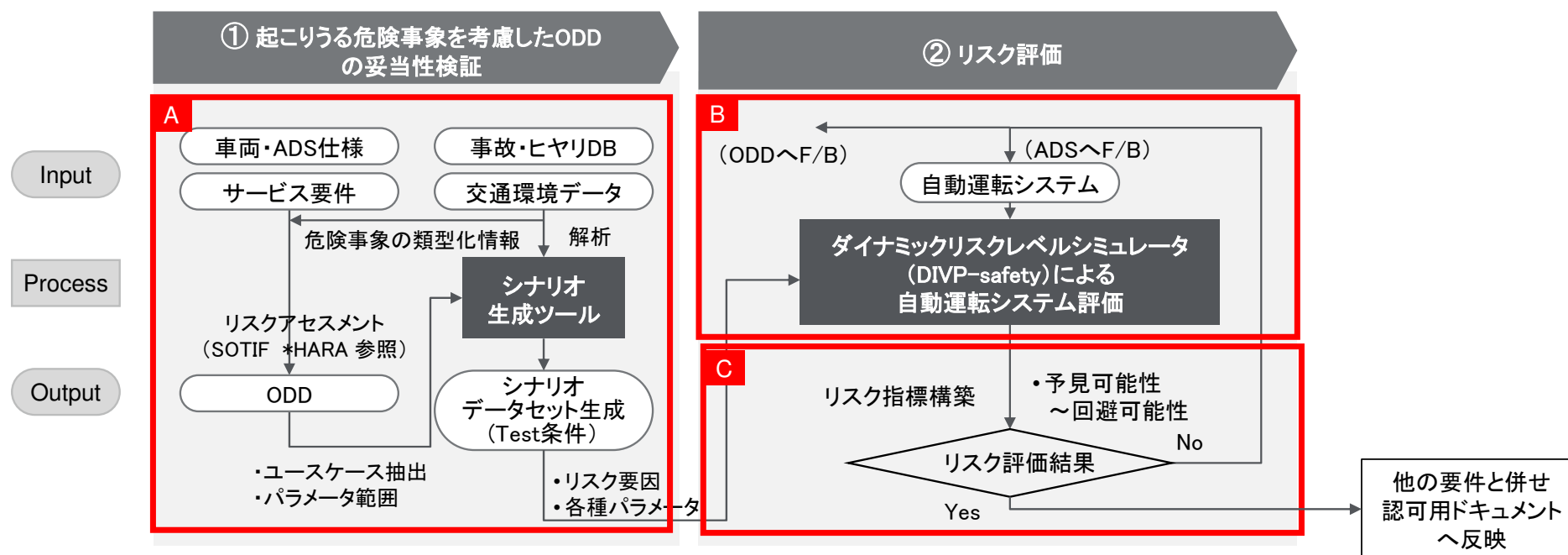
実効性のある自動運転安全性評価プロセスの策定をめざして

色部：これまでのタスク



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評価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

L4サービス開発の上流工程を加速プロセスとシミュレーション活用の提案



*HARA; Hazard and Risk Analysis

認可への活用に向けては、認識を含むODD内で遭遇しうる危険事象シナリオを必要十分な範囲に限定すること、実車試験を代替できる水準でシミュレーションの確からしさを示すことが課題

本シミュレーションの安全性評価結果をL4サービス認可に活用する場合の課題点

A シナリオ生成 課題

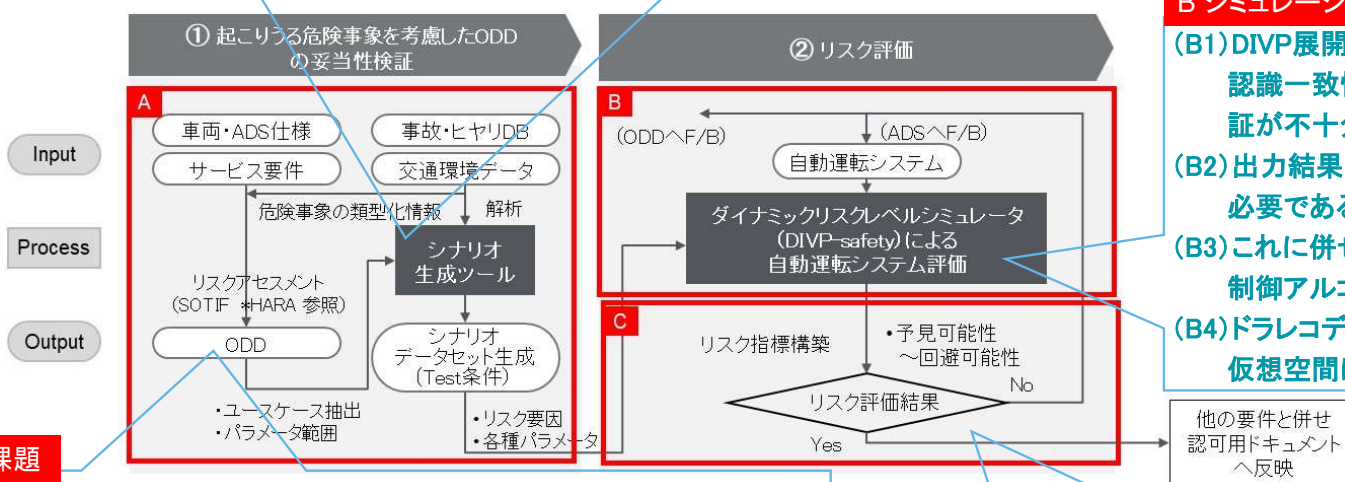
- (A3)シナリオ生成ツールは、交通流シナリオ出力に加えて、認識リスク、一般道VRU行動(歩行者、自転車等)を加えた生成が必要。
 (A4)一般道の多様なシナリオに対応する効率的なシナリオ生成手法の検討が必要(シナリオ整備方針、画像&言語LLMの生成AI活用等)。

B シミュレーション 課題

- (B1)DIVP展開の3D環境モデル/空間モデル/センサモデルの認識一致性を実車でも検証してきたが、回避可能性の検証が不十分(NCAP,ALKS条件は検証済み)。
 (B2)出力結果は、評価条件に対する実車結果と比較した検証が必要であるが、そのための実車評価計画が未定。
 (B3)これに併せて、評価対象として開発側の用意となる、制御アルゴリズム、車両モデルのレベル・準備方法が不明、
 (B4)ドラレコデータ等に基づく事故発生時の動的事故再現による仮想空間における事故要因特定

C 課題

- (C1)リスク指標は“危険度”×“発生頻度”で定量的に評価
 (C2)国際動向を踏まえた認可要件となる回避可能性の合意形成が必要
 (C3)指標は、安全確保を第一としつつ、交通の妨げにならない観点も考慮



A 課題

- (A1) SOTIF (ISO21448), ISO34502をベースにODDでのリスクアセスメント(*HARA)とユースケース抽出・検証プロセスの標準化(効率効果)課題
 (A2) 上記のための事故/ヒヤリ/交通環境データの活用が必要
 →リスク事象の類型化(一般道、高速道)とリスクアセスメントへの反映
 →シナリオDB整備(演繹的/帰納的なシナリオの実装/更新)
 →予見可能性を定義するデータ蓄積とパラメータ解析

*HARA; Hazard and Risk Analysis



AD-URBAN



課題（前頁）の対応の進め方；各プロジェクト連携で課題を分担した取組み活動が必要

	プロジェクト	主管省庁	安全関係 主実施機関	主な研究領域			対象FOT		備考
				A.ODD/シナリオ	B.評価PF	C.評価指標	高速道	一般道	
①	安全性評価基盤構築TF	METI 自動車課	SAKURA DIVP AD-URBAN	(A4)生成AI活用 ○ (A3)シナリオ生成ツール (SDMG) BRU行動モデル拡充	(B1)DIVP認可 ○ (開発) (B2)SUT側へのモデル要望	(C1)指標論理検証 (数式モデル化) + 実装 (C2)安全&交通両立 ○ (B2)リスク指標と回避可能性の実車検証	—	柏の葉FOT RttL4 Team4連携 (A1)パイプライン実証 (一般道)	■ モビリティDX連絡会 安全性評価戦略WG へ報告
②	SBIR 中小企業イノベーション創造推進事業	MLIT 自動車局	TierIV DIVP (KAIT/BIP./デロイト) 交通研	○ (A1)パイプライン実証 (一般道)	(応用) (B4) DIVPでの事故再現 →ADS事故発生時のドラレコ引責解析利用	○	—	塩尻FOT	■ TierIV_塩尻DBとデータ連携/TierIVSim. ～DIVP Sim.の結合 ■ 塩尻FOTの安全性評価実績を2025年度に 他の5カ所FOTに展開.
③	モビリティDX (データ取得)	METI 自動車課	日本工営 先進モビ/金沢大学 三菱総研/三菱電機 DIVP (BIP./KAIT/デロイト)	○ (A2)データ蓄積と 危険事象の類型化 (高速道)	(応用)	○ (C1)リスク指標提案 (高速道)	RttL4 Team3連携 新東名 沼津～浜松 (A1)パイプライン実証 (高速道)	—	■ データ計測～解析～モデル化～リスク評価までの パイプラインの明示 ■ トラック業者でのヒヤリ ハットデータ収集
④	デジタル全総 (データ連携基盤)	デジタル庁 METI情報課	DMP NTT DATA DIVP (BIP./KAIT) (TierIV連携)	○ (A2)データ蓄積とDB構築	(応用)	○	新東名 沼津～浜松	—	■ 高速道でのバーチャル 安全性評価の実施 ■ データ連携基盤の構築
⑤	L4法規要件策定調査	MLIT 自動車局	デロイト (東工大/筑波大 /KAIT/MPC)	○ (A2)危険事象の類型化 (一般道)	(応用)	○ (C1)指標論理検証 (数式モデル化)	—	(○)	■ リスクアセス, ODD & L4認可の基盤要件の 明確化

課題対応についての、本日の報告内容（安全性評価でのプロジェクト間連携として）

	プロジェクト	課題テーマ	対応状況概要
①	安全性評価基盤構築TF	(A1) パイプライン実証（一般道）	■ Rttl4_Team4連携で具体的なユースケースでのシミュレーション評価を実施中 →Team1 + 2 進捗報告へ
		(B1)DIVP認可, (B2)SUT側の車両モデル準備等	■ DIVPモデル検証でどこまで代替可能かを示す。→概要, Team0で本日報告 ■ 別途, 認可提案→手順・計画について, MLITと相談したい。
		(B4)DIVPでの事故再現機能	■ DIVPので実績あり。ADSのDrive Recorder data仕様フォーマットと調整等 ■ →事故再現の実施例を本日, Team0で報告。
		(A4)生成AI活用	■ SAKURA/AD-URBAN/DIVPで, 技術特徴, 利用価値・目的など調査中。 ■ 主に, シナリオ生成の効率化・拡張を目的に活用を想定。 →関連する検討は, 本日のSAKURA/AD-URBAN/DIVP個別報告を参照。
③	モビリティDX（データ取得） × Rttl4_Team3 連携 ↑ 安全性評価基盤構築TF 知見の展開	(A2)データ蓄積と危険事象の類型化（高速道）	Lttl4_Team3連携での ■ 走行データ取得～ドラレコ解析手法（映像での周辺車両動的検出） ～ユースケース抽出の実践 ■ 既存事故データ+経験知見からの危険事象の類型化（高速道） ■ リスク指標（Safety Cushion Time)の提案とシミュレーションでの評価事例 ■ バーチャル評価計画（合流支援） →以上, パイプラインの実践状況を, Team0で本日報告
		(A1)パイプライン実証（高速道）	
		(C1)リスク指標提案（高速道）	

以下，P7說明用參考資料

環境モデル、空間レンダリング、センサーモデルを実際の車両計測結果と比較し、整合性を確認してきた。
→2022年時点で、90項目のカタログとして整理。

2020～2022年 SIP自動運転時代のDIVPモデル検証資料（ppt約400ページ）より抜粋

シミュレーションの一致性検証

DIVP認可

DIVP® Consistency verification step



Verification results catalog

Organize the results of more than 90 validation items with a set of test methods and indicators.

The table displays the structure of the verification results catalog, organized by test method and indicators. The table has multiple columns, including test method, indicators, and results. Below the table, there are screenshots of the catalog interface, showing various test results and indicators.

【一致性検証】

2020～2022年 SIP自動運転時代のDIVPモデル検証資料 (ppt約400ページ) より抜粋

RCSが面内平均レベルで概ね3dBの精度で一致することを確認

DIVP認可

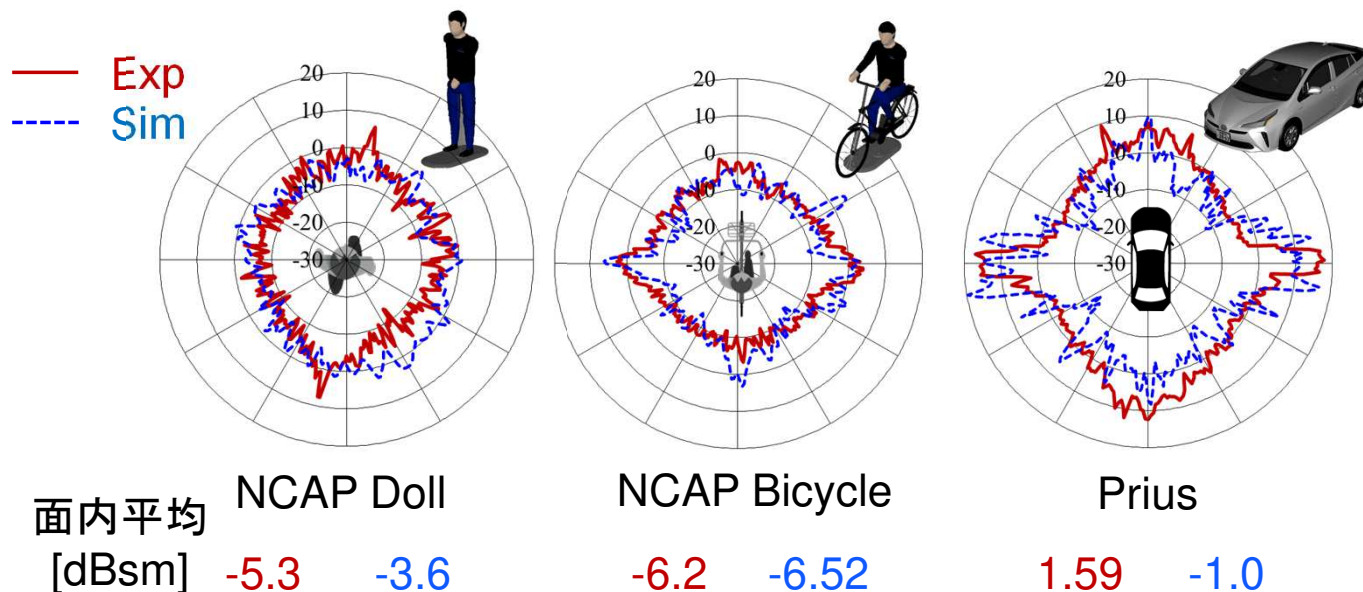
レーダ断面積 (Radar Cross Section : RCS) 検証結果

SOKEN

Test environment



Test Results



【LiDAR – 背景光ノイズ】

2020～2022年 SIP自動運転時代のDIVPモデル検証資料（ppt約400ページ）より抜粋

JAMAガイドラインの判定基準に基づき、実測とSim結果の比較を実施、Sim環境の妥当性を確認

LiDAR - “背景光ノイズ” <Sim妥当性検証>

DIVP認可

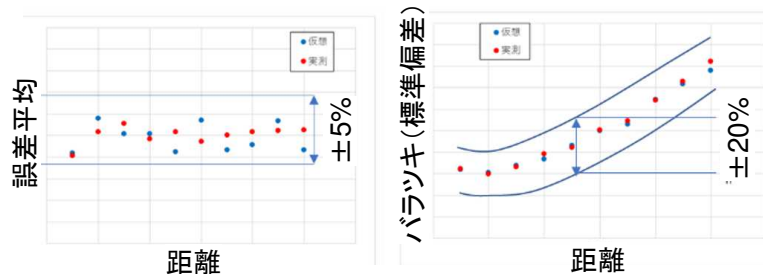
■ノイズ：計測距離の誤差平均のバラツキ

検証方法

LiDARの正面に標準反射板を設置し、距離を変化させて計測距離の誤差平均と分散を測定し、実測との差分が判定基準内である事。

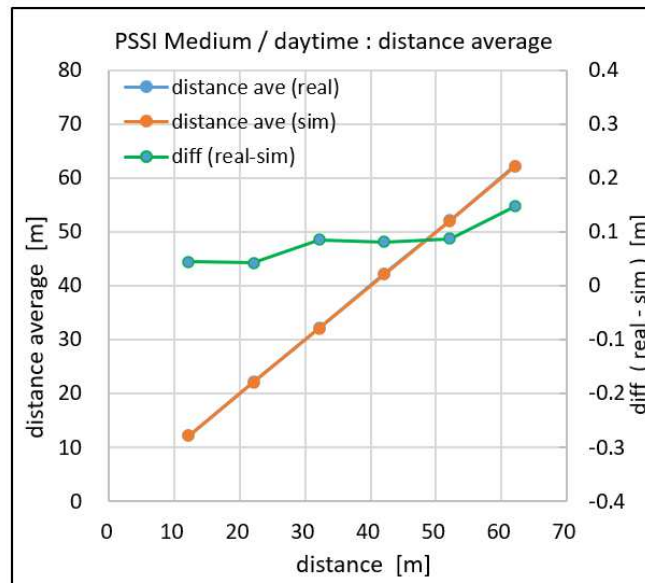
判定基準

誤差平均:対象までの距離の±5%以内
σ:±20%以内

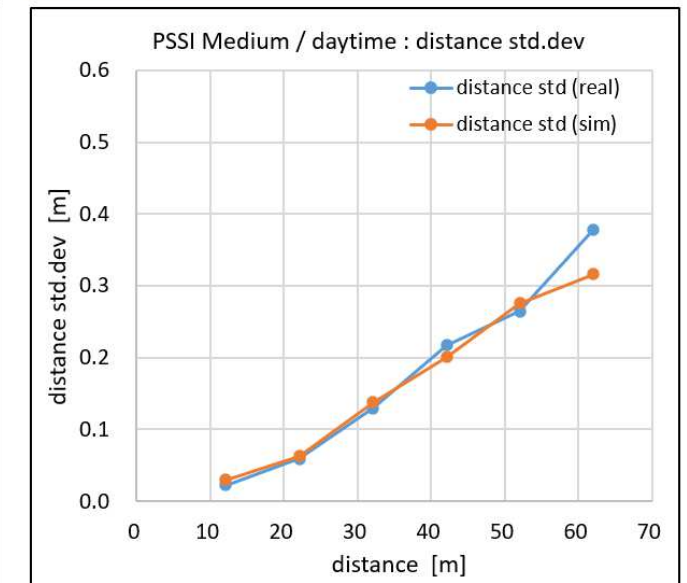


JAMA – 妥当性検証ガイドライン

距離：平均



距離：標準偏差



DIVP – Sim妥当性検証結果

- 誤差平均：判定基準の±5%に対し、最大で+0.38%
- バラつき(標準偏差)：判定基準の±20%に対し、最大で-16.4%
- ➡ 両項目ともに判定基準内であり、DIVPの特徴である精緻な天空光再現の有効性を再確認

JARIテストコースにて大型トラック、NCAPアセスメントシナリオへの追加実験を実施。
ユーザーニーズの高いシミュレーション機能追加に向け、一致性検証用データを取得。

対大型トラック*実験



マルチパス弱点条件



ALKS Cut Inシナリオ *日野プロフィア 12x2.5x3.8m

2020～2022年 SIP自動運転時代のDIVPモデル検証資料（ppt約400ページ）より抜粋

SOKEN

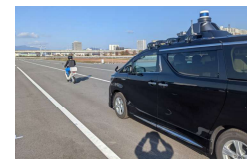
神奈川工科大学
KANAGAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

TTDC

■ NCAP CCRs (Car to Car Rear stationary)



大型トラック



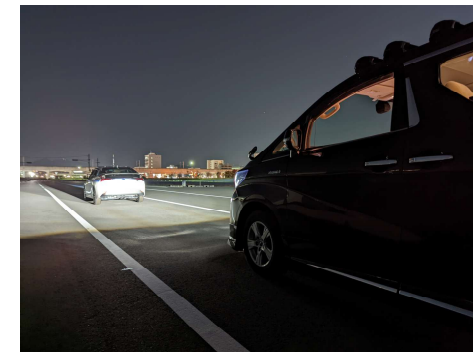
PTW



Escooter

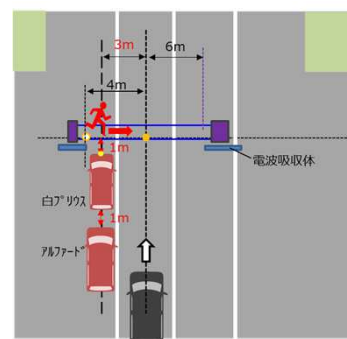


ダミー人形



夜間CCRシナリオ

■ NCAP 車影飛び出し（子供ダミー追加）



【Radar - S強度差大】

実験室レベルで現象確認し、Sim妥当性検証(原理検証)完了

2020~2022年 SIP自動運転時代のDIVPモデル検証資料 (ppt約400ページ) より抜粋

DIVP認可

Radar - “S強度差大” <Sim妥当性検証>

■実験概要

■実験内容補足

C/R小(バイク想定)の距離を8.5m~10mの間で0.5mずつ変化させながら、信号うもれの再現実験を実施

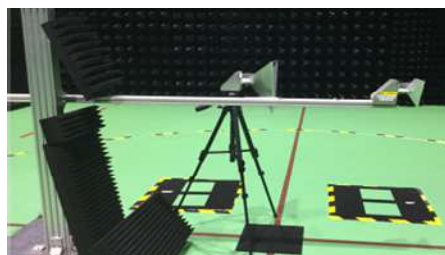
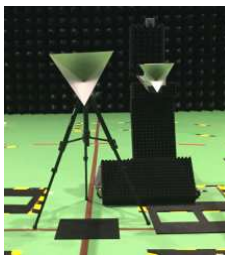
コーナーリフレクタ小
(バイク想定)

8.5~10m

レーダ

10m

コーナーリフレクタ大
(トラック想定)

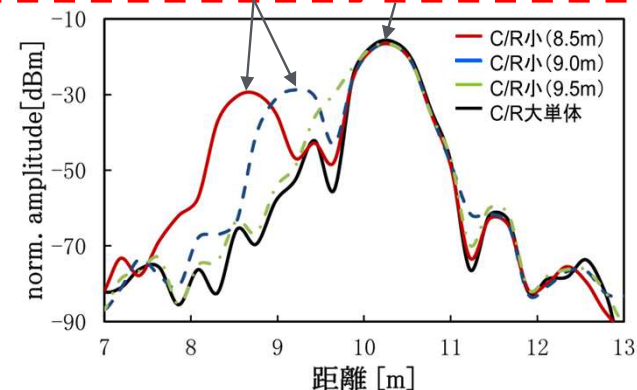


- 実測とSimの結果が一致し、**信号うもれ現象が再現できる事を確認**
- 実物標(トラック、バイク)を用いた実験で、方位分離観点も含めて不調現象発生条件の具体化を実施

実測結果

8.5m, 9.0m: 信号うもれ無し
C/R小のピーク値が分離できている

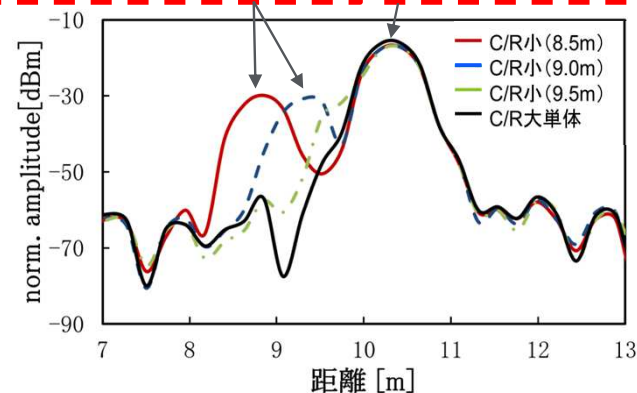
9.5m: 信号うもれ発生
C/R小のピーク値がうもれて分離できない



シミュレーション結果

8.5m, 9.0m: 信号うもれ無し
C/R小のピーク値が分離できている

9.5m: 信号うもれ発生
C/R小のピーク値がうもれて分離できない



【Radar - S強度差大】

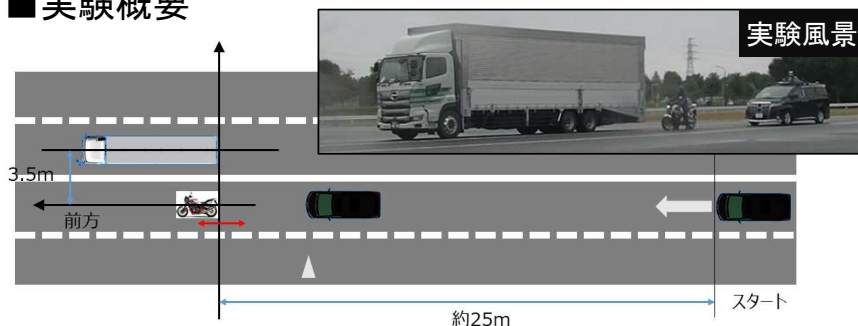
2020～2022年 SIP自動運転時代のDIVPモデル検証資料（ppt約400ページ）より抜粋

実物標を用いた実験・現象解析により、不調現象（信号埋もれ）発生条件の具体化が完了

DIVP認可

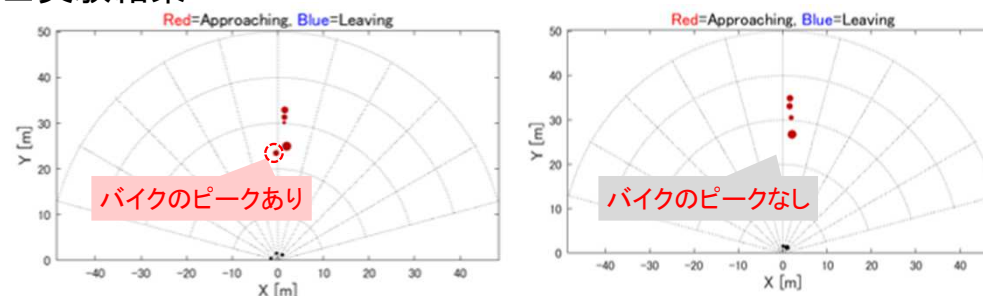
Radar - “S強度差大” <不調現象発生条件の具体化>

■実験概要



- 安全上の観点でトラック、バイクは静止状態とする
- トラックとバイクの位置関係を複数パターン計測し信号うもれが発生する条件を解析

■実験結果



バイク位置(トラック-バイクの末尾間距離)

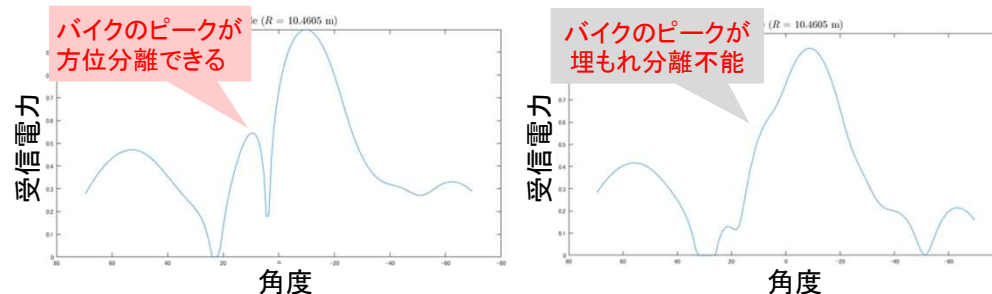
+0.5m	0.0m	-0.5m	-1.0m	-1.5m
×	×	△	○	○

<凡例>

- ×: バイクのピークが現れない
- △: トラックのピークとバイクのピークが現れるがバイクのピークがちらつく
- : トラックのピークとバイクのピークが現れる

- 実験データの解析結果から、トラック、バイクによる**信号埋もれ発生条件の具体化が完了**
- 同条件のシナリオ化、及びトラック、バイクの反射特性モデル化により、実物標レベルでの信号埋もれ再現が可能

角度プロファイルにより、方位分離観点でも信号埋もれ発生条件を具体化

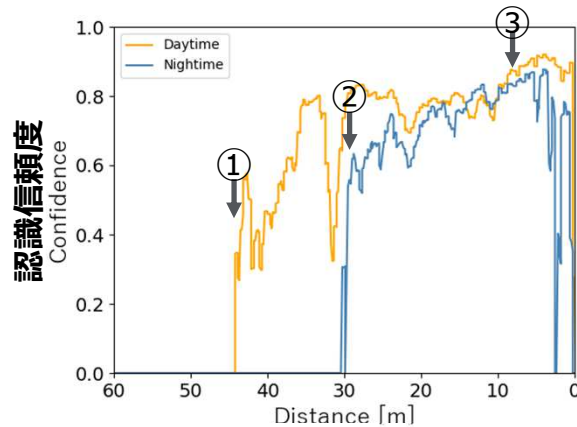
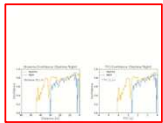


静的事故情報から動的な仮想空間での事故再現がDIVPシミュレータで可能
→センサの認識位置からの回避可能性（ジオメトリリスク）を評価可能，**DR事故解析**，**回避策検討に有効**。

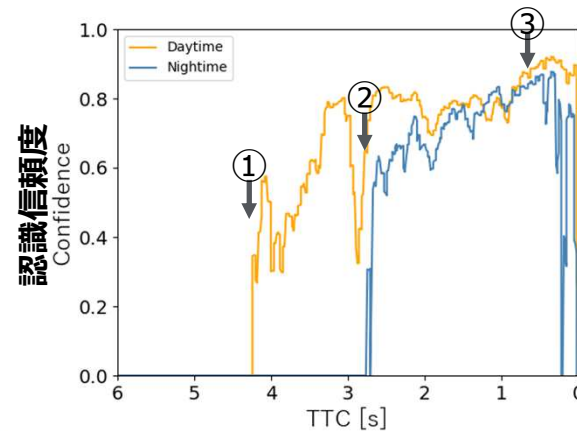
DIVPによる動的な事故再現（例）

DIVPでの事故再現

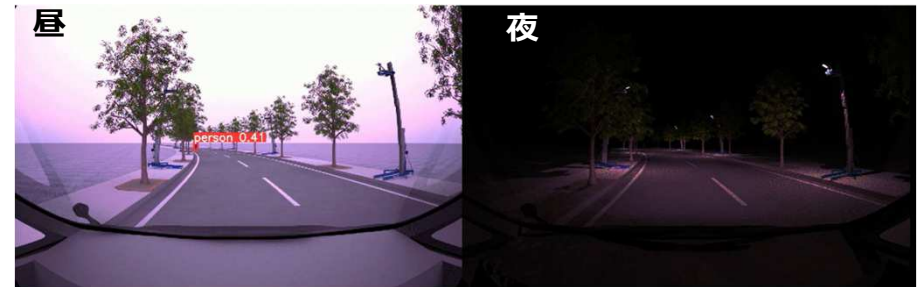
歩行者からの
相対距離



歩行者からの
TTC
(Time to Collision)



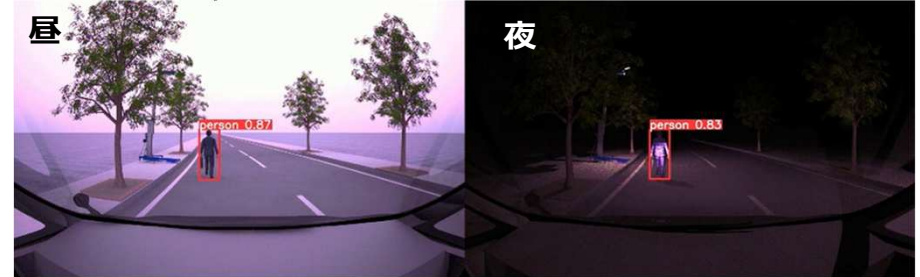
① 距離: 44m, TTC: 4.1s



② 距離: 30m, TTC: 2.6s



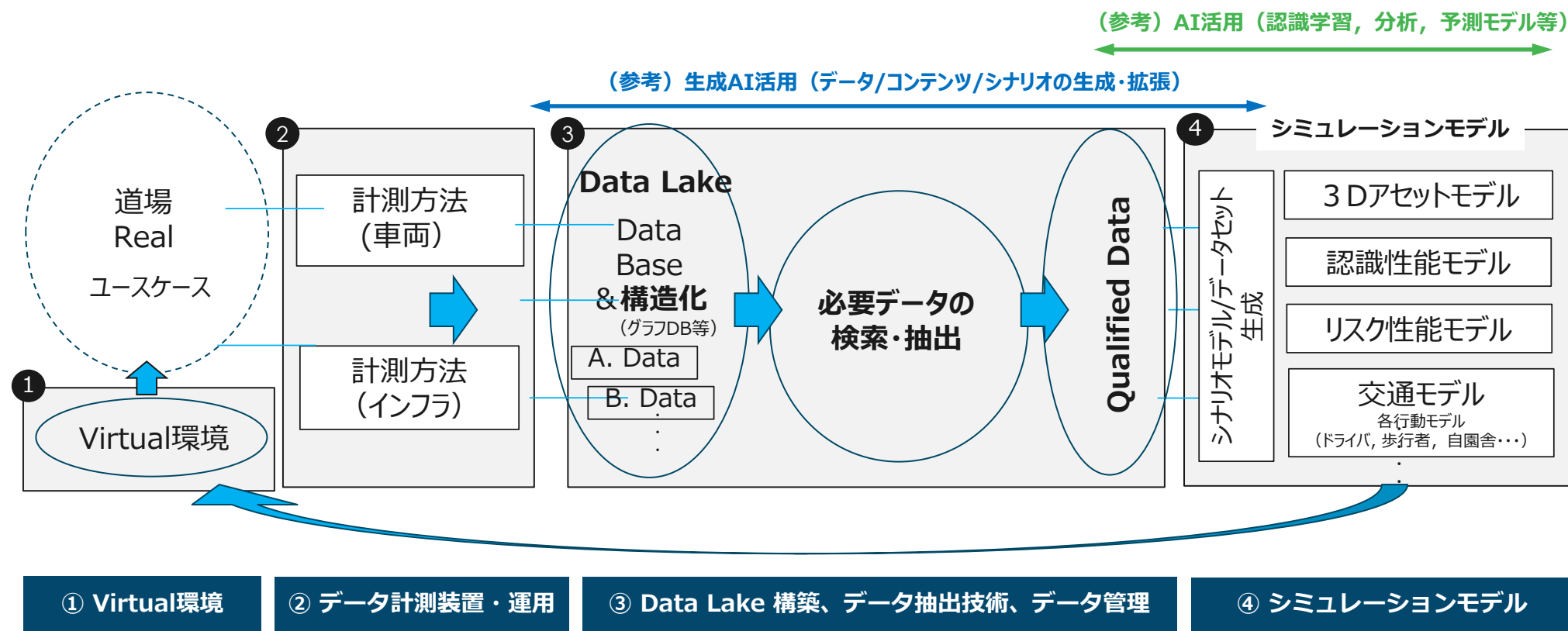
③ 距離: 8m, TTC: 0.6s



データは 上流→下流に流れるが、デジタルツインの構築には、目的となるシミュレーションモデルや評価指標からデータ要件を見出す必要がある。

モビリティDX（データ取得）パイプライン実践

高速道路 ヒヤリハットDB構築とバーチャルシミュレーションでのリスク評価の流れ（パイプライン）



RttL4 テーマ3と連携し、高速道路におけるODDリスクアセスメントの背景となる経験知見に基づく**リスク事象を類型化**→ヒヤリハットDBの構造化やパラメータを含むシナリオデータセット生成に反映。

モビリティDX（データ取得）パイプライン実践

経験知見(事故データ, ヒヤリハット)に基づく高速道路リスク事象の類型化(カテゴリー化／カタログ化)

- METI_モビリティDX（データ取得）プロジェクトにて活動中。下記は途中経過の例。
- まずは、分合流について「データ収集～交通流定義～シナリオデータセット生成～モデル化～リスク評価」をトライ

【経験知見に基づくのヒヤリハット事象（例）】 *MRIより提供

[illegible]

【類型化の初案期（更にトラックOEMを交え精査予定）】

【遭遇頻度（中～大）】

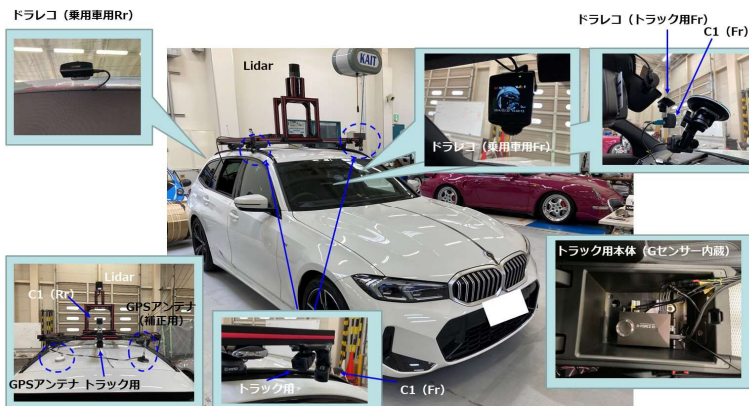
	事故・ヒヤリ形態	一次（直接的）要因	二次要因
1	追突・接触	合流 (自車、他車)	無理な割込み 料金所での進路変更 渋滞中
2	追突	割込み (自車、他車)	車線減少 渋滞中の進路変更 分岐で進路変更 工事車線規制 あり運転
3	接触	レーンチェンジ (自車、他車)	死角確認不足 同時にレーンチェンジ ふらつき（速度超過で）
4	接触	車線逸脱 (自車、他車)	カーブでの速度超過 横風でハンドル取られ 白線不検知（AD・ADAS） 雨天によるセンサ認識不良 （AD・ADAS）
5	追突	先行車急減速 (他車)	割込み車 渋滞 あり運転
6	接触	二輪車すり抜け (他車)	渋滞中
7	追突	ブラインド (自車、他車)	カーブ抜けた先で渋滞 勾配（上り）

【遭遇頻度（小）】

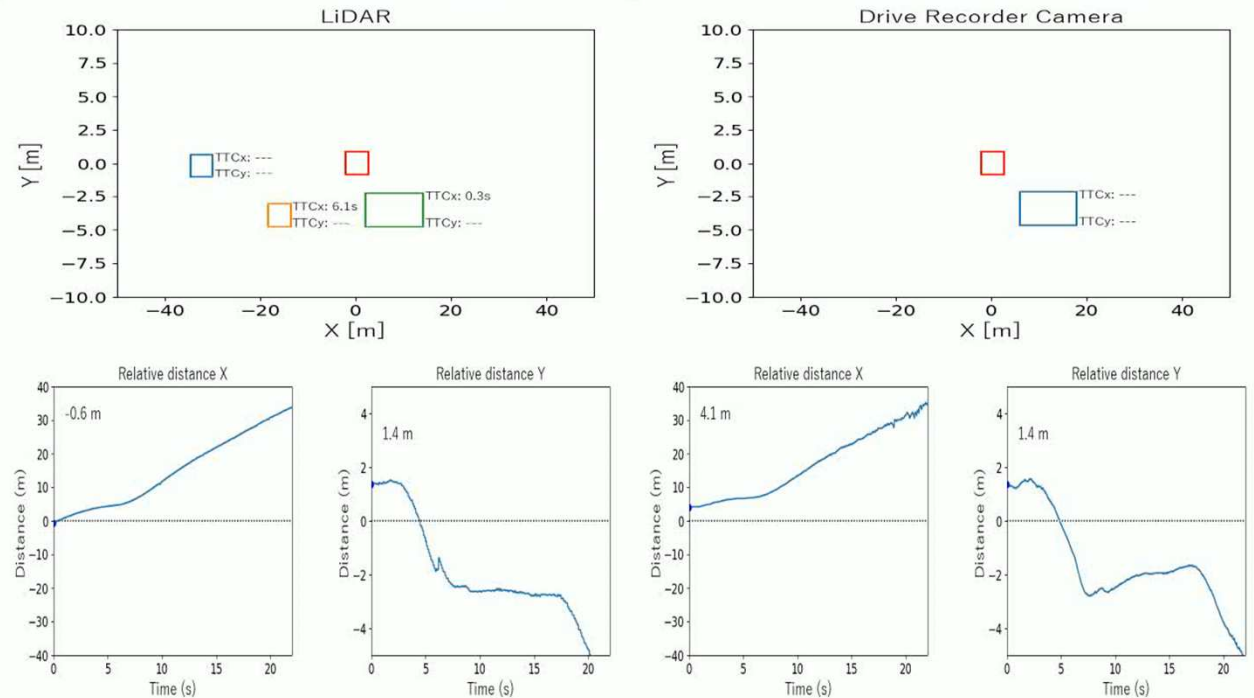
	事故・ヒヤリ形態	一次（直接的）要因	二次要因
8	追突・接触	落下物 (自車、他車)	飛来落下物回避 落下物回避 落下物に衝突
9	追突・接触	故障車 (自車、他車)	故障車回避 故障車の避車に衝突
10	追突・接触	視界不良 (自車、他車)	トンネル入口の明・暗現象 トンネル出口の逆光 天候不良（豪雨・霧・雪）
11	追突・接触	渾然運転・脇見 (自車、他車)	渋滞 死角吸引（トンネル） 目的地確認（看板など） 居眠り
12	追突・接触	スリップ（コントロール不可状態） (自車、他車)	トンネル出口での路面状態 変化（雨、雪など） 天候不良時の速度超過でのカーブ走行 ハイドロプレーン タイヤバースト

ドラレコ映像認識での周辺車両軌跡抽出

- ドラレコ出力の相対距離Dx, Dyは、LiDAR(真値)に近い値を出力
- TTCx、TTCyの出力を検討中
→ジオメトリリスク値として、シミュレーションモデルに反映

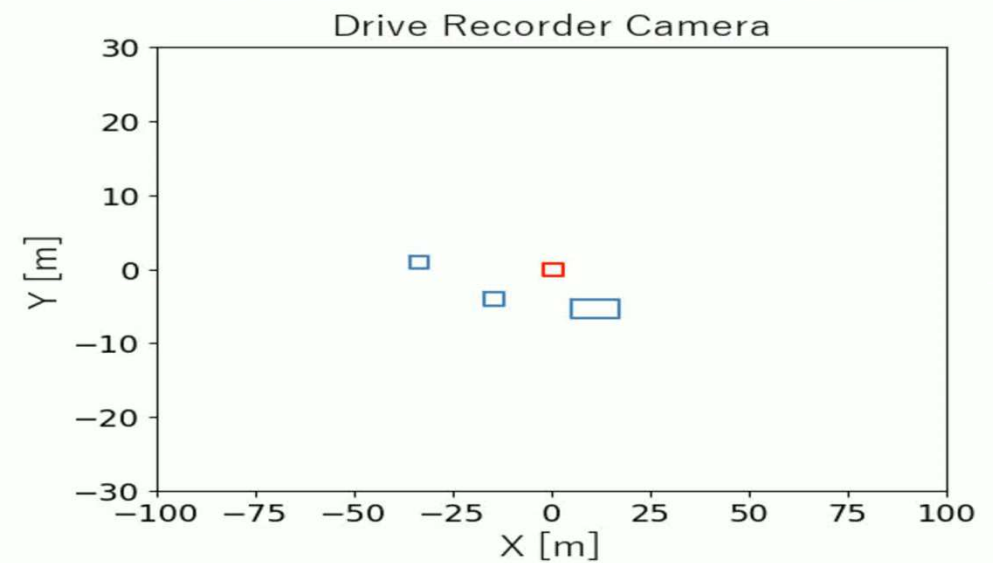
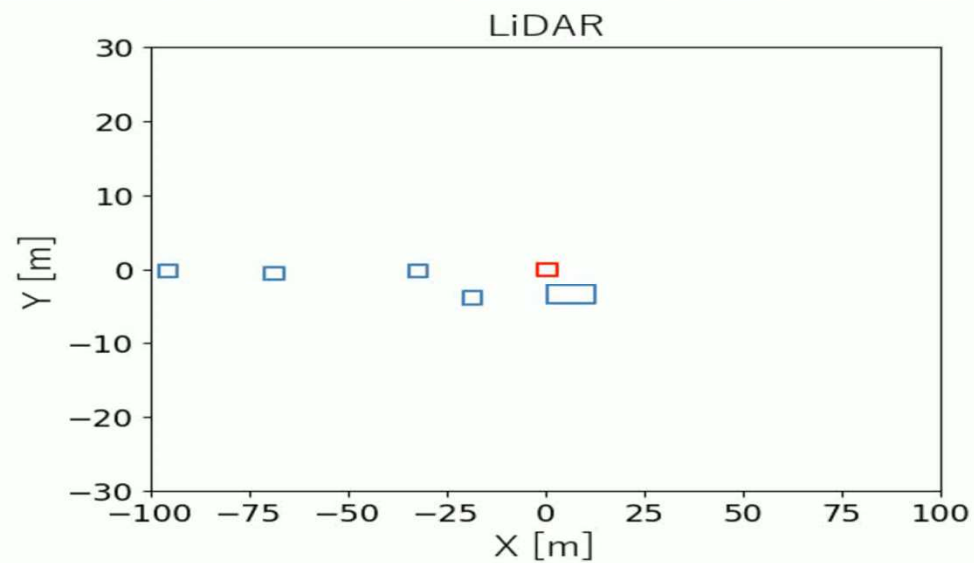


KAIT計測車両（センサー等搭載状態）



左右前後4個のカメラのドラレコ出力映像処理により、LiDAR相当の周辺車両の位置計測が可能

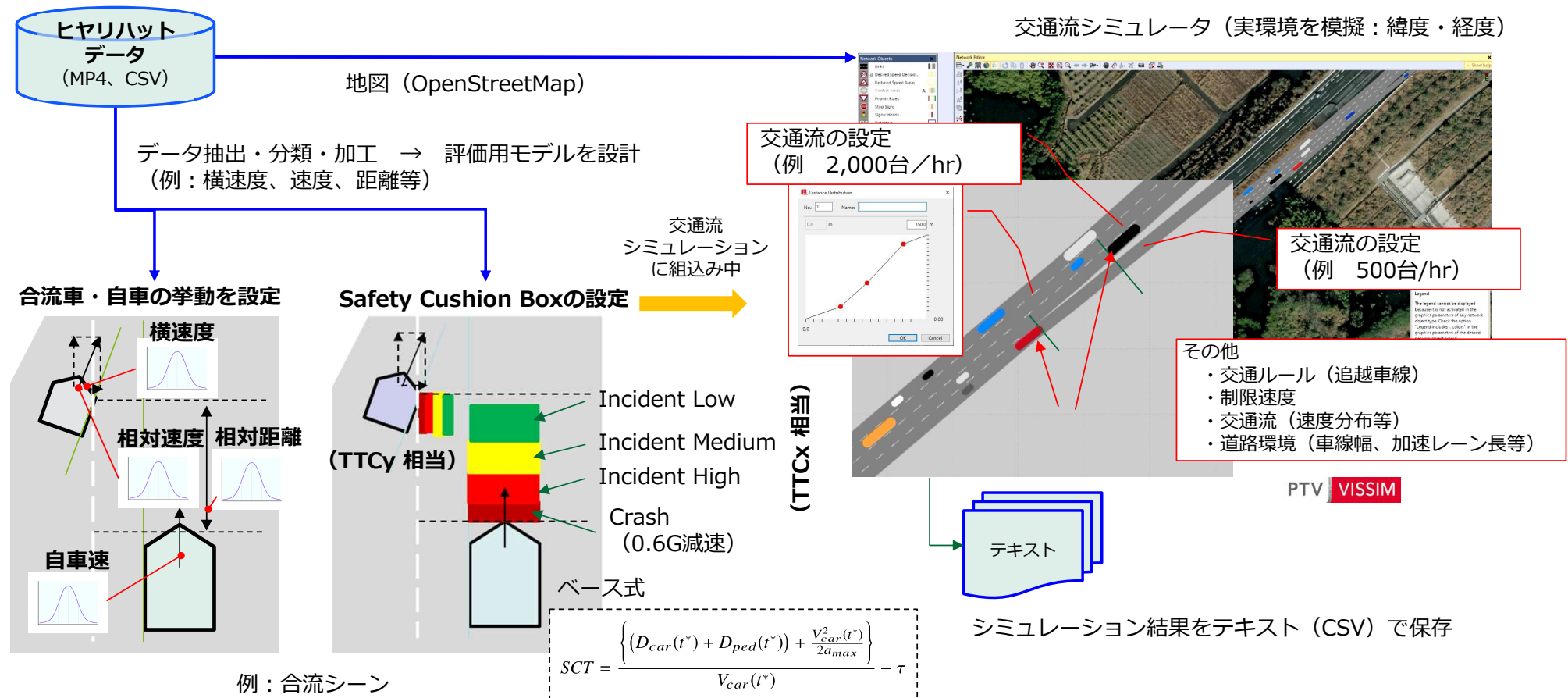
ドラレコ映像認識での周辺車両軌跡抽出(前後、左右4画面)



これまで経験情報知見から抽出されたヒヤリハットカテゴリー(カタログ化)を対象にデータ～シミュレーション～リスク評価の流れの構築を合流シーンでトライ中。

モビリティDX (データ取得) パイプライン実践

ヒヤリハットデータ～交通流シミュレーション～ジオメトリリスク評価の流れ(合流シーンでトライ中)



合流地点の交通流シミュレーション例

モビリティDX（データ取得）パイプライン実践

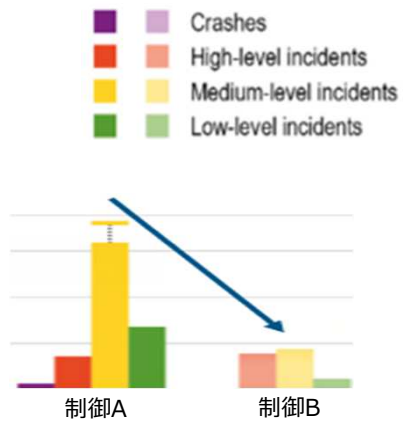
シミュレーションで合流地点を想定した交通流を生成

→ACT指標でヒヤリハットレベル（incident H,M,L）の発生頻度を算出（次ページ）

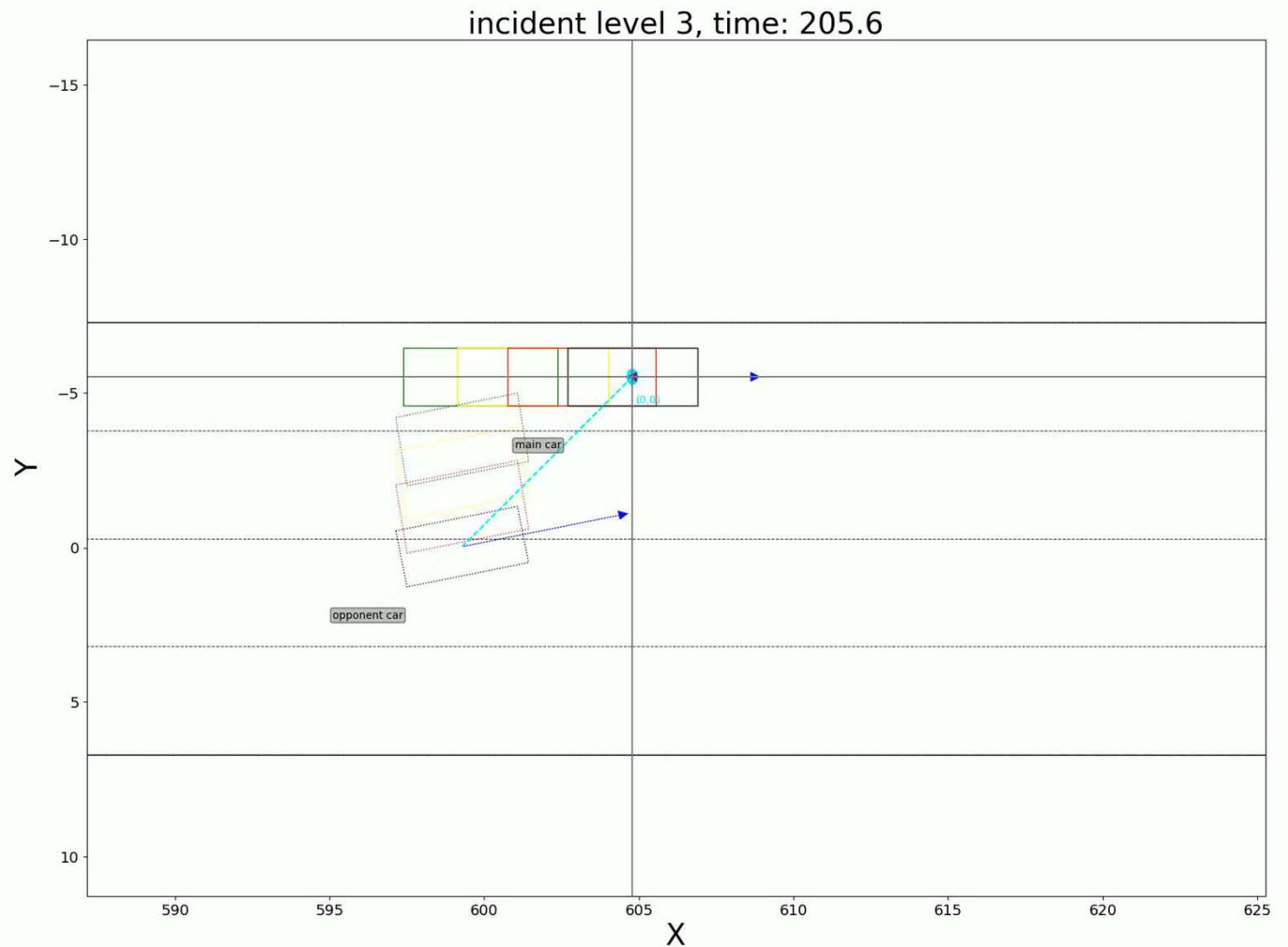
例：第2東名清水IC（※NEXCO中日本H30・R2）
本線：51,200台（一日平均）
合流：17,930台（一日平均）
→ 交通流 本線：2,133台/hr, 合流：747台/hr



ACT指標でヒヤリハットレベル (incident H,M,L)の発生頻度を 算出



Crashes/Incident (High/Medium/Low)
の発生頻度（イメージ）



これまでのリスク評価でのパラメータを含むシナリオデータセットに天候等環境リスク要件を加え
認識・リスク評価に拡張→ODD, 自動運転システムの改良に反映.

DIVP利用により合流支援の認識・リスク評価に拡張

モビリティDX（データ取得）パイプライン実践

