

自動運転を取り巻く環境と 今後の課題

Woven by Toyota

松尾 芳明

2025.09.18

本日の内容

- 1. Woven by Toyotaとは**
- 2. 日本のL4社会実装に向けた取り組みと課題**
- 3. ヒヤリハットデータの画像解析による一つの取り組み**

Woven by Toyotaとは

トヨタグループの先進的なモビリティ企業

- トヨタ自動車のビジョン「モビリティカンパニー」の実現を加速
 - AreneやAD/ADAS、Woven Cityの開発を進め、人を想うイノベーションで新たな価値創出に挑戦
- AD:Automated driving
ADAS:Advanced driver assistance systems

主な開発領域



ARENE

安全を重視したSDV:Software Defined Vehicleの基盤となるソフトウェア開発プラットフォーム

- 継続的に拡大する顧客価値
- スケーラブルかつ高品質な体験
- パーソナライゼーションの強化



AD/ADAS

人を中心とした、データ駆動型の自動運転・高度運転支援技術

- 安全なAI駆動型モビリティ
- 先進的な学習知能
- V2V/V2Xに対応したインフラ



CLOUD & AI

最新のクラウド、AI基盤、全社横断型コラボレーションプラットフォーム

- 高速かつ安全なAI/ML開発
- フルスタックCI/CDツール
- マルチプラットフォームコンピューティング



WOVEN CITY

人、モノ、情報、エネルギーのモビリティを実証するテストコース

- 社会共創プラットフォーム
- Toyota/Woven by Toyotaの開発支援
- フィジカル - デジタル間のフィードバックループ

Woven by Toyotaの自動運転技術の目指す方向性

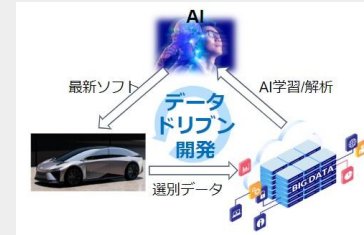
①交通事故ゼロの実現



自動運転開発による技術の進化



センサ、コンピュータ、アクチュエータ進化

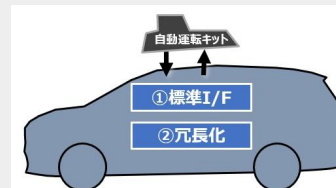


AIを活用したデータ駆動型開発

②自由な移動



フレキシブルな移動車両の提供(w /TOYOTA)



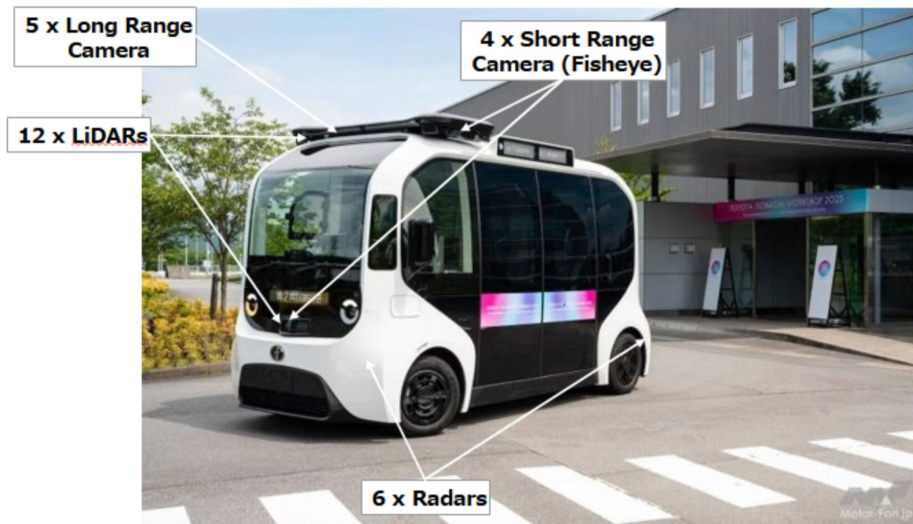
オープンI/Fを持ったベース車両提供



シャトル

e-Palette (Woven by Toyotaでの開発事例)

- MaaS専用次世代EVプラットフォーム
- 移動・物流・物販など多目的に活用できる プラットフォームによるサービスの最適化



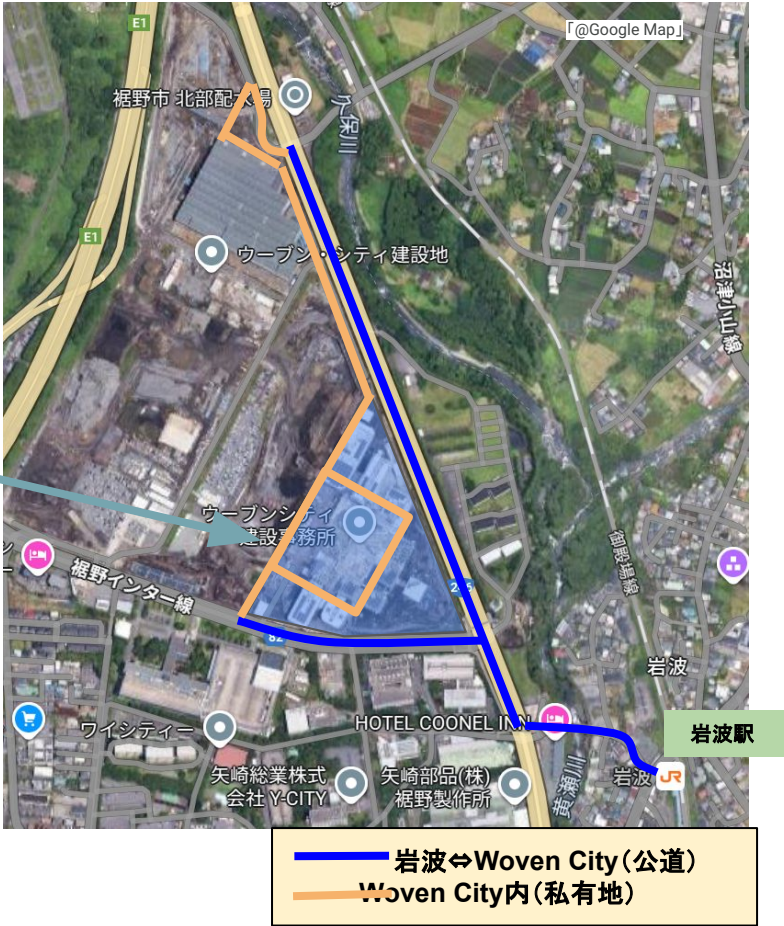
LiDAR、ミリ波レーダー、カメラを最適に配置し、360度の周辺状況を網羅的にかつ冗長的に監視



出展:トヨタタイムズ 開発責任者に聞いた「e-Palette」の現在地とは？

様々なサービスに対応するプラットフォーム

e-Palette : 東富士研究所及び Woven City 周辺で実証実験



日本のL4社会実装に向けた取り組みと課題

自動運転の実現に向けての産官学連携



INDUSTRY



GOVERNMENT



ACADEMIA

自動運転の実現に向けては
産官学が連携し課題を克服していかなければならない！

L4に関する自動運転法規動向概要

- 23年4月 道路運送車両法・道路交通法が改正され施行
⇒L4の走行は可能
- 26年6月 国連ADS法規の採択に向けて審議中



採択後は道路運送車両法に反映

国交省、警察庁とも法規改正は終了しており、現在はL4 導入に向けて法規だけではカバーできない細かい案件(※)について、有識者を交えて検討中

※認証基準の考え方、保険の考え方、事故時の原因調査の体制、交通ルールの改定など

国交省:自動運転ワーキンググループ

警察庁:自動運転の拡大に向けた調査検討委員会

24年度国交省ガイドライン見直しの概要

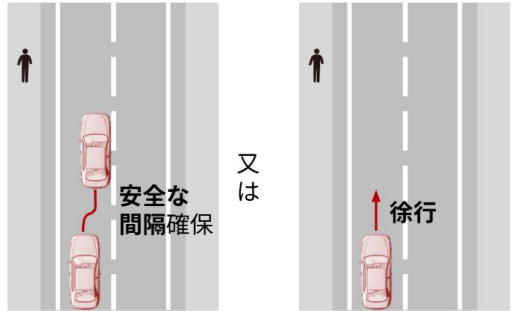
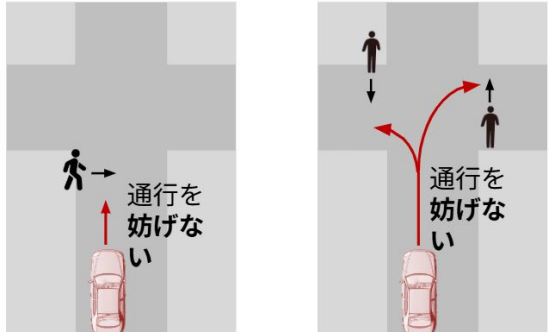
出典：自動運転ワーキンググループ中間とりまとめ概要

自動運転車の安全性確保に関するガイドラインの見直しの方向性

- (1) ◆基本的な安全の考え方
 - ① 自動運転車は、**道路交通法 を遵守する**
 - ② 自動運転車は、**他の交通参加者が道路交通法を遵守する限り**、**事故を発生させない**
 - ③ 自動運転車は、**他の交通参加者が道路交通法を遵守しない場合** であっても、**できる限り事故を発生させない**
 - ④ 自動運転車は、他の交通参加者が道路交通法を遵守せず、事故が不可避な場合であっても、できる限り、被害の軽減に努める
- (2) ◆シナリオベースの安全性評価指標の導入
 - 上記4つの考え方に基づき、**自動運転車が遭遇しうるリスク場面(シナリオ)を抽出し各シナリオで必要な安全性能を有しているかをシミュレーション**、及びテストコースでの走行試験等を行い総合的に適合性を確認
- (3) ◆評価基準の具体化：
 - 上記安全性評価において、「**C&Cドライバー：Competent and careful human driver**」と**同等以上の安全性**を有しているかを評価するため、評価基準となる C&Cドライバーの要件を具体化

ヒヤリハットデータベース活用という観点から 特に(1)基本的な考え方について説明

事例) 道交法遵守ということ・・・対歩行者の場合

<p>第18条 第2項</p>	<p>車両は、歩道と車道の区別のない道路を通行する場合その他の場合において、歩行者の側方を通過するとき は、これとの間に安全な間隔を保ち、又は徐行しなければならない。</p>	
<p>第38条の 二</p>	<p>車両等は、交差点又はその直近で横断歩道の設けられていない場所において歩行者が道路を横断しているときは、その歩行者の通行を妨げてはならない。</p>	


自動運転の運転行動に対し法律の抽象的表現を具体化しその根拠を示す必要がある。
⇒歩行者との間隔とは？徐行とは？通行を妨げない走行とは？

道交法遵守の事例・信号なし交差点 車対車

信号なし等(交通整理の行われていない)交差点における道交法第36条第1項、第3項、第4項の適応例

自車優先

優先無

交差道路状況	見通しの良い交差点	見通しの悪い交差点
交差道路が一時停止	・できる限り 安全な速度と方法 で走行 (第36条第4項)※徐行義務なし	・できる限り 安全な速度と方法 で走行 (第36条第4項)※徐行義務なし
自車道路が優先 		
自車道路の幅員が明らかに大	・できる限り 安全な速度と方法 で走行 (第36条第4項)※徐行義務なし ・左方から進行する車の通行妨害禁止 (第36条第1項)	・ 徐行して交差点 に進入 (第36条第3項)
道路の優先関係なし		・ 徐行して交差点 に進入 (第36条第3項) ・左方から進行する車の通行妨害禁止 (第36条第1項)

自動運転の運転行動に対し法律の抽象的表現を具体化しその根拠を示す必要がある。

⇒安全な速度と方法とは？ 徐行して交差点に進入とは？

事故発生時の他の交通参加者が道交法を遵守違反(法令違反)項目

他の交通参加者が道路交通法を遵守しない場合＝法令違反要因

出典:(警察庁)令和3年中の交通事故の発生状況
より抜粋

歩行者

(令和3年12月末)

年齢層		死傷者数
法令違反		
横断違反	信号無視	522
	通行区分	892
	横断歩道以外	1,496
	斜め横断	402
	駐停車車両の直前後	265
	走行車両の直前後	1,098
	横断禁止場所	139
	幼児ひとり歩き	113
	踏切不注意	32
	酩酊等	246
違反あり	路上遊戯	108
	路上作業	255
	飛出し	1,361
	その他の違反	969
	違反不明	127
違反あり		8,025
違反なし		28,698
計		36,723

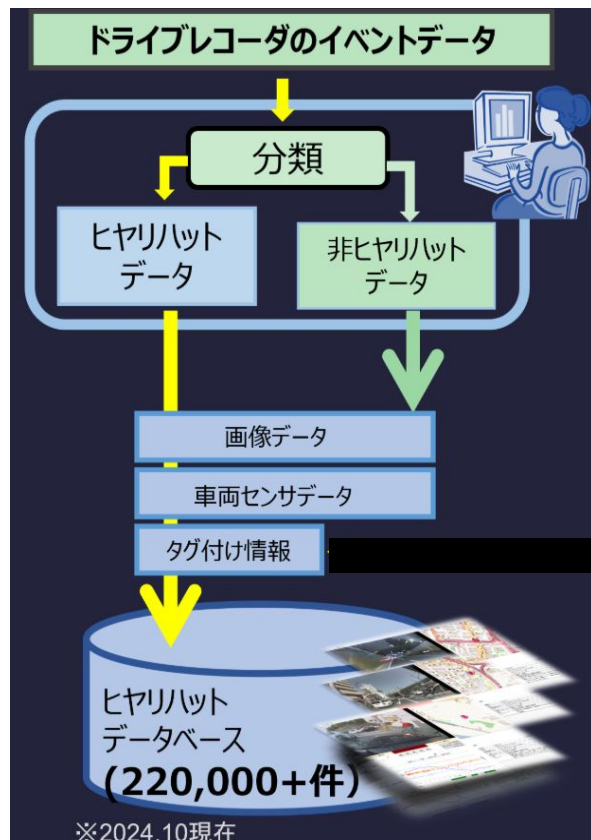
自転車

(令和3年12月末)

年齢層		死傷者数
法令違反		
安全運転義務	信号無視	872
	通行区分	1,017
	横断・転回等	359
	環状交差点	0
	優先通行妨害	502
	交差点安全進行	8,687
	徐行場所	944
	一時不停止	3,464
	自転車通行方法	215
	ハンドル操作	2,104
	ブレーキ操作	417
	前方不注意	790
	動静不注視	7,669
	安全不確認	12,484
	安全速度	122
違反あり	その他	1,929
	計	25,515
	その他の違反	620
	違反不明	153
違反あり		42,348
違反なし		24,568
計		66,916

どの法令違反に対応するか・どのレベルまで対応するかが課題

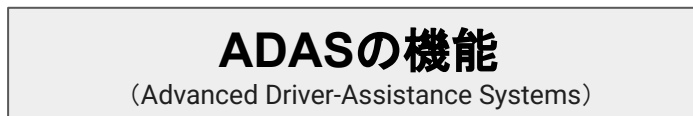
自動運転車の道交法遵守の運転行動を考えた時のヒヤリハット活用ネタ



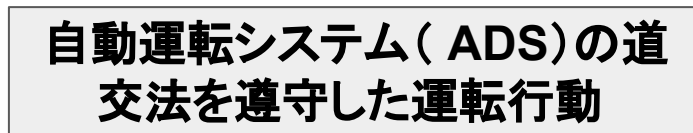
※2024.10現在

SMRCホームページより抜粋

これまでの研究



これからの研究



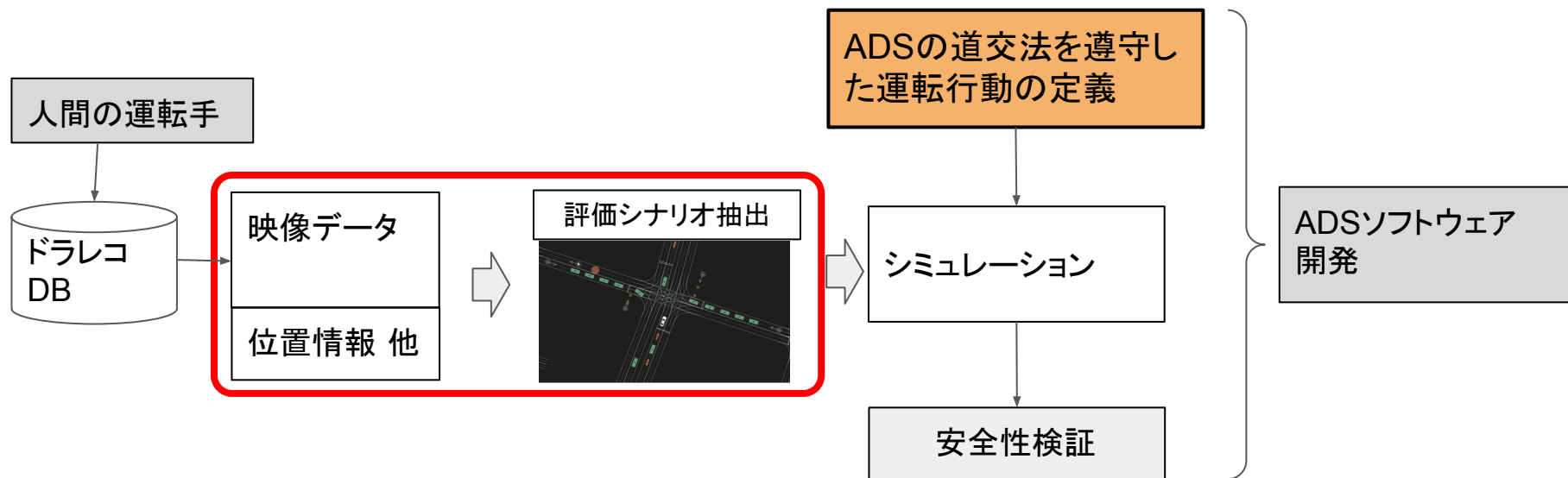
- ・高精度地図を装備
- ・道交法を記憶



自動運転の安全性

道路交通法を遵守する自動運転車の運転行動の安全性は、インシデントの発生プロセスが明確なヒヤリハットデータを活用することで検証可能

画像処理技術を用いたヒヤリハットデータ抽出の一つの取り組み

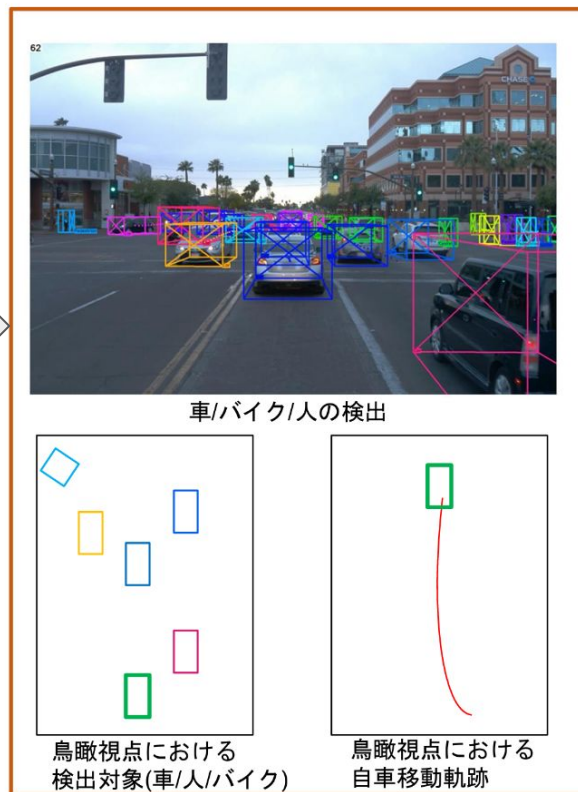


※ここに労力がかかる

ヒヤリハットデータの画像解析による一つの取り組み

取り組みの目的

ヒヤリハットデータベースの画像を解析しインシデント状況の説明を行う。



対象としたドライブレコーダー

対象としたドライブレコーダー ※ 比較的新しいドラレコを選定



DENSHO TEN
DR-5010

本体

SDHC/SDXCカード

撮影スイッチ

標準カメラ

GPSアンテナ

車載機器 仕様

型式指定番号	㊤ TD II-64(DRD-5020のみ)
電源	DC12/24V
記録媒体	専用SDHC / SDXCカード 8GB / 16GB / 32GB / 64GB
記録情報	車間距離、車線との距離、車速、エンジン回転数、位置（緯度・経度）、G値（前後・左右・上下）、汎用入力状態
本体外形寸法	150 (W) × 25 (H) × 125 (D) mm

構成品



標準カメラ CMR-5010

イメージセンサー：1/2.7インチカラー
CMOS（画素数：100万画素）
画角：110°（水平）×70°（垂直）
サイズ：26 (W) × 26 (H) × 40 (D) mm
（突起部、取付け金具含まず）

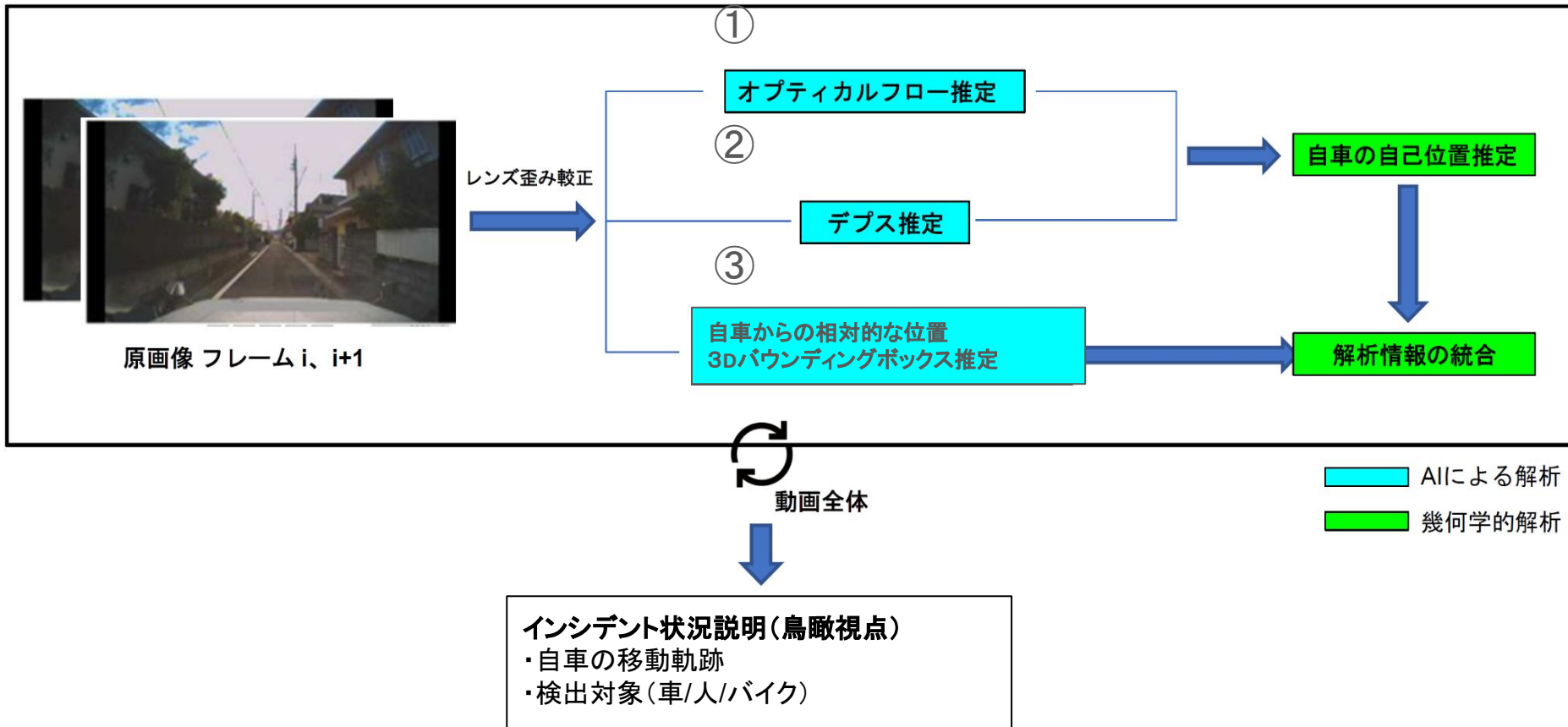


SDHC / SDXCカード

SDC-5008(8GB)
SDC-5016(16GB)
SDC-5032(32GB)
SDC-5064(64GB)

- ・ 上記ドラレコで記録された総データ(27489件)から300件を選定
- ・ 300件のデータ内の、各カテゴリ(天候や事故形態など)の件数を可能な限り平均化
- ・ 選定から除外したシーン
 - 雨、雪 (ただし、解析の参考用として1件ずつ選定)
 - カメラに対象が映らない（自車がバック時に対象と接触した、など）
 - 地下(立体駐車場など)のように件数が少なすぎる特殊な条件
 - カメラの仰角・俯角が大きすぎる (ダッシュボード・ボンネットが画面半分以上を占める、など)
 - カメラの直前に車内の障害物(配線コード)などがあり、解析に影響がありうる

解析のパイプライン



解析に使ったオープンソースの画像認識AIモデル

	使用ソース	特 徴
①オプティカルフロー推定	RAFT	<ul style="list-style-type: none">● オプティカルフロー (2D画像ペア上の物体の移動をベクトルで表したもの)を推定● オプティカルフローで 高精度かつリアルタイムの推論が可能
②デプス推定	Lite-Mono	<ul style="list-style-type: none">● 単画像上のデプス (カメラと物体の奥行方向の距離)を推定● 単画像のデプス推定タスクで現状の SOTAモデルと同等の精度かつリアルタイムの推論が可能
③3Dバウンディングボックス推定	CenterTrack	<ul style="list-style-type: none">● カメラを原点とした、対象物の相対的な 3D情報(位置/サイズ/向き)を推定・トラッキング● 車/人/バイクの 3D検出タスクにおいて非常に高精度

一般的に学会で高評価と思われるソースを利用

解析結果

対象物	対象との距離	光源環境	検出可否
車	近(~3m)	日中	○
		夜	○
	中(3~15m)	日中	○
		夜	○
	遠(15m~)	日中	○
		夜	○
人	近(~3m)	日中	×
		夜	×
	中(3~15m)	日中	○
		夜	○
	遠(15m~)	日中	○
		夜	△(誤検出過多)
二輪車	近(~3m)	日中	×
		夜	×
	中(3~15m)	日中	○
		夜	○
	遠(15m~)	日中	△(誤検出過多)
		夜	△(誤検出過多)

画像処理に関する課題と対策案

季節・時間帯による映像の変化によらず おおよその対象物体を検出可能であることを確認。しかし、以下に課題が残った。

- 自車近傍での歩行者、二輪車の検出に課題
＜原因の推測と対策案＞
 - ・自車の前端部や周囲の車両などによる隠れの影響。
 - ・ドラレコ画像と学習用画像のカメラ内部パラメータの差異。
⇒ドラレコカメラから切り出した学習用データの提供があれば効果的と考えられる
- 夜間の映像でも歩行者、二輪車の検出確率の低さが課題
＜原因の推測と対策案＞
 - ・ドラレコカメラのスペックの影響
⇒高感度かつ高ダイナミックレンジの撮像装置が求められる

プレゼン全体まとめ

- Woven by Toyotaの取り組みをご紹介
- レベル4自動運転に対するガイドラインの見直し案の項目の中でも特に道路交通法遵守の意味についてOEM視点で説明
- 道路交通法遵守の具体化した自動運転の行動の安全性検証がヒヤリハットデータ活用が可能(研究テーマ)
- 安全検証の目的に合ったデータ抽出に労力がかかるため、画像解析によるインシデントの鳥瞰表現にチャレンジ

END

ご清聴ありがとうございました