



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



ARENÉ

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

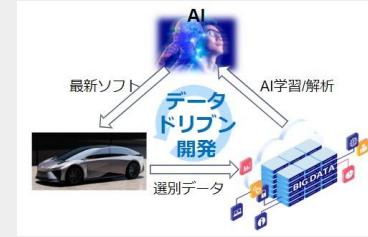
①交通事故ゼロの実現



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

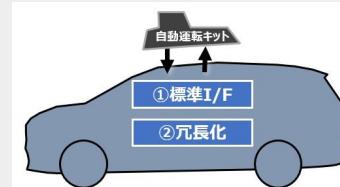


AIを活用した
データ駆動型開発

②自由な移動



フレキシブルな移動車両の提供(w /TOYOTA)



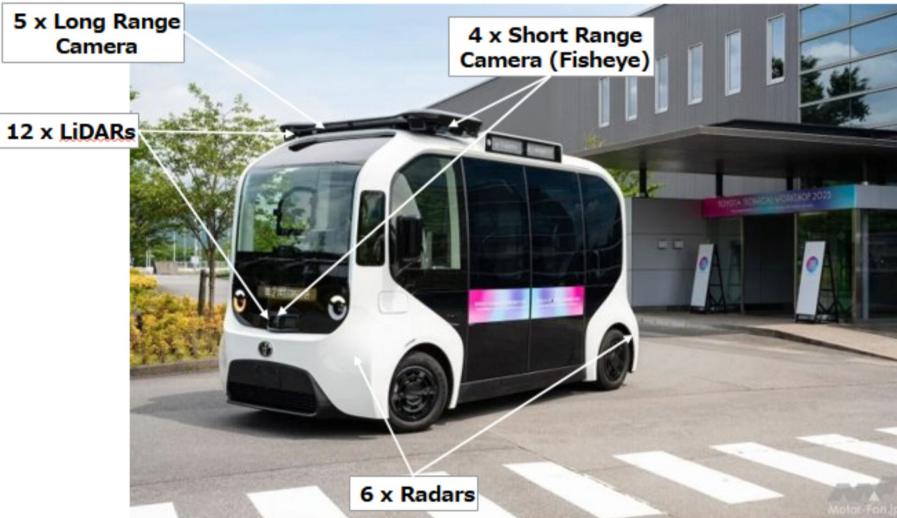
オープンIFを持った
ベース車両提供



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

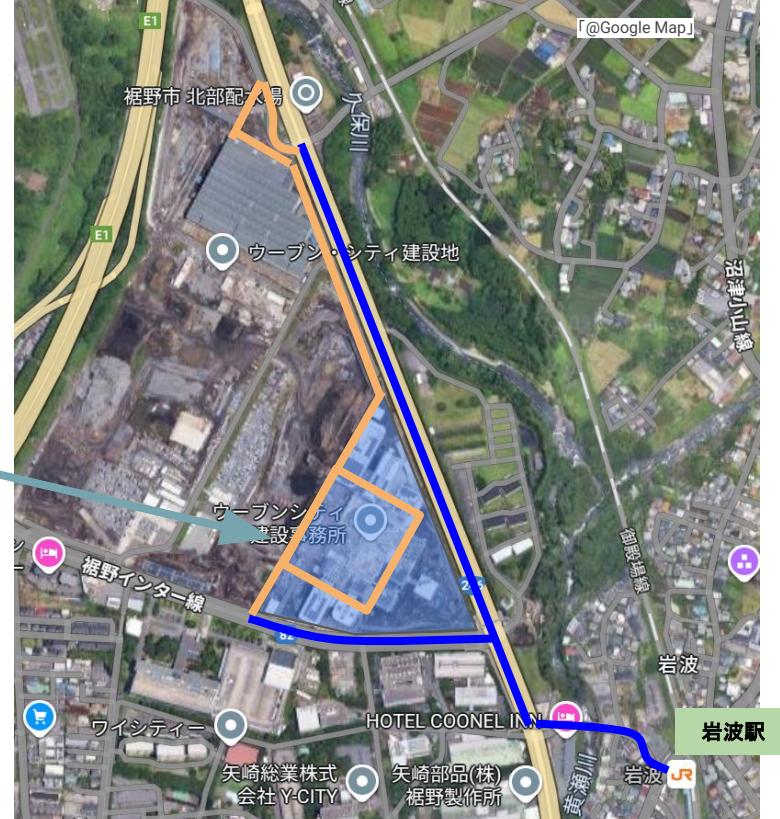


出展:トヨタイムズ 開発責任者に聞いた「e-Palette」の現在地とは？

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つかう冗長的に監視

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



■ 岩波 ⇄ Woven City (公道)
■ Woven City内 (私有地)

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

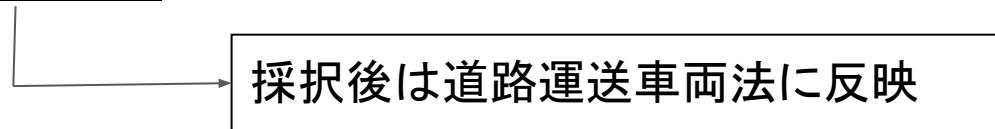


ACADEMIA

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く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



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

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

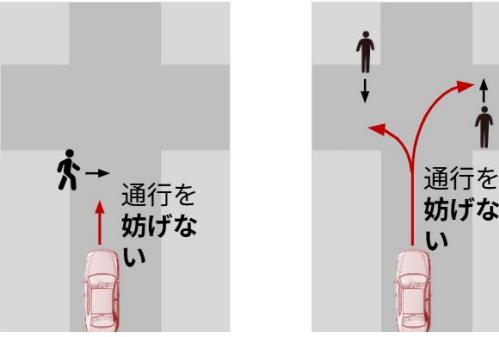
(3)

◆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)道交法遵守するということ・対歩行者の場合

第18条 第2項	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。	
第38条の 二	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 。	

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		・ 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	・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) ・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	
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
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

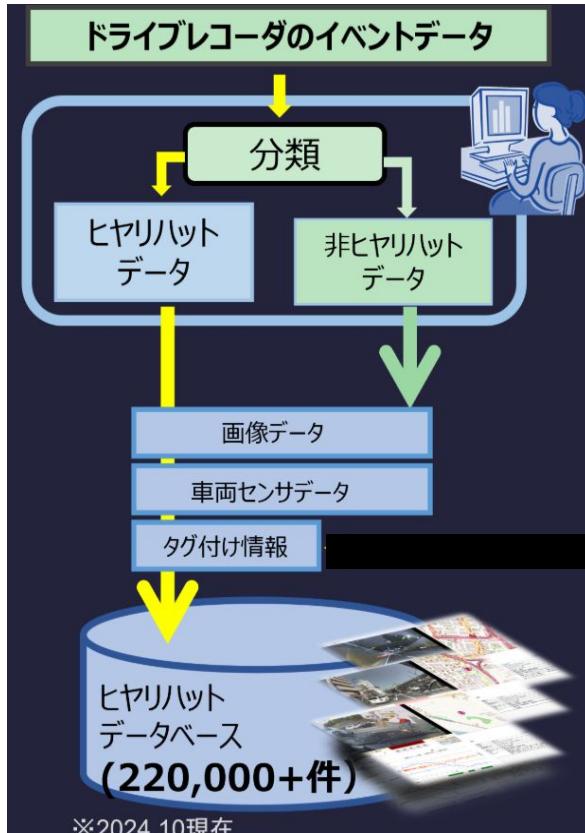
自転車

(令和3年12月末)

年齢層	死傷者数
法令違反	
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
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



SMRCホームページより抜粋

これまでの研究

ADASの機能

(Advanced Driver-Assistance Systems)



これからの研究

自動運転システム(ADS)の道 交法を遵守した運転行動

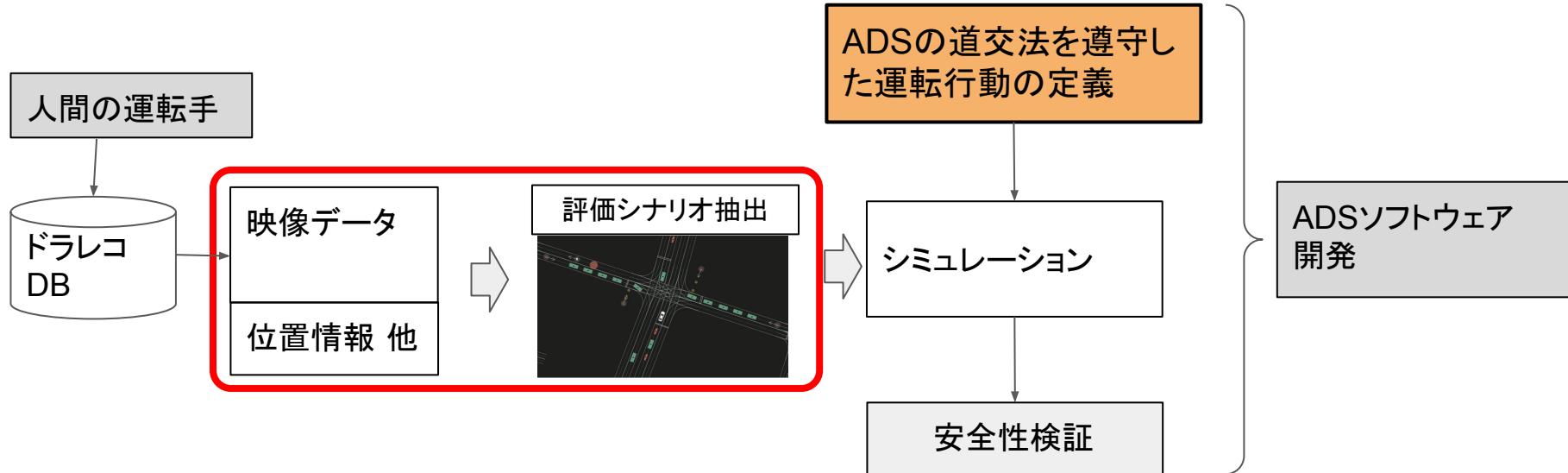


- ・高精度地図を装備
- ・道交法を記憶

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



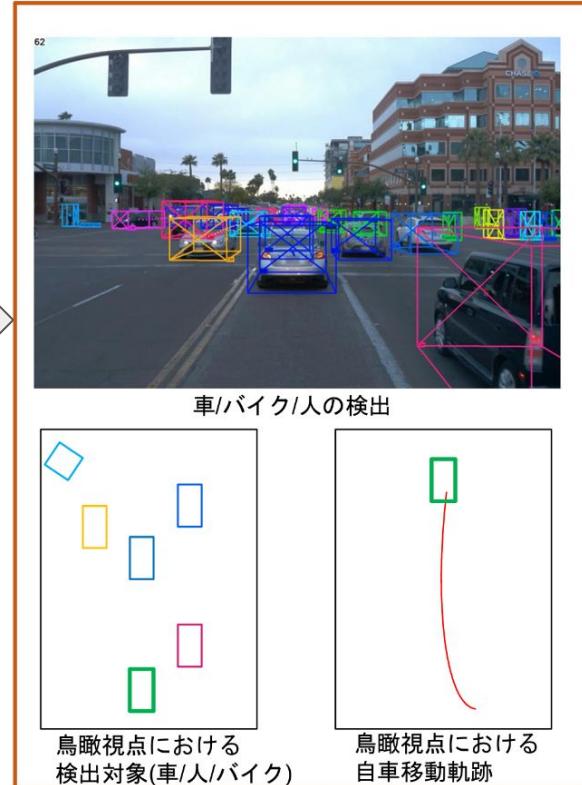
解析のための評価シナリオ抽出
(他の交通参加者の行動(物理量)の抽出)

※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

DENSO TEN DRD-5010

車載機器 仕様

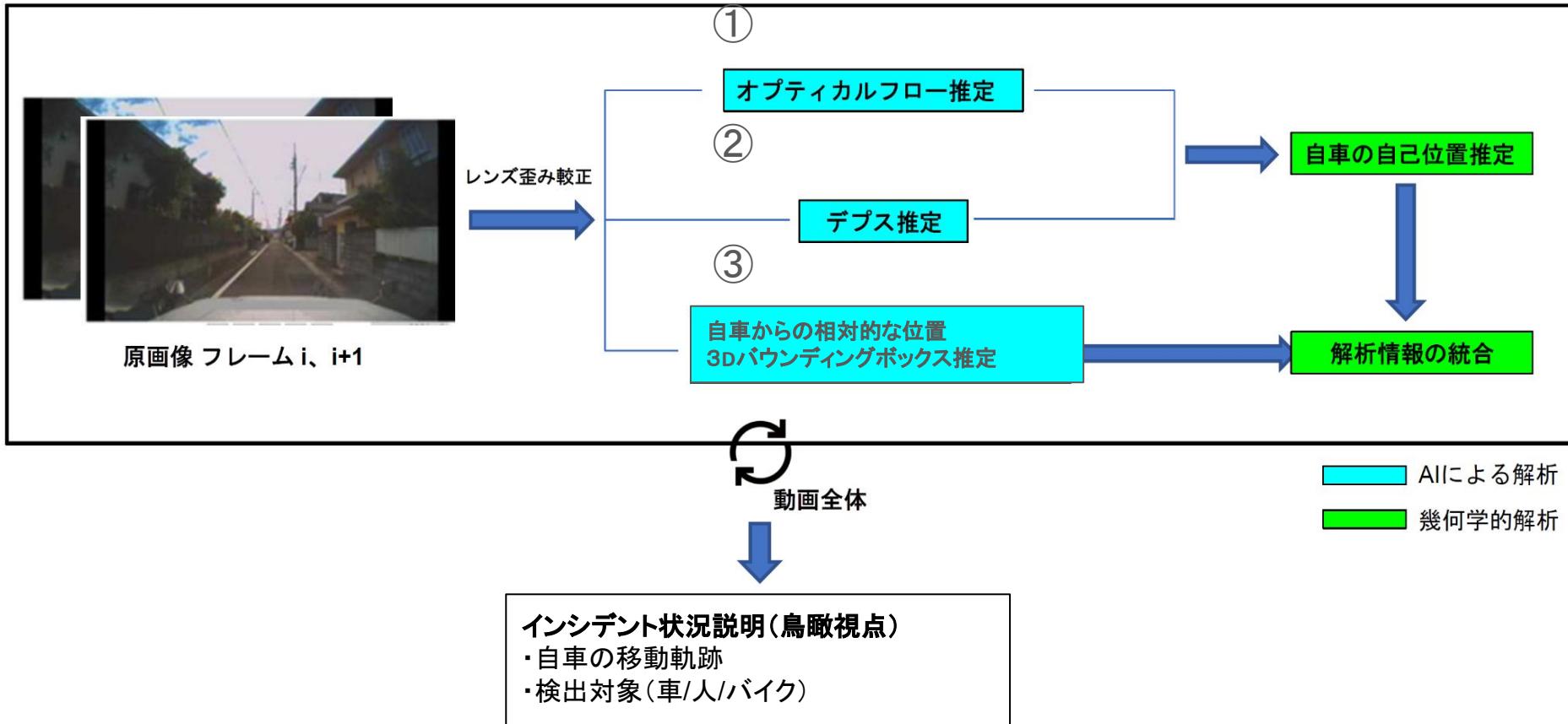
型式指定番号	○ TD II-64(DRD-5020のみ)
電源	DC12/24V
記録媒体	専用SDHC / SDXCカード 8GB / 16GB / 32GB / 64GB
記録情報	車間距離、車線との距離、車速、エンジン回転数、位置（緯度・経度）、G値（前後・左右・上下）、汎用入力状態
本体外形寸法	150 (W) ×25 (H) ×125 (D) mm

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に可能(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