

自動運転のセンサーと ソフトウェア基礎入門

2025年7月14日 日本自動車部品工業会 西日本支部

Virtual Motorsport Lab Inc. 山下洋樹



目次

1. 講師の自己紹介

2. 自動運転システムの概要

- 自動運転システムのレベル分け
- センサ種類と構成
 - カメラ・レーダー・ライダーの特徴
- 自動運転システムの構成
 - 認知・判断・制御
- シミュレーションの役割
- 自動運転システムの安全性評価

3. 自動運転技術の最新トレンド

4. まとめ

目標:

- 自動運転システムの全体概要を理解する
- 自動車・モビリティ業界のトレンドを把握する

講師



Virtual Motorsport Lab Inc. 代表

山下洋樹

事業目標

自動車・モビリティ技術者育成に
繋がる自動運転レースを創る

職務経験

- ✓ **自動運転部門** 自動車メーカー開発職
 - ・ 衝突被害軽減ブレーキ (AEB)
 - ・ 車間距離制御装置 (ACC)
- ✓ **欧州・国内レース現場** 制御・データ解析エンジニア
 - ・ 世界ラリー選手権 (世界選手権)
 - ・ EuroFormula Open (欧州のF3カテゴリ)
 - ・ SuperGT / SuperFormula

自動運転システムの概要

講義

自動運転システムのレベル分け

システムによる監視

レベル5: 完全自動運転

常にシステムが全ての運転タスクを実行

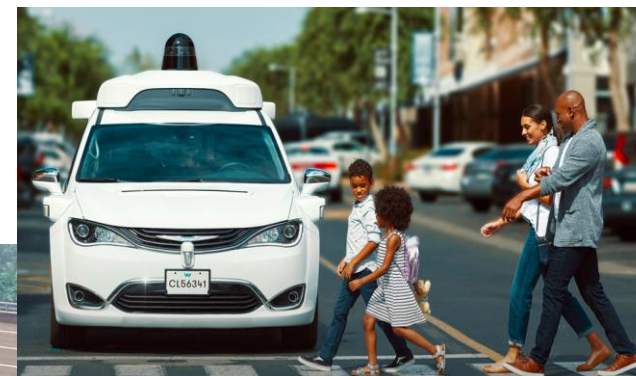
レベル4: 特定条件下における完全自動運転

限定エリアでの自動運転タクシーなど

レベル3: 条件付き自動運転

高速道路等での条件を満たした場合のみ自動運転が可能

レベル4 Waymo one



レベル3 Traffic Jam Pilot (ホンダ)

運転手による監視

レベル2: 運転支援

運転支援レベル1の組み合わせ (例: ACC + LKA)

レベル1: 運転支援

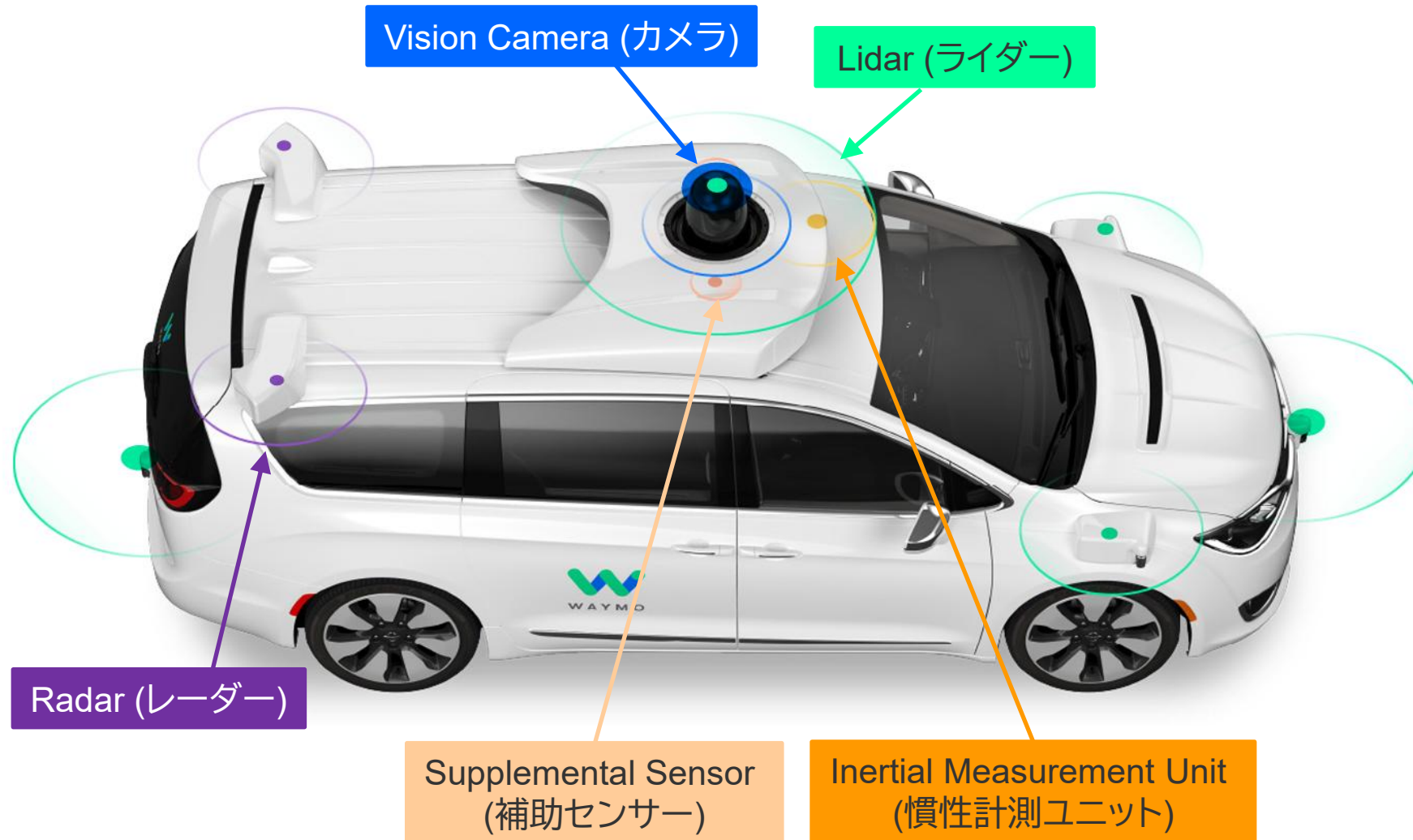
前後・左右いずれかの車両制御 (例: AEB)

レベル2 日産ProPilot2



レベル1 衝突被害軽減ブレーキ

自動運転システムのセンサ構成 (レベル4)



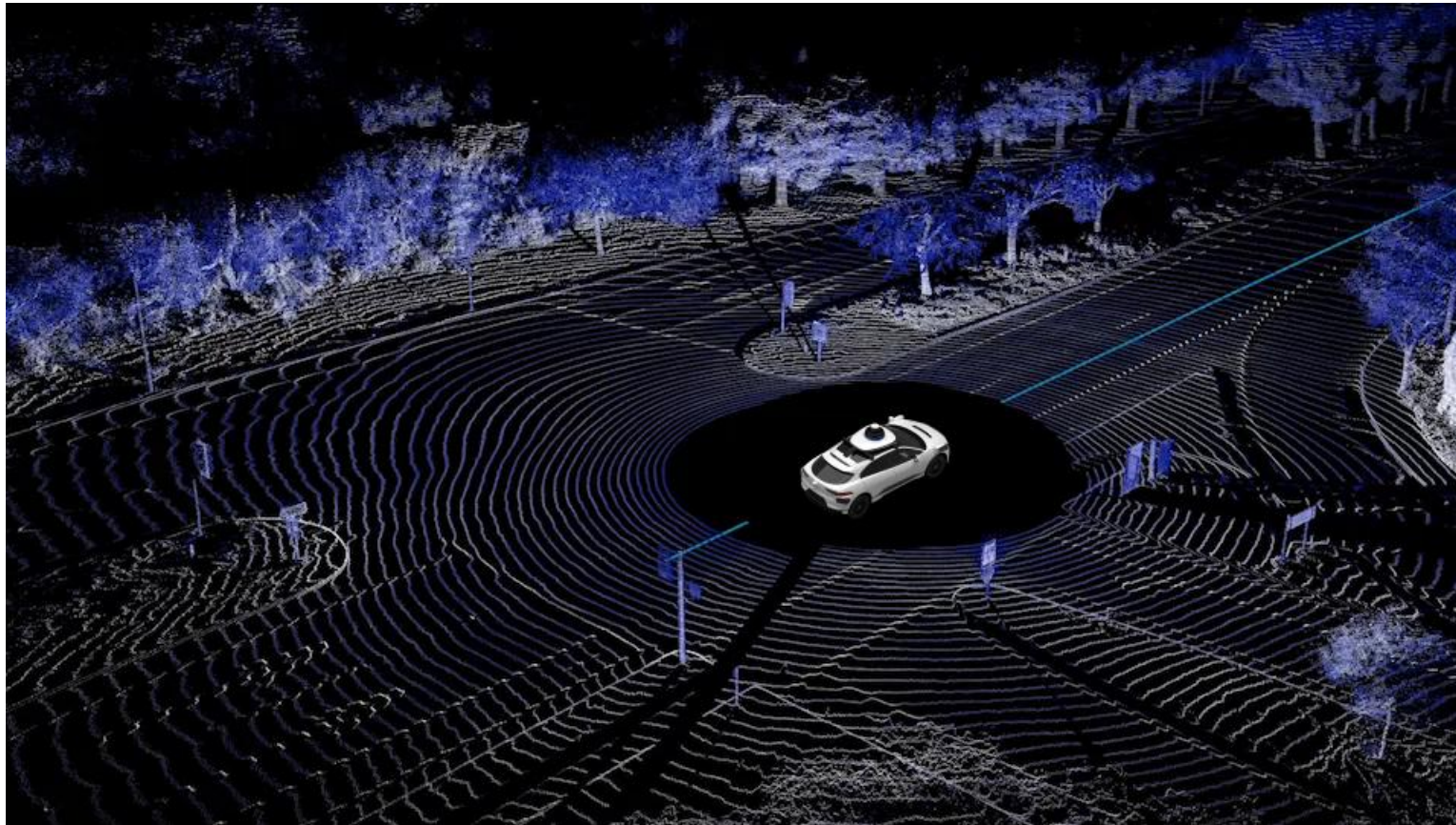
Vision Camera (カメラ)

- 人間ドライバーの目に一番近いセンサー視認性
- 先行車両、歩行者、信号、障害物を検知
- Waymo oneの場合は29台ものカメラが搭載され周囲360度を認識



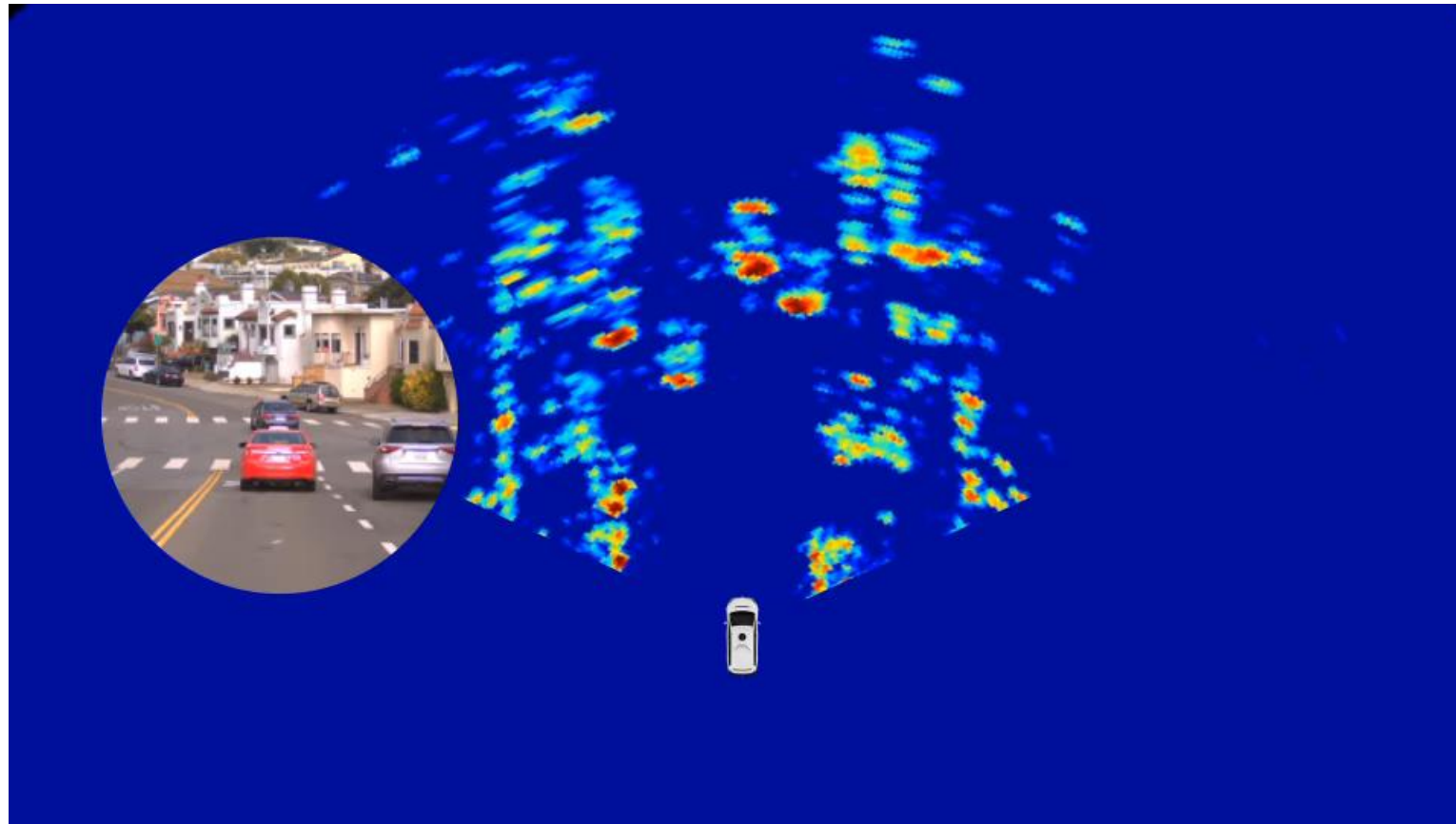
Lidar (ライダー)

- 車両周囲にレーザーパルスを送信し、それが物体から跳ね返ってくるまでの時間を測定する
- 車両周囲の3D点群画像を描くことができる。このデータと高精度な地図データを比較することで、自己位置を推定する
- 価格が高い



Rader (レーダー)

- 電磁波を使って、物体の距離や速度などの重要な情報を自動運転システムに提供
- カメラやLidarは悪天候などの外部環境に大きく影響を受けるが、レーダーは外乱の影響を受けづらく、雨や霧、雪の中でも有効



その他の自動運転システムのセンサー構成

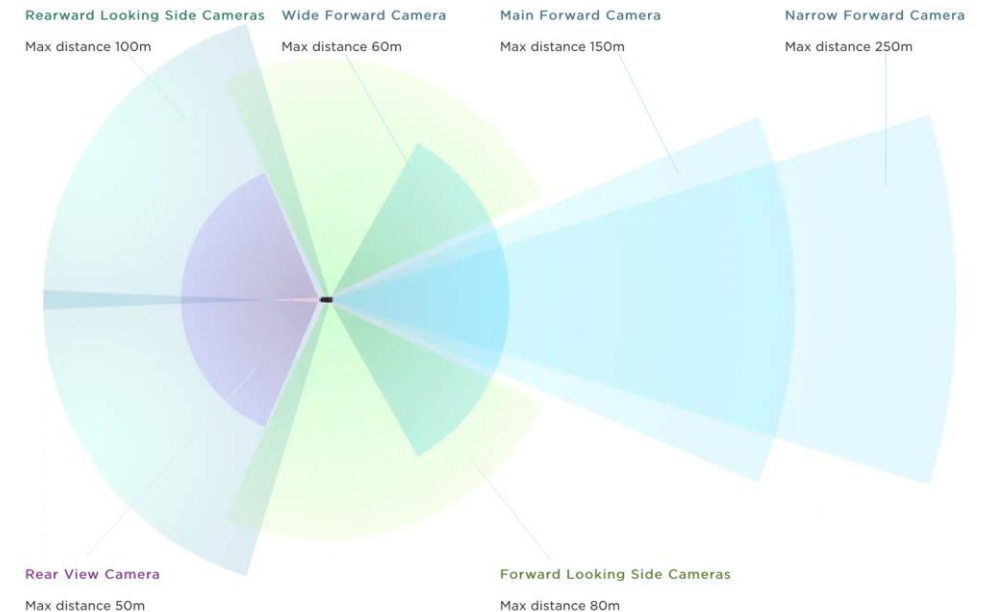
Honda Traffic Jam Pilot (レベル3)



（写真：国土交通省）

- カメラ: 2基 (前方)
- LIDAR: 2基 (前方) + 3基 (後方)
- レーダー: 2基 (前方) + 3基 (後方)

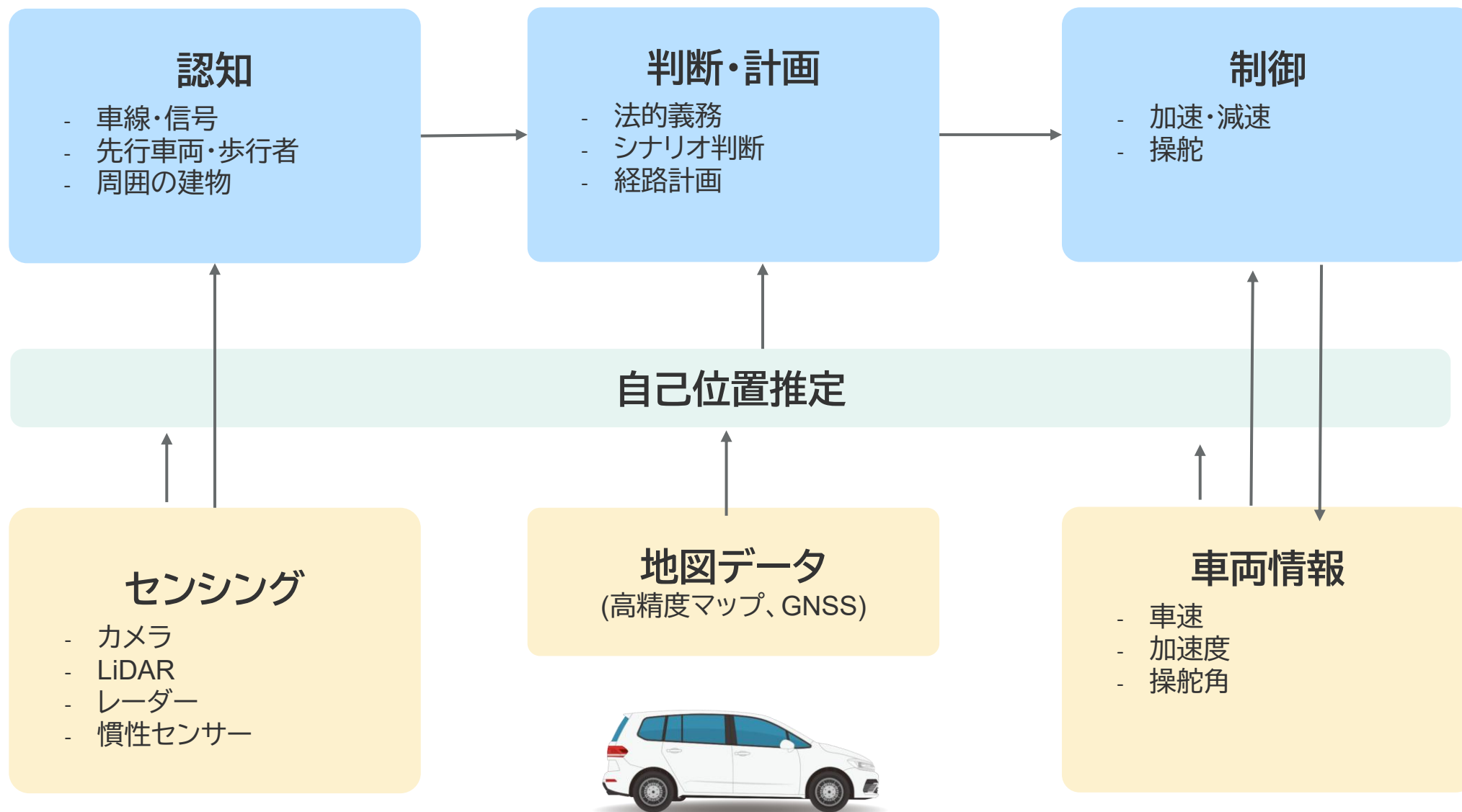
Autopilot / FSD (レベル2++ / L4)



出展：テスラHP

- Tesla Vision (カメラをベースとしたシステム)
- 視認性: Max250m × 360度
- 超音波: 周囲 8m

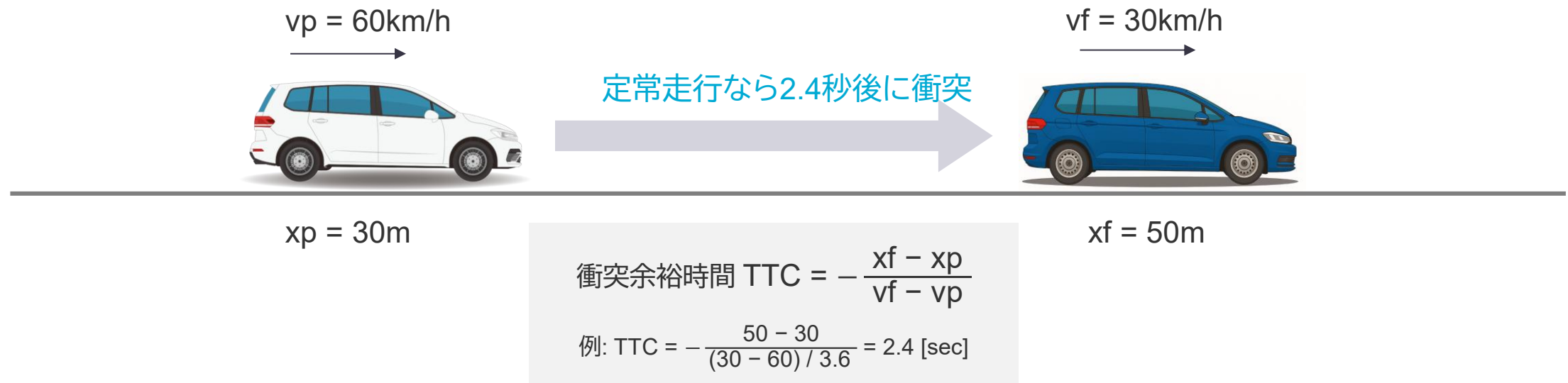
自動運転システムの構成



衝突被害軽減ブレーキ (AEB) の仕組み

衝突余裕時間 (TTC) を常に計算しながら、次のようなドライバー警告・自動ブレーキを作動させる

1. 前方車両の検知 (認知)
2. 運転手への警告ブザー (判断)
3. 弱めの事前ブレーキ (制御1)
4. ドライバーがブレーキを踏むと、踏力をアシスト (制御2)
5. 衝突被害軽減の自動ブレーキ (制御3)



自動運転におけるシミュレーションの役割 (1)

システム
開発目標



The World's Most
Experienced Driver™

10+ years

of autonomous driving in more than 10
states

5 generations

of autonomously driven vehicles

Billions

of miles in simulation

シミュレーション
数十億マイル

Millions

of miles on public roads

公道走行
数百万マイル

シミュレーター

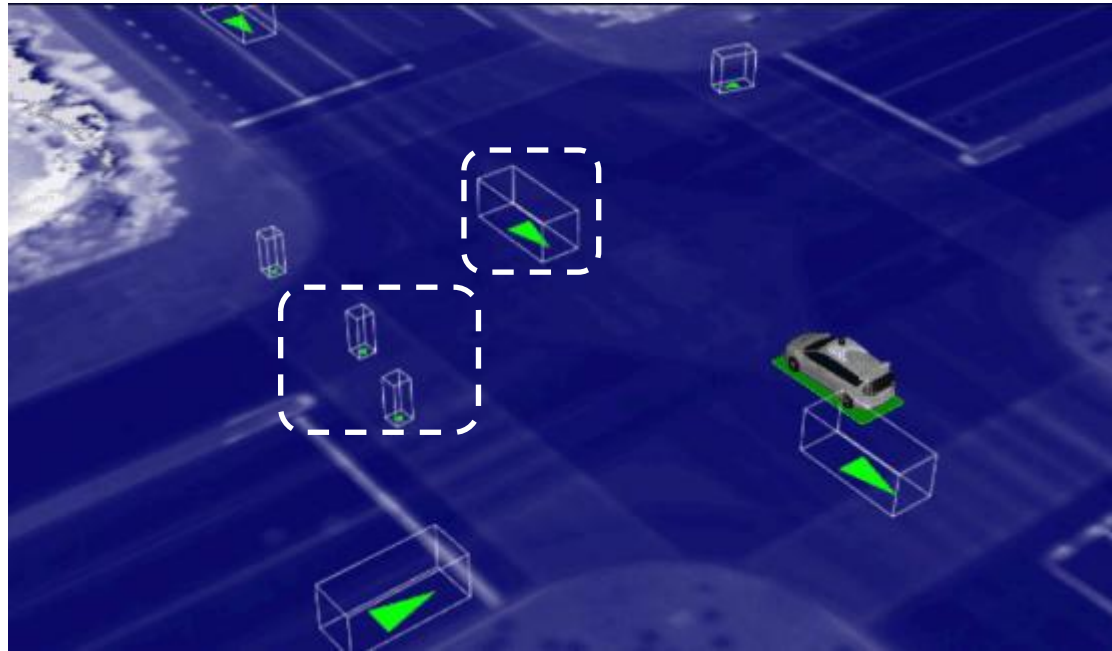
実車走行での評価
(テストコース・公道)

実車システム検証

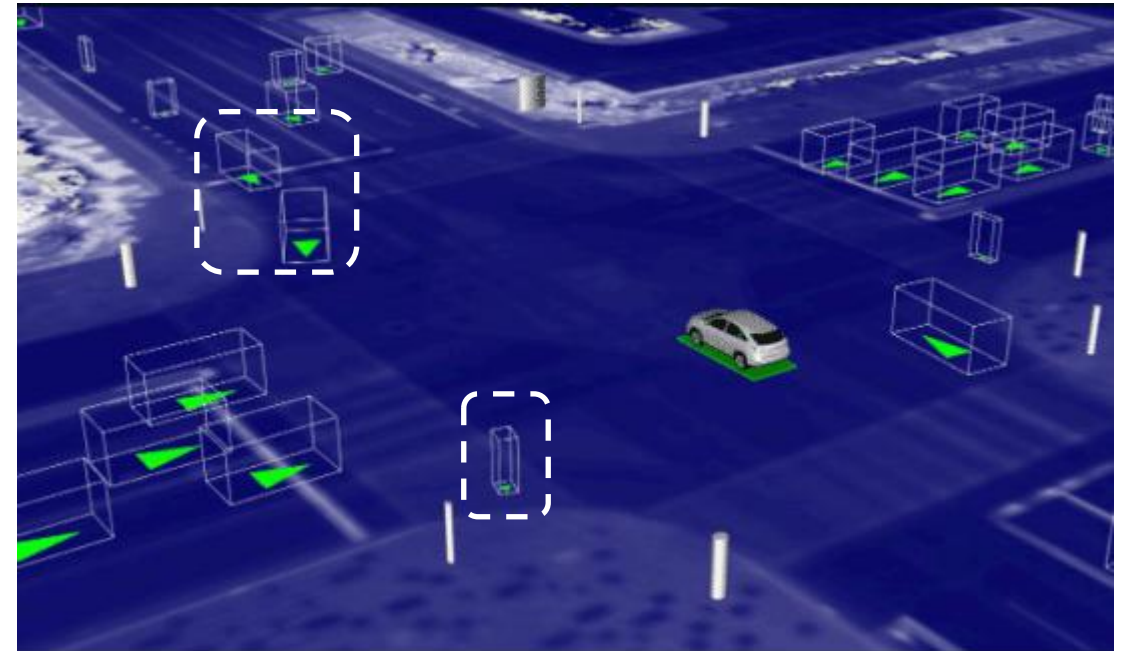
・機能追加
・デバック

自動運転におけるシミュレーションの役割 (2)

- 現実空間で稀にしか発生しない状況の再現や、現実空間よりも困難なシナリオを作りテスト
- 外乱の影響を回避して、仕様変更の前後比較も可能
- 実車ではリスクやコストがかかる新技術の適用やテスト運用が可能



交差点のシミュレーション1



交差点のシミュレーション2

自動運転システムの安全性の担保

主な安全規格と評価制度

ISO 26262	「故障や不具合が仮に起きても、重大なリスクに至らないようにする」という安全設計の考え方に基づく機能安全規格。自動車の電気・電子部品やシステムに要求される
SOTIF (ISO21448)	機能の性能・仕様の不十分性、それを使用する人のミスユースによる事故等のリスクを低減・回避する設計、検証の考え方や手法の国際規格
ISO/SAE 21434	自動車の電気電子 (E/E) システムがサイバー攻撃に対応できるようにすることを目的としてISOとSAEが推進している国際規格
JNCAP / Euro NCAP / US NCAP	新車の安全性を第三者機関が独立して評価するプログラム - 独立行政法人 自動車事故対策機構と国土交通省によって運営 - 衝突試験に加えてADAS機能も評価対象 (AEB、LDW、ACCなど)



自動車安全性能 2024

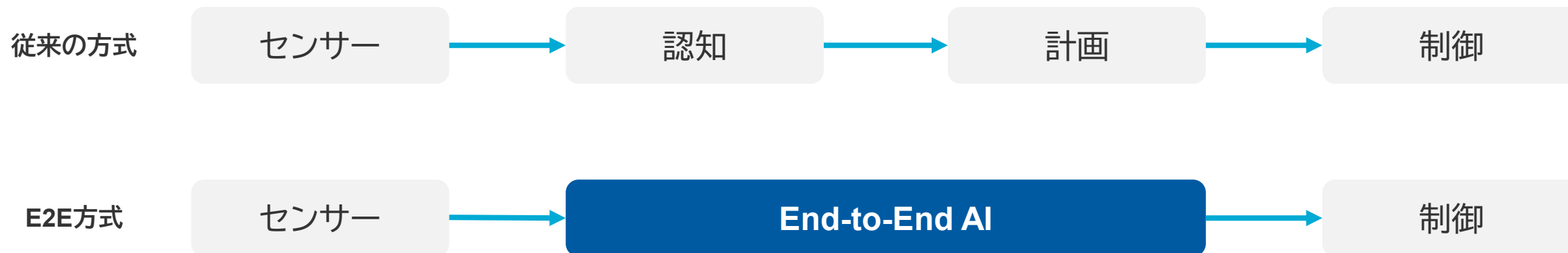


マツダ
CX-80

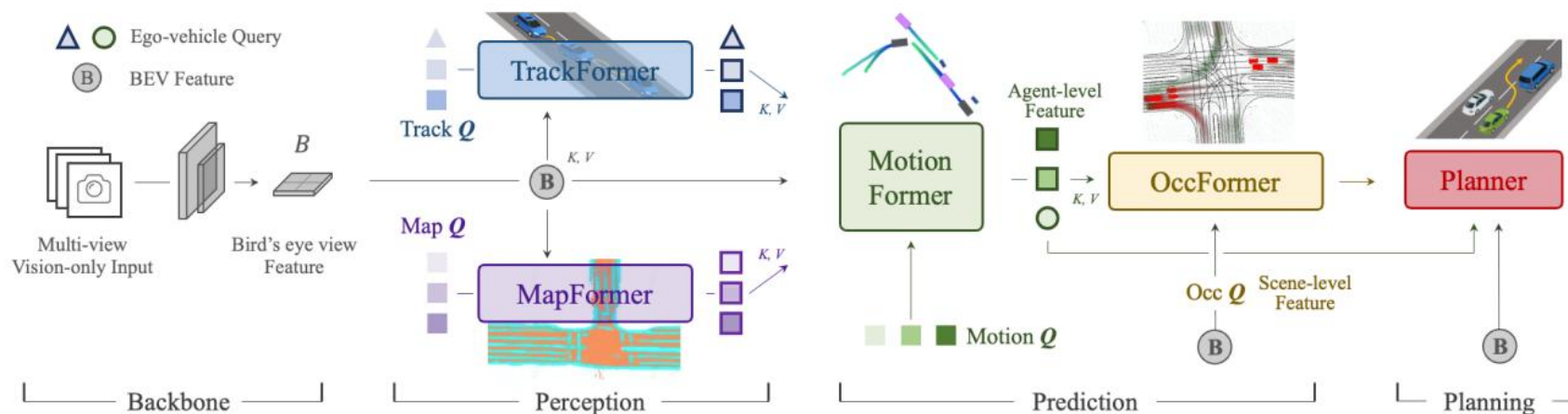
自動運転の技術トレンドと可能性

講義

End-to-End (E2E) 自動運転とは？



「センサーデータの入力から計画や制御信号の決定」を一つの学習タスクとして定義し、モデルを構築する



自動運転× LLMの可能性



VML事業紹介

少しでも会社紹介させてください！

自動運転レーシングカー開発を通してAI・モビリティ技術を学ぶ！

自動運転レーシングカー開発 (シミュレーター)

① 自動車ソフトウェアの開発

```

14 def edit_waypoints(wp):
15     """Edit the waypoints (e.g. remove some of them, add some of them, etc.)
16     Args:
17         num_waypoints: the number of waypoints
18     Returns:
19         target_speed_list: a list of target speeds for each waypoint
20     """
21     # waypoints categorization
22     slower_indexes = [3, 11]
23     faster_indexes = []
24
25     default_speed = 20
26     slower_speed = 19
27     faster_speed = 21
28
29     target_speed_list = [default_speed] * num_waypoints
30
31     for i in slower_indexes:
32         assert i < num_waypoints, "Each index must be within the original range."
33         target_speed_list[i] = slower_speed
34
35     for i in faster_indexes:
36         assert i < num_waypoints, "Each index must be within the original range."
37         target_speed_list[i] = faster_speed
38
39     return target_speed_list
40
41 def global_path_planner(wp):
42     """Compute the lists of x, y, yaw, curvature values for the target path, and the speed profile.
43     This function can also be called from path_follower features.
44     """
45     wp = edit_waypoints(wp)
46     wp = np.append(wp, [wp[0]], axis=0) # This makes the wp list loop-shaped.
47     num_wp = len(wp[:, 0])
48     target_speed_list = generate_target_speed_list(num_wp)
49     print_waypoints(wp, target_speed_list)
50     xi, yi, ydi, ki = spline_path_planner(wp, num_points=500)
51     sp = calc_speed_profile_list(xi, yi, wp, target_speed_list)
52     return xi, yi, ydi, ki, sp
                    
```

② 走行・ラップタイム計測

③ データ解析・可視化

自動運転レーシングカー開発体験と競争を通して、自動運転やAI、自動車制御を実践的に学ぶ

ランキング

所属	学年	ベストラップタイム	差	実行日時
早稲田大学本庄高等学院	高2	17.866	0.000	2024/2/7 17:36:48
横浜サイエンスフロンティア高等学校附属中学校	中1	17.900	0.034	2024/2/8 17:20:52
栄光学園	高1	17.933	0.067	2024/2/4 20:07:10
千葉県立東旭工業高校	高1	17.933	0.067	2024/2/10 10:39:02
早稲田大学本庄高等学校 SSC	高2	17.933	0.067	2024/2/10 10:40:23
同志社中学校	中1	17.966	0.100	2024/2/4 11:41:16
日本文理大学付属高校	高2	17.966	0.100	2024/2/9 13:04:05
愛知県立豊田高等学校	高1	18.033	0.167	2024/2/9 17:37:11
日本文理大学附属高等学校	高2	18.033	0.167	2024/2/10 10:16:21
豊田西高校	高1	18.066	0.200	2024/1/27 19:35:05
佐世保工業高等学校	高3	18.066	0.200	2024/2/9 21:22:49
o_hu07				2024/2/10 11:24:44
Inside Racing				2024/2/8 18:52:25
tora				
toru				
S.M				
モルガン				
shinnosuke				
日本文理大学付属高等	高2	18.233	0.367	2024/2/9 13:24:53
愛知県立豊田高等学校	高2	18.333	0.467	2024/2/10 10:56:30

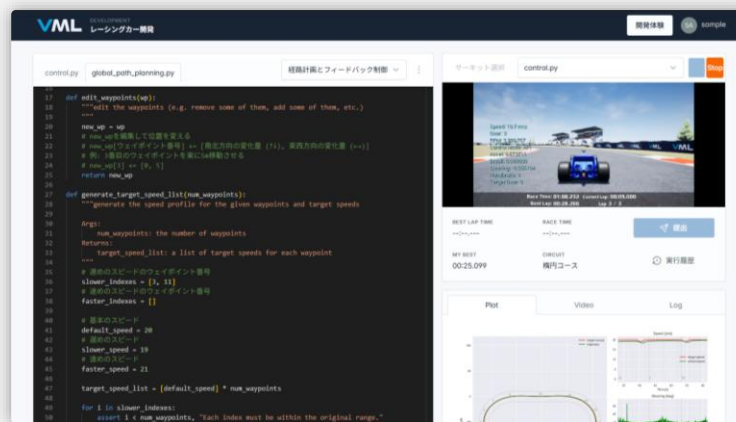
④ 提出タイムが自動的にランキングに反映

自動運転シミュレーターと学習コンテンツを活用した、法人向け研修や社内レースイベントを提供しています。

座学



開発体験



ランキング

VMA 自動車運転コース中高生大会・予選					
順位	氏名	学年	ポイント	タイム	記録時間
1	shibata	早稲田大学未来館高等学校	02	17.864	0.000
2	tsunokazu	横浜ヴェインズフットボールアカデミー高等学校	01	17.900	0.004
3	key	安永学園	01	17.933	0.037
4	横山 リンクス	千葉順立工業高等学校	01	17.933	0.067
5	tsunoya	早稲田大学未来館高等学校 SBC	02	17.933	0.067
6	Ayo 92nd	同志社中学校	01	17.964	0.100
7	mlggr	日本大学付属高校	02	17.964	0.100
8	R.A.T.S	愛知学院国際高等学校	01	18.033	0.167
9	u3j007	日本大学大塚高等学校	02	18.033	0.167
10	Inside Racing	豊田西高校	01	18.064	0.200
11	tsm	倉持体力教育専門学校	03	18.064	0.200
12	tsm	札幌工業専門学校	02	18.100	0.234
13	S.M	倉津南高校	02	18.133	0.267
14	モリスン	日本大学大塚付属高校	02	18.233	0.297
15	ghnmouko	愛知学院国際高等学校	02	18.333	0.467

1. ワークショップ

自動運転やAI組込を開発体験できる
技術者育成シミュレーター

2. オンライン学習教材

車両モデルや制御理論を学べる
学習教材・eラーニング

まとめ

まとめ

1. 自動運転システムの概要

- 自動運転システムの5段階のレベル
- センサ種類と構成
 - カメラ・レーダー・ライダーの特徴
- 自動運転ソフトウェアの構成
 - 認知・判断・制御
- 公道テストに加えてシミュレーションも重要
- 自動運転システムの安全性評価

2. 自動運転技術の最新トレンド

- End-to-End (E2E) 自動運転とは
- LLMの可能性

ご清聴ありがとうございました！

Virtual Motorsport Lab Inc.

お問い合わせ: info@vml-racing.com

会社HP: <https://vml-racing.com>

