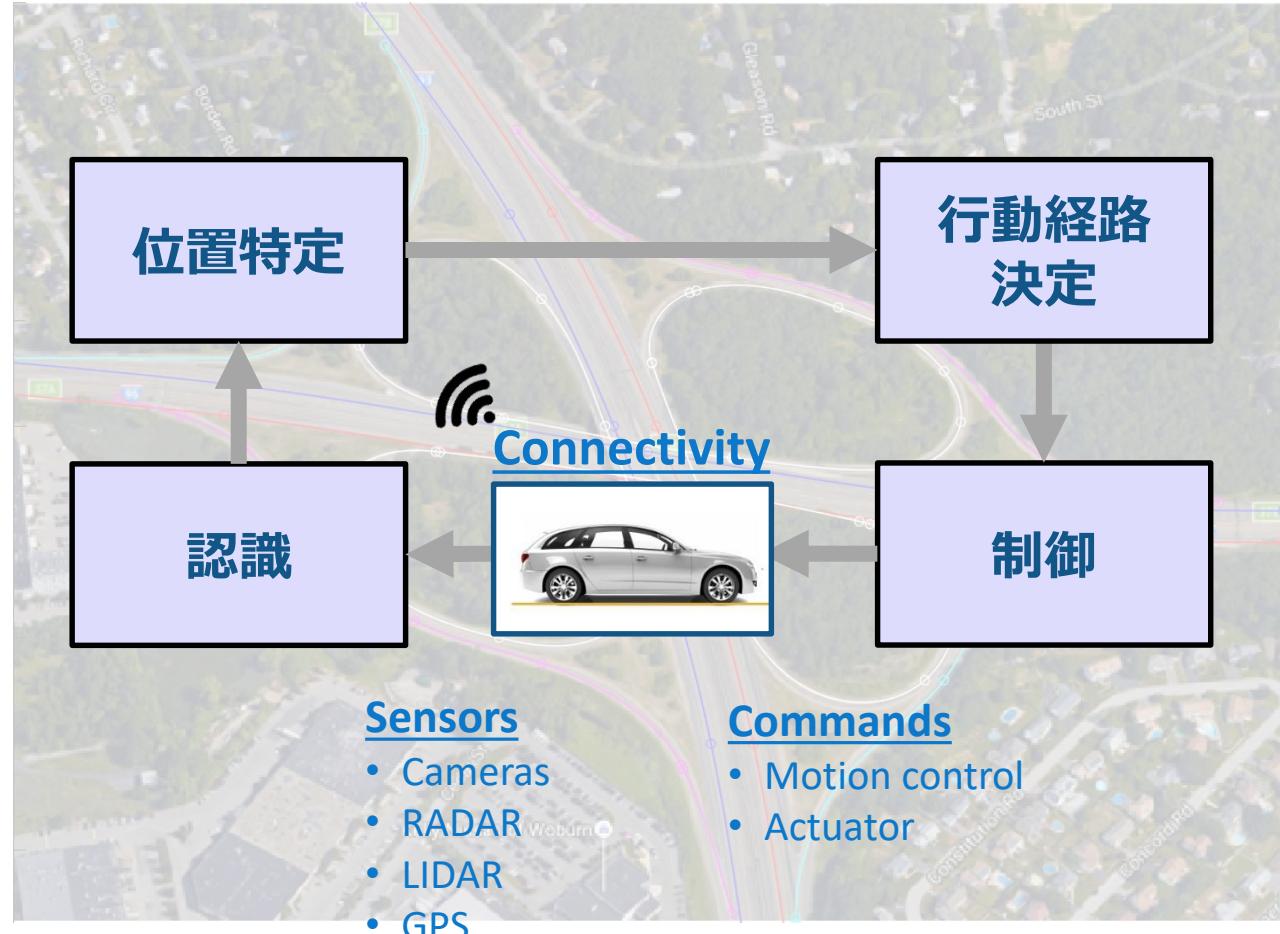


# ADAS・自動運転の開発・検証を加速するMATLAB

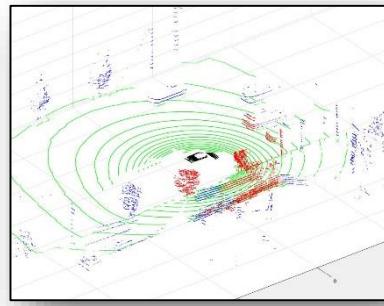
MathWorks Japan  
アプリケーションエンジニアリング部  
大塚 慶太郎  
[Kei.otsuka@mathworks.co.jp](mailto:Kei.otsuka@mathworks.co.jp)

# 自動運転システムブロック図

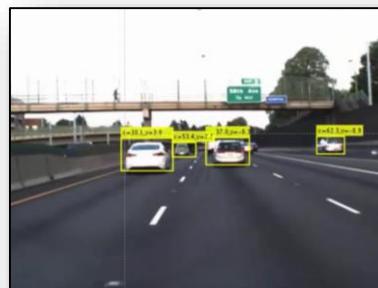


# ADAS/自動運転開発・検証の統合プラットフォーム

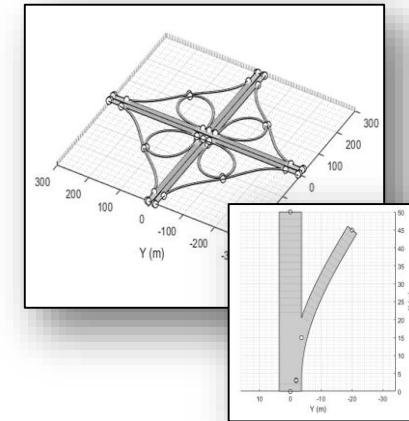
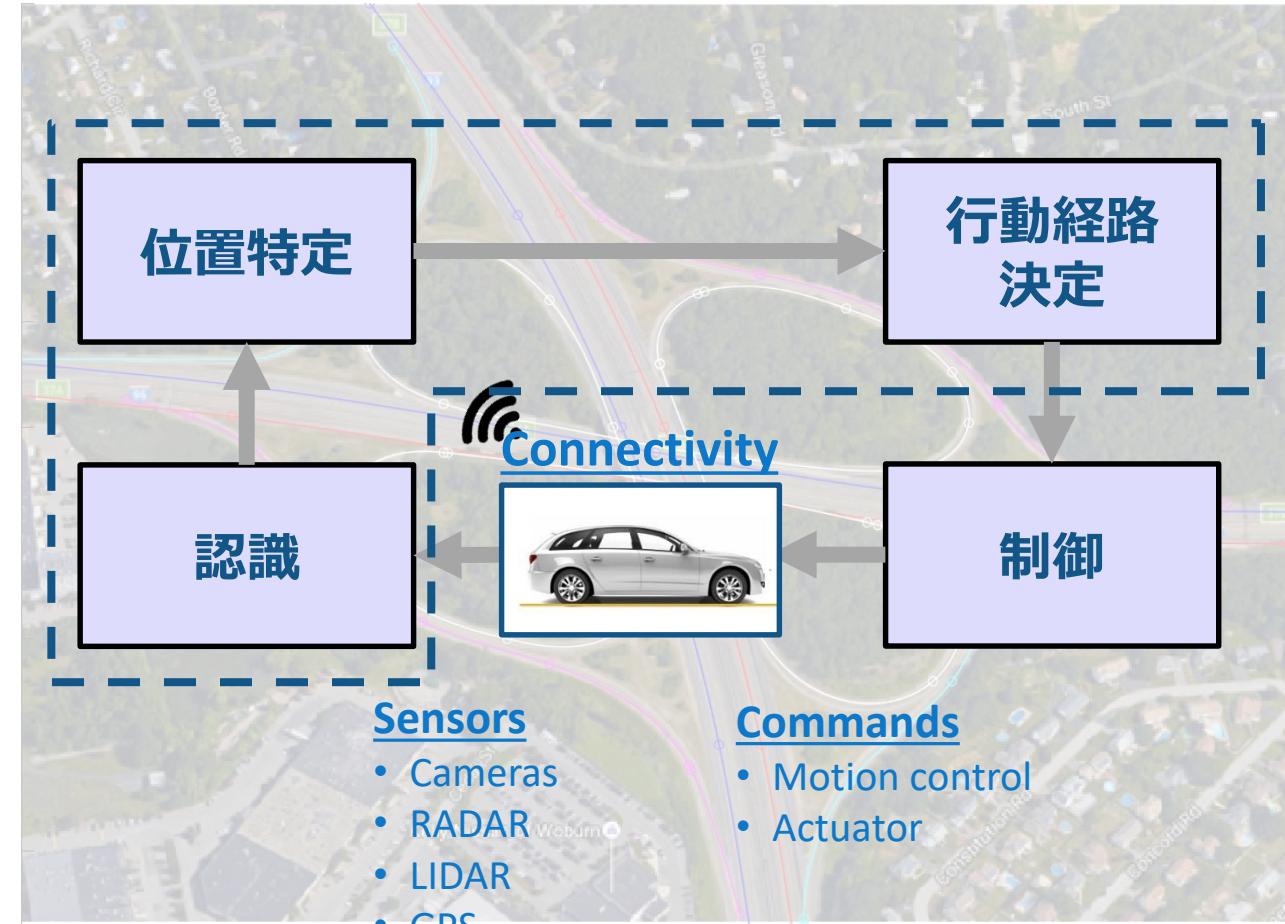
MATLAB® / Simulink® / Automated Driving System Toolbox™



LiDAR信号処理、  
センサーデータの可視化



画像処理や  
センサーフュージョン



シナリオ作成と  
シミュレーション

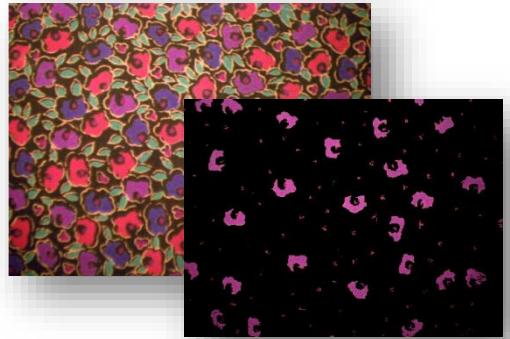
# Agenda

- LiDARデータの取り扱い・可視化
- 画像処理・画像認識領域での活用・センサフュージョン
- シナリオ生成とシミュレーション
- まとめ

# 画像処理アルゴリズム開発の基礎 ～豊富なアルゴリズム・ライブラリ群～

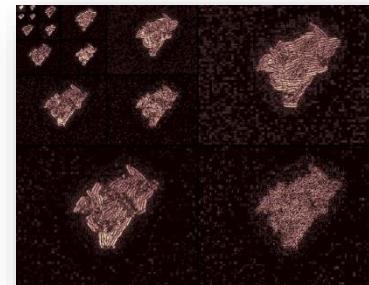


ステレオビジョン

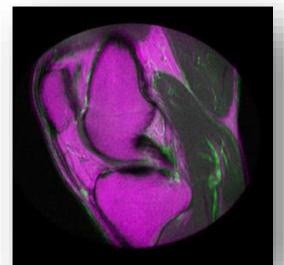


セグメンテーション

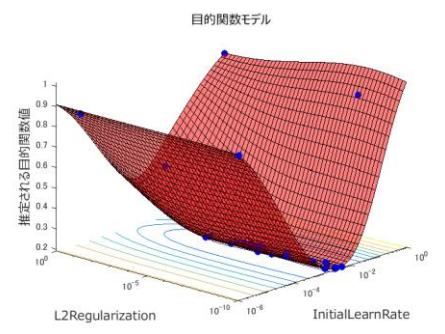
機械学習・DeepLearningによる  
物体認識



テクスチャ解析



レジストレーション

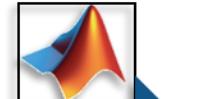


最適化

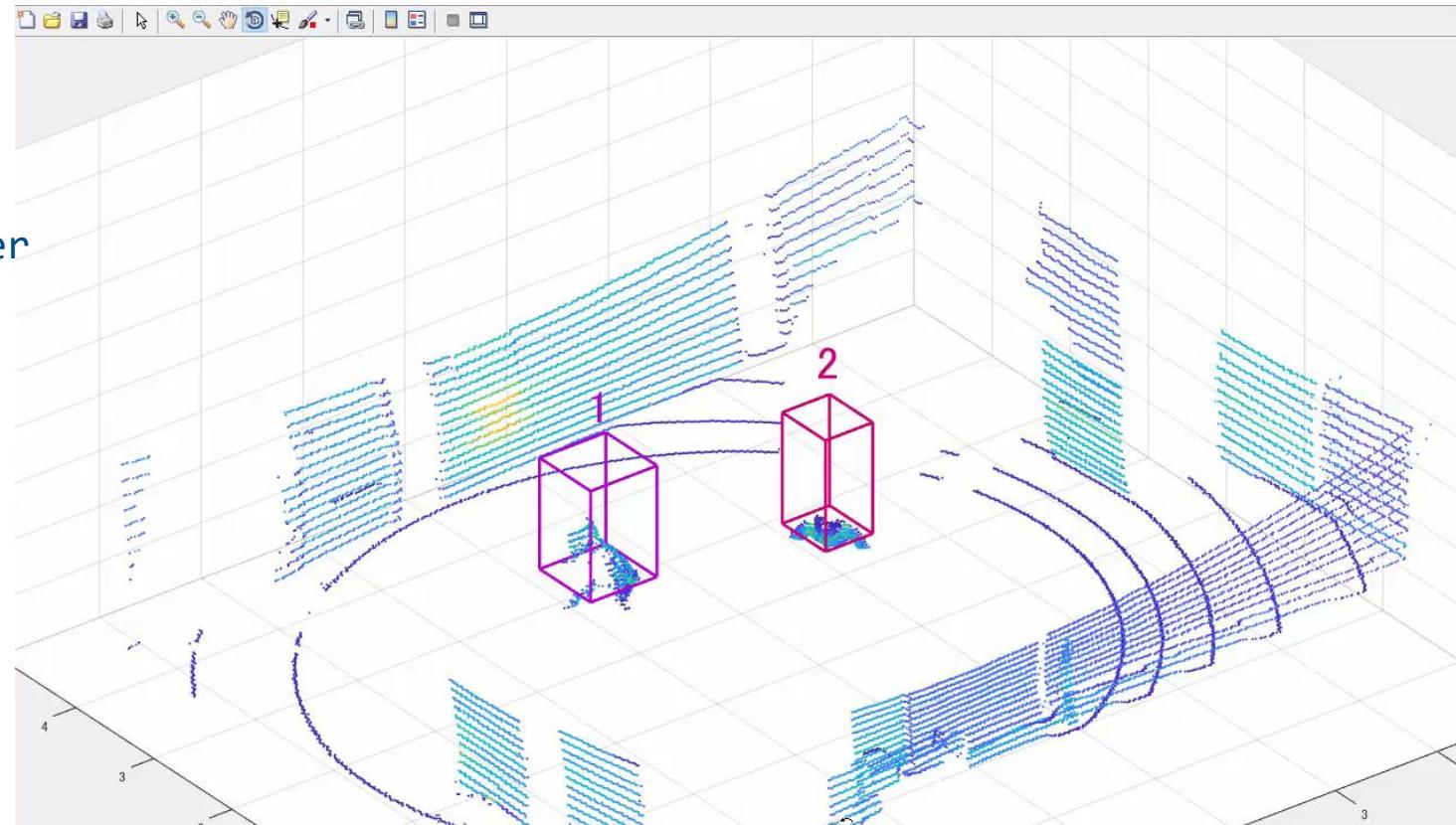


物体の定量評価

# LiDARデータの取り扱い



Demo



## File I/O

- pointCloud
- velodyneFileReader
- pcread
- pcwrite

## Preprocessing

- pcdenoise
- pcdownsample
- pctransform

## Registration

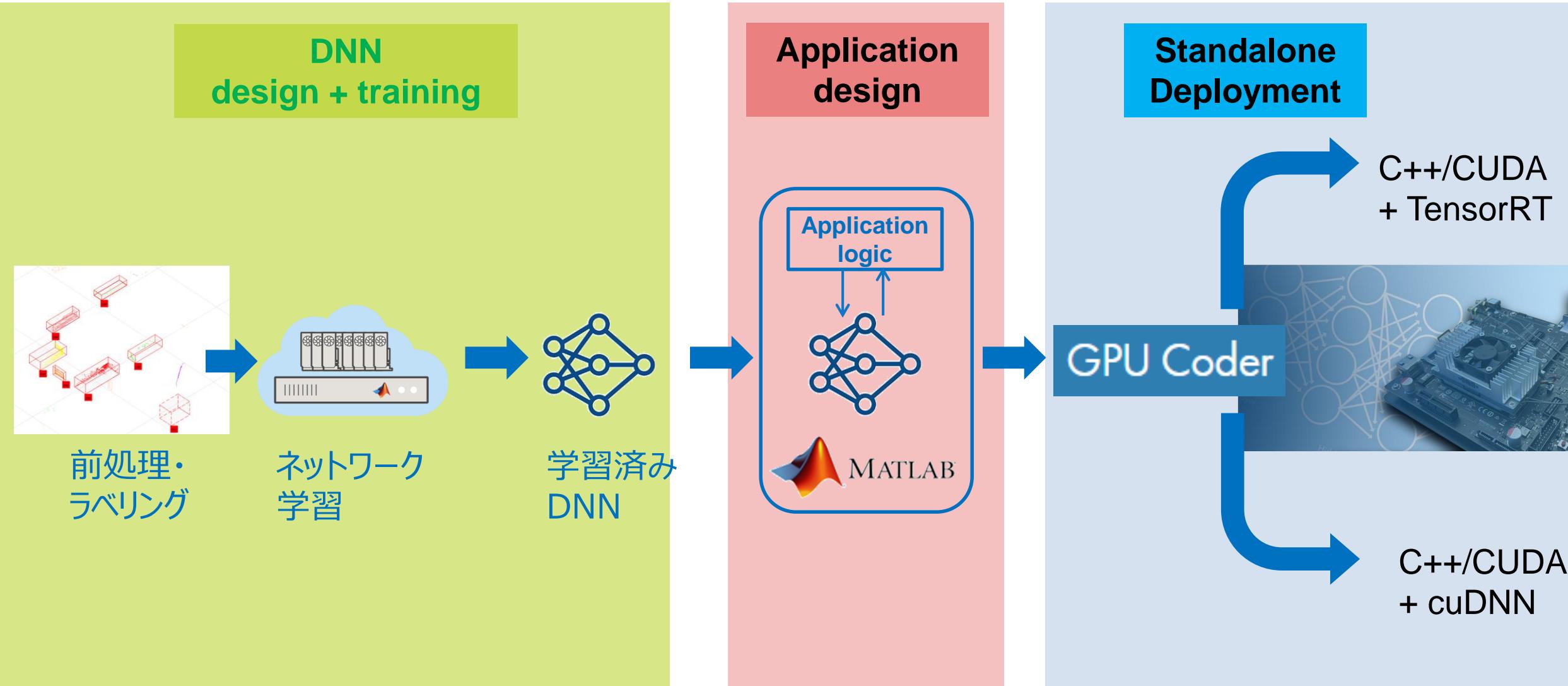
- pcregistericp
- pcregisterndt

## Segmentation

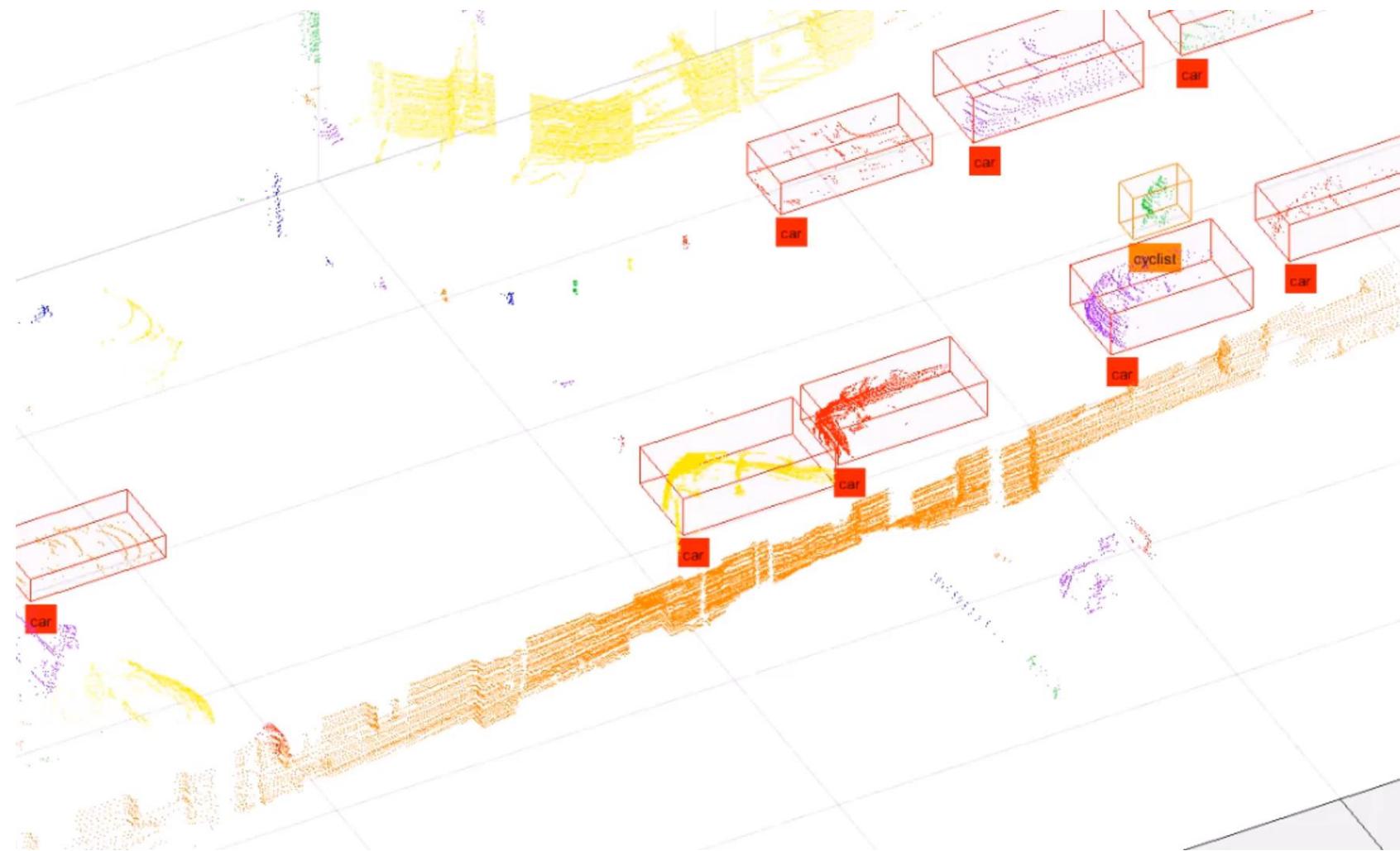
- pcsegdist
- segmentLidarData
- pcfitplane

LiDARが初めてでも、使いやすい各種関数による可視化・解析・アルゴリズム開発

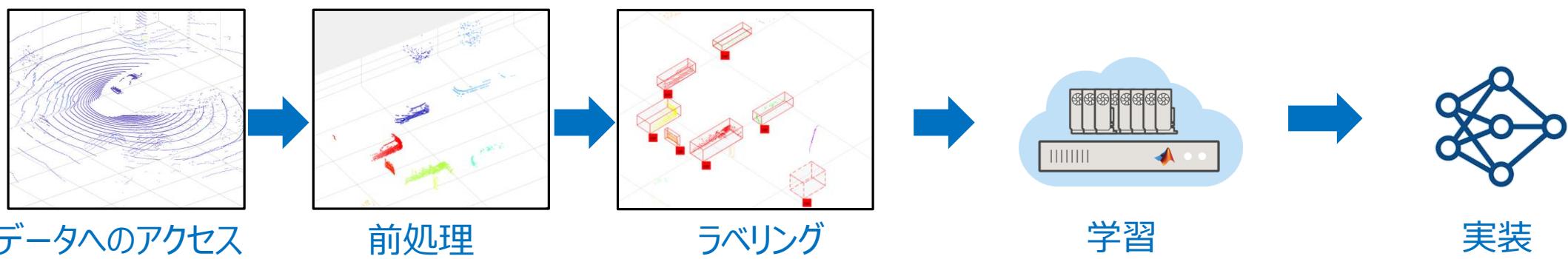
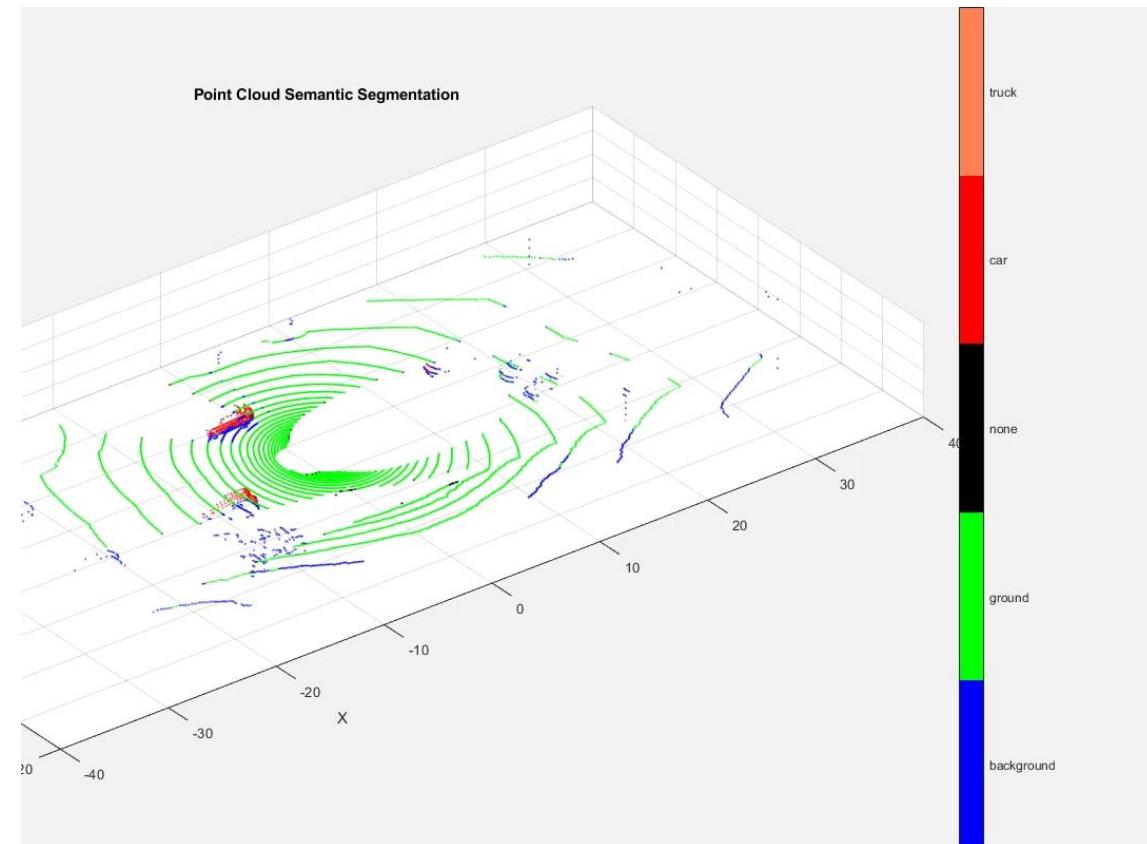
# LiDARデータに対するラベリングとDNNによる分類



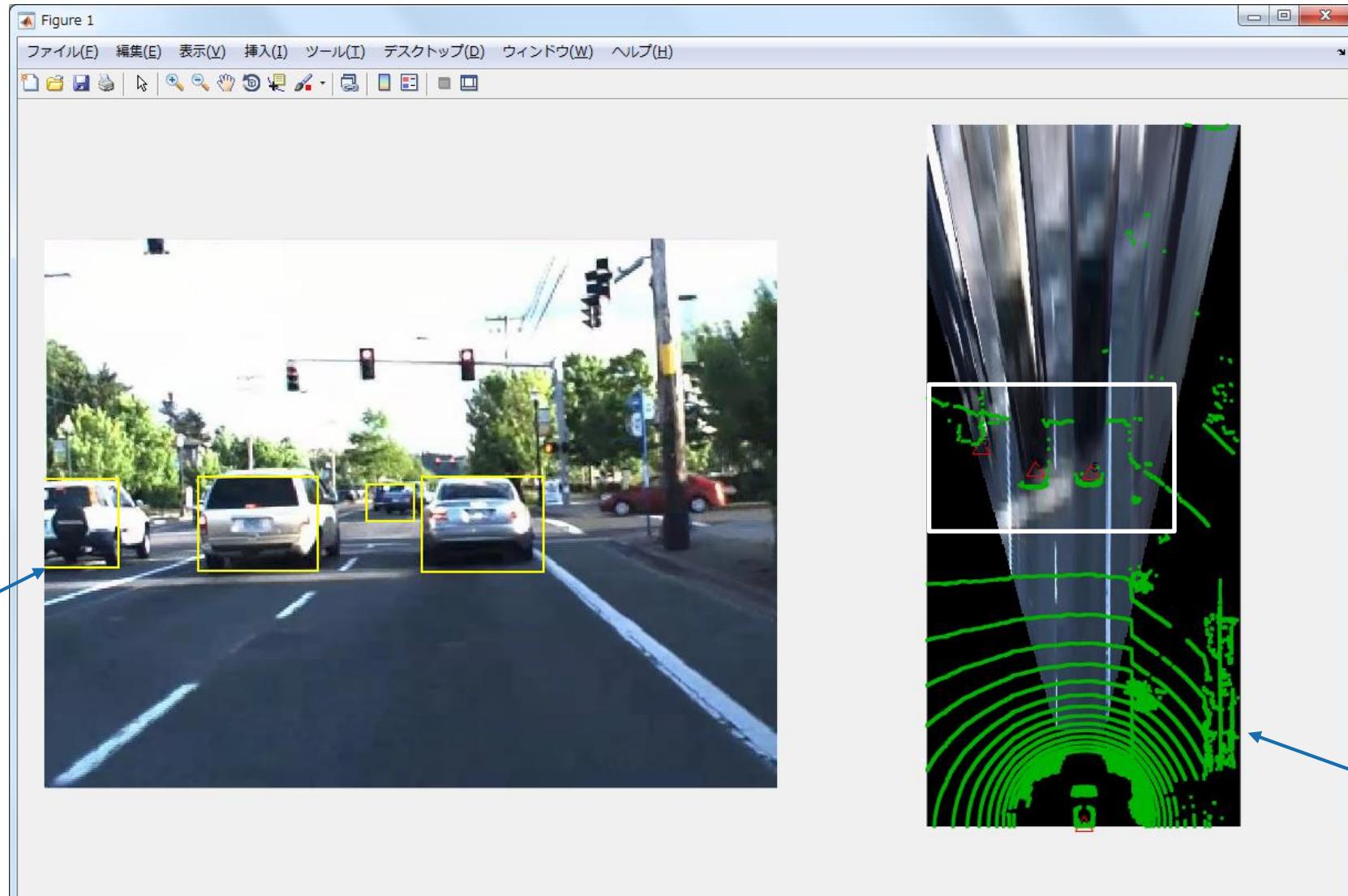
# LiDARデータのGround Truthラベリング



# LiDAR Semantic Segmentation



# 他のセンサーデータとの比較、結果の可視化



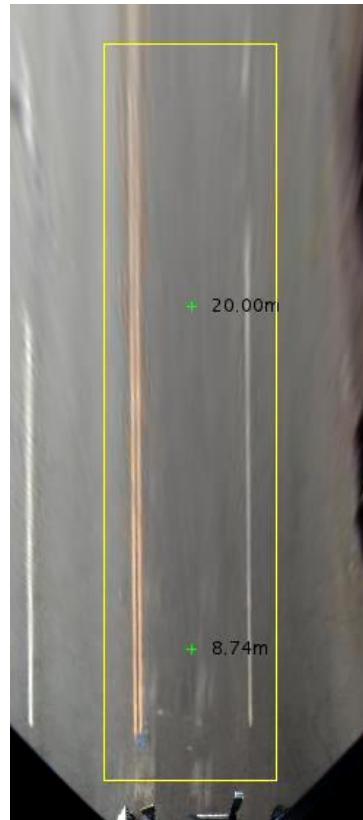
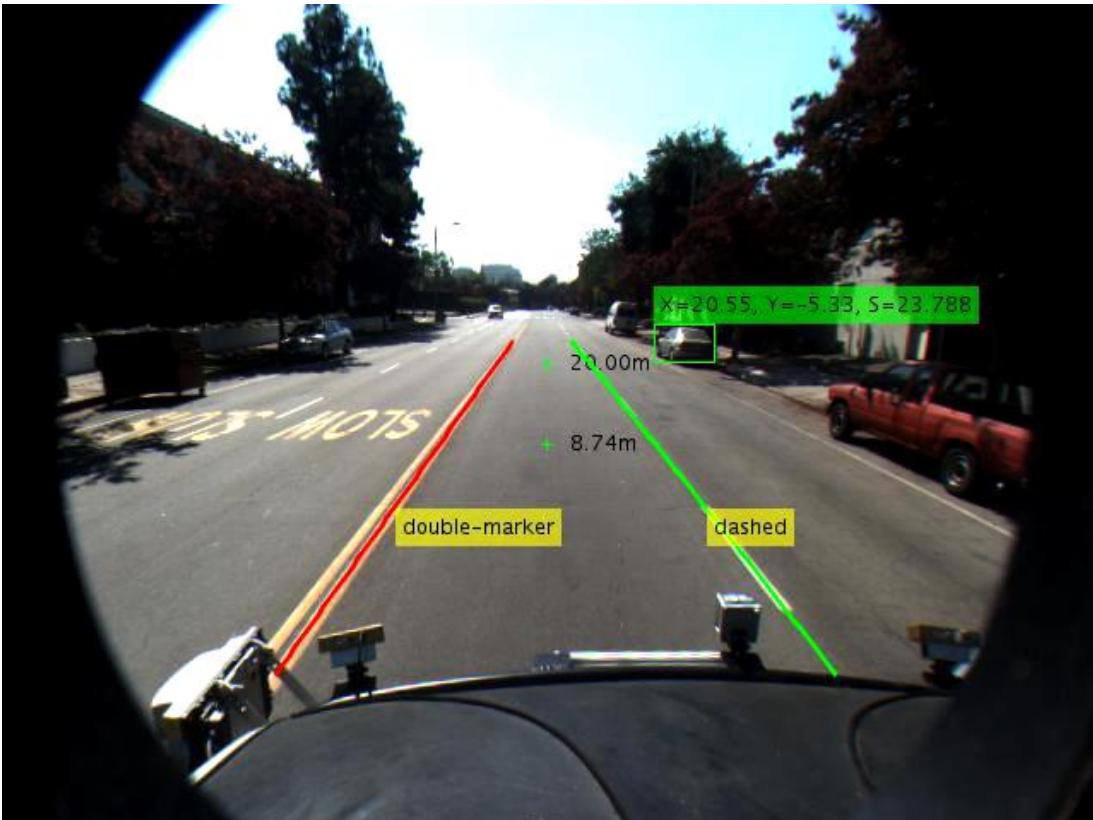
複数センサの可視化や結果比較、独自GUIの作成も容易に実現できます

# Agenda

- LiDARデータの取り扱い・可視化
- 画像処理・画像認識領域での活用・センサフュージョン
- シナリオ生成とシミュレーション
- まとめ

# 自動運転分野向けコンピュータービジョンアルゴリズム

## 単眼カメラによる認識アルゴリズムモデル



### アルゴリズム

- RANSACによる区画線フィッティング
- 車検出器 (深層学習・ACF)

### 座標系の変換

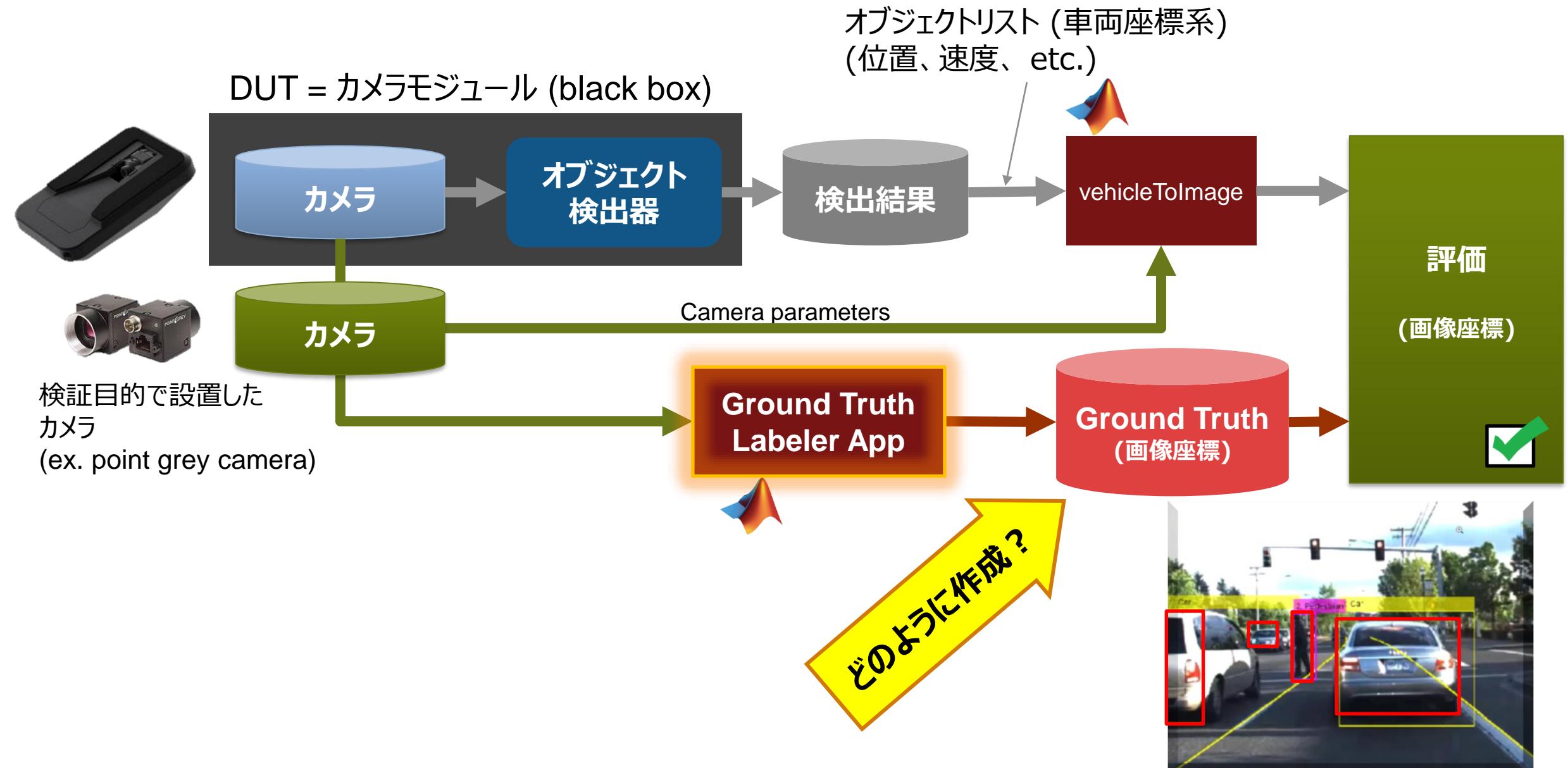
- 車両座標系 <-> 画像座標系 の変換
- 単眼画像による、物体までの距離推定

### 可視化機能

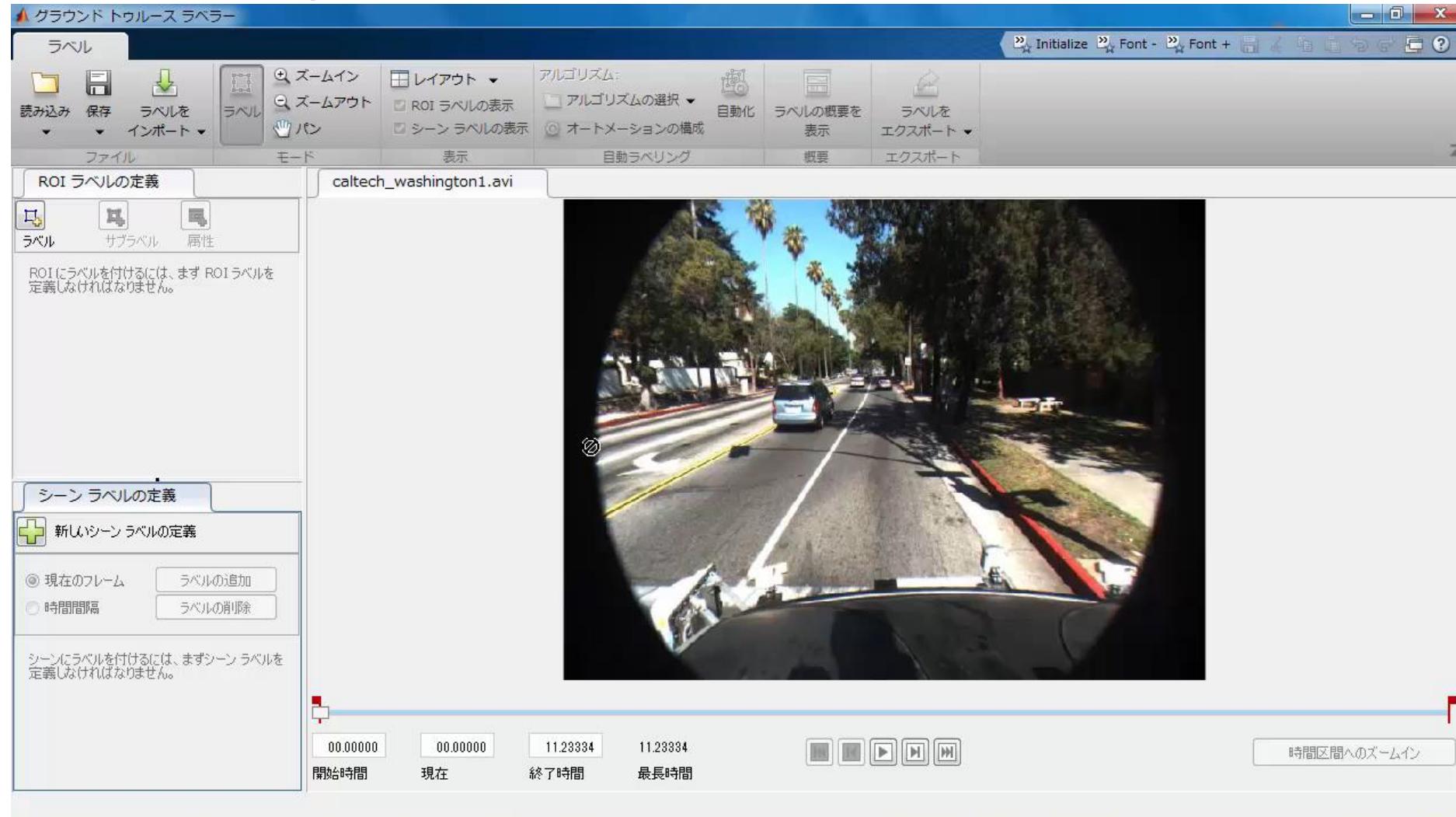
- 区画線
- 鳥瞰図 (birdsEyeViewクラス)

物体認識や距離推定用の関数が多数提供されており、カスタマイズも可能です

## 検出器の評価



# カスタマイズ可能な半自動Ground Truthラベリングツール



独自ファイルの読み込み、自動化アルゴリズムの追加・表示機能の拡張等、様々なカスタマイズも可能です

# 自動運転車両のセンサー例

カメラ：動画像

カメラ：物体検出

カメラ：区画線検出

レーダー

Lidar

IMU（角速度等）



# CAN データの同期、前処理

Time	CAN	ID	Type	DLC	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Data 7
26.08050	2	1519	RxD	8	184	33	234	130	235	58	51	30
26.08063	1	522	RxD	4	11	146	50	210				
26.08073	2	50	RxD	7	80	22	127	119	239	44	193	
26.08088	1	26	RxD	8	166	226	46	72	37	78	181	217
26.08096	2	1844	RxD	8	70	123	252	114	156	80	38	217
26.08111	1	50	RxD	7	254	63	210	227	249	152	78	
26.08135	1	228	RxD	2	249	87						
26.08158	1	294	RxD	4	156	73	95	195				
26.08160	2	228	RxD	8	254	134	94	200	148	244	173	119
26.08183	1	506	RxD	8	73	234	218	169	139	28		

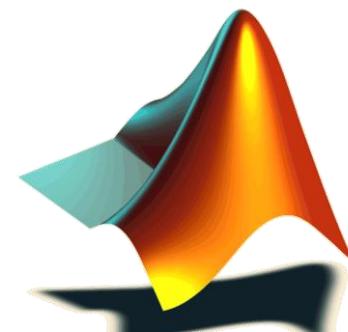
よくある問題点 :

復号化

不均一なデータ長

MATLABを使うことで容易になる点 :

- DBC / MDF / 任意のバイナリファイルのインポート
- 物理値への変換
  - bin2dec / hex2dec
- データ長の調整
- 様々な日付時間、フォーマットの取り扱い
- リサンプリングや様々な補間処理



# サンプリング周期の異なるデータの結合 : synchronize

```
>> engineRPM(1:5,1)
```

```
ans =
```

5 × 1 timetable

Time	EngineRPM
------	-----------

0.000374629 秒	4037.56729223748
0.029330264 秒	1000
0.051818876 秒	1401.15048339456

```
>> vehSpd(1:5,1)
```

```
ans =
```

5 × 1 timetable

Time	VehicleSpeed
------	--------------

0.000374629 秒	57.2445375110937
0.029362391 秒	0
0.051849886 秒	0.304744919537912

```
>> Data = synchronize(vehSpd, engineRPM, 'union', 'linear');
```

```
>> Data(1:5,1:2)
```

```
ans =
```

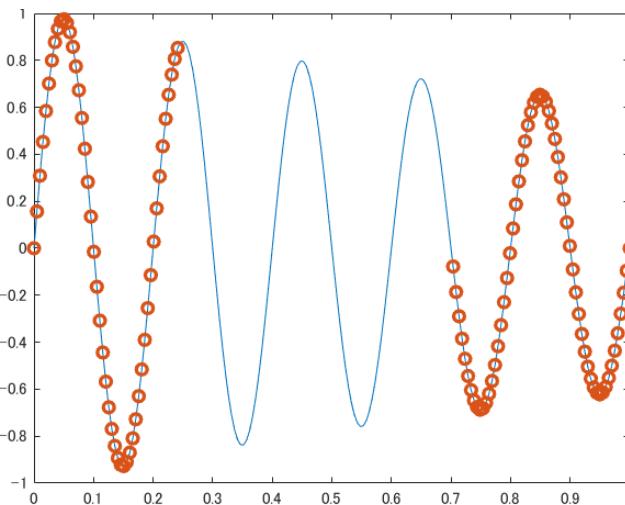
5 × 2 timetable

Time	VehicleSpeed	EngineRPM
------	--------------	-----------

0.000374629 秒	57.2445375110937	4037.56729223748
0.029330264 秒	0.0634438511196147	1000
0.029362391 秒	0	1000.57307945817
0.051818876 秒	0.304324679757764	1401.15048339456
0.051849886 秒	0.304744919537912	1401.46492354096

# 欠損データの再現 : **fillgaps**

約0.4秒間の欠損波形と真値

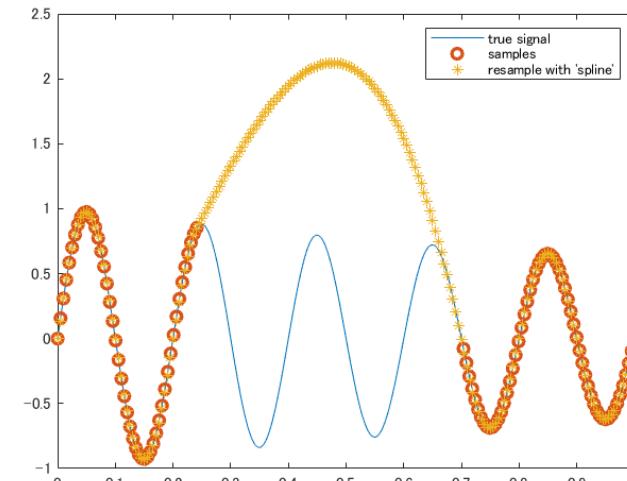


% 自己回帰モデルによる補間

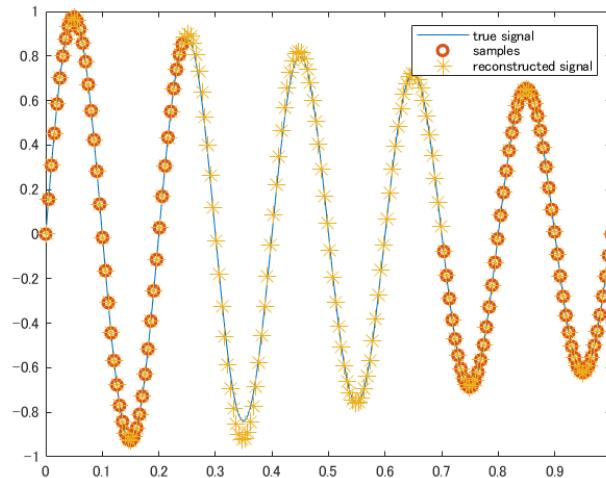
```
>>y = fillgaps(x,len);
```

- x: 対象信号
- len: 推定に使用するデータ長
- y : 補間後の信号

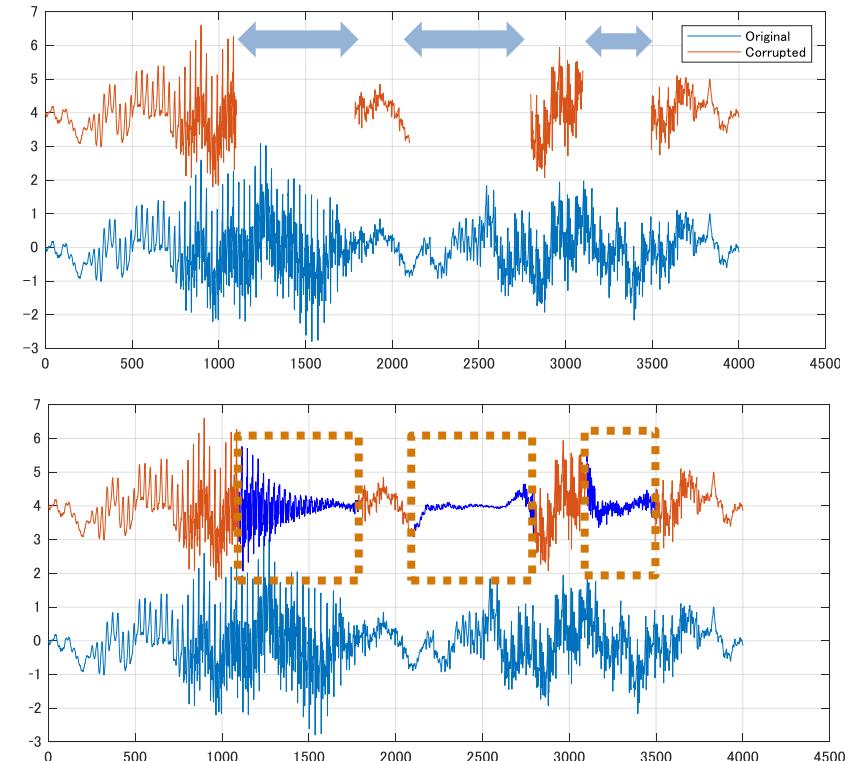
**resample**関数



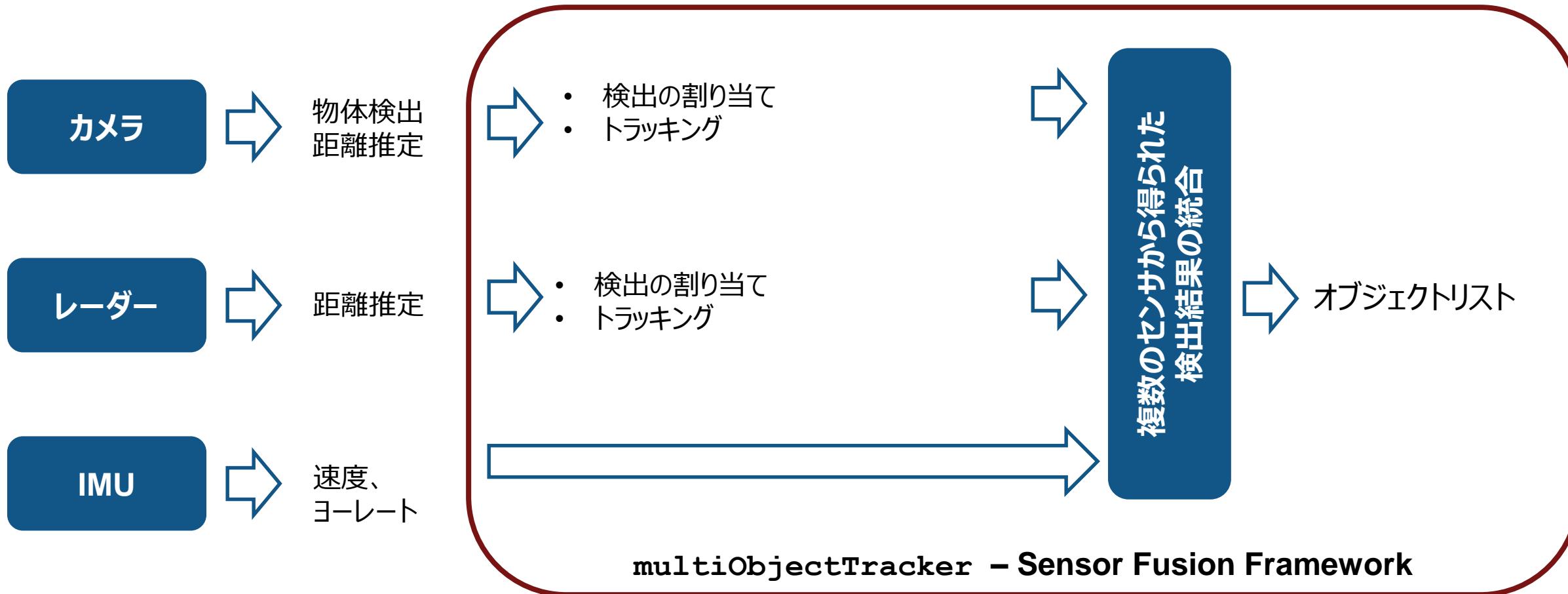
**fillgaps**関数



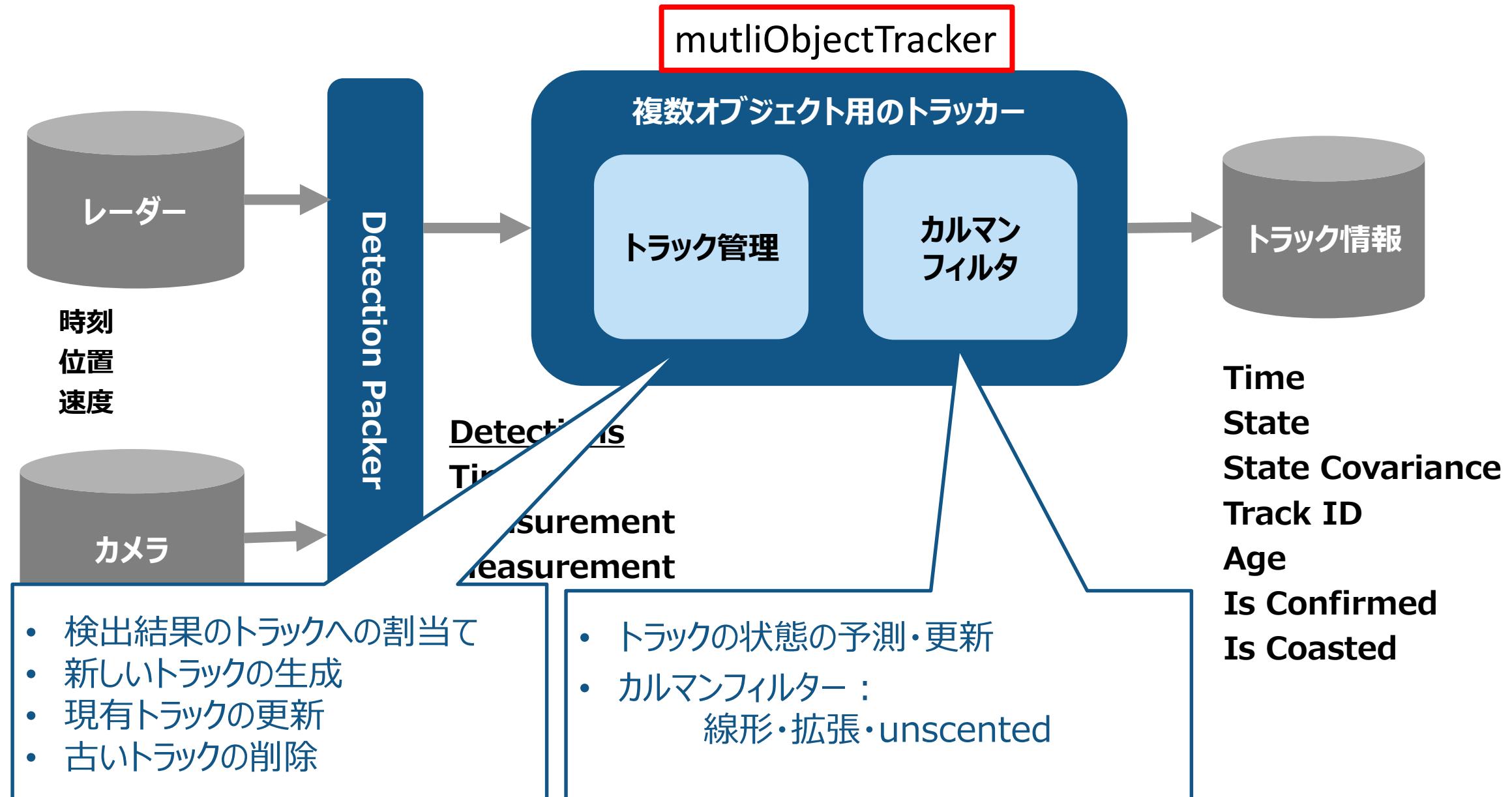
音声信号への適用例



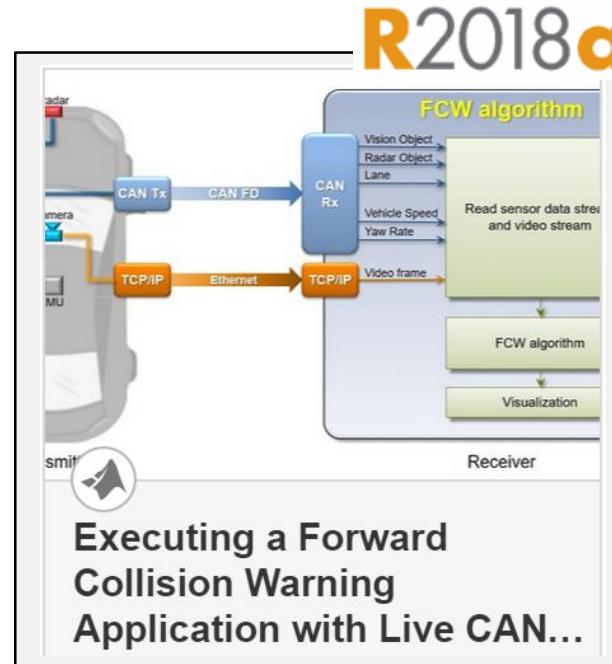
# センサーフュージョン ワークフロー



# 異なるセンサからの、複数の検出結果を フュージョン・トラッキング

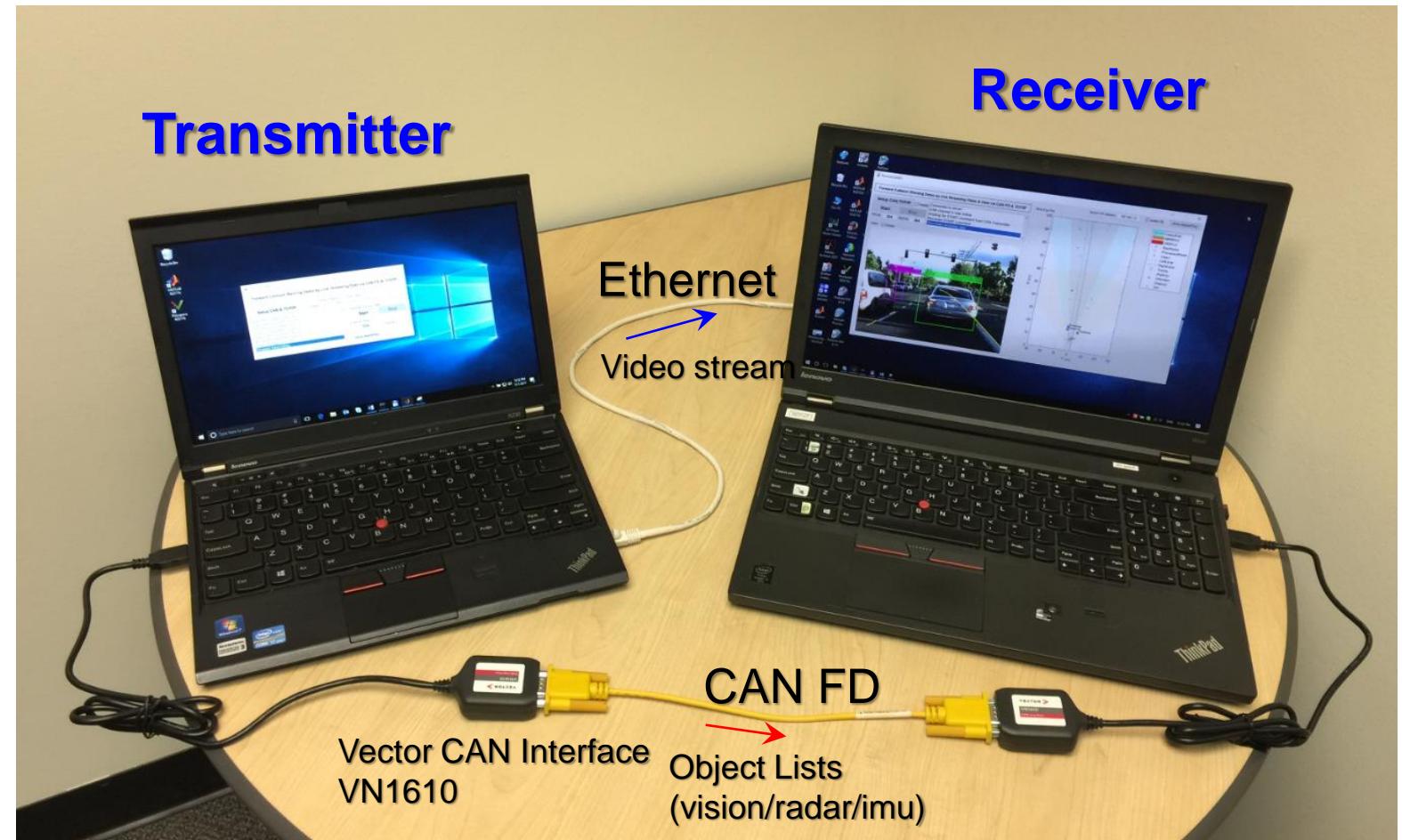


# CAN FDデータを利用したフュージョンアルゴリズムの開発

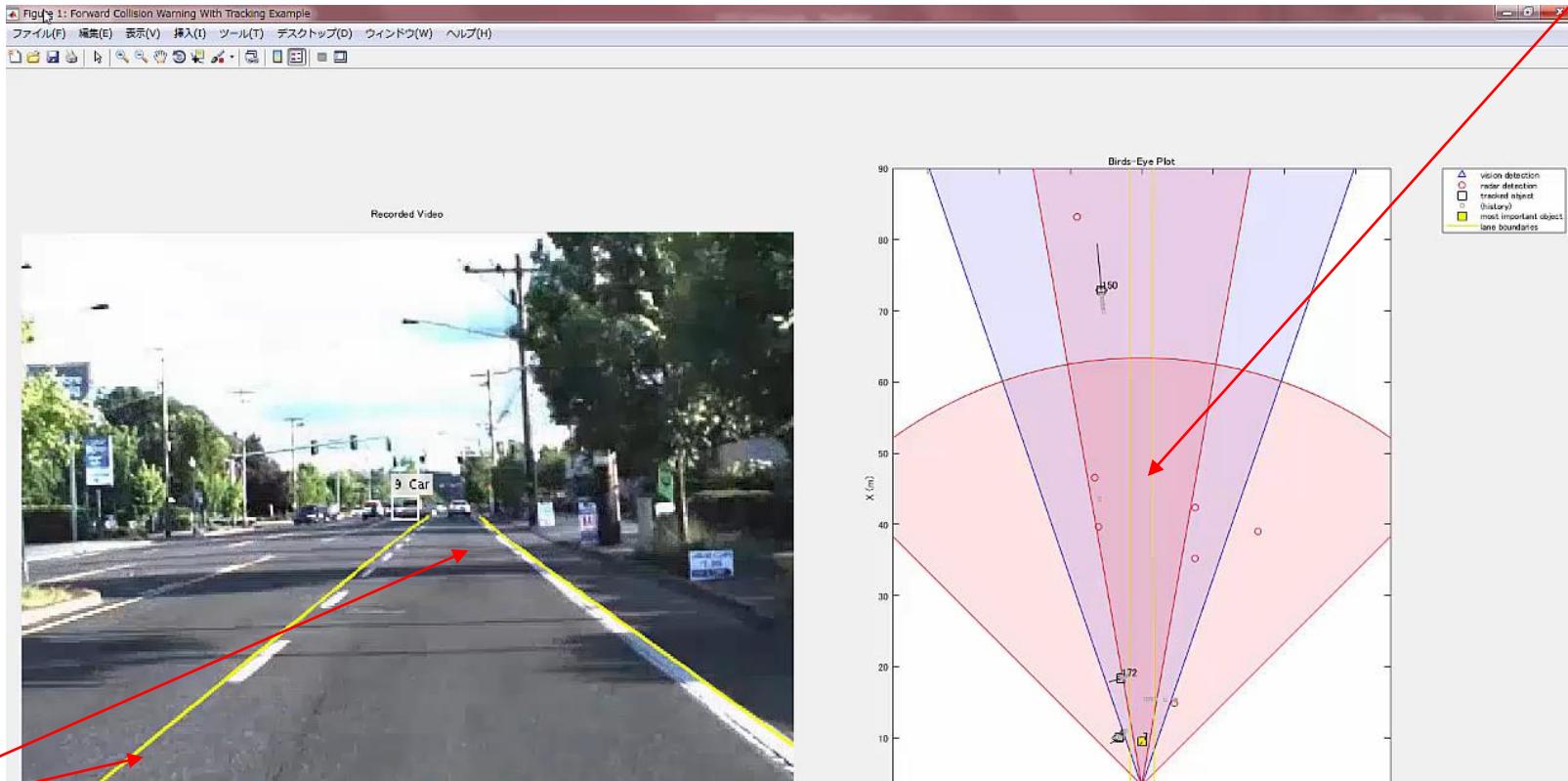


- Stream CAN FD data to prototype algorithms on your laptop

Vehicle Network Toolbox™



# センサーフュージョンによるFCW(前方車接近警報)



## Video Annotation

- parabolicLaneBoundary
- insertLaneBoundary
- vehicleToImage
- insertObjectAnnotation

## multiObjectTracker

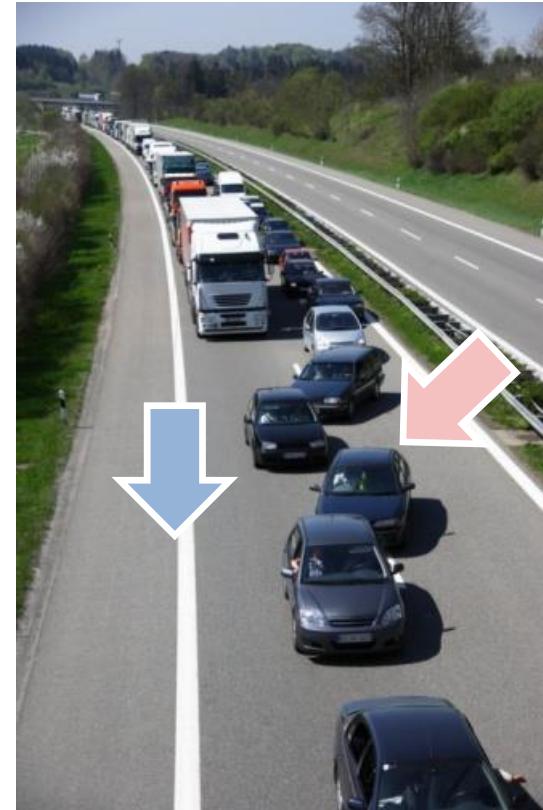
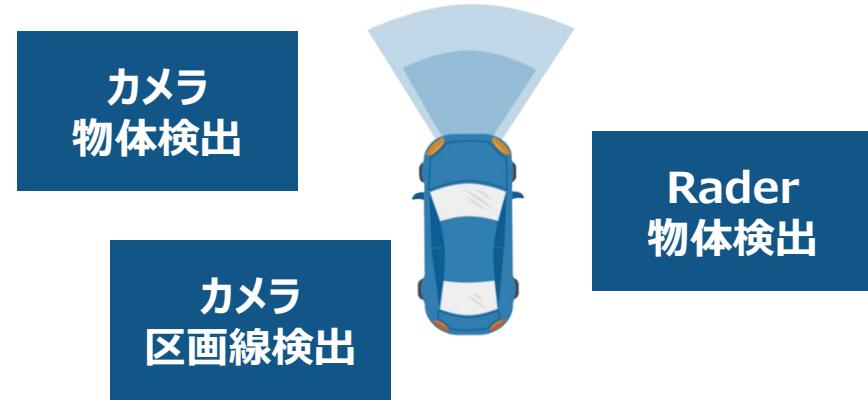
- objectDetection
- trackingEKF
- trackingUKF
- trackingKF
- updateTracks

豊富な可視化機能、使いやすいフュージョン用フレームワークで開発エンジニアをサポートします

# Agenda

- LiDARデータの取り扱い・可視化
- 画像処理・画像認識領域での活用・センサフュージョン
- シナリオ生成とシミュレーション
- まとめ

# 運転シナリオシミュレーションの重要性



- ・コーナーケースでのフュージョンアルゴリズム検証
- ・異なる特性のセンサの組み合わせ、配置位置の検証

- ・より多くのテストケースバリエーションでの検証
- ・実車データ取得の難しい、危険なシナリオ

# 運転シナリオ生成&シミュレーションにおける困りごと

シナリオ作成自体が  
タイヘン

環境を増設したいが、  
コストが気になる…

もう少しシミュレーション  
速度を改善したい

慣れているMATLAB/Simulink  
環境で完結したい  
(制御アルゴと統合)

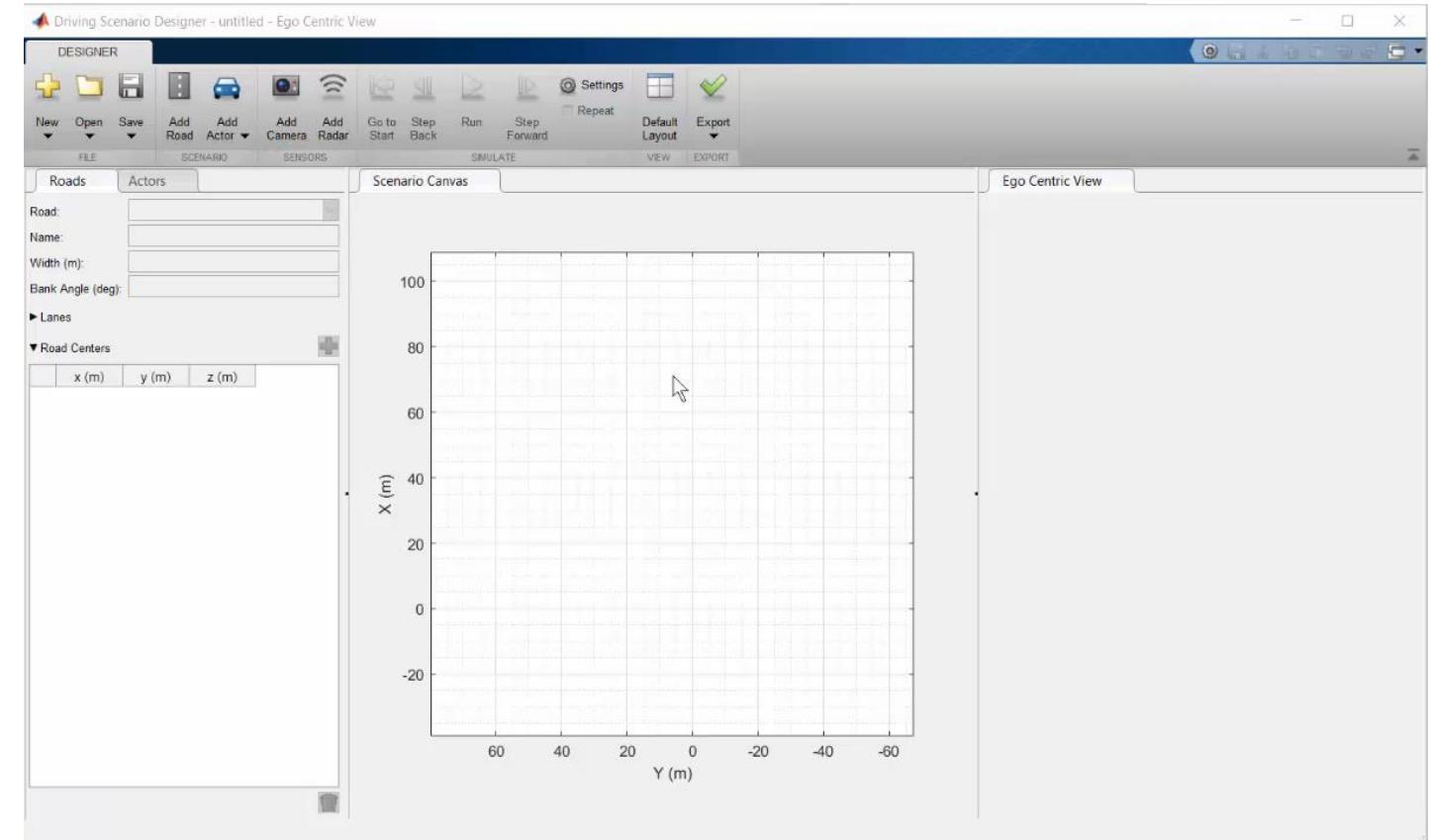
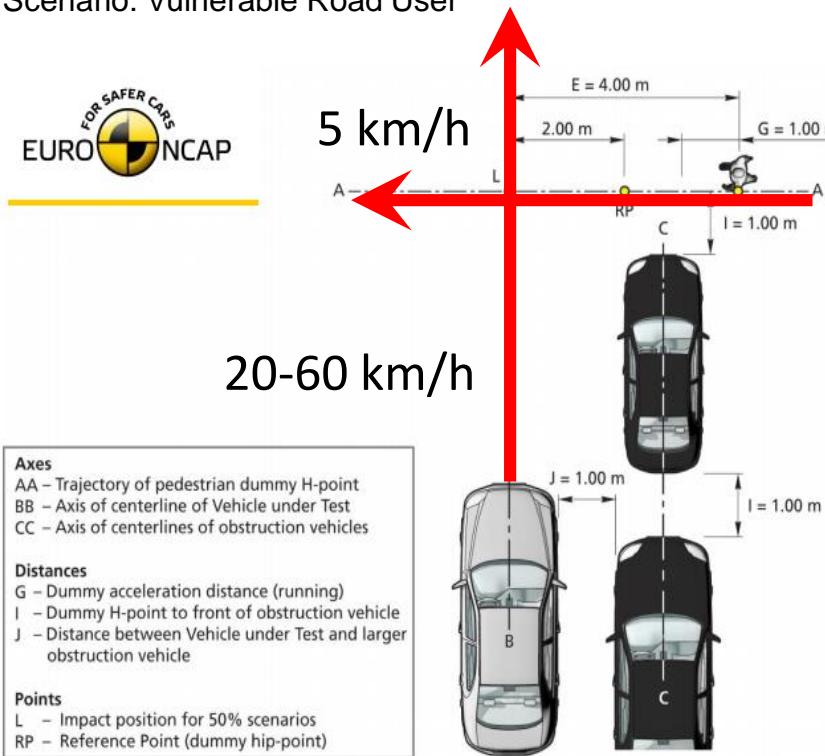


# Driving Scenario Designer : シナリオ作成用専用App

## 衝突被害軽減ブレーキ(AEB)用シナリオの例

R2018a

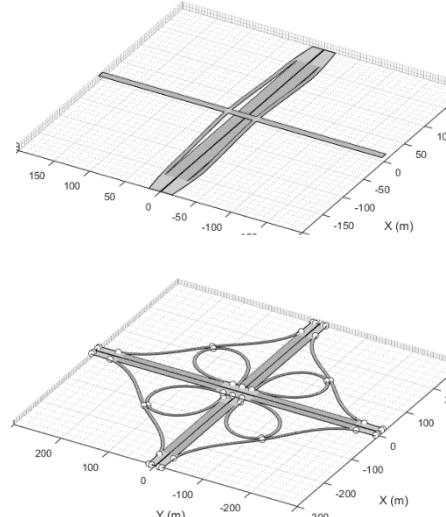
AEB Scenario: Vulnerable Road User



-マウス操作で様々な形状の道やセンサーを定義できます

# Designer上で定義できる道やアクター、センサーの種類

- 道、ジャンクション



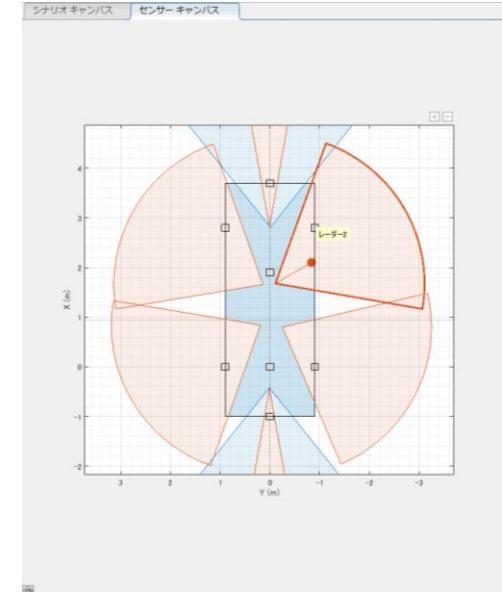
合流や立体交差など、  
3次元座標で中心を表現できる全ての道

- アクター



乗用車や自転車、歩行者を含む5種類、  
お客様独自のクラスを追加することも可能

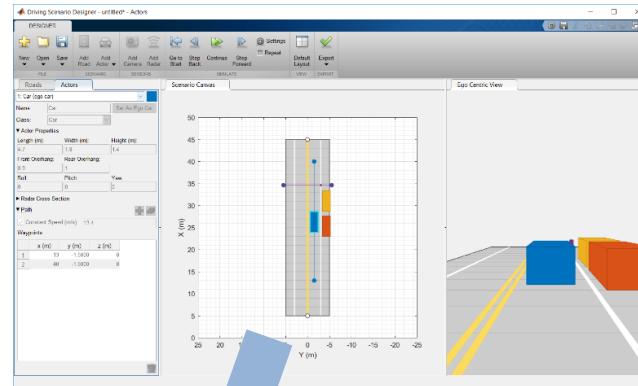
- センサー



カメラ・レーダーの2種類  
様々な検出パラメータを設定可能

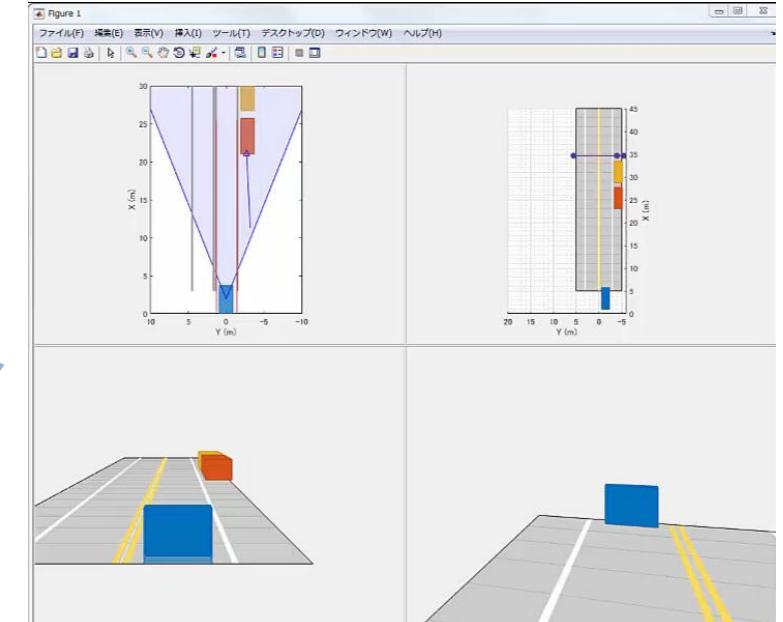
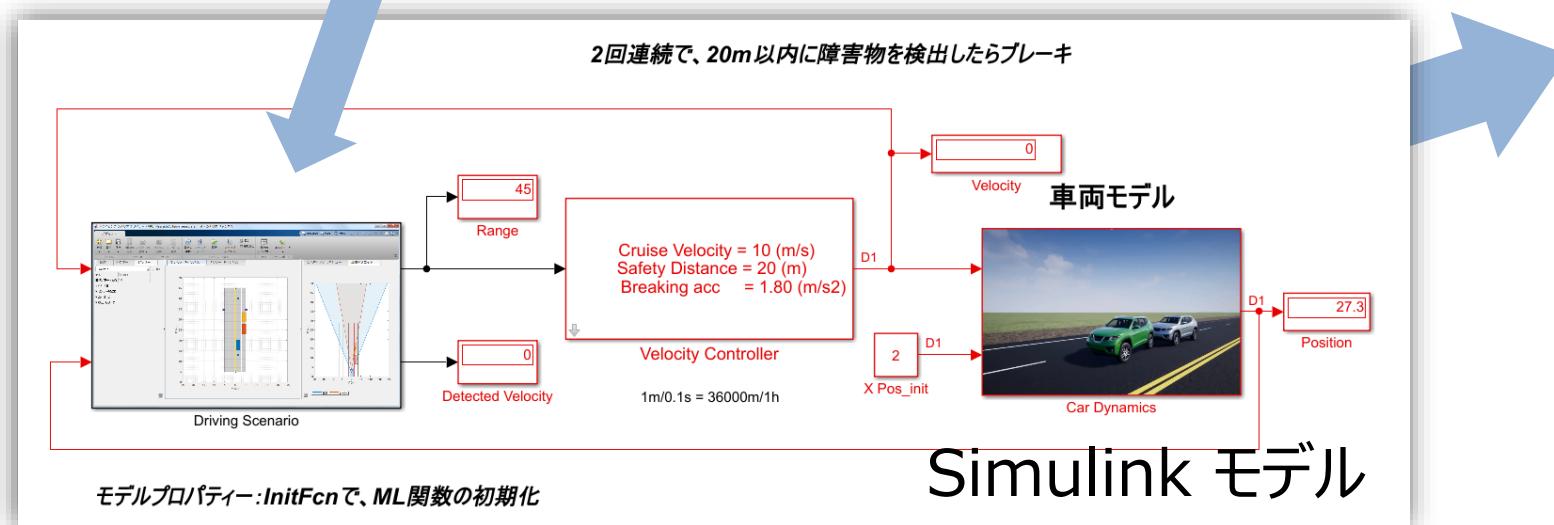
-センサーフュージョン・経路計画関連アルゴリズム開発者が必要とする  
種類、粒度のモデルを定義できます

# Driving Scenario Designerで作成したシナリオの活用



Driving Scenario  
Designer

関数としてエクスポート



シミュレーション実行&  
鳥瞰図プロット

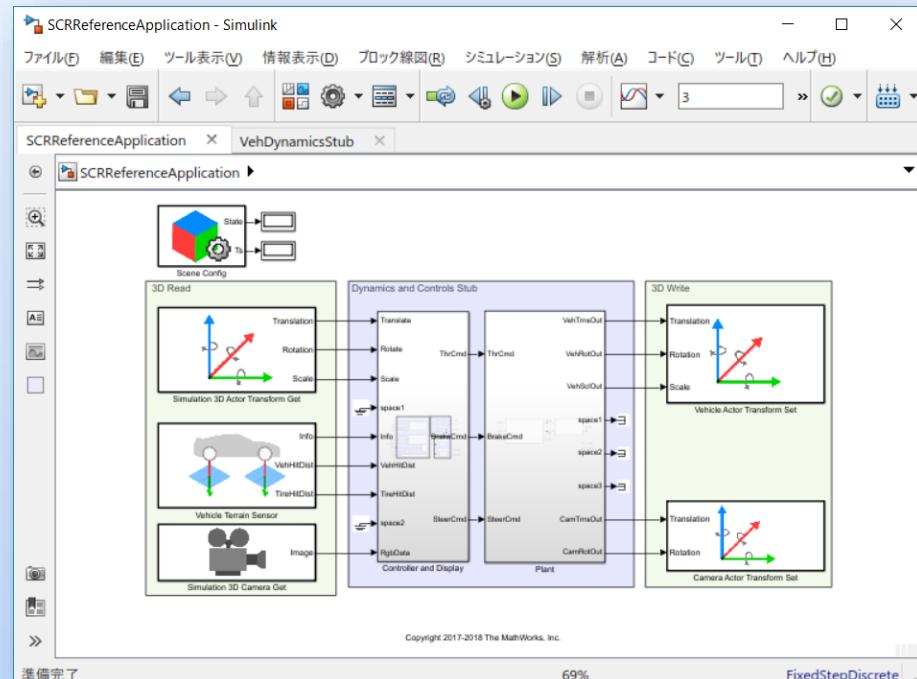
-作成したシナリオは関数としてエクスポート可能、車両ダイナミクスモデルや既存の制御アルゴリズムとSimulink上で統合してシミュレーション可能です。

# ゲーミングエンジンとの協調シミュレーション

## Vehicle Dynamics Blockset™

- ゲーミングエンジンと閉ループ構築可能

### Vehicle Dynamics Blocksetに同梱



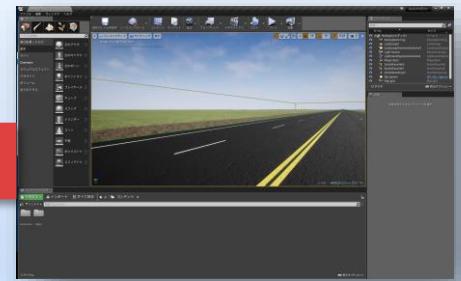
Simulinkモデル

カメラモジュール信号(RGB)

車速、  
車輪速、  
車体傾き、  
など

車速、  
車輪速、  
車体傾き、  
など

コンパイル



Unreal Engine  
(ゲーミングエンジンのエディター)  
**ユーザ様インストール**

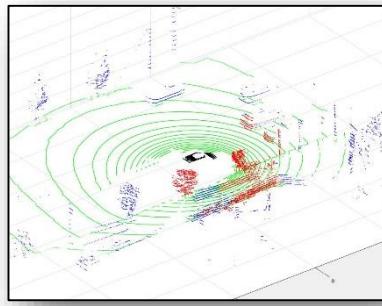


ゲーミングエンジンの実行ファイル  
(コンパイル済みのモデル)

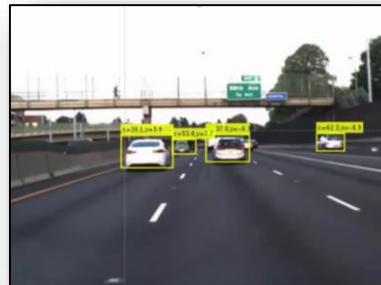
# Agenda

- LiDARデータの取り扱い・可視化
- 画像処理・画像認識領域での活用・センサフュージョン
- シナリオ生成とシミュレーション
- まとめ

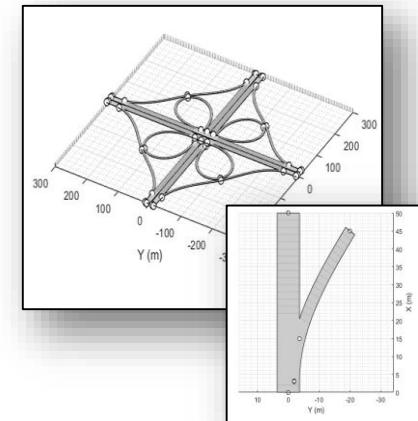
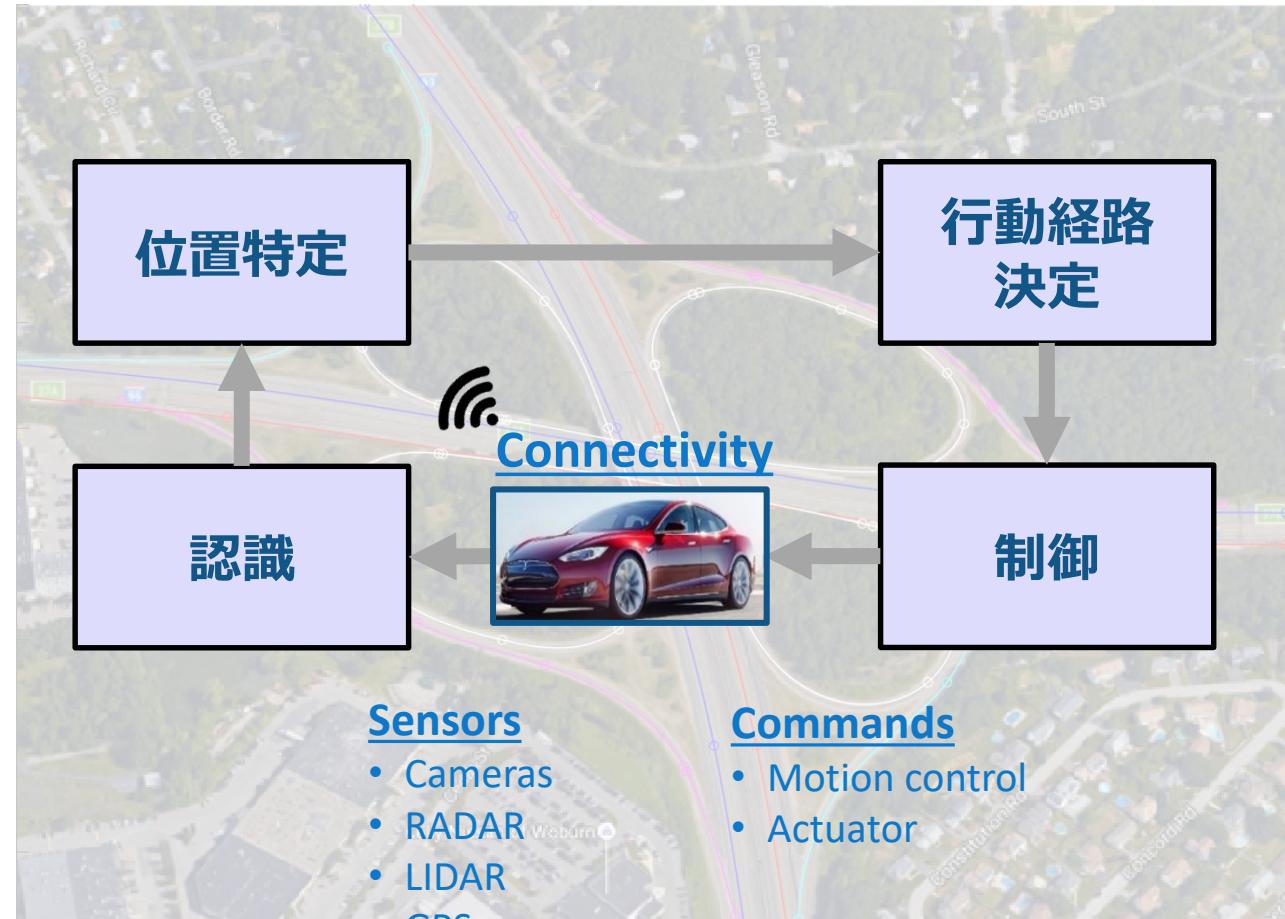
# Key Takeaways : ADAS/自動運転開発・検証の統合プラットフォーム



LiDAR信号処理、センサーデータの可視化



画像処理やセンサーフュージョン



シナリオ作成とシミュレーション

- カスタマイズ可能な多くのツール・関数群、MATLAB/Simulink上でシームレスに動作
- 既存の資産や各種オプション製品との連携
- アルゴリズム開発からコード生成、実装までを網羅する統合開発環境



© 2018 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [www.mathworks.com/trademarks](http://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.