

# EV 自動運転シミュレーションモデル

Autonomous driving simulation model for EV

## 説明

本モデルは自動運転シミュレーションモデルである。

自動運転シミュレーション環境のジェネリックモデルに EV の車両制御と車両プラントモデルを連携することで、自動運転制御と走行・車両運動制御の協調制御を評価することができる。

## 自動運転シミュレーション環境

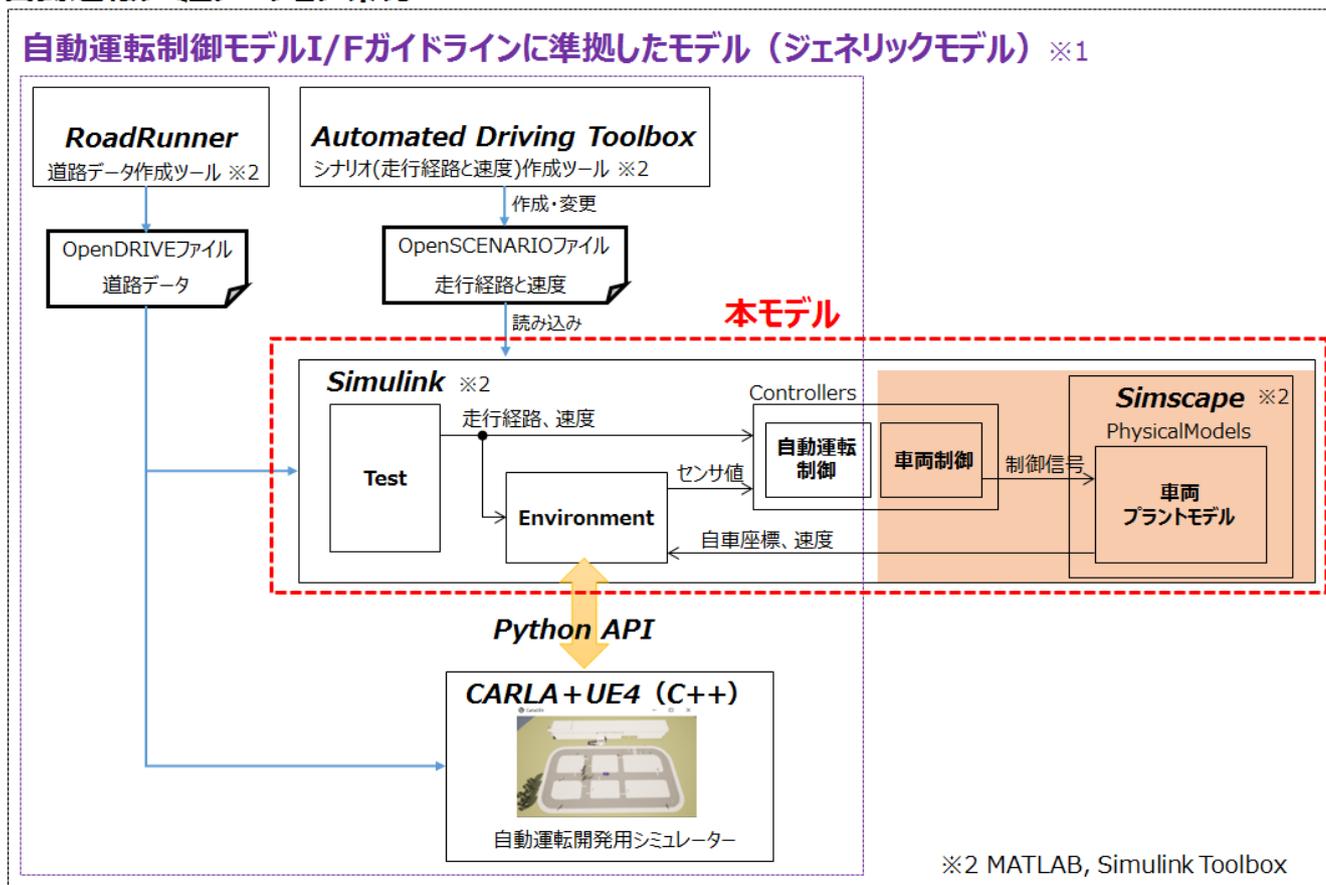


図 1 自動運転シミュレーション環境の構成

※2 自動運転制御モデル I/F ガイドライン、ガイドライン準拠シミュレーション環境、ジェネリックモデルは自動運転システム開発における SURIAWASE2.0（モデルベース開発を活用し、すりあわせ開発を高度化する構想）を目的とした経済産業省の補助事業の成果物です。

（株式会社両毛システムズ 自動運転システム検証環境 [https://www.ryomo.co.jp/MBD/mbd\\_007.html](https://www.ryomo.co.jp/MBD/mbd_007.html)）

※3 Test、Environment、自動運転制御(Controllers)の詳細は自動運転制御モデル I/F ガイドライン準拠ジェネリックモデル解説書(Ver2.0)を参照。

機能名	解説書の記載箇所
Test	[Scenario]システムの機能仕様
Environment	[VirtualEnvironment]システムの機能仕様
自動運転制御(Controllers)	[Controller]システムの機能仕様と[ADManager]システムの機能仕様

**表 1 本モデルの機能一覧**

機能	内容説明
Test	Automated Driving Toolbox で作成したシナリオ(OpenSCENARIO ファイルの走行経路と車速データ)を読み込み、自車データを Controllers に、他車データを Environment に出力する。
Environment	自車座標、速度と他車データを Python API を介して CARLA に送信する。CARLA で周辺環境のシミュレーションを実行後、センサー値(GNSS、IMU、カメラ、ライダー)を受信。カメラとライダーから物体検知し、センサー値と検知した物体情報を Controllers に出力する。
自動運転制御 (Controllers)	自動運転制御は自車両周辺の安全確認機能(SAFE)、交通標識認識機能(TSR)、車線変更支援機能(LCA)、車線維持支援機能(LKA)、定速走行/車間距離制御機能(ACC)、衝突被害軽減ブレーキ機能(AEB)を持ち、これらの機能から目標曲率と目標加速度を算出する。
車両制御 (Controllers)	車両制御は目標曲率に従いステアリングを制御し、目標加速度に従いモーターとブレーキを制御する。
車両プラントモデル (PhysicalModels)	パワートレインはモーター(定格出力 110kW)・減速機・車両・低圧バッテリー・高圧バッテリーから構成しており、シャシーはステアリング・車両(3軸 6 自由度の 4 輪モデル)から構成している。

**表 2 本モデルの対応シナリオ一覧**

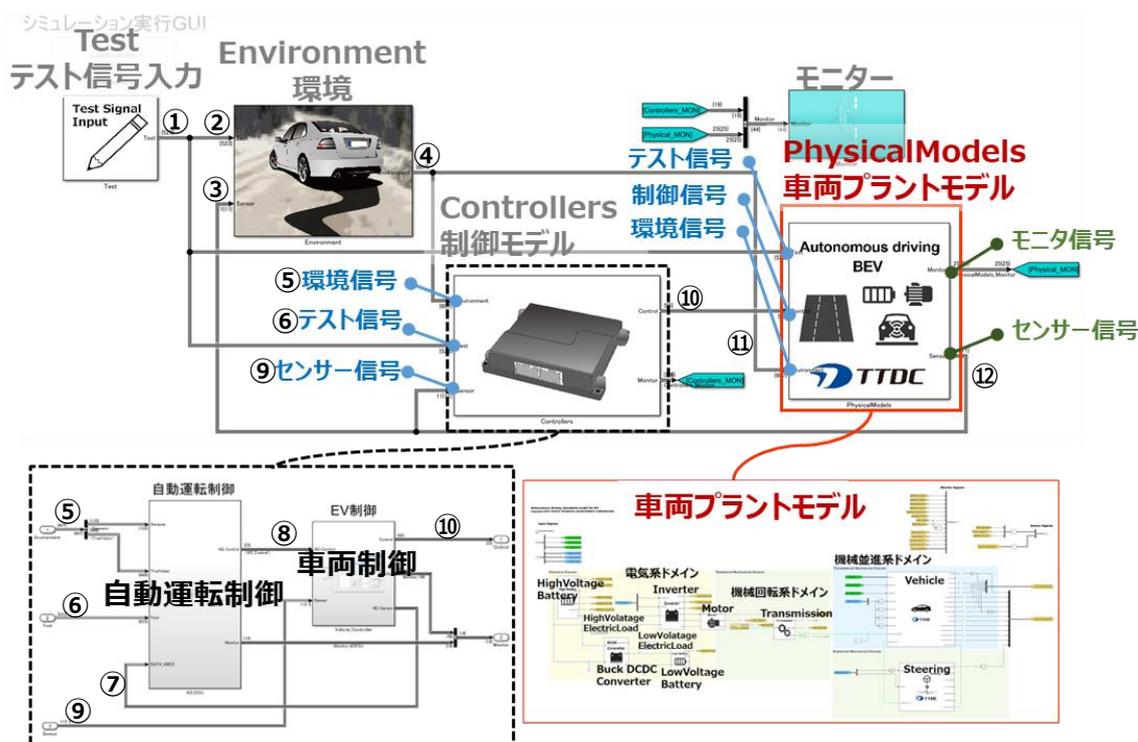
No.	フォルダ名	シナリオファイル名	内容
1	シナリオ_CRANTS	ACC	目標車速追従
2		ACC_Cutin_out	ACC 時に他車カットインアウト
3		Around_EgoOnly	オーバルコース走行
4		CrossRoad_EgoOnly	交差点走行、自車のみ
5		CrossRoad_OtherCar	交差点走行、他車あり
6		LaneChange_EgoOnly	レーン変更
7	シナリオ_JARI_城里テストコース	shunt_EgoOnly	分岐と合流
8		shunt_OtherCar_Const_InBack	分岐、他車後方に合流
9		shunt_OtherCar_Const_InFront	分岐、他車前方に合流
10		shunt_OtherCar_DC_InBack	分岐、衝突防止しながら他車後方に合流
11		shunt_OtherCar_DC_InCenter	分岐、衝突防止しながら他車 2 台の間に合流
12	シナリオ_市街地テストコース		市街地走行

詳細は自動運転制御モデル I/F ガイドライン準拠ジェネリックモデル解説書(Ver2.0)を参照。

表 3 本モデルの入出力端子

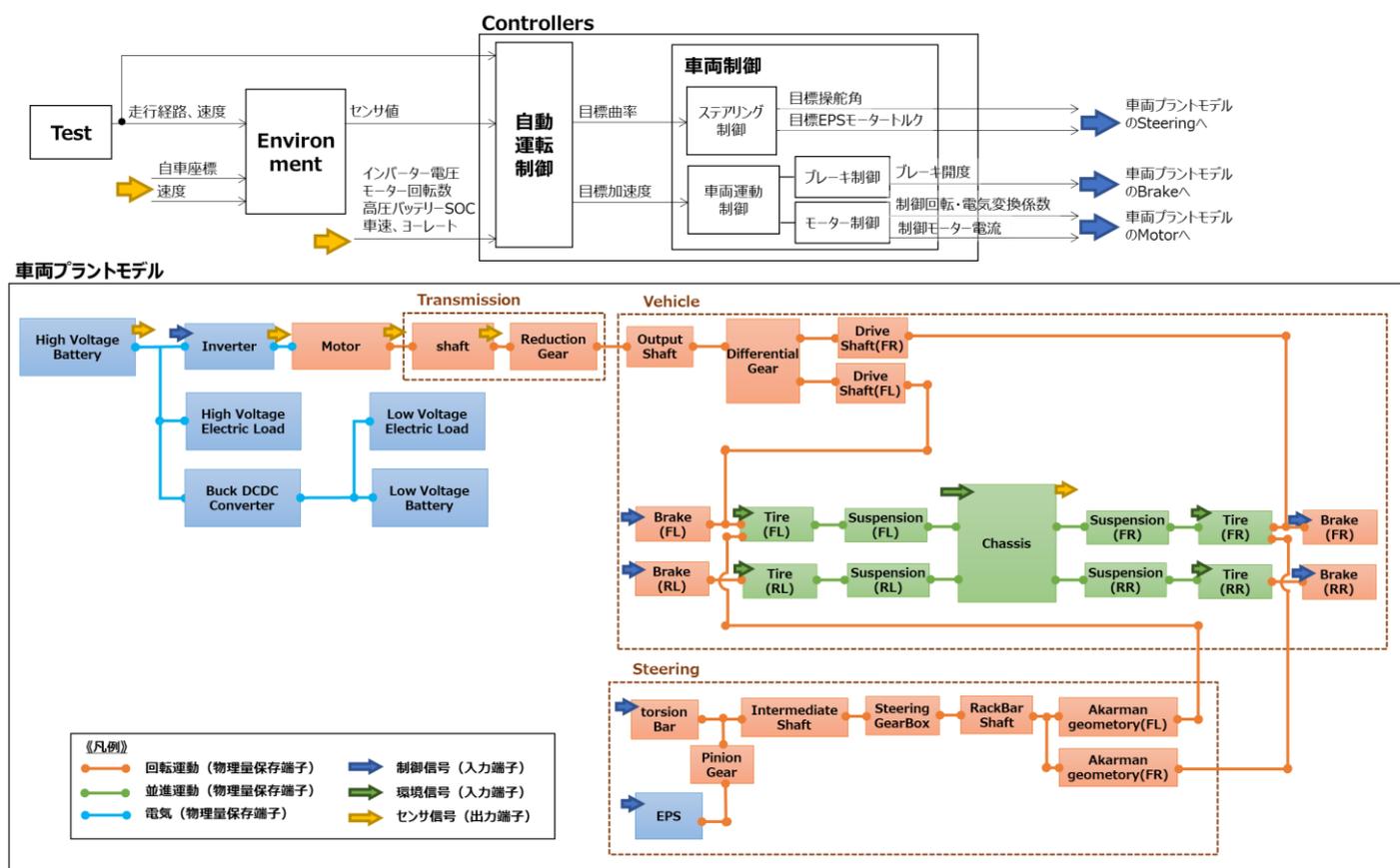
機能	端子	信号名	内容	記号
Test	出力	テスト信号	他車の走行経路、信号情報 自車の走行経路と車速、レーンチェンジフラグ	①
		センサー信号	車速、ワールド X、Y、Z 座標、 車体ロール角、ピッチ角、ヨー角、ヨーレート	③
Environment	入力	テスト信号	他車の走行経路、信号情報	②
		センサー信号	車速、ワールド X、Y、Z 座標、 車体ロール角、ピッチ角、ヨー角、ヨーレート	③
	出力	環境信号	GNSS、IMU、物体情報、風速、路面μ、道路勾配	④
自動運転制御 (Controllers)	入力	環境信号	GNSS、IMU、物体情報	⑤
		テスト信号	自車の走行経路と車速、レーンチェンジフラグ	⑥
		センサー信号	車速	⑦
車両制御 (Controllers)	入力	制御信号	目標曲率、目標加速度	⑧
		センサー信号	インバーター電圧、モーター回転数、 高圧バッテリーSOC、車速、ヨーレート	⑨
	出力	制御信号	ブレーキ開度、目標 EPS モータートルク、目標操舵角、 制御回転・電気変換係数、制御モーター電流	⑩
車両プラント モデル (PhysicalModels)	入力	制御信号	ブレーキ開度、目標 EPS モータートルク、目標操舵角、 制御回転・電気変換係数、制御モーター電流	⑩
		環境信号	風速、道路勾配、路面μ	⑪
	出力	センサー信号	モーター回転数、インバーター電圧、高圧バッテリーSOC、 車速、ワールド X、Y、Z 座標、 車体ロール角、ピッチ角、ヨー角、ヨーレート	⑫

EV 自動運転シミュレーションモデル 接続方法：



### EV 自動運転シミュレーションモデル 内部構成図：

本モデルの内部構成を下図に示す。



### 推奨 PC スペック (仮想環境 CARLA を使用する場合)：

CPU	Intel i7 第9世代~11世代 / Intel i9 第9世代~11世代 / AMD ryzen 7 / AMD ryzen 9
RAM	16 GB 以上
GPU	NVIDIA RTX 2070 / NVIDIA RTX 2080 / NVIDIA RTX 3070, NVIDIA RTX 3080

### 動作環境：

プラットフォーム	MATLAB R2021a
ツールボックス	Simulink, Simscape
アプリケーション(※4)	Python 3.7.9 CARLA 0.9.13 バイナリ版+追加マップ

※4 シナリオ、マップを修正しない場合の動作環境について記載。修正する場合は『環境構築方法：』を参照。

### ソルバー設定：

- ・グローバルソルバー
  - ソルバー：ODE1
  - 演算周期：2.5msec
- ・ローカルソルバー
  - ソルバー：後退オイラー法
  - 演算周期：2.5 msec
  - イタレーション回数：3回



**環境構築方法：**

自動運転シミュレーション環境は下表のように目的に応じて動作環境が異なる。配布元(※5)から環境とドキュメントを入手し、手順書(※6)を参考に、目的に合わせたアプリケーションをインストールする。

※5 両毛システムズ株式会社の自動運転システム検証環境 [https://www.ryomo.co.jp/MBD/mbd\\_007.html](https://www.ryomo.co.jp/MBD/mbd_007.html)

※6 別紙：自動運転制御モデル IF ガイドライン準拠ジェネリックモデルシミュレータ環境構築方法及び操作手順書(Ver2.0)

**表 4 動作環境一覧**

No.	目的	必要なアプリケーション
①	デフォルト マップ/シナリオのみ利用 仮想環境なし	MathWorks MATLAB/Simulink R2021a Python3.7 / ライブラリ
②	デフォルトマップ /シナリオのみ利用 仮想環境あり	①のアプリケーションに追加して、 CARLA 0.9.13 バイナリ版+追加マップ
③	② で シナリオを修正して利用	②のアプリケーションに追加して、 MathWorks Automated Driving Toolbox MathWorks Computer Vision Toolbox MathWorks Image Processing Toolbox
④	③ でマップを修正して利用	③のアプリケーションに追加して、 MathWorks RoadRunner 2021b Microsoft Visual Studio 2019 Epic Games UnrealEngine4.26 ソース Epic Games アカウント Git アカウント

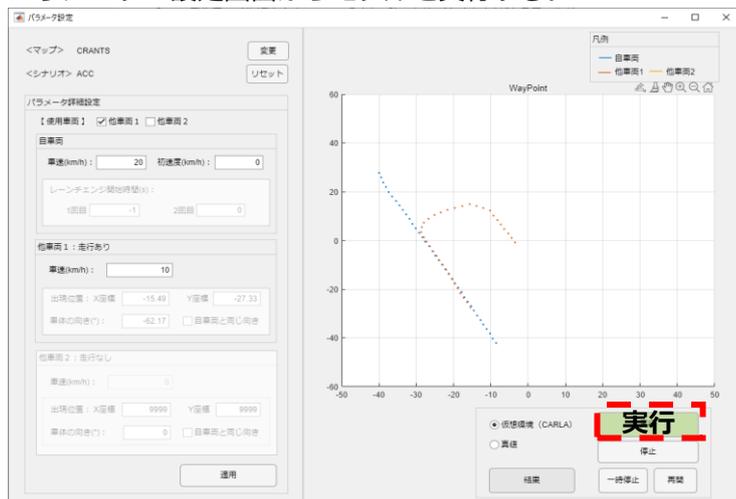
**実行方法：**

②の場合における実行方法を下記に示す。

1. CARLA を起動する。
2. MATLAB/Simulink を起動しモデルファイル(EV\_AutonomousDrivingSimulationModel.slx)があるフォルダに MATLAB カレントディレクトリを移動する。
3. パラメータファイル(initial\_settings.m)を実行する。
4. シナリオ選択画面からシナリオを設定する。



5. パラメーター設定画面からモデルを実行する。



## 参考

---

MBD 推進センター発行の「自動車開発におけるプラントモデル IF ガイドライン」

<https://www.jambe.jp/system/link.aspx?cid=20002>

株式会社両毛システムズの自動運転システム検証環境（経済産業省 補助事業の成果物）

[https://www.ryomo.co.jp/MBD/mbd\\_007.html](https://www.ryomo.co.jp/MBD/mbd_007.html)

## 問い合わせ先

---

Web ページの問い合わせフォーム

<https://physical-model.ttsystems.com/jp/contact/>

本書で使用する製品名および名称は、各社の（登録）商標あるいはブランドです。  
MATLAB, Simulink, Simscape, Automated Driving Toolbox, Computer Vision Toolbox,  
Image Processing Toolbox, RoadRunner は The MathWorks, Inc. の登録商標です。

The names and designations used in this document are trademarks or brands belonging to the respective owners.

MATLAB, Simulink, Simscape Automated Driving Toolbox, Computer Vision Toolbox,  
Image Processing Toolbox, RoadRunner are registered trademarks of The MathWorks, Inc.