

# 自動運転モデルにおけるモデル結合ガイドライン 準拠モデル解説書

2022年3月 自動運転WG

# アジェンダ

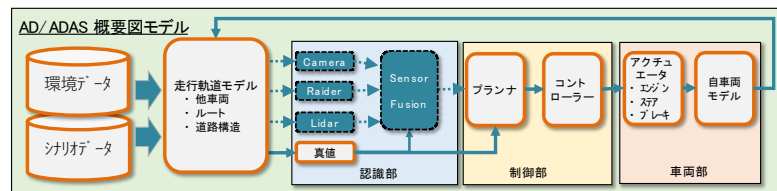
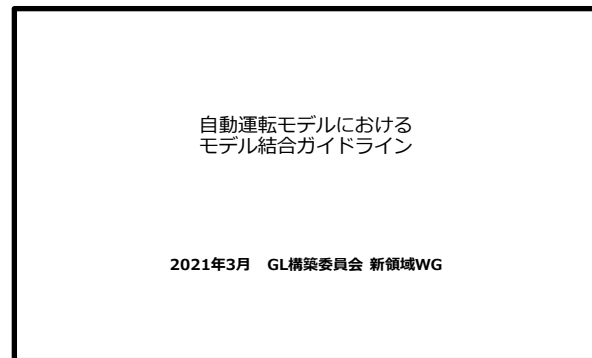
---

1. シミュレータ概要
2. フォルダ構成
3. シミュレーション推奨環境
4. シミュレーションの使い方
5. モニタの変更方法
6. モデルのシステム構成について
7. モデル概要について
8. 動作検証

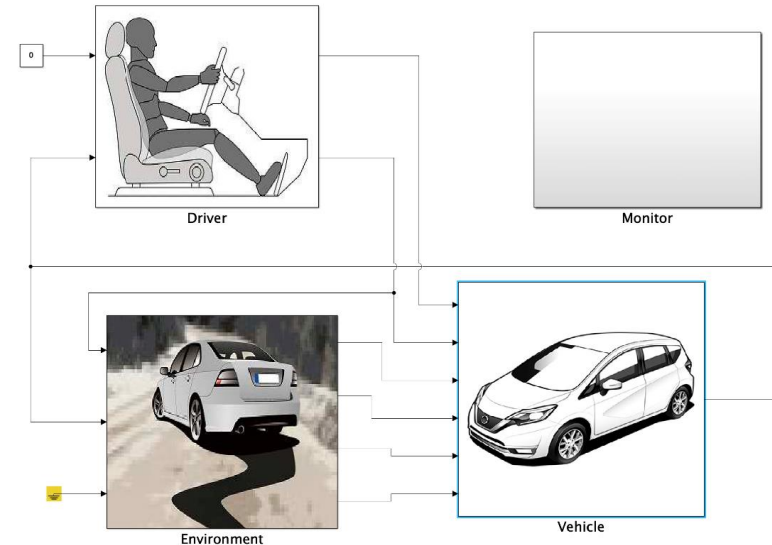
# 1. シミュレータ概要

## ● 目的

本シミュレーターは、自動運転におけるモデル結合ガイドラインの準拠モデルであり、ガイドラインの理解を助けるものである。



対象	■ シナリオデータ	■ 走行軌道	■ 認識部	■ 制御部	■ 車両部
連携団体	■ ASAM	■ ASAM ■ JAMA	■ ASAM	■ JASPAR	■ JMAAB
参照規格	■ OpenScenario	■ OpenDrive ■ 自動運転の安全性評価 フレームワーク	■ OSI (破線部、DVP規格は 次年度へ先送り)	■ AD/ADAS車両制御 インタフェース仕様	■ Simscape® による プラントモデリング
作成方針	■ 連携先のI/F情報を 加味し接続性を確認 しながら作成	■ 公募先の提案モデル をDRL採用	■ Open Simulation Interface(OSI)の仕様 に準拠して作成	■ JASPAR発行のI/F仕様 を参照し作成	■ 一般的なモデルを採用 JMAABの公開モデル を参考に作成



ガイドライン準拠モデル

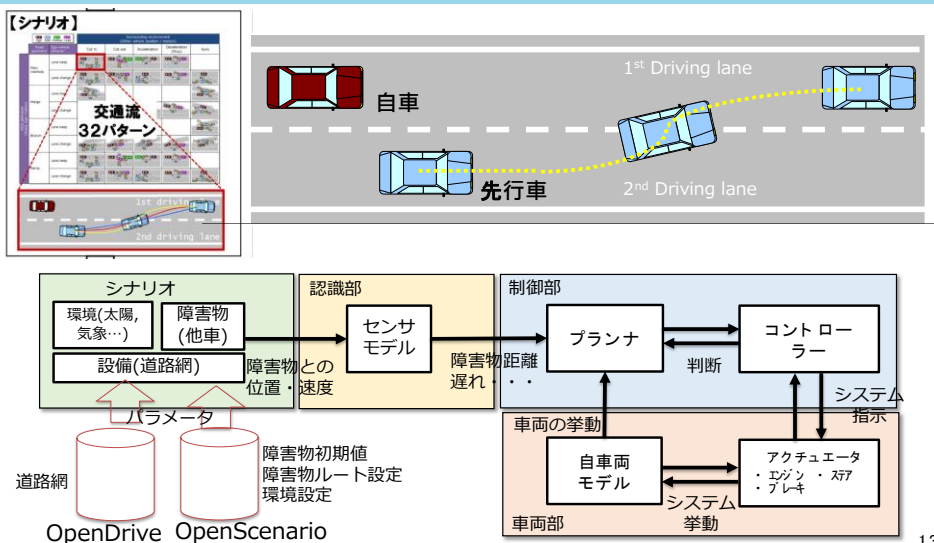
# 1. シミュレータ概要

## ● シナリオユースケース

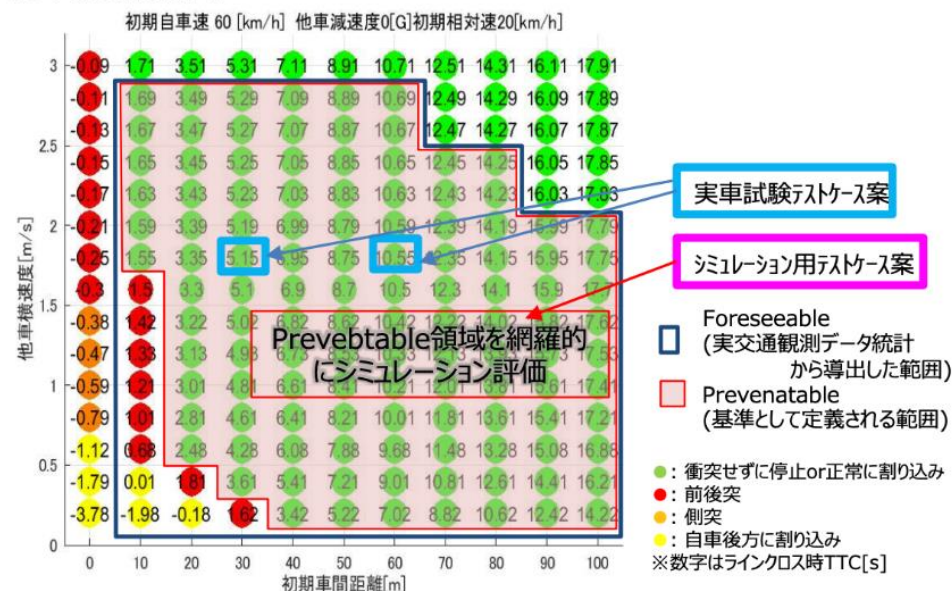
今回は、機能概要明確化のために、高速道路でのカットインをベースにシミュレーションモデルを作成した。他車速度、初期車間距離(カットイン時の車間距離)、初期自車速、他車減速度、初期相対速度を設定し、衝突可否の検討を実施する。

### 3-1 ユースケース設定

- ユースケース例 他車がカットインしてきた場合の事例をベースに考える



## 【評価結果】











参照：自動運転の安全性評価フレームワーク Ver1.0  
[https://www.jama.or.jp/safe/automated\\_driving/](https://www.jama.or.jp/safe/automated_driving/)

## 2. フォルダ構成

### ● 自動運転領域のガイドライン準拠モデルのファイル構成

自動運転用ガイドライン準拠モデルのファイルは、下記に示す内容で構成される。  
具体的には、メインモデル、ライブラリ、パラメータセッティング、  
シミュレーションの結果のプロットなどのファイルから構成される。

No.	ファイル名	説明
1	 METI_AutonomousDriving_20210330.slx	シミュレーター本体
2	 METI_Lib_vehicle_model.slx	METI準拠モデルライブラリ
3	 init_setting.m	パラメータ設定用スクリプト
4	 Introduction_setting_auto_cutin.m	AD/ADAS パラメータ設定用スクリプト
5	 param	諸元データ格納フォルダ
6	 plot_data.m	シミュレーション結果プロット用プログラム
7	 start_sim.m	パラメータセット～プロットまでの全体実行プログラム
8	 picture	ブロック画像データ格納フォルダ

### 3. シミュレーション推奨動作環境

ガイドライン準拠モデルは下記の環境および条件にて動作を保証する。

#### ・ OS環境

OS	Windows 10 64bit
PCスペック	64bit メモリ8GB以上

#### ・ モデル使用環境

ツール名	MATLAB/Simulink
ツールバージョン	R2019b (64bit)
形式	.slx
必要ライブラリ (Simulink 標準以外)	METI_Lib_vehicle_model.slx

#### ・ モデル計算条件

ソルバー タイプ	固定ステップ ode3 (Dormand-Prince) ※「ソルバーの自動選択」による
サンプリング タイム	0.0025[s]
最大 ステップサイズ	-
最小 ステップサイズ	-
許容誤差	-

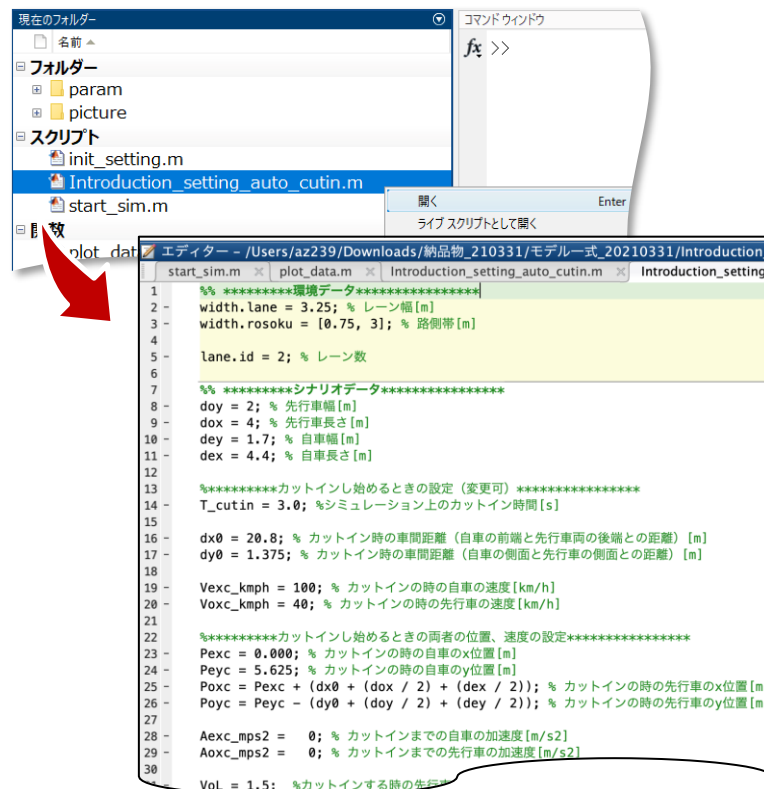
※発散なくシミュレーション実施できるという観点では、  
固定ステップode3でのサンプリングタイム0.0025[s]を保証します。  
シミュレーション精度は未検証のため、未保証になります。  
サンプリングタイムは0.0025s以外でも動作するように  
モデル構築を心がけましたが、現状、未保証になります。

## 4. シミュレーションの使い方

### 1) シナリオ設定

今回は、シナリオを高速道路でのカッティンに限定した。

シナリオ諸元は、mスクリプト“Introduction\_setting\_auto\_cutin.m”によって設定される。



下記の手順でシナリオの再設定が可能である。

- ① Introduction\_setting\_auto\_cutin.m を開く。
- ② パラメータを再設定する。

環境データ(レーン幅 | 路側帯…)  
シナリオデータ

- 先行車幅 | 先行車長さ | 自車幅 | 自車長さ
- カッティン時間
- カッティン発生時の先行車・自車走行状態

- ③ 保存する。

## 4. シミュレーションの使い方

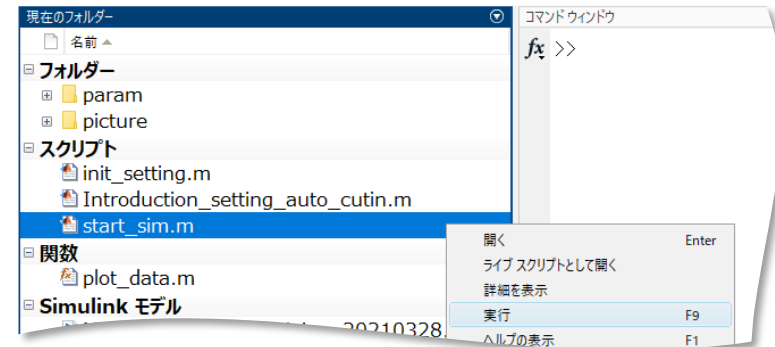
### 2) 起動 → 一括実行 または 個別実行(パラメータ実行 → モデル実行 → モニタ実行)

#### 2.1 起動

MATLAB R2019b を起動する。

#### 2.2 一括実行

start\_sim.mを実行する。

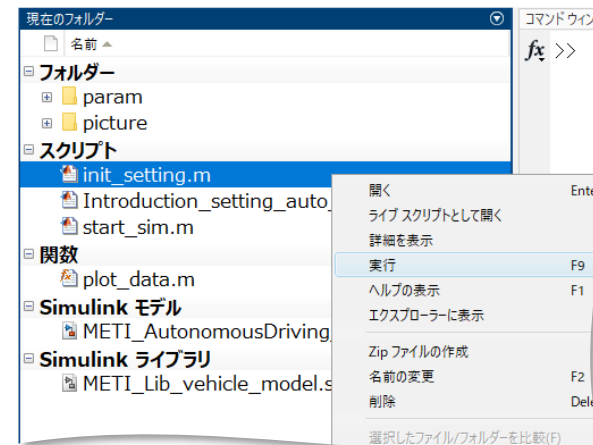


#### 2.3 個別実行

一括実行の内容をそれぞれ個別に実行したい場合は下記を参照に実行可能である。

##### 2.3.1 パラメータ実行

init\_setting.mを実行し、パス設定、諸元設定を行う。

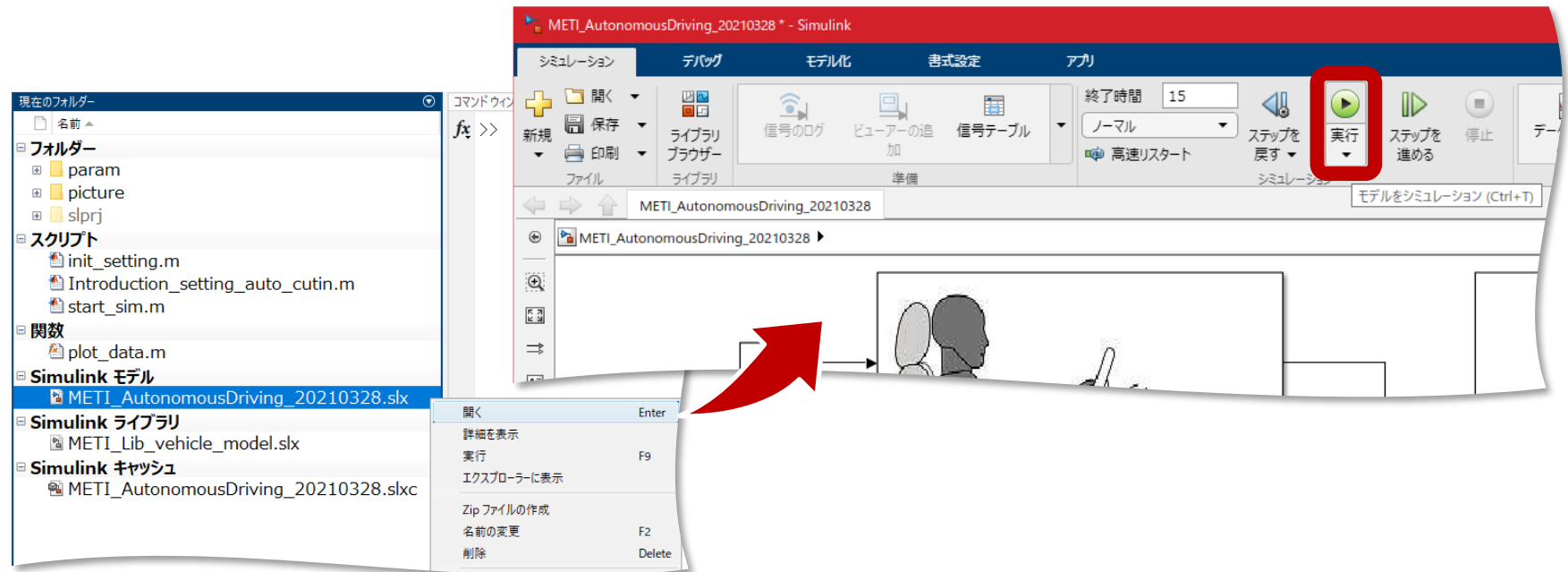


## 4. シミュレーションの使い方

### 2) 起動 → 一括実行 または 個別実行(パラメータ実行 → モデル実行 → モニタ実行)

#### 2.3.2 モデル実行

- ① METI\_AutonomousDriving\_20210330.slxを起動する。
- ② 起動したモデルブラウザーの［シミュレーション］タブにある［実行］ボタンをクリックしてモデルを実行する。

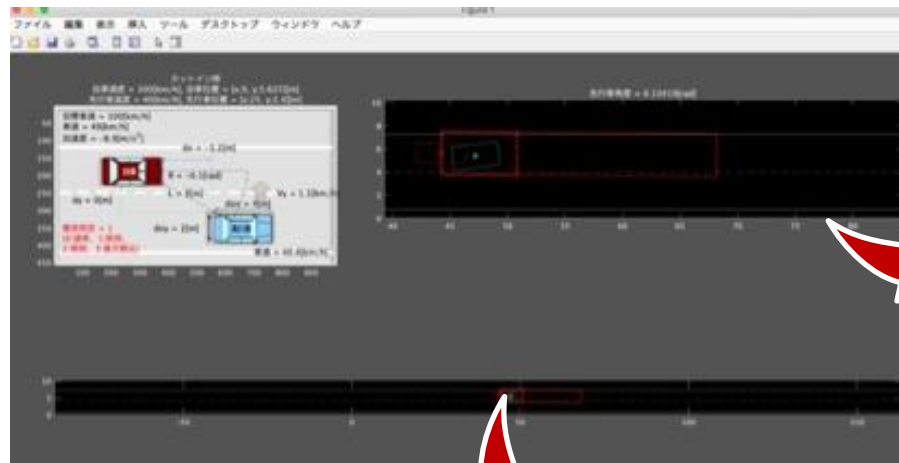




## 5. モニタの変更方法

### 表示する道路の範囲の変更方法について

表示する道路の範囲は、 plot\_data.mで変更が可能である。



126行目で設定  
現在の表示範囲は  
自車の中心位置-5[m]~自車の中心位置+100[m]

```

125 % 道路
126 x.lim = [trace.x(i) - 5, trace.x(i) + 100]; % x軸の表示範囲
127 plot(x.lim, [y.rosoku(1) y.rosoku(1)], '-w');
128 plot(x.lim, [y.rosoku(2) y.rosoku(2)], '-w');
    
```

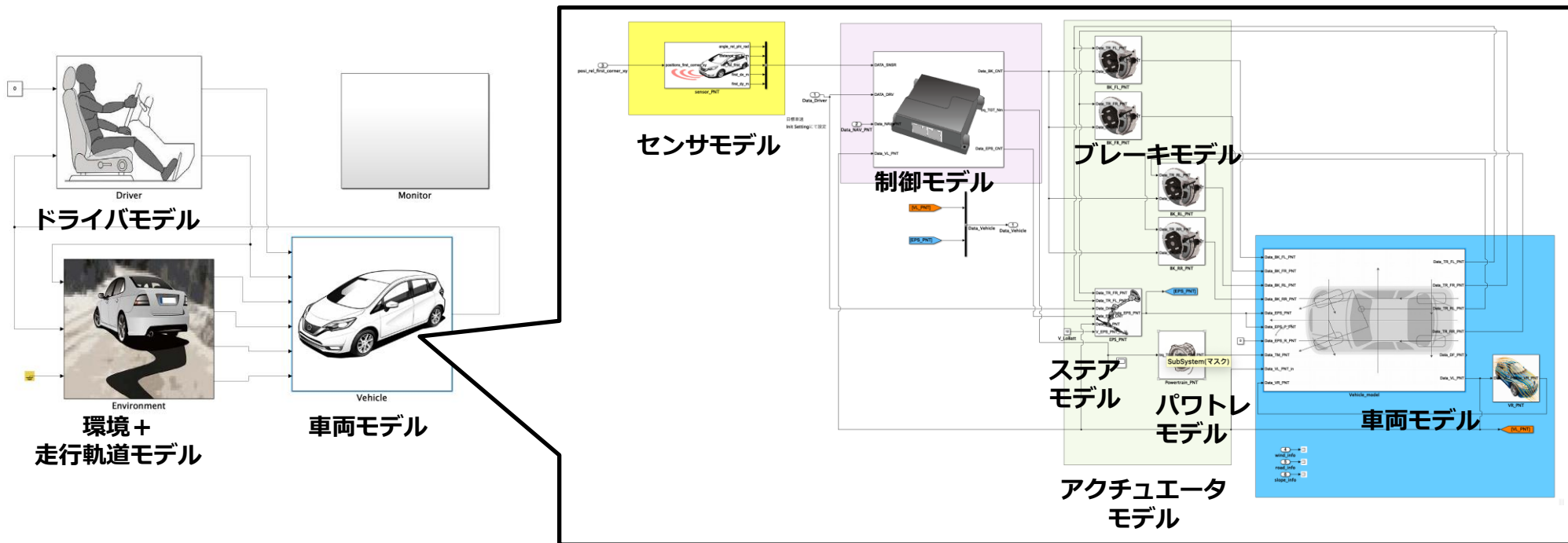
160行目で設定  
現在の表示範囲は  
自車、先行車が走行する範囲±5[m]

```

158 % 道路
159
160 x.lim = [(min(first.x(1), trace.x(1)) - 5), (max(first.x(end), trace.x(end)) + 5)]; % 走行する全距離を表示
161 plot(x.lim, [y.rosoku(1) y.rosoku(1)], '-w'); % 第一路側帯
162 plot(x.lim, [y.rosoku(2) y.rosoku(2)], '-w'); % 第二路側帯
    
```

## 6. モデルのシステム構成について

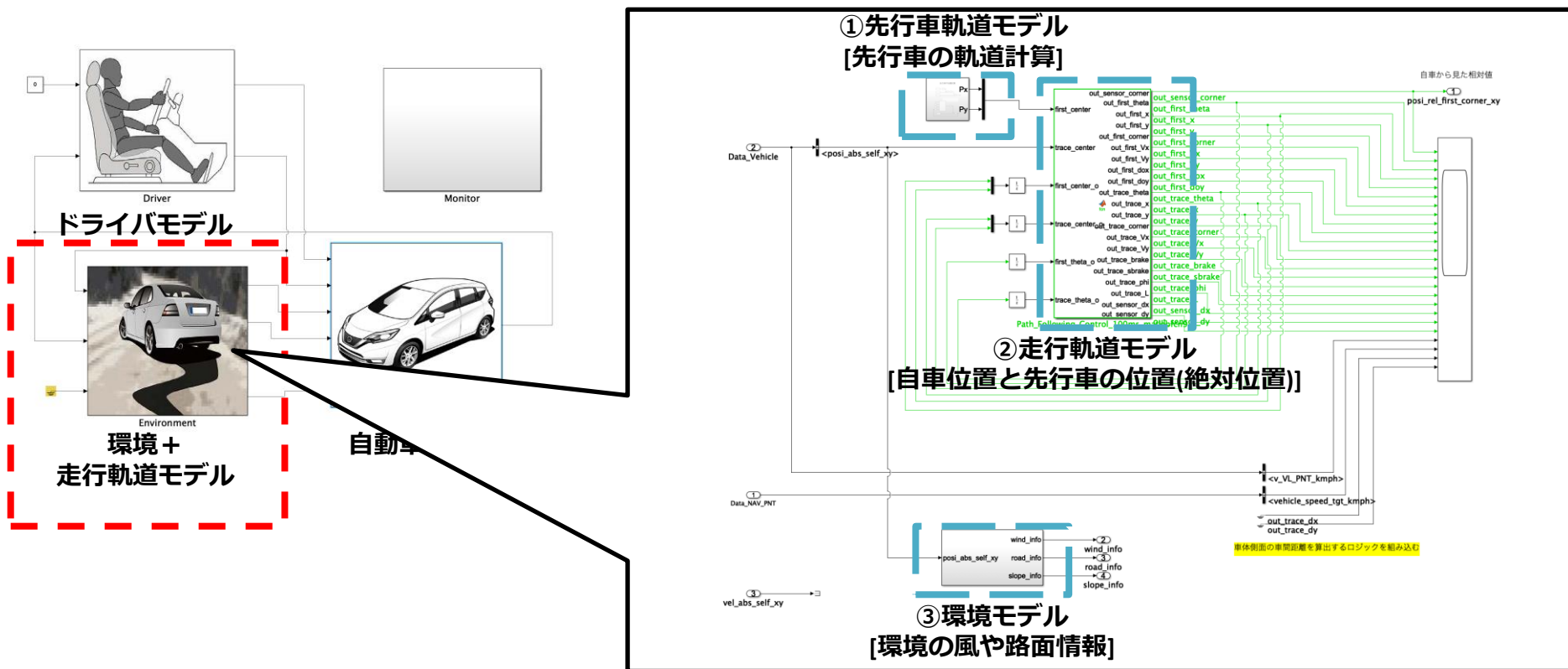
自動運転モデルは、環境＋走行軌道モデル、ドライバモデル、車両モデルで構成。（今までの他のMETIモデルと同等）また、車両モデルは、センサ、制御、アクチュエータ（パワトレ・ブレーキ・ステア）、車両のモデルで構成される。



## 7. モデル概要について

### 1) 環境+走行軌道モデル

環境+走行軌道モデルは、①先行車の軌道計算、②自車位置と先行車の位置(絶対位置)、③環境の風や路面情報のモデルで構成。

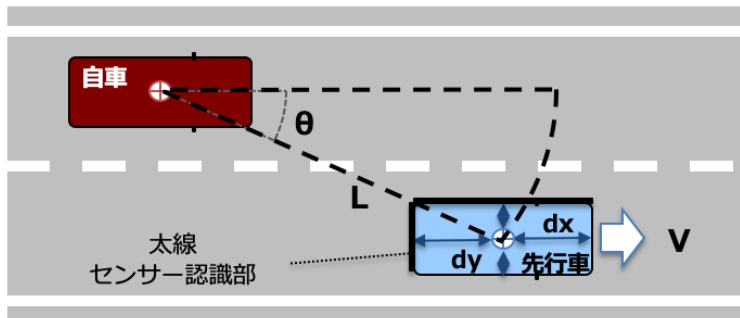
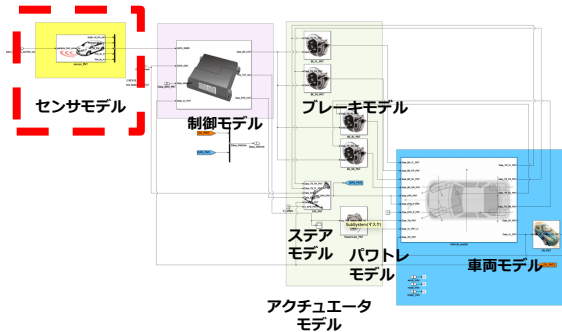




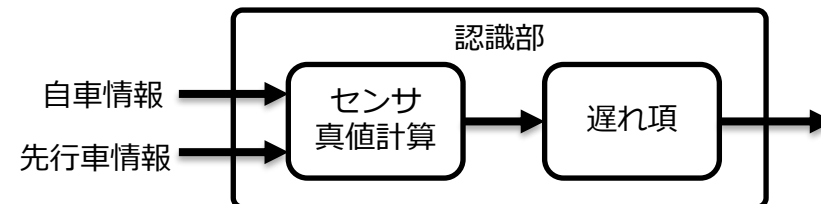
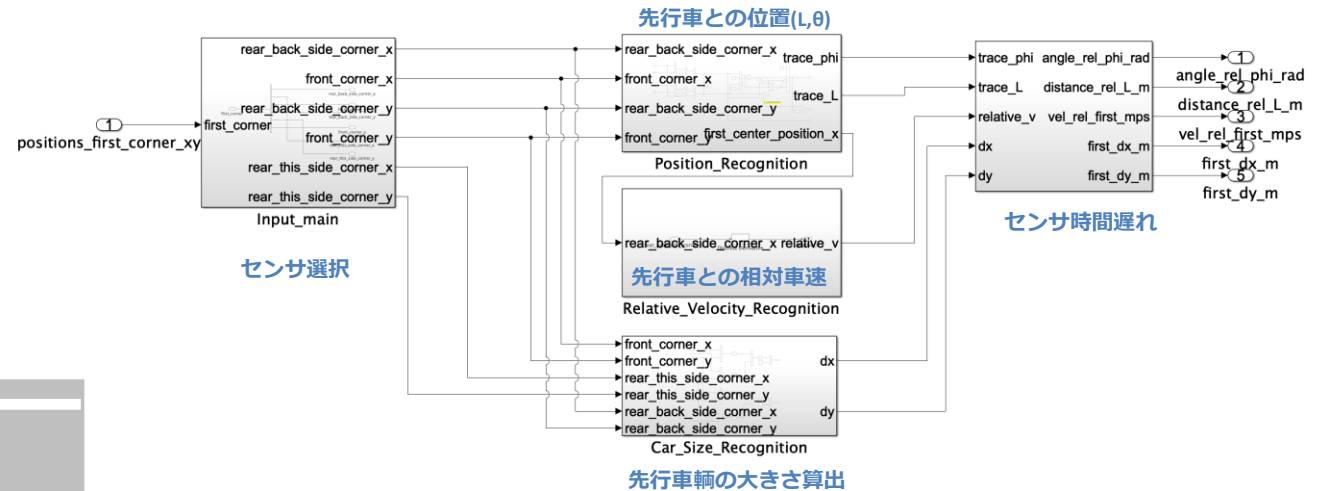
## 7. モデル概要について

### 3) センサモデル

センサモデルは自車と先行車の各情報から先行車との相対的な距離や方角を算出する。センサーの時間遅れを設定するために遅れ項も設定する。



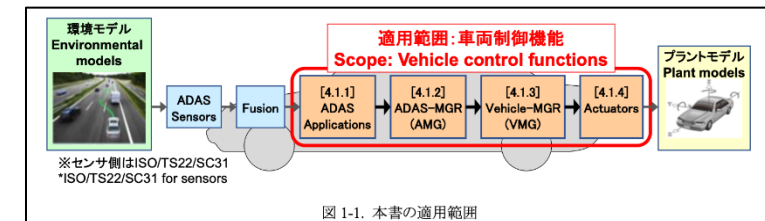
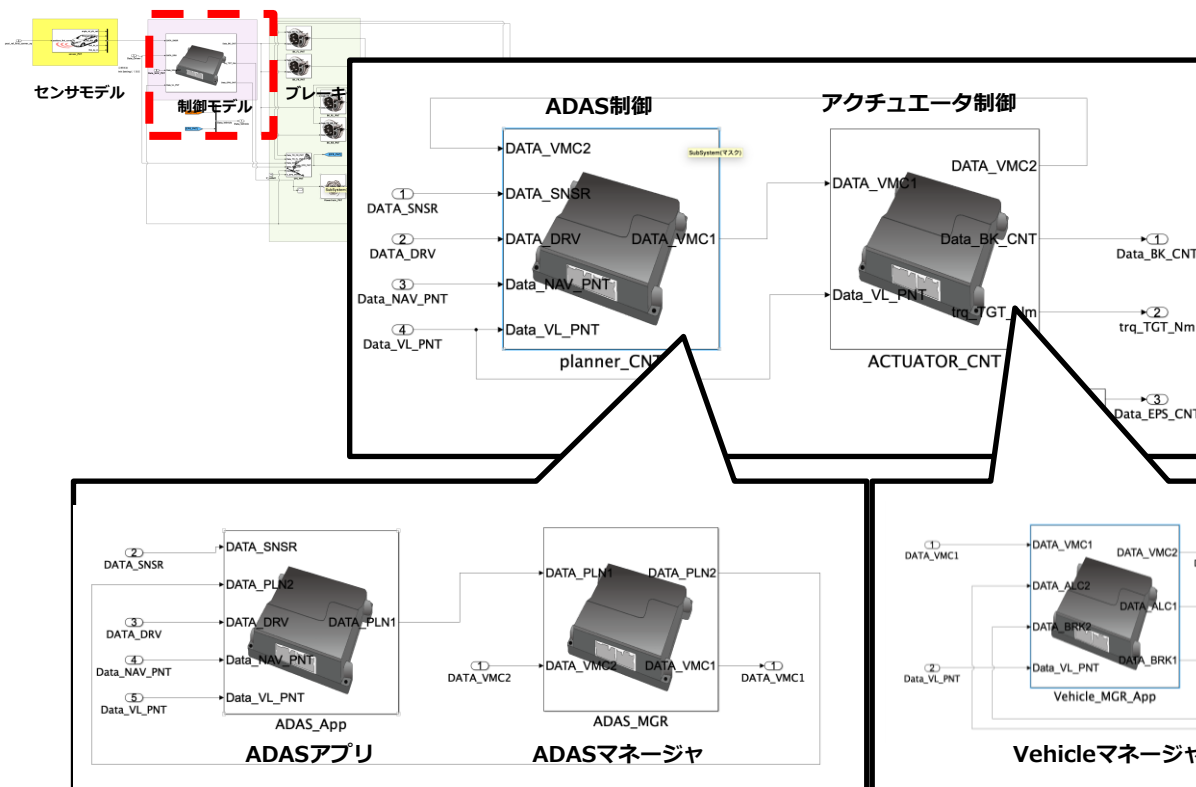
※モデル内では全センサ遅延時間0.01sec.デフォルト値としており、変更可能である。



## 7. モデル概要について

### 4) 制御モデル

制御モデルは、下記のようなアーキテクチャで構成されている。

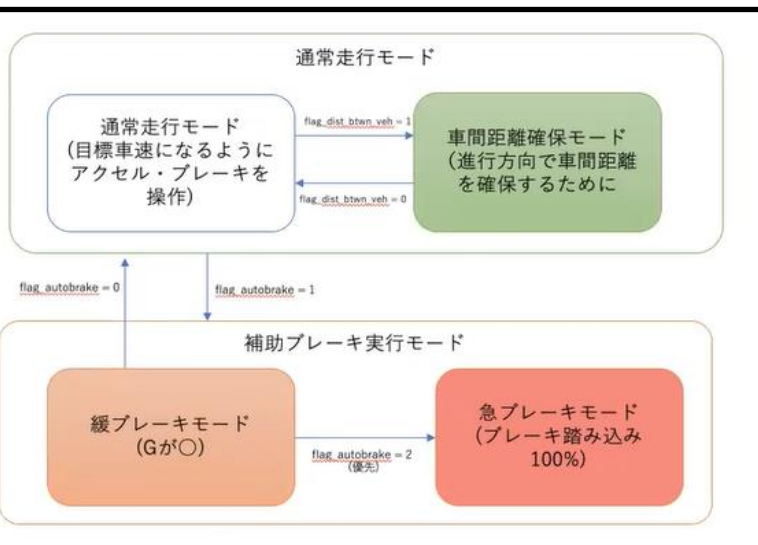


上記参考: AD/ADAS車両制御インターフェイス仕様書  
[https://www.jaspar.jp/standard\\_documents/detail\\_disclosure/527](https://www.jaspar.jp/standard_documents/detail_disclosure/527)

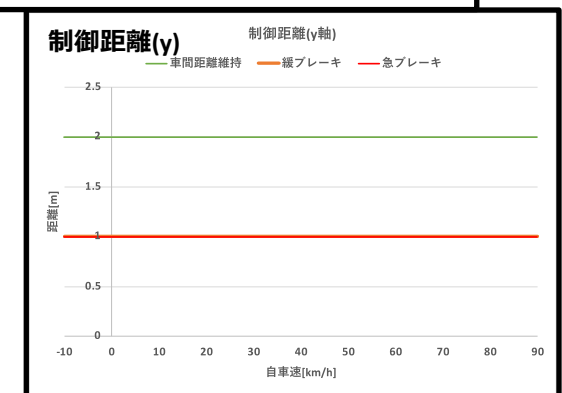
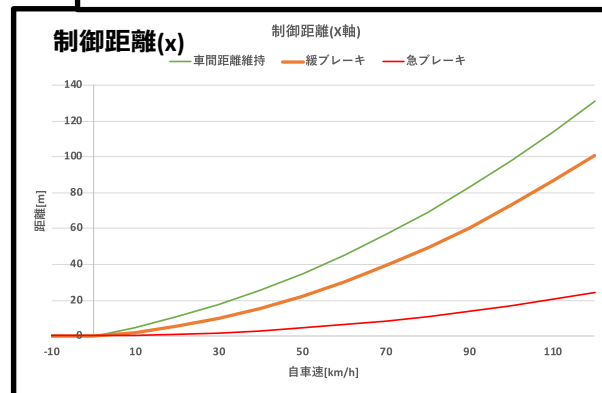
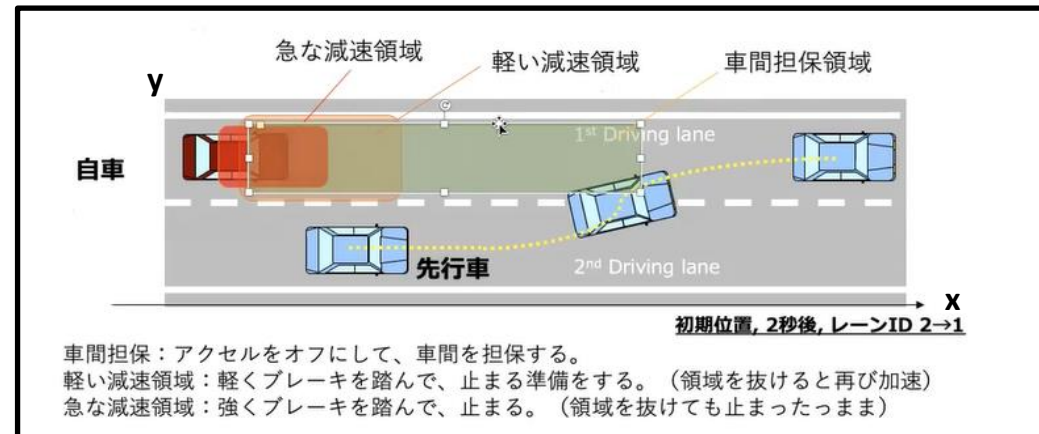
## 7. モデル概要について

### 4) 制御モデル

制御モデルは、下記の通常走行モード、補助ブレーキ実行モードを作成。通常走行モードは、状況(フラグ)により、目標車速になるように走る状態と車間距離を保持して走る状態を切り替えるモード。



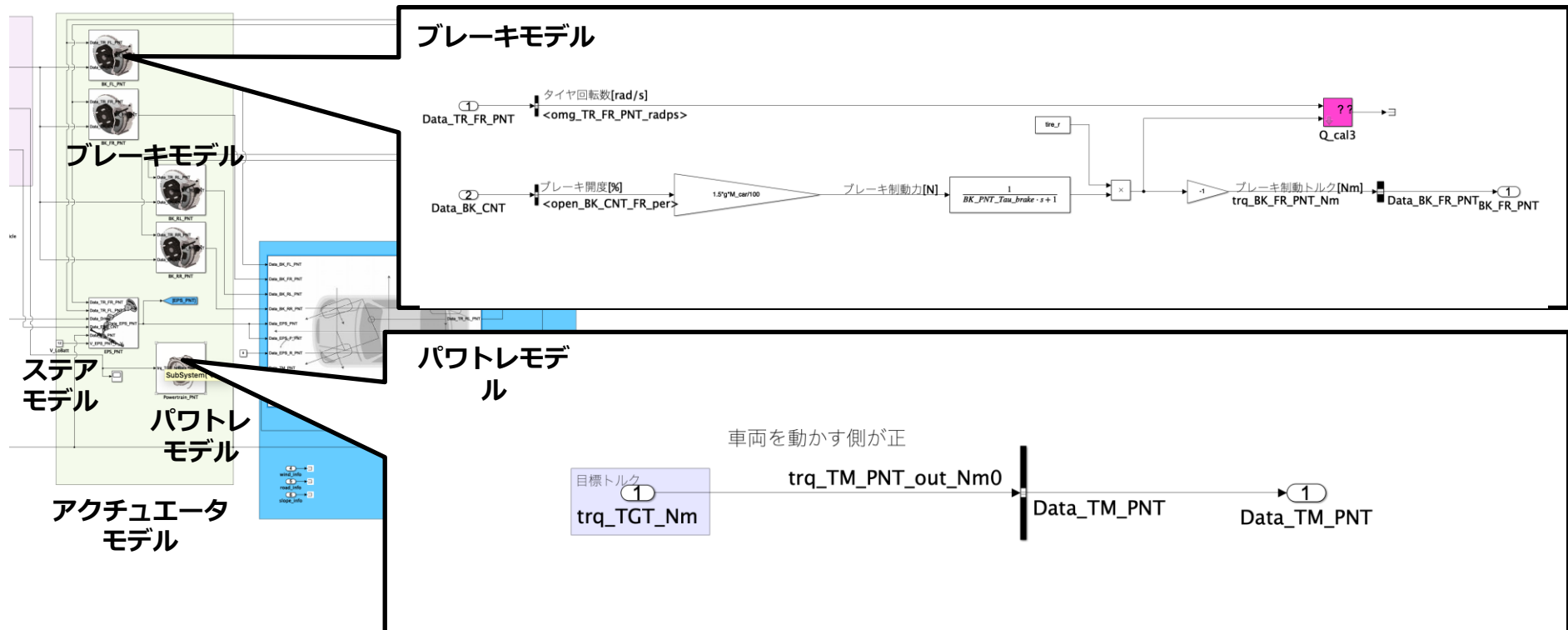
状態遷移モデル



## 7. モデル概要について

### 5) アクチュエータモデル

ブレーキ・パワトレモデルは、簡易モデルで作成。基本的には、制御モデルで作成された値をそのまま出力する。



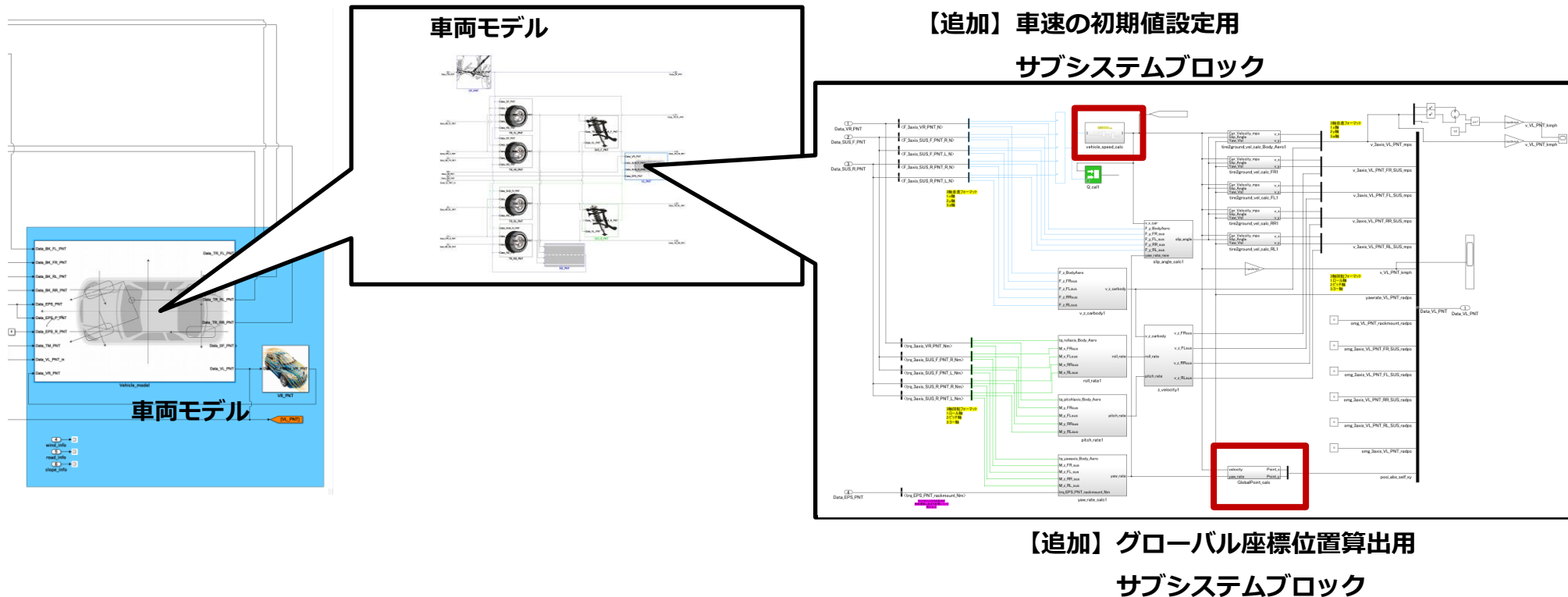
ステアリングモデルは、プラントモデルにおけるI/Fガイドラインの運動性能モデルからそのまま使用する。



## 7. モデル概要について

### 6) 車両モデル

車両モデルは、プラントモデルにおけるI/Fガイドラインの運動性能モデルからそのまま使用する。  
ただし、車速の初期値を設定できるように、グローバル座標位置を車両運動モデルを算出するように修正した。



## 7. モデル概要について

### 7) 環境データ

レーン幅、路側帯、レーン数を設定する。今回は、全てのレーン幅は同じとする。

```

エディター - /Users/az239/Downloads/納品物_210331/モデル式_20210331/Introduction_se
+2 Introduction_setting_auto_cutin.m Introduction_setting_auto_cutin.m plot_data.m
1 %% ##### 環境データ #####
2 width.lane = 3.25; % レーン幅 [m] (すべてのレーン幅が同じ前提)
3 width.rosoku = [0.75, 3.0]; % 路側帯 [m] [下側、上側]
4
5 lane.id = 2; % レーン数
6 lane.e_id = 1; % 自車レーン位置
7
8 %% ##### シナリオデータ #####
9 doy = 2.0; % 先行車幅 [m]
10 dox = 4.0; % 先行車長さ [m]
11 dey = 1.7; % 自車幅 [m]
12 dex = 4.4; % 自車長さ [m]
13
14 %*****カットインし始めるときの設定 (変更可) *****
15 T_cutin = 3.0; % シミュレーション上のカットイン時間 [s]
16

```

## 7. モデル概要について

### 8) シナリオデータ

#### ①車両データ

車両の大きさ（自車、先行車）

自車のレーン位置

#### ②カットインシナリオ

先行車のカットインタイミング

カットイン時の相対距離

カットイン時の速度（自車、先行車）

先行車のカットイン時の横速度

自車と先行車の加速度

を設定することでシナリオを色々設定することができる。

また、上記の設定値から

絶対位置（自車、先行車）

シミュレーション初期時の絶対位置（自車、先行車）

シミュレーション初期時の速度（自車、先行車）

を設定することができる。

```

エディター - C:\Users\AZ352\Desktop\AutonomousDriving_model_R2019b\Introduction_setting_auto_cutin.m
Introduction_setting_auto_cutin.m
7  % ##### シナリオデータ #####
8  doy = 2.0; % 先行車幅[m]
9  dox = 4.0; % 先行車長さ[m]
10  dey = 1.7; % 自車幅[m]
11  dex = 4.4; % 自車長さ[m]
12  lane.e_id = 1; % 自車レーン位置
13
14  %*****カットインし始めるときの設定（変更可）*****
15  T_cutin = 3.0; % シミュレーション上のカットイン時間[s]
16
17  dx0 = 40.0; % カットイン時の車間距離（自車の前端と先行車の後端との距離）[m]
18  dy0 = 1.375; % カットイン時の車間距離（自車の側面と先行車の側面との距離）[m]
19
20  Vexc_kmph = 100; % カットインの時の自車の速度[km/h]
21  Vexc_kmph = 40; % カットインの時の先行車の速度[km/h]
22
23  Vol = 1.5; % カットインする時の先行車の横速度[m/s]
24
25  Aexc_mps2 = 0.0; % カットインまでの自車の加速度[m/s2]
26  Aexc_mps2 = 0.0; % カットインまでの先行車の加速度[m/s2]
27
28  %*****カットインし始めるときの両者の位置、速度の設定*****
29  Pexc = 0.000; % カットインの時の自車のx位置[m]
30  Peyc = width.rosoku(1) + width.lane * (lane.id-lane.e_id + 0.5);
31  % カットインの時の自車のy位置[m] 下側路側帯+レーン幅
32  Poxc = Pexc + (dx0 + (dox / 2) + (dex / 2)); % カットインの時の先行車のx位置[m]
33  Poyc = Peyc - (dy0 + (doy / 2) + (dey / 2)); % カットインの時の先行車のy位置[m]
34
35  %*****上記パラメータからシミュレーション開始時の位置と速度を設定***
36  Ve0_kmph = Vexc_kmph - 3.6*Aexc_mps2 * T_cutin; % 自車の初期速度[km/h]
37  Vo0_kmph = Vexc_kmph - 3.6*Aexc_mps2 * T_cutin; % 先行車の初期速度[km/h]
38  Ve0 = Ve0_kmph/3.6; % 自車の初期速度[m/s]
39  Vo0 = Vo0_kmph/3.6; % 先行車の初期速度[m/s]
40
41  Pex0 = Pexc - Ve0 * T_cutin - Aexc_mps2 * T_cutin^2; % 自車のx初期位置[m]
42  Pey0 = Peyc; % 自車のy初期位置[m]
43  Pox0 = Poxc - Vo0 * T_cutin - Aexc_mps2 * T_cutin^2; % 先行車のx初期位置[m]
44  Poy0 = Poyc; % 先行車のy初期位置[m]
45
46  % ##### 制御（プランナ）データ #####
47  %*****ブレーキ範囲を設定***
48  %*****自車縦ブレーキ範囲（x軸方向、y軸方向）を設定***
49

```

## 8. 動作検証

### 検証① 自車の車速100[km/h]、先行車の車速100[km/h]でカットイン

自車の車速100[km/h]、先行車の車速100[km/h]でカットインした結果、先行車が自車の緩ブレーキ範囲に侵入したため自車は減速し、先行車が自車の緩ブレーキ範囲を脱出した後に加速した。  
また、緩ブレーキにより衝突することはなかった。

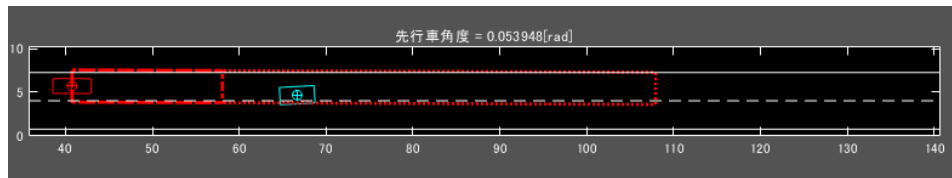


図1 カットインにより先行車が自車の緩ブレーキ範囲に侵入

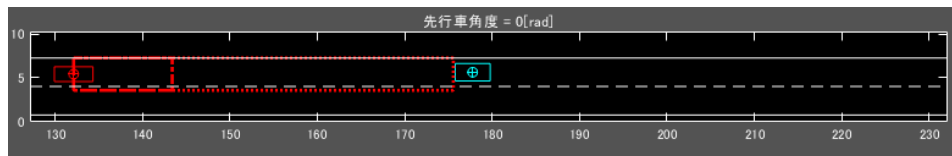


図2 先行車が自車の緩ブレーキ範囲を脱出

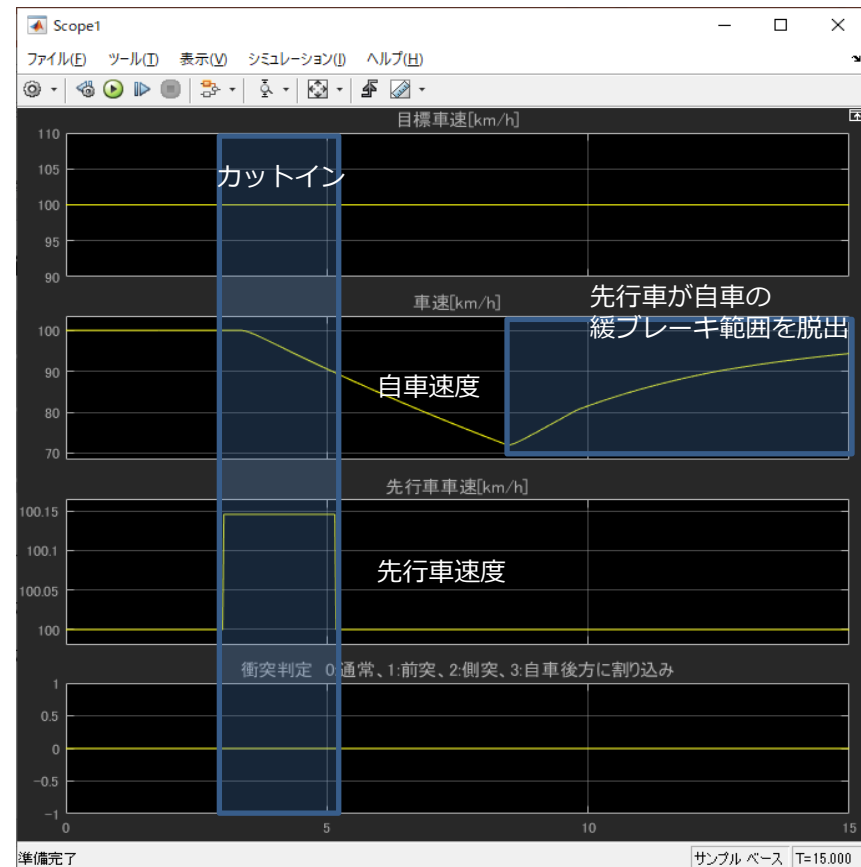


図3 検証①のシミュレーション実行結果

## 8. 動作検証

### 検証② 自車の車速100[km/h]、先行車の車速60[km/h]でカットイン

自車の車速100[km/h]、先行車の車速60[km/h]で  
カットインした結果、  
先行車が自車の急ブレーキ範囲に入ったため  
自車は急ブレーキにて停止した。  
また、急ブレーキにより衝突することはなかった。

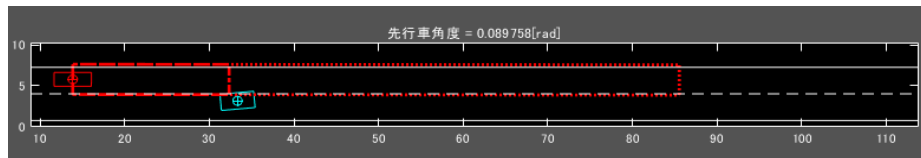


図4 カットインにより先行車が  
自車の急ブレーキ範囲に侵  
入

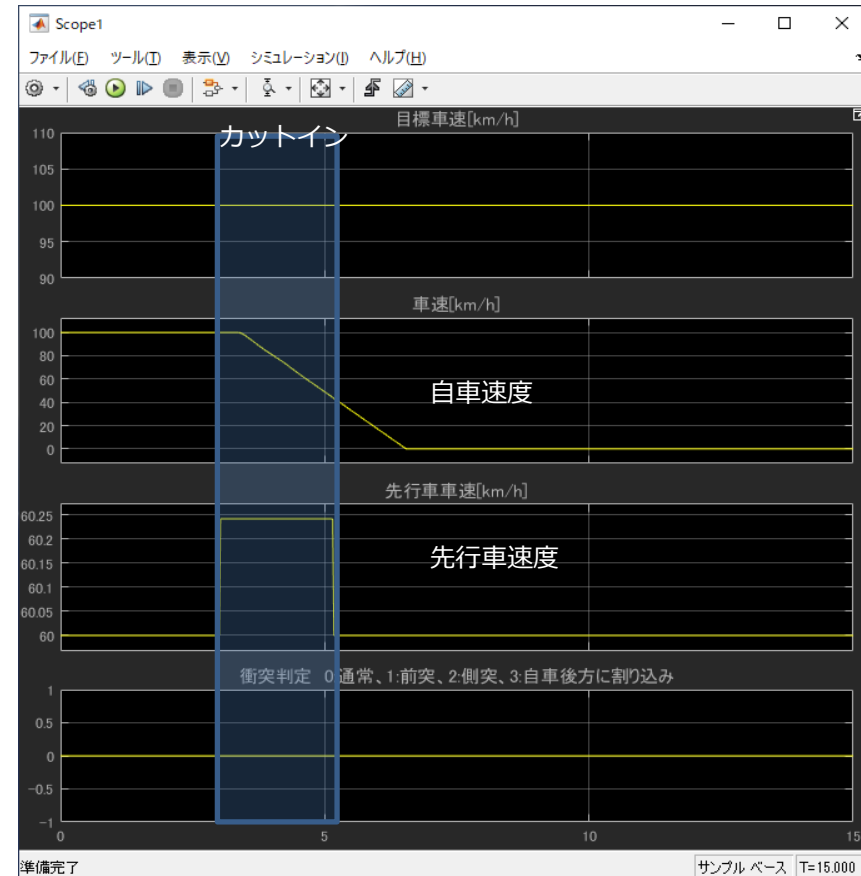


図5 検証②のシミュレーション実行結果

## 8. 動作検証

### 検証③ 自車の車速100[km/h]、先行車の車速40[km/h]でカットイン

自車の車速100[km/h]、先行車の車速40[km/h]でカットインした結果、先行車が自車の急ブレーキ範囲に入ったため自車は急ブレーキにて停止した。  
しかし、カットイン後の車間距離が短かったため、前突した。

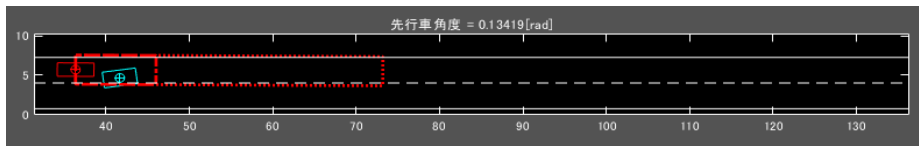


図6 カットインにより先行車が  
自車の急ブレーキ範囲に侵入

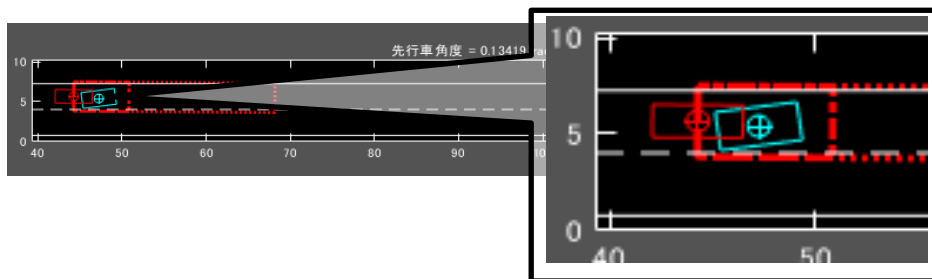


図7 前突

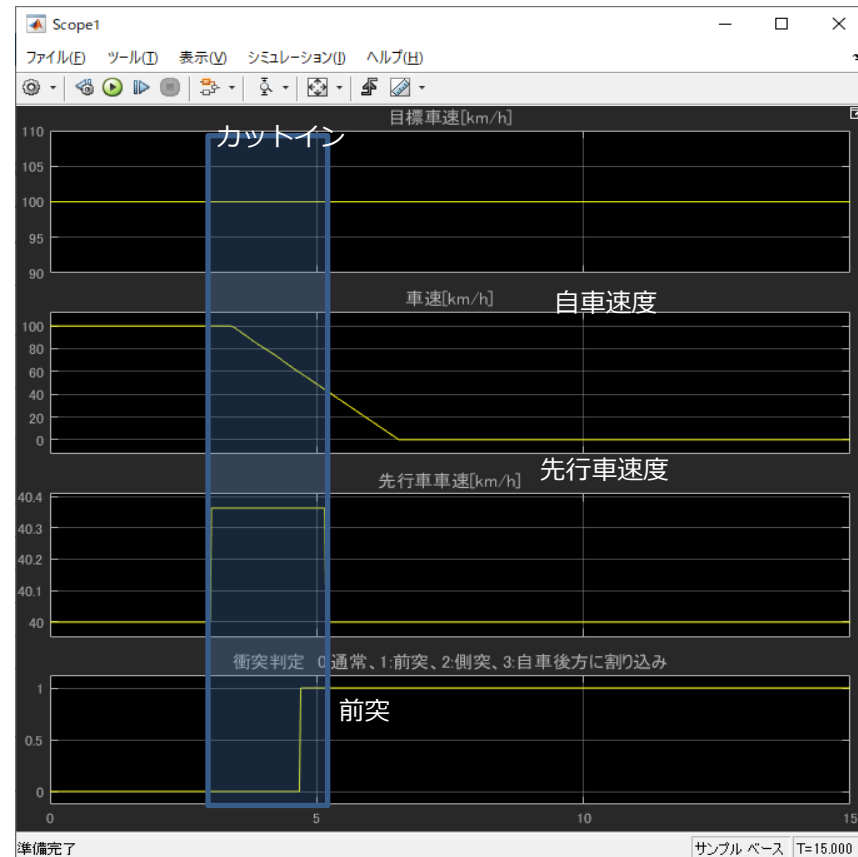


図8 検証③のシミュレーション実行結果

## 履歴

---

version	概要	作成日	作成者
Ver1.0	初版	2022/03/31	AZAPA 市原純一

