



ASM Traffic : 道路トラフィックをシミュレーション

# Traffic Jam on Virtual





シミュレートするためのニューモデル

# Roads

交通状況を検出して適切に対応する運転支援システムを開発する。これは、開発されたばかりの制御ロジックのアルゴリズムをテストするのと同様、かなりの難題です。開発直後の自動ブレーキ機能を実車テストする場合は、大きなリスクが伴います。これがシミュレーション環境であれば状況は変わります。リスクを伴わないテストドライブを行うことで作業効率を上げることができます。

路上で遭遇するさまざまな事態を仮想テストドライブで再現するには、周囲に多数の車両を走らせ、運転支援システムにできるだけ多くの動作を行わせる必要があります。dSPACEの新しいシミュレーションモデルは、まさにこのような場面で活躍します。ASM Trafficでは、シミュレーションに仮想の道路トラフィックを構築し、他の車両

を走行させることができます。さらに、この種の支援システムに欠かせない要素として、レーダーなどの3Dスキャンニングビームによる物体検知センサのモデルが用意されており、こうした機能のいくつかは、テスト車に合わせてカスタマイズできます。このツールがあれば、新しいアルゴリズムの仮想テストを必要なだけ実施できます。

### 実際の使用体験

株式会社デンソー様では、2007年11月からパイロットプロジェクトにおいてASM TrafficをACCシステムの制御ロジックの開発とテストのために使用しています。デンソーの西村様は、この新しいモデルを使用した感想を次のように語っています。

「従来手法では、HILS ユーザが周辺車両とレーダの挙動を Simulink モデルで記述したうえで、HILS シナリオと同期するようタイミングを調整する必要がありました。ASM トラフィックモジュールでは、周辺車両とレーダのモデルがあらかじめ用意されており、さらに HILS シナリオとの同期がイベントで設定できるため HILS の使用性が格段に向上しました」

西村 隆雄、株式会社デンソー

### 道路交通の設定

システムが対処しなくてはならない交通状況をどのように設定すべきかは、支援システム開発において最初に考えなければならない問題です。少なくとも仕様書に定義された仮想交通状況を、簡単かつ柔軟に構築できる方法を見つける必要があります。そのためのソリューションとして ASM Traffic には、Traffic Creator と呼ばれる専用のエディタが用意されています。これを使用することによって、ほぼどのような交通シナリオでも作成することが可能です。

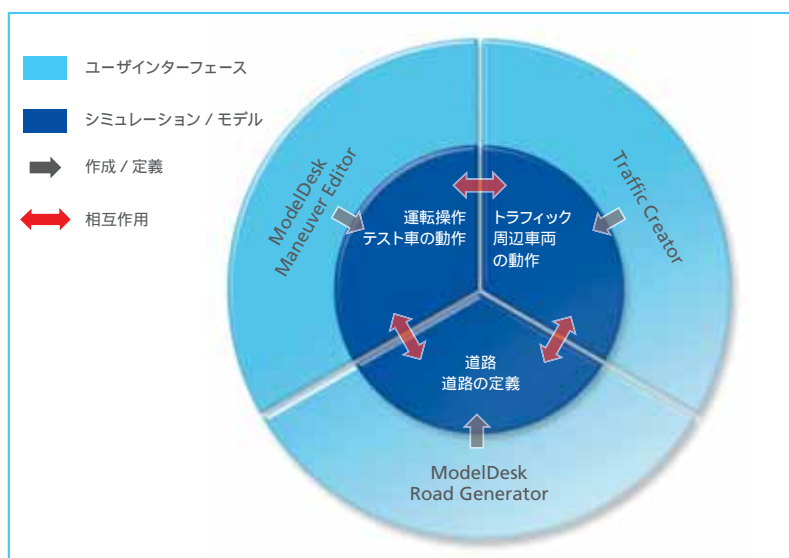
実際、Traffic Creator の極めて柔軟なシナリオ作成能力は、ASM Traffic の大きな強みです。周囲を走行する 15 台の車両にそれぞれ独自の経路を与えたり、さらにその経路をイベントに対応して変更することもできます。

### ワークフロー

Traffic Creator の機能を理解するには、全体のワークフローを知る必要があります。まず最初にセグメントから構成される道路を定義し、次にその道路上を走らせるテ

スト車の運転操作を定義します。最も単純な例は、直線道路をあらかじめ設定された速度で走行させるというケースです。道路と運転操作はいずれも ModelDesk を使って作成します。ModelDesk は、ASM Vehicle Dynamics Simulation Package のためのパラメータ設定ソフトウェアです。このパッケージは走行シミュレーションの基本パッケージであり、ASM Traffic の実行にも必須です。

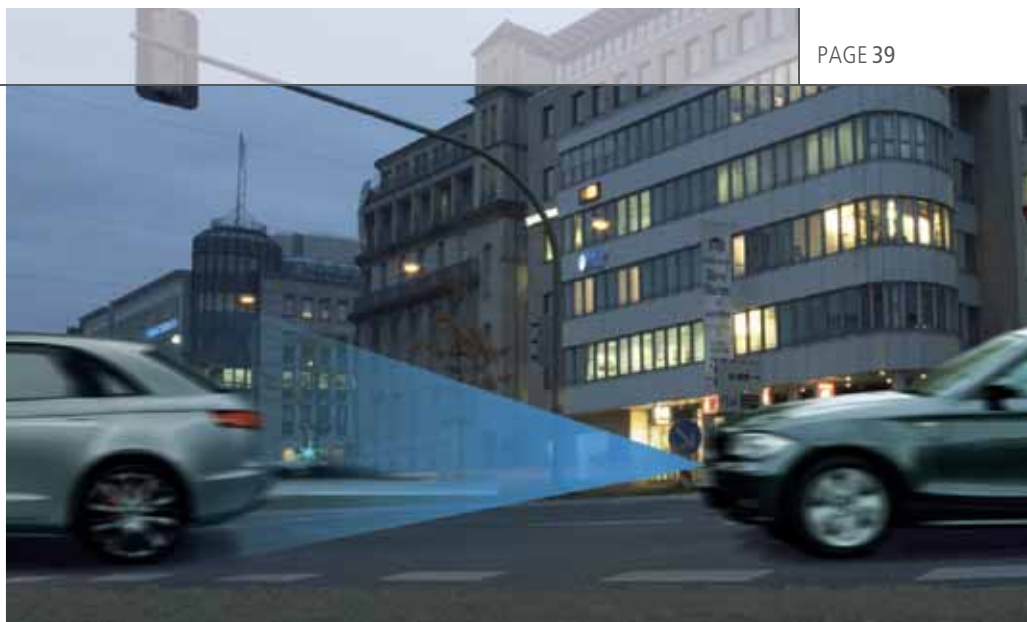
また、Traffic Creator でのトラフィック定義もセグメントに基づいているため、道路および運転操作の定義と完全に呼応させることができます。Traffic Creator のオプションを使用することにより、周辺車両の動作を道路や他の車両に応じて 1 台ずつ定義することができます。



道路、テスト車の動作、周辺車両の動作からテストシナリオを構成



ACC やプリクラッシュ  
などの運転支援システムは、  
物体検知用のレーダー  
センサを装備



#### あらゆるシナリオに対応

周辺車両の経路は、距離または車速から計算されます。いずれの変数も、絶対値または他の車両や道路に対する相対値として定義できます。定速走行や加速といった基本的な動作のプロファイルは、セグメントの定義として用意されています。ある動作セグメントから次のセグメントへの遷移は自由に定義可能です。制限速度への接近、あらかじめ設定された車間距離への到達、CAN 信号やユーザ入力といった外部トリガ信号など、あらゆるイベントを遷移基準として設定することができます。

#### センサモデル

ASM Traffic のセンサモデルは、3つのレイヤードトライアングルからなる3次元の検知範囲をシミュレートします。周辺車両は立方体として処理されます。センサモデルは純粋に幾何学的アプローチを使用するため、ライダー（レーザーレーダ）とカメラなどレーダーセンサ以外のセンサをモデル化することもできます。センサモデルは、センサの有効範囲内にあるすべての車両の最短位置を個別に計算し、テスト車両との車間距離、相対速度、相対加速度、相対水平角を返します。

#### 可視化とサンプル

シミュレートされた交通シナリオの可視化には、dSPACE の 3D アニメーションソフトウェアである MotionDesk を使用します。ASM Traffic には 7 種類の交通シナリオのサンプルが用意されており、その中には対面交通と歩行者なども含まれます。新しいモデルには、このような機能が用意されているため、すぐに運用が可能です。

#### 用途

ASM Traffic は、アダプティブクルーズコントロール (ACC) とプリクラッシュシステムの HIL (Hardware-in-the-Loop) テストに最適です。制御ロジックの開発は、ホスト PC 上の SimulinkR のシミュレーションによって行われます。ASM Traffic は、単純な車線変更から 15 台の車両と混走する複雑なシナリオまで、あらゆる種類の交通シナリオを再現可能です。テストでは、ECU がどのように機能し、センサ有効範囲の境界値でどのように動作するのかを確認できます。■



ASM Traffic を使ってシミュレートされたトラフィックシナリオの  
3D アニメーション

## 適用例

以下の例は、ACC ECU の機能が HIL シミュレータ上でどのようにテストされるかを示しています。最初にシナリオを定義し、続いて自動化されたテストを実行します。最後に、得られた結果を説明します。この例の目的は、ACC システムのプロパティの評価方法を示すことです。

### トラフィックシナリオの定義

このシナリオにはテスト車の他に 3 台の車両が登場し、そのうちの 1 台がテスト車の車線に割り込みます。この車とテスト車との距離が一定の値を下回ると、それをトリガとして車線変更が起動されます。このシナリオの例では、基本的な定義オプションおよび、セグメントベースの定義とイベントベースのセグメント移行の方法について説明します。

### セグメント 1 :

シナリオは、まず、テスト車 T が直線道路の左側車線を時速 120 km/h で走行する場面から開始されます。他の 3 台の車両のうち一番手前の車両は、テスト車の前方 200 メートルの距離に位置しています。他の 2 台の車両はその前方に縦一列に並んでおり、それぞれ直後の車両との距離が定義されています。これら 3 台の車両の速度は 100 km/h です。

テスト車 T が追い越し車線上でこの 3 台に接近してきます。そのときの車速は ACC によって 120 km/h に保たれています。テスト車と車両 F2 との距離が 30 メートル未満になると、セグメント終了

条件に達します。このイベントがトリガとなって、次のセグメントの割り込み動作へ移行します。

### セグメント 2 :

車両 F2 が車線変更を行い、追い越し車線に入ります(割り込み)。これによって F2 は、テスト車の車間センサの検知範囲に入ります。その時 ACC システムは、テスト車と F2 との距離を望ましい値に調整します。

### テストシーケンス

定義されたテストシナリオを使って以下のステップを HIL シミュレータで実行し、ACC ECU をテストします。

1. ACC オン、ACC の設定反映
2. テストシナリオを実行
3. 周辺車両の最初のステアリング動作によって計測開始
4. 走行状態が一定になるまで計測データを取得
5. 計測データを評価

異なるシミュレーションを行うには、同じシナリオでパラメータを変更しステップ 1 から 5 を反復します。

### バリエーション

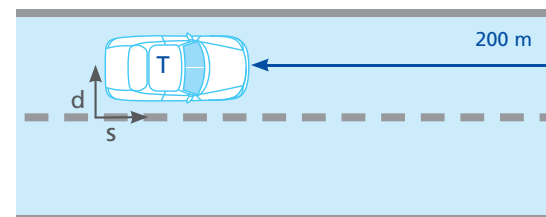
ModelDesk の Python スクリプトを使用することで、異なるバリエーションのシナリオをパッチモードで自動実行できます。ユーザはバリエーションに応じて、ACC の車間距離設定や F2 の車速をさまざまに変化させることができます。

### 計測と評価

このケースを評価するために、以下の変数を取得します。

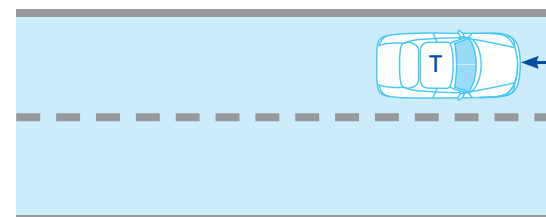
- テスト車の車速
- テスト車の減速度
- 周辺車両の車速
- テスト車と車両 F2 間の距離

### セグメント1(開始)

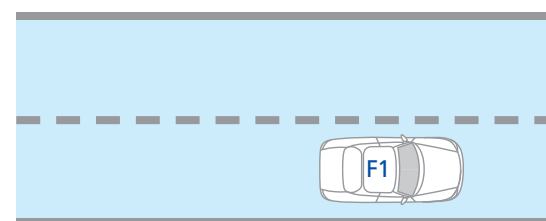


$$\begin{aligned} d_T &= +2 \text{ m} \\ v_T &= 120 \text{ km/h} \\ s_T &= f(\text{maneuver}) \end{aligned}$$

### セグメント1(終了)



### セグメント2

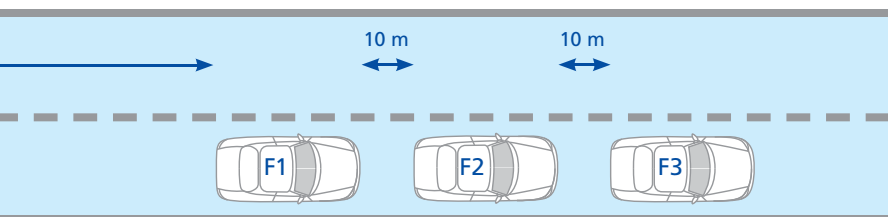


$$\begin{aligned} d_{F1} &= -2 \text{ m} \\ v_{F1} &= 100 \text{ km/h} \end{aligned}$$

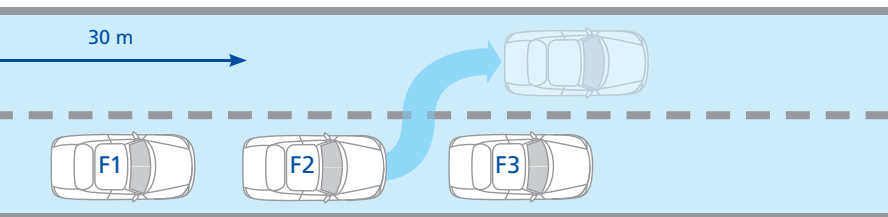
計測された信号を、以下の基準に従って評価します。

- ACC システムの応答時間と制御時間
- ターゲットとなるオブジェクトとの距離  
(あらかじめ設定、法規に基づいて定義)
- 快適性に関する制御システムの動作  
(テスト車の減速度の評価など)

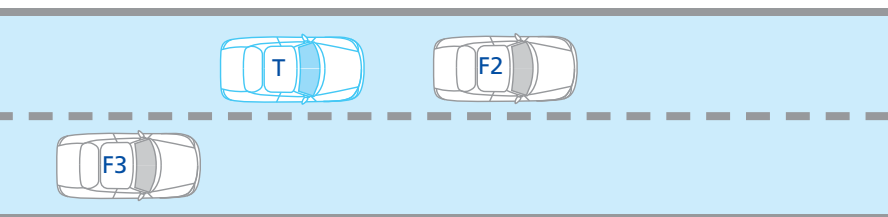
d = 路上での横方向の位置  
s = 路上での前後方向の位置  
v = 車速



$d_{F1} = -2\text{ m}$	$d_{F2} = -2\text{ m}$	$d_{F3} = -2\text{ m}$
$v_{F1} = 100\text{ km/h}$	$v_{F2} = 100\text{ km/h}$	$v_{F3} = 100\text{ km/h}$
$s_{F1} = s_T + 200\text{ m}$	$s_{F2} = s_{F1} + 10\text{ m}$	$s_{F3} = s_{F2} + 10\text{ m}$



セグメント終了条件：F2 と T との距離が 30 m 未満になると車線変更を起動。次のセグメントで車線変更を実行



$d_{F3} = -2\text{ m}$	$d_T = +2\text{ m}$	$d_{F2} = -2 \dots +2\text{ m}$
$v_{F3} = 100\text{ km/h}$	$v_T = f(\text{ACC})$	$v_{F2} = 100\text{ km/h}$

## ASM Traffic の プロフィール

製品分類：

- テスト車周囲の道路交通のシミュレーション
- ASM Vehicle Dynamics Simulation Package の拡張

主要機能：

- 15 台の周辺車両を個別にシミュレーション
- 3D ビームを使用したレーダーセンサモデル
- 複数センサ
- トラフィック / シナリオの柔軟な定義
- オンラインおよびオフラインでのリアルタイムシミュレーション

用途：

- ACC とプリクラッシュの ECU の HIL テスト
- ACC とプリクラッシュシステムの機能開発

