



DIVP

Driving Intelligence Validation Platform

- OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性 -

第3回_DIVP技術セミナー

2024-10-31

Weather Forecast

三菱プレジジョン 松本



AD safety Assurance*



For Validation & Verification Methodology

OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ OpenSCENARIOの活用

■ 事例紹介

■ 技術の展望

■ まとめ

OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ OpenSCENARIOの活用

■ 事例紹介

■ 技術の展望

■ まとめ

「つながるシミュレータ」のため、標準化への対応を行っています

「つながるシミュレータ」の重要性

- 今や世界中に様々なシミュレータがあふれている。シミュレータの利点の一つは実車試験に比べ、試験コストが低いこと。「つながるシミュレータ」により、コストを更に下げることが可能となります。

つながるシミュレータを 選択するうれしさ

多システム間とのデータ連携

他システムのデータ再利用

データの拡張性

国際競争力

つながるシミュレータに 必要なこと

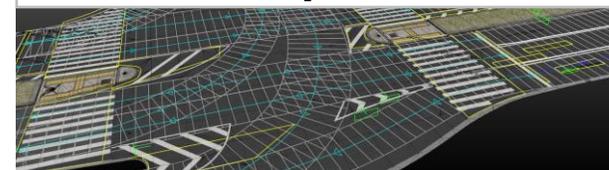
道路ネットワークデータの
標準化

シナリオデータの標準化

材質データの標準化

標準化への対応

ASAM OpenDRIVE



ASAM OpenSCENARIO



ASAM OpenMATERIAL



OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ OpenSCENARIOの活用

■ 事例紹介

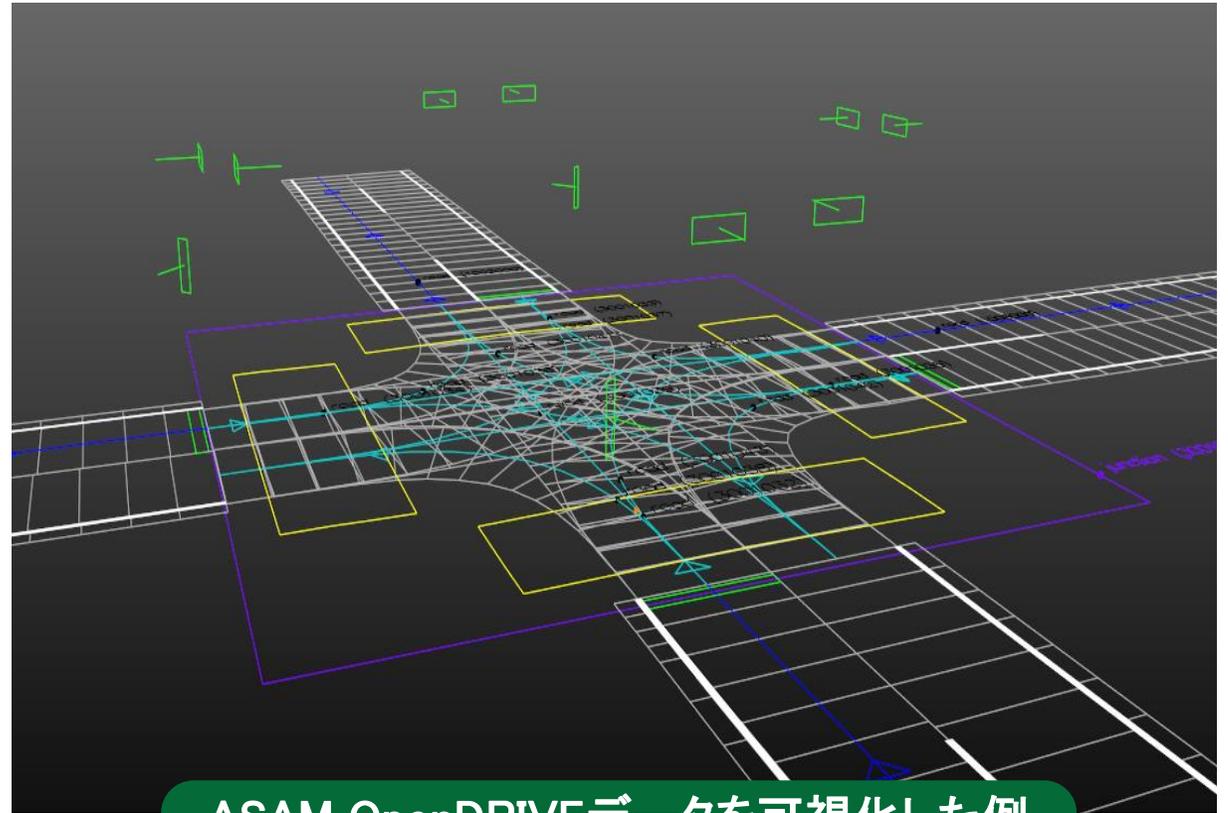
■ 技術の展望

■ まとめ

ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの基本概念

- ASAM OpenDRIVEとは？
 - 静的な道路ネットワークを表現するフォーマットの1つ
 - ファイル形式はXML
 - 異なるアプリケーション間でのデータ利用を容易にする目的で利用される



ASAM OpenDRIVEデータを可視化した例

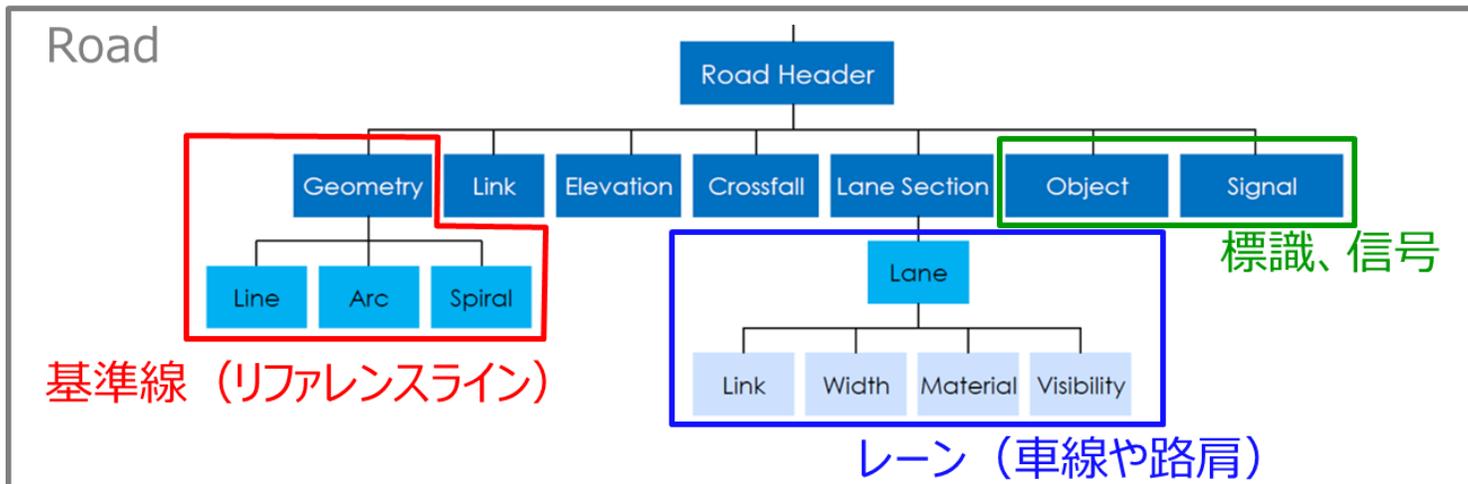
ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの基本概念

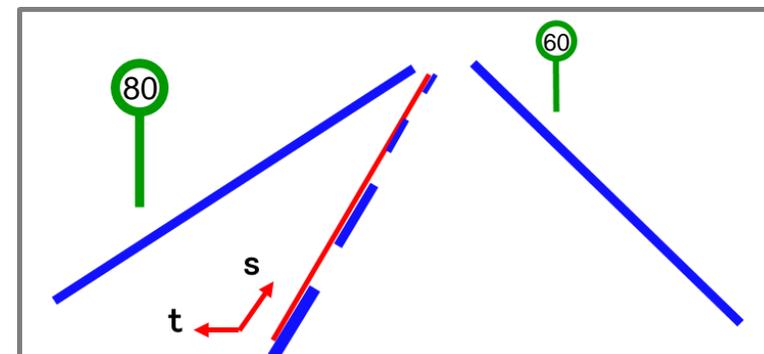
■ 道路の構造

- OpenDRIVEの道路は主に、「基準線」「レーン」「標識・信号・地物」で構成される

道路のXML構造



道路の表示例

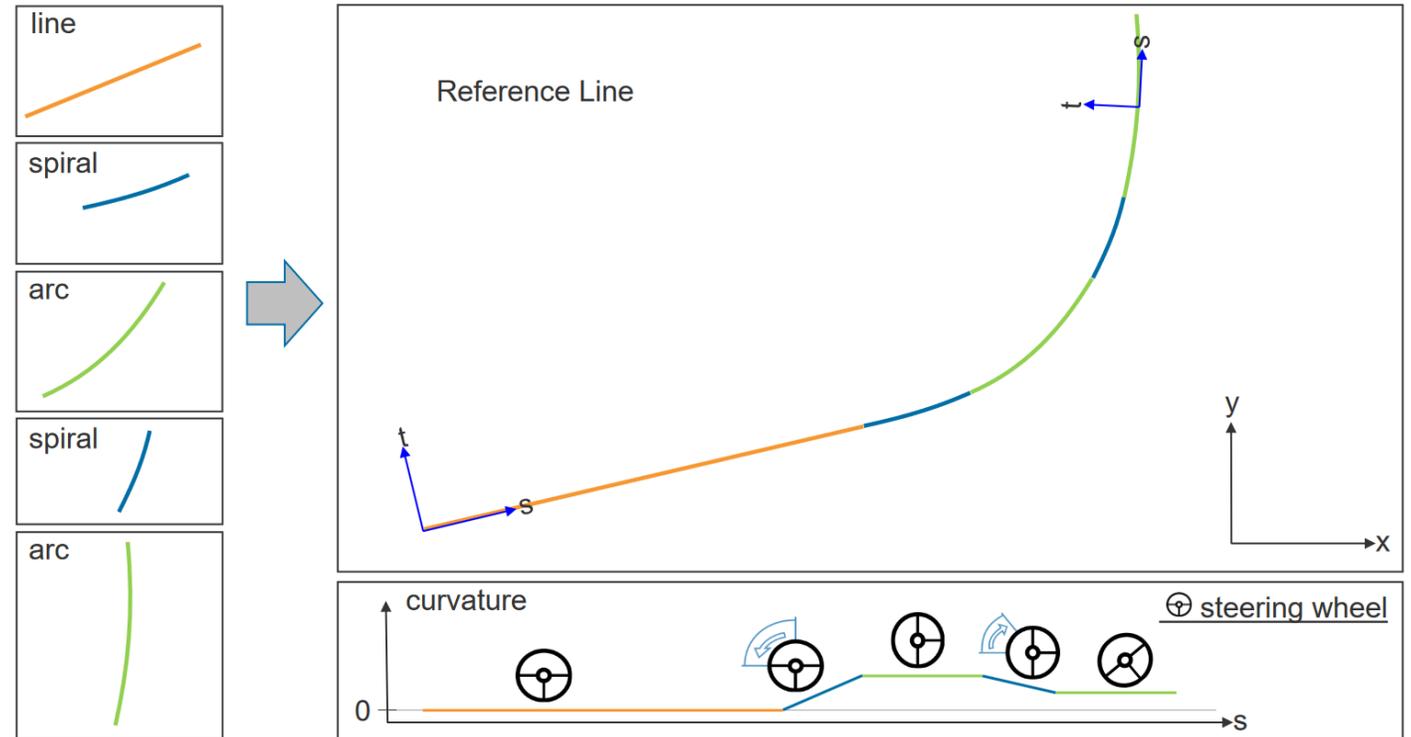


ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの基本概念

■ 基準線 (Reference line)

- 直線、円弧、三次曲線などを使用して道路の基準となる線形を示す
- ASAM OpenDRIVEの殆どの要素 (レーン幅変化、区画線、道路標示、標識など) の位置はこの基準線からの相対座標 (s, t) で表現される

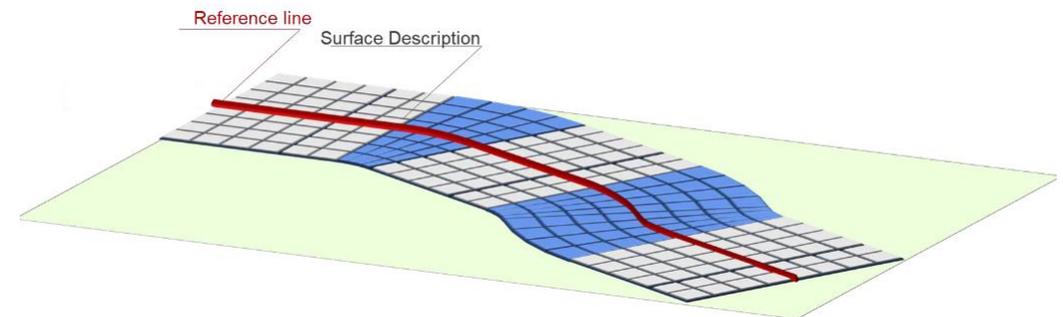
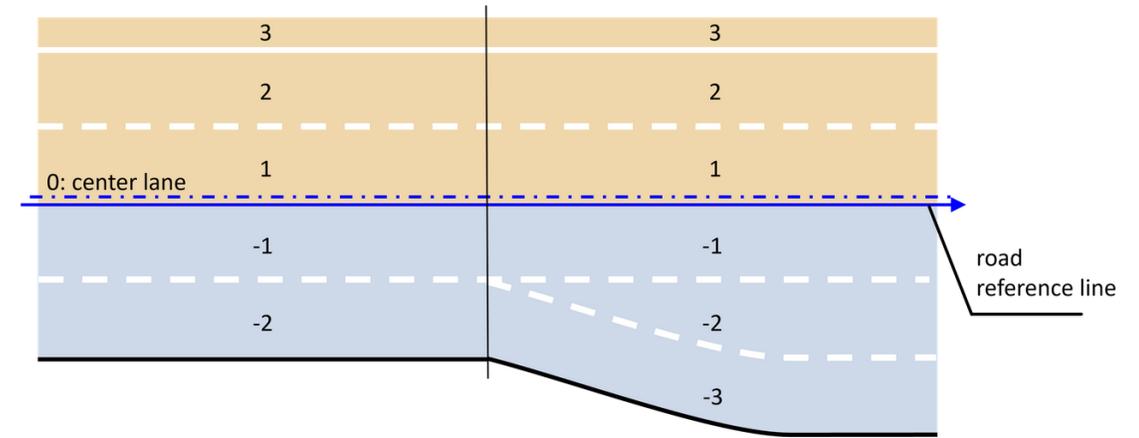


ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの基本概念

■ レーン

- 基準線を元に左右のレーン数とその幅の変化を定義し、1つの道路が表現される
- レーンには以下のような情報を設定可能
 - 種別(車道・歩道・路肩など)
 - 区画線の有無・色・種別
 - 路面特性
 - 車線変更ルール
- ASAM OpenCRGとの組み合わせによって路面表面の表現も可能

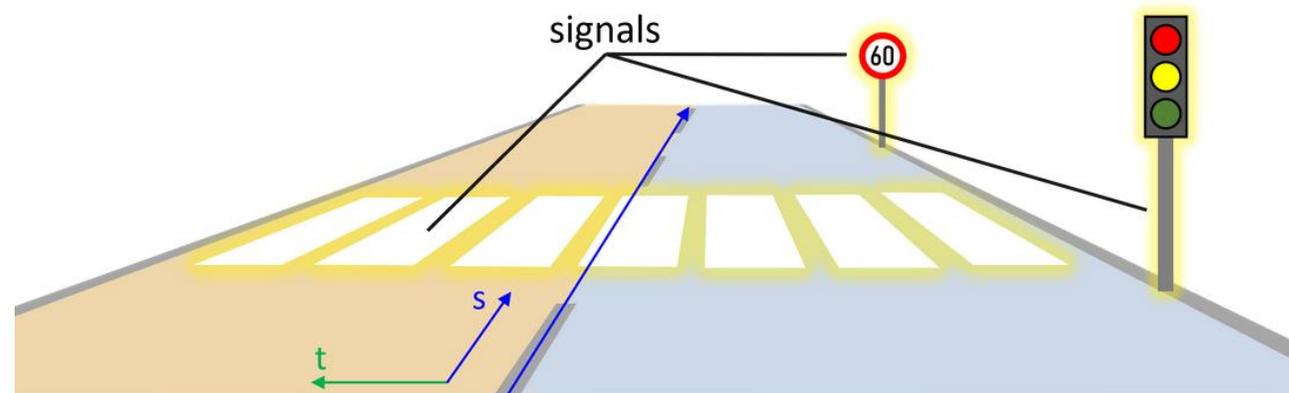


ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの基本概念

■ 標識・信号 (Signal) / 地物 (Object)

- 交通に影響する信号や標識をSignal、その他の地物をObjectとして表現し、各道路に配置する
- 各国が定義している標識番号を用いて、何標識であるかなどが定義される



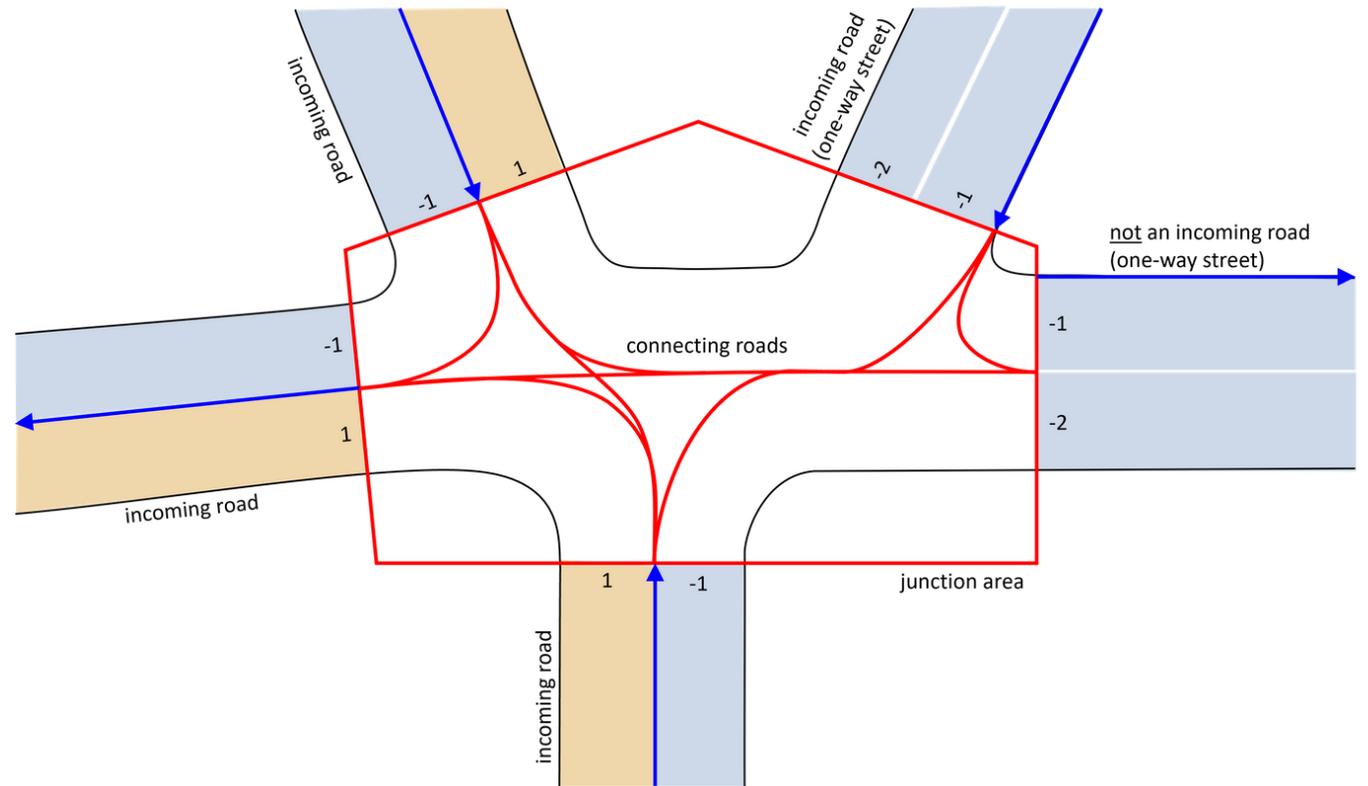
Sign	Country	Type	Subtype
	DE	274	55
	DE	265	-1

ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの基本概念

■ 交差点 (Junction)

- 仮想的な道路で、交差点外の道路同士の間を接続経路を表現する
- 各経路の優先度なども定義可能



ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの表示・編集

■ OpenDRIVEのテキスト表示

- テキストエディタで中身を見ることが可能

(ただし、どのような形状をしているかは専用ソフトで可視化しないと把握が困難)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<OpenDRIVE>
  <header revMajor="1" revMinor="4" name="" version="1" date="2018-02-15T14:26:16" north="3.00000000000000e+2" south="-3.00000000000000e+2" east="3.00000000000000e+2" west="-3.00000000000000e+2" />
  <road name="Road 8" length="1.6129644645851094e+1" id="8" junction="6">
    <link>
      <predecessor elementType="road" elementId="5" contactPoint="start"/>
      <successor elementType="road" elementId="2" contactPoint="end"/>
    </link>
    <planView>
      <geometry s="0.00000000000000e+0" x="6.7144659482819042e+0" y="3.499999999356839e+0" hdg="3.1415926535802066e+0" length="1.9849221287686358e-1">
        <line/>
      </geometry>
      <geometry s="1.9849221408367157e-1" x="6.5159737354050407e+0" y="3.499999999375868e+0" hdg="3.1415926535802061e+0" length="7.8665275129939038e+0">
        <arc curvature="9.9840520603353550e-2"/>
      </geometry>
      <geometry s="8.0650196075439453e+0" x="-5.6638926090691477e-1" y="5.6638903215590108e-1" hdg="-2.3561944513614650e+0" length="7.8665275991240025e+0">
        <arc curvature="9.9840509637192071e-2"/>
      </geometry>
      <geometry s="1.5931547164916992e+1" x="-3.5000000008782122e+0" y="-6.5159741919854346e+0" hdg="-1.5707963267898872e+0" length="1.9809748093410207e-1">
        <line/>
      </geometry>
    </planView>
    <elevationProfile>
      <elevation s="0.00000000000000e+0" a="0.00000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
      <elevation s="1.991065339352640e+0" a="0.00000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
      <elevation s="3.3872286606447366e+0" a="0.00000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
      <elevation s="5.5562080378354306e+0" a="0.00000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
      <elevation s="9.5067999621645694e+0" a="0.00000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
    </elevationProfile>
    <lanes>
      <laneOffset s="0.00000000000000e+0" a="3.50000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
      <laneSection s="0.00000000000000e+0">
        <center>
          <lane id="0" type="none" level="false">
            <roadMark sOffset="0.00000000000000e+0" type="none" material="" color="white" width="0.00000000000000e+0"/>
          </lane>
          <center>
            <right>
              <lane id="-1" type="driving" level="false">
                <link>
                  <predecessor id="1"/>
                  <successor id="1"/>
                </link>
                <width sOffset="0.00000000000000e+0" a="3.50000000000000e+0" b="0.00000000000000e+0" c="0.00000000000000e+0" d="0.00000000000000e+0"/>
                <roadMark sOffset="0.00000000000000e+0" type="none" material="" color="white" width="0.00000000000000e+0"/>
              </lane>
            </right>
          </center>
        </laneSection>
      </lanes>
    </road>
  </OpenDRIVE>
```

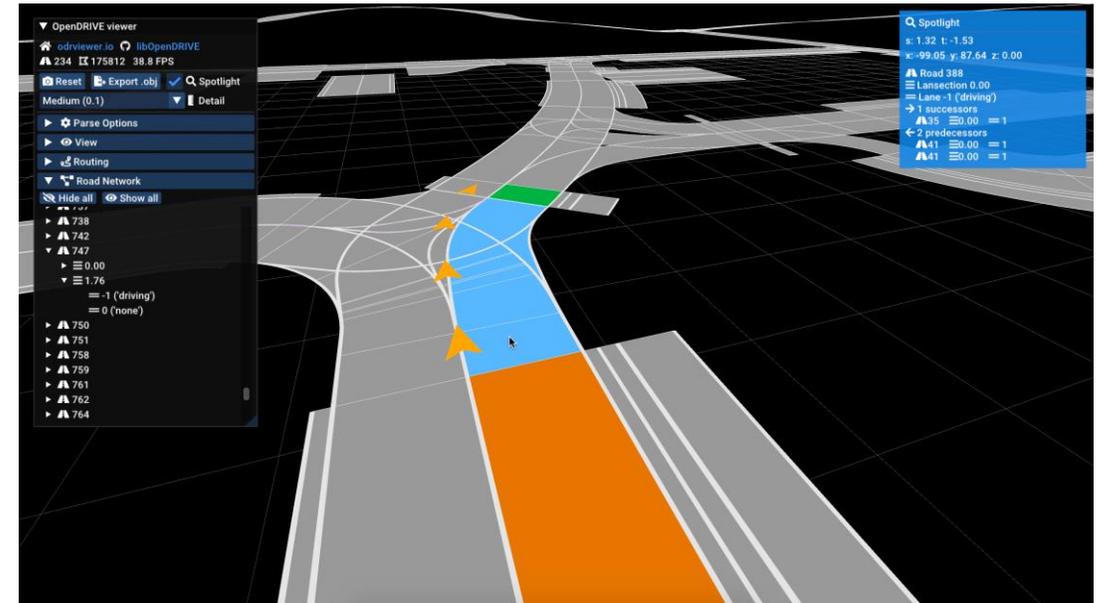
OpenDRIVEのファイルをテキストエディタで表示した例

ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの表示・編集

■ OpenDRIVEの可視化

- Online OpenDRIVE Viewer (<https://odrvviewer.io/>)
 - Sebastian Pagel氏が公開しているASAM OpenDRIVEビューア
 - “Online”とあるが、データはアップロードされずローカルで処理される
- RoadRunner (MathWorks社)
 - シミュレーション向けの道路モデル作成ツールではデファクトスタンダード
 - OpenDRIVE Viewer Toolで、ASAM OpenDRIVEの可視化と各パラメータの確認が可能
- その他のツール
 - VTD (Hexagon社)、etc・・・



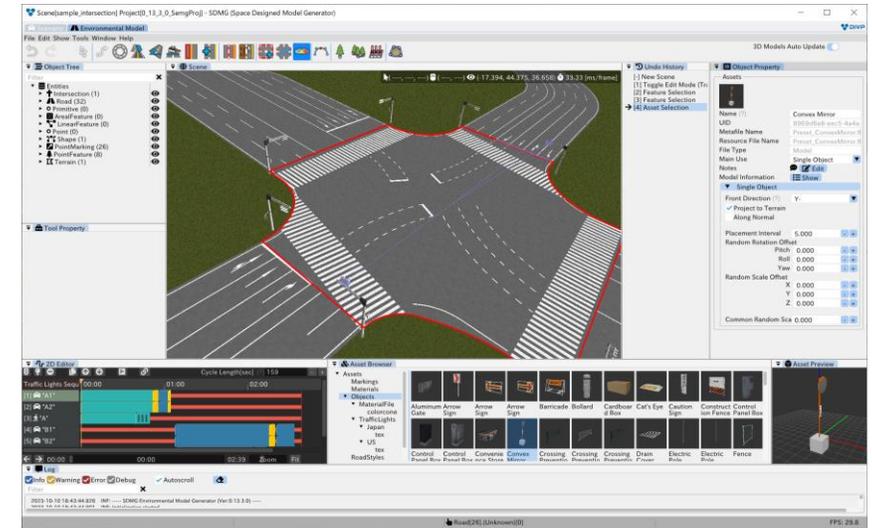
Online OpenDRIVE Viewer
(<https://odrvviewer.io/>)

ASAM OpenDRIVEの活用

ASAM OpenDRIVEの表示・編集

■ OpenDRIVEの作成(エクスポート)

- SDMG (三菱プレジジョン、V-Drive Technologies)
 - DIVP シミュレーションPFとの親和性の高いデータの作成が可能
 - 道路周辺環境のモデル作成においてASAM OpenDRIVEのインポート、エクスポートに対応
- RoadRunner (MathWorks社)
 - シミュレーション向けの道路モデル作成ツールではデファクトスタンダード
 - 豊富な機能と、様々なシミュレーションソフトとのツールチェーンを確立
- その他のツール
 - VTD (Hexagon社)、CarMaker (IPG Automotive社)、ModelDesk (dSPACE社)、UC-win/Road (FORUM8社)、ZIPC GARDEN (NTT DATA ARC社)、Trian3DBuilder (TrianGraphics社)、etc...



SDMG

OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ **OpenSCENARIOの活用**

■ 事例紹介

■ 技術の展望

■ まとめ

ASAM OpenSCENARIOの活用

ASAM OpenSCENARIOの基本概念

■ OpenSCENARIO XMLとOpenSCENARIO DSL

OpenSCENARIO XML

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<OpenSCENARIO xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="../Schema/OpenSCENARIO.xsd">
  <FileHeader revMajor="1" revMinor="3" date="2020-02-21T10:00:00"
description="Cut-In example" author="ASAM e.V." />
  <ParameterDeclarations>
    <ParameterDeclaration parameterType="string" name="owner" value="A2"/>
  </ParameterDeclarations>
  <CatalogLocations />
  <RoadNetwork>
    <LogicFile filepath="Databases/AB_RQ31_Straight.xodr" />
  </RoadNetwork>
  <Entities>
    <ScenarioObject name="Ego">
      <Vehicle name="HAF" vehicleCategory="car">
        <ParameterDeclarations />
        <Performance maxSpeed="69.444" maxAcceleration="200"
maxDeceleration="10.0" />
      </Vehicle>
    </ScenarioObject>
  </Entities>
</OpenSCENARIO>
```

OpenSCENARIO DSL

```
import osc.standard

scenario elk_overtaking:
  gvt: vehicle      # Target vehicle
  dut: vehicle      # Device under test
  routeToFollow: route with: # Route to be followed
    keep(it.min_lanes == 2)

do parallel:
  dut.drive(duration: 5s) with:
    along(route: routeToFollow)
    lane(side_of: gvt, side: right, at: start)
    lane(same_as: gvt, at: end)
    lateral(distance: 1m, measure_by: left_to_left, at: start)
    position(distance: 10.0m, ahead_of: gvt, at: start)
    position(distance: 1m, behind_of: gvt, at: end)

  gvt.drive() with:
    along(route: routeToFollow)
    speed(speed: 80kph)
    lateral(distance: 1.5m, measure_by: right_to_right, at: start)
```

ASAM OpenSCENARIOの活用

ASAM OpenSCENARIOの基本概念

■ OpenSCENARIO XMLの構造



ASAM OpenSCENARIOの活用

ASAM OpenDRIVEとの連携

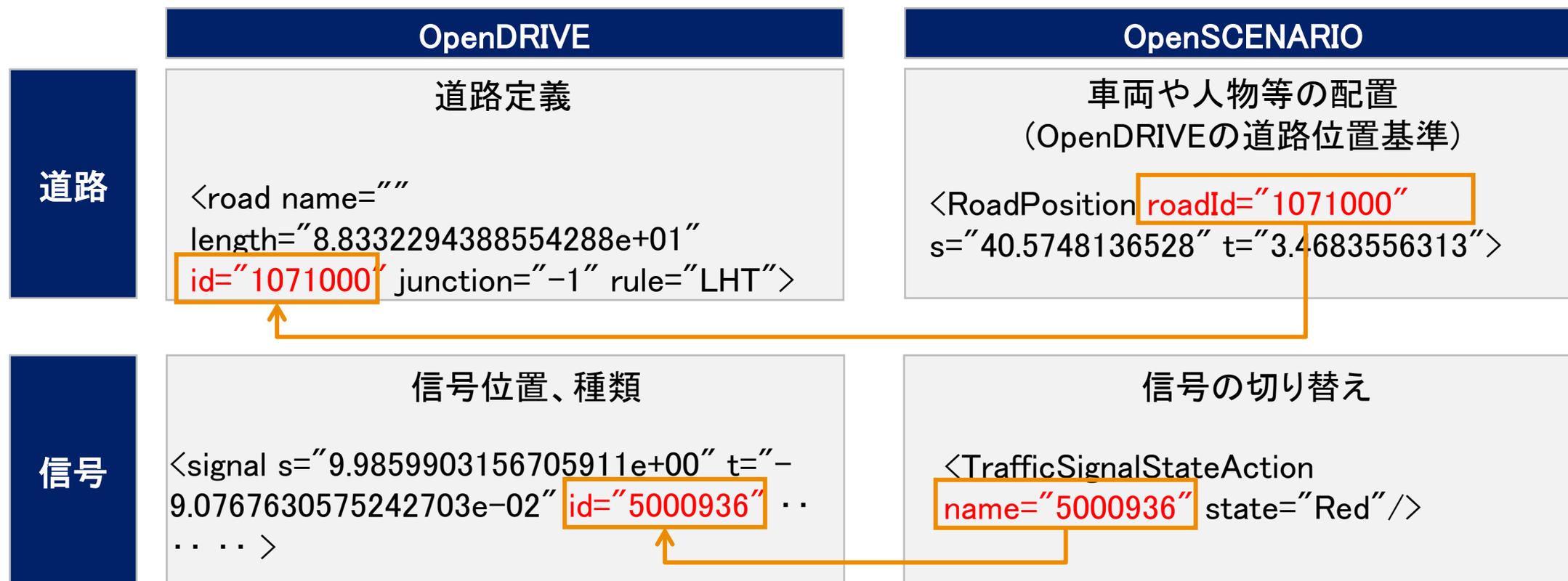
- OpenDRIVEを用いた、OpenSCENARIOのシナリオ動作指定



ASAM OpenSCENARIOの活用

ASAM OpenDRIVEとの連携

- OpenSCENARIOとOpenDRIVEは、容易に結びつく構造となっている



ASAM OpenSCENARIOの活用

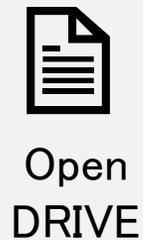
ASAM OpenDRIVEとの連携

- 複雑な道路では、OpenSCENARIOのテキストを直接作成するのは困難なため、主にGUI上のツールで編集を行う

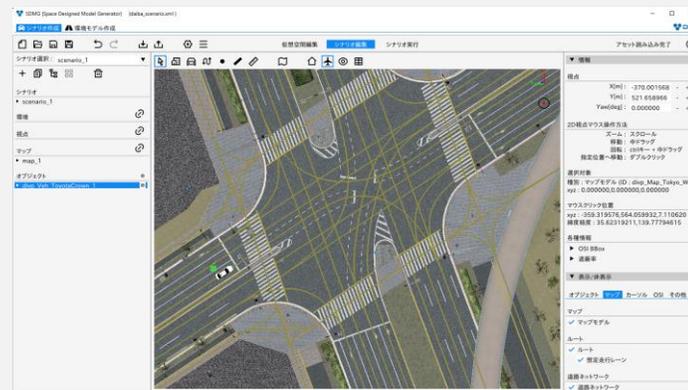
複雑な道路や広いマップ



ツール上での編集



Open
DRIVE



Open
SCENARIO

- OpenDRIVEの道路、レーン、信号情報を表示
- レーンに沿って、車両等を配置
- シナリオ動作の指定

OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ OpenSCENARIOの活用

■ **事例紹介**

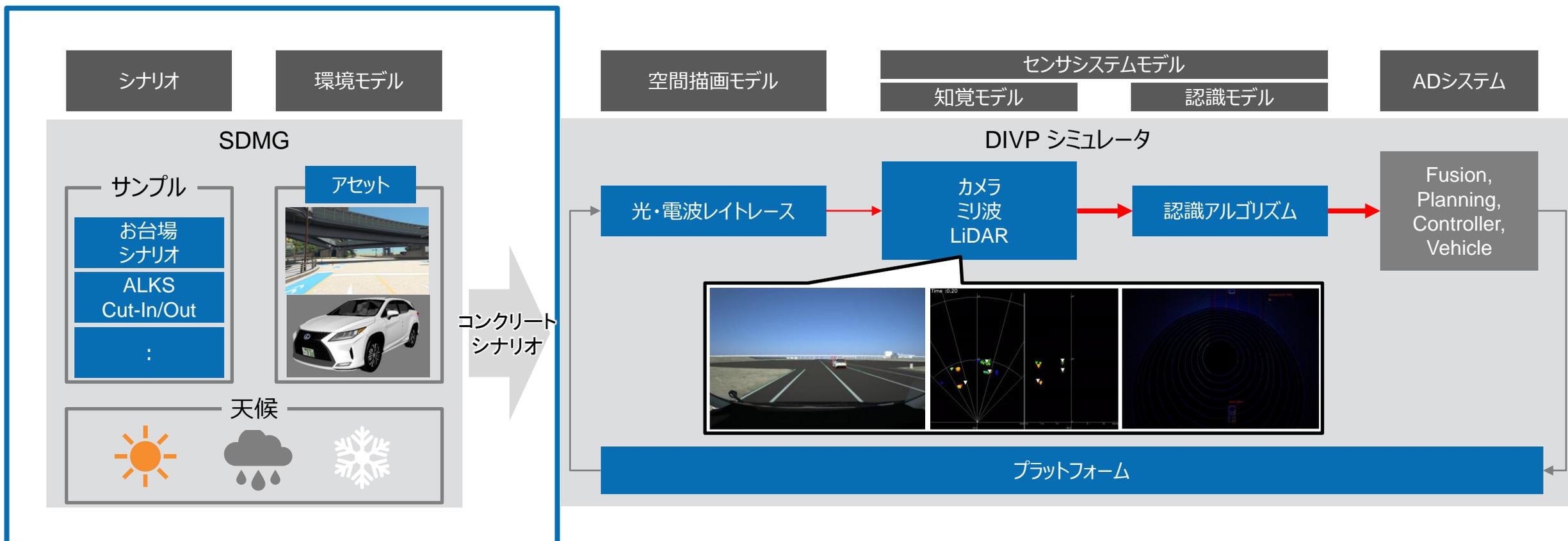
■ 技術の展望

■ まとめ

事例紹介

実際の事例に基づく紹介

■ DIVPシミュレータの全体構成



事例紹介

実際の事例に基づく紹介

■ SDMGにてシミュレータに必要なデータを用意する

Import

OpenStreetMap

標高データ

OpenDRIVE®
managing the road ahead

マップ3Dモデル

物標3Dモデル

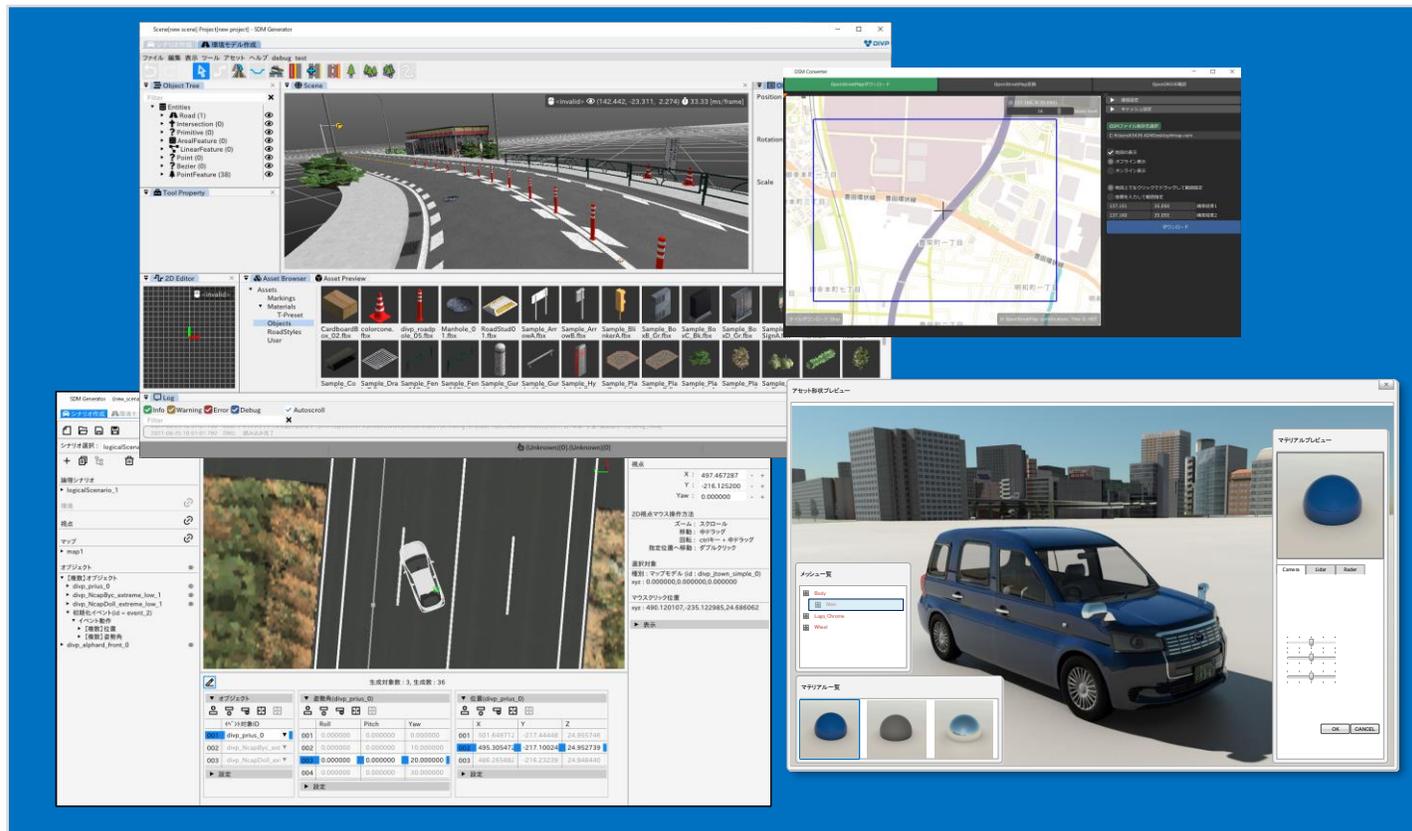
DIVP®マテリアル

OpenSCENARIO®
bringing content to the road

DIVP®シナリオ

走行データ

SDMG



Export

OpenDRIVE®
managing the road ahead

マップ3Dモデル

物標3Dモデル

DIVP®マテリアル

OpenSCENARIO®
bringing content to the road

DIVP®シナリオ

Sim

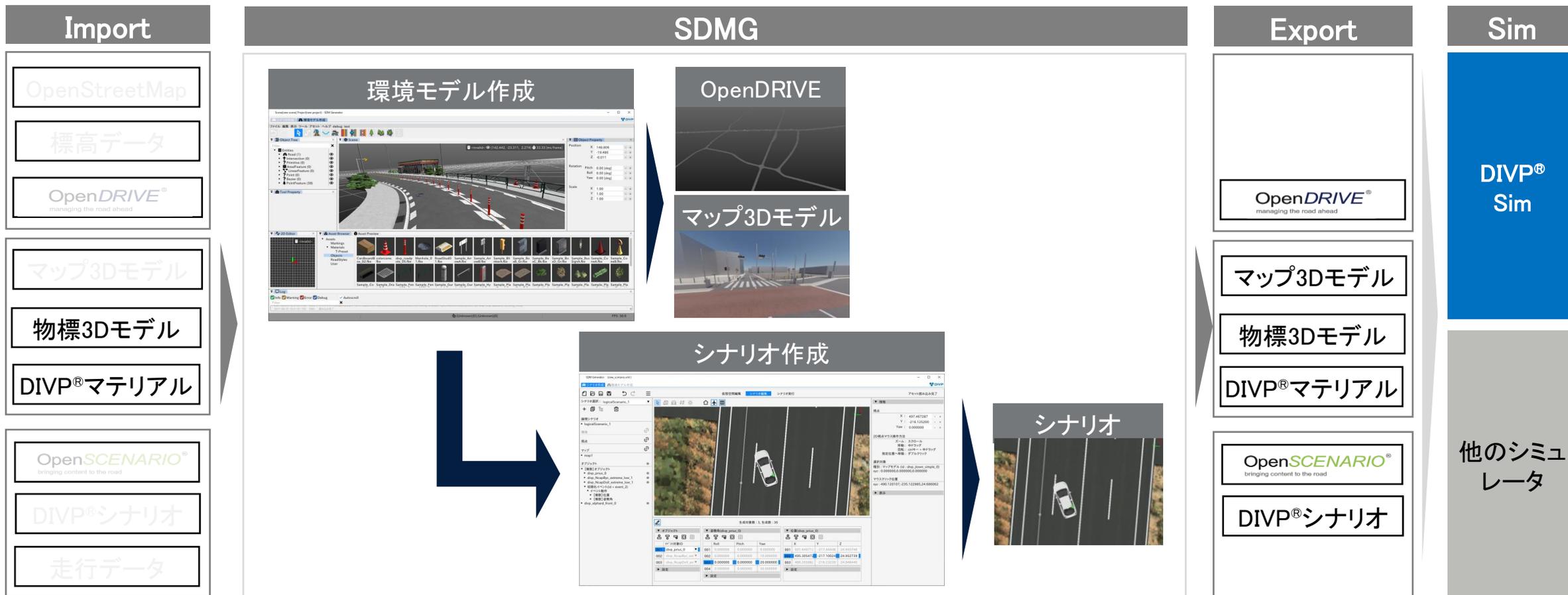
DIVP®
Sim

他のシミュ
レータ

事例紹介

実際の事例に基づく紹介

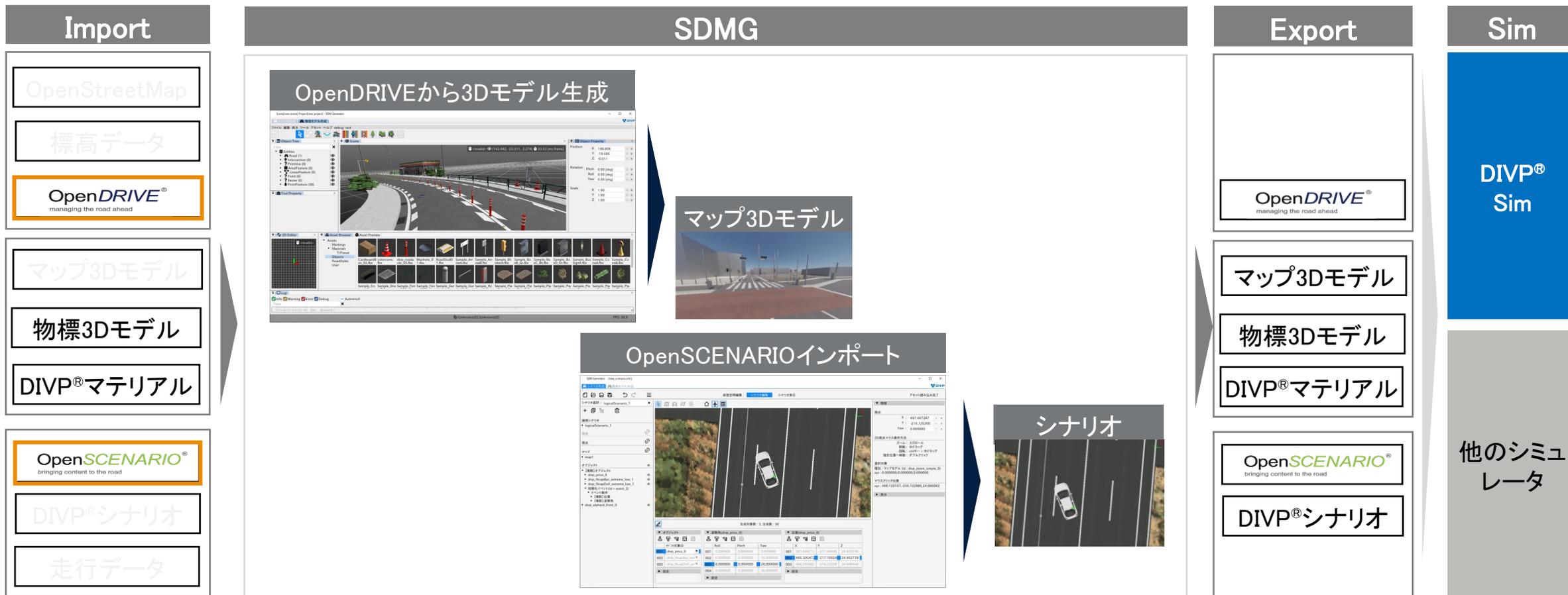
■ DIVPシミュレータ使用例(基本的なデータ作成の流れ)



事例紹介

実際の事例に基づく紹介

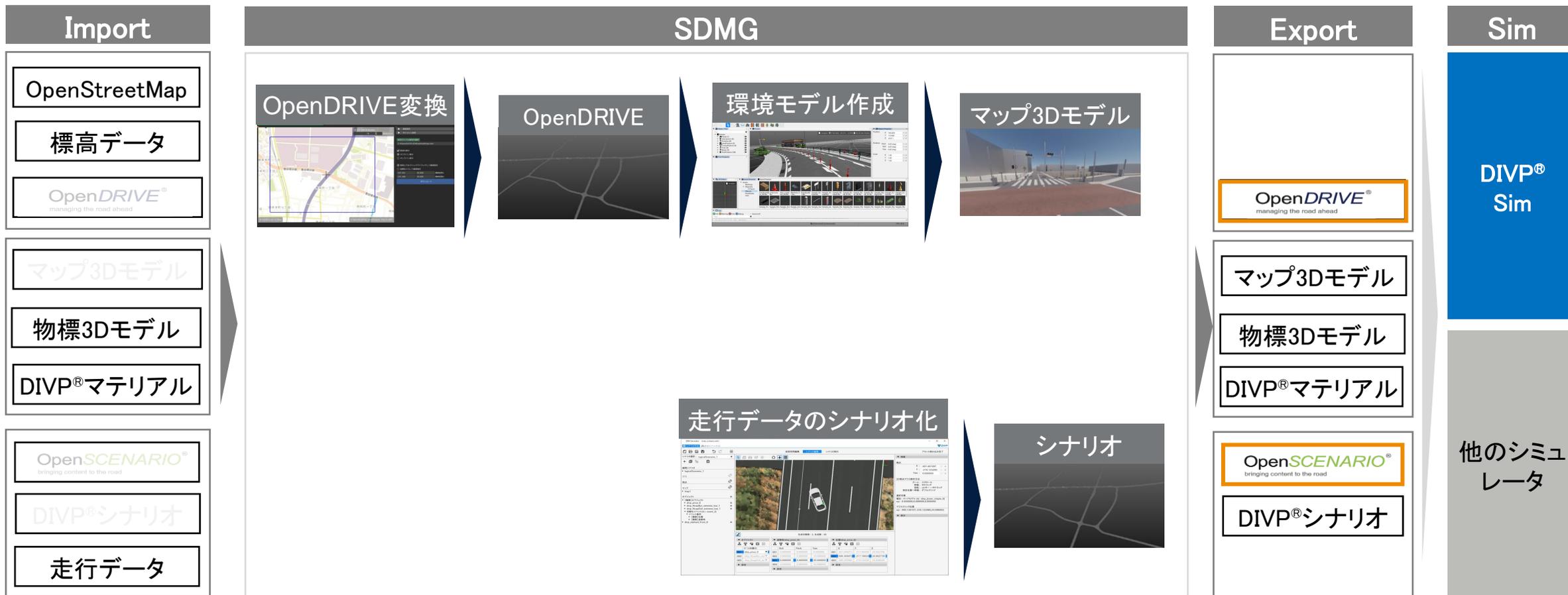
- DIVPシミュレータ使用例(OpenDRIVEとOpenSCENARIOをインポートする場合)



事例紹介

実際の事例に基づく紹介

- DIVPシミュレータ使用例(OpenDRIVEとOpenSCENARIOをエクスポートする場合)



OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ OpenSCENARIOの活用

■ 事例紹介

■ **技術の展望**

■ まとめ

「つながるシミュレータ」のため、SDMGにおいてもOpenMATERIAL対応を進めていく

標準化の開発動向

■ OpenDRIVE、OpenSCENARIO、OpenMATERIALの開発動向

• OpenDRIVE

- 今後のバージョンでは「基準線を用いた表現による作成・可視化の複雑さ」の解消のためのエリア表現の導入や、CityGMLとのリンクを行って道路環境を定義するといったコンセプトの導入が検討されている。

• OpenSCENARIO

- OpenSCENARIO XMLとOpenSCENARIO DSLは2つの標準規格として、今後も共存する。

• OpenMATERIAL

- 標準化プロジェクトが立ち上がっている。日独米を含む国々のメンバーと毎週2回協議を実施している。来年2月までに、OpenMaterialver1.0の仕様書を作成する計画である。

OpenDRIVEとOpenSCENARIOを活用したつながるシミュレータの可能性

■ はじめに

■ OpenDRIVEの活用

■ OpenSCENARIOの活用

■ 事例紹介

■ 技術の展望

■ まとめ

効率的なデータ活用のため、データの標準化が大事

まとめと今後の展望

■ つながるシミュレータ

つながるシミュレータを
選択するうれしさ

多システム間とのデータ連携

他システムのデータ再利用

データの拡張性

国際競争力

つながるシミュレータに
必要なこと

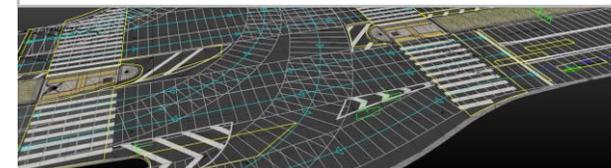
道路ネットワークデータの
標準化

シナリオデータの標準化

材質データの標準化

標準化への対応

ASAM OpenDRIVE



ASAM OpenSCENARIO



ASAM OpenMATERIAL



END

Tokyo Odaiba → Virtual Community Ground

