

自動運転開発における検証の仮想化

ー 仮想環境検証システム「ViViD」 ー

株式会社ジェーエフピー

CG事業部 鈴木和浩

自動運転/ADAS開発の課題

●全ての交通環境を実車で検証

- ・膨大な走行試験が必要(工数、予算)
- ・膨大になる要因は、複雑な環境条件の組み合わせ

走行環境

高速道(分岐合流)、一般道(標識、信号)

交通参加者(他車、歩行者)

光環境

夜間、外灯、対向車ヘッドライト、トンネル出入

天候環境

降雨/路面濡れ、降雪/積雪

●自動運転開発のコア技術はAI

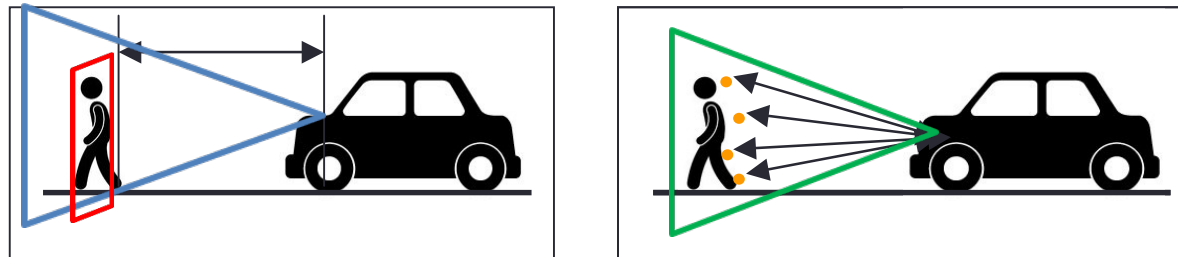
- ・膨大な条件で大量の解答ラベル付き機械学習データが必要



自動運転/ADAS開発の課題への方策

●全ての条件を再現できる仮想環境シミュレーション

- ・カメラやセンサー、走行環境をモデル化して自動運転システムを検証する



●仮想環境(VR)シミュレーションの利点

- ・現実世界では検証が困難な環境を再現検証できる。
- ・試験条件をシナリオとして簡易言語(XMLなど)で記述することにより、同じ条件のテストを繰り返して実行する事が可能。
類似試験条件を容易に増やすことが可能。
- ・実車検証に比べ大幅に短時間で完了する。

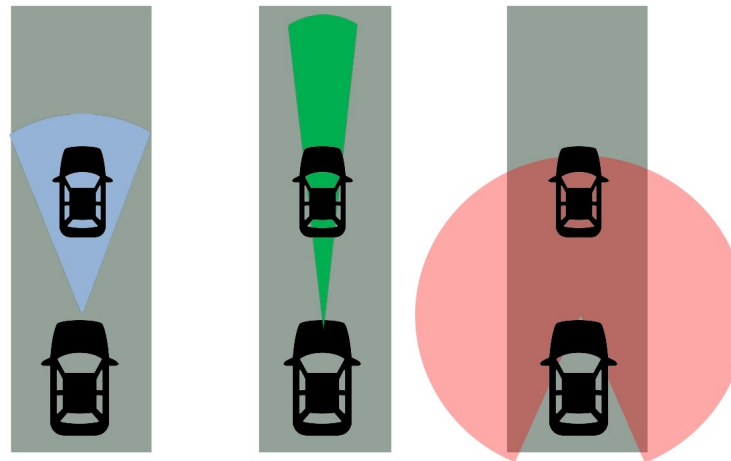
自動運転/ADAS開発の課題への方策

●仮想環境検証でのセンサフュージョンの重要性

- ・自動運転のセンサ(カメラ、ミリ波レーダー、Lidarなど)にはそれぞれ一長一短。
- ・各センサの欠点を補うために組み合わせる「センサフュージョン」が主流となる。

各センサの特徴(精度、速度、距離、範囲)

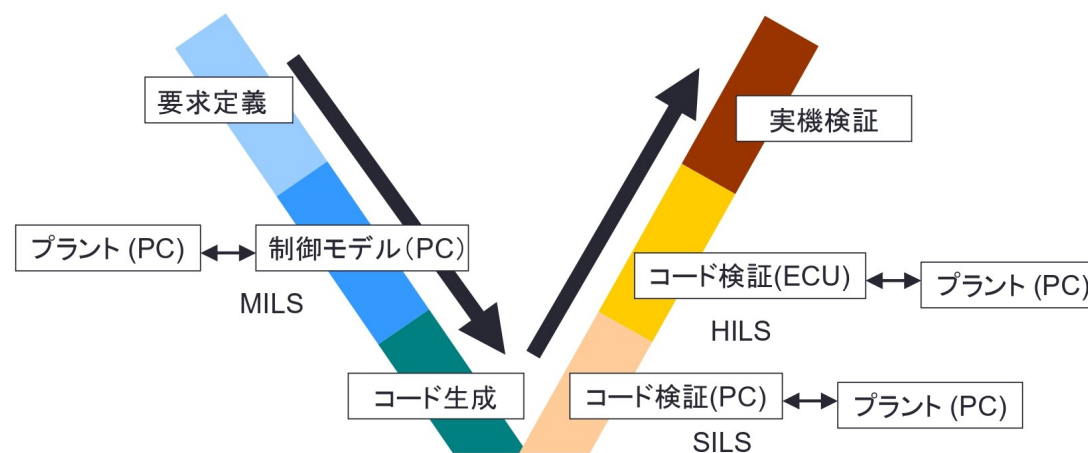
カメラ××△△ ミリ波レーダー○○○× Lidar△△×○



- ・よりノイズ等の影響が大きくなり、ロバスト性能テスト(外乱テスト)が重要になる。
- ・センサ数が多くなるため効果的な取り付け位置の検討も必要

自動運転開発の複雑な開発プロセス

● MDB開発V字プロセス



MILS: ECUモデル(MDB)の設計検証

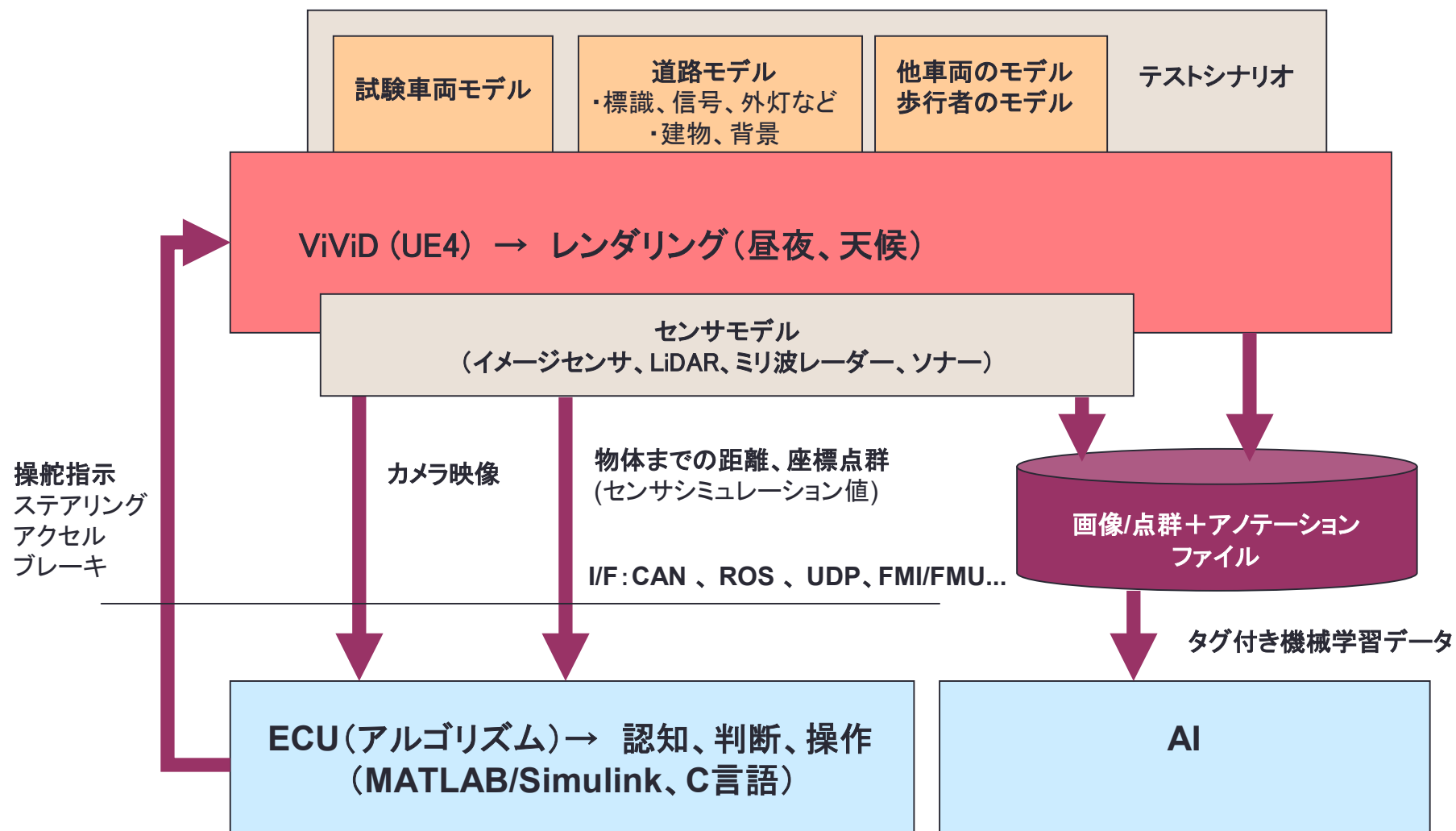
SILS: ECUソースコードの検証+他のECUはモデル

HILS: ECU実機の検証+他のECUはモデル

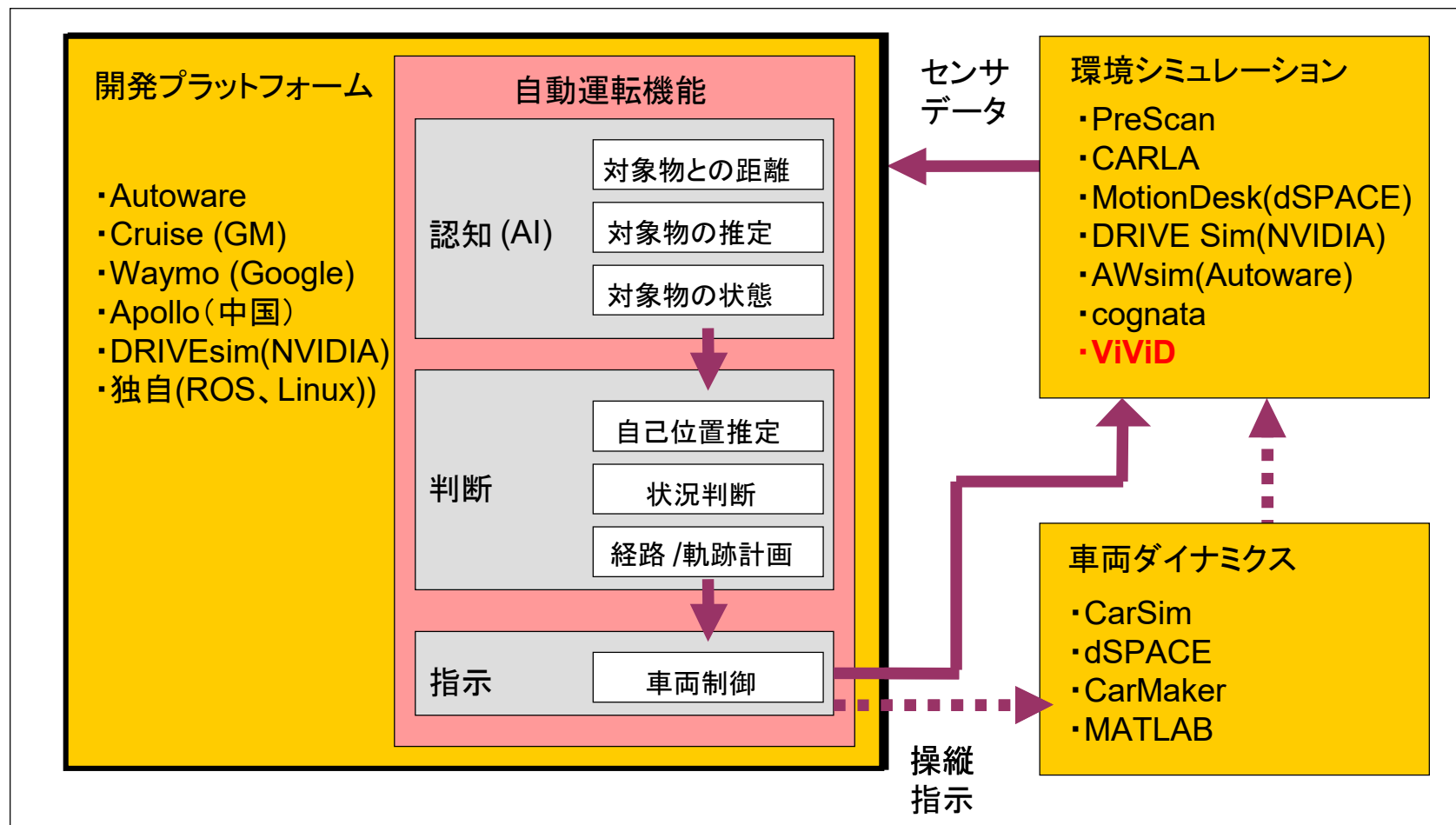
実機検証: 実車上での検証、他のECUも実機

→ECUとのI/Fさえ準拠すれば、MILS、SHILS、HILSでの検証に使える

仮想環境シミュレーション「ViViD」の構成



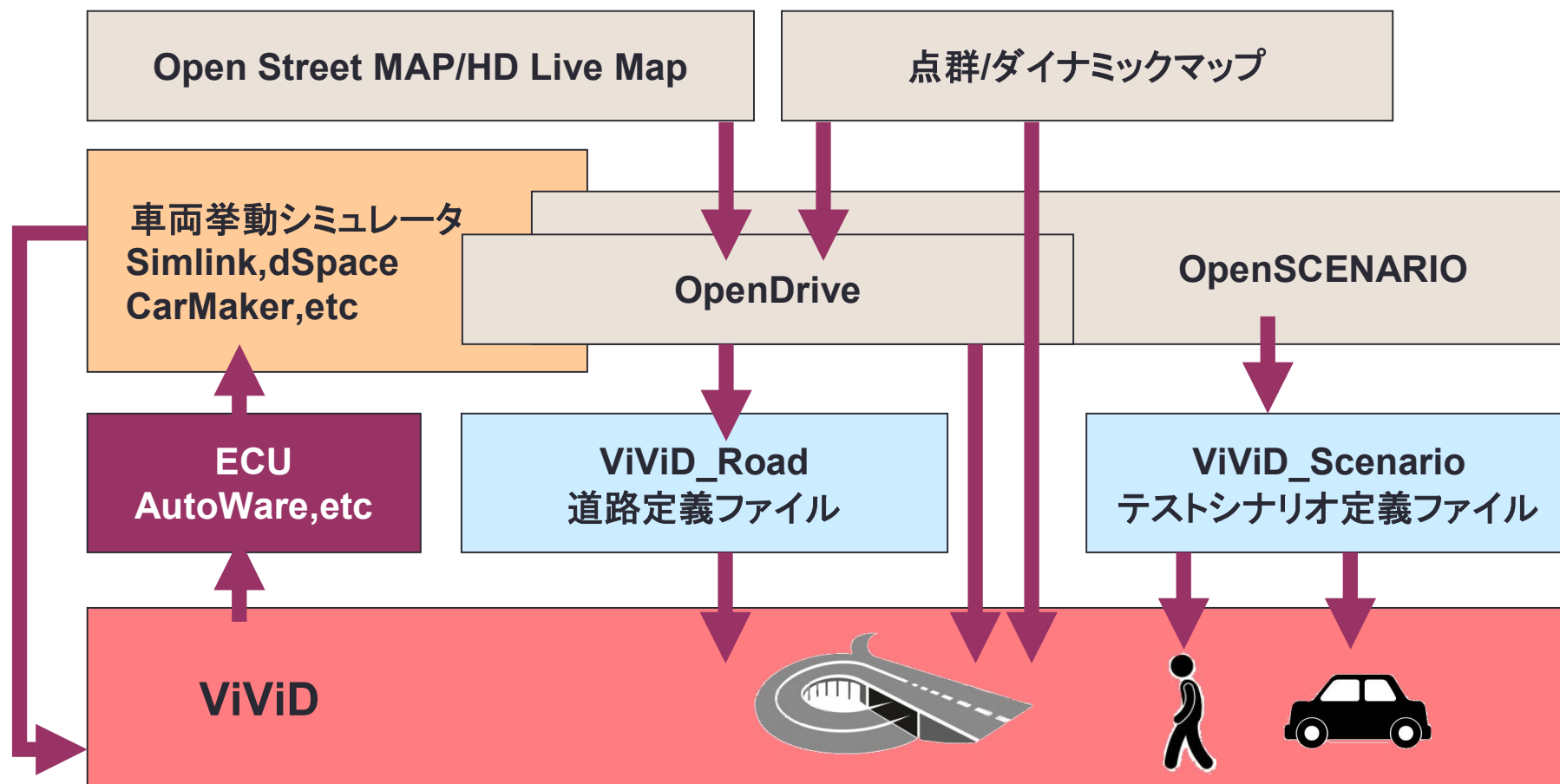
自動運転開発プラットフォームの状況



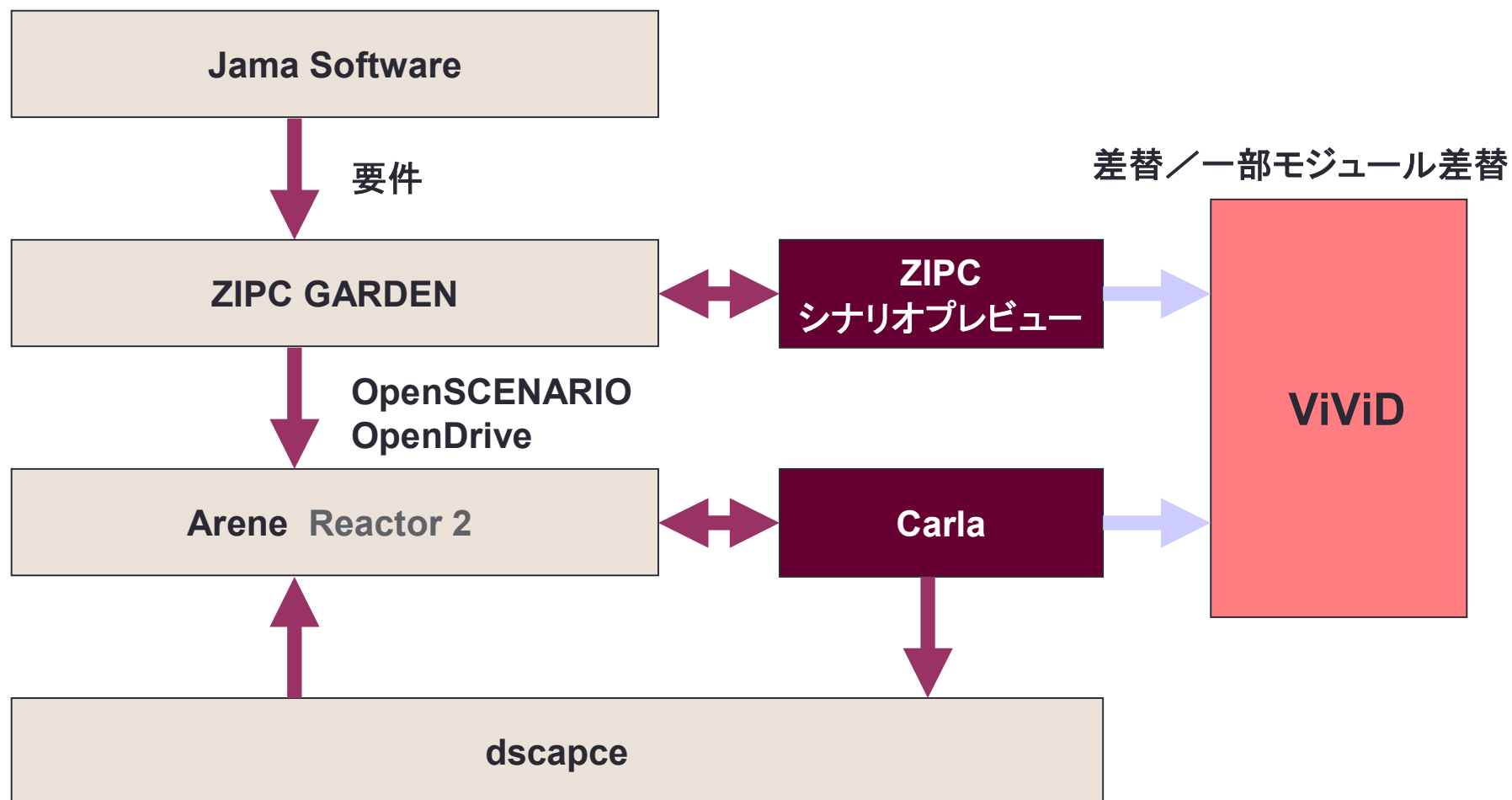
■ 自動運転車の評価基準

- 国連WP29→ISO標準化
- PEGASUS(独)→SAKURA(日)→JAMA自動運転の安全評価フレームワーク

「ViViD」と他システムとの連携



「ViViD」と他システムとの連携(例)



仮想環境シミュレーション「ViViD」の特徴

●他製品との比較、優位性

	他製品	オープンシステム	VIVID
高精細なカメラ映像※1	○	△	◎
高速物理演算シミュレーション※1	○	△	○
センサモデル組み込み	○	△	○
センサモデル自社開発	×	×	◎
カスタマイズ(コースやI/F)※2	×	×	◎
テストシナリオ(バッチ)検証	○	×	○
機械学習向けセンサデータ出力	×	×	◎

※汎用既製品は原理試作的な検証レベルでは使える。

→自社開発のセンサモデルで、センサノイズやカメラ歪み収差など、
仮想モデルを現実に近い(ロバストテスト、外乱テスト、デジタルツイン)

※「ViViD」をベースに顧客様の開発環境に応じたカスタマイズが前提。

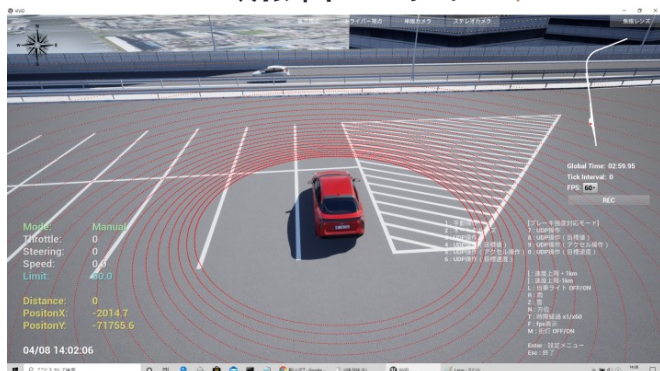
→多様なI/F、特殊な試験、日本特有の交通景観に対応する
各機能はプラグイン(DLL)で提供される為、Unityなど他システムからも利用が可能

仮想環境シミュレーション「ViViD」機能構成

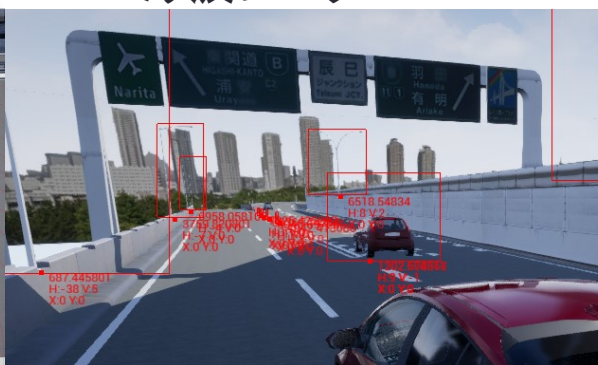
道路モデル	実在ロケーション	高速道路、一般道、テストコース
	架空コース	走行コース簡易作成機能
	道路形状インポート	OpenDrive等
	コース環境	信号、標識、外灯等、背景(住宅地、繁華街)
テスト車両	車両3Dモデル	市販車両、特殊車両、架空車両
	ECUとのI/F	ECUの操舵指示(アクセル、ステアリングなど) ECUへ結果出力(速度、向き、位置など)
	インパネ、メーター類	HUD(色、照度、配置)など
	ヘッドライト	Aヘッドライト(LED色、数、位置、照射角度)など
センサモデル (プラグイン)	イメージセンサモデル (光学カメラ)	単眼、ステレオ、広角／魚眼／全方位 デプス、赤外線、近赤外線／ローリングシャッタ
	スキャナーセンサモデル	Lidar、ミリ波レーダー、ソナー／ノイズ
	物体検知モデル	物体(他車、人間など)の距離、矩形パターン
	自車位置推定モデル	GPS位置情報(GNSS、速度、加速度) Lidar点群とダイナミックマップで自車位置推定(SLAM)
交通シミュレーション	他車両、歩行者	シナリオ機能によるテスト要件の再現
走行環境	天候	霧、降雨(地面の濡れ反射)、降雪、積雪(轍)
	時間(太陽光)	太陽高度の変化による影や、逆光の影響 トンネル出入り口の暗転明転
	経年変化	白線の剥れ、泥汚れ、季節による樹木変化
	照明	夜間(外灯、店舗照明、対向車のライト)の影響

「ViViD」の車載センサモデル

Lidar(点群スキャン)



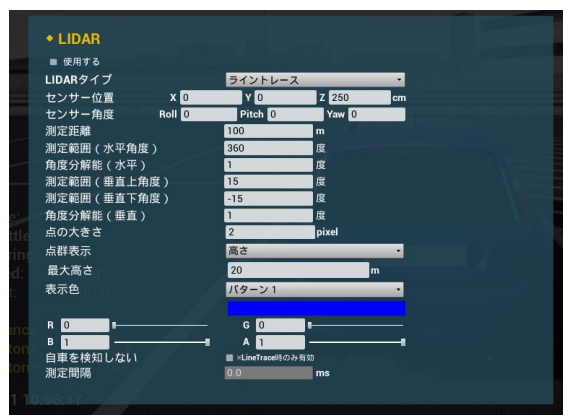
ミリ波レーダー



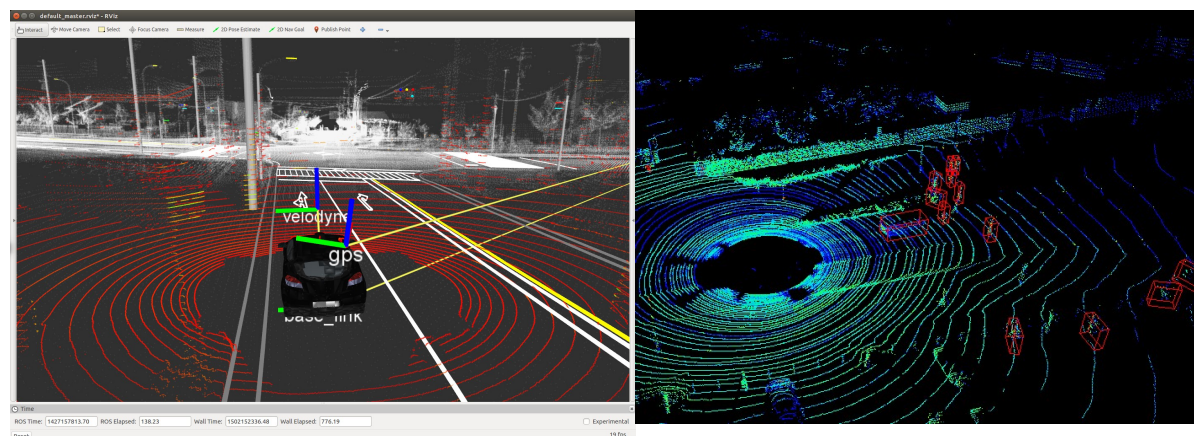
ソナー(超音波センサー)



Lidar設定GUI



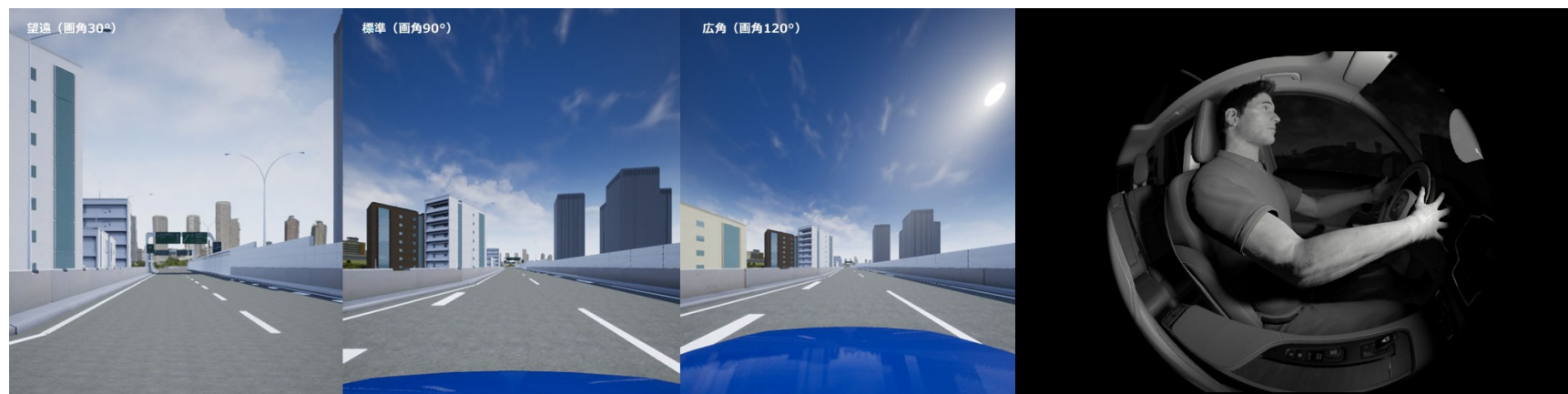
SLAM(ダイナミックマップ自己位置推定)



「ViViD」のイメージセンサモデル(カメラ、レンズ)

望遠、標準、広角

近赤外線LED+カメラ:ドライバモニタ



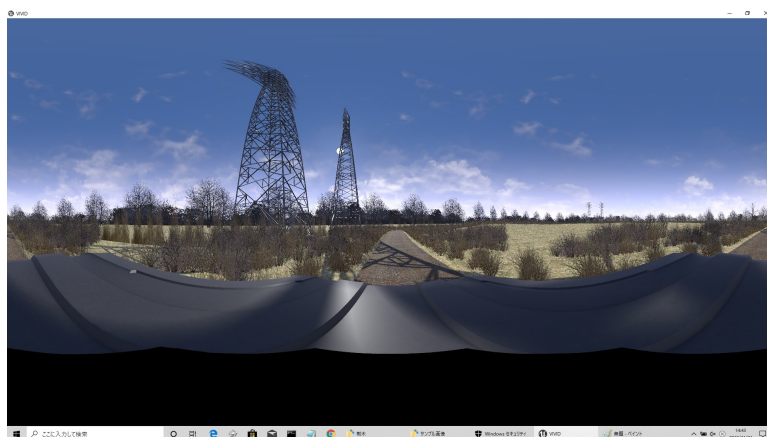
レンズ ノイズ色収差

ステレオカメラ

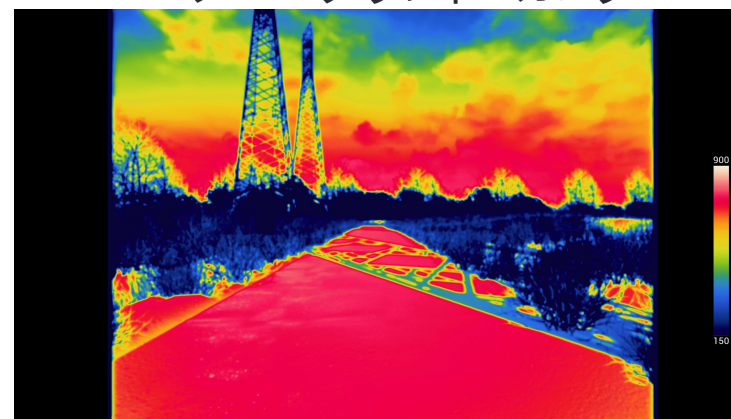


「ViViD」のイメージセンサモデル(カメラ、レンズ)

360° カメラ



サーモグラフィーカメラ



フロントガラス水滴、ボケ



魚眼カメラ

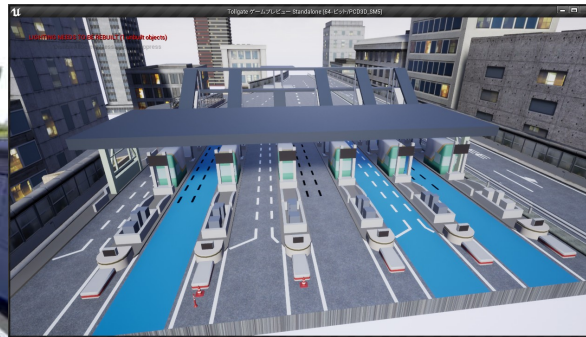


「ViViD」の道路モデル例(実在、架空)

高速道路



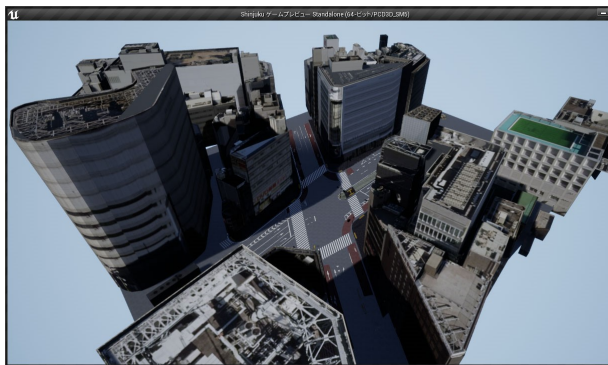
料金所



住宅地



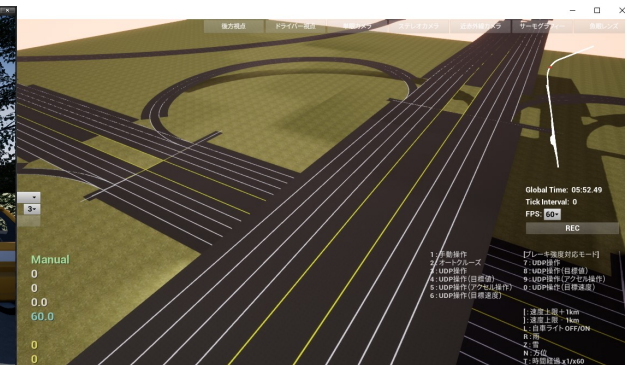
市街地中心部



市街地郊外



OpenDrive



「ViViD」の道路モデル例（日本特有の交通景観）

市街地



駅前ロータリー



駐車場



踏切



林道



工事現場



果樹園



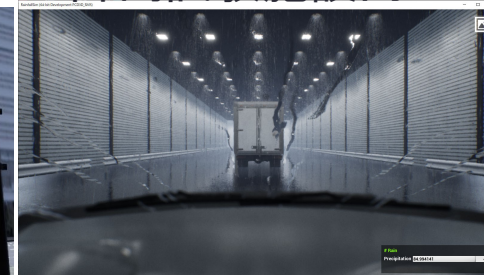
送電鉄塔



標識、信号機



降雨試験施設内



「ViViD」の走行環境モデル(時間、天候、照明)

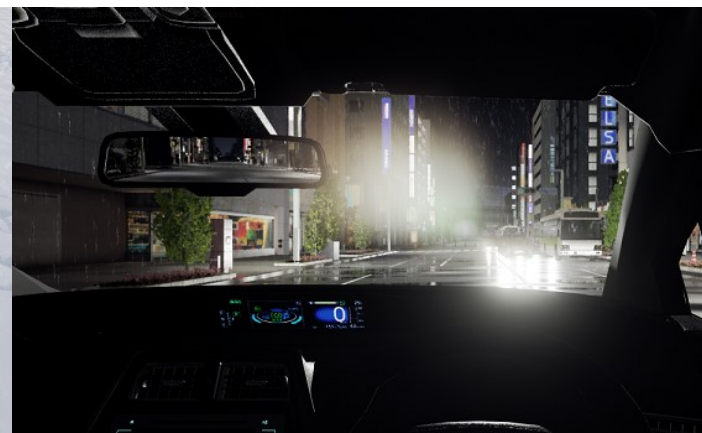
降雨、降雪、積雪



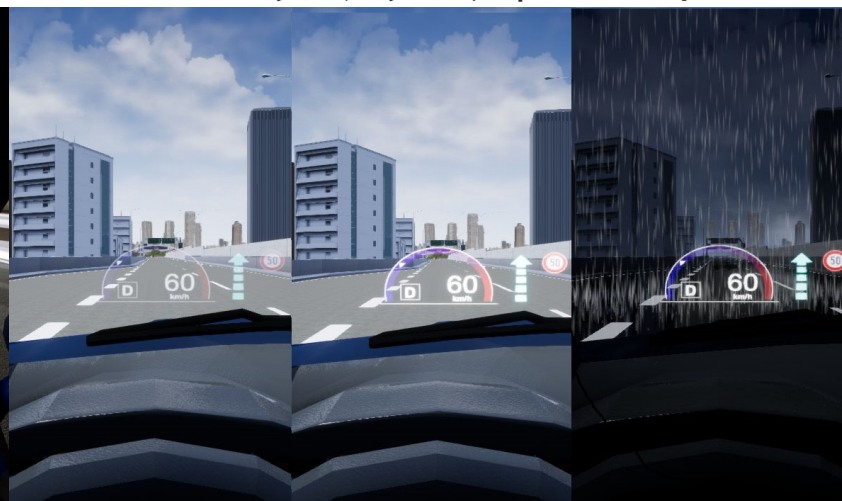
アクティブLEDライト



夜間、路面濡れ、対向車ヘッドライト

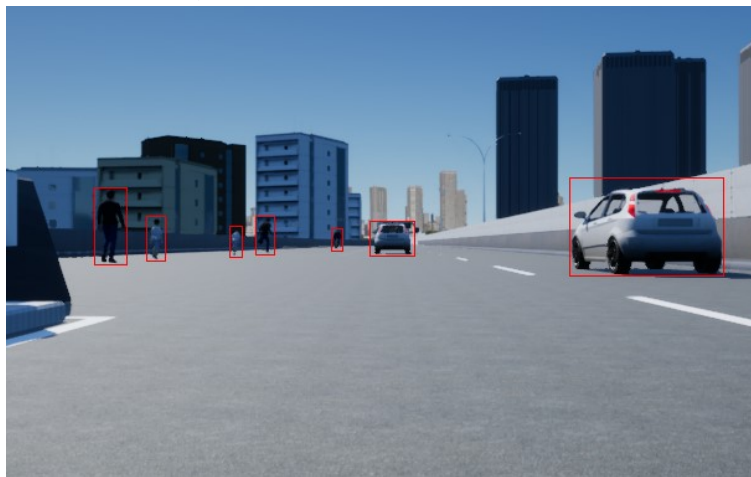


ヘッドアップディスプレイ

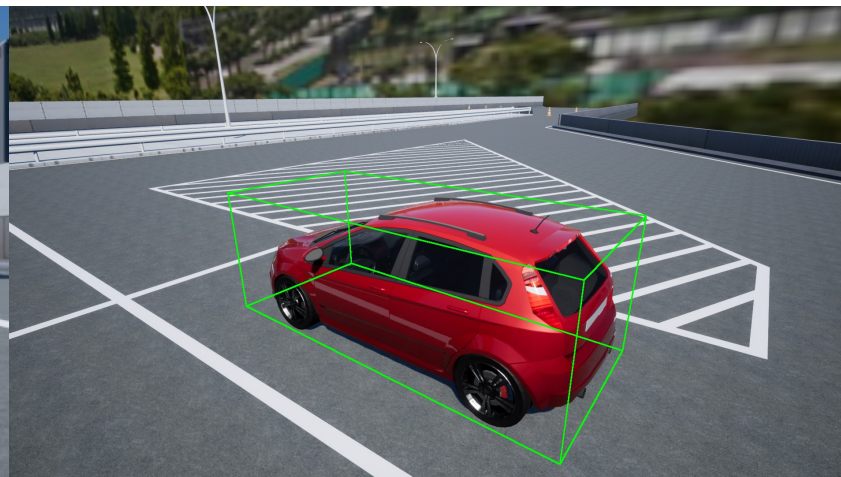


「ViViD」のAI用機械学習データ

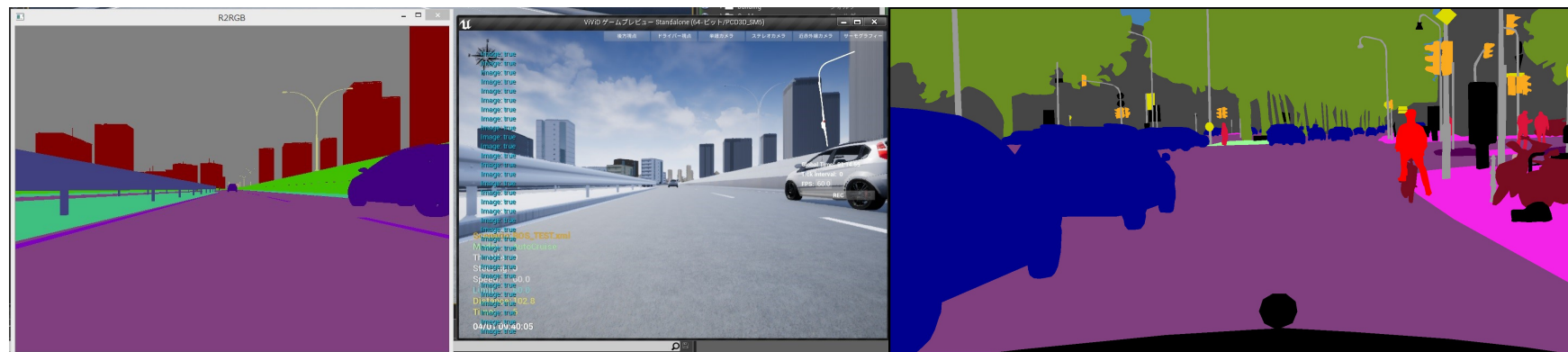
アノテーション: 2D-BBOX



アノテーション: 3D-BBOX



アノテーション: セマンティックセグメンテーション

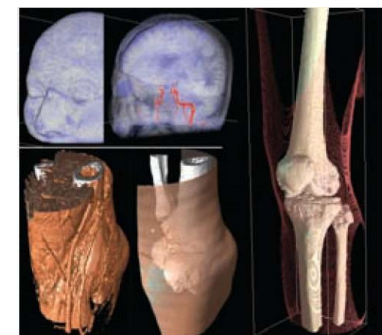
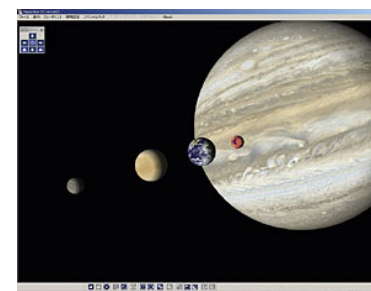


「ViViD」のテスト車両例



株式会社ジェーエフピーのご紹介

- 本社：岩手県盛岡市
- 代表取締役社長：漆原憲博
- 設立：1994年（平成6年）3月1日
- 主要事業所
東京オフィス：東京九段
- 業務内容：
 - ・組み込みソフトウェアの設計、開発
 - ・3DCGリアルタイムシュミレーションの開発（自社製品）



ご清聴、ありがとうございました