

自動運転の安全性評価シミュレーション構築についての研究

神奈川工科大学 教授 井上 秀雄

Weather Forecast



AD safety Assurance*



For Validation & Verification Methodology

目次

- 背景と目的

- 研究成果

- まとめ

環境、空間描画、センサモデルが一体となった実現象と一致性の高いセンサモデル構築は、AD/ADASの安全性論証をバーチャル環境で実施する為の要諦である

モチベーション；実現象と一致性の高いセンサモデル構築

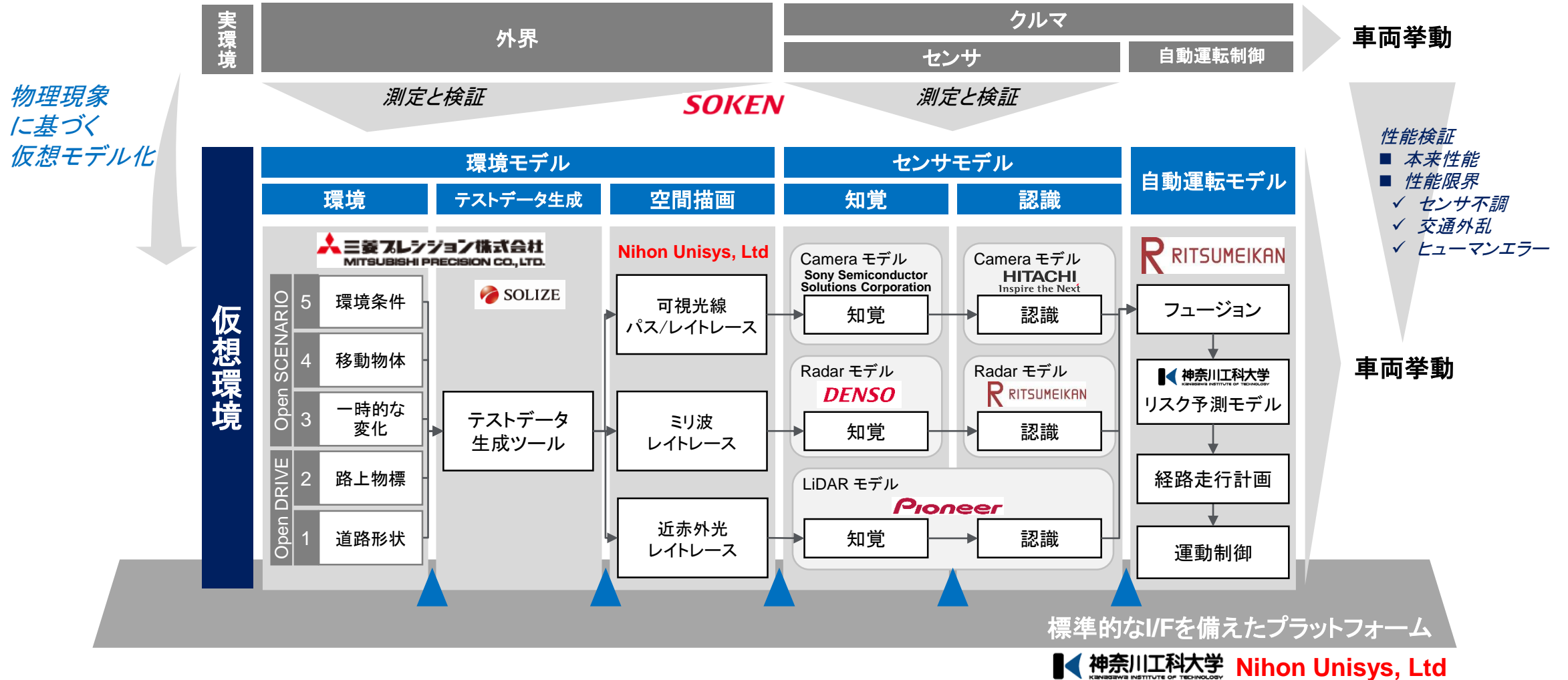
実験評価

バーチャル評価



実験計測に基づくシミュレーション評価環境の構築を目指し、 センサメーカーを含む産学エキスパート10団体により研究開発を進める

DIVP[®] 設計



研究成果

- 実現象と一致性の高いセンサモデル
- Community Groundでの検証

各センサ検出原理に基づき物理現象をバーチャルモデル化、センサ内部はさらに精緻な再現を目指し、イメージセンサのモデル化に取り組む

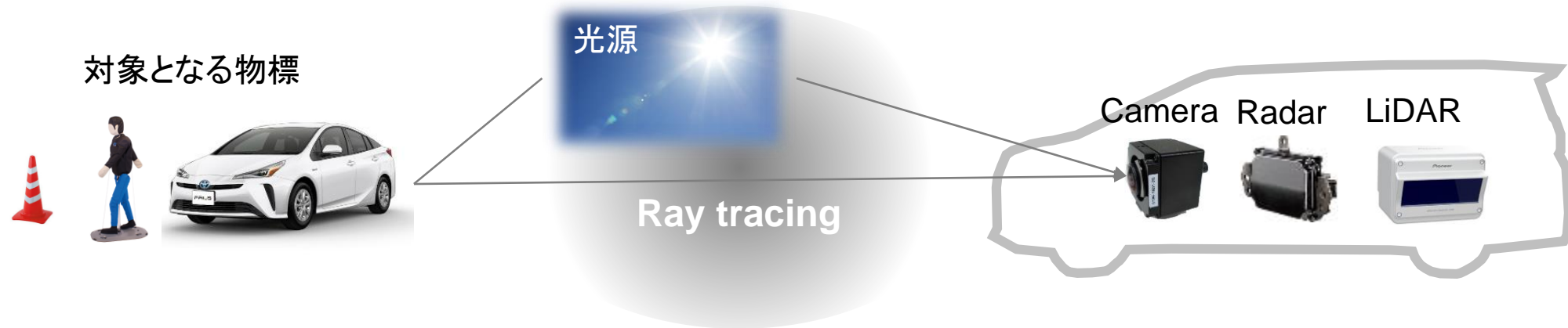
Camera検出原理の例

HITACHI
Inspire the Next

Sony Semiconductor
Solutions Corporation

DENSO SOKEN Pioneer

環境イメージ



さらに、精緻な知覚出力のため、
センサ内部を精密に仮想化

センサ内部



* Image Signal Processor
Source : SOKEN, INC, Sony Semiconductor Solutions Corporation
DIVP® Consortium

Camera Simでは、屋内・および屋外晴天時での一貫性検証を実施し20%程度の差、これは概ね実機バラつきと同程度であることから、Camera性能評価への有効性を確認

Cameraシミュレーション結果*

Sony Semiconductor
Solutions Corporation

実機撮影結果



SIM結果 (天空データ: 晴れ)

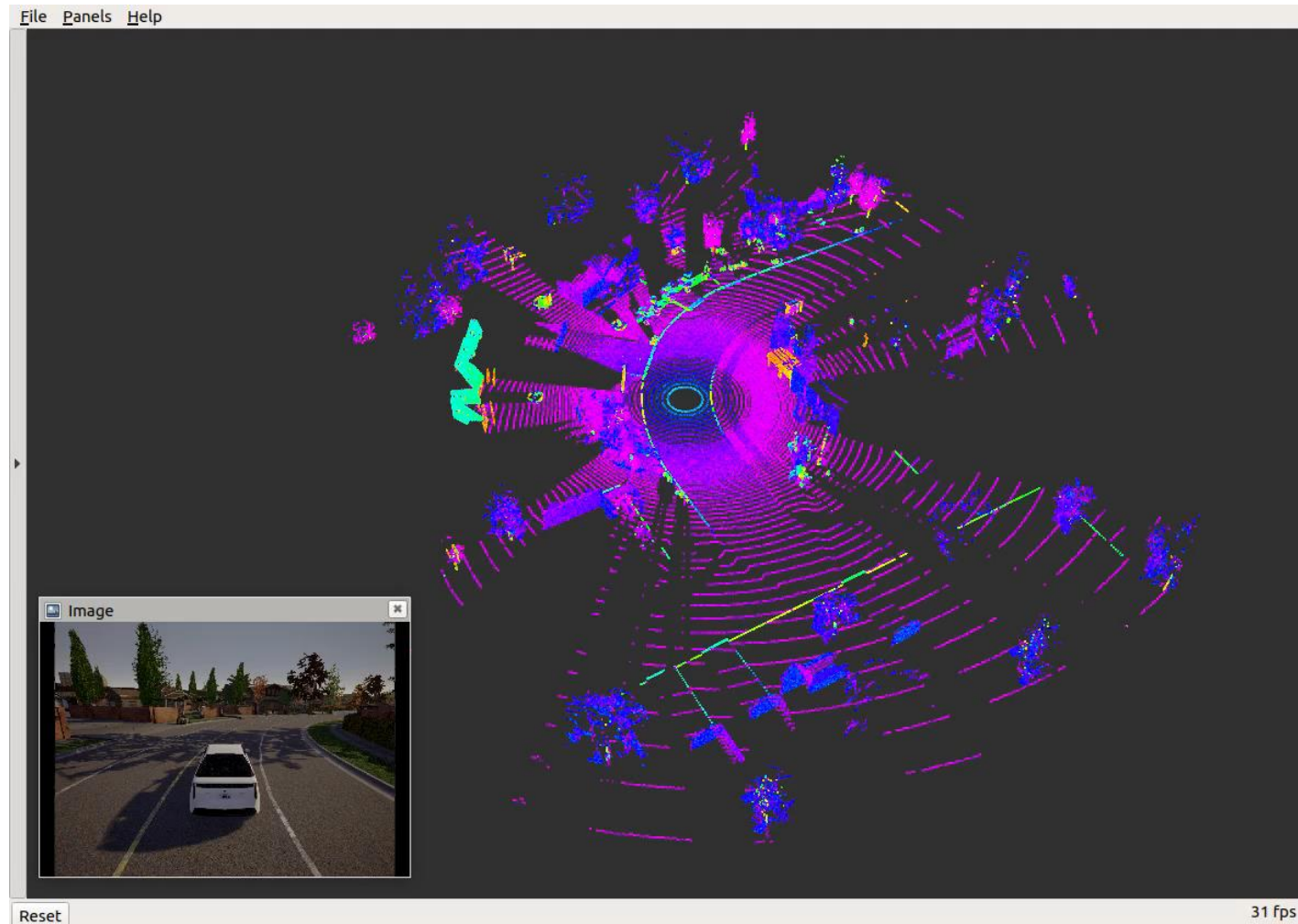


明るさはほぼ近い印象

LiDAR Simでは高精度を保証しながら高速化を実現、一致性の高いシミュレーションが可能に

LiDARシミュレーション結果

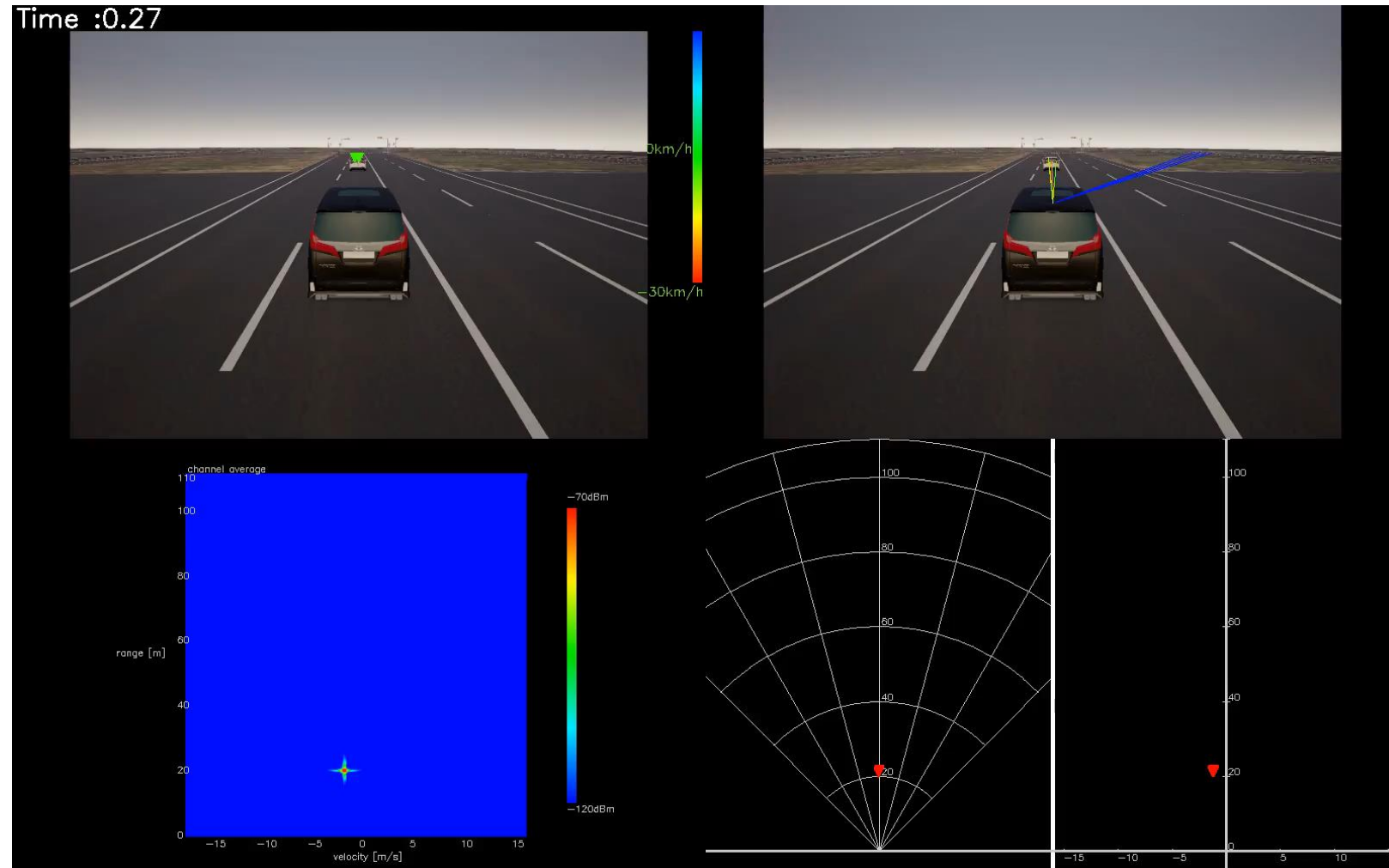
Nihon Unisys, Ltd *Pioneer*



ミリ波Radarモデルの実装を完了、物理現象の評価が可能なシミュレーションに昇華することができた

Radarシミュレーション結果

DENSO SOKEN Nihon Unisys, Ltd



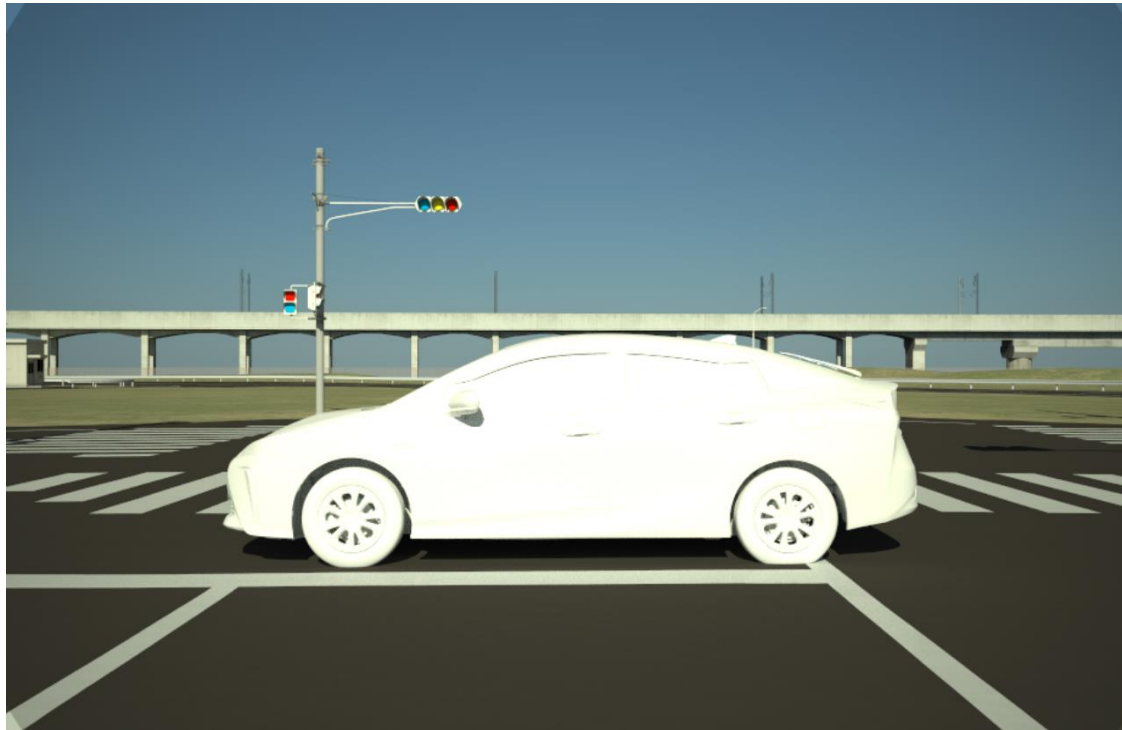
各モデルの「プロパティ」に材料特性を設定することで精緻な物体の再現が可能に

精緻な交通環境を再現するためのプロパティ

Nihon Unisys, Ltd **SOKEN**  三菱プレシジョン株式会社
MITSUBISHI PRECISION CO., LTD.

プロパティ無

色や質感が無く、のっぺりとした結果になる



プロパティ有

材料の特性が再現され、色・反射の強弱・透明感が再現できる



代表的な不調である、車両間のすり抜けシーンで、低分解能Radarでは、正しい位置に知覚出力が得られないことが再現でき、センサの性能評価が可能に

Radar性能評価の例

低分解能



高分解能



研究成果

- 実現象と一致性の高いセンサモデル
- **Community Groundでの検証**

FY19ではラボにおける基礎検証を実施、FY20ではPGを使ったNCAPシーン・不調シーンを用いた実験検証を実施、年度末にむけVirtual-Community Groundへ拡張していく

検証のフレームワーク

現実の物理現象ベースの取組み

拡張のロードマップ



DIVP®は、シミュレーションでセンサ不調の検証を可能にし、ADの安全性を保証するためのVirtual-PG / CGを構築することに重点を置いている

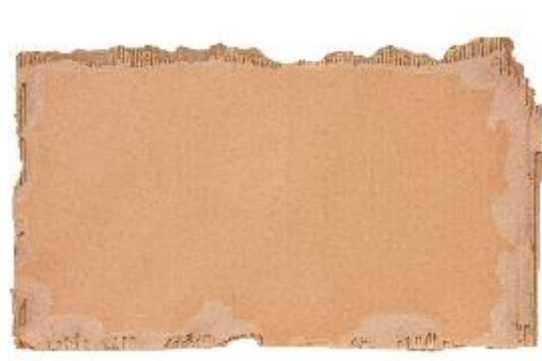
センサ不調シーンの事例

検出困難な対象物

黒革のジャケット



段ボール



近接した複数車両



濡れた路面



反射やミリ波伝播へ影響する環境

夜間



雨



ミリ波のマルチパス



太陽光、逆光



Virtual-PGによるEuro-NCAP実現を目指し、2025年に向けて継続的な拡張を実施

Euro-NCAPシミュレーション；歩行者車影飛び出しシナリオ

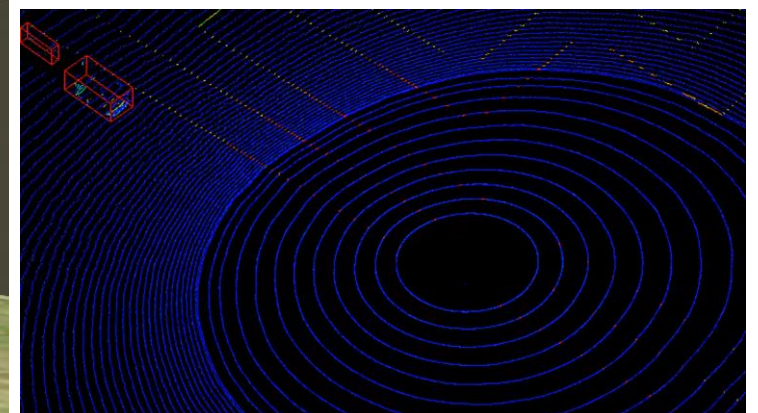
歩行者車影飛び出しシナリオ



Cameraシミュレーション



LiDARシミュレーション



道路形状から交通参加者の配置と動きの設定まで、任意の交通環境の組み立てが可能に 並行して雨や逆光等の環境因子のモデル化も進める

Virtual-PGの構築



J-town交差点における交通環境の再現

雨の再現



逆光の再現



実際の交通環境におけるセンサ不調を再現する為、お台場Virtual Community Groundを構築しAD安全性検証を実施

Virtual Community Ground

三菱プレシジョン株式会社
MITSUBISHI PRECISION CO., LTD.



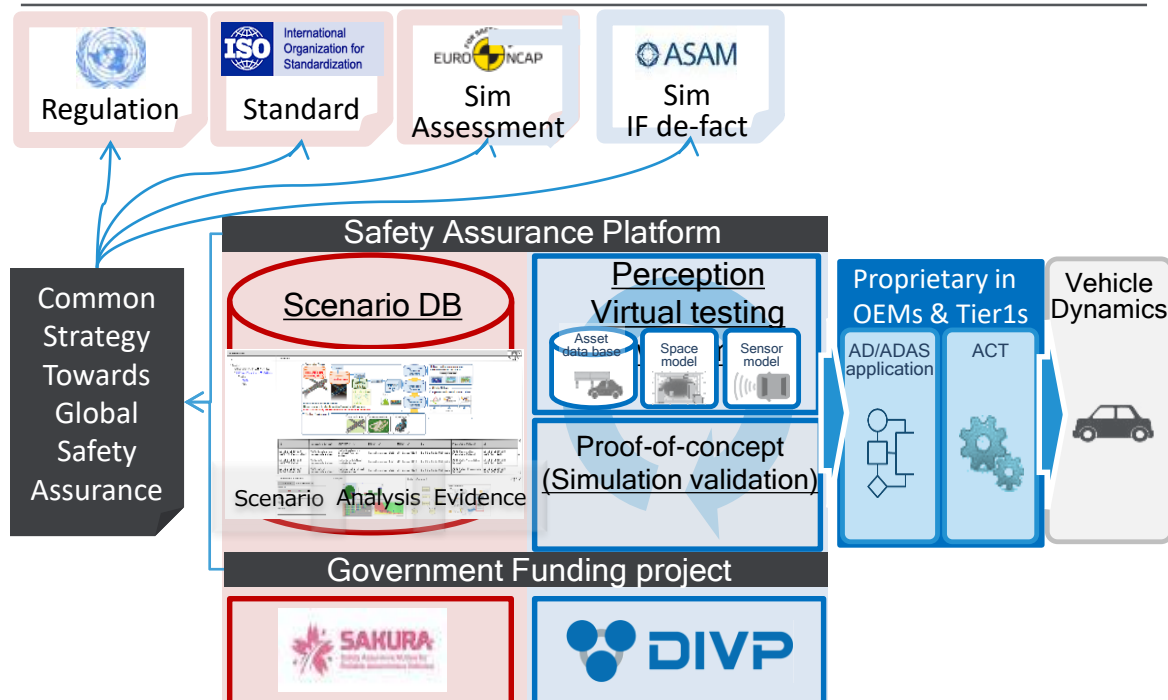
※映像は開発中のものにつき、実際の仕様とは異なる場合があります。
Source: 三菱プレシジョン(株)提供画像

まとめ

まとめ

- DIVP®は、センサ評価を中心に据えた安全性検証のアプローチにより、より安全なAD/ADASモビリティ社会構築に貢献する
- DIVP®は、国際的団体との連携に基づきインターフェース、及びリファレンスモデル構築プロセスの国際標準化に貢献する

AD安全性論証における位置付け



DIVP®の目的

- 標準のオープンインターフェース
- 妥当性の有る一致性検証に基づく、標準的な評価プラットフォーム
- 環境とセンサのペアモデルに基づく、現実環境との一致性を高める取組み

END

Tokyo Odaiba FOT area → Virtual Proving Community Ground

