Driving Intelligence Validation Platform

研究成果報告

Weather Forecast

AD safety Assurance*

For Validation & Verification Methodology

本報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が管理法人を務め、内閣府が実施した「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）」(NEDO管理番号：JPNP18012)の成果をまとめたものです。

*AD : Automated driving

Index

- 背景と目的
- 研究成果概要
- 国際連携･標準化
- 事業提供
- GBM(Global Bench Mark)
- 外部発信

本報告書は概要版となっております、
詳細、DIVP®研究コンソーシアムへお問合せ下さい

背景と目的

人間の行動から、「見えているか？」、「ぶつからないか？」が、安全性の基礎であることがわかる

安全性評価の基礎

Source：令和3年度 年度末報告書

「見えてるか」の評価には、センサから観た実現象と一致性の高い環境・センサモデルが肝要

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

Public Road

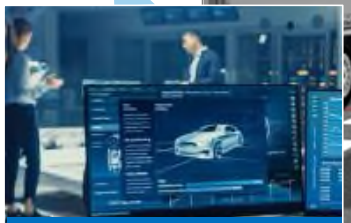
Proving Ground

バーチャル評価 DIVP

SILS／MILS
（Software in the Loop／Model in the Loop）

Connect

Connect



HILS
（Hardware in the Loop）

VILS
（Vehicle in the Loop）

Camera

Radar

LiDAR

実現象と一致性の高い
環境・センサモデル構築

Source : Kanagawa Institute of technology, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD., DENSO Corporation, Pioneer Smart Sensing Innovations Corporation, Hitachi Automotive Systems, Ltd
研究成果報告_ FY2018-FY2022

DIVP

自動運転の安全性評価のための、実現象と一致性の高いSim-PFの構築を研究目的に据える

DIVP®の目的・特徴

- 実現象と一致性の高い環境・空間・センサのシミュレーションモデル
- シナリオ生成～認識性能評価～車両制御検証を一貫して評価可能なプラットフォーム
- 既存シミュレーションとの結合性の充実

現実空間

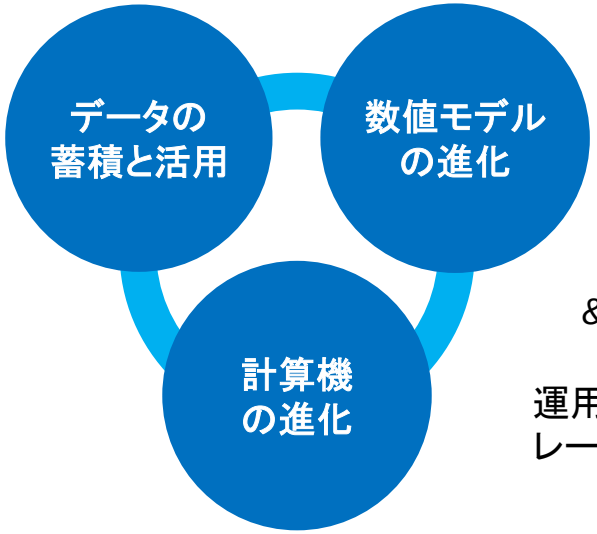
センサ視界の仮想空間モデル，センサ内部モデルへ

先行して人間の社会・生活行動に浸透している天気予報が数値計算による現象予測の好事例、この三位一体の取り組みを参考に、DIVP®では「数値モデルの進化」、「計算機の進化」に取組む

DIVP®の目指す姿

取組みの範囲

三位一体の取組み



精緻なバーチャル評価プラットフォームの研究

&

運用を見据えたシミュレーション体系の研究

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

DIVP®は社会に受容される、消費者目線の自動運転の安全性評価を実現するため、シミュレーションを活用した安全性評価環境の構築を目指す

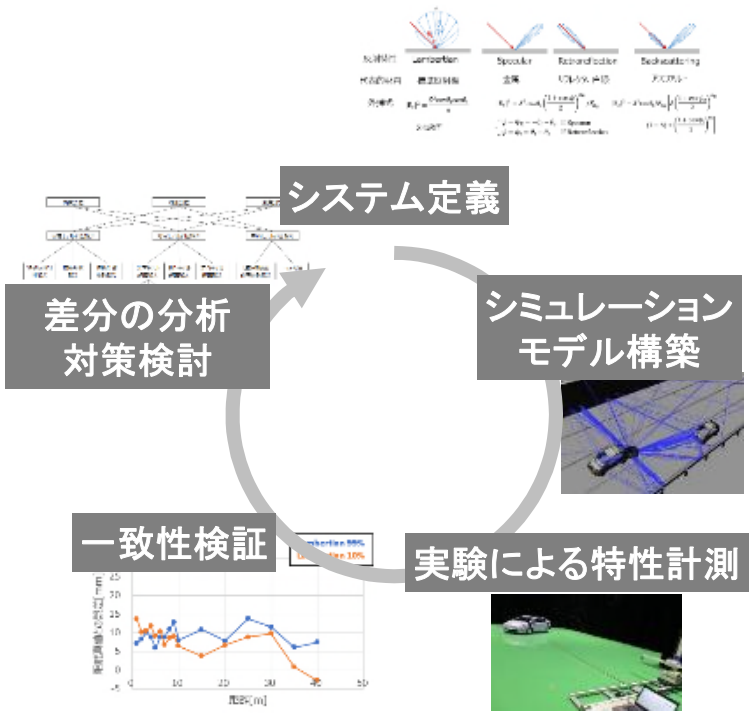
Source：2020年度 研究成果報告書
研究成果報告_ FY2018-FY2022

研究成果概要

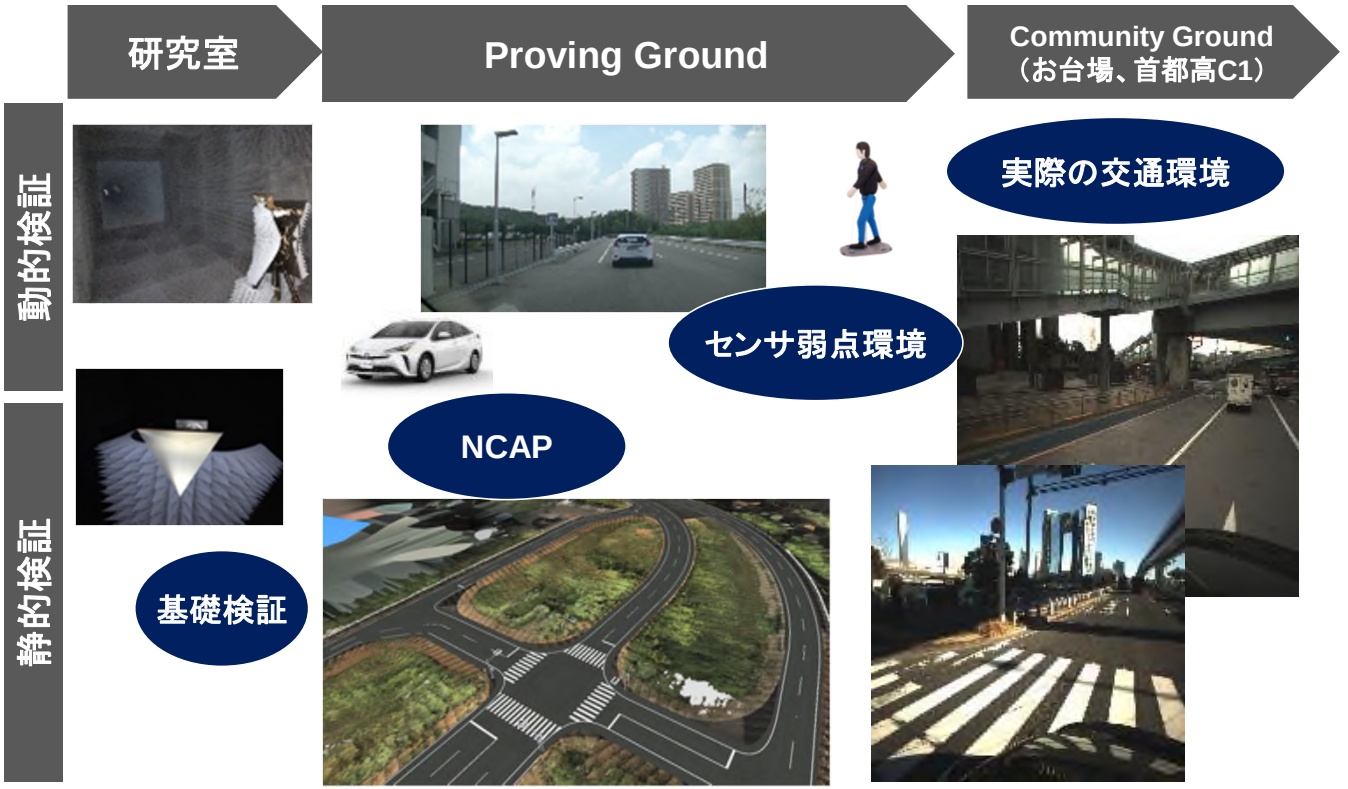
物理現象を精緻に再現し、NCAP等のアセスメントや、センサ弱点環境、実際の交通環境等でのセンサ評価のための仮想評価環境を構築してきた

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

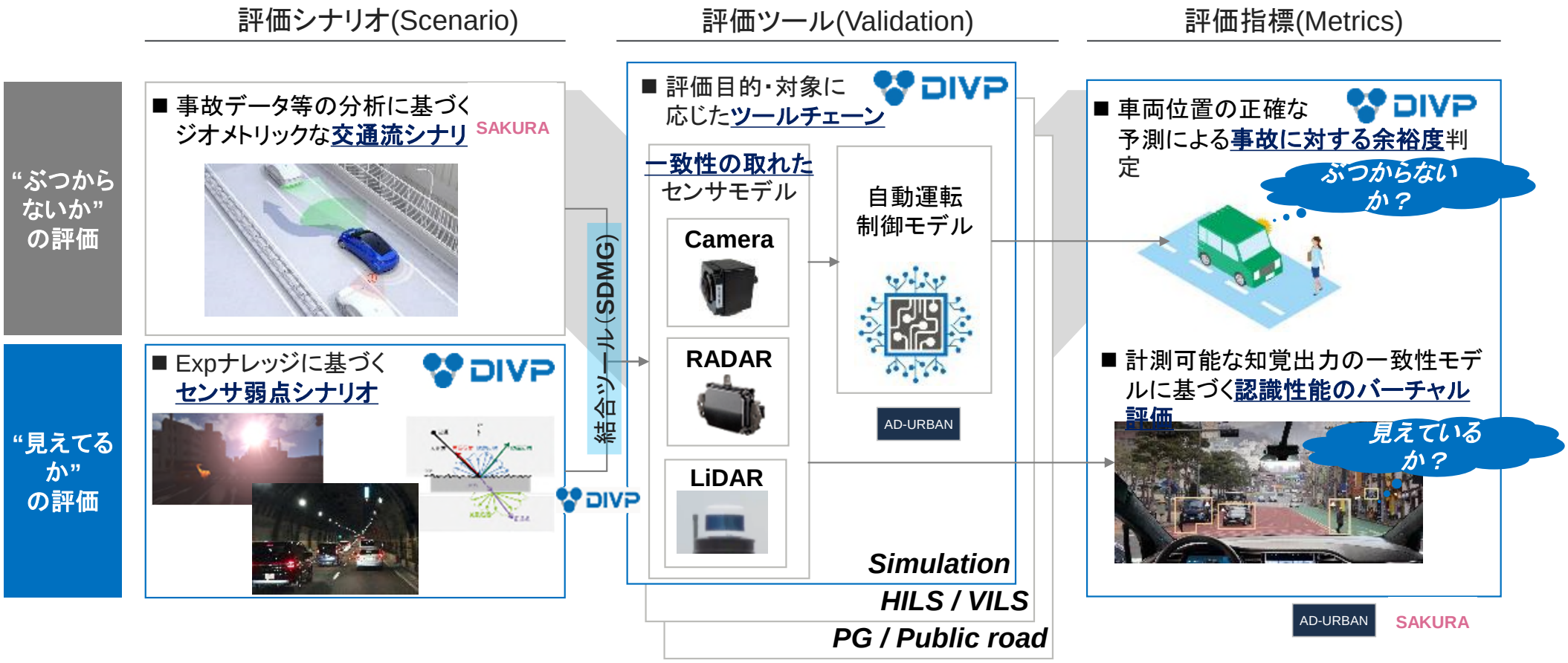


Source : DENSO Corporation, SOKEN, INC, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

研究成果報告_ FY2018-FY2022

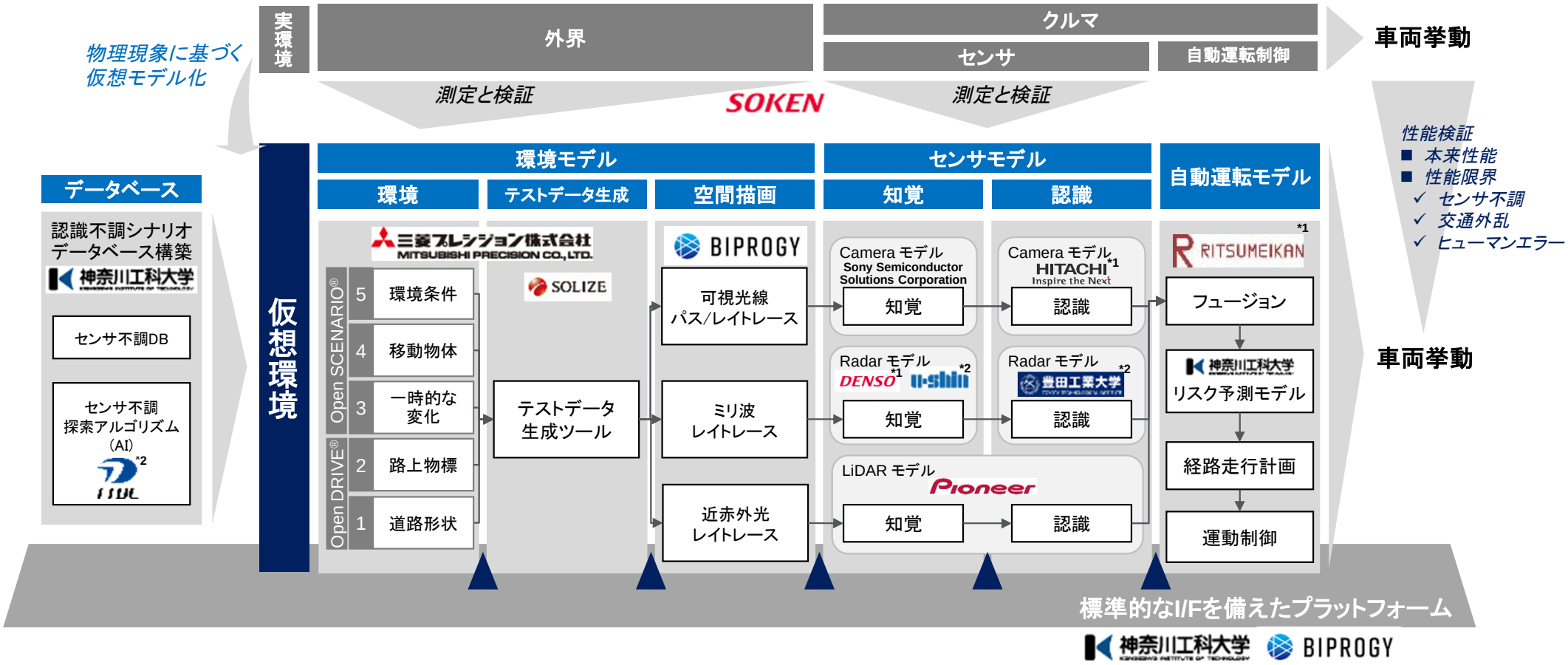
DIVP®は、センサ・知覚に着目したVirtual評価環境を構築、さらに交通流等の必要な周辺プロジェクトとの連携に基づくオールジャパンの研究体制をけん引、トータルなSafety assurance評価体系構築を目指す

安全性評価体系



一致性の高いSim-PFの構築を目指し、DIVP®では環境やセンサの物理原則と実計測に基づくSim-PFを研究、其々の専門機関が企業の壁を越えた技術連携を行うことにより、不可能を可能に

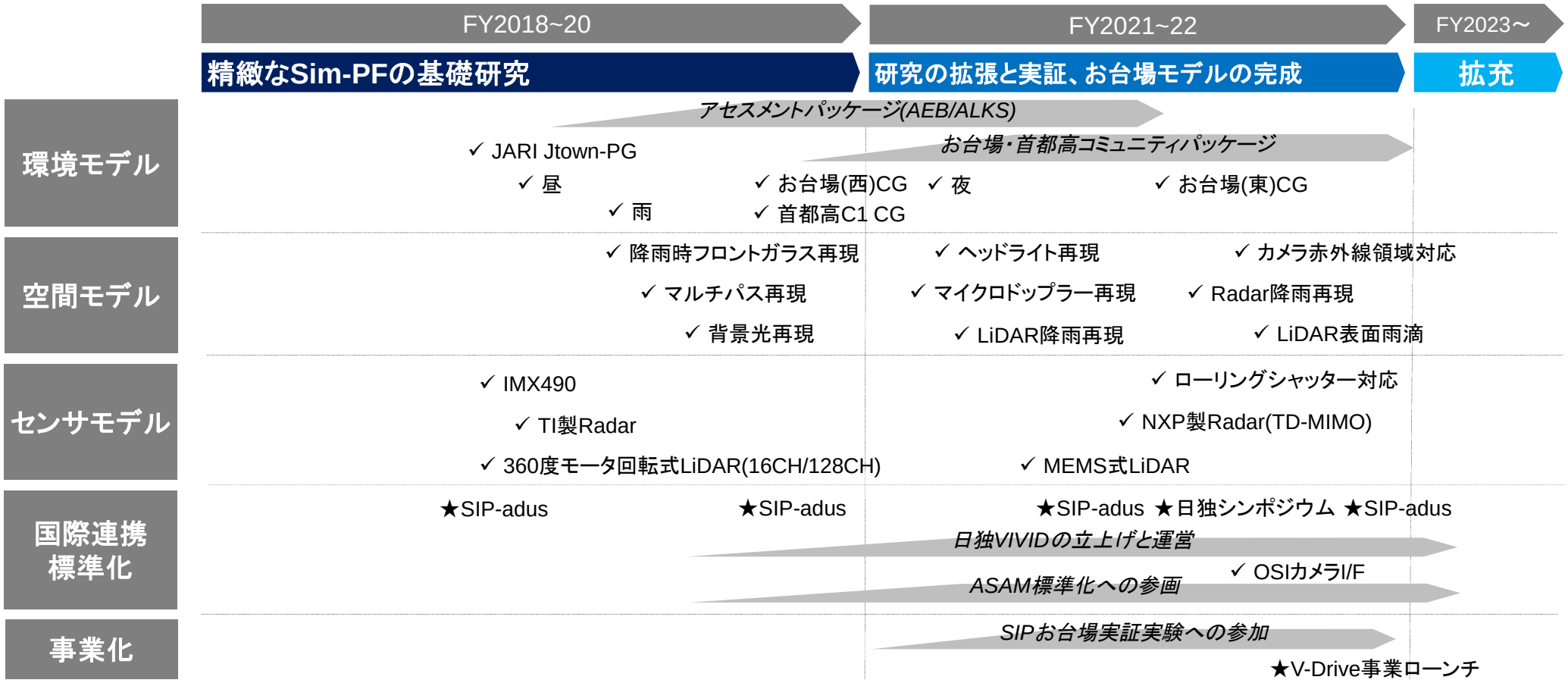
DIVP®設計



*1 Ritsumeikan finished Feb-2021, DENSO finished June-2021, Hitachi finished Sept-2021, SOKEN, SOLIZE, Ushin, Pioneer finished Mar-2023
*2 TTDC, U-shin, Toyoda-univ joined Mar-2021

2018年からの研究を通じ、アセスメントや公道評価のVirtual化、Virtualに基づくSafety assurance手法の国際標準への提案等を実施、2021年には事業提供を開始した

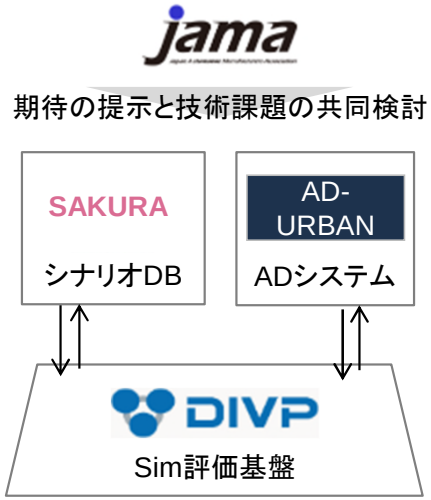
DIVP®研究成果の全容

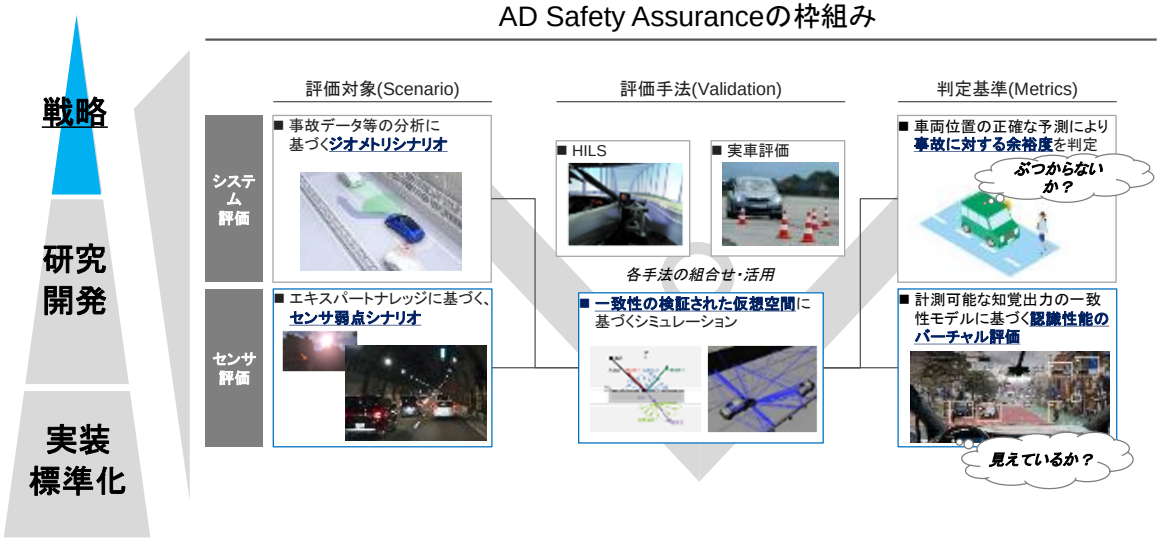


さしあたってFY21迄に各Pj間の接続・連携を確認、FY22ではSafety assuranceの枠組みを構築・国際的に発信、FY23以降も引き続き日米独の連携と標準化を進める

オールジャパンSafety assurance研究のロードマップ

～FY21	FY22	FY23～
■ DIVP®/AD-URBAN/SAKURA間で各成果の連携を開始	■ AD Safety assuranceの標準化に向けた戦略検討チームを立上げ ➢ 枠組み立案とオールジャパンとしての国際発信・連携を開始	■ 他研究PRJとの連携により、社会実装に貢献 ■ 各種国際連携をリード





- ➢ RoAD to the L4への貢献
- ➢ 日独VIVIDの継続

PEGASUS
VVM
SETLevel
・・・

- ➢ 連携に基づく標準化

ASAM, ISO
・・・

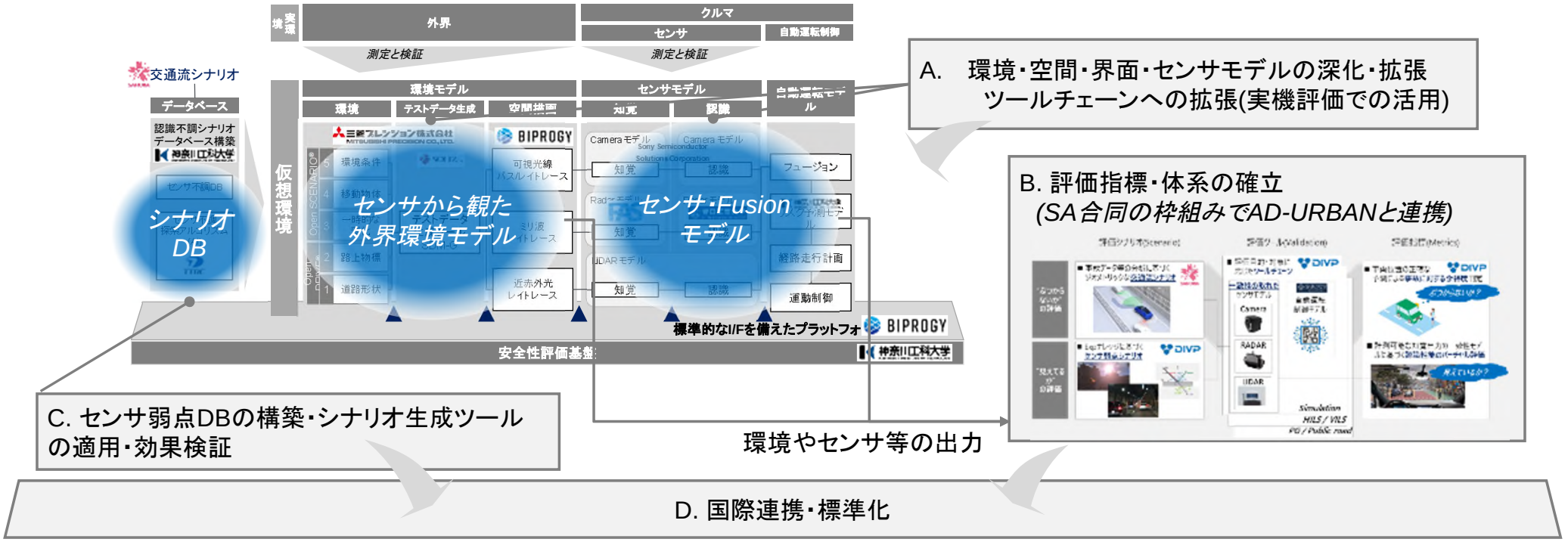
- ➢ 米との連携拡大

SAE, UL, IEEE
・・・

FY23以降はこれまでの研究成果をさらに応用・活用し、Safety assuranceの国際標準化を目指す

FY23研究テーマの考え方

■ DIVP®は、AD-Safety assurance*におけるClosed SILSを確立することを目指し、成果はRtL4等へ
- ➢ VILS等への接続を考慮しReal time Simとも競合していく必要性
- ➢ 公道の実走評価に基づく評価プロトコルへの落し込み等は継続課題



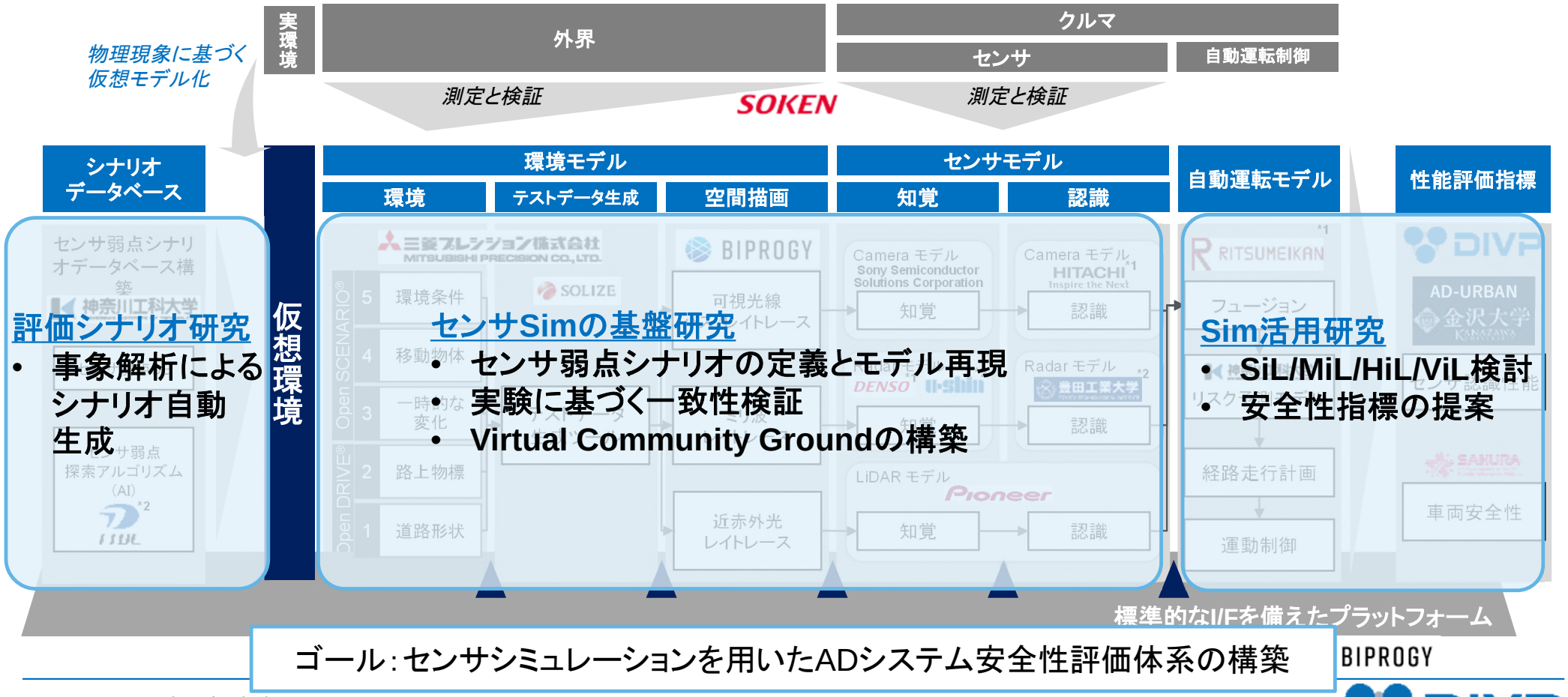
＊安全性評価をVirtualで実施できること

研究成果報告_ FY2018-FY2022

研究成果

精緻な物理センサシミュレーション技術を基盤としたADシステム安全性評価体系を構築するため、Sim基盤研究だけではなく、評価シナリオや安全性評価指標を含めた研究テーマに取り組んでいる

研究テーマの位置づけとゴール



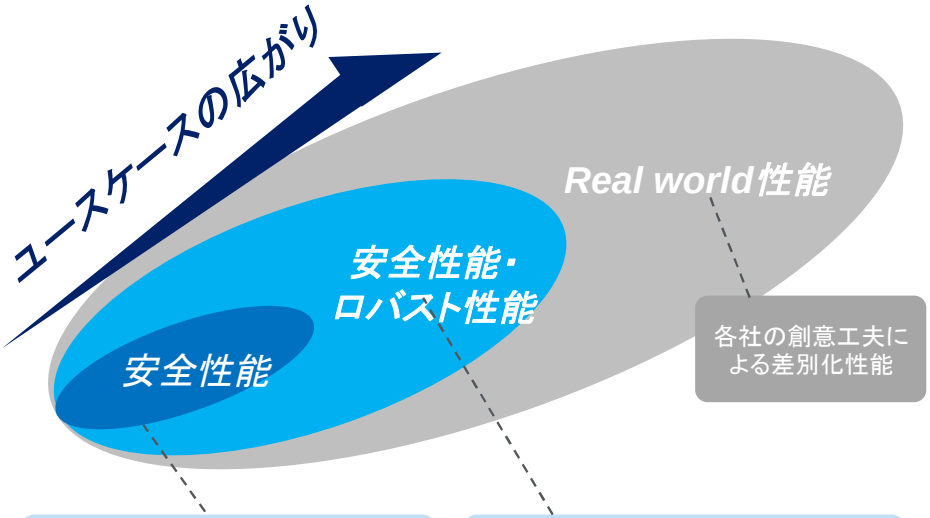
Source : Kanagawa Institute of Technology

DIVP®では一致性検証に基づくシミュレーション精度の向上と併せて、Virtual PG(Proving ground)の整備を進め、センサ性能限界評価が可能なシミュレーションを構築する

Virtual PG拡充の方針

ユースケースの広がりロードマップ

■ 産業界のプレーヤ全員が共通して取り組む”安全”に関わる評価でプラットフォーム有効性の認知を広める



重症・死亡事故を低減するため、全てに自動車が具備すべき安全性能の根幹

消費者が安心できる自動運転機能の基準となる基本的な安全性能

DIVP® scope

2つのPillarでVirtual PG化を進める

アセスメントパッケージ

1

事故低減のための安全性検証

■ 事故データに基づき試験プロトコルを再現、安全性評価シミュレーションを可能に
- ➢ 事故分析(特に死傷者，一般道)に基づく生成
- ➢ 高速道路(自動運転)走行状態データに基づく生成

事故データに基づき生成されるEuro NCAPプロコルの調査から優先順位を決定

お台場コミュニティパッケージ

2

安全性能・ロバスト性検証

■ センサの不得意な入力条件を再現、Real worldにおけるロバスト性シミュレーションを可能に
- ➢ 各センサ検出原理と使用電磁波帯域による不得意環境

DIVP®コンソーシアム参加のサプライヤ、及びOEMコミュニケーション内容から優先順位を決定

Source : Kanagawa Institute of Technology

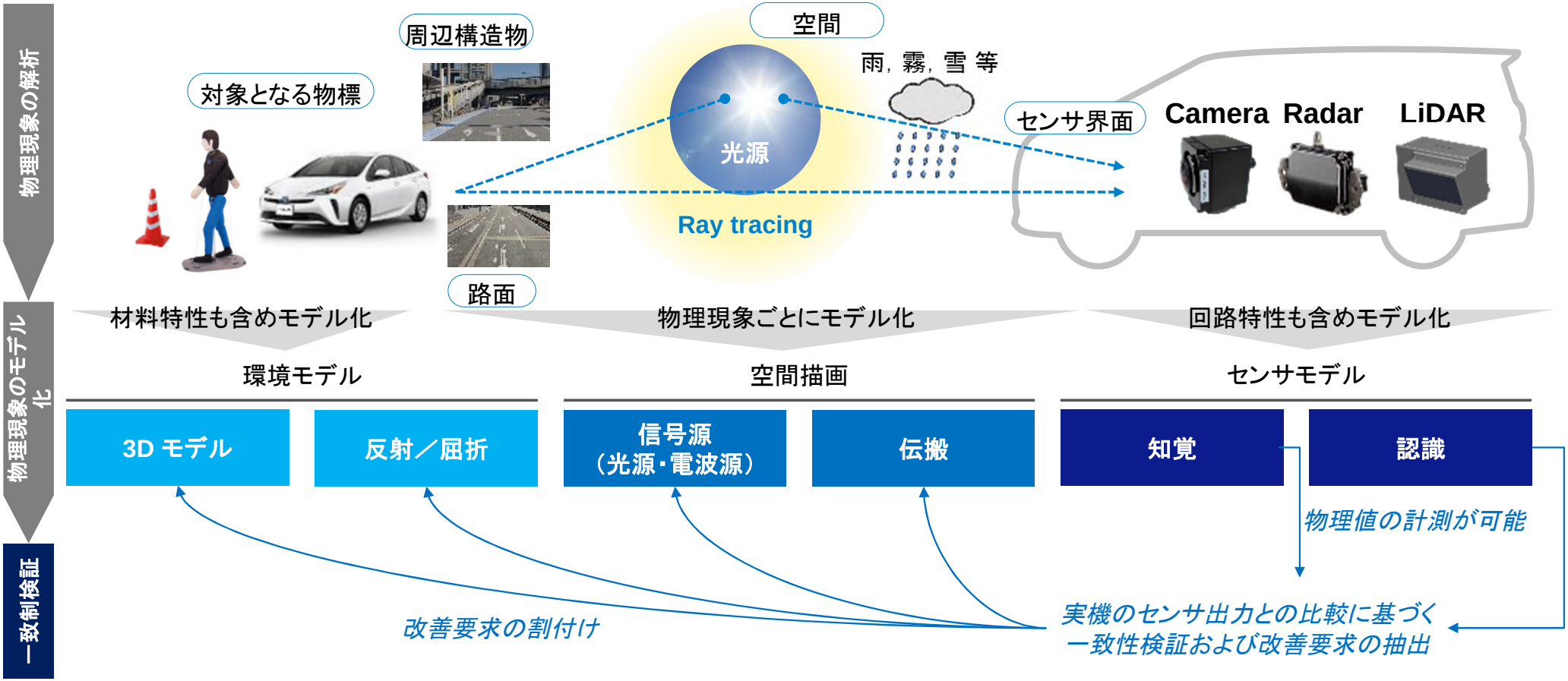
アセスメントパッケージとして、NCAPなどAD/ADAS安全性検証のプロトコル再現
お台場コミュニティパッケージとして、実際のMapに基づいた評価シナリオを定義している

DIVP® シナリオパッケージ研究開発過程

Source : MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD., Kanagawa Institute of Technology
研究成果報告_ FY2018-FY2022

センサ出力を精緻に再現するために、センサ検出原理、使用電磁波帯域における物理現象を、原理原則に基づきモデルモデリングし、実車試験結果との突合せによる一致性検証を実施

モデル化構成と一致性検証の取組み



Source : DENSO, INC, HitachiAutomotiveSystems, INC, PIONEER CORPORATION, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

通常条件だけではなく、センサが不得意な条件（センサ弱点）を物理モデルにより再現
モデル構成を「環境」・「空間描画」・「センサ界面」に分け独立した精緻なモデルとして実装している

センサ弱点の再現（カメラ）

Sony Semiconductor Solutions Corporation　SOKEN　三菱プレシジョン株式会社 MITSUBISHI PRECISION CO., LTD.　BIPROGY

環境モデル起因の現象

鏡面（光沢素材・水たまり等）

光源（ヘッドライト・信号機等）

センサ界面モデル起因の現象

ガラスへの雨粒付着

動的なワイパー

空間描画モデル起因の現象

暗所（トンネルなど）

逆光・ヘッドライトフレア

モーションブラー

ブラーON　ブラーOFF

※60km/hで走行

Source :Kanagawa Institute of Technology, Sony Semiconductor Solutions Corporation

DIVP

【カメラー致性検証（カメラ知覚モデル+環境モデル）事例】
夜間＋ヘッドライト光源の一致性検証をカメラ知覚出力に基づき実施

カメラー致性検証結果

Sony Semiconductor Solutions Corporation

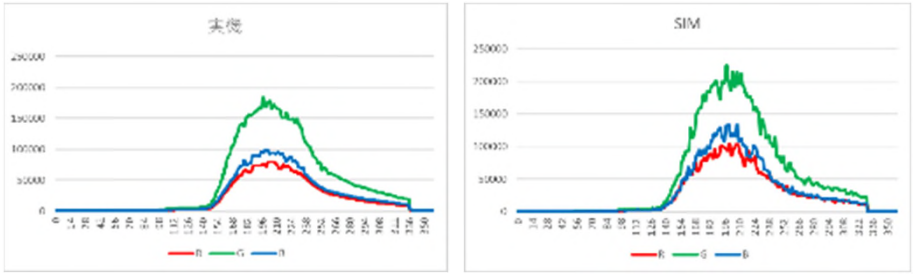
環境モデルに高精度なデータ（光源配光特性、アセット反射率）が適用されている場合、カメラシミュレーションとして約20%以内の一致精度（カメラ知覚モデル単体と同等）が得られることを確認

（例）Lambert反射体をヘッドライト（Highビーム）照射した場合の検証結果

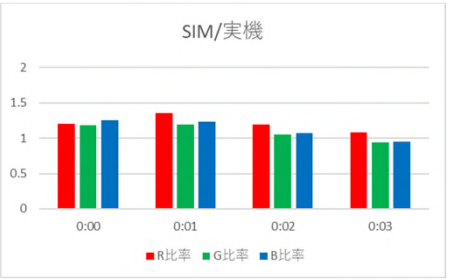
評価シーン（Jtown）

- 夜間において、車両の前方5mの位置にLambert反射体を設置し、車両からヘッドライトを照射して撮影
- SIMにおいて、ヘッドライトの配光特性は実測結果を適用

実機撮影結果　RAWデータ比較　SIM結果



画素信号強度プロファイル（赤線部）



エリア毎（4個所）の信号強度比

	SIM / 実機
R	1.21
G	1.09
B	1.13

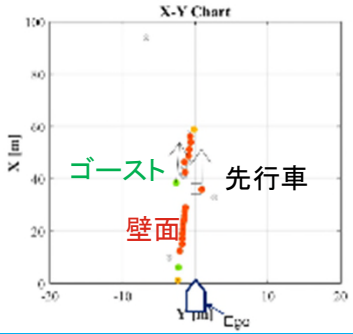
エリア（4個所）信号強度比の全平均値

通常条件だけではなく、センサが不得意な条件（センサ弱点）を物理モデルにより再現
モデル構成を「環境」・「空間描画」・「センサ界面」に分け独立した精緻なモデルとして実装している

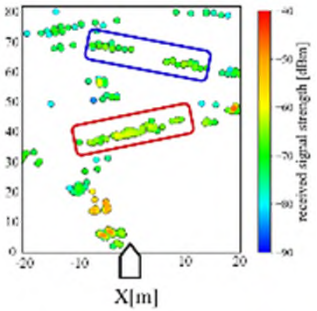
センサ弱点の再現（ミリ波）

環境モデル起因の現象

ミリ波：トンネル壁面による先行車マルチパスゴースト

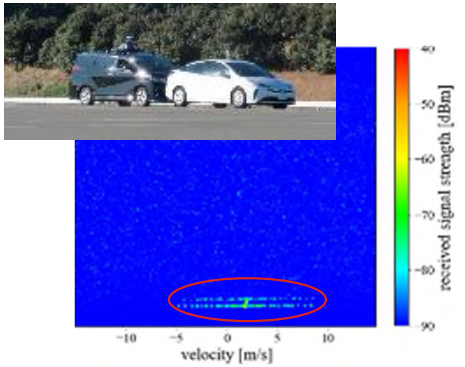


ミリ波：特殊な構造物

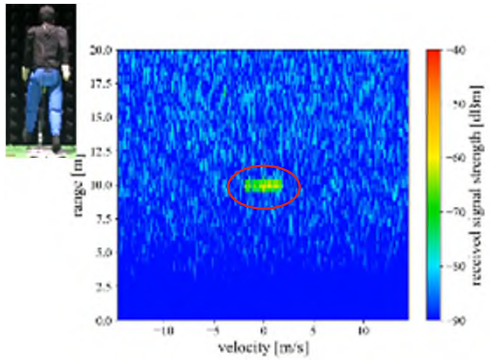


環境モデル起因の現象

先行車のタイヤ回転

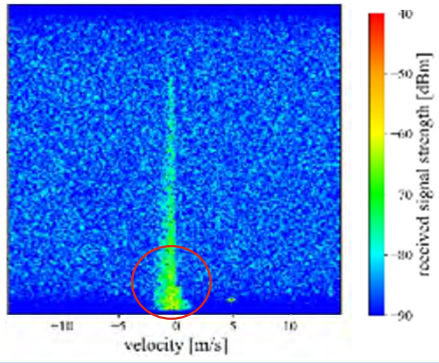


歩行者の足・腕振り

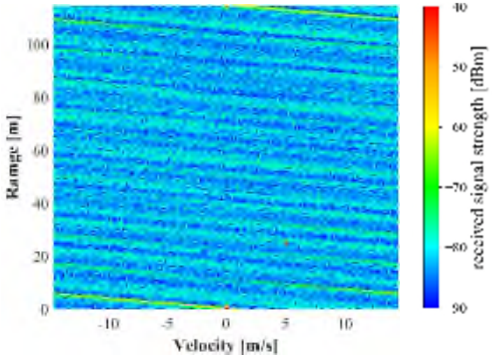


空間描画モデル起因の現象

降雨によるクラッタ



他センサの干渉



Source :Kanagawa Institute of Technology, SOKEN

通常条件だけではなく、センサが不得意な条件（センサ弱点）を物理モデルにより再現
モデル構成を「環境」・「空間描画」・「センサ界面」に分け独立した精緻なモデルとして実装している

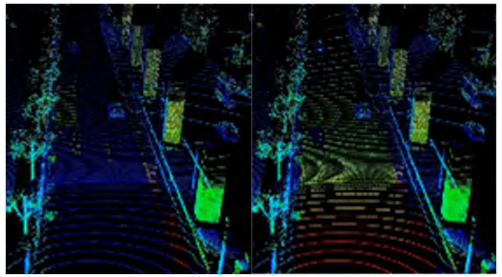
センサ弱点の再現（LiDAR）

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

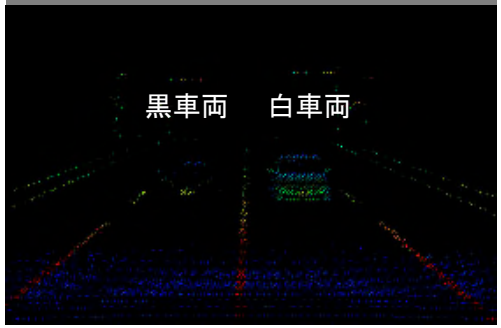
環境モデル起因の現象

遮熱塗装路面（高反射）

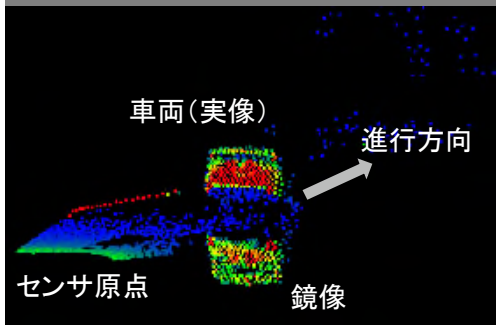
一般路面　　遮熱塗装路面



黒色車両（低反射）

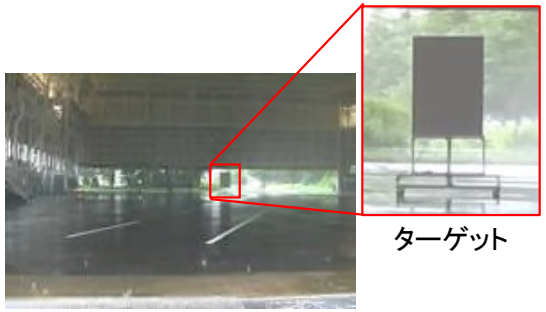


鏡面（水たまり）による鏡像



センサ界面モデル起因の現象

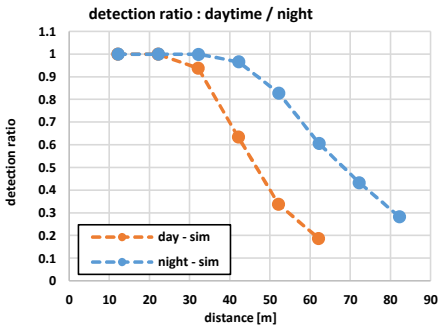
雨粒付着によるノイズ



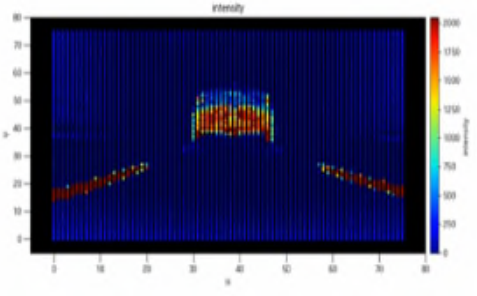
降雨試験場

空間描画モデル起因の現象

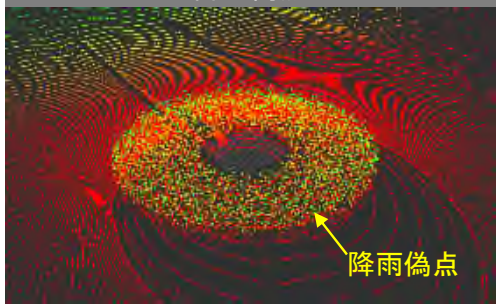
太陽光による検出性能低下



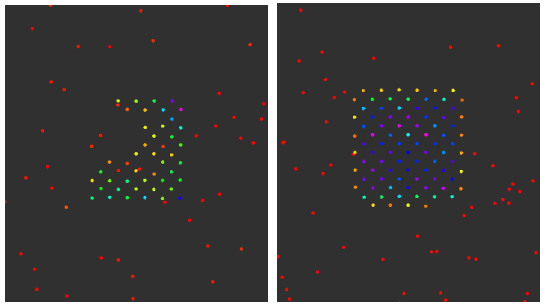
降雨減衰



降雨偽点



雨粒付着　　雨粒無し



Source :Kanagawa Institute of Technology, PIONEER CORPORATION

DIVP

環境モデル・空間描画・センサモデルは実車計測の結果と比較し一致性を確認
研究室検証～実公道検証まで一致検証をステップアップし、検証結果をカタログとしてまとめた

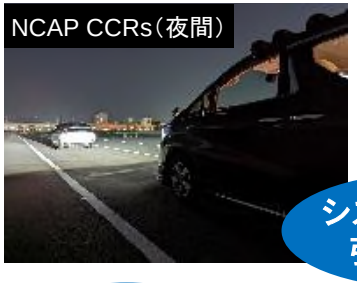
シミュレーション一致性検証

SOKEN 神奈川工科大学

DIVP® 一致性検証ステップ

研究室 → Proving Ground → 拡張Community Ground（お台場、首都高C1）

動的検証



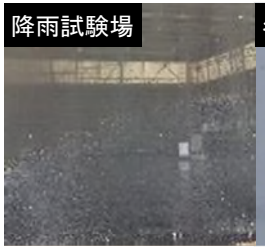
システム不調を引起す環境

実際の交通環境

静的検証

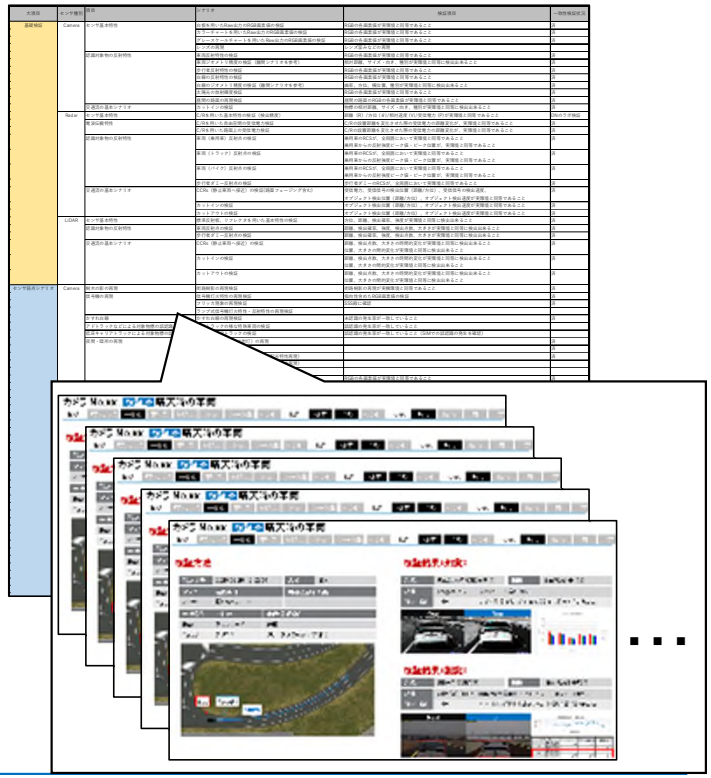
基礎検証

NCAP



検証結果カタログ

90項目以上の検証結果を試験方法と指標をセットで整理



Source : Kanagawa Institute of technology, DENSO Corporation, SOKEN, INC
研究成果報告_ FY2018-FY2022

DIVP

通常条件＆主要なセンサ弱点における一致性を確認し、システムの評価に使用可能と考えている
今後は雪現象の再現に注力し、センサ弱点の主要モデルを完遂させる

一致性検証の状況サマリー

	条件		評価可能	評価項目	一致性	備考
カメラ	通常	車両 屋外晴天時	○	各アセット明るさ	実機比較で0.9～1.2倍	誤差20%は実機バラツキ程度
	センサ弱点	雨	○	認識へ与える影響	性能低下の傾向が一致	金沢大連携で試行
		夜間	○	各アセット明るさ	実機比較で1.1～1.4倍	
		高速動体現象	○	モーションブラー	速度に対するボケが一致	
		霧	△	各アセット明るさ	モデル化完了	計算時間が課題
LiDAR	通常	背景光無し	○	反射点数、強度、検出確率	確認済	誤差が分解能2.5m以下
	センサ弱点	背景光有り	○	反射点数、強度、検出確率	確認済	
		雨・霧による減衰・散乱	○	反射強度、偽点発生割合	雨量に対する特性が一致	減衰は検証済み
		水巻き上げ	未完	反射点数、位置、強度	モデル検討中	実験解析中
ミリ波	通常	車両	○	反射強度、距離減衰	平均±5dB	
	センサ弱点	壁面マルチパス	○	ゴースト再現 壁面反射強度	ピークの発生位置の一致 ピーク信号レベル誤差5dB以下	
		雨による減衰・散乱	○	空間減衰量 クラッタ発生分布	空間減衰量の推定値誤差20%以下 クラッタの発生を確認	
		上方構造物	△	信号強度分布	一部の構造体に対応	汎用化研究を継続

Source :Kanagawa Institute of technology

雪の再現が23年度以降の大目標

公道での認識評価から抽出された9項目（JAMAガイドライン参照）について、シミュレーションでの再現評価に向けた原理検証・再現実験を実施。8/9項目が検証完了し、DIVP®-Sim.の有効性を確認

AD安全性評価に向けた認識不調*の原理検証

■活動概要

＜検証項目定義＞
公道評価で抽出された各センサの認識不調*項目について、シミュレーションでの再現評価に向けた原理検証を計画

＜原理検証＞
認識不調*事象の再現実験を通じて、基本原理の明確化と、シミュレーションでの再現に向けたモデル化及び、検証を実施

＜再現性検証＞
テストコースで実交通環境を考慮した再現実験・計測を行い、シミュレーションによる再現評価の有効性検証を実施

■活動成果

センサ	検証項目（JAMAガイドライン参照）	活動成果
LiDAR	① 信号減衰 ② 背景光ノイズ	① 類似検証済み ② 実太陽光を用いた実験及び、Sim再現性検証を実施 **★後述【C】**
Radar	③ 信号強度差大 ④ 低D/U（路面マルチパス） ⑤ 低D/U（方位角変化） ⑥ 低S/N（車両の向き）	③ 原理検証及び、実車による認識不調*発生条件の具体化実施 **★後述【B】** ④ 類似検証済み ⑤ 原理検証としての反射強度計測・解析を実施 **★後述【A】** ⑥ 類似検証済み
Camera	⑦ 遮蔽（見切れ） ⑧ 空間周波数・コントラスト低下 ⑨ 飽和（過多）、白飛び	⑦ 類似検証済み ⑧ 霧、雨・雪の巻上げに関するモデル化が必要 ⑨ 類似検証済み

8/9項目が検証完了、各センサの重要なユースケースがDIVP®-Sim.で評価可能である事を確認

*DIVP®ではセンサの認識不調を、センサが不得意な条件（センサ弱点）として纏めている為、以降のページでは“センサ弱点”と記載

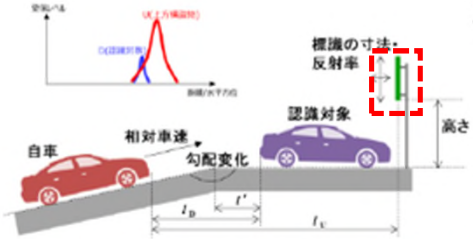
Source：令和4年度 安全性評価基盤合同推進委員会 報告資料

【A】原理検証例
Radarと標識看板の位置・向きによる反射強度を計測・解析を実施し、強反射の発生条件を具体化

Radar – “方位角変化による低D/U”＜原理検証＞

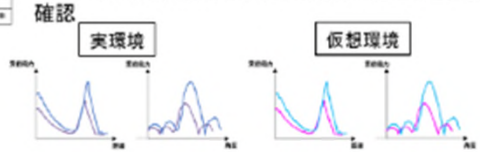
ミリ波レーダー
(5-1)

■方位角変化による低D/Uの再現：
外乱現象の再現　信号の埋もれ



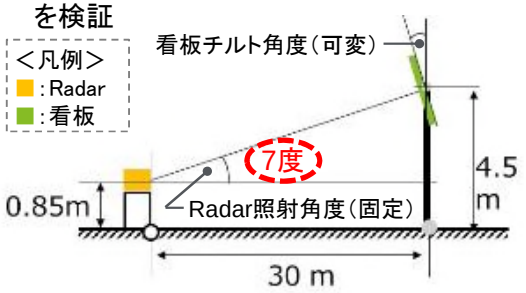
検証方法
- 「方位角変化による低D/U」評価シナリオを再現：
  - 上に凸の勾配変化のある道路を走行する。
  - 前方、勾配変化した先に金属製の標識看板がある。
  - 自車線前方、標識の近くにある停止車両に接近する。
- 勾配変化：3 ～ 10 ° の範囲で2点
- l'：5 (m) 固定
- l_D 初期値：15 (m)
- l_U 初期値：20 (m)
- 認識対象物の種類：乗用車
- 実環境とシミュレーション環境とで、反射波のピーク強度比I_D/I_Uを比較する。

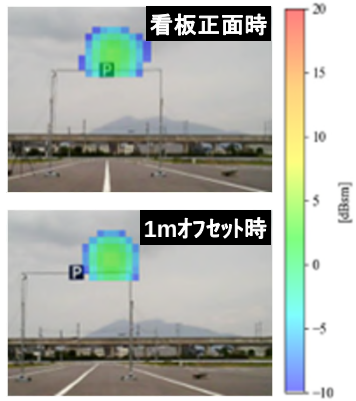
判定基準
標識看板の信号に認識対象物の信号が埋もれる現象が、実環境と仮想環境とで同様に起こることを確認



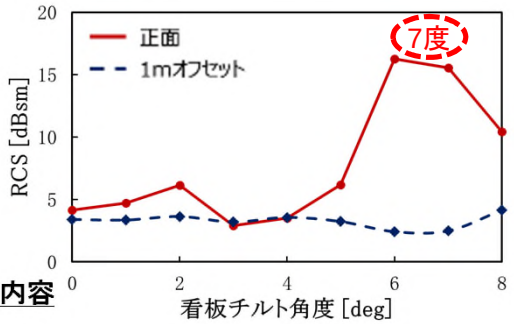
JAMA – 妥当性検証ガイドライン

■実験概要
- Radarと看板の角度による反射強度を検証
- 看板角度を変化させながら、信号うもれの原因となる様な、強反射が計測される条件を検証





■実験結果
- 看板正面時は、Radarと看板が正対する傾斜角度である7度付近で強反射を確認
- 1mオフセット時は、傾斜角度によらず一定（水平ポールからの反射が支配的）



DIVP® – 実験内容

- Radarと標識看板が正対しないと強反射にならない事を確認
- DIVP®–JAMAでセンサ弱点事象の発生条件に関する認識合わせを実施

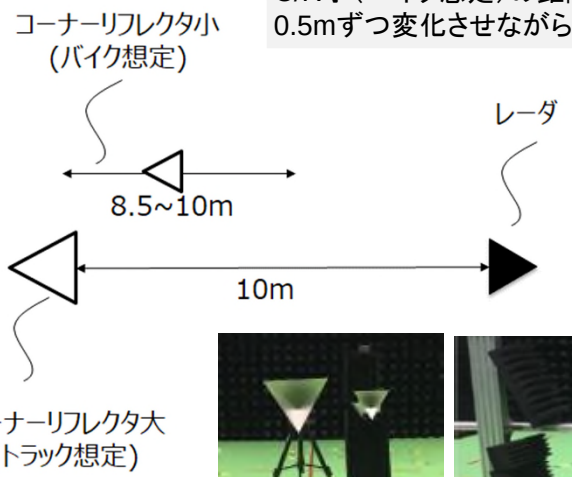
Source：令和4年度 安全性評価基盤合同推進委員会 報告資料

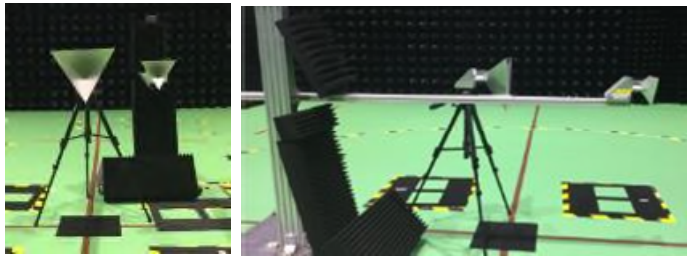
【B】原理検証例
実験室での“信号うもれ”再現実験により、原理レベルでのシミュレーションの再現性を確認

Radar - “S強度差大”＜原理検証＞

■実験概要

■実験内容補足
C/R小（バイク想定）の距離を8.5m～10mの間で
0.5mずつ変化させながら、信号うもれの再現実験を実施

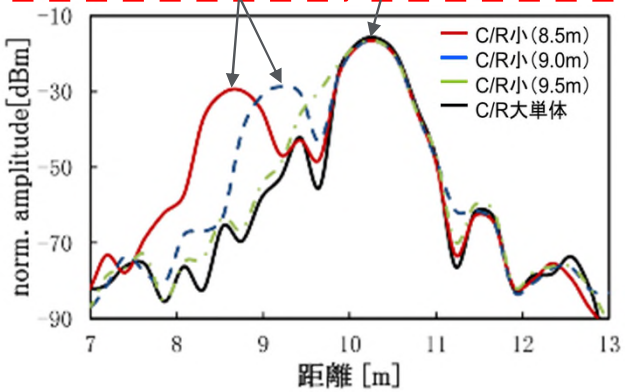




実測結果

8.5m, 9.0m：信号うもれ無し
C/R小のピーク値が分離できている

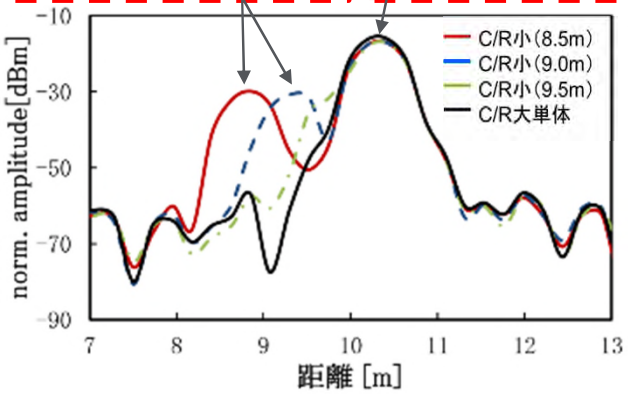
9.5m：信号うもれ発生
C/R小のピーク値がうもれて分離できない



シミュレーション結果

8.5m, 9.0m：信号うもれ無し
C/R小のピーク値が分離できている

9.5m：信号うもれ発生
C/R小のピーク値がうもれて分離できない



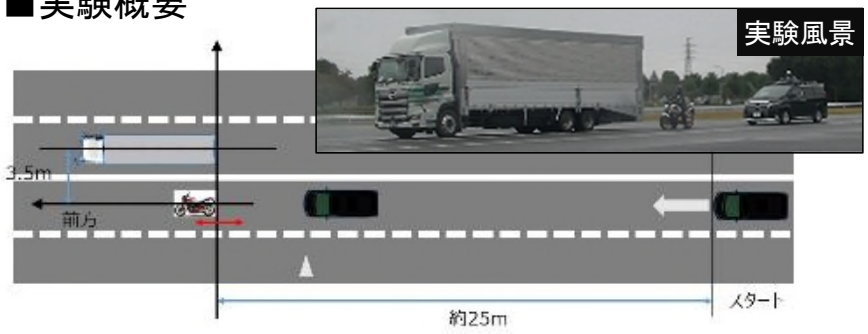
- 実測とSimの結果が一致し、信号うもれ事象が再現できる事を確認
- 実物標（トラック、バイク）を用いた実験で、方位分離観点も含めてセンサ弱点事象の発生条件具体化を実施

Source：令和4年度 安全性評価基盤合同推進委員会 報告資料

【C】再現性検証例
テストコースでのトラック、バイクを用いた再現実験を行い、センサ弱点事象の発生条件具体化が完了

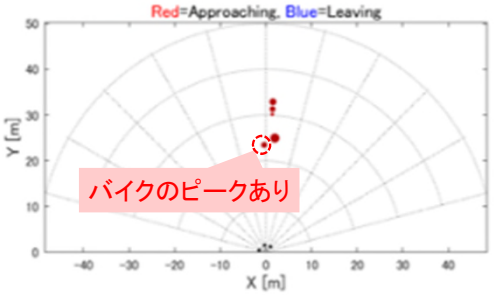
Radar - “S強度差大”＜再現性検証＞

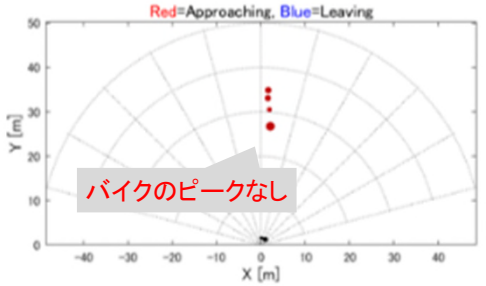
■実験概要



- 安全上の観点でトラック、バイクは静止状態とする
- トラックとバイクの位置関係を複数パターン計測し信号うもれが発生する条件を解析

■実験結果

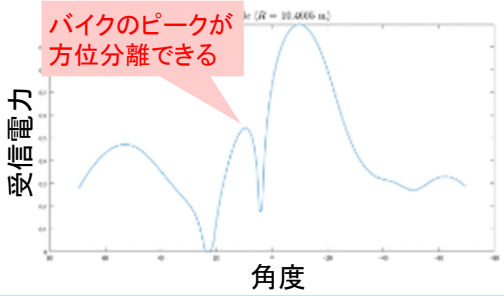


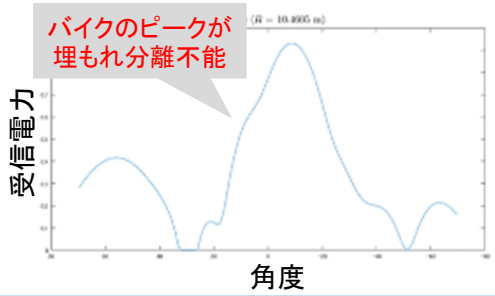


バイク位置（トラック-バイクの末尾間距離）				
+0.5m	0.0m	−0.5m	−1.0m	−1.5m
×	×	△	○	○

＜凡例＞
×：バイクのピークが現れない
△：トラックのピークとバイクのピークが現れるがバイクのピークがちらつく
○：トラックのピークとバイクのピークが現れる

角度プロファイルにより、方位分離観点でも信号埋もれ発生条件を具体化





- 実験データの解析結果から、トラック、バイクによる信号埋もれ発生条件の具体化が完了
- 同条件のシナリオ化、及びトラック、バイクの反射特性モデル化により、実物標レベルでの信号埋もれ再現が可能

Source：令和4年度 安全性評価基盤合同推進委員会 報告資料

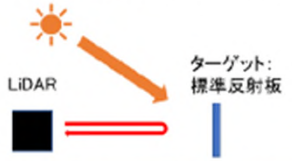
【C】再現性検証例
テストコースでの実太陽光を用いた“背景光ノイズ”の再現実験を実施

LiDAR - “背景光ノイズ” ＜再現実験＞

LiDAR
(F.2.4.2.1)

■ ノイズ：計測距離の誤差平均とバラツキ

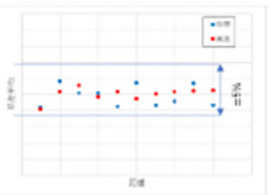
- 当検証はAnnex.E 3.2.2.2 記載の「反射光による外乱光の場合」に対応する評価として実施するものとする。

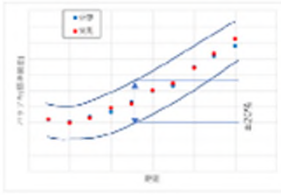


検証方法
LiDARの正面に標準反射板を設置し、距離を変化させて計測距離の誤差平均と分散を測定し、実測との差分が判定基準内である事。

判定基準
誤差平均:対象までの距離の±5%以内
σ:±20%以内

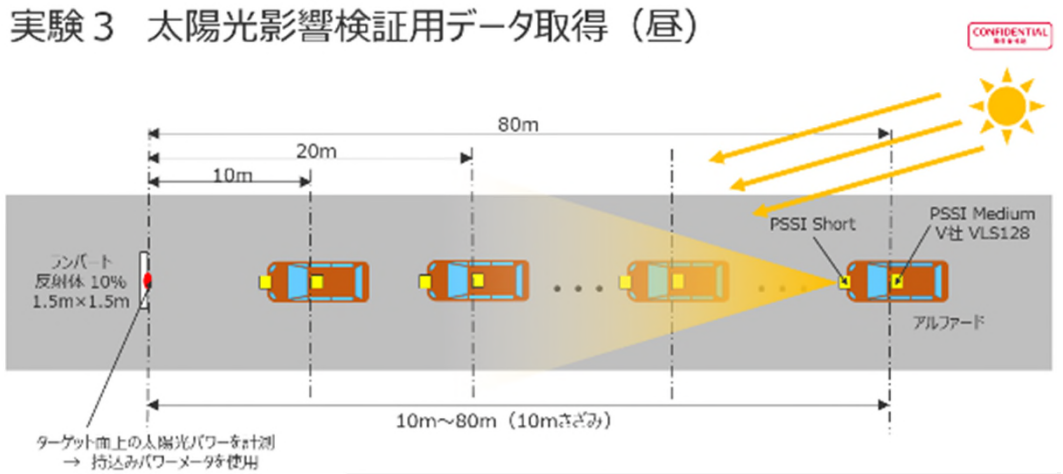
外乱要因		外乱要因パラメータ	範囲	根拠（又は理由）
空間	光源 ハロゲンランプ等 実太陽光の使用も可	高度	20～90度	反射光となり得る太陽高度全域
		方位	-180～-150度、150～180度	LiDAR正面方向を0度とする。左記はLiDAR後方±30度
		明るさ	XX～YY W/m²	ハロゲンランプ等を用いる場合は太陽が上記角度条件にある時のターゲット面上放射照度値とする。LiDARにより波長域が異なる可能性があるため、使用機種の取得る範囲で設定する





- 上記パラメータ範囲からターゲット上の放射照度が最大付近となる条件を選択して検証を実施する。
- ノイズレベルを再現できるのであれば、固定入射角で放射照度値のみをパラメータとして検証することを可とする。

JAMA – 妥当性検証ガイドライン



■実験条件補足

- 時間帯：①昼間：10時～15時（太陽が南中する前後数時間で実施）
  ②夜間：日没後（トワイライト不可）※①と比較の為に取得
- 天候：晴天
- 太陽位置（時間帯①）：LiDARの背後からターゲットに当たる事

DIVP® – 実験内容

Source：令和4年度 安全性評価基盤合同推進委員会 報告資料

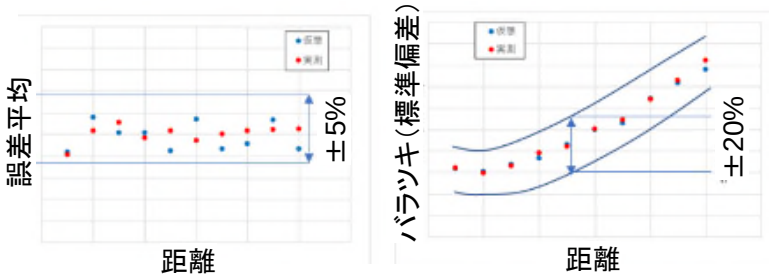
【C】再現性検証例
実車/シミュレーション評価結果の比較行い、シミュレーションの再現性を確認

LiDAR - “背景光ノイズ” ＜再現性検証＞

■ノイズ：計測距離の誤差平均のバラツキ

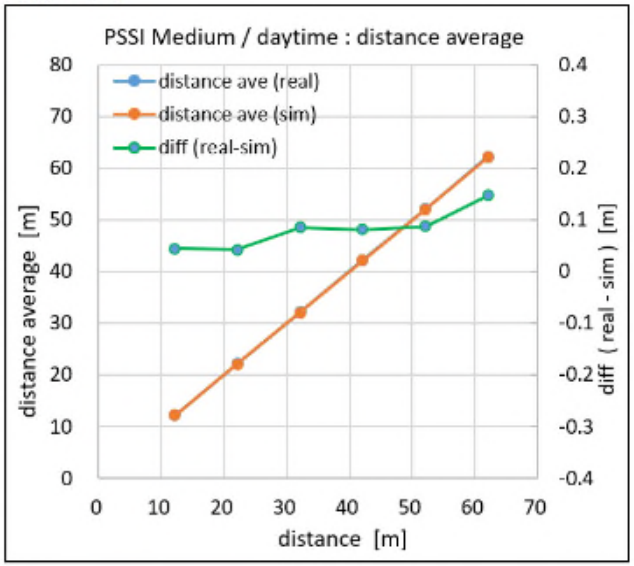
検証方法
LiDARの正面に標準反射板を設置し、距離を変化させて計測距離の誤差平均と分散を測定し、実測との差分が判定基準内である事。

判定基準
誤差平均:対象までの距離の±5%以内
σ:±20%以内

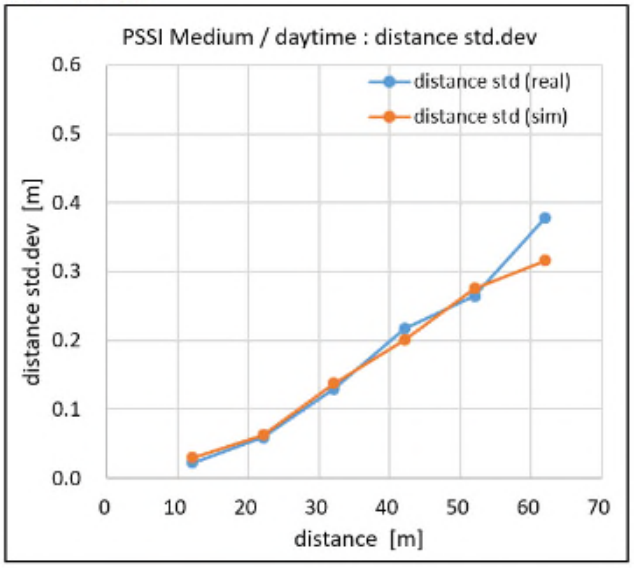


JAMA – 妥当性検証ガイドライン

距離：平均



距離：標準偏差



DIVP® – Sim妥当性検証結果

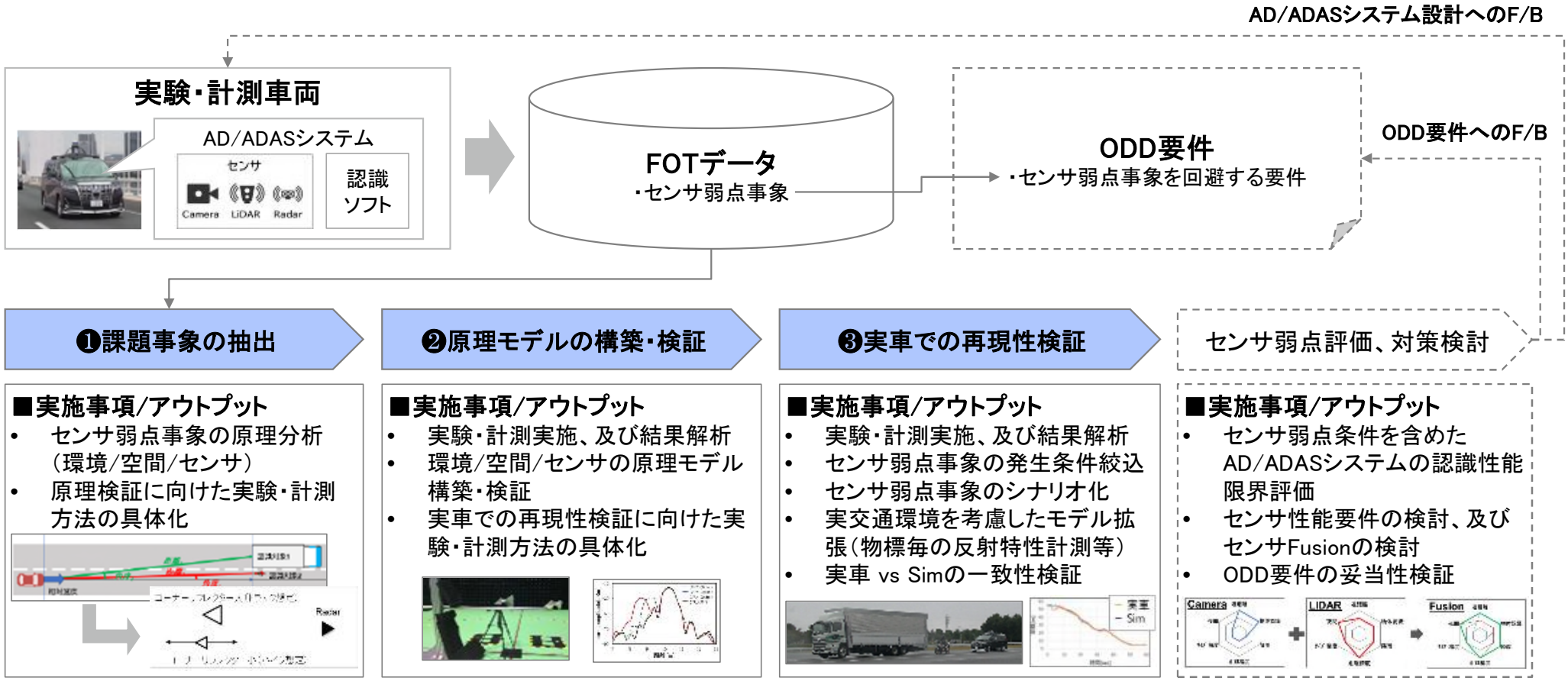
- 誤差平均：判定基準の±5%に対し、最大で+0.38%
- バラつき（標準偏差）：判定基準の±20%に対し、最大で-16.4%

➡ 両項目ともに判定基準内であり、**DIVP®の特徴である精緻な天空光再現の有効性を再確認**

Source：令和4年度 安全性評価基盤合同推進委員会 報告資料

センサ弱点事象のシミュレーション再現には、原理→実車のステップアップによる検証とシナリオ条件の絞込が重要。認識性能限界評価に加え、AD/ADASシステム設計、ODD検証での活用を継続検討する

センサ弱点事象のシミュレーション再現プロセス



Source : Kanagawa Institute of Technology

研究成果報告_ FY2018-FY2022

基本的なモデルとして乗用車、歩行者、交通標識関係のモデル化＆検証が完了
センサ検出が難しい二輪車、特殊車両、動物といった特殊な行動や形状へのモデル拡張を行った

開発/計画済みのアセット

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

試験用道路

台場

首都高速道路C1

乗用車

信号機

歩行者と所持物

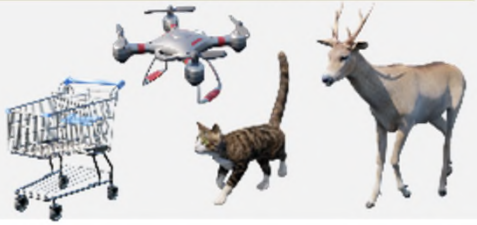
二輪車・特殊車両

NCAPダミー類

交通標識・工事器具

大型車両（牽引含む）

障害物・動物



Source : MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

実際の交通環境におけるセンサ弱点評価のため、台場、有明地区を含めたVirtual Community Ground環境を構築　周辺構造物に起因するセンサ弱点を含めた再現が可能となった

開発のVirtual PG/CG

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

Community Ground
（台場、首都高C1）

Proving Ground

システム弱点を
引起す環境

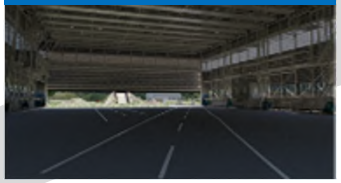
NCAP

実際の交通環境

台場地区

有明北地区

NIED　大型降雨試験場



首都高速都心環状線

青海地区

有明南地区

JARI　多目的市街地

JARI　特異環境試験場

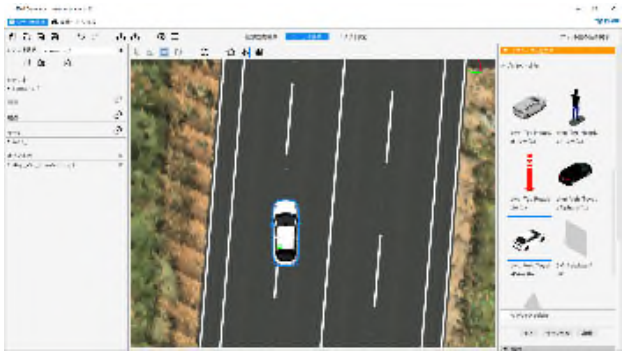
Source : MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

DIVP

Space Design Model Generator (SDMG)により、DIVP®に用いるシナリオを作成、管理が可能
一般的なシナリオ作成機能と異なり、アセット（3D形状）に任意の反射特性を設定することが可能

SDMGの主な機能

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

	環境モデル作成機能	シナリオ作成機能	アセット編集機能
画面例			
主な機能	■ 任意の道路、交差点作成 ■ 路面標示、道路標識、信号機、建造物等の配置 ■ かすれ白線の設定 ■ 国際標準のOpenDRIVE®データのインポート及びエクスポート	■ 自車両、他車両、人物等の配置 ■ 各種イベント/条件判定に関する制御設定 ■ 国際標準のOpenSCENARIO®データのインポート及びエクスポート ■ GPSやIMUによる走行データのインポート	■ アセットへのマテリアル（反射特性）の割り当て ■ アセット制御情報の確認 ■ アセットの秘匿化

仮想空間上に地図アセット、車両や物標の3Dアセットを配置し、
DIVP®シミュレーションに用いる環境モデル、シナリオを作成

Source : MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

DIVP

ADシステム評価体系構築のためSiL/MiL/HiL/ViL※、真値出力機能の研究を実施
独ASAMなどのシミュレーションI/F調査とともに、DIVP® 標準I/Fの開発と実用性検証を実施した

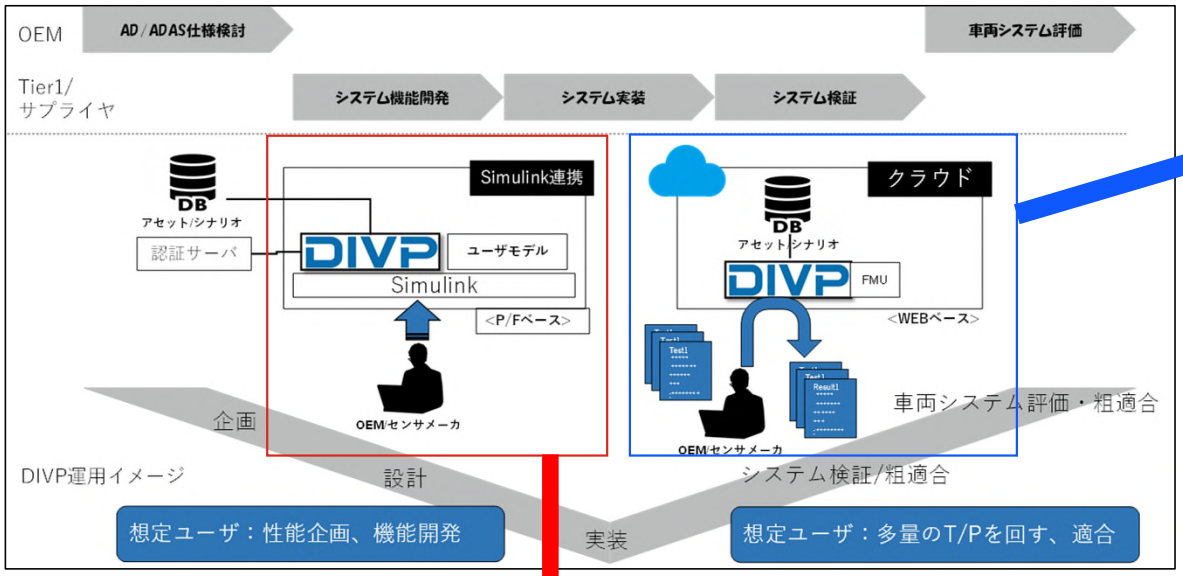
シミュレーションを用いた評価体系

Source :Kanagawa Institute of technology, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD, VIVALDI ※SiL: Software in the Loop, MiL: Model in the Loop, HiL: Hardware in the Loop, ViL: Vehicle in the Loop
研究成果報告_ FY2018-FY2022

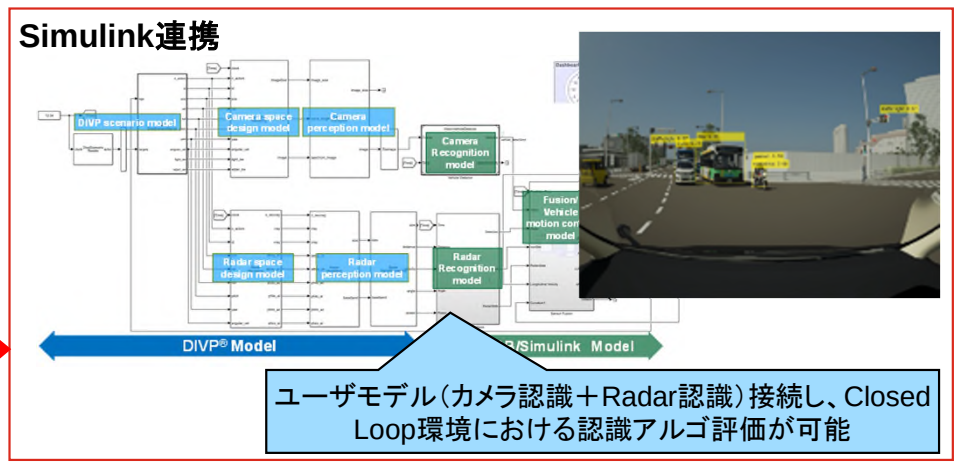
ユーザモデル（センサ認識やFusionモデル等）との接続性向上を目的とし、MATLAB Simulink環境/クラウド環境（FMUモデル）における接続動作確認を実施

神奈川工科大学

開発フェーズに合せたSiL/MiLシミュレータ体系



クラウドリソースを活かし、多量のテストシナリオの並列実行による**SIM高速化が可能**
例）NCAP32シナリオで**は13倍の高速化実現**



ユーザモデル（カメラ認識＋Radar認識）接続し、Closed Loop環境における認識アルゴ評価が可能

Simulinkモデル、FMUモデルの各モデルとDIVP®を接続し、ClosedLoop含めSIM評価出来ることを確認
またクラウドコンピューティングリソースを活かし、多量テストパターンのSIM高速化を実現した

Source :Kanagawa Institute of technology

将来の完成車評価に備え、実車搭載状態で評価可能なHiL環境の構築および評価を実施
Mono cameraは評価完了、Radarは今後日独連携で推進していく

カメラ・ミリ波HiL/ViL環境の構築

三菱プレシジョン株式会社 MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.　神奈川工科大学

	Scenario	Environment	Space design	Sensor: Perception	Sensor: Recognition
Real			HILS	Real sensor	
DIVP® Simulator	SDM G	DIVP® Environment model	DIVP® Space design model	Sensor model	

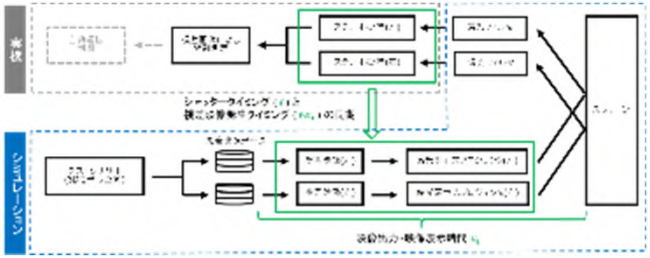
カメラHILS

神奈川工科大学　三菱プレシジョン株式会社 MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

Mono camera実機が評価可能な球面広角スクリーン環境を構築し、実機との一致性評価完了

神奈川工科大学

Stereo camera実機が評価可能なシステム環境を検討



ミリ波HILS

AVL(Germany)

Horizontal方向のターゲット評価可能な接続環境構築

TU Ilmenau

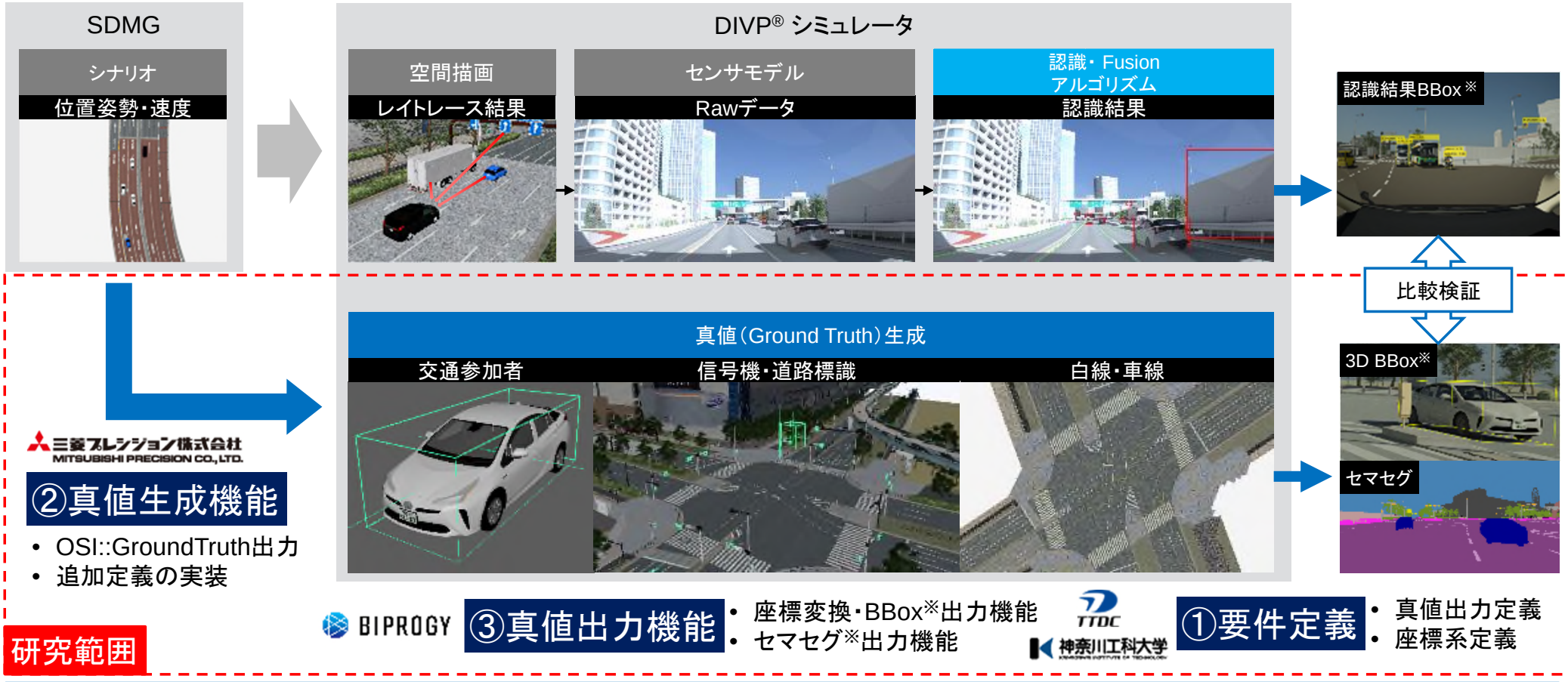
Horizontal & Vertical方向のターゲット評価可能な接続環境構築

Source :Kanagawa Institute of technology, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD, VIVALDI

Simを用いた認識・Fusionアルゴリズム評価を効率的に実施するため、真値出力の研究を実施
国際標準規格の調査・比較から「①要件定義」、「②真値生成機能」、「③真値出力機能」を行った

真値出力拡張　研究範囲

三菱プレシジョン株式会社 MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.　BIPROGY　TTDC　神奈川工科大学



Source : Kanagawa Institute of technology, Toyota Technical Development Corporation, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD. , BIPROGY Inc.　※BBox: Bounding Box, セマセグ: セマンティックセグメンテーション
研究成果報告_ FY2018-FY2022

DIVP

SIP AD URBAN* Proj.と協力することで、現実の自動運転システム開発におけるニーズと課題を仮想環境に反映し、自動運転システムの性能／安全性評価に向けた超効率的・独創的プロセスを構築した

AD URBAN，DIVP®プロジェクトの研究連携の概要

AD URBAN　神奈川工科大学

Real world；実空間の自動運転システム　⇄　Virtual world；仮想空間の構築

金沢大学　AD URBAN

DIVP

① 実空間でのセンサ誤認識シーンの共有

信号未検知

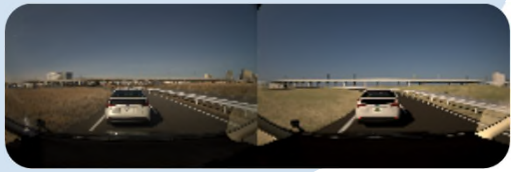
自己位置不定

② 要因解析とシミュレーションモデルの構築

交通参加者/地図 3Dモデル

材料モデル
（塗装、アスファルト）

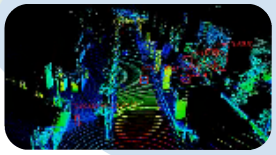
③ シミュレーションモデルの一致性検証



カメラモデル検証（Real / Virtual）

④ センサ誤認識シーンの再現と提供

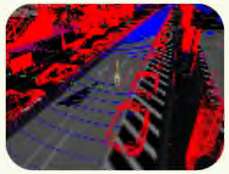
逆光白飛び（信号機）



遮熱塗装路面

⑤ 自動運転車モデルにおける安全性評価

信号機認識性能



自己位置不定

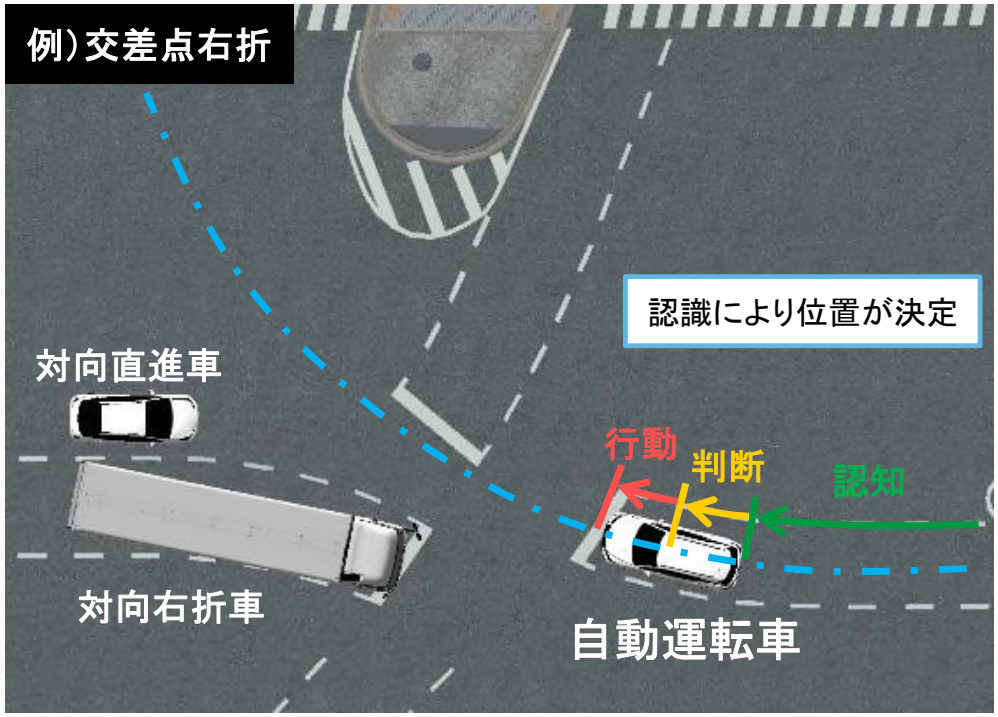
Source : Kanagawa Institute of technology, AD URBAN
*SIP第2期 自動運転（システムとサービスの拡張）「自動運転技術（レベル3、4）に必要な認識技術等の研究」
研究成果報告_ FY2018-FY2022

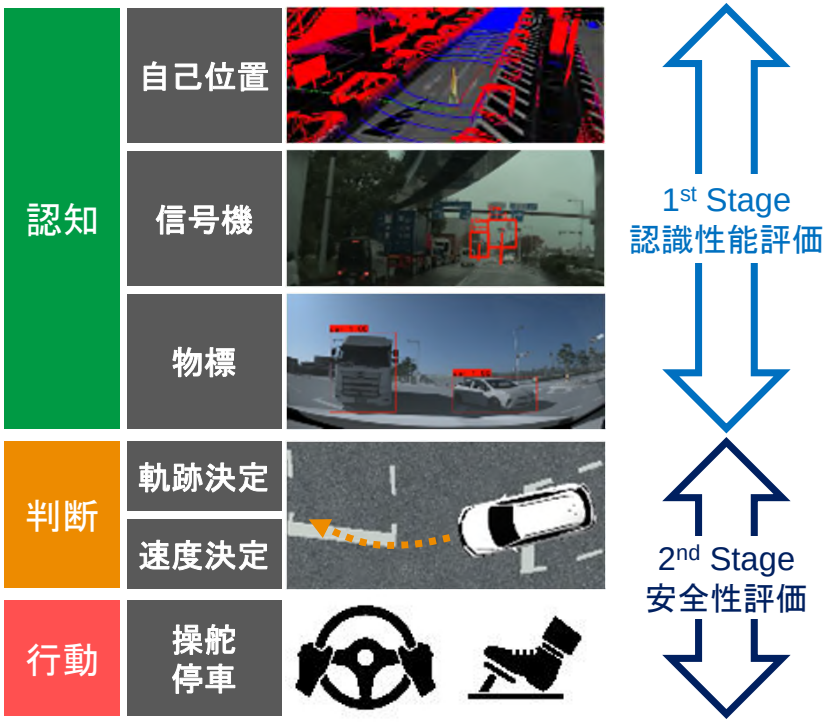
DIVP

自動運転評価においてどこで認知できたのか、どこで止まれたのかを共に評価することが重要
交差点右折シナリオを対象に2Stage評価に基づいたプロセスと指標を提案する

2Stage評価の重要性

AD URBAN　神奈川工科大学





どこで認知できたのか（認識性能評価）、どこで止まれたのか（安全性評価）を共に評価することが重要

Source : Kanagawa Institute of technology, AD URBAN

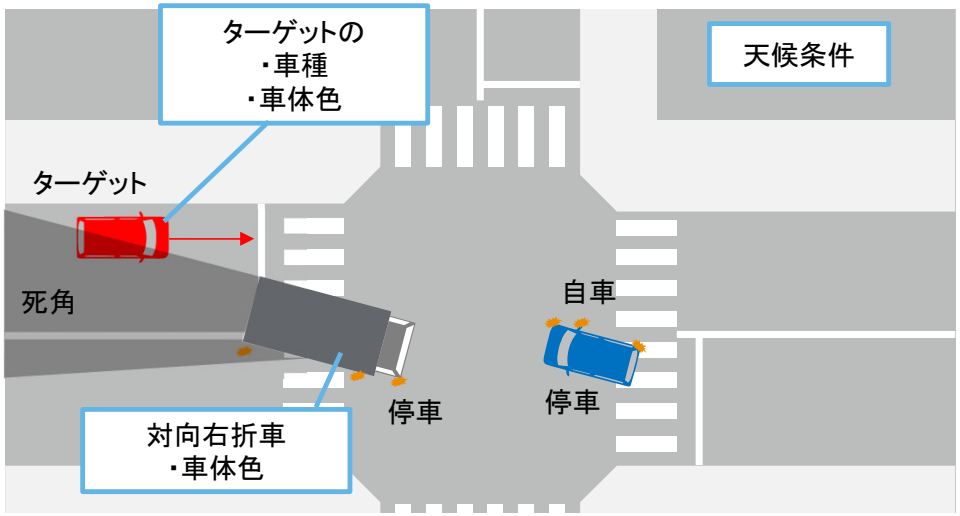
DIVP

1st-Stageセンサ認識性能評価：対向右折車両による死角が存在するシーンにおける単体センサ評価とFusion評価を実施し、シナリオ条件と評価指標を提案

交差点右折における認識性能評価

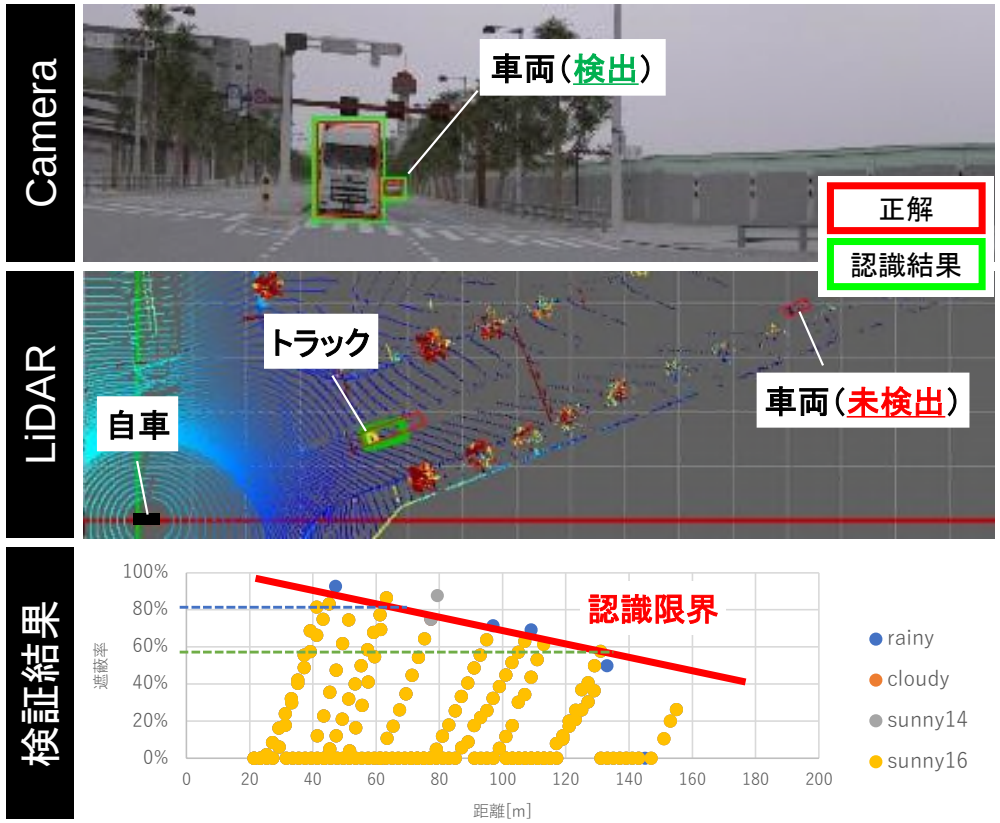
AD URBAN　神奈川工科大学

シナリオイメージとパラメータ



項目	パラメータ範囲
遮蔽率	0~100[%]：直進車と右折車の位置で調整
車間距離	~200[m]
ターゲット	9車種/8色：乗用車、バス、タクシー
天候条件	晴天（正午、夕方）、曇天、雨天、夜間

センサFusionによる認識結果



Source : Kanagawa Institute of technology, AD URBAN

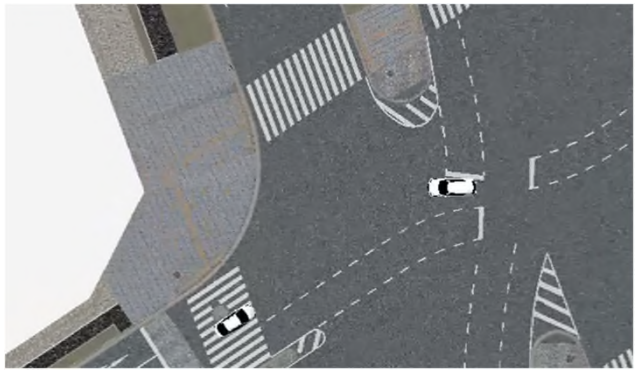
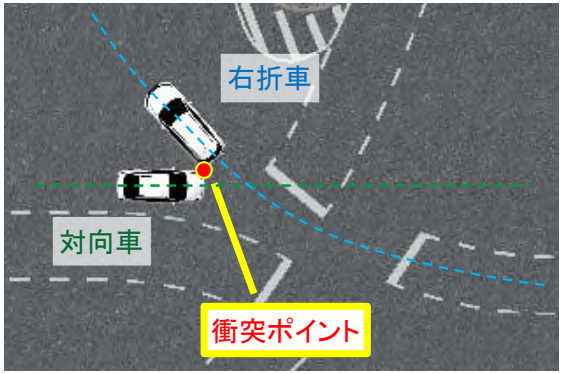
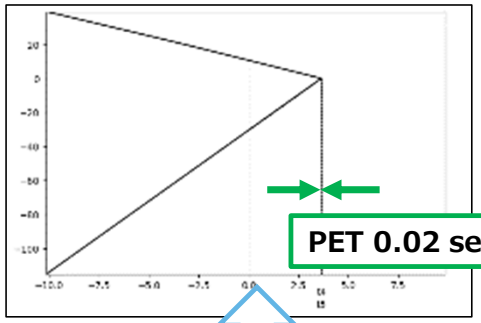
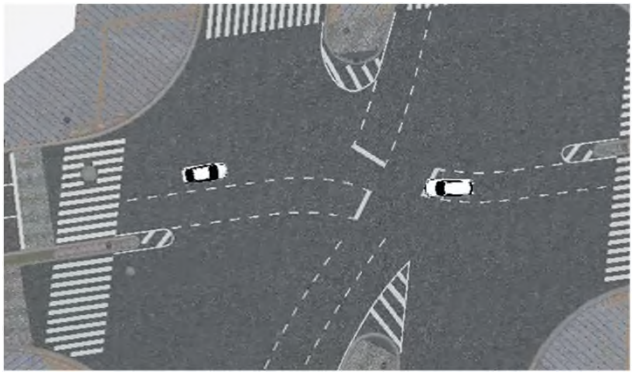
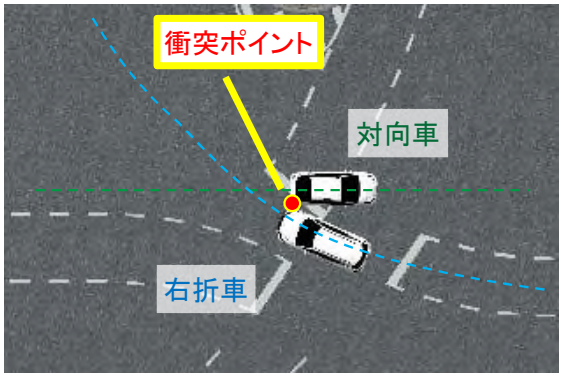
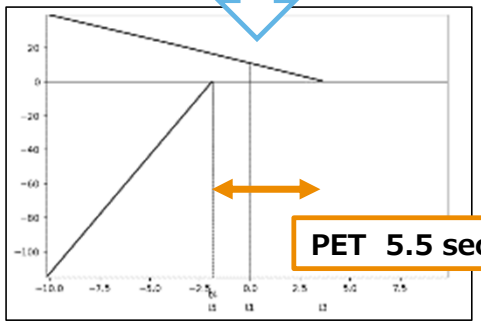
DIVP

2nd-Stage車両安全性評価：衝突に対する時間的余裕度を示すPET※が安全性の指標として検討
PETの安全上の意味付けにより実交通環境に対応した評価指標の整理を行った

※Post Encroachment Time

交通状況の違いによるPETの違い

SAKURA　AD URBAN　神奈川工科大学

右折車	車両の動き DIVP	走行軌跡と衝突ポイント	PET
先			
後			

同一の定義では望んだ指標にならない

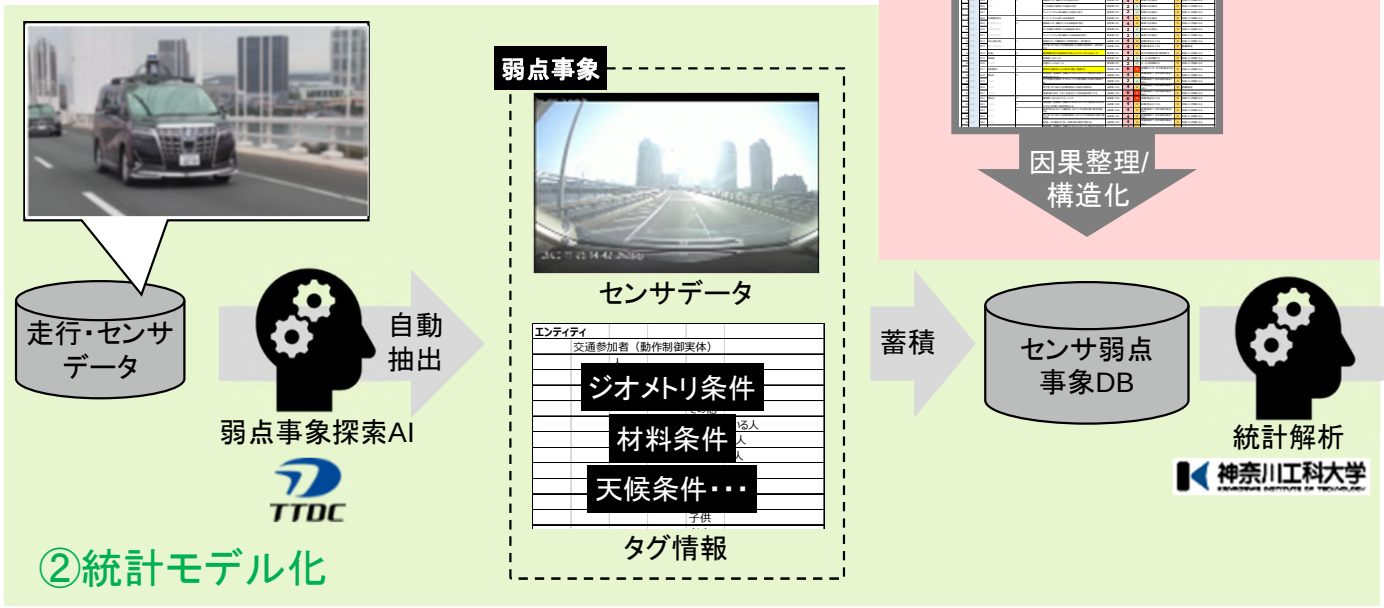
状況に対する指標定義を整理し、Simにより検証を行う

Source : Kanagawa Institute of technology, AD URBAN, SAKURA

DIVP

センサ評価のためのシナリオ（センサ弱点シナリオ）作成を、有識者による過去の経験や計測実験のトライアンドエラーに依存せず、事象の解析と統計モデルにより自動作成する手法を研究

センサ弱点シナリオDBアーキテクチャ



課題：センサ評価に有効なシナリオ作成ができない

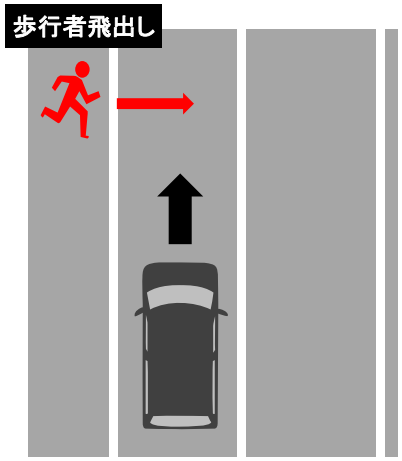
解決策：センサ弱点事象を解析・モデル化することで自動生成技術を構築

Source : Kanagawa Institute of technology, Toyota Technical Development Corporation, SOLIZE Corporation
研究成果報告_ FY2018-FY2022

交通流シナリオ（歩行者・車両の動き、道路形状など）を入力として、センサ弱点が発生しやすい環境条件やターゲット条件を付加したセンサ弱点シナリオを作成する機能研究を実施

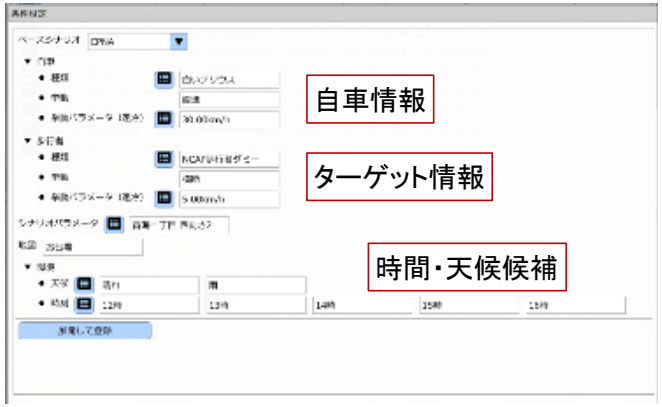
例）センサ弱点シナリオDB技術を用いた逆光シナリオ作成

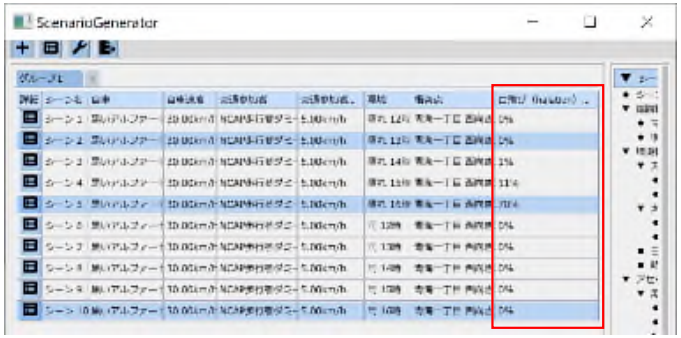
交通流シナリオ



ジオメトリ
条件の設定

推測エンジン＋シナリオツール

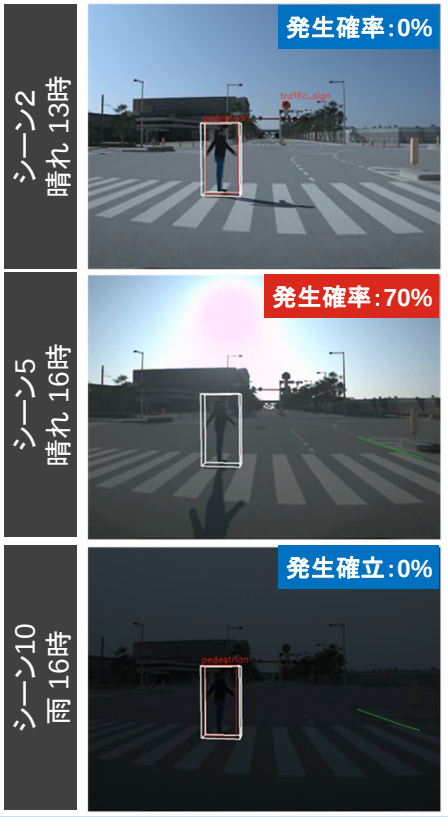




白飛びの発生確率

センサ弱点
シナリオの出力

DIVP® Sim結果

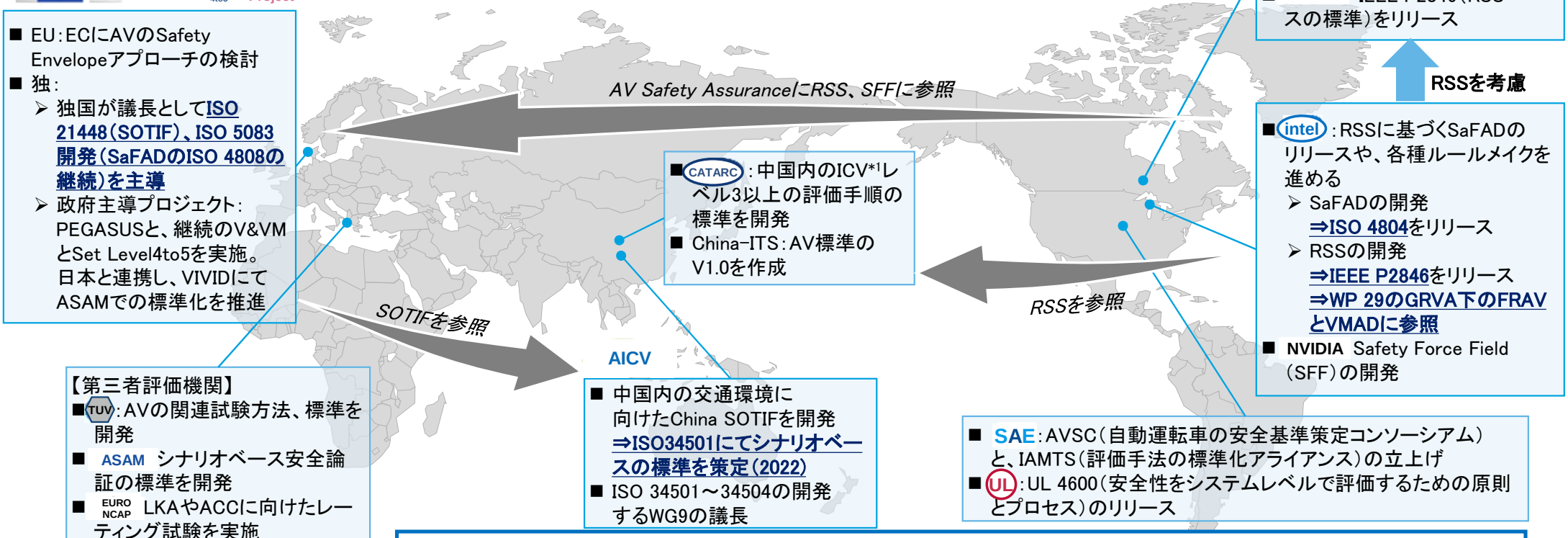


Source : Kanagawa Institute of technology, Toyota Technical Development Corporation, SOLIZE Corporation

国際連携・標準化

AD safety assuranceに関し、欧米中で様々な手法が提案されており群雄割拠の様相
SIP-adusでは、独Pegasus familyとの実務レベルでの連携が具体化、米国との連携も言及

グローバル基準・標準化の動き（Safety Assurance関連）

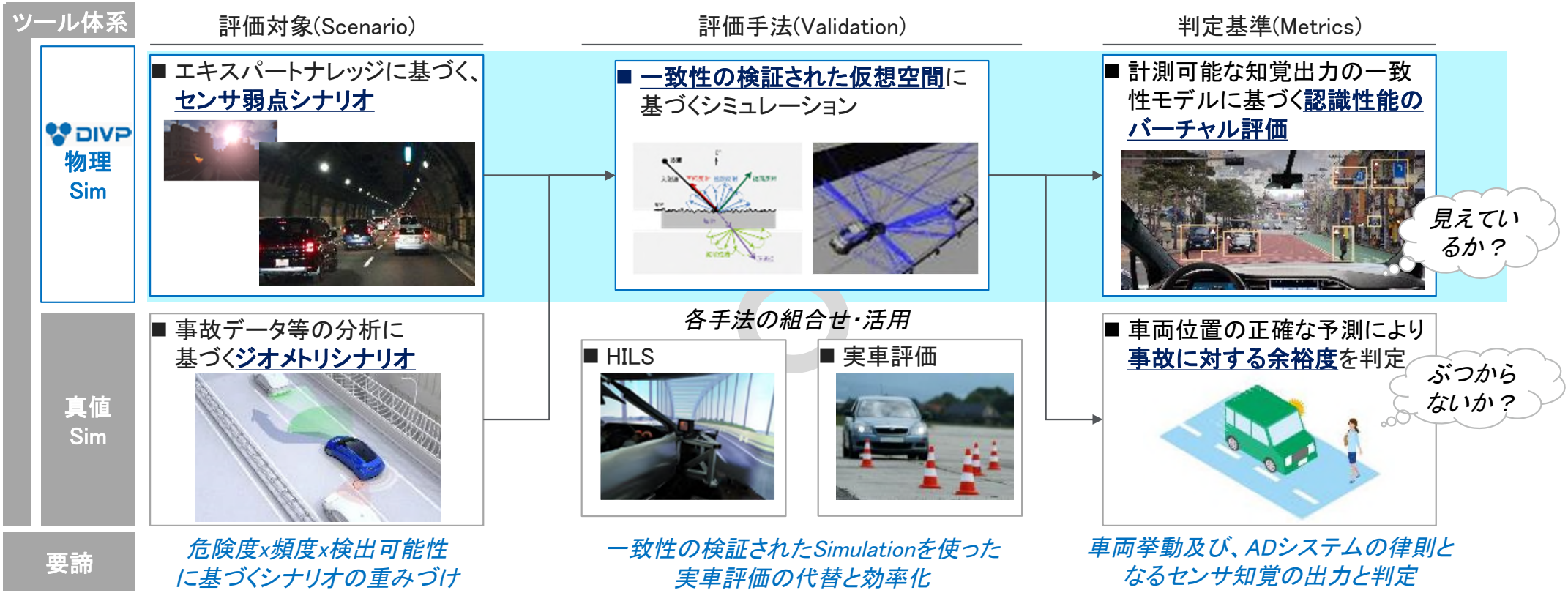


他、IEEEでは乱立する標準提案の整理を目的としたIndustry Communication活動が発足

Source：令和4年度 Team0定例会 報告資料

2つの評価を目指す場合、センサ等の知覚・認識を評価する物理Simと、車両の位置を評価する真値Sim、及びその連携が安全性評価の要諦、DIVP®は物理Simに着目し研究成果を挙げている

AD安全性評価に必要な評価体系



DIVP®の精緻な物理Simは先駆的な取組み、国際標準化のリードが可能

Source：令和3年度 年度末報告書

本年度はISO24502策定を主導、その他、日独VIVID-pjや日欧連携に基づくSafety assuranceの枠組み議論を深化、日独VIVIDでは独ASAMを通じた標準策定を主導

AD技術の標準化動向、及び見通し

	2021年	2022年	2023年～
概念	WP29 (2019) ADの安全性に対する基本的な考え方を提示（みえるか、ぶつからないか）	ISO34501 安全性評価に係る一連のフロー ISO34502 シナリオベース安全性評価フレームワークの策定（日本主導）	
AD評価の枠組み	日欧連携 欧HEADSTARTとWhite Paperを発行	日独VIVID DIVP & Yi 「見えるのか、ぶつからないのか」を保証する評価の枠組みを整理、 AD安全性評価における仮想環境のI/F標準化に向けた準備完了	米との連携拡大 SAE、UL、IEEE、IHS 日独VIVIDの継続 Yi PEGASUS、VVM 他研究PJとの連携によるAD社会実装の推進 SAKURA、金沢大学 DIVP SUNRISE
標準化活動		標準化 ASAM等の標準団体との協調活動を開始 ■ OSI 3.0：カメラセンサのI/F 標準化済 ■ OSI 4.0：RadarのI/F 提案受理 ■ OpenSCENARIO®, Open Label ViViD合意	連携に基づく標準化 ASAM、ISO

研究成果に基づき各種国際シンポジウムに参加し、国際発信の強化やAD-SAの体系化に向けた議論を推進。10月にはSIP-adusを実施し、国際連携の取り組みや成果、市場動向など情報を共有

日独VIVIDを含む、本年度の国際連携成果

★ ***June***
SafeCAD

★ *July*
ARTS2022

★ *Sept*
ITS world congress

★ ***Oct***
SIP-adus workshop

SIP Cabinet Office

★ *Nov*
International Conference

ASAM

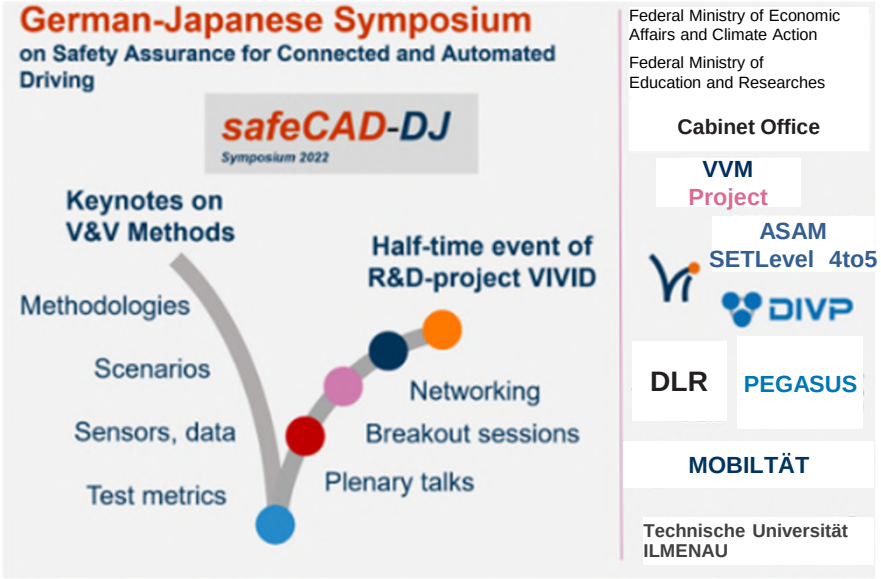
SIP-9th closure
&
Next generation

PEGASUS, ASAM, VVM, SETLevel, SAE, bast …

日独のキープレーヤに参加いただいた国際シンポジウムを通じ、安全性評価の考え方を検証

SafeCADシンポジウム（Berlin、6月））

“コネクテッドおよび自動運転車両の安全性評価にかかる独日シンポジウム



スポンサー代表者、関連プロジェクトのキーノートスピーカー、イベント参加者

Mr. Seigo Kuzumaki
SIP-Adus Program Director

Mr. Shigekazu Fukunaga
Director, ITS and Autonomous Driving Promoting Office, METI

Dr. Stefan Mengel
Head of division, electronics and automated driving, **BMBF**

Mr. Reinhold Friedrich
Deputy Head, electronics and automated driving, **BMBF**

Ernst Stöckl-Pukall,
Head of Unit Digitisation and Industry 4.0, **BMBK**

Mr. Benjamin Engel
Global technology manager, **ASAM**

省庁	経済産業省	内閣府		Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action / Federal Ministry of Education and Research
PJ	DIVP	SAKURA		PEGASUS, ASAM, VVM, SETLevel
研究機関	神奈川工科大学	TOKYO Univ,	DLR	Univ. Braunschweig, Univ. Darmstadt, Univ. Ilmenau, HAW Hamburg, Hochschule Kempton, Fraunhofer, KIT
OEM				BMW, Mercedes Benz
メガサプ				BOSCH, Continental
ベンダー	BIPROGY	MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.	SCHLIZE	IPG, AVL, VDI･VDE･IT, Blickfeld

Source：令和4年度 TeamO 報告資料
研究成果報告_ FY2018-FY2022

日米欧の各地域よりエキスパートや政府関係者ら約60名が参加、
各地域の動向やVIVIDでの活動について、概要から具体的な議論まで幅広く共有することができた

SIP-adus: Breakout Sessionの様子

概要

JAMA
TOYOTA
NISSAN
HONDA
DIVP
SAKURA

DAIMLER
Continental
IPG
AVL
DLR
Blickfeld
KIT

Univ. ilmenau
Hochschule Kempton
Univ. Darmstadt
Bast
PEGASUS
VVM
SETLevel
Univ. Braunschweig
Fraunhofer

TRB
SAE
Automated
Vehicle
Safety
Consortium
Berkeley Univ.

（計58名）

- Breakout Sessionへ、**日米欧より58名のエキスパートや政府関係者**が参画
- 各地域代表者によるKeynote Sessionと、VIVIDの活動について日独チームリーダー報告を実施

各地域代表者によるKeynote Session

Dr. Hideo Inoue

JP Research approach towards AD-safety assurance

- 安全性評価において**シナリオ、評価手法、メトリクスのフレームワーク**で取り組むことがASAMでの標準化を進めるうえで重要

Dr. Matthias Hein
Dr. Henning Mosebach

German Research approach towards AD-safety assurance

DLR
VVM
Univ.
Ilmenau

- 日独連携を通じて、お互いの**共通性や相補性を明確にする**ことで、ASAMを通じた標準化が円滑に推進している

Dr. Steven Shladover

Automated Driving Safety Assurance in the Broader Societal Context

Berkeley
Univ.

- 米国における自動運転の社会受容性向上のため、**社会からの要望を起点**に、安全性論証を行い、**実走行環境と一致性の高い**評価手法や指標を設定することが重要

- その他独VV Methodや欧州・独規制動向、米標準化動向について講演

自動運転の社会実装にむけて、安全性評価の重要性が増している
社会受容性を醸成していくためには、実環境に一致性が高い評価手法や指標が重要な役割を果たす

SIP-adus：VIVIDへの評価コメント

	JAMA，HONDA	Berkeley Univ.
プロフィール	 波多野 邦道氏 日本自動車工業会　自動運転部会長	 Dr. Steven Shladover California PATH Program Research Engineer
発言要旨	■ 自動運転を社会実装するステージが近づいてきている。自動運転の安全性評価では、交通社会に受け入れられるため、**評価指標**をどこに設定し、どのようなところから着手するかが非常に重要となる ■ 交通社会の中で自動運転とその他交通社会の構成要素が共存していくためには、自動運転そのものだけでなく、周辺にある構成要素に貢献・協調できるような姿を考える必要がある。また、そのための**ルール作り**も重要となる ■ **安全な自動運転を含む交通社会実現のための、自動車の評価方法、指標**の策定に貢献いただき、自動運転が共存できる社会づくりに寄与いただきたい	■ **社会受容性向上**は、自動運転の社会実装には必須の要素。**実際の交通環境と一致性の高い評価手法やツール**構築により、自動運転の安全性を論証できるような素地を作ることが重要 ■ 交通社会の発展のため、交通にかかわるデータベースが各地域で整備されつつあるが、データベース自体が非常に大きく取り扱いにくかったり、スコープが限定されており、十分活用が進んでいない ■ 社会受容性向上のため、**自動運転のリスクや利点を周知するような教育の取り組み**が必要ではないか

VIVID has 4-Joint research team as “Scenario”, “Sensor model”, “Toolchain” and “Framework & validation metrics”, towards AD-safety assurance validation methodology

Break out sessions overview

Legend: JT activity

	2 - Scenario -	3.x - Sensor Model -	1 - Toolchain -	4 - Framework & metrics-
	KIT, IPG	Hochschule Kempton, Continental	AVL	Univ. Darmstadt, Univ. Ilmenau
DIVP	三菱プレシジョン株式会社, SOLIZE	神奈川工科大学, BIPROGY	神奈川工科大学	神奈川工科大学
Outcome	■ Exchanged sensing weakness scenario ■ Agreed standard for Open-material	■ Succeed mutual data exchange between DIVP® environmental model and VIVALDI sensor model ■ Ready for I/F standardization joint study	■ Established VILS with DIVP® environmental model-data injection into VIVALDI Radar stimulator thru OTA ■ Ready for joint study of data format & I/F standardization	■ Compared & reached mutually understand of process & methodology ■ Next step is to define & uniform the AD-Safety assurance standard as “VIVID”

Thru VIVID collaboration, DIVP®'s precise environmental data input has successfully connected to VIVALDI's sensor model, as a foundation for further I/F, etc standardizations

Outcome from VIVID collaboration

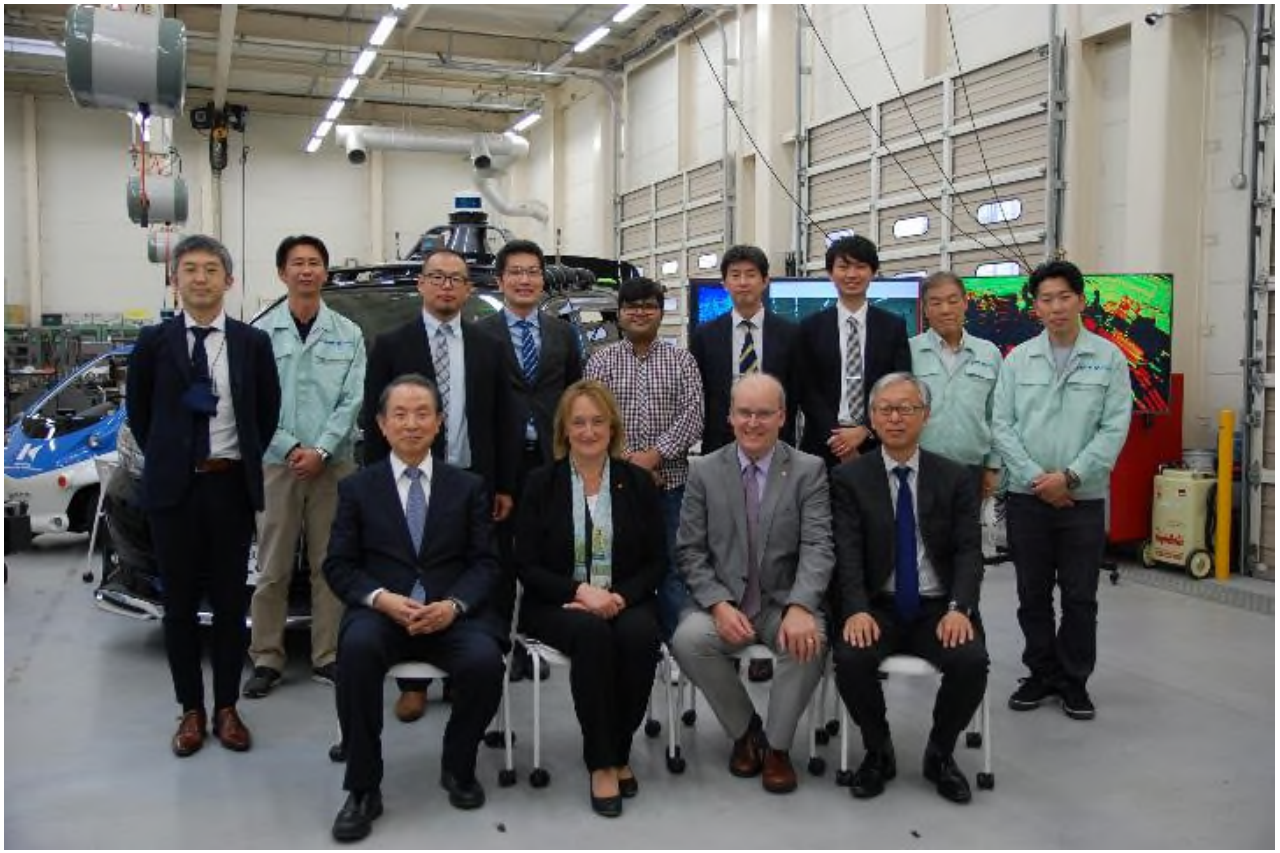
Fundamental study

Space design Out put

独BMBFSchieferdecher局長へDIVP®における体制や活動内容、VIVIDにおける日独連携について報告を実施、日独連携の成功事例として高評価をいただいた

ISO34502 | 日欧連携 | 日独VIVID | 標準化

独BMBF Schieferdecher局長 KAIT訪問（10/27）



アジェンダ

- DIVP®の活動紹介、ラボツアー
- VIVID（VIVALDI～DIVP®）日独連携紹介
- QA

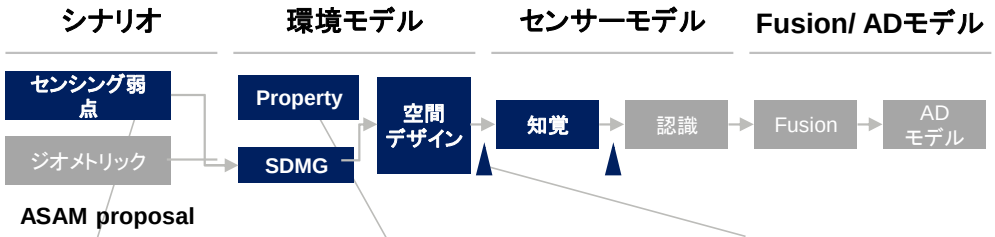
本年度は国際連携の枠組みを整理し、活動を推進。カメラI/Fを皮切りに、標準化を策定中

ISO34502 | 日欧連携 | 日独VIVID | 標準化

ASAM標準化活動

VIVIDの先進性

■ シナリオ、マテリアル、I/Fの標準化に向けた討議



ASAM proposal

①シナリオ
下記に準拠
- OpenSCENARIO®
- OpenDRIVE®

センサ弱点におけるシナリオフォーマットの標準化
- OpenSCENARIO®
- OpenLabel

②マテリアル
センサ評価のための対象物表面の反射特性の標準化
- OpenMaterial

③カメラ認知I/F
カメラ入力のためのスペクトルI/F
- OSI3.0

④RADAR I/F
空間デザインの完全性を担保すすためのセンサーモデルI/Fの標準化
- OSI4.0

国際連携体制とASAMでの標準化状況

■ VIVIDでの連携を通じた標準化活動の全体像

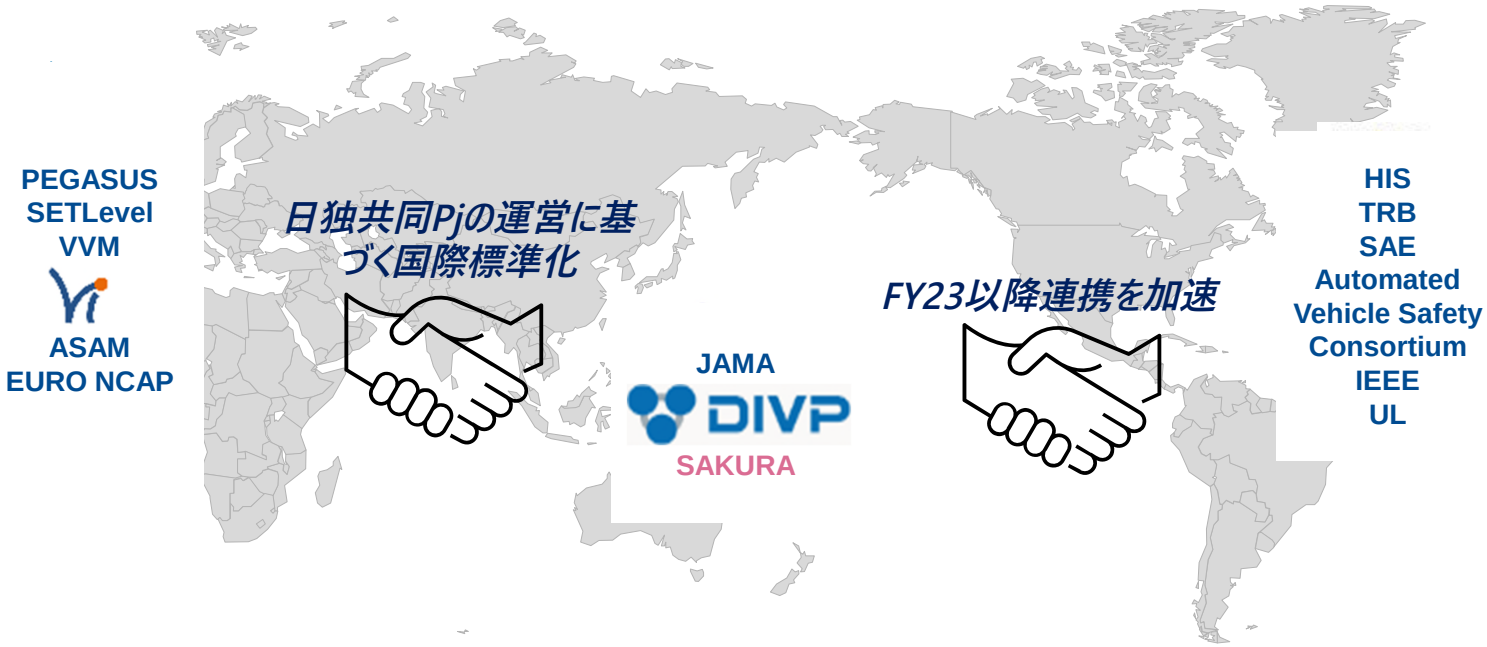
23年以降はこれまでの日独VIVIDやISO・独ASAMを通じた標準化を継続しつつ、米との連携拡大を図り、社会受容性醸成やAD社会実装に向けた活動を継続していく

AD技術の標準化動向、及び見通し

	2021年	2022年	2023年～
概念	WP29 (2019) ADの安全性に対する基本的な考え方を提示（みえるか、ぶつからないか）	ISO34501 安全性評価に係る一連のフローを提示	
		ISO34502 シナリオベース安全性評価フレームワークの策定（日本主導）	
AD評価の枠組み		日欧連携 欧HEADSTARTとWhite Paperを発行	米との連携拡大
		ViViD PJ DIVP & Vi	SAE、UL、IEEE、IHS
		「見えるのか、ぶつからないのか」を保証する評価の枠組みを整理、AD安全性評価における仮想環境のI/F標準化に向けた準備完了	日独VIVIDの継続
			Vi PEGASUS、VVM
			他研究PJとの連携によるAD社会実装の推進
			SAKURA、金沢大学 DIVP SUNRISE
標準化活動	ASAM	標準化 ASAM等の標準団体との協調活動を開始	連携に基づく標準化
		■ OSI 3.0：カメラセンサのI/F 標準化済 ■ OSI 4.0：RadarのI/F 提案受理 ■ OpenSCENARIO®, Open Label ViViD合意	ASAM、ISO

2022年までは日独の共同Pjに基づく国際標準化を推進、2023年以降は米との連携を深め、国際的な安全性評価のルール作りを主導

国際連携の現状



事業提供

BIPROGYの出資により、新会社V-Drive Technologiesを設立、22年9月よりDIVP®製品とサービスのワンストップ提供を開始

新会社【V-Drive Technologies】概要

世界最高性能DIVP®シミュレーションを
BIPROGYが事業化

新会社

V-Drive Technologies

2022年7月1日 設立

BIPROGY 100%出資

住所　：東京都江東区豊洲1-1-1
代表者：宮地　寿昌

□ 事業のVISION

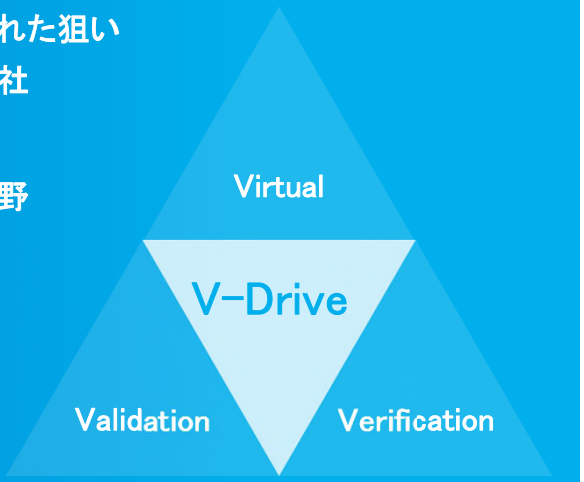
現実世界の物理特性との一致性の高い自動運転シミュレーションプラットフォームの提供により、より信頼性、安全性の高い自動運転社会の到来を促す

□ 社名の由来

V-Drive TechnologiesのKey Wordに込められた狙い
新事業を駆動、発展（Drive）させていく新会社

V-DRIVE：Vehicle ／（Autonomous）
DRIVE → 自動車・自動運転分野

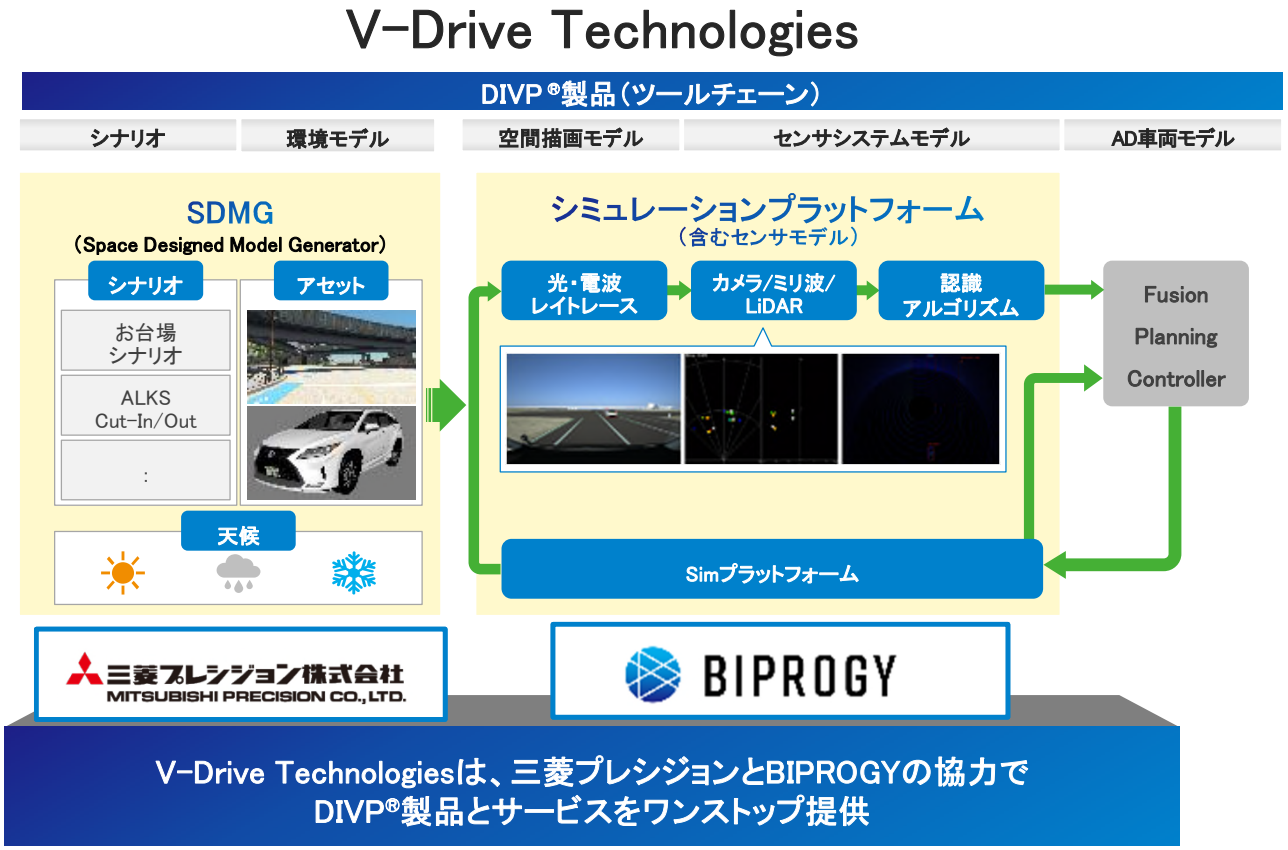
V：Virtual ／Validation／Verification



高度なシミュレーションを活用し、
評価／検証、そして認証へ

三菱プレシジョンとの事業提携の上、DIVP®製品とサービスの第一弾をワンストップ提供。
シナリオ作成からシミュレーション実行までのツールチェーンをクラウド・オンプレ2つの形態で提供

V-Drive Technologiesの提供製品



Source : Kanagawa Institute of technology, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.,

クラウド販売

- 必要なモジュールをCloudで構築し
  シミュレーション結果を参照

オンプレ対応のモジュール販売

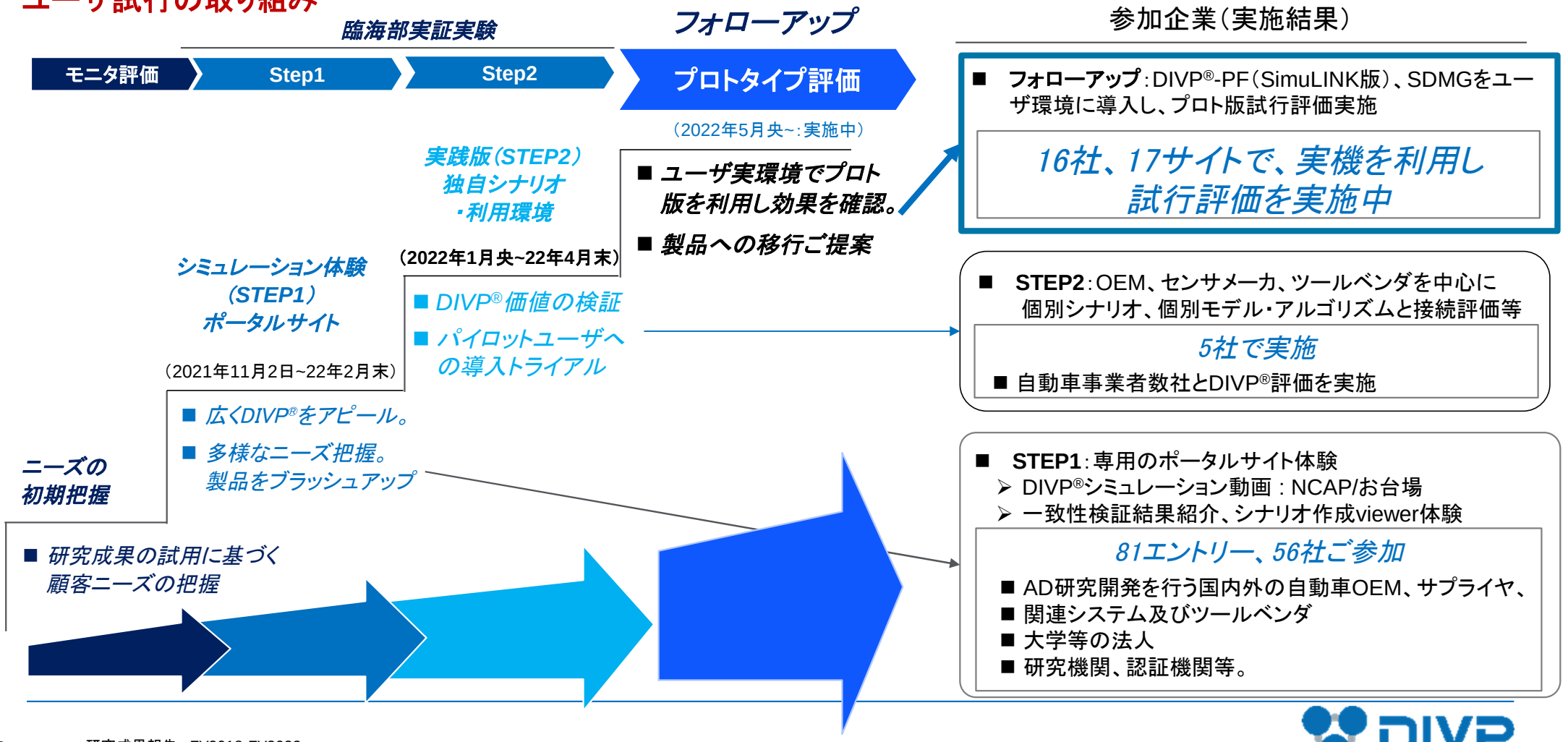
- 必要なモジュールを購入して
  自社環境にインストールし接続

モデルベース開発の標準的プラットフォーム
Simulink® のToo l box として稼働。

他シミュレーションSW、
と連携

21年度より、臨海部実証実験STEP1【シミュレーション体験】とSTEP2【実践版】を実施。
そのフォローアップとしてユーザでの試行利用を開始. 23年2月現在、17サイトでプロトタイプ評価中.

ユーザ試行の取り組み

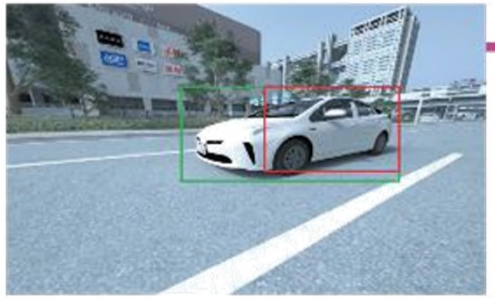


《参考事例①》ユーザ評価を通じて、OEM、サプライヤ等のシミュレーションに対する期待感を把握中。一部の評価では DIVP®シミュレーション出力は実機のデータと比しても遜色ないことも確認。

STEP2【実践版】で確認できた適用の可能性① ディープラーニングへの適用

適用シーン	センサ	DIVP®仮想空間の出力	評価	まとめ
■ **複数カメラによる認識AI学習用データ生成** ➢ Deep-learning用教師データを条件やシナリオを変え大量に生成	カメラ	■ 複数監視カメラの認識学習をシミュレーション結果を用いて実行 シナリオ	■ 認識SW（AI）開発、評価 機械学習 認識SWで性能向上 効率向上	■ シンプルなシナリオによる学習では、実写データで機械学習を施した認識SWと同レベルの認識率、傾向を確認 ■ アノテーションをシミュレーション正解値に代替えすることで信頼性向上 ■ レアケースを任意に作成できるためデータ取得期間の制限なく効率的 ※大雨、特殊車両など

右後方監視

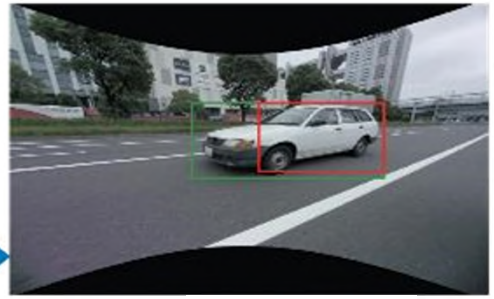


教師データ（DIVP™仮想空間）

Input

機械学習

Output



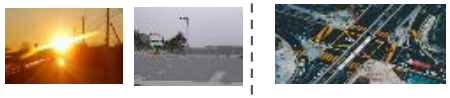
認識結果

認識SW（AI）においてリアル画像での学習結果とほぼ同レベルの認識率を確認

（高速道路での追越車両認識）

《参考事例②》天候条件や各種交通参加者とその動き等の評価条件を自由に変え、その時々でのセンサ認識性能を評価可能であり、環境変化の自由度が高いシミュレーションの効果への期待感が大きい。

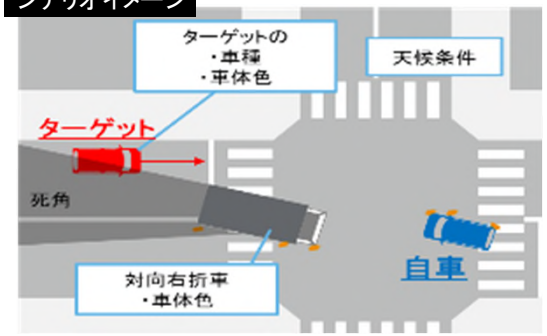
STEP2【実践版】で確認できた適用の可能性②　:安全性評価への適用

適用シーン	センサ	DIVP®仮想空間の出力	評価	まとめ
■ センサFusion性能認識評価 ➢ 雨や逆光等の条件や、多数交通参加者を用意。認識性能を評価	カメラ ミリ波 LiDAR	■ 現実では設定が困難な悪条件と交通参加者をシミュレーション上に表現  逆光　雨天　複数車両	■ 各条件下での各種センサ認識性能評価 	■ 実機完成前に様々な事前評価ができ、開発のフロントローディングが可能 ■ 天候条件などを自由に再現できるため、センシングの性能比較が明確にできる

右折待ちトラックの死角による対向車認識の性能評価（カメラ&LiDAR）

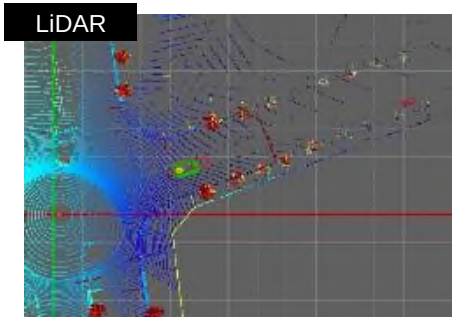
環境モデル・シナリオ設定　→　Sim実施、センサ出力取得

シナリオイメージ



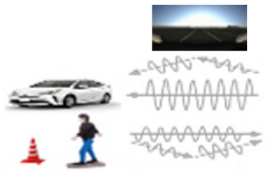
カメラ

LiDAR



《参考事例③、④》独自のセンサモデルや認識モデルをDIVP®シミュレーションの結果出力と連携させ、評価することによる開発効率化への寄与が期待される。センサーメーカにはOEMへの自社製品の性能を訴求するとの狙いもある。

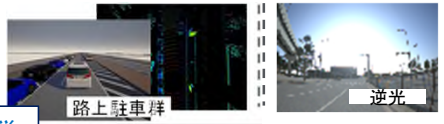
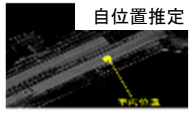
STEP2【実践版】で確認できた適用の可能性③　:OEMとセンサーメーカの連携による独自モデル評価

適用シーン	センサ	DIVP®仮想空間の出力	評価	まとめ
■ 自社センサ・認識モデル評価 ➢ 空間描画出力データでOEM及びサプライヤの持つセンサ・認識モデル、の性能を評価	カメラ ミリ波レーダ	■ DIVP®（カメラ・ミリ波）空間描画 	■ 独自のカメラ認識モデル、ミリ波モデル性能評価（OEM、サプライヤ） 	■ カメラ認識：定性評価ではあるが認識率や認識精度は、実カメラ画像での認識率、認識精度と同じレベル、傾向となっていることを確認 ■ ミリ波：シンプルなシナリオではシナリオにおける期待値とモデルの出力は一致。市街環境での実機での結果対比による評価も実施。

代表例　:オリジナルのセンサモデル評価をOEMとサプライヤの共同体制で評価実施。
（評価要件出し：OEM　＋　モデル提供＆実機比較検証：サプライヤ）

首都高環境で実施

STEP2【実践版】で確認できた適用の可能性④　:SW・アルゴリズム連携による検証、開発の効率化

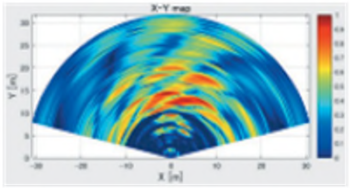
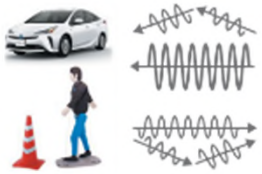
■ Simulink上のSW連携 ➢ 多彩な空間描画環境を作り、認識モデル群と連携したクローズドループモデルに適用、評価	カメラ ミリ波レーダ	■ DIVP®（カメラ・ミリ波）空間描画・知覚（様々なシーン） 	■ SW連携を実現し、DIVP®の様々な出力と各種シミュレーションを連成 （シナリオ）　（認識）	■ DIVP®空間描画・知覚を使いSimulinkベースでのシミュレーション連成の各種パターンを実行 ■ 市街地における複雑なシナリオをベースに評価を継続中
■ 自己位置推定等のアルゴリズム評価 ➢ 仮想環境で自己位置推定、軌跡生成等アルゴリズムを評価	LiDAR (+IMU)	■ 現実では設定が困難な悪条件をシミュレーション上に構築 	■ DIVP®の出力バリエーションで自己位置推定や認識のアルゴリズム評価 	■ DIVP®空間描画・知覚出力を使い他アルゴリズム（自位置推定、セマンティックセグメンテーション）と連成。 ■ 様々なシーンで評価を十紘

AD-URBAN連携:SIP/金沢大学

マツダ、古河電気工業、古河ASとDIVP®の連携により、DIVP®シミュレータに独自のレーダモデルを接続し、その出力結果を実測値と比較して検証を実施。

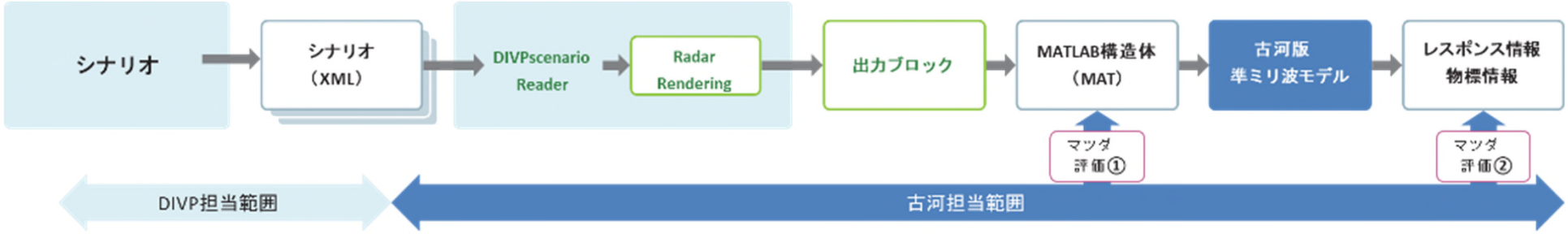
検証の狙い

複数シナリオを準備し、その上でDIVP®の空間描画におけるミリ波の原理原則が正しく動作していることを確認し、実際のレーダーモデルと空間描画を組み合わせて検証を実施

適用シーン	センサ	DIVP®仮想空間の出力	検証	評価ポイント
自社センサ・認識モデル評価 空間描画出力データでOEM及びサプライヤの持つセンサ・認識モデルの性能を評価	ミリ波 	DIVP®（ミリ波）空間描画 	独自のレーダモデル性能評価（OEM、サプライヤ） 古河準ミリ波モデル（24GHz周辺監視）	①ミリ波環境レンダリング結果 ②ミリ波処理結果

実機検証の進め方

以下の役割分担で、基礎検証、実環境走行シナリオ検証を実施



基礎検証およびシンプルシナリオ検証は、基本的なターゲットの接近シナリオでDIVP®シミュレータに接続したレーダモデルの出力結果を検証。レーダモデルの妥当性が確認できた。

基礎検証　評価サマリ

距離振幅特性について評価

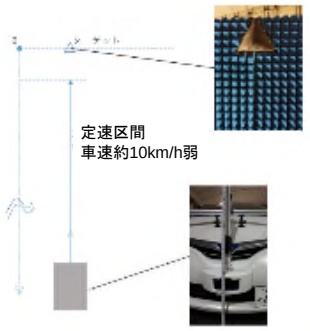
	ターゲット	SIM結果	コメント
基礎検証1	コーナリフレクタ 10dBsm　正対	○ +3～+10dB程度	ほぼ一致 DIVP®・レーダモデルの双方の妥当性確認
基礎検証2	コーナリフレクタ 10dBsm　45deg	+10dB以上程度	《参考検証》
基礎検証3	平板金属 5dBsm	○ +3～+6dB程度	POベースにてほぼ一致 DIVP®・レーダモデルの双方の妥当性確認
シンプル シナリオ4	実車	-10dB以下程度	《参考検証》 ※実測の自車はCX-5、シミュレーションは設定なし

点ターゲット、好条件時、DIVP®レイトレースの計算はマルチパス含め妥当と考えられる。特に実車水準で差が大きく、実ターゲットやシナリオのモデル化に難しさが存在するものと認識。

検証シナリオ

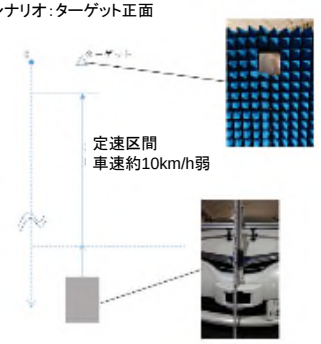
基礎検証1

シナリオ：ターゲット正面



基礎検証3

シナリオ：ターゲット正面

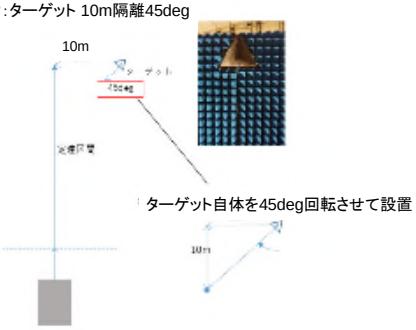


《参考検証》

基礎検証2

45deg特性がモデル化されていないため参考検証

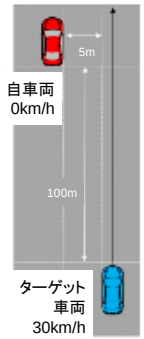
シナリオ：ターゲット 10m隔離45deg



シンプルシナリオ4

対象車種が違うため参考検証

シナリオ



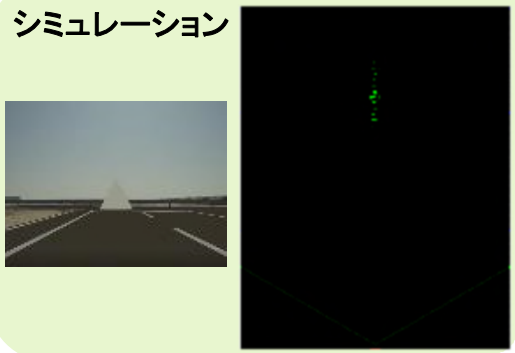
基本的なターゲットにおいて実機と比較し約3dB~10dBの誤差のオーダでシミュレーションで、マルチパス含め実測との傾向一致（基礎検証1、2）。

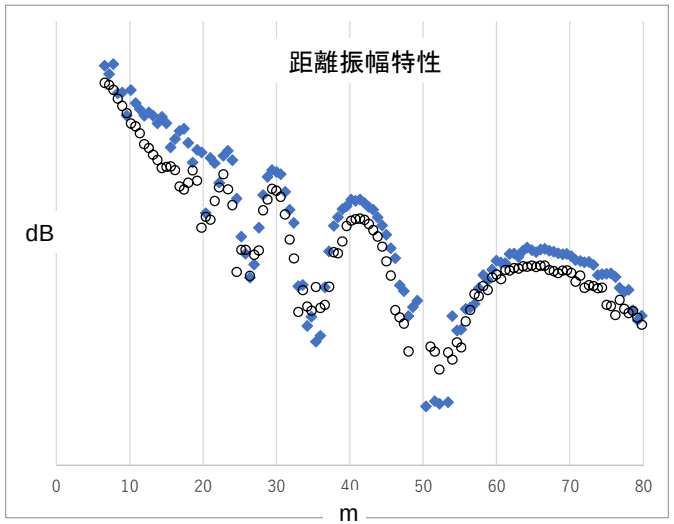
※基礎検証2，4については，検証対象がモデル化されてないため、参考データ。

基礎検証1

実測

シミュレーション





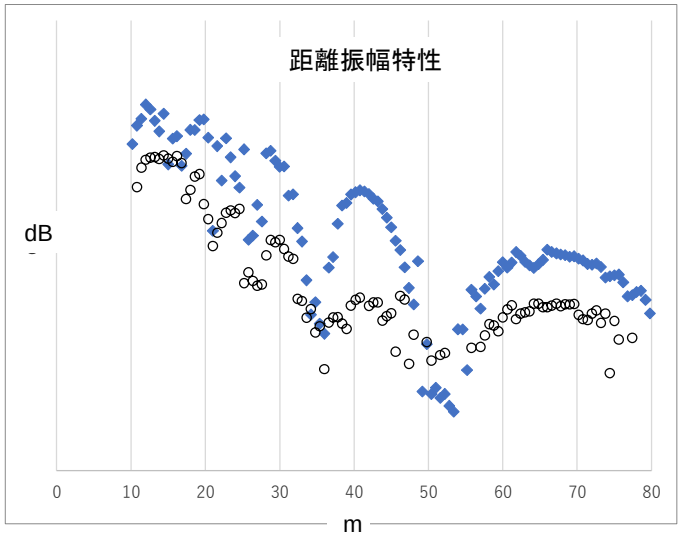
○実測
◆シミュレーション

実測とシミュレーションの振幅の差は遠方で3dB程度、近傍で最大でも10dB程度。地面マルチパスにおけるピークヌルの傾向はシミュレーションでトレースできている。

基礎検証2《参考データ》

実測

シミュレーション



○実測
◆シミュレーション

実測とシミュレーションの振幅の差がこの参考ケースにおいては大きい。コーナリフレクタの45deg特性が十分モデル化されていないと想定。

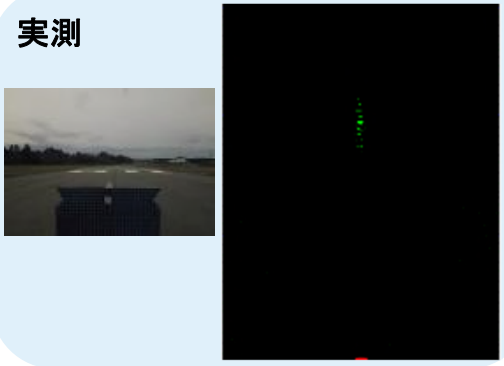
Source :古河電気工業株式会社

基本的なターゲットにおいて実機と比較し約3dB~10dBの誤差のオーダでシミュレーションで、マルチパス含め実測との傾向一致。（基礎検証3、シンプルシナリオ4）

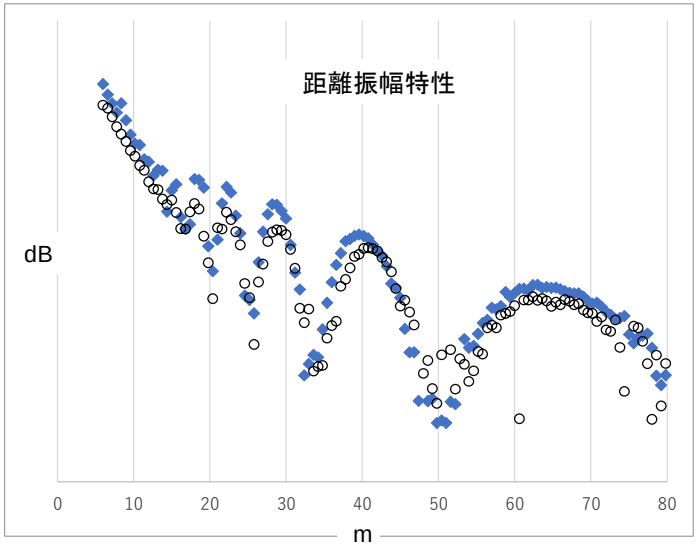
※基礎検証2，4については，検証対象がモデル化されてないため、参考データ。

基礎検証3

実測



シミュレーション

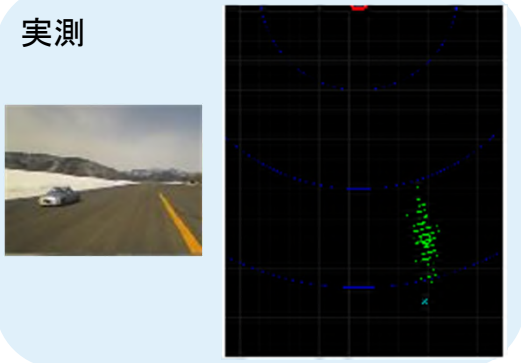


○実測
◆シミュレーション

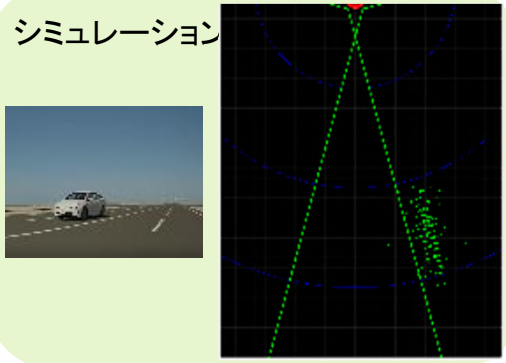
POによる強度算出は正しい模様。実測とシミュレーションの振幅の差は、遠方で3dB程度、近傍で最大でも6dB程度。地面マルチパスにおけるピーク・ヌルの傾向もシミュレーションでトレースできている。

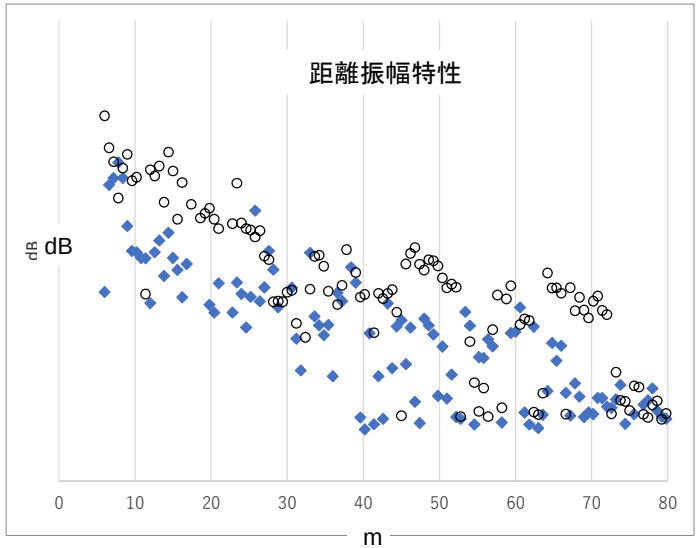
シンプルシナリオ4《参考データ》

実測



シミュレーション





ここでは後方右レーダでの検討

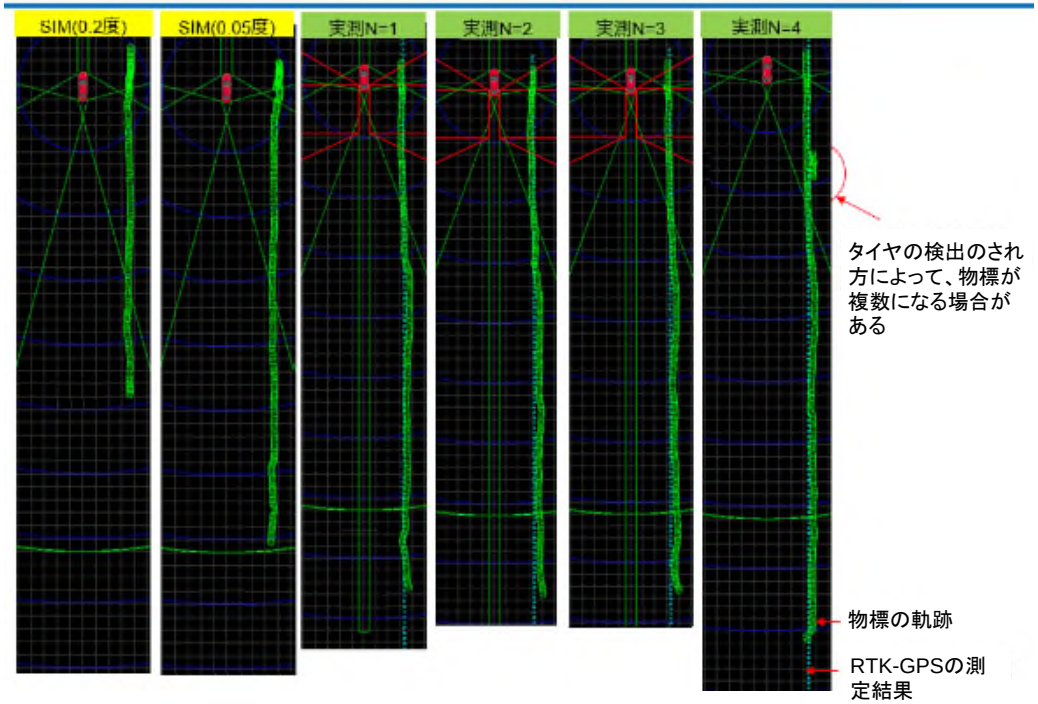
○実測
◆シミュレーション

実測に比べシミュレーションの振幅レベルが概ね10dB以上低い。広がるターゲットにおいて、地面マルチパスにおけるピーク・ヌルの出現は基礎検証1、3ほど規定的ではない。

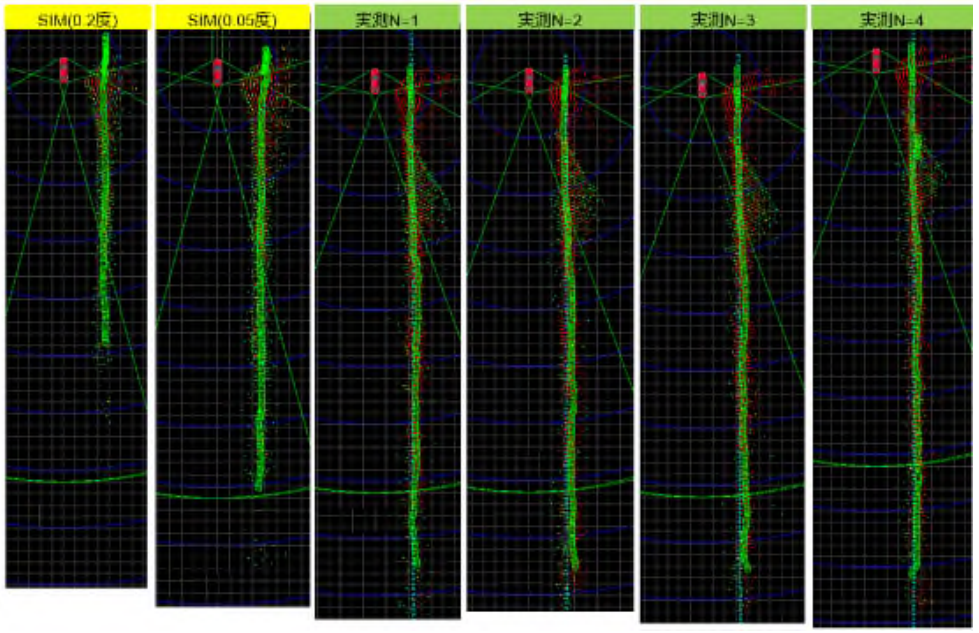
Source :古河電気工業株式会社

シンプルシナリオ4の車両接近シナリオでの物標の位置は特に問題はなかったが、検知距離に差が表れた。実ターゲットとシミュレーションターゲットの車両の違いの影響が考えられる。

物標の位置、検知距離



レスポンス（反射強度500以上が赤）

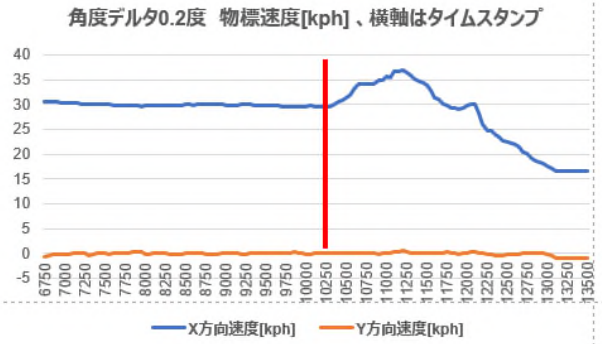


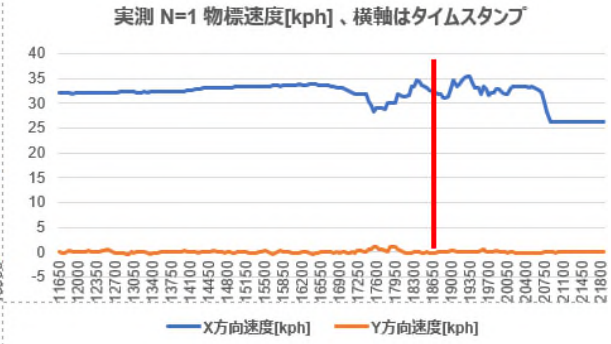
物標位置	○	（水平/垂直面内）走査角の間隔（以降、角度デルタ）=0.2、0.05いずれの場合も物標の位置には問題なし。
最大検知距離 角度デルタ0.2	×	実測の80～90mに対し50m。角度デルタ0.05とすることで改善される。
最大検知距離 角度デルタ0.05	△	実測の80～90mに対し70m。原因としてレスポンスの反射強度が弱いことが考えられる。

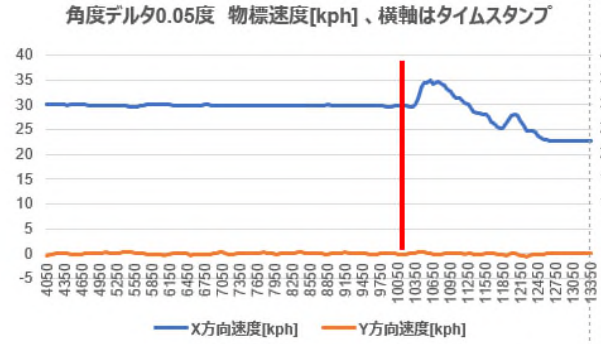
Source :古河AS株式会社

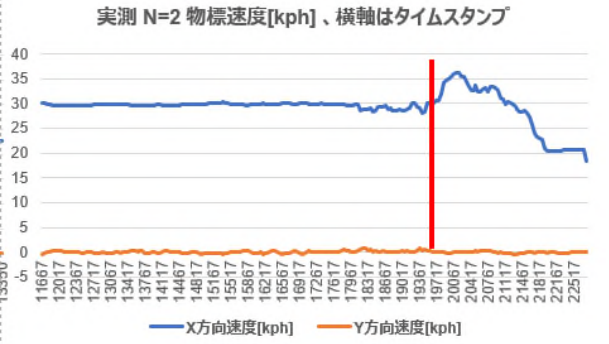
シンプルシナリオ4の車両接近シナリオでの物標の速度は特に問題はなかった。

物標速度 1/2

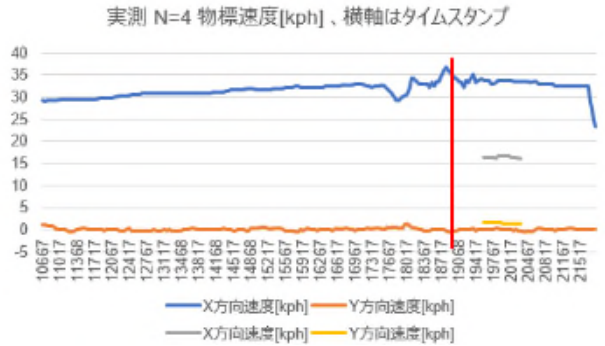








物標速度 2/2



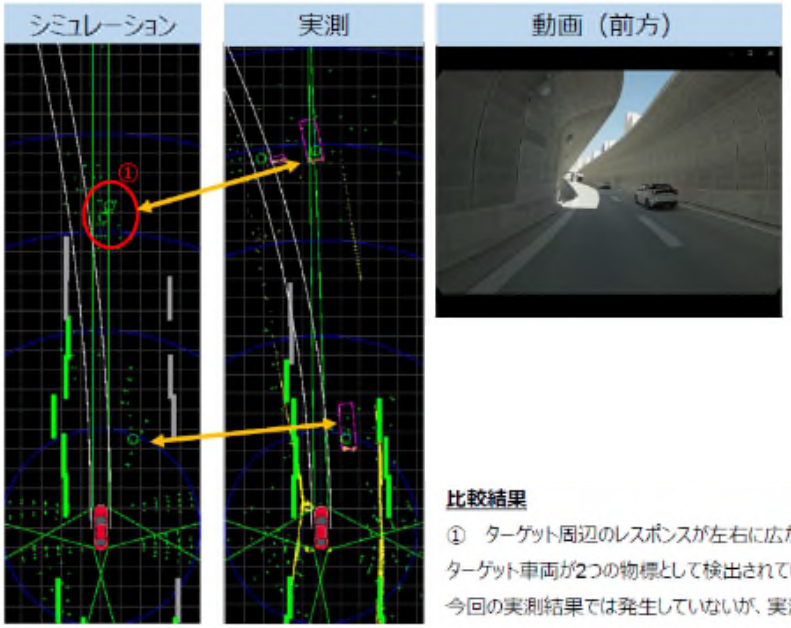
物標速度 角度デルタ0.2	○	ターゲットが20mよりも遠方の場合、シナリオ通り30kphと検出される。20mよりも近い場合は、実測と同様の速度の乱れがみられる。
物標速度 角度デルタ0.05	○	ターゲットが20mよりも遠方の場合、シナリオ通り30kphと検出される。20mよりも近い場合は、実測と同様の速度の乱れがみられる。

Source :古河AS株式会社

《参考-1》シミュレーション上に構築した首都高C1環境において、追い越しシナリオ（30秒分）でのシミュレーション結果と、実機レーダを使用して計測したデータを比較。（角度デルタは0.2度でシミュレーション実施）

※走行位置、自車速度、ターゲット車両速度については、厳密に条件を合わせていない。

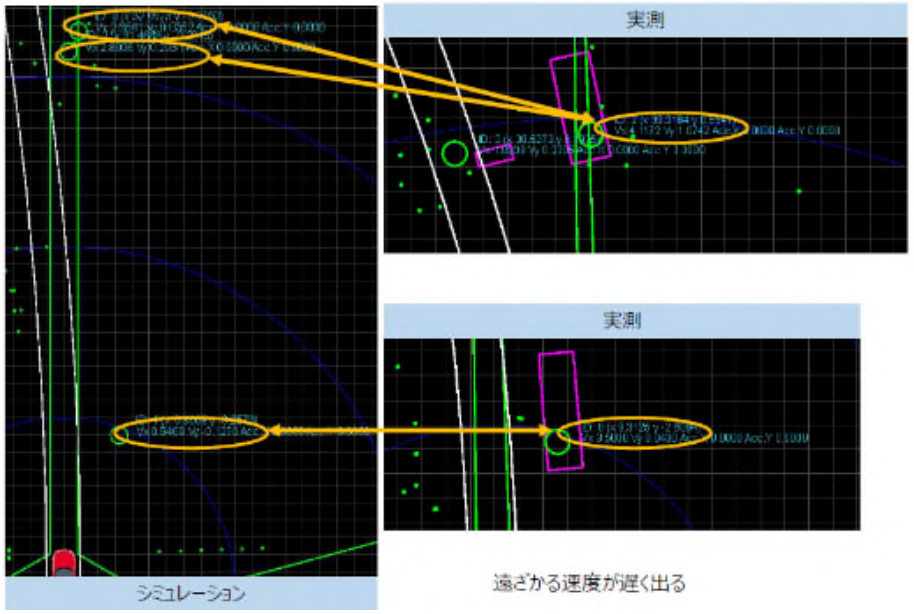
抽出シーン（スタートから14.2秒。2台目が10m前方に。）



比較結果

① ターゲット周辺のレスポンスが左右に広がっている影響で、ターゲット車両が2つの物標として検出されている。
今回の実測結果では発生していないが、実測でも見られる現象。

抽出シーン 物標の速度



遠ざかる速度が遅く出る

車両情報	△	ヨーレートが実車と比べて急に変化しており、物標位置、物標速度に影響している。
物標検出	○	1つのターゲットが2つ物標として検出されているが、タイヤの検出され具合などによって実測でも見られる現象。
路側検出	○	反射強度について（補足情報） 遠方においては角度が浅くなることでレスポンス数が減少するため、反射の強度が路側の検出結果に影響を与えると想定される。（コンクリートだと反射が弱いため不利） 逆に近い距離においては、レスポンス数が多いため、反射の強度はそれほど問題にはならない。ターゲット車両との関係においては、異なる速度域の点群として処理されるため相互に与える影響は無いと想定される。

Source :古河AS株式会社

《参考-2》シミュレーション上に構築した首都高C1環境において、追い越しシナリオ（30秒分）でのシミュレーション結果と、実機レーダを使用して計測したデータを比較。（角度デルタは0.2度でシミュレーション実施）

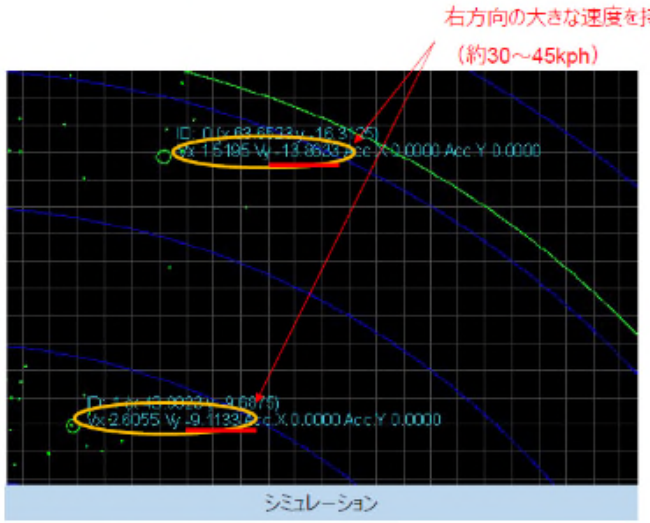
※走行位置、自車速度、ターゲット車両速度については、厳密に条件を合わせていない。

抽出シーン（スタートから24.2秒。高架下通過直後。）

比較結果

① 実測は40m遠方で物標化していない。
また、左右方向の速度を検出した影響で、
物標の位置が道路外となっている。

抽出シーン 物標の速度



※実測は物標化していない為、速度データ無し。

車両情報	△	ヨーレートが実車と比べて急に変化しており、物標位置、物標速度に影響している。
物標検出	○	実測よりも遠方で物標が検出されている。
路側検出	○	反射強度について（補足情報） 遠方においては角度が浅くなることでレスポンス数が減少するため、反射の強度が路側の検出結果に影響を与えると想定される。（コンクリートだと反射が弱いため不利） 逆に近い距離においては、レスポンス数が多いため、反射の強度はそれほど問題にはならない。 ターゲット車両との関係においては、異なる速度域の点群として処理されるため相互に与える影響は無いと想定される。

Source :古河AS株式会社

ADの安全性評価はリアルなセンサ出力に基づく運転制御の検証と、様々な環境で実環境と同様に評価可能なシミュレーションが必要であり、実現に向けてはリアルな評価のための仮想空間構築への期待感は大きい。

ADの安全性評価の課題、及びSim要件

自動運転車の安全性評価の課題

#01

自動運転車の安全性評価 ＝ センサ（カメラ/ Radar/ LiDAR） ＋ 車両制御ソフト

⚠ ・センサが対象物や周辺を見えているか？
誤検知（見間違い），不検知（見落とし）がないか？
・自動運転の制御で安全に走行できているか？

#02

自動運転車の安全性評価 ＝ 様々な環境下における厳しい条件での評価が必要

⚠ ・実車だけで様々な現象を全て再現よく評価すること困難な上に，莫大な時間と労力がかかる
→実環境と同様に評価できるシミュレーションが必要

求められるシミュレーション要件

【リアルなシミュレーション環境：仮想空間】 例：首都高C1、お台場

首都高

お台場

■ 多くの評価環境で様々なシナリオを追加し、多様な交通シーンで安全・安心な自動運転の開発を進めて行く

OEM開発担当

【実車と同等な運転システム評価】
例：NCAP評価例でのセンサ表現

【環境条件変化時の評価】
例：逆光、夜、雨天

…

※全てDIVP®シミュレーション例

GBM

- 評価結果まとめ
- 各項目評価結果
- 今後の取り組み

自動運転の安全性評価に貢献する
実現象と一致性の高い仮想空間シミュレーションプラットフォームを構築

DIVP®の目的・特徴

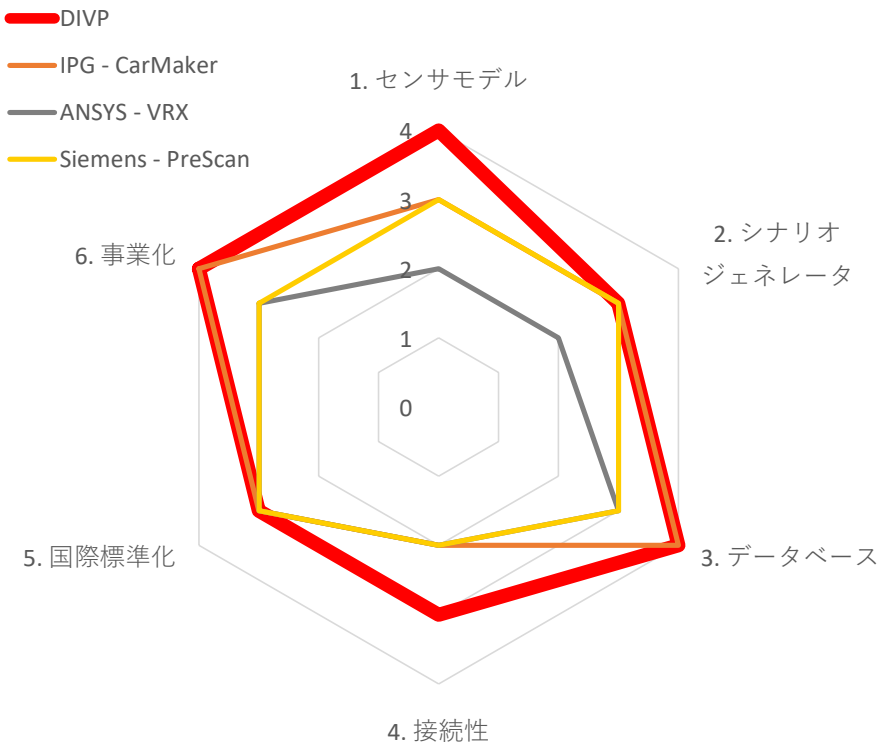
- ■ 実現象と一致性の高い環境・空間・センサのシミュレーションモデル
- ■ シナリオ生成～認識性能評価～車両制御検証を一貫して評価可能なプラットフォーム
- ■ 既存シミュレーションとの結合性の充実

現実空間　→　センサ視界の仮想空間モデル，センサ内部モデル　へ

競合に対し“センサモデル”,“接続性”に優位性を確認。
さらに”データベース”,“事業化”に評価観点追加の上、BMC実施し、十分な競争力がある事を確認

ベンチマーク結果　→ グローバル競争力を資する仮想空間シミュレーションPF構築を達成！

※赤字部分：22年度更新内容



No	評価軸	評価観点	競合比較・評価結果
1	センサモデル	• センサ弱点現象の再現性	**優位** ✓ 物性定義の仮想空間モデルを持つ ✓ 一致性検証
2	シナリオ ジェネレータ	• ユーザビリティ • シナリオ作成効率	**同等** ✓ 物性・マテリアル統合機能が特徴
3	データベース	• 走行環境アセット充実度 • シナリオモデル充実度	**同等** ✓ 走行環境アセット数は増強済み、他のシミュレーションアセットも利用可 ✓ シナリオモデルのDB化に特徴を持つ、アセスメント／お台場パッケージ提供により差別化
4	接続性	• 一般シナリオ接続性 • 反射物性データ接続性 • センサモデル接続性	**優位** ✓ 反射物性データとの接続性が優位
5	国際標準化	• 国際標準規格等への対応	**同等** ✓ ASAM-OpenXに対応 ✓ ASAM-OSI*4.0へDIVP®-I/F提案
6	事業化	• ユーザユースケースへの対応 • 機能構成と価格	**同等** ✓ MATLAB/Simulink環境、FMI/FMUに対応 ✓ 競合との比較を通じて優位性のある価格を定義

GBM

- 評価結果まとめ
- 各項目評価結果
- 今後の取り組み

DIVP®の特徴（シナリオ作成とセンサシミュレーション）に軸足をおいた比較検討により、優位性が発揮できる価格構成を定義

事業化；製品価格ベンチマーク

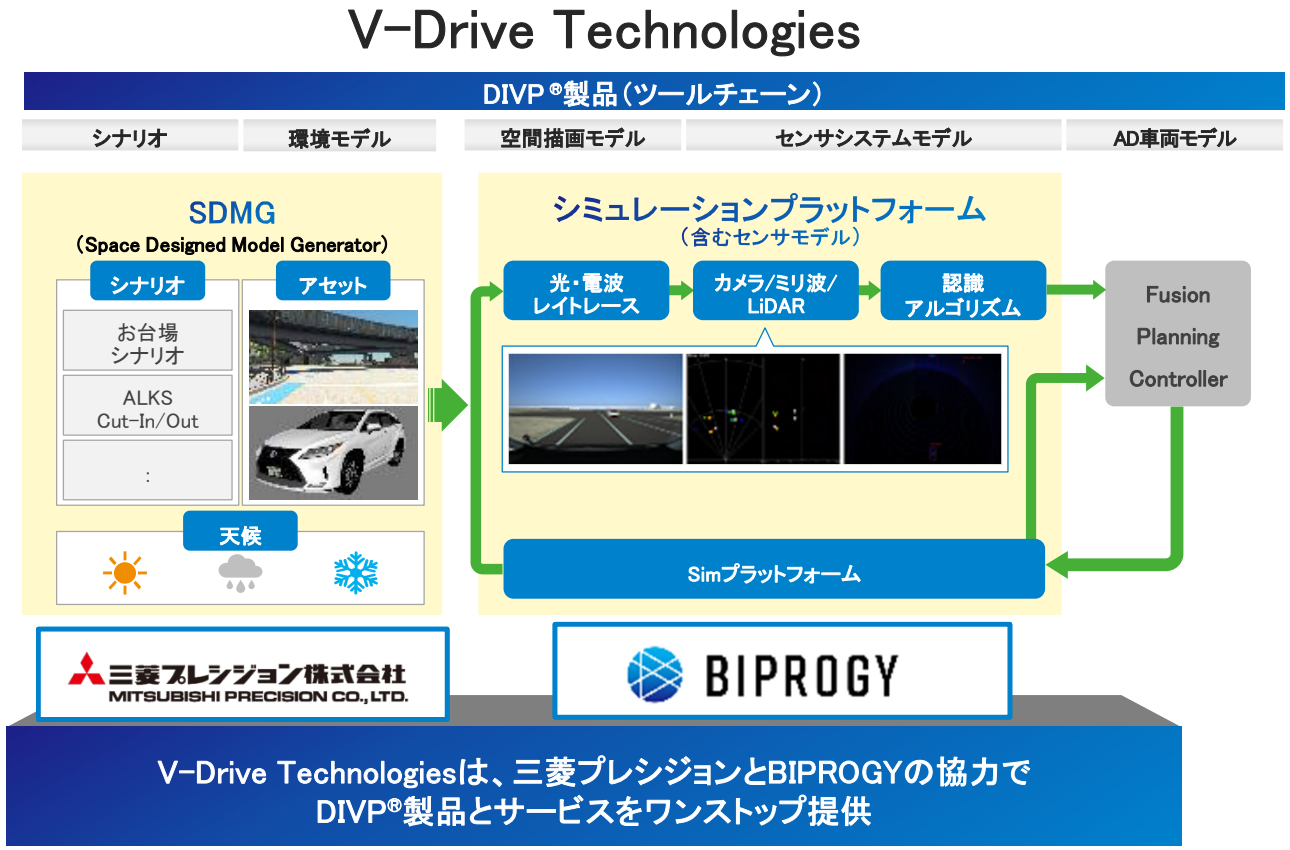
※2022年7月時点のBIPROGYまとめ情報

製品	価格[万円]	機能単位での価格			備考
		シナリオ作成	センサシミュレーション	車両モデル	
DIVP®	価格	本体価格（一括）＋30%（年額）	本体価格（一括）＋30%（年額）	-	・SDMG（基本アセット込） ・Sim-PF（ﾘﾌｧﾚﾝｽｾﾝｻﾓﾃﾞﾙ込）
	機能評価	◎	◎	なし	
IPG CarMaker	DIVP®との価格比較	DIVP®が優位	ほぼ同等（但し車両モデル含む）		・シナリオ作成＋センサシミレーション（含む車両モデル）
	機能評価	○	△	○	
ANSYS VRX	DIVP®との価格比較	DIVP®が優位	DIVP®が優位	-	-
	機能評価	○	○	なし	

・CarMakerは価格面ではほぼ同等（シナリオ作成部はDIVP®優位）。センサシミュレーションの機能はDIVP®優位。
・センサシミュレーション（カメラ）に特徴を持つVRXはDIVP®に比して高価

製品構成としては、オンプレ版（Simulink環境）、クラウド版の両面で検討、また22年7月末現在：15社、16サイトでプロト試行評価開始、ユーザニーズへの適合を進行中

事業化；進捗状況



Source : Kanagawa Institute of technology, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.,

クラウド販売

- 必要なモジュールをCloudで構築し
  シミュレーション結果を参照

オンプレ対応のモジュール販売

- 必要なモジュールを購入して
  自社環境にインストールし接続

モデルベース開発の標準的プラットフォーム
Simulink® のToo l box として稼働。

他シミュレーションSW、
と連携

必要な3Dアセットを増強済み．また，フォーマット変換により他のシミュレーションの3Dアセットも使用可．

データベース；3Dアセット拡充済み

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

試験用道路

台場

首都高速道路C1

乗用車

信号機

歩行者と所持物

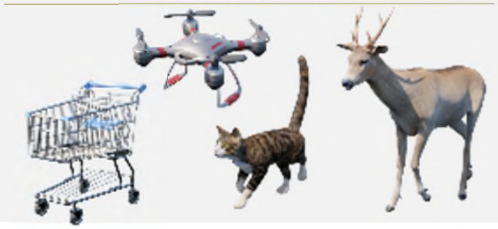
二輪車・特殊車両

NCAPダミー類

交通標識・工事器具

大型車両（牽引含む）

障害物・動物



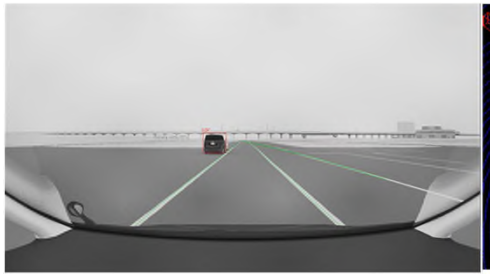
Source : MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

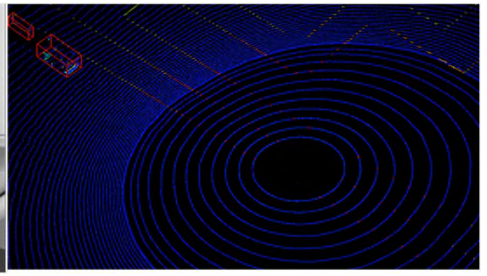
DIVP

Virtual-PGでのEuro-NCAPシミュレーションを実現.
→既存プロトコル30シナリオのモデル化完成. シナリオモデルのデータベースでユーザ提供を開始.

データベース;アセスメント, お台場センサ弱点, シナリオモデルパッケージとしてデータベース化

No	Euro-NCAPテストプロトコル	シナリオ
1	AEB* VRU* Test Protocol (対交通弱者に対する自動緊急ブレーキ等に関するテスト)	Car-to-Pedestrian Farside Adult 50% (CPFA-50)
2		Car-to-Pedestrian Nearside Adult 25% (CPNA-25)
3		Car-to-Pedestrian Nearside Adult 75% (CPNA-75)
4		Car-to-Pedestrian Nearside Child 50% (CPNC-50)
5		Car-to-Pedestrian Longitudinal Adult 25% (CPLA-25)
6		Car-to-Pedestrian Longitudinal Adult 50% (CPLA-50)
7		Car-to-Pedestrian Turning Adult 50% (CPTA-50)
8		Car-to-Pedestrian Reverse Adult 50% (CPRA-50)
9		Car-to-Pedestrian Reverse Adult stationary (CPRA-s)
10		Car-to-Bicyclist Nearside Adult 50% (CBNA-50)
11		Car-to-Bicyclist Nearside Adult Obstructed 50% (CBNAO-50)
12		Car-to-Bicyclist Farside Adult 50% (CBFA-50)
13		Car-to-Bicyclist Longitudinal Adult 25% (CBLA-25)
14		Car-to-Bicyclist Longitudinal Adult 50% (CBLA-50)
15		Car-to-Motorbike Rear Stationary(CMRs)
16		Car-to-Motorbike Rear Braking(CMRb)
17		Car-to-Motorbike Front Turn-Across-Path(CMFtap)
18		Car-to-Motorbike Front Straight-Cross-Path Left (CMFscp-L)
19	AEB* Car-to-Car Test Protocol (対クルマに対する自動緊急ブレーキ等に関するテスト)	Car-to-Car Rear stationary(CCRs)
20		Car-to-Car Rear moving(CCRm)
21		Car-to-Car Rear braking(CCRb)
22		Car-to-Car Front turn-across-path(CCFtap)
23	LSS* Test Protocol (レーンキープ等に関するテスト)	Emergency Lane Keeping – Road Edge
24		Emergency Lane Keeping – Solid Line
25		Emergency Lane Keeping – Outcoming vehicle
26		Emergency Lane Keeping – Overtaking vehicle
27		Lane Keep Assist – Dashed line
28		Lane Keep Assist – Solid line
29		Oncoming vehicle(PTW)
30		Blind spot(PTW)





*AEB:Autonomous Emergency Braking, *VRU:Vulnerable Road User, *LSS:Lane Support Systems

アセスメント，お台場センサ弱点，をシナリオモデル化しそれぞれパッケージとしてデータベース化

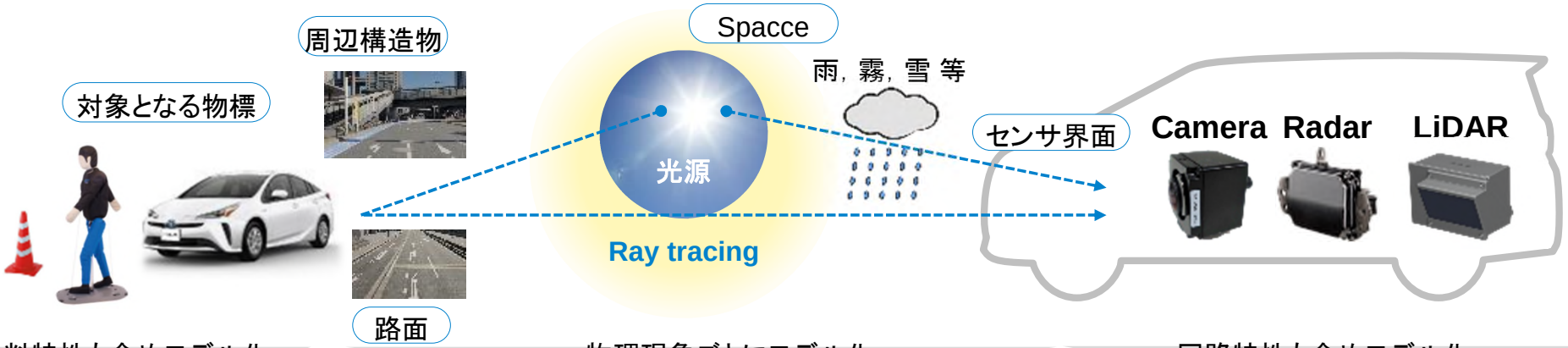
データベース；アセスメント，お台場センサ弱点，シナリオモデルパッケージ

センサ出力を精緻に再現するために、センサの使用電磁波帯域における物理現象を計測・解析し、物性定義された仮想空間モデルを構築、センサモデルと組合わせ、実車／Sim比較による一致性検証を実施

センサモデル；DIVP®-Simモデルと一致性検証

MinebeaMitsumi Group　Sony Semiconductor Solutions Corporation　HITACHI Inspire the Next　DENSO　SOKEN　Pioneer

物理現象の解析



物理現象のモデル化

材料特性も含めモデル化　物理現象ごとにモデル化　回路特性も含めモデル化

環境モデル　空間描画　センサモデル

3D モデル　反射／屈折　信号源（光源・電波源）　伝搬　知覚　認識

物理値の計測が可能

一致制検証

改善要求の割付け

実機のセンサ出力との比較に基づく一致性検証および改善要求の抽出

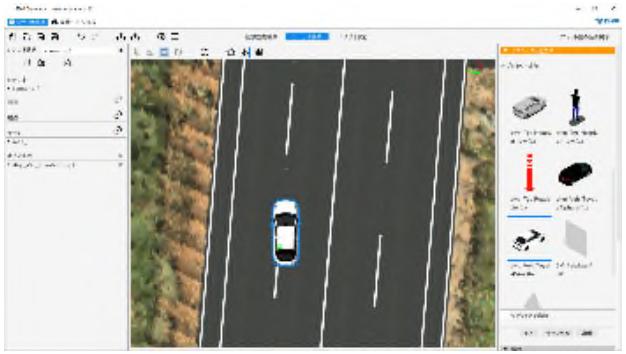
Source : DENSO, INC, HitachiAutomotiveSystems, INC, PIONEER CORPORATION, MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

DIVP

シナリオ編集・生成ツールの機能を拡張し、新規性の高い物性・マテリアル結合機能を開発、静的／動的な交通環境生成機能に加え、他の既存シミュレータとの接続を可能とする柔軟なアーキテクチャを構築

シナリオジェネレータ;SDM-Generatorの特徴

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

	環境モデル作成機能	シナリオ作成機能	アセット編集機能
画面例			
主な機能	■ 任意の道路、交差点作成 ■ 路面標示、道路標識、信号機、建造物等の配置 ■ かすれ白線の設定 ■ 国際標準のOpenDRIVE®データのインポート及びエクスポート	■ 自車両、他車両、人物等の配置 ■ 各種イベント/条件判定に関する制御設定 ■ 国際標準のOpenSCENARIO®データのインポート及びエクスポート ■ GPSやIMUによる走行データのインポート	■ アセットへのマテリアル（反射特性）の割り当て ■ アセット制御情報の確認 ■ アセットの秘匿化

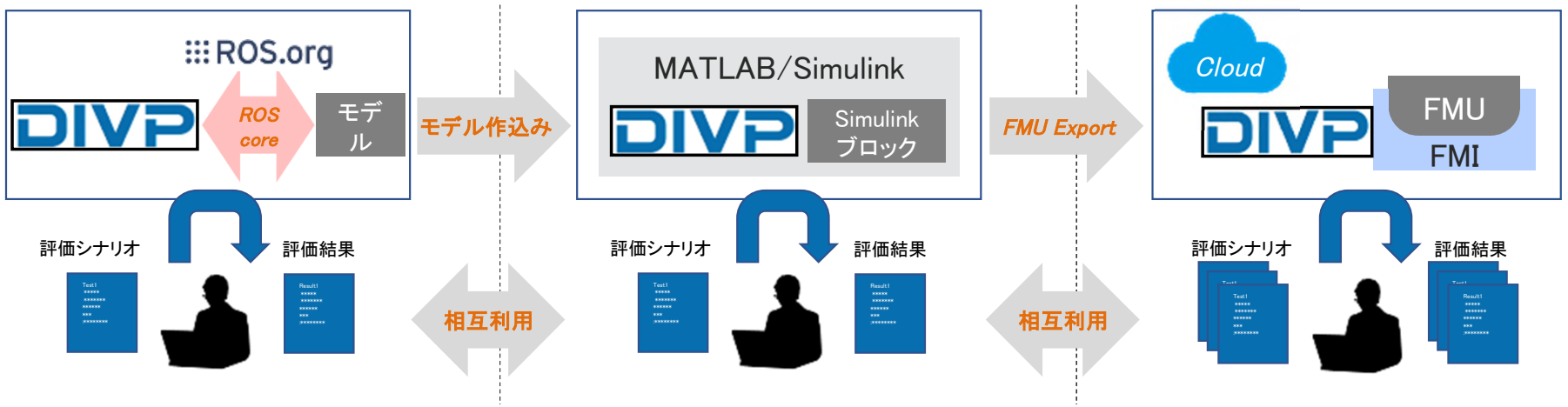
仮想空間上に地図アセット、車両や物標の3Dアセットを配置し、
DIVP®シミュレーションに用いる環境モデル、シナリオを作成

Source : MITSUBISHI PRECISION CO.,LTD.

DIVP

各環境に応じたI/Fをもち、ユーザーニーズ環境に適応したDIVP®シミュレーションP/Fが提供可能

接続性；標準IFに対応した柔軟な提供形態（クラウド形式／ユーザー環境へのモジュール提供形式）

ユースケース	ラピットプロト	先行開発 & 製品開発	製品評価
出力形式	1. ROS	2. Simulink	3. FMU
運用イメージ			
アドバンテージ	オープンソースソフトウェアの活用	評価ツールなど既存資産の流用	Cloudリソースを用いた多条件・高速評価

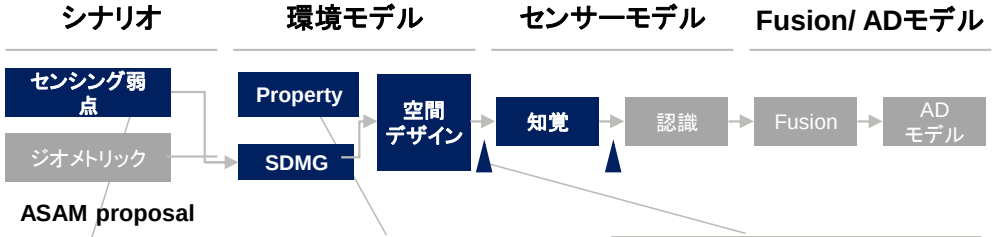
ROS-mod、Simulinkモデル、FMUモデルの各モデルとDIVP®を接続し、SIM評価が出来ることを確認

日独VIVID連携によりDIVP®の先駆性を確認しながら、ASAM-OSI, OpenXへの標準化を提案

国際標準化；DIVP®特徴のASAM標準への展開

国際標準に対するDIVP®訴求点

■ センサ評価に着目したDIVP®は、**物性値（Property）やI/F**に於いて先駆性有



①シナリオ
下記に準拠
- OpenSCENARIO®
- OpenDRIVE®

（DIVP®-Sim.対応済）

センサ弱点におけるシナリオフォーマットの標準化
- OpenSCENARIO®
- OpenLabel

（日独連携VIVIDを通じ提案仕様を具体化済）

②マテリアル
センサ評価のための対象物表面の反射特性の標準化
- OpenMaterial

（日独連携VIVIDを通じ提案仕様を具体化済）

③カメラ認知I/F
カメラ入力のためのスペクトルI/F
- OSI3.0

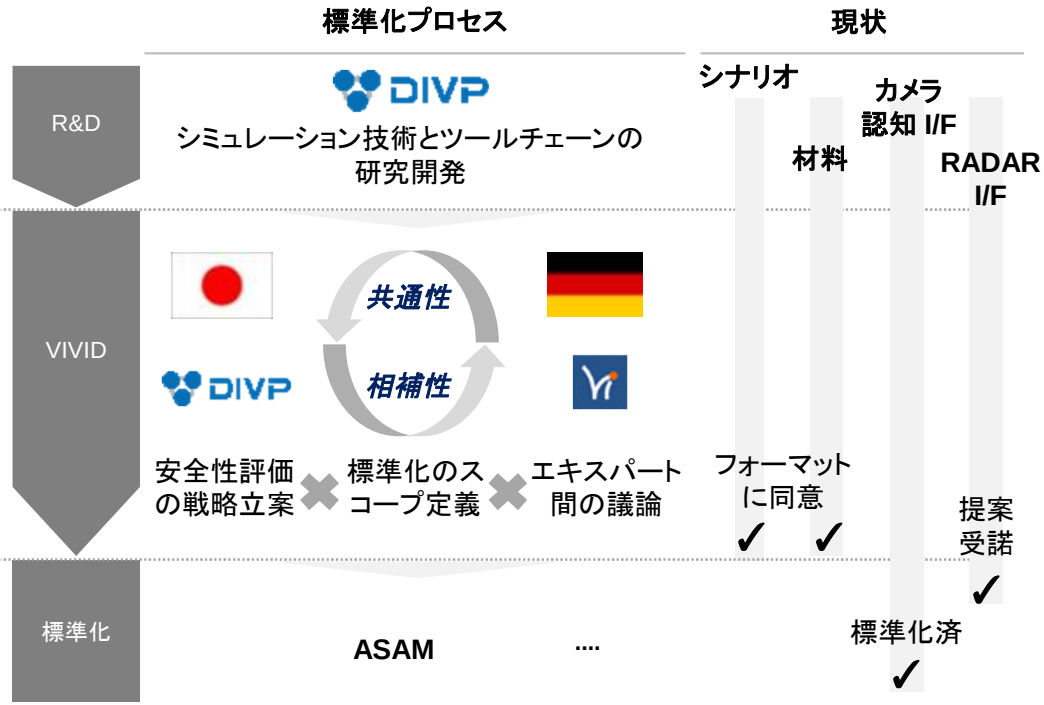
（DIVP®提案ASAM採択済）

④RADAR I/F
空間デザインの完全性を担保すすためのセンサーモデルI/Fの標準化
- OSI4.0

（DIVP®提案WP承認済）

国際標準化へのアプローチ

■ 日独VIVIDを通じた仲間づくりにより、**標準化は順調に進捗**



GBM

- 評価結果まとめ
- 各項目評価結果
- 今後の取り組み

ベンチマーク結果から“シナリオジェレータ”,“接続性”,“国際標準化”のさらなる強化に取組む

仮想空間シミュレーションPFの強化ポイント

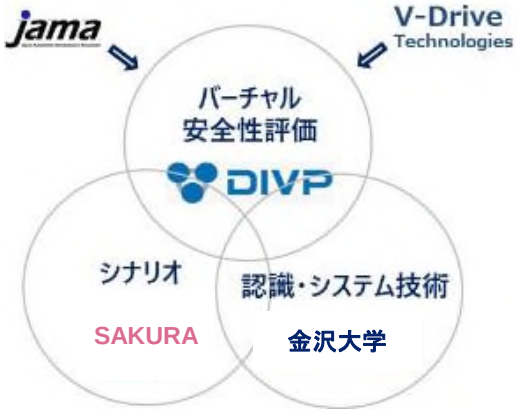
No	評価軸	強化ポイント	取組方針
2	シナリオ ジェネレータ	• 一般道での安全性評価に向けた拡張 • センサ弱点シナリオDBの確立	• 交差点（一般道）の実交通データに基づくシナリオモデル化 • 交通参加者Behaviorモデルの開発 ⇒ SAKURAプロジェクトとの共同開発 ・センサ弱点シナリオの拡張、自動生成技術の確立
4	接続性	• センサFusion評価への対応 • 最新レーダーモデルの開発	• センサFusion（カメラ、レーダー）のバーチャル性能検証 • 評価効率化に向けたデータ解析機能構築 ⇒ AD-URBAN, SAKURAプロジェクトとの協業を推進
5	国際標準化	• VIVIDでの安全性評価（Scenario, Validation, Metrics）によるステップアップ • 国際連携のUS, EUへの範囲拡張	• Scenario ~ Validation ~ Metricsまで一貫した安全性評価プラットフォームの構築 • VIVIDとの協業による標準化加速 • SAE, ISOの検討状況調査

“Automated Driving 安全性評価” オールジャパンでのプロジェクト体制に昇華。
→ RoadtotheL4等 実安全の向上と国際標準化への貢献を目指す。

今後に向けた取組み

FY23以降の取組み

- **JAMAと連携し、AD安全性評価の確立**を目指す
- シナリオ～シミュレーション～システムまで一貫した評価と国際連携を推進



オールジャパン体制

研究前期:2018～2020
- Sim評価可能性の検証

研究後期:2021～2022
- センサ・仮想空間Sim.P/F構築・事業化実施
（日独連携を通じ，仮想空間での安全性評価推進スタート）

After SIP (FY23～)
- ***安全性評価の確立**に向けた研究の推進*

FY23以降の役割分担（案）

構想	戦略、国際標準化	D.国際連携・標準化，研究戦略企画・推進
	DIVP	A. 環境・空間・センサモデル、ツールチェーンへ拡張・活用 B. 評価指標・体系の確立(交差点評価モデル・指標の構築) C. センサ弱点DBの構築と、弱点シナリオモデル生成の自動化技術
実装	SAKURA	E. AD車の安全性評価フレームワークの開発/実践 F. シナリオDBの拡充 G .継続的な安全性評価体制の構築
	金沢大学	H. 交差点通過時における安全性評価指標の検討 I. 仮想環境を活用した効率的なADシステムの安全性評価手法の検討
展開	GL更新	D. JAMAによるGL更新・発行

外部発信

研究発表・講演を中心に国内外に向けた外部発信を積極的に実施した

外部発信等の活動成果

（件）

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	計
■ 研究発表・講演（口頭発表も含む）	—	4	7	12	21	44
■ 論文	—	—	—	—	2	2
■ 各社プレスリリース	—	1	1	2	1	5
■ 特許出願*	—	—	—	2	2	4

*：2022年度は出願準備中含む

SIP-adus公式HPでは国際連携の重点テーマの情報発信ページを公開。Safety Assuranceはその他テーマと比較し掲載されている情報量が多く、ページへのアクセス数についても多かった。

国際連携重点テーマ別アクセス数

テーマ	2021年アクセス数*1	2022年アクセス数*2
Safety Assurance	865	643
Human Factors	382	405
Dynamic Map	353	668
Connected Vehicles	313	565
Impact Assessment	171	326
Cyber Security	ー	282

*1：2021年5月～2022年5月のアクセス数
*2：2022年4月～2023年1月のアクセス数

Source：（株）コングレ,SIP第2期自動運転（システムとサービスの拡張）2021年度成果報告書『自動運転の実現に向けた情報発信力の強化に係る調査』、2022年については（株）コングレ提供の情報をもとに作成

Appendix

2019年度は4件の研究発表や講演を実施

2019年度研究発表・講演実績

No.	発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	井上 秀雄	神奈川工科大学	Introduction of “Driving Intelligence Validation Platform (DIVP™) project” on SIP-adus	ISAVT(International Symposium on Advanced Vehicle Technology)	2019/9
2	井上 秀雄	神奈川工科大学	Driving Intelligence Validation Platform	SIP-adus Workshop	2019/11
3	隈部　肇	デンソー株式会社	デンソーグループのFuture Mobilityへの取り組み	DIPROセミナー（オートモーティブデジタルプロセスセミナー2019）	2019/11
4	長瀬功児	神奈川工科大学	SIP第2期自動運転「仮想空間での自動走行評価環境整備手法の開発」について	第5回 オートモーティブ・ソフトウェア・フロンティア 2020	2020/2

2020年度は7件の研究発表や講演を実施

2020年度研究発表・講演実績

No.	発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	井上 秀雄	神奈川工科大学	研究成果報告	SIP第2期自動運転　研究拠点視察	2020/10
2	井上 秀雄	神奈川工科大学	Virtual validation platform development for Automated Driving Safety Assurance/Driving Intelligence Validation Platform	SIP-adus Workshop 2020	2020/11
3	井上 秀雄	神奈川工科大学	講演	Workshop for virtual simulation on VIVID	2020/11
4	井上 秀雄	神奈川工科大学	VIVID_expert workshop, 4th Bilateral expert workshop on connected and automated driving Virtual meeting, German-Japan joint virtual validation methodology for intelligent driving systems	–VIVID Virtual validation –Technological progress	2020/11
5	井上 秀雄	神奈川工科大学	講演：SIP第2期自動運転　仮想空間での自動走行評価環境整備手法の開発	第8回自動車機能安全カンファレンス	2020/12
6	長瀬 功児	神奈川工科大学	SIP第2期自動運転「仮想空間での安全性評価手法の開発」について	第6回オートモーティブ・ソフトウェア・フロンティア2021	2021/02
7	井上 秀雄	神奈川工科大学	講演：SIP第2期自動運転 仮想空間における安全性評価環境の構築；DIVP® Proj.について	【自動車技術会】第14回自動車制御とモデル部門委員会	2021/03

2021年度は12件の研究発表や講演を実施

2021年度研究発表・講演実績

No.	発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	竹田　和司	三菱プレシジョン株式会社	OpenDRIVE Concept Project and Other OpenX Projects From a Tool Vendor Perspective	ASAM Regional Meeting Japan 2021	2021/6
2	井上 秀雄	神奈川工科大学	自動運転の安全性・機能評価（2）仮想空間での自動運転安全性評価環境の構築 －DIVP®(Driving Intelligence Validation Platform）プロジェクトの紹介－	安全工学シンポジウム2021	2021/7
3	井上 秀雄	神奈川工科大学	高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム　－自動運転・運転支援における安全技術の進化と評価について－	群馬大学次世代オープンイノベーション協議会	2021/7
4	村松　彰二	日立Astemo株式会社	自動運転を支える車載製品の技術開発	CASE研究会セミナー	2021/9
5	小山 翔太郎	神奈川工科大学	VALUATION OF APPARENT RISK BY USING HARDWARE-IN-THE-LOOP SYSTEM	FAST-zero '21	2021/9
6	井上 秀雄	神奈川工科大学	「仮想空間における自動走行評価環境整備手法の開発」、p91-p97	SIP第2期 自動運転（システムとサービスの拡張）中間成果報告書	2021/9 2021/12
7	秋田 時彦	豊田工業大学	スマートビークル研究センター　活動状況報告	第11回 豊田工業大学 スマートビークル研究センター シンポジウム	2021/10
8	井上 秀雄	神奈川工科大学	Driving Intelligence Validation Platform for Automated Driving Safety Assurance 研究成果報告	SIP-adus Workshop 2021	2021/11
9	井上 秀雄	神奈川工科大学	仮想空間での自動走行評価環境整備手法の開発；DIVP®プロジェクト	第9回 自動運転機能安全カンファレンス2021	2021/12
10	井上　秀雄	神奈川工科大学	仮想空間での自動走行評価環境整備手法の開発	CAEフォーラム2022 招待講演	2022/2
11	高木 俊一	神奈川工科大学	仮想空間での自動運転評価シミュレータの開発と実践教育への応用	神奈川工科大学　ITを活用した教育研究シンポジウム	2022/3

2022年度は21件の研究発表や講演を実施

2022年度研究発表・講演実績　1/2

No.	発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	井上秀雄	神奈川工科大学	Development of Virtual Validation Platform ;DIVP® for Automated Driving Safety Assurance	EUMW2022_Virtual Validation of Automotive Sensors	2022/4/7
2	井上秀雄	神奈川工科大学	Development of Virtual Validation Platform ;DIVP® for Automated Driving Safety Assurance	Euro NCAP-JAMA Meeting, AD-Safety assurance session	2022/5/16
3	井上秀雄	神奈川工科大学	仮想空間による自動運転安全性評価シミュレーションの開発 – DIVP®とMATLAB/SimulinkのCo-sim.連携 -	MATLAB Expo. 2022講演	2022/5/22
4	井上秀雄	神奈川工科大学	Driving Intelligence Validation Platform for Automated Driving Safety Assurance	Safe-Connected and Automated Drive German-Japan workshop, Keynote	2022/6/1
5	井上秀雄/佐藤秀亮	神奈川工科大学/ トヨタ自動車株式会社	Safety Evaluation of Automated Driving Systems	Safe-Connected and Automated Drive German-Japan workshop, Keynote	2022/6/1
6	井上秀雄	神奈川工科大学	Development Driving Intelligence Validation Platform - Status oerview -	Safe-Connected and Automated Drive German-Japan workshop, Day 2	2022/6/2
7	小山翔太郎，井上秀雄	神奈川工科大学	Development of Driving Intelligence Validation Platform (DIVP®) for ADS Safety Assurance	Automated Road Transportation Symposium 2022	2022/7
8	井上秀雄	神奈川工科大学	仮想空間とセンサー物理モデルに注目した自動運転安全性評価シミュレーションの開発	使えるセンサシンポジウム2022	2022/7
9	井上秀雄	神奈川工科大学	Development of Driving Intelligence Validation Platform(DIVP®) for ADS	ITS World Congress 2022	2022/9
10	井上秀雄	神奈川工科大学	DIVP®製品の紹介	V-Drive Technologies 報道発表	2022/9
11	井上秀雄	神奈川工科大学	Development of Driving Intelligence Validation Platform (DIVP®) for ADS Safety Assurance	FINAL Project EVENT of RELAI, EDI GmbH	2022/9

2022年度は21件の研究発表や講演を実施

2022年度研究発表・講演実績　2/2

No.	発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
12	井上秀雄	神奈川工科大学	Driving Intelligence Validation Platform (DIVP®) for ADS Safety Assurance	SIP-adus Workshop 2022, Safety assurance, Keynote	2022/10
13	佐藤秀亮/井上秀雄	トヨタ自動車株式会社/神奈川工科大学	JPN Research Activities Towards AD Safety Assurance - DIVP® Application -	SIP-adus workshop 2022, Safety Assurance, Breakout session, Keynote	2022/10
14	井上秀雄	神奈川工科大学	Driving Intelligence Validation Platform (DIVP®) for ADS Safety Assurance	Visit to KAIT by Prof. Dr. Ina Schieferdecker, Director General, BMBF	2022/10
15	井上秀雄/Matthias Hein	神奈川工科大学/Technische UniversitätI lmenau	German-Japan joint virtual validation methodolgy for intelligent driving systems-VIVID	Visit to KAIT by methodology Prof. Dr. Ina Schieferdecker, Director General, BMBF	2022/10
16	豊田 英弘	日立Astemo株式会社	自動運転システム ～自動運転システムの概要，システムアーキテクチャ，センシング，シミュレーション検証環境～	電気通信大学　学域特別講座	2022/10
17	Mohamed Shouman, 秋田時彦	豊田工業大学（KAIT再委託先）	DIVP®シミュレータを用いたミリ波レーダの検出手法の開発(英文タイトル：Development of Detection Techniques for Millimeter-Wave Radar Using DIVP®Simulator)	自動車技術会　学術講演会　2022年秋季大会	2022/10
18	井上秀雄	神奈川工科大学	自動運転車の安全性評価について －仮想空間でのシミュレーションプラットフォーム（DIVP®）の開発－	自動車技術会 アクティブセイフティ部門委員会主催シンポジウム，国内における自動運転の普及に向けた技術・サービスの社会実装への取組み_講演	2022/11
19	山足　公也	日立Astemo株式会社	日立Astemoにおける環境・安全技術開発への取り組み	ケーデンスのプライベート講演会	2022/11
20	井上秀雄	神奈川工科大学	仮想空間での自動運転安全評価シミュレーションDIVP®と国際連携	第10回 自動車機能安全カンファレンス 講演	2022/12
21	秋田　時彦	豊田工業大学	自動運転安全性評価プラットフォーム(DIVP®)のミリ波レーダ認識ロジック研究開発への活用	自動車技術に関するCAEフォーラム2023 オンライン	2023/2