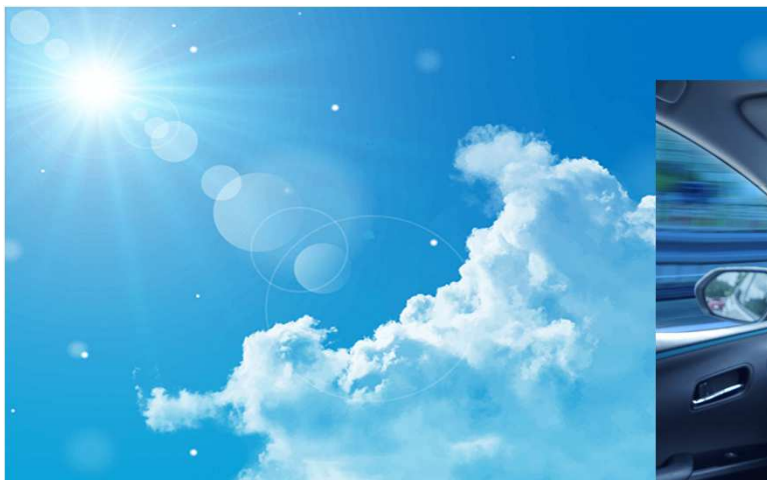


# **DIVP** Driving Intelligence Validation Platform

## 2023年度 DIVP研究計画のご報告

*Weather Forecast*



2023/7/3

*AD\* safety Assurance*

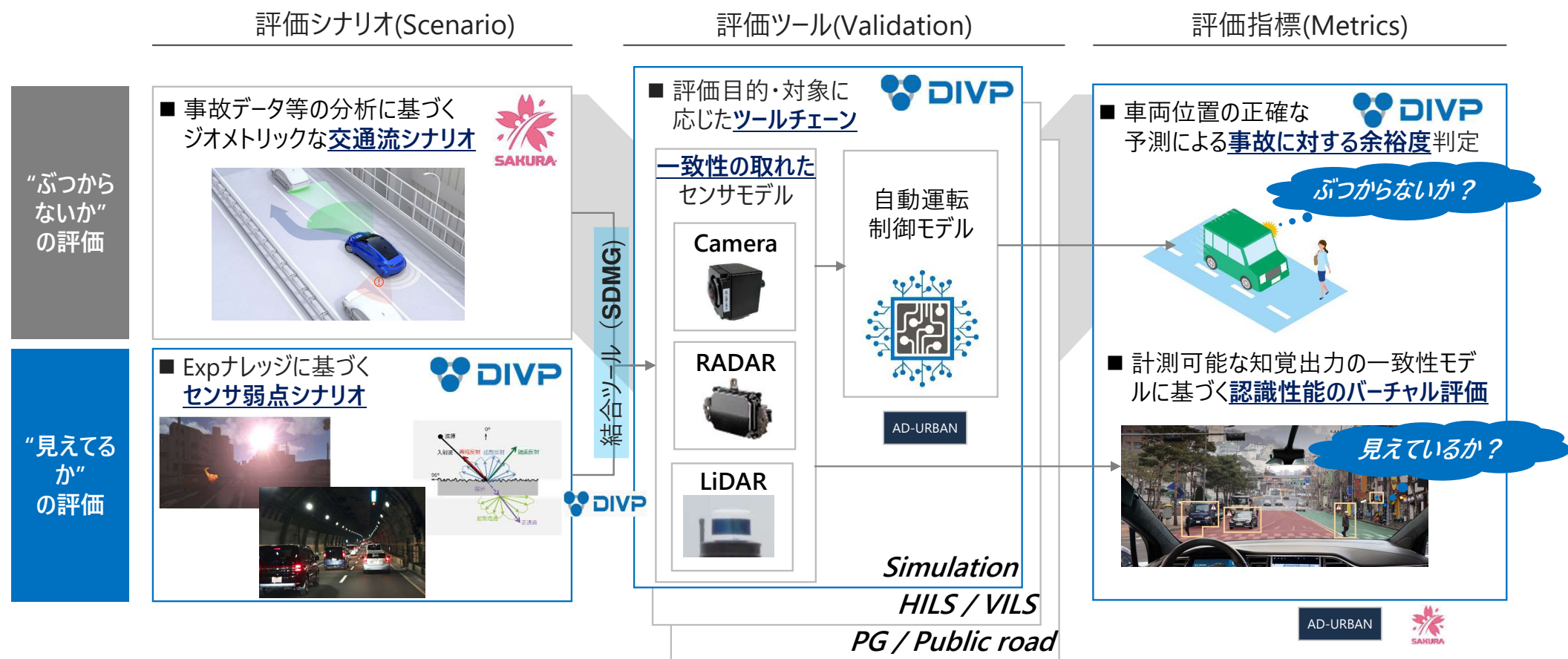


*For Validation & Verification Methodology*

\*AD : Automated driving

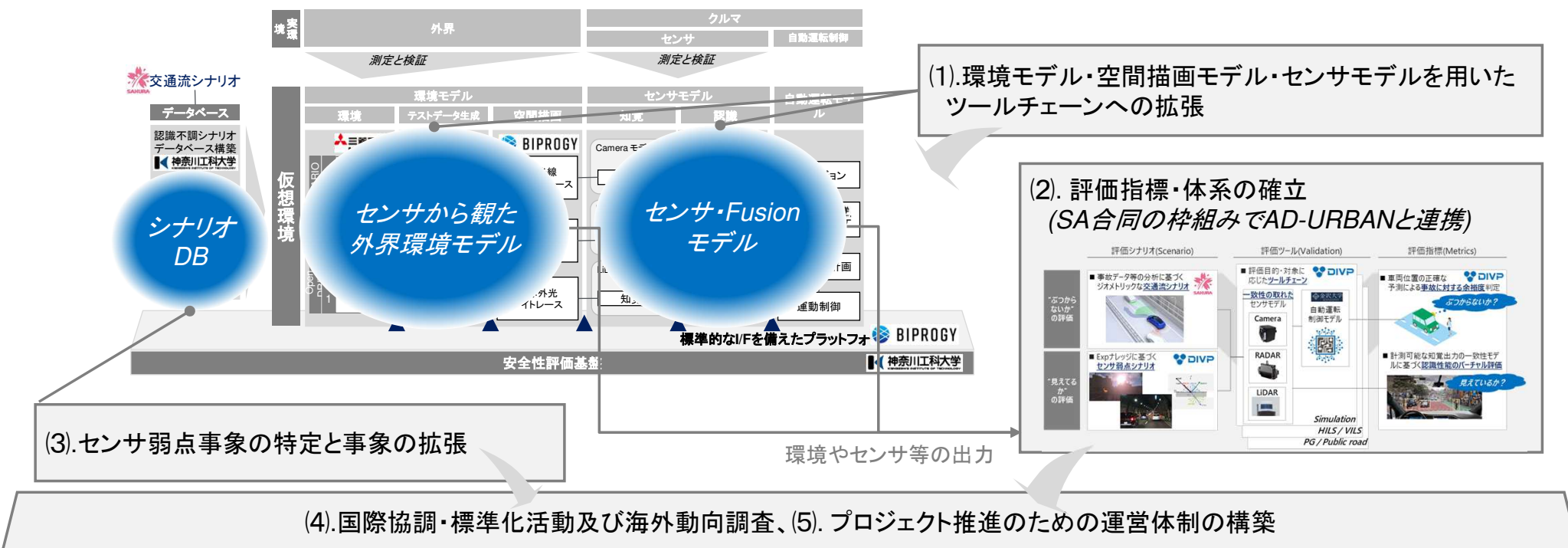
DIVPの2023年度目標；一般道 交差点シナリオでの、評価指標を含むバーチャル評価を達成する。  
(→2024年度以降、各地域実証実験のバーチャル評価に展開)

## 2023年度の目的；自動運転車の仮想空間での安全性評価プラットフォームの構築



## 2023年度の DIVP研究テーマの考え方

- ① **(2)**の評価指標を含む仮想空間での**安全性評価体系（基盤）**を完成させる。
- ② 多様な走行環境の**各地域実証実験**に対応するために、(2)の構成要素となる「**環境（降雪等）モデル**」「**センサモデル**」を拡張する →**(1)**
- ③ リアルで再現性の高いDIVPシミュレーションを支える**反射物性の検証データ（DIVP Material）**を構造化し、また、**環境3Dモデル作成の効率化**を進める→**(3)**
- ④ これらの成果を**国際連携・標準化活動**を通じて仲間づくりを実施（日本の安全ブランド維持・向上）→**(4)**



テーマ(1)の活動計画（三か年）では、シミュレーションを使った安全性評価の標準化を目指し、環境・センサモデルの拡充と並行して、センサ等のモデル流通のしくみづくりに着手、将来的なMBDの定着にも貢献する

## (1) 環境・空間・センサモデル、ツールチェーンへの拡張(実機評価での活用)

### (1)-1. センサモデル多様性に対するI/F仕様の研究

#### a. 次期型センサモデルの開発

(3次元レーダ(4D Imaging Radar)/前方Radarモデル開発、自己位置推定技術(Gridmap、SLAM、Free Space Mapping)等)



FY23

FY24

FY25

3D-Radarモデル化

実機調達・構築

一貫性検証・改良

前方検知Radar基礎研究

前方検知Radar開発

自己位置推定基礎検討

自己位置推定応用研究

降雪空間モデル拡張

一貫性検証

テーマ(2)へ展開・活用

降雪路面形状の実装(マップ)

降雪界面モデル化調査(カメラ、Rader)

モデル化方法

#### b. センサから見た環境・空間・現象の解析とモデル化

(気象現象の実験解析による環境・空間モデルの開発、エンブレム・バンパといった意匠部品も含めたモデルの開発)



### (1)-2. 安全性評価効率化に向けた評価手法の確立

#### a. 実機センサ出力評価環境の構築によるI/F仕様の標準化、MBD手法の研究(VILS/HILSへの接続、等) (Radar, Camera, Fusion)



Radar HILS環境構築

Radar HILS評価

Camera HILS環境構築・評価

Radar/Camera Fusion HILS環境構築・評価

#### b. モデル結合評価の継続・拡張

・汎用センサモデルの開発と、モデル及びデータ流通のしくみづくり



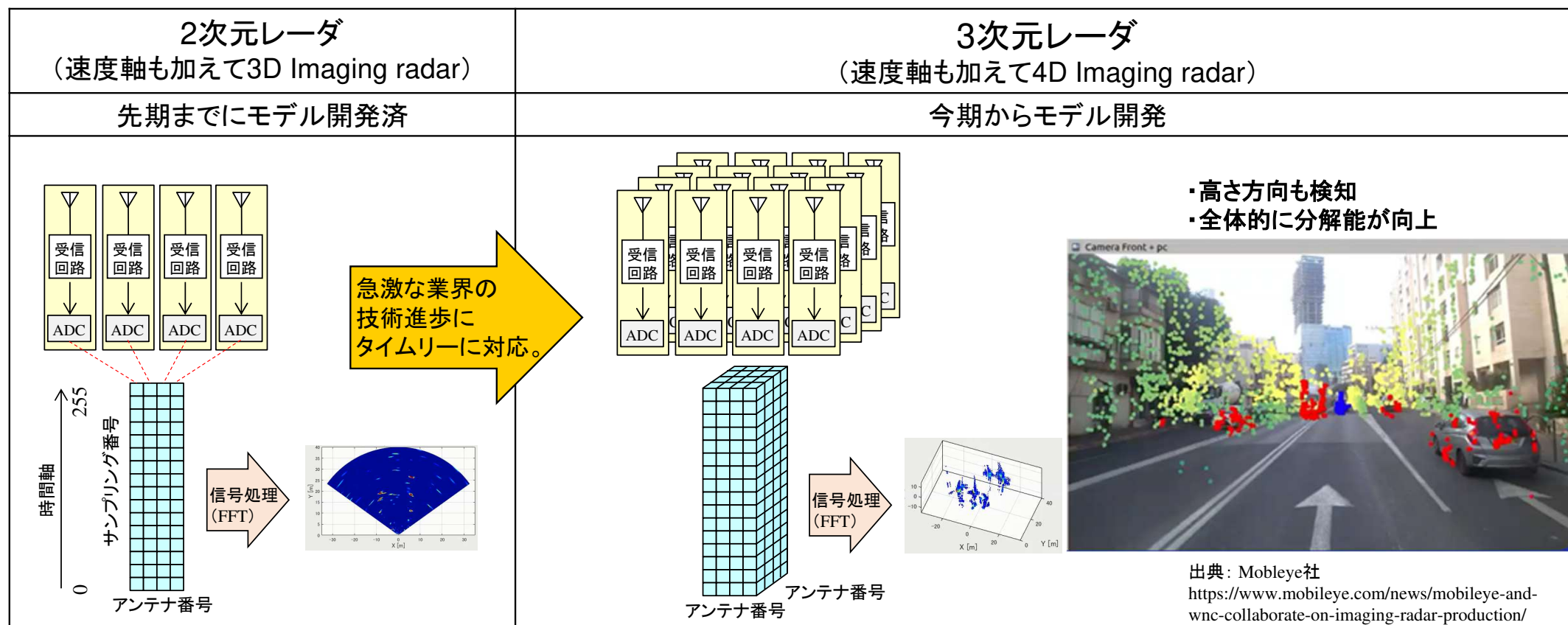
評価環境、引継ぎ

各モデルを結合し、具体的なユースケースでの検証・課題抽出

シナリオ・ユースケースの拡張

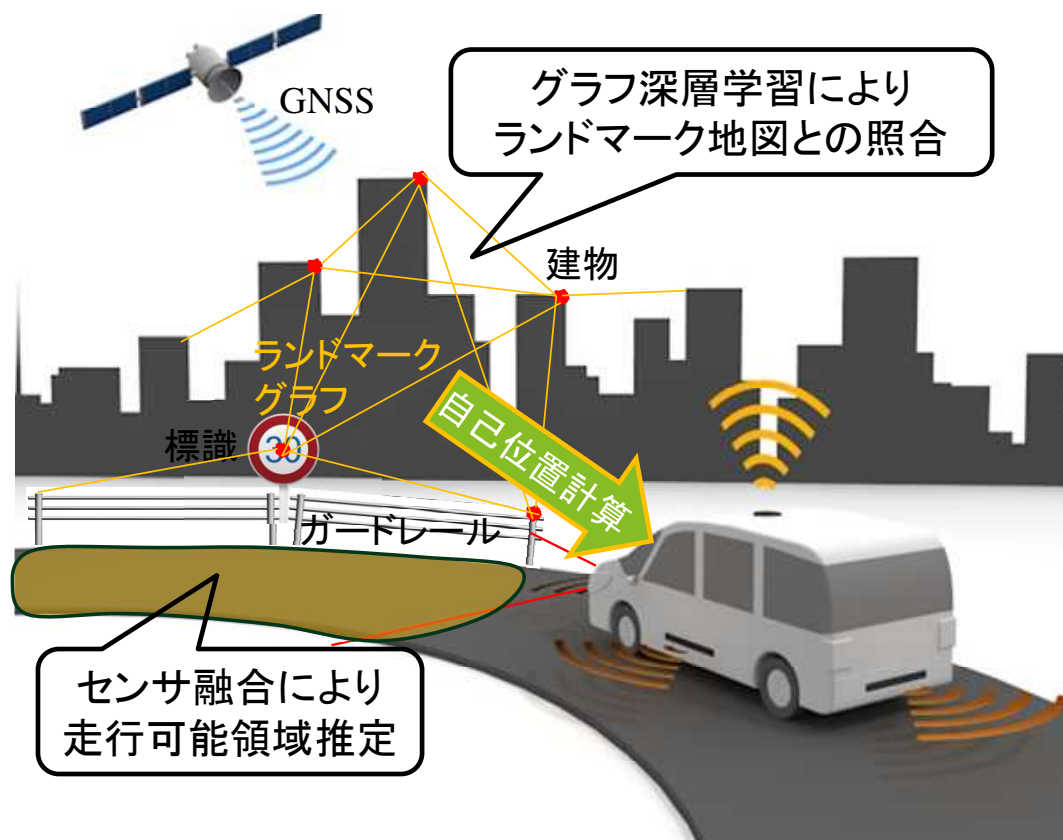
## (1) 環境・空間・センサモデル、ツールチェーンへの拡張（実機評価での活用）

### (1)-1.a. 次期型センサモデルの開発



## (1) 環境・空間・センサモデル、ツールチェーンへの拡張（実機評価での活用）

### (1)-1.a. 次期型センサモデルの開発



#### (1) ミリ波レーダを用いた自己位置推定技術の研究への活用

- ・ 従来技術（マップマッチング）との差別化
- ・ シミュレータで周辺構造物の属性含め再現ができるか？

#### (2) 走行可能領域推定研究への活用

- ・ レーダ単独／センサフュージョン

自動運転車の全国地域実験の走行条件は多種多様で、雪氷等の多様な天候への対応も課題。DIVPでは、降雪地域等、環境(路面等)／空間／センサ界面のモデル化の拡張を2023年度で計画。

## (1)-1.b. センサから見た環境・空間・現象の解析とモデル化

例) 雪氷のモデル化による積雪地域への対応

空間、センサ等  
モデル化  
イメージ

| 分類            | 交通参加者など                                                                           | 路面                                                                                  | 空間                                                                                  | センサ界面                                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 現象例と<br>与える影響 |  |  |  |  |
|               | 形状・質感の変化                                                                          | 路面形状・特性の変化                                                                          | 信号の減衰と散乱                                                                            | 信号送受信特性の変化                                                                          |

自動運転  
地域実証  
実験例



北海道 東川町



北海道 上士幌町

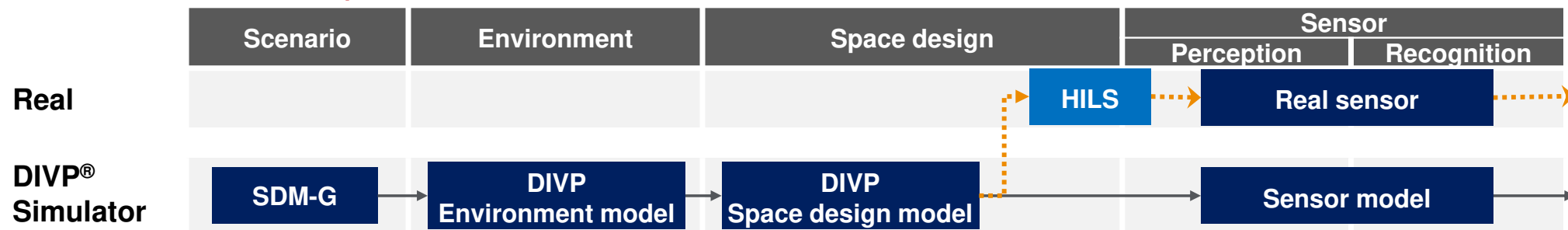


- 国土交通省公開
- 資料より引用

Websiteより引用 [https://jidouten-lab.com/u\\_40183](https://jidouten-lab.com/u_40183)

\* <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcagjpoglclefndmkaj/https://www.road.or.jp/event/pdf/20211216-2.pdf>

(1)-2.a 実機センサ出力評価環境の構築によるI/F仕様の標準化、MBD手法の研究(VILS/HILSへの接続、等)  
(Radar, Camera, Fusion)



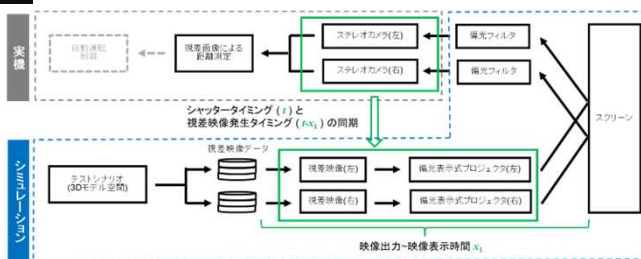

**神奈川工科大学**

**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**  
KANAGAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

**Stereo-camera実機  
が評価可能なシステ  
ム環境を検討**

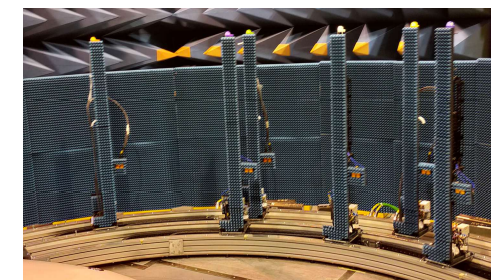


AVL(Germany)

## 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



## DIVPリアルシミュレータで生成した反射点等をHILS装置に反映し、VILSとして実機評価

### (1)-2.a 実機センサ出力評価環境の構築によるI/F仕様の標準化、MBD手法の研究(VILS/HILSへの接続、等) (Radar, Camera, Fusion)



テーマ(2)の活動計画（三か年）では、事業者による研究開発のためのツールチェーン構築の他、認証・評価機関での完成品検査を想定した、実車・実機との接続等、具体的な安全性評価の体制づくりを加速する

## (2). 評価指標・体系の確立

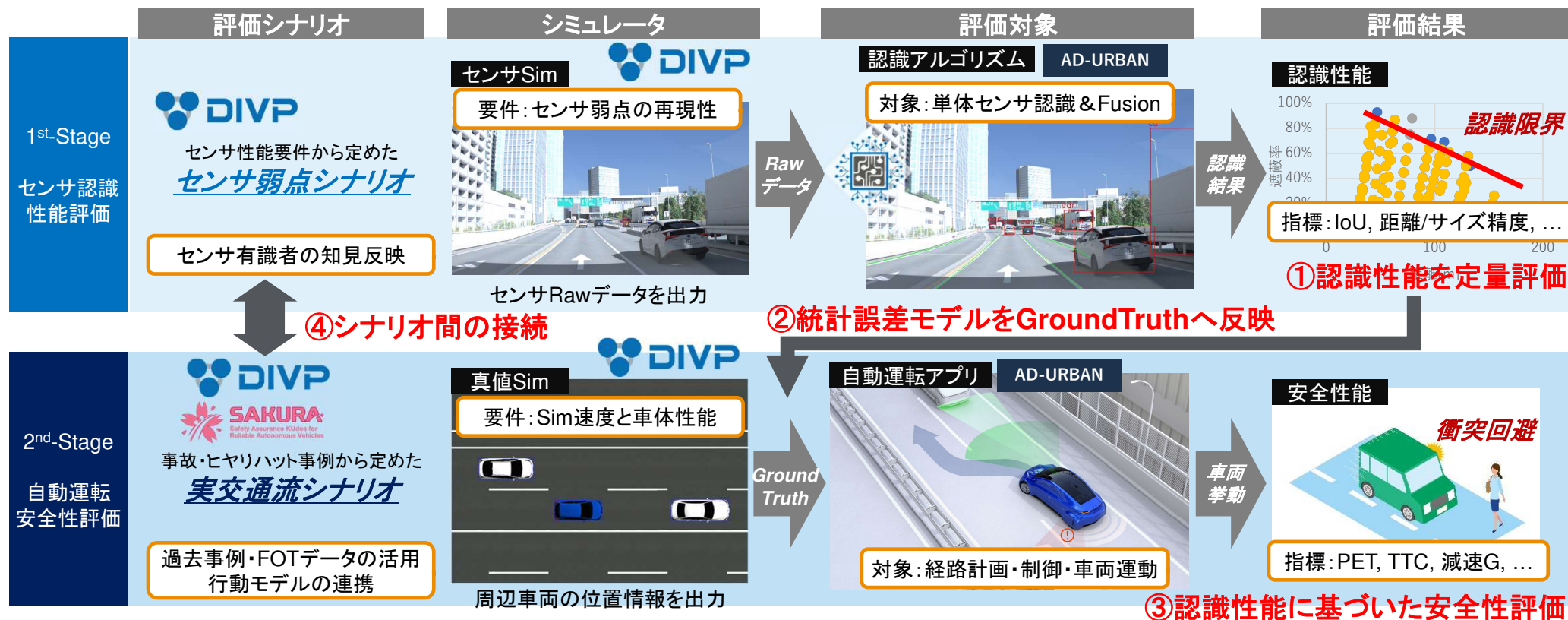
### (2)-1. ADシステムの仮想空間評価の確立（環境再現性テスト、認識限界評価）



\* AD-URBANプロジェクトとの連携部分が存在

## 2Stage評価体系をDIVP・AD-URBAN・SAKURA連携で構築 仮想空間上でセンサ認識性能に基づいた安全性評価が行える評価プラットフォームを構築する

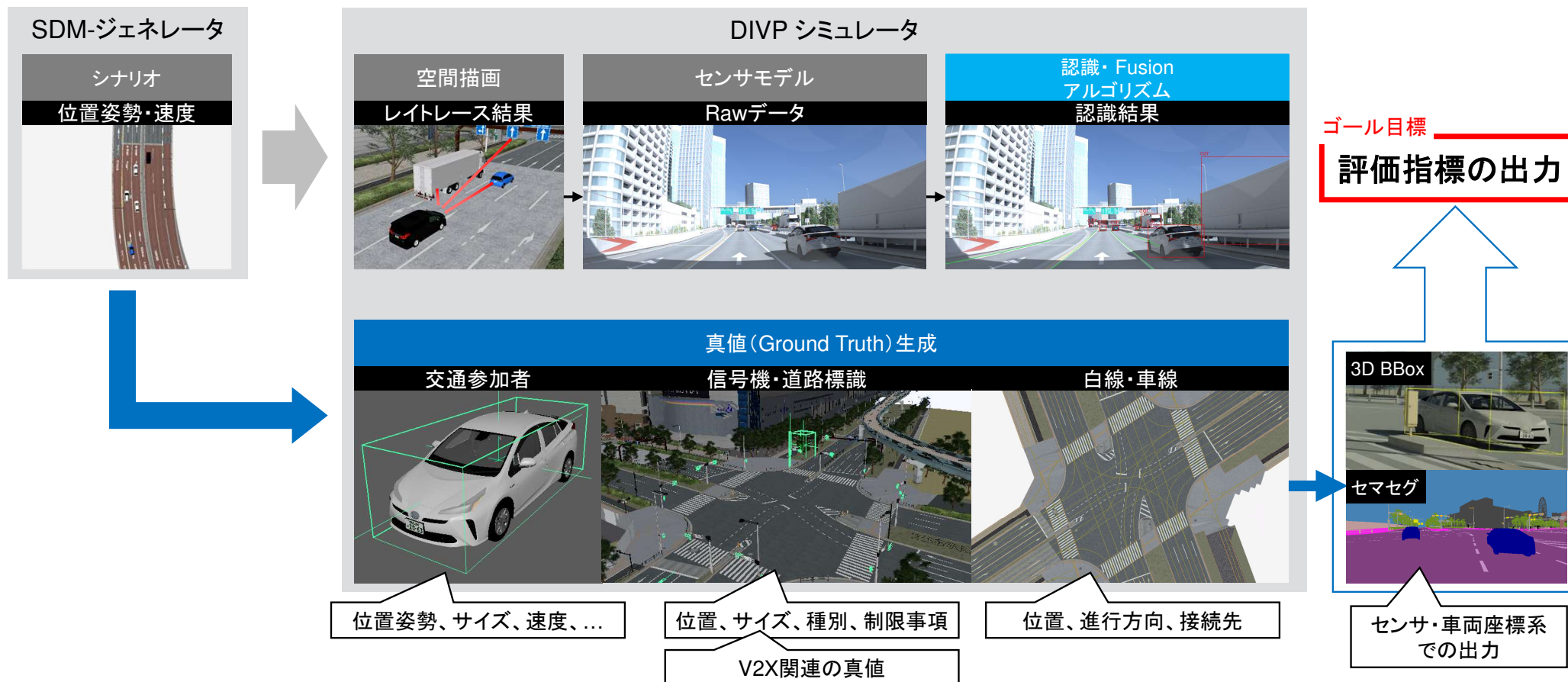
### (2)-1.a. 2-stage 評価体系と評価指標の確立



地域実証実験と仮想空間によるデジタルツイン検証を世界に先駆け確立

22年度から機能拡張として、動的アセットや死角、V2X、車線情報などを正常進化させるとともに、それら真値出力を用いた評価指標出力へ対応することで他研究テーマを推進する

## 真値出力・指標算出機能の拡張 (2)-1.c.)

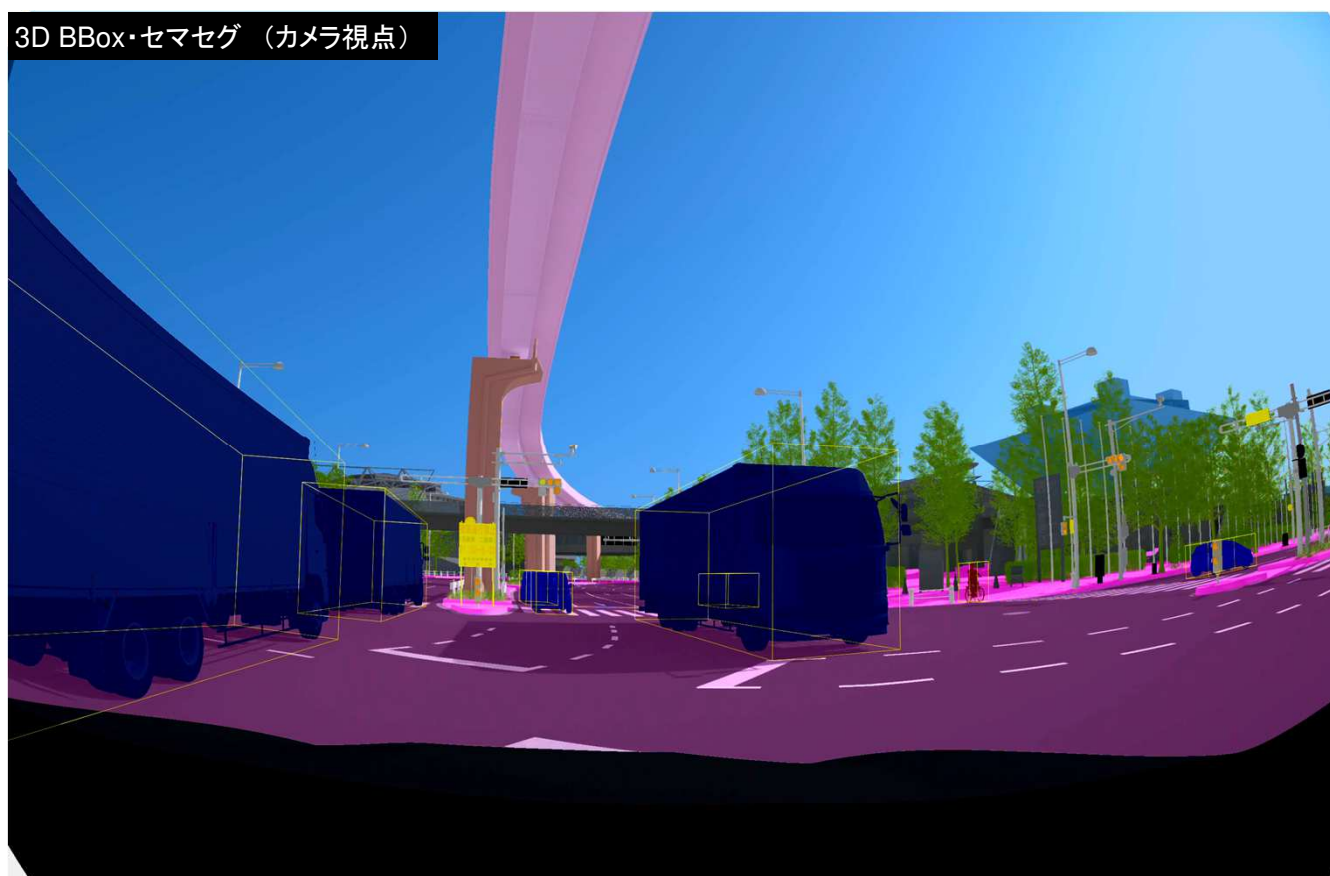


※セマンティックセグメンテーション

性能評価や指標計算に必要な真値（Ground Truth）の出力機能を拡充すべく、Optical Flow、LiDAR、ミリ波への対応を23年度に計画する

真値出力・指標算出機能の拡張

カメラ BoundingBox・セマンティック動画サンプル( (2)-1.c. )

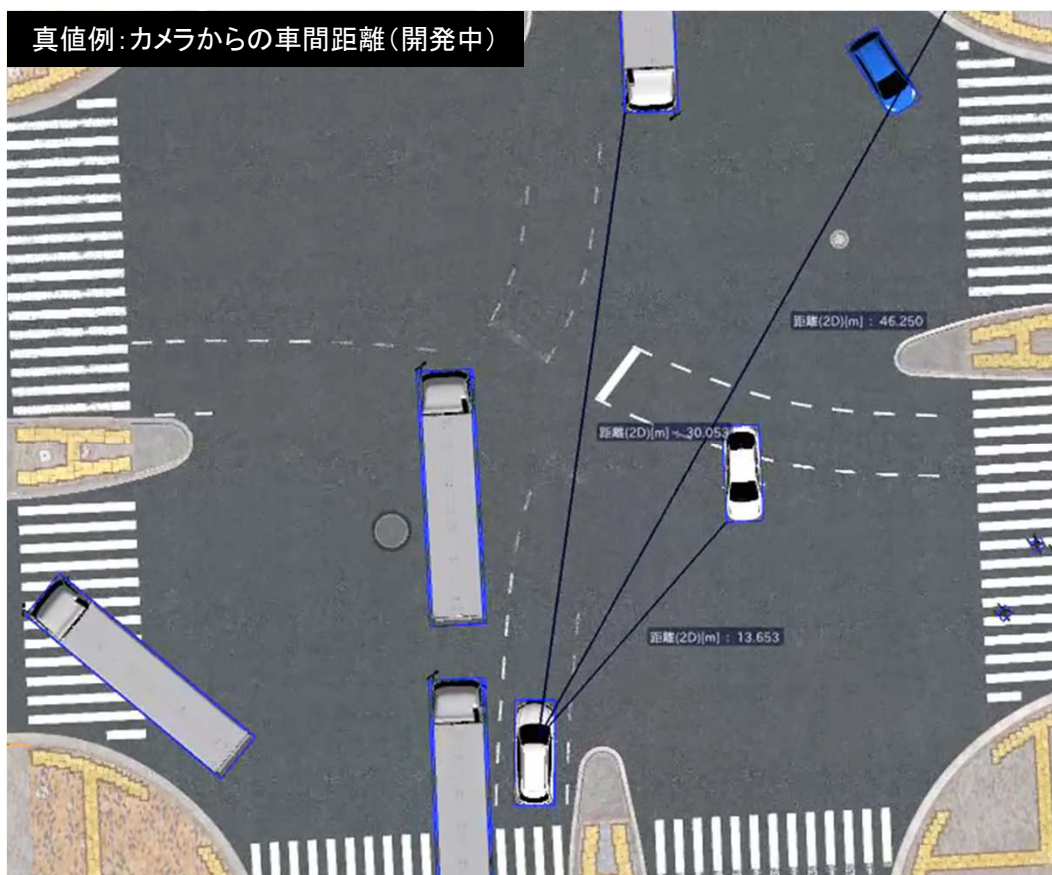


真値として車の車速・車間距離・走行軌跡を出力し、  
安全性能評価指標として安全余裕時間（PET）などを自動算出する機能へと拡張を行う

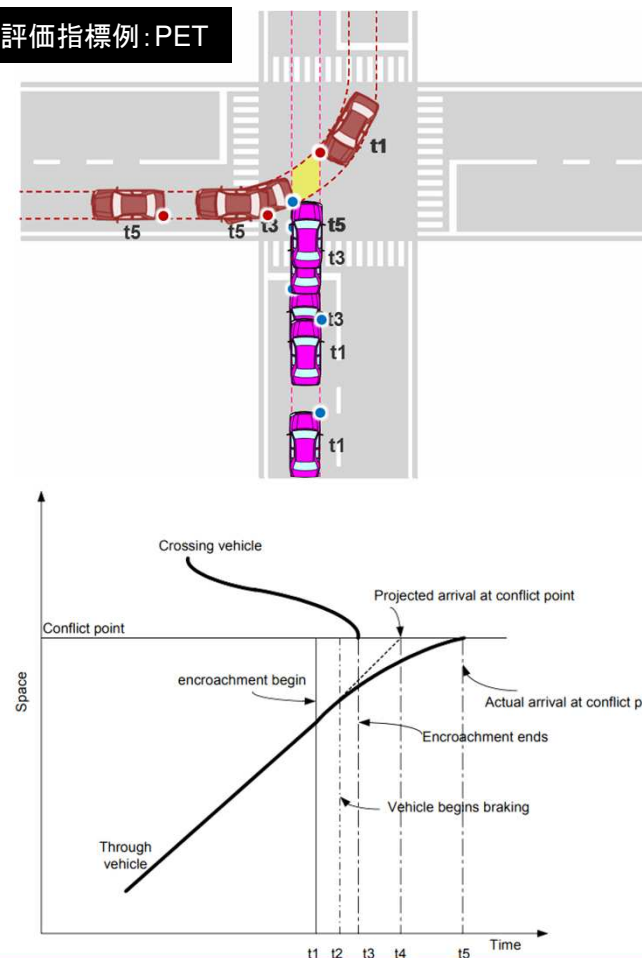
### 真値出力・指標算出機能の拡張

### 評価指標機能イメージ( (2)-1.c. )

評価指標例: PET



・車速  
・車間距離  
・走行軌跡  
など



テーマ(3)の活動計画（三か年）では、外部連携を強化して、効率的に安全性評価ができるプラットフォームとして成長させる

### (3). センサ弱点事象の特定と事象の拡張

#### (3)-1. 外部シナリオ接続によるセンサ弱点事象の拡張

- 外部シナリオDB（外部FOTデータ、SAKURA等）にセンサ弱点シナリオモデルを接続し、交通流シナリオをセンサ弱点シナリオに拡張する
- 他のシミュレーションベンダーとのモニタ評価を通じて、AD安全性向上の有効性と効率化を検証評価する

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

FY23

FY24

FY25

外部シナリオデータ  
接続検証

データ変換機能、  
IF開発

シナリオ生成・SIM  
実行効率化技術の  
研究

安全性評価シナリオ  
拡充

#### (3)-2. 外部マテリアル連携によるセンサ弱点事象の拡張

- 物理特性データの構造化(Open material関連)

BIPROGY

DIVP Material DB設計等

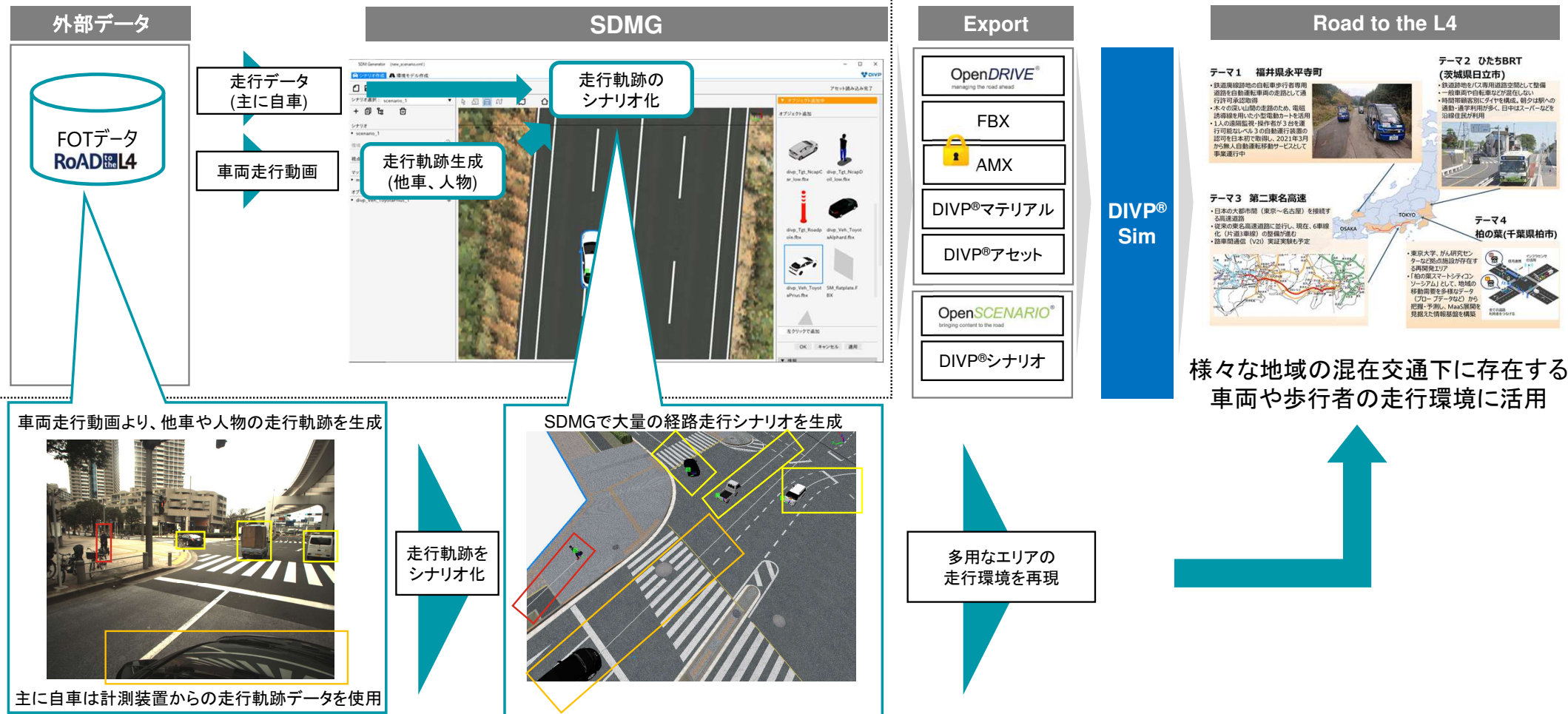
OpenMATERIALのASAMへの提案

### (3)-1. 外部シナリオ接続によるセンサ弱点事象の拡張



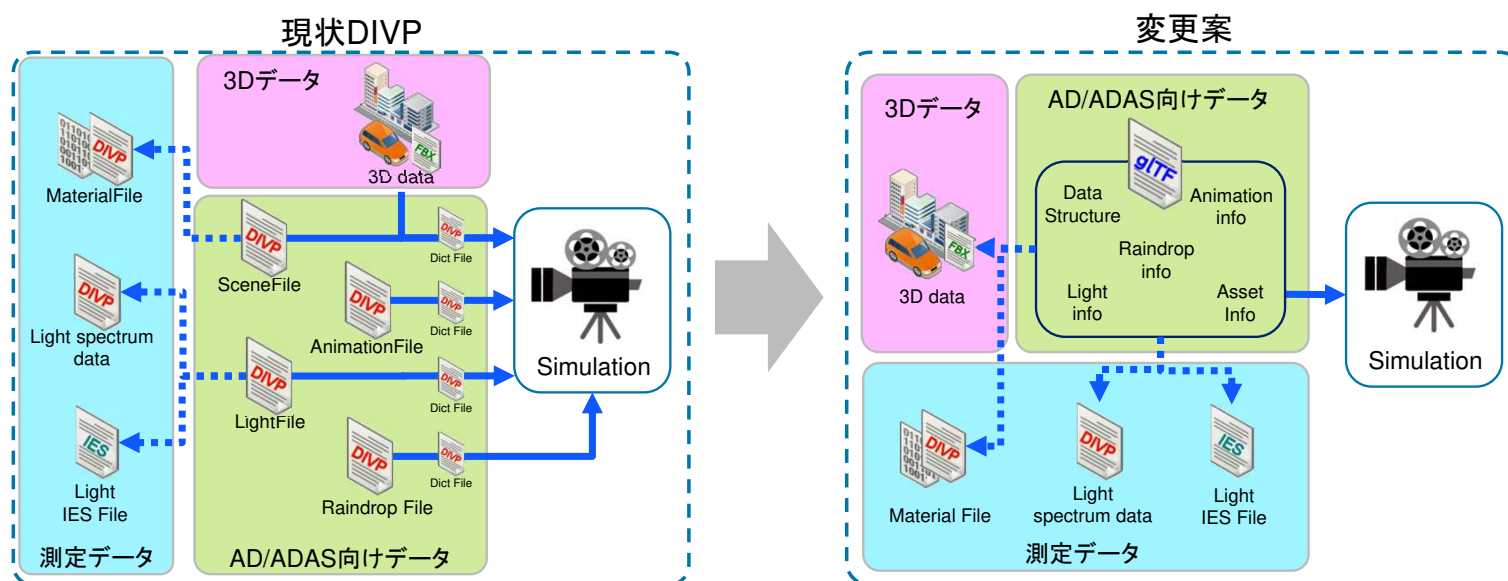
### (3)-1. 外部シナリオ接続によるセンサ弱点事象の拡張

#### (3)-1. 外部シナリオ接続によるセンサ弱点事象の拡張



### (3)-2. データ作成効率・流通性を考慮し、現在のDIVP環境モデルデータ構造を変更。 DIVP Materialとして標準化推進。

目標は、環境モデルデータ作成工数7割減(現状比)



- 複数ファイルに跨っていたAD/ADAS向け情報を1ファイルに集約。アセットに関する情報も追加し、作成済データの検索利用に対応。
- 測定データフォーマットも構造化やタグ付けを実施し、測定済データの利用率を向上。
- 上記2つを含む、環境モデルデータフォーマット(DIVP Material)を定義&標準化推進。AD/ADAS向け情報を含んだMAP/ASSETデータ流通に寄与。
- 環境モデルデータ構築を支援するツールも検討し、効率改善目標達成を目指す。

**DIVP Material 標準化**により、データ交換・アセット流通の基盤構築が可能  
→自動運転開発者の開発・評価の効率化、スピードアップが望める。

## (2)-1.d.Virtual Assessment 評価の確立

### Virtual-PG (地図アセット) の作成効率化の概念図

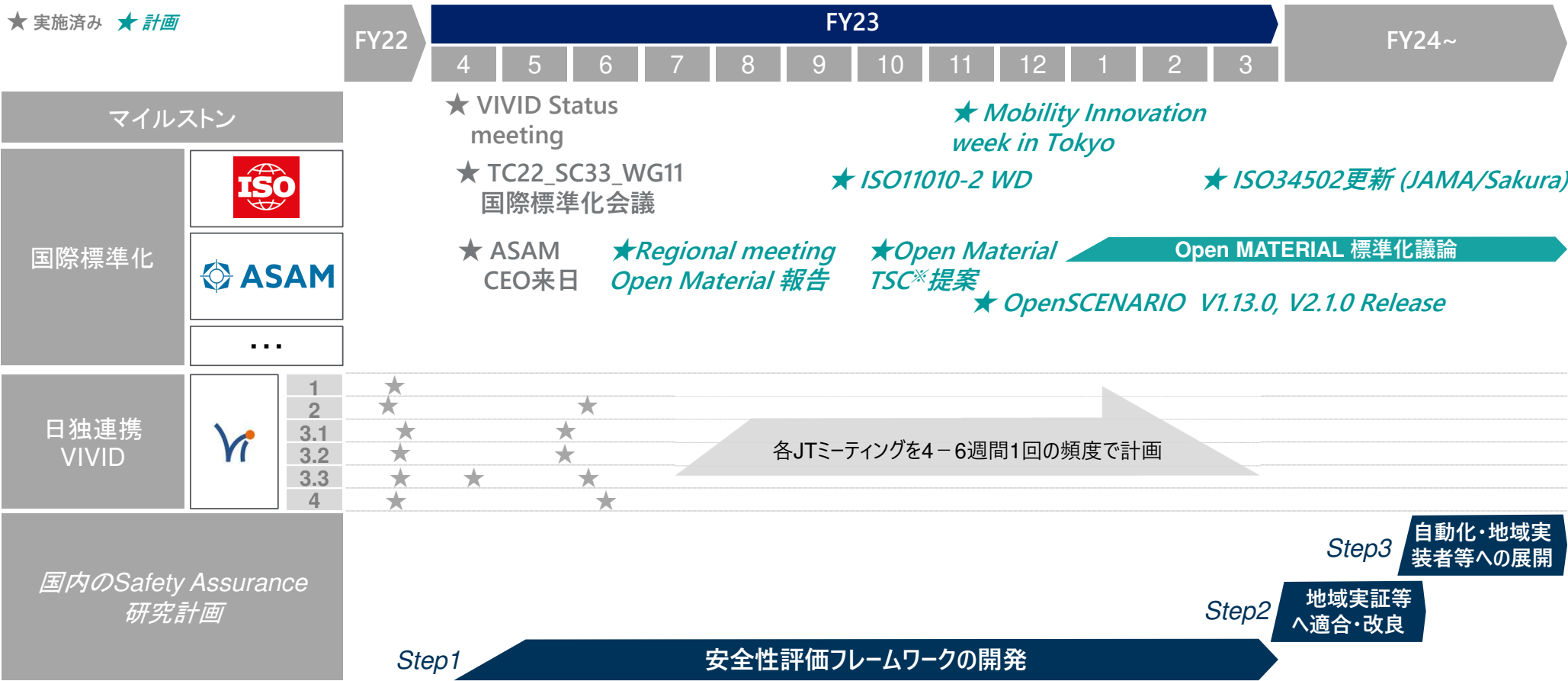


## 実施項目の目標と安全性評価に対する各項目の役割

|                                   |         | 2023年度                                                                           | 2024年度                                                                   | 2025年度                                      |
|-----------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                   |         | 仮想空間での安全性評価フレームワーク（DIVP-SA）の開発<br>（評価指標、モデル拡充、ニーズ調査 等）                           | R2L4での DIVP-SAの適合・改良                                                     | R2L4へのDIVP-SA展開<br>国際標準化への反映                |
| (1) 環境・空画描画・センサモデルを用いたツールチェーンへの拡張 | (1)-1.a | ■ 次期型Radar(4Dイメージングレーダ)モデルの開発&性能向上検証 完<br>■ RoAD to the L4各地域実験でのRadar使用ニーズ調査 完. | ■ SAKURA一般道優先シナリオに基づく, RoAD to the L4_代表ユースケースでの認識バーチャル評価 完.             | ■ RoAD to the L4の全国実証実験への, センサ認識評価法の展開      |
|                                   | (1)-1.b | ■ Radar界面着氷の現象解析と(含水率での)減衰モデルの完成<br>■ LiDAR, Radarにおける降雪現象解析と降雪空間モデルの完成          | ■ 雪氷路面のRadar,LiDAR,Cameraのモデル化と認識限界の明確化(ODDへ反映)                          | ■ LoAD to the L4氷雪地域実験のセンサ認識Virtual評価・適合へ展開 |
|                                   | (1)-2.a | ■ Radar HILS実装でのI/F仕様 完                                                          | ■ Stereo-camera HILS実装に向けたプロトタイプ構築                                       | ■ Radar/Camera Fusion HILS実装                |
|                                   | (1)-2.b | ■ 日独連携VIVIDプロジェクトでのJT3.1カメラモデル(レンズ等)交換検証 完<br>(SSS社担当)                           | ■ 随時結合検証                                                                 | ■ 随時結合検証                                    |
|                                   | (2)-1.a | ■ 2-Stage評価指標の確立                                                                 | ■ SAKURA一般道優先シナリオでの, RoAD to the L4_ユースケースでの2-stage評価実施・妥当性検証 完          | ■ RoAD to the L4実証実験への2-Stage評価の展開・適合実施     |
| (2). 評価指標・体系の確立                   | (2)-1.b | ■ 学習データセット作成基準と自動生成の実装                                                           | ■ Fusionアルゴリズムの性能向上へ拡張適応                                                 | ■ インフラセンサとV2Xまで含めた性能向上へ拡張適応                 |
|                                   | (2)-1.c | ■ 真値出力機能(BBox, Depth, インスタンスID等)の完成                                              | ■ V2X(遅れ考慮の情報有効性)評価のための真値出力機能の完成                                         | ■ センサ弱点に対するロバスト性能が評価可能な真値出力機能の完成            |
|                                   | (2)-1.d | ■ Virtual-PG, Virtual-Community Ground モデル作成時間の40%低減                             | ■ 新手法のVirtual-NCAP評価での有効性検証の実施                                           | ■ Virtual-NCAPの国際協調・標準化の達成                  |
|                                   | (2)-2.a | ■ SAKURAプロジェクトデータと連携した歩行者&自転車行動の調査・解析<br>歩行者&自転車行動モデルの開発                         | ■ RoAD to the L4ユースケースにおける, 一般道シナリオでのバーチャル検証                             | ■ RoAD to the L4等 SAKURA一般道シナリオへの展開         |
|                                   | (3)-1.  | ■ 各種一般道シナリオDB構造調査、結合検証<br>■ データ変換機能、IF開発                                         | ■ 一般道シナリオDB~SIM自動実行の環境構築                                                 | ■ RoAD to the L4での適合へ展開                     |
| (3). センサ弱点事象の特定と事象の拡張             | (3)-2.  | ■ DIVP Material検証データ仕様作成・構造化                                                     | ■ DIVP MaterialのASAM等の標準化への反映と改良<br>RoAD to the L4ニーズからのDIVP Materialの拡張 | ■ DIVP MaterialのOpenMaterial標準化推進           |

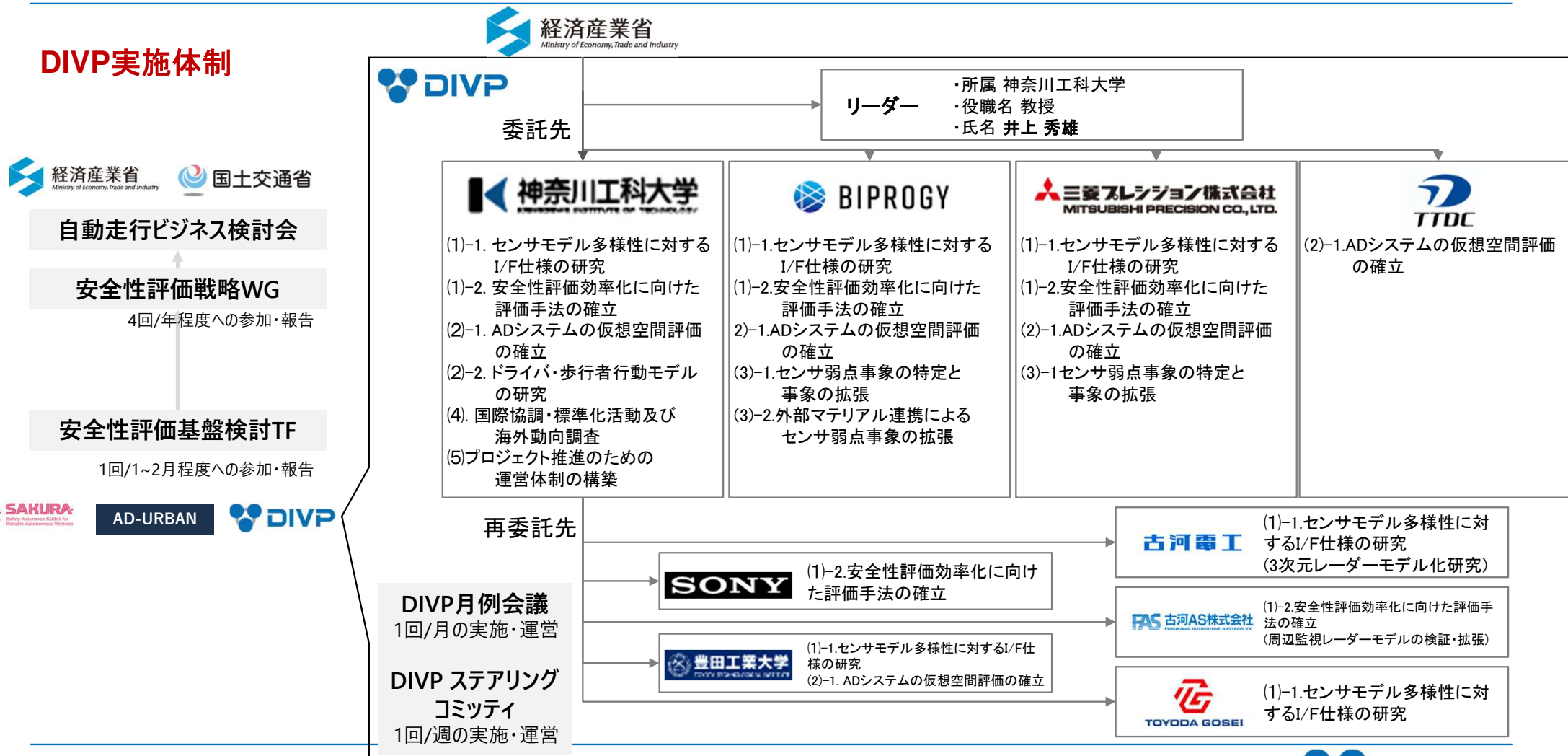
前年度に引き続き2023年度も日独共同Pjに基づく国際標準化を推進、11月開催のMobility Innovation weekで欧米各国への発信を行い、連携強化を図る

(4)国際連携・標準化の計画



# 本提案は、委託先・4機関、再委託先・5機関、計9機関によるDIVP研究コンソーシアムで研究を推進

## DIVP実施体制



ご清聴, ありがとうございました.

**END**

*Tokyo Odaiba → Virtual Community Ground*

