

Introduction of OpenMATERIAL for ASAM OpenX standards

NORIHITO HIRUMA
DIVP® Project, JAPAN

30.October.2023



Association for Standardization of
Automation and Measuring Systems

Agenda

OpenMATERIAL for ASAM OpenX Standards

1	OpenMATERIAL 提案背景
2	OpenMATERIAL 提案概要
3	まとめ

Agenda

OpenMATERIAL for ASAM OpenX Standards

1	OpenMATERIAL 提案背景
2	OpenMATERIAL 提案概要
3	まとめ

提案背景 – 1

- 仮想空間におけるAD/ADAS安全性評価には、各センサーにおける苦手シナリオ等が再現可能な、精緻な物理シミュレーションが必須。



逆光



豪雨

精緻な物理シミュレーションには、測定ベースの材料特性情報を保持する**ASSETデータ※**が必要。

※このASSETデータとは、路面、ビル等の周辺構造物、信号や標識及び車両や人等の交通参加者のデータの総称。

光源



対象物体

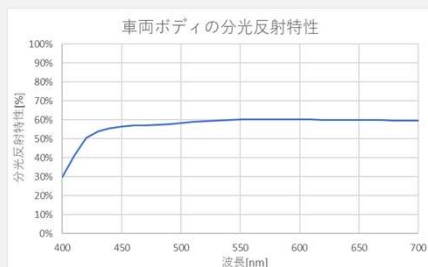


カメラ



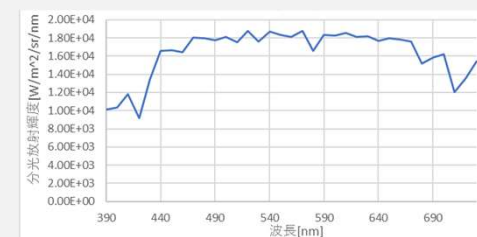
DIVP™'s

Measurement based modeling



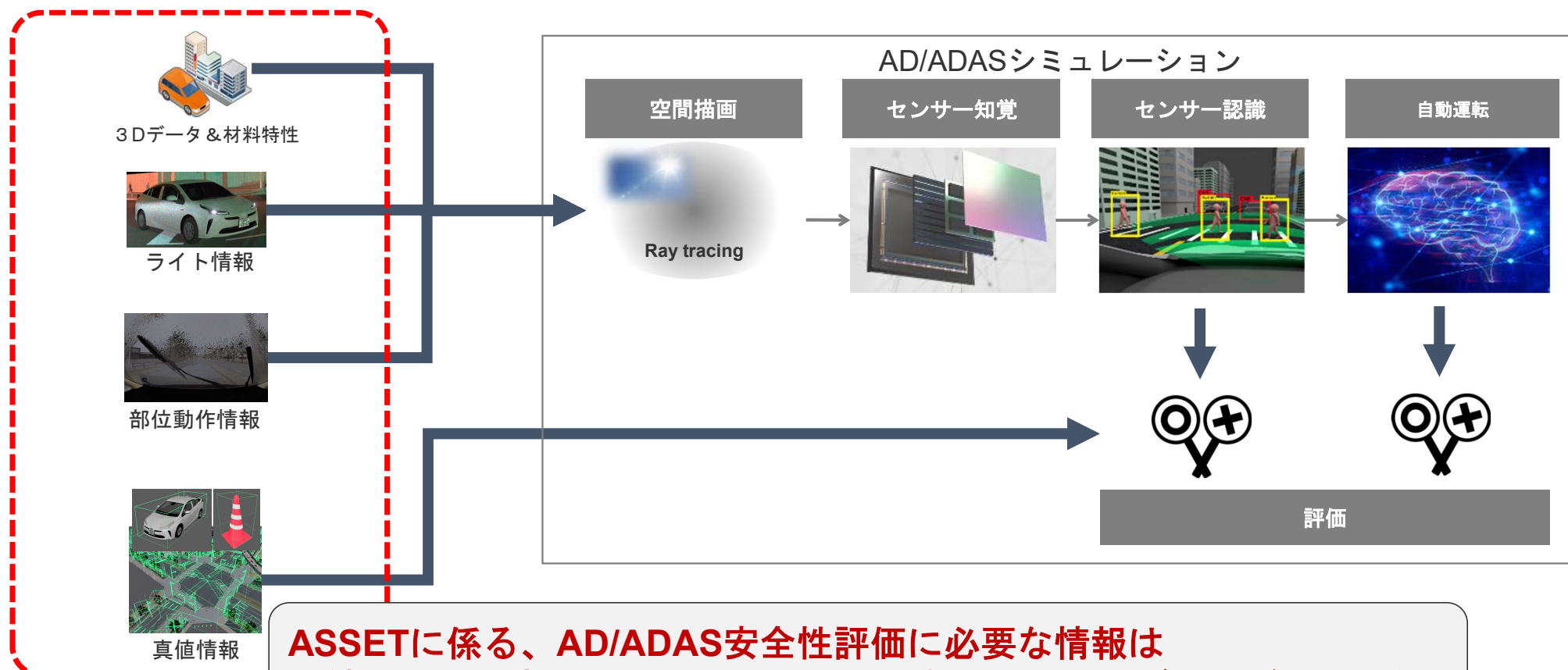
【DIVP™】

Measurement based radiance



提案背景 - 2

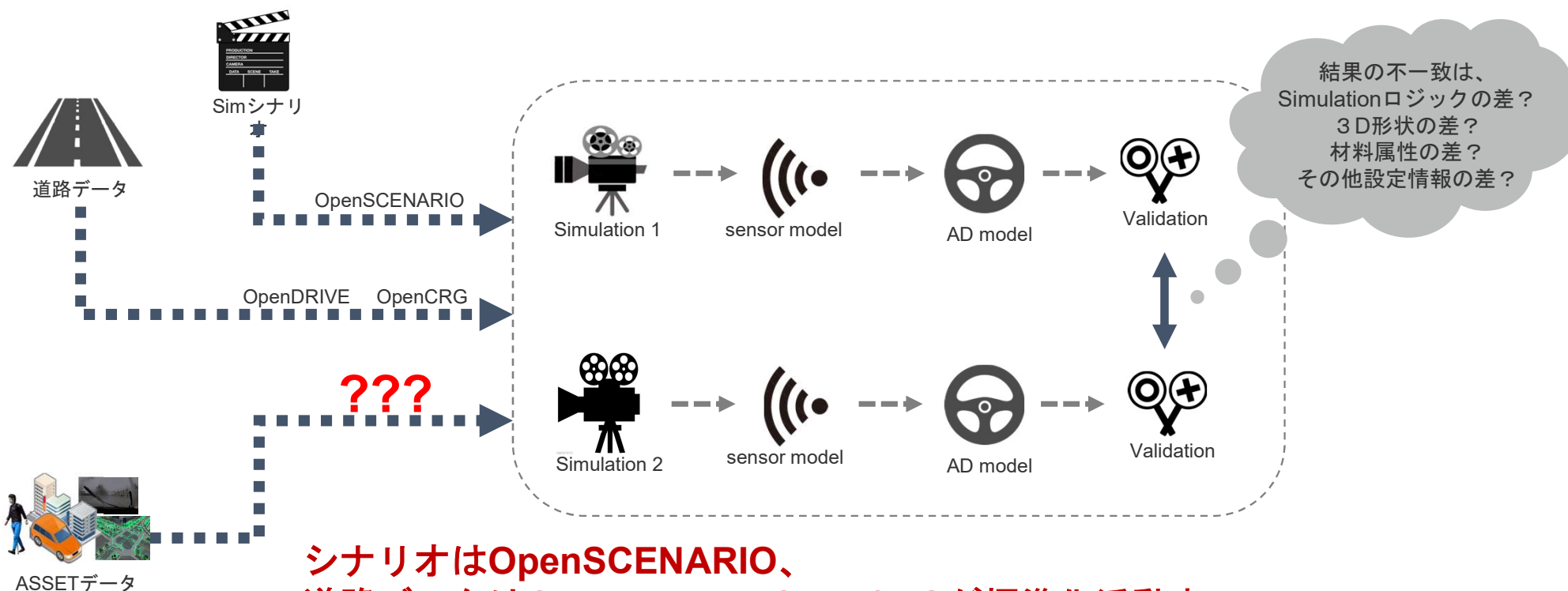
- 仮想空間におけるAD/ADAS安全性評価におけるASSETデータには、3Dデータ及び材料特性以外にも各種情報が必要。



ASSETに係る、AD/ADAS安全性評価に必要な情報は一纏めにする事で、シミュレーション全工程で同一データが使用可能。

提案背景 – 3

- 異なるシステム間で一貫した結果を得る為には、入力データ表現の統一が必要。



**シナリオはOpenSCENARIO、
道路データはOpenDRIVE、OpenCRGが標準化活動中。
ASSETデータも標準化を進める必要がある。**

凡例

..... Data flow

提案背景 – まとめ

- 精緻な物理シミュレーションには、測定ベースの材料特性情報を保持するASSETデータが必要。
- 仮想AD/ADAS向けASSETデータには、3Dデータや材料特性情報に加えて、AD/ADAS安全性評価の為の情報も必要。
- 異なるシステム間での結果評価・比較には、データの統一が必要。



仮想AD/ADAS向けASSETデータ標準化を進める必要がある

Agenda

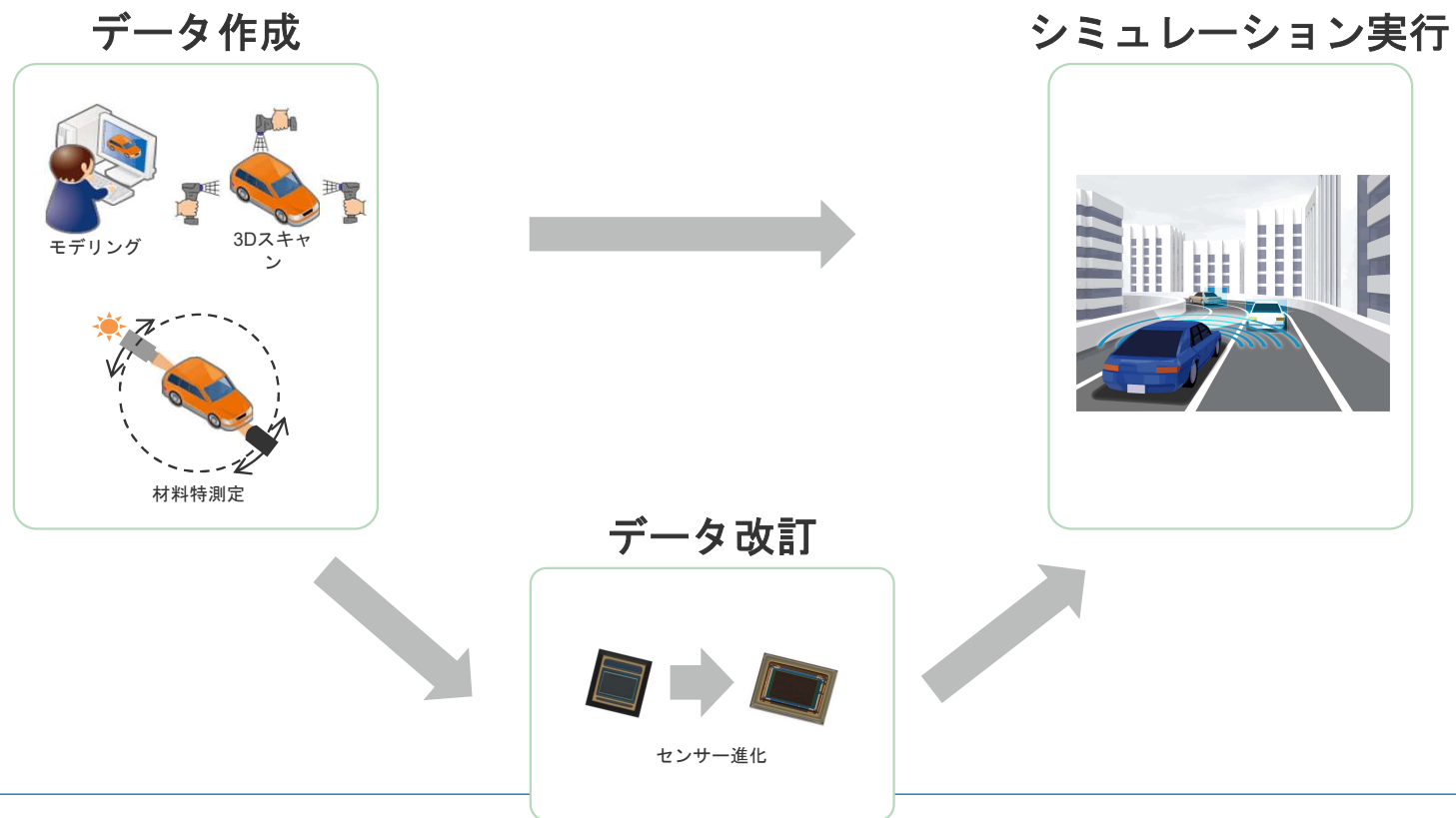
OpenMATERIAL for ASAM OpenX Standards

1	OpenMATERIAL 提案背景
2	OpenMATERIAL 提案概要
3	まとめ

ユースケース考察

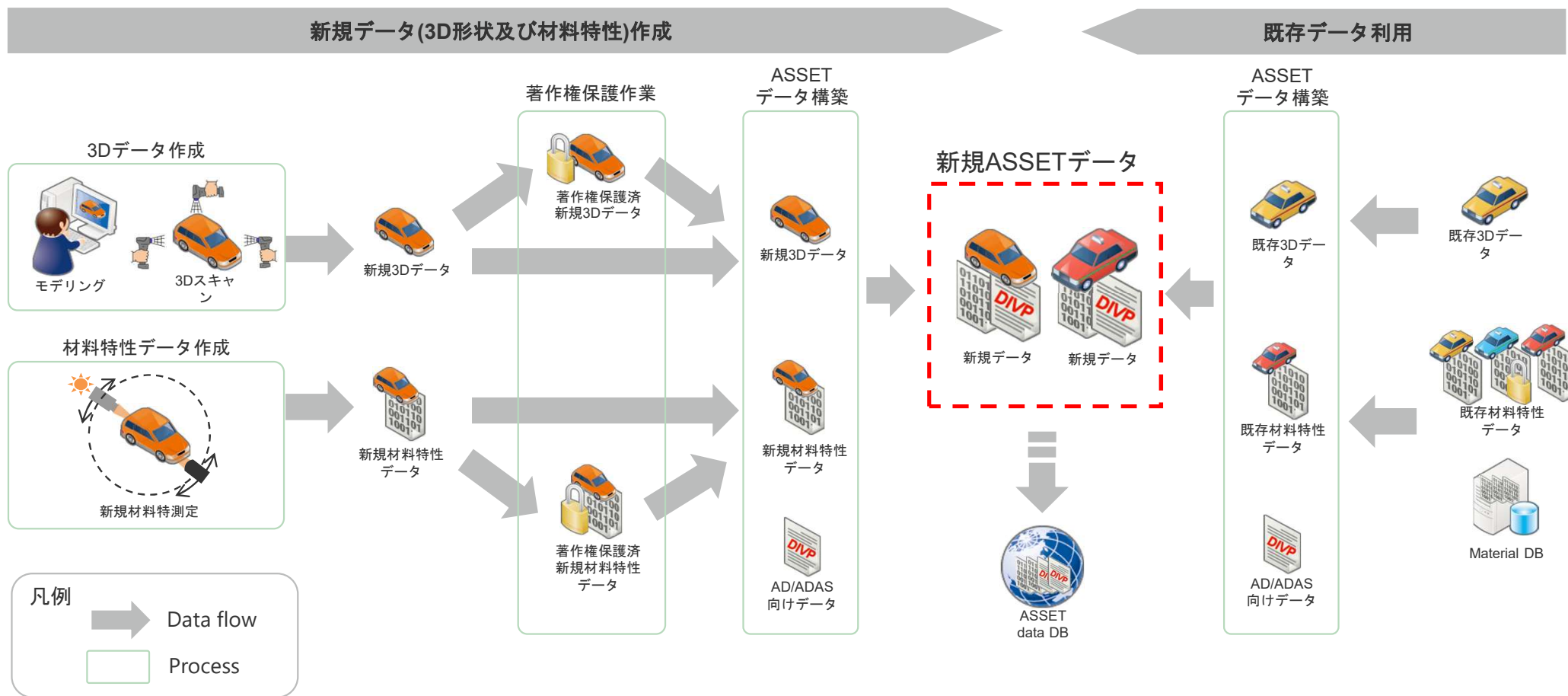
- AD/ADASシミュレーション向けASSETデータのユースケースを抽出

最も基本的な3ケースを考察



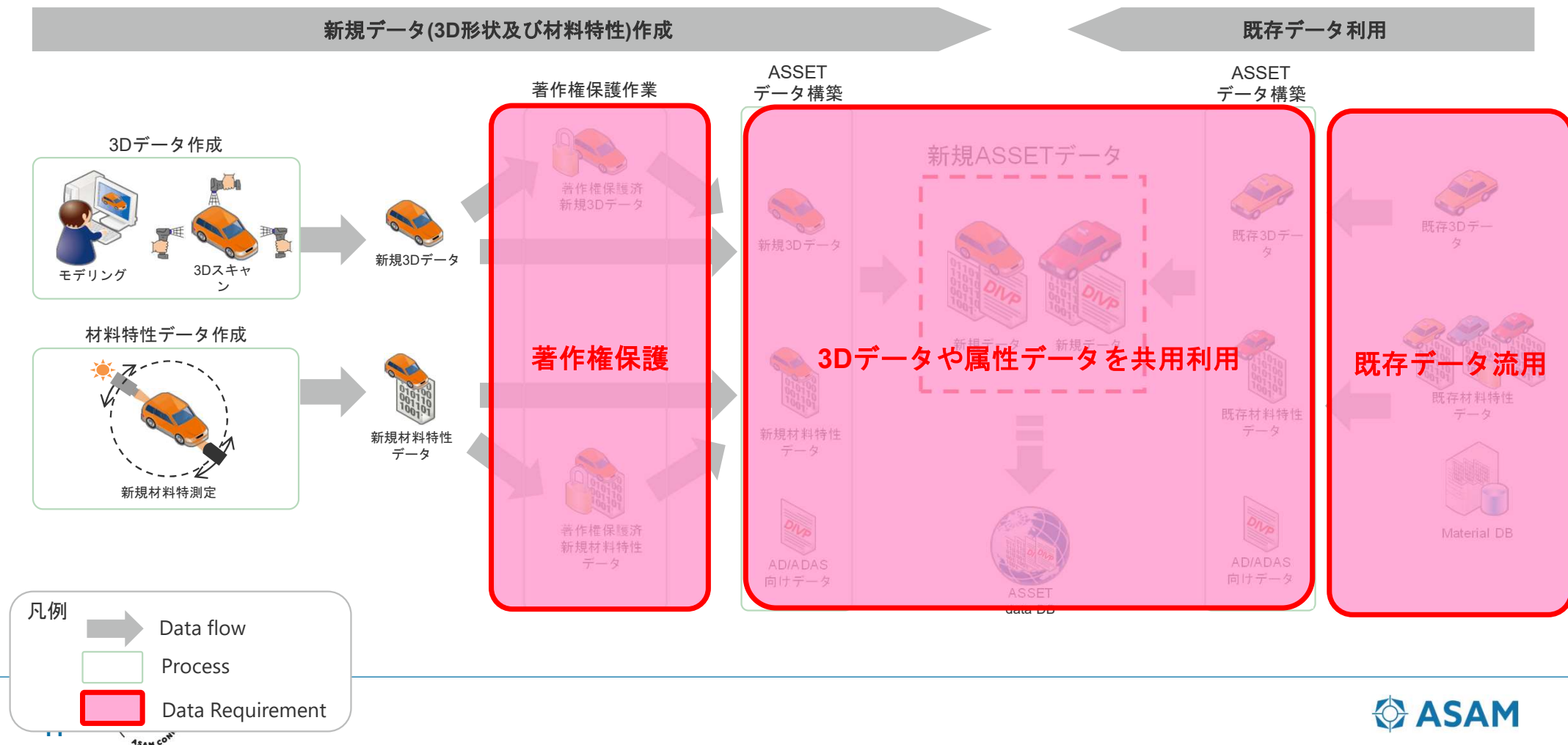
ユースケース：ASSETデータ作成

- 全くの新規作成と、既存データ利用を考慮



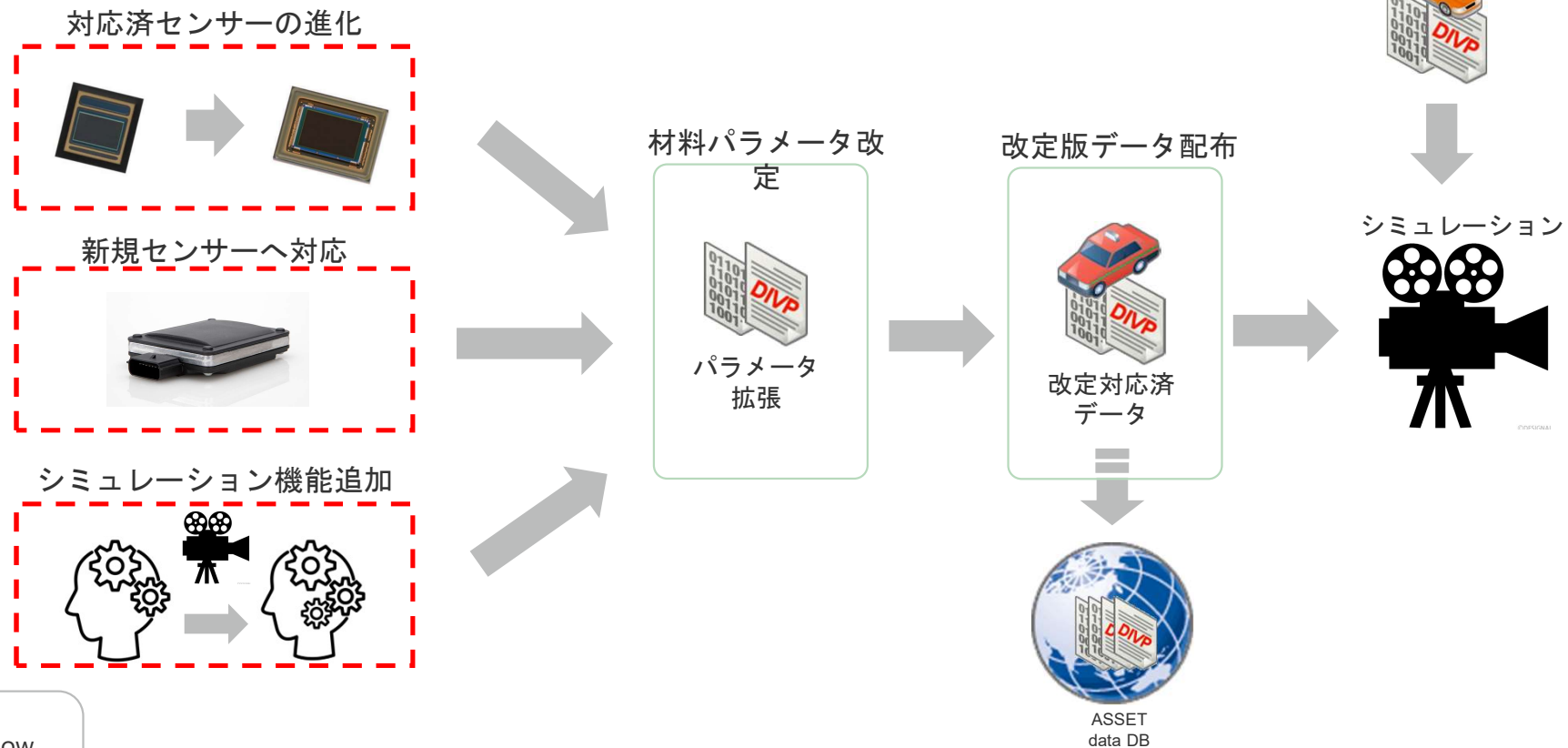
ユースケース：ASSETデータ作成

- 全くの新規作成と、既存データ利用を考慮



ユースケース：データ改定

- センサー及びSimロジック向上等に対応



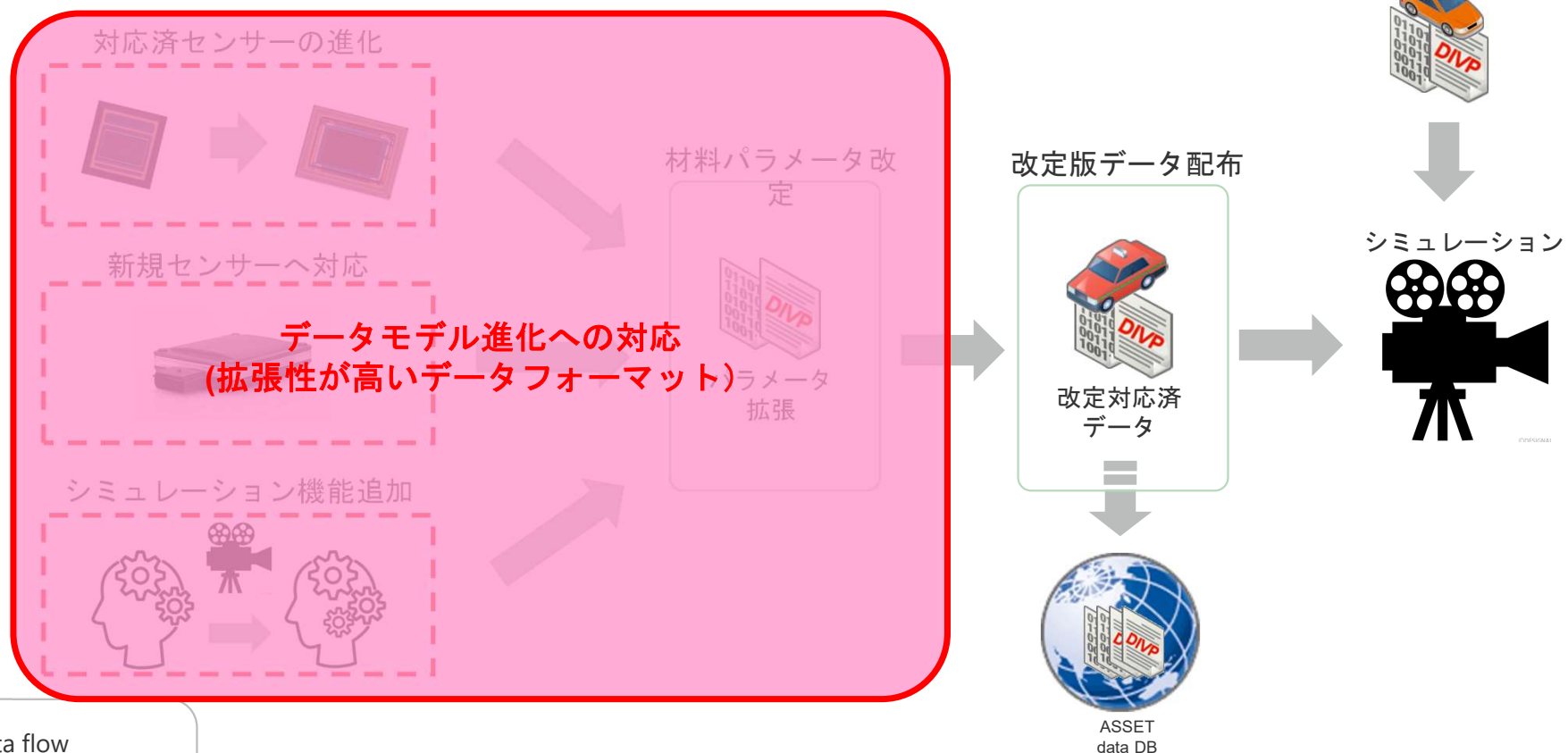
凡例

→ Data flow

□ Process

ユースケース：データ改定

- センサー及びSimロジック向上等に対応



凡例



Data flow



Process

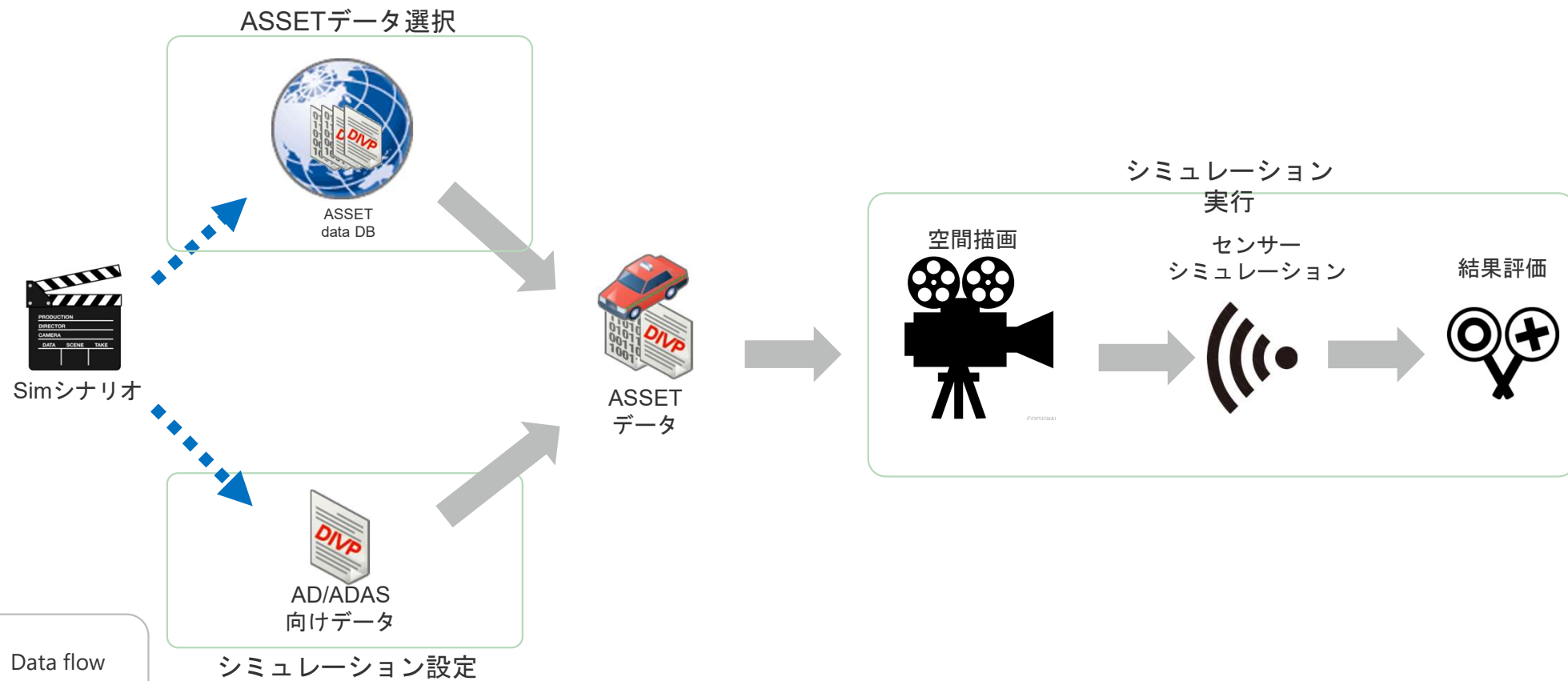


Data Requirement

ASAM COM

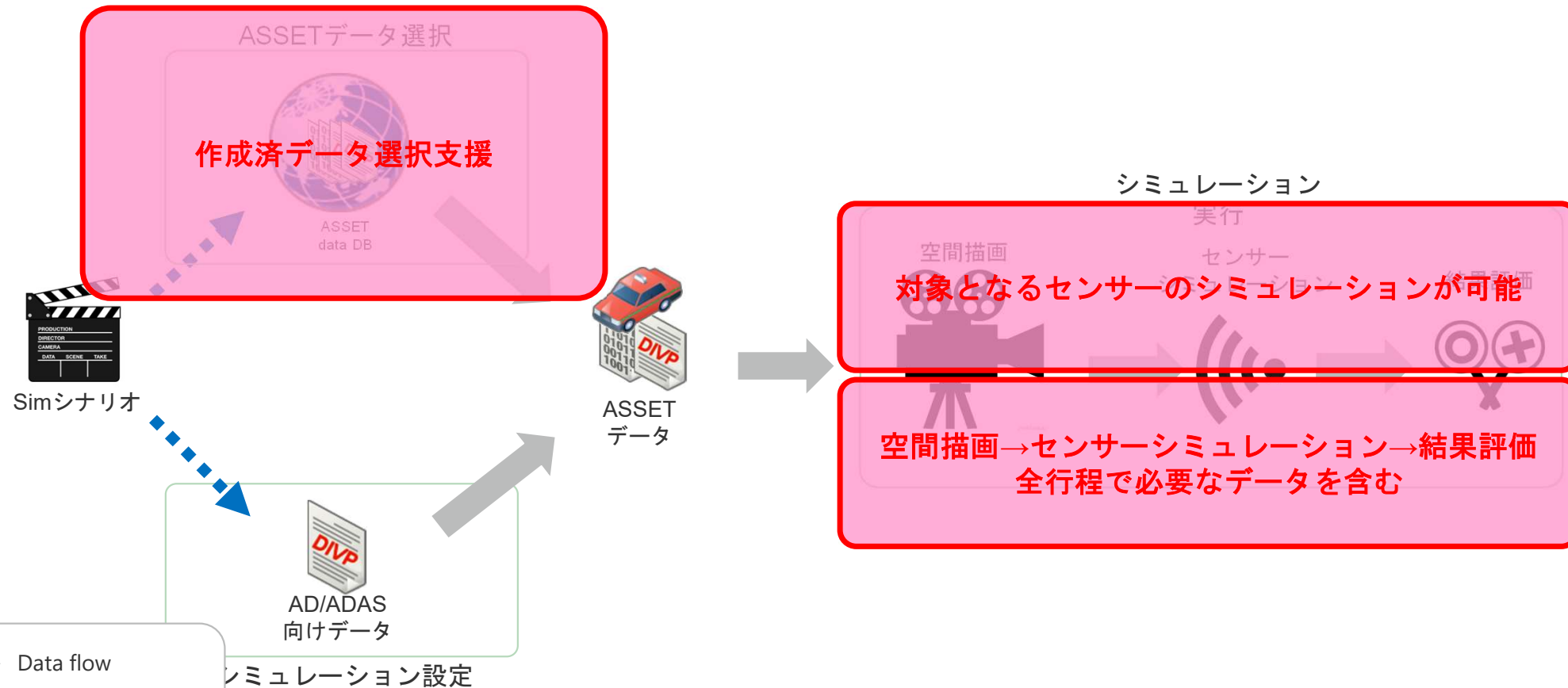
ユースケース：データ利用

- Simシナリオに必要なデータ選択やSim詳細設定



ユースケース：データ利用

- Simシナリオに必要なデータ選択やSim詳細設定



ユースケースと要件

ユースケースから、データ要件を抽出

分類	ID	ユースケース	内容
Data 作成	001	3D データ 作成	ASSETデータの3D形状情報を新規作成
	002	材料特性データ作成	ASSETデータの材料特性情報を新規作成
	003	著作権保護作業	新規作成データの著作権を保護
	004	ASSETデータ構築	ASSETデータを構築
	005	ASSETデータ構築 (既存データ利用)	既存データを利用してASSETデータを構築
Data 改定	006	材料パラメータ改定	新センサー追加、シミュレーター機能追加等に対応し、材料パラメータを追加・更新
	007	改定版データ配布	パラメータ等改定したデータを配布
Data 利用	008	ASSETデータ選択	シミュレーションに必要なASSETデータを選択
	009	シミュレーション設定	使用するASSETデータに必要なシミュレーション設定を行う
	010	シミュレーション実行	シミュレーションを実行



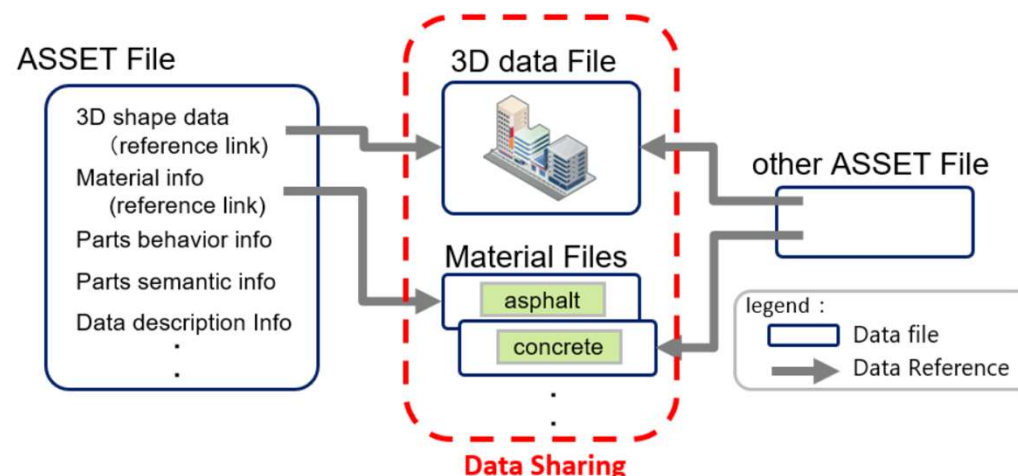
#	要件	対応ユースケース
1	材料特性データは、カメラ、ライダー、ミリ波レーダー、超音波センサーなどの、センサーシミュレーションを可能にする内容でなくてはならない	002、004、005、006、008
2	空間描画、センサーシミュレーション、自動運転及び安全性評価の全てにおいてASEETに関連したデータを格納	009、010
3	材料特性も含めたデータ構造は、将来の特性の追加を可能にするために容易に拡張可能でなければならない	002、004、005、006
4	3D形状データや、測定済材料特性データ等の既存データを共用利用可能なデータ構造が望ましい。	001、002、004、005
5	作成済ASSETデータを検索利用可能な様に、データ内容説明を保持するデータ構造でなければならない	005、007
6	3D形状データや、測定済材料特性データ等は、必要に応じてデータ著作権保護が可能なデータ構造でなければならない。	003

データ構造

- **AD/ADAS安全性評価に必要なASSET関連情報を格納**

格納するデータ種別案

- データ内容説明情報
- 3Dデータ構造情報
- 3D形状データ
- 材料特性パラメータ
- 環境付加パラメータ（雨・雪付着、光源データ等）
- 構成部品の振舞い情報（ワイパー速度等）
- 真値情報



上記データ種別毎に構造化されてファイルへ格納

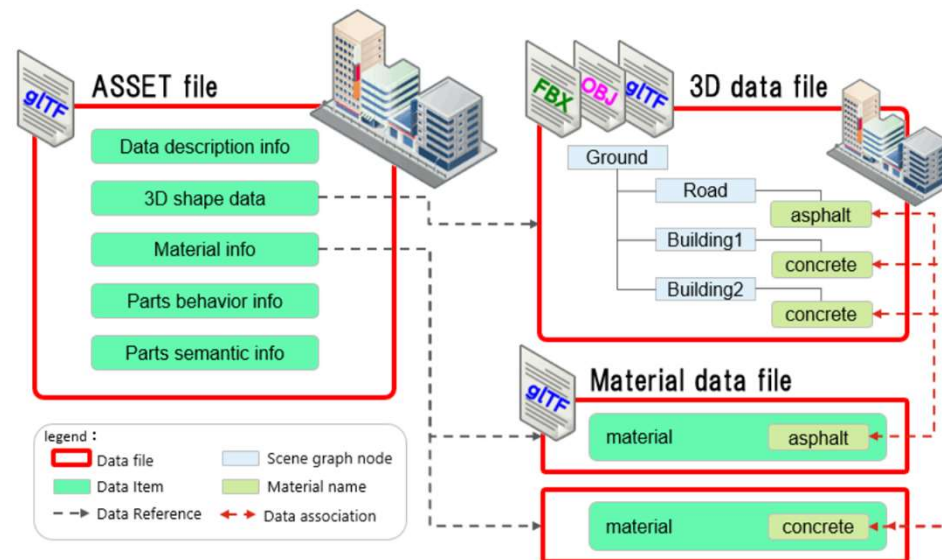
**サイズが大きくなりがちな、3Dデータや測定材料特性データは、別ファイル構成を可能とする。
これにより、3Dデータや測定材料特性データを他データとの共有が可能となる。**

3Dデータ構造

- 3Dデータ構造及び、材料特性データの紐づき

本提案では、ASSETファイルと別ファイル構成を可能とした3D形状データの、データフォーマットは規定しない。

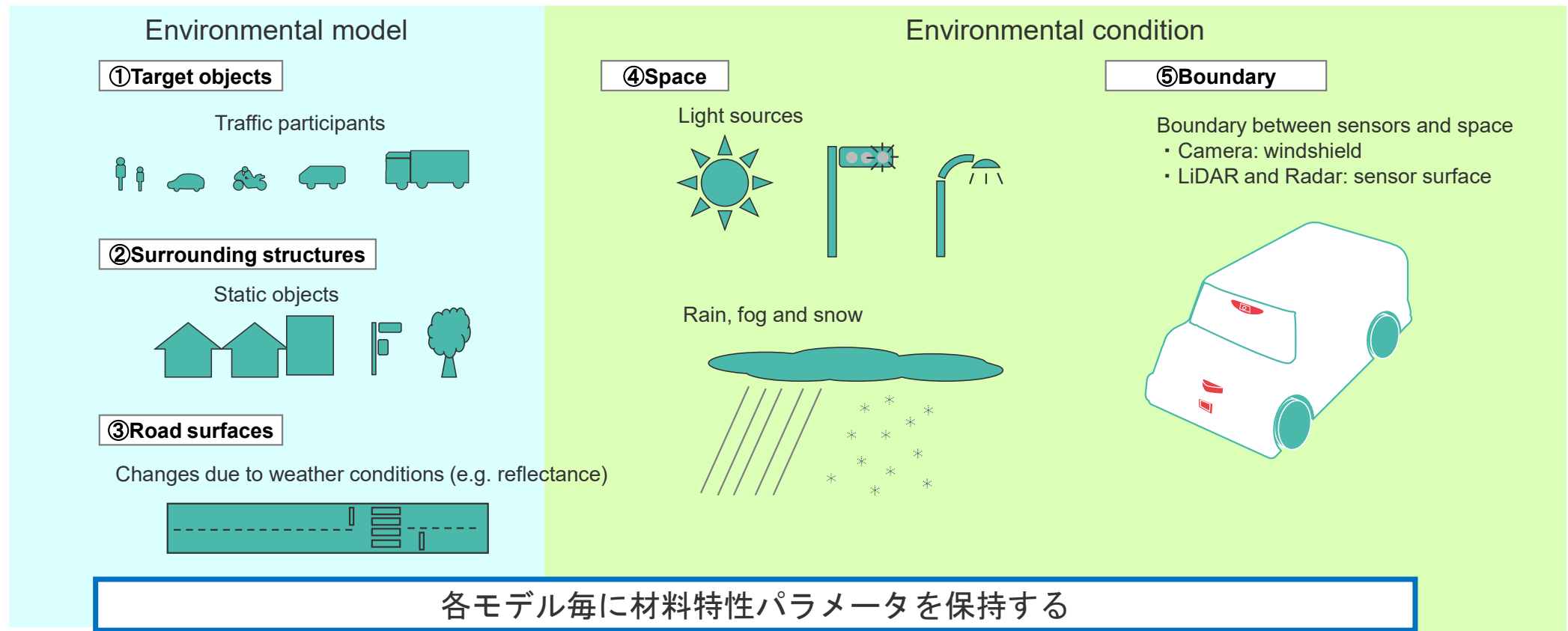
3Dデータの論理構造及び、形状と材料特性データの論理的な繋がり方のみ規定する。



このような規約とする事で、既存3D形状データの利用が可能に。

対象データモデル

- センサーから見た仮想空間は、各々モデル化され、さらに以下の様に分類される



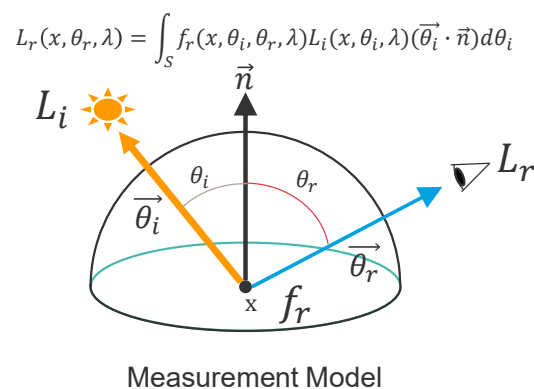
プロジェクト初期段階では、まずは**Environmental model**のパラメータ標準化に注力し、**Environmental condition**に関しては、後の検討とする。

カメラ、LiDAR向け、物理近似計算モデル

- Architecture of Camera and LiDAR model

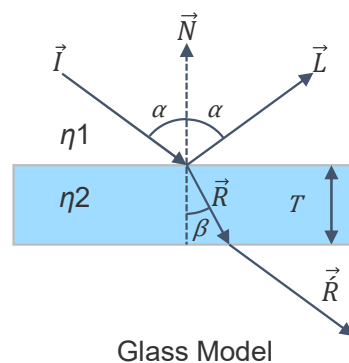
BRDF モデル

測定分光データに基づく
反射特性をモデル。



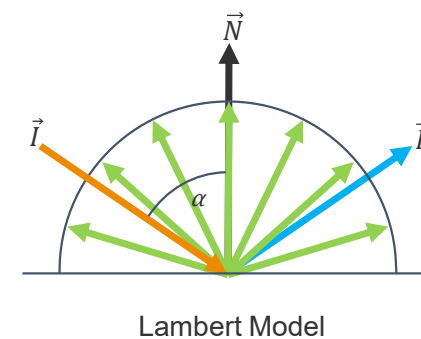
BTDF モデル

ガラスなどの透過性の
高い物体の材料表現。



ランバート model

左記の 2 つの属性を保持し
ないオブジェクトの場合。



測定データを基にする詳細な反射・屈折モデルと、測定データを保持しない場合のランバートモデル

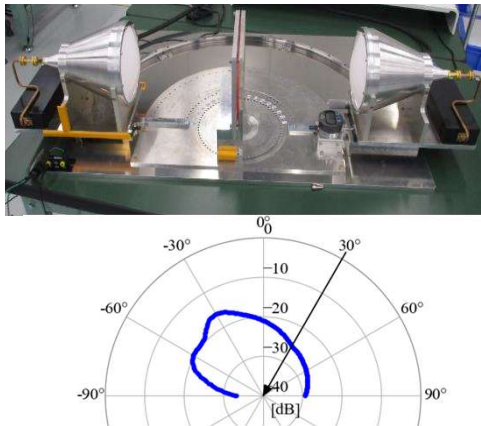
ミリ波レーダー向け、近似計算モデル

- Architecture of Radar sensor model

反射体モデル

大きい物標に使用 (ビル, 路面, etc.)
フリスの公式(距離2乗則)

幾何光学近似

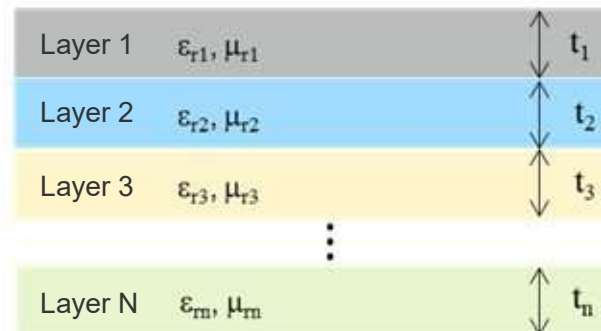


散乱体モデル

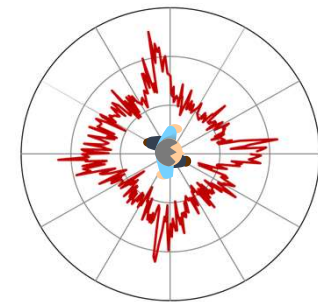
小さな物標に使用(車, 人, etc.)
レーダー方程式(距離4乗則)

物理工学近似

多層モデル
(Transfer Matrix Method)



一部の物標には、解析時間短縮の
為、RCSを事前計算



対象物や周囲の構造物の特性に合わせた2種類の反射モデル

Environmental model のパラメータ例

- **For Camera／LiDAR／Radar sensor**

- Object type (solid/liquid/gas, metal/resin/wood/glass, etc.) 物体タイプ
- Object color (RGB 0.0 to 1.0) 物体色
- Diffuse reflection coefficient 拡散反射率
- Specular reflection coefficient 鏡面反射率
- Measured reflectance data (angle of incidence and reflection, amplitude/phase, and amplitude by wavelength) 測定反射率データ
- Complex refractive index by wavelength 波長毎の複素屈折率
- Thickness 板厚
- Transparency 透過率
- Resistivity 抵抗率
- Relative permittivity 比誘電率
- Relative permeability 比透磁率

Environmental condition のパラメータ例

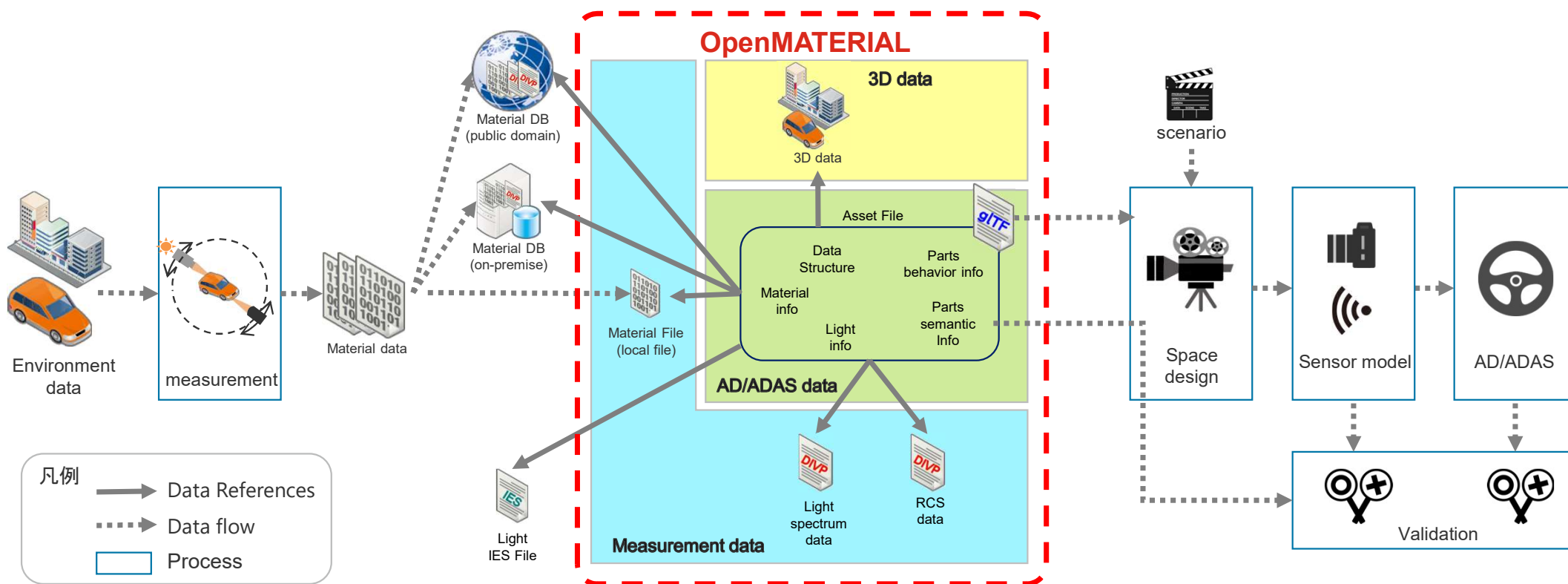
- **Boundary model**

- Maximum stationary raindrop radius 最大静止雨滴半径
- Maximum adherent raindrop radius 最大付着雨滴半径
- Raindrop collision detection coefficient 雨滴衝突判定係数
- Raindrop pixel length 雨滴ピクセル長

Light model

- Emitting body area 発光体面積
- Spectral data 分光特性データ
- Radiant luminance distribution data 放射輝度分布データ
- Point light source position 点光源位置
- Point light source vector 点光源ベクトル

OpenMATERIAL 俯瞰図



他データと共有できる情報は外部参照として活用し、データ準備コストの削減やデータ流通の促進を図ります。

Agenda

OpenMATERIAL for ASAM OpenX Standards

1	OpenMATERIAL 提案背景
2	OpenMATERIAL 提案概要
3	まとめ

まとめ - OpenMATERIAL 普及の利点

- **OpenMATERIAL が普及する利点として以下を考えております**
 - 既存の3Dデータを利用して、AD/ADASシミュレーション向けASSETデータを構築可能（3Dモデルと材料データを後付け可能）。
 - 空間描画(レンダリング)、センサーシミュレーション、運転シミュレーション及び安全性評価の全てにおいて、同一のASSETデータが使用可能となるため、一貫した結果を得られ易くなる。
 - 複数システム間で同一データを用いてシミュレーションが可能となるので、それらシステム間の結果評価・比較が容易になる。
 - 拡張可能なglTFをベースとする事で、今後追加されるユースケースにも対応可能。
 - 世界中に存在する3Dモデルと材料データを利用した、拡張可能でスケーラブル且つオープンなASSETデータベース構築が可能になる。
→ユーザーが利用可能なデータの選択子が増える。

ご清聴ありがとうございました。

