

ASIFスキルアップセミナー

欧州・自動運転バーチャル開発の標準化

Hagiwara Electric Europe GmbH

Shigeki Nishimura

17/Dec/2020

1. 会社概要



- 萩原電気ホールディングス株式会社
資本金 43億6,124万3,696円 (2020年3月末時点)
従業員数 585名 (2020年3月末日時点)
本社 愛知県名古屋市東区東桜二丁目2番1号
売上高(連結) 1,282億6百万円 (2020年3月末時点)
- 萩原エレクトロニクス株式会社
本社 愛知県名古屋市東区東桜二丁目2番1号
- 萩原テクノソリューションズ株式会社
本社 名古屋市東区泉二丁目28番23号 高岳KANAMEビル
- 萩原北都テクノ株式会社
本社 愛知県名古屋市東区東桜二丁目2番1号
- 株式会社クロスベース
本社 愛知県名古屋市東区東桜二丁目2番1号



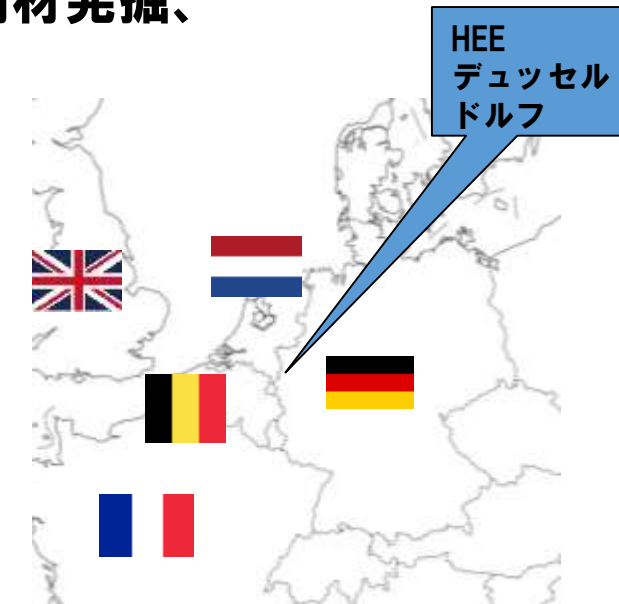


・ 西村 重樹(にしむら しげき)

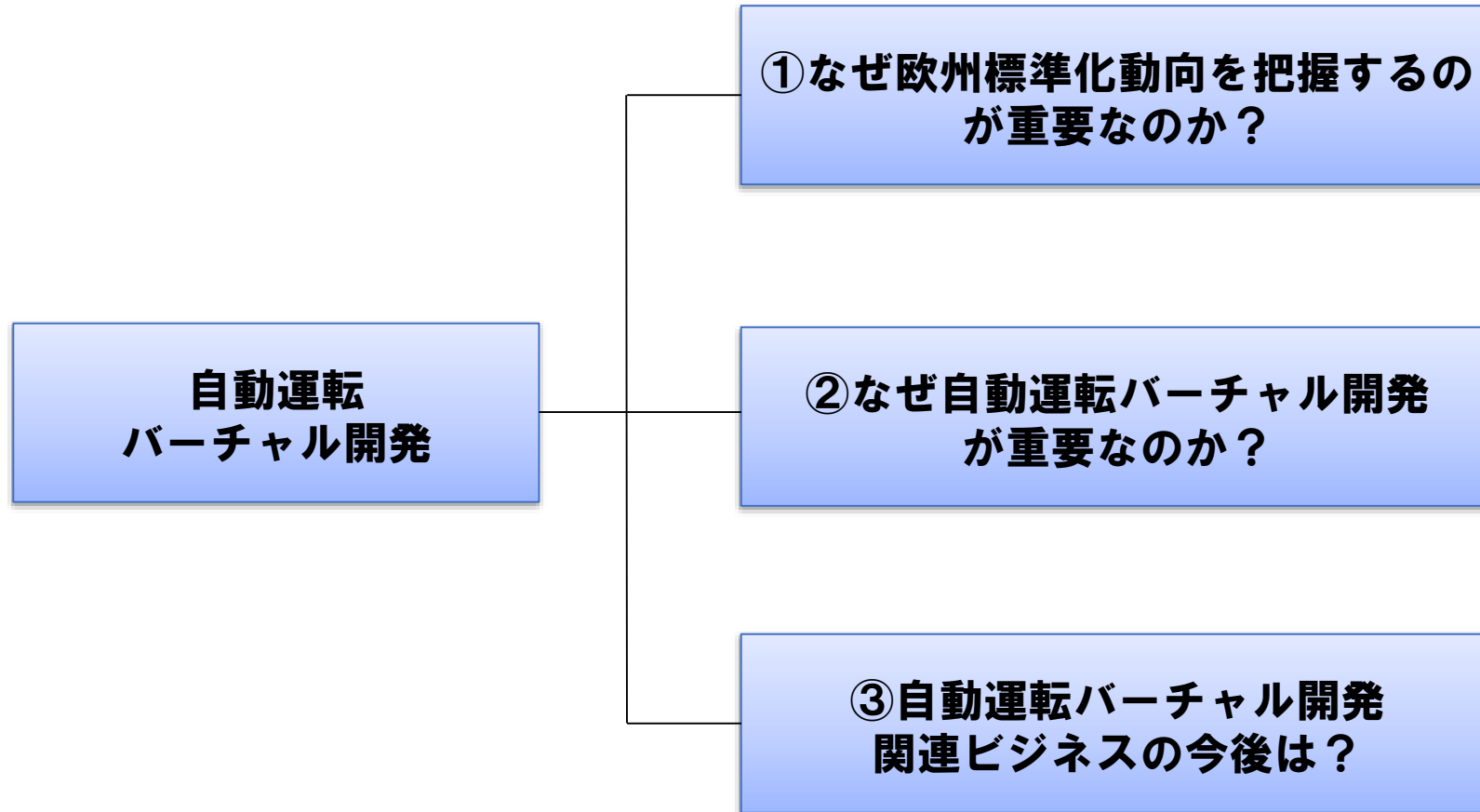
・ [Hagiwara Electric Europe GmbH (HEE) / Technical Director]

- ・ 半導体ベンダーにて、主に欧州顧客向けASICの製品開発担当に従事後、2013年1月萩原電気に入社。同年4月より営業開始したHEE(萩原ヨーロッパ@ドイツ・デュッセルドルフ)へ赴任。
- ・ 技術担当として、日系自動車関連顧客様向けのデザインインサポート、新商材発掘、
- ・ また、**欧州自動車業界の動向を調査～展開する活動**を行っています。

- ・ 前職から通算して、欧州地域担当は25年以上、ドイツでの赴任は
- ・ 10年以上。半導体分野の専門知識をベースに、
- ・ 車載E/Eシステムへの理解を深めつつ、技術サポート、
- ・ 調査活動などを進めています。

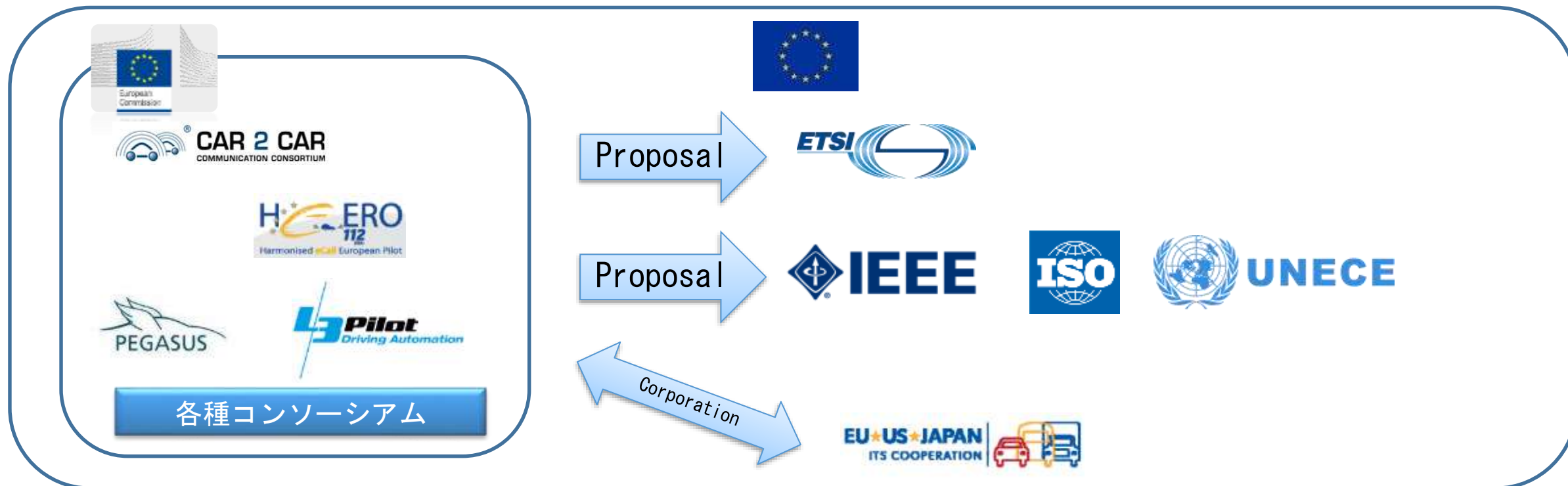


- 今回のセミナーのスコープ
- **バーチャル開発環境の標準化が求められる背景**
- **標準化の項目**
 - 1. 標準フォーマット
 - 2. 標準評価・検証フロー
 - 3. 標準開発プラットフォーム
 - 4. 自動運転車向け型式認証プロセス
- EU自動運転関連コンソーシアム
- (考察)自動運転バーチャル開発環境 関連ビジネスモデル



①なぜ欧州標準化動向を把握するのが重要なのか？

EU（欧州委員会）からのファンドによる庇護の下で活動しているVRAの配下にある各種フォーラムやコンソーシアムによる研究成果をベースに、US、日本とも協調しながら、まずはETSIなどによって欧州での標準化をおこない、その後、IEEEやISOなどの全世界対象の標準化にもっていく流れができています。



- ETSI : European Telecommunications Standards Institutes (欧州電気通信標準化機構)
- EU-US-Japan Trilateral Cooperation : ITS社会実現に向けたEU, US, 日本間の協力をおこなうワーキンググループ
- IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) : 電気工学・電子工学技術の学会
- ISO(International Organization for Standardization) : 国際的な標準である国際規格を策定するための非政府組織
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) : 国際連合欧州経済委員会

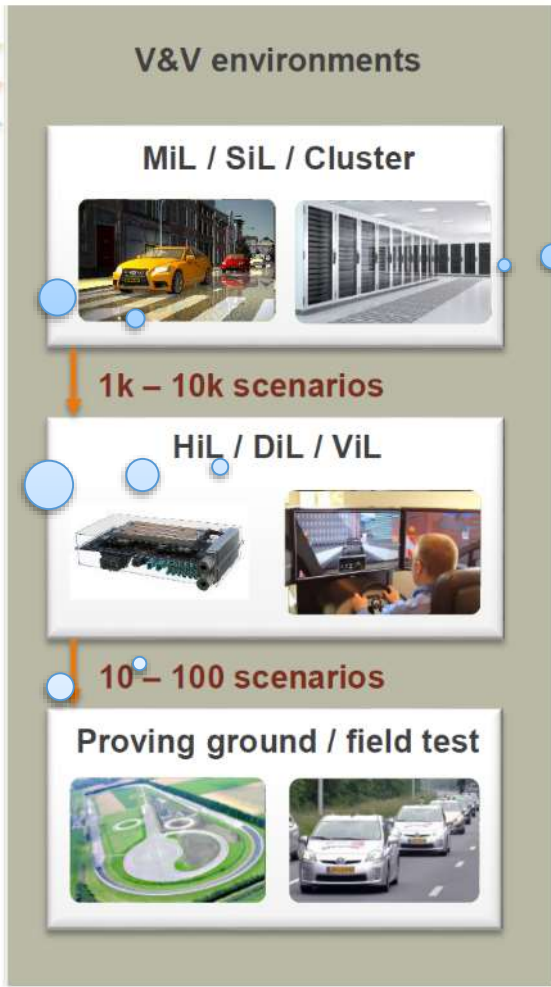
②なぜ、自動運転バーチャル開発が重要なのか？

Lv4以上の自動運転システムの型式認証では、バーチャル開発と検証が必須となる

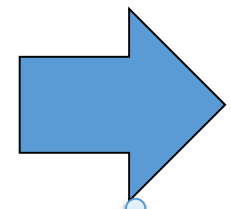
バーチャルシミュレーションに必要なモデルの品質確認は？

バーチャル検証用のフローと使用ツールはなに？

各ステップで必要なシナリオ数とその中身は？



適用モデルの認定はだれがどのようにおこなう？



Lv4以上の自動走行システム車両の認定試験はどこで誰がどのようにおこなう？



認定は地域限定？各地域によって基準が異なる？

③ 自動運転バーチャル開発関連ビジネスの今後は？

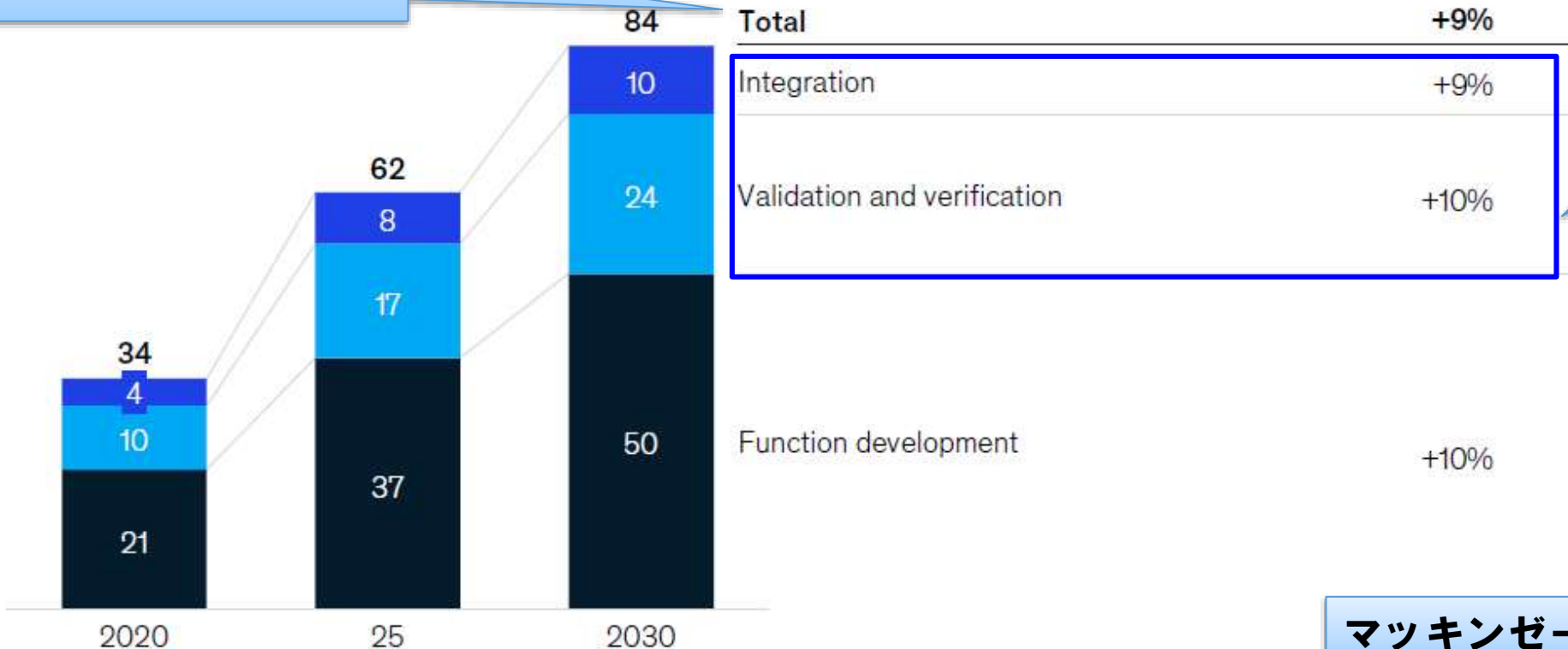
2030年に車載ソフトウェアのマーケット規模は84B\$ (約8.4兆円)規模になるとみられている

車載SW市場規模推移予想 (2020-2030) [項目別]

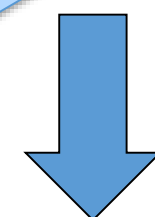
Split of SW market into SW development, integration, and validation/verification

USD billions

車載SWのマーケット規模
84 B\$ @ 2030



機能開発向けだけでなく、インテグレーション、バリデーション/検証の市場規模も同様に伸びていく



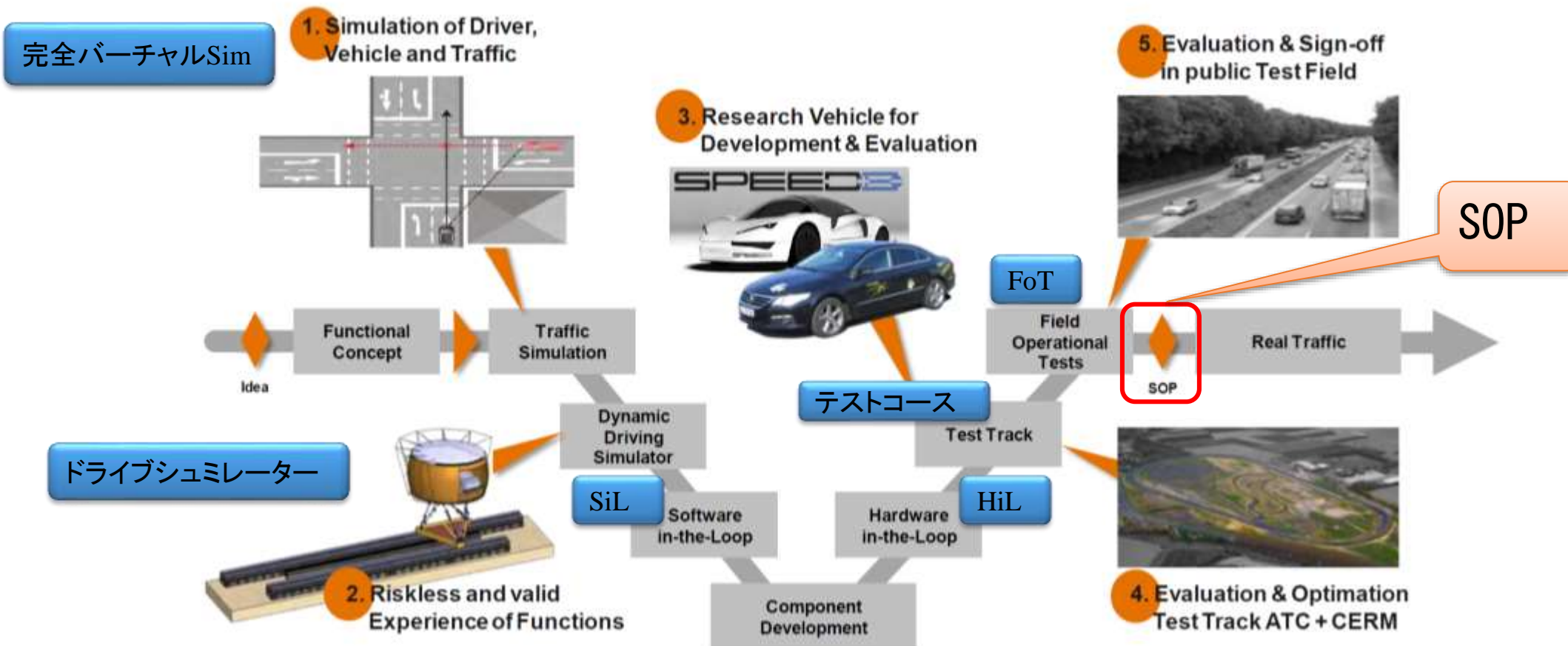
どの関連ビジネスが伸びるのか？

マッキンゼー社 調査統計より

バーチャル開発環境の標準化が求められる背景

背景① 自動走行システムの開発評価検証フローの複雑化

自動走行システム検証では、シュミレーション、テストコース、公道テスト、等々を組み合わせる必要がある



#160820-16zi0019.pptx

Slide No.25 2016/06/29

©fka 2016 - All rights reserved

バーチャルSim、ドライブSim、SiL、HiL、テストコース、FoT、等々を組み合わせる必要がある

背景② センサー数増加などによるシステムの複雑化

Lv2では15個程度であった車載センサー数がLv4では40個以上必要とされシステムが複雑化する

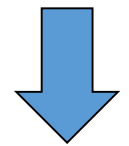
Urban automated driving

Automated driving in **urban environments** requires **more onboard sensors**

Lv4自動走行システム車輻に搭載されるセンサー類(例)

Lv2

Privately owned passenger cars - highway driving
15+ sensors



Lv4

Urban automated taxi
40+ sensors



- New stereo camera
- New mono camera
- Traffic light camera
- Surround vision camera
- New multi mode radar
- Near range radar
- Medium range LIDAR
- Central ECU
- Vehicle motion and position sensor
- Inertial measurement unit

Chassis Systems Control | CC-AQ/EVU | 2018-06-06
© Robert Bosch GmbH 2017. All rights reserved. Also regarding any patent, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

複雑化を増す自動走行システムに対して、現実的、かつ、安全保障できるV&Vの手法はなにか？

背景③ 想定バリデーションの組み合わせの肥大化

各種パラメーターを考慮してのバリデーションの組み合わせが膨大となる

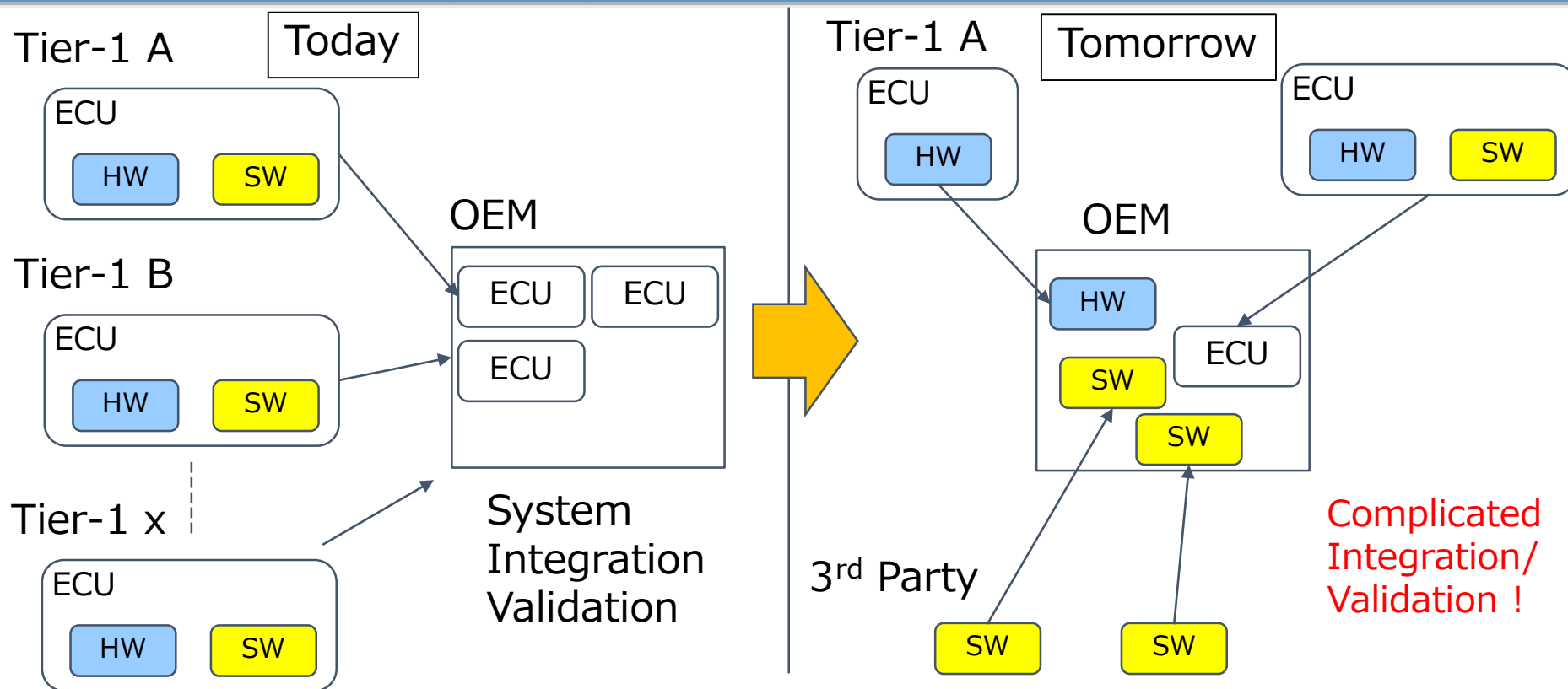
Autonomous Vehicle Combinatoric explosion



天気、道路状況、交通ルール、車両(自車両&周囲車両)、シナリオ、システム、イベントなどの要素のすべての組み合わせを検証するのは不可能。では、どうするか？

背景④ 車両開発エコシステムの変化

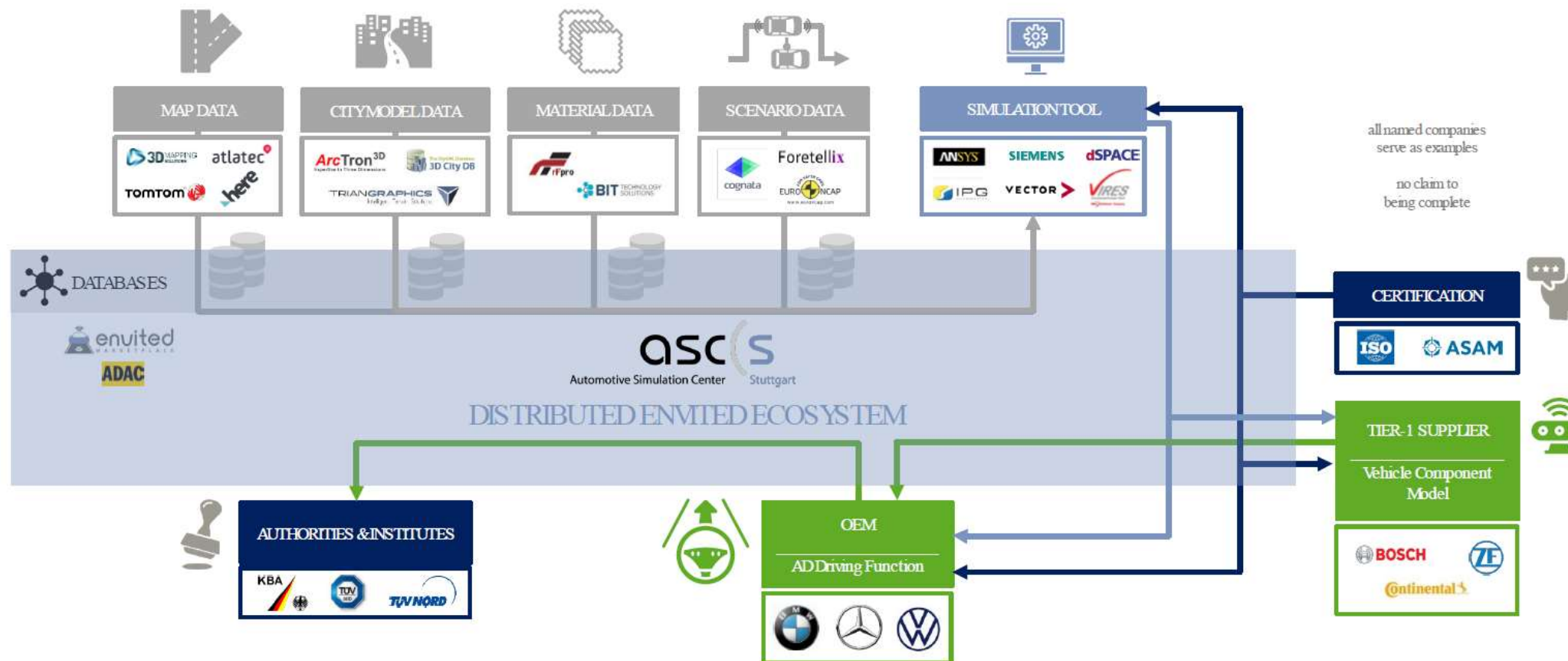
E/Eアーキテクチャ革新に伴うHW/SW開発の分業により、標準化されたSWプラットフォームが必要となる



E/Eアーキテクチャの変化によって、車両開発エコシステムに変化が起こり、OEM、Tier-1、その他のパーティーの役割が変わっていくことになる。現在では、各Tier-1がそれぞれのECUのHWとSWをパッケージ化してOEMに納入、そして、OEMでは車両でのシステムインテグレーションとバリデーションにより評価・テストをおこなっているケースが多いと言える(左図)一方、今後はTier-1はHWのみ提供、その他のパートナーSW会社からSWのみ提供、といった形態になるため、OEM側でのインテグレーションとバリデーションはより複雑になっていく。(右図)

背景⑤ バーチャル開発環境エコシステムの複雑化

バーチャル開発環境構築、運用に関係する団体によるエコシステムが複雑化している



マップベンダー、都市データベンダー、材料データ、シナリオデータ、シュミレーションツール、認証団体、OEM、Tier-1、等々、バーチャル開発環境構築、運用に関係する団体によるエコシステムが複雑化している。

Lv4以上の自動運転車の型式認証プロセスの確立を目的として、標準化活動が進められている

背景

- ①自動走行システムの開発評価検証フローの複雑化
- ②センサー数増加などによるシステムの複雑化
- ③想定バリデーションの組み合わせの肥大化
- ④車両開発エコシステムの変化
- ⑤バーチャル開発環境エコシステムの複雑化

標準化対象

1. 標準フォーマット

2. 標準評価・検証フロー

3. 標準開発プラットフォーム

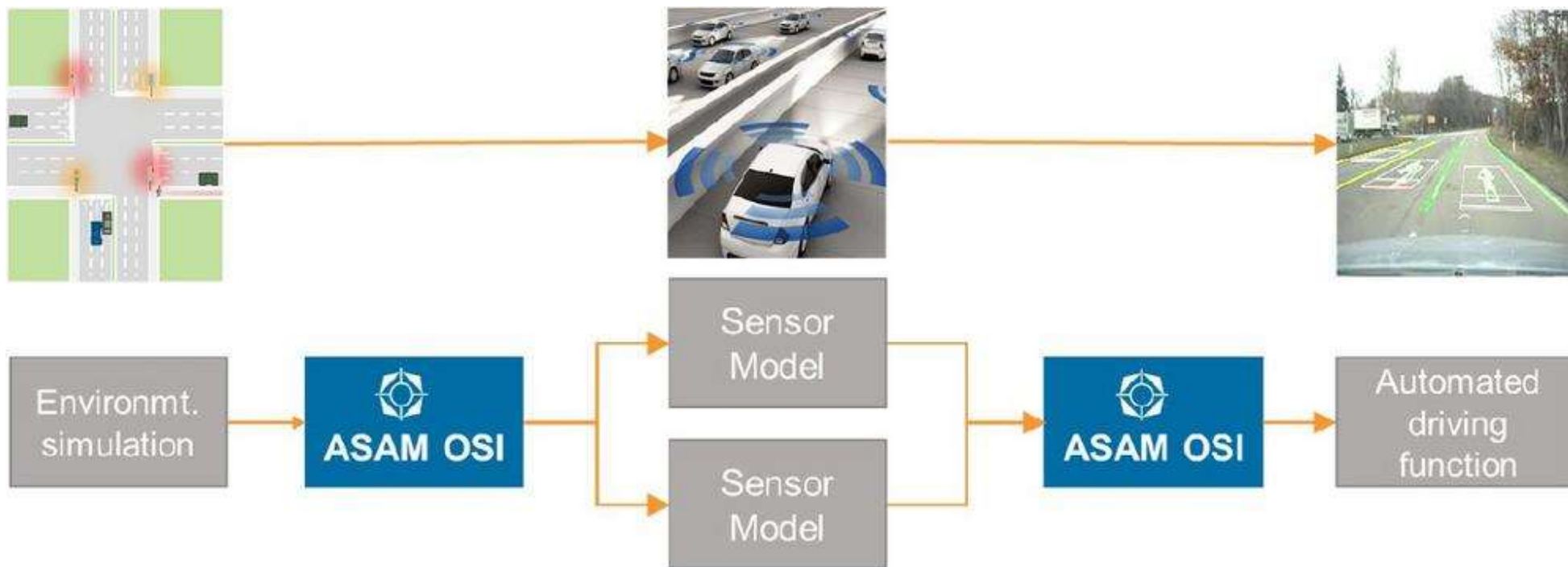
オープンプラットフォーム
フォーム化

目的

4. (Lv4以上) 自動運転車向け型式認証プロセスの確立

1. 標準フォーマット

OSIは、シュミレーターとセンサーモデル間の標準インターフェース



Fmiは、複数のシミュレーション・モデルを組み合わせて使うためのモデル間の標準インターフェース



FMI (Functional Mock-up Interface) は、複数のシミュレーション・モデルを組み合わせるメリットを得やすくする目的で、モデル間のインターフェースを標準化するために生まれた。
Daimlerが提唱し、2011年には規格化されており、ドイツ自動車業界を中心として広く使われている。



Engine with ECU



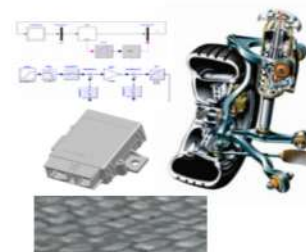
Gearbox with ECU



Thermal systems



Automated cargo door



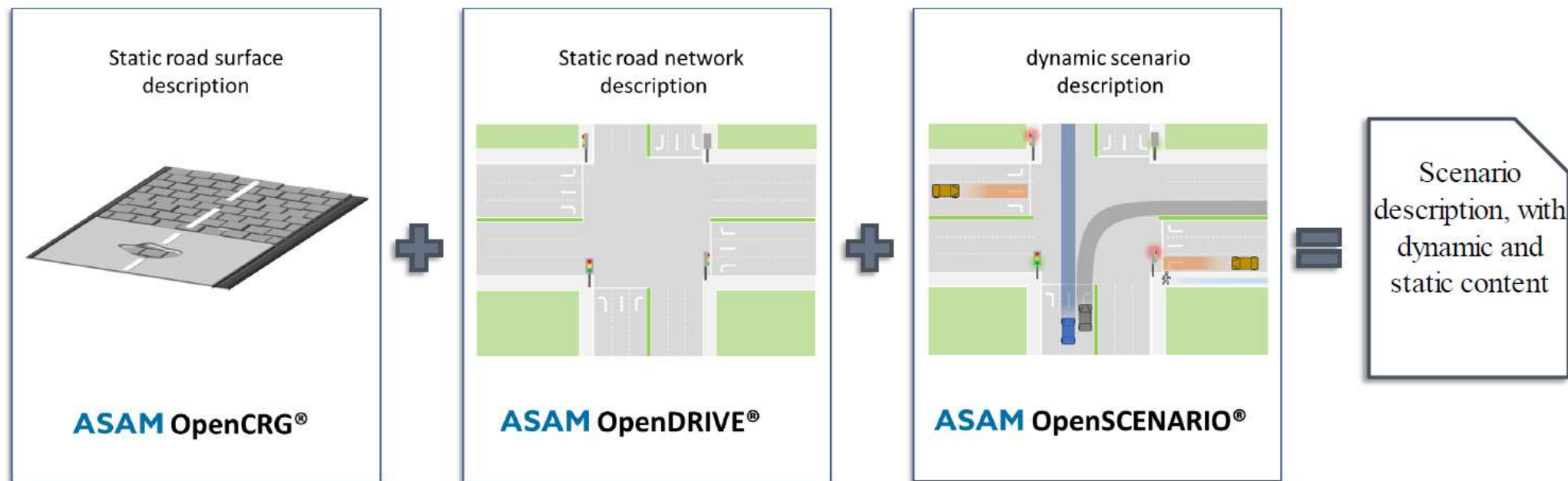
Chassis components, roadway, ECU (e.g. ESP)

etc.

functional mockup interface for model exchange and tool coupling

現在、OpenCRG/OpenDRIVE/OpenSCENARIOは、OpenXとしてASAMによって管理されている

OPEN X STANDARD OVERVIEW.

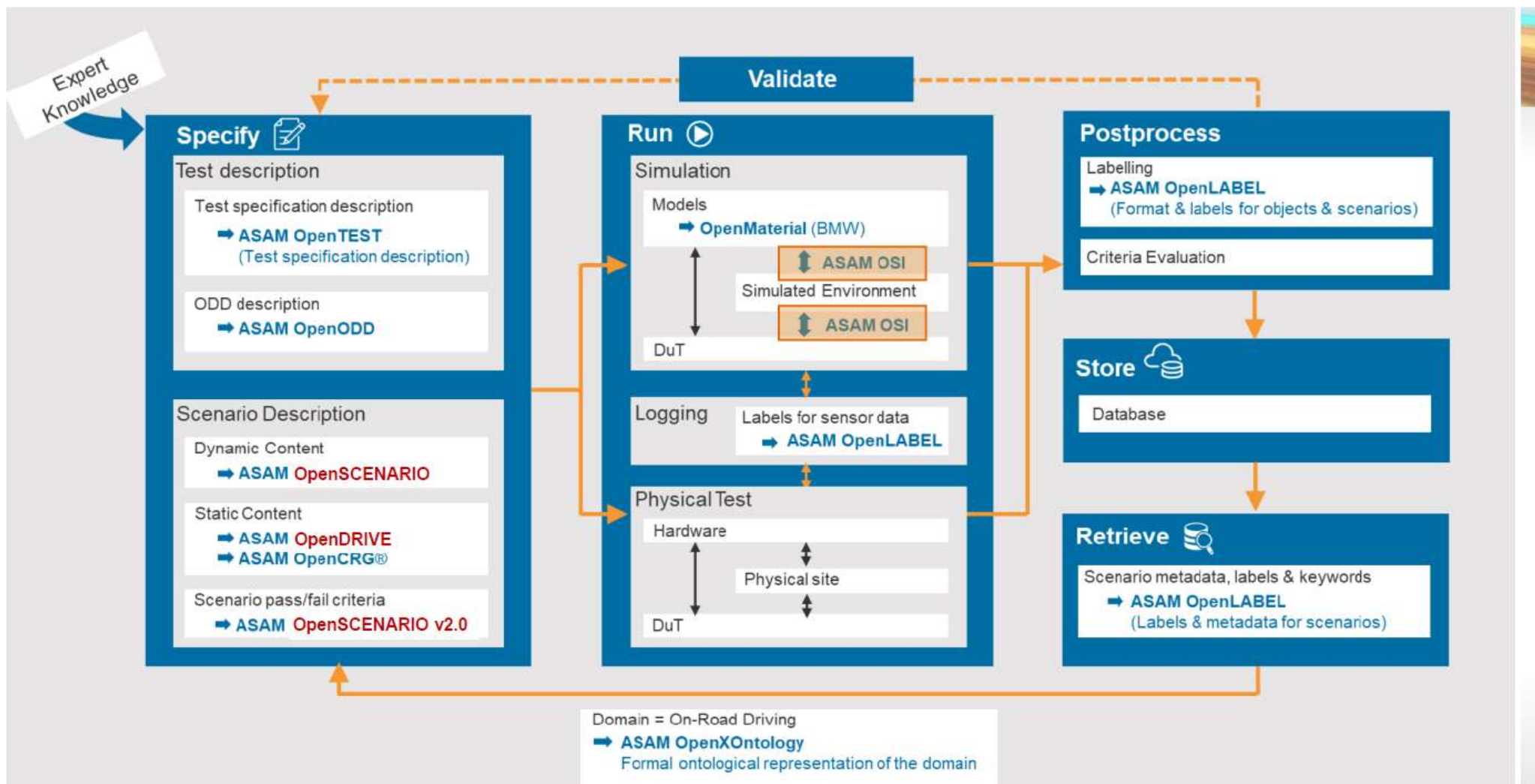


OpenDRIVEと組合せて使われる路上情報フォーマット。路上表面の情報(舗装、未舗装、等)の情報を記述できる。

XMLベースの道路の形状や傾斜、標識、レーンや交差点情報など様々な道路情報を定義できるオープンフォーマット。

ダイナミックな車両の挙動を記述するためのフォーマット

各種標準インターフェースを組み込んだバーチャル開発・検証フローが構築されている



2. 標準評価・検証フロー

テスト手法にはシグナルベースとシナリオベースがあるが、自動走行システムにはシナリオベースが主流

シグナルベース



- All relevant input signals have to be explicitly defined
- Generating test data may become cumbersome work
- Hard to test connected systems under realistic conditions

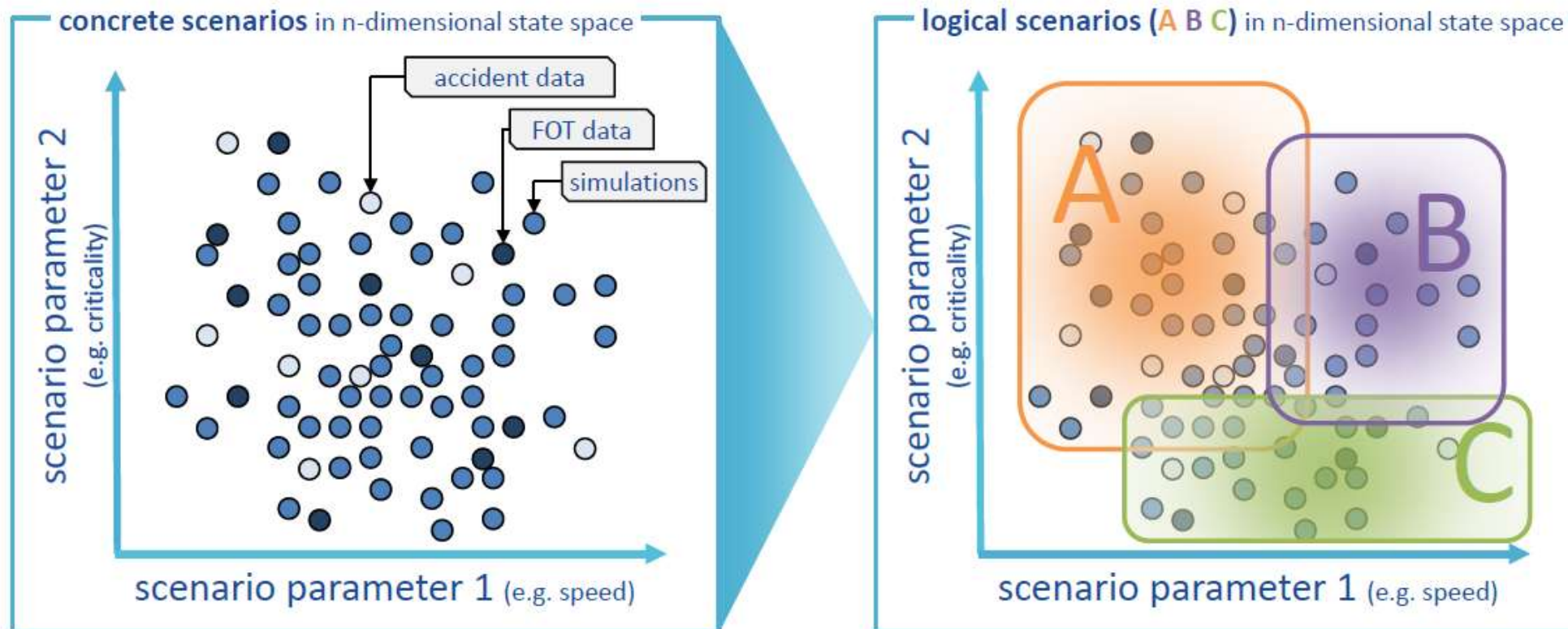
シナリオベース



- Input data is implicitly generated
- Definition of test cases is more intuitive
- Connected systems can be tested under realistic conditions:
 - Within the context of the whole vehicle
 - Considering interactions with the vehicle's surrounding

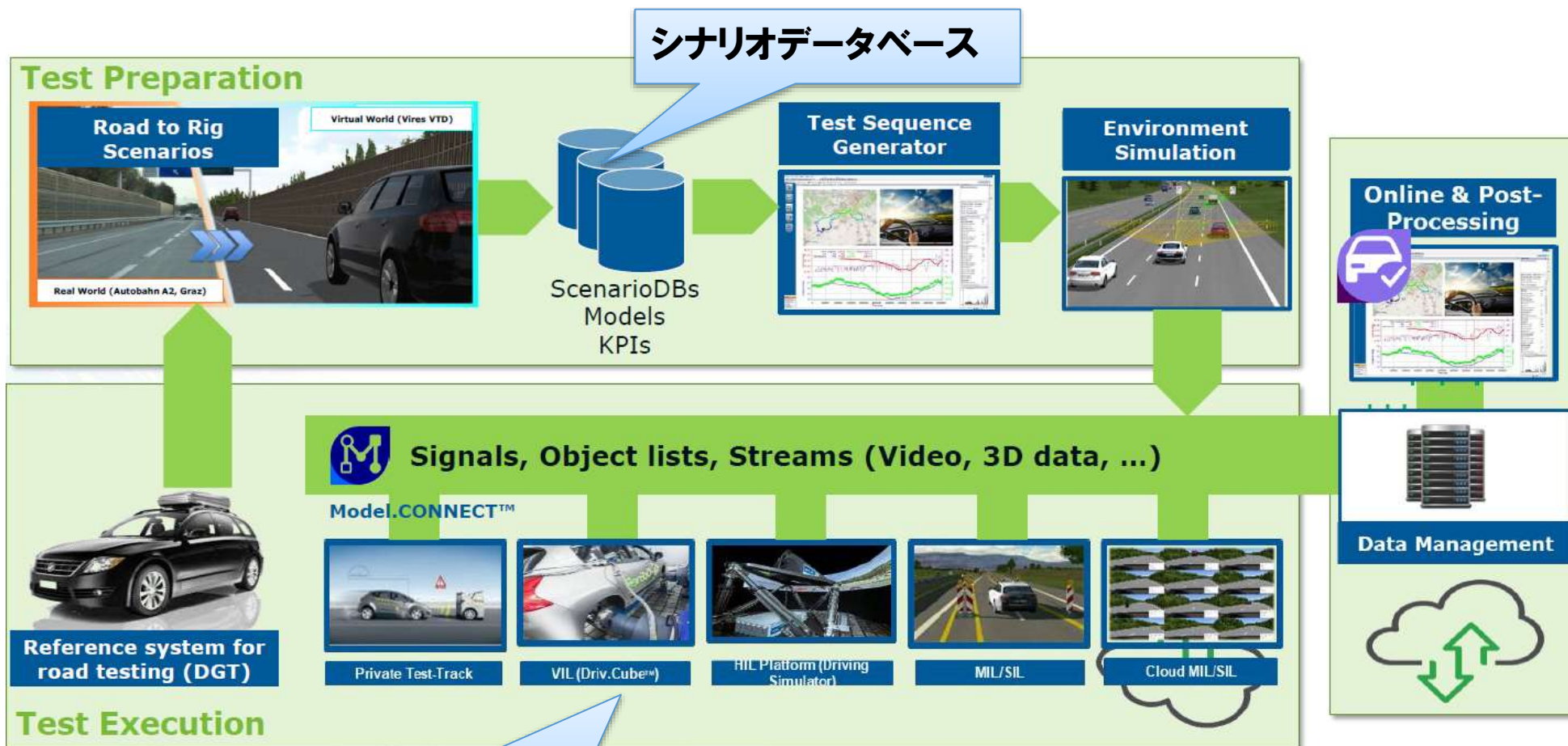
シグナルベースは単体テストには向いているが、複雑な自動走行システムのテストには、シナリオベースの方が現実的

シナリオベースでは、過去のデータのパラメータ分析をおこない、クリティカルなシナリオを見極めて検証する



シナリオベース・アプローチでは、これまでの事故情報、FOT、シュミレーションなどから、自動運転で想定されるシナリオの分析・分類分けをおこない、クリティカルなケースでのシュミレーションをおこなう環境を整備することを目的としている。

シナリオデータベースを核として、各種シュミレーションやテストコース/公道テストにシナリオを適用している



Confidential

Hannes Schneider, Markus Nager | 11 Dezember 2019 | 5

MiL/SiL/HiL/ViLシュミレーション
テストコース、公道テスト

シナリオ作成のベースは、過去の事故データベースやドライブ挙動の研究結果を活用している

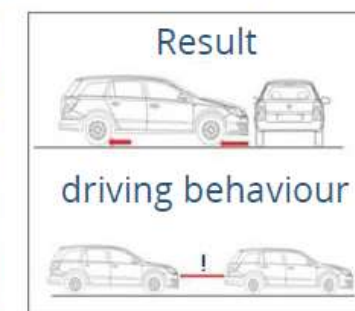
Manoeuvre-based Testing



Accident data



Naturalistic driving studies (NDS)



EuroNCAP



GIDAS
(ドイツ事故データベース)

<https://www.gidas.org/en/willkommen/>

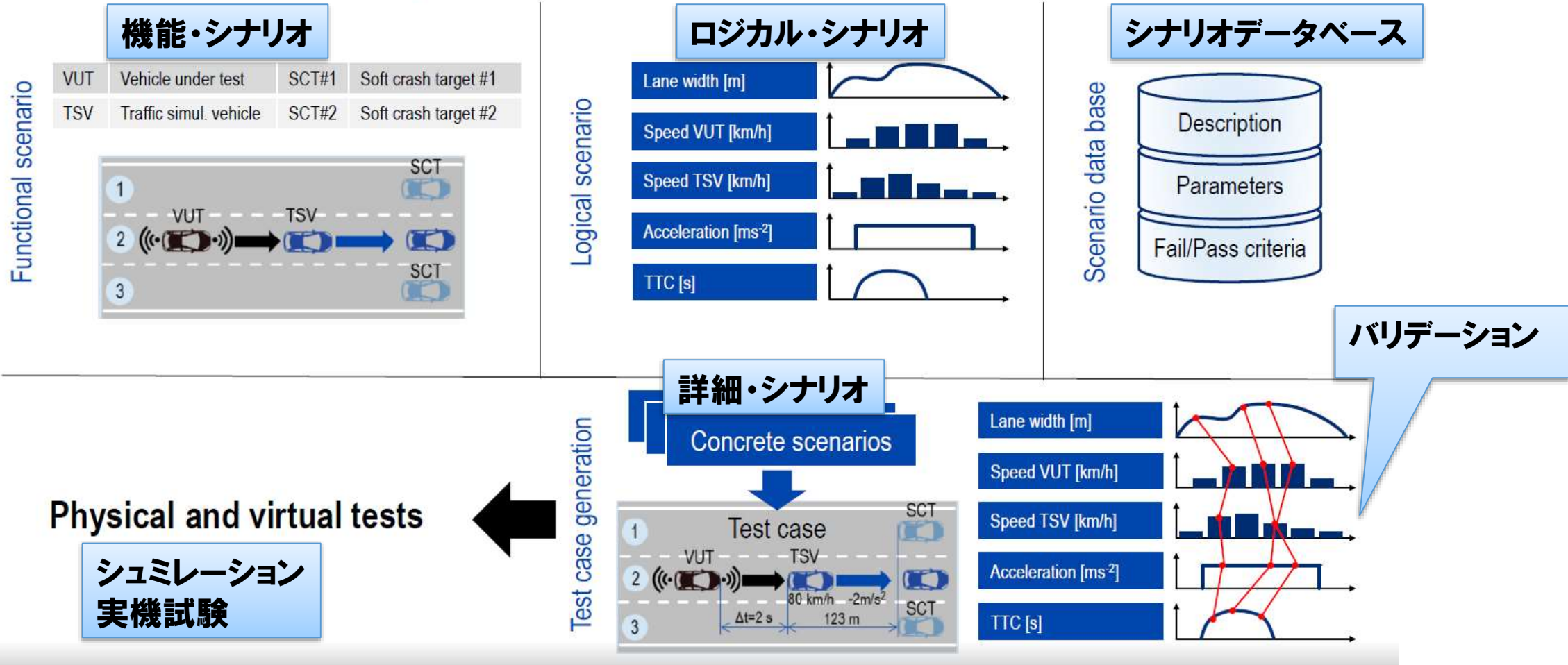


NDS
(Naturalistic driving studies)

<https://www.vufo.de/en/forschung-und-entwicklung/naturalistic-driving-study-nds/>

機能、ロジカル部分がデータベースに保管され、バリデーションをかけて詳細シナリオとしてSimに使われる

From scenario description to the real test



現実的な自動走行システム検証にはバーチャル、ミックス、リアルで想定シナリオ数を減らす必要がある

バーチャル

ミックス
(バーチャル&リアル)

リアル



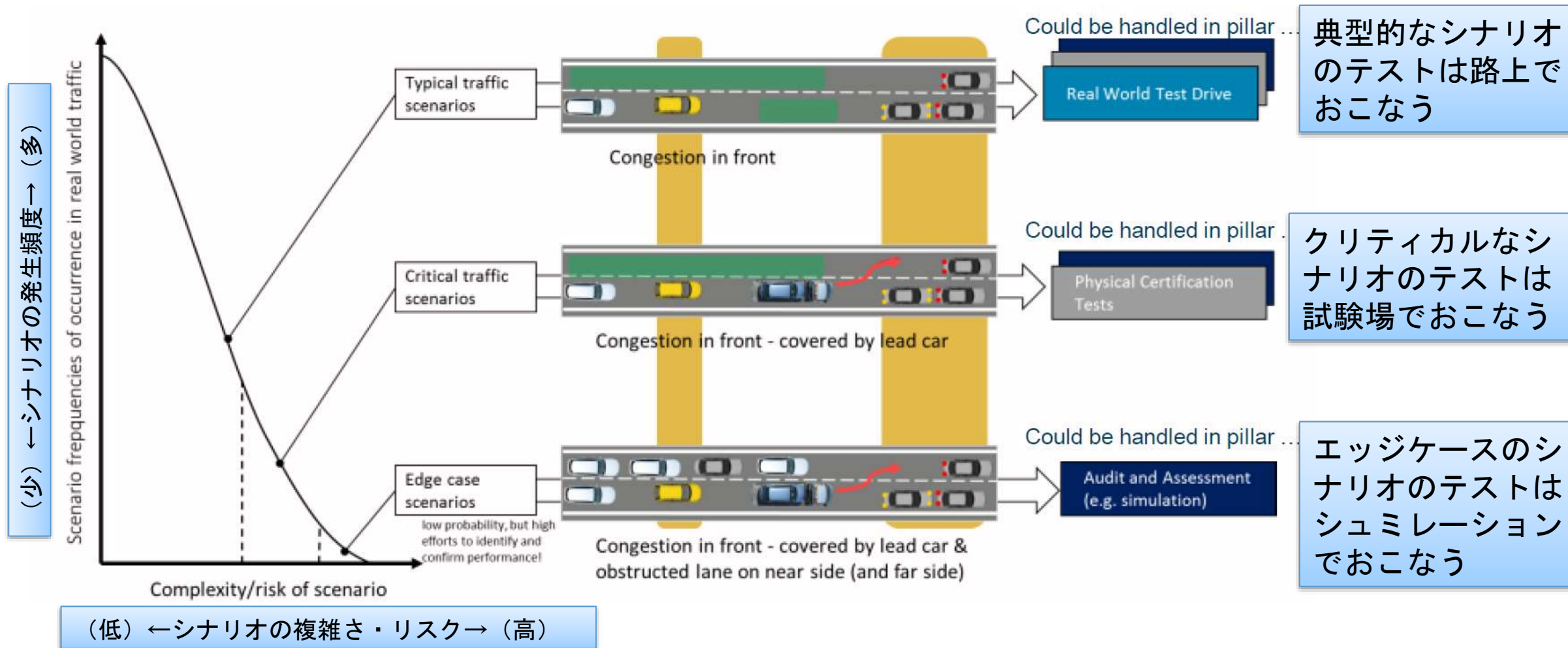
検証可能なシナリオ数

~1M (?)
(検証用システム性能に依存)

1K~10K

10~100

シナリオのリスクと発生頻度に応じて、路上/試験場/シュミレーションでのテストを使い分ける



Pegasusでは高速道路130km/hまでのLv3自動運転車の認証基準策定を目的にしていた

PEGASUSプロジェクトは、ドイツ経済エネルギー省 (BMWi) がメインのスポンサーの自動運転の認証プロセス標準化の活動。2016年1月から2019年6月20日までの3年半の予定で総額34.5Mユーロ (約43億円) の予算をかけておこなわれた大規模なプロジェクト。ドイツの主なOEM、Tier-1の他、認証機関であるTUVも参加している。

42 Month 2016 January 1st – 2019 June 20th

17 Partners

12 Subcontractors i.a. IFR, ika, OFFIS

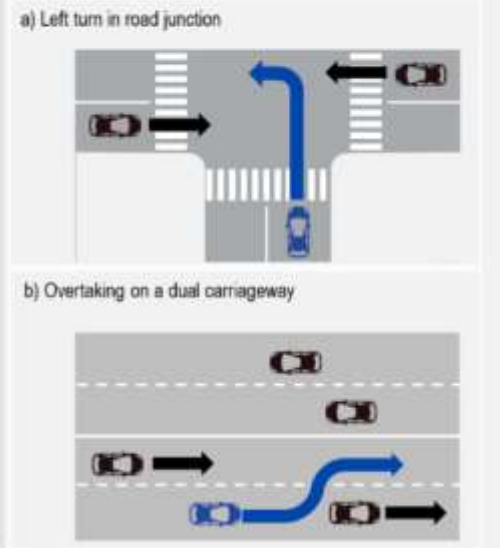
Projects budget ca. 34.5 m. EUR, funding 16.3 m. EUR

Personnel planning ca. 1,791 person month that is 149 person years

What is a scenario?

	perception	I percept things
	interpretation	I understand what I see
	reasoning	I know what to do
	acting	Will accelerate and turn left
	executing	Engine accelerating, steering assistance is on

A scenario is a description of a driving situation



When using scenarios



How safe is safe enough and how can we verify that it achieves the desired performance consistently? ...by introducing a **Scenario Based Method** to Assess Highly Automated Driving Functions

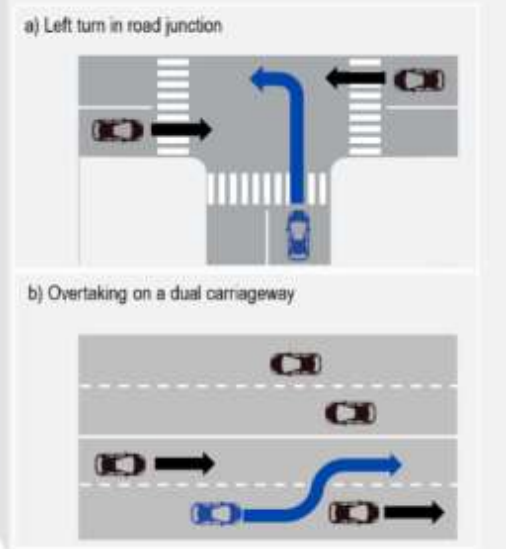
EU各国や日本などでシナリオベースアプローチによる自動運転システム検証の研究が進んでいる

シナリオベースアプローチ

What is a scenario?

	perception	I percept things
	interpretation	I understand what I see
	reasoning	I know what to do
	acting	Will accelerate and turn left
	executing	Engine accelerating, steering assistance is on

A scenario is a description of a driving situation



When using scenarios



EU



<https://www.enable-s3.eu/>

ドイツ



<https://www.pegasusprojekt.de/en/home>

UK



<https://ts.catapult.org.uk/innovation-centre/cav/cav-projects-at-the-tsc/musicc/>

フランス



<https://www.irt-systemx.fr/en/projets/sva/>

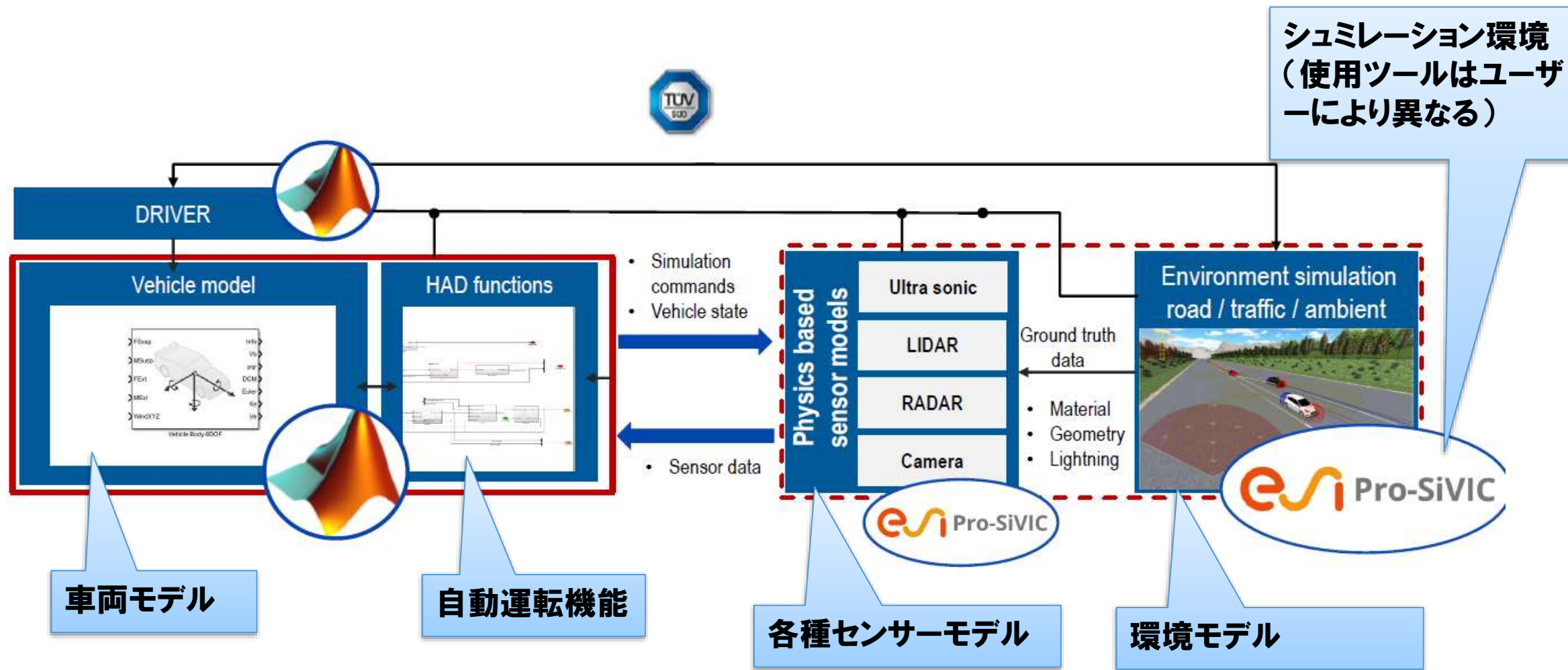
日本



<http://www.jama.or.jp/>

3. 標準開発プラットフォーム

バーチャル開発環境のPFは、車両/センサー/環境モデル、自動運転機能記述、Sim環境等から構成される



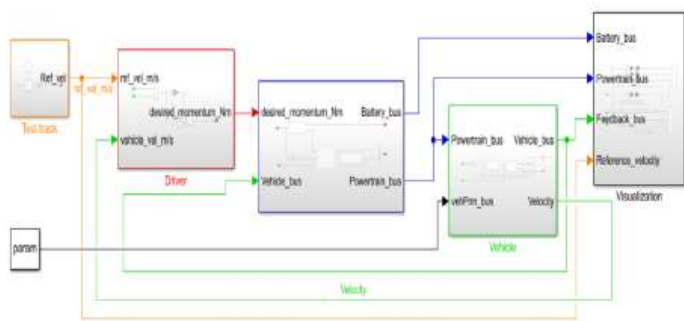
モデルや機能は標準化のされているものもあるが、各社の内部のノウハウで運用されている部分が多い

車両挙動モデル

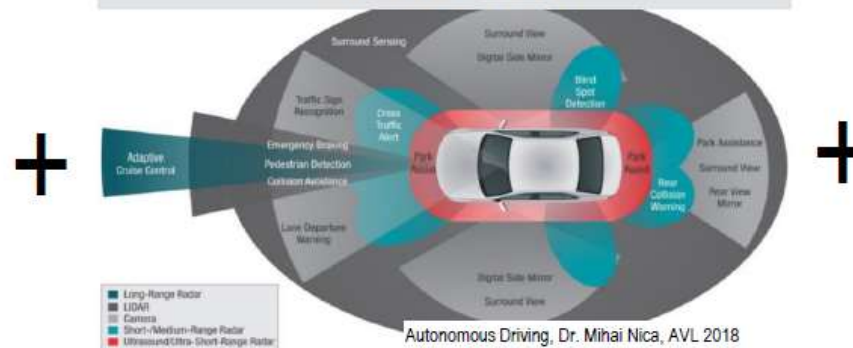
センサーモデル

ADAS機能

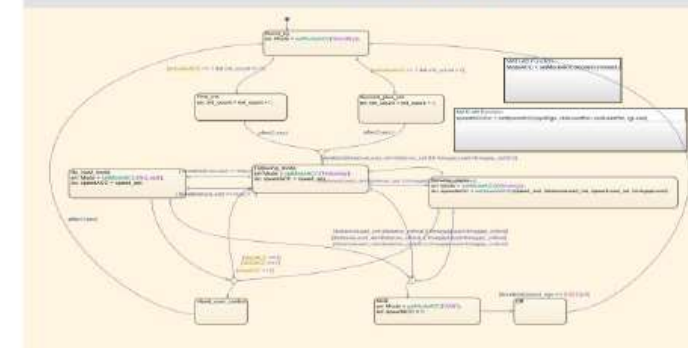
Vehicle dynamics model



Sensor model



ADAS function



ISO Standards, internal knowledge

Internal knowledge

NCAP, ISO Standards, int. scenario database

Field of view test
Harsh weather conditions

ACC and AEB

ISO標準、内部ノウハウ

内部ノウハウ

NCAP、ISO標準
内部シナリオデータベース

バーチャル開発環境のノウハウをシェアするasc(sと環境を提供するenvitedが立ち上がっている

asc(s

Automotive Solution Center for Simulation

<https://www.asc-s.de/en/>



<https://www.envited.market/>

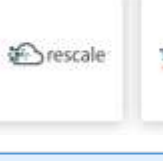
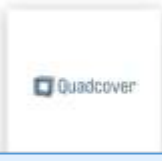
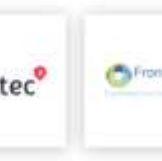
OEMs



Hardware manufacturer (IHVs)



ISVs



ドイツ系OEMが中心となって、自動車のバーチャル開発環境のツールチェーンやモデル、開発ノウハウをシェアする”asc(s”と呼ばれる非営利団体とオープンプラットフォームとなる環境を提供する”envited”が立ち上がっている

4. 自動運転車向け型式認証プロセス

Lv4以降はドライバーが運転に関与しないため、車両(自動走行システム)への認証手法の確立が必要

The five stages of autonomy



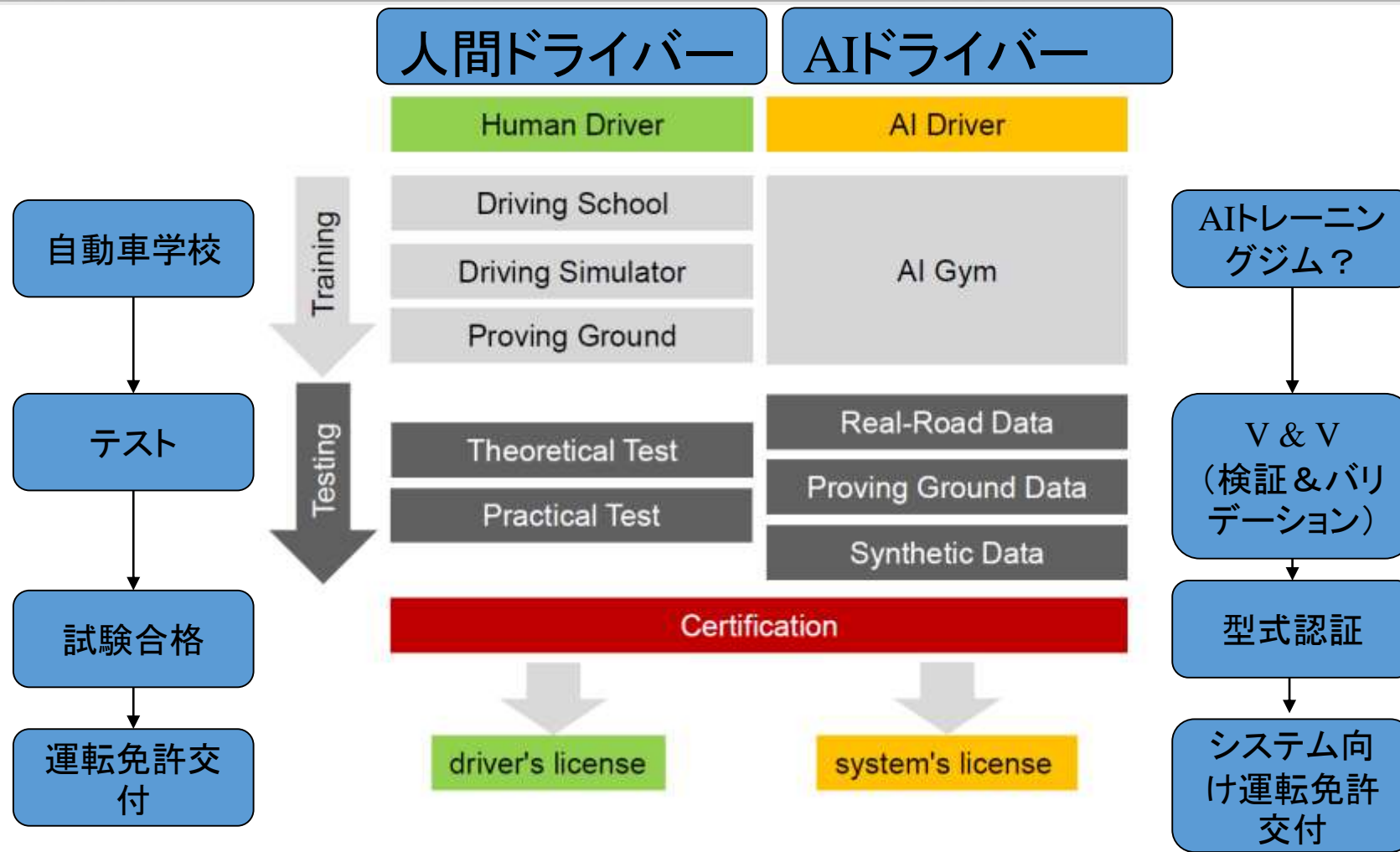
Sources: Evercore ISI, SAE International

Level4 以降は、免許は誰に与えるべきなのか？

AIドライバー(自動走行システム)？

では、AIドライバーの免許試験の基準は？

Lv4自動走行システムでの運転者であるAIドライバーに運転免許をあたえるのはどうしたらいいか？



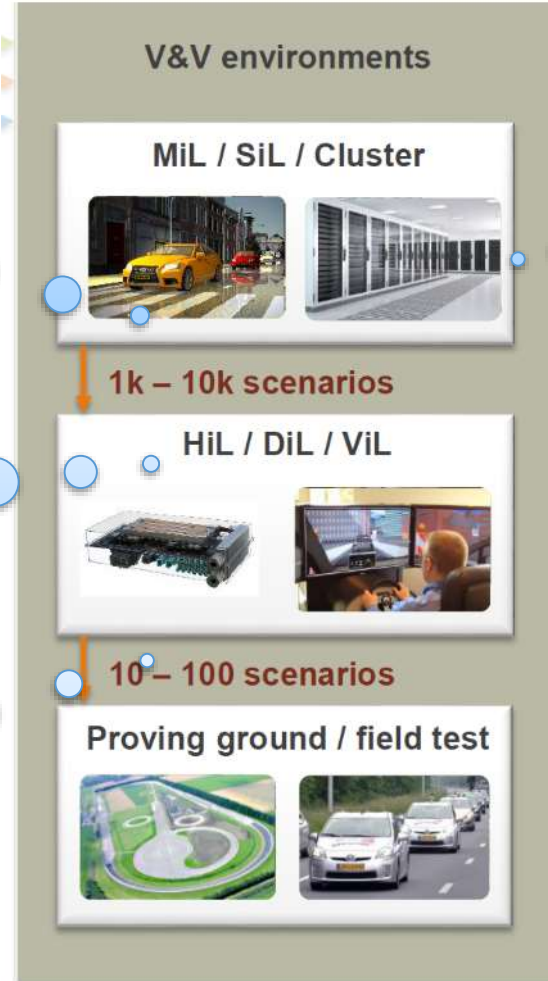
自動走行システムに免許をあたえる試験内容(基準)はどう定めるべきなのか？

自動運転の型式認証の大まかなフローはある程度固まっているもの、具体的なクライテリアが定まっていない

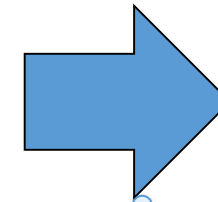
バーチャルシミュレーションに必要なモデルの品質確認は？

バーチャル検証用のフローと使用ツールはなに？

各ステップで必要なシナリオ数とその中身は？



適用モデルの認定はだれがどのようにおこなう？



Lv3以上の自動走行システム車両の認定試験はどこで誰がどのようにおこなう？

Certification - Homologation



認定は地域限定？各地域によって基準が異なる？

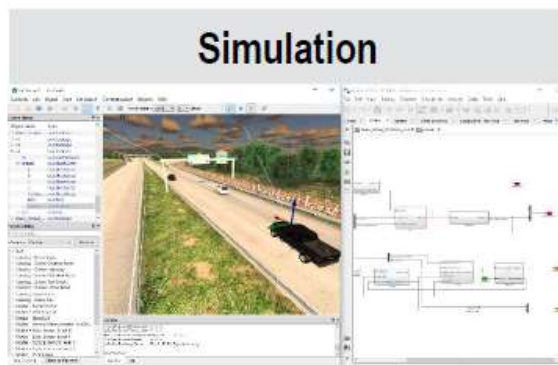
バーチャル環境、一部実機、車両、と使用する段階に応じて、適用するシナリオが異なる

シュミレーション
(完全バーチャル)

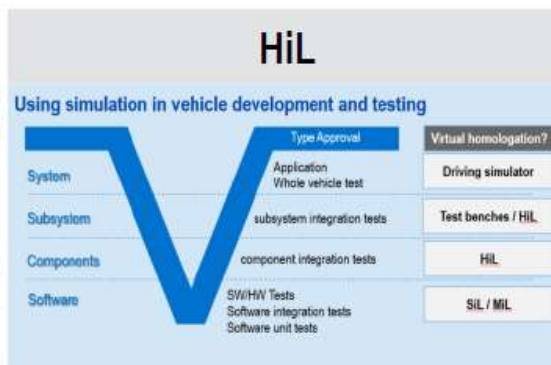
xiL (MiL, SiL, HiL, ViL)
(一部、実機)

試験コース
(車両)

路上試験
(車両)



Simulation



HiL



Proving ground tests



Field tests



シナリオ数

多

小

自動運転車向けの型式認証は、SimからxiL、テストコース、路上試験、という流れになり、進むに従って、適用されるシナリオ数が減っていくことになる。

複雑さとカバレッジ、また、実機と仮想によって適用するべきシナリオとバリデーシンの幅が異なる

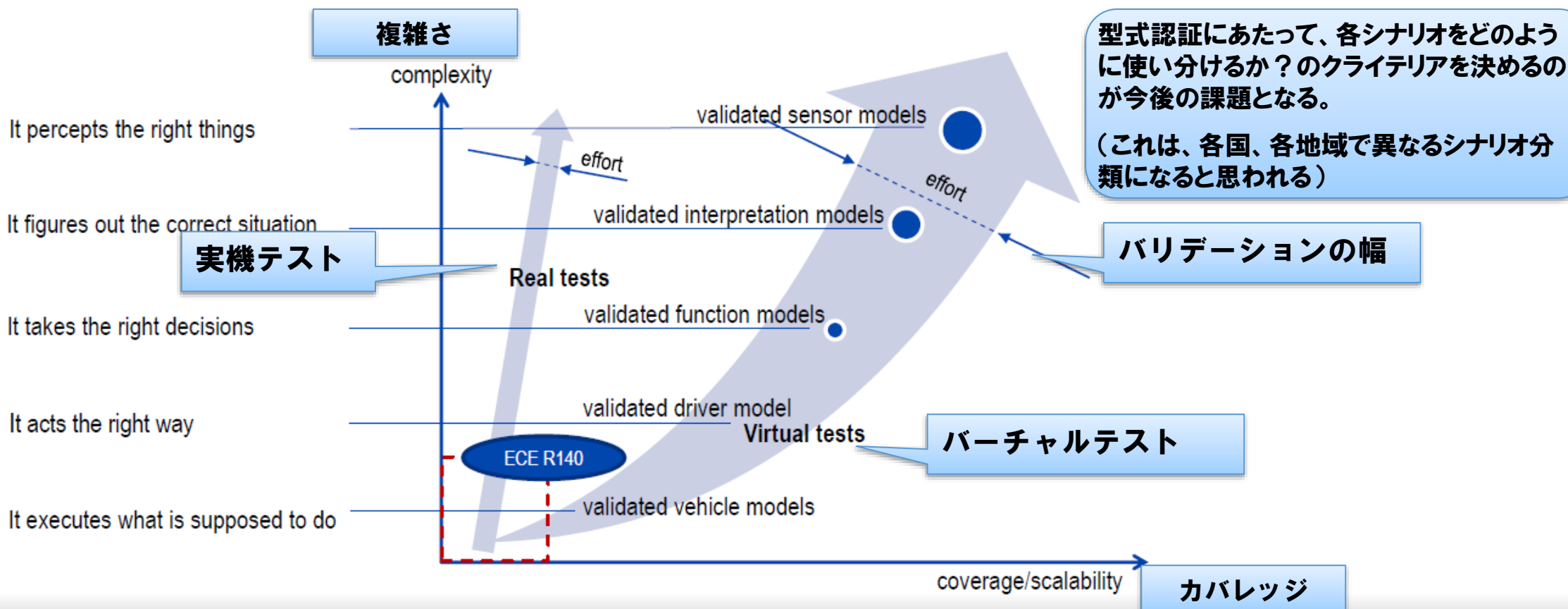
Vehicle variant complexity
Increasing active systems



Not coverable by physical testing

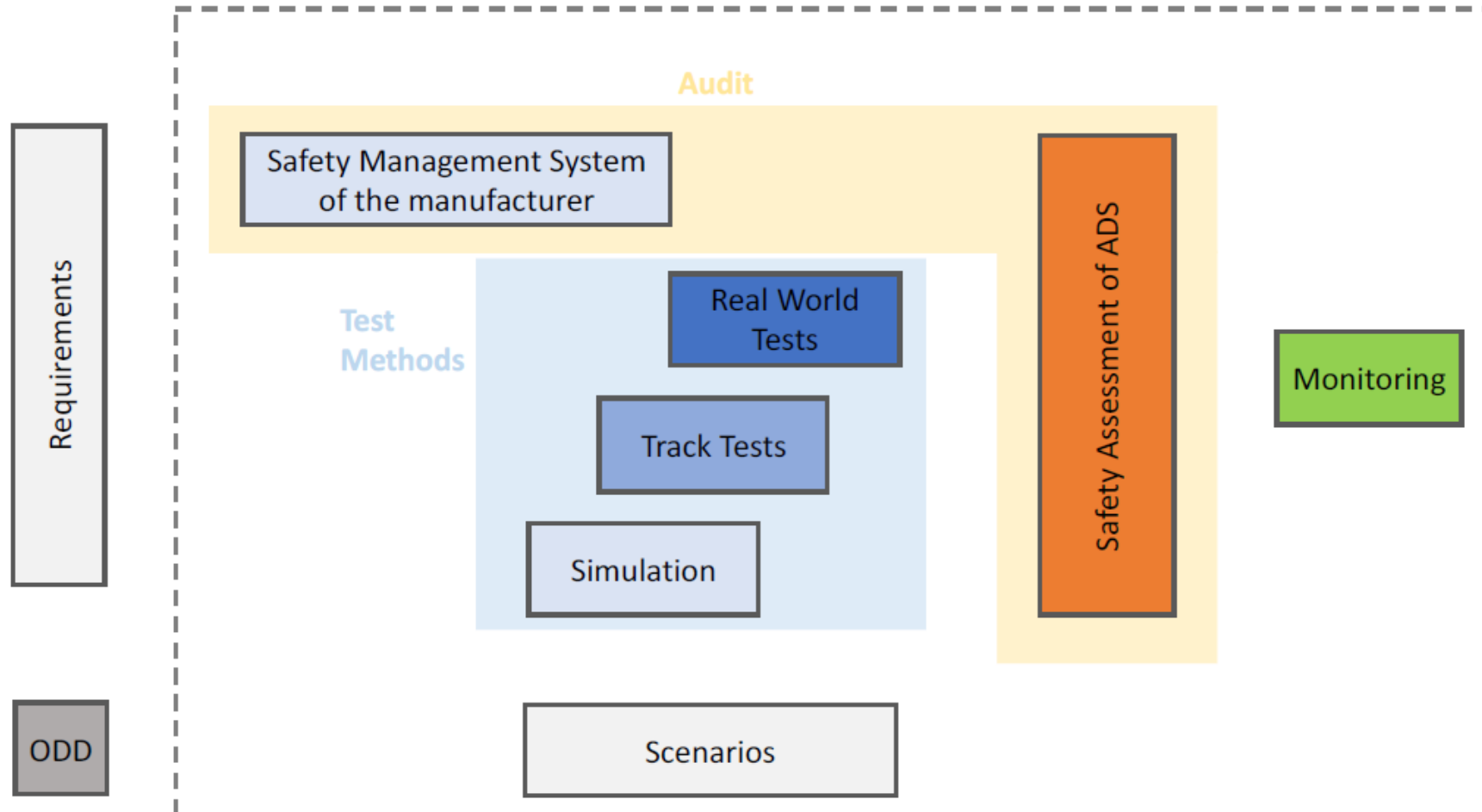


Highly relevant for ADAS



(LV3/4以上の)自動運転システムの型式認証の流れ(概要案)

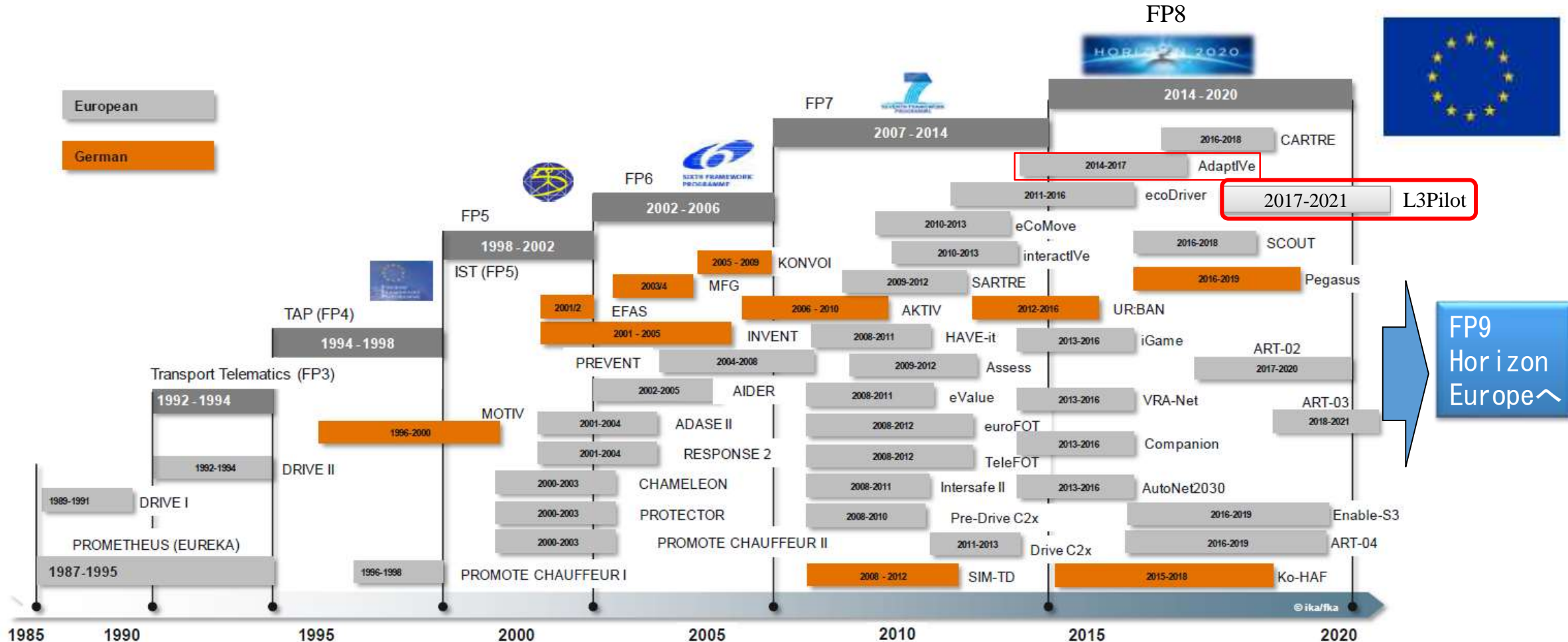
シュミレーション、試験場、路上での各シナリオのテスト結果を踏まえて、型式認証が行われる見込み



EU自動運転関連コンソーシアム

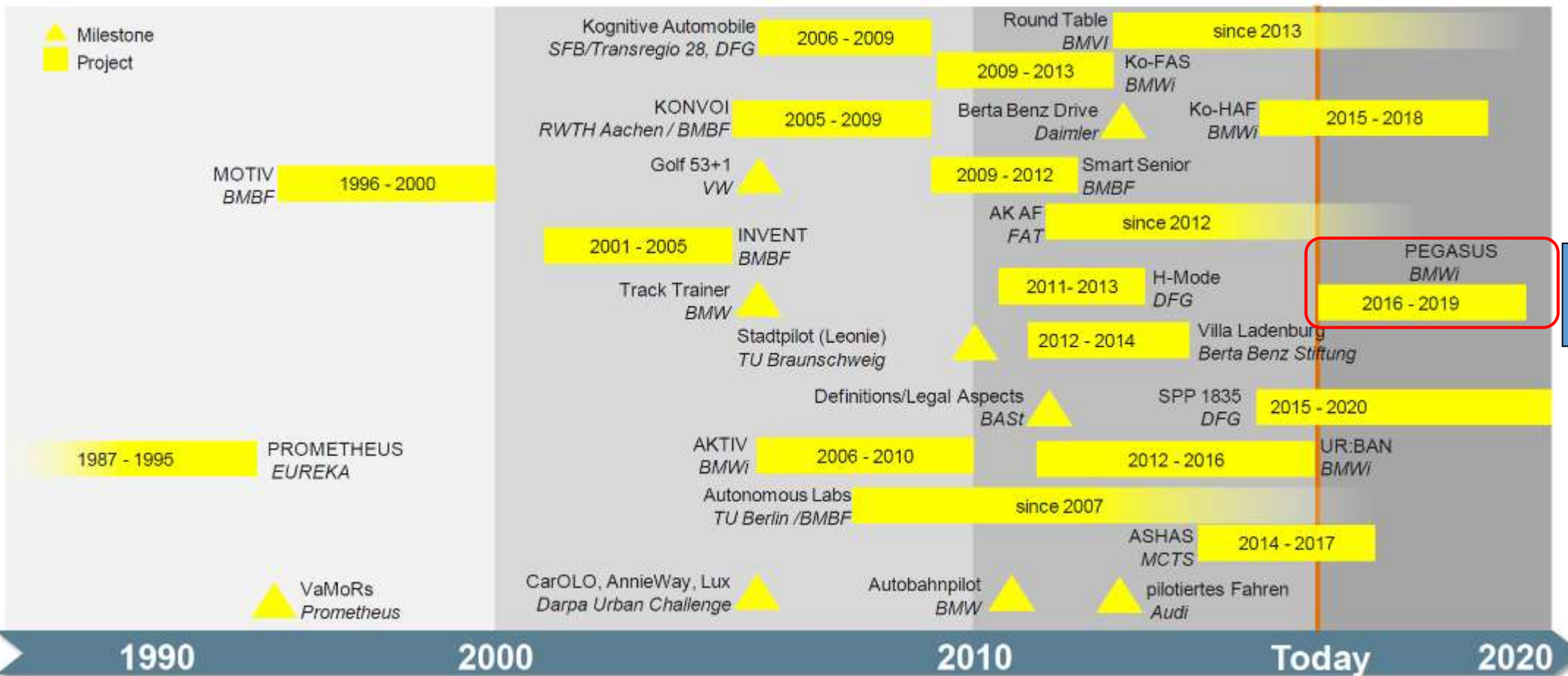
EU自動運転関連プロジェクトの歴史

EUのファンドによる自動運転につながるプロジェクトの歴史は長く、1985年から始まっている。それぞれの活動は、FP (Framework Program) と呼ばれるEUの産業振興プログラムの枠組みの中で進められており、現在は、HORIZON2020 (FP8) により2020までの予定で、各種のコンソーシアムが活動している。



ドイツ自動運転関連プロジェクトの歴史

ドイツにおいても、1987年から多くのコンソーシアムでADAS、自動運転に関する課題に取り組んでいる。



V&V Method Set Level 4to5

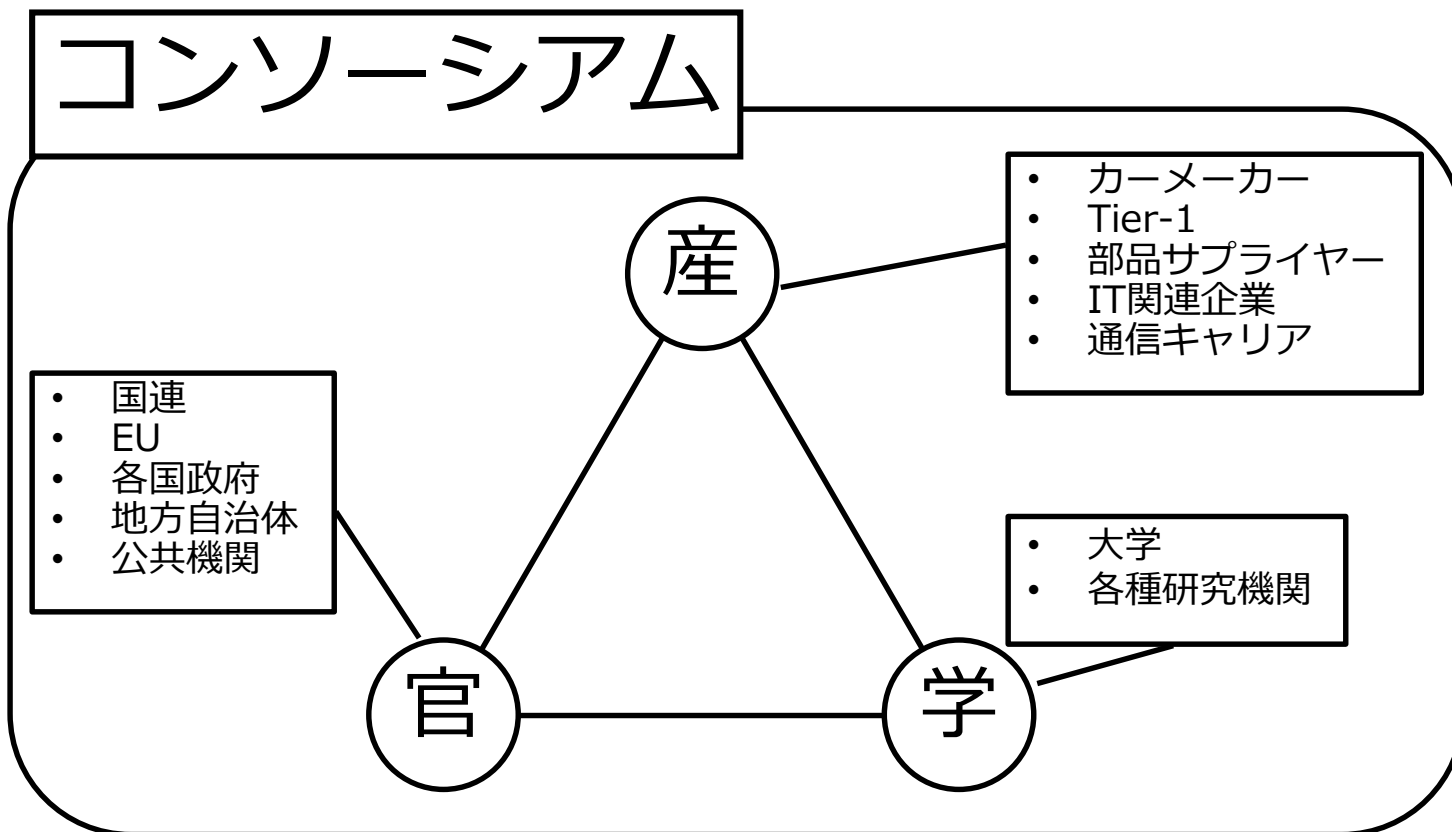
非競争領域の先行開発をコンソーシアムで共同開発し、プラットフォーム、ガイドライン等を策定（後の規格化を意識）

非競争領域の共同研究開発



各OEM、Tier-1、
その他のステークホルダー

競争領域の研究開発



- **特徴**
 - 目的、期間、アウトプットが明確
 - 標準化、規格化を見据えた活動
 - 参加団体には活動に対する貢献が求められる
 - 成果はオープンに発表される
- **利点**
 - 研究開発費の削減
 - 英知を集結したベストプラクティスの創造
 - 標準化・規格化を見越した先行製品開発
 - 政府機関の後ろ盾による法規制への影響力

VVMでは、一般道向け自動運転Level4/5を対象としたV&V (Verification & Validation) の手法確立を目指す (Pegasusでは、Level3自動運転、高速道路(Max 130km/h)を対象としていた)

48 months

July 1, 2019 – June 30, 2023

23 partners

- OEM: BMW (lead), Audi, Daimler, Ford, Opel, Volkswagen
- Tier 1: Bosch (lead), Continental Teves, Visteon, ZF, Valeo
- Other industry: AVL, PROSTEP, DSPACE, TÜV-SÜD, (sub: understand.ai)
- Certification: TÜV-SÜD, BAST
- Scientific institutes: DLR, Fraunhofer, FZI, OFFIS, RWTH Aachen, TUBraunschweig, TUDarmstadt, OFFIS



(参考) 関連コンソーシアム活動 [2/3] SET Level 4to5(独)

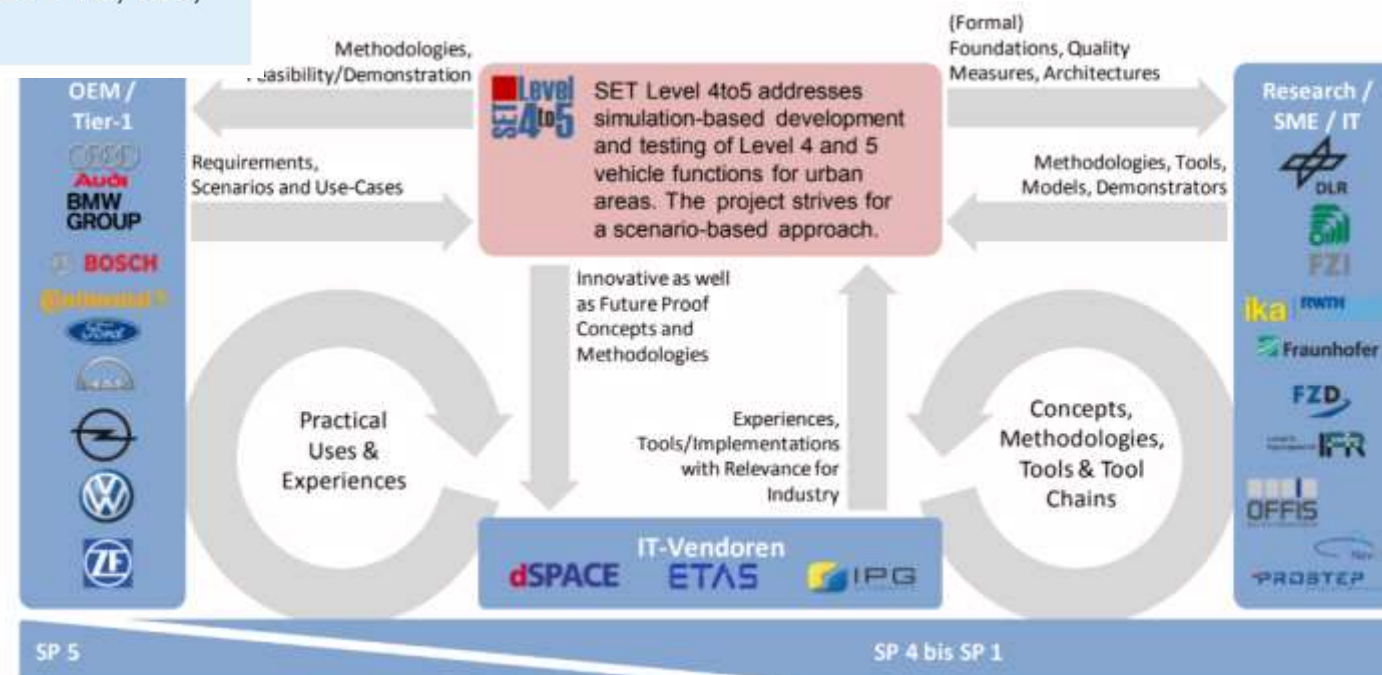
SET Level 4to5では、一般道向けLevel4/5を対象としたバーチャル評価環境の確立を目指す

42 months

March 01st 2019 – August 31st 2022

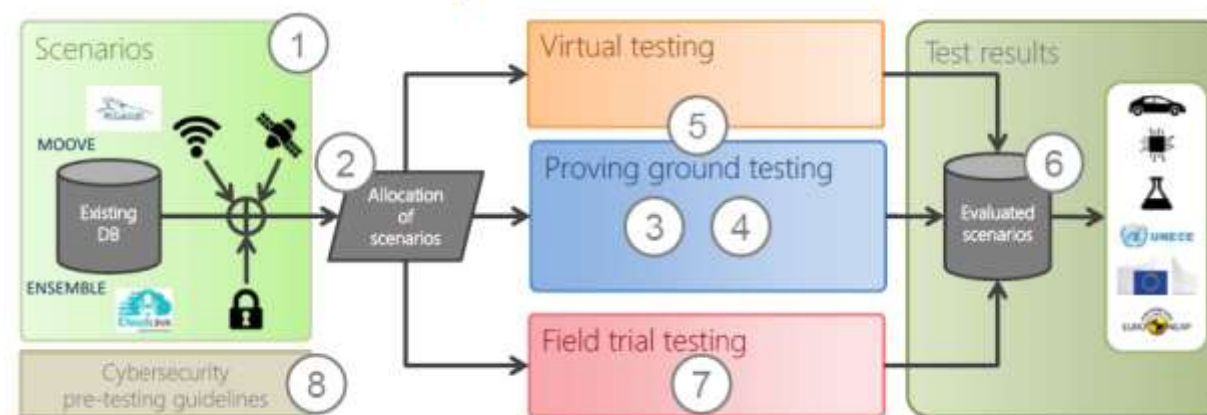
23 partners

OEM: Audi, BMW, Ford, MAN, Opel, Volkswagen
Tier 1: ADC, Bosch, ZF
SME: IPG, PROSTEP
IT: ETAS, dSpace
Scientific institutes : DLR, FZD, LBF, FZI, OFFIS, Ika, IfR



HEADSTATでは、自動運転システム機能のテストとバリデーション手法の定義づけを目的としている

- ✓ Call identifier: ART-01-2018
- ✓ Type: RIA
- ✓ Duration: 01.2019 – 12.2021 (36 months)
- ✓ Budget: 6M€
- ✓ Consortium: 17 partners
- ✓ Coordinator: Applus IDIADA, Mr. Álvaro Arrúe, Project Manager



(考察) 自動運転バーチャル開発環境
関連ビジネス

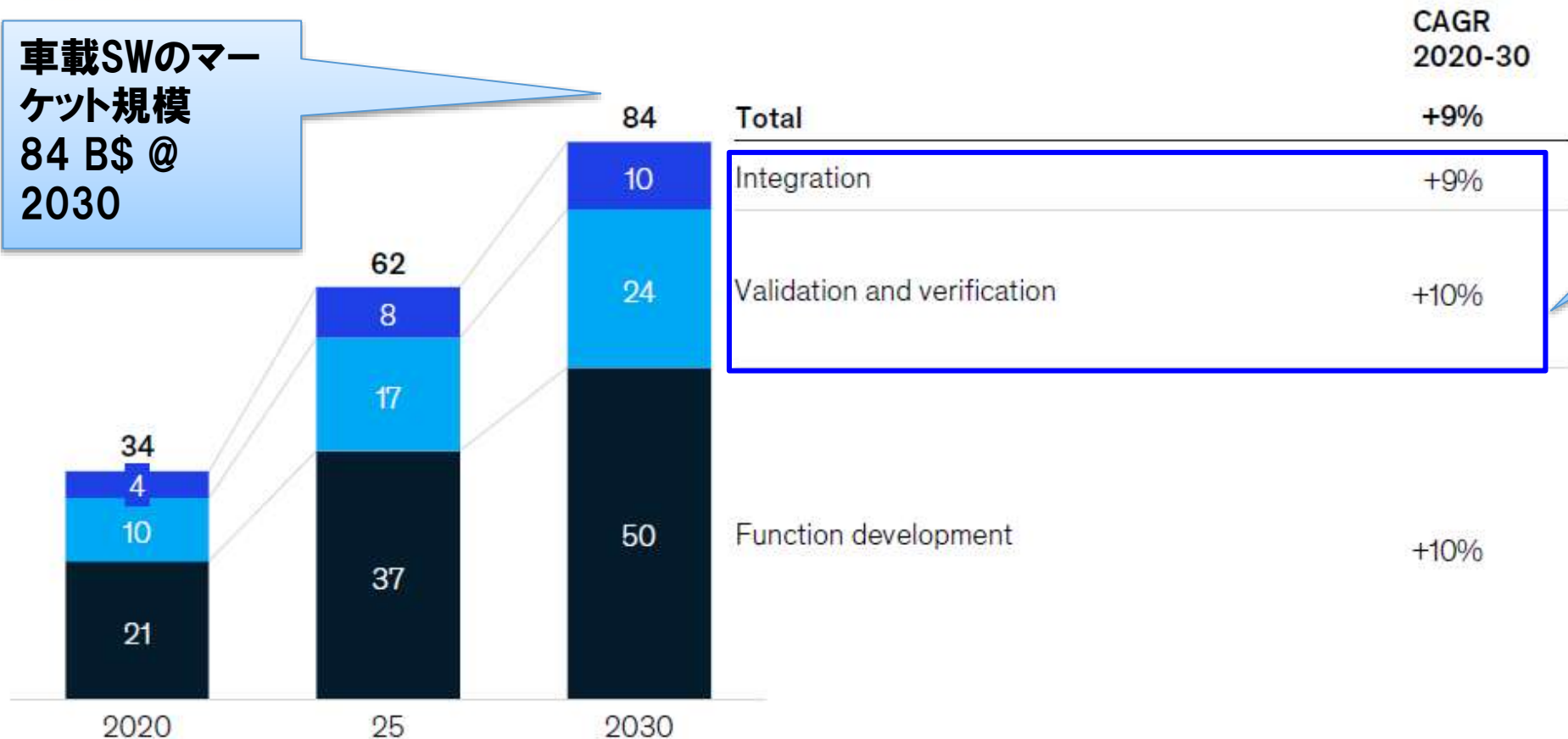
車載SW市場規模推移予想 (2020-2030) [項目別]

2030年に車載ソフトウェアのマーケット規模は84B\$ (約8.4兆円)規模になるとみられている

Split of SW market into SW development, integration, and validation/verification

USD billions

車載SWのマーケット規模
84 B\$ @
2030



機能開発向けだけでなく、インテグレーション、バリデーション/検証の市場規模も同様に伸びていく

マッキンゼー社 調査統計より

フレームワークの各カテゴリー別にビジネスモデルを考察する

① バーチャル

シュミレーション、MiL、SiL、等



② ミックス (バーチャル&リアル)

HiL、ViL、ドライブシュミレーター、等



③ リアル

FoT (実証実験)、公道テスト



④ モデリング

Map、
センサー



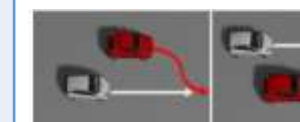
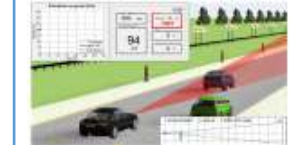
⑤ テスト 手法

シナリオ
ベース



各カテゴリー別の想定ビジネスモデルの例を以下にあげる

カテゴリー	ビジネスモデル
①バーチャル	検証用ツール類の販売、サポート ツールチェーンの構築、サポート
②ミックス	xiL (MiL/SiL/HiL/ViL) 用測定機器の取扱販売、サポート
③リアル	走行データベース構築、検証用3D-Mapデータ作成・タグ付け
④モデリング	センサー、ドライバーモデルの開発、販売、サポート
⑤テスト手法	シナリオデータ分析、シナリオデータベース構築
⑥その他	システム評価業務請負、コンサルティング、ツールチェーン提案 日本環境へのローカライゼーション



まとめ

