

自動運転の安全性論証の方策と法制化・標準化

～独PEGASUSファミリのその後と最新国際動向をめぐる日本の戦略～

Framework Document

日本の動向

ドイツの動向

国際的な議論

自動車技術会 共同研究センター「新たなモビリティ社会に向けたイノベーションガバナンス検討委員会」幹事
(株)デンソー 菅沼 賢治

自動運転の安全性論証の方策と法制化・標準化

～独PEGASUSファミリのその後と最新国際動向をめぐる日本の戦略～

Framework Document

日本の動向

ドイツの動向

国際的な議論

WP29国連法規

~Framework Document~ (ECE/TRANS/WP.29/2019/34/Rev.1)

Technical provisions and/or guidance and resolutions for automated/autonomous vehicles shall be conducted within the contexts of both the 1958 Agreement and 1998 Agreement.

3. Safety Vision/安全ビジョン (抜粋)

7. 自動化/自動化車両によって確保される安全レベルは、**「自動化/自律走行車は許容できないリスクを引き起こさない」**、すなわち、自動化/自動化車両システムが、その**自動化モード ([ODD/OD])**の下で、**合理的に予見可能で予防可能な、死傷に帰着するいかなる交通事故も引き起こさないこと**を意味する。この原則に基づいて、このフレームワークは安全を確保するために考慮すべき一連の車両安全トピックスを設定する。

7. The level of safety to be ensured by automated/autonomous vehicles implies that **“an automated/autonomous vehicle shall not cause any non-tolerable risk”**, meaning that automated/autonomous vehicle systems, **under their automated mode ([ODD/OD])**, **shall not cause any traffic accidents resulting in injury or death that are reasonably foreseeable and preventable**. Based on this principle, this framework sets out a series of vehicle safety topics to be taken into account to ensure safety.

Annex Table 1 Detailed WP.29 work priorities related to automated/autonomous vehicles

タイトル	作業内容の説明/ECE/TRANS/WP.29/ 2019/2	対応する原則・要素
自動/自律運転車の機能要件 ⇒ Document5 (FRAV)	この作業項目は、運転のための異なる機能、すなわち、縦方向制御 (加速・制動・車速)、横方向制御 (車線規律)、環境監視 (ヘッドウェイ、サイド、リア)、最小リスク操作、移行要求、HMI (内外の) および運転者監視の組合せのための機能要件をカバーすべきである。この作業項目は、機能安全の要件もカバーする必要があります。	a. システムの安全性 b. フェイルセーフ応答 c. HMI/オペレータ情報 d. OEDR (機能要件)
アセスメント・評価・試験方法 ⇒ NATM (VMAD)	マルチプレイヤーの概念: 監査、シミュレーション、電子システム準拠、デジタルアイデンティティ、テストトラック、実世界の運転評価。この作業項目は機能的安全性の評価も含むべきである。	d. 評価方法 f. システムの安全性の検証 (CELを含む)
サイバーセキュリティと (OTA) ソフトウェアアップデート	サイバーセキュリティ専門調査会 (OTA) の活動 (TF CS/OTA) 進行中。アプローチに関する勧告案 (技術要件案に基づいて)。	g. サイバーセキュリティ h. ソフトウェアのアップデート
自動運転車 (DSSAD) のためのデータ記憶システム	DSSADは自動運転車 (事故記録等) 用です。この作業項目はGRVAとACSFのIWG での議論を考慮すべきである。詳細なデータ情報を検討する前に、EDRの目的、期限、相違点の特定を明確にする。	i. EDR/DSSAD
イベント・データ・レコーダー (EDR)	既存のシステム-道路安全対策(事故記録等)。	i. EDR/DSSAD

日本 (JAMA) の考え方



予見可能

予見不可能

防止可能

防止不可能

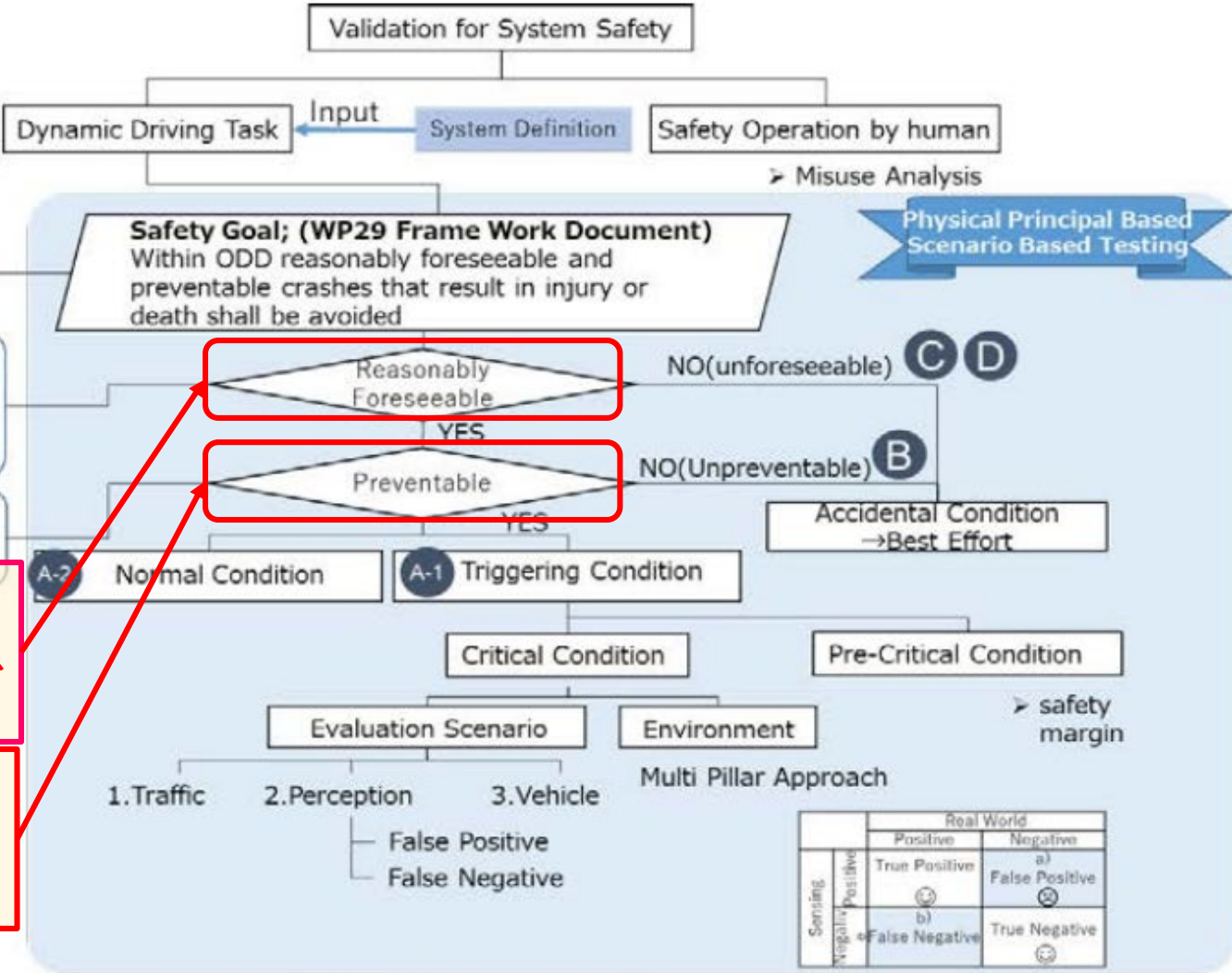
Engineering Definition;
without ADS abuse of operator in accordance with OD and other vehicle's lack of moderate brake in order to avoid collision based on principle mutual trust of traffic safety

Engineering Definition;
Better than competent and careful human driver within reasonable foreseeable scenario

合理的予見可能性
実際の交通流データから厳密に予見可能な範囲を特定し、網羅的にシナリオ化する

防止可能性
シナリオ毎にC&Cドライバ*と同等以上の防止可能性で合否を決める
*Competent and careful human driver

上市前に検証を完了することが前提



出典 : https://www.jama.or.jp/safe/automated_driving/pdf/framework_ver_2_0.pdf

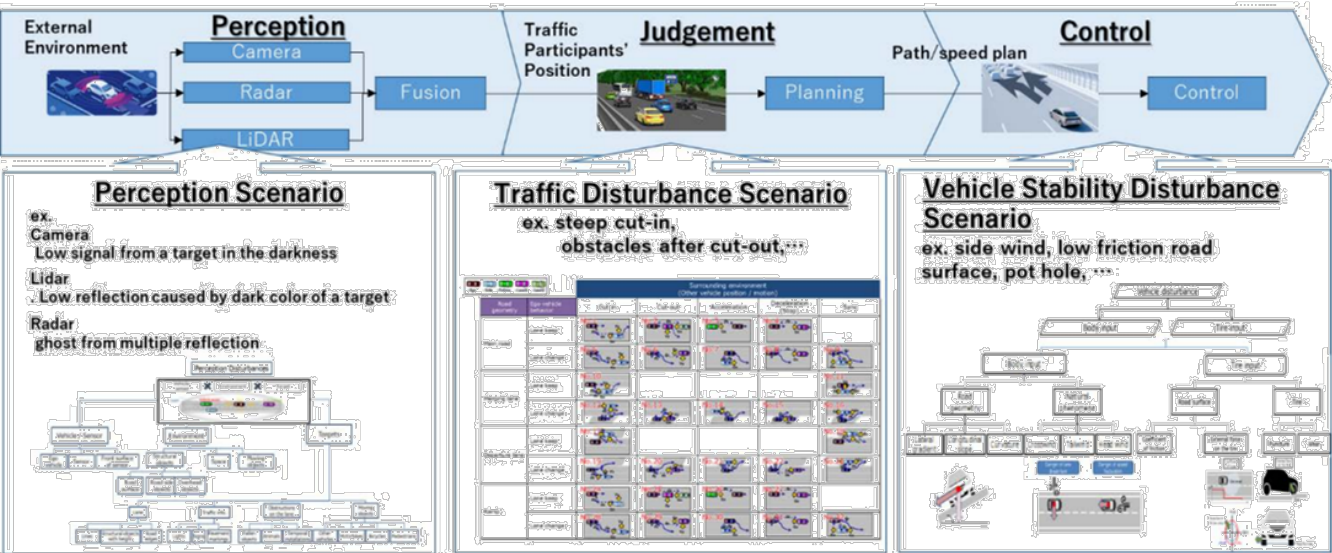
網羅的なシナリオ全てに対し比較的有能な人間ドライバ (C&C) との比較優位を示せば、合理的予見可能性・防止可能性を確定できる (=それ以外は合理的に予見・防止できないと言える)

日本のAD安全性論証のスキーム

Physical Principle Approach Process (原理原則に基づくシナリオベース・アプローチ)

プロセス	処理結果	外乱	物理原則
認知	周辺交通環境の位置情報、自己位置、交通情報	認識外乱	センサメカニズムに応じた原理的な外乱(例)カメラ:可視光、ミリ波:電波、LiDAR:赤外光
判断	軌跡、車速目標指示	交通外乱	道路構造+交通参加者との位置関係といった幾何的観点と、交通参加者の動作
操作	軌跡、車速目標指示を達成するための各ACTへの運動指示分配	車両運動外乱	路面、外界からタイヤおよびボディに入力される力学的な外乱

- 自動運転DDTプロセスを、物理原則で3要素「認知:認識外乱、判断:交通外乱、操作:車両運動外乱」に分解し、
- プロセス毎に処理結果に影響を及ぼす要因 (root cause) を原理原則に基づき全て洗い出すことで、
- 有限かつ安全の観点で網羅的なシナリオ体系が構築できる



Scenario Structure



- ✓原理原則と実交通流データに基づく “より厳格な予見・防止可能性(Rationally foreseeable and preventable)” と、
- ✓シナリオ毎に、Competent & Careful Human Driver (有能で注意深い人間ドライバ) のパフォーマンスモデルとの比較で具体的な合否判定基準を設定

出典 : https://www.jasic.org/j/14_automated-driving/pdf/sympo5.pdf / https://www.jama.or.jp/safe/automated_driving/pdf/framework_ver_2_0.pdf

国連WP29活動等を通じ、日本の考え “Rationally foreseeable and preventable” と “Competent & Careful Human Driver”を世界に訴求(但し国際議論は継続中). 一般道への拡張が課題

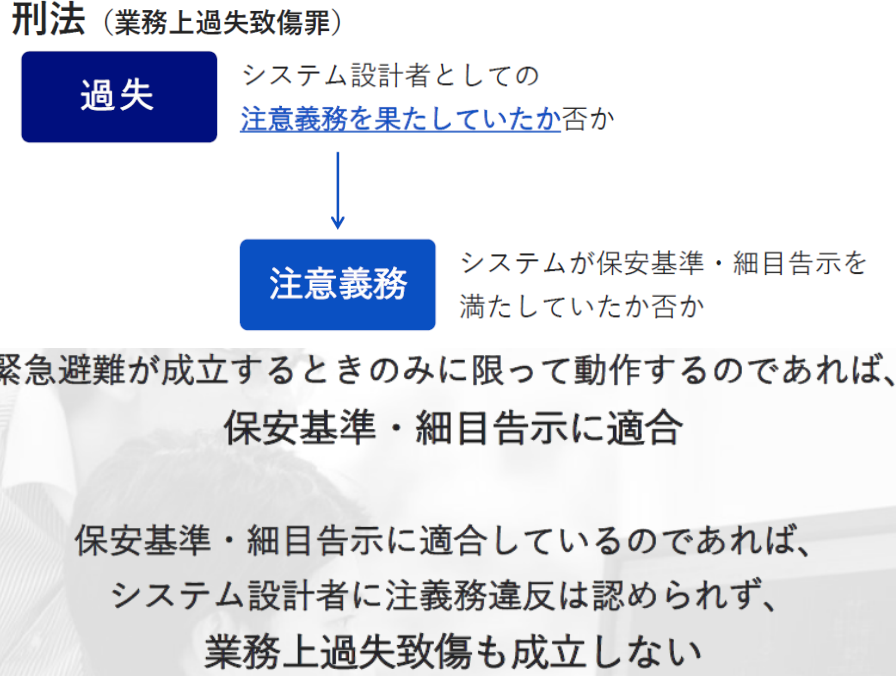
自動運転に係わる現行の関連法規（日本）

システム設計者への適用が問題となる3つの刑事責任

道路運送車両法 （保安基準・細目告示） 車両に関する規制
道路交通法 運転に関する規制
刑法 一般的な刑罰法

緊急避難 刑法第37条1項

自己又は他人の生命、身体、自由又は財産に対する現在の危難を避けるため、やむを得ずにした行為は、これによって生じた害が避けようとした害の程度を超えなかった場合に限り、罰しない。



製造物責任（PL）法 ～欠陥と誤使用～

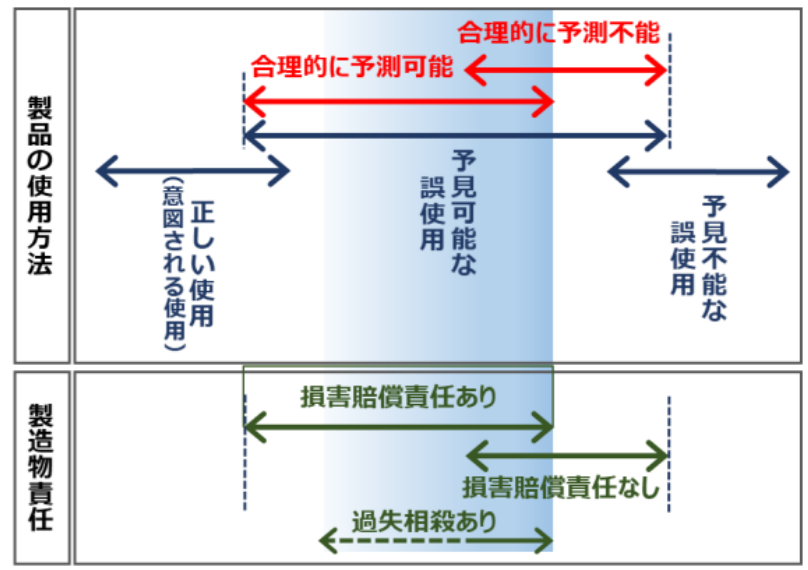


図 製品の使用方法と製造物責任

出典：[http://www.coi.nagoya-u.ac.jp/html/coiura/20210521_LegalSystem_symp/material2_LegalSystem-Unit\(NU-COI\)_20210521LegalSystem-Symposium.pdf](http://www.coi.nagoya-u.ac.jp/html/coiura/20210521_LegalSystem_symp/material2_LegalSystem-Unit(NU-COI)_20210521LegalSystem-Symposium.pdf)

出典：<https://www.nikkakyo.org/system/files/column289.pdf>

緊急避難が成立しない場合、全ての（合理的に予見・防止可能な）事故に対しシステム設計者は刑事責任を追及される可能性※があり、上市前に全てを検証済みのエビデンスが必要とされる。

※裁判官が判断

暗黙の縛り「刑法を含めた現行の法体系は変えられない」は正しいのか？

自動運転の安全性論証の方策と法制化・標準化

～独PEGASUSファミリのその後と最新国際動向をめぐる日本の戦略～

Framework Document

日本の動向

ドイツの動向（PegasusからVVM/SetLevelへ、そして、、）

国際的な議論

PEGASUS Method / AD安全性論証手法

自動運転車が社会に受容されるためには？

市場投入のための前提条件

初期状態

- 欧州の立法・規制当局・司法は“reasonable”や“generally accepted”などの質的な尺度を扱うが、時間・距離あたりの事故や死者数などの、量的な基準は扱わない。
- 社会的リスク受容の定量的基準はできるが、それらから個別車両の安全要件や試験基準など導出できない。
- 自動運転車が安全性やリスクの期待値を満足しているかは、実際に市場に投入してみないことには分からない。
- 市場で継続的に安全性を確認（プロベーション）するためには、定量的なリスク許容基準が有用／必要。



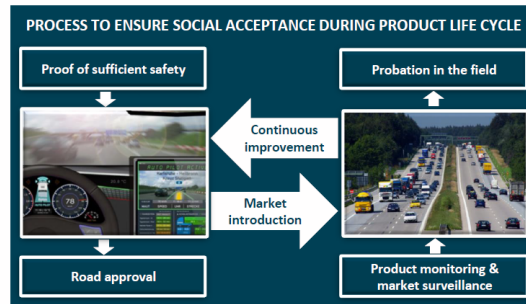
PRECONDITIONS FOR MARKET INTRODUCTION

INITIAL SITUATION

- Legislators, authorities and courts in the European judicial area work with qualitative measures like “reasonable” or “generally accepted” risk and not with quantitative criteria like fatalities or injuries per time or km
- Although we are able to identify quantitative criteria for social risk acceptance, it is not easily possible to derive safety requirements and test criteria for certain vehicles from those
- A valid statistical proof, that HAD vehicles actually meet the expectations regarding safety / risk, can not be provided before they are launched on the market
- This leads to requirements for market introduction and field observation
- For probation in the field, quantitative risk acceptance criteria are very helpful / necessary

CONCLUSION

For a successful market introduction and dissemination of HAD vehicles, *sufficient safety* must be ensured and *probation in the field* must be demonstrated to reach social acceptance during the entire product life cycle.



結論

自動運転車の市場導入と普及には、十分な安全性を確保した上で、**製品ライフサイクル全体を通して継続的に安全性が社会に受容されるレベルに到達していることを示し続ける（プロベーション）**必要がある。

PEGASUSプロジェクト

= ドイツ連邦経済技術省（BMW）支援でドイツ自動車産業主導の自動運転安全性評価手法開発のためのドイツ国家（R&D）プロジェクト



連邦交通デジタルインフラ省
(BMVI)

ETHICS COMMISSION
AUTOMATED AND
CONNECTED DRIVING

REPORT (EXTRACT)
JUNE 2017

WWW.BMVI.DE

2. The protection of individuals takes precedence over all other utilitarian considerations. The objective is to reduce the level of harm until it is completely prevented. The licensing of automated systems is not justifiable unless it promises to produce at least a diminution in harm compared with human driving, in other words **a positive balance of risks**.

個人の保護は、他のすべての実用主義的考慮事項に優先する。その目的は、危害が完全に防止されるまで危害のレベルを低減することである。自動化されたシステムの免許は、人間の運転に比べて少なくとも害の減少、すなわち**リスクの正のバランスをもたらすこと**を約束しない限り、正当化されない。

3. The public sector is responsible for guaranteeing the safety of the automated and connected systems introduced and licensed in the public street environment. Driving systems thus need official licensing and monitoring. The guiding principle is the avoidance of accidents, although **technologically unavoidable residual risks do not militate against the introduction of automated driving if the balance of risks is fundamentally positive**.

公共部門は、公道環境で導入され認可された自動化および接続システムの安全性を保証する責任があります。したがって、運転システムには正式な免許と監視が必要である。基本的な原則は事故の回避であるが、**技術的に避けられない残留リスクは、リスクのバランスが基本的にプラスであれば、自動運転の導入に反対しない**。

8. Genuine dilemmatic decisions, such as a decision between one human life and another, depend on the actual specific situation, incorporating “unpredictable” behaviour by parties affected. They can thus not be clearly standardized, nor can they be programmed such that they are ethically unquestionable. Technological systems must be designed to avoid accidents. However, they cannot be standardized to a complex or intuitive assessment of the impacts of an accident in such a way that they can replace or anticipate the decision of a responsible driver with the moral capacity to make correct judgements. It is true that a human driver would be acting unlawfully if he killed a person in an emergency to save the lives of one or more other persons, but he would not necessarily be acting culpably. Such legal judgements, made in retrospect and taking special circumstances into account, cannot readily be transformed into abstract/general ex ante appraisals and thus also not into corresponding programming activities. For this reason, perhaps more than any other, it would be desirable for an independent public sector agency (for instance a Federal Bureau for the Investigation of Accidents Involving Automated Transport Systems or a Federal Office for Safety in Automated and Connected Transport) to systematically process the lessons learned.

ある人間の命と別の人間の命の間の決定のような真のジレンマの決定は、実際の具体的な状況に依存し、影響を受ける当事者による**「予測不可能な」行動**を組み入れます。したがって、それらは**明確に標準化することはできず、倫理的に問題のないようにプログラムすることもできない**。技術システムは事故を避けるように設計されなければならない。しかし、それらは、正しい判断を下す道徳的能力をもった責任ある運転者の決定に取って代わるか、あるいはそれを予測できるような形で、事故の影響の複雑で直感的な評価に標準化することはできない。**1人以上の人の命を救うために非常時に人を殺した場合、人間の運転手が違法行為をすることは事実であるが、必ずしも過失行為であるとは限らない**。そのような法的判断は、後になって特殊な状況を考慮してなされるものであり、**抽象的/一般的な事前評価に容易に変換することはできず、したがって対応するプログラミング活動にも変換することはできない**。この理由から、おそらく他のどの機関よりも、**独立した公的機関**（例えば、連邦自動輸送システム事故調査局や連邦自動・連結輸送安全局）が、**学んだ教訓を体系的に処理**することが望ましい。

ドイツ倫理委員会（ドイツりんりいいんかい、[英語](#): German Ethics Council、[ドイツ語](#): Deutscher Ethikrat）は、[ドイツ](#)の専門家からなる独立した委員会で、個人と社会に関する倫理、社会、科学、医療、法律における諸問題について決議を下している。前身組織は**国家倫理委員会**（National Ethics Council、2001年6月 - 2008年2月）。26人の定員の半数は、[首相](#)と[ドイツ連邦政府](#)によって推薦され、残りの半数は[ドイツ連邦議会](#)によって推薦される。最終的なメンバーはドイツ連邦議会議長が指名する。

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%89%E3%82%A4%E3%83%84%E5%80%AB%E7%90%86%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A>

出典：https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/report-ethics-commission-automated-and-connected-driving.pdf?__blob=publicationFile

PEGASUS AD社会受容性

自動運転車が社会に受容される条件：



PROOF OF SUFFICIENT SAFETY

NECESSARY CONDITION

- Social consensus regarding acceptable risk is regulated by liability laws, e.g. German Product Safety Law :
A product that conforms to standards or other relevant technical specifications is presumed to comply with product safety requirements [§5(2) ProdSG]
- Development according to ISO 26262 and ISO/PAS 21448 ensures "absence of unreasonable risk"

SUFFICIENT CONDITION

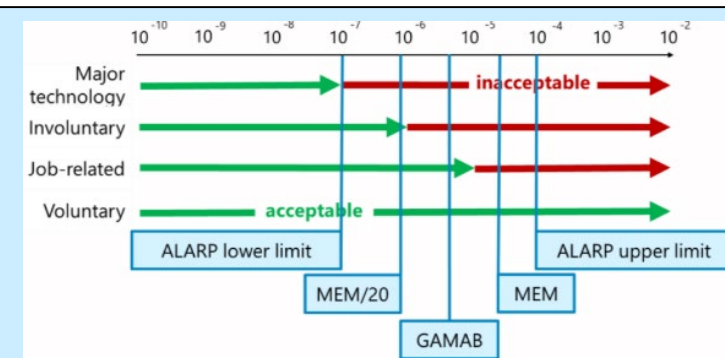
- Rules of the Ethics Committee [Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren, BMVI, Juni 2017]:
 - HAD is reasonable if it promises to reduce damage in the sense of a positive balance of risk compared to human performance
 - If there is a fundamentally positive balance of risk, technically unavoidable residual risks do not preclude an introduction
- Experts from several governments, scientific institutes and the business community expect a benefit of vehicle automation for traffic safety (e.g. NHTSA, EC, German Federal Government, VDA, VDI)
- The test concept developed in PEGASUS ensures exemplarily, that the systems achieve at least human driving performance

市場での安全性の継続的な確認

Step(3) : 市場でのモニタリング

- ✓ 事故統計・解析
- ✓ 欠陥故障定義と製品検査
- ✓ お客さま情報の収集と分析

Step(4) : リスク許容基準による社会受容レベルの確保



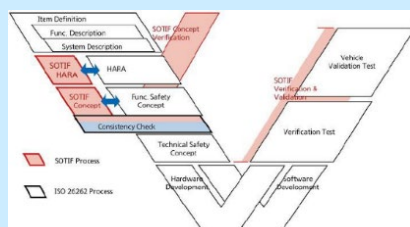
安全性の十分な証明

Step(1) : 必要条件

- ✓ 法令遵守 (e.g. 製品安全法、PL法)
- ✓ 機能安全、SOTIF等の安全規格による開発

Step(2) : 十分条件

- ✓ ドイツ倫理委員会規則 (BMVI)
 - ポジティブリスクバランス (PRB)
 - 技術的に不可避な残存リスクがあっても可
- ✓ 政府・研究機関・産業、等の知見 (期待)
 - e.g. NHTSA, EC, 独連邦政府, VDA, VDI
- ✓ PEGASUSテスト手法での検証



PROCESS TO ENSURE SOCIAL ACCEPTANCE DURING PRODUCT LIFE CYCLE

(1) Proof of sufficient safety



(2) Road approval

(4) Probation in the field



(3) Product monitoring & market surveillance

Continuous improvement

Market introduction

出典 : https://www.pegasusprojekt.de/files/tmpl/Pegasus-Abschlussveranstaltung/11_Social_Acceptance.pdf

SaFAD (Safety First for Automated Driving) / ISO DTS5083

2019.7.2に、APTIV、Audi、Baidu、BMW、Continental、Daimler、FCA、here、Infinion、Intel、VWの11社を著者にホワイトペーパー発行

① Safety Vision

ドイツ倫理委員会の規則に基づくPRBによる判断基準

GEP (Good Engineering Practice) と最新標準の理解・適用をアセス

各種文献に基づく12原則による安全目標

(多くの公的認証機関, 消費者団体の文書を引用)

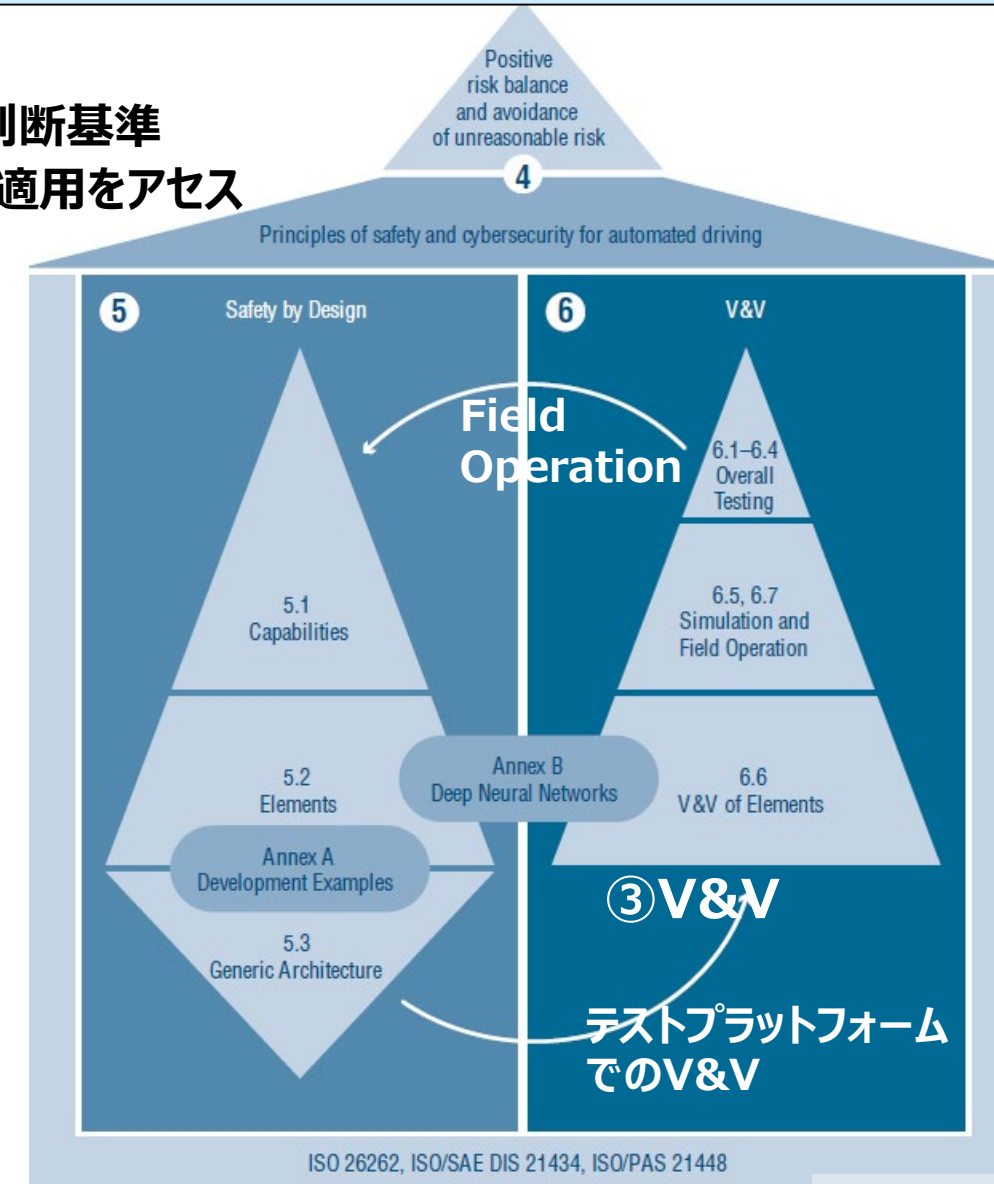
Dependability is the ability to provide **Reliability, Availability, Maintainability, Safety and Security (RAMSS)**.

② Safety by Design

安全規格 (機能安全、SOTIF、サイバーセキュリティ、等の国際標準) に基づく安全設計

PEGASUSでの検討結果がほぼそのまま具体化されている

出典: <https://www.daimler.com/documents/innovation/other/safety-first-for-automated-driving.pdf>




VV-Methods (PEGASUSファミリ) PEGASUSとの違い

▶ The **PEGASUS Family** focuses on development / testing methods and tools for AD systems on highways and in urban environments


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

- Scope: **Basic methodological framework**
- Use-Case: L3/4 on highways
- Partners: 17




VV-Methods 

- Scope: **Methods, toolchains, specifications for technical assurance**
- Use-Case: L3/4/5 in urban environments
- Partners: 23 partners
- Timeline: 07/2019 – 06/2023

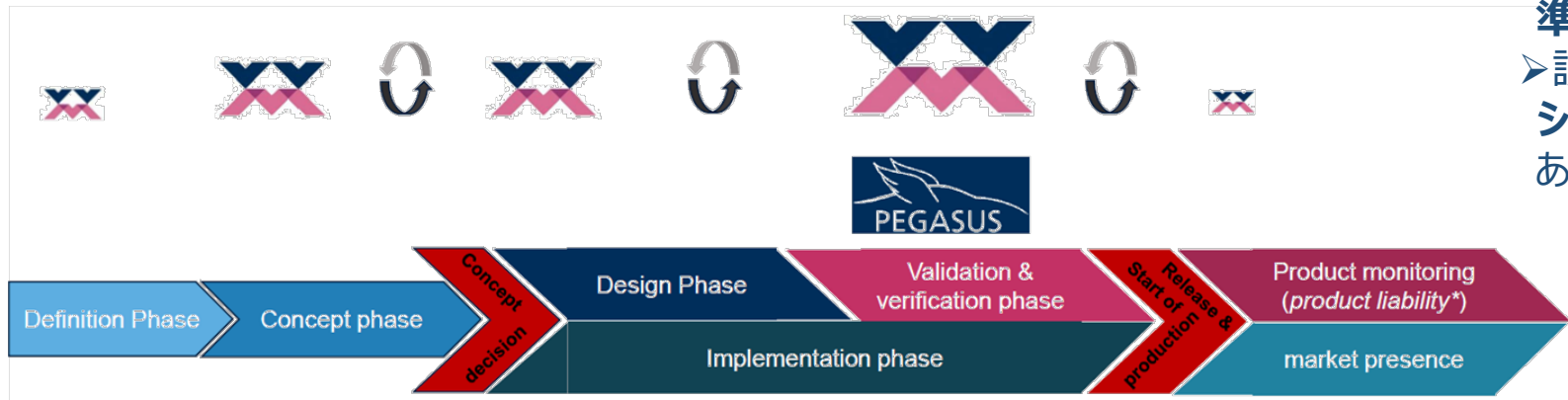
SET Level 4to5 

- Scope: **Simulation platform, toolchains, definitions for simulation-based testing**
- Use-Case: L3/4/5 in urban environments
- Partners: 20 partners
- Timeline: 03/2019 – 10/2022

+ future projects of the PEGASUS Family



出典 : <https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs>



PEGASUSのスコープ

- ▶ ドライバとの相互作用を考慮せず、ODD内での**システム**の安全性と**PRB**の統計的なデモンストレーション。
- ▶ 各種システムおよび車両コンフィギュレーション/バリエーション/条件の検証
- ▶ システム性能の入力としてのセンサ機能

VVMのスコープ

- ▶ システム及びODD内の**一連の機能レベル**での安全性論証の**エビデンス**を提供。
- ▶ エビデンス :
 - ▶ ADS搭載車が**ドライバおよび全ての道路利用者と相互作用**しながら安全に振舞うこと。
 - ▶ **人間ドライバ***と比較し事故の回避・軽減していること
 - ▶ 交通関連法規並びに規制の遵守と、それぞれの**倫理標準**及び関連する**公衆**の期待の反映していること
 - ▶ 設計検証 (V&V) における**全コンポーネントとデコンポジション**が一連のAD機能に統合されることで**重大な影響**があることが十分に考慮されていること。

※**“良心的”な人間ドライバ**
 a *conscientious* human driver
 すべての交通規則に進んで従うことをいとわず、道順を守り、注意を払い、著しく怠慢な行動をとらない運転者

VV-Methodsのゴール

追跡可能な分解と社会的要求の継続的な検証
社会要請やシステムに変更があったとしても論証は維持され継続的に説明可能でなければならない。

- ✓ トレース可能な要求のデコンポジションと解釈
- ✓ リリース後の継続的な検証

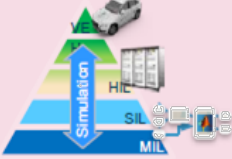
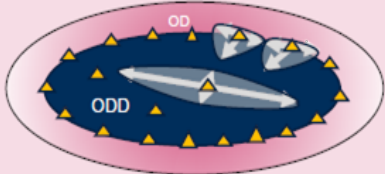
目標IV : 論証

➤ 法律、基準、技術水準を通じた安全などの社会的要求の実現。

Goal IV – Argumentation



Explainable Compliance



Feasibility 実行可能なこと

目標I : 試験空間の系統的管理

➤ 無限に複雑なオープンテキストを、有限で管理可能な一連の成果物にマップする手法。

Goal I – Systematic control of test space

- ▶ Design of System Monitoring
- ▶ Integration of V&V into Design
- ▶ ...



Changeability 変更可能なこと

目標II : システムおよびコンポーネントの一貫したインタフェース

➤ 技術契約の定義、システムおよびサブシステムのテスト。

Goal II – Consistent interfaces

- ▶ Systematic Decomposition by Argumentation
- ▶ Dependability Analysis of System Concerns
- ▶



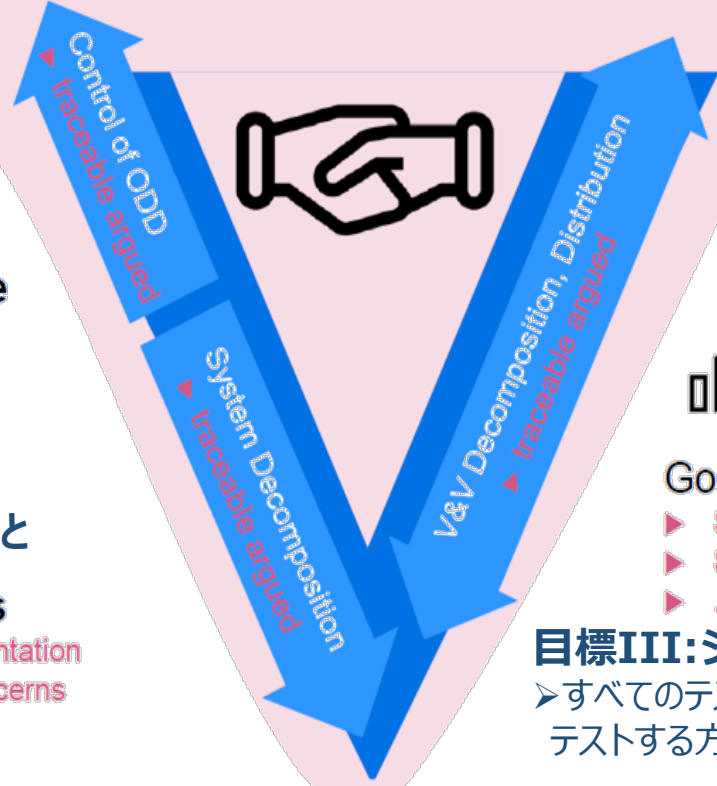
Efficiency 効率的なこと

Goal III – shift to simulation

- ▶ System Monitoring and Assessment
- ▶ Structured Data Handling
- ▶ ...

目標III: シミュレーションへのシフト

➤ すべてのテストインスタンスをシームレスにテストする方法。

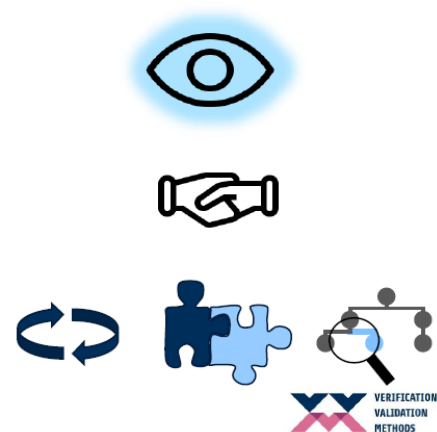


VV-Methods (PEGASUSファミリ) 膨大な要件にどう対応するのか？



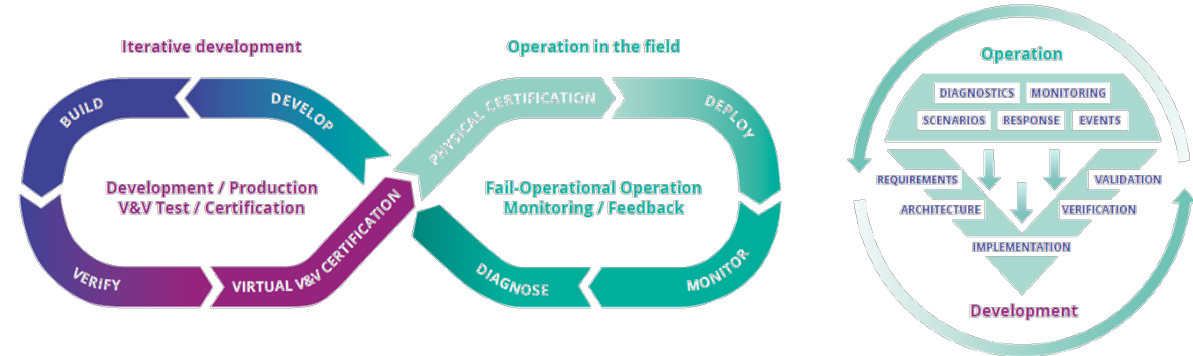
Approach

- ▶ **Objective – methodological framework – release**
 - ▶ Consider all relevant **societal claims** as laws/standards & **market proposition** in a **common process**.
 - ▶ Focus on **resilience** in **open context** over the complete **life cycle** (development & operation).
- ▶ **Strategy**
 - ▶ Use **different perspectives** and **appropriate levels of abstraction**.
 - ▶ Combine **development & operation** with Design, Verification&Validation via an **assurance argumentation**.
 - ▶ An **assurance argumentation** enable **consistency and traceability**, prepared for **changes** over life cycle.

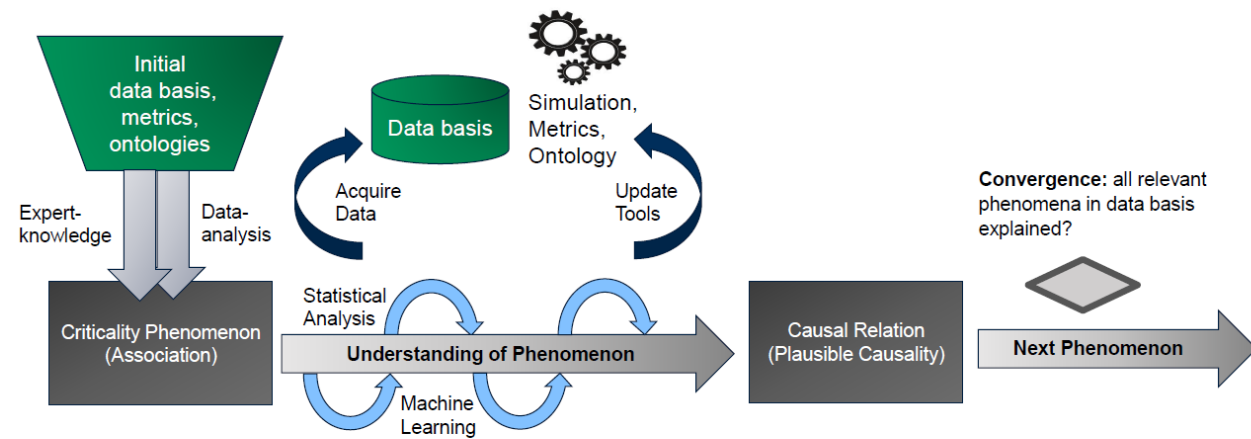


- ✓ “∞”の組み合わせを運用可能な“n”へ。
(多角的な視点と適正な抽象化)
- ✓ DevOps型プロセスで継続的な品質向上・保証を通じ社会受容性を担保。

CONTINUOUS DEVELOPMENT AND INTEGRATION (DevOps)



Criticality Analysis – Basic Concept



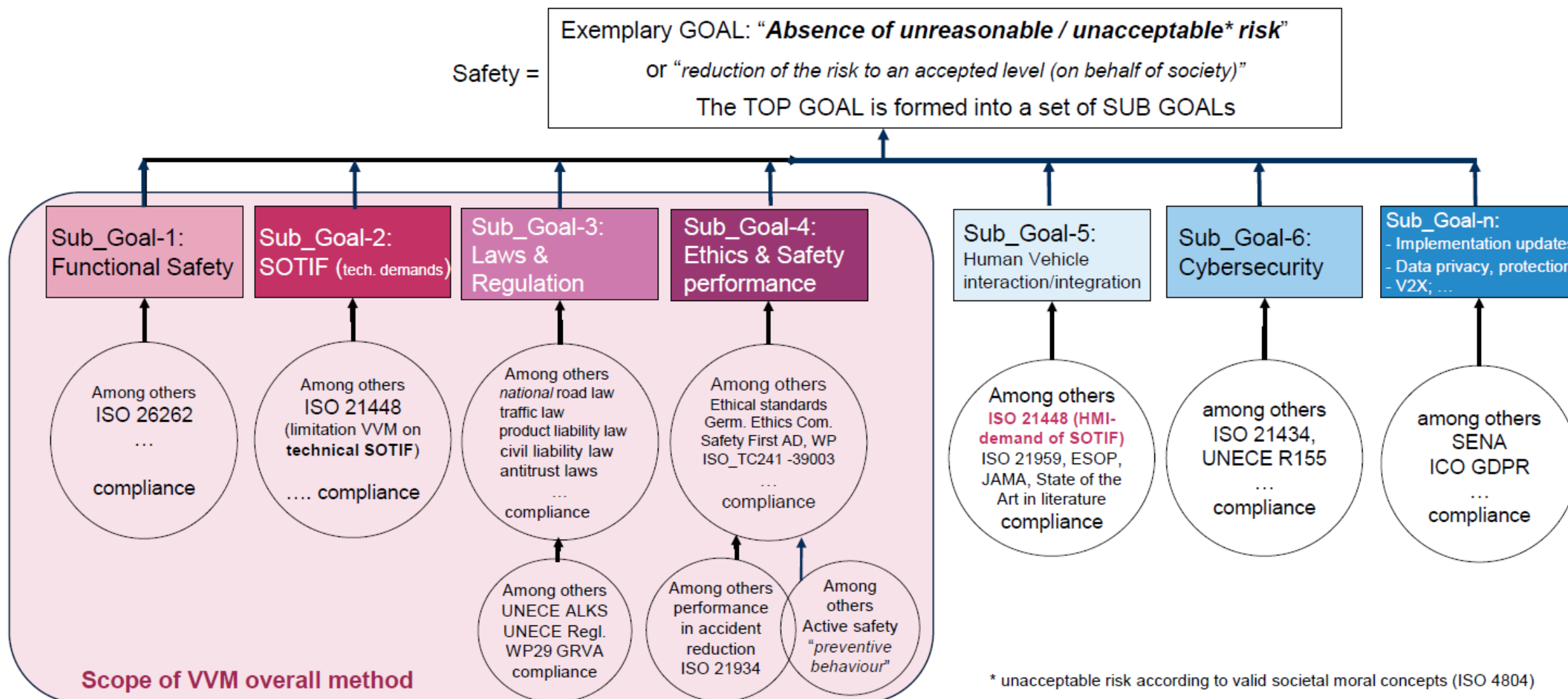
- ✓ 人間ドライバはそれほど多くのことを考えて運転している訳では無い。(Criticality Phenomena)
- ✓ うまく人間ドライバの判断をパターン化(抽象化)できれば有限のシナリオに落とせるはずだ。(Abstract Scenario)

Assumptions: Humans are able to drive reasonably safe by recognizing a limited and manageable set of abstract classes of danger, i.e. criticality phenomena → **Finiteness**

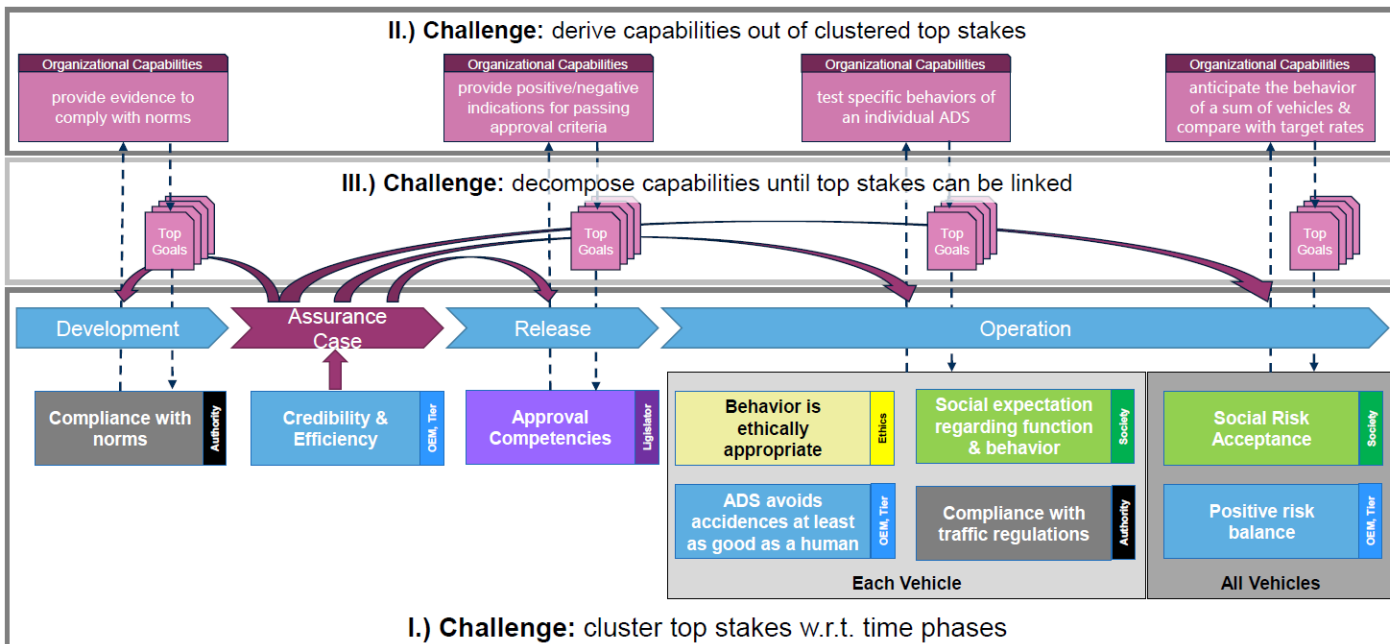
The relevant phenomena leave traces in a continuously growing data basis → **Convergence**

出典：VVM_TP2_2021-02-16-CriticalityAnalysisForTheVerificationAndValidationOfAutomatedVehicles_v1.0

What do we mean by Safety or Acceptance Criteria? Society, Standards, Regulations ...



VV-Methods (PEGASUSファミリ) 網羅性をどう高めるのか？



ステークホルダの期待をシステマティックに抽象化し、それを分解（デコンポーズ）することでトップゴールからADSのテスト手法を導き出す：

- ✓ 系統的な反復手法により**完全性** (Completeness)を実現
- ✓ 冗長性、矛盾、具体化のフロントローディングで**効率性** (Efficiency)を実現

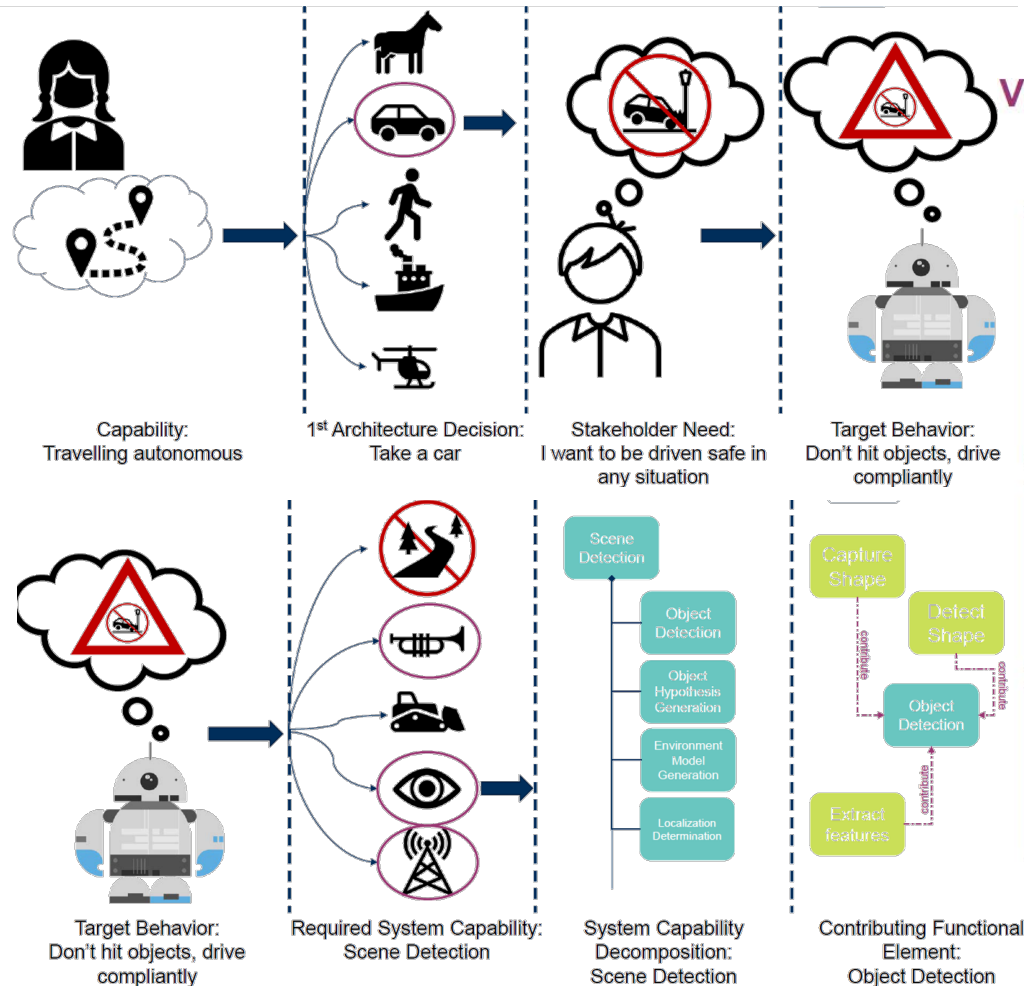
出典： <https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs>

VV-Methods Capability-based architecture

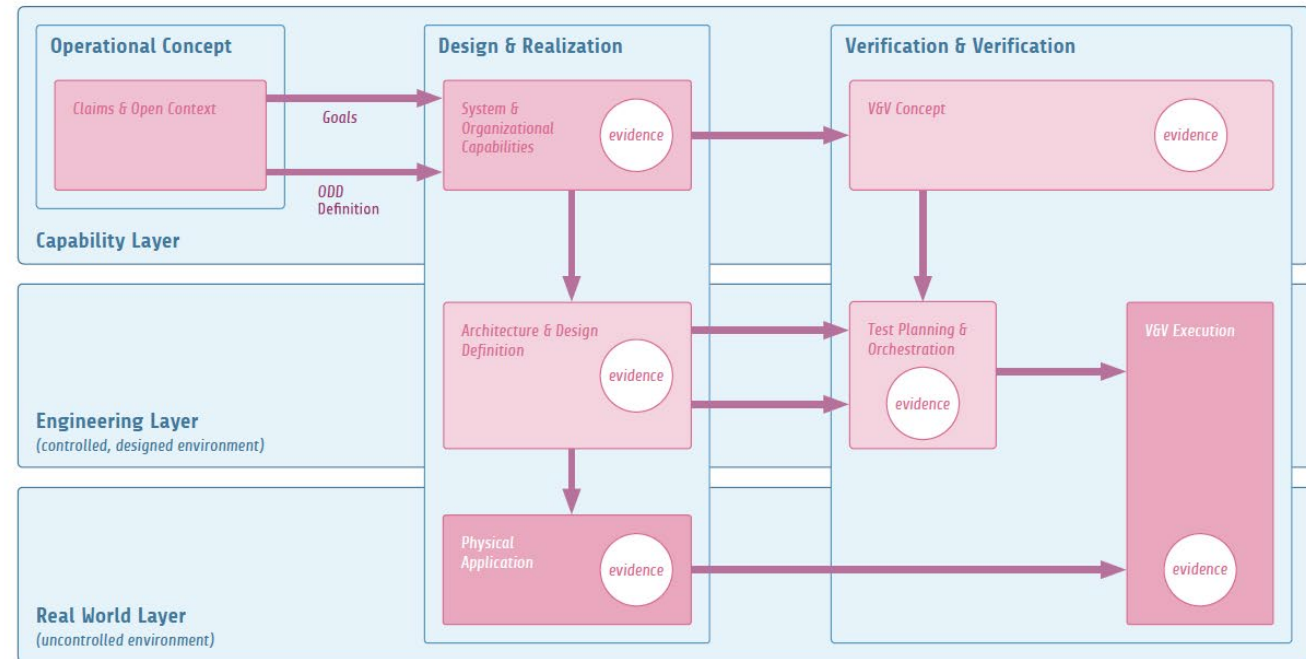
不確実・不完全なオープンシステム

- ✓ 人間ドライバはうまく対処している
- ✓ ADSも人間と同様に対処できなければならない

“ケイパビリティ”に着目しモデル化することでシステムの変化・進化にも一貫性を持つ論証体系を構築する



V&V Process in Assurance Framework

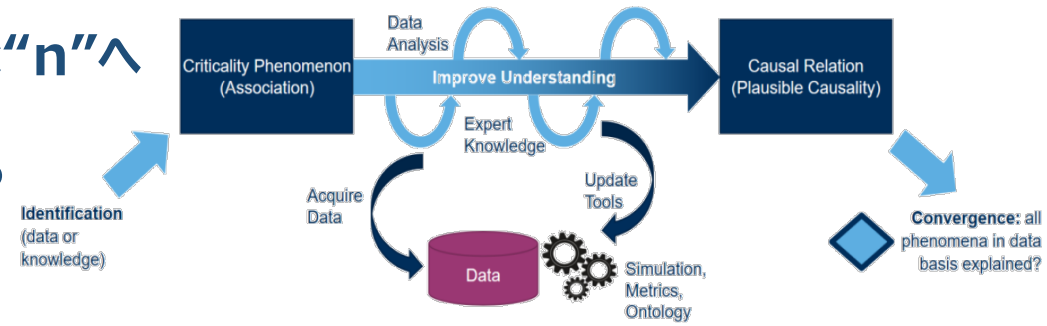


出典 : <https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs>

VV-Methods シナリオ体系 Abstract Scenario※

(※ISO34591、ASAM、OSIなどで採用されており、WP29/VMADのNATMでも検討されている)

“∞”の組み合わせを運用可能な“n”へ
クリティカリティ分析を活用する：
 ✓ criticality phenomena: CP
 ✓ causal relations
 ✓ abstract scenarios



GIDASなどの事故統計データを用いて、シナリオの重要度や事故の発生頻度を特定する：



Rf. IGLAD 2019 Codebook, Conflict Types, 2019.

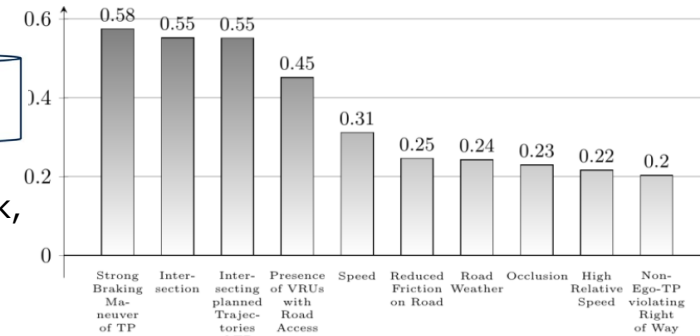
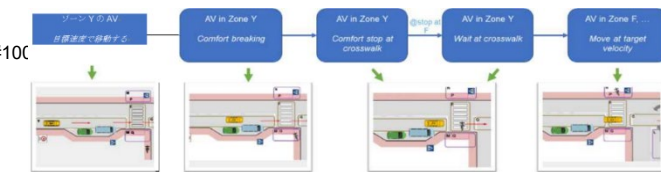
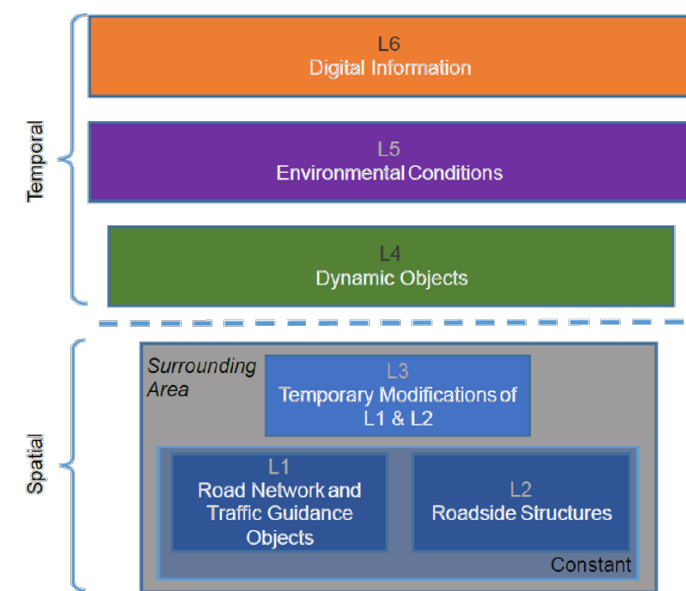


Figure: top ten most frequent CP for urban accidents with car involvement in the GIDAS database.

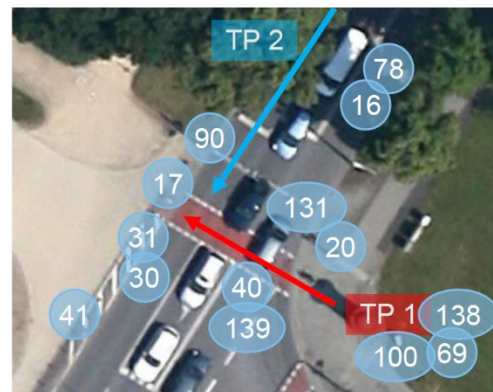
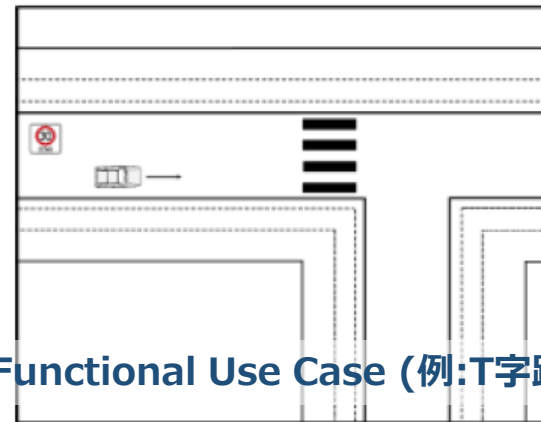
CPsから時系列情報であるシナリオを生成する



出典：https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs



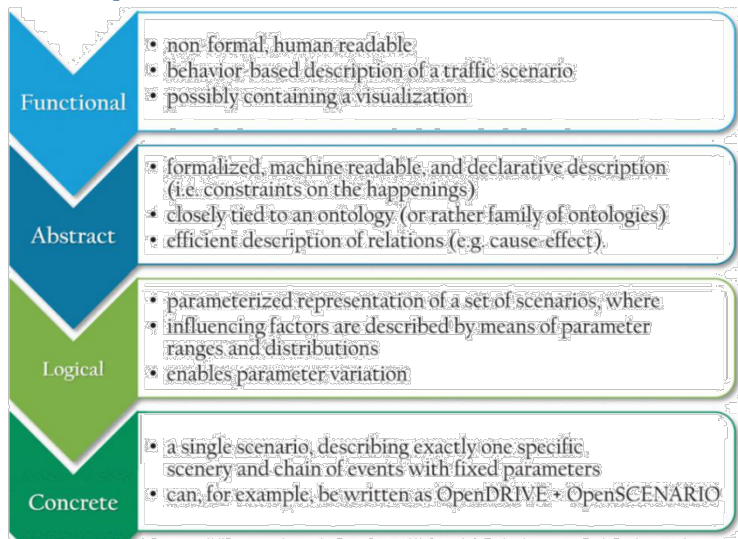
Possible Interference



List of occurred CPs in the Example:

- Intersection#41
- Intersecting Planned Trajectories#17
- Overtaking#16 (of Waiting Vehicle#78)
- Strong Braking Maneuver of Ego#90
- Subject#138 / Pedestrian#69 on Road
- Vulnerable Road User with Road Access #100
- Ped. Crossing#40 (Road directly#139)
- Occlusion#131 (Pedestrian#20)
- Violating Right of Way#31 / Red Light#40

Six Layers to Structure Operational Domain

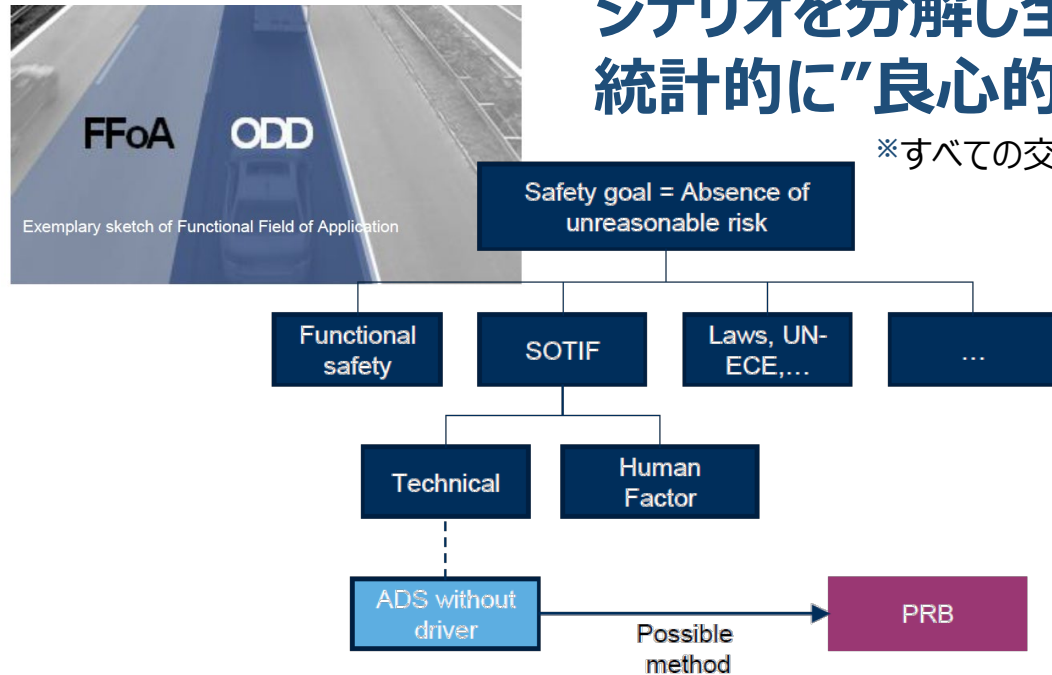


Scenarios are Episodes featured in “Movies” called Functional Use Cases

VV-Methods Positive Risk Balance/PRB 出典 : <https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs>

シナリオを分解し全ての要素の発生確率を積み上げ、
統計的に“良心的な(conscientious)ドライバ※”よりも良いことを設計時に示す

※すべての交通規則に進んで従うことをいとわず、道順を守り、注意を払い、著しく怠慢な行動をとらない運転者



<i>conscientious drivers</i>		drivers who are willing to comply with all traffic regulations, are roadworthy, attentive and do not act grossly negligent.
Controllability of the driving scenario with regard to safety	Performance target for system design	Cumulated performance target At least reaching the safety level of current road traffic (in the reference years) of all conscientious driver (driver equivalent) and thus achieving an increase in the level of safety compared to real road traffic.
driver equivalent can control the scenario in general (~100 %).	The system must be able to handle the relevant scenario generally. Safe system performance must be demonstrated during development.	
driver equivalent can control the scenario with restrictions.	System must control the scenario statistically at least comparable to driver equivalent.	
driver equivalent basically cannot control the scenario (~ 0 %).	System does not have to be designed for the scenario but a mitigation measure has to be implemented (at minimum state of the art of technology).	+ State of the art

例示的なシナリオ (6層モデルによる) 分解:良心的な運転者の定義により、このアプローチは、以前の数と比較してADS事故の数と深刻度の減少につながる。

Start	6 Layer Scenario Model						Vehicle		Severity Outcome Behavior ADS in Concrete Scenario	Pass Ccriterion: Measure Outcome With Human Performance	
#	Logical Scenario	L1: Static environment	L5: Environment		L4: Dynamics		HW, SW	HW, SW	Fatal collision severe collision moderate collision No collision	ADS Performance is at least as good as a conspicuous driver (by design)	
			Weather	Road	Traffic	Ego speed	Cyclist speed	Detection time			Tires
Exemplary paths	Rainy/wet	Free traffic	0-7 km/h	0-7 km/h	700ms-1s			Top summer tire
	Log. Scenario FUC 2	FUC 2.3: T-crossing,...	low sun	dry	Front and rear veh.	7-15km/h	7-15 km/h	100-700ms	Old summer tire		
	...	...	Cloudy	icy	Only front vehicle	>15 km/h	>15km/h	Bicyclist not detected	...		
	...	...	Night	...							✓

VV-Methods verification and Validation

Component Fault Trees "CFT"

- トップダウンアプローチ (安全目標違反⇒部品の原因)
- 障害伝播とアーキテクチャ間の整合/トレーサビリティ

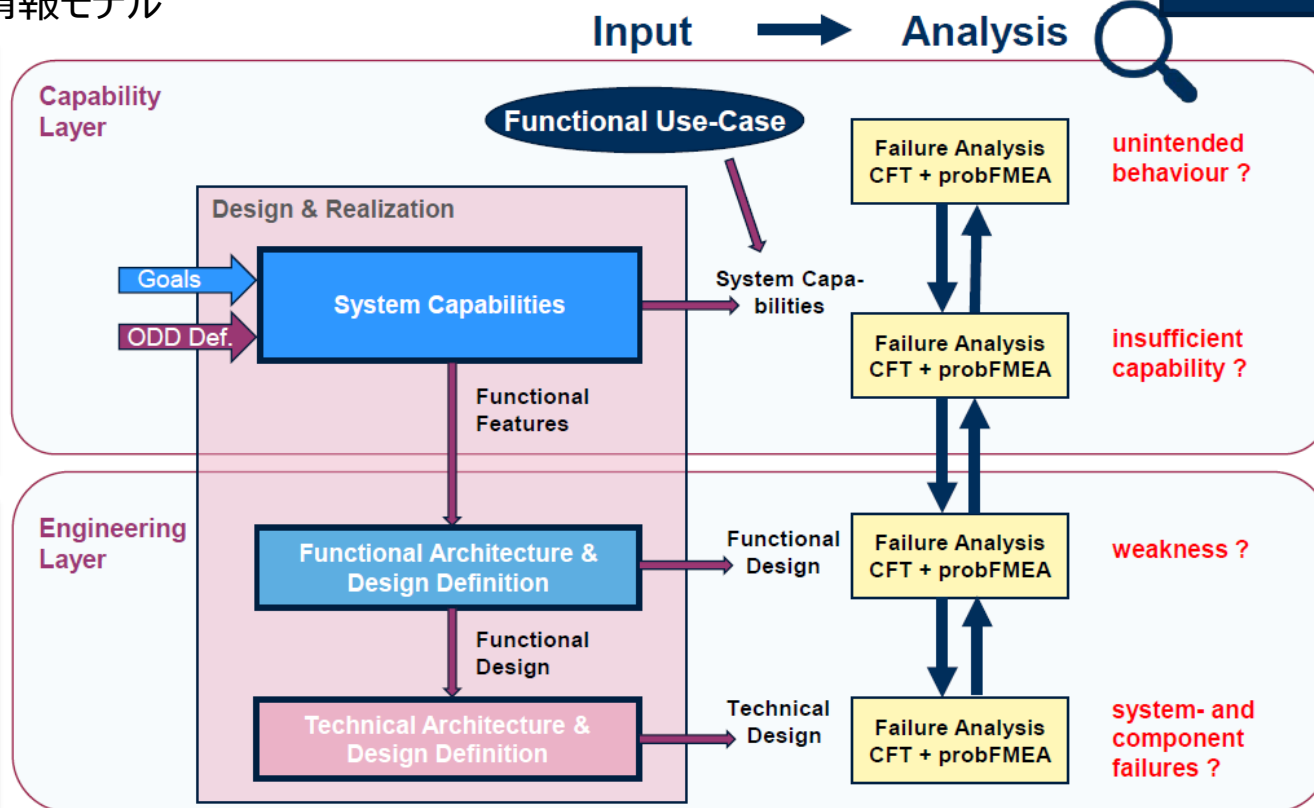
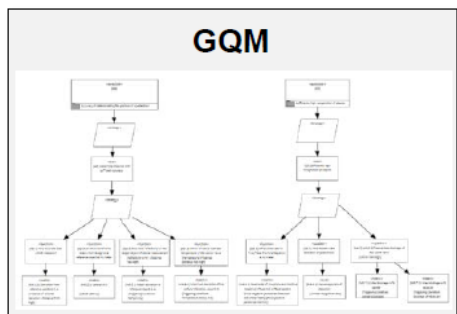
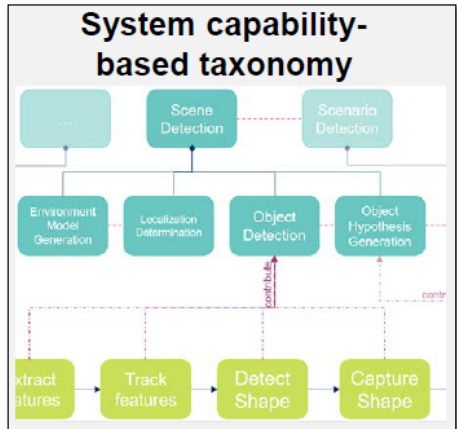
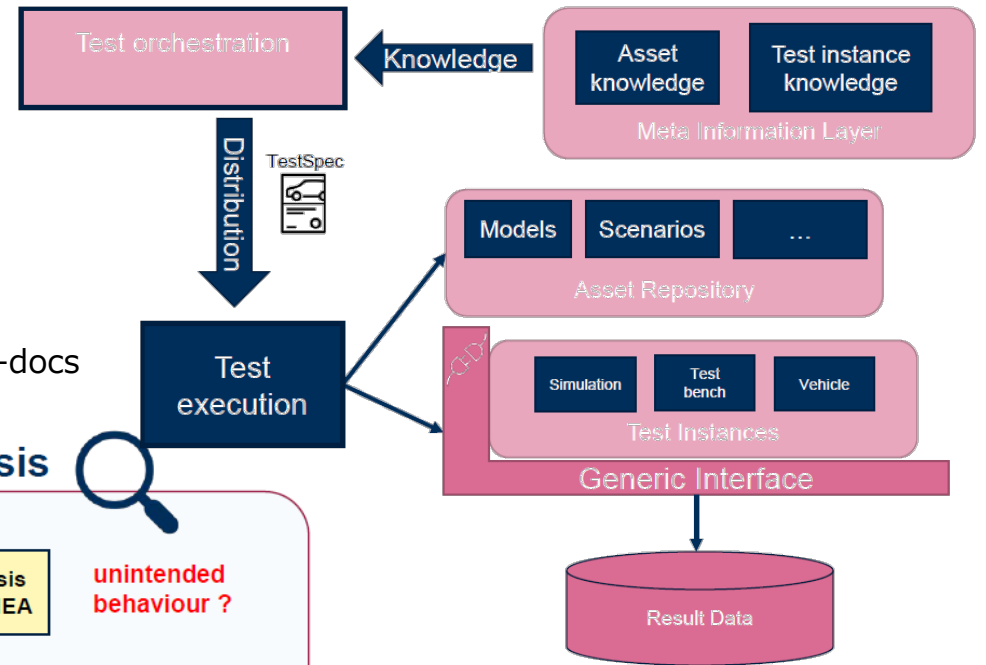
Probabilistic FMEA "probFMEA"

- ボトムアップ・アプローチ (パーツ内の原因⇒安全目標違反)
- ベイジアンネットワークの確率

両アプローチの組み合わせ

- 一貫した体系的な方法論
- 一貫性した全体的な情報モデル

出典 : <https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs>



テストオーケストレーション

- サブシステムおよびコンポーネントごとの品質基準およびメトリック
- 安全性論証のためのエビデンスの提供
- テストインスタンスの選択:
 - テストカバレッジ
 - テストインスタンスの機能
 - 検査資産の有効性
 - 効率性

VV-Methods In-service-monitoring-and-reporting: ISMR

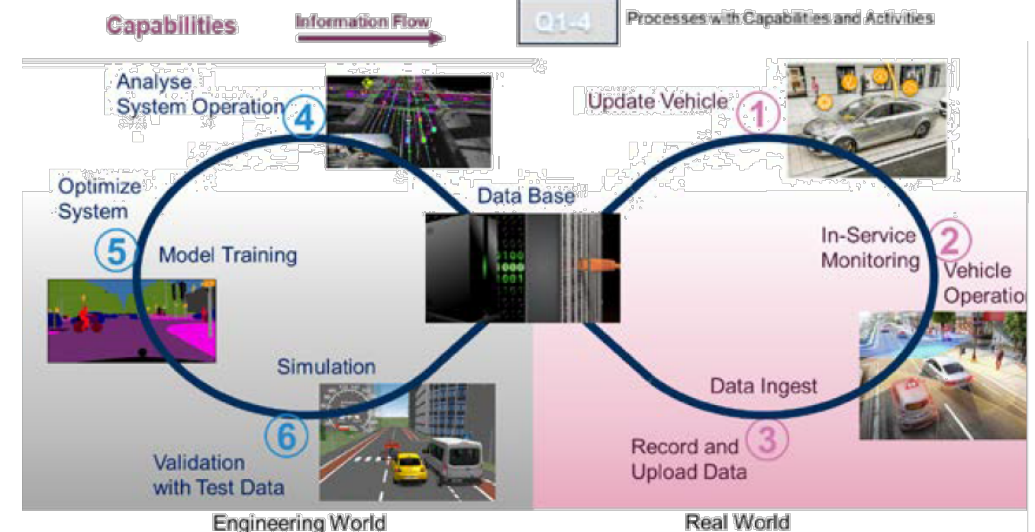
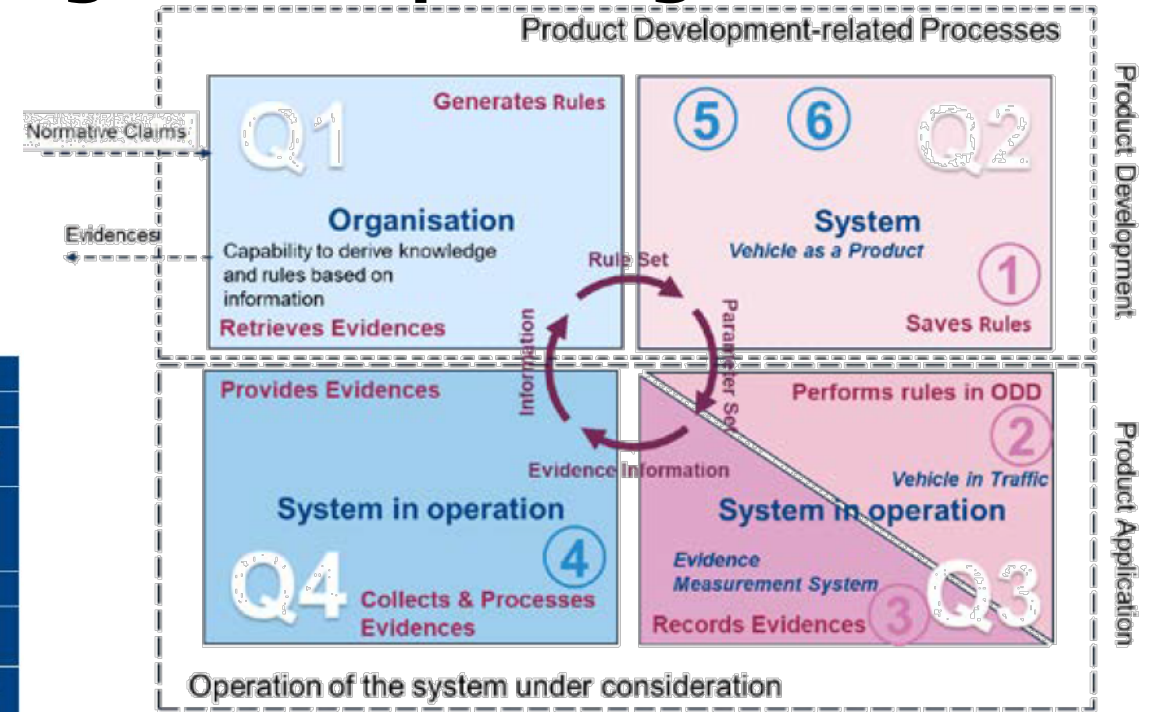
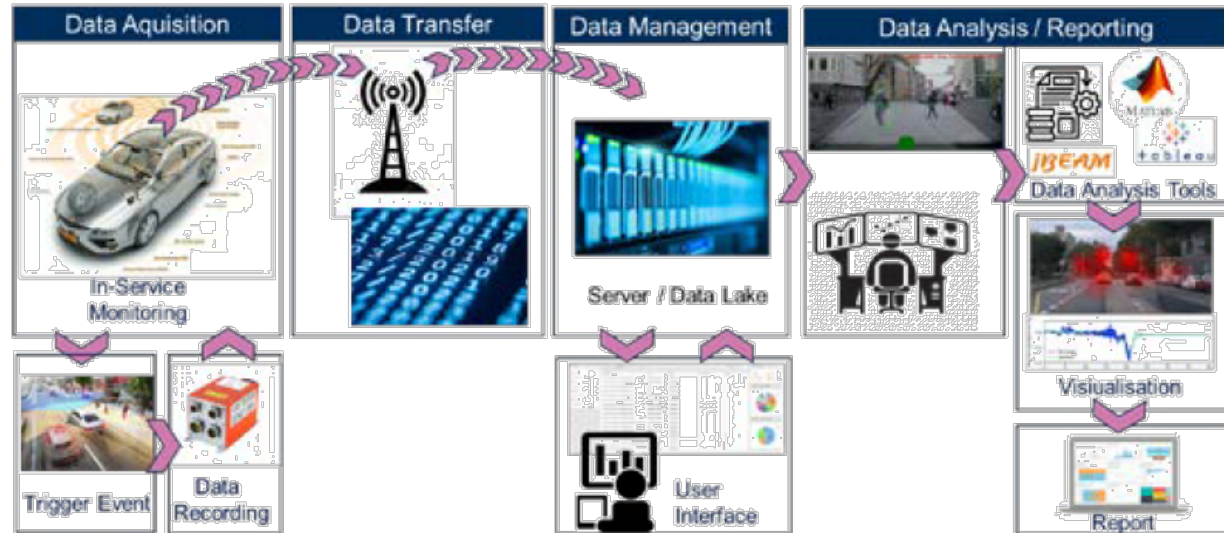
LPLは、継続的に情報収集・分析し、以下を保証する:

(Learning-Driven Product Lifecycle (LPL as DevOps Process for Highly Automated Vehicle))

- ✓ 道路交通の動的な性質のモニタ
- ✓ 開発中の仮定の確認・検証
- ✓ 未知の安全でない事象の残存リスクの発見



Scenario	Urban intersection scenario
Test object	Pedestrian detection function
Trigger function	Evaluate expected pedestrian behavior (predicted trajectory within ROI)
Recording duration before/after trigger	Recording starts 10 sec before trigger activation and 15 sec after trigger deactivation
Data to Record	e. g., Sequence of images
Fleet Definition	e. g. Fleet size, User Group (Rental Cars), vehicle Location etc.
Data Analysis	e. g. Compute frequency of occurrence of event



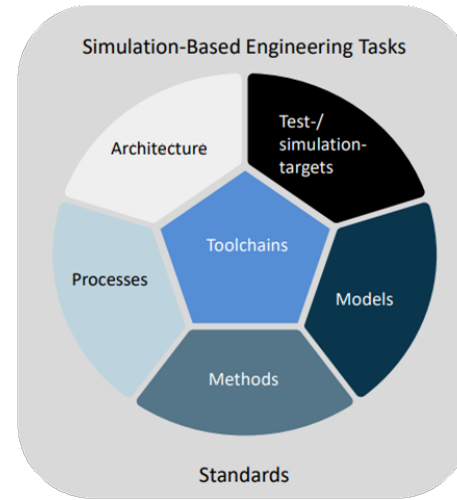
出典: <https://www.vvm-projekt.de/midterm-docs>

SET Level

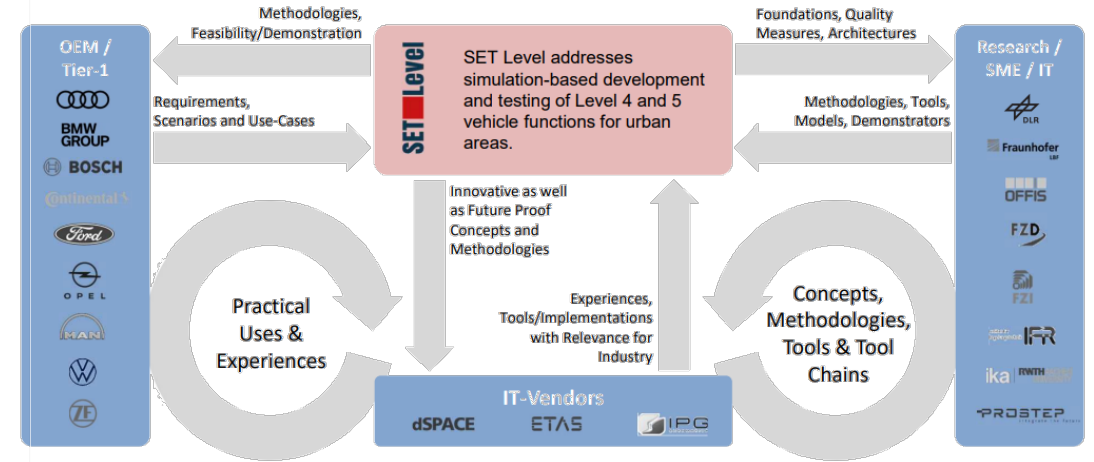


Simulation-based Development and Testing of Automated Driving

SET Level – Overview
Prof. Dr. Frank Köster

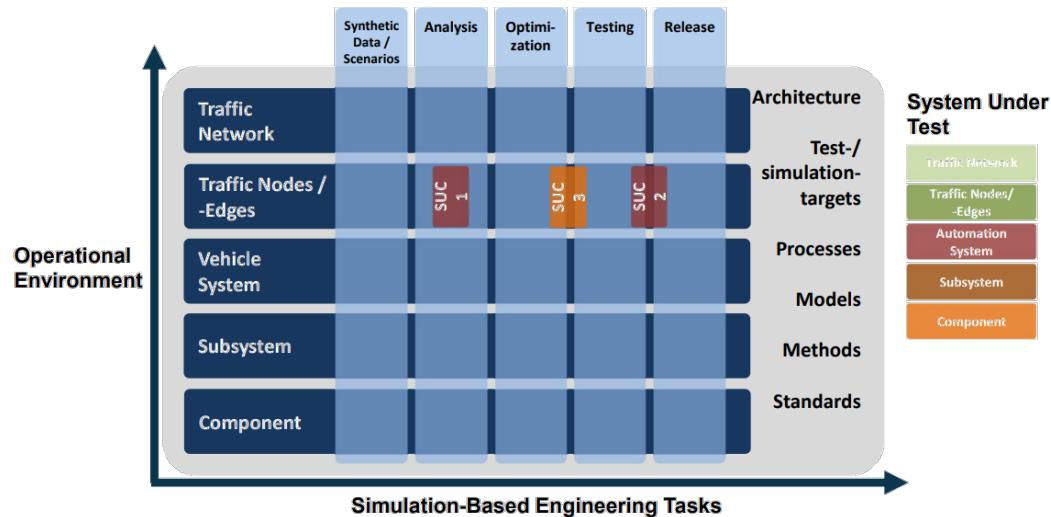


SET Level – Top goals & interdependencies



Towards a SET Level Methodology

Core Dimensions to Consider in the Context of our Toolchain

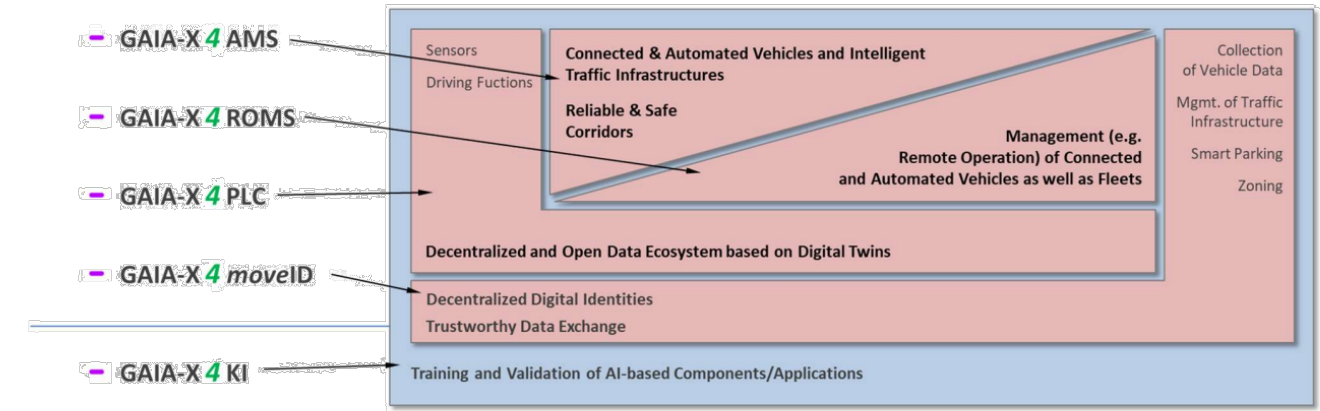


GAIA-X 4 Future Mobility

GAIA-X 4 PLC – with a Focus on Automated Driving



– Complementary projects that are horizontally connected – “Projektfamilie GAIA-X 4 Future Mobility”



<https://www.gaia-x4futuremobility.dlr.de/>

出典 : https://www.vvm-projekt.de/fileadmin/user_upload/Mid-Term/Presentations/VVM_HZE_FrankKoester.pdf



Automotive industry's mission statement and approach towards AD

Made in Germany: The Operating System for Autonomous Driving.

Challenges

New competitors

are setting the pace in digitalizing processes and products

Speed of innovation

must compete with ICT sector

Digitalization

raises requirements of hardware, software and processes

Large investments

in R&I are necessary bearing high economic risks

Collaboration

in precompetitive research and innovation

Capacity Building

in crucial domains like AI

Coherence

in innovation policies and programmes

Convergence

in technology development across programmes and projects

Large-scale projects

to focus and secure rapid deployment

Source: Daimler

ドイツVDA Leitinitiative

VDA Leitinitiative



Fields of activity

Stress-free on motorways

Easy parking

Autonomous in urban areas

Safe outside the cities

Vehicle side

Out of the vehicle

TECHNOLOGY

TECHNOLOGY

Industrial Production

Sensors

Onboard hardware

Onboard software

Backend

Infrastructure

METHODOLOGY

FRAMEWORK

Common development methods and processes

Efficient procedures for testing and certification

New procedures in information processing

Framing conditions incl. ICT
Exchange across projects



Quelle: @City

出典 : https://www.pegasusprojekt.de/files/tmpl/Symposium2019/PEGASUS_Symposium_Summary-Outlook.pdf

ドイツVDA Leitinitiative

Verification/Validation-Centered Project Ecosystem

Current National Projects & National Projects in Preparation

連邦経済エネルギー省 (BMWi) が支援

Verification & Validation /
Development Methods



Connected Systems &
Data Management

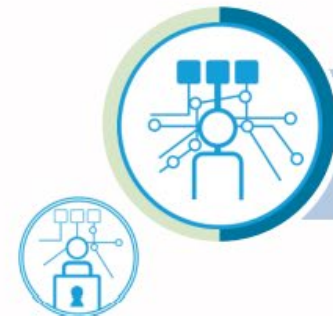
Customer Functions & Use-Cases



IMAGinE



Simulation / Test Beds /
Proving Grounds / Field Tests



Artificial Intelligence &
Machine Learning

出典 : https://www.pegasusprojekt.de/files/tmpl/Symposium2019/PEGASUS_Symposium_Summary-Outlook.pdf

9

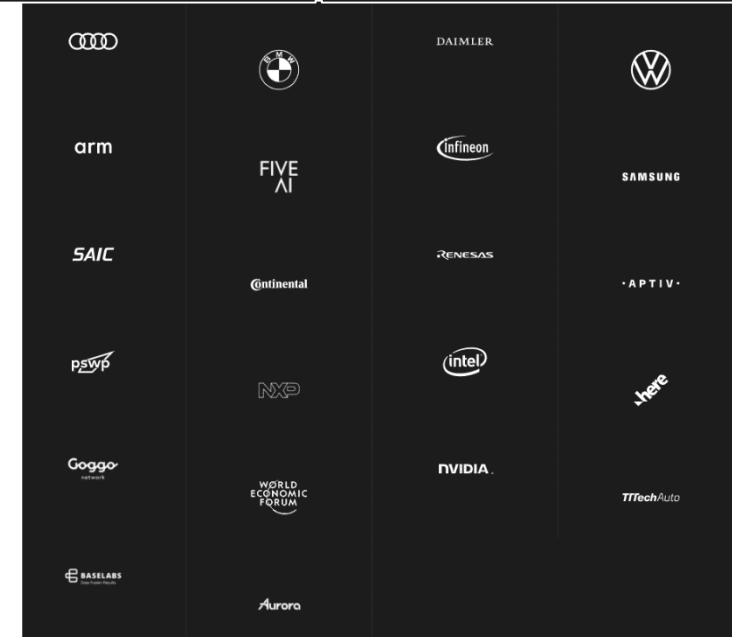
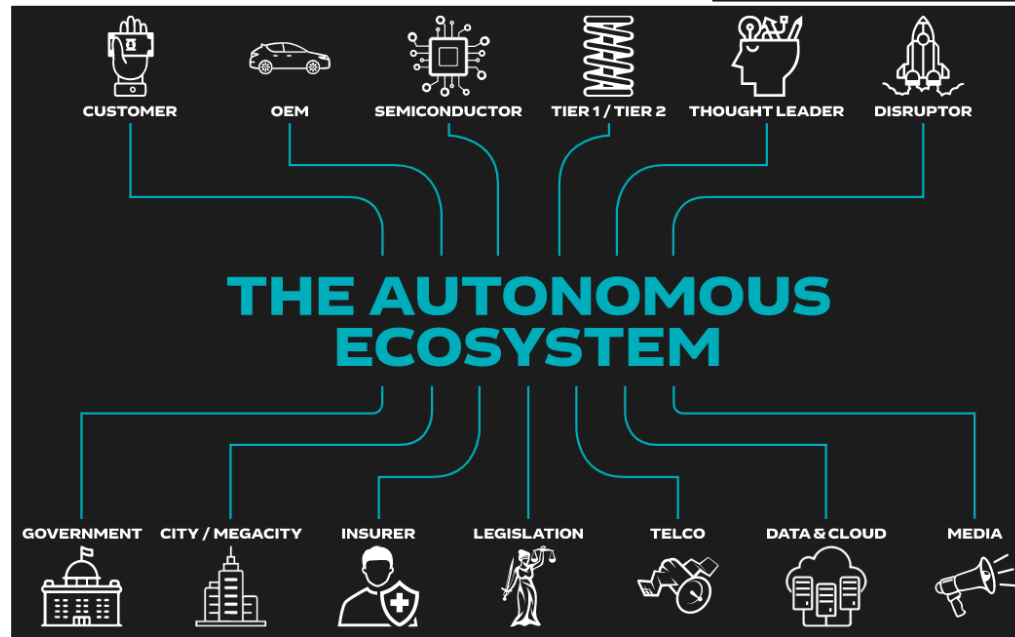
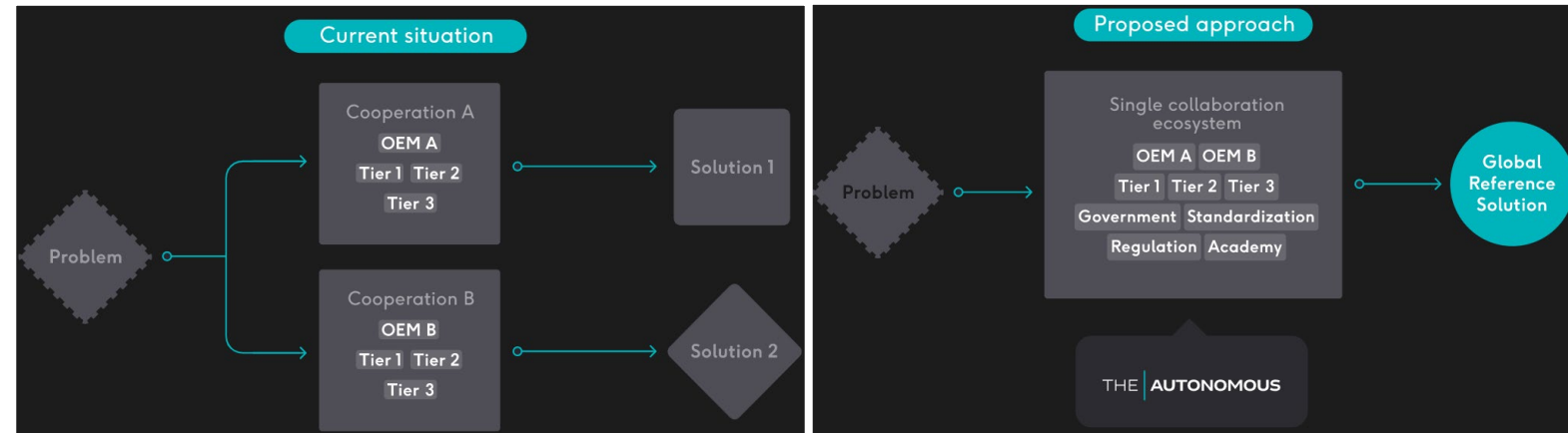
ビッグデータのリアルタイム処理・AI/MLの活用と自動運転検証手法の確立が課題

THE AUTONOMOUS

出典 : <https://www.the-autonomous.com/>

ドイツOEMを中核に、自動運転プロセスの業界内標準を策定するコンソーシアム活動がスタートしている

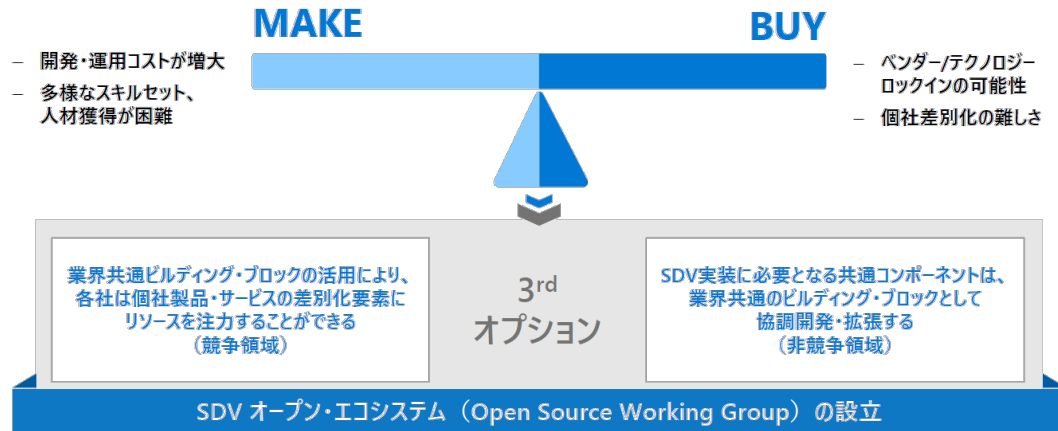
Initiated by TTTech Auto, The Autonomous is an open platform that brings together the autonomous mobility ecosystem to align on relevant safety subjects. Besides the annual event in Vienna, we are hosting Chapter Events and Workshops throughout the year to work on Global Reference Solutions on Safety from Architecture, Security, AI, and Regulation standpoint.



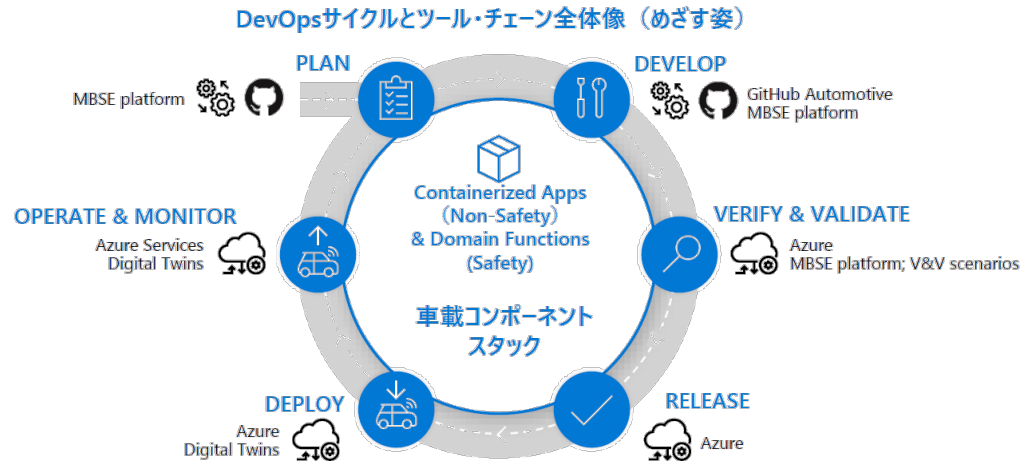
自動車産業内・他産業との連携プロセスの構築が課題

SDVオープンエコシステム OSWG

SDV オープン・エコシステム・アプローチ ~Collaboration & Integration



“Requirements to car” アプローチで実現する Automotive-gradeな車載コンポーネント・スタック開発

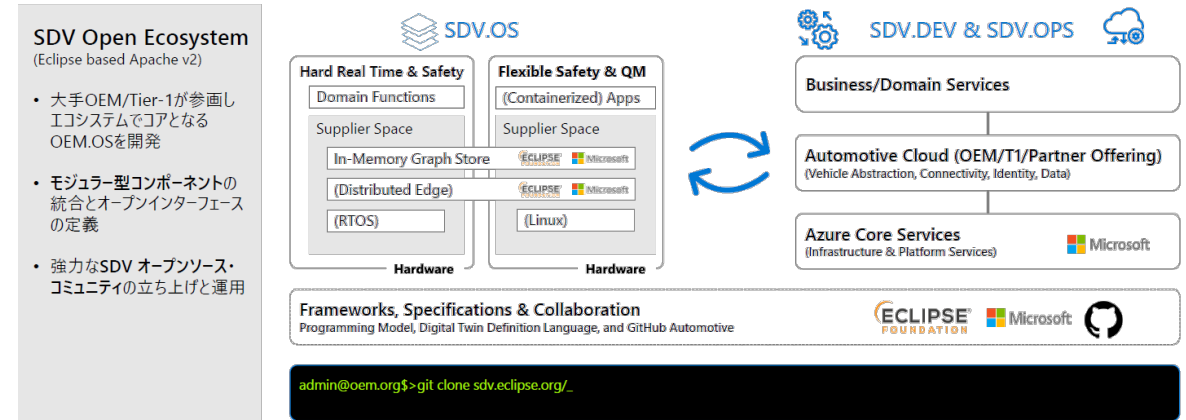


Boschはじめ、欧州ではクラウド-エッジ領域で覇権争いが始まっている。

出典：2022 第7回オートモーティブ・ソフトウェア・フロンティア「ソフトウェア・デファインド」x「サステナビリティ」への取り組み マイクロソフト 江崎智行氏

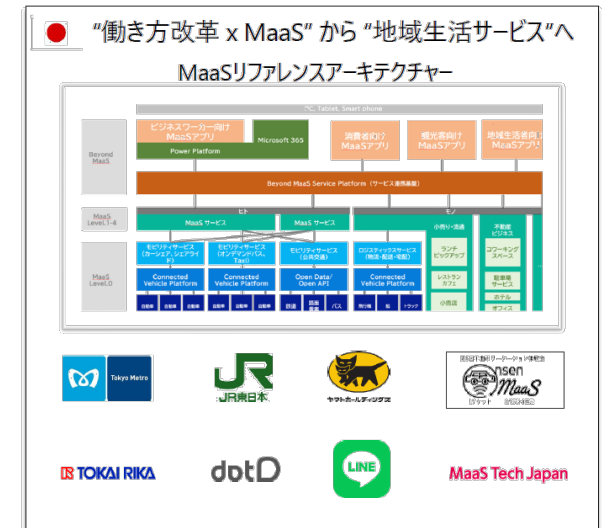
SDV オープン・エコシステム基盤

“Requirements to car” 実現を目指す (code-to-cloud approach)



モビリティ・サービス、データ・マネタイズ、情報流通の取り組み

	AGGIVAL EV Start-up	<ul style="list-style-type: none"> EV オープン・データ・プラットフォームの共同開発 Azure/ML活用したデータモデリング、シェア 都市交通のゼロ・エミッション化、サステナブル・ゴール実現へ
	wejo Connected Vehicle Data provider	<ul style="list-style-type: none"> モビリティ・データ・プラットフォームの構築 Azure/ML活用による先進アプリ開発 異業種エコシステムへのリアルタイムデータ提供 (自動車業界・都市・保険・広告・輸送業etc.)
	ZE Auto Tier-1	<ul style="list-style-type: none"> ZF Cloud-包括的な統合データ・プラットフォーム Cloudベースのモビリティ・サービス・プロバイダーへのDX加速 (AI/IoT/データテクノロジーの利活用) サステナブル・安全・便利・安価なサービス提供
	gaia-x Catena-X	<ul style="list-style-type: none"> 産学官連携の欧州統合データ基盤プロジェクト 業界をまたがるデータ交換の標準化・認証の仕組み、インターオペラビリティ (相互運用性) 実現 カーボンニュートラルに向けて自動車業界において安全な企業間データ交換を目指すアライアンス



The Scalable Open Architecture for Embedded Edge (SOAFEE)

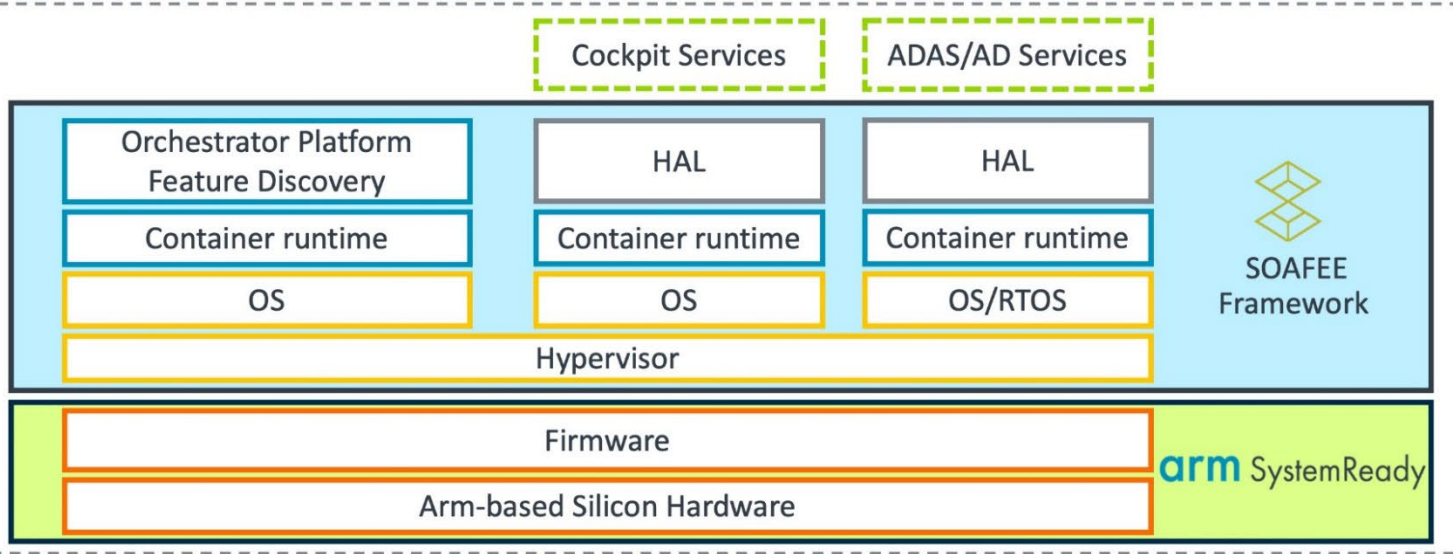
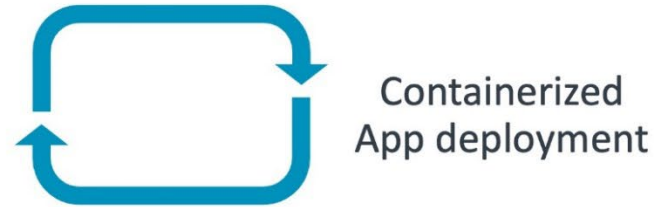
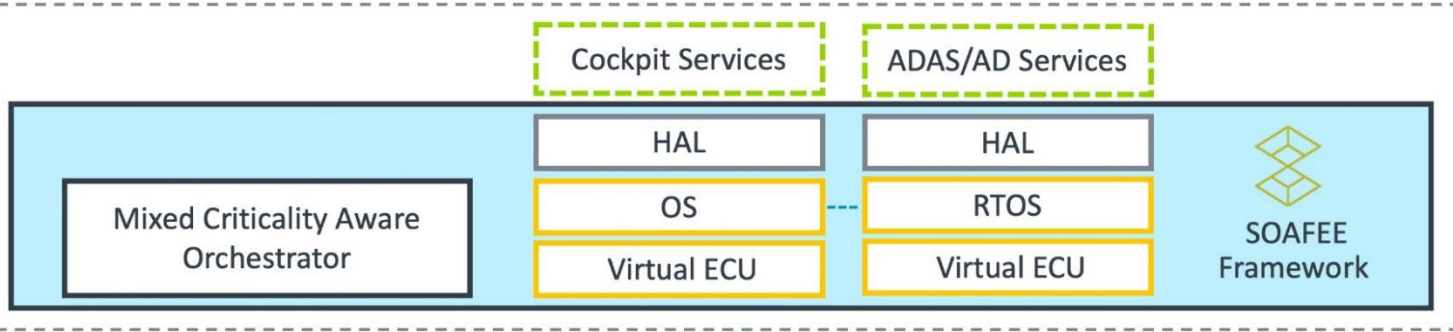


Governing Body Members

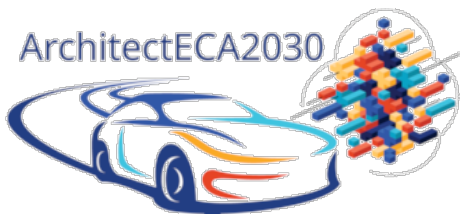


= container

出典 : <https://soafee.io/>



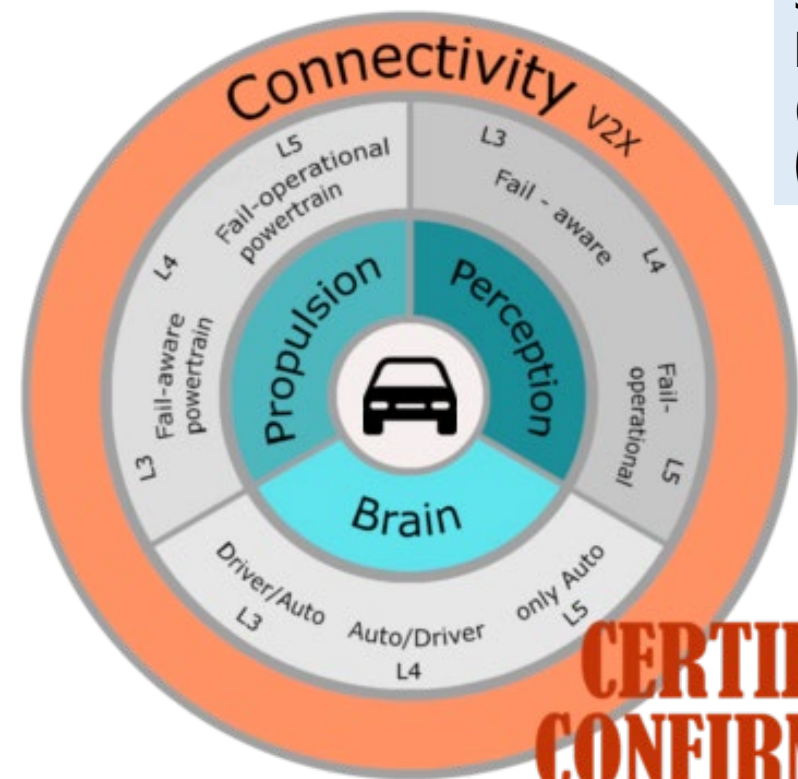
ArchitectECA2030



Trustable architectures with acceptable residual risk for the **Electric, Connected and Automated cars**

- cover both safety assurance by design and safety assurance in-operation

ホモロゲーションと型式認証を通して自動運転/**ECS** (Electronic Components and Systems) 車両の優位性を発揮するために、**ECA** (electric, connected and automated) において極めて重要な4要素 (perception, cognition, control, propulsion, connectivity)を実現するHWとSWは、**開発と運用 (DevOps) の双方で安全性、セキュリティ、信頼性が求められる。**



**CERTIFIED
CONFIRMED**



01/07/2020- 30/06/2023

Total Costs: ~ € 13,6 Mio.

Consortium: 20 partners from 8 countries

Coordinator: Infineon Technologies AG

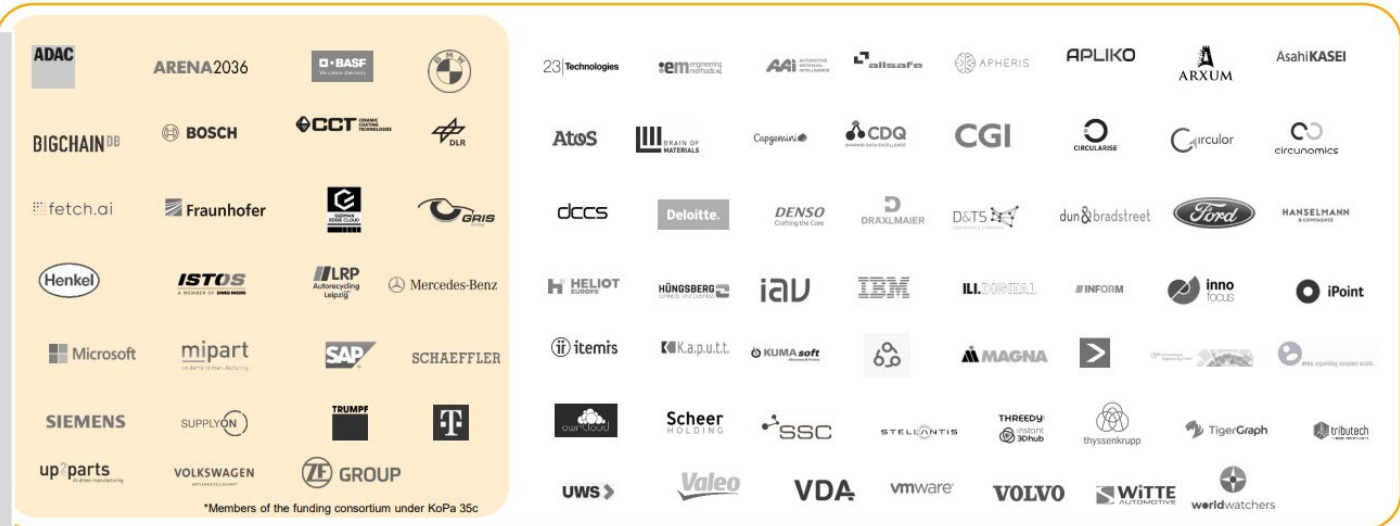
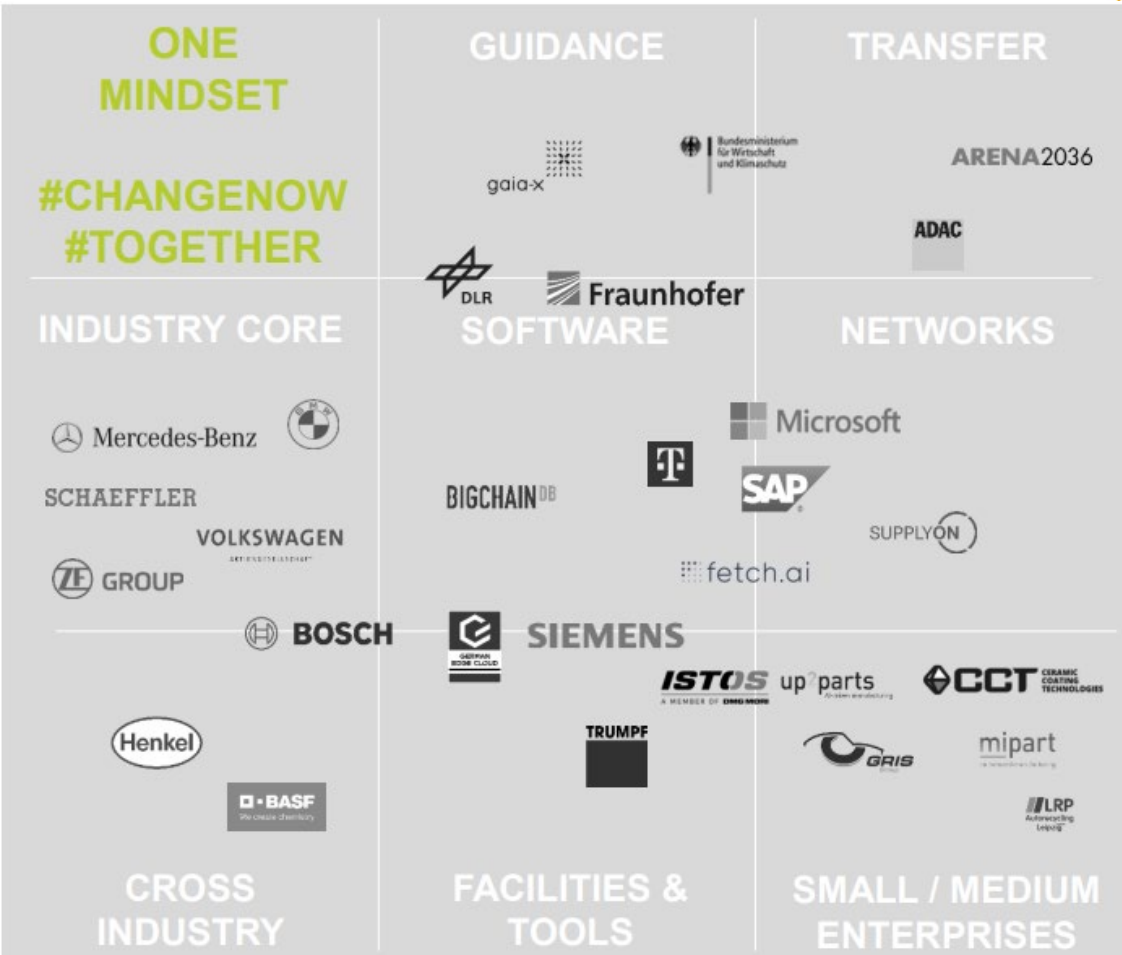
ドイツ、オランダ、チェコ共和国、オーストリア、ノルウェーの各国政府資金を含め最大400万ユーロのECSEL JU資金が提供される。

出典 : <https://autoc3rt.automotive.oth-aw.de/>

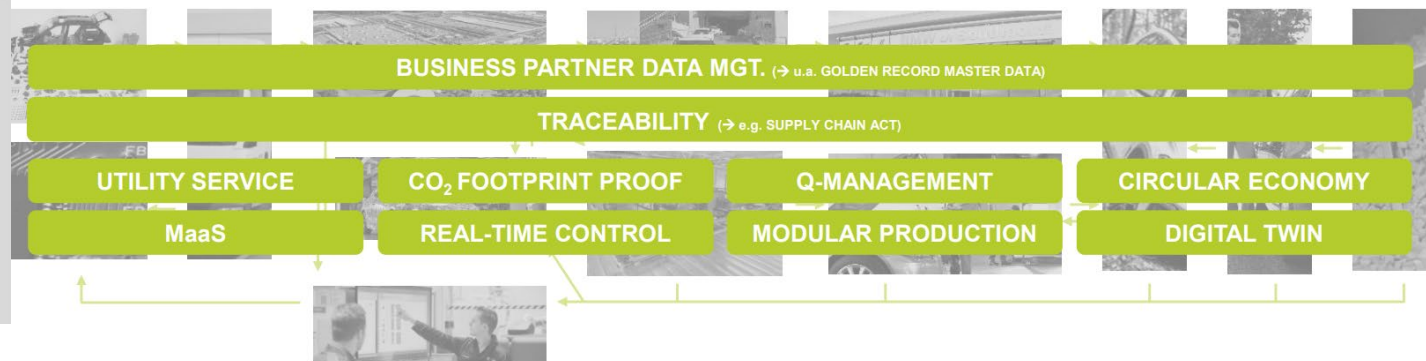
Catena-X

Automotive Network

- Building the First Operating System for a Data Driven Value Chain -



Catena-X Automotive Network e.V – An Alliance for Secure and Standardized Data Exchange



Catena-X starts with Ten Use Cases (Apps) and focuses on eliminating Barriers for Partners, especially SMEs

出典: <https://catena-x.net/de/>,

https://catena-x.net/fileadmin/user_upload/intro_praesentationen/catena-x_overview.pdf

*ドイツ連邦経済・気候保護省

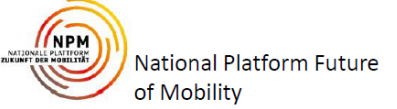
ドイツ産官学連携

Hightech-Strategie 2025

Federal Ministry of Education and Research **独連邦教育研究省 (BMBF)**



Autonomous Driving in Germany – Actors and Objectives



- Three ministries work together to ensure that
 - autonomous driving is safe, secure, sustainable and suitable to the needs of all citizens.
 - Synergies are exploited in research and implementation for efficient and successful roll-out
- New fund by the German Government (1 bill. €) for medium and longterm transformation of the automotive industry and respective technology challenges as e.g. automated driving
- National Platform Future of Mobility presents results at ITS World Congress: Mobility data platforms as digital twin of mobility system needs to be standardized, accessible, secure, protect personal data to enable full potential of connected and autonomous driving.

National Platform Future of Mobility

- Develop multi-modal and intermodal solutions for a largely greenhouse gas-neutral and environmentally friendly transport system
温室効果ガスに優しく環境にやさしい輸送システムのためのクロスモーダルおよび相互接続ソリューションの開発
- Ensure a competitive automotive industry
競争力のある自動車産業の確保
- Promote Germany as an employment location
雇用の場としてのドイツの推進
- Enable efficient, high-quality, flexible, safe and affordable mobility
効率的、高品質、柔軟、安全で手頃な価格のモビリティ実現



BMVI -automated and connected driving in road traffic

Act on autonomous driving

RealLabHH –Laboratory of the NPM and funded by the BMVI

BMW i –investments for industry and systemic approaches on standardization

PEGASUS family projects: Method-oriented projects for overall safety assurance for level 4/5 automation in urban environments (SET Level 4to5, VV Methods)

Investments for automobile industry within the Economic Stimulus Package

BMBF -research on basic technologies for autonomous driving

The German Federal Government’s Framework Programme for Research and Innovation 2021–2024

Microelectronics. Trustworthy and sustainable. For Germany und Europe.

University

Disruptive Modular Architecture for Agile, Automated Vehicle Concepts (**UNICARagil**)

出典：

https://www.sip-adus.go.jp/evt/workshop2021/file/ra/RA_4E_Reinhold_Friedrich.pdf

出典：<https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/>

6つのワーキンググループ

- AG 1 気候と環境保護**
Transport and climate change
- AG 2 代替燃料**
Alternative drive technologies and fuels for sustainable mobility
- AG 3 デジタル化**
Digitalisation in the mobility sector
- AG 4 生産・材料・再循環・人材**
Securing Germany as a place for mobility, production, battery cell production, primary materials and recycling, training and qualification
- AG 5 産業間連携**
Connecting mobility and energy networks, sector integration
- AG 6 法制化・標準化・認証**
Standardisation, norms, certification and type approval

RESULTS REPORT
NATIONAL PLATFORM FUTURE OF MOBILITY
RESULTS FROM 3 YEARS OF THE NPM (2018 TO 2021)

ifok. A CADMUS COMPANY | **acatech** DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

ドイツ動向まとめ

- 自動運転時代に向け、BMVIでは刑法を含めた法体系の再構築を示唆している
 - 社会実装に向け産業力強化のための競争ルール（基準・標準）化を産官連携で進めている
 - 産業力強化のための技術的な裏付けを産業とBMWが連携して蓄積している
 - 技術的な裏付け
 - Pegasusファミリー（Pegasus、VVMMethod、SetL4to5）：VDAとBMW
 - Leitinitiative:VDAとBMW
 - OpenADx：自動車産業とIT（ツール）産業
 - The Autonomous:自動車産業
 - GAIAX/CatenaX:IT産業と自動車産業
- このほか、ASAM、OSI ISO3450xシリーズ、SaFAD/SOTIF/CS/SU、ORAD、等々
- 独自動車産業の国際的な優位性を確保するために、国連法規やHorizon Europeなど国際活動へ様々な競争ルールを打ち込んでいる

※法体系、規制・標準化など

**ドイツ自動車産業でしかできない技術力を持って、国際的な競争ルール※を形成しようとしている。
（＝できない他国の産業は市場から排除されてしまう）**

AD安全性論証の日欧米の違い

	Sakura Project (日本)	Pegasus (独)	SaFAD (独, Baidu, intel)	ANSI/UL 4600 (米国)
安全ビジョン (Safety Vision)	合理的に予見される防止可能な人身事故が生じないこと	<ul style="list-style-type: none"> 必要条件：安全規格に従って開発 十分条件：PRB 	標準的な運転者の性能と比較しPRBを達成	-
安全目標 (What)	熟練された運転者が避けられる事故は、ADSでも回避	テストコンセプトは、少なくとも人間の運転性能は達成	12の安全原則(多くの公的認証機関、消費者団体の文書を引用)	- (許容可能なリスクレベル定義は対象外)
V&V手法、プロセス (How)	<ul style="list-style-type: none"> 交通障害テストシナリオを作成 シミュレーションでシナリオ上のパラメータを振り、網羅的に判定 事故発生状況を人間とADSで比較 	<ul style="list-style-type: none"> Pegasus method を規定 ライフサイクル全体をカバーするが、詳細までは未規定 	<ul style="list-style-type: none"> 既存3規格に基づく、ディペンダビリティ 設計指針 安全アーキテクチャ V&V戦略 4機能の開発例とDNN開発が付録 	- (安全機能の設計、プロセスは対象外)
論証 (Assurance)	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション結果 具体的な論証方法は未規定 	<ul style="list-style-type: none"> Pegasus method の実施中に生成される成果物 具体的な論証方法は未規定 	<ul style="list-style-type: none"> 12安全原則、設計、V&Vとのトレーサビリティ 具体的な論証方法は未規定 	<ul style="list-style-type: none"> ライフサイクル全体で、記載すべき内容を明確に記載 表現方法(GSNやCAE等)は未規定
標準化への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ALKS事例がVMADのAnnexに Automated Driving Safety Evaluation Framework Ver.1.0 発行(2020年10月) ISO/WD 34502を主導 	<ul style="list-style-type: none"> ASAM OpenX →ISO 3450X? 	<ul style="list-style-type: none"> ISO/TR 4804:2020が12月に発行 	<ul style="list-style-type: none"> 安全2規格との併用を意識(対応付けがAnnexにあり) SAEと連携

出典：2021JSAEフォーラム 松原豊 名古屋大学

論証の必要十分条件は？

日本

必要条件

テストシナリオで全て合格

十分条件

テストシナリオの網羅率が100%
もし網羅率が100%未達だと論証が成立しない
(ドイツ案になると日本には対抗手段が無い)

ドイツ

必要条件

安全規格とGEP(Good Engineering Practice)

十分条件

正のPRB^注

注

- ALARP、GAMAB、MEM、10⁻⁷死者/h 等
- 設計時と実績値の両面の可能性
- 実測値：マクロ指標と個別車両指標
- 個別車両毎に十分条件を満たすにはISMRが必須となる可能性

自動運転の安全性論証の方策と法制化・標準化

～独PEGASUSファミリのその後と最新国際動向をめぐる日本の戦略～

Framework Document

日本の動向

ドイツの動向

国際的な議論（UNECEと欧州法規の観点から）

WP29 GRVA VMAD/NATM (New Assessment/Test Method for Automated Driving)

United Nations ECE/TRANS/WP.29/2021/61

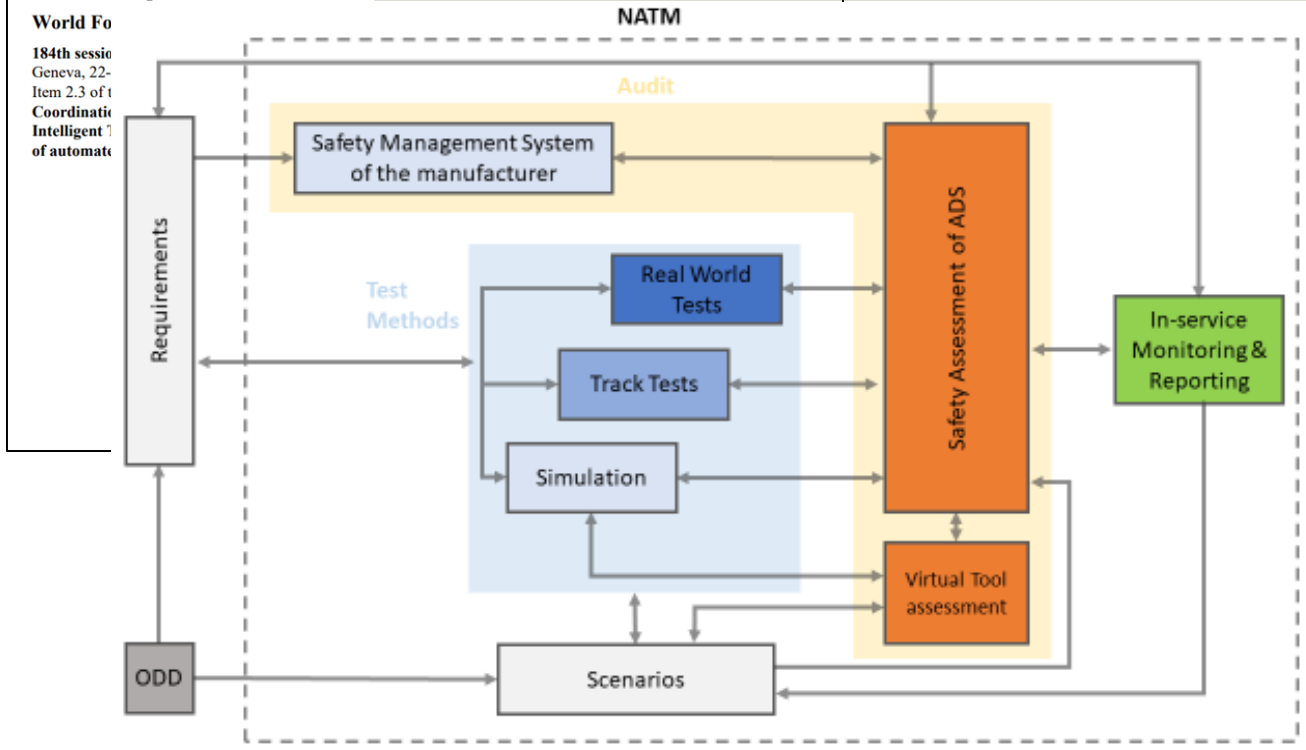
 **Economic and Social Council** Distr.: General
9 April 2021
Original: English

- **2021.4.9 UNECE WP29からNATM-Master Document第1版公開**
- **現在継続議論中**

Economic Commission for Europe
Inland Transport Committee

現在の主な議論のポイント

- シナリオ体系 Abstract Scenario
- ツールチェーン（シミュレーション）アセス
Credibility assessment for using virtual toolchain in ADS validation
- トラック・実環境テスト手法
Outline of the Approach for the Testing Methods for Track Testing and Real World Testing
- 安全性アセス
Requirements for the audit safety assessment of the safety design concept of the Automated Driving System (ADS)
- 安全管理システム監査
Requirements for the Audit of the manufacturer safety management system for Automated Driving Systems (ADS)
- 市場モニタリングと報告
Requirements for In-Service Monitoring and Reporting for the Automated Driving System (ADS)



a safety validation framework that can be adopted by Contracting Parties of both the 1958 and the 1998 UN vehicle regulations agreements

欧独にて検討されている技術に裏付けられている可能性が高い

NATM/ISMR (In-service monitoring and reporting)

83. 使用過程モニタリングおよび報告の3つの主な目的は、メーカーおよびその他の関連情報源からのデータの遡及的分析を用いて以下を行うことである。

- (a) 市場導入前の監査段階での初期安全評価(残余リスク)がフィールドにおいても継続的に確認されていること(「**安全確認**」)を示す。
- (b) 一般的なシナリオデータベースに、フィールドでの自動運転車で起こるかもしれない重要な新しいシナリオ(「**シナリオ生成**」)を追加する。
- (c) 主要な安全事故/インシデントから得られた教訓を共有することにより、コミュニティ全体のための安全勧告を導き出し、コミュニティ全体が運用上のフィードバックから学ぶことができるようにし、**技術と法律の両方の継続的改善**(「**安全勧告**」)を促進する。

84. メーカーによるADSサブシステムの性能の「**リアルタイム監視**」(セルフチェック/オンボード診断)義務は、本柱の一部ではなく、安全要件の一部である。しかし、ADSサブシステムの性能に関する時間外の報告メカニズムのいくつかは、上記の最初の項目の一部であり、安全性能劣化の予測モニタリングに寄与する可能性がある。

85. 使用中のメーカーが実施する**安全管理プロセス**(例えば、**交通規則やインフラの変更を管理**するために)は、この柱の範囲外であり、監査の柱によって評価される。この柱は、監視され報告されるデータの種類に焦点を当てる。

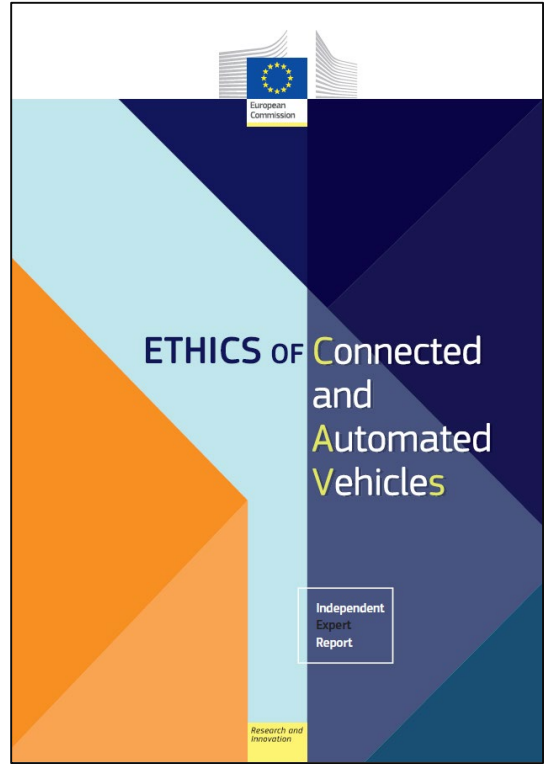
製造者には、リアルタイム監視を通じたDevOps型プロセスで、技術・管理の改善やインフラ・法制度の変化への対応が求められている

91. 安全勧告に関しては、供用中データからの学習は、ADSの安全ポテンシャルに対する中心的要素である。ADSが関与する事故から得られた教訓は、他のADSにおける事故シナリオの安全開発とその後の防止につながる可能性がある。運転経験からのフィードバックは、自動車セクターや他の運輸セクター(例えば、**航空、鉄道、海事分野で既に実施**されている)における**安全管理のベストプラクティス**として認識されている。フィールド運転データは、道路安全に対するADのプラスの影響の証拠を提供することもできる。

97. 運転事故/インシデント分析は、例えば、特定の衝突状況において関連する情報を収集している従来の車両からのイベントデータレコーダ(EDR)からのデータの分析を通じて、いくつかの車両安全体制において確立された手法である。現在のところ、**ADSクラッシュ/ヒヤリハット調査のための標準的なデータ要素は定義されていない**。テストまたはデプロイメントに従事する主体は、クラッシュに関連するデータを自発的に収集することが推奨される。**車載モニタリングの概念が自動車安全分野に導入されるのは初めてであり、車両は一般市民(航空や鉄道とは異なる)によって通常使用されるので、どのようにデータを収集するか、どのようなデータを収集するか(例えば、ADがヒヤリハットに至った状況を引き起こしたか否か)などの実現可能性が重要な視点であり、十分に議論されるべきである。**

出典：<https://unece.org/sites/default/files/2021-04/ECE-TRANS-WP29-2021-61e.pdf>

Ethics of Connected and Automated Vehicles



Chapter 1
Road safety, risk and dilemmas24

1.1 Introduction.....25
 1.2 Improving road safety25
 1.3 Risk distribution.....30
 1.4 Dilemmas in crash-avoidance.....32

Chapter 2
Data and algorithm ethics: privacy, fairness, and explainability34

2.1 Introduction.....35
 2.2 Privacy and data protection.....36
 2.3 Fairness.....42
 2.4 Explainability48

Chapter 3
Responsibility52

3.1 Introduction.....53
 3.2 Responsibility as obligation.....55
 3.3 Responsibility as virtue56
 3.4 Responsibility as accountability.....58
 3.5 Responsibility as culpability.....60
 3.6 Responsibility as legal liability62

Conclusion and future work.....64

勧告18（説明責任）の例

Recommendation 18 on accountability (duty to explain)

Promote an innovation culture in which people developing systems are trained and informed with appropriate technical competence and moral awareness of the full implications of their role	✓		
Arrange the formal accountability of manufacturers, deployers, and users of CAVs towards relevant actors and institutions and provide proper information for the public on CAV operations		✓	
Ensure that the logic behind sensitive decisions made by CAVs are transparent and explainable to the public	✓		
Identify the best technical and socio-psychological mechanisms to maintain accountability in increasingly automated and connected (traffic) socio-technical systems			✓

It is sometimes assumed that in supporting or replacing driving tasks, CAVs will reduce the burdens and demands on human actors, and thereby reduce their responsibilities. This is not the case. Rather than reducing or eliminating human responsibility, the use of CAVs will redistribute responsibilities across the network of human individuals and organisations involved in their manufacture, deployment, and use. This may result in increased demands being placed on some actors (manufacturers and deployers, policymakers), as well as different demands being placed on others (users, passengers). New research and policies are needed to regulate this shift in demands.

CAVは、運転タスクを支援または置換する際に、人間関係者の負担と要求を低減し、それにより彼らの責任を低減すると時々仮定される。そうではありません。CAVの使用は、人間の責任を削減または排除するのではなく、その製造、展開、使用に関する人間の個人および組織のネットワーク全体に責任を再配分する。その結果、一部のアクター(製造者・運行者・政策立案者)に課せられる要求が増加し、別のアクター(ユーザ、乗客)に課せられる要求が変化する可能性があります。この需要の変化を規制するためには、新しい研究と政策が必要である。

CCAMのSRIAに先立ち、2020年9月18日に、EC (DG Research and Innovation) からCAV倫理の検討結果が公開された：

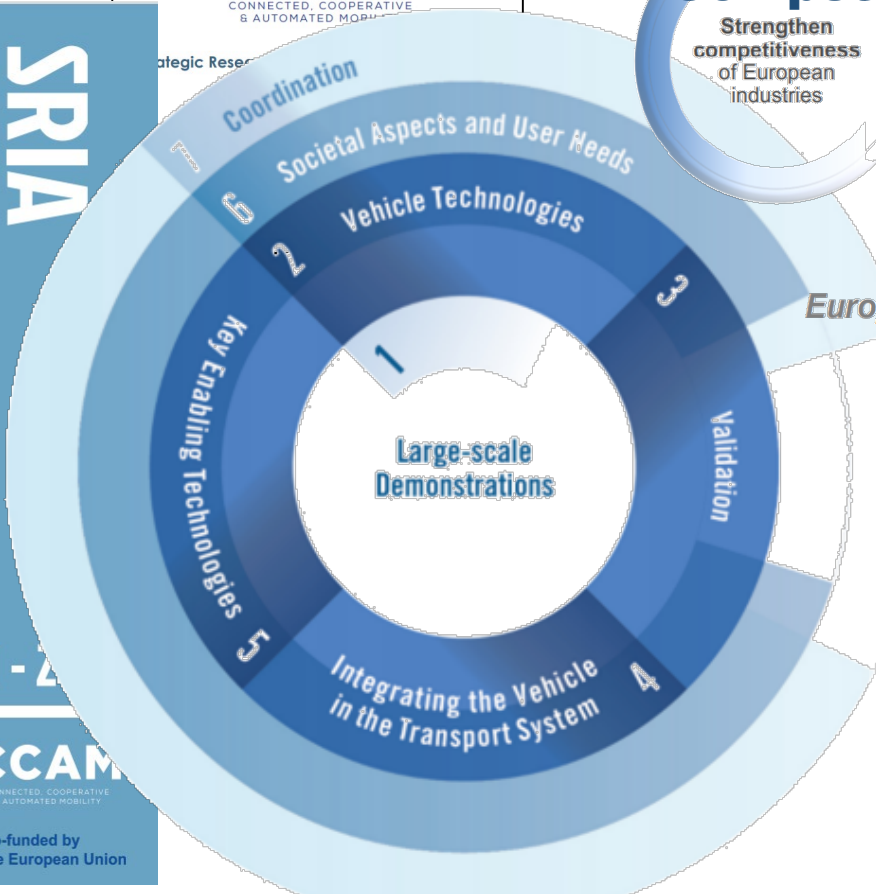
- ◆ ①安全・リスク・ジレンマ ②データ・アルゴリズム ③責任の観点に対する20の勧告
- ◆ 製造・運行者、政策行政機関、研究機関（産官学）の役割分担

出典：https://ec.europa.eu/info/news/new-recommendations-for-a-safe-and-ethical-transition-towards-driverless-mobility-2020-sep-18_en

自動運転における産官学の役割分担と責任区分に基づく法体系の再構築が勧告された

Horizon Europe/CCAM (Connected Cooperative & Automated Mobility)

2020年11月2日、CCAMのSRIA (Strategic Research and Innovation Agenda) が公開され、2021年12月1日に改定版公開



- CCAM Clusters**
- Cluster 1: Large-scale Demonstration.
 - Cluster 2: Vehicle technologies
 - Cluster 3: Validation.
 - Cluster 4: Integrating the vehicle in the transport system
 - Cluster 5: Key enabling technologies
 - Cluster 6: Societal aspects and user needs
 - Cluster 7: Coordination.

出典 : <https://www.connectedautomateddriving.eu/eucad2021/ccam-partnership/>

Horizon Europe/CCAM (Connected Cooperative & Automated Mobility)

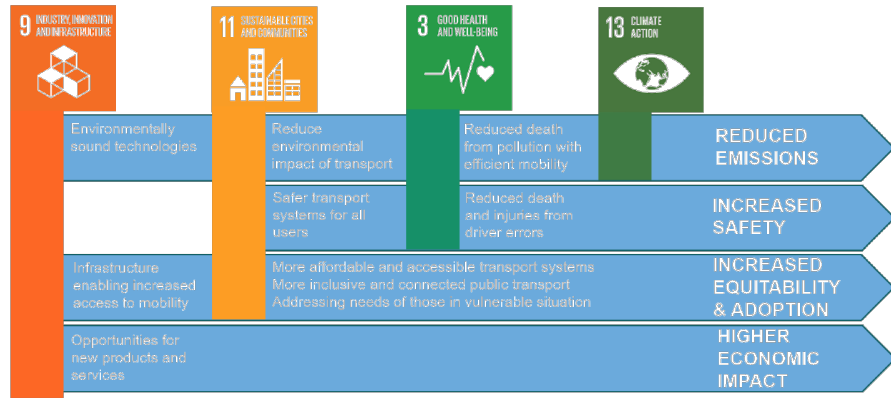


Figure 3: CCAM contributing to UN SDGs

Table 2: Legal framework for the deployment of Automated Driving

TECHNICAL REGULATIONS / FUNCTIONALITIES	LIABILITY AND ACCIDENT RECONSTRUCTION	ROAD INFRASTRUCTURE
<ul style="list-style-type: none"> Framework Regulation on automated / autonomous vehicles – New regulation ALKS motorway – New regulation Advanced Emergency Braking Systems (AEBS) R131 (commercial vehicles); New regulation (cars) Braking – R13; R13H Driver monitoring – Part of ALKS Minimal risk manoeuvre – Part of ALKS 	<ul style="list-style-type: none"> DSSAD – New regulation (WP 29 Informal Group) EDR – New delegated act (GSR, based on UN GRSG EDR) 	<ul style="list-style-type: none"> Road signs (harmonised under UNECE WP1) Regulation (EC) 1071/2009 Vehicle interface with dynamic traffic management and law enforcement – New regulation or standard Road Infrastructure Safety Management (RISM) Directive – Directive 2008/96/EC Road signs – National laws on road signs to be updated
	MUTUAL RECOGNITION	
	<ul style="list-style-type: none"> Art 20 Exemption Procedure Guidelines (2019) 	
	DRIVER	
	<ul style="list-style-type: none"> Driving licences – New regulation (WP 1 Informal Group) Human Machine Interface (HMI) – Part of ALKS 	
	TRAFFIC RULES	
	<ul style="list-style-type: none"> Evolution of the Geneva and Vienna Conventions Harmonisation of national road traffic laws 	
	ROAD WORTHINESS	
	<ul style="list-style-type: none"> Periodic technical inspection Directive 45/2014/EU, possible future harmonisation within the 97 Agreement 	
	SOCIAL LEGISLATION	
	<ul style="list-style-type: none"> Driving time – Regulation (EU) 561/2006 Tachograph – Regulation (EU) 165/2014 	
CYBERSECURITY		
<ul style="list-style-type: none"> Cyber Security Management System (CSMS) New regulation (2020) Cybersecurity for CAD – New delegated act (GSR, based on UNECE Cybersecurity Regulation) 		
SOFTWARE UPDATE		
<ul style="list-style-type: none"> Software over-the-air update New regulation (2020) 		

CCAMパートナーシップは、研究・イノベーション活動から得られた試験、実証及び検証から得られた必要な知識及び科学的背景に基づいて、将来の規制に関する利害関係者間の早期の調整を提供することにより、CCAMソリューションの実施を加速し、能力及び価値を更に向上させる。

出典：<https://www.connectedautomateddriving.eu/eucad2021/ccam-partnership/>

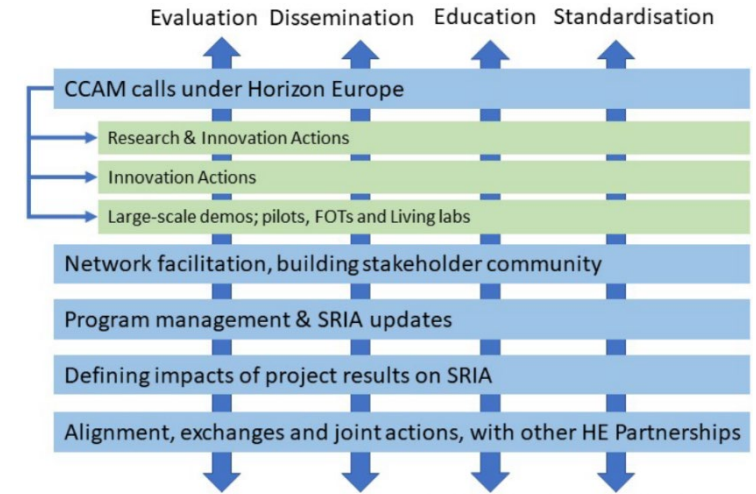


Figure 10: SKIA Implementation measures and activities

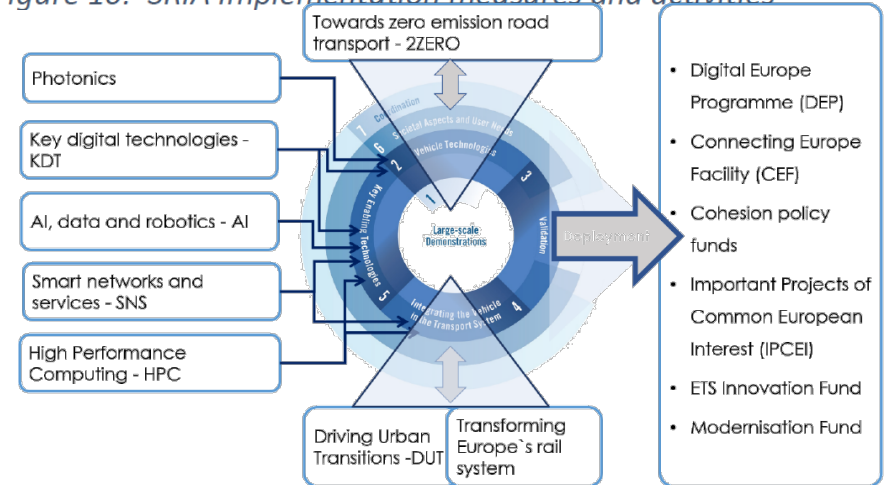


Figure 12: Scope of cooperation and interfaces between CCAM partnerships and other European partnerships

国際的な法規制を裏付けに社会要請（SDGs）の社会実装で人材育成と標準化を進め、
欧州産業の国際競争力を向上させる

欧州イノベーションガバナンスのメカニズム (仮説) SRA/SRIA

Strategic Research Agenda
Strategic Research and Innovation Agenda

Excellent science
Three priorities
Industrial leadership
Societal challenges



大義名分を掲げる
社会要請
Societal Needs



欧州の公的資金で強みを強化し、強みが評価される指標を国際標準化する

産業・人材・技術革新

社会要請に対する
目標・目標値を設定する

法制化
Legislation/Regulation

オープンイノベーション
(Horizon Europe)

標準化
Standardization

産業側から
大義とその実現手段を提示する

欧州標準 国際標準
CEN/CENELEC/ETSI
ISO/IEC/ITU

社会受容性の
枠組み・要件を提示する

社会受容性の
評価方法を提示する

社会実装
Deployment



欧・独はできるが他国の産業ではできない
レベルを国際法規制でコントロールする

ショーウィンドウを作り
世界市場に欧州産業の優位性を訴求する

環境等を守るといった大義名分を掲げて、規制を通じて外国企業の参入障壁を高めながら、欧州内の市場統合を進め、国家・企業連合を構築して地域外企業に対抗することで経済成長を実現

新たなモビリティ社会に向けた欧州の戦略 ~AD安全性論証を事例に~

不測の事故は起こるかもしれない, ので「社会的な方策」を十分考え準備しておく = 社会受容性

社会的な方策 = 法体系再構築、官民によるライフサイクル評価改善、デジタル社会、国家企業連携、エコシステムなど

(cf. 日：メーカ責任の事故は市場で絶対に起こしてはならない = 100%網羅によるシナリオ評価)



欧独は「社会的な方策」に裏付けられた欧独だけが勝てる国際競争ルール化 (法制化・標準化) を産官学連携で戦略的に進めている

まとめ

自動運転を取り巻く国際的な事業環境は大きく変貌を遂げつつある：

◆日本と“それ以外”では安全性論証の考え方が大きく乖離している：

日：メーカー責任の事故は市場で絶対に起こしてはならない。（cf. 原発の安全神話）

欧/独：不測の事故は起こるかもしれない。ので「社会的な方策※」を十分考え準備しておく

※社会的な方策（ELSIなどの観点から社会的課題を総合的に解決する取り組み）

産：DevSecOps（上市前に十分検証する＊事故をいち早く検出し対策する＊開発にF/Bする＊説明責任を果たす）

官：社会制度（社会受容性の確保のための役割分担と責任区分などの法規・規制）再構築

学：社会科学・自然科学・人文科学の複合的観点から総合信頼性の方策を基礎検討

◆欧独では「社会的な方策」に裏付けられた欧独だけが勝てる国際競争ルール化

（法制化・標準化）を産官学が戦略的に進めている：

産官学連携による新たなモビリティ社会に向けた社会制度の再構築（Ethics of CAV/Horizon Europe）

産官による技術開発と標準化（国際・業界/BMWi）＊欧独の技術に裏付けられた法制化（UNECE・EU法/BMVI）

日本の自動車産業が国際市場より排除されてしまう可能性が出てきた。

今、我々は何をすべきか？を検討したい。

本日の内容は自動車技術会「自動運転に係わる総合信頼性の継続的確保に向けた標準化検討委員会」での成果をまとめたものです。2022年度より新たな委員会が発足します。

自動車技術会 共同研究センター

新たなモビリティ社会に向けたイノベーションガバナンス 検討委員会 (旧自動運転に係わる総合信頼性の継続的確保に向けた標準化検討委員会)

イノベーションが社会から正当な信頼を得て社会受容性を得るための要件を下記の観点から議論する：

- プライバシー、安全性、公平性、多様性、持続可能性やELSIなどの観点での根本的な価値
- ルール設計、プロダクトデザイン、組織マネジメント、アカウントビリティ確保、紛争解決などのガバナンスの要素
- ガバナンスを持続するためのメカニズムとその運用に携わる産官学の役割分担