

システムオブシステムズに向けた課題 ～ダイナミックマップとSDVに対する取り組み～

2024年8月2日

高田 広章

名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 所長・教授

名古屋大学 大学院情報学研究科 教授
附属組込みシステム研究センター長

Email: hiro@ertl.jp URL: <http://www.ertl.jp/~hiro/>

自己紹介

本務

- ▶ 名古屋大学 未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 所長・教授
- ▶ 名古屋大学 大学院情報学研究科 情報システム学専攻 教授／附属組込みシステム研究センター センター長

専門分野

- ▶ コンピュータ科学

研究分野

- ▶ リアルタイムOS, ソフトウェアプラットフォーム
- ▶ リアルタイム性解析とスケジューリング理論
- ▶ 機能安全技術, 組込みシステムのサイバーセキュリティ
- ▶ 車載組込みシステムと車載ネットワーク
- ▶ ダイナミックマップ, 協調型自動運転

その他の役職(主なもの)

- ▶ NPO法人 TOPPERSプロジェクト 会長
- ▶ 日本学術会議 会員(第三部, 情報学委員会所属)
- ▶ 日本ソフトウェア科学会 理事長
- ▶ 自動車技術会 理事
- ▶ スズキ財団 評議委員
- ▶ 経済産業省・国土交通省 モビリティDX検討会 座長
- ▶ 車載組込みシステムフォーラム(ASIF) 会長
- ▶ オートモーティブ・ソフトウェア・フロンティア プログラム委員長
- ▶ 組込みシステム技術に関するサマースタッフワークショップ(SWEST) ステアリング委員長
- ▶ (元)宇宙航空研究開発機構(JAXA) 客員教授
- ▶ (元, 初代)情報処理学会 組込みシステム研究会 主査

AGENDA

ダイナミックマップ2.0とCooL4データ連携PF

- ▶ ダイナミックマップとダイナミックマップ2.0 (DM2.0)
- ▶ RoAD to the L4プロジェクト, テーマ4事業 (CooL4)
- ▶ CooL4データ連携アーキテクチャ, API仕様
- ▶ データ連携PFの開発状況, 高蔵寺実証実験
- ▶ 協調型自動運転の課題

SDV, オープンSDVとビークルAPI

- ▶ Software Defined Vehicle (SDV) とは？
- ▶ SDVの発展段階とオープンSDV, インパクトと課題
- ▶ ビークルAPIの標準化

まとめ

- ▶ API (インタフェース) を定義することの意義
- ▶ システムオブシステムズに向けた課題

ダイナミックマップ2.0と COOL4プロジェクト

ダイナミックマップ

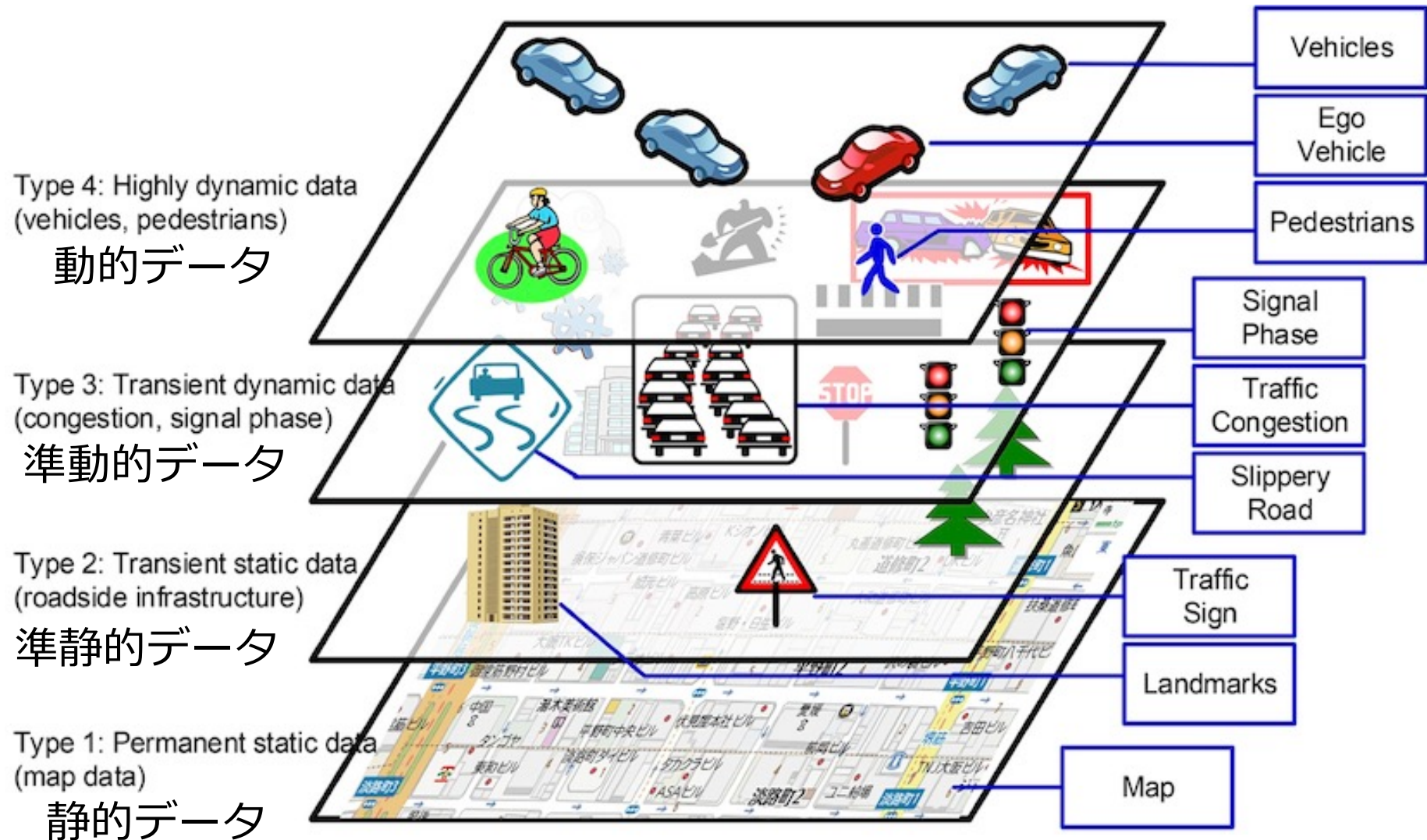
ダイナミックマップとは？

- ▶ いわゆる地図の上に、動的な情報を重畳させた論理的なデータの集合体(仮想的なデータベース)
- ▶ ここでは、道路交通の範囲に限定して議論する
- ▶ 以下のような情報をリアルタイムに管理する
 - ▶ 車両や歩行者の現在位置と移動状況
 - ▶ 交通状況(信号の現示, 渋滞, 事故など)
 - ▶ 道路情報(道路地図, リスクマップ)

ダイナミックマップの存在意義

- ▶ 様々な情報源からの情報を、地図上に統合管理する
 - ▶ 車載センサ
 - ▶ 路側機(路車間通信), 他車両(車車間通信)
 - ▶ VICS, ETC2.0, OEMのセンター, インターネット

ローカルダイナミックマップ(LDM)の概念図



ダイナミックマップ2.0

ダイナミックマップ2.0(DM2.0)とは？

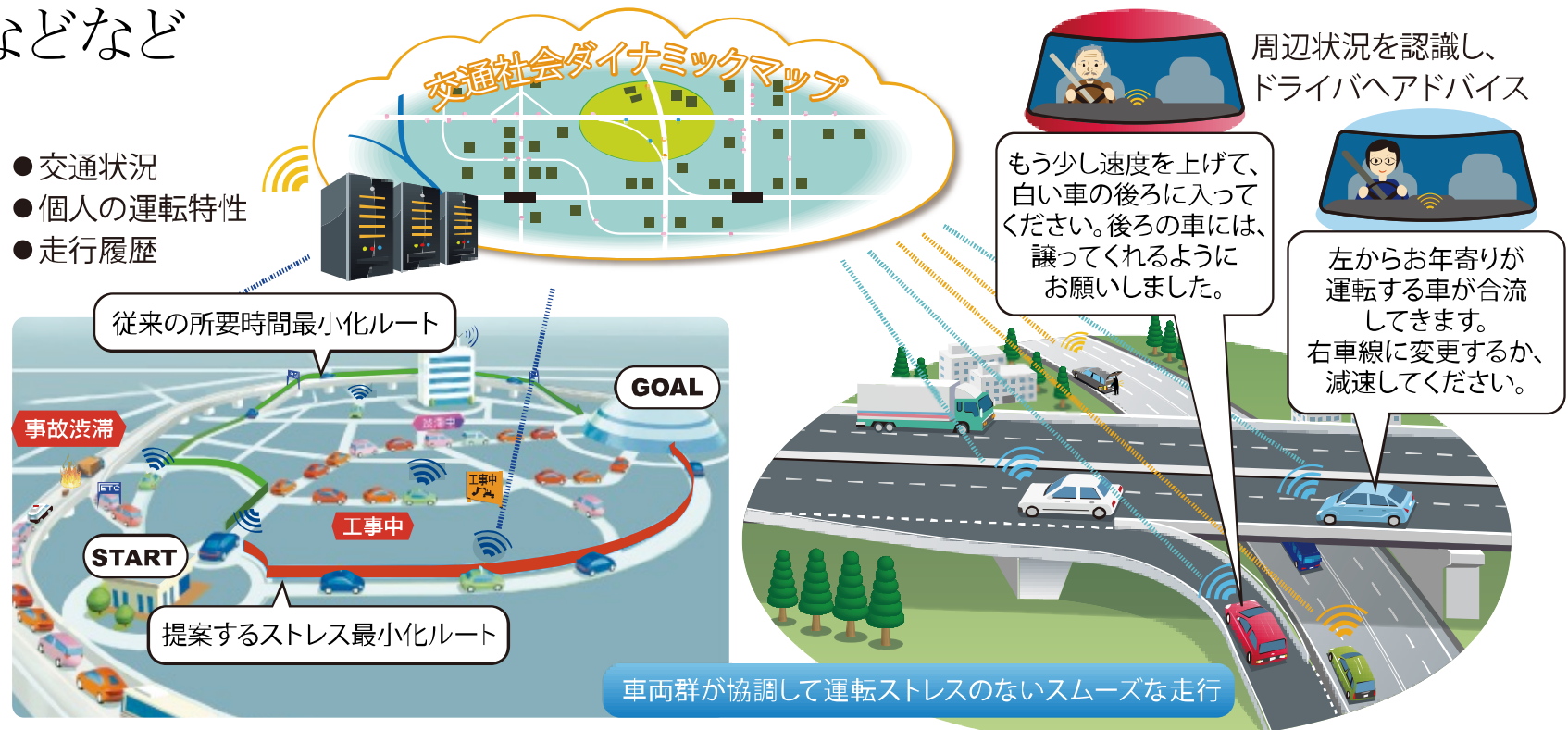
- ▶ 名古屋大学と同志社大学が呼び掛け、コンソーシアム型共同研究の枠組みで、参加企業と共同で研究開発している情報プラットフォーム
- ▶ 動的データの動的な扱いにフォーカス

コンソーシアム型共同研究の実施経緯

- ▶ 2012年4月～2016年9月：CLOUDIAコンソーシアム
- ▶ 2016年10月～2019年度：ダイナミックマップ2.0コンソーシアム
- ▶ 2020年度～2022年度：ダイナミックマップ2.0の高信頼化技術に関するコンソーシアム
- ▶ 2023年度～2025年度：先進モビリティサービスのための情報通信プラットフォームに関するコンソーシアム

ダイナミックマップ2.0の想定アプリケーション

- ▶ 協調型自動運転
- ▶ 合流調停
- ▶ 都市全体での交通流の最適化
- ▶ ロードプライシング, 道路の予約
などなど

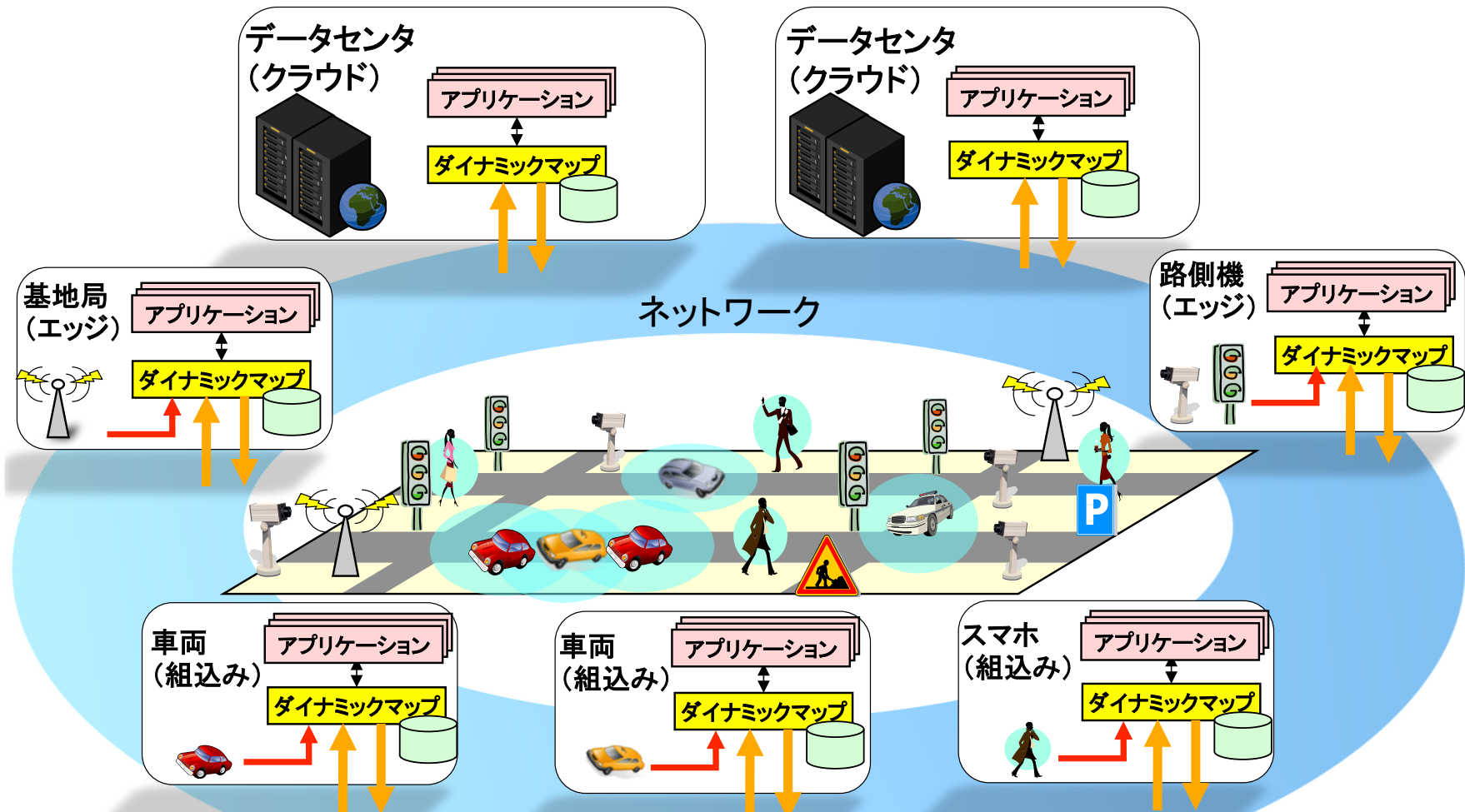


ダイナミックマップ2.0の技術概要

DM2.0の技術上の重要ポイント

- ▶ クラウド・エッジ・組込みシステムの3階層による分散処理
 - ▶ アプリケーション(扱うデータの地理的範囲と求められるディペンダビリティ)に応じて、最適な場所で処理する
- ▶ ソフトウェア開発の容易化
 - ▶ センサ(情報源)をアプリケーションから隠蔽することで、アプリケーションソフトウェアの開発が容易になる
- ▶ 動的データと地図(静的データ)の統合管理
 - ▶ クエリ(取得したいデータの問合せ要求)を用いることで、アプリケーションに必要なデータのみを取り出せる
 - ▶ 統合管理により、データの管理と転送が効率化できる
- ▶ 入力データの統合(データクレンジング)
 - ▶ 複数のセンサ(情報源)からのデータを統合(センサフュージョン)して格納・提供

クラウド・エッジ・組込みシステムによる分散処理



ダイナミックマップは、地図上に動的な情報を重畳させた論理的なデータの集合

- ・ 動的な情報は、ローカルなセンサからだけでなく、ネットワーク経由で送受信される
- ・ ダイナミックマップを必要とするアプリケーションは、組込み、エッジ、クラウドに存在

ダイナミックマップ2.0の実証実験

実証実験の目的

- ▶ DM2.0上にアプリケーション(サービス)を構築し、ダイナミックマップの有効性を評価

開発したアプリケーション(サービス)

- ▶ 合流調停(2017年度～2018年度に実施)
 - ▶ ダイナミックマップに、合流地点に向かう経路上に競合関係となる車両の組があるかを問い合わせる
 - 👉 <https://www.youtube.com/watch?v=N8B0HJvM5d0>
- ▶ 道譲り支援(2019年度に実施)
 - ▶ 名古屋大学の「ゆっくり自動運転®」には、追いついた一般車両が低速走行を強いられるという課題
 - ▶ ダイナミックマップに、低速で走行する自動運転車に将来追いつく車両があるかを問い合わせる
 - 👉 https://www.youtube.com/watch?v=91UAFc_p2SQ

RoAD to the L4プロジェクト (RttL4)

プロジェクトの位置づけ

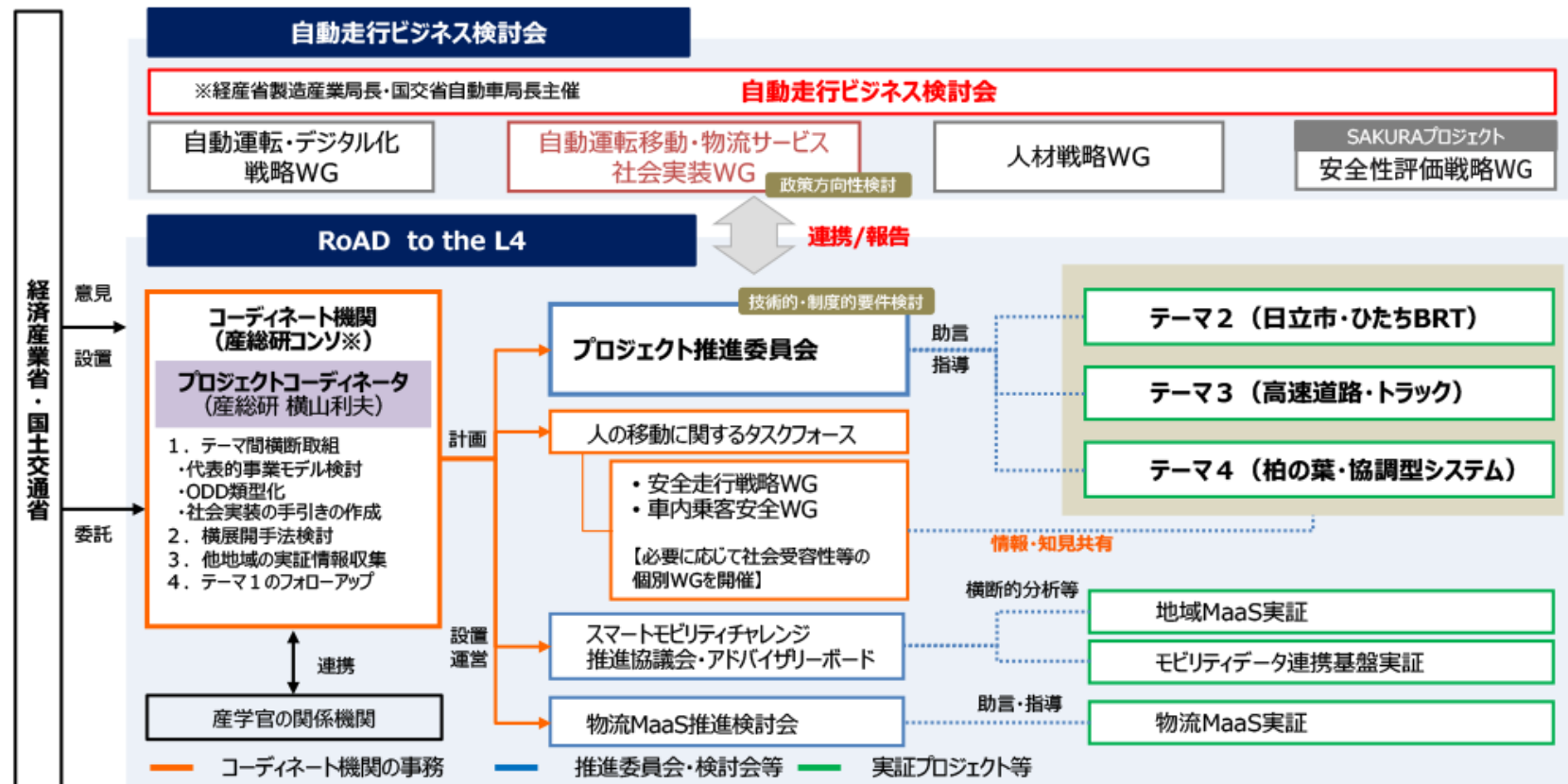
- ▶ 経産省・国交省による「自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト」

プロジェクトの目標

- ▶ 無人自動運転サービスの実現及び普及
 - ▶ 2022年度目途に、限定エリア・車両での遠隔監視のみ（レベル4）での自動運転サービスを実現
 - ▶ 2025年度までに、多様なエリア、多様な車両に自動運転を拡大し、50か所程度に展開
- ▶ IoTやAIを活用した新しいモビリティサービス(MaaS)の普及
- ▶ 人材の確保・育成
- ▶ 社会受容性の醸成

プロジェクトの実施体制

- ▶ 総合的調査検討を担うコーディネート機関を設置
- ▶ 自動運転サービスの実現は、4つのテーマで実施(テーマ1は2022年度まで)



※産総研コンソーシアム：産業技術総合研究所／野村総合研究所／日本工営株式会社／三菱総合研究所／株式会社テクノバ／豊田通商株式会社

4つのテーマ

テーマ1. 遠隔監視のみ(レベル4)自動運転 サービスの実現に向けた取り組み

実証実験地域:

福井県永平寺町

キーワード:

自動運転ゴルフカート, 廃線跡, 専用道, 低速, 遠隔監視システム, 観光



テーマ2. L4 MaaS 対象エリア, 車両の拡大, 事業性向上の取り組み

実証実験地域:

ひたちBRT(日立市)

キーワード:

自動運転バス, 廃線跡, BRT専用道, 中速, 地域交通



テーマ3. 高速道路における隊列走行を含む高性能トラックの実用化に向けた取り組み

実証実験地域:

第二東名高速

キーワード:

自動運転トラック, 高速道路, 路車間通信(V2I), 物流, 運送事業



テーマ4. 混在空間でレベル4実現のためのインフラ協調や車車間・歩車間通信連携などの取り組み

実証実験地域:

柏の葉(柏市)

キーワード:

自動運転バス, 混在空間, 協調型システム, 中速, 地域交通, データ連携



テーマ4事業 (CooL4) の実施体制



2021～2022年度の実施体制

- ▶ 東京大学, 名古屋大学, 産総研, 三菱総研によるコンソーシアムで委託を受け実施
 - ▶ 再委託先として, 電気通信大学と同志社大学が参加
 - ▶ ITS Japan, JARIが協力
 - ▶ 多数の企業等が協力先／連携先として参加

2023年度～2024年度の実施体制

- ▶ 東京大学, 名古屋大学, 産総研, 三菱総研, JARI, 先進モビリティによるコンソーシアムで委託を受け実施中

CooL4内での名古屋大学の担当

- ▶ (主に) データ連携のための仕組み作り
 - ▶ コンソーシアムによるDM2.0の研究開発成果を活用

CooL4におけるデータ連携に関する取り組み目標

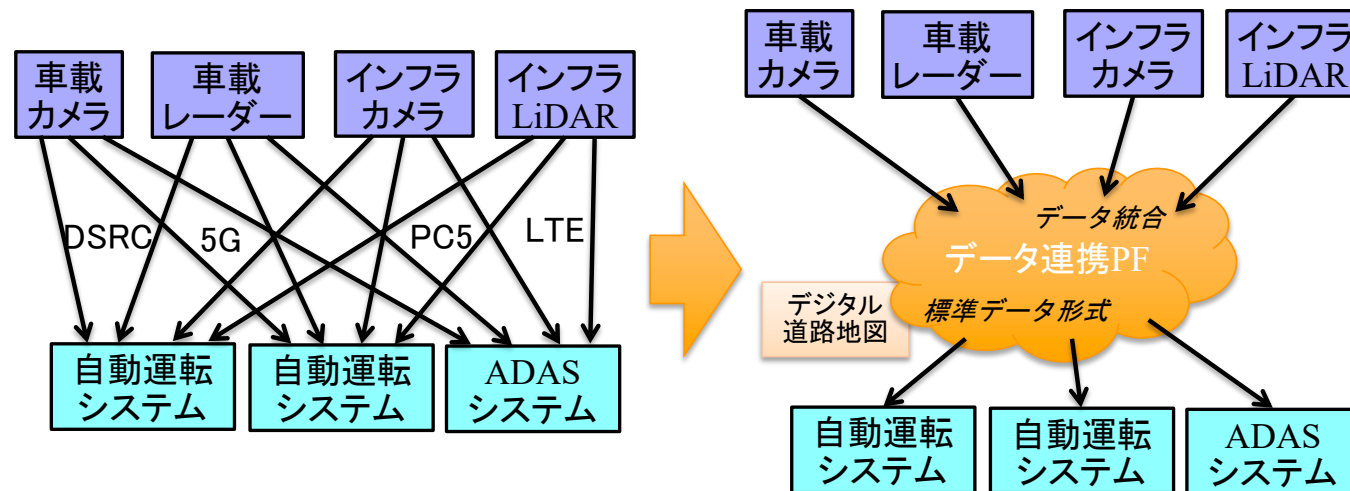
取り組み目標

- ▶ 協調型自動運転に必要な様々なデータを、統合して取り扱うための情報プラットフォーム(データ連携PF)を構築し、レベル4自動運転車両の開発者に提供する

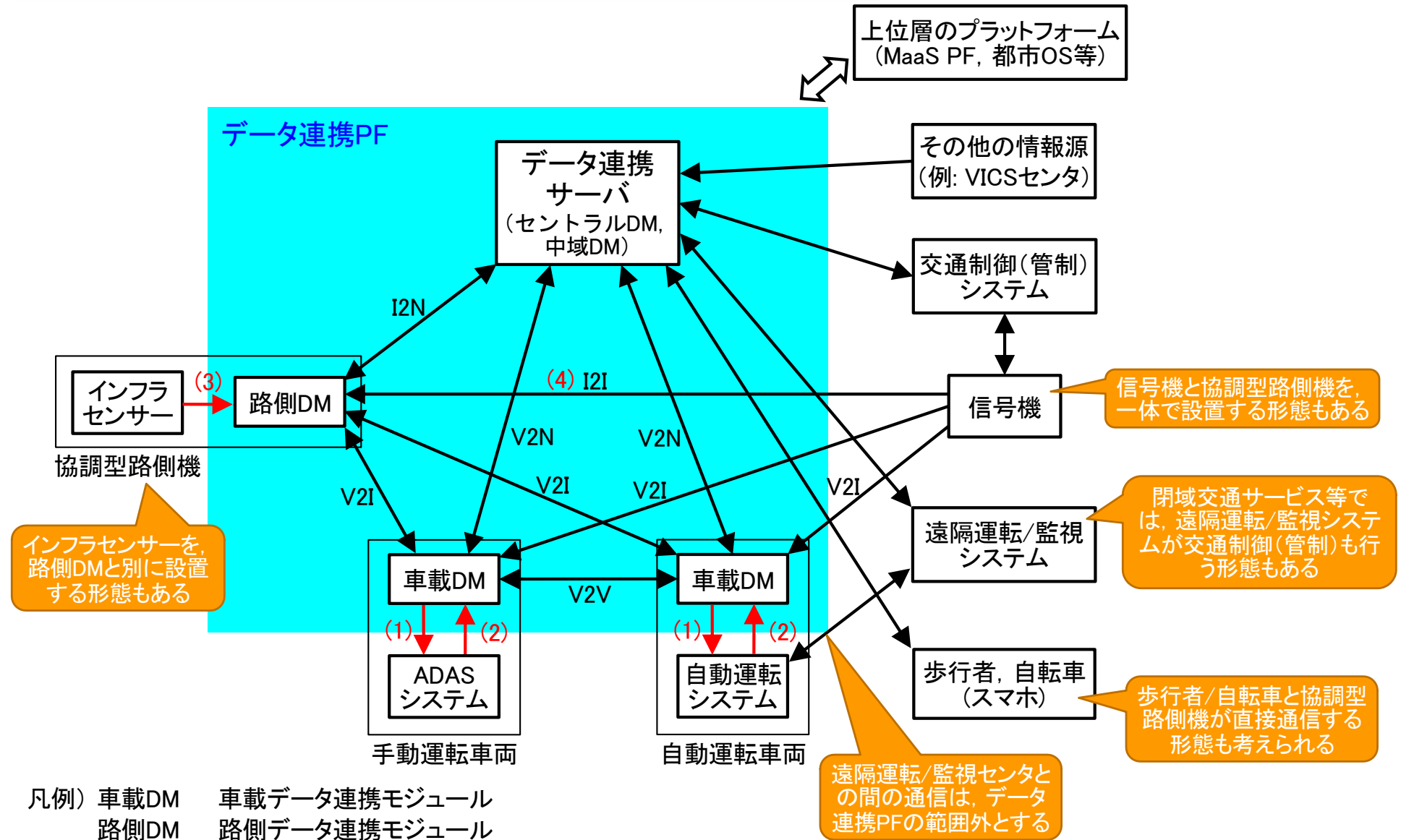
データ連携PFの必要性

- ▶ システムの構成がシンプルになり、開発工数が削減される

！ 掛け算から足し算に



CooL4データ連携アーキテクチャ



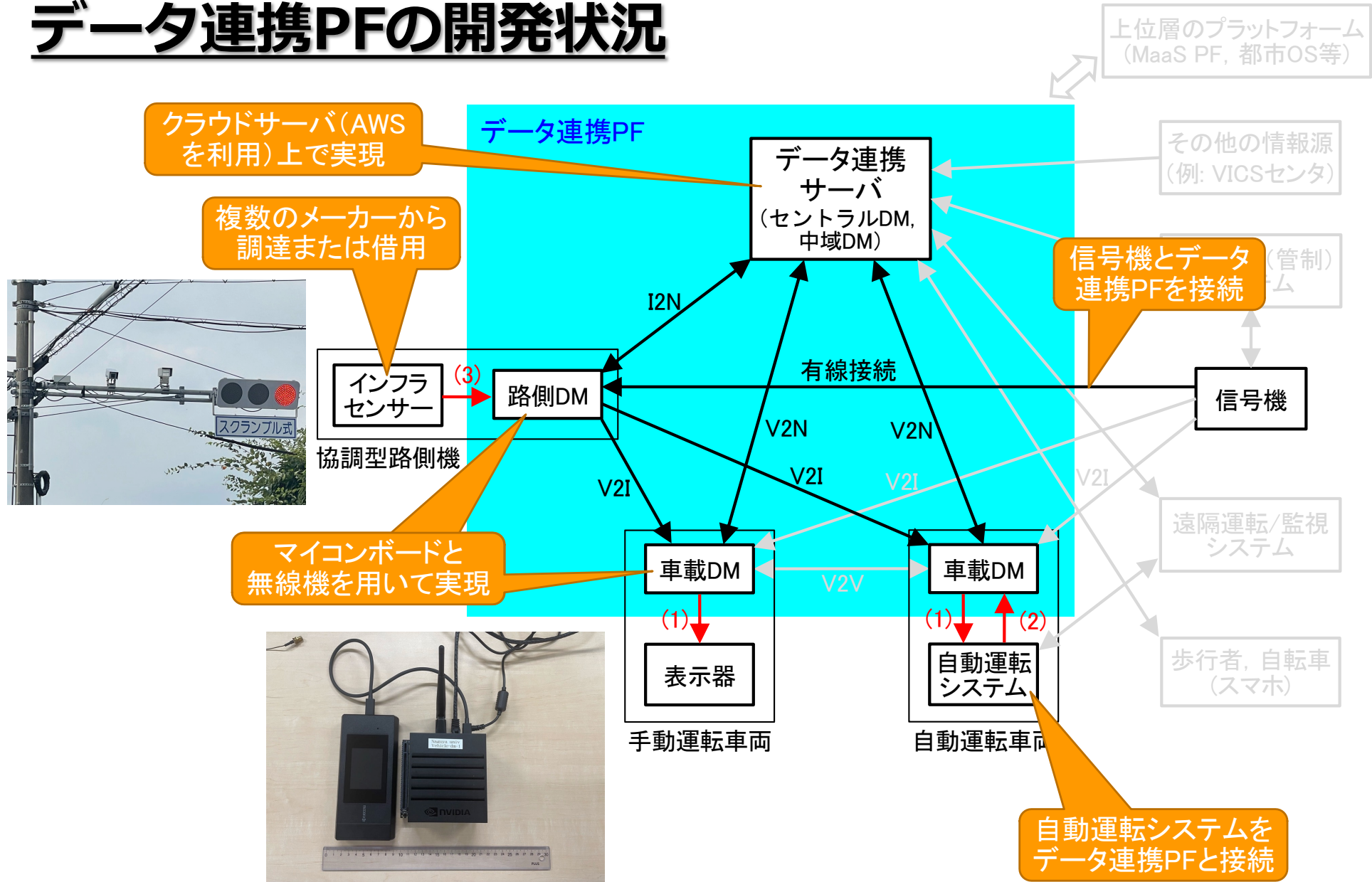
CooL4データ連携PF API仕様

- ▶ アプリケーション(自動運転システム, ADASシステム)とデータ連携PFと間のインタフェース

現時点のスコープ

- ▶ CooL4データ連携アーキテクチャの(1)と(2)のインタフェース
- ▶ 次の4種類のデータの論理フォーマットを規定
 - ▶ 物標情報
 - ▶ フリースペース情報
 - ▶ センサー情報
 - ▶ 信号情報
- ▶ (1)のインタフェースにおける静的地図情報の取得方法と必要な動的情報の指定方法(問い合わせ言語)について規定
- ▶ 通信セキュリティの確保方法についても検討

データ連携PFの開発状況



CooL4高蔵寺実証実験

高蔵寺における自動運転実証実験とサービス運用

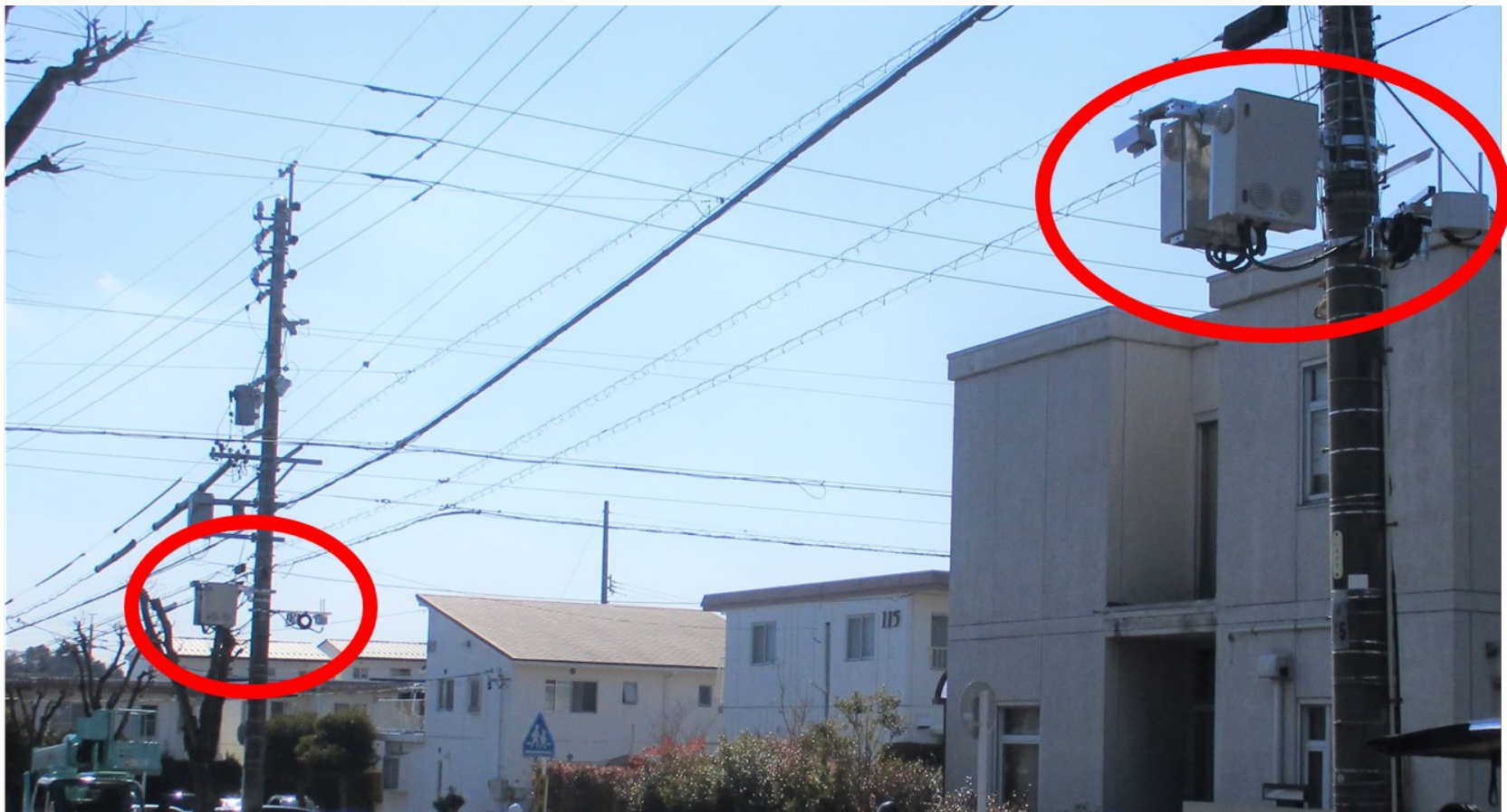
- ▶ 高蔵寺^リ・ニュータウン計画に名古屋大学が協力
- ▶ 新たなモビリティと既存交通を組み合わせる地域の移動の課題を解決するモビリティブレンドの考え方を導入
- ▶ その一環として、石尾台地区に、ゆっくり自動運転を導入
- ▶ 2017年度から実証実験を開始し、2022年10月からNPO法人によるオンデマンド型サービス運用を開始（自動運転の利用は2023年2月から）

CooL4高蔵寺実証実験の狙い

- ▶ CooL4において、高蔵寺の実証実験フィールドを活用
- ▶ 柏の葉実証実験に持ち込む前に、データ連携PFと協調型路側機の動作検証と評価を行い、完成度を上げる
 - ▶ 同様の設備を、柏の葉地区にも設置済み

協調型路側機の設置状況（信号なし交差点）

- ▶ 1つの信号なし交差点の南北の電柱に1機ずつ設置
 - ▶ 交差点部分の一部は両方からセンシング可能
- ▶ 2種類のLiDARとミリ波レーダーを使用

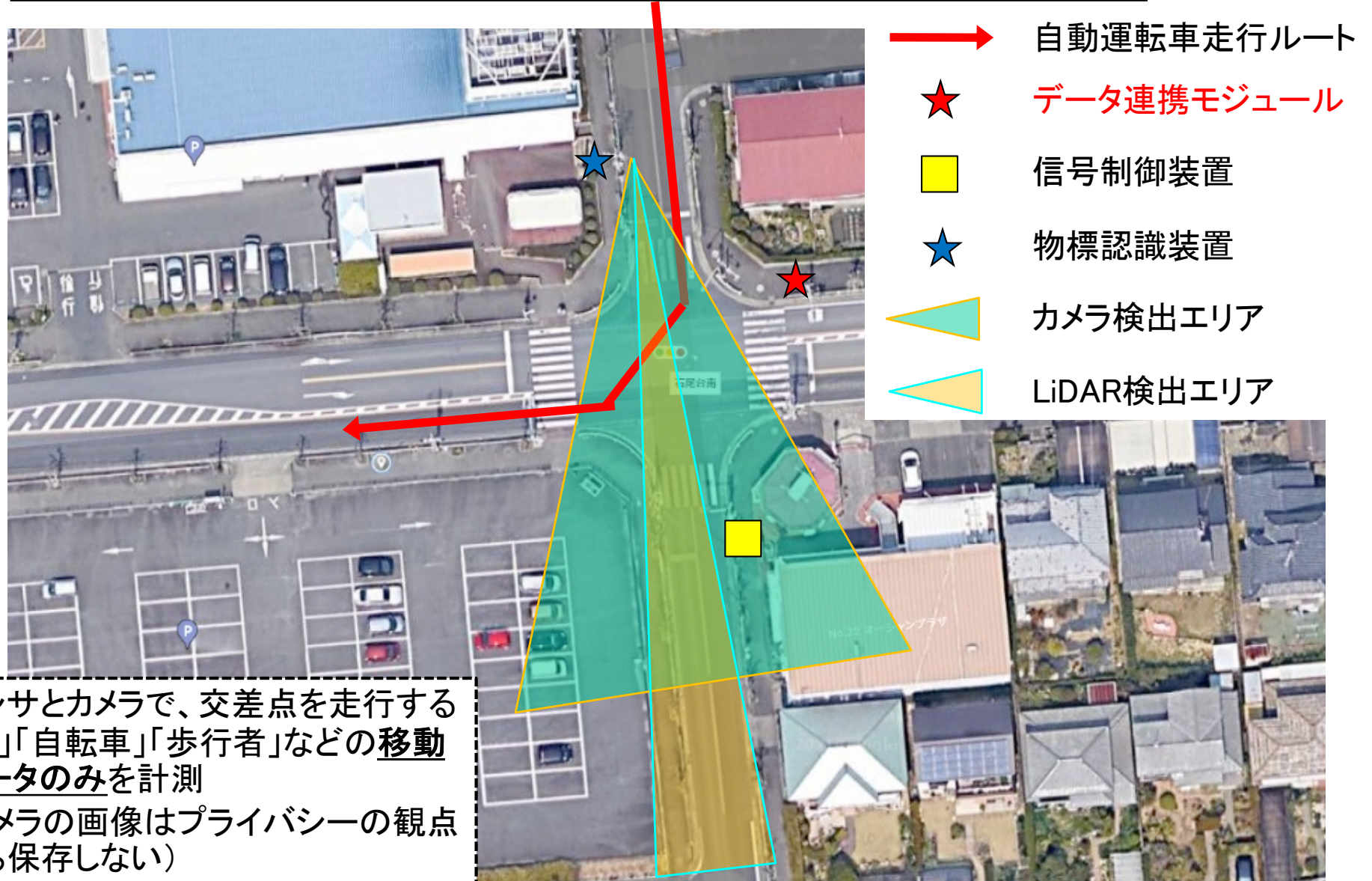


協調型路側機の設置状況(信号あり交差点)

- ▶ カメラとLiDARを組み合わせたセンシングシステム
- ▶ 信号制御装置から信号情報(予定情報を含む)の取得



ユースケースの例：信号あり交差点における右折支援



協調型自動運転の課題

責任分担のあり方

- ▶ 他車や路側センサから受け取った情報が誤っていて、それに従って制御した結果事故が起こったら、誰の責任になるか？

！システムオブシステムズ(SoS)の本質的な課題

混在空間における交通ルール

- ▶ 混在空間における信号情報・交通規制情報提供のあり方

普及に向けての課題

- ▶ 路側センサからの情報提供：インフラのコストの問題
- ▶ 他車からの情報提供：「鶏と卵」の問題

標準化の必要性和難しさ

- ▶ 協調のためには標準化が不可欠な一方で、通信、情報処理、センシングなど広範囲の技術統合が必要で、様々なトレードオフが存在し、何が最適解か難しい

SDVとオープンSDV

Software Defined Vehicle (SDV) とは？

用語の元来の意味

- ▶ ソフトウェアで振舞い／機能／価値が定義される自動車
- この流れは、約45年前にエンジン制御にマイコンの適用が開始されて以降着実に進んできたもの

もう少し具体化した定義(やや狭義)

“自動車のスマホ化”

- ▶ スマホには、さまざまなアプリケーションを入れることができ、使い道が広がった
- ▶ ソフトウェアのOTAによる追加・更新により、販売後に振舞い／機能を拡張・変更できる自動車
 - ▶ ただし、ソフトウェアの追加・更新がIVIシステムのみに留まるものは除く

SDVに対する期待

購入後も車両の価値が上がる ユーザ視点

- ▶ ソフトウェア更新により機能が追加・更新される
- ▶ 陳腐化しない。中古車価格(残価)が上がる？

パーソナライズできる ユーザ視点

- ▶ 入れるアプリによって、自分好みの車にする
- ▶ カーシェアには、特に相性が良い

継続的に収益が上がる メーカー視点

- ▶ アプリを有料で販売
- ▶ アプリ内課金やサブスクモデルで課金する手も

サードパーティの活用 メーカー視点 ユーザ視点

- ▶ IT業界やエンターテインメント業界のアイデアとソフトウェア開発力を、自動車の魅力アップに活用

SDV実現に向けての課題

ビジネス面の課題

- ▶ 購入してもらえるアプリとは？
 - ! スマホを持ち込むだけで実現できるものは価値が低い
 - ▶ マーケット規模は十分か？
- ▶ 余裕を持ったハードウェアを準備できるか？
 - ▶ コストアップ分をユーザに負担してもらうためには？

技術面の課題

- ▶ ソフトウェア開発工数の爆発的増加
 - ▶ 今の開発スタイル(車種毎にソフトウェアを開発する)のままなら, 爆発的に増加するのは必至
 - ▶ ソフトウェア開発スタイルの革新が求められる
- ▶ 安全なソフトウェア更新(OTA)技術

SDVの発展段階とオープンSDV

ステップ0: 技術的なSDV

- ▶ (IVI以外のECUに対しても) OTAによるソフトウェアの追加・更新機能を備える

ステップ1: SDVによる価値創出

- ▶ OTAによるソフトウェアの追加・更新により、自動車の振舞い／機能が継続的に拡張・変更される
- ▶ (さらには) ソフトウェアの追加・更新により継続的な収益を上げる

ステップ2: オープンSDV

- ▶ サードパーティ(自動車メーカーやその委託先以外の組織や個人)が開発したソフトウェア(アプリケーション)をインストールすることができる
 - ▶ これが可能な自動車をオープンSDVと呼ぶ(造語)

オープンSDVのインパクトと課題

オープンSDVによるモビリティイノベーションの加速(仮説)

- ▶ 従来の自動車(やオープンでないSDV)では、自動車を外部と接続し、新しい機能を追加するためには、自動車メーカーの同意・協力が必要
- ▶ オープンSDVでは、サードパーティが自動車にアプリケーションをインストールすることで、新しい価値を生み出せる可能性

オープンSDVによる自動車の商品性の変化

- ▶ オープンSDV化により、自動車は、サードパーティのサービスを載せる基盤(プラットフォーム)となる
 - ▶ スマホと同じように

オープンSDVに向けた難問

- ▶ サードパーティに、安全性に関わるアプリケーションの開発を許すか？
- ▶ 許さないと、開発できるアプリケーションが限定され、魅力的なアプリケーションが出てこない可能性
- ▶ 許す場合には、サードパーティのアプリケーションが原因で事故が起こった場合の責任の明確化が必要
 - ▶ アプリケーションは安全性の審査を受けることが必要なものとするが、審査に通ったとしても、アプリケーションが原因で事故が起こった場合には、アプリケーション開発者の責任であることが大前提
 - ▶ レギュレーションとの関係も難しい課題

！システムオブシステムズ(SoS)の本質的な課題

ビークルAPIと標準化の必要性

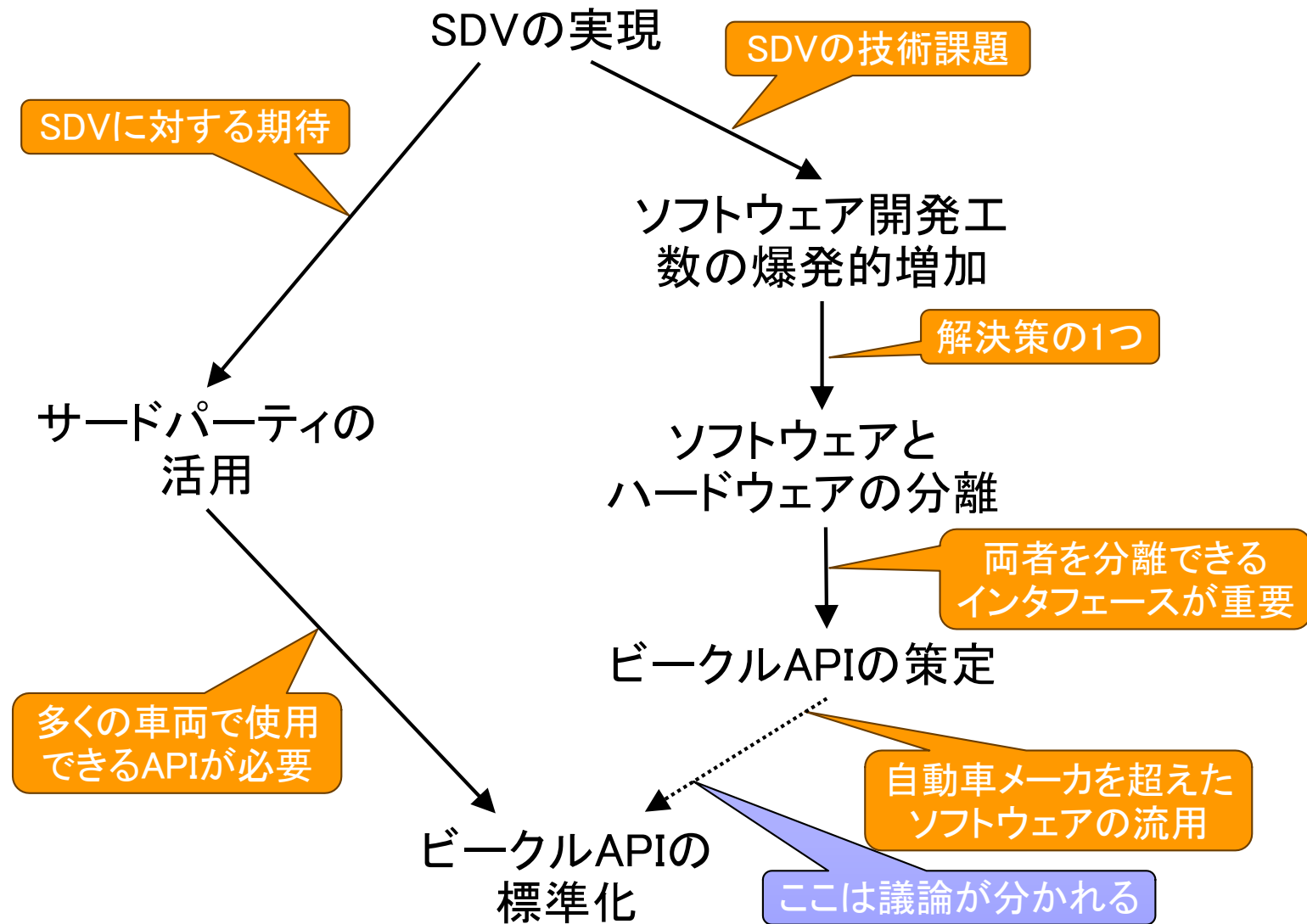
ビークルAPIとは？

- ▶ アプリケーションが車両にアクセスするためのインタフェース

ビークルAPIの標準化の必要性

- ▶ サードパーティにアプリケーションを開発してもらうには、同じアプリケーションが多くの車両で動作することが重要
 - ▶ アプリケーションが複数の車両で動作するには、ビークルAPIが共通であることが必要
 - ▶ 1社の自動車メーカーのシェアでは不十分であり、自動車メーカーを超えたビークルAPIの標準化は不可欠
- ▶ SDV実現に向けて最大の技術課題であるソフトウェア開発の効率化のためには、ソフトウェアとハードウェアの分離が必要であり、その界面であるビークルAPIの策定が重要
 - ▶ この観点からは、自動車メーカーを超えた標準化が必要か、議論が分かれる

ビークルAPI標準化の2つの必要性

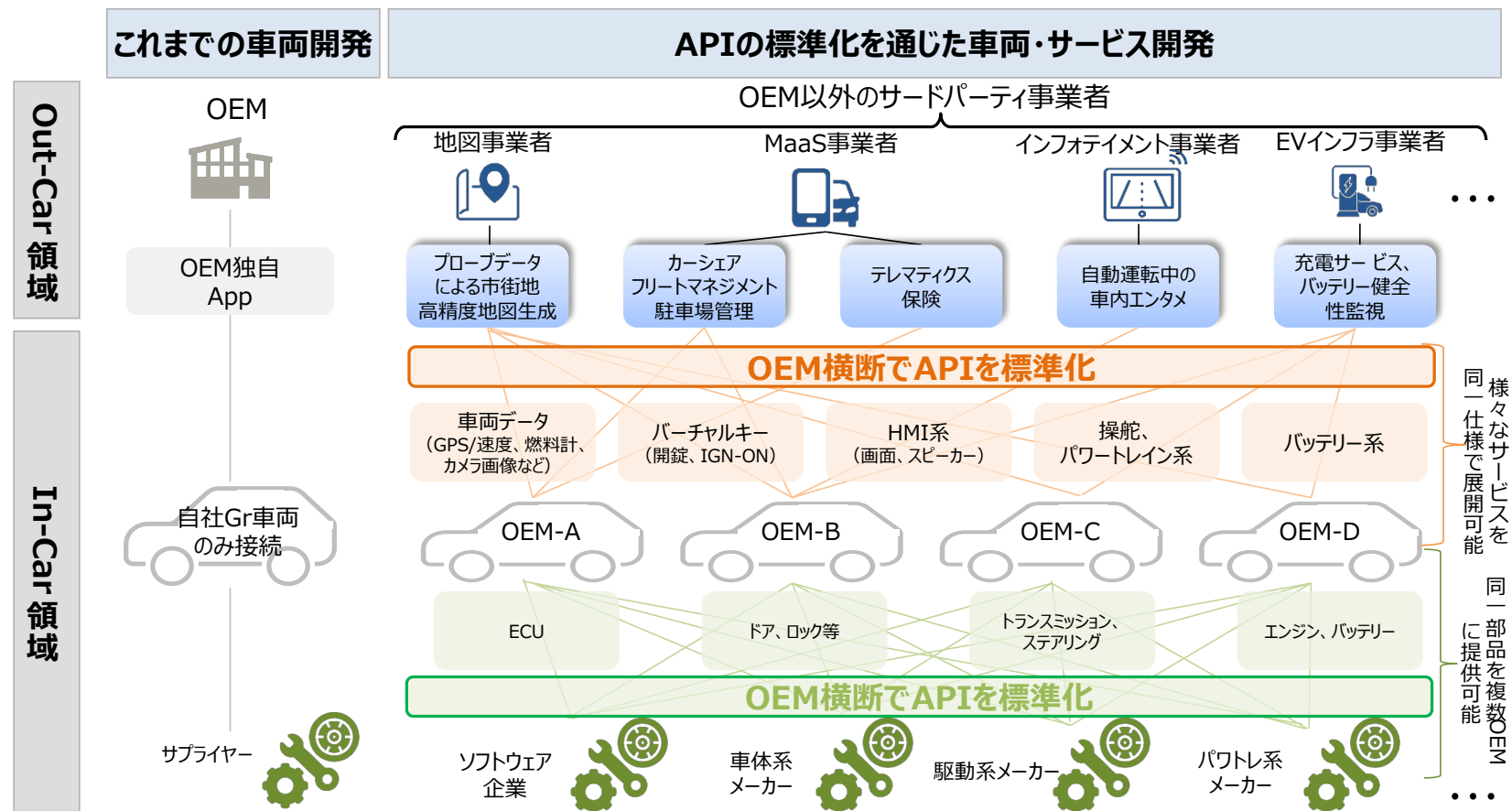


「モビリティDX戦略」におけるビークルAPI標準化の扱い

APIの標準化の効果

API

- APIを標準化することで、サードパーティの参入が進み、車両を活用したサービスが拡大。ソフトウェアの流用性が高まり、産業全体としての開発効率化につながるとともに、システム・オブ・システムズの実現にも寄与。



ビークルAPI標準化の動向と問題意識

国際的な動き

- ▶ COVESA/AUTOSARのVehicle API
 - ▶ COVESAのVSS (Vehicle Signal Specification) に定義されたデータを、車両内外からアクセスできるように
- ▶ 中国自動車工業協会 SDV委員会 (CAAM-SDV)
 - ▶ SDVサービスAPIのアトミックサービスAPIとデバイス抽象化APIの2つの仕様書を公開

国内の状況

- ▶ 「モビリティDX戦略」においても、ビークルAPIの標準化が重要視されている
- ▶ 一方で、「JASPAR等において標準化に向けた課題を洗い出し、今夏までに結論を得る」とされており、具体的な活動に落とし込めていない

ビークルAPIの標準化に取り組まない場合

- ▶ 自動車分野の他のソフトウェア標準と同様、最終的(数年後)には、自社独自の仕様を捨てて、海外から来た標準仕様に合わせるハメになる可能性が高い
 - ▶ 強みが活かさないAPI(極端な例:EVに特化したAPI)が標準になると、辛い状況になる

ビークルAPIの標準化に国内連合で取り組む意義

- ▶ 自社発を標準にする意義
 - ▶ 自社の強み(特に、ハードウェアの強み)を活かせるAPIにできる
 - ▶ 日系自動車メーカーは、ものづくりの考え方や強みに共通点があり、共通利益があると思われる
- ▶ 日系自動車メーカーが組むことにより、世界シェアの30%程度を取ることができ、APIが生き残れると思われる

名古屋大学の状況と実績

クレスコSDV研究室の設置

- ▶ 株式会社クレスコからいただいた寄附金により, 名古屋大学 大学院情報学研究科 附属組込みシステム研究センター (NCES) 内に, クレスコSDV研究室を設置
 - ▶ 日本の自動車産業の発展に活用してほしいというのが, 寄附者の想い
 - ▶ 何らかの成果を約束しているわけではない

コンソーシアム型共同研究の実績

- ▶ 過去に, 最大28社 (オブザーバ参加も含む) が参加するコンソーシアム型共同研究を実施した実績あり
 - ▶ その時のテーマは, 車載制御OS (ビークルOSとは異なるもの) の共同研究・開発

Open SDV Initiative

現状打破のためのアプローチ

- ▶ 名古屋大学が、産業界に呼びかけて、ビークルAPIを策定する活動を開始する
- ▶ 参加企業からのAPI仕様の提案を歓迎する
 - ▶ 参加企業は、自社に都合の良いAPIを提案するチャンスがある
- ▶ 参加企業には、技術者（育成対象の技術者でもOK）を出すことを要請する（必須とはしない）
- ▶ ビークルAPIの策定に加えて、策定したビークルAPIを実現するソフトウェアを実車やシミュレータ上にテスト実装し、有効性を評価する活動を行う
- ▶ この活動を“Open SDV Initiative”，策定するビークルAPIを“Open SDV API”と名付ける

Open SDV Initiativeの目標

- ▶ 大目標は、業界標準となるビークルAPIを策定することであるが、この活動内で達成することは容易でないと考えており、次のような状況になれば、最低限の目的は達成したと考える
 - ▶ この活動が業界を刺激して、日系自動車メーカーによる標準化活動が実施される(例えば、JASPAR等で)
 - ▶ 策定したビークルAPI(の一部)が、他で策定されているビークルAPIに取り入れられる／参考にされる
- ▶ 自動車メーカー、自動車部品メーカー、ソフトウェア企業において、SDV人材を育成する

Open SDV Initiativeの活動開始スケジュール

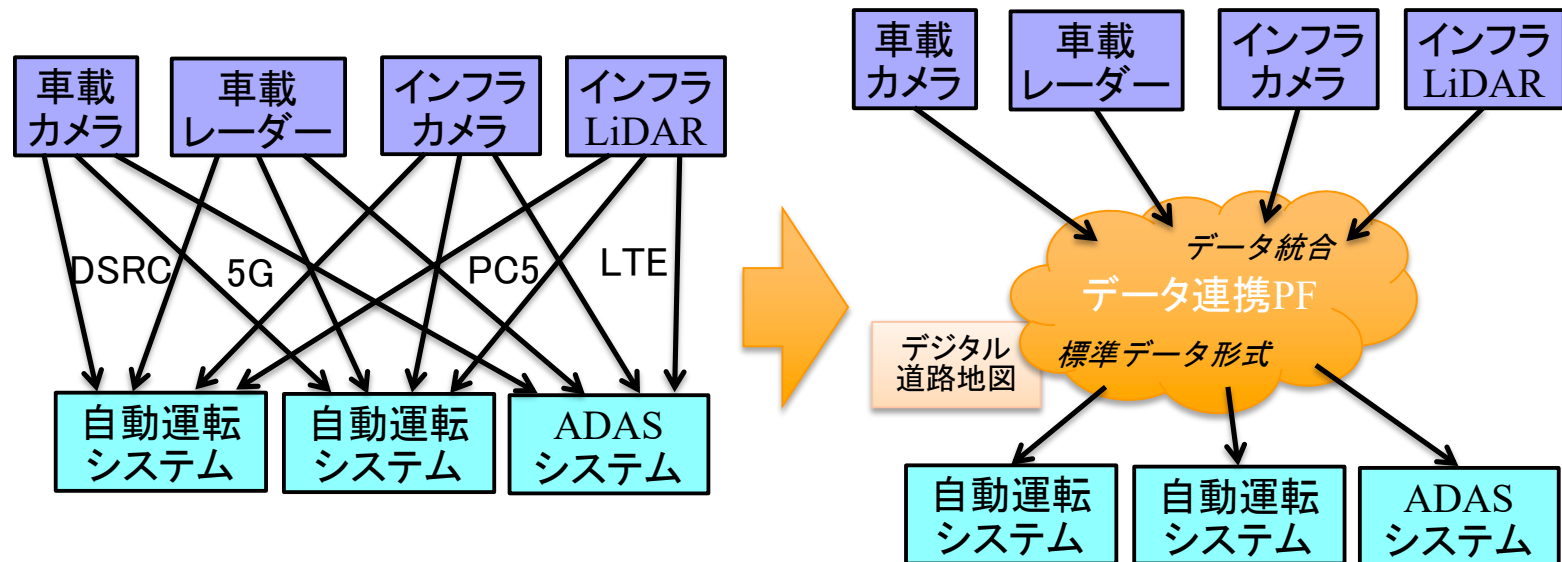
- ▶ 2024年6月20日: Open SDV Initiative の立ち上げを発表, 参加企業の募集を開始
- ▶ 2024年8月～10月: 本格的な活動を開始

まとめ

API (インタフェース) を定義することの意義

掛け算から足し算へ

- ▶ CooL4データ連携PF API
 - ▶ センサーの種類 × アプリケーションの種類
→ センサーの種類 + アプリケーションの種類



掛け算から足し算へ – 続き

▶ ビークルAPI

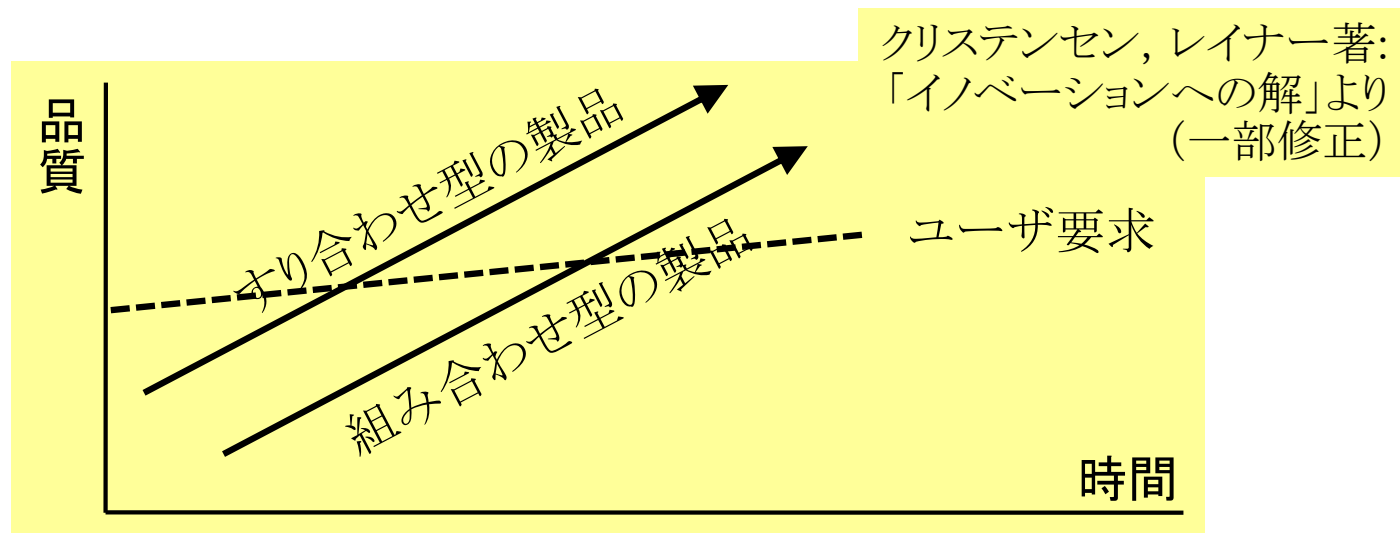
▶ 車種数 × バージョン数 → 車種数 + バージョン数



※ BoschのDaniel Krippner氏のSDVに関するプレゼン資料より

すり合わせ型から組み合わせ型へ

- ▶ APIを定義することは、すり合わせ型から組み合わせ型へのアーキテクチャの転換に他ならない
 - ▶ 日本のものづくりが苦手な領域
- ▶ 組み合わせ型への転換で、機能性(品質)が下がってしまう場合もある
- ▶ 過剰なすり合わせは、過剰品質・高コストにつながることに留意が必要



システムオブシステムズに向けた課題

システムオブシステムズ(SoS)とは？

- ▶ 独立した複数のシステムが協力して一つの大きなシステムとして機能する概念
 - ▶ それぞれのシステムは独自の目的を持ちながらも、相互に連携することでより大きな目標を達成

Safety Critical SoSの課題

- ▶ あるシステムAが、他のシステムBの誤動作が原因で誤動作し、なんらかの事故が起こった場合の責任の所在
 - ▶ 両システムが別の組織によって開発・運営されている場合に大きい課題に
 - ▶ システムAの開発者がN社あり、システムBの開発者がM社あると、個別契約も困難。法律などでルール化することが必要

課題解決に向けてのアプローチ

▶ 協調型自動運転

- ▶ 物標の認識精度は100%にならず、認識の間違いが絶対に悪いとも言い切れないことが、課題をさらに複雑にしている
 - ✓CooL4のAPI仕様では、認識の信頼度を伝えられるようにしている。その信頼度の元で情報を使うかどうかは、情報の受け取り側が決める
- ▶ どちらかに100%責任があるとするのは不都合で、両者が責任を分担するという考え方が必要

▶ オープンSDV

- ▶ ユーザがどちらに責任があるか → 社会受容性の問題か？

予備資料

信号情報提供とその使い方に関する悩み

無線通信で提供される信号情報の使い方の現状

- ▶ 信号情報(信号予定情報を含む)は、すでにITS Connectで提供されている
- ▶ 自動運転システムによる信号情報の使い方に関して、警察庁が2022年度に実施した検討会による検討結果が、「協調型自動運転システムへの情報提供等の在り方に関する検討報告書(2023年3月)」として公開されている(以下、「検討報告書」)
- ▶ 検討報告書では、無線通信で提供される信号情報のみに従って通行することは認められておらず、無線通信による信号情報提供が価値が低いものとなっている
 - ▶ 車載カメラにより信号を認識できなかった場合、安全側に倒して車両を停止させるしかない → 後続車に追突されるリスクや、渋滞を引き起こす可能性がある

道路交通法第7条(信号機の信号等に従う義務)

- ▶ 道路を通行する歩行者又は車両等は、信号機の表示する信号又は警察官等の手信号等(前条第一項後段の場合においては、当該手信号等)に従わなければならない。

検討報告書による考察

- ▶ 現在から2025年ないし2030年頃までの短・中期的時間軸においては、自動運転車が多様な交通主体が存在する混在交通下で走行することが見込まれるため、交通の安全と円滑の観点から、自動運転車を含めた全ての交通主体は、**実際の信号機の灯火を認識した上で、それに従うことが原則であり**、当該原則は当面維持すべきものであると考えられる。

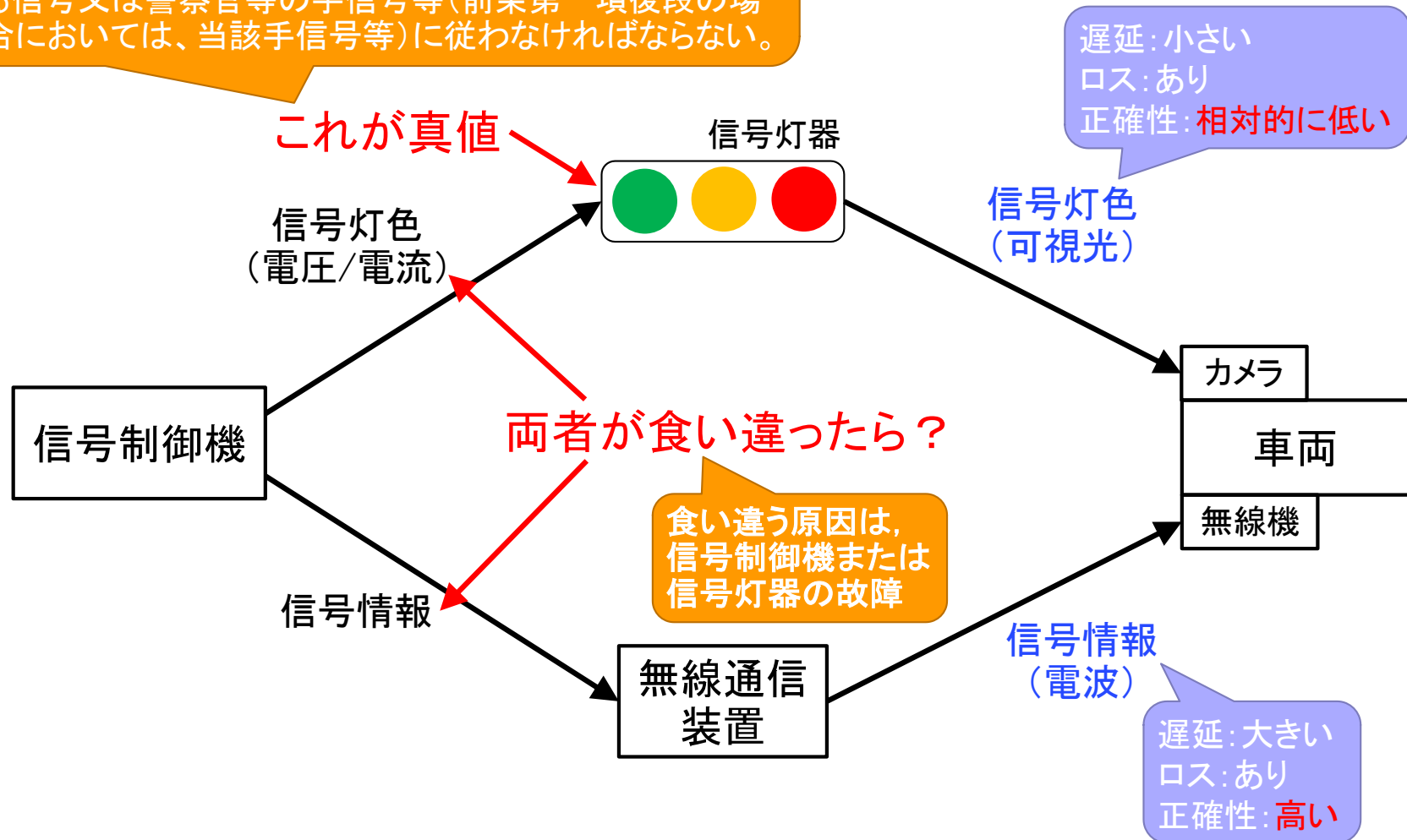
議論ポイント1

議論ポイント2

道路交通法第7条からの帰結

道路交通法 第7条

道路を通行する歩行者又は車両等は、信号機の表示する信号又は警察官等の手信号等（前条第一項後段の場合においては、当該手信号等）に従わなければならない。



車載カメラと無線通信の比較

- ▶ 車載カメラによる信号認識と、無線通信による信号情報提供を比較すると、後者の方が正確性が高い
 - ▶ 情報伝達の正確性が高い無線通信を活用した方が、より安全・円滑な交通システムが実現できるはずだが...

	車載カメラによる信号認識	V2Xによる信号情報提供
情報伝達媒体	可視光	電波
伝達信号	アナログ信号	デジタル信号
遅延	小さい	大きい(通信方式に依存)
ロス	あり(認識できない場合がある)	あり
正確性	相対的に低い(誤認識の可能性はある)	高い(CRC等のエラー検出符号を付加するため、メッセージが届けば、誤っている可能性は極めて低い)

誤認識は少ないという報告もある

問題意識

- ▶ 正確性が高い無線通信による信号情報を活用した方が、より安全・円滑な交通システムが実現できるはずだが、検討報告書の考え方ではそれが実現できない
- ▶ 現在灯色を真値とする考え方は、デジタルファーストの考え方に合致しない

混在空間における要件

- ▶ 信号灯器に従って通行する車両がいても、安全性が確保されることは必須

解決策は？

- ▶ 「信号灯色と無線通信による信号情報のどちらに従って通行しても良い」というルールにすれば解決できそう
 - ▶ 故障時には安全側に倒すことで、安全性の確保は可能と思われる(要詳細検討)
 - ▶ 賛成意見もあるが、抵抗感を持つ方も多い

ソフトウェア開発スタイルの革新

！ソフトウェア開発工数を爆発させないために

クラウドベースの仮想開発環境の導入

- ▶ クラウドサーバ上に車両のシミュレーション環境を構築
- ▶ CI (Continuous Integration), CT (Continuous Testing)
- ▶ 考え方: ソフトウェアを徐々に(連続的に)発展させていく

ソフトウェアとハードウェアの分離

- ▶ ハードウェアに依存せずにソフトウェアを開発
- ▶ 開発工数を, 掛け算から足し算に

DevOpsの考え方の導入

- ▶ CD (Continuous Delivery)
- ▶ 考え方: ハズレ製品を作らないための早いフィードバック

AI技術の活用

ソフトウェアとハードウェアの分離

ソフトウェアとハードウェアを独立に開発

- ▶ 車両(ハードウェア)に依存せずにソフトウェアを開発



※ BoschのDaniel Krippner氏のSDVに関するプレゼン資料より

実際には...

- ▶ ハードウェアの異なる車両を、全く同一のソフトウェアで制御することは不可能
- ▶ そこで、ソフトウェアを、ハードウェアに依存しない部分と、依存する部分(=ハードウェアの違いを吸収するソフトウェア)に分離
 - ▶ 前者は、新しい振舞い／機能／価値を提供するために、必要に応じて追加・更新 → アプリケーション
 - ▶ 後者は、車両に組み込んでおく。頻繁にはバージョンアップしないのがベター → ビークルOS

ビークルAPIとは？

- ▶ アプリケーションがビークルOSの機能を利用するためのインタフェース

ビークルOS, ビークルAPIの位置付け

- ▶ ビークルOSは, いわゆるOS (コンピュータのOS) とは異なるもの

