

資料 2 - 2

自動運転の民主化

～これまでの振り返りとこれからの構想～

株式会社ティアフォー
加藤真平



<https://github.com/autowarefoundation/autoware>

Autoware



50+

Vehicle Models



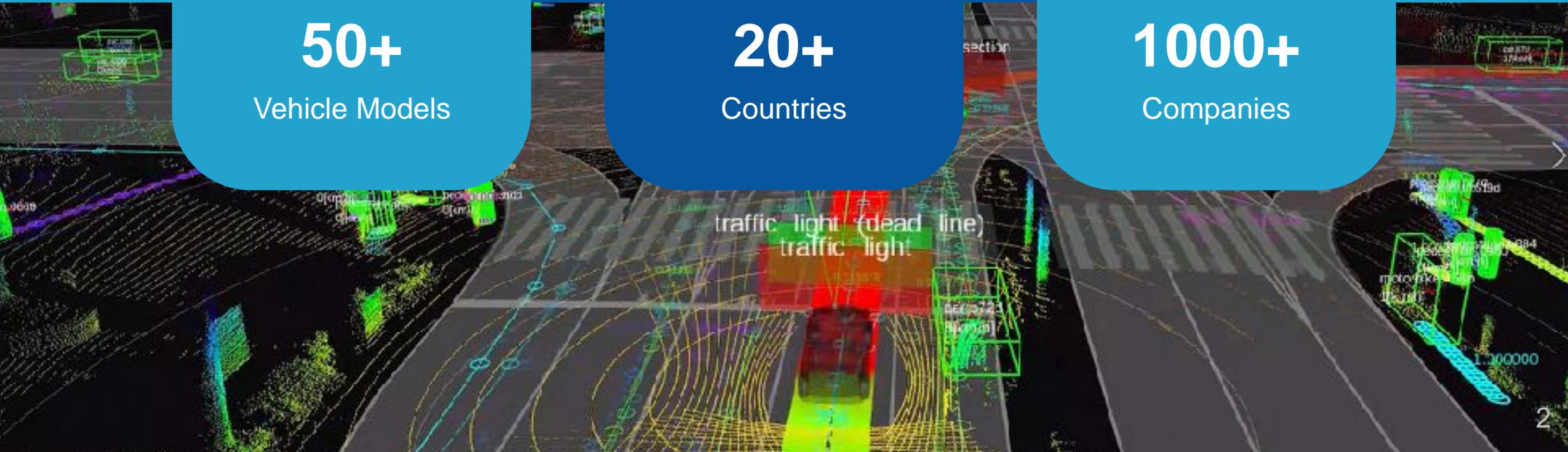
20+

Countries



1000+

Companies





Road to the L4 (2021-2025)

技術水準の実績

- スタートアップが国内初のL4許認可を取得
- L2+条件下であれば幅広いODDを実現

走行環境の実績

- 限定空間（自動車専用道路、固定経路など）
- 限定速度（時速20～40km）

サービス形態の実績

- 専用軌道カート（永平寺など）
- BRT（日立など）
- コミュニティバス（塩尻、堺町など）
- 路線バス（小松、平塚、天空橋など）
- 高速道路トラック（新東名など）

Beyond the Limits of L4 (2026-2030)

技術水準の目標

- 日系自動車メーカー（マルチパスウェイ）がL4許認可を取得
- L4（L4+）条件下で幅広いODDを実現

走行環境の目標

- 非限定空間（市街地、高速道路など）
- 法定速度（時速20～120km）

サービス形態の目標

- Road to the L4の延長（BRT、コミュニティバス、路線バス、高速道路トラックなど）
- 市街地タクシー（共通の広域エリア）
- 自家用車（個別の生活エリア）

安全性と乗り心地を両立できる技術開発

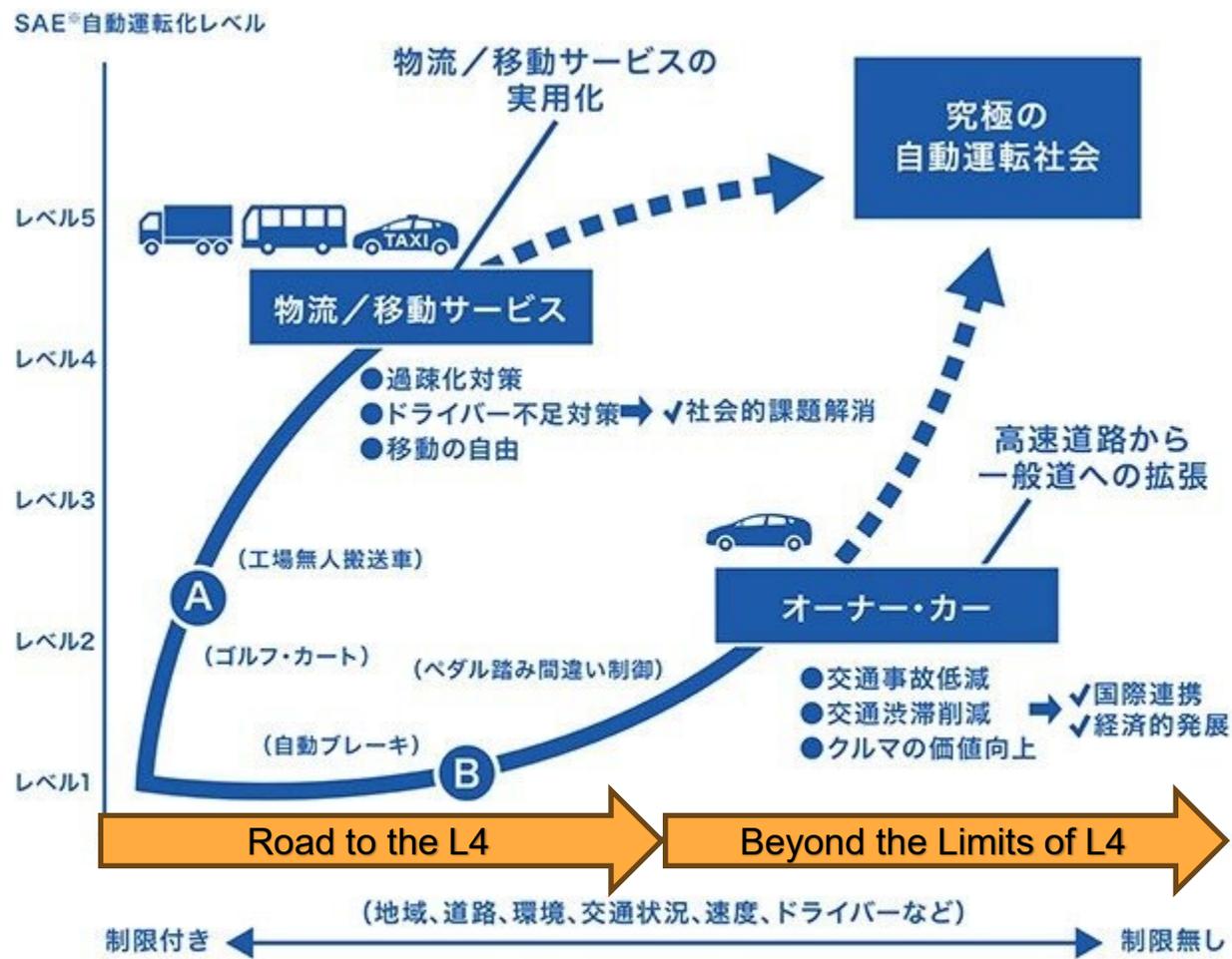
技術例

- 協調センシング
- サイバーセキュリティ
- X in the Loop (Xはドライバー、他車両、歩行者、遠隔支援、インフラ、車載AIなど)
- 国産のLiDAR-RADAR-Cameraフュージョンシステム
- AI基盤 (大規模データセット、世界シミュレータ、E2Eアーキテクチャなど)
- 安全性評価

普及促進

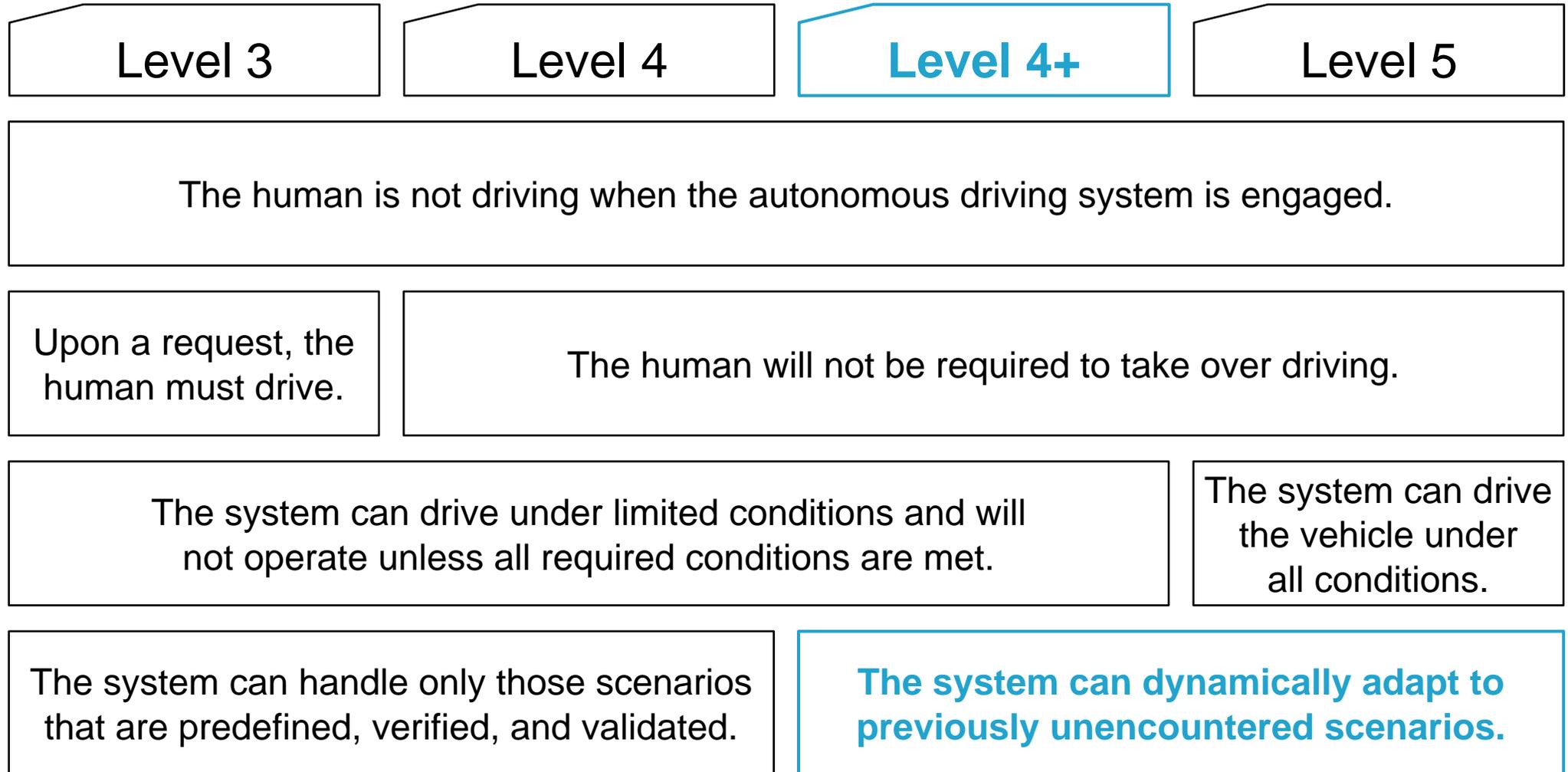
- 国際標準化
- 広域サービス実証
- 異業種連携
- ベンチマーク

究極の自動運転社会へ



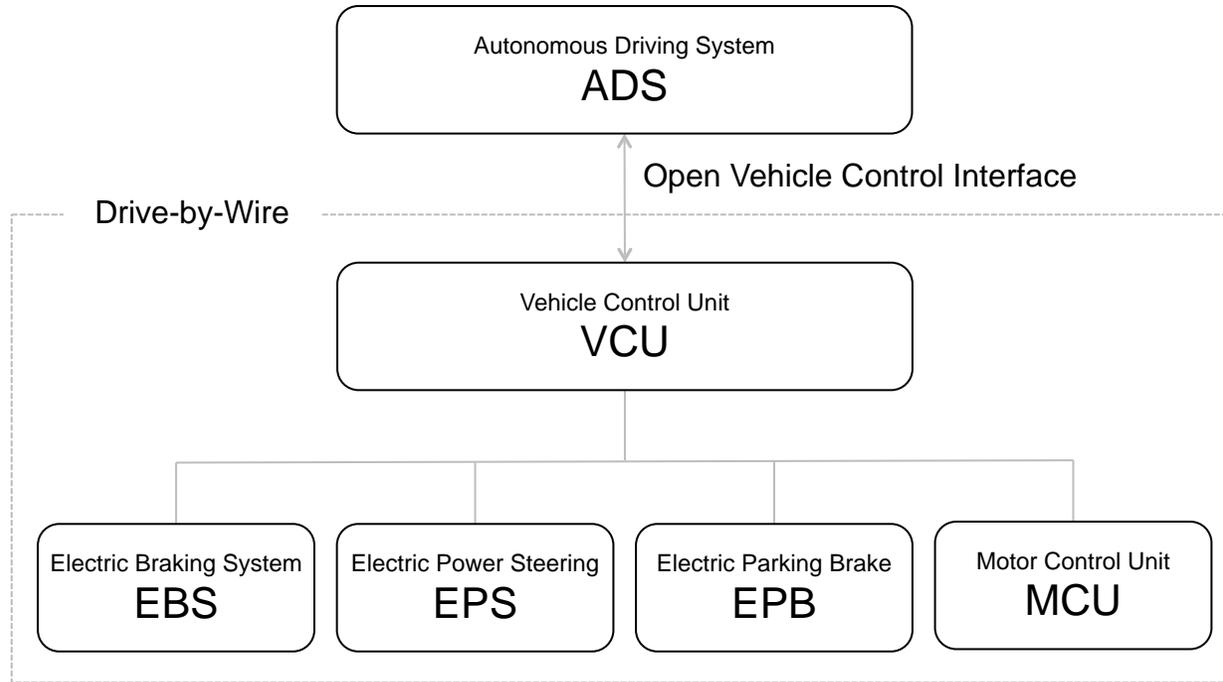
※SAE(Society of Automotive Engineers):米国の標準化団体

L4+という新たな概念



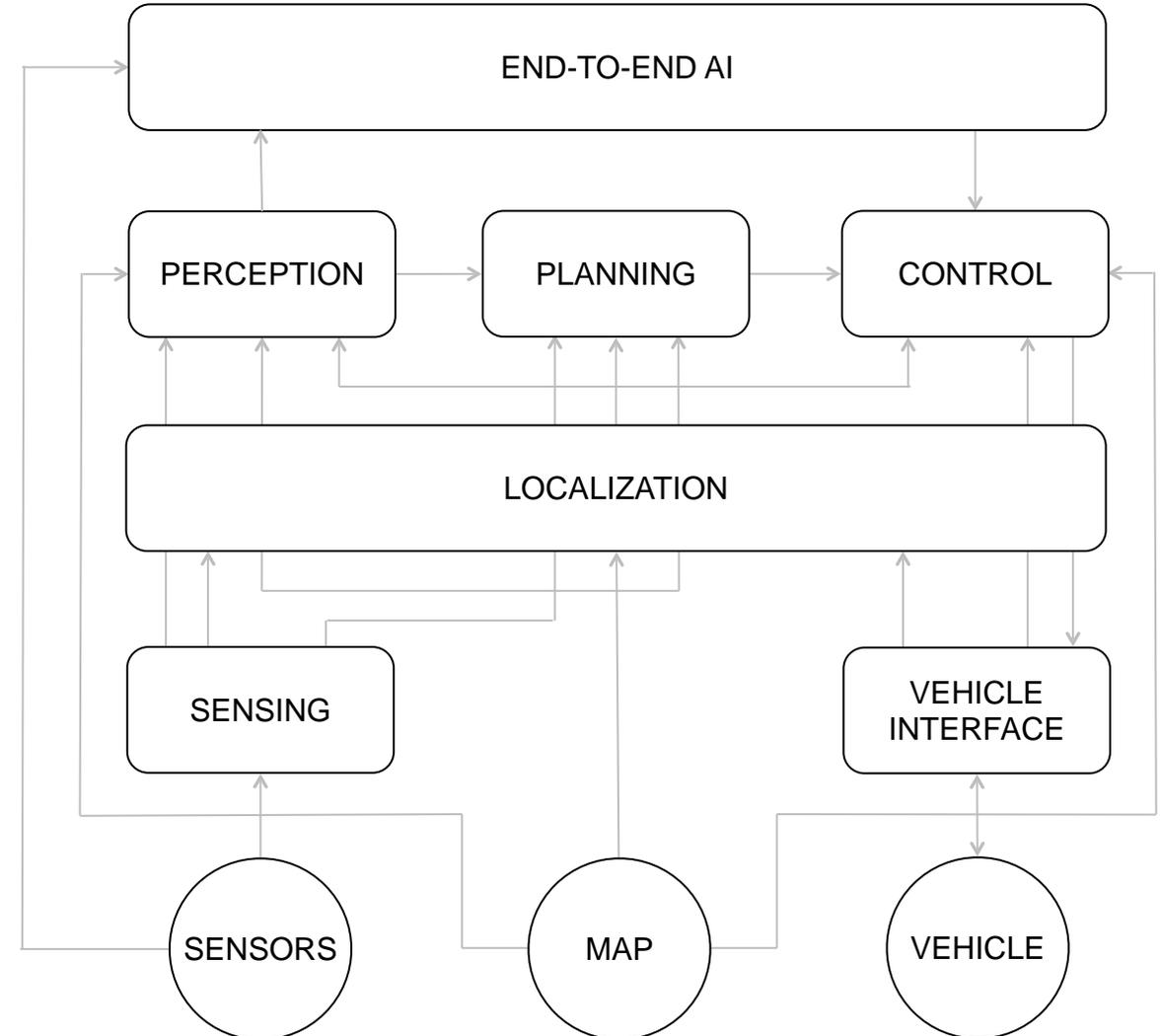
Autowareと国際標準化

Hardware Framework

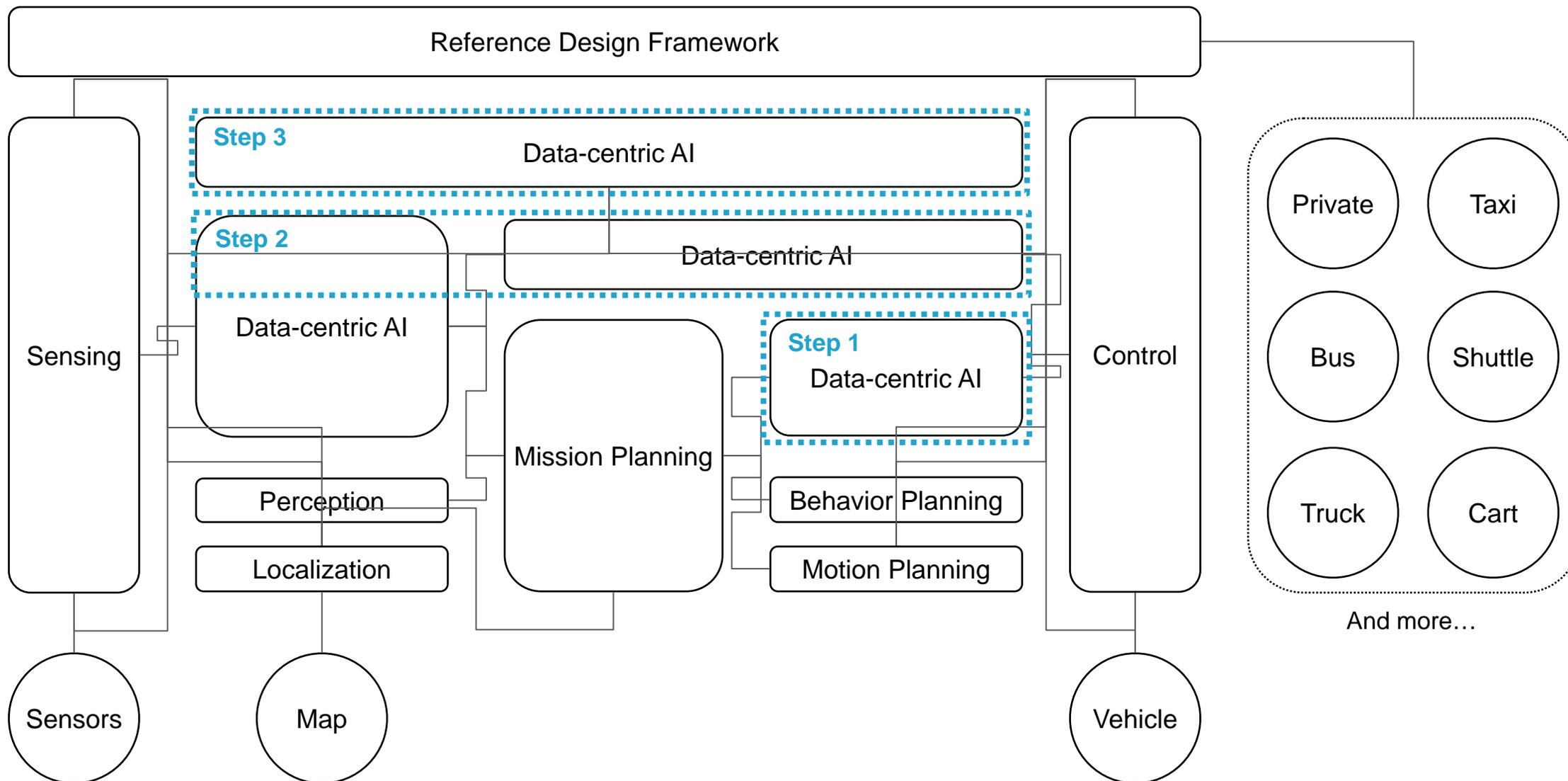


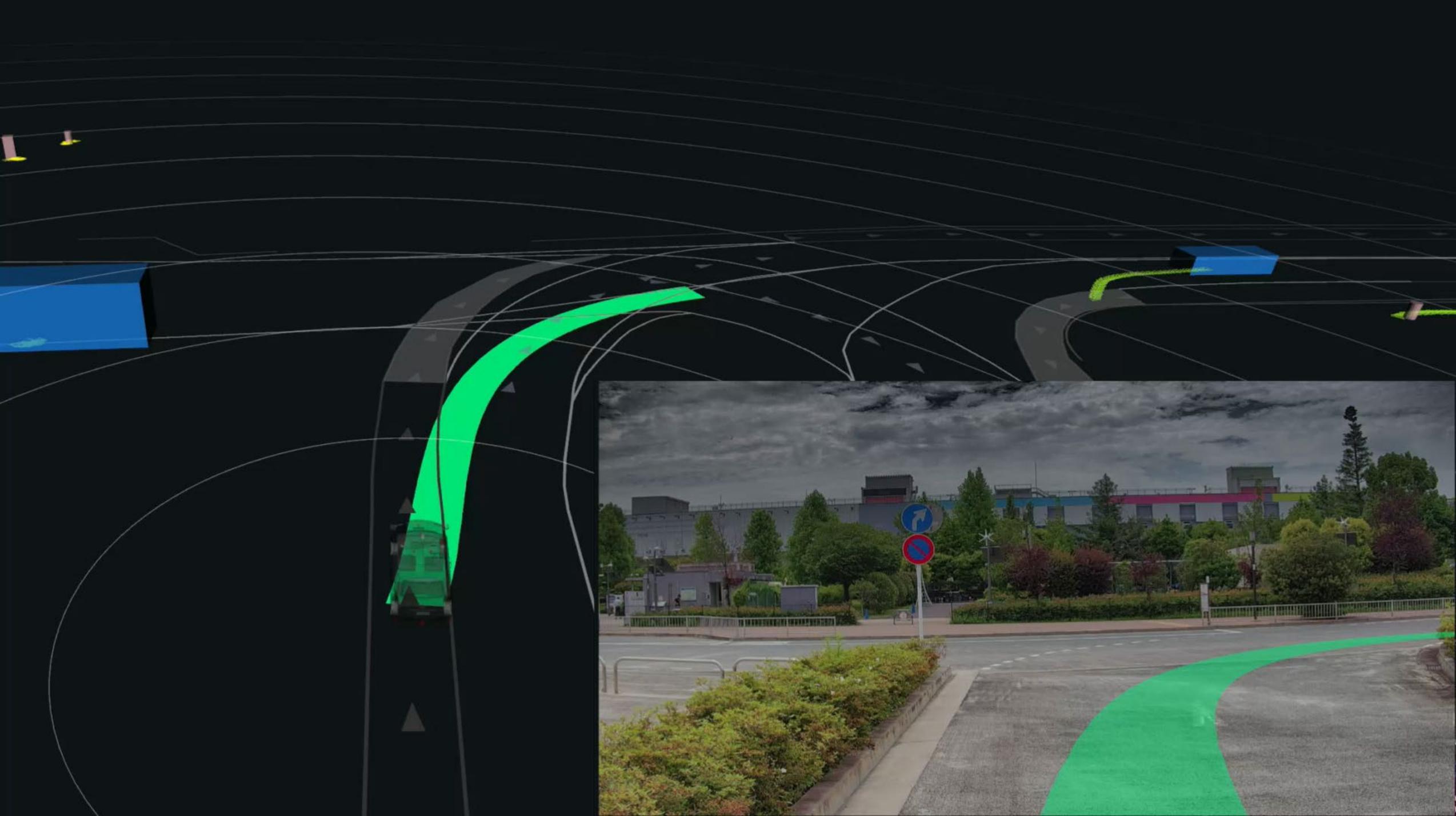
- The entire architecture is modular so that the target system can select appropriate components.
- Third-party components can be easily introduced to both the hardware and software framework.
- Reference hardware components are provided, with basic software components implemented in Autoware.

Software Framework



Autoware High-Level Architecture





TIER IV Software Platform

Open Source Partnership TIER IV

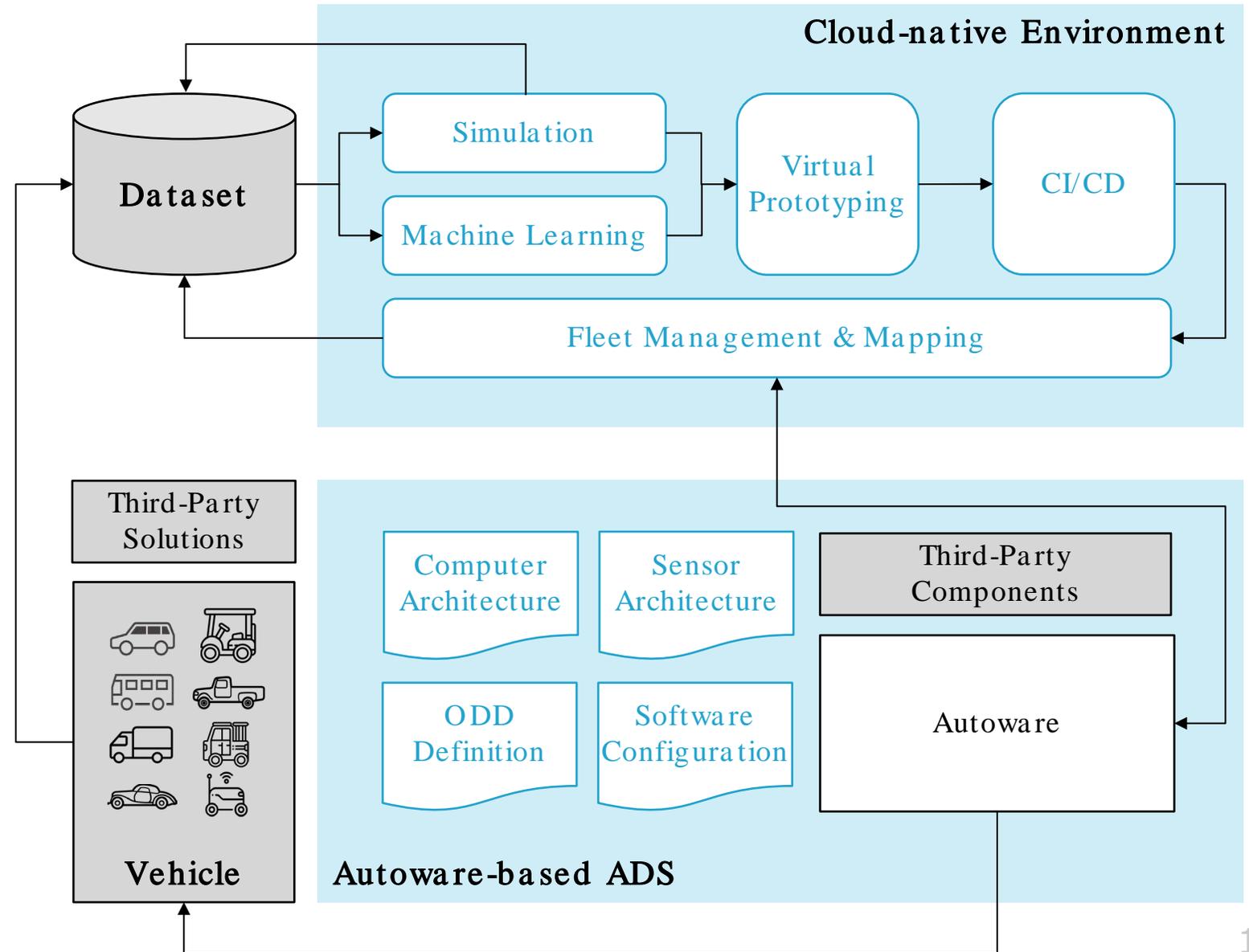
“Collectively-Scalable”

Adaptive software design enables **operational design domains (ODD)** to be defined across a broad spectrum of **vehicle models**, through the aggregation of various open components.

Real-time computing enables electrical/electronic architectures (EEA) to be designed so that both **timing and power constraints** are satisfied, even when various open components are aggregated.

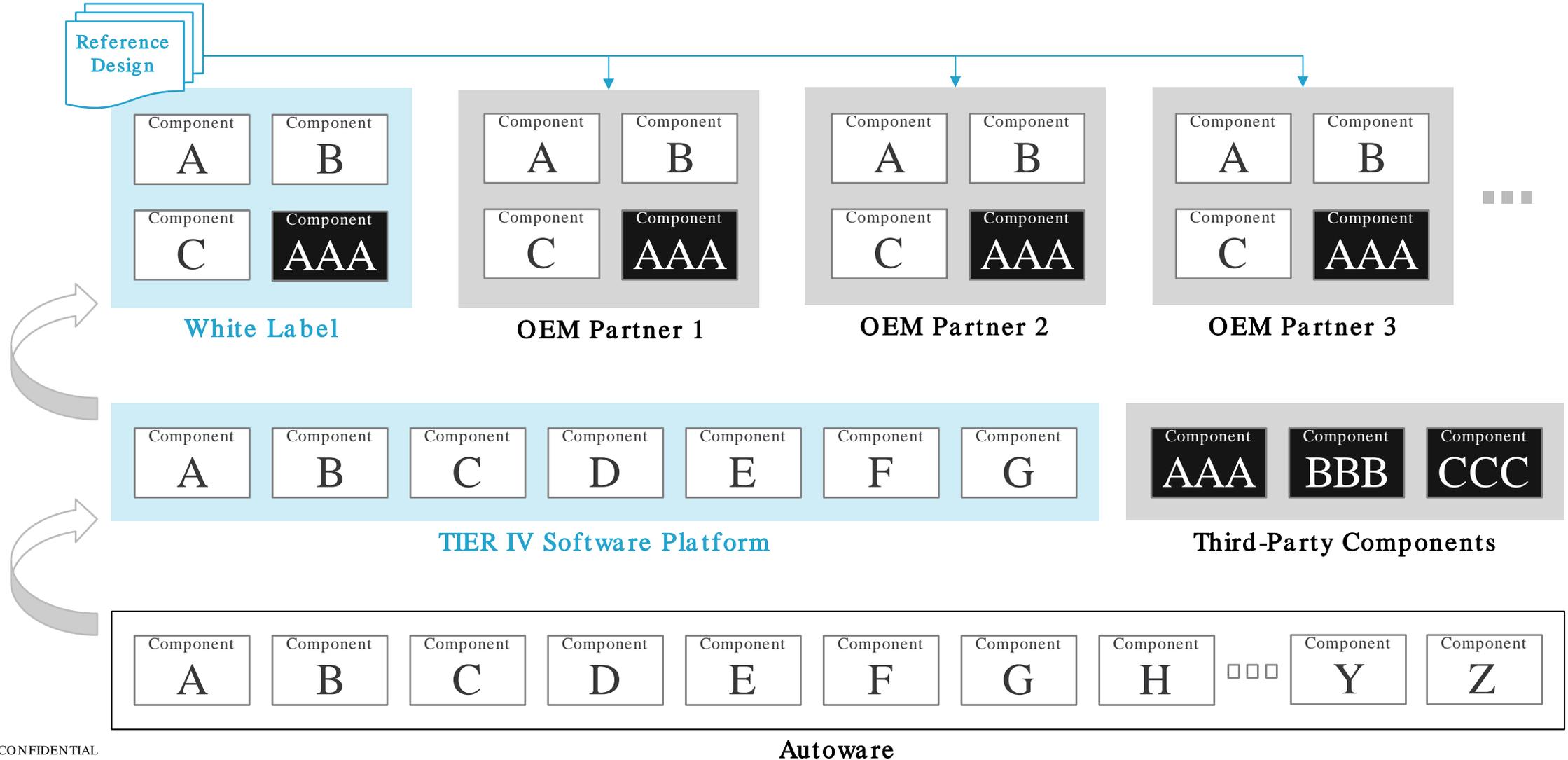
Dependable systems engineering enables autonomous driving systems to be produced so that both **safety and drivability** are satisfied, even when various open components are aggregated.

Agile software development enables the product life cycle to repeat in the **learn-to-run and run-to-learn** policy loop, even when various open components are aggregated.



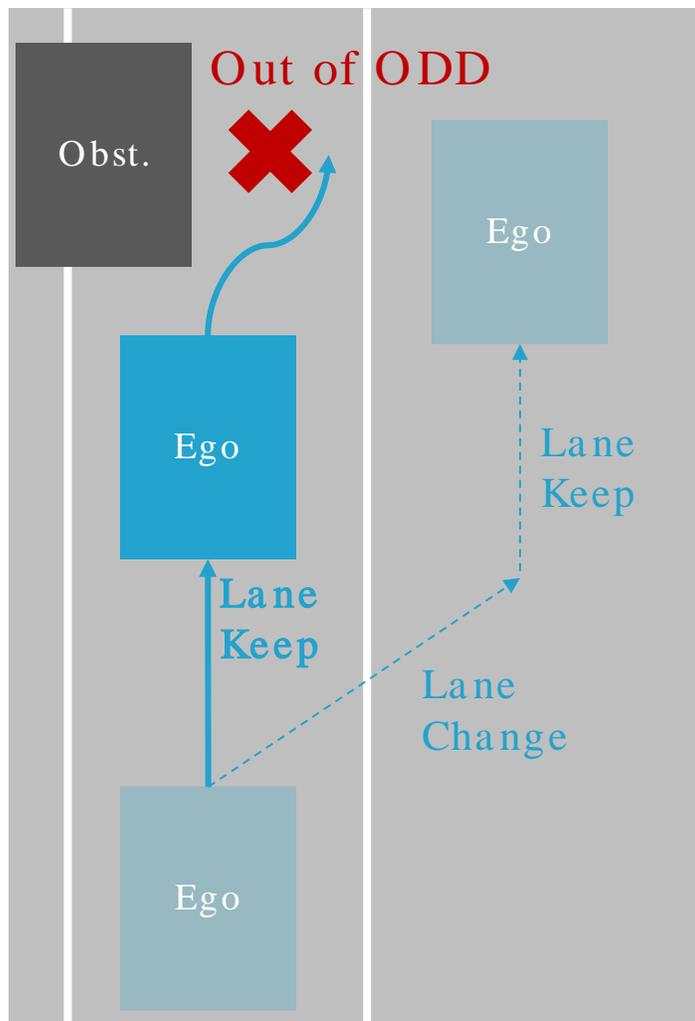
TIERIV Microautonomy Concept

TIER IV enables relevant Autoware components (**TIER IV Software Platform**) to be integrated with third-party components, through the Microautonomy Architecture, optimizing the **White Label** system that can be replicated by OEM partners, through the **Reference Design**.

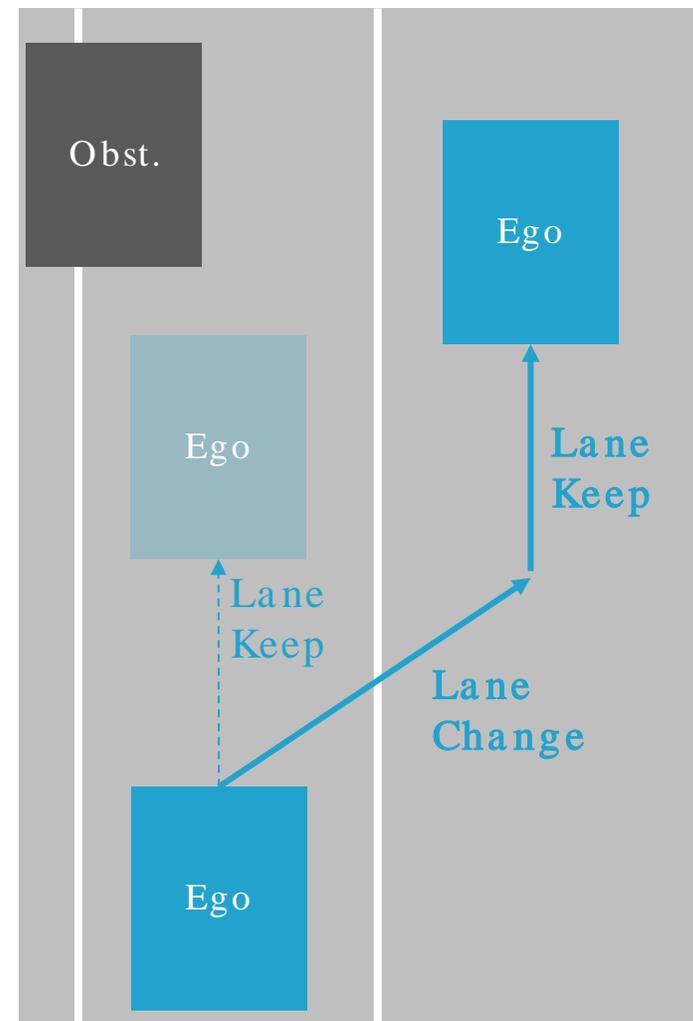


遠隔支援やE2E自動運転に対する期待

ルールベースのみ

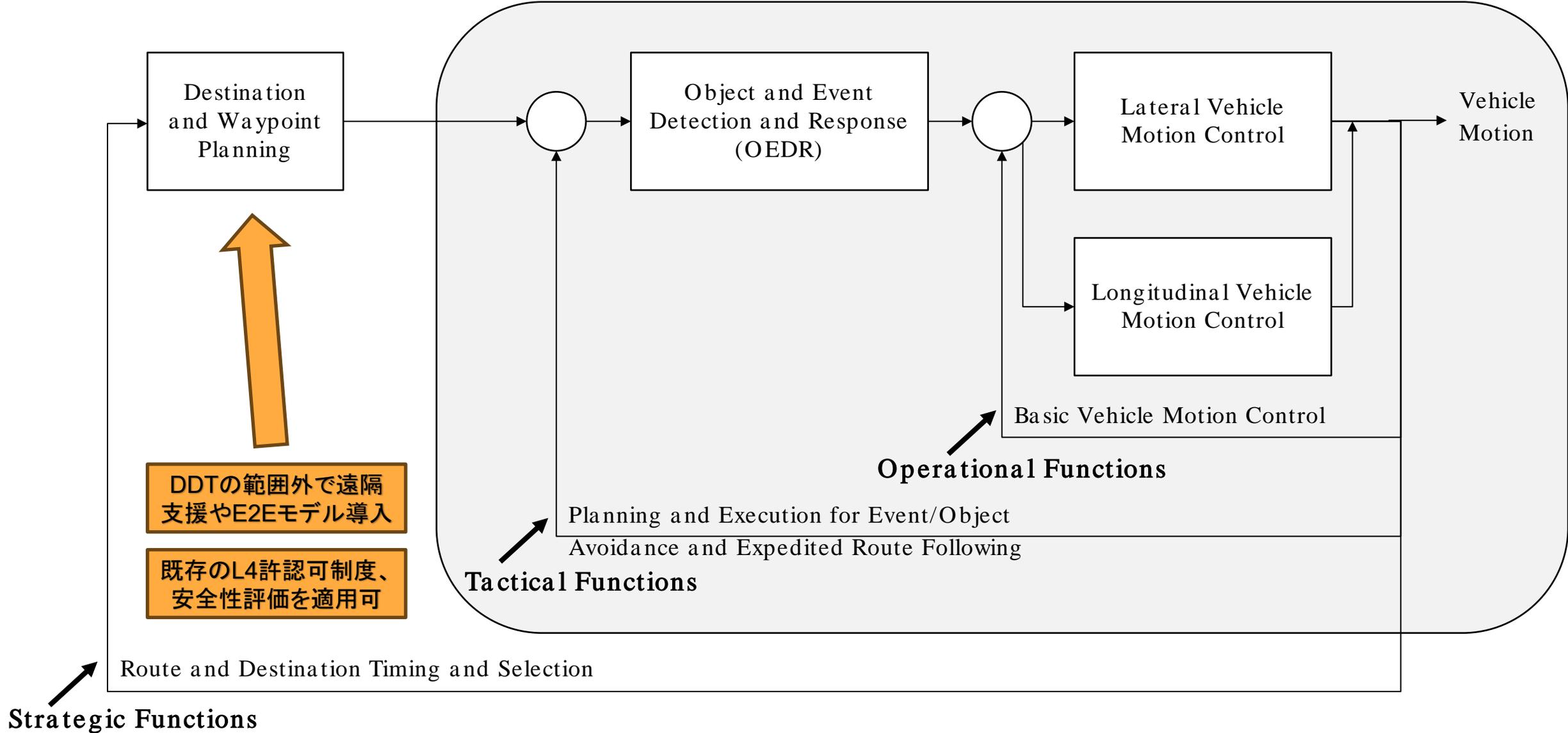


ルールベース+ α



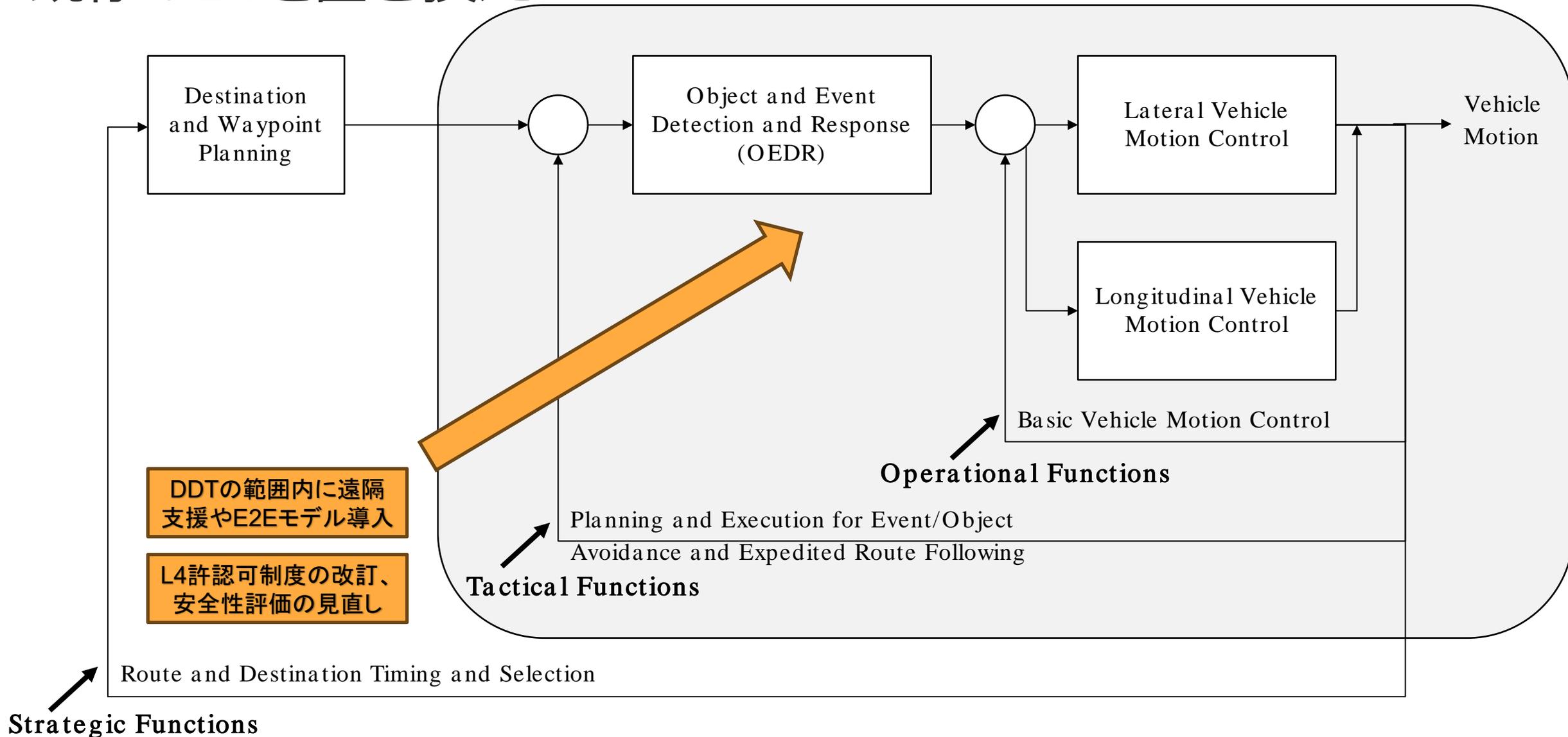
既存のL4を維持

Dynamic Driving Tasks (DDT)



既存のL4を置き換え

Dynamic Driving Tasks (DDT)



自動運転AI基盤と自動運転移動サービスのかげ橋へ

【関連】 経産省モビリティDX戦略など (https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/jido_soko/index.html)

【関連】 国交省地域公共交通確保維持改善事業など (https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr7_000066.html)

【関連】 警察庁道交法改正・特定自動運行許可など (<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/selfdriving/index.html>)

短期 (~2025年度)

- 各自治体を起点とした立ち上げ (点)
- 国のロードマップ50箇所を達成

中期 (~2027年度)

- 自治体間の連携による戦線拡大 (線)
- 国のロードマップ100箇所以上を達成

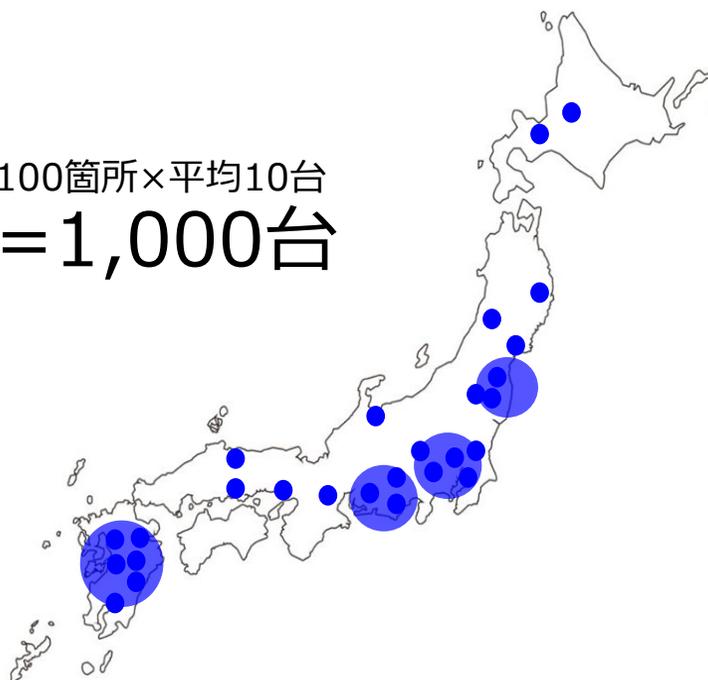
長期 (~2030年度)

- 新たな経済圏を生み出す面的展開 (面)
- 本格普及に向け500箇所以上を達成

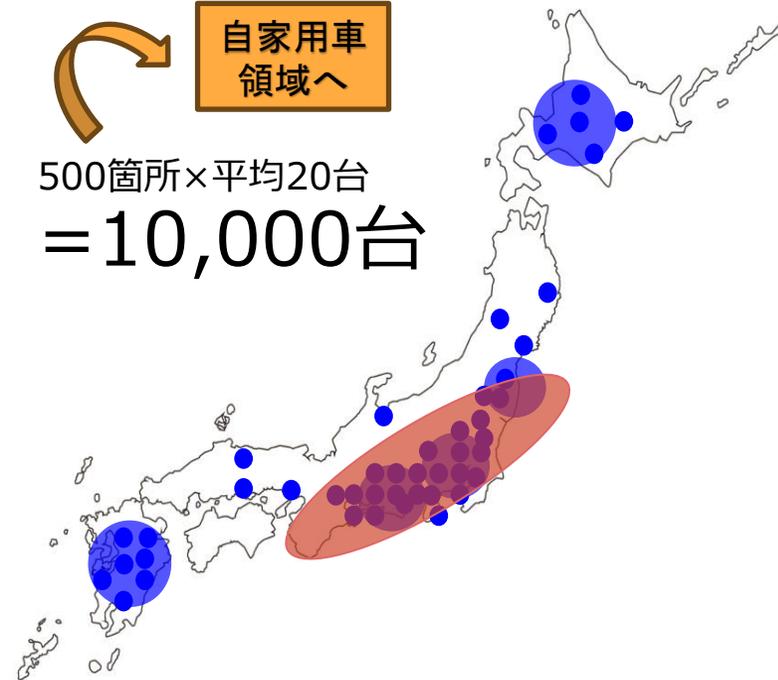
50箇所×1台
= 50台



100箇所×平均10台
= 1,000台



500箇所×平均20台
= 10,000台



(注) 図・連携先はイメージ

自動運転レベル4の認可取得

自動運転レベル4の認可取得には保安基準への適合が必要

- 保安基準への適合には自動運行装置の特殊設計が必要
- 自動運行装置の特殊設計には（コストを抑えるために）10,000台規模の車両量産計画が必要
- 10,000台規模の車両量産計画には全国500箇所程度の自動運転移動サービス導入計画が必要

自動運転レベル4の認可取得には走行環境条件の付与が必要

- 走行環境条件の付与には自動運行装置の安全性評価が必要
- 自動運行装置の安全性評価には（コストを抑えるために）運行設計領域の共通定義が必要
- 運行設計領域の共通定義には車両と走行環境の共通仕様が必要

解決案：「自動運転移動サービスパッケージ」の提供

- 全国500箇所程度の走行環境に共通に適用できる運行設計領域を定義
- その運行設計領域に対して認可を取得できる10,000台規模の車両を構築
- その車両を用いて提供可能と考えられる運用コンセプトを設定
- その運用コンセプトのもとで各自治体・交通事業者は自動運転移動サービスを提供

認可取得済みの共通車両（数種類）と運行支援サービス



認可取得済みの共通車両のイメージ

国産車両による自動運転移動サービスの提供



都会：生活空間



都会：幹線道路



地方：生活空間



地方：幹線道路・生活空間

補助金の成果最大化

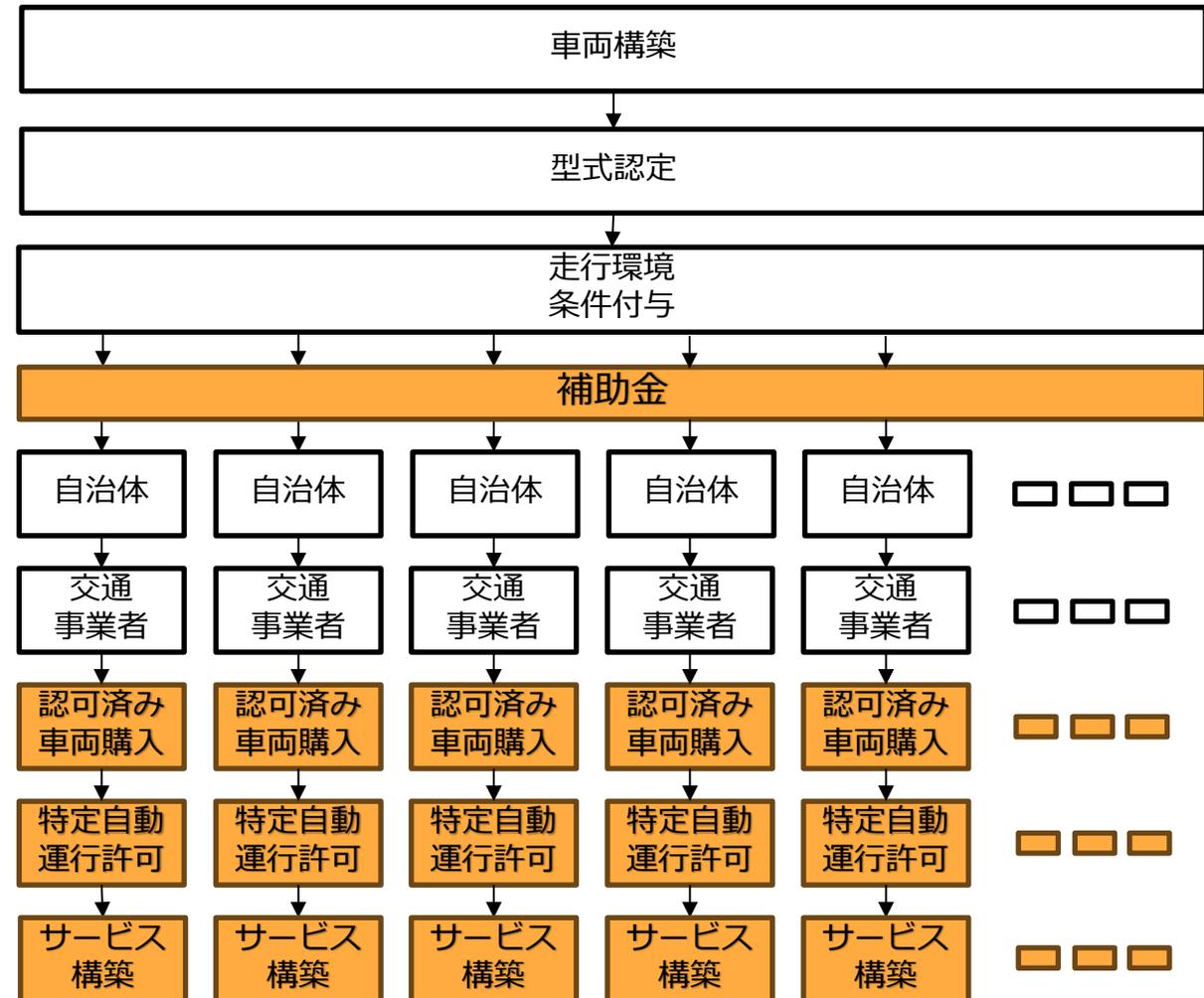
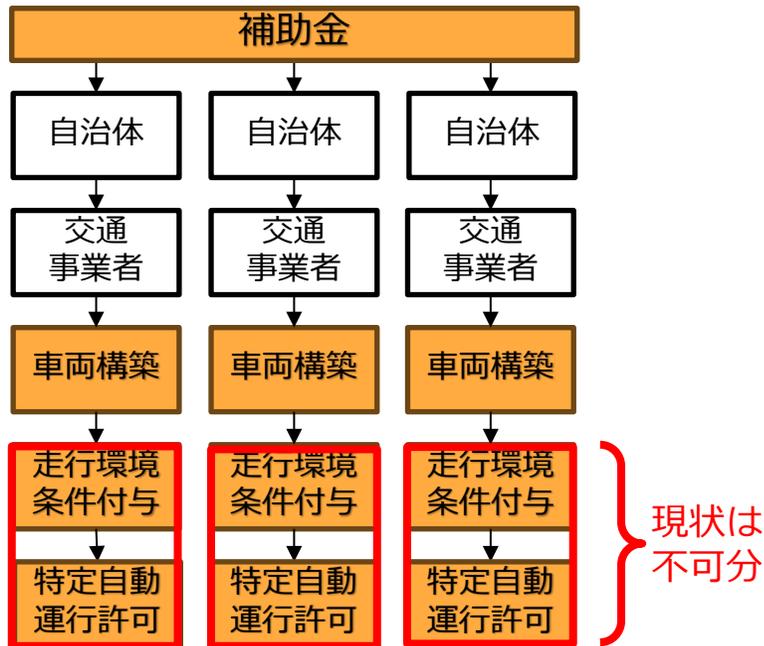
個別地域対応（現状）



集約的調達・運用



広域的調達・運用



本格普及に向けた導入コスト削減

個別地域対応（現状）



集約的調達・運用



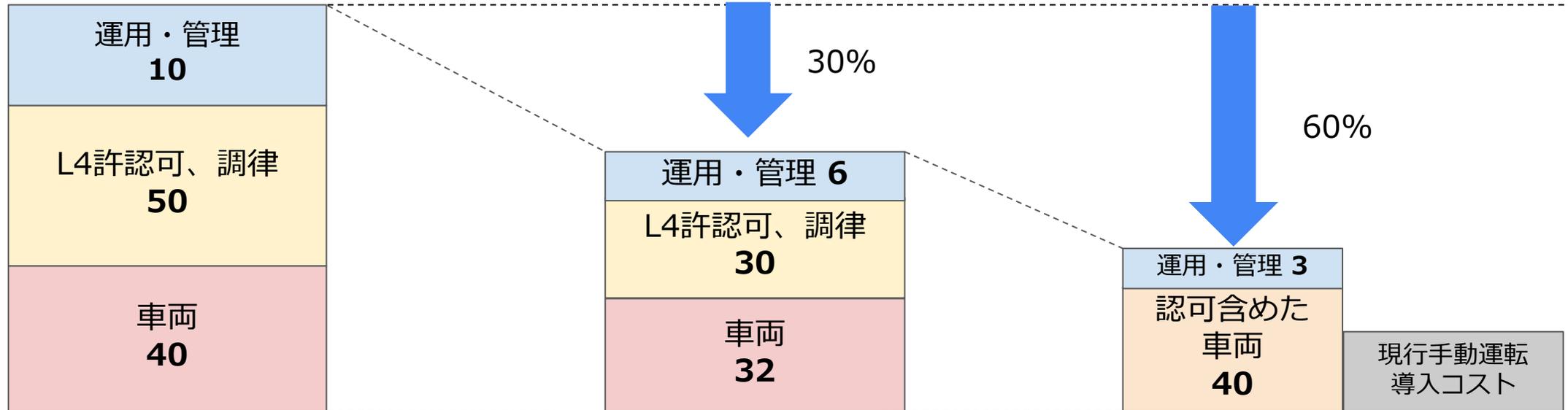
広域的調達・運用

拠点あたり
台数

1,2台程度

10台以上

100台以上

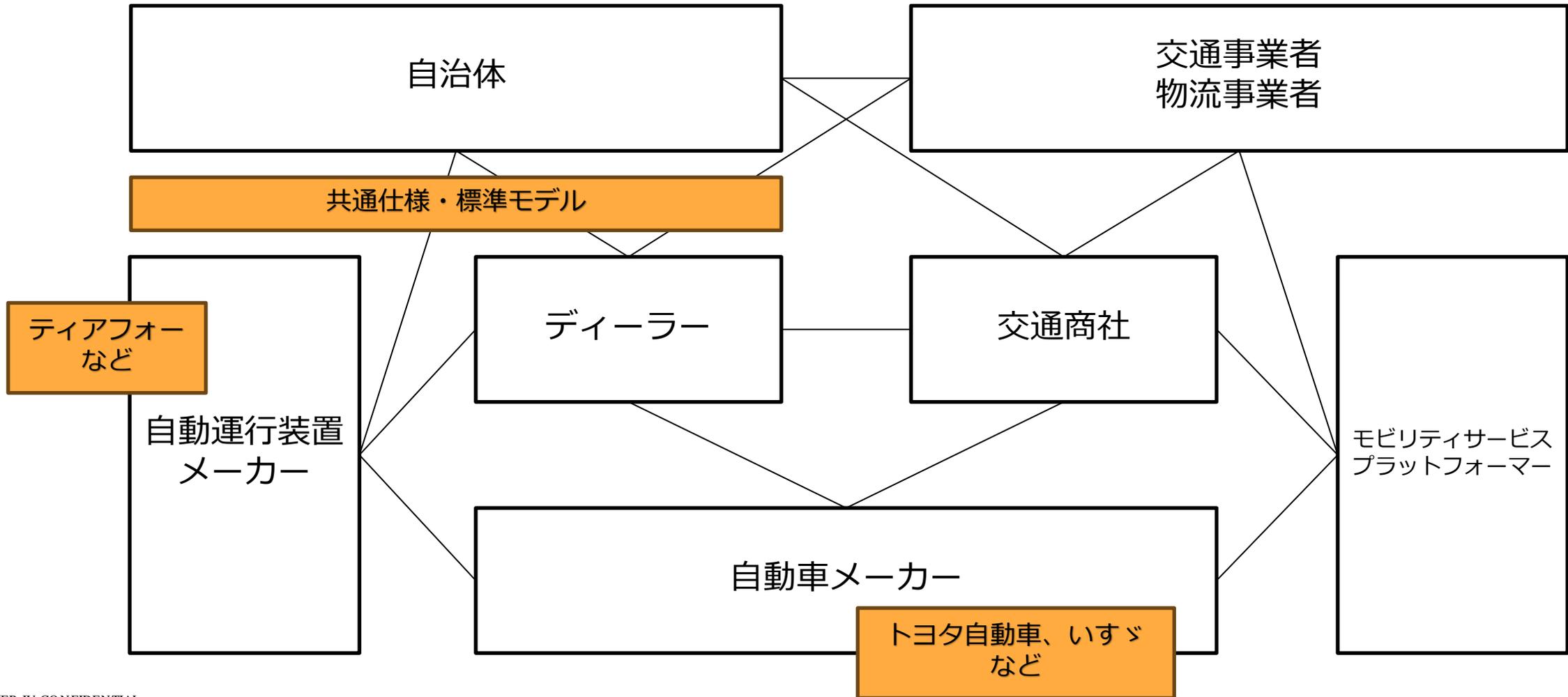


地域ごとのカスタマイズが発生

一定の定型化、集約化によるコスト減

車両の量産化によるコスト減

自動車メーカーを軸としたエコシステムの確立



地方創生から産業競争力強化へ

地方創生：既存の公共交通の置き換えではない新しい経済・社会モデル

- 路線バスや市街地タクシー、高速道路トラックなどのドライバー不足解消
- コンビニやホテルなどモビリティ隣接市場の拠点間を結ぶモビリティハブ型の移動手段の提供
- 自動運転移動サービスのための遠隔監視や保安員教習、データ処理などの新たな雇用を創出

産業競争力強化：他国にはない「日本の強み」となるモビリティ経済圏

- 東京～大阪を結ぶ大動脈（新幹線、高速道路、空路・空港など）の品質は世界を圧倒
- 地域の自動運転移動サービスを組み合わせることで世界に類を見ないモビリティ経済圏を創出
- 地方創生を支える隣接市場（コンビニやホテル）とともにモビリティ経済圏ごと世界展開

自動運転における通信の課題

| 種別 | 目的 | 通信データの内訳 | データ量 | 求められる遅延レベル |
|---|-------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------|
| 運行管理 | 走行スケジュールに沿った運行の実現 | 経路情報、Telemetry 情報(位置、車速、状 態等)等 | 少ない | 小さい |
| 遠隔監視・ 支援 課題あり | 乗客の対応、自動運転システムの支援 | 映像等 | とても多い | とても小さい |
| 走行データの アップロード 課題あり | 自動運転システムの改善の為のデータ 収集 | 走行データ | とても多い | 大きい |
| OTA | 自動運転のソフトウェアの配信 | 自動運転ソフトウェ アのバイナリデータ | 多い | 大きい |
| V2X | インフラ協調、車々間通信 | 物標情報、信号情報 | 少ない | とても小さい |

遠隔監視・支援における課題

レベル4における遠隔監視システムの要件

特定自動運行用自動車に取り付けられた装置から送信された当該特定自動運行用自動車の周囲の全方向の道路及び交通の状況並びに当該特定自動運行用自動車の車内の状況に係る**鮮明な映像及び明瞭な音声**並びに当該特定自動運行用自動車の**位置情報を常時かつ即時に受信することができるものであること。**

課題

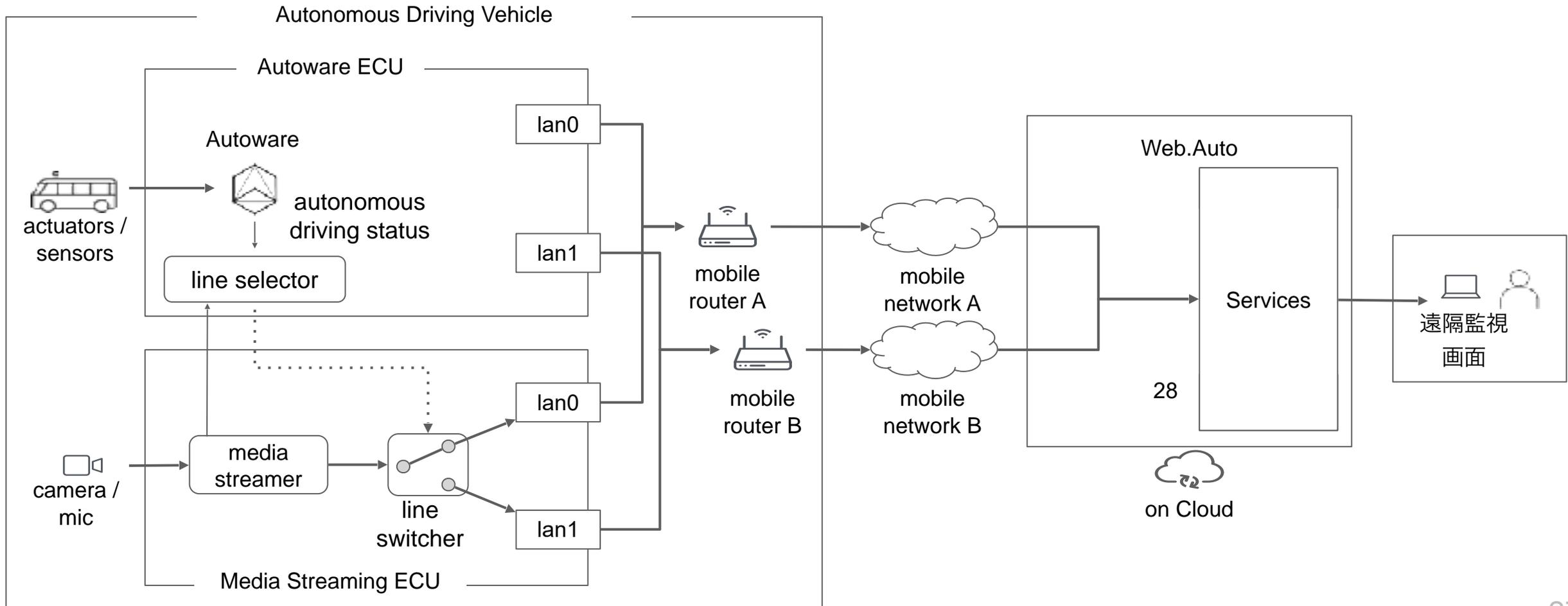
上記要件を達成する上での課題を記載する。

1. 自動運転の社会実装は、地方から進んでいるが地方は基地局が網羅的に整備されていないケースが多い。
2. 基地局はダウンリンクを主として帯域を割いており、アップリンクの帯域が狭い。故に複数台の自動運転車を運行した場合に、1つの基地局に複数の自動運転車が集まってしまうとアップリンクの帯域が足りなくなる場合がある。
3. 可用性を担保するためには、複数の通信/キャリアによる冗長化を行う必要があるがコスト増に繋がってしまう。

(参考)通信冗長化のアーキテクチャ

弊社の遠隔監視システムは、ウォームスタンバイの手法を採用。

さらに回線切替は、通信途絶 / 通信速度劣化 / (予め設定した)位置による自動切り替えが可能。



走行データのアップロードに関する課題

背景

現代の自動運転システムは、画像認識や E2Eなど多くのデータセントリックなアルゴリズムが利用されており、いかにデータを効率よくデータを集めるかが重要になっている。

また、今後のレベル4自動運転における事故発生時は、遅延なく報告する仕組みが求められており、走行データを速やかにアップロード/解析する仕組みが必要になっている。

課題

現課題を以下に記載する。

- 走行データはデータ量が膨大であり、一般的な 4G/5Gではアップロードが出来ない。
- 故に、現在は自動運転車両にて走行データを保存し、営業終了時に物理的に記録媒体を介してデータを抜き出し、運行者のオフィスにて夜間にデータをアップロードしている。その為、データアップロードの即時性、運行者の利便性を損ねている。

| | | |
|---|---|-----------|
|  | 遅延なく事故を検出する仕組み <ul style="list-style-type: none">✓ 「事故」をどのように定義し、どのように「遅延なく」「抜け漏れなく」検出するか✓ 24時間グローバルに対応できる体制をどのように構築するか | 01 |
|  | 事故前後のデータ抽出、分析する仕組み <ul style="list-style-type: none">✓ 車両でどのようにデータを保持するか (EDR/DSSADを活用するか)✓ 車両からどのようにデータを抽出するか (時間軸を考慮すると無線対応が必要)✓ 事前にアルゴリズムを組むことで分析を自動化できるか (短期報告に向け) | 02 |
|  | 事故単位で当局へ報告する仕組み (初期報告/短期報告) <ul style="list-style-type: none">✓ 「遅延なく」報告するためのIRT*のような仕組みはあるか✓ 突発対応が基本となる体制/リソースをどのように確保するか *Incident Response Team | 03 |
|  | 定期報告向けの情報を抽出、分析、整理し、型式単位で毎年当局へ報告する仕組み <ul style="list-style-type: none">✓ 定期報告に必要な情報をいつ、どのように抽出し蓄積するか✓ 年々増え続ける報告対象 (型式) へ継続的かつ効率的にどのように対応するか | 04 |

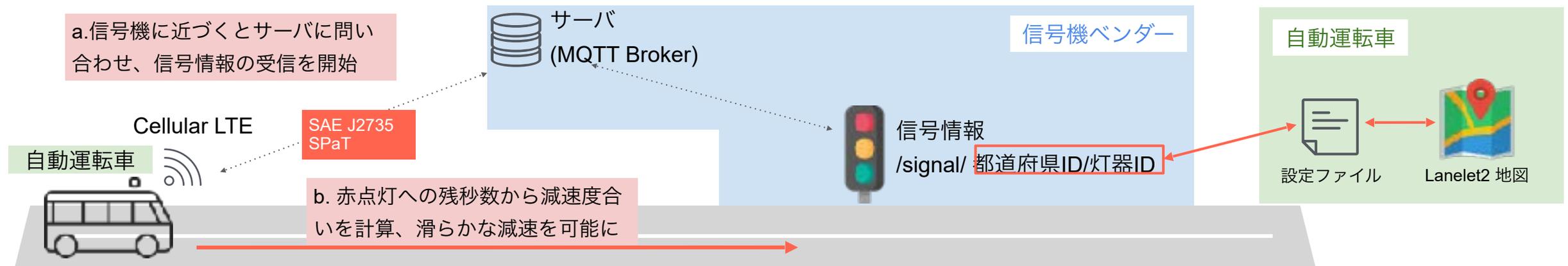
一般道におけるインフラ協調を活用した取り組み事例

| 実証・実装地域 | インフラ協調 | | 補足（物標情報連携ユースケース） |
|---------|--------------------|-----------|----------------------------------|
| | 物標情報連携 | 信号情報連携 | |
| 石川県小松市 | ○ (Local 5G) | ○ (4G/5G) | 交差点右折、駅ロータリー内の支援 |
| 茨城県日立市 | ○ (Local 5G, DSRC) | ○ (4G/5G) | 交差点右折の支援 路側HMIIによる周辺歩行者への注意喚起 |
| 鳥取県鳥取市 | ○ (Local 5G) | ○ (4G/5G) | 死角エリアの支援 |
| 新潟県佐渡市 | ○ (Local 5G) | ○ (4G/5G) | 見通しの悪いトンネルにおけるすれ違い走行支援 |
| 東京都狛江市 | ○ (Local 5G) | | 交差点やロータリーにおける支援 |
| 富山県富山市 | ○ (DSRC) | | 交差点や停留所における支援 ※可視化のみ |
| 奈良県宇陀市 | ○ (Local 5G) | | 交差点右折の支援 |
| 神奈川県川崎市 | | ○ (4G/5G) | |
| 長野県塩尻市 | ○ (DSRC) | ○ (4G/5G) | 私有地への右折の支援 ※現在、路側機は撤去されている |
| 神奈川県平塚市 | | ○ (4G/5G) | |
| 福岡県北九州市 | | ○ (4G/5G) | |
| ... | | | |

信号情報連携のユースケース (1/2)

信号機の灯色情報や灯色スケジュール情報を車両側で受け取り、
車両制御の可用性と安全性を向上させるために活用しています。

システムイメージ



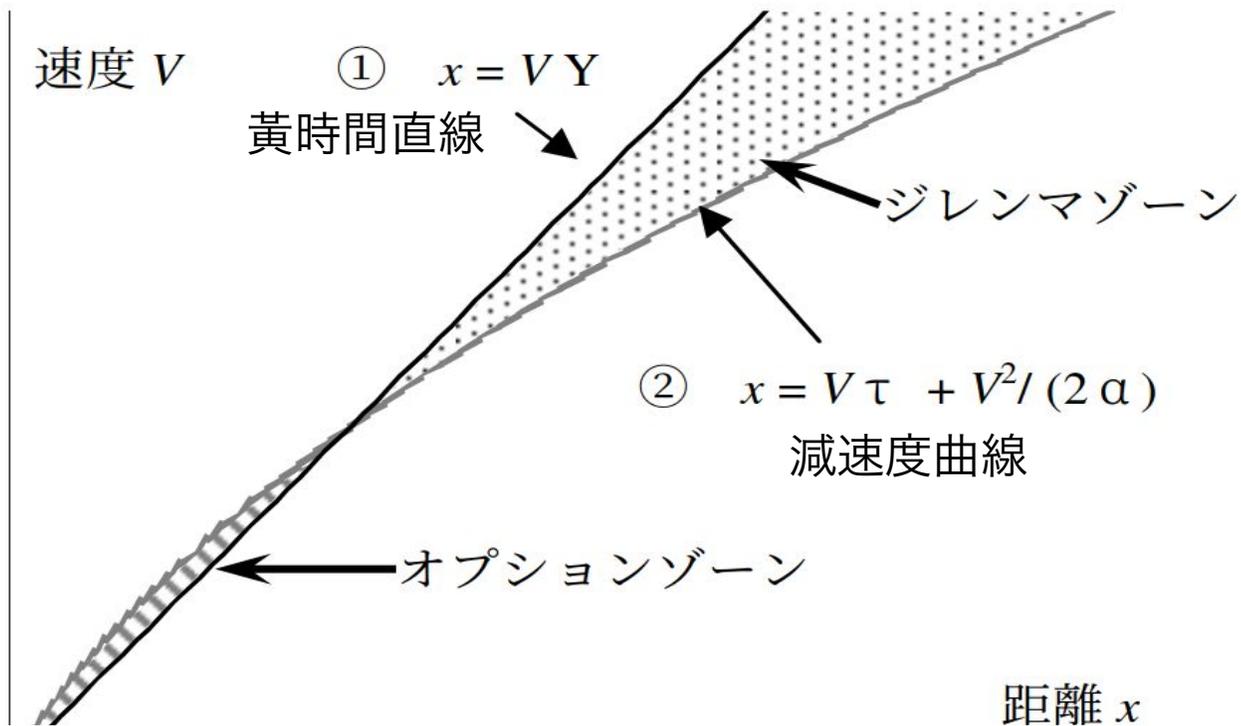
信号情報連携のユースケース(2/2)

活用方法

可用性向上

信号のスケジュール情報を活用し、ジレンマゾーンを対応する。通常、カメラによる信号認識もしくは現在の灯色情報のみであれば、信号が黄色に変わった際に急ブレーキをかけて停止線で止まるべきか、黄、赤信号にて交差点を通過すべきか迷うジレンマゾーンが存在する。

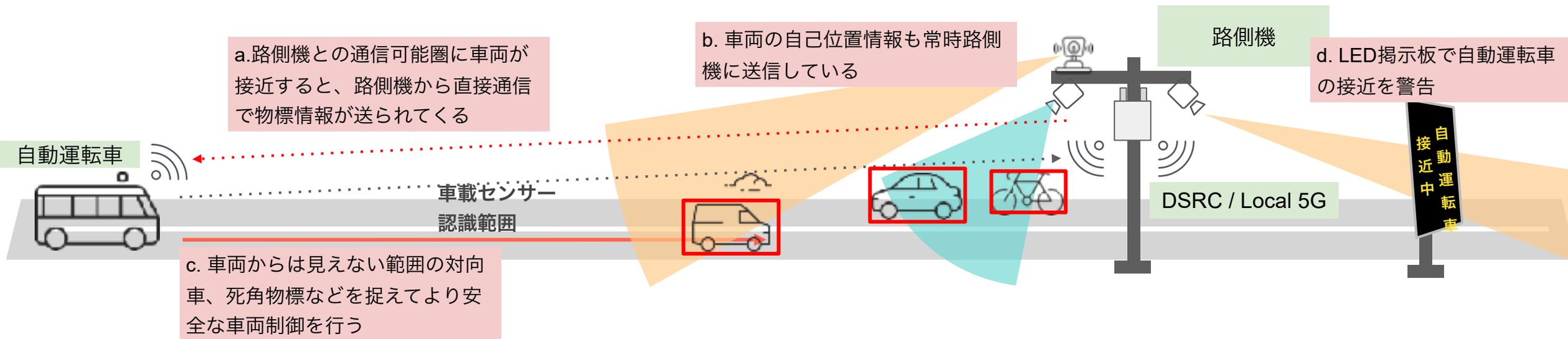
信号のスケジュール情報があることで、黄色に変わる際は緩やかな減速度で停止することができる。



物標情報連携のユースケース (1/2)

複数センサー・通信機を搭載した路側機で認知した物標情報を車両側に送信することにより、車両の認知範囲を拡張し、経路生成や制御の可用性と安全性を向上させます。

システムイメージ



物標情報連携のユースケース (2/2)

活用方法

可用性向上

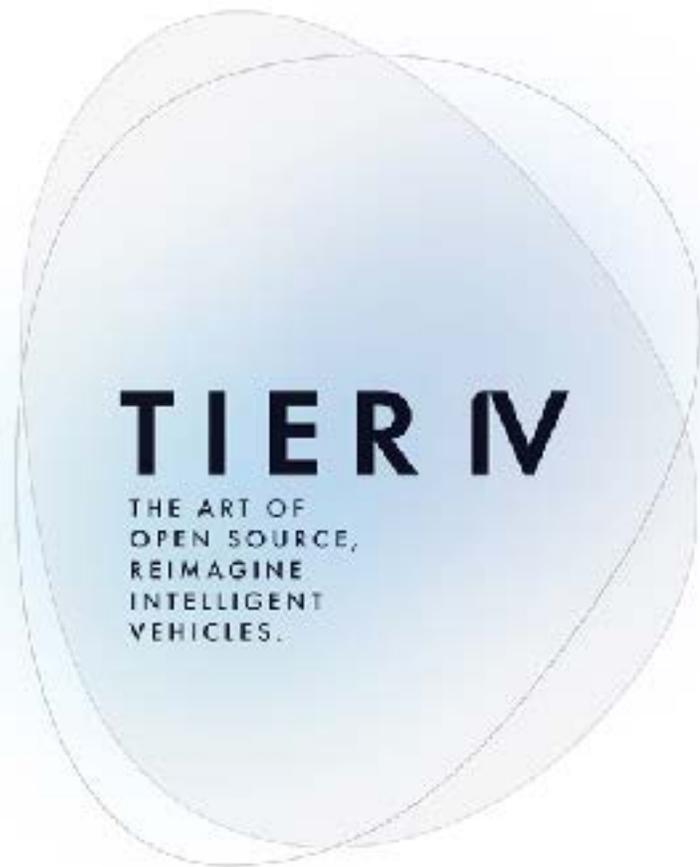
右折など他車・者と交差する場面において、長距離まで物体を検知する必要があるシーンが存在する。路側インフラ機器を活用し、より遠方の物体を先んじて認識することで可用性の向上を図ることができる。



自動運転車検出距離

路側器検出距離





TIER IV

THE ART OF
OPEN SOURCE,
REIMAGINE
INTELLIGENT
VEHICLES.

THANKS !