



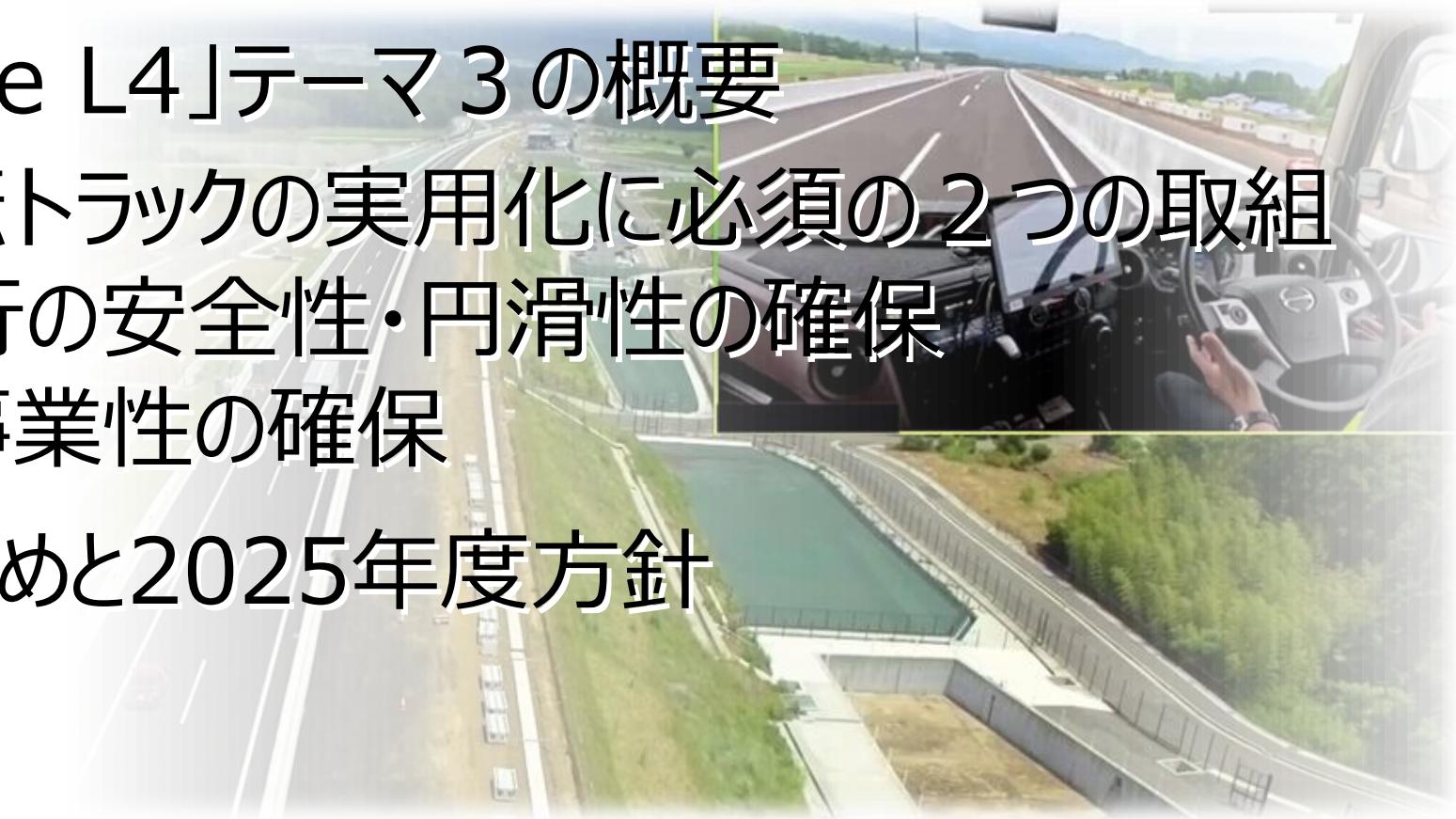
自動運転トラックの社会実装に向けた取組と課題



「RoAD to the L4」プロジェクト テーマ3リーダー
(株)ネクスティ エレクトロニクス 技監
小川 博

内 容

1. 「RoAD to the L4」テーマ3の概要
2. 無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組
 - 高速道路走行の安全性・円滑性の確保
 - 持続可能な事業性の確保
3. 2024年度まとめと2025年度方針



「RoAD to the L4」：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

内 容

1. 「RoAD to the L4」テーマ3の概要
2. 無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組
 - 高速道路走行の安全性・円滑性の確保
 - 持続可能な事業性の確保
3. 2024年度まとめと2025年度方針

「RoAD to the L4」(2021～2025年度) テーマ3 事業の概要

1. テーマ3事業の狙い

「トラック隊列走行の社会実装に向けた実証」(経産省2016～2020年度)を踏まえ、**物流の社会課題である担い手（ドライバー）不足の解消や物流効率の向上に向け**、大型車メーカー各社および物流事業者をはじめとする関係者と取組、**自動走行技術を用いた「幹線輸送の実用化」により2026年度以降に社会実装を目指す。**

2. 成果目標

- 2025年度までに（大型トラックの自動走行を）車両技術として実現するだけでなく、運行管理システムや必要なインフラ、情報など（自動運転トラックによる）**事業化に必要な事業環境を整備**
- 2026年度以降の高速道路でのレベル4自動運転トラックやそれを活用した隊列走行を**社会実装化**

3. 取組方針

- これまでの後続車無人隊列走行実証の成果を活用しつつ、レベル4自動運転トラックを**実用可能とする環境を整備**する。
- 大型車の特性を踏まえ、道路情報等を活用した**外部インフラ支援システム**や、事業化を見据え複数台の**レベル4自動運転トラック**の運用を可能とする**運行監視・運行管理システム**を併せて整備する。
- 取組を進めるに当たっては**関係省庁と連携し、制度整備やデータ活用などの事業環境の整備**を促進する。

自動運転レベルとテーマ3検討ベース

自動運転のレベル分け

官民ITS構想・ロードマップ等を基に国土交通省が作成

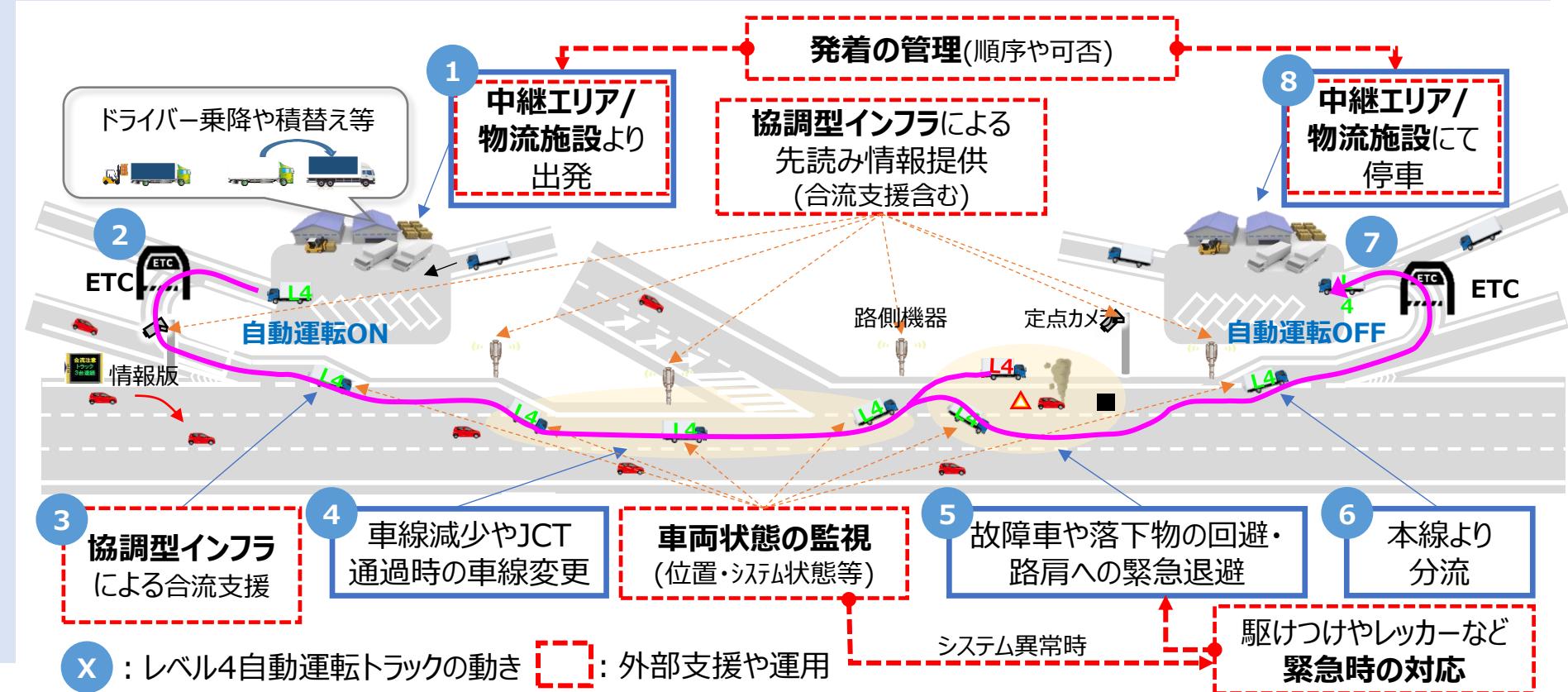


AEBS: Advanced Emergency Braking System ACC: Adaptive Cruise Control LKAS: Lane Keep Assist System
ODD: Operational Design Domain (自動運転を可能とする走行環境・運行条件の設計領域)

高速道路レベル4自動運転トラックの社会実装時の将来像

■ 高速道路の結節点（中継エリア＝モビリティハブ）間を、インフラ等の外部からの支援を受けて無人自動運行

- ① 高速道路に隣接した中継エリア／物流施設（結節点）にてレベル4自動運転開始
- ② ETCを通過し、高速道路合流線に進入
- ③ 合流部において、路側インフラ等の外部支援を活用することで、より安全に本線へ合流
- ④ 本線走行中、GNSSと地図情報により、車線減少やJCT等における車線数の変化に対応し車線変更を実施
- ⑤ 工事・故障車・落下物等や天候・路面状況の情報を路側インフラから事前に入手することで、より安全な車線変更もしくは路肩退避を実施
- ⑥ 分流部にて車線変更
- ⑦ ETCを通過し、高速道路に隣接した中継エリア／物流施設に到着
- ⑧ 中継エリア／物流施設にてレベル4自動運転終了、停止

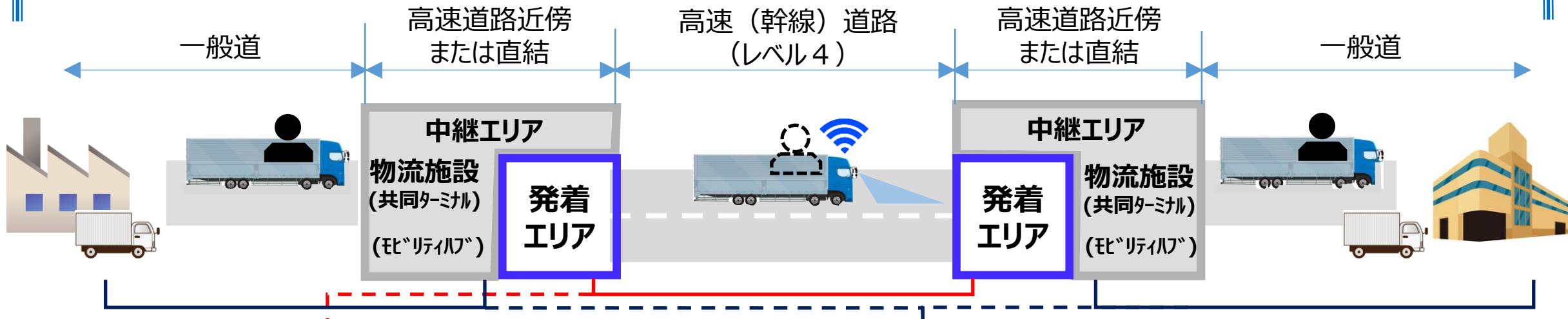


内 容

1. 「RoAD to the L4」テーマ3の概要
2. 無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組
 - 高速道路走行の安全性・円滑性の確保
 - 持続可能な事業性の確保
3. 2024年度まとめと2025年度方針

無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組

- 自動運転トラックの社会実装においては、実装の多様性にどの様に対応するかが重要



① 高速道路走行の安全性・円滑性の確保

安全性を保持した上で、事業車では何よりも走行継続性（車両を止めない。確実に荷物を届ける）の確保が重要。

➢ 自動運転走行路線において、大型車の特徴である車両の大きさ、車両重量、運動性（性能・機能限界）、積載物 等により車両の技術開発のみではリスクを回避し、走行の継続性の確保が困難なケースがある

⇒ インフラなどの外部支援・制度整備も考慮したODD（自動運転を可能とする走行環境・運行条件（区間）の設計領域）の設定

② 事業者の実態に合った持続可能な事業性の確保

生産財である商用車は現実的な事業の実現・継続が重要

- コスト（初期・運用）の適正化（対費用効果の最大化）
 - 自社の事業領域・物流ルートにてどこを幹線輸送として自動化を導入するか
 - 自動運転トラックの自車保有カリースか、あるいは共同事業会社への委託か
- ⇒ インフラなどの外部支援・制度整備も考慮したより現実的な導入シナリオ（レベル2+あるいは有人レベル4の活用含む）
- 多様な物流形態や地域交通の状況に依らない事業化
特定域の標準化による、事業者（地域）と車両提供者双方の合意形成に基づく事業モデルの設定
- ⇒ 特に、中継エリアの機能と設置場所（単なる発着エリア、共同物流施設利用、自社の物流拠点 等）

内 容

1. 「RoAD to the L4」テーマ3の概要
2. 無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組
 - 高速道路走行の安全性・円滑性の確保
 - 持続可能な事業性の確保
3. 2024年度まとめと2025年度方針

自動運転化技術開発における大型車特有の課題

大きさ

【① 検知・認知】

検知範囲が広いため多くのセンサー・カメラの設置が必要
(架装物(荷台)への設置は困難)

自車の架装物(荷台)が遮蔽物になるため複数の通信手段とアンテナ・検知器機が必要。

大型車が走行可能な経路情報が必要(3次元地図)



運動特性

急発進・急加速・急減速・急停止・急操舵が困難

【① 検知・認知】 より遠方の先行情報が必要

【② 判断】 早めの判断が必要

例) 障害物回避・車線変更

仕様の多様さ

車軸数や配列・ホイールベースの長さ・架装・積み荷/乗客が多様

【② 判断】 バスでは、乗客(特に立客)を考慮した判断が必要
例) 制動制御(減速度調整)

【③ 操作】 仕様に応じた制御の最適化が必要

【参考】大型商用車の特徴を踏まえた外部支援の必要性

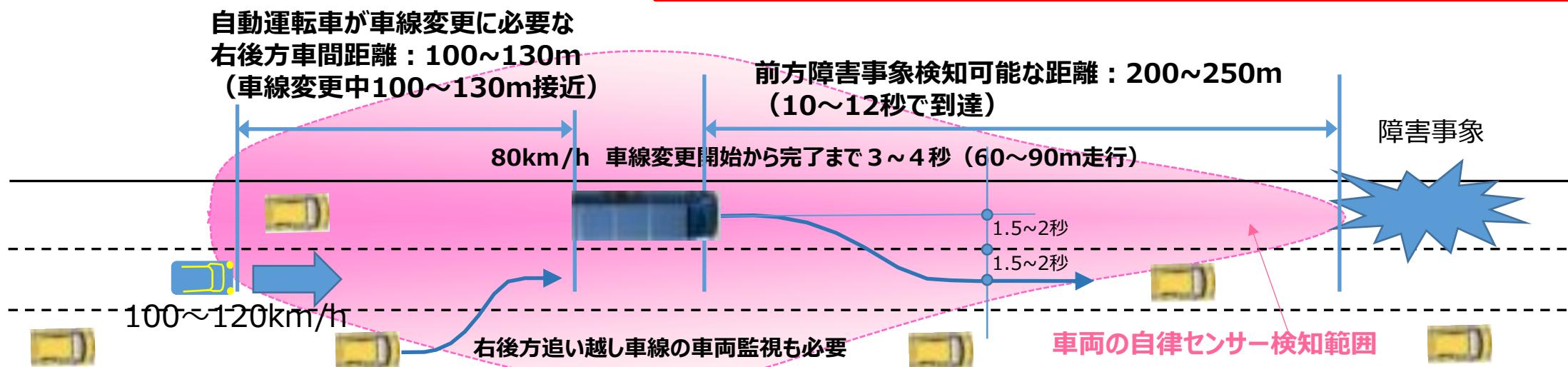
■ 大型商用車の特徴 (普通乗用車との比較)

車両サイズが長大でかつ動力性能／機能に大きな限界がある。(加速・減速、曲がる・停まるに限界)

事業用車両として運行の継続性・定時性が求められる。(車両を止めない)

■ 車両技術では極めて対応が困難なシーン（自動運転切替、ドライバー乗り降り等のための「中継エリア」は除く）

- ① **車線変更** (本線合流及び障害物回避のための車線移動)
車線変更時の自車の右後方車との車間距離確保が、現状の交通流環境下では困難な場合がある。
- ② **停止後の再発進**
障害物直前での停止あるいは緊急時の路肩停止後、大型車の再発進は、車両単独では極めて困難。



「RoAD to the L4」テーマ3で想定する外部支援が必要な項目

- 高速道路の走行中の全ての車両挙動及び並走する他車との関係
- 発地から着地までの事業性分析

24のユースケースと829のリスクの洗出しとその回避策を策定

829のリスクの内、①車両技術のみでは回避が困難 ②事業性面の観点 ⇒
外部支援が必要な24のリスクをまとめ、外部支援が必要と考える以下の4項目を特定

■ 主に事業性の観点による項目

1. マニュアル運転 ⇄ 自動運転、有人 ⇄ 無人の**切替拠点**
2. 自動運転の継続が困難な場合の**緊急退避停止**
(MRM作動) の**運行監視**による認知とレスキューモード

…中継エリア
…緊急退避
…運行監視

■ 車両技術のみでは走行継続性確保困難な事由による項目

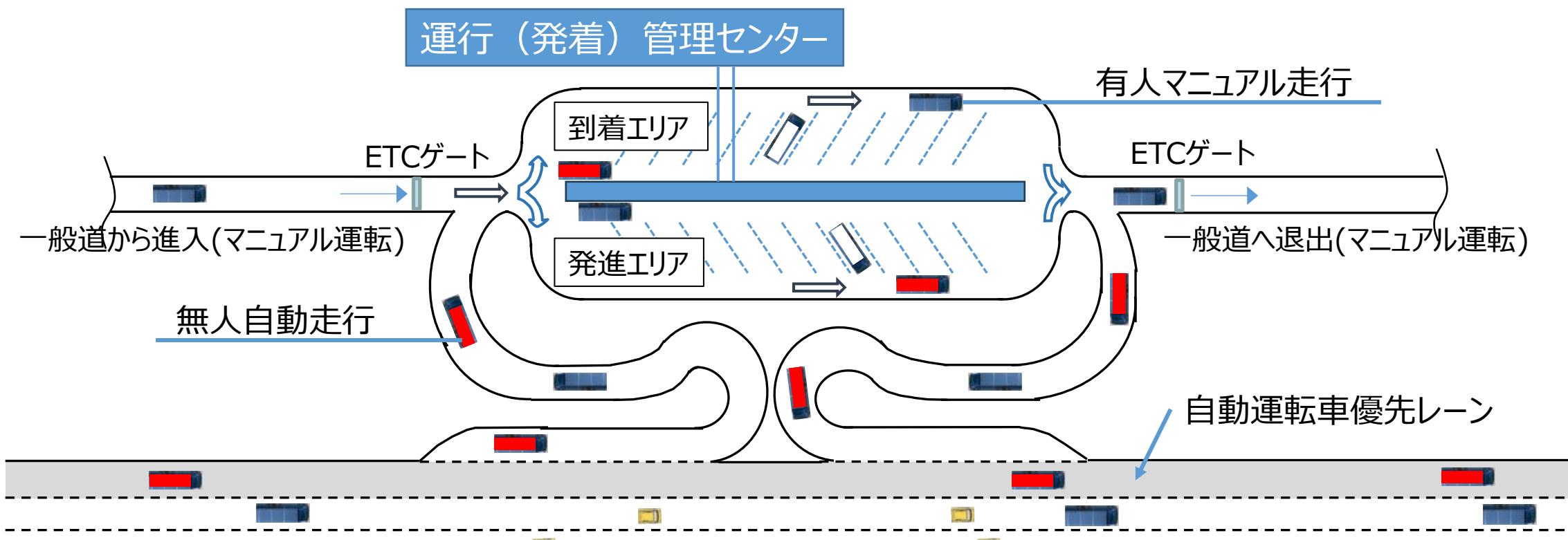
3. 走行前方での**障害物**回避車線変更のための先読み情報
4. 合流線からの**自車・他車**本線流入時の安全支援

…先読み情報支援
…合流支援

中継エリア(切替拠点)の構造イメージ

無人自動運転トラック運用時は有人マニュアルモード ⇄ 無人自動運転モード（最小機能：運転者が乗降）切替えのための中継エリア（エリア内は自動運転トラック専用）が必要と成る

- 到着エリアと発進エリアが併設され高速道とETCゲートを通じて一般道に接続
- 中継エリア内の各駐車ますにて、有人マニュアルモード／無人自動運転モードの切替えを行う
- 複数台の自動運転トラック運用時は、発着管制を行う「運行管理」が必要



SA/PAを活用した中継エリア機能実証

現時点では中継エリア機能を持つ施設が存在していないことから、駿河湾沼津SA下り、遠州森町PA下り、浜松SA上下※1に「自動運転トラック発着エリア」を仮設置し、自動発着の機能評価を行った。

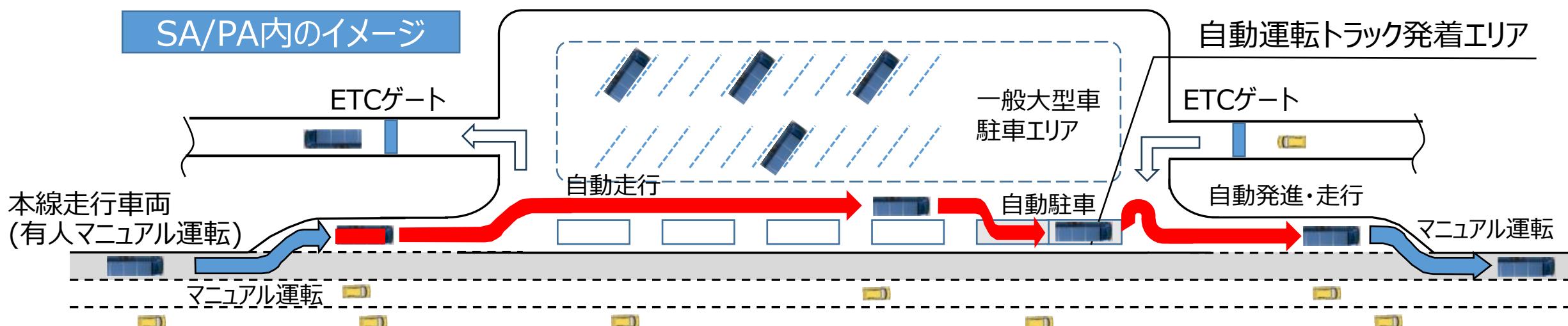
※1 デジタル全総自動運転サービス支援道区間

実証車両としての確認のポイント

- ✓ SA/PA進入後自動走行、決められたエリア※2に自動駐車・その後自動発進が円滑に行えるか検証

※2 発着エリアは、本線に並行及び斜め（浜松SA上り）配置の2種設定

注：今回の実証では、本線からの分流及び本線への合流は、マニュアルにて行う。



SA/PA自動発着実証

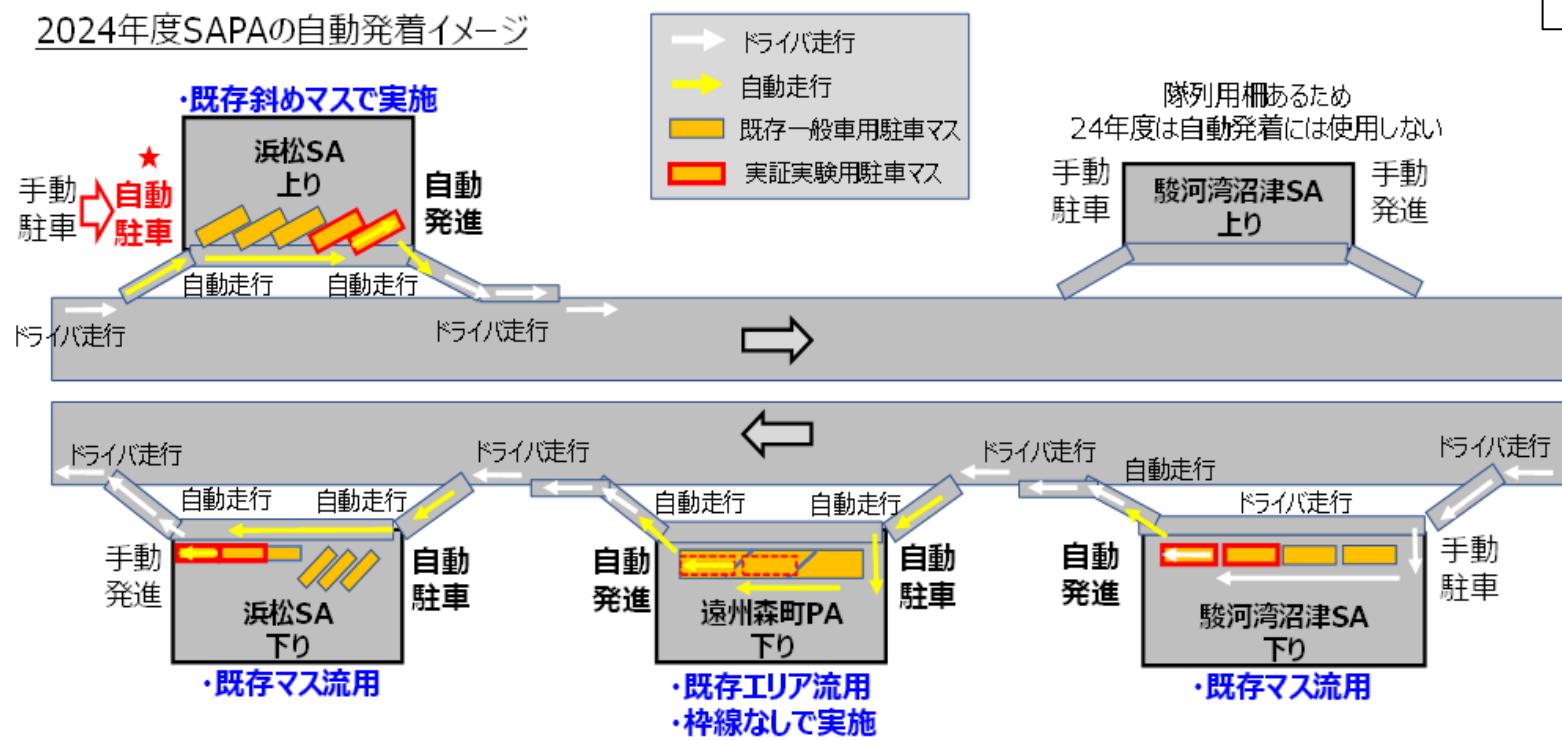
1. 目的：SA/PA内の既存の駐車ますを活用し、警備・無線等で安全を確保した上で実証用試験車両による自動発着を実施し、車両の動き及び周辺状況等の課題出しを行い、要件を抽出する。

2. 期間：
- ①地図計測：'24/10/21～25
 - ②トライ1：'24/11/4～8
 - ③トライ2：'24/11/18～22
 - ④実証本番：'24/12/2～6

各日程とも渋滞等の発生がほとんどなく、自動発進、自動駐車、それぞれ、延べ200回以上計画通り実施。

3. 場所：

2024年度SAPAの自動発着イメージ



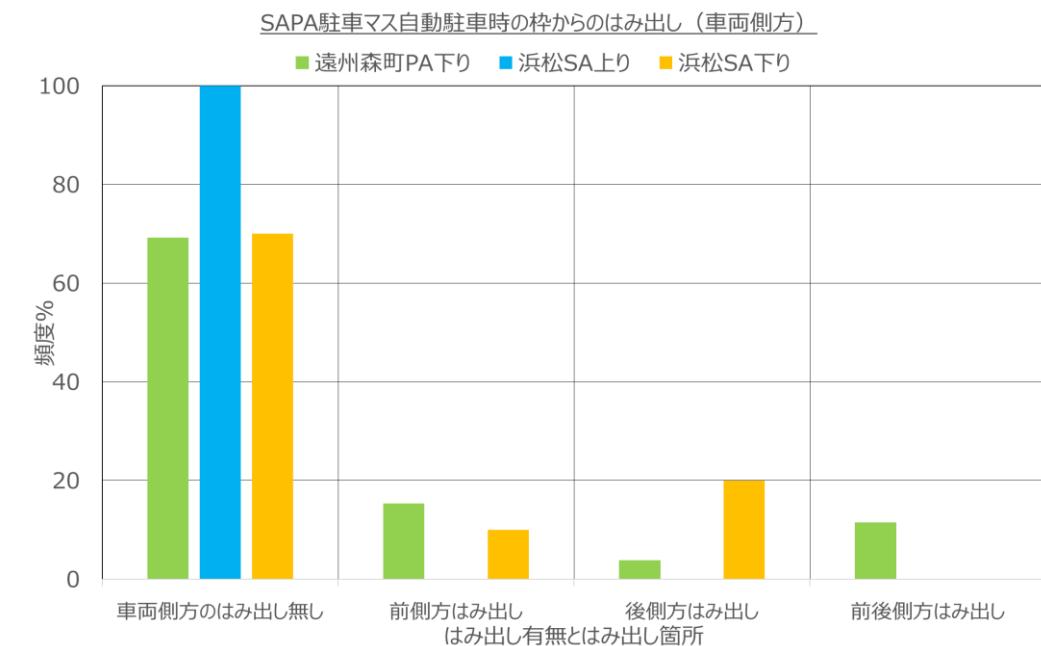
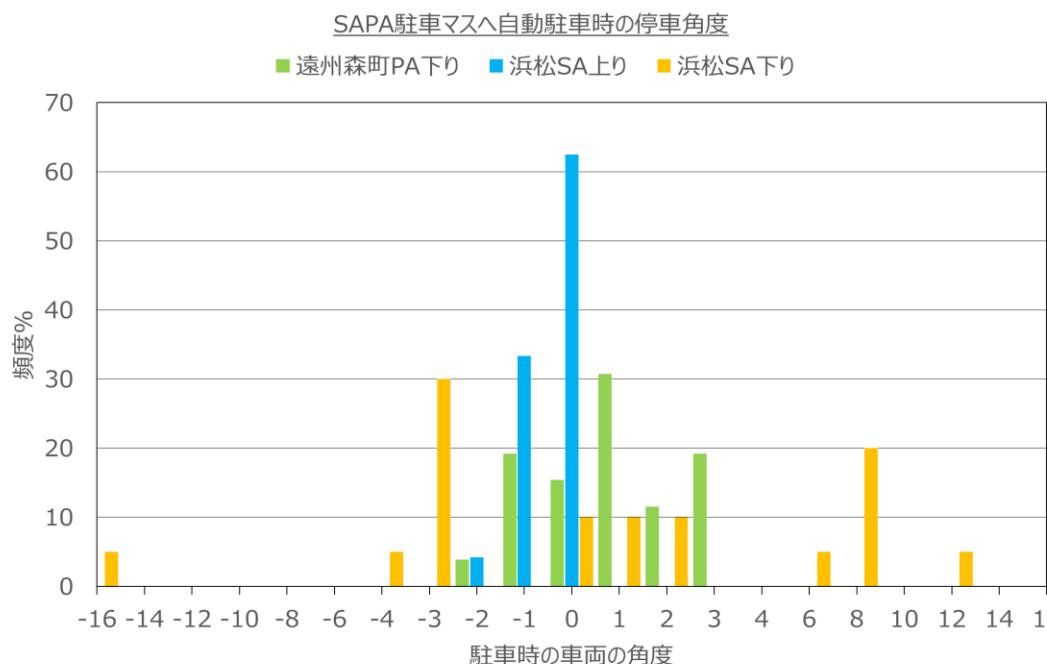
SA/PA自動発着実証

5. 自動駐車位置 解析結果まとめ

- ・浜松SA上り : 進行方向に対する角度分布は-2度～0度に集中し、ほぼまっすぐに駐車し、はみ出し無し
- ・遠州森町PA下り : 角度は-2度～3度に分布し、斜め停車頻度が多く、はみ出し事例も約30%
- ・浜松SA下り : 角度は-16度～12度に分布し、斜め停車頻度が多く角度バラツキ大、はみ出し事例約30%

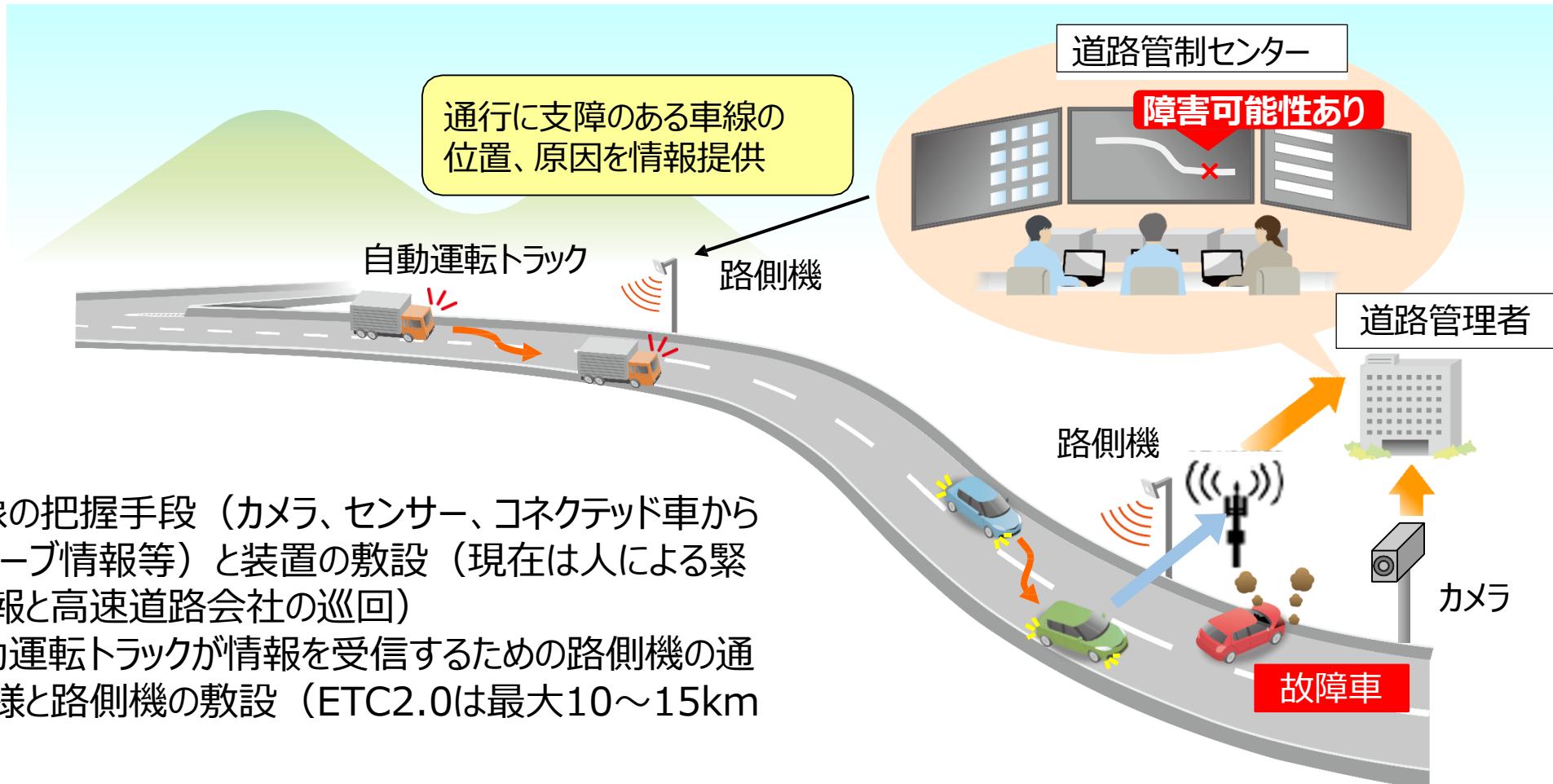
浜松SA上りの様に、駐車時に必要な車両挙動の変更回数の少ない「斜め駐車ます」は、自動運転の駐車ますの仕様として適している。

一方、遠州森町PA下り、浜松SA下りの「縦列駐車ます」は、停車するまでの方向変換回数が多く、自動運転で駐車時にバラツキが多い。過年度の駐車ます実証の結果も踏まえ **中継エリアの発着駐車ますには、車両制御の難易度が低い「斜め駐車ます」が必要。**



先読み情報提供システム

- 路側カメラや車両からのプローブ情報等により自動運転トラックが単独では検知できない前方の事象（路上障害事象）を検知し、上流部を走行する自動運転トラックに情報提供



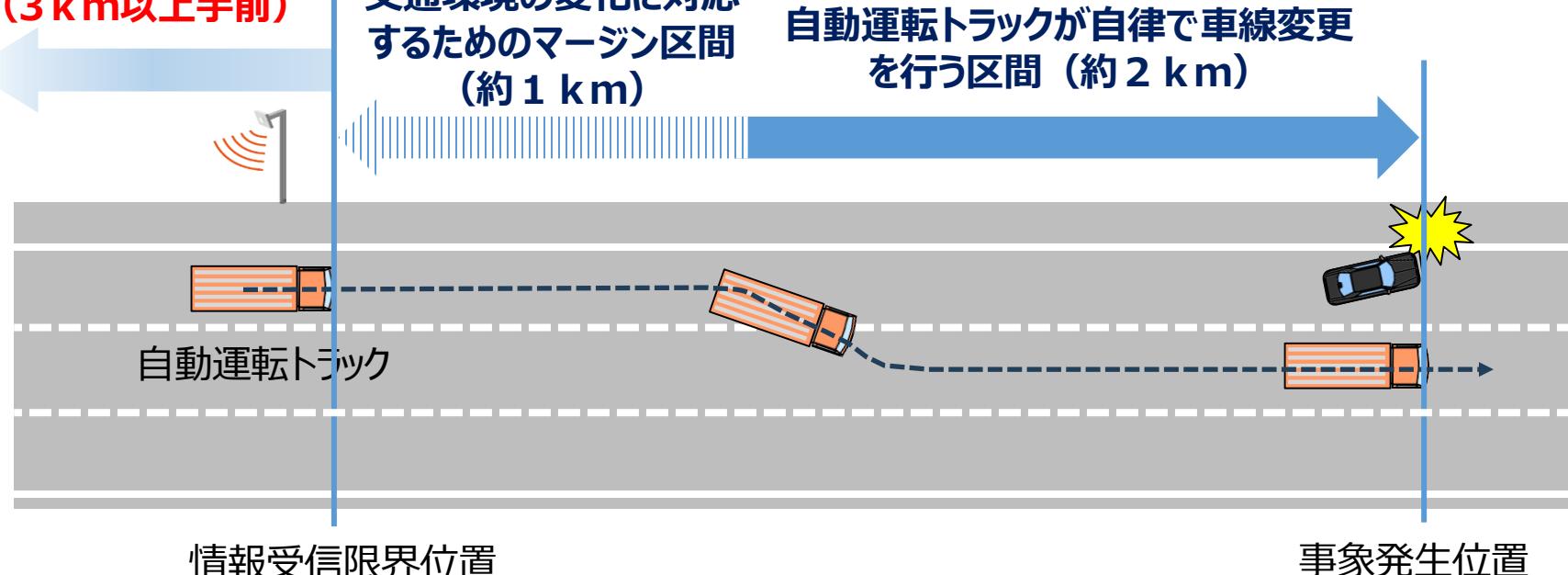
課題

1. 事象の把握手段（カメラ、センサー、コネクテッド車からのプローブ情報等）と装置の敷設（現在は人による緊急通報と高速道路会社の巡回）
2. 自動運転トラックが情報を受信するための路側機の通信仕様と路側機の敷設（ETC2.0は最大10～15kmおき）

先読み情報提供システムの狙い（支援範囲）

- 自動運転トラックの自動走行の安全性・円滑性を高めるため、自動運転トラックが余裕をもって前方の事象を回避するための車線変更等を支援するシステム
- 自動運転トラックがリスク回避のために車線変更を行う際の同システムからの情報支援範囲は以下（特に重要と成るのは情報の欠落無き事と事象発生時の車線情報）

システムから情報を受信する区間
(3 km以上手前)



<算定根拠>

自動運転大型トラックが、駿河湾沼津～浜松間にて第一走行車線から車線変更を行う際に、実際の交通流データの倍密度にて必要な距離は 2 km。500m 以下では車線変更の成功率は 78%まで低下。

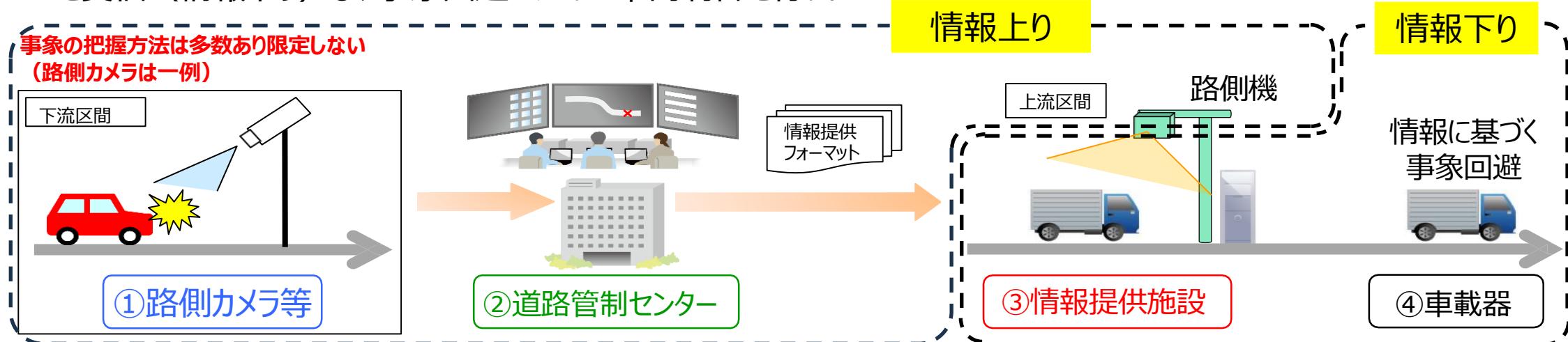
(2023年度実施のミクロシミュレーション結果)

「テーマ3 2023年度報告書」

※ 先読み情報提供システムの支援範囲は、システムの有効性を評価するための前提として自動運転サービス支援道の駿河湾沼津SA～浜松SA間に設定するものである。

先読み情報提供システムの構成

- 「①路側カメラ等」が本線で発生した事象を把握し、「②道路管制センター」に情報提供
- 「②道路管制センター」が事象を確認後、提供情報を生成
- 「③情報提供施設」が自動運転トラックに対して情報提供（以上①②と共に情報上り）し、「④車載器」が情報を受け（情報下り）し、事象回避のための車両制御を行う。



必要機器	機能
① 路側カメラ等	本線で発生した事象の状況を把握
② 道路管制センター	路側カメラ等で把握した情報等をもとに事象を特定し、先読み情報を生成
③ 情報提供施設	道路管制センターにて生成された情報を受信し、本線車に情報を提供
④ 車載器	情報提供施設が提供した情報を受信・処理し、本線を走行中の自動運転車が提供された情報に基づき事象回避のための車両制御を実施

情報提供項目・内容

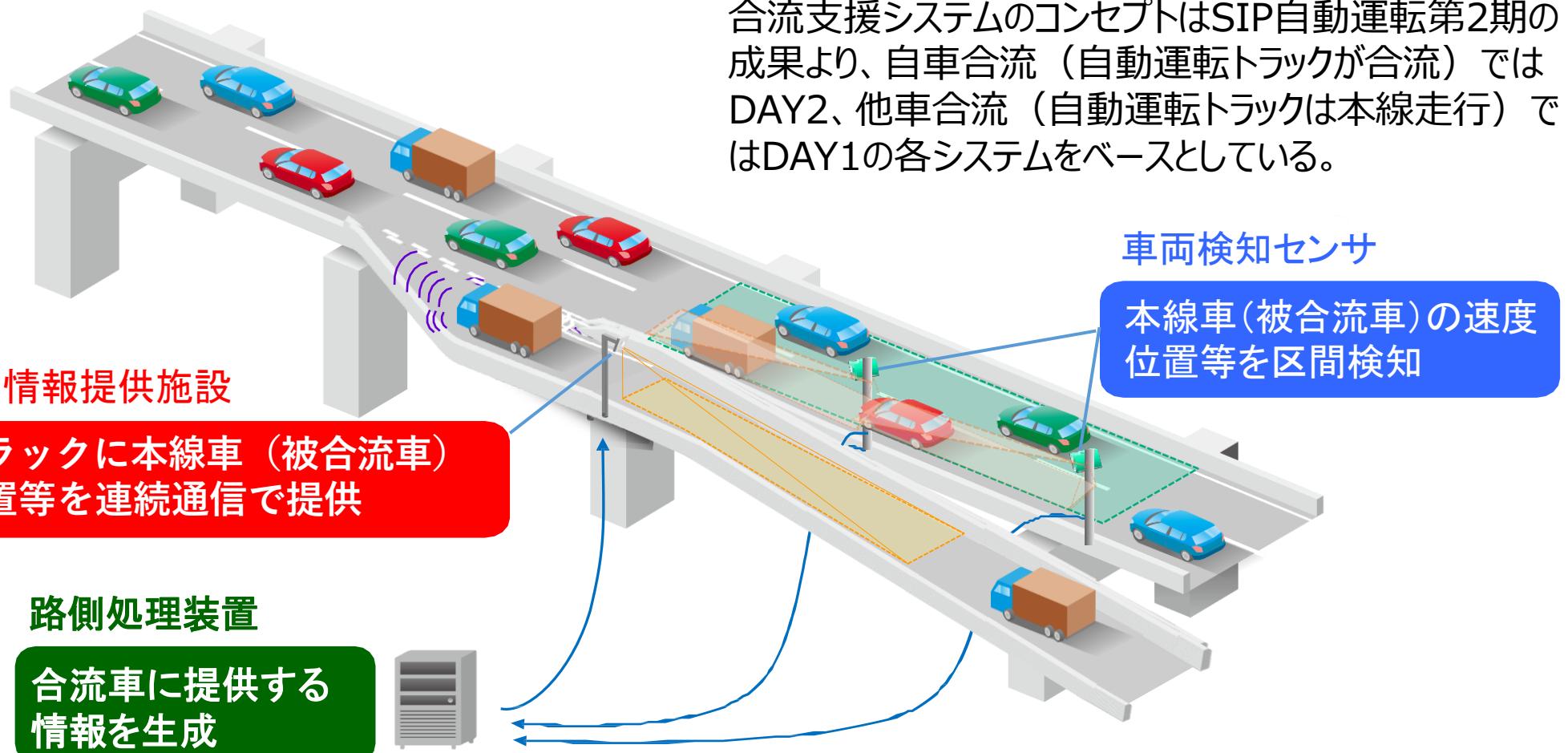
- 先読み情報は、ドライバー向けに提供されている下の表の既存IDのメッセージをベースに自動運転システム向けに改修して情報提供
- 特に情報内容で重要なのは、当該事象の発生位置もさることながら、発生車線情報が重要と成る

ID	分類	情報内容等
27	障害情報	多くのドライバーに有効と考えられる重要な障害情報を事象単位に提供
32	事象規制リンク情報	数値処理用リンク情報として通行止等のリンクを提供
33	渋滞旅行時間リンク情報	数値処理用リンク情報として渋滞程度、旅行時間をリンク単位に提供

出典：「電波ビーコン5.8GHz帯データ形式仕様書 ダウンリンク編（一般財団法人 道路新産業開発機構）」をもとに国総研作成

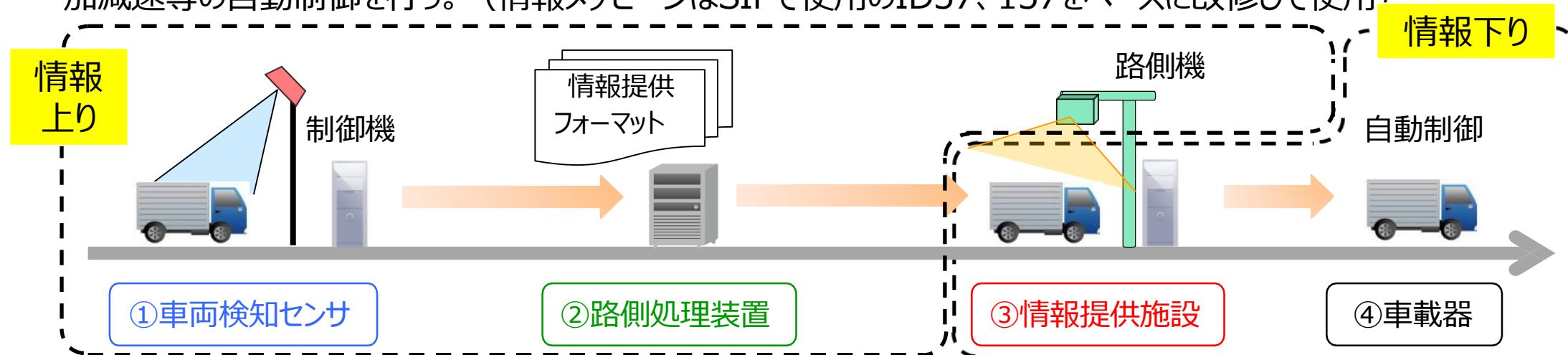
合流支援情報提供システム

- 本線上流部に設置した車両検知センサが一定区間を走行する本線車の速度、位置等を検知し、自動運転トラックに連続的に情報提供



合流支援情報提供システムの構成

- 「①車両検知センサ」が本線の交通状況を検知し、「②路側処理装置」が提供する情報を生成。「③情報提供施設」が合流車に対して情報提供（情報上り）し、自動運転トラックの「④車載器」が情報を受信（情報下り）し、車両の加減速等の自動制御を行う。（情報メッセージはSIPで使用のID57、157をベースに改修して使用）



必要機器	機能
① 車両検知センサー	合流部上流を通過する本線車の通過台数、通過時刻、速度、位置等を計測。計測された情報は、センサに併設される制御機により処理（データ化）され、路側処理装置に送信
② 路側処理装置	制御機から受信した情報をもとに本線車の合流部到達計算時刻を計算し、情報提供フォーマットに変換後、情報提供施設へ配信
③ 情報提供施設	路側処理装置にて生成された情報を受信し、合流車に連結路上で情報を提供
④ 車載器	情報提供施設が提供した情報を受信・処理し、合流車が提供された情報に基づき自動制御を実施

情報提供項目・内容

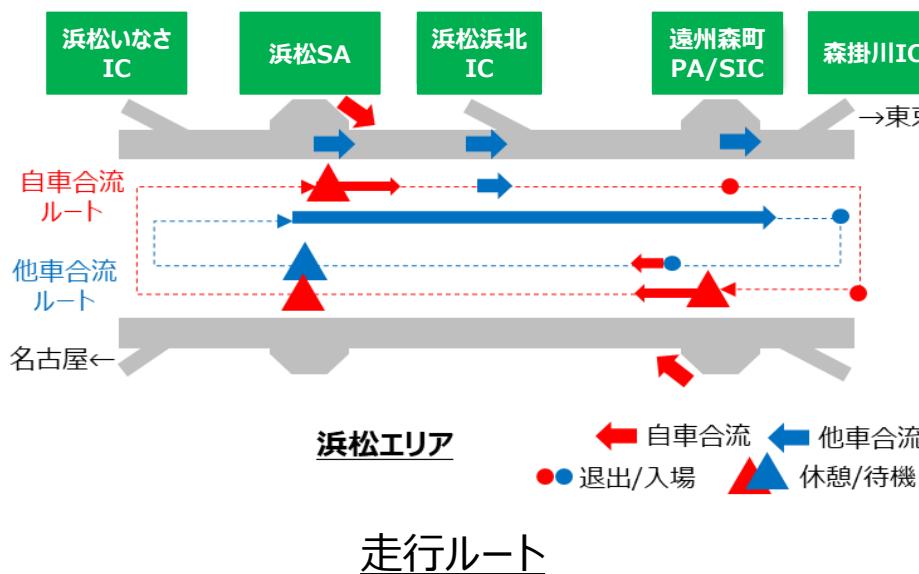
- 合流支援情報は、ドライバー向けに提供されているメッセージセットの未使用のIDに合流支援に必要なメッセージを附加して情報提供
- 特に情報内容で重要なのは、非定常に合流する被合流車の情報報知タイミングと時間変位が重要となる

ID	分類	情報内容等
57	5.8GHz帯用合流情報	合流部上流を通過する被合流車線の通過台数、通過時刻、速度、位置等
157	760MHz帯用合流情報	

出典：「電波ビーコン5.8GHz帯データ形式仕様書 ダウンリンク編（一般財団法人 道路新産業開発機構）」をもとに作成

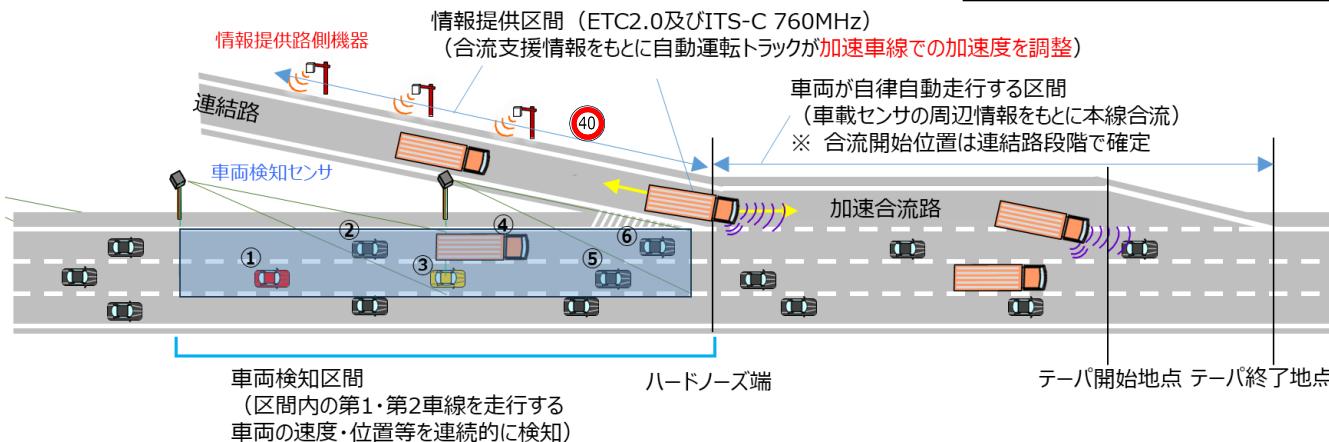
路車協調型合流支援システム（通信確認）

- 期間：2025年2月4日～6日
 - 場所：浜松いなさIC～森掛川IC間
 - 目的：路車間通信器（I2V車載器）からETC2.0（5.8GHz）およびITS-Connect（760MHz）により路側車両情報を車両制御ECU(PC)にて問題なく受信できることを確認する。
- 但し、実証車はマニュアル運転



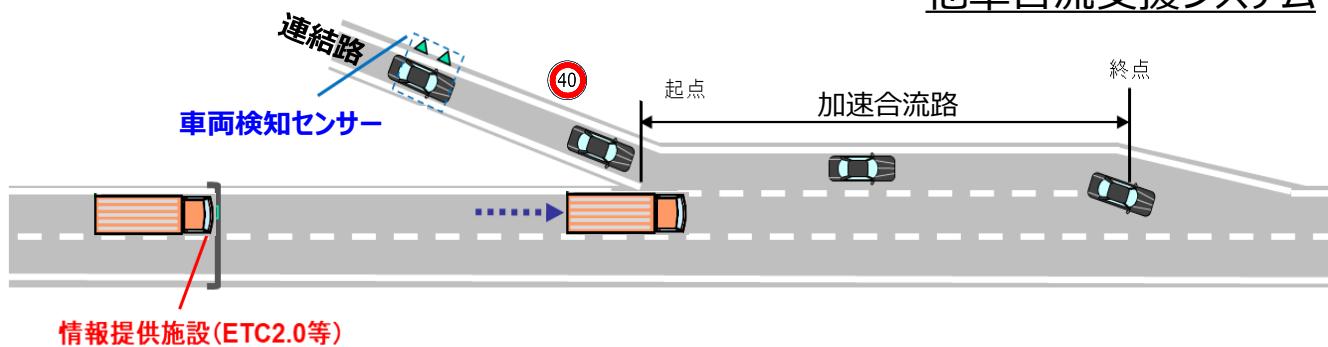
自動運転トラックは、連続的に提供される本線上の検知区間内の全ての走行車両のID・速度・位置から加速合流路までの到達状況を予測し、自動車の合流時の空間（生存車間距離）が確保可能と成るように、加速車線での加速度を調整する。（DAY2システム）

自車合流支援システム



合流線の車両検知センサーは検知した車両の位置・速度を本線上の自動運転トラックに情報提供、その情報を基に自動運転トラックはハードノーズ到達までの状況を予測し、速度を調整する。（DAY1システム）

他車合流支援システム



路車協調型合流支援システム（通信確認）

路車協調システム路側機器



自車合流 : DAY2センサ



ITS-Spot、ITS
Connect : 自車合流

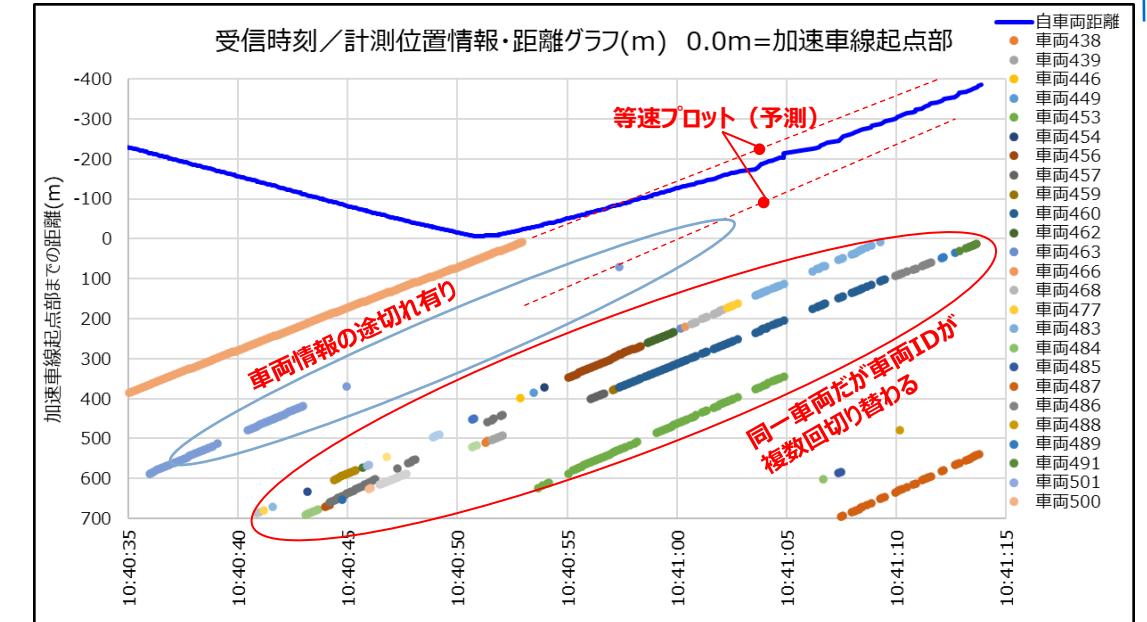


他車合流 : DAY1センサ



VMS表示事例

自車合流情報受信結果



受信状況 (ITS(760MHz)自車合流) 一例

結果概要 (自車合流)

- ITS-C(760MHz)は、DAY2検知範囲(約700m)をカバーする通信エリアの確保が可能 (ETC2.0 (5.8GHz)は、受信は2社のみ)
- 合流支援対象となりえる車両情報が途切れている
- 同一車両で継続的に車両IDが切替わり検出されるため、要対策
- 第1車線で工事による車線規制があり、歩行者や工事車両も検知される

緊急退避とその後

2024年度は、新東名未供用区間（新御殿場IC～小山PA）及び、日本自動車研究所（JARI）城里T/Cで評価実験を実施

新東名 未共有区間 '24/8/19 ~8/22

狙い

- 公道で側壁のある場所での緊急退避制御実験
本線走行 ⇒ 路肩移動時の挙動の受容性
- 路壁からの停止位置
- 停止表示灯



MRM実験風景 ドローン映像

評価車両

- 標準評価車両
(先進モビリティ車)



停止位置計測



MRM実験風景 CCTV映像



実験場所

MRM : Minimum Risk Maneuver 車両に異常が生じたときに自動で停止させる機能

JARI 城里T/C '25/1/10~1/12

狙い

- マルチブランドでの緊急退避制御の確認
 - MRM車両の挙動 保安要員視点
 - 追従車両への影響、追従車両の挙動



観測点からの確認映像

評価車両

- 大型4社+先進モビリティ



観測車からの確認風景

2. 停止表示灯の評価

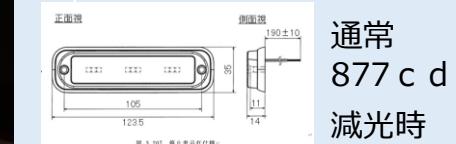
- 停止状態/走行状態 ②昼夜



観測点からの静的評価 (100, 200, 500, 1000m)



走行確認 (停止車両の横を通過)



停止表示灯の仕様

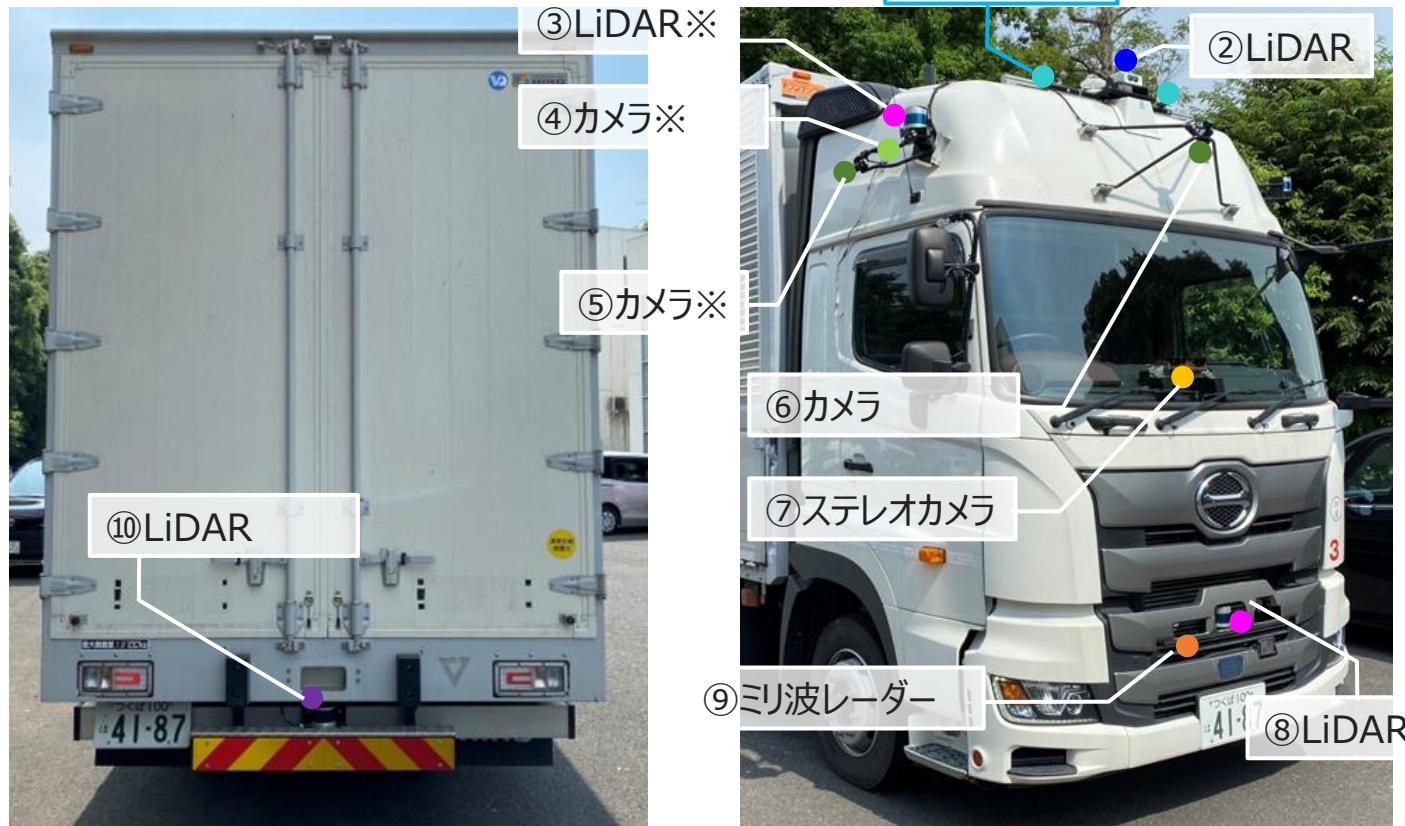
緊急退避とその後

- 標準評価車両（先進モビリティ車両）での新東名未共有区間を含む、過年度までの実験結果を踏まえマルチブランド実証を実施し、これまで検討してきた内容の妥当性及び課題を確認した。
- 実験仕様概要
 - ・MRM仕様 1：過年度までテストコース実験してきた推奨仕様 50km/hまで本線減速してから路肩に移動
 - ・MRM仕様 2：物流事業者の意見、緊急回避特性及び未供用区間での推奨仕様 65km/h前後から路肩に移動しながら減速
(制御仕様：減速度：0.15G 程度 / 横移動速度：0.25～0.57m/s 程度 灯火器要件、試験場の車線幅を考慮して現地調整)
 - ・停止表示灯：小糸製作所製 試作品

内 容	評価項目	これまでの結果から言える事/留意事項 (望ましい姿/課題)	備 考
MRM車両の振る舞い ・MRM発動時の車両挙動 ・保安要員想定時の受容性	減速度	後続車への影響を想定すると0.15G程度が良い	*1 EDSS（発展型）高速道路版基本設計書指針 ハザード：3秒 本線上で50km/hまで減速
	路肩移動時の速度	本線から早めに移動し、路肩を使い減速するのが良い	その後、方向指示器：3秒 の後に移動
	横移動速度	速い程良いが、黎明期保安員が不安にならない配慮が必要	
	灯火器の作動	発報から停止までの距離に影響するので検討要*1	
	停止位置	側壁から1m以内、できれば、その後さらに寄せる事が望ましい	
停止表示灯 ・静的評価 距離別視認性（昼夜） ・動的評価 停止車両の横をすり抜け（昼夜）	視認性に影響を及ぼす要因	試作品の仕様で、各社どの状況でも法規要件*2は満たす 制動灯の大きさ、光源の強さの影響有 ハザードランプの点滅周期で視認性に影響有	*2 道路運送車両法及び同交通法要件 紫色、点滅 200m後方から確認できる事

【参考】走行環境／運行条件検証用車両・システム（車両センサ配置）

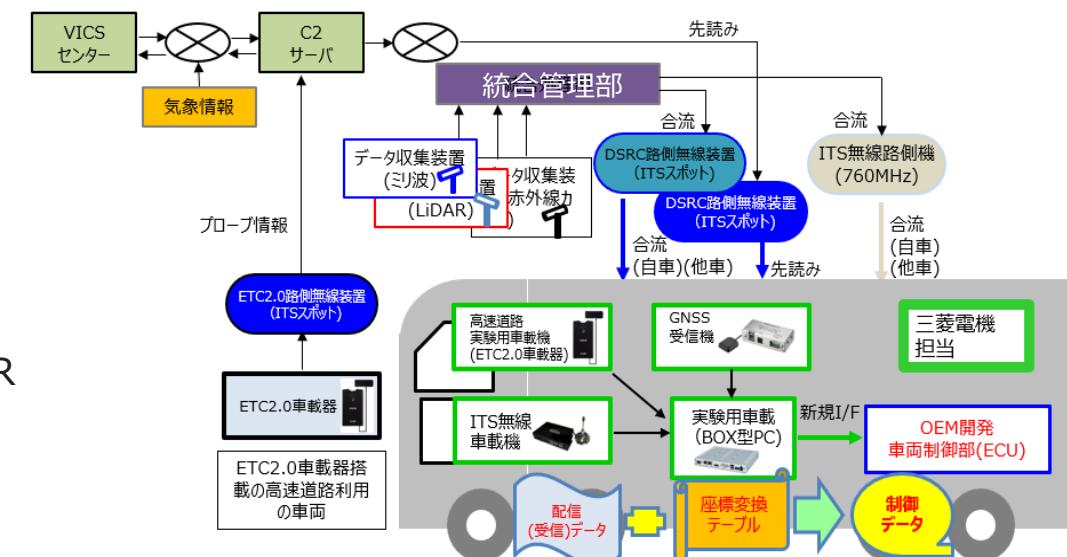
大型車両のOEMが手掛けることの可能な範囲は、キャブ + シャーシであることから、レベル4車両に搭載するセンサー類は、その範囲内で完結させる前提で検討を実施。



※ 左右に設置



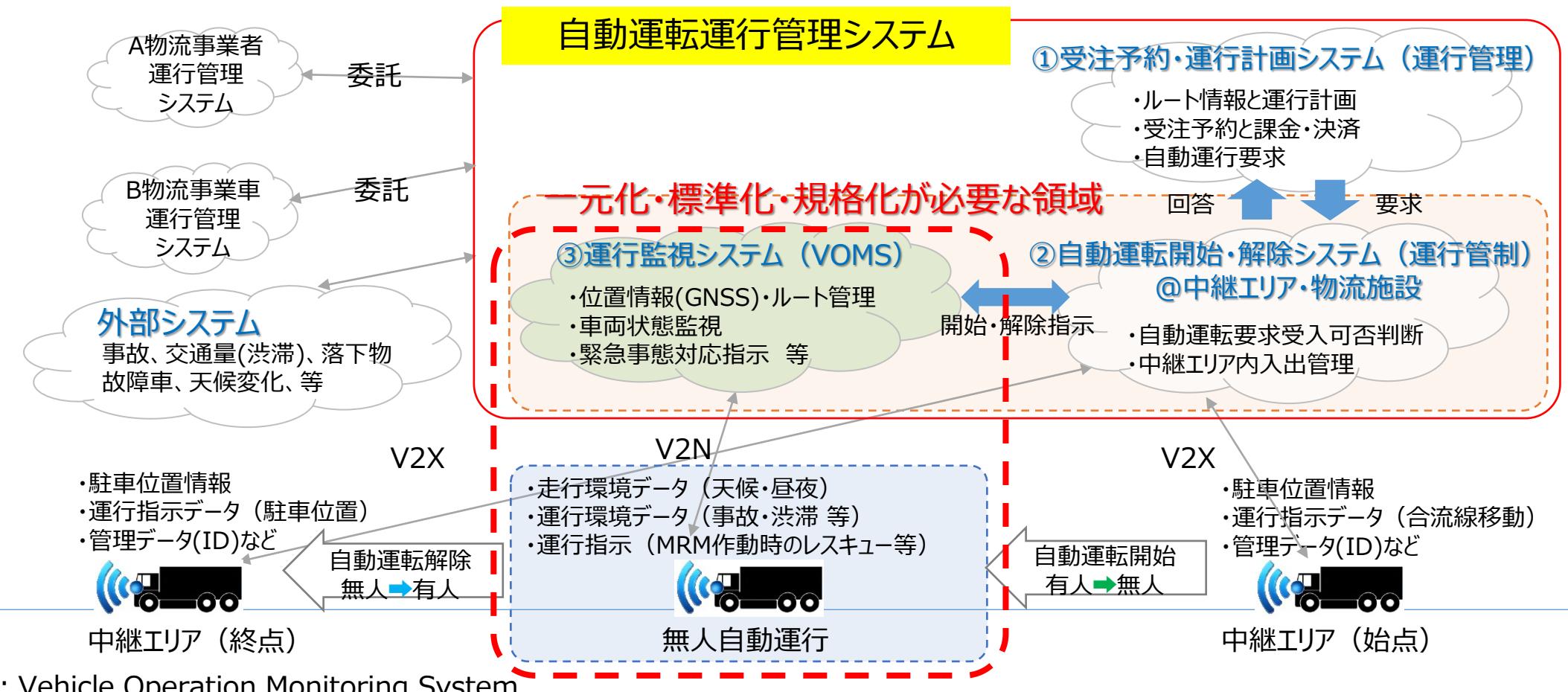
インフラ連携機器実装図 各OEM実証車に実装



運行管理システムの構成と標準化・規格化

事業者ヒアリングでは将来の自動運転トラックの運用時の運用管理は、各事業者個社の対応は難しいとの意見。上記の場合、自動運転トラック運用管理システムは以下の3つの仕組み・システムで構成されると想定した。

- ①自動運行の受注予約と運行計画
- ②自動運転開始・解除
- ③運行中の自動運転車の走行状況の監視



1. 目的

- 普及期を見据えた、マルチブランドの車両監視をするために適切な監視システム設計ができているかの確認
- 普及期を見据えた、通信環境等の走行環境の課題を洗い出し、必要な対応を図る

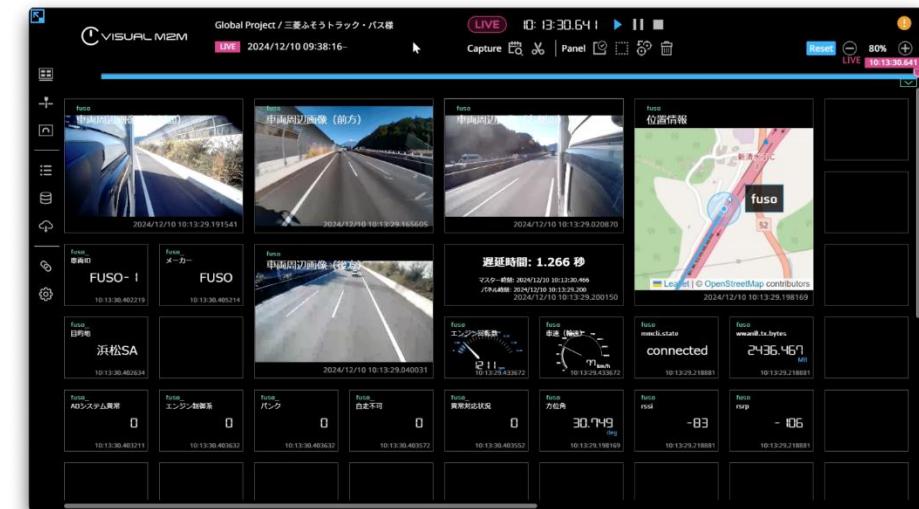
2. 今期検証した項目

状況	検証項目	実施場所	組合せ実証
平時	①複数台の同時運行監視の実現性および要件確認	公道	自動発着/先読み
	②映像伝送無し等での運行監視受容性の確認		
	③普及期における必要な通信環境の確認		
	④トンネル内での位置情報取得可否の確認		
異常時	⑤複数台同時異常時の運行監視の実現性および要件確認	テストコース(公道)	MRM(自動発着)
	⑥トンネル内での異常発生時の検知法確認		
	⑦運行監視画面から緊急停止時の状況把握に必要なカメラ位置要件確認		

概要画面



詳細画面



遠隔監視（検証結果）

複数台運行監視システムの機能要件および課題の導出を目的とし、試作システムを用いた走行試験を実施
 ⇒ 実運用に即した遠隔監視要件の検討、通信遅延対策等の必要性を導出。

検証①映像伝送検証

- 映像伝送時の通信容量・必要サーバ台数や費用を検証した結果、車両から映像伝送の機能は維持しつつ、**交通事故発生時や特定自動運行が終了した際に映像を伝送することを推奨する。**

項目	通信帯域Mbps (1台当たり)	必要サーバ台数 (900台走行時)	サーバ月額費概算 (900台走行時)
映像伝送なし	1.25	81	¥5,468,310
常時映像伝送 (低品質)	2.25	180	¥11,690,838

検証②トンネル内含めた通信安定性検証

- 全経路で**通信途絶が頻発した**。今年度のシングルキャリアに対しマルチキャリアでの比較を2025年度に検証する。
- 経路中**通信途絶を起こさなかった**トンネルは26個中2個。

長さではなく、トンネル内の遮蔽対策が最も影響を与えると考察。



検証③夜間カメラ・停車姿勢の視認性検証

- ライトのない**左右後方カメラの視認性が悪い**が前方カメラ視認性は問題ない。
- トラックの停車姿勢を遠隔監視画面からの予測可否を検証した結果、**視認率56%**と低く、バードビューなど道路面に対して俯瞰した車両姿勢の確認が可能となるような対応の必要性を確認した。



【下写真: 停車姿勢カメラ】

【上写真: 夜間遠隔監視カメラ】



路側帯



外部支援策の課題と対応 まとめ

項目	課題と提言	対応
中継エリア (発着エリア)	<p>重要な課題は無し</p> <p><提言> SA/PAにおける自動運転トラック用駐車スペースのサイズ・角度については車両制御の難易度が低い斜め駐車まで、かつ他の車両や歩行者との交差が無い位置での設置が好ましい</p>	
合流支援	<ul style="list-style-type: none"> 自車合流においては、情報提供始点から終点まで、情報の途切れが無いこと 合流支援対象となる被合流車両情報の途切れが無いこと。また同一車両でありながら断続的に車両IDが切替わらないこと 本線側工事の際に車線規制などによって、被合流車線が移動する場合には考慮されること 	合流支援情報の品質について、関係者と改善を検討し、2025年度に車両制御を実施
先読み情報支援	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転を支援する為に、情報提供の優先度を再構築すること。特に工事情報などの、車線変更を伴うリスク回避事象を最優先とすること 道路管制で入手した情報を、可能な限り早く提供すること。少なくとも現行の情報板と同程度のリードタイムを実現すること（事象発生から3km手前より下流側の路側機から情報が配信されていること） 障害情報を車線単位で提供すること。車線には路肩・登坂車線も含めること 	ドライバーの視覚情報と経路情報の提供を優先している現状から、自動運転トラックへの情報に見直しを要望し、2025年度に車両制御を実施
緊急時の対応	<p>重要な課題は無し</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時の灯火器（ハザード、方向指示器）の点灯時間については、EDSS（発展型）ガイドラインに規定があるが、実際の車両挙動（各走行距離）への影響があることから検討要 <p><提言> 異常検知後本線から早めに路肩に移動し、路肩を使い0.15G程度で減速する。 停止時は側壁から1m以内、その後さらに寄せる事が望ましい。</p>	EDSS（発展型）ガイドラインの規定との比較検討
運行監視	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視においては通信環境による途絶えなきこと <p><提言> 車両から映像伝送の機能は維持しながら、交通事故発生時や予期せずに特定自動運行が終了した際に映像を伝送</p>	通信環境の改善
その他	<ul style="list-style-type: none"> 外向けHMI（AD（自動運転）ランプ）の点灯・点滅の是非及び装着位置（車両の前後面・左右側面） 	論議継続

内 容

1. 「RoAD to the L4」テーマ3の概要
2. 無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組
 - 高速道路走行の安全性・円滑性の確保
 - 持続可能な事業性の確保
3. 2024年度まとめと2025年度方針

持続可能な事業性検討の視点

現在の物流環境を踏まえ、将来に亘って持続可能な自動運転トラックを活用した事業性を検討するための視点を以下の様に設定した。

(注：自動運転トラック活用以外の将来に向けた課題対応は考慮していない)

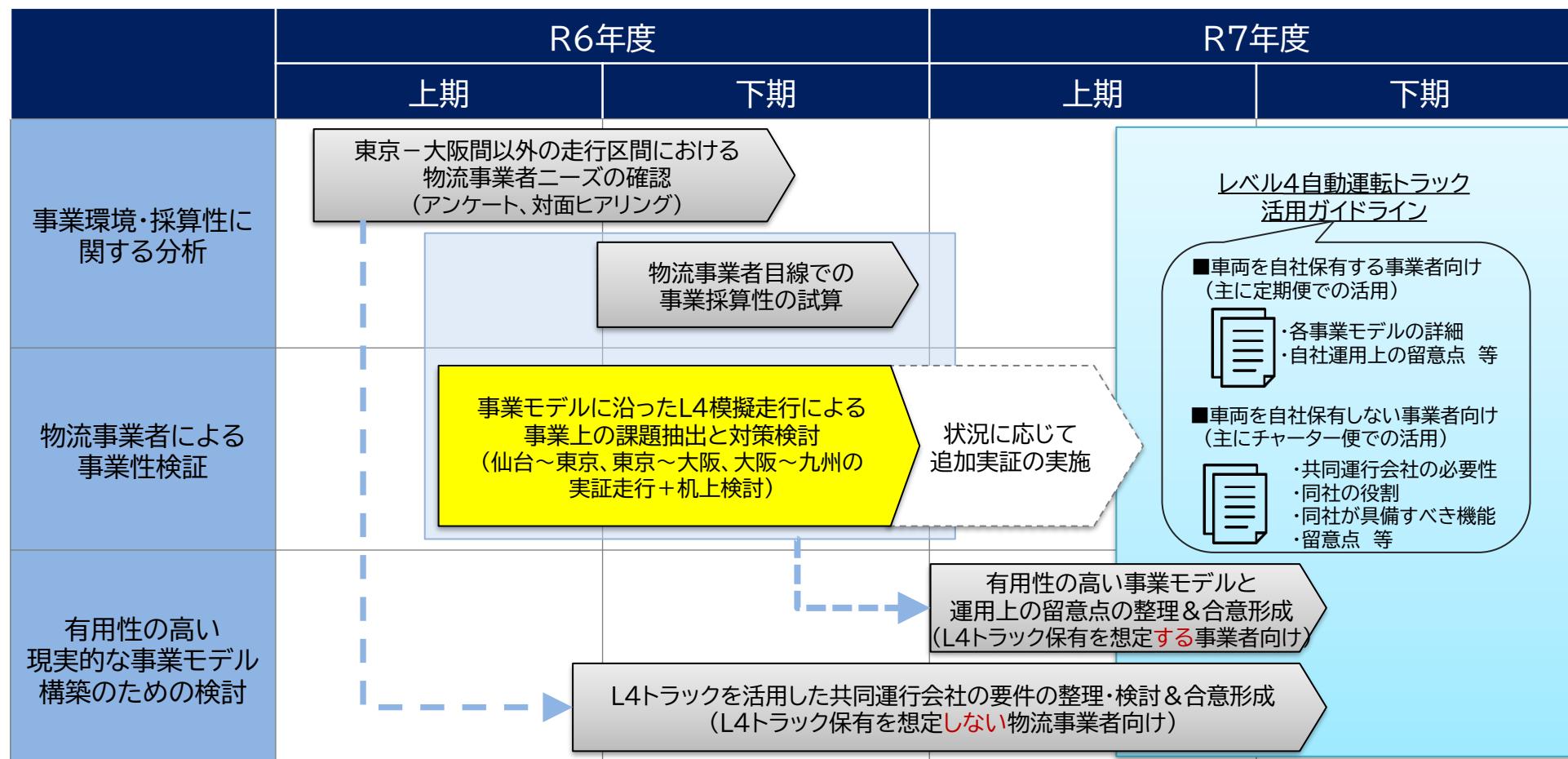
- ・荷役分離が進まない現状で2024年問題を考慮すると関東～関西間のワンマン運行は困難
- ・ドライバー不足・高齢化及び若年層の働き方の志向から、幹線などの昼夜通しでの長距離運行の持続性は難しい状況を迎えてる
- ・一般貨物自動車輸送の内、特積み（定期便）輸送と合わせ、多くの事業者が存在する貨物自動車利用（チャーター便）の様々な輸送形態を考慮する必要がある
- ・我が国の複雑な物流構造を勘案し、自動化された幹線輸送とラストマイルも含む前後の物（荷）の途切れのない流れを考慮する必要がある
- ・諸外国でもHab to HabのFreeWay・CityHighWayなどの幹線輸送の自動化の試みが成されているが、海外でのトラクター利用に比べ、国内での単車を基本とする荷物の運送形態を考慮する必要がある
- ・積載効率が40%前後でありかつ幹線輸送の走行の約3割が“空車”である実態を踏まえ、物流の効率化が図られる取組となることが望ましい



令和2年（2020年）から令和6年までの間、自動運転トラックの活用に関し長距離幹線輸送を担う物流事業者を対象に、ニーズや事業モデルの在り方について幅広く意見を収集（北海道から九州まで、延べ60社）

事業モデル検討の事業計画 (R6~R7年度)

- 事業モデルの実用化に向けて、物流事業者のニーズの明確化、事業モデルの具体化と運用方法の確立のための実証、及びレベル4自動運転トラックを活用した共同運行会社の要件の整理・検討等の対応を進める。
- 最終成果物として、物流事業者向け「レベル4自動運転トラック活用ガイドライン」の策定を想定する。策定にあたっては、**物流事業者**の意見反映は不可欠であり、令和6年度下期以降、大手物流事業者6社をはじめ、物流業界団体を介して全国の物流事業者と議論する機会を設け、合意形成を図る。





「高速道路を走行するレベル4自動運転トラック」の走行モデル

- トラック事業者大手6社及び地方の幹線輸送を中心とする中規模（100台以上保有）事業者15社のアンケートに基づき走行モデルを設定した。

走行モデルA : 高速道路上にあらかじめ設定された走行区間（ODD）を、ドライバー（特定自動運行主任者）が乗車した状態で走行（ただし運転はしない）

走行モデルB-1 : 高速道路に接続した施設（中継エリア）で、ドライバーが乗降し、その施設の間をドライバーが乗車しない状態で走行

走行モデルB-2 : 高速道路に接続した施設（中継エリア併設）で、荷物を積み替え、その施設の間をドライバーが乗車しない状態で走行

走行モデルC-1 : 既存の物流拠点を高速道路に接続させ、その拠点の間をドライバーが乗車しない状態で走行

走行モデルC-2 : 高速道路に接続した共同ターミナルを新設し、そこで荷物の仕分け等を行い、その施設間をドライバーが乗車しない状態で走行

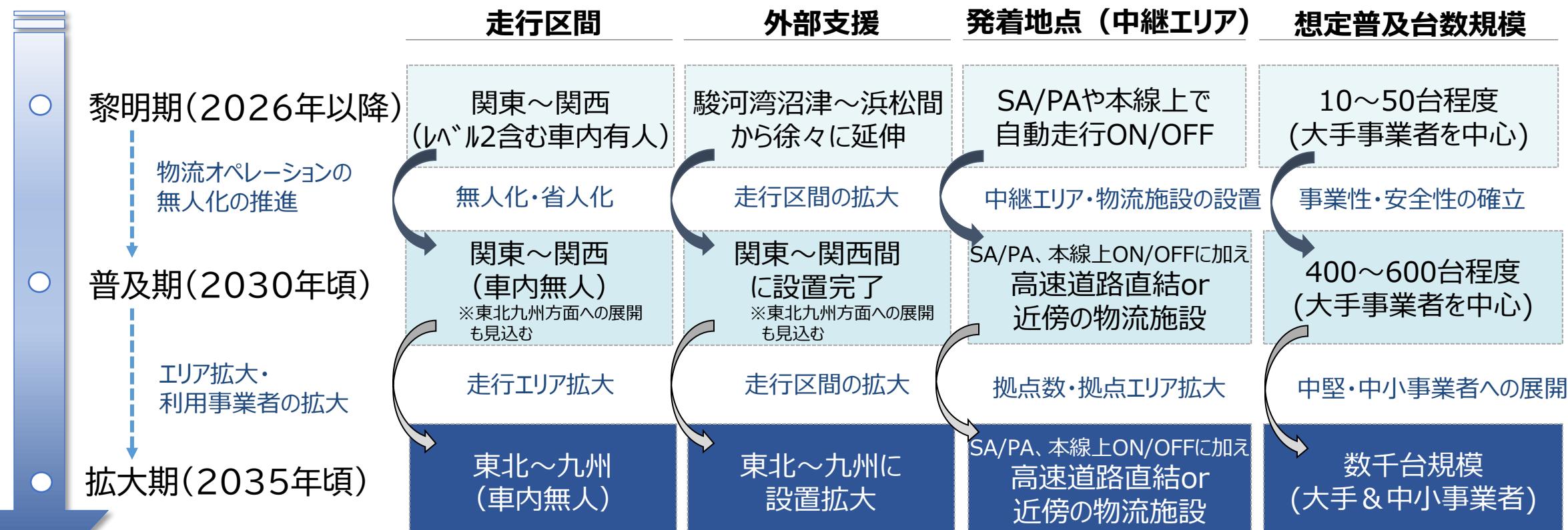
注) モデルB-1～C-2については、保安要員（大型免許の有無にかかわらず）の同乗を妨げるものではない

名称	走行モデル間の相違点			
	自動運転区間での ドライバーの乗車有無	高速道路 直結あるいは近傍の施設	左記施設の役割 (左記施設で実施する事)	左記施設の 利用形態
走行 モデルA	有人（ <u>乗車する</u> ）	無し (予め設定された区間内でドライバーが 自動運転開始・解除)	-	-
走行 モデルB-1	無人（ <u>乗車しない</u> ）	有り (保管・仕分等のターミナル機能は <u>無し</u>)	<u>ドライバーを 乗降車させる</u>	複数の物流事業者で <u>共同利用</u>
走行 モデルB-2			<u>荷物を積み替える</u>	
走行 モデルC-1		有り (保管・仕分等のターミナル機能 <u>有り</u>)	<u>荷物の仕分等</u> を行う	高速道路周辺の既存拠点 を改造し <u>単独で利用</u>
走行 モデルC-2				複数の物流事業者で <u>共同利用</u>

レベル4自動運転トラックの社会実装STEPイメージ

- 長距離幹線（関東～九州、東北～関西等）を自動運転で運行することや、高速道路直結の施設等に加え、高速道路近傍の物流事業者の発拠点から着拠点まで一部一般道も含めた自動運転により省人化・無人化すること。

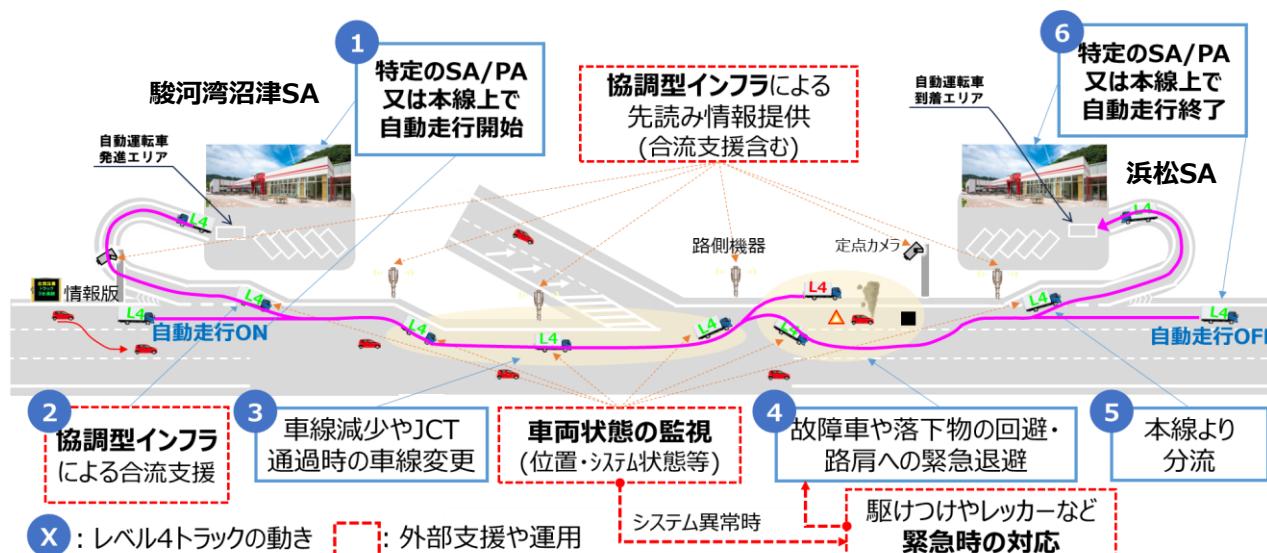
- 将来的な走行可能範囲の拡大と複雑な条件下での走行を期待
- 関東～関西間の運行をレベル4車両での自動運転に置き換えることは幹線輸送の自動化の通過点



※技術開発の進展等により実現時期が前後する可能性がある

黎明期（2026年~/車内有人/関東～関西間を走行）の実装イメージ

黎明期（2026年度以降）においては、高速直結の発着可能なSA/PA間(①↔⑥)を外部支援を受けながら走行

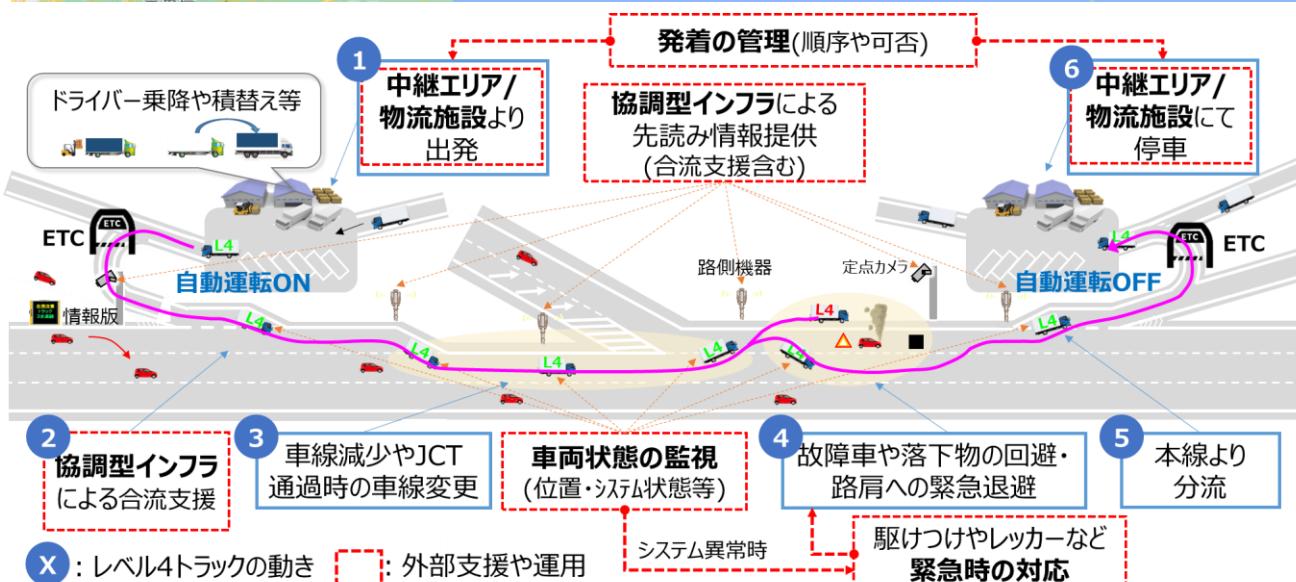


主な特徴

- 設定区間は関東～関西まで (MIN関東～中京)
- 平均運用速度 70km/h以上
- 運転者（又は特定自動運行主任者）が乗車
- 自動走行開始・解除は本線上（または特定のSA/PAの発着エリア）
- 運転者の監視・責任の下、システムが運転支援を行う自動走行
 - 自動運転車用レーン設定区間前後の区間は、車間距離制御（ACC）+車線維持支援（LKA）を基本に、UNR57のACSFカテゴリーB2（ハンドルを放した状態での車線維持）（レベル2）
 - 自動運転車用レーン設定区間では、先読み情報支援及び合流支援の協調型インフラが整備されており、上記に加えこれらの情報の支援により
 - カテゴリーD（システムの判断をドライバーが承認して行う自動車線変更）
 - カテゴリーE（システムON時、連続的に、自動で車線維持、車線変更）
 - 車線減少あるいはJCT通過時の車線移動時も高精度地図情報に基づき、上記対応を行う
- システムなどの異常時は
 - レベル2走行時は、運転者に警告（運転者が反応しない場合はMRM作動により路肩への安全退避：EDSS）
 - レベル4運転時は、MRM作動により路肩への安全退避
 - その後、いずれも運転者が適切な処置を行う。（2次被害の防止など）
- レベル4走行時の自動運行主任者は運転者ではないことから、運転時間扱いとはしない。
- 運行監視は必須ではないが、将来に向け試験運用を行う

普及期以降（2030年度以降/車内無人/関東～関西間を走行）の実装イメージ

普及期（2030年頃）以降、高速直結の施設間(中継エリア/物流施設：①↔⑥)を外部支援を受けながら走行



主な特徴

- 設定区間は関東～関西及び拡大期には関東以北・関西以西への区間拡大を検討する
- 平均運用速度 70km/h以上（途中の中継路は規制速度）
- 特定自動運行主任者は基本的に乗車しない
- 自動運転開始・解除は高速道路直結の中継エリア/物流施設で行われ、当該施設までの運転は有人とし、当該施設で運転者が乗降
- 当該施設の駐車ますからの発進、本線走行及び目的地の施設内駐車ますへの到着までをシステム（特定自動運行装置）が全ての運転を行うレベル4自動走行
 - 全区間で先読み情報支援及び合流支援の協調型インフラが整備されており、これらの支援情報を基に施設からの本線合流及び本線車線上の障害回避（車線変更/安全停止）はシステムが行う
 - 車線減少あるいはJCT通過時の車線移動時も高精度地図情報に基づき、上記対応を行う
 - 施設内での運行については運行管理システムにより統制され、発着のタイミング及び運転者の乗降の安全性確保は同システムが管理する
 - 本線上的走行時は特定自動運行実施者及びその委託者による運行監視システムにて監視する
- システムなどの異常時は、MRM作動により路肩への安全退避と同時に運行監視システムにて状況確認後、特定自動運行実施者またはその委託者による「駆けつけレスキュー」をおこなう（共同運行事業会社の事業化）

事業モデル検討の状況（概要）

■ 物流事業者・個社別検討

- **走行モデル（車両単体の動き）から事業モデル（車両・人・荷物の新たな動き）への転換**に向け、事業者個社毎に、レベル4自動運転トラックを活用した事業のゴールイメージや実現に向けての課題について検討
- トラック運送において、「一般貨物輸送（チャーター便）」「特別積合せ輸送（定期便）」の割合など、地域の特性、個社毎の業務形態などが異なっており、**レベル4車両を使った事業モデルのゴールイメージは一つではなく、またゴールイメージ達成に向けた課題も様々**
- 現時点では、先行して**レベル4車両の活用イメージが描きやすい定時・定路線型（≠デマンド型）である「特別積合せ輸送（定期便）」**中心に検討
- 「特別積合せ輸送（定期便）」のおおよそのゴールイメージからバックキャストし、黎明期・普及期・拡大期を想定しているものの、物流事業者単体の判断だけでは決められない検討課題があり、実現のためには、**関係省庁含めた幅広いステークホルダーとの協議・認識合わせが必要な状況**

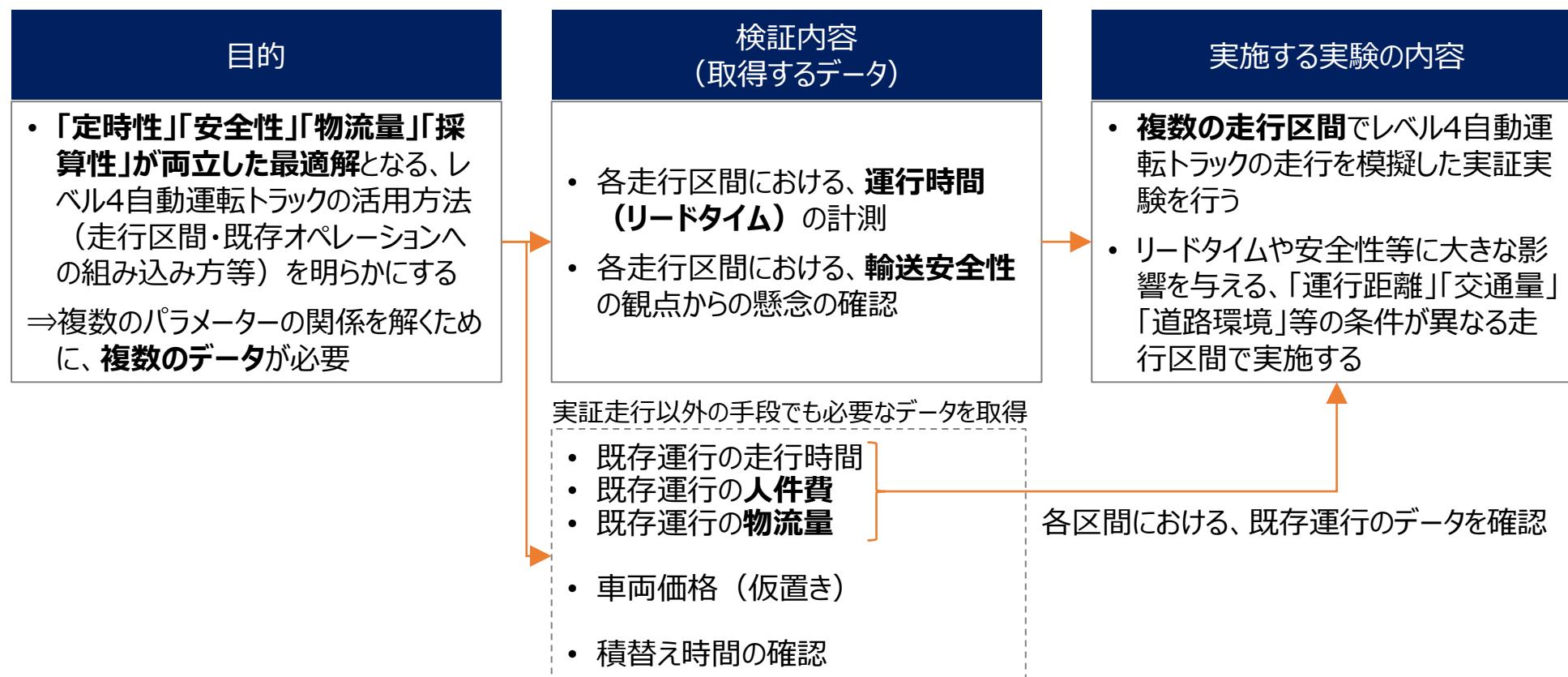
■ 物流事業者による事業性の検証

- 物流事業者が各社毎に**レベル4車両を自社運行で活用した場合の事業・運用案を策定**
- 案のブラッシュアップに向けて、**2023年度からレベル4自動運転トラックの導入により運行のリードタイムにどの程度影響を与えるのか等、既存の市販車両（レベル2）を用いた、レベル4自動運転トラック走行を模した実証走行を行い、現在のサービスレベルへの影響を中心に検証を実施**

物流事業者による事業性の検証

1. 目的と検証内容

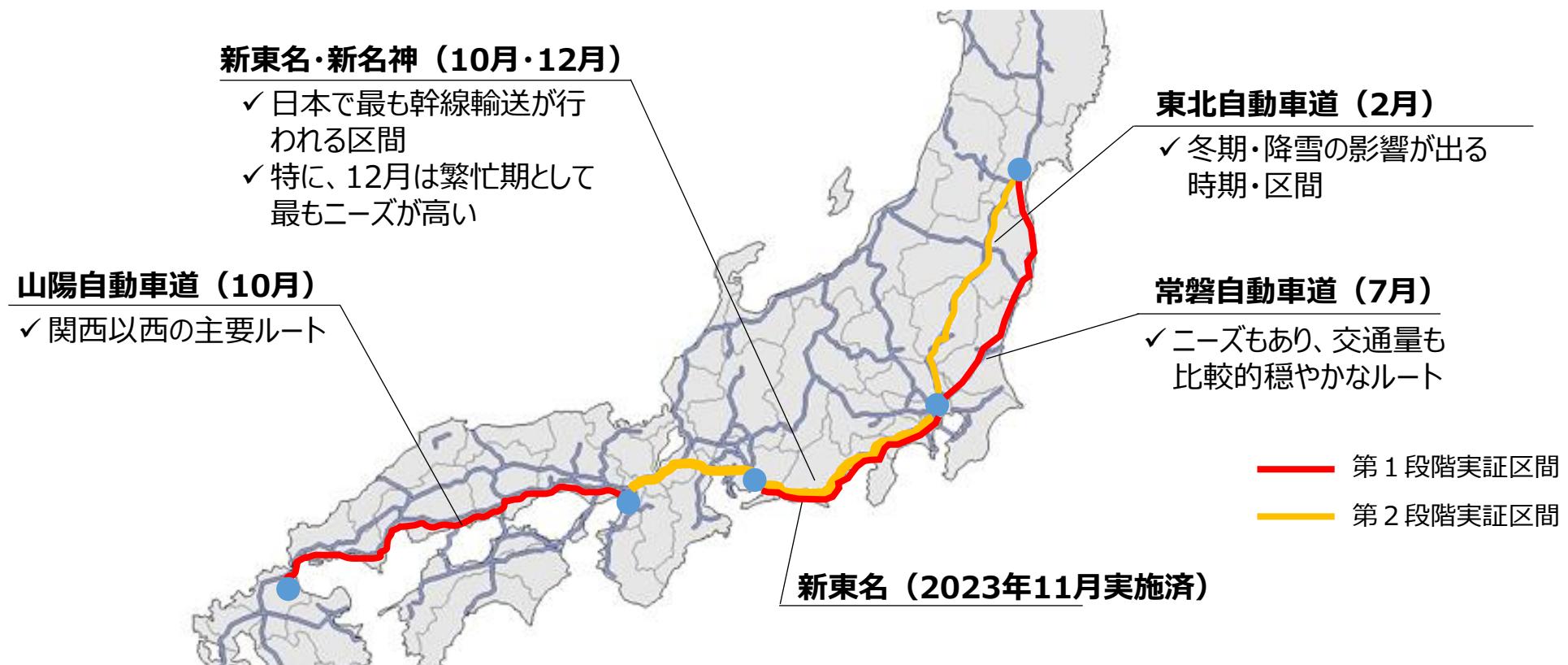
- ・ レベル4自動運転トラックの活用において、そのメリットを最大化できる活用方法を明らかにするため、データを収集する
- ・ 2023年度は、特定の区間・条件を設定し、レベル4自動運転トラックの走行を模擬した実証を行い、サービスレベルへの影響を確認
- ・ 2024年度は、リードタイムや安全性等に大きな影響を与える、「運行距離」「交通量」「道路環境」「天候」の条件が異なる複数の走行区間で実証走行を行い、データを取得



物流事業者による事業性の検証

2. 走行区間（2024年度）

- リードタイムや安全性等の具体的な分析のため、第1段階として、全国の主要な高速道路を含むルートで基礎データを取得
第2段階では、季節や天候等の環境条件の影響を含むデータを取得
 - 主要道路の走行：東京-仙台・常磐自動車道（7月）、大阪-福岡・山陽自動車道（10月）
 - 条件（繁忙期・冬季）下での走行：東京-大阪・新東名新名神（12月）、東京-仙台・東北自動車道（2月）



物流事業者による事業性の検証

3. 実施概要（2024年度）

項目	内容		
実証概要	日程・時間帯		走行道路
	7月25～26日	夕方～明け方	東京-仙台 (常磐道)
	10月21～25日	夜～明け方	東京-大阪 (新東名・新名神)
			大阪-福岡 (山陽自動車道)
	12月16～18日	夜～朝	東京-大阪 (新東名・新名神)
主な走行条件	2月12～14日	夜～未明	東京-仙台 (東北自動車道)
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ACCを80km/hに設定し、平均巡航速度70km/h以上を目標に走行 なお、2月実証においてはACCを90km/hに設定し、平均巡航速度80km/hを目標に走行 ✓ 基本的に、第一走行車線を走行するが、状況に応じた以下の走行条件を設定 <ul style="list-style-type: none"> ① 車速低下の場合 :前方車両により自車が70km/h以下の状態が1分以上継続する場合、追い越しを実施 なお、7月実証においては60km/h以下、2月実証においては80km/h以下とした ② 車線規制の場合 :速やかに車線変更を実施、車線規制解除後は第一走行車線に移動 ③ 路上障害物の場合 :速やかに車線変更を実施、通過後は第一走行車線に移動 ④ JCT通過時 :経路上必要がある場合は第二車線に移動通過後、速やかに第一走行車線に移動 ⑤ 渋滞の場合 :前方車両に追従した状態で第一車線を走行し続ける ⑥ 通行止めの場合 :実験を中止する 		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 試験車両のACC及びLKAが正常に動作する限り、悪天候時(雨天等)においても実施 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ただし、暴風雨等、走行自体に危険性が生じる場合は、取り止め・延期の判断を行う 		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レベル2の安全運転支援システムを搭載した10tトラック(市販車両) ✓ 使用台数は、1台 		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 7月、12月は荷物を載せて実施。10月、2月(予定)は荷物を乗せずに実施 		

物流事業者による事業性の検証

4 – 1. 結果概要 【定時性】既存運行と自動運転による運行の比較

- 実証区間において自動運転を模擬した走行では平均速度70km/h前後となり、工事などの障害が無い場合には既存運行と比べてほとんど遅延しないものの、自動運転トラック特有の振る舞いに伴い、最大1時間程度遅延する場合もある。

➤ 下表において、自動運転トラックの振る舞いによる遅れ ① 規制区間の規制速度遵守 ② 規定走行速度での運行
 ③ 運行時間延長による大都市近傍での「渋滞」時間に遭遇

実証月	走行区間・走行道路	実証区間における既存運行との走行時間の差異			
		下り		上り	
		実験時の走行環境	既存との時間差	実験時の走行環境	既存との時間差
7月	東京-仙台・常磐道 (約5~6時間)	✓ 比較的走行車両が少なく、工事や路上障害物等も少ない	-5分	✓ 比較的走行車両が少なく、工事や路上障害物等も少ない	+4分
10月	東京-大阪・新東名新名神 (約8時間)	✓ 東名集中工事等の工事に伴う大規模な渋滞が発生	③ +1時間4分	✓ 走行速度15km/h程度になる渋滞区間に遭遇	③ +42分
	大阪-福岡・山陽自動車道 (約8時間)	✓ 工事に伴う速度規制により、50km/hで走行する区間が複数存在	① +1時間4分	✓ 工事に伴う速度規制により、50km/hで走行する区間が複数存在	① +43分
12月	東京-大阪・新東名新名神 (約8時間)	✓ 繁忙期であるものの、渋滞等は発生せず	+3分	✓ 渋滞等は発生しないが、78km/h程度で走行する車両に長時間追従して走行	② +22分
2月	東京-仙台・東北道 (約5~6時間)	✓ 比較的走行車両が少なく、工事等も少ない ✓ 人身事故による通行止めが発生	+12分	✓ 30km以上に渡る、雪による速度規制区間が存在 ✓ 上記以外の区間において、90km/h近い車速で巡回	+11分

物流事業者による事業性の検証

4 – 2. 結果概要 【定時性】遅延の要因と取り得る対策

- 自動運転トラックの定時性を確保するためには、物流事業者やOEMだけでなく、道路管理者や関係省庁との連携が不可欠である。

遅延の要因・詳細

遅延要因	詳細
大都市近傍での「渋滞」「混雑」	<ul style="list-style-type: none"> ✓運行時間延長により朝方に発生する都市周辺における渋滞に遭遇 ✓周辺車両の数が多く、第2走行車線が混雑している状況では、追い越しができず、低速車両へ追従してしまう
規制区間の規制速度遵守	<ul style="list-style-type: none"> ✓<u>標識が少ないと</u>による、<u>長区間かつ規制要因が確認できない区間</u>における速度規制 ✓50km/hの規制速度は<u>実勢速度</u>と大幅に乖離。
規定走行速度での運行	<ul style="list-style-type: none"> ✓追い越しを前提としない走行をする場合、低速車両への追従を行う

定時性確保のために取り得る対策

対応主体	対策
物流事業者	<ul style="list-style-type: none"> ①遅延してもオペレーションへの影響が少ない便から自動運転トラックを活用 ②遅延が想定される場合の運用方針を定める（出発時間を早める、迂回路の走行、運用時間帯の変更等） ③混雑等、道路環境の特性に関するデータの積み上げ
道路管理者・関係省庁	<ul style="list-style-type: none"> ①規制速度を示す看板の増設 ②実態に即した速度規制 ③規制状況をデータとして提供 ④自動運転車用レーンの整備
OEM	<ul style="list-style-type: none"> ①低速車の追い越しを行うことができる車両開発

物流事業者による事業性の検証

4 – 3. 結果概要 【安全性】確認された懸念事象とその対応の方向性

- 各懸念事象に対し、自動運転トラック開発主体や利用主体であるOEMや物流事業者のみならず、道路管理者や関係省庁との連携による対応が不可欠である

※ なお、本事象についてはSIP 2期で開始された自動運転評価プラットフォーム（DIVP）シミュレーションシナリオに反映済みである

確認された懸念事象		対応の方向性	主な対応主体
A) 周辺車両	① 自車・他車合流	✓ 合流支援を行う路車協調システムを活用する方向性で、OEMと道路管理者が引き続き連携して対応	OEM、道路管理者
	② 前方への他車両の急な割込み（カットイン）	✓ 減速や車線変更等で適切に対処できる車両技術の開発 ✓ 自動運転車用レーンの適切な運用で対応	OEM、道路管理者
	③ 規制速度と実勢速度の乖離	✓ 渋滞の要因になる他、煽り運転・幅寄せの要因となる可能性もあり、関係省庁・道路管理者と継続的協議が必要	関係省庁、道路管理者、物流事業者
B) 走路上の物体	① 落下物や動物等の路上障害物	✓ 先読み情報を活用する方向性で、OEMと道路管理者が引き続き連携して対応	OEM、 道路管理者
	② 当該工事車線をはみ出して設置しているパイロンや車線をはみ出して停止している故障車 等	✓ 障害物・工事などに関連する車線情報 ✓ パイロンを車線内に設置する等、道路管理者へ要望	道路管理者
C) 道路	① 薄い白線	✓ 保守管理を道路管理者へ要望 ✓ 白線認識に頼らずとも走行可能な車両技術の開発	道路管理者 OEM
	② 荷物へ影響を与える、凹凸のある路面や急カーブの走行	✓ 路面の整備を道路管理者へ要望 ✓ 路面の凹凸を避ける車両技術の開発 ✓ 荷物の積載方法を工夫する	OEM、 道路管理者、物流事業者
	③ アップダウンが多い区間での、速度超過の発生	✓ 道路のアップダウンに応じた速度の調整ができる車両技術の開発	OEM
	④ 料金所の通過時のゲート認識／交通流等への影響	✓ 通過可能なゲートを認識し、周辺車両の動きを踏まえた円滑な車線変更と本線合流ができる車両の開発 ✓ 自動運転車が料金所で通過するゲートを定める、先読み情報として提供する等を道路管理者へ要望	OEM、 道路管理者

自動運転トラックによる事業化の課題

- 複雑な物流構造において、運送事業者が幹線輸送に自動運転トラック利用を検討する場合には、当該運送事業者の規模・拠点・事業範囲・事業形態・収益性などを勘案し、事業者毎に検討する必要がある。
- 特に無人化にあたっては事業者自身が、事業（含む採算性）に深く関係する
 - 中継エリア（SA/PA利用、物流拠点（自社単独、共同利用、クロスドッグなど））の在り方
 - 自動運転車両の利用方法（自社保有（含むリース）、幹線輸送専業事業者への委託）
 - 貨物運送事業法（含む貨物利用運送事業法）などの関係法令との関係の整理などの検討が求められる。考慮すべき課題の例としては
 - 自社単独あるいは共同ターミナル以外の**中継エリアにて運転者の乗降を行う場合の運転者の就業形態や移動の在り方**
 - 車両の自社保有や自社での事業構築が難しい場合の**幹線輸送の「共同運行専業事業者」への委託の在り方**（注：専業者が存在することが前提）
 - 荷主との協議を前提に、**自社内のオペレーションの変更や自動化した場合に新たに具備すべき機能（システムや機材・設備 等）の導入の検討**
- 有人の自動化にあたっては、車両の自社保有を前提に、上記の課題の多くは解消されるものと考えられる。ただし、運転負荷の軽減、ヒューマンエラーによる事故防止には大きく寄与するものの省人化には直接はつながらない。

内 容

1. 「RoAD to the L4」テーマ3の概要
2. 無人自動運転トラックの実用化に必須の2つの取組
 - 高速道路走行の安全性・円滑性の確保
 - 持続可能な事業性の確保
3. 2024年度まとめと2025年度方針

2024年度活動の総括と2025年度主な方針

■ 2024年度活動の総括

1. 走行環境/運行条件

- 2023年度までの高速道路運行時のリスク評価を基に、大型車特有の課題により車両技術のみでは対応・回避困難な4つの外部支援策を特定
- 特定した外部支援策を関係省庁・団体との連携の下に、公道での具体的な適用策を策定し、自動運転サービス支援道（駿河湾沼津SA～浜松SA間）にて実車にて検証を行った（一部車両挙動を伴わない外部支援システムとの通信確認）
- 検証の結果、中継エリア・緊急退避に関しては得られた結果に基づく実運用時への提言、合流・先読み情報支援・運行監視については通信品質、情報内容の整備などへの課題に対する対応方針をまとめた

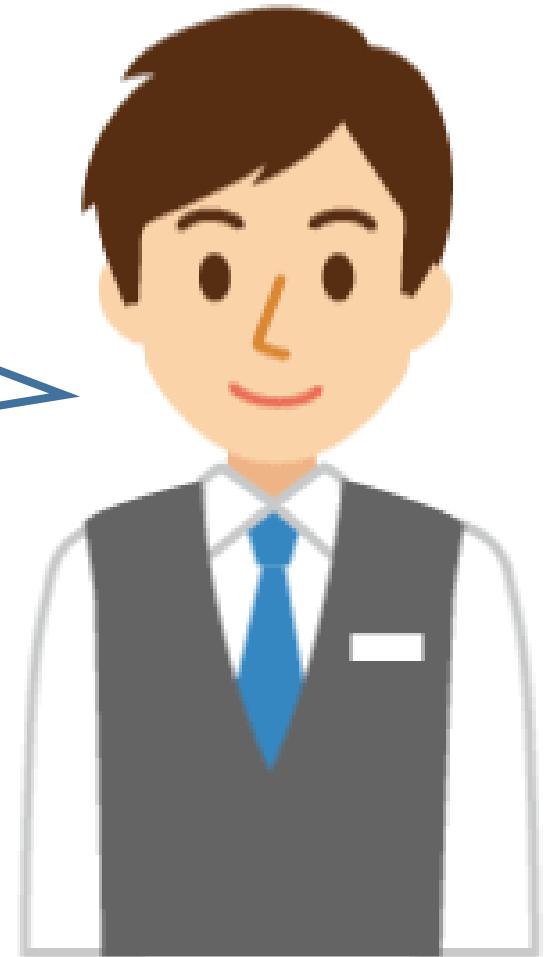
2. 事業性

- まずは特積み（定期便）事業における、物流事業者にとって有効な幹線輸送自動化による事業モデルの検討を行い、2023年度に得られた5走行モデルを基に、幹線輸送部分の事業化モデルを仮定した
- 本事業に参加の運送事業者の協力の下に、全国の主要高速道路において仮定したレベル4自動運転走行による事業への影響を、現業での運行と比較をおこなった
- 検証の結果、レベル4自動運転走行に基づく事業上あるいは実運行時に事業目線で想定される安全上の課題が明らかになり、対応方策をまとめた

■ 2025年度の活動方針

- 外部支援策に関して得られた課題に対する対応方針の下に関係省庁・団体と連携し対応策を講じ、**合流・先読み情報支援・運行監視に関して車両挙動との連携を目的とした公道での実車実証**を行う
- 一連の外部支援策を統合して確認する「**総合走行**」を年度後半に新東名区間で行う
- 走行環境/運行条件並びに事業性上で得られた知見を基に、外部支援策の整備・拡張、運用主体（含む共同運行事業）、運送事業者や車両提供者の参加など、今後社会実装の際に必要な要件を事業面では「**自動運転トラック活用ガイドブック**」、外部支援・車両提供面では「**高速道路でのレベル4自動運転トラック導入の手引き**」を本プロジェクトの最終成果物とする

ご清聴
有難うございました



「RoAD to the L4」URL : <https://www.road-to-the-l4.go.jp>

報告者E-mail : hiroshi_ogawa@nexty-ele.com