

大型商用車における無人自動運転を 実現するインフラ協調の取組と課題

2022年8月5日

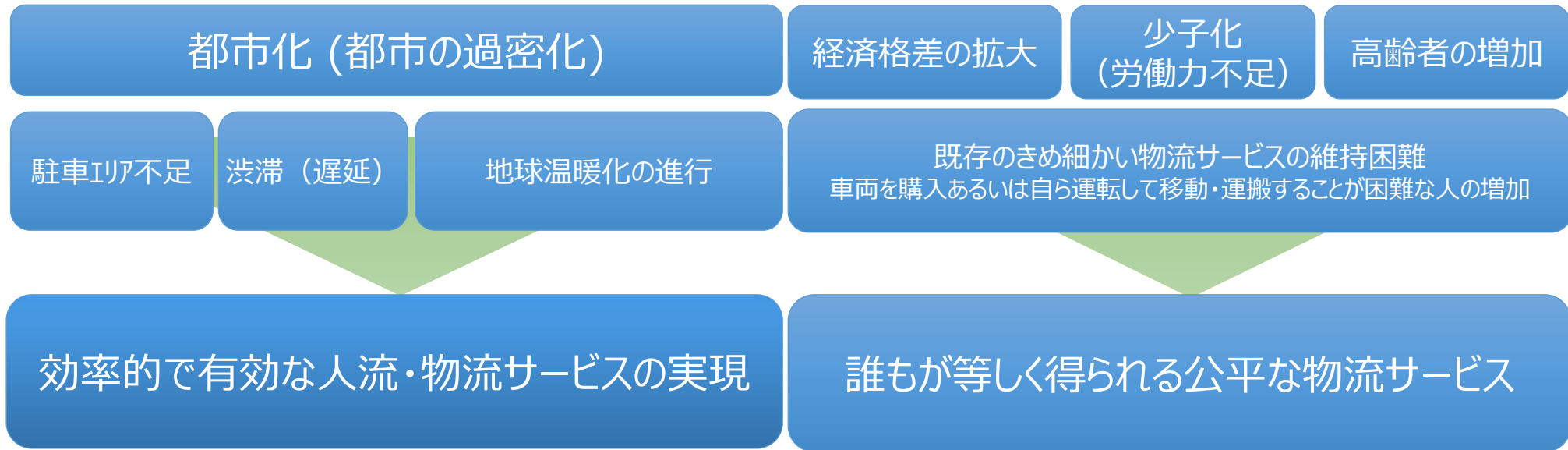
小川 博

日野自動車(株) 技監

一社)日本自動車工業会 大型車委員会

大型車技術部会 部会長

解決すべき課題と商用車メーカーの貢献

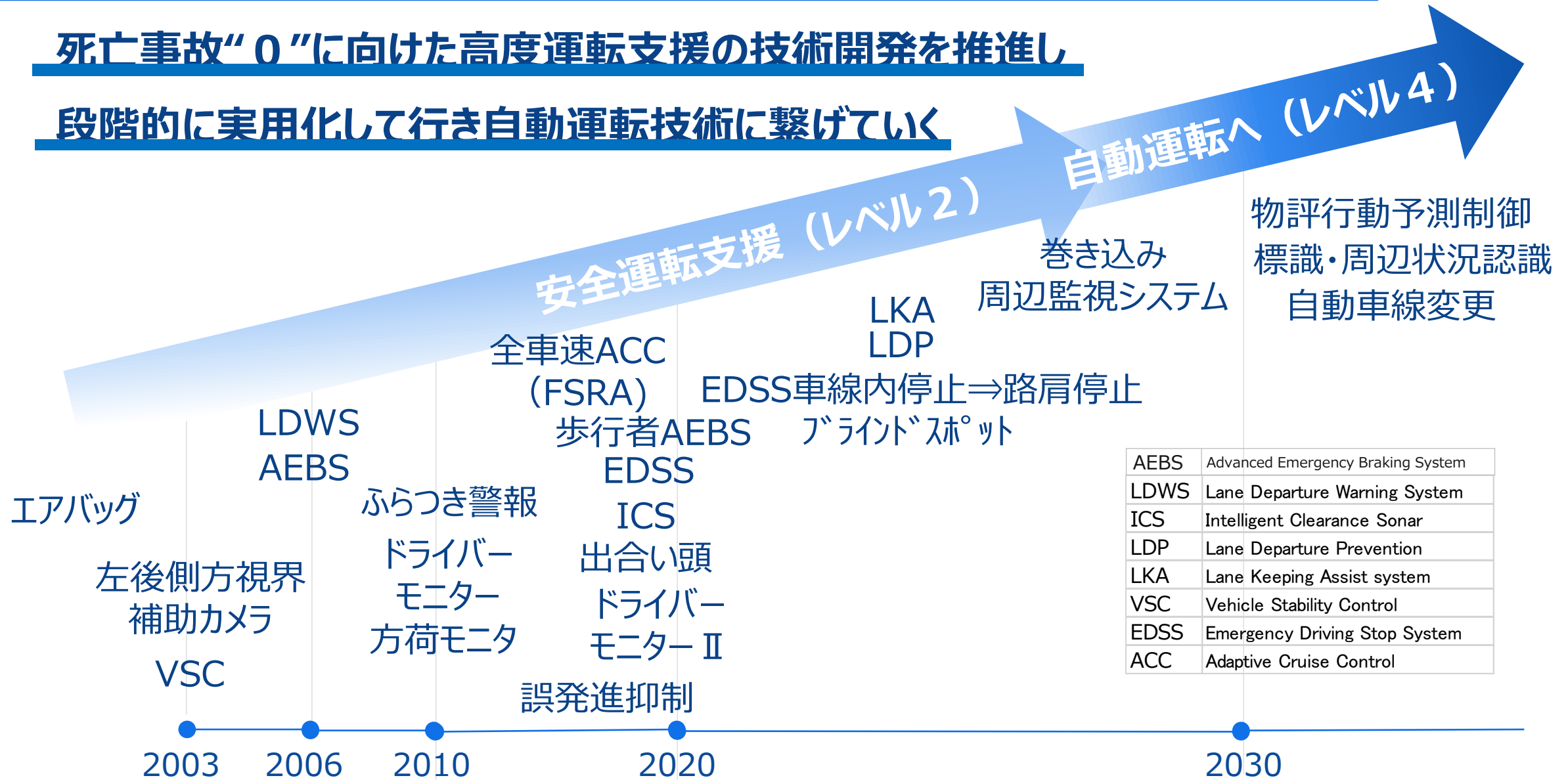


解決すべき課題		事業者・社会への価値提供
安全	重大交通事故	① 交通死亡事故ゼロ
環境	CO2問題	② CO2排出量の大幅削減
効率	物流事業者の持続的成長	③ 事業者ビジネスの発展支援
	ドライバー不足等の物流危機	④ 人流・物流の更なる効率化と維持

自動運転への道筋

死亡事故“0”に向けた高度運転支援の技術開発を推進し

段階的に実用化して行き自動運転技術に繋げていく



AEBS	Advanced Emergency Braking System
LDWS	Lane Departure Warning System
ICS	Intelligent Clearance Sonar
LDP	Lane Departure Prevention
LKA	Lane Keeping Assist system
VSC	Vehicle Stability Control
EDSS	Emergency Driving Stop System
ACC	Adaptive Cruise Control

現行の事故防止技術

(高齢者・女性ドライバー対策)

ドライバーモニター II (日野)

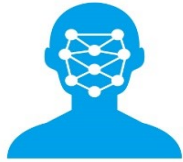
最新AI技術の採用により 顔の検出性能向上

運転姿勢崩れ、マスク着用時の閉眼も検知し警報

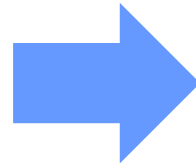
⇒ 身体機能の低下や疲労時の漫然運転防止に更なる貢献



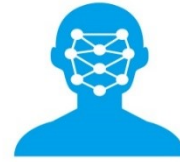
ドライバーモニター



顔特徴点検出



ドライバーモニター II



顔特徴点検出

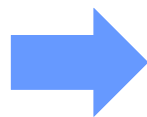


顔認識



① 特徴点の増加

ドライバーモニター



ドライバーモニター II



画像解析に多くの特徴点を使用する事で、顔向きと目の状態を、より高精度に検出

② 機械学習(CNN※)の採用

※Convolutional Neural Network



顔領域検出部



顔向き推定部

顔向きの状態などを辞書に照らし合わせ成果を導く

表情認識モデル



上向き



左向き



正面



右向き



下向き

認識結果

現行の事故防止技術

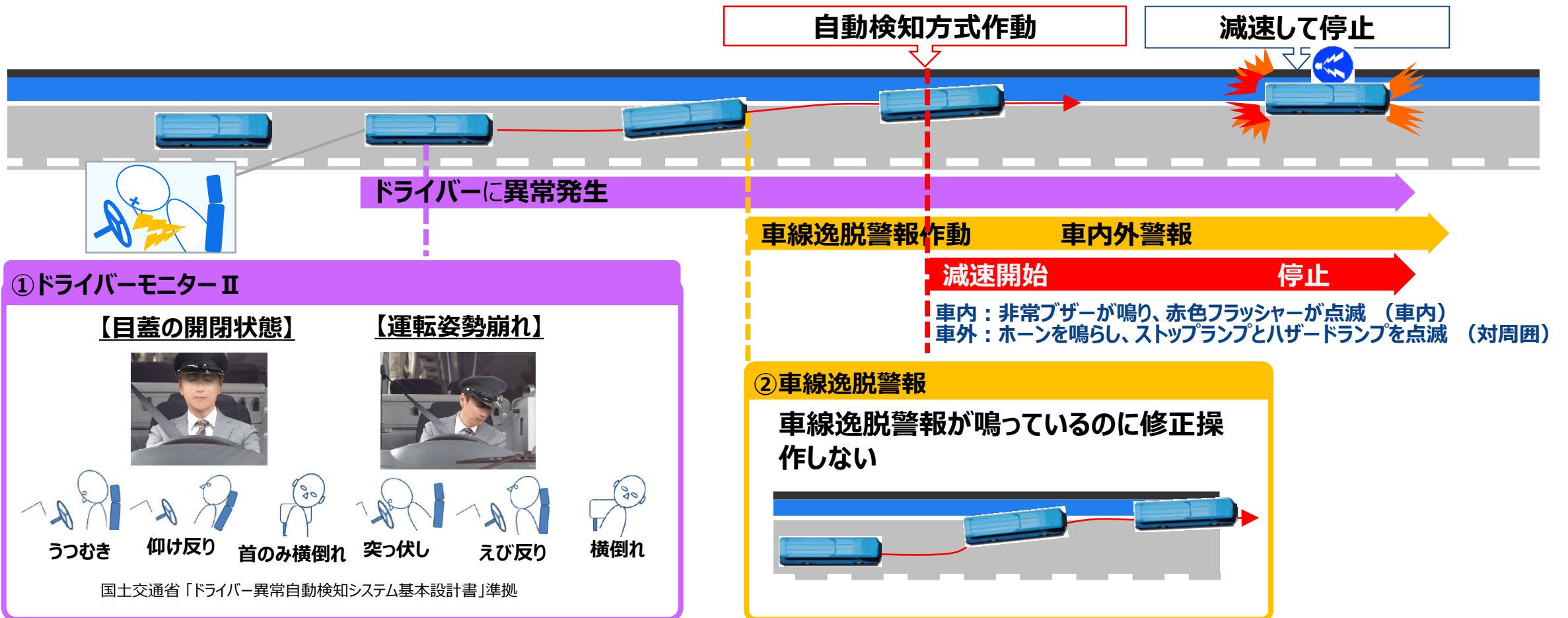
(高齢者・女性ドライバー対策)

ドライバー異常時対応システム (自動検知式)

EDSS ; Emergency Driver Stopping System

ドライバーの様々な異常 (閉眼・姿勢崩れ) を検知し車両を路肩に自動停車

⇒ 他車や物への衝突を防ぎ、ドライバーの体調不良時の車両の安全を確保



現行の事故防止技術

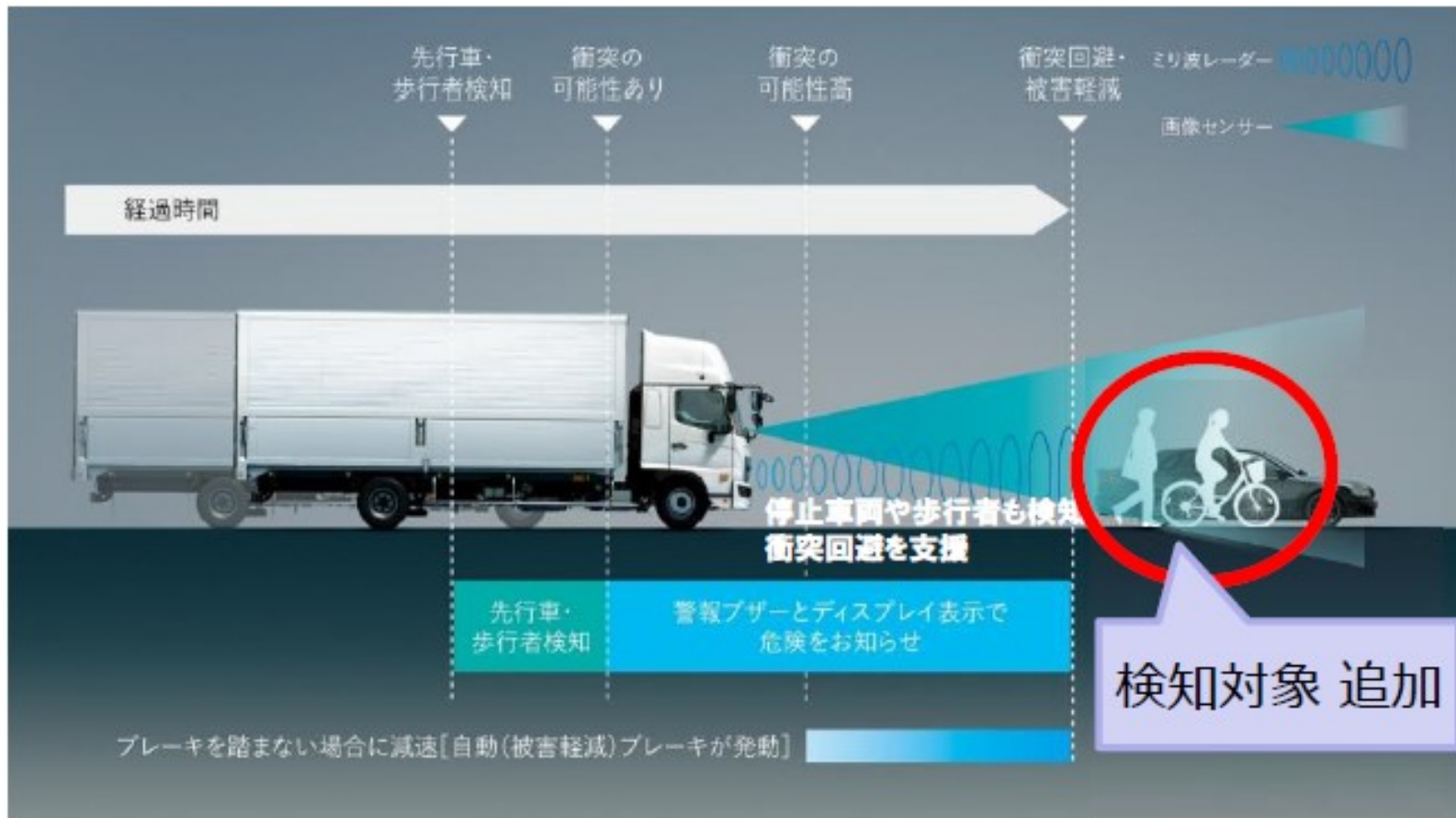
(高齢者事故抑止対策、交差点、歩道巻き込み事故防止対策) 6/29

新PCS (Pre Crash Safety) (AEBS)

注)PCSはトヨタ自動車の登録商標

従来のミリ波レーダーにカメラを追加搭載

⇒ 先行車両、停止車両及び歩行者への衝突回避



① **対停止車両**への衝突回避

自車50km/h以下の場合

② **歩行者・自転車**への衝突回避

自車30km/h以下の場合

③ **対先行車両**への衝突回避
(法規適合)

上記以外は、衝突時被害を軽減

現行の事故防止技術

(高齢者事故抑止対策、交差点、歩道巻き込み事故防止対策)

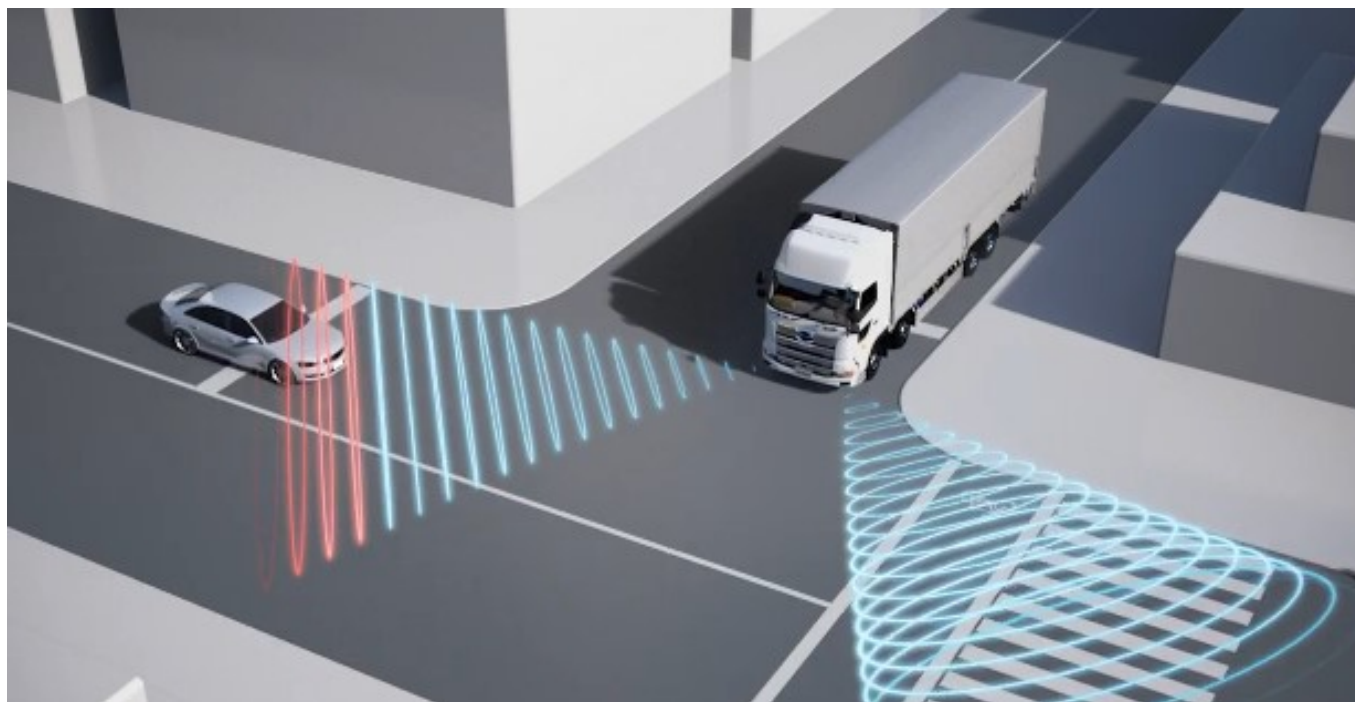
7/29

サイトアラウンドモニター (SAMS) (日野)

前側方からの移動物をミリ波レーダーにより検知

警報音・メータ内警告表示により、ドライバーに警報

⇒ 一般道における交差点等での出会い頭事故低減に貢献



[ハード構成]

スピーカー (左右鳴り分け)



液晶ディスプレイ



ミリ波レーダー (左右)

検知対象 (移動状態のみ) :



目標

- **2020年度に高速道路での後続車無人隊列走行技術の実現のため**、のため、公道での性能評価及びテストコースでの機能評価をクリアした後に、新東名高速道路にて後続車無人隊列走行を実施。
- **2021年度に高速道路での後続車有人システムの商業化**と、「発展型」の開発に資する高度な新共通車車間通信機を用いた実証実験を実施。

【後続車**無**人システム技術の実現】

〔新東名高速 浜松いなさIC～長泉沼津IC（約140 km）〕

- ・テストコースにて、故障時等で作動すべき機能が正常に作動すべきかを確認するための安全性評価を実施し、実際に後続車運転席を無人とした状態での隊列走行（速度 80km/h）を実施。
- ・後続車無人システムについて、6月から約8カ月間に渡って車間距離制御および後続車が先頭車に追従するかの性能評価を実施。

〔新東名高速 浜松SA～遠州森町PA（約15 km）〕

- ・2021年2月に後続車の運転席を実際に無人とした状態でのトラックの後続車無人隊列走行技術を実現。（助手席に保安要員が乗車）



後続車無人隊列走行の様子（2021年2月22日 新東名高速道路）安全のために後続車助手席には保安要員乗車



【後続車**有**人システムの市場化に向けた確認】

〔新東名高速 浜松いなさIC～静岡SIC（約70 km）〕

- ・2017年度より大型4社協調走行による隊列形成を醸成。
- ・社会受容性向上や事業化に向け、夜間走行時における大型車流入実証を実施（2019年度） 計5,400 km走行実績

【後続車**有**人システムの高度化に向けた確認】

〔常磐道 友部SIC～北茨城IC（約70 km）〕

- ・2021年1月に、より高度な共通仕様車車間通信機を用いた後続車有人システムの公道実証を実施。
- ・マルチブランドで使う車車間通信時に、勾配や曲線での隊列走行の制御をシミュレーション等により検討



夜間での分合流での車両流入実証



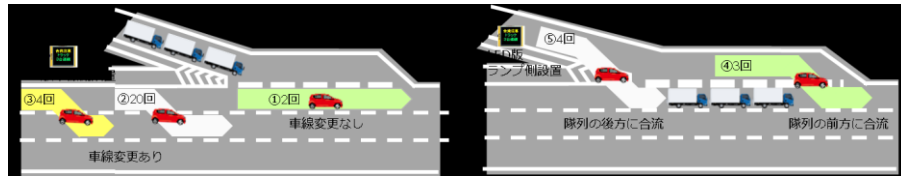
勾配のある区間を走行する隊列

● 注意喚起表示等による効果あるも、合流部や車線変更時には周辺車両との錯綜や、MRMや落下物・故障車・道路規制等への対応について課題が残る。

■ 技術的な課題

◆ 他の交通参加者との安全性向上

- ・ 工事規制による車線減少に伴う車線変更においてヒヤリハット(割込み、割込み未遂等)が14件発生(約2.2万km走行) ※本番区間では10件
- ・ 合流部では、注意喚起表示版に一定の効果見られるも錯綜が残る



合流部手前での車線変更24件
車線変更なし2件 (26件中)

隊列の前方に合流3件
隊列の後方に合流4件

◆ 電子牽引が切れた場合の対応方法 (電子牽引後続無人)

- ・ 割込み時等に後続車が車線上で停止するため、レスキュー方法の検討が必要
(後続車を路肩へ自動で移動させて停止させるのは自動運転となるため困難)



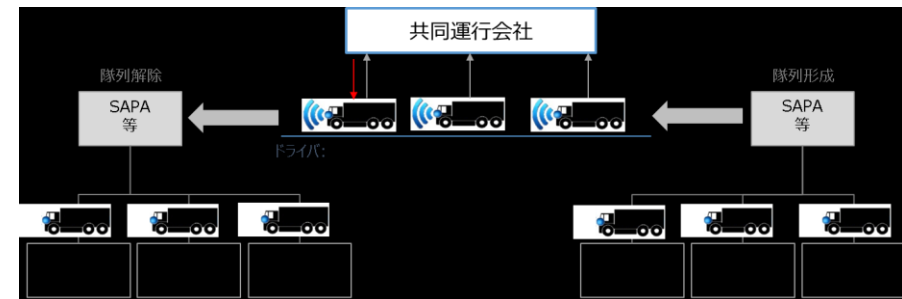
◆ 環境変化への対応

- ・ 落下物・故障車など車線変更を必要とするシーン
- ・ 豪雨・降雪・霧などの天候変化への対応

■ 事業性面の課題

◆ 隊列運行管理サービスのビジネスモデルの確立

- ・ 事業の担い手と運行方法
- ・ 隊列運行管理 (形成マッチング・車群状態監視)
- ・ 車両およびシステムのメンテナンス体制構築
- ・ 運行責任の明確化



◆ 運行形態の確立

- ・ 事業者ニーズに合わせた運行方法の確立
(最大の有効策は12mの単車に戻れること)
- ・ 3台一直線に並べての車群形成は限られた駐車スペースを圧迫 (自動バレー技術の活用可能性)

◆ 運転技能の明確化と教育方法の確立 (後続無人)

- ・ 長尺車両(3台隊列延長54m)の運転操作に加えて後続車状態モニタリング

- 大型商用車OEM 4社で取り組む後続車有人隊列走行について、2021年度までに「全車速ACC（FSRA）」+「LKA」搭載トラックで商品化を目指すことを発表
- 隊列を形成しなくとも、高速道・一般道を問わずレベル2運転が可能（信号連携無）

■ 後続車有人隊列走行システム車両の商品化のプレス発表

JAMA News Release

JMA-2020-011
2020年7月20日
一般社団法人 日本自動車工業会

トラック隊列走行の商業化に向け、大型4社が協調技術で対応 後続車有人隊列走行を可能にする、協調技術（ACC+LKA）搭載車の商品化

一般社団法人日本自動車工業会（会長：豊田 章男、以下自工会）は、大型車メーカー4社^{※1}（以下、大型4社）で構成する大型車特別委員会（委員長：下 義彦）の活動を通じて、物流の効率化や社会課題となっている事業用自動車のドライバー不足への対応・ドライバーの働き方改革等に向けて、トラックの隊列走行等の取り組みを官民一体となって進めています。

政府が現在掲げている、トラック隊列走行の実現に向けた「隊列走行システムの早期の商業化を進めるため、これに先立ち、2021年までにより実用的な後続車有人隊列走行システムの商業化を目指す^{※2}」という目標に対しては、大型4社は定速走行・車間距離制御装置（ACC）に車線維持支援装置（LKA）を組み合わせた技術により対応してまいります。

<大型4社の取り組み>
隊列走行とは、技術総称ではなく走行形態の1つです。実用段階において、「異なる物流事業者間」で「異なるメーカー」の「異なる仕様の車両」が隊列を組んで走行ができるよう、大型4社は協調技術の開発を進めてきました。異なるメーカーの車両と隊列を組んで安心安全な運行を行うには、前走車にあわせて後続車が違和感なく加速・制動できることが必要となります。

大型4社は、2017年度より政府による高速道路におけるトラック隊列走行の実証実験等に積極的に参加し、各社の技術開発および必要な協調技術の確立に取り組んでいます。また、実際に隊列走行を行う物流事業者との意見交換を通じて、隊列走行への理解を深めていただく活動も進めています。政府に対しても、ドライバー不足等の社会課題への対応のあり方や自動運転技術も含め、安全確保のためのインフラ支援等を積極的に働きかけています。

<後続車有人隊列走行を可能とする協調技術（ACC+LKA）の商品化>
関係各所によるさまざまな取り組みが進行中である現状においては、隊列走行に対し安全の確保を最優先事項としつつ、また物流事業者や高速道路を利用する一般のドライバーの方々の理解など、社会的な受容性を高めることが不可欠です。同時に、実用化に向けては技術レベルに応じた段階的かつ着実な取り組みが何よりも重要であると考えています。

そのために、大型4社は「2021年までにより実用的な後続車有人隊列走行システムの商業化を目指す」との政府目標に対して、4社が共同で行った実証実験にて得られた知見に基づく技術を反映したACCとLKAを装着した商品展開を行っていくこととしました。

<今後の取り組み>
ACCとLKAによる後続車有人システムの商品化を通じて、今後も社会および物流事業者からご意見をいただくとともに、政府との継続した協働を通じたインフラ支援や制度整備の進捗とあわせて、ACCを進化させた協調型車間距離維持システム（GACC）の開発も含め、さらに利便性を高めた自動化の実現に向けて必要な協調技術の積み上げに取り組んでまいります。

大型4社は、今後ますます複雑・深刻化するであろう社会課題についても、4社で連携して取り組み、「人と物の自由で安全な移動の確保」に向け積極的に貢献してまいります。

※1：いすゞ自動車株式会社、日野自動車株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UDトラックス株式会社
※2：「未来投資戦略2018」ならびに「官民ITS構想・ロードマップ2020」



<関連リンク>
日本自動車工業会ホームページ
「トラック隊列走行は、さらに安全で便利なトラック輸送の未来をつくる取り組みです」
<http://www.jama.or.jp/truck-bus/platooning/>

1

高速道路でのトラックの隊列走行について「2021年までにより現実的な後続車有人システムの商業化を目指す」との政府目標に対し、安全の確保を第一に、4社が共同で行った実証実験にて得られた知見に基づく技術を反映したブレーキ併用式車間距離制御・定速走行装置（全車速ACC（FSRA））と車線維持支援装置（LKA）を装着した製品展開を行っていくとの各社の表明を受け、自工会の大型4社として情報発信を行った。

「RoAD to the L4」プロジェクト テーマ3 「高速道路を走行するレベル4 自動運転トラック」の概要について

- 今回のヒアリングでは、自動運転車のうち、以下のような「高速道路を走行するレベル4自動運転トラック」を対象とする。

項目	説明
概要	<ul style="list-style-type: none">✓ <u>高速道路上にあらかじめ設定された走行区間を、急な悪天候等による道路環境の変化がない限り、システムが自動で走行するトラック</u>✓ システムが全ての運転を行うため、上記の走行区間内では、<u>ドライバーや車内の保安要員※が不要で、車内無人で走行可能</u>。他方で、それ以外の区間(高速道路以外の一般道路等)は、<u>ドライバーが運転する必要がある</u> ※ 車内の保安要員とは、自動運転車に乗車して、緊急時の対応や積荷の確認等、運転以外の業務を実施する人員のこと✓ また、システムの状態や車両の状況等を遠隔から監視する、<u>遠隔監視機能が必要</u>✓ なお、このトラックは<u>単車で走行</u>する(隊列走行を前提としたシステムではない)
想定される効果	<ul style="list-style-type: none">✓ 高速道路上にあらかじめ設定された走行区間を無人で走行することができるため、この区間の運転を行っているドライバーが不要になり、<u>人手不足の課題に対応</u>できる。✓ 長距離運行で高速道路を走行する場合の、ヒューマンエラーによる事故を防ぐことができ、<u>輸送安全性の向上</u>につながる。
実現時期	<ul style="list-style-type: none">✓ 検討段階ではあるが、2026年頃より実現し、2030年頃にかけて段階的に走行区間や機能が拡張していく予定

「RoAD to the L4」プロジェクト テーマ3

「高速道路を走行するレベル4 自動運転トラック」の走行区間や挙動について

- 「高速道路を走行するレベル4の自動運転トラック」の走行区間の詳細や車両挙動等について、具体的には、以下の通り。

項目	説明
走行区間・走行レーン	<ul style="list-style-type: none">✓ <u>主要幹線高速道路(東京-大阪間)</u> (第2東名 海老名南JCT-第2名神 城陽JCT間 等)✓ 原則、<u>第一走行車線</u>を走行する
自動運転時の車両挙動	<ul style="list-style-type: none">✓ 第一走行車線を、<u>最高80km/hの速度</u>で、走行することを基本とする (JCT通過時を含む分流・合流車線や、速度指定区間では、既定の速度で走行する)✓ 前方に回避可能な障害物がある場合等は、システムが自動で回避行動(車線変更・安全停止等)をとる
自動運転可能な条件から外れる場合とその対応	<ul style="list-style-type: none">✓ <u>急な悪天候、回避不可能な道路上の障害物</u>等がある場合は、自動運転を終了する。 具体的には、上記の場合、最寄りのSA/PAやその他の停車可能場所まで、<u>システムが安全を確保しつつ自動で退避し停車</u>することを目指す。

【※補足事項】

- 上記の内容は、2030年頃の実現を想定していますが、検討段階のため、詳細は変更する可能性があります。
- 2026年頃には、前段階として、以下のような条件のシステムも併せて検討中です。
 - ✓ 横浜-浜松間を走行(第2東名 御殿場JCT-浜松いなさJCT間 等)
 - ✓ 第一走行車線を走行し続け、原則、車線変更は行わない

「RoAD to the L4」プロジェクト テーマ3

「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

- 前項の「高速道路を走行するレベル4自動運転トラック」の活用方法の違いによって、A、B-1、B-2、C-1、C-2の走行モデル※が想定される。
 - 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を、ドライバー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: 高速道路に直結した施設で、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: 高速道路に直結した施設で、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直結させ、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: 高速道路に直結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、その施設の間をドライバーが乗車しない状態で走行

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	高速道路に 直結した施設	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	-	-
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	無人(<u>乗車しない</u>)	有り (保管・仕分等のターミ ナル機能 <u>有り</u>)	<u>荷物の仕分け等を行う</u>	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>

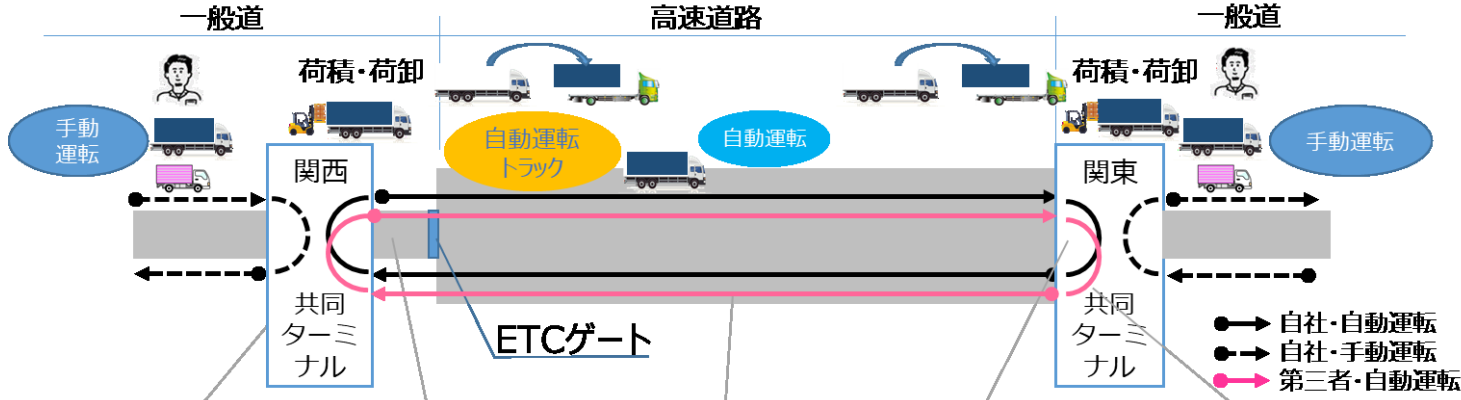
例) 走行モデルB-1について

- 走行モデルB-1は、高速道路に直結している施設(中継エリア)の間を、ドライバーが乗車しない状態で走行するモデル。高速道路に直結した施設では、ドライバーの乗降車を行う。

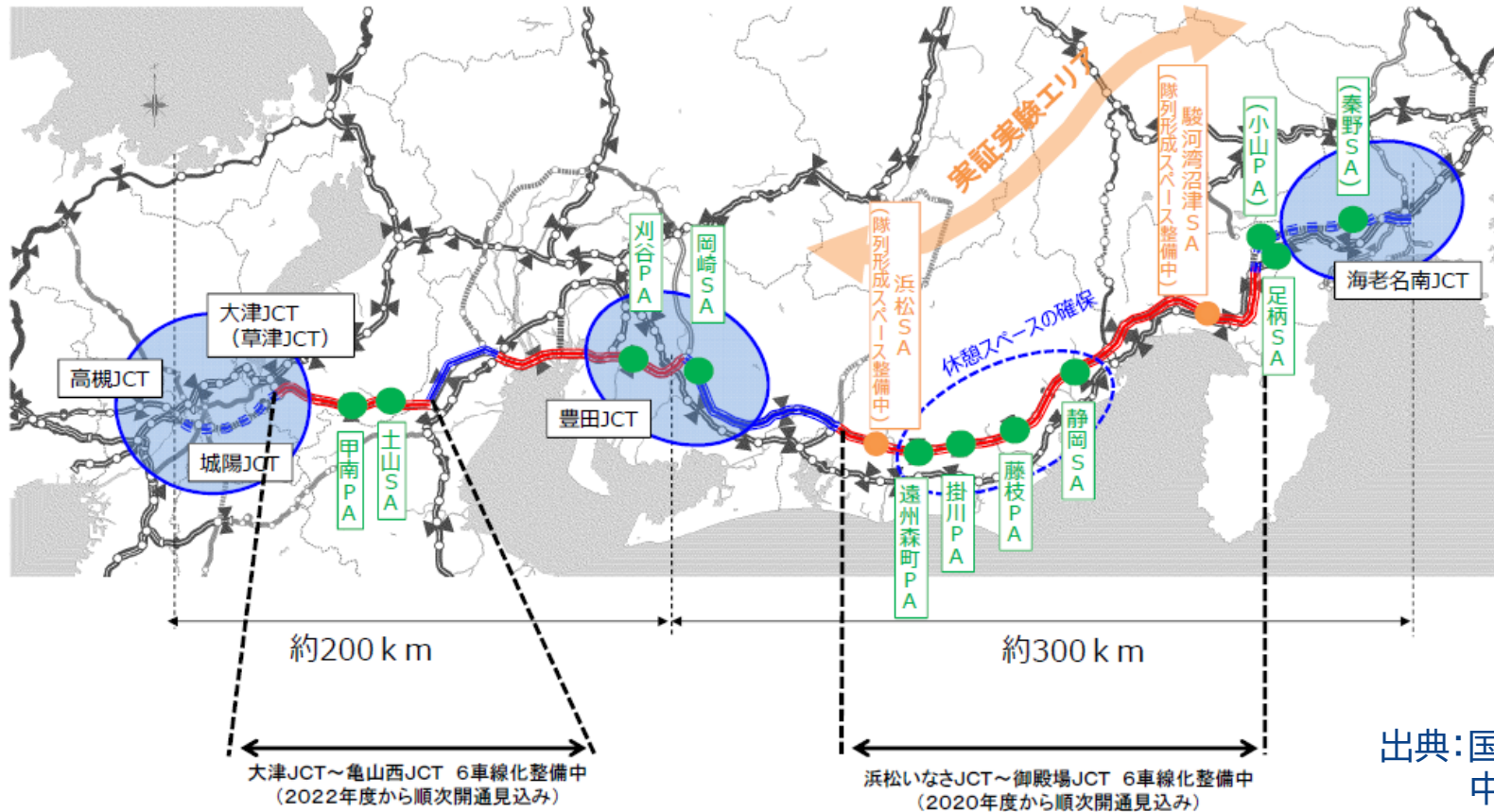
項目	説明		
運用手順	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速道路の特定の地点に一般道路と接続する「中継エリア」(複数社が共同で利用可能)が設置されており、ドライバーは自社拠点からこの「中継エリア」まで、レベル4自動運転トラックを手動で運転する。 ✓ その後、「中継エリア」でドライバーが降車し、レベル4自動運転トラックは目的地側の別の「中継エリア」まで無人で走行を行う。(「中継エリア」で降車したドライバーは何らかの手段で元の自社拠点に戻る。) ✓ 目的地側の「中継エリア」で、別のドライバーがレベル4自動運転トラックに乗車し、目的地まで手動で運転を行う。 		
イメージ	<p>The diagram illustrates the driving model B-1. It shows a route starting from a 'A社配送センター' (A Company Distribution Center) on the left, passing through a '中継エリア' (Relay Area) in '関西' (Kansai), then traveling on a '高速道路' (Expressway) to another '中継エリア' in '関東' (Kanto), and finally reaching another 'A社配送センター' on the right. The route is divided into '一般道' (General Road) and '高速道路' (Expressway) sections. On the general roads, the truck is in '手動運転' (Manual Driving) mode, and the driver is shown boarding and disembarking at the relay areas. On the expressway, the truck is in '自動運転' (Autonomous Driving) mode, and the driver is shown boarding and disembarking at the relay areas. The truck is labeled '自動運転トラック' (Autonomous Driving Truck) in yellow ovals. A legend indicates that solid arrows represent '自社・自動運転' (Self-company Autonomous Driving) and dashed arrows represent '自社・手動運転' (Self-company Manual Driving). Below the diagram, five boxes describe the process: 1. Manual driving into the relay area with driver boarding. 2. Starting autonomous driving on the expressway. 3. Unmanned autonomous driving on the expressway. 4. Ending autonomous driving on the expressway. 5. Driver boarding and disembarking at the relay area, transitioning to manual driving.</p>		
想定されるメリット・デメリット	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="517 1192 1243 1393"> <p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速道路区間を無人で走行するため、省人化を実現できる 等 </td> <td data-bbox="1253 1192 2356 1393"> <p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 中継エリアで乗降するドライバーは片道の対応になるため、シャトルバス等のドライバーの移動手段の確保、もしくは逆方向から到着する車両を運転する等 ドライバーの効率的な配置について整理が必要 等 </td> </tr> </table>	<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速道路区間を無人で走行するため、省人化を実現できる 等 	<p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 中継エリアで乗降するドライバーは片道の対応になるため、シャトルバス等のドライバーの移動手段の確保、もしくは逆方向から到着する車両を運転する等 ドライバーの効率的な配置について整理が必要 等
<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速道路区間を無人で走行するため、省人化を実現できる 等 	<p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 中継エリアで乗降するドライバーは片道の対応になるため、シャトルバス等のドライバーの移動手段の確保、もしくは逆方向から到着する車両を運転する等 ドライバーの効率的な配置について整理が必要 等 		

例) 走行モデルC-2について

- 走行モデルC-2は、高速道路に直結した共同の物流ターミナル施設間を、ドライバーが乗車しない状態で走行するモデル

項目	説明	
運用手順	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速道路の特定の地点に一般道路と接続する共同ターミナル(集荷・荷捌きが可能)が設置される。 ✓ ドライバーはこの共同ターミナルに荷物を運び込み、共同ターミナルでレベル4自動運転トラックに荷積みを行う。目的地側の共同ターミナルまではレベル4自動運転トラックが無人で走行する。 ✓ 目的地側の共同ターミナルで別のドライバーが荷卸しを行い、通常の配送車両等で配送等を行う。 	
イメージ	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="751 935 980 1163" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 20%;"> <p>手動運転で共同ターミナルにて集荷・荷捌し、自動運転事業会社が所有するL4トラックに荷物を積込む</p> </div> <div data-bbox="1006 935 1235 1163" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 20%;"> <p>共同ターミナルで自動運転を開始し、施設直結の高速道路引き込み線（一般道）を通過し本線流入</p> </div> <div data-bbox="1261 935 1490 1163" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 20%;"> <p>自動運転で無人で走行</p> </div> <div data-bbox="1516 935 1745 1163" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 20%;"> <p>高速道路直結の共同ターミナルで自動運転終了</p> </div> <div data-bbox="1770 935 2000 1163" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 20%;"> <p>共同ターミナルで荷卸し、配達・配達開始</p> </div> </div>	
想定されるメリット・デメリット	<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 高速道路を無人で走行するため省力化を実現できる ✓ 物流事業者の業務プロセスの変更は限定的(B-1,B-2の課題は解消) 等 	<p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 共同ターミナルの運用に伴い、業務プロセスの変更が必要になる可能性がある ✓ 共同ターミナルが都心部から離れ、利便性が限定的になる可能性がある

関東－中京－関西間の幹線基盤における新しい物流システムに対応したインフラの在り方について



新しい物流システムについては、(中略)長期的な展望も含めたマスタープランと段階的プログラムを示し、検討を進めていくべきである。

＜後続車無人隊列走行システムの普及状況を踏まえた対応＞

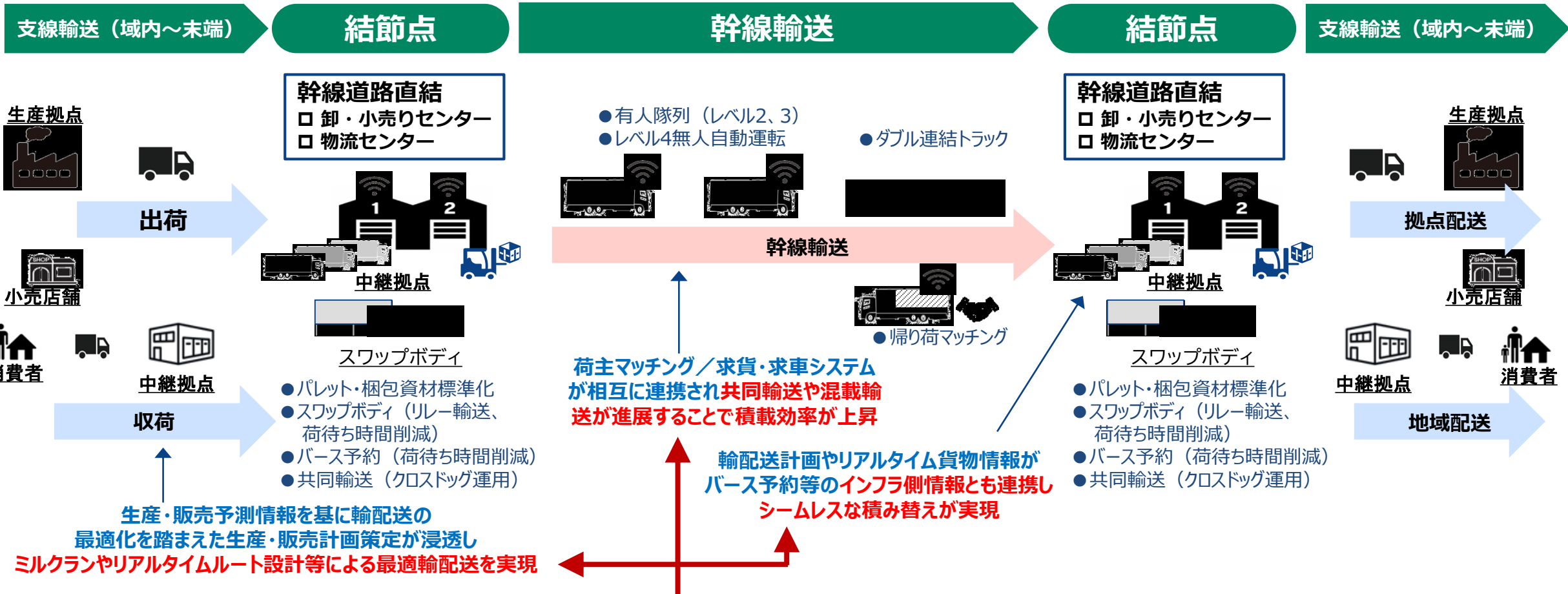
後続車無人隊列走行システムの普及状況や将来の高速道路完全自動運転トラックの実現も見据え、

- ①独立した専用レーン化
- ②専用の走行空間に直結する物流拠点の整備
- ③隊列車運行管理システムの構築

について検討する必要がある。

幹線物流の将来像

■ 関東・中京・関西圏にて、下記を実現。将来的には、中国・九州圏まで拡大。



物流MaaS

車両からの情報や拠点・荷物情報をデータ連携に依り一元的に管理し、積載効率の向上などにより物流を効率化

参考：高速道路直結型物流施設完成予想イメージ



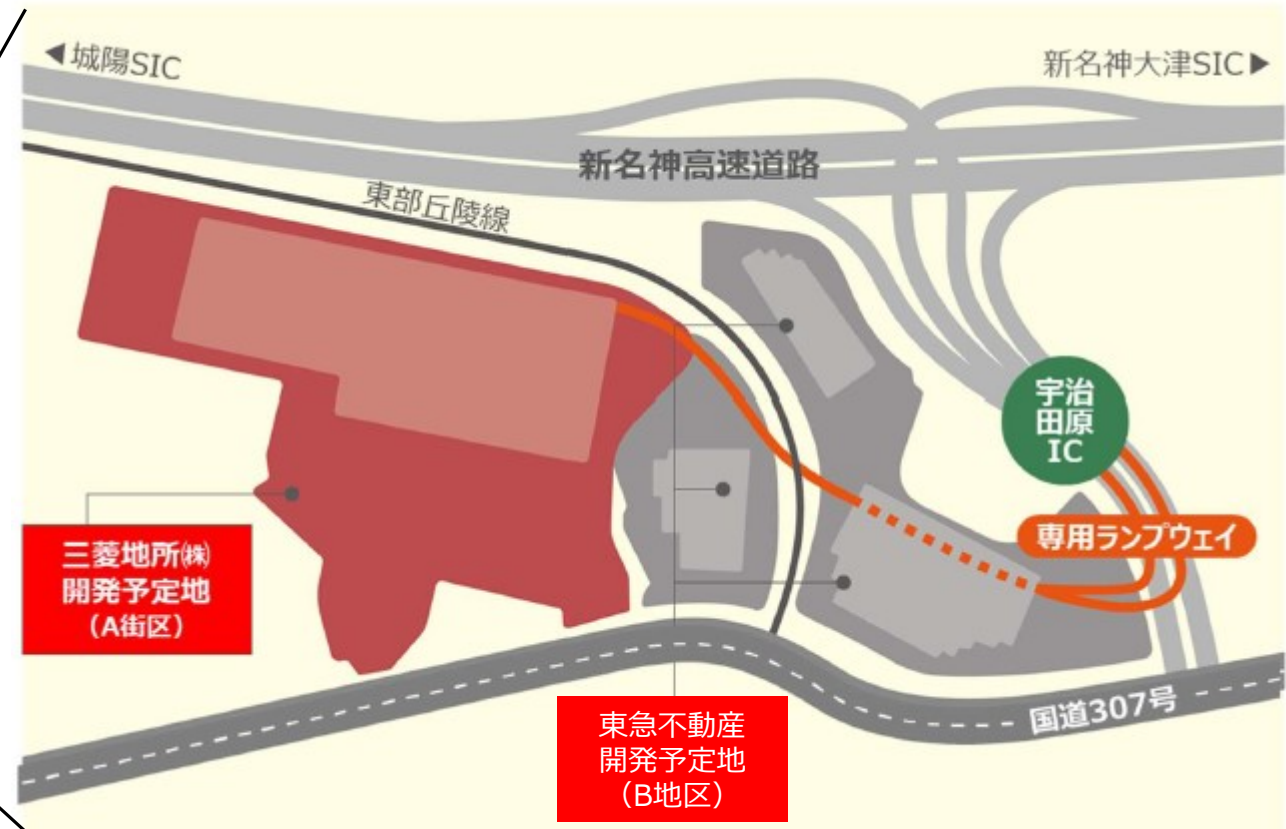
京都府城陽市東部丘陵地青谷先行整備地区



参考：拠点予定地及び配置図



E1A 近畿自動車道 名古屋神戸線（新名神高速道路）大津JCT～城陽JC・IC 宇治田原IC南側



商用車の自動運転に向けた技術開発は、個々の要素技術が直接「安全」につながりかつ喫緊の社会課題の解決につながる

安全

「交通事故死傷者ゼロ」を目指す

+

効率化・省人化

物流・人流の効率化 輸送サービスの維持・進化

自動化

- 政府プロジェクト
 - 高速道路ACC+LKA観光バス
 - RoAD to the L4
 - ✓ 高速道路での無人自動運転トラック
 - ✓ 限定空間での自動運転バス
 - CYでのトレーラー自動化
- 閉鎖空間での無人自動運転化
 - 大規模農場施設（トラック）
 - 建設現場（トラック）
 - 空港内（バス）

早期の実用化に向け、技術開発を加速していく

大きさ

車高・車幅・全長が大きい

【① 検知・認知】

検知範囲が広いいため多くのセンサーやカメラが必要

通信では自車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（地図）

【③ 操作】

車線維持制御では車線幅に余裕なし
（より高精度の制御が要求される）

内輪差が大きく交差点の右左折では特有の経路誘導が必要（反対車線へのはみ出し防止）



運動特性

急停止・急操舵が困難

【① 検知・認知】 より遠方の情報が必要

【② 判断】 早めの判断が必要
例) 赤信号停止判断

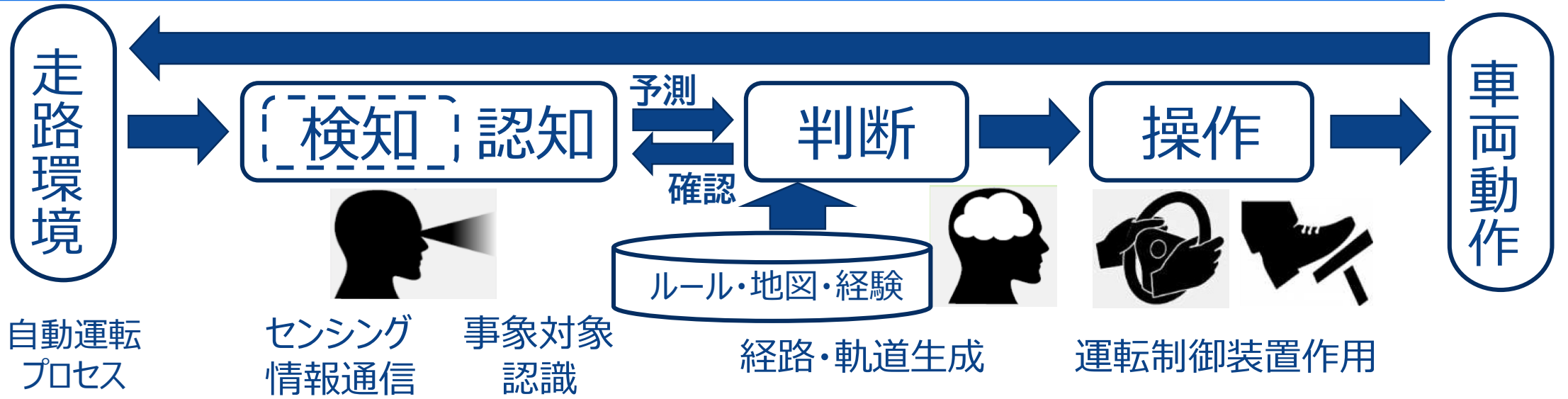
仕様の多様さ

車軸の数や配列・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

【③ 操作】 仕様に応じた制御の最適化が必要

「運転」のプロセスと高度安全運転支援/自動化の特徴



自動運転化による安全性へのメリット

動体深視力
注意力、集中力
見落としの解消

勘違い
記憶違いの解消

勘違い・運転感覚ミス
道路環境判断ミスの解消

操作遅れ
操作不適の解消

各プロセス移行時間の短縮

感情による各プロセスの増長回避

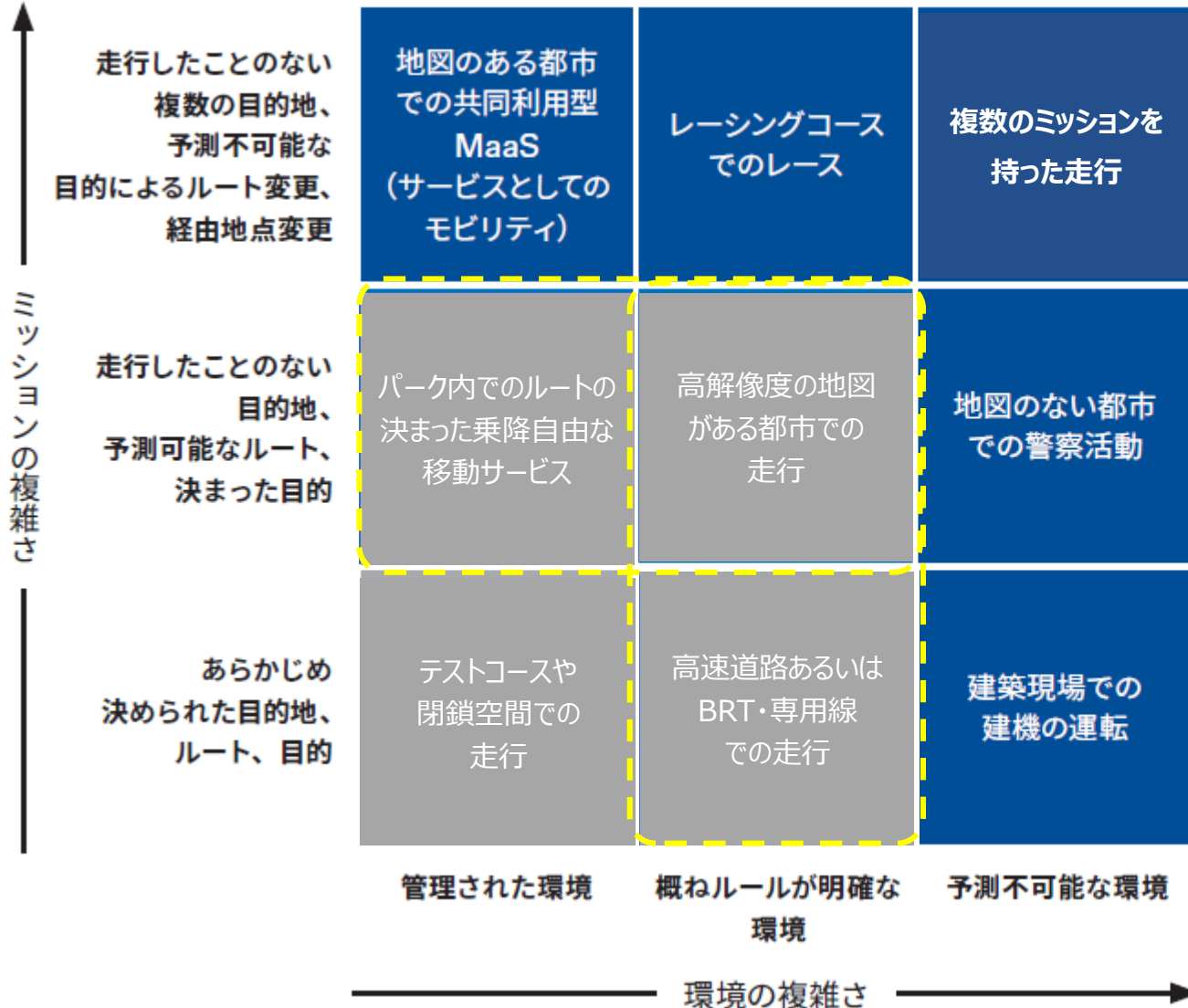
高齢化・疲労・慣れ等のヒューマンファクター

自動運転化の設計思想で差の出る領域

認知・判断は経験（学習）が大きな位置を占める（=予測）
↓
AI（ディープラーニング）の意義

自動運転化の設計思想で差の出る領域

時間がかかる
コストがかかる
要求項目が多い
(実路での学習が必要)
(エッジコンピューティング等)
(審査認証)



AIの定義

ディープラーニング

- 決定論的手法と確率論的手法を組み合わせる選択を行い、知識をアップデートし、その後に改善された決定を下す構造適応型ディープニューラルネットワーク
- 極めて複雑で不確実性の高い環境で運用

機械学習

- センサー情報と条件に基づき、確率によって最も実現しそうな結果を選択する確率論的手法
- 想定範囲内で変化する環境で運用

決定論的システム

- あらかじめプログラムされ順序が決まったシステムを利用するルールベースの手法
- 不確定要素の少ない閉鎖環境または既知の環境で運用

出展：KPMG資料より筆者追記

- テーマ3のプロジェクトでは、無人の自動運転トラックの高速道路の走行中のみならず発地から着地までの事業性維持も含めた全てのユースケースと想定されるリスク及びその回避策を洗い出した。
- その内、車両技術では回避できずまた事業性の観点から外部支援が必要な項目を以下の様に特定した。

<外部支援が必要と考える項目>

■ 主に事業性の観点による項目

1. 有人⇔無人の切替エリア(中継エリア)
2. MRM作動による緊急退避停止時の運行監視による認知とレスキュー体制

■ 車両技術では回避できない項目(大型車特有の課題による)

1. 走行前方での障害物回避車線変更のための先読み情報
2. 合流線からの自転車・他車本線流入時の安全支援

【参考】高速道路での大型商用車の特徴と車両技術では対応が困難なシーン

■ 大型商用車の特徴（オーナー乗用車との比較）

1. 車両サイズ及び動力性能／機能に大きな限界が有る。（加速・減速、曲がる・停まるに限界）
2. 運行の継続性・荷の到着の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困難なシーン（ドライバー乗り降り等のための「中継エリア」は除く）

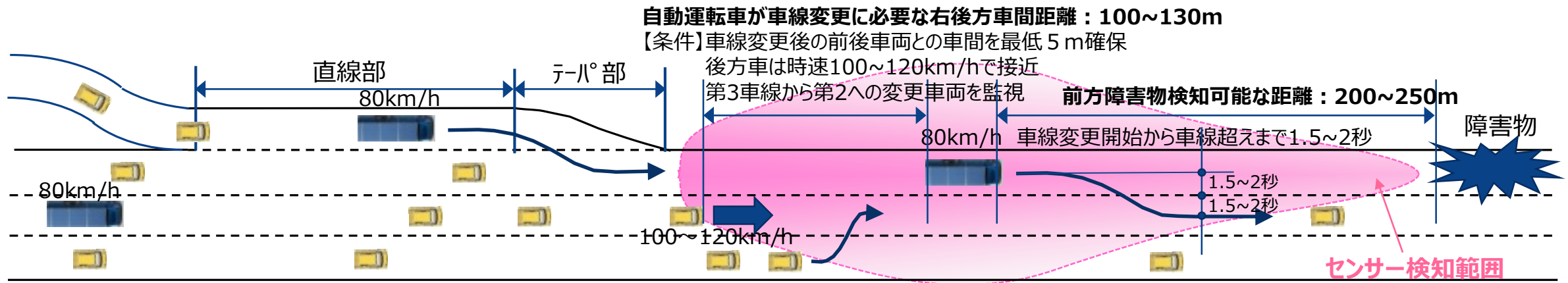
1. 車線変更（本線流入時の合流線から第1車線、障害物回避のための第1車線から第2車線）

合流線の車線減少までの距離あるいは自動運転車の前方障害物検知可能距離と車線変更時の自車（全長12~18mでかつ前後車両との車間を最低5m確保）の“生存”空間（右後方車間距離）を考慮すると、現状の現実的な走行状況下では車線変更は限りなく不可能に近い。

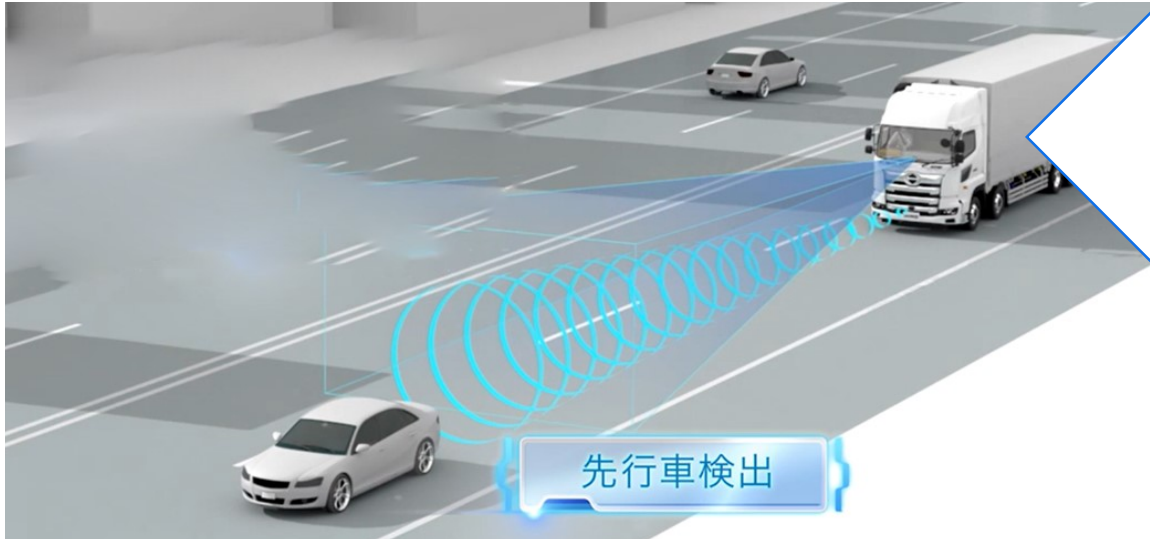
⇒ **何らかの外部支援が必須（マニュアル車との混在を極小化、合流支援・先読み情報支援 等）**

2. 停止後の再発進

障害物直前での停止あるいはMRMによる路肩停止後、車線移動を伴う大型車の再発進は、車両単独では不可能。⇒ **運行監視に基づく緊急停止とレスキュー体制が必要。**



1. AEBSの高度化（衝突被害軽減・回避）



現在：車速50km/hまで衝突回避



将来：車速90km/hまで衝突回避

2. 車線変更時衝突回避（Lane Change Support）



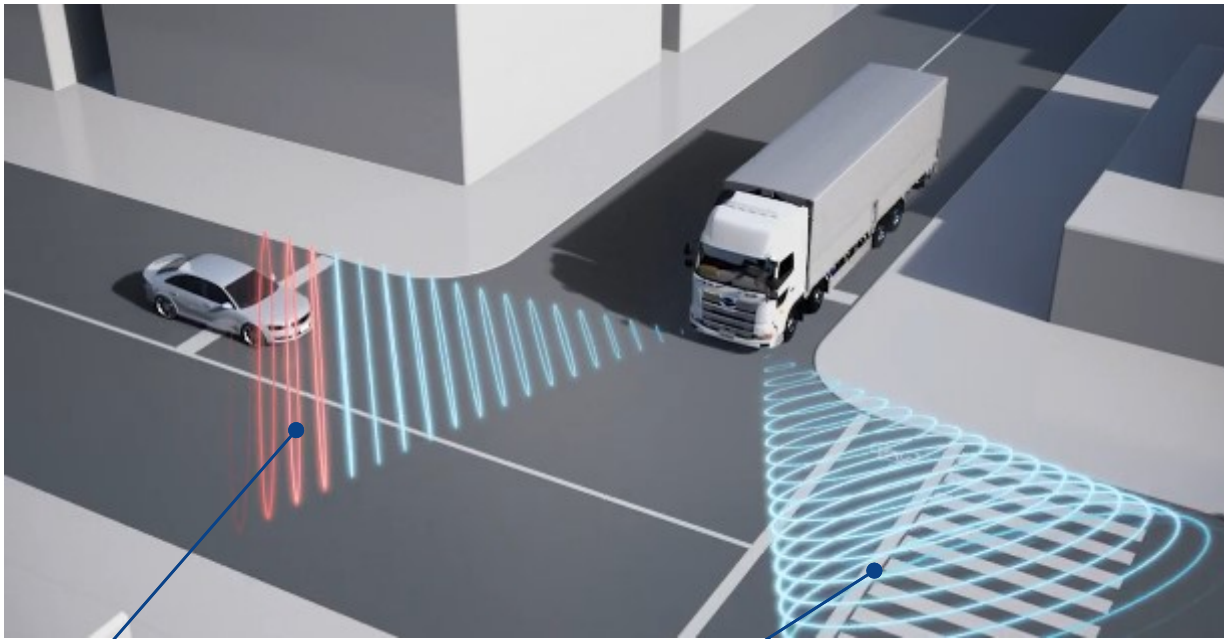
通常時：ウinkerを出すと自動で車線変更



障害物検出時：ウinkerを出しても警報&車線変更停止

物評認識精度及び行動予測技術向上が必要

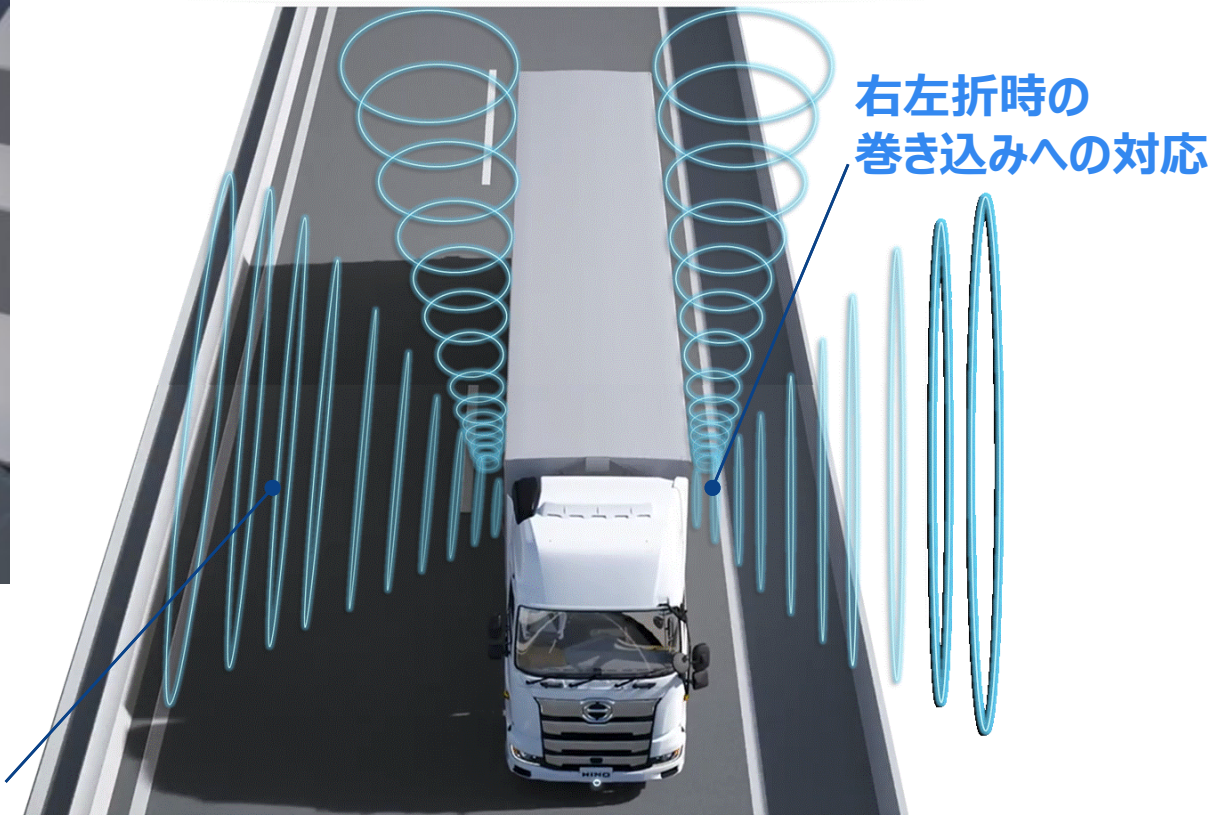
1. 出会い頭衝突回避 (Front Cross Traffic Brake)



右左折時の
車両・自転車等との
出会い頭への対応

右左折時の
横断歩行者への対応

2. ブラインドスポットの事故回避 (Blind Spot Information System)



右左折時の
巻き込みへの対応

車線変更時の
隣接走行車への対応

NEXCO中日本殿による先読み情報提供技術の開発

共同研究事業名「高速道路の自動運転時代に向けた路車協調実証実験」

自動運転社会に向け、また一般のマニュアル運転車にも資する、路車間通信（V2I）の活用により、より安全、安心、快適な走行空間を確保する仕組みの開発に関する共同研究。

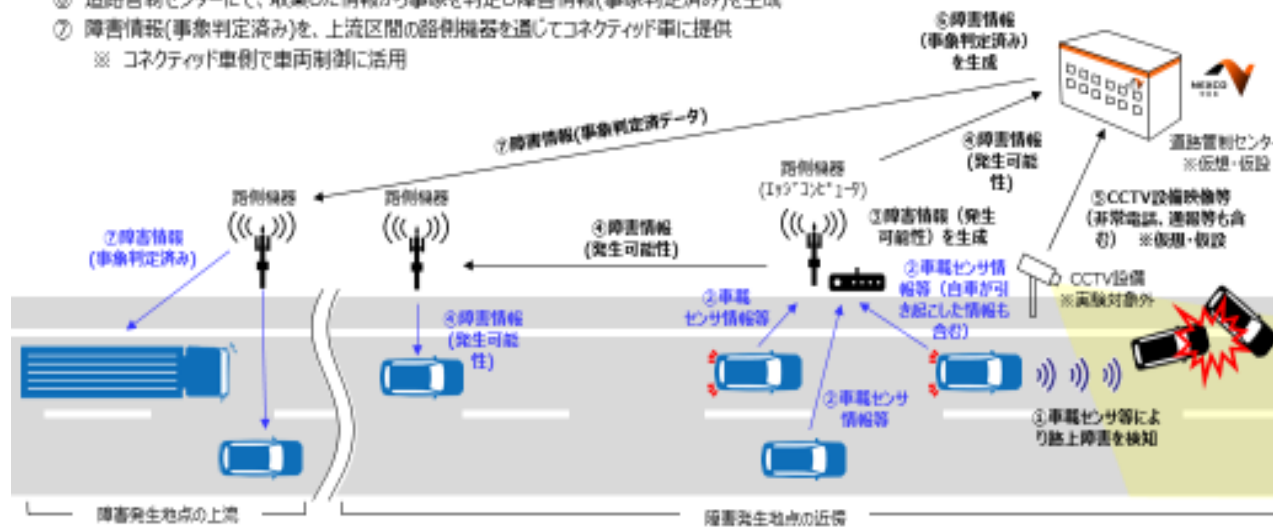
ユースケース1：路上障害情報の後続車への提供

サ・ヒ・ス・イ・メ・ジ・ョウ 図

車載センサやCANデータより検知した路上障害情報を、V2Iにより即座に周辺の後続車両に提供し、後続車両の安全走行を支援。また、その情報を道路管制センターに提供することで、事象検知の早期化、上流区間での事前情報提供による事前の安全走行を支援。

- ① 車載センサにより、車両前方の障害物を検知。もしくは自車が引き起こした事象（事故、路肩停止等）を把握。
 - ② V2Iにより、車載センサ情報を路側機器に送信
 - ③ 路側機器（エッジコンピュータ）は、複数車両から収集した車載センサ情報を元に、障害情報（発生可能性）を生成
 - ④ 路側機器（エッジコンピュータ）は、上流側の路側機器および道路管制センターに、障害情報（発生可能性）を送信
 - ⑤ 道路管制センターはCCTV設備映像等により、路上障害物を確認
 - ⑥ 道路管制センターにて、収集した情報から事象を判定し障害情報（事象判定済み）を生成
 - ⑦ 障害情報（事象判定済み）を、上流区間の路側機器を通じてコネクティッド車に提供
- ※ コネクティッド車側で車両制御に活用

【凡例】
■ コネクティッド車（自動運転車含む）
■ 非コネクティッド車
→ 路車間通信（V2I）
→ その他の通信



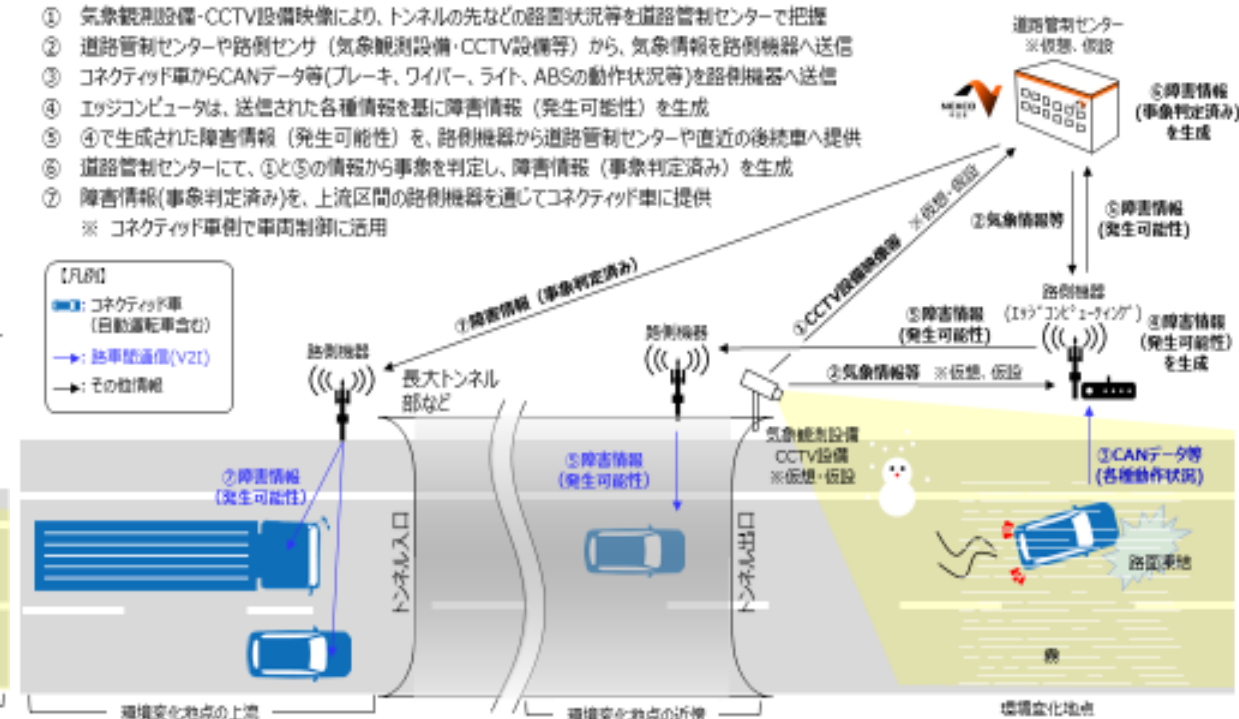
ユースケース2：路面状況や走行環境に応じた最適な速度情報等の提供

サ・ヒ・ス・イ・メ・ジ・ョウ 図

長大トンネル先など、路面状況や走行環境の変化が想定される箇所等において、CANデータ（ブレーキ・ワイパー等）と路側センサ（気象観測設備・CCTV設備等）から走行環境・周辺環境を把握し、車両側へ最適な速度情報等を提供

- ① 気象観測設備・CCTV設備映像により、トンネルの先などの路面状況等を道路管制センターで把握
 - ② 道路管制センターや路側センサ（気象観測設備・CCTV設備等）から、気象情報を路側機器へ送信
 - ③ コネクティッド車からCANデータ等（ブレーキ、ワイパー、ライト、ABSの動作状況等）を路側機器へ送信
 - ④ エッジコンピュータは、送信された各種情報を基に障害情報（発生可能性）を生成
 - ⑤ ④で生成された障害情報（発生可能性）を、路側機器から道路管制センターや直近の後続車へ提供
 - ⑥ 道路管制センターにて、①と⑤の情報から事象を判定し、障害情報（事象判定済み）を生成
 - ⑦ 障害情報（事象判定済み）を、上流区間の路側機器を通じてコネクティッド車に提供
- ※ コネクティッド車側で車両制御に活用

【凡例】
■ コネクティッド車（自動運転車含む）
■ 非コネクティッド車
→ 路車間通信（V2I）
→ その他の通信



1. 技術的な課題

- 障害物検知精度・発報タイミングに小型車(乗用車、軽自動車、乗用派生バン等)と大型車で差が有る—小型車が回避できても大型車が困難な場合
- 障害物検出粒度(車線位置や障害物の素性)・タイミングが未だ不確定—先行車のプローブ情報や路側カメラの利用の案は有るが、障害物発生箇所における検知機器の有無と設置時期

2. 政策制度的な課題

- 官民で様々なシステムの検討がされているが、通信方法・手段や収集された情報の分析・精度確定・発報の統一性(標準化・規格化)が不明—大型車は東西に跨る長距離運行が多く、高速幹線道路も横断的な利用が多い

3. その他

- 外部支援が必須の大型車に有って、先読み情報取得後の自動運転車両の動作(車線変更や路肩への安全停止(MRM作動時)に、一定の制限が生じる—一般マニュアル車の自動運転車両の挙動に対する一定の知識・理解が必須(社会受容性の醸成)