

自動運転技術の現状と 新大阪駅への含意

2020年10月6日

名古屋大学
未来社会創造機構 モビリティ社会研究所 教授
森川 高行

車の運転

認知

「見る」 周りの状況を把握する



操作

アクセル、ブレーキ、ハンドル

判断

進もう、止まろう、曲がろう

自動運転車：これらを全てAIと機械で行う

認知

「見る」周りの状況を把握する



操作

アクセル、ブレーキ、ハンドル

判断

進もう、止まろう、曲がろう

現在の自動運転車の姿



現在の自動運転車の姿



これらを全てAIと機械で行う ～「認知」

認知

「見る」 周りの状況を把握する

- 自分の車がどこにいるのか
- 前方に障害物はないか
- 信号の色や交通標識は

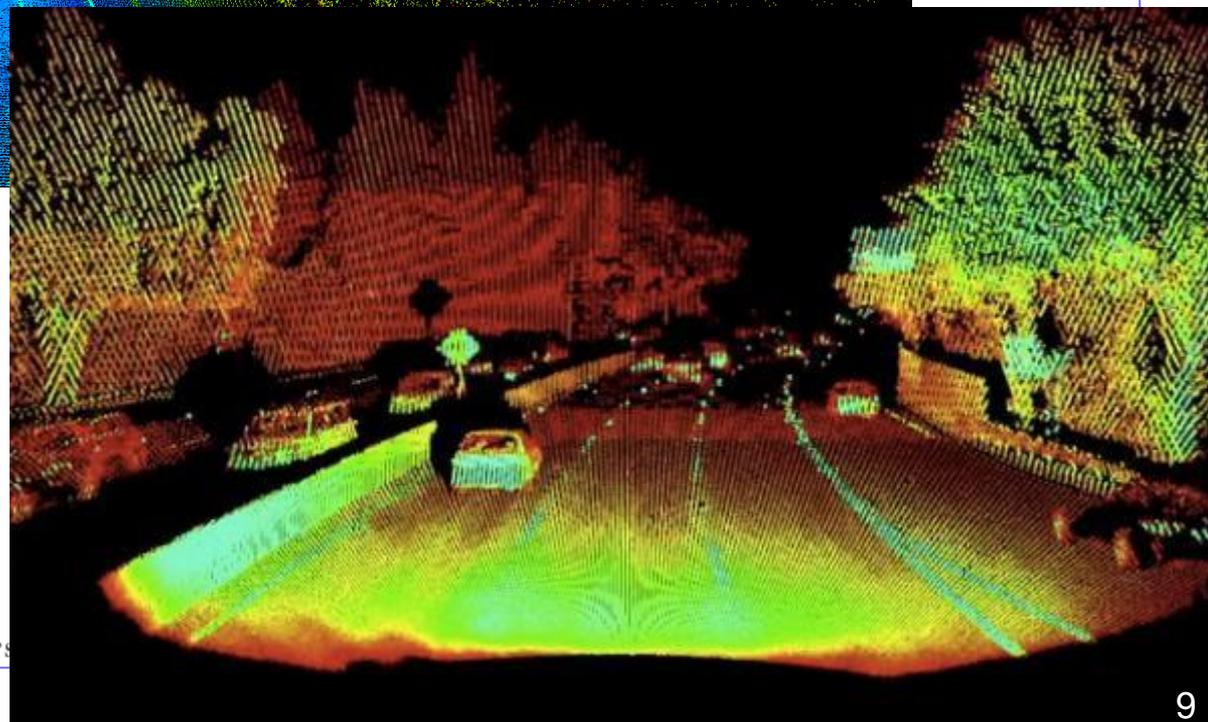
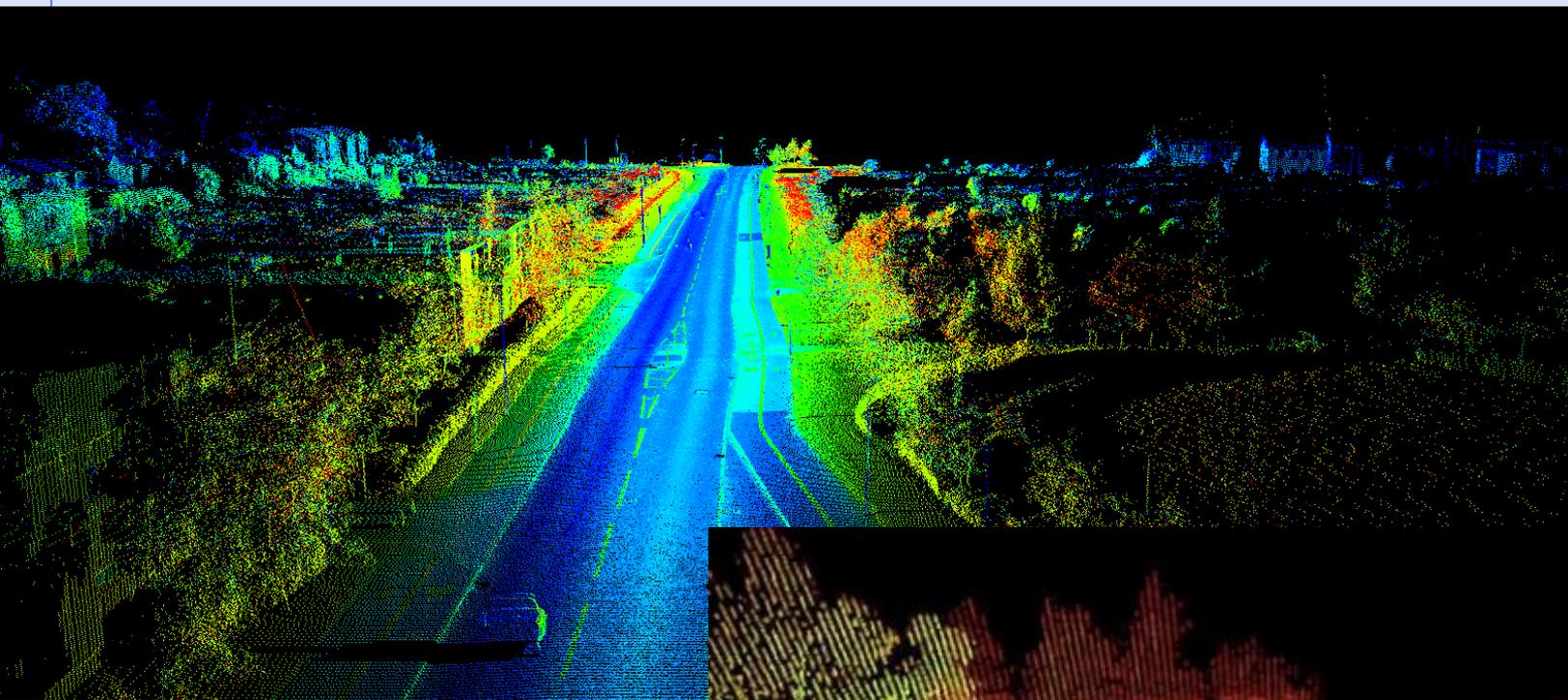
レーザー光線の眼：LIDAR(ライダー)



LIDAR(ライダー)って？

- Light Detection and Ranging
 - 光による検知と測距
 - ちなみに「レーダー」は、Radio Detection and Ranging（電波による検知と測距）
 - 機械が「見る」ためには、何かを発射して、それが帰ってくるまでの時間を測る
 - 電波：レーダー
 - 波長が長いので遠くに飛ばせるが詳しい形は分からない
 - レーザー光：ライダー
 - レーザー光は細い束に絞ることができ、詳しい形が分かる
 - 音波：ソナー、魚群探知機
 - 水の中では電磁波が伝わりにくいから

スキャンLIDARによる画像例



LIDARの役割

- 障害物検知
 - これから走っていく領域に障害物(車、人、落下物など)がないか
- 自車位置推定
 - あらかじめLIDARで作っておいた3次元点群地図と、今自車のLIDARから得られた点群データをマッチングさせて、自分の車の位置を推定する(誤差数センチ)

その他の「見る」ための機械

- カメラ

- AIによる画像認識技術の進展
- 「色」が分かる(信号の色認識には必須)
- 夜間や逆光に弱い



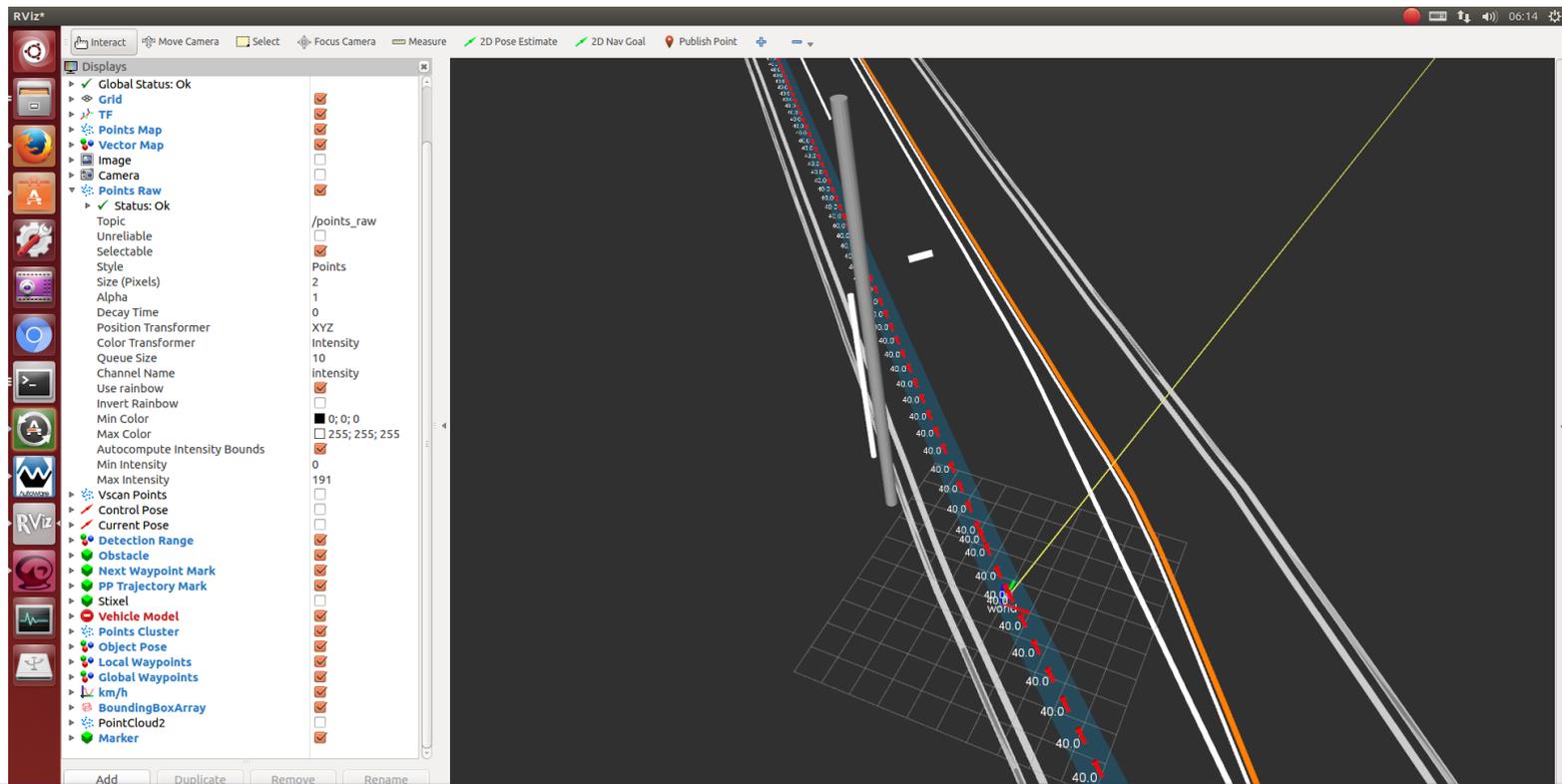
- レーダー

- ざっくりと障害物を認識するだけでよいなら LIDARより安価なレーダーで十分 (自動ブレーキなど)

これらを全てAIと機械で行う ～「判断」

判断

進もう、止まろう、曲がろう



基本的には、目的地までの経路(ナビでの探索経路)上に打った点をなぞるように走る

これらを全てAIと機械で行う ～「判断」

判断

進もう、止まろう、曲がろう

基本的には、目的地までの経路（ナビでの探索経路）上に打った点をなぞるように走るが、

- 前方に障害物が認知された場合、止まるのか、経路をそこだけ引き直してよけて通るのか
- 信号の色を認知して、進むか止まるか
- 合流したり、右折するときについてどんな速度で進むのか

これらを全てAIと機械で行う ～「操作」

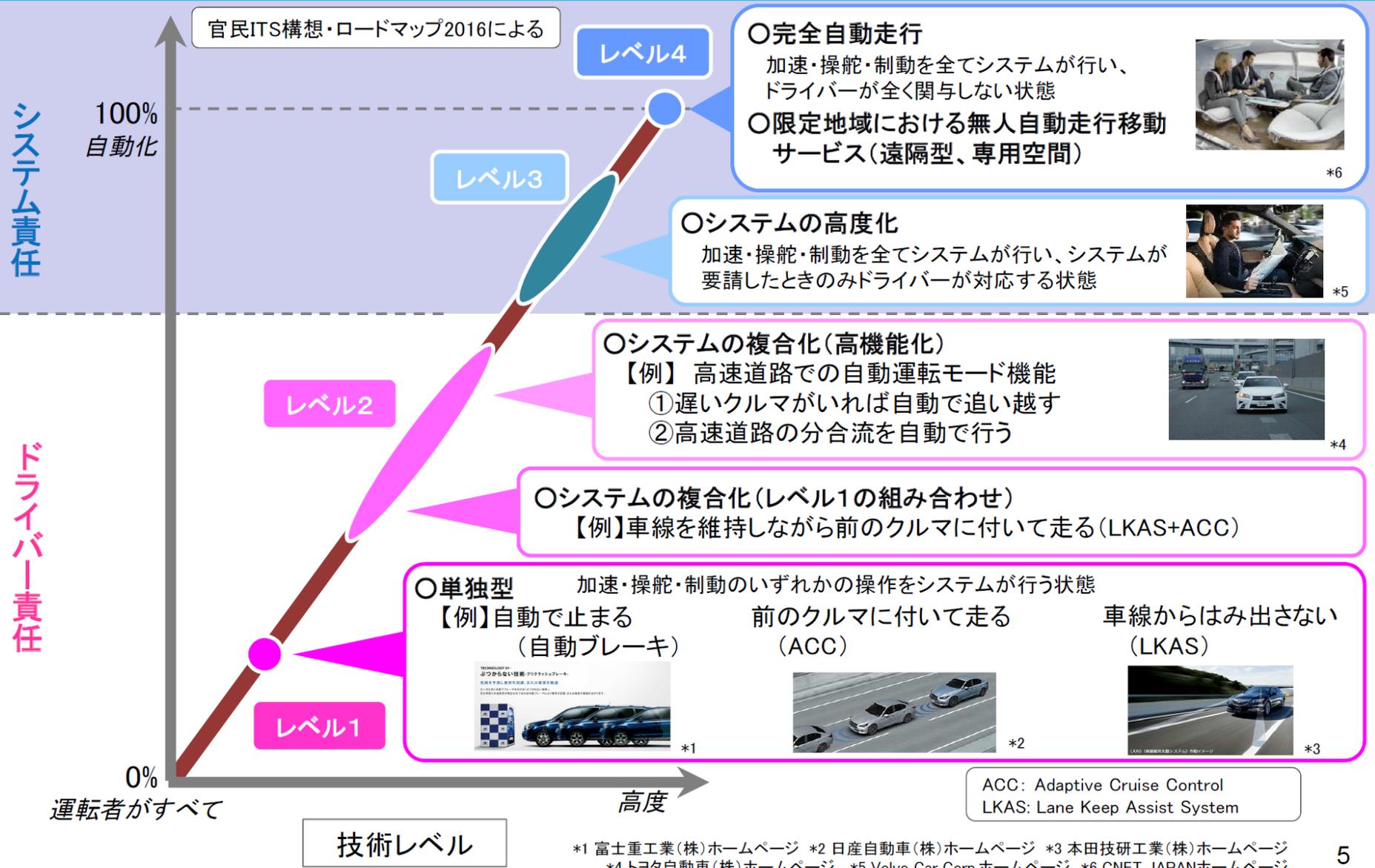
操作

アクセル、ブレーキ、ハンドル

- 「判断」から出力される、目標「速度」や「角速度」にもとづいて、車のアクセル(燃料噴射量、EVの場合は電流量など)、ブレーキ(ブレーキシューに掛ける圧力)、ハンドル(モーターで回すハンドルの角速度)を制御する



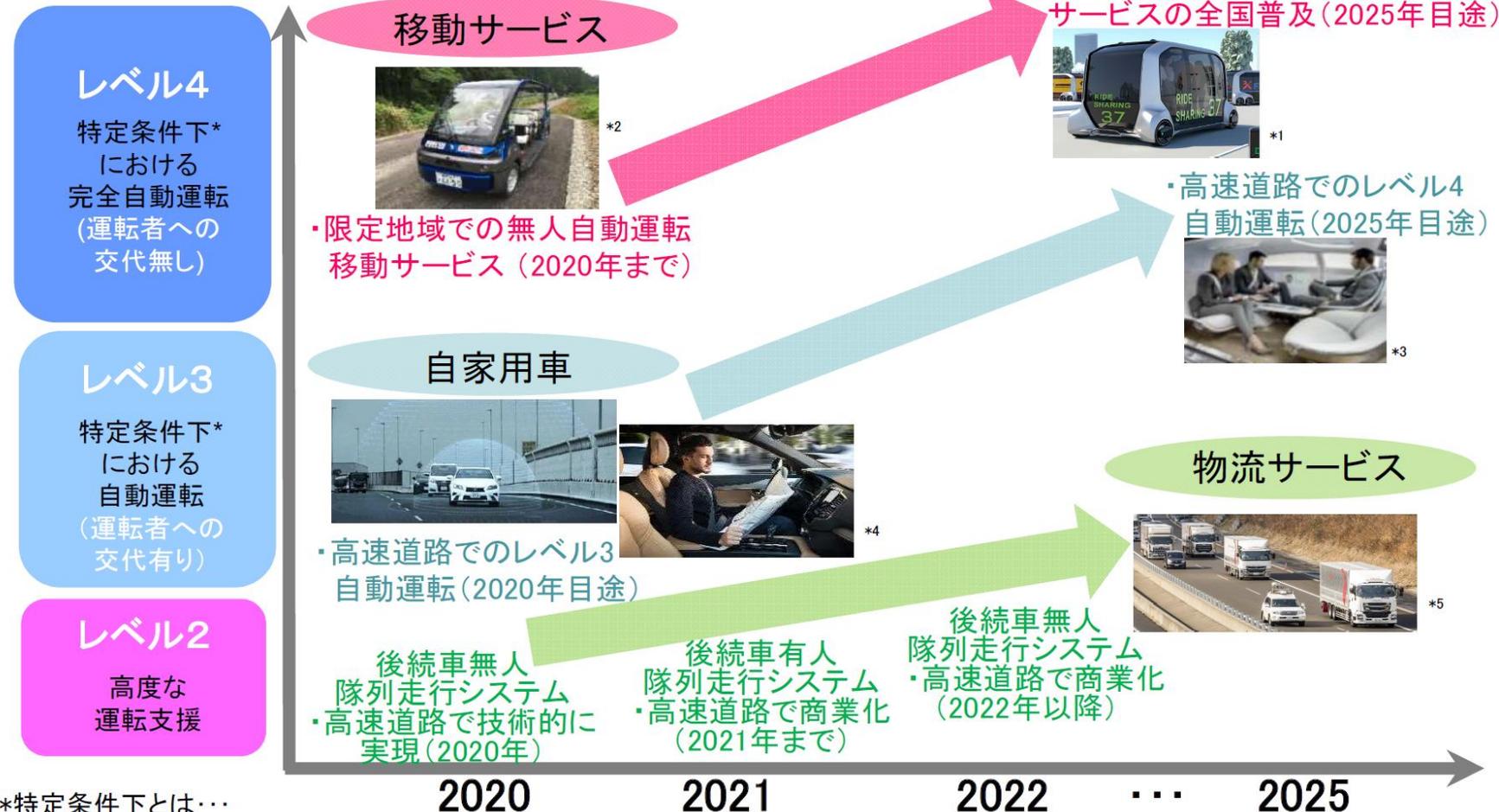
自動運転の定義(レベル分け)



*1 富士重工業(株)ホームページ *2 日産自動車(株)ホームページ *3 本田技研工業(株)ホームページ
*4 トヨタ自動車(株)ホームページ *5 Volvo Car Corp.ホームページ *6 CNET JAPANホームページ

政府目標※

※官民ITS構想・ロードマップ2019(2019.6 IT総合戦略本部(本部長 内閣総理大臣)決定)



*特定条件下とは…
場所(高速道路のみ等)、天候(晴れのみ等)、速度など自動運転が可能な条件
この条件はシステムの性能によって異なる

*1 トヨタ自動車(株)ホームページ *2 福井県永平寺町実証実験 *3 CNET JAPANホームページ
*4 Volvo Car Corp.ホームページ *5 新東名高速実証実験

- 最寄駅等と最終目的地をラストマイル自動運転で結ぶ「無人自動運転による移動サービス」を2020年に実現するという政府目標を達成するため、経産省と連携し、石川県輪島市、沖縄県北谷町、福井県永平寺町、茨城県日立市にて、実証実験を実施。
- 2018年度は、福井県永平寺町にて1名の遠隔監視・操作者が複数車両を担当する技術の検証を実施したほか、茨城県日立市にてAI技術による自動運転中の乗客移動に対する注意機能や決済システムの有効性の確認等を実施。

2018年度までの取組み

小型カートモデル



小型カート

標準
多人数対応

○ゴルフカートをベースに、乗り降りがしやすいオープン構造とし、多人数対応の仕様展開を予定。

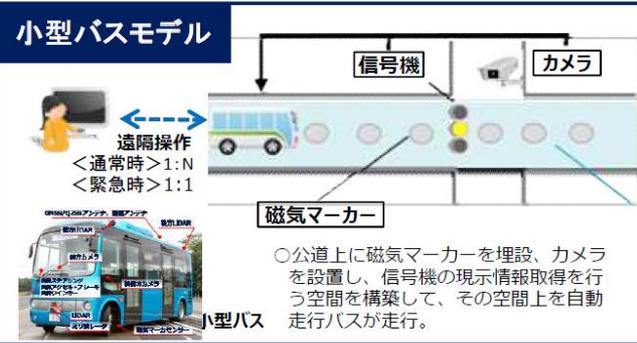
①【市街地モデル】石川県輪島市
(小型カート利用) 2017.12～



②【過疎地モデル】福井県永平寺町
(小型カート利用) 2018.4～
1:1遠隔監視・操作 2018.4～
1:2遠隔監視・操作 2018.11～



小型バスモデル



遠隔操作
<通常時>1:N
<緊急時>1:1

信号機
カメラ
磁気マーカー

○公道上に磁気マーカーを埋設、カメラを設置し、信号機の現示情報取得を行う空間を構築して、その空間上を自動走行バスが走行。

③【観光地モデル】^{ちやたん}沖縄県北谷町
(小型カート利用) 2018.2～



④【コミュニティバス】茨城県日立市
(小型バス利用) 2018.10～



2019年度取組み(予定)

- 地元の運行事業者による6カ月程度の長期の移動サービス実証を実施し、評価検証を実施。
- 中型自動運転バスの開発、実証事業者の選定(5事業者)、小型バスを用いたプレ実証を実施。

出典：自動運転の実現に向けた国土交通省の取組みについて (R1.11.13 自動車局)

- トラックのドライバー不足問題への解決策として、先頭車両のみが有人で後続車両が無人のトラックの隊列走行が期待されている。
- 2020年度に高速道路(新東名)において技術的に実現するという政府全体の目標を達成するため、2018年1月より、まずは後続車両が有人の隊列走行について、経済産業省と連携し、新東名等において実証実験を開始。
- 隊列への一般車両の割り込み、車線数減少箇所での一般車両との錯綜、登坂路での車間距離拡大等、実証実験で明らかになった課題を踏まえ、車両の技術開発を進めることとしている。

2018年度
の取組み

<上信越自動車道 藤岡JCT~更埴JCT(約120km)>

- 実施期間:2018年11月6日~11月22日 後続車有人システム
- 実証実験結果 [車間距離:約35m]
 - ・走行距離の拡大、高低差やトンネル、積載条件等の多様な条件でのCACC(※1)の技術検証を行い、実証区間の全ての勾配、カーブ、トンネルにおいてCACCの基本的な作動を維持することができた。
 - ・車両の動力性能の差により、空車状態における登坂路で、車間距離が拡大するケースや、合流部において、本線を走行する隊列の前後に合流車が合流できず、合流線に滞留するケースが見られた。

<新東名高速道路 浜松SA~遠州森町PA(約15km)>

- 実施期間:2018年12月4日~12月6日 後続車有人システム
- 実証実験結果 [車間距離:約35m]
 - ・CACCに加え、LKA(※2)を搭載した異なるトラック製造者が製造したトラックによる世界初の走行を実施し、実証区間においてCACC及びLKAについて機能を維持することができた。
 - ・白線が掠れているところは検知しにくい課題も確認された。

- 実施期間:2019年1月22日~2月26日 後続車無人システム(後続車有人状態)
- 実証実験結果 [車間距離:約10m]
 - ・他の車両の割り込みによる急制動等は起こらなかったものの、GPSによる制御からライダーによる制御への円滑な切り替えについての課題等があり、更なるシステムの改良が必要であることが確認された。

【参考:2017年度の実証実験実績】

2018年1月:新東名高速道路(浜松SA~遠州森町PA:約15km)
2018年2月:北関東自動車道(壬生PA~笠間IC:約50km)



新東名高速道路での実証実験(2019年1月)

※2019年1月に実施している公道実証の主な走行条件について



- ・最大3台で隊列を形成
- ・すべての車両にドライバーが乗車してドライバー責任で運転
- ・運転支援技術(CACC)により、アクセル・ブレーキの自動制御可能
- ・先行車トラックキングシステムにより、追従走行・車線維持・車線変更の自動制御可能

(※1)CACC(Cooperative Adaptive Cruise Control):協調型車間距離維持支援システム
通信で先行車の車両制御情報を受信し、加減速調整や車間距離を一定に保つ機能

(※2)LKA(Lane Keep Assist):車線維持支援システム
白線を検知して車線内での走行を維持できるようにステアリングを調整する機能

2019年度の取組み(予定)

- トンネル等の道路環境や多様な自然環境下での技術検証と信頼性向上を図るため、2019年6月25日から2020年2月28日までの間、新東名高速道路(浜松いなさIC~長泉沼津IC(約140km))において公道実証を実施。

2. 無人自動運転サービスの実現及び普及に向けたロードマップ^⑥

- OEM/サービス事業者へのヒアリングにて実証状況や今後のサービス実現時期の見込みを明らかにし、「無人自動運転サービスの実現・普及に向けたロードマップ」として落とし込んだ。

走行環境の類型	サービス形態	2019年度末まで	短期 (2020年度～2022年度頃まで)	中期 (2023年度～2025年度頃まで)	長期 (2026年度頃以降)	
A 【参考】 閉鎖空間 (工場・空港・港湾 等の敷地内等)	低速/中速	<ul style="list-style-type: none"> 敷地内移動・輸送サービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 数カ所の工場・空港等において、小型カートやバス等による技術実証(門真市(実運用中)、羽田・中部空港等) 	<ul style="list-style-type: none"> 数カ所の工場等で遠隔監視のみの自動運転サービスを開始、徐々に対象を拡大 1:Nの遠隔監視を実施 	<p>遠隔監視のみ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年度目途に十カ所以上の工場等で遠隔監視のみの自動運転サービスが普及 遠隔監視におけるN数を増加 	
	限定空間 (廃線跡・BRT専用 区間等)	低速	<ul style="list-style-type: none"> 小型モビリティ移動サービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 廃線跡での小型カートによる長期実証(永平寺) 1:Nの遠隔操作・監視を実施 	<p>遠隔操作及び監視</p> <ul style="list-style-type: none"> 1カ所程度で遠隔操作及び監視有の自動運転サービスを開始し、徐々に対象を拡大 1:Nの遠隔操作及び監視を実施 	<p>遠隔監視のみ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年度目途に十カ所以上遠隔監視のみの自動運転サービスが普及 遠隔監視におけるN数を増加
B	中速	<ul style="list-style-type: none"> BRT、シャトルバスサービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 数カ所において、バスによる技術実証(ひたちBRT、気仙沼線BRT等) 	<p>車内保安運転手有 (常時又はTOR対応のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1カ所程度の専用道区間で車内保安運転手有(TOR対応のみ)による自動運転サービスを開始 その他区間ではTOR対応以外も行う車内保安運転手有で運用 	<p>遠隔監視のみ又は車内乗務員のみ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年度目途に十カ所以上で遠隔監視のみ又は車内乗務員のみによる自動運転サービスが普及 遠隔監視の場合、1:Nの遠隔監視を実施 車内乗務員の場合、車内サービスを提供 	
	自動車 専用空間 (高速道路・ 自動車専用道)	高速	<ul style="list-style-type: none"> トラック幹線輸送サービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 後続車有人隊列走行、後続車無人システムの技術実証(新東名等) 	<p>車内保安運転手有(常時又はTOR対応のみ)による隊列走行</p> <ul style="list-style-type: none"> 2021年度、車内保安運転手有での有人隊列走行を商業化。以降、発展型として車内保安運転手有(TOR対応のみ)での有人隊列走行の開発・商業化。併せて、後続車無人隊列走行の商業化を推進 路車間通信等インフラとの連携、トラックの運行管理の推進 	<p>車内乗務員のみ(一部無人)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年度以降に商業化 車内乗務員は乗車するが、隊列形成時には一部無人も
C	交通環境 整備空間 (幹線道路等)	中速	<ul style="list-style-type: none"> 都市エリアタクシーサービス 基幹バスサービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 数カ所において、タクシー、バスによる技術実証(お台場、みなとみらい、北九州空港周辺等) 	<p>車内保安運転手有(常時又はTOR対応のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 車内保安運転手有(常時)の自動運転サービスを開始し、一部は車内保安運転手有(TOR対応のみ)の自動運転サービスへと移行 1エリア当たりの車両数を数台～十台以上の規模に拡大 	<p>遠隔監視のみ又は車内乗務員のみ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年度目途に遠隔監視のみ又は車内乗務員のみによる自動運転サービスを数カ所開始 1:N遠隔監視を実施 車内乗務員の場合、車内サービスを提供
	混在空間 (生活道路等)	低速	<ul style="list-style-type: none"> 小型モビリティ移動サービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 数カ所において、自動運転実証を実施(北谷町、道の駅実証等) 	<p>遠隔操作及び監視</p> <ul style="list-style-type: none"> 1カ所程度で遠隔操作及び監視有の自動運転サービスを開始し、徐々に対象を拡大 1:Nの遠隔操作及び監視を実施 	<p>遠隔監視のみ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年度目途に十カ所以上で遠隔監視のみの自動運転サービスが普及 遠隔監視におけるN数を増加
D	E	中速	<ul style="list-style-type: none"> ラストマイルタクシーサービス フィーダーバスサービス 	<p>(実証実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> 数カ所において、バス等による実証実験を実施(地方都市等) 	<p>車内保安運転手有(常時又はTOR対応のみ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 車内運転手有の運転サービスを開始し、一部は車内保安運転手有(TOR対応のみ)の自動運転サービスに移行 1エリア当たりの車両数を数台～十台以上の規模に拡大 	<p>遠隔監視のみ又は車内乗務員のみ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2026年度以降に遠隔監視のみ又は車内乗務員のみによる自動運転サービスを開始し、徐々に対象を拡大

注1：当該ロードマップは、事業者からのヒアリング結果を参考として作成。

実現に向けた環境整備については、今後の技術開発等を踏まえて、各都道府県において適切な時期や在り方について検討し、実施する。

注2：サービス開始とは、一定の収入(乗客からの運賃収入に限らず、自治体・民間企業等による間接的な費用負担も含む。)を得て継続的に輸送等の事業を行うことを言う。

注3：各類型における無人自動運転サービスの実現時期は、実際の走行環境における天候や交通量の多寡など様々な条件によって異なると認識。

無人自動運転サービス実現の早期化及びサービスエリア拡大に向けた対策の例

- ①地域住民との協力や合意形成(自動運転車の走行への配慮)
- ②交差点・乗降所等におけるインフラとの連携(信号情報の提供、専用発着場の整備等)
- ③遠隔監視のみの自動運転サービスが難しい交差点・乗降所等の一部区間における遠隔運転手有の自動運転サービスとの組み合わせ

による走行環境整備

交通結節点をとりにくごき

▼ Societ5.0とスマートシティ

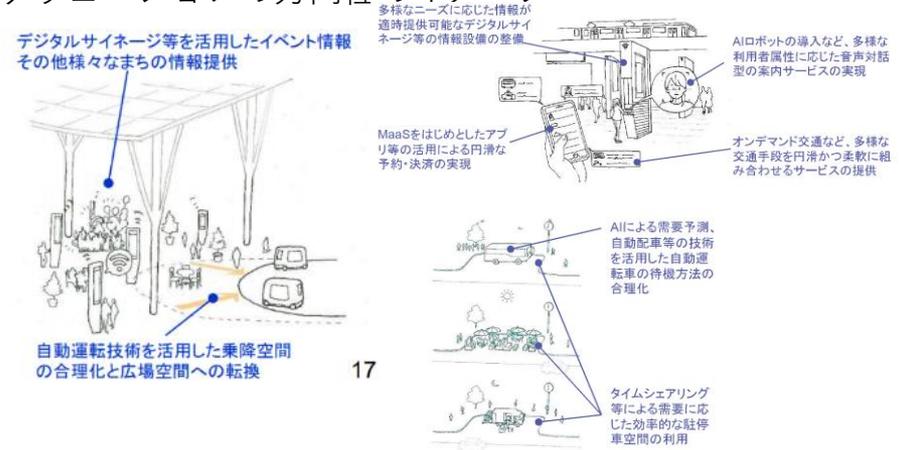
- ・都市・地域におけるインフラデータをはじめ、官様々
なデータを収集・見える化
- ・「個別分野特定型」から「分野横断型」の取り組みへ



出典：国土交通省におけるスマートシティの取組 (国土交通省)

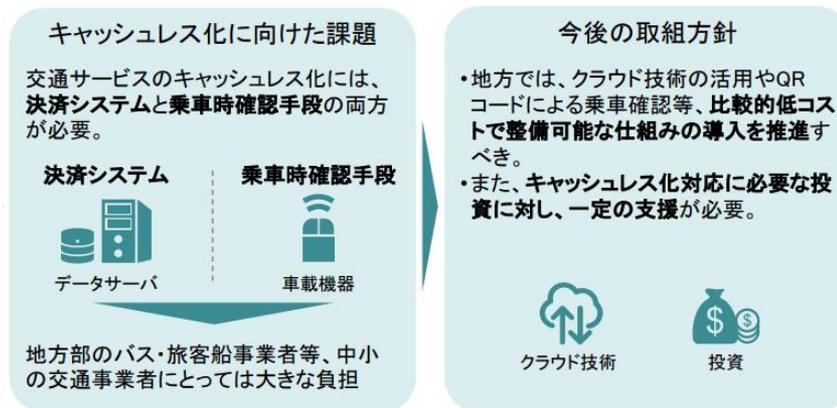
▼ 自動運転技術等の活用による交通結節点の将来像

「人」「まちづくり」「のりもの」に対するソリューションの方向性のイメージ



出典：平成30年度第2回都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会会議資料 (国土交通省)

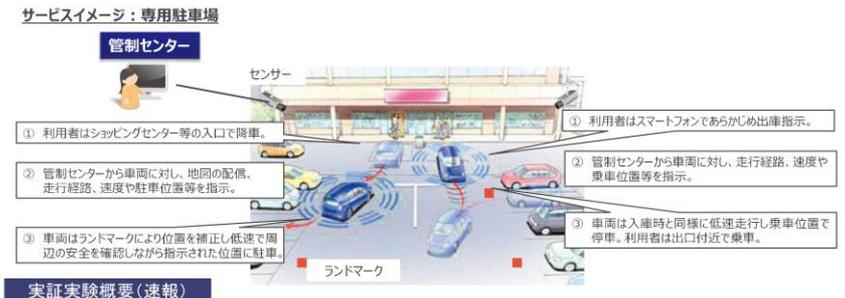
▼ 日本版MaaS実現のための運賃・料金の柔軟化、キャッシュレス化に向けた方針検討



出典：都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会 中間とりまとめ (案) 概要 (国土交通省)

▼ 自動バレーパーキング：国土交通省

※自動バレーパーキング機能とは、「自動駐車」機能のことであり、例えば、店舗の入り口でドライバーが降車し、その後店舗の専用駐車場内は車両が無人で走行し、空いているスペースに自動で駐車することが可能となるシステムのことを言う。



新大阪駅へのインプリケーション(1)

- マイカー駐車場の需要は減
- SAV (Shared Autonomous Vehicles) にも待機場所は必要
- 路線バスは小型化・高頻度化
- 高速バス(京都、神戸、山陰、和歌山、淡路・四国など)の需要は増

新大阪駅へのインプリケーション(2)

- リニア中央新幹線・北陸新幹線・東海道山陽新幹線と結節するバスターミナルは重要
 - 一カ所への集約と自専道への直結が必要
- レベル5完全自動運転車の実現時期は見通せず、当面は手動運転マイカー・タクシーが残るので、一般駐車場は確保しておき、次第にSAVの待機場場に振り替えていく方向か