



# 自動運転の雇用・労働への影響

2019.4.24

教授 須田義大

東京大学

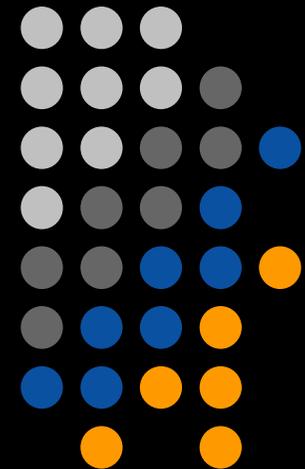
モビリティ・イノベーション連携研究機構長 (UTmobl)

生産技術研究所

次世代モビリティ研究センター (ITSセンター)

大学院・工学系・機械工学専攻

大学院・情報学環・先端表現情報学コース



東京大学  
生産技術研究所  
Institute of Industrial Science,  
The University of Tokyo

ドライビングシミュレータ



安全・安心、エコ、快適な交通システムの研究を行っています

高度道路交通システム (ITS)、安全な自動車の開発、ドライバーの行動分析のための運転模擬装置があります。



鉄道・ライトレール (LRT)

# 東京大学 生産技術研究所 須田研究室

カーブのスピードアップを実現した「操舵台車」や快適なシートアレンジなどの研究開発を行いました。千葉実験所には試験線もあります。

千葉実験所にはITS R&R 実験フィールドがあります



自動車・ITS

次世代モビリティとして、自動運転・省エネ型交通システム・PMVを提案しています。



自動運転・エコライド・PMV



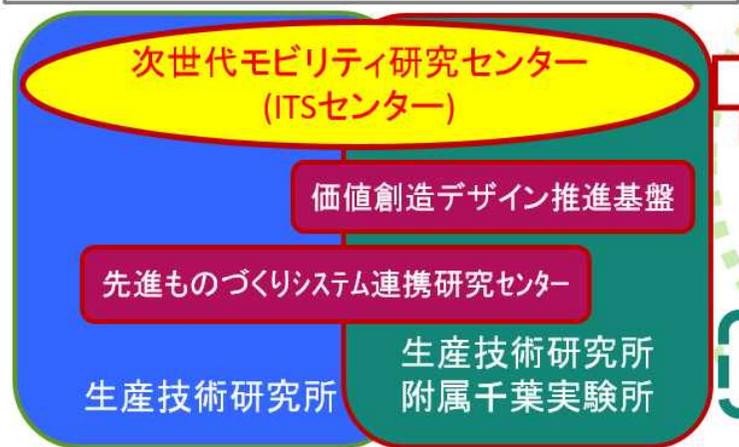
# 東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構 (UTmobl) 発足 2018.7.1

## モビリティ・イノベーション連携研究機構

異分野融合・産官学連携によるモビリティ研究に10年以上の実績のあるITSセンターを中心に、近年、活性化が進む価値創造デザイン、先進ものづくりの取組みとも連携し、技術の社会実装を目指す工学的研究拠点

**3部局連携で基礎研究推進**  
(1) イノベーションのデザイン  
(2) ビッグデータ解析  
(3) Human-Machine Interface

基礎科学や環境学などの研究系を有する学融合による新学問領域の創成拠点。その中で、インホイールモータ技術や小型移動体実装研究などの独自の取組み経験を持つ



**柏地区で産官学連携**  
(1) 駅シャトルバス・自動運転実証実験と実用化・実装  
(2) 情報センターモデル実装  
(3) 新しい移動体の性能評価

新領域創成科学研究科

文理融合  
法・経・政策・教育・心理との連携



空間的要因の典型要素である移動に関わるデータ収集・管理やその解析・公開などにも実績のある共同利用・共同研究拠点

空間情報科学研究センター(CSIS)

● 柏地区の経験を踏まえ、モビリティ・イノベーションの **国内外の推進** (国内大学間の推進連絡会, 国際連携)

● モビリティ・イノベーションを担う **若手人材育成と社会還元活動** (アイデアソン・ハッカソンの実施)

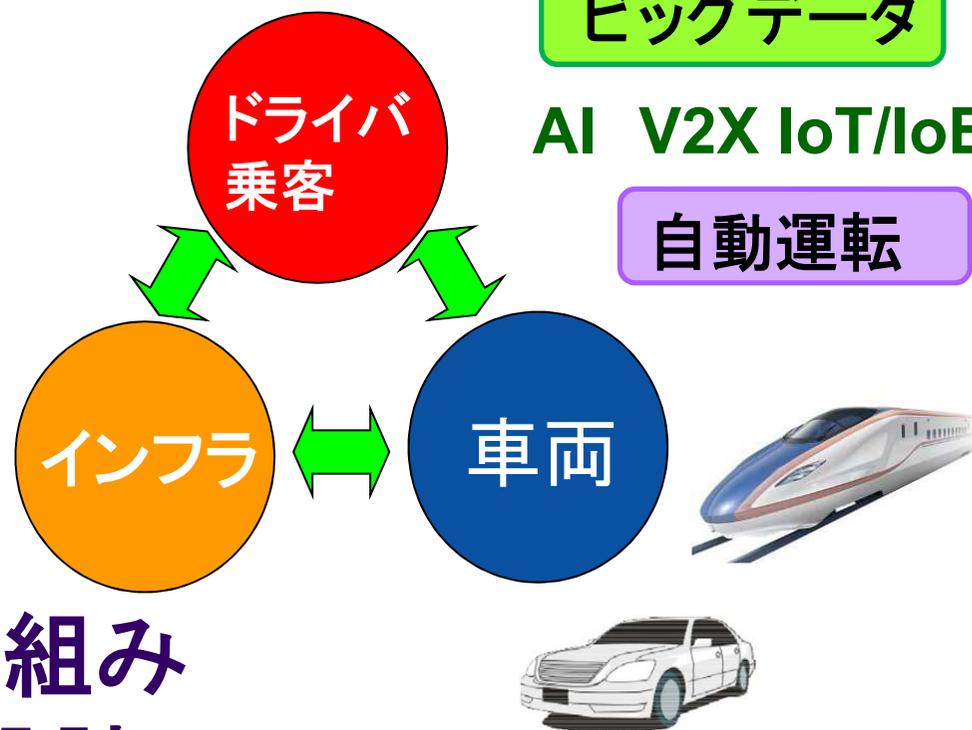
モビリティ・イノベーションに資する知の体系化と地域社会実装の推進  
学の連携・融合により学術研究の単なる社会還元を超えた実社会と真に連携した学術研究モデルの創出



# サステイナブルな交通システム Sustainable Transportation

- 省エネルギー・低環境負荷
- 安全・安心
- 快適・健康
- 防災・街づくり
- 海外展開

融合・総合的な取り組み  
社会受容性 制度設計



ITS: Intelligent Transport System 高度道路交通システム

# サステイナブル・モビリティの実現方策



- 次世代自動車によるITS
  - ASV V2X 自動運転
- EVとパーソナルモビリティ
- 公共交通
  - BRT、LRT、エコライドなどの活用

まちづくり、社会システム、ライフスタイルの視点



防災・異常時対応の視点





# 道路交通における自動運転

- 実装化への課題
  - 技術開発
    - センサー
    - AI アルゴリズム
    - 安全性・信頼性向上
    - コストダウン
  - 制度整備
  - 社会受容性の醸成
- エコシステムの確立が重要





## 自動運転におけるビジネスエコシステム

エコシステム：本来は「生態系」の意味。経済やIT業界において、複数の企業や登場人物、モノが有機的に結びつき、循環しながら広く共存共栄していく仕組み



これらのすべてのパートナーがコミットできるような社会受容性を確保したエコシステムが求められている

エコシステムを考慮した自動運転の受容性評価

# 自動車産業の変革 CASE と MaaS



- 自動車産業と CASE
  - Connected 繋がるクルマ
  - Autonomous 自動運転
  - Share & Service シェア・サービス
  - Electric 電動化
- 交通システム モビリティ・サービス
  - Mobility as a Service 公共交通とのマージ

自動運転 AI IoT ビッグデータ Society 5.0 SDGs

モビリティ革命がはじまった



# 遠隔監視・操作型 レベル4相当 自動運転 無人走行 公道実証実験 2018. 2. 25 羽田空港整備場地区



L4相当 遠隔監視・操作型 無人運転公道実証実験  
警察庁 道路使用許可による公道実証実験策定

先進モビリティ株式会社 2014.6. 19設立 (東大・生研発ベンチャーとして発足)

SBDライブ株式会社 2016.4. 1設立

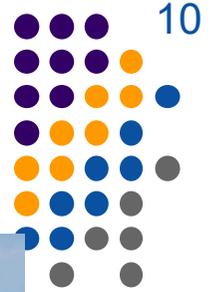
(ソフトバンクと先進モビリティの合併会社として発足)



# 国土交通省道路局 道の駅自動運転 出発式 2017.12.10 北海道大樹町



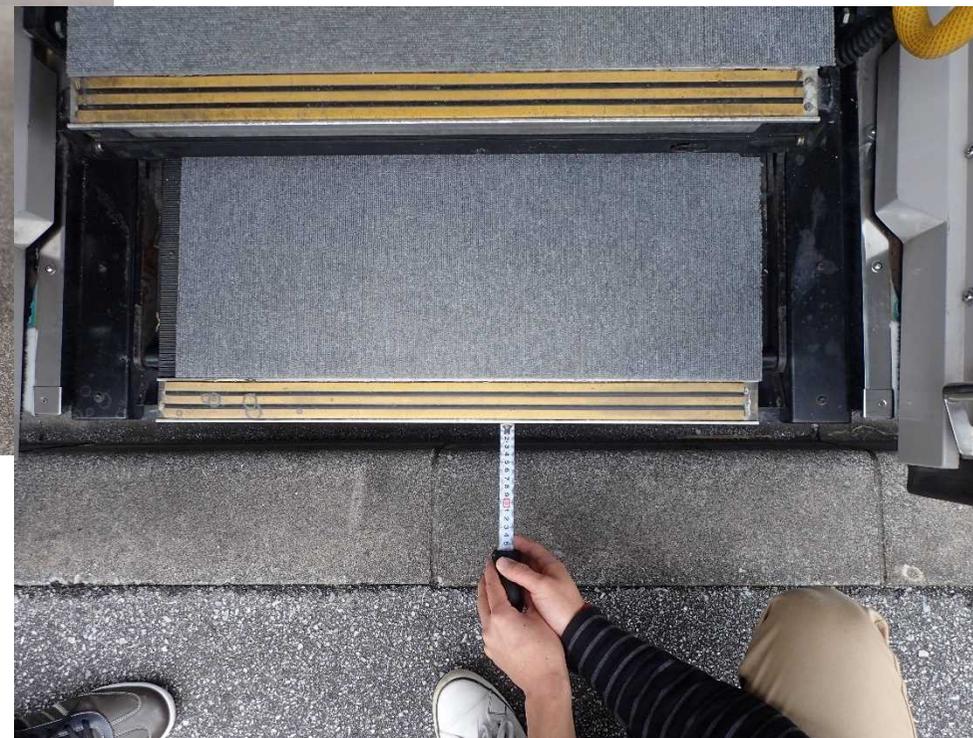
# 国土交通省道路局 道の駅自動運転 2017.12.10 北海道大樹町



## 積雪路面上の自動走行



# 正着制御 公道実証実験



正着制御 精度  
4cm ± 2cm

# 平成25年(2013年)5月17日 安倍総理「成長戦略第2弾スピーチ」 (日本アカデミア)



- (先端実証「規制ゼロ」)  
車が自動で走る時代が来る。夢のような壮大な実験が、今、アメリカで進んでいます。一企業であるグーグルが、特別な申請を行い、走行実験が認められています。
- アメリカでできて、日本にできないことはないはず。日本においても、公道における自動走行の実証実験を進めていきます。

**NEDO 隊列走行・自動運転プロジェクトの成功  
Googleカー**

# 大型トラックの自動運転・隊列走行 NEDOプロジェクト 2008-2013



車間距離 4m 4台 自動走行(80km/h)  
テストコースでの実験(隊列 および CACC)  
未開業高速道路での実証実験  
専用道での長期耐久試験(一部機能のみ)

NEDO (経済産業省) エネルギーITSプロジェクト  
自動運転・隊列走行の開発 (JARI・東大ほか)

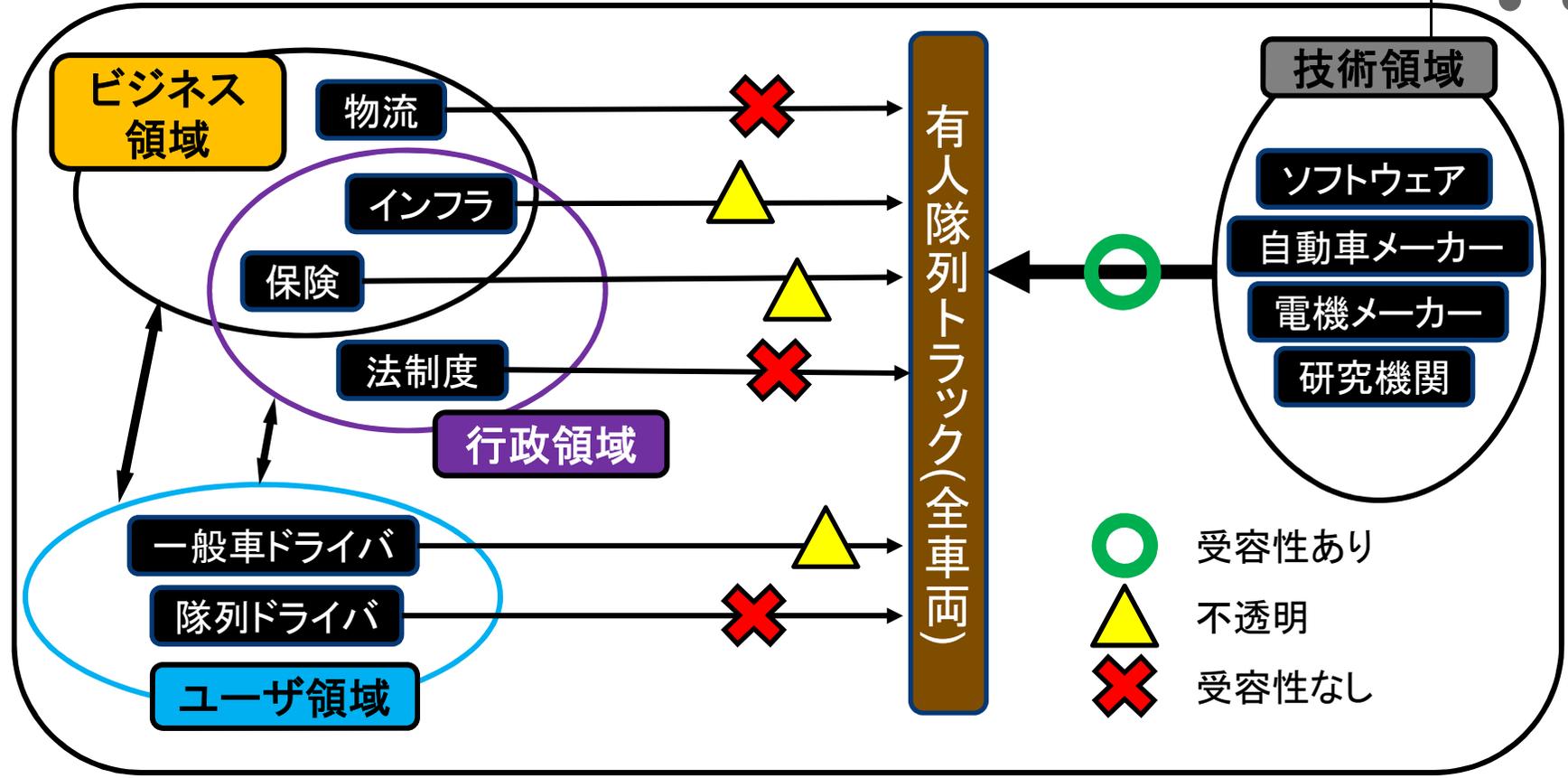


# 物流への適用のメリット

- 社会的ニーズ
  - トラックドライバーの不足
  - 省エネ
- 技術的な視点
  - 隊列走行・後続車両無人システム
- エコシステムの構築



# Energy ITS 自動運転・隊列走行プロジェクトに関する エコシステム



技術面のイノベーションのみでは、実用化に至らない

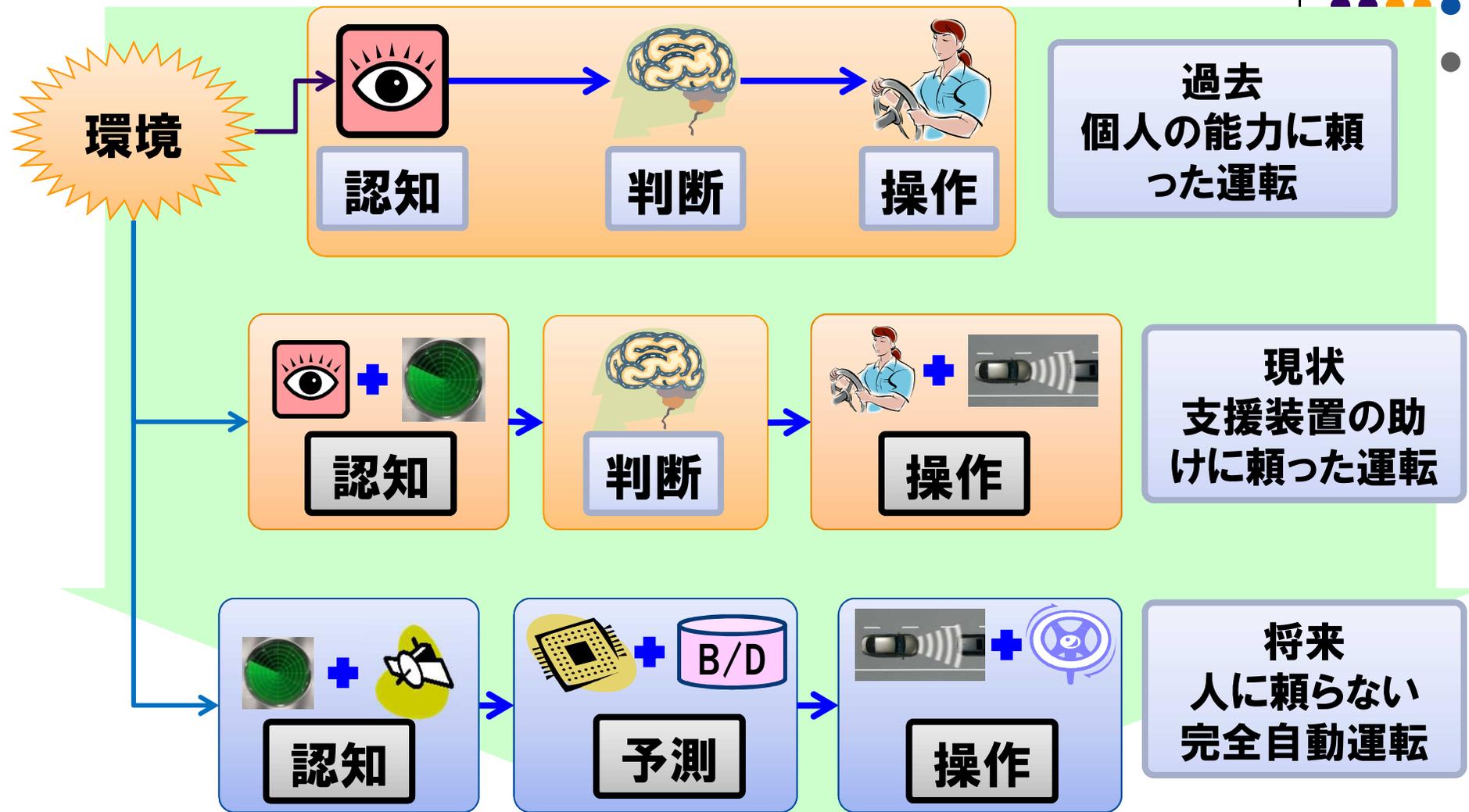
**プロジェクトを成功させるためには、すべてのパートナーのコミットが必要**



# 2014. 6.17

## 読売新聞 取材記事

- 5段階自動運転レベルの定義
- 無人走行を目指すべき
- 地域限定のバス・トラックから実装化
- 高齢ドライバー対策
- 社会受容性と産官学連携が重要



運転者の関与がなくなる運行およびその過程では大きな社会的  
変革が生じる可能性がある



# 自動運転の目的

- 安全性の向上
- ドライバーの負荷を低減して快適性を向上
- 省エネ運転が容易となり燃費向上
- 交通容量の増加が実現すれば渋滞緩和
- 環境低負荷
- 高齢者をはじめとする交通弱者にとっても運転の自動化
- 交通体系進化による社会の生産性向上に貢献
- モビリティ社会を大きく変革



# 自動運転によるモビリティ社会の変革

- 現行法制度における展開
  - 高度安全運転支援による交通事故死ゼロへ
  - 渋滞解消効率化
  - ART 自動運転バスによる公共交通の進化
  - 駐車場、専用道路、特区(離島など)における実証
- 制度改革に伴う社会の変革 (レベル4)
  - 自動運転限定免許による高齢ドライバー支援
  - 小型モビリティ・PMV・低速車両への適用
  - 無人タクシー・無人物流システム
- 都市構造・社会システム(PL制度、保険制度など)の変革・新産業の創出

# 自動運転を取り巻く政府の取組の進展

## 2015年から2019年にかけて急激な進展

- 内閣官房 IT総合戦略室  
官民ITS構想・ロードマップ 2015年より毎年改定
  - 2020年までの高速道路での自動走行及び限定地域での無人自動走行サービスの実現に向けて
  - 制度整備大綱制定 2018
- 内閣府
  - SIP 自動走行システム 2013-2019
  - SIP 自動運転(システムとサービスの実用化) 2018-
- 経済産業省・国土交通省(自動車局) 自動走行ビジネス検討会 2015-
  - 研究開発から実用化ビジネス
- 警察庁 自動走行の制度的課題等に関する調査検討委員会など 2015-
  - レベル3.4の公道実証実験ガイドラインの制定
  - 遠隔監視・操作による無人自動走行サービス実証実験ガイドライン
  - レベル3に向けた道路交通法改正案(2019)
- 国土交通省(自動車局) ASV6期 2016-
  - 自動運転の技術基準検討 車両保安基準 道路運送車両法の改正へ(2019)
- 国交省 自動運転戦略本部 2016-
  - 道の駅・オールドニュータウンを拠点とする自動運転サービス実証



# 2015 東京モーターショー 自動車工業会 自動運転ビジョン発表



## 運転支援技術の高度化

JAMA

一般社団法人 日本自動車工業会

### 運転支援システム(例)

#### 衝突被害軽減ブレーキ



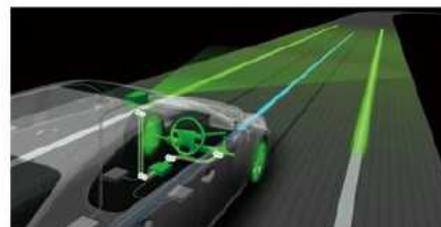
#### 速度/車間距離支援



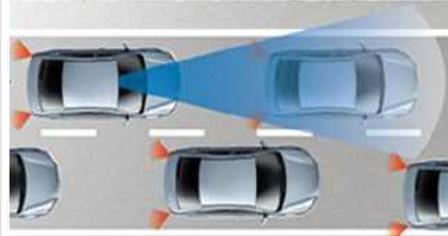
#### 車線維持支援



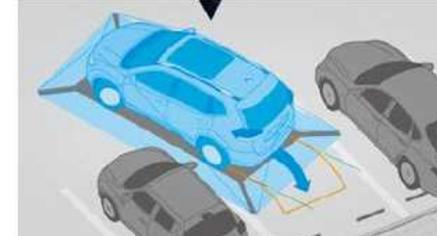
#### 速度/車間/車線維持支援



#### 低速/渋滞追従



#### 駐車支援



(C) Copyright Japan Automobile Manufacturers Association, Inc., All rights reserved.

# 内閣府 省庁横断戦略的イノベーション創造プログラム

## SIP 自動走行 ロードマップ 2017改定



		<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">🚗 実用化</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 20px;">🚗 計画</span>	
完全運転 自動化	SAE レベル5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内※ではない）</li> <li>・作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない</li> </ul>	
高度運転 自動化	SAE レベル4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内※）</li> <li>・作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない</li> </ul>	2025年目途※ <sup>2</sup> 
条件付運転 自動化	SAE レベル3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内※）</li> <li>・作動継続が困難な場合の運転者は、システムの介入要求等に対して、適切に応答することが期待される</li> </ul>	2020年目途※ <sup>2</sup> 
部分運転 自動化	SAE レベル2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムが前後・左右の両方の車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施</li> </ul>	2017年 
運転支援	SAE レベル1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムが前後・左右のいずれかの車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施</li> </ul>	
運転自動化 なし	SAE レベル0	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転者が全ての運転タスクを実施</li> </ul>	

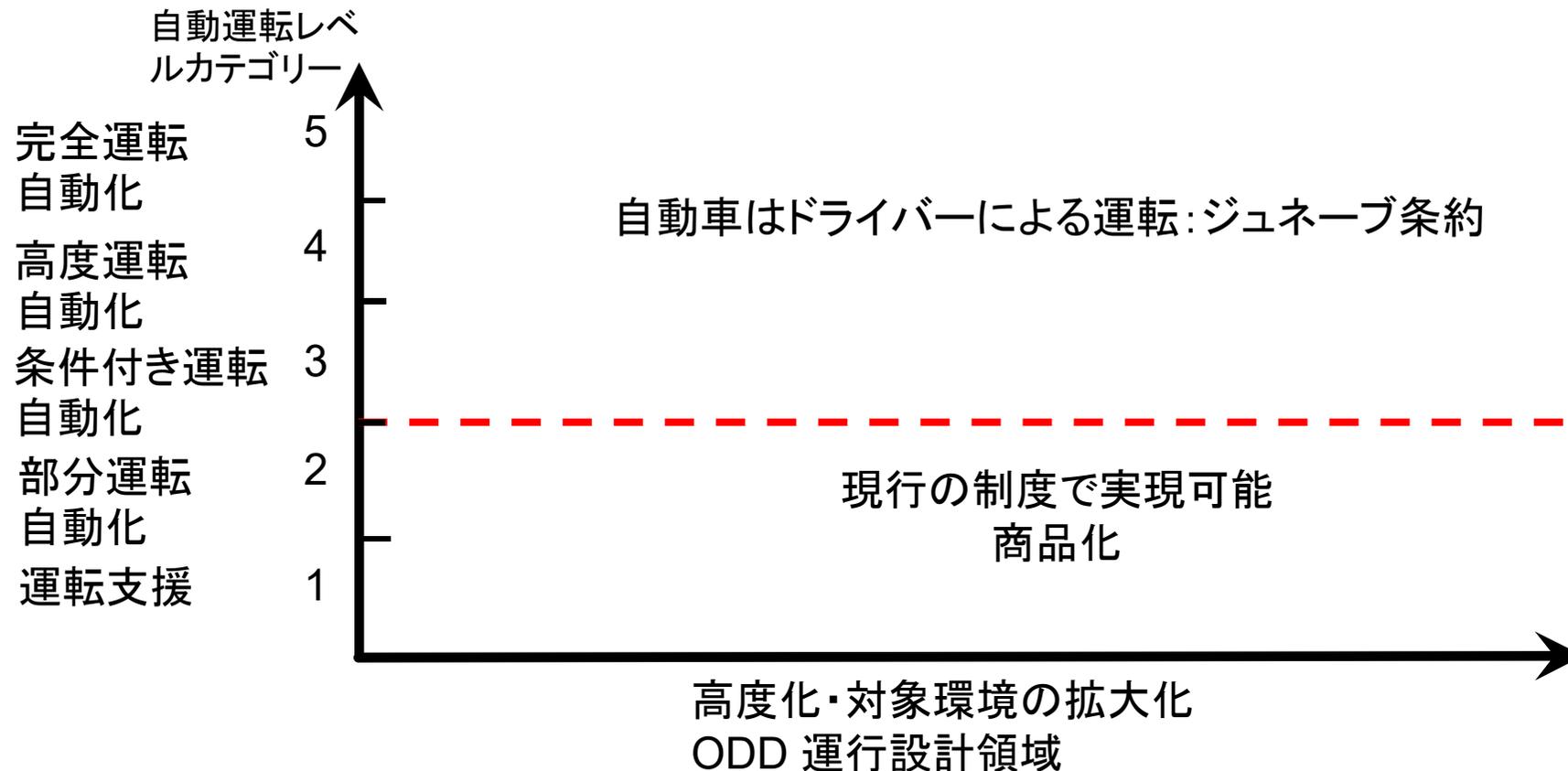
自動運転レベルは道路環境に応じて変化

※ ここでの「領域」は、必ずしも地理的な領域に限らず、環境、交通状況、速度、時間的な条件などを含む。

※ 2 民間企業による市場化が可能となるよう、政府が目指すべき努力目標の時期として設定。

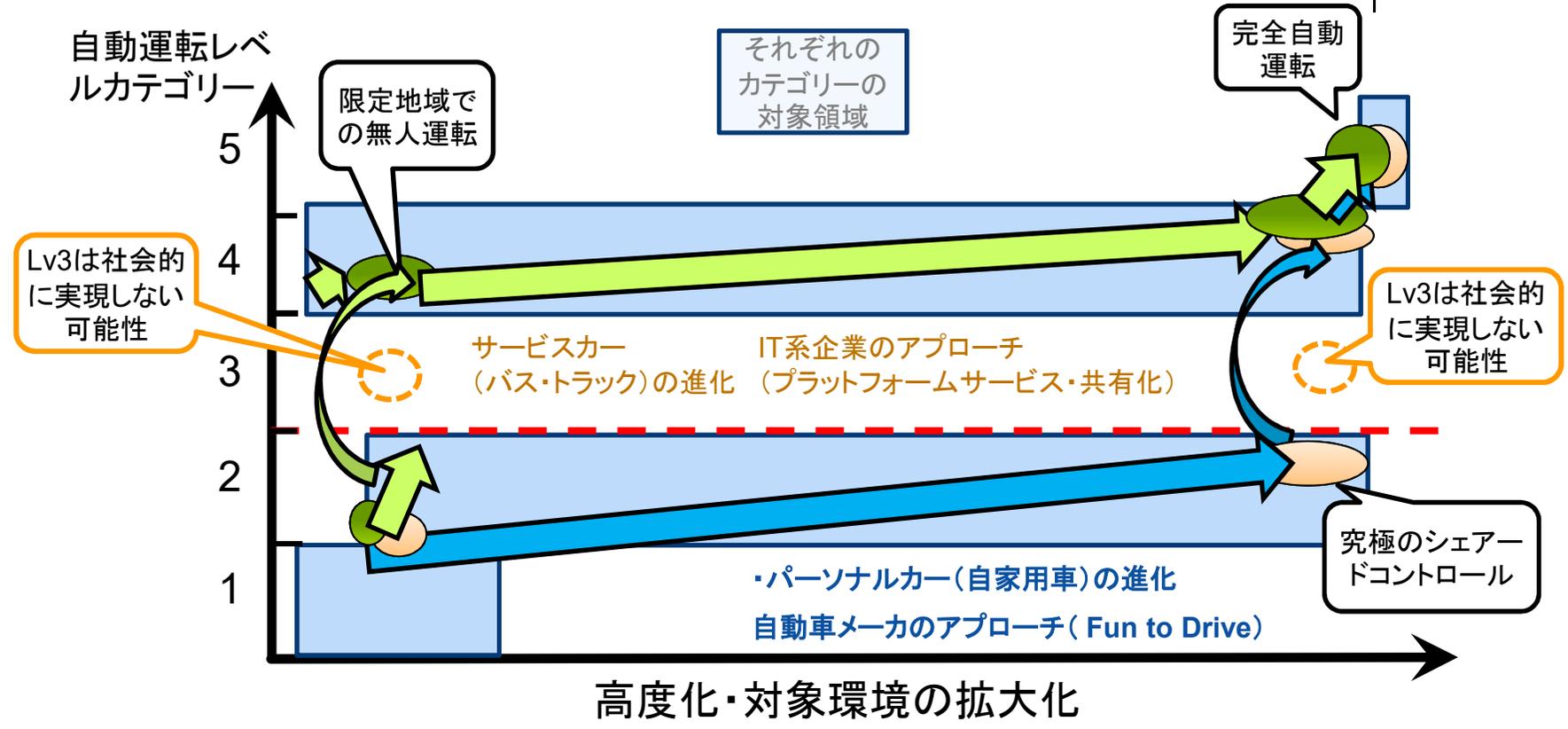


# 自動運転：進展のシナリオ



原典：SIP自動運転・ITSセンター業務報告書 [http://www.sip-adus.jp/wp/wp-content/uploads/cao\\_2016\\_cao1-11\\_01.pdf](http://www.sip-adus.jp/wp/wp-content/uploads/cao_2016_cao1-11_01.pdf)

# 自動運転：進展のシナリオ …Lv2とLv4に二極化して進展



原典: SIP自動運転・ITSセンター業務報告書 [http://www.sip-adus.jp/wp/wp-content/uploads/cao\\_2016\\_cao1-11\\_01.pdf](http://www.sip-adus.jp/wp/wp-content/uploads/cao_2016_cao1-11_01.pdf)





内閣府資料より抜粋  
第2期SIP



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

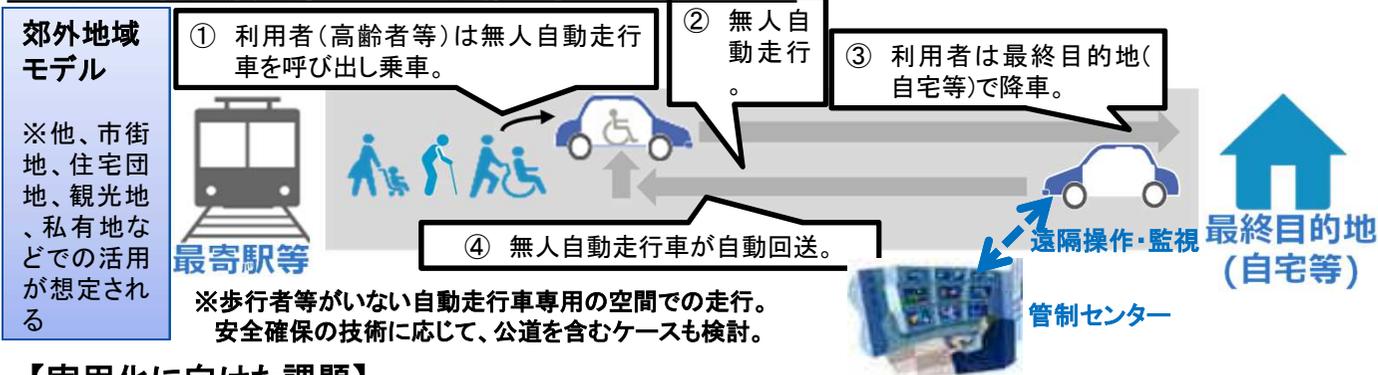


# 社会実装に向けた実証事業

経済産業省・国土交通省自動走行ビジネス検討会



## <無人自動走行による移動サービス>



車両イメージ



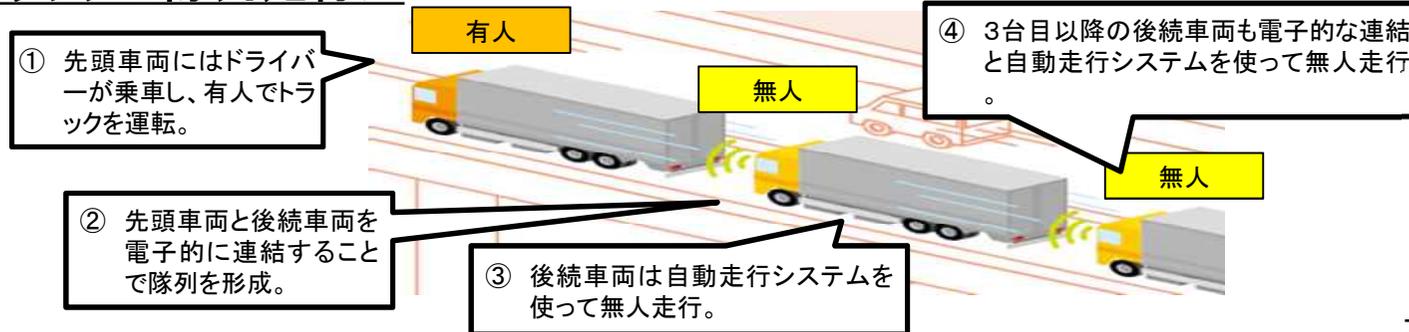
小型カート

小型バス

### 【実用化に向けた課題】

- 事業モデルの明確化:ビジネスとして成立する運行形態、車両内に運転者がいない車両と他の車両や歩行者が共存できる仕組みの検討等
- 技術開発及び実証(技術的な課題の解決):車両内に運転者がいなくても安全に走行するため技術開発等
- 制度及び事業環境の検討:車両内に運転者がいない自動走行に関する制度的取扱いの関係省庁と連携した検討等

## <トラックの隊列走行>



車両イメージ



(日野自動車提供)

大型25トンカーゴ型トラック

### 【実用化に向けた課題】

- 事業モデルの明確化:隊列を組んだ長い車群が走行できる場所、ビジネスとして成立する隊列の運行形態の検討等
- 技術開発及び実証(技術的な課題の解決):後続無人の隊列走行実現に必要な電子牽引システムや高度なブレーキシステムの開発等
- 制度及び事業環境の検討:隊列走行の実現に必要な技術に関する制度的取扱いの関係省庁と連携した検討等

# レベル4(相当)地域限定無人自動 運転サービスの特徴

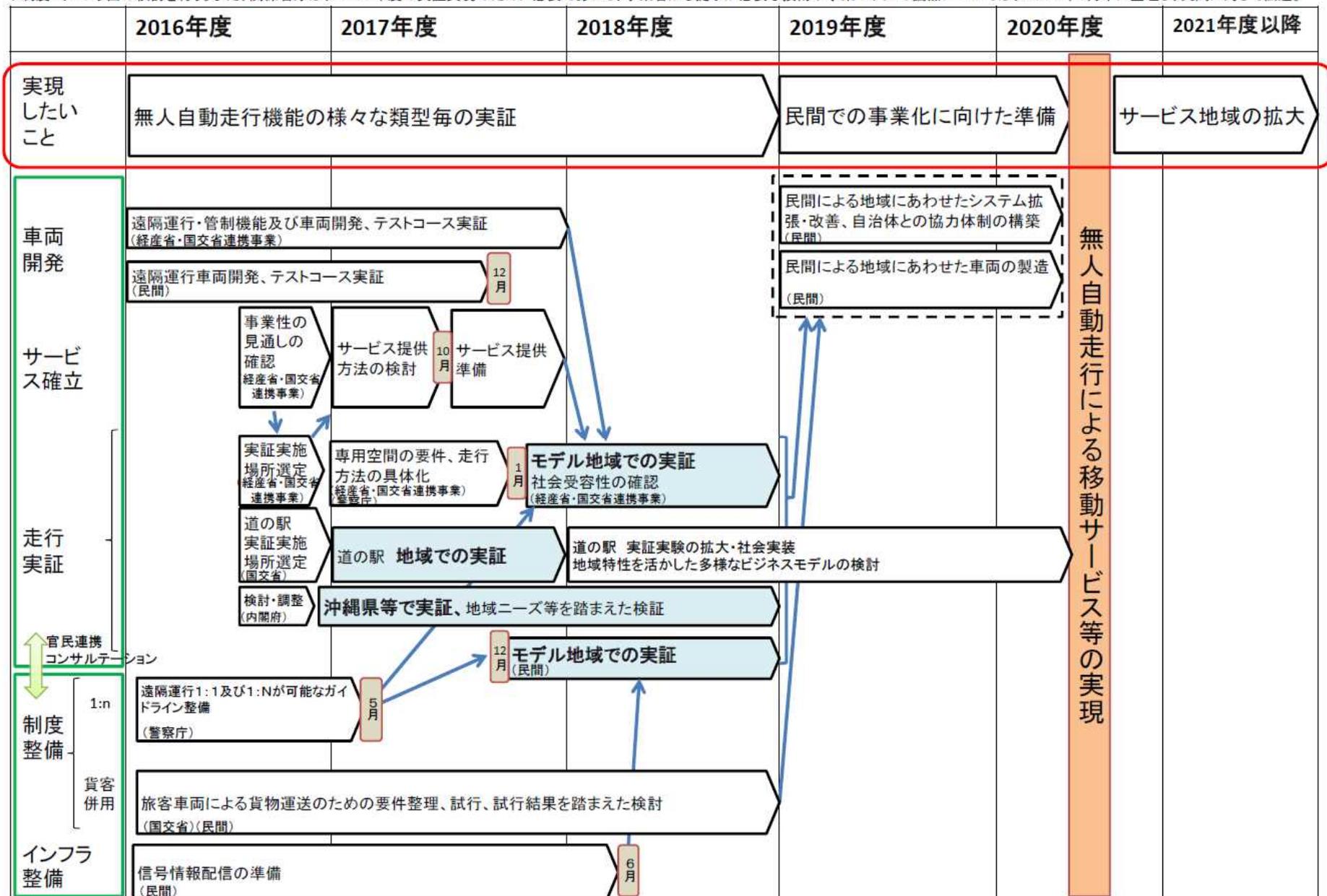


- 技術的な視点
  - L3の高度なHMIが不要
  - すべての交通環境に対応するL5は現時点では困難
  - 地域限定のため、インフラ協調がやりやすい
- 社会課題解決の視点
  - ドライバー不足： 社会の維持
  - 過疎地の高齢ドライバー問題： 安全性の向上
  - MaaS 公共交通の活性化： 環境性等の向上
- 制度設計を確立して実現させるのが社会的利益

# 無人自動走行による移動サービス等(※)の実現に向けた主なスケジュールと課題対応

※無人自動走行車両による地域公共交通等サービス(貨客併用含む) 高速道路における無人自動走行トラックを活用したサービス。

関係省庁は、民間と連携して、民間の具体的な開発状況、ビジネスモデル(事業計画含む)に応じて、以下の工程表に沿って施策を推進する。その際は、官民で情報共有を進め、必要に応じて、関係省庁はアドバイスや制度・インフラ面の検討を行う。また、関係省庁は、2017年度の実証実現のために必要であって、事業者から提示が必要な技術や事業モデルの論点については、2017年1月中旬に整理し、民間に対して伝達。



無人自動走行による移動サービス等の実現

(注)日本再興戦略等に基づき、関係自治体とも密接に連携・協力しながら、国家戦略特区における公道実証実験を行うとともに、当該特区を更に一歩進め、実証実験に係る手続を抜本的に簡素化する仕組みを直ちに検討。

# 自動運転バス調査委員会主催 芝公園 無人運転バス 試乗会 2017.7.17-23



# 2018.10.7 上士幌町 自動運転バス出発式

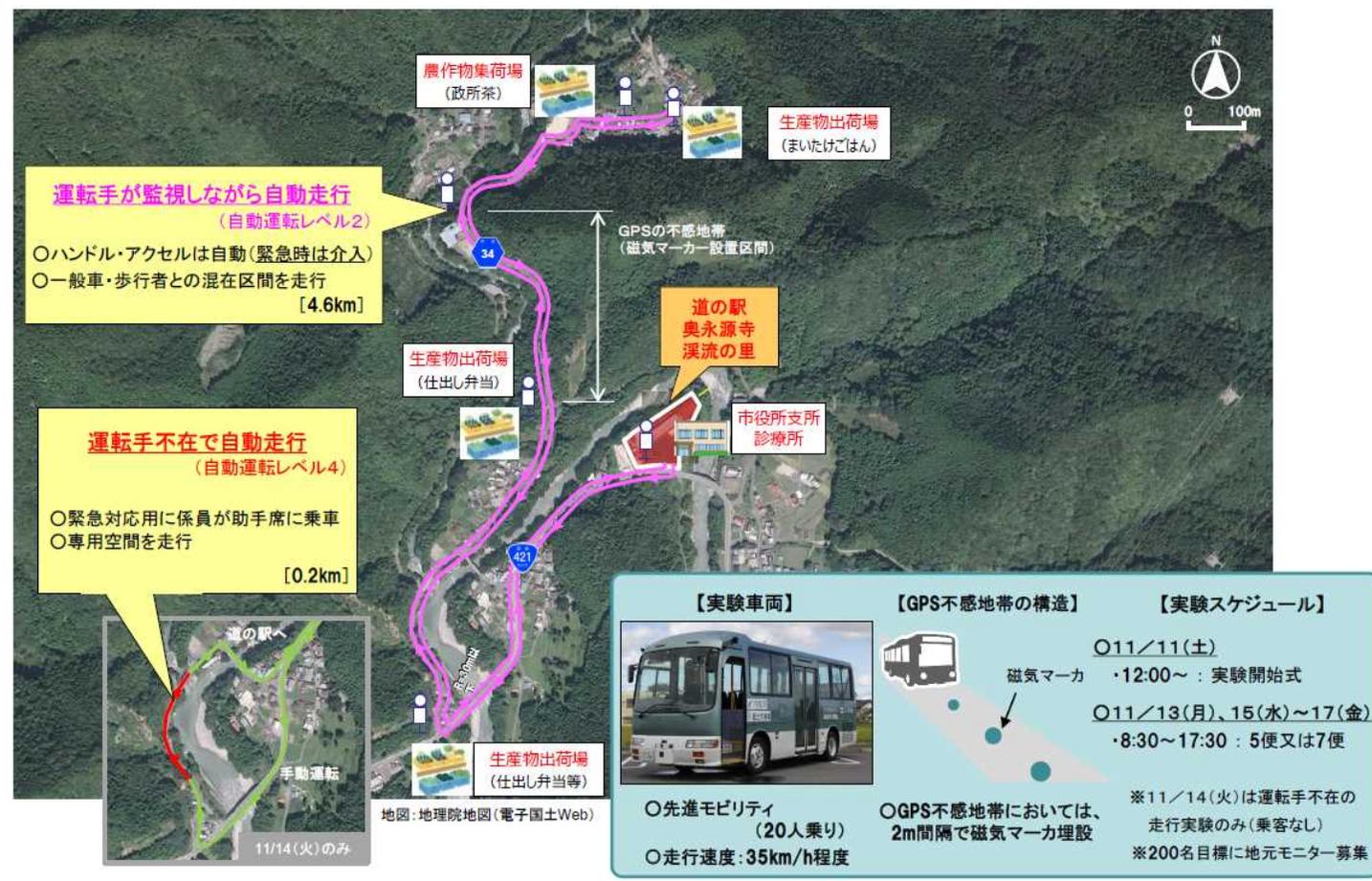


佐治SBDドライブ社長 竹中上士幌町長 須永トラストバンク社長 上村取締役



# 道の駅 自動運転実証実験 中山間部の技術・ビジネスモデルの検証

道の駅「奥永源寺 溪流の里」自動運転実証実験ルート (走行延長約4.6km) 国土交通省



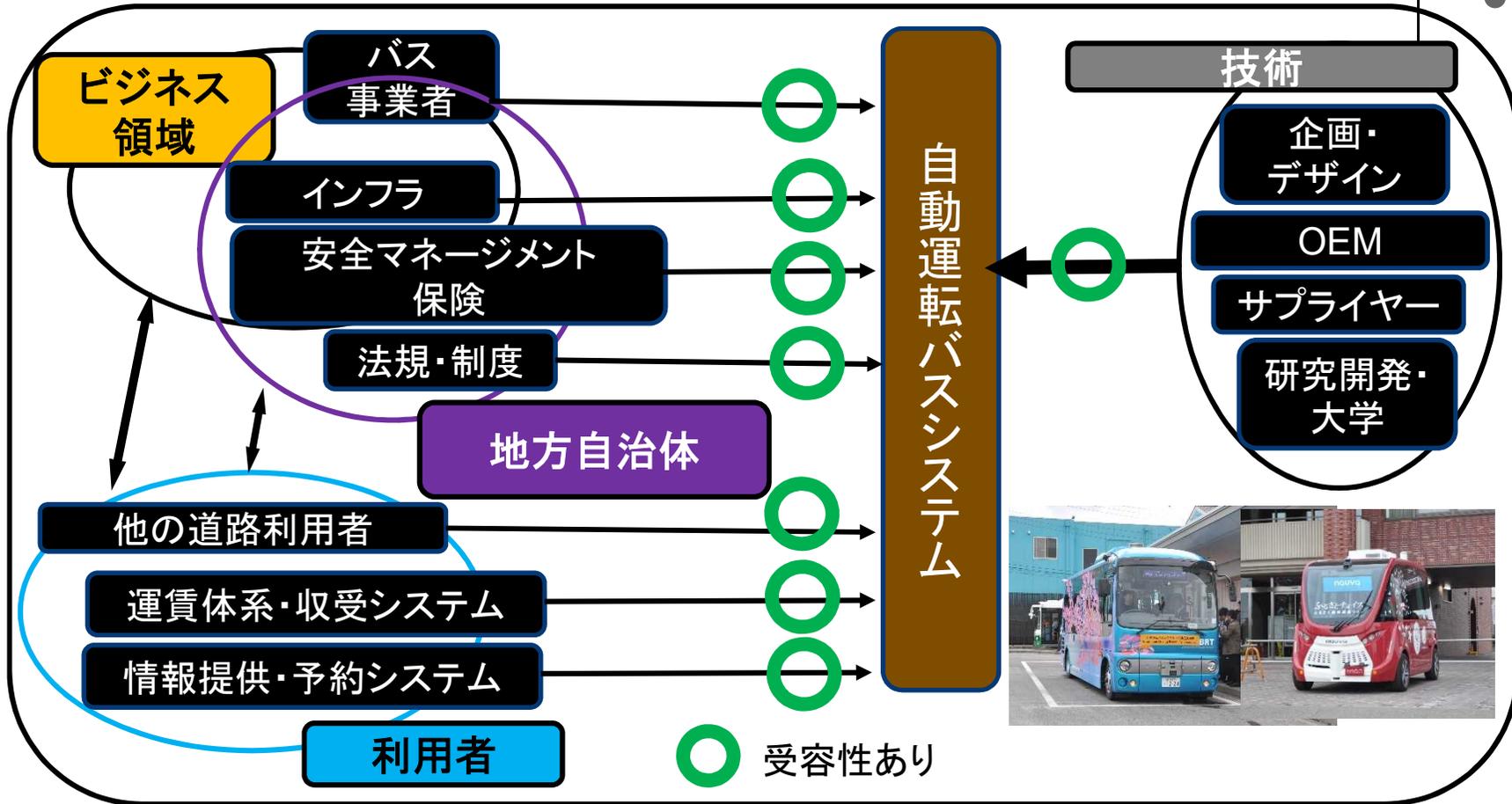


# 経済産業省・国交省 ラストマイル自動走行 実証実験 日立市 出発式 2018.10.19





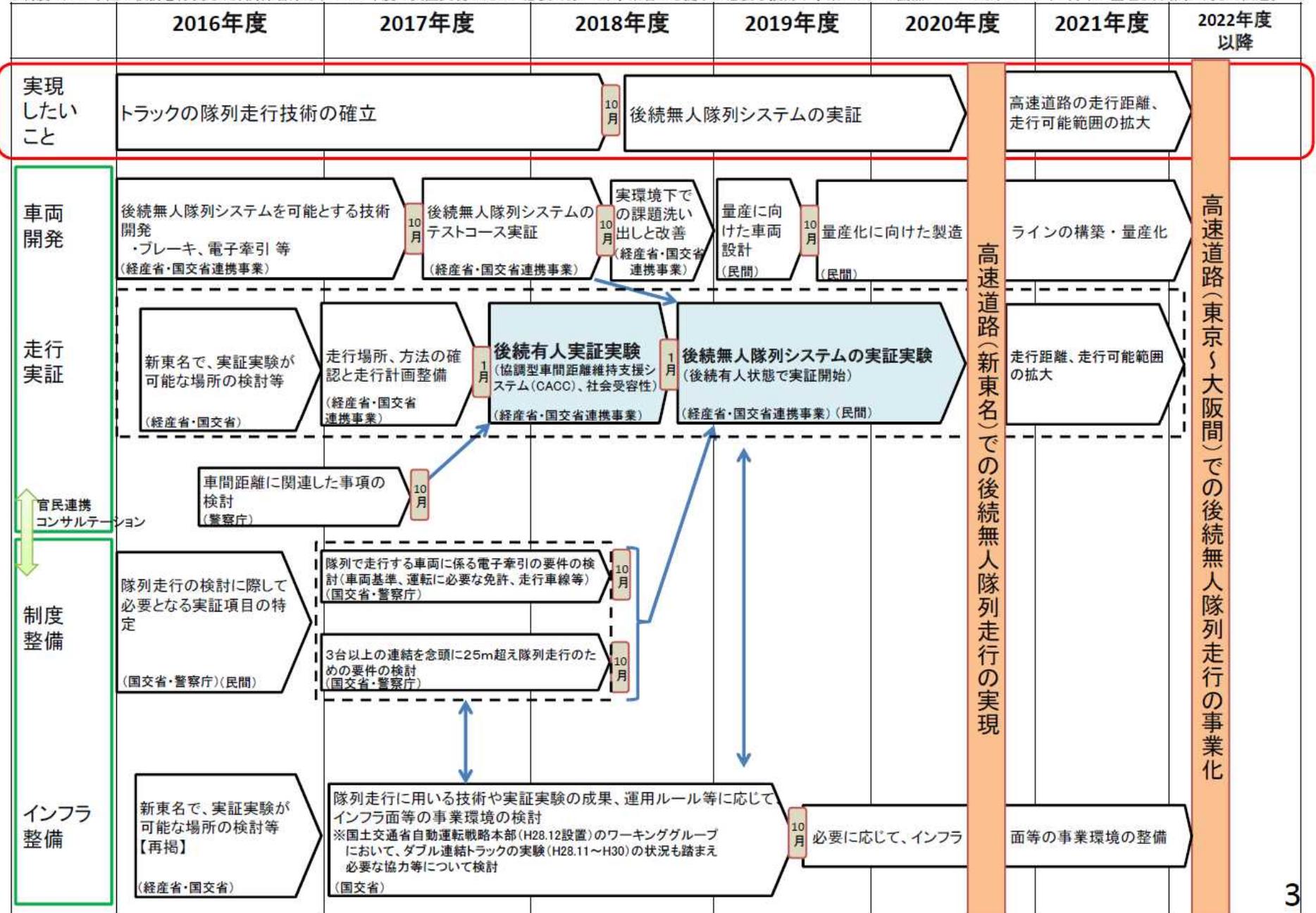
# 自動運転バスサービスのエコシステム



プラットフォームとオーガナイザーが重要な役割  
民間事業者と国家プロジェクトとの連携

# 隊列走行実現に向けた主なスケジュールと課題対応

関係省庁は、民間と連携して、民間の具体的な開発状況、ビジネスモデル(事業計画含む)に応じて、以下の工程表に沿って施策を推進する。その際は、官民で情報共有を進め、必要に応じて、関係省庁はアドバイスや制度・インフラ面の検討を行う。また、関係省庁は、2017年度の実証実現のために必要であって、事業者から提示が必要な技術や事業モデルの論点については、2017年1月中に整理し、民間に対して伝達。

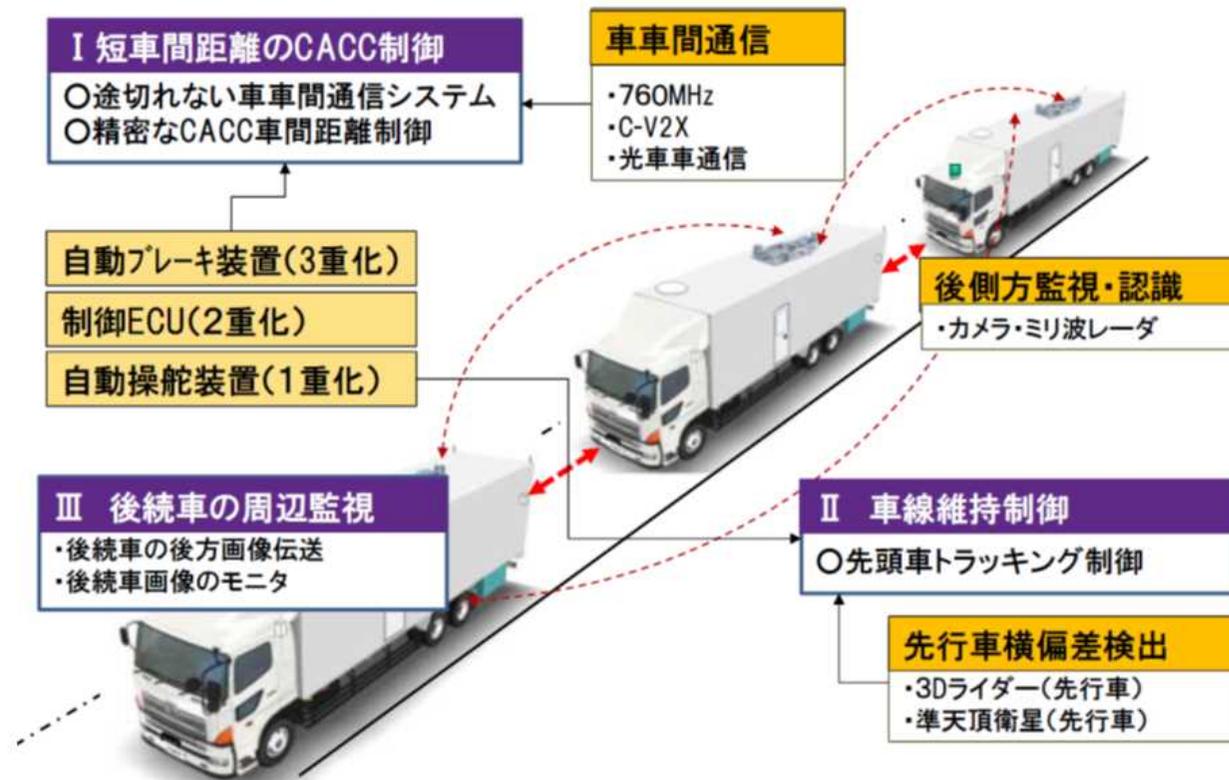


# 高速道路 トラック隊列走行 後続車両無人走行に向けた開発



2017年度の開発

2018年度の実道実証実験に向けた各要素技術開発と主要制御装置および実験車の製作



経済産業省プロジェクト 豊田通商、先進モビリティ、東京大学

# 後続車無人システム トラック隊列走行 新東名実証実験



新東名 森町Pー浜松P 2019.1.22ー28  
後続車無人システム(後続車有人状態) 実証実験

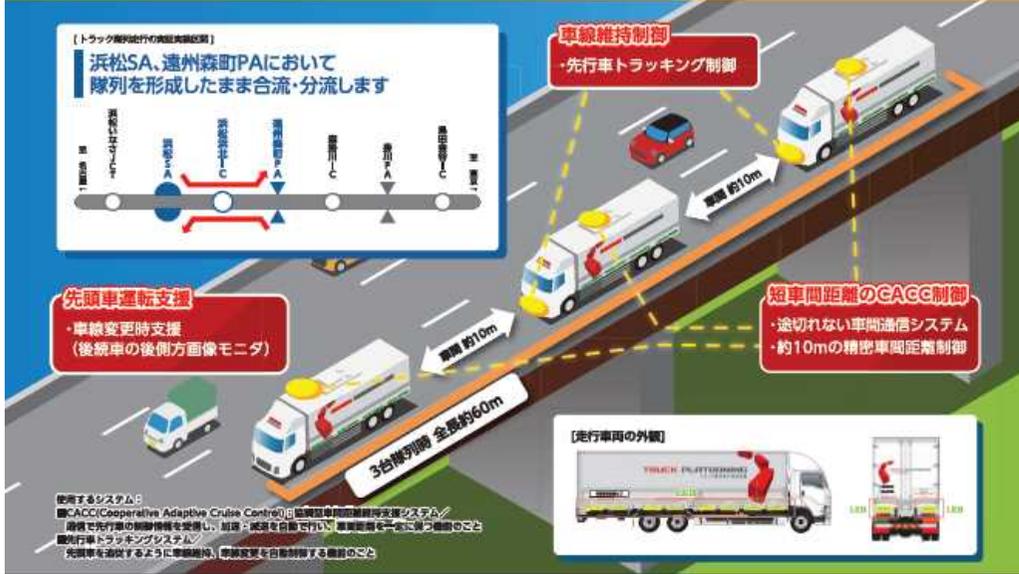


平成31年 **1/22**火~**2/28**木  
新東名高速道路 浜松SA⇄遠州森町PA間

# トラック隊列走行 実証実験

## ！ 高速道路利用者の皆様へ

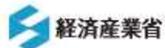
- ・ 2~3台の大型トラックが短い車間距離で隊列を組んで走行します。トラック隊列への割り込みは危険です。
- ・ トラック隊列は浜松サービスエリアと遠州森町パーキングエリア間を往復します。
- ・ 分流、合流、車線変更の際はご注意ください。
- ・ トラック隊列の駐車のため、浜松SA(上下線)及び遠州森町PA(上下線)において一部駐車スペース(大型車用)のご利用を制限いたします。ご協力をお願いいたします。
- ・ 既存の法令を遵守し、全車両にドライバーが乗車し、安全に走行します。



お問い合わせ先(事務局) **トラック隊列走行お問い合わせ窓口** TEL: 0120-130-833(お問い合わせ時間 8:00~16:00)

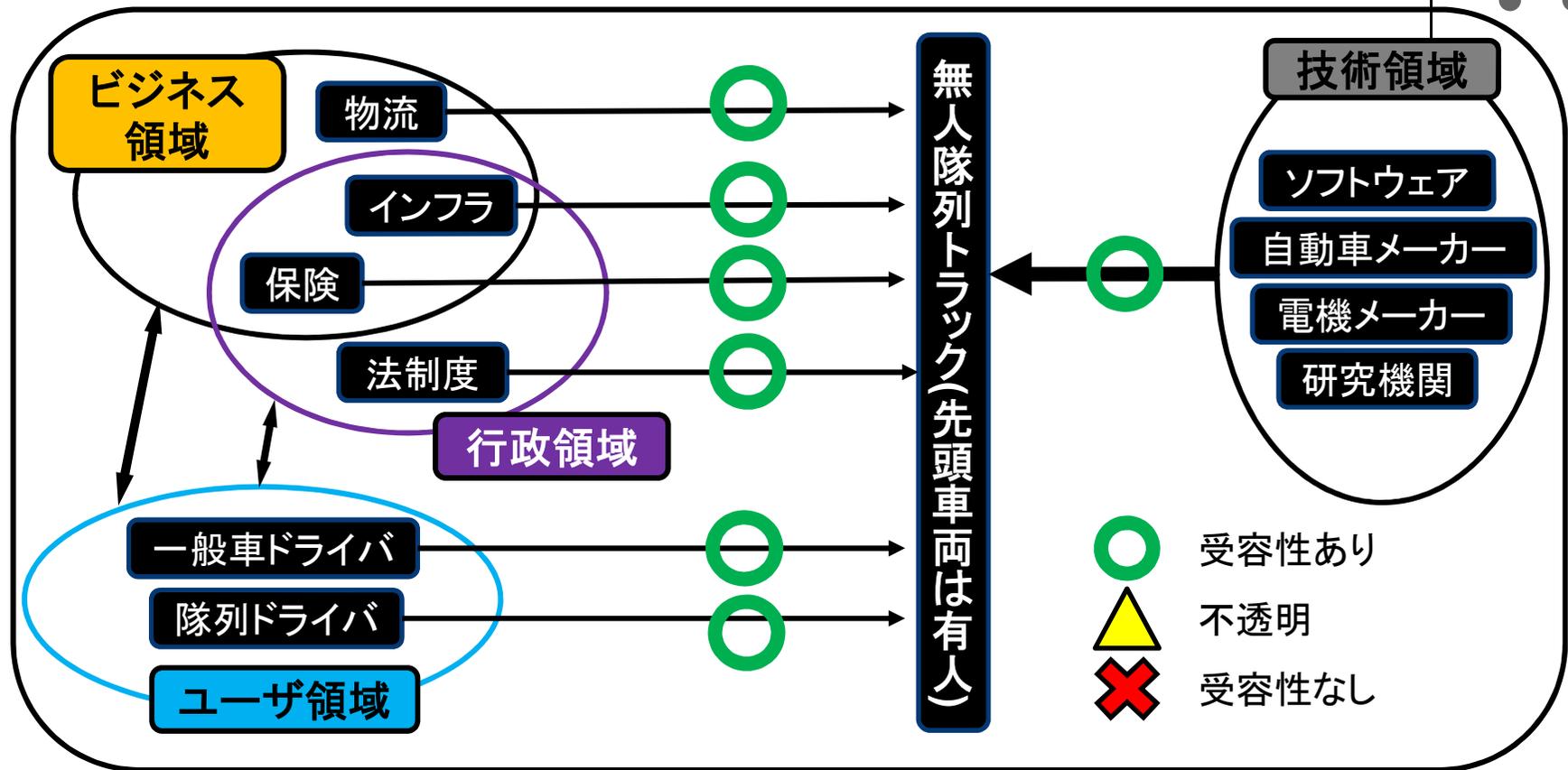
事務局：豊田通商株式会社 日本工営株式会社  
 実証事業委員会メンバー：先達モビリティ株式会社\*、いすゞ自動車株式会社、日野自動車株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UDトラックス株式会社、佐川急便株式会社、西濃運輸株式会社、日本通運株式会社、福山通運株式会社、ヤマト運輸株式会社、公益社団法人全日本トラック協会 \*印は今回の実証実験の実施企業です。

隊列を見つけたらアンケートに答えてプレゼントをGET!





# 電子けん引(電子連結 遠隔操縦) コンセプトによるエコシステム



▲や✖の受容性評価  
○に変えてゆく

隊列走行の  
スペックを決定

隊列走行の  
受容性評価

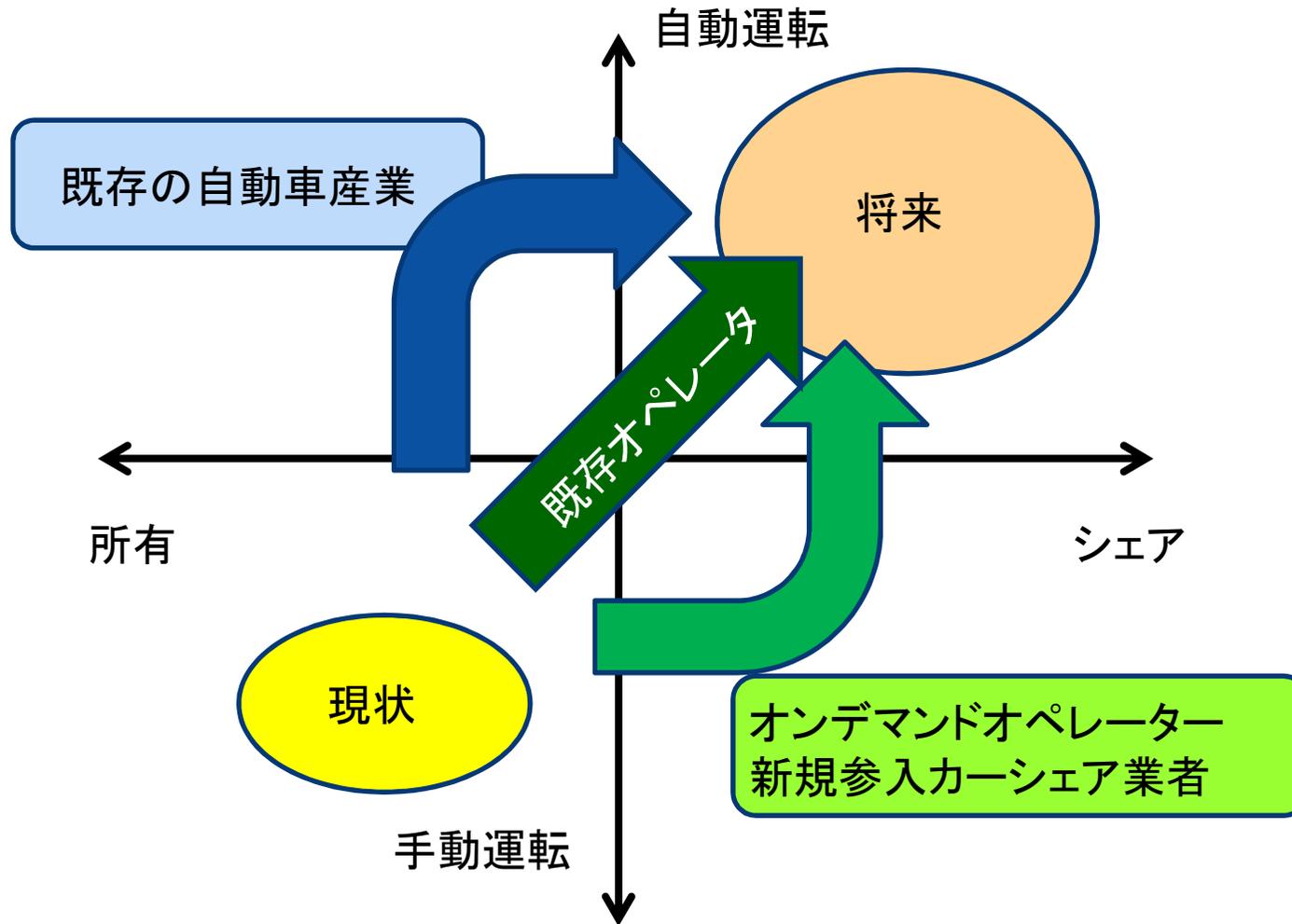
# 安全性及びサービス向上のための 高速バスの自動運転・隊列走行の提案



	コンセプト	形態
現行	有人 2名/台 運転者 + 交代運転手	
提案1	有人 1名/台 L2 による 隊列走行	
提案2	有人 1名/台 L3 相当 トラック隊列技術 後続ドライバーは運転義務なし 一般道路・合流等ではL2	
提案3	有人 1名/台 L4 相当 トラック隊列後続無人 後続車はドライバレス ODD外ではドライバも有	



# モビリティ・オペレーションの変革



# 地域社会における次世代モビリティ



## 地域の将来に関わる様々な課題

周辺部の  
交通不便地

自動車の  
流入抑制

バリアフリー

ニュータウンの  
活性化

P&Rの推進

...

地域の持つ様々な課題に対して、自動運転技術を活用し、どのように解決が  
図れるのか議論・検討する必要がある【課題と技術のマッチング】

完全自動  
運転バス

バスの正着

運転支援

定時性の  
向上

...

## 自動運転技術



# 移動の快適性向上

- 速達性
- 低コスト
- 正確性
- 信頼性
- 頻度
- 選択の自由
- プライベート空間の確保
- 分かりやすさ



# モビリティ社会の最適化

- エコシステム
- 街づくり
  
- 安全
- 環境低負荷
- 省エネルギー
- 効率化
- 働き方・ライフスタイル



# 自動運転の雇用・労働への影響

- トラック・バスドライバー不足は顕著
- ドライバーの雇用待遇
- 自動車産業のエコシステムへの影響
  - 車検制度
  - 自動車整備・修理
  - 各種サービス・保険



# トラックドライバーの現状

- トラックドライバーの有効求人倍率は、平成31年1月現在で3.03と、全産業平均の1.56と比べて約1.9倍
- 他の産業に比べ人手不足が深刻な状況
- トラックドライバーの労働時間等のルール
- 女性や高齢ドライバーへの期待



# バスドライバーの現状

- バス業界では乗務員不足が深刻化、改善の兆しが見えない
- 公共交通機関の使命感のもとで便数や路線の維持のため、法令の範囲内で日常的な長時間残業や休日労働が存在
- 高速バスでは2時間近くの連続運転のため、身体的・精神的な疲労がかなり大きい
- 長距離路線は宿泊勤務
- 500km以上の路線では2人乗務
- 自動運転(隊列走行含む)の実現で改善が期待

# 自動運転レベルと制度設計に依存

- L2 運転支援(ドライバ責任:現行法で可能)
  - 安全性の向上
  - 快適性向上と疲労軽減
  - 運転の健康面への影響
- L3 条件付き運転の自動化(2019年道路交通法改正案)
  - 運転免許制度
  - 長距離高速バス2人乗務
  - トラックドライバーの労働時間等のルール
- L4無人走行・後続車無人隊列走行(2020年以降)
  - ドライバー不足へ対応



# 自動運転による運転手の業務の変化

- L2まではドライバー責任
  - ドライバーの負担軽減
- L3以降
  - ドライバーの役割の変化
  - 運転操作からシステムの監視へ
  - 乗務をせずに、遠隔監視
  - 免許制度の変革の可能性
    - 2種免許 の可否
    - 新たな資格の可能性(自動運転の監視 L3:3種免許?)



# まとめ： モビリティ・イノベーション

- CASE と MaaS(Mobility as a Service)
  - 自動運転によるモビリティ・イノベーション
- エコシステムを考慮した次世代モビリティ
  - 物流・公共交通の無人サービス
  - MaaS 所有からシェア ビジネスモデルの変革
  - 公共交通とPMV
  - モビリティ産業に与えるインパクト
  - ライフスタイルの変革
  - 働き方改革に貢献