

自動運転が変える交通と物流

~モビリティ・イノベーション~

2018.11.18

教授 須田義大

東京大学

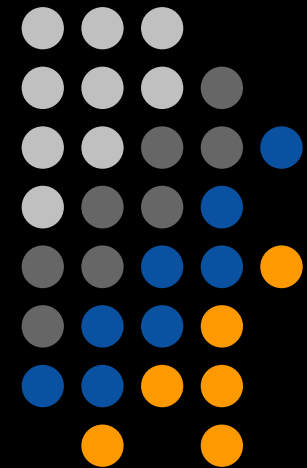
モビリティ・イノベーション連携研究機構長 (UTmobl)

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
THE UNIVERSITY OF TOKYO



ITS Center
THE UNIVERSITY OF TOKYO
次世代モビリティ研究センター



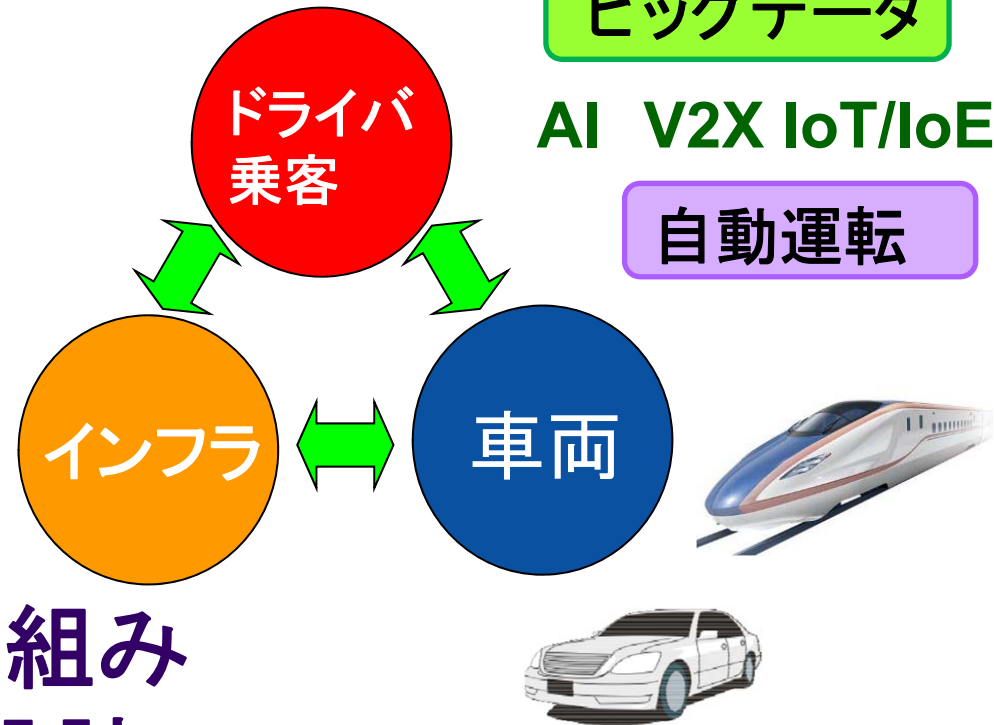
東京大学
生産技術研究所
Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

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

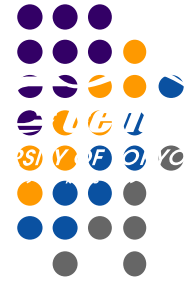


ITS: Intelligent Transport System 高度道路交通システム





次世代モビリティ研究センター (ITSセンター) の取り組み



エネルギーITS推進事業

自動運転隊列走行システムの研究開発

- ・車間距離4mの4台隊列走行システムを実現した
- ・自動運転隊列走行システムのためのHMIの研究開発した
- ・トラックの隊列走行システムに関する国の実証実験プロジェクトへつながる成果となった



震災復興

東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト

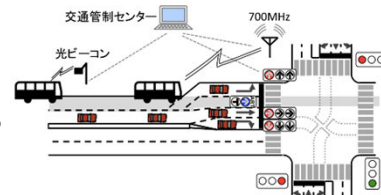
- ・東北地域の復興を支援するため、災害に強く地域の持続ある発展を支えるエネルギー・モビリティを統合するマネジメントシステムの研究開発を推進してきた
- ・人間の行動モデルの構築や3次元計測に関する研究開発を実施した
- ・今後は石巻市をフィールドとした実証実験により成果の実証を行う予定である



SIP-adus

次世代都市交通システム(ART)

- ・内閣府SIPにおいて、安全性・利便性に優れた公共交通であるARTのコンセプトと、それを実現する要素技術の開発企画を提案した
- ・2020年の東京五輪でのART導入に向けたSIPの研究開発案件に、提案内容が活用される方針である



広島ASVプロジェクト

- ・路面電車-自動車間で実現する車車間通信型ASVサービスの公道実証実験を世界に先駆けて広島市内で実施した
- ・広島をモデル地区として、公共交通車両を絡めることを特徴とするITS技術を駆使した道路交通安全対策への貢献が期待できる



柏ITS実証実験

- ・民間・自治体と共同で、ICTを活用して道路交通からのCO2排出状況を可視化のうえ地域市民に配信するシステムを構築した
- ・意識改革を促すことでCO2の排出を8%削減できる可能性を示した
- ・ITSセンターの主導により様々な技術の実地検証を行い、社会実装の足がかりを築いた



社会還元・国際連携

社会還元(ITSセミナーシリーズ)

中央のみならず地域のニーズに即したITSを普及促進させるため、各地の研究機関と共同のセミナーを26回開催した

国際連携

国内外の大学や研究機関との間で、共同研究やシンポジウムの共催、研究者や学生の相互訪問、施設利用や情報交換を行うこと等を定めた研究協力協定を締結し、外部との連携を積極的に推進してきた(合計20機関)



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

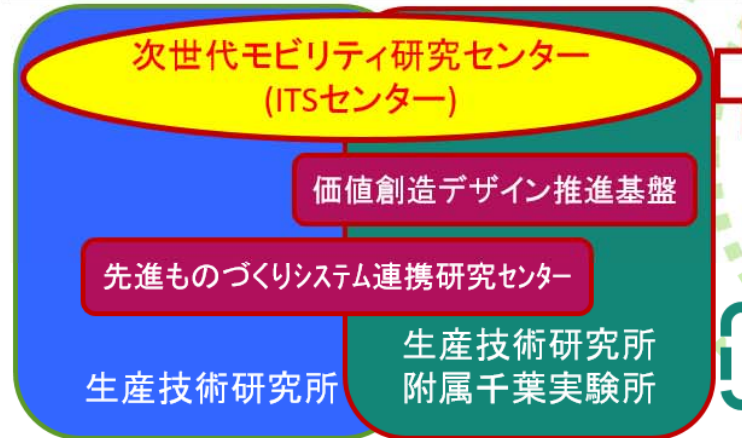


モビリティ・イノベーション連携研究機構

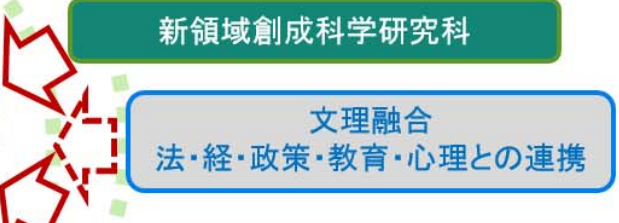
異分野融合・産官学連携によるモビリティ研究に10年以上の実績のあるITSセンターを中心に、近年、活性化が進む価値創造デザイン、先進ものづくりの取組みとも連携し、技術の社会実装を目指す工学的研究拠点

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



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)

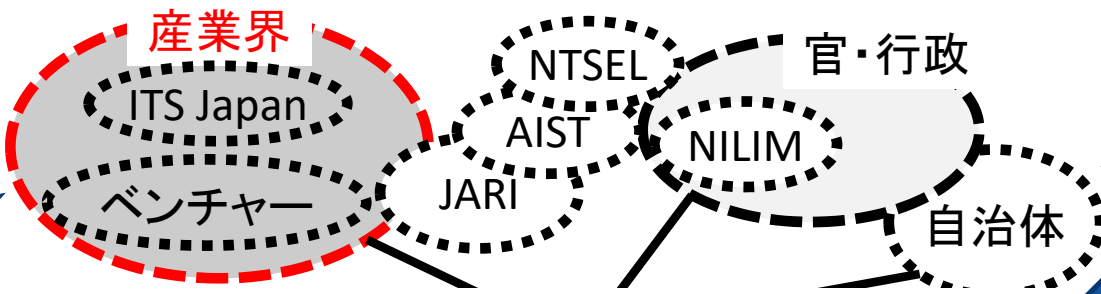
モビリティ・イノベーションに資する知の体系化と地域社会実装の推進
 学の連携・融合により学術研究の単なる社会還元を超えた実社会と真に連携した学術研究モデルの創出





新たな産学官
連携体制

国際産業
競争力の強化



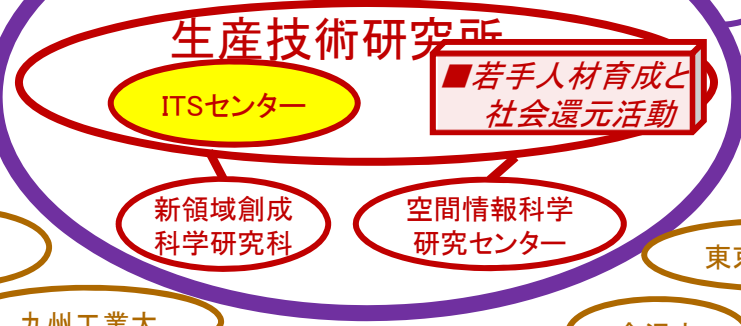
モビリティ・イノベーション推進連絡協議会

■大学間連携と国際連携

東大(モビリティ・イノベーション連携研究機構)

■自動運転バスの社会実装を通じた実践研究(柏地区をフィールドに)

■モビリティ・イノベーションを推進する基礎研究



連携・競争

海外大学・研究機関・行政組織

- 慶応義塾大
- 明治大
- 同志社大
- 日本大

- 名古屋大
- 東北大
- 東京農工大

- 九州工業大
- 群馬大
- 筑波大
- 金沢大

国内他大学研究者



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



自動車産業の変革 CASE と MaaS



- 自動車産業と CASE

- Connected
- Autonomous
- Share & Service
- Electric

繋がるクルマ

自動運転

シェア・サービス

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)

SBドライブ株式会社 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



SIP 沖縄 南城市 自動運転バス公道実証実験 2017.3



正着制御 公道実証実験



正着制御 精度
4cm ± 2cm

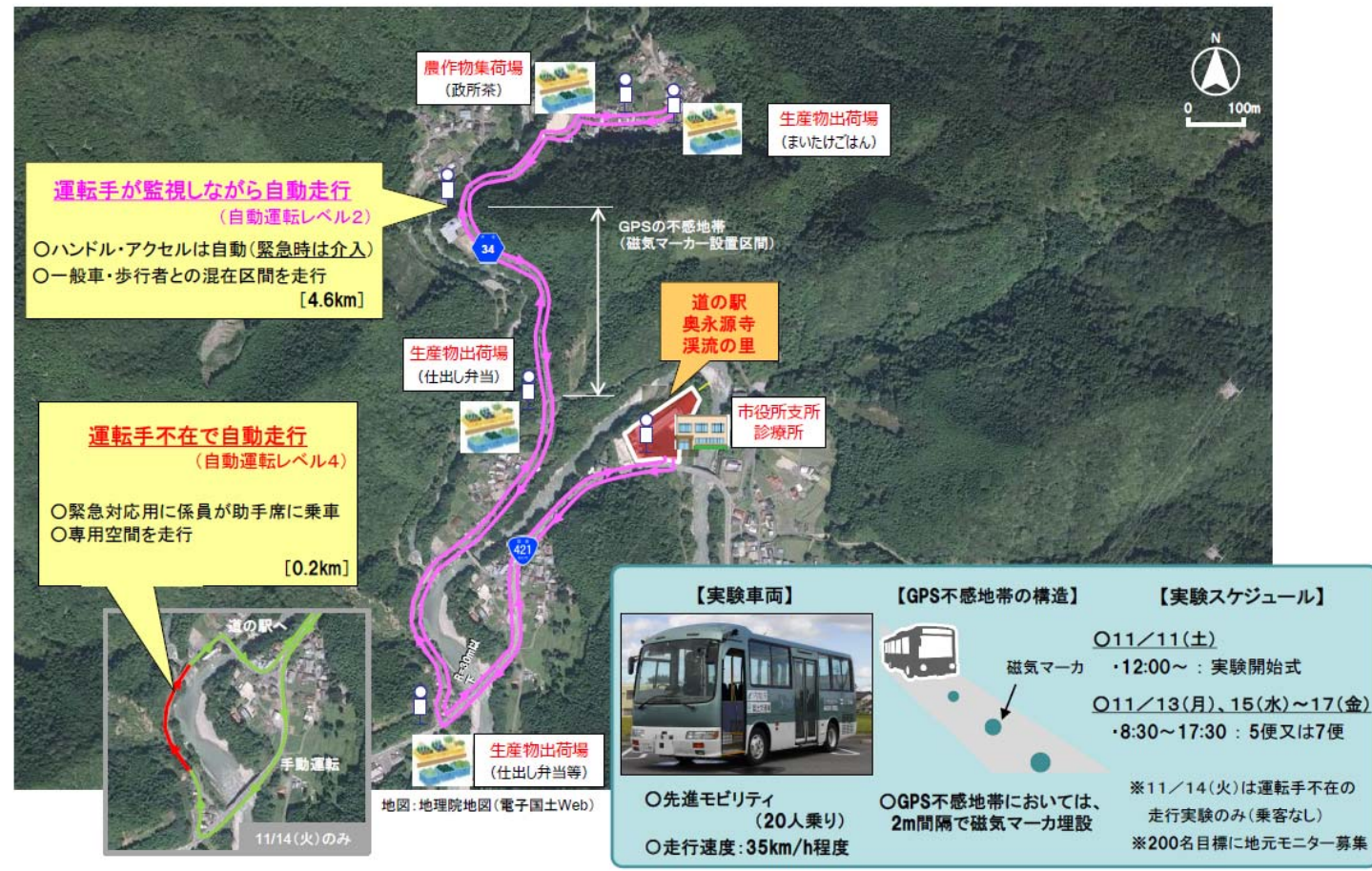
経済産業省・国交省 ラストマイル自動走行 実証実験 日立市 出発式 2018.10.19



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



【実験車両】	【GPS不感地帯の構造】	【実験スケジュール】
<ul style="list-style-type: none"> ○先進モビリティ (20人乗り) ○走行速度: 35km/h程度 	<ul style="list-style-type: none"> ○GPS不感地帯においては、2m間隔で磁気マーカー埋設 	<ul style="list-style-type: none"> ○11/11(土) 12:00~: 実験開始式 ○11/13(月)、15(水)~17(金) 8:30~17:30: 5便又は7便 ※11/14(火)は運転手不在の走行実験のみ(乗客なし) ※200名目標に地元モニター募集



滋賀県東近江市 奥永源寺溪流の里 2017.11.11 開始式





中山間地
狭隘路線
部分的にレベル4公道実験





山間地 GPS受信困難
2m 間隔の磁気マーカーで自己位置同定
降雪にも対応



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





2018.9.16-21 ITS世界会議 @コペンハーゲン



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



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です。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**





Google

- Why self-driving?
 - Freedom
 - 交通事故・交通渋滞による損失・交通弱者（高齢・障害者）
- 開発と安全へのアプローチ
- Urban Challenge 優秀チームを買収
- NHTSA（アメリカ道路交通安全局）のNo.2 が Google に移籍

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



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



先進モビリティ株式会社の設立 2014.6.19

AS-MOBI (advanced smart Mobility Co. Ltd.,)

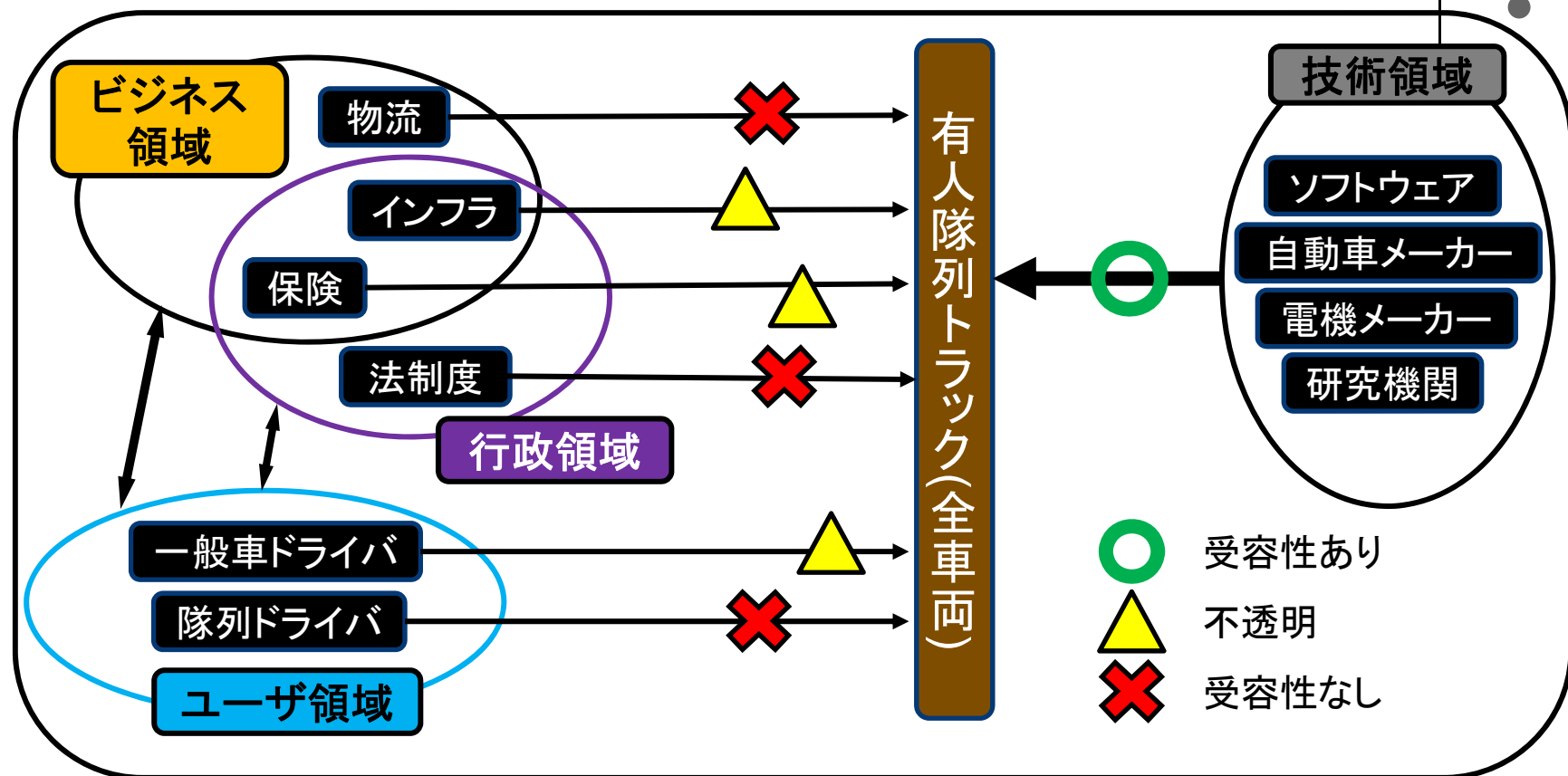


●理念 - Mission -

- 自動運転を軸とする先進的なモビリティで、社会に貢献
- 東京大学生産技術研究所 次世代モビリティ連携研究センターの技術を基礎に、研究は大学で継続して推進しつつ、事業化による社会貢献を目指して先進モビリティ株式会社を設立
- 自動運転を軸とする先進的なモビリティを実現して、健常者のみならず、障害者、高齢者にも快適でやさしい移動手段を提供できるよう研究・開発
- 自動運転公共交通システムの実用化開発・自動運転・隊列走行システムの実用化への取り組み



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

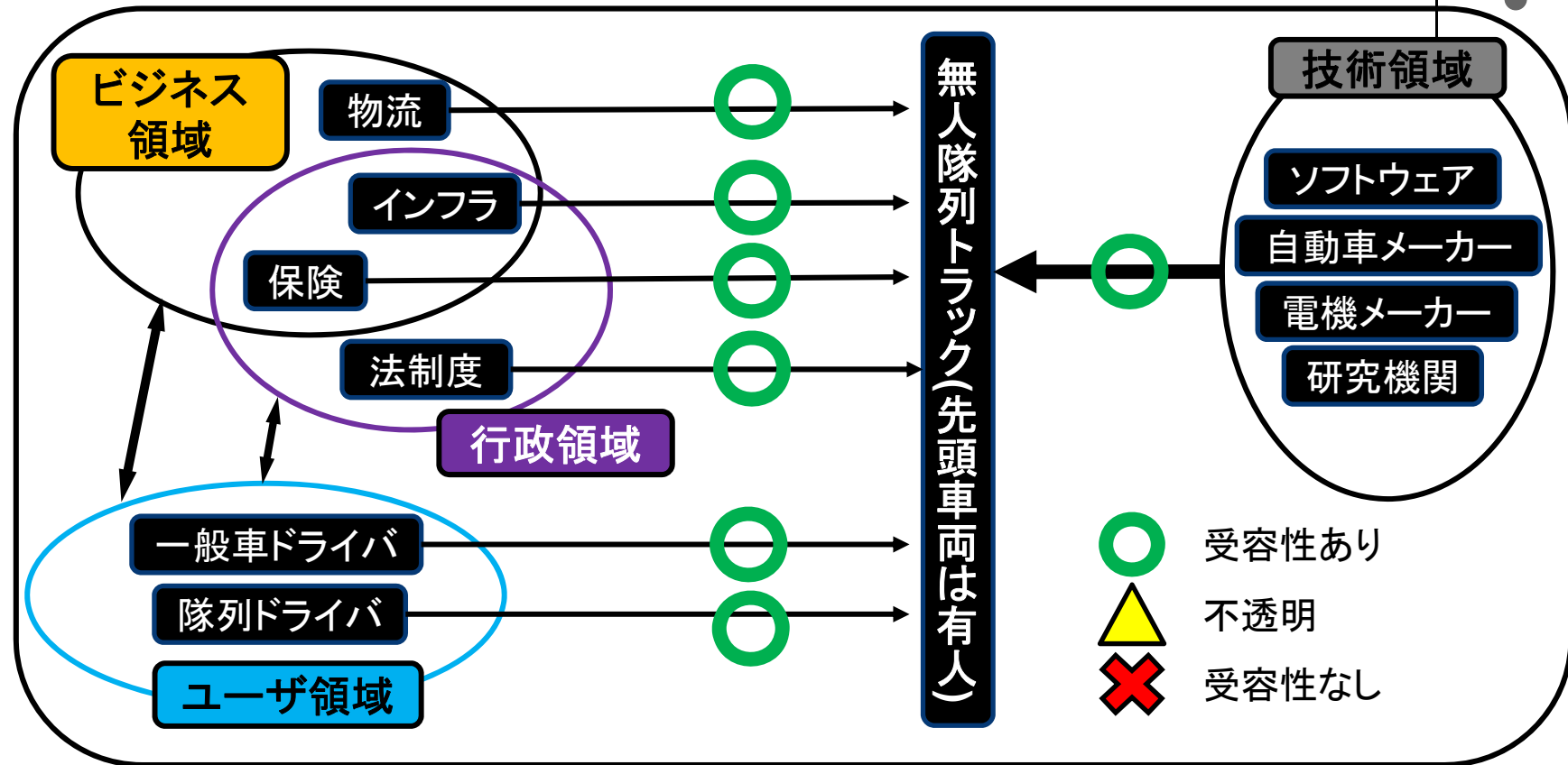


技術面のイノベーションのみでは、実用化に至らない

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



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



世界初※1、高速道路におけるCACC※2を用いたトラックの後続有人隊列走行実験を開始します～移動革命の実現に向けた後続車有人によるトラック隊列走行実証実験～

本件の概要

経済産業省及び国土交通省は「高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業」の一環として平成30年1月23日から、新東名高速道路浜松SAから遠州森町PA間においてCACC技術を活用した後続車有人によるトラック隊列走行の実証実験を開始します。

経済産業省及び国土交通省では、「未来投資戦略2017（平成29年6月9日閣議決定）」に基づき、移動革命の実現にむけた主な取組の一つである高速道路でのトラック隊列走行を早ければ2022年に商業化することを目指し、2020年に高速道路（新東名）での後続無人での隊列走行を実現するため、本年度中にCACCによる後続有人隊列走行、来年度に後続無人システム（後続車にも緊急時対応用のドライバーは乗車）の公道実証を開始すべく準備を進めています。

昨年には、公道実証に向けた安全を確保する車間距離に関連した事項について検討し、具体的な走行場所や走行方法を確定した走行計画を整備してきました。

今般、これまでの検討を踏まえて、本事業の一環として1月23日から世界初となる国内メーカー4社が開発したトラックによる高速道路における後続有人隊列走行の実証実験を新東名高速道路にて開始することとしました。

※1高速道路において、複数のトラック製造者が共同開発したCACCを用いた、異なるトラック製造者が製造したトラックによる後続有人隊列走行は世界初となります。

※2CACC（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制御情報を受信し、加減速を自動で行い、車間距離を一定に保つ機能のこと

<現地説明 概要>

日時：平成30年1月23日（火曜日）11時00分から

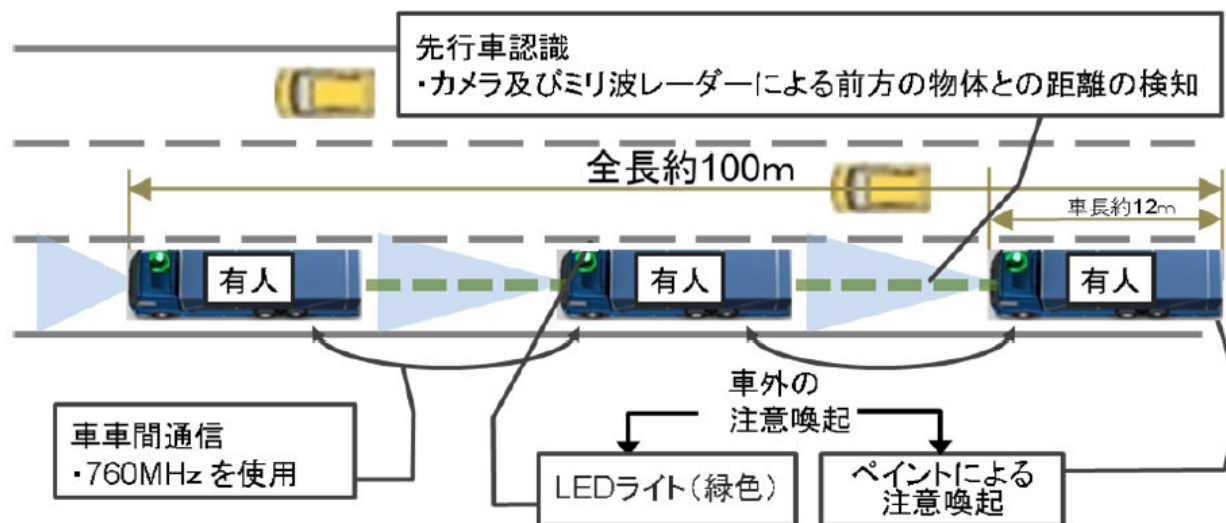
会場：新東名高速道路上り線浜松SA 臨時駐車場

概要：実験概要説明、実験車両説明 等

取材：別紙2参照



【システム概要】



【車両外観】

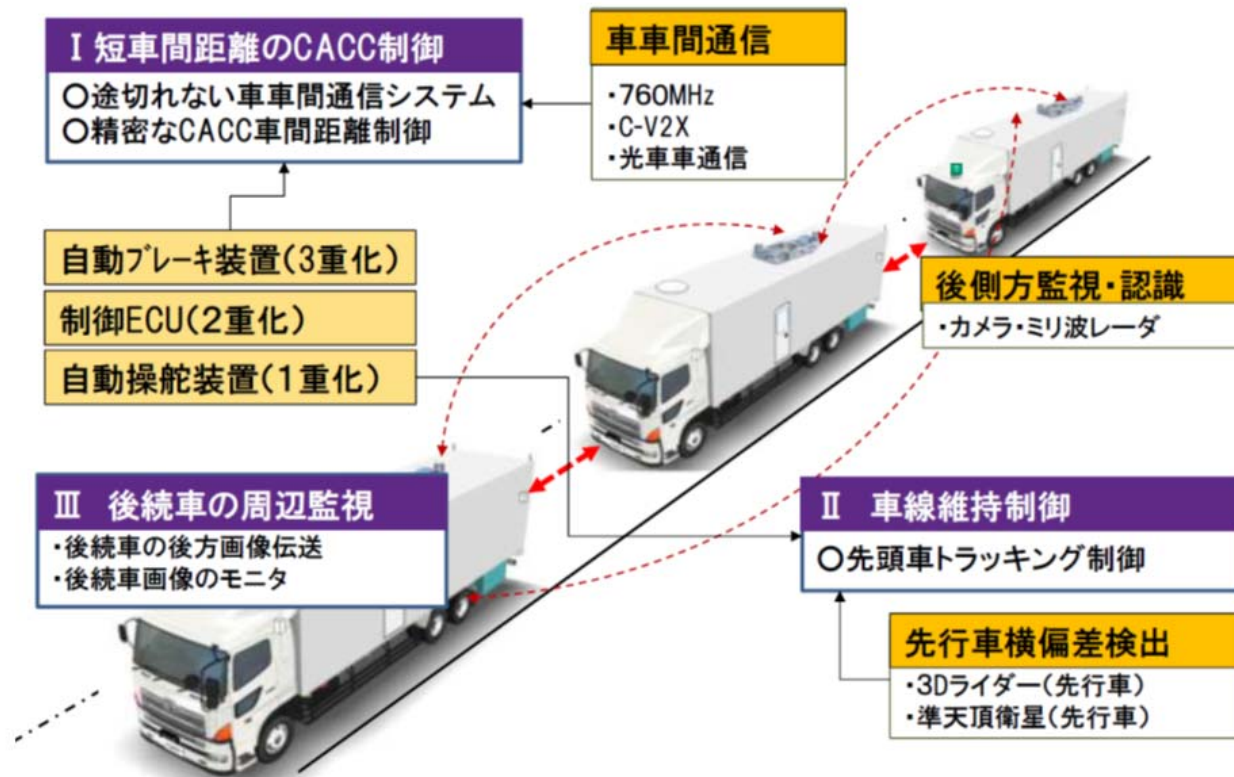


高速道路 トラック隊列走行 後続車両無人走行に向けた開発



2017年度の開発

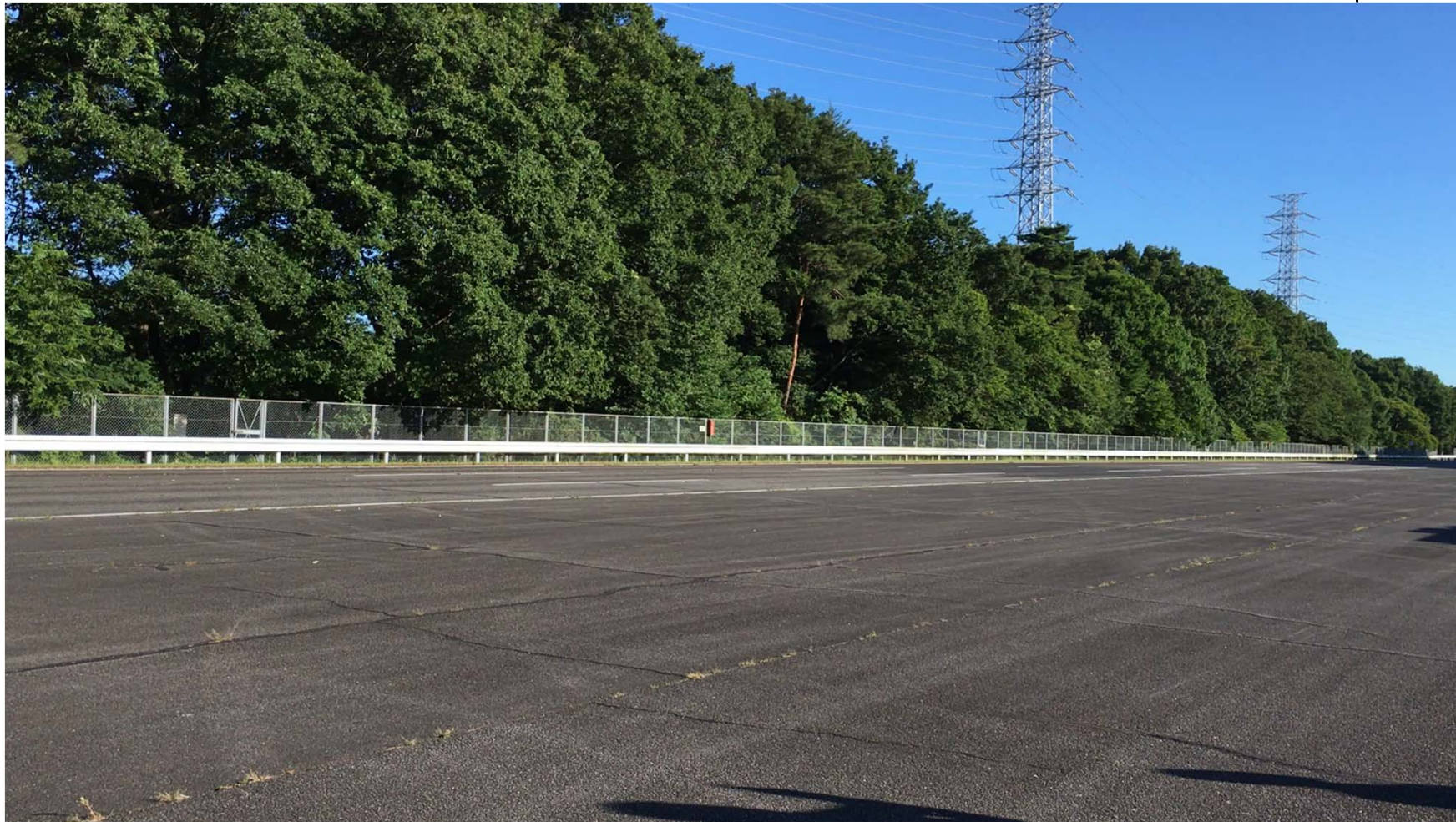
2018年度の実道実証実験に向けた各要素技術開発と主要制御装置および実験車の製作



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



後続車両無人走行に向けた実証実験 2018. 6.28 @産総研つくば北サイト



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

自動運転を取り巻く政府の取組の進展

2015年から2018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
- 国土交通省(自動車局) ASV6期 2016-
 - 自動運転の技術基準検討
- G7大臣会合 EUアムステルダム宣言 2016
- 国交省 自動運転戦略本部 2016-
 - 道の駅を拠点とする自動運転サービス実証 2017-

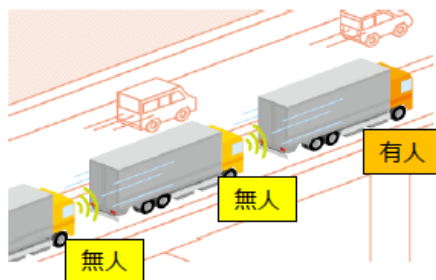


① 将来像の共有と協調領域の特定

B) 隊列走行

2017年度からテストコースにおける実証を開始

将来像：夜間高速道路において、後続車両無人の3台以上のトラックの隊列走行が実現。



必要な取組を網羅的に提示

必要な取組(例)

- 電子連結技術(ブレーキを含む)の開発
- 社会受容性醸成(後続車両有人の2台から実証開始)等

関係者

トラックメーカ、サプライヤ、トラック物流事業者、大学・研究機関、関係省庁等

C) 自動バレーパーキング

2017年度から現場における実証を開始
2020年頃から商業運行開始

将来像：(歩行者等のいない)専用駐車場における自動バレーパーキングが実現。



(本田技研工業株式会社 HPより)

必要な取組(例)

- 関係者間の合意形成
- ・車両/駐車場/管制センターの役割分担(標準化)
- ・導入見通し等

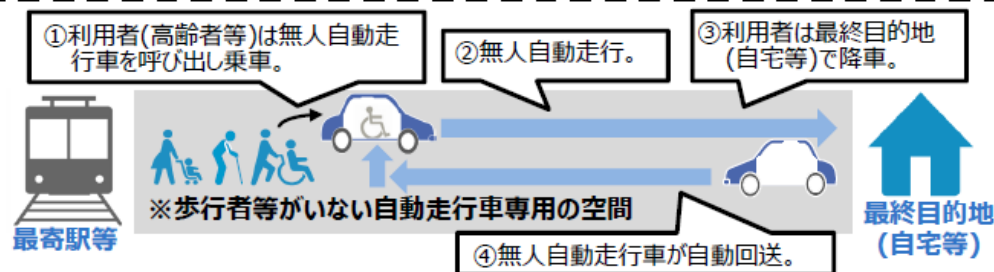
関係者

自動車メーカ、サプライヤ、駐車場事業者、大学・研究機関、関係省庁等

D) ラストワンマイル自動走行

2016年度中に現場を決定
2017年度からテストコースにおける実証を開始

将来像：専用空間化された最寄駅等と最終目的地の「ラストワンマイル」を結ぶ新しい移動サービスが実現。



必要な取組(例)

- 導入する専用区間の選定
- 整備や運営負担を最小化するシステムの確立等

関係者

メーカ、サプライヤ、自治体、大学・研究機関、関係省庁等

⇒スマートモビリティシステム研究開発・実証事業(18.8億円、2016～2018年度、国交省自動車局と共同実施)を活用し、関係者で構成する推進体制を立ち上げて必要な取組を開始。

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



● 2015年10月22日 第1回開催

委員

筑波大学副学長・理事 稲垣 敏之

法政大学大学院法務研究科教授 今井 猛嘉

自動車ジャーナリスト 岩貞 るみこ

東京大学生産技術研究所次世代モビリティ研究センター長・教授 須田 義大

中央大学法科大学院法務研究科長・教授 藤原 静雄

警察庁交通局交通企画課長 早川 治

警察庁長官官房参事官(高度道路交通政策担当) 加藤 伸宏

警察庁交通局交通企画課理事官 堂前 康

警察庁交通局交通企画課課長補佐 大野 敬

警察庁交通局交通企画課課長補佐 岩浅 太一

● 自動運転 公道実証実験 ガイドライン





3 自動走行の課題

公道実証実験における安全確保

- レベル1・2
⇒ 道路交通法上可能
- レベル3・4
⇒ ドライバーが乗車し、緊急時の対応ができる形であれば、道路交通法上可能

安全確保のための
ガイドラインが
必要ではないか

実用化に向けた法的課題の整理

- レベル1・2
⇒ 道路交通法上可能
- レベル3
⇒ システムの要請がない限り、ドライバーが周囲の交通状況の監視や操作を行う必要がないと整理するものについては、システムの要請前における義務の在り方が不明確
- レベル4
⇒ ドライバーという概念が喪失

【レベル3】のシステムの要請前等
及び
【レベル4】
に関する法的課題の
整理が必要ではないか

10

官民 ITS 構想・ロードマップ 2016



～2020 年までの高速道路での自動走行及び限定地域
での無人自動走行移動サービスの実現に向けて～

従来からのレベル3に加えて

レベル4相当 無人＋遠隔操縦



ロードマップ 2017-2018 改定版






物流 サービスカー 高速バス 高度安全運転支援



SIP 自動走行 ロードマップ 2017改定



 実用化
 計画

完全運転 自動化	SAE レベル5	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・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 	
高度運転 自動化	SAE レベル4	<ul style="list-style-type: none"> ・システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内※） ・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 	2025年目途※ ² 
条件付運転 自動化	SAE レベル3	<ul style="list-style-type: none"> ・システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内※） ・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 	2020年目途※ ² 
部分運転 自動化	SAE レベル2	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	2017年 
運転支援	SAE レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	
運転自動化 なし	SAE レベル0	<ul style="list-style-type: none"> ・運転者が全ての運転タスクを実施 	

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。



	Human Driver Monitors Environment			System Monitors Environment		
	0	1	2	3	4	5
	No Automation	Driver Assistance	Partial Automation	Conditional Automation	High Automation	Full Automation
Who steers, accelerates and decelerates	Human driver	Human driver and system	System	System	System	System
Who monitors the driving environment	Human driver	Human driver	Human driver	System	System	System
Who takes control when something goes wrong	Human driver	Human driver	Human driver	Human driver	System	System
How much driving, overall, is assisted or automated	None	Some driving modes	Some driving modes	Some driving modes	Some driving modes	All driving modes
	The absence of any assistive features such as adaptive cruise control.	Systems that help drivers maintain speed or stay in lane but leave the driver in control.	The combination of automatic speed and steering control—for example, cruise control and lane keeping.	Automated systems that drive and monitor the environment but rely on a human driver for backup.	Automated systems that do everything—no human backup required—but only in limited circumstances.	The true electronic chauffeur: retains full vehicle control, needs no human backup and drives in all conditions.

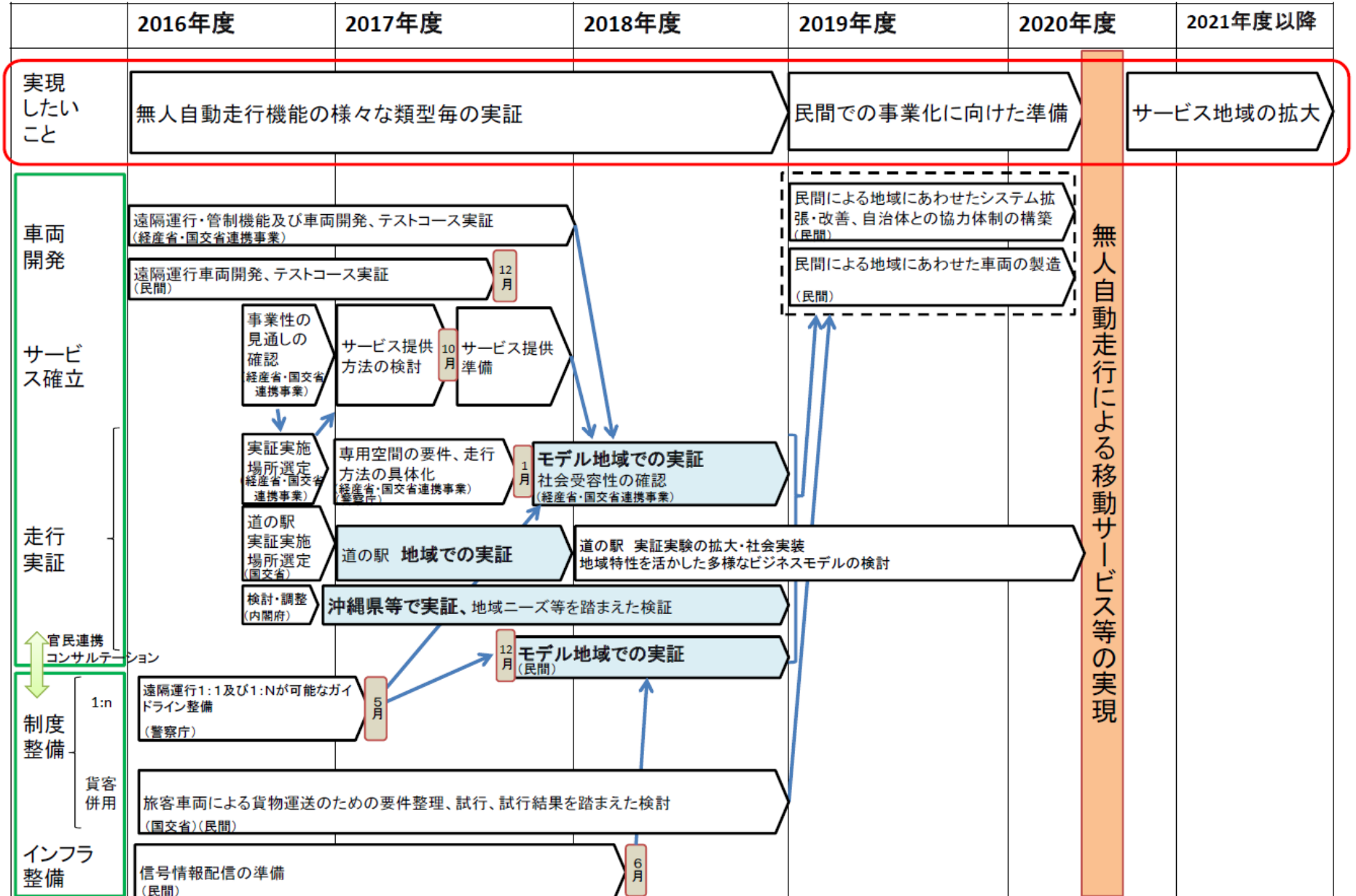
The Truth about “Self-Driving Cars” By S. Shladover
 Scientific American 2016.June



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。

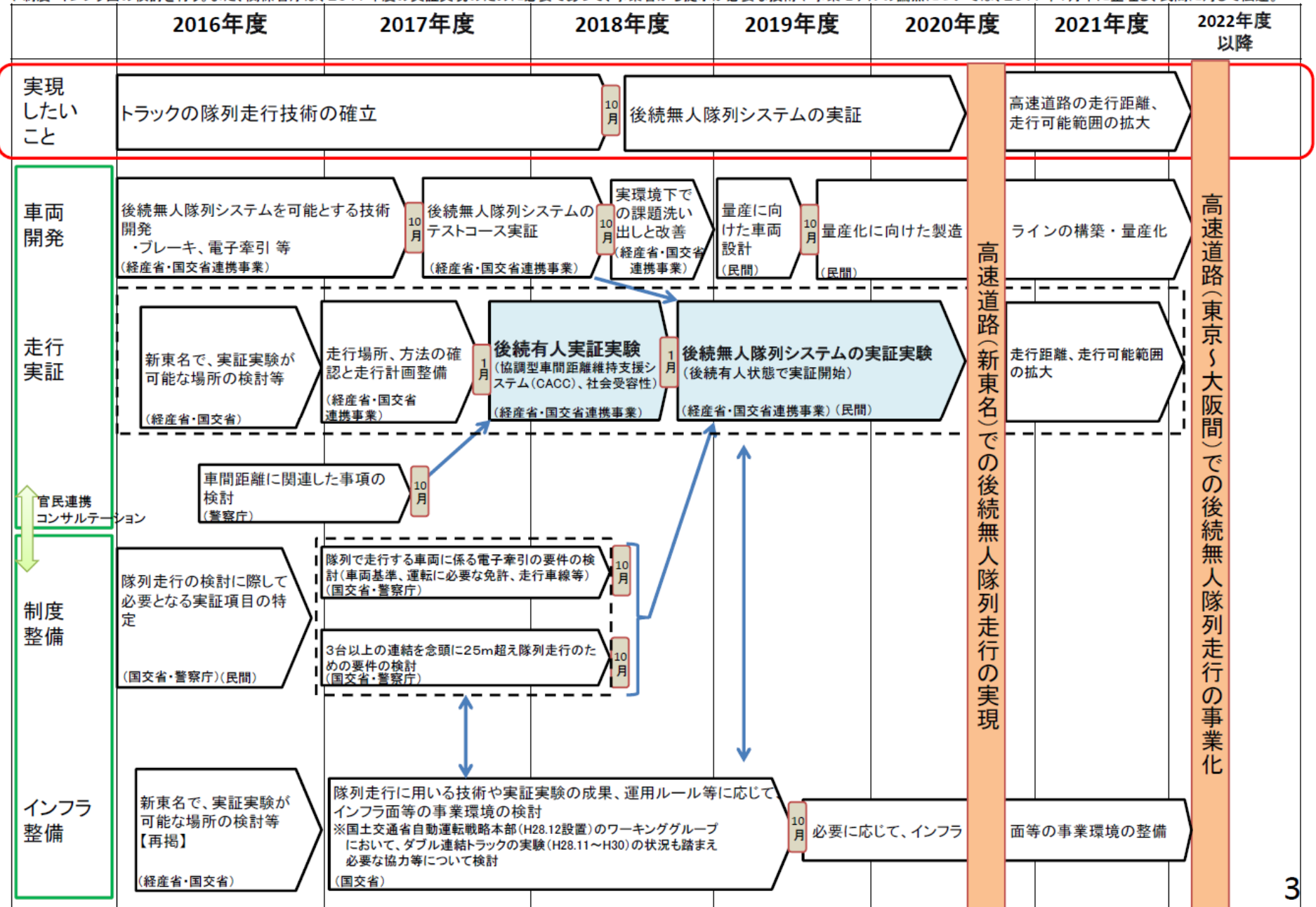


(注) 日本再興戦略等に基づき、関係自治体とも密接に連携・協力しながら、国家戦略特区における公道実証実験を行うとともに、当該特区を更に一歩進め、実証実験に係る手続を抜本的に簡素化する仕組みを直ちに検討。

隊列走行実現に向けた主なスケジュールと課題対応

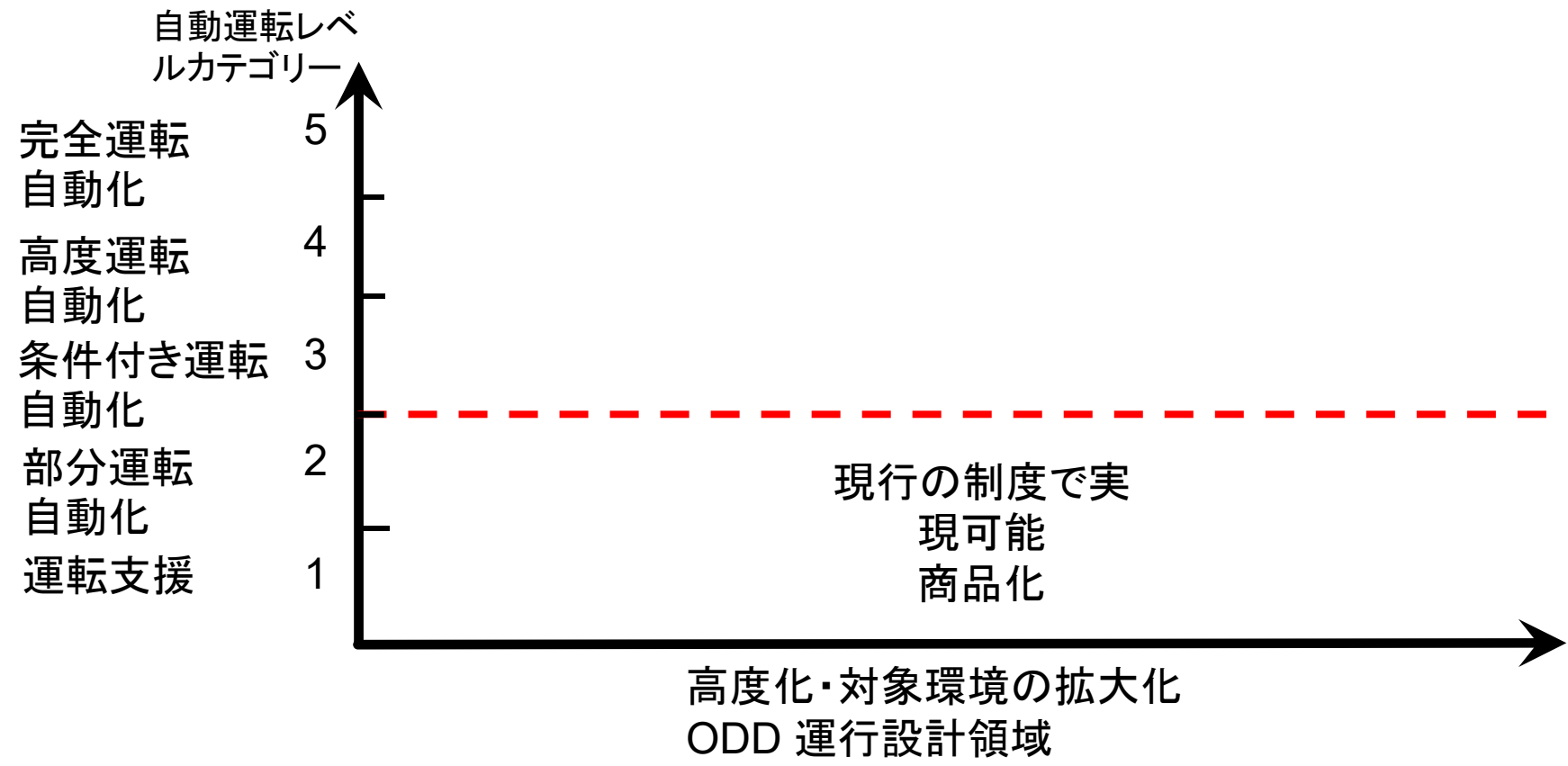
内閣官房IT総合戦略室・内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)
内閣府地方創生推進事務局・警察庁・経済産業省・国土交通省

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。





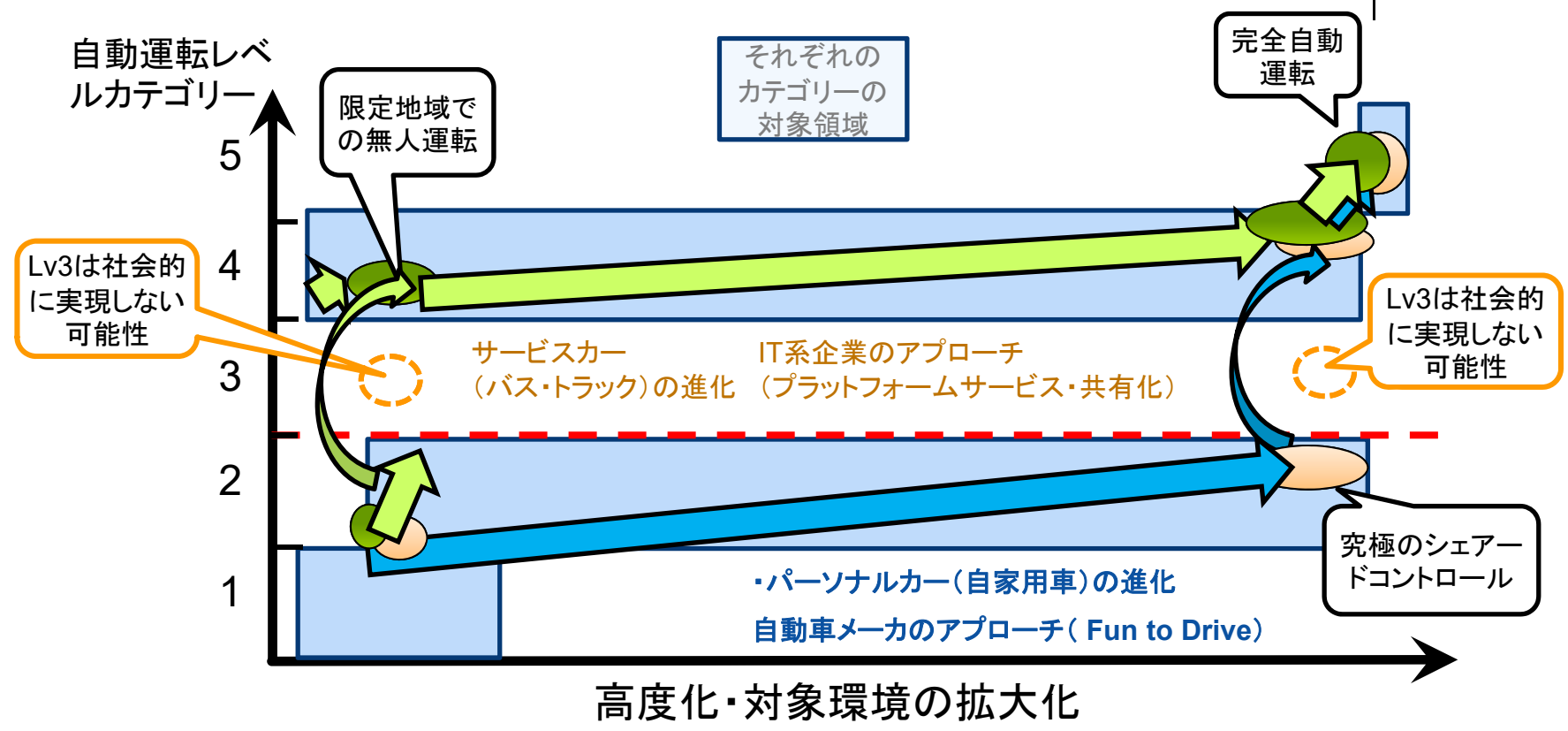
自動運転：進展のシナリオ



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



自動運転：進展のシナリオ …Lv2とLv4に二極化して進展

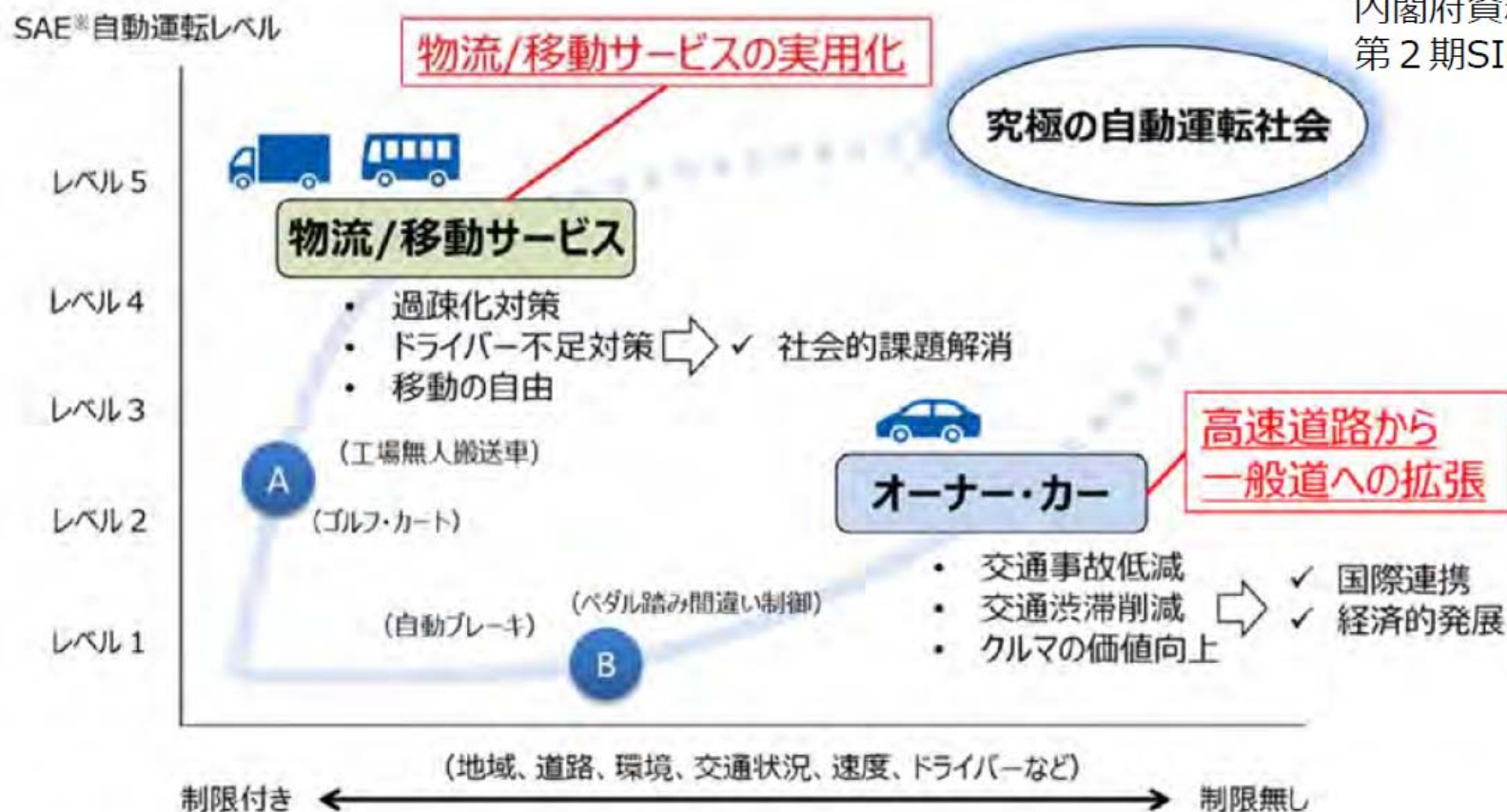


原典: SIP自動運転・ITSセンター業務報告書 http://www.sip-adus.jp/wp/wp-content/uploads/cao_2016_cao1-11_01.pdf





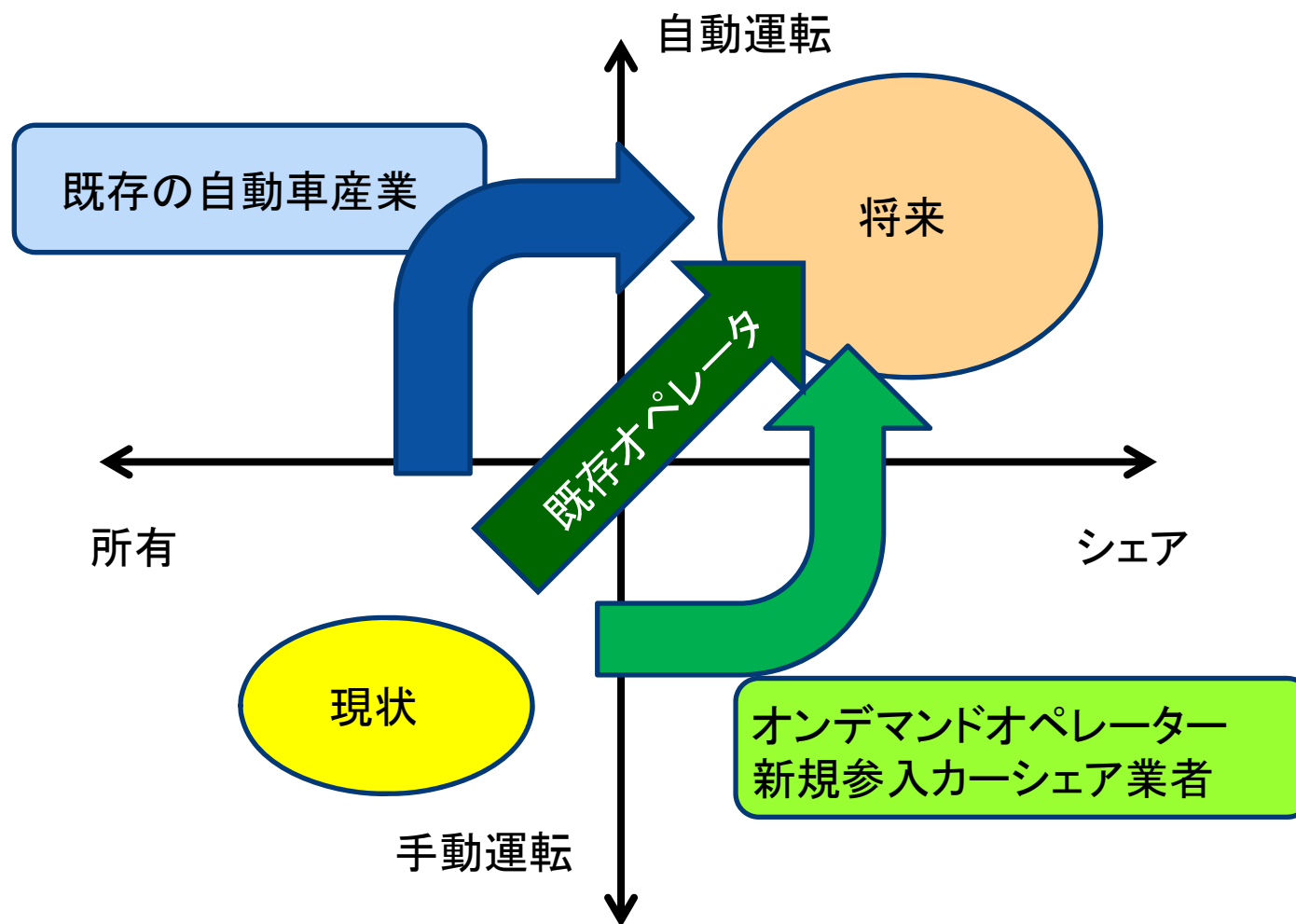
内閣府資料より抜粋
第2期SIP



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



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

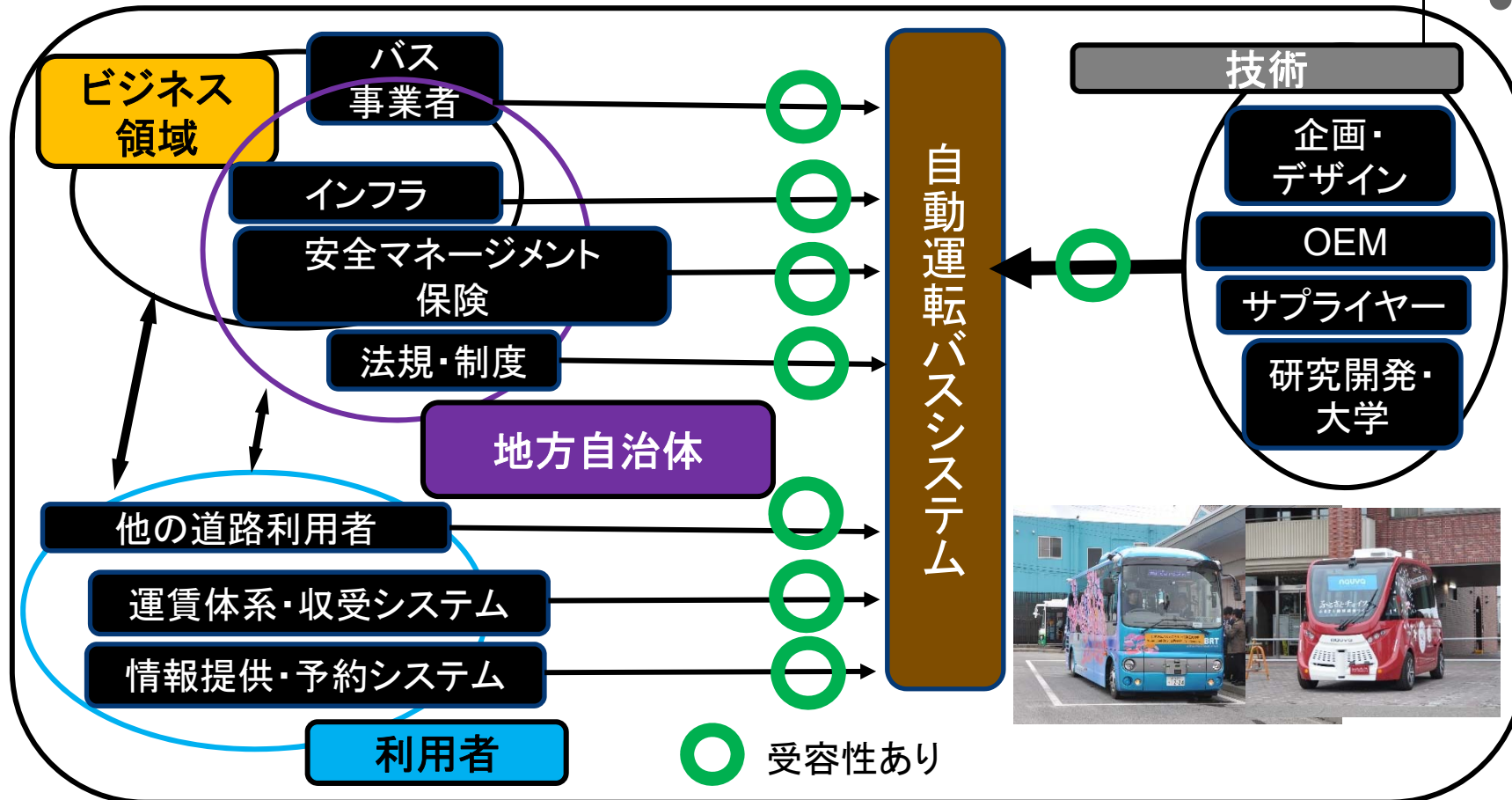
運転支援

定時性の
向上

...

自動運転技術

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

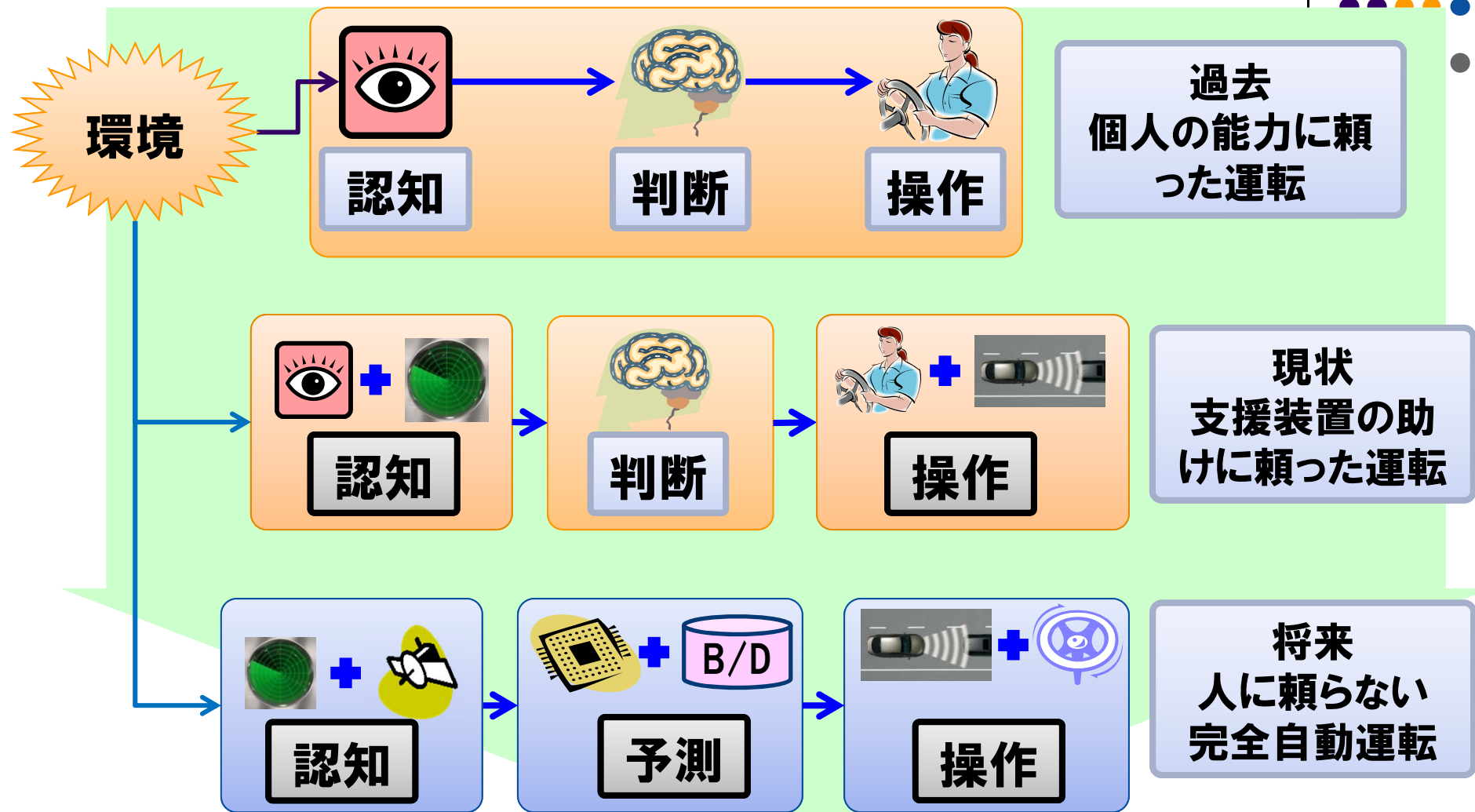


地方自治体 バス事業者の関心

- 安全安心自動運転バス実現会議発足
 - 2017.12
- バス事業者
- 地方自治体
- 30組織以上が参加

- 座長 須田義大
- 事務局 SBDライブ シード・プランニング

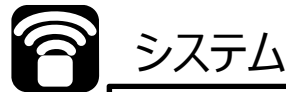
運転の進化



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

須田教授が考える 「自動運転の5段階」

	自動化の段階	状況	運転操作	走行環境の監視	異常時対応
手動	手動	ドライバーによる			
↑	運転支援	自動ブレーキなど			
	部分的自動化	ハンドル、アクセルなどの運転操作の自動化			
↓	限定的自動化	一定の条件下で環境認識も自動化			
	高度な自動化	通常の走行環境なら自動化			※1
自動	完全自動化 (無人走行)	異常時も含めて自動化			



※1はドライバー責任

※2はドライバモニタリングが必要

読売新聞(2014.6.17)に掲載された資料より作成



自動運転におけるHMI(ヒューマン・マシン・インターフェイス)



- どの自動化レベルであってもHMIは重要な課題
 - 無人運転車両のデザイン段階は人間
- 運転アシストや部分的な自動化の段階
 - 人間とシステムの動作が相反する場合の取り扱い
- 限定的な自動化、高度な自動化
 - 異常事態はドライバーは責任、システムの監視
 - 自動・手動の切り替わりのHMI
 - システムによるドライバーのモニタリング
 - 職業ドライバー 一般ドライバー の扱い



研究用ドライビングシミュレータの活用

隊列走行におけるドライバ受容性評価



一般車両ドライバ

問題点

隊列が長いので、
合流の判断が難しい



要件

- ✓ 心理的負担が小さいこと
 - 一般車両ドライバからの受容性
- ✓ 車間に割り込まないこと
 - 隊列システムの成立条件

評価



隊列走行の形態を決定

隊列ドライバ

問題点

低速車両を追い越すための
レーンチェンジにおいて
周囲の安全確認が難しい



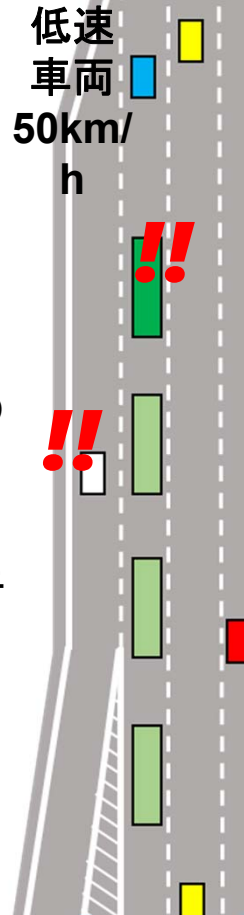
要件

- ✓ 周囲の安全確認が容易で、
心理的負担が小さいこと
 - 隊列ドライバからの受容性
- ✓ 車間に割り込まれないこと
 - 隊列システムの成立条件

評価



隊列走行の仕様を決定



社会受容性の評価手法



ドライビングシミュレータ



臨場感

6自由度の動揺装置
ターンテーブル機構
360度全周囲のスクリーン

安全性

交通事故が無い
安全装置

再現性
利便性

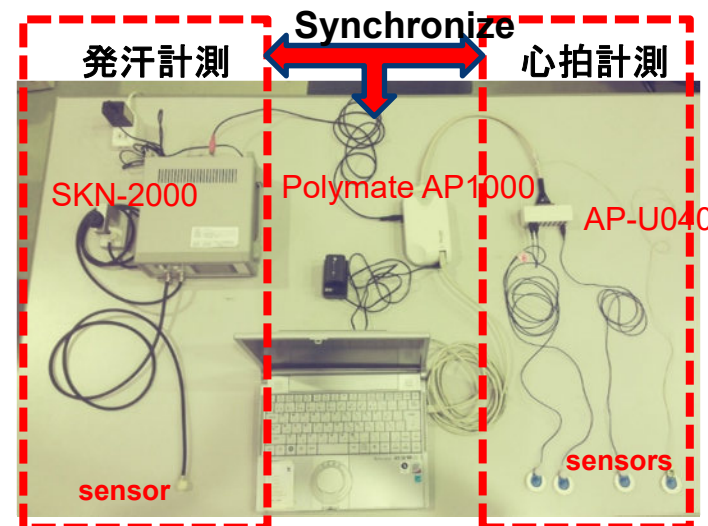
実験条件の統制が容易

生体計測用機器類

心拍計測



発汗計測



計測用PC
アプリケーション：AP monitor

評価実験2



車内HMI構成例

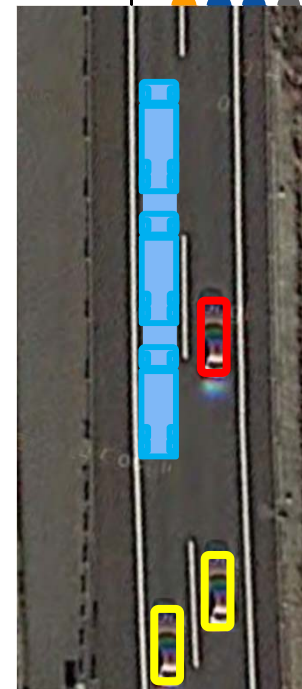
- 画面1: 隊列情報画面

ナビ情報
運転情報
異常情報



- 画面2: 鳥瞰図

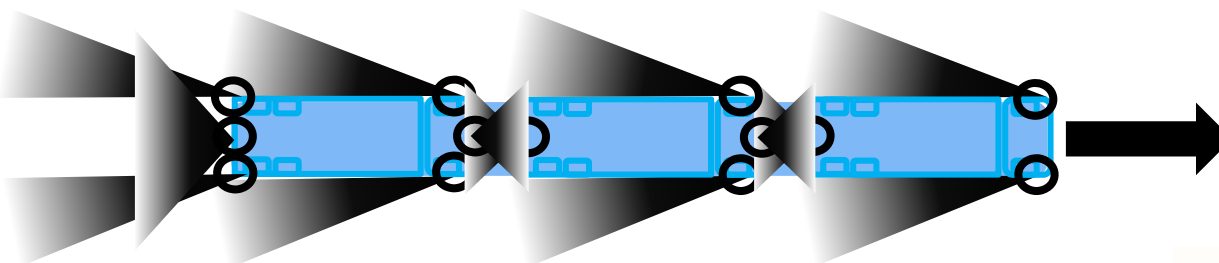
レーンチェンジや
急制動時など
における注意喚起



- 画面3,4,...: 任意のモニタ映像



ドライバーが欲しい映像はどの個所か？

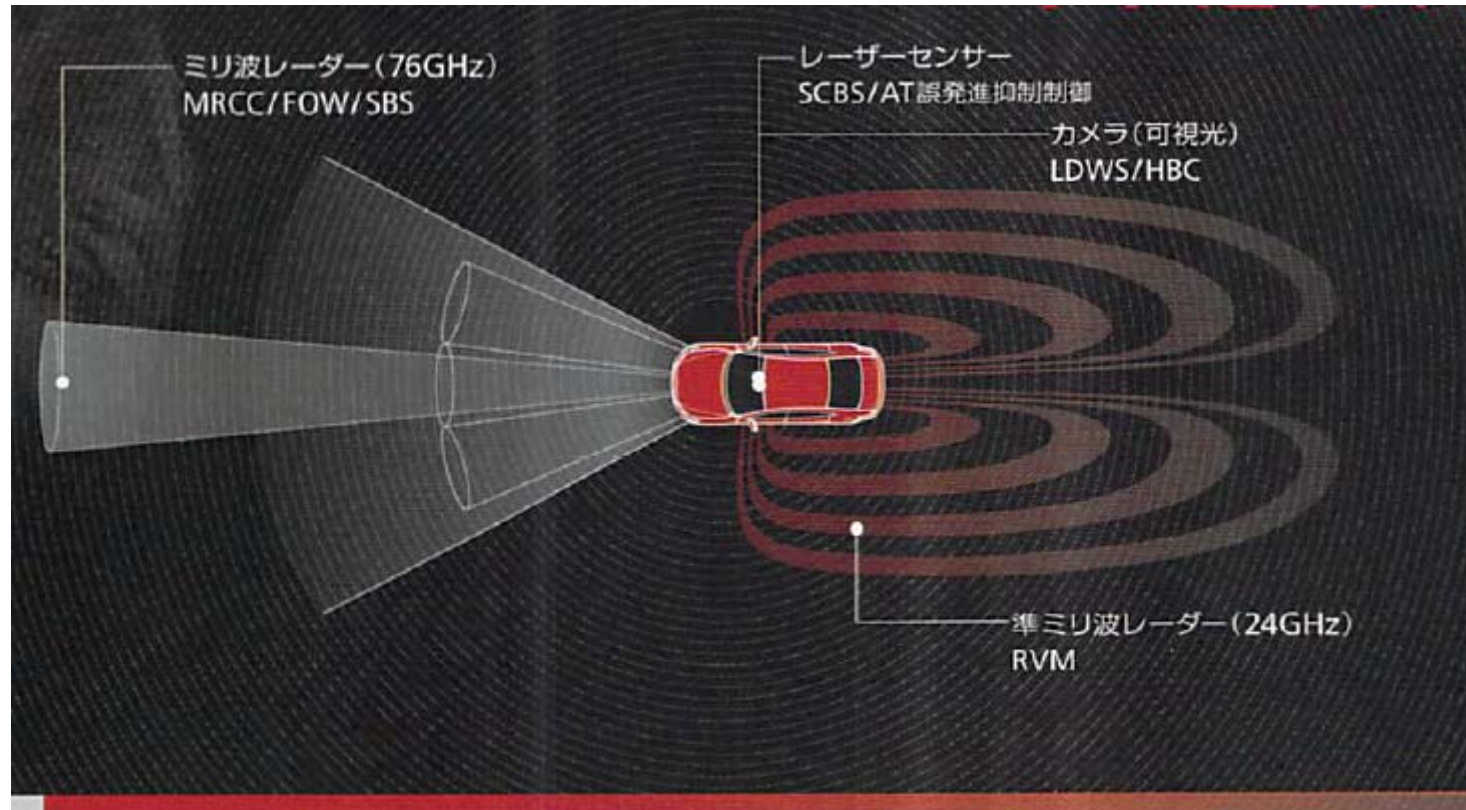




社会的に実現可能な隊列走行の仕様案

- 周辺一般車両ドライバにとって・・・
車間距離**10m未満**・隊列台数**3台**の形態の隊列走行が最も受容性を得られる。
(車外に向けての情報提示が条件)
- 隊列ドライバは・・・
車間距離**4m**・隊列台数**3台**の形態の隊列走行の操縦において、
HMIの工夫により、周囲の安全を確保しつつ
レーンチェンジが可能。
(緊張感を欠かさないことが条件)

センシング 自律システム



マツダの例
パンフレットより

ADAS Advanced Driving Assistant System
ぶつからない車
自動運転 における センサーフュージョン



センサの利害得失

	単眼・ステレオカメラ	赤外線レーザー	ミリ波レーダー
検知手法	カメラ	赤外線	電波
ブレーキ作動速度 (測定距離)	80km/h	30km/h	100km/h
歩行者検知	○	×	×
コスト	中	低	高
悪天候	×(逆光も)	×	○

課題:

- センサーの性能向上
- コスト削減
- 新たな手段 見えないところをセンシング

Connected Car V2X 協調システム



- V2I 路車間通信
- V2V 車車間通信
 - DSRC
 - 5Gの適用性
- デジタルダイナミックマップ
- 衛星 GNSS
 - GPS
 - 準天頂衛星 精度の向上

自律システム と インフラ等協調



	メリット	課題
自律システム	通信やインフラ投資がないので低コスト	すべての道路環境に適合させるには技術開発がさらに必要
インフラ等との協調システム	交通信号との連携、悪条件化での対応、他車両との協調などにより高性能化	インフラ整備は限定的にならざるを得ず、インフラの維持管理も重要

現状の自動運転



- ウィーン条約・ジュネーブ条約
 - あらゆる走行中の車両には運転者がいなければならない
- 自動車はドライバ主権・ドライバ責任で走らすのが現在の制度での基本

無人運転をどう解釈したらよいか？



- ジュネーブ条約の改正
- AIが運転者
- 電子連結
- 遠隔操縦

 専用道路 インフラ連携





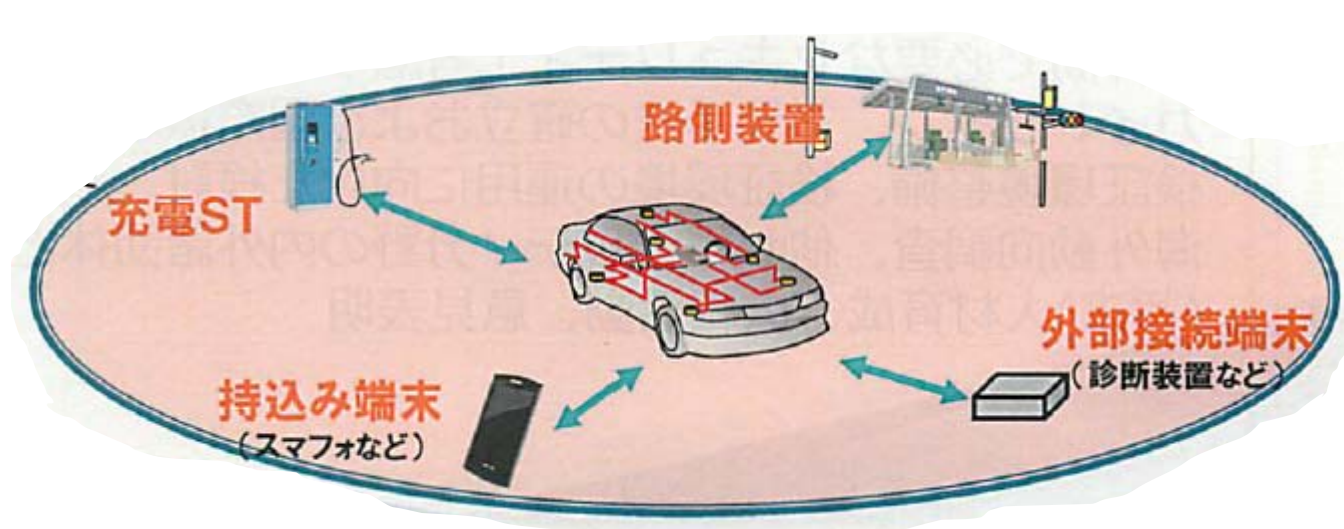
安全性の評価

- AI 機械学習 ディープラーニング
 - 認識だけでなく、制御にも使えるか
 - ブラックボックス
 - 過学習
- 信頼性の確保
 - 検証方法
- サイバーセキュリティ



サイバーセキュリティの課題

- V2Xによる外部からの侵入
- クルマが加害者となって社会インフラへのテロ



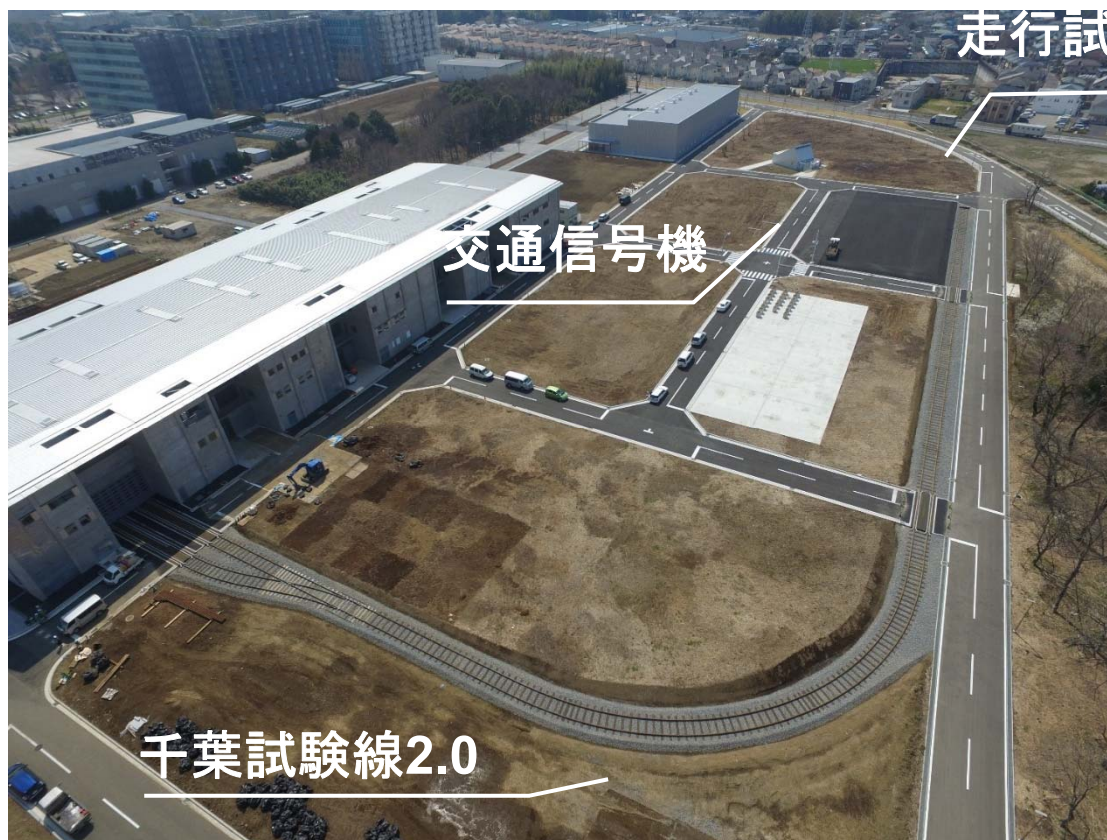
JARI 自動車研究所

自動運転評価拠点 Jtown

2017.4 オープン (経済産業省事業)



東京大学生産技術研究所 千葉実験所 ITS R&R 実験フィールド(柏キャンパス)



産官学連携の実践の場：
次世代モビリティ研究センター
+ 自動車産業・鉄道産業・交通事業者・道路事業者等との共同研究





モビリティ・デザイン



- エコシステムを考慮したデザイン
 - 社会受容性、利用者の視点
 - インフラ・都市計画・都市構造
 - MaaS 公共交通とマージした新たな自動走行の乗り物
 - V2X Connectedの在り方
 - IoT 通信 セキュリティ
 - ユーザーインターフェース、HMI



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

ニーズが高い自動運転の コンセプト



- 自動運転により人間のドライバーにはできない高度な運転が実現できること
 - 隊列走行トラック 車間距離4mで4台 自動運転
 - マニュアル運転は不可能
 - 車間距離短縮による空気抵抗の低減・省エネに寄与
 - 交通容量の増大
- 人間のドライバーよりも、上手に賢く運転できる
 - 省エネ運転
 - 極端に狭い道の走行
 - 悪天候下の運転など

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

モビリティの未来は？

モードによる輸送力と課題

- 自動車
 - 1000人／時間 以下
 - 自動運転でも輸送量とエネルギーは課題

MaaSとし公共交通と連携

- 公共交通
 - 大量輸送が可能 6000人／時間 以上も可能
 - LRT・バスでも2000人／時間
 - 建設費とオペレーション

長距離・高速 高密度輸送は鉄道の役割

- パーソナルモビリティ
 - 自動車(面)と公共交通(線)を取り持つ
 - うまく使えば(場所とスピード)2000人／時間も可能
 - 新たなPMVの開発

短距離の地域のモビリティ

(輸送力はモード間の比較のため 単位交通路幅あたりに換算)



モビリティ・イノベーション



- ITS/IT の急速な展開
 - IoT 繋がるクルマ
 - AI・ビッグデータ・自動運転
 - 電動化
- 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 (Mobility as a Service) 所有からシェア
 - 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



ご清聴ありがとうございました!



東大生研千葉実験所 ITS R&R 実験
フィールド @柏キャンパス

