

自動運転シンポジウム in 桑名 2020

自動運転による モビリティ・イノベーション



2020.2.26

教授 須田義大

東京大学

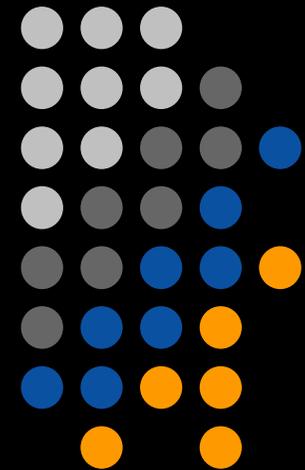
モビリティ・イノベーション連携研究機構長 (UTmobi)

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



東京大学
生産技術研究所

Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構 (UTmobl)

2018.7.1 発足 2019.7.1拡大



- 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** (国内研究機関の連絡会, 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** (アイディアソン・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

ドライビングシミュレータ



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。

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

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

東京大学 生産技術研究所 須田研究室

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



鉄道・ライトレール (LRT)

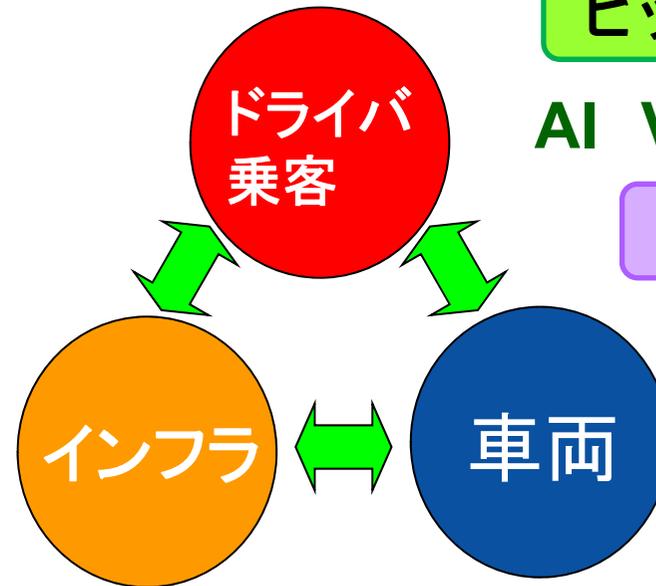
カーブのスピードアップを実現した「操舵台車」や快適なシートアレンジなどの研究開発は実用化しました。千葉実験所には試験線もあります。

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



Society 5.0

ビッグデータ

AI V2X IoT/IoE

自動運転



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

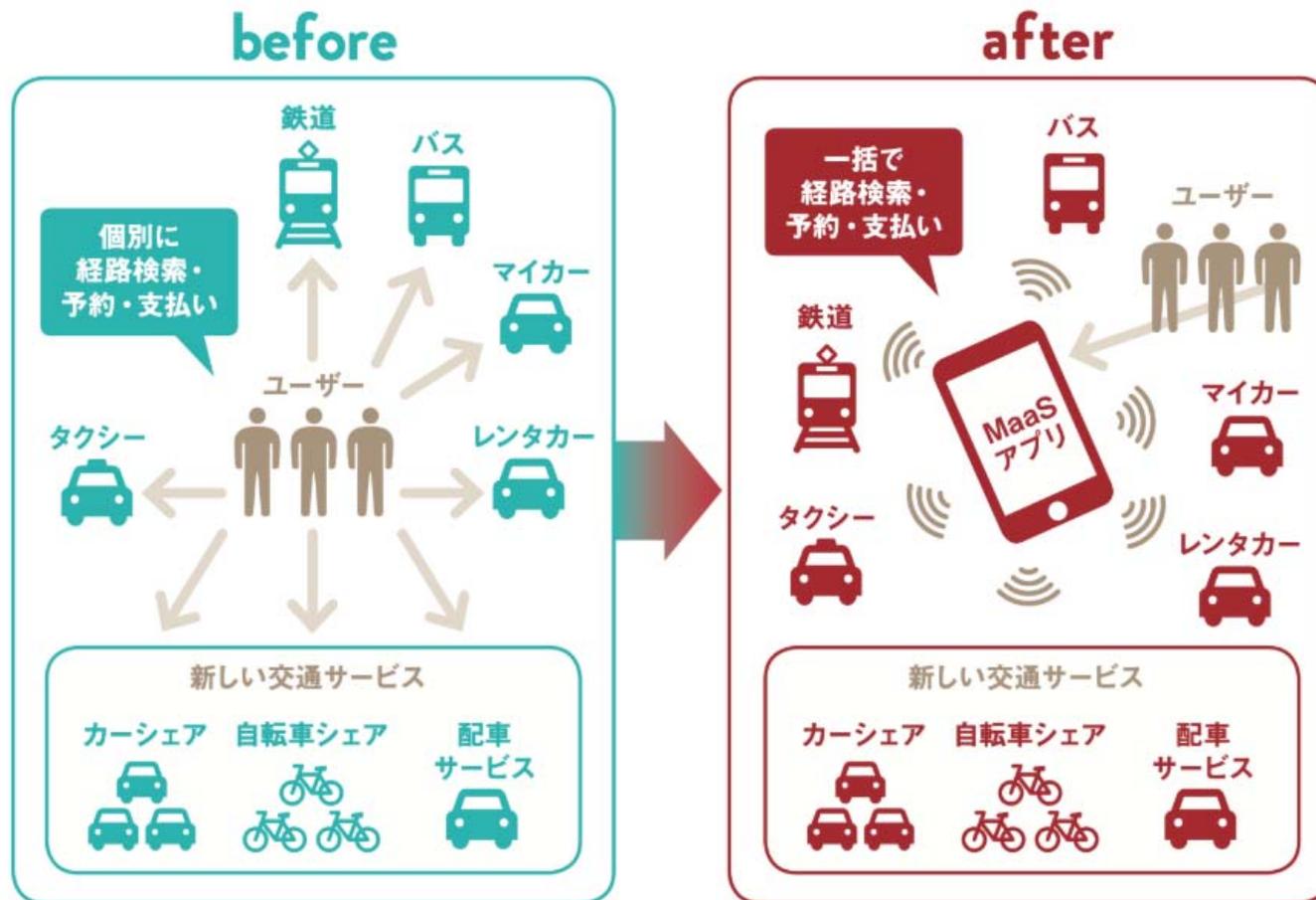


- 自動車産業と CASE
 - Connected 繋がるクルマ
 - Autonomous 自動運転
 - Share & Service シェア・サービス
 - Electric 電動化
- 交通システム モビリティ・サービス
 - Mobility as a Service 公共交通とのマージ

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

MaaSのコンセプト Mobility as a Service



一般社団法人JCoMaaS（一般社団法人ジェイコマース）

専用道路・専用軌道における無人自動運転



- 新交通システム
- IMTS
- エコライド
- 専用道



鉄道の自動運転:

高度なセンシング・判断はドライバー

鉄道の完全自動運転:

専用軌道により高度なセンシング・判断を排除



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



SIP 沖縄 南城市 自動運転バス公道実証実験 2017.3



滋賀県東近江市 奥永源寺溪流の里 2017.11.11 開始式



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





大津市 MaaS X 自動運転

- 2019 11/2から 1週間



2020年 5月 から 中型バスで実証実験予定

永平寺町 廃線跡 自動運転



JR東日本 BRT 自動運転



2020年 2. 11 気仙沼線BRT 陸前横山駅 実証実験



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

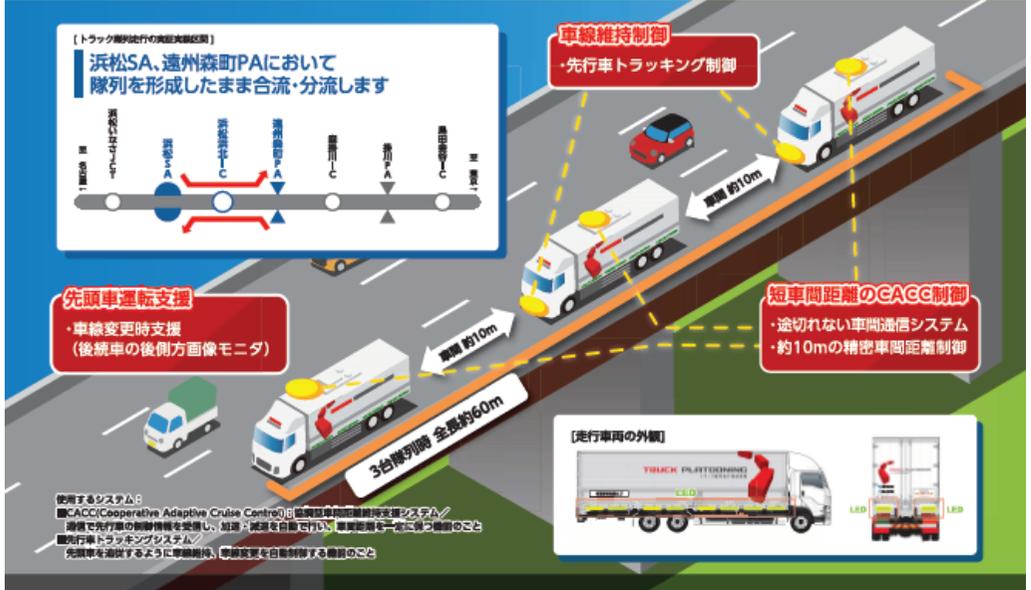
- 社会的ニーズ
 - トラックドライバーの不足
 - 省エネ
- 技術的な視点
 - 隊列走行・後続車両無人システム
- エコシステムの構築

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：先進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!



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	



東京大学・WILLERとの共同研究



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

自動運転の目的

～自動運転が目的ではなく手段

- 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

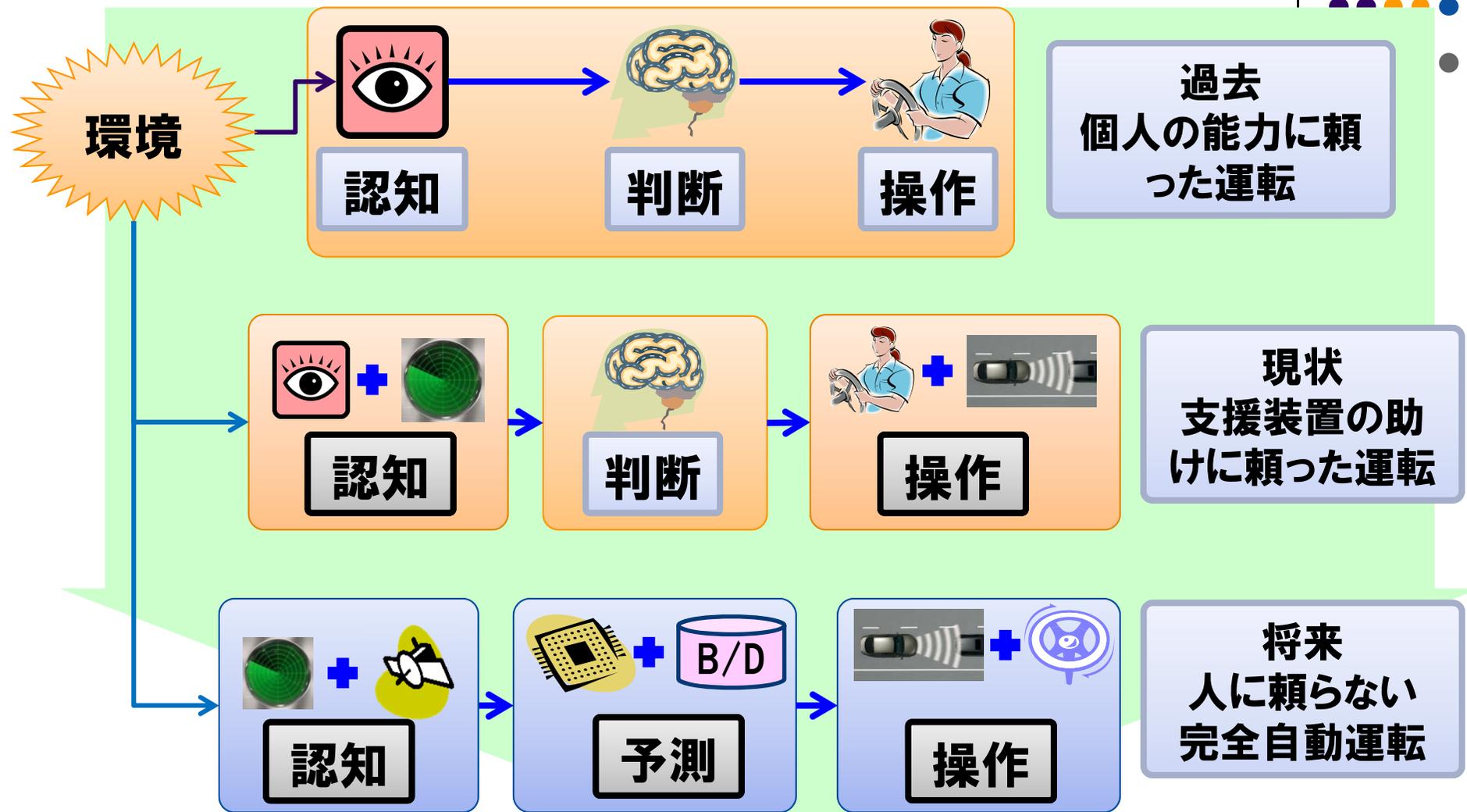


ニーズが高い自動運転の コンセプト



- 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・渋滞の抑制
- 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

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 ↑ 自動	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
完全自動化 (無人走行)	異常時も含めて自動化				

※2

ドライバー

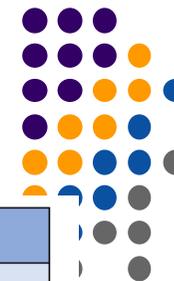
システム

※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

運転自動化レベルの定義の概要



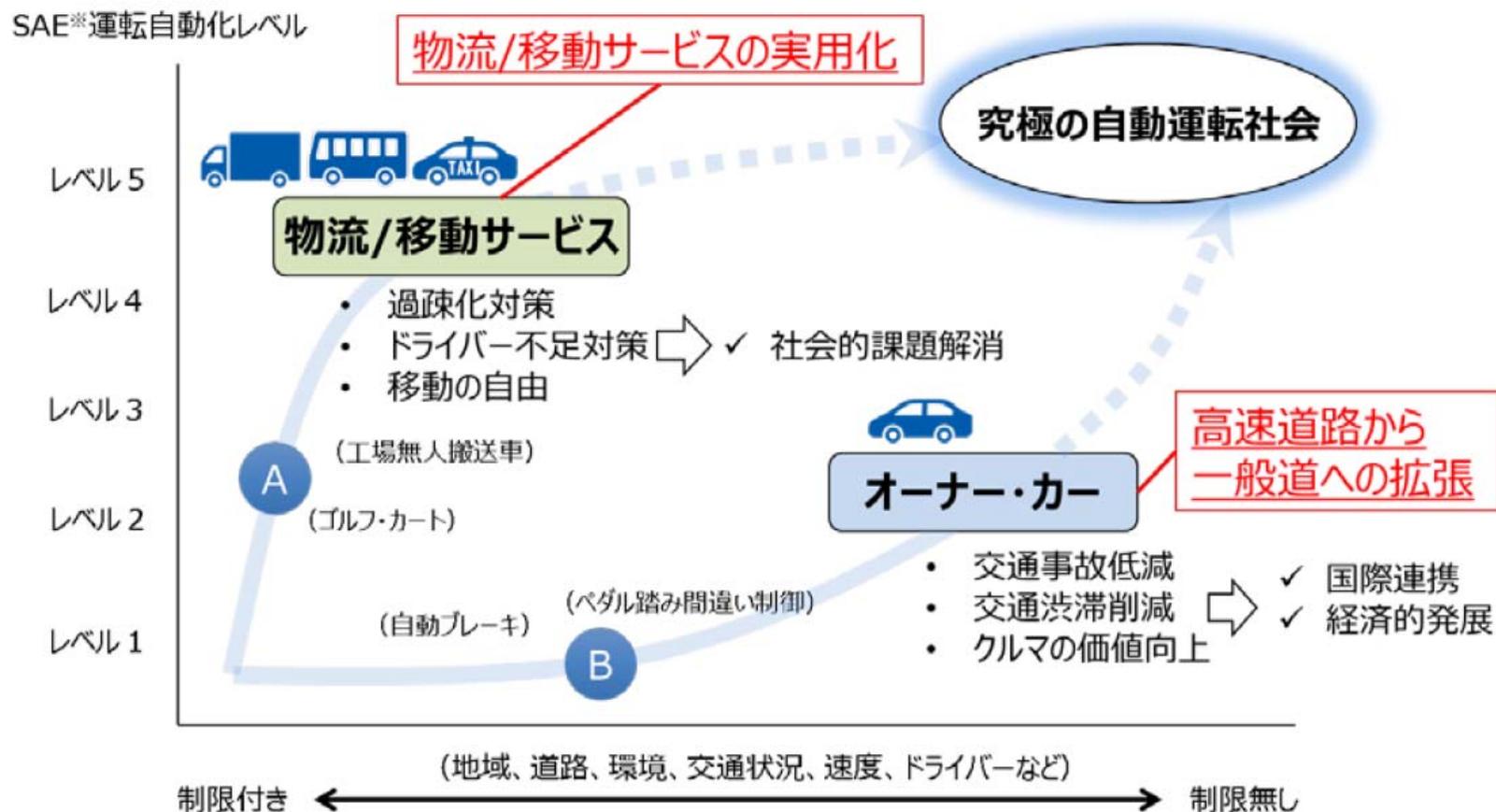
レベル	概要	操縦 [※] の主体
運転者が一部又は全ての動的運転タスクを実行		
レベル0 運転自動化なし	<ul style="list-style-type: none"> 運転者が全ての動的運転タスクを実行 	運転者
レベル1 運転支援	<ul style="list-style-type: none"> システムが縦方向又は横方向のいずれかの車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行 	運転者
レベル2 部分運転自動化	<ul style="list-style-type: none"> システムが縦方向及び横方向両方の車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行 	運転者
自動運転システムが（作動時は）全ての動的運転タスクを実行		
レベル3 条件付運転自動化	<ul style="list-style-type: none"> システムが全ての動的運転タスクを限定領域において実行 作動継続が困難な場合は、システムの介入要求等に適切に応答 	システム (作動継続が困難な場合は運転者)
レベル4 高度運転自動化	<ul style="list-style-type: none"> システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を限定領域において実行 	システム
レベル5 完全運転自動化	<ul style="list-style-type: none"> システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を無制限に（すなわち、限定領域内ではない）実行 	システム

人間の運転
安全運転支援

自動運転

究極の自動運転社会実現へのシナリオ

SIP第2期自動運転(システムとサービスの拡張)



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

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

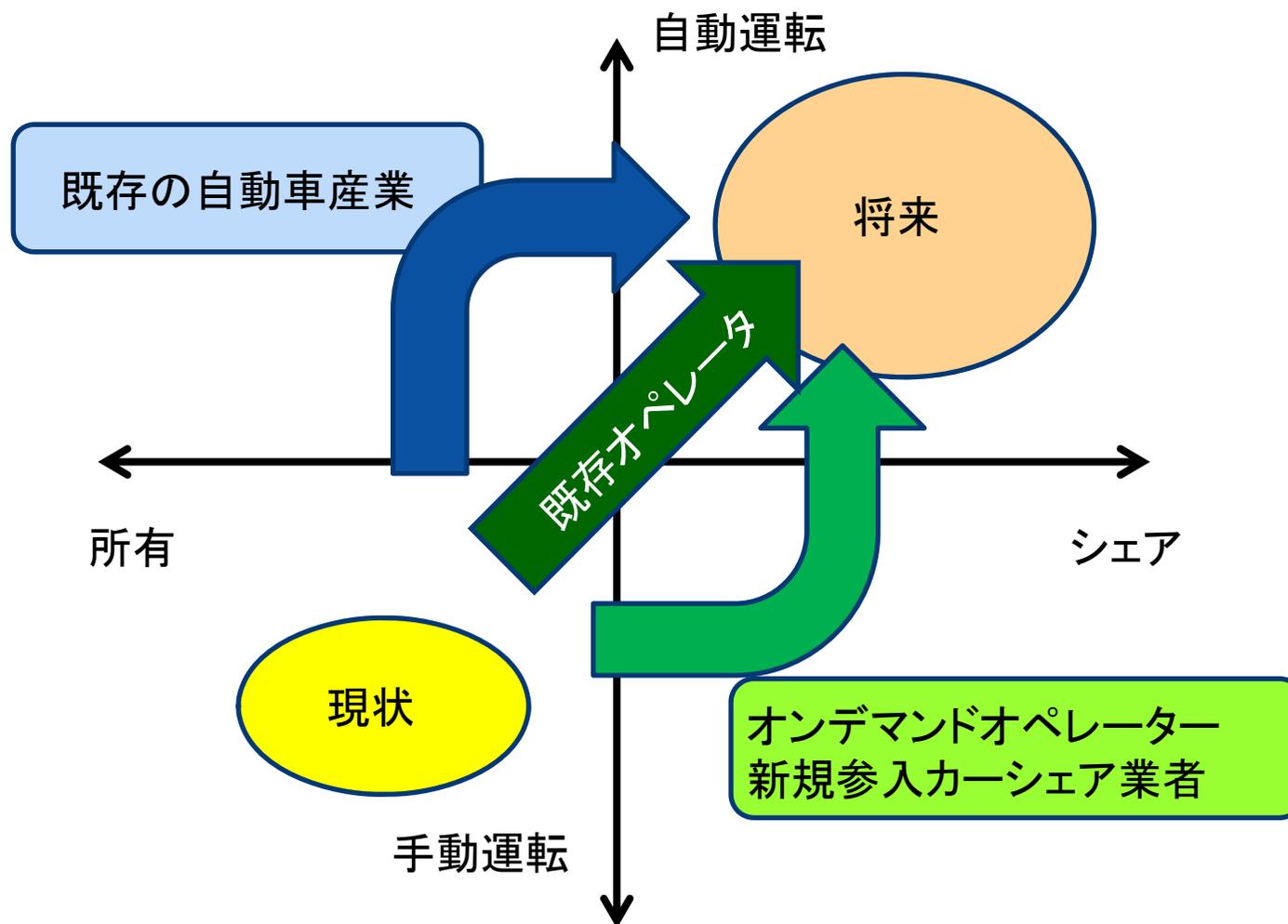
自動運転によるモビリティ社会の変革



- 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
 - 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・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

...

MaaS

モビリティ・サービス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る

CityMobil2 EUプロジェクト



Demonstrator route



最初のデモ 2014年
イタリア オリスターノ サルディーニヤ島

低速 (平均速度 5.5~8km/h)
歩行者空間
無人運転(監視員が乗車)

ITS世界会議2015 ボルドー レベル4自動運転 公道走行





オーストラリア ニューサウスウェールズ州 アーメダデー
公道実証実験 2020.2.6

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(2019)
- 国土交通省(自動車局) ASV6期 2016-
 - 自動運転の技術基準検討 道路運送車両法の改正(L3,L4) (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



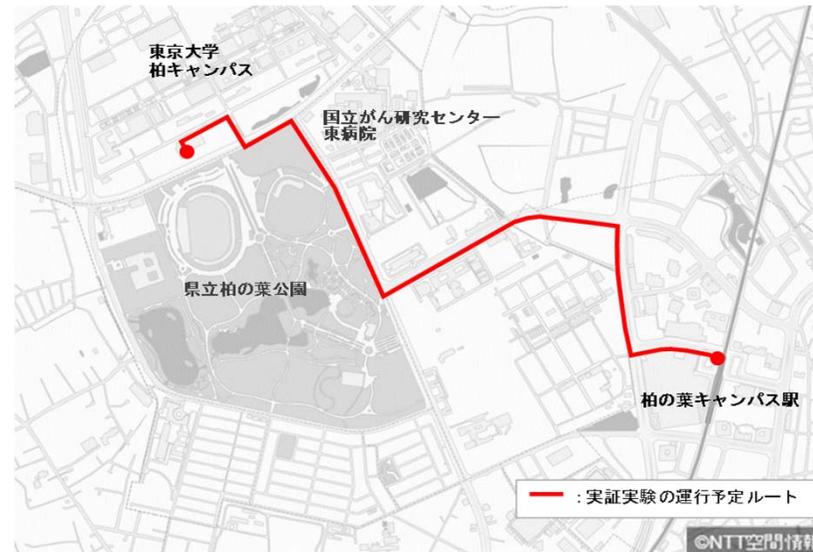


柏ITS推進協議会
東京大学



柏の葉キャンパス駅・東京大学 柏キャンパス間の公道で 「自動運転バスの営業運行実証実験」を開始 ～2019年11月1日に東京大学 柏キャンパスにて記者説明会、出発式を開催～

柏ITS推進協議会は、つくばエクスプレス柏の葉キャンパス駅から東京大学 柏キャンパス間の約2.6kmの一部区間において、自動運転バスによる営業運行実証実験を2019年11月1日（金）から2020年3月31日（火）までの5ヵ月間実施します。



■自動運転バスの実証実験参加団体

東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構、東京大学 生産技術研究所、東京大学 大学院新領域創成科学研究科、柏市、先進モビリティ株式会社、東武バスイースト株式会社、三井不動産株式会社、SBドライブ株式会社、柏の葉アーバンデザインセンター（UDCK）、パシフィックコンサルタンツ株式会社、損保ジャパン日本興亜株式会社、三菱オートリース株式会社



今回長期実証実験の概要



- 令和元年11月1日から令和2年3月31日まで5か月間の長期にわたる運行

東武バスイーストのドライバーが担当



- 平日1日あたり3往復の運行を予定
 - 12時から14時の間運行
- 自動運転レベル2の自動運転

TSUKUBA EXPRESS 柏の葉キャンパス駅発						
時	柏キャンパス(基盤棟前・環境棟前)					
8	00	10	20	30	40	50
9	00	10	20	30	40	50
10		10	20	30	40	
11					40	
12					35*	40
13				25*		40
14				15*		40
15						40
16						40
17	00	10	20	30	40	50
18	00	10	20	30		50
19	00	10	20	30	40	50

東京大学 柏キャンパス発 (環境棟前)						
時	柏の葉キャンパス駅西口					
8		10	20	30	40	50
9	00	10	20	30	40	
10	00	10	20	30		50
11						50
12						50
13	05*					50 55*
14					35*	50
15						50
16						50
17	00	10	20	30	40	50
18	00	10	20		40	50
19	00	10	20	30	40	50



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

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