

Plenary Session: Service and Business Implementation / FOTs +
Human Factors (Joint Session)

自動運転移動サービスの 社会実装に向けた産総研の取組み

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

加藤 晋

講演内容

- **ラストマイル自動走行の実証評価（2020年度までの5カ年事業）**
 - プロジェクト概要
 - 2020年度の実施概要
 - 福井県永平寺町における無人自動運転移動サービスの運行開始
 - 国内初の遠隔型自動運転システムによる自動運転車のレベル3の認可と運行
- **自動運転レベル4等の自動運転移動サービスの社会実装に向けた新しいプロジェクトの紹介**
 - 自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト（RoAD to the L4）
 - 研究開発・社会実装計画の概要
 - 自動運転の4つのテーマの成果目標

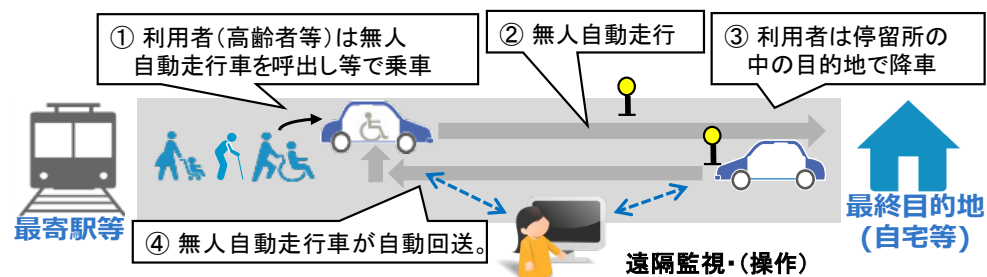
ラストマイル自動走行の実証評価 プロジェクト概要

経産省・国交省「高度な自動走行・MaaS等の社会実装に向けた研究開発・実証事業」のうち、

「専用空間における自動走行等を活用した端末交通システムの社会実装に向けた実証」(FY2016～2020)

- ◆ 自宅近くと最寄り駅の間など、**短中距離を補完**する**ラストマイル自動走行**（端末交通システム）
- ◆ 2020年以降の実用化に必要な**技術開発、社会受容性や事業性（ビジネスモデル）**の検討等を行う

※高齡過疎地や交通弱者の交通手段、人手不足解消、コスト削減等を目指して地域検証を実施

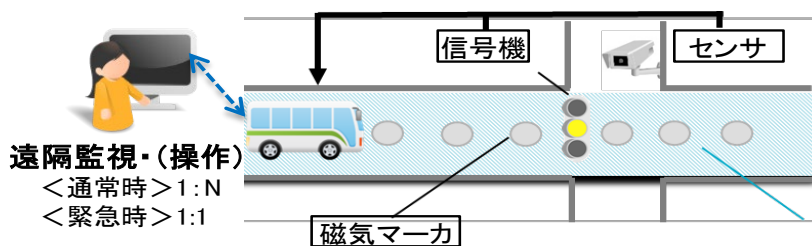


小型電動カートを活用した運用イメージ



スマートEカート
(低速自動運転車両)

プロジェクト開始当初は3年計画で2018年度に地域実証評価を目標としていたが、5年計画に延長され、**2020年度中の限定地域での無人自動運転移動サービスの実現（政府目標）**を目標とした。



バスを活用した専用空間と運用イメージ



自動運転バス
(先進モビリティ：小型バス)

2019年度から乗員数より多い中型の開発と実証に移行



中型自動運転バス
(先進モビリティ改造：2台)

①自動走行技術の確立、②ビジネスモデルの明確化、③社会システムの確立、④社会受容性の醸成のバランスを重視した実証

事業化の最先端を目指した

自動運転技術を活用した移動サービスの社会実装 に向けたラストマイル自動走行の実証評価

- 2020年度には限定地域での無人自動運転移動サービスを実現するため、7つのモデル地域での事業性検討及び車両技術の開発を実施。

2020年度実証
実験地域



1人で3台以上の
遠隔監視・操作の
運行を目指す
(管制制御)



■ 中型自動運転バスの実証評価：

中型バス(2台)を用いた、5つのバス運行事業者による実証評価

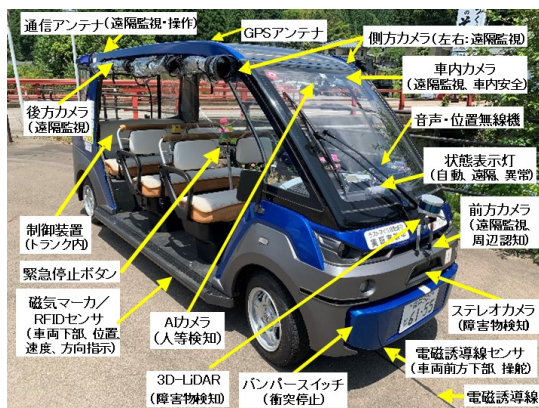
- ③大津市(7-9月)、④三田市(7-8月)、⑤北九州市(10-11月)、⑥日立市(11-3月)
- ⑦横浜市(12-3月)

■ **本格導入に向けた試験運用：**
2020年度中での事業化に向けた
移管準備としての試験運用

■ **無人回送による実証評価：**
無人回送の実証評価及び、遠隔
操作者による3台以上の車両運行
の実証評価 (省人コスト低減)

- 自動運転のレベル3以上と遠隔型による移動サービスの社会実装の拡大に向けた研究開発と移管に向けた長期実証

- **実施期間**：令和2年7月6日～11月30日
- **実施場所**：福井県永平寺町の「永平寺参ろ一ど」（約6km）
- **実施主体**：**まちづくり（株）ZENコネク**、産術研、永平寺町、
- **実施内容**：
 - ◆ **地域事業者の運用による移管に向けた移動サービス実証**
 - ◆ 採算性検証、利用需要増への工夫、充電時間確保
 - ◆ 自動運転車両や遠隔監視システムにおける安全性や運用性の評価



ヤマハ製電動カートを産総研が改造

【自動運転等機能】

- ・電磁誘導線により自動操舵、路側のRFIDにより速度制御や停止
 - ・走行速度は自動運転時12km/h以内（車両の最高速度は20km/h未滿）
 - ・障害物を検知し、自動ブレーキ制御
 - ・遠隔監視システムとの通信
- ・なぜ古い技術（電磁誘導線）を用いた自動運転なのか）
 ⇒環境への適合性（森の中でGPS×、LiDAR×、雪でカメラ×）
 ⇒事業化に向けた実績と保守性、コスト効果の考慮等

- **乗車者総数**：1,654人（延べ、視察対応者を除く）、100日間
 - 1日当たり平均乗車人数：16人
 - 1日の最大乗車人数：1位：8月14日 55人、2位：11月10日 53人
 - 土日祝日実施日数：32日、乗車者総数：686人、1日当たり平均乗車人数：21人



コロナ禍で昨年度：6,027人（147日間、1日平均41人）から大幅減少：宣伝抑制、乗車人数制限、運行本数見直し等が影響

福井県永平寺町における無人自動運転移動サービスの運行開始

- **運行開始日**：令和2年12月22日(火)～
※2年は12月25日(金)まで、3年3月1日から運航再開(1, 2月は冬期運休)
- **運行ルート**：福井県永平寺町の「永平寺参ろ一ど」約2km
※全長6kmの自転車歩行者専用道(廃線跡地)であり、このうち荒谷から志比の2km区間にてサービスを実施、残る区間は運転者が車両に乗車した形で3月よりサービス開始予定
- **運行主体**：**永平寺町(まちづくり)株ZENコネク**に業務委託
- **利用料金**：大人100円/回、子供50円/回(自家用有償旅客運送)
- **運行形態**：**一人の遠隔監視操作者が3台の無人自動運転車両を運行**
※保安要員(運転車ではなく、車内の安全対策等のために乗車するもの)が車両後部座席に乗車した形で運行



日本初!

ZEN drive



ドライバー不足解消やコスト削減に資する少人数で複数台の運用での移動サービスを開始 (政府目標の達成事例)



遠隔監視・操作室



1人の遠隔監視・操作が3台の無人自動運転車両を運行

福井県永平寺町発 遠隔監視 自動走行

1:3

2020.12.22 TUE Start

日本初の遠隔型自動走行車両による移動サービスの開始

休日: 荒谷 ~ 志比 (約2km) (9:00~)

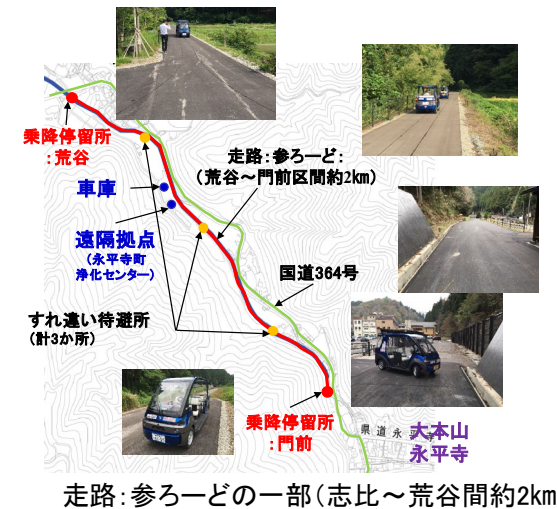
平日: 東古市 (約6km) ~ 志比 (約6km) (9:40~)

※今回の運行は、経産省・国交省が無人自動運転移動サービスの実現に向けて、産総研に委託し、実施してきた実証実験の成果を活かして実現。

レベル2で遠隔ドライバー1名が3台の車両を運用する 遠隔型自動運転の世界初の公道実証(永平寺町)

ドライバー不足解消やコスト削減に資する少人数で複数台の運用に向けた実証

- 遠隔ドライバー1名が2台の車両を運用する遠隔型自動運転の基準緩和認定(国土交通省中部運輸局:2018/10/18)
- 上記実証の道路使用許可(福井県警本部, 福井警察署2018/11/7)
- 世界初の公道実証を開始(2018/11/19~) ※車内セイフティードライバー有り



- 遠隔ドライバー:1名が遠隔監視・操作装置、メインコントローラ前に着座し、常時2台の状況を遠隔監視
- 遠隔ドライバーは、通常、停留所での乗降確認と発進ボタン操作のみ



遠隔監視・操作装置の配置例
(右:遠隔操作モニター)



1:2
(遠隔ドライバー1名が2台の車両を運用)



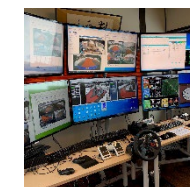
- 2020年2月21日:遠隔ドライバー1名が2台の車両を運用する基準緩和認定 ⇨ 新型コロナウイルスの感染防止のため実証が中断
 - 2020年6月23日:無人運転を含めた1名が2台の車両を運用するための基準緩和認定
 - 2020年8月12日:上記実証の走行審査後、道路使用許可
 - データを収集中 ⇒ 1名が3台の車両を運行に向けて、更なる高度化を目指す ※車内セイフティードライバー無し
- ⇒ 1名が3台の車両を運用する基準緩和認定、道路使用許可
- 2020年12月22日から:1名が3台の車両を運用する遠隔型事業化

車内無人と少人数で可能な運行台数の増加による省人化、コスト低減

さらなる自動化、高度化



1:3



産総研 レベル3に向けた公的試験機関（JARI）等での車両性能試験を実施

- 想定する走行環境条件（ODD）の内外や不具合となる想定シナリオに対する車両性能を確認するための試験をJARI等にて実施。⇒**ODD内外を判断できるセンサシステムが重要**
- 全ての項目について安全に車両が制御されることを確認。

走行環境条件	主な試験内容(ODD外) ⇒停止(MRM)
車両が電磁誘導線上にあり、車両が検知可能な磁気が存在すること	電磁誘導線電源喪失、電磁誘導線逸脱時
周辺の歩行者等を検知できない強い雨や降雪による悪天候、濃霧、夜間等でないこと	霧、降雨、薄暮での走行限界時
速度が約12km/h以下であること	速度制御、RFID読取失敗時
路面が凍結するなど不安定な状態でないこと	空転時
緊急車両が走路に存在しないこと	サイレン音接近時



車両制御	主な試験内容(ODD内、不具合) ⇒停止(制御機能)
障害物がある場合	歩行者通過や飛び出し、寝ころび、自転車急接近や追い越し・割込み、障害物(最低地上高以上の障害物検知)、固定障害物、障害物移動
システム不作動、センサ不作動	センサ電源喪失、センサに飛来物での対応確認

産総研 国内初！遠隔型自動運転システムによる自動運転車のレベル3の認可と運行

- これまで産業技術総合研究所が、福井県永平寺町において実証実験を進めてきた遠隔型自動運転システムについて、**遠隔監視・操作型の自動運行装置（レベル3）として、2021年3月5日に国内で初めて認可。**
- 車両に搭載された自動運行装置は、自転車歩行者専用道（公道）に設置された電磁誘導線上を走行し、歩行者、自転車及び障害物等を検知し対応する装置。
- **2021年3月25日より、国内初の自動運行装置を備えた車両（レベル3）での本格運行を開始**

国内初の遠隔監視・操作型の自動運行装置（レベル3）の認可



1人の遠隔監視・操作者が3台の無人自動運転車両を運行



遠隔監視・操作室

名称：ZEN drive Pilot

遠隔にいる運転手が3台の自動運転車の常時周辺監視から解放され、運転負担を軽減

走行環境条件

1. 道路状況及び地理的状況

(道路区間)

- ・ 福井県吉田郡永平寺参ろ一ど：京福電気鉄道永平寺線の廃線跡地
- ・ 町道永平寺参ろ一どの南側一部区間：永平寺町荒谷～志比（門前）間の約2 km

(道路環境)

- ・ 電磁誘導線とRFIDによる走行経路

2. 環境条件

(気象状況)

- ・ 周辺の歩行者等を検知できない強い雨や降雪による悪天候、濃霧、夜間等でないこと

(交通状況)

- ・ 緊急自動車が走路に存在しないこと

3. 走行状況

(自車の速度)

- ・ 自車の自動運行装置による運行速度は、12 km/h以下であること

(自車の走行状況)

- ・ 自車が電磁誘導線上にあり、車両が検知可能な磁気が存在すること
- ・ 路面が凍結するなど不安定な状態でないこと

自動運行装置の構成 : ZEN drive Pilot

外界認識 (主なもの)

- カメラ
- 3D-LiDAR

自動運行装置に必要な 対応・装備

- ・サイバーセキュリティ
- ・ソフトウェアアップデート
- ・作動状態記録装置
- ・外向け表示 (ステッカー)



自車位置認識

- ・電磁誘導線とRFID
- ・GPSと地図



遠隔監視・操作型自動運転 システム

- ・遠隔管制・操作装置
- ・車内外監視装置

通信



遠隔監視・操作室

ドライバー状態検知

- ・遠隔監視・操作者の状態検知

廃線跡地の限定空間の公道での移動サービスの実現ではあるが、複数台を運用可能な遠隔型自動運転のレベル3を取得ができ、運行を開始できたことは、今後の展開への道筋を示すことができ、大きな一歩





ZENコネク트의遠隔ドライバーによる運行



待避所での3台のすれ違い(管制制御)



ZEN driveの案内看板



自家用有償旅客運送として利用料金收受

現在も土日祝日には、自動運転レベル3で運行中

永平寺町における技術開発と事業化までの歩み

2016年度

2017年度

2018年度

2019年度

2020年度

2021年度

実証地域に選定

17年10月7日
試乗イベント



17年5月
電動カートを走路
試走(住民試乗)

技術開発

地域に即した
自動運転車両の開発



18年2月
積雪走路での
自動走行の技術検証

遠隔型自動運転システム
の開発



2018年2月基準緩和認定



世界初の遠隔ド
ライバ1名が2台
を運用する遠隔
型自動運転の公
道実証開始
(18年11月)



18年4月
実証評価の出発式

技術開発

長期実証用の車両、システム
の開発、信頼性等の向上

複数運用を想定した遠隔型
自動運転システムの開発、す
れ違い管制システムの開発



下校支援による
利用促進

19年6月24日～12月20日
地域事業者の運用による
6か月のサービス実証

技術開発

6人と7人乗り車両導入とシステムの
高度化、信頼性・耐久性等の向上

最大10台運用を想定した遠隔
監視システムの開発



19年4月25日～5月25日
GW中の最大需要の実証
(10台の運用)



国内初の遠隔型自動運転シ
ステムによる無人自動運転移
動サービスの試験運行を20年
12月22日に開始



国内初のレベル3での
遠隔型自動運転システム(1:3)
の本格運行へ3月25日に移行

技術開発

AIによる人等の認識カメラや
LiDARの導入による高度化



遠隔ドライバ1名が3台を運用
する遠隔型自動運転システム
の開発

レベル3のODD検討と
車両開発・性能試験



無人自動運転移動サービス地域拡大へ
遠隔型自動運転システムによる

地域の理解と受容性の
醸成が重要

事業化：公共サービス、地域
活性化を目的に自治体が維持
(移動サービス+付加価値)

自動運転レベル4等の自動運転移動サービスの 社会実装に向けた新しいプロジェクトの紹介

「自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト」 (RoAD to the L4)

経済産業省、国土交通省事業：FY2021～2025予定

Project on **R**esearch, **D**evelopment, **D**emonstration and **D**eployment (RDD&D) of **A**utonomous **D**riving **t**oward **t**he **L**evel **4** and its Enhanced Mobility Services.

(1) 意義

- ・本プロジェクトは、CASE、カーボンニュートラルといった自動車産業を取り巻く大きな動きを踏まえて、持続可能なモビリティ社会を目指すもの
- ・レベル4等の先進モビリティサービスを実現・普及することによって、環境負荷の低減、移動課題の解決、我が国の経済的価値の向上に貢献することが期待される

(2) 目標・KPI

①無人自動運転サービスの実現及び普及

- ・2022年度目途に限定エリア・車両での遠隔監視のみ（レベル4）での自動運転サービスを実現
- ・2025年度までに多様なエリア、多様な車両に拡大し、40カ所以上に展開
- ・2025年以降に高速道路でのレベル4自動運転トラックやそれを活用した隊列走行を実現

②IoTやAIを活用した新しいモビリティサービス(MaaS)の普及

- ・地域の社会課題解決や地域活性化に向けて、全国各地でIoTやAIを活用した新モビリティサービスを社会実装

③人材の確保・育成

- ・ハードやソフトといった技術者、地域課題と技術をマッチングする者など、多岐にわたる分野の人材を確保

④社会受容性の醸成

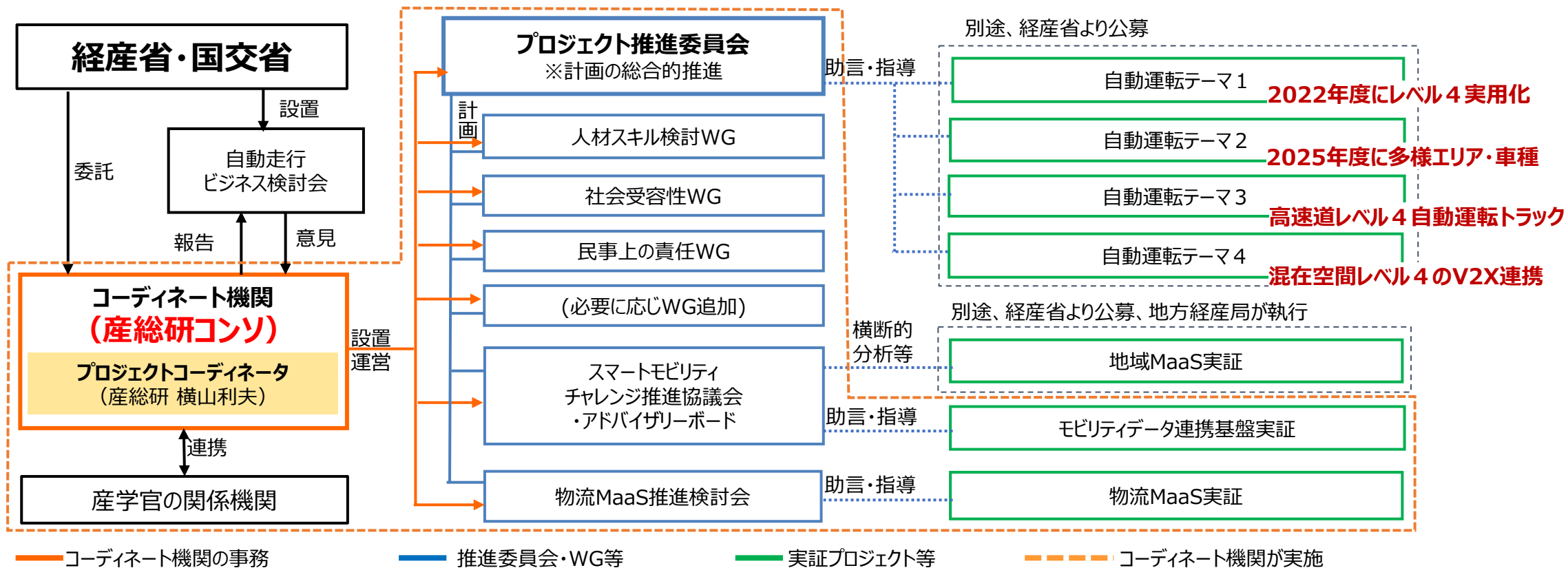
- ・ユーザー視点の分かりやすい情報発信やリアルな体験機会の提供、民事上の責任の整理を通じて自動運転等の正確な理解・関心等を高め、行動変容を促す

(3) 実施方針

- ・技術開発、調査分析、実証実験にとどまらず、上記1. に掲げた意義、目標等を踏まえ、レベル4等先進モビリティサービスの社会実装を目指した取組とする

実施体制

- 本プロジェクトの総合的調査検討を担う機関（コーディネート機関）に、プロジェクトコーディネータを設置
- プロジェクトコーディネータは、本研究開発・社会実装計画のPDCAを担う
担当省庁や推進委員会等の意見を聴きつつ、計画案の作成、計画に基づいた各テーマ等の進捗管理を実施



産総研コンソーシアム：産業技術総合研究所 野村総合研究所 日本工営株式会社 三菱総合研究所 (株)テクノバ 豊田通商株式会社

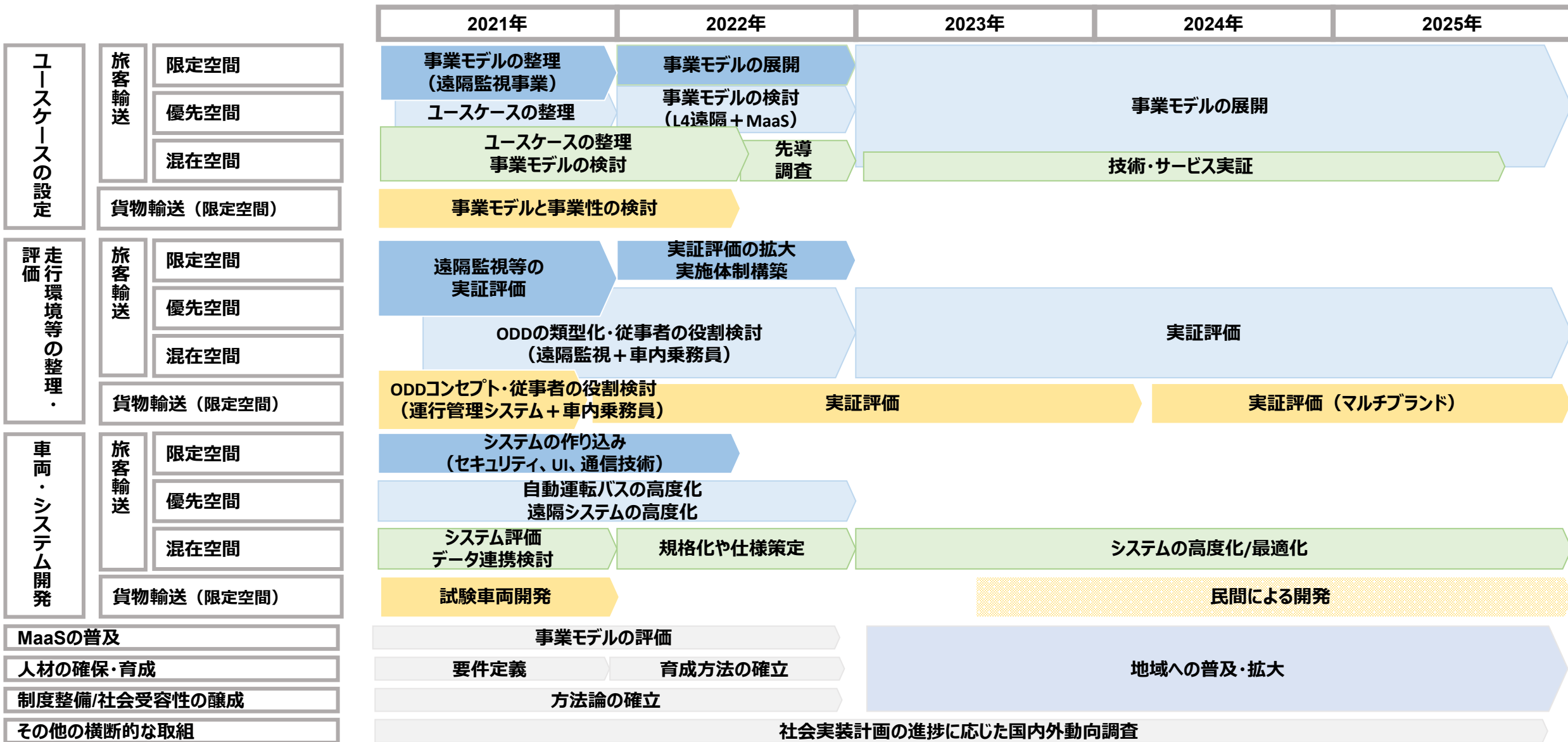
RoAD to the L4 プロジェクト事業計画(FY2021-2025予定)

テーマ1

テーマ2

テーマ3

テーマ4



成果目標

- 2022年度目途に限定エリア・車両での**遠隔監視のみ（レベル4）自動運転サービスを実現**
- 遠隔監視のみ（レベル4）の基本的な**事業モデルや制度設計を確立**

取り組み方針

- 廃線跡等の限定エリアで、低速車両、遠隔監視のみ（レベル4）で自動運転サービスを実現
- 技術確立、ビジネス運用に向け、遠隔監視者の役割や走行以外のタスクなどのあり方についても検討
- これらの成果は、レベル4 制度設計に向けて、関係省庁に随時情報共有

主な取組内容

2021

- ・事業モデルの整理
- ・遠隔監視1:3の運用実証評価
- ・走行以外のタスク実証評価
- ・車両、システムのLv4化、高度化
- ・遠隔システムのセキュリティ対策
- ・遠隔システムのインターフェース改善

2022

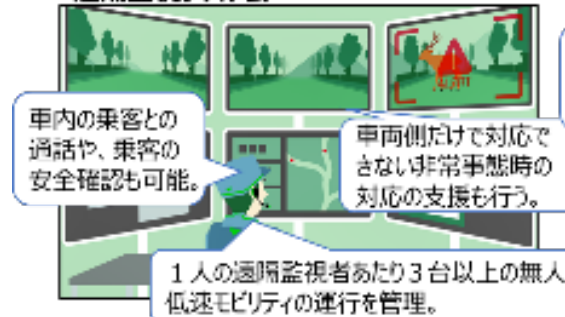
- ・事業モデルの展開に向けた分析、モデル構築
- ・遠隔監視Nの拡大や遠隔監視者の要件整理
- ・走行以外のタスクに対応した体制の構築
- ・車両、システムのLv4実装、機能・安全性検証
- ・遠隔支援システムの実証評価、インターフェース検証



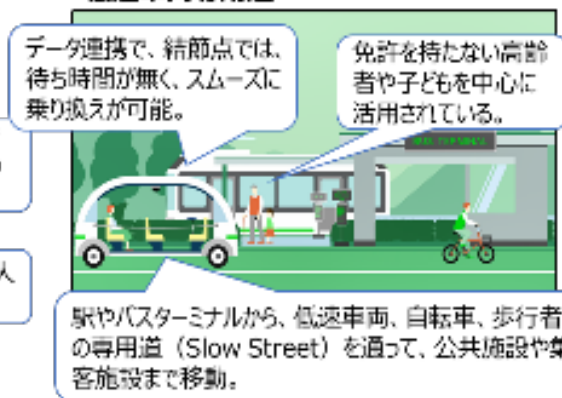
永平寺町：遠隔自動運転システム

将来像

遠隔監視システム



低速車両専用道



小さなまちの形成



テーマ2. L4 MaaS 対象エリア、車両の拡大、事業性向上の取り組み

成果目標

- 2025年度までに、多様なエリア、多様な車両を用いた無人自動運転サービス（レベル4）を40カ所以上で実現
- 多様なサービスに展開できる事業モデルやインフラ・制度を構築

取り組み方針

- 多様なエリアや多様な車両による自動運転サービスを想定し、ODD、運行条件に応じて適切な安全性を有した仕様・機能の車両やシステムの開発を推進
- ODDの類型化、事業モデル、インフラ・制度の構築によって、効率的な横展開を推進



(イメージ) トヨタ・日野：自動運転バス

主な取組内容

2021

- 無人自動運転サービスのユースケースの整理、事業モデルの検討
- 自動運転サービスを想定したODDの類型化
- ODDに応じたセーフティアセスメントの検討

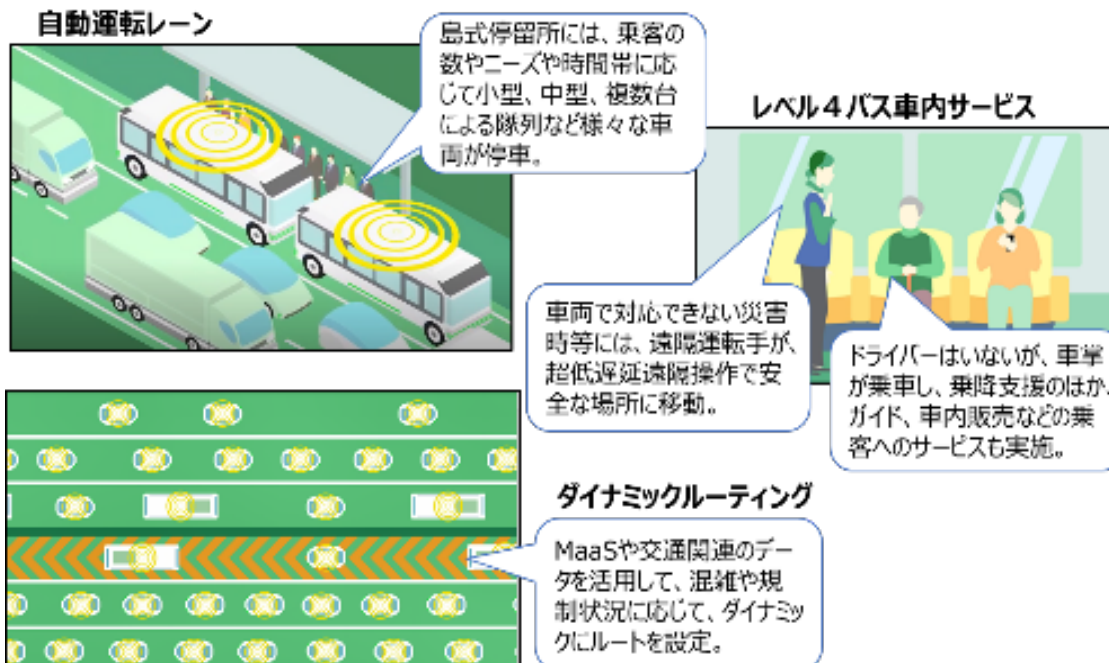
~2022

- 自動運転バスの高度化、多様化
- 遠隔システムの高度化
- インフラ連携の仕組み検討

~2025

- ユースケースの拡大、事業モデルの発展
- 多様な走行環境、車両による実証評価
- 民間の開発車両の活用

将来像

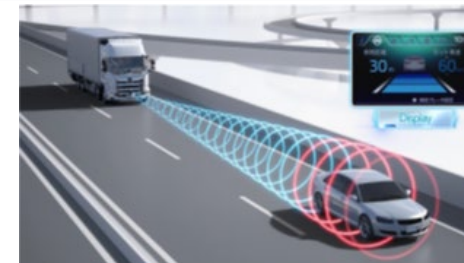


成果
目標

- 2025年以降に**高速道路でのLv4自動運転トラック**やそれを活用した**隊列走行**を実現
- 車両技術として実現するだけでなく、**運行管理システムやインフラ、情報など事業化に必要な環境を整備**

取り組み方針

- これまでの後続車無人隊列走行実証の成果を活用しつつ、Lv4自動運転トラックを開発
- 大型車の特性を踏まえ、道路情報等を活用した運行管理システムを併せて整備
- これらの成果は随時関係省庁に共有し、インフラやデータなどの事業環境の整備を促進



(イメージ) 高速道路での自動運転

主な取組内容

2021

- レベル4を前提とした事業モデルの検討と事業性分析 (インフラ支援・トラック以外への展開等含)
- レベル4 ODD検証用車両・システムの開発

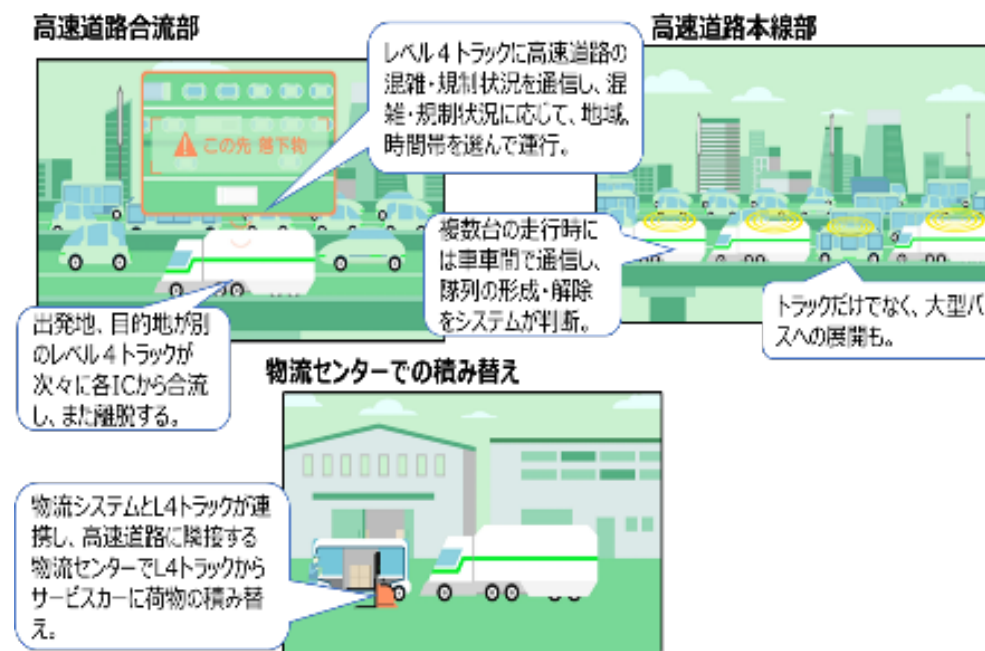
~2022

- 大型車の特性を踏まえたODDコンセプト等の実証評価、確立
- 運行管理システムの実証評価、確立

~2025

- 事業モデルの実証評価
- 民間による車両システム開発
- マルチブランド協調走行の実証評価

将来像



成果 目標

- 2025年頃までに、協調型システムにより、様々な地域の**混在交通下において、レベル4自動運転サービスを展開**
- モデル地域を定めて、地域の道路環境・交通状況等の特性に応じて、**最適な協調型システムを導入**
- レベル4だけでなく、レベル3以下や他のモビリティなどの運転・運行支援にも活用

取り組み方針

- 地域毎のユースケースを整理した上で、地域の特性に応じた協調型システムの導入を促進
- レベル4だけでなく、レベル3以下や他のモビリティでの活用も視野に入れて、事業モデルやデータ連携スキームを検討
- 国内外での開発・導入状況を踏まえつつ、規格化・標準化を進め、業界、国際的な協調が取れた形での開発・導入を促進

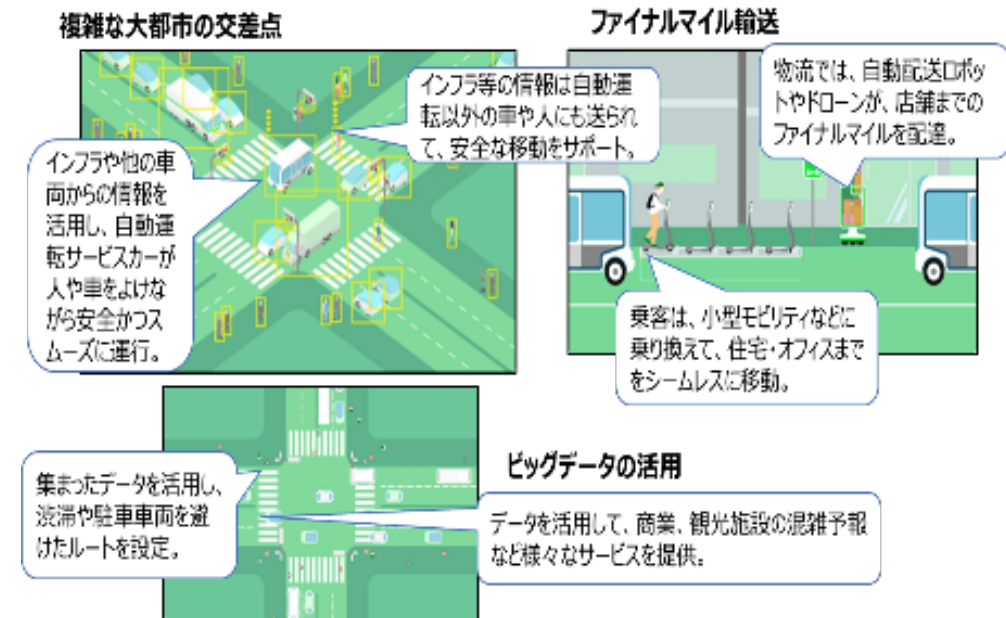


(イメージ) インフラからの走行支援

主な取組内容

- 2021
 - プレ実証に基づくユースケース、事業モデルの検討
 - 協調型システムの検討、評価
 - データ連携スキームの検討
- ~2022
 - データ連携スキームの仕様作成
 - 協調型システムの規格化、評価環境構築
 - 協調型システムの国際動向分析・戦略作成
- ~2025
 - モデル地域での技術・サービス・事業性実証
 - 協調型システムの国際協調・標準化提案
 - テストベッドを活用した検証、アップデート

将来像



ご清聴ありがとうございました

加藤 晋

E-mail : shin.kato@aist.go.jp