



JARIの取組み紹介

～ 自動運転移動サービス安全性に係る取組み ～

新モビリティ研究部 谷川浩

一般財団法人 日本自動車研究所

はじめに

◆新モビリティ研究部のアクティビティ

➤ 新モビリティに係る調査研究

新たに、少子高齢化や都市化・過疎化、働き方や価値観の多様化など社会の変化に伴うモビリティニーズの研究などに着手

「地域の持続性とモビリティに関する調査研究」 國弘よりご紹介

➤ 自動運転移動サービスの安全設計・評価方法の研究

「RoAD to the L4」 事業への取り組みについて 谷川よりご紹介

➤ 機能安全トレーニング・コンサルティング

➤ ITS標準化活動支援

はじめに

◆JARIを取り巻く環境変化

(1) 社会構造変化

クルマが電動化, 運転自動化, 常時インターネットに繋がることによって、モビリティサービスが多様化・高度化、新たなサービス出現も注目

変化を加速するKey-Word

"C": Connected
"A": Autonomous
"S": Shared
& Services
"E": Electric



出典：メルセデスベンツ公開ウェブサイト

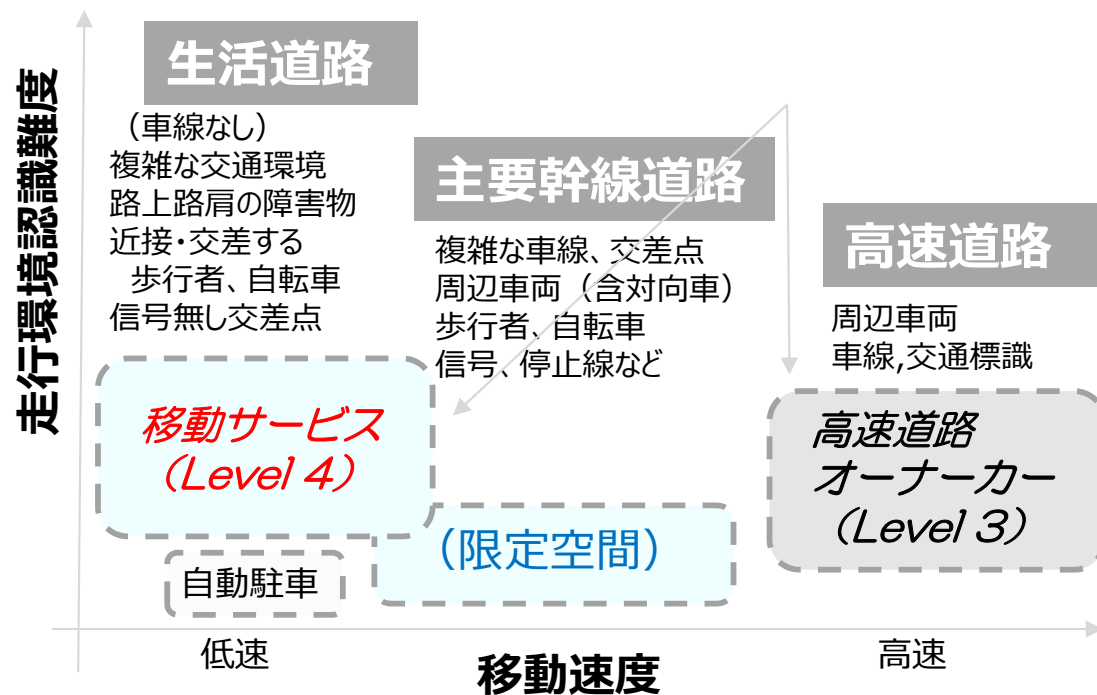
(2) 自動運転実用化動向

自動運転技術を活用した
サービス実用化先行の可能性

【課題】

事業性 + 安全性の確保

技術開発、インフラ・制度整備
社会受容性向上 等々



⇒ 産官学連携し国を挙げて推進…JARI貢献

「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）」 (2021FY～2025FY予定)

【目的】

- ✓持続可能なモビリティ社会を目指す
- ✓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

【取り組み】

技術開発、調査分析、実証実験の各取組を連携させて、レベル4など先進モビリティサービスを社会実装

【成果目標】

2025年度までに多様なエリア、多様な車両に拡大し、40力所以上に展開することを目指す

～経済産業省、国土交通省が推進する取り組み～

「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）」

・テーマ1

遠隔監視のみ(レベル4)で自動運転サービスの実現に向けた取組

将来像：
・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)で自動運転サービスを実現。

(イメージ) 永平寺町：遠隔自動運転システム

主な検討課題

- 事業モデルの整理
- 遠隔監視での1：3の運用の実証評価
- 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イスの改善
- 1：Nの拡大や他タスクとの併用の実証評価
- 事業モデルの展開

将来イメージ

2021
2022

・テーマ2

さらに、対象エリア、車両を拡大するとともに、事業性を向上するための取組

将来像：
・2025年度までに多様なエリアで、多様な車両を用いたレベル4無人自動運転サービスを40カ所以上実現。

主な検討課題

- サービス内容、事業モデルの整理
- ODD/ユースケースの類型化
- 自動運転バスの高度化、多様化
- 民間の開発車両の活用
- 多様な走行環境、車両による実証評価
- 事業モデルの発展

主要なOEM、サービス提供者の参加の元、まずはODD/ユースケースの類型化を実施

将来イメージ

2022
2025

・テーマ3

高速道路における隊列走行を含む高性能トラックの実用化に向けた取組

将来像：
・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。

(イメージ) 高速道路での自動運転

主な検討課題

- レベル4を前提とした事業モデル検討
- レベル4検証用車両開発
- 運行管理システムのコンセプト検討
- ODDコンセプト等の評価、確立
- 運行管理システムの実証評価、確立
- 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

将来イメージ

2022
2025

・テーマ4

混在空間でレベル4を展開するためのインフラ協調や車車間・歩車間の連携などの取組

将来像：
・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。

主な検討課題

- 協調型システムの評価
- 地図情報やデータ連携スキームの検討
- 協調型の事業モデル検討
- 協調型システムの国際動向分析・戦略作成
- モデル地域での技術、サービス実証
- テストベッドを活用した検証、アップデート
- 協調型システムの国際協調、標準化提案

(イメージ) インフラからの走行支援

将来イメージ

2022
2025

混在環境対応

エリア・車両拡大

混在空間対応

RTL4 テーマ1～4それぞれの成果目標

JARI
参画

テーマ1. 遠隔監視のみ（レベル4）自動運転サービスの実現に向けた取り組み

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

テーマ2. レベル4 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

テーマ3. 高速道路における隊列走行を含む高性能トラックの実用化に向けた取り組み

成果 目標

- 2025年以降に高速道路での隊列走行を含むレベル4自動運転トラックの実現
- 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

テーマ4. 混在空間でレベル4実現のためのインフラ協調や車車間・歩車間通信連携などの取り組み

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

出典：「RoAD to L4」シンポジウム資料

【再掲】

テーマ2：さらに、対象エリア、車両を拡大するとともに、事業性を向上するための取組

受託事業者：日本工営株式会社等

将来像：

- ・ 2025年度までに多様なエリアで、多様な車両を用いたレベル4無人自動運転サービスを40カ所以上実現。

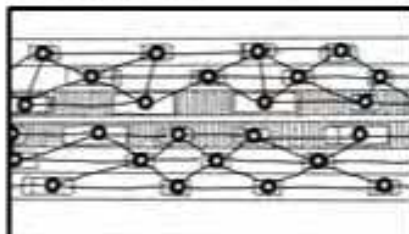


~2022

主な検討課題

- サービス内容、事業モデルの整理(イメージ) トヨタ・日野
- ODD/ユースケースの類型化
- 自動運転バスの高度化、多様化

自動運転バス



~2025

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

将来イメージ

主要なOEM、サービス提供者の参加の元、
まずはODD/ユースケースの類型化を実施



「類型化」の取組み概要

- ✓ 自動運転移動サービスは一般車両に比べて台数が限られるため、台数がまとまる様に「種類」を抑える必要がある
- ✓ 移動サービスの有効性や事業性、安全性の評価や安全を確保する方策の検討を、確実かつ効率よく進める必要がある

⇒サービス自体を大きくくりに「類型化」し、
安全性・事業性・展開容易性などの確立を目指す

【「類型」の構成要素】

- ✓ 道路環境（専用・優先道路や一般道路など）
- ✓ 使用する車両
（カート、バス、乗用車etc）
- ✓ 走行速度や運行方法など

【類型の事例】

- ✓ 歩道をカートで低速走行するサービス…テーマ1で開発
- ✓ バス高速輸送システム…テーマ2で開発
- ✓ 路線バス…テーマ4で開発
（各々が類型の基本形となる）

RTL4テーマ2におけるJARIの取り組み

1) ひたちBRT自動運転高度化における安全確保の取り組み

【ひたちBRT概要】

- ✓ 利用者の減少や老朽化によって2005年に廃線となった日立電鉄線の跡地を利用した新交通として企画された
- ✓ 公設民営方式（基盤整備は日立市、運行は日立電鉄交通サービス株式会社（現茨城交通株式会社））によって2013年度から段階的に営業路線を整備拡大
- ✓ 現在、道の駅：おさかなセンターから多賀駅まで約9kmの区間においてバスを運行



出典：茨城交通Website

RTL4テーマ2におけるJARIの取り組み

【自動運転導入の取組み】

- ✓ 経済産業省と国土交通省が推進する中型自動運転バスの社会実装事業の一環として、2020年度からBRT専用道路約6kmの区間において自動運転レベル2で実証実験を実施
- ✓ 中型バス「エルガミオ」に自動運転システムを搭載、衛星測位システムなどに加えて、走行路に埋設した磁気ネイルを車載センサで検出することで自車両の位置を正確に検出する方法を採用

⇒ RTL4テーマ2で
L4実用化を目指す



出典：先進モビリティ株式会社HP

【現状：ひたちBRT走行環境】



【対応：自動運転での安全確保】

- ✓ 想定されるリスクを網羅的に抽出・評価し、許容可能なレベルにリスクを抑えるための「安全方策」を定義
- ✓ それに対応した、車両の選定や自動運転システムの開発、インフラや制度整備、ODDの設定、遠隔監視・操作など運行形態の設定、運行管理・保守点検体制の整備 など

走行実験以前からの安全設計・評価の取り組みが重要

検討事例 1 側方の歩行者との安全確保について

【現状】

- ✓ バス走行路の脇に歩道併設、歩車分離構造は様々
- ✓ ドライバーは状況に合わせて対応するが、自動運転システムにとって歩行者の行動予測能力には限界がある



【対策】

- ✓ 状況に応じた減速・停止など安全走行ロジックを具体化
- ✓ 速達性確保のためには、車外HMIやインフラ整備も検討
- ✓ 社会受容性確立のため、安全設計の根拠となるデータ収集や、有識者など巻き込み論証方法を検討



【参考】歩行者との距離・歩車分離構造に合わせた安全走行ロジック検討事例

	歩行者位置	A（歩道上、遠方）	B（歩道上、近い）	C（車道上）
歩道と車道を分離する路肩の構造	ガードレール（隙間なし）	通常通り走行（歩行者飛出し想定無し）	通常通り走行（歩行者飛出し想定無し）	停止（歩行者が移動するまで待機、必要に応じて遠隔監視等の支援を受ける）
	ガードレール（隙間あり）		減速して通過（飛び出しの危険を想定）	
	縁石			
	白線のみ（縁石等無し）	減速または停止		

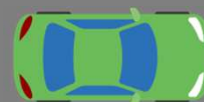
検討事例2 一般道路との交差点における安全確保について

BRT走路

【現状】

- ✓ 一般道路との交差点、信号無し、一般道路が優先
- ✓ ドライバーは、交差車両の存在を確認し、必要に応じて一般車両や歩行者と身振り等で意思疎通しながら安全確保（多くの場合、バスに道を譲ってくれる）

自動運転システムが同様の方法で安全に走行することは難しい



見通しが必要な距離？

走行速度は？（制限速度 + α ）
前方不注意によるバスの存在見落としは？

交差点
通過時間？

【対策方針】

- ✓ 国土交通省指針「合理的に予見可能で防止可能な事故を起こさない」
…に従って、対応すべき一般車両の行動を定義
（法定速度を超えた交差点侵入速度、前方不注意への対応要否など）
- ✓ 必要な見通し距離を確保するために、インフラ・制度整備も検討
- ✓ 社会受容性確立のため、
安全設計の根拠となるデータ収集や、有識者など巻き込み論証方法を検討



2) セーフティアセスメント & 安全設計ガイド

【背景・問題】

- ✓ 基本的に、開発当事者以外の第三者によって実用上想定される条件の全てを評価し安全であることを保障することは困難
- ✓ **開発（設計&評価）段階で、危険事象の洗い出しやリスク分析が行われ、必要な安全方策が全て織り込まれることが重要**
- ✓ 一般道路等に比べて限定空間&低速走行で安全を確保し易いものの、**ハザード洗い出しやリスク分析を定量的・論理的に行うことは容易ではない**（安全設計の知見・経験・リソースが必要）

【課題】

クルマ・走行環境・運行方法などを類型化し、
先行開発を通じて安全設計・評価の知見を蓄積し
高い事業意欲や優れたアイデア・技術を有する
後続開発の支援が必要

自動車の安全に精通し
中立公正なJARIが貢献

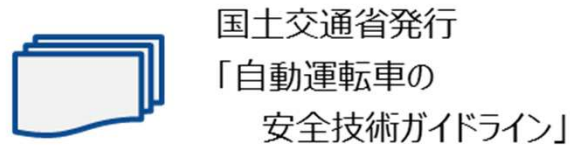
2) セーフティアセスメント & 安全設計ガイド

【安全設計ガイド策定の狙い】

- ✓ レベル3以上の高度自動運転システム開発あるいは自動運転サービス実施者等が参照することを想定。
- ✓ 類型化する各事業モデルの社会実装を最初に手掛けるトップランナーの協力によって策定（協力するトップランナーにとっては事業関係者や社会に安全確保の取組みを理解してもらう材料となることを想定）
- ✓ 主な狙いは、社会実装に成功した事業モデルを他に展開する2番手以降（優れたアイデアや技術、高い事業意欲を持つ）のプレイヤーが安全な車両やサービスを効率良く確実に開発することを支援することにある。（必要な知見が不足するプレイヤーが不安全なシステムを開発し結果事故が起こること等を防止する）

2) セーフティアセスメント & 安全設計ガイド

関連文献の構造や記載内容との整合を図りつつ、
使い易い「参考書」とする狙いから、**開発プロセスに沿った構造**を検討



国土交通省発行
「自動運転車の
安全技術ガイドライン」

1. ガイドライン策定の背景・目的
2. ガイドラインの対象車両
3. 自動運転車の安全性に関する基本的な考え方
4. 自動運転車の安全性に関する要件
 - (1) 運行設計領域（ODD）の設定
 - (2) 自動運転システムの安全性
 - (3) 保安基準の遵守等
 - (4) ヒューマン・マシン・インターフェース
 - (5) データ記録装置の搭載
 - (6) サイバーセキュリティ
 - (7) 無人自動運転移動サービスに用いられる車両の安全性（追加要件）
 - (8) 安全性評価
 - (9) 使用過程における安全確保
 - (10) 自動運転車の使用者への情報提供



- ・自動車工業会発行「自動運転の安全性評価フレームワーク」
- ・国土交通省発行「限定地域での無人自動運転移動サービスにおいて旅客自動車運送事業者が安全性・利便性を確保するためのガイドライン」



国土交通省発行
「ラストマイル自動運転
車両システム基本設計書」

1. はじめに
 - 1.1 本基本設計書の位置づけ
 - 1.2 用語の定義
 - 1.3 「ラストマイル自動運転」の特徴
 - 1.4 技術的要件検討にあたっての考え方
2. 共通のODD
 - 2.1 道路条件・地理条件
 - 2.2 環境条件
 - 2.3 走行条件
 - 2.4 機能的専用空間
3. 具体的なODDの事例
 - 3.1 ODD事例：（線路跡等の...場合）
 - 3.1.1 道路条件・地理条件
 - 3.1.2 走行経路
 - 3.1.3 環境条件
 - 3.1.4 走行条件
 - 3.1.5 その他
4. 技術的要件

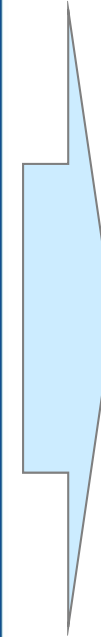
仮称「安全設計ガイド」

- 目的、位置づけ、対象
 - 用語の定義
 - 考え方
 - 開発プロセス
 - 各プロセスでの実施事項
 - ・具体的なODDの事例
 - ・技術的要件
- 等々

+

【参考】

- ✓ 安全設計・評価事例
- ✓ 参考文献、データ等



障害物に対する安全設計は下記(1)(2)に分類可能

(1) 動き（静止を含む）の定義が可能な障害物

- 限定空間では、障害物や自然環境についても概ね定義可能
- センサー性能限界やノイズ、演算やACT応答遅れなども定義可能

(2) 歩行者・周辺車両など「動きの定義が難しい障害物」

- 歩行者や周辺車両などの「合理的に予見可能な動き」については、一定の共通認識を構築する必要がある
- 歩行者や周辺車両も自動運転車両の存在や行動特性を認知してもらい、安全確保に協力してもらう必要があるのではないか（制限速度超過や信号無視などの想定範囲は？）

「安全設計ガイド」に記載する内容について

(1) 動き（静止を含む）の定義が可能な障害物への対応

⇒ 技術的な対応により、設計段階において安全の担保が可能
基本的には「競争領域」
安全設計ガイドには協調が可能な内容に絞って記載

(2) 歩行者・周辺車両など「動きの定義が難しい障害物」への対応

⇒ 技術的な対応では安全を確保できず、社会受容性に依存か。
基本的には「協調領域」
安全設計ガイドなどに記載し関係者で広く共有することが必要

※但し、競争領域への抵触や将来の技術進化を妨げることなどが懸念されるため、記述の具体性（抽象度）については関係者間で合意形成に努める

おわりに

- ✓ 無人自動運転による移動サービスの実用化には高齢化や過疎化など社会課題の解決手段として期待が大きい
- ✓ 自動運転移動サービスの実用化課題は事業性と安全性
- ✓ 自動運転技術には大きな可能性を期待できるが、発展途上
- ✓ 技術開発に加えて、インフラ・制度整備、社会受容性の向上がALL-Japanの取り組み課題
- ✓ 安全は自動運転移動サービス・システム開発者が設計段階で確保する必要があるが、知見・経験不足が懸念される



は、自動運転移動サービスの実用化促進に向けて…

- ✓ 実車や仮想環境などでの多様な安全性評価試験を支援する
- ✓ 確実・効率的な安全設計に必要な知見・経験不足を補う目的で「安全設計ガイド」「安全性評価手法」の開発に貢献する



ご清聴ありがとうございました。