

「2022 年度に限定エリア・車両での遠隔監視のみ
(レベル4) で自動運転サービスの実現に向けた取組」

RoAD to the L4 テーマ1

発表者 加藤 晋

テーマリーダー (国立研究開発法人 産業技術総合研究所)

ZEN L4※コンソーシアム


国立研究開発法人産業技術総合研究所 (幹事機関)

ヤマハ発動機株式会社

三菱電機株式会社

株式会社ソリトンシステムズ

※ZEN L4 : ZEN drive Pilot to Level 4、ZEN drive Pilot (現在、Level 3 として認可されている自動運行装置の名称) をレベル4へ



RoAD to the L4

1. テーマ1の目標

- **目標①：2022 年度目途に限定エリア（廃線跡地の永平寺町参ろーど）・車両（遠隔型低速自動運転車両）での遠隔監視のみ（レベル4）で自動運転サービスの実現。**
- 目標②：基本的な事業モデルや制度設計の確立。
- この実現に向けて、以下の課題等に取り組む。



永平寺参ろーど（旧京福電鉄永平寺線跡地）
自転車歩行者専用道路 約6km

【東古市—志比間（全約6km）】

※デマンド運行(団体のみ)を実施中

現状：自動運転のレベル2での事業運行中※

目標：レベル3以上に必要となる技術実証が中心。

課題：複数台車両の遠隔監視システム及び役割、MRMを含めた安全性確保のための技術、遠隔からの支援（公道交差部での運転支援）等を検討し、走行実証を実施。

【荒谷—志比間（南側約2km）】

現状：福井県永平寺町による、自動運転のレベル3での事業運行中※。土日祝は、3台の車両を1名の遠隔監視・操作者が運行。

目標：22年度中のレベル4実用化及び他地域への展開に向けた検討が中心。

課題：信頼性の高い市販化モデルとなる車両・自動運行装置の開発、汎用モデルとなる遠隔システムと通信システムの開発、サービス実証実施によるレベル4実用化の検証。

※レベル3は土日祝のみ。平日はデマンド運行(団体のみ)を実施中

2. レベル4実証に向けた全体スケジュール

- 2022年度目途での遠隔監視のみ（レベル4）で自動運転サービスの実現、及び、基本的な事業モデル等の確立、という目標実現に向けて、事業モデルの整理（事業体制、責任区分の整理等）、運行条件の整理・評価（遠隔監視者の役割等）、車両・システム開発を実施。
- 車両・システム開発の現状についてと、2022年度末に向けて開始しているレベル4相当でのサービス実証（認可前のため、運転者乗車のレベル2で実施）の取組等について紹介。

	2021年度	2022年度	2023年度～
1. 事業モデルの整理	事業モデルの整理 先行地域での遠隔監視のみのサービス検討、事業性分析 産総研、あいおい損保等、ZENコネクト、永平寺町	事業モデルの展開 遠隔監視のみのサービスのポテンシャル分析	遠隔監視自動運転サービス実現 限定エリア・車両での
2. 運行条件の整理、評価 遠隔監視者の役割 走行以外のタスク	遠隔監視での1：3の運用の実証評価 遠隔監視者の役割や習熟度、対応能力等の要件整理 産総研、あいおい損保等、ZENコネクト、永平寺町、ヤマハ発動機、三菱電機、ソリトン 走行以外のタスクの対応の実証評価 乗客の乗降時の安全確保や緊急時の対応等	1：Nの拡大や他のタスクとの併用の実証評価 1：Nの拡大や他のタスクを併用する場合の遠隔監視者の要件等の整理 走行以外のタスクの対応に係る体制の構築 乗客への周知、関係機関の連携体制の構築	
3. 車両、システムの開発 遠隔システムの安全性 遠隔システムの使用性 通信技術のコスト、品質	車両、システムのLv4化、高度化 ヤマハ発動機、三菱電機、ソリトン、産総研 レベル4の高い信頼性や耐久性を持つ量産モデルに近い車両や自動運行装置、遠隔システム等の開発 遠隔システムのセキュリティ対策 ソリトン、産総研 遠隔システムが不良を起こした時の車両制御等の開発 遠隔システムのインターフェースの改善 ヤマハ発動機、ソリトン、産総研、慶応大 1：Nの拡大等に当たってのインターフェースの改善 通信技術のコスト削減、品質向上 ソリトン、産総研 マルチキャリアの活用、キャリア間の共通化等	Lv4の認可を目指し、サービス実証を実施	
レベル4の制度設計	1. ～ 3. の成果の共有 レベル4の制度設計（関係省庁で検討）		道路交通法の改正（4/1施行予定） 特定自動運行に係る許可

3. レベル4実証に向けた車両等の開発状況

■ 車両等の開発の基本方針について

■ 開発背景

- ◆ 福井県永平寺町で実装されているレベル3の車両と遠隔システムは、研究機関である（国研）産業技術総合研究所が主となって開発を行ったため、その信頼性や耐久性については、事業としての運用を踏まえたモデルとは言い難い。
- ◆ そのため、今次のレベル4車両の開発においては、車両メーカー等が開発・メンテナンスを行い、事業として運用可能な品質やコスト感を持つものとして、市販化の量産モデルに近い車両や自動運行装置を、2022年度中に開発することが必要。
- ◆ また、遠隔システムや通信システムについては、他の地域での活用や多様な車両での応用も考慮に入れ、2022年度中に開発することが必要。

■ 開発設計指針

- ◆ 上記背景を踏まえ、レベル4の車両等の開発にあたっては、車両やシステム、センサや車両制御機能はレベル3時と同等か、それ以上のものとし、レベル4での自動運転移動サービスの実現に必要となる、運行の継続性や不具合時の対応について、重点的に取り組むものとした。

4. レベル4実証に向けたODD設定に関する検討状況

参考：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

- 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

自動運転移動サービス用車両のレベル3



**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
人手不足・コスト低減に寄与**



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**

通信

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



※レベル3を取得した車両が既にレベル4相当であると思われるため（ODD外となる時等にTOR発せず停止）、**同様の走行環境条件内容を設定。**

5. レベル4実証に向けた車両開発状況

■ レベル3車両と今回のレベル4車両の相違点【車両】

- ベース車両を6人乗りから7人乗りの量産EVカートに変更。基本機能はレベル3車両と同じ。
- 主な変更点は、①LiDARをミリ波レーダー・超音波ソナーに変更、②カメラの追加、③遠隔監視呼び出しボタン等の追加。
- これら機能の確認するための現地実証を実施中（2022/3現地試験以降、試験走行と改良を重ね2022/12に走行検証）。



レベル3車両（変更点のみ）



レベル4車両（変更点のみ）

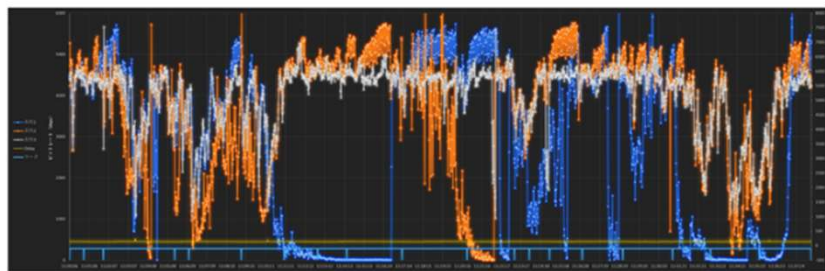
表：主な変更点（上図の色囲い部分）

レベル3車両	レベル4車両	変更理由	機能差異
3D-LiDAR	ミリ波レーダー、超音波ソナー	<u>OEM供給の高い信頼度と低コスト化</u>	15cm四方の物体検知や範囲等は同等
前方カメラ(監視用)	前方・前下部カメラ(監視用)	<u>無人運行時の状況把握の死角低減</u>	前下部等の詳細把握が可能
なし(常時ON)	遠隔監視者呼出ボタン	<u>無人運行時の乗客呼出の明確化</u>	レベル4としての機能強化

6. レベル4実証に向けた遠隔監視システムの開発状況

■ 遠隔監視システム（車両～監視センター間の通信システム含む）の主要開発事項

図1 3キャリア（青、橙、白）併用による通信安定化（永平寺町）



最悪でも帯域約1 Mb/s以上を確保、遅延時間も所定値をほぼ全時間維持

図2 明瞭な映像表示（車両前方映像 視界約200度）

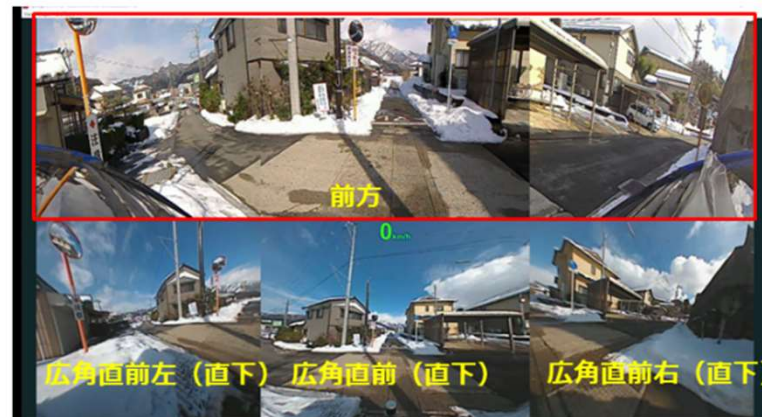


図4 遠隔監視者（特定自動運行主任者）に対する車両等情報の提供

滞留所カメラ / 路側センサー情報等

車両状態常時一覧（異常車両警報）

車両ID	位置	状態	異常
1
2

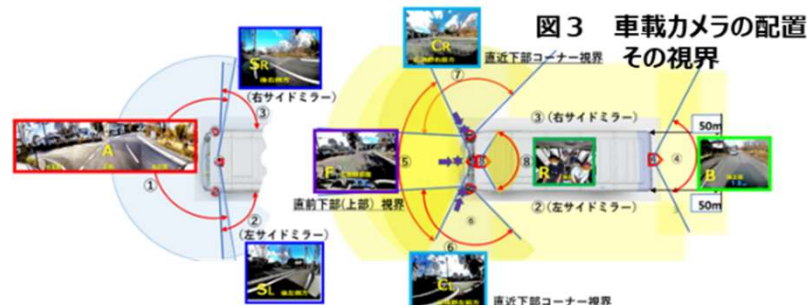
管制システム/運行管理 (A)

[モニタ (1)]

車両監視画面(3台同時表示の場合) 詳細監視必要な1車両 選択拡大 (例)

管制システム/運行管理 (B)

[モニタ (2)] [モニタ (3)]

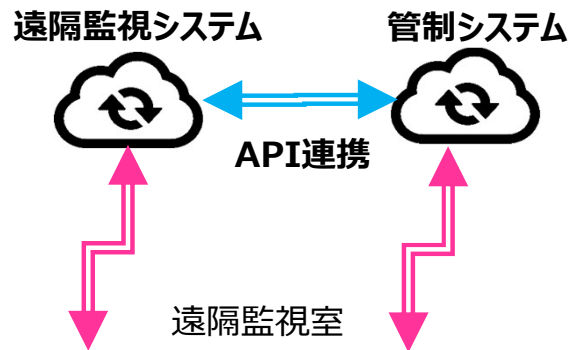


7. レベル4実証に向けた管制サーバシステムの開発状況

- 永平寺町の実証で使用する走行ルート幅員等を考慮し、すれ違いのための待機場所が3箇所存在。
- レベル4の運行においては、管制システムを用い、自動制御によるすれ違いを実現させる必要あり。

■ 管制サーバシステムの主要開発事項

- クラウド上に管制システムを構築し、すれ違い調整や追いつき抑制、停留所での発進手続き等の機能を開発
- 各車両の状態遷移の管理（自動、MRC復帰、手動）、運行開始・終了時のオペレータ支援、運行情報管理・分析機能、遠隔監視システムとのAPI連携によるUI統合、等の機能を開発
- 車両・遠隔・管制の各システムを統合し、機能要件を確認するための現地実証を12月に実施



管制サーバシステムのイメージ



管制サーバシステムによるすれ違い調整

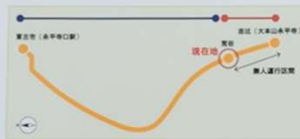


時刻	車種	運行モード	運行時間	運行距離	運行状況
2022-11-01 10:00	1	自動運転	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:05	2	発車待ち	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:10	3	自動運転	12.0	12.0	回送中
2022-11-01 10:15	4	自動運転	56.4	56.4	回送中
2022-11-01 10:20	5	調停外	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:25	6	回送中	0.0	0.0	回送中
2022-11-01 10:30	7	調停外	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:35	8	調停外	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:40	9	調停外	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:45	10	調停外	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:50	11	調停外	0.0	0.0	停止
2022-11-01 10:55	12	調停外	0.0	0.0	停止

運行情報管理分析

永平寺町自動走行 ZEN drive 利用案内

走行ルート



遠隔型の自動走行車両の運行サービスを実施しています

乗車方法

- 赤いペイントの外でお待ちください
- 車両が完全に停車してから乗車ください



- 座席横のベルトをしめてください
- 走行中は手すりにつかまってください



- 料金箱に料金を入れてください
- 空いている席にご着席ください



1 2
3 4

- 降車の際は 車両の停止を確認してから降りてください



定員

最大 5 名

- 予約は必要ありません
- 感染症予防のため乗り合いとなる場合はお客様同士でご相談ください

運賃

片道 大人 100 円・中学生以下 50 円

- 釣り銭のないようご準備ください (料金の払い戻しはできません)

走行ルート

荒谷から志比 (永平寺門前)

- 片道約 10 分間で運行します
- ※途中のすれ違い等でお待ちいただく場合があります

運行時間

10:00 ~ 15:20

- おおよそ 20 分に 1 回のダイヤで運行します
- 車両が到着していない場合は 赤色のペイントの外でお待ちください
- 詳しくは「まちづくり圏 ZEN コネクト」ホームページをご覧ください

※ 天候等の影響により予告なく運休となる場合がございますのでご了承ください

注意事項

- 車両は、人や障害物を検知し、自動で速度調整・停止します。
- 周辺の樹木等を検知し、車両が減速・停車する場合があります。
- 急な飛び出しや、故意に車両の前に立つ等の危険な行為はしないでください。
- 車内アナウンスに従ってご利用ください。車内の様子や音声は、遠隔管制室で確認できます。何かありましたら、車両前方のマイクに向かってお話しください。
- 車体が揺れる場合がありますので、走行中は手すりにつかまり安全にご乗車ください。
- 小さなお子様に乗車する場合は、保護者の方が同伴し安全にご利用ください。
- ハンドル等の機器類を不用意に触らないでください。
- 車両の外への飛び出しや、手や足を外に出す等の危険な行為はしないでください。



お問い合わせ先
(0776) 63-3900
<https://e-machidukuri.co.jp>



2023年2月4日：岸田総理の試乗・視察時の様子

※新しい車両とシステムはレベル4の認可前のため、遠隔に運転者をおき、遠隔型自動運転のレベル2の車両として試乗いただいた



左から稲田議員、高木議員、岡田内閣府特命担当大臣、岸田総理、杉本福井県知事、河合永平寺町長



遠隔監視室での監視システム等の説明

○石川県及び福井県訪問等についての会見から抜粋

「自動運転車両に乗らせていただきました。地域における高齢化ですとか、あるいは、過疎化といった社会的な課題をデジタルの力で解決する一つの好事例として、福井県永平寺町で、今年レベル4で運用を目指す自動運転車両に試乗させていただきました。こうした社会的な課題を乗り越えて、地方から日本全体に活力を広げていく、デジタル田園都市国家構想、この取組を進めていく上で、こうしたデジタルの力を感じさせていただくことができた。そうした貴重な経験でもあったと思っています。」

https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/statement/2023/20230204kaiken2.html



試乗出発時の様子

以上、ご清聴ありがとうございました

- 連絡先

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

情報・人間工学領域 デジタルアーキテクチャ研究センター

首席研究員 加藤 晋

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2 E-mail : shin.kato@aist.go.jp