

第12回大津市自動運転実用化 プロジェクト会議



令和5年3月27日（月）
建設部地域交通政策課

- 実施計画 P. 3
- 実施結果 P. 24
- 事故について P. 45
- 今後の方針 P. 56

実施計画















○目的

- 超高齢社会における新たな移動手段
- 観光客の二次交通

○メリット

- 運転手不足の解消
- 交通安全
- 定時運行

これまでの経過

2018年度		2019年度	
3月21日 第1回実証実験	4月～10月	11月2日～8日 第2回実証実験	12月～3月
JR大津駅～おまつり広場 	 検証・検討	JR大津駅～びわ湖大津PH 	 検証・検討
2020年度			
4月～6月	7月～9月 第3回実証実験 <small>産業技術総合研究所「中型自動運転バスの実証評価」</small>	10月～3月	
 検証・検討	JR大津駅～びわ湖大津PH 	 検証・検討	
2021年度			
4月～10月		11月～12月 第4回実証実験 <small>観光庁「既存観光拠点の再生・高付加価値化事業〈自治体・DMO型〉」</small>	2月～3月
 検証・検討		琵琶湖ホテル～びわ湖大津PH 	 検証・検討
2022年度			
4月～11月		12月～2月 第5回実証実験 <small>国土交通省「国土交通省令和3年度地域公共交通確保維持改善事業費補助金（自動運転実証調査事業）」</small>	3月
 検証・検討		JR大津駅～びわ湖大津PH  	 検証・検討

事業目的・目標

○目的

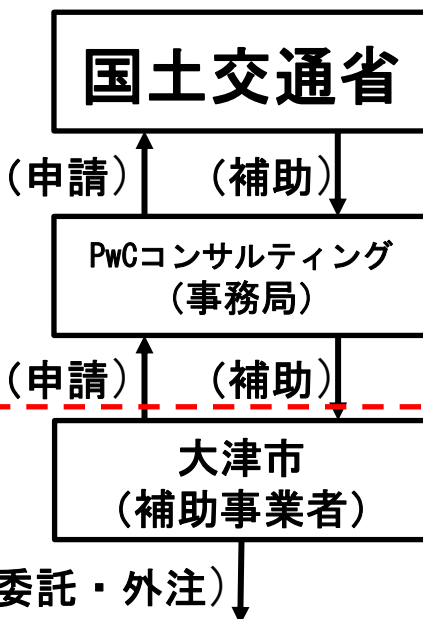
- 持続可能なビジネスモデルの構築
- 安全性の確保

○主な目標

- 手動介入回数0.26回/便以下
- 信号・踏切連携による急ブレーキゼロ、運転手の満足度向上
- 運賃收受運行バス利用者40人/日以上
- アプリから自動運転バス乗車券購入者クーポン利用率50%以上

事業座組

○本事業の座組



座組

- ・京阪バス（江若交通）：自動運転バスの運行、ビジネスモデルの検討
- ・先進モビリティ：自動運転バスの提供
- ・オムロンSS、京阪電気鉄道：信号・踏切連携
- ・日本ペイント・インダストリアルコーティングス（サンホームサービス）
：ターゲットラインペイント提供
- ・BIPROGY (Nuesoft Japan)：デジタルチケット提供
- ・システム科学研究所：実証実験評価分析
- ・BYD JAPAN：自動運転電気バス充電器の提供

運行計画

- ルート びわ湖大津プリンスホテル⇔JR大津駅
- 運行期間 ①令和4年12月10日～令和5年2月4日（日野ポンチョ）
②令和5年2月8日～2月28日（BYD J6（電気バス））
- 運行体制 自動運転バス1台につき、ドライバー1名、安全監視員1名、運行記録員1名が乗務。
このうち、安全監視員は、安全確認などの運転の補助を行う。また、運行記録員は、運行状況や乗降人数の記録、お客さまへの対応を行う。
ドライバーは、大型二種免許を所持するベテランの運転者とし、これまでの自動運転の経験者も含めて配置予定

使用車両等

- 車両は小型自動運転バス
 - ①日野ポンチョ：定員28名（着座8名） 全長7.14m、全幅2.25m
 - ②BYD J6（電気バス）：定員27名（着座16名） 全長7.11m、全幅2.23m
 - いずれも先進モビリティ車両使用
 - 最高速度は40km/h※
 - 公道においては自動運転化レベル2
- ※ 運行区間内は全区間制限速度が40km/hの路線



日野ポンチョ（期間①）



BYD J6（電気バス）（期間②）

サービス内容

- **ダイヤ** 8時00分発（往・第1便）～18時20分発（復・第8便）
片道20分、往復ともに約1時間おきに1便（一部お昼の時間帯を除く）
- **乗車運賃** 片道大人210円、小児110円（期間①のみ、期間②は無料）
- **支払い方法** 定期券、ICカード等、並行する京阪バスの一般路線バスと同等サービスを提供
デジタルチケットサービスを提供（P. 20）
- **その他** 立ち席での乗車を認める

運行ルート



琵琶湖ホテル及びびわ湖大津プリンスホテルシャトルバスの置き換えや、なぎさ公園の魅力向上による賑わい創出により、自動運転バス運行の収支採算性確保を目指す

バスダイヤ

■びわこ大津プリンスホテル→ JR大津駅（所要20分）

停留所	1	2	3	4	5	6	7	8	9
びわ湖大津プリンスホテル	8:00	8:40	9:40	10:40	11:40	14:40	15:40	16:40	17:40
なぎさのプロムナード	8:02	8:42	9:42	10:42	11:42	14:42	15:42	16:42	17:42
びわ湖ホール	8:04	8:44	9:44	10:44	11:44	14:44	15:44	16:44	17:44
琵琶湖ホテル	8:08	8:48	9:48	10:48	11:48	14:48	15:48	16:48	17:48
JR大津駅	8:20	9:00	10:00	11:00	12:00	15:00	16:00	17:00	18:00

■JR大津駅→びわこ大津プリンスホテル（所要20分）

停留所	回送	1	2	3	4	5	6	7	8
JR大津駅	8:25	9:20	10:20	11:20	14:20	15:20	16:20	17:20	18:20
琵琶湖ホテル	↓	9:28	10:28	11:28	14:28	15:28	16:28	17:28	18:28
びわ湖ホール	↓	9:31	10:31	11:31	14:31	15:31	16:31	17:31	18:31
なぎさのプロムナード	↓	9:33	10:33	11:33	14:33	15:33	16:33	17:33	18:33
びわ湖大津プリンスホテル	8:40	9:40	10:40	11:40	14:40	15:40	16:40	17:40	18:40

技術面における特徴等

○安全性を高めるための対応

①磁気マーカ（ピアザ淡海～びわ湖大津プリンスホテル周辺）2020年度敷設

におの浜一丁目交差点～びわ湖大津プリンスホテル入口
までの区間上に磁気マーカ設置（往復 計1,353個）
また、琵琶湖ホテルエントランスにも設置



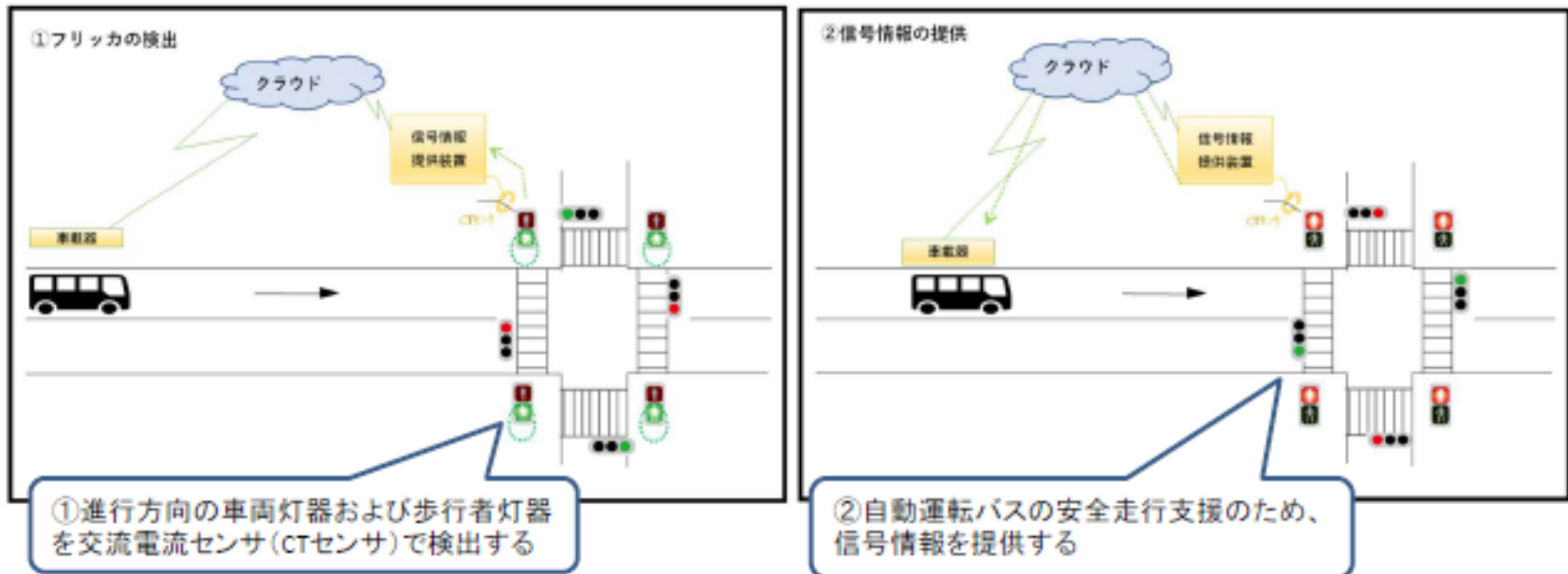
技術面における特徴等

②信号連携（全9か所）

信号機の灯色情報提供

CTセンサで信号機(車両灯器と歩行者灯器)の灯色情報を検知し、信号情報を自動運転バスの車載器へ提供する。

⇒信号の変わり目での無理のない走行を支援



『本技術の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）自動運転（システムとサービスの拡張）」（管理人：NEDO）によって実施された内容です。』

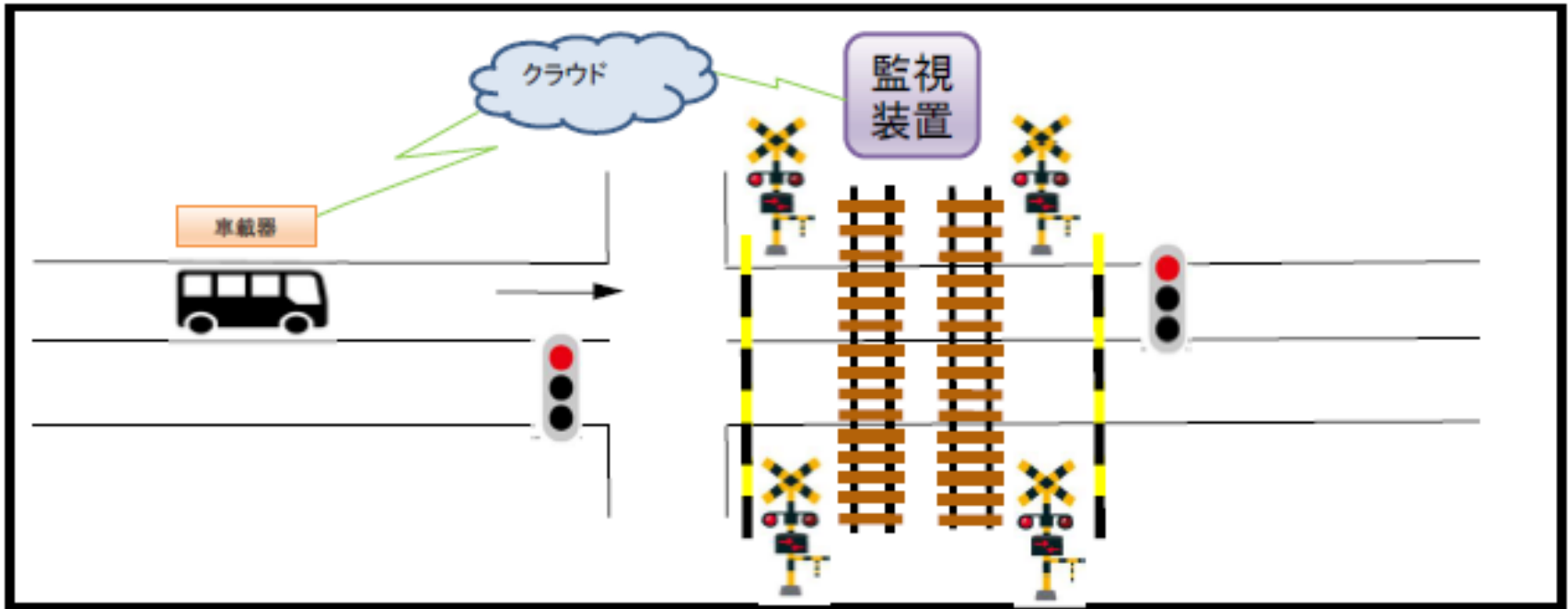
技術面における特徴等

③踏切連携（島ノ関交差点京阪電車踏切）

踏切での安全支援情報提供

踏切の遮断機に監視装置を設置し、遮断機の情報、電車の到着情報を送信する。

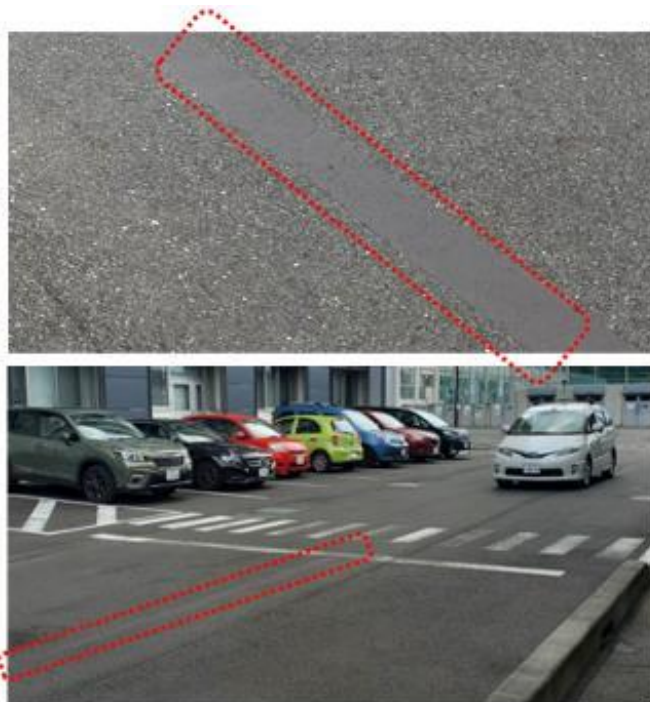
⇒踏切遮断開始時での無理のない走行を支援



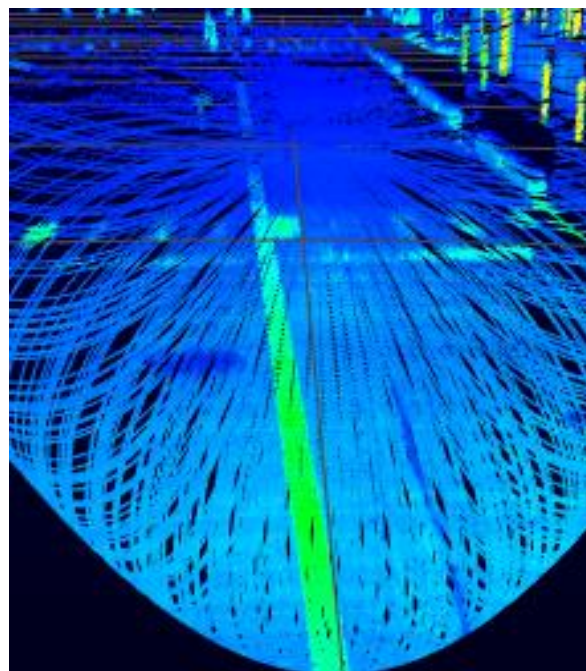
技術面における特徴等

④ターゲットラインペイント（今回初）

- 日本ペイント・インダストリアルコーティングス開発の最新技術
- 道路上に特殊塗料を塗り、車両のLiDARにより自己位置を認識できる塗料
- 中央大通りを除く、ほぼ全ルートに塗り、走行ルートの逸脱を防止する
- 磁気マーカに比べて、施工期間が短く、低コストであることにも期待



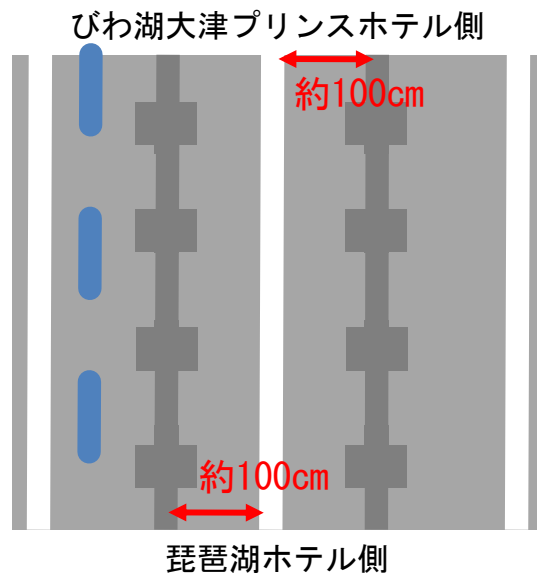
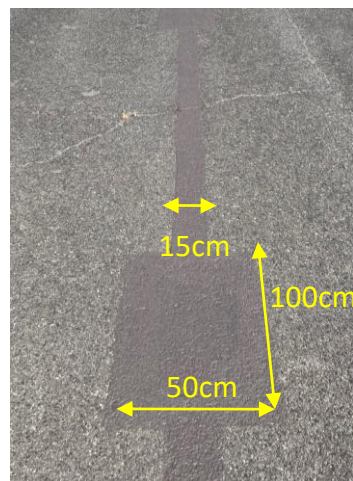
（写真左）目視で見た際のターゲットライン



（写真右）センサーで見た際のターゲットライン

技術面における特徴等

④ターゲットラインペイント



往復ともに、
センターラインの白線
の内側から、約100cm
歩道側に空けたところに
ターゲットラインを施工

技術面における特徴等

○中型自動運転バス実証実験時（令和2年度）の事故を受けての対応

①縁石との接触事案

【要因】

自動運転システム起動時にハンドル中点がズレており、左折時に通常よりも内側を通るルートとなってしまったもの

【対策】

- ・自動運転システム起動時に自動的にハンドル中点を設定する機能を追加
- ・この対策により対応は完了

4-1. 自動運転の開始と停止（車両起動手順）



技術面における特徴等

○中型自動運転バス実証実験時（令和2年度）の事故を受けての対応

②歩道柵への接触事案への対応

【要因】

自動運転によるUターン時に操舵介入が行われたが、通常車両の横幅よりも自動運転車両の横幅が大きかったため、運転手が目測を誤り、車両左前方に設置したセンサが接触

【対策1】 車両を中型自動運転バスから小型自動運転バスに変更

【対策2】 車両幅が通常車両と同じ幅となるよう車両のセンサ搭載位置を変更

【対策3】 車両に取り付けたセンサで障害物に接近した場合に運転手モニタへ警告を表示、警告後に進んだ場合は停止

【対策4】 歩道柵への接触防止の用途で窓枠部分にガードポール同系色の塗料を施工したパネル（不織布）を設置

経営面における特徴等

- 電子チケット導入による回遊性向上
1回券（自動運転バス限定）、1日券（京阪バス大津市内一般路線も利用可、大人600円、小児300円）
- 移動需要喚起アプリを活用した利用促進



大津市自動運転・
京阪バス大津市内
乗車券アプリ

- 琵琶湖ホテル及びびわ湖大津プリンスホテルとの連携によるシャトルバスの置き換え検証

社会受容面における特徴等

- これまで4回の実証実験を踏まえ、地域住民はもとより隣接するホテルや沿線商業施設事業者による認知度はすでに高いと認識
- 今回の実証実験においても、自動運転路線のバス停や近隣施設に加え、アプリから認知度・社会受容性に関して車内でQRコードを活用しアンケートを実施し、これまでの実証実験との比較検証も実施することで引き続き受容性を確認する。また、自動運転バスに関する情報をアプリ内へ掲載することにより理解促進を図っていく

○調査項目

- 運賃収入、利用者数、輸送密度
- 利用者属性、利用目的、利用頻度
- 利用者の自動運転に対する受容性、再利用意向、危険を感じたか、交通サービスの満足度
- 非利用者の認知度、受容性、利用促進の要件
- 運転手へのヒアリング（運行面、技術面、交通面等）

○調査手法

1 乗務員による乗降客数調査.

- ・添乗員が目視・記録した便別・バス停別の乗降客数を集計・整理

2 利用者アンケート調査

- ・利用者を対象として、WEB（バス車内QRコード）でのアンケート調査を実施
- ・回収率向上のために、回答者への景品を用意

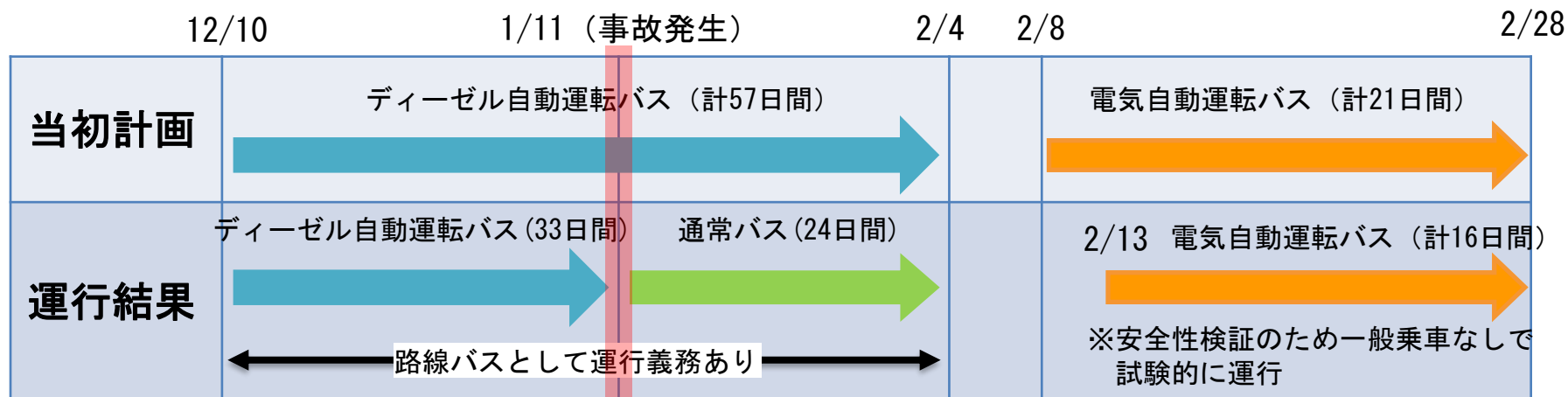
3 非利用者アンケート調査

- ・非利用者を対象として、生活者及び観光客の視点からのアンケート調査を実施
- ・生活者の視点からのアンケートについては、自動運転バス運行沿線に年に数回程度の頻度で来訪する者（大津市民300名、滋賀県民500名）を予備調査により選別して実施
- ・観光客の視点からのアンケートは、京都・大阪・兵庫のJR東海道沿線の市町の居住者（500名）を予備調査により選別して実施

実施結果

実施結果

○運行スケジュール



自動運転実証実験中断

実施結果（経営面）

検証項目	検証方法	目標値	結果
<ul style="list-style-type: none"> 実証期間中の乗車人数の集計 自動運転バス路線の採算性として、利用実績やバスへの移行可能性等に基づく想定需要の検証 	<ul style="list-style-type: none"> 乗降人員データを集計する。 パーソントリップ調査からバスへ移行する利用者を推定。 	<ul style="list-style-type: none"> 路線バスで1日40人以上のご利用 	<ul style="list-style-type: none"> ×未達成 17.8人/日（令和4年12月10日～1月11日）
<ul style="list-style-type: none"> 乗車料金の意向調査 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者へアンケート調査を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行運賃（210円）が適正であるとの回答が80%以上。 	<ul style="list-style-type: none"> ○達成 81.5%
<ul style="list-style-type: none"> 実装時に想定する利用頻度の意向調査 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者へアンケート調査を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 実用化後も乗車したいとの回答が70%以上。 	<ul style="list-style-type: none"> ○達成 94.4%
<ul style="list-style-type: none"> アプリを導入することによる外出促進効果の検証 	<ul style="list-style-type: none"> アプリ利用者のクーポン利用データを集計する。 	<ul style="list-style-type: none"> アプリから自動運転バス乗車券購入者クーポン利用率50%以上 	<ul style="list-style-type: none"> ×未達成 13%

実施結果（技術面）

検証項目	検証方法	目標値	結果
○手動介入			
<ul style="list-style-type: none"> 自動運転割合、オーバーライドの発生状況の検証 	<ul style="list-style-type: none"> オーバーライド実績を記録する。 要因等を事業者の走行データから確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転機能で回避できる可能性がある走行位置のブレについての手動介入回数を1便当たり0.26回以下とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ○達成 ディーゼル自動運転バス：0.12回/便 電気自動運転バス：0.06回/便
<ul style="list-style-type: none"> 自動運転割合 		<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル自動運転バス：平均74% 電気自動運転バス：平均70% <p>※数値を下げた主な要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ディーゼル自動運転バス：12/9～22での琵琶湖ホテル内工事 ✓ 工事期間：68.0% ✓ 工事期間外：78.1% 電気自動運転バス：手動介入すると自動運転が解除される運転方法としたこと 	

実施結果（技術面）

検証項目	検証方法	目標値	結果
○手動介入			
・ 手動介入(回数)	<ul style="list-style-type: none"> オーバーライド実績を記録する。 要因等を事業者の走行データから確認する。 	—	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル自動運転バス：2.37回/便 電気自動運転バス：2.28回/便
・ 手動介入(位置/状況、発生要因)		—	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル自動運転バス：(操作割合) 手動停止36.4%、進路変更32.7%、追越し17.2%など (発生割合) 路駐回避40.9%、他車接近9.7%、横断歩道待ち9.5%、後方車追越待ち8.4%、その他19.6%など 電気自動運転バス：(操作割合) 手動停止53.6%、進路変更21.0%、追越し18.1% (発生割合) 路駐回避50.9%、他車接近7.1%、横断歩道待ち6.3%、後方車追越待ち4.0%、その他25.7%など

実施結果（技術面）

検証項目	検証方法	目標値	結果
○車両性能（電気自動運転バス）			
・ 電気バスにおけるバッテリーの消耗量/走行距離	・ 充電量実績及び走行距離を記録する。	—	・ 電費：平均1.11km/kWh
・ 電気バスにおけるバッテリーの充電回数/走行距離	・ 走行距離を記録する。（充電は1日1回）	—	・ 充電回数毎の走行距離：平均39.3km/回 ※当初想定では、夜間1回のみ充電を想定していたが、結果的には想定より電費が低く、昼間時に継ぎ足し充電で対応せざるを得なかった

実施結果（技術面）

検証項目	検証方法	目標値	結果
○インフラ連携			
<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携（信号及び踏切） 	<ul style="list-style-type: none"> オーバーライド実績を記録する。 	<ul style="list-style-type: none"> 連携による急ブレーキがないこと 	<ul style="list-style-type: none"> ×未達成 ディーゼル自動運転バスで信号連携試走状態で1回、電気自動運転バスで2回連携の不具合制動あり
	<ul style="list-style-type: none"> 事業者に走行データを解析してもらう。 運転手へのヒアリング 	<ul style="list-style-type: none"> 運転手が全員通過しやすくなったと回答 	<ul style="list-style-type: none"> ○達成 運転手3人全員が信号連携への信頼度が高かった

実施結果（技術面）

信号連携

**成果：機器の小型化実現により設置性の改善、
省電力化・廃材の極小化により環境負荷削減**

2020年度実証実験で課題となっていた、信号連携装置の大きさ、電力使用量、設置性を改善する取り組みとして、小型省電力化に取り組み、信号機扉内側に設置可能な信号連携装置を実現することができた。

2020年度実証時



信号連携装置は信号機内に収納できない大きさであり、施工性の観点からの小型化や環境負荷低減のための省電力化の必要性があった。

今回実験



小型化：

通信ユニット 170mm × 95mm × 35mm
センサユニット 150mm × 50mm × 30mm
(信号機内に設置可)

省電力： 1.2W

設置： 信号機扉内側に
マグネット取付

実施結果（技術面）

信号連携

**課題：設置個所により通信不良が発生、
外付けアンテナの活用、再接続処理の見直しにて対応**

2022年12月、信号連携システムの現地調整を開始した。他の地域での接続実績から当初システムでの接続が可能と考えたが、大津駅から琵琶湖ホテル等多くの地点でLTE接続が行えず、外付けアンテナの追加、接続処理ソフトの見直しを実施し、一定の安定性を確保することができた。
以上のことから、当該地域に実装する場合は通信ユニットの電波特性の改善等が必要と考えられる。

原因

特定の場所における電波強度の不安定さと接続処理の相性の悪さによる接続不良と判明。アンテナの追加と接続処理の改善により現状課題を解決。

- 12/6 設置工事
- 12/8 調整 9交差点中5交差点で接続不可
- 12/12-16 NTTdocomoと電波調査・強度調整実施 ⇒×
- 12/17 調査結果に基づき外付けアンテナ設置 ⇒×
- 12/28 ソフト更新、接続処理見直し ⇒△ 一部接続可
- 1/7 アンテナ増設、接続処理見直し ⇒○ 接続可
(切断後の再接続可能、再接続後の情報無効時間あり)
- 1/13 アンテナ向き調整
- 1/31 再接続時の処理見直し⇒情報無効時間削減

外付けアンテナ



実施結果（技術面）

ターゲットラインペイント

成果：安全性の面では横位置、縦位置での自己位置推定に寄与
また5kmの距離を3日半で施工完了。交通量が多い地域での施工ノ
ウハウが蓄積された

目視



LiDAR



線を軸にズレた量によって横の自己位置を確認
座標登録したボックスの位置で縦の自己位置を確認

今後は施工を自動化する事で
更なる効率化を検討

実施結果（技術面）

ターゲットラインペイント

課題：ターゲットラインペイントと路面の反射強度の違いが分かりにくい箇所が部分的に発生し、車両側からの認識がしにくい箇所があった

ターゲットラインペイントは、LiDARから見た路面との反射強度の違いによって、車両側から認識されている。大津市では、路面の反射強度が高い箇所があったため、ターゲットラインペイントとの反射強度の違いが見え辛い事象が部分的に発生した。塗料の最適な塗り方（形状の工夫や、反射強度を際立たせる工夫）とそれに合わせたシステム側の最適化が必要。

○推定原因

（他の地域での実績と比較し）

- ・一部路面の反射強度が高く、ターゲットラインペイントとの反射強度差が少なかったため



図 アヤハレークサイドホテル前市道

○対策

- ・塗装方法の最適化により、LiDARから見た反射強度コントラストの確保
- ・LiDARの種類や取付位置等、認識をするための最適条件の検証

実施結果（社会受容面）

検証項目	検証方法	目標値	結果
<ul style="list-style-type: none"> 【再掲】実装時に想定する利用頻度の意向調査 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者へアンケート調査を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 実用化後も乗車したいとの回答が70%以上。 	○達成 94.4%
<ul style="list-style-type: none"> 試乗者以外で、自動運転の実装を希望するかの意向調査（地域住民等） 	<ul style="list-style-type: none"> WEBでアンケート調査を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 実装を希望するとの回答が50%以上。 	○達成 74.7%
<ul style="list-style-type: none"> 試乗者が危険を感じたかの意向 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者へアンケート調査を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 危険を感じたとの回答が5%以下。（ヒヤリハットを想定） 	○達成 0%
<ul style="list-style-type: none"> 自動運転バス導入に対する他のドライバーの受容性の検証 	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転バスのそばでのマイカー運転についてアンケートを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 通常バスより不安との回答が30%以下。 	○達成 24%（利用者） ×未達成 <ul style="list-style-type: none"> 47.3%（非利用者うち、自動運転バスの近くをマイカーで走行経験あり） 52.8%（非利用者うち、自動運転バスの近くをマイカーで走行経験なし）

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[ディーゼル自動運転バス] Lake Biwa

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
運行面	車両の性能について満足しているか	1. 大変満足 2. やや満足 3. どちらでもない 4. やや不満 5. 不満	1	特になし。	2	性能ではないが、車内の座席配置が横向きであり改善が必要と考える。なお、GPSの受信状態は2年前と比較して改善されていた。	3	性能は昨年度と同じだと思うが、昨年度の設定の方が走行が安定していて良かった。
	車内の安全管理上、もし無人だったら危険だなと思ったことがあるか	1. なし 2. あり	2	無人の場合、道路左前方を走行中の自転車乗りへ接触する。歩行者が飛び出した場合に停まり切れない。	2	自動運転バスは、横断歩道での横断待ち歩行者が認識できない。歩道から出てくる歩行者や自転車への危険予測ができない。	2	自動でのブレーキのかかり方や自動走行軌跡のブレ発生等があるため危険だと思う。

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[ディーゼル自動運転バス] Lake Biwa

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
運行面	今回の実証実験では、立席乗車可としたが影響はあったか	1. なし 2. あり	1	立席が出るほど乗車されなかったため影響無し。	1	立席が出るほど乗車されなかったため影響無し。	1	立席が出るほど乗車されなかったため影響無し。
技術面	ドライバー向けのモニタ（HMI）でのGPS不良の告知や危険箇所の声掛けについて安全運行の助けとなったか	1. 助けになった 2. 特に変わらない 3. わからない	1	特になし。	1	GPS不良時の表示の改善（表示を大きくするとともに、受信状態を色や点数で表示して注意喚起して欲しい）。また、運転席背後の車内向けモニタで表示している運行ルートを示す白線を画面で表示して欲しい。	1	自動運転バス走行時の左右のズレを視覚的に確認したいため、運転席背後の車内向けモニタで表示している運行ルートを示す白線の表示が欲しい。

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[ディーゼル自動運転バス] Lake Biwa

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
技術面	対象区間を自動で走る場面と手動で走る場面があったが、自動の運転がよかった点があったか	1. よかった点があった 2. 特になかった	1	自動運転は、等速で自動走行するため安心できた。	2	特になし。	1	直線部分では自動運転の方が楽であった。
交通面	自動運転車両が通行することで周囲が渋滞するようになったと感じたか	1. 渋滞するようになった 2. 特に変わらない 3. わからない	1	ピアザ淡海前のカーブ。	1	中央大通り以外の区間。なお、バス停停車時に他車に追い越してもらうことで苦情が発生しないようにした。	1	中央大通り以外の区間。特にカーブでは速度が落ちるため渋滞しやすい。

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[電気自動運転バス]

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
運行面	車両の性能について満足しているか	1. 大変満足 2. やや満足 3. どちらでもない 4. やや不満 5. 不満	1	特になし。	1	特になし。	1	特になし。
	車内の安全管理上、もし無人だったら危険だと思ったことがあったか	1. なし 2. あり	2	無人の場合、道路左前方を走行中の自転車乗りへ接触する。歩行者が飛び出した場合に停まり切れない。	2	自動運転バスは、横断歩道での横断待ち歩行者が認識できない。歩道から出てくる歩行者や自転車への危険予測ができない。	1	特になし。
	今回の実証実験では、立席乗車可としたが影響はあったか	1. なし 2. あり	1	立席が出るほど乗車されなかったので影響無し。	1	全員着席されていたため影響無し。	1	走行がスムーズなため影響無し。

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[電気自動運転バス]

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
技術面	信号連携のシステムが導入されたことで信号を通過しやすくなったか	1. 通過しやすくなった 2. 特に変わらない 3. 通過しにくくなった 4. そういった場面がなかった	2	昨年のカメラによる信号認識は誤認識があったため不安だったが、今回の信号連携は信頼でき、安心であった。青信号からの変わり目で早めに減速するのは安全で良い。	3	信号連携は信頼でき、安全に停車及び通過ができた。但し、信号の変わり目で、手動運転なら通過するところ停車するので、後ろから追突される可能性があると感じた。	3	信号連携は信頼でき、安全に停車及び通過ができた。但し、あと数秒で黄色に変わるタイミングでは、自身の感覚としては“通過”であるところ、ブレーキが自動でかかる点で言えば通過しにくくなった。

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[電気自動運転バス]

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
技術面	ドライバー向けのモニタ（HMI）でのGPS不良の告知や危険箇所の声掛けについて安全運行の助けとなったか	<ol style="list-style-type: none"> 1. 助けになった 2. 特に変わらない 3. わからない 	1	特になし。	1	GPS不良時の表示の改善（表示を大きくするとともに、受信状態を色や点数で表示して注意喚起して欲しい）。また、運転席背後の車内向けモニタで表示している運行ルートを示す白線を画面で表示して欲しい。	1	自動運転バス走行時の左右のズレを視覚的に確認したいため、運転席背後の車内向けモニタで表示している運行ルートを示す白線の表示が欲しい。

実施結果（その他）

運転手ヒアリング[電気自動運転バス]

項目	質問事項	選択肢	ドライバーA		ドライバーB		ドライバーC	
			選択肢	コメント	選択肢	コメント	選択肢	コメント
技術面	対象区間を自動で走る場面と手動で走る場面があったが、自動の運転がよくなった点があったか	1. よかった点があった 2. 特になかった	1	等速で自動走行するため安心できた。また、信号連携も信頼できた。	2	特になし。	1	電気バスの自動運転は、走行が安定しておりスムーズであった。
交通面	自動運転車両が通行することで周囲が渋滞するようになったと感じたか	1. 渋滞するようになった 2. 特に変わらない 3. わからない	1	ピアザ淡海前のカーブ。	1	中央大通り以外の区間。なお、バス停停車時に他車に追い越してもらうことで苦情が発生しないようにした。	1	中央大通り以外の区間。特にカーブでは速度が落ちるため渋滞しやすい。

実施結果（その他）

ビジネスモデル

事業採算性確保には
1日224人乗車が必要

- 費用算出条件
 - ・ 想定車両
自動運転レベル4（車両価格は通常バス×1.5倍）
 - ・ 想定運行内容
中型自動運転バス（レベル4）1台
びわ湖大津プリンスホテルからJR大津駅間
運賃210円
運転手なし添乗員あり（大型二種免許無）

実施結果（その他）

ビジネスモデル

$$\begin{array}{l} \text{実験実績} \\ 18\text{人/日} \end{array} + \begin{array}{l} \text{ホテル等との連携} \\ 143\text{人/日 (想定)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{通勤需要} \\ 58\text{人/日} \end{array} + \begin{array}{l} \text{たねや客} \\ + \alpha\text{人/日} \end{array} = \begin{array}{l} 219 + \alpha \\ \text{人/日} \end{array}$$

- ホテル送迎バス利用者からの移行見込 90人/日
 - 徒歩移動者からの移行見込 13人/日
 - ホテル従業員の通勤利用見込 40人/日
- ※パーソントリップ調査及びホテルへのヒアリングにより想定

- 7～8時台の通勤目的の徒歩によるJR大津駅方面への移動584人/日
 - 1割がバスへ転換見込 58人/日
- ※パーソントリップ調査

➡ **今後、1日224人乗車を超える見込みあり**

事故について

事故の発生

1 事故発生日時
令和5年1月11日（水）11時26分

2 事故発生場所
琵琶湖ホテル敷地内（エントランスへ
上がるスロープを上がり切ったバス停付近）

3 事故の概要

- 当日午前11時20分大津駅発びわ湖大津プリンスホテル着便にて発生（発生時の乗客は1名）
- 着席していた乗客1名（70代女性）が、坂道上での自動運転による加速により、腰から床に転倒
- 乗客は病院を受診し、現時点では軽傷
- 物損はなし

4 発生時状況

- ①バス停車前に運送事業者のトラックが停車していたのでブレーキ（自動運転）
 - ②右に避けようとハンドル操作（手動介入）
 - ③前に障害物がなくなったので加速（自動運転）※
- ※坂道と加速が重なり座席から転倒



事故の原因

- 登り坂と加速が重なったことが主な原因と考えられる
- 車両動作のデータから、経緯と要因は次のとおり。
- ✓ 琵琶湖ホテルの右カーブ上りスロープを、自動運転バスは目標時速12km/hにて自動走行していた。
- ✓ 自動運転バスがスロープの前方に駐車車両を認識したため、ACCにより10km/hまで自動で減速した。
- ✓ 運転手が、駐車車両を回避するためにハンドル操作介入を実施した。これは、右カーブから直線部分になるため、ハンドルが自動で戻ろうとするところを手で止めた介入である。
- ✓ 自動運転バスは、低下した車速を回復させるため自動でアクセル指示を行い、その際にキックダウン（2速から1速）が発生。
- ✓ 時速4km/hまで低下しキックダウンにより1速に繋がった後、自動運転バスは目標値である12km/hまで到達させるため加速した。シフト変速時のタイムラグにより速度が上がらないためアクセル指示値が増加し、ギア接続時の加速度が大きくなり（約0.2G）、車内転倒に繋がったと考えられる

●主な原因

- ①勾配のある箇所、運転手が手動介入を行ったことにより（運行者の問題）、
- ➡ ②自動運転バスにキックダウンが発生し、大きな加速度が発生した（車両の問題）
- ③勾配のある箇所でのキックダウンの発生によるリスクを関係者全員が想定できていなかった（体制の問題）

事故の原因

【運行者の問題について】

- 警察の現場検証により、運転手として本事故を回避する手段はあった
- しかし、そのリスクを関係者全員が想定できておらず、リスクを回避できなかった
- 安全運転監視員と運行記録員が同乗していたが、車内のお客様の事故を十分に想定できていなかった

【車両の問題】

- 急な勾配のある箇所において、キックダウンが発生しうる速度設定としていた
- ハンドルの手動介入した際にブレーキ、アクセルの自動運転が継続していたことでキックダウンが発生した
- 勾配に応じた速度制御が図られておらず、減速度が高くなっている場所等もあり、加速度の制御調整に十分な期間が確保できなかった
- 車内のお客様の転倒防止のための手すりが不足していた

【体制の問題】

- 運転手の習熟度及び乗務可能判断を車両開発者の先進モビリティに任せていた
- 先進モビリティ作成のマニュアルを事前に事業主体(市)として把握できていなかった
- 今年度の運行設定等について運行主体・事業主体間での協議が不十分なまま実験がスタートした
- 車内のお客様の事故を想定した安全監視員のマニュアルがなかった
- 実証実験開始前の運行状態の確認について、運行主体・事業主体間での連携が不足しており、また、運行状態診断を警察に依存していた

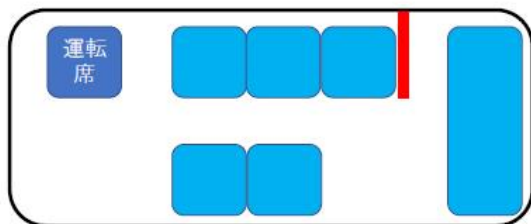
事故の短期的対策

- 直ちに実施した短期的対策としては次のとおり。
- ✓ 自動運転バスについて、琵琶湖ホテルスロープ登坂時の目標速度を低下させるとともに（12km/h→8km/h）、すべての区間においてキックダウン時も大きな加速が発生しないようにする。
なお、電気バスでは変速ギアが無いため、キックダウンは発生せず、この対策は不要。
- ✓ 自動運転バスについて、自動運転中に、ハンドル、アクセル、ブレーキのいずれかの手動介入があった場合は、自動運転をすべて解除し、手動運転に戻す。（電気バスも同様）
- ✓ 自動運転バス車内当該座席横に手すりを増設。なお、電気バスでは十分に手すりが設置されている。
- ✓ 事故発生時において、自動運転バス車内放送（音声合成）で、急停車する必要があるため吊り革・手すりなどを持つよう注意喚起しているが、これに加えて、お客さまが自動運転バスに乗車される際、安全監視員が同様の注意喚起を行うよう徹底する。（電気バスも同様）

- また警察協議により下記対策を追加した
- ✓ ① 乗車時の注意喚起だけでなく、事故の発生リスクがある場所で乗客に対し車内アナウンス等での注意喚起を徹底
- ✓ ② 運転手・安全監視員の連携強化
- ✓ ③ ハンドル、ブレーキ、アクセルのいずれかに手動介入があった場合、全ての自動運転を解除し、手動運転に戻すという運転方法に変更することにより、事故リスクが想定される場所の洗い出しと対策の実施
- ✓ ④ ③に関して運転手への再教育の実施
- ✓ ⑤ ①～④の対策実施の上、運行開始前に、関係者の試乗会を実施すること

事故の短期的対策

ディーゼル自動運転バス
✓手すりを増設



追加手すり設置位置

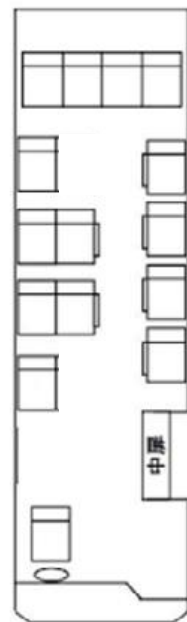


施工前

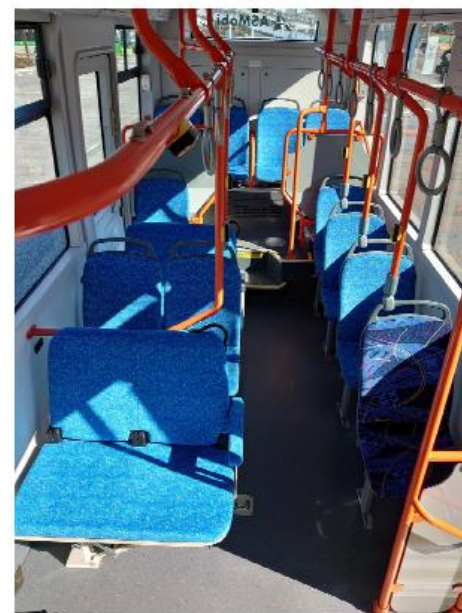


施工後

電気自動運転バス
✓手すりは十分設置済



座席レイアウト

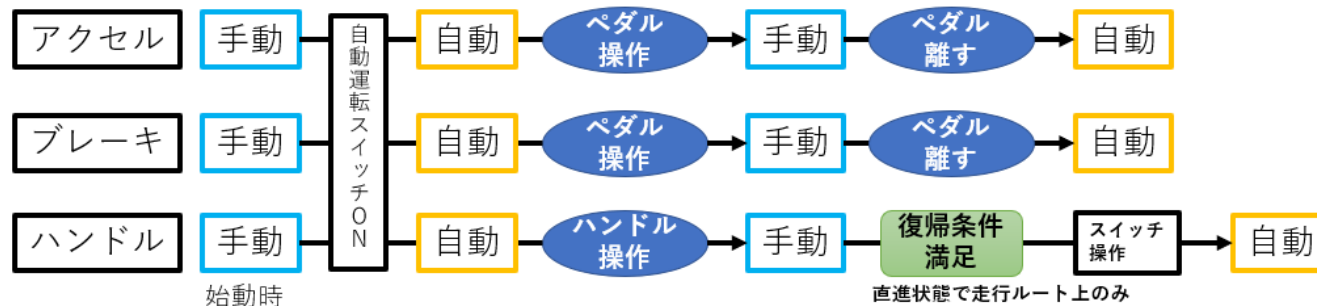


車室内写真

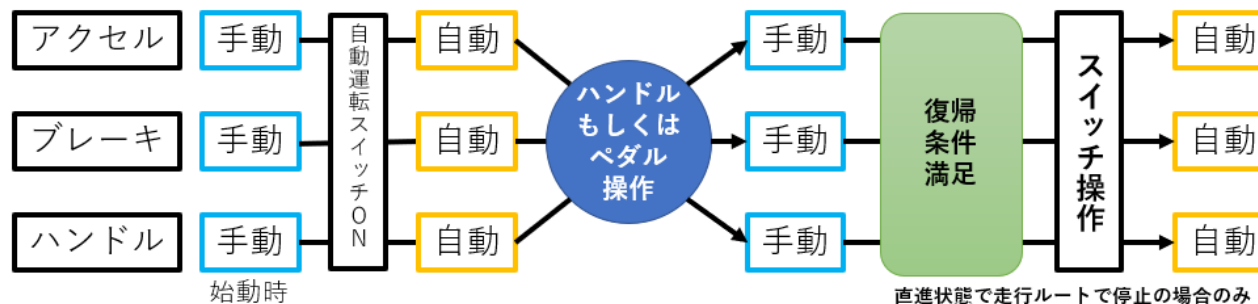
事故の短期的対策

- ✓ 自動運転バスについて、自動運転中に、ハンドル、アクセル、ブレーキのいずれかの手動介入があった場合は、自動運転をすべて解除し、手動運転に戻す。(電気バスも同様)

【従来】 手動介入があれば運転士による操作により走行中の自動運転への復帰が可能

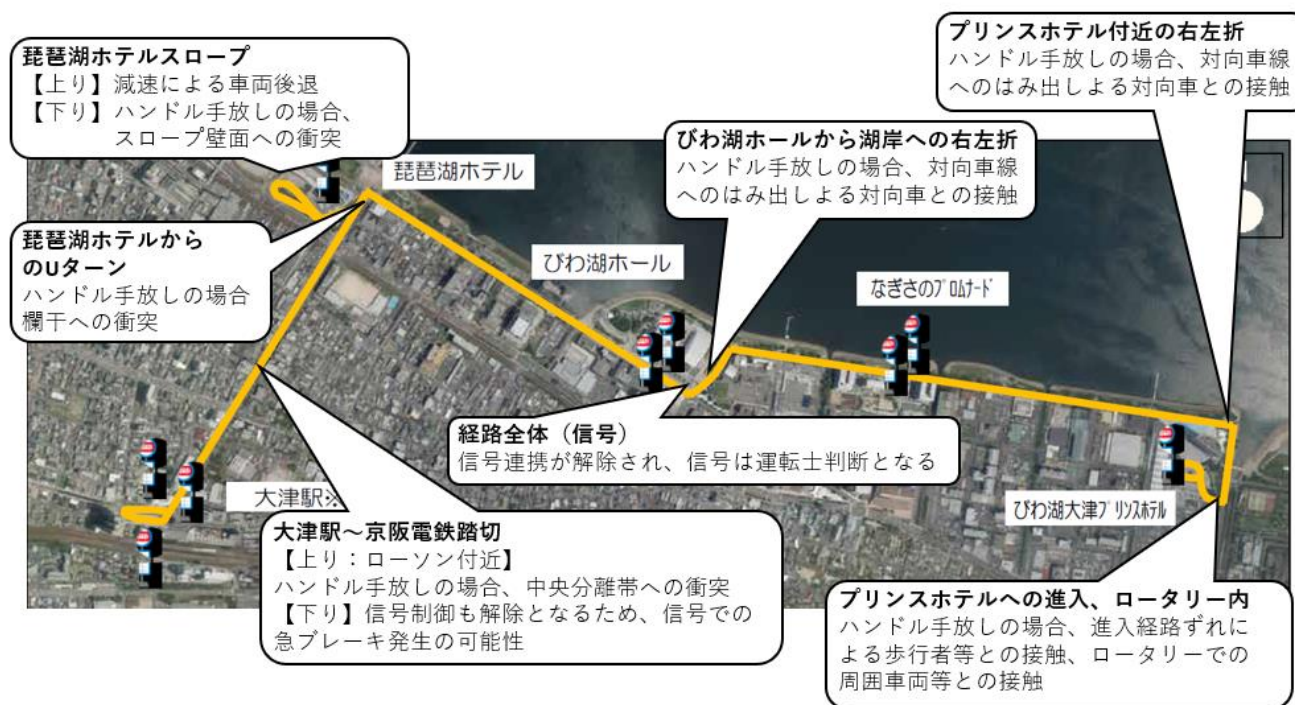


【対策案】 手動介入があれば自動運転を終了し、停止後に自動運転に復帰



事故の短期的対策

- ✓ ハンドル、ブレーキ、アクセルのいずれかに手動介入があった場合、全ての自動運転を解除し、手動運転に戻すという運転方法に変更することにより、事故リスクが想定される場所の洗い出しと対策の実施



事故の短期的対策

- ✓ ハンドル、ブレーキ、アクセルのいずれかに手動介入があった場合、全ての自動運転を解除し、手動運転に戻すという運転方法に変更することにより、事故リスクが想定される場所の洗い出しと対策の実施

琵琶湖ホテル入口
 【左折退出時】停止線後に一時停止ポイントを追加
 【右折進入時】中央分離帯付近に一時停止ポイントを追加



本対策は大津市、運行事業者（京阪バス）及び先進モビリティの協議の下、採用したものであるが、実際に走行したところ、ヒヤリハットは発生しなかったものの、運行事業者としては事故の発生リスクが高まり、最適な安全対策とはいえないとの見解

（事故リスクが高まる例）カーブや右左折時にブレーキの手動介入を行った場合、ハンドル操作も手動に切り替わってしまうことにより曲がろうとしないため、ガードレールへの接近や対向車線へのはみだし等が発生する

事故対策を踏まえた運行 (電気自動運転バス)

【教習】

- 2月5日・6日の2日間で電気バスの習熟運転教習
- 2月7日～10日の4日間で先進モビリティが運転するバスに添乗し教習
- 2月11日・12日の2日間で先進モビリティにより運転手3名に対して教習（1名あたり概ね5時間）

【試乗】

- 2月13日大津市職員試乗
- 2月17日警察関係者試乗

【結果】

- 2月13日～28日の間、安全性の検証のため、一般の乗客は乗せずに電気自動運転バスを試験的に運行し、無事故であった（結果の詳細はP. 27～30参照）

今後求められる対応（案）

①ソフト面（運行者）

- 走行ルート of 勾配に応じたキックダウン発生回避等をマニュアル化し、運転手の教習に反映する

②ハード面（車両）

- 走行ルート of 勾配に応じたキックダウン発生 of 回避制御及びスムーズなブレーキ制御
- キックダウンが発生しない電気自動運転バスを選定することは、本事案に関する事故回避という観点では有効

③体制対策

- 実験準備段階からのリスク想定、運行設定、マニュアル作成における事業主体・運行主体・車両開発者間の連携を密に行う

今後の方針

今後の方針

「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」等、国の動き、自動運転技術の進展及び国内での実用化の動向などを注視し、関係者間で協議を行い、進め方を検討していく