

VR 選択実験による自動運転バスと LRT との協調サービスの受容性分析

広島大学 学生会員 ○小川敦史
 広島大学 正会員 藤原章正
 広島大学 正会員 力石 真
 バイタルリード (株) 正会員 森山昌幸

1. 研究背景

持続可能な都市経営やコンパクトシティの観点から、Connected Transport の社会実装が進められようとしている(参考文献1)。本研究では、この中でLRTと自動運転バスの協調型システムに着目する。

次世代型路面電車システムと呼ばれるLRTは、低床バリアフリー性や定時性や快適性、速達性を高めた電車であり、富山市では富山港線をLRT化に伴い、サービス水準が大幅に向上し、利用者が激増したことが報告されている(参考文献2)。自動運転バスはレーダーやGPSやカメラなどを使って周囲の環境を認識しながら走行するバスを指す。搭載される自動運転システムとしては2020年にレベル4(高度運転自動化)を事業用として一部地域で導入できるように政府は動いている(参考文献1)。

本研究で扱う協調型システムでは、これらの異モード間の車車間通信や路車間通信などのITS無線通信を利用して自動運転で走行するシステムをいう。Fig.1に示すように、自動運転バスが軌道敷内を走行するシステムをここでは自動運転バスとLRTとの協調サービス(協調型AB-L)と呼ぶこととする。

協調型AB-Lの導入にあたっては、自動運転バスとLRTが協調する最先端の交通システムに対して人々が抱く事故や故障時の対応といった安全面に配慮することに加え、住民のリスク認知や不安に配慮することが求められる。現存しない交通システムに対する住民の社会的受容性を確認するためには、できる限り実際に利用場面に近い状況で交通サービスを体験してもらうことが肝要である。その方法の一つが社会実験であり、例えば現在、国土交通省が主体となって自動運転サービス実証実験が各地で行われている(参考文献3)。一方、これらの社会実験を通じた受容性の評価は、多額の費用が必要であることに加えて、検証可能な交通サービスは現時点で利用可能な技術に限定される。その他のアプローチとして、アンケート調査に基づき社会的受容性を計測する方法が考えられるが(参考文献4)、現存しない交通サービスに対する評価結果が回答者の知識や経験に依存するという問題が生じる。例えば安田らは、自動運転に対するリスク認知の回答結果が、回答前に視聴する動画のコンテンツに依存することを指摘している(参考文献5)。

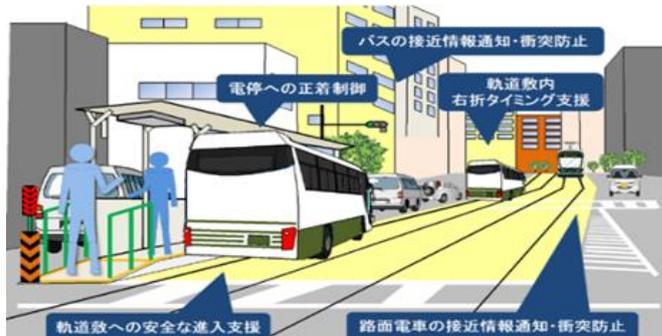


Fig.1 協調型 AB-L の仕組み(参考文献5)

2. 目的

本研究では、協調型 AB-L の受容性を測るために仮想現実 (VR) 選択実験を設計し、実施する。VR 選択実験では協調型 AB-L という未知のシステムを、視覚を中心とした五感を使って体験することで人々にこの新しいサービスを認識させることができ、さらに実際に実装するにあたっての人々の行動面での調査も可能となる。この VR 動画の体験の記録は VR のソフトが入っているパソコン内で管理されており、被験者の VR 体験時においてどこの部分に注視して体験を行っていたかが全て記録されている。これを解析することで被験者が選んだアンケートの選択肢と関連付けて協調型 AB-L に対する受容性を心理面と行動面の両方から総合的に評価し、体験前後で人々が公共交通機関の選択の変化が現れるかを調べることが可能となる。

本研究では、VR を活用することで自動運転技術そのものや協調型 AB-L について社会的受容性がどのように変化するかを明らかにすることを目的とする。

3. VR 選択実験の設計と実施

本 VR 選択実験では統合開発環境を内蔵したゲームエンジンである Unity を用いて、広島電鉄の「舟入南町」電停付近の交差点空間を仮想現実で再現し、協調型 AB-L を運行させる。被験者は VR ゴーグルを着用し、仮想空間内で自由に行動することが許される。

本実験はイベント会場やショッピングセンターにブースを設置して広島市内の 2 ヶ所において合計 3 回行った。1 回目は 2018 年 9 月 23 日 (日) に広島市内で行われたイベントである「ひろしまバスまつり」にて 9 時から 15 時の 6 時間の間 15 歳以上を対象として合計 47 人にモニター調査を行った。2 回目と 3 回目は、広島市内の大型商業施設であるフジ

キーワード 自動運転, 新公共交通システム, VR (バーチャルリアリティ), 市民の合意形成, 公共交通, SP 調査
 連絡先 〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1 広島大学大学院国際協力研究科
 Phone&Fax : 082-424-6021

グラン広島にて2018年12月2日(日)と同年12月11日(火)に11時から17時の6時間に1回目と同じ条件の実験をそれぞれ行った。被験者数は合計で43人であった (Table 1)。

Table 1 VR を用いた選択実験の概要

	第1回	第2回	第3回
日時	2018年9月23日(日) 9-15時	2018年12月2日(日) 11-17時	2018年12月11日(火) 11-17時
場所	ひろしまバスまつり会場(広島市)	大型商業施設フジグラン(広島市)	
被験者(15歳以上)数	47人	43人	

体験してもらう VR は大きく 5 つの場面に分かれている (Fig.3)。1つ目は広島電鉄の「舟入南町」電停付近で現況の路線バスが運行する様子を空からの視点であり、2つ目は現況のバスのバス停での乗客からの視点である。3つ目からは協調型 AB-L に視点を当て、同じ区域において自動運転バスが運行する様子を空からの視点、利用者の視点、自動運転バスに乗り込んだ視点の VR (1 回 5 分程度) を使って体験させる。VR 動画の主要な画面は Fig.4 に示すとおりである。

その後、実験に関するアンケート (Fig.5) を行い、VR 動画を見る前後で被験者のさらにカメラやボイスレコーダーを実験中に設置し、実験中の人々の五感の刺激から起こる自動運転バスの受容性を行動面から調査した。



Fig.2 VR 選択実験を体験する被験者



Fig.3 被験者が体験する VR 動画の流れ

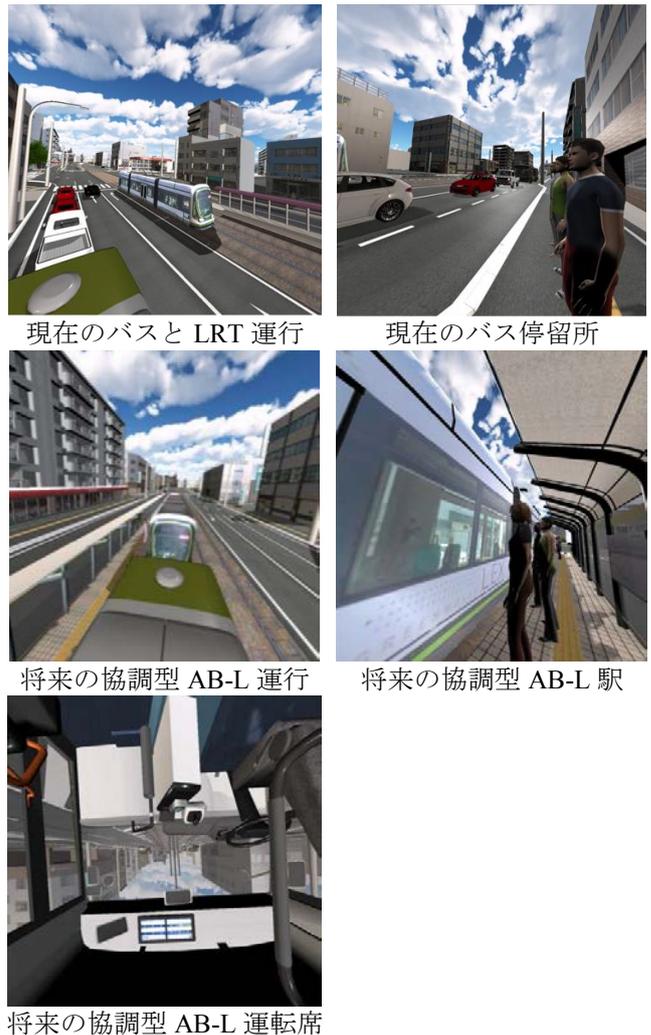


Fig.4 VR 動画の主なシーン

4. VR 選択実験の分析

(1) 被験者の属性

実施したアンケートデータの分析結果を示す。まず今回の被験者数は3回の実験で合計90人であり、そのうち男性は68人で女性は22人であった(Fig.6)。また、VRの経験の有無に関しては使用経験がある人数が25人で経験がない人数が65人であった(Fig.7)。さらに自動運転という技術の内容またその用語自体を知っていたのは全体の88.9%にあたる84人であった。また、自動運転を公共交通機関に導入することに関しては賛成する人々が全体の77.3%に当たる68人であった(Fig.8)。

本VR選択実験の被験者の多くは自動運転という言葉や日常生活から認識しており、またその導入に関して前向きに考えており、VRの経験が少ないことが判明した。また、自動運転の公共交通機関への導入理由としては反対した被験者のうち、75%にあたる被験者が「システムエラーにおける事故に恐怖を感じる」と回答した(Fig.9)。また、VRを体験した後の被験者の結果はFig.10に示すとおりである。

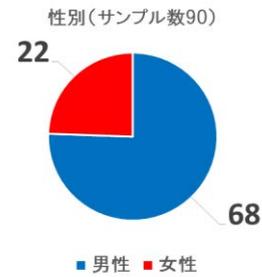


Fig.6 被験者の性別

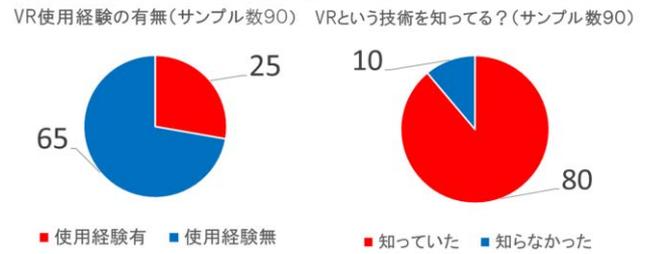


Fig.7 VR使用経験のアンケート結果

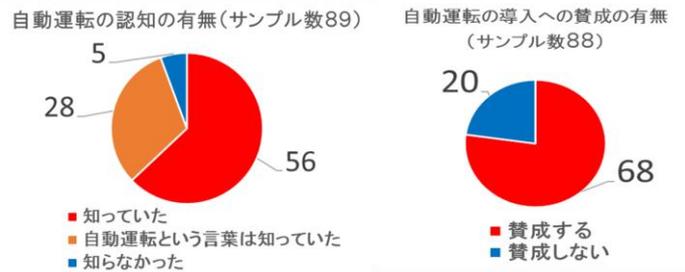


Fig.8 自動運転に関するアンケート結果

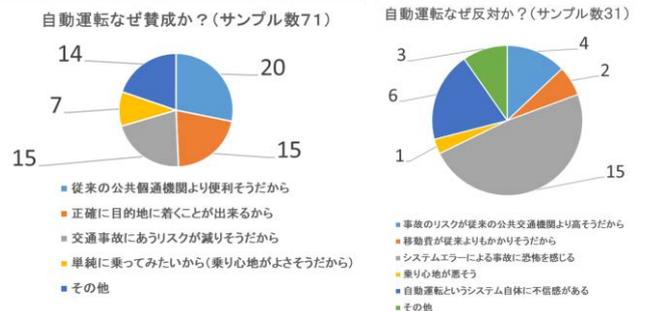
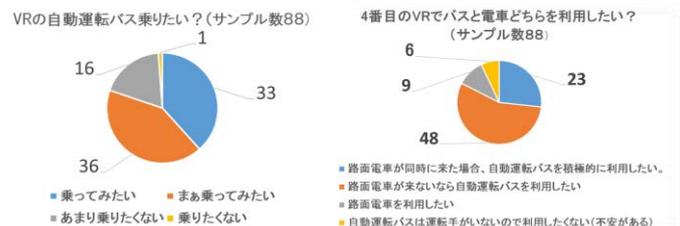
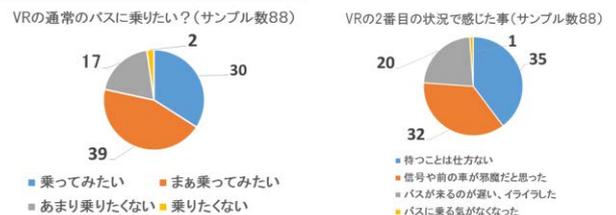


Fig.9 自動運転の賛成理由と反対理由



VR 体験アンケート — 広島大学大学院 —

本日はわざわざバスまつり広島大学大学院出張ブースにお越しいただきありがとうございます。以下の質問に答えて、各質問につき○をお願いします。

問1 あなたご自身についてお答えください。

年齢	1. 10歳代 2. 20歳代 3. 30歳代 4. 40歳代 5. 50歳代 6. 60歳以上
性別	1. 男性 2. 女性
職業	1. 会社員(パート含む) 2. 公務員 3. 自営業(農林漁業・職工等) 4. 専門職 5. 学生 6. 専業主婦(主夫) 7. 無職 8. その他()

問2 あなたは普段の生活で最も多くする移動手段はどれですか?

1. バス 2. JR 3. 路面電車 4. タクシー 5. 自家用車 6. その他(具体的に:)

以下は、バーチャルリアリティ(以下VR)に関する質問です。

問3 あなたはVRをこれまでに使用したことがありますか?

1. 使用したことがある(問4へ) 2. 使用したことがない(問5へ)

問4 VRをどこで使用したことがありますか?

1. 仕事 2. ゲーム(PS4など) 3. 公共施設・イベント(VR体験会など) 4. その他(具体的に:)

問5 VRという技術自体は知っていましたか?

1. 知っていた 2. 知らなかった

問6 VRが日常生活に導入されたら、使用してみたいですか?

1. 積極的に使用したい 2. まあ使用したい 3. あまり使用したくない 4. 使用したくない 5. その他(具体的に:)
--

以下は、自動運転に関する質問です。

自動運転はレーザーやGPSを利用して周囲の環境を認識して人の操作なしで運転するシステムです。今回のVRで体験していた自動運転バスは車庫間移動(車庫上での走行)や路車間通信(路面電車と車の通信)を利用して、路面電車との共存を可能としています。

問7 自動運転技術については知っていましたか?

1. 知っていた 2. 自動運転という言葉は知っていた 3. 知らなかった

問8 あなたが思う自動運転技術のメリットは何ですか?(あてはまるもの2つに○をして下さい)

1. 交通事故の減少 2. 運転の手間を省ける 3. 渋滞の緩和 4. 走行中に自分の時間を作れる 5. 車の燃費(維持費)が安くなる 6. 時間通りに目的地にたどり着く 7. 保険料が安くなる 8. その他(具体的に:)

問9 あなたが思う自動運転技術のデメリットは何ですか?(あてはまるもの2つに○をして下さい)

1. 車の故障時の対応 2. 位置情報などによる個人情報流出の可能性 3. 自動運転車以外の車と一緒に走ることが出来るか不安 4. 人間の手に運転しないこと 5. 予期せぬ事態が起きた時の対応 6. メンテナンスコストの増加 7. 悪天候時のシステム 8. その他(具体的に:)
--

1 裏面に続きます▶

Fig5 VR画像視聴後に実施したアンケート調査

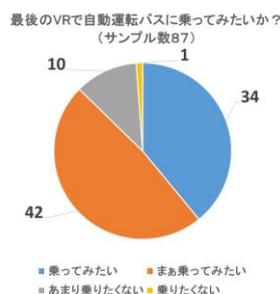


Fig.10 VR 動画に関する被験者のアンケート結果

(2) 選択行動の分析

次に VR 体験中の被験者の注視点について分析する。前述の通り、今回の使用する VR は 5 つの場面があり、被験者の注視点が最も多く集まったのは、自動運転バス乗車時の場面では「無人の運転手席」であり、自動運転バスが車道へ進入する場面では「車道を走行中の普通車」であった。これらは、従来の公共交通機関にはない動きや状態であり、それらに恐怖心または好奇心といった何らかの興味が生じたと考えられる。

また、アンケート質問票には VR 動画に関する質問が各場面に 1 つずつ計 5 問あった。この中で 1 つでも否定的な選択肢を選んだ被験者は 4 割に当たる 36 人であった。これらの被験者の VR 動画の記録を見ると、空からの視点または自動運転バスの中からの場面において、視点の位置が安定せずに震えていたことから自動運転バスに対して一定の恐怖心があることがわかった。

そして VR 体験前後で被験者の「路面電車か自動運転バスどちらに乗りたいか?」という質問を行った。VR 選択実験前では 29% の人々が公共交通機関として利用するなら路面電車よりも自動運転バスを選択したが、実験後では、約 2 倍にあたる数の 57% にあたる被験者が自動運転バスを選択した (Fig. 11)。これから協調型 AB-L としての自動運転バスの社会的受容性が高いことが示されたのに加えて、実際の走行状況をイメージできる VR 技術による社会的受容性を拡大させる効果があることがわかった。しかし、この質問に関してアンケートにおいて VR 選択実験のシーンに関する選択肢において一つでも否定的な選択肢を選んだ被験者は VR 選択実験前が 76% の人々が路面電車を選択して、VR 選択実験後では 74% の人々が路面電車を選択していた。かつ VR 体験前後で大きく変化することはなかった。

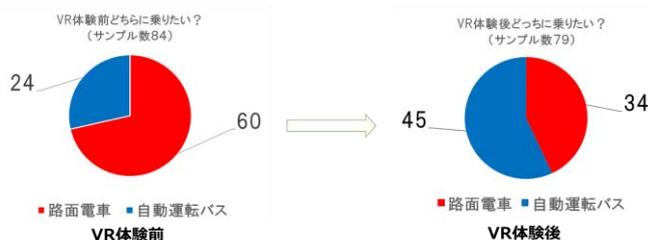


Fig.11 被験者の公共交通機関の選択の変化

5. まとめと今後の課題

アンケートと VR 体験記録の解析の結果より、VR 体験することで被験者が新しい公共交通機関である自動運転バスを受け入れた結果、約 2 倍の割合にあたる被験者が路面電車よりも自動運転バスを選択した。これから SP 調査を行う前後で VR を見せることで被験者へ視覚といった五感的にも理解させることができ、被験者の協調型 AB-L に対する抵抗が減ったことで人々の選択肢に一定の影響を与えたことが考えられる。また、VR 体験後のアンケートで VR 体験時の否定的な選択肢を選んだ被験者は VR 体験中も恐怖や違和感を覚えており、体験前後で自動運転バスを選択する被験者の割合がほとんど変化することがなかった。今後、協調型 AB-L の導入の際に市民との合意形成が必要な層はこれらの人々といえることが出来る。

今後の課題としては傾向に関してはアンケートと VR 動画の視線から捉えることが出来たもののモデル式の構築までとはいかず、人々の傾向をさらに顕著とするためにもモデル式の構築が必要である。また 3 度 VR 選択実験を行ったが、体験人数の合計が 90 人と世間一般の傾向を満足につかむためにはまだ人数が少なく、更なる試行回数を行うことで更なる傾向をつかむことが必要と言える。

6. 参考文献

- 1) 内閣府政策統括官 (科学技術・イノベーション担当), 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動運転走行システム研究開発計画, 2018
- 2) 伊藤直樹, 田中秀一郎, 落合慶亮, 末原純, 堀川淳, 浅見均: コンパクトシティ政策を推進する富山市の軌道系交通整備と北陸新幹線富山駅整備の連携に関する研究, 第 57 回土木計画学研究発表会講演集, pp2-5, 2017
- 3) <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/automated-driving-FOT/index.html>
中山間地域における道の駅などを拠点とした自動運転サービス実証実験
- 4) 谷口綾子, 富尾祐作, 川崎優旗, Marcus Enoch, Petros Ieromonachou, 森川高行 (2017) 自動運転システムの社会的受容-賛否意識とリスク認知に着目して-, 第 56 回土木計画学研究発表会講演集 (CD-ROM).
- 5) 安田万里, 藤原章正, 力石真 (2018) 動画を用いた自動運転システムに対するリスク認知の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 57 (CD-ROM)