

高齢者等の移動問題に関する自動運転新交通システムの導入による 持続可能なまちづくりの可能性に関する研究

Study on the Sustainable Town Strategy based on the Automated Drive Vegicle System for Solving Mobility Problems of the Aged People

井畑智浩 (交通カウンセラー)

IBATA, Tomohiro (Traffic Counselor)

高齢者の移動手段が問題になっているなか、全国各地で自動運転サービスの実証・実装実験が行われている。地域特性、国の支援、事業主体や実証方法の異なった 3 事例で自動運転サービスが現状どのような運用サービスが行われているのか、実証実験はどのように展開されているかの調査を行いそれぞれの特徴を抽出した上で、現状の課題を明らかにする。その結果、高齢者の移動問題に関する自動運転新交通システムの導入による持続可能な解決のために、事例から共通の抽出可能性の研究において重要な 4 つの課題とその解決方向のモデルが得られた。

1. 目的：高齢者を組み込んだまちづくりの持続可能性にかかせない交通問題の解決には、自動運転システムの導入が非常に有望である。ところで、自動運転化などの新しいシステムは、現在解決すべき点があるなかで、一部で、自動運転を推進すべき根拠や持続可能な手法について、有望な事例があらわれてきた。本研究は、そのような有望事例にみる重要な視点・要素に関するモデル化をおこない、今後の高齢化社会における新技術を応用した持続可能なまちづくりに関する知見をまとめることを目的とする。

2. 分類と事例：全国事例の分類と、今後の持続可能性が考えられる自動運転事例の抽出。全国で行われている自動運転や自動走行サービスに関する事業 114 事例のデータベースを作成した。その中から、今後の持続可能性が考えられ優秀とおもわれるもので、高齢率の高い過疎地域や都市近郊型ニュータウンなどの立地特性や事業の特色、自動運転方式、公的資金や支援・補助、事業主体、事業委託、運行スタッフ、緩和制度などで分類を行った結果、異なる類型の、自動運転の実証実装実験を実施している以下を調査対象に選択する。(1) 中山間地域・国支援型 (誘導方式)：国の支援の 2 番目に早い代表例として、東近江市・奥永源寺地区。(2) 大都市圏・都心近く・住民発意型 (非誘導方式)：都心に近いが坂があり、住民からの要望で始まったもの、神戸市・筑紫が丘団地。(3) 大都市圏郊外・商業者支援型：地域の大規模店とまわりの団地の連携した持続可能性のために始まったもの、河内長野市・南花台団地。

3. モデル化：上記の代表事例が現在直面している課題とその解決への考え方として 4 つのモデルにまとめた。

【モデル 1：運転労力低減モデル】 自動運転は技術的には向上するが、いざ事故がおこったときの責任論が存在するので、易しい郊外や地方のシニア相手から普及するとされているが、現時点で、レベル 2 かレベル 3 しか実現せず、同乗の自動運転なら、経済的には「監視員が同乗するならばハンドルを握らないのか」「人が減らないなら採算がとれない。」との批判あり、現在では、同乗者の位置づけが、自動運転の実用化の最大の障壁である。そこで労働経済の立場から、これからさらにドライバーのなり手が減少する問題として有利な点をモデル化する。手動運転で運転する労力に比べ明らかに楽なことが証明されればよい。そこで警察庁の規準をもとに分析すると、やはり人間が運転するより「労力は約 6 割」になり、なり手の数居値が低くなり、改善されることがわかった。

【モデル 2：道路問題・分離交通モデル】 今後、限定地域での自動走行移動サービスにおいて、低速自動運転車両 (電磁誘導式ゴルフカート型) を使用した場合、課題となるのは【国道などの横断・縦断問題】である。私道は所有者、市道は道路管理者の合意があれば通行可能だが、原則、国道なども自動運転車両の通行は可能となっているが、現実、通行できず、国道等の使用を省く別のルートを選択せざるを得ない状況である。すなわち、道路問題を回避する方法は、現在は、分離交通モデルになる。

【モデル 3：見守り・スマートシティ化モデル】 自動走行サービスでは、街路の常時モニタリングが不可欠になってくるが、これはシニアの見守りなどスマートシティ的方向に拡大・強化される可能性がある。今後、高齢化問題は個人や家族、行政の社会保障だけでは立ち行かなくなり、「まち」が高齢者を見守れるスマートシティ的方向のシステムが必要になる。実証実験や事業化が進む自動走行サービスは、単に移動手段としてだけでなく、高齢者や子供の見守り・地域の防犯、情報提供などの付加価値をどれだけ地域にもたすことができるか、サービスを利用しない人たちとの親和性や社会受容性をどれだけ高められるかが、事業化に向けての必須の条件になると予想される。スマートシティ化に向けての取り組みの可能性として考えられる以下の 5 項目にまとめられることがわかった。(1) 自動運転車両センサー：東近江市、神戸市、河内長野市 (2) ドライバー及び補助員：東近江市、神戸市、河内長野市 (3) 街路に設置されたカメラ：神戸市 (4) オンデマンドサービス：神戸市、河内長野市

市 (5) 見守りサービス：東近江市、神戸市、河内長野市。

【モデル4：地元維持モデル・今後の課題】 利用料金、行政の補助金、地域の負担により、コストを賄うシステムを構築して採算問題を解決できれば、最終的には、住民主体での持続可能な運用が維持できると考える。可能性として考えられる以下の5項目にまとめられることがわかった。 1) 自動運転技術向上・無人化、2) 料金以外の収益・見直し、3) 地域住民・地域企業の協力、4) 多様化・地域活性化、5) 維持経費の節約・効率化。

キーワード：自動運転、高齢者移動、運転労力、路線横断、スマートシティ

第 I 章 はじめに—高齢者の移動問題に関する自動運転新交通システムの導入がなぜ重要か

1. 問題意識

(1) 日本社会の高齢化の進展と交通問題 (略)

(2) 高齢者の運転とは

車の運転とは、認知、危険予測、判断、操作の繰り返しによるものである。高齢運転者は、このような行為ができていのだろうか、筆者は、高齢者の運転を長年観察してきた経験から、高齢ドライバーは、認知症などの疾病による事故や身体的機能の低下による事故原因だけでなく、「勘違い」や「思い込み」、「パニック」行動などの心理的要因によるアクセル、ブレーキの踏み間違い事故、さらに思い違いによる交差点右折から反対車線に進入する逆走による事故が多数発生している。このような事故は減速が必要な場面での加速や、自分は通常車線を走行しているものだと思い込み、逆走しているわけだから、何も関係のない歩行者や他車を巻き込む悲惨な事故になってしまう。

2. 研究目的と概要

上記のように、高齢者を組み込んだまちづくりの持続可能性にかかせない交通問題の解決には、自動運転システムの導入が非常に有望である。ところで、自動運転化などの新しいシステムは、現在解決すべき点があるなかで、一部で、自動運転を推進すべき根拠や持続可能な手法について、有望な事例があらわれてきた。本研究は、そのような有望事例にみる重要な視点・要素に関するモデル化をおこない、今後の高齢化社会における新技術を応用した持続可能なまちづくりに関する知見をまとめることを目的とする。

自動車運転行動論や交通心理学の視点から、自動運転サービス導入により、高齢者の運転や移動などの交通問題を解決することができるのかを明らかにするため、現在、全国で推進されている自動走行サービスの現状を、まず類型化する。

現在、本格的な自動運転の殆どは公的資金の補助によって行われており、それらの事例の中で、特に近畿地方で地域や公的機関の支援や合意がある重要事例について調べてみる。

その結果、高齢率の高い過疎地域や都市近郊型ニュータウン、都市郊外型ニュータウン、といった異なった地域特性や支援・補助を受けている事業、事業主体、実証実験の方法も異なる3事例を選択し、自動運転サービスが現状どのような運用サービスが、行われているのか、実証実験はどのように展開されているのかを、東近江市の奥永源寺地区、神戸市の筑紫が丘団地、河内長野市の南花台団地の事例で調査を行いそれぞれの特徴を抽出した上で、現状の課題を明らかにする。

各関係者からのヒアリングや自動走行移動サービスの試乗調査を行う。さらに、個人が自動運転車両をマイカーとして購入しての移動とは異なり、自動走行サービスのシステムとしての導入となれば、システムの技術的な問題以外に、安全性や補助事業後の採算性、関係法令、合意形成など解決が必要な問題を、地域全

体が考える必要があると予想できる。このような持続可能な事業化に向けての現状の課題や地域の特異性を明らかにし、社会システムに認知されるためのモデルを構築して、継続的課題解決に向けての可能性を示唆する。

3. 研究構成 (略)

第Ⅱ章 自動運転にかかる定義と先行研究

1. 自動運転の定義

(1) 自動運転レベルの定義 (略)

(2) ODDの定義

国土交通省「自動運転車の安全技術ガイドライン」(2018年9月)によると、ODD (Operational Design Domain) とは、「運行設計領域」のことで、「限定領域」と表記されている。自動運転システムの設計上、システムが作動する前提となる走行環境条件のことである。システムにより条件は異なり、すべての条件を満たす際に自動運転システムが正常に作動する。

運行設計領域 (ODD) の設定では、レベル3以上の高度な自動運転システムは未だ開発段階の技術であり、あらゆる道路環境や気象条件等で自動運転車が完全に安全な走行が行える技術水準に至っていない。このため、個々の自動運転車が有する性能及び使用の態様に応じた運行設計領域 (ODD) を定め、走行環境や運用方法を制限し、自動運転システムが引き起こす人身事故であって、合理的に予見される防止可能な事故が生じないことを確保する必要がある。

(3) 形態の定義

研究開発や実証実験が進められている自動運転は大きく2つの形態に分類される。1つは、自動運転車両に搭載されたカメラやセンサーにより自動走行されるタイプである。ドライバーは、原則、レベル4 (ODD運行設計領域内) 以上の自動運転以外、自身が乗用車車両の運転に関与する「自律型自動運転」(以後、自家用型自動運転) である。これは現在、市販されているレベル3の自動運転モードではシステムに運転責任があるが、システムエラーや限界時には、ドライバーがテイクオーバーリクエスト (TOR) により運転を行う必要がある。2つ目は、自動運転車両を使用して、旅客運送の形態をとり地域を限定して、移動サービスを行うタイプで「グリーンスローモビリティ」に代表されるバス型やゴルフカート型などがある。ドライバー自身が運転に関与しないレベル4の完全自動運転車両を低速で移動地域を限定して運用する無人移動サービスである。ただし本研究の対象地域では、レベル3またはレベル4での実証実験・社会実装を計画していたが、実際は、レベル2での運行になっている。ゴルフカート型は、道路に埋設工事を行った電磁誘導線やセンサーに沿って走行する「路車連携型自動運転」を採用している場合が多い。(以後「カート型自動走行移動サービス」)

2. 先行研究 (略)

(1) 運転負荷定量化による研究。(2) 高齢運転者の研究。(3) 地域・システム別モビリティの研究。

4. 本研究の位置づけ (略)

第Ⅲ章 分類論

自動運転プロジェクトは、何らかの形で公的支援をうけているものがほとんどであるので、その枠組みで分析をする。

1. 内閣府主導の自動走行移動サービス実装・実証実験

(1) SIP プロジェクトー中山間地域での自動走行サービス (略)

1) 道の駅を拠点とした自動運転サービス

2) SIP プロジェクト

SIP (内閣府) 「戦略的イノベーション創造プログラム」とは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクトである。

3) プログラムの概要

(SIP の特徴) 総合科学技術・イノベーション会議が、社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題、プログラムディレクター (PD) 及び予算をトップダウンで決定し、府省連携による分野横断的な取り組みを産学官連携で推進を行う。(予算) 2014 年度から 2018 年度まで 5 年間で第 1 期を実施している。11 の研究課題について総額 1580 億円 (1~4 年目: 325 億円、5 年目: 280 億円) の予算を計上し、2018 年度から 2022 年度まで 5 年間で第 2 期を実施して、12 の研究課題について総額 1445 億円 (1 年目: 325 億円、2~5 年目: 280 億円) の予算を計上している。

4) プログラムの仕組み (略)

5) 自動運転移動サービスに関する主な成果

(第 1 期の活動) 自動運転に必要な高精度 3 次元地図につき、SIP の成果を基に、高速道路全線で整備を行い、レベル 3 による世界初の搭載車両発売。

(第 2 期の活動) 高度な自動運転に向け、信号情報等の交通環境情報配信実験を行い、有効性を確認できた。

(内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム SIP」HP)

(2) 未来技術社会実装事業ー郊外型のニュータウンにおける自動走行サービス (略)

(3) 地方創生推進事業ー地方都市・郊外型 (略) 地方創生推進交付金「Society5.0 タイプ」(略)

(4) デジタル田園都市国家構想ー地方都市型 (略)

(5) スーパーシティ構想ー都市部 (略)

2. 国土交通省主導の自動走行移動サービス実装・実証実験

(1) 新モビリティサービス推進事業 (先行モデル事業)ー郊外、農村部

新モビリティサービス推進事業とは、日本版 MaaS 推進・支援の事業のことで、多様な主体やサービスが参画する MaaS の実証実験や地域の課題に対応した MaaS と連携した新型輸送サービスの実証実験を支援する事業のことである。「大都市近郊型・地方都市型 (6 事業)」「地方郊外・過疎地型 (5 事業)」「観光地型 (8 事業)」。

(2) 日本版 MaaS 推進・支援事業ー郊外、農村部 (略)

3. 国交省と、環境省・経済産業省の共同主導の自動走行移動サービス実装・実証実験

(1) IOT 技術等を活用したグリーンスローモビリティ (環境省・国土交通省)ー郊外、農村部 (略)

(2) スマートモビリティチャレンジ支援事業 (経済産業省・国土交通省)ー郊外、農村部 (略)

4. 自治体 (大阪) の自動走行移動サービス実装・実証実験

(1) スマートシティ戦略推進事業 (大阪府)ー都市部 (略)

5. 今後の持続可能性が考えられる自動運転事例の抽出

全国で行われている自動運転や自動走行サービスに関する事業の中から、高齢率の高い過疎地域や都市近郊型ニュータウンなどの立地特性や事業の特色、自動運転方式、公的資金や支援・補助、事業主体、事業委託、運行スタッフ、緩和制度などで分類を行った結果、異なる種類の、今後の持続可能性が考えられる自動運転の実証実装実験を実施している以下を調査対象に選択する。(1) **中山間地域・国支援型(誘導方式) 国の支援の2番目に早い代表例として、東近江市・奥永源寺地区。**(2) **大都市圏・都心近く・住民発意型(非誘導方式) 都心に近いが坂があり、住民からの要望で始まったもの、神戸市・筑紫が丘団地。**(3) **大都市圏郊外・商業者支援型(誘導方式) 地域の大規模店とまわりの団地の連携した持続可能性のために始まったもの、河内長野市南花台団地。**

持続可能性が考えられる自動運転事例								
	立地特性	特色	自動運転方式	補助	主体	事業委託	運行スタッフ	緩和制度
東近江市・永源寺地区	農山村地域	国の重点地域型・中山間地域	誘導方式(ヤマハゴルフカート)	(内閣府2017)SIPプロジェクト「道の駅」	内閣府・東近江市	(コンサル業務)日本工営(運行委託)永源寺タクシー(車両提供)SIP	(ドライバー・オペレーター)地元有償ボランティア	有償旅客運送制度
神戸市・筑紫が丘地区	都心部隣接団地	地域住民発意型・見守り重視	非誘導(AI)方式	(内閣府2018)「未来技術社会実装事業」。 (国交省2019)「新モビリティサービス」。 (国交省2020)「日本版MaaS」。 (国交省・経産省2020)「スマートモビリティチャレンジ」。	地元自治会 神戸市 コンソーシアム(まちなか自動移動サービス事業)	(2018年度)(コンサル業務)日本総研(運行委託)みなと観光バスなど(車両提供)群馬大学など 技術提供 NTTデータ、OKI、関電など。 (2020年度)(コンサル業務)日本総研(運行委託)神鉄タクシーなど(車両提供)名古屋大学(技術提供)NTTドコモ IHI、OKIなど	(ドライバー)みなと観光バス、神鉄タクシーなどが地元雇用	
河内長野市・南花台地区	外郊外団地	自治体中心・商業者支援型	誘導方式(ヤマハゴルフカート)	(内閣府2018)「未来技術社会実装事業」。 (環境省2019)「IoT技術等を活用したグリーンスローモビリティ」。 (大阪府2021)「スマートシティ戦略推進事業」。 (内閣府2022)「地方創生推進事業」(内閣府)「デジタル田園都市国家構想」。	大阪府、河内長野市 コンソーシアム	(技術提供)NTTドコモ 関電(連携)コノミヤ、南花台地域協議会、河内長野市福祉協議会	(自動走行サービススタッフ)無償ボランティア	有償旅客運送制度

【図3-10】調査地の自動運転レベルと地域性 出典：著者作成

第IV章 自動運転サービス事例研究1 (東近江市・奥永源寺地区)

1. 地域特性 (略)

(1) 東近江市について。(2) 奥永源寺地区について。(3) 高齢化。(4) 観光。

2. プロジェクトの歴史 (略)

(1) 2007年～ もともとの地域の公共交通「ちょこっとバス」

(2) 2017年～ プロジェクトの始まり

東近江市の担当者によると、もともとのプロジェクトは、2017年に、国交省から話あり、東近江市が手を挙げたわけではなく国の指定、指導の下でスタートした。プロジェクト名は、「道の駅を拠点とした自動運転」というもので、交通量や高齢化、中山間地域などを総合的に判断して、奥永源寺地区に国から自動運転のプロジェクトの指定を受けることに決定した。全国で2番目に自動運転の社会実装になっているという。

(3) 2017年～ 短期実証実験

東近江市の担当者によると、2017年の5日間の短期実証では、現在の走行ルートや電磁誘導線式のカート型自動走行車両とは異なったGPSを用いたバスタイプを使用して行った。レベル4での実証であったが、GPSの感度が悪く不具合が出て、手動介入による運転になったという。5日間短期実証では、一般客ではなく、関係者のみの乗車で、30人程度であった。道路に磁気マーカを埋め込んでいるのだが、感度的な問題もあって、現在は、電磁誘導タイプで、今の杠葉尾（ゆずりお）地域のコースで社会実装を行っている。この間のドライバーは地元企業の永源寺タクシーで運行したとのことである。

（4）2019年～長期実証実験

2019年に、36日間の長期実証を行った。これが黄和田、杠葉尾（ゆずりお）線で、現在の走行ルートと同じ、「道の駅奥永源寺溪流の里」から銚子ヶ口までの往復約4.4Km（周回30分）の走行コースを電磁誘導線式のカート型自動走行車両を用いて行った。長期実証実験では、一般客で501人が乗車していて、265人が地元住民である（SIP-adus 2019 報告書 HP）。

（5）社会実装

東近江市の担当者によると、2019年に準備期間36日間の実証実験が終わり、2020年は準備期間を経て、社会実装開始は、2021年4月23日に開始された。1日の利用者は約10人で、8割位が観光客であり、地元住民の利用は1割～2割となっている。東近江市奥永源寺地区は全国で2番目に社会実装ということになる。

（6）走行ルートの設定（略）

（7）社会実装の運用（走行ルート、安全対策）（略）

3. 組織

（1）東近江市（略）

（2）SIP（内閣府）プロジェクト（略）

（3）関連企業との連携

1）日本工営株式会社（以降日本工営）の役割ーコンサルタント

自動運転運行業務に関しての、総合的なコンサルタント業務。例えば、ドライバーの自動運転に慣れるまでの技能教養やオペレーターの予約の申し込みの受付業務のサポートなどを行う（東近江市公共交通政策課パンフレット2021）。

2）ヤマハ発動機（以降ヤマハ）の役割ー電磁誘導式による自動運転の電動ゴルフカート型車両を使用

3）永源寺タクシーー運行業務を行っている。

4）自動運転の運転手・オペレーターー地元のシニア層の有償ボランティアであるとのことである。

（4）運行体制（略）

4. 経営

（1）運行ダイヤ

自動運転の運行ダイヤは、当面は、ちょっとバスのダイヤは継続した運行とするため、自動運転の運行時間と重複しないようダイヤを設定している（東近江市公共交通政策課パンフレット2021）。

（2）料金形態

東近江市の担当者によると、自動運転の利用料金は、以前は往復150円であったのが2022年4月から300円に変更した。

（3）国（SIP）の支援

東近江市の担当者によると、自動運転に関しての予算は計上していない。国（SIP）の支援で100%賄って

いるとのことである。1) 日本工営によるコンサルタント費用。2) ヤマハによる自動運転車両の提供 (自動運転車両 1 台 700~800 万円)。3) 電磁誘導線の埋設工事 (1km 当たり 500 万円で、往復 4.4km に敷設して 2200 万円)。4) 永源寺タクシーへの運行管理 (月 10~20 万円)。5) ドライバー・オペレーターなどの有償ボランティア (日当約 1 万円)。

(4) 現在の経営

東近江市の担当者によると、自動運転のコストに関しては、(2021 年度) 収入率は、11%で、運行経費が 200~300 万円である。運賃収入が 20 数万円である。2021 年 4 月~2022 年 4 月の利用者数は、1569 人で 1 日当たり 10 人、1 便当たり 1.6 人が乗車したことになる。内訳は観光客が 9 割近くの 1380 人を占め、地元住民は約 5%の 78 人とどまった。ちょこっとバスで収入率 20%前後である。ただし、ちょこっとバスは、市内を 9 路線運行しているが、奥永源寺地域に該当する政所線は、利用客が少なく、1 日平均 6.7 人、1 便平均で 1.5 人となっており、年間の収支率 (収入/運行経費) も 2.8% (いずれも 2016 年度実績) と非常に低い状況とのことである。

5. 課題

(1) ドライバー・オペレーターの担い手不足。(2) アフター支援。(3) 国道等の通行問題。(4) 自動運転レベルの向上。(5) 地域公共交通との混在。(6) 地元高齢者問題。(7) 積雪・除雪その他の問題。(8) 観光キャンプ場。

6. 東近江市が目指しているところ (略)

第 V 章 自動運転サービス事例研究 2 (神戸市筑紫が丘団地)

1. 地域特性 (略)

(1) 神戸市及び神戸北区について。(2) 筑紫が丘団地について。

2. プロジェクトの歴史

(1) 実証実験のきっかけ—住民発意

神戸市の担当者によると、筑紫が丘団地は、丘陵地を開発したニュータウンなので坂が多く、住民から「マイカーでは運転が不安「バス停から自宅までの移動がづらい」などの声があり、住民とバス会社の意見交換会で、住民の「近距離の移動手段が欲しい」との要望に対し、バス会社が「バス会社としては、乗務員の人手不足や、採算性の問題がある。自動運転に可能性を導きだせればどうか」という提案で具体的に計画が進んだ。神戸市によれば住民が主体的に企画から参加した実証実験は全国で初めてである (朝日新聞デジタル 2017 年 11 月 7 日)。現在の取り組みは、筑紫が丘とその周辺の広陵町、小倉台、桜森町になっている。

(2) 地域の実状 (略)

(3) 実証実験の特徴 (略)

(4) 2016 年度の実証実験 (実施期間 2016 年 10 月 4 日~30 日)

1) 実証実験の内容 (2016 年度神戸市は関与していない) : 神戸市の担当者によると、コンセプトやビジョンに賛同した自治会が主体的に企画・参加した実証実験は全国で初めてという。きっかけは、高齢者の免許の返納問題があり、郊外型 (都市近郊型) ニュータウンの背景は、山林を造成して開発しているため、団地内は坂が多く、高齢者が地域内を徒歩で移動するのが困難な状況であるため、地域住民が地域内における、ラストワンマイルの移動に課題を持ち、交通事業者に相談したのが始まりという。自動運転機能のない軽自

動車型 EV 車両 2 台を使用した「定ルート走行型」と自動運転機能のない 3 輪 EV 車両を使用した「呼出走行型」の 2 種類で運行を行い、近距離低速のモビリティに対する利用ニーズの確認が目的である (神戸市パンフレット資料 2016)。

2) 実証実験の結果 (略)

(5) 2017 年度の実証実験 (実施期間 2017 年 11 月 7 日~12 月 24 日)

1) 実証実験の内容: ラストマイル自動運転移動サービスの「サービス実証」として、自動運転車両の受容性の検証、社会実装に向けた課題の抽出を目的として実証を行った。実施体制は、総合的なプロデュースを株式会社日本総合研究所 (以降日本総研)、市内移動課題の情報提供や実験データの活用方法の検討を神戸市、車両の運行、運営、管理を神戸自動走行研究会、ICT システムの整備・提供を NTT ドコモ、自動運転車両は群馬大学が提供した。自動運転レベル 3 (実証実験ではレベル 2) の群馬大学が提供したミニバン型 (アルフォード) 自動運転車両を用いて、交通事業者が運行を「定ルート走行型」と「呼出走行型」の 2 種類で行った (神戸市パンフレット資料 2022)。

2) 実証実験の結果 (略)

(6) 2018 年度「まちなか自動移動サービス」の実証実験 (実施期間 2018 年 12 月~2019 年 2 月)

1) 「まちなか自動移動サービス」のコンセプト・全体像 (略)

2) 「まちなか自動移動サービス」スケジュール: 2016 年実証実験 (普通自動車・移動ニーズ把握) => 2017 年実証実験 (自動走行技術活用・事業化に向けた課題抽出) => 2018 年実証実験継続 (自動走行技術活用・事業化に向けた組織の設立) => 2020 年以降 (持続化可能な地域の移手段を確立・事業化・横展開) (神戸市パンフレット資料 2022)

3) 「まちなか自動移動サービス」実証実験内容

実施体制は、2018 年 8 月 29 日「まちなか自動移動サービス事業構想」コンソーシアムを設立し、主体は地元住民や民間事業者で行う。日本総研が民間の事業者としてコンソーシアムの中心となり、合意形成などを、筑紫が丘自治会、運行業務などを地元交通事業者、神戸市は、市内ニュータウン等の情報提供、車両提供が大学という運行形態である (神戸市パンフレット資料 2019)。

4) サービス実証の内容

神戸市の担当者によると、2018 年度のサービス実証実験の概要は、神戸市の取り組みや課題である、高齢化やオールドタウン問題、それらの問題解決にサービスが成り立つか、需要があるかの実証実験を行った。

住宅地内のあらかじめ定められたルート (片道 2 Km 程度) を走行し、地域内の店舗や公共施設、病院、バス停等への移動をサポートできる運行範囲として、ラストワンマイルの移動サービスを行う。乗合制で、自動運転機能なしの軽自動車改造型 (アトレー 5 人乗り) とミニバン型自動運転車両 (アルフォード 5 人乗り) を使用して、時速 30Km 以下の運行速度で、利用者は、あらかじめ決められた乗降ポイントの中から乗車と降車の場所をスマホアプリで指定し、迎車を依頼する。安全対策として、運行範囲での見通しの悪い交差点では道路側にカメラやセンサー等を設置することで安全を確保しているという。

5) 技術・機能実証の内容 実施期間 2019 年 2 月 6 日~2019 年 2 月 28 日

2018 年度は、技術部分の実証実験では、屋外にカメラを設置して、AI を活用して、運転支援による実験を行っている。関西電力株式会社 (以降関西電力) の電柱を使ってカメラを設置し、沖電気工業株式会社 (以降 OKI) が解析をする仕組みにより、地域への貢献ということで、自動運転以外に路上での住民の見守り活動などにつながっている。また、技術実験では、住民が乗らずに関係者のみで実験を行ったとのことである。

6) 「まちなか自動移動サービス」実証実験結果

利用実績 (利用者登録状況) は、2018 年 12 月 16 日から 2019 年 2 月 1 日の実証の結果、全体 556 名のうち、女性の登録 365 名、男性の登録が 189 名で、60 歳代以上が全体の 70% (次いで、9 歳以下と 30 歳代の登録者が多い)。利用実績 (利用数・日別推移) は、実証期間中の利用実績の総合計は 1070 回で、1 日当たりの平均利用者数は約 23 回であった (神戸市パンフレット資料 2019)。

車両についてのアンケート結果は、車両規模、車内空間のあり方について、今回の実証実験で用いたステップや手すり付きの車両は、乗降や車内の移動のしやすさなどにより、利用者から好評を得た。他サービスとの連携についてのアンケート結果は、会話ロボットとの会話をしたのは、全体の 4 割 (会話ロボットは自動運転車両のみ搭載) 「車内の雰囲気や和んだ」との前向きな意見がある一方で、「反応が鈍かった」との回答も一定数あった (神戸市パンフレット資料 2019)。

利用料金についてのアンケート結果は、新サービスの適切価格 (定額) 500~1,000 円までと回答したのは 48%、1500~2000 円までは 32% となった (神戸市パンフレット資料 2019)。

7) 「まちなか自動移動サービス」実証実験の総括 (略)

(7) 2019 年度「まちなか自動移動サービス」の実証実験 (実施期間 2019 年 12 月~2020 年 2 月・2020 年 3 月 16 日~2020 年 3 月 25 日)

1) 「まちなか自動移動サービス」のコンセプト・全体像 2018 年度と同じ内容である。

2) 「まちなか自動移動サービス」スケジュール (略)

3) 「まちなか自動移動サービス」実証実験内容 (略)

4) サービス実証の内容 (略)

5) 技術・機能実証の内容 実施期間 2020 年 3 月 16 日~2020 年 3 月 25 日

(略) 通過車両は、手動運転車両 (名古屋大学関係者が運転) を使用し、自動運転車両が交差点を右折する際、対向車線を通過する。また、非優先道路を走行する自動運転車両が優先道路である車に合流する際、対角車線を通過する。一般車両や歩行者等については、本実証実験では特に用意しないが、一般車両および歩行についても道路側センサーおよび車載センサーでは感知し、実証車両の挙動に反映させる (日本総研資料 2020)。交差点付近の電柱あるいは信号柱に、ライダーセンサー (LiDAR) を設置して、センサーが取得した交差点付近の交通参加者情報は通信機器を通じて実証車両に送信される (日本総研資料 2020)。神戸市の担当者によれば、誘導タイプでないので、3D マップデータを取り込んで、その整合をカメラで確認しながら AI に認識・判断させる。車載カメラでは見えないところで、車が来ていることやその挙動を知らせるデータを自動運転車の方へ送信する実験を行っている。また、その技術を活用し、人の確認とか、見守りを AI で行うことができるとのことである。

6) 「まちなか自動移動サービス」実証実験・結果

利用実績 (利用者登録状況) は、2019 年 12 月 9 日から 2020 年 2 月 7 日の実証の結果、全体 783 名のうち、女性の登録 513 名、男性の登録が 265 名で、60 歳代以上が全体の 70%。次いで、9 歳以下と 30 歳代の登録者が多かった。未回答者数を除いているため、会員数と一致していない可能性ある (神戸市パンフレット資料 2020)。

住宅地内移動サービス利用実績 (利用数 日別推移) は、実証期間中の利用実績合計は 1574 回、1 日当たりの平均利用数は約 26 回であった。住宅地内移動サービス利用実績 (利用者数/登録者数) は、30 代、40 代の登録は比較的少ないが、利用実績のある登録者の割合は多い。また、60 代以上の登録も利用実績のある登

録者の割合も多かった。利用登録前の初回の電話予約の 1 回は、利用回数 1 回に含まれていない。住宅地内移動サービスの予約方法 (アプリ・電話) については、電話予約件数とアプリ予約件数は同程度であった。住宅地内移動サービスの予約方法別利用回数 (%) は、電話予約の利用者の約半数が、1~2 回の利用で、アプリでは 2 回以上の利用が全体の 7 割を占めており、リピート利用が多い傾向である (神戸市パンフレット資料 2020)。

7) 「まちなか自動移動サービス」サービス実証実験の結果 (略)

8) 2019 年度「まちなか自動移動サービス」技術・機能実証実験の結果 (略)

9) 「まちなか自動移動サービス」実証実験の総括 (略)

(8) 2020 年度「まちなか自動移動サービス」のサービス実証実験 (実施期間 2021 年 1 月~2021 年 3 月)

神戸市の担当者によると、2020 年には、自動運転機能のない軽自動車改造車両でオンデマンドの乗合の実証実験を行っている。その際にアプリで配車予約を行える取り組みをしている。一部アプリを使いこなせない高齢者の電話対応などは、NPO 法人 (2020 年 12 月) が行っている。2020 年度では、今までの実証は無償で行っていたが、2021 年 2 月から有償で需要・採算部分での実証を行っているとのことである。

(9) 2021 年度「まちなか自動移動サービス」の実証実験 (実施期間 2021 年 1 月 7 日~2021 年 7 月 31 日)

神戸市の担当者によると、2021 年度のサービス実証では、国などからの補助金はないが、2020 年度 7 月の日本版 MaaS (国交省) 採択分で実証を行った。アプリサービス MaaS の事務的なことは NPO 法人がやっている。アプリサービスとほかのサービスとの連携として、電車、バス乗り換えなど、日本版 MaaS の取り組みになるという。2021 年度の主な取り組みとして、ラストマイル移動サービス・日常生活に利用可能なサービス等の検証と自動運転移動サービスの実装に向けた検討・検証を行う。

3. 組織

(1) コンソーシアム 2018 年 8 月 29 日の設立から年度によりメンバーが変更

2018 年 8 月 29 日コンソーシアム設立：神戸市の担当者によると、主体は地元住民や民間事業者で、日本総合研究所が民間の事業者としてコンソーシアムの中心になってコンサルタント業務を行い、車両提供が各大学、運転手・運行は地元タクシー会社という運行形態で、神戸市は支援する体制をとっていたとのことである。コンソーシアムメンバー (2018 年 8 月設立当時)：主催は、日本総研で、一般会員として、あいおいニッセイ同和損害保険株式会社、株式会社 NTT データ、OKI、関西電力、ダイハツ、電通、丸紅ほか、オブザーバーとして、一般財団法人日本自動車研究所、協力会員として、群馬大学、神戸市、神戸市北区筑紫が丘自治会、大和自動車交通、みなと観光バスである (日本総研資料 2020)。

(2) NPO 法人

神戸市の担当者によると、2020 年 12 月に取り組みに賛同した地域住民などにより、NPO 法人「まちなか☆モビリティ神戸北」が設立、NPO 法人がたちあげの経緯については、地元住民の方も積極的に実際運営するにあたり、日本総研がアドバイスして NPO 法人が立ち上がったという状況であるという。

(3) ドライバー (略)

4. 経営

(1) 国の補助・支援事業

神戸市の担当者によれば、2017 年度には、コスト側の需要見込み、採算性の確認もしている、コスト・お金に関しては非公開になっている。コンソーシアムを組んでいて、そこに参画されている民間事業者が資金を出し合っているのと、年度によっては国の補助事業を活用してかかる費用、資金を捻出している。国の補

助事業は、2018 年 8 月 「近未来技術等社会実装事業」現在は「未来技術社会実装事業」(内閣府)に名称変更、2019 年 6 月 「新モビリティサービス推進事業」(国交省)、2020 年 7 月日本版 MaaS (国交省)に採択されている。名称が変わっているが、中身としてはほぼ同じ内容で、日本版 MaaS は、アプリ開発の事業に対する補助で、割合は総事業費ではなくて、関連する事業に対して、1/2 の補助になる。採択については 1 年なので、その都度、日本総研が申請しているとのことである。

(2) 採算性 (略)

5. 課題

(1) 事業化・採算性問題。(2) 自動運転レベル向上。(3) 高齢者問題 (移動問題以外)。(4) ドライバ一の担い手不足。(5) 国道等幹線道路通行問題。(6) 積雪。降雨問題。(7) サービス実証での課題。

6. 神戸市が目指しているところ (略)

第 VI 章 自動走行サービス事例研究 3 (河内長野市南花台)

1. 地域特性 (略)

(1) 河内長野市について。(2) 都市郊外型ニュータウン。

1) 概要 (略)

2) 歴史 (略)

(3) 南花台団地

南花台団地は、1982 年にまち開きされた郊外型ニュータウンで、河内長野市内で最も世帯数および人口が多く、面積は約 103ha である。株式会社藤田組によって開発計画されたが、その後公団住宅として開発された。河内長野市人口統計によると、2000 年には、1 万 1400 人あった人口が、2019 年の南花台団地は、3500 世帯、人口約 7000 人に減少し、65 歳以上が 39.2%を占め高齢化が進んでいる (河内長野市資料 2022)。

(4) 近隣の郊外型ニュータウン

1) 青葉台ニュータウン (北青葉台団地)。2) 青葉台ハイツ (南青葉台団地)。3) 日生長野南 (南ヶ丘団地)。4) イトーピア河内長野 (大矢船団地)

2. プロジェクトの歴史

(1) 事業の位置づけ

2014 年に、本事業は「大阪府市医療戦略会議」から提言された 7 つの具体的な戦略の 1 つである「スマートエイジングシティ」のモデル事業に位置付けられており、大阪府下でも代表的な「スマートエイジングシティ」のモデル事業である (河内長野市資料 2022)。

(2) 事業の狙い (略)

(3) 都市郊外型ニュータウン開発団地の再生モデルを構築

同世代が一時期に入居された開発団地では、今後、急激に高齢化が進むことが予想される。このような開発団地のこれからを考え、まちづくりに必要な仕組みを研究しながら、持続可能なまちづくりのモデルを構築する (河内長野市資料 2022)。

(4) 南花台地域を生活拠点化

河内長野市の担当者によると、南花台の場所が、大阪の大動脈の国道 310 号線からバイパスに入るところにあり、この南花台の南部には、南花台を通過できないといけない 4~5 か所の開発団地 (大矢船や南ヶ

丘など) が並んでいる。これらの開発団地の住民は、団地内にあった商店の営業が成り立たなくなり撤退しているため、南花台の中心にあるスーパーマーケットのコノミヤ(以後コノミヤ)を利用している。もしそのコノミヤまで店を閉めてしまうようなことがあれば、南花台だけでなく南花台以南にある開発団地すべての生活が脅かされてしまう。この南花台を生活拠点ということで河内長野市が選定を行ったとのことである。

河内長野市南部開発団地(大矢船や南ヶ丘など)への玄関口である南花台は、現在住居だけでなく、店舗などの多様な機能を維持している。今後、周辺エリアの生活を支える拠点地区として、さらに生活機能を充実させて、人が集まる地域づくりを目指す。

河内長野市や大阪府は、ニーズに合った施策をプロジェクトの要素として投入し後方支援を図り(廃校跡地活用事業、地域包括ケアの具体化、UR団地再生事業、自動運転実装事業、公共施設管理手法検討事業)、民間事業者のコノミヤは、地域住民の拠点場所となれる「コノミヤテラス」の提供、「南花台モビリティ・クルクル」への協力、誘致を行った看護専門学校と連携した地域包括ケア、UR都市機構が行う団地内の集約事業、その他技術提供企業との連携を行っているとのことである。

(5) 咲く南花台プロジェクト

人口減少・少子高齢化が急速に進んでいる開発団地の在り方の検証が急務であり、開発団地再生モデル構築の必要性が高まるなか、地域住民を中心に大阪府、河内長野市、UR都市機構、関西大学、コノミヤが連携して、「住み慣れた場所で元気に暮らし続ける」「健康寿命の延伸」「元気な住民の活躍の場づくり」に繋がる多様な取り組みを同時多発的に展開した。2015年10月に「コノミヤテラス」オープン、2016年4月河内長野市は総合計画に南花台を「丘の生活拠点」と位置付けた。2017年4月南花台西小学校跡地を活用し、看護専門学校を誘致した。地域との交流を通じ、高齢者の見守り活動などの関係事業を拡大している(河内長野市資料2022)。

(6) 咲く南花台プロジェクトの取り組み(略)

(7) この6つのプロジェクトから派生したプロジェクト

1) 南花台西小学校廃校跡地活用。2) UR南花台団地 集約型団地再生事業。3) グリーンスローモビリティを活用した移動支援の実装。

3. 南花台モビリティ「クルクル」

(1) 自動運転実装事業のコンセプト

河内長野市の担当者によると、コンセプトは、乗り合いからふれあいということで乗合バスではあるが、そのままコミュニティになるコンセプトを目指した。そのため、1つ目は実際の運行を事業者ではなく、地域住民が主体になった運用を行う。これは河内長野市としても、地域のボランティアによる運行ということで人件費という部分での継続性を図るということや地域活動のやりがいの創出も目的としてある。2つ目がAIを活用した予約システムによる効率的な運行を、地域住民が行うには、予約のシステムや予約方法をすべて把握するには南花台は広い地域なので難しい、それらをサポートするようなAIのナビシステムを導入して効率的な運行を進めていく。3つ目として地域内の電柱約300本を乗降ポイントとして設置することにより、電柱の2本に1本ペースで設定しており、家の目の前まで送迎できる対応をとっている。4つ目の特徴は、環境に配慮した低速電動ゴルフカート型の使用車両である。5つ目は、低床で乗り降りがしやすくオープンで開放感のある特徴であるという。

(2) 自動運転実装事業の目的

「咲く南花台プロジェクト」により、構築されたまちづくりの仕組みと、機運の高まりを活かし、価値

ある自動運転実装を実現することで課題の解決と生活の質（QOL）の向上を図る（河内長野市資料 2022）。

（3）自動運転実装事業の方針

現在進める「咲っく南花台プロジェクト」と同様に「まずはやってみる、やりながら考える」を基本スタンスとし、地域住民の課題解決と QOL 向上の効果をあらゆる角度で検証しつつ、地域住民の生活に機能する実装を実現する。そのために、実証検討の5つの必須条件を掲げた。1つ目は、車中心の生活から脱却し、環境に配慮できるまちを地域と一体で創出すること。2つ目は、地域の課題を具体的に解決するものであること。3つ目は、地域住民の生活の質（QOL）を高めるものであること。4つ目は、将来にわたり継続的に運用できる仕組みを構築すること。5つ目は、他地域への横展開ができる汎用性のある仕組みを構築すること（河内長野市資料 2022）。

（4）南花台モビリティ「クルクル」の歴史

2018年8月『近未来技術等社会実装事業』変更『未来技術社会実装事業』採択（内閣府）自動運転の実用化を目指し検討スタート。2018年12月『南花台地区「丘の生活拠点」形成に向けたまちづくり連携協定』締結、南花台の生活拠点化に向けて関西大学・コノミヤ・市が相互に連携・協力南花台モビリティ「クルクル」に向けた取り組み開始。2018年度～2020年度 未来技術社会実装事業（内閣府）採択される。2019年度 環境省の「IoT 技術等を活用したグリーンスローモビリティ」事業の採択を受け3年間のオンデマンドによる実証実験を開始（手動運行）。2021年度 大阪府の「スマートシティ戦略推進補助金」（2020年）を受け、定コースによる自動走行サービスの実証実験を開始（河内長野市資料 2022）。

（5）実証概要1（オンデマンドによる手動運行）

手動運転実装（南花台モビリティ「クルクル」に向けた取り組み）

2019年度～自動運転にも使用できるヤマハ製ゴルフカート型自動運転車両で運用を開始する。運行スケジュールは、毎週月曜日、木曜日の9:30～15:40（予約受付時間 9:15～15:00）で、料金は、100円/回である。運行エリアは、UR団地エリア（走行方法検討中）と団地内幹線道路は、走行不可区間になっている。（一部短距離に限り使用可能区間あり）

運行形態として、利用者はA I 運行バスアプリもしくは、電話にて、家に一番近い電柱の乗降番号を乗車ポイントとして指定を行い、行き先に一番近い電柱の乗降番号を降車ポイントとして指定する。運行管理者（予約受付）は、乗車の予約の受付を行いシステムの入力、利用者には到着予定時刻の連絡、利用料金の管理、状況確認を行う。ドライバーは、A I 運行バスシステムにより導きだされた最適ルートをモバイルの指示に従い徐行ポイントで停車する。乗車場所、時刻、下車場所などをA I 技術が活用した予約システムが効率的な運行を実現し、地域団地内の電柱約300本（団地内電柱の約2本に1本になる）を乗降ポイントとすることにより、高齢者の利用に利便性を高めている。ドライバーと介添えや緊急時の対応を行う補助者の2名で運行し、乗客が乗っているときは基本低速速度で走行する。ドライバーの運行シフトは午前中3時間、午後3時間で、受付業務は午前中4時間、午後4時間で交代している（河内長野市資料 2022）

（6）実証概要2（定コースによる自動運転運行）

自動運転実装（南花台モビリティ「クルクル」に向けた取り組み）。2018年度～2020年度 未来技術社会実装事業（内閣府）採択される。2021年度～自動運転にかかる自動運転車両の購入、電磁誘導線の敷設工事を実施し、2021年10月16日より自動運転の運行を開始している。

（7）使用車両

公道走行が可能で、自動運転・手動運転ともに適用できる電磁誘導式による自動運転可能なヤマハ製の電

動ゴルフカート7人乗りを使用、低速で安全性の確保が容易で、車幅が狭く団地内での交通への影響少なく、低床で乗り降りがしやすいオープンで開放感のあるモビリティである。また、CO2 排出などの環境に配慮したEV 低速電動ゴルフカート型車両で経費（ランニングコスト・イニシャルコスト）が安価であり、運行コストも抑えられる（河内長野市資料 2022）。

河内長野市の担当者によると、ヤマハ製ゴルフカート型自動運転機能付車両の購入価格は、1台約550万円である。本来のゴルフ場で使用されているゴルフカートは5人乗りだが、座席を追加して、つなぎ合わせて7人乗り（2×2×3の3列シート）にしている。

人間が手動運転で電磁誘導線上にのせれば、減速・加速・停止・右左折のウィンカー表示の4つが電磁誘導線の脇にRFIDタグが付いていて、そのタグを読み込んで自動走行が開始する。ただ、交差点などで停止した後、システムが安全を確認して再出発することはヤマハ車両ではできないので、ドライバーが安全確認をしたのち、再出発のボタンを押す必要がある。交差点は、ルール・法規通りに自動で運転している。こちらが優先道路を走行中で、交差側に止まれがある場合、減速だけして徐行で交差点侵入する（安全確認はドライバーが行う）。交差点等の安全確認や監視用（データ管理はしている）ではなく、飛び出し時などに緊急停止に対応するカメラとして搭載されているが、自動運転ドライバーは、カメラによる緊急停止システムよりもドライバーの認識の方が、危険予測しているため、速い目にブレーキ（構えブレーキ）をかけるという。「クルクル」のドライバーによると、路上にある駐車車両などの障害物を回避する際にも手動運転に切り替える必要があり、手動運転から自動運転に切り替えるときは電磁誘導線に載せるために、止まる必要がある。（自動運転から手動運転に切り替えるときは必要ない）また、ヤマハはゴルフカートから脱却して、コストを抑えてエアコンとか風雨の強い時でも快適に乗れるようにして改良してほしいと利用者から出ているとのことである。

4. 組織

（1）運行実施体制（略）

（2）コンソーシアム

河内長野市の担当者によると、2019年から2021年の3年間「IoT技術等を活用したグリーンスローモビリティ」（環境省）の事業時に大阪府、河内長野市、NTTドコモ、関西電力、コノミヤ、南花台地域協議会（運行実施者）、河内長野市社会福祉協議会の7団体にてコンソーシアム体制を構築しているとのことである

5. 経営（略）

（1）支援・補助金。（2）地元企業からの支援。（3）人件費。

6. 課題（略）

（1）コノミヤ。（2）国道など幹線道路の通行問題その他（UR）。（3）高齢者問題。（4）コスト問題（採算性）。（5）地域の理解。（6）担い手不足。

7. 河内長野市が目指しているところ（略）

（1）自動運転コース延伸。（2）遠隔監視による無人化（自動運転レベルの向上）。（3）近隣団地との横展開。（4）採算性。（5）最終目標。

第七章 高齢者の移動問題に関する自動運転新交通システム導入による課題

高齢者の移動問題に関する自動運転新交通システムの導入による持続可能な解決のために、事例から共通

の抽出可能性の研究において重要な4つの課題がわかった。その解決方向のモデル化を行った。

1. それぞれの調査地の課題（略）
2. 自動走行サービス導入による課題の共通性

【表7-2】自動走行サービス導入による共通の課題

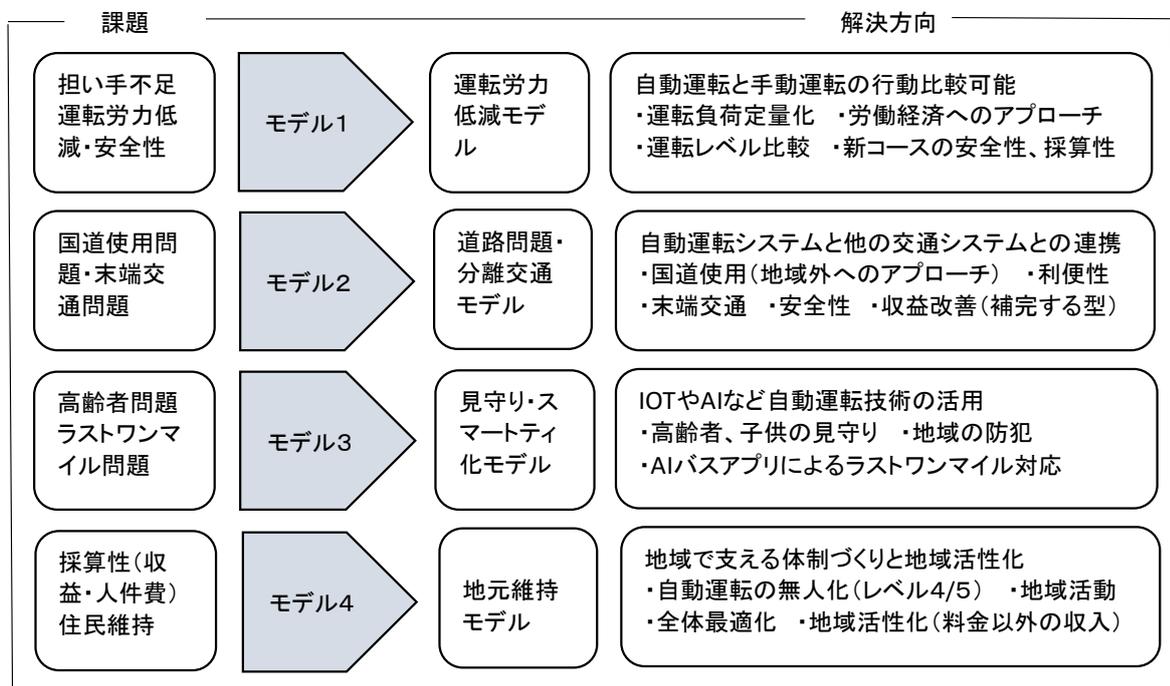
自動走行サービス導入による共通の課題

東近江市奥永源寺地区	神戸市筑紫が丘団地	河内長野市南花台団地
ドライバの担い手不足問題	ドライバの担い手不足問題	ドライバの担い手不足問題
事業化・採算性問題	事業化・採算性問題	事業化・採算性問題
国道等幹線道路通行問題	国道等幹線道路通行問題	国道等幹線道路通行問題
高齢者問題(移動・見守り)	高齢者問題(移動・見守り)	高齢者問題(移動・見守り)
既存公共交通との混在	既存公共交通との混在	
自動運転レベルの向上	自動運転レベルの向上	
積雪・降雨等による運休	積雪・降雨等による運休	
コース上の駐車車両	サービス実証での課題	地域の理解(駐車車両)
		商業施設(コノミヤ)

出典：著者作成

以上より、3事例の自動走行サービス導入に関した共通点の課題は、担い手不足、レベルの向上、国道問題（運行設計領域問題）、活性化、ラストワンマイル問題、採算性（ランニングコスト）などが抽出でき、その解決方向として、特に重要な共通する4つのモデル化を行う。

3. 自動運転システムの重要な4つの解決の方向性



【図7-1】重要な4つの課題と解決可能な方向性 出典：著者作成

第八章 モデル1：運転労力低減モデル

課題の重要性は、小長谷ほか (2020) でも指摘されているように、自動運転は技術的には向上するが、いざ事故がおこったときの責任論が存在するので、易しい郊外や地方のシニア相手から普及するとされているが、現時点で、レベル2かレベル3しか実現せず、同乗の自動運転なら経済的には、「監視員が同乗するならなぜハンドルを握らないのか」「人が減らないなら採算がとれない。」との批判あり、現在では、同乗者の位置づけが、自動運転の実用化の最大の障壁である。

そこで労働経済の立場から、これからさらにドライバーのなり手が減少する問題として有利な点をモデル化する。手動運転で運転する労力に比べ明らかに楽なことが証明されればよい。そこで警察庁の規準をもとに分析すると、やはり人間が運転するより労力は約6割になり、なり手の敷居値が低くなり、改善されるこ
とがわかった。

1. 運転行動の定量化

今回調査した事例の実証実験や社会実装では、技術的にはゴルフカート式自動運転車の方が、速度制限、外部カメラ、走行エリアの限定などの要因で乗用車型自動運転車より進歩しているはずだが、GPS の不具合や安全の確保ができない理由で、レベル2での社会実装、実証実験になっている。人が運転に関与するとなれば、レベル別にドライバーが運転にどれだけ負荷がかかるか、レベル0の手動運転と比べて、どれだけ運転が容易になるのかを、運転行動負荷の定量化により、自動運転と手動運転との運転労力の比較検証を行い、自動運転車の優位性を明らかにしたい。検証できれば、自動運転手の担い手不足を解消する可能性に寄与できると考える。

まず、自動運転は作業負荷が軽減されるとあるが、自動運転や手動運転の運転行動負荷量や運転労力がどれほど違うのかを比較するには、運転行動負荷量の定量化が必要である。

しかし、長時間運転による疲労度の研究や、自動運転時の覚醒水準、監視能力の低下を手動運転とで、比較している研究はあるが、自動運転と手動運転の運転行動負荷量を定量化して、運転労力を比較している研究は少ない。

第1章3節「先行研究」で述べたように、運転者負荷評価手法として、自己申告による「主観的評価」や脳波・血圧・コルチゾール(唾液)を用いる「生理指数評価」、運転負荷が運転行動に反映され、さらに車両挙動として捉える「車両挙動推測評価」、ペダルやハンドル操作の運転行動から計測される指数から評価する「運転行動指数評価」が挙げられている。その中で、運転行動指数評価を用いた手法が、車載システム応用の最有力候補とされている。しかし、電磁誘導線式のカート型自動運転などでは、基本的に走行位置は誘導線からは走行ルートから逸脱しないため操舵角センサーなどの車載システムは搭載されていない。その他の評価方法に関しても、医学的知識や専用の器具が必要であることや、自動運転には適応しづらい方法が多く、測定することは難しい。ドライバーが運転を行うのに、どれだけの負荷がかかるかを、**客観的運転行動観察評価(仮称)**の手法を用いれば、全ての車種においても、どのような運転状況下でも、自動運転と手動運転の行動負荷量を定量化して**運転労力**を比較することが可能と考える。

2. 観察評価方法

(1) 客観的運転行動観察評価(仮称)

客観的運転行動観察評価(仮称)とは、全国で自動車運転免許技能試験や技能検定で用いる「運転技能試験成績表」を使い、同乗した観察者が、ドライバーの運転行動を観察、記録し評価を行う方法である。「運転技能試験成績表」には、安全な運転をするための行動が記してあり、運転行動の危険度や重要度に応じて、5点、10点、20点、試験中止(直接事故につながるような行動)の評価スケールを設けてある。主な運転行動

として、個癖、合図不履行、交差点内の走行位置（左大回り・右斜め）関係 5 点、安全不確認、右左折方法（巻き込み防止措置）、操向（急ハンドル・ふらつき）関係 10 点、速度（速度超過・徐行違反）、車体間隔（接触・脱輪）、歩行者・他車妨害関係 20 点などがある。

客観的運転行動観察評価（仮称）では、自動車運転免許技能試験などが行う減点方式ではなく、運転行動量を測定するため、加点方式で観察評価し点数を付ける。点数が高くなる程、運転行動負荷量が多くなり、運転労力が増加したことになる。したがって、ドライバーの関与が必要なレベルにおける自動運転時と手動運転時での運転行動負荷の定量化による運転労力比較が可能になる。

（2）客観的運転行動観察評価（仮称）の活用（略）

3. 実施方法（略）

（1）東近江市奥永源寺地区での自動運転と手動運転シミュレーションの比較評価

（2）河内長野市南花台「クルクル」自動運転と手動運転の試乗評価

4. 評価結果

（1）東近江市奥永源寺地区での自動運転・手動運転のシミュレーション評価

東近江市奥永源寺地区の自動走行サービスコースにて、カート型自動運転車両を用いて、自動運転レベル 2 と手動運転（自動運転レベル 0）との運転行動をシミュレーションして定量化した。結果、手動運転（自動運転レベル 0）より自動運転レベル 2 での**運転行動量が約 4 割（-39.39%）減少した。**

（2）河内長野市南花台「クルクル」自動運転・手動運転の試乗評価

1) 南花台モビリティ「クルクル」A コースによる自動運転と手動運転の行動量比較：ドライバー 1（男性・70 歳代）による、河内長野市南花台モビリティ「クルクル」A コースの場合、手動運転に比べて、**自動運転の運転行動負荷量が 41.72%減少した。**ドライバー 2（女性・60 歳代）による、河内長野市南花台モビリティ「クルクル」A コースの場合、手動運転に比べて、**自動運転の運転行動負荷量が 43.94%減少した。**

2) 南花台モビリティ「クルクル」B コースによる自動運転と手動運転の行動量比較：ドライバー 1 による、河内長野市南花台モビリティ「クルクル」B コースの場合、手動運転に比べて、**自動運転の運転行動負荷量が 38.52%減少した。**ドライバー 2 による、河内長野市南花台モビリティ「クルクル」B コースの場合、手動運転に比べて、**自動運転の運転行動負荷量が 37.98%減少した。**

（3）結果

今回、河内長野市と南花台モビリティ「クルクル」のドライバースタッフに協力してもらい、同じコースを同じドライバーにより自動運転と手動運転で合計 8 回走行した場合の運転行動負荷量を観察・測定することができた。1) 自動運転と手動運転の運転行動負荷量比較：同じコースを同じドライバーにより自動運転と手動運転で走行した場合の運転行動負荷量を比べた結果、**手動運転より自動運転の運転行動負荷量が約 4 割（37.98%~43.94%）減少した。**2) 走行コースの比較：同じドライバーにより自動運転と手動運転での運転行動負荷量を違うコースで比較してすると、両ドライバーとも B コースより A コースの方が、運転行動負荷が低い数字を示した。3) ドライバー間の比較：同じコースを走行した自動運転と手動運転との運転行動負荷量には、ドライバーとドライバー 2 を比較したところ、相関は見られなかった。

5. 考察（略）

第Ⅸ章 モデル 2：道路問題・分離交通モデル

今後、限定地域での自動走行移動サービスにおいて、低速自動運転車両（電磁誘導式ゴルフカート型）を使用した場合、課題となるのは【国道などの横断・縦断問題】である。私道は所有者、市道は道路管理者の合意があれば通行可能だが、原則、国道なども自動運転車両の通行は可能となっているが、現実、通行できず、国道等の使用を省く別のルートを選択せざるを得ない状況である。すなわち、道路問題を回避する方法は、現在は、分離交通モデルになる。

1. 自動運転に関する主な法律（略）

- (1) 道路交通法（第1条）（略）
- (2) 道路運送車両法（略）
- (3) 道路法（所管：国土交通省）（略）

1) 「道路法」の目的（略）

2) 「道路法」による4つの道路の分類：「高速自動車国道」「一般国道」「都道府県道」「市町村道」

3) 「道路法第32条（道路占用許可）」

道路の占用とは、道路上や上空、地下に一定の施設を設置し、継続して道路を使用すること。また、道路を占有する場合、「道路管理者」の許可を受ける必要がある。（道路法第32条）

2. 自動運転推進に向けての緩和措置

(1) 警察庁のガイドライン：1) 車両が「道路運送車両法」の保安基準に適合していること。2) 運転者となる者が、実験車両の運転席に乗車して、常に周囲の道路交通状況や車両の状態を監視し、緊急時に必要な操作を行うこと。3) 道路交通法を始めとする関係法令を遵守して走行すること

(2) 国土交通省の基準緩和認定制度

自動運転の実証実験に関する「道路運送車両法」上の手続きについては、法令的な保安基準に適合している場合は、2016年5月に警察庁が公表した「自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」により、特段の許可や届出なしに、公道実証実験実施が可能であるが、法令的に保安基準が抵触する場合には、2017年2月に国土交通省が創設した「自動運転の実証実験に係る基準緩和認定制度」を受け以下の使用上の条件を付した上で、公道実証が可能となる。（国土交通省「自動運転車の安全技術ガイドライン」HP 2018年9月）。1) 走行ルートの指定。2) 最高速度の制限。3) 緊急停止ボタンの設置。4) 保安要員の乗車

国土交通省によると、79条登録「自家用有償旅客運送」制度（国土交通省）は、白ナンバーでも旅客運送が可能になる制度である。今回の調査地である東近江市や河内長野市のゴルフカート型自動運転車両は、自家用自動車登録（以降 白ナンバー登録）であるが、この制度を活用して旅客運送を行っている。

3. 国道等の通行を難しくする法的な理由（略）

以上のように、自動運転推進の方向で、各省庁や行政による緩和措置が取られていて、原則道路使用に関して、法律的に禁止はされていないが、安全性・円滑性の問題で大型車など交通量の多い道路や交通流の早い道路、見通し悪いカーブが多い形状の道路、狭路などでは、交通に関する基本の法律である道路交通法第1条の「危険を防止し、その他交通の安全と円滑を図る」部分で警察や道路管理者の指導を受け、国道などを省くルートを設定している状況である。

県道・市道に関しては、道路管理者との協議の上、占用許可申請が必要である、自治体に自動運転推進意図があればインフラ整備の許可を受けることは可能である。法令的には、自動走行サービスの電磁誘導線を

埋設する際に、道路管理者の占用許可を受け必要があり、道路使用許可に関しては、警察との協議が必要である。すでに埋設しているガス管、電気、上下水道などの所有者、道路交通法やその他の安全対策についても、協議が必要である。また、私道に関しては、土地の所有者、警察との協議になる。

4. 国道等の通行を難しくする技術な理由 (略)

5. 国道等を通行できない問題点 (略)

(1) 東近江市奥永源寺地区。(2) 神戸市筑紫が丘団地。(3) 河内長野市南花台。

6. 分離交通モデルー解決モデル (略)

第Ⅴ章 モデル3：見守り・スマートシティ化モデル

自動走行サービスでは、街路の常時モニタリングが不可欠になってくるが、これはシニアの見守りなどスマートシティ的方向に拡大・強化される可能性がある。

今後、高齢化問題は個人や家族、行政の社会保障だけでは立ち行かなくなり、「まち」が高齢者を見守れるスマートシティ的方向のシステムが必要になる。実証実験や事業化が進む自動走行サービスは、単に移動手段としてだけでなく、高齢者や子供の見守り・地域の防犯、情報提供などの付加価値をどれだけ地域にもたすことができるか、サービスを利用しない人たちとの親和性や社会受容性をどれだけ高められるかが、事業化に向けての必須の条件になると予想される。

旅行や飲食などの案内や予約サービス、決済等をスマートフォンで行う MaaS などや、オンデマンドサービスにより、高齢者などの利用者に優しい、利便性の高い移動手段として提供されつつあるが、住民と「まち」がつながる別のサービスが展開されることが可能だと考える。

自動走行サービスが、どのような形で、高齢者・子供の見守りやスマートシティ化に向けての取り組みの可能性として考えられる以下の 5 項目で見てみる。1 つ目は、電磁誘導式ゴルフカート型自動運転車両の多くに搭載されているカメラを活用できないか。2 つ目は、車載搭載カメラとは別に、街路の電柱に設置したカメラでディープラーニングなどの AI 技術により解析し、自動走行車両の通行を阻害する動体物の存在位置や進行方向、速度等を検出する技術の活用できないか。3 つ目は、自動運転レベル 2 で実証・実装を行っているため、ドライバーや補助員が同乗している。約 15Km/h の低速度で走行しているため、高齢者や子供のうずくまりや転倒などを、ドライバーや補助員が検知できるのではないか。4 つ目は、自動走行サービスの技術とオンデマンドサービスや AI を活用したスマートフォンアプリなどとの連携により、スマートシティ化につなげられないか。5 つ目は、自動走行サービスに付随して、高齢者の見守りや地域全体の安全と安心につながる取り組みはないのか。以上の 5 項目について、それぞれの 3 カ所の調査地で具体的に検証してみる。

1. 東近江市奥永源寺地区 (略)

(1) 使用車両。(2) 同乗者。(3) 街路インフラ。(4) スマホアプリ等の活用。(5) 自動運転に付随したサービス。

2. 神戸市筑紫が丘 (略)

(1) 使用車両。(2) 同乗者。(3) 街路インフラ。(4) スマホアプリ等の活用。(5) 自動運転に付随したサービス。

3. 河内長野市南花台 (略)

（1）使用車両。（2）同乗者。（3）街路インフラ。（4）スマホアプリ等の活用。（5）自動運転に付随したサービス。

4. 結果「比較表」

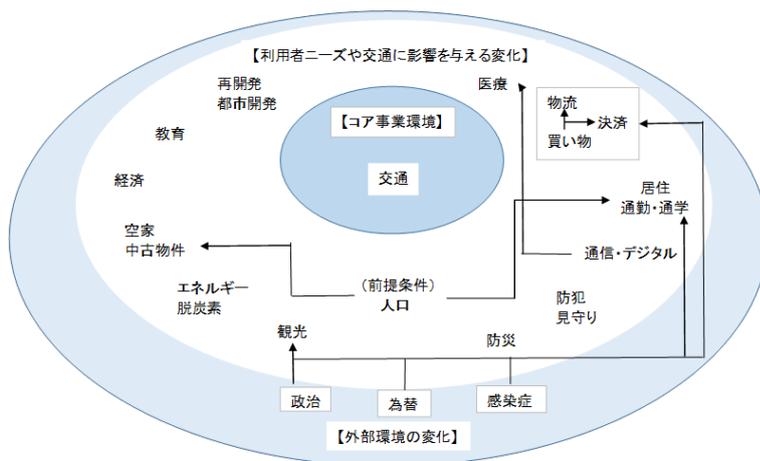
共通項を「比較表」で示した結果、どの調査地でも①～⑤にあてはまる要素が検出された。

【表 10-1】自動運転サービスが見守り・スマートシティ化を可能にする5要素比較表

自動運転サービスが見守り・スマートシティ化を可能にする5要素					
	項目	東近江市	神戸市	河内長野市	備考
①	自動運転車両センサー	○	○	○	
②	ドライバー及び補助員	○	○	○	
③	街路に設置されカメラ		○		電柱に設置
④	オンデマンドサービス		○	○	
⑤	見守りサービス	○	○	◎	

4. 小括

本研究のテーマは自動運転と高齢者対策であるから、スマートシティの中心的概念にある交通問題は、地域の移動問題だけでなく、シニアの見守りやまちの防犯などをはじめとする、少子高齢者対策や福祉問題など、まち全体に付加されて、地域全体で支える体制を構築する必要があると考える。



【図 10-3】スマートシティ事業環境 出典：日本総研資料をもとに著者作成

第XI章 モデル4：地元維持モデル・今後の課題

自動走行サービスの利用者が料金を支払い負担する受益者負担が原則であるが、現状では、利用料金だけで自動走行サービス運行を維持するのは難しい。行政についても、高齢者の移動支援や買い物難民対策、介護・福祉問題などの行政コストが発生するため、一定の補助金を出しサポートはするが、その地域だけに多額の補助金を支給するわけにはいかない。では、それ以外の部分については、高齢者や子供の見守り、地域の防犯、災害対策など、自動走行サービス運行により間接的なサービスを受ける地域全体が負担する形になる。この利用料金、行政の補助金、地域の負担により、コストを賄うシステムを構築して採算問題を解決で

できれば、最終的には、住民主体での持続可能な運用が維持できると考える。

自動走行サービスの実証・実装事業での自動運転車両や電磁誘導線等の道路インフラなどのインシャルコスト（初期費用）の多くは、国などの補助金で賄えるが、ランニングコスト（維持経費）に関しては、自主財源で賄う必要があるが、現状、利用料金だけの収入では運用は難しい。公的な補助も必要になる。

行政も交通手段がなくなれば地域交通の確保に行政コストがかかるため、自動走行サービスには期待をしているが、その地域に限定して、多額の補助金を投入するわけにはいかない。例えば、地方鉄道や高速道路では、「上下分離方式」のような、ランニングコストの道路インフラの維持管理費用などの固定費と車両の維持管理費などの変動費を分離して、固定費の部分を行政が負担して、変動コストの部分で運用する型が採用されているケースもある。

このような、利用料金や行政の補助以外に必要な経費がある場合、本稿第 X 章解決方向のモデル 3 で述べたように、受益を受けている地域が支える必要があると考える。今後、自動走行サービスが、事業化に向けて住民主体で維持できる可能性として、重要な 5 つのポイントについて、検証してみる。

1 つ目は、人件費削減やドライバー不足の対策はできているのか。2 つ目は、利用料金だけでは、採算は難しいとなれば、副収入は見込めるのか、地域活動で還元できるのか。3 つ目は、自動走行サービスの必要性を地域住民がどれだけ認識しているか。4 つ目は、需要ニーズに対応できているか、地域の活性化につながっているのか。5 つ目は、ランニングコストに対する取り組みはできているのか。以上の 5 項目について、東近江市奥永源寺地区、神戸市筑紫が丘団地、河内長野市南花台団地の 3 カ所の調査地で具体的に検証してみる。

1. 東近江市奥永源寺地区

(1) 自動運転技術向上・無人化 (略)。(2) 料金以外の収益・見直し (略)。(3) 地域住民・地域企業の協力 (略)。(4) 多様化・地域活性化 (略)。(5) 維持経費の節減・効率化 (略)。

2. 神戸市筑紫が丘

(1) 自動運転技術向上・無人化 (略)。(2) 料金以外の収益・見直し (略)。(3) 地域住民・地域企業の協力 (略)。(4) 多様化・地域活性化 (略)。(5) 維持経費の節減・効率化 (略)。

3. 河内長野市南花台

- (1) 自動運転技術向上・無人化 (略)。
- (2) 料金以外の収益・見直し。

1) 河内長野市南花台モビリティ「クルクル」が受けた国からの支援・補助事業 (略)

2) **インシャルコスト**: 車両購入費用約 500 万円×2 台、電磁誘導線敷設工事費 (参考) は、1 km 当たり約 500 万円になる。インシャルコストに関しては、補助金が出る場合が多い。「未来技術社会実装事業」に関しては、実際に補助金はない (紹介や斡旋)。「IoT 技術等を活用したグリーンスローモビリティ」(環境省) オンデマンド運行に関しては 3 年間 (2019 年から 2021 年) 100%の補助金が交付されている。「スマートシティ戦略推進補助金」(大阪府) は、自動運転運行に関して、1 年間 (2020 年) 2900 万円の補助を受けインシャルコスト部分の自動運転車両の購入費用、電磁誘導線敷設工事費に充てている。

3) **ランニングコスト**: 基本的には補助金はないが、「南花台のまちづくりを再生するためのプロジェクト」全体に対する交付金が「地方創生推進交付金」8000 万円の 50%である 4000 万円のうち 500 万円が自動運転に充てられている。ランニングコストの内訳は自動運転車両 2 台の充電、電磁誘導線の電気代、車両の保険料や法定点検 (3 年に 1 度の車検) 費用、修理費用、人件費などがある。そのうち電気代はコノミヤが負担

して、人件費は地元住民による無償ボランティアで賄っている。手動運転によるオンデマンドサービスの A I 運行バスシステムは、年間で 230 万円位の費用負担がある。その他 PR 費用や広報費用に約 100 万円で、自動運転のランニングコストと合わせて、移動支援として約 500 万円になる。今年度（2022 年度）は、自動運転部分に関してのみ「デジタル田園都市国家構想」（内閣府）から 1 年間 5130 万円の補助が受けられるため自動運転ルートの延伸に使う予定という。（自動運転ルートの A コース、B コースに加えて新規に C コース、D コースを新規計画中）

4）地域活動費用の還元（草刈りモデル）（略）

（3）地域住民・地域企業の協力

1）無償ボランティアによる運行体制

南花台モビリティ「クルクル」の運営体制として「事業者協力型自家用有償旅客運送」制度を活用し、ドライバー・オペレーターとして運営を行う。地元住民の無償ボランティアとして全体で 60 名のうち、自動運転運行チーム（ドライバー）17 名、運行チーム（オンデマンド手動運転ドライバー）39 名、予約受付チーム 15 名、広報チーム 12 名（2022 年 1 月現在 各チームで人数は重複している）で運行している。ドライバーに関しては、地域在住で定年を迎えたシニア層が多く、平日に時間的余裕のある人が行っている（女性 3 名在籍）。シフトに関しては、運行チーム（ドライバー）は午前・午後どちらかの 2 時間業務で、予約受付チームは午前・午後どちらかの 4 時間業務になっている。

2）地域ボランティアの声（略）

3）地元企業の協力（略）

（4）多様化・地域活性化（略）

（5）維持経費の節減・効率化（略）

4. 結果「比較表」

【表 11-1】自動運転サービスの市民維持を可能にする 5 要素比較表

自動運転サービスの地元維持を可能にする 5 要素

	項目	東近江市	神戸市	河内長野市	備考
①	自動運転技術向上・無人化	○	○	○	
②	料金以外の収益・見直し	○	○	○	
③	地域住民・地域企業の協力	○	○	○	
④	多様化・地域活性化	○	○	○	
⑤	維持経費の節約・効率化	○	○	○	

共通項を【表 11-1】で示した結果、どの調査地でも①～⑤にあてはまる要素が検出された。

自動走行サービスの地元維持を可能にする 5 要素に対して、調査地 3 カ所の具体的な事例調査により以下のことがわかった。

5. 小括（略）

第Ⅱ章 おわりに（略）

【参考文献】

阿部泉咲 (2020) 「生活交通の維持・再生のためのコミュニティ型自動運転サービスの展開可能性」都市経営研究科修士論文。市川政雄 (2019, pp167-77) 『モビリティと人の未来』平凡社。大前学 (2018) 「高齢化社会における自動運転車の役割」『日老医誌』55: 178—184。川口雄平・多田昌裕・蓮花一己 (2017) 「運転支援自動評価システムを用いた高齢者安全運転教育の効果検証の試み」『情報処理学会全国大会講演論文集』79 巻。河内長野市役所総合政策部政策企画課「咲っく南花台プロジェクト事業概要」(2022)。河内長野市役所総合政策部政策企画課 (2022) 「クルクル利用ガイド」。河内長野市役所総合政策部政策企画課 (2022) 「グリーンでスローなモビリティクルクルがよくわかる本」。木村文香ほか (2010) 「運転者支援のための交通信号機視認性数値化手法」『電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌)』130 巻 6 号。神戸市役所交通政策課 (2019) 「2018 年度実証の総括—まちなか自動移動サービスの実証—」。神戸市役所交通政策課「2019 年度実証の総括—まちなか自動移動サービスの実証—」。神戸市役所交通政策課 (2020) 「地域に活力を与える地域交通 10T モデル構築事業—神戸市における自動運転技術を活用した住み継がれるまちの実現—」。神戸市役所交通政策課 (2021) 「地域に活力を与える地域交通 10T モデル構築事業—神戸市における自動運転技術を活用した住み継がれるまちの実現—」。小長谷一之 (2005) 『都市経済再生のまちづくり』古今書院。小長谷一之ほか (2014) 『都市構造と都市政策』古今書院。小長谷一之 (2014) 「都市経済論・都市空間論からみた創造都市—構成的創造都市論—」。小長谷一之 (2014) 「高度化した都市の構築を単なる「縮小」から「高付加価値都市」創造へ」『日刊建設産業新聞』。小長谷一之ほか (2020) 『A I と社会・経済・ビジネスのデザイン』日本評論社。近藤崇之・山村智弘・久家伸友・ペレス ミュゲル・寸田剛司 (2015) 「運転車負荷定量化のためのリアルタイム・ステアリングエントロピ法の開発」『自動車技術会論文集』Vol. 46, No. 1。佐藤道彦・佐野修久 (2019) 『まちづくりイノベーション—公民連携・パークマネジメント・エリアマネジメント』日本評論社。佐藤道彦 (2022) 『都市経営からまちづくりを考える—まちづくりにイノベーションを起こす方法』大阪公立大学出版社。須永大介・青野貞康・松本浩和・寺村泰昭・久保田尚 (2016) 「大都市圏郊外部における超小型モビリティの活用可能性に関する研究」『土木学会論文集 D3 (土木計画学)』, Vol. 72, No. 5 (第 33 巻)。中村尚樹 (2020) 『日本—わかりやすい MaaS & CASE』プレジデント社。花守輝明・関谷浩孝・御器谷昭央 (2021) 「自動運転機能利用による運転者の疲労軽減効果に関する研究」『交通工学研究発表会論文集』41 79-82。東近江市「自動運転乗車のモデルコース」コースマップ。東近江市役所整備部道路課「道路整備アクションプログラム 2019」(2019 年 3 月)。東近江市役所都市整備部公共交通政策課 (2021) 「自家用有償旅客運送制度を活用した奥永源寺地区における自動運転サービスの概要」。東近江市役所「ちょこっとバス・たくしー」(2022 年 4 月 1 日改定)。藤原淳貴・氏原岳人 (2019) 「中山間地域における超小型モビリティの利用適正に関する研究」。まちづくりと交通プランニング研究会 (2004) 『高齢社会と都市のモビリティ』学芸出版社。馬渡慎吾・井坪慎二・金子雄一郎・佐野拓真・轟朝幸 (2020) 「地方部での自動運転実証実験における手動介入活性特性と道路インフラ対策に関する分析」『交通工学論文集』第 7 巻、第 2 号 (特集号 B) B-25-B-33。松浦恒夫 (2017) 『高齢ドライバーの安全心理学』東京大学出版会。松尾高英 (2015) 「超小型モビリティの展開と観光地振興の可能性」『創造都市研究 e』大阪市立大学電子ジャーナル。吉田弘明 (2016) 「トワイライト世代が必要とするオンデマンド交通都市—持続可能な新しい都市力を創造する—」『創造都市研究 e』大阪市立大学電子ジャーナル。蓮花一己 (1996) 『交通危険学』啓正社。蓮花一己 (2017) 『交通心理学』放送大学教育振興会。警察庁 (2018) 運転免許証の自主返納に関するアンケート調査結果。平成 27 年度警察庁委託事業「刻々と変化する交通情勢に即応するための交通安全対策 (高齢者講習に係る新たな制度及びその運用の在り方について)」に関する調査研究」報告書。厚生労働省 (2022) 資料 2 自動車運転者の労働時間等に係る疲労度調査結果 (概要)。神戸市 HP: 動画「まちなか移動サービス~住民のつながるまちづくり」。

【参考ホームページ】(略)