

本検討メモは、執筆者個人の見解をとりまとめたもので、学界、研究機関等、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図しております。国土交通政策研究所の見解を示すものではありません。

コメントがございましたら、[hqt-inquiry-pri@gxb.mlit.go.jp](mailto:hqt-inquiry-pri@gxb.mlit.go.jp)までお送り頂きますようお願いいたします。

## 自動運転車導入に関する学術論文レビュー ～自動運転サービスの類型整理及び地域交通への影響～

2026年5月19日

国土交通政策研究所長 米山 茂

### (要旨)

本稿は、将来においてレベル4以上の自動運転車が本格導入される社会を見据え、自動運転サービスに関する学術概念およびビジネスモデルを類型整理した上で、それらが地域交通、特に公共交通に与える影響を国内外の学術論文に基づきレビューするものである。自動運転車の普及が、特に私有の場合に、公共交通利用の減少、車両走行距離の増加、都市の拡散化等のネガティブな影響が大きくなる一方、共有（特に相乗り）で公共交通と統合された場合には、ラストマイル問題の解消等のポジティブな影響も有することを示し、ネガティブな影響を抑制しつつポジティブな影響の増大を図るための規制面及び計画面での政策的示唆について考察する。

### 1. はじめに

近年、人工知能等の発展を背景として、自動車の自動運転技術は急速な進展を遂げている。とりわけ、特定条件下において人間の運転介入を不要とするレベル4の自動運転については、日本を含む各国において実証実験が盛んに行われ、限定的ながらも実際の運行サービスとして導入され始めている。一方、レベル4以上の自動車の自動運転が本格導入された場合には、個別の移動手段としての自動車の在り方を変えるだけでなく、公共交通との関係を含め地域交通システム全体に大きな影響を及ぼす可能性がある。

本稿では、将来においてレベル4以上の自動車の自動運転が本格導入される社会を見据え、地域交通、特に公共交通（鉄道・バス等）に及ぼす影響を国内外の学術論文に基づきレビューする。なお、この分野の学術論文は数多く蓄積されてきており、個々の研究成果を網羅的に整理することは容易ではないが、本稿では現時点で把握可能な大筋の傾向を整理することに主眼を置き、本格的な自動運転時代における地域交通への影響を考察する手がかりを提示することを目的とする。

先ず自動運転を用いたサービスに関する学術概念及びビジネスモデル等について整理した上で、本格的な自動運転サービスの普及が地域交通、特に公共交通に与えるネガティブな影響とポジティブな影響について、それぞれ学術論文においてどのように指摘されているか整理する。なお、多くの研究がシミュレーションや前提条件に基づく分析であるため、結果の解釈には一定の留意が必要である。また、本稿では、旅客運送について扱った学術論文を対象としている。

## 2. 自動運転サービスに関する類型整理

自動運転車を用いたサービスに関する学術概念を整理するとともに、実際のビジネスモデルとの対応関係を整理すると以下のとおり。

### (1) 所有形態からの類型整理

自動運転車を用いたサービスについては、先ず、自動運転車をユーザーが所有しているか否かの軸により、大きく Private AVs と SAV に分けられる。

#### ① Private AVs

私有の自動運転車、すなわち自家用車の自動運転版については、一般的に学術論文で Private AVs と呼称されていることから、本稿でもこの表現を用いる。

#### ② SAV (Shared Autonomous Vehicles)

Private AVs に対し、ユーザーが自動運転車を何らかの形で共有する場合、学術論文は SAV (Shared Autonomous Vehicles) という概念が多く使われている。この SAV については、Autonomous Car-Sharing(個別配車)と Autonomous Ride-Sharing<sup>1</sup>(相乗り)の双方を包含すると考えられる (Narayanan(2020)等)。前者はユーザーが自動運転車を排他的に利用するのに対し、後者は同方向の複数乗客が同一車両を共有する相乗りモデルである。

---

<sup>1</sup> 日本で「ライドシェア」と呼ばれるサービスは、Ride-Sharing ではなく、後述する Ride-Hailing に近いと考えられる。

なお、Narayanan(2020)は、このような Sharing の形態による分類の他、公共交通と統合されているか、独立しているかといった観点からも SAV を分類している。

#### (参考)AMoD(Autonomous Mobility-on-Demand)

AMoD は、SAV とほぼ同様に、Autonomous Car-Sharing と Autonomous Ride-Sharing の双方を包含する抽象モデルとして、交通計画・最適化・制御工学の文献で広く用いられる。SAV の方が、AMoD よりも社会科学系、政策科学系等より幅広い分野の論文で扱われていること、後述する固定ルート型の自動運転バス等が厳密な定義としては AMoD に含まれないことから、本稿では主に AMoD ではなく SAV を用いる。

### (2)SAV におけるビジネスモデルの利用形態からの類型整理

SAV に含まれる Autonomous Car-Sharing 及び Autonomous Ride-Sharing のそれぞれについて、具体的なビジネスモデルとしては、利用形態に応じて、それぞれ概ね以下のものが想定される。

#### ①Autonomous Car-Sharing

・ Robotaxi : 「アプリによる個別配車 (Ride-Hailing<sup>2</sup>) の自動運転版」を指す実務・産業用語。学術論文では Autonomous Ride-Hailing とされることもある。現在、各地で実証運行が行われつつある。基本的には、短時間・短距離・(相対的に) 高価格のサービスが想定される。

・ Autonomous Rental Car : レンタカーの自動運転版。現在のところ事例はないが、将来的に長時間・中長距離・(相対的に) 低価格で自動運転車を貸与するサービスとして、レンタカー事業者等が提供しようとする可能性が想定される。

・ P2P<sup>3</sup> Autonomous Car-Sharing : Private AVs を、遊休時間にオンデマンド・プラットフォームへ供出する。将来的に、レベル 4 以上の自動運転対応車が個人に普及した場合に出現する可能性が想定される。

#### ②Autonomous Ride-Sharing

・ On-Demand Autonomous Ride-Sharing

---

<sup>2</sup> Ride-Hailing は、アプリによって専用車両をオンデマンドで呼び出す個別配車モデルであり、乗車は原則として貸切である。なお、同様のサービスを Ride-Sourcing と呼ぶこともある。

<sup>3</sup> P2P : Peer-to-Peer (もともとは、対等な端末同士が直接通信する方式を示す言葉である)。

Autonomous Ride-Sharing といった場合、学術的には、オンデマンド型のサービスを想定する傾向にある。すなわち、「決まった時刻表や路線はなく、利用者が必要なときにアプリ等で呼ぶと、他の利用者と“相乗り”しながら目的地まで運んでくれるサービス」が主に研究対象となっている。一方、商用ベースで On-Demand/Ride-Sharing 型の SAV を運行しようとする動きは限定的である。米国の May Mobility が小型車両を用いた Ride-Sharing 実証事業を行った事例はあるものの、これもアーリントン市との連携により成り立ったものである。通常車両による民間の相乗りサービスがこれまで供給側の収益性の低さや利用者の相乗りへの抵抗感等により普及してこなかったことに鑑みると、今後も民間ベースでは On-Demand/Ride-Sharing 型の SAV 展開は主流とはならず、公共の役割が大きくなるのではないかと考えられる。

#### ・Fixed-Route Autonomous Ride-Sharing

オンデマンド型に対し、固定ルート型の Autonomous Ride-Sharing は、すなわち自動運転バスと考えて良いであろう。学術論文においては、自動運転バスは公共交通の自動化として整理されてあまり Autonomous Ride-Sharing の一種としては扱われない傾向にあるが、現実に Autonomous Ride-Sharing として（実証）運行されているのは多くの場合固定ルート型の自動運転バスである。

### 3. 自動運転の本格導入が地域交通に与える影響

ここでは、本格的な自動運転サービスの普及が地域交通、特に公共交通に与えるネガティブな影響とポジティブな影響について、それぞれ学術論文においてどのように指摘されているか整理する。前述のとおり、多くの研究がシミュレーションや前提条件に基づく分析であるため、結果の解釈には一定の留意が必要であるが、逆に前提条件の置き方により影響の出方が変わってくることに着目し、ここでは特に、所有形態（私有か共有か）、利用形態（個別配車か相乗りか）、公共交通との関係（統合か独立か）といった軸を意識していくこととしたい。

#### (1)ネガティブな影響

##### ①公共交通の利用減少の可能性

自動運転の影響についての包括的なレビューを行った Rahman & Thill (2023) は、自動運転は交通分野で最も破壊的な科学技術であり、公共交通の利用を減少させる可能性がある」と指摘している。

特に、Private AVsの場合、時間価値<sup>4</sup>の大幅な減少や、駐車費用・運行費用の低下を前提として、公共交通からのモードシフトがより大きくなるというレビューがある (Soteropoulos et al. (2019))。

SAVについても、公共交通と独立しているという前提で、その導入が公共交通を「共食い」するというシミュレーション結果を示すものがある (Lanzetti et al. (2021), Oh et al. (2020)等)。このうち、Lanzetti et al. (2021) は、Autonomous Ride-Hailing が価格等の市場の条件や政策制約により需要の7%~80%を担い得るとしており、前提により「共食い」の度合いに大きな幅があることを示唆している。

### ③ 車両走行距離、混雑の増加及び都市の拡散化

Rahman & Thill(2023)のレビューによれば、複数の文献が、自動運転の影響として、空車走行の増加や、移動コストの低下による移動距離の増大等を通じて車両走行距離の増加や、都市の拡散化<sup>5</sup>につながる可能性がある<sup>5</sup>と指摘している(ただし、後述のとおり、相乗りのSAVの場合には異なる傾向となることを指摘する文献もある。)

Soteropoulos et al. (2019)のレビューは、とりわけPrivate AVsの場合には、時間価値の大幅な減少や駐車コストの減少及び自動運転車の高い市場シェアを前提として、他の交通手段からPrivate AVsに需要が移行する結果、車両走行距離が増加するとしている。また、時間価値の減少等を前提として、郊外地域の人口増加による都市拡散化の傾向が強くなる<sup>5</sup>ともしている。

Dianin et al. (2021)は、アクセシビリティへの影響は前提(私有か共有か、都市か郊外か等)により大きく異なるとしつつ、Private AVsは郊外地域でのアクセシビリティを増大させて拡散させる、抜きんで最も重要な要因であるとしている。

一方、Carrese et al. (2023)のレビューによれば、相乗りを伴わないSAVは、公共交

---

<sup>4</sup> 時間価値は、交通時間短縮による便益を金額で評価するための指標である。自動運転車の場合、従来型の車を運転する場合と比べ、運転操作が不要となり、仕事や娯楽、休憩等に時間を使えるようになるため、時間価値が減少する(結果として、長時間の乗車が許容されやすくなる)可能性がある。

<sup>5</sup> 国土交通省では、「医療・福祉施設、商業施設や住居等がまとまって立地し、高齢者をはじめとする住民が公共交通によりこれらの生活利便施設等にアクセスできるなど、福祉や交通なども含めて都市全体の構造を見直し、『コンパクト・プラス・ネットワーク』の考えで進めていくことが重要」としている([https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city\\_plan/compactcity\\_network.html](https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network.html))ことを踏まえ、本稿においては、都市拡散化につながることをネガティブな要素とし、都市部への人口集中をポジティブな要素とみなす(なお、都市部への人口集中が過度に進んだ場合には、それに伴う混雑や家賃の上昇等の弊害があることにも留意が必要である。)

通から需要を惹きつけたり空車走行を増加させることより、交通混雑にネガティブな影響を与えるという議論もある。

### ③社会的不平等の助長等

自動運転車の導入意向や支払意思は、高学歴や高収入の層に強く関連していることから、社会的不平等を助長する懸念を示す文献がある（Kassens-Noor et al. (2020)）が、これは Private AVs の普及を前提としたものと考えられる。Dianin et al. (2021) は、主に Private AVs の形で導入された場合には、高いコストに耐えられない人々は自動運転によるアクセシビリティの恩恵から除外されるであろうとしている。

## (2) ポジティブな影響

### ①ラストマイル問題への対応による公共交通の補完

複数の学術論文が、公共交通の駅/停留所から利用者の最終目的地までの「ラストマイル問題」を自動運転車が解決し、公共交通に人々を惹きつける可能性を指摘している

（Rahman & Thill (2023) 等）。その中で、Narayanan (2020) は、政策的観点から自動運転は shared mobility services すなわち SAV として導入されるべきとし、効率的な公共交通システムと統合されるべきとしている。Wen et al. (2018) は、自動運転が鉄道駅と接続し、人口密度の低い郊外エリアで効率的なシェア型モビリティを提供するといった、公共交通とのシナジーにより、自動運転が全てのステークホルダーに受け入れられやすくなるとしている。また、Carrese et al. (2023) は、特に SAV がフィーダーサービスとして公共交通システムと統合された場合に強力なポテンシャルを発揮し、公共交通へのアクセシビリティを改善してその利用を促進するとしている。

UITP (2017) の Policy Brief においては、自動運転の様々な恩恵は、効率的な公共交通を補強する形で異なるサイズの SAV が導入された場合のみもたらされるとしている。

ただし、これらのポジティブな影響は自然にもたらされるものではなく、前述のとおり、例えば相乗りを伴わない SAV は逆に公共交通からのシフト等をもたらす可能性もある（Carrese et al. (2023)）等、前提条件により影響が大きく異なることに留意する必要がある。

### ②車両走行距離、混雑の削減及び都市部への人口集中

Soteropoulos et al. (2019) によれば、ユーザーの大部分が相乗りしようとするれば、車両走行距離を減少させる可能性がある。また、相乗りを伴う SAV や自動化された効率的な公共交通が、都市部への人口集中をもたらす得ると指摘している。。Rahman & Thill (2023) のレビューでも、SAV の相乗りの増加により車両走行距離を減少させ、混雑を減少させ得るとしている。

### ③交通弱者へのアクセシビリティの向上

Rahman & Thill(2023)は、特別の支援を必要とする人々、免許証を持たない人々など、様々な交通弱者層のモビリティとアクセシビリティを大幅に向上させる可能性については、学術文献の間で幅広いコンセンサスがあるとする。一方、前述のとおり Dianin et al. (2021) は、前提により大きく異なるとしつつ、私的な交通市場への新規ユーザー参加による副作用（混雑やアクセシビリティの悪化）を抑えて公平性の利得を最適化するためには、完全自動運転による Car-Sharing や Ride-Sourcing を提供すべきとしている。また、Ride-Sourcing AVs と自動化された公共交通を統合することが、自動車を持たないか運転できない人々との不均衡を緩和するのに役立つ可能性があるとしている。

## 4. 考察とまとめ

上述のとおり、本格的な自動運転の導入が地域交通に与える影響にはネガティブなものもポジティブなものがあり、それぞれにつながる前提条件を踏まえながら、前者を抑制しつつ後者の増大を図るための政策的示唆について考察する。政策的示唆としては、大きく分けて規制面でのものと計画面でのものが考えられる。

### (1)規制面での示唆

規制面については、我が国を含めて既に完全自動運転化を見据えた様々な規制が法制化され、または検討が行われている。これらの動向を踏まえつつ、本稿においては、3. において見てきたとおり、公共交通からのモードシフトや都市の拡散化、社会的不平等の助長等のネガティブな影響について、特にPrivate AVsを前提とした場合により大きくなるという傾向に鑑み、これらの副作用を抑制するための対処法について若干の考察を加える。

なお、三輪（2024）が行ったアンケート調査によれば、自動運転車が普及した場合に、自動運転タクシーと自家用自動運転車との二択で、大半は自動運転車を自家用車として保有することを望んでいる、としている。また、Wadud & Mattioli（2021）の分析では、ほぼ全面的な自動運転モビリティサービス化は起こりにくく、自家保有が低コストであり続けるとしており、Private AVs が支配的となる可能性を示唆している。

Private AVsの販売や利用そのものを国全体として規制するのは困難と思われるが、2. で見たとおり、P2P Autonomous Car-Sharingといった形でPrivate AVsを用いた新たなビジネスが出現する可能性がある。これは実質的にRobotaxiに近いサービスを提供するものであるが、運行管理の責任を誰が負うのか等の課題がより大きくなるため、そもそもこのようなサービスを認めて良いかどうかも含めて規制のあり方を検討していく必要があると考えられる。これにより、間接的に、無秩序なPrivate AVsの使用拡大抑制に

つながる可能性がある。

また、より直接的に Private AVs の利用を抑制する必要がある場合、地域単位では、エリア別の利用規制（歩行者や自転車とクルマの分離、公共交通優先レーン等）等を課すことが考えられるが、これは Private AVs に限らず自家用車全般をどう扱うべきかという議論になるであろう。また、後述する計画面の取組において、フィーダーサービスとしての SAV の利便性を高め、公共交通にスムーズに接続するよう取り計らうとともに、混雑・空車走行・駐車等 Private AVs による外部不経済を最小化できるよう SAV の料金・運行条件を設計していくことも必要になると考えられる。

なお、Autonomous Car Rental については、運転手が存在しないため、既存のタクシー事業とレンタカー・カーシェア事業の間の境界線よりも、Robotaxi との間の境界線は曖昧なものとなる。このため、両者への規制のあり方をセットで検討していく必要があると考えられる。

## (2) 計画面での示唆

4. に前述のとおり、ポジティブな影響のうち、自動運転がラストマイル問題への対応による公共交通の補完的な役割を果たすためには、SAV がフィーダーサービスとして公共交通システムと統合されることが望ましい。一方、2. で見てきたとおり、商用ベースで On-Demand/Ride-Sharing 型の SAV を運行しようという動きは限定的であり、フィーダーサービスとしての SAV を確立するためには、行政の直接的又は間接的な関与が必要になると考えられる。

直接的な関与として行政が SAV を提供する場合の他、民間企業による SAV を支援等して確保する場合を含め、交通計画の上で、それらの SAV をフィーダーサービスとして位置づけ、この自動運転によるフィーダーサービスと公共交通とを統合的に運用していくことを明確に示していくことが必要となるであろう。

なお、近年、国際的に、ビジョン主導型交通計画 (Vision-Led Transport Planning) を策定していく潮流がある (ITF (2026))。これは、「将来どのような都市・社会を実現したいか」という明確な理想像 (ビジョン) を設定し、その実現に向けて、交通施策・インフラ整備を逆算的に組み立てる計画手法である。上述のように自動運転によるフィーダーサービスを公共交通システムと統合的に運用していく上では、まず明確なビジョンを示すことが必要であると考えられるため、このビジョン主導型交通計画という手法の活用について検討していくことは有用であると思料される。

また、上述の自動運転の影響に関する学術論文の中でシミュレーションモデルを扱った論文では、多くの場合、Agent-Based Model が用いられている。これは、車両の規模・乗車人数、運行頻度、運賃水準等多様な条件設定に応じて、乗客等個々のエージェントがどのように反応し相互作用するのかシミュレーションを行い、複雑なシステムの動態

を明らかにするものであり、上述のとおり、これらの多様な前提条件の設定に応じて、自動運転によるポジティブ/ネガティブな影響の出方が大きく変動している。これを踏まえると、SAVと公共交通の統合による効果を最大化し、Private AVsによる影響を最小限に抑制するためにも、ビジョン主導型交通計画等において、Agent-Based Model等を活用したシミュレーションを行った上で、公共交通システムと統合された最適なSAVを設計していくことが有効であると考えられる。このような手法を学術研究だけではなく計画策定等の実務に活用していくために必要な簡素化等の可能性についても、検討していく必要があると思料される。

## 参考文献

- Filippo Carrese, Simone Sportiello, Tolegen Zhaksylykov, Chiara Colombaroni, Stefano Carrese, Muzio Papaveri, Sergio Maria Patella (2023), ‘The Integration of Shared Autonomous Vehicles in Public Transportation Services: A Systematic Review’, *Sustainability* 2023, 15(17), pp.13-23  
*public transport-oriented cities they might induce a shift from mass transit*
- Alberto Dianin, Elisa Ravazzoli and Georg Hauger(2021), ‘Implications of Autonomous Vehicles for Accessibility and Transport Equity: A Framework Based on Literature’, *Sustainability* 2021, 13(8), pp.44-48
- ITF (2026), *Vision-Led Transport Planning: A Guide for Policymakers*, OECD Publishing, Paris, <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/vision-led-transport-planning.pdf> (閲覧日: 2026年4月24日)
- Christos Karolemeas, Stefanos Tsigdinos, Evi Moschou, Konstantinos Kepaptsoglou (2024), ‘Shared autonomous vehicles and agent based models: a review of methods and impacts’, *European Transport Research Review*, 16(25)
- Eva Kassens-Noor, Dana Dake, Travis Decaminada, Zeenat Kotval-K, Teresa Qu, Mark Wilson, Brian Pentland(2020), ‘Sociomobility of the 21st century: Autonomous vehicles, planning, and the future city’, *Transport Policy*, 99, pp. 329-335
- Nicolas Lanzetti, Maximilian Schiffer, Michael Ostrovsky, Marco Pavone (2021), ‘On the Interplay between Self-Driving Cars and Public Transportation’, *IEEE Transactions on Control of Network Systems*, <https://arxiv.org/abs/2109.01627> (閲覧日: 2026年1月16日)
- 三輪 富生 (2024), ‘自動運転社会における都市内交通とまちづくり’, *Urban*

Advance, 82, pp.5-12

- Md. Mokhlesur Rahman and Jean-Claude F. Thill(2023), ‘Impacts of Connected and Autonomous Vehicles on Urban Transportation and Environment: A Comprehensive Review’ , Sustainable Cities and Society, May 2023
- Simon Oh, Ravi Seshadri, Carlos Lima Azevedo, Nishant Kumar, Kakali Basak, Moshe Ben-Akiva, (2020), ‘Assessing the impacts of automated mobility-on-demand through agent-based simulation: A study of Singapore’ , Transportation Research Part A: Policy and Practice, 138, pp.367-388
- Aggelos Soteropoulos, Martin Berger, Francesco Ciari(2019), ‘Impacts of automated vehicles on travel behaviour and landuse: an international review of modelling studies’ , Transport Reviews, 39(1), pp.29-49
- UITP(2017), Policy Brief ‘Autonomous vehicles: a potential game changer for urban mobility’ , <https://www.uitp.org/publications/autonomous-vehicles-a-potential-game-changer-for-urban-mobility/> (閲覧日: 2026年1月15日)
- Zia Wadud and Giulio Mattioli (2021) , ‘Fully automated vehicles: A cost-based analysis of the share of ownership and mobility services, and its socio-economic determinants, Transportation Research Part A : Policy and Practice, 151, pp. 228-244
- Jian Wen, Yu Xin Chen, Neema Nassir, Jinhua Zhao(2018), ‘Transit-Oriented Autonomous Vehicle Operation with Integrated Demand-Supply Interaction’ , Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 97, pp. 216-234