

令和 3 年 6 月 30 日現在

機関番号：82664

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13854

研究課題名（和文）自動運転車の長期展望：交通需要への影響の理解と我が国の交通戦略

研究課題名（英文）Long-term implications of autonomous vehicles: understanding travel demand impacts and implications for transportation planning in Japan

研究代表者

安部 遼祐 (Abe, Ryosuke)

一般財団法人運輸総合研究所（学術研究チーム）・その他部局等・研究員

研究者番号：80817487

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、自動運転車が交通行動と交通需要に与える影響を分析し、我が国の交通政策への示唆を得ることを目的とした。特に、自動運転車が公共交通分野に与える影響に関して基礎的な知見を得ることを主眼とした。具体的には、自動運転サービス（固定路線型とオンデマンド型）に関して、期待される効果の定量化、実現に向けた論点の整理、運行管理・安全性に対する利用者意識の分析を行った。さらに、自動運転車の活用方策として、駅までのラストマイル型自動運転サービスに着目し、その受容性や需要特性、都市圏内のアクセシビリティや鉄道需要への影響の分析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、自動運転車が公共交通分野に与える影響について、サービス提供面と利用者面からの分析や都市交通への広域的な影響の分析を含め、一連の分析を行った。自動運転車の活用に関連した研究は世界的に増え続けている中、自動運転車の公共交通分野への示唆に焦点をあてた議論はまだ少ない。本研究の実務面への貢献として、自動運転サービスに対する利用者ニーズの理解や需要推計手法の開発に資する研究であること、また、自動運転サービスの活用方策の検討に資する研究であることなどが挙げられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to understand the impacts of autonomous vehicles (AVs) on travel behavior and demand, and to obtain suggestions for transportation planning in Japan. In particular, it focused on the impacts of AVs on public transportation. Specifically, regarding the introduction of AVs in the field of buses and taxis, this study quantified the expected benefit, summarized the issues for realization, and analyzed user perception of the monitoring method and safety. Furthermore, as an application of AVs, it analyzed user preferences for last-mile AV services to rail stations, as well as their impacts on accessibility and rail demand in the Tokyo metropolitan area.

研究分野：交通計画，土木計画学

キーワード：自動運転 モビリティサービス 交通計画 公共交通 都市交通

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

交通政策の長期的な方向性に関する議論では、自動運転車をもたらす影響(交通需要、土地利用、車保有への影響など)への関心が高まっている。

こうした中、持続可能な交通といった交通政策の目標と調和させた形で自動運転車を活用し、またその普及を促すには、自動運転車をもたらす影響に関する知見が不可欠である一方、まだ多くの側面でその知見が不足している。特に、自動運転車の活用に関連した研究は世界的に増え続けている中、公共交通分野への示唆に焦点をあてた議論はまだ少ない。

### 2. 研究の目的

本研究は、自動運転車が交通行動と交通需要に与える影響を分析し、我が国の交通政策への示唆を得ることを目的としている。特に、自動運転車が公共交通分野に与える影響に関して基礎的な知見を得ることを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) バス・タクシー分野における自動運転車に関して、効果の定量化、実現に向けた論点の整理(サービス提供面)

本項の分析は、自動運転サービス(固定路線型とオンデマンド型)に関して、特に供給側(サービス提供者側)に着目し、3.2項と3.3項の分析で用いる前提条件を得るために行う。

1点目の分析では、各種の統計資料や前提条件に基づき、自動運転サービスの運行コストと利用者側のトリップ費用を簡易的に試算する。

2点目の分析では、自動運転や自動運転サービス(固定路線型とオンデマンド型)に関連する関係先に対してヒアリングを行い、自動運転サービスの実現に向けた論点を整理する。

#### (2) バス・タクシー分野における自動運転車に関して、利用者意識の分析(利用者面)

本項の分析は、自動運転サービスの利用者の意識に関する分析を行う。

1点目の分析では、自動運転サービス(固定路線型とオンデマンド型)の運行管理に着目し、運行の安全確保のあり方が自動運転車の利用意向に与える影響について分析を行う。

2点目の分析では、自動運転車の活用方策として、駅までのラストマイル型の自動運転サービス(オンデマンド型)に着目し、このサービスの受容性や需要特性について分析を行う。

本項の分析における調査では、pivot design に基づく stated choice (SC) 実験を設計し、自動運転サービスの利用意向を尋ねる。例えば、2点目の分析では、東京都市圏において、自宅が最寄り駅から1~5kmにある居住者を対象にウェブアンケート調査を実施する。調査項目として、「直近の自宅発鉄道移動」の状況を探っておき、次に、自動運転に関する情報(安全性に関するガイドラインの要約等)の提供を行い、そして、直近の鉄道移動の駅アクセスの際に、自動運転サービスを使いたいかを尋ねる。この際に、各回答者に対して、利用可能な交通手段の属性(費用、所要時間等)を提示し、望ましい手段を選んでもらう。ここで、自動運転サービスの属性は、3.1項の分析で得られた知見に基づくとともに、各回答者の直近の移動状況に応じてカスタマイズして提示する。

#### (3) 駅までのラストマイル型自動運転サービスのアクセシビリティと鉄道需要への影響の分析(都市交通への広域的な影響)

本分析では、東京圏の鉄道需要推計モデルを活用し、ラストマイル型自動運転サービス導入による駅端末利便性と鉄道需要への影響を推計し、同サービスの活用可能性に関する知見を得る。

まず、自動運転サービスを選択肢として組み込んだ駅アクセス交通機関選択モデルを推定する。これは、3.2項の2点目の分析で得られるラストマイル型自動運転サービスの利用意向データを現状手段の実行動データ(東京圏の鉄道需要推計モデル中の駅アクセス交通機関選択モデル)と融合する形となる。駅アクセス交通機関選択モデルからは駅端末利便性が算出できる。

東京圏の鉄道需要推計モデルは、4段階推定の大規模な交通需要推計モデルであり、駅端末利便性から代表交通機関の選択や、鉄道利用者の乗車・降車駅(利用経路)の選択への影響が組み込まれている。

#### 4. 研究成果

##### (1) バス・タクシー分野における自動運転車に関して、効果の定量化、実現に向けた論点の整理（サービス提供面）

1 点目の分析では、全国の都市圏において、自動運転サービス（固定路線型とオンデマンド型）の運行コストの試算を踏まえ、都市類型とトリップ属性（移動距離、移動目的、交通手段の組み合わせ）別に、利用者側のトリップ費用への影響を簡易的に試算した。

##### 本内容の概説

安部遼祐 (2018) “都市圏における自動運転技術導入後の乗合バス・タクシーのサービス水準の評価と今後の活用方策の方向性”，運輸総合研究所研究報告会 2018 年春（第 43 回），海運クラブ国際会議場，2018 年 5 月．[https://www.jttri.or.jp/members/assets/no77\\_houkokukai01.pdf](https://www.jttri.or.jp/members/assets/no77_houkokukai01.pdf)

##### 本内容の学術論文

Abe, R. (2019) Introducing Autonomous Buses and Taxis: Quantifying the Potential Benefits in Japanese Transportation Systems, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 126, pp. 94–113. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.06.003>

Becker, H., Becker, F., Abe, R. et al. (2020) Impact of Vehicle Automation and Electric Propulsion on Production Costs for Mobility Services Worldwide, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 138, pp. 105–126. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.04.021>

2 点目の分析では、2019 年 4～5 月に自動運転や自動運転サービス（固定路線型とオンデマンド型）に関連する関係先へヒアリングを実施した。ヒアリングは国・自治体、自動車メーカー、鉄道・バス事業者、タクシー事業者、システム開発業者、大学等の計 12 の関係先に対して実施した。結果、自動運転サービスの実現に向けた論点として、運行形態（車両サイズ、乗降地、路線）、乗務形態（安全性、ユニバーサルデザイン、運賃收受）、コスト（車両、運行管理・監視システム、運行監視ビジネス、インフラ）、地域交通への展開といった 4 つの大きな論点に整理し、課題や今後の方向性を議論した。

##### 本内容の概説

安部遼祐 (2019) “バス・タクシーでの自動運転車導入に関する検討”，運輸総合研究所研究報告会 2019 年春（第 45 回），海運クラブ国際会議場，2019 年 5 月．[https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no78\\_houkokukai02.pdf](https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no78_houkokukai02.pdf)

##### (2) バス・タクシー分野における自動運転車に関して、利用者意識の分析（利用者面）

1 点目の分析では、自動運転サービス（固定路線型とオンデマンド型）の運行管理に着目し、運行の安全確保のあり方が自動運転車の利用意向に与える影響について分析を行った。単純設問の結果からは、人が運行へ直接関与していること（乗務員配置）への一般的な信頼感は根強い。しかし、回答者の交通手段の選択結果（SC）データの分析結果からは、利便性を考慮した場面では、運行管理手法は利用意向に有意な影響を与えていない。これらを踏まえると、遠隔監視化は（利用者意識面からは）進められる可能性があるものの、適切な情報提供が前提になると考えられる。例えば、自動運転バス・タクシーにおいても、人が運行に関与していることを利用者へ周知するような活動は有効と考えられる。

##### 本内容の概説

安部遼祐 (2019) “バス・タクシー分野における自動運転車の運行管理、安全性に対する利用者意識”，第 128 回運輸政策コロキウム，運輸総合研究所，2019 年 4 月．[https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no78\\_colloquium02.pdf](https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no78_colloquium02.pdf)

##### 本内容の学術論文

Abe, R., Kita, Y., and D. Fukuda. (2020) An Experimental Approach to Understanding the Impacts of Monitoring Methods on Use Intentions for Autonomous Vehicle Services: Survey Evidence from Japan, *Sustainability*, Vol. 12, 2157. <https://doi.org/10.3390/su12062157>

2 点目の分析では、駅までのラストマイル型自動運転サービスの受容性や需要特性の分析を行った。回答者の交通手段の選択結果（SC）データを用いて、移動目的別に、駅までのアクセス交通機関選択モデルを推定した。この結果、自動運転による、既存のバス等では対応できない「オンデマンド型の公共交通網までのアクセス」に対する多様なニーズが統計的に有意な形で示された。また、アクセス手段に対する需要の弾力性の観点から、オンデマンド型の自動運転サービス利用はバス利用とより代替的な関係が示された。端末オンデマンドサービスとバスを組み合わせ、端末交通サービス全体としての最適な提供のあり方が論点になると考えられる。

##### 本内容の概説

安部遼祐 (2020) “公共交通網までの端末型自動運転サービスに関する需要分析 —需要特性および公共交通への影響”，運輸総合研究所研究報告会 2020 年夏（第 47 回），オンライン開催，2020 年 7 月．[https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no79\\_houkokukai01.pdf](https://www.jttri.or.jp/members/journal/assets/no79_houkokukai01.pdf)

## 本内容の学術論文

Abe, R. (2021) Preferences of Urban Rail Users for First- and Last-Mile Autonomous Vehicles: Price and Service Elasticities of Demand in a Multimodal Environment, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 126, 103105. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103105>

### (3) 駅までのラストマイル型自動運転サービスのアクセシビリティと鉄道需要への影響の分析 (都市交通への広域的な影響)

本分析におけるシミュレーションの前提条件として、ラストマイル型自動運転サービス(オンデマンド型)の乗車時間は現状の車での移動の値、同乗者はなしと設定し、運賃と待ち時間はどちらも最小、中間、最高の3ケースを設定した。端末バスの利用可能性はありと想定した。

ラストマイル型自動運転サービス導入による東京都市圏の駅端末利便性の変化(の近似値)を図1に示す。色が濃い箇所が、公共交通アクセシビリティがより高まる地域であり、全般的には、23区内はあまり変わらず、23区外でよりアクセシビリティが高まること分かる。また、鉄道路線の間などの鉄道の空白地帯でのアクセシビリティ改善も大きいと言える。

また、同サービス導入により、鉄道トリップ数の増加率が大きくなるのは、23区外発トリップや私事トリップとなる。一方、通勤トリップへの影響は小さい。こうした新たな鉄道トリップは、主に自動車トリップからの転換によりもたらされる。鉄道の断面交通量への影響として、多くの郊外路線で乗客数の増加率が大きくなる。それと同時に、近い駅から少し遠いが複数の路線が乗り入れる駅で乗車など、乗車駅の変化の影響も見られる。例えば、郊外の通過交通がない区間等ではこの影響が上回り、乗客数が減少となる区間も出る。

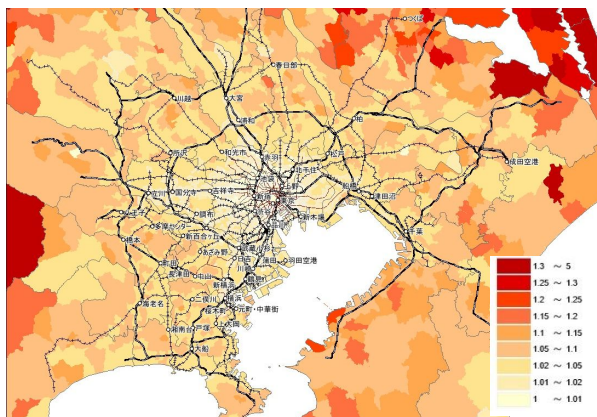


図1 駅端末利便性の変化(ゾーン別鉄道トリップ発生量の比)

注: 全ゾーン数 = 3028 (町丁目レベル), 自動運転サービスの運賃・待ち時間最小ケース

## 本内容の概説

安部遼祐 (2020) “公共交通網までの端末型自動運転サービスに関する需要分析 需要特性および公共交通への影響”, 運輸総合研究所研究報告会 2020年夏(第47回), オンライン開催, 2020年7月. [https://www.ittri.or.jp/members/journal/assets/no79\\_houkokukai01.pdf](https://www.ittri.or.jp/members/journal/assets/no79_houkokukai01.pdf)

### (4) まとめ

本研究は、自動運転車が公共交通分野に与える影響について、サービス提供面と利用者面からの分析や都市交通への広域的な影響の分析を含め、一連の分析を行った。自動運転車の活用に関連した研究は世界的に増え続けている中、自動運転車の公共交通分野への示唆に焦点をあてた議論はまだ少ない。公共交通の役割が大きい我が国の大都市圏等における分析結果や関連の議論は国際的にも関心を引くと予想される。

より個別的な研究の貢献としては、交通計画分野における自動運転研究の文脈で、国際学術誌に論文の掲載を行ってきた。

また、本研究の実務面への貢献としては、自動運転サービスに対する利用者ニーズの理解や需要推計手法の開発に資する研究であること、また、自動運転サービスの活用方策の検討に資する研究であることなどが挙げられる。

今後の展望として、持続可能な都市・地域づくりのために、自動運転も含む新たなモビリティサービス(モビリティの高度化)をいかに活用していくかといった観点等のもとで、多様なアプローチからの分析が求められる。特に、各都市や地域の交通計画と連携し、自動運転サービスを持続可能な形で定着させるためのシナリオやビジネスモデル等に関する分析を行っていく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Abe Ryosuke	4. 巻 126
2. 論文標題 Introducing autonomous buses and taxis: Quantifying the potential benefits in Japanese transportation systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A: Policy and Practice	6. 最初と最後の頁 94 ~ 113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tra.2019.06.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Abe Ryosuke, Kita Yusuke, Fukuda Daisuke	4. 巻 12
2. 論文標題 An Experimental Approach to Understanding the Impacts of Monitoring Methods on Use Intentions for Autonomous Vehicle Services: Survey Evidence from Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 2157 ~ 2157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su12062157	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Becker Henrik, Becker Felix, Abe Ryosuke, . . . , Axhausen Kay W.	4. 巻 138
2. 論文標題 Impact of vehicle automation and electric propulsion on production costs for mobility services worldwide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A: Policy and Practice	6. 最初と最後の頁 105 ~ 126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tra.2020.04.021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Abe Ryosuke	4. 巻 126
2. 論文標題 Preferences of urban rail users for first- and last-mile autonomous vehicles: Price and service elasticities of demand in a multimodal environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transportation Research Part C: Emerging Technologies	6. 最初と最後の頁 103105 ~ 103105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trc.2021.103105	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Abe Ryosuke
2. 発表標題 User Preferences for First- and Last-Mile Autonomous Vehicle Services: A Case Study in the Tokyo Metropolitan Area
3. 学会等名 Automated Vehicles Symposium 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Becker Henrik、Becker Felix、Abe Ryosuke、・・・、Axhausen Kay W.
2. 発表標題 Impact of Vehicle Automation and Electric Propulsion on Production Costs for Mobility Services Worldwide
3. 学会等名 Transportation Research Board 99th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kita Yusuke、Abe Ryosuke、Fukuda Daisuke
2. 発表標題 Determinants of Usage Intention for Fully-Autonomous Ride-Sharing System: A Case Study in Japan
3. 学会等名 24th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森賢太郎、三好壱晟、安部遼祐、三輪富生、森川高行
2. 発表標題 名古屋市における自動運転タクシーサービスの需要量に関する均衡分析
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北侑祐、福田大輔、安部遼祐
2. 発表標題 同乗者属性に着目した完全自動運転ライドシェアシステム利用意向の規定要因分析
3. 学会等名 第60回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------