

令和元年6月18日現在

機関番号：12608

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18949

研究課題名(和文)自動運転技術の市場普及とその社会的影響：交通工学と交通経済学の融合アプローチ

研究課題名(英文)Market diffusion and social influences of automated cars: Integrated approach from traffic engineering and transport economics

研究代表者

福田 大輔 (Fukuda, Daisuke)

東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授

研究者番号：70334539

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：自動運転車普及率と全体交通流の物理的関係を記述する交通流モデルを構築し、数値シミュレーションを行ったところ、(1)自律型自動運転は渋滞を解消するとは限らないこと、(2)シナリオ変数値に応じて様々な市場均衡状態があること、等が示唆された。また、完全自動運転ライドシェアシステムに対する利用意向・選好意識に及ぼす影響を検証するための選好意識調査を実施し、(3)既搭乗している乗客の属性や人数に関しては、顧客は乗り合わせたことのない知らない同性の人が少人数乗っている状況を特に好ましいと考えること、(4)知らない他人が大勢乗っている状況を不快に感じること、等が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

前半の理論分析より、自動運転車の普及を検討するにあたっては、短期的な観点から効率性を少し犠牲にして安全性を確保すると、長期的な観点では効率性が大きく損なわれる場合がある可能性が示唆されたことは学術的にも実務的にも有益な知見であると考えられる。後者の実証分析からは、一般に日本人に対する完全自動運転ライドシェアを含めシェアリングビジネスのハードルが高いとされる中で、どのような心理的要因が利用意向に大きな影響を与えているのかを明らかにしたことは、今後の適切な自動運転車の普及戦略を考える上で有益であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Firstly, we developed a theoretical traffic model that describes physical relationship between market diffusion rate of autonomous vehicles and traffic flow and then conducted some numerical simulations. Some findings are obtained: (1) Autonomous driving does not necessarily mitigate urban traffic congestion; (2) There are some multiple equilibria in the demand-supply interaction between autonomous vehicles and road infrastructure. Next, we empirically investigated the determinants of Japanese usage intention for new transportation services with Fully Autonomous Driving. The survey analysis result implied that the usage intention would be activated by the positive attitude for new products while the tendency toward avoiding general risk would negatively affect the usage intention. Regarding the conditions of other customers sharing the same vehicle, we found that the existence of a few stranger of the same sex would significantly reduce the negative impact of longer travel time.

研究分野：交通工学

キーワード：自動運転 交通工学 交通行動分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「自動運転技術」の技術の実用化の見通しについては、「2020年代後半には人が運転に全く関与しない完全自動運転車 (Driverless Car)の技術[レベル4]が実現する」(内閣府 SIP)、「2035年までには全体の車両の75%が完全自動運転車になる」(米国 Navigant Research 社)などといった、ポジティブな将来展望が多くなされている。

しかし、自動運転技術が多くの人々に実際に利用されるようになる (i.e. 市場普及する) ためには、「利用によるメリットと導入コストの差」が「非利用によるメリット」を上回る必要がある。ここで、自動運転技術利用者の享受するメリットとして、以下のようなものが挙げられる：短期的メリット：(1)交通事故の削減；(2)車間距離最適化 道路容量増加による渋滞緩和；(3)乗り心地向上や移動中に活動が可能になることによる時間価値削減効果（移動という行為が苦痛でなくなる効果）；長期的メリット：(4)道路投資量の最適化による交通容量 (e.g. 車線数) の変化。このような、道路利用に直接的に関連するメリットに加えて、より俯瞰的には、(5)移動中の活動機会増大に伴う労働時間や余暇活動時間へのリソースの再配分 (i.e. 一日の中での各活動への時間配分量の変化)；が起こるなど、自動運転技術は人々の生活行動全般に対しても大きな影響を与えると考えられる。

さらに重要なことに、自動運転技術への適応のメリットは、周囲のどのくらい多くの車が自動運転化しているのかにより変化する (i.e. 道路渋滞による負の外部性、時間集積による正の外部性など)。

2. 研究の目的

本研究では、自動運転技術 (完全自動走行運転車を含む) の市場普及が、道路利用者の利便性や社会全体の経済厚生に及ぼす影響を理論的に解析することが可能な数理モデルを、交通工学と交通経済学の学術的知見を適切に融合することによって新たに構築する。

3. 研究の方法

(1) 自動運転車普及率と全体交通流の物理的関係を記述する交通流モデルの構築

自動運転車の普及状況に応じた交通流全体の効率性を演繹的に記述するモデルを交通流理論に基づき構築する。自動運転車の走行挙動は、自動運転車同士の協調型運転 (いわゆる Connected Car の応用) と、手動運転車を相手とした自律型運転の二つに分類でき、それぞれ効率性が異なると予想される。例えば、自律型走行はセンサの不確実性等に対応するため、余裕反応時間を導入して安全を重視すると考えられる。そのため、自動運転車と手動運転車が混合している場合、普及率に応じて交通流の効率性 (例：交通容量) が変化する。

(2) 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

環境的・社会的特性に加え、個々の利用者の心理的特性が完全自動運転ライドシェアシステムに対する利用意向・選好意識に及ぼす影響を精査し、それらの要因の影響度の大きさについて定量的な知見を得ることを目的とする。将来的な公共交通機関の技術的進歩によるサービス形態や自動車保有状況の変化に依存する新交通サービスの利用意向を、現時点で正確に把握するのは困難であることから、web による選好意識調査を設計、実施し、完全自動運転ライドシェアシステムに対する関連情報を収集する。得られたパネル回答データに対し、個人の主観的要因や個人間の異質性を包括的に考慮可能であり、個人レベルでのパラメータ推定が可能な Mixed Logit 型の離散選択モデルを構築する。

4. 研究成果

(1) 自動運転車普及率と全体交通流の物理的関係を記述する交通流モデルの構築

(a) 自動運転が交通流に与える影響を表現する交通流サブモデル、(b) 交通行動を表現する旅行時間サブモデル、(c) 自動運転車両の普及を表現する市場普及サブモデルをそれぞれ構築し、それらを統合的につなげた数理シミュレーションシステムを定式化した。(a) では、自動運転では、反応時間のみが異なると仮定し、手動運転、自律型自動運転、協調型自動運転の各携帯に応じた交通流動状態の差異を表現した。(b) は、ボトルネック (BN) が一つ存在し、そこに一定時間の間に一定需要が到着する、いわゆる Point Queue 型の BN モデルを構築した。(c) では、自動運転車両利用の便益と費用、並びに、社会的コスト (総旅行時間) を考慮した普及ダイナミクス状況を記述するモデル化を行った (図1)。

以上を統合した上で、現実的なパラメータを設定して数値シミュレーションを行った結果得られた主要な知見は以下の通りである。(1) 自律型自動運転は渋滞を解消するとは限らないこと (なぜなら、安全性と効率性にトレードオフが存在するため)、(2) シナリオ変数値に応じて様々な市場均衡状態があること、特に、複数の安定した均衡が存在する可能性があり、中途半端な普及率の均衡では渋滞が悪化する場合があること。これらより、自動運転車の普及を検討するに当たり、短期的な観点から効率性を少し犠牲にして安全性を確保すると、長期的な観点では効率性が大きく損なわれる場合があることが示唆された。

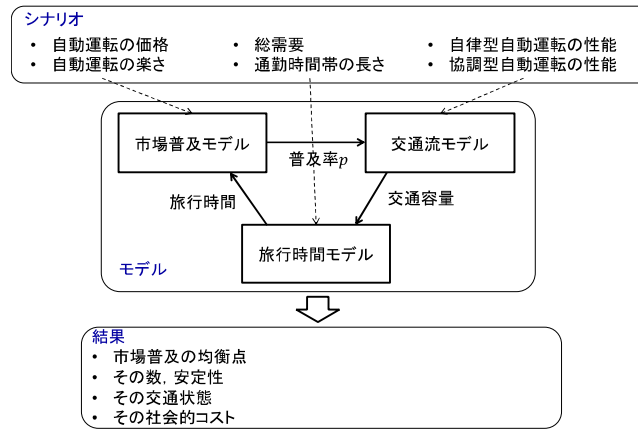


図1 分析モデルの全体像

(2)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

完全自動運転車を用いた新交通サービスとして、特に、Shared Autonomous Vehicle (SAV)を想定する。その上で、日本人の環境的・社会的特性と心理的特性、新交通サービスに対する利用意向・選好意識の関係性を把握するためにWebアンケート調査を実施した。特に、自動運転ライドシェア利用意向の規定要因を把握するために、自動走行やコンピュータによる管理に対する心理的コストに着目した自動運転タクシーの利用意向を問う設問、並びに、他人との相乗りによって発生する心理的コストに着目した自動運転ライドシェアの選好意識を問う設問という、二種類の選好意識(Stated Preference)調査を独自に設計してデータ収集している点に大きな特徴を有している。

まず、心理要因に関する関連分析より、以下の基本構造が明らかになった。(a)自動運転ライドシェアの利用意向が高い人はSAV導入にも賛成する傾向にあり、かつそのような人は、自動運転車のリスク認知が低いこと。(b)SAV導入に賛成する人は自動運転車のリスク認知が低く、自動運転ライドシェアの利用意向の高さ・SAV導入への賛成・自動運転車のリスク認知の低さどうしが互いに強い相関を持っていること。(c)新商品に対する嗜好性が高い人は自動運転車のリスク認知が低く、さらにそれを介して自動運転ライドシェアの利用意向やSAV導入の賛否意識にも影響を与えること。(d)一般的なリスクを回避する傾向にある人は新商品に対する嗜好性が低く、SAV導入にも反対する傾向にあり、さらに、それを介して自動運転ライドシェアの利用意向とも弱い相関があること。(e)年齢が若いほど新商品の嗜好性が高くそれに応じて自動運転ライドシェアの利用意向も高いこと。

次に、SPデータを用いてPanel Mixed Ordered Logit modelを推定したところ、次のような結果が得られた。(f)既に搭乗している乗客の属性や人数に関しては、顧客は、乗り合わせたことのない知らない同性の人が少人数乗っている状況を特に好ましいと考えること。(b)逆に、知らない他人が大勢乗っている状況を不快に感じること。(c)公共空間で知らない他人と居合わせることへの抵抗感が強い人は、SAV乗車時間中の不快感も低いこと。(d)高所得の人は乗車時間や待ち時間の長さをより気にする傾向にあること。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- (1) Seo, T. and Asakura, Y. (2017) Endogenous market penetration dynamics of automated and connected vehicles: Transport-oriented model and its paradox, Transportation Research Procedia, Vol. 27, pp. 238-245. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.12.028, 査読有.
- (2) Iwase, T., Tadokoro, Y. and Fukuda, D. (2017) Self-fulfilling signal of an endogenous state in network congestion games, Networks and Spatial Economics, Vol. 17 (3), pp. 889-909, DOI: 10.1007/s11067-017-9351-4, 査読有.

〔学会発表〕(計 1 件)

- (1) Kita, R., Fukuda, D. and Abe, R. (2019) Determinants of usage intention for fully-autonomous ride-sharing system: A case study in Japan, The 24th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

特に無し。

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：瀬尾 亨

ローマ字氏名：(SEO, Toru)

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院工学系研究科

職名：助教

研究者番号（8桁）： 90774779

(2)研究協力者 無し

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。