戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）第２期／自動運転（システムとサービスの拡張）/自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究

2021 年 5 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先　　国立大学法人東京大学
学校法人同志社

目次

1. 研究開発の成果と達成状況 5
1. 1 要約 5
（1）和文要約 5
（2）英文要約 7
1. 2 本文 9
第 1 章　調査の目的 1-1
第 2 章　自動運転と SDGS との関連性の整理 2-1
2.1 目的と検討会の開催 2-1
2.1.1 SDGs とはなにか 2-1
2.1.2 目的 2-1
2.1.3 検討会の開催 2-2
2.2 検討の枠組み 2-2
2.2.1 インパクトの分類 2-2
2.2.2 直接的インパクト 2-3
2.2.3 間接的インパクト 2-5
2.2.4 シナジーとトレードオフ 2-8
2.3 検討結果 2-8
2.3.1 短期的インパクト 2-8
2.3.2 長期的インパクト 2-13
2.4 自動運転の普及の方向性の展望 2-21
2.4.1 ネガティブ・インパクトへの対応 2-21
2.4.2 地域の視点の必要性 2-22
2.5 2050 年に向けて 2-22
第 3 章　自動運転車の普及シミュレーション 3-1
3.1 目的 3-1
3.2 先行研究のサーベイ 3-1
3.3 モデル構築の基本的の考え方とモデルの限界 3-4
3.4 自動運転のレベルとシミュレーションモデル 3-5
3.5 SAE LEVEL 4 までの自動運転車の普及シミュレーション（動学モデル） 3-7
3.5.1 モデルの枠組み 3-7
3.5.2 シミュレーションモデルの構造 3-11
3.5.3 オーナーカーのシミュレーションモデル 3-13
3.5.4 移動サービスのシミュレーションモデル 3-27
3.5.5 物流サービスのシミュレーションモデル 3-29
3.5.6 外生変数 3-30
3.5.7 ベースケースのシミュレーション 3-40
3.6 ドライバー不要な自動運転車の普及シミュレーション（静学モデル） 3-45

3.6.1 シミュレーションの概要 3-45
3.6.2 モデルの枠組み 3-45
3.6.3 モデルの詳細 3-46
3.6.4 シミュレーション結果 3-55
第 4 章　道路交通へ与える影響の検討 4-1
4.1 交通事故低減効果の推計 4-1
4.1.1 計測の枠組み 4-1
4.1.2 交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失に関する消費者アンケート 4-5
4.1.3 交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失の推計 4-17
4.1.4 交通事故低減効果の推計結果 4-26
4.2 交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果の推計 4-31
4.2.1 交通渋滞及び CO2 削減効果の原単位の算出 4-31
4.2.2 交通渋滞及び CO2 削減効果の拡大推計 4-69
4.2.3 低速な移動サービス・物流サービスの導入による道路交通への影響 4-105
第 5 章　交通サービス分野へ与える影響の検討 5-1
5.1 交通制約者及び過疎地等の交通不便地域でのモビリティ確保 5-1
5.1.1 概要 5-1
5.1.2 自動車を用いた行政サービス生産の実態 5-1
5.1.3 自動運転技術導入後の利用用途の検討 5-8
5.1.4 自動運転技術の導入による効果の考察 5-14
5.1.5 自動運転技術を逐次的に広く活用するための技術開発 5-15
5.2 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減 5-19
5.2.1 概要 5-19
5.2.2 物流サービスを担うドライバー数の将来推計 5-20
5.2.3 貨物車の将来交通需要推計 5-29
5.2.4 ドライバー不足の解消およびコスト削減に関する試算 5-37
5.2.5 物流の役割や機能、特徴の整理と物流効率化の取り組みの整理 5-47
5.2.6 物流における自動運転技術の適用可能性の整理 5-57
5.3 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化 5-67
5.3.1 目的 5-67
5.3.2 概要 5-67
5.3.3 消費者の交通手段選択に関するアンケート 5-69
5.3.4 交通手段の選択モデルの構築 5-74
5.3.5 地域別調整係数 5-83
5.3.6 交通分担率の推計 5-89
第 6 章　産業・社会分野へ与える影響の検討：日本経済の全要素生産性の向上への貢献 6-1
6.1 自動車の保有構造等の変化による自動車産業全体への影響 6-1
6.1.1 概要 6-1

6.1.2 自動車の自動運転化・電動化に伴う自動車部品の変化 6-1
6.1.3 自動運転化・電動化に伴う産業連関表・投入係数表の変化 6-7
6.1.4 自動車産業並びに日本の産業全体への影響 6-10
6.2 日本経済の全要素生産性の向上への貢献 6-39
6.2.1 全要素生産性について 6-39
6.2.2 全要素生産性の上昇ルート 6-40
6.2.3 日本経済と全要素生産性 6-40
6.2.4 技術と全要素生産性 6-41
6.2.5 自動運転による労働生産性、全要素生産性向上効果 6-42
第 7 章　国際連携体制の構築 7-1
第 8 章　有識者検討会の開催 8-1
第 A 章　　自動運転車の普及シミュレーション　動学モデルのシミュレーション結果 A-1
A.1　GDP 高位ケースのシミュレーション結果 A-1
A.2　GDP 低位ケースのシミュレーション結果 A-5
第 B 章　　自動運転車への支払意思額等の WEB アンケート調査 B-1
B.1　アンケートの概要 B-1
B.2　単純集計結果 B-6
B.3　クロス集計結果 B-52
第 C 章　　消費者の自動運転車を含む交通手段の選択の WEB アンケート調査 C-1
C.1　アンケートの概要 C-1
C.2　回答者の属性に関する集計結果 C-18
C.3　交通手段選択に関する集計結果 C-24
C.4　自動運転車に関する集計結果 C-40
第 D 章　　交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失に関する WEB アンケート調査 D-1
D.1　抵抗回答・非理解回答について D-1
D.2　回答者の属性に関する集計結果 D-5
D.3　安全装置に関する集計結果 D-25
第 E 章　全国都市交通特性調査調査票情報の集計 E-1
E.1　集計手順 E-1
E.2　集計結果（平休日別・都市区分別・年齢区分別・目的別・距離区分別・交通手段別トリップ数） E-5
2. 研究発表・講演、文献、特許等の状況 10
(1)　研究発表・講演 10

1. 研究開発の成果と達成状況

1.1 要約

（１）和文要約

1. 自動運転と SDGs との関連性の整理

自動運転が持続可能な社会を実現する上でどのように寄与し得るのかを明らかにすることを目的に、自動運転と「持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）との関連性を「自動運転と SDGs との関連性に関する検討会」の議論に基づいて整理した。

2. 自動運転車の普及シミュレーション

次の通り、2 種類のシミュレーションを実施した。

・動学シミュレーション：市場への投入時期をある程度見通すことのできる SAE レベル 4 までの自動運転を対象として、時系列的に普及過程を描くもの。

・静学シミュレーション：ドライバー不要の自動乗用車（Level 4/5 相当)の普及をシミュレートするもの。

動学シミュレーションモデルの構築にあたっては、消費者に対する web アンケートを実施し、価格と消費者の購入行動との関係性を定式化した。一方、静学シミュレーションは、「4. の c.車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」で構築した交通手段選択モデルを用いて実施した。

3. 道路交通へ与える影響の検討

a. 交通事故低減効果の推計

別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」（以下、別施策）からデータの提供を受け、自動運転普及による交通事故削減効果を金銭価値化した。金銭価値化にあたっては、加害者の非金銭的損失削減額推計のための web アンケート調査を実施した。

b. 交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果の推計

自動運転車両の普及による交通渋滞削減量及び CO2 排出削減量について、交通特性の違いを踏まえ、また自動運転車の増加に応じてこれら削減効果が非線形に高まる特性を考慮して、高速道路、一般道路それぞれについて全国的な推計を行った。

4. 交通サービス分野へ与える影響の検討

a. 交通制約者及び過疎地等の交通不便地域でのモビリティ確保

自動運転の普及は中山間地域に多くの恩恵をもたらすと考えられている。その潜在的な効果を具体化するに際しては、潜在的なエンドユーザーに自動運転の利用意向を尋ねることが一般的であるものの、現時点で確立していない技術

の利用意向を高齢者が多い中山間地域で住民に質問することは容易ではない。一方、中山間地域では行政サービスが住民の暮らしを支えている割合が高い。そこで、行政サービスの視点から、中山間地域において自動運転技術がどの分野のどの用途に導入可能であり、どのように活用が期待されるかを、行政サービスのために利用されている自動車の利用実態から検討した。さらに、中山間地域の自治体職員との対話により自動運転技術の導入効果とその課題について考察を行った。

b. 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減

はじめに、現時点より更に深刻化することが予想される物流サービスのドライバー不足について、マクロ統計を用いて不足する人数を推計した。これは他の様々な施策と併せ自動運転技術が対象とする総量を具体的に示したものである。

次に、かかる状況を放置し物流が停滞した場合に、如何なる社会的損失が発生するかを推計した。具体的には、2035 年におけるドライバー不足数、現時点でのドライバー1 人当たり走行キロから、輸送が不可能になる走行台キロを算出し、これが生産額・輸入額にもたらす影響を推計した。また、高速道路を利用する長距離輸送に自動運転を導入した場合の改善効果を推計した。

c. 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化

交通手段として、個人所有手動運転車、個人所有自動運転車、自動運転タクシー、乗合自動運転タクシー、公共交通機関（鉄道、バス)、徒歩・自転車を想定したうえで、web アンケート調査結果を通じて消費者のモード選択行動をモデル化した。このモデルを用いて、ドライバー不要の自動運転車（Level 4/5 相当)の自動運転車の導入によって、車の所有と利用、交通手段に関する消費者の選択がどのように変化するのかを分析した。

5. 産業・社会分野へ与える影響の検討

a. 自動車の保有構造等の変化による自動車産業全体への影響

平成 28 年度延長産業連関表の投入係数をベースとして、これが、自動運転化と電動化による自動車部品の変化によって、どのように変化するのかを推計した。そして、これを用いて、自動運転の普及によって変化する自動車の保有や、自動車の自動運転化・電動化に伴う自動車の部品の変化が、自動車産業並びに日本の産業全体に及ぼす影響を、産業連関表を用いて推計した。

b. 日本経済の全要素生産性の向上への貢献

「4. の b. 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」で推計されたドライバー不足解消効果を、労働生産性と全要素生産性の上昇率に換算した。

6. 国際連携体制の構築

自動運転に関する日独の連携については、内閣府と独 BMBF（ドイツ連邦研究教育省）との間で、2017 年 1 月 12 日に締結された「自動走行技術の研究開発の推進に関する日独共同声明（Joint Declaration of Intent)」に基づき活動が進められた。社会経済インパクト評価については、2019 年 1 月に開催された内閣府と独 BMBF での Steering Committee 会議において日独共同研究のプロジェクトとなっている。

2020 年 6 月 16 日及び 6 月 30 日に WEB 会議を実施し、関心分野として抽出されたシェアリングエコノミー下における自動運転についての情報交換を行った。また SIP-adus ワークショップの一環として、2020 年 11 月 12 日に本連携活動の専門家によるオンラインシンポジウムを開催し、進捗状況の公開を行った。更にこれらの進捗状況については、第 3 回日独ステアリング会議（2020 年 5 月 29 日)、第 4 回専門家会議（2020 年 11 月 25 日）において、内閣府・PD 及び BMBF に対する報告を行った。

7. 有識者検討会の開催

本調査では、工学分野だけでなく広範な分野の有識者で構成される「自動走行システムの社会的影響に関する検討会」を発足させ、1）シミュレーションの手法と結果、2）シミュレーション結果の含意、3）社会的受容性醸成活動への活用方法等に関し、この検討会での議論を踏まえながら研究を進めた。検討会は、調査期間中に 6 回開催した。

（２）英文要約

1. Relevance of AD to SDGs

The relevance of AD to the UN's SDGs is organized based on the discussion within the Advisory Committee on the Relevance of AD to SDGs to establish a clear vision of how self-driving cars can help us build sustainable societies.

2. Simulation of AD vehicle diffusion

The following two types of simulations were conducted:

・Dynamic Simulation: time series simulation that estimates the diffusion of AD vehicles up to SAE Level 4, where the timing of market launch is foreseeable to some extent,

・Static Simulation: estimates the diffusion rate of driverless (equivalent to SAE Level4 and 5) privately owned passenger cars.

A dynamic simulation for privately owned passenger cars was conducted using the

simulation model which formulates the relationship between prices of AD systems and consumer's purchase behavior using an online survey targeting consumers. A static simulation was conducted using the consumer's transportation mode choice model constructed in 4- c. "Change in ownership and usage of vehicle, and the structure of consumers' choice."

3. Study of effect on road transport

a. Estimation of effectiveness in reducing traffic accidents

The monetary value of the impact of reduced traffic accidents due to the diffusion of AD vehicles was estimated using the data from another study titled "Visualize the effects of reducing traffic accidents through Automated Driving and Driving Assistance," sponsored by SIP-adus. A web-survey was also conducted to estimate the non-monetary losses of traffic accident perpetrators in monetary terms.

b. Estimation of reduction of traffic congestion and reduction of CO2 emissions

Traffic congestion and CO2 emission reduction were estimated for both expressways and ordinary roads. Three types of diffusion ratio and three types of headways were assumed.

4. Effect on traffic services sector

a. Ensuring mobility for vulnerable road users and in depopulated areas and other locations with poor access to transport

It was analyzed how the ADs can be utilized at depopulated areas effectively from the viewpoint of administrative services using the real utilization status data of vehicles for administrative use.

b. Reduction of cost and resolution of driver shortage in logistics and transport services

It was estimated how much the AD diffusion contributes the issue of drivers' shortage issues. Economic negative impact was also estimated in case no countermeasures was implemented for driver shortage. Also the mitigation effect was calculated in case automated driving technologies were introduced in long distance freight transport on expressways.

c. Change in ownership and usage of vehicle, and the structure of consumers' choice

A consumer's transport mode choice model was constructed using the results of the web survey. Six types of transportation modes, namely, privately owned manual cars, privately owned self-driving cars, single ride self-driving taxis, share ride self-driving taxis, public transportation, and walking/biking, were assumed to be available to the consumers in this model. The change in consumers' choice regarding the ownership and

usage of vehicles and mobility by introduction of driverless (equivalent to SAE Level4 and 5) privately owned passenger cars was analyzed using this model.

5. Effect on industry and society

a. Effect on whole automobile industry due to change in vehicle ownership structure and other effects

Input coefficients were estimated based on the updated input-output table for 2016 considering changes in automobile components due to the shift toward automated driving and electrification. Next, the impact on the output and employment in both the automobile industry and all Japanese industries by both the shift toward automated driving and electrification, and the changes in the automobile ownership due to the spread of AD vehicles was estimated.

b. Contribution to growth of the total factor productivity of the Japanese economy

The results of the estimated resolution of the truck driver shortage calculated in 4-b. "Reduction of costs and resolution of driver shortage in logistics and transport services" were converted into the effect of an increasing labor productivity and total factor productivity.

6. Research activities with international cooperation

Under the governmental agreement of Germany and Japan, the joint research on SIA was commenced. On-line meetings were held twice, in the mid and end of June 2020. Also on-line symposium was held in conjunction with SIP-adus WS in November 2020.

7. Convening of advisory committee

To involve advice with various academic backgrounds, the Advisory Committee on SIA was formulated and six committee meetings were held during the period of this study.

1.2 本文

第1章　調査の目的

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期 自動運転（システムとサービスの拡張）研究開発（2018 年、内閣府）においては、その研究開発の目標を「自動運転を実用化し普及拡大していくことにより、交通事故の低減、交通渋滞の削減、交通制約者のモビリティの確保、物流・移動サービスのドライバー不足の改善・コスト低減等の社会的課題の解決に貢献し、すべての人が質の高い生活を送ることができる社会の実現を目指す」としている。

こうした目標を実現していくために、この研究では、次の 2 つの観点から、自動運転の社会経済インパクトを定量化することを目指している。まず、第 1 は、自動運転に対する社会的受容性の醸成である。今後、自動運転技術を活用したサービスや車両の実用化及び社会普及を進めるためには、大前提として、社会の自動運転に対する国民の理解が必要である。そして、国民の理解を得るためには、自動運転が、国民生活や日本経済に及ぼす影響を、効用と潜在リスクの両面から定量的に把握しておく必要がある。第 2 は、企業経営や、政府の政策形成への活用である。この研究では、自動運転の社会経済インパクトを定量化するにあたり、例えば自動運転車の市場投入方法や経済的インセンティブ等の政策によって、自動運転の普及や効果にどのような違いがあるのかを把握しておく必要がある。

本成果報告書は、以上の問題意識の下、２０１８年から２０２１年にかけて実施した研究を集大成し作成したものである。報告書では、まず、「自動運転と SDGs との関連性の整理」において、国際連合が掲げる「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals）」）の 17 の目標、169 のターゲットと自動運転との関連性を整理し、自動運転の持続可能な社会形成に対する意義を明らかにした。次に、「自動運転車の普及シミュレーション」を実施し、その結果を後述の社会経済インパクトを分析する際の共通の基礎的数値として利用した。続いて、自動運転のもたらすインパクトを、「道路交通への影響」、「交通サービス分野への影響」、「産業・社会分野への影響」という３つの角度から定量的に分析した。第一の「道路交通への影響」では、「交通事故低減効果の推計」、「交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果の推計」という２つの分析を実施した。第二の「交通サービス分野への影響」については、「交通制約者及び過疎地等の交通不便地域でのモビリティ確保」、「物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」、「車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」について分析を実施した。そして、第三の、「産業・社会分野への影響」では、自動運転の日本経済に与える影響を「自動車の保有構造等の変化による自動車産業全体への影響」、「日本経済の全要素生産性の向上への貢献」という観点から分析した。

本研究の実施にあたっては、工学分野だけでなく広範な分野の有識者で構成される検討会を設置し、本検討会での議論を踏まえながら研究を進めた。また、「自動走行技術の研究開発の推進に関する日独共同声明」（平成 29 年 1 月 12 日）に基づき、2019 年 1 月に開催された内閣府と独 BMBF での Steering Committee 会議において、社会経済インパクト評価が日独共同研究のプロジェクトと位置づけられた。本研究の内、「自動運転車の普及シミュレーション」「車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」は、この日独共同研究の一環として、ドイツの研究機関と連携しながら研究を実施した。

第2章　自動運転と SDGs との関連性の整理

2.1 目的と検討会の開催

2.1.1 SDGs とはなにか

SDGs は、2015 年 9 月に開催された国連サミットで採択された Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development　に記載された 2016 年から 2030 年までの国際社会共通の目標である。SDGs は、表 2.1-1 の 17 の目標と、169 のターゲットで構成されている。

表 2.1-1　SDGs の 17 の目標

目　　標		ターゲット数
目標1.	あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる	7
目標2.	飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する	8
目標3.	あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する	13
目標4.	すべての人々への包摂的かつ公正な質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する	10
目標5.	ジェンダー平等を達成し、すべての女性及び女児の能力強化を行う	9
目標6.	すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する	8
目標7.	すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する	5
目標8.	包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用(ディーセント・ワーク)を促進する	12
目標9.	強靭（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る	8
目標10.	各国内及び各国間の不平等を是正する	10
目標11.	包摂的で安全かつ強靭(レジリエント）で持続可能な都市及び人間居住を実現する	10
目標12.	持続可能な生産消費形態を確保する	11
目標13.	気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる	5
目標14.	持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する	10
目標15.	陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する	12
目標16.	持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する	12
目標17.	持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する	19

出所: 第 70 回国連総会で採択された Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, The United Nations General Assembly, Sep., 2015 の外務省による仮訳 (https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/000101402.pdf)（2019 年 3 月 6 日閲覧）を用いて作成

2.1.2 目的

この研究は、自動運転が持続可能な社会を実現する上でどのように寄与し得るのかを明らかにすることを目的に、自動運転と「持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）との関連性を整理するものである。

2.1.3 検討会の開催

検討にあたっては、「自動運転と SDGs との関連性に関する検討会」を開催した。本章は、この検討会での議論をベースにして、作成したものである。

開催日

2019 年 4 月 5 日　13:00-15:30　同志社大学寒梅館技術・企業・国際競争力研究センター会議室

（猪井博登委員からは、2019 年 4 月 23 日　13:00-14:30　同志社大学寒梅館技術・企業・国際競争力研究センター会議室にて個別のヒアリングを実施）

検討会委員

表 2.1-2 のメンバーで検討を行った。

表 2.1-2　自動運転と SDGs との関連性に関する検討会委員

（敬称略）

氏　名	所属・役職
委員長	
紀伊雅敦	香川大学創造工学部教授
委員	
有本建男	政策研究大学院大学客員教授、科学技術振興機構上席フェロー
猪井博登	富山大学都市デザイン学部都市・交通デザイン学科准教授
塩見康博	立命館大学 理工学部環境都市工学科　准教授
魏　啓為	地球環境産業技術研究機構システム研究グループ研究員
松橋啓介	国立環境研究所社会環境システム研究センター（環境政策研究室）室長

2.2 検討の枠組み

2.2.1 インパクトの分類

自動運転の社会的インパクトは、モビリティ領域はいうまでもなく、それを通じて都市構造や人々の生活など社会の隅々に及ぶことになる。一方、そのインパクトは、自動運転のレベルや ODD、所有形態によって相当大きく異なる。

そこで、本報告書では、自動運転と SDGs との関連性を、以下の通り、1）直接的インパクトと間接的インパクト、2）短期的インパクトと長期的インパクトに分けて議論する。さらに、長期的なインパクトについては、自動車を、移動・物流サービス、オーナーカーに分けて議論する。

(1) 直接的インパクトと間接的インパクト

直接的インパクト： 自動運転が、モビリティの変化を通じて SDGs の目標・ターゲットに及ぼす影響を指す。

間接的（波及的）インパクト： 自動運転が、SDGs の目標・ターゲットへの直接的なインパクトを介して、間接的（波及的）に他の SDGs の目標・ターゲットに及ぼす影響を指す。

(2) 短期的インパクトと長期的インパクト

短期的インパクト：SAE レベル 1 や 2 の自動運転（運転支援システム）が社会に浸透した場合に、SDGs の目標・ターゲットに及ぼす影響を指す。これについては、SDGs の達成目標年である 2030 年には、ほぼ、実現していると予想される。

長期的インパクト： ODD が十分に拡大した SAE レベル 3 や 4 の自動運転や、レベル 5 の自動運転が社会に浸透した場合に、SDGs の目標・ターゲットに及ぼす影響を指す。これについては、SDGs の達成目標年である 2030 年段階での実現は困難と予想されるが、ここでは、2030 年に実現できるかどうかには拘泥せず、その影響を取りまとめた。

2.2.2 直接的インパクト

(1) Global Mobility Report 2017

Sustainable Mobility for All よって作成された Global Mobility Report 2017（Sustainable Mobility for All, 2017）では、持続可能なモビリティを「ユニバーサル・アクセス」、「効率」、「安全」、「グリーン・モビリティ」の 4 つ領域で定義している。この報告書では、SDGs にはモビリティに特化した目標やターゲットはないが、SDGs 3.6 や 11.2 にはモビリティが直接的に反映されると同時に、他の多くのターゲットが持続可能なモビリティと間接的にリンクしているとし、上記の 4 領域と SDGs 全体との関連性を表 2.2-1 のように整理している。

表 2.2-1　GMR 2017 における持続可能なモビリティと SDGs のターゲット

領域	関連する SDGs のターゲット
ユニバーサルアクセス (Universal Access)	9.1：地域・越境インフラを含む持続可能な強靭なインフラ開発 11.2：すべての人々に持続可能な輸送システムへのアクセス提供 3.4：非感染症疾患による若年死亡率減少
効率 (Efficiency)	7.3：世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増 12.c：各国の状況に応じて、浪費的な消費を奨励する化石燃料に対する非効率な補助金を合理化 12.3：小売り消費レベルの世界全体の一人当たりの食料廃棄の半減と、生産・サプライチェーンにおける食料の損失の減少 9.4：資源効率向上とクリーン技術及び環境配慮型技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良、産業改善による持続性可能性の向上 17.14：持続可能な開発のための政策の一貫性を強化
安全 (Safety)	3.6：世界の道路交通事故による死傷者半減 11.2：すべての人々に持続可能な輸送システムへのアクセス提供
グリーン (Green)	7.3：世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増 13.1：気候関連災害や自然災害に対する強靭性および適応力を強化 13.2：気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む 3.4：非感染症疾患による若年死亡率減少 3.9：有害化学物質、ならびに大気、水質及び土壌の汚染による死亡及び疾病の件数の大幅な減少 11.6：都市 1 人あたりの環境上の悪影響を軽減

出所：Sustainable Mobility for All (2017)の pp. 26-27 の記述から作成。SDGs の各ターゲットの概要記述は、外務省による仮訳文章を短縮して作成したもの

(2) 本稿における直接的インパクト

本報告書における直接的インパクトは、表 1 の GMR 2017 の関連付けをベースにしつつ、以下の変更を加えて自動運転の及ぼす直接的インパクトとして、関連する SDGs の目標とターゲットを図 2.2-1 のとおり設定した。

モビリティ領域に関連する SDGs のターゲットを追加

ユニバーサル・アクセス領域：ターゲット 9.a、11.1、11.3、11.5、11.7、11.a、11.b

グリーン領域：ターゲット 7.2、8.4

間接的インパクトとして捉えることが適切なターゲートを削除：ターゲット 3.9

自動車産業に関連する SDGs のターゲットを考慮

自動車産業は国の日本の基幹産業であり、自動運転は、自動車に対する最終需要や、投入産出構造の変等を通じて、自動車産業に直接的に大きな影響を与える。これを考慮し、本報告書では、上記の 4 つのモビリティ領域とは別に、自動車産業との関連性から、次の目標、ターゲットを、直接的インパクトとして関連付けた。

SDGs 目標 8：ターゲット 8.1，8.2, 8.4

SDGs 目標 9：ターゲット 9.4

SDGs 目標 12：ターゲット 12.1、12,2、12.4、12.5

2.2.3 間接的インパクト

本報告書では、間接的（波及的）インパクトの領域として、1）所得の上昇と格差の是正、2）衛生状態の改善、3）教育機会の拡大　の 3 つの領域を設定し、関連する SDGs の目標ターゲットを図 2.2-2 の通りとした。これらは、主に、ユニバーサル・アクセス領域での直接的インパクトを通じて、影響が及ぶものである。



注：SDGs の各ターゲットの概要記述は、外務省による仮訳文章を短縮したもの。

図 2.2-1　直接的インパクト領域



注：SDGs の各ターゲットの概要記述は、外務省による仮訳文章を短縮したもの。

図 2.2-2　間接的インパクト領域

2.2.4 シナジーとトレードオフ

GMR 2017 は、直接的領域の 4 領域である「ユニバーサル・アクセス」、「効率」、「安全」、「グリーン・モビリティ」の 4 つ領域には、シナジーとトレードオフ）の関係が存在すると指摘している。本報告書では、自動運転の直接的インパクトを考える際には、シナジーとトレードオフを併せて検討する。

2.3 検討結果

ここでは、上述した枠組みに沿って、日本などの先進国を念頭に置いて、自動運転が SDGs の目標・ターゲットに及ぼす短期と長期のインパクトを整理する。長期のインパクトについては、自動運転を、移動・物流サービスとオーナーカー（自己所有）、シェアード・モビリティの 3 つに分けて、整理する。

2.3.1 短期的インパクト

図 2.3-1 は短期的インパクトを整理したものである。ここで、直接的影響、並びに間接的影響として記述されている SDGs のターゲットは、図 2.2-1 でリストアップした直接的インパクト領域から、主なものを抽出したものである（後述する長期的インパクトについても同様）。

まず、持続可能なモビリティの「ユニバーサル・アクセス」に関連する自動運転の機能としては、高齢者、視覚障害者に対する運転支援や、正着制御等が可能になる次世代公共交通システムが挙げられる。これら高齢者・障害者の移動の容易化は、SDGs 目標 11 の実現に直接的に寄与する。そして、これは、SDGs 目標 1（特にターゲット 1.4）の実現に間接的に寄与することになる。

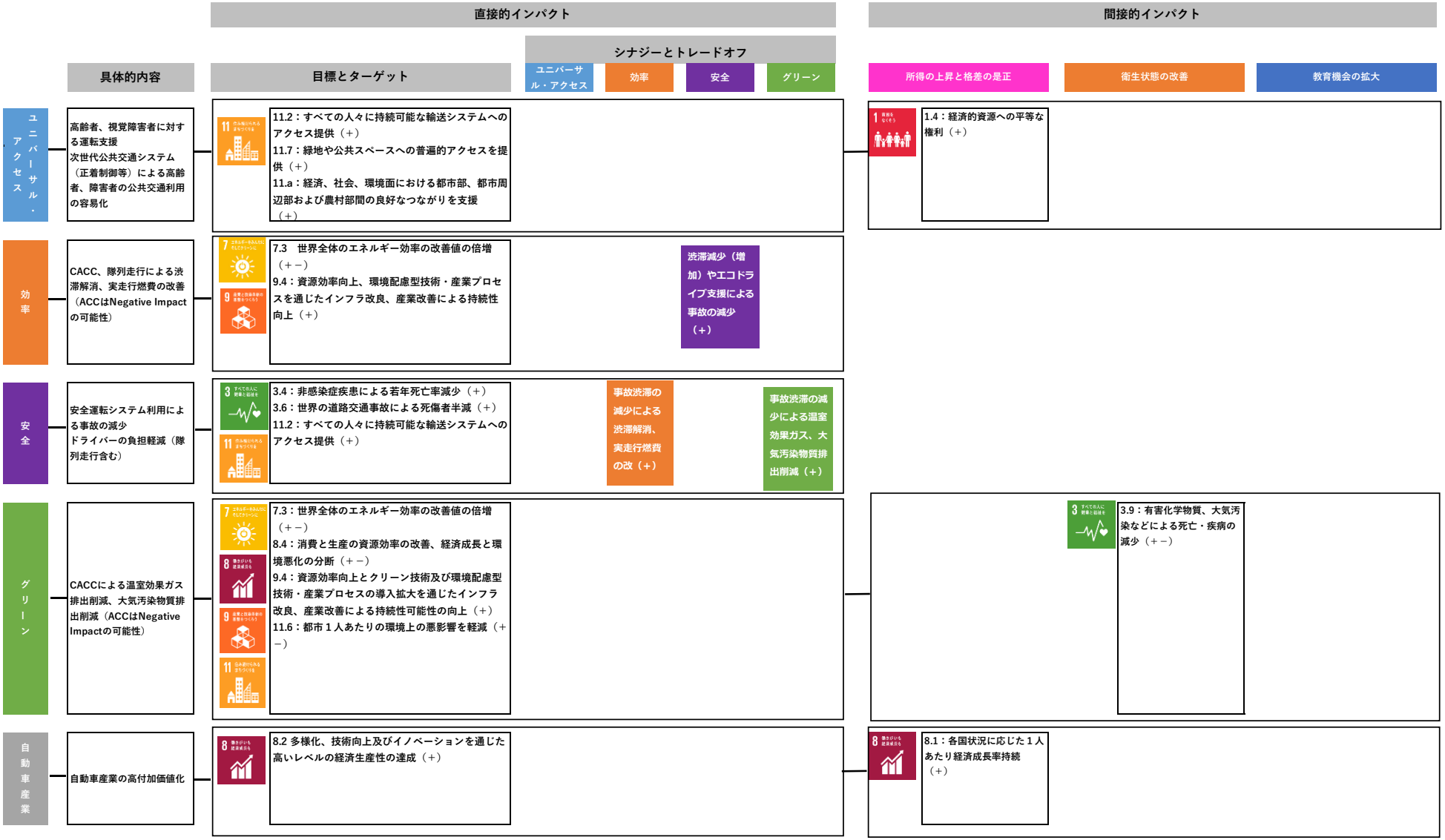
持続可能なモビリティの「効率」に関連する自動運転の機能としては、CACC（Cooperative Adaptive Cruise Control）や隊列走行による渋滞解消や実走行燃費の改善が挙げられる。これは SDGs の目標 7 や 9 の実現に直接的に寄与する。ただし、ACC（Adaptive Cruise Control）については、車間距離が長い場合、普及がむしろ渋滞を引き起こす可能性も指摘されており（たとえば金沢等, 2012）、その場合は、目標 7 にはネガティブなインパクトをもたらすことになる。さらに、「安全」にはシナジーを与える。すなわち、渋滞が減少すればそれに応じて事故も減少するからである。加えて、自動運転機能によるアクセル制御などのエコドライブ支援は直接的に車両単体の実燃費改善に貢献するであろう。

持続可能なモビリティの「安全」に関連する自動運転の機能としては、運転支援システムによる事故回避機能、ACC、CACC、隊列走行によるドライバーの負担軽減が挙げられる。事故回避機能の効果は自動運転車両のみならず、回避を通じて、非自動運転車両や歩行者、自転車等の安全性向上にも寄与する。これらは、SDGs の目標 3 と 11 の実現に寄与する（コラム 1 参照）。そして、交通事故の減少は、渋滞の解消や実走行燃費の向上、温室効果ガス・大気汚染物質の排出削減につながり、持続可能性なモビリティの「効率」と「グリーン」の 2 つの領域の改善に貢献することになる。

持続可能なモビリティの「グリーン」に関連する機能としては、CACC による温室効果ガス排出削減、大気汚染物質排出削減が挙げられる（コラム 2 参照）。これは SDGs の目標 7、8、9、11

の実現に直接的に寄与する。そして、特に、大気汚染物質排出削減は、間接的インパクトして、健康被害を削減し、目標 3 のターゲット 3.9 の実現に貢献する。

最後に、自動車産業にとっては、SAE レベル 1 や 2 の自動運転の普及は、自動車産業の高付加価値化に寄与し、間接的には、経済成長要因となって、SDGs8 のターゲット 8.1 の実現に貢献する。



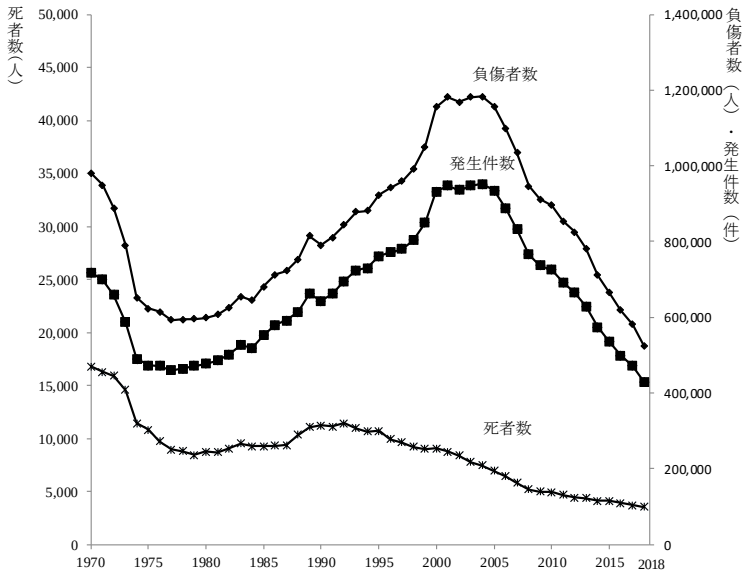
注: SDGs のターゲットに付した（＋）はポジティブ・インパクト、（－）はネガティブ・インパクトの可能性を意味する。また、（＋－）は、ポジティブ・インパクトとネガティブ・インパクトの両方の可能性があることを示す。SDGs の各ターゲットの概要記述は、外務省による仮訳文章を短縮したもの。（以下の図も同様）

図 2.3-1　短期的インパクト

コラム 1：日本と世界の交通事故の実態

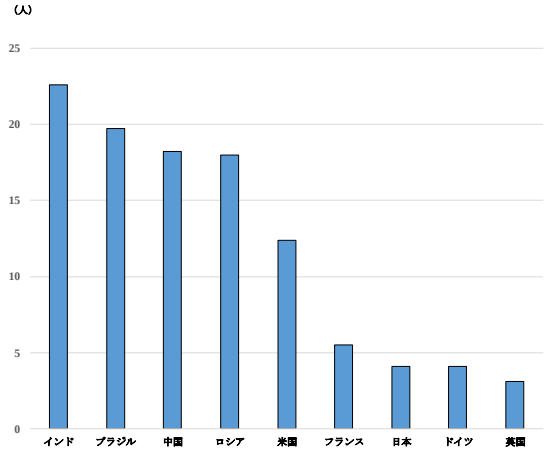
日本の交通事故による死者数のピークは 1970 年の 16,765 人であり、交通事故発生件数と負傷者数のピークでは、それぞれ、2004 年の 952,720 件、1,183,617 人である。一方、2018 年の事故発生件数、死傷者数、負傷者数は、それぞれ、430,601 件、3,532 人、525,846 人であり、いずれも 2004 年水準から 50%以上減少している。（図 2.3-2）

一方、世界に目を転じると、WTO(2018a)によれば、現在，世界で毎年 135 万人が死亡し、約 5,000 万人が負傷している。WTO(2018a)の推計による主要国の人口 10 万人あたりの交通事故死者数（2016 年）をみると、インド、ブラジル、中国、ロシアの人口 10 万人あたりの交通事故死者数は、それぞれ、日本の 5.5 倍、4.8 倍、4.4 倍、4.4 倍の水準にある。（図 2.3-3）



注 1 : 1959 年までは，軽微な被害事故（８日未満の負傷，２万円以下の物的損害）は含まない.
注 2 : 1965 年までの件数は，物損事故を含む.
注 3 : 1971 年までは，沖縄県を含まない.
注 4 : 「死亡」とは，交通事故の発生から，24 時間以内に死亡した場合をいう
出所：警察庁「平成 30 年中の交通事故死者数について」より作成

図 2.3-2　日本の交通事故発生件数，死者数，負傷者数の推移



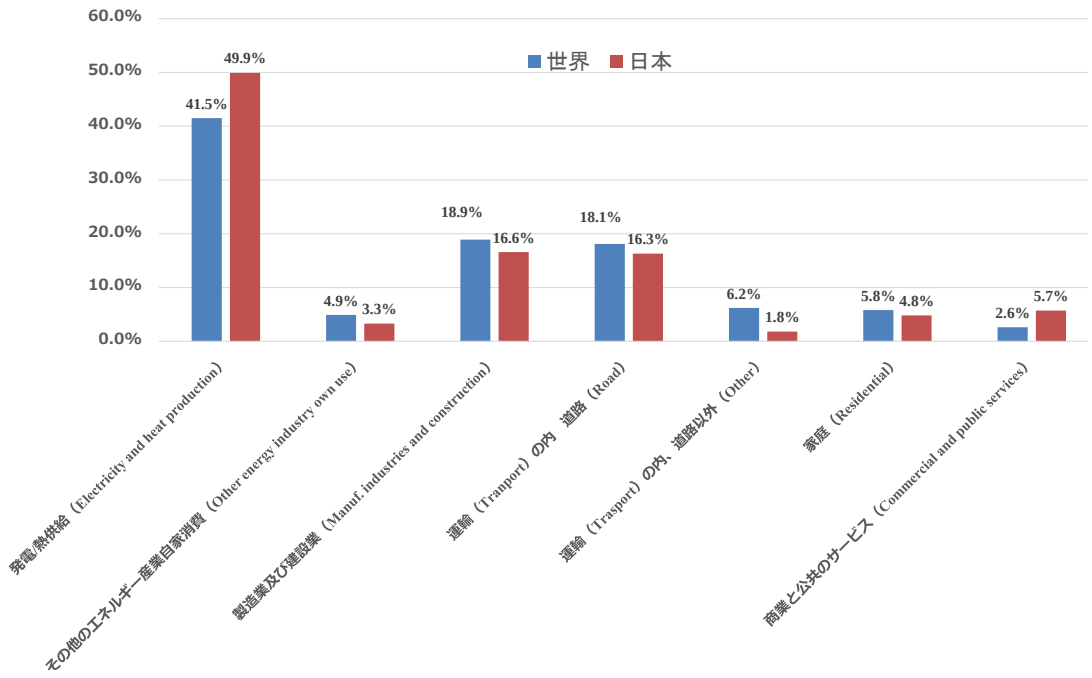
出所: WHO, Global Status Report on Road Safety 2018 より作成

図 2.3-3　主要国における人口 10 万人あたりの道路交通事故死者数推計値（2016 年）

コラム 2：温室効果ガス排出と大気汚染の実態

IEA(2018)によれば、世界全体のエネルギー起源の CO2 排出量の 18.1%が、道路運輸からのものである。日本では、この比率は、これより少なく、16.3%となっている。(図 2.3-4)

一方、大気汚染物質は、自動車等の移動発生源だけではなく工場などの固定発生源からも排出されているが、WHO(2018b)によれば、2016 年には世界で 420 万人が大気汚染により早死にしている、としている。



出所: IEA, CO2　Emissions from Fuel Combustion, 2018 より作成

図 2.3-4　CO2 排出量（エネルギー起源）のセクター別構成（2016 年）

2.3.2 長期的インパクト

(1) 移動・物流サービス

図 2.3-5 は移動・物流サービスを対象に、長期的インパクトを整理したものである。

まず、持続可能性なモビリティの「ユニバーサル・アクセス」に関連する自動運転の機能としては、過疎地／地方での SAE レベル 4 以上を用いた無人運転公共交通の提供が挙げられる。この機能は、採算性が低く路線の廃止が続いている地方のバス路線を補完、拡充するものとなり、SDGs 目標 11 の実現に直接的に寄与する。そして、それは、短期的インパクトと同様に、間接的に SDGs 目標 1、特にターゲット 1.4 の実現に寄与する。また、過疎地／地方の住民の教育機会を拡大し、SDGs 目標 4 に貢献することになる。さらに、この自動運転を利用することによって、新しいビジネスの創出が期待され、SDGs 目標 8、特にターゲット 8.3 の実現に寄与する。この「ユニバーサル・アクセス」領域の高度化は、「安全」領域や「グリーン」領域にもシナジー効果を与える。公共交通機関の利用促進によって移動の効率性が向上すると同時に移動コストが削減され、また、その結果として、温室効果ガスが削減されるからである。

持続可能性なモビリティの「効率」領域に関連する機能としては、無人運転公共交通の提供、無人トラックを含む効率的な物流システムの構築が挙げられる。これらは、将来、さらに深刻化すると予想されているドライバー不足への解決策となるとともに、SDGs の目標 7 や 9 の実現に直接的に寄与する（コラム 3 参照）。そして、この「効率性」の上昇は、バスやトラックからの温室効果ガス、大気汚染物質排出削減の削減という「グリーン」領域へのシナジーを有する。一方、このような高度な自動運転システムを国全体で運用するためには、インフラと車両のシステム協調が不可欠となる。災害の多い我が国で突発事象に対しシステムが脆弱ならば、社会のレジリエンスを低下させることになりターゲット 11.5 や 13.1 に対してはネガティブなインパクトを及ぼす可能性がある。間接的には、SDGs ターゲット 8.5 に、ポジティブな効果とネガティブな効果の両面の影響が考えられる。何故ならば、無人運転の拡大は、ドライバーにとっては負担軽減となる一方で、ドライバーの自動運転代替が進み、一時的には失業という問題を引き起こす可能性があるからである。

無人運転公共交通の提供、無人トラックは、持続可能性なモビリティの「安全」領域をさらに高度化し、SDGs の目標 3 と 11 に寄与する。そして、これは、「効率」、「グリーン」領域にシナジー効果を有する。何故ならば、事故渋滞の減少によって、渋滞の削減、実走行燃費の向上、温室効果ガス・大気汚染物質の排出削減がもたらされるからである。

無人運転公共交通の提供、無人トラックを含む効率的な物流システムの構築は、持続可能なモビリティの「グリーン」領域の改善に寄与する。自動化によって交通流が円滑化し、温室効果ガス・大気汚染物質の排出が削減されるからである。これは、SDGs の目標 7、8、9、11 の実現に寄与する。そして、特に、大気汚染物質排出削減は、人間の健康被害を削減することを通じて、間接的に目標 3 のターゲット 3.9 の実現に寄与する。現在、ドライバー不足に起因し、特に長距離のトラック輸送をフェリーに代替する動きも見られる。自動運転化によりドライバー不足が解消された場合、フェリー輸送が陸上輸送に戻る可能性もあるが、物流におけるトン km あたりの温室効果ガス排出量は、船舶は自動車よりも大幅に少ない。自動運転トラックとフェリー等の複数交通モードの組み合わせにより、物流システムの最適化がさらに高度化する場合には、海上輸送

の促進により温室効果ガスが抑制されるとともに、陸上輸送の交通量が減少し、渋滞解消にも寄与する可能性がある。

最後に、自動車産業にとっては、SAE レベル 3 以上の自動運転の普及は、自動車産業の高付加価値化に寄与し、自動運転の移動・物流サービスでの活用による経済全体の全要素生産性上昇と相まって、一国全体の経済生産性の上昇をもたらす。そして、それは間接的に、SDGs8 ターゲット 8.1 の実現に寄与する。

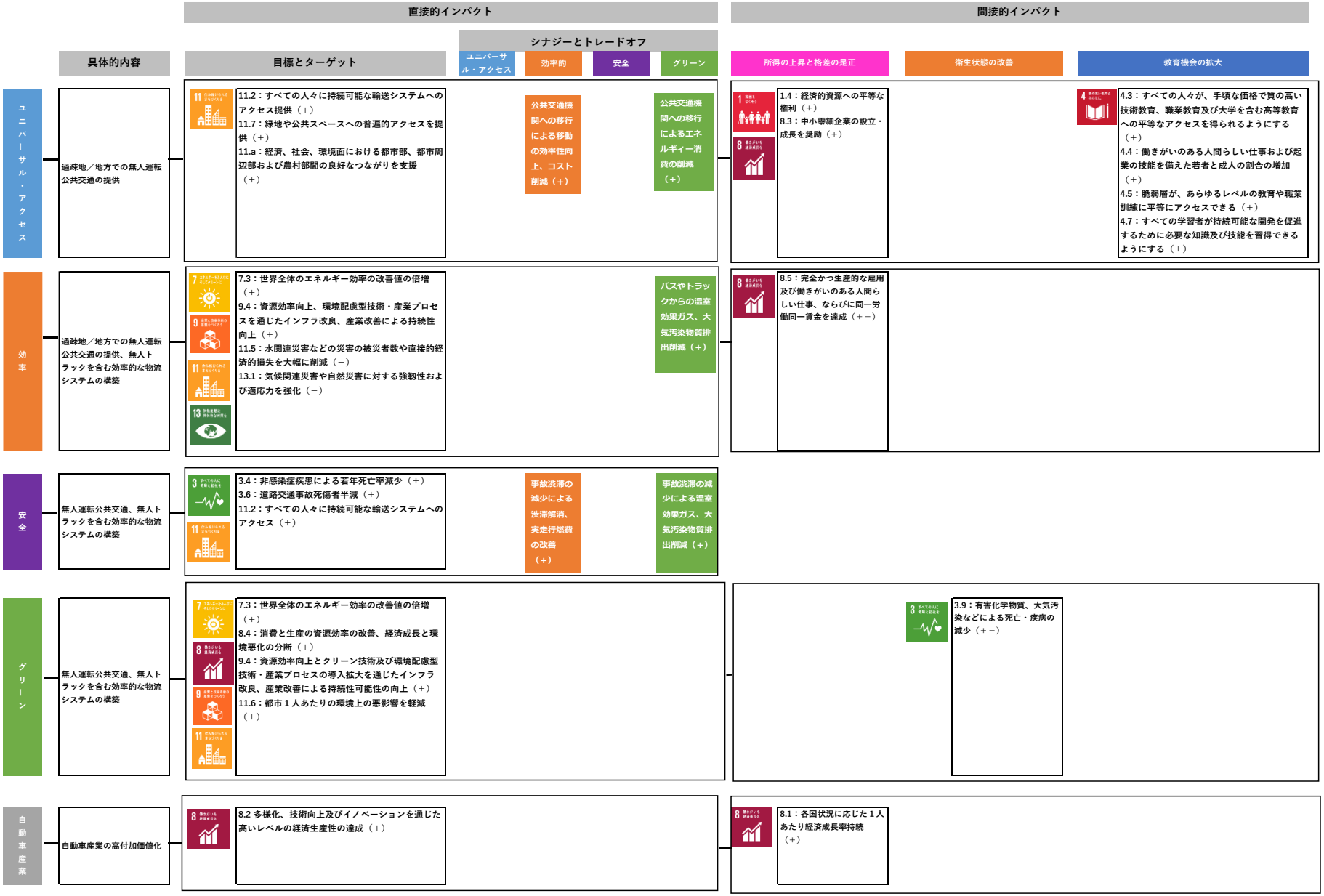
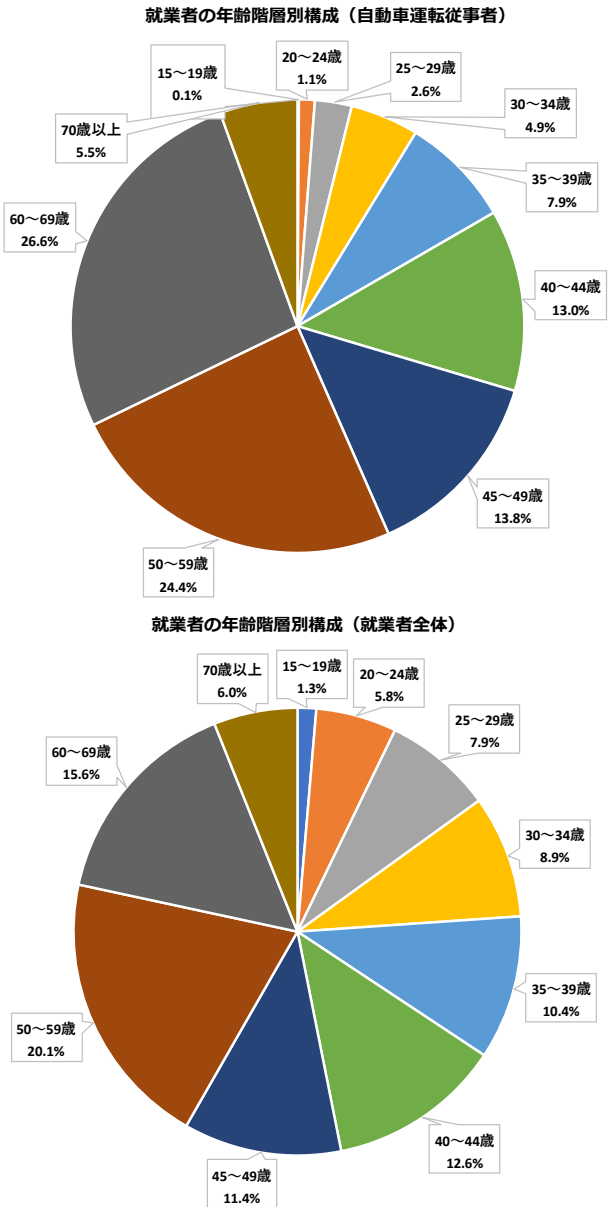


図 2.3-5　長期的インパクト（物流・移動サービス）

コラム 3：ドライバー不足の実態

日本で、50 歳以上の就業者は就業者全体の 41.7%であるが、自動車運転従事者では、この割合が 56.6%に及んでいる。このため、現役ドライバーがここ 10 年程度に大量に引退し、ドライバーが大幅に不足すると予測されている。（図 2.3-6）



出所：平成27年国勢調査結果(e-Stat)「就業の状態（４区分)、職業（中分類)、年齢（５歳階級)、男女別15歳以上就業者数（総数及び雇用者)」を用いて筆者作成

図 2.3-6　就業者の年齢階層別構成

(2) オーナーカー（自己所有）

図 2.3-7 はオーナーカーを対象に、長期的インパクトを整理したものである。

まず、持続可能性なモビリティの「ユニバーサル・アクセス」領域については、レベル 4 以上で運転免許が必要ない場合も想定すると、子供を含め、すべての生活者のアクセス範囲は格段に向上し、SDGs 目標 11 の実現に直接的に寄与する。ただし、自己所有の自動運転は、比較的に裕福な消費者に所有されることを想定すると、それは、間接的に、非所有者との居住地の棲み分けをもたらすとの指摘もあり（たとえば Karner and Stepniak, 2018）、この場合、SDGs 目標 10、特にターゲット 10.2 のネガティブな影響を与える可能性がある。次に、移動・物流サービスと同様に、自動運転が、他のインフラなどと高度に連結され、システムが脆弱ならば、社会のレジリエンスを低下させ、ターゲット 11.5 や 13.1 に対してはネガティブなインパクトを及ぼすことになる。

この「ユニバーサル・アクセス」領域の高度化は、「効率」、「安全」、「グリーン」領域とはトレードオフの関係にあり、これら領域にネガティブなインパクトをもたらす可能性がある。なぜなら、ドライバーの運転からの解放によって、自動車交通の時間価値が低下し、自動車交通へのモーダル・シフトと、都市のスプロールが生じる可能性があり、これは、エネルギー消費と渋滞を増加させ、また、道路インフラなどへの財政需要を増加させることになるからである。そして、これらは、温室効果ガスと大気汚染物質排出の増加につながる。さらに、渋滞は、交通事故を増加させる要因となる。こうしたネガティブの影響を制御するためには、これらの外部費用を自動運転利用者が負担する社会的な仕組みの導入が必要となろう。

持続可能性なモビリティの「効率」領域に関連する機能としては、自動化による交通流の円滑化によって SDGs の目標 7 や 9 の実現に直接的に寄与する。そして、この「効率性」の上昇は、温室効果ガス、大気汚染物質排出削減の削減という「グリーン」領域へのシナジーを有する。さらに、ドライバーの運転からの解放は、通勤時間を勤務時間に変換できる可能性を意味し、これが実現できれば、SDGs 8（特にターゲット 8.5）に寄与することになる。

持続可能性なモビリティの「安全」領域に関連する機能としては、自動化によるヒューマンエラーのさらなる減少が考えられ、これは、SDGs の目標 3 と 11 の実現に直接的に寄与する。そして、これは、短期的インパクトと同様に、「効率」、「グリーン」領域にシナジー効果を有する。

交通流の円滑化は、持続可能性なモビリティの「グリーン」領域の改善に寄与する。交通流の円滑化によって、温室効果ガス・大気汚染物質の排出が削減されるからである。これは、SDGs の目標 7、8、9、11 の実現に寄与する。そして、特に、大気汚染物質排出削減は、間接的インパクトして、健康被害を削減することを通じて、目標 3 のターゲット 3.9 の実現に寄与する。

最後に、自動車産業にとっては、SAE レベル 3 以上の自動運転の普及は、自動車産業の高付加価値化に寄与し、経済生産性の上昇をもたらす、それは間接的に、SDGs8 ターゲット 8.1 の実現に寄与する。

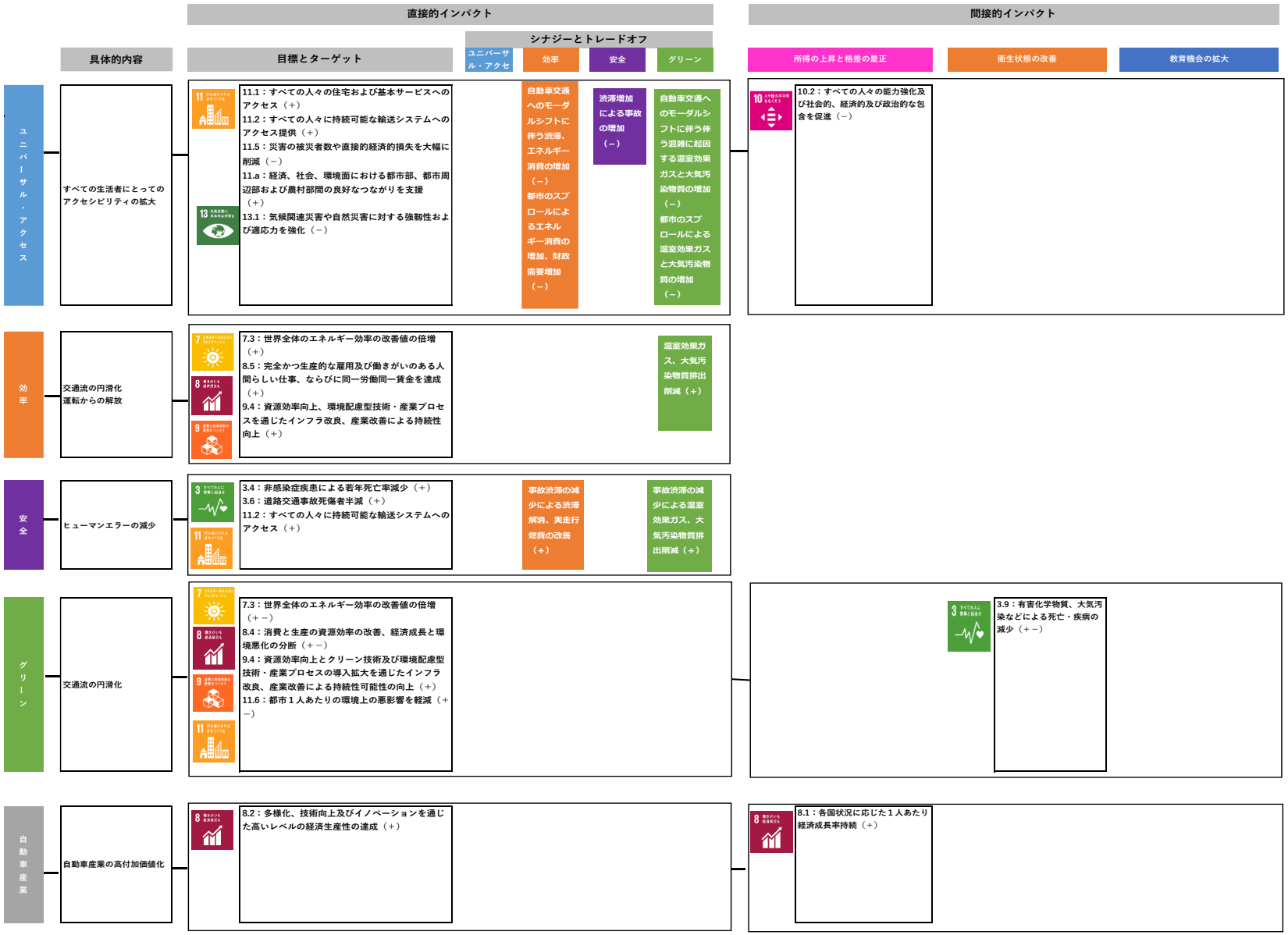


図 2.3-7　長期的インパクト（オーナーカー、自己所有）

(3) シェアード・モビリティ

図 2.3-8 は、現在のオーナーカーがシェアード・モビリティに変化した場合に関し、長期的インパクトを整理したものである。

まず、持続可能性なモビリティの「ユニバーサル・アクセス」領域については、都市部で安価なシェアード・モビリティが利用可能になれば、すべての生活者の都市内施設へのアクセスは格段に向上し、SDGs 目標 11 の実現に直接的に寄与する。ただし、シェアード・モビリティが、他のインフラなどと高度に連結される等により、災害時に自動運転が稼働できないような状況となれば、災害発生時の人々の避難の妨げになり、目標 11.5 や 13.1 に対してネガティブなインパクトを及ぼす点は、自己所有の場合と同様である。この「ユニバーサル・アクセス」領域の高度化は、「効率」、「安全」、「グリーン」領域とはシナジーとトレードオフの両面の関係を持つ。都市内のシェアード・モビリティが発達すれば、都市内の駐車場は他の用途に変換され、また、人々は、シェアード・モビリティの待ち時間を減らすために都市の中心部に移動する。よって、都市は、コンパト化し、エネルギー消費や財政面での「効率」改善をもたらす。一方で、シェアード・モビリティは、都市内交通の自動車交通へのモーダル・シフトを発生させ、これが混雑を引き起こし、「効率」、「安全」、「環境」領域にネガティブなインパクトをもたらす可能性がある。これらのネガティブな影響を緩和するためには、外部費用を利用者に負担させる仕組や、MaaS 等の情報基盤を用いたシェアード・モビリティと公共交通の接続性の向上などが求められる。

持続可能性なモビリティの「効率」領域に関連する機能としては、共有による輸送密度の向上や自動化による交通流の円滑化によって SDGs の目標 7 や 9 の実現に直接的に寄与する。そして、この「効率性」の上昇は、温室効果ガス、大気汚染物質排出削減の削減という「グリーン」領域へのシナジーを有する。

持続可能性なモビリティの「安全」領域に関連する機能としては、自己所有の場合と同様に、自動化によるヒューマンエラーのさらなる減少が考えられ、これは、SDGs の目標 3 と 11 の実現に直接的に寄与する。そして、これは、短期的インパクトと同様に、「効率」、「グリーン」領域にシナジー効果を有する。

輸送密度の向上と、交通流の円滑化は、持続可能性なモビリティの「グリーン」領域の改善に寄与する。温室効果ガス・大気汚染物質の排出が削減されるからである。これは、SDGs の目標 7、8、9、11 の実現に寄与する。そして、特に、大気汚染物質排出削減は、間接的インパクトして、健康被害を削減することを通じて、目標 3 のターゲット 3.9 の実現に寄与する。

最後に、自動車産業にとっては、高付加価値化を通じて SDGs ターゲット 8.2 に寄与する点は自己所有の場合と同様であるが、自己所有とは異なる影響を有する。シェアード・モビリティは、自動車の販売台数を減少させる可能性があるからである。自動車生産の減少は、天然資源の効率的利用、経済成長と環境悪化の分断という意味ではポジティブな影響を与え、SDGs ターゲット 8.4 や SDGs 目標 9、12 の実現に寄与することになろう。一方、日本においては、自動車産業は、他産業部門への大きな影響を与える産業であり（コラム 5 参照）、構造転換が遅れた場合、自動車販売量の減少は、SDGs ターゲット 8.1 にネガティブなインパクトを与えるであろう。そして、これは、間接的に、SDGs ターゲット 8.5 にもネガティブなインパクトを与える。

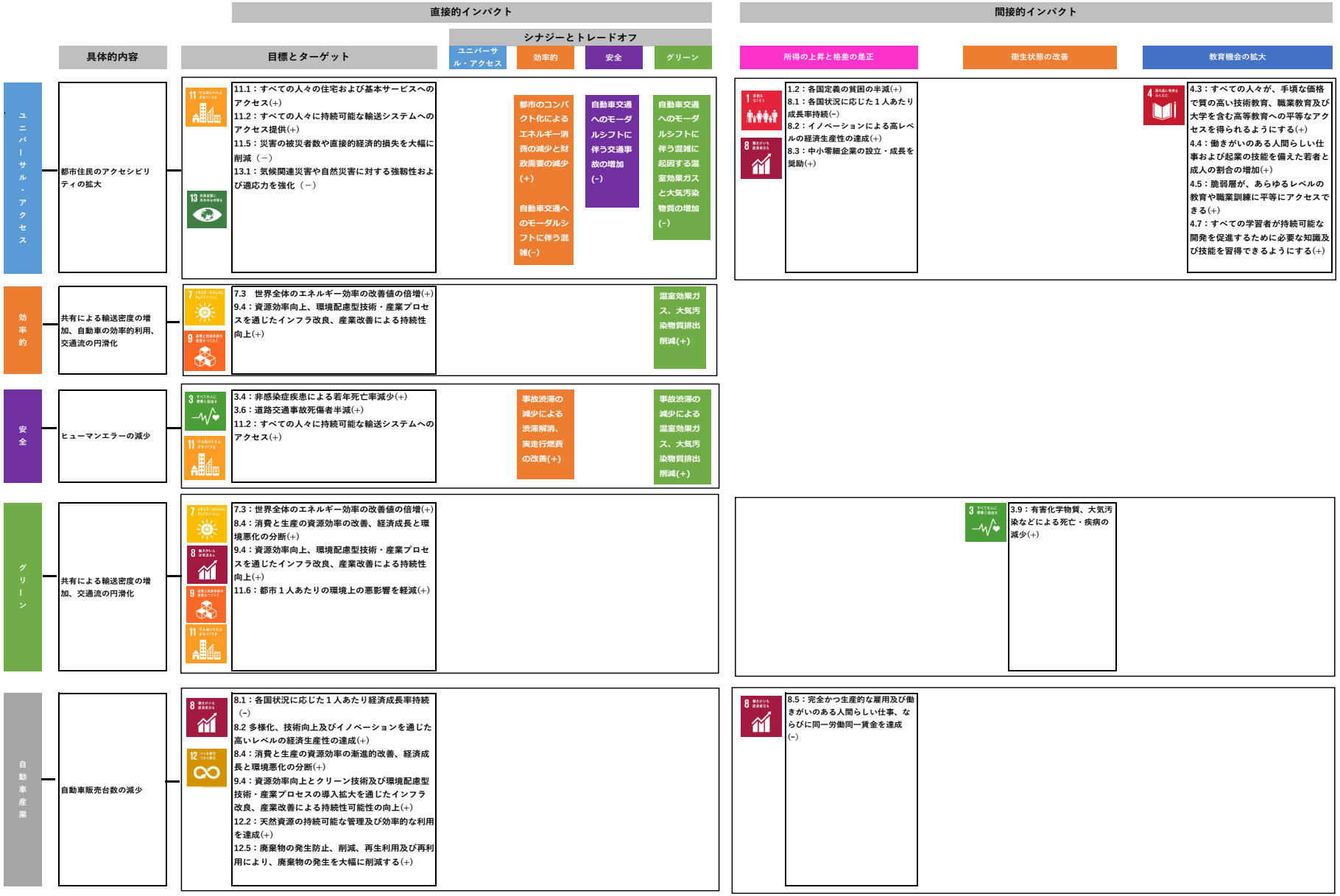
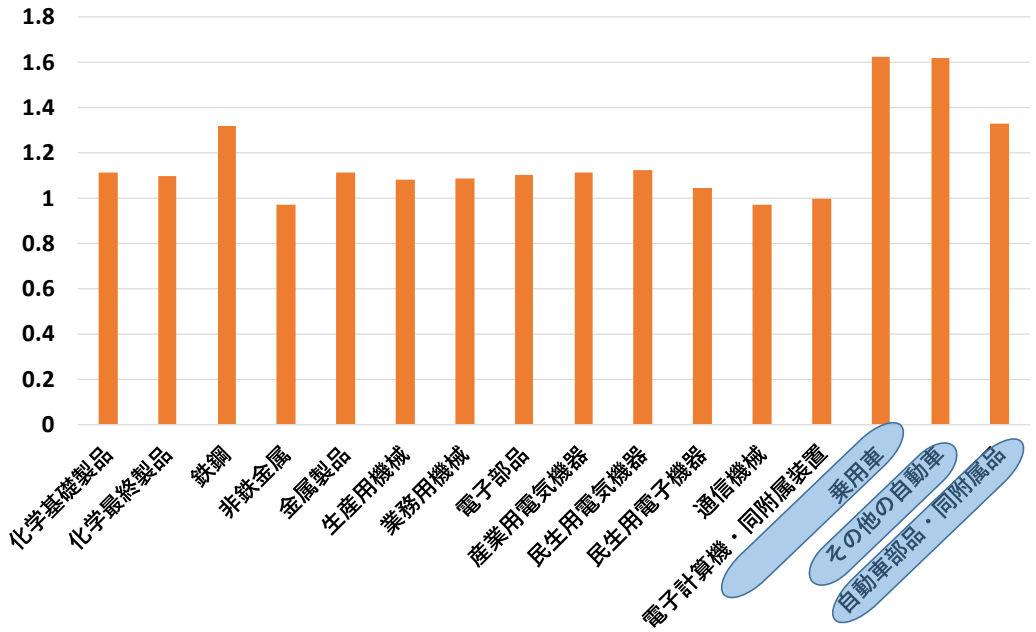


図 2.3-8　長期的インパクト（シェアード・モビリティ）

コラム 5：自動車産業の影響力係数

ある産業の最終需要 1 単位によって引き起こされる産業全体に対する生産波及の大きさを表す指数として影響力係数（第 1 種）と呼ばれる係数がある。図 2.3-9 は、日本における各部門の影響力係数を示したものであるが、「乗用車」、「その他自動車」、「自動車部品・同付属品」は、産業全体で影響度係数の高い上位 3 部門となっている。自動車の需要の変化は、日本経済全体に大きな影響を及ぼすことが分かる。



注: 経済産業省「2014 年延長産業連関表」から作成
出所: Miyoshi and Kii　(2017)の p. 8 の図に変更を加えて作成

図 2.3-9　影響度係数（第 1 種）の部門間比較

2.4 自動運転の普及の方向性の展望

ここでは、以上の検討結果を踏まえ、「SDGs に貢献する自動運転」という観点から、今後の自動運転の普及の方向性を展望する。

2.4.1 ネガティブ・インパクトへの対応

上述したように、直接的インパクトとそのシナジー効果、さらには間接的インパクトを通して、自動運転は、広範な範囲で SDGs の目標・ターゲットに寄与することになる。しかしながら、一方で、いくつかのネガティブ・インパクトやトレードオフが生ずる可能性があることにも言及した。特に、長期的インパクトにおける以下の 2 つのネガティブ・インパクトやトレードオフには、留意する必要がある。

1)　システムが脆弱なまま、自動運転車が他のインフラなどと高度に連結されれば、災害時の社

会のレジリエンスが低下し、目標 11 や 13 に対してネガティブなインパクトを及ぼす。

2) 自動運転乗用車が自己所有された場合、自動車交通へのモーダル・シフトと、都市のスプロールが生じる可能性がある。これは、エネルギー消費と渋滞を増加させ、また、道路インフラなどへの財政需要を増加させる。一方で、シェアード・モビリティが普及した場合も、都市内交通の自動車交通へのモーダル・シフトを発生させ、これが混雑を引き起こす。これらは、目標 3、7、8、9、11 にネガティブなインパクトを及ぼす。

1）を回避するためには、自動運転の車両技術だけではなく、自動運転車両のマネジメント技術の開発を推進することが重要となる。また、2）のネガティブな影響を緩和するためには、外部不経済を利用者に適切に負担させる経済的な仕組の導入や、自動車への過度のモーダル・シフトを抑制するために、自動運転自動車と他の交通モードとの接続性を向上させる等の取り組みが求められる。

さらに、移動・物流サービスで述べた無人運転公共交通の提供による SDGs の目標 11 への貢献については、現状のままでの実効性を疑問視する意見もある。生活者が求めているのは「ドアツードアの個別輸送」であるが、日本の細かい街路ではそこまでを実現するのは難しい。これに加え、自動運転車両が高価になることを考えると、そうした個別輸送を実現することは採算的に難しいとの観点である。無人運転公共交通を実現するためには、生活者の移住を含めた需要集約の取り組みを併せて検討する必要があろう。

2.4.2 地域の視点の必要性

本報告書では、日本などの先進国について、一国全体を念頭に置いて、自動運転が SDGs の目標・ターゲットに及ぼす短期と長期のインパクトを検討した。しかしながら、社会インフラの中でのモビリティと各交通モードの役割は、地域によって異なり、本来は、それを考慮しながら地域レベルから自動運転の普及と SDGs への貢献を考えていく必要がある。SDGs には数多くのシナジーとトレードオフが存在することが指摘されており、一国全体の SDGs 実現に向けた政策と、地域の SDGs 実現に向けた政策は整合的でなければならない。自動運転に関する政策についてもこうした点に対する配慮が必要である。

2.5 2050 年に向けて

以上、本報告書では、自動運転と SDGs との関連性を、直接的インパクと間接的インパクト、長期的インパクトと短期的インパクトに分けて整理したうえで、SDGs に貢献する自動運転という観点から、自動運転の普及の方向性を取りまとめた。

上述したように、本報告書の短期的インパクトは、2030 年には、ほぼ、効果が顕在化していると予想されるが、長期的インパクトについては、自動運転の普及スピードを考えると、SDGs の達成目標年である 2030 年段階で効果を期待することはできず、それが顕在化するのは 2050 年頃になると推測される。

一方、そもそも、SDGs の 2030 年達成は難しいとの考えから、2050 年の世界を論ずる動きがで

ている。国際応用システム分析研究所（IIASA）が、2015 年 3 月に、持続可能な開発ソリューション・ネットワーク（SDSN）、ストックホルム・レジリエンス・センター（SRC）、等と連携して立ち上げた「The World in 2050（TWI2050）」イニシアチブは、SDGs の目標間のシナジーとトレードオフに配慮しながら、これらを統合的に解決し、長期的な持続可能性を達成するためのパスを検討、この結果、表 2.5-1 の 6 分野の構造的変換が必要としている (TWI2050, 2018)。自動運転は、この中の、特に、スマート・シティ並びにデジタル革命領域に大きく寄与することになろう。

表 2.5-1 主要な 6 つの構造転換：方向転換を緊急に必要とする 6 つの領域

1） 人的能力と人口（Human capacity and demography）
2） 生産と消費（Consumption and production）
3） 脱炭素化とエネルギー（Decarbonization & energy）
4） 食物、生物圏並びに水（Food, biosphere & water）
5） スマート・シティ（Smart cities）
6） デジタル革命（Digital revolution）

出所: TWI2050 (2018)

参考文献

1） Alex Karner and Marcin Stepniak, Exploratory Topic 2: Places Where People Live, Work , and Play in National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, So*cioeconomic Impacts of Automated and Connected Vehicles.* Washington, DC: The National Academies Press. https://www.nap.edu/read/25359/chapter/3#11, （閲覧日：2019 年 4 月 25 日）

2） Hiroaki Miyoshi and Masanobu Kii（2017）, Macro Impact of Autonomous vehicles, Special Interest Session, ITS World Congress 2017, Montreal, https://www.sip-adus.go.jp/conference/its2017/file/conf_its2017_sis51.pdf, （閲覧日：2021 年 5 月 31 日）

3） IEA (2018): CO2 Emissions from Fuel Combustion (Highlights) 2018.

4） Sustainable Mobility for All (2017) : Global Mobility Report 2017 https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2643Global_Mobility_Report_2017.pdf, （閲覧日：2019 年 6 月 5 日）

5） TWI2050 (2018) : Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals https://www.iiasa.ac.at/web/home/research/twi/TWI2050_Report_web-small-071018.pdf （閲覧日：2019 年 6 月 6 日）

6） WHO (2018a): Global Status Report on Road Safety 2018 https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/English-Summary-GSRRS2018.pdf , （閲覧日：2019 年 8 月 17 日）

7） WHO (2018b): Ambient (outdoor) air quality and health (Updated May 2018). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health , （閲覧日：2019 年 6 月 6 日）

8） 金澤文彦・坂井康一他：高速道路サグ部における ACC 車両との路車間連携による交通円滑化，第 32 回交通工学研究発表会論文集，2013.2

第3章　自動運転車の普及シミュレーション

3.1 目的

本研究項目では、「自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」で実施する各種インパクト・アセスメントのための共通データとして利用することを目的に、自動運転車の保有台数や走行量を設定する。その際、以下のような要素が自動運転車の普及に及ぼす影響を評価し得るシステムを構築した（図 3.1-1）。

- 自動運転車に対する政策措置（経済的インセンティブ設定、自動運転デバイスの搭載義務化、保持要件緩和免許の導入など）
- OEM の市場投入策（市場投入時期、価格）
- シェアサービスのサービス水準（利用価格、待ち時間）
- 社会的受容性

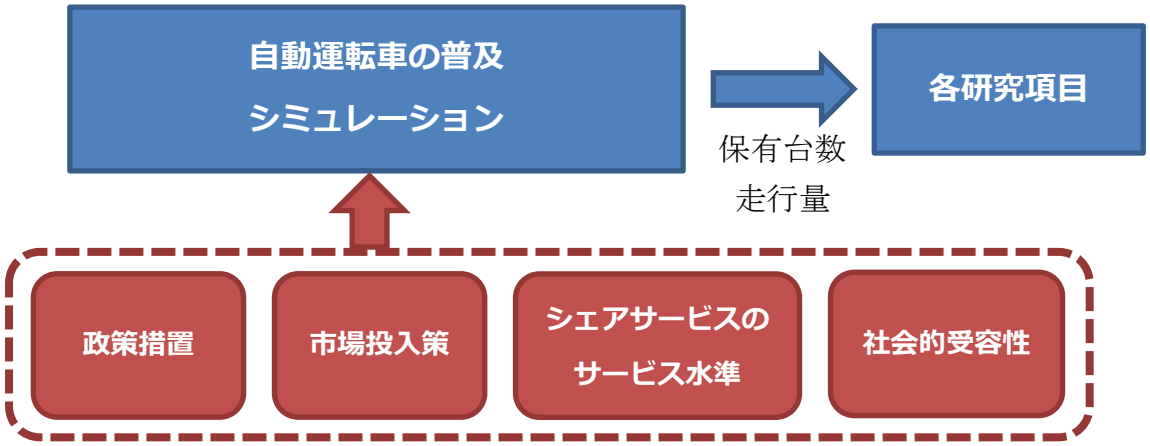


図 3.1-1　自動運転車の普及シミュレーションの目的

3.2 先行研究のサーベイ

自動運転車の普及シミュレーションモデルを構築するにあたり、自動運転車の普及に関連する以下の 5 項目をついて先行研究をサーベイした。

(1) 自動運転車の費用、市場化時期
(2) 自動運転車の普及
(3) 自動運転車の共有
(4) 自動運転車の普及に伴う走行量の変化
(5) 自動運転車の普及に関連する施策

(1) 自動運転車の費用、市場化時期

自動運転車には様々なセンサーや制御装置が必要とされ、自動車の価格を押し上げることになる。Litman (2018)は、自動運転のためのコンピュータシステムの他にも、保守運用費用なども必要となり、より高価になると指摘している（表 3.2-1）。また、Zmud et al. (2015)は、単に技術的な部品コスト以外に、安全性に関する技術が社会的に受け入れられることを確認するテストの費用も必要であり、このコストは施策によって大きく変化すると述べている。

表 3.2-1 自動運転車のコスト

文献	追加コスト	備考
Litman (2018)	電子機器:5,000 ドル以上 サービス費用： 200～600 ドル/年	電気自動車の場合は道路使用料も追加となる可能性がある。 最終的には 走行距離当たりの全コストは 0.6～1.0 ドル/ マイルほどになる。

自動運転車の市場化時期については、ERTRAC（European Road Transport Research Advisory Council.）を参照する研究が多い。Alankus (2012)は、自動運転車に関する特許出願のデータを元に、将来の特許出願数がどのようなS字カーブを描くのかを推定し、完全自動運転車に関する技術の飽和段階が 2030 年代前後に始まると予測し、2040 年以降が市場化のあり得る時期と考えている。

(2) 自動運転車の普及

新車中の自動運転車の割合は、既存の自動車技術と同様に高まってゆくと考える研究も多く、Trommer et al. (2016)はオートクルーズコントロール（ACC）の普及の実績と同様にレベル4、レベル5の自動運転車も普及すると推定している。

しかし、完全自動運転車のように従来と使い方が全く異なってしまうような技術の場合、従来の新技術のように単純に新車の中に普及していかない可能性を指摘する研究もある（Grush (2016)、髙橋・鎌田 (2016)）。

(3) 自動運転車の共有

タクシーなど移動サービスでは、運転手の人件費が大きなコストとなっているが、自動運転車の導入により大幅にコストを削減することが可能となる。自動運転車を利用したタクシーの価格の低下や利便性が十分あれば、車の保有をやめ、自動運転タクシーの利用に切り替える人も出てくると考えられる。そこで、自動運転タクシー、または自動運転車の共有に関する文献を調査した。

完全自動運転車を利用した自動運転タクシーについては多くの研究が行われ、自動運転タクシーのコストについて評価が行われている。それを表 3.2-2 にまとめた。Litman (2018)以外の研究では、人件費の削減により大幅にコストが下がり、個人で車を保有するよりも安価になるとしている。Kok et al. (2017)は人件費の削減以外に、自動運転車の総走行距離が長くなることもコスト削減に寄与すると考えている。一方、Litman (2018)はサービスとして提供するための様々な追加費用（車のクリーニングなど）のため、個人所有の車よりも安価にならない可能性があると指摘している。

表 3.2-2 自動運転タクシーのコスト比較

文献	コスト（ドル/マイル）
Kok et al. (2017)	0.068～0.245
髙橋・鎌田 (2016)	0.23(注 1)
Litman (2018)	0.9 (AV Taxi) 0.3 (AV rideshare)(注 2)

注 1: 16 円/km から 1 ドル=110 円で換算
注 2: Exhibit 6 より読取

自動運転タクシーについては、そのコストだけでなく、待ち時間もその普及に影響を及ぼすと考えられるため、シミュレーションを使った研究も多く行われている。それらを表 3.2-3 にまとめた。シミュレーションでは、サービス水準を示すことで、カーシェアリング、ライドシェア成立の可能性を評価しているものが多いが、Trommer et al. (2016)や紀伊 等 (2017)の研究では、そのサービス水準が妥当なものであるかどうかも含めて、評価を行っている。

表 3.2-3 共有する自動運転車のシミュレーションの比較

文献	対象都市	トリップの発生	交通手段	その他
Sivak and Schoettle (2015b)	―	パーソントリップ	カーシェアリング	家庭内でのシェアリングの可能性を評価
東 等 (2018)	仮想都市	パーソントリップ	ライドシェア	都市構造によるライドシェアへの影響を評価
香月等 (2017)	茨城県南地域	パーソントリップ	ライドシェア	ライドシェアの可能性の評価
上条 (2019)	沼田市と利根郡周辺	パーソントリップ	自動車、鉄道、徒歩、自転車、カーシェアリング、ライドシェア	
Trommer et al. (2016)	―	パーソントリップ	自動車、公共交通機関、カーシェアリング、ライドシェア	カーシェアリング、ライドシェアの事業者の収益を評価
紀伊 等 (2017)	仮想都市	一様	カーシェアリング	カーシェアリング台数を最適化

(4) 自動運転車の普及に伴う走行量の変化

自動運転車の導入による走行量の変化は、共有される自動運転車でのライドシェアによる走行量の減少、回送などに伴う走行量の増加といった要因以外にも検討されている。Litman (2018)や

Kok et al. (2017)は、自動運転車の普及により、2 つの点で走行量が増加する可能性を述べている。

・運転手の疲労軽減により、長距離を車で移動するようになること

・従来車を運転できなかった人たちが車を利用できるようになる

「従来車を運転できなかった人」として、Sivak and Schoettle (2015a)は現在様々な理由で運転免許証の保有していない 18〜39 歳の若者が完全自動運転車を利用する可能性、Trommer et al. (2016)は 10 歳以上で自動運転車を利用可能になる可能性などを考慮している。

(5) 自動運転車の普及に関連する施策

Kaas et al. (2016)、Zmud et al. (2015)は、自動運転車の普及には社会的受容性が大きな影響を及ぼすと述べ、地方自治体や政府の取り組み方で普及に差が出ると考えている。

Grush (2016)や髙橋・鎌田 (2016)は、自然に自動運転車が普及することは困難なため、政策的に自動運転車を導入する可能性について述べている。

3.3 モデル構築の基本的の考え方とモデルの限界

自動運転車の普及シミュレーションの目的は、「3.1 目的」に述べたように、「シミュレーション結果を交通事故低減効果など各種インパクト・アセスメントのための共通データとして利用すること」、「自動運転車に対する政策措置や OEM の市場投入策が、自動運転車の普及率に及ぼす影響をみること」の 2 点にある。

財・サービスの普及をシミュレートする場合によく用いられるモデルは、S 字成長曲線モデルである。市場投入されていない財・サービスに対してこのモデルを適用する場合、類似の財・サービスのケースを参考にしてパラメータを設定する等の方法が採られる。自動運転車についても、いくつかの研究で S 字成長曲線モデルを使った普及予測が実施されている（e.g. Trommer et al. , 2016; Litman ,2018）が、本研究のようにいくつものレベルの自動運転が併存する状況を想定する場合、こうした方法で設定したパラメータを単純に利用するのは適切ではない。また、S 字成長曲線モデルは構造が極めて単純のため、政策措置や OEM の市場投入策が、自動運転車の普及率に及ぼす影響をシミュレーションするのには利用し難い。このため、本シミュレーションでは、いくつかの仮定を設けて、オーソドックスな考え方に準拠したモデルを組合せ、乗用車を対象として独自のモデルを構築する。

今回構築したシミュレーションモデルは、経済予測モデルで行われるように、過去のデータを用いて推定値と実際値との間に大きな乖離が生じていないかどうかをテストすることができない。また、後述するように、現実性に疑問のある前提で、将来値を計算している。このため、このシミュレーションモデルによるシミュレーション結果を、蓋然性の高い自動運転車普及の将来予測値として扱うことは不適切である。一方、「自動運転車に対する政策措置や OEM の市場投入策が、自動運転車の普及率に及ぼす影響をみる」には、有用なモデルとなる。施策有りの場合のシミュレーション値と施策なしの場合のシミュレーション値との差をとることで、現実性に疑問のある前提の影響や、推計値と（将来得られる）実際値との乖離を除去する効果があるからである。また、理論に基づいてモデル全体を構築しているため、結果の合理的な解釈も可能である。

3.4 自動運転のレベルとシミュレーションモデル

自動運転車にはいくつもの技術レベルがあり、自動運転車の利用目的によってどんなレベルの技術がどのように導入されるかというシナリオが「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議、2019 年 6 月 7 日）の「自動運転システム実現に向けたアプローチ」の中で、事業用の車に対して限定された地域であるが高い運転自動化レベルで無人運転移動サービスを目指すアプローチと、自家用車用に広い地域で徐々に自動運転のレベルを上げていくアプローチが想定されており、それぞれが目指す社会と関連付けられている。たとええば、SAE　Level　4 については、物流サービスや移動サービスではドライバー不足への対応や公共交通機関を補完する役割が期待され、オーナーカーでは高速道路での安全性や快適性の向上などが期待されている。

さて、オーナーカーにおける自動運転車の普及では、より高い技術レベルの自動運転車の実現のみならず、自動運転が可能な走行環境条件　（ODD：Operational Design Domain）の範囲の拡大が重要である。自動運転の SAE Level 1～4 は、すでに技術的な導入可能時期なども議論されているが、SAE Level 5 の自動運転車は、自動運転が可能な条件に制約がないものとされるが故に、「そもそも実現可能なのか」、「実現するとしてもいつ頃なのか」を予測することができない。

これを踏まえ、以下のシミュレーションは、市場投入時期がある程度見通せる SAE Level 4 までの自動運転車の普及を扱うシミュレーションモデルと、ドライバー不要の自動運転（SAE Level 4/5 相当）の普及を扱うシミュレーションモデルとの 2 つに分けてモデルを構築しシミュレーションを実施する。前者は、時期を示しながら自動運転車の普及プロセスを捉える動学モデルとし、後者は、ドライバー不要の自動運転車（完全自動運転車）が実現した際の、定常状態における自動運転の普及率を推計する静学モデルを用いる（図 3.4-1）。

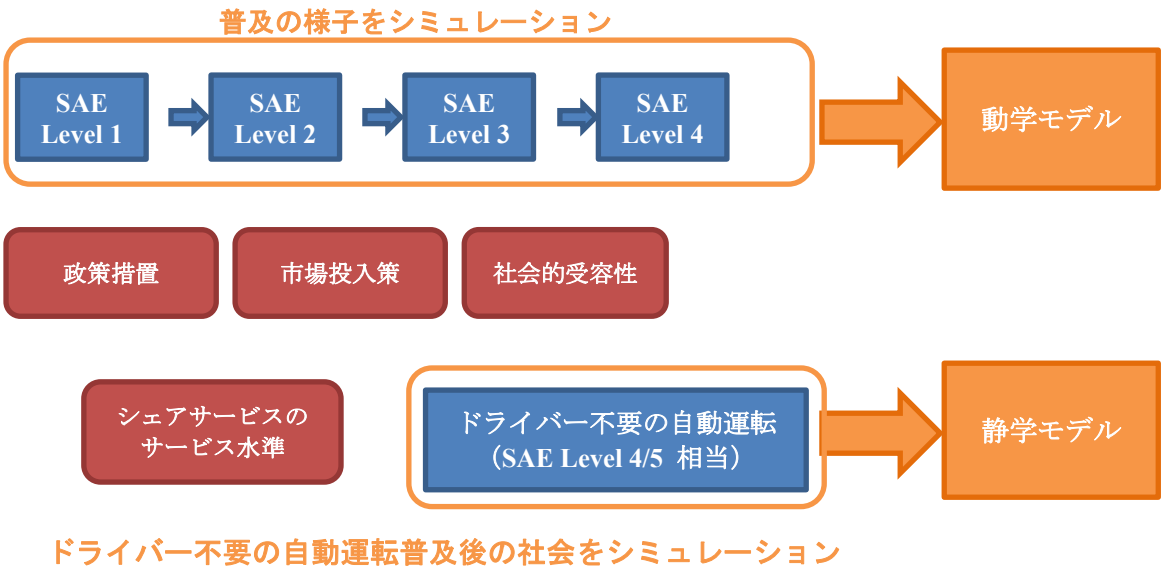


図 3.4-1　2 つのシミュレーションモデル

本研究では、2 種類のモデル（動学モデル、静学モデル）の目的に合わせ、自動運転車を表 3.4-1 のような 8 種類の自動運転車カテゴリに区分する。この自動運転車カテゴリの機能やそのアンケート用説明については、筑波大学伊藤誠教授にご助言をいただいた。

動学モデルでは、運転支援装置の付いていない自動車を含む自動運転車カテゴリ C0 から、主要幹線道路において SAE Level 4 の自動運転が可能な自動運転車カテゴリ C5 までを対象として普及シミュレーションを実施とする。

一方、静学モデルでは、人間が車の運転の主体となる SAE Level 2 をすべての道路で実現する自動運転車カテゴリ L2、とドライバー不要の自動運転を実現した自動運転車カテゴリ C6 をシミュレーションの対象とする。

表 3.4-1 本研究における自動運転車のカテゴリ

カテゴリ	高速道路	一般道路	対応技術など	動学モデル	静学モデル
C0	SAE Lv. 1 以下	SAE Lv. 1 以下	C1 を下回る水準	○	
C1	SAE Lv. 1 運転支援	SAE Lv. 1	以下の 4 つの装置を全て搭載 ・衝突被害軽減ブレーキ ・ペダル踏み間違い時加速抑制装置 ・車線逸脱警報装置 ・車間距離警報装置	○	
C2	SAE Lv. 2 部分運転自動化	SAE Lv. 1	C1 に加え、 ・高速道路におけるレーンキープアシストシステム（LKAS)+　ACC(アダプティブクルーズコントロール) ・高速道路における自動レーンチェンジ	○	
L2	SAE Lv. 2 部分運転自動化	SAE Lv. 2	C2 に加え、 ・一般道における Lv. 2 の運転支援 動学モデルでは市場投入されない		○
C3	SAE Lv. 3 条件付き運転自動化	SAE Lv. 2	C2 に加え、 ・高速道路における Lv. 3 の自動運転 ・一般道における Lv. 2 の運転支援	○	
C4	SAE Lv. 4 高度運転自動化	主要幹線道路における SAE Lv. 3	C3 に加え、 ・高速道路における Lv. 4 の自動運転 ・一般道の主要幹線道路における Lv. 3 ・一般道では、システムの要請に応じて運転操作の引継ぎ（TOR）が発生	○	
C5	SAE Lv. 4 高度運転自動化	主要幹線道路における SAE Lv. 4	C4 に加え、 ・一般道の主要幹線道路における Lv. 4 ・運転操作の引継ぎ（TOR）は発生しない	○	
C6	SAE Lv. 4/5 相当 完全自動運転車		動学モデルでは市場投入されない		○

3.5 SAE Level 4 までの自動運転車の普及シミュレーション（動学モデル）

3.5.1 モデルの枠組み

SAE Level4 までの自動運転車の普及の経過を捉える動学モデルの枠組みを示す。

(1) 車の分類

本シミュレーションでは、自動車をオーナーカー、移動サービス、物流サービスの 3 種類に分類し、表 3.5-1 のように、保有台数、新車登録台数、走行量を推計する。

表 3.5-1 自動運転車の普及シミュレーションの枠組み

動学モデルにおける分類	推計の方法	アウトプット
オーナーカー	Web 調査の結果を用いて、技術に対する消費者の選択構造をモデル化	保有台数 新車登録台数[1] 走行量
移動サービス	新車中の自動運転車のカテゴリの割合をオーナーカーに準じて設定	
物流サービス	「④-ii 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」（東京大学）の研究結果を利用	

それぞれの車の分類は、道路運送車両法による車の分類と表 3.5-2 のように対応する。

[1] 本シミュレーションでは、ここでいう登録自動車数は、特に断らない限り、届出車である軽自動車の数を含んでいる。

表 3.5-2 動学シミュレーションにおける車の分類と道路運送車両法の分類

本研究における分類	道路運送車両法分類		
	用途	車種	業態
オーナーカー	乗用	普通車	自家用
		小型車	自家用
		軽四輪車	営業用・自家用
移動サービス	乗用	普通車	営業用
			自家用（カーシェア用）
		小型車	営業用
			自家用（カーシェア用）
		軽四輪車	自家用（カーシェア用）
	乗合	普通車	営業用
			自家用
		小型車	営業用
			自家用
物流サービス	貨物	普通車	営業用
			自家用
		小型車（四輪・三輪）	営業用
			自家用
		軽自動車（四輪・三輪）	営業用・自家用

注１：道路運送車両法の被牽引車（貨物）、二輪については、自動運転車の普及シミュレーションの対象とはしない。
注２：移動サービスには、道路運送車両法分類の対応車種の他、 将来のカーシェア・ライドシェア用車両を含める。

(2) 地域分割

動学モデルは、車の分類の特徴を踏まえ、表 3.5-3 に示す地域に分割しモデリングを行った。カーシェアリングのような移動サービスは、カーステーションから一定の距離に住む利用者数が多いほど、少ない車両数で必要なサービスが提供でき、事業性が高い。このため、人口密度など地域の特性によって、カーシェアリングのサービスの展開状況が異なり、シェアリングサービスの普及状況、さらに自家用乗用車の保有状況が変わることが考えられる。そこで、乗用車の推計は都市雇用圏を単位として構築している。なお、都市雇用圏とは、人口密度が高い中心都市と中心都市への通勤率が高い郊外都市から形成される、社会的・経済的に密接な関係を有する地域のことである。通勤・通学、買物といった日常の人の移動は、この都市雇用圏の中で行われることが多く、人の行動範囲を示すものとなる。

表 3.5-3 車の分類と地域分割

本研究における分類	用途	地域分割
オーナーカー	乗用	都市雇用圏(注)
移動サービス	乗用	都市雇用圏(注)
	乗合	全国
物流サービス	貨物	全国

注:都市雇用圏の分類については、「都市雇用圏とは」https://www.csis.u-tokyo.ac.jp/UEA/ (閲覧日 : 2021/5/17)の 2015 年基準を利用

(3) シミュレーションの対象期間

普及シミュレーションの対象期間は、図 3.5-1 に示すように、基礎データの最新調査年度である 2015 年を基準年として、2050 年までを対象期間とする。

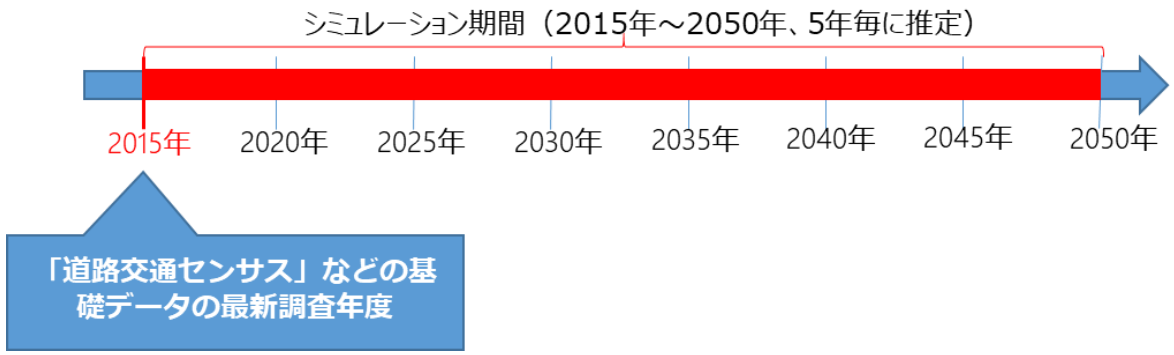


図 3.5-1 普及シミュレーションの対象期間

(4) 自動運転車の市場投入年

自動運転車各カテゴリの車の市場投入年は、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」(2019 年 6 月 7 日)、および自動走行ビジネス検討会「自動走行実現に向けた取り組み方針　報告書 Version 2.0」(平成 30 年 3 月 30 日）を参考に、表 3.5-4 のように設定を行った。この 2 つの報告書には、自動運転車カテゴリ C5 に関する記載はないが、自動運転車カテゴリ C4 の市場化の 5 年後に実現されると想定した。

表 3.5-4　自動運転車カテゴリの導入時期

自動運転車カテゴリ	物流サービス	移動サービス		オーナーカー
		乗合	乗用	乗用
C2	2021	2022	2019	2019
C3	2023	2023	2020	2020
C4	2025	2025	2025	2025
C5	2030(注)	2030(注)	2030(注)	2030(注)

注: 自動運転車カテゴリ C5 は、自動運転車カテゴリ C4 の導入後の 5 年後に実現されると想定
出所：「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議、2019 年 6 月 7 日）、「自動走行実現に向けた取り組み方針　報告書 Version 2.0」（自動走行ビジネス検討会、平成 30 年 3 月 30 日）を参考に設定。

(5) 車の電動化

本研究では、電気自動車（EV）/ハイブリッド車（HV）/プラグインハイブリッド車（PHV）のいずれかに該当する車を電動化された車とする。将来の車の電動化の割合は、次世代自動車普及戦略検討会（環境省）「次世代自動車普及戦略」（平成 21 年 5 月）に記載されている「軽自動車・乗用車市場における次世代自動車（EV/HV/PHV）の販売・保有シェア」、「ディーゼル HV 重量車の販売・普及見通し」基づいて設定する。但し、自動運転車は自動車の電動化と相性が良く、自動運転車の普及と自動車の電動化は関連して進むことも考えられる。そこで、前述のシナリオの他、SAE Level4 の機能を持つ自動運転車カテゴリ C4, C5 では、100%電動化するシナリオも想定して、その影響を調べる。

(6) 1 台当たり走行量

人間が運転から解放される自動運転車カテゴリ C 4 以上では 1 台当たり走行量が変化することも考えられる。しかし、日常的な車の利用（通勤・通学、業務、買物等）では目的地が決まっており、走行距離が大きく変化するとは考えにくい。そこで、本研究では 1 台当たり走行量は変化しないと仮定する。

(7) 車の残存率

現行車両の車種別残存率は、ワイブル分布を仮定し、そのパラメータを過去の自動車の残存・廃棄の状況から推定する。ただし、残存する最大年数は 40 年を仮定する。車の耐用年数は、年間走行距離や技術の変化により変化すると考えられるが、制度上の優遇処置や制限から、車の所有者が耐用年数ぎりぎりまで車を利用することは少ないと考え、自動運転化や電動化によって車の残存率は現行車両と変わらないと仮定する。

(8) カーシェア、ライドシェアの影響

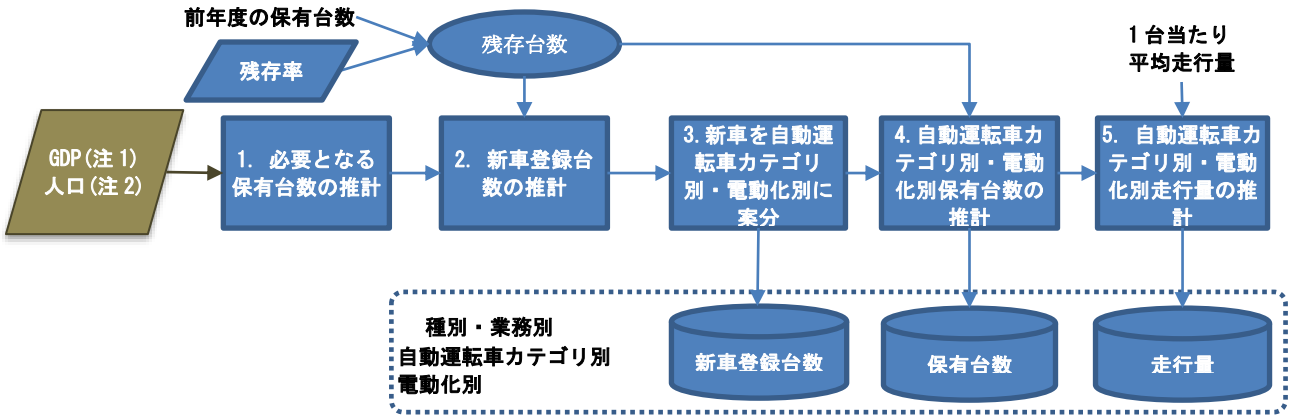
カーシェアリングの利用者は現在増加しつつある。そこで、将来のカーシェアリング普及状況を現在の免許保有者のサービス利用率（免許保有者に対するカーシェアリングの利用者数の割合）の増加率から想定する。

3.5.2 シミュレーションモデルの構造

自動運転車の普及シミュレーションの流れを、オーナーカーを例にして図 3.5-2 に示す。この図に示すように、以下の手順で保有台数、新車登録台数、走行量を推定する。

1. 各年度で必要となる車の保有台数の推計
2. 前年度の保有台数と残存率から対象年度の残存台数を推計し、1.の必要となる保有台数との差から新車登録台数を推計
3. 新車登録台数を自動運転車カテゴリ別・電動化別に案分
4. 残存している台数と合わせて、自動運転車カテゴリ別・電動化別保有台数を推計
5. 1 台当たり平均走行量を保有台数に掛けて、走行量を推計

1, 3, 5 の推計では、車の分類（オーナーカー、移動サービス、物流サービス）に応じたモデルを使用するが、2, 4 の推計では車の保有台数、廃棄台数、新車登録台数の間の関係式をすべての車種に適用する。



注 1: 社会保障審議会年金部会（厚生労働省）「2019(令和元)年年金財政検証結果のポイント」(2019 年 8 月 27 日）を利用

注 2: 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成 29 年推計）　出生中位（死亡中位）」を利用

図 3.5-2 オーナーカーのシミュレーションの流れ

(1) 保有台数の推計モデル

保有台数は、車の分類に応じた推計モデルを用いて、各年の GDP や人口などから推計する。詳細は、車の分類毎の推計モデルで述べる。

(2) 新車登録台数の推計モデル

新車登録台数の推計では、図 3.5-3 のように前年度の保有台数から推計される車の残存台数と対象年度の推計された保有台数の差から評価する。前年度の保有台数から対象年度の残存台数を評価する際に、新車登録年からの経過年数に応じた残存率を利用する。この残存率は車種毎に設定する。

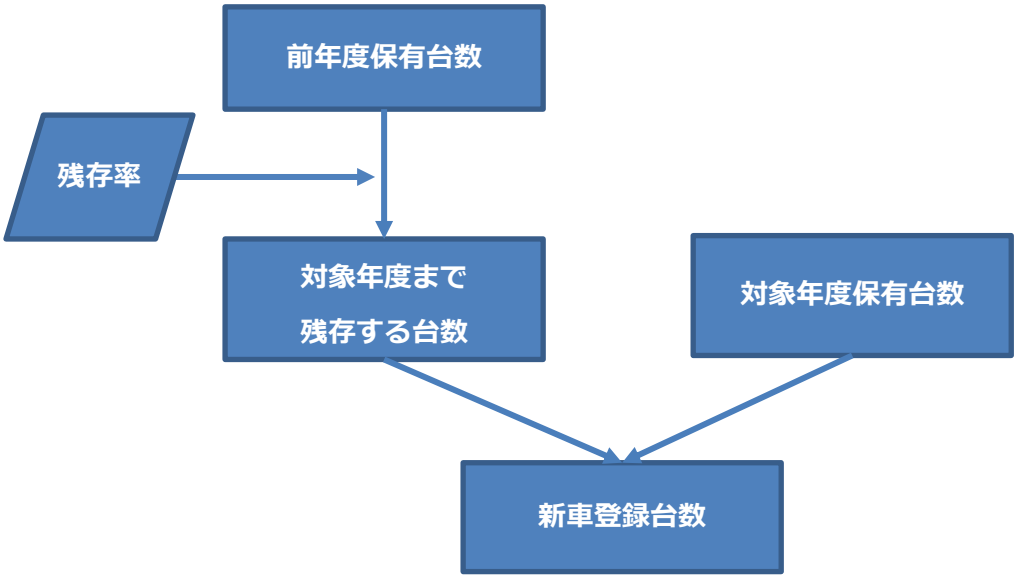


図 3.5-3　新車登録台数の推計フロー

(3) 自動運転車カテゴリ別電動化別新車登録台数の推計モデル

自動運転車カテゴリ別電動化別の新車登録台数の推計モデルは、自動運転車カテゴリ別の新車登録割合と電動化別新車登録割合の 2 つに分けられる。

車の所有者がどのような考え方で自動車を選択するかは、車の分類で異なるため、自動運転車カテゴリ別新車登録割合の推計モデルは、車の分類（オーナーカー、移動サービス、物流サービス）に応じたモデルを用いる。

一方、電動化別の新車登録割合は、図 3.5-4 のように自動運転車カテゴリ別に分けられた新車登録割合に、年度毎の車種別自動運転車カテゴリ別に設定する電動化割合を考慮することで、自動運転車カテゴリ別電動化別新車登録台数を評価する。

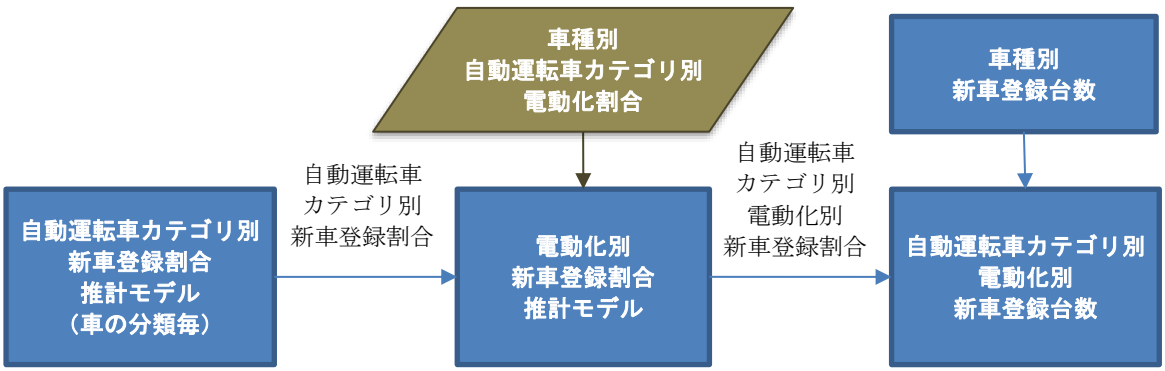


図 3.5-4　自動運転車カテゴリ別電動化別新車登録台数の推計フロー

(4) 自動運転車カテゴリ別電動化別保有台数の推計モデル

自動運転車カテゴリ別電動化別保有台数は、図 3.5-5 のように前年度の保有台数と対象年度の新車登録台数に、新車登録年からの経過年数に応じた残存率を考慮して推計する。この残存率は車種毎に設定する。

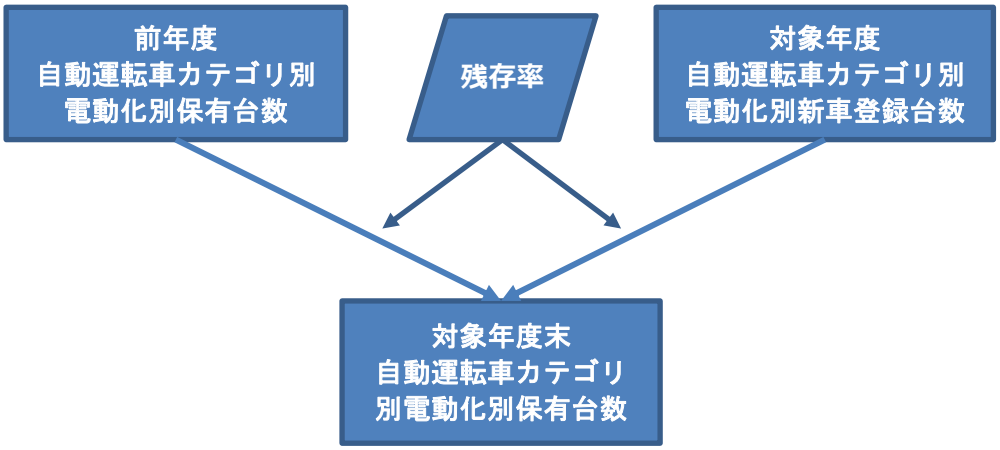


図 3.5-5　自動運転車カテゴリ別電動化別保有台数の推計フロー

(5) 自動運転車カテゴリ別電動化別走行量の推計モデル

自動運転車カテゴリ別電動化別走行量は、車の分類（オーナーカー、移動サービス、物流サービス）に応じた推計モデルを用い、先に計算した自動運転車カテゴリ別電動化別保有台数を基に推計する。

3.5.3 オーナーカーのシミュレーションモデル

(1) 保有台数の推計

オーナーカーの保有台数は、図 3.5-6 のように GDP、人口からモデルを用いて、自家用乗用車の保有台数を推計する。そこに、カーシェアリング利用者の増加を想定し、推計した保有台数を補正して将来の保有台数を推計する。

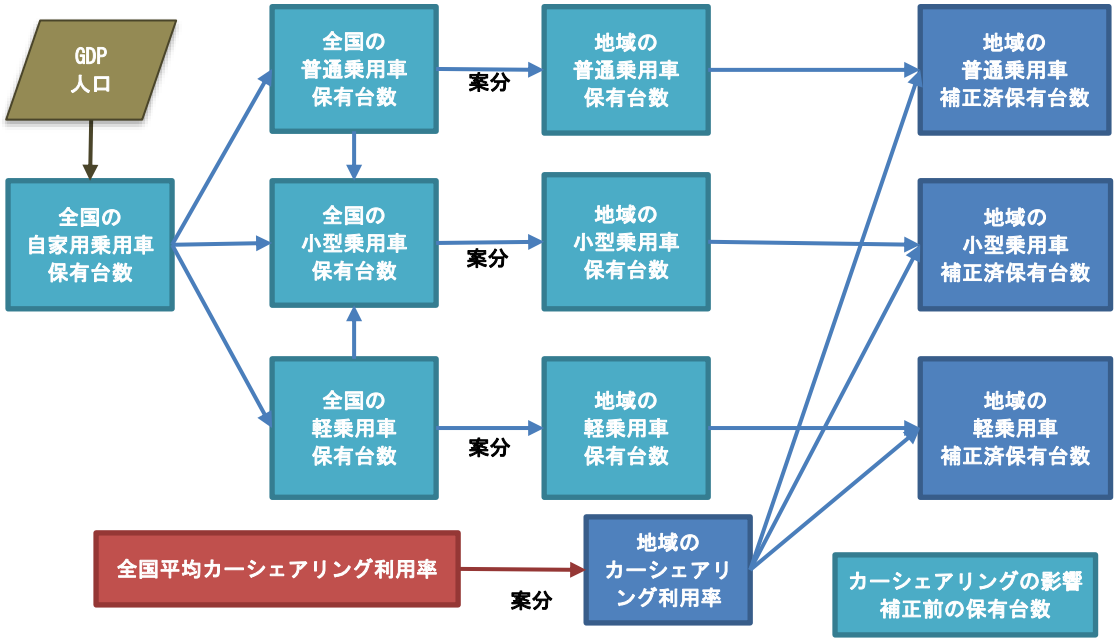


図 3.5-6 自家用乗用車の保有台数推計の流れ

1) 自家用乗用車の車種別保有台数の推計

最初に全国の自家用乗用車の保有台数を推計する。

全国の自家用乗用車保有台数は、2008 年～2017 年の全国の自家用乗用車保有台数を、免許保有者数と一人当たり GDP を説明変数として、次のようにモデル化する。その係数は表 3.5-5 のようになる。

$$Car = C \cdot M^{a_1} \cdot G^{a_2}$$

$$log(Car) = log(C) + a_1 \cdot log(M) + a_2 \cdot log(G)$$

Car : 全国の自家用乗用車保有台数(台)
M : 全国の免許保有者数(人)
G : 一人当たり GDP(10 億円/人)

表 3.5-5 全国の自家用乗用車保有台数推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
log(C)	-11.3027	-4.062	**
a1	1.6919	11.781	***
a2	0.2921	7.355	***

注: '***' : 0.001 以下、 '**' : 0.01 以下、 '*' : 0.05 以下、'.' : 0.1 以下

補正済決定係数：0.9860

出所：自家用乗用車の保有台数は「自動車保有車両数」（自動車検査登録情報協会）、免許保有者数は「運転免許統計」（警察庁）、GDP は「国民経済計算」（内閣府）、人口は「人口推計」（総務省）を用いて推計

自家用普通乗用車保有台数は、2008 年～2017 年の全国の自家用普通乗用車保有台数の全自家用乗用車に占める割合を一人当たり GDP を説明変数として、次のようにモデル化する。その係数は表 3.5-6 のようになる。

$$\frac{Car\_N}{Car} = \frac{e^v}{1+e^v}$$

$$v = a_0 + a_1 \cdot G$$

Car : 全国の自家用乗用車保有台数(台)
Car_N : 全国の自家用普通乗用車保有台数(台)
G : 一人当たり GDP(10 億円/人)

表 3.5-6　全国の自家用普通乗用車保有台数推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
a0	-1.5679	-14.364	***
a1	174.2988	6.324	***

注:　‘***’ : 0.001 以下、　‘**’ : 0.01 以下、　‘*’ :　0.05 以下、’.’ :　0.1 以下

補正済決定係数：0.7959

出所：自家用乗用車、自家用普通乗用車の保有台数は「自動車保有車両数」（自動車検査登録情報協会）、GDP は「国民経済計算」（内閣府）、人口は「人口推計」（総務省）を用いて推計

軽乗用車保有台数は、2008 年～2017 年の全国の軽乗用車保有台数の全自家用乗用車に占める割合を一人当たり GDP、免許保有者中の女性の割合（女性割合）を説明変数として、次のようにモデル化する。その係数は表 3.5-7 のようになる。

$$\frac{Car\_L}{Car} = \frac{e^v}{1+e^v}$$

$$v = a_0 + a_1 \cdot G + a_2 \cdot L$$

Car : 全国の自家用乗用車保有台数(台)
Car_L : 全国の軽乗用車保有台数(台)
G : 一人当たり GDP(10 億円/人)
L　: 免許保有者中の女性の割合(%)

表 3.5-7　全国の軽乗用車保有台数推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
a0	-9.7681	-25.429	***
a1	-130.7077	-2.243	.
a2	0.2161	17.115	***

注:　‘***’ : 0.001 以下、　‘**’ : 0.01 以下、　‘*’ :　0.05 以下、’.’ :　0.1 以下

補正済決定係数：0.9878

出所：自家用乗用車の保有台数は「自動車保有車両数」（自動車検査登録情報協会）、軽乗用車保有台数は「検査対象軽自動車の新車販売台数の推移」（軽自動車検査協会）、免許保有者数は「運転免許統計」（警察庁）、、GDP は「国民経済計算」（内閣府）、人口は「人口推計」（総務省）を用いて推計

全国の自家用小型乗用車台数は、図 3.5-7 のように、全自家用乗用車と自家用普通乗用車、軽乗用車との保有台数の差から求める。

全国の自家用小型乗用車台数＝全国の自家用乗用車台数
－ 全国の自家用普通乗用車台数
－ 全国の軽乗用車台数

図 3.5-7　全国の自家用小型乗用車保有台数の推定式

なお、将来推計を行う場合には、2015 年度の保有台数の推計結果が実績値と一致するように補正係数を用いる。

2) 地域別保有台数の推計

次に全国の自家用乗用車の保有台数を都市雇用圏別に案分する。

都市雇用圏毎の自家用普通乗用車保有台数は、免許保有者数、免許保有者中の女性の割合、沖縄ダミー、および免許保有者中の高齢者の割合を説明変数として、次のようにモデル化する。その係数は、表 3.5-8 のようになる。

$$Car = M^{a_1} \cdot e^{a_2 \cdot L + a_3 \cdot F + a_4 \cdot H}$$

$$log(Car) = a_1 \cdot log(M) + a_2 \cdot L + a_3 \cdot F + a_4 \cdot H$$

Car : 自家用普通乗用車保有台数(台)
M : 免許保有者数(人)
L　: 免許保有者中の女性の割合(%)
F　: 沖縄ダミー（沖縄県:1　その他:0）
H　: 免許保有者中の 65 歳以上の割合(%)

表 3.5-8　都市雇用圏の自家用普通乗用車保有台数推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
a1	1.0094	67.601	***
a2	-2.9163	-5.223	***
a3	-0.0063741	-6.824	***
a4	-1.3901	-3.155	**

注:　‘***’ : 0.001 以下、　‘**’ : 0.01 以下、　‘*’ :　0.05 以下、’.’ :　0.1 以下

補正済決定係数：0.9997

出所：都市雇用圏の自家用普通乗用車の保有台数は「市区町村別 自動車保有車両数」（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月）、免許保有者数は「運転免許統計（平成 27 年版）補足資料 2」（警察庁）を用いて推計

都市雇用圏毎の自家用小型乗用車保有台数は、免許保有者数、免許保有者中の女性の割合、人口密度、北海道ダミー、および免許保有率を説明変数として、次のようにモデル化する。その係数は表 3.5-9 のようになる。

$$Car = M^{a_1} \cdot e^{a_2 \cdot L + a_3 \cdot D + a_4 \cdot F + a_5 \cdot R + a_0}$$

$$log(Car) = a_0 + a_1 \cdot log(M) + a_2 \cdot L + a_3 \cdot D + a_4 \cdot F + a_5 \cdot R$$

Car : 自家用小型乗用車保有台数(台)
M : 免許保有者数(人)
L ： 免許保有者中の女性の割合(%)
D : 人口密度(人/ha)
F ： 北海道ダミー（北海道:1　その他:0）
R : 免許保有率(%)

表 3.5-9　都市雇用圏の自家用小型乗用車保有台数推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
a0	-0.8806	-3.667	***
a1	1.0035	84.227	***
a2	-0.043157	-7.028	***
a3	-0.006656	-3.601	***
a4	0.15643	4.356	***
a5	0.024979	7.571	***

注：　‘***’ : 0.001 以下、　‘**’ : 0.01 以下、　‘*’ ： 0.05 以下、’.’ ： 0.1 以下

補正済決定係数：0.9875

出所：都市雇用圏の自家用小型乗用車の保有台数は「市区町村別 自動車保有車両数」（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月）、免許保有者数は「運転免許統計（平成 27 年版）補足資料 2」（警察庁）、人口と土地面積は「平成 27 年国勢調査」（総務省）を用いて推計

都市雇用圏毎の軽乗用車保有台数は、免許保有者数、人口密度、沖縄ダミー、北海道ダミー、免許保有率、および免許保有者中の女性の割合を説明変数として、次のようにモデル化する。その係数は表 3.5-10 のようになる。

$$Car = M^{a_1} \cdot e^{a_2 \cdot D + a_3 \cdot F1 + a_4 \cdot F2 + a_5 \cdot R + a_6 \cdot L}$$

$$log(Car) = a_1 \cdot log(M) + a_2 \cdot D + a_3 \cdot F1 + a_4 \cdot F2 + a_5 \cdot R + a_6 \cdot L$$

Car : 軽乗用車保有台数(台)

M : 免許保有者数(人)

D : 人口密度(人/ha)

F1 ：沖縄ダミー（沖縄県:1　その他:0）

F2 ：北海道ダミー（北海道:1　その他:0）

R : 免許保有率(%)

L ：免許保有者中の女性の割合(%)

表 3.5-10　都市雇用圏の軽乗用車保有台数推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
a1	0.9261	80.692	***
a2	-0.0175	-9.563	***
a3	0.2896	5.057	***
a4	-0.2457	-6.944	***
a5	-0.0270	-8.247	***
a6	0.04078	8.23	***

注：　‘***’ : 0.001 以下、　‘**’ : 0.01 以下、　‘*’ ： 0.05 以下、’.’ ： 0.1 以下

補正済決定係数：0.9999

出所：都市雇用圏の自家用小型乗用車の保有台数は「市区町村別 自動車保有車両数」（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月）、免許保有者数は「運転免許統計（平成 27 年版）補足資料 2」（警察庁）、人口と土地面積は「平成 27 年国勢調査」（総務省）を用いて推計

将来推計を行う場合には、2015 年度の保有台数の推計結果が実績値と一致するように補正係数を用いた上で、全国推計値をこの回帰モデルで評価した地域別保有台数で地域別に案分する。

3) カーシェアリングサービスの影響

免許保有者数に対するカーシェアリングサービスの利用者数の割合に応じて、自家用乗用車の保有台数が減少すると仮定する。

各地域のカーシェアリングの利用者数は、将来の全国のカーシェアリングサービスの利用者数を、一定以上の人口密度（1,000 人/km2 以上）を持つ地域に、カーシェアリングサービスの利用率に応じて案分する。この利用者数を用いて、地域の自家用乗用車保有台数を補正・推計する。全国の自家用乗用車保有台数は、カーシェアリングサービスの影響を考慮後の地域毎の自家用乗用車保有台数を合計して再集計する（図 3.5-8）。

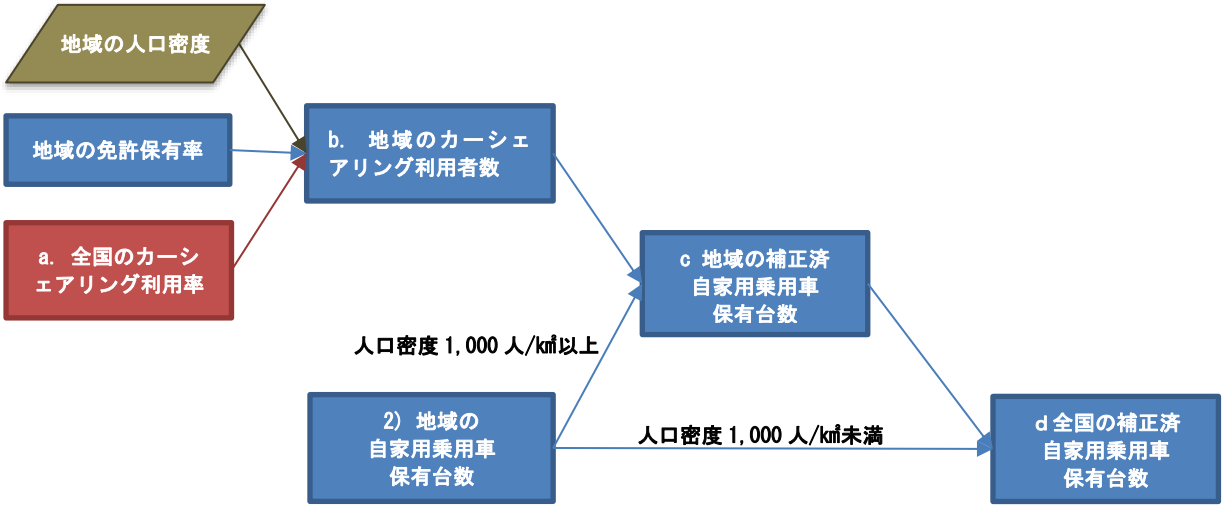


図 3.5-8　カーシェアリングサービス拡大の影響の反映

a. 地域別カーシェアリングの利用者数

2018/12 末の都道府県別の車両台数（貸出台数）は表 3.5-11 のように、大きな地域差がある。この差が利用者数の違いを反映していると考え、利用者数当たりの車両台数が全国一定であると仮定して、地域のカーシェアリングの利用者数を推計した。

表 3.5-11 都道府県別カーシェアリング用車両台数と推定加入者数

都道府県	免許保有者数	カーシェアリング			人口密度(人/km2)
		車両台数	推定利用者数	推定利用率	
北海道	3,352,862	562	26,131	0.8%	242
青森県	834,028	29	1,348	0.2%	404
岩手県	823,107	47	2,185	0.3%	347
宮城県	1,532,148	479	22,272	1.5%	743
秋田県	667,421	20	930	0.1%	320
山形県	758,718	43	1,999	0.3%	394
福島県	1,287,307	82	3,813	0.3%	468
茨城県	2,031,580	102	4,743	0.2%	732
栃木県	1,383,757	93	4,324	0.3%	662
群馬県	1,401,120	70	3,255	0.2%	857
埼玉県	4,647,297	1,311	60,956	1.3%	2,823
千葉県	3,987,712	1,436	66,768	1.7%	1,762
東京都	7,876,840	11,602	539,447	6.8%	9,782
神奈川県	5,534,095	3,267	151,903	2.7%	6,221
新潟県	1,545,066	52	2,418	0.2%	512
富山県	743,159	48	2,232	0.3%	576
石川県	776,692	67	3,115	0.4%	831
福井県	539,345	12	558	0.1%	732
山梨県	579,252	30	1,395	0.2%	876
長野県	1,470,572	64	2,976	0.2%	633
岐阜県	1,405,746	69	3,208	0.2%	923
静岡県	2,518,395	188	8,741	0.3%	1,345
愛知県	5,078,168	1,418	65,931	1.3%	2,511
三重県	1,241,383	66	3,069	0.2%	890

都道府県	免許保有者数	カーシェアリング			人口密度(人/km2)
		車両台数	推定利用者数	推定利用率	
滋賀県	947,920	157	7,300	0.8%	1,089
京都府	1,526,367	820	38,127	2.5%	2,219
大阪府	4,945,722	4,447	206,768	4.2%	6,675
兵庫県	3,396,477	1,489	69,233	2.0%	1,991
奈良県	861,216	165	7,672	0.9%	1,603
和歌山県	637,359	50	2,325	0.4%	881
鳥取県	377,785	12	558	0.1%	630
島根県	452,966	20	930	0.2%	539
岡山県	1,271,830	223	10,369	0.8%	865
広島県	1,828,148	504	23,434	1.3%	1,242
山口県	905,842	41	1,906	0.2%	819
徳島県	510,354	8	372	0.1%	738
香川県	664,659	49	2,278	0.3%	973
愛媛県	894,639	41	1,906	0.2%	832
高知県	467,647	16	744	0.2%	628
福岡県	3,250,537	1,031	47,937	1.5%	1,833
佐賀県	556,569	13	604	0.1%	624
長崎県	838,476	49	2,278	0.3%	829
熊本県	1,165,088	114	5,301	0.5%	653
大分県	756,856	52	2,418	0.3%	668
宮崎県	745,333	20	930	0.1%	598
鹿児島県	1,081,552	95	4,417	0.4%	504
沖縄県	932,048	168	7,811	0.8%	1,223

注：推定利用者数は利用者数 1 万人当たりの車両数(2015.072 台/万人)を用いて推定

出所：「カーシェアリング比較 360°」, https://www.carsharing360.com/market/2018_02/ (閲覧日：2021/5/17)の 2018 年 12 月の車両数、「運転免許統計」（警察庁）の免許保有者数を基に作成

b. カーシェアリング利用率の推定モデル

地域におけるカーシェアリングサービスの利用率の全国平均の利用率に対する割合（地域の利用率/全国平均利用率）を、地域利用率比と定義し、利用率の地域差を説明する回帰モデルを作成した。

地域によっては本格的なサービス展開前であるため、2018 年の利用率は地域差が大きい。鈴木（2018）は、「日本におけるカーシェアリングは 5,000 人/ ㎢以下では損益分岐点に達しない。『乗り捨て可能』型のカーシェアリングであれば 1,000 人/㎢程度までサービスエリアを拡大できる可能性がある」と述べている。そこで、平均人口密度が 1,000 人/㎢以上の表 3.5-12 の都府県のデータを用いて、地域利用率比を推定するモデルを構築した。

表 3.5-12 地域別カーシェアリングの利用率の推計に用いる都府県

埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、広島県、福岡県、沖縄県

（なお、この 14 都府県のカーシェアリング用登録車両数は、全国の 90%以上を占めている。）

作成されたモデルを以下のように推計した。その係数を表 3.5-13 に示す。また、地域利用率比と推定結果のグラフを図 3.5-9 に示す。

$$R = a_0 + a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2$$

R ： 地域利用率比=利用率/全国平均利用率
D_1： 人口密度／全国平均人口密度
D_2： 免許保有率／全国平均免許保有率

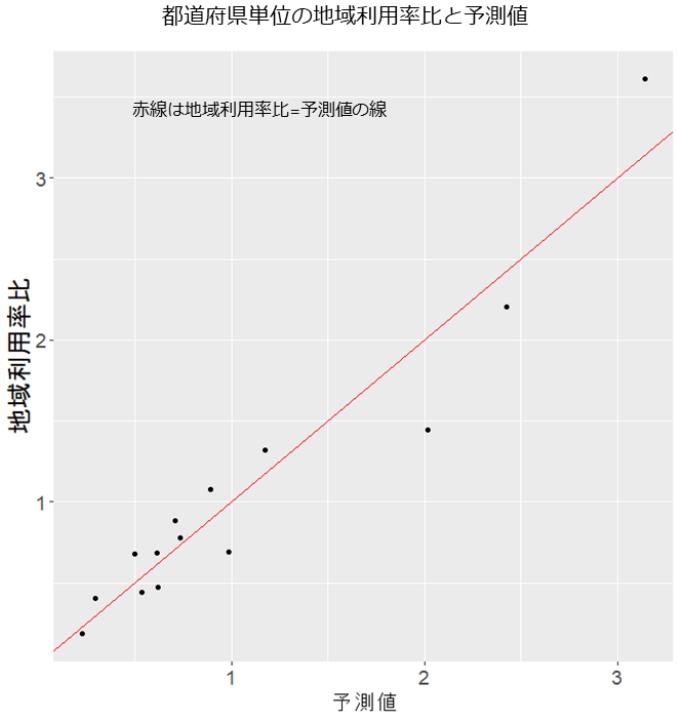
表 3.5-13 地域利用率比推定モデルの係数

説明変数	係数	t 値	有意性(注)
a_0	5.070	2.418	0.0341
a_1	0.2425	5.212	0.0003
a_2	−4.800	−2.372	0.0370

注： ‘***’ : 0.001 以下、 ‘**’ : 0.01 以下、 ‘*’ : 0.05 以下、’.’ : 0.1 以下

補正済み決定係数：0.9044

出所：地域利用率比は、「カーシェアリング比較 360°」の車両台数と「運転免許統計」（警察庁）の免許保有者数より算出、人口密度は「平成 27 年国勢調査」（総務省）を用いて推定



出所：地域利用率比は、「カーシェアリング比較 360°」の車両台数と「運転免許統計」（警察庁）の免許保有者数を用いて算出

図 3.5-9　地域別加入率比の推計結果

c. 都市雇用圏毎のカーシェアリングの利用者数

人口密度が 1,000 人/㎢未満の地域ではカーシェアリングサービスが提供されないと仮定し、推計した全国のカーシェアリング利用者数を、次のように人口密度が 1,000 人/㎢以上の都市雇用圏に案分する。

都市雇用圏のカーシェアリング利用者数
＝　全国のカーシェアリング利用者数
×（都市雇用圏の地域利用率比×都市雇用圏の免許保有者数）
／ Σ（都市雇用圏の地域利用率比×都市雇用圏の免許保有者数）

d. 地域の自家用乗用車保有台数

カーシェアリングの普及を考慮する前の保有台数を、次の式によって補正し、都市雇用圏毎の自家用乗用車の保有台数を推計する。

$$Y_k = X_k \cdot \left(1 - \frac{M}{N}\right)$$

Y_k ：カーシェアリングの普及を考慮後の車種 k の自家用乗用車保有台数
X_k ：車種 k の自家用乗用車保有台数
N　：免許保有者数
M　：カーシェアリング利用者数

(2) 自動運転車カテゴリ別電動化別新車登録割合の推計モデル

新規登録される自家用乗用車の自動運転車カテゴリ別の案分は、表 3.5-14 のように C0, C1 と C2, C3, C4, C5 の 2 区分に分けて考える。

表 3.5-14　自動運転車カテゴリの案分方法

自動運転車カテゴリ	案分方法
C2, C3, C4, C5	自動運転車各カテゴリのオプション価格と消費者の自動運転車カテゴリ選択モデルによって割合を決定。
C0, C1	自動運転車カテゴリ C2～C5 を選択しなかった割合として決定。C0 と C1 の割合は、安全運転支援装置の義務化を考慮して、外生変数として設定

自家用乗用車において自動運転車カテゴリを案分するフローを図 3.5-10 に示す。茶色で示した経験曲線による価格決定モデルと消費者の自動運転車カテゴリの選択モデルが、新車を自動運転車カテゴリに案分する主要な要素である。以下にこれらのモデルを説明する。

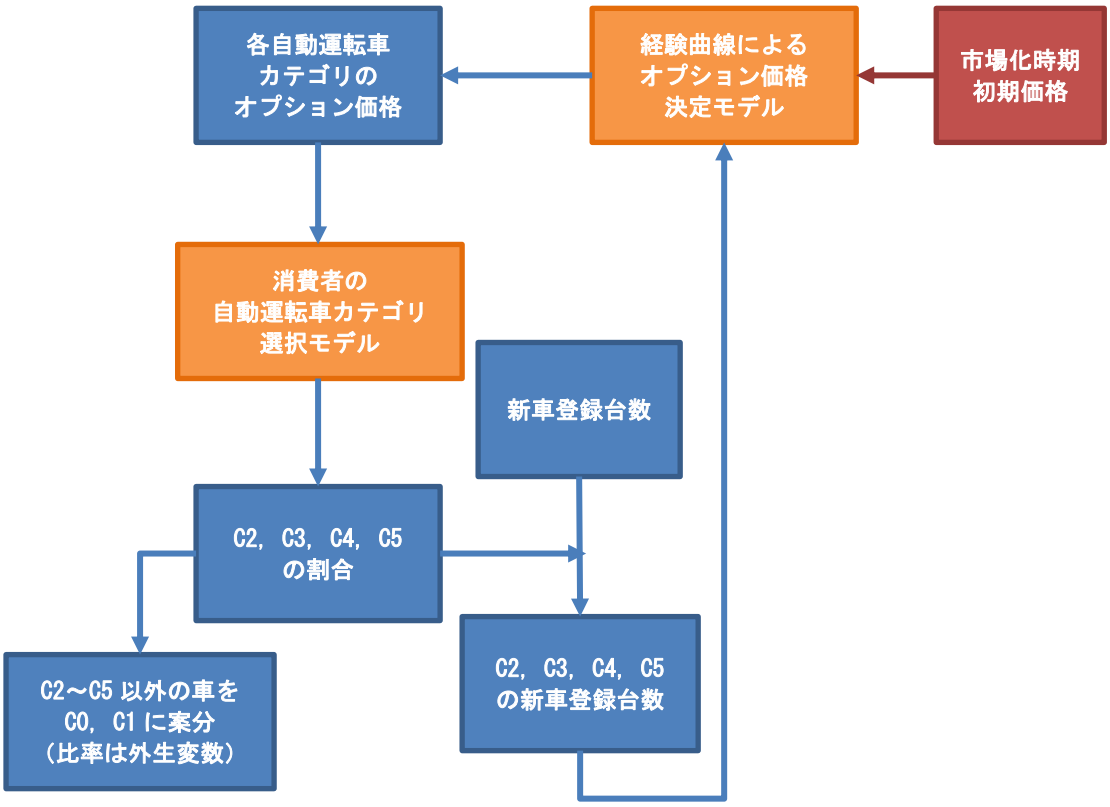


図 3.5-10 自家用乗用車の自動運転車カテゴリ別案分のフロー

1) 消費者の自動運転車カテゴリ選択モデル

自動運転車カテゴリ C2 以上の自動運転車については、消費者の自動運転車カテゴリ毎の賛同率曲線に基づいて、自家用乗用車の自動運転車カテゴリが選択される割合を決定する。ここでい

う賛同率曲線は、商品の価格に対して、何割の人が購入するかを表す曲線である。本研究では、2019 年 12 月に実施した「自動運転車への支払意思額等の Web アンケート調査」の結果から、自家用車として消費者が新車を購入する際、どの自動運転車カテゴリの車を選択するかを賛同曲線としてモデル化する。但し、アンケートでは SAE Level 5 (自動運転車カテゴリ C6)を含めた調査を行い、モデル化を行っている。

全説明変数を用いた分析結果から、z-value の絶対値の小さいものを取り除き、回帰式を構築し、表 3.5-15、表 3.5-16 の係数を得た。

購入意思 ～β_0 + β_1* ベース車両の価格 + β_2*オプション価格
+ β_3*年齢 60 歳以上ダミー + β_4*社会的期待の得点
+ β_5*自身の利用期待の得点
年齢 60 歳以上ダミー： 60 歳以上=1、それ以外=0

表 3.5-15 自動運転車カテゴリ C2 に対するロジスティック回帰モデルの係数

説明変数		係数	z value	有意性(注)
β_0	(Intercept)	-2.8479	-5.98	***
β_1	ベース車両の価格	0.0033	6.74	***
β_2	オプション価格	-0.0367	-10.32	***
β_3	年齢 60 歳以上ダミー	0.4679	2.95	**
β_4	社会的期待の得点	0.0613	2.52	*
β_5	自身の利用期待の得点	0.0117	0.44	

注： '***' : 0.001 以下、 '**' : 0.01 以下、 '*' : 0.05 以下、'.' : 0.1 以下

マクファーデンの疑似決定係数	0.1498

購入意思 ～β_0 + β_{0_1}*D_1 + β_{0_2}*D_2 + β_{0_3}*D_3 + β_1*ベース車両の価格
+ (β_{2_0} + β_{2_1}*D_1 + β_{2_2}*D_2 + β_{2_3}*D_3) * オプション価格
+ (β_{3_0} + β_{3_1}*D_1 + β_{3_3}*D) * 年齢 60 歳以上ダミー
+ β_4*社会的期待の得点 + β_5*自身の利用期待の得点

D_1：高速 Lv. 4 ダミー ， 自動運転車カテゴリ C4, C5 の時=1、その他=0

D_2：一般 Lv. 4 ダミー, 自動運転車カテゴリ C5 の時=1、その他=0

D_3：完全自動ダミー, 自動運転車カテゴリ C6 の時=1、その他=0

年齢 60 歳以上ダミー： 60 歳以上=1、それ以外=0

表 3.5-16　自動運転車カテゴリ C3, C4, C5, C6 に対するロジスティック回帰モデルの係数

説明変数		係数	z value	有意性(注)
β_{0_0}	(Intercept)	-3.5327	-8.03	***
β_{0_1}	高速 Lv. 4 ダミー	0.1648	0.43	
β_{0_2}	一般 Lv. 4 ダミー	-0.6253	-1.79	.
β_{0_3}	完全自動ダミー	-0.2594	-0.67	
β_1	ベース車両の価格	0.0010	3.25	**
β_{2_0}	オプション価格	-0.0360	-6.12	***
β_{2_1}	オプション価格*高速 Lv. 4 ダミー	0.0126	1.75	.
β_{2_2}	オプション価格*一般 Lv. 4 ダミー	0.0158	3.08	**
β_{2_3}	オプション価格*完全自動ダミー	0.0289	4.69	***
β_{3_0}	年齢 60 歳以上ダミー	1.1882	5.23	***
β_{3_1}	年齢 60 歳以上ダミー*高速 Lv. 4 ダミー	-1.1804	-4.23	***
β_{3_3}	年齢 60 歳以上ダミー*完全自動ダミー	-1.3393	-4.73	***
β_4	社会的期待の得点	0.0527	3.27	**
β_5	自身の利用期待の得点	0.0958	5.69	***

注　‘***’ : 0.001 以下、 ‘**’ : 0.01 以下、 ‘*’ : 0.05 以下、’.’ : 0.1 以下

マクファーデンの疑似決定係数	0.1105

自動運転の場合、複数の自動運転車カテゴリが同時に市場化されている状況が生じる。本来であれば、消費者がそれらの機能や価格を比較した上で、どの自動運転車カテゴリを選択するかを評価するべきであるが、まだ実現していない機能に関する多数の選択肢の選択構造を調査することは困難である。そこで、本研究では、自動運転車各カテゴリに対する賛同率曲線を各々求め、複数の自動運転車カテゴリが市場に混在する状況では、自動運転車カテゴリ C5, C4, C3, C2 と上位の自動運転車カテゴリから順に、賛同率曲線と販売価格に基づき賛同率を求め、対象とする自動運転車カテゴリの賛同率とその上位の自動運転車カテゴリの賛同率との差が新車登録時のその自動運転車カテゴリの割合になるとする（図 3.5-11）。

一方、自動運転車カテゴリ C2 以上として選択されなかった割合の新車は、外生変数で設定する安全運転支援機能の搭載割合に基づいて自動運転車カテゴリ C0,C1 に案分されるものとする。

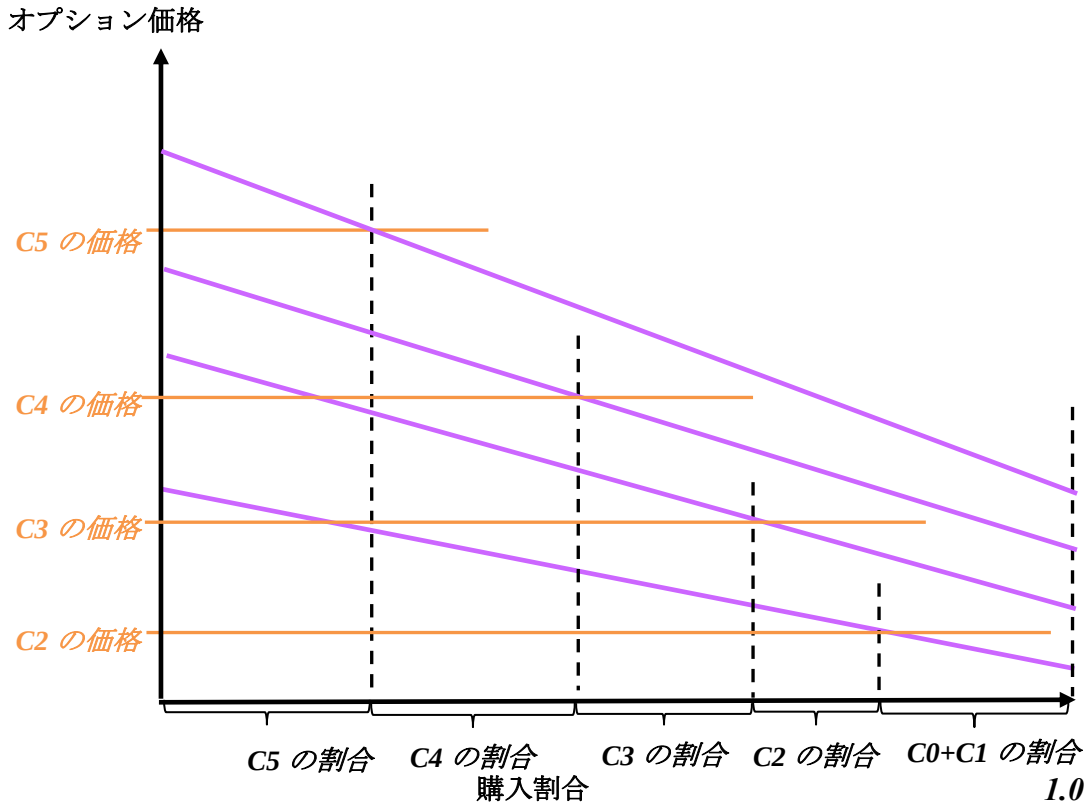


図 3.5-11　複数の自動運転車カテゴリの中からの購入割合の決定

2) 自動運転車のオプション価格

Xavier et al. (2015)は、いくつかの機能を持つ自動運転車が市場投入される価格を推定している。Xavier et al. が想定した自動運転車と本研究の自動運転車各カテゴリの車が持つ機能の対応を考慮して、表 3.5-17 のように自動運転車各カテゴリのオプション価格を設定した。

表 3.5-17　自動運転車各カテゴリのオプション価格

自動運転車カテゴリ	C2	C3	C4	C5
オプション価格（万円）	41	70	81	93

出所：Xavier et al. (2015)を参照して作成。

注: Xavier et al. (2015)の自動運転車の機能と自動運転車各カテゴリの機能の対応を考慮して算出

3) 自動運転車生産の経験曲線

生産コストと累積生産量の間には、経験曲線と呼ばれる関係があることが、様々な製品で観察されており、製品を作り続けることで、生産技術が向上し、製品コストが低下するためと考えられている。自動運転技術についても同様の経験曲線が成立すると考え、自動運転車のオプシ

ョン価格の変化を考える。自動運転技術と関係する自動ブレーキシステムと車線変更支援システムの経験曲線（累積出荷数量と単価の関係）のパラメータ（習熟率）を過去の実績から推定した結果、これらの技術の習熟率は 0.9 程度と推計された（表 3.5-18）。これを参考にして、自動運転車の生産後医術の経験曲線の習熟率として 0.9 を用いる。

表 3.5-18　自動運転に関連する自動車の制御技術の習熟率

対象技術	log(価格) = a*log(累積出荷数) + b				習熟率
	係数 a		係数 b		
	値	t 値	値	t 値	
自動ブレーキシステム	4.710	40.80	-0.130	-10.02	0.914
車線変更支援システム	3.792	41.56	-0.171	-11.07	0.888

出所: 総合技研株式会社『2019 年版自動車先進安全システムの現状と将来性』（2019）のデータを用いて推計

なお、特定の自動運転車カテゴリの生産には、より多くの機能を有する同水準以上の自動運転車カテゴリの生産の経験が生かされると想定し、図 3.5-12 のように同水準以上の自動運転車カテゴリの累積生産台数に応じて、生産コストが低下すると仮定する。

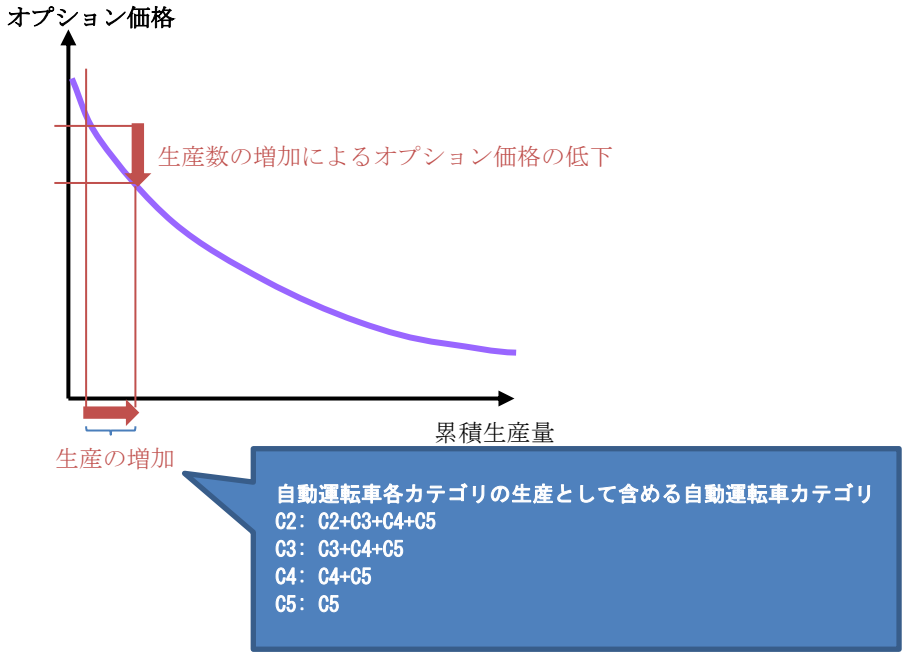


図 3.5-12 経験曲線に基づく価格低下

(3) 自動運転車カテゴリ別電動化別走行量の推計モデル

オーナーカーでは、車種毎の 1 台当たり走行量が 2015 年と同じと想定し、自動運転車カテゴリ別電動化別保有台数に、1 台当たり走行量を掛けて自動運転車カテゴリ別電動化別走行量を推計する。

3.5.4 移動サービスのシミュレーションモデル

移動サービスのシミュレーションモデルでは、移動サービスで使用する営業用乗用車、営業用乗合車の他、自家用乗合車やカーシェアリングサービスに用いられる乗用車も含めて推計する。カーシェアリング用車両は、道路運送車両法では自家用乗用車に分類されるが、その使われ方は、個人が保有する乗用車とは異なり、年間走行量はタクシーに近いと考えられる。また、購入される車両は、利用者個人の嗜好ではなく、サービス事業者としての観点から選択される。そこで、カーシェアリングに利用する車両は移動サービスの車両として取り扱い、自動運転化の割合などは営業用乗用車と同じと仮定する。

(1) 保有台数の推計モデル

営業用乗用車の保有台数については、2011 年～2017 年の自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会）の営業用乗用車（普通乗用車、小型乗用車の合計）を基に、次のように人口一人当たり自家用乗用車の保有台数を説明変数として、人口一人当たりの営業用乗用車の保有台数をモデル化する。推定したモデルの係数を表 3.5-19 に、人口一人当たりの営業用乗用車の保有台数とモデルによる予測結果の比較を図 3.5-13 に示す。

$$\frac{Taxi}{Pop} = a_0 + a_1 \cdot \frac{Car}{Pop}$$

Car : 全国の自家用乗用車保有台数(台)

Taxi : 全国の営業用乗用車保有台数(台)

Pop : 人口(人)

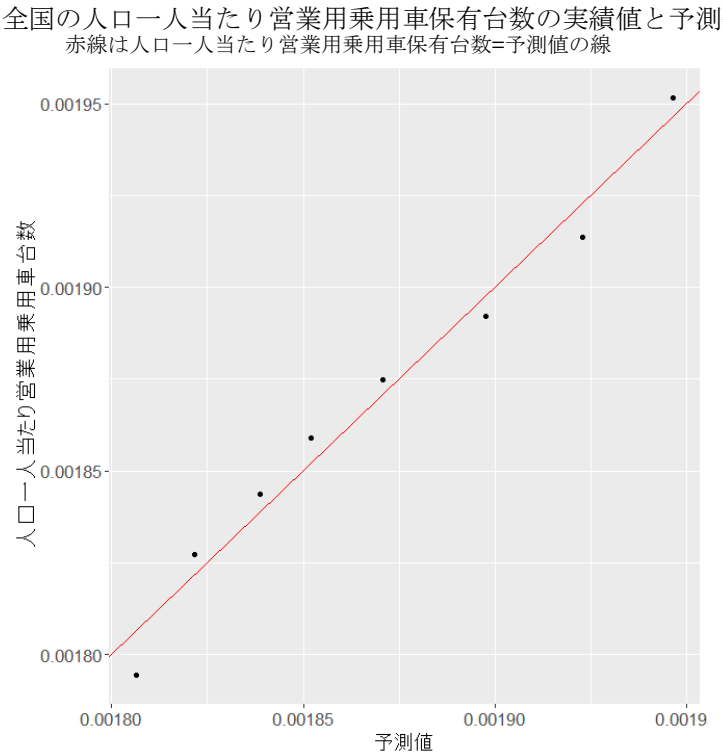
表 3.5-19　人口一人当たりの営業用乗用車の保有台数推計モデルの係数

係数	値	t 値	有意性(注)
a0	0.0039323	30.38	***
a1	-0.0043739	-15.94	***

注:　‘***’ : 0.001 以下、　‘**’ : 0.01 以下、　‘*’ :　0.05 以下、’.’ :　0. 1 以下

自由度補正済決定係数：0.9731

出所：人口一人当たりの営業用乗用車台数は、自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会）の営業用乗用車保有台数と人口推計（総務省）を用いて算出



出所：人口一人当たりの営業用乗用車台数は、自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会）の営業用乗用車保有台数と人口推計（総務省）を用いて算出

図 3.5-13　人口一人当たり営業用乗用車保有台数の推計結果

営業用乗用車の車種別（普通乗用車、小型乗用車）保有台数は、2015 年の保有台数の割合で案分する。

カーシェアリングサービスに必要な車両の保有台数は、「3.5.3 (1) 3) カーシェアリングサービスの影響」で推計されたカーシェアリング利用者数とカーシェアリング利用者当たりのカーシェアリング用車両台数（201.5 台／万人）から推計する。

乗合車の保有台数は、将来も現状と変わらないとする。

(2) 自動運転車カテゴリ別新車登録割合の推計モデル

新規登録される移動サービスの自動運転車カテゴリ別の案分は、オーナーカー（乗用車）と同様に C0, C1 と C2, C3, C4, C5 の 2 区分に分けて考える。自動運転車カテゴリ C2～C5 の市場投入は、表 3.5-4 で示した時期とする。新規登録車における自動運転車カテゴリ別の割合は、自家用乗用車と同じ割合で導入される想定する。自動運転車カテゴリ C2～C5 に割り当てられない車は、安全運転支援機能の搭載率で設定される C0, C1 の割合で案分する。但し、該当する自動運転車カテゴリがまだ乗合車として市場投入されていない場合（市場投入年は表 3.5-4 を参照）は、その分最も新しい自動運転車カテゴリの車が導入されるとする。

(3) 自動運転車カテゴリ別電動化別走行量の推計モデル

移動サービスでは、車種毎の 1 台当たり走行量が 2015 年と同じと想定し、自動運転車カテゴリ別電動化別保有台数に、1 台当たり走行量を掛けて自動運転車カテゴリ別電動化別走行量を推計する。

3.5.5 物流サービスのシミュレーションモデル

(1) 保有台数の推計モデル

物流サービスで使用される貨物車の将来の保有台数は、「④-ii 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」（東京大学）の研究結果を利用する。

(2) 自動運転車カテゴリ別新車登録割合の推計モデル

物流サービスでは、「④-ii 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」（東京大学）の研究により、ドライバー不足を解消するための自動運転車の導入台数を推計している。その成果を踏まえた上で、「ドライバー不足への対応」の目的以外で導入される自動運転車を含めて、物流サービスにおける自動運転車の普及シミュレーションを行う。なお、ドライバー不足に対応するための自動運転車は、指定された高速道路・主要幹線道路を無人運転するため、自動運転車カテゴリ C5 に相当する機能を持つ車両である。

新車登録台数には、「ドライバー不足への対応」に必要な車両が含まれている。そこで、新車登録台数からその台数を分離し、残りの新車登録台数に対して、移動サービスと同様に自家用乗用車と同じ割合で自動運転車カテゴリ C2～C5 の車が導入されると仮定する（図 3.5-14）。「ドライバー不足への対応」の車両にも自動運転車カテゴリ C2～C5 にも分類されない新車は安全運転支援機能の搭載率で設定される C0, C1 の割合で案分する。但し、C2～C5 に分類される車のうち、該当する自動運転車カテゴリの貨物車が市場投入されていない場合（市場投入年は表 3.5-4 を参照）は、その分最も新しい自動運転車カテゴリの車が導入されるとする。

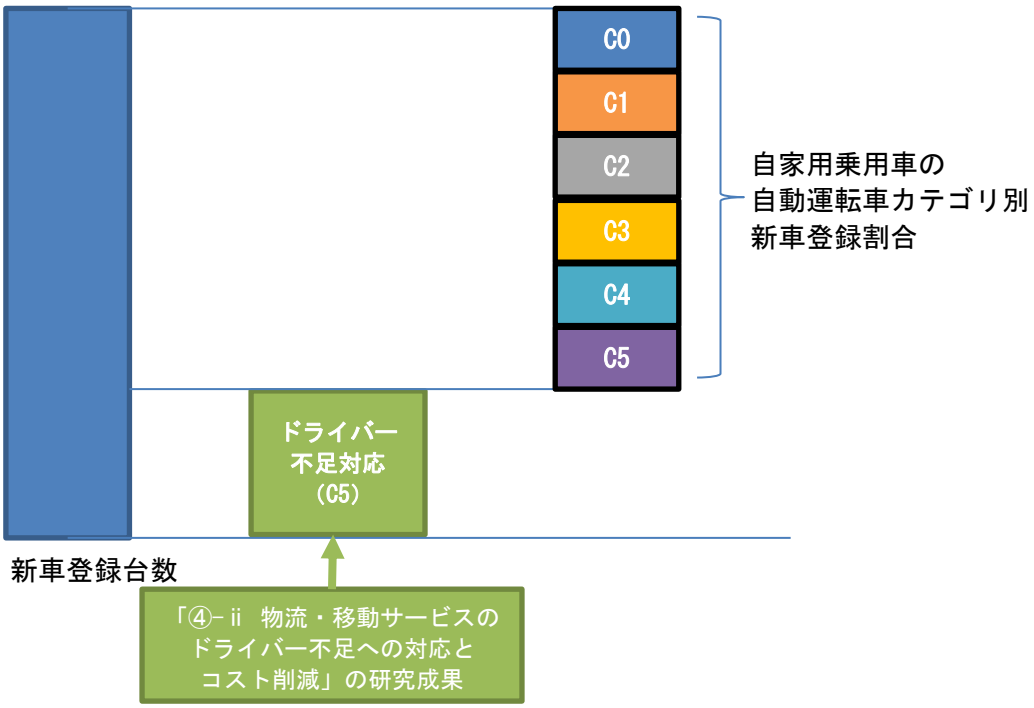


図 3.5-14 物流サービスへの自動運転車の導入

(3) 自動運転車カテゴリ別電動化別走行量の推計モデル

「④-ii 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」（東京大学）の研究結果に基づき、各車種別道路種別走行量を設定する。まず、「ドライバー不足対応」の自動運転車は走行する道路種別が指定されており、その走行量は、指定される道路の走行量に割り当てる。残りの車種別道路種別走行量は、「ドライバー不足対応」の自動運転車以外の自動運転車カテゴリ別保有台数の割合に応じて案分する（図 3.5-15）。

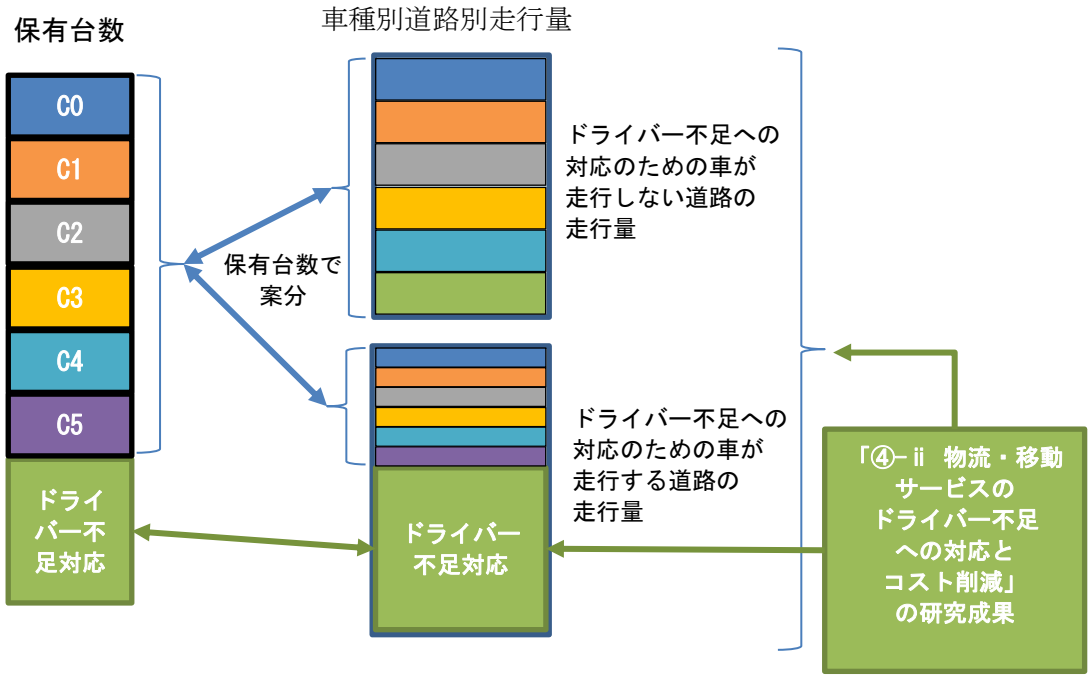
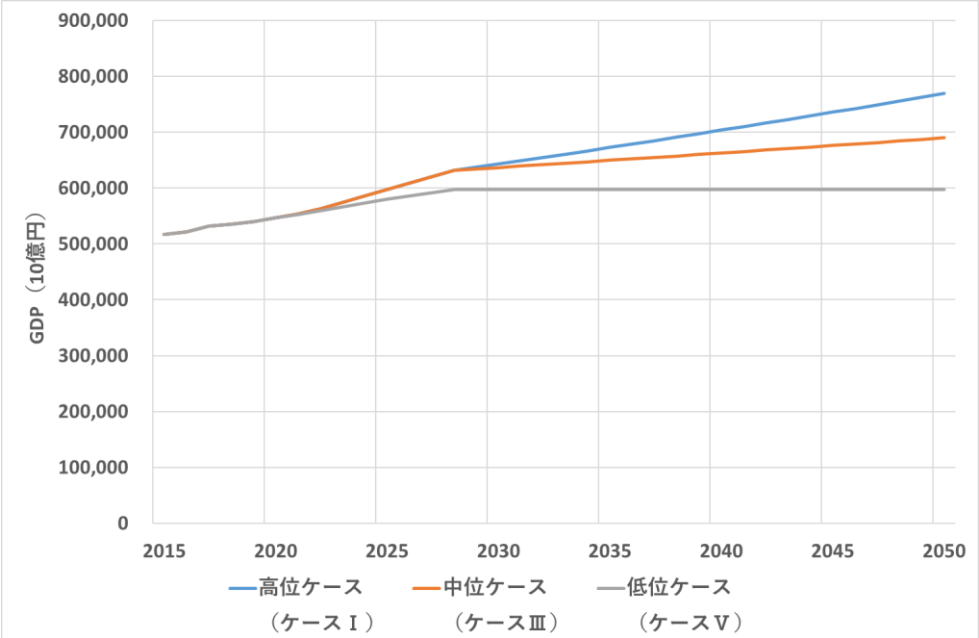


図 3.5-15 物流サービスの走行量の自動運転車カテゴリ別案分

3.5.6 外生変数

(1) 将来の GDP

GDP の将来推計については、社会保障審議会年金部会（厚生労働省）「2019(令和元)年年金財政検証結果のポイント」（2019 年 8 月 27 日）で採用されている GDP 推計からケースI（本研究では GDP 高位ケースと呼ぶ)、ケースIII（GDP 中位ケースと呼ぶ)、ケースV （GDP 低位ケースと呼ぶ）を用いる。これらをグラフ化したものが、図 3.5-16 である。

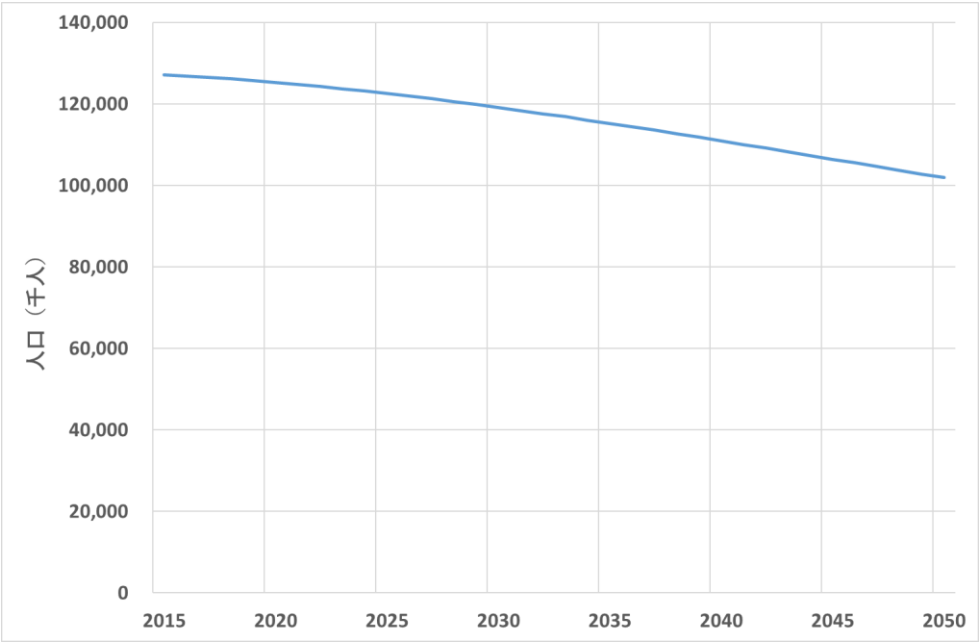


出所：社会保障審議会年金部会（厚生労働省）「2019(令和元)年年金財政検証結果のポイント」（2019 年 8 月 27 日）に基づき作成

図 3.5-16 前提となる GDP 推計

(2) 人口、免許保有者数

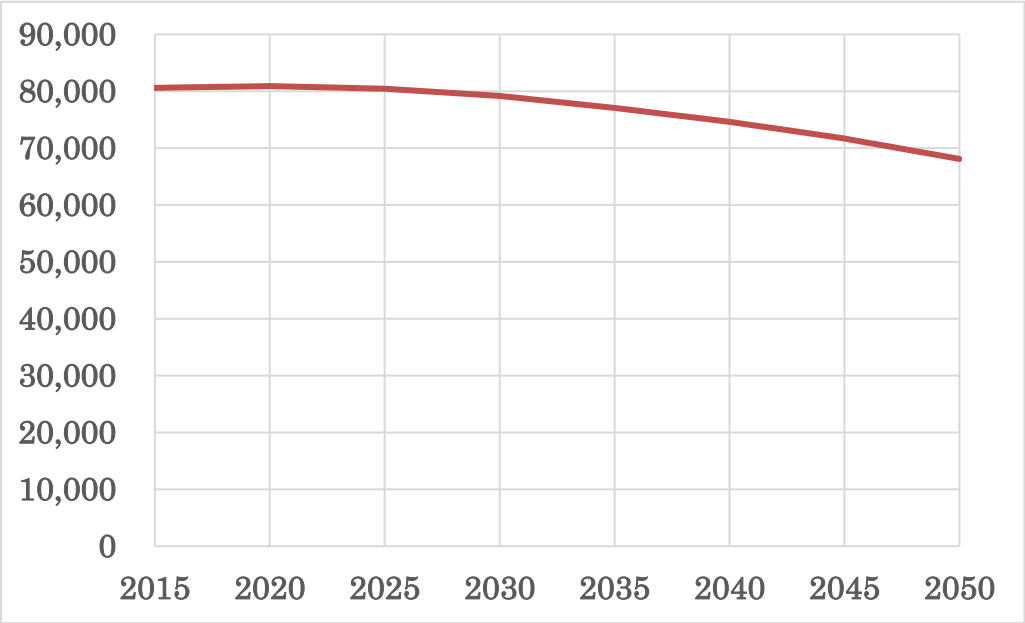
日本社会の将来を表すフレームとしての人口推計値は、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成 29 年推計） 出生中位（死亡中位）」、「日本の地域別将来推計人口（平成 30（2018）年推計）」を用いる（図 3.5-17）。



出所: 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成 29 年推計） 出生中位（死亡中位）」に基づき作成

図 3.5-17 前提となる人口推計

第一種免許（大型、中型、準中型、普通）、第二種免許のいずれかを保有する人を免許保有者とする。将来の免許保有者数は、年齢階層別性別免許保有率の実績からコーホートを用いて推定した将来の年齢階層別性別免許保有率から設定する。推定した免許保有者数を図 3.5-18 に示す。免許保有者数は、人口減少に伴い減少に向かうが、高齢者の免許保有率が高まることから、人口よりも緩やかに減少する。



出所：2015 年の免許保有者数は、運転免許統計（警視庁,平成 27 年版）、以後は推計値。

図 3.5-18 推計された免許保有者数

(3) 安全運転支援機能の新車への搭載率（自動運転車カテゴリ C0, C1 の割合）

乗用車の新車中の自動運転車カテゴリ C0, C1 の割合は、安全運転支援機能（車間距離警報装置、車線逸脱警報装置、前方障害物衝突軽減制動制御装置、ペダル踏み間違い時加速抑制装置）の搭載率から推定した。各装置の将来の搭載率は、国土交通省「ASV 技術普及状況調査」（平成 30 年 12 月 26 日現在）の実績値から、S 字成長曲線モデルに従うとして推計した（表 3.5-20）。

各年で、これらの装置の中で最も小さい搭載率を、安全運転支援機能を搭載する自動化カテゴリ C1 の割合とする。但し、2021 年度からは衝突被害軽減ブレーキの義務化に伴って、走行中の安全運転支援機能がより充実すると考え、2022 年度からは新車中の自動運転車カテゴリ C1 の割合を 100%とし、2021 年度は 2020 年度との中間の割合と設定した。

表 3.5-20　乗用車の将来の安全運転支援機能の搭載率設定

年	車間距離警報装置	車線逸脱警報装置	前方障害物衝突軽減制動制御装置	ペダル踏み間違い時加速抑制装置	最小搭載率
2008	0.7%	0.3%	0.8%		0.3%
2009	0.9%	0.2%	0.9%		0.2%
2010	0.8%	0.3%	0.9%		0.3%
2011	1.4%	0.8%	1.4%		0.8%
2012	2.6%	1.7%	2.4%	2.0%	1.7%
2013	4.1%	3.2%	4.7%	12.5%	3.2%
2014	9.3%	8.6%	11.9%	32.2%	8.6%
2015	19.5%	18.2%	16.0%	31.6%	16.0%
2016	46.4%	40.4%	42.8%	41.6%	40.4%
2017	61.7%	56.9%	57.8%	58.0%	56.9%
2018	81.8%	77.4%	77.6%	69.5%	69.5%
2019	91.9%	89.2%	89.1%	79.3%	79.3%
2020	96.6%	95.2%	95.1%	86.6%	86.6%
2021	98.6%	98.0%	97.8%	91.6%	91.6%
2022	99.4%	99.1%	99.1%	94.8%	94.8%
2023	99.8%	99.6%	99.6%	96.8%	96.8%
2024	99.9%	99.9%	99.8%	98.1%	98.1%
2025	100.0%	99.9%	99.9%	98.9%	98.9%

年	C0+C1内の割合	
	C0	C1
2008	99.7%	0.3%
2009	99.8%	0.2%
2010	99.7%	0.3%
2011	99.2%	0.8%
2012	98.3%	1.7%
2013	96.8%	3.2%
2014	91.4%	8.6%
2015	84.0%	16.0%
2016	59.6%	40.4%
2017	43.1%	56.9%
2018	30.5%	69.5%
2019	20.7%	79.3%
2020	13.4%	86.6%
2021	6.7%	93.3%
2022	0.0%	100.0%
2023	0.0%	100.0%
2024	0.0%	100.0%
2025	0.0%	100.0%

実績値

義務化

出所: 各安全運転支援機能の搭載率の実績値は、「ASV 技術普及状況調査」（国土交通省、平成 30 年 12 月 26 日現在）に基づき作成

乗用車以外の新車への安全運転支援機能の搭載率は、国土交通省「ASV 技術普及状況調査」（平成 30 年 12 月 26 日現在）における大型車の「車線逸脱警報装置」「前方障害物衝突軽減制動制御装置」の搭載率を参考に指定する。2 つの機能の内、いずれか低い方の搭載率を大型車の安全運転支援機能の実績の搭載率とした。

将来の大型車の安全運転支援機能の搭載率を推計するため、「保安基準による搭載の義務化（表 3.5-21 を参照）のみが安全運転支援機能を搭載する理由」とした場合の搭載率を、下記のような仮定で試算した。

- 新車への安全運転支援機能の搭載率は、2 つの装置共に義務化される以前は搭載率 0%、共に義務化された後は 100%。（義務化が 11 月からの場合は搭載率 50%）。
- 重量区分別新車販売台数は、2017 年度末の保有台数割合と同じと仮定。（GVW3.5t 超ではなく、GVW3t 以上の台数で割合を評価）
- 新車販売における新型形式と継続形式の割合は 50%ずつと仮定。

表 3.5-21　大型車に対する安全技術の義務化の時期

対象		衝突被害軽減ブレーキ	車線逸脱警報装置	安全運転支援機能（2 つとも装備）
車両総重量 22t 超のトラック	新型車	平成 26 年 11 月～	平成 29 年 11 月～	平成 29 年 11 月～
	継続生産車	平成 29 年 9 月～	平成 31 年 11 月～	平成 31 年 11 月～
車両総重量 20t 超 22t 以下のトラック	新型車	平成 28 年 11 月～	平成 30 年 11 月～	平成 30 年 11 月～
	継続生産車	平成 30 年 11 月～	平成 32 年 11 月～	平成 32 年 11 月～
車両総重量 8t 超 20t 以下のトラック	新型車	平成 30 年 11 月～	平成 30 年 11 月～	平成 30 年 11 月～
	継続生産車	平成 33 年 11 月～	平成 33 年 11 月～	平成 33 年 11 月～
車両総重量 3.5t 超 8t 以下のトラック	新型車	平成 31 年 11 月～	平成 31 年 11 月～	平成 31 年 11 月～
	継続生産車	平成 33 年 11 月～	平成 33 年 11 月～	平成 33 年 11 月～

注：「衝突被害軽減ブレーキ」「車線逸脱警報装置」は道路運送車両の保安基準に基づく義務化。この 2 つを同時に搭載する車を本研究では「安全運転支援機能」を満たす車とする。
出所：国土交通省「先進安全技術に関する現行制度等」（平成 29 年 1 月 25 日）を参考に作成

このような考え方で試算した安全運転支援機能の搭載する大型車が大型車の新車中で占める割合を表 3.5-22 の上段（赤枠内）に示す。一方、大型車への安全運転支援機能の搭載率の実績を表 3.5-22 の下段（黄色の網掛）示す。2017 年で、搭載率（実績）と義務化だけを理由とした試算値を比較すると、搭載率（実績）の方が 25%ほど高い。これは、義務化されるよりも早く安全運転支援機能の搭載が進んでいることを示している。そこで、試算値よりも高い割合（2017 年の搭載率（実績）と試算値の差分）が、以降も継続するとして、搭載率（推計）を設定する。この設定では義務化だけを理由とするより 1 年早く搭載率が 100%に達する。この設定を、貨物車と乗合車の安全運転支援機能の搭載率（自動運転車カテゴリ C1 の割合）とする。

表 3.5-22　大型車の安全運転支援機能を搭載した車の割合

義務化による搭載率		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
車両総重量22t超のトラック	新型	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%	7.3%
	継続	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	7.3%	7.3%	7.3%
車両総重量20t超 22t以下のトラック	新型	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
	継続	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.7%	0.7%
車両総重量8t超 20t以下のトラック	新型	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%
	継続	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%	5.5%
車両総重量3.5t超 8t以下のトラック	新型	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	18.3%	36.5%	36.5%	36.5%
	継続	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	18.3%	36.5%
合計（試算値）		0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	10.4%	35.4%	57.6%	79.0%	100.0%
義務化前に25%程搭載率が上昇。今後もこの差が続く							義務化まで搭載しない場合			
搭載率(実績)		9.8%	13.5%	18.8%	28.7%					
搭載率(推計)						35.4%	60.4%	82.7%	100.0%	100.0%

出所：搭載率（実績）は、「ASV 技術普及状況調査」（国土交通省、平成 30 年 12 月 26 日現在）の大型車の車線逸脱警報装置」「前方障害物衝突軽減制動制御装置」の搭載率を参考に作成

(4) 車の残存率

登録自動車の残存率は、次の統計を使用して設定する。

- 保有台数（平成 13 年～平成 28 年 3 月）：一般社団法人　自動車検査登録情報協会「初度登録年別　自動車保有車両数(平成 28 年 3 月)」

- 新車販売台数（2001 年度～2015 年度）：一般社団法人　日本自動車工業会「自動車統計月報」(2002 年 4 月-2016 年 4 月)
- 新車販売台数（四輪車新車販売台数（1970～2000 年度））：一般社団法人　日本自動車工業会、https://www.jama.or.jp/industry/four_wheeled/four_wheeled_2t1.html (閲覧日：2021/5/17)

平成 13 年～平成 28 年に販売された車は初度登録年別に保有台数が集計されているが、平成 12 年以前に販売された車は合計保有台数となっている。そこで、残存率を表わすモデルは、登録年度別の保有台数がわかっている期間 1 と、残存している保有台数の合計だけがわかっている期間 2 に分け、期間 1 ではワイブル分布、期間 2 では廃棄率一定とする残存率を仮定した（図 3.5-19）。但し、2 つの期間の境界では残存率が連続とする。

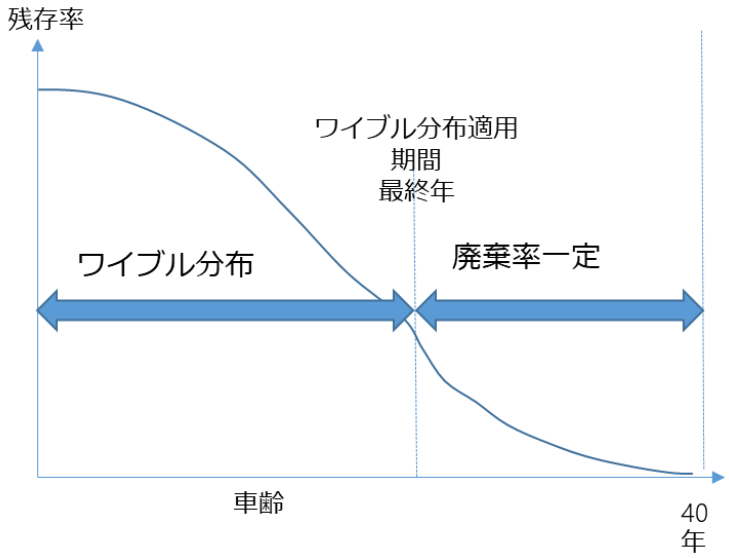


図 3.5-19 車の残存率のモデル

各期間の残存率は表 3.5-23 に基づいて推計する。

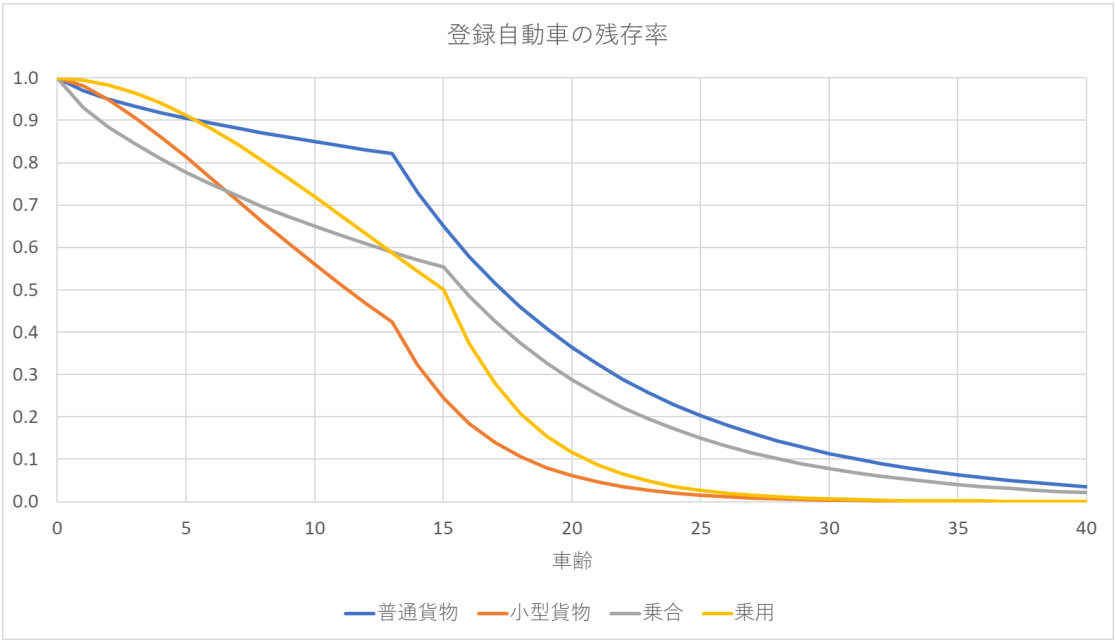
表 3.5-23　車の残存率の推定方法

	期間 1	期間 2
データからみた期間の特徴	残存している保有台数と新車販売台数がわかっている	残存している保有台数の期間合計がわかっている
分布	ワイブル分布	期間 1 の最終年の残存率から廃棄率が一定として評価。但し、車齢 40 年を超える残存率は 0
パラメータの推定方法	保有台数と新車販売台数から計算した残存率に、一致するように、ワイブル分布のパラメータを推定	期間 2 の統計上の保有台数の合計と、新車販売台数と残存率から計算した保有台数の合計が、等しくなるように廃棄率を推定する。

なお、登録自動車は表 3.5-24 の車種区分に分けて残存率を推計した。推定した残存率のグラフを図 3.5-20 に示す。

表 3.5-24　残存率を推定する車種区分

車種区分	道路輸送法区分	備考
普通貨物	普通貨物車（営業用、自家用） 大型特種車	新車販売台数の普通貨物車に大型特種車を含むため、残存率推定のために、普及シミュレーションの対象外である大型特種車を加えて評価する。 なお、2003 年（平成 15 年）以前の新車販売台数は、普通貨物車と小型貨物車の区分が現在と異なるため、それより新しいデータとは同一に扱うことができない。
小型貨物	小型貨物（営業用、自家用）	2003 年（平成 15 年）以前の新車販売台数は、普通貨物車と小型貨物車の区分が現在と異なるため、それより新しいデータとは同一に扱うことができない。
乗合	普通乗合車（営業用、自家用） 小型乗合車（営業用、自家用）	
乗用	普通乗用車（営業用、自家用） 小型乗用車（営業用、自家用）	



出所:「初度登録年別　自動車保有車両数 (平成 28 年 3 月)」（自動車検査登録情報協会)、「自動車統計月報(2002 年 4 月-2016 年 4 月」日本自動車工業会)、「四輪車新車販売台数（1970～2000 年度)」（日本自動車工業会）を用いて推計

図 3.5-20 登録自動車の残存率

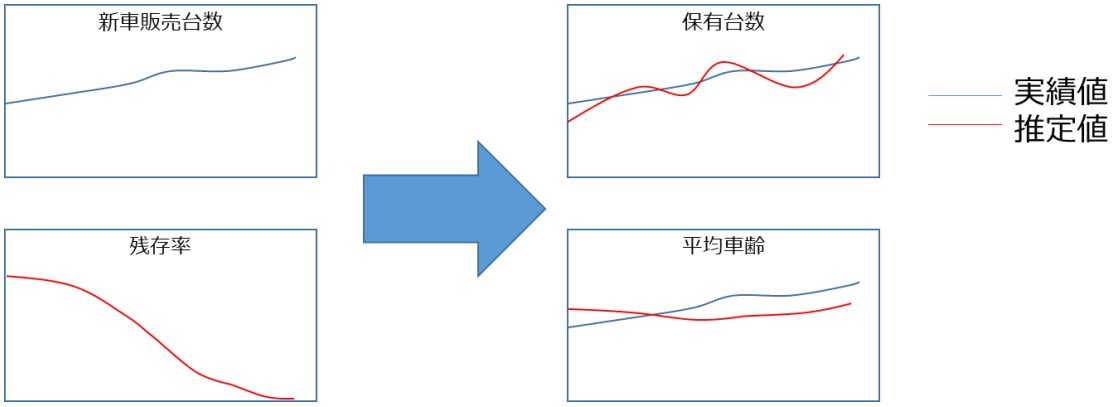
一方、軽自動車の残存率は、以下の統計データを使用して設定する。

- 新車販売台数：軽自動車検査協会「検査対象軽自動車の新車販売台数の推移」（EXCEL）、 https://www.keikenkyo.or.jp/information/attached/0000022995.xls（閲覧日：

2019/6/20)

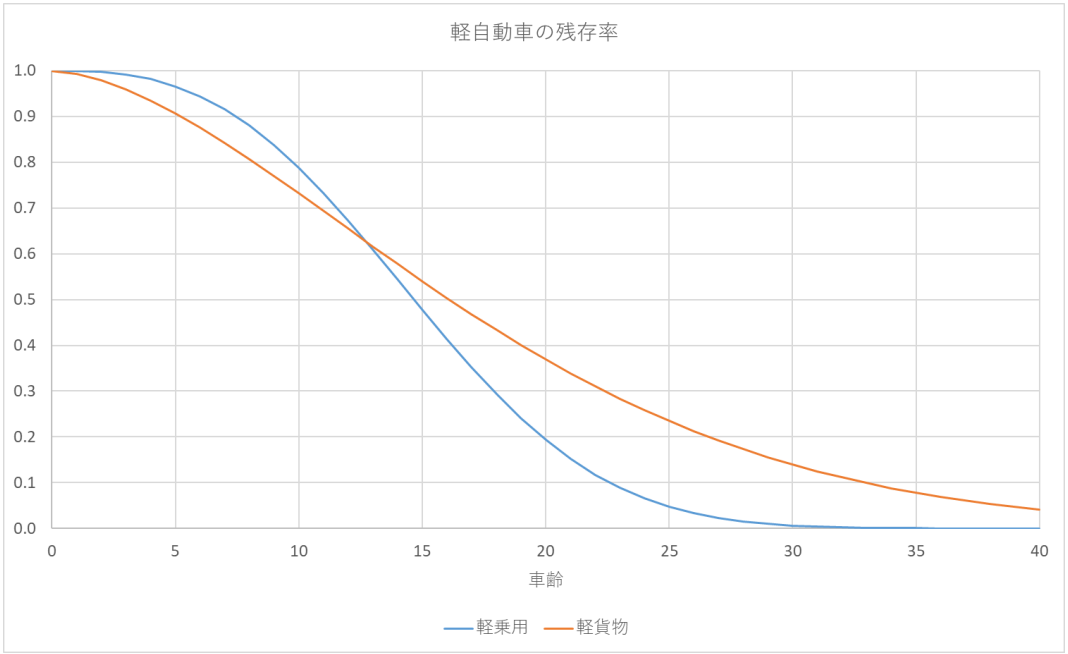
- 保有台数：軽自動車検査協会「検査対象軽自動車の保有車両数の推移」（EXCEL）、https://www.keikenkyo.or.jp/information/information_000453.html (閲覧日：2019/6/21)
- 平均車齢：軽自動車検査協会「平均車齢推移表 2005-2018 全国計」、https://www.keikenkyo.or.jp/information/information_000453.html (閲覧日：2019/5/7)

軽自動車もワイブル分布に従うと仮定するが、初度登録年別の保有台数の統計がなく、登録自動車と同じ方法が利用できない。そこで、統計から得られる保有台数・平均車齢が、過去の新車販売台数と残存率から推定した保有台数・平均車齢が一致するようにパラメータを推定する（図 3.5-21）。具体的には、保有台数の推定誤差率の平方和と平均車齢の推定誤差率の平方和の合計を最小化するように、ワイブル分布のパラメータを推定する。推定した残存率を図 3.5-22 に示す。



新車販売台数と残存率から求めた保有台数・平均車齢の推定誤差率が小さくなるように残存率のパラメータを決定

図 3.5-21 軽自動車の残存率推定方法



出所：「検査対象軽自動車の新車販売台数の推移」（軽自動車検査協会）、「検査対象軽自動車の保有車両数の推移」（軽自動車検査協会）、「平均車齢推移表 2005-2018 全国計」（軽自動車検査協会）を用いて推計

図 3.5-22 軽自動車の残存率

(5) カーシェリングサービスの普及率

公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団の 2019 年 3 月末の調査では、車両台数は 34,984 台、会員数は 1,626,618 人となっている。

（http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_graph2019.3.html (閲覧日：2021/5/17)）

2010 年以降急速にカーシェアリングの会員数、台数は伸びており、2018 年には普通免許以上の免許保有者数 81,031,160 人（警察庁「運転免許統計」（平成 30 年版））に対し、2%ほどがカーシェアリングの会員となっている。2015 年以降、免許保有者数に対する会員数の割合が、このまま伸びると想定して、将来のカーシェアリング利用者数を推計する（表 3.5-25）。

表 3.5-25　将来のカーシェアリング利用者数

年	免許保有者数	会員数	比率	車両台数
2015	80,592,066	846,240	1.1%	19,717
2016	80,655,620	1,085,922	1.3%	24,458
2017	80,719,174	1,320,794	1.6%	29,208
2018	80,782,729	1,626,618	2.0%	34,984
2020	80,909,837	2,123,683	2.6%	42,474
2030	79,158,845	4,595,404	5.8%	91,908
2040	74,621,165	6,705,336	9.0%	134,107
2050	68,092,651	8,284,410	12.2%	165,688

網掛は実績値

出所: 免許保有者数の実績値は運転免許統計（警視庁）、会員数、車両台数の実績値は公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団(http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_graph2019.3.html (閲覧日：2021/5/17)）を参照して作成

(6) 自動運転車に対する社会的期待

消費者の自動運転車カテゴリ選択モデル（表 3.5-15、表 3.5-16）では、自動運転車に対する社会的期待が説明変数として含まれている。この変数はアンケートで行った表 3.5-26 の中の黄色で網掛した質問に、「全く期待しない（1 点）」、「どちらともいえない（3 点）」、「とても期待する（5 点）」を示した 5 段階で回答してもらった合計点数である。現在の得点の分布は図 3.5-23 のようであり、その平均点は 25 点である。アンケートからは安全運転支援機能の経験者の平均約 26 点とスコアが高くなることが示されている。そこで、今後安全運転支援機能の普及や自動運転車の登場に伴い、自動運転車に対する社会的期待が増大すると想定し、 将来（2030 年）の消費者の社会的期待の平均ススコアを 30 点とする。

表 3.5-26　自動運転車への期待についての質問項目

Q16 あなたの自動運転への期待についてお答えください。

渋滞の解消・緩和
交通事故の削減
環境負荷の低減
高齢者等の移動支援
過疎地における公共交通の代替移動手段
買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加
友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加
マイカー運転者の負担の軽減
移動時間の有効活用
車を別の場所から呼び出せる
外出先での駐車場の確保が不要となる
職業運転者（トラック／バス／タクシーの運転手）の人手不足解消
新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化

『自身の利用期待』として集計

『社会的期待』として集計

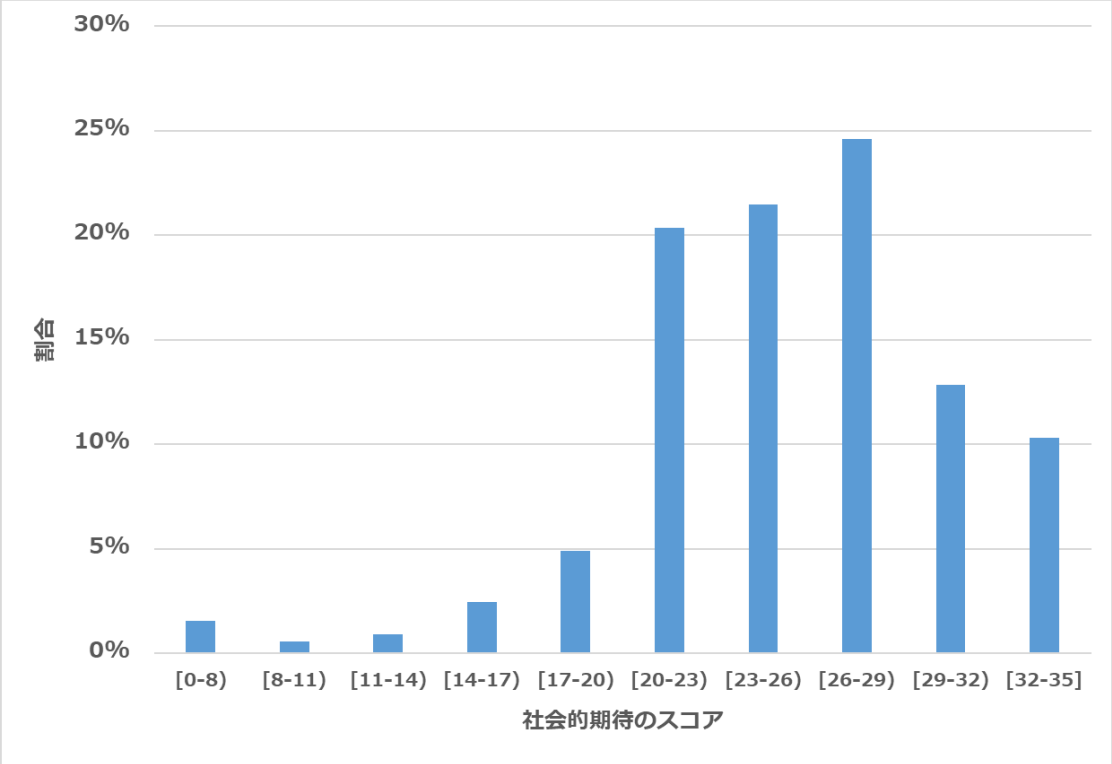


図 3.5-23 社会的期待のスコアの分布(N=6,159)

(7) 新規登録車の電動化の割合

車の電動化は、次世代自動車普及戦略検討会（環境省）「次世代自動車普及戦略」（平成 21 年 5 月）に記載されている「軽自動車・乗用車市場における次世代自動車（EV/HV/PHV）の販売・保有シェア」、「ディーゼル HV 重量車の販売・普及見通し」基づいて、表 3.5-27 のように設定する。貨物車・乗合車は「ディーゼル HV 重量車の販売・普及見通し」を用いる。

表 3.5-27　新規登録車の電動化割合

年度	2015 年度	2020 年度	2030 年度	2040 年度	2050 年度
軽自動車・乗用車	30.3%	38.9%	51.0%	52.8%	54.4%
ディーゼル HV 重量車	6.0%	24.8%	26.4%	63.1%	46.3%

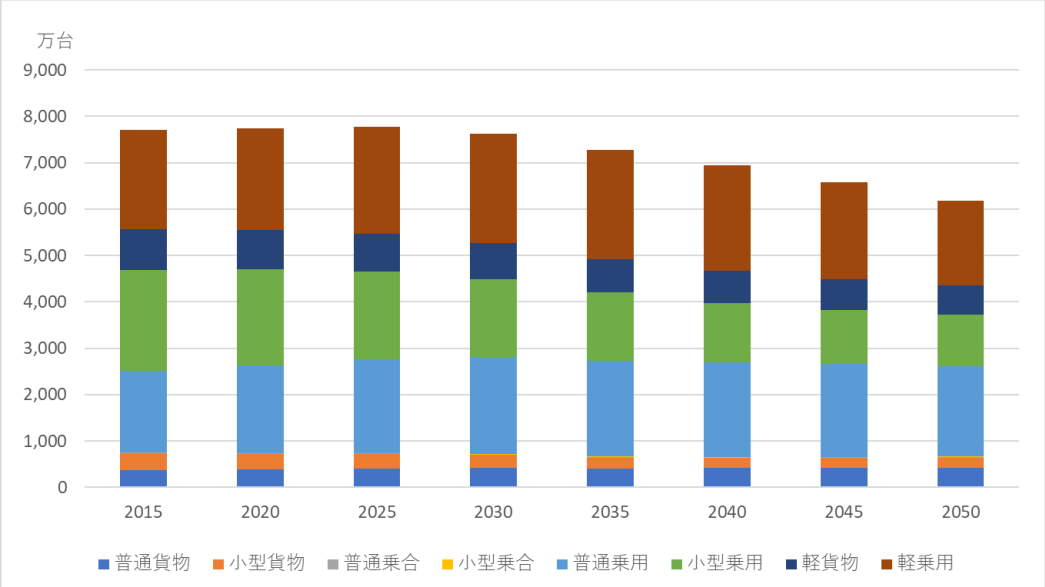
出所：次世代自動車普及戦略検討会（環境省）「次世代自動車普及戦略」（平成 21 年 5 月）から作成

この設定の他に、SAE Level4 の機能を持つ自動運転車カテゴリ C4,C5 では、100%電動化するシナリオも検討する。

3.5.7 ベースケースのシミュレーション

以上の条件の下で、自動運転車に対する政策措置や OEM の市場投入策を検討し、交通事故低減効果など各種インパクト・アセスメントのためベースケースとしてのシミュレーションを行った。この報告書では、これをベースケースと呼ぶ。

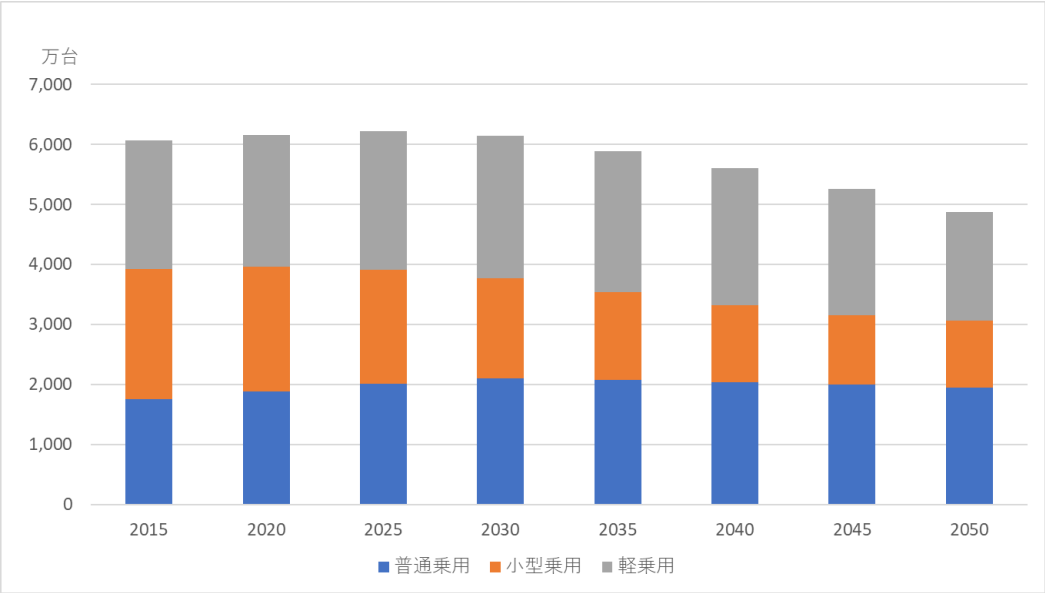
GDP 中位ケースの車種別保有台数は図 3.5-24 のようになる。保有台数は 2025 年頃をピークとして減少し、2050 年では約 6,200 万台となる。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 3.5-24 車種別保有台数（GDP 中位ケース）

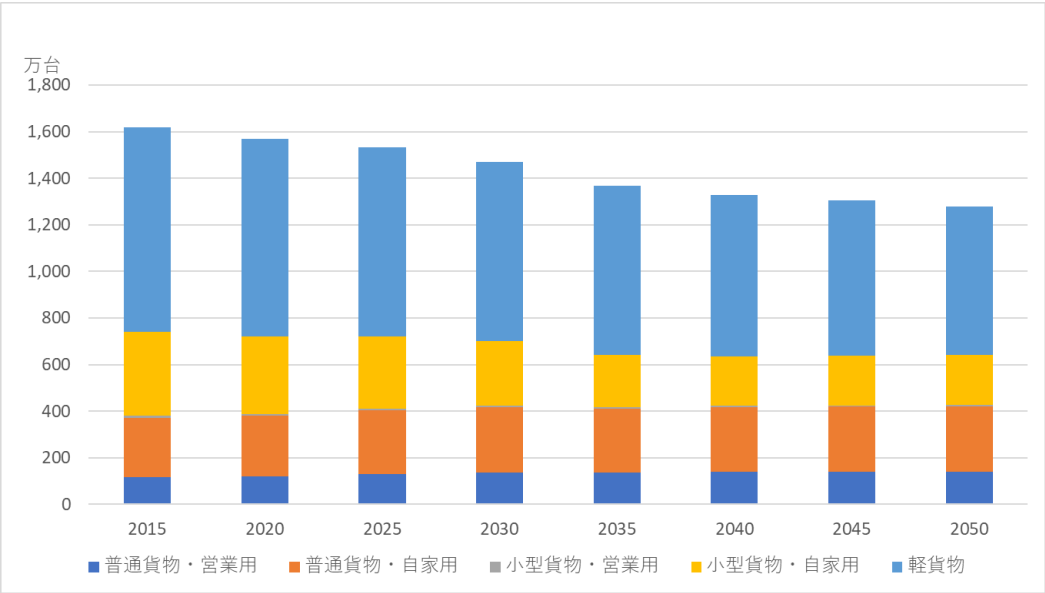
乗用車の保有台数は図 3.5-25 のようになり、2025 年に約 6,200 万台のピークの後、人口減少に伴い 2050 年には約 4,900 万台にまで減少する。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 3.5-25 乗用車の車種別保有台数（GDP 中位ケース）

一方、貨物車の保有台数は図 3.5-26 のようになる。GDP の成長により乗用車よりも減少は少ないが、2050 年では約 1,300 万台となっている。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 3.5-26 貨物車の車種別保有台数（GDP 中位ケース）

自動運転車カテゴリ別にみると、図 3.5-27 のようになる。2035 年以降も自動運転車カテゴリ C1 の車が多くを占め、2050 年で自動運転車カテゴリ C2 以上の車は保有台数の約 44%であり、自動運転車カテゴリ C4 以上は約 37%となる。

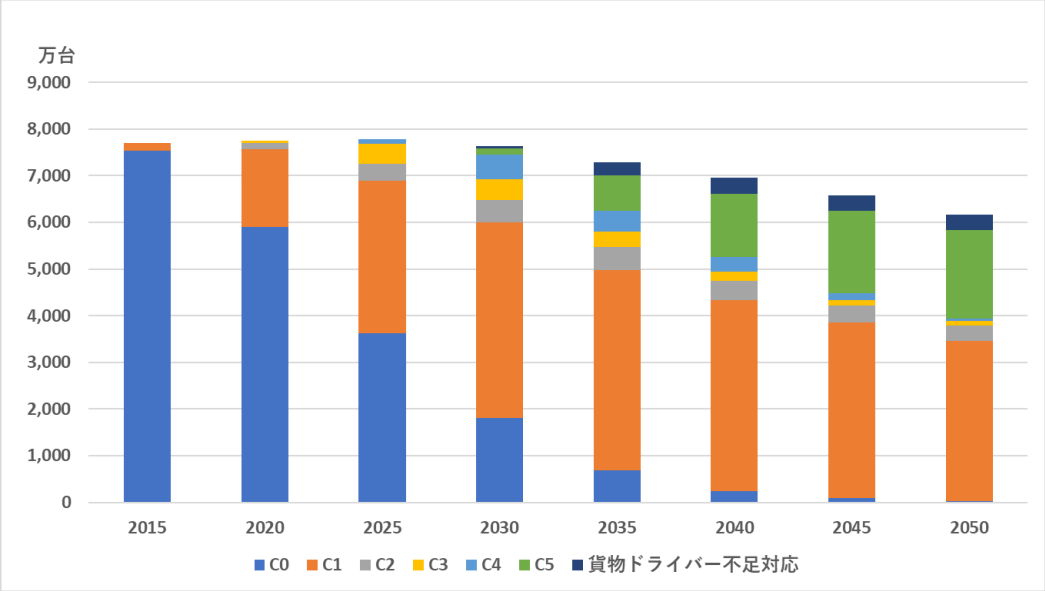


図 3.5-27 自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 中位ケース、推計値）

乗用車では、図 3.5-28 のように、2050 年において自動運転車カテゴリ C2 の割合は約 42%であり、自動運転車カテゴリ C4 以上の車は約 34%となり、保有台数の 50%以上が SAE Level 1 の車となる。

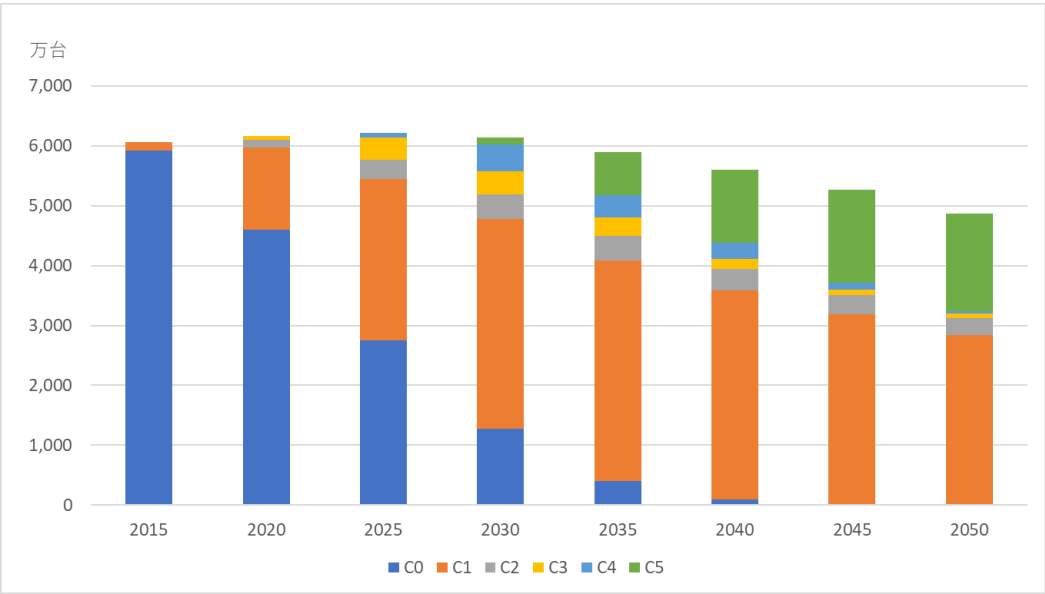


図 3.5-28 乗用車の自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 中位ケース、推計値）

貨物車では図 3.5-29 のように、2050 年で自動運転車カテゴリ C2 以上が約 53%、自動運転車カテゴリ C4 以上が約 48%と乗用車よりも大きくなる。これは、ドライバー不足対策としての自動運転車の導入効果が大きく、2050 年ではドライバー不足対策としての自動運転車が約 331 万台、保有台数の約 26%を占めている。

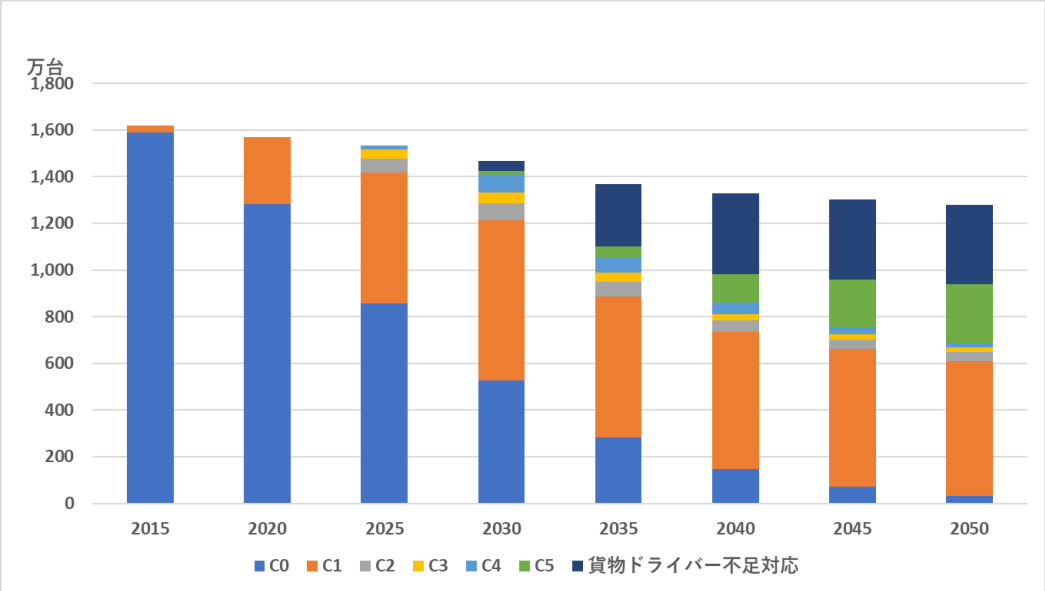


図 3.5-29 貨物車の自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 中位ケース、推計値）

自動運転車には電動化された車の方が相性が良いため、自動運転化が進むと電動化も同時に進むことがされている。そこで、SAE Level 4 の機能を実現した自動運転車が電動化されたシナリオを想定し、どの程度車の電動化が進むかを調べた。

自動運転車の電動化が、従来車と同じであると仮定したケースでは、保有台数に占める電動化の割合は図 3.5-30 のようになる。このケースでは、2050 年で保有台数の約 45%が電動化される。

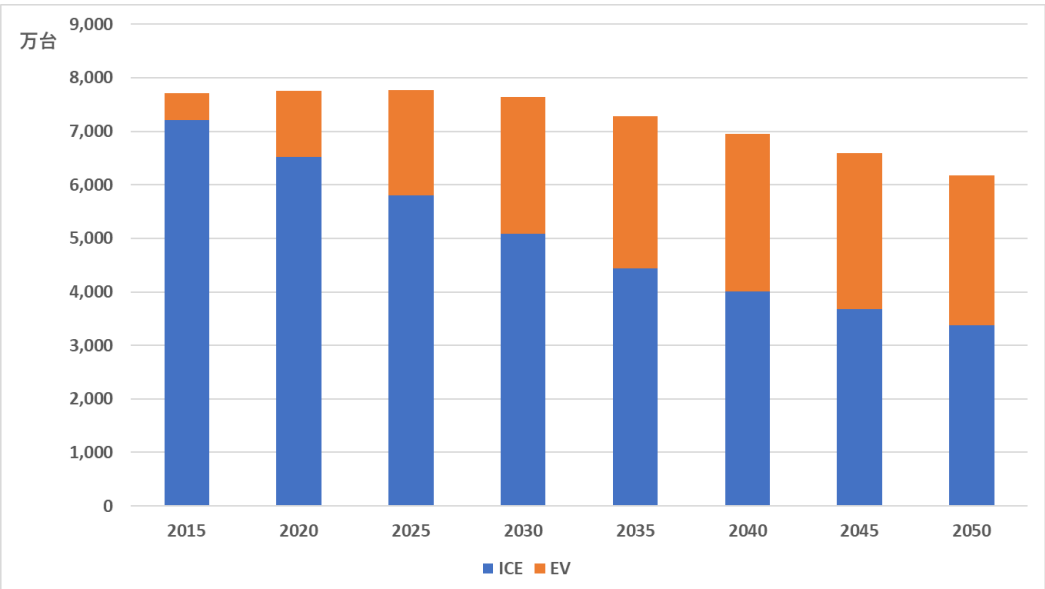


図 3.5-30 電動化別保有台数（GDP 中位ケース：「次世代自動車普及戦略」に基づくシナリオ、推計値）

一方、SAE Level 4 の機能を備えた自動運転車がすべて電動化されているとしたケースでは、図 3.5-31 のようになる。このケースでは、2050 年で保有台数の約 66%が電動化され、従来車と同じ電動化を仮定した場合よりも 20%程電動化の割合が高くなる。

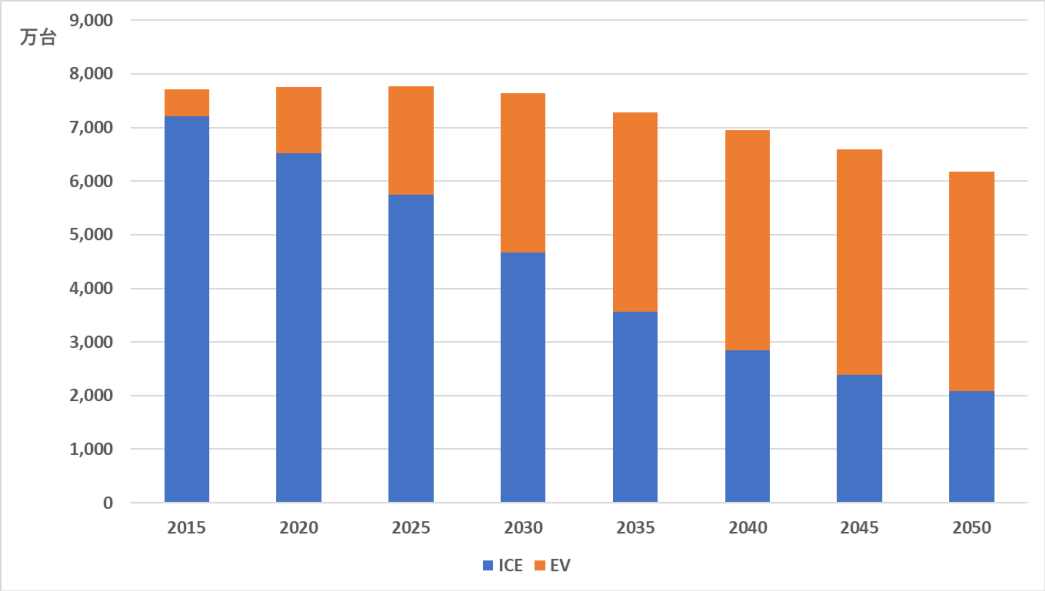


図 3.5-31 電動化別保有台数（GDP 中位ケース：SAE Level4 は電動化 100%、推計値）

3.6 ドライバー不要な自動運転車の普及シミュレーション（静学モデル）

3.6.1 シミュレーションの概要

静学モデルは、ドライバー不要となる自動運転（SAE Level 4/5 相当）の車が導入され、そしてそれが社会に普及した状況（以下、定常状態）を想定し、その状況における自家用乗用車の保有状況、自動運転タクシーの利用状況をシミュレートする。

このモデルでは、「④-iii 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」の研究成果を利用して、定常状態における消費者の外出時の交通手段の利用状況（平休日別目的別距離帯ランク別トリップ数）を推計する。そして、自家用乗用車の利用状況から自家用乗用車の保有台数、走行量を推計する。さらに、自動運転タクシーの利用状況からその走行量と保有台数（必要台数）を推計する（図 3.6-1）。

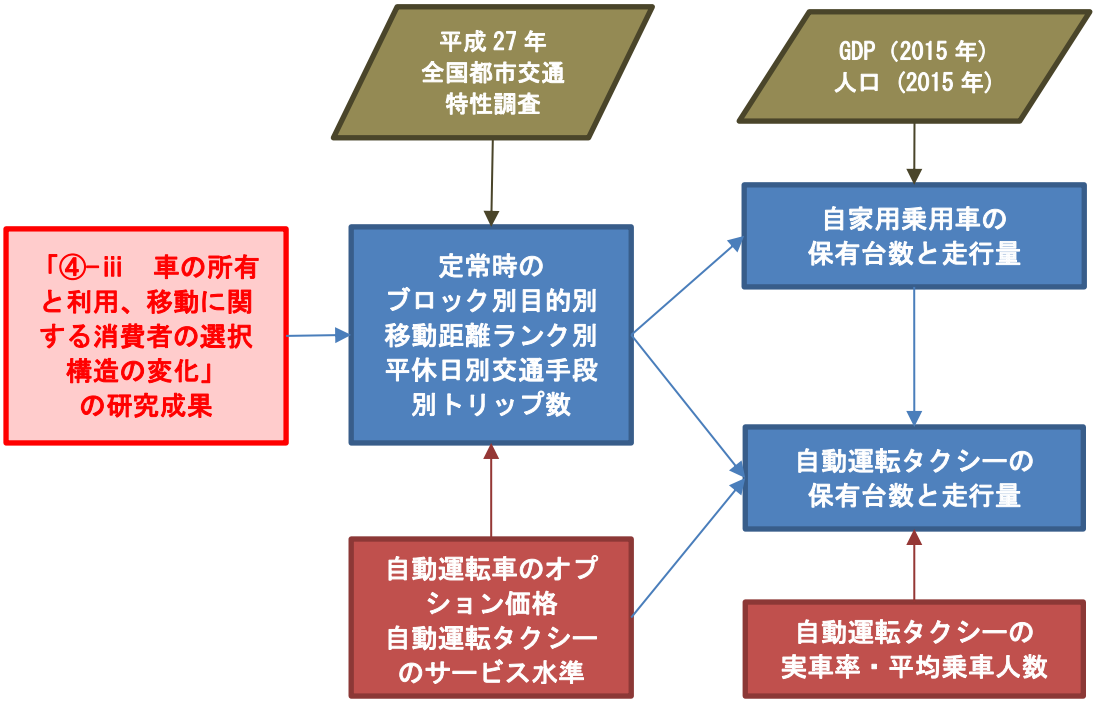


図 3.6-1 静学モデルの概要

3.6.2 モデルの枠組み

(1) 対象交通手段

静学モデルでは、日常的な目的で利用する交通手段として、個人所有手動運転車、個人所有自動運転車、自動運転タクシー、乗合自動運転タクシー、公共交通機関、徒歩・自転車の 6 つの交通手段を想定する[2]。

[2] 自動二輪車については、現在の全体のトリップに占める割合が 5%未満であることから、選択肢からは除いた。

(2) 地域分割

動学モデルでは、人々の交通手段選択行動の変化は想定せず、ただ、乗用車の自動運転車カテゴリ別の構成が自動運転のオプション価格等に影響を受けると仮定して、自動運転車の普及シミュレーションを行っている。一方、静学モデルは、自動運転タクシー、乗合自動運転タクシーというこれまでに存在しない交通手段の導入を想定しているため、その導入に伴う人々の交通手段選択行動の変化を加味して自動運転車の普及シミュレーションを実施する必要がある。新たな交通手段導入時の人々の交通手段選択行動は、人々の過去の交通手段選択行動をベースにしてシミュレートする必要があり、地域区分も、人々の過去の交通手段選択行動が入手できる地域区分でなければならない。このため、静学シミュレーションは、人々の過去の交通手段選択行動と自家用乗用車の保有台数・走行量が入手できる国土交通省の「全国道路・街路交通情勢調査」のブロック（地域ブロック）に基づいて実施する。具体的には、表 3.6-1 に示すように、全国を 15 の地域に分割する。

表 3.6-1　静学モデルで扱う地域

ブロック	対象都道府県
北海道	北海道
北東北	青森県、岩手県、秋田県
南東北	宮城県、山形県、福島県
関東内陸	茨城県、栃木県、群馬県、山梨県、長野県
関東臨海	埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県
東海	岐阜県、静岡県、愛知県、三重県
北陸	新潟県、富山県、石川県
近畿内陸	福井県、滋賀県、京都府、奈良県
近畿臨海	大阪府、兵庫県、和歌山県
山陰	鳥取県、島根県
山陽	岡山県、広島県、山口県
四国	徳島県、香川県、愛媛県、高知県
北九州	福岡県、佐賀県、長崎県、大分県
南九州	熊本県、宮崎県、鹿児島県
沖縄	沖縄県

3.6.3 モデルの詳細

(1) 自家用乗用車の保有台数、走行量の推計モデル

自家用車の平休日別目的別トリップ数から、自家用乗用車の保有台数と走行量が推計できるように、まず、1 人当たりの自家用車の平休日別目的別トリップ数と 1 人当たりの自家用乗用車保有台数・走行量との関係をモデル化する。(図 3.6-2)。そして、1 人当たりの自家用乗用車保有台

数、一人当たり自家用乗用車の走行量に、地域の人口を掛けて、地域の自家用乗用車の保有台数と走行量を算出する。

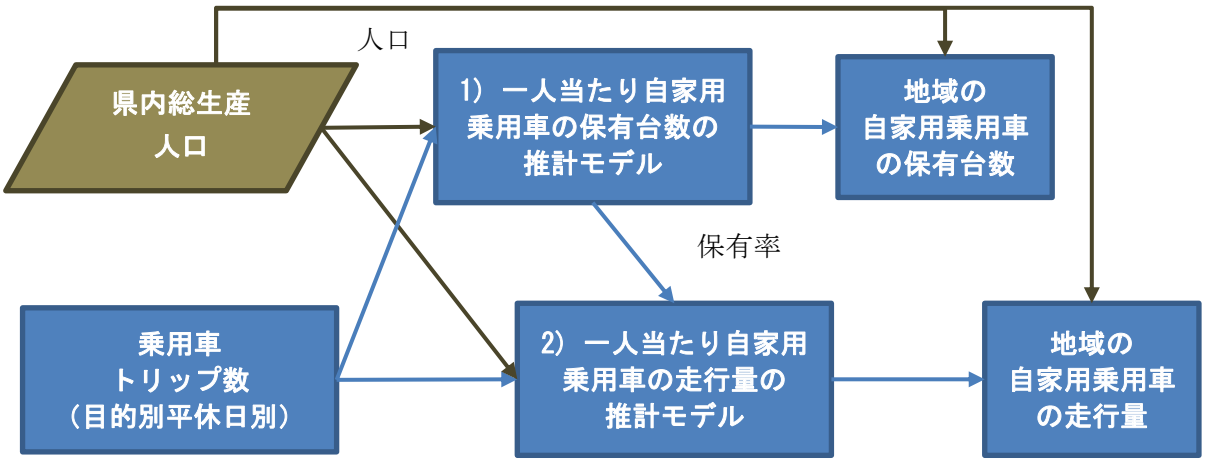


図 3.6-2　自家用乗用車の保有台数、走行量の推計

1) 一人当たり自家用乗用車の保有台数の推計モデル

モデルの構築には、以下のデータを利用する。

自家用乗用車保有台数：一般社団法人　自動車検査登録情報協会「都道府県別・車種別保有台数表」（2010 年、2015 年）

自家用乗用車走行量：全国道路・街路交通情勢調査（国土交通省）「走行台キロの推移（車種別・業態別、ブロック別）」（2010 年、2015 年）

乗用車トリップ数；国土交通省より提供を受けた「平成 22 年、平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）

保有台数・走行量の説明変数候補である乗用車のトリップ数は、2010 年から 2015 年にかけて外出率の減少に伴い減少しているが、その期間に車の保有率は上昇している。このため、そのままではトリップ数と保有台数に負の相関が生じる。そこで、乗用車のトリップ数をそのまま説明変数として扱うのではなく、自動車の分担率（全トリップ数に占める自動車のトリップ数の割合）を説明変数とする。

○検討対象の説明変数

- 一人当たり総生産（地域内総生産／人口）
- 人口密度
- 平休日別目的別の自動車利用分担率[平休日別目的別トリップ数合計に対する自動車のトリップ数の割合]
- 目的別の休日自動車利用分担率の増加率［平日の分担率に対する休日の分担率の割合］
- 目的別の休日自動車利用トリップ数の増加率 1［平日の自動車のトリップ数に対するに対する休日の自動車のトリップ数の割合］

なお、モデル化に当たって、目的は「通勤・通学」、「買物・食事等・観光等・通院」（私事）の2区分とし、交通手段は「公共交通機関」　（鉄道・バス）　、「自動車」、「徒歩・自転車」の3区分を用い、交通手段別の分担率は、この3種類の交通手段の合計トリップ数に対する割合とする。

自動車利用分担率に関する説明変数はいずれも相関係数が高く、独立していないため、説明変数の選定には説明変数間の共線性について考慮を加えて選定する。また、分析は2010年、2015年の2時点のデータであるため、ランダム効果モデル、固定効果モデル等、地域性と時間経過の双方を考慮した複数のモデル構築方法があるが、ここでは、ランダム効果モデルを採用した。その係数を表 3.6-2 に、実際の保有率と推定した保有率の関係を図 3.6-3 に示す。

保有率＝α_0＋α_1・人口密度 ＋α_2・一人当たり総生産 ＋α_3・平日_私事_自動車_分担率

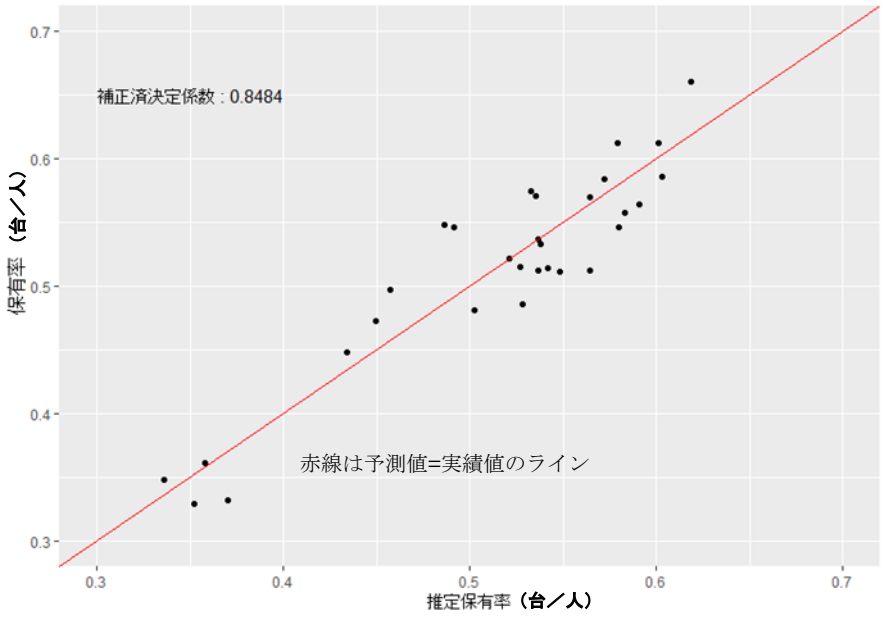
表 3.6-2　保有率の推計モデルの係数

説明変数		係数	t value	有意性(注)
(Intercept)	α_0	-8.33E-02	-0.9528	
人口密度	α_1	-5.49E-05	-3.407	***
一人当たり総生産	α_2	9.58E-02	7.3905	***
平日_私事_自動車_分担率	α_3	5.44E-01	4.1524	***

注:　‘***’: 0.001 以下、　‘**’: 0.01 以下、　‘*’:　0.05 以下、’.’:　0.1 以下

補正済相関係数：0.8484

注: 分析にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成22年、平成27年　全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第E章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）、「人口推計」（総務省）、「県民経済計算」（内閣府）を用いた。



注: 分析にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成22年、平成27年　全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第E章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）、「人口推計」（総務省）、「県民経済計算」（内閣府）を用いた。

図 3.6-3 自家用乗用車保有率の推計結果

このモデルは、自動車の利用の多い地域ほど、保有率が上昇することを示している。さらに、

一人当たりの総生産に応じて上昇するが、人口密度が高い地域では抑えられる。これは、人口密度が高いほど、公共交通機関の利便性が高く、目的地付近の駐車場代が高くなるためと考えられる。

2) 一人当たり自家用乗用車の走行量の推計モデル

一人当たり走行量は自家用乗用車の保有率と高い相関を示す。そこで、自家用乗用車の保有率を説明変数とした回帰モデルを作成する。構築した走行量のモデル式と係数を表 3.6-3 に、保有率と一人当たり走行量の関係を図 3.6-4 に示す。

$$一人当たり走行量 = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot 保有率$$

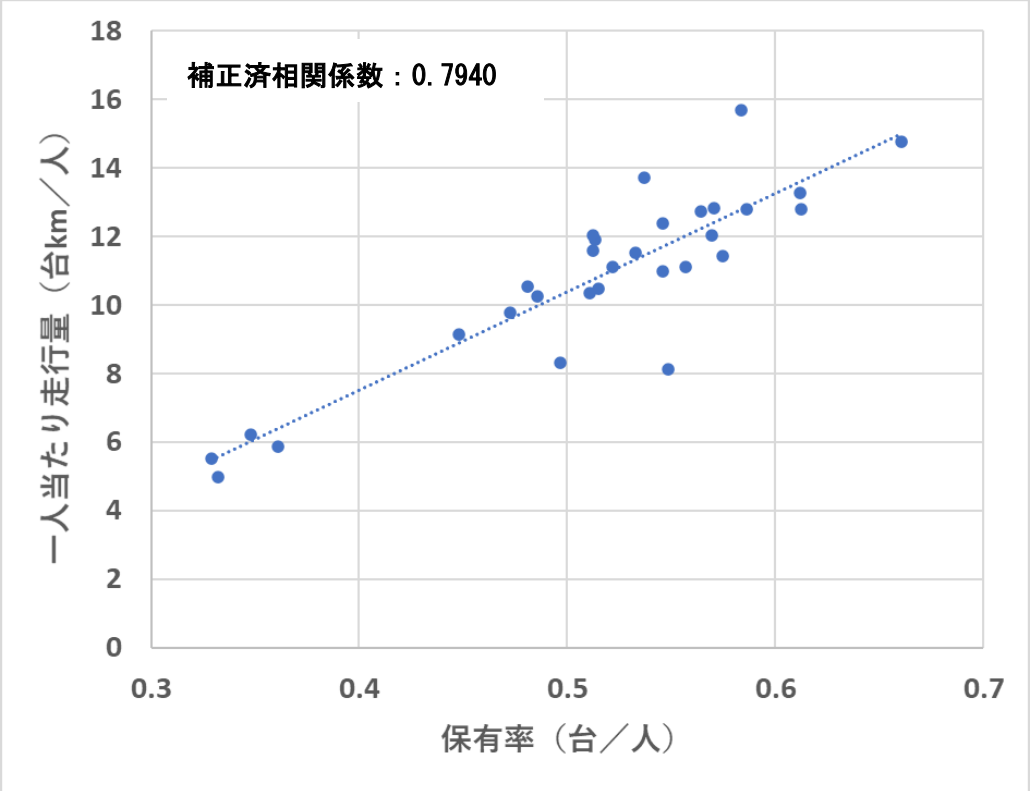
表 3.6-3 一人当たり自家用乗用車の走行量の推計モデルの係数

説明変数		係数	t value	有意性(注)
(Intercept)	α_0	-4.0264	-2.8465	**
保有率	α_1	28.829	10.6183	***

注: '***': 0.001 以下、 '**': 0.01 以下、 '*': 0.05 以下、'.': 0.1 以下

補正済相関係数：0.7940

注: 一人当たり走行量は、全国道路・街路交通情勢調査（国土交通省）「走行台キロの推移（車種別・業態別、ブロック別）」（2010 年、2015 年）の走行台キロを算出し、「人口推計」（総務省）、「都道府県別・車種別自動車保有台数」（自動車検査登録情報協会）を用いて推計。



注: 一人当たり走行量は、全国道路・街路交通情勢調査（国土交通省）「走行台キロの推移（車種別・業態別、ブロック別）」（2010 年、2015 年）の走行台キロと「人口推計」（総務省）より算出し、「人口推計」（総務省）、「都道府県別・車種別自動車保有台数」（自動車検査登録情報協会）を用いて推計。

図 3.6-4 一人当たり走行量の推計結果

(2) 自動運転タクシーの走行量、必要台数の推計モデル

自動運転タクシーと乗合自動運転タクシー（以下、特に断らないかぎり、自動運転タクシーという言葉は乗合自動運転タクシーを含む）は、これまでにない交通手段であり、自家用乗用車のように、実績データを用いた保有台数や走行量の回帰モデルを構築することができない。そこで、次のように保有台数と走行量を推計する。

○走行量

交通手段選択モデル（「5.3.6 交通分担率の推計」参照）の結果を利用して、自動運転タクシーの走行量が自家用乗用車の走行量に比べどのくらいになるかを比較し、自家用乗用車の走行量から、以下のように自動運転タクシーの走行量を推計する。

① 自動運転タクシーが実際に顧客を載せて走行した走行量（人 km）（実需走行量）と自家用乗用車の走行量(人 km)の比が、交通手段選択モデル（「5.3.6 交通分担率の推計」参照）から推計される「自動運転タクシーの総トリップ長[3]」と「自家用乗用車の総トリップ長」の比に等しいと仮定して、 自動運転タクシーの実需走行量を推計する。

② 実需走行量に、実車率から推定される回送距離を考慮して、「自動運転タクシーの走行量（台 km）」を推計する。

○保有台数

自動運転タクシーの利用件数が最大となる時間帯に、必要となる車両台数を検討し、自動運転タクシーの保有台数を推計する。

① 1 台の自動運転タクシーが想定したサービス水準（平均配車待ち時間）を満たして対応できるトリップ数を推定する。

② ピーク時間帯における時間当たりの自動運転タクシーのトリップ数と、1 台の自動運転タクシーが対応できるトリップ数を基に、自動運転タクシーの必要台数を推計する[4]。

③ 必要台数を自動運転タクシーの稼働率で割ることで、保有台数を推計する。

1) 自動運転タクシーの走行量の推計

自家用乗用車の走行量に対して、自動運転タクシーと自家用乗用車の総トリップ長の比と平均乗車人数を用いて、図 3.6-5 のように自動運転タクシーの実需走行量を推計する。

---

3 総トリップ長：（平休日別目的別移動距離ランク別トリップ数×移動距離ランク別平均移動距離）の合計。
移動距離ランク別平均移動距離は、移動距離ランクの代表値と想定。

4 タクシーの保有台数は、本来は事業性の観点からも検討する必要がある。

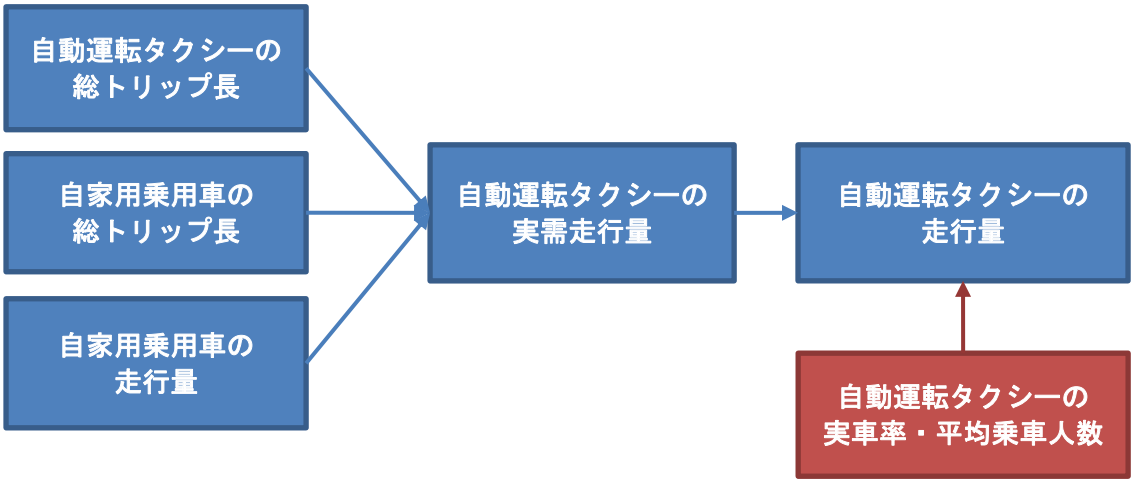


図 3.6-5 自動運転タクシーの走行量推計フロー

実際の計算式を図 3.6-6 に示す。自家用乗用車の走行量は、「3.6.3 (1) 2) 一人当たり自家用乗用車の走行量の推計モデル」を利用した推計値を用いる。

自動運転タクシーの実需走行量(人km/日) = 自家用乗用車の走行量(台km/日)
×自動運転タクシーの総トリップ長/自家用乗用車の総トリップ長
×自家用乗用車の平均乗車人数(人/台)

図 3.6-6 自動運転タクシーの実需走行量の推計式

この実需走行量から、実車率や平均乗車人数を考慮して、自動運転タクシーが実際に走行する走行量 L_r をの図 3.6-7 ように推計する。

$$L_r = \frac{L}{m \cdot R}$$

自動運転タクシーが走る走行量[km]	L_r
自動運転タクシーが利用者を載せて走る割合（実車率）	R
自動運転タクシーが利用者を乗せて走るときの平均乗車人数[人] （乗合でない場合、m=1 を想定）	m
自動運転タクシーが運ぶ実需走行量[人 km/日]	L

図 3.6-7 自動運転タクシーの走行量の推計式

2) 自動運転タクシーの保有台数モデル

自動運転タクシーの必要台数を、次のように 4 つのステップで推定する（図 3.6-8）。

① ピーク時間帯における自動運転タクシーを利用するトリップ数を、鉄道における時間帯別利用者数を参考に、1 日のトリップ数の内、どれだけがピーク時間帯に集中するかに基づいて設定する。

② サービスとして保証している平均配車待ち時間を満たしながら、1 時間当たりに処理できるトリップ数（1 台当たり最大トリップ数）を推定する。

③ 下記のように自動運転タクシーの必要台数を推定する。

自動運転タクシーの必要台数（台） ＝ ピーク時間帯のトリップ数（trip/h）
／ 1 台当たり最大トリップ数（trip/台 h）

④ 下記のように自動運転タクシーの保有台数を推定する。

自動運転タクシーの保有台数（台） ＝ 自動運転タクシーの必要台数（台）／稼働率

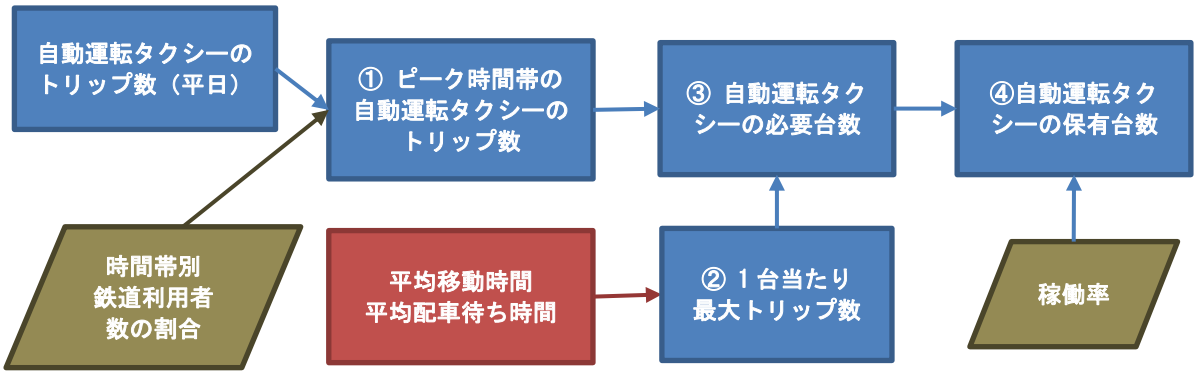


図 3.6-8 自動運転タクシーの必要台数の推計

まず、①として、第 12 回大都市交通センサス【鉄道調査】（国土交通省）の目的別乗車降車時刻分布を参考に、ピーク時間帯のトリップ数を設定する。目的別乗車降車時刻別の鉄道利用者数は、通勤・通学のトリップが集中する朝（7 時台、または 8 時台）に多く、ピークとなる 1 時間の利用者数は 1 日の利用者数の 20%近くになる。この傾向が鉄道に限らず、全交通手段で同様と仮定し、各地域ブロックでの 1 日のトリップ数の 20%がピーク時間帯に発生するとする。

次に、②として、自動運転タクシー1 台が、平均待ち時間をサービス水準以下に保ちながら 1 時間当たりに処理できるの最大トリップ数を推定する。地域の車の平均旅行速度や平均トリップ長から利用者が乗車している時間と回送に必要な時間の合計時間の平均値を推定して、利用者の平均待ち時間がサービス水準の平均待ち時間を越えないような利用者の時間当たりの配車要求数を、最大トリップ数として推定する。

①②で求めた、ピーク時間帯のトリップ数と最大トリップ数から自動運転タクシーの必要台数をもとめ、これをを自動運転タクシーの稼働率で割ることで保有台数を推計する。

3) 自動運転タクシーの実車率、平均乗車人数等

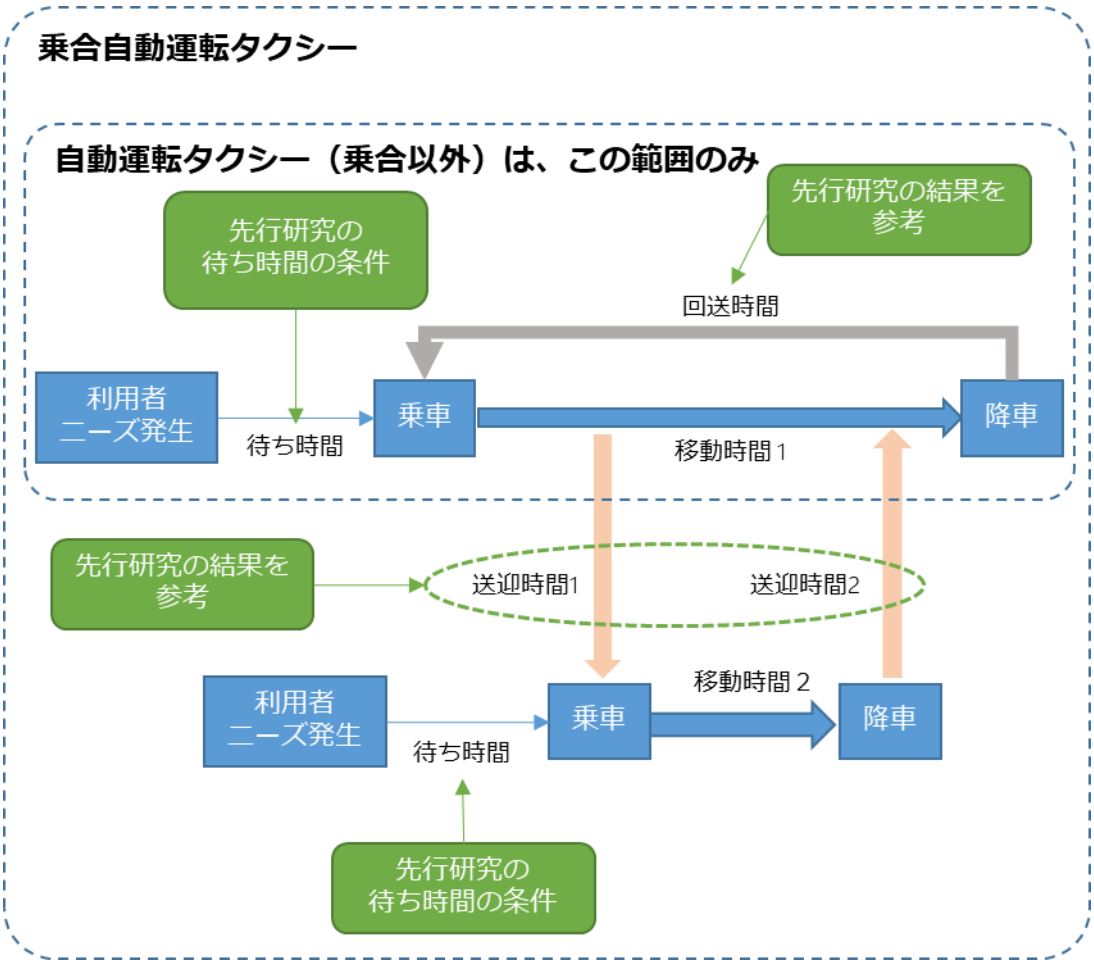
以上で説明したモデルで用いる各種パラメータは表 3.6-4 のように設定する。

表 3.6-4 自動運転タクシーの保有台数、走行量に関連するパラメータ

パラメータ	値	備考
自家用乗用車の平均乗車人数（人/台）	1.3	出所：平成 27 年度自動車起終点調査より
自動運転タクシーの稼働率（－）	0.775	出所：平成 27 年度自動車起終点調査の営業用普通乗用車の稼働率と同じと設定
1 日の Trip 数に対するピーク時間帯の比率	20(%)	第 12 回大都市交通センサス【鉄道調査】目的別乗車降車時刻分布を参考に設定
自動運転タクシーの実車率 （－）	0.75	［参考文献からの推計範囲：0.54～0.92］
平均乗車人数 （人/Trip）	1.3	［参考文献からの推計範囲：1.0～1.3］

出所：自動運転タクシーの実車率、平均乗車人数は、東等(2018a, 2018b)、香月等(2017, 2018)、上条(2019)を参考に設定。

なお、自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの実車率、平均乗車人数は、東等(2018a, 2018b)、香月等(2017, 2018)、上条(2019)のシミュレーション結果から、移動時間、回送時間、送迎時間、あるいは走行量、空車走行量を読みとり、図 3.6-9 のように推計した。



自動運転タクシー

$$実車率 = \frac{移動時間1}{移動時間1 + 回送時間}$$

平均乗車人数＝１と想定

乗合自動運転タクシー

$$実車率 = \frac{移動時間1 + 送迎時間1 + 送迎時間2}{移動時間1 + 送迎時間1 + 送迎時間2 + 回送時間}$$

$$平均乗車人数 = \frac{移動時間_1+移動時間_2+送迎時間_1+送迎時間_2}{移動時間_1+送迎時間_1+送迎時間_2} \times 1$$

※走行速度一定と想定。従って、走行量=時間×走行速度として扱う。

図 3.6-9 自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの実車率、平均乗車人数の推計方法

3.6.4 シミュレーション結果

シミュレーションでは、④-iii「車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」と同様のケースを想定する（表 5.3-18、P5-94 を参照）。ドライバー不要の自動運転車導入後の状況として、2015 年を基準年として、④-iii「車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」の Web アンケートで用いた標準設定における保有台数や走行量の他（CASE 1)、自動運転車のオプション価格が下がったケース(CASE 2)、自動運転タクシーのサービス水準（価格、待ち時間）が異なるケース（CASE 3, 4,5)、消費者の自動運転への期待が増加したケース(CASE 6)、さらに MaaS（Mobility-as-a-Service)の促進により公共交通機関の待合せ時間が減少したケース（CASE 7）を設定し、保有台数、走行量を試算した（表 3.6-5)。

表 3.6-5 各ケースで想定した自動運転車のオプション価格と自動運転タクシーのサービス水準

CASE	ケース説明	自動運転車オプション価格（円/台）	自動運転タクシー価格(注1)（円/km）	自動運転タクシー平均配車時間（分）	自動運転車への期待(注2)	公共交通機関の待合せ短縮時間
2015 年	基準年	-	-	-	-	0
Case 1	標準ケース	1,000,000	25	10	0.63	0
Case 2	自動運転車の価格低下ケース	200,000	25	10	0.63	0
Case 3	自動運転タクシーの価格低下ケース	1,000,000	15	10	0.63	0
Case 4	自動運転タクシーの価格上昇ケース	1,000,000	60	10	0.63	0
Case 5	自動運転タクシーの待ち時間増加ケース	1,000,000	25	20	0.63	0
Case 6	自動運転車への期待の増大ケース	1,000,000	25	10	1.0	0
Case 7	公共交通機関の待合せ時間減少ケース	1,000,000	25	10	0.63	11

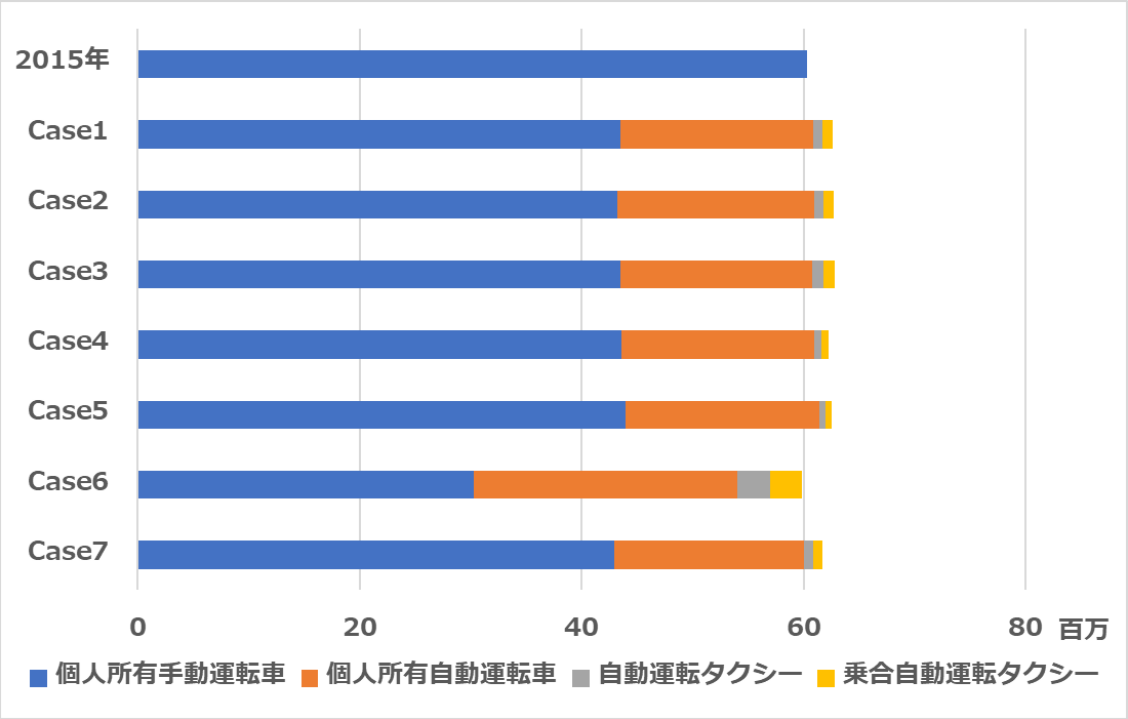
注 1: 乗合自動運転タクシーの料金は 1.39（平均乗車人数)分の 1 とした。
注 2: Web アンケートにおける「自動運転車への期待」に関する質問項目の回答の平均値(0.63) から設定（全質問に「とても期待する」と回答する場合に 1.0)。

保有台数のシミュレーション結果を図 3.6-10 に示す。シミュレーションの Case1～5 の結果は、2015 年よりも個人所有車が 1%程増加する結果となった。また、手動運転車と自動運転車の比率はほぼ一定であり、自動運転車のオプション価格が 2 倍異なる Case1 と Case2 を比べても大きな違いはなく、個人所有車の約 30%が自動運転車であるという結果となった。

自動運転タクシー（乗合自動運転タクシーを含む）は、Case1 では 260 万台と個人所有車の 4%程となっているが、その台数は自動運転タクシーの価格に応じて、乗合が無い場合 90 万台～130 万台と変動している。必要台数が最も少なくなったのは、Case5 で平均配車時間を長くしたケースであり、平均配車時間が必要な台数に大きな影響を与えることが分かる。

自動運転車への期待を増加させたケース(Case6)では、個人所有の自動運転車、自動運転タクシー、乗合自動運転タクシーのいずれも台数が増加する。特に自動運転タクシー、乗合自動運転タクシーでは 3 倍近い台数となり、大きく利用が進むこととなる。

公共交通機関の待合せ時間減少ケースでは個人所有車の保有台数はやや減少した。

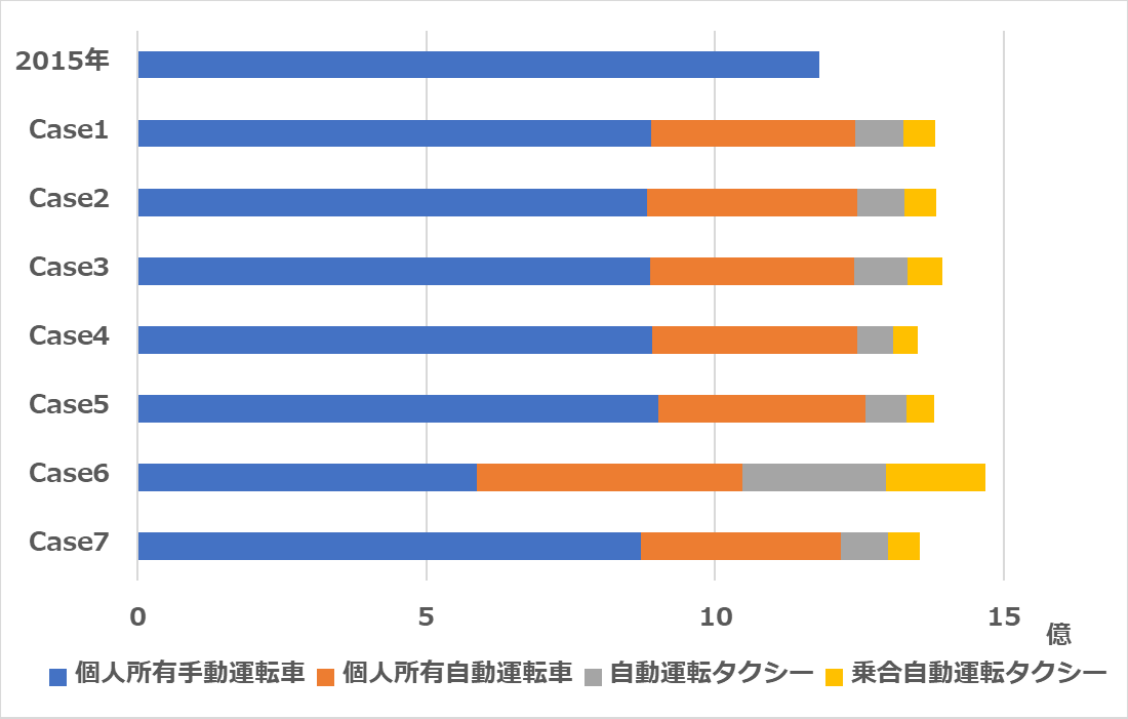


出所: 保有台数（2015 年）は、「都道府県別・車種別保有台数表」（自動車検査登録情報協会、2015 年）。推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 22 年、平成 27 年　全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 3.6-10 シミュレーション結果の保有台数

走行量のシミュレーション結果を図 3.6-11 に示す。Case 6 以外では、個人所有車の走行量は 2015 年に対して 1%程増加している。自動運転タクシー（乗合自動運転タクシーを含む）の走行量は個人所有車の走行量の 10%程になっている。これら自動運転タクシーが担うトリップは公共交通機関や徒歩・自転車の利用から変化したものと考えられる。

自動運転タクシーの走行量も保有台数と同様、自動運転タクシーの価格によって変化する。しかし、その変化は保有台数よりも小さい。特に、配車時間を長くした Case4 では、走行量は Case1 とあまり変わらないが、保有台数は 2/3 程度に抑えられている。これは、配車待ち時間を伸ばすことが必要台数を抑えることにつながっていることを示している。実際に自動運転タクシーのサービスを展開する上では、コストとなる保有台数と収入となる走行量の関係は重要になると考えられる。



出所: 1 日当たり走行量（2015 年)は、「平成 27 年度 全国道路・街路交通情勢調査」（国土交通省）。推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 22 年、平成 27 年　全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 3.6-11 シミュレーション結果の走行量

謝辞

この研究あたって、筑波大学　伊藤誠教授には、自動運転車各カテゴリの機能やそのアンケート用説明についてご助言をいただいた。また、web アンケート調査の設計にあたっては、普段の運転と交通の考え方、自動運転の機能に対する感想・関心、自動運転（全般）に関する知識・期待に関する質問について、筑波大学　谷口綾子教授からアドバイスを頂戴すると共に、教授が作成された調査票を一部改変して利用するご許可を頂いた。さらに、国土交通省からは「全国都市交通特性調査」（平成 22 年、平成 27 年）の調査票情報を提供いただき、モデル構築に活用させていただいた。この場を借りて、伊藤・谷口両教授、国土交通省に感謝の意を表します。

参考文献

1） Alankus O. B. (2012), Application of S-Curve Methodology for Forecasting of V2X Communications and Autonomous Vehicle Research, 2012 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES 2012)

2） Grush B. (2016), Driverless Cars Ahead: Ontario Must Prepare for Vehicle Automation, Residential and Civil Construction Alliance of Ontario (RCCAO), https://rccao.com/research/files/RCCAO_Vehicle-Automation_OCT2016_WEB.pdf , （閲覧日：2019 年 3 月 5 日）

3） Kok I. , S .Y. Zou, J. Gordon and B. Mercer (2017), Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries, https://www.rethinkx.com/transportation （閲覧日：2021 年 5 月 25 日）

4） Litman T. (2018), Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning, Victoria Transport Policy Institute, https://www.vtpi.org/avip.pdf, （閲覧日： 2019 年 2 月 2 日）.

5） Kaas H. Mohr D. , Gao P. , Müller N. , Wee D. , Hensley R. , Guan M. , Möller T. , Eckhard G. , Bray G. , Beiker S., Brotschi A, Kohler D., (2016), Automotive Revolution – Perspective Towards 2030: How the Convergence of Disruptive Technology-driven Trends Could Transform the Auto Industry, Advanced Industries January 2016 , https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/automotive%20and%20assembly/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.pdf, （閲覧日： 2019 年 2 月 7 日）.

6） Sivak M. , B. Schoettle (2015a), Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles, The University of Michigan , Sustainable Worldwide Transportation Program, http://websites.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-39.pdf （閲覧日： 2019 年 3 月 3 日）

7） Sivak M. , B. Schoettle (2015b), Potential Impact of Self-Driving Vehicles on Household Vehicle Demand and Usage, The University of Michigan, Sustainable Worldwide Transportation Program, http://websites.umich.edu/~umtriswt/PDF/SWT-2017-19.pdf, （閲覧日 2019 年 3 月 9 日）

8） Trommer S. , V. Kolarova, E. Fraedrich, L. Kröger, B. Kickhöfer, T. Kuhnimhof, B. Lenz, P. Phleps (2016), Autonomous Driving: The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behavior, Institute of Transport Research, https://www.ifmo.de/publications.html?t=45 , （閲覧日：2019 年 1 月 27 日）

9） Xavier Mosquet , Thomas Dauner , Nikolaus Lang , Michael Rüßmann , Antonella Mei-Pochtler , Rakshita Agrawal , and Florian Schmieg(2015), Revolution in the Driver's Seat:The Road to Autonomous Vehicles, Boston Consulting Group, https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Revolution-in-the-Drivers-Seat-Apr-2015_tcm9-64351.pdf（閲覧日：2019 年 7 月 12 日）

10）Zmud J, M. Tooley, T. Baker, J. Wagner (2015), Paths of Automated and Connected Vehicle Deployment: Strategic Roadmap for State and Local Transportation Agencies, Texas A&M Transportation Institute, https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/161504-1.pdf, （閲覧日：2019 年 3 月 3 日）

11）東達志、香月秀仁、谷口守（2018a）, 「都市構造の違いがシェア型自動運転車の運行効率に及ぼす影響」, 日本都市計画学会, 都市計画論文集 Vol.53 No.3,2018 年 10 月, https://infoshako.sk.tsukuba.ac.jp/~tj330/Labo/taniguchi/research/living/living_mobility_11.pdf , （閲覧日：2020 年 4 月 16 日）

12）東 達志、香月 秀仁、谷口 守(2018b), シェア型自動運転車の運行効率の都市構造依存性 －都市形態及び都市機能集約度の観点から－、運輸政策研究, 2018/10/22, https://www.jstage.jst.go.jp/article/tpsr/21/0/21_TPSR_21R_04/_article/-char/ja/ , （閲覧日：2020 年 4 月 16 日）

13）上条 陽 (2019), エージェントベースシミュレーションを用いた自動運転車普及シナリオの評価、交通工学論文集 5 巻 2 号（特集号 A）,pp.A_142-A_151, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jste/5/2/5_A_142/_pdf/-char/ja , （閲覧日：2020 年 6 月 23 日）

14）紀伊 雅敦、横田 彩加、高 震宇、中村 一樹 (2017), 共有型完全自動運転車両の 普及に関す

る基礎分析,土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73, No.5 (土木計画学研究・論文集第 34 巻), I_507-I_515, 2017, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejipm/73/5/73_I_507/_pdf/-char/ja , （閲覧日：2019 年 2 月 17 日）

15）香月 秀仁、東 達志、高原 勇、谷口 守 (2017), 自動運転車によるシェア型交通導入の影響分析 －MaaS 時代を見据えた一考察―, 第 56 回土木計画学研究発表会・講演集, https://infoshako.sk.tsukuba.ac.jp/~tj330/Labo/taniguchi/member/pdf/doboku17katsuki .（閲覧日：2019 年 2 月 17 日）

16）香月秀仁、東達志、高原勇、谷口守（2018）,「シェア型自動運転車による自動車利用変化―空走時間発生による環境負荷への影響―」,土木学会論文集 D3(土木計画学）, Vol.74,No.5(土木計画学研究・論文集第 35 巻）, I889-I_896, 2018, https://infoshako.sk.tsukuba.ac.jp/~tj330/Labo/taniguchi/member/pdf/IPR_74-5_katsuki.pdf ,（閲覧日：2020 年 4 月 16 日）

17）鈴木裕人（2018）、「モビリティサービスによる社会変革」、第 16 回 ITS シンポジウム 2018

18）髙橋 輝、鎌田 忠(2016), 完全自動運転車の社会的受容性, DENSO TECHNICAL REVIEW Vol.21, 2016, https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/21/21-doc-keynote-04-ja.pdf ,（閲覧日： 2019 年 2 月 17 日）

第4章　道路交通へ与える影響の検討

4.1 交通事故低減効果の推計

4.1.1 計測の枠組み

(1) 交通事故低減効果の推定フロー

本研究プロジェクトにおける「第 3 章自動運転車の普及シミュレーション」の結果は、図 4.1-1 の通り、別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」（日本自動車研究所受託）が実施する交通事故シミュレーションで利用され、自動運転車の普及による交通事故発生件数や被害者数の変化が推計された。ここでは、この推計結果を利用し、自動運転普及による交通事故の経済的損失の削減額を推計する。

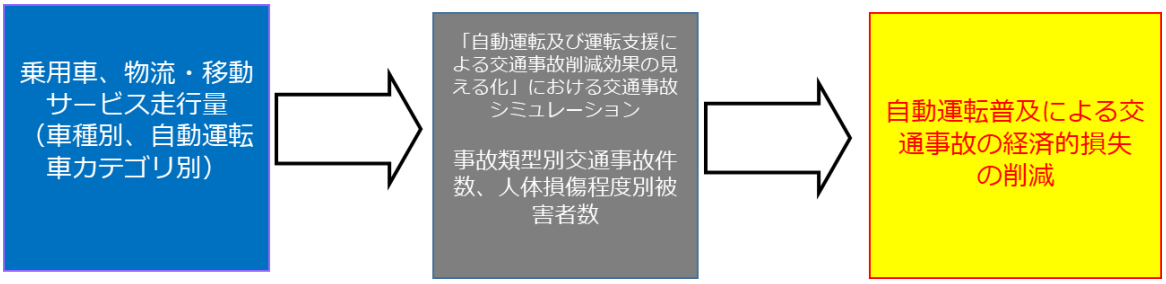


図 4.1-1 本研究と別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」との連携

なお、別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」が推計対象としている事故類型や、第1当事者や第2当事者の種別は、表 4.1-1 の通りである。

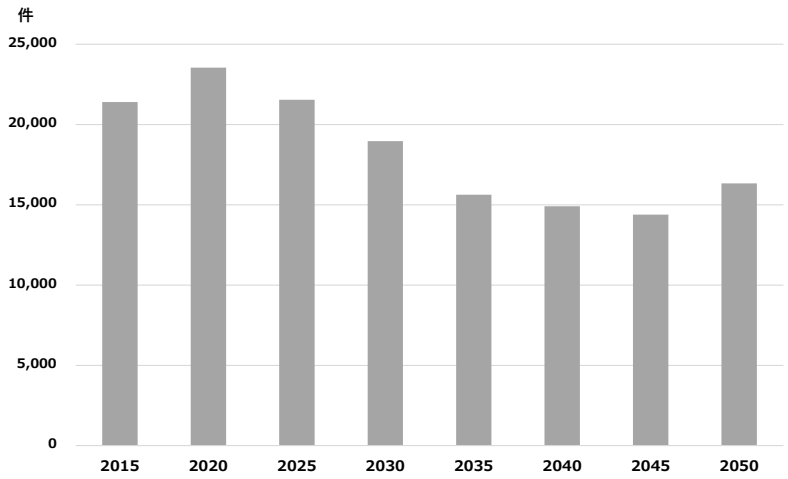
表 4.1-1　別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」の推計対象

分析対象事故類型等		第１当事者	第２当事者
人対車両事故	横断中（交差点横断歩道横断中；その他横断中）	乗合（小型車、普通車）、乗用（普通車、小型車、軽四輪車）、貨物（普通車、小型車、軽四輪車）、特種、二輪車	歩行者
車両相互事故	正面衝突、追突、出会い頭、左折時、右折時		乗合（小型車、普通車）、乗用（普通車、小型車、軽四輪車）、貨物（普通車、小型車、軽四輪車）、特種、二輪車、自転車
車両単独事故	路外逸脱		

注: 特種、二輪については、自動運転化は行われていないものとして推計されている

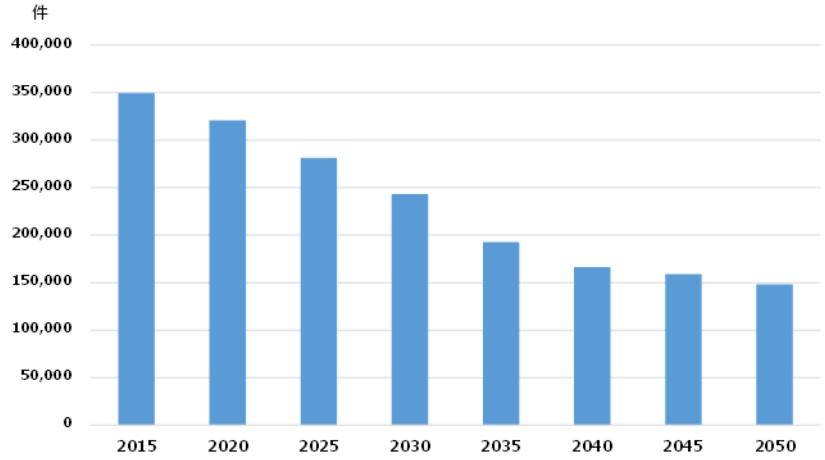
(2) 自動運転の普及による交通事故件数の推移：別施策 「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」の推計結果

GDP 中位ケースの下での「第 3 章自動運転車の普及シミュレーション」（動学モデル）の自動運転車の普及シミュレーション結果（交通量）を利用して、別施策 「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」が推計した人対車両事故（横断中）、車両相互事故（正面衝突、追突、出会い頭、左折時、右折時）、車両単独事故（路外逸脱）の交通事故件数は、それぞれ、図 4.1-2、図 4.1-3、図 4.1-4 の通りである[5]。人対車両事故や車両相互事故の交通事故数は、時系列的に低下傾向を示しているが、車両単独事故（路外逸脱）については、その傾向はみられない。これは、車両単独事故（路外逸脱）については、そもそも事故件数が少なく、シミュレーション結果が安定しないことに起因している。



注１） 別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」における推計結果（GDP 中位ケース）を利用
注２）別施策は、交通量は 2015 年の交通量データを用い、各年の自動運転車カテゴリ別構成比率について本 PJ の普及シミュレーション結果を利用して推計している。

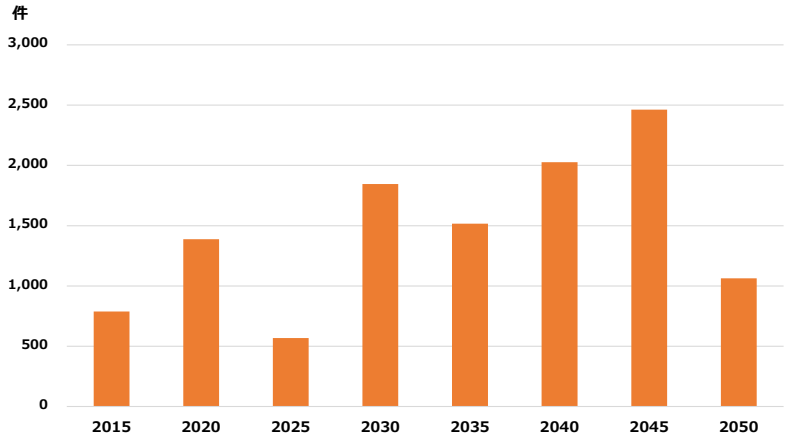
図 4.1-2 人体車両事故：横断中



注: 図 4.1-2 に同じ

図 4.1-3 車両相互事故：正面衝突、追突、出会い頭、左折時、右折時

[5]「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」では、自動運転車カテゴリ C0 は、運転支援機能は搭載していないとして交通事故数等を推計している。



注: 図 4.1-2 に同じ

図 4.1-4 車両単独事故：路外逸脱

(3) 交通事故被害者 1 名当たりの経済的損失額

交通事故被害者 1 名当たりの経済的損失額については、後述する加害者の非金銭的損失を除き、表 4.1-2 の通り、内閣府政策統括官(2017)から算出した被害額を用いる。この表の通り、経済的損失は、大きく、金銭的損失と非金銭的損失に分けられる。非金銭的損失は、内閣府政策統括官(2012)では、表 4.1-3 の通り分類し定義しているが、内閣府政策統括官(2017)で推計対象としている非金銭的損失は、「被害者本人」の非金銭的損失みである。

表 4.1-2 交通事故による損失額(2014 年度)

			損失額（１０億円）					被害者１名あたりの損失額（千円）		
			死亡	後遺障害	傷害	物損	合計	死亡	後遺障害	傷害
金銭的損失	人的損失	逸失利益・治療関係費・葬祭費	92	369	306	-	767	16,461	5,746	256
		慰謝料	71	98	368	-	537	12,704	1,526	308
		小計	163	467	674	-	1,304	29,164	7,273	565
	物的損失		2	20	370	1,404	1,796	358	311	310
	事業主体の損失		6	12	75	-	93	1,074	187	63
	各種公的機関の損失		13	83	711	22	829	2,326	1,293	596
	金銭的損失合計		184	582	1,830	1,426	3,979	32,922	9,063	1,533
非金銭的損失	死傷損失		3,001	6,544	1,194	-	10,739	536,948	101,909	1,000
総計（慰謝料分除外）			3,114	7,028	2,656	1,426	14,223	557,166	109,447	2,225
総計（慰謝料分除外せず）			3,185	7,126	3,024	1,426	14,760	569,869	110,973	2,533

出所: 内閣府政策統括官 (2017) 表 3.3-1 と表 5.2-1 に基づき作成

表 4.1-3　非金銭的損失

主体	内容
被害者本人	自分自身が交通事故に遭うことで被る痛み、苦しみなど
被害者の家族及び友人	被害者が交通事故に遭うことを通じて被る悲しみなど
加害者本人	交通事故を起こしたことによる加害者の信用低下や失職などを通じて被る生活の質の低下など
加害者の家族及び友人	加害者が交通事故を起こしたことを通じて被る悲しみなど
第三者	交通事故が起きたという情報を通じて感じる悲しみなど

出所: 内閣府政策統括官(2012) p. 17 の定義

(4) 非金銭的損失からみた自動運転の便益：加害者の非金銭的損失

非金銭的損失からみたアクティブセーフティ技術（安全運転支援システム・自動運転等）とパッシブセーフティ技術（エアバッグシステム等）の違いを、私的便益と外部経済に分けて比較したのが、表 4.1-4 である。この表から分かるように、アクティブセーフティ技術とパッシブセーフティ技術には 2 つの大きな違いがある。まず、第 1 は、両技術共に「自身の人身損傷程度の軽減による痛み・苦しみなどの軽減」をもたらすが、アクティブセーフティ技術は、これに加え、外部経済として、事故の相手方当事者の人身損傷程度の軽減による痛み・苦しみなどの軽減をもたらすという点である。第 2 は、事故の相手方当事者の人身損傷程度の軽減による痛み・苦しみなどを軽減する効果の裏返しとして、事故の加害者は、加害者としての非金銭的損失を軽減することができるという点である。第 1 の便益については、交通事故被害者 1 名当たりの経済的損失額と、自動運転普及による交通事故被害者数の低減量から推計することができる。一方、第 2 の便益については、そもそも、「交通事故被害者 1 名当たりの加害者の経済的損失額」の数値が存在しないために、計測することができない。加害者になることを回避できるというのは、自動運転の価値を評価する上で極めて重要であり必要不可欠である。このため、本研究では、その数値を、web アンケート調査を利用して新たに設定することとした。以下では、web アンケート調査の方法と結果について記述する。

表 4.1-4　非金銭的損失からみた自動運転の便益

	私的便益		外部経済（相手方当事者の人身損傷程度の軽減による痛み・苦しみなどの軽減）
	自身の人身損傷程度の軽減による痛み・苦しみなどの軽減	交通事故を起こしたことによる信用低下等	
パッシブセーフティ技術	有	無	無
アクティブセーフティ技術（自動運転）	有	有	有

4.1.2 交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失に関する消費者アンケート

(1) 本研究での非金銭的損失の計測対象

本研究で実施する web アンケート調査の目的は、「交通事故被害者 1 名当たりの加害者の経済的損失額」を設定することにあるが、web アンケート調査は、次の通りの方法で、被害者 1 名の非金銭的損失額と、被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額の 2 種類を計測する。

- 被害者 1 名の非金銭的損失額：自身が死亡するリスクを軽減させるデバイスに対する WTP（支払意思額）から算出
- 被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額：事故の相手方を死亡させてしまうリスクを軽減させるデバイスに対する WTP から算出

被害者 1 名の非金銭的損失額については、表 4.1-2 を用いるが、その数値と比較できる加害者の非金銭的損失を計測するためには、被害者の非金銭的損失を調査した内閣府政策統括官(2017)と比較可能な加害者の非金銭的損失に関する調査票を作成したうえで、両方の調査を同時期に実施する必要がある。この点に関して検討を行ったが、被害者の非金銭的損失を調査した内閣府政策統括官(2017)は、回答者に交通事故の種類や当事者の種別(歩行者なのか、ドライバーなのか、同乗者なのか等)を特に想定させることなく、自身が交通事故に遭う状況を想定して調査を実施しているという点が問題となった。なぜなら、これがために、回答者に車両のドライバーであることを想定して回答していただく必要のある加害者の非金銭的損失調査の結果と、内閣府政策統括官(2017)は、数値を比較することができないからである。そこで、本研究では、加害者の非金銭的損失調査の結果と比較可能なように、被害者、加害者双方の非金銭的損失の調査票を作成し、両方の数値を新たに計測することとした。そして、その結果から両者の比率（被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額／被害者 1 名の非金銭的損失額)を求め、この比率を内閣府政策統括官(2017)から設定した被害者 1 名の非金銭的損失額に乗じて、それを被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額とすることとした。

(2) アンケートの概要

web アンケート調査票は、内閣府政策統括官（2017)等、過去に実施された「交通事故の被害・損失経済的分析に関する調査」の調査票の考え方や質問を参考にして作成した。また、令和元年度に実施した経済実験の結果も踏まえて作成した。

Web アンケート調査は、2020/10/8～2020/12/27 の期間、表 4.1-5 のように 2 回に分けて実施した。第 1 回目のプレ調査は、アンケートにおける条件の提示方法を調整するために実施した。そして、その調整後に、第 2 回目の本調査を実施した。アンケート調査は、ＮＴＴコム　オンライン・マーケティング・ソリューション株式会社に委託した。アンケートの対象者は、全国の普通免許保有者とし、表 4.1-6 で示した通り、委託業者の登録モニターの中からサンプリングされた。

表 4.1-5　アンケートの期間と回答者数

アンケートの段階	期間	回答者数
第 1 回（プレ調査）	2021/03/09～2021/03/12	1,358
第 2 回（本調査）	2021/04/27～2021/4/28	5,504
合計		6,862

表 4.1-6　アンケートの対象者

	条　件
性別	男性、女性で均等にサンプリング
年齢階層	～39 歳、40～59 歳、60 歳以上の 3 区分で均等にサンプリング
居住地	3 大都市圏、それ以外の 2 区分で均等にサンプリング

本調査の回答者の分布をみると、性別、年齢階層、居住地は図 4.1-5、図 4.1-6、図 4.1-7 のような分布であり、各区分で均等なサンプリングとなっている。

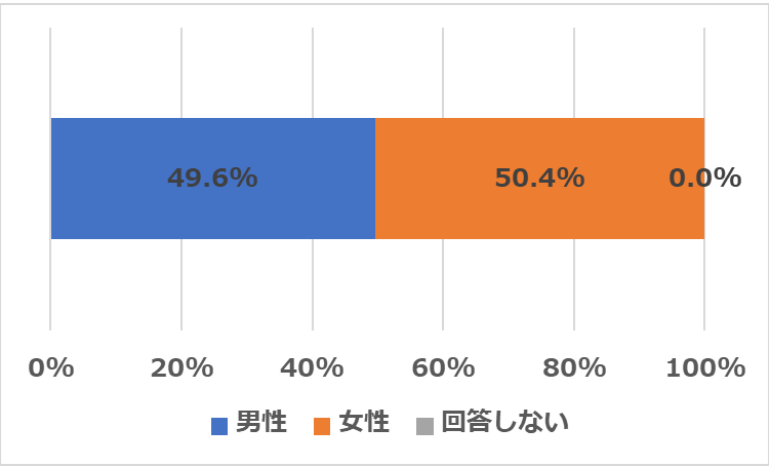


図 4.1-5 回答者の性別分布(N=5,504)

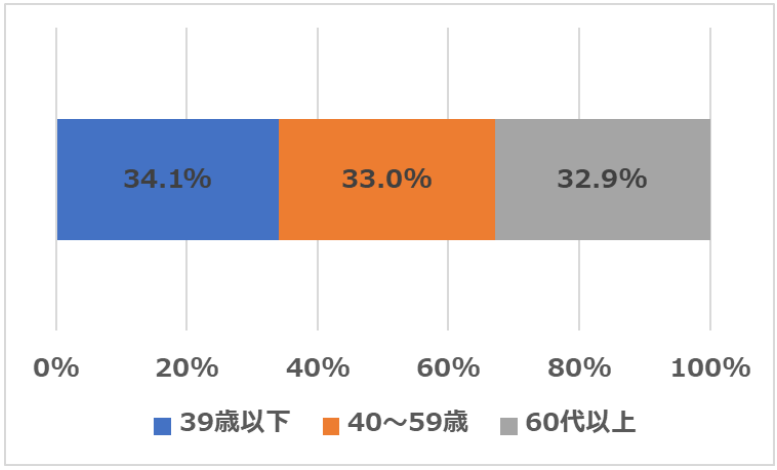


図 4.1-6 回答者の年齢階層別分布(N=5,504)

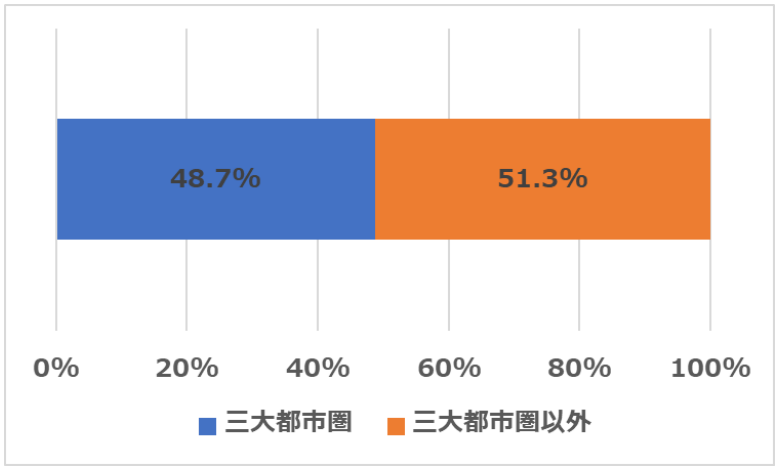


図 4.1-7 回答者の居住地別分布(N=5,504)

回答者には、図 4.1-8 のような 6 つのカテゴリの質問に回答してもらった。

1）個人属性に関する質問

2）同意事項

3）確率理解度質問

4）共通質問（車の利用状況など）

5）被害者調査(50→90%/90→50%）加害者調査（ 50→90%/90→50%）

6）共通質問（回答者属性など）

図 4.1-8 アンケートの質問のカテゴリ

5 番目の被害者調査、加害者調査とは、それぞれ、被害者 1 名の非金銭的損失額を調査する調査、被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額の調査を意味している。それぞれについて、回答者には、事故を 50%削減するデバイスに対する WTP と、事故を 90%削減するデバイスに対する WTP の 2 つを聞くこととしているが、後述するスコープテストを実施するために、50%削減、90%削減の質問順序は、加害者調査、被害者調査のそれぞれについて、以下にとおり 2 つのパターンを設けた。この結果、回答者は、ランダムに以下の 4 つのグループに分けられた。

・被害者調査（事故削減率 50%、90%の順番での質問）
・被害者調査（事故削減率 90%、50%の順番での質問）
・加害者調査（事故削減率 50%、90%の順番での質問）
・加害者調査（事故削減率 90%、50%の順番での質問）

各グループの回答者数は**表 4.1-7** のとおりである。

表 4.1-7　回答者数

被害者／加害者	事故確率削減の質問順	回答者数
被害者調査	50% → 90%	1,370
	90% → 50%	1,388
加害者調査	50% → 90%	1,399
	90% → 50%	1,347
合計		5,504

回答者に想定してもらった交通事故の状況は、表 4.1-8 と図 4.1-9 の通りであり、このような事故が、1/20 万（回／年）の確率で起きることを想定して回答いただいた。なお、この 20 万分の 1 という数値は、2018 年に四輪車同士の車両相互事故で死亡した第 1 当事者、第 2 当事者の合計人数を免許保有者数で除して求めた数値である。

表 4.1-8　想定する事故の状況

	加害者調査	被害者調査
事故の種類	四輪車同士の衝突事故	
被害の状況	自身：軽傷で、後遺症もなし。 相手方：すぐに気を失って死亡	自身：すぐに気を失って死亡。 相手方：軽傷で、後遺症もなし。
自身の過失割合	100%	0%
あなたやあなたの家族の金銭的負担	保険の補償などにより負担は生じない	保険の補償などにより損失は生じない
自身にかかるその他の負担	1）刑事責任を負うこと：過失運転致死傷罪が成立し刑事責任を負う可能性が高くなります。その場合、７年以下の懲役もしくは禁錮又は100万円以下の罰金が科されます。 2）民事責任を負うこと：事故の相手方の損害を賠償する責任を負います。 3）行政責任を負うこと：運転免許証の取消処分が行われます。 4）道義的責任（社会的責任）を負うこと：事故の相手へのお詫び等、良識と誠意に基づいた行動が求められます。 5）その他：事故の相手方を死亡させてしまったことに対する心理的な負担が発生します。また、あなたの社会的信用の低下が生じます。さらに、あなたのご家族にも心労をかけることになります。	

加害者調査



被害者調査



図 4.1-9 想定する事故状況（アンケート調査票の該当箇所）

被害者調査、加害者調査ともに、このような事故の発生を想定した上で、表 4.1-9 で示したように、そうした事故の発生確率を 50%（あるいは 90%）低下させる新しい安全装置が開発されたことを想定させ、その**安全装置の 1 年間の使用料金に対する** WTP を調べた。具体的には、安全装置の 1 年間の使用料金が、アンケートで提示された金額である時に、装置を利用するかどうかを尋ねた。回答者への第 1 回目の提示金額はランダムに選択するが、表 4.1-10 に示すように、その回答によって 2 回目の提示金額を決定する「二段階二肢選択法」を用いた。

表 4.1-9　安全装置の提示条件

	加害者調査	被害者調査
安全装置の効果	事故の相手方が死亡する車同士の事故をあなた（回答者）が起こす確率を低下させる	あなた（回答者）が死亡する車同士の事故に遭う確率を低下させる
安全装置搭載による事故発生確率の低下率	2種類のケースを設定 1）50%（事故を起こす確率は「20万分の1」から「20万分の0.5」に低下） 2）90%（事故を起こす確率は「20万分の1」から「20万分の0.1」に低下）	2種類のケースを設定 1）50%（事故に遭う確率は「20万分の1」から「20万分の0.5」に低下） 2）90%（事故に遭う確率は「20万分の1」から「20万分の0.1」に低下）
上記2種類の事故発生確率低下率の質問順序	2種類のケースを設定 1）50%削減する安全装置に対するWTPを調査→90%削減する安全装置に対するWTPを調査 2）90%削減する安全装置に対するWTPを調査→50%削減する安全装置に対するWTPを調査	
WTPの質問方法	2段階2肢選択方法	

表 4.1-10　提示金額

	1回目 価格表示	回答		2回目 価格表示		3回目 価格表示	回答		4回目 価格表示
金額組み合わせ 1	1,000	Yes	→	5,000	**金額組み合わせ 1**	1,000	Yes	→	5,000
		No	→	100			No	→	100
金額組み合わせ 2	5,000	Yes	→	10,000	**金額組み合わせ 2**	5,000	Yes	→	10,000
		No	→	1,000			No	→	1,000
金額組み合わせ 3	10,000	Yes	→	30,000	**金額組み合わせ 3**	10,000	Yes	→	30,000
		No	→	5,000			No	→	5,000
金額組み合わせ 4	30,000	Yes	→	50,000	**金額組み合わせ 4**	30,000	Yes	→	50,000
		No	→	10,000			No	→	10,000
金額組み合わせ 5	50,000	Yes	→	100,000	**金額組み合わせ 5**	50,000	Yes	→	100,000
		No	→	30,000			No	→	30,000

(3) 回答者の車の利用状況

回答者に自身や家族が保有している自家用車の車種うち、最も頻繁に使う車の車種を聞いた。この結果が、図 4.1-10 であるが、回答者の 37.6%が普通乗用車、23.9%が軽乗用車、19.6%が小型車としている。単純に比較はできないが、これを、全国の自家用乗用車の保有台数の割合（自動車検査情報登録協会 令和 2 年 3 月末、31.7%）と比較すると、普通乗用車の割合がやや高い。

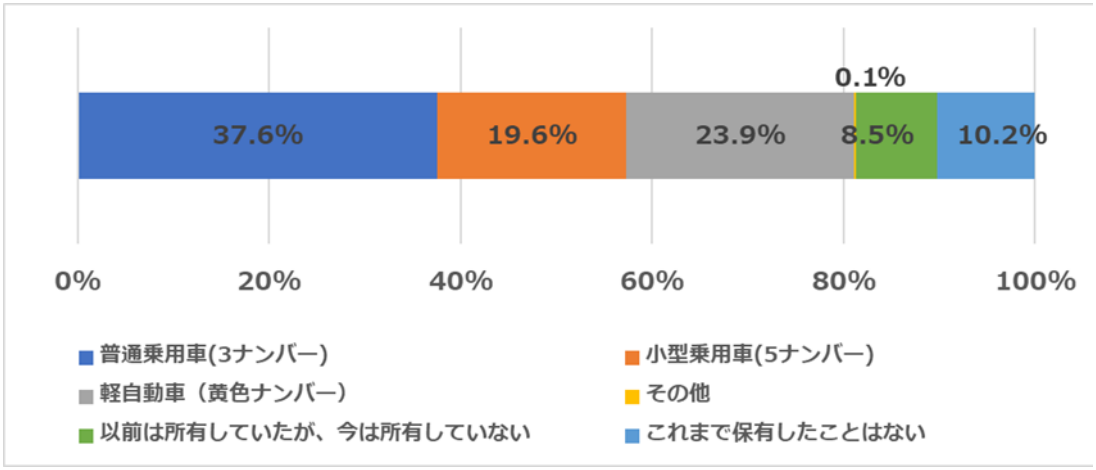


図 4.1-10 車の保有状況(N=5,504)

次に、車の利用回数を図 4.1-11 に、年間走行距離を図 4.1-12 に示した。年間走行距離は、62.4%が 5,000km 未満となった。

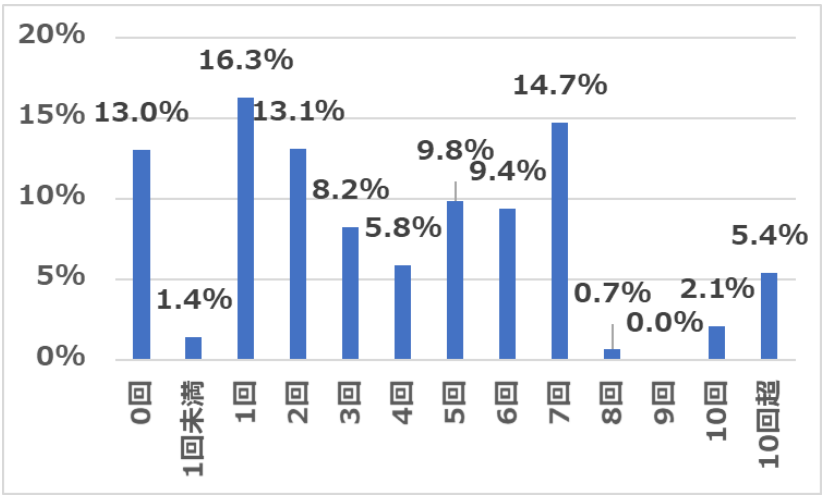


図 4.1-11 車の利用頻度（回／週、片道を 1 回）（単一回答）(N=5,504)

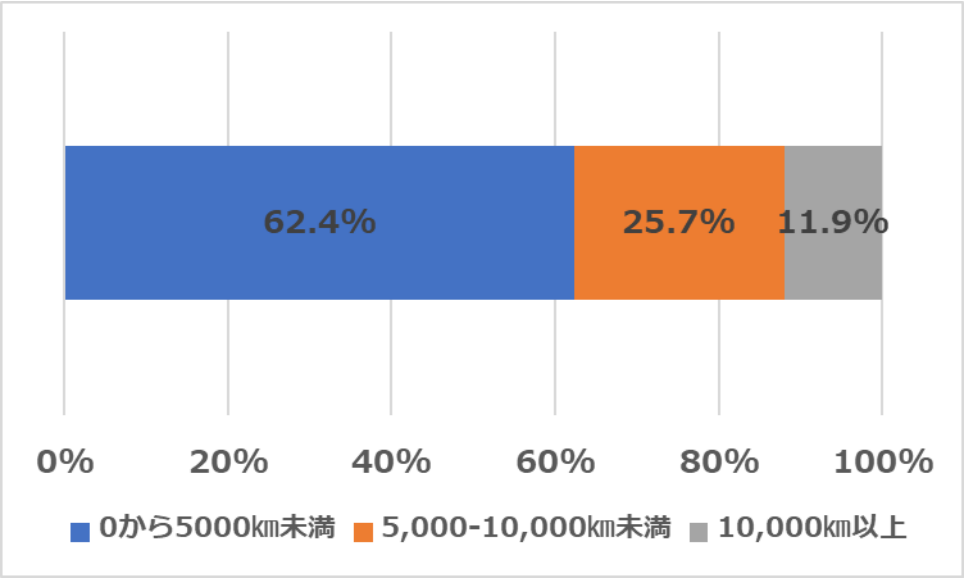


図 4.1-12　2020 年の年間走行距離(N=5,504)

車の主な利用目的は図 4.1-13 のとおりである。回答者の 70.5%が「買い物」を挙げている。

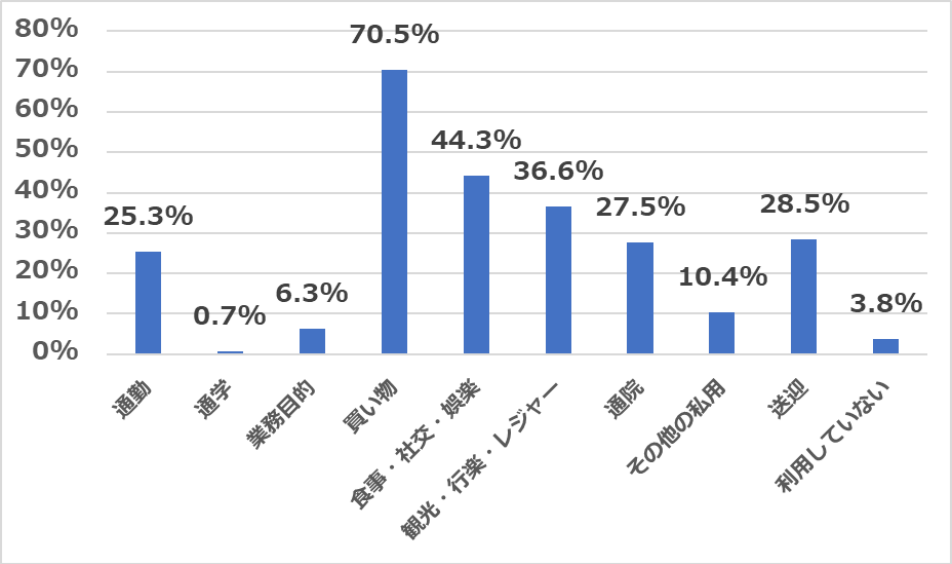


図 4.1-13　車の主な利用目的（複数回答）(N=5,504)

免許保有期間については、表 4.1-11 のとおり、回答者の 89.5%が免許保有年数 10 年以上である。運転に対する自信については、図 4.1-14 の通り、「非常に自信がある・自信がある」「どちらともいえない」「自信はない・全く自信がない」で各々1/3 程度となっている。

表 4.1-11　免許保有年数

運転免許保有年数別	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	10 年以上	合計
人数	26	44	55	48	95	54	80	99	77	4,926	5,504
割合	0.5%	0.8%	1.0%	0.9%	1.7%	1.0%	1.5%	1.8%	1.4%	89.5%	100%

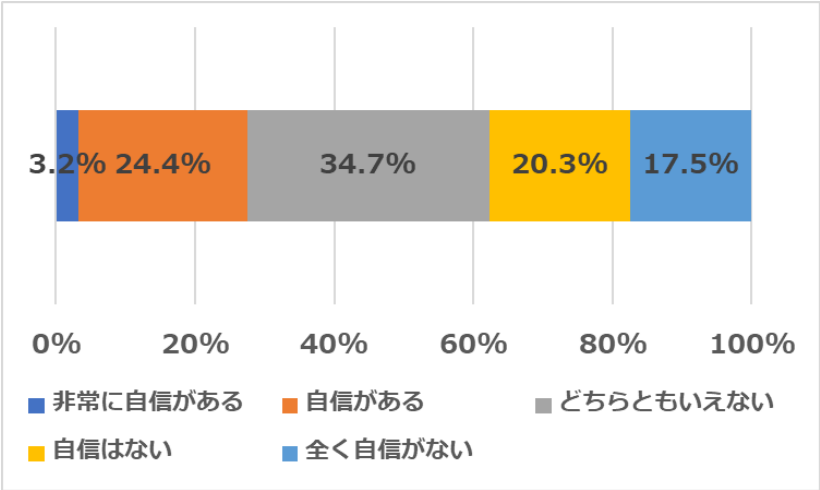


図 4.1-14　運転に対する自信(N=5,504)

(4) 抵抗回答・非理解回答の除去

今回のアンケートでは、「想定された事故状況」での「架空の安全装置」に対する WTP を計測する。その際、「架空の安全装置」や「想定された事故状況」を理解していなかったりする回答は、WTP 推定のノイズとなる可能性がある。また、「確率」について理解ができていない回答もやはりノイズとなる可能性がある。

そこで、本アンケートでは、1）真剣に回答してくれるかどうかを尋ねた質問、2) 回答者の確率に関する理解度を確認する質問、3) 事故の状況を正確に理解した上で回答してもらっているかを確認する質問、さらに、4）架空の装置の効果や事故に起こす（遭うこと）自体に納得できないため装置への支払を拒否した回答者を特定するための質問を行った。（これら質問への回答については、「交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失に関する Web アンケート調査」参考資料を参照）

以下の分析は、こうした、抵抗回答・非理解者回答を表 4.1-12 の「パターン 5（採択率 46%）」に従って抵抗回答・非理解回答の除去を実施したデータを利用した分析結果を中心に紹介する。

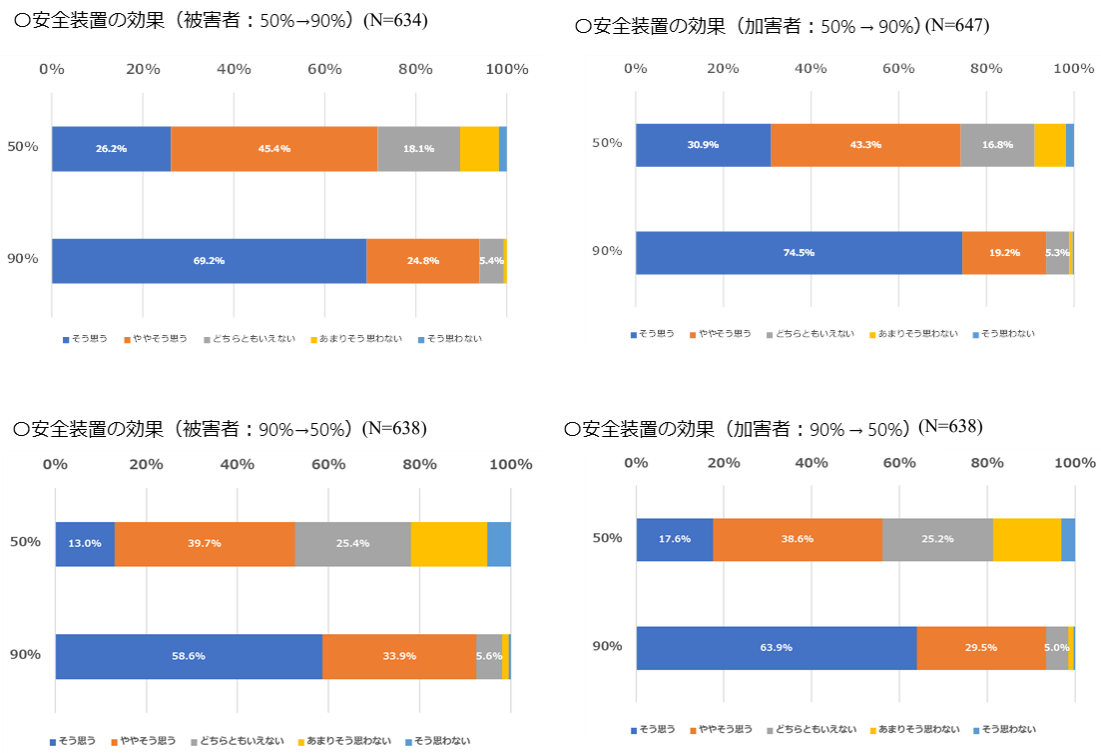
表 4.1-12　抵抗回答・非理解回答の除去（条件パターン別データ件数）

抵抗・非理解回答者とみなす条件		条件パターン												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
真剣に回答頂けるかどうかの同意チェックボックス(F0s2)をチェックしなかった人		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
確率の理解	確率理解質問（SC2）に不正解の人	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
	確率理解質問（SC2）に正解または正解と勘違いしやすい１つの選択肢以下の選択肢を選んだ回答者							✓	✓	✓	✓	✓	✓	
アンケートの想定状況の理解	理解度を確認する8つの質問(Q7)に１つでも不正解	✓						✓						
	2問以上不正解		✓						✓					
	3問以上不正解			✓						✓				
	4問以上不正解				✓						✓			
	5問以上不正解					✓						✓		
	6問以上不正解						✓						✓	
アンケートの想定への納得	安全装置を使用しない（支払い意志のない）理由（Q10）について「それほどの金額を出すべきものと思わないから」以外にチェックした人	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	抵抗・非理解回答者数	4,397	3,795	3,485	3,222	2,947	2,712	4,094	3,274	2,802	2,354	1,932	1,537	1,141
	採択される回答者数	1,107	1,709	2,019	2,282	2,557	2,792	1,410	2,230	2,702	3,150	3,572	3,967	4,363
	採択率	20%	31%	37%	41%	46%	51%	26%	41%	49%	57%	65%	72%	79%

注: アンケートの想定状況の理解については、８つの質問を行っているが、回答者の回答（はい、いいえ）が不正解の場合には、次の画面で、正しい想定状況を示した。

(5) 回答者の架空の安全装置対する回答

回答者に、提示した安全装置の効果（50%または 90%）を大きいと思うかどうかを質問した結果が図 4.1-15 である。被害者調査、加害者調査ともに、事故を回避できる確率に関する感じ方に大きな差はみられなかった。



注：条件パターン 5 で抵抗・非理解回答を除去したデータを集計

図 4.1-15　安全装置の効果の大きさについて

提示された料金で『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由を質問した結果は、図 4.1-16（加害者調査）、図 4.1-17（被害者調査）である。被害者調査、加害者調査ともに「交通事故に遭う確率を少しでも低くしたい」「家族や周囲の人に迷惑をかけたくない」を「かなり考慮した」する回答者が多い。これに加え、被害者調査では「家族や周囲の人を悲しませたくない」、加害者調査では「事故の相手が死亡したことによる精神的負担を負いたくない」を「かなり考慮した」とする回答者が多い。加害者調査では「自身の社会的地位や社会的信用の低下を避けたい」の理由もあるが、以上で述べた理由に比べると「かなり考慮した」割合は少ない。どの項目においても、加害者調査と被害者調査で共通して聞いた理由については、加害者調査の方が被害者調査よりも「かなり考慮した」を選択する人が多くなっている。これらから、加害者の立場の方が被害者の立場よりも、事故を起こすことによって自分自身以外に悪い影響が及ぶことを強く意識してことがうかがえる。

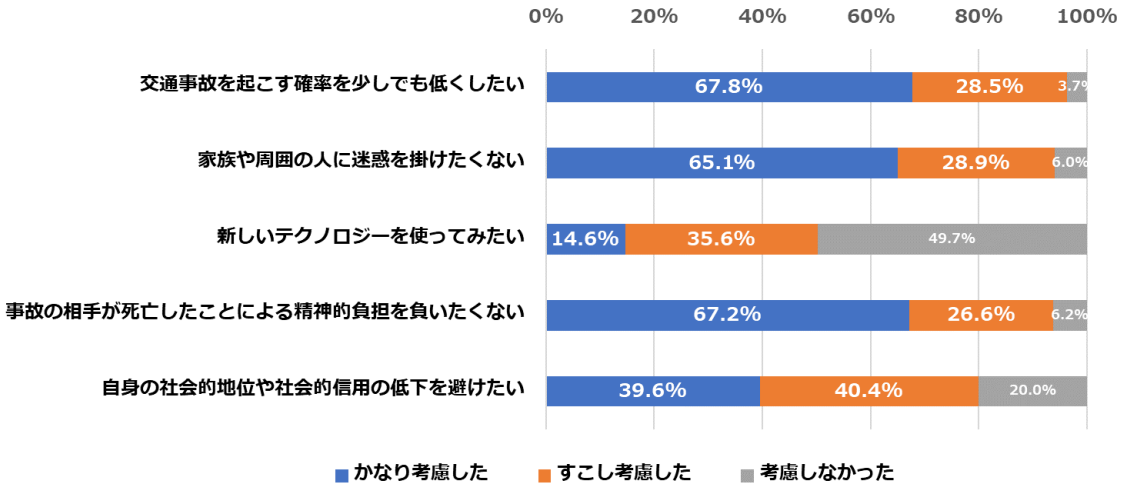
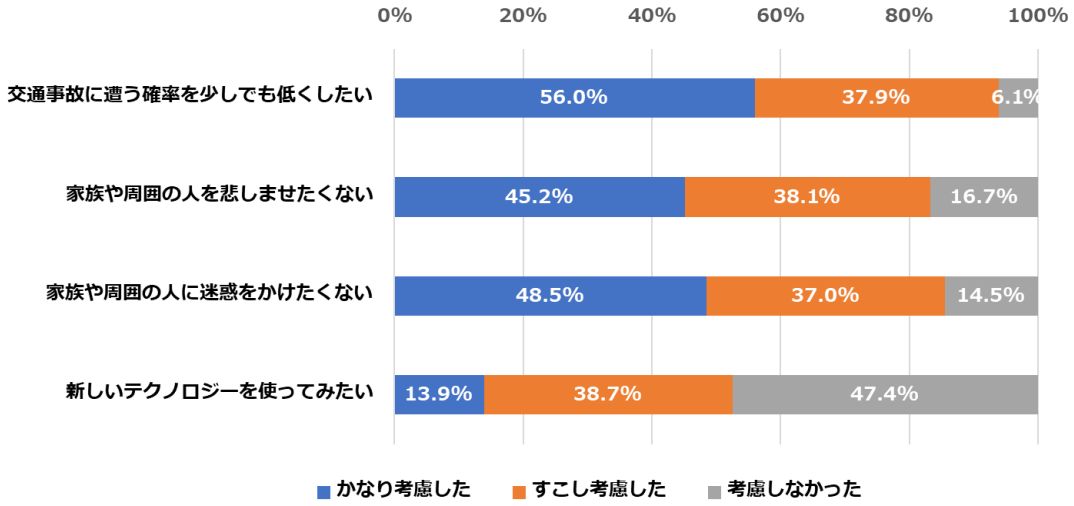


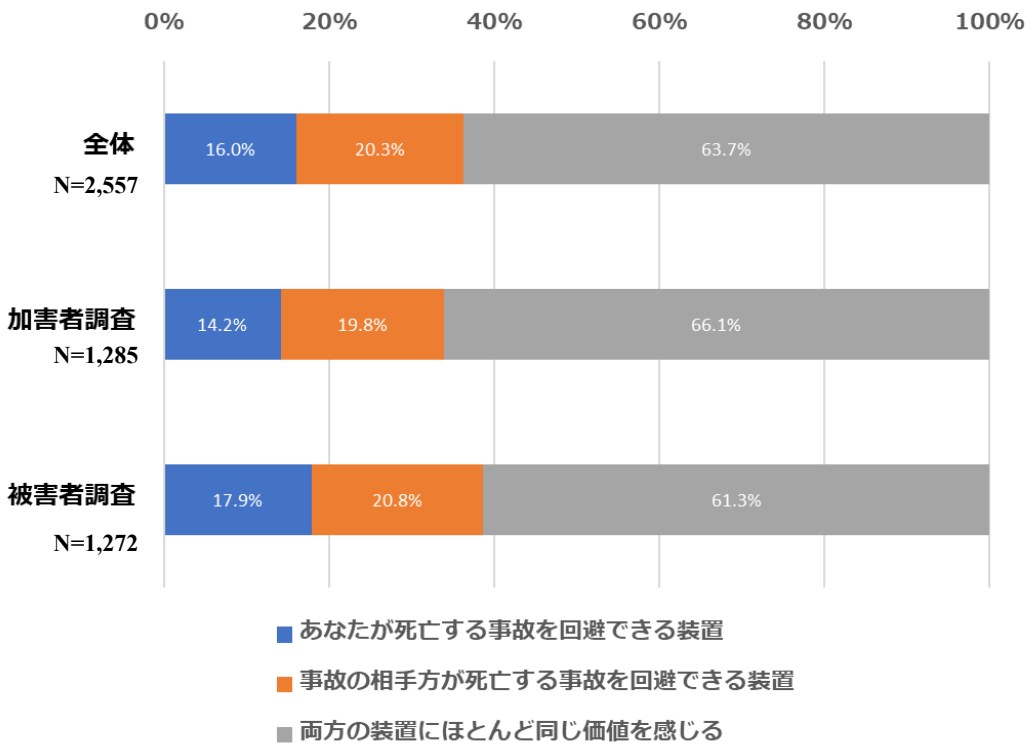
図 4.1-16 使用を決める際の理由（加害者調査、N=1,285)



注: 条件パターン５で抵抗・非理解回答を除去したデータを集計

図 4.1-17 使用を決める際の理由（被害者調査、N=1,272)

アンケートでは、購入意思を聞いた安全装置と異なるもう一つの安全装置（被害者調査の回答者には「(完全にあなたの過失で）事故の相手方が死亡する事故を回避する装置」、加害者調査の対象者には「(完全に事故の相手方の過失で）あなたが死亡する事故を回避する装置」）が開発された時に、どちらにより高い価値を感じるかを、どちらの事故でも自身や家族には金銭的な損失はまったく生じないとの仮定の下で聞いている。その結果を図 4.1-18 に示す。この回答は、自身の年齢や家族構成、事故に遭った（起こした）経験、運転に対する自信等様々な要因によって影響を受けると推察されるが、結果をみると「両方の装置にほとんど同じ価値を感じる」の回答が 2/3 程度を占めている。どちらかを選んだ回答者には、「事故の相手方が死亡する事故を回避する装置」を選ぶ割合のほうが高い。



注: 条件パターン５で抵抗・非理解回答を除去したデータを集計

図 4.1-18 「事故の相手方が死亡する事故を回避する装置」と「あなたの死亡する事故を回避する装置」との比較

4.1.3 交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失の推計

(1) 推計の概要

交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失を推計するために、アンケート結果、安全装置に対する WTP の中央値、平均値、並びに非金銭的損失額を図 4.1-19 の手順に従って推計する。

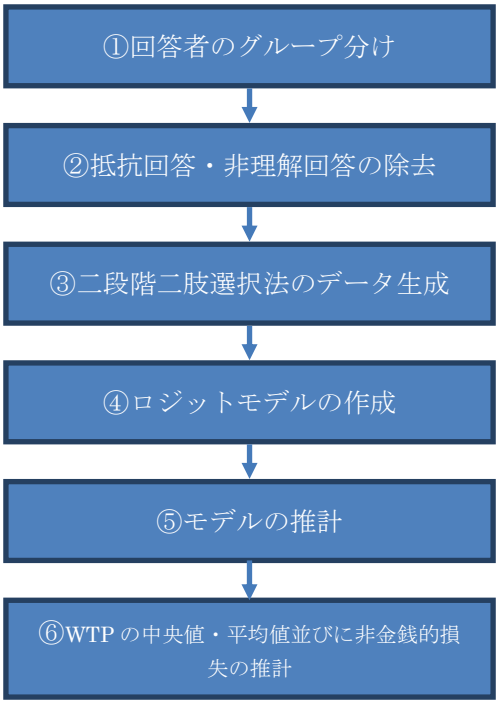
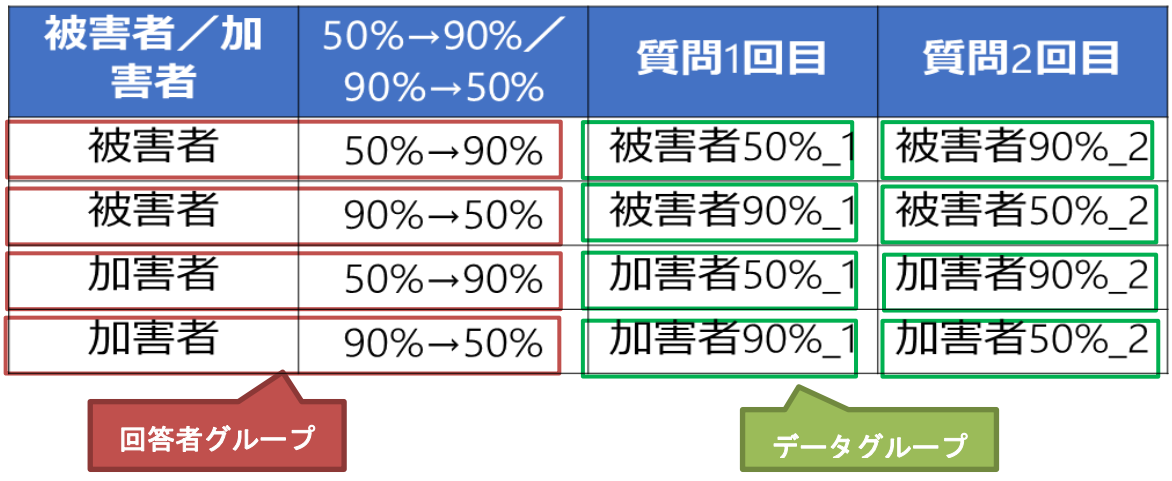


図 4.1-19　WTP の中央値、平均値並びに非金銭的損失の推計フロー

(2) 推計方法

1) 回答データのグループ分け

Web アンケートの回答者は、被害者調査（50%削減→90%削減）、被害者調査（90%削減→50%削減）、加害者調査（50%削減→90%削減）、加害者調査（90%削減→50%削減）の 4 つグループに分けられ、各々異なる削減率で 2 回の二段階二肢選択の質問を受ける。この回答データを図 4.1-20 の通り 8 つのデータグループに分ける。消費者の安全装置に対する WTP を表すロジットモデルの推計にあたっては、この中から、加害者調査、被害者調査共に、削減率が異なる 2 つのデータグループを利用する。質問順（_1 または_2 で示している）が異なるデータグループは同じ回答者グループのデータ、同じ場合には異なる回答者グループのデータとなる。



注: 被害者 50%_1 とは、被害者調査（50%削減→90%削減）で死亡事故を 50%削減するデバイスに対する WTP を調査したデータを指す。被害者 90%_2 とは、被害者調査（50%削減→90%削減）で死亡事故を 90%削減するデバイスに対する WTP を調査したデータを指す。

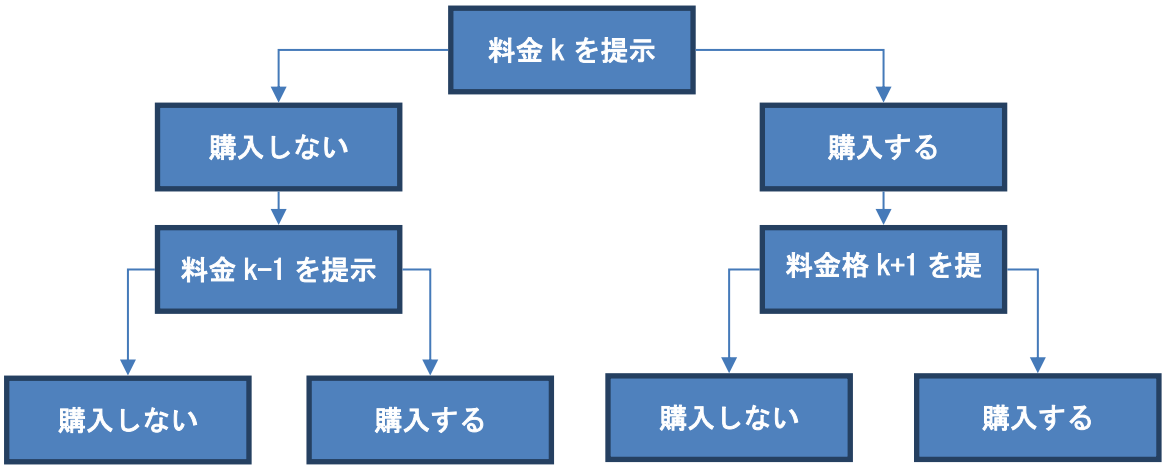
図 4.1-20　回答者と回答データのグループ分け

2) 抵抗・非理解回答の除去

分析前に、4.1.2 (4) で述べたように、回答データの中から抵抗・非理解回答を除去する。

3) 二段階二肢選択法のデータ生成

アンケートでは二段階二肢選択法で提示料金に対する支払意志を調査している。この結果をデータ化する際に、図 4.1-21 のように実際には提示していない料金の結果も含めて、各データグループの回答（1 種類の安全装置に対する 2 回の質問）から 3 つの提示料金に対する回答データを生成して分析する。



料金k+1	N	N	N	Y
料金k	N	N	Y	Y
料金k-1	N	Y	Y	Y

Y：購入　　N：非購入　　オレンジ色は実際には提示してない料金の回答

図 4.1-21　二段階二肢選択法におけるデータ生成

4) ロジットモデルの作成方法

提示した料金で装置を購入するか否かのロジットモデルは次のような式で表現する。

$$F(x,r) = \frac{1}{1 + exp(-\beta_0 - \beta_1 \cdot x - \beta_2 \cdot r)}$$

F(x,r)：　1 年間の使用料金 x,　削減率 r で装置を購入する割合

x：　料金（円）

r　：　削減率（%削減）

ロジットモデルのパラメータ推定には、統計解析ソフト R の一般化線形モデル glm, 応答関数：binominal(logit)を使用。

5) 使用するデータグループ

スコープテストを実施するため、データグループは、表 4.1-13 で示した 8 通りとする。スコープテストとは、評価対象が変化したときに WTP が変化するかどうかを検証することで、評価額の信頼性を検証するテストであり、次の 2 つのスコープテストがある（内閣府政策統括, 2007）。

内部スコープテスト：同一の回答者に 2 種類のリスクを尋ねて WTP の差を検証する

外部スコープテスト：異なる回答者に 2 種類のリスクを尋ねて WTP の差を検証する。

表 4.1-13　スコープテストのためのデータグループの組合せ

TEST No	被害者／加害者	スコープテストの種類	使用データ	使用データグループ
1	被害者	内部	被害者 50%→90%	被害者50%_1 + 被害者90%_2
2	被害者	内部	被害者 90%→50%	被害者50%_2 + 被害者90%_1
3	被害者	外部	被害者 1回目	被害者50%_1 + 被害者90%_1
4	被害者	外部	被害者 2回目	被害者50%_2 + 被害者90%_2
5	加害者	内部	加害者 50%→90%	加害者50%_1 + 加害者90%_2
6	加害者	内部	加害者 90%→50%	加害者50%_2 + 加害者90%_1
7	加害者	外部	加害者 1回目	加害者50%_1 + 加害者90%_1
8	加害者	外部	加害者 2回目	加害者50%_2 + 加害者90%_2

注: 使用データグループの組合せにより、外部スコープテストと内部スコープテストは区別できる。
内部スコープテスト：「〇〇_1+〇〇_2」、または「〇〇_2+〇〇_1」　　外部スコープテスト：「〇〇_1+〇〇_1」、または「〇〇_2+〇〇_2

スコープテストが成功したか否かは、推定されたモデルにおいて、削減率 r の係数 β_2 の符号が正で有意であること（削減率 r が大きいほど、購入割合 F が大きくなる）で判断できる。

6) 中央値・平均値の推定方法

中央値、平均値を推定は、推計されたロジットモデルに基づいて行う。中央値と平均値は次のようにして計算する。

中央値：

推定したロジットモデルを用いて、購入する割合が 50%となる料金 x_m を推計する。

$$F(x_m, r) = \frac{1}{1 + exp(-\beta_0 - \beta_1 \cdot x - \beta_2 \cdot r)} = 0.5$$

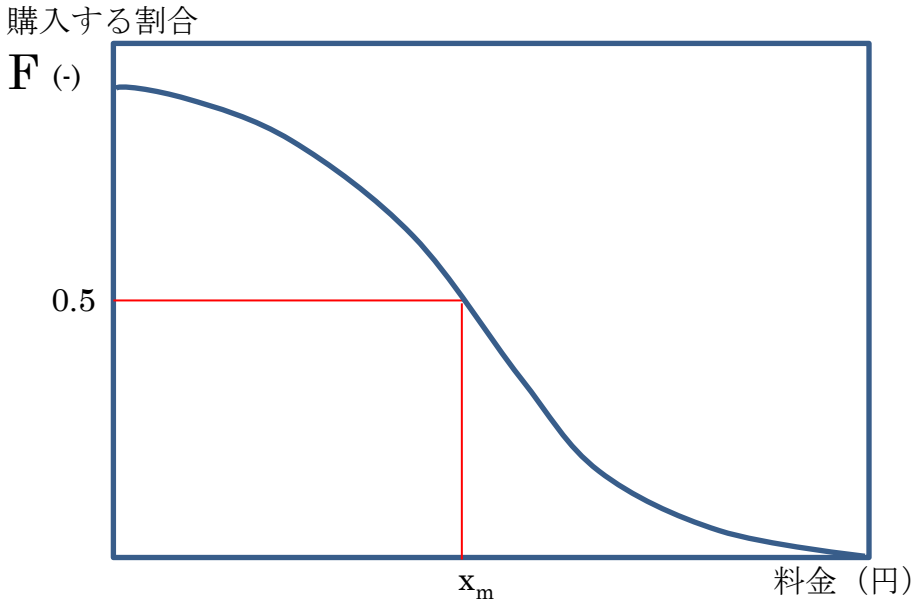


図 4.1-22　ロジットモデルを使った中央値の推定

平均値：

推計したロジットモデルを料金で微分した$\frac{\partial}{\partial x}F(x,r)$ は、WTP が x 円である人の密度関数の符号を変えたものである。これを用いて、平均料金を推計する。平均料金を推計する際に、計算上 0 円未満の料金帯で密度関数に値がある場合がある。しかし、この範囲に該当する人は提示額 0 円でも購入しないため、この範囲の人は 0 円を購入する上限金額とする人として、平均値を評価する。また、積分の上限値　x_{up}　は 100 万円として評価する。

$$-\frac{\partial}{\partial x}F(x,r)=\frac{-\beta_1\cdot exp(-\beta_0-\beta_1\cdot x-\beta_2\cdot r)}{\{1+exp(-\beta_0-\beta_1\cdot x-\beta_2\cdot r)\}^2}$$

$$\bar{x}=\int_{-\infty}^{x_{up}}-x\frac{\partial}{\partial x}F(x,r)dx=\int_{0}^{x_{up}}-x\frac{\partial}{\partial x}F(x,r)dx$$

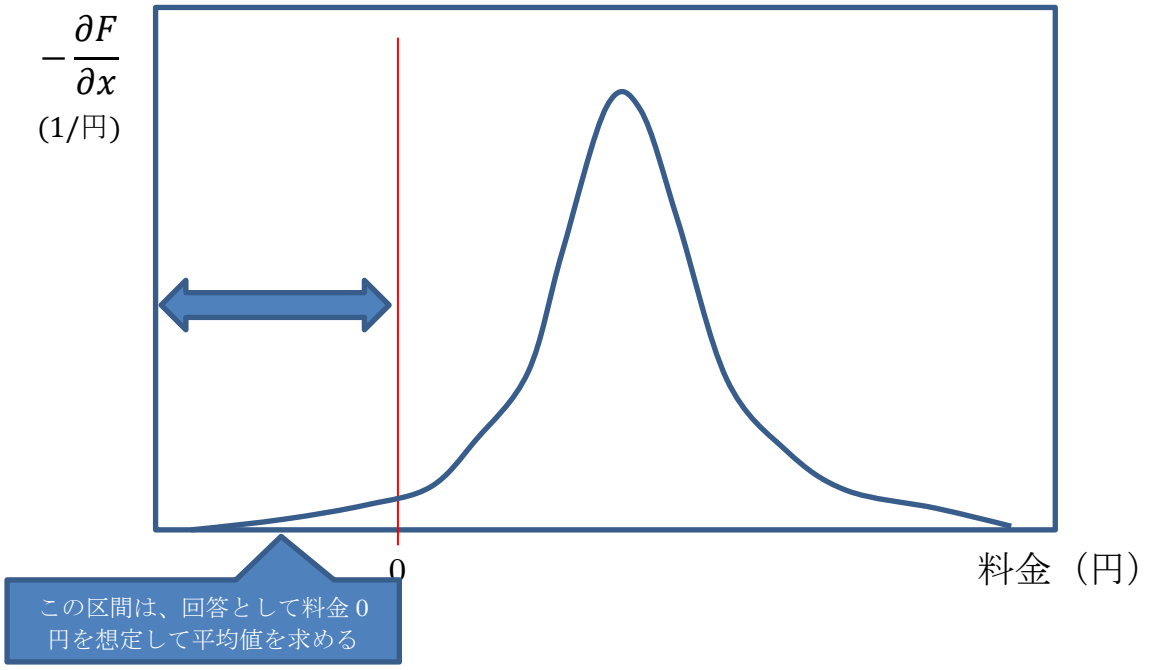


図 4.1-23　ロジットモデルを使った平均値の推定

(3) WTP の中央値、平均値の推計結果

1) 全データを利用したロジットモデル

抵抗・非理解回答を除かない全回答者のデータを利用した場合の結果を表 4.1-14 に示す。すべてのスコープテストは有意水準 5%でクリアできている。50%削減, 90%削減を 1 回目の質問で行った回答の組み合わせを用いた WTP の推定中央値は、加害者調査の方が被害者調査より高い値となっている。

表 4.1-14　全データを利用したロジットモデルの推計結果

グループ	切片		料金係数		削減率係数		McFadden 疑似相関係数	推定中央値		推定平均値	
	値	Pr(>|z|)	値	Pr(>|z|)	値	Pr(>|z|)		削減率 50%	削減率 90%	削減率 50%	削減率 90%
被害者50%_1 + 被害者90%_2	0.1936	0.0292	-5.92E-05	2.74E-129	0.0103	0.0000	0.132	11,934	18,867	18,703	23,645
被害者50%_2 + 被害者90%_1	0.3827	0.0000	-4.99E-05	2.60E-121	0.0053	0.0000	0.113	12,969	17,203	21,419	24,296
被害者50%_1 + 被害者90%_1	0.4135	0.0000	-5.88E-05	1.27E-128	0.0058	0.0000	0.126	11,966	15,910	18,807	21,543
被害者50%_2 + 被害者90%_2	0.1664	0.0576	-5.02E-05	4.39E-122	0.0097	0.0000	0.119	12,936	20,633	21,305	26,682
加害者50%_1 + 加害者90%_2	0.3198	0.0002	-4.04E-05	4.65E-130	0.0086	0.0000	0.107	18,595	27,143	28,151	34,267
加害者50%_2 + 加害者90%_1	0.5421	0.0000	-4.73E-05	8.69E-119	0.0048	0.0001	0.111	16,505	20,543	24,475	27,326
加害者50%_1 + 加害者90%_1	0.6060	0.0000	-4.54E-05	7.56E-123	0.0039	0.0012	0.110	17,598	21,008	25,768	28,175
加害者50%_2 + 加害者90%_2	0.2554	0.0037	-4.16E-05	1.47E-125	0.0095	0.0000	0.108	17,549	26,677	26,998	33,521

2) 抵抗・非理解回答を排除したロジットモデル

パターン 5 で 抵抗・非理解回答を排除した分析結果を表 4.1-15 に示す。すべてのスコープテストは有意水準 5%でクリアできている。抵抗回答が除かれているため、全データを利用した場合に比べ、WTP の推定中央値は高くなっている。50%削減, 90%削減を 1 回目の質問で行った回

答の組み合わせを用いた WTP の推定中央値は、全回答者のデータを利用した場合と同様に、加害者調査の方が被害者調査より高い値となっている。

表 4.1-15　抵抗・非理解回答を排除したロジットモデルの推計結果

グループ	切片		料金係数		削減率係数		McFadden 疑似相関係数	推定中央値		推定平均値	
	値	Pr(>|z|)	値	Pr(>|z|)	値	Pr(>|z|)		削減率 50%	削減率 90%	削減率 50%	削減率 90%
被害者50%_1 + 被害者90%_2	0.5884	0.0000	-5.32E-05	2.28E-54	0.0108	0.0000	0.120	21,181	29,281	26,455	32,871
被害者50%_2 + 被害者90%_1	0.1600	0.2216	-5.13E-05	5.94E-52	0.0136	0.0000	0.111	16,379	26,987	23,373	31,344
被害者50%_1 + 被害者90%_1	0.7969	0.0000	-5.50E-05	3.15E-55	0.0069	0.0002	0.117	20,755	25,764	25,797	29,714
被害者50%_2 + 被害者90%_2	-0.0443	0.7368	-4.97E-05	1.67E-51	0.0174	0.0000	0.117	16,670	30,719	23,966	34,678
加害者50%_1 + 加害者90%_2	0.7383	0.0000	-4.89E-05	3.77E-63	0.0113	0.0000	0.134	26,674	35,943	31,576	39,191
加害者50%_2 + 加害者90%_1	0.4688	0.0005	-5.14E-05	5.00E-59	0.0116	0.0000	0.128	20,411	29,440	26,261	33,318
加害者50%_1 + 加害者90%_1	1.1400	0.0000	-5.61E-05	5.91E-64	0.0046	0.0156	0.140	24,456	27,765	28,483	31,171
加害者50%_2 + 加害者90%_2	0.0932	0.4897	-4.50E-05	1.04E-59	0.0180	0.0000	0.128	22,079	38,087	29,065	41,758

3) 推定中央値

各回答者の最初の質問の回答（被害者 50%_1＋被害者 90%_1、及び加害者 50%_1＋加害者 90%_1）から推定したロジットモデルを用いて中央値（円）を推定した結果を、図 4.1-24 にまとめて示す。

加害者と被害者を比べると、同じ事故削減率では加害者調査の中央値が被害者調査のそれよりも大きくなっており、「事故の相手方が死亡する事故を回避する装置」と「あなたの死亡する事故を回避する装置」について聞いた図 4.1-18 と整合的な結果となっている。

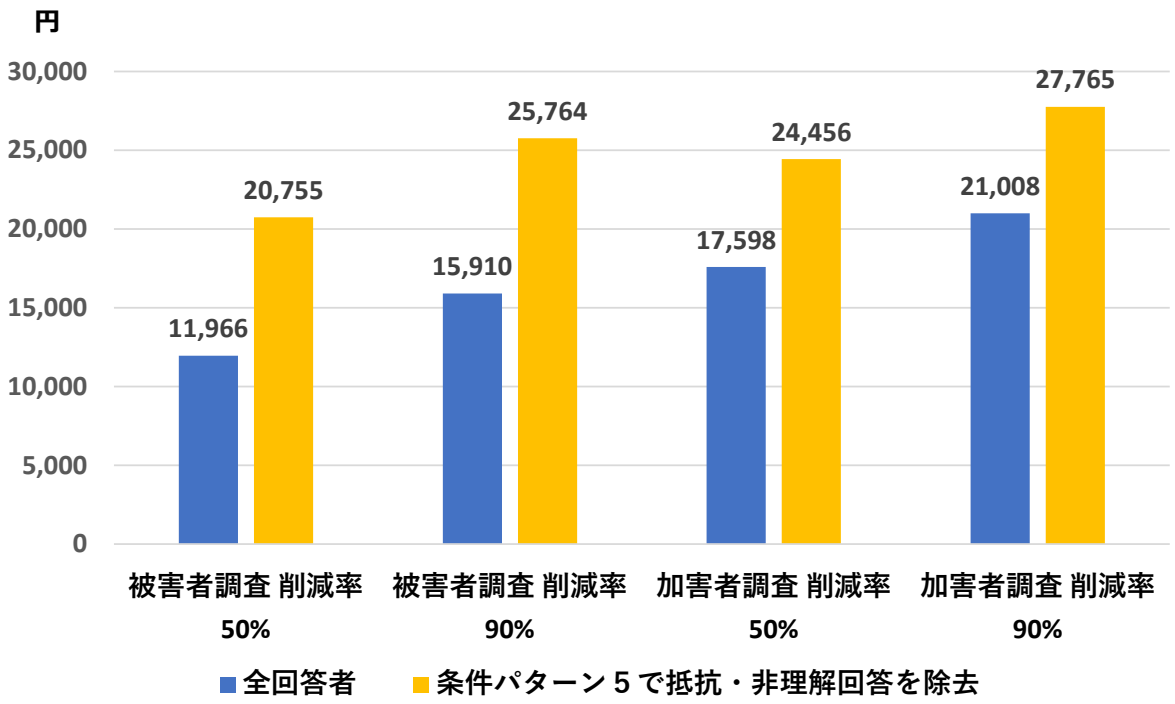


図 4.1-24　中央値の推定結果

4) 非金銭的損失額の推定

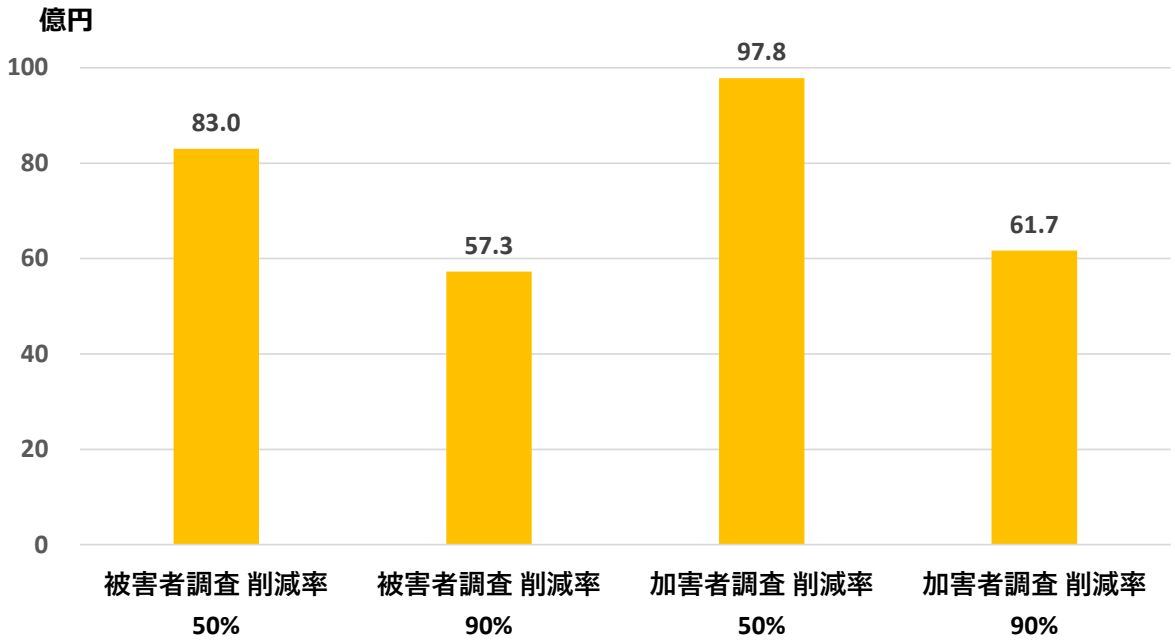
条件パターン５で抵抗･非理解回答を除去したデータを利用して推定した WTP の中央値から、非金銭的損失額を

非金銭的損失額=WTP（中央値）／（交通事故による死亡率＊安全装置による削減率）

で計算した。結果は、**図 4.1-25** の通りである。

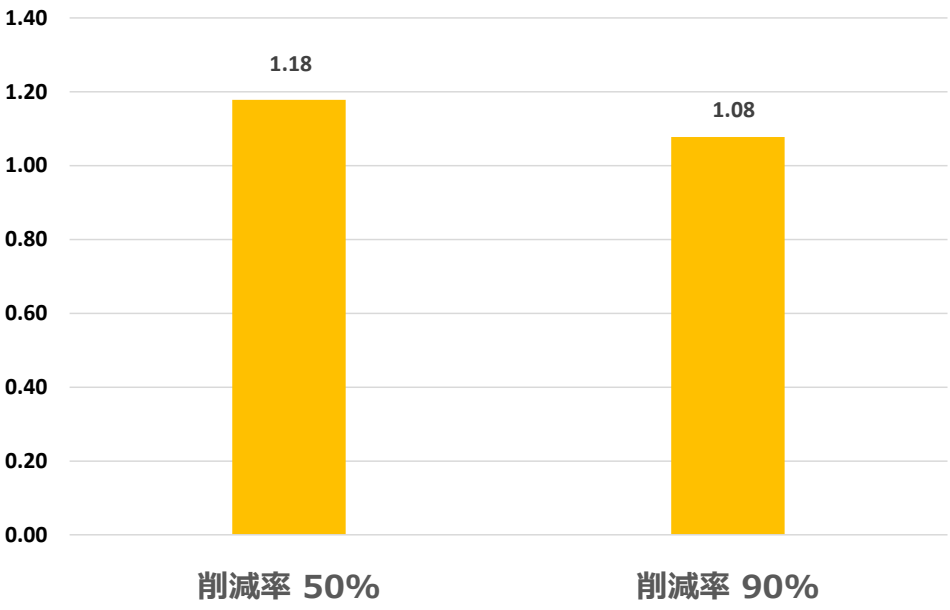
被害者の非金銭的損失（自身が死亡）、加害者の非金銭的損失（事故の相手方が死亡）共に、安全装置の事故削減率が大きくなると非金銭的損失額は低くなる。これは、図 4.1-24 の WTP の値が、削事故減率に対して原点に対して凹の形状となっていることに起因している。

また、このデータから、4.1.2 (1) で述べた（被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額／被害者 1 名の非金銭的損失額)を求めたのが、この結果が**図 4.1-26** である。事故削減率 90%では、被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額は、被害者 1 名あたりの非金銭的損失額の 1.08 倍である。本研究では、以降、この比率を内閣府政策統括官(2017)から設定した被害者 1 名の非金銭的損失額に乗じて被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額を設定する。



注: 条件パターン５で抵抗・非理解回答を除去したデータを利用して推計

図 4.1-25　非金銭的損失額の推定値（億円）



注 1: 被害者 1 名あたりの加害者の非金銭的損失額／被害者 1 名の非金銭的損失額

注 2: 条件パターン 5 で抵抗・非理解回答を除去したデータを利用して推計

図 4.1-26 加害者の非金銭的損失額と被害者の非金銭的損失額の比

5) 先行研究との比較

図 4.1-25 の非金銭的損失額と、内閣府政策統括官（2007, 2015, 2017）等で計測された非金銭的損失額（調査結果の中の一部の数値）と比較したものである。内閣府政策統括官（2017）の被害者死亡時の被害者の非金銭的損失額と比較して、本研究の加害者の非金銭的損失額は、その 18.2 倍、被害者の非金銭的損失は、15.5 倍と、桁違いに大きな値になっている。この違いの要因として以下の 2 点を挙げることができる。まず第 1 に、アンケート調査時に想定している事故発生確率削減幅（交通事故による死亡率＊安全装置による削減率）の差にある。**図 4.1-25** に示した内閣府政策統括官（2017）の事故発生確率削減幅は 1.6／10 万に対して、本研究での削減幅は 0.5／20 万である。この逆数を、内閣府政策統括官（2017）を 1 として基準化すると、本研究の想定はその 6.4 倍になる。一般の生活者は、非常に小さな確率の違いが認識できない可能性があり、それが正しいとすると、本研究の事故発生確率削減幅は、それだけで非金銭的損失額を 6.4 倍にする効果がある。第 2 は、想定している事故内容の違いである。4.1.2 (1) で述べたように、本研究では、加害者の非金銭的損失調査の結果と被害者の非金銭的損失調査の結果が対比可能なように、回答者を、四輪自動車のドライバーとして四輪同士の車両相互事故を引き起こす（あるいは遭遇する）状況を想定している。これは、回答者に交通事故の種類や当事者の種別（歩行者なのか、ドライバーなのか、同乗者なのか等）を特に想定させることなく自身が交通事故に遭う状況を想定して調査を実施している内閣府政策統括官（2017)より、より切実な切迫感と危機感を回答者に感じさせたと推察され、それが、内閣府政策統括官（2017）と本研究の非金銭的損失額の違いに影響していると考えられる。

表 4.1-16　先行研究との比較

調査名等	実施年（または報告書年月）	被害者／加害者	想定する事故発生確率	特別な装置（安全グッズ）装着による事故削減率	特別な装置（安全グッズ）装着による事故発生確率削減幅			装置（安全グッズ）に対する値付け（中央値：円）		被害者1名当たりの非金銭的損失額（億円）	
					削減幅	*1を1としたときの比率	左記の逆数	全サンプル	非理解回答／抵抗回答を除いた場合		*2を1としたときの比率
内閣府政策統括官「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査」	2007.3	被害者	6／10万	50%の場合	3／10万	1.88	0.5	6,782	ー	2.26	0.4
	2016.3	被害者	4／10万	50%の場合	2／10万	1.25	0.8	5,382	6,831	3.42	0.6
	2017.3	被害者	3.2／10万	50%の場合	1.6／10万 (*1)	1.00	1.0	4,206	8,596	5.37 (*2)	1.0
本PJの経済実験	2020	被害者	1／10万	50%の場合	0.5／10万	0.31	3.2	10,000	ー	20	3.7
	2020	加害者	1／10万	50%の場合	0.5／10万	0.31	3.2	12,000	ー	24	4.5
本調査	2021	被害者	1／20万	50%の場合	0.5／20万	0.16	6.4	11,966	20,755	83.0	15.5
	2021	加害者	1／20万	50%の場合	0.5／20万	0.16	6.4	17,598	24,456	97.8	18.2

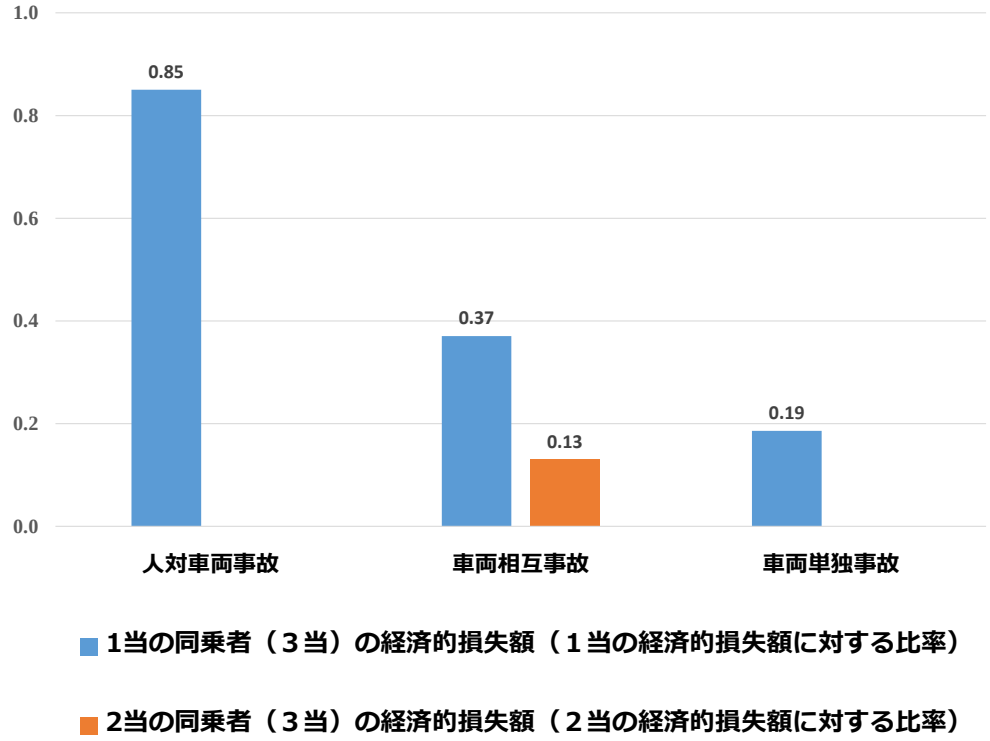
注: 内閣府「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査」2015 年 3 月並びに 2017 年 3 月の非金銭的損失額は、非理解回答／抵抗回答を除いた場合の WTP を用いて計算したもの。本調査については、条件パターン５で抵抗・非理解回答を除去したデータを利用した場合。

4.1.4 交通事故低減効果の推計結果

ここでは、4.1.1 (2) に示した別施策 「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」の推計結果（事故件数ならびに人体損傷別被害者数）と、web アンケート調査を通じて測定した 4.1.3 (3) 4) の非金銭的損失額を用いて、自動運転の普及による交通事故削減効果を金銭価値化する。

(1) 交通事故逓減効果の推計の方法

別施策から提供される人体損傷程度別の被害数については、第１・２当事者のみが推計対象となっており同乗者（第３当事者）は含んでいない。このため、まず、第１・２当事者の同乗者の被害を補完的に推計することとした。図 4.1-27 は、交通事故総合分析センター（ITARDA）の交通事故統計データ（マクロデータ）委託集計結果並びに表 4.1-2 で示した被害者 1 人当たりの損失額を用いて、表 4.1-1 で示した事故類型、車種を対象に、第１当事者の同乗者の経済的損失額の第１当事者の経済的損失に対する比率、第２当事者の同乗者の経済的損失額の第２当事者の経済的損失に対する比率を計算した結果である。別施策から提供されるデータから経済的損失額を計算する場合は、この比率を利用して、第１・２当事者の同乗者の経済的損失額を計算する。



注: 表 4.1-2 の被害者 1 名当たりの経済的損失額に表 4.1-1 で示した事故類型・1 当車種・2 当車種の被害者数（2015-17 年の 3 年間の被害者数）を乗じた数値から比率を算出。被害者数のデータは、交通事故総合分析センター（ITARDA）の交通事故統計データ（マクロデータ）委託集計結果を利用。

図 4.1-27　3 当（同乗者）被害者の経済的損失額

(2) 被害者 1 名当たりの経済的損失

交通事故被害者の金銭的損失と非金銭的損失、交通事故加害者の非金銭的損失については、表 4.1-2 で示した被害者 1 名当たりの経済的損失額と、図 4.1-26 で示した加害者の非金銭的損失額と被害者の非金銭的損失額の比から算出する。

ところで、アンケート調査では、加害者調査では加害者（回答者）の過失割合が 10、被害者調査では、被害者（回答者）の過失割合は 0 の事故を想定している。一方、内閣府政策統括官（2017）の被害者の非金銭的損失調査は、被害者の過失割合には特に触れることなく調査が行われている。ここでは、内閣府政策統括官（2017）の被害者の過失割合はゼロと想定して、内閣府政策統括官（2017）を 1.08 倍したものを、過失割合が 10 の場合の加害者の非金銭的損失と設定する。その上で、人対車両事故では過失割合が 1 当（車のドライバー）：2 当（歩行者）＝9：1、車両相互事故では 1 当：2 当＝7.5：2.5 と仮定し、過失割合が 10 の場合の加害者の非金銭的損失額を 1 当：2 当に按分する。こうして求めた、被害者 1 名当たりの経済的損失額が表 4.1-17 である。

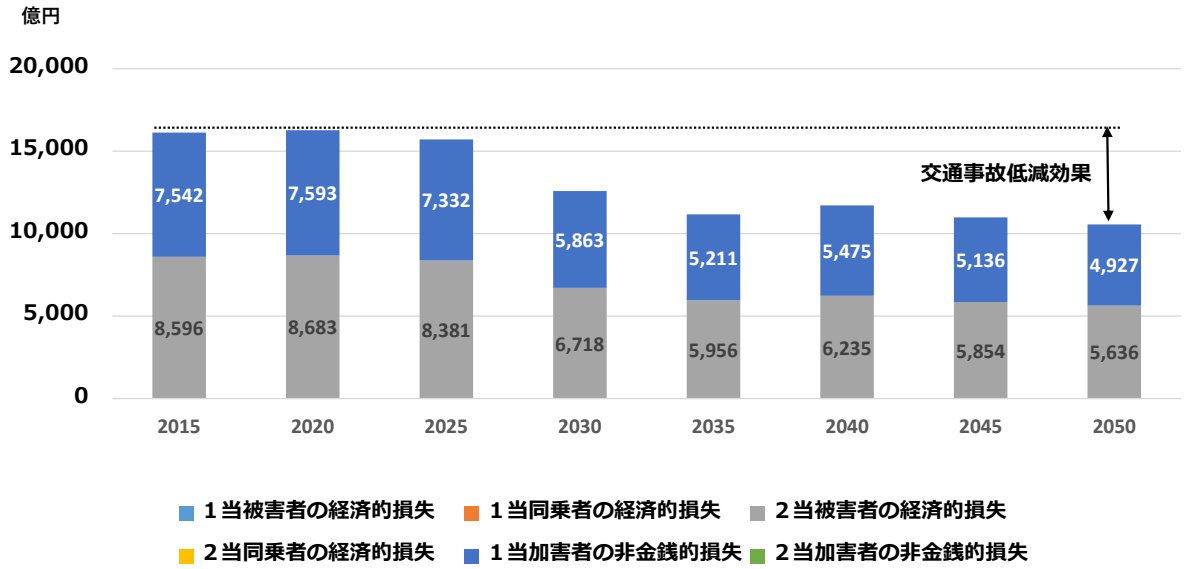
表 4.1-17　被害者１名当たりの経済的損失

被害者の人体損傷程度	被害者の経済的損失			加害者の非金銭的損失			
	金銭的損失	非金銭的損失	損失合計	人対車両事故の場合		車両相互事故の場合	
				加害者が１当の場合	加害者が２当の場合	加害者が１当の場合	加害者が２当の場合
死亡	3,292	53,695	56,987	52,191	5,799	43,493	14,498
重傷（後遺障害）	906	10,191	11,097	9,906	1,101	8,255	2,752
軽傷（傷害）	153	100	253	97	11	81	27

1）被害者の経済的損失は、内閣府政策統括官（2017)の表 3.3-1、表 5.2-1 から計算した数値。
2）加害者の非金銭的損失額は、消費者に対する web アンケート調査結果を用いた推計に基づき、過失割合が 1 の場合は被害者のそれの 1.08 倍とし、過失割合に比例して非金銭的損失額は減少すると仮定している。表中の加害者の非金銭的損失額は、人対車両事故では、過失割合が１当（車のドライバー）：２当（歩行者）＝9：1、車両相互事故では、 １当：２当＝7.5：2.5 として計算している。
3）内閣府政策統括官（2017)が、被害者の事故被害の程度を「死亡」「後遺障害」「傷害」に分類しているのに対し、別施策が推計した死傷者数は「死亡」「重傷」「軽傷」の別であり、区分が異なる。そこで、内閣府政策統括官（2017)の「後遺障害」と「傷害」は、それぞれ「重傷」「軽傷」に相当すると置いて交通事故の経済的損失額の計算を行う。

(3) 交通事故逓減効果の推計結果

4.1.1 (2) 示した別施策 「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」から提供される人体損傷程度別の被害者数のデータと、以上の設定値から計算した 2015 年から 2050 年までの交通事故被害額の推移を示したのが図 4.1-28（人対車両事故）と図 4.1-29 （車両相互事故）である。人対車両事故（交差点横断歩道＋交差点以外）の経済的損失額は、2015 年から 2050 年にかけて 34.5%減少し、車両相互事故（右左折、出会い頭、正面衝突、追突）の経済的損失額は、2015 年から 2050 年にかけて 50.0%減少することとなる。

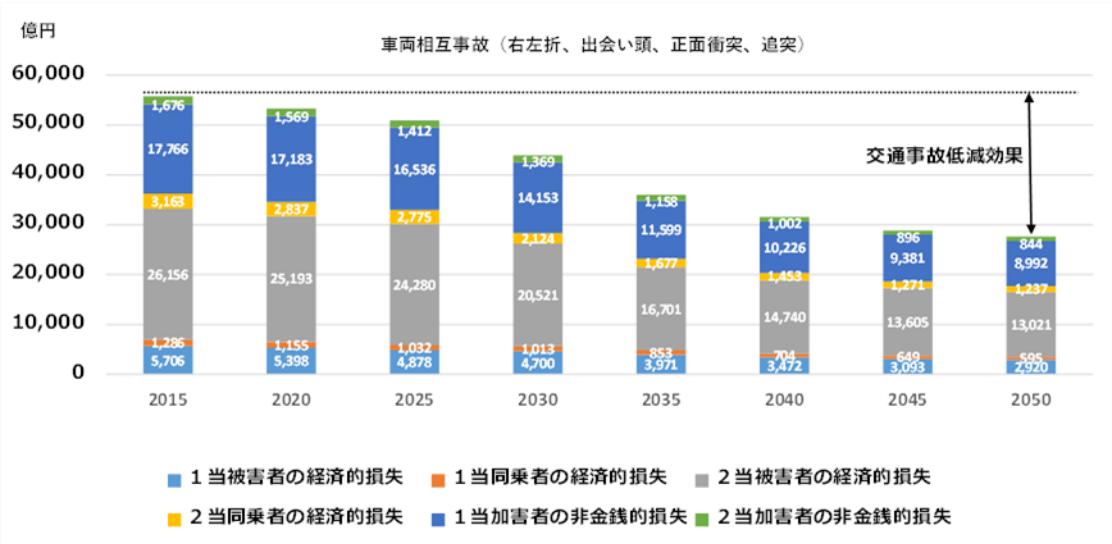


注 1: 計算対象は表 4. 1-1 の通り

注 2: 別施策では、交通量は 2015 年の交通量水準に固定する一方で、毎年の自動車の自動運転車カテゴリ別構成比は本研究の推計結果を利用して５年ごとの交通事故死傷者数を算出している。グラフの数値は、この死傷者数と表 4.1-17 の被害者１名当たりの経済的損失額を用いて算出したもの。2015 年値からの変化量が、自動運転化による交通事故低減効果の金銭換算値を示す。

注 3: 加害者の非金銭的損失額は、人対車両事故では、自動車は１当、歩行者は２当と置いており、２当の歩行者の被害から、加害者である運転者（１当）の非金銭的損失を算出している。

図 4.1-28 交通事故による経済的損失 人対車両事故：交差点横断歩道＋交差点以外



注 1: 図 4.1-28 と同様

注 2: 図 4.1-28 と同様

注 3: 加害者の非金銭的損失額は、車事故の相手方車両の運転手と同乗者の合計被害額から算出。たとえば加害者が１当で、事故の相手方車両の運転者（２当）とその同乗者が死亡した場合、加害者の非金銭的損失額は 43,493 万円×2 と、事故の相手方車両の運転者（２当）のみが死亡した場合の２倍となる。

図 4.1-29 交通事故による経済的損失 車両相互事故(右左折、出会い頭、正面衝突、追突)

謝辞

本研究実施にあたっては、内閣府「交通事故の被害・損失経済的分析に関する調査」の委員を務められた、大阪大学データビリティフロンティア機構岸本充生教授、京都大学農学研究科の栗山浩一教授からアドバイスを得た。また、この研究の web アンケート調査画面の作成にあたっては、内閣府の承諾の下、内閣府「交通事故の被害・損失経済的分析に関する調査」報告書（2006、2011、2015、2016 年度）に掲載されている調査票の考え方や質問をベースとした。岸本・栗山両教授並びに内閣府に感謝の意を表します。

参考文献

1） 内閣府政策統括官（2007）『交通事故の被害･損失の経済的分析に関する調査研究 報告書』https://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/19html/houkoku.html,（閲覧日 2021 年 5 月 30 日）

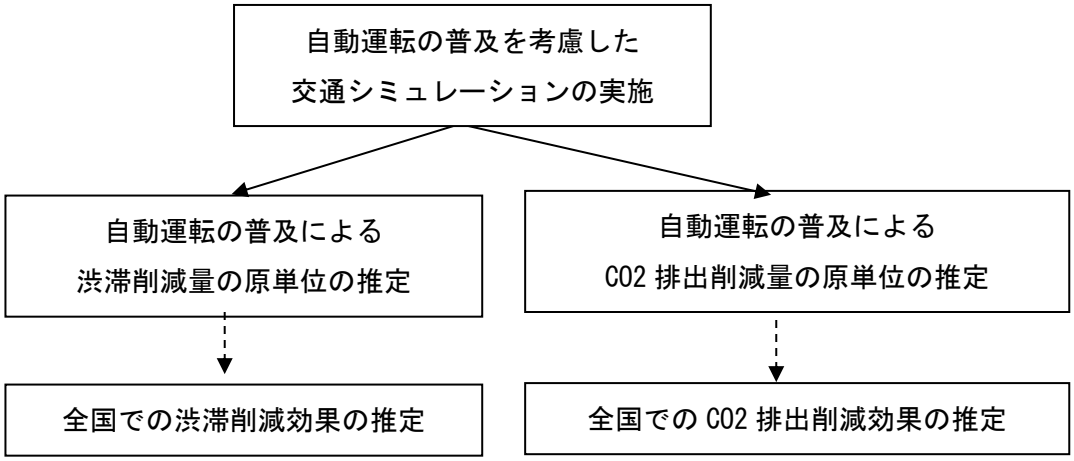
2） 内閣府政策統括官（2012）『平成 23 年度交通事故の被害･損失の経済的分析に関する調査 報告書』https://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/h23/houkoku.html,（閲覧日:2021 年 5 月 30 日）

3） 内閣府政策統括官（2016）『交通事故の被害･損失の経済的分析に関する調査 報告書』https://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/h27/index.html,（閲覧日：2021 年 5 月 30 日）

4） 内閣府政策統括官（2017）『交通事故の被害･損失の経済的分析に関する調査 報告書』https://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/h28/index.html,（閲覧日：2021 年 5 月 30 日）

4.2 交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果の推計

ここでは自動運転車両の普及が道路交通に与える影響のうち、交通渋滞削減及び CO2 排出削減効果の推計を行う。まずそれぞれの原単位を推計した上で全国拡大推計を行う二段階の構成とした。



4.2.1 交通渋滞及び CO2 削減効果の原単位の算出

(1) 概要

自動運転車の導入による全国での渋滞削減効果と CO2 排出削減効果の推計に必要となる渋滞削減量と CO2 排出削減量の原単位を推計するために、自動運転の普及を考慮した交通シミュレーションを実施した。

具体的には、高速道路の片側 2 車線区間でならびに 3 車線区間の 2 区間を対象にシミュレーションを実施し、自動運転車の混入割合によって、シミュレーション結果から算出した渋滞損失時間および CO2 排出量がどの程度削減されるかの割合を求め、その削減割合を原単位としたものである。

なお、自動運転車については、追従時の目標車間時間を変化させた場合のシミュレーションを実施し、各ケースについて原単位を算定した。

(2) 交通シミュレーションの実施

1) シミュレーションケースの設定

原単位を推計するにあたり、高速道路の片側 2 車線区間、ならびに 3 車線区間の 2 区間を対象にシミュレーションを行い、現況ケースと、自動運転車の普及率を 3 段階に変えたケースを実施した。さらに、自動運転車に関しては、追従時の目標車間時間を 1.5 秒、2.0 秒、さらに参考として 1.0 秒に変化させた場合について、渋滞削減量と CO2 排出削減量の原単位を推計した。自動運転車の普及率や目標車間時間の設定理由については後述する。

表 4.2-1 にシミュレーション実施ケース一覧を示す。

表 4.2-1　シミュレーション実施ケース一覧

条件／自動運転車(小型)普及率	20%	50%	90%
高速道路　片側 3 車線区間 自動運転車　車間時間 1.5 秒制御	●	●	●
高速道路　片側 3 車線区間 自動運転車　車間時間 2.0 秒制御	●	●	●
高速道路　片側 2 車線区間 自動運転車　車間時間 1.5 秒制御	●	●	●
高速道路　片側 2 車線区間 自動運転車　車間時間 2.0 秒制御	●	●	●
高速道路　片側 3 車線区間 自動運転車　車間時間 1.0 秒制御	参考	参考	参考
高速道路　片側 2 車線区間 自動運転車　車間時間 1.0 秒制御	参考	参考	参考

2) 対象区間の設定

シミュレーションの対象区間は、高速道路の片側 2 車線区間として関越自動車道上りの渋川伊香保 IC～駒寄 PA 付近、片側 3 車線区間として東名高速道路下りの大和サグ付近（横浜町田 IC～海老名 SA 付近）を選定した。いずれもサグ部の渋滞が発生している区間である。サグ部を対象とした理由は、都市間高速道路における渋滞量のうち、「上り坂およびサグ部」が半分以上を占めている一方、自動運転により適切な車間距離と速度で走行することで道路容量の最適化が行われ、サグ部での速度低下を防ぐことができることが想定されるためである[6]（図 4.2-1）。

[6] 例えば、「第 1 回オートパイロットシステムに関する検討会」配布資料「参考資料 1　次世代 ITS に関する勉強会とりまとめ」など

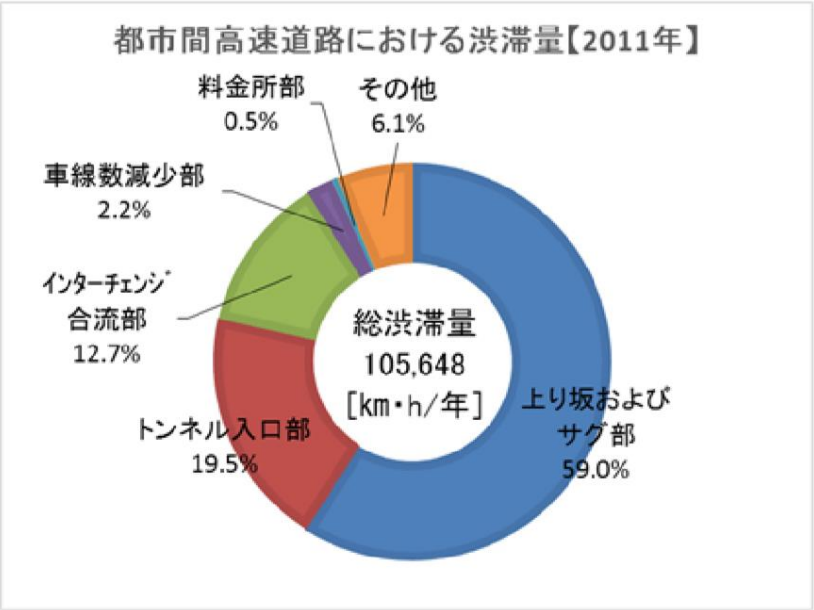


図 4.2-1　都市間高速道路における道路構造別の渋滞発生割合【2011 年】

（出典：「高速道路サグ部等の渋滞箇所への効果的な交通円滑化対策の実現に向けて」中間とりまとめ、2015 年 10 月、高速道路サグ部等交通円滑化研究会）

各区間を選定した理由は、それぞれ以下の通りである。

a. 高速道路の片側 2 車線区間

区間の選定条件として、規制速度が 60km/h や 80km/h の箇所は除外した。これは、規制速度が 60km/h や 80km/h の区間では実勢速度と規制速度の乖離が大きく、現況再現を行った上で規制速度を遵守する自動運転車を増加させると、結果の解釈が困難になると想定されたためである。

その結果、関越自動車道上りの渋川伊香保 IC～駒寄 PA（～前橋 IC）付近を高速道路の片側 2 車線区間のシミュレーション対象区間として抽出した。

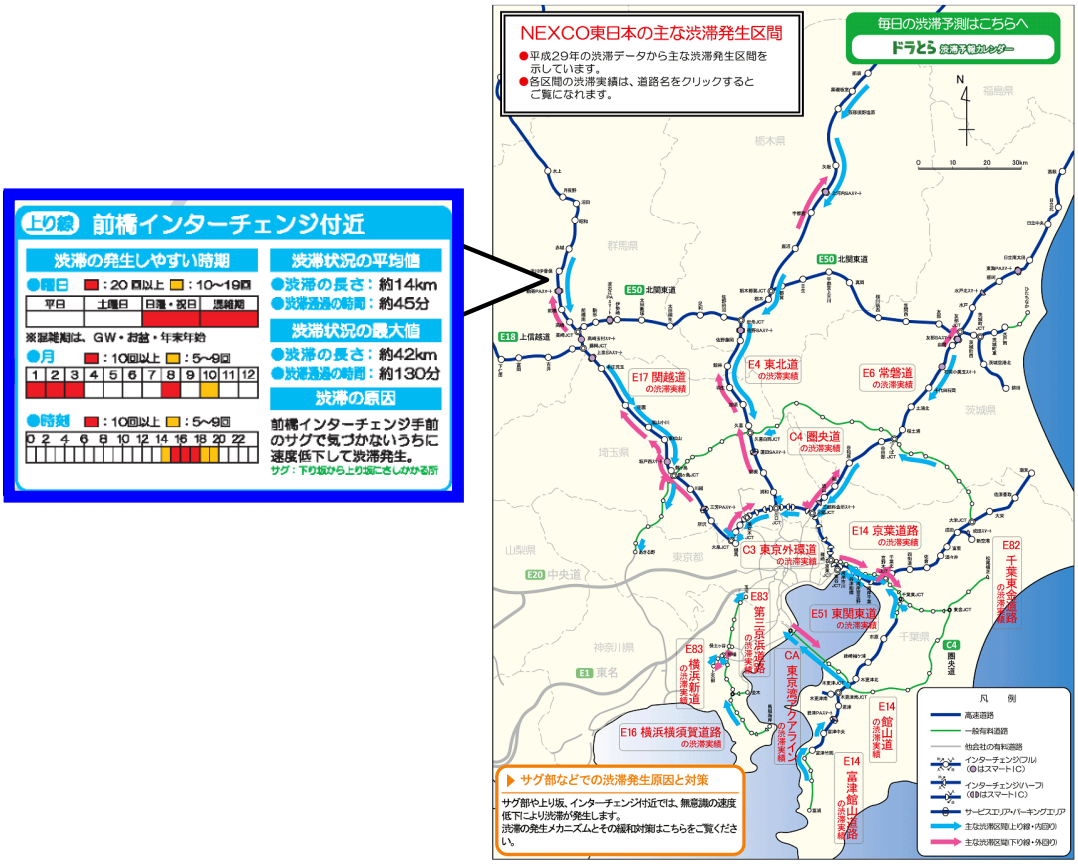


図 4.2-2　NEXCO 東日本の主な渋滞発生区間

出典：ドラぷら　渋滞ポイントマップ（2019/10/25 閲覧）

https://www.driveplaza.com/traffic/roadinfo/pointmap/tokyogaikando.html

b. 高速道路の片側 3 車線区間

SIP 第 1 期の「戦略的イノベーション創造プログラム（自動走行システム）：地域交通 CO2 排出量可視化技術の開発及び実証」（以下、SIP 第 1 期）において、東名高速道路下りの大和サグ付近を対象とした自動運転の普及による CO2 の削減効果等に関する知見が多く整理されていることから、同じ区間を選定した。

なお、当該区間は、2020 年東京オリンピックまでの完成を目標とした付加車線工事が行われてきたが、原単位の推計には支障ないと判断した。

3) 自動運転車の割合の設定

自動運転車の割合は、SIP 第 I 期を参考に、まず、小型車のうち 20%および 90%の場合をシミュレーションすることとした。これは自動運転車の普及の予測がまだ不確かなものである状況において、普及初期とほぼ完全普及の状況を想定して設定したものである。さらに、本検討では普及の途中段階として、小型車のうち 50%の場合もシミュレーションすることとした。

なお、今回のシミュレーションでは、大型車の自動運転車は検討対象外とした。これは、現状で大型車の自動運転車の走行性能の想定が難しく、特に、積載時にサグ部等における速度低下がどの程度解消するのか未知数であるためである。

また、実際の自動運転車の普及段階においては、自動運転車間で性能差が生じる可能性があ

るが、レベル 2 以上の同一性能の車両が自動運転を行っている前提でシミュレーションを実施した。

4) 自動運転車の性能設定

自動運転車の性能設定に関して、目標車間時間については、60km/h 走行時における前車との車間時間が 1.5 秒、2.0 秒、1.0 秒の 3 種類を設定した。1.5 秒は現行の ACC 車両程度の性能、2.0 秒は車間がやや長めの車両の性能である。1.0 秒は自動運転での最小の車間時間であるが、現実的には当面困難と想定されることから参考扱いとした。車間時間と流率のグラフ、車間距離と流率のグラフを図 4.2-3、図 4.2-4 に示す。

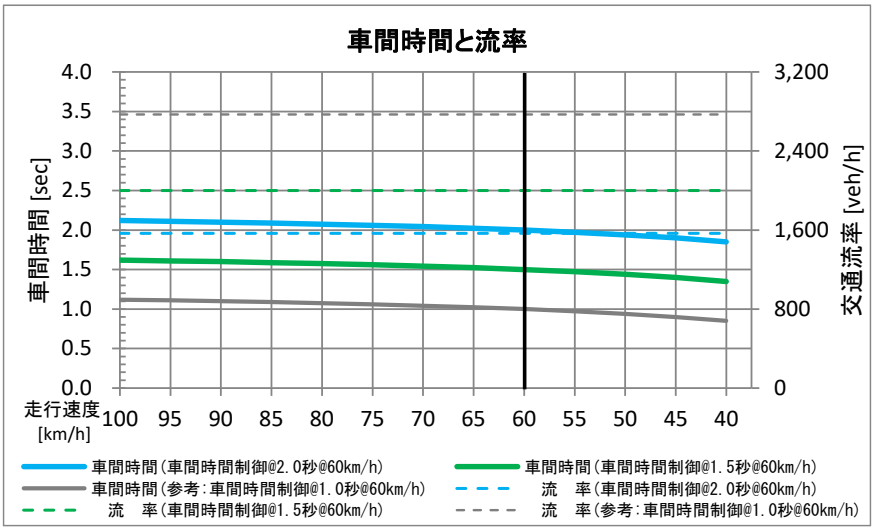


図 4.2-3　車間時間と流率の関係

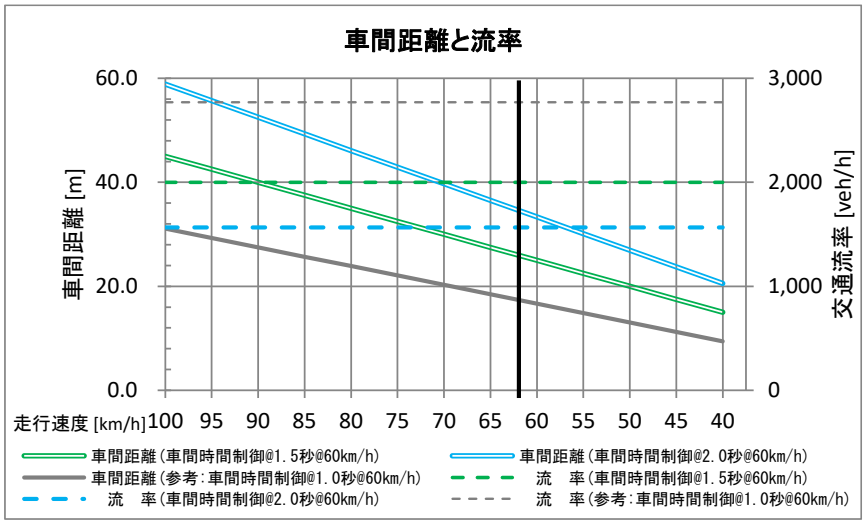


図 4.2-4　車間距離と流率の関係

自動運転車の走行速度は、人の運転と比較して走行速度のバラつきが少なく、制限速度を遵守する設定とした。また、無意識での速度低下が発生しないためサグ部の渋滞が起こりにくく、加減速のレスポンスが早く運転のバラツキが少ない設定とした（図 4.2-5）。

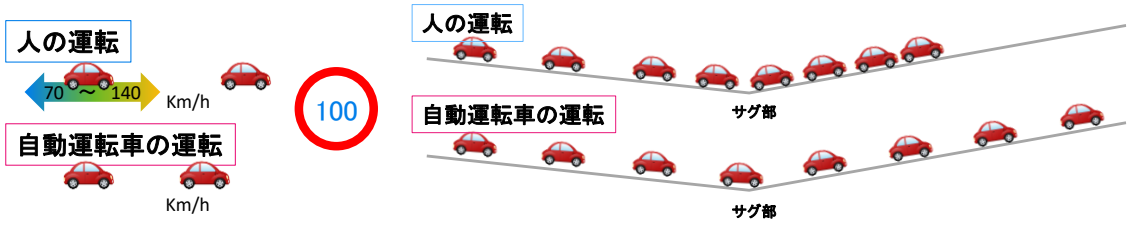


図 4.2-5　人の運転と自動運転車の運転との違いのイメージ

5) シミュレーションデータの作成

a. 片側 2 車線区間

◆車両挙動パラメータの設定

車両挙動パラメータは、表 4.2-2 に示すとおり設定した。車線変更の制御に関しては、車両の追越の条件（速度低下許容幅の超過や隣接車線の空き状況など）を満たした場合、追越希望受諾確率に基づいて 3 秒に 1 回毎に追越を行うか否かが決定される。走行車線への復帰も同様のロジックで行われる。なお、シミュレーション車両発生時の車線の位置は、シミュレータによってランダムに決定される。

表 4.2-2　シミュレータの車両挙動パラメータ設定（片側 2 車線区間）

			自動運転車(小型)		一般車(小型)		一般車(大型)	
分類	パラメータ	単位	期待値	±σ	期待値	±σ	期待値	±σ
追従時	最高速度	[km/h]	100		140		140	
	希望速度係数		1.0		1.2		0.8	
	最大加速度	[m/s2]	1.6		1.6	0.2	0.8	0.2
	希望減速度	[m/s2]	3.000		1.623	0.18	1.829	0.394
	安全ヘッドウェイ時間	[s]	1.000		1.216	0.249	1.741	0.362
	ジャム車間距離	[m]	7.5		7.5		7.5	
自由走行時	希望加速度	[m/s2]	1.6		1.304	0.125	1.082	0.111
	自然減速度	[m/s2]	0.24		0.24		0.24	
その他条件	最大減速度	[m/s2]	3.6		3.6		3.6	
	車長	[m]	5		5		12	
	車幅	[m]	1.7		1.7		2.3	
	車線幅	[m]	3.5		3.5		3.5	
	横方向最大速度	[m/s]	1		1		1	
車線変更判断	前方探索範囲	[s]	10		10		10	
	速度低下許容幅	[km/h]	10		10		60	
	巡航時速度幅	[km/h]	0		0		60	
	車線変更判定距離	[m]	300	50	300	50	300	50
	追越希望受諾確率		0.25		0.25		0.005	
	走行車線復帰確率		0.1		0.1		1	
車線変更条件	最小ギャップ	[s]	1.5		1.5		1.5	
最小 TTC		[s]	2		2		2	
自動運転車の反応遅れ時間[7]		[s]	0.67					

◆道路ネットワークデータの作成

図 4.2-6 にスタディ対象エリアとした道路ネットワークの範囲を示す。シミュレーションを実施するにあたり、関越自動車道上り線・渋川伊香保 IC 先～駒寄 PA 手前の約 5km を対象とした。この区間には、サグとなっているボトルネック箇所がある（図 4.2-7）。シミュレーションでは、渋川伊香保 IC からの上り坂区間での減速成分を考慮した。

[7] ここでの自動運転車の反応遅れ時間は、交通流理論でのショックウェーブ伝播をミクロに見たときの、先行車の速度変化が後続車に伝わる時間遅れを示す。（センサーや情報処理のタイムラグではない。）



図 4.2-6　シミュレーション対象区間（片側 2 車線区間）

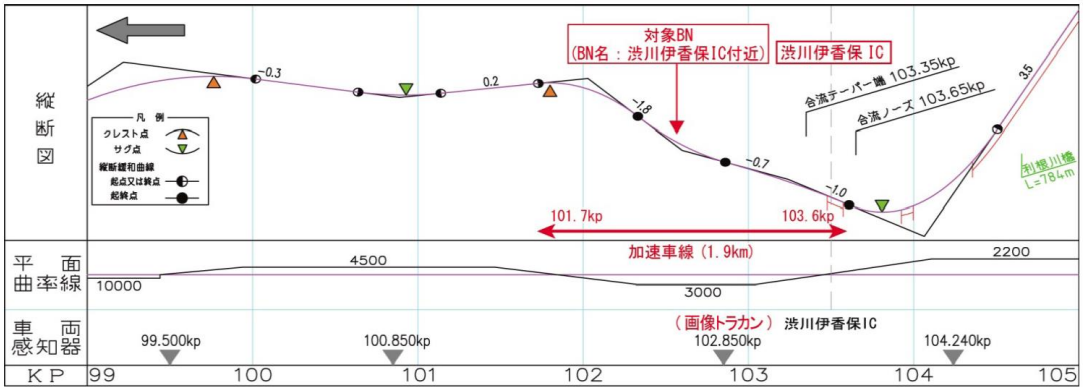


図 4.2-7　シミュレーション対象区間付近の縦断図

（出典：原山哲郎，深瀬正之，石田貴志，野中康弘「付加車線設置による渋滞対策効果と今後の展望」，第 46 回土木計画学研究発表会（秋大会）講演集, 2012.11.）

◆交通量データの作成

東日本高速道路株式会社より車両感知器（トラカン）データを借用し、交通量データの作成に使用した。対象期間は、図に示した渋滞発生期間のうち、積雪による速度低下が少ないと想定された 2018 年 3 月休日のデータを用いた。

さらに、対象区間付近において実際に交通集中による渋滞が発生した日を選定し、最終的に 2018 年 3 月 4 日（日）の 4:00～翌 4:00 の 24 時間をシミュレーション対象とした。シミュレーションでの車両発生台数は表 4.2-3 に示すとおりである。

表 4.2-3　シミュレーションでの車両発生台数

	24 時間
小型	25,647 台
大型	2,540 台
合計	28,187 台

b. 片側 3 車線区間

◆車両挙動パラメータの設定

車両挙動パラメータは、表 4.2-4 に示すとおり設定した。車線変更の制御に関しては、車両の追越の条件（速度低下許容幅の超過や隣接車線の空き状況など）を満たした場合、追越希望受諾確率に基づいて 3 秒に 1 回毎に追越を行うか否かが決定される。走行車線への復帰も同様のロジックで行われる。なお、シミュレーション車両発生時の車線の位置は、シミュレータによってランダムに決定される。

表 4.2-4　シミュレータの車両挙動パラメータ設定（片側 3 車線区間）

			自動運転車 (小型)		一般車 (小型)		一般車 (大型)	
分類	パラメータ	単位	期待値	±σ	期待値	±σ	期待値	±σ
共通	最高速度	[km/h]	100		140		140	
	希望速度係数		1.0		1.0		0.9	
追従時	最大加速度	[m/s2]	1.6		1.6	0.2	0.8	0.2
	希望減速度	[m/s2]	3.000		1.623	0.18	1.829	0.394
	安全ヘッドウェイ時間	[s]	1.000		1.216	0.249	1.741	0.362
	ジャム車間距離	[m]	7.5		7.5		7.5	
自由走行時	希望加速度	[m/s2]	1.6		1.304	0.125	1.082	0.111
	自然減速度	[m/s2]	0.24		0.24		0.24	
その他条件	最大減速度	[m/s2]	3.6		3.6		3.6	
	車長	[m]	5		5		12	
	車幅	[m]	1.7		1.7		2.3	
	車線幅	[m]	3.5		3.5		3.5	
	横方向最大速度	[m/s]	1		1		1	
車線変更判断	前方探索範囲	[s]	10		10		10	
	速度低下許容幅	[km/h]	10		10		60	
	巡航時速度幅	[km/h]	0		0		60	
	車線変更判定距離	[m]	300	50	300	50	300	50
	追越希望受諾確率		0.25		0.25		0.005	
	走行車線復帰確率		0.1		0.1		1	
車線変更条件	最小ギャップ	[s]	1.5		1.5		1.5	
最小 TTC		[s]	2		2		2	
自動運転車の反応遅れ時間[8]		[s]	0.67					

[8] ここでの自動運転車の反応遅れ時間は、交通流理論でのショックウェーブ伝播をミクロに見たときの、先行車の速度変化が後続車に伝わる時間遅れを示す。（センサーや情報処理のタイムラグではない。）

◆道路ネットワークデータの作成

図 4.2-8 にスタディ対象エリアとした道路ネットワークの範囲を示す。スタディでは、東名高速道路下り線・横浜青葉 IC 先～海老名 SA 手前の約 16km を対象とした。この区間には、大和サグ、大和トンネル等のよく知られたボトルネック箇所がある。シミュレーションでは、大和サグ部からの上り勾配を 2.5%として上り坂区間での減速成分を考慮した。



図 4.2-8　高速道路自動運転シミュレーション対象道路（片側 3 車線区間）

◆交通量データの作成

中日本高速道路株式会社より車両感知器（トラカン）データを借用し、交通量データの作成に使用した。対象期間は、道路交通センサスの調査月と同様の理由で、平均的な交通状況とされる 10 月の平日を想定し、2017 年 10 月平日のデータを用いた。

さらに、大和サグ付近において実際に交通集中による渋滞が発生した日を選定し、最終的に 2017 年 10 月 19 日（木）の 4:00～翌 4:00 の 24 時間をシミュレーション対象とした。シミュレーションでの車両発生台数は表 4.2-5 に示すとおりである。

表 4.2-5　シミュレーションでの車両発生台数

	24 時間
小型	36,417 台
大型	22,403 台
合計	58,820 台

6) 交通シミュレーションの実施

a. 片側 2 車線区間

◆現況再現性の確認

交通量・速度の現況再現の状況を図 4.2-9 に示す。交通量については、各時間帯ともトラカンの観測値と同等の値となっている。また、速度についても、深夜帯を除き近い値となっており、サグ部での交通集中による速度低下も再現されている。

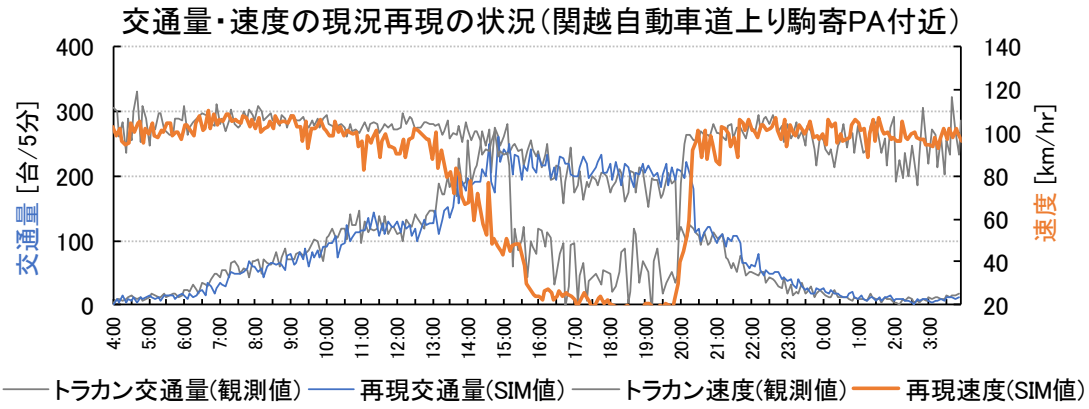


図 4.2-9　交通量・速度の現況再現の状況（片側 2 車線区間）

◆自動運転車　車間時間別・混入率別の速度コンター図の比較

続いて、現況再現および自動運転車の車間時間別・混入率別の速度コンター図の比較を行った。自動運転車の車間時間が 1.0 秒・1.5 秒・2.0 秒の別に、現況再現・自動運転車混入率 20%、50%、90%の比較可能な形で整理した（図 4.2-10～図 4.2-13）。

なお、コンター図中には、「渋滞損失・CO2 算定対象」と「うち渋滞時間帯」を示しているが、これらについては後に述べる。

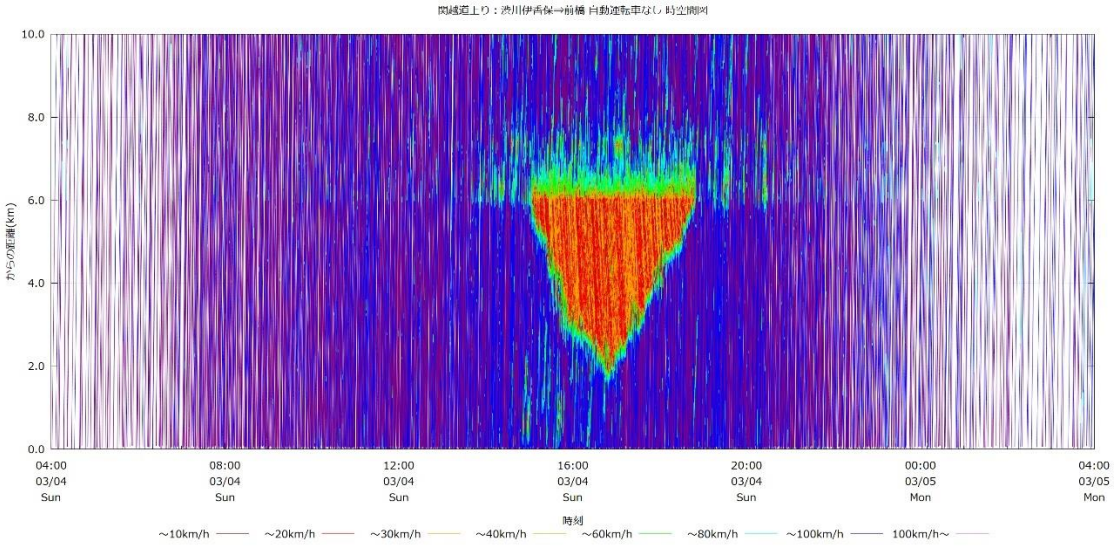


図 4.2-10　現況再現ケースの速度コンター図（片側 2 車線区間）

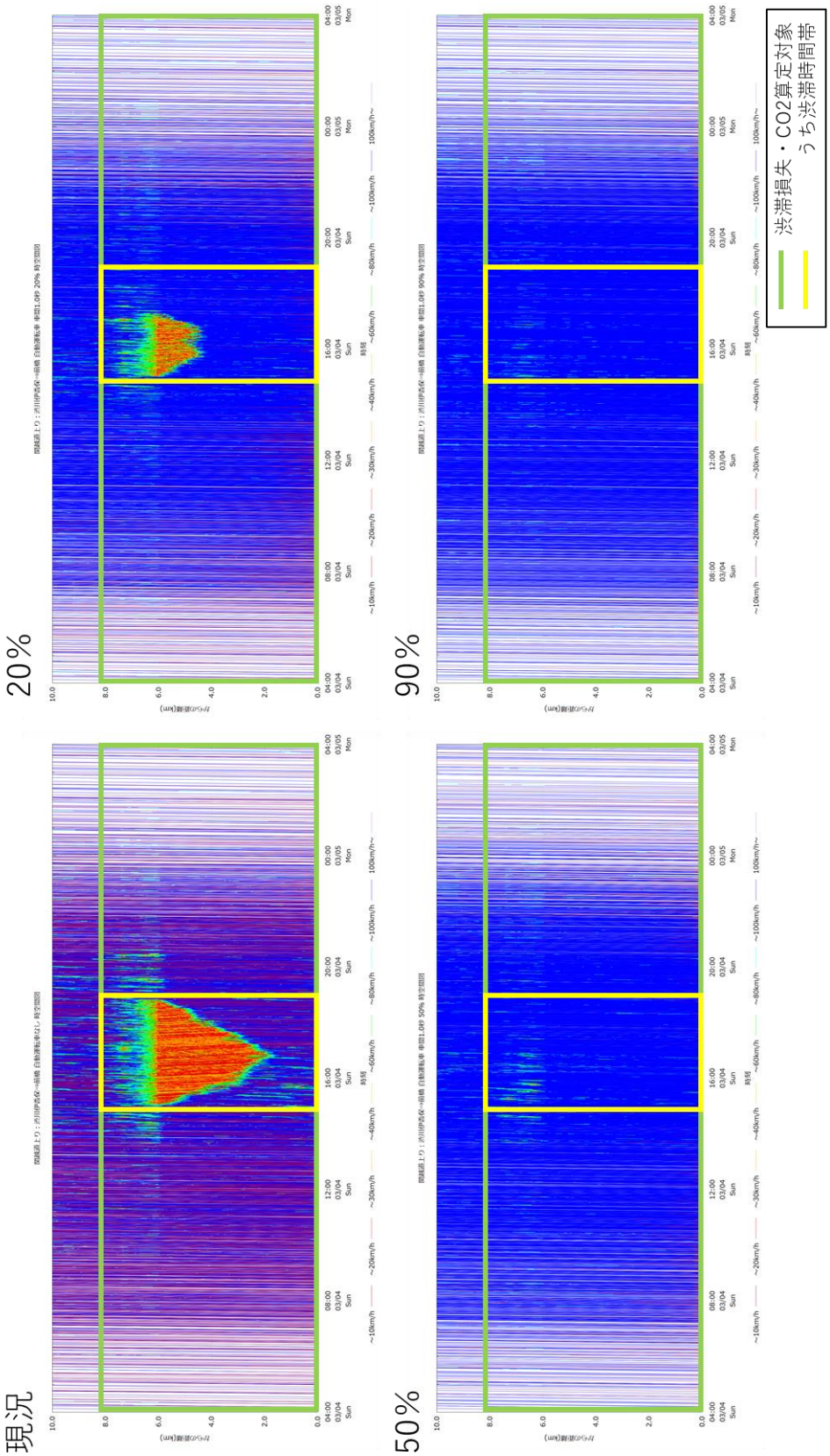


図 4.2-11　速度コンター図（片側 2 車線区間：自動運転車車間時間 1.0 秒）

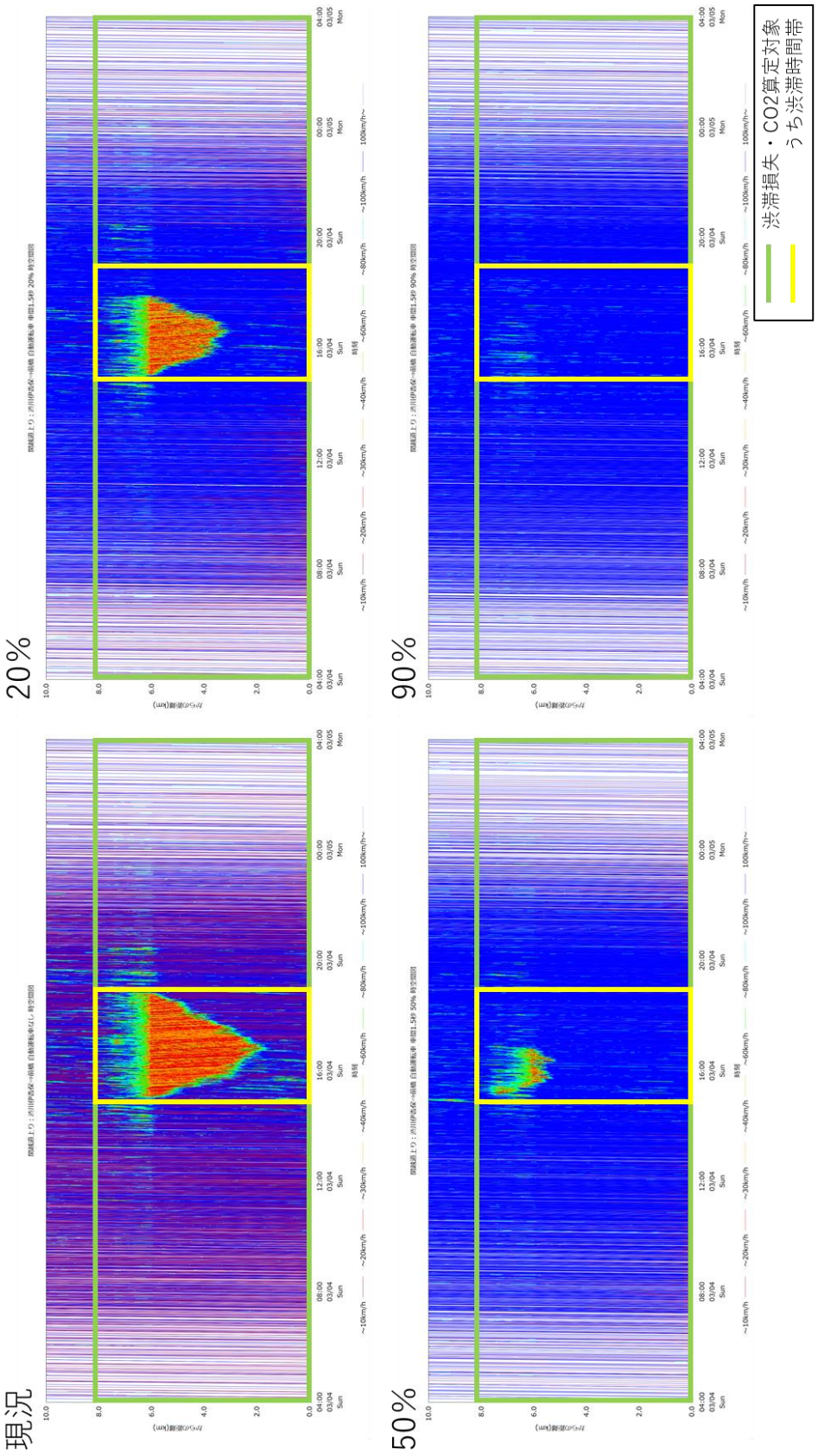


図 4.2-12　速度コンター図（片側 2 車線区間：自動運転車車間時間 1.5 秒）

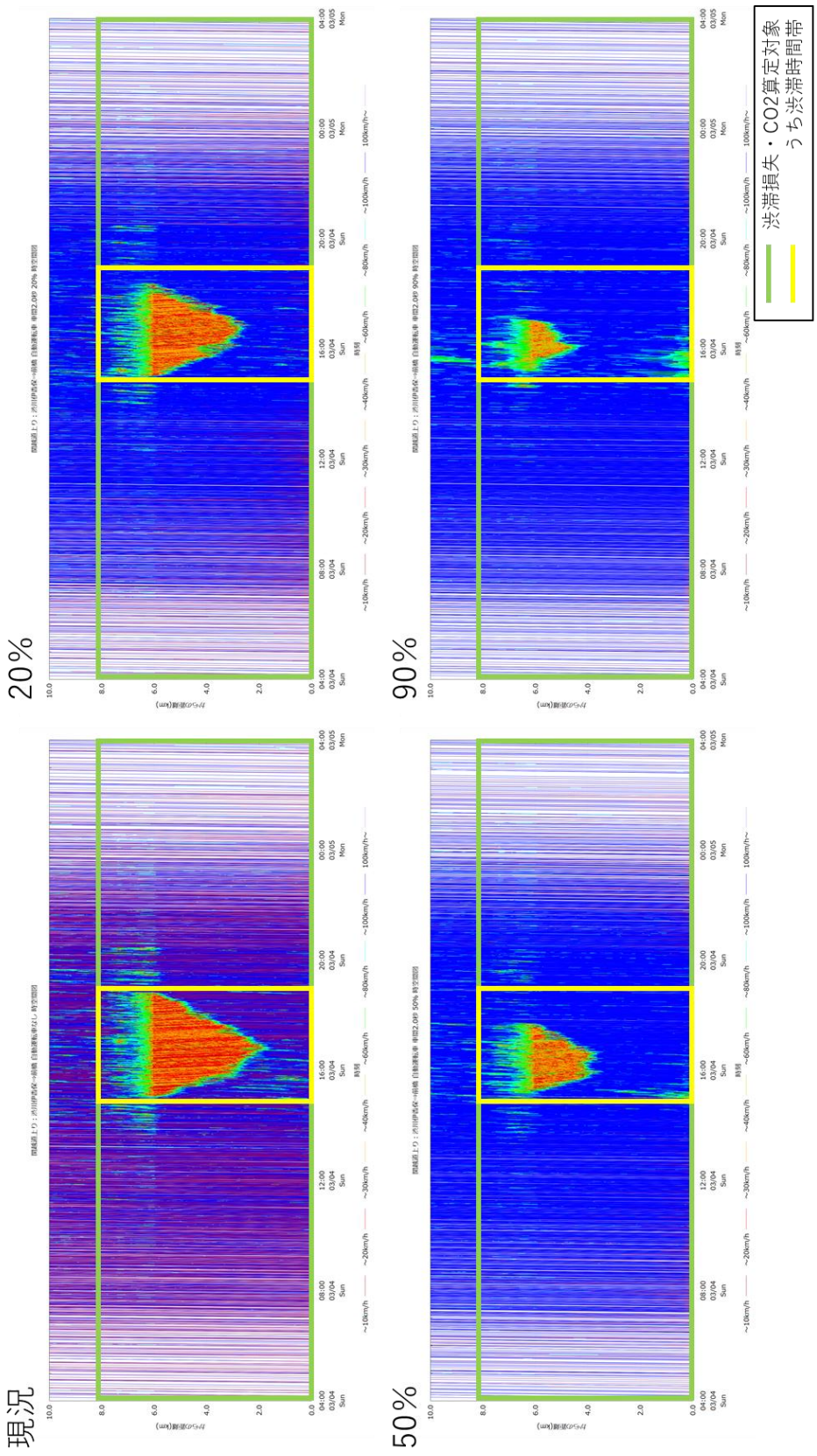


図 4.2-13　速度コンター図（片側 2 車線区間：自動運転車車間時間 2.0 秒）

b. 片側 3 車線区間

◆現況再現性の確認

交通量・速度の現況再現の状況を図 4.2-14 に示す。交通量については、各時間帯ともトラカンの観測値と同等の値となっている。また、速度についても、深夜帯を除き近い値となっており、サグ部での交通集中による速度低下も再現されている。

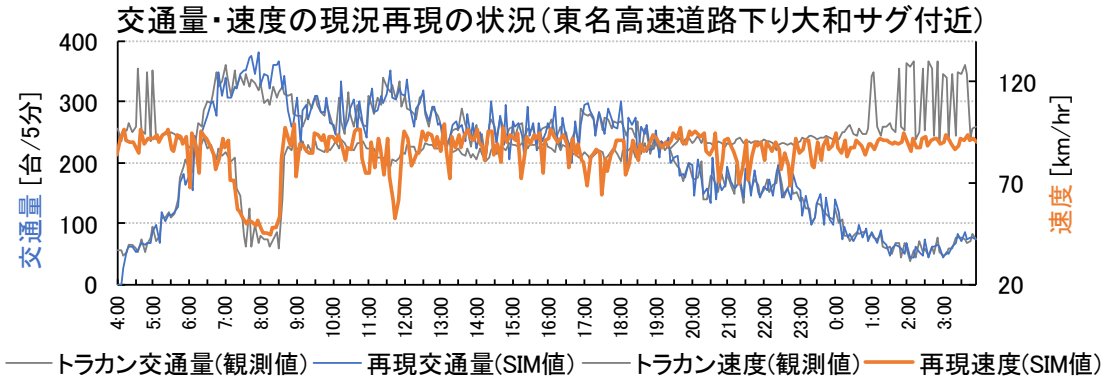


図 4.2-14　交通量・速度の現況再現の状況（片側 3 車線区間）

◆自動運転車　車間時間別・混入率別の速度コンター図の比較

続いて、現況再現および自動運転車の車間時間別・混入率別の速度コンター図の比較を行った。自動運転車の車間時間が 1.0 秒・1.5 秒・2.0 秒の別に、現況再現・自動運転車混入率 20%、50%、90%の比較可能な形で整理した（図 4.2-15～図 4.2-18）。

なお、コンター図中には、「渋滞損失・CO2 算定対象」と「うち渋滞時間帯」を示しているが、これらについては後で述べる。

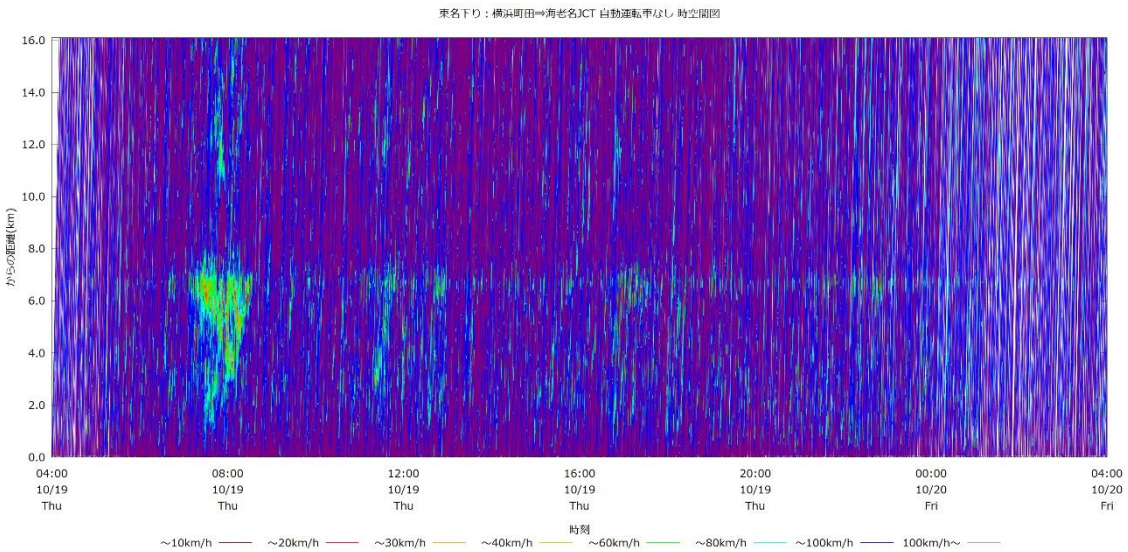


図 4.2-15　現況再現ケースの速度コンター図（片側 3 車線区間）

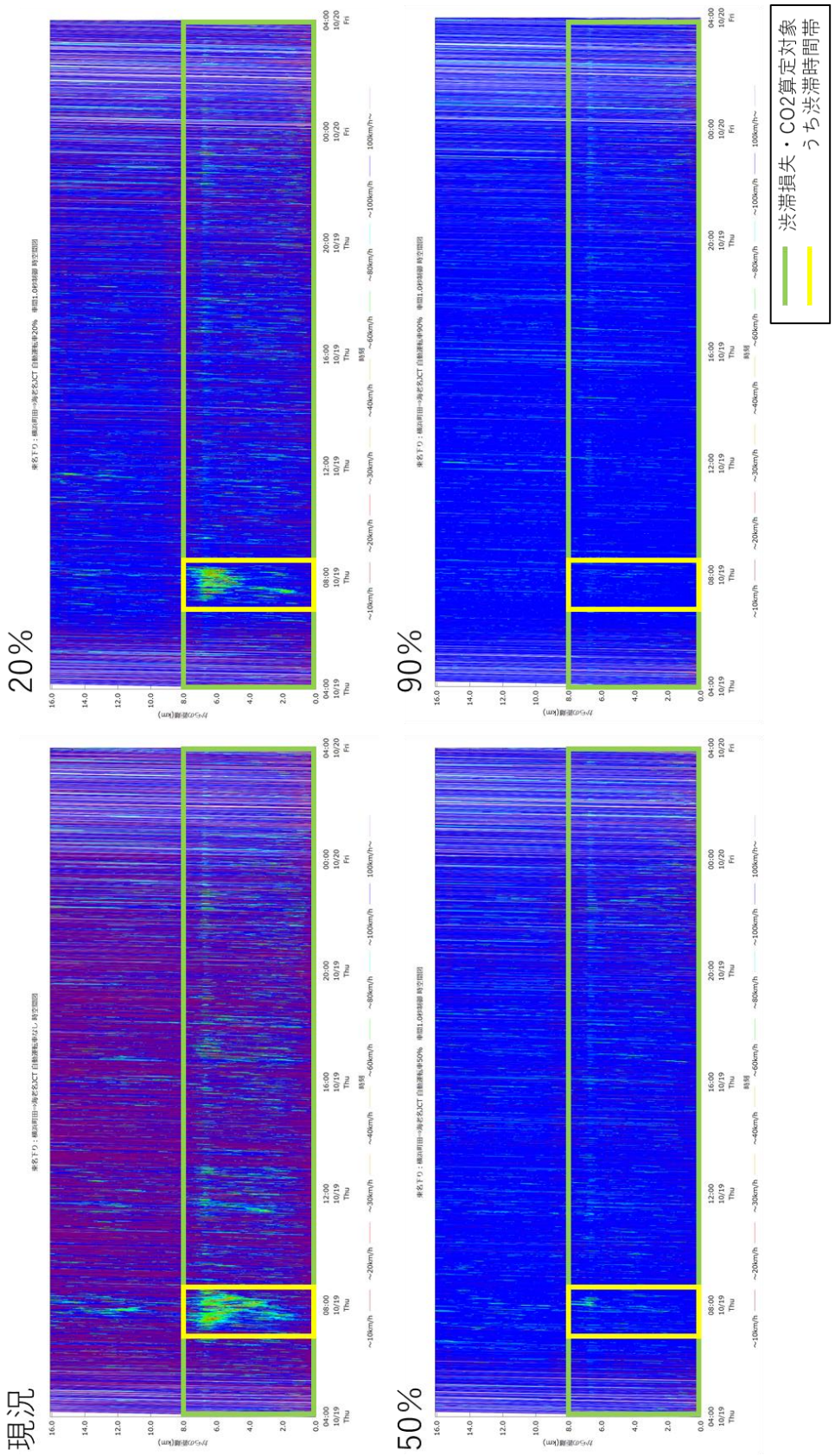


図 4.2-16　速度コンター図（片側 3 車線区間：自動運転車車間時間 1.0 秒）

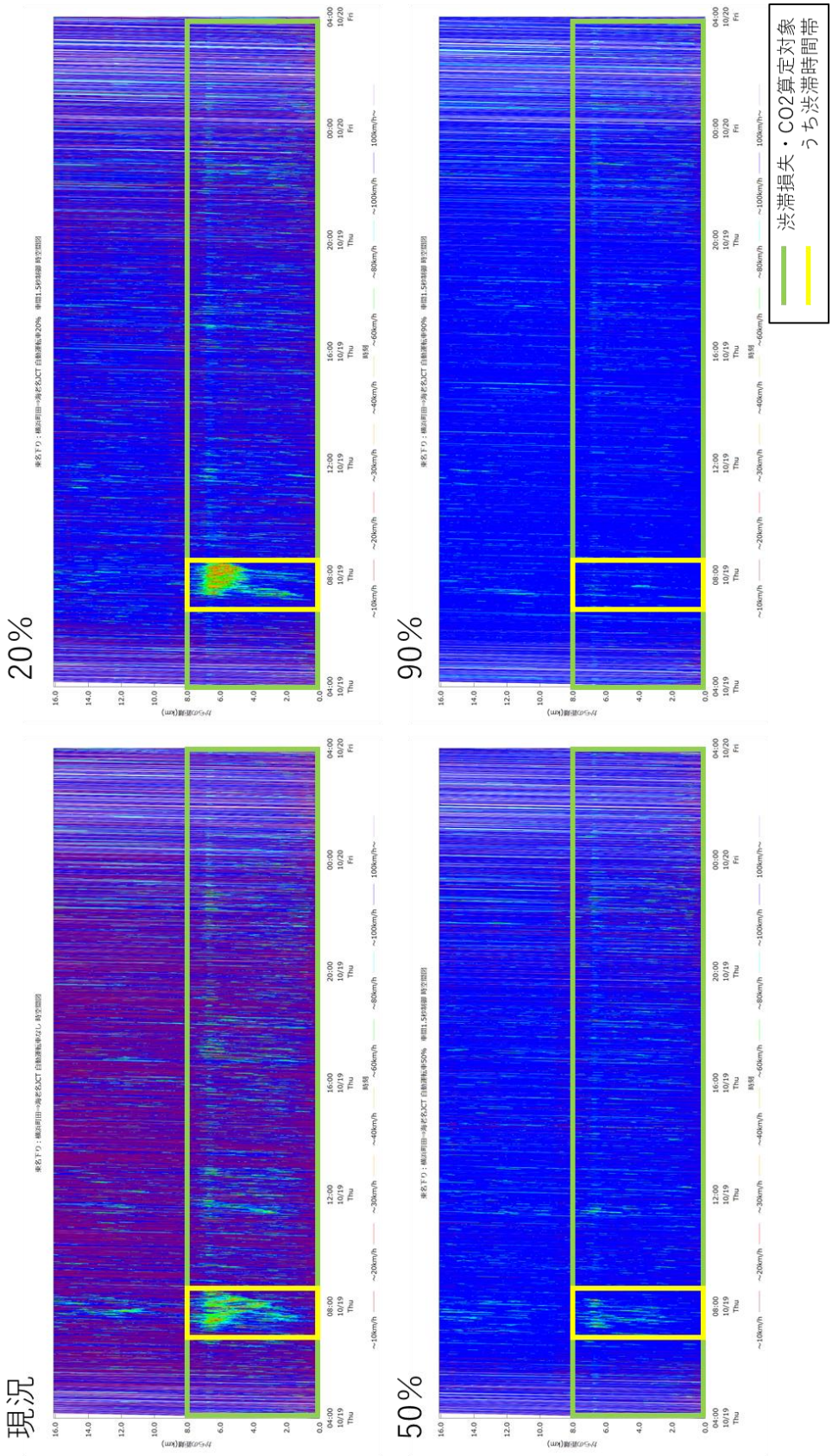


図 4.2-17　速度コンター図（片側 3 車線区間：自動運転車車間時間 1.5 秒）

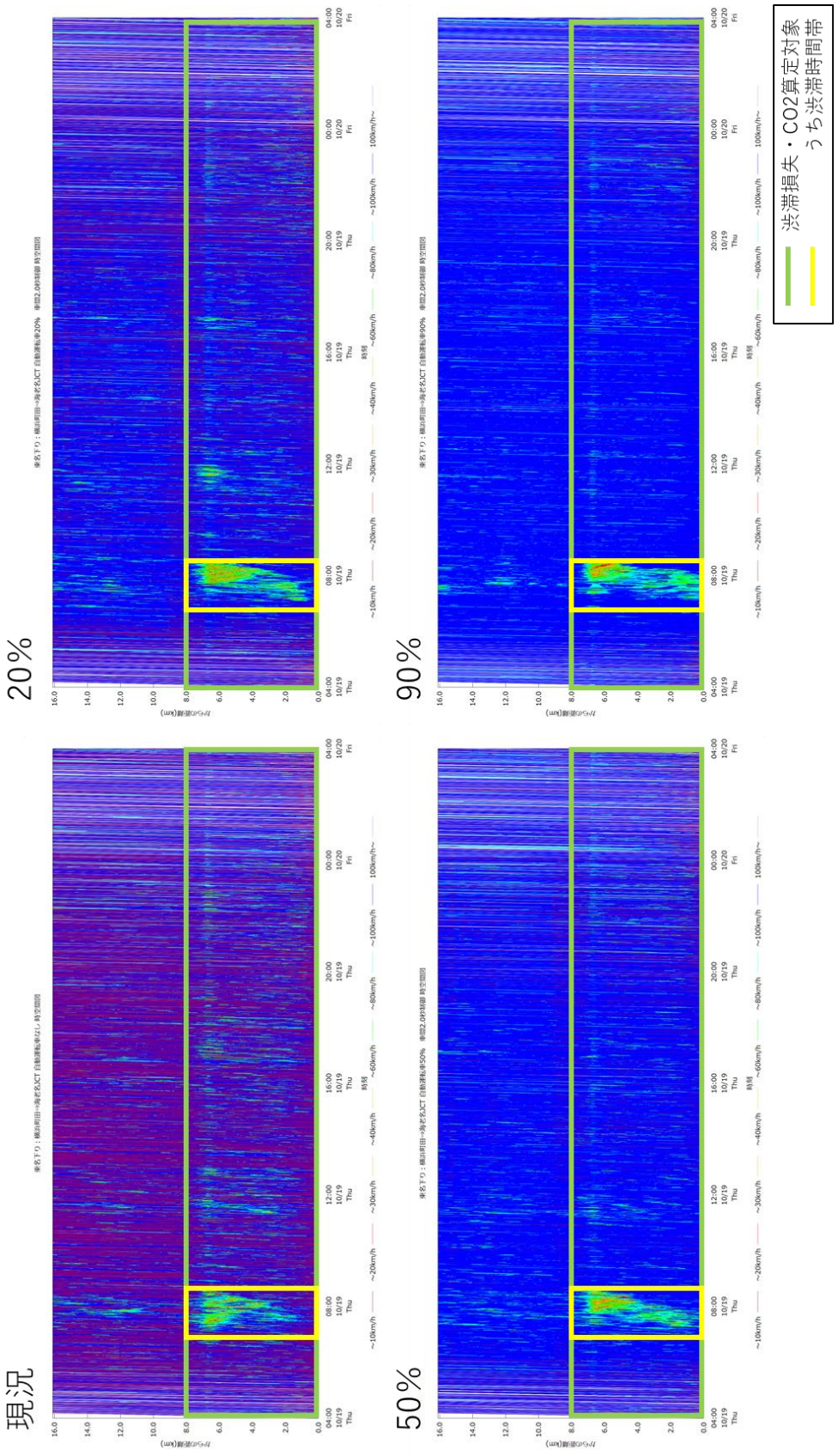


図 4.2-18　速度コンター図（片側 3 車線区間：自動運転車車間時間 2.0 秒）

(3) 渋滞削減量の原単位の推計

1) 原単位の算定方法

前章で作成した交通シミュレーションデータを基に、渋滞削減量の原単位を推計した。原単位は、全国での渋滞削減効果の推定に用いるデータに合わせるため、損失時間（台時）の削減率（%）とした。

具体的には、シミュレーションの個々の車両ログから、①起点の出発時刻、②起点から終点までの所要時間（実績値）、③起点から終点までの距離を抽出し、②起点から終点までの所要時間（実績値）から、③起点から終点までの距離を 100km/h で走行した場合の所要時間を引いて 0 以上になったものを損失時間（台時）として集計し、現況再現に対する割合を求めた。

なお、集計単位は 0.5 時間単位とし、起点の出発時刻ベースとした。また、損失時間の集計時間帯は昼間 12 時間（7～18 時台）とし、渋滞時間帯（概ね 60km/h 以下）と非渋滞時間帯を分けて集計の上、1 時間当たりに換算した。

2) 原単位の算定結果

a. 片側 2 車線区間

片側 2 車線区間の原単位の算定結果を表 4.2-6 に示す。ここでは、渋滞時間帯を 15:00～19:00、その他の時間帯を非渋滞時間帯として算定した（図 4.2-19～図 4.2-25）。

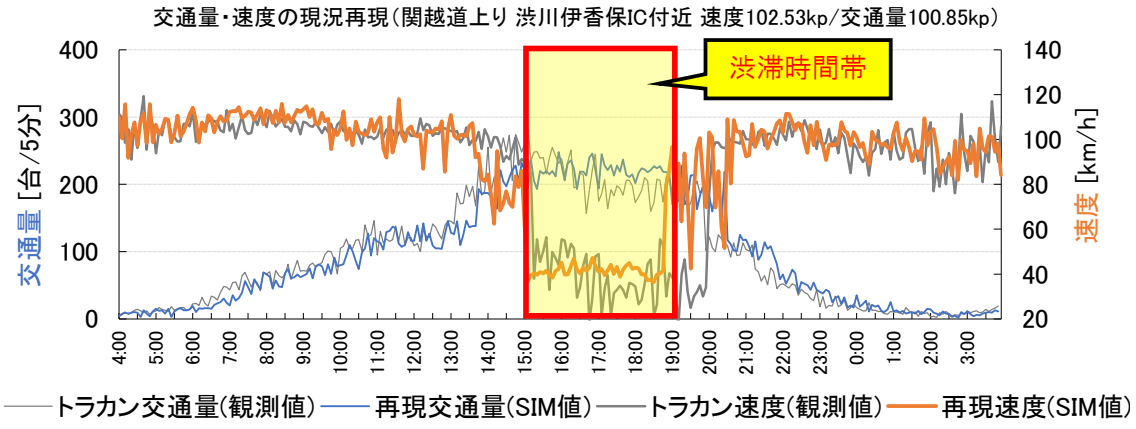


図 4.2-19　渋滞時間帯の設定

表 4.2-6　渋滞削減量の原単位（片側 2 車線区間）

車線	自動運転車		24時間		渋滞時間帯(15～19時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
数	車間時間(秒)	混入率(%)	損失時間(台時)	削減率	損失時間(台時)	削減率	損失時間(台時)	削減率
2	現況再現	0	377.2	0.0%	367.1	0.0%	10.1	0.0%
2	1.0	20	134.8	64.3%	121.1	67.0%	13.6	-34.6%
2	1.0	50	39.6	89.5%	24.2	93.4%	15.3	-51.5%
2	1.0	90	38.9	89.7%	22.3	93.9%	16.6	-63.8%
2	1.5	20	225.5	40.2%	210.4	42.7%	15.1	-49.2%
2	1.5	50	67.5	82.1%	52.0	85.8%	15.5	-53.0%
2	1.5	90	41.5	89.0%	24.5	93.3%	17.0	-67.6%
2	2.0	20	292.2	22.5%	276.8	24.6%	15.4	-51.6%
2	2.0	50	168.4	55.4%	151.3	58.8%	17.1	-68.6%
2	2.0	90	95.0	74.8%	76.8	79.1%	18.2	-79.3%

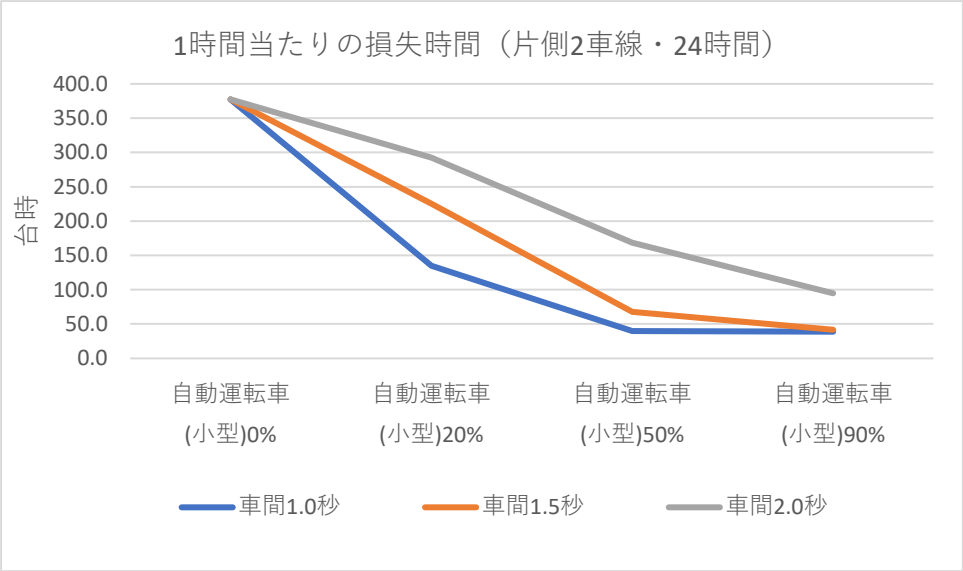


図 4.2-20　1 時間あたりの損失時間（片側 2 車線区間・24 時間）

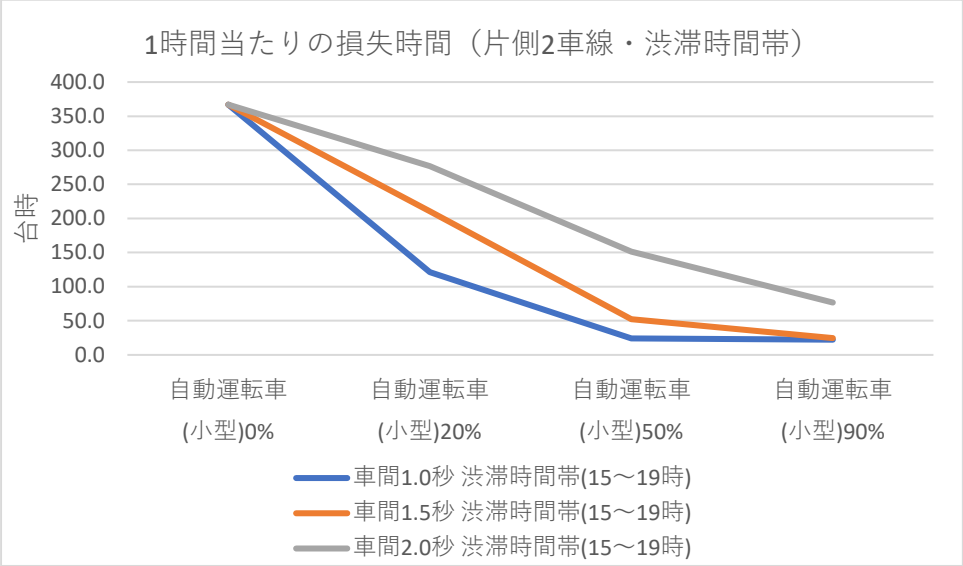


図 4.2-21　1 時間あたりの損失時間（片側 2 車線区間・渋滞時間帯）

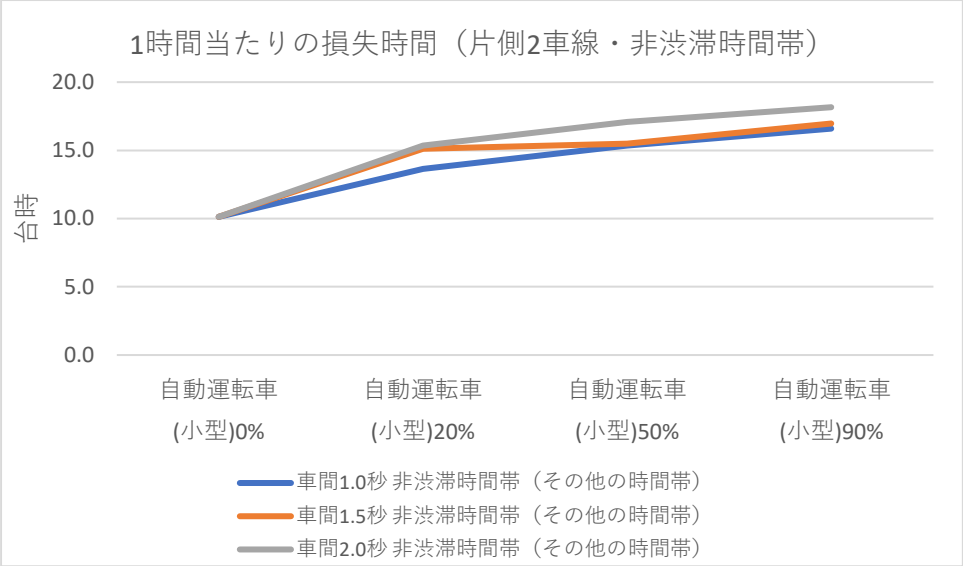


図 4.2-22　1 時間あたりの損失時間（片側 2 車線区間・非渋滞時間帯）

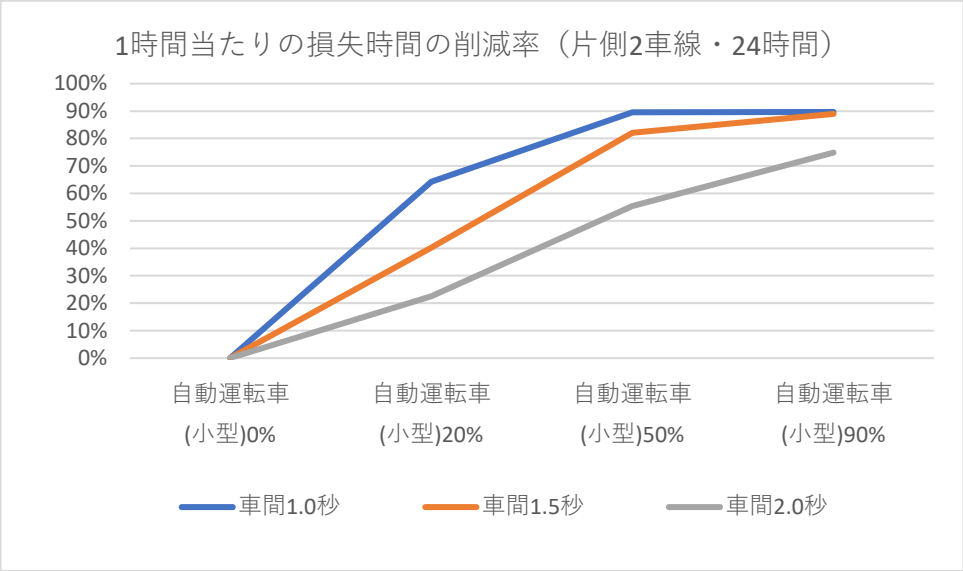


図 4.2-23　1 時間あたりの損失時間の削減率（片側 2 車線区間・24 時間）

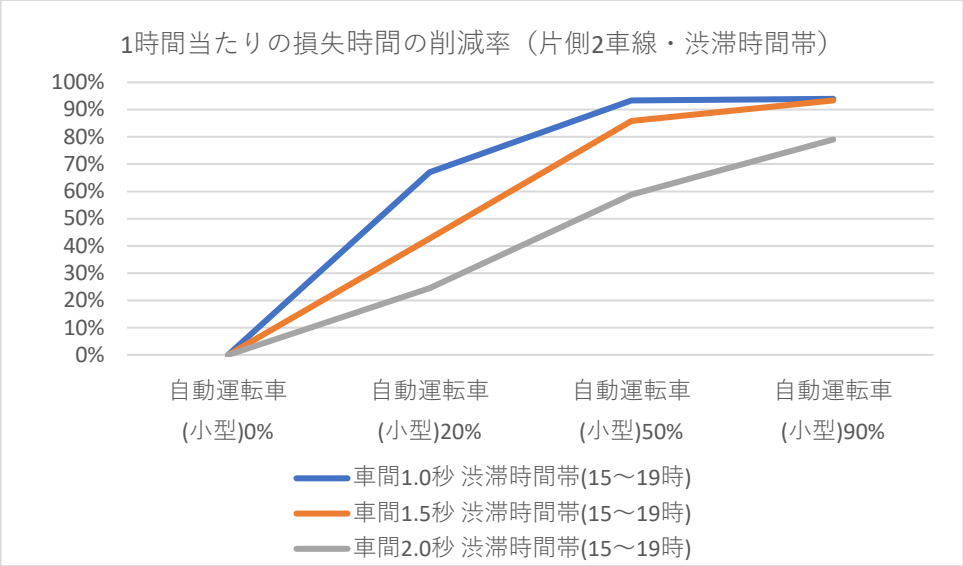


図 4.2-24　1 時間あたりの損失時間の削減率（片側 2 車線区間・渋滞時間帯）

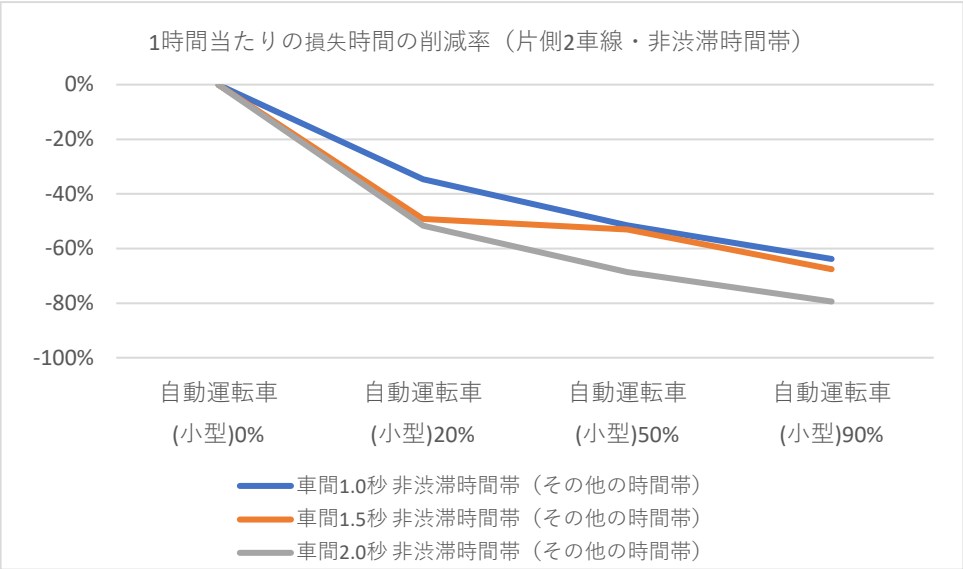


図 4.2-25　1 時間あたりの損失時間の削減率（片側 2 車線区間・非渋滞時間帯）

b. 片側 3 車線区間

片側 3 車線区間の原単位の算定結果を表 4.2-7 に示す。ここでは、渋滞時間帯を 07:00～08:30、その他の時間帯を非渋滞時間帯として算定した（図 4.2-26～図 4.2-32）。

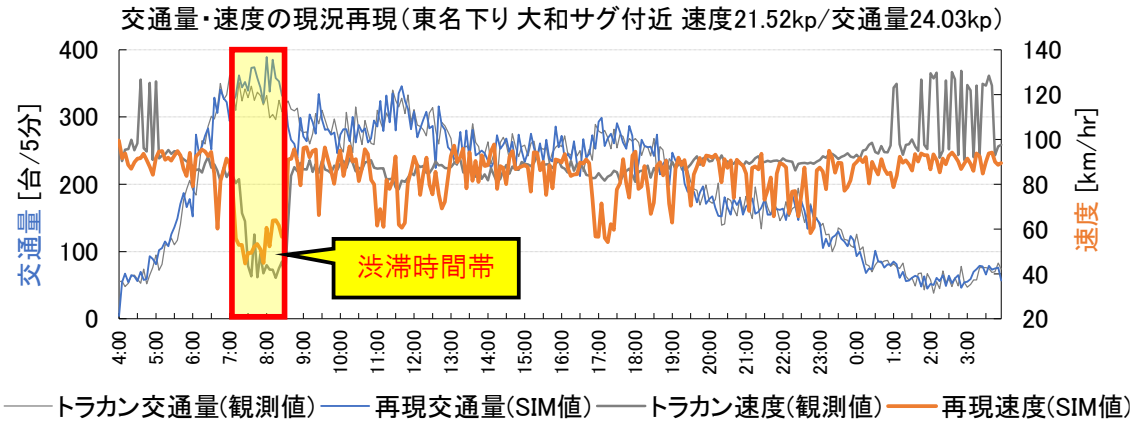


図 4.2-26　渋滞時間帯の設定

表 4.2-7 渋滞削減量の原単位（片側 3 車線区間）

車線	自動運転車		24時間		渋滞時間帯(7～8.5時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
数	車間時間(秒)	混入率(%)	損失時間(台時)	削減率	損失時間(台時)	削減率	損失時間(台時)	削減率
3	現況再現	0	178.7	0.0%	141.3	0.0%	37.3	0.0%
3	1.0	20	133.6	25.2%	106.8	24.4%	26.9	28.0%
3	1.0	50	49.6	72.2%	27.9	80.2%	21.7	42.0%
3	1.0	90	38.2	78.6%	18.4	87.0%	19.8	47.0%
3	1.5	20	204.1	-14.3%	176.8	-25.1%	27.4	26.7%
3	1.5	50	63.8	64.3%	39.3	72.2%	24.5	34.5%
3	1.5	90	48.6	72.8%	25.2	82.1%	23.3	37.5%
3	2.0	20	206.2	-15.4%	176.0	-24.5%	30.2	19.0%
3	2.0	50	184.0	-3.0%	158.3	-12.0%	25.8	31.0%
3	2.0	90	179.3	-0.4%	155.9	-10.4%	23.3	37.5%

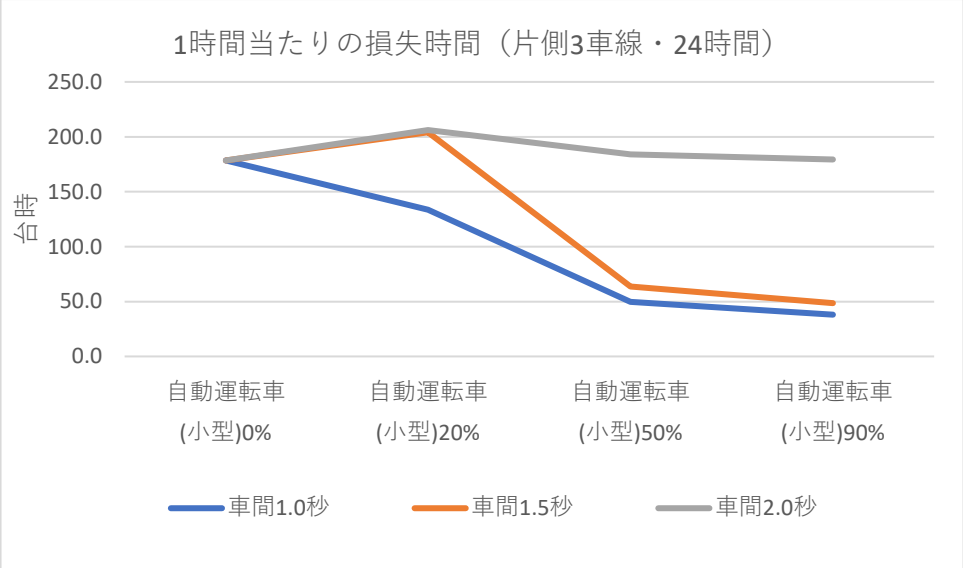


図 4.2-27　1 時間当たりの損失時間（片側 3 車線区間・24 時間）

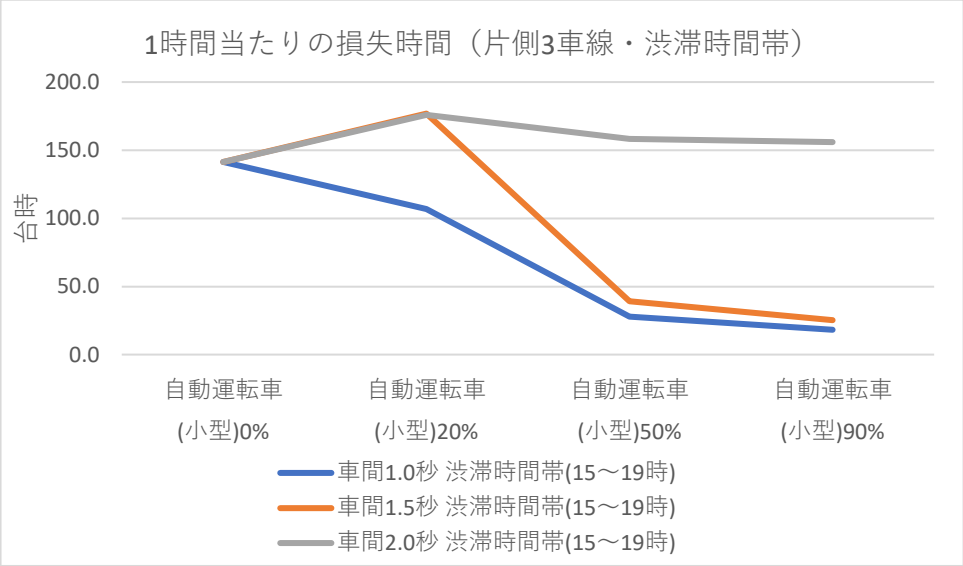


図 4.2-28　1 時間当たりの損失時間（片側 3 車線区間・渋滞時間帯）

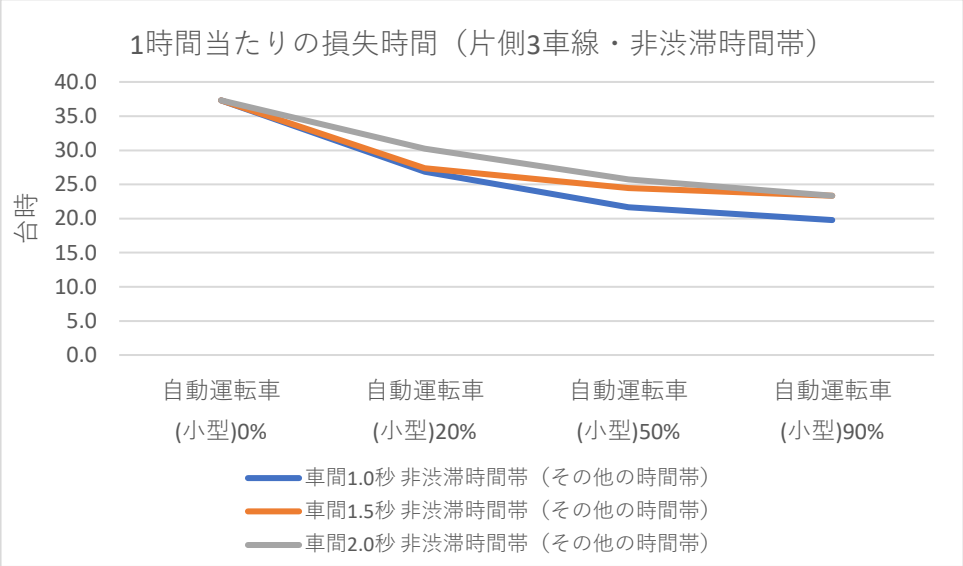


図 4.2-29　1 時間当たりの損失時間（片側 3 車線区間・非渋滞時間帯）

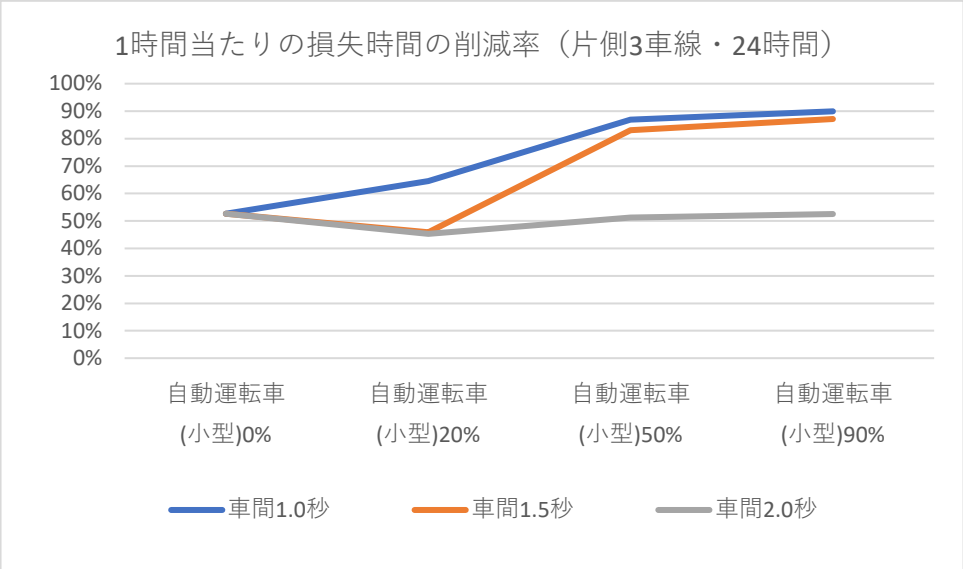


図 4.2-30　1 時間当たりの損失時間の削減率（片側 3 車線区間・24 時間）

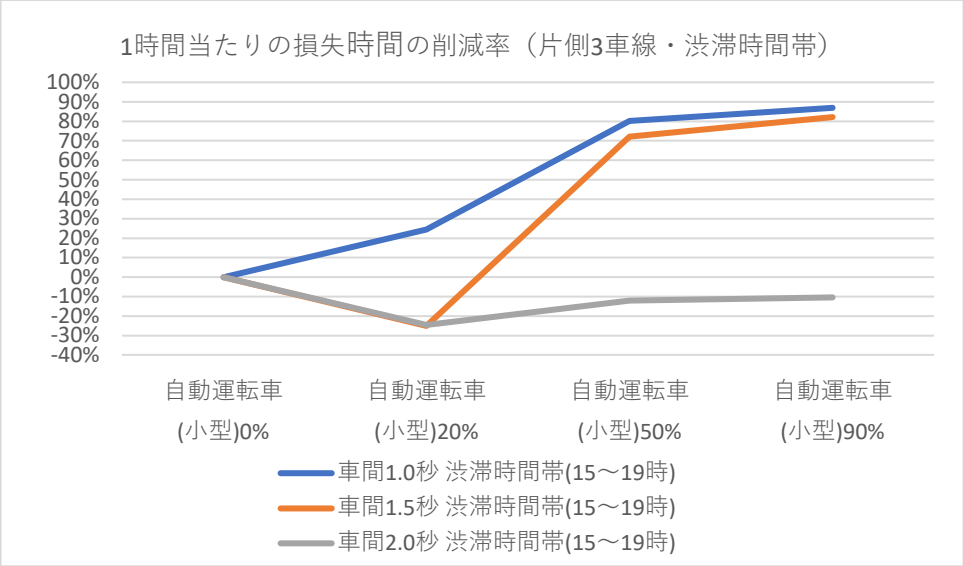


図 4.2-31　1 時間当たりの損失時間の削減率（片側 3 車線区間・渋滞時間帯）

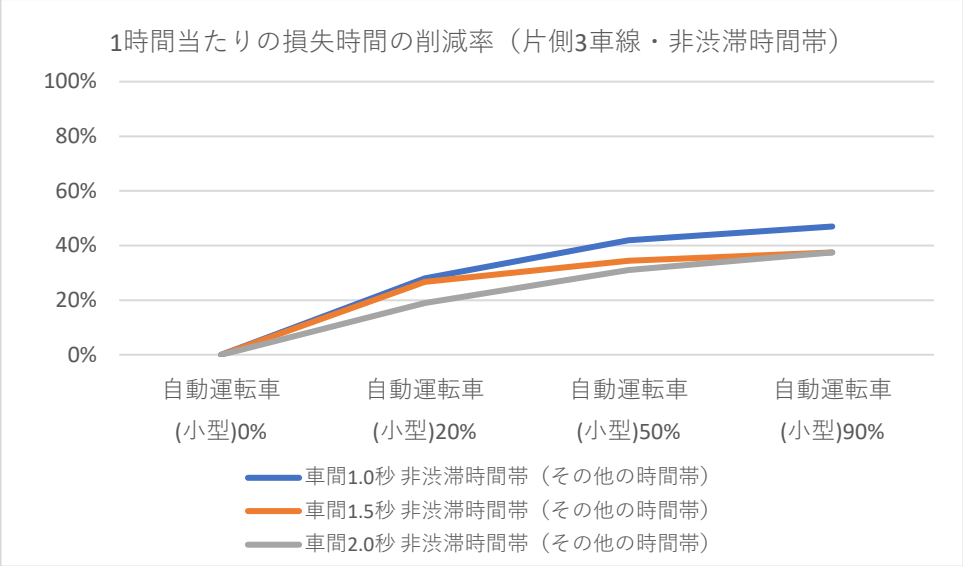


図 4.2-32　1 時間当たりの損失時間の削減率（片側 3 車線区間・非渋滞時間帯）

(4) CO2 排出削減量の原単位の推計

1) 推計方法

CO2 排出削減量の原単位は、別途実施した交通シミュレーション結果から算定された CO2 排出量を回帰式によってモデル化し、今回計算シミュレーション結果にモデル式を適用して各ケースの CO2 排出量を算定し、その増減率を計算することによって算定した。

2) CO2 排出量の算定条件

a. 車種構成データ

シミュレーションの車種は小型、大型の 2 車種となっているため、車種構成データは自動車検査登録協会および全国軽自動車協会の都道府県別保有台数のデータ[9,10]を参考に、県別の保有台数から算出した車種別比率を、車種別の走行比率として設定した。

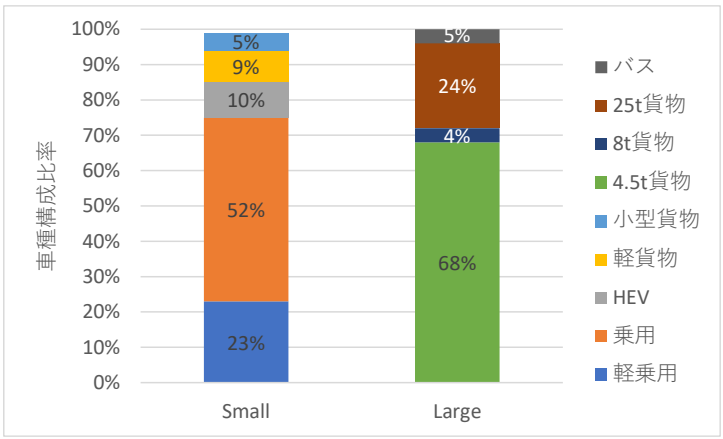


図 4.2-33　関越道の車種構成データ

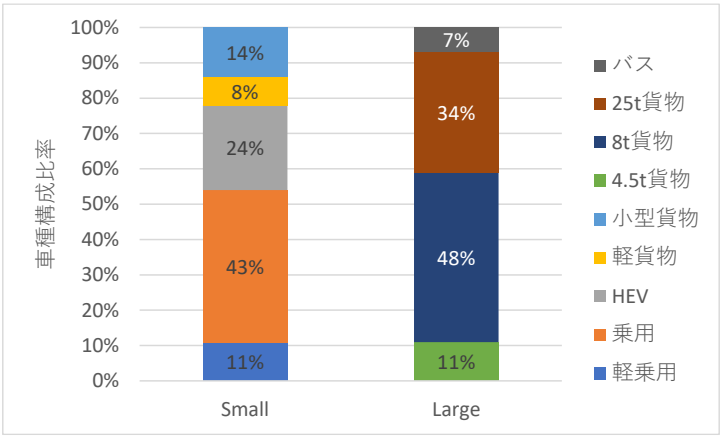


図 4.2-34　東名・新東名高速道路車種構成データ

9 https://www.airia.or.jp/publish/statistics/number.html よりダウンロード可
10 https://www.keikenkyo.or.jp/information/information_000087.html よりダウンロード可

b. 自動運転による走行挙動改善考慮した CO2 排出量モデル

自動運転導入による CO2 排出量低減要因として、大きく 2 点挙げられる。1 点目はサグによる速度低下に伴う交通流の悪化の改善効果および走行速度最適化による効果が見込まれる。この影響に関しては交通流シミュレーションにて検討する。2 点目は走行挙動改善による効果であり、ここでは緩やかな加速、定常走行時の速度変動の改善、減速時の早めのアクセルオフを考慮した（図 4.2-35）。この走行挙動改善による CO2 低減効果推定の際の発進時の加速度、定常走行時の速度ばらつき、減速時の減速度の想定は交通流シミュレーションの想定を参考に設定した。

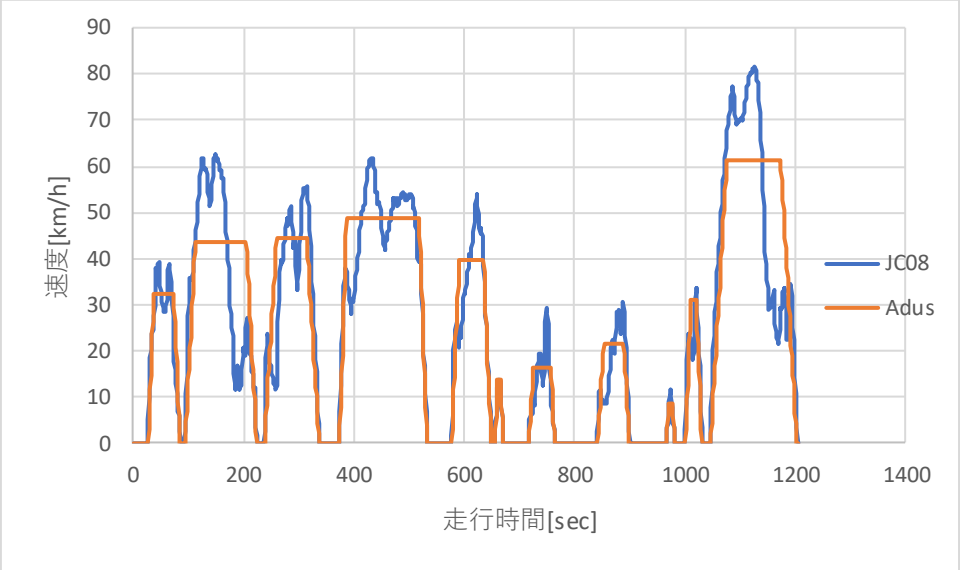


図 4.2-35 自動運転導入時の走行挙動（JC08 の場合）

3) 原単位の算定結果

a. 片側 2 車線区間

片側 2 車線区間の原単位の算定結果を表 4.2-8 に示す。ここでは、渋滞時間帯を 15:00～19:00、その他の時間帯を非渋滞時間帯として算定した（図 4.2-36～図 4.2-41）。

表 4.2-8 渋滞削減量の原単位（片側 2 車線区間）

車線	自動運転車		24時間		渋滞時間帯(15～19時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
数	車間時間(秒)	混入率(%)	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率
2	現況再現	0	81.8	0.0%	20.6	0.0%	61.2	0.0%
2	1.0	20	70.9	13.3%	18.2	11.8%	52.8	13.8%
2	1.0	50	67.0	18.1%	17.0	17.7%	50.0	18.3%
2	1.0	90	65.0	20.6%	16.5	19.6%	48.4	20.9%
2	1.5	20	72.0	12.0%	18.7	9.2%	53.3	13.0%
2	1.5	50	67.3	17.8%	17.1	17.0%	50.2	18.1%
2	1.5	90	65.0	20.6%	16.5	19.7%	48.4	20.9%
2	2.0	20	72.6	11.3%	19.0	7.8%	53.6	12.5%
2	2.0	50	68.7	16.1%	17.8	13.4%	50.8	17.0%
2	2.0	90	65.4	20.1%	16.8	18.6%	48.6	20.6%

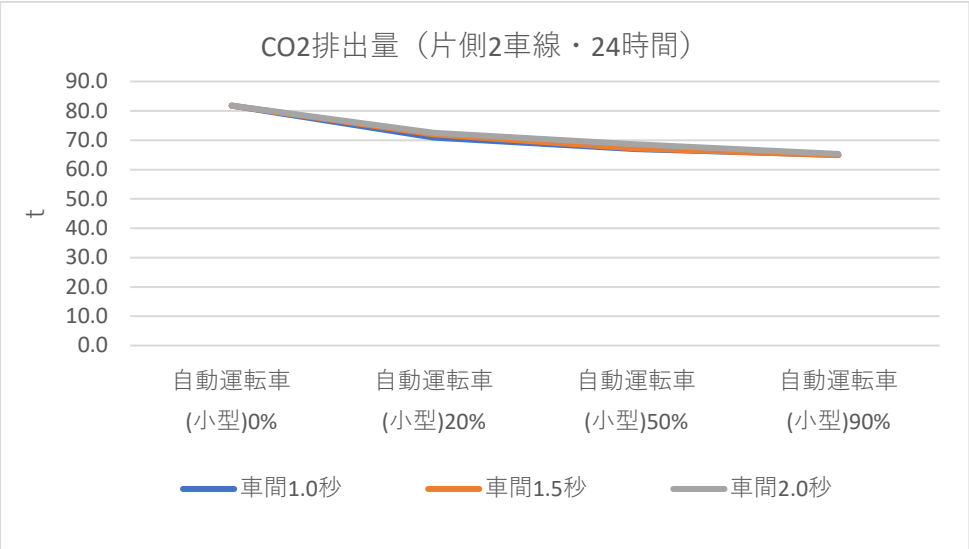


図 4.2-36　CO2 の排出量（片側 2 車線区間・24 時間）

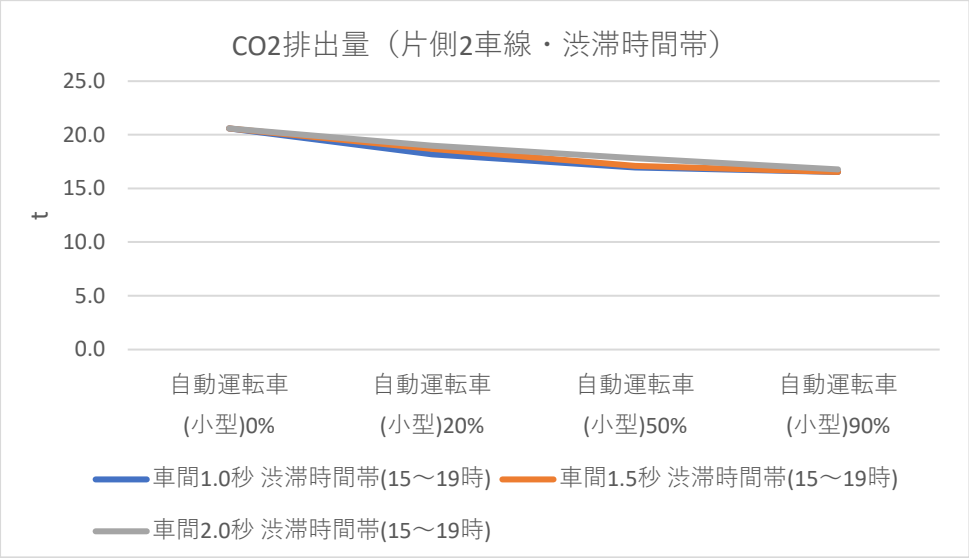


図 4.2-37　CO2 の排出量（片側 2 車線区間・渋滞時間帯）

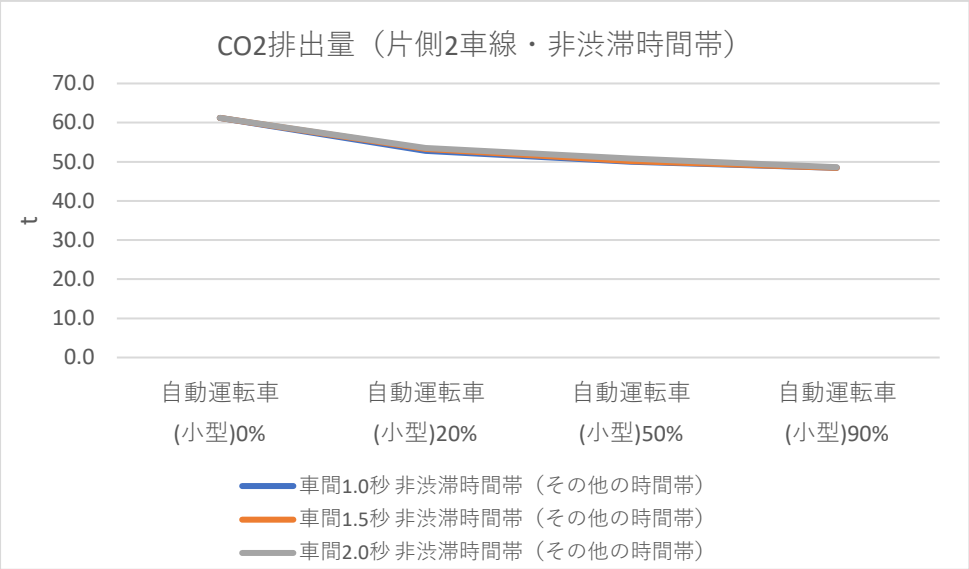


図 4.2-38　CO2 の排出量（片側 2 車線区間・非渋滞時間帯）

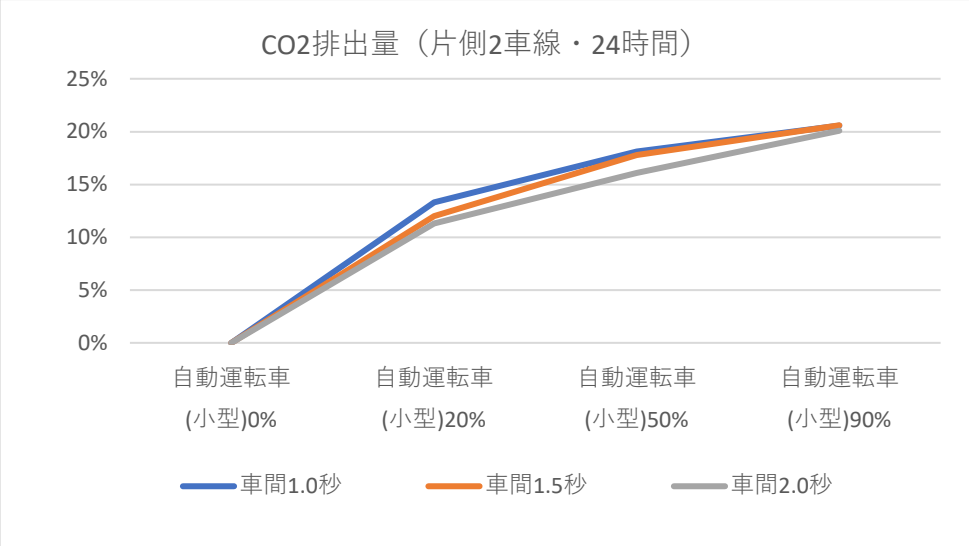


図 4.2-39　CO2 の排出量の削減率（片側 2 車線区間・24 時間）

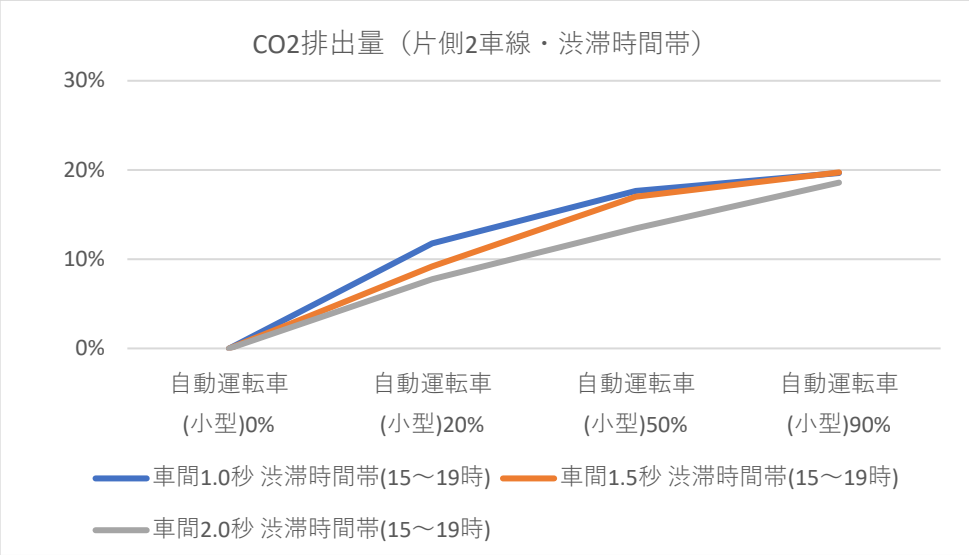


図 4.2-40　CO2 の排出量の削減率（片側 2 車線区間・渋滞時間帯）

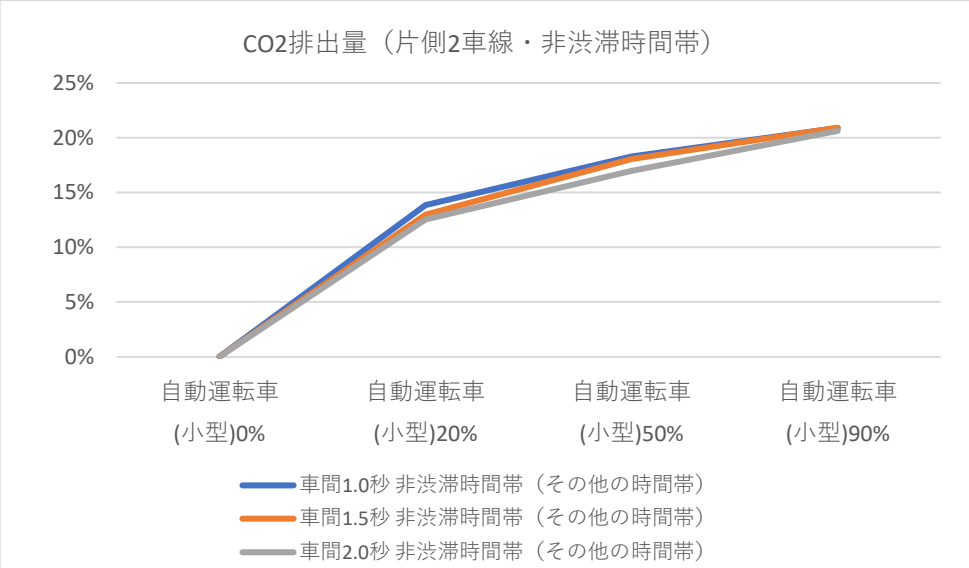


図 4.2-41　CO2 の排出量の削減率（片側 2 車線区間・非渋滞時間帯）

b. 片側 3 車線区間

片側 3 車線区間の原単位の算定結果を表 4.2-9 に示す。ここでは、渋滞時間帯を 07:00～08:30、その他の時間帯を非渋滞時間帯として算定した（図 4.2-42～図 4.2-47）。

表 4.2-9　渋滞削減量の原単位（片側 3 車線区間）

車線	自動運転車		24時間		渋滞時間帯(7～8.5時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
数	車間時間(秒)	混入率(%)	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率
3	現況再現	0	175.4	0.0%	13.1	0.0%	162.3	0.0%
3	1.0	20	171.9	1.9%	13.2	-0.7%	158.8	2.2%
3	1.0	50	172.9	1.4%	13.7	-4.7%	159.2	1.9%
3	1.0	90	172.9	1.4%	13.7	-4.5%	159.2	1.9%
3	1.5	20	171.3	2.3%	12.9	1.5%	158.4	2.4%
3	1.5	50	171.9	1.9%	13.6	-3.7%	158.4	2.4%
3	1.5	90	171.7	2.1%	13.5	-3.3%	158.2	2.5%
3	2.0	20	170.3	2.9%	12.7	3.3%	157.6	2.8%
3	2.0	50	170.1	3.0%	12.7	2.8%	157.4	3.0%
3	2.0	90	169.6	3.3%	12.6	3.7%	157.0	3.3%

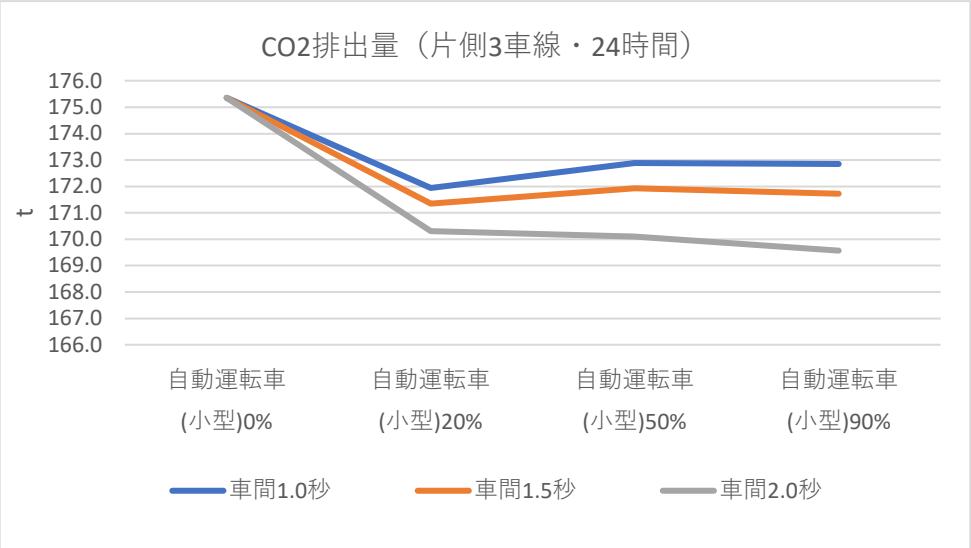


図 4.2-42　CO2 の排出量（片側 3 車線区間・24 時間）

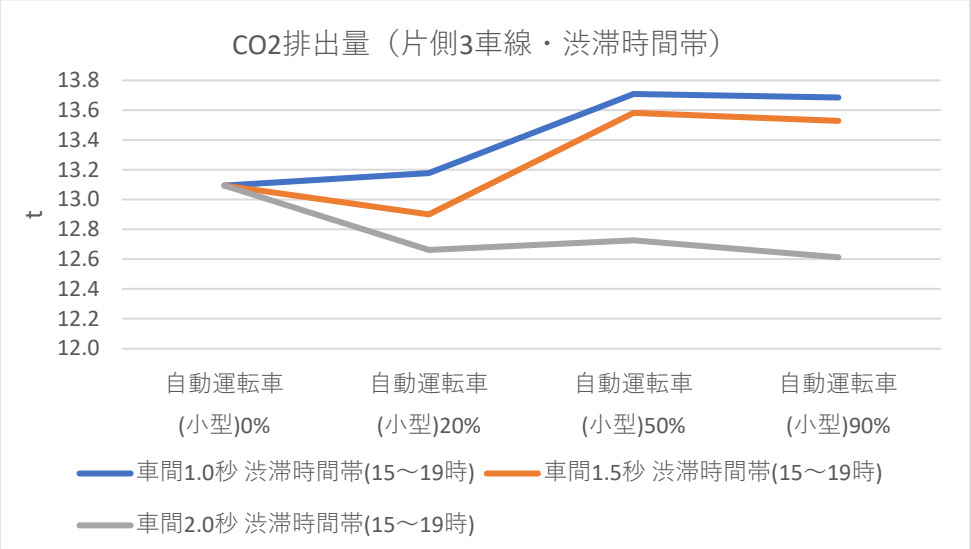


図 4.2-43　CO2 の排出量（片側 3 車線区間・渋滞時間帯）

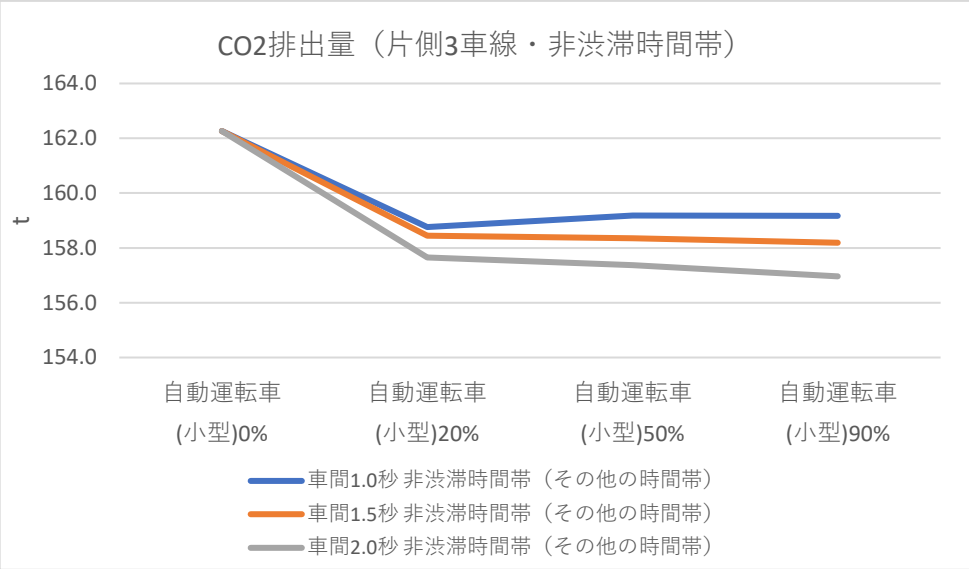


図 4.2-44　CO2 の排出量（片側 3 車線区間・非渋滞時間帯）

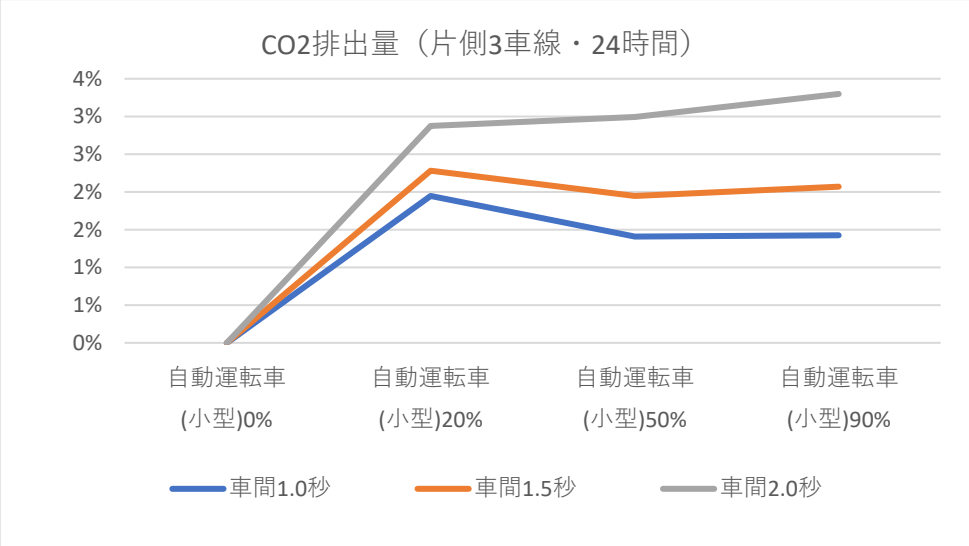


図 4.2-45　CO2 の排出量の削減率（片側 3 車線区間・24 時間）

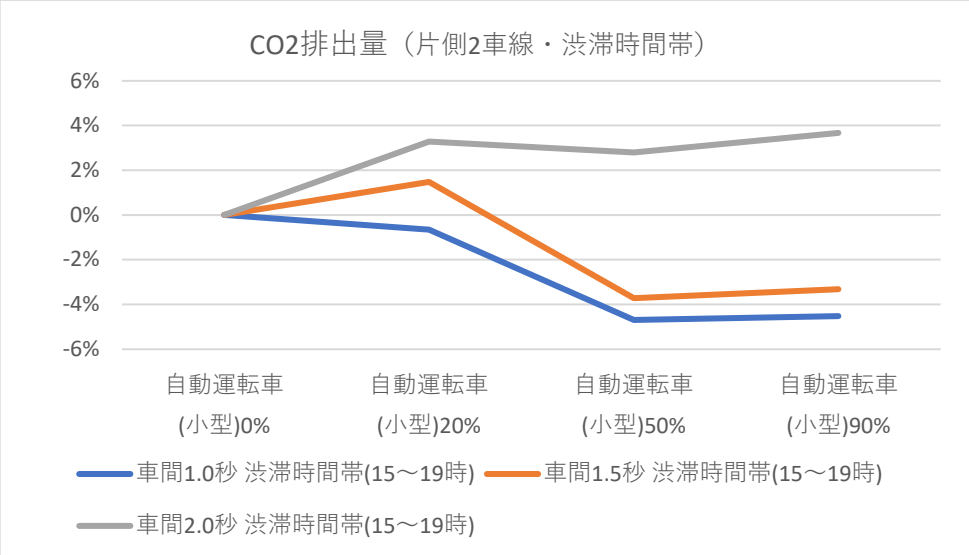


図 4.2-46　CO2 の排出量の削減率（片側 3 車線区間・渋滞時間帯）

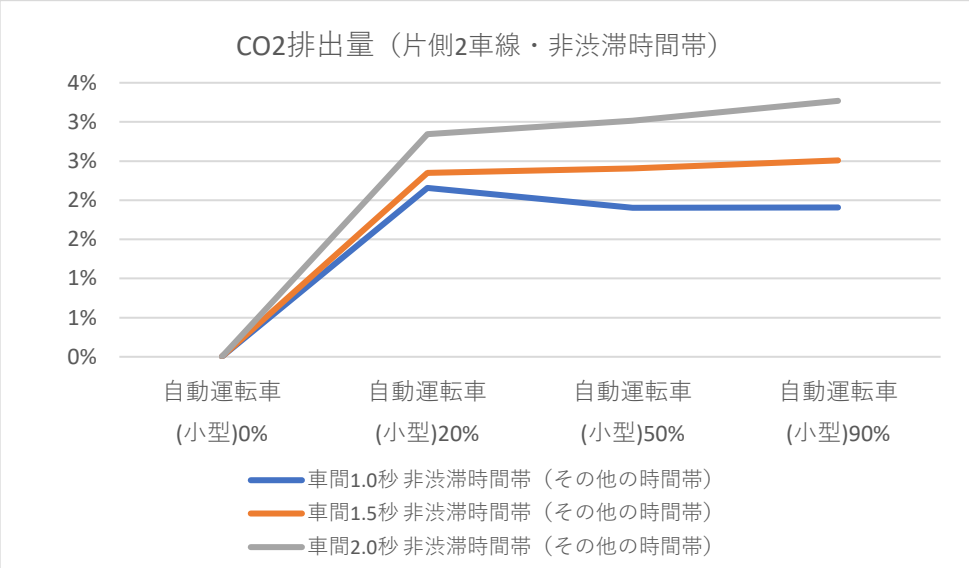


図 4.2-47　CO2 の排出量の削減率（片側 3 車線区間・非渋滞時間帯）

4) EV の普及による CO2 排出量削減効果の違い

ここでは、EV の普及による CO2 排出量削減効果の違いについて、関越道（片側 2 車線区間）のシミュレーション結果を基に試行的に推計した。普及率の想定は 20%と 90%の二通り，また車頭時間は 1.0 秒のみで推計を行った。

a. Tank to wheel CO2 排出量

交通流シミュレーションより得られた SSF（Stepwise Speed Function：停止と走行の 2 モードで示した走行挙動）と車種構成データおよび CO2 排出量モデルを用いて、ベースケース（自動運転

車が 0%)、自動運転車が小型車の 20%および 90%まで普及した場合の Tank to Wheel（TtW）CO2 排出量を推計した。また、自動運転普及時には同時に電気自動車（BEV）が普及する可能性があるため、電気自動車普及率の感度分析として、普及率が 5%(2030 年)、6%(2040 年)、7%(2050 年)となった場合の CO2 排出量も推計した。また、Tank to Wheel では電気自動車の分はゼロエミッションとして計算する。その結果、自動運転車普及率 20%時は 9～14%、自動運転車普及率 90%時は 15～19%の CO2 削減効果となった（図 4.2-48、表 4.2-10）。

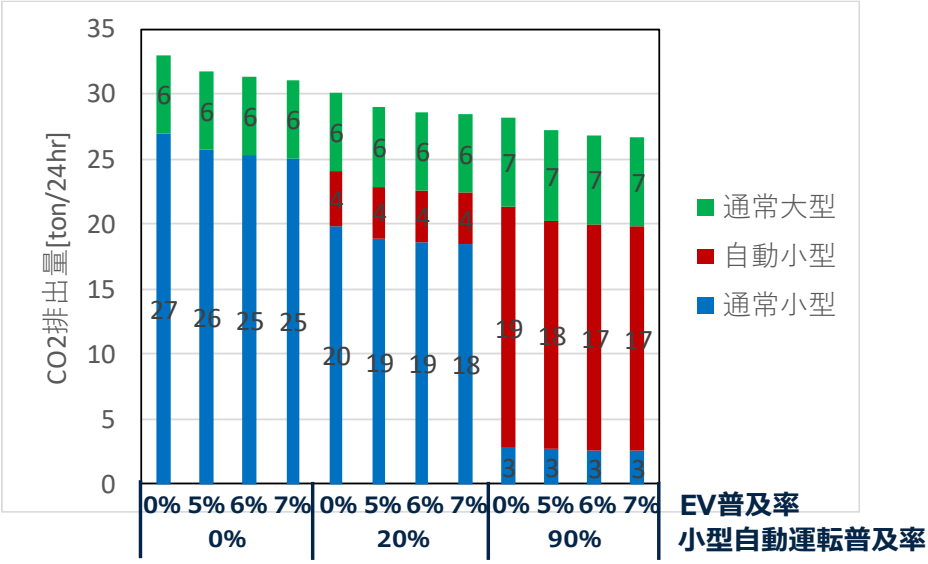


図 4.2-48 自動運転および BEV 導入時の TtWCO2 排出量（関越道）

表 4.2-10 自動運転および BEV 導入時の TtWCO2 排出量詳細と削減率（関越道）

項目		BaU				自動運転20%				自動運転90%			
普及率	BEV	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%
	小型自動運転	0%				20%				90%			
	大型自動運転	0%											
CO2排出量[ton]	通常小型	27	26	25	25	20	19	19	18	3	3	3	3
	自動小型	0	0	0	0	4	4	4	4	19	18	17	17
	通常大型	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
	総量	33	32	31	31	30	29	29	28	28	27	27	27
CO2削減率		0%	4%	5%	6%	9%	12%	13%	14%	15%	18%	19%	19%

b. Tank to Wheel エネルギー消費量

前節では TtW の CO2 排出量で推計し、電気自動車の排出分をゼロカウントしているため、電気自動車に自動運転が導入した際の環境改善効果を見ることができない。本節では環境改善効果の一つの指標として、TtW エネルギー消費量を推計した。エネルギー消費量では電気自動車の分も消費電力の形エネルギーれる。エネルギーネルギ消費量を推計するためのガソリン、エネルギ

ー位発熱量は資源エネルギー庁の公表値を用いた[11]。エネルエネルギーーtW エネルギー消費量は、自動運転 20 エネルギー～13 エネルギー転 90%時は 15～18%の削減となり、削減効果（表示上の％低減率）が TtW CO2 排出量と比較して減少した（表 4.2-11）。

表 4.2-11　自動運転および BEV 導入時の TtWCO2 排出量エネルギー消費量の比較詳細（関越道）

項目		BaU				自動運転20%				自動運転90%			
普及率	BEV	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%
	小型自動運転	0%				20%				90%			
	大型自動運転	0%											
CO2排出量[ton]		33	32	31	31	30	29	29	28	28	27	27	27
CO2削減率		0%	4%	5%	6%	9%	12%	13%	14%	15%	18%	19%	19%
エネルギー消費量[GJ]		481	465	461	458	439	426	421	419	411	399	395	393
エネルギー削減率		0%	3%	4%	5%	9%	11%	12%	13%	15%	17%	18%	18%

c. Well to Wheel CO2 排出量

これまではTtW での評価を行ったが、ここでは燃料製造や発電分を考慮した Well to Wheel（WtW）CO2 排出量で評価した。自動運転車普及率 20%時は 9～12%、自動運転車普及率 90%時は 15～18%の CO2 削減効果となり、削減効果（表示上の％低減率）が TtW CO2 排出量、エネルギー消費量と比較して減少した（表 4.2-12）。WtW における評価の場合は、燃料製造や発電時の WtT（Well to Tank）CO2 排出量も考慮するが、WtT における単位熱量あたりの CO2 排出原単位で見ると石油系燃料(12g-CO2/MJ[12])と比較して発電（148g-CO2/MJ[13]）の方が高いためである。なお、この計算では、燃料製造および発電時の現状の技術レベルや発電構成を維持することを想定しているが、発電時の CO2 排出係数が改善されれば、CO2 削減率が改善する可能性がある。

11 https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html よりダウンロード可
12 資源エネルギー庁：高度化法告示におけるガソリンの GGHG 排出量に係る論点（2019）
13 https://www.fepc.or.jp/environment/warming/kyouka/index.html　よりダウンロード可（ベースデータは kWh 換算のため、MJ に変換）

表 4.2-12 自動運転および BEV 導入時の TtW、WtT、WtW の CO2 排出量比較（関越道）

項目		BaU				自動運転20%				自動運転90%			
普及率	BEV	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%
	小型自動運転	0%				20%				90%			
	大型自動運転	0%											
TtWCO2排出量[ton]	通常小型	27	26	25	25	20	19	19	18	3	3	3	3
	自動小型	0	0	0	0	4	4	4	4	19	18	17	17
	通常大型	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
	総量	33	32	31	31	30	29	29	28	28	27	27	27
TtWCO2削減率		0%	4%	5%	6%	9%	12%	13%	14%	15%	18%	19%	19%
WtTCO2排出量[ton]	ガソリン	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
	軽油	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	電気	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	総量	5	5	5	6	5	5	5	5	4	4	5	5
WtWCO2排出量[ton]	ガソリン	32	30	30	29	28	27	26	26	25	24	23	23
	軽油	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
	電気	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	総量	38	37	37	37	35	34	34	33	32	32	31	31
WtWCO2削減率		0%	3%	3%	4%	9%	11%	12%	12%	15%	17%	18%	18%

4.2.2 交通渋滞及び CO2 削減効果の拡大推計

(1) 概要

本節においては、全国の高速道路と一般道路を対象に，自動運転車が普及した場合の交通渋滞及び CO2 排出削減量を推計する。

高速道路については、前節で計算した渋滞削減・CO2 排出削減量の原単位をもとに拡大推計を行う。

一般道路については、統計資料やプローブデータ等を参考に、SIP 第 1 期「地域交通 CO2 排出量可視化技術の開発及び実証」で評価された一般道路での自動運転の導入効果の結果を活用し、推計を行う。

なお、推計にあたっては、交通事故に起因する交通渋滞についても考慮する。

(2) 前提条件の整理

1) 対象とする自動運転車のカテゴリ

交通渋滞（損失時間）削減効果および CO2 排出削減効果の推計にあたって、前提条件として、対象とする自動運転車の機能・カテゴリについて整理を行った（図 4.2-49）。

高速道路においては、自動運転車が高精度地図による勾配情報の取得と、ACC 等により、一般車で見られるようなサグ部の渋滞を引き起こさないことにより、交通渋滞（損失時間）の削減及び CO2 排出削減効果が見込まれると考えられる。

高速道路においては、主として自動運転 SAE LV2（運転支援・部分運転自動化）以上の自動運転車両により、サグ部による渋滞（損失時間）削減効果が出現すると想定される。

一般道路においては、主として ACC や信号情報取得等による信号発進遅れの低減により、渋滞（損失時間）削減効果及び CO2 排出削減効果が期待されるものと想定される。主として自動運転 SAE LV2 以上の自動運転車両により、信号のある道路のサグ部及び渋滞削減効果が出現すると想定される。

なお、自動運転車は、制限速度を遵守して走行する。そのため、混入影響評価を行うにあたっては、渋滞に関する基準時間ではなく、本来期待できたであろう走行時間に対して、より低速になることによって損失した時間である損失時間で評価を行うことが妥当であると考えた。そのため、以降では損失時間として影響評価を取り扱う。

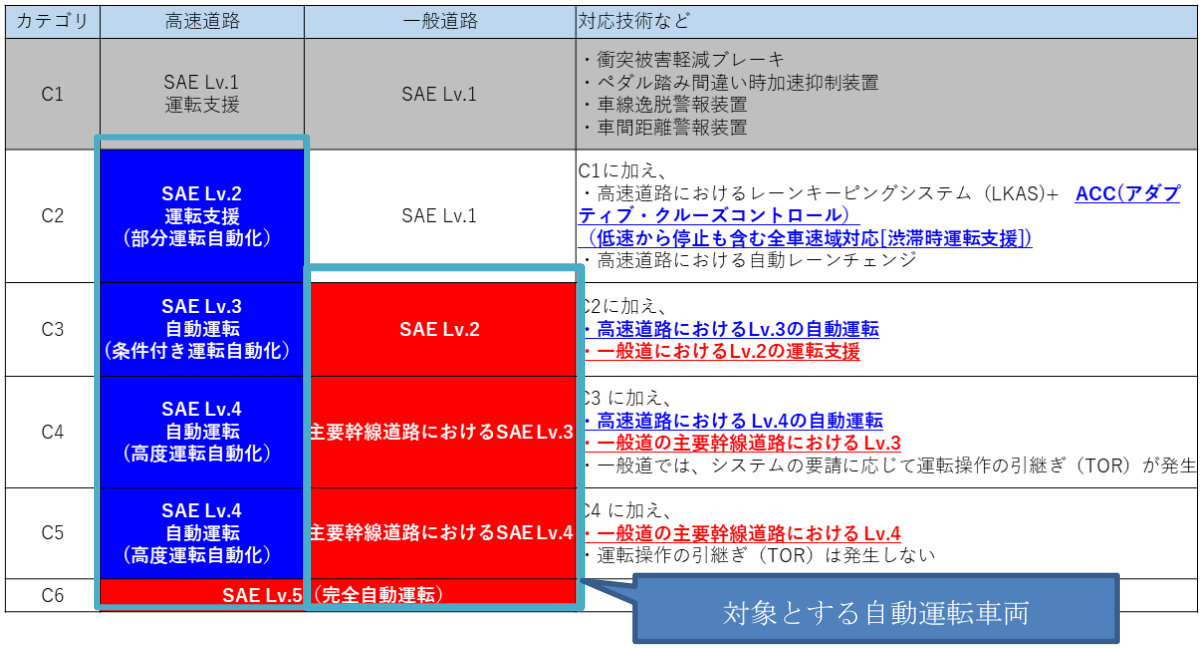


図 4.2-49 対象とする自動運転車両

2) 普及年次の想定

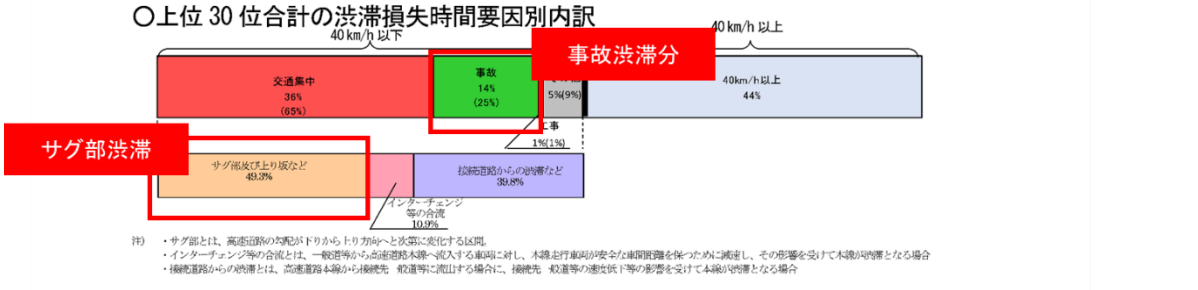
第 3 章において年次別の普及率の推計がなされている。これら普及率の推計は自動運転車両に関連する普及促進策については考慮をしていない。一方，現実には何らかの普及促進策がとられることにより，一層の普及率の向上が図られることが予想される。即ち普及年次と普及率の関係は普及促進策の採られ方次第な面があると考えられる。したがってここでは普及率として 20%，50%，90%の 3 つが実現した場合の渋滞（損失時間），CO2 排出削減効果を推計することとし，普及年次を明示しないこととした。

3) 普及年次の想定

対象道路は、高速道路と一般道路を対象とした。ただし、高速道路は、サグ部での渋滞（損失時間）削減を主に見込むものとして、国土交通省が毎年作成する高速道路の交通状況ランキング（平成 30 年）の都市間高速の渋滞ランキングの上位 30 区間を対象として全国拡大推計を行った。なお、都市間高速の 40km/h 以下の渋滞の半分近くがサグ部・上り坂を起因とする渋滞であり、都市間高速のサグ部渋滞を対象とすることは、全国拡大推計において十分であると考えられる（図 4.2-50）。

一般道路は、主に信号交差点において、渋滞（損失時間）削減や CO2 排出削減の効果が出現されると見込まれるため、信号交差点を含む一般道路を対象とした。さらに、全道路において自動運転車が対応していくことは考え難いため、信号交差点を含む一般道路の中でも重要物流道路相当（直轄国道＋高規格幹線道路）に対象を絞り推計を行った（図 4.2-51）。

なお、道路交通センサスにおいて、直轄国道と高規格幹線道路における信号交差点を含む区間の割合は 81%、延長ベースでは 75%であり、十分に代表性があると考えられる。



○交通集中による 40km/h 以下となる渋滞損失時間要因別内訳※1〈年間合計〉

※1：サグ部及び上り坂など、インターチェンジ等の合流、接続道路からの渋滞などに分けて集計

順位	合計順位	道路名	方向	区間名	渋滞損失時間（万人・時間）
1	2	E20 中央自動車道	上り	調布～高井戸	105.3
2	3	E1 東名高速道路	上り	東名川崎～東京	92.4
3	10	E26 近畿自動車道	下り	堺津北～吹田	63.2
4	8	E23 東名阪自動車道	上り	亀山JCT～鈴鹿	55.5
5	1	E1 東名高速道路	上り	海老名JCT～横浜町田	47.1
6	6	E20 中央自動車道	上り	大月～上野原	44.8
7	11	C3 東京外環自動車道	内回	外環三郷西～草加	34.6
8	20	E14 京葉道路	上り	武石～幕張	31.0
9	9	E23 東名阪自動車道	下り	四日市～鈴鹿	28.7
10	15	E17 関越自動車道	上り	所沢～大泉JCT	26.9
11	19	E14 京葉道路	上り	幕張～花輪	26.5
12	23	E23 東名阪自動車道	上り	亀山スマート～亀山JCT	26.4
13	4	E1 東名高速道路	上り	秦野中井～厚木	26.4
14	24	E23 東名阪自動車道	下り	四日市東～四日市	23.1
15	13	E1 東名高速道路	下り	横浜青葉～横浜町田	22.5

○交通集中による 40km/h 以下となる渋滞損失時間要因別内訳※1〈年間合計〉

※1：サグ部及び上り坂など、インターチェンジ等の合流、接続道路からの渋滞などに分けて集計

順位	合計順位	道路名	方向	区間名	渋滞損失時間（万人・時間）
16	21	E1 名神高速道路	上り	京都南～京都東	22.2
17	17	E1 名神高速道路	上り	岐阜羽島～一宮JCT	21.6
18	29	E1 名神高速道路	上り	大山崎JCT～京都南	19.4
19	14	E1A 新名神亀山連絡路	上り	甲賀土山～亀山JCT	17.1
20	5	E1 東名高速道路	下り	横浜町田～海老名JCT	16.6
21	30	E17 関越自動車道	上り	嵐山小川～東松山	15.9
22	26	E51 東関東自動車道	上り	谷津船橋～湾岸市川	13.7
23	25	E17 関越自動車道	上り	本庄児玉～花園	12.4
24	22	E2A 中国自動車道	上り	西宮山口JCT～宝塚	7.9
25	18	E3 九州自動車道	上り	鳥栖JCT～筑紫野	6.9
26	7	E1 東名高速道路	上り	御殿場～大井松田	6.2
27	12	E1 東名高速道路	下り	厚木～秦野中井	4.1
28	16	E1 東名高速道路	下り	大井松田～御殿場	2.8
29	28	E3 九州自動車道	下り	筑紫野～鳥栖JCT	0.9
30	27	E1 名神高速道路	下り	大山崎JCT～茨木	0.9

サグ部及び上り坂など
インターチェンジ等の合流
接続道路からの渋滞など

出典：国土交通省 高速道路の交通状況ランキング(H30)
https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/ir-data.html

図 4.2-50 上位 30 区間の渋滞損失時間要因別内訳

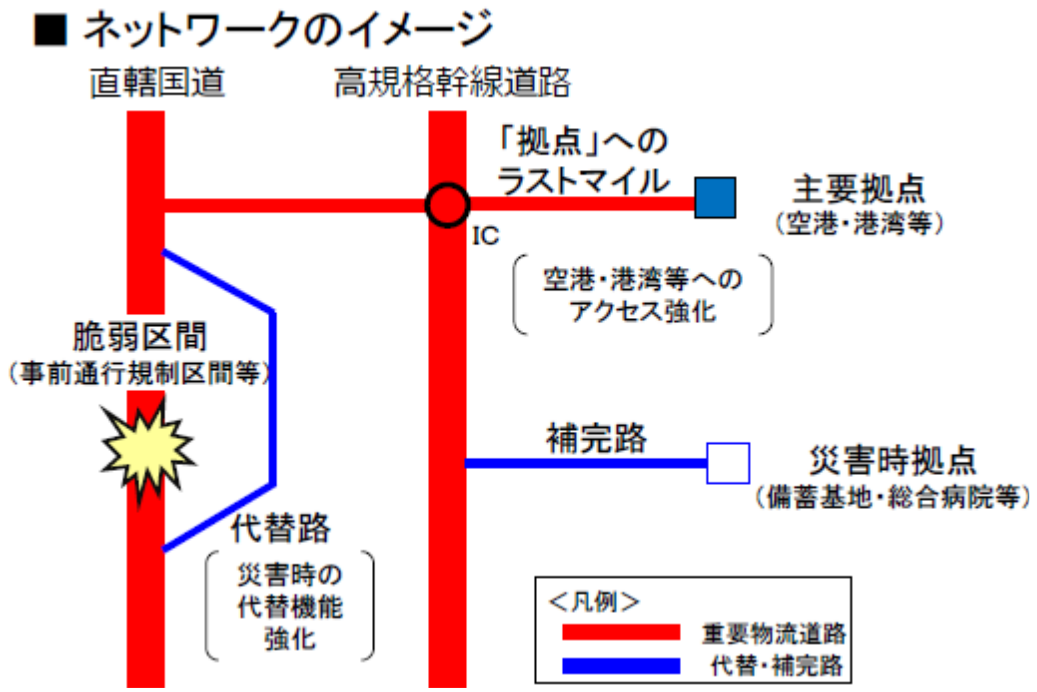


図 4.2-51 重要物流道路相当の道路のイメージ

出典：https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/butsuryu/pdf/gaiyou.pdf

4) 自動運転と EV の普及の関係

EV 化と自動運転化については、何らかの相互関係があると考えられる。一般に、EV 化と自動運転化には以下の 3 つの論点があると考えられる。

・自動運転車に占める EV の割合
・内燃機関で走行する自動運転車と EV 自動運転車の走行挙動の違いと、それが交通流に及ぼす影響
・内燃機関で走行する自動運転車と EV 自動運転車の CO2 排出量の原単位の違い

a. 自動運転車に占める EV の割合

自動運転による制御のためには、内燃機関車よりも EV 車の方がより制御しやすい、効率的だと考えられる。そのため、自動運転車の多くは EV 車となる可能性がある。

しかしながら、EV 普及が従来より大幅に前倒しの目標が掲げられる可能性が高いこと，またこれが高次の自動運転レベルの普及率よりも大幅に早くなること等を考慮し，自動運転の普及と EV の普及は独立して進行するものとする。

※従来の予測は 2040 年度でも 52.8%。一方，新目標は 2030 年代半ばに新車 100%との情報もある。

b. 内燃機関で走行する自動運転車と EV 自動運転車の走行挙動の違いと、それが交通流に及ぼす影響

内燃機関車と EV 車による走行挙動については、加減速度等の違いは多少存在すると考えられ

る。しかしながら、本件等で着目するサグ部渋滞（損失時間）や信号発進遅れ等に対しては大きな影響を及ぼさないと考えられるため、走行挙動は同一とみなす。そのため、渋滞（損失時間）に与える影響は同一である。

c. 内燃機関で走行する自動運転車と EV 自動運転車の CO2 排出量の原単位の違い

CO2 排出量については、EV 化による CO2 排出量の削減の可能性がある一方で、自動運転のセンサーや機械処理のための電力消費が増大する可能性がある。

電力消費はそのセンサーや機械処理の性能等にも大きく左右される。そのため、ここでは原単位の違いについては扱わないものとする。

5) 大型車の自動運転化に関する状況

大型車の自動運転化については、主にトラック隊列走行のような技術開発と、日野自動車等の車両メーカーが個々に進める大型トラックの自動運転化の両面がある。

トラック隊列走行車については、一部実証実験が先行的に行われているものの、交通流に影響を与えない範囲の限定的な実験（1 日に数往復等）が続けられている。トラックが複数台連なることで合流部での錯綜等が懸念されることから、交通流に影響を与えない範囲での走行は今後も継続するものと思われる。そのため、トラック隊列走行車については現時点では取り扱わない。

また、個々の車両の自動運転化については、日野自動車がフォルクスワーゲンと協力し、車両安定制御システムや歩行者検知機能付き衝突被害軽減ブレーキ等を実用化している。また、いすゞ自動車は日野自動車と共同で先進視覚サポート技術等を搭載している。

ただし、大型車の自動運転は、小型車と異なり、個々の車両挙動についての研究は進められていない。そのため、本検討では、取り扱わない。

6) バス等の公共交通等の自動運転化に関する状況

政府が主導する形で、ドライバー不足等が深刻な中山間地域等において、自動運転バス等の導入促進が進められている。公共交通の自動運転化については、以下の論点があると考えられる。

・公共交通の自動運転化による公共交通への利用転換及びそれに伴う交通影響と CO2 排出削減

・公共交通バスが自動運転化することで、走行挙動の違いが及ぼす交通影響

上記の、公共交通への利用転換については、現状のサービス水準が継続される限り、交通影響にまで及ぶ影響は少ないと考えられる。

また、公共交通バスの自動運転化に伴う走行挙動も同様に、交通影響まで及ぼす影響は少ないと考えられる。併せて、自動運転バスを走行させるための専用レーンの設置等も考えられ、インフラ整備の有無に大きく関係するため、ここでは取り扱わない。

7) コネクティッドカーとの関係性

合流部等では、路車協調による自動運転車への合流支援サービスが重要視されており、CAV の普及効果への興味も集まっている。しかしながら、一般的にインフラ協調サービスの評価は、安全面での寄与に主眼があり、別途、国交省と OEM が連携して取り組んでいることから、ここで

は扱わないこととする。

8) 自動運転車両の性能の想定

交通に大きく影響を及ぼす要素として、車間時間がある。LV2 では、ドライバーの任意で設定が可能であるが、LV3 になると、機械側が安全性を追求し、かつ交通規制を守る設定となりうるため、性能設定の将来予測は一意には定められないと考えられる（図 4.2-52）。

一方で、将来的には、少なくとも手動運転の際に生じていたようなバラつきは自動運転においては発生しないと考えられる。

例えば、信号発進損失等は、手動走行であれば見落としや個人差でバラつきがあるが、自動走行においては、見落とし等が発生することは考え難い。

そこで、一般的な ACC が臨界速度（60km/h）のときにとりうる車間時間として、1.0 秒、1.5 秒、2.0 秒の 3 つのケースを想定した。

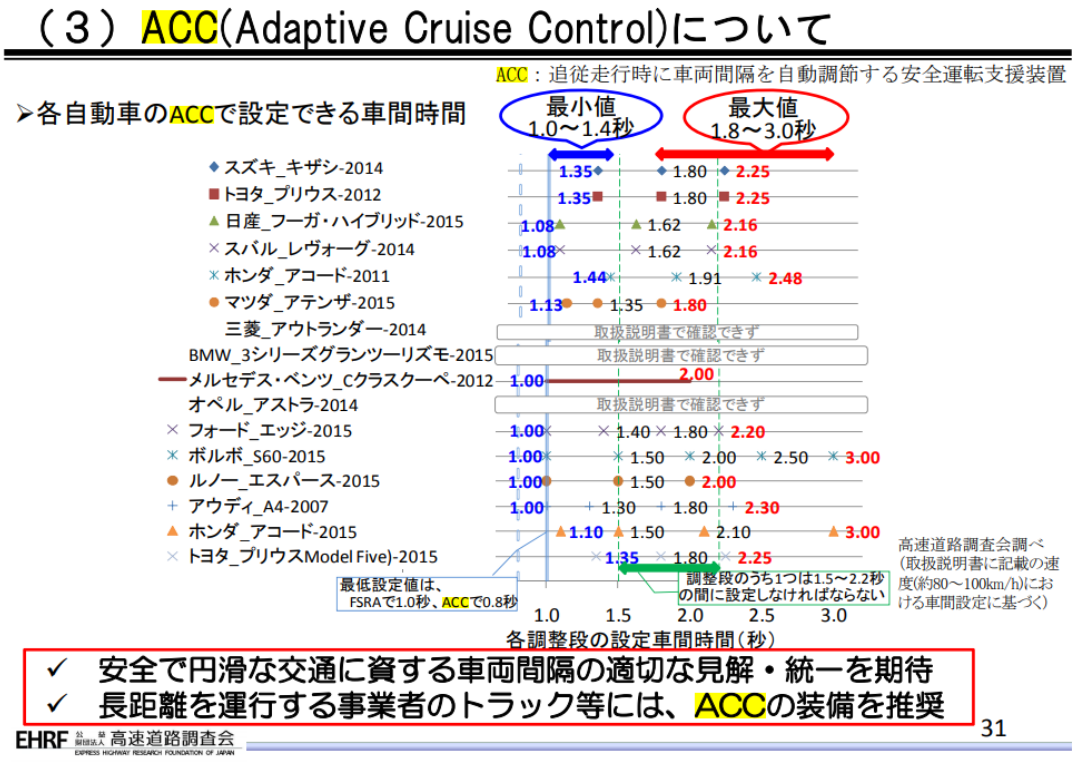


図 4-2.52　ACC の設定値

出典：児玉知之　高速道路における適正な車両間隔に関する調査研究（平成 28 年度報告）
平成２９年度　高速道路調査会

(3) 全国の高速道路における交通渋滞・CO2 排出削減量

1) 交通渋滞の削減量

a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

① 代表箇所の渋滞損失時間削減率（原単位）の算出

交通流シミュレーションの結果から、代表箇所における渋滞損失時間削減率（原単位）を算出した（図 4.2-53）。

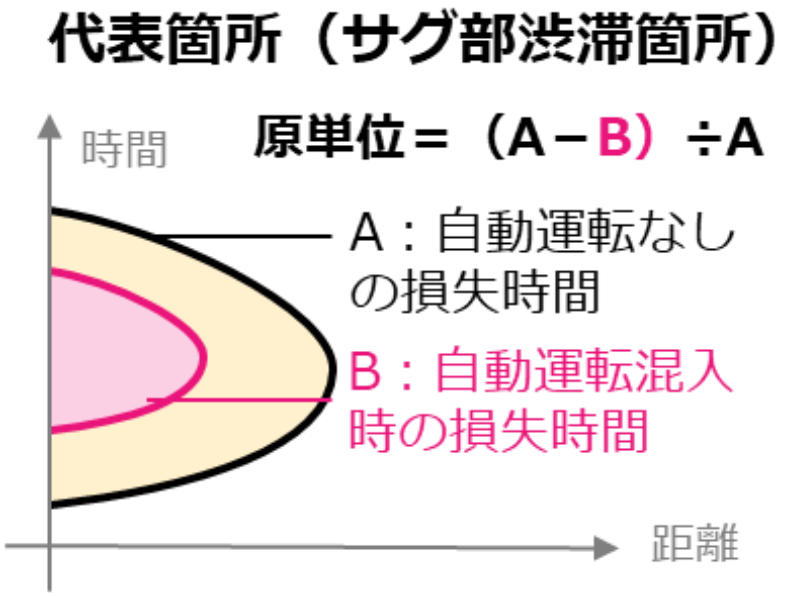


図 4.2-53 渋滞損失削減率（原単位）の算出イメージ

② 自動運転混入による対象箇所の渋滞削減時間の算出

対象箇所において、上記で算出した代表箇所の損失時間削減率（原単位）を適用し、損失時間の削減時間を算出した（図 4.2-54）。なお、対象箇所は、国土交通省が毎年作成する高速道路の交通状況ランキング（平成 30 年）を基に、表 4.2-13 に示す渋滞を対象とした。なお、サグ部の渋滞を対象としているため、ここでは原単位の中で「渋滞時」の削減率を用いた。

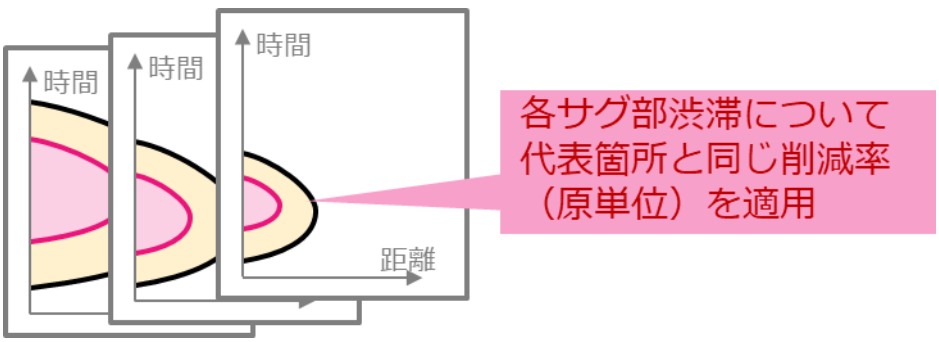


図 4.2-54 自動運転混入による渋滞削減時間の算出イメージ

表 4.2-13　対象高速道路のサグ部渋滞損失時間（万人・時間）

順位	都道府県	道路名	方向	区間名	延長（km）	車線数	H30サグ部渋滞損失（万人・時間）
1	神奈川・東京	E1　東名高速道路	上り	海老名JCT～横浜町田	13.8	3	39
2	東京	E20　中央自動車道	上り	調布～高井戸	7.7	3	1
3	神奈川・東京	E1　東名高速道路	上り	東名川崎～東京	7.7	2	0
4	神奈川	E1　東名高速道路	上り	秦野中井～厚木	15.1	2	15
5	東京・神奈川	E1　東名高速道路	下り	横浜町田～海老名JCT	13.9	3	11.3
6	山梨	E20　中央自動車道	上り	大月～上野原	20.1	3	43.9
7	静岡・神奈川	E1　東名高速道路	上り	御殿場～大井松田	25.2	2	2
8	三重	E23　東名阪自動車道	上り	亀山JCT～鈴鹿	5.2	2	32.5
9	三重	E23　東名阪自動車道	下り	四日市～鈴鹿	9.5	2	27.3
10	大阪	E26　近畿自動車道	下り	摂津北～吹田	5.2	2	3.4
11	埼玉	C3　東京外環自動車道	内回	外環三郷西～草加	6.6	2	10.7
12	神奈川	E1　東名高速道路	下り	厚木～秦野中井	15.1	2	2.6
13	神奈川・東京	E1　東名高速道路	下り	横浜青葉～横浜町田	6.4	3	17.8
14	滋賀・三重	E1A 新名神亀山連絡路	上り	甲賀土山～亀山JCT	18.7	3	0
15	埼玉・東京	E17　関越自動車道	上り	所沢～大泉JCT	8.5	3	0
16	神奈川・静岡	E1　東名高速道路	下り	大井松田～御殿場	25.6	2	0
17	岐阜・愛知	E1　名神高速道路	上り	岐阜羽島～一宮JCT	11.3	2	20.9
18	佐賀・福岡	E3　九州自動車道	上り	鳥栖JCT～筑紫野	9.1	3	4.6
19	千葉	E14　京葉道路	上り	幕張～花輪	3.8	2	26
20	千葉	E14　京葉道路	上り	武石～幕張	2.8	3	30.1
21	京都	E1　名神高速道路	上り	京都南～京都東	10	2	19.7
22	兵庫	E2A　中国自動車道	上り	西宮山口JCT～宝塚	10.3	3	6.4
23	三重	E23　東名阪自動車道	上り	亀山スマート～亀山JCT	5.2	3	12.3
24	三重	E23　東名阪自動車道	下り	四日市東～四日市	6.5	3	22
25	埼玉	E17　関越自動車道	上り	本庄児玉～花園	13.4	3	12.2
26	千葉	E51　東関東自動車道	上り	谷津船橋～湾岸市川	5.2	3	12.3
27	京都・大阪	E1　名神高速道路	下り	大山崎JCT～茨木	12.5	3	0.3
28	福岡・佐賀	E3　九州自動車道	下り	筑紫野～鳥栖JCT	9.1	3	0
29	京都	E1　名神高速道路	上り	大山崎JCT～京都南	8.1	3	17.4
30	埼玉	E17　関越自動車道	上り	嵐山小川～東松山	8.1	3	15.2
						合計	405.9

③　全国拡大推計

上記で算出した各対象サグ部渋滞箇所の損失時間の削減時間を合計し、全国の対象とする都市間高速における自動運転混入による損失時間の削減時間を算出した。

b. 損失時間の削減原単位

シミュレーションの結果から、損失時間の削減原単位は以下の値を使用した。

①　片側 3 車線道路

片側 3 車線道路の場合には、東名高速道路を代表箇所として、現況に対する損失時間削減率を計算した。なお、普及率は 20%、50%、90%とした（表 4.2-14）。

表 4.2-14　損失時間削減率の原単位

車線数	自動運転車		渋滞時間帯(7～8.5時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
	車間時間(秒)	混入率(%)	損失時間(台時)	削減率	損失時間(台時)	削減率
3	現況再現	0	141.3	0.0%	37.3	0.0%
3	1.0	20	106.8	24.4%	26.9	28.0%
3	1.0	50	27.9	80.2%	21.7	42.0%
3	1.0	90	18.4	87.0%	19.8	47.0%
3	1.5	20	176.8	-25.1%	27.4	26.7%
3	1.5	50	39.3	72.2%	24.5	34.5%
3	1.5	90	25.2	82.1%	23.3	37.5%
3	2.0	20	176.0	-24.5%	30.2	19.0%
3	2.0	50	158.3	-12.0%	25.8	31.0%
3	2.0	90	155.9	-10.4%	23.3	37.5%

② 片側 2 車線道路

片側 2 車線道路の場合には、関越自動車道を代表箇所として、現況に対する損失時間削減率を計算した。なお、普及率は 20%、50%、90%とした（表 4.2-15）。

表 4.2-15　損失時間削減率の原単位

車線数	自動運転車		渋滞時間帯(15～19時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
	車間時間(秒)	混入率(%)	損失時間(台時)	削減率	損失時間(台時)	削減率
2	現況再現	0	367.1	0.0%	10.1	0.0%
2	1.0	20	121.1	67.0%	13.6	-34.6%
2	1.0	50	24.2	93.4%	15.3	-51.5%
2	1.0	90	22.3	93.9%	16.6	-63.8%
2	1.5	20	210.4	42.7%	15.1	-49.2%
2	1.5	50	52.0	85.8%	15.5	-53.0%
2	1.5	90	24.5	93.3%	17.0	-67.6%
2	2.0	20	276.8	24.6%	15.4	-51.6%
2	2.0	50	151.3	58.8%	17.1	-68.6%
2	2.0	90	76.8	79.1%	18.2	-79.3%

c. 計算結果

この結果から、以下の 3 点が明らかになった（図 4.2-55、表 4.2-16）。

- 自動運転車両が混入すると、車間時間 20%を除き、すべてのケースで損失時間削減効果が見られた。特に車間時間 1.5 秒、1.0 秒においては、50%普及率で 25%程度の削減効果が見られた。
- 普及率 20%～50%では、損失時間削減効果が大きく上昇したが、50%～90%ではあまり変化は見られなかった。
- 車間時間 2.0 秒の場合には、他の車間時間に比べて、削減効果は低かった。

要因として以下の事項が考えられる。

・結果の説明要素として、①自動運転車と一般車の速度の違い、②車間時間の違い、③自動運転車のバラつきのなさ、④サグ部等での影響を自動運転車が受けないことが挙げられる。

・自動運転車の混入により、①・②といったネガティブな要因もあるものの、基本的には自動運転車が混入することで、③・④等のより良い影響を与える要因により、損失時間が削減される傾向が見られた。

・車間時間が短い方が、一般的には捌け交通量が増加するため、より損失時間削減効果が高いと考えられる。

この結果から、以下の事が推察される。

・自動運転車の混入により、高速道路の損失時間削減効果が期待されるため、高速道路における自動運転車の普及促進策を取ることで、交通流円滑化にも貢献することができる。

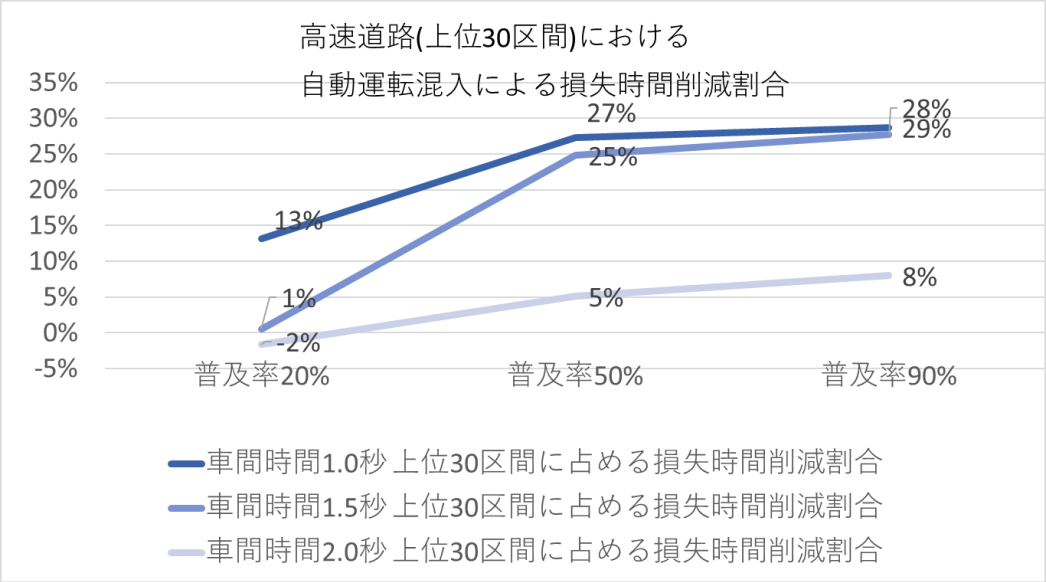


図 4.2-55　高速道路における自動運転混入による損失時間削減割合

表 4.2-16　時間損失削減量に関する全国拡大推計結果

		普及率20%	普及率50%	普及率90%
車間時間1.0秒	時間損失削減量（万人・時間）	167	347	364
	サグ部の損失時間削減割合	41%	85%	90%
	上位30区間に占める損失時間削減割合	13%	27%	29%
車間時間1.5秒	時間損失削減量（万人・時間）	7	315	351
	サグ部の損失時間削減割合	2%	78%	87%
	上位30区間に占める損失時間削減割合	1%	25%	28%
車間時間2.0秒	時間損失削減量（万人・時間）	-21	65	101
	サグ部の損失時間削減割合	-5%	16%	25%
	上位30区間に占める損失時間削減割合	-2%	5%	8%

2) CO2 排出削減量

a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

①　代表箇所の CO2 排出削減率（原単位）の算出

交通流シミュレーションにより，代表箇所における CO2 排出削減率（原単位）を算出した（図 4.2-56）。

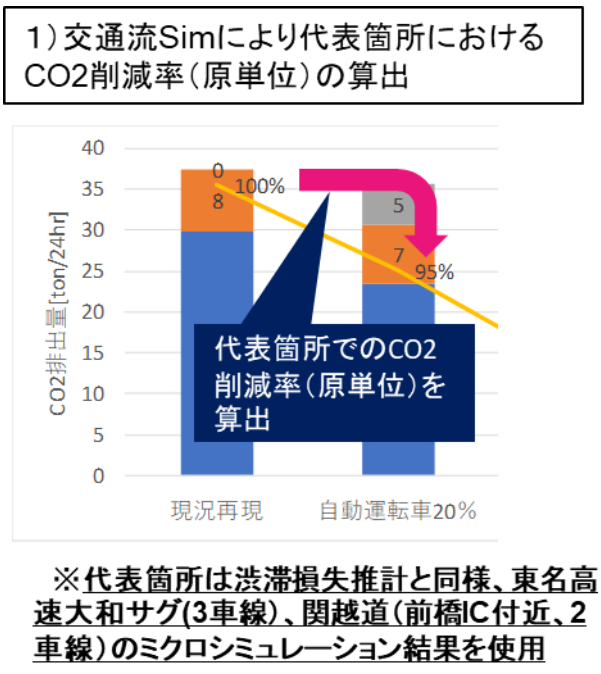


図 4.2-56 CO2 排出削減率（原単位）の算出イメージ

② 対象箇所の CO2 排出量の算出

対象箇所において、CO2 排出量の算出を行った。計算式は以下の通りとした。なお、この際の渋滞・非渋滞時速度、大型・小型別交通量、区間長は平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査　一般交通量調査より算出した。

また、CO2 排出原単位は、栗栖ら(2019)「東京都区部における自動運転車の普及による事故低減に伴う CO2 排出低減効果の推計」で使用された原単位を使用した。原単位を図 4.2-57、図 4.2-58 に示す。

各区間の CO2 排出量(t/年)＝

[渋滞時速度の大型小型別 CO2 排出原単位(g/台 km)×渋滞時大型小型別交通量(台)＋

非渋滞時速度の大型小型別 CO2 排出原単位(g/台 km)×非渋滞時大型小型別交通量(台)]

×区間長(km)×365 日÷1000

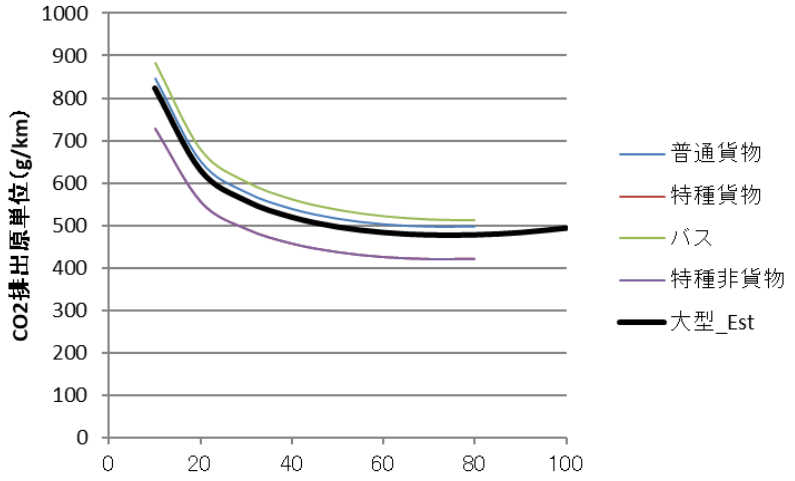


図 4.2-57 大型車の CO2 排出原単位(g/km)

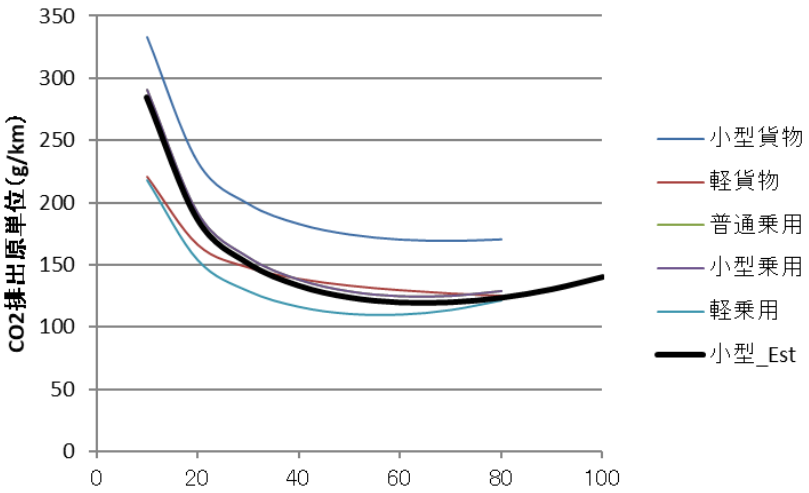


図 4.2-58 小型車の CO2 排出原単位(g/km)

③　自動運転混入による対象箇所の CO2 排出削減量の算出

上記で算出した代表箇所の CO2 排出削減率（原単位）を適用し、自動運転車混入による CO2 排出削減量を算出した。なお、対象箇所は、渋滞削減量と同一とした（図 4.2-59）。

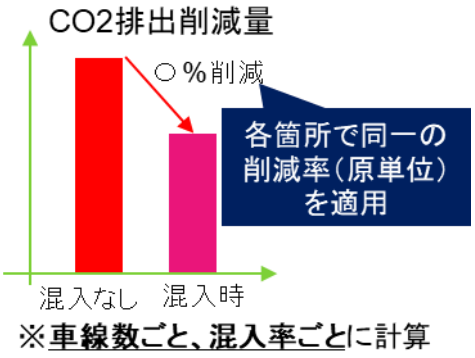


図 4.2-59　CO2 排出削減量の算出イメージ

④　全国拡大推計

上記で算出した各対象箇所の CO2 排出削減量を合計し、全国の対象とする都市間高速における自動運転混入による CO2 排出削減量を算出した。

b. CO2 排出削減原単位

シミュレーションの結果から、CO2 排出削減原単位は表 4.2-17、表 4.2-18 に示す値を使用した。

①　片側 3 車線道路

片側 3 車線道路の場合には、東名高速道路を代表箇所として、現況に対する CO2 排出削減率（原単位）を計算した。なお、普及率は 20%、50%、90%とした。

表 4-2.17　CO2 排出削減原単位

車線数	自動運転車		24時間		渋滞時間帯(7～8.5時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
	車間時間(秒)	混入率(%)	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率
3	現況再現	0	175.4	0.0%	13.1	0.0%	162.3	0.0%
3	1.0	20	171.9	1.9%	13.2	-0.7%	158.8	2.2%
3	1.0	50	172.9	1.4%	13.7	-4.7%	159.2	1.9%
3	1.0	90	172.9	1.4%	13.7	-4.5%	159.2	1.9%
3	1.5	20	171.3	2.3%	12.9	1.5%	158.4	2.4%
3	1.5	50	171.9	1.9%	13.6	-3.7%	158.4	2.4%
3	1.5	90	171.7	2.1%	13.5	-3.3%	158.2	2.5%
3	2.0	20	170.3	2.9%	12.7	3.3%	157.6	2.8%
3	2.0	50	170.1	3.0%	12.7	2.8%	157.4	3.0%
3	2.0	90	169.6	3.3%	12.6	3.7%	157.0	3.3%

② 片側 2 車線道路

片側 2 車線道路の場合には、関越自動車道を代表箇所として、現況に対する渋滞削減率を計算した。なお、普及率は 20%、50%、90%とした。

表 4-2.18 CO2 排出削減原単位

車線数	自動運転車		24時間		渋滞時間帯(15～19時)		非渋滞時間帯（左記以外の時間帯）	
	車間時間(秒)	混入率(%)	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率	CO2排出量(t)	削減率
2	現況再現	0	81.8	0.0%	20.6	0.0%	61.2	0.0%
2	1.0	20	70.9	13.3%	18.2	11.8%	52.8	13.8%
2	1.0	50	67.0	18.1%	17.0	17.7%	50.0	18.3%
2	1.0	90	65.0	20.6%	16.5	19.6%	48.4	20.9%
2	1.5	20	72.0	12.0%	18.7	9.2%	53.3	13.0%
2	1.5	50	67.3	17.8%	17.1	17.0%	50.2	18.1%
2	1.5	90	65.0	20.6%	16.5	19.7%	48.4	20.9%
2	2.0	20	72.6	11.3%	19.0	7.8%	53.6	12.5%
2	2.0	50	68.7	16.1%	17.8	13.4%	50.8	17.0%
2	2.0	90	65.4	20.1%	16.8	18.6%	48.6	20.6%

c. 計算結果

上記の手順で計算を行った。計算結果を図 4.2-60、表 4.2-19 に示す。

この結果から、以下のことが明らかになった。

・自動運転車が混入することにより、CO2 削減効果が一定程度見られた。

・特に、車間時間が長い方がやや車間時間が短いよりも CO2 削減効果は高い傾向にあったが、大きな差は見られなかった。

・普及率が上昇するにつれて、CO2 排出削減効果も増大した。

要因としては以下の事項が考えられる。

・60km/h 付近での走行で、最も CO2 排出量が小さい。そのため、基本的には自動運転車の混入により、CO2 排出量に関しては良い方向に改善されると考えられる。

・また、車間時間が長く、より自動運転車の混入割合が高い方が、交通流も安定化し、より CO2 排出量も改善傾向にあると考えられるが、大きくは影響していないと考えられる。

このことから、以下のことが推察される。

・高速道路においては、自動運転車混入により、CO2 削減にも寄与すると考えられるため、その観点からも自動運転車の普及促進が重要であると考えられる。

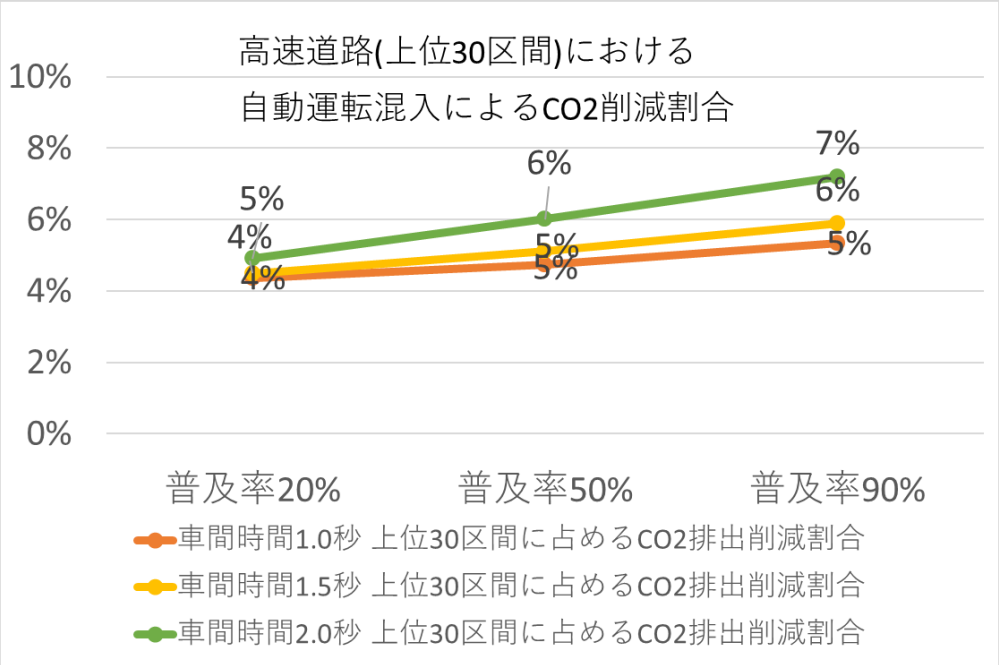


図 4.2-60 CO2 排出削減の全国拡大推計結果

表 4.2-19　CO2 排出削減量　全国拡大推計結果

		普及率20%	普及率50%	普及率90%
車間時間1.0秒	CO2排出削減量(t/年)	61,830	67,192	75,595
	上位30区間に占めるCO2排出削減割合	4%	5%	5%
車間時間1.5秒	合計	63,685	72,636	83,460
	上位30区間に占めるCO2排出削減割合	4%	5%	6%
車間時間2.0秒	合計	69,525	85,297	101,961
	上位30区間に占めるCO2排出削減割合	5%	6%	7%

3) 交通事故に起因する交通渋滞の考慮

自動運転が普及した場合、交通事故も減少し、交通事故に起因する渋滞も削減されると考えられる。そのため、各対象道路において、事故渋滞による交通渋滞（損失時間）の削減量、CO2 排出削減量を試行的に推計した。なお，この検討は 2019 年度に実施した普及率推計の結果，即ち，普及年次と普及率の関係については，2035 年に 25%，2050 年に 34%との関係があるものとみなし，また車間時間は 1.0 秒として算出した原単位を用いて計算したものである。結果的には左記に推計した主にサグ部等に起因する渋滞と比較して影響は小さいものであった。

a. 損失時間削減量

①　計算方法

自動運転車混入による、交通事故に起因する損失時間削減効果は、以下の算出式より算出した。

各区間の交通事故削減による損失時間削減量（万人・時間）＝
各区間の交通事故による損失時間（万人・時間）×事故による渋滞削減率

なお、ここでは、自動運転車であれば事故は発生しないものとして推計した（図 4.2-61）。

また、各区間の交通事故による損失時間は、国土交通省が毎年作成する高速道路の交通状況ランキング（平成 30 年）を基にした（表 4.2-20）。

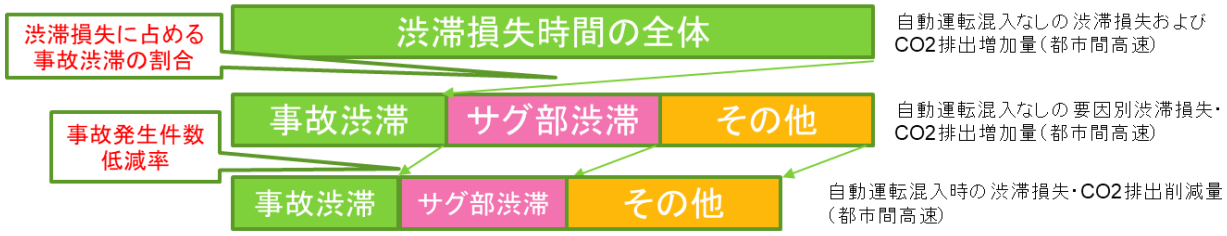


図 4.2-61　自動運転車混入による事故低減による渋滞削減の算出イメージ

表 4.2-20　対象高速道路の 40km/h 以下の渋滞に占める事故渋滞損失割合

順位	都道府県	道路名	方向	区間名	延長（km）	車線数	事故渋滞損失時間（万人・時間）	40km/h以下の渋滞損失時間（万人・時間）	40km/h以下の渋滞に占める事故の割合
1	神奈川・東京	E1　東名高速道路	上り	海老名JCT～横浜町田	13.8	3	40	99	40%
2	東京	E20　中央自動車道	上り	調布～高井戸	7.7	3	27	136	20%
3	神奈川・東京	E1　東名高速道路	上り	東名川崎～東京	7.7	2	18	118	15%
4	神奈川	E1　東名高速道路	上り	秦野中井～厚木	15.1	2	37	74	50%
5	東京・神奈川	E1　東名高速道路	下り	横浜町田～海老名JCT	13.9	3	10	29.5	34%
6	山梨	E20　中央自動車道	上り	大月～上野原	20.1	3	17	63	27%
7	静岡・神奈川	E1　東名高速道路	上り	御殿場～大井松田	25.2	2	21	31	68%
8	三重	E23　東名阪自動車道	上り	亀山JCT～鈴鹿	5.2	2	17	79	22%
9	三重	E23　東名阪自動車道	下り	四日市～鈴鹿	9.5	2	17	50	34%
10	大阪	E26　近畿自動車道	下り	摂津北～吹田	5.2	2	1	67	1%
11	埼玉	C3　東京外環自動車道	内回	外環三郷西～草加	6.6	2	3	59	5%
12	神奈川	E1　東名高速道路	下り	厚木～秦野中井	15.1	2	3	10.2	29%
13	神奈川・東京	E1　東名高速道路	下り	横浜青葉～横浜町田	6.4	3	17	43	40%
14	滋賀・三重	E1A 新名神亀山連絡路	上り	甲賀土山～亀山JCT	18.7	3	13	36	36%
15	埼玉・東京	E17　関越自動車道	上り	所沢～大泉JCT	8.5	3	2	30	7%
16	神奈川・静岡	E1　東名高速道路	下り	大井松田～御殿場	25.6	2	3	7	43%
17	岐阜・愛知	E1　名神高速道路	上り	岐阜羽島～一宮JCT	11.3	2	9	35	26%
18	佐賀・福岡	E3　九州自動車道	上り	鳥栖JCT～筑紫野	9.1	3	3	11.1	27%
19	千葉	E14　京葉道路	上り	幕張～花輪	3.8	2	1	39	3%
20	千葉	E14　京葉道路	上り	武石～幕張	2.8	3	2	45	4%
21	京都	E1　名神高速道路	上り	京都南～京都東	10	2	2	25	8%
22	兵庫	E2A　中国自動車道	上り	西宮山口JCT～宝塚	10.3	3	10	18.5	54%
23	三重	E23　東名阪自動車道	上り	亀山スマート～亀山JCT	5.2	3	13	43	30%
24	三重	E23　東名阪自動車道	下り	四日市東～四日市	6.5	3	10	34.2	29%
25	埼玉	E17　関越自動車道	上り	本庄児玉～花園	13.4	3	6	19	32%
26	千葉	E51　東関東自動車道	上り	谷津船橋～湾岸市川	5.2	3	2	17	12%
27	京都・大阪	E1　名神高速道路	下り	大山崎JCT～茨木	12.5	3	1	3	33%
28	福岡・佐賀	E3　九州自動車道	下り	筑紫野～鳥栖JCT	9.1	3	1	3	33%
29	京都	E1　名神高速道路	上り	大山崎JCT～京都南	8.1	3	1	22	5%
30	埼玉	E17　関越自動車道	上り	嵐山小川～東松山	8.1	3	6	23	26%
						合計	313	405.9	

②　計算結果

計算結果を表 4.2-21 に示す。

この結果から、自動運転車が普及すると、事故低減に伴って渋滞削減効果も一定程度あることが分かった。また、普及率が増加するほど、削減効果も高くなることが分かった。

表 4.2-21　高速道路における自動運転車の普及による事故低減に伴う交通渋滞（損失時間）削減効果

項目	2035 年	2050 年
普及率	25%	34%
渋滞損失上位 30 区間における 40km/h 以下の全渋滞損失時間	1270 万人・時間	
上位 30 区間における 事故を要因とした渋滞損失時間	313 万人・時間	
上位 30 区間における 自動運転混入による渋滞損失時間の削減量 （事故削減分）	78 万人・時間	106 万人・時間
上位 30 区間の 40km/h 以下の全渋滞損失時間に対する渋滞削減率	6.1%	8.3%

b. CO2 排出削減量

① 計算方法

事故低減による CO2 排出削減効果についても基本的には交通渋滞（損失時間）と同様に推計を行った（図 4.2-62）。

具体的には、以下の算出式より算出した。

各区間の交通事故削減による CO2 排出削減量（万人・時間）＝

各区間の CO2 排出量(t/年)※×事故による渋滞損失時間削減率

※ただし、各区間の CO2 排出量のうち、渋滞時・非渋滞時の速度が 40km/h 以上の区間は除く

なお、ここでは、自動運転車であれば事故は発生しないものとして、事故による損失時間削減率は普及率 25%であれば 25%、普及率 34%であれば 34%とした。

また、各区間の 40km/h 以下の損失時間に占める交通事故による損失時間の割合は、国土交通省が毎年作成する高速道路の交通状況ランキング（平成 30 年）を基にした。

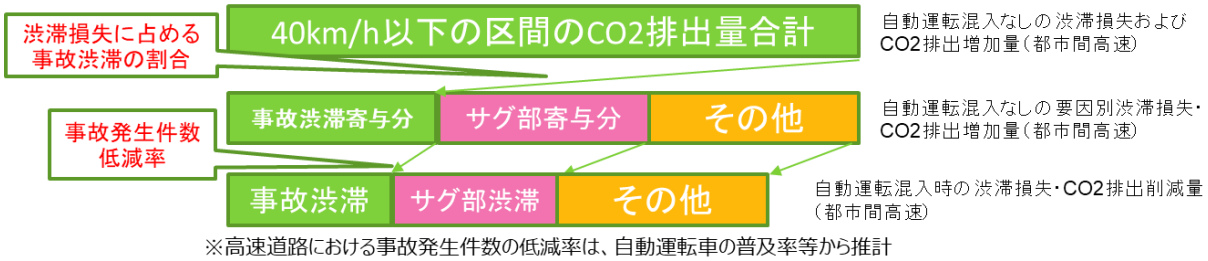


図 4.2-62 自動運転車混入による事故低減による CO2 排出削減量の算出イメージ

② 計算結果

上記の手順で計算を行った。計算結果を表 4.2-22 に示す。

この結果から、高速道路においては、事故低減に伴う CO2 排出削減効果はあまり大きくはないことが分かった。

表 4.2-22 高速道路における自動運転車の普及による事故低減に伴う CO2 排出削減効果

項目	2035 年	2050 年
普及率	25%	34%
全都市間高速における CO2 排出量	2,211 万 t/年	
渋滞損失時間上位 30 区間における CO2 排出量	142 万 t/年	
上位 30 区間における自動運転混入による CO2 排出削減量（事故削減分）	0.2 万 t/年	0.2 万 t/年
上位 30 区間の CO2 排出量に対する削減率	0.1%	0.1%

(4) 全国の一般道路における交通渋滞（損失時間）・CO2 排出削減量

1) 交通渋滞（損失時間）の削減量

a. 考え方

ここでは、自動運転車の想定性能として、信号交差点での発進遅れが少ない、希望速度のバラつきがない、車線変更機会の抑制等の特性を持った一般車両を想定し、その自動運転車が混入した際の影響評価を行う。

そのため、安定した速度で走行するため、交通流の安定化や、発進遅れがないために信号交差点での容量損失を防止する、車線変更が少なく擾乱要因が減少する等の効果が期待される。

b. 計算方法

計算方法を以下に示す。

①　代表箇所の損失時間削減率（原単位）の算出

交通流シミュレーションの結果から、代表箇所における渋滞損失時間削減率（原単位）を算出した（図 4.2-63）。また、渋滞損失時間の削減率は、交通量等、交通特性によって変わりうると考えられる。そこで、原単位は 1 時間あたりの交通量を考慮し、算出した。また、損失時間は信号停止等による停止時間を基に算出を行う。

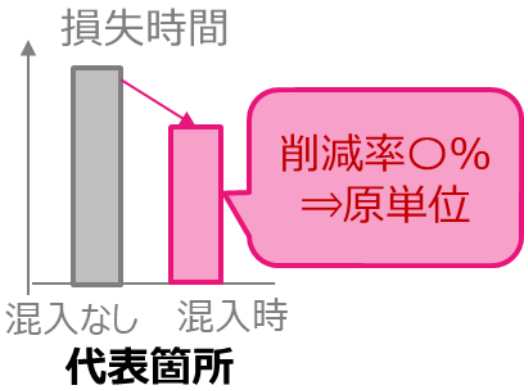


図 4.2-63 損失削減率（原単位）の算出イメージ

②　自動運転混入による対象箇所の渋滞損失時間削減量の算出

対象箇所において、上記で算出した代表箇所の渋滞損失時間削減率（原単位）を適用し、損失時間削減量を算出した（図 4.2-64）。なお、対象箇所は、直轄国道＋高規格幹線道路で、信号のある交差点を含む交通センサス区間とした。

なお、算出は以下の式から行った。

各区間の損失時間削減量（万人・時間）＝
各区間の損失時間（万人・時間）×交通量ごとの損失時間削減原単位

なお、各区間の損失時間削減量は、国土交通省「道路事業・街路事業に係る総合評価要綱（H21）」より、以下の算出式を用いた。

$$渋滞損失時間(万人時/年)=\sum\left(\frac{区間の距離}{通常時の旅行速度}-\frac{区間の距離}{基準旅行速度}\right)\times区間交通量\times平均乗車人数\times365\div10{,}000$$

ここで、区間距離、区間交通量、通常時の旅行速度は平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査を用いた。。また、基準旅行速度は、道路種別や沿道環境等によって基準とみなすべき旅行速度が異なると想定されるため、DID 内外別・道路種別別の基準旅行速度を用いた。

また、速度・交通量はそれぞれ渋滞時・非渋滞時に分けて算出した。

平均乗車人数は、平成 27 年度 全国道路・街路交通情勢調査　自動車起終点調査（OD 調査）より、小型車は 1.3 人/台、大型車は 1.2 人/台とした。

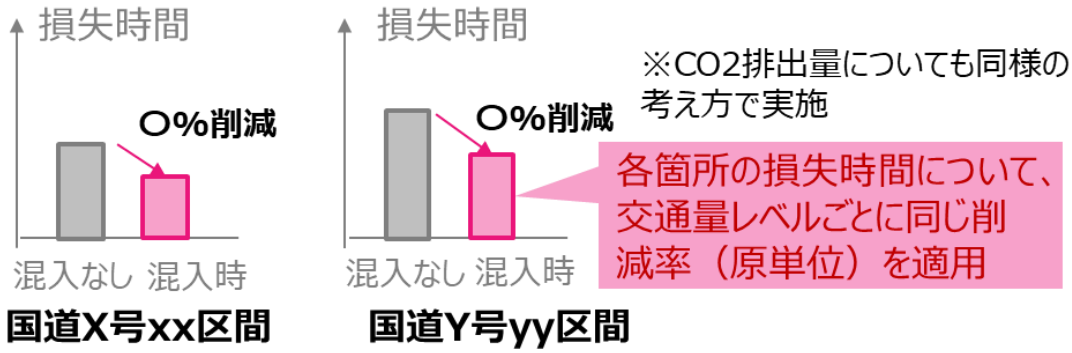


図 4.2-64 自動運転混入による損失時間削減量の算出イメージ

③ 全国拡大推計

上記で算出した各箇所の渋滞損失時間削減量を合計し、全国の対象とする一般道路における自動運転混入による渋滞損失時間削減量を算出した。

c. 渋滞損失時間削減率（原単位）

シミュレーションの結果から、渋滞損失時間削減率（原単位）は表 4.2-23、表 4.2-24 に示す値を使用した。

なお、普及率は 20%， 90%をシミュレーションで算出した上で、50%についてはその内分計算により算出した。

表 4.2-23　非渋滞時の損失時間削減率（原単位）

交通量[台/時/車線]	AV0%原単位	AV20%原単位	AV50%原単位	AV90%原単位	AV20%変化率	AV50%変化率	AV90%変化率
100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
300	0.59	0.58	0.56	0.55	-2%	-6%	-7%
400	0.68	0.65	0.63	0.62	-4%	-8%	-9%
500	0.77	0.73	0.70	0.68	-5%	-10%	-11%
600	0.86	0.80	0.76	0.75	-7%	-11%	-13%
700	0.95	0.88	0.83	0.82	-7%	-12%	-14%
800	1.03	0.95	0.90	0.88	-8%	-13%	-15%

表 4.2-24　渋滞時の損失時間削減率（原単位）

交通量[台/時/車線]	AV0%原単位	AV20%原単位	AV50%原単位	AV90%原単位	AV20%変化率	AV50%変化率	AV90%変化率
100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
300	11.13	10.79	9.38	6.41	-3%	-16%	-42%
400	9.26	9.03	8.14	6.00	-3%	-12%	-35%
500	7.40	7.27	6.90	5.58	-2%	-7%	-25%
600	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
700	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
800	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

d. 計算結果

上記の手順で計算を行った。計算結果を図 4.2-65、表 4.2-25 に示す。

この結果から、以下のことが明らかになった。

・自動運転車が混入することで、一般道の時間損失が削減される結果となった。

・自動運転車の普及率が上昇するにつれて、損失時間もさらに削減される傾向にあった。

・特に普及率 50%～90%で大きく損失時間の削減が見られた。

その要因として、以下の事項が考えられる。

・一般道では、信号停止発進時に起因する時間損失が大きいと考えられる。そのため、自動運転車が混入することにより、信号停止発進時間損失等は削減されたと考えられ、特に自動運転車の割合が高いほど、その効果も大きくなると考えられる。

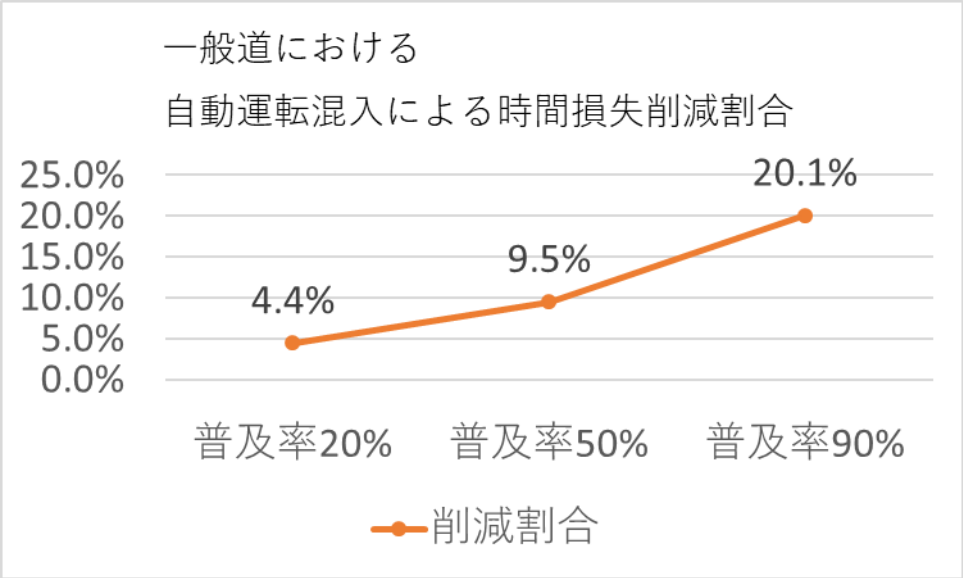


図 4.2-65　一般道路における時間損失削減効果の全国拡大推計結果

表 4.2-25　一般道路における時間損失削減効果の全国拡大推計結果（削減量）

	普及率20%	普及率50%	普及率90%
時間損失削減量（万人・時間）	2,309	4,939	10,431
削減割合	4.4%	9.5%	20.1%

2) CO2 排出削減量

a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

① 代表箇所の CO2 排出削減率（原単位）を算出

交通流シミュレーションにより代表箇所における CO2 排出削減率（原単位）を算出した（図 4.2-66）。なお、原単位は、速度に応じて大きく異なると考えられるため、速度に関する関数として推計した。

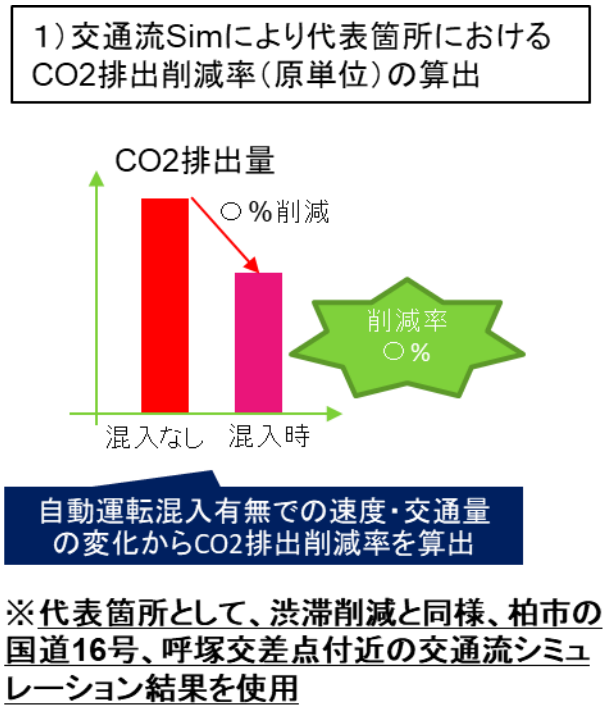


図 4.2-66 CO2 排出削減率の算出イメージ

② 対象箇所の CO2 排出量を算出

対象箇所において、CO2 排出量の算出を行った。計算式は高速道路における CO2 排出量の算出方法と同様、以下の通りとした。なお、この際の渋滞・非渋滞時速度、大型・小型別交通量、区間長は平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査　一般交通量調査より算出した。

また、CO2 排出原単位は、栗栖ら(2019)「東京都区部における自動運転車の普及による事故低減に伴う CO2 排出低減効果の推計」で使用された原単位を使用した。原単位を図 4.2-67、図 4.2-68 に示す。

各区間の CO2 排出量(t/年)＝

[渋滞時速度の大型小型別 CO2 排出原単位(g/台 km)×渋滞時大型小型別交通量(台)＋

非渋滞時速度の大型小型別 CO2 排出原単位(g/台 km)×非渋滞時大型小型別交通量(台)]

×区間長(km)×365 日÷1000

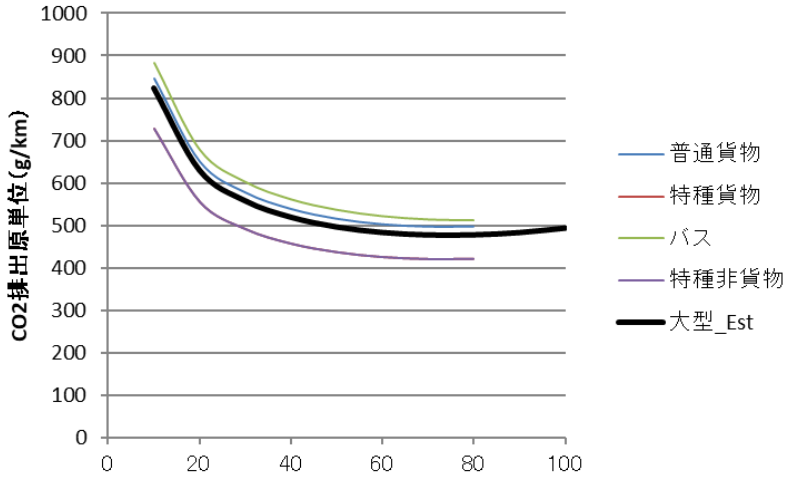


図 4.2-67 大型車の CO2 排出原単位(g/km)　（再掲）

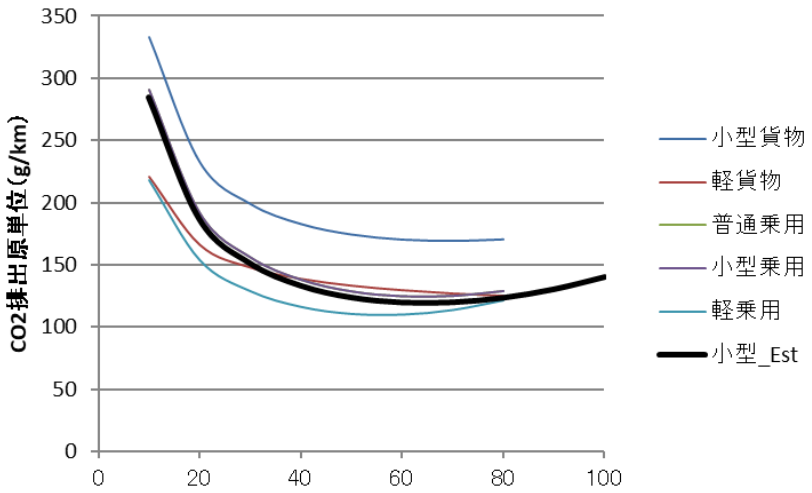


図 4.2-68 小型車の CO2 排出原単位(g/km)　（再掲）

③　自動運転混入による対象箇所の CO2 排出削減量の算出

上記で算出した代表箇所の CO2 排出削減率（原単位）を適用し、自動運転車混入による CO2 排出削減量を算出した（図 4.2-69）。なお、対象箇所は、渋滞削減量推計時と同一とした。

各区間の CO2 排出削減量(t/年)＝
各区間の CO2 排出量×CO2 排出削減原単位

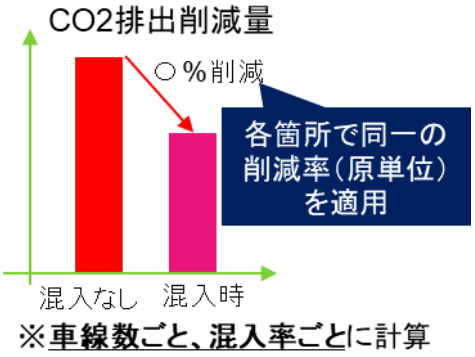


図 4.2-69　CO2 排出削減量の算出イメージ

④　全国拡大推計

上記で算出した各対象箇所の CO2 排出削減量を合計し、全国の対象とする都市間高速における自動運転混入による CO2 排出削減量を算出した。

b. CO2 排出削減率（原単位）

シミュレーションの結果から、CO2 排出削減率（原単位）は図 4.2-70 に示す値を使用した。

原単位は、速度に応じて大きく異なると考えられるため、速度に関する関数として推計した。ただし、原単位の算出時のデータ範囲から、速度域は 20km/h～40km/h とし、20km/h 以下の速度に関しては 20km/時の値、40km/h 以上の速度に関しては 40km/h 時の値を用いるものとした。

また、原単位の算出結果から、普及率 20%、50%においては、CO2 排出量の変化率がほぼ 0 であった。そのため、本検討においては、20%、50%においては CO2 排出削減効果はないものと推定し、90%における効果を算出した。

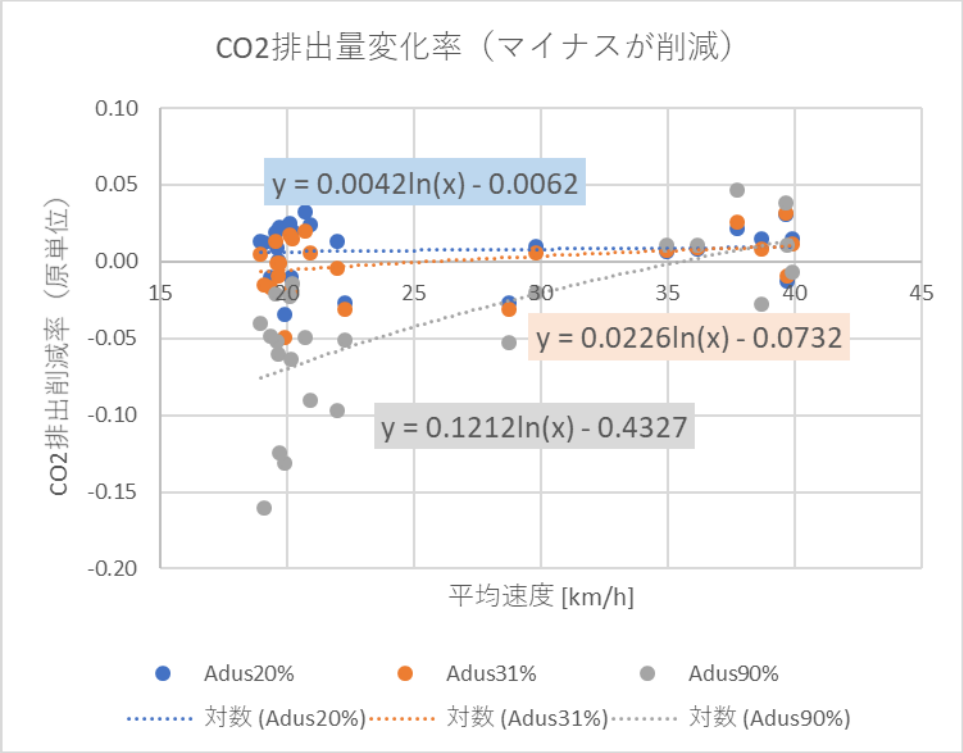


図 4.2-70 一般道路の CO2 排出削減率（原単位）

※マイナスが削減を表す

c. 計算結果

上記の手順で計算を行った。計算結果を図 4.2-71 に示す。

この結果から、以下のことが明らかになった。

・低普及率時には、CO2 排出量には特に影響は見られなかった。普及率が向上すると、CO2 排出削減にやや貢献する結果となったが、大きな削減にはつながらなかった。

要因として、以下の事項が考えられる。

・信号等における発進遅れが少なくなることで、損失時間の削減にはつながったが、一般道の場合は損失時間は削減されても、信号交差点を含む区間を走行する際に、停止・発進の回数等は大きく変わらないものと想定される。そのため、低普及率時には CO2 排出量の効果は見られなかったものと考えられる。一方で、高普及率時には、大きな数ではないものの、発進遅れの小さい自動運転車が混入することで、停止・発進等の回数が減り、CO2 排出量の削減に寄与したものと考えられる。

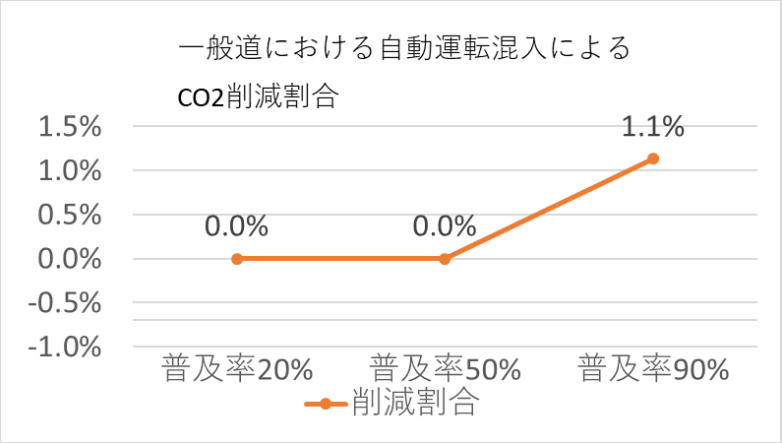


図 4.2-71　一般道における CO2 排出削減の全国拡大推計結果

3) 交通事故に起因する交通渋滞の考慮

a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

一般道路における、事故に起因する渋滞量の削減と CO2 排出量の削減について算出する。なお，この検討は 2019 年度に実施した普及率推計の結果，即ち，普及年次と普及率の関係については，2035 年に 25%，2050 年に 34%との関係があるものとみなして実施したものである

＜全国の事故低減に基づく渋滞削減量＞

$$\Delta LC^{a} = N \times R \times lc^{a} \times q^{l} \times \mathrm{K}$$

ΔLC^{a}:一般道路における、自動運転混入による事故渋滞削減量の全国拡大値
N:一般道路の事故発生件数（件/年）
R:一般道路における事故発生1件あたり、事故による渋滞が発生する確率
lc^{a}:一般道路の事故渋滞1件あたりの渋滞損失時間
q^{l}：一般道路における事故低減割合
K:東京都の一般道路の全交通量と、47都道府県の一般道路の平均交通量の比

全国の事故低減に基づく渋滞削減量＝
全国の事故発生件数×事故影響がある確率×
1件あたり事故による渋滞損失時間×
事故低減割合×交通量調整係数

＜全国の事故低減に基づく CO2 排出削減量＞

$$\Delta LE^{a} = N \times R \times le^{a} \times q^{l} \times \mathrm{K}$$

ΔLC^{a}:一般道路における、自動運転混入による事故渋滞削減量の全国拡大値（万人・時間/年）
N:一般道路の事故発生件数（件/年）
R:一般道路における事故発生1件あたり、事故による渋滞が発生する確率
le^{a}:一般道路の事故渋滞1件あたりのCO2排出増加量
q^{l}：一般道路における事故低減割合
K:東京都の一般道路の全交通量と、47都道府県の一般道路の平均交通量の比

全国の事故低減に基づくCO2排出削減量＝
全国の事故発生件数×事故影響がある確率×
1件あたり事故によるCO2排出増加量×
事故低減割合×交通量調整係数

b. 計算に必要な諸元

◆全国の事故件数

全国の事故発生件数は、道路の交通に関する統計（交通事故の発生状況、H30）を使用し、「歩行者事故・車線逸脱・追突」の人身事故のみ抽出した件数を用いた（表 4.2-26）。

表 4.2-26　交通事故の発生状況（H30）

事故類型別＼年		20年	21年	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	増減数	増減率	構成率	指数
人対車両	対面通行中	4,578	4,333	4,375	4,117	4,045	3,690	3,588	3,370	3,145	3,017	3,047	30	1.0	0.7	67
	背面通行中	7,039	6,963	6,871	6,497	6,134	5,859	5,499	5,221	4,887	4,628	4,539	−89	−1.9	1.1	64
	横断中 横断歩道	19,917	19,757	20,244	19,218	18,807	18,154	17,417	17,559	16,336	16,267	15,544	−723	−4.4	3.6	78
	横断中 横断歩道付近	2,372	2,225	2,223	2,128	2,040	1,913	1,716	1,755	1,538	1,449	1,391	−58	−4.0	0.3	59
	横断中 横断歩道橋付近	231	194	211	174	175	155	146	130	118	116	90	−26	−22.4	0.0	39
	横断中 その他	19,179	18,918	18,414	16,597	15,699	14,266	12,919	12,263	11,859	11,404	10,384	−1,020	−8.9	2.4	54
	横断中 小計	41,699	41,094	41,092	38,117	36,721	34,488	32,198	31,707	29,851	29,236	27,409	−1,827	−6.2	6.4	66
	路上遊戯中	700	723	676	638	554	512	458	394	336	305	247	−58	−19.0	0.1	35
	路上作業中	1,120	1,141	1,039	965	926	925	836	794	763	748	647	−101	−13.5	0.2	58
	路上停止中	1,787	1,685	1,814	1,564	1,447	1,369	1,242	1,282	1,287	1,205	1,023	−182	−15.1	0.2	57
	路上横臥	−	−	−	−	403	369	356	376	325	315	315	0	0.0	0.1	−
	その他	13,835	12,685	12,853	13,279	13,328	13,257	12,314	11,894	10,958	11,302	11,391	89	0.8	2.6	82
	計	70,758	68,624	68,720	65,177	63,558	60,469	56,491	55,038	51,552	50,756	48,618	−2,138	−4.2	11.3	69
車両相互	正面衝突	19,253	17,913	17,170	16,574	15,493	14,097	12,562	11,329	10,381	10,000	9,241	−759	−7.6	2.1	48
	追突 進行中	30,215	29,973	29,434	28,460	21,755	21,057	18,869	17,264	16,413	15,395	13,630	−1,765	−11.5	3.2	45
	追突 その他	209,037	203,292	205,564	201,895	209,922	204,359	188,616	179,604	168,154	152,450	135,931	−16,519	−10.8	31.6	65
	追突 小計	239,252	233,265	234,998	230,355	231,677	225,416	207,485	196,868	184,567	167,845	149,561	−18,284	−10.9	34.7	63
	出会い頭衝突	208,307	199,346	193,862	180,831	168,140	156,086	140,766	130,722	120,679	115,703	106,631	−9,072	−7.8	24.8	51
	追越・追抜時衝突	10,808	10,890	10,578	10,182	9,705	9,477	8,915	8,674	8,447	8,237	7,399	−838	−10.2	1.7	68
	すれ違い時衝突	7,656	7,135	7,084	6,920	6,585	6,467	5,879	5,529	5,167	5,001	4,473	−528	−10.6	1.0	58
	左折時衝突	38,012	36,907	35,620	33,719	31,247	28,964	25,957	23,444	21,555	21,081	19,149	−1,932	−9.2	4.4	50
	右折時衝突	68,148	64,752	62,552	58,143	54,925	50,343	46,295	43,231	40,136	38,684	35,037	−3,647	−9.4	8.1	51
	その他	65,333	62,927	62,591	61,063	57,860	54,526	50,227	45,762	42,857	42,261	39,123	−3,138	−7.4	9.1	60
	計	656,769	633,135	624,455	597,787	575,632	545,376	498,086	465,559	433,789	408,812	370,614	−38,198	−9.3	86.1	56
車両単独	工作物衝突 電柱	2,988	2,750	2,626	2,267	2,102	1,906	1,498	1,208	1,071	908	757	−151	−16.6	0.2	25
	工作物衝突 標識	726	668	619	587	508	471	367	294	234	216	165	−51	−23.6	0.0	23
	工作物衝突 分離帯等	1,131	1,031	999	982	848	800	667	553	533	521	446	−75	−14.4	0.1	39
	工作物衝突 防護柵等	5,138	4,856	4,296	3,933	3,497	3,143	2,515	2,130	1,834	1,604	1,432	−172	−10.7	0.3	28
	工作物衝突 家屋・塀	2,080	2,024	1,884	1,747	1,554	1,410	1,161	1,024	850	785	646	−139	−17.7	0.2	31
	工作物衝突 橋梁・橋脚	424	396	314	303	306	261	188	166	133	140	100	−40	−28.6	0.0	24
	工作物衝突 その他	4,073	3,939	3,710	3,334	3,088	2,683	2,376	2,027	1,748	1,600	1,417	−183	−11.4	0.3	35
	工作物衝突 小計	16,560	15,664	14,448	13,153	11,903	10,674	8,772	7,402	6,403	5,774	4,963	−811	−14.0	1.2	30
	駐車車両衝突	1,558	1,515	1,347	1,346	1,284	1,200	1,079	976	832	892	811	−81	−9.1	0.2	52
	路外逸脱 転落	1,854	1,834	1,692	1,451	1,281	1,159	953	782	709	601	494	−107	−17.8	0.1	27
	路外逸脱 その他	1,091	1,072	1,010	803	711	595	485	376	343	277	214	−63	−22.7	0.0	20
	路外逸脱 小計	2,945	2,906	2,702	2,254	1,992	1,754	1,438	1,158	1,052	878	708	−170	−19.4	0.2	24
	転倒	12,341	10,909	9,495	8,148	7,082	6,171	5,078	4,200	3,425	3,014	3,038	24	0.8	0.7	25
	その他	5,378	4,807	4,683	4,144	3,633	3,287	2,838	2,499	2,069	1,970	1,766	−204	−10.4	0.4	33
	計	38,782	35,801	32,675	29,045	25,894	23,086	19,205	16,235	13,781	12,528	11,286	−1,242	−9.9	2.6	29
列車		85	77	74	75	73	102	60	67	79	69	83	14	20.3	0.0	98
全事故類型		766,394	737,637	725,924	692,084	665,157	629,033	573,842	536,899	499,201	472,165	430,601	−41,564	−8.8	100.0	56

注１　増減数（率）は、平成29年と比較した値である。
　２　指数は、平成20年を100とした場合の平成30年の値である。
　３　「列車」とは、列車が当事者となった踏切上の事故をいう。

出典：警視庁　交通事故の発生状況、H30

◆事故影響がある確率

事故影響がある確率は、平成 30 年度戦略的イノベーション創造プログラム（自動走行システム）：地域交通 CO2 排出量可視化技術の開発及び実証（経済産業省）の成果より、以下の値を用いた。

事故影響がある確率＝45 件/473 件＝9.5%

◆1 件あたり事故による渋滞損失時間

渋滞損失時間は、下式より求められる。

$$渋滞損失時間(万人時/年)=\sum\left(\frac{区間の距離}{通常時の旅行速度}-\frac{区間の距離}{基準旅行速度}\right)\times区間交通量\times平均乗車人数\times365\div10,000$$

出典：国土交通省「道路事業・街路事業に係る総合評価要綱（H21）」

1 件あたり事故による渋滞損失時間は、平成 30 年度戦略的イノベーション創造プログラム（自動走行システム）：地域交通 CO2 排出量可視化技術の開発及び実証（経済産業省）の成果の手法を用い、以下の値を用いた。

1 件あたり事故による渋滞損失時間：1.79（千人・時間／件）

なお、平均乗車人数については、平成 27 年道路交通センサスより、自家用乗用車の平均輸送人数 1.31 人を用いた。

◆1 件あたり事故による CO2 排出増加量

1 件あたり事故による CO2 排出増加量は、平成 30 年度戦略的イノベーション創造プログラム（自動走行システム）：地域交通 CO2 排出量可視化技術の開発及び実証（経済産業省）の成果より、以下の値を用いた。

1 件あたり事故による CO2 排出増加量：1337.8（kg-CO2／件）

◆自動走行システム導入による事故低減割合

自動走行システム導入による事故低減割合は、「交通事故低減詳細効果見積もりのためのシミュレーション技術の開発及び実証」事業によって算出された、大都市モデル（＝所沢市）における「追突事故」、「歩行者横断中の事故」、「車線逸脱に起因する事故」に関する自動走行システム導入（普及シナリオ別）による事故低減割合は図 4.2-72、図 4.2-73 に示すとおりである。

5パターン：現状(手動100%)，全体普及率25%，50%，75%，100%

シナリオ		0	1	2	3	4	5
システムの全体普及率		現状	25%	50%	75%	100%	上限
手動走行		100%	75%	50%	25%	-	-
運転支援システム	警報･自動ブレーキ(レベル1)	-	20%	20%	15%	10%	-
	警報･自動ブレーキ 定速･追従走行 車線維持(レベル2)	-	5%	20%	25%	15%	-
自動走行システム	条件付運転自動化(レベル3)	-	-	10%	25%	50%	-
	高度運転自動化(レベル4)	-	-	-	10%	25%	100%

図 4.2-72 交通事故低減効果の推計における自動走行システムの普及シナリオ設定

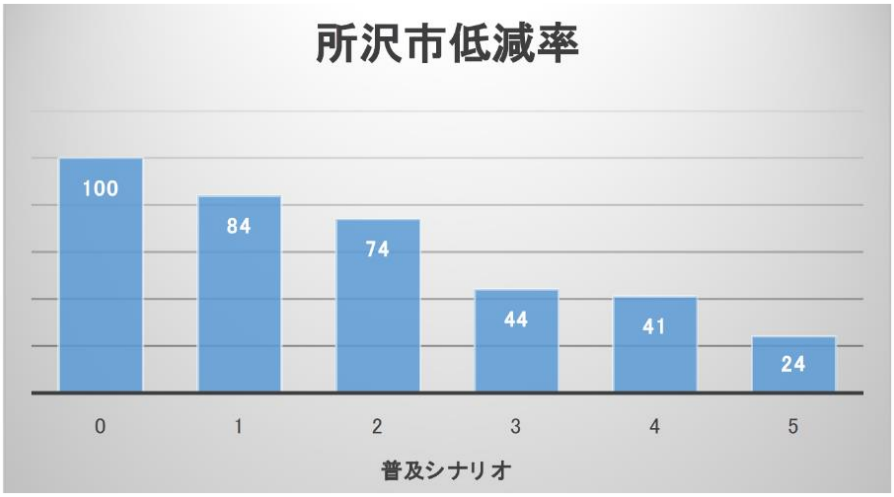
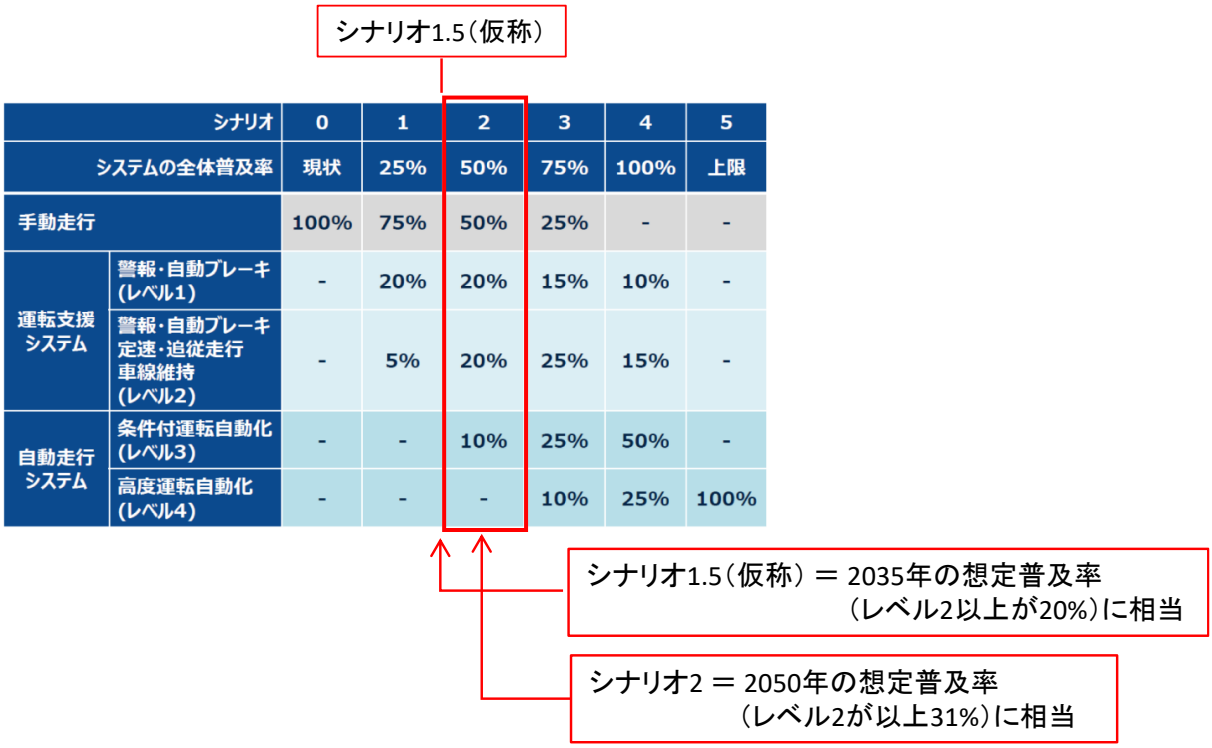


図 4.2-73 大都市（所沢市）における自動走行システム導入による事故低減割合

これらの成果を活用すると、ここで想定する 2035 年の一般道における普及率（レベル 2 以上）：20%は、上記の普及シナリオのシナリオ 1 から 2 の間に相当するものとなる。また、2050 年の一般道における普及率（レベル 2 以上）：31%は、上記の普及シナリオのシナリオ 2 に相当するものとなる（図 4.2-74）。

以上を踏まえ、ここで想定する 2035 年および 2050 年の普及率に対する、事故低減割合を図 4.2-

75 に示すとおり設定した。



シナリオ		0	1	2	3	4	5
システムの全体普及率		現状	25%	50%	75%	100%	上限
手動走行		100%	75%	50%	25%	-	-
運転支援システム	警報・自動ブレーキ（レベル1）	-	20%	20%	15%	10%	-
	警報・自動ブレーキ 定速・追従走行 車線維持（レベル2）	-	5%	20%	25%	15%	-
自動走行システム	条件付運転自動化（レベル3）	-	-	10%	25%	50%	-
	高度運転自動化（レベル4）	-	-	-	10%	25%	100%

図 4.2-74 2035 年および 2050 年の想定普及率と普及シナリオとの対応

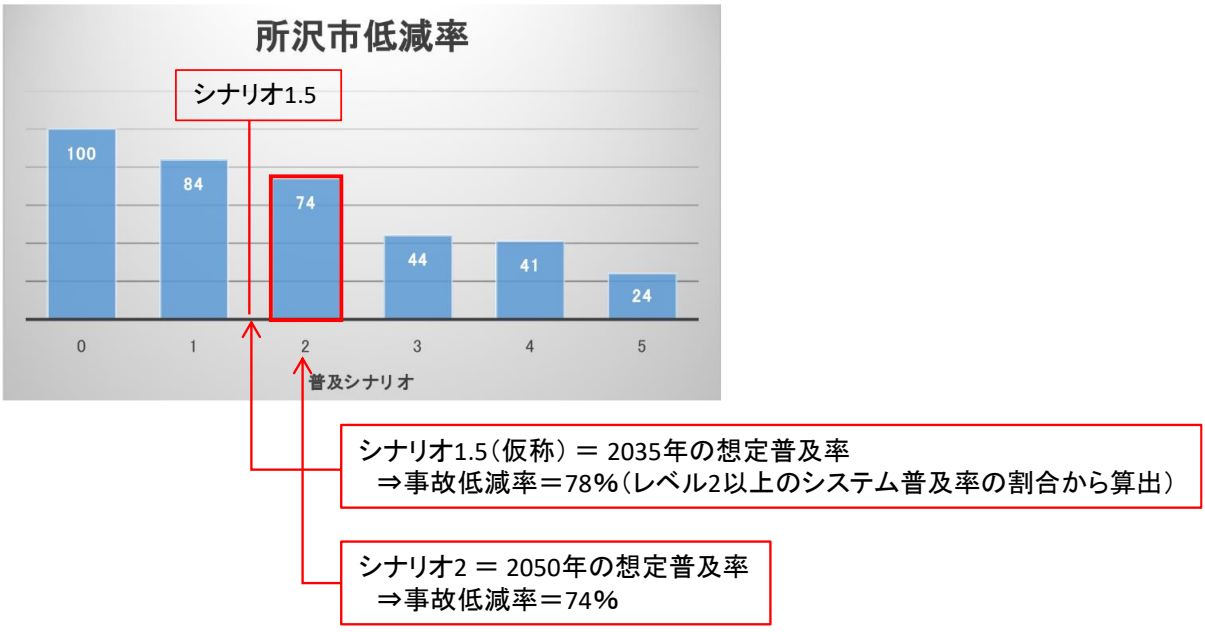


図 4.2-75 2035 年および 2050 年における事故低減率の想定

◆交通量調整係数

既往の推計結果は東京都を対象としていたため、そのまま全国拡大に適用した場合、事故影響を過大評価する可能性がある。そこで、事故影響は交通量に依存すると仮定し、東京都の一般道の交通量に対して、全国平均の交通量の比を交通量調整係数として用いることとした（表 4.2-27）。

表 4.2-27　交通量調整係数

場所	道路種別	沿道状況	24時間平均交通量 （台/日） （小型車・大型車合計）
①全国	一般道路	平地部・山地部合計	6,690
②東京都（特別区）	一般道路	平地部・山地部合計	24,683
		交通量調整係数 ＝①／②＝	0.27

出典：道路交通センサス、H27

c. 計算結果

計算結果を以下に示す。

◆全国の事故低減に基づく渋滞損失時間削減量

全国の事故低減に基づく渋滞損失時間削減量を推計した結果、表 4.2-28 に示すとおりとなった。

2035 年に想定する普及率（＝シナリオ 1.5（仮称））において、全国で年間 180.5 万人・時間の渋滞損失時間が削減され、2050 年に想定する普及率（＝シナリオ 2）において、全国で年間 213.3 万人・時間の渋滞損失時間が削減される結果となった。

また、自動走行システムが最も普及したと仮定する普及シナリオ 5 において、全国で年間 623.6 万人・時間の渋滞損失時間が削減される結果となった。

表 4.2-28　全国の事故低減に基づく渋滞損失時間削減量

普及シナリオ	対象の事故類型	全国の事故発生件数	事故影響がある確率	1件あたり事故による渋滞損失時間	事故低減割合	交通量調整係数	全国の事故低減に基づく渋滞削減量	
		（件/年）	（%）	（千人・時間／件）	（%）	－	（万人・時間／年）	
0	・追突 ・歩行者横断中 ・車線逸脱	177,678	9.5%	1.79	0.0%	0.27	0.0	
1	同上	177,678	9.5%	1.79	16.0%	0.27	131.3	
1.5（仮称）	同上	177,678	9.5%	1.79	22.0%	0.27	180.5	◀ 2035年の想定普及率に相当
2	同上	177,678	9.5%	1.79	26.0%	0.27	213.3	◀ 2050年の想定普及率に相当
3	同上	177,678	9.5%	1.79	56.0%	0.27	459.5	
4	同上	177,678	9.5%	1.79	59.0%	0.27	484.1	
5	同上	177,678	9.5%	1.79	76.0%	0.27	623.6	

◆全国の事故低減に基づく CO2 排出削減量

全国の事故低減に基づく CO2 排出削減量を推計した結果、表 4.2-29 に示すとおりとなった。

2035 年に想定する普及率（＝シナリオ 1.5（仮称））において、全国で年間 1,348.4 t-CO2 が削減され、2050 年に想定する普及率（＝シナリオ 2）において、全国で年間 1,593.6 t-CO2 が削減される結果となった。

また、自動走行システムが最も普及したと仮定する普及シナリオ 5 において、全国で年間 4,658.1 t-CO2 が削減される結果となった。

表 4.2-29　全国の事故低減に基づく CO2 排出削減量

普及シナリオ	対象の事故類型	全国の事故発生件数	事故影響がある確率	1件あたり事故によるCO2排出増加量	事故低減割合	交通量調整係数	全国の事故低減に基づくCO2排出削減量	
		（件/年）	（%）	（kg-CO2/件）	（%）	－	（t-CO2/年）	
0	・追突 ・歩行者横断中 ・車線逸脱	177,678	9.5%	1337.8	0.0%	0.27	0.0	
1	同上	177,678	9.5%	1337.8	16.0%	0.27	980.6	
1.5（仮称）	同上	177,678	9.5%	1337.77	22.0%	0.27	1,348.4	◀ 2035年の想定普及率に相当
2	同上	177,678	9.5%	1337.8	26.0%	0.27	1,593.6	◀ 2050年の想定普及率に相当
3	同上	177,678	9.5%	1337.8	56.0%	0.27	3,432.3	
4	同上	177,678	9.5%	1337.8	59.0%	0.27	3,616.1	
5	同上	177,678	9.5%	1337.8	76.0%	0.27	4,658.1	

(5) 全国の一般道路における交通渋滞（損失時間）・CO2 排出削減量

自動運転車が混入することで、高速道路も一般道路も損失時間削減効果が見られた。特に自動運転車の普及が進むほど、損失時間削減効果は大きいものとなった。ただし、高速道路において、車間時間が長いケースの場合には、その効果は一定程度にとどまることとなった。

また、高速道路においては、自動運転車が混入することで、CO2 削減効果も一定程度見られた。一方で、一般道路においては、自動運転車の混入による CO2 削減効果は限定的であったが、90%普及時には 1%程度の削減効果が見られた。

そのため、自動運転車普及促進策を取ることで、わが国全体における交通流の円滑化や CO2 削減効果に貢献することができると考えられる。

4.2.3 低速な移動サービス・物流サービスの導入による道路交通への影響

低速な移動サービスや物流サービスを地方部の人口減少社会での人・モノの移動確保のために導入する場合，そこで一般車両が低速車両に追従することにより，ある種の渋滞が発生することもあり得る。ここでは，その影響は低速車が走行している間にだけ発生するものであり，その影響量は無視できるほど小さいものであることを説明する。

下記，*の試算によれば，ごく普通の信号交差点を一つ設置したことで，渋滞はしないが赤信号により停止することで生じる待ち時間の総和と同程度に過ぎないことが分かる。

一般に，渋滞による時間の損失・CO2 排出量の増大を議論する場合には，渋滞の原因となるボトルネックの交通容量に対しこれを交通需要が超過する時間の長さに対して，交通渋滞が継続しその影響を被る車両が存在する時間は何倍にも長くなることが理論的に導かれる。その結果，とくに都市部の交通渋滞や，重交通量の高速道路における交通渋滞による総損失時間量（1台当たり渋滞のせいで余分に費やした時間の全車両総和）は，単に渋滞無しで赤信号で生じる待ち時間の総和よりも遙かに大きくなる（下記，**の試算参照）。したがって，同様に，低速車による損失時間の総和よりも遙かに大きい。

なお，たとえば 2050 年シナリオとして，低速な移動サービスサービスがこうした地方部で十分に普及することを想定すると，低速サービスがありとあらゆる地方部で 1 時間に 1 台，走行していたとしても，相対的にこの車両に追いつくであろうその他の一般車の交通需要の一部が低速サービス利用へ移行するであろうから，その分だけ一般車の交通需要も低下し，その結果，ムービング・ボトルネックで損失する旅行時間の総和も小さくなることも想定できるので，普及が十分に進んだとしても，却ってその影響は益々低下するものと想定される。

［*定量的な根拠の試算］

・40km/h 規制のところを 20km/h の低速移動体があると，理論的には，いわゆる「ムービング・ボトルネック」という状態で渋滞が形成されることになる。
・5km の距離を 40km/h で走れば 7.5 分で走破するが，この距離を 20km/h で走行すると 2 倍の 15 分を要し，その差は 7.5 分となる。
・一方，過疎地において導入される低速移動サービス・物流サービスは，歩行者横断部に信号機も設置されないほど交通量が低いものと想定し，警察庁の信号設置指針の通達によれば，原則としてピーク時交通量が往復 300 台/時未満，仮に重交通量率(D 値)を 60%（凡そ高めの限界値）とすると，ピーク時に多い方の方向の交通需要は 180 台/時未満，との値が高位限界値となる。
・180 台/時を換算すると，7.5 分間には 22.5 台到着することになる。したがって，5km 区間の間に余分に費やす 7.5 分間に，追いつく車両は 22.5 台，これが全く追越をしなければ，最初に追いついた車両は 7.5 分の余分な走行時間（遅れ時間），最後に追いついた車は遅れ時間ゼロ，そ

の間，仮に一様に到着したとすれば遅れ時間は線形に変化するので，1 台の 20km/h で走行する低速車が 5km 走行する間に，本来なら 40km/h で走れるはずの車がこの低速車に追いつくことにより生じる損失時間の総和は，たかだか，

22.5 台*7.5 分/2＝84.375 台・分

となる。

・なお，この値は，低速サービスが交通需要がピークの 1 時間にサービスを提供した場合で，全車・追越をしない場合，という最悪シナリオの数字である。

・通常，赤時間が 50%の信号交差点で渋滞しないぎりぎりの交通容量は，1 車線当たり 900 台/時程度である。この交通需要の 75%の交通需要を想定し，その交通需要 1 時間当たりで，半分の車両が赤信号により停止する遅れ時間が発生し，仮に 1 回の赤時間の長さが 30 秒だとすると，

(900*0.75)*(1/2)台*30 秒/2＝84.375 台・分

となる。これは上記で計算した，低速車に追いつくことで生じる渋滞の総遅れ時間に等しくなる。

・つまり，「過疎地における低速車のラストワンマイルサービス」が 3 マイルの移動サービスをしている車両に追い越しをせずに渋滞している状態というのは，ごく普通の渋滞していない信号交差点の信号待ちと同程度の損失時間しか生じていないのである。

第5章　交通サービス分野へ与える影響の検討
5.1 交通制約者及び過疎地等の交通不便地域でのモビリティ確保

5.1.1 概要

中山間地域では住民の少子高齢化や若者の都会への流出、企業の経営悪化とそれに伴う撤退などによって、本来は企業や住民が行うサービスを行政が担っている例が散見される．例えば、交通安全の啓発・広報や防犯パトロールといった業務は、都市部では町内会や地元の住民団体によって行われるが、中山間地域では行政サービスとして実施されていることも多い．このような行政サービスには多くの労働力や費用が伴うが、企業や住民と同様に、行政においても人材不足が深刻化しているため、現在行政が担っているサービスの持続可能性は高いとは考えられない．そのため労働力と費用を節約し、いかに行政サービスを維持するかが中山間地域における最重要課題の１つであるといえる。課題への対応策の１つとして、自動運転技術の導入が期待されている。人手不足や労働力の限界という問題に対して、自動運転技術は運転作業の省力化などによって解決策を導き出す可能性がある。しかし、どのような場面で、どの程度、自動運転技術が中山間地域の行政サービスの維持、向上に貢献するかはこれまでに十分議論されているとはいえない。

自動運転の普及は中山間地域に多くの恩恵をもたらすと考えられている。その潜在的な効果を具体化するに際しては、潜在的なエンドユーザーに自動運転の利用意向を尋ねることが一般的であるものの、現時点で確立していない技術の利用意向を高齢者が多い中山間地域で住民に質問することは容易ではない。一方、上述したように中山間地域では行政サービスが住民の暮らしを支えている割合が高い。そこで本研究では、行政サービスの視点から、中山間地域において自動運転技術がどの分野のどの用途に導入可能であり、どのように活用が期待されるかを、行政サービスのために利用されている自動車の利用実態から検討する。さらに、中山間地域の自治体職員との対話により自動運転技術の導入効果とその課題について考察を行う。

5.1.2 自動車を用いた行政サービス生産の実態

(1) 調査対象地域と使用データの概要

行政サービスには、バスの運行やゴミの収集といった定期的に住民に提供されるものから、現場の確認や災害への対応といった突発的で間接的に提供されるものなど、様々な業務がある。例えば、バスの運行であれば巡回ルートや時刻表、ゴミの収集であればゴミの回収日や回収場所がわかれば、行政サービスを生産している頻度や範囲などの把握が可能である。しかし、役場職員が公用車をどのような場面でどの程度用務として利用しているのかは不明な点が多い。そこで、本調査では、これまで十分に把握されていなかった公用車を用いた行政サービスの実態に着目する。

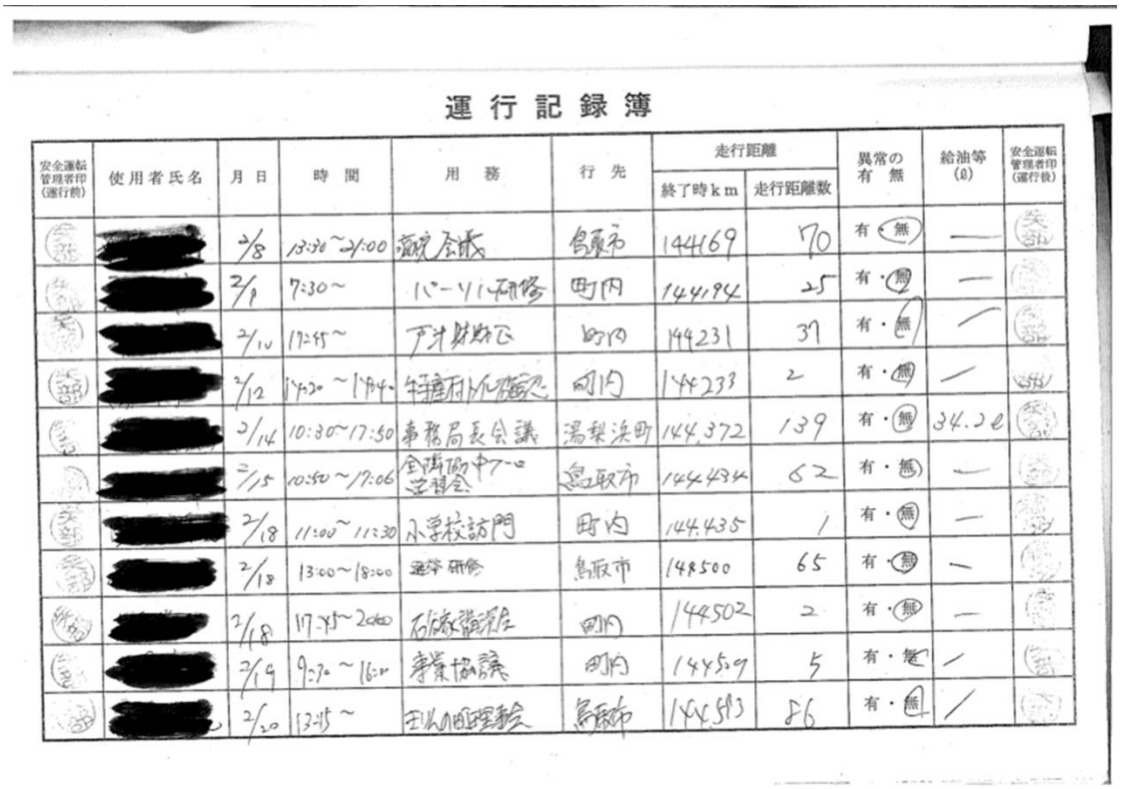
分析対象地域は公用車の運行記録が保存されている鳥取県八頭郡智頭町とする。智頭町は鳥取県の東南部に位置し、南と東は岡山県に接している。周囲は1,000m級の中国山脈の山々が連なっており、その山峡を縫うように流れる川が千代川として合流し、日本海に注いでいる。町の総面積の9割以上が山林で、スギをはじめとする見渡すかぎりの緑が一面に広がっている。平成30年4

月時点の人口は6,776人、人口密度は31.2人/km^{2}であり、高齢化率は41.5%である。

本調査では、智頭町役場の公用車の運行記録データを用いる（表5.1-1、図5.1-1）。智頭町役場では35台の公用車を各課において数台ずつ保有している。公用車の利用実態は運行記録票に記入されている。運行記録には、月日や時間、走行距離などの量的データと、用務や行先などの質的データが記録されている。2018年1月1日から12月31日までの1年間について、データ収集を行った結果、年間6,106件の公用車の利用があることが明らかとなった。このうち、利用実態に関する情報がすべて記録されているのは、6,106件中、5,882件であり、有効データ率は96.3%であったことから、ほぼ全ての公用車の利用実態が記録されている。なお、記入漏れがあった224件の内訳は、走行距離不明が49件、用務不明が196件であった。以降では、すべての情報が記録されている5,882件のデータを用いて分析を行う。

表 5.1-1　智頭町運行記録データの概要

対象	智頭町の公用車
期間	2018年1月1日～12月31日
サンプル数	35台、6,106件
内容	課名称、車種、使用者氏名、月日、時間、用務、行先、走行距離、異常の有無、給油



運行記録簿

安全運転管理者印（運行前）	使用者氏名	月日	時間	用務	行先	走行距離 終了時km	走行距離 走行距離数	異常の有無	給油等（ℓ）	安全運転管理者印（運行後）
	[redacted]	2/8	13:30～21:00	高校会議	鳥取市	144169	70	有・無	—	
	[redacted]	2/9	7:30～	パーソル研修	町内	144194	25	有・無	—	
	[redacted]	2/10	17:45～	戸井財財区	町内	144231	37	有・無	—	
	[redacted]	2/12	14:20～14:40	特産府ドル協議	町内	144233	2	有・無	—	
	[redacted]	2/14	10:30～17:50	事務局長会議	湯梨浜町	144,372	139	有・無	34.2ℓ	
	[redacted]	2/15	10:50～17:06	全国協中フロ定理会	鳥取市	144434	62	有・無	—	
	[redacted]	2/18	11:00～11:30	小学校訪問	町内	144,435	1	有・無	—	
	[redacted]	2/18	13:00～18:00	選挙研修	鳥取市	144500	65	有・無	—	
	[redacted]	2/18	17:45～20:00	石谷家講演会	町内	144502	2	有・無	—	
	[redacted]	2/19	9:30～16:00	事業協議	町内	144509	5	有・無	—	
	[redacted]	2/20	13:15～	王山の町理事会	鳥取市	144,593	86	有・無	—	

図 5.1-1　智頭町運行記録票の例

(2) 運行記録の基礎集計

運行記録において用務は自由記述であるため、記入者によって表現が異なる。そのため、記入された内容に基づいて、用務内容を19分野に分類した。表5.1-2に、分類した用務とその具体例の一部を示す。

表 5.1-2　用務の具体例

用務	内容
会議	担当者会議、定例会、事業協議など
現場確認	農地パトロール、施設点検、町内回りなど
研修	研修、セミナーなど
イベント	スポーツ大会、式典など
訪問	住宅訪問、学校訪問など
事務	登記簿申請、書類の受け渡し、支払いなど
送迎	町長や学生などの送迎
運搬	荷物や備品などの運搬
住民対応	ヒアリング、面談など
広報	広報誌、チラシの配布や取材など
支援	教室支援、ケース支援など
説明会	市町村説明会、税金や年金の説明会など
教室	高齢者教室、学習教室など
打合せ	事業や交流会などの打合せ
アテンド	学生や企業などとのアテンド
災害対応	災害時パトロール、自然災害への対応など
作業	草刈りなどの作業
健診	がんや結核などの健診
その他	除雪、車の整備関連など

図 5.1-2 に智頭町の用務ごとの利用頻度を示す。利用頻度が最も高い用務は現場確認であり、次いで訪問、会議の順に多い。図 5.1-3 に用務ごとの走行距離を示す。走行距離が最も長い用務は会議であり、次いで現場確認、研修、イベントの順に長い。用務ごとの利用頻度と走行距離を比較すると、明確な関連性はみられなかった。訪問や現場確認といった利用頻度は高いが走行距離は短い用務は、頻繁に町内など近場を目的地としているものと考えられる。反対に、研修やイベントといった利用頻度は低いが走行距離は長い用務では、町外や県外といった遠方を目的地としているものと考えられる。

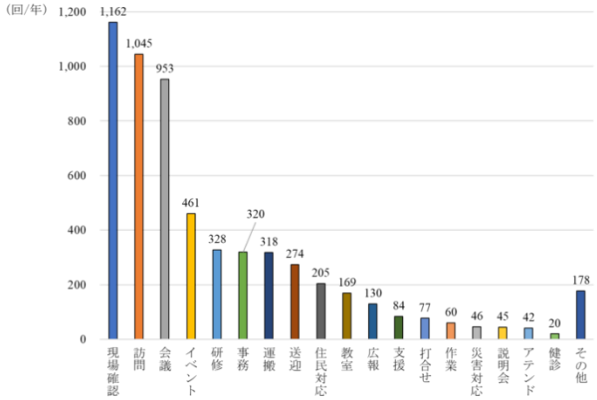


図 5.1-2　用務ごとの利用頻度

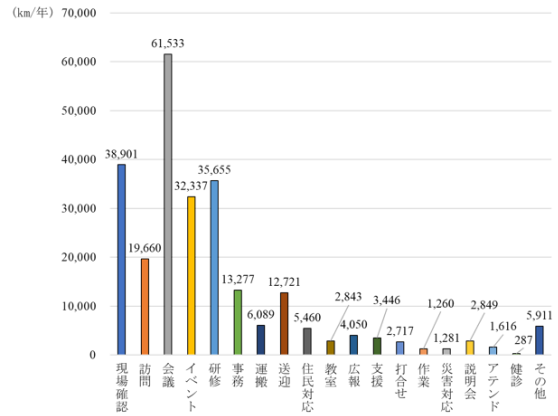


図 5.1-3　用務ごとの走行距離

智頭町では、公用車が課ごとに保有、利用されていることから、各課における利用状況を整理する。ここでは、運行記録に記入があった 7 つの課（総務課、企画課、福祉課、教育課、山村再生課、税務住民課、地域整備課）と町長車、図書館に分類している。図 5.1-4 に課ごとの利用頻度に基づく用務割合を示す。図 5.1-4 より、税務住民課では現場確認での利用が多いが、福祉課や地域整備課では訪問、町長車では会議での利用が多いというように、課によって利用頻度に基づく用務割合に相違があることがわかった。図 5.1-5 に、課ごとの走行距離に基づく用務割合を示す。図 5.1-5 より、税務住民課では現場確認での利用における走行距離が長いが、福祉課では訪問、地域整備課や町長車では会議での利用における走行距離が長いというように、利用頻度と同様に、課によって走行距離に基づく用務割合に相違があることがわかった。課ごとで利用頻度に基づく用務割合と走行距離に基づく用務割合を比較すると、福祉課では訪問目的の利用頻度割合は 50.5%に対して走行距離割合は 30.5%、地域整備課では会議目的の利用頻度割合は 10.0%に対して走行距離割合は 88.9%、町長車では会議目的の利用頻度割合が 32.1%に対して走行距離割合は 44.3%となっている。このように、課ごとの利用頻度と走行距離の用務割合を比較すると、その割合は大きく異なることがわかった。

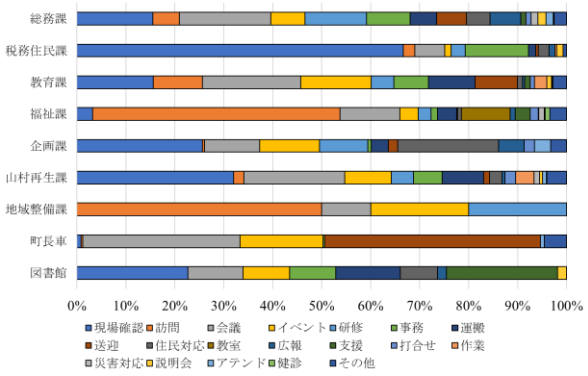


図 5.1-4　課ごとの利用頻度に基づく用務割合

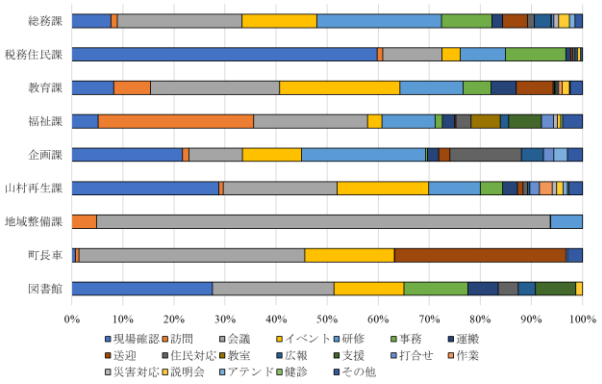


図 5.1-5　課ごとの走行距離に基づく用務割合

(3) 自動運転技術導入による自動車利用に関する効率化可能性の検討

宿泊を伴わない用務の場合、1 日の公用車の利用は役場から始まり、役場で終わる。現在公用車を利用する用務では、役場から職員が自動車を運転し目的地に向かい、用務を行ったのち、その職員が運転して役場に帰っている。ここで例として、10 時 30 分から 14 時 00 分に行われる会議への参加を考える。また、役場から会議が行われる場所（目的地）までの所要時間は 40 分と考える。このとき、9 時 50 分に役場を出発し、14 時 40 分に役場に帰ることになる。そして、会議が行われている 10 時 30 分から 14 時 00 分までの 3 時間 30 分、自動車は駐車場で使われずに放置されることになる。これら出発時刻や運転時刻、到着時刻などの関係を表現すると図 5.1-6 に示すようになる。

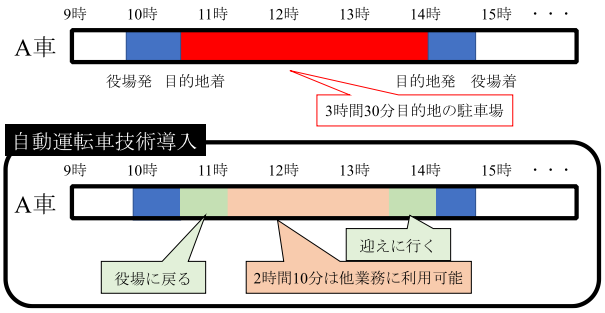


図 5.1-6　自動運転技術の導入前後の関係

自動運転技術が導入されることによる利点はいくつか考えられるが、その最大の恩恵は、運転手が不要で、自動車単体で移動できることである。上述の例だと、9 時 50 分から 10 時 30 分、14 時 00 分から 14 時 40 分までの移動している時間に、職員は運転ではなく、資料を見る、会議準備を行うなどの他の作業に時間を使うことができるようになる。さらに、自動車は職員を目的地に届けた後、無人で移動し、役場に帰ることができる。自動車が役場に戻れば、その自動車は他の用務で利用できる。ここでは、自動車が用務中に目的地の駐車場で使用されることなく放置されている現在の状態が、自動運転技術により自走し、他の目的地に向かうことによる効率化、すな

わち自動車の削減可能性に着目する。なお、本来であれば用務先間の直接移動を考えるべきであるが、運転記録票には詳細な目的地が記載されていないため、全ての自動車は役場で待機しており、役場から出発し、役場に戻ることを想定する。

図 5.1-7 に手順の例を示す。図上部の現在の利用状況のように運行記録の利用時間と走行距離から算出した走行時間を用いて、現在の 1 日の車両ごとの使われ方を算出する。ただし、走行時間は 10 分単位とし、開始時刻は切り捨て、終了時刻は切り上げとする。例として、現在の利用状況では A 車から E 車までの 5 台の自動車を利用している。A 車、C 車、D 車のように行きの移動時間と帰りの移動時間の和が目的地に待機する時間より短い場合、自動運転車は役場へ戻る。このとき、自動運転車は役場で待機できるので、自動運転車を他の用務で利用できる。B 車や E 車のように行き時間と帰り時間の和が目的地に待機する時間より長い場合、自動運転車は役場へ戻る前に迎え時間となる。その場合に自動運転車は目的地で待機するものとする。

A 車、C 車、D 車のように、役場に戻った後待機している時間で、それぞれ別の自動車で行っている用務を、同じ自動車で行うことができるか否かを検討し、利用最適化を行うと、図 5.1-7 下部の自動運転技術導入後のようになる。例えば、現在 A 車と E 車、C 車と D 車のように、利用時間が重ならない場合、これまでそれぞれ 2 台で行っていた用務を 1 台に削減できると考える。A 車と B 車のように利用時間が重なるときや、C 車と E 車のように利用時間は重なっていないが、役場まで戻る時間と利用時間が重なるときは、現在の利用状況から利用台数を削減できない。この例では、現在 A 車から E 車まで利用しているが、自動運転技術を導入することで A 車と E 車を A’車に、B 車を B’車に、C 車と D 車を C’車にすることで、5 台から 3 台まで削減可能となる。このような分析を、智頭町が保有している 35 台の公用車について行い、1 日あたりの必要な自動車台数、すなわち最小利用台数を算出する。これを 1 年間行い、現在の利用状況と自動運転技術導入後の利用状況の変化を明らかにする。

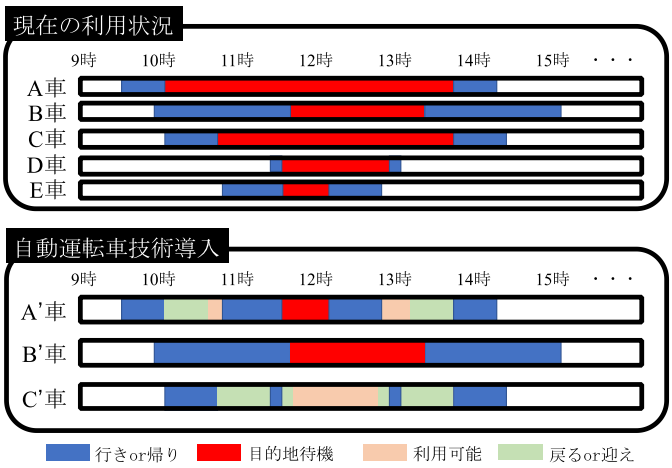


図 5.1-7　最適化説明の例

図 5.1-8 に現在の公用車の利用台数と自動運転技術導入後の日ごとの自動車必要台数の推移を示す。自動車台数の削減数は、現在の利用台数から自動運転導入後である最小利用台数の差であ

り、グラフの差分となる。

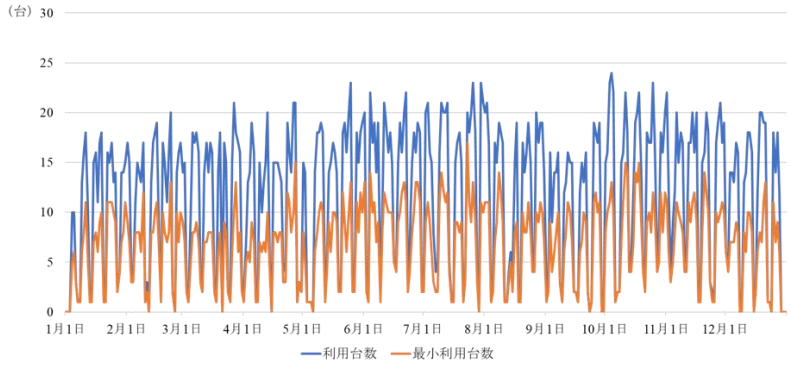


図 5.1-8　智頭町の年間の日ごとの自動車利用台数

図 5.1-9 に 1 日あたりの自動車利用台数の分布を示す。現在の利用状況に着目すると、1 日あたり 15 台を利用する日が全体で最も多く、1 日 1 台、1 日 16 台から 18 台利用している日も多いことがわかる。分布全体を見ると、智頭町の公用車の利用台数が 0 台から 5 台の日と 14 台から 20 台の日が相対的に多いことがわかる。自動運転技術導入の想定による最小利用台数と比較すると、5 台までは比較的大きな変化はないが、6 台から 12 台にかけて最小利用台数が現在の利用台数を大幅に上回っている。現在の利用台数は 15 台利用する日が 33 日で最も多いが、自動運転技術導入の想定による最小利用台数は 8 台利用する日が 45 日で最も多くなる。

図 5.1-10 に累積自動車利用台数を示す。現在の利用状況では、公用車 15 台で約 60%、19 台で約 90%、23 台で約 100%の年間用務が実現可能な状況である。自動運転技術導入を想定した場合は、8 台で約 60%、11 台で約 90%、15 台で約 100%の用務が実現可能になる。以上の結果から、現在の自動車利用状況に変化がないことを前提とすると、保有している 35 台の公用車は、15 台にまで削減可能であるといえる。一方、1 台の自動車が 1 日に何度も利用されると、その分、走行距離が増加することになる。そこで、自動運転技術導入による走行時間の変化に着目すると、現在の年間走行距時間 575,500 分（約 26.3 時間/日）に対して、自動運転技術導入後は 727,660 分（33.2 時間/日）となり、走行時間は約 26.4%増加することがわかった。

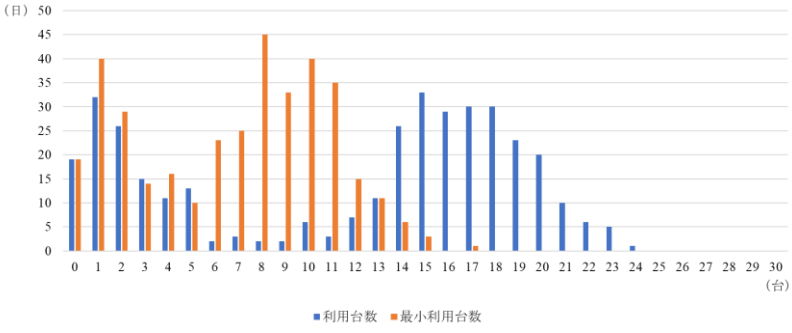


図 5.1-9　自動車利用台数の分布

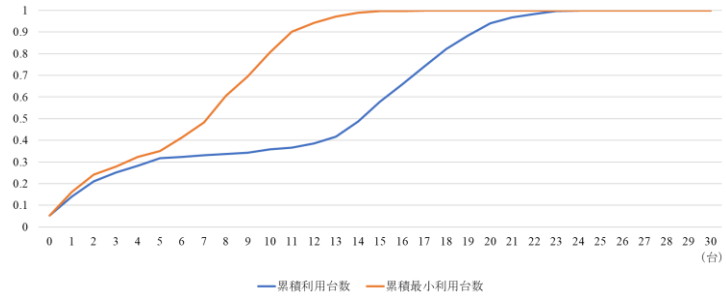


図 5.1-10　累積自動車利用台数

5.1.3 自動運転技術導入後の利用用途の検討

(1) 調査対象地域と調査方法の概要

前節では公用車の利用実態について着目したが、本節では公用車に限らず行政サービス全般において自動運転技術が導入可能であるサービスを把握し、そのうえで利用用途を検討することを目的とする。

現在の行政サービスの内容や問題点、自動運転車への期待、自動運転技術導入後の利用用途を検討するために、インタビュー調査を行った。インタビュー調査は、鳥取県大山町役場の 19 課（企画課、財務課、議会、総務課、税務課、水道課、住民課、教育委員会、農業委員会、地籍調査課、運転手、福祉介護課、健康対策課、こども課、人権交流センター、建設課、観光課、総合窓口室、公民館）の職員 54 名、鳥取県智頭町役場総務課職員 1 名、鳥取大学総務企画部職員 2 名、鳥取大学学長顧問 1 名の合計 58 名を対象に、2019 年 6 月 20 日から 10 月 11 日にかけて実施した。

インタビュー調査の結果、自動運転技術の導入に対する様々な期待を聞き出すことができた。それらの内容を整理すると、自動運転技術の導入による行政サービスの変化は、現在の行政サービスとの比較により、「運転サービスの代替」、「行政サービスの充実」、「行政サービスの創出」の 3 種類に分類できた（表 5.1-3～表 5.1-5）。

「運転サービスの代替」

現在行われているサービスのうち、自動運転技術によって代替可能なサービスが該当する。自動運転によって、ドライバーの負担軽減による省力化やドライバーが不要となる完全無人化が期待されるサービスである。

「行政サービスの充実」

現在供給力不足により十分に提供されていないサービスのうち、自動運転技術によって充実可能なサービスが該当する。自動運転によって、これまで運転に要していた人員を業務に集中させることで、サービスの高頻度化や範囲の拡大といったサービスの質の向上が期待される。

「行政サービスの創出」

自動運転技術の導入によって新たに実現可能となるサービスが該当する。さらに、業務を自動

化するような技術を付加することで、より発展したサービスの提供が期待される。

自動運転技術の導入による利用用途を運転サービスの代替、行政サービスの充実、行政サービスの創出の 3 種類で整理した結果を、表 5-3～5-5 に示す。自動運転技術の導入によって期待される内容は表内に記載しており、本文ですべての用途について詳しく説明すると冗長になるため、ここでは特徴的な用途についてのみ記す。

広報に関して、中山間地域では人口が少ないために運送会社よりも自治体職員が配送する方が費用も掛からないことから、現在は広報車の運転や広報誌の配布、学校への文書配布が行政サービスとして実施されている。例えば、選挙の案内を行う広報車は、自治体職員や自治体が依頼したボランティアなどによって運行されている。広報誌の配布は自治体職員が月に 2 回、区長宅へ配布を行っている。学校への文書配布は自治体職員が 1 日 2 回、町内の学校へ配布を行っている。これらのサービスには公用車が用いられているため、自動運転技術を導入すると、運転サービスの代替として人員削減や外注費の削減が期待できる。また、学校への文書配布において現金や個人情報が記載された文書といった特別なものを配布する場合を除いて、完全無人化が可能になると考えられる。

防災に関して、行政は災害が発生した場合に現状確認を行い、住民を安全に災害から守ることが必要である。災害時の安全確認（災害パトロール）では、自治体職員によって台風や地震といった災害が発生した場合に、公用車を用いて町内の巡回や現場確認が行われる。災害時の安全確認に自動運転技術を導入すると、運転サービスの代替、行政サービスの充実、行政サービスの創出の 3 つすべてにおいて効果が期待できる。運転サービスの代替では、車両を運転する必要がなくなるため、運転作業の省力化が期待できる。さらに、単純に運転しないことによる省力化だけでなく、従来車両を運転していた職員には、運転義務上、前方に注視することが求められるが、自身での運転が不要になれば、周囲の見回り、すなわち被害発生状況の確認に集中することが可能となる。これにより、車を運転するドライバーと被害状況を確認する調査員の 2 名から 1 名に削減することができる。そして、その 1 名を他の現場に派遣することができれば、町内の広範囲を一度に確認できる同時網羅性が向上するなどにより行政サービスの充実が期待できる。さらに、自動運転車にカメラを搭載し、カメラの映像を遠隔で確認することが可能になれば、職員が現場まで行って自分の目で直接確認していたところを無人で行うことができるようになる。そうなると、職員が現場出動するために要していた準備時間が必要でなくなるため、即時性が増す。さらに、職員が現場まで行く必要がなくなるため、職員の安全性が向上するとともに、現場確認以外の用務として、例えば役場で情報収集・整理を行い、対策の検討などを実施できるようになる。これらが、防災に関する新たな行政サービスの創出となる。

中山間地域では、集落によって医療機関への受診や緊急搬送が困難であることが課題になっている。集落に十分な医療施設がない場合、集落から離れた大規模な病院に行く必要がある。大山町では高齢化率が高いことから、自動車の運転が厳しくなり、バスやデマンドタクシーといった公共交通機関を利用して通院する高齢者や、1 人での外出ができず通院が困難な高齢者が一定数存在すると考えられる。また、緊急搬送の際には、救急車が待機している消防署から現場、現場から病院までが離れていることが想定され、医療過疎地では現場到着までの所要時間が長いことが考えられる。現在、大山町では緊急搬送は処置ができる乗務員が運転手を含む 3 人以上で行わ

れている。また、往診では医師と看護師の 2 人により町内在住の自身で通院できない高齢者を対象として、巡回・診察が行われている。これらのサービスに自動運転技術を導入すると緊急搬送と往診のどちらにおいても、運転サービスの代替と行政サービスの充実の 2 つで効果が期待できる。緊急搬送では、運転しないことによる省力化ができるだけでなく、緊急車両を運転している運転手を処置に集中させることができるため、より高度な対応を期待できる。また、自動運転技術の最適なルート選択によって、現場までの所要時間の短縮が可能となるため、即応的な緊急搬送が期待できる。往診では、運転しないことによる省力化に加えて、町内在住の高齢者宅までの移動時間に受診者のカルテを確認できるため、業務の効率化を図ることができる。これらが、医療に関する新たな行政サービスの充実として考えられる。

大山町では農業が主要産業の 1 つであるため、行政は町内の農作物の育成状況や作付けなどに異常がないかを確認する農地パトロールを行っている。年に 2、3 回行われる農地パトロールでは、約 30 台の公用車を利用して、見回りとあわせて実施されている。自動運転技術の導入によって、運転サービスの代替と行政サービスの充実で効果が期待できる。運転サービスの代替では、車両を運転する必要が無くなり、現在利用している約 30 台分の運転作業の省力化が期待できる。さらに運転の省力化と同時に、災害時の安全確認と同様に、周囲の見回り、すなわち農作物の育成状況や作付けの異常がないかを確認することに集中できるようになる。これにより、車を運転するドライバーの数を削減し、その分の職員が他の現場を確認することで、町内の広範囲を一度に確認できる同時網羅性が向上するといった、行政サービスの充実を期待できる。

このように、行政サービスにおける自動運転技術導入後の利用用途を整理した結果、用途によって自動運転技術の導入によるサービスの変化が異なり、それぞれで様々な効果が期待できることが明らかになった。

表 5.1-3　利用用途の整理

※網掛け：公用車による用務

分野	用途	現状	自動運転導入による利点	自動運転技術導入によるサービスの変化		
				運転サービス代替	行政サービス充実	行政サービス創出
広報	広報車	選挙案内など広報のためにスピーカ車で地域内を周回	・ドライバー（人件費や外注費）の削減	○省力化 ○無人化		
	広報誌の配布	職員が集落に広報誌を配送	・ドライバー（人件費や外注費）の削減	○省力化 ○無人化		
	イベント	イベント開催時の移動、 物品運搬	・ドライバーの削減 ・移動中の連絡 ・資料確認	○省力化		
	交通安全指導	職員が町内を周回し、啓発活動など	・移動中の連絡	○省力化		
	人権に関する大会	県外などで開催される人権大会への移動	・移動中に連絡 ・資料確認	○省力化		
	学校へ文書配布	1 日 2 回町内学校に文書配布	・ドライバーの削減 ＊現金や個人情報もあり	○省力化 ○無人化		
防災	災害時の安全確認（災害パトロール）	土砂崩れ、河川越水など災害発生が予想される際に現場を確認	・危険箇所への職員訪問が不要 ・調査員削減による他業務（対策検討）の充実	○省力化	○見回りに集中	○監視機能付加による無人化 ○調査員の現場視察不要による安全性の向上 ○同時網羅性 ○即時性
	災害時の物資輸送	職員が避難所へ物資を配送	・ドライバーの削減 ・他業務（対策検討）の充実	○省力化 ○無人化		
	消防訓練の準備	消防訓練の荷物運搬	・ドライバーの削減	○省力化 ○無人化		○即時性
	看板確認	町内の看板がどのようになっているか確認	・ドライバーの削減 ・見回り集中 ・カメラのみでも可	○省力化	○見回りに集中	○カメラ撮影による無人化 ○網羅性 ○即時性
	物資運搬	災害時等の物資運搬	・ドライバーの削減	○省力化 ○無人化		
自然環境	獣害対策	目撃情報（監視カメラ、センサーを含む）をもとに現地で調査・観察	・調査員削減の削減 ・調査員の安全性向上 ・カメラやセンサーではできない退治も可能となり、即時性と住民/調査員の安全性向上	○省力化	○即時性 ○定期的な威嚇	○カメラ撮影による無人化 ○追跡 ○網羅性
	除雪	町内の除雪 外注	・人件費や外注費削減	○省力化 ○無人化	○同時網羅性 ○即時性	
観光	自然体験型観光地への送迎	観光地まで職員が観光客を送迎	・観光地までのアクセシビリティの向上 ・何もない自然空間を演出	○省力化 ○無人化		○私的な車内空間 ○観光自由度の向上
	自然体験型観光地への弁当配達	商業施設がないため、職員が弁当などを搬送	・店舗や自動販売機など「自然を楽しむ」ために不要なものを排除 ・何もない自然空間を演出	○省力化 ○無人化	○uber eats	○観光自由度の向上

表 5.1-4　利用用途の整理

※網掛け：公用車による用務

分野	用途	現状	自動運転導入による利点	自動運転技術導入によるサービスの変化		
				運転サービス代替	行政サービス充実	行政サービス創出
林業	木材の搬送	伐採地点から林道まで小型重機で搬送 その後、軽トラックを用いて集積場まで搬送	・ドライバーの削減 ・作業効率の向上	○省力化 ○無人化		
交通	交通弱者の外出支援	タクシー、バス、共助的交通サービスに依存 他者への気兼ね、他者との相性により敬遠されることもある	・ドライバー問題の解消 ・気兼ねの解消 ・不仲者らによる同乗の回避	○省力化 ○無人化	○気兼ねの軽減	
	緊急搬送	医療過疎地における救急車両の到着時間が長い 乗務員が 3 名以上必要（運転手を含む）	・救急車両の到着時間の短縮	○省力化	○対応に集中 ○即応救急搬送	
	夜間の交通需要対応	ドライバー不足を主要因にタクシーやバスの夜間営業が廃止	・夜間の外出（帰宅）が可能 ・夜間の救急対応が可能	×（現在は廃止されている）	○無人化	
	スクールバス	外注	・ドライバーの削減 ＊見守りのための人員は必要	○省力化	○見守りに集中 ○個人の非日常的な登下校	
在宅支援	移動販売 移動図書館	週に数回、地区内を周回	・ドライバーの削減 ・集落訪問頻度の増加 ＊接客は必要	○省力化		○自動対応による無人化
	給食の配達 世帯への配食 買い物代行	ドライバーが各施設・世帯に配送	・ドライバーの削減	○省力化		
	住宅改修	住宅改修希望者の家を訪問し、確認	・移動中に連絡 ・移動中に資料確認	○省力化		
	往診	町内に医者と看護師が往診に行く	・ドライバーの削減	○省力化	○移動中にカルテ確認など業務の効率化	
	保健指導送迎	保健指導に来られない高齢者の送迎	・ドライバーの削減	○省力化 ○無人化		
農業	農作物の搬送	農家が農産物を道の駅や JA に配送	・ドライバーの削減 ・高齢者による事故削減	○省力化 ○無人化		○売れ残り商品の再利用
	農地までの移動	高齢者にとって、農地を見に行くことが生きがい。免許返納しない大きな理由の 1 つ。路線バスでは農地までの移動をカバーできない	・ドライバーの削減 ・高齢者による事故削減	○省力化		
	農地パトロール	生育状況や作付けなどを確認	・ドライバーの削減 ・見回りに集中	○省力化	○網羅性	

表 5.1-5　利用用途の整理

※網掛け：公用車による用務

分野	用途	現状	自動運転導入による利点	自動運転技術導入によるサービスの変化		
				運転サービス代替	行政サービス充実	行政サービス創出
介護	要介護者の移動	支援者が要介護者を車に乗せて施設まで送迎。送迎中に様態が悪化しても対応できない。また、要介護者が暴れてハンドルを取られることもある	・要介護者への意識の集中 ・ハンドル制御による安全性の向上 ＊介護士は必要	○省力化	○支援に集中	
	高齢者訪問	相談などに来られない高齢者の家へ訪問	・問診ドライバーの削減 ・移動中の連絡	○省力化	○役場への送迎	
	家庭訪問	児童、障がい者、成年後見人などの家へ訪問	・ドライバーの削減 ・移動中の連絡	○省力化	○役場への送迎	
	高齢者学級	高齢者向けのイベントで、自分で来られない高齢者や講師の送迎	・ドライバーの削減 ＊高齢者には職員が必要そう	○省力化		
地域安全	地域の見守り	職員や町内会支援者等が地域内の巡回	・ドライバーの削減	○省力化	○網羅性	
	防犯パトロール		・監視、救急・警察等への通報			
ゴミ	ごみ収集	各ゴミステーションでゴミを収集し運搬	・ドライバーの削減	○省力化		
水道	上水道関係現地調査	水源地や排源池の信号があった時に現地確認	・ドライバーの削減 ・見回りに集中 ＊現地での作業あり	○省力化	○見回りに集中	
	下水道関係現地調査	信号があった時に現地確認	・ドライバーの削減 ・見回りに集中 ＊現地での作業あり	○省力化	○見回りに集中	

5.1.4 自動運転技術の導入による効果の考察

前節では運行記録に基づく公用車の利用状況から、自動運転技術の導入後の公用車の定量的な変化を明らかにした。また、前節ではインタビュー調査によって行政サービスでの公用車の利用用途を把握し、運転サービスの代替、行政サービスの充実、行政サービスの創出において自動運転技術導入後の公用車の利用を整理した。

表 5.1-1 での用途を、表 5.1-2 の用務ごとに具体的な内容に従って分類する。そして、運転サービスの代替、行政サービスの充実、行政サービスの創出の 3 点それぞれにおいて、自動運転技術の導入による効果を図 5.1-2 の用務ごとの利用頻度や図 5.1-3 の用務ごとの走行距離から算出する。

(1) 運転サービスの代替に関する導入効果

自動運転技術が導入されると、すべての行政サービスにおいて省力化が期待される。これは表 5.1-1 の運転サービスの代替の例に「省力化」と記している。そこで、智頭町で得られた公用車の利用実態（利用頻度：図 5.1-2、走行距離：図 5.1-3）を用いて試算すると、省力化が図られる自動車の利用は年間で 5,917 回（100%）、251,893km（100%）と考えられる。

さらに用務先で職員の手を必要としない用務は、自動運転技術のみで用務を行う無人化が可能になるため、人手不足の解消や外注費の削減が可能となる。これは、表 5.1-1 の運転サービスの代替の例に「無人化」と記している。具体的に、運転サービスの代替で無人化が可能に該当する用務は、広報車や広報誌の配布、学校へ文書配布、災害時の物資輸送、消防訓練の準備、物資運搬、自然体験型観光地への送迎、自然体験型観光地への弁当配達、保健指導送迎である。これらは

表 5.1-2 の分類表に対応させると、運搬、送迎、広報となる。再び公用車の利用実態の結果に着目すると、この運搬、送迎、広報のために使用されている自動車は、合計で 722 回（12.2%）、22,860km（9.1%）となる。自動運転技術が導入された後も現在と同じ用務が行われるものと仮定すると、概ね 10%の用務の無人化が可能となり、これは職員の削減につながる。

(2) 行政サービスの充実に関する導入効果

用務先で職員の手を必要とする用務は、職員による運転作業が不要となるため、より高い集中力や注意力での作業や、運転作業に充てていた人員を他の範囲に回すことによる広範囲での見回りが可能になる。また、職員の準備時間を必要とせずに見回りを行うことができ、人間の操作よりも円滑な運転が可能になる。これらは、表 5.1-1 の行政サービスの充実の例に「見回りに集中」や「対応に集中」、「支援に集中」、「網羅性」、「即時性」といったように記している。具体的には、災害時の安全確認や看板確認、獣害対策、自然体験型観光地への弁当配達、農地パトロール、家庭訪問といった用務が該当する。これらは表 5.1-2 の分類表に対応させると、支援、健診、アテンド、現場確認、災害対策となる。再び公用車の利用実態の結果に着目すると、この支援、健診、アテンド、現場確認、災害対策のために使用されている自動車は、合計で 1,334 回（22.6%）、45,244km（18.0%）となる。自動運転技術が導入された後も現在と同じ用務が行われるものと仮定すると、概ね 20%の用務を充実することが可能となり、これはサービスの質の向上につながる。

(3) 行政サービスの創出に関する導入効果

自動運転技術によって、現在は実行できないサービスが新たに実現可能になる。これは、表 5.1-1 の行政サービスの創出の例に「カメラ撮影による無人化」や「同時網羅性」といったように記している。具体的には、災害時の安全確認や消防訓練の準備、看板確認、獣害対策、自然体験型観光地への送迎、自然体験型観光地への弁当配達といった用務が該当する。これらは表 5.1-2 の分類表に対応させると、現場確認や災害対策となる。再び公用車の利用実態の結果に着目すると、この現場確認や災害対策のために使用されている自動車は、合計で 1,208 回（20.4%）、40,182km（16.0%）となる。自動運転技術が導入された後も現在と同じ用務が行われるものと仮定すると、概ね 20%の用務を創出することが可能となり、これはサービスの高水準化や新たな行政サービスの提供につながる。

5.1.5 自動運転技術を逐次的に広く活用するための技術開発

中山間地域においては、旧来より継続的な人口減少を経験しており、現在では消滅の危機があるとされる自治体も少なくない。生活を支えるサービスの供給を担う人材も慢性的に不足しており、行政などによる公共サービスにおいても少ない人材でサービスを維持するのは限界に達している。この課題に対して、自動運転には大きな期待が寄せられている一方、その実装に長期間を要するのであれば、期待がしぼんでいくとともに、さらなる担い手の不足に伴って地域やコミュニティが衰退する事態を静観せざるを得ない状況になってしまう。

このため、技術的にレベル 5 を目指して開発するにしても、地域としてはレベル 5 を待ちながらも、その時々に実装可能なレベルの技術で課題を解決し、新たな価値を実現したいはずである。このように、レベル 5 を目指す開発が「縦」の開発であるのに対して、その時々のレベルでの技術を広く活用するための技術開発を「横」の開発と呼ぶとすれば、「横」の開発を進め、実装可能な技術を逐次的に世に送り込んでいくことが社会的に求められている。

以下では、上記の問題意識を踏まえた上で、中山間地域において早期の実現が求められるケイパビリティ（何ができるか）と、その実現に必要な技術を整理する。その際、低次のレベルで実現可能なケイパビリティに着目するのみならず、自動運転以外の関連技術を開発することによって実現するケイパビリティについても着目する。なお、ケイパビリティにとりあえずの番号が付されているが、順不同である（図 5.1-11）。

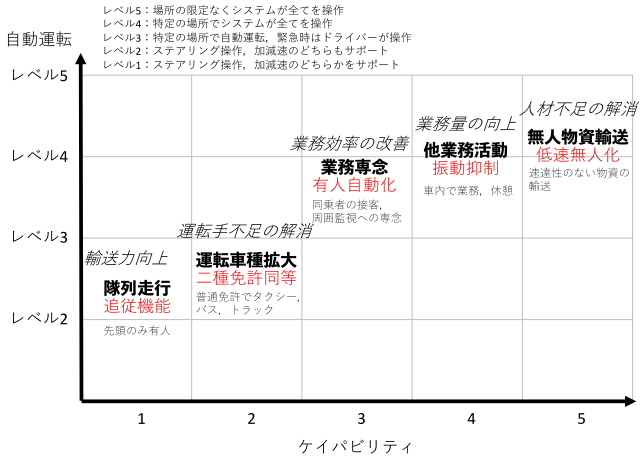


図 5.1-11　ケイパビリティ

■ケイパビリティ１：一人の一般のドライバーによって大量輸送ができるようになる

＜実現に要する技術：乗用車の隊列走行＞

一人の運転手が複数の乗用車を牽引することが可能になることから、一人の人が同時に多くの対象（人やもの）に移動や配送のサービスを提供することが可能になる。行政サービスにおいては、表 5.1-6 に示す場面で有用である。

現在では隊列走行に対する法規制がないものの、第一種運転免許を保有していることで、もしくは、それに加えて若干の講習を受講することにより、一般の乗用車で牽引することができるようになれば、多くの人が牽引の資格をもつため、運転手不足の問題の解消が期待できる。

表 5.1-6 ケイパビリティ 1

分野	用途	内容
広報、防災	物品輸送、物資輸送	物資の運送に複数の車両、運転手を要していたところが一人で済むようになる。
交通	交通弱者の外出支援、スクールバス	登下校時など顧客が多い時間帯は隊列走行とし、顧客が少ない日中は単体の車両で運行するという柔軟な車両の運用が可能になる。日中に空く車両は、一般の用途に利用できる。大型車両の調達が不要になるとともに、運転手の担い手の候補が多数確保できる。それぞれの車両ごとにプライバシーが確保できるため、個室を連ねたような輸送もできる。
在宅支援	移動販売、移動図書館	従来は、専用の特殊な車両を要していた。隊列走行を想定する場合、商品を収容する車両、図書を収容する車両が必要になるものの、需要に応じて車両の台数を柔軟に変更することが可能になる。また、一度に扱える商品の品揃えや図書の種類を増やすことができる。

■ケイパビリティ２：第二種運転免許がなくてもそれと同等の運転ができるようになる

＜実現に要する技術：複合的な運転支援技術＞

ケイパビリティ１の補足的な技術でもある。現在の運転支援はクルーズコントロールや自動ブレーキなど、機能の視点で区分されているが、ここでのケイパビリティはそうではなく、「第二種運転免許と同等」という総合的な視点に基づいており、いくつかの技術の総体である。

中山間地域では、第二種運転免許をもたない住民が公共交通の運転手を担う場合がある。しかし、運転を担う人に加え、運送を依頼する人にとっても、運転の安全性や事故が心配であることから、住民による公共交通は普及が思わしくない。第二種運転免許と同等の運転支援技術が技術的かつ制度的に確立すれば、このような公共交通サービスの導入や維持の可能性は大きく高まると考えられる。

■ケイパビリティ３：移動中に運転を離れて別業務への専念ができるようになる

実現に要する技術：有人での自動運転

人は運転に専念しなくても、別の業務に集中することができるようになる。別の業務としては、同乗者の接客や監視などが想定される。有人を前提としているため、緊急時の運転操作を担うことができるが、現在の一般の乗用車のように、運転手と同乗者が前部と後部の座席で分離されておらず、同乗者の接客や監視がしやすく、かつ、緊急時には速やかに運転席にもどることができる車内の空間が必要である。行政サービスにおいては、表 5.1-7 に示す場面で有用である。

表 5.1-7 ケイパビリティ 3

分野	用途	内容
自然環境	観光地への送迎、観光案内	現在では運転のついでに観光の案内をするが、案内に専念することができる。
介護	要介護者の移動	現在では、移動中に要介護者の容態に変化があっても積極的な対応はできない。また、暴れることがあっても何もできず、むしろハンドルをとられる危険性がある。要介護者の対応に専念できるようになると、これらの課題が克服でき、介護の質と移動の安全性の双方を高めることができる。

■ケイパビリティ４：移動中に業務ができるようになる

＜実現に要する技術：走行時における振動を抑える技術＞

中山間地域では、車での移動に多くの時間を費やしている。その間、鉄道とは異なり、書類の確認、読書、メールの作成や確認はできない。これらの時間を業務やリフレッシュに当てることができれば、仕事の生産性が期待できる。このためには、単に運転を代行するという技術だけでなく、代行時に業務ができる程度の快適性を確保するための制振技術が必要である。行政サービスにおいては、表 5.1-8 に示す場面で有用である。

表 5.1-8 ケイパビリティ 4

分野	用途	内容
全般	現場確認、会議や研修への出張	車内がサテライトオフィスになるため、現場で確認した事項、会議や研修の報告などを車内で作成できるようになり、業務時間の短縮に寄与できる。
観光、在宅支援	弁当の配達	現在では、施設で作成した弁当を配達しているが、簡易な惣菜を車中で作成し、配膳、梱包することができるようになり、時間の削減に寄与できる。

■ケイパビリティ５：無人で物資の輸送ができるようになる

＜実現に要する技術：無人走行（低速でよい）＞

低速での旅客運送サービスが既に実装されているが、長距離の輸送が必要となる中山間地域では移動時間に時間がかかりすぎることから、旅客運送への実装は限界的にならざるを得ない。逆に言えば、時間を要してもよいサービスには実装の実現性がある。旅客は困難であるのに対して、速達性が求められない物資の輸送を対象としつつ、途中の事故や盗難などのセキュリティ対策を講じることで、実装を目指すことが考えられる。行政サービスにおいては、表 5.1-9 に示す場面で有用である。

表 5.1-9 ケイパビリティ 5

分野	用途	内容
広報、地域安全	広報車、防犯パトロール	選挙案内や防火を呼びかけるパトロールは、そもそも地域をゆっくりと巡回するため、それを代替する。役場から地域までの移動時間がかかるにしても、早く出発しておくとともに、何台かを確保すれば、地域全体を網羅することは可能と考えられる。
広報	広報誌の配布、学校への文書配布	配達に速達性が求められておらず、確実に届ける機能があればよい。
防災、地域安全	現場の確認	定期的に地域を巡回し、インフラの損傷状況などの画像を収集することができるようになる。現在、点検はほとんどなされていないため、巡回するだけでなく、収集した画像から自動で異常が検知できるようになれば、行政サービスの向上に寄与する。

5.2 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減

5.2.1 概要

(1) 物流サービスを担うドライバー数の将来推計

物流サービスを担うドライバー数は、年齢階層別トラックドライバー数にドライバーを継続する人の割合（継続率）や、若年層で新規に就労する人の割合（新規ドライバー雇用率）を用いて推計する。推計方法はコーホート法とする。また、各指標は既存の統計資料に基づき設定する。

また、自動運転技術の導入による物流コストの低減を試算するために、物流のコスト構造を整理する。

(2) 貨物車の将来交通需要推計

道路交通センサスにおける交通量をベースに、将来の性年齢階層別人口や免許保有率、日本国経済の成長率等を踏まえ、2050年における貨物車交通量の推計を行う。また、これらの指標で内挿して5年毎の交通量を推計する。

(3) ドライバー不足の解消およびコスト削減に関する試算

物流サービスにおける自動運転技術の普及シナリオを設定し、（２）の交通量のうち代替可能な交通量を試算する。併せて、（１）のドライバー不足により輸送が困難となる交通量を比較することにより、自動運転技術の導入がドライバー不足の解消にどの程度寄与するのか、また、これに伴い、どの程度人件費や物流コストが低減するのかを試算する。その際、運転免許要件の緩和等、他の物流関係施策の影響についても可能な限り反映すること、また現在運転者が担うことのある荷捌き業務等、運転以外の物流業務全般について考慮するものとする。

(4) 物流の役割や機能、特徴の整理と物流効率化の取り組みの整理

物流の役割と機能、特徴を体系的に整理するとともに、物流ネットワークの階層毎に、物流効率化の取り組みを既往の文献等より整理する。定性的な動向に加え，定量的なデータがあるものについてはそれらも整理の内容に含める。

(5) 物流における自動運転技術の適用可能性の整理

上記で整理した結果のうち，自動運転やそれに類する技術の適用可能性があるものを抽出する。またその技術がどの程度，物流の生産性向上やコスト削減に資するものか，定性的にまとめるとともに，可能なものについては定量化を行う。

5.2.2 物流サービスを担うドライバー数の将来推計

(1) 推計方法

1) ドライバー供給量の将来推計方法

営業用トラックドライバー供給量の将来推計については、公益社団法人鉄道貨物協会において平成 26 年と令和元年に実施されている。ここではその手法を参考に、コーホート法を用いて推計を行った（図 5.2-1）。

コーホート法では 5 年毎に計算を繰り返し、継続雇用トラックドライバー数と新規雇用トラックドライバー数を求めた。継続雇用トラックドライバー数は現況の年齢階級別トラックドライバー数をもとに、継続してドライバーに従事している人の割合（継続率）を用いて推計した。また、新規雇用トラックドライバー数は年齢階級別人口をもとに、年齢階級別の新規雇用トラックドライバー率を用いて推計した。

自家用トラックドライバー供給量の現時点および将来推計については、営業用トラックドライバー供給量及び 2015 年時点の営業用トラックと自家用トラックの道路交通センサス・貨物車走行台キロの比率を用いて推計した。

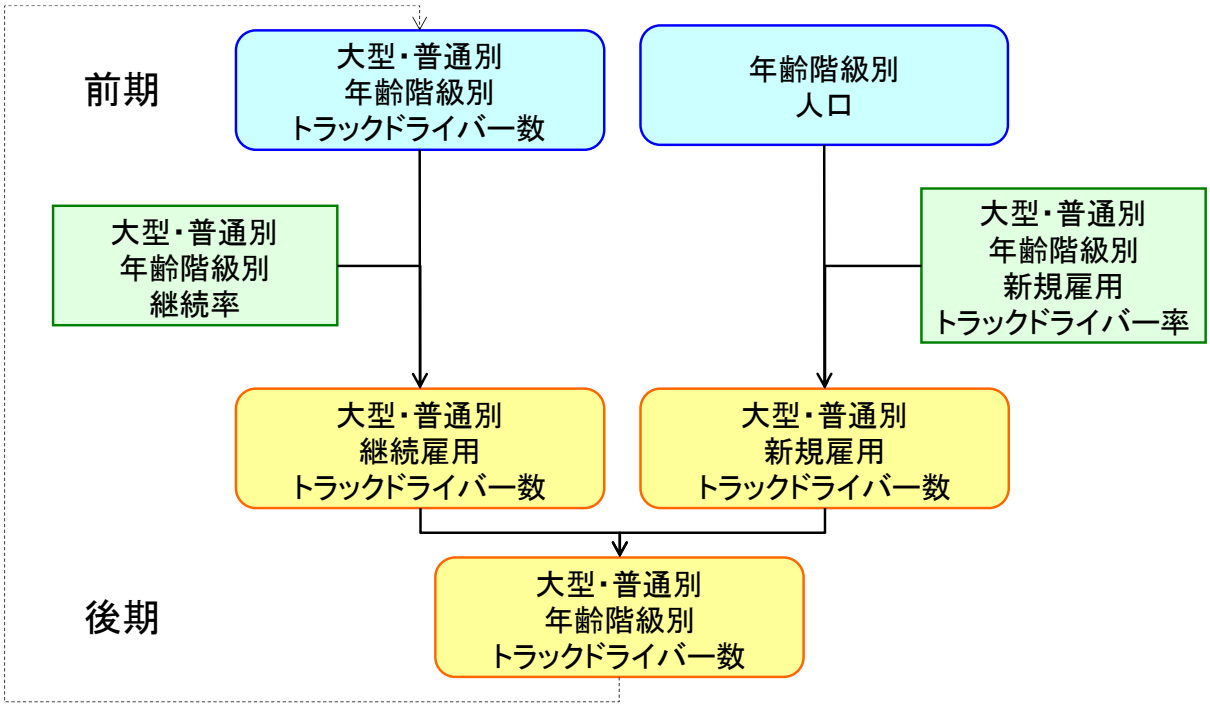


図 5.2-1　ドライバー供給量の将来推計フロー

2) ドライバー数の現況推計

営業用トラックドライバー供給量の将来推計に使用する現況の年齢階級別トラックドライバー数については該当する統計データが存在しない。そこで、総務省「労働力調査」から得られるトラックドライバー数に、厚生労働省「賃金構造基本統計調査」（賃金センサス）における「営業用大型貨物自動車運転者」および「営業用普通・小型貨物自動車運転者」の年齢階級別構成比を乗じて推計を行った（図 5.2-2）。

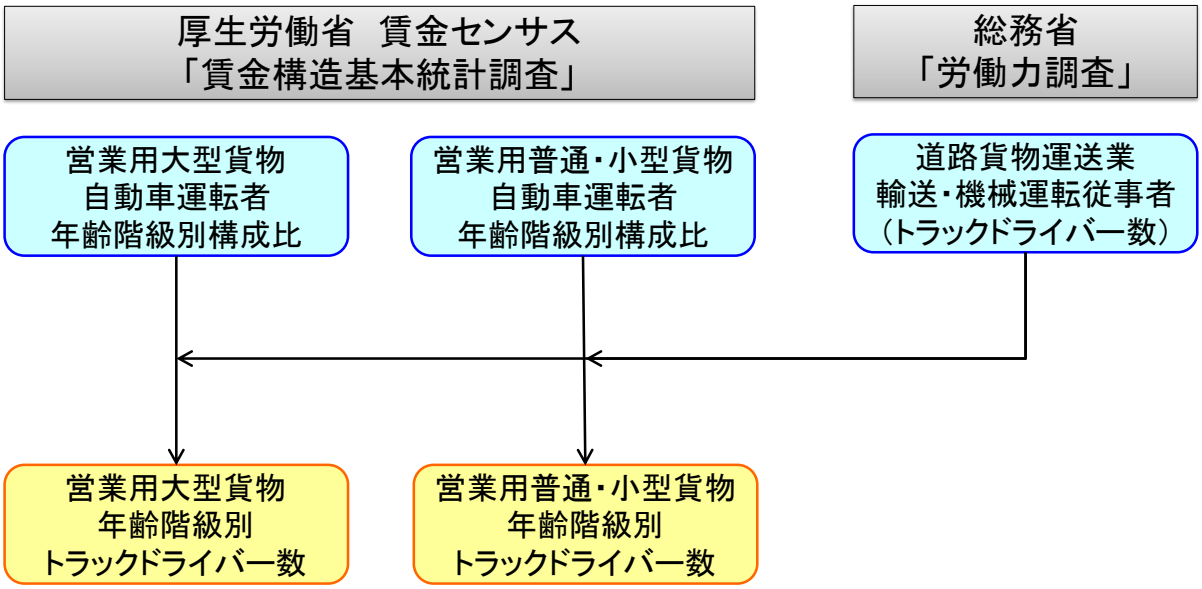


図 5.2-2　トラックドライバー数の現況推計フロー

(2) 推計に必要なデータの整理

1) 現況の年齢階級別トラックドライバー数

総務省労働力調査からは道路貨物運送業のうち輸送・機械運転就業者数（トラックドライバー数）のデータを毎年得ることができる。しかし、調査を行うサンプルの問題もあり、毎年の変動が大きいデータである。そこで、輸送・機械運転就業者が就業者総数に占める割合（15 年間の平均値）を求め、これを国勢調査の道路貨物運送業の就業者数に乗じることで営業用トラックドライバー数を求めた（表 5.2-1）。

表 5.2-1　現況の営業用トラックドライバー数

		労働力調査（道路貨物運送業）			国勢調査	推計値
		輸送・機械運転就業者数（万人）	就業者総数（万人）	輸送・機械運転就業者数/就業者総数	道路貨物運送業就業者数 ②	輸送・機械運転就業者数 ①×②
平成15年	2003年	85	184	0.462		
平成16年	2004年	79	180	0.439		
平成17年	2005年	78	177	0.441	1,765,327	780,113
平成18年	2006年	83	186	0.446		
平成19年	2007年	82	185	0.443		
平成20年	2008年	79	183	0.432		
平成21年	2009年	79	185	0.427		
平成22年	2010年	78	181	0.431	1,620,280	716,015
平成23年	2011年					
平成24年	2012年	83	182	0.456		
平成25年	2013年	84	187	0.449		
平成26年	2014年	83	185	0.449		
平成27年	2015年	80	185	0.432	1,599,200	706,700
平成28年	2016年	83	188	0.441		
平成29年	2017年	83	191	0.435		
平成30年	2018年	86	193	0.446		
			平均値（①）	0.442		

厚生労働省の賃金センサス（賃金構造基本統計調査）では、大型車と普通・小型貨物車について、年齢階層別の自動車運転者数のデータを得ることができる。しかし、このデータもサンプルに課題があるためか、全貨物車に占める大型貨物車の割合は年によって大きな差異がある。そこで、2003 年から 2018 年までのデータから線形回帰式を用いて計算の基準となる 2005 年、2010 年、2015 年の大型貨物車の割合を求めた。この割合と車種別・自動車運転者の年齢階層構成比を掛け合わせて、2005 年、2010 年、2015 年の車種別・年齢階層別自動車運転者数を求めた（表 5.2-2～表 5.2-7、図 5.2-3）。

表 5.2-2　営業用大型貨物車の年齢階層別トラックドライバー数（単位：人）

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
～19歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20～24	5,110	4,510	3,640	4,480	2,820	4,780	3,620	3,220	2,090	1,810	3,310	1,620	2,190	2,210	2,670	2,980
25～29	29,480	25,330	17,290	17,120	15,890	14,980	16,880	10,990	10,460	10,910	11,560	9,520	7,990	8,150	6,800	7,650
30～34	53,310	50,640	39,240	38,540	39,830	36,570	34,300	23,040	22,450	25,830	31,020	21,580	21,300	22,610	17,960	16,130
35～39	54,100	63,040	47,080	49,330	64,590	55,520	50,860	41,800	43,480	46,530	44,360	37,740	35,630	35,180	33,390	23,910
40～44	44,100	52,400	40,230	42,440	53,990	58,290	53,700	45,440	48,700	62,850	72,220	56,450	63,630	57,610	54,080	47,260
45～49	38,180	47,910	34,640	37,180	49,190	44,040	45,890	34,100	44,210	52,960	63,920	55,240	64,340	60,660	66,540	59,250
50～54	46,360	48,640	37,320	33,770	34,460	34,800	33,480	29,310	37,320	45,300	48,300	41,140	53,260	48,420	52,100	51,690
55～59	35,530	47,380	40,390	49,070	54,840	41,300	41,910	32,910	34,440	38,470	38,960	30,430	37,530	36,640	35,770	39,700
60～64	9,570	10,800	10,920	14,140	16,840	17,600	18,060	21,120	20,890	29,500	24,740	19,670	23,050	25,630	21,920	23,310
65歳～	870	1,580	1,810	2,240	3,140	3,110	2,540	2,880	3,130	4,770	8,190	5,710	8,660	10,980	10,420	11,920
総計	316,610	352,230	272,560	288,310	335,590	310,990	301,240	244,810	267,170	318,930	346,580	279,100	317,580	308,090	301,650	283,800

出典：賃金センサス（賃金構造基本統計調査）
注: ただし、2007 年以前は年齢階層が異なるため、全期間を通じて年齢階層を統一

表 5.2-3　営業用大型貨物車の年齢階層別トラックドライバー構成比

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
～19歳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20～24	1.6%	1.3%	1.3%	1.6%	0.8%	1.5%	1.2%	1.3%	0.8%	0.6%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.9%	1.1%
25～29	9.3%	7.2%	6.3%	5.9%	4.7%	4.8%	5.6%	4.5%	3.9%	3.4%	3.3%	3.4%	2.5%	2.6%	2.3%	2.7%
30～34	16.8%	14.4%	14.4%	13.4%	11.9%	11.8%	11.4%	9.4%	8.4%	8.1%	9.0%	7.7%	6.7%	7.3%	6.0%	5.7%
35～39	17.1%	17.9%	17.3%	17.1%	19.2%	17.9%	16.9%	17.1%	16.3%	14.6%	12.8%	13.5%	11.2%	11.4%	11.1%	8.4%
40～44	13.9%	14.9%	14.8%	14.7%	16.1%	18.7%	17.8%	18.6%	18.2%	19.7%	20.8%	20.2%	20.0%	18.7%	17.9%	16.7%
45～49	12.1%	13.6%	12.7%	12.9%	14.7%	14.2%	15.2%	13.9%	16.5%	16.6%	18.4%	19.8%	20.3%	19.7%	22.1%	20.9%
50～54	14.6%	13.8%	13.7%	11.7%	10.3%	11.2%	11.1%	12.0%	14.0%	14.2%	13.9%	14.7%	16.8%	15.7%	17.3%	18.2%
55～59	11.2%	13.5%	14.8%	17.0%	16.3%	13.3%	13.9%	13.4%	12.9%	12.1%	11.2%	10.9%	11.8%	11.9%	11.9%	14.0%
60～64	3.0%	3.1%	4.0%	4.9%	5.0%	5.7%	6.0%	8.6%	7.8%	9.2%	7.1%	7.0%	7.3%	8.3%	7.3%	8.2%
65歳～	0.3%	0.4%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	0.8%	1.2%	1.2%	1.5%	2.4%	2.0%	2.7%	3.6%	3.5%	4.2%

表 5.2-4　営業用普通・小型貨物車の年齢階層別トラックドライバー数（単位：人）

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
～19歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20～24	17,610	21,590	15,350	13,130	10,380	14,510	9,900	10,020	5,490	9,340	9,470	6,560	11,310	8,880	8,090	8,810
25～29	48,530	54,090	35,570	28,870	27,020	29,650	26,840	26,170	17,110	25,200	23,810	19,180	19,890	16,200	13,430	13,460
30～34	63,140	73,940	52,110	51,210	38,500	46,200	40,270	37,980	25,730	33,290	39,710	27,250	29,760	26,700	21,610	17,580
35～39	44,100	57,630	46,970	44,450	41,310	44,590	55,250	52,290	41,910	45,640	66,270	44,800	41,770	38,180	31,910	28,450
40～44	34,430	45,250	37,420	34,080	31,420	41,480	40,110	47,780	42,790	61,000	64,880	53,210	55,530	49,760	44,930	37,480
45～49	31,500	34,480	28,970	31,380	35,940	32,890	28,460	39,770	34,480	41,090	59,980	44,030	47,210	49,850	48,100	42,510
50～54	37,240	38,470	29,200	26,890	25,050	28,020	28,890	30,160	26,690	37,120	42,990	33,000	33,320	37,280	39,280	34,420
55～59	27,230	31,030	32,520	31,460	27,310	33,480	32,870	28,400	21,600	34,430	40,470	30,890	26,740	31,250	30,950	27,360
60～64	10,500	12,070	13,740	11,280	11,390	8,970	17,510	12,930	18,800	26,120	30,270	21,200	17,720	19,930	18,420	17,730
65歳～	1,770	1,750	5,410	3,140	3,490	2,620	4,490	2,170	3,310	3,930	12,160	5,700	9,720	11,180	9,760	10,520
総計	316,050	370,300	297,260	275,890	251,810	282,410	284,590	287,670	237,910	317,160	390,010	285,820	292,970	289,210	266,480	238,320

出典：賃金センサス（賃金構造基本統計調査）
注: ただし、2007 年以前は年齢階層が異なるため、全期間を通じて年齢階層を統一

表 5.2-5　営業用普通・小型貨物車の年齢階層別トラックドライバー構成比

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
～19歳	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20～24	5.6%	5.8%	5.2%	4.8%	4.1%	5.1%	3.5%	3.5%	2.3%	2.9%	2.4%	2.3%	3.9%	3.1%	3.0%	3.7%
25～29	15.4%	14.6%	12.0%	10.5%	10.7%	10.5%	9.4%	9.1%	7.2%	7.9%	6.1%	6.7%	6.8%	5.6%	5.0%	5.6%
30～34	20.0%	20.0%	17.5%	18.6%	15.3%	16.4%	14.2%	13.2%	10.8%	10.5%	10.2%	9.5%	10.2%	9.2%	8.1%	7.4%
35～39	14.0%	15.6%	15.8%	16.1%	16.4%	15.8%	19.4%	18.2%	17.6%	14.4%	17.0%	15.7%	14.3%	13.2%	12.0%	11.9%
40～44	10.9%	12.2%	12.6%	12.4%	12.5%	14.7%	14.1%	16.6%	18.0%	19.2%	16.6%	18.6%	19.0%	17.2%	16.9%	15.7%
45～49	10.0%	9.3%	9.7%	11.4%	14.3%	11.6%	10.0%	13.8%	14.5%	13.0%	15.4%	15.4%	16.1%	17.2%	18.1%	17.8%
50～54	11.8%	10.4%	9.8%	9.7%	9.9%	9.9%	10.2%	10.5%	11.2%	11.7%	11.0%	11.5%	11.4%	12.9%	14.7%	14.4%
55～59	8.6%	8.4%	10.9%	11.4%	10.8%	11.9%	11.5%	9.9%	9.1%	10.9%	10.4%	10.8%	9.1%	10.8%	11.6%	11.5%
60～64	3.3%	3.3%	4.6%	4.1%	4.5%	3.2%	6.2%	4.5%	7.9%	8.2%	7.8%	7.4%	6.0%	6.9%	6.9%	7.4%
65歳～	0.6%	0.5%	1.8%	1.1%	1.4%	0.9%	1.6%	0.8%	1.4%	1.2%	3.1%	2.0%	3.3%	3.9%	3.7%	4.4%

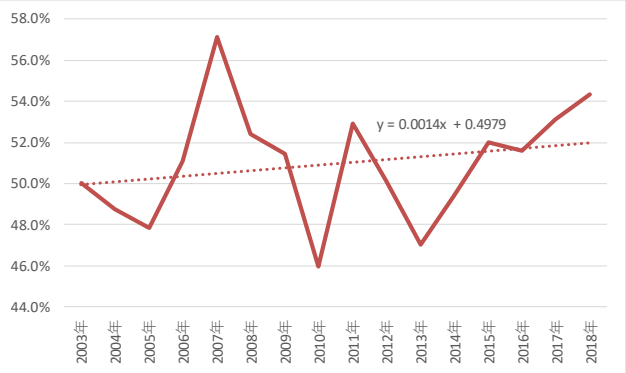


図 5.2-3　大型貨物車割合の推移と線形回帰式

表 5.2-6　営業用大型貨物車の年齢階層別トラックドライバー推計値（単位：人）

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
～19歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20～24	6,244	4,978	5,216	5,986	3,192	5,756	4,434	4,781	2,844	2,064	3,473	2,111	2,508	2,609	3,220	3,820
25～29	36,024	27,956	24,778	22,877	17,987	18,037	20,677	16,319	14,234	12,439	12,130	12,406	9,151	9,623	8,201	9,807
30～34	65,144	55,890	56,234	51,500	45,086	44,034	42,016	34,212	30,551	29,450	32,549	28,122	24,396	26,696	21,660	20,677
35～39	66,109	69,575	67,470	65,918	73,114	66,851	62,302	62,069	59,169	53,051	46,547	49,180	40,809	41,538	40,268	30,650
40～44	53,890	57,832	57,653	56,711	61,115	70,187	65,781	67,474	66,273	71,658	75,781	73,562	72,878	68,021	65,220	60,583
45～49	46,655	52,877	49,642	49,682	55,682	53,028	56,214	50,635	60,163	60,382	67,071	71,985	73,691	71,622	80,247	75,953
50～54	56,651	53,682	53,483	45,126	39,008	41,902	41,012	43,523	50,786	51,648	50,681	53,611	61,001	57,170	62,832	66,262
55～59	43,417	52,292	57,882	65,570	62,077	49,729	51,338	48,868	46,867	43,861	40,881	39,654	42,985	43,261	43,139	50,892
60～64	11,694	11,920	15,649	18,895	19,062	21,192	22,123	31,361	28,428	33,634	25,960	25,633	26,400	30,262	26,435	29,881
65歳～	1,063	1,744	2,594	2,993	3,554	3,745	3,111	4,277	4,259	5,438	8,594	7,441	9,919	12,964	12,566	15,280
総計	386,893	388,746	390,603	385,258	379,878	374,461	369,009	363,521	363,575	363,624	363,667	363,705	363,738	363,766	363,789	363,806

表 5.2-7　営業用普通・小型貨物車の年齢階層別トラックドライバー推計値（単位：人）

	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
～19歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20～24	21,739	22,729	20,114	18,182	15,441	18,866	12,517	12,278	8,090	10,268	8,420	7,915	13,240	10,472	10,297	12,469
25～29	59,909	56,944	46,609	39,977	40,195	38,551	33,936	32,067	25,213	27,703	21,170	23,142	23,284	19,105	17,094	19,051
30～34	77,945	77,841	68,282	70,912	57,273	60,070	50,916	46,539	37,915	36,597	35,306	32,879	34,838	31,488	27,506	24,882
35～39	54,440	60,670	61,546	61,552	61,453	57,976	69,856	64,073	61,757	50,174	58,921	54,054	48,898	45,026	40,616	40,266
40～44	42,503	47,637	49,033	47,192	46,741	53,933	50,714	58,547	63,054	67,060	57,685	64,201	65,005	58,683	57,188	53,047
45～49	38,886	36,299	37,960	43,453	53,465	42,764	35,984	48,732	50,809	45,172	53,328	53,125	55,266	58,789	61,223	60,166
50～54	45,972	40,500	38,262	37,236	37,265	36,432	36,528	36,956	39,330	40,807	38,223	39,816	39,006	43,965	49,997	48,716
55～59	33,615	32,667	42,612	43,564	40,627	43,531	41,560	34,800	31,829	37,850	35,982	37,270	31,303	36,854	39,394	38,724
60～64	12,962	12,707	18,004	15,620	16,944	11,663	22,139	15,844	27,703	28,715	26,913	25,579	20,744	23,504	23,446	25,094
65歳～	2,185	1,842	7,089	4,348	5,192	3,407	5,677	2,659	4,878	4,320	10,811	6,877	11,379	13,185	12,423	14,889
総計	390,157	389,836	389,510	382,035	374,596	367,193	359,826	352,494	350,577	348,666	346,759	344,858	342,961	341,071	339,185	337,304

2) 継続率の設定

厚生労働省の賃金センサス（賃金構造基本統計調査）では、車種別・年齢階層別自動車運転者数を更に経験年数別に整理することができる。コーホート法を 5 年刻みで適用するため、経験年数 0 年、1～4 年は新規就労者、5 年以上は継続就労者として集計し、2005 年→2010 年、2010 年→2015 年の車種別・年齢階層別のトラックドライバーの継続率を求めた。更に、この 2 期間の値を平均することで、将来推計に適用する車種別・年齢階層別のトラックドライバー継続率を設定した（表 5.2-8、表 5.2-9）。

表 5.2-8　営業用大型貨物車の年齢階層別トラックドライバー継続率

■大型貨物・年齢階層別ドライバー数

	2005年	2010年新規	2010年継続	2010年計	2015年新規	2015年継続
～19歳	0	0	0	0	0	0
20～24	5,216	4,796	0	4,796	2,508	0
25～29	24,778	10,587	5,732	16,319	6,333	2,806
30～34	56,234	11,315	22,897	34,212	8,784	15,610
35～39	67,470	9,993	52,076	62,069	12,151	28,655
40～44	57,653	8,330	59,144	67,474	9,426	63,448
45～49	49,642	6,014	44,622	50,635	9,552	64,135
50～54	53,483	2,079	41,444	43,523	5,623	55,374
55～59	57,882	2,153	46,700	48,854	3,184	39,810
60～64	15,649	1,945	29,416	31,361	3,470	22,940
65歳～	2,594	1,426	2,851	4,277	286	9,643

継続率

05→10年	10→15年	平均値
－	－	－
－	－	0
1.098787	0.585022	0.84
0.924095	0.956547	0.94
0.92605	0.837555	0.88
0.8766	1.022214	0.95
0.773966	0.950513	0.86
0.834852	1.09358	0.96
0.873185	0.914687	0.89
0.508204	0.469563	0.49
0.156279	0.270588	0.21

表 5.2-9　営業用普通・小型貨物車の年齢階層別トラックドライバー継続率

■普通・小型貨物・年齢階層別ドライバー数

	2005年	2010年新規	2010年継続	2010年計	2015年新規	2015年継続
～19歳	0	465	0	465	3,603	0
20～24	20,114	9,777	2,496	12,273	11,990	1,100
25～29	46,609	22,906	9,116	32,022	13,171	9,858
30～34	68,282	19,871	26,626	46,497	11,874	22,601
35～39	61,546	19,480	44,502	63,982	13,310	35,065
40～44	49,033	11,220	47,243	58,464	12,210	52,117
45～49	37,960	6,938	41,725	48,663	10,576	44,113
50～54	38,262	6,913	29,990	36,904	5,595	32,992
55～59	42,612	3,818	30,933	34,750	4,182	26,806
60～64	18,004	1,725	14,108	15,833	3,336	17,191
65歳～	7,089	171	2,472	2,643	1,205	10,067

継続率

05→10年	10→15年	平均値
－	－	－
－	2.366827	0.63
0.453215	0.803258	0.63
0.571257	0.705797	0.64
0.651747	0.754146	0.70
0.767601	0.814562	0.79
0.850956	0.754531	0.80
0.790044	0.677971	0.73
0.808446	0.726371	0.77
0.331082	0.4947	0.41
0.098501	0.54484	0.32

3) 新規雇用トラックドライバー率の設定

2）の継続率の設定で使用した 2010 年、2015 年の新規就業者数のデータと、国勢調査の年齢階層別人口から、年齢階層別に新規就業率を設定した。推計した 2 時点の新規就業率を平均して、車種別・年齢階層別の新規就業率を求めた（表 5.2-10、表 5.2-11）。

表 5.2-10　営業用大型貨物車の年齢階層別トラックドライバー新規就業率

■大型貨物・年齢階層別ドライバー数

	2010年新規	2015年新規
～19歳	0	0
20～24	4,796	2,508
25～29	10,587	6,333
30～34	11,315	8,784
35～39	9,993	12,151
40～44	8,330	9,426
45～49	6,014	9,552
50～54	2,079	5,623
55～59	2,153	3,184
60～64	1,945	3,470
65歳～	1,426	286

国勢調査

2010年人口	2015年人口
6,063,357	6,008,388
6,426,433	5,968,127
7,293,701	6,409,612
8,341,497	7,290,878
9,786,349	8,316,157
8,741,865	9,732,218
8,033,116	8,662,804
7,644,499	7,930,296
8,663,734	7,515,246
10,037,249	8,455,010
8,210,173	9,643,867

新規就業率

2010年	2015年	平均値
0.00%	0.00%	0.00%
0.07%	0.04%	0.06%
0.15%	0.10%	0.12%
0.14%	0.12%	0.13%
0.10%	0.15%	0.12%
0.10%	0.10%	0.10%
0.07%	0.11%	0.09%
0.03%	0.07%	0.05%
0.02%	0.04%	0.03%
0.02%	0.04%	0.03%
0.02%	0.00%	0.01%

表 5.2-11　営業用普通・小型貨物車の年齢階層別トラックドライバー新規就業率

■普通・小型貨物・年齢階層別ドライバー数

	2010年新規	2015年新規
～19歳	465	3,603
20～24	9,777	11,990
25～29	22,906	13,171
30～34	19,871	11,874
35～39	19,480	13,310
40～44	11,220	12,210
45～49	6,938	10,576
50～54	6,913	5,595
55～59	3,818	4,182
60～64	1,725	3,336
65歳～	171	1,205

国勢調査

2010年人口	2015年人口
6,063,357	6,008,388
6,426,433	5,968,127
7,293,701	6,409,612
8,341,497	7,290,878
9,786,349	8,316,157
8,741,865	9,732,218
8,033,116	8,662,804
7,644,499	7,930,296
8,663,734	7,515,246
10,037,249	8,455,010
8,210,173	9,643,867

新規就業率

2010年	2015年	平均値
0.01%	0.06%	0.03%
0.15%	0.20%	0.18%
0.31%	0.21%	0.26%
0.24%	0.16%	0.20%
0.20%	0.16%	0.18%
0.13%	0.13%	0.13%
0.09%	0.12%	0.10%
0.09%	0.07%	0.08%
0.04%	0.06%	0.05%
0.02%	0.04%	0.03%
0.00%	0.01%	0.01%

(3) 営業用トラックドライバー供給量の推計結果

前述した推計方法に基づき予測した将来の営業用トラックドライバー供給量を表 5.2-12～表 5.2-14 に示す。2035 年のドライバー数は、大型貨物が 24.4 万人、普通・小型貨物が 25.3 万人の計 49.7 万人となり、2005 年と比較して 6 割強まで減少している。また、2040 年のドライバー数は、大型貨物が約 21.2 万人、普通・小型貨物が約 23.4 万人の計 44.6 万人となり、2005 年と比較して 6 割弱まで減少している。

表 5.2-12　営業用大型貨物・年齢階級別ドライバー数

	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年
～19歳	0	0	0	0	0	0	0	0
20～24	5,000	5,000	3,000	4,000	3,000	3,000	3,000	3,000
25～29	25,000	16,000	9,000	10,000	11,000	10,000	9,000	9,000
30～34	56,000	34,000	24,000	17,000	17,000	18,000	17,000	16,000
35～39	67,000	62,000	41,000	31,000	23,000	23,000	24,000	22,000
40～44	58,000	67,000	73,000	47,000	36,000	28,000	27,000	28,000
45～49	50,000	51,000	74,000	72,000	48,000	38,000	30,000	29,000
50～54	53,000	44,000	61,000	75,000	74,000	50,000	40,000	32,000
55～59	58,000	49,000	43,000	57,000	70,000	69,000	48,000	38,000
60～64	16,000	31,000	26,000	23,000	30,000	37,000	37,000	26,000
65歳～	3,000	4,000	10,000	6,000	6,000	7,000	9,000	9,000
計	391,000	363,000	364,000	342,000	318,000	283,000	244,000	212,000

表 5.2-13　営業用普通・小型貨物・年齢階級別ドライバー数

	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年
～19歳	0	0	4,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000
20～24	20,000	12,000	13,000	13,000	11,000	11,000	10,000	10,000
25～29	47,000	32,000	23,000	24,000	24,000	22,000	21,000	20,000
30～34	68,000	46,000	34,000	28,000	28,000	28,000	26,000	25,000
35～39	62,000	64,000	48,000	37,000	31,000	31,000	31,000	29,000
40～44	49,000	58,000	64,000	49,000	39,000	33,000	32,000	32,000
45～49	38,000	49,000	55,000	62,000	48,000	39,000	33,000	32,000
50～54	38,000	37,000	39,000	47,000	53,000	42,000	34,000	30,000
55～59	43,000	35,000	31,000	34,000	40,000	46,000	36,000	30,000
60～64	18,000	16,000	21,000	15,000	16,000	19,000	21,000	17,000
65歳～	7,000	3,000	11,000	7,000	5,000	6,000	7,000	8,000
計	390,000	352,000	343,000	318,000	297,000	279,000	253,000	234,000

表 5.2-14　営業用トラックドライバー数の将来動向

	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年
総数	781,000	715,000	707,000	660,000	615,000	562,000	497,000	446,000
2005年比	100.0%	91.5%	90.5%	84.5%	78.7%	72.0%	63.6%	57.1%

(4) 総トラックドライバー供給量の推計結果

表 5.2-14 に示す営業用トラックドライバー数を元に、自家用トラックドライバーを加えた総ドライバー供給量を推計する。推計にあたっては、2015 年時点の営業用トラックおよび自家用トラックドライバーの走行台キロ比率を用いることとした。推計結果を表 5.2-15 に示す。

表 5.2-15　総ドライバー数の将来動向

	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年
営業用トラックドライバー数	707,000	660,000	615,000	562,000	497,000	446,000
自家用トラックドライバー数	600,000	560,000	522,000	477,000	422,000	379,000
総トラックドライバー数	1,307,000	1,220,000	1,137,000	1,039,000	919,000	825,000

5.2.3 貨物車の将来交通需要推計

(1) 推計方法

1) 生成貨物量（全機関輸送トン数）の推計方法

生成貨物量（全機関輸送トン数）の推計は、将来交通需要推計手法検討会議（国土交通省：2010 年度）において決定された推計方法を適用した。

将来の GDP（高位、中位、低位の 3 パターンで設定）から品目計及び品目別の生産額＋輸入額を求め、この生産額＋輸入額を用いて生成貨物量（全機関輸送トン数）を推計した。推計フロー及び推計式や使用したデータは以下の図 5.2-4、表 5.2-16、表 5.2-17 に示す通りである。

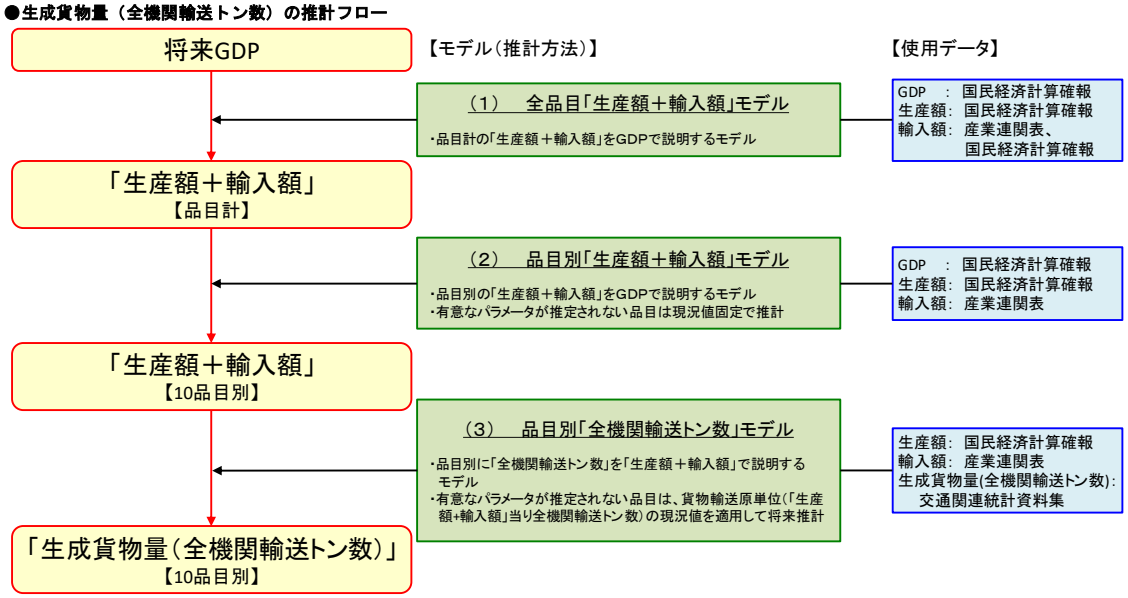


図 5.2-4 生成交通量の推計フロー

表 5.2-16　モデル式とパラメータ推定に使用するデータ

	モデル式	パラメータの推定に使用するデータ
生産額＋輸入額（品目計）	$\ln(PROD_t^{total} + IMP_t^{total}) = \alpha + \beta \cdot \ln(GDP_t)$ $PROD_t^{total}$　t 年の品目計の生産額（10 億円/年） IMP_t^{total}　t 年の品目計の輸入額（10 億円/年） GDP_t　t 年の実質 GDP（10 億円/年） α, β　パラメータ	品目計生産額：国民経済計算 品目計輸入額：産業連関表 実質 GDP：国民経済計算
生産額＋輸入額（品目別）	$\ln(PROD_t^i + IMP_t^i) = \alpha^i + \beta^i \cdot \ln(GDP_t)$ $\ln(PROD_t^i + IMP_t^i) = \alpha^i + \beta^i \cdot \ln(GDP_t) + \gamma^i \cdot \ln(t)$ t　年度（西暦） $PROD_t^i$　t 年の品目 i の生産額（10 億円/年） IMP_t^i　t 年の品目 i の輸入額（10 億円/年） GDP_t　t 年の実質 GDP（10 億円/年） $\alpha^i, \beta^i, \gamma^i$　パラメータ	
生成貨物量・全機関輸送トン数（品目別）	$\ln(TON_t^i) = \alpha^i + \beta^i \cdot \ln(PROD_t^i + IMP_t^i)$ $\ln(TON_t^i) = \alpha^i + \beta^i \cdot \ln(PROD_t^i + IMP_t^i) + \gamma^i \cdot \ln(t)$ $\ln(TON_t^i / POP_t) = \alpha^i + \beta^i \cdot \ln(GDP_t / POP_t)$ t　年度（西暦） TON_t^i　t 年の品目 i の全機関輸送トン数（千トン/年） $PROD_t^i$　t 年の品目 i の生産額（10 億円/年） IMP_t^i　t 年の品目 i の輸入額（10 億円/年） POP_t　t 年の全国総人口（千人） GDP_t　t 年の実質 GDP（10 億円/年） $\alpha^i, \beta^i, \gamma^i$　パラメータ	品目計生産額：国民経済計算 品目計輸入額：産業連関表 品目別生産額＋輸入額：上記データ 品目別全機関輸送トン数：交通関連統計資料集

表 5.2-17　GDP の設定値

↓括弧内は2019年財政検証におけるケース名　　実績値

年度	人口推計(1000人)			国内総生産（支出側、実質：連鎖方式）（10億円）			GDP成長率(%)		
				成長実現ケース		ベースラインケース	成長実現ケース		ベースラインケース
	総人口	男性	女性	高成長ケース（ケースⅠ）	中位ケース（ケースⅢ）	低成長ケース（ケースⅤ）	高成長ケース（ケースⅠ）	中位ケース（ケースⅢ）	低成長ケース（ケースⅤ）
2015	127,095	61,842	65,253	517,426.3	517,426.3	517,426.3	1.3	1.3	1.3
2016	126,838	61,702	65,136	521,978.9	521,978.9	521,978.9	0.9	0.9	0.9
2017	126,532	61,537	64,995	531,678.1	531,678.1	531,678.1	1.9	1.9	1.9
2018	126,177	61,348	64,829	535,399.8	535,399.8	535,399.8	0.7	0.7	0.7
2019	125,773	61,133	64,640	540,218.4	540,218.4	540,218.4	0.9	0.9	0.9
2020	125,325	60,897	64,428	546,701.1	546,701.1	546,701.1	1.2	1.2	1.2
2021	124,836	60,640	64,196	553,808.2	553,808.2	552,168.1	1.3	1.3	1
2022	124,310	60,365	63,945	563,222.9	563,222.9	559,346.3	1.7	1.7	1.3
2023	123,751	60,074	63,677	574,487.4	574,487.4	566,617.8	2	2	1.3
2024	123,161	59,768	63,393	585,977.1	585,977.1	573,417.2	2	2	1.2
2025	122,544	59,449	63,095	597,696.7	597,696.7	579,724.8	2	2	1.1
2026	121,903	59,119	62,784	609,052.9	609,052.9	586,101.7	1.9	1.9	1.1
2027	121,240	58,778	62,461	620,624.9	620,624.9	591,962.8	1.9	1.9	1
2028	120,555	58,427	62,128	631,796.2	631,796.2	597,290.4	1.8	1.8	0.9
2029	119,850	58,067	61,783	637,482.3	634,323.3	597,290.4	0.9	0.4	0
2030	119,125	57,697	61,428	643,219.7	636,860.6	597,290.4	0.9	0.4	0
2031	118,380	57,318	61,062	649,008.6	639,408.1	597,290.4	0.9	0.4	0
2032	117,616	56,931	60,686	654,849.7	641,965.7	597,290.4	0.9	0.4	0
2033	116,833	56,535	60,299	660,743.4	644,533.6	597,290.4	0.9	0.4	0
2034	116,033	56,132	59,901	666,690.1	647,111.7	597,290.4	0.9	0.4	0
2035	115,216	55,721	59,494	672,690.3	649,700.2	597,290.4	0.9	0.4	0
2036	114,383	55,305	59,077	678,744.5	652,299.0	597,290.4	0.9	0.4	0
2037	113,535	54,883	58,651	684,853.2	654,908.2	597,290.4	0.9	0.4	0
2038	112,674	54,457	58,217	691,016.9	657,527.8	597,290.4	0.9	0.4	0
2039	111,801	54,028	57,774	697,236.0	660,157.9	597,290.4	0.9	0.4	0
2040	110,919	53,595	57,323	703,511.1	662,798.5	597,290.4	0.9	0.4	0

2) 貨物車走行台キロの推計方法

推計した生成交通量（全機関輸送トン数）から貨物車分担率モデルや車種業態分担率モデルを適用して貨物車輸送トン数を推計した。更に、平均積載トン数モデルや平均輸送距離モデルを適用して貨物車走行台キロを推計した（図 5.2-5、表 5.2-18）。

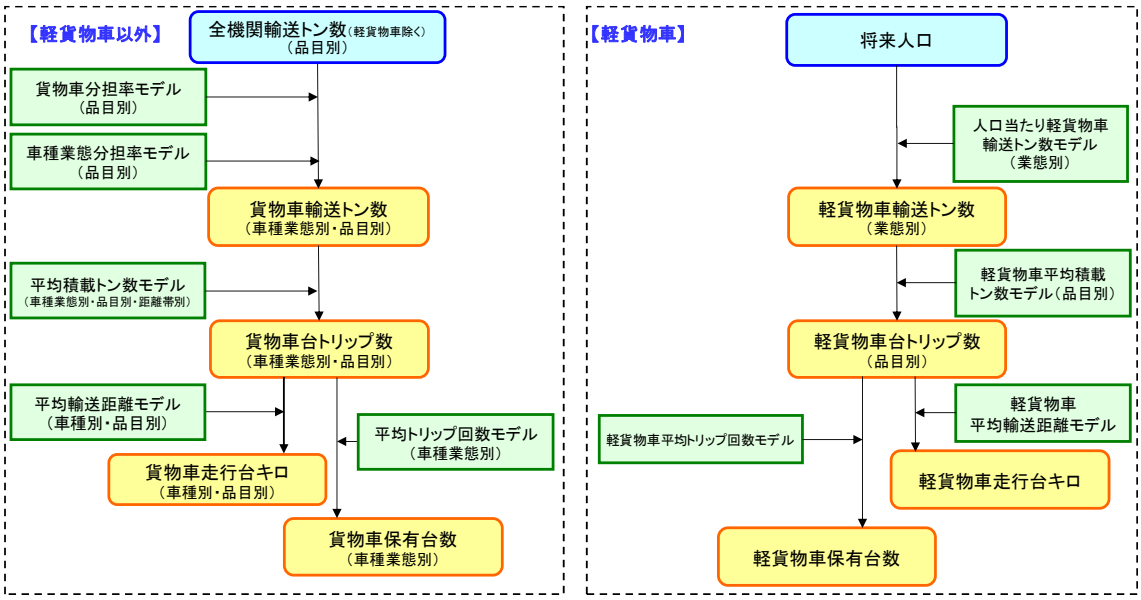


図 5.2-5　貨物車走行台キロの推計フロー

表 5.2-18(1)　モデル式とパラメータ推定に使用するデータ

	モデル	使用するデータ
貨物車分担率モデル	・貨物車分担率は、実績値の過去（1990～2015年）の平均値を将来値に適用 ・ただし、貨物車分担率が大きく変動している品目（鉱産品、金属・金属製品、石油・石油製品、化学工業品）は、2015 年現況値を将来値に適用	全機関輸送トン数（品目別） ・自動車輸送統計調査 ・内航船舶輸送統計調査 ・鉄道統計年報　他 貨物車輸送トン数（品目別） ・自動車輸送統計調査
車種（普通貨物車・小型貨物車）分担率モデル	①成長曲線モデル（農林水産品、金属・金属製品、機械工業品、化学工業品、軽工業品、雑工業品） $Rate_i^n = \frac{RateMAX_i}{1+\exp(\alpha+\beta \cdot n)}$ $Rate_i^n$：年次 n（1985 年を 1）の i 品目の普通貨物車分担率 $RateMAX_i$：i 品目の普通貨物車分担率の上限値（パラメータ） $1-Rate_i^n$：年次 n（1985 年を 1）の i 品目の小型貨物車分担率 α・β：パラメータ ②過去の実績値の平均値や最新（2017 年）の実績値を適用（上記以外）	貨物車輸送トン数（品目別） 普通貨物車輸送トン数(品目別) ・自動車輸送統計調査

表 5.2-18 (2) モデル式とパラメータ推定に使用するデータ（続き）

	モデル	使用するデータ
業態分担率モデル（普通貨物車）	①成長曲線モデル（農林水産品、金属・金属製品、機械工業品、軽工業品） $Rate_i^n = \frac{RateMAX_i}{1+\exp(\alpha+\beta \cdot n)}$ $Rate_i^n$：年次 n（1985 年を 1）の i 品目の営業用車分担率 $RateMAX_i$：i 品目の営業用車分担率の上限値（パラメータ） $1-Rate_i^n$：年次 n（1985 年を 1）の i 品目の自家用車分担率 $\alpha \cdot \beta$：パラメータ ②過去の実績値の平均値や最新（2017 年）の実績値を適用（上記以外）	普通貨物車輸送トン数(品目別) 営業用普通貨物車輸送トン数（品目別） ・自動車輸送統計調査
業態分担率モデル（小型貨物車）	①年次を説明変数としたモデル（農林水産品、雑工業品） 両対数：$\ln(Rate_i^n) = \alpha + \beta \cdot \ln(t)$ $Rate_i^n$：年次 n（1985 年を 1）の i 品目の営業用車分担率 t：西暦年（1985 年～2009 年） $\alpha \cdot \beta$：パラメータ 過去の実績値の平均値や最新（2017 年）の実績値を適用（上記以外）	小型貨物車輸送トン数(品目別) 営業用小型貨物車輸送トン数（品目別） ・自動車輸送統計調査
軽貨物車輸送トン数モデル	①年次を説明変数としたモデル 両対数：$\ln(y_t / POP_t) = \alpha + \beta \cdot \ln(t)$ Y_t：年次 t（西暦）の軽貨物車輸送トン数 POP_t：年次 t（西暦）の人口 $\alpha \cdot \beta$：パラメータ	業態別軽貨物車輸送トン数 ・自動車輸送統計調査 人口 ・国勢調査 ・人口推計
平均積載トン数モデル（軽貨物車以外）	①営業用普通貨物車の平均積載トン数モデル ・輸送距離 100km 未満では、実績値の 1990 年から 2015 年の変化を用いて将来値を推計（ただし、雑工業品は横ばいのため 1990～2015 年の平均値を適用）。 ・輸送距離 100km 以上では、2005 年～2015 年の平均値を適用して推計（ただし、金属・機械工業品は変動が大きいため 2015 年現況値を将来値に適用） ②自家用普通貨物車の平均積載トン数モデル ・化学工業品、雑工業品は 1999 年～2015 年の実績値の変化率を用いて将来値を推計 ・その他の品目は、1990 年～2015 年の実績値の平均値を将来値に適用 ③営業用小型貨物車及び自家用小型貨物車の平均積載トン数モデル ・全品目とも 1990 年～2015 年の実績値の平均値を将来値に適用	車種業態別・品目別貨物車輸送トン数 車種業態別・品目別貨物車台トリップ数 ・道路交通センサス自動車起終点調査オーナーマスターデータ(平日)
平均積載トン数モデル（軽貨物車）	・軽貨物車の平均積載トン数は、2015 年の実績値を将来に適用して推計	品目別軽貨物車台トリップ数 品目別軽貨物車輸送トン数 ・道路交通センサス自動車起終点調査オーナーマスターデータ(平日)
平均輸送距離モデル（軽貨物車以外）	・貨物車平均輸送距離は車種別、品目別に 2015 年の実績値を将来値に適用	車種別・品目別貨物車台トリップ数 車種別・品目別貨物車トリップキロ ・道路交通センサス自動車起終点調査オーナーマスターデータ(平日)
平均輸送距離モデル（軽貨物車）	・軽貨物車平均輸送距離は 2015 年の実績値を将来値に適用	

3) ドライバー需要量の推計方法

現況から将来へのドライバー需要量の変化率は、走行台キロの変化率と等しいと仮定し、現況のドライバー需要量（現況のドライバー数）に走行台キロの変化率を乗じて将来のドライバー需要量を推計した（図 5.2-6）。なお、営業用・自家用の区別が不明な軽貨物の走行台キロデータについては、営業用普通貨物・小型貨物と、自家用普通貨物・小型貨物の走行台キロ比率で按分し、営業用・自家用走行台キロへ計上した。

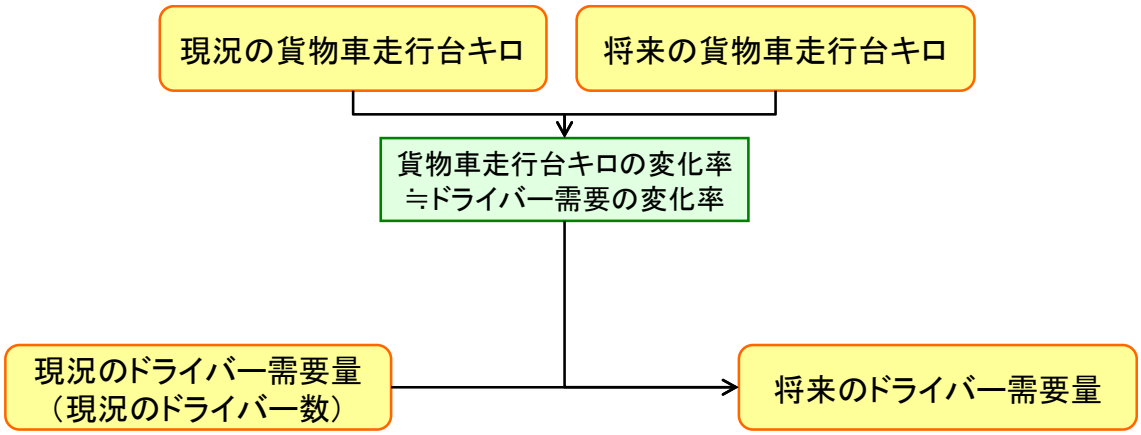


図 5.2-6　ドライバー需要量の推計フロー

(2) 推計結果

1) GDP 高位ケース

a. 貨物車走行台キロ

GDP 高位ケースにおける将来の貨物車走行台キロは、2035 年に合計 642 百万台キロ、2040 年に 653 百万台キロとなった（表 5.2-19）。内訳を見ると、営業用貨物は増加傾向、自家用貨物は減少傾向となっている。

表 5.2-19　GDP 高位ケースの貨物車走行台キロ

車種業態	走行台キロ（千台キロ）		
	2015年	2035年	2040年
営業用普通貨物	248,929	311,087	329,563
自家用普通貨物	84,174	91,833	94,954
営業用小型貨物	5,112	3,130	3,023
自家用小型貨物	131,504	87,094	83,677
軽貨物	181,532	148,822	141,888
営業用合計	352,220	409,042	424,895
自家用合計	299,031	232,924	228,210
営業用変化率	-	1.161	1.206
自家用変化率	-	0.779	0.763

b. ドライバー需要量

GDP 高位ケースの将来のドライバー需要量は、2035 年に 1,288 千人、2040 年に 1,311 千人となった（表 5.2-20）。走行台キロと同様に、2035 年に一旦減少し、2040 年には増加へと転じている。

表 5.2-20　GDP 高位ケースの将来のドライバー需要量

	ドライバー数		
	2015年	2035年	2040年
ドライバー需要量（営業用）	707,000	821,000	853,000
ドライバー需要量（自家用）	600,000	467,000	458,000
ドライバー需要量（合計）	1,307,000	1,288,000	1,311,000

2) GDP 中位ケース

a. 貨物車走行台キロ

GDP 中位ケースにおける将来の貨物車走行台キロは、2035 年に合計 627 百万台キロ、2040 年に 627 百万台キロとなった（表 5.2-21）。内訳を見ると、高位ケースと同様、営業用貨物は増加傾向、自家用貨物は減少傾向となっている。

表 5.2-21　GDP 中位ケースの貨物車走行台キロ

車種業態	走行台キロ（千台キロ）		
	2015年	2035年	2040年
営業用普通貨物	248,929	301,915	313,084
自家用普通貨物	84,174	89,066	90,100
営業用小型貨物	5,112	3,037	2,870
自家用小型貨物	131,504	84,512	79,468
軽貨物	181,532	148,822	141,888
営業用合計	352,220	399,792	408,288
自家用合計	299,031	227,560	219,122
営業用変化率	-	1.135	1.159
自家用変化率	-	0.761	0.733

b. ドライバー需要量

GDP 中位ケースの将来のドライバー需要量は、2035 年、2040 年ともに 1,259 千人と推計された（表 5.2-22）。ただし、走行台キロと同様に、営業用は増加傾向、自家用は減少傾向となっている。

表 5.2-22　GDP 中位ケースの将来のドライバー需要量

	ドライバー数		
	2015年	2035年	2040年
ドライバー需要量（営業用）	707,000	802,000	819,000
ドライバー需要量（自家用）	600,000	457,000	440,000
ドライバー需要量（合計）	1,307,000	1,259,000	1,259,000

3) GDP 低位ケース

a. 貨物車走行台キロ

GDP 低位ケースにおける将来の貨物車走行台キロは、2035 年に合計 594 百万台キロ、2040 年に 586 百万台キロとなった（表 5.2-23）。GDP 高位ケースや中位ケースと異なり、一貫して減少基調となっている。

表 5.2-23　GDP 低位ケースの貨物車走行台キロ

車種業態	走行台キロ（千台キロ）		
	2015年	2035年	2040年
営業用普通貨物	248,929	280,849	286,292
自家用普通貨物	84,174	82,722	82,229
営業用小型貨物	5,112	2,823	2,622
自家用小型貨物	131,504	78,590	72,631
軽貨物	181,532	148,822	141,888
営業用合計	352,220	378,544	381,289
自家用合計	299,031	215,262	204,373
営業用変化率	-	1.075	1.083
自家用変化率	-	0.72	0.683

b. ドライバー需要量

GDP 低位ケースの将来のドライバー需要量は、2035 年に 1,192 千人、2040 年に 1,176 千人となった（表 5.2-24）。走行台キロと同様に、一貫して減少基調である。

表 5.2-24　GDP 低位ケースの将来のドライバー需要量

	ドライバー数		
	2015年	2035年	2040年
ドライバー需要量（営業用）	707,000	760,000	766,000
ドライバー需要量（自家用）	600,000	432,000	410,000
ドライバー需要量（合計）	1,307,000	1,192,000	1,176,000

5.2.4 ドライバー不足の解消およびコスト削減に関する試算

(1) 自動運転技術の普及シナリオの検討

官民 ITS 構想・ロードマップ 2019 では、2021 年までに高速道路でのトラックの後続車有人隊列走行を実現。2022 年以降は高速道路でのトラックの後続車無人隊列走行、2025 年は高速道路でのトラックの完全自動運転が見込まれている（表 5.2-25、図 5.2-7）。

表 5.2-25　実現が見込まれる技術と市場化等期待時期

		レベル	実現が見込まれる技術（例）	市場化等期待時期
自動運転技術の高度化				
	自家用	レベル 2	準自動パイロット	2020 年まで
		レベル 3	自動パイロット	2020 年目途※3
		レベル 4	高速道路での完全自動運転	2025 年目途※3
	物流サービス	レベル 2 以上	高速道路でのトラックの後続車有人隊列走行	2021 年まで
			高速道路でのトラックの後続車無人隊列走行	2022 年以降
		レベル 4	高速道路でのトラックの完全自動運転	2025 年以降※3
	移動サービス	レベル 4※2	限定地域での無人自動運転移動サービス	2020 年まで
		レベル 2 以上	高速道路でのバスの自動運転	2022 年以降
運転支援技術の高度化				
	自家用		高度安全運転支援システム（仮称）	(2020 年代前半) 今後の検討内容による

※１：遠隔型自動運転システム及びレベル 4 以上の技術については、その市場化等期待時期において、道路交通に関する条約との整合性等が前提となる。また、市場化等期待時期については、今後、海外等における自動運転システムの開発動向を含む国内外の産業・技術動向を踏まえて、見直しをするものとする。

※２：無人自動運転移動サービスはその定義上レベル 0～5 が存在するものの、レベル４の無人自動運転移動サービスが 2020 年までに実現されることを期待するとの意。

※３：民間企業による市場化が可能となるよう、政府が目指すべき努力目標の時期として設定。

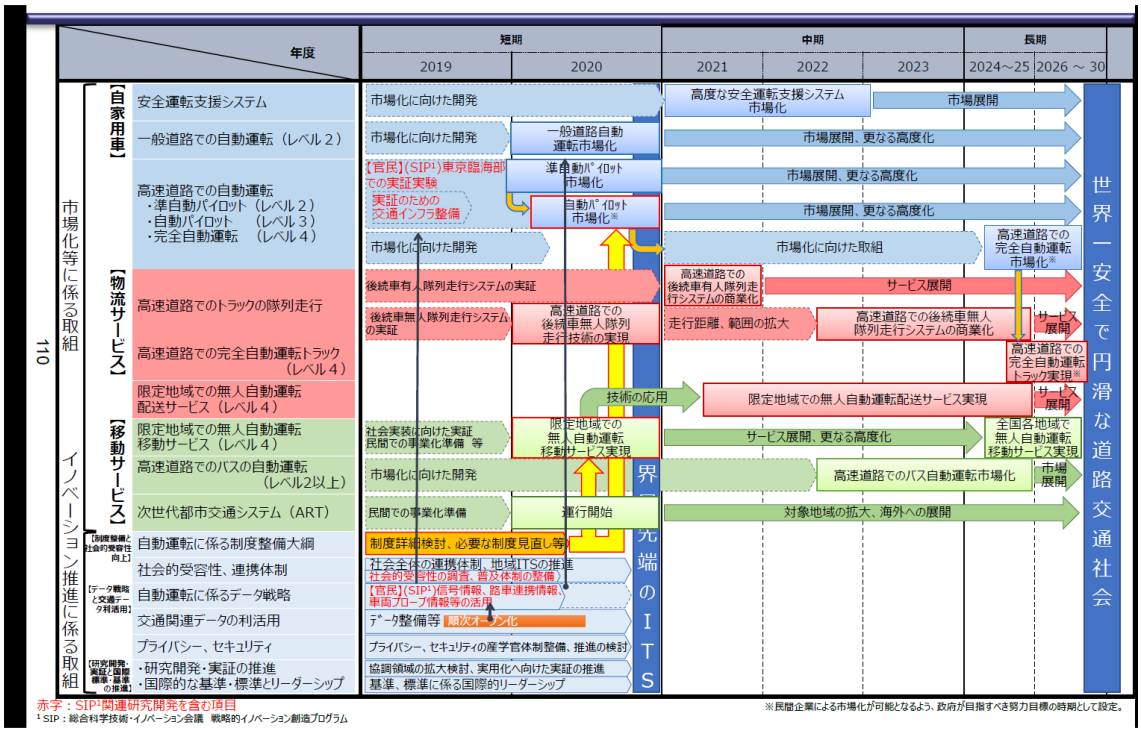


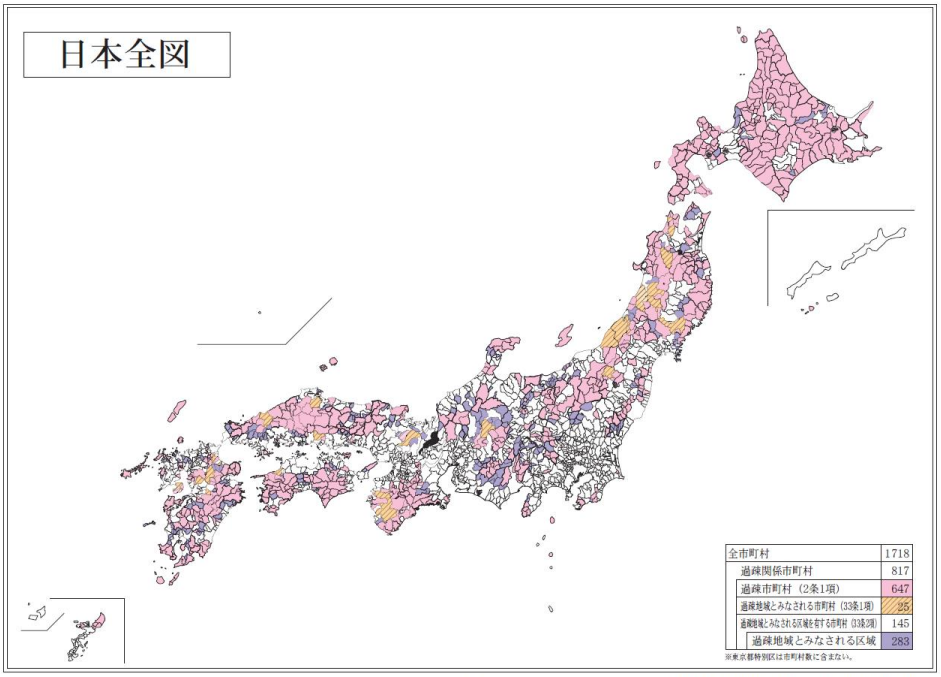
図 5.2-7　自動運転等のロードマップ

官民 ITS 構想・ロードマップ 2019 における物流サービスの将来動向を踏まえ、シナリオを表 5.2-26 に示す通り設定した。

表 5.2-26　普及シナリオの設定

シナリオ		2025年 計算しない	2035年	2040年
シナリオ1	新東名・新名神の一部区間において、トラックの完全自動運転（後続車無人隊列走行の設定も実施）の限定的な実現が始まる	開始	○ 達成	
シナリオ2	4車線以上の高速道路において、トラックの完全自動運転		○	
シナリオ3	限定地域（過疎地※1を中心とする地方部）を対象とした無人自動運転の配送サービスの限定的な実現が始まる	開始	○ 達成	
シナリオ4	限定地域（交通量の少ない都市部・都市部郊外を除く地域※2）を対象とした無人自動運転		○	○
シナリオ5	一般道路を含む重要物流道路※3におけるトラックの完全自動運転			○

※1 過疎地域自立促進特別措置法に基づき指定された地域（図 5.2-8）



出典：過疎関係市町村都道府県別分布図（総務省）

図 5.2-8　過疎地の地域分布

※2 過疎地以外の地域で道路種別が５）主要地方道（都道府県道）、７）一般都道府県道について、沿道状況が４）平地部、５）山地部の道路

※3 全国のほぼすべての直轄国道と高速道路約 30,500km と、地方自治体管理道路約 4,500km が対象。この指定により、超大型の国際海上コンテナ車（高さ 4.1m／最大重量約 44ｔ）の通行許可が不要になるとともに、災害時の道路啓開・復旧を国が代行できるようになる。

(2) 普及シナリオにもとづく置き換え可能な交通量

1) GDP 高位ケース

普通貨物車については、新東名・新名神の一部区間で自動運転が限定的に実現されるシナリオ 1（2035 年）で 6 百万台キロ/日、4 車線以上の高速道路で完全自動運転が実現されるシナリオ 2（2035 年）で 93 百万台キロ/日、重要物流道路で完全自動運転が実現されるシナリオ 5（2040 年）で 187 百万台キロ/日が自動運転に置き換え可能と試算された。一方、小型貨物車については、過疎地を中心とする地方部を対象とした無人自動運転の配送サービスが実現されるシナリオ 3（2035 年）で 10 百万台キロ/日、過疎地に加え、都市部、都市部郊外を除く交通量の少ない地域で無人自動運転の配送サービスが実現されるシナリオ 4 で 2035 年に 45 百万台キロ/日、2040 年に 42 百万台キロ/日が自動運転に置き換え可能と試算された。

その結果、2035 年には 138 百万台キロ/日（自動運転の割合 21.5%）、2040 年には 230 百万台キロ/日（自動運転の割合 35.2%）の貨物車が自動運転に置き換え可能と試算された（表 5.2-27）。

表 5.2-27　GDP 高位ケースの自動運転で置き換え可能な交通量

	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ/日）																	
	営業用普通貨物			自家用普通貨物			営業用小型貨物			自家用普通貨物			軽貨物			合計		
	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年
シナリオ1	–	4,996	–	–	1,392	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6,388	–
シナリオ2（シナリオ1含む）	–	72,799	–	–	20,289	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	93,088	–
シナリオ3	–	–	–	–	–	–	–	160	–	–	3,957	–	–	5,979	–	–	10,096	–
シナリオ4（シナリオ3含む）	–	–	–	–	–	–	–	768	736	–	17,287	16,605	–	26,708	25,385	–	44,763	42,726
シナリオ5（シナリオ1,2含む）	–	–	147,262	–	–	40,052	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	187,314
合計	0	72,799	147,262	0	20,289	40,052	0	768	736	0	17,287	16,605	0	26,708	25,385	0	137,851	230,040
自動運転の割合	0.0%	23.4%	44.7%	0.0%	22.1%	42.2%	0.0%	24.5%	24.4%	0.0%	19.8%	19.8%	0.0%	17.9%	17.9%	0.0%	21.5%	35.2%

2) GDP 中位ケース

普通貨物車については、新東名・新名神の一部区間で自動運転が限定的に実現されるシナリオ 1（2035 年）で 6 百万台キロ/日、4 車線以上の高速道路で完全自動運転が実現されるシナリオ 2（2035 年）で 90 百万台キロ/日、重要物流道路で完全自動運転が実現されるシナリオ 5（2040 年）で 178 百万台キロ/日が自動運転に置き換え可能と試算された。一方、小型貨物車については、過疎地を中心とする地方部を対象とした無人自動運転の配送サービスが実現されるシナリオ 3（2035 年）で 10 百万台キロ/日、過疎地に加え、都市部、都市部郊外を除く交通量の少ない地域で無人自動運転の配送サービスが実現されるシナリオ 4 で 2035 年に 44 百万台キロ/日、2040 年に 42 百万台キロ/日が自動運転に置き換え可能と試算された。

その結果、2035 年には 135 百万台キロ/日（自動運転の割合 21.4%）、2040 年には 220 百万台キロ/日（自動運転の割合 35.0%）の貨物車が自動運転に置き換え可能と試算された（表 5.2-28）。

表 5.2-28　GDP 中位ケースの自動運転で置き換え可能な交通量

	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ/日）																	
	営業用普通貨物			自家用普通貨物			営業用小型貨物			自家用普通貨物			軽貨物			合計		
	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年
シナリオ1	－	4,850	－	－	1,351	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	6,201	－
シナリオ2（シナリオ1含む）	－	70,654	－	－	19,688	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	90,342	－
シナリオ3	－	－	－	－	－	－	－	154	－	－	3,836	－	－	5,979	－	－	9,969	－
シナリオ4（シナリオ3含む）	－	－	－	－	－	－	－	740	689	－	16,767	15,773	－	26,708	25,385	－	44,215	41,847
シナリオ5（シナリオ1,2含む）	－	－	139,901	－	－	37,997	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	177,898
合計	0	70,654	139,901	0	19,688	37,997	0	740	689	0	16,767	15,773	0	26,708	25,385	0	134,557	219,745
自動運転の割合	0.0%	23.4%	44.7%	0.0%	22.1%	42.2%	0.0%	24.4%	24.0%	0.0%	19.8%	19.8%	0.0%	17.9%	17.9%	0.0%	21.4%	35.0%

3) GDP 低位ケース

普通貨物車については、新東名・新名神の一部区間で自動運転が限定的に実現されるシナリオ 1（2035 年）で 6 百万台キロ/日、4 車線以上の高速道路で完全自動運転が実現されるシナリオ 2（2035 年）で 84 百万台キロ/日、重要物流道路で完全自動運転が実現されるシナリオ 5（2040 年）で 163 百万台キロ/日が自動運転に置き換え可能と試算された。一方、小型貨物車については、過疎地を中心とする地方部を対象とした無人自動運転の配送サービスが実現されるシナリオ 3（2035 年）で 10 百万台キロ/日、過疎地に加え、都市部、都市部郊外を除く交通量の少ない地域で無人自動運転の配送サービスが実現されるシナリオ 4 で 2035 年に 43 百万台キロ/日、2040 年に 40 百万台キロ/日が自動運転に置き換え可能と試算された。

その結果、2035 年には 127 百万台キロ/日（自動運転の割合 21.4%）、2040 年には 203 百万台キロ/日（自動運転の割合 34.7%）の貨物車が自動運転に置き換え可能と試算された（表 5.2-29）。

表 5.2-29　GDP 低位ケースの自動運転で置き換え可能な交通量

	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ/日）																	
	営業用普通貨物			自家用普通貨物			営業用小型貨物			自家用普通貨物			軽貨物			合計		
	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年	2015年	2035年	2040年
シナリオ1	－	4,509	－	－	1,254	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	5,763	－
シナリオ2（シナリオ1含む）	－	65,728	－	－	18,281	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	84,009	－
シナリオ3	－	－	－	－	－	－	－	141	－	－	3,564	－	－	5,979	－	－	9,684	－
シナリオ4（シナリオ3含む）	－	－	－	－	－	－	－	677	626	－	15,590	14,403	－	26,708	25,385	－	42,975	40,414
シナリオ5（シナリオ1,2含む）	－	－	127,928	－	－	34,677	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	162,605
合計	0	65,728	127,928	0	18,281	34,677	0	677	626	0	15,590	14,403	0	26,708	25,385	0	126,984	203,019
自動運転の割合	0.0%	23.4%	44.7%	0.0%	22.1%	42.2%	0.0%	24.0%	23.9%	0.0%	19.8%	19.8%	0.0%	17.9%	17.9%	0.0%	21.4%	34.7%

(3) 普及シナリオにもとづくドライバー不足の解消状況

将来のトラックドライバー需要・供給量と自動運転に置き換え可能な貨物車走行台キロを用いて、自動運転技術が普及した場合のドライバーの需給を確認した。

なお、自動運転に置き換え可能な貨物車走行台キロから自動運転によるドライバー削減量への変換は、走行台キロとドライバー数の関係式を求めて推計した（図 5.2-9）。

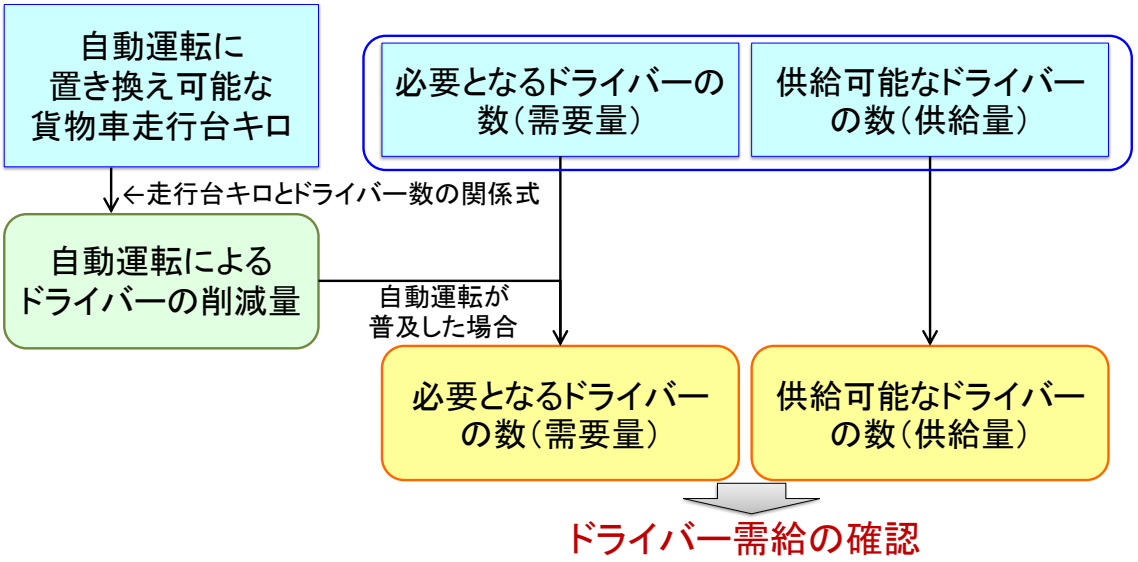


図 5.2-9 ドライバー需給の確認フロー

1) GDP 高位ケース

自動運転の普及を考慮しない場合、2040 年にはドライバーの供給量が需要量を大幅に下回り、約 49 万人が不足すると推定された。一方、シナリオ４とシナリオ５による自動運転の普及により、ドライバー約 46 万人分が代替されると推計されており、不足分が大部分代替されるものと試算された（表 5.2-30)。

表 5.2-30　GDP 高位ケースでのドライバー不足解消状況

		2015年	2035年	2040年
		－	シナリオ 2+4	シナリオ 4+5
営業用	ドライバー供給量（人）	707,000	497,000	446,000
	ドライバー需要量（人）	707,000	821,000	853,000
	ドライバー不足数（人）	－	324,000	407,000
	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ）	－	74,703	149,075
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	150,000	299,000
自家用	ドライバー供給量（人）	600,000	422,000	379,000
	ドライバー需要量（人）	600,000	467,000	458,000
	ドライバー不足数（人）	－	45,000	79,000
	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ）	－	63,148	80,965
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	127,000	163,000
合計	ドライバー不足数（人）	－	369,000	486,000
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	277,000	462,000

2) GDP 中位ケース

自動運転の普及を考慮しない場合、2040 年にはドライバーの供給量が需要量を大幅に下回り、約 43 万人が不足すると推定された。一方、シナリオ４とシナリオ５による自動運転の普及により、ドライバー約 44 万人分が代替可能と推計されており、前述の不足分が相殺されるものと試算された（表 5.2-31）。

表 5.2-31　GDP 中位ケースでのドライバー不足解消状況

		2015年	2035年	2040年
		－	シナリオ 2+4	シナリオ 4+5
営業用	ドライバー供給量（人）	707,000	497,000	446,000
	ドライバー需要量（人）	707,000	802,000	819,000
	ドライバー不足数（人）	－	305,000	373,000
	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ）	－	72,523	141,652
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	146,000	284,000
自家用	ドライバー供給量（人）	600,000	422,000	379,000
	ドライバー需要量（人）	600,000	457,000	440,000
	ドライバー不足数（人）	－	35,000	61,000
	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ）	－	62,034	78,093
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	125,000	157,000
合計	ドライバー不足数（人）	－	340,000	434,000
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	271,000	441,000

3) GDP 低位ケース

自動運転の普及を考慮しない場合、2040 年にはドライバーの供給量が需要量を大幅に下回り、約 35 万人が不足すると推定された。一方、シナリオ４とシナリオ５による自動運転の普及により、ドライバー約 41 万人分が代替可能と推計されており、前述の不足分が相殺されるものと試算された（表 5.2-32)。

表 5.2-32　GDP 低位ケースでのドライバー不足解消状況

		2015年	2035年	2040年
		－	シナリオ 2+4	シナリオ 4+5
営業用	ドライバー供給量（人）	707,000	497,000	446,000
	ドライバー需要量（人）	707,000	760,000	766,000
	ドライバー不足数（人）	－	263,000	320,000
	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ）	－	67,517	129,611
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	136,000	260,000
自家用	ドライバー供給量（人）	600,000	422,000	379,000
	ドライバー需要量（人）	600,000	432,000	410,000
	ドライバー不足数（人）	－	10,000	31,000
	自動運転に置き換え可能な走行台キロ（千台キロ）	－	59,467	73,408
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	119,000	147,000
合計	ドライバー不足数（人）	－	273,000	351,000
	自動運転によるドライバー削減量（人）	－	255,000	407,000

5.2.5 物流の役割や機能、特徴の整理と物流効率化の取り組みの整理

(1) 物流の役割や機能，特徴

官民 ITS 構想・ロードマップ 2019 では、2021 年までに高速道路でのトラックの後続車有人隊列走行を実現。2022 年以降は高速道路でのトラックの後続車無人隊列走行、2025 年は高速道路でのトラックの完全自動運転が見込まれている。

1) 物流の定義（役割）

物流（物的流通）とは、「輸送（空間的移動）と保管（時間的移動）を基礎に、流通加工・包装・荷役・情報機能とともに、物資や商品を受注者から発注者に届けること」である。

物流の目的は、「物資や商品を発生地点から到着地点まで、効率的かつ効果的に、計画・実施・統制すること」である。

2) 物流の機能

物流機能（輸送・保管・流通加工・包装・荷役・情報）は、リンクに関わる物流機能（①輸送、②荷役）とノードに関する物流機能（③保管、④流通加工、⑤包装)、物流をコントロールする情報機能（⑥）の 3 つに分けられる（表 5.2-33)。

輸送機能とは、「物資や商品の空間的な移動に関する機能」である。「輸送」とは、2 地点間の空間的な移動の総称であるが、特に長距離の 2 地点間の移動を「輸送」とし、1 地点と複数地点間の短距離の輸送を「集荷」ないし「配送」とすることが多い（図 5.2-10)。長距離の輸送では、船舶、鉄道、航空機、貨物車など様々な交通機関が利用できるが、短距離の集荷と配送は、貨物車を使用することが一般的である。最近では、台車や自転車を用いることもある。

荷役機能とは、「物流施設と輸送機関で行われる作業（積み込み、荷下ろし、施設内作業など)」である。「積み込み」は、倉庫などの物流施設から貨物車などの交通機関に、商品や物資を運び入れるものであり、「荷下ろし」は、交通機関から倉庫や店舗などに運び込むものである。このときコンテナなどの輸送用具への積み込みと荷下ろしも、荷役と呼ばれている。また、商品や物資の置き換えや検品などの「施設内作業」も荷役に含まれることが多い。

保管機能とは、「商品や物資の時間的な移動に関する機能」である。「保管」は時間的な移動の総称であるが、特に長期間では「貯蔵・備蓄」、短期間では「一時保管」と使いわけることもある。保管機能を受け持つ業者は、倉庫を持つ倉庫業が代表的であるが、生産者・卸売業者・小売業者などの荷主や輸送業者も、流通の過程において一時的な保管を行うことがある。

流通加工機能とは、「商品や物資を輸送や保管する場合に生じる細かな作業と、商品の付加価値を高めるための作業」である。流通加工機能は、「生産加工」と「販売促進加工」の 2 つに分類できる。生産加工は、商品を販売するときに、組み立てやスライスなど商品に手を加える作業である。販売促進加工は、値札を付けたり箱詰めするように販売のための作業である。

包装機能とは、「商品や物資の品質維持と販売促進のために、商品を包むこと」である。包装機能とは、2 つの分類方法がある。第一の分類方法は、包装の目的にもとづき「工業包装」と「商業包装」に分ける方法である。工業包装は商品の品質維持のための包装であり、商業包装は包装紙でくるみ商品の付加価値を高める包装である。第二の分類方法は、包装の種類にもとづき「外装」と「内装」と「個装」に分ける方法である。外装は輸送や保管をしやすくする包装であり、内装は商品を緩衝材などで保護する包装であり、個装は商品個々をくるむ包装である。

情報機能とは、「輸送や荷役だけでなく、保管などの他の物流機能も含めて、物流を効率的に管理・統制するためのもの」である。情報機能は、「数量管理情報」と「品質管理情報」と「位置管理情報」の 3 つに大別できる。数量管理情報は、物資の数量を把握する情報であり、入庫・在庫・出庫管理情報などがある。品質管理情報は、品質の劣化や安全の保つための情報であり、輸送中や保管中の温湿度管理や、製造日などの情報などである。位置管理情報は、商品や物資の位置を把握する情報であり、輸送中や保管中の商品の位置や、貨物車の道路管理などがある。

表 5.2-33 物流機能の内容

分類		項目	内容
リンクの物流機能	①輸送機能	輸送	長距離，1対1
		集荷	短距離，多対1
		配送	短距離，1対多
	②荷役機能（リンクとノードの接続機能）	積み込み	物流施設から交通機関へ
		荷おろし	交通機関から物流施設へ
		施設内作業	置き換え，検品･仕分け･棚入れなど
ノードの物流機能	③保管機能	貯蔵	長時間，貯蔵型保管
		保管	短時間，流通型保管
	④流通加工機能	生産加工	組み立て･スライス･切断など
		販売促進加工	値付け･ユニット化･詰合せなど
	⑤包装機能	工業包装	輸送･保管用，品質保証主体
		商業包装	販売用，マーケティング主体
⑥物流をコントールする情報機能		数量管理情報	入在出庫，ピッキングなど
		品質管理情報	温湿度管理，振動管理など
		位置管理情報	自動仕分け，貨物追跡など

出典：苦瀬博仁著：「サプラーチェーン・マネジメント概論　基礎から学ぶ SCM と経営戦略」,pp.32,2017

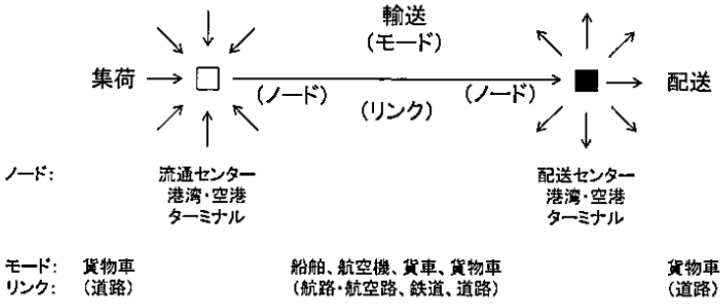


図 5.2-10 輸送機能における集荷・輸送・配送

出典：苦瀬博仁監修：「物流からみた道路交通計画－物流を、分ける・減らす･換える－」,pp.25,2013

3) 都市の物流ネットワーク

a. 地域間物流と都市内物流

物資や商品が発地から着地まで移動するとき、複数の都道府県をまたがるような長距離の地域間物流と、比較的短距離の都市内物流がある（図 5.2-11）。

地域間物流は、比較的長距離の輸送となるため、利用される輸送手段（モード）は自動車・鉄道・船舶・航空機などがあり、交通路（リンク）もそれぞれ道路・線路・航路・航空路となる。そして地域間物流は、都市の外延部に位置する港湾・空港・鉄道貨物駅・トラックターミナル・倉庫などのノードを経由して、都市内物流とも結ばれている。

都市内物流は、広域物流、地区物流、端末物流の 3 つに分けることができる。このとき、広域物流拠点・都市内集配拠点・荷捌き施設などが結節点（ノード）であり、輸送・配送・搬送のための道路や街路が交通路（リンク）である。

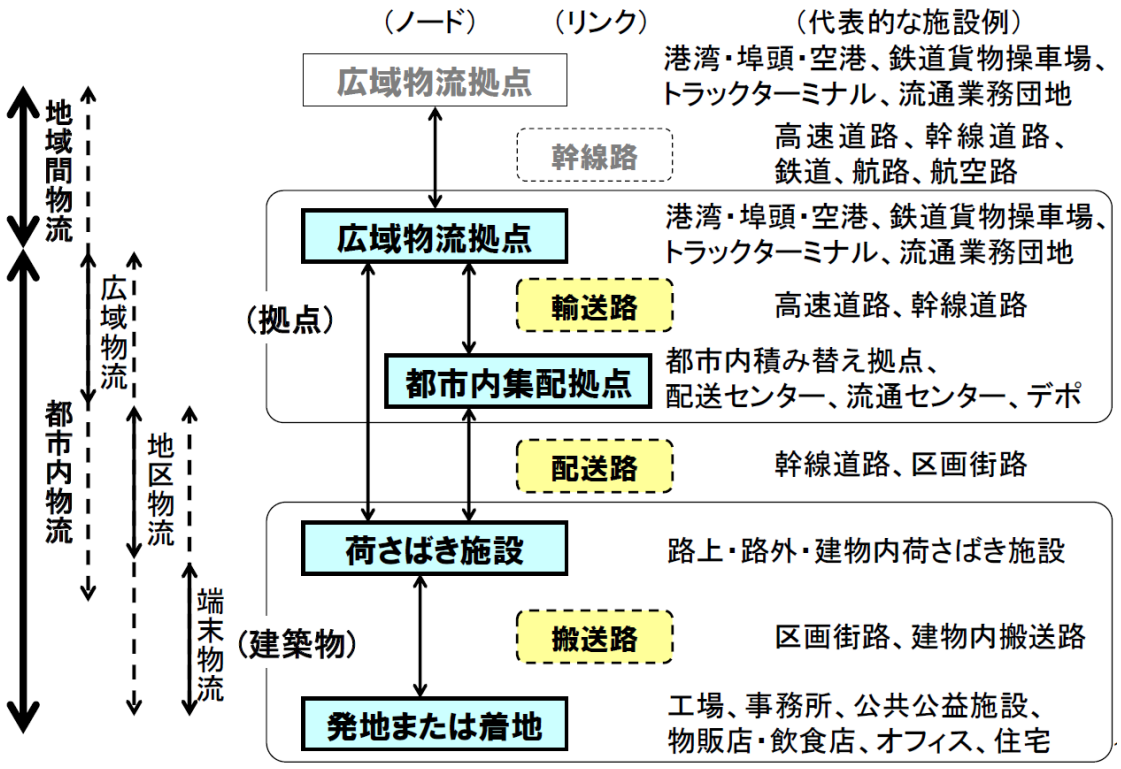


図 5.2-11　都市の物流ネットワーク

b. 広域物流

広域物流とは、「港湾・埠頭・空港・鉄道貨物駅・トラックターミナル・流通業務団地など広域物流拠点を発着する物流」である。広域物流拠点は、長距離の地域間物流と都市間物流をつなぐとともに、都市内物流の中では比較的広いエリアを対象にしている。よって、地域間物流の拠点であるとともに、都市内に収集された貨物を仕分けて都市内に配送するための拠点でもある。

このため、広域物流では、輸配送先の施設や輸送量によって大型貨物車や海上コンテナで輸送することもあれば、小型貨物車により都市内の建築物の駐車場や荷捌き施設に配送することもある。

c. 地区物流

地区物流とは、「広域物流拠点ないし都市内配送拠点から、荷捌き施設までの物流」である。比較的短距離の配送を行うもので、都市内の狭い地域を対象にしている。

大都市の物流では、広域物流拠点から荷捌き施設まで直接配送すると、距離や時間が長くなり、貨物車の積載率が低下したり輸送コストが増加することがある。このため、広域物流拠点と荷捌き施設の中間に、貨物の積み替えを行う都市内集配拠点を設置することもある。これらの都市内集配拠点は、配送センターやデポなど、様々な名称で呼ばれている。

d. 端末物流

端末物流とは、「主に路上や建物内の駐車場や荷捌き施設で荷下ろしされてから、最終届け先の住宅や店舗やオフィスなどに搬送される物流」である。端末物流のうち、高層建築物などで上下方向に搬送する場合を「縦持ち」と呼び、商店街などで水平方向に搬送する場合を「横持ち」と呼ぶことがある（図 5.2-12）。

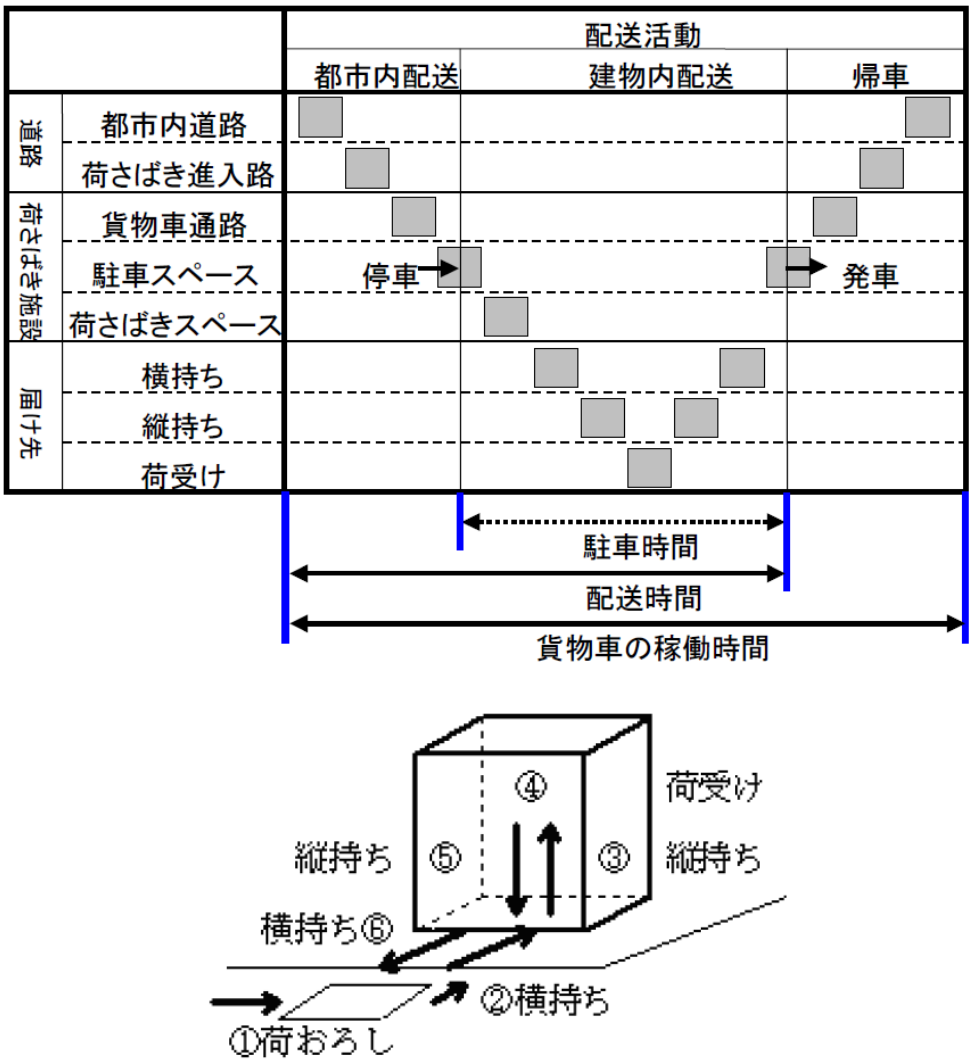


図 5.2-12 配送活動における端末物流

(2) 物流効率化の取り組み

1) 物流 TDM

物流 TDM の対策には、「数量の削減（reduce)」、「時間の変更（re-time)」、「経路の変更（re-route)」、「手段の変更（re-mode)」、「場所の変更（re-place)」の 5 つがある。

a. 数量の削減（reduce）: 事前配送などによる輸送量の削減

数量の削減には、台数の削減、トン数削減、回数削減、時間の削減などがある。

対策	内容
台数を減らす	共同配送、高積載車の優先通行、施設と道路の直結
トン数を減らす	過度な包装の排除、過積載の排除
回数を減らす	在庫増による頻度削減、緊急配送の禁止
時間を減らす	荷さばき施設・機器、動線計画、事前検品、待機時間解消

b. 時間の変更（re-time）: 夜間配送などによる配送時間帯の変更

時間の変更には、通行と到着の時間変更の 2 つの方法がある。

対策	内容
通行時間を分ける	通行時間帯の分離、昼間の通行禁止
到着時間を分ける	駐車許可時間帯、荷捌き施設の時間別利用

c. 経路の変更（re-route ）: 輸送ルートや配送ルートの変更

配送経路の変更には、交通規制、料金施策、経路の分離の 3 つの方法がある。

対策	内容
交通規制で換える	通行規制、信号制御、迂回路の設定
料金で換える	時間帯・経路別の料金変更
人・物の経路を分ける	貨物車専用道路、建物内動線計画

d. 手段の変更（re-mode）: 舟運・鉄道や台車など輸送手段の変更

手段の変更には、輸送手段そのものを換えることと、輸送担当者を換えることの 2 つの方法がある。

対策	内容
手段を換える	鉄道・バス・舟運利用の検討、台車・バイクの利用
担当を換える	納品代行業者の利用、ビル管理業者による館内配送

e. 場所の変更（re-place）：物流施設の郊外移転や納品場所の変更

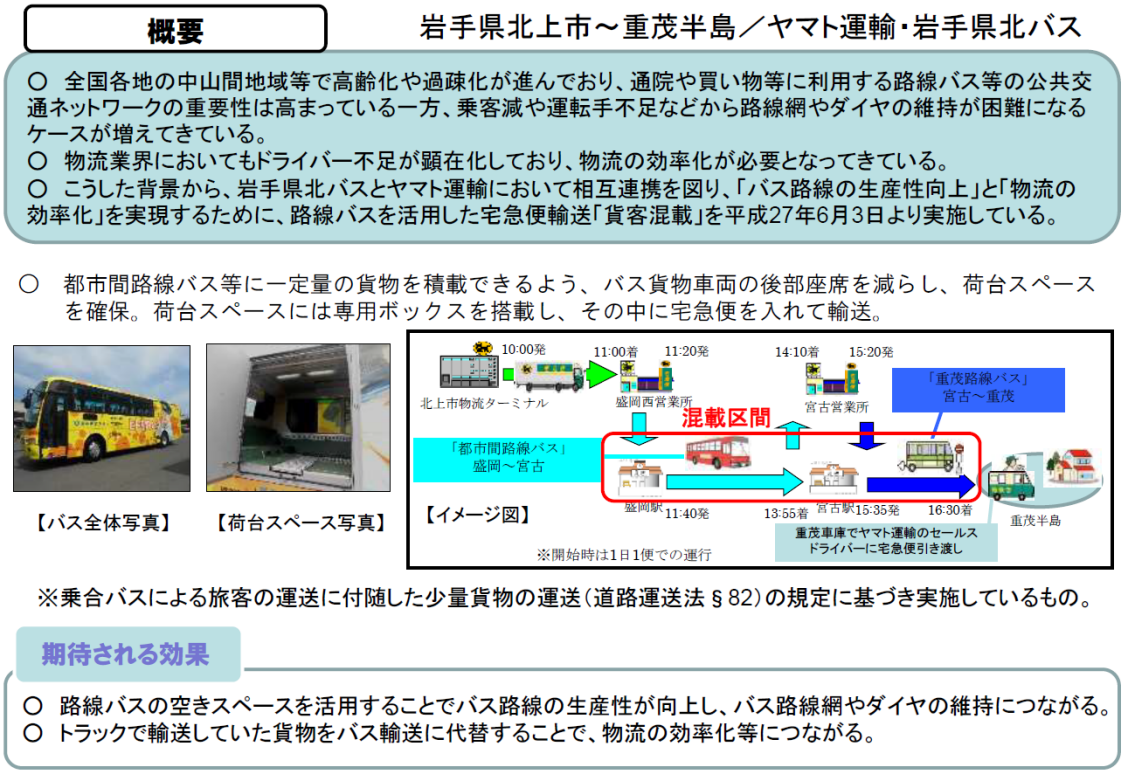
場所の変更には、物流施設の変更、道路の変更、荷受け場所の変更の 3 つの方法がある。

対策	内容
施設を換える	物流施設の移転、納品場所の変更と一括納品
経路を換える	貨物車専用道路、貨物車優先道路、プライシング
荷受け場所を換える	納品場所の変更、路上･路外･建物内荷さばき場の設置

2) 貨客混載

貨客混載は公共交通事業者が乗車密度の低い路線や回送便の空きスペースを有効活用し、新たな収益を生む取り組みである。物流拠点や営業所から集配エリア近傍までの荷物輸送をトラックから公共交通に代替することで、物流ドライバーが空のトラックで集配エリアから物流拠点に荷物を取りに戻る回数が減り、物流の効率化が図られる。

全国各地の中山間地域などでの適用が期待されるところであり、先行事例としては岩手県北バスとヤマト運輸が相互連携している取り組みが挙げられる（図 5.2-13）。平成 27 年 6 月より「バス路線の生産性向上」と「物流の効率化」を実現するために、路線バスを活用した宅急便輸送「貨客混載」を実施している。



出典：https://www.mlit.go.jp/common/001098745.pdf

図 5.2-13　貨客混載の取り組み

3) 自動運転

自動運転も物流の効率化を図る上で重要な技術であり、国内では高速道路でのトラックの隊列走行の実証実験が行われている（図 5.2-14）。また、自動運転の導入効果については国内外で様々な議論がなされている（表 5.2-34）。



図 5.2-14　トラック隊列走行の実証実験

表 5.2-34 自動運転導入効果の議論例

輸送費はそのほとんどを燃料費と人件費が占めている。AB インベブ社によると自動運転トラックでの配送が通常化されれば、アメリカでは年間で 5,000 万ドル（約 52 億円）の経費が削減できるとしている。 米国でも日本同様ドライバー不足が悩みの種となっており、現在ではその需要に対し 4.8 万人のドライバーが不足、2024 年には 17.5 万人にまで拡大するのではと予想されている。 出典： https://smartdrivemagazine.jp/traffic/abinbev/#:~:text=AB%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%99%E3%83%96%E7%A4%BE%E3%81%AB%E3%82%88%E3%82%8B%E3%81%A8,%E3%81%A8%E4%BA%88%E6%83%B3%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82
全日本トラック協会によると、運送費のおよそ 4 割は人件費といわれている。ネット通販の増大などから宅配便などの取り扱い量が増える一方、ドライバーの人数は、去年はおよそ 80 万人と 2 年連続で減少。40 歳以上が 7 割以上と、この 10 年間で急激な高齢化が進んでいて、今後、さらなる人手不足が懸念されている。 出典： https://tera--technical.com/%E8%87%AA%E5%8B%95%E9%81%8B%E8%BB%A2%E3%81%A7%E5%A4%89%E3%82%8F%E3%82%8B%E7%89%A9%E6%B5%81/
現在のトラック原価の約 40%が人件費である（トラック協会：経営分析報告書（平成 24 年度決算版））。自動運転車は車両価格が高くなる反面、この 40%の人件費がほぼゼロになる（積卸人員や無線コントロールが必要なためゼロにはならない）。また、約 20%を占める燃料費も燃費向上により低減される。トラック輸送のコスト構造の変化により、物流コストが大幅に削減される可能性を秘めている。 出典： http://www.logi-solu.co.jp/%E8%87%AA%E5%8B%95%E9%81%8B%E8%BB%A2%E3%81%B8%E3%81%AE%E6%9C%9F%E5%BE%85/
トラックドライバーの給与平均はアメリカでは年間平均 40000 ドル（420 万円ほど）。自動運転車の場合、メンテナンスなどにかかる費用含めてかかるコストは年間 30000 ドルほどである。仮に、すべてのトラックを無人化した場合、事故によるリスク補償や様々な経費含め、全米で 168 ビリオンドル（19.1 兆円)ほど節約できる見込みである。 出典： http://www.logi-solu.co.jp/%E8%87%AA%E5%8B%95%E9%81%8B%E8%BB%A2%E3%81%B8%E3%81%AE%E6%9C%9F%E5%BE%85/

5.2.6 物流における自動運転技術の適用可能性の整理

(1) 自動運転技術の適用可能性の検討

1) 自動運転技術が適用可能な領域

広域物流拠点間を結ぶ都市間物流の中でも高速道路(自動車専用道路）での自動運転の適用は、隊列走行の実証実験も進められており適用可能性は高い。ただし、ドライバーが荷下ろしをしていた慣行を改め、人がいなくても納品できる（拠点の荷捌き施設に正着する）仕組みが必要である。また、期待される効果としては、ドライバー不足解消、輸送コスト削減、交通の円滑化などが挙げられる。

一方、過疎地域への定期的な集配に自動運転を適用することは、現在、「道の駅」で行われている自動運転の実証実験の状況を踏まえると、少し先になるが適用は可能であると考える。貨客混載等も活用した定期的な集配を実施することで、ドライバー不足の解消や輸送コストの削減が期待されている（図 5.2-15)。

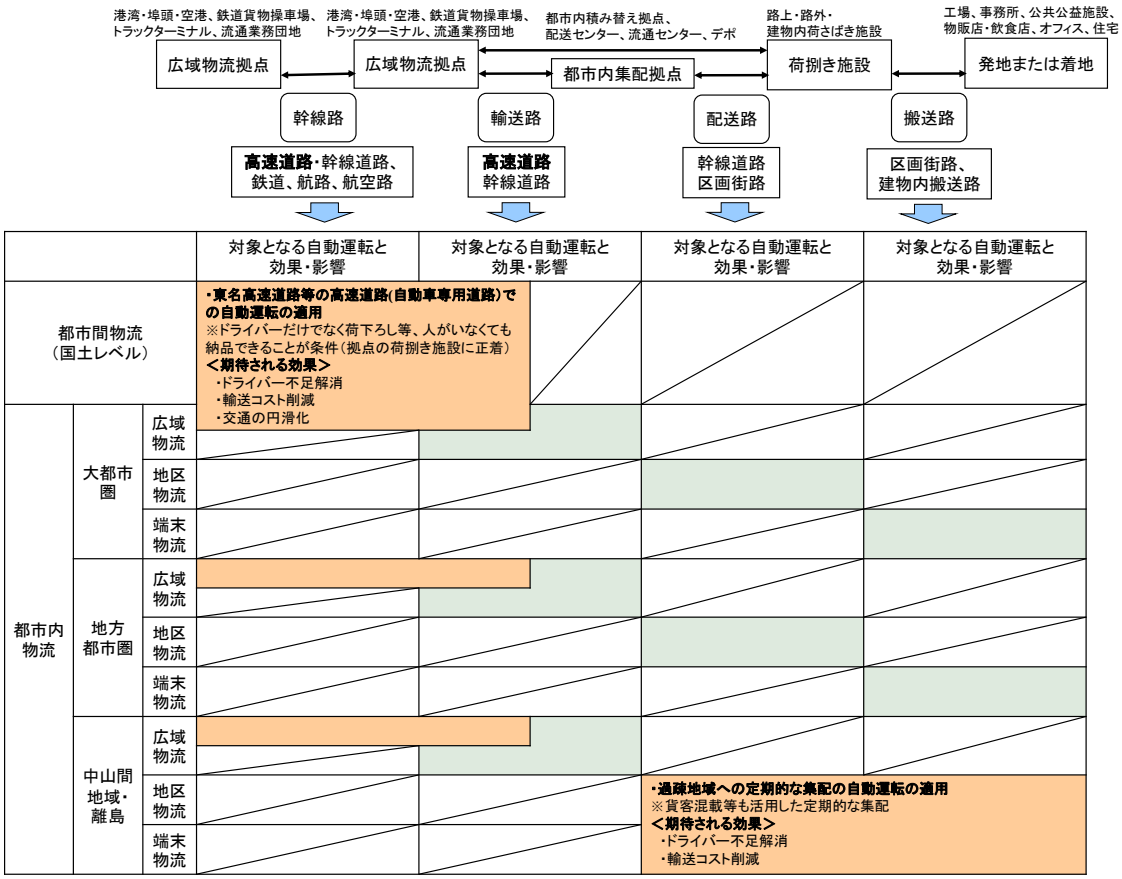


図 5.2-15 自動運転技術の適用可能性の検討図

2) ドライバー不足が解消されず物流が滞ることが社会に与えるインパクト

物流が滞ることにより社会に与えるインパクトは、以下の通りである。

- 部品や原材料の供給が滞ることで工場の生産は減産となり、生産活動は大きな影響を受ける
- 工場の生産が滞ると、卸売業が捌く商品が少なくなるため商業活動に大きな影響がでる
- 生活に不可欠なコンビニ等への配送が滞り、宅配も難しくなり、都市に住む人々が商品や物資を手に入れづらくなる
- オフィス用品や商品の提供が滞り、業務活動や商業活動が維持できなくなる
- 買物弱者への商品の配送や、通院弱者への医薬品の配送が困難になる（セーフティネットの崩壊）
- 災害時に、被災者に食料品や日用品を届けることが難しくなり、市民生活や都市活動を継続できなくなる

すなわち、サプライチェーンのどこかが寸断されると、生活や経済活動に大きな影響を及ぼすことになる（図 5.2-16）。

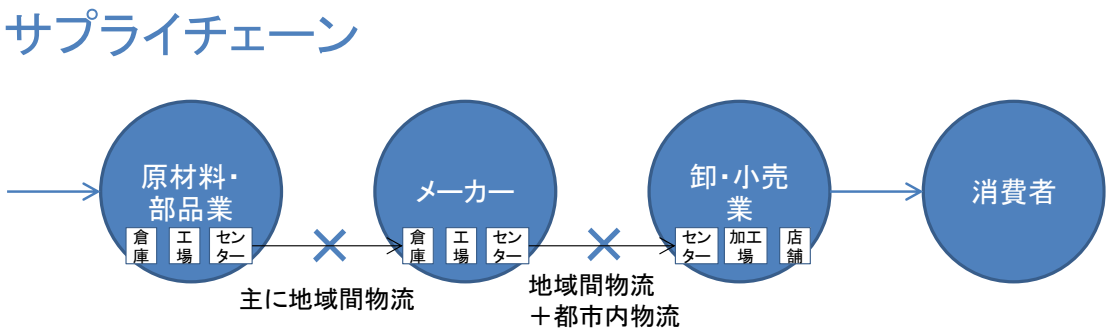


図 5.2-16 物流の寸断が生産や商業、生活に与える影響

(2) 自動運転によるトラックドライバー不足軽減の経済効果

1) 経済効果試算の手順

前述の将来の貨物車需要の予測では、輸送能力に制約がないことを前提に生産額＋輸入額から輸送トン数や台トリップを推計した。自動運転によるトラックドライバー不足軽減の経済効果を求めるにあたっては、この生産額＋輸入額と輸送トン数の関係式や輸送トン数と台トリップの関係式を求めた上で、ドライバー不足で輸送能力に制約が生じた場合の生産額＋輸入額の減少を試算した。そして、上記の輸送能力に制約が生じた状況から、高速道路を走行する普通貨物車に自動運転を導入し、ドライバー不足が軽減（輸送能力が改善）されることにより、生産額+輸入額が改善する効果を試算した（図 5.2-17）。

なお、本試算では、生産額＋輸入額や輸送トン数、台トリップなどの変数間の関係式において線形を想定するなど、変数間の関係を単純化して試算していることに留意が必要である。

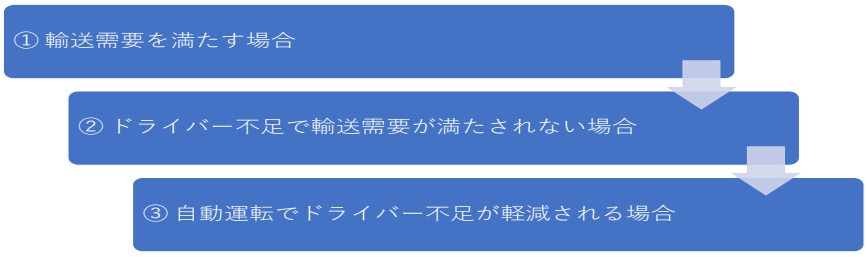


図 5.2-17 経済効果試算の手順

なお、試算では道路交通センサス OD 表を用いたが、高速道路の走行を判別するデータはないので、トリップ長が 100km 以上であれば高速道路走行とみなした。また、ドライバー不足で輸送能力が生じる場合の設定は、3)で後述する推計結果を踏まえ、センサス台トリップが車種別・品目別で一律 27%削減するものとして試算した。また試算は 2035 年の GDP 中位ケースで行った（図 5.2-18）。

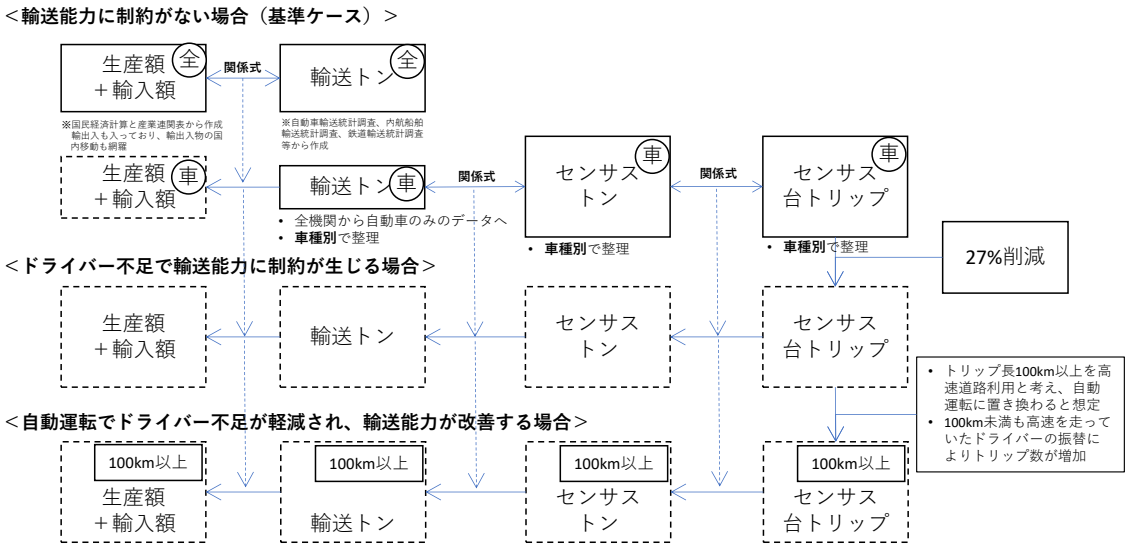

＜輸送能力に制約がない場合（基準ケース）＞
生産額＋輸入額
全
関係式
輸送トン
全
※国民経済計算と産業連関表から作成
輸出入も入っており、輸出入物の国内移動も網羅
※自動車輸送統計調査、内航船舶輸送統計調査、鉄道輸送統計調査等から作成
生産額＋輸入額
車
輸送トン
車
関係式
センサストン
車
関係式
センサス台トリップ
車
• 全機関から自動車のみのデータへ
• 車種別で整理
• 車種別で整理
• 車種別で整理
27%削減
＜ドライバー不足で輸送能力に制約が生じる場合＞
生産額＋輸入額
輸送トン
センサストン
センサス台トリップ
• トリップ長100km以上を高速道路利用と考え、自動運転に置き換わると想定
• 100km未満も高速を走っていたドライバーの振替によりトリップ数が増加
＜自動運転でドライバー不足が軽減され、輸送能力が改善する場合＞
100km以上
生産額＋輸入額
100km以上
輸送トン
100km以上
センサストン
100km以上
センサス台トリップ

図 5.2-18 手順の詳細

2) 輸送能力に制約がない場合（基準ケース）

2035 年の GDP 中位ケースでの将来推計結果は、1 日あたり 32.6 百万台のトリップが発生し、生産額＋輸入額は年間 444.3 兆円となる見通しとなった（図 5.2-19、表 5.2-35）。

なお、生産額＋輸入額は国民経済計算と産業連関表を元に、また、輸送トンは自動車輸送統計調査、内航船舶輸送統計調査、鉄道輸送統計調査等を元に将来推計を行った。

＜輸送能力に制約がない場合（基準ケース）＞

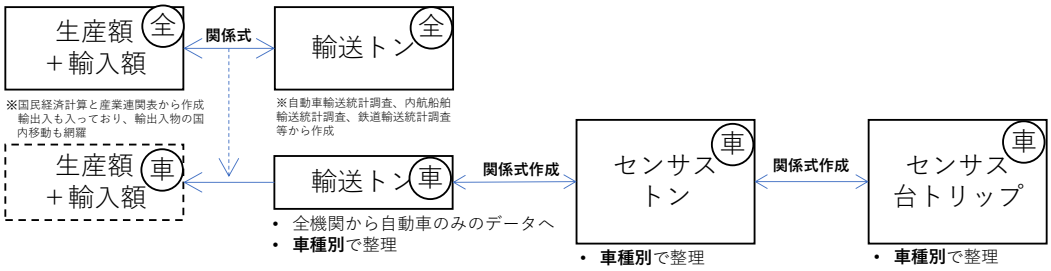


図 5.2-19 将来の需要予測で求めたデータの関係

表 5.2-35 輸送能力に制約がない場合（基準ケース）の推計結果（2035 年）

	生産額＋輸入額	輸送トン	センサス トン	センサス 台トリップ
2035年	444.3兆円/年	45.5億トン/年	21.7百万トン/平日	32.6百万台ﾄﾘｯﾌﾟ/日

3) ドライバー不足で輸送能力に制約が生じる場合

表 5.2-31 で示すとおり、2035 年の GDP 中位ケースにおいて、ドライバーは合計 340 千人不足すると試算されている。また、ドライバー1 人あたりの走行台キロは表 5.2-36 に示すとおり 0.498 千台キロ/人である。したがって、ドライバー不足により 169 百万台キロ分を輸送することができず、全走行台キロ（627 百万台キロ）の 27%が輸送できないことになる（図 5.2-20)。

表 5.2-36　ドライバー1 人あたりの走行台キロ

全道路の走行台キロ（営業用・2015年）	352,220	千台キロ
全道路の走行台キロ（自家用・2015年）	299,031	千台キロ
ドライバー数（営業用・2015年）	707,000	人
ドライバー数（自家用・2015年）	600,000	人
１人当たりの走行台キロ（営業用）	0.498	千台キロ／人
１人当たりの走行台キロ（自家用）	0.498	千台キロ／人

【2035年 GDP中位想定】		
ドライバー不足（営業用）	305,000人	→151,890千台キロが輸送できない
ドライバー不足（自家用）	35,000人	→17,430千台キロが輸送できない
ドライバー不足により輸送出来ない走行台キロ（2035年）	169,320千台キロ	
全道路の走行台キロ（2035年）	627,352千台キロ	
輸送出来ない割合	27.0%	

図 5.2-20 ドライバー不足で輸送できない割合

上記の整理から、ドライバー不足により、センサス台トリップが全ての車種、距離帯において 27%減少するものと想定した（図 5.2-21)。この場合、 1 日あたりの交通量は 23.8 百万台に留まり、生産額＋輸入額は年間 324.3 兆円と試算された（表 5.2-37)。すなわち、ドライバー不足により約 120 兆円の損失が見込まれる。

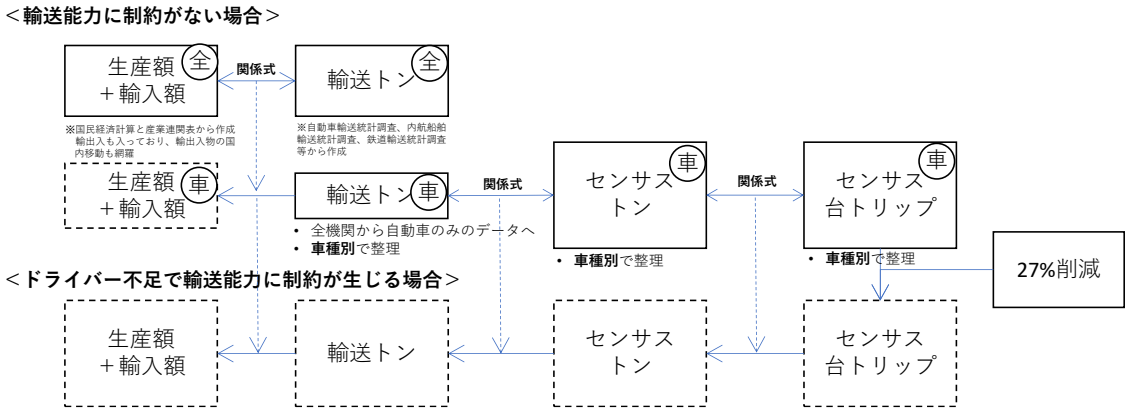


図 5.2-21 ドライバー不足で輸送能力に制約が生じる場合の推計フロー

表 5.2-37 ドライバー不足で輸送能力に制約が生じる場合の推計結果（2035 年）

	生産額＋輸入額	輸送トン	センサストン	センサス台トリップ
2035年	324.3兆円/年	33.2億トン/年	15.9百万トン/平日	23.8百万台ﾄﾘｯﾌﾟ/日

4) 自動運転でドライバー不足が軽減され、輸送能力が改善する場合

普通貨物車の高速道路等を利用する長距離輸送（走行距離 100km 以上）に自動運転を導入することを想定して試算を行った。

(3)のケースで 100km 以上輸送していた普通貨物車のドライバーは、自動運転が代替することにより、100km 未満の輸送を担うものと想定した（ただし、(2)の 100%を超えない範囲で代替するものと想定した）（表 5.2-38）。

表 5.2-38　台トリップ数のケース毎の変化

	①輸送能力に制約がない場合	②ドライバー不足で輸送能力に制約が生じる場合	③自動運転でドライバー不足が軽減され、輸送能力が改善する場合
自家用普通貨物（100km未満）	100%	73%	73%＋100km以上の73%分
自家用普通貨物（100km以上）	100%	73%	自動運転で100%
営業用普通貨物（100km未満）	100%	73%	73%＋100km以上の73%分
営業用普通貨物（100km以上）	100%	73%	自動運転で100%

高速道路等を利用する長距離輸送に自動運転を導入することにより、台トリップは 1 日あたり 25.1 百万台トリップ、生産額＋輸入額は 400.2 兆円となった（図 5.2-22、表 5.2-39）。

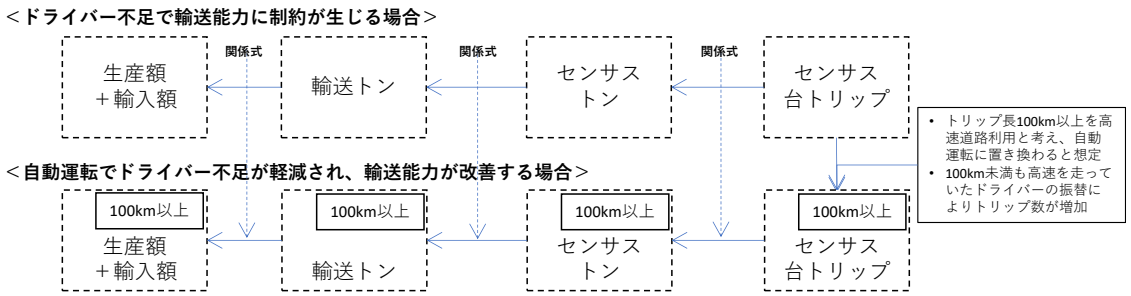


図 5.2-22　自動運転でドライバー不足が軽減され、輸送能力が改善する場合の推計フロー

表 5.2-39　自動運転でドライバー不足が軽減され、輸送能力が改善する場合の推計結果

	生産額＋輸入額	輸送トン	センサストン	センサス台トリップ
2035年	400.2兆円/年	39.8億トン/年	18.8百万トン/平日	25.1百万台ﾄﾘｯﾌﾟ/日

5) まとめ

自動運転の導入により、①輸送能力に制約がない場合（基準ケース）との比較において、②約34 万人のドライバー不足により輸送能力に制約が生じる場合の約 120 兆円減から、③自動運転でドライバー不足が約 27 万人軽減され、輸送能力が改善する場合の約 44 兆円減へと改善し、その効果は約 76 兆円と推計された（図 5.2-23）。

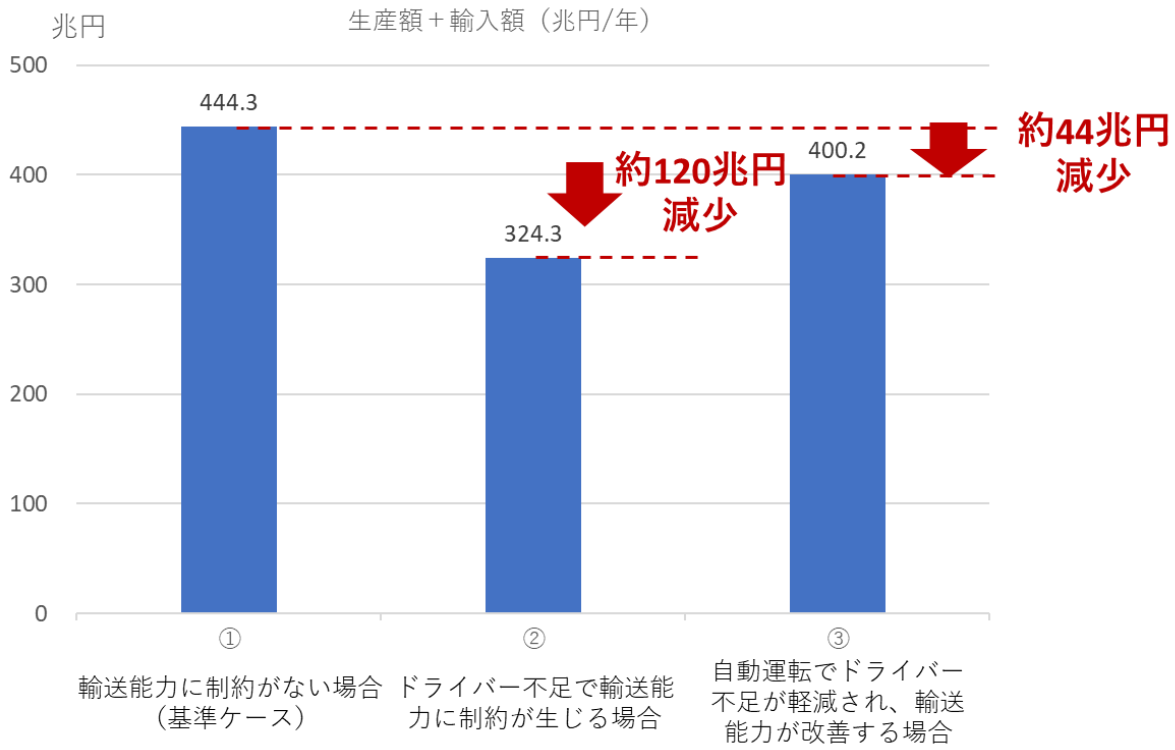


図 5.2-23　自動運転でドライバー不足が軽減される場合の経済効果（2035 年）

センサス台トリップは、①の基準ケースとの比較において、②のドライバー不足による 27%減から③の自動運転導入による 23%減へと改善した。輸送トンも②の 27%減から③の 13%減へと改善、生産額＋輸入額も②の 27%減から③の 10%減へと改善した（図 5.2-24）。

これは高速を走行する貨物車の長距離トリップは、1 台あたりの輸送トン数が大きく、生産額＋輸入額も大きいことが影響している。すなわち、高速道路を走行する貨物車への自動運転導入は、他の道路に導入するよりも高い効果が得られることを示唆している。

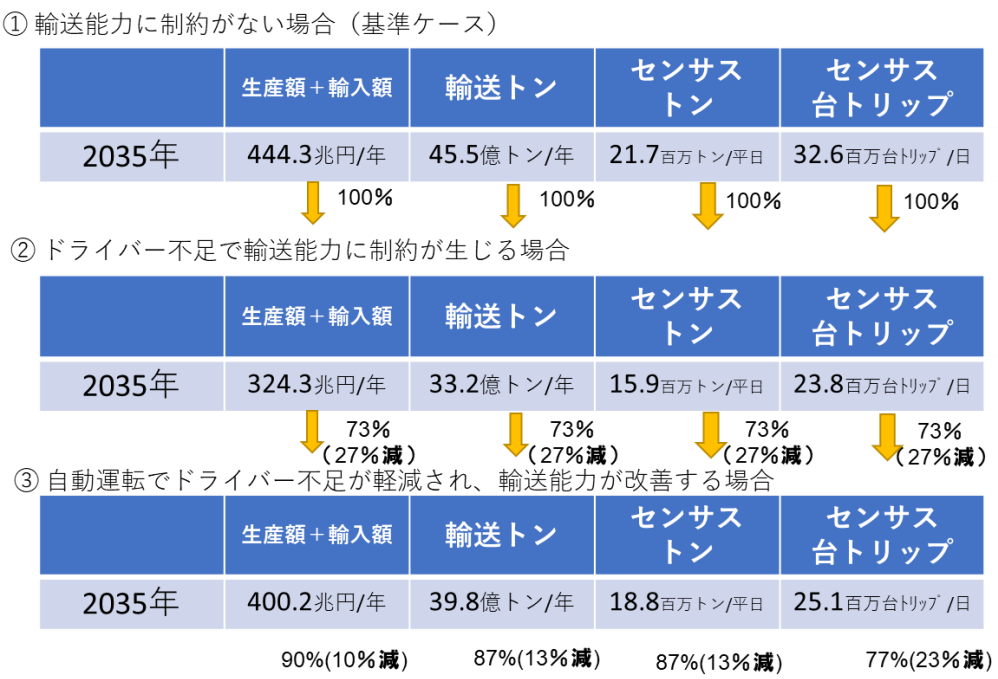


図 5.2-24　自動運転でドライバー不足が軽減される場合の効果（2035 年）

5.3 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化

5.3.1 目的

自動運転車や MaaS（Mobility-as-a-Service）等の導入・普及によって、車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造がどのように変化するのかを、生活者への web アンケート等を実施して算出する。具体的には、移動費用や移動時間等を、従来車、自動運転車、自動運転車によるライドシェア等の別に算出した上で、消費者の車の保有選択、保有する場合の従来車か自動運転車かの選択、トリップの回数等に、自動運転車の価格や、ライドシェアの待ち時間などがどのような影響を与えるのかを推計する。その結果は、「第 3 章 自動運転車の普及シミュレーション」の静学モデルを用いたシミュレーションで利用する。なお、本研究は、令和元年度調査で実施した事前アンケート調査等、香川大学に一部再委託をして実施した。

5.3.2 概要

車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造を消費者アンケートから構築し、自動運転車や自動運転車によるライドシェアの導入による交通手段の選択の変化を、図 5.3-1 の流れで評価する。

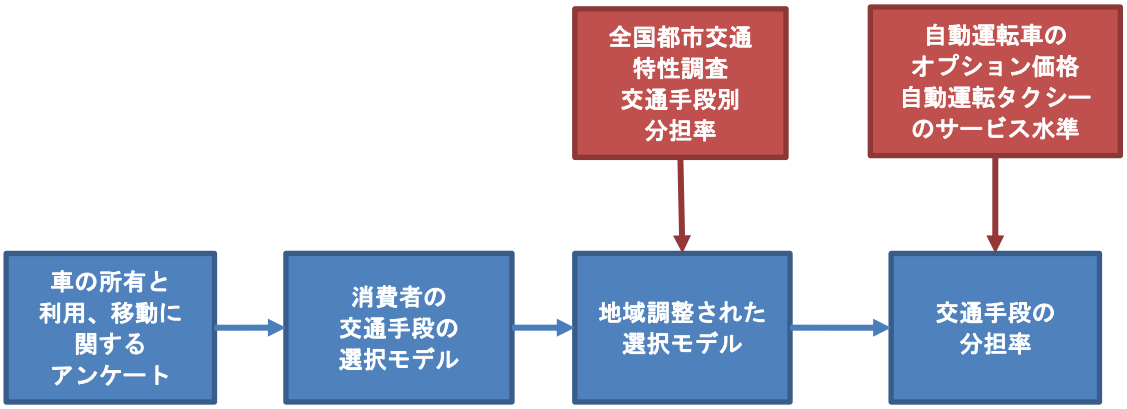


図 5.3-1 自動運転車やライドシェア等の普及による交通手段選択の捉え方

最初に、消費者への Web アンケート等を実施し、これを用いて車の所有と利用、移動に関する消費者の選択を調査する。その際、図 5.3-2 に示したように、現在利用されている交通手段である個人所有の手動運転車、公共交通機関、徒歩・自転車以外に、個人所有の自動運転車や自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの移動サービスも提示する。

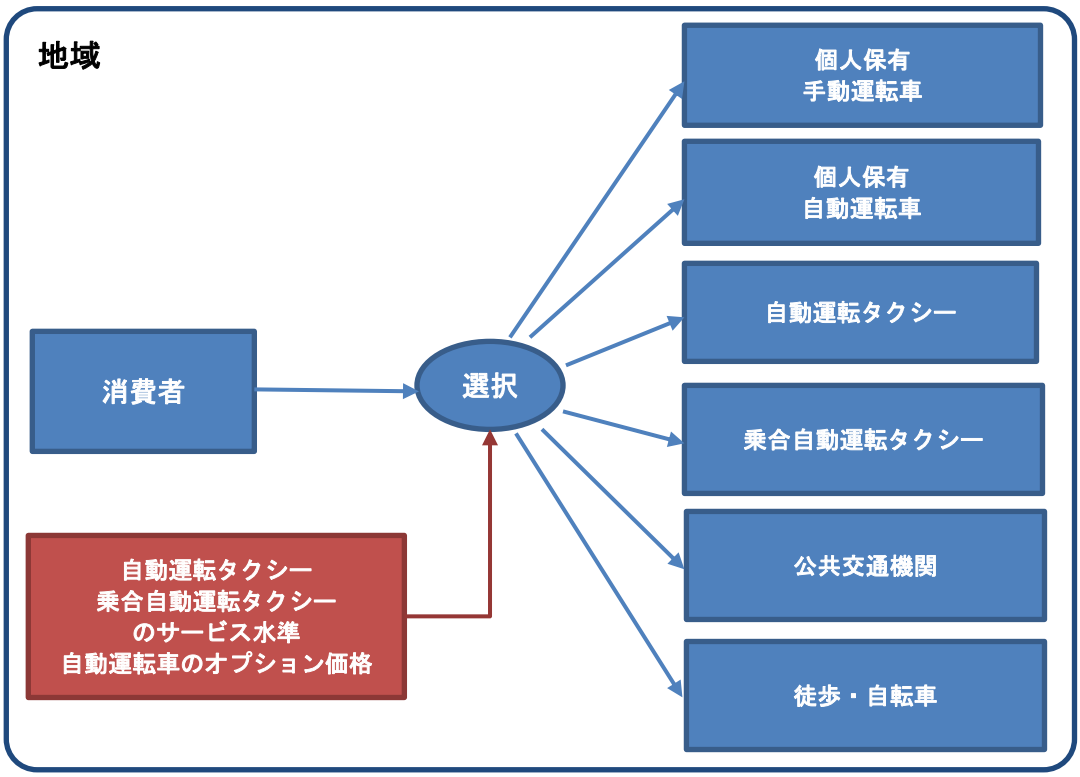


図 5.3-2 消費者の交通手段の選択モデル

次に、このアンケート結果に基づいて、消費者が自動運転車のオプション価格（手動運転車と自動運転車の価格差）や、自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーのサービス水準（価格や配車時間）によって、どのような交通手段を選択するかを表す選択モデルを構築し、自動運転車のオプション価格や自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーのサービス水準の変化が各交通手段の選択に及ぼす影響を検討する。

ところで、交通手段の選択は、消費者が居住する地域における公共交通手段の費用や利便性、自動車利用時の道路状況など、地域の特性によって異なると考えられる。そこで、地域を 5 つの都市区分（三大都市圏中心都市、三大都市圏周辺都市、政令指定都市、中核市、その他地域）[14]に分け、地域の特性を表す調整係数を交通手段の選択モデルに導入し、現在の手動運転車、公共交通機関、徒歩・自転車の交通分担率（トリップ数の割合）と選択モデルの推定結果が適合するように調整係数を設定する。その上で、個人所有自動運転車の価格や、自動運転タクシーや乗合自動運転タクシーのサービス水準等に応じて、消費者の交通手段選択がどのように変化するのかを推計する（図 5.3-3）。

[14] 都市区分の区分は三大都市圏は「平成 27 年度国勢調査」の「大都市圏都市圏」の分類、その他は令和 2 年 4 月の指定状況に基づき分類した。

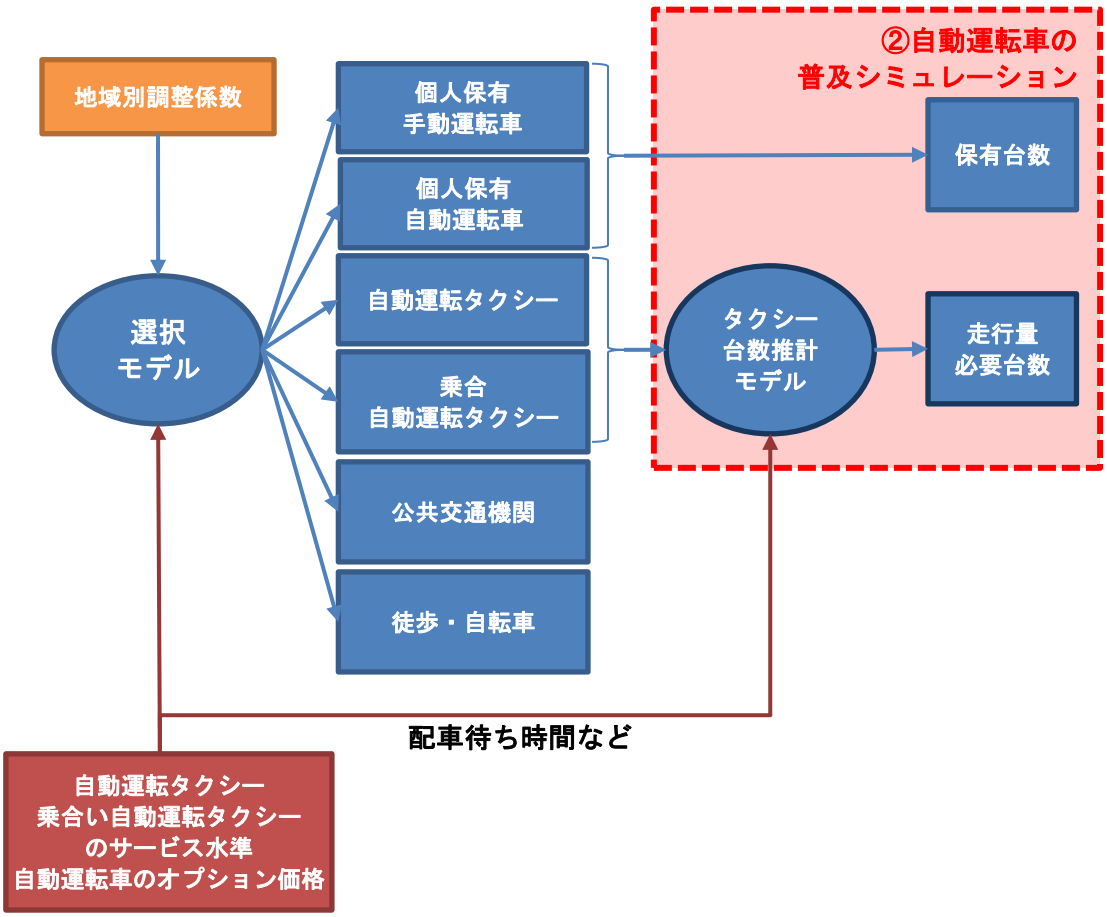


図 5.3-3 各種パラメータの影響評価

5.3.3 消費者の交通手段選択に関するアンケート

消費者の交通手段の選択構造を求めるため、「消費者の自動運転車を含む交通手段の選択の Web アンケート調査」（以後、Web アンケート）を実施した。Web アンケートは、20 歳以上の成人を対象に、2020/10/8～2020/12/27 の期間、表 5.3-1 のように三回に分けて実施した。第 1 回目、第 2 回目で消費者の回答を吟味してアンケートにおける交通手段の条件とその提示方法を調整し、第 3 回目のアンケート（本調査）を実施した。

表 5.3-1 アンケート調査の期間と回答者数

アンケートの段階	期間	回答者数
第 1 回（プレ調査 1）	2020/10/8	1,003
第 2 回（プレ調査 2）	2020/11/26～2020/11/27	1,154
第 3 回（本調査）	2020/12/21～2020/12/27	5,102
合計		7,259

交通手段を選択する質問では、現状の居住地や車の保有状況、新型コロナウィルス感染症の流行状況の影響を出来る限り排除するため、回答者に次のような状況を想定してもらった。

- 転居して新しい生活を始めること

- 車を所有している場合にはその車が買い替え時期であること
- 新型コロナウィルス感染症のワクチンや治療薬ができ、インフルエンザと同程度に予防や治療ができること

その上で、回答者が普段の目的で架空の外出をする際、利用する交通手段を質問した。

提示する交通手段の選択肢は、図 5.3-4（回答者に示した解説は表 5.3-2）のような 6 つとした。選択肢の中で「または」として示した交通手段（公共交通機関：「電車またはバス」、徒歩・自転車；「徒歩、または自転車」）の中で、具体的にどちらの交通手段をイメージするかは、費用と移動時間を提示した上で回答者に任せた。

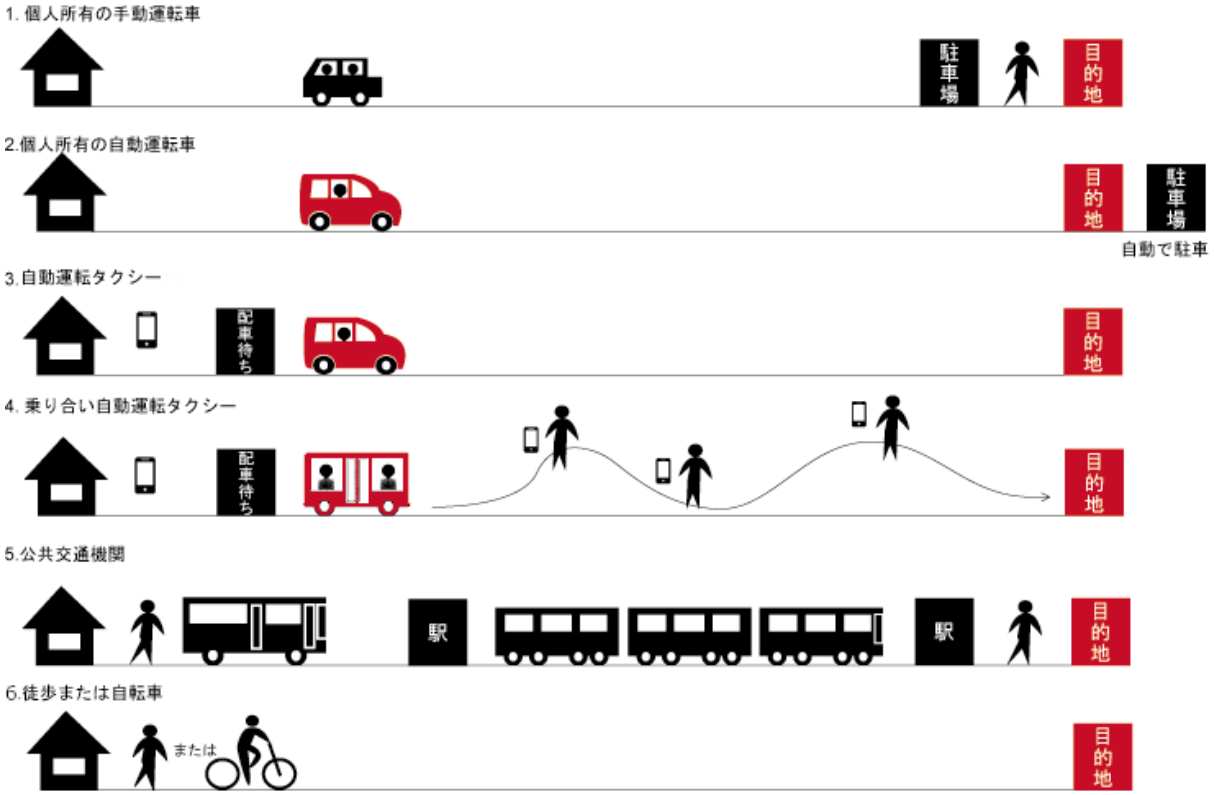


図 5.3-4　各交通手段のイメージ

表 5.3-2　交通手段の選択肢

No	交通手段	説明
1	個人所有の手動運転車	あなた、または家族が運転する手動運転車の利用です。車には、以下の機能がついています。1）自動ブレーキ、2）ペダル踏み間違い防止時加速抑制、3）車線維持、4）アダプティブクルーズコントロール（高速道路、主要幹線道路で、予め設定した速度で定速走行することを可能にします。また、先行車に近づくと、先行車と適切な車間距離を保ちながら走行することを可能にします。）、5）ドライバーの監視の下、高速道路や主要幹線道路で車線変更や追越しのハンドル・アクセル操作を自動で行う機能。
2	個人所有の自動運転車	この車は、完全自動運転車です。車の運転はシステムが自動で行いますので、あなたが運転する必要はありません。 あなたが目的地で降りた後、車が近くの駐車場に自ら移動して駐車します。また、帰りには駐車場から迎えに来ることもできます。 自動運転車が事故を起こす確率は、安全運転支援機能等が搭載された「1. 個人所有の手動運転車」と同じです。
3	自動運転タクシー	この車は、完全自動運転車を利用したタクシーです。 自動運転タクシーは必ず交通ルールを守ります。自動運転タクシーが事故を起こす確率は、安全運転支援機能等が搭載された「1. 個人所有の手動運転車」と同じです。 アプリで行き先を指定し、配車を依頼します。配車されるまで待ち時間が示されます。
4	乗合自動運転タクシー	この車は、完全自動運転車を利用した乗合のタクシーです。 乗合自動運転タクシーは運転手がいなくなり、他の人と一緒に乗ることで，現在のタクシーよりも大幅に安くなります 乗合自動運転タクシーは必ず交通ルールを守ります。乗合自動運転タクシーが事故を起こす確率は、安全運転支援機能等が搭載された「1. 個人所有の手動運転車」と同じです。 アプリで行き先を指定し、配車を依頼します。配車されるまで待ち時間が示されます。 配車された車にはすでに他人が乗っていたり、後から乗ってくる可能性もあります。
5	公共交通機関	鉄道またはバスで主に移動します。鉄道を主に利用する際は、駅まで徒歩、自転車、個人所有の自動車（手動または自動）、自動運転タクシー（乗合を含む）、バスなども利用しますし、バスを主に利用する際には、バス停まで徒歩、個人所有の自動車（手動または自動）による送迎などが利用できます。目的地は最寄りの鉄道の駅、またはバス停から徒歩で行けます。駅またはバス停では待ち合わせの時間が必要ですが、鉄道またはバスは 10 分間隔ほどで出発します。移動時間にはこの待合せ時間が含まれています。
6	徒歩・自転車	徒歩、または自転車を利用して移動します。費用は 0 円です。

架空の外出には、目的を含め表 5.3-3 のような条件を設定した。

表 5.3-3　外出の条件

項目	設　定
平休日	平日（月曜～金曜）、休日（土曜、日曜）にいずれか。
目的	「通勤」、「通学」、「買物」、「(日常生活圏内での）食事・社交・娯楽」、 「(日常生活圏外での）観光・行楽・レジャー」、「通院」のいずれか。 ※平休日と目的の組合せは、回答者のこれまでの外出パターンから選択。
移動距離	1km, 3km, 10km, 30km ※4 区分からランダムに提示。但し、目的が「(日常生活圏外での）観光・行楽・レジャー」の場合 10km, 30km の 2 区分からランダムに提示。
天候	晴(90%)、雨(10%)からランダムに提示

交通手段の選択する質問は、各回答者に対して 2 回行った。1 回目の質問では、交通手段別の移動時間や費用を様々に設定した組合せの中からランダムに選んで提示した。2 回目の質問では、費用や時間の違いで交通手段の選択がどのように変わるかを見るため、同じ外出の条件で、1 回目に選択した交通手段の移動時間、費用を 2 倍にして、提示した。

移動時間や費用の提示では、図 5.3-5、図 5.3-6 のように、その内訳（配車までの待ち時間、移動時間、移動時間に含まれる待合せ時間、片道の費用、目的地での駐車料金、固定費：車を個人で保有・維持するため 1 日当たりの費用）も含めて表示し、2 回目では変化した移動時間や費用を強調して示した。

アンケートで提示する移動時間と費用は、表 5.3-4 のように設定した。

	交通手段	①配車までの待ち時間（分）	②片道の移動時間（分）	移動時間の内駅までのアクセス時間（分）	③片道の費用（円）	④目的地の駐車料金（円／日）	（参考）固定費：個人所有の車を保有・維持するため1日当たりの費用（円/日）
○	個人所有の手動運転車［普通乗用車］		95		540	2,000	1,500
○	個人所有の自動運転車［普通乗用車］		90		270	0	1,530
○	自動運転タクシー	10	90		450		
○	乗合自動運転タクシー	10	95		260		
○	公共交通機関		80	10	720		
○	徒歩・自転車		180		0		

図 5.3-5　1 回目の移動時間、費用の提示(例)



図 5.3-6　2 回目の移動時間、費用の提示　(1 回目に「個人所有の自動運転車」選んだ例)

表 5.3-4　各交通手段の移動時間、費用の設定範囲

交通手段	項目	標準設定	変動幅（目安）
個人所有の手動運転車	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算 ＋目的地付近の駐車場からの移動時間（5 分）	-3 ～ +5 分
	費用	12 円/km で計算＋固定費	燃費：-30 ～ +50 % 固定費：軽自動車～普通自動車
個人所有の自動運転車	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算。	-2 ～ +3 分
	費用	12 円/km で計算＋固定費 ＋自動運転車オプション価格(100 万円)	燃費：-30 ～ +50 % 自動運転車オプション価格 20～500 万円
自動運転タクシー	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算 ＋平均配車時間 10 分	-5 ～ +5 分
	費用	25 円/km で計算（参考文献を参照して設定）	-40 ～ +140 % （参考文献を参照して設定）
乗合自動運転タクシー	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算 ＋平均配車時間 10 分 ＋乗合のための平均送迎時間（単純な移動時間の 12%）	-7～ +8 分
	費用	17 円/km で計算（参考文献を参照して設定）	-40 ～ +140 % （参考文献を参照して設定）
公共交通機関	移動時間	平均旅行速度 30 km/h で計算 ＋平均待合せ時間など 17 分	-11 ～ +15 分
	費用	16 円/km、最低料金 110 円 で計算	-20 ～ +50 %
徒歩・自転車	移動時間	1km:　徒歩 15 分、 3km～ :自転車 平均旅行速度 13 km/h で計算	
	費用	0 円	

5.3.4 交通手段の選択モデルの構築

交通手段の選択モデルは、提示方法の調整が終了した第 3 回の Web アンケートの回収結果を用いて構築する。

(1) 交通手段の選択モデルの推計方法

交通手段の選択モデルとして、前述の 6 種類の交通手段から 1 つを選ぶ 6 肢選択多項ロジットモデルを用いる。このモデルでは各交通手段の選択確率を、次の式で表現する。

選択肢 k の選択確率

$$Pr(k|\boldsymbol{\theta}) = \frac{\exp(V_k)}{\sum_{k'} \exp(V_{k'})}$$

$$V_k = \theta_k + \theta_c c_k + \theta_t t_k + \theta_{e,k} e_i + \theta_{r,k} d_{r,i} + \theta_{o,k} d_{o,i} + \theta_{w,k} d_{w,i}$$

定数項　費用　移動時間　自動運転車への期待　地域区分ダミー　目的区分ダミー　平休日区分ダミー

選択肢 k：　1: 個人所有の手動運転車, 2:個人所有の自動運転車, 3:自動運転タクシー, 4:乗合自動運転タクシー, 5:公共交通機関, 6:徒歩・自転車

費用 k：　$c_{k,i,j}$ 個人 i が j 番目の質問（j＝1 or 2）の交通手段の費用
往復の費用（片道の費用×２）＋目的地での駐車料金＋固定費

移動時間 k：　$t_{k,i,j}$ 個人 i が j 番目の質問の交通手段の移動時間
移動時間＋配車までの待ち時間

自動運転車への期待：　e_i 個人 i の「自動運転車への期待」のスコア

地域区分ダミー：　$d_{r,i}$ 個人 i の居住地が三大都市圏または政令指定都市 ＝1、
その他地域 ＝0

目的区分ダミー：　$d_{o,i}$　個人 i への質問の移動目的が、通勤または通学 ＝1、私事 ＝0

平休日区分ダミー：　$d_{w,i}$　個人 i への質問の移動日が、平日 ＝1、休日 ＝0

アンケート結果は、次のように個人 i が j 番目の質問ごとに「選択結果, 費用 k, 移動時間 k, k=1 … 6,移動距離, 自動運転車への期待, 地域区分ダミー, 目的区分ダミー, 平休日区分ダミー」のセットとしてデータ化した。

データ化に際して、回答者に対して提示する条件の偏りを補正するため、1 回目の質問で選ばれなかった選択肢についても費用や移動時間を 2 倍にした仮想の質問を作成し、回答者の選択結果が 1 回目と同じとするデータを生成して追加した。

このデータとモデルに対して、次のような尤度関数を想定し、尤度を最大とするようにパラメータ $\boldsymbol{\theta}$=[θ_c, θ_t, θ_1, θ_2, θ_3, θ_4, θ_5, θ_6, $\theta_{e,1}$, $\theta_{e,2}$, $\theta_{e,3}$, $\theta_{e,4}$, $\theta_{e,5}$, $\theta_{e,6}$$\theta_{r,2}$, $\theta_{r,3}$, $\theta_{r,4}$, $\theta_{r,5}$, $\theta_{r,6}$, $\theta_{o,2}$, $\theta_{o,3}$, $\theta_{o,4}$, $\theta_{o,5}$, $\theta_{o,6}$, $\theta_{w,2}$, $\theta_{w,3}$, $\theta_{w,4}$, $\theta_{w,5}$, $\theta_{w,6}$] を推定する。（ θ_1 =0, $\theta_{e,1}$ =0 , $\theta_{r,1}$ =0 , $\theta_{o,1}$ =0 , $\theta_{w,1}$ =0 と個人所有の手動運転車を基準に規格化）。

$$L(\boldsymbol{\theta}) = \prod_{i,j} \prod_{k} \Pr\ \left(k_{i,j} | \boldsymbol{\theta}\right)^{\delta_{k,i,j}}$$

$$\boldsymbol{\theta}^* = \arg\max L(\boldsymbol{\theta})$$

交通手段の選択モデルの構築にあたって、移動距離により時間や費用が効用に及ぼす違いを考慮して、提示した移動距離（1km, 3km, 10km, 30km）で分け、各々の区分でモデルのパラメータを推定する。

(2) 移動距離ランク別モデル

得られたモデルの係数を表 5.3-5、表 5.3-6、表 5.3-7、表 5.3-8 に示す。各モデルとも、移動時間・費用の係数はいずれも符号条件を満たす有意な値となり、消費者の費用や移動時間に対する選択の変化を捉えている。また、自動運転車への期待の係数は、自動運転車に関連した交通手段では、正の値で有意な値となり、自動運転車への期待が大きいほど、自動運転車を含む交通手段を選ぶ傾向を捉えている。

推定されたモデルの疑似相関係数を係数の表の下に示している。McFadden 疑似相関係数は 0.04～0.08 と小さな値となっている。McFadden 疑似相関係数は、モデルに加えられた説明変数の影響を示す指標であり、費用や移動時間を変えた 2 回目でも同じ交通手段を選択する回答者が多い結果を反映している。一方、Estrella 疑似相関係数は、いずれも 0.7 を超えており、確率分布としては再現できていることを示している。

表 5.3-5　交通手段の選択モデル (1km)

移動手段	係数	z-value	有意性(注)
個人所有自動運転車　θ_2	-1.426	-8.35	***
自動運転タクシー　θ_3	-5.145	-19.61	***
乗合自動運転タクシー　θ_4	-7.065	-20.78	***
公共交通機関　θ_5	-1.959	-9.48	***
徒歩・自転車　θ_6	-1.027	-7.81	***
移動時間　θ_t	-0.03441	-17.01	***
費用　θ_c	-0.0001561	-7.18	***
自動運転車への期待　個人所有自動運転車　$\theta_{e,2}$	0.9218	3.69	***
自動運転車への期待　自動運転タクシー　$\theta_{e,3}$	4.919	13.99	***
自動運転車への期待　乗合自動運転タクシー　$\theta_{e,4}$	6.718	15.35	***
自動運転車への期待　公共交通機関　$\theta_{e,5}$	-0.5359	-1.84	.
自動運転車への期待　徒歩・自転車　$\theta_{e,6}$	1.396	7.51	***
地域区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{r,2}$	-0.06670	-0.87	
地域区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{r,3}$	0.5568	5.49	***
地域区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{r,4}$	0.8169	6.39	***
地域区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{r,5}$	1.607	14.76	***
地域区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{r,6}$	0.9281	16.26	***
目的区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{o,2}$	0.1667	2.14	*
目的区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{o,3}$	-0.06137	-0.60	
目的区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{o,4}$	0.2811	2.28	*
目的区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{o,5}$	0.4367	4.78	***
目的区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{o,6}$	-0.2539	-4.21	***
平休日区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{w,2}$	-0.2444	-3.18	**
平休日区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{w,3}$	0.2090	2.03	*
平休日区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{w,4}$	0.03644	0.29	
平休日区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{w,5}$	0.07004	0.77	
平休日区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{w,6}$	0.09668	1.71	.

注:　‘***’: 0.001 以下、　‘**’: 0.01 以下、　‘*’:　0.05 以下、’.’:　0.1 以下

McFadden 疑似相関係数	0.062
Estrella 疑似相関係数	0.827

表 5.3-6　交通手段の選択モデル (3km)

移動手段	係数	z-value	有意性(注)
個人所有自動運転車　θ_2	-2.147	-11.34	***
自動運転タクシー　θ_3	-3.627	-15.13	***
乗合自動運転タクシー　θ_4	-4.286	-15.78	***
公共交通機関　θ_5	-1.958	-9.81	***
徒歩・自転車　θ_6	-1.008	-7.43	***
移動時間　θ_t	-0.02907	-15.98	***
費用　θ_c	-0.00004079	-2.05	*
自動運転車への期待　個人所有自動運転車　$\theta_{e,2}$	1.203	4.58	***
自動運転車への期待　自動運転タクシー　$\theta_{e,3}$	3.311	10.35	***
自動運転車への期待　乗合自動運転タクシー　$\theta_{e,4}$	3.543	9.93	***
自動運転車への期待　公共交通機関　$\theta_{e,5}$	0.3721	1.38	
自動運転車への期待　徒歩・自転車　$\theta_{e,6}$	0.7235	3.87	***
地域区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{r,2}$	-0.06648	-0.82	
地域区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{r,3}$	0.3855	4.13	***
地域区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{r,4}$	0.7120	6.82	***
地域区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{r,5}$	1.243	14.02	***
地域区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{r,6}$	1.123	19.38	***
目的区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{o,2}$	0.3056	3.83	***
目的区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{o,3}$	-0.1155	-1.19	
目的区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{o,4}$	-0.05920	-0.55	
目的区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{o,5}$	0.35155	4.10	***
目的区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{o,6}$	-0.1223	-2.00	*
平休日区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{w,2}$	0.1088	1.36	
平休日区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{w,3}$	-0.1165	-1.25	
平休日区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{w,4}$	0.05493	0.53	
平休日区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{w,5}$	0.03462	0.41	***
平休日区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{w,6}$	0.03684	0.65	

注:　‘***’: 0.001 以下、　‘**’: 0.01 以下、　‘*’:　0.05 以下、’.’:　0.1 以下

McFadden 疑似相関係数	0.046
Estrella 疑似相関係数	0.864

表 5.3-7　交通手段の選択モデル (10km)

移動手段	係数	z-value	有意性(注)
個人所有自動運転車　θ_2	-2.141	-15.13	***
自動運転タクシー　θ_3	-4.958	-22.55	***
乗合自動運転タクシー　θ_4	-4.827	-22.88	***
公共交通機関　θ_5	-2.851	-19.38	***
徒歩・自転車　θ_6	-1.608	-11.94	***
移動時間　θ_t	-0.02042	-19.35	***
費用　θ_c	-0.0002783	-14.05	***
自動運転車への期待　個人所有自動運転車　$\theta_{e,2}$	2.116	10.46	***
自動運転車への期待　自動運転タクシー　$\theta_{e,3}$	4.238	14.42	***
自動運転車への期待　乗合自動運転タクシー　$\theta_{e,4}$	4.055	14.37	***
自動運転車への期待　公共交通機関　$\theta_{e,5}$	0.9385	4.64	***
自動運転車への期待　徒歩・自転車　$\theta_{e,6}$	0.1455	0.76	
地域区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{r,2}$	0.08121	1.31	
地域区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{r,3}$	0.6562	7.43	***
地域区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{r,4}$	0.6940	8.08	***
地域区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{r,5}$	1.397	19.38	***
地域区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{r,6}$	0.7751	12.17	***
目的区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{o,2}$	0.3310	5.03	***
目的区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{o,3}$	0.3046	3.39	***
目的区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{o,4}$	0.3579	4.13	***
目的区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{o,5}$	0.4188	6.21	***
目的区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{o,6}$	-0.04801	-0.71	
平休日区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{w,2}$	-0.2067	-3.32	***
平休日区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{w,3}$	-0.08538	-1.00	
平休日区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{w,4}$	-0.1115	-1.35	
平休日区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{w,5}$	0.2779	4.35	***
平休日区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{w,6}$	0.2199	3.57	***

注:　‘***’: 0.001 以下、　‘**’: 0.01 以下、　‘*’:　0.05 以下、’.’:　0.1 以下

McFadden 疑似相関係数	0.067
Estrella 疑似相関係数	0.795

表 5.3-8　交通手段の選択モデル (30km)

移動手段	係数	z-value	有意性(注)
個人所有自動運転車　θ_2	-2.384	-16.33	***
自動運転タクシー　θ_3	-5.172	-21.62	***
乗合自動運転タクシー　θ_4	-5.566	-24.83	***
公共交通機関　θ_5	-2.710	-20.77	***
徒歩・自転車　θ_6	-1.847	-11.07	***
移動時間　θ_t	-0.005664	-12.21	***
費用　θ_c	-0.0003172	-20.50	***
自動運転車への期待　個人所有自動運転車　$\theta_{e,2}$	2.507	12.05	***
自動運転車への期待　自動運転タクシー　$\theta_{e,3}$	4.730	14.71	***
自動運転車への期待　乗合自動運転タクシー　$\theta_{e,4}$	4.699	15.77	***
自動運転車への期待　公共交通機関　$\theta_{e,5}$	1.062	5.88	***
自動運転車への期待　徒歩・自転車　$\theta_{e,6}$	-0.7019	-3.00	**
地域区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{r,2}$	0.1185	1.92	.
地域区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{r,3}$	0.6092	6.41	***
地域区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{r,4}$	0.8328	9.24	***
地域区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{r,5}$	1.404	22.96	***
地域区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{r,6}$	0.9078	11.65	***
目的区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{o,2}$	0.2995	4.52	***
目的区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{o,3}$	-0.007123	-0.07	
目的区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{o,4}$	0.3289	3.61	***
目的区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{o,5}$	0.2043	3.34	***
目的区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{o,6}$	-0.2773	-3.34	***
平休日区分ダミー　個人所有自動運転車　$\theta_{w,2}$	-0.03891	-0.63	
平休日区分ダミー　自動運転タクシー　$\theta_{w,3}$	-0.1178	-1.26	
平休日区分ダミー　乗合自動運転タクシー　$\theta_{w,4}$	0.03669	0.42	
平休日区分ダミー　公共交通機関　$\theta_{w,5}$	0.3969	6.96	***
平休日区分ダミー　徒歩・自転車　$\theta_{w,6}$	0.1458	1.96	.

注:　‘***’: 0.001 以下、　‘**’: 0.01 以下、　‘*’:　0.05 以下、’.’:　0.1 以下

McFadden 疑似相関係数	0.081
Estrella 疑似相関係数	0.764

移動時間、費用に関する係数を移動距離でプロットした図を、図 5.3-7、図 5.3-8 に示す。

移動時間の係数は、移動距離が大きくなるほど絶対値が小さくなり、交通手段への選択の寄与が小さくなる。これは、短い距離では 1 分短縮当たりの効用が大きく、移動時間の長短を気にするが、長距離では 1 分当たりの効用が小さくなり、移動時間が少々違っても気にならないことを示している。

一方、費用の係数は、移動距離が小さい場合にはほぼ 0 であるが、距離が大きくなると絶対値が大きくなり、移動に係る費用を気にすることを示している。

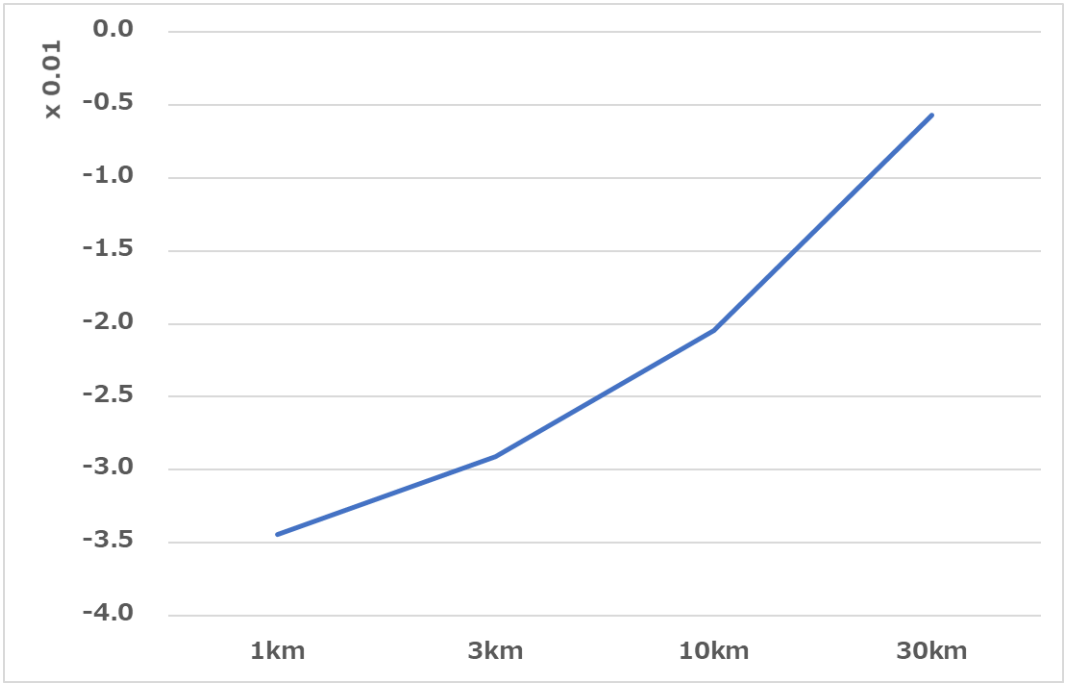


図 5.3-7　移動距離と移動時間の係数

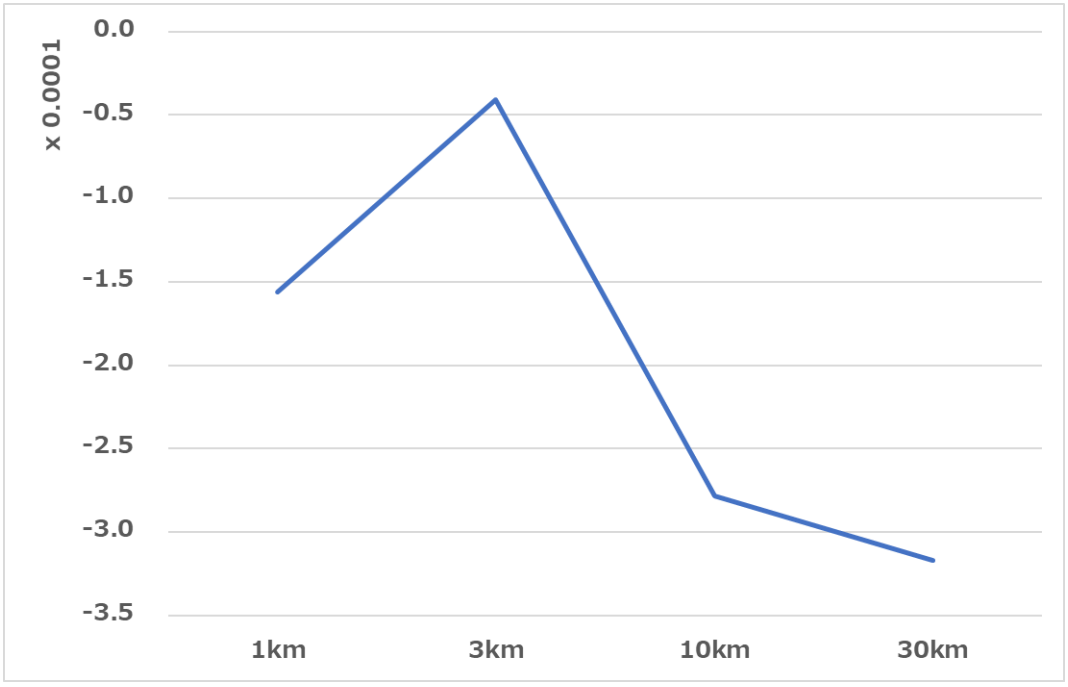


図 5.3-8　移動距離と費用の係数

各交通手段の切片を図 5.3-9 に示す。各交通手段の切片の大きさを比較すると、移動距離にかかわらず概ね次のようになる。

個人所有手動運転車 ＞ 徒歩・自転車 ＞ 個人所有自動運転車
＞ 公共交通機関 ＞ 自動運転タクシー ＞ 乗合自動運転タクシー

3km 以上では、徒歩・自転車、自動運転タクシー、乗合自動運転タクシーの切片は遠距離程小さくなり、選ばれにくくなることを示している。

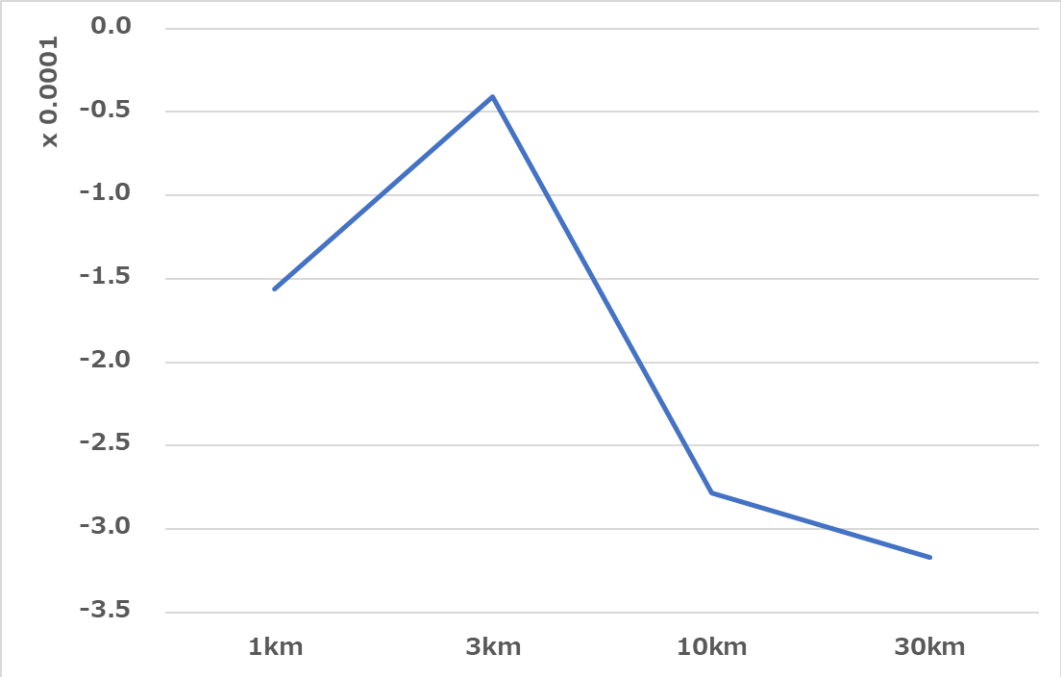


図 5.3-9 各交通手段の切片（θ_k）

自動運転車への期待の係数を図 5.3-10 に示す。

自動運転車とは関係のない公共交通機関や徒歩・自転車では 0～1 付近であるのに対し、自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーでは、4 付近の値と、大きな値となっている。この差は、徒歩・自転車や公共交通機関と、自動運転タクシーや乗合自動運転タクシーの切片の差に近く、自動運転車への期待が大きい（最大 1.0）場合、これらの交通手段の間の切片に差がなくなることを示している。

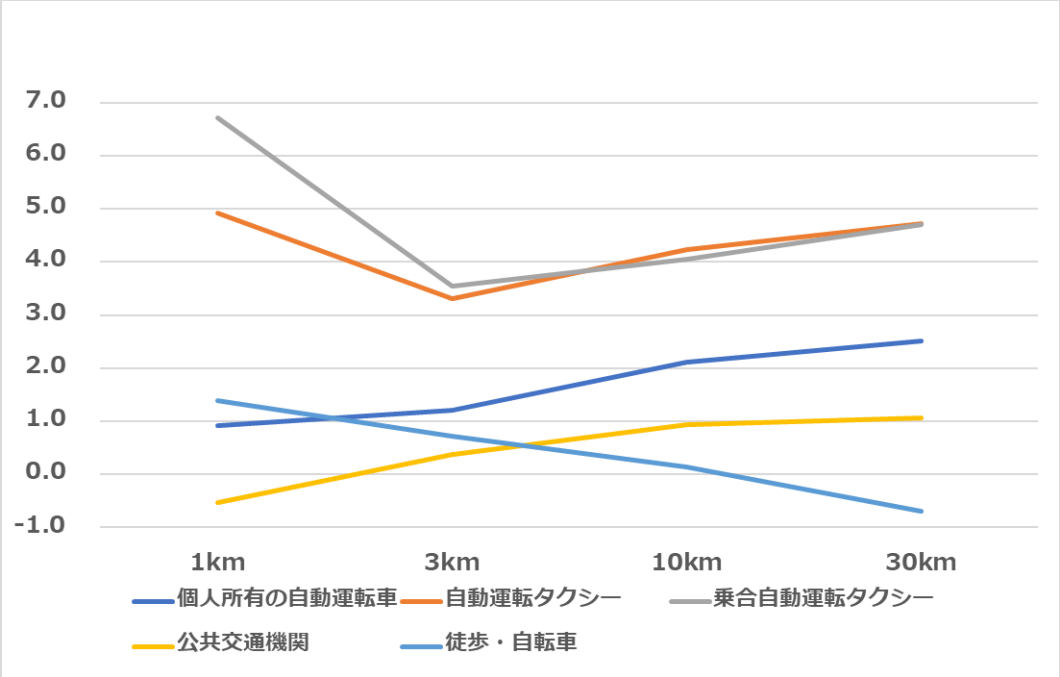


図 5.3-10　自動運転車への期待の係数

目的区分ダミー、平休日区分ダミー、地域区分ダミーの係数のグラフを図 5.3-11、図 5.3-12、図 5.3-13 示す。目的区分ダミー、平休日区分ダミーの係数は±0.5 の範囲に入り、目的や平休日の違いで交通手段の選択に与える影響は小さいと考えられる。一方、地域区分ダミーの係数は、徒歩・自転車以外で 0.5 よりも大きな値を持ち、地域で交通手段の選択に差があることを示している。

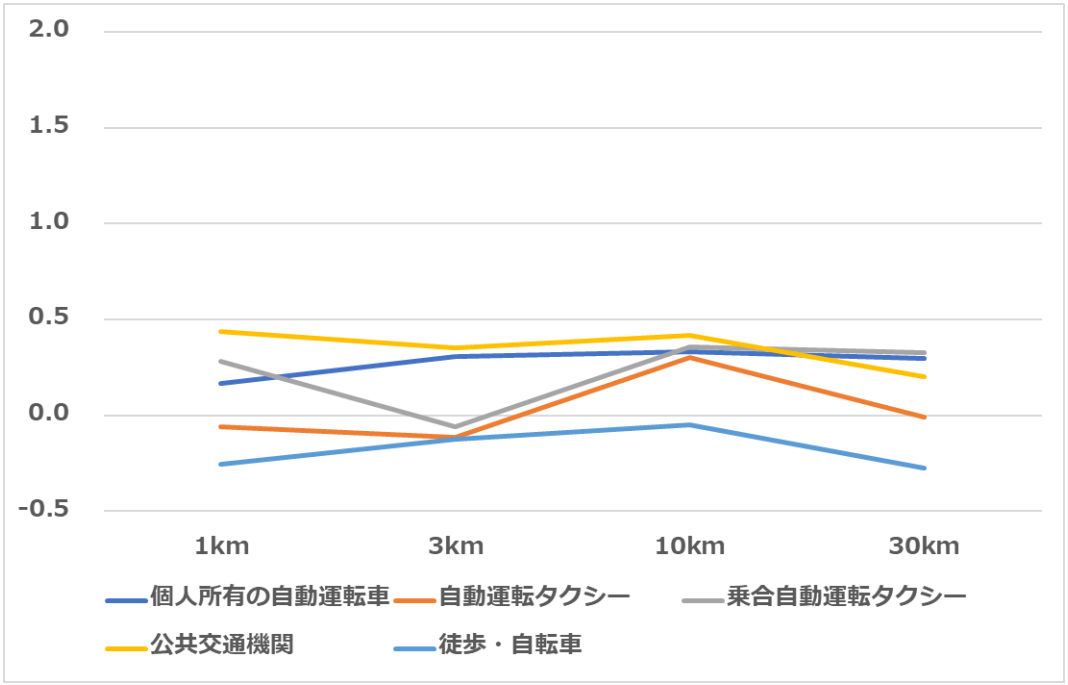


図 5.3-11　目的区分ダミーの係数

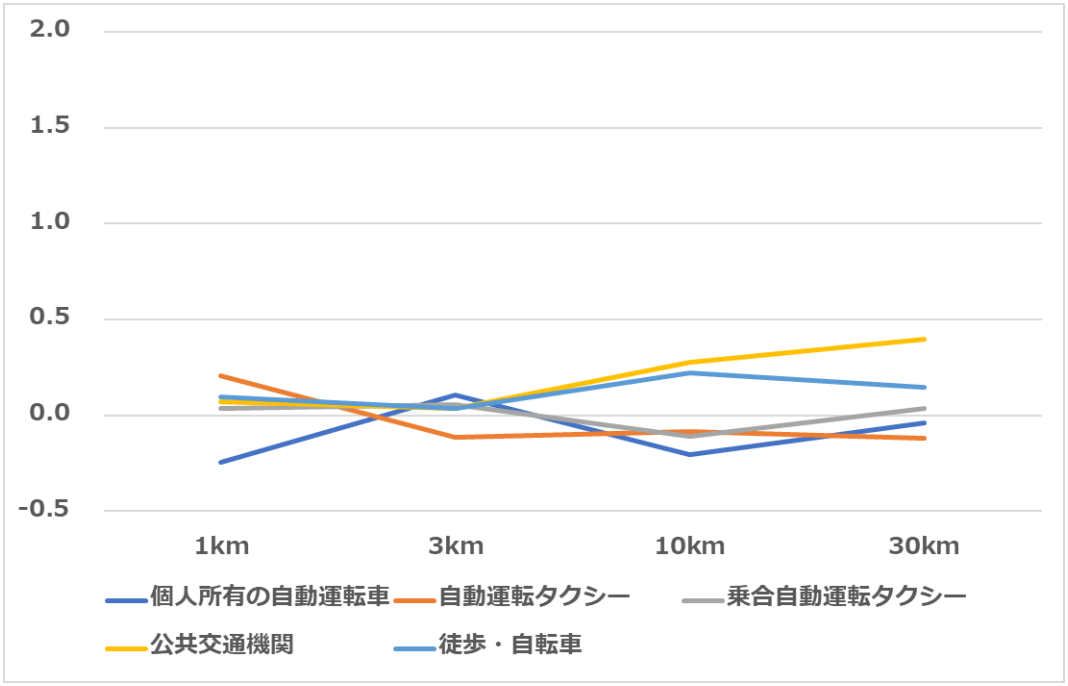


図 5.3-12　平休日区分ダミーの係数

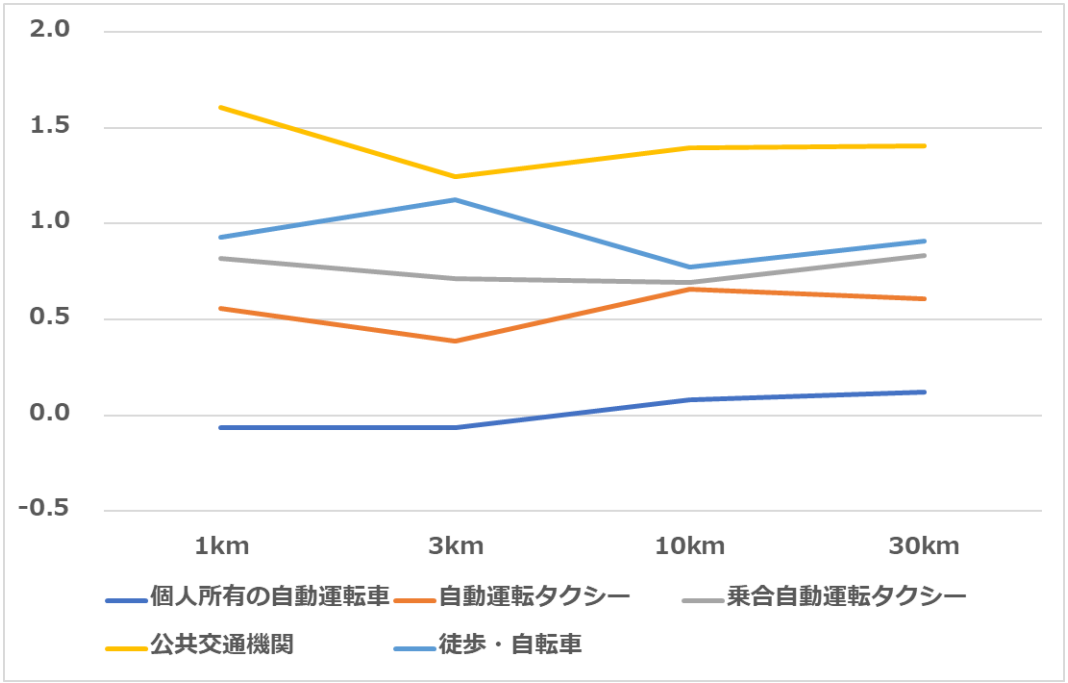


図 5.3-13　地域区分ダミーの係数

5.3.5 地域別調整係数

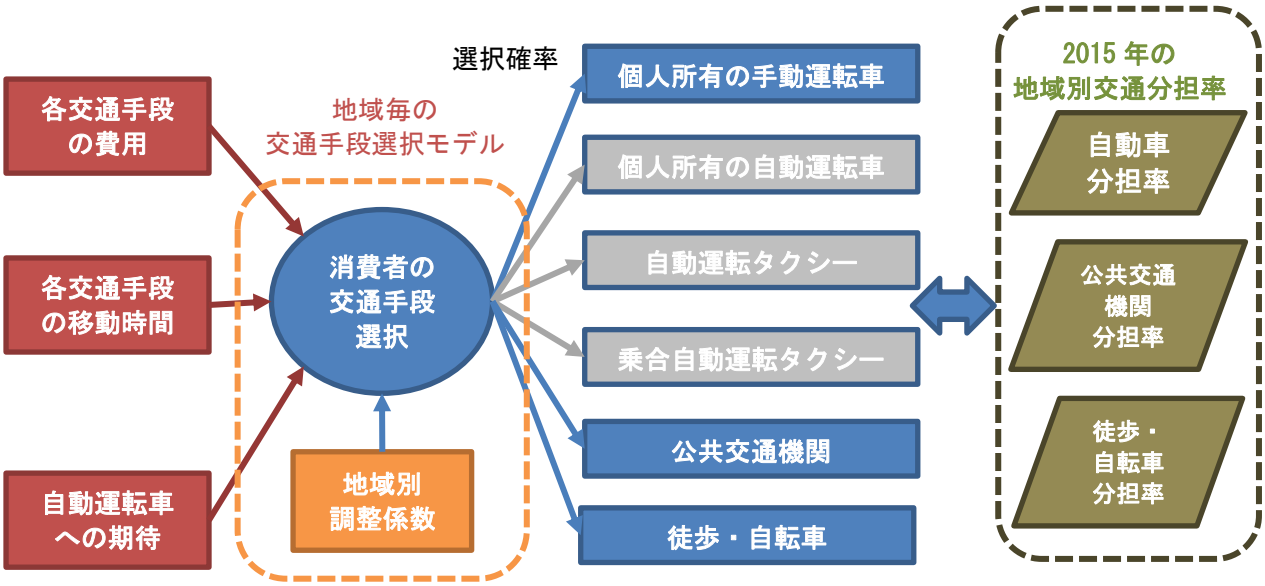
(1) 地域別調整係数の考え方

交通手段の選択構造モデルを使って、交通手段の利用状況の変化を推計するためには、交通手段の費用や移動時間が必要である。しかし、それらは地域の道路状況や公共交通機関の状況に依存し、具体的に把握することは困難である。

そのために、各交通手段の費用や移動時間を（自動運転車が利用した交通手段が選択されない

ように）設定して、交通手段の選択モデルで交通手段の選択確率を推計し、その結果が、2015 年の全国都市交通特性調査による地域毎の交通分担率と一致するように、調整係数を導入した。その調整係数を含めて地域毎の交通手段選択構造モデルとする（図 5.3-14）。

以後の推計では、自動運転車導入後も地域の道路状況や公共交通機関の状況は変わらず、同じ調整係数が有効として、地域毎の交通手段選択構造モデルを利用して、将来の交通手段の利用状況を推計する。



注：推計にあたっては、国土交通省より提供をうけた「平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章 全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 5.3-14 地域別調整係数の考え方

(2) 地域別調整係数の推計の前提

再現する対象の交通分担率は、国土交通省より提供を受けた「平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した 20 歳以上の回答者の交通手段選択から推計する。その際、都市区分は、「三大都市圏中心都市」、「三大都市圏周辺都市」、「政令指定都市」、「中核市」、「その他地域」の 5 区分とした。移動距離の区分は表 5.3-9 のように交通手段選択モデルの距離区分とトリップの移動距離を対応させて集計する。移動の目的は、表 5.3-10 のように 12 区分の全国都市交通特性調査の目的から選択した 6 区分の目的を 2 区分にまとめた。交通手段は、表 5.3-11 のように、全国都市交通特性調査の 9 区分の代表交通手段から選択した 6 区分の目的を 3 区分にまとめた。

表 5.3-9 交通手段の選択モデルの移動距離の区分

距離ランク	対象移動距離
1 km	0.1～1.9 km
3 km	2.0～4.9 km
10 km	5～19.9km
30 km	20 km～

表 5.3-10　交通手段の選択モデルの目的の区分

内容	
通勤	通勤通学
通学	
業務	
帰宅	
私事／買物	私事
私事／食事等（日常生活圏内）	
私事／観光等（日常生活圏外）	
私事／通院	
私事／その他私事	
私事／送迎	
私事／その他	
不明	

出所：「全国都市交通特性調査 データ利用の手引き」(国土交通省、平成 30 年 3 月改定）を用いて作成

表 5.3-11　交通手段の選択モデルの移動距離の区分

代表交通手段	
鉄道	公共交通機関
バス	
自動車／運転有	自動車
自動車／運転無	
自動2輪車	
自転車	徒歩・自転車
徒歩	
その他	
不明	

出所：「全国都市交通特性調査 データ利用の手引き」(国土交通省、平成 30 年 3 月改定）を用いて作成

(3) 交通手段の選択モデルの地域別の設定値

地域別の調整係数を求めるために、自動運転車の費用や移動時間を禁止的な費用や時間に設定した上で、その他の交通手段の費用や移動時間については、表 5.3-12 のように設定した。その際に使用する平均的な旅行速度、燃費、個人所有車の固定費は、表 5.3-13 表 5.3-14 に基づいてのように設定した。

表 5.3-12　各交通手段の移動時間と費用の設定値

	代表交通手段	費用	移動時間	備考
1	個人所有の手動運転車	$C_{1,0}+C_{1,f}\cdot d_l$	$d_l/v_{1,j}$	$C_{1,0}$ は、個人保有車の固定費。 $C_{1,f}$ は 燃費。 $v_{1,j}$ は車の平均旅行速度。
2	個人所有の自動運転車	100 万円/Trip	10 万分	
3	自動運転タクシー	100 万円/Trip	10 万分	
4	乗合自動運転タクシー	100 万円/Trip	10 万分	
5	公共交通機関	$C_{5,0}\cdot d_l$	$d_l/v_5 + t_5$	t_5 は待合せ時間等
6	徒歩・自転車	0 円/Trip	$t_{6,l}$	t_{61} は徒歩あるいは自転車の移動時間

表 5.3-13　地域別値の設定方法

項目	設定方法
個人所有車の固定費	アンケートで使用した車種ごとの固定費を、都市区分毎に、普通乗用車、小型乗用車、軽乗用車の保有台数（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月末）で加重平均
平均旅行速度	平成 27 年 一般交通量調査（国土交通省）の混雑時交通量を基に、都市区分毎の平均旅行速度を推計
燃費	2019 年の自動車燃料消費量調査（国土交通省）の 1km 当たりの燃料消費量と給油所価格小売調査（資源エネルギー庁）のレギュラーガソリン小売価格の全国平均より推計

表 5.3-14　都市区分別固定費用と平均旅行速度

都市区分	平均固定費用 $C_{1,0}$（円）	平均旅行速度 $V_{1,j}$（km/h）	燃費（円/km）
三大都市圏中心都市	1,079	24.4	12
三大都市圏周辺都市	995	26.1	
政令指定都市	851	24.9	
中核市	807	25.8	
その他	798	29.3	

出所：平均固定費用はアンケートで使用した車種ごとの固定費を、普通乗用車、小型乗用車、軽乗用車の保有台数（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月末）で加重平均。

平均旅行速度は、平成 27 年 一般交通量調査（国土交通省）の混雑時交通量を基に、平均旅行速度を推計。

燃費は、自動車燃料消費量調査（国土交通省, 2019 年）燃料消費量と給油所価格小売調査（資源エネルギー庁、2019 年）のレギュラーガソリン小売価格の全国平均より推計。

公共交通機関の料金や移動時間、徒歩・自転車の移動時間についてはアンケートで使用した表 5.3-4 の標準の値を用いた[15]。表 5.3-15 は、以上の手続きで設定した地域別移動距離別の費用、時間の値である。

表 5.3-15　地域別移動距離別設定値

距離区分 (km)	都市区分	個人所有手動運転車		個人所有自動運転車		自動運転タクシー		乗合自動運転タクシー		公共交通機関		徒歩自転車
		費用（円）	時間（分）	費用（円）	時間（分）	費用（円）	時間（分）	費用（円）	時間（分）	費用（円）	時間（分）	時間（分）
1	三大都市圏中心都市	1,103	7	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	30	15
	三大都市圏周辺都市	1,019	7	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	30	15
	政令指定市	875	7	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	30	15
	中核市	831	7	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	30	15
	その他	822	7	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	30	15
3	三大都市圏中心都市	1,151	12	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	35	15
	三大都市圏周辺都市	1,067	12	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	35	15
	政令指定市	923	12	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	35	15
	中核市	879	12	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	35	15
	その他	870	11	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	220	35	15
10	三大都市圏中心都市	1,319	30	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	320	45	45
	三大都市圏周辺都市	1,235	28	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	320	45	45
	政令指定市	1,091	29	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	320	45	45
	中核市	1,047	28	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	320	45	45
	その他	1,038	25	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	320	45	45
30	三大都市圏中心都市	1,799	79	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	960	85	140
	三大都市圏周辺都市	1,715	74	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	960	85	140
	政令指定市	1,571	77	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	960	85	140
	中核市	1,527	75	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	960	85	140
	その他	1,518	66	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	1,000,000	100,000	960	85	140

出所：個人所有手動運転車の費用は、自動車燃料消費量調査（国土交通省, 2019 年）燃料消費量と給油所価格小売調査（資源エネルギー庁、2019 年）に基づく燃費を基に推計。
個人所有手動運転車の時間は、平成 27 年 一般交通量調査（国土交通省）の混雑時交通量を基にした平均旅行速度から推計。
公共交通機関の料金や移動時間、徒歩・自転車の移動時間は設定値。

(4) 公共交通機関のサービス水準や駐車場料金を表す調整係数の推計

現状の交通分担率が再現されるように、個人所有車に関連したの調整係数 α_{1j}、公共交通機関に関連した調整係数 α_{5j} を、次のように効用の式に導入し、都市区分別、目的別、移動距離ランク別に推定する。

個人所有の手動運転車

$$V_1 = \theta_1 + \alpha_{1j} + \theta_c\left(c_{1,0} + c_{1,f} \cdot d_l\right) + \theta_t \frac{d_l}{v_{1j}} + \theta_{e,1}\mathrm{E} \ + \theta_{r,1} d_r + \theta_{o,1} d_o + \theta_{w,1} d_w \mathrm{E}$$

公共交通機関

$$V_5 = \theta_5 + \alpha_{5j} + \theta_c c_{5,0} d_l + \theta_t \left(\frac{d_l}{v_5} + t_5\right) + \theta_{e,5}\mathrm{E} \ + \theta_{r,1} d_r + \theta_{o,1} d_o + \theta_{w,1} d_w \mathrm{E}$$

徒歩･自転車

$$V_6 = \theta_6 + \theta_t t_{6,l} + \theta_{e,6}\mathrm{E} \ + \theta_{r,1} d_r + \theta_{o,1} d_o + \theta_{w,1} d_w$$

15 自動運転車への期待の平均スコアは、アンケートの平均値 0.63 を使用する。

$C_{1,0}$ ： 手動運転車の固定費

$C_{1,f}$ ： 距離当たりの燃料費

d_l ： 移動距離

$v_{1,f}$ ： 車の旅行速度

$C_{5,0}$ ： 公共交通機関の距離当たり料金

v_5 ： 公共交通機関の旅行速度

t_5 ： 公共交通機関の待合せ時間など

$t_{6,l}$ ： 徒歩・自転車の所要時間

E ： 自動運転車への期待の平均値(アンケート平均値 0.63)

d_r ：地域区分ダミー

d_o ：目的区分ダミー

d_w ：平休日区分ダミー

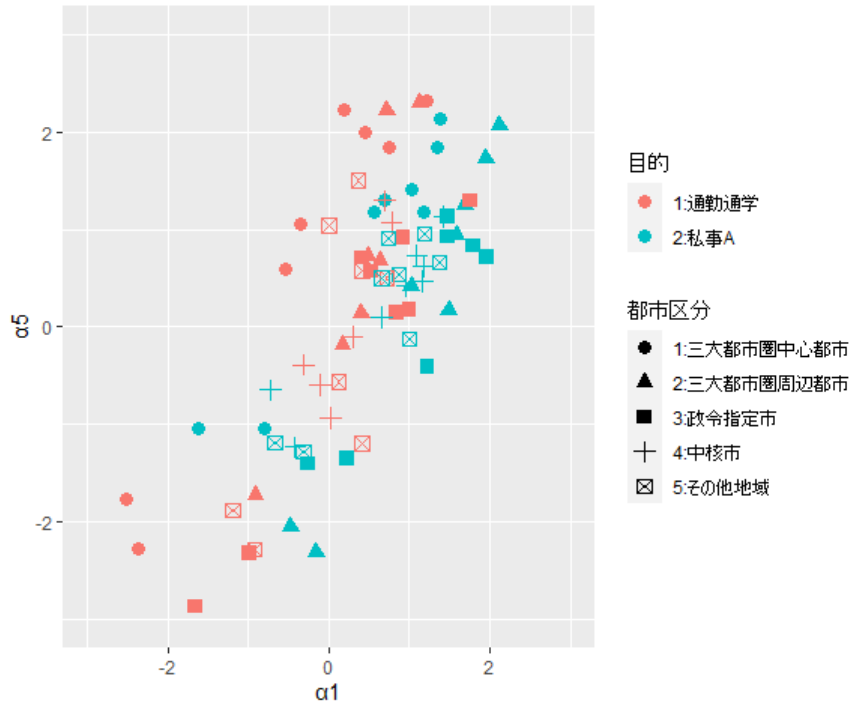
調整係数 $\alpha_{1,j}$ 、 $\alpha_{5,j}$を都市区分別[j]、平休日別[w]、目的別[o]、移動距離ランク別[l]に、以下の関数を最大化するよう求める 。但し、交通手段[k]は、手動運転車[1]、鉄道[5]、徒歩・自転車[6]のいずれかである。また、都市 i は都市区分 j に該当する都市である。

$$L(\alpha_{1,j}, \alpha_{5,j}) = \prod_{i \in j,w,k} \left(\Pr_{c,l,o}(k|\boldsymbol{\theta}^*, \alpha_{1,j}, \alpha_{5,j}) \right)^{T_{i,w,l,o,k}}$$

$T_{i,w,l,o}$ ：都市[i]、平日・休日[w] 、移動距離ランク[l]、目的[o]、交通機関[k] のトリップ数

この推定結果$\alpha_{1,j}$ 、$\alpha_{5,j}$ を、自動運転車を含む交通モードの選択にも適用する。

推定された地域別調整係数をプロットしたものが図 5.3-15 である。公共交通機関の調整係数は概ね距離が大きいほど値が大きく、長距離になるほうが選択されやすいことが分かる。また、大都市の方が調整係数の範囲が広い傾向があり、距離に応じて交通手段を使い分けている傾向がみられる。

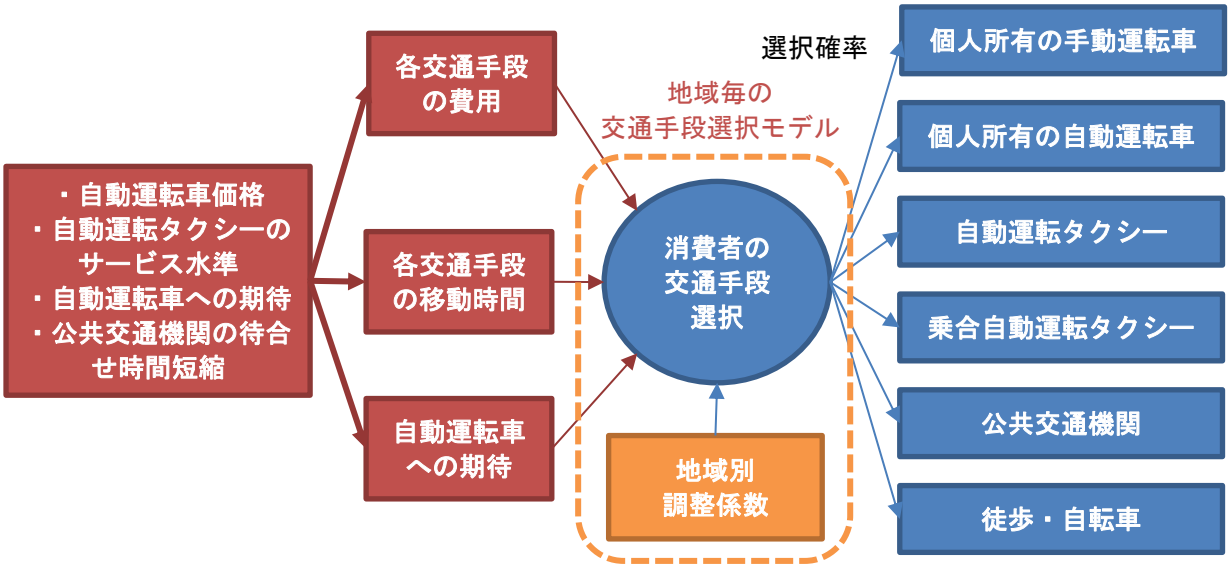


注：推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 5.3-15 地域調整係数の分布

5.3.6 交通分担率の推計

完全自動運転車導入後における、消費者の選択する交通手段の割合を推計する。作成した地域別交通選択モデルを用い、「自動運転車のオプション価格」、「自動運転タクシーのサービス水準」、「自動運転車への期待」の増加、MaaS の促進による「公共交通機関の待合せ時間の減少」を想定して、地域別交通手段別分担率を推計する（図 5.3-16）。さらに、2015 年のトリップ状況（地域別目的別移動距離別のトリップ数）が変わらないとして、各交通手段別のトリップ数、総トリップ長（全トリップの総延長）を推計し、全国平均のトリップ数の割合（以下、交通分担率と呼ぶ）を推計する。



注： 推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計敬した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 5.3-16 交通分担率の推計フロー

(1) 交通分担率の推計モデル

作成した地域別交通手段の選択モデルを用いて、自動運転車が導入されたケースの交通分担率を推計する。なお、以下のように個人所有の自動運転車にも、個人所有の手動運転車と同じ地域別調整係数 $\alpha_{1,j}$ を適用する。

個人所有の手動運転車

$$V_1 = \theta_1 + \alpha_{1j} + \theta_c(c_{1,0} + c_{1,f} \cdot d_l) + \theta_t \frac{d_l}{v_{1j}} + \theta_{e,1}E + \theta_{r,1}d_r + \theta_{o,1}d_o + \theta_{w,1}d_w$$

個人所有の自動運転車

$$V_2 = \theta_2 + \alpha_{1j} + \theta_c(c_{2,0} + c_{1,f} \cdot d_l) + \theta_t \frac{d_l}{v_{1j}} + \theta_{e,2}E + \theta_{r,2}d_r + \theta_{o,2}d_o + \theta_{w,2}d_w$$

自動運転タクシー

$$V_3 = \theta_3 + \theta_c c_3 d_l + \theta_t \left(\frac{d_l}{v_{1j}} + t_3\right) + \theta_{e,3}E + \theta_{r,3}d_r + \theta_{o,3}d_o + \theta_{w,3}d_w$$

乗合自動運転タクシー

$$V_4 = \theta_4 + \theta_c c_4 d_l + \theta_t \left(\frac{d_l}{v_{1j}} + t_3 + t_4\right) + \theta_{e,4}E + \theta_{r,4}d_r + \theta_{o,4}d_o + \theta_{w,4}d_w$$

公共交通機関

$$V_5 = \theta_5 + \alpha_{5j} + \theta_c c_{5,0} d_l + \theta_t \left(\frac{d_l}{v_5} + t_5\right) + \theta_{e,5}E + \theta_{r,5}d_r + \theta_{o,5}d_o + \theta_{w,5}d_w$$

徒歩・自転車

$$V_6 = \theta_6 + \theta_t t_{6,l} + \theta_{e,6}E + \theta_{r,6}d_r + \theta_{o,6}d_o + \theta_{w,6}d_w$$

$C_{1,0}$ ： 手動運転車の固定費
$C_{1,f}$ ： 距離当たりの燃料費
d_l ： 移動距離
$v_{1,f}$ ： 車の旅行速度
$C_{5,0}$ ： 公共交通機関の距離当たり料金
v_5 ： 公共交通機関の旅行速度
t_5 ： 公共交通機関の待合せ時間など
$t_{6,l}$ ： 徒歩・自転車の所要時間
$C_{2,0}$ ： 自動運転車の固定費
C_3 ： 自動運転タクシーの価格(円/km)
C_4 ： 乗合自動運転タクシーの価格(円/km)
t_3 ： 配車時間
t_4 ： 乗合の送迎・迂回時間
E ： 自動運転車への期待のスコア
d_r ： 地域区分ダミー
d_o ： 目的区分ダミー
d_w ： 平休日区分ダミー

(2) 推計の条件

定常状態のトリップ状況として、2015 年を基準年として、④-iiiの Web アンケートで用いた標準設定におけるケース（CASE1)の保有台数や走行量の他、自動運転車のオプション価格が下がったケース(CASE2)、自動運転タクシーのサービス水準（価格、待ち時間）が異なるケース（CASE3, 4,5)、消費者の自動運転への期待が増加したケース(CASE6)、さらに公共交通機関の待合せ時間が減少したケース（CASE 7）を設定し、保有台数、走行量を推計した。

1) 自動運転車のオプション価格

自動運転車のオプション価格として、Xavier et al. (2015)を参考にして 100 万円/台を基準として想定する。また、生産が進み、オプション価格が 1/5 となり、20 万円/台のケースを想定する。

2) 自動運転タクシーのサービス水準

完全自動運転車を利用した自動運転タクシーについては多くの研究が行われ、自動運転タクシーのコストについて評価が行われている。それを表 5.3-16 にまとめた。Litman (2018)以外の研究では、人件費の削減により大幅にコストが下がり、個人で車を保有するよりも安価になるとしている。Kok et al. (2017)は人件費の削減以外に、自動運転車の総走行距離が長くなることもコスト削減に寄与すると考えている。一方、Litman (2018)はサービスとして提供するための様々な追加費用（車のクリーニングなど）のため、個人所有の車よりも安価にならない可能性があると指摘している。

表 5.3-16 自動運転タクシーのコスト

文献	コスト（ドル/マイル）	コスト（円/km）（注 3）
Kok et al. (2017)	0.068～0.245	4.6～16.7
髙橋・鎌田 (2016)	0.23(注 1)	16
Litman (2018)	0.9 (AV Taxi) 0.3 (AV rideshare) (注 2)	61.5

注 1: 16 円/km から 1 ドル=110 円で換算
注 2: Exhibit 6 より読取
注 3: 1 ドル=110 円で換算

本研究では、自動運転タクシーの価格を 25 円/km を基準として、15 円/km～60 円/km の範囲でケースを想定する。

3) 自動運転車への期待

アンケートでは、自動運転車についてどの程度期待を持っているかを、表 5.3-17 の項目について質問し、「全く期待しない(0 点)」、「どちらかと言えば期待しない(1 点)」、「どちらとも言えない(2 点)」、「どちらかと言えば期待する(3 点)」、「とても期待する(4 点)」の 5 段階で回答を得た。

表 5.3-17 自動運転運転車への期待の質問項目

1	渋滞の解消・緩和
2	交通事故の削減
3	環境負荷の低減
4	高齢者等の移動支援
5	過疎地における公共交通の代替移動手段
6	買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加
7	友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加
8	マイカー運転者の負担の軽減
9	移動時間の有効活用
10	車を別の場所から呼び出せる
11	外出先での駐車場の確保が不要となる
12	職業運転者（トラック／バス／タクシーの運転手）の人手不足解消
13	新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化

これらの質問の合計得点を最高点 52 点で割り、 0～1 で規格化した値を「自動運転車への期待」とした。その結果は図 5.3-17 に示すようになり、その平均スコアは 0.63 であった。

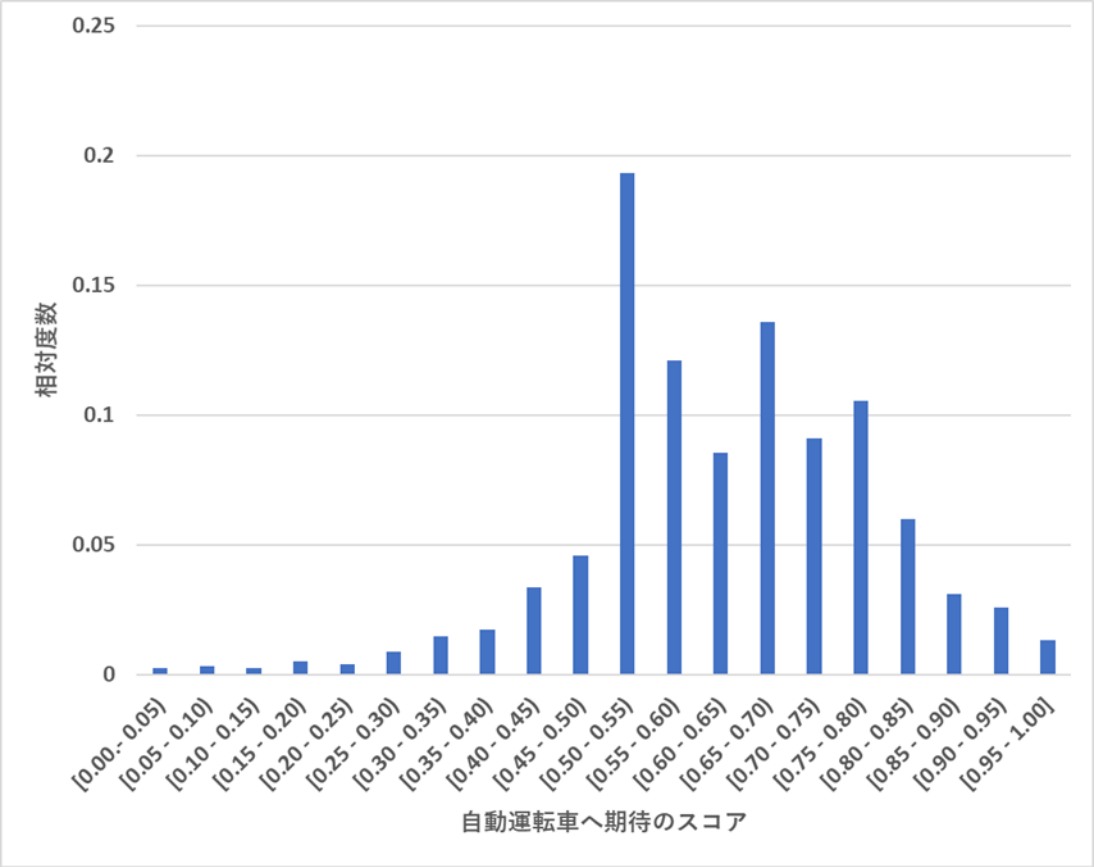


図 5.3-17　自動運転車への期待のスコア（本調査）

将来、すべての人が自動運転車への期待を持つ状況を想定して、「自動運転車への期待」のスコアが 1.0 のケースも推計を行う。

4) 公共交通機関の待合せ時間の減少

MaaS（Mobility as a Service）は、ICT を活用して自家用車以外の交通手段をシームレスにつなぐサービスの概念であるが、まだ発達中のサービスであり、交通手段の範囲やつなぎ方など定まっていない。基本的なサービスの要素として、「公共交通機関の運行情報」の活用や「運賃・料金の設定、決済」が挙げられており、それらを統合するサービスのレベルとして、「情報の統合（経路案内、運行情報）」「予約・決済」といったものから、「移動先の情報や手配」など単に交通手段に範囲を限定しないサービスの統合も含んでいる。本研究では、消費者が MaaS を利用することで、待ち合わせや料金精算等の時間をなくし、公共交通機関を使った移動時間が短縮されることを想定する。

以上をまとめると、定常状態の状況として、2015 年を基準年として、Web アンケートで用いた標準設定におけるケース（CASE 1)、自動運転車のオプション価格が下がったケース(CASE 2)、自動運転タクシーのサービス水準（価格、待ち時間）が異なるケース（CASE 3, 4,5）、消費者の自動運転への期待が増加したケース(CASE 6)、さらに MaaS の促進により公共交通機関の待合せ時間が減少したケース（CASE 7）を設定（表 5.3-18）し、交通分担率の試算を行う。

表 5.3-18 シミュレーションの CASE 設定

	ケース	設定 (注)
2015 年	基準年	自動運転車、自動運転タクシー、乗合自動運転タクシーは導入されていない
Case 1	標準ケース	自動運転車オプション価格 1,000,000 円/台、 自動運転タクシー価格 25 円/km、 自動運転タクシー平均配車時間 10 分、 自動運転車への期待のスコア 0.63、 公共交通機関の平均待合せ時間 17 分
Case 2	自動運転車の価格低下ケース	自動運転車オプション価格 1,000,000 円/台 → 200,000 円/台
Case 3	自動運転タクシー（乗合含む）の価格低下ケース	自動運転タクシー価格 25 円/km → 15 円/km （乗合は、左記の価格の 1/1.3 で設定。1.3 は平均乗車顧客数）
Case 4	自動運転タクシー（乗合含む）の価格上昇ケース	自動運転タクシー価格 25 円/km → 60 円/km （乗合は、左記の価格の 1/1.3 で設定）
Case 5	自動運転タクシー（乗合含む）の待ち時間増加ケース	自動運転タクシー平均配車時間 10 分 → 20 分 （乗合は も、左記と同様に設定）
Case 6	自動運転車への期待の増大ケース	自動運転車への期待のスコア 0.63 → 1.00
Case 7	公共交通機関の待合せ時間減少ケース	公共交通機関の平均待合せ時間 17 分 → 6 分

注: 乗合自動運転タクシーの料金は 1.39（平均乗車人数)分の 1 とした。

(3) 推計結果

ケース別の交通分担率（トリップ数の割合）を表 5.3-19、図 5.3-18 に示す。Case 1 では 2015 年よりも個人所有の自動運転車の交通分担率が 2%程上昇している。個人所有の自動運転車の割合は、個人所有車の 30%程となる。この比率は、自動運転車のオプション価格が Case 1 の 1/2 である Case 2 でもあまり変わらない。

Case 1 での自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの交通分担率は合計で約 7.5%である。一方、公共交通機関、徒歩・自転車の交通分担率は 2015 年よりもそれぞれ 6%、、3%低下している。このことから、公共交通機関や徒歩・自転車から自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの利用へ変わったと考えられる。自動運転タクシーの価格が 25 円/km から 60 円/km と 2 倍以上変化しても(Case 4)、交通分担率は 7.5%から 7.2%と 0.3%の変化しかない。一方、配車時間が 10 分から 20 分へと長くなると(Case 5)、交通分担率は 7.5%から 5.8%と 2%近く変化している。このことから、自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの利用割合は価格よりも配車時間の影響の方が大きいことがわかる。

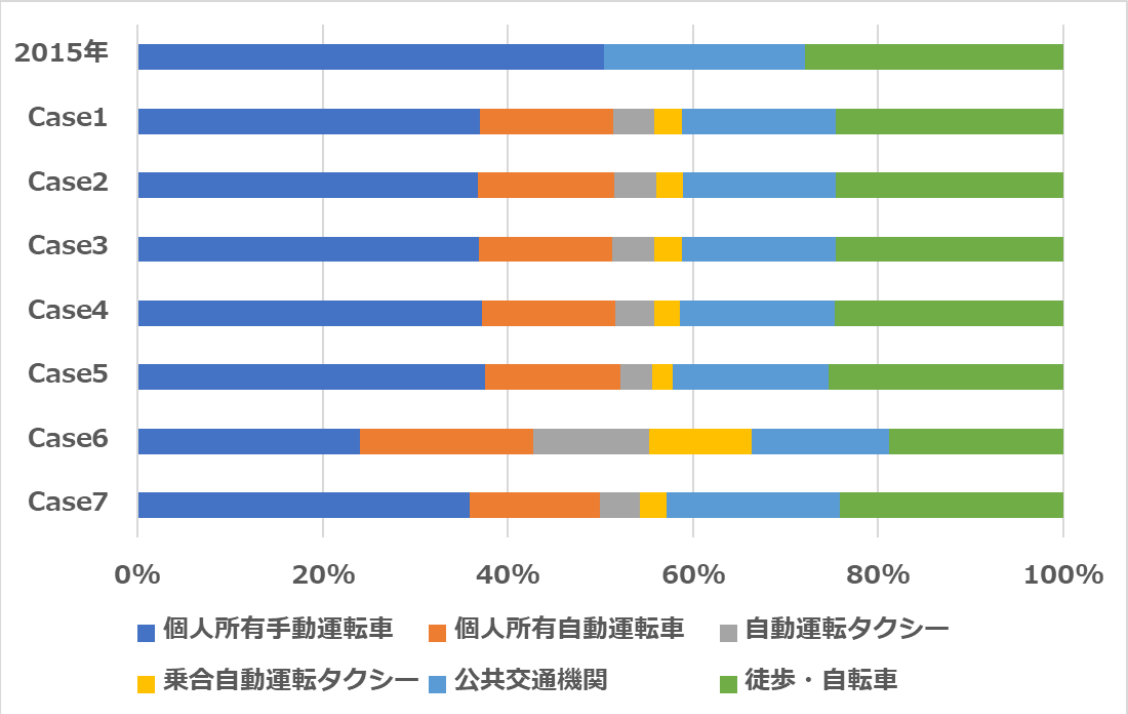
自動運転車への期待が増加したケース(Case 6)では、個人所有の自動運転車や自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの利用が大きく増加する。個人所有の自動運転車の増加以上に個人所有の手動運転車の分担率は減少し、個人所有の手動運転車から自動運転タクシー・乗合自動運転タクシーの利用に移っていると考えられる。

公共交通機関の待ち時間が減少することを想定したケース(Case 7)では、公共交通機関の利用が若干増加して、個人所有車の分担率が下がり、個人所有車の利用が減少する効果が見られた。

表 5.3-19 Case 別交通分担率

	交通分担率							
	個人所有車			自動運転タクシー			公共交通機関	徒歩・自転車
	手動運転車	自動運転車	合計	乗合無	乗合有	合計		
2015 年	50. 3%	0. 0%	50. 3%	0. 0%	0. 0%	0. 0%	21. 8%	27. 9%
Case 1	36. 9%	14. 4%	51. 4%	4. 5%	2. 9%	7. 4%	16. 6%	24. 6%
Case 2	36. 7%	14. 8%	51. 5%	4. 5%	2. 9%	7. 4%	16. 6%	24. 5%
Case 3	36. 9%	14. 4%	51. 3%	4. 6%	3. 0%	7. 6%	16. 6%	24. 6%
Case 4	37. 2%	14. 5%	51. 7%	4. 2%	2. 7%	6. 9%	16. 8%	24. 6%
Case 5	37. 5%	14. 6%	52. 1%	3. 4%	2. 2%	5. 7%	16. 8%	25. 4%
Case 6	24. 1%	18. 7%	42. 8%	12. 5%	11. 1%	23. 5%	14. 9%	18. 8%
Case 7	35. 9%	14. 0%	49. 9%	4. 4%	2. 8%	7. 2%	18. 8%	24. 1%

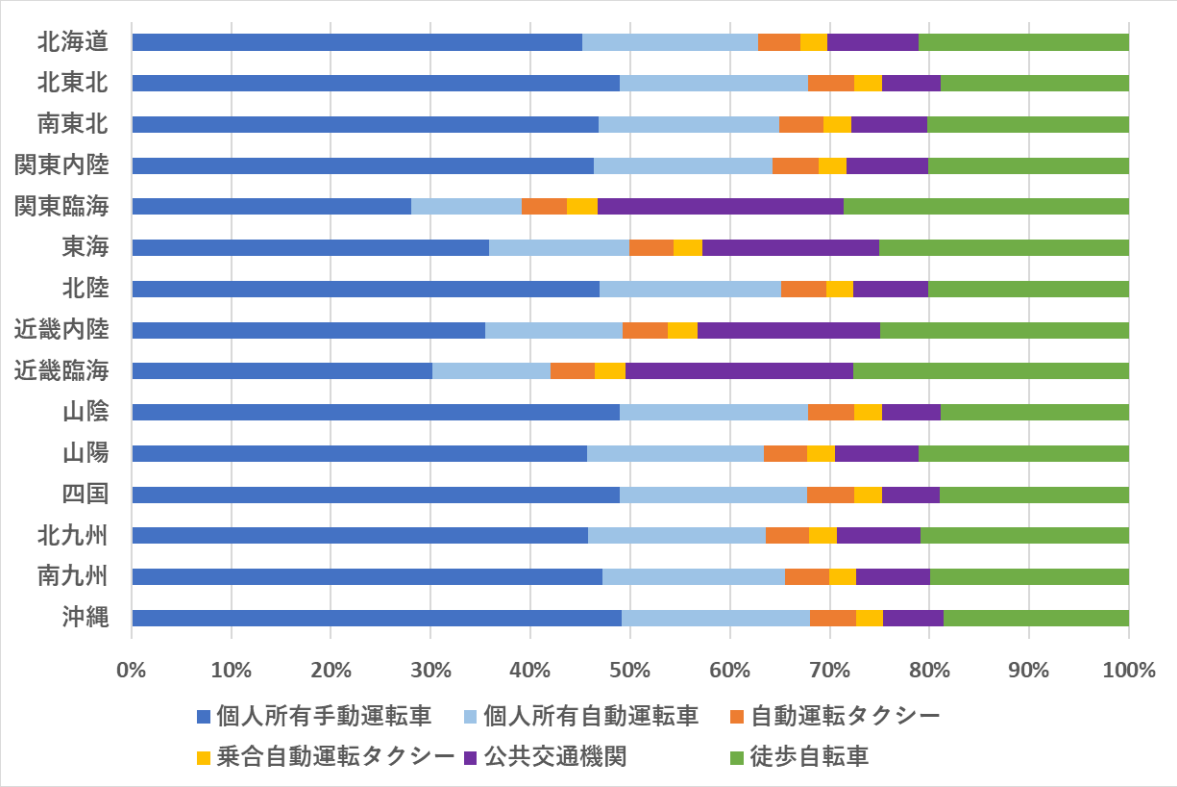
出所: 基準年（2015 年）の分担率の推計、各ケースの分担率の推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 27 年　全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。



出所: 基準年（2015 年）の分担率の推計、各ケースの分担率の推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 27 年　全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 5.3-18 Case 別交通分担率

Case1 におけるブロックごとの交通分担率を図 5.3-19 に示す。三大都市圏とそれ以外の地域で公共交通と個人所有車の分担率が大きく異なることが示されている。



出所: 分担率の推計にあたっては、国土交通省より提供を受けた「平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を独自に集計した値（「第 E 章全国都市交通特性調査調査票情報の集計」参照）を用いた。

図 5.3-19 ブロック別交通分担率（Case1）

謝辞

この研究の web アンケート調査の設計にあたっては、筑波大学 谷口綾子教授から、「自動運転車への支払意思額等の Web アンケート調査」票の内、谷口教授からアドバイスを頂戴し、また、教授が作成された調査票を改変して作成した部分を、再度利用することを許可頂いた。また、国土交通省より「全国都市交通特性調査」（平成 22 年、平成 27 年）の調査票情報を提供いただき、モデル構築に活用させていただいた。この場を借りて、谷口教授、国土交通省に感謝の意を表します。

参考文献

1） Kok I. , S .Y. Zou, J. Gordon and B. Mercer (2017), Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries, https://www.rethinkx.com/transportation（閲覧日：2021 年 5 月 25 日）

2） Litman T. (2018), Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning, Victoria Transport Policy Institute, https://www.vtpi.org/avip.pdf, （閲覧日： 2019 年 2 月 2 日）.

3） Xavier Mosquet , Thomas Dauner , Nikolaus Lang , Michael Rüßmann , Antonella Mei-Pochtler , Rakshita Agrawal , and Florian Schmieg(2015), Revolution in the Driver's Seat:The Road to Autonomous Vehicles, Boston Consulting Group, https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Revolution-in-the-Drivers-Seat-Apr-2015_tcm9-64351.pdf, （閲覧日： 2020 年 7 月 12 日）

4） 髙橋 輝、鎌田 忠(2016), 完全自動運転車の社会的受容性, DENSO TECHNICAL REVIEW Vol.21, 2016, https://www.denso.com/jp/ja/-/media/global/business/innovation/review/21/21-doc-

keynote-04-ja.pdf ,（閲覧日： 2019 年 2 月 17 日）

第6章　産業・社会分野へ与える影響の検討：日本経済の全要素生産性の向上への貢献

6.1 自動車の保有構造等の変化による自動車産業全体への影響

6.1.1 概要

自動車産業はその出荷額や就業者数が全産業の中で大きな割合を占めるだけでなく、幅広い関連産業を持っている。本研究では乗用車の自動運転化が自動車産業（乗用車部門、自動車部品・同付属品部門）並びに日本の産業全体に及ぼす影響を、以下の 3 点から検討する。

a. 乗用車の自動運転車カテゴリ別・電動化別構成部品の変化による投入係数の変化

b. 乗用車の自動運転車カテゴリ別・電動化別生産台数の変化並びに投入係数の変化による自動車産業ならびに日本の産業全体への影響

本研究では、上記の 2 点を、電動化の国内産業への影響を分析した間瀬(2019) の方法を参考に図 6.1-1 のようなフローに基づいて、自動運転化に伴う構成部品の変化を加えて推計を行う。b. は、研究項目②「自動運転車の普及シミュレーション」の成果と経済産業省、平成 28 年度延長産業連関表を用いて評価を行う。

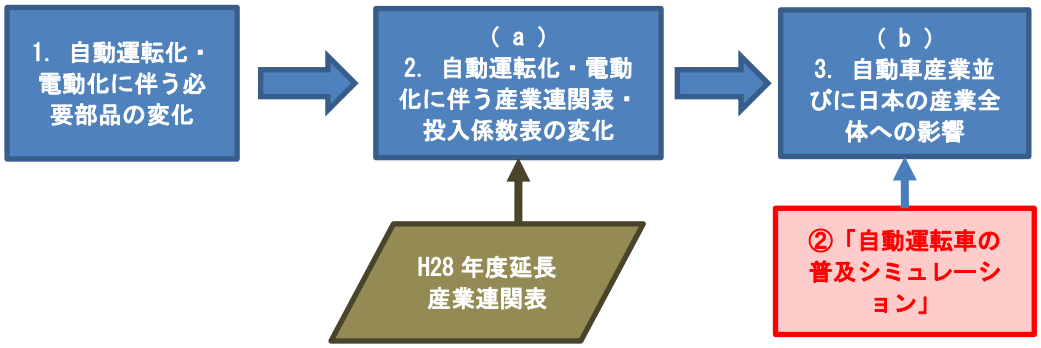


図 6.1-1 自動車の保有構造等の変化による自動車産業への影響の推計フロー

6.1.2 自動車の自動運転化・電動化に伴う自動車部品の変化

(1) 自動運転化に関連する自動車部品の動向

自動車の自動運転化に伴って、センサーやアクチュエーターなどの電子部品が増加すると考えられている。

自動車では、以前から環境対策や快適性・安全性向上のために電子部品が採用されてきた。メーカーは車を構成する機器にセンサーを取り付け、その情報を基に ECU（Electric Control Unit）にアクチュエーターで機器を制御させることで、人間が行うよりも細かな制御を行い、機器を最適に動作させることを目指してきた。さらに、機器の動作をより最適化するため、ECU は他の機器の状態を使用して制御を行うように進化してきた。そのため、車の中にはセンサーや ECU の数が増えただけでなく、ECU やセンサー等の車内の電子部品を結ぶ配線も複雑になり、制御システ

ムの開発・改良が困難になってきた。そこで、メーカーは、エンジン機構、ブレーキ機構といった機構単位に、類似した目的で類似したデータを扱う ECU やセンサーを統一したネットワークで結び、複数の ECU の機能を高性能な ECU（統合 ECU）にまとめる等、統一した制御が行えるようにしつつ複雑さを解消しようと図っている。さらに、制御の高度化と制御システムの開発・改良の効率化を目指し、機構の範囲を超えた制御を行う統合制御 ECU の開発、ネットワークの簡素化も進めている。車の自動運転化は、より高度な機能・情報の連携を必要とし、車全体を統一して制御するシステムの登場も考えられている。（高田, 2017、井村, 2019）

車内で増加する電子装置は、車内部の情報の電子化に限らない。高田(2017)は、「今後は、車車間通信や路車間通信により車両の周辺状況を共有することや、それを用いて複数の車両を協調制御するといったサービスが登場するものと期待される」と述べており、自動車と車外のネットワークとの接続が進むと考えられる。その他に、利用者が自動運転によって自由となった時間を有効に使うために、インターネットなどに接続して利用者にサービスを提供することも考えられる。このように、自動運転車では、車の外部とも様々な情報を高速で通信する高機能な機器の搭載が必要とされている。

このように自動運転化に伴う車への電子機器の搭載は、機能の増加に伴う部品の数や種類の増加と、統合化・高機能化に伴う簡素化がせめぎ合う状況が続いているが、車の構成要素としての電子部品の比重はますます大きくなると考えられている。

自動運転化に伴う車の構成要素の変化には、センサー、ECU 等の電子装置以外に、パワートレインの電動化が想定されている。自動運転では、センサーの情報に基づき、コンピュータが判断し、アクチュエーターを制御、その結果をセンサーで確認して次の制御を行うという動作を繰り返す。このアクチュエーターの操作からセンサーによる結果の把握は、自動運転の精度を高めるために重要なものである。これを素早く繰り返すことで、確実な制御が可能となる。しかし、従来車のパワートレイン（内燃機関エンジン）では、アクチュエーターの操作から、センサーによる結果の検出までに時間がかかる場合がある。例えば、アクセルによる回転数を上げることを考えると、内燃機関ではアクセルによって燃料の供給量を増やし、それがエンジン内で燃焼、燃焼ガスが膨張してピストンを押すことで、ようやくエンジンの回転数が上昇する。そのため、燃料の噴射から燃焼、ガスの膨張と回転数の上昇までにタイムラグが発生する。自動運転を行う場合、わずかとはいえこのタイムラグを見越した制御が必要となる。しかも、このタイムラグの大きさはエンジンの形式に依存するため、その調整は難しい。

一方、内燃機関の代わりにパワートレインにモーターを使う場合、アクセルでモーターに流す電流を直接制御できるため、そのタイムラグは非常に短くなる。この結果、タイムラグを見込んだ制御の必要性が大きく減少し、高度な制御を行いやすくなる。大山(2015)は、「エンジンは操作と反応にタイムラグが発生するため、反応が良く制御しやすい電気モーターの方がはるかに適している」、「自動運転が現実になれば、ガソリン車よりも EV のメリットの方が大いに強調される」と述べており、車の自動運転化と同時にパワートレインも EV 化が進むと考えられる。

パワートレインの EV 化では、従来の自動車部品の約 4 割が不要になることが想定されており、自動運転化と共に EV 化が進むと自動車部品産業への影響が大きいと考えられる（中小企業庁, 2011）。こうした自動車を構成する部品の変化は、単に部品の違いだけではない影響を自動車産業に及ぼすと考えられている。

これまで自動車産業は組立メーカーを頂点に系列ごとに、車種毎に調整された部品を供給する部品メーカーが存在していた。しかし、自動運転化に伴う電子化されたシステムは、その複雑さからシステムの開発費用の増大が見込まれるため、使用する電子部品の規格やシステム開発手法に標準化を進めることでコストダウンと信頼性向上が期待されている。このことは、自動車の電子制御システムの開発・製造は、標準規格について理解し開発・製造できる能力があれば、過去の製品に関するノウハウが少なくても市場に参入可能なことを示している。すなわち、高度に自動化されたシステムは、従来のメーカー系列を超えて取引が発生・増加する可能性を示している（井村, 2019）。

同様に EV 化に伴う主要な部品であるモーターや蓄電池は、従来の自動車産業の中にない製品であり、やはりメーカー系列を超えて取引が増えると考えられる。

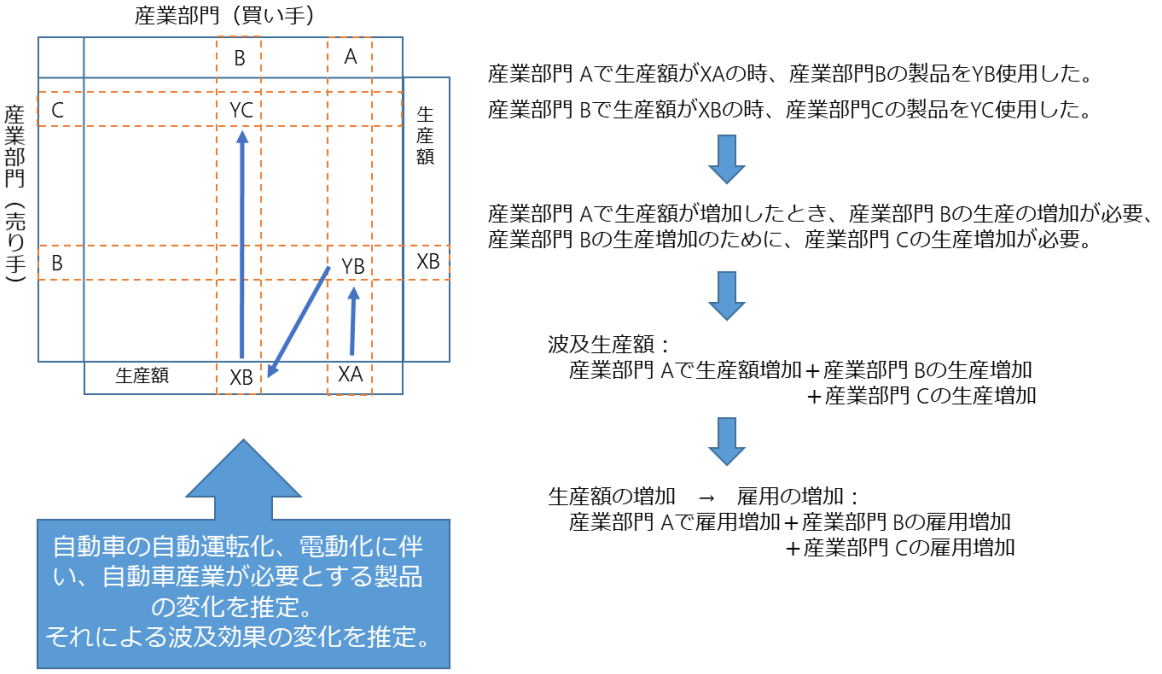
以上のように、自動運転化に伴い、大きく自動車部品の構成が変化し、それに伴い関連する産業が変わるだけでなく、自動車産業内のメーカー間の関係も変化することが考えられるは、本研究ではメーカー間の関係には踏み込まず、既存の産業組織を前提として、自動車の構成部品の変化が、自動車産業と日本の産業全体にどのような影響を与えるのかを定量的に推計する。

(2) 自動車に利用する部品の産業分類

自動運転車の実現には、多くのセンサーやソフトウェアなどの搭載が必要であり、生産に必要な投入物の数量は、従来車とは異なる。本研究では、この生産に必要な自動車の構成部品の変化の影響を産業連関表を用いて検討する。

産業連関表取引額表は、ある産業と別の産業の間の取引額をまとめたものである。この表から産業 A で生産が増え、産業 B の製品をより多く使用するようになる時、産業 B での生産増加に伴い、産業 C の製品の利用が増えるというように、ある産業での生産の変化が、様々な産業に生産にどのような影響があるかを評価できる（図 6.1-2）。本研究では、自動車産業への影響を評価のために、平成 28 年度延長産業連関表　統合中分類（96 部門　名目値）（経済産業省）を基礎データとして用いる。

産業連関表　取引額表



出所：「平成 27 年（2015 年）産業連関表（－総合解説編－）」（総務省）を参考に作成

図 6.1-2 産業連関表　取引額表を用いた波及効果の推定

この表の部門分類に基づいて、自動運転車の生産に必要となる構成部品の供給部門を「産業用電気機械」、「その他電気機械」、「通信・映像・音響機器」、「自動車部品・同付属品」「その他」に分類する。「その他」には、先の 4 つの産業分類に含まれないすべての部品の供給部門であり、本研究では「その他」に属する部品は自動車の自動運転化・電動化によって変化しないものと仮定する。

(3) 自動運転化に伴う部品の変化

自動運転化に伴う自動車の部品コストの変化を評価するために、構成部品の変化を検討する。ここでは、部品コストの変化は、SAE Level 2 以上の機能を持つ自動運転車カテゴリのみを対象として推計する。これは、後述するように、自動運転機能がない車と自動運転車カテゴリ C0、C1 を搭載した車を、この研究では 1 つの括りとして扱っているからである。

生産される自動運転車は、表 3.4-1（P3-6）示した自動運転車カテゴリで分類され、自動運転車各カテゴリに属する車は同じ構成部品が追加されるものとする。

Xavier et al. (2015)は、自動運転に使用されるハードウェア、ソフトウェアのコスト等から、いくつかの機能を持つ自動運転車が市場投入される時のコストを推定している。Xavier t al. が想定した自動運転と本研究の自動運転車各カテゴリの車が持つ機能の対応を考慮し、さらにハードウェアコスト、システムコストを 50%ずつと仮定して、自動運転車カテゴリのコストを表 6.1-1 のように想定した。

表 6.1-1 自動運転車各カテゴリのコスト

		自動運転車カテゴリ					
		C2	C3	C4	C5	C6	L2
自動運転車カテゴリ別のコスト	ハードウェアコスト（万円/台）	14.3	17.6	20.9	20.9	36.3	14.3
	システムコスト（万円/台）	14.3	29.7	33.0	41.8	36.3	26.4
	合計コスト（万円/台）	28.6	47.3	53.9	62.7	72.6	40.7

出所：Xavier et al. (2015)を参照して作成。
注: Xavier et al. (2015)の自動運転車の機能と自動運転車各カテゴリの機能の対応を考慮して算出。
ハードウェアコストとシステムコストの比率は 50%ずつと仮定。
1$=110 円で換算

これらの必要なハードウェアコスト、システムコストは、部品としての調達するコストとなる。（ECU の OS や Human Machine Interface のソフトウェアは、通常ハードウェアと一体化して調達されるものであり、部品の調達コストに含まれると想定する）。先の Xavier et al. (2015)は、表 6.1-2 に示すような部品を、自動運転車に必要となる主要な部品の例として挙げている。表には、それらを生産する産業部門も追加して示す。

表 6.1-2　自動運転化に必要な部品とその産業部門

部品区分	部品(*)	部品の部門	部品の部門（中分類）
センサー	LiDAR	その他産業用電気機器	産業用電気機器
	GPS	無線電機通信機器	通信・映像・音響機器
	超音波センサー	その他産業用電気機器	産業用電気機器
	ビデオカメラ	ビデオ機器・デジタルカメラ	通信・映像・音響機器
	レーダー	その他産業用電気機器	産業用電気機器
通信機器	インターネット通信装置	無線電機通信機器	通信・映像・音響機器
制御装置	ECU	その他産業用電気機器	産業用電気機器
アクチュエーター	ブレーキアクチュエーター	その他産業用電気機器 回転電気機械	産業用電気機器
	電子ハンドル	その他産業用電気機器 回転電気機械	産業用電気機器

出所：　必要な部品区分・部品は、Xavier et al. (2015)より作成。

これを見ると自動運転化に必要となる部品を生産する産業は、産業用電気機器部門と通信・映像・音響機器部門となっている。しかし、自動運転を実現する仕組みは、現在まだ様々な方式が

研究中であり、具体的にどのような部品が主流となるのか難しい。そのため、システムコストはECU の購入コスト、ハードウェアコストは、ECU 以外の産業用電気機械と通信・映像・音響機器の割合が 50%ずつと想定し、表 6.1-1 から自動運転車カテゴリ毎の部品コストを表 6.1-3 のように設定した。

表 6.1-3　自動運転車カテゴリ別産業部門別のコスト（単位：万円/台）

		自動運転車カテゴリ					
		C2	C3	C4	C5	C6	L2
産業用電気機械	ECU	14.3	29.7	33.0	41.8	36.3	26.4
	LiDAR，レーダー，アクチュエーター	7.2	8.8	10.5	10.5	18.2	7.2
通信・映像・音響機器	GPS、カメラ、インターネット通信機器	7.2	8.8	10.5	10.5	18.2	7.2

(4) 電動化に伴う部品の変化

自動運転化に伴って電動化も進むことが想定されるため、自動車の電動化による部品の変化も調査する必要がある。車の電動化は既に始まっており、電動化に必要な主要な部品は表 6.1-4 のようになる。

表 6.1-4　自動車の電動化に関連する部品

部品区分	部品	部品の部門	部品の部門（小分類）
電動化関連部品	モーター	回転電気機械	産業用電気機器
	パワーコントロールユニット	変圧器・変成器	産業用電気機器
	蓄電池	電池	その他の電気機械
	車載充電器、充電ケーブル	内燃機関電装品	産業用電気機器

出所：間瀬(2019)を参照して作成

本研究では、電動化された車は、HV（ハイブリッド車）、PHV(プラグインハイブリッド車)、EV（電気自動車）のいずれかに属するものとしているが、自動車の電動化で必要となる部品と数は、電動化の種類によって大きく異なる。そこで、HV（ハイブリッド車）、PHV(プラグインハイブリッド車)、EV（電気自動車）について、それぞれ HV はトヨタ　プリウス、PHV はトヨタ　プリウス PHV、EV は日産 LEAF の車体構成をモデル車として参考にし、電動化に必要な部品点数をカウントした。

一方、部品の単価は「2018 年版 HEV,EV 関連市場徹底分析調査」（株式会社富士経済）に掲載されている 2016 年度の各部品の数量と金額より計算した。この際、PHV と EV は同じ部品を使用するとして、部品の価格を推定する（**表 6.1-5**）。

なお、EV で赤字で表示されているエンジン部品の価格は、EV 化に伴い内燃機関が不要となるため、コストがそれだけ下がることを意味している。このエンジン部品の価格は、2016 年の乗用

車向けの自動車用内燃機関の生産額と乗用車の生産台数から推計したものである。

表 6.1-5　ICE と比較して増える 1 台当たりの部品数とそのコスト（電動化の種類別）

産業小分類	部品名		ICE	部品価格(万円)(2016年)								
				HV			PHV			EV		
				数量	単価	金額	数量	単価	金額	数量	単価	金額
産業用電気機械	小計		0			11.8			22.3			15.2
回転電気機械	モーター		0	2	3.0	6.0	2	4.2	8.4	1	4.2	4.2
変圧器・変成器	パワーコントロールユニット											
		インバーター	0	2	1.9	3.8	2	2.7	5.4	1	2.7	2.7
		インバーター用電流センサー	0	4	0.1	0.3	4	0.1	0.3	2	0.1	0.2
		DC-DCコンバーター	0	1	0.8	0.8	1	0.9	0.9	1	0.9	0.9
		リアクトル	0	1	0.5	0.5	1	0.7	0.7	1	0.7	0.7
		BMS	0	1	0.4	0.4	1	0.6	0.6	1	0.6	0.6
内燃機関電装品	車載充電器		0				1	6.0	6.0	1	6.0	6.0
	充電ケーブル		0									
その他電気機械	小計		0			9.7			32.5			148.0
電池	蓄電池											
		ニッケル水素電池	0	1.3 kWh	7.4	9.7						
		リチウムイオン電池	0				8.8 kWh	3.7	32.5	40.0 kWh	3.7	148.0
自動車部品・同付属品	エンジン部品など		0			0.0			0.0			-32.7

ICE ： 内燃機関(Internal Combustion Engine)、　HV　： ハイブリッド車、
PHV: プラグインハイブリッド車、　EV　： 電気自動車
出所：「エンジン部品など」以外の部品の単価は「2018 年版 HEV,EV 関連市場徹底分析調査」（株式会社富士経済）から算出。
PHV と EV は共通の単価を使用。
「エンジン部品など」の金額は、2016 年の乗用車向けの自動車用内燃機関の生産額と乗用車の生産台数から推計
モーターの数量と蓄電池の容量は、HV はトヨタ　プリウス、PHV はトヨタ　プリウス PHV、EV は日産 LEAF を参考に設定

(5) 自動運転化・電動化に伴う部品の変化

自動運転化と電動化のコストが独立であると仮定し、表 6.1-3、表 6.1-5 のコストをそれぞれ合計し、自動運転化、電動化に伴う 1 台当たりの各部品コストの増加額(ICE/C0 に対するコスト変化)を、表 6.1-6 のように推計した。

表 6.1-6　自動運転車カテゴリ別電動化別の部品コストの増加額

（単位：万円／台）

電動化	ICE							HV						
自動運転車カテゴリ	C0	C2	C3	C4	C5	C6	L2	C0	C2	C3	C4	C5	C6	L2
産業用電気機械	0.0	21.5	38.5	43.5	52.3	54.5	33.6	11.8	33.3	50.3	55.3	64.1	66.3	45.4
その他電気機械	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
通信・映像・音響機器	0.0	7.2	8.8	10.5	10.5	18.2	7.2	0.0	7.2	8.8	10.5	10.5	18.2	7.2
自動車部品・同付属品	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

電動化	PHV							EV						
自動運転車カテゴリ	C0	C2	C3	C4	C5	C6	L2	C0	C2	C3	C4	C5	C6	L2
産業用電気機械	22.3	43.7	60.8	65.7	74.5	76.7	55.8	15.2	36.7	53.7	58.7	67.5	69.7	48.8
その他電気機械	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
通信・映像・音響機器	0.0	7.2	8.8	10.5	10.5	18.2	7.2	0.0	7.2	8.8	10.5	10.5	18.2	7.2
自動車部品・同付属品	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-32.7	-32.7	-32.7	-32.7	-32.7	-32.7	-32.7
その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ICE ： 内燃機関(Internal Combustion Engine)、　HV　： ハイブリッド車、
PHV: プラグインハイブリッド車、　EV　： 電気自動車
出所：自動運転化に関する部品コストは、Xavier et al. (2015)を参考に設定。
表 6.1-3 と 表 6-1-5 を用いて算出。

6.1.3 自動運転化・電動化に伴う産業連関表・投入係数表の変化

前節で述べたように、本研究では産業連関表を用いて、自動運転化・電動化による自動車の構

成部品の変化から生じる産業への量的な影響を、自動車産業と日本の産業全体について推計する。自動車産業としては、乗用車生産に関連する「乗用車部門」「自動車部品・同付属品部門」に対象を絞る。

自動車の構成部品の変化が産業に与える影響については、間瀬 (2019)が、使用する電気機械に国産品を用いるか輸入品を用いるかで、国内産業にプラス影響・マイナス影響の両方がありうることを報告している。本研究では、自動運転化・電動化に使用される部品の国産品・輸入品の割合は 2016 年と同じと仮定する。このほか、乗用車以外の製品の生産における投入係数は 2016 年のままとする。また、各産業の生産額と雇用者数の関係は 2016 年の関係が成り立つと仮定する。

(1) 自動運転化・電動化が無い車（ICE/C0）の場合の産業連関表（取引額表）

ここでは、自動運転化・電動化が行われていない車（ICE/C0）の投入構造を推定する。延長産業連関表の対象年（平成 28 年）には、現実には運転支援機能が搭載された車が販売されているが、単純化のため、すべての乗用車には運転支援装置が搭載されていない（自動運転車カテゴリ C0 に相当）と置いて自動運転化がない車のコストを推計する。このため、レベル 1 の運転支援機能だけを搭載する自動運転車カテゴリ C1 のコストもこれと等しいと置く。一方、電動化については、間瀬(2019)と同様の調整を行う。間瀬(2019)は、HV 車、PHV 車にベースとなる車を想定し、その車が HV 化、PHV 化した投入構造を推定し、それらの生産台数を掛けて産業連関表の取引額表から除いて、内燃機関車（ICE）の投入構造を推定している。本研究でも、これと同様に、産業連関表取引額表の実績に含まれている電動化された車の影響（1 台当たりの部品コストの変化×生産台数）を除いて、すべての乗用車が ICE/C0 と想定した取引表を推定する。

推定のために、次のような仮定を置く。

- PHV, EV の新車中の割合が小さいため無視し、生産された車は ICE と HV のみとする。
- 海外輸出される乗用車は、全て ICE/C0 とし、HV は全て国内販売とする。
- 全ての乗用車について、内生部門計に対する粗付加価値部門計の割合は一定（21.1%）とする。

そして、次の式のように、「すべての乗用車が ICE/C0」の場合の部門別取引額を次のように推計する。

ICE/C0 の部門別取引額 ＝ 部門別取引額(2016) － HV1 台当たりコスト変化×HV 車販売台数

このようにして推定した乗用車部門の産業連関表（取引額）が図 6.1-3 である。これを基に、自動運転化・電動化に伴う産業連関表の変化を推計し、波及効果の推計を行う。

■産業連関表(乗用車部門)

	金額(百万円)
産業用電気機械	344,695
その他電気機械	280,978
通信・映像・音響機器	274,384
自動車部品・同付属品	9,397,778
その他	2,929,895
内生部門計	13,227,730
粗付加価値部門計	2,793,221
国内生産額	16,020,951
粗付加価値の割合(%)	21.1

■ICE/C0だけの場合の産業連関表（乗用車部門）

	金額(百万円)
産業用電気機械	193,796
その他電気機械	157,287
通信・映像・音響機器	274,384
自動車部品・同付属品	9,397,778
その他	2,929,895
内生部門計	12,953,141
粗付加価値部門計	2,735,238
国内生産額	15,688,378

■2016年生産・販売台数（台）

乗用車生産台数	7,873,886
HV車販売台数	1,275,560

日本自動車工業会 http://www.jama.or.jp/industry/four_wheeled/four_wheeled_1t1.html
http://www.jama.or.jp/eco/earth/earth_03_g01.html

出所：産業連関表は、「平成 28 年度延長産業連関表」（経済産業省）を利用。

図 6.1-3 自動運転化・電動化が行われていない状況を想定した場合の産業連関表（取引額表）

(2) 自動運転化・電動化された乗用車の産業連関表（取引額表）

自動運転化電動化された様々な車の生産が混在している場合の産業連関表（取引額表）は図 6.1-4 のように求める。

①先の求めた ICE/C0 の取引額表を乗用車の生産台数で除することにより、乗用車 1 台当たりに必要な部品コストを算出し、これに表 6.1-6 に示した各自動運転化電動化に伴う部品コストの増加を加えることで、それぞれの種類の車 1 台当たりの部品コストを算出する。

②この部品コストに各種類の車の生産台数を掛けて、合算することで各部門との取引額が計算される。

③各部門との取引額の合計に、乗用車部門の付加価値率を考慮して、乗用車部門の生産額を算出し、自動運転化・電動化を含んだ乗用車の産業連関表（取引額表）を求める。

④さらに、乗用車の生産額で、各部門との取引額を割ることにより、乗用車部門の投入係数表を推計する。

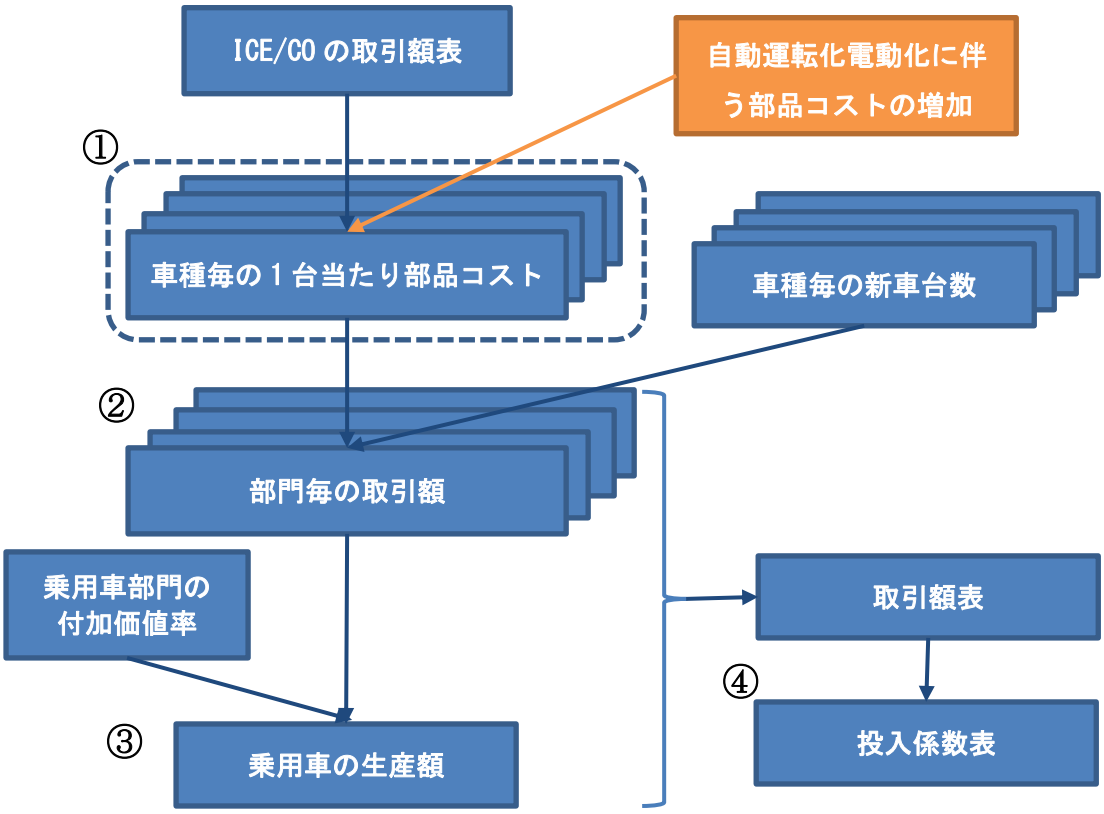


図 6.1-4 自動運転化・電動化された車の生産を含む産業連関表の作成

(3) 自動運転化・電動化を含んだ乗用車の生産の波及効果

乗用車の自動運転化・電動化を含んだ車の生産による波及効果を求めるために、先に求めた導入係数表を利用する。

まず、平成 28 年度延長産業連関表　統合中分類（96 部門　名目値）（経済産業省）から作成した投入係数表の内、乗用車部門の投入係数表を、先に求めた自動運転化・電動化された乗用車の投入係数表に置き換える。そして、この投入係数表を用いて、逆行列係数表を推計する。逆行列係数表としては各種の中間財の輸入割合を評価するため、$[I-(I-\hat{M})A]^{-1}$ 型の逆行列係数表を用いる。ここで、A は投入係数表、$\hat{M}$ は輸入係数行列、I は単位行列である。乗用車の自動運転化・電動化は、輸入車であっても同様な割合で変化し、且つ価格上昇も国内生産と同様と仮定し、輸入係数は自動運転化・電動化に関わらず、2016 年と同じとする。

以後の自動車産業ならびに日本の産業全体への影響の評価では、各ケースにおける乗用車の自動運転化・電動化に応じた逆行列係数表を作成して、評価を行う。

6.1.4 自動車産業並びに日本の産業全体への影響

前節の 1 台当たりの産業への影響を基に、研究項目②「自動運転車の普及シミュレーション」の結果を用いて、保有台数や自動運転化・電動化の構成の変化が産業にもたらす影響を試算した。ここでは以下のような３つの想定で試算を行った。

(1) 動学モデル（GDP 中位ケース）に基づく乗用車の保有状況を利用した場合

(2)　(1)で部品構成の価格変化が変動したを利用した場合

(3) 静学モデルに基づく乗用車の保有状況を利用した場合

(1) 動学モデル（GDP 中位ケース）による試算

研究項目②「自動運転車の普及シミュレーション」の動学モデル（GDP 中位ケース）の結果に基づいて、自動車産業への影響を推計した。この際、乗用車の生産台数は国内の新車登録台数に等しいと仮定した。また、影響評価では乗用車の生産台数の変化、自動運転化・電動化のみに注目し、その他の最終需要による変化は考慮しない。

新車登録台数は 2025 年をピークに人口の減少に伴い台数が減少し、2050 年にはピーク時の 2/3 程度になる（図 6.1-5）。

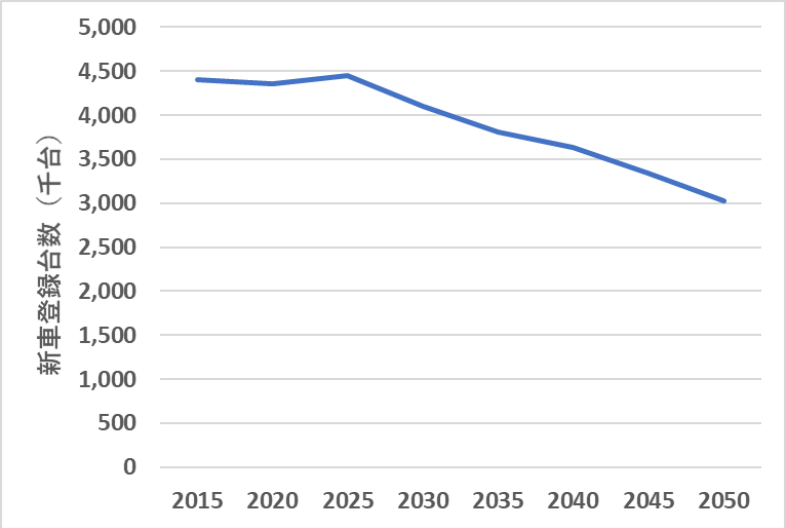


図 6.1-5 乗用車の新車登録台数（GDP 中位ケース、推計値）

新車登録台数の自動運転化・電動化区分別構成は表 6.1-8 のようになる。これを計算する際、電動化された車は、次世代自動車普及戦略検討会（環境省）「次世代自動車普及戦略」（平成 21 年 5 月）に記載されている「軽自動車・乗用車市場における次世代自動車（EV/HV/PHV）の販売・保有シェア」の販売シェア（表 6.1-7）に従って HV, PHV, EV へ案分している。

表 6.1-7　新車中の電動化種類の割合

	新車中の割合				
	2015	2020	2030	2040	2050
ICE	73.7%	71.1%	63.8%	61.1%	61.2%
HV	24.5%	22.0%	23.5%	24.0%	25.0%
PHV	1.8%	6.9%	12.7%	14.8%	13.8%
EV	4.0%	10.0%	14.8%	13.9%	15.6%

出所：次世代自動車普及戦略検討会（環境省）「次世代自動車普及戦略」（平成 21 年 5 月）から作成。

表 6.1-8　動学モデル（GDP 中位ケース）における自動運転車カテゴリ別電動化別新車登録台数（台、推計値）

年	C0/C1				C2			
	ICE	HV	PHV	EV	ICE	HV	PHV	EV
2015	3,067,800	1,080,667	77,066	175,902	0	0	0	0
2020	2,091,438	754,515	235,533	341,489	225,737	81,438	25,422	36,858
2025	1,672,363	702,055	290,582	372,897	203,457	85,411	35,352	45,366
2030	1,270,918	610,600	328,987	383,204	135,194	64,953	34,996	40,763
2035	1,109,388	548,651	317,073	331,307	109,087	53,949	31,178	32,578
2040	999,248	508,696	314,169	294,938	98,369	50,078	30,928	29,035
2045	877,712	463,126	271,416	279,367	88,700	46,802	27,429	28,232
2050	761,943	416,733	231,179	261,073	82,742	45,255	25,105	28,351

年	C3				C4			
	ICE	HV	PHV	EV	ICE	HV	PHV	EV
2015	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	346,193	124,894	38,988	56,526	0	0	0	0
2025	123,527	51,857	21,464	27,544	449,331	188,628	78,074	100,190
2030	5,458	2,622	1,413	1,646	0	0	0	0
2035	6,381	3,156	1,824	1,906	0	0	0	0
2040	22,091	11,246	6,945	6,520	0	0	0	0
2045	32,535	17,167	10,061	10,355	0	0	0	0
2050	33,900	18,541	10,286	11,616	0	0	0	0

年	C5				合計台数
	ICE	HV	PHV	EV	
2015	0	0	0	0	4,401,435
2020	0	0	0	0	4,359,031
2025	0	0	0	0	4,448,097
2030	598,847	287,710	155,016	180,563	4,102,890
2035	609,398	301,380	174,172	181,991	3,813,418
2040	594,361	302,577	186,870	175,431	3,631,503
2045	551,273	290,880	170,471	175,464	3,340,988
2050	501,102	274,070	152,038	171,698	3,025,631

1) 乗用車部門の生産額と雇用者数の変化

動学モデル（GDP 中位ケース）における乗用車の生産台数から生産額と雇用者数の変化を推計した。

乗用車部門の生産額の変化の推計結果を表 6.1-9、図 6.1-6、図 6.1-7 に示す。2025 年までは車の自動運転化・電動化の割合の上昇によって生産額が増加するが、その後は生産台数の減少によって、生産額全体が減少する。

表 6.1-9　乗用車部門の生産額の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、推計値）

年	生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
2020	-92,718	1,010,121	917,040	-0.6%	6.3%	5.7%
2025	102,027	1,626,679	1,728,707	0.6%	10.2%	10.8%
2030	-652,778	2,068,361	1,415,584	-4.1%	12.9%	8.9%
2035	-1,285,716	2,020,459	734,743	-8.0%	12.6%	4.6%
2040	-1,683,479	1,986,388	302,909	-10.5%	12.4%	1.9%
2045	-2,318,697	1,904,481	-414,216	-14.5%	11.9%	-2.6%
2050	-3,008,233	1,787,081	-1,221,152	-18.8%	11.2%	-7.6%

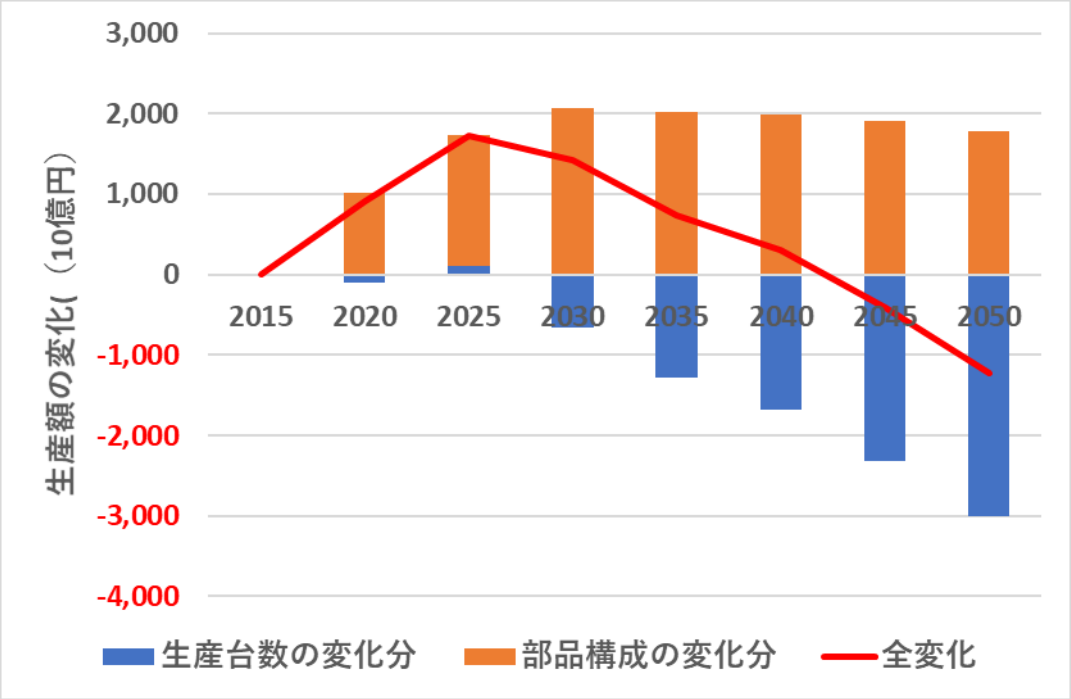


図 6.1-6 乗用車部門の生産額の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

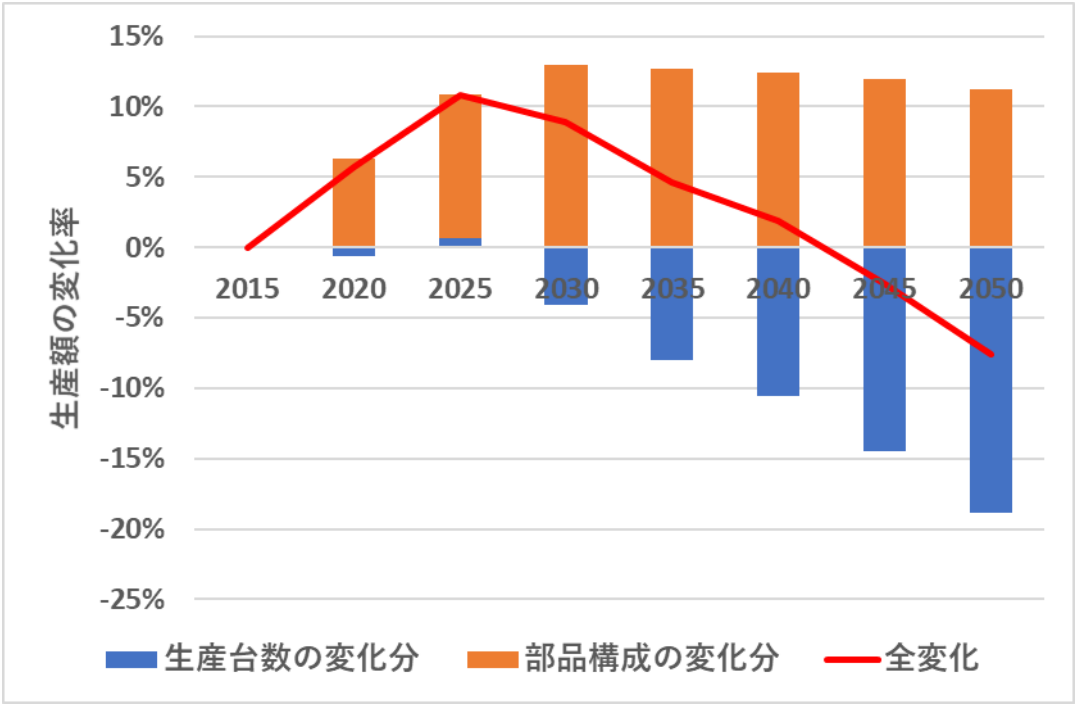


図 6.1-7 乗用車部門の生産額の変化率（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

また、乗用車部門の雇用者数の変化の推計結果を表 6.1-10、図 6.1-8、図 6.1-9 に示す。雇用者数も生産額に応じて、2025 年まで増加するが、その後は生産台数の減少により減少する。

表 6.1-10 乗用車部門の雇用者数の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、推計値）

年	雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
2020	-1	9	8	-0.6%	6.3%	5.7%
2025	1	14	15	0.6%	10.2%	10.8%
2030	-6	18	12	-4.1%	13.0%	8.9%
2035	-11	18	6	-8.0%	12.7%	4.6%
2040	-15	18	3	-10.5%	12.4%	1.9%
2045	-20	17	-4	-14.5%	11.9%	-2.6%
2050	-27	16	-11	-18.8%	11.2%	-7.6%

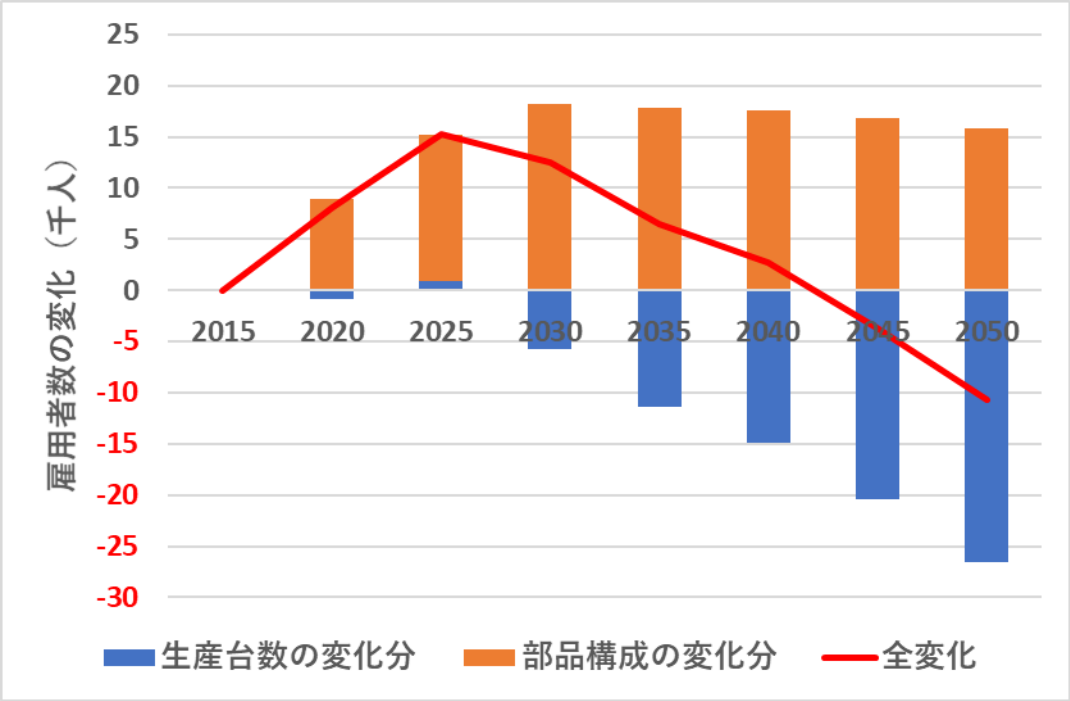


図 6.1-8 乗用車部門の雇用者数の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

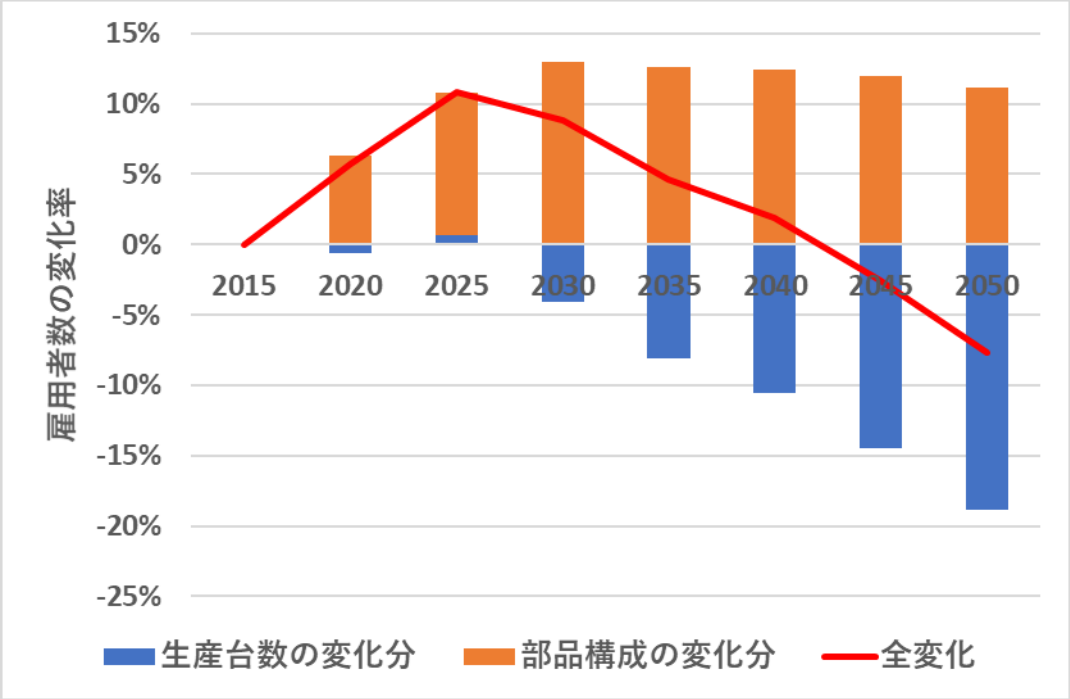


図 6.1-9 乗用車部門の雇用者数の変化率（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

2) 自動車部品・同付属品部門

動学モデル（GDP 中位ケース）における乗用車の生産台数から、自動車部品・同付属品部門の生産額と雇用者数の変化を推計した。

自動車部品・同付属品部門の生産額の変化を、表 6.1-11、 図 6.1-10、図 6.1-11 に示す。この部門では、EV 車の割合の増加に伴って、エンジン部品の需要が減るため生産額が減少する。2025 年以降は生産台数の減少も加わり、大きく生産額が減少する。

表 6.1-11　自動車部品・同付属品部門の生産額の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、推計値）

年	生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
2020	-76,316	-127,572	-203,888	-0.3%	-0.5%	-0.7%
2025	83,979	-179,865	-95,887	0.3%	-0.6%	-0.3%
2030	-537,301	-215,697	-752,997	-1.9%	-0.8%	-2.7%
2035	-1,058,271	-192,521	-1,250,792	-3.8%	-0.7%	-4.5%
2040	-1,385,669	-175,403	-1,561,072	-5.0%	-0.6%	-5.6%
2045	-1,908,516	-175,115	-2,083,631	-6.9%	-0.6%	-7.5%
2050	-2,476,073	-171,328	-2,647,401	-8.9%	-0.6%	-9.5%

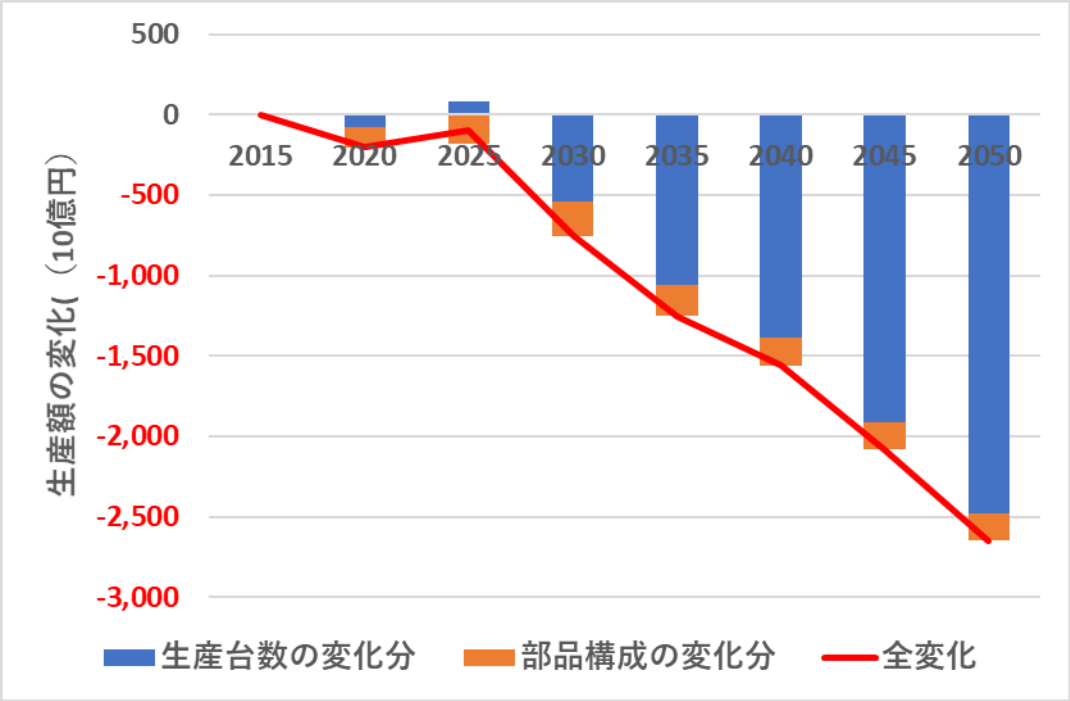


図 6.1-10 自動車部品・同付属品部門の生産額の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

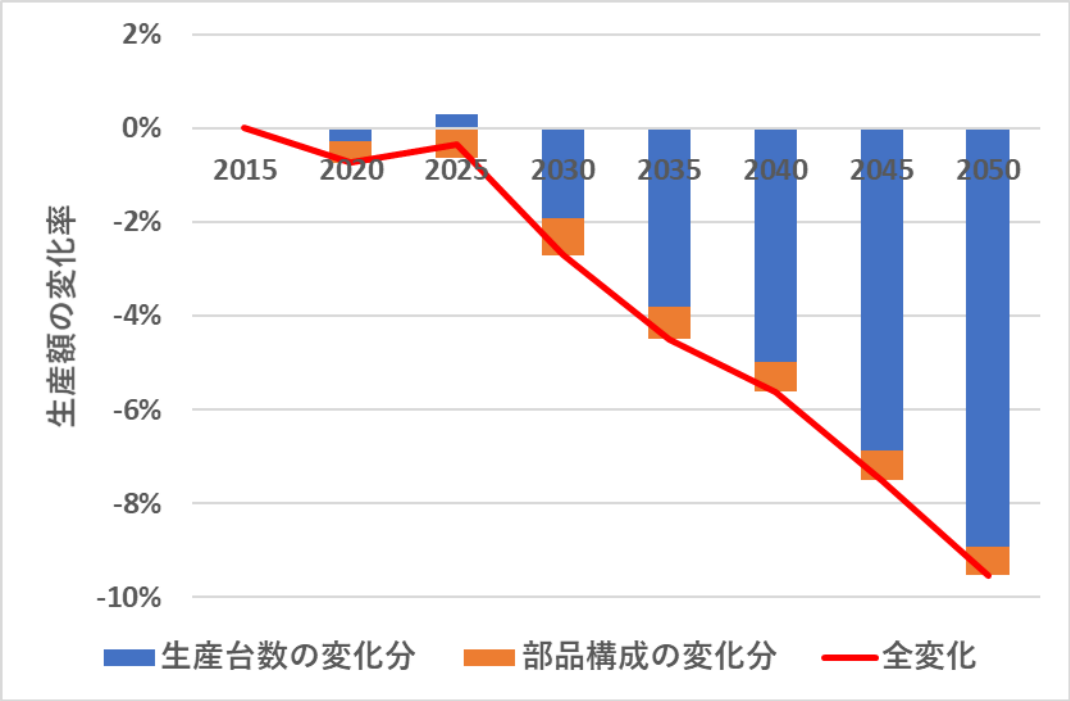


図 6.1-11 自動車部品・同付属品部門の生産額の変化率（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

同様に雇用者数の変化を、表 6.1-12、図 6.1-12、図 6.1-13 に示す。生産額同様に雇用者数も減少する。

表 6.1-12 自動車部品・同付属品部門の雇用者数の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、推計値）

年	関連する雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
2020	-2	-3	-5	-0.3%	-0.5%	-0.8%
2025	2	-4	-2	0.3%	-0.7%	-0.4%
2030	-13	-5	-18	-2.0%	-0.8%	-2.8%
2035	-25	-4	-29	-3.9%	-0.7%	-4.6%
2040	-32	-4	-36	-5.1%	-0.6%	-5.8%
2045	-45	-4	-49	-7.0%	-0.6%	-7.7%
2050	-58	-4	-62	-9.1%	-0.6%	-9.8%

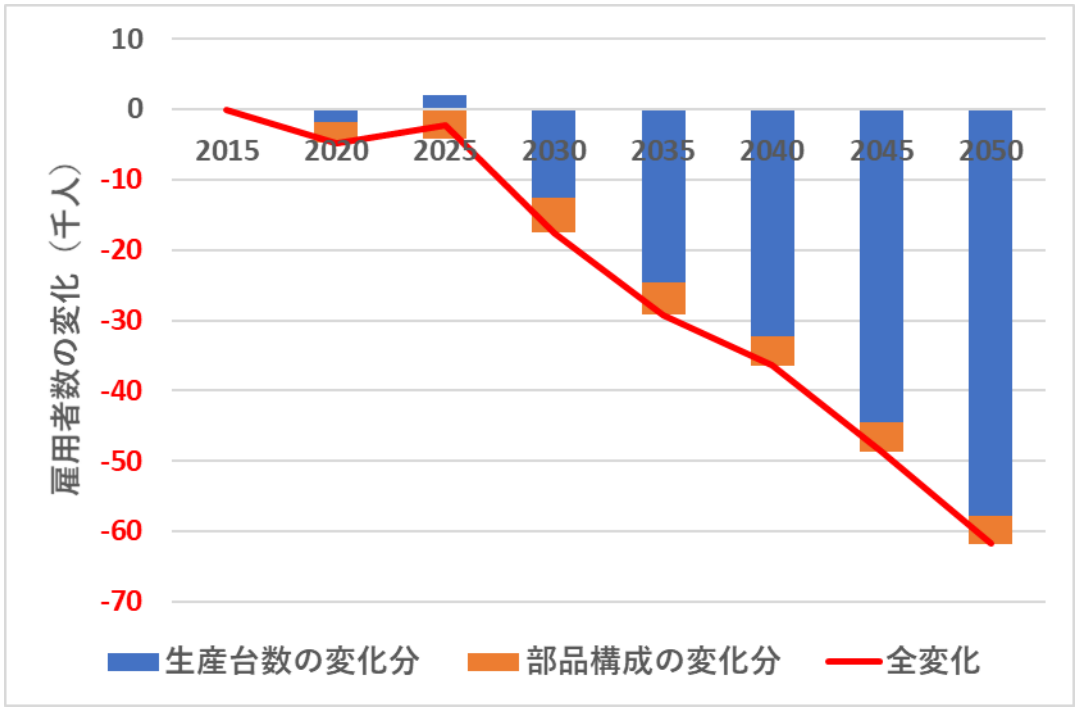


図 6.1-12 自動車部品・同付属品部門の雇用者数の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

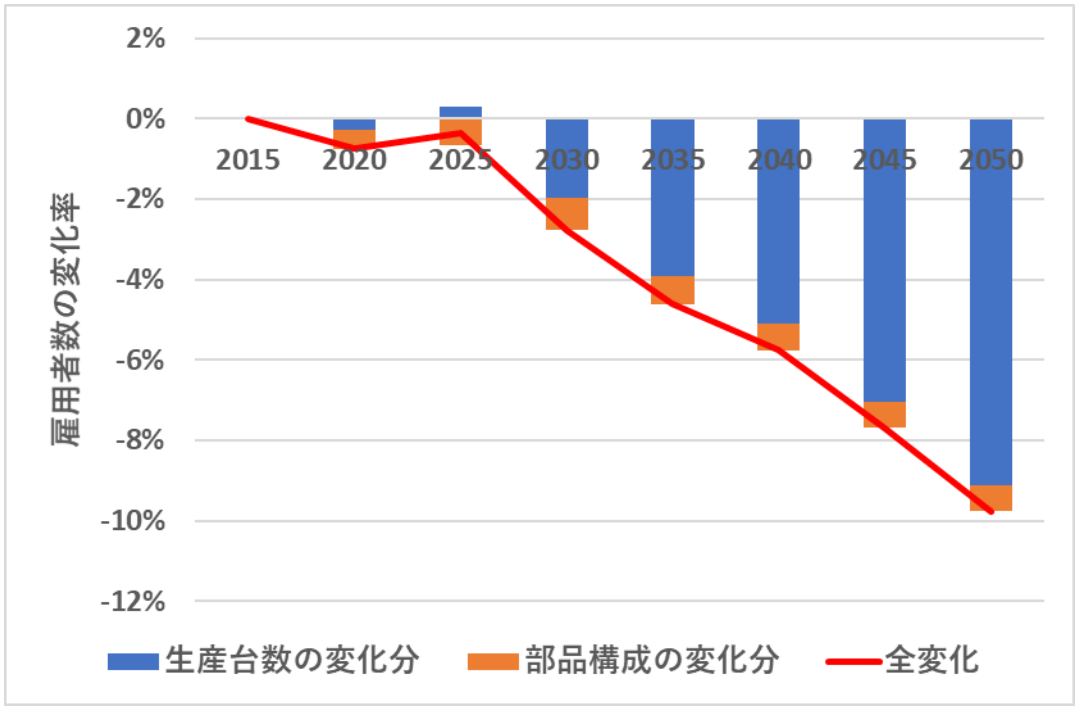


図 6.1-13 自動車部品・同付属品部門の雇用者数の変化率（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

3) 全産業部門

動学モデル（GDP 中位ケース）における乗用車の生産台数から、日本の全産業の生産額と雇用者数への影響を推計した。

全産業の生産額の変化を、表 6.1-13、図 6.1-14、図 6.1-15 に示す。全産業の生産額は自動運転化・電動化に伴って増加するが、2025 年以降は生産台数の減少により生産額が減少する。

表 6.1-13　全産業の生産額の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、推計値）

年	関連する生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
2020	-249,746	1,996,621	1,746,875	0.0%	0.2%	0.2%
2025	274,823	3,250,810	3,525,634	0.0%	0.3%	0.3%
2030	-1,758,337	4,168,264	2,409,927	-0.2%	0.4%	0.2%
2035	-3,463,234	4,096,872	633,638	-0.3%	0.4%	0.1%
2040	-4,534,657	4,045,673	-488,984	-0.4%	0.4%	0.0%
2045	-6,245,695	3,871,093	-2,374,601	-0.6%	0.4%	-0.2%
2050	-8,103,047	3,624,191	-4,478,855	-0.8%	0.4%	-0.4%

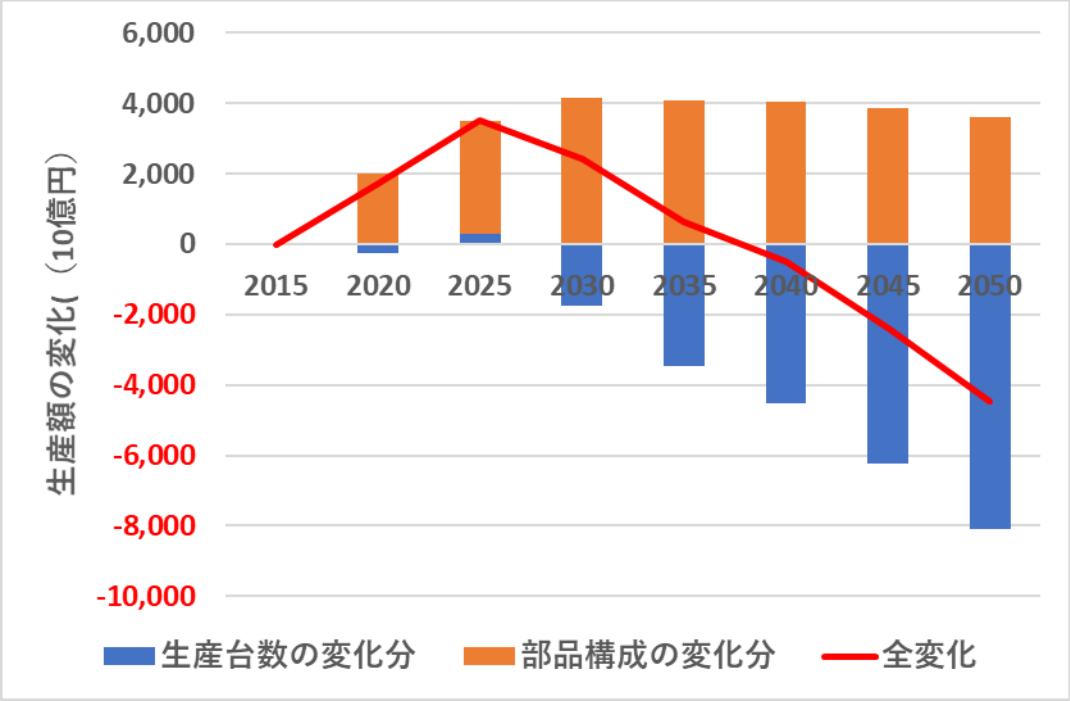


図 6.1-14 全産業の生産額の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

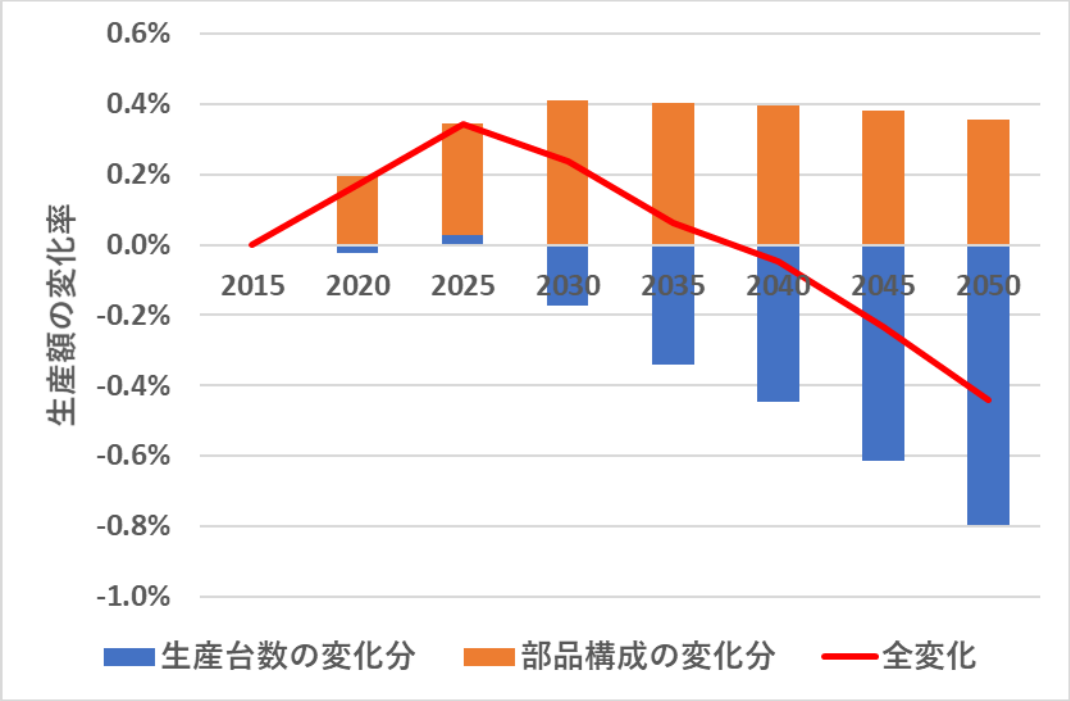


図 6.1-15 全産業の生産額の変化率（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

同様に雇用者数の変化を表 6.1-14、図 6.1-16、図 6.1-17 に示す。雇用者数は、一時的に増加するが、最終的には生産台数の減少により減少する。

表 6.1-14　全産業の雇用者数の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、推計値）

年	関連する雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化分	部品構成の変化分	全変化	生産台数の変化分	部品構成の変化分	全変化
2015	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
2020	-6	49	43	0.0%	0.1%	0.1%
2025	7	79	86	0.0%	0.1%	0.2%
2030	-44	103	60	-0.1%	0.2%	0.1%
2035	-87	102	16	-0.2%	0.2%	0.0%
2040	-113	101	-12	-0.2%	0.2%	0.0%
2045	-156	97	-59	-0.3%	0.2%	-0.1%
2050	-203	90	-112	-0.4%	0.2%	-0.2%

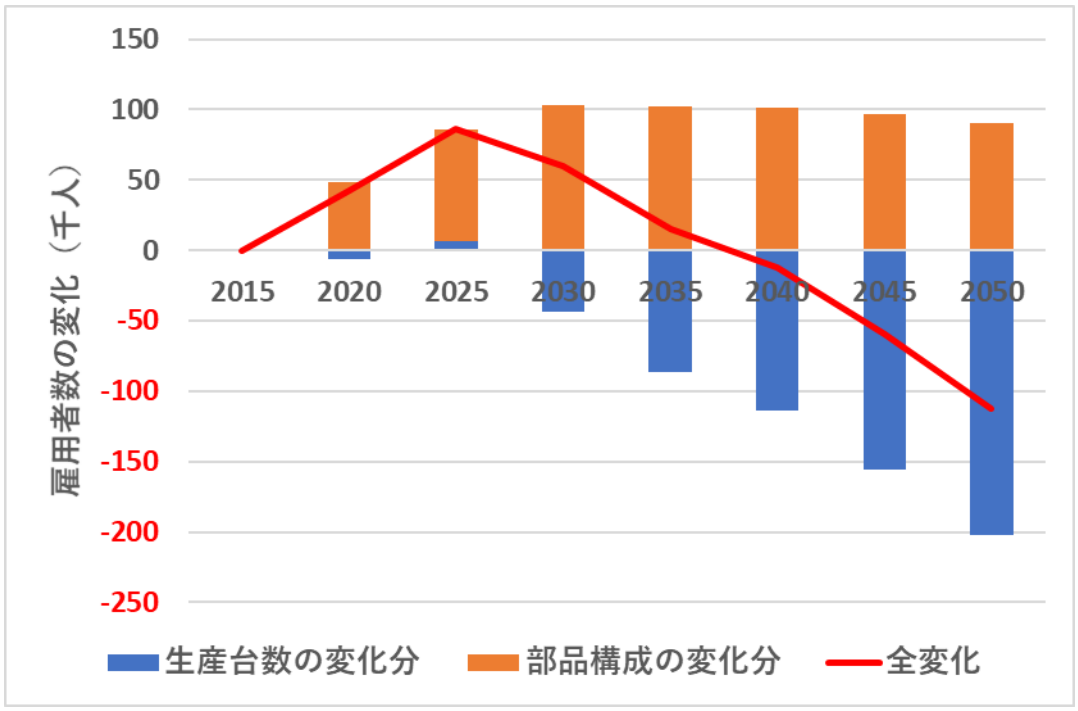


図 6.1-16 全産業の雇用者数の変化（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

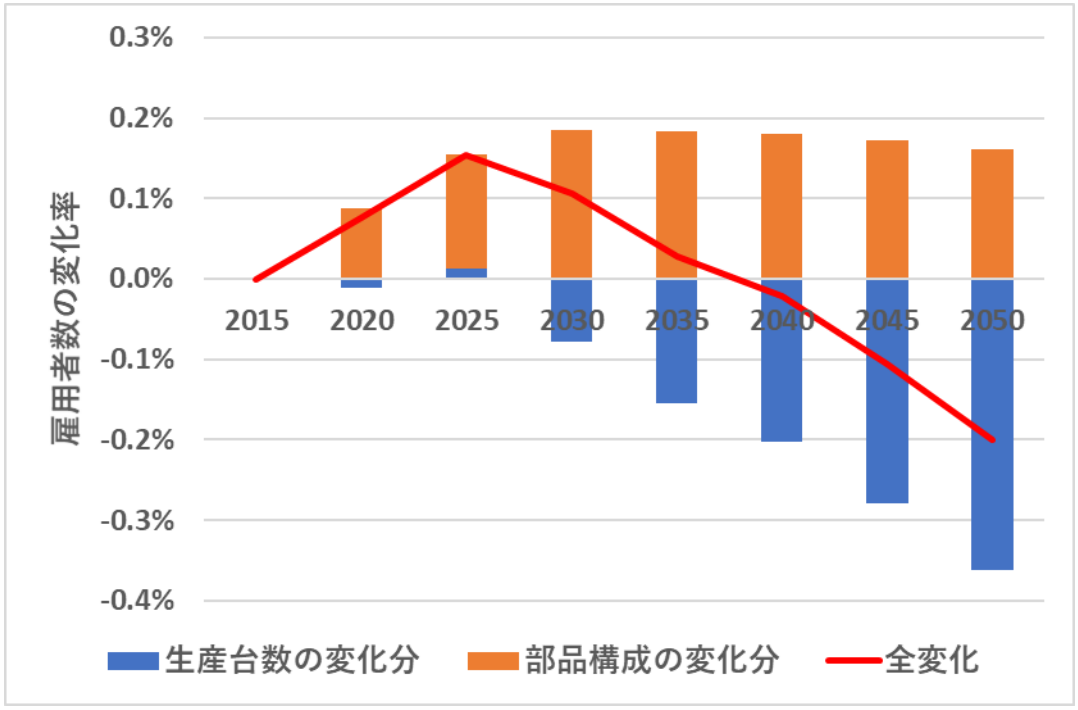


図 6.1-17 全産業の雇用者数の変化率（動学モデル、GDP 中位ケース、対 2015 年、推計値）

(2) 自動運転化・電動化コストの変動

本試算では、自動運転化・電動化に必要なコスト構造を表 6.1-6 のように想定しているが、技術やニーズの変化により、大きく変わる可能性がある。そこで、動学モデル（GDP 中位ケース）をベースに、自動運転化・電動化コストを変化させた以下の 3 つのケースを想定する。

〇EV コスト削減：EV 化コストはほとんどが蓄電池コストである。このコストを 2016 年の市場の出荷数量と出荷金額をベースに設定しているが、蓄電池の性能向上と価格低下に向けた研究は進められており、将来このコストが減少することが予想される。そこで、蓄電池コストを 50%削減したケースを想定する。

〇自動運転化部品コスト低下：自動運転化のコストは、Xavier et al. (2015)の研究をベースに初期コストを評価している。このコストは自動運転車が普及し生産経験を積むことで、低下することが考えられる。そこで、自動運転化のために追加される部品コストが 50%減少したケースを想定する。

〇機能追加によるコスト増加：自動運転化のコストとして表 6.1-6 では、自動運転を実現するためのコストを示している。しかし、実際に利用される車では、自動運転中に利用者に快適な環境やエンターテイメントを提供するためにより多くの機能が搭載される可能性がある。そのような追加される機能の部品の搭載を想定し、自動運転化のために追加される部品コストが 50%上昇したケースを想定する。

これらのケースでは、自動車部品・同付属品部門に直接的な影響は及ばないため、乗用車部門と全産業を対象にその影響を調べる。

1) 乗用車部門

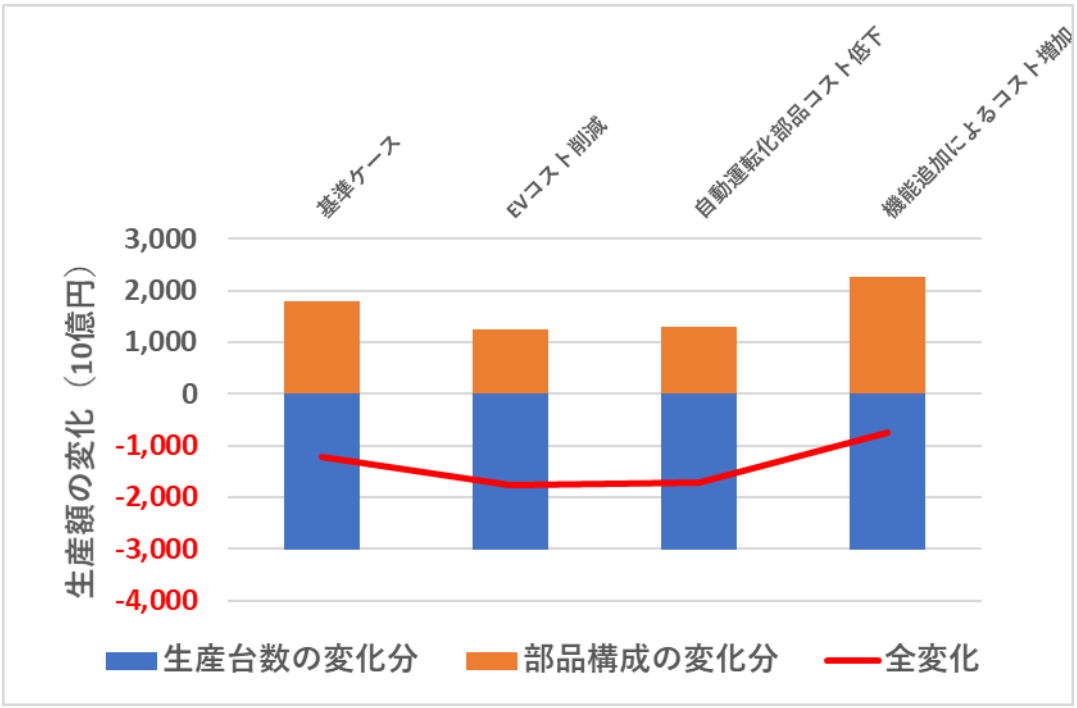
乗用車部門におけるコスト構造の変化がもたらす生産額の変化を表 6.1-15、図 6.1-18、図 6.1-19 に示す。

コストの増加をそのまま価格に反映させているため、それぞれのケースのコストの変化に応じて、生産額が増減している。

表 6.1-15　乗用車部門の生産額の変化（コスト構造変動、推計値）

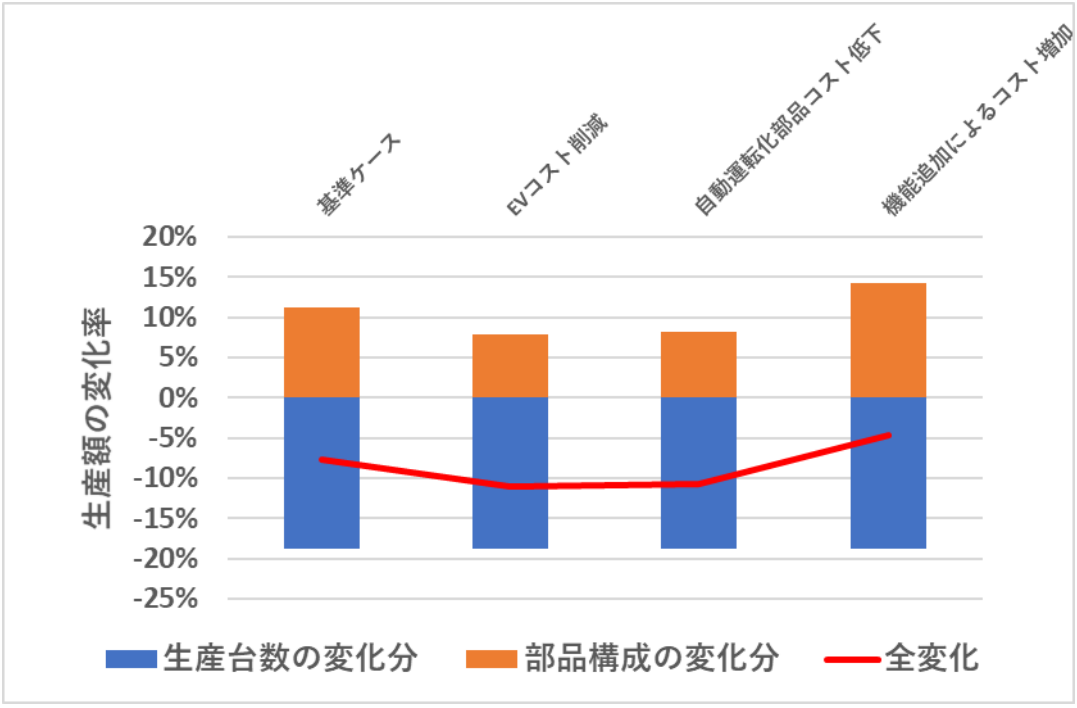
年	生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
基準ケース	-3,008,233	1,787,081	-1,221,152	-18.8%	11.2%	-7.6%
EV コスト削減	-3,008,233	1,251,911	-1,756,322	-18.8%	7.8%	-11.0%
自動運転化部品コスト低下	-3,008,233	1,304,922	-1,703,311	-18.8%	8.2%	-10.7%
機能追加によるコスト増加	-3,008,233	2,269,240	-738,993	-18.8%	14.2%	-4.6%

注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-18 乗用車部門の生産額の変化（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

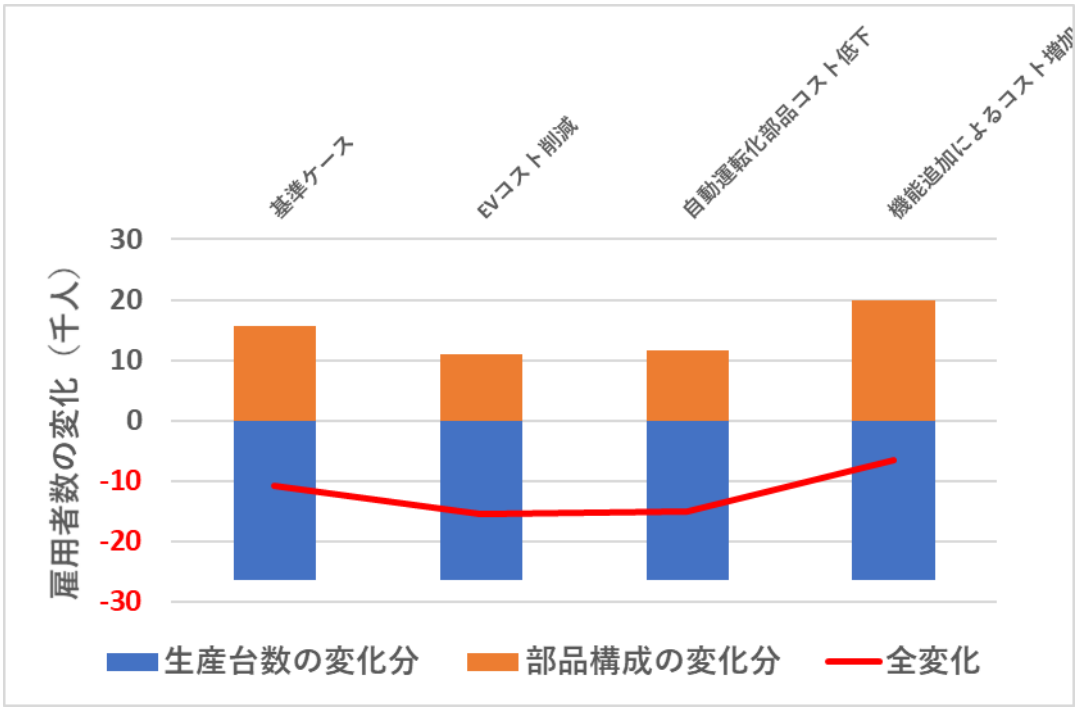
図 6.1-19 乗用車部門の生産額の変化率（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）

乗用車部門の雇用者数の変化を、表 6.1-16、図 6.1-20、図 6.1-21 に示す。雇用者数も、生産額と同様にコストの大きさに合わせて、増減している。

表 6.1-16　乗用車部門の雇用者数の変化（コスト構造変動、推計値）

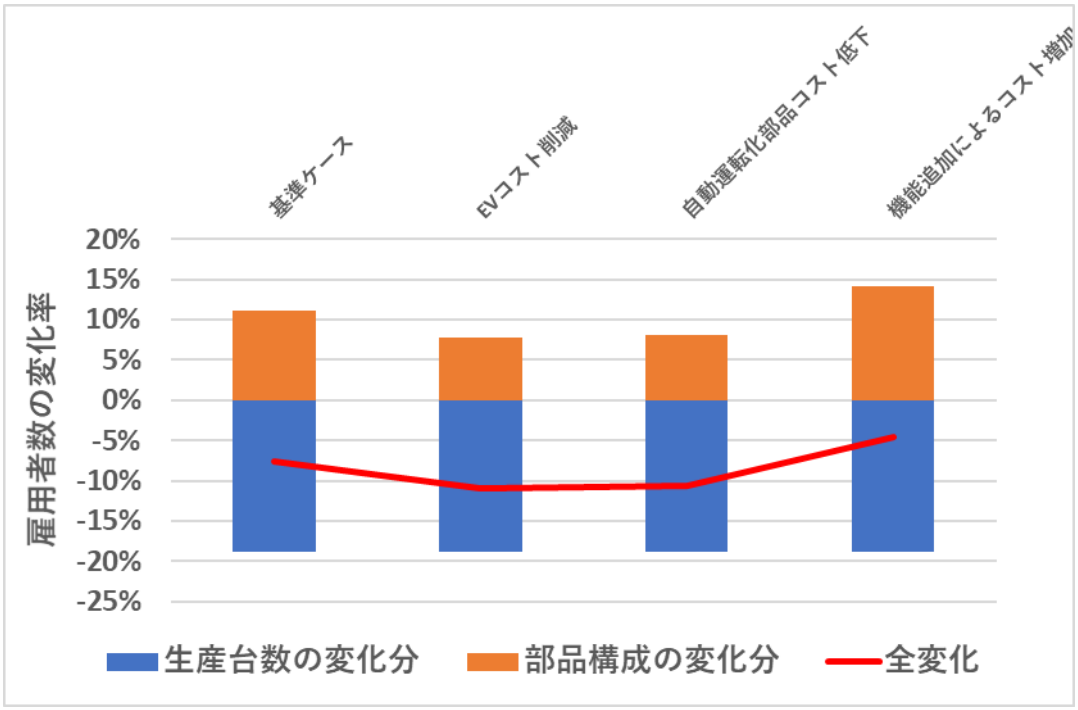
年	雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
基準ケース	-27	16	-11	-18.8%	11.2%	-7.6%
EV コスト削減	-27	11	-15	-18.8%	7.8%	-11.0%
自動運転化部品コスト低下	-27	12	-15	-18.8%	8.2%	-10.7%
機能追加によるコスト増加	-27	20	-7	-18.8%	14.2%	-4.6%

注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-20 乗用車部門の雇用者数の変化（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-21 乗用車部門の雇用者数の変化率（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）

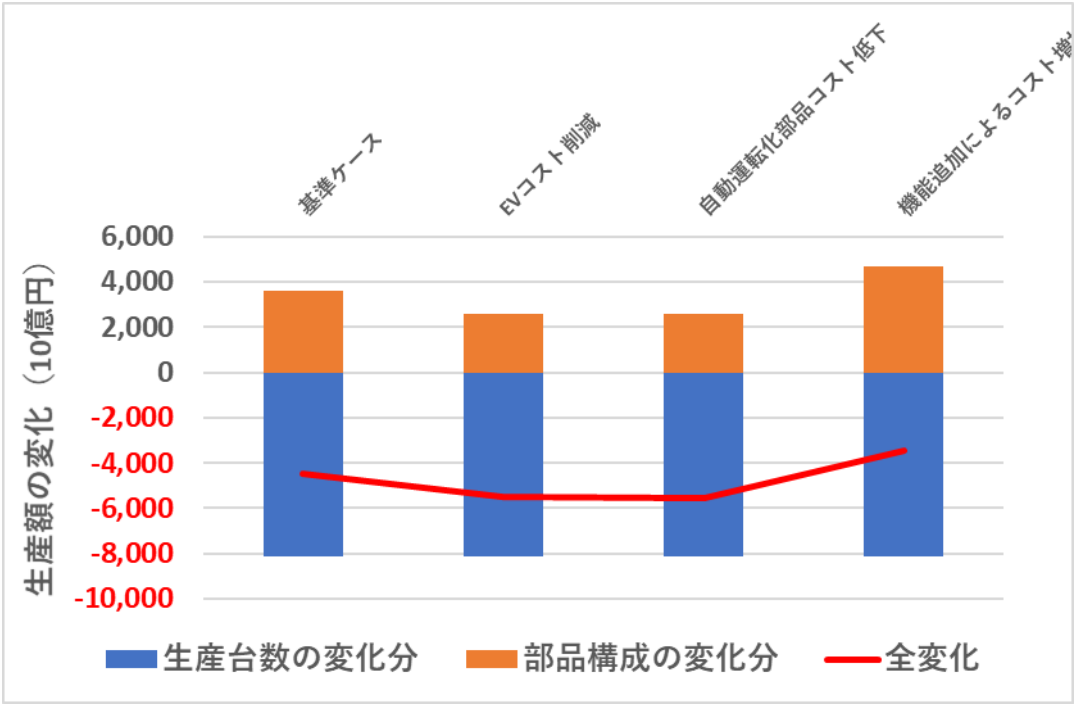
2) 全産業部門

全産業の生産額の変化を表 6.1-17、図 6.1-22、図 6.1-23 に示す。また、全産業の雇用者数の変化を表 6.1-18、図 6.1-24、図 6.1-25 に示す。

表 6.1-17　全産業の生産額の変化（コスト構造変動、推計値）

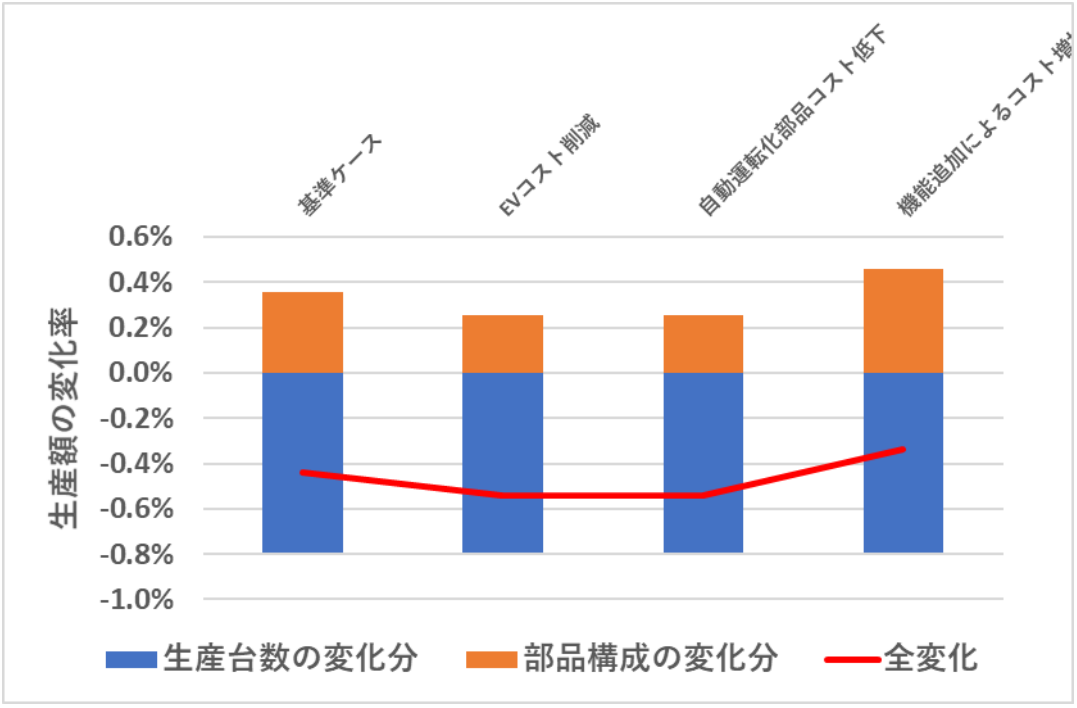
年	関連する生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
基準ケース	-8,103,047	3,624,191	-4,478,855	-0.8%	0.4%	-0.4%
EV コスト削減	-8,103,047	2,583,070	-5,519,976	-0.8%	0.3%	-0.5%
自動運転化部品コスト低下	-8,103,047	2,573,645	-5,529,401	-0.8%	0.3%	-0.5%
機能追加によるコスト増加	-8,103,047	4,674,737	-3,428,310	-0.8%	0.5%	-0.3%

注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-22 全産業の生産額の変化（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）



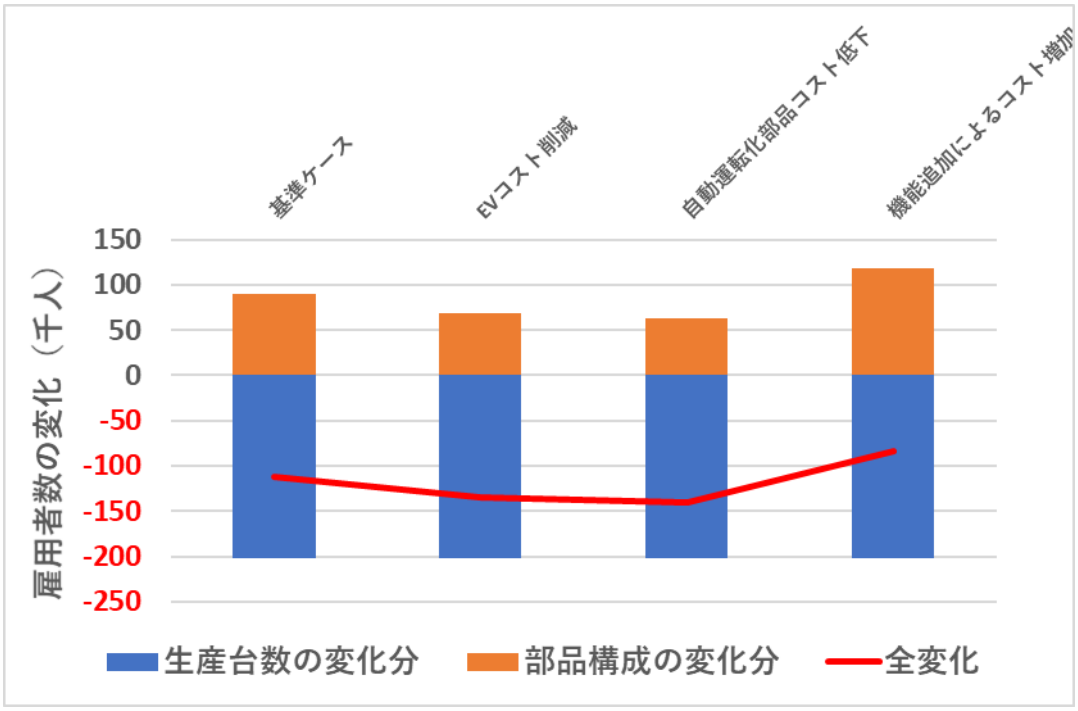
注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-23 全産業の生産額の変化率（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）

表 6.1-18　全産業の雇用者数の変化（コスト構造変動、推計値）

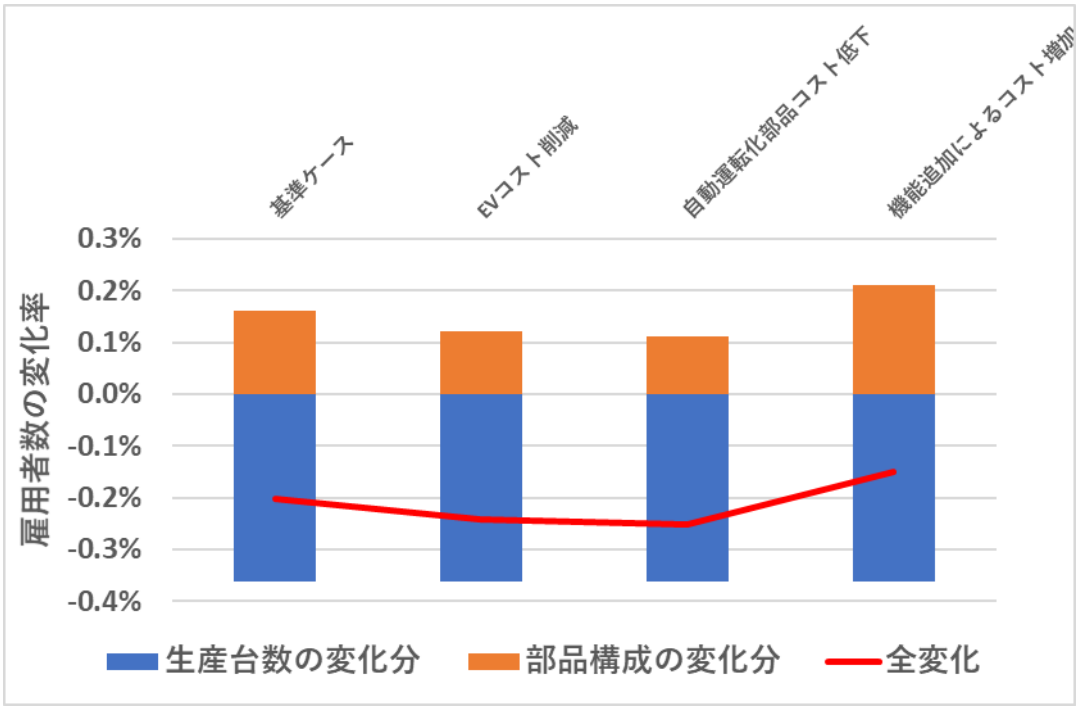
年	関連する雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
基準ケース	-203	90	-112	-0.4%	0.2%	-0.2%
EV コスト削減	-203	68	-135	-0.4%	0.1%	-0.2%
自動運転化部品コスト低下	-203	62	-140	-0.4%	0.1%	-0.3%
機能追加によるコスト増加	-203	119	-84	-0.4%	0.2%	-0.2%

注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-24 全産業の雇用者数の変化（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）



注：基準ケースは 2050 年（GDP 中位ケース）の推計値

図 6.1-25 全産業の雇用者数の変化率（コスト構造変動、対 2015 年、推計値）

(3) 静学モデルによる試算

ドライバー不要の自動運転車（SAE Level 4/5 相当）の車の生産と、自動運転タクシー（乗合自動運転タクシーを含む）の利用による車の所有状況の変化による産業への影響を評価するため、静学モデルのシミュレーション結果を用いて、上述した動学モデルのケースと同様の試算を行った。

試算では、自動運転車のオプション価格や自動運転タクシーのサービス水準をアンケートの標準設定と同じと置いた Case 1 の結果と、自動運転車への利用期待が増加して自動運転車の保有台数が最大となる Case 6 の結果を用いる。静学モデルでは、保有台数の一定割合が新車に置き換わるとして、保有台数を平均利用年数で除した値とする。その際、廃棄される車の台数は、保有台数と平成 27 年の車の平均利用年数 12.38 年[16]を用いて推計する。

また、静学モデルでは、電動化状況のシミュレーションは実施していないため、基準となる 2015 年と Case 1、Case 6 で使用される車の自動運転車カテゴリと電動化の状況を表 6.1-19 のように設定した。個人所有の手動運転車の電動化の状況は、「次世代自動車普及戦略」：平成 21 年 5 月，次世代自動車普及戦略検討会（環境省）で示されている 2050 年の販売割合（HV：25.0%、PHV：13.8%、EV：15.6%）のケースと、100%EV 化されたケースの 2 ケースを想定する。

表 6.1-19　車の利用状況における自動運転車カテゴリと電動化の状況

利用状況	自動運転車カテゴリ	電動化の状況
2015 年の乗用車	C0	ICE(内燃機関：75.5%), HV(ハイブリッド車：24.5%)
個人所有の手動運転車	L2	ICE(内燃機関), HV(ハイブリッド車)、 PHV（プラグインハイブリッド車)、EV(電気自動車)
個人所有の自動運転車、 自動運転タクシー、 乗合自動運転タクシー	C6	EV(電気自動車：100%)

出所：2015 年の電動化の状況は、「次世代自動車普及戦略」：平成 21 年 5 月，次世代自動車普及戦略検討会（環境省）を参考に設定。自動運転車カテゴリ C6 は全て EV 化すると設定。

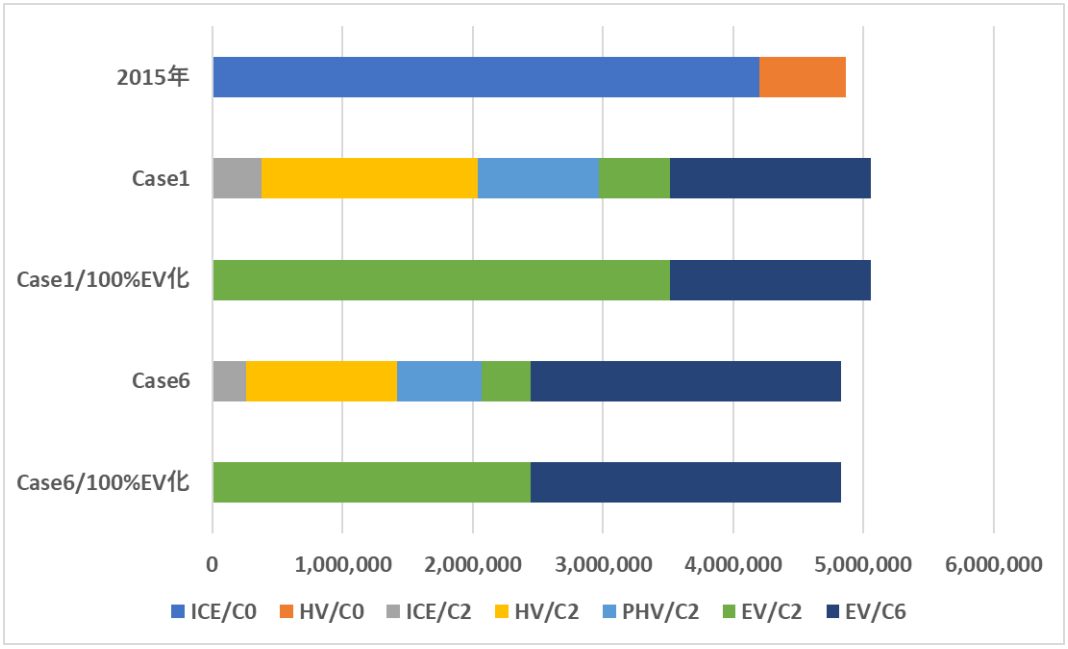
16 平成 27 年、自動車検査登録情報協会,
https://www.airia.or.jp/publish/file/r5c6pv000000m20m-att/r5c6pv000000m211.pdf（閲覧日：021/5/17）

各ケース別の自動運転車カテゴリ別電動化別生産台数を表 6.1-20、図 6.1-26 に示す。

表 6.1-20　ケース別の自動運転車カテゴリ別電動化別生産台数（台、推計値）

			電動化／自動運転車カテゴリ						
ケース	保有台数	生産台数	ICE/C0	HV/C0	ICE/L2	HV/L2	PHV/L2	EV/L2	EV/C6
2015 年	60,278,086	4,868,989	4,200,621	668,368	0	0	0	0	0
Case1	62,623,935	5,058,476	0	0	376,114	1,666,148	924,466	548,352	1,543,396
Case1/ 100%EV 化	62,623,935	5,058,476	0	0	0	0	0	3,515,080	1,543,396
Case6	59,803,849	4,830,683	0	0	261,739	1,159,481	643,341	381,601	2,384,520
Case6/ 100%EV 化	59,803,849	4,830,683	0	0	0	0	0	2,446,162	2,384,520

出所：2015 年の保有台数は、自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月末）、電動化の状況は、「次世代自動車普及戦略」：平成 21 年 5 月，次世代自動車普及戦略検討会（環境省）を参考に設定。



出所：2015 年の保有台数は、自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会、平成 28 年 3 月末）、電動化の状況は、「次世代自動車普及戦略」：平成 21 年 5 月，次世代自動車普及戦略検討会（環境省）を参考に設定。

図 6.1-26 ケース別の自動運転車カテゴリ別電動化別生産台数（推計値）

1) 乗用車部門

乗用車部門の生産額の変化を表 6.1-21、図 6.1-27、図 6.1-28 に示す。自動運転タクシー（乗合自動運手タクシーを含む）の利用が多い CASE 6 では、個人所有の車が減少する代わりに、自動運転タクシーの必要台数が多くなるため、乗用車全体の生産台数に大きな差はない。このため、生産金額の違いには、自動運転化・電動化の違いが反映されている。

同様に、乗用車部門の雇用者数の変化を表 6.1-22、図 6.1-29、図 6.1-30 に示す。

表 6.1-21　乗用車部門の生産額の変化（静学モデル、推計値）

CASE	生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
case1	394,288	7,452,490	7,846,778	2.5%	46.6%	49.1%
case1 100%EV 化	394,288	11,190,247	11,584,535	2.5%	70.0%	72.5%
case6	-79,709	8,446,153	8,366,444	-0.5%	52.8%	52.3%
case6 100%EV 化	-79,709	11,047,277	10,967,568	-0.5%	69.1%	68.6%

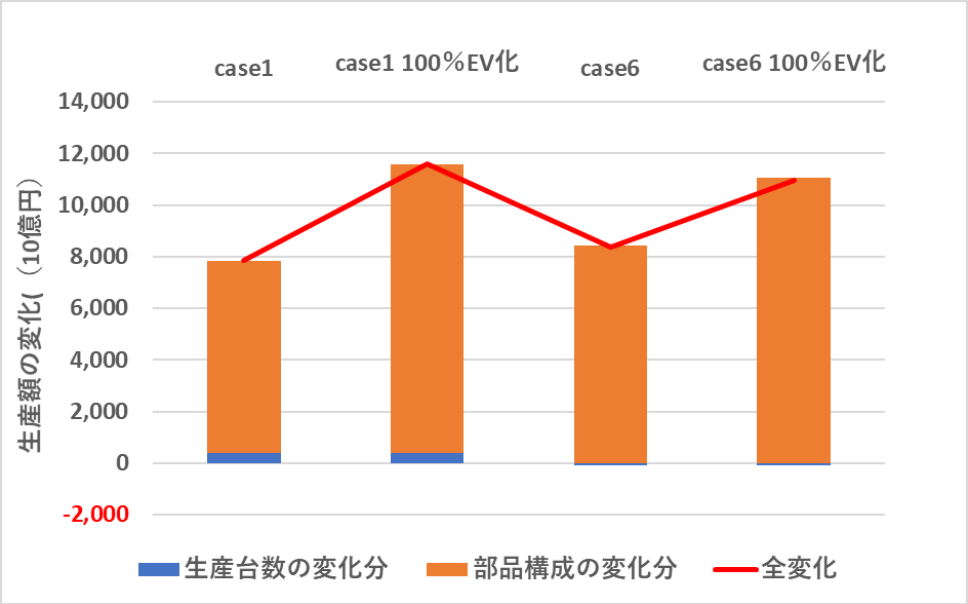


図 6.1-27 乗用車部門の生産額の変化（静学モデル、対 2015 年、推計値）

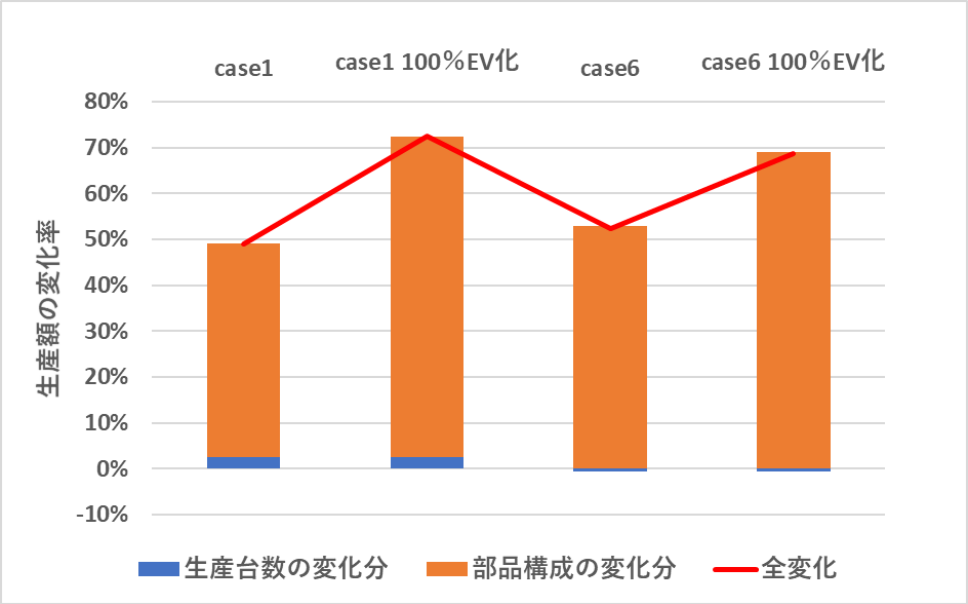


図 6.1-28 乗用車部門の生産額の変化率（静学モデル、対 2015 年、推計値）

表 6.1-22　乗用車部門の雇用者数の変化（静学モデル、推計値）

CASE	雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
case1	3	66	69	2.5%	46.6%	49.1%
case1 100%EV 化	3	99	102	2.5%	70.0%	72.5%
case6	-1	74	74	-0.5%	52.9%	52.4%
case6 100%EV 化	-1	97	97	-0.5%	69.1%	68.6%

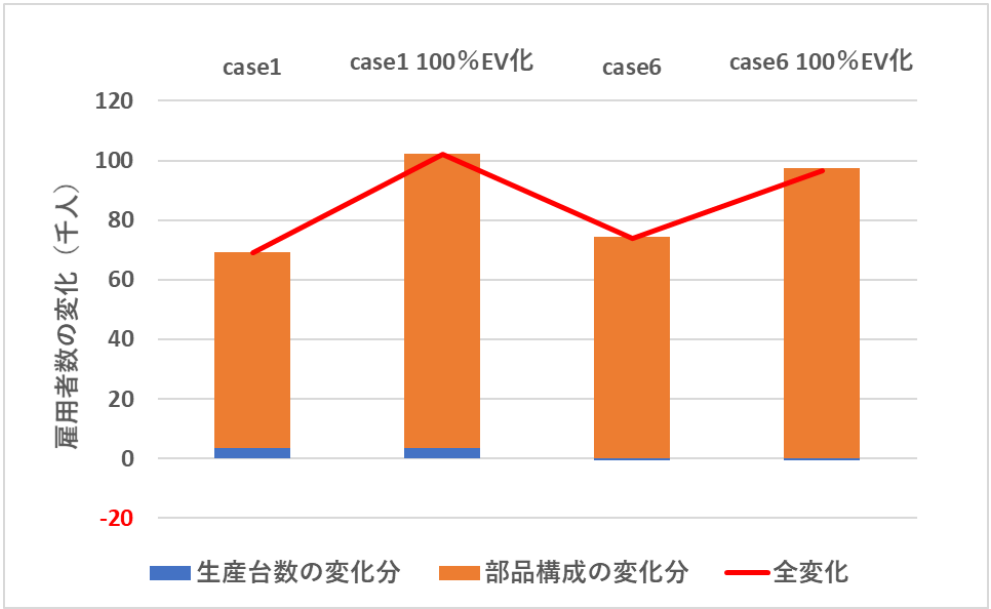


図 6.1-29 乗用車部門の雇用者数の変化（静学モデル、対 2015 年、推計値）

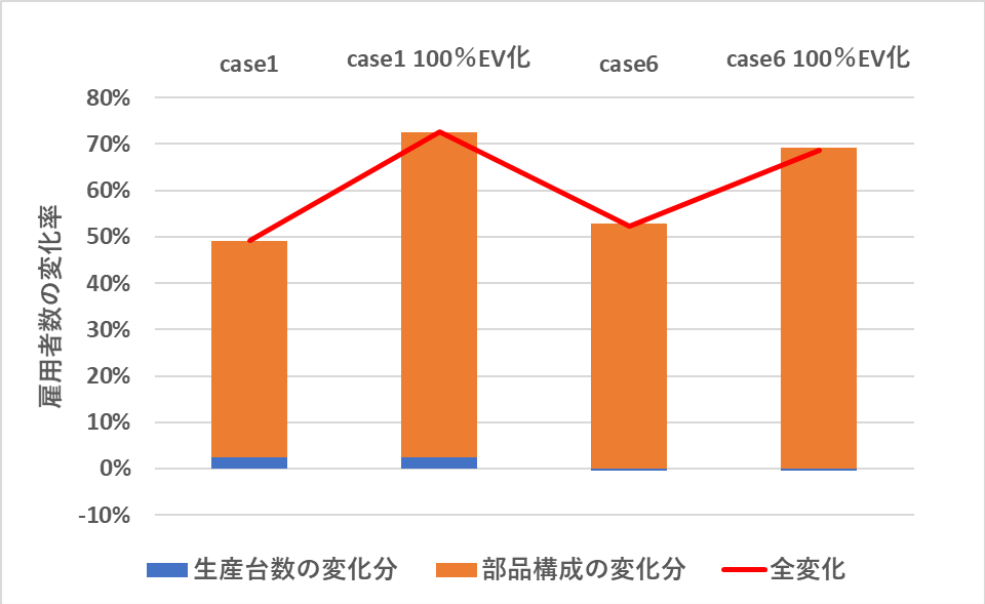


図 6.1-30 乗用車部門の雇用者数の変化率（静学モデル、対 2015 年、推計値）

2) 自動車部品・同付属品部門

自動車部品・同付属品部門の生産額の変化を表 6.1-23、図 6.1-31、図 6.1-32 に示す。自動車部品・同付属品部門では車の電動化の進展により、大きく生産額が減少する。自動車部品・同付属品部門の雇用者数の変化（表 6.1-24、図 6.1-33、図 6.1-34）も同様に大きく減少する。

表 6.1-23 自動車部品・同付属品部門の生産額の変化（静学モデル、推計値）

CASE	関連する生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	部品構成変化無	部品構成変化有	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
case1	344,749	-1,024,948	-680,199	1.2%	-3.7%	-2.4%
case1 100%EV 化	344,749	-2,491,678	-2,146,928	1.2%	-9.0%	-7.7%
case6	-69,695	-1,358,127	-1,427,821	-0.3%	-4.9%	-5.1%
case6 100%EV 化	-69,695	-2,378,831	-2,448,525	-0.3%	-8.6%	-8.8%

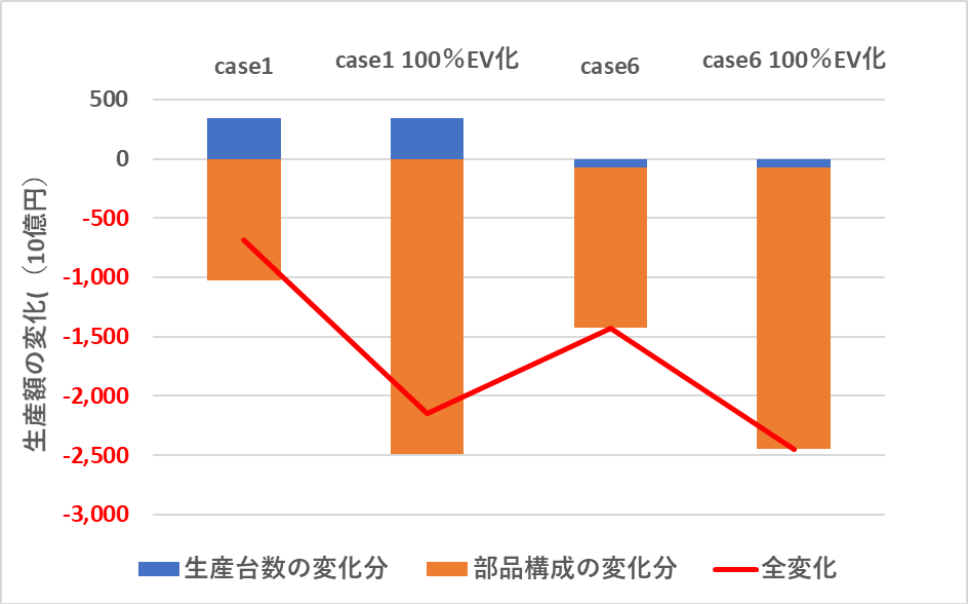


図 6.1-31 自動車部品・同付属品部門の生産額の変化（静学モデル、対 2015 年、推計値）

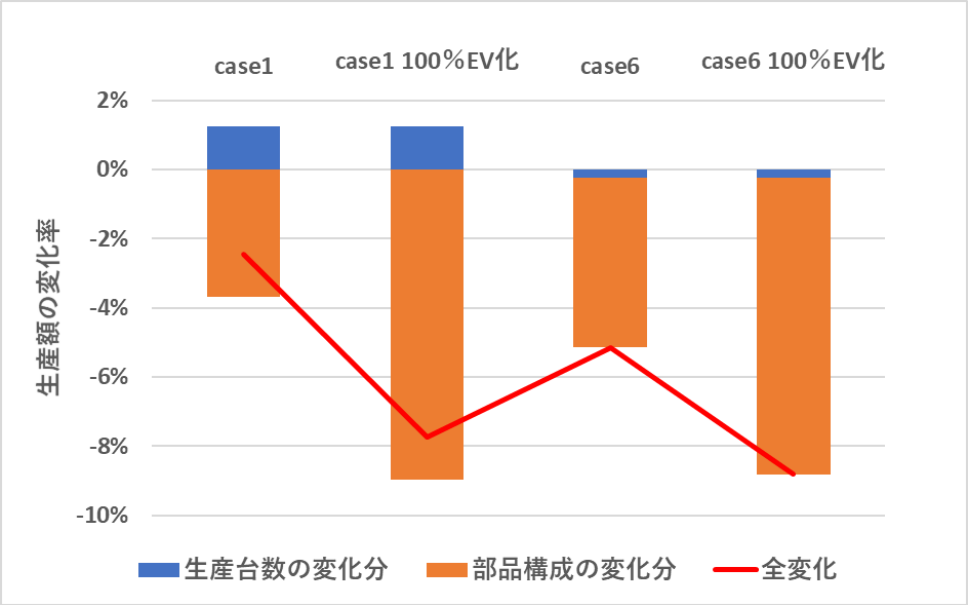


図 6.1-32 自動車部品・同付属品部門の生産額の変化率（静学モデル、対 2015 年、推計値）

表 6.1-24　自動車部品・同付属品部門の雇用者数（静学モデル、推計値）

CASE	関連する雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化分	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化分	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
case1	8	-24	-16	1.3%	-3.8%	-2.5%
case1 100%EV 化	8	-58	-50	1.3%	-9.2%	-7.9%
case6	-2	-32	-33	-0.3%	-5.0%	-5.3%
case6 100%EV 化	-2	-56	-57	-0.3%	-8.8%	-9.0%

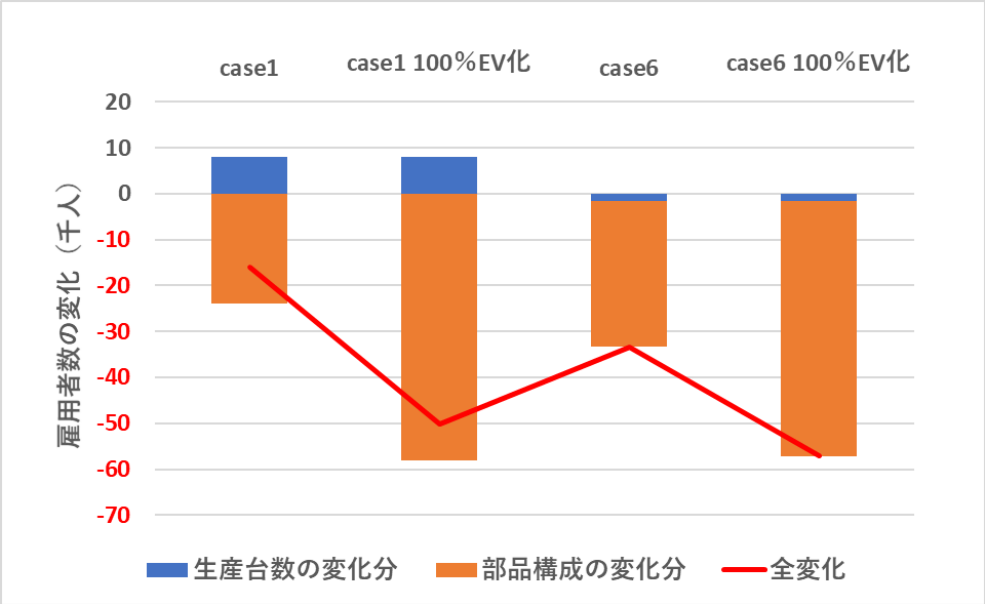


図 6.1-33 自動車部品・同付属品部門の雇用者数の変化（静学モデル、対 2015 年、推計値）

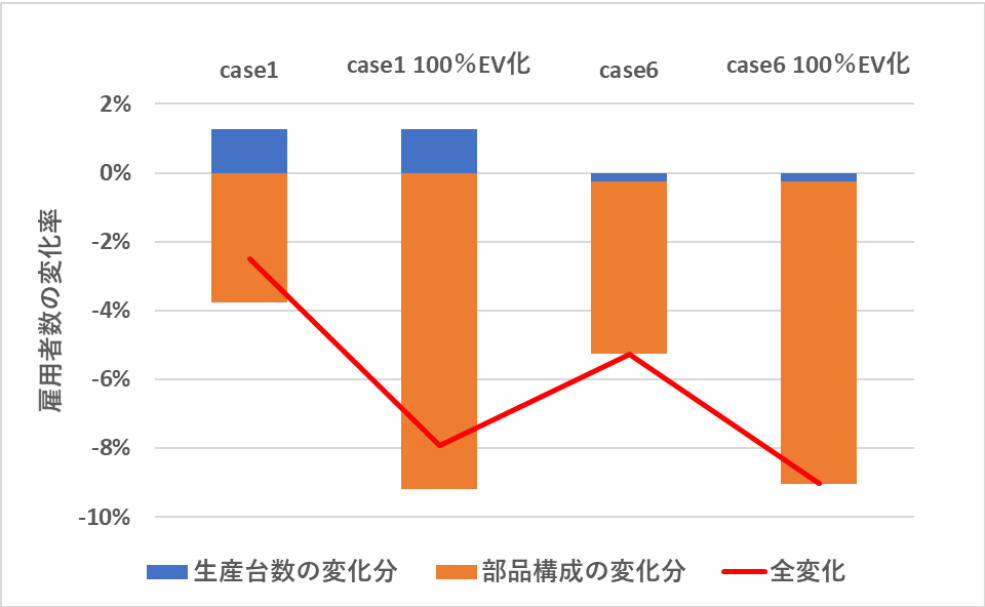


図 6.1-34 自動車部品・同付属品部門の雇用者数の変化率（静学モデル、対 2015 年、推計値）

3) 全産業部門

全産業の生産額の変化を表 6.1-25、図 6.1-35、図 6.1-36 に示す。全産業では車の電動化の進展により、生産額が増加する。雇用者数の変化も同様に表 6.1-26、図 6.1-37、図 6.1-38 のように増加する。

表 6.1-25　全産業の生産額の変化（静学モデル、推計値）

CASE	関連する生産額の変化（百万円、対 2015 年）			生産額の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
case1	1,078,132	14,634,466	15,712,598	0.1%	1.4%	1.5%
case1 100%EV 化	1,078,132	20,784,466	21,862,597	0.1%	2.0%	2.1%
case6	-217,955	16,316,302	16,098,347	0.0%	1.6%	1.6%
case6 100%EV 化	-217,955	20,596,119	20,378,164	0.0%	2.0%	2.0%

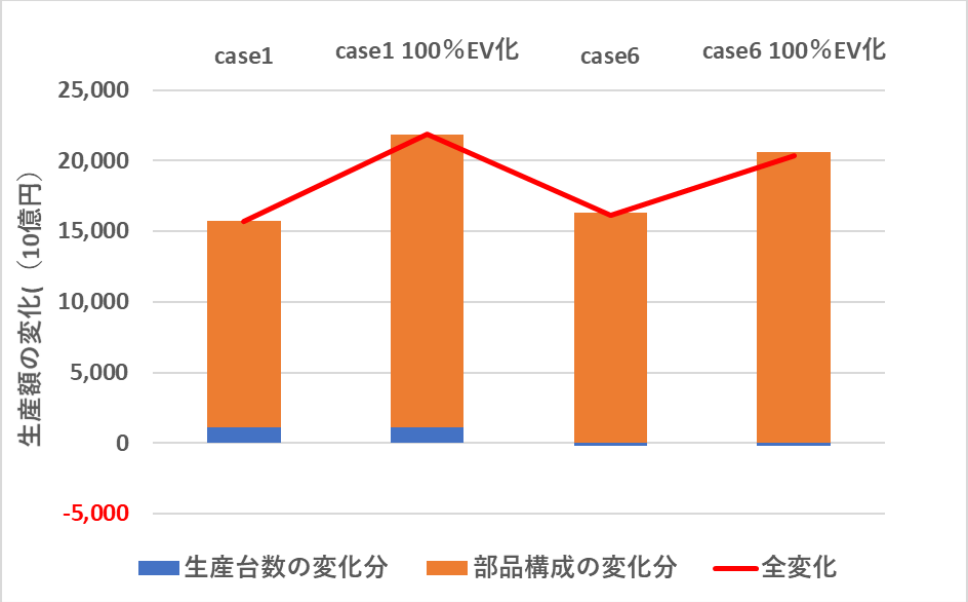


図 6.1-35 全産業の生産額の変化（静学モデル、対 2015 年、推計値）

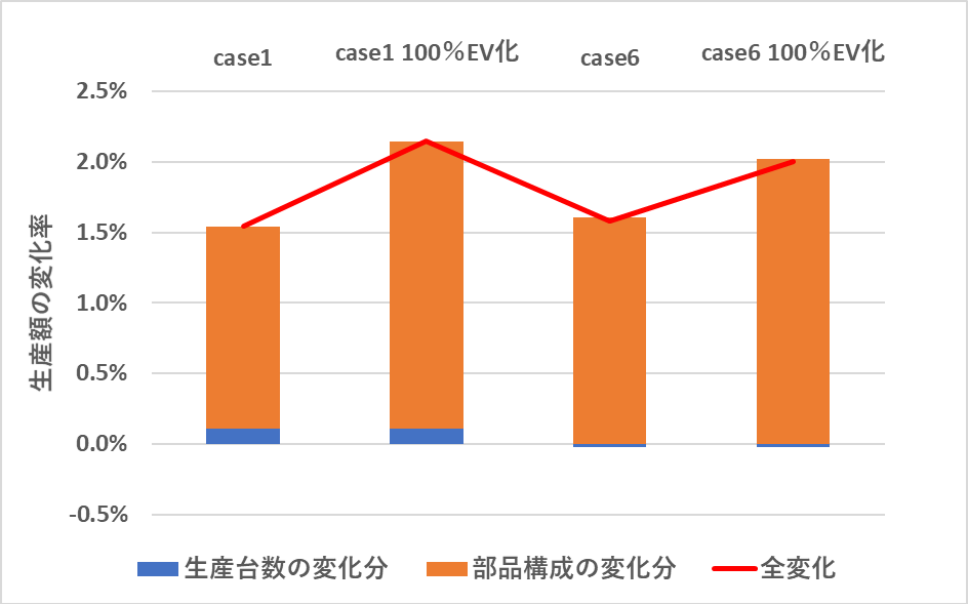


図 6.1-36 全産業の生産額の変化率（静学モデル、対 2015 年、推計値）

表 6.1-26　全産業の雇用者数の変化（静学モデル、推計値）

CASE	関連する雇用者数の変化（千人、対 2015 年）			雇用者数の変化率（対 2015 年）		
	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化	生産台数の変化	部品構成の変化	全変化
2015 年	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
case1	27	355	382	0.0%	0.6%	0.7%
case1 100% EV 化	27	481	508	0.0%	0.9%	0.9%
case6	-5	391	386	0.0%	0.7%	0.7%
case6 100% EV 化	-5	479	474	0.0%	0.9%	0.8%

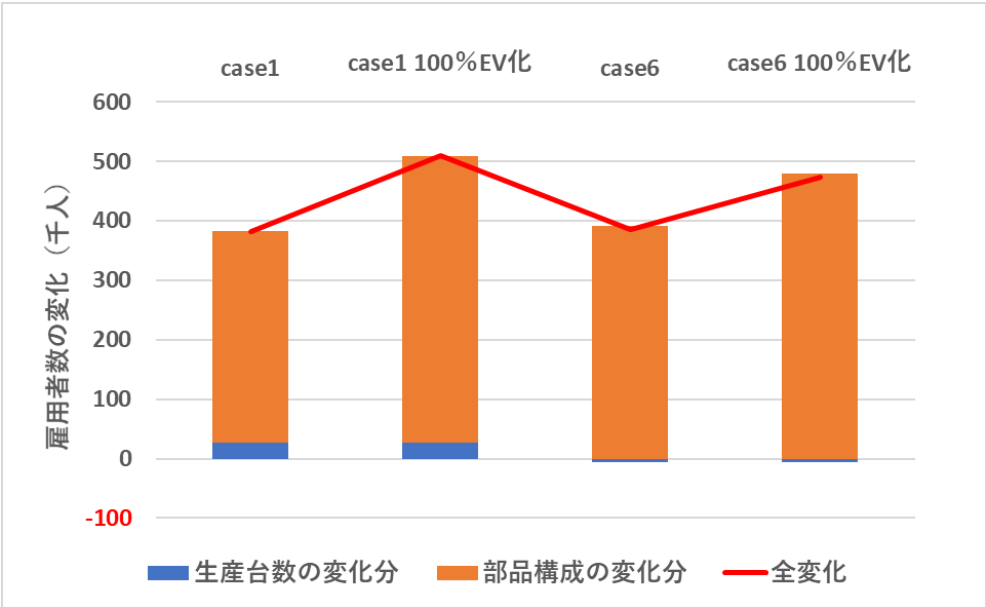


図 6.1-37 全産業の雇用者数の変化（静学モデル、対 2015 年、推計値）

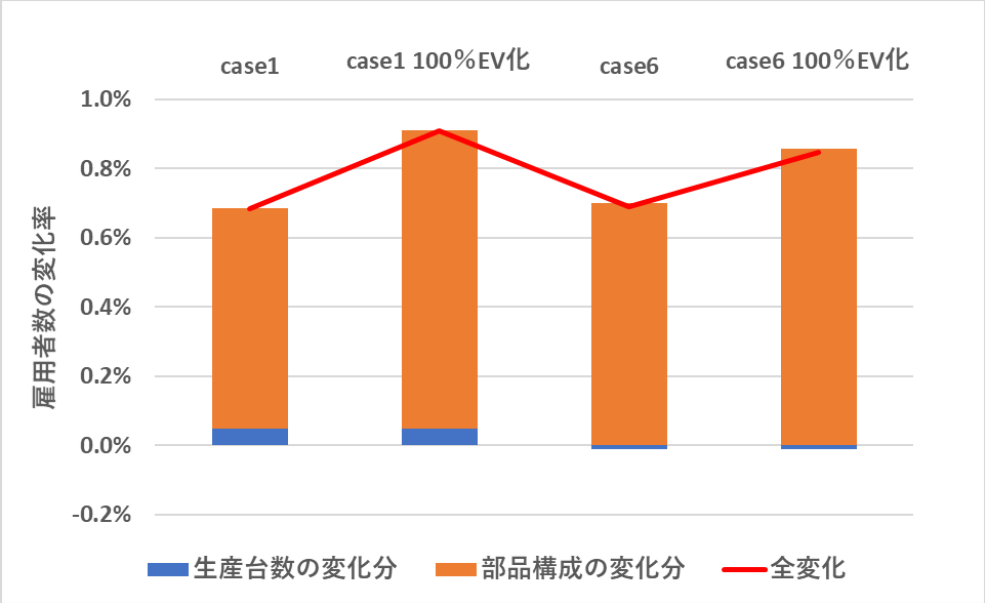


図 6.1-38 全産業の雇用者数の変化率（静学モデル、対 2015 年、推計値）

参考文献

1） Xavier Mosquet , Thomas Dauner , Nikolaus Lang , Michael Rüßmann , Antonella Mei-Pochtler , Rakshita Agrawal , and Florian Schmieg(2015), Revolution in the Driver's Seat:The Road to Autonomous Vehicles, Boston Consulting Group, https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Revolution-in-the-Drivers-Seat-Apr-2015_tcm9-64351.pdf, （閲覧日： 2020 年 7 月 12 日）

2） 間瀬貴之(2019)、産業連関表における電動車部門の推計と電動車生産台数シェア上昇のシミュレーション分析、一般財団法人電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー（ SERC Disccussion Paper ）、 SERC18001 、 2019 年 1 月 16 日 , https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/download/18001dp.pdf , （閲覧日 : 2020 年 6 月 29 日）

3） 高田広章(2017)、CPS の観点からみた車載組込みシステムの発展と課題、「研究 技術 計画」Vol. 32, No. 3, 2017、https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsrpim/32/3/32_309/_article/-char/ja/, （閲覧日： 2020 年 11 月 12 日）

4） 井村佳人（2019）、「ECU、今後のトレンド。完全自動運転の実現を目指して」、2019/8/22、https://engineer.fabcross.jp/archeive/190722_azapa5.html , （閲覧日： 2020 年 11 月 12 日）

5） 大山聡（2015）, 自動運転には EV が有利、電子デバイス産業新聞、(2015/4/24)、https://www.sangyo-times.jp/article.aspx?ID=1443 , （閲覧日： 2020 年 11 月 20 日）

6.2 日本経済の全要素生産性の向上への貢献

人口減少時代に持続的な成長を達成するためには労働生産性を持続的に高める必要があり、そのためには技術進歩あるいはイノベーションが重要である。経済学では、技術進歩あるいはイノベーションは、全要素生産性（TFP ：Total Factor Productivity）の上昇として捉えられる。この研究では、自動運転が労働生産性や全要素生産性上昇にどのように寄与するのかを「5.2 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」の結果を用いて算出する。

6.2.1 全要素生産性について

生産性とは、一定期間の間に、ある一定の生産要素でどれだけの生産物を産出できるかを表す指標であり、大きく分けて、部分要素生産性と全要素生産性に大別できる。前者の部分要素生産性は、特定の生産要素の投入量と産出量（多くの場合付加価値が用いられる）の比率で示され、労働生産性と資本生産性に分類できる。

いま、産出量と投入量との関係（生産関数）を

$$Y = Af(K, L) \quad (1)$$

と示すことができるとすれば

$$\text{労働生産性：}\frac{Y}{L}$$
$$\text{資本生産性：}\frac{Y}{K}$$

と定義できる。ここでYは生産量、Kは資本の投入量、Lは労働の投入量を示している。

一方、全要素生産性(TFP：Total Factor Productivity)とは、資本、労働といった全ての生産要素の投入量と総産出量との関係を表すものであり、上記の生産関数ではAが全要素生産性となる。この全要素生産性の水準は、Y、K、L をどのような単位で計測するかによって絶対的な水準が異なるため、無次元の量である一定期間内の上昇率として表し、企業間比較、地域比較、国際比較などに用いられることが一般的である。 (1)の生産関数が、労働と資本の量が共に k 倍になった時に生産量も k 倍になるという一次同次の性質を持ち、且つ、労働と資本それぞれの投入価格と限界生産性価値が等しいという完全競争市場の利潤最大化条件が成立すれば、全要素生産性の上昇率$\frac{\Delta A}{A}$は次のような形で表すことができる。

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Y}{Y} - \beta_L \frac{\Delta L}{L} - (1 - \beta_L)\frac{\Delta K}{K} \quad (2)$$

β_Lは労働分配率。$(1 - \beta_L)$は資本分配率である。(2) 式の$\frac{\Delta A}{A}$は、ソロー残差と呼ばれるものであり、全要素生産性の上昇率は、生産量の上昇率から、（生産量の上昇率における）労働量の上昇率の貢献部分、並びに資本量の上昇率の貢献部分を控除したものとして近似される。

また、この(1)式を展開すると、労働生産性と全要素生産性は、次のような関係を有する。

$$\Delta \frac{Y}{L} / \frac{Y}{L} = \frac{\Delta A}{A} + (1 - \beta_L)\Delta \frac{K}{L} / \frac{K}{L} \quad (3)$$

(3)式は、労働生産性の上昇率は、全要素生産性の上昇率と資本装備率（資本量を労働量で除し

た数値：$\frac{K}{L}$）上昇の寄与分の和となる。

6.2.2 全要素生産性の上昇ルート

全要素生産性の上昇率を上昇させる要因は、一般的には「資本の質の向上」、「労働の質の向上」、「経営効率の向上」等の変化に分類される。

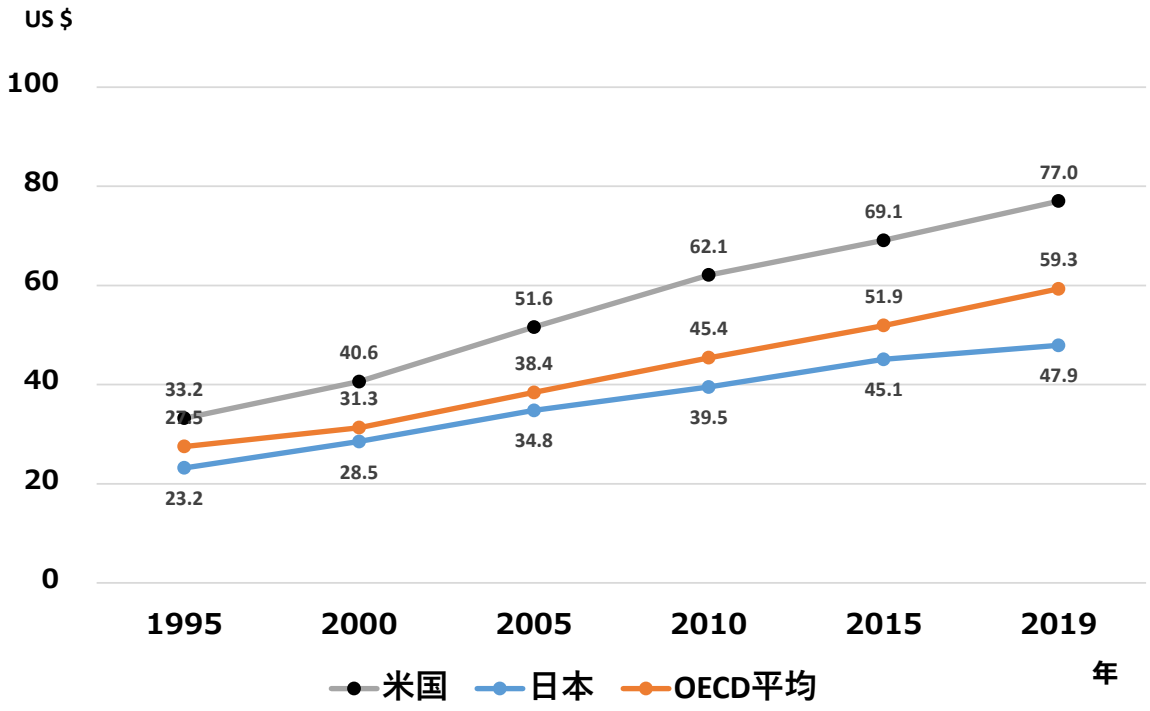
ここで、「資本の質の向上」とは、資本量を貨幣価値で表した場合で考えると、単位額あたりの資本の性能が高まることを指す。PC を例に考えれば、同じような価格でも、CPU の性能が上昇したり記憶容量が増大したりすることを意味する。この PC における資本の質の向上は、オフィスでの生産性の上昇をもたらす。次に、「労働の質の向上」とは、単位労働時間で労働の発揮する能力が高まることを意味する。その要因としては、労働者の平均的な教育水準の向上や、モラルやモチベーションの向上などを挙げることができる。最後の「経営効率の向上」とは、経営者のモチベーションの向上、企業のガバナンスの改善、ビジネスモデルや生産プロセスのイノベーションを指す。これが生ずると、たとえ資本や労働の量や質に一切変化がなくとも、生産量が増加することになる。

自動運転の全要素生産性向上に及ぼすルートは、概ね、「資本の質の向上」によるものと思われる。物流業を例に考えると、貨物車の自動運転化は、「第 3 章自動運転車の普及シミュレーション」で示したように自動運転車カテゴリ毎に異なった追加投資（オプション価格）を必要とし、これは資本量の増加を意味する。そしてその結果、ドライバーの自動運転貨物車への代替が生じ、この資本量増加の貢献分（(2)式の$(1-\beta_L)\frac{\Delta K}{K}$ ）以上に、(2)式の$\frac{\Delta Y}{Y}-\beta_L\frac{\Delta L}{L}$ が増加するのであれば、それは、自動運転が、資本の質の向上によって全要素生産性を上昇させたということなる。後述する 6.2.5 は、この効果の大きさを推計している。

一方、「経営効率の向上」の例としては、自動運転タクシーの貨客混載などが考えられる。仮に、一定の条件が整い、旅客運送と貨物運送の双方を提供できるとすれば、タクシーは、高度な配車システムを利用することによって、人の移動と物の移動を、同一車両で効率的に実現できるようになる。この結果、自動運転化による資本量の増加の貢献分以上に、生産量（付加価値）の上昇が生じる可能性があり、この場合、全要素生産性が上昇する。

6.2.3 日本経済と全要素生産性

さて、近年の日本経済の生産性はいかなる状況にあるのか？　図 6.2-1 は、購買力平価換算ＵＳドルで、米国、日本、OECD 加盟国全体の労働生産性（就業時間 1 時間当たりの付加価値）を 1995 から 2019 年まで示したものである。これを見ると、1995 年には、日本と米国、OECD 加盟国全体との間にはそれほど大きな差はなかったが、その後、徐々に差が拡大し、2019 年には、日本(47.9 US$)は米国(77.0 US$)の 62.2%、OECD 加盟国全体(59.3 US$)の 80.8%の水準となっている。



注: 単位：購買力平価換算 US$

出所: 日本生産性本部(2020)の 付票 8、9, 10 を用いて作成

図 6.2-1 労働生産性（就業時間 1 時間当たり）の国際比較

式(3)で示したように、部分要素生産性である労働生産性の上昇率は、資本装備率の上昇率の寄与部分と全要素生産性の上昇率の寄与部分に分解することができる。内閣府（2017）は、労働生産性（労働者の一時間当たりの実質生産量（付加価値））の上昇率をこの 2 つの要因に分解し国際比較を実施している。そして、日本の生産性はアメリカ、スウェーデンのそれよりも一時間当たり 15～20 ドル程度も下回っており、この差について「94 年を起点とした要因別の累積寄与度の差をみると、2015 年時点では、アメリカとの差は TFP 要因がほとんど」としている。

6.2.4 技術と全要素生産性

全要素生産性を高めるうえで、自動運転などの新しい技術はどの程度寄与するのであろうか？Bilton et al. (2018)では、自動運転を含めた自動化は、今後 15 年間において全要素生産性を年 1.0%上昇させるであろうと予測している。Manyika et al.（2017)では、自動化は、2015 年から 2065 年までの 50 年間に、生産性を年 0.8%～1.4%上昇させると予想している。

一方、内閣府（2017）では、生産性を常用従業者 1 人当たりの名目付加価値額とし、2012 年度から 2015 年度にかけてて各企業の生産性上昇率と、IoT・ビッグデータ、AI、ロボット、3D プリンター及びクラウドの 5 つの新技術の導入との関係を分析している。これによれば、これら新規技術を少なくとも 1 つ導入した企業は、生産性上昇率が統計的に有意に高いことを示している。

6.2.5 自動運転による労働生産性、全要素生産性向上効果

ここでは、「5.2 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」(GDP 中位ケース)の結果を用いて、営業用と自家用に分けて、自動運転導入による労働生産性、全要素生産性の上昇を推計する。全要素生産性の推計には、上記の(3)式を用いる。

(1) 計算方法

(3)式の各要素の計算方法は、表 6.2-1 の通りである。

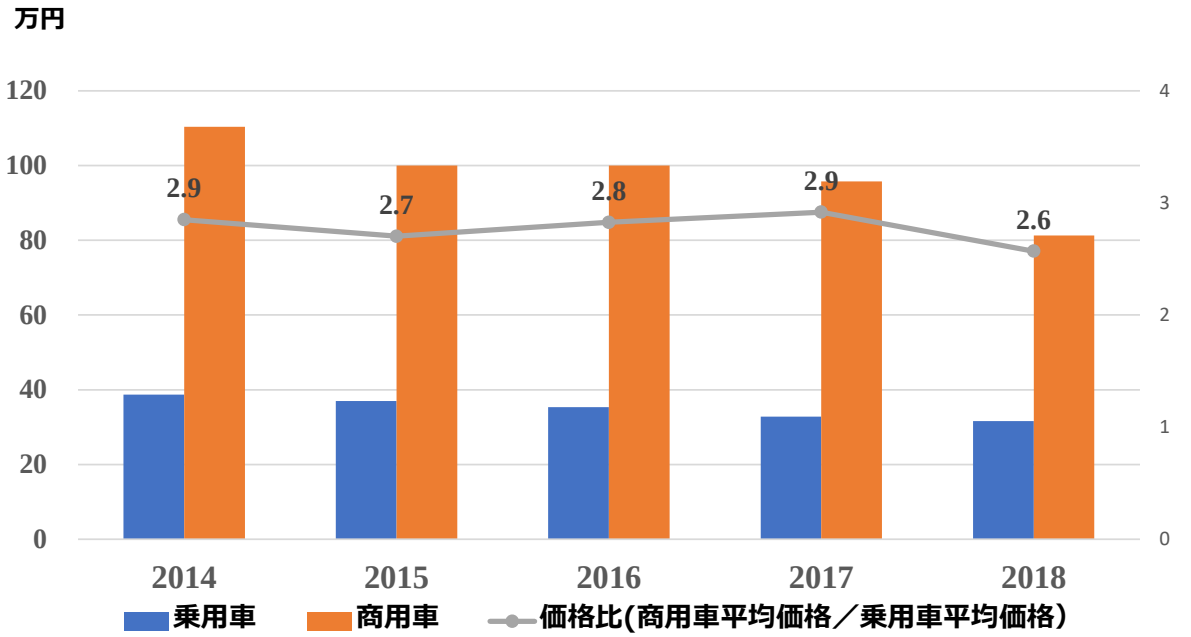
表 6.2-1 が示すように、本研究では、労働者数としてはドライバー数を、資本ストックとしては保有貨物車の金銭評価値を用い、ドライバー以外の労働者数や、保有貨物車以外の資本(倉庫など)の金銭評価額は含めていない。こうして計算された労働生産性上昇率や全要素生産性の上昇率は、ドライバー以外の労働者数のドライバー数に対する比率、保有貨物車以外の資本の金銭評価値の保有貨物車の金銭評価値に対する比率は、常に一定と仮定していることを意味する。

資本については、本研究では粗資本ストックを用いる。即ち、保有されている車両の償却を考慮せず新車価格で評価しているのである。これは、車両は、除却されるまでは 100%の能力を保持し続けていることを仮定していることに等しい。自動運転車各カテゴリのオプション価格については、自動運転車カテゴリ C2 以上を対象に、各年の乗用車のオプション価格（乗用車の生産量による経験曲線効果を加味した数値）を 3 倍した数値を用いた。これは、図 6.2-2 で示しているように、衝突被害軽減ブレーキでは、商用車の平均価格は、乗用車の 3 倍弱となっていること等を考慮して設定したものである。

表 6.2-1　生産性の推計方法

項　目	計算方法	備考
労働生産性	生産量／労働者数 生産量：走行台キロ 労働者数：ドライバー数	走行台キロとドライバース数は「5.2 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減」の GDP 中位ケース値を利用
資本装備率	粗資本ストック／労働者数 粗資本ストック：「第 3 章自動運転車の普及シミュレーション」で推計した貨物車保有台数に(車体価格＋C2 以上の自動運転車各カテゴリのオプション価格）を乗じて粗資ストックを計算	以下の金額設定で保有車両の金銭評価を実施。 車体価格（新車） 普通貨物車：600 万円 小型貨物車：400 万円 軽貨物車：150 万円 自動運転車各カテゴリ（C2 以上）のオプション価格：各年の乗用車のオプション価格を 3 倍した数値
労働分配率	経済産業省 2016 年延長産業連関表から算出：0.713（雇用者所得／粗付加価値）	

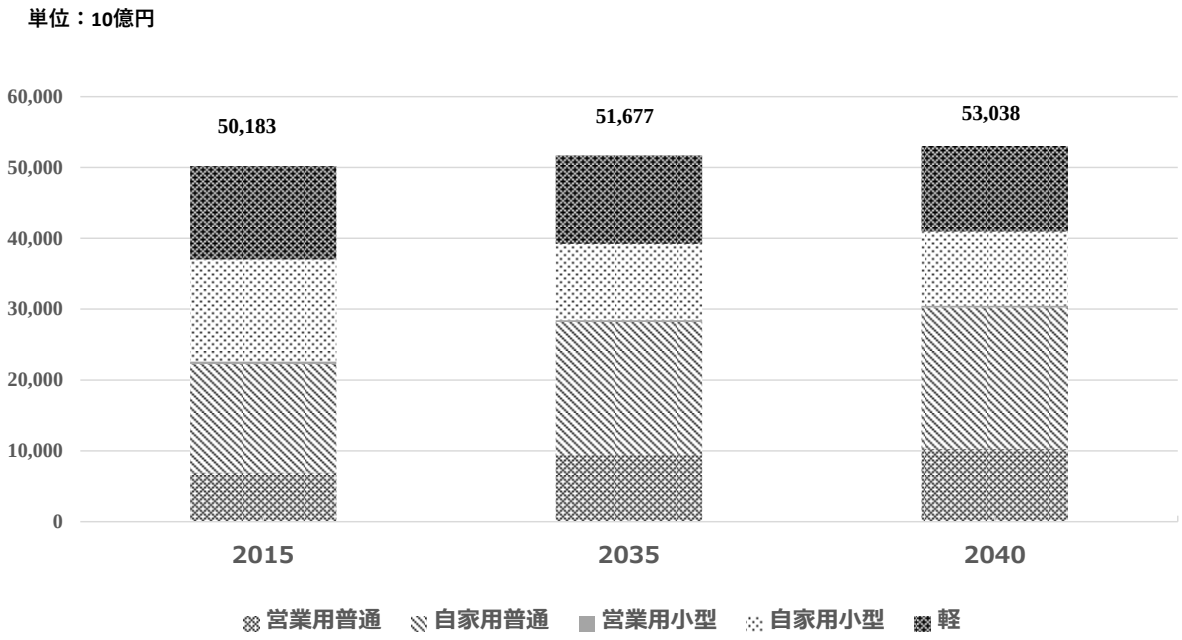
粗資本ストックは、こうして算出した貨物車１台の価格に、「第３章自動運転車の普及シミュレーション」の動学モデルで算出した貨物車保有台数を乗じて算出している。



出所:「2019 年版 自動車先進安全システムの現状と将来性」（総合技研株式会社）p. 166 より得られる市場規模（数量と金額）から平均価格を算出。

図 6.2-2 衝突被害軽減自動ブレーキの平均価格

こうして設定した、保有車両の粗資本ストックは、図 6.2-3 の通りである。営業用、自家用合わせた物流車両の粗資本ストックは、2015 年、2035 年、2040 年で、それぞれ、約 50.2 兆円、51.7 兆円、53.0 兆円となる。



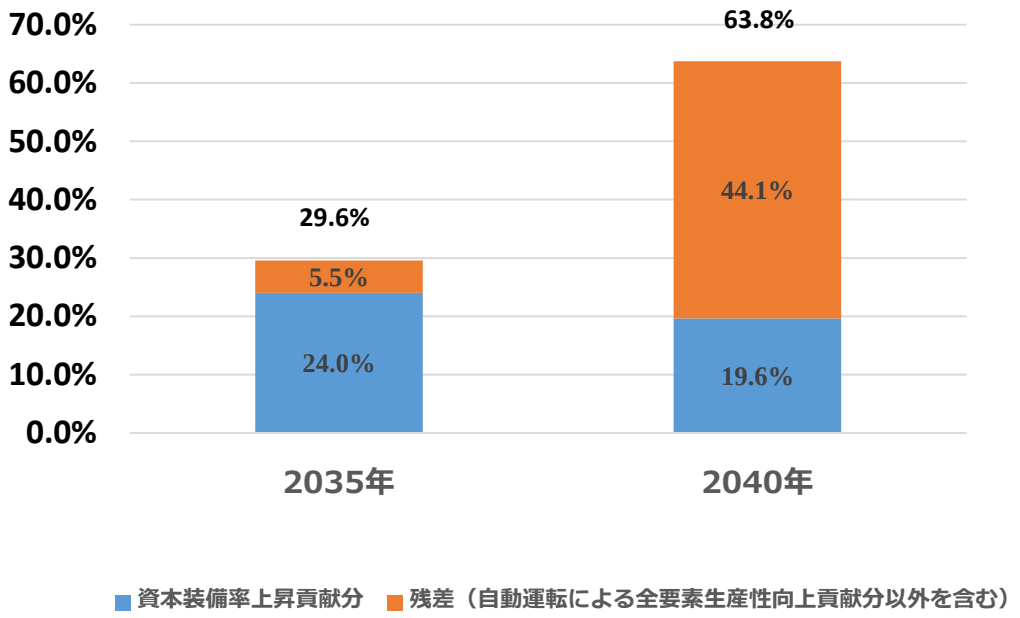
注: 表 6.2-1 の粗資本ストックの計算方法により推計

図 6.2-3 物流車両の粗資本ストック額

(2) 計算結果

以上の数値と考え方で、営業用、自家用のそれぞれについて、物流サービスの労働生産性の上昇率を求め、それを資本装備率上昇貢献分と、労働生産性の上昇率から資本装備率上昇貢献分を控除した残差に分解したものが、図 6.2-4 と図 6.2-5 である。ここで、全要素生産性の上昇率とせずに残差と表現したのは、生産量、労働者数、資本の変化幅が大きいがために、残差には、全要素生産性の上昇率以外の効果も含まれると考えたからである。

図 6.2-4 によれば、営業用では、労働生産性は、2035 年には 2015 年比で 29.6%上昇し、2035 年には 2015 年比で 63.6%上昇する。この内、全要素生産性の上昇率を含む残差の貢献分は、それぞれ、5.5%、44.1%である。

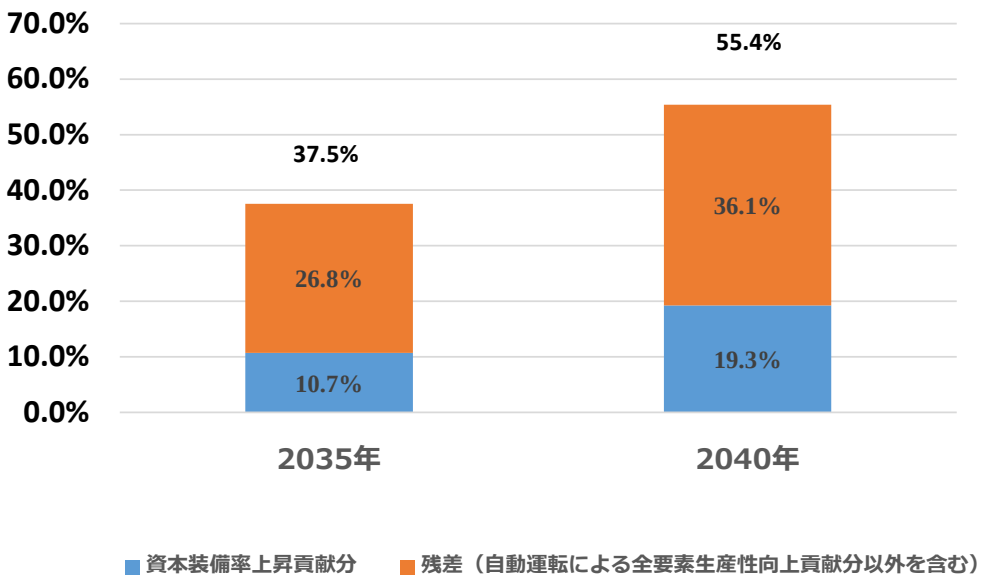


注 1: 表 6.2-1 の計算方法により推計

注 2: 2015 年と比べた上昇率を示す

図 6.2-4　自動運転普及による物流サービスの労働生産性の上昇率（営業用）

一方　図 6.2-5 によれば、自家用では、労働生産性は、2035 年には 2015 年比で 37.5%上昇し、2035 年には 2015 年比で 55.4%上昇する。この内、全要素生産性の上昇率を含む残差の貢献分は、それぞれ、26.8%、36.1%である。



注 1: 表 6.2-1 の計算方法により推計

注 2: 2015 年と比べた上昇率を示す

図 6.2-5　自動運転普及による物流サービスの労働生産性の上昇率（自家用）

参考文献

1） 内閣府（2017）『平成 29 年度 年次経済財政報告－技術革新と働き方改革がもたらす新たな成長－』 https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je17/index_pdf.html,（閲覧日：2021 年 4 月 17 日）

2） 日本生産性本部(2020) 「労働生産性の国際比較」 https://www.jpc-net.jp/research/assets/pdf/report_2020.pdf, （閲覧日：2021 年 4 月 17 日）

3） John Bilton, Shrenick Shah, Patrik Schöwit, Michael Albrecht, Brian Bovino, Akira Kunikyo (J.P.モルガン・アセット・マネジメント)(2018)「最先端技術の経済成長への影響: the impact of Technology on long-term potential economic growth」*2018 Long-Term Capital Market Assumptions*

4） James Manyika、Michael Chui、Mehdi Miremadi, Jacques Bughin, Katy George, Paul Willmott, Martin Dewhurst(McKinsey Global Institute, McKinsey & Company) 2017, A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx, （閲覧日：2021 年 5 月 31 日）

第7章　国際連携体制の構築

自動運転に関する日独の連携については、内閣府と独 BMBF（ドイツ連邦研究教育省）との間で、2017 年 1 月 12 日に締結された「自動走行技術の研究開発の推進に関する日独共同声明（Joint Declaration of Intent）」に基づき活動が進んでいる。

社会経済インパクト評価については、2019 年度にドイツ側の専門家と議論を重ね、以下の 2 点について共同研究を行うこととなった。なお，2019 年 1 月に開催された、内閣府と独 BMBF での Steering Committee 会議において、2 つのプロジェクトを 1 つにすることを条件として、日独共同研究のプロジェクトとなった。

- Diffusion of Connected and Automated Driving in a Future Vehicle Stock
  - 自動運転の普及に影響する要因とその関連性を整理した上で、自動運転の普及を量的にシミュレートするモデルを構築。これを用いて、今後数十年での、あり得る普及シナリオを描く。
- Societal Acceptance of Automated Driving Explored
  - 自動運転に対する社会的受容性とは何かを定義すると共に、先行実証研究サーベイを通じて、自動運転に対する社会的受容性について、国を跨がる類似点と社会的文化的環境による相違点を分析。また、自動運転に関するナショナルイノベーション戦略上の論点、自動運転とその関連技術に関する（標準化を含む）国際協調上の課題を抽出。

2019 年度は 10/7 および 10/8 にドイツ国ベルリン市内のドイツ宇宙研究所ベルリン事業所にて第 1 回会合を実施した。まず互いの研究内容の概要紹介を行ったうえで、互いの関心分野を表明しあい、情報交換や研究協力する分野を明らかにした。また最終的に到達すべきゴールについての意見交換、次回の会議日程を含め今後のスケジュールについて協議を行った。

2020 年度は 6/16 および 6/30 に関係する研究者が一堂に会する WEB 会議を実施した。過年度の会議において関心分野として抽出されたシェアリングエコノミー下における自動運転についての情報交換を行った。また SIP-adus ワークショップの一環として，11/12 に本連携活動の専門家によるオンラインシンポジウムを開催し，進捗状況の公開を行った。更にこれらの進捗状況については，第 3 回日独ステアリング会議（5/29 開催），第 4 回専門家会議（11/25 開催）において，内閣府・PD 及び BMBF に対する報告を行った。

図 7-1 に日独共同研究 Steering Committee 会議（2019/11/15 開催）、図 7-2 に 2020/6/16 会議議事概要，図 7-3 に 2020/6/30 会議議事概要，図 7-4 に日独共同研究 Expert 会議（2020/11/25 開催）に示した報告内容を示す。

Societal Impact

<Status>

- First meeting was held on 7th and 8th of October 2019 at Berlin.
- Major points of discussion are as follows.
  - "Car-ownership" or "Sharing" of AV is a common interest of German side and Japan side.
  - On this issue, various factors which bring influences on car- ownership or sharing will be compared and discussed between two sides.

<Planned Goal>

- Societal impact by AV introduction is forecasted and compared in accordance with two different circumstances.
- Joint book publication or Joint symposium for dissemination of collaborative activities (tentative)

<Future Plan>

- Interim results of collaboration will be presented at the SIP-adus workshop 2020.
- For its preparation, the next meeting will be held on 19th and 20th of March 2020 at Doshisha University, Kyoto.

図 7-1 Steering Committee 会議（2019/11/15）にて示した進捗状況報告

CADJapanGermany:
IA I Diffusion-submeeting

Date: 16th June 2020

Time: CEST 9:00-11:00 / JST 16:00-18:00

Location: Online

Facilitator: Christine Eisenmann

Attendees:

Germany Group:

Christine EISENMANN (DLR), Lars HEDEMANN (DLR), Christian WINKLER (DLR), Nina THOMSEN (DLR),

Michael SCHROMBGES (RWTH), Tobias KUHNIMHOF (RWTH),

Japan Group:

Hiroaki MIYOSHI (Doshisha University), Shoji WATANABE (Doshisha University),

Masanobu Kii (Kagawa University), Hideyuki KANOSHIMA (Tokyo University)

Topic of Meeting: Meeting participants / presentation of projects

Agenda:

Japanese Projects

1. Consumer's willingness to pay for self-driving vehicles (Hiroaki MIYOSHI)
2. Consumer's Mode Choice Behavior (Masanobu KII)
3. Reduction of costs and resolution of driver shortage in logistics and transport services (Hideyuki KANOSHIMA)

German Projects

4. Overview of CADIA (Christine EISENMANN)
5. Car Ownership Model (Michael SCHROMBGES)
6. Car fleet model / CAST (Lars HEDEMANN)

Agenda for next meeting: Start with presentation "Travel Demand Model" (Christian WINKLER)

In depth discussion on presentation topics / approaches

Notes: Schedule a short online meeting (2 hour) within 2-4 weeks

図 7-2 (1) 共同研究会議 (2020/6/16) の議事概要

Minutes

Agenda item: 1. Consumer's willingness to pay for self-driving vehicles **Presenter:** Hiroaki MIYOSHI

Discussion:

- How factors such as policy measures, market investment strategies, and societal acceptance will impact the market diffusion of self-driving cars.
- 2 types of diffusion model
  - Dynamic model (simulation model) - demonstrate the diffusion process of SAE Lev. 0-4
  - Static model - demonstrate the diffusion process of SAE Lev. 5
- Online Survey – conducted to introduce WTP agreement curves (for dynamic model)
  - 5159 responses
  - ask respondents to give their WTP for vehicles in two self-driving vehicle categories
- 2 logit model adopted in this study (based on the survey)
  - First model (self-driving vehicle category C2)
  - Second model (self-driving vehicle categories C3, C4, C5, C6)
- WTP agreement curves (based on the logit models)
  - agreement ratios
  - model building will be finished by the end of October 2020. This model only applies to new car buyers not to second hand cars or to diffusion in the second-hand market?

Questions:

① This model only applies to new car buyers not to second hand cars or to diffusion in the second-hand market?
   a. Yes, we consider only new cars.

② Another way to validate the result is to estimate the benefits (such as value of time) that people have from automation. Have calculated or researched the generalized cost of travel saved by using this car?
   a. No.
      i. The problem of automation is that it might not free up time but only reduce the risk of getting involved in an accident or the financial cost of the accident. Therefore, it is hard for consumers to calculate the time and value saved by purchasing self-driving vehicles.

Agenda item: 2. Consumer's Mode Choice Behavior **Presenter:** Masanobu KII

Discussion:

- Static model of how self-driving vehicles will diffuse in the future.
- Simulate the change in:
  - consumer's mode choice behavior
  - number of ownership and mileage for both privately owner passenger vehicles and mobility services
- Features of this model:
  - using the basic data of Demography of 2015
  - future assumption
  - targeting area is for Japan
- 6 target transport modes and usage
  - how the diffusion of self-driving vehicles will change the transportation from home to destination
  - MaaS – combination of several different transportation vehicles (ex. car and railway)
- The model is structured by 3 blocks
  - 1. consumer's model choice model
    - estimate service level of public transport and people's choice
  - 2. number of ownership and mileage simulation model of privately-owned passenger vehicles
    - use regression model to estimate the ownership/ mileage by 15 regional blocks by the use of socio-economic data such as driver's licensee

図 7-2 (2) 共同研究会議 (2020/6/16) の議事概要

- 3. Number of ownership and mileage simulation model of passenger vehicles owned by mobility service companies (includes automation taxi)
  - estimation made using the similar model as No.2
- The questioner survey to construct mode choice logit model will be conducted in mid-July 2020.

Questions:

① About MaaS (slide 4): Considering Japan's advanced transport system, how dense are the station for public transport and is it even necessary to use MaaS to travel to stations?
   a. The density of stations differs depending on cities so we classified the cities in to 4 category regions and sample case it. It is just a simplified model therefore, it cannot reflect all the condition of the public transport.
      i. The goal is to estimate the different service level in each category, and to reach that goal, firstly observe the share of public transport usage, then estimate the cost of public transport. Apply that estimation/ model in different categories and compare cities to calculate the service level.
      ii. MaaS is not yet introduced in Japan. It might be complicated but, in this model, we made an simple assumption of it.

② In Germany, MaaS also includes self-driving taxies and automated ride-share systems but is there a specific definition of MaaS in this study?
   a. The definition of MaaS used in this research is only for this specific study. It is mainly simplified to self-driving taxies and railways since the aim is to capture the impact of self-driving vehicle + other transport system.

Agenda item: 3. Reduction of costs and resolution of driver shortage in logistics and transport services **Presenter:** Hideyuki KANOSHIMA

Discussion:

- Driver shortage is a serious problem in Japan. The road transportation sector is the most serious and the figures are 1.0 but short of employee
- Road map from the Japanese government about pertaining to AD system
  - the upper part is Lv.2 automated driving and the lower part is Lv.4.
  - It is said the Lv.4 will spread in Japan in 2025 or later
- Purpose of the study
  - how AD's diffusion will affect the driver shortage problem and the contribution to the solution
- Method
  - 1. Estimate the future truck driver
  - 2. Estimate the vehicle-km of trucks that can be covered by unmanned trucks
  - 3. Trial calculation of replacement of truck drivers by ADs
- 5 scenarios for the diffusion of ADs
- Result of the study
  - gap between demand and supply of truck drivers can be 180 thousand people in 2035 and 230 thousand people in 2040.
  - depending on the situation, maximum 120 thousand people and 200 thousand people can be saved in 2035 and 2040.

Questions:

① Drivers shortage/ aging problem is serious in Japan when in Germany, for now, immigrants can become drivers. However, in the future, this can become a problem in Germany as well.

Agenda item: 4. Overview of CADIA **Presenter:** Christine EISENMANN

Discussion:

- Research focus: understand, describe and model CAD technology diffusion
- Projection duration 9/2019 – 02/2022
- Now in the middle of modelling
- 5 work packages (AP3, AP4, AP5, AP6, AP8)

3

図 7-2 (3) 共同研究会議 (2020/6/16) の議事概要

Agenda item: 5. Car Ownership Model **Presenter:** Michael SCHROMBGES

Discussion:

- CADIA: car ownership model (work package AP3)
- Goal: determine the motorization rate of private households depending on the technical development of automated offers
- 2 Hypothesis
  - better accessibility of motorized individual transport (MIT) > public transport (PT) = higher car ownership
  - more parking space available = higher car ownership
- 5 Methodology
  - Socioeconomics
    - age, gender, household size/ income etc.
  - Accessibility and spatial attributes
    - opportunities, Transport modes, budget
  - Discrete choice model
    - Nested logit – linking socioeconomics and accessibility => first nest => second nest
    - combining sociodemographic and accessibility improves the model result
  - Calibration of the motorization rate
    - reflect the motorization rate and reality
  - Simulation of future scenarios
    - hypothesis for future automatization
      - higher acceptance of longer trips will increase the accessibility of private cars and therefore, ownership of private cars will be higher.
      - leads to new shared automated mobility service, which will increase the accessibility for other options rather than travelling with private car. Therefore, the ownership of private cars will drop.

Questions:

① Is the estimation of motorization for all Germany regions or specific areas in Germany?
   a. Just a certain area which are densely populated compared to the rest of Germany. We are working on expanding the area size to whole Germany.

② What is the definition of shared car?
   a. It describes cars that are shared within the household, where the number of cars owned are lower than the number of family member with a driver license.

③ Does the number of ownerships investigated gird by gird include the whole city?
   a. Yes, but for only certain locations

④ What level is NUTS-3?
   a. county level

⑤ Does hypothesis 3 consider the situation where people move to the suburb using automated vehicle?
   a. Our opinion is that not necessarily people and household will move in region. The general analysis behind this is that if people have automated car, their travel time budget will be longer but willing to travel longer distance. Therefore, we assume that by having better accessibility with private car, more people will likely buy one or own one.

Agenda item: 6. Car fleet model / CAST **Presenter:** Lars HEDEMANN

Discussion:

- Car stock model – CAST
  - covers AP 4 & 5
- CAST model
  - Dynamic vehicle stock model
  - Core simulation: agent-based simulation of household choices of buying or not buying the cars
  - Integration of new and used vehicle market
  - Interface with transport demand model
- vehicle markets & vehicle's life cycle flow chart
  - The basic actors are private new vehicle market, private households, private used vehicle market, and export & scrapping. Private households' positions in the middle and by its decision, creates the choice model of households.
  - MaaS and MaaS company are included in this flow chart as automation accelerates.

4

図 7-2 (4) 共同研究会議 (2020/6/16) の議事概要

        - definition of MaaS is fluid in this study (ex. autonomous car and ride sharing)
- 3 sub models
    - 1. purchase decision
        - out of 40 million household in Germany, 3 million cars are purchased and 4 million used cars are purchased per year.
        - within the purchase decision, divide into detailed decision such as used vehicle (good, aver, and bad), new vehicle, and no purchase.
        - decision on vehicle disposal is not included.
    - 2. used vehicle market decision
    - 3. vehicle technology decision

No Questions asked

5

図 7-2 (5) 共同研究会議 (2020/6/16) の議事概要

CADJapanGermany:
IA I Diffusion-submeeting (2nd)

Date: 30th June 2020

Time: CEST 9:00-10:43 / JST 16:00-17:43

Location: Online

Facilitator: Christine Eisenmann

Attendees:

Germany Group:

Christine EISENMANN (DLR), Nina THOMSEN (DLR), Tobias KUHNIMHOF (RWTH),

Japan Group:

Hiroaki MIYOSHI (Doshisha University), Shoji WATANABE (Doshisha University),

Masanobu Kii (Kagawa University), Hideyuki KANOSHIMA (Tokyo University)

Mina Okada (Doshisha University)

Topic of Meeting: Presentation of "Travel Demand Model DEMO (incl. MaaS Model)" and in-depth discussion on past presentation topics / approaches

Agenda:

1. Presentation of German project: Travel Demand Model DEMO (incl. MaaS Model) (Christine Eisenmann)
2. In depth discussions
   a. Questions about the Japanese approach
   b. Idea of conducting the 2 approaches (Japanese and German approach) in Aachen
   c. Car ownerships in Japan and Germany
   d. Objective of the modeling

Agenda for next meeting: Continue presentation on project progress and results gained during summer vacation.

Think about potential funding sources for the "comparison of 2 approach project"

Notes:

- Schedule a 2-hour online meeting after summer break (late September or early October) to share progress and results of the projects.
  - Michael will be back on September 20th so meeting can be held any time after this date.
  - Expecting a new college in DLR around September.
  - By next meeting, Japanese team will be able show the evaluation of mode choice model.
- When proceeding the discussion / projects more, might be interesting to write a paper together to compare the approaches.
- The Japanese model will be established by the end of November and the online questionnaire survey will be conducted in mid-July.
- SIPADAS:
  - 1 seminar organized only for Japanese on November 10th
  - For the other 2 days, now discussing how to organize workshop etc
  - The next instruction will be announced at the end of July
  - The "Social Impact Assessment Group" will hold a meeting on November 9th by online or face-to-face meeting, if possible.

図 7-3 (1) 共同研究会議 (2020/6/30) の議事概要

Minutes

Agenda item: 1.Travel Demand Model DEMO (incl. MaaS Model) **Presenter:** Christine Eisenmann

Presentation

- Travel Demand Model DEMO
  - Macroscopic travel demand model for all Germany
  - Includes the MaaS Services – new model in the travel demand model (DEMO)
  - work packages for AP6 and AP8
  - consists 4 typical steps of travel demand model
    - 1. trip generation
    - 2. trip distribution
    - 3. mode choice
    - 4. route assignment
  - MaaS service will affect the mode choice and mobility tool
    - ex.) with high-level MaaS service, people might not own cars than they used to do

- Overview of DEMO
  - includes ~7,000 traffic analysis zones and ~1 million links for all transport segments and transport modes
  - focusing on passenger traffic, which includes short and long distances
  - Assignment: can analyze what kind of effects these three below have on transport demand in Germany
    - 1. development of population and economy
    - 2. technological developments
    - 3. regulatory measures

- MaaS service model
  - planning of vehicles that do not need traffic driver
  - therefore, only use SAE level 4 and 5 vehicles because other than that, there needs to be a driver.
- Status quo: SAE level 0 & 1
  - starting to see automation of private vehicles from SAE level 2-3.

- 3 forms of New Mobility Service Supply
  - 1. Autonomous car sharing/ ride hailing
  - 2. Autonomous Ride-sharing/ Ride-Pooling
  - 3. Autonomous Feeder
    - Bring rider to the Train station not to their destination
- 3 important points
  - 1. necessary to identify relevant variables of MaaS Service Supply
    - ex.) user prices, waiting times, empty vehicle mileages, detours and pooling rates
  - 2. define the operator cost components
  - 3. assume there will be differences in urban, suburban and rural regions
  - all need to be implemented in the "MaaS Service Supply Model" then in the "Macroscopic Travel Demand Model"
  - BMW – collected interesting information such as: accepted waiting times, pooling rates, and interests of user price, from their perspective

図 7-3 (2) 共同研究会議 (2020/6/30) の議事概要

Questions:

① Is there any reason for applying such a huge model in a nationwide level analysis? Curious because the Japanese model's approach is to firstly conduct an analysis for each city model in order to establish a static model, then expanding it to a nation-wide model.

a. This model existed for few years and is a very important model to model nationwide effects such a policy measure.

② Since traffic situations can differ within cities, applying this model /approach on a nation-wide level can possibly lead to roughly estimated results. So, does the short distance model take an approach of aggregating the analysis of each cities, defining one city as one zone? Or is it not defined / divided into cities or zones when analyzing?

a. It is not analyzed by city or zones. There are 7,000 traffic zones and due to conducting an analysis on a nation-wide level, this model is not super detailed as the city model.
b. But it is using input data such as population for each city. Also, note that this model is a macroscopic model.
c. There are population of 80 million and dividing that by 7,000 travel analysis zones will roughly round up to 11 thousand people per zone. So, larger cities consist numerous zones while rural area's municipalities are aggregated. In this model, small municipalities are aggregated whereas larger cities are chopped up into numerous travel analysis zones. Therefore, even when conducting an analysis for each city, the result will be similar.
d. The advantage of this national model is that it gets results for rural areas people would have never considered.
e. The strength of this national model is that it manages to model long distance travel and urban travel in one model.
    i. however, now we are focusing on mostly urban travel
    ii. this model is the only official national transport model in Germany
    iii. therefore, also used for national level scenarios such as how to meet climate goal etc.

③ Which tool are you using for the MaaS modelling?

a. We are not using the MaaS model from PTB. We have 2 different approaches that we are going to implement, but not 100% sure how to do this yet.
b. We are trying to upscale the approach so we can utilize for large model like DEMO and see how we can combine it with more aggregated approaches.

Agenda item: In depth discussions **Presenter:** All attendees

Discussion 1: Questions about the Japanese approach

① In the Japanese approach, how do you handle rural areas when upscaling it to a city-wide model?

a. By classifying urban type into 5 classes and for each city, we have a small sample survey. Also, we are going to conduct an online questionnaire survey, and by combining the 2 survey results, we will estimate the mode choice model for each city category. Then, expand those city model to a nationwide model.

② On the Japanese side, how will you deal with car ownership, especially about its development by the presence of robot taxies and mobility automation?

a. We will construct the car ownership model based on the results of the online questionnaire survey. The survey will show 6 options, which includes: manual drive car, automated vehicle, robot-taxi, and car share, and more. People will choose one option considering the cost and time value required for that option (vehicle). Based on those responses, we will establish a choice model and implement this model into the car ownership model.

3

図 7-3 (3) 共同研究会議（2020/6/30）の議事概要

③ How do you model or quantify car ownership? Do you derive car ownership from the choice (model)?

a. The car ownership model is very simple and it is explained by socio economic data such as income etc.
b. first estimate the mode choice/ share independent from the car ownership and then derive ownership based on mode choice and mileage.

④ The Japanese model includes all the total costs of the ownership
⑤ The Japanese model do not consider the total mileage but ask people which mode they will choose
⑥ The Japanese model is a Macroscopic model

Discussion 2: Idea of comparing & conducting the 2 approaches (Japanese and German approach) in Aachen.

① German approach: model car ownership first, under the influence of the diffusion of robot taxi.

a. Look at the status quo: areas with better accessibility of public transport than accessibility with a car, has lower car ownership.
b. The introduction of robot taxies will further reduce car ownership since the accessibility of public transport + robot taxi is even better. (enhance the accessibility level)

② Japanese approach: Model mode choice, knowing people's car ownership.

a. disadvantage: ignore self-selection effects
   - car ownership is lower in areas with better accessibility of public transport than accessibility of private cars. This may be because these areas have better public transport, however, it may also be the case that people want to live without a car when living in these areas.
   - This is the matter of selection and where the German model is biased.

③ Comparing and conducting both approaches in one location (Aachen and some city in Japan) can lead to interesting result.

a. microscopic model might be appropriate for this research

④ Discussion topic: The change / development of private car ownership is the most interesting point. It is because if car ownership doesn't change much even under the diffusion of automated cars, the major disruption of transportation that everyone is speculating, will possibly not occur.

Discussion 3: Car ownerships in Japan and Germany

① In Germany, many people, at least in suburban and rural areas just keep their cars anyways although they might not be using it. Do you see these effects in Japan?

a. The intention to buy cars are declining especially among young people who live in big cities.
b. However, in the rural areas, cars are necessary to live so most people own their own car. (one car for each person)
c. Many elderly people in the rural area need cars to transport however, it is considered dangerous and the restriction to the elderly becoming harsh.
d. It is estimated that car ownership will decline in the near future

② Is it expensive to possess cars in Japan? In Germany, it's not so expensive to possess a car even when you are not using it. The number of cars in Germany is rising.

③ Car ownership in Japan is slightly declining especially in urban areas. However, car ownership by the 40s is high and the recent feature is that many women are starting to possess cars and driving licenses.

Discussion 4: Objective of the modeling

① Japanese objective:
a. The ultimate objective is to use the result of this simulation model to evaluate the impact on reduction of traffic accident and carbon dioxide.
b. To evaluate the effects on policy measures, such as subsidization. Also, to evaluate things such as how and when SAE level 4 vehicles will be launched in to the market.

4

図 7-3 (4) 共同研究会議 (2020/6/30) の議事概要

② German objective:
   a. to reduce CO2 emission
   b. originally is from the industrial perspective of:
      - how can Germany and Japan cooperate on the development of technology in automated driving
      - to understand how cars will diffuse in the market better
      - what are the different options of private vehicle market and MaaS vehicle market

5

図 7-3 (5) 共同研究会議（2020/6/30）の議事概要

Federal Ministry of Education and Research

Cabinet Office

Research Topics on Japanese-German research cooperation

Impact Assessment of Socio-economic Benefits

Prof. Takashi Oguchi (University of Tokyo)
Dr.-Ing. Christine Eisenmann (German Aerospace Center)
Dipl.-Phys. Torsten Fleisher (Karlsruhe Institute of Technology)

Cooperation objectives and research contents

- The broad application of CAD (**C**onnected **A**utomated **D**riving) as well as their impacts depend on:

Acceptance	**Adoption**	**Diffusion**	Changes in **individual travel behaviour** and **collective travel demand**
Intention to use/buy something	„The relative speed with which an innovation is adopted by members of a social system" (E. Rogers)	„The process in which an innovation is communicated […] over time among the members of a social system" (E. Rogers)	

Our research focus

1) To understand factors that contribute to perception, adoption or rejection of CAD, phenomena → "societal acceptance"
2) To understand, describe and model CAD technology diffusion and

→ **Country comparisons Japan and Germany**

DLR 東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

図 7-4 (1) Expert 会議 (2020/11/25) にて示した進捗状況報告

Activities on Japanese-German research cooperation

Impact Assessment - Social Acceptance

(Almost) finished:

- Sharpening the concept of „Social acceptance", development of a working definition
- Comparative analysis of perceptions of CAD among laypersons in German and Japanese regions
- Presentation of the outcomes at SIP-adus workshop 2020 (See following slides)

Ongoing:

- Discussion and interpretation of additional findings of the survey mentioned above
- Analysis of political process and actor constellation in the policy developing process related to CAD, and promises / rationales / expectations for autonomous driving by governmental actors (and also partly by industrial actors) found in German and Japanese policy documents.

In Preparation / considered (depending on data availability and budget)

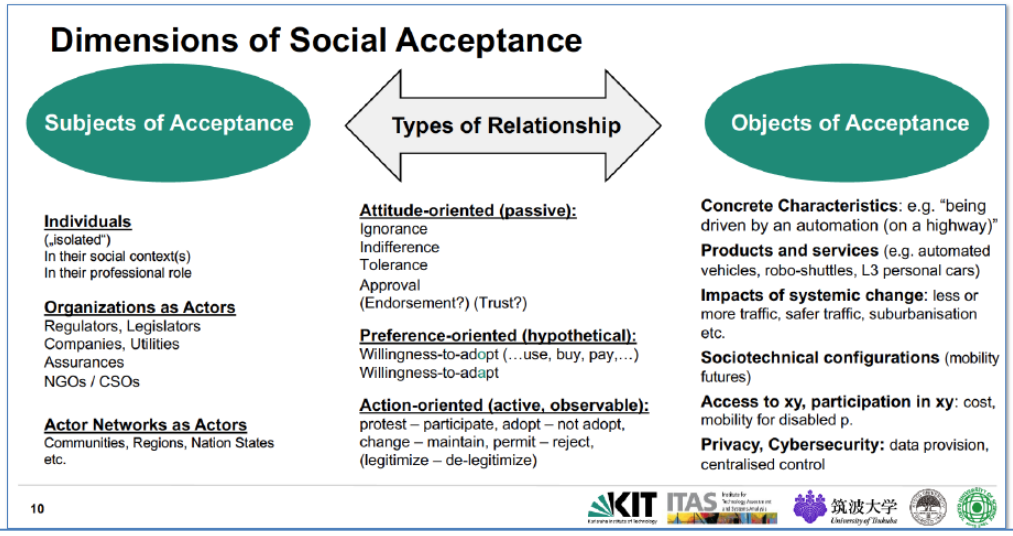
- Comparative (Meta-)Analysis of perceptions and attitudes of German and Japanese Population with regard to Science & Technology in general
- Media (content) analysis on CAD in Germany (and Japan?)
- Second wave of the survey mentioned above, including a partial redesign considering outcomes of our conceptual work and from the discussions of the results of the first wave. (still tbd with Japanese team)

3

SIP-adus workshop Impact Assessment session on 9th Nov.

Social Acceptance of Automated Driving in Germany and Japan

Conceptual Issues and Empirical Insights



4

図 7-4 (2) Expert 会議 (2020/11/25) にて示した進捗状況報告

SIP-adus workshop Impact Assessment session on 9th Nov.

Social Acceptance of Automated Driving in Germany and Japan

Conceptual Issues and Empirical Insights

Conclusion & Future Challenges

■ Conceptual issues
- ✓ Current research focused on attitudes of (private) individuals
- ✓ Important to better understand roles of professional actors, organizations, actor networks and institutional change
- ✓ Dynamics (knowledge, familiarity, adaptation) difficult to assess

■ Empirical study
- ✓ There seems to be a certain solid layer of skepticism in Germany.
- ✓ Don't be tricked by the power words (**climate change** in Germany, **deregulation** in Japan)!
- ✓ The Japanese may be more likely to be in a NIMBY situation where they are officially in agreement with AVs but are actually against them.
- ✓ Germans are more sensitive to privacy issues than the Japanese.

■Policy Implication
- ✓ NIMBYs are more likely to occur in people with high FEAR and UNKNOWN of AVs.
- ✓ Important to provide balanced information on pros and cons of AV rather than just emphasizing the advantages

It is necessary to **continue joint research** between Japan and Germany in the future

30

5

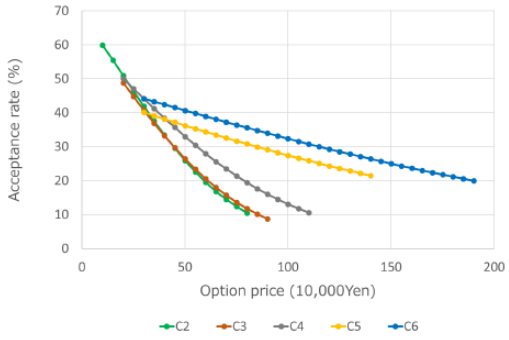
SIP-adus workshop Impact Assessment session on 9th Nov.

Analysis of automated driving diffusion : Consumers' willingness-to-pay in Japan

Dynamic model targeting SAE Levels 0-4

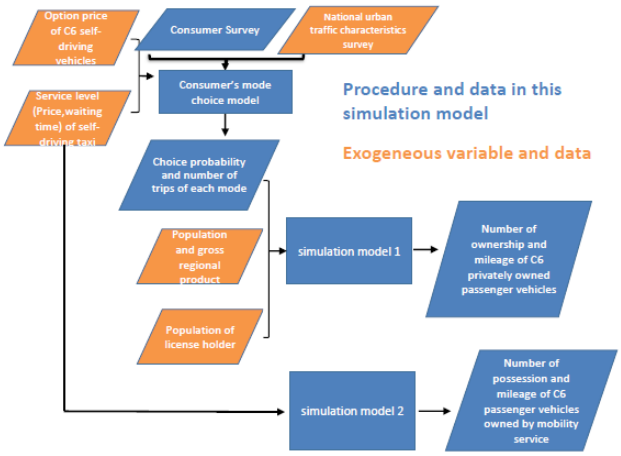
Acceptance curves of automated driving

(An example of Standard passenger vehicles)



Static model targeting SAE Level 5

Overview of the model

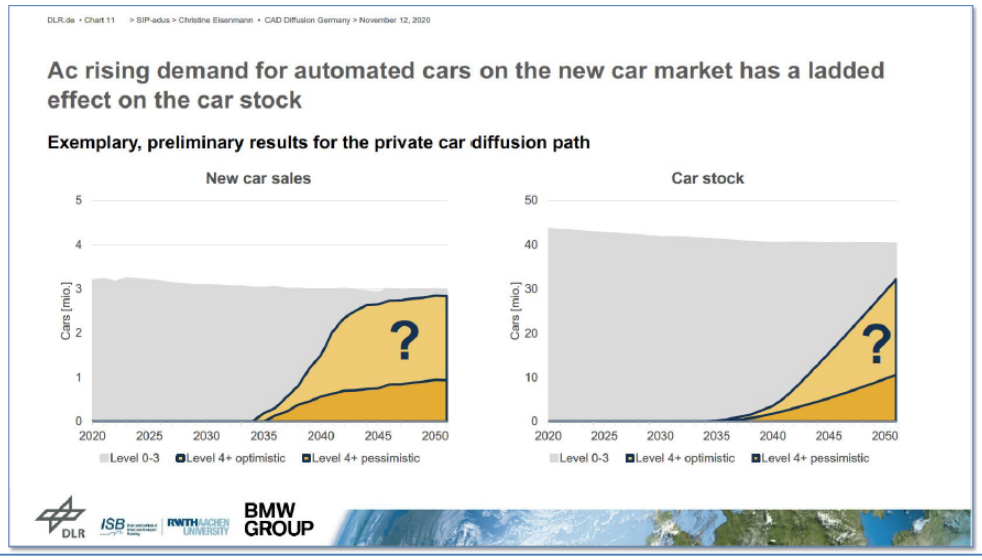


6

図 7-4 (3) Expert 会議 (2020/11/25) にて示した進捗状況報告

SIP-adus workshop Impact Assessment session on 9th Nov.

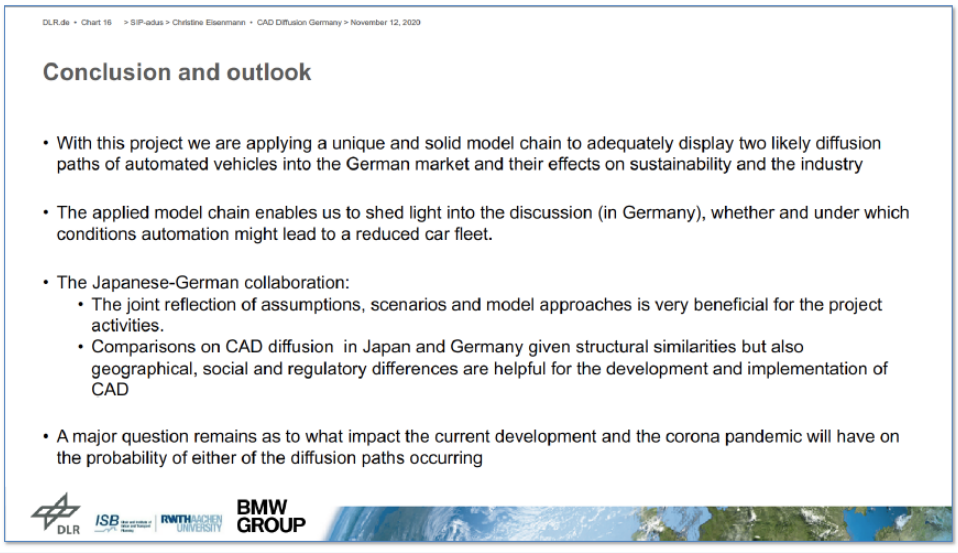
Analysis of automated driving diffusion : Potential diffusion paths into German Market



7

SIP-adus workshop Impact Assessment session on 9th Nov.

Analysis of automated driving diffusion : Potential diffusion paths into German Market



8

図 7-4 (4) Expert 会議 (2020/11/25) にて示した進捗状況報告

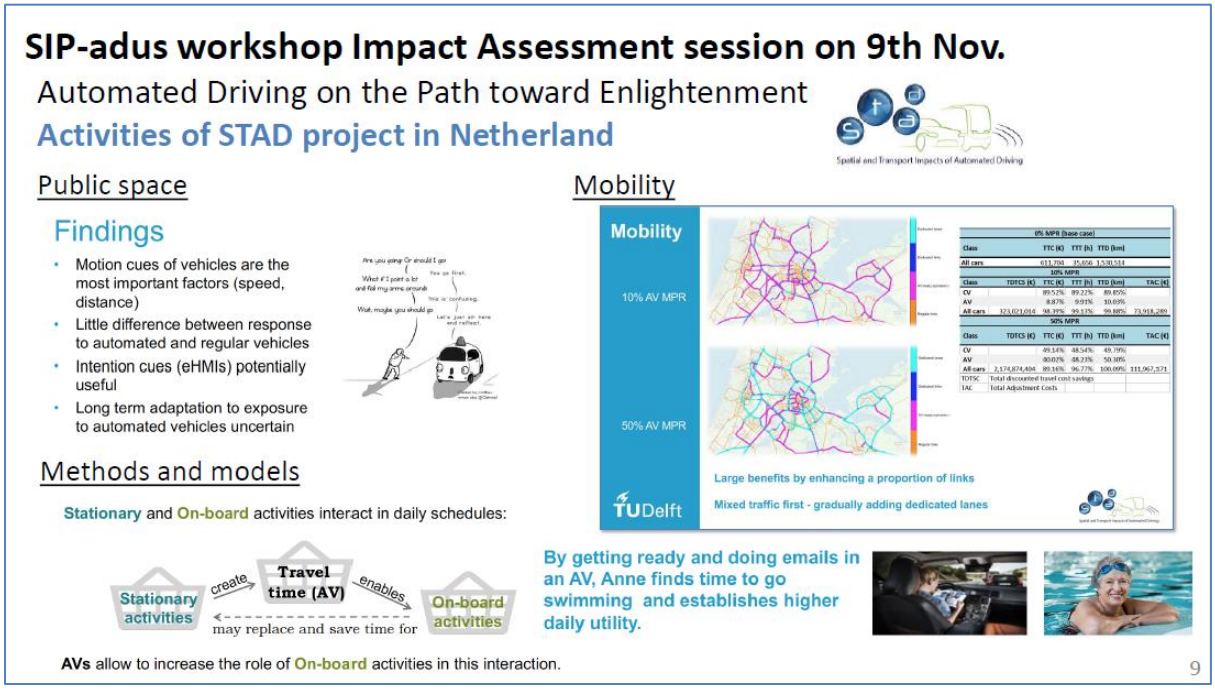


図 7-4 (5) Expert 会議 (2020/11/25) にて示した進捗状況報告

第8章　有識者検討会の開催

交通事故の低減や交通渋滞の削減、高齢者や移動制約者のモビリティの確保といった社会的課題の解決に加え、物流や移動に係る新たなサービスやビジネスの創出など、自動運転がもたらす社会変革への大きな期待があることを背景に、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期 自動運転（システムとサービスの拡張）においては、自動運転を実用化し普及拡大していくことにより、交通事故の低減、交通渋滞の削減、交通制約者のモビリティの確保、物流・移動サービスのドライバー不足の改善・コスト低減等の社会的課題の解決に貢献し、すべての人が質の高い生活を送ることができる社会の実現を目指している。

一方で、自動運転技術を活用したサービスや車両の実用化及び普及を目指すに当たり、社会受容性の醸成を促進する必要がある。自動運転の技術レベルや普及状況などの動向を踏まえ、日本としての長期ビジョンを整理した上で、交通事故低減、CO2 排出量削減、交通渋滞への影響等のインパクトの整理・定量的提示を行い、自動運転がもたらす効用と潜在リスクについてのオープンな議論の材料を提供することが必要である。

この検討のために、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期／自動運転（システムとサービスの拡張）／自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」（2018 年度～2020 年度）を受注した東京大学及び同志社大学において、幅広い分野の大学の専門家を中心とした本検討会を開催するものである。本検討会は工学分野だけでなく広範な分野の有識者で構成されるものである（表 8-1　参照）。

本研究は、1) シミュレーションの手法と結果、2) シミュレーション結果の含意、3) 社会的受容性醸成活動への活用方法等に関し、この検討会での議論を踏まえながら研究を進めることとしている。検討会の開催日、主な議題については、表 8-2 の通りである。

表 8-1　自動走行システムの社会的影響に関する検討会　構成員

氏名	所属	専門
糸久　正人	法政大学 社会学部　准教授	技術経営
今井　猛嘉	法政大学大学院 法務研究科　教授	刑法
植原　啓介	慶應義塾大学 環境情報学部　准教授	情報通信
○大口　敬	東京大学 生産技術研究所 次世代モビリティ研究センター センター長、教授	交通制御工学
垣内　秀介	東京大学大学院 法学政治学研究科　教授	民事手続法
紀伊　雅敦	香川大学 創造工学部　教授	都市・交通計画
北村　友人	東京大学大学院 教育学研究科　准教授	教育学
倉地　亮	名古屋大学大学院 情報学研究科附属 組込みシステム研究センター　特任准教授	サイバーセキュリティ
佐倉　統	東京大学大学院　情報学環	科学技術社会学
塩見　康博	立命館大学 理工学部環境都市工学科　准教授	交通工学
菅沼　直樹	金沢大学 新学術創成研究機構 未来社会創造研究コア 自動運転ユニット　教授	ロボット工学
田口　聡志	同志社大学 商学部　教授、技術・企業・国際競争力研究センター　ディレクター	行動経済学
中村　彰宏	中央大学　経済学部　教授	公共経済
ポンサトーン・ラクシンチャラーンサク	東京農工大学 機械システム工学科　教授	機械力学制御
三好　博昭	同志社大学 政策学部　教授、技術・企業・国際競争力研究センター長	技術公共政策
森本　章倫	早稲田大学 理工学術院 社会環境工学科　教授	都市計画
山崎　吾郎	大阪大学 CO デザインセンター　准教授	文化人類学

○は座長、☆はオブザーバー

表 8-2　検討会の開催日・主な議題

	開催日	主な議題
第 1 回	2019 年 3 月 7 日	開催趣旨 調査委託業務説明 今後の予定
第 2 回	2019 年 6 月 26 日	自動運転と SDGs との関連性の整理 自動運転車の普及シミュレーション 交通事故低減効果の推計における経済実験等について 交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果 交通制約者及び過疎地等の交通不便地域でのモビリティ確保 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減 国際連携体制の構築 今後の予定
第 3 回	2019 年 10 月 1 日	自動運転と SDGs との関連性の整理 自動運転車の普及シミュレーション 交通事故低減効果の推計における経済実験等について 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減 国際連携体制の構築 今後の予定
第 4 回	2020 年 2 月 3 日	（自動運転車の普及シミュレーション）自動運転機能に関する生活者アンケートの結果 （自動運転車の普及シミュレーション）普及シミュレーション結果 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化：分析方針 交通事故低減効果の推計 交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果の推計 交通制約者及び過疎地等の交通不便地域でのモビリティ確保 物流・移動サービスのドライバー不足への対応とコスト削減 国際連携体制の構築：日独連携第 2 回会合の進め方 今後の予定

第 5 回	2020 年 10 月 28 日	車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化 自動車の保有構造等の変化による自動車産業全体への影響 交通事故低減効果の推計における加害者の非金銭的損失の調査方法について 国際連携体制の構築 今後の予定
第 6 回	2021 年 5 月 10 日	交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失に関するアンケート結果 ドライバー不要の自動運転車（SAE Level 4_5 相当）普及後の乗用車保有台数・走行量シミュレーションモデル 調査結果全体概要

第１回 自動走行システムの社会的影響に関する検討会　議事概要

１　日時：平成 31 年 3 月 7 日（木）10:00～11:15

２　場所：TKP 東京駅八重洲カンファレンスセンター　カンファレンスルーム 8B

３　出席者

構成員　法政大学 糸久准教授、法政大学・今井教授、香川大学・紀伊教授、名古屋大学・倉地特任准教授（Skype）、金沢大学・菅沼准教授（Skype）、東京農工大学・ポンサトーン教授、同志社大学・三好教授

東京大学生産技術研究所次世代モビリティ研究センター／東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構 須田教授、大口教授、中野教授、坂井准教授、小野特任准教授、平沢助教、貝塚助教

ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ　横浜市立大学・中村教授（Skype）、

内閣府・古賀氏、畑﨑氏、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構　林氏

事務局支援　一般財団法人計量計画研究所（馬場氏、関本氏、伊藤氏）、社会システム株式会社（坂下氏、東野氏、野田氏）

４　議事概要

（１）開催趣旨

・資料 1-1、1-2 について説明。

（２）調査委託業務説明

・資料 2 について説明。

（主な議事）

・インパクトの定量化の考え方のベースとしては、昨年度の東大の内閣府からの受託業務の報告書（戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）自動走行システム／自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討における自動走行システムの高度化及び普及展開に向けた社会面・産業面の分析に関する調査報告書（平成 30 年 3 月））の自動走行システムの技術開発進展のシナリオを踏襲する。推計はパーソナルカーのシミュレーションが主になると思う。

・P8④ｉ「自動運転技術を利用することが新たなビジネスや暮らしの仕組みをもたらす可能性があることを定性的に整理」とあるが、過疎地域では、どこか行きたい先があるが動けない、ということが基本的なモビリティに対する需要。動けることと産業活性化は相関関係があるかもしれないが、初めから定性的と言って分析していくことが可能なのか。

・経済的な効果の評価方法は、極めて直接的な評価と、かなり具体的に定量評価できる間接的評価に限定されることが多い。あとは CVM のような意思表示に基づいた推計くらい。過疎地域では、日本の GDP への影響等に比しても効果の総量は小さい。生活の質が改善される等の効果はあるものの、CVM のような方法でできるかは不明である。それ故、ここではあえて定性的という書きぶりとしている。

・議論しながら、こういうデータがあれば定量化できる、という話もさせていただければと思う。

（3）今後の予定

・資料３について説明。

（主な議事）

・社会的受容性を検討する目的を明確した方がよいと思う。人が運転するよりも圧倒的に事故死者数も減るだろうが、新しい技術によって死者が発生することによる社会の拒絶可能性への対処という意味での、社会的受容性を考えていく、ということであれば意味があると思っている。

・暮らし方、経済の回し方、新しいビジネスモデルというものは、単純にそれを提示して社会が受容する、あるいは拒否とするだけの一方的な関係ではなく、作り上げていくような部分があると思う。

・さまざまな社会的な情勢を組み合わせていくと、単に車が自動化するのではない要素もあるだろう。そういったものをうまく社会に入れ込んでいくために何が必要か、ということも受容性という表現の中に入っていると思う。

・本当は社会的受容性を定義した上でないと研究を進めようがないと思うが、上から選択肢を示して教えてあげる、というやり方と、同じ目線にたって選択肢を示して選んでください、ということになると思う。自動運転に代わる要素がある場合、自動運転をあえて選択しない、という人はたくさんいると思う。

・社会受容性の評価方法について、市民がリスクを受け入れることで社会受容性が達成されたということではないか、消費者も努力しなければいけない、という意見もある。

・原子力、道路行政の分野で、社会への受け入れられ方について議論がなされている。

・「④交通サービス分野への影響」の調査フィールドについては、「④i．交通不便地域・・・」では、鳥取を想定し、地域性と一般性を両方整理した上で答えを出すと考えている。「④ⅱ．物流・移動サービス・・・」に関しては、全国的な統計データを使って、まずは全体的な傾向をしっかり捉えようと思っている。

・「④ⅲ．自動車の所有と利用・・・」について、経済実験と連携していくことを考えている。基本的には、シミュレーションでは消費者の選択構造は変わらないと仮定して行う。選択構造を今の選択の結果から推定して、それに対して、インプットとなるコストや時間が変わった時に、行動そのものがどう変えるか。選択構造そのものは変わらないが、行動がどう変わるかを見ていく。

・シミュレーションにおいて、基本路線は「こういう考え方で、こうなるだろう」というものを示して、「こうなった場合、これはこういうベクトルを与えるだろう」という整理の仕方とすることとしたい。

・カーシェアについて、サンフランシスコでは土木工学分野で実験・フィールドスタディをしている。今議論されているのは、所有と共有の代替だけでなく、公共交通との代替を含めるべき、と言われている。単純に選択構造は同じモデルで、インパクトを評価するといっても実現しにくいところがある。社会実験みたいなものをベースにしていく必要がある。

以 上

第 2 回 自動走行システムの社会的影響に関する検討会　議事概要

1　日時：令和元年 6 月 26 日（水）18:00～19:45

2　場所：TKP 東京駅八重洲カンファレンスセンター　カンファレンスルーム 9D

3　出席者

構成員	法政大学・今井教授、香川大学 紀伊教授（Skype）、名古屋大学大学院 倉地特任准教授（Skype）、同志社大学 三好教授・山本教授、早稲田大学 森本教授、東京大学生産技術研究所次世代モビリティ研究センター／東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構 須田教授、大口教授、中野教授、鹿野島准教授、貝塚助教、日下部講師
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	内閣府、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、パシフィックコンサルタンツ株式会社、株式会社アイ・トランスポート・ラボ
事務局	一般財団法人計量計画研究所（馬場氏、関本氏）、社会システム株式会社（坂下氏、東野氏、大山氏）
支援	

4　議事概要

（1）調査の進捗状況

●資料 1-1 について説明。

（主な議事）

・自動運転が実用できるように様々な制度を整えていくことで、仕組み・技術の一部が取り込まれて違った形のものができてくる、ということが実際はあるんだと思う。

●資料 1-2 について説明。

（主な議事）

・資料 2-2 で推計される物流サービス Lv4 への代替の結果等を用いてシミュレーションをしていくという考えである。

・需要曲線は、時系列的な考え方が抜け落ちた図となっている。そもそも Lv4 が出てこない時期がある。ある年から Lv4 が出てきて経験曲線に従って単価が下がっていく、そういうロジックを考えている。

・社会的受容性醸成と需要曲線の情報について、何を提供するかノーアイディアなのでご意見をいただきたい。

・おそらく、買う消費者の年齢も上がり、今まで思っていた需要がシフトしてきたときに、いくつかパターンがあるとよい。

・今のところ、性別と年齢を聞くことを考えている。そのうえで、男性であれば何を情報提供すればよいか等がある。

・WEB 調査では、住所を回答してもらい、大都市・地方を分類する予定。性別、年齢、職業、居住地は聞く。

・技術的なレベルの定義づけと法律的に書き込めることは違っているので、法律的にはいざとなった時に人の責任がどこからどの範囲で生じるか、だけが問題なので、そのように純化すれば、とりあえず Lv3 で区切られている、という基準だけは使えるだろう。

・2050 年の議論をすると、これぐらい使えるようになります、ではどうしますか、と聞くしかない。
・これまで、Lv3 はシステム責任という位置づけだったが、警察庁ではドライバー責任となっている。
・道路交通法上の責任を超えて、もっと重たい責任となった時には Lv2 であり、Lv3 とは別論である、としないといけない。

●資料 1-3 について説明。
（主な議事）
・自分が思っている価値に対して、いかに本当の値を言わせるかのテクニックを使い今回は調査する予定。
・非金銭的損失について、「心の痛み」とのことだったが、法律用語でいうと心の痛みは慰謝料に入る。慰謝料ではない非金銭的損失とは何が入るのか。
・金銭的損失というのは、金銭換算化された支出されたもの、あるいは払われたもの、支払われたものの実際のデータをベースに作ったものは金銭的損失。非金銭的損失は基本的には WTP に基づいて推定したもの。完全にメソドロジーが違うので簡単に比較できない。
・後遺障害の評価値は安すぎるという批判がかなりあるようである。
・後遺障害については法律的にいうと金銭的損失も人的損失にすべて入る。
・事業体の付加価値、生産能力が下がる。その付加価値の低下分を事業主体の損失と呼んでいる。
・今回の計測対象としてご自身が死亡した場合と、過失割合 10 で被害者に与えた場合とあるが、これは単純に足してよいのか。
・足すのではなく、二つ計測しようということ。
・「自身の運転ミス（過失割合 10）によって相手方を死亡させてしまうリスクを軽減させるデバイスに対する WTP」のシナリオは自分が生きている場合である。自分が生きていて、自分が全面的に悪くて、相手が死亡した場合を想定している。そのときの心の負担感を金銭換算する。
・事故というものが生じている損失量を数値化しようとしている。一方で、この部分のある事故をこんな風に減らせるはずというのが入ってくると、その損失量が減らせるという推定に使うというシナリオを想定している。
・Lv4 以上の車に轢かれたときの被害者家族の反応が予想できておらず、世界中でいろんな反応がある。
・簡易実験として、皆さんに経済実験とはどういうものなのかを見ていただくのが目的。できるだけ経済的インセンティブをつけて行う。
・少し危惧しているのは、質問の仕方を間違うと倫理的な問題が生じる危険性がある。
・被験者は今のところ学生、研究センターのセミナーや講演会に参加した一般の受講者等を考えている。
・経済学は非常に詰めてある種の合理的な理論もある一方で、我々は日常生活で合理的な行動をしているのかといつも思ってしまう。本当に市場がどう動くかは、これとは違う情緒的なものがあり、さらに個人の情緒と社会の情緒がある。

●資料 2-1 について説明。

（主な議事）

・道路側の事故の推計についてもリンクを取る必要がある。

・道路が円滑化する、CO2 が少なくなると言えば、おそらくそれによって需要が管理される。

・今抱えている課題に対し、どのように改善すればよいかもう少し整理する必要がある。

●資料 2-2 について説明。

（主な議事）

・ドライバーの数を言っているが、荷役や検品等、運転だけではないので整理する必要があるのではないか。

・運転をする行為をする「人・時間」が削減できる可能性があると思う。必要数と実際のドライバー数との差分を計算しようとしている。

・バスも入れるという議論はあったが、まずは物流のみで行うことを想定している。

・存在している経済のデータをトレンド予測しながら、あるいは人口予測をしながら、マクロにざっくりやることを想定している。

・今年度計算しても、2 年後には方向が変わるかもしれず、長くフォローすることは難しい。

●資料 2-3 について説明。

（2）今後の予定

・資料３について説明。

（主な議事）

・検討会は年度で 3 回、今後は 10 月、1 月頃に開催予定。

以 上

第 3 回 自動走行システムの社会的影響に関する検討会　議事概要

1　日時：令和元年 10 月 1 日（火）13:00～15:00

2　場所：TKP 東京駅八重洲カンファレンスセンター　カンファレンスルーム 8E

3　出席者

構成員　金沢大学 柳瀬特任助教、法政大学・糸久教授（Skype）・今井教授、名古屋大学大学院 倉地特任准教授（Skype）、東京大学 垣内教授・佐倉教授、同志社大学 田口教授、三好教授・山本教授・渡辺研究員、大阪大学 山崎准教授、東京大学生産技術研究所次世代モビリティ研究センター／東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構 須田教授・大口教授・中野教授・鹿野島准教授・平沢助教・岩崎特任研究員・内村特任研究員・霜野特任研究員

ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ　内閣府　畑﨑氏、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構　古賀氏、株式会社アイ・トランスポート・ラボ 甲斐氏、日本自動車研究所 金成氏

事務局支援　一般財団法人計量計画研究所（牧村氏、馬場氏、関本氏）、社会システム株式会社（東野氏、牧村氏、大山氏）

4　議事概要

（1）調査の進捗状況

●資料 1-1 について説明。

（主な議事）

・インパクトについて、シナジーの表記について再考したほうがよい。

・死亡事故は日本では改善している一方で、世界では 150 万人も亡くなっている。そういうものにも言及しつつ、とりまとめについては、基本的には日本あるいは先進国を中心に行うこととした。

・インパクトについてまとめられたことに意味がある。結論については、その他にも様々な要素があり得るので、一つの可能性とした書きぶりにしたほうがよい。

●資料 1-2 について説明。

（主な議事）

・供給曲線は生産台数が 2 倍になっても 0.9 までしか下がらないということか。

・文献では 0.7 ぐらいまで下がるものもあれば全く下がらない場合もある。平均的には 0.8～0.85 ぐらいであり、そういったことからも比較的下がりにくい数値になっている。正しいかどうか不明であるが、複雑なシステムは下がりにくいかもしれない。

・調査は、普通車（高級な車）・小型車・軽自動車の 3 グループを想定している。

・p.8 カテゴリのレベルについては、内閣府、警察と調整した内容である。

・p.13 質問について、積極的に買いたいという人、消極的に根絶はしない人では全く違う気がするが、どう想定しているのか。

・積極的に買いたい人である。

・「自動運転車を買いません」という方をどう拾うか問題である。

・基本はオーナーカーに関するスタディを中心として置いているので、モビリティ、移動のビヘ

イビアに関する要素に関してはメインのターゲットではない。
・Lv1 では衝突被害軽減ブレーキは無条件に付けてしまうというストーリーで、さらにプラスで「自動運転車を買いますか」という設問を考えている。
・標準で装備するのはどちらかといえばメーカーの意思であるが、一方で義務化という話もある。
・マニュアル車からオートマ車に移行してきたように、過去の事例を調べると標準化、あるいは免許のような制度が入ることによる価格変化を調べると、経済のインパクトが分かるかもしれない。

●資料 1-3 について説明。
（主な議事）
・衝突被害軽減ブレーキが搭載された車は少し高くても買ってもよい、というある種の市場が形成されていると思う。その現状の相場観のようなものを考慮すべきかそうでないか決めるのは難しいが、そのような考え方は妥当なのか興味がある。
・相場観を考えるとレンジが大きく変わってくる。
・支払意思額についてプレテストを行ったが、個人差がありばらつきがある。今回は心の痛みの部分だけを取り出すことを考えており、レンジを低く設定している。
・非金銭的損失だとしても、自分の名誉や失職等、実はすべて金銭に換算されているように思う。非金銭的損失を金銭的な額に置き換えるときに、共通の前提があれば教えて欲しい。
・先行研究を参考に説明変数としているが要検討としている。ある要因が効いて価格が決まるというのは、理由面ではなく、むしろ原因というよりは相関的な意味であるが、ジェンダー、年齢、リスク先行等に左右されており、メカニズムが解明されていないのが現状。
・合理化できたら金銭化されるので、合理化できないところを知ろうとしているのだと思う。個人の行動は説明がつかないような行動をとったりする。そういう心理的性向を何らかの形で知ろうとする手法だと思う。
・モデルを検証するというのではなく、そのモデルを発見しようという発展的なイメージ。
・今回の調査は日本で初めての試みなので、今回の結果を日本でこれから使っていくような数字にまで至るのは無理であるので、ご理解いただきたい。
・加害者の方に、前科・前歴があるかを聞くことができれば、効果的な要素であると考えられる。
・「答えたくない」という選択肢があれば可能だと思うが、倫理性が求められる。
・アンケートの文面について、同じことを指していても、ところどころ言い回しが異なっているので、言葉は統一したほうがよい。
・誤解を招きそうなニュアンスもあるので、精査して修正する。
・状況設定を出すイメージのところに事故の相手がどのような相手なのか。このような情報は、大きく聞いてくるような気がしたが、場合分けができるのか。
・そこまで踏み込んだ分析はできないが、被害者がどのような事故を想定していたのか事後アンケートで確認し、相手が何歳ぐらいの人でどのような事故を想定していたか等を聞き、変数で分析上コントロールすることを考えている。

●資料 2 について説明。

（主な議事）

・トラックドライバー率をどのように設定するかで答えが大きく違うのではないか。

・ご意見をいただきながら修正する前提で、若年層の割合が著しく低いが、現状の値を据え置く形で設定するのがよいと考えている。

・普及シミュレーションと整合性をとる必要がある。

・シナリオについては相談させていただきながらであるが、オーナーカーの部分と貨物の部分が厳密に一致する必要があるのか、少し議論が必要。

・ドライバー不足をメインにしており、Lv2 は寄与しないと思うので Lv4 としている。

・普及シナリオとして、高速道路と重要物流道路としているのは、検討の余地があり、今回はベースとして出させていただいた。

・ドライバー不足を解消させていくもう一つの手段として隊列走行の後続無人がある。

・運行時間の制限（改善基準告示）緩和という話もある。

●資料 3 について説明。

（主な議事）

・日独連携について、ドイツ側は来年は日本で開催したいといった要望をもっており、ワークショップにも参加を希望している。

（2）今後の予定

・資料 4 について説明。

以 上

第 4 回 自動走行システムの社会的影響に関する検討会　議事概要

1　日時 : 令和 2 年 2 月 3 日（月）10:00～12:20

2　場所 : TKP ガーデンシティ PREMIUM 丸の内パシフィックセンチュリープレイスホール 13C

3　出席者

構成員　金沢大学 菅沼教授、法政大学 今井教授、香川大学・紀伊教授、名古屋大学大学院 倉地特任准教授（Skype）、横浜市立大学・中村教授、同志社大学三好教授・渡辺教授、東京大学生産技術研究所次世代モビリティ研究センター／東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構 須田教授・大口教授・鹿野島准教授・梅田特任研究員・岩崎特任研究員・霜野特任研究員

ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ　内閣府　古賀氏、畑﨑氏、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構　古賀氏・田中氏・林氏

事務局　一般財団法人計量計画研究所（馬場氏）、社会システム株式会社（東野氏、大山氏）

支援

4　議事概要

（1）調査の進捗状況

●資料 1-1 について説明。

（主な議事）

・年齢階層別は意図的に 30%ずつになる形でサンプリングしている。

・被験者が買い替えのタイミングでお店にきているという設定で質問しており、被験者自身が持っている自動車の車種ごとに分け、普通車を持っている人へ、「あなたが今普通車を買い替えに来ました。この自動運転オプションを付けますか。」と聞いている。

・C5、C6 の自動運転オプションが安いと、C2、C3、C4 より賛同率が低いというのがどうしてもわからない。

・価格の提示の仕方に問題があるが、C5、C6 については実は低い価格、30 万円以下の価格は提示していない。回帰分析の曲線をそのまま伸ばしている。

●資料 1-2 について説明。

（主な議事）

・C2 がなぜ減っているのか C3 が一時期急激に上がって、途中から減っていくがこの辺のデータを書かれた根拠を少し教えていただきたい。

・まずはあるとき最初にあるカテゴリの車が入ります。ところが、その後上位のカテゴリの車ができるとそちらにシフトしてしまう。ということが入っており、先ほどの選好の賛同率曲線があるが、賛同率曲線の形が似ていると提示価格が違うとしても、やはり何%か含まれている、ということでなかなか普及が進まない。また、普及が進まない分だけ先ほどの経験曲線でもって生産量が増えないので価格が下がらないということもあり、新しい車が出てくるとそちらに移ってしまうという結果になっている。

・同じ賛同率曲線でこのまま 30 年も続くと仮定しており、どのカテゴリにも賛同しないという人もいる。これでずっと C1 が残っているということである。どうすればよいかは、今後の議論

になる。
・これにいろんなシナリオを入れていき、例えば、義務化シナリオ等を入れると全然話が違ってきたりする。いずれにしてもそういうのに評価できるモデルがまずできたということである。
・同じ賛同率になるようなものがあれば、機能の高い方を選ぶという形でやっているので、非常に価格差が離れても同じ賛同率が出てきてしまう。
・まだ見たこともない車に対して、被験者に 6 種類から 7 種類のカテゴリの車を皆さんに全部理解させて、それをどれ選びますかみたいな話をウェブアンケートでやるのは不可能だと思っている。
・C2 を 10 年乗りました。買い換えようと思ったときに「C6 が来年出ます、あと 1 年待とう」とか、「C5 でいいから今買おう」とかそういうことを想定して考えてくださいと言われても C2 すら乗ったことがない人には「何のこと?」となり、今回はそういう調査をしていない。これは実証研究の限界だと思う。
・今のところ、資料 1-2 の p.28 の C1 と C2 がきれいに出ているが、後半の方は想像力の限界で出ていないのだろう。最初のうちにたくさんの補助金を投入して新技術に移行させるのは実際それをやらないと普及しないのがいろんなケースであるのでそこの部分のシミュレーションは可能という理解でよいか。
・おそらく、この研究全体の目的そのもの、まさにそれを見出すため、次に事故を予測するシミュレーションを行う。そうすると事故低減がこれだけ成立するのであれば、どうゆう施策を打つべきか、という判断のための情報を作ろうとしている。
・ネットワーク効果を明示的に入れている。変数としては社会受容性関係である。社会的情勢等かなりウェイトを置いているので、これが高まれば賛同率が上がるのもお示しできる、全体の仕掛けを作った。
・EV 車で電動的車両になったらそれで十分という人も多数いるし、必ずしも EV 車が好きで自動運転車も好きとは必ずしも限らないから独立変数ではないか。
・例えば、オーナーカーだった人がサブスクに結構行くのではないか、のようなこともやれますといったことを言ってもらったほうがよい。
・ステップ 1、ステップ 2 に関する前提の説明を表に 1 つにまとめたほうがよい。
・初期オプション価格が p.20 にあり p.21 に曲線の説明をしているが、これもある種の感度分析のようにこれを変えるとどうなるのか、というのも見せていただけるとよい。
・免許保有率は、過去 15 年ぐらいさかのぼって 5 年ごとのデータを使用し、都道府県ごとであるが男女別、年齢階層別に免許保有率がどう変わっているかというところから推定した。
・ステップ 2 で入れられると良いと思うが、急激に免許を取ろうとする人が減ってくるおそれがある。

●資料 2 について説明。
（主な議事）
・p.20 で着目しているのは、基本的には移動の選択肢として何を選ぶのかということのみに着目しているので、その他の要素については固定的に扱っているという考えで良いと考えている。
・テクニカルな話になるが、経済学では分離可能性といって、とりあえずここだけで見ることが

できるという形でやっているっていうことで、一般的にはそこを深くやるときはそれで行うというのが、その時にウェージ（工賃）までにしてしまうとそういう雰囲気に見えにくいというのはあると思う。いろんな分野の方がみる前提で話をすると少し注意深く書く必要はあるのかもしれない。

・割とそういうことはスタティクティスをみていくと、あまり支出のシェアは変わっていないのでデータを見てもだいたい正当化されるという感じになる。

・香川大学の学生を対象にすると思うが、どういう地域でどうゆう交通網が発達したところにお住まいなのかによって、その想像する中身というのが変わるのではないかという気がするので、その辺はどう受けたらよいのか。

・円形にしたのは仰る通りで、そこまで単純化してしまうと想像がつきにくいと思う。一方でリアリティのある都市にするとなると、やはりリアリティのある分析にしないとキチンとした結果が出てこない。

・どれぐらいのサイズ感にすると大体東京と合いそうですね、このサイズ感にすると香川と合いそうですね等、その辺が分かれば必ずしも完璧にする必要はないのではと思う。

・公共交通が使えず車のみで移動するとした場合に、車を使うのか自動運転タクシーを使うのか、というような聞き方を想定している。ここに公共交通が入ると、また別の選択肢として入れて回答してもらわなければならないと思うが、今回はシンプルに価格と所要時間に基づいてどちらを選ぶかを基本的には問いたいと考えている。

・公共交通が発達しているところの人に聞いても、この人には想像できない現象だから聞いてはいけないとなってしまう。おそらく、想像がつかないということである。東京に住んでいる人は免許を取らないという状況もある。

・今まで車を持っている人が持たずに、シェアリング等に移っていくと考えると、実は移動時間等そういうパラメータを出すのはあきらめ、極端に言うと 1 か月、1 年とかいった単位で、例えば平均的にこれぐらいの町が出るかも、どれぐらい使えるかも等、ステートが動くといったイメージの離散選択にした方が、その後の話がしやすいかもしれないと直感的に思った。どのパラメータを持ってないとその後のシミュレーションがしにくいという面は当然考慮しなければいけないと思う。

・保有の意向と、毎日の移動の意向との中にある種のギャップがあると思う。そこを逆に言えばそこの意向を逆に何かしら楽にしてやると、逆に言えば、保有の意向から外れる。

・都内であると駐車料金がかかる、駐車スペースを確保できるか、これが大きな課題ではないかと思っている。

・例えば駐車場を探す時間やそういうものをオンしていくと、例えば自動運転にすれば乗り捨ててよいので駐車の待ち時間がないという、逆に選択される可能性が高まるようなことにもなると思っている。ただし、計算はできるが、それは本当に妥当なのかは何とも言えない。

・関連して、こういうタイプの都市の交通の利用の仕方と自動運転の普及のシナリオの話で既存の似たような取り組みがされている研究があるので、その辺のレビューのようなものも挙げていくと良いと思う。

●資料 3-1 について説明。

（主な議事）

・被害者にならないデバイスと加害者にならないデバイスで大体同じ支払意思額になっているのが大きな発見でこれは面白い。

・ここ数年の日本人のマインドセットかもしれない。少しその辺は色々解釈を入れていかないと、きついという気もする。

・リスクを避けるためにどこまで低額で抑えたいのか、かなり微妙な取り扱いをしないとならない感じが直感的にはした。おそらく、色々考慮されていると思われる。

・基本的には、事故発生確率を低下させるデバイスに関する WTP が効いているという感じである。

・今回実験で行っているのは非金銭的損失、心の痛みである。経済実験ではそこだけ聞いている。

●資料 3-2 について説明。

（主な議事）

・サグが高速道路のどれぐらいの割合を占め、上位 30 位がどれぐらいの割合を占めているのかというのは統計を明示し、大枠をある程度抑えられているという説明はした方が良いのではないか。

・アメリカのカープールのレーンのようなもの、要するに普及を進めていくためにペナルティーをかけるというのは許される範囲で、そうするとシミュレーションの話は、結構値等変わったりしないのか。

・促す施策の一つとしてそういうことをあえてやる、優遇してやる、ということはありうる。それをもしやってしまった場合に、結果的に渋滞をあえてさせることで自動運転を入れたわりには全体的に CO2 が増えます、渋滞も増えます等のようなことも出うるというのはあると思う。

・短期的な問題なので、どれぐらいの期間だったらそれが耐えられて、それぐらいの期間の間にできるだけ移行させる方がこっちに早くフェーズか移るといった話は結構あるのではないかと思う。

●資料 4-1,4-2 について説明。

（主な議事）

・地方部では、今起きているものが持っている効率性の悪さのようなものをよくしていく。それにより例えば CO2 が減る等、そういう話よりも現段階で本来は実現しなければならないであろう公共サービスが不足している、実現できていない。自動運転化することによって、もっとサービスレベルを上げることができる。いうならば、都市と地方の格差を少し縮められるようになるということをたぶん主張されようとしていると理解している。その辺の趣旨を説明した方が良いと思う。

●資料 5 について説明。

（主な議事）

・影響に対する評価というのもあれば、それと裏表だと思うが社会的な受容性とか社会的にもど

うやって許容すべきなのか、ということに関してそれもかなり文科系寄りというか倫理観とか哲学とかそういったところまで、深いところまで入ったような形でぜひとも意見交換がしたいとの要望である。

（2）今後の予定

・資料 6 について説明。

（3）全体を通して

・普及シミュレーションのモデルは、個人的にはもう少し技術的な何かが入ってきたら変わる等、ステップが次のステップに行くというようなことが入ってくると非常に面白いと思う。

・都市へのメリットがあまり出てないが、実は子育て世代は公共交通機関が使いにくいといわれている話なので、その辺りにフォーカスというか、都市の人等、もう少し下の世代にメリットがあるということが言いやすいのではないかと思った。

・基本はやはり今動いている乗用車、あるいはトラックの動いているもののリプレイスをベースにしたような議論をやっているところだと思う。そうではない、もっとノーマティブな部分というのは、実はそっちの方がある意味では期待されているところはあると思う。ただ、やはりこの社会的シナリオをベースの予測にはのってこないのでどうするか、課題だとは思うが、ご意見をいただければ大変ありがたい。

以 上

第 5 回 自動走行システムの社会的影響に関する検討会　議事概要

1　**日時：**令和 2 年 10 月 28 日（水）10:00～12:20

2　**場所：**WEB 形式＋対面形式（東大生産技術研究所　As311,312）

3　**出席者**

構成員　WEB 参加：

法政大学 糸久准教授、法政大学大学院 今井教授、香川大学 紀伊教授、名古屋大学大学院 倉地特任准教授、中央大学 中村教授、大阪大学 山崎准教授

対面参加：

同志社大学 三好教授・渡辺学術研究員、東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構 須田教授・大口教授・中野教授・鹿野島准教授・霜野特任助教・内村特任研究員・梅田特任研究員

ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ　WEB 参加：内閣府　古賀氏、荒木氏

対面参加　：内閣府　村田氏

事務局　WEB 参加：一般財団法人計量計画研究所（馬場氏）

支援　　対面参加　：社会システム株式会社（東野氏、金子氏、久銘次氏）

4　**議事概要**

（1）調査の進捗状況

●資料 1 について説明。

（主な議事）

・シミュレーションでは差分情報が大事である。仮想的なウェイトにより差分の変化を算出できると有用な情報になる。

・日常生活の外出状況に加え、外出頻度が最も高い目的について交通手段を尋ねており、限定的ではあるが現状と仮想的な選択との違いの比較分析はできると考えている。

・現状自動運転車はないが、実現された場合にどの程度普及するかを推計することがこのモデルの目的である。現実的な選択となるよう考慮しているが、全国でアンケートを実施するため、居住地や現在の車の所有状況が選択結果に影響してくる可能性がある。それが現状として、将来の価格や条件を設定すると、どれくらい自動運転車が選ばれるか推計したい。

・新型コロナの感染状況を考慮して交通機関を選択したかという設問により、新型コロナがどの程度影響がしているか確認しようと考えている。

・政策的にはサービス水準の違いにより、移動サービスの需要がどのようにシフトするか、所有と共有のバランスがどのように変わるのか見ることが重要課題だと考える。

●資料 2 について説明。

（主な議事）

・ソフトウェアとハードウェアが現状と将来で値段が変化しないという整理であるように感じる。部品の削減の流れがあるうえ、サブスクリプションコストが増えていく話やクラウド上など車両に直接搭載されないサービスによる新しいビジネスモデルを考慮できるとよいのではないか。

・クラウド上のものも評価が必要であると考えているが、生産時を対象としている産業連関表を

元にしているため、使用時にあたるクラウド利用とは時点が異なり、影響のパターンは産業連関表から算出できない。
・EV と自動運転は導入される時期が異なるため、分けて整理する方がわかりやすい。
・使用できるデータは何年か古いものとなってしまい、今回の資料でも 2016 年の産業連関表を使われているため、関連するコストや資材の値段も変わっている可能性もある。コストの変化に加えイノベーションが起きることも考えると、計算したデータがどの時点のものか明記し、直近の動向や方向性について示唆できるとよいのではないか。
・産業連関表から機械的に計算するとイノベーションは馴染まない部分であり、言葉で補足説明する必要があると考えている。
・イノベーションが起きうる分野の分析では、ドラスティックな仮定も見受けられる。今後、機器の価格が半額になるという仮定も非現実的ではなく、同様な方法で価格を半額とした場合の影響も検討できるとよい。

●資料３について説明。
（主な議事）
・システムが作動すると 100%人を救えるが、作動割合が５割もしくは９割という設定であると、製品としてみた時にこの設定は無理があるのではないか。現実的に状況により救えないことを考えると、システムは 99.99%作動するが、それでも結果として人を救えるのが 5 割あるいは９割の場合という方が、想定される製品と性能の説明として適切ではないか。
・非金銭的な損害を把握しようとする試みは興味深いが、非金銭的な損害を把握するのは非常に難しいので、できないときはできないとしてもよいと思う。
・刑事責任は具体的な記載があるが、民事責任については抽象的な記載である。被害者は亡くなられる前提なので、民事責任ももう少し責任を感じるような記載にした方がアンケートの回答者が重要性を感じるのではないか。
・事故を起こしたときは家族にも迷惑がかかるが、仮想の設問ではそこまで考えが及ばないので、気付いてもらえるように、その他の項目に記載してリマインドし、状況を整理してもらった状態で回答してもらう方が信頼のある回答になると思う。
・65 歳以上が使えるサポカー購入補助金制度があるが、そのような情報を提供することで、65 歳以上と 65 歳未満で回答に違いが出るかもしれない。
・補助金について記載した時に支払い意思額がどのような影響を与えるか不透明である。あくまで自己負担額を印象付けるため、補助金については述べない方がよいのではないか。
・補助装置は一切ついていない状況を想定して回答してもらった方がよいかもしれない。ただし、所有している車への安全デバイスの搭載有無については尋ねて、変数をコントロールとすることを考えている。
・料金を 1 年間の使用料として尋ねているが、従量料金は回答が極めて小さくなりやすい定額料金バイアスがある。サブスクリプションではなく、買い切りの方が金額は高く見積もられやすく、正しい回答となるのではないか。
・交通死亡事故発生確率等を 1 年間の値で示しており、購入としてしまうと割り戻しの計算が難しく、生命価値の計算にたどり着かなくなる恐れがある。また、内閣府の調査でも購入金額では

なく、年間支払い意思額であり、金額も内閣府と同じように設定している。内閣府調査との整合性も図りたいと考えており、設定については、持ち帰って検討したい。

●資料 4 について説明。

（2）今後の予定

・今年度は本会議をあと 2 回実施予定である。

（3）全体を通して

・様々な大学において自動運転や自動運転に特化しない周辺技術である情報通信、DX 等については、テクノロジーと社会での受容や普及あるいは拒否ということも重要な話題であると思われるので、意見交換・情報交換を引き続きお願いいたしたい。

以 上

第 6 回 自動走行システムの社会的影響に関する検討会　議事概要

1　日時：令和 3 年 5 月 10 日（月）13:00～15:00

2　場所：WEB 形式

3　出席者

構成員　WEB 参加：

法政大学 糸久准教授、法政大学大学院 今井教授、東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構 須田教授・大口教授・中野教授・鈴木准教授・梅田特任研究員、東京大学大学院 垣内教授・北村准教授、香川大学 紀伊教授、名古屋大学大学院 倉地特任准教授、立命館大学 塩見准教授、中央大学 中村教授、同志社大学 三好教授・山本教授・渡辺学術研究員、大阪大学 山崎准教授

事務局　社会システム株式会社（東野氏、金子氏）

支援

4　議事概要

（1）調査の進捗状況

●資料 1 について説明。

（主な議事）

・本日の報告では、非現実的な回答を記載するなど、抵抗回答など不適切なサンプルも含む全サンプルの分析結果と、こうしたサンプルを除いた結果だけによるものと両方が示されたが、基本的には抵抗回答を除いた分析結果だけで論じればよいのではないか、との議論がなされた。

・非金銭的損失の定義や解釈の仕方で、むしろ直接的影響に対する間接的な影響、という理解の方が適切かも知れない、という論点が出されるとともに、定義を明確にしておかないと他の分野の方との議論が難しいとの指摘も出された。

・今回の調査において非金銭的損失として整理したものと、現実の民事裁判例などにおける金銭換算されている相場との対照表があると当初の研究委託の趣旨と合致するとの意見、また法律的な相当因果関係を用いた解釈も提示された。

●資料 2 について説明。

（主な議事）

・交通分担率の推計結果の中で、各シナリオとも手動運転車が一定数残る結果となった理由として、被験者が自動運転技術を十分にイメージできないこと、車を保有するコストを日頃意識していないこと、などが想定されることが論じられた。

・自動運転車の期待の係数は定数項のように共通の値を使用されているが、個人ごとに定義される変数とすることで、どのような人がどの程度自動運転車に期待を持っているのかを分布として捉えて分析できると、より現実味の高い分析として理解しやすい可能性が指摘された。

・新たな生活を始めるという前提でも、今まで使用していた手動運転車から変更しない層が一定数いて、手動運転車に残ってしまうことは、スイッチングコスト（現状を変えようとしない慣性の影響）もあると考えられる。この結果からは、スイッチングコストを下げる政策により自動運

転への転換が進むとの解釈ができるだろう、の見解が示された。

●資料３について説明。

（２）その他

・自動走行システムの社会的影響に関する検討は今回の検討会で終了する。

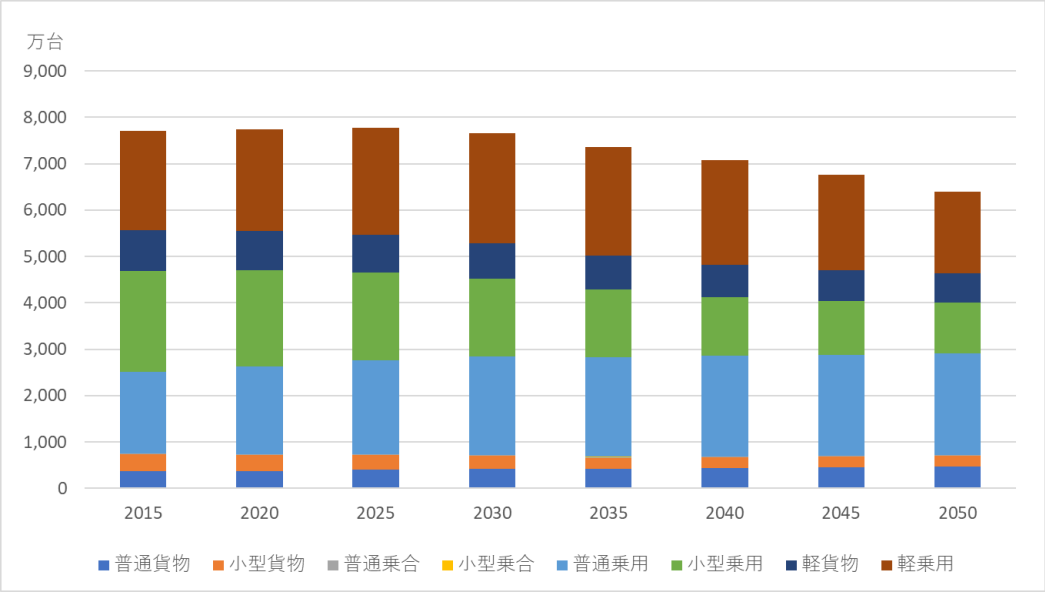
以 上

第A章　自動運転車の普及シミュレーション　動学モデルのシミュレーション結果

本編では、動学モデルによる普及シミュレーションの結果として「3.5.7 ベースケースのシミュレーション」において GDP 中位ケースのシミュレーション結果を示した。動学モデルシミュレーションでは将来 GDP の設定としてその他に高位ケース、低位ケースのシナリオを想定したシミュレーションを行った。それぞれの結果を以下に示す。

A.1　GDP 高位ケースのシミュレーション結果

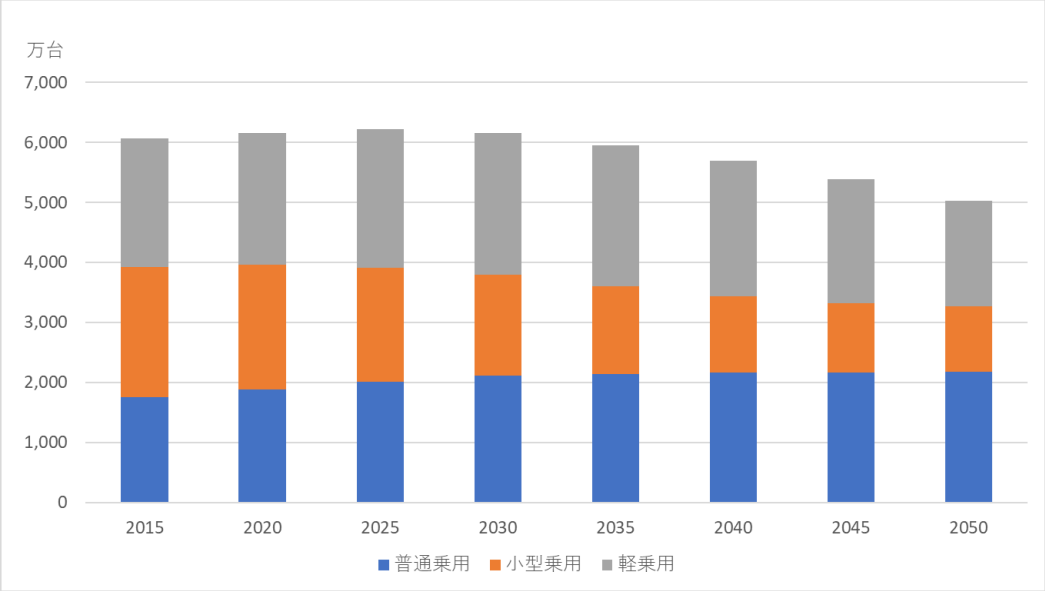
GDP 高位ケースの車種別保有台数は図 A.1-1 のようになる。保有台数は 2025 年頃をピークとして減少し、2050 年では約 6,400 万台となる。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 A.1-1　車種別保有台数（GDP 高位ケース）

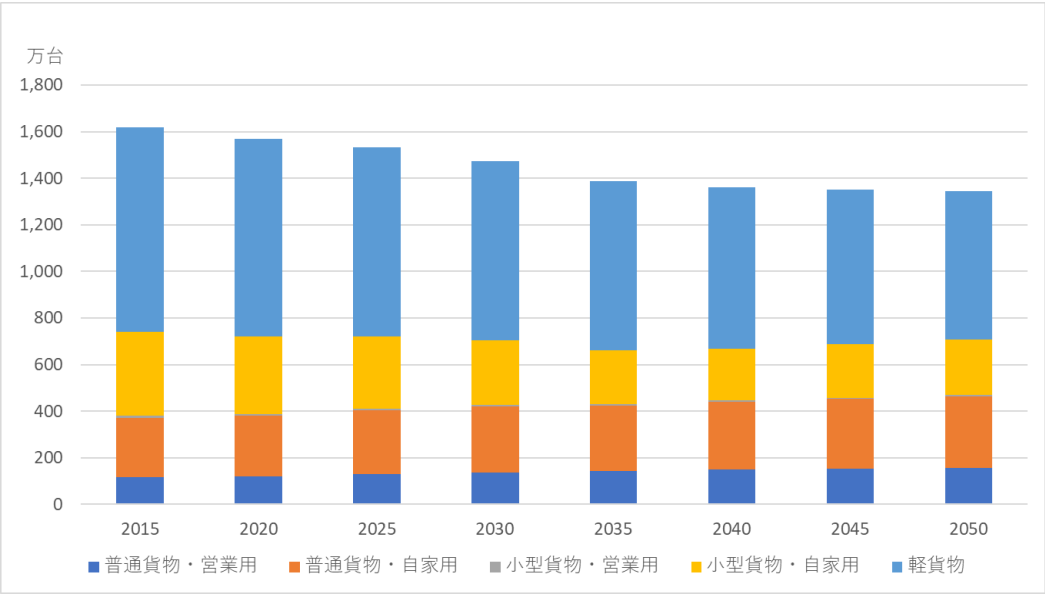
乗用車の保有台数は図 A.1-2 のようになり、2025 年に約 6,200 万台のピークの後、人口減少に伴い 2050 年には約 5,000 万台にまで減少する。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 A.1-2 乗用車の車種別保有台数（GDP 高位ケース）

一方、貨物車の保有台数は図 A.1-3 のようになる。GDP の成長により物流を維持するために、2040 年以降も約 1,400 万台となっている。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 A.1-3 貨物車の車種別保有台数（GDP 高位ケース）

自動運転車カテゴリ別にみると、図 A.1-4 のようになる。2035 年以降も自動運転車カテゴリ C1 の車が多くを占め、2050 年で自動運転車カテゴリ C2 以上の車は保有台数の約 44%であり、自動運転車カテゴリ C4 以上は約 37%となる。

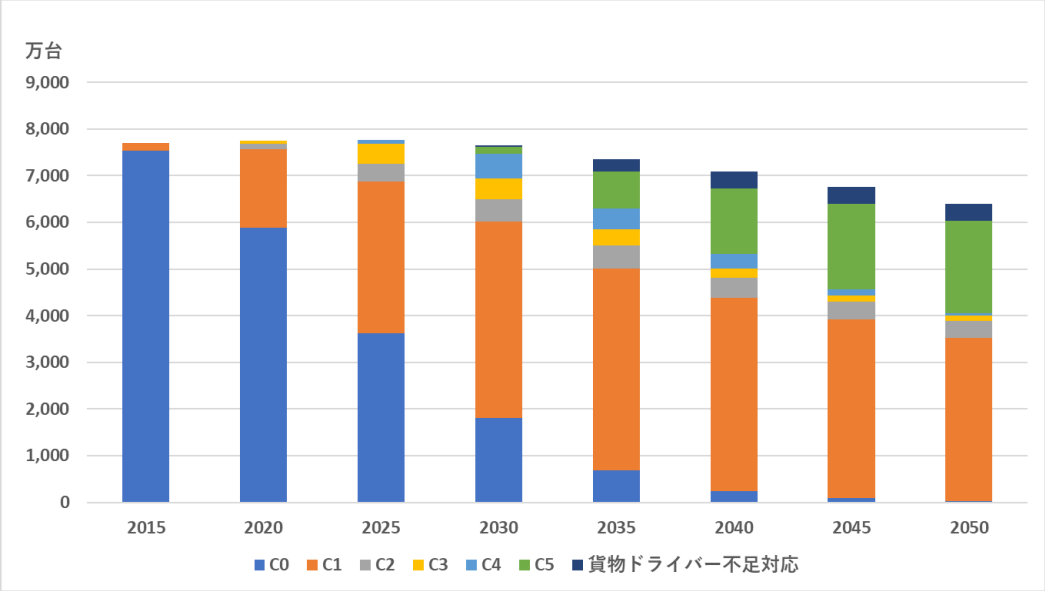


図 A.1-4 自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 高位ケース、推計値）

乗用車では、図 A.1-5 のように、2050 年において自動運転車カテゴリ C2 の割合は約 42%であり、自動運転車カテゴリ C4 以上の車は約 34%となり、保有台数の 50%以上が SAE Level 1 の車となる。

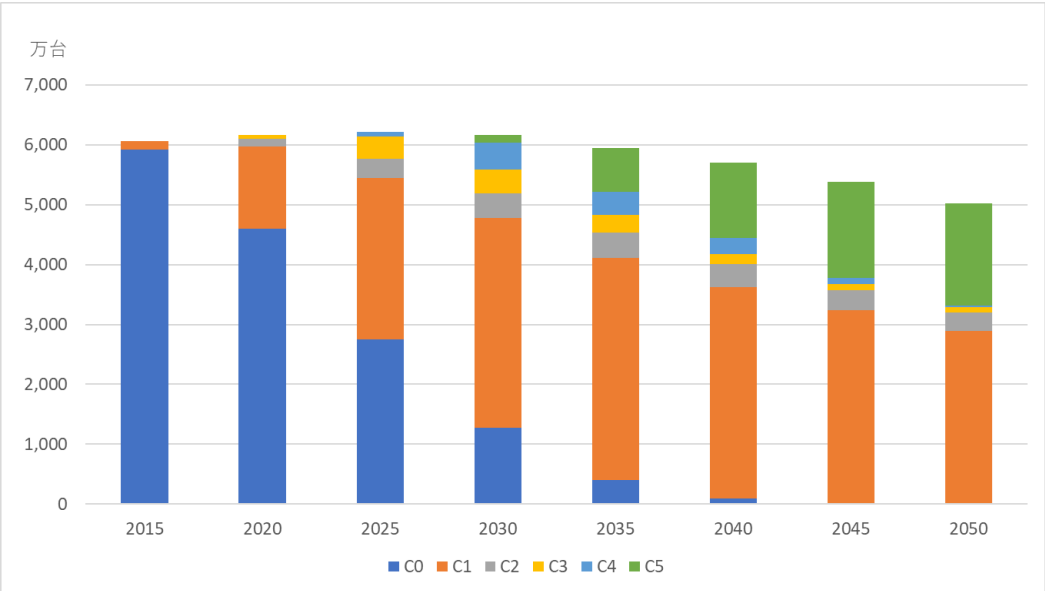


図 A.1-5 乗用車の自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 高位ケース、推計値）

貨物車では図 A.1-6 のように、2050 年で自動運転車カテゴリ C2 以上が約 53%、自動運転車カテゴリ C4 以上が約 48%と乗用車よりも大きくなる。これは、ドライバー不足対策としての自動運転車の導入効果が大きく、2050 年ではドライバー不足対策としての自動運転車が約 361 万台、保有台数の約 27%を占めている。

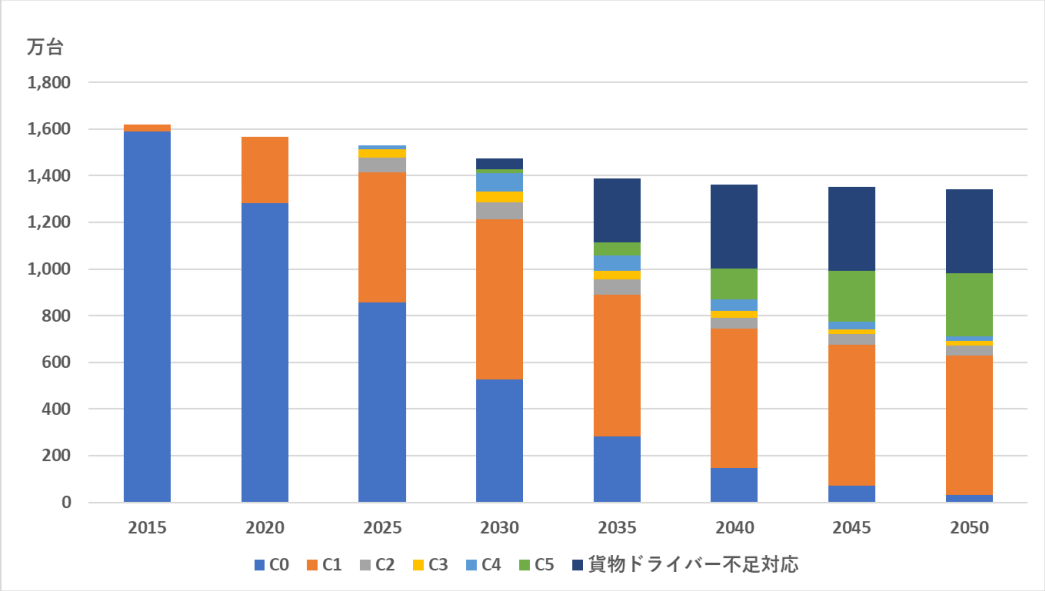
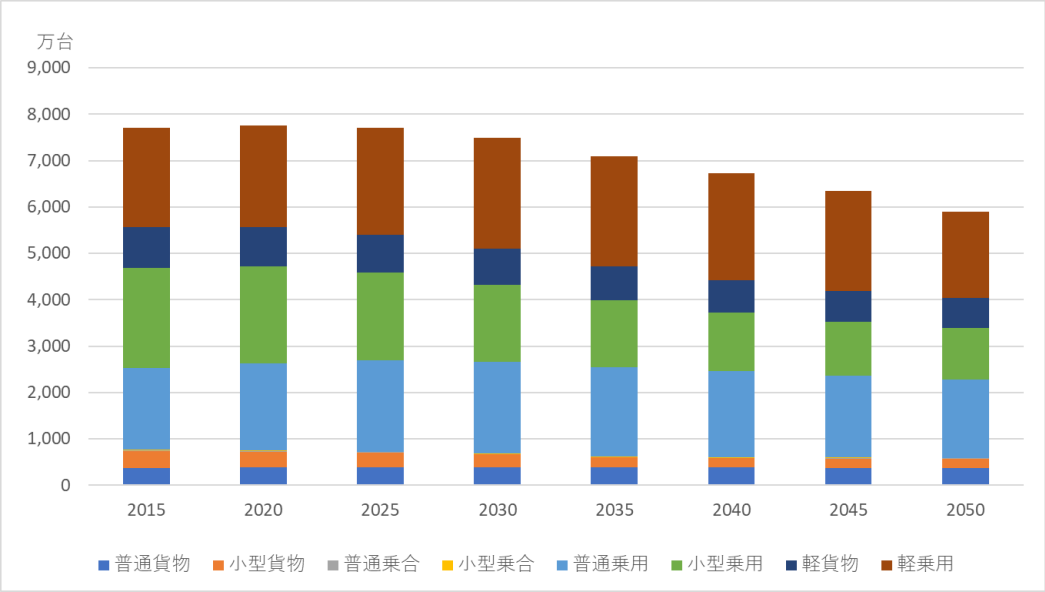


図 A.1-6 貨物車の自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 高位ケース、推計値）

A.2 GDP 低位ケースのシミュレーション結果

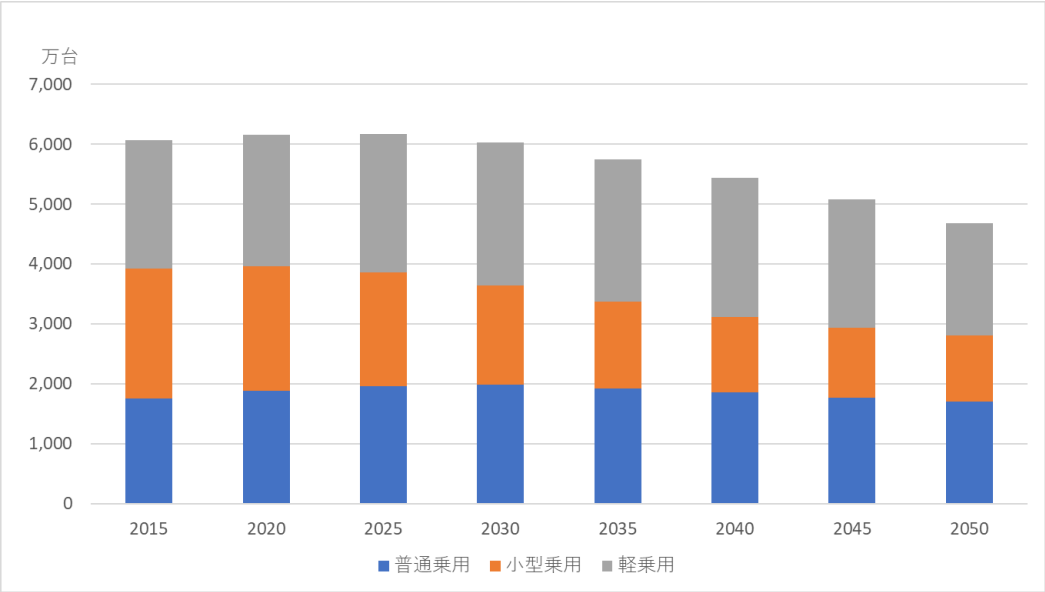
GDP 中位ケースの車種別保有台数は図 A.2-1 のようになる。保有台数は 2025 年頃をピークとして減少し、2050 年では約 5,900 万台となる。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 A.2-1 車種別保有台数（GDP 低位ケース）

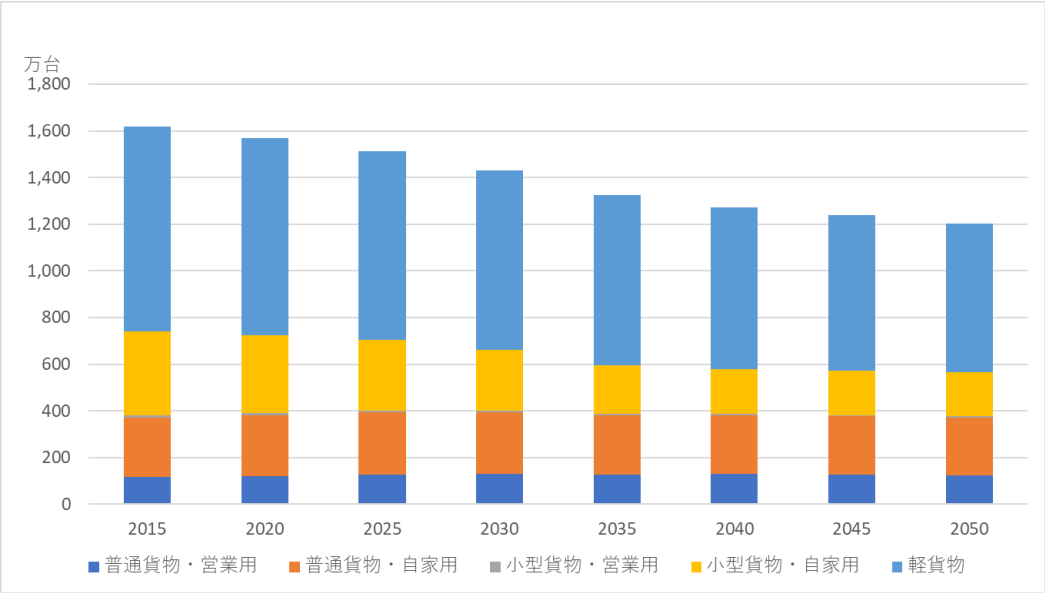
乗用車の保有台数は図 A.2-2 のようになり、2025 年に約 6,200 万台のピークの後、GDP の停滞、人口減少に伴い 2050 年には約 4,700 万台にまで減少する。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 A.2-2 乗用車の車種別保有台数（GDP 低位ケース）

貨物車の保有台数は図 A.2-3 のようになる。GDP の停滞により、2050 年では約 1,200 万台となっている。



出所: 2015 年は自動車保有車両数（自動車検査登録情報協会,平成 28 年 3 月末）

図 A.2-3 貨物車の車種別保有台数（GDP 低位ケース）

自動運転車カテゴリ別にみると、図 A.2-4 のようになる。2035 年以降も自動運転車カテゴリ C1 の車が多くを占め、2050 年で自動運転車カテゴリ C2 以上の車は保有台数の約 42%であり、自動運転車カテゴリ C4 以上は約 37%となる。

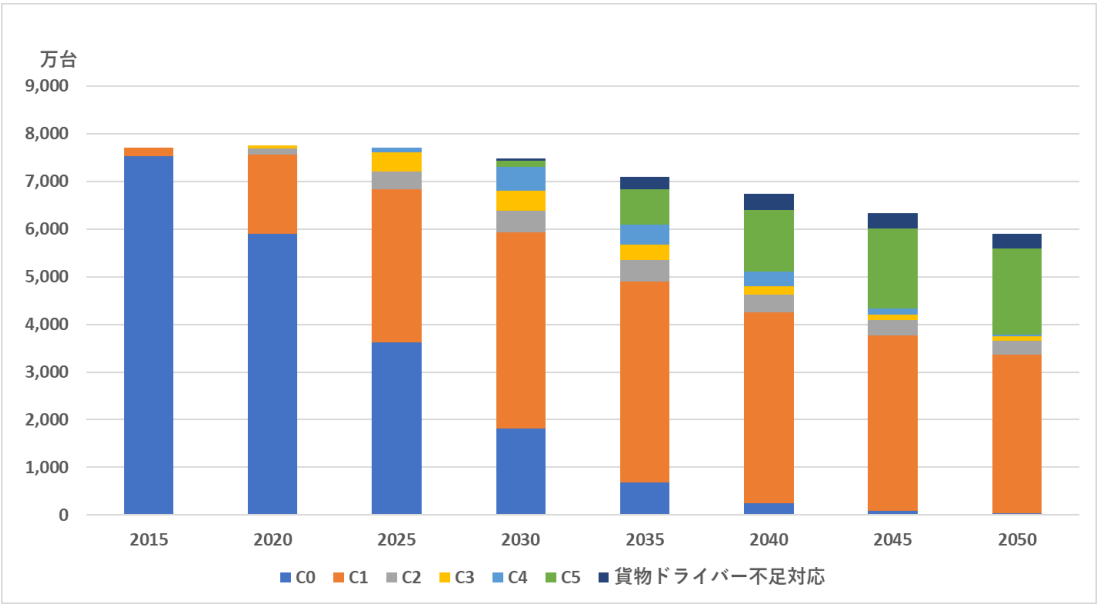


図 A.2-4 自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 低位ケース、推計値）

乗用車では、図 A.2-5 のように、2050 年において自動運転車カテゴリ C2 の割合は約 40%であり、自動運転車カテゴリ C4 以上の車は約 34%となり、保有台数の 60%程が SAE Level1 の車となる。

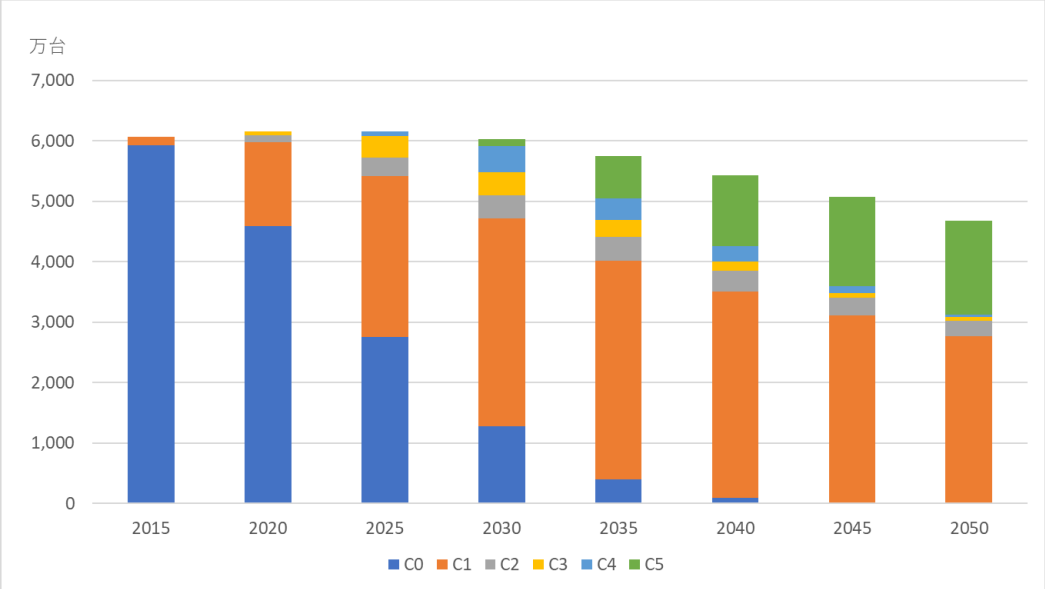


図 A.2-5 乗用車の自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 低位ケース、推計値）

貨物車では図 A.2-6 のように、2050 年で自動運転車カテゴリ C2 以上が約 52%、自動運転車カテゴリ C4 以上が約 48%と乗用車よりも大きくなる。これは、ドライバー不足対策としての自動運転車の導入効果が大きく、2050 年ではドライバー不足対策としての自動運転車が約 312 万台、保有台数の約 26%を占めている。

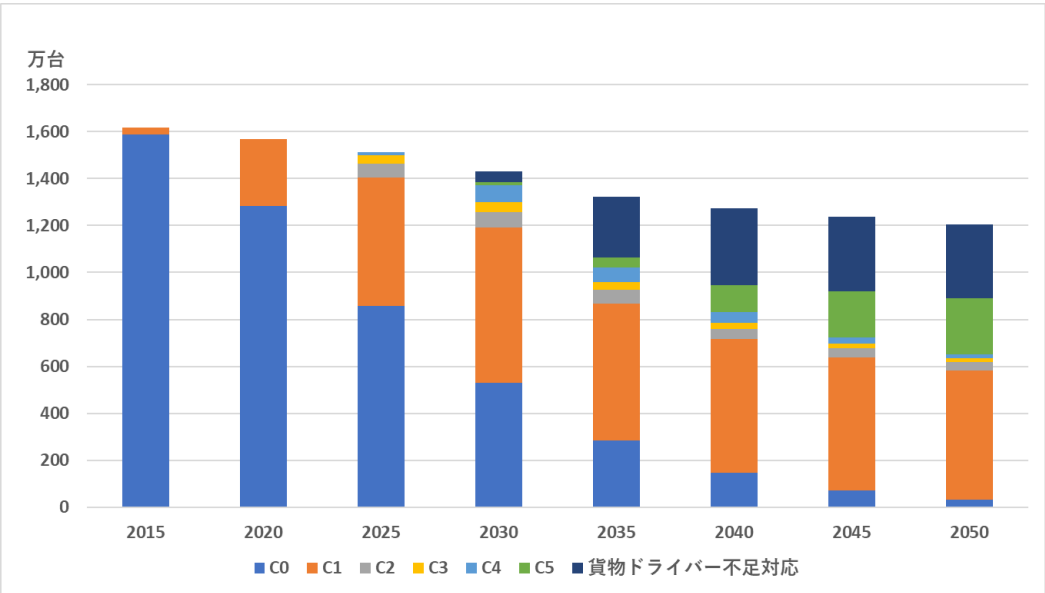


図 A.2-6 貨物車の自動運転車カテゴリ別保有台数（GDP 低位ケース、推計値）

第B章　自動運転車への支払意思額等の Web アンケート調査

B.1　アンケートの概要

「自家用車に、どのような自動運転車がどの程度普及するのか」を評価するため、消費者の WTP（支払意思額）を計測するアンケートを実施した。調査名は「自動運転に関する調査」、実施主体は同志社大学　技術・企業・国際競争力研究センターとして実施した。このアンケートでは、自動運転車の WTP に、消費者の普段の運転や自動運転車への関心・知識なども計測し、それらの WTP への影響を分析した。

アンケート対象者は、委託業者の登録モニターの中から表 B.1-1 のようにサンプリングした。

表 B.1-1 アンケート対象者

	条　件
対象者	自家用車所有者（あるいは過去に所有していた人）で且つ自動車の運転免許保有者（あるいは過去に保有していた人）
性別	男性、女性で均等にサンプリング
年齢階層	～39 歳、40～59 歳、60 歳以上の 3 区分で均等にサンプリング
居住地	3 大都市圏、それ以外の 2 区分で均等にサンプリング

アンケートは、インターネット上に用意した Web サイトで対象者に回答してもらう Web アンケートの方式で表 B.1-2 の期間に実施し、合計 6,165 件の回答を回収した。アンケートを実施の途中（2019/12/9～2019/12/11）、1,006 件の回答を収集した段階で、WTP に関する回答の状況を確認して質問の表現や提示価格の見直しを行い、2019/12/16～2019/12/20 の期間で追加的に 5,159 件の回答を得た。

表 B.1-2 アンケート期間と回収件数

No	期　間	回収件数
1	2019/12/9～2019/12/11	1,006 件
2	2019/12/16～2019/12/20	5,159 件
計		6,165 件

回答者は、図 B.1-1 のアンケートフローに従い、所有している（あるいは過去に所有していた）車種を想定して、アンケートに回答してもらった。各回答者には 2 種類の自動運転車カテゴリについて、WTP を調査した。アンケートには自動運転に対する WTP（支払い意志額）に対する質問（②）の他、普段の運転と交通の考え方（①）、提示したカテゴリの機能に対する感想・関心（③）、自動運転（全般）に関する知識・期待（④）についても調査した。①③④の質問項目の設定にあたっては、筑波大学 谷口綾子教授からアドバイスを頂戴すると共に、谷口教授ご承諾の下、谷口教授が実施されたアンケート調査を一部改変して利用した。

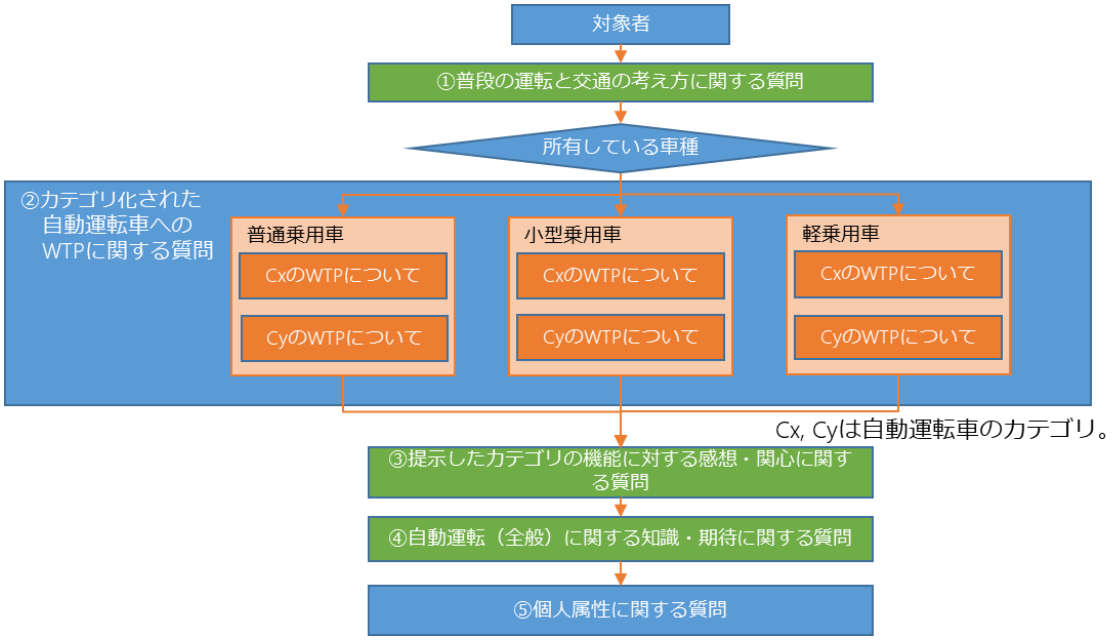


図 B.1-1 アンケートフロー

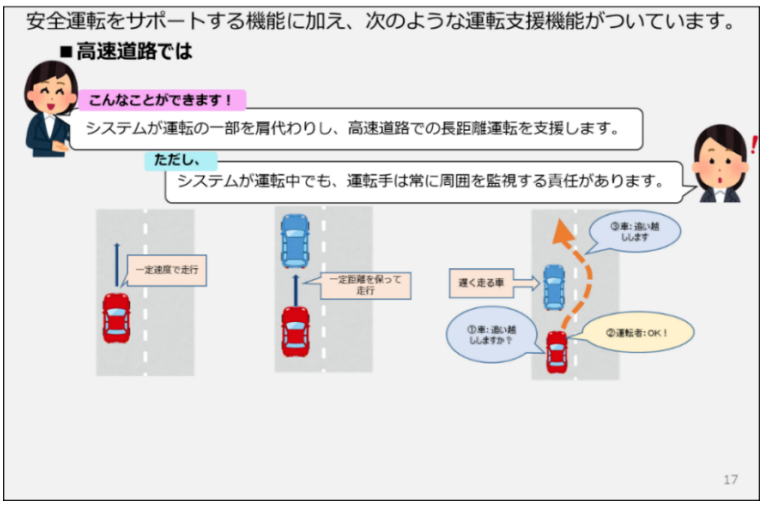
普段の運転と交通の考え方、提示したカテゴリの機能に対する感想・関心、自動運転（全般）に関する知識・期待に関する程度を聞く質問では、表 B.1-3 のように 1-5 の 5 段階の選択肢の中から選んでもらった。

表 B.1-3 質問の選択肢

質問内容	質問	選択肢				
普段の運転と交通の考え方	Q5-1～19 Q6-1～11	1:全く当てはまらない	2	3:どちらとも言えない	4	5:とても当てはまる
	Q7-1～3	1:全くそう思わない	2	3:どちらとも言えない	4	5:とてもそう思う
提示したカテゴリの機能に対する感想・関心	Q14-1～16	1:全くそう思わない	2	3:どちらとも言えない	4	5:とてもそう思う
自動運転（全般）に関する知識・期待	Q16-1～13	1:全く期待しない	2	3:どちらとも言えない	4	5:とても期待する

また、アンケートの質問中には、問題文をきちんと読んでいるかどうかの確認質問（説明文中に回答が書かれている質問）を用意して、回答者が問題文をきちんと読んでいるかを確認した。提示した自動運転車カテゴリ（表 3.4-1、P3-6）の説明と確認質問は以下の通りである。

自動運転車カテゴリ　C2(G2)

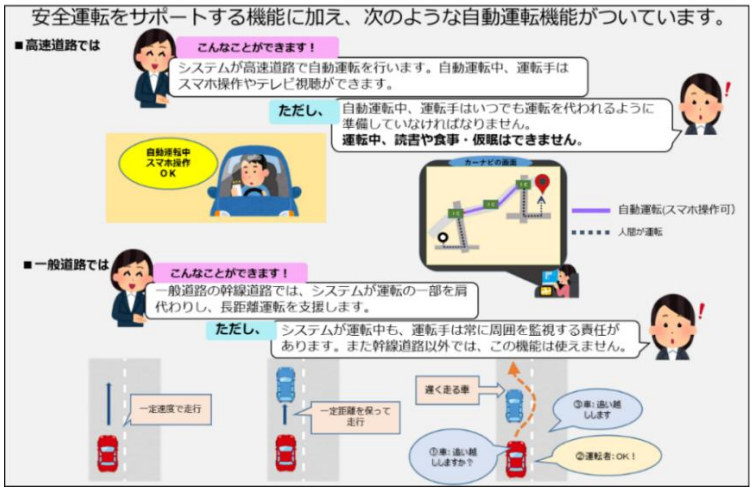


確認質問:この機能を付けると、高速道路では先行車と一定距離を保って走行ができますか？

正解:はい

図　B.1-2　自動運転車カテゴリ　C2(G2)

自動運転車カテゴリ　C3(G3)

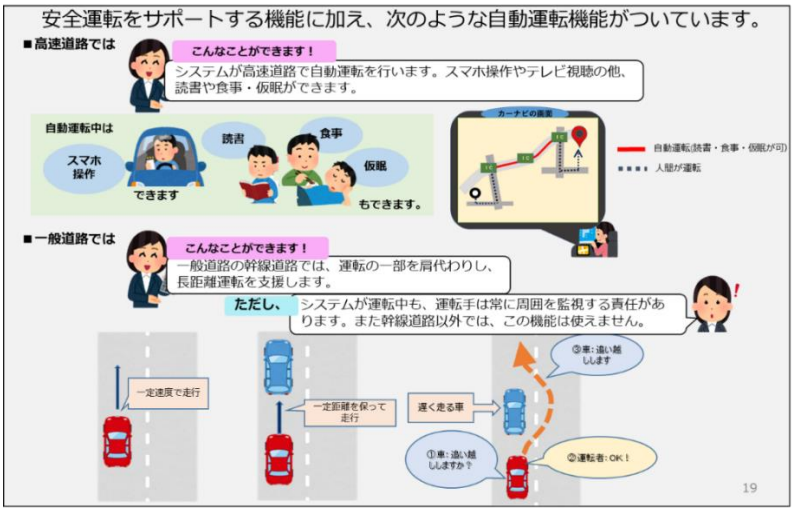


確認質問:この機能を付けると、高速道路では読書ができますか？

正解:いいえ

図 B.1-3 自動運転車カテゴリ　C3(G3)

自動運転車カテゴリ　(G4)

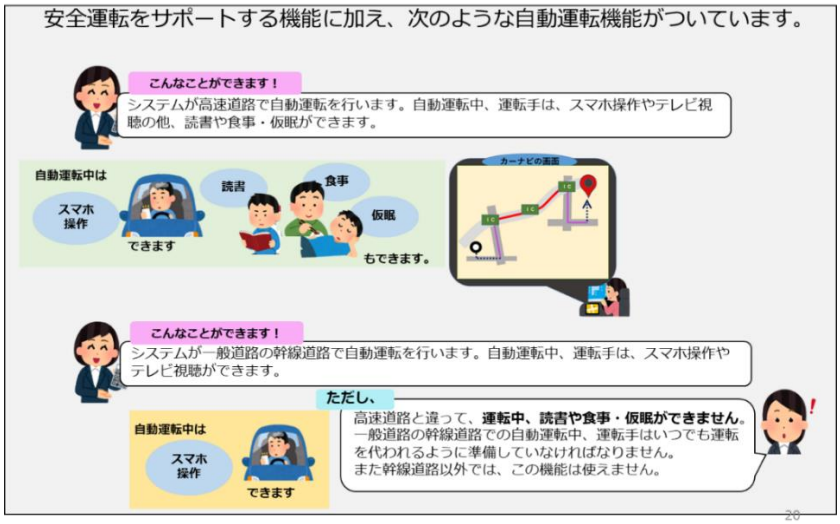


確認質問:この機能を付けると、高速道路では読書ができますか？

正解:はい

図 B.1-4 自動運転車カテゴリ　(G4)

自動運転車カテゴリ　C4(G5)

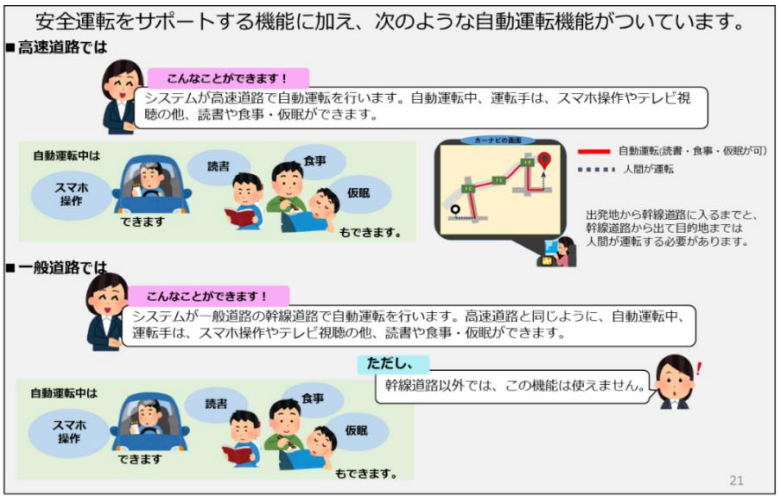


確認質問:この機能を付けると、一般道路の幹線道路では読書ができますか？

正解:いいえ

図 B.1-5 自動運転車カテゴリ　C4(G5)

自動運転車カテゴリ　C5(G6)

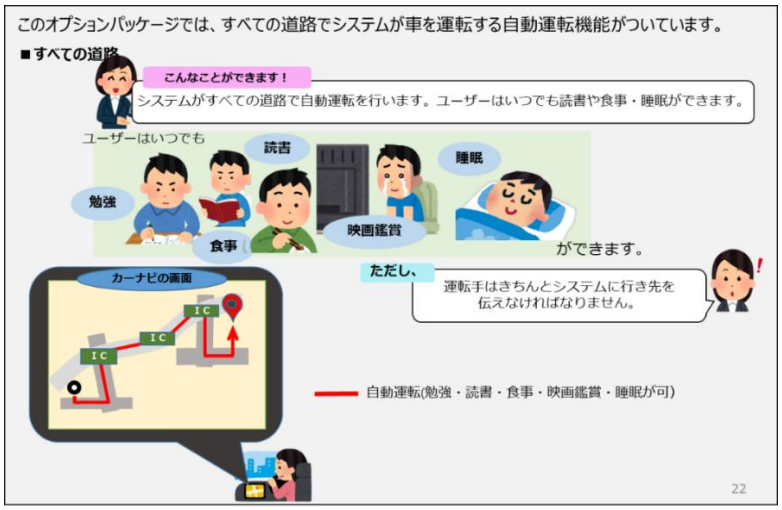


確認質問:この機能を付けると、一般道路の幹線道路では読書ができますか？

正解:はい

図 B.1-6 自動運転車カテゴリ　C5(G6)

自動運転車カテゴリ　C6(G7)



確認質問:この機能を付けると、走行中に、いつでも食事ができますか？

正解:いいえ

図 B.1-7　自動運転車カテゴリ　C6(G7)

B.2 単純集計結果

以下では、全回答 6,165 件と確認質問正解者の回答 1,828 件に分けて、全質問の単純集計結果を示す。

B.2.1 回答者属性

1. 性別の分布

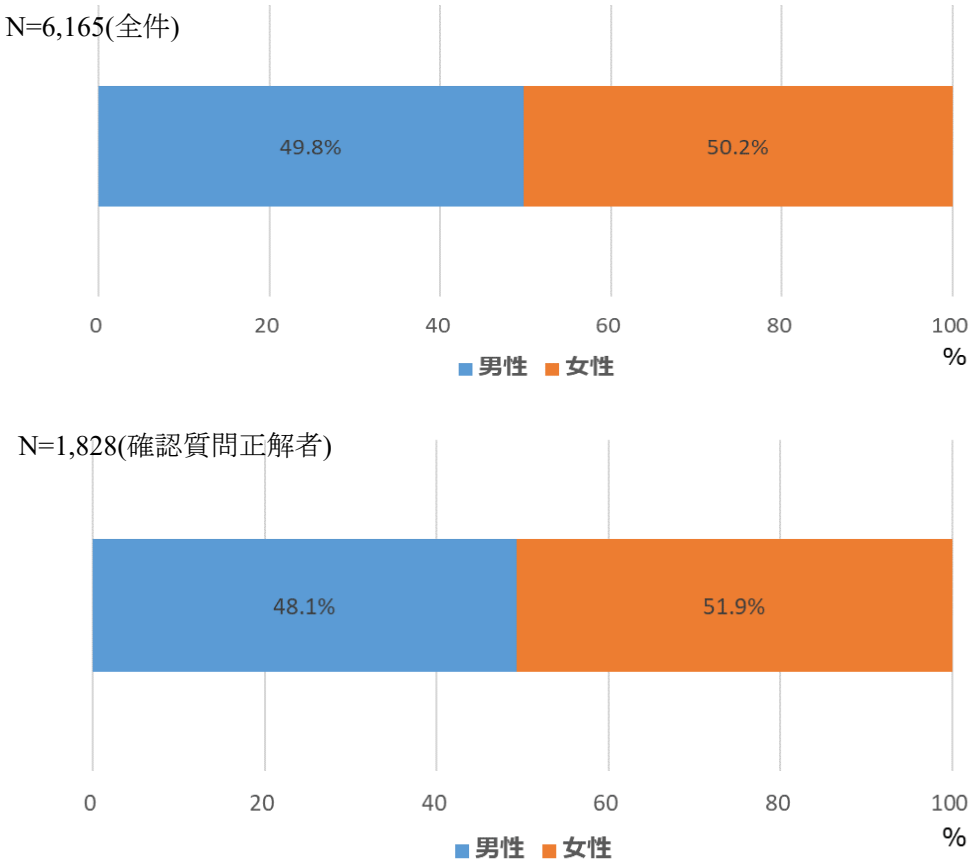


図 B. 2-1　性別の分布

2. 年齢階層の分布

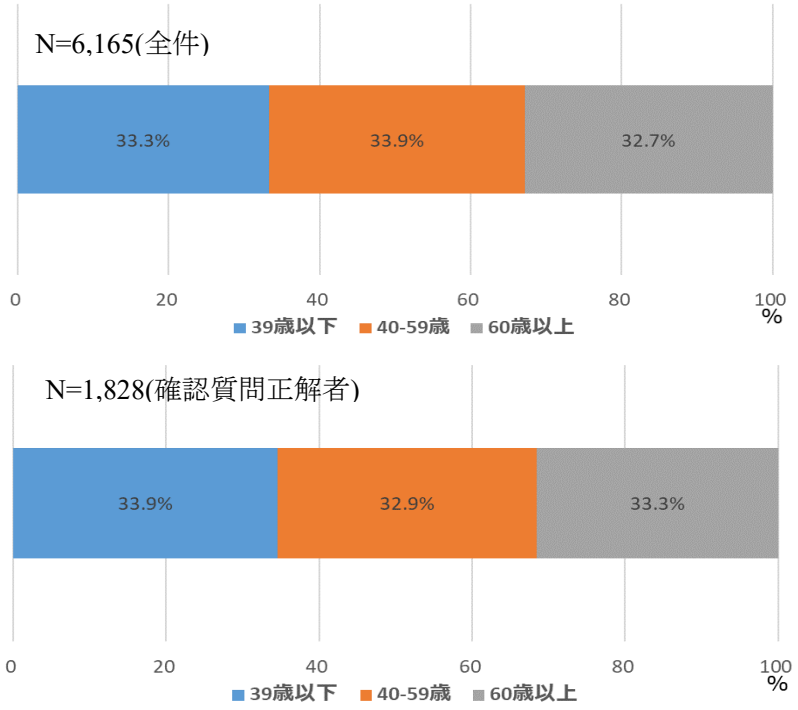


図 B. 2-2　年齢階層の分布

3. 居住地の分布

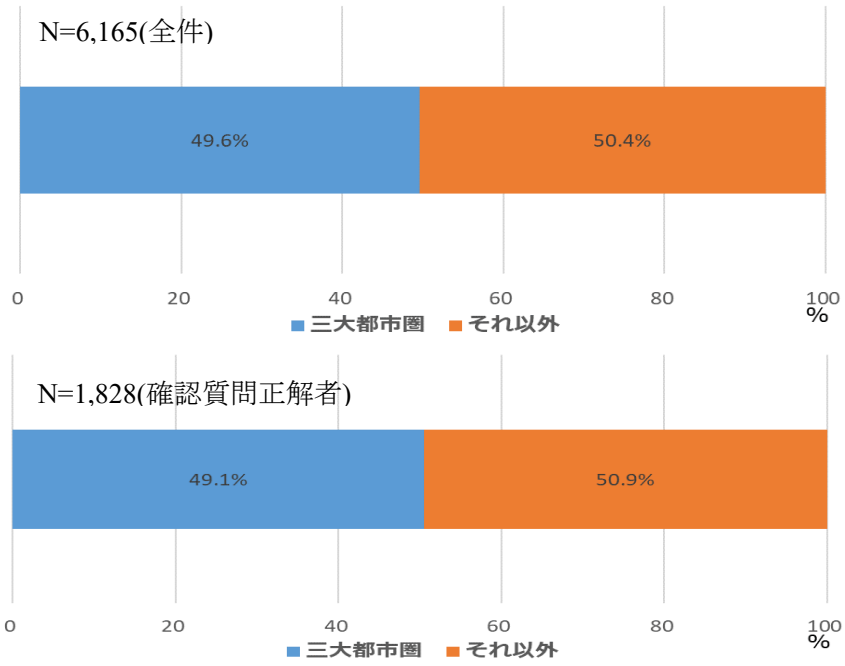


図 B. 2-3　居住地の分布

4. 世帯年収の分布（単一回答）

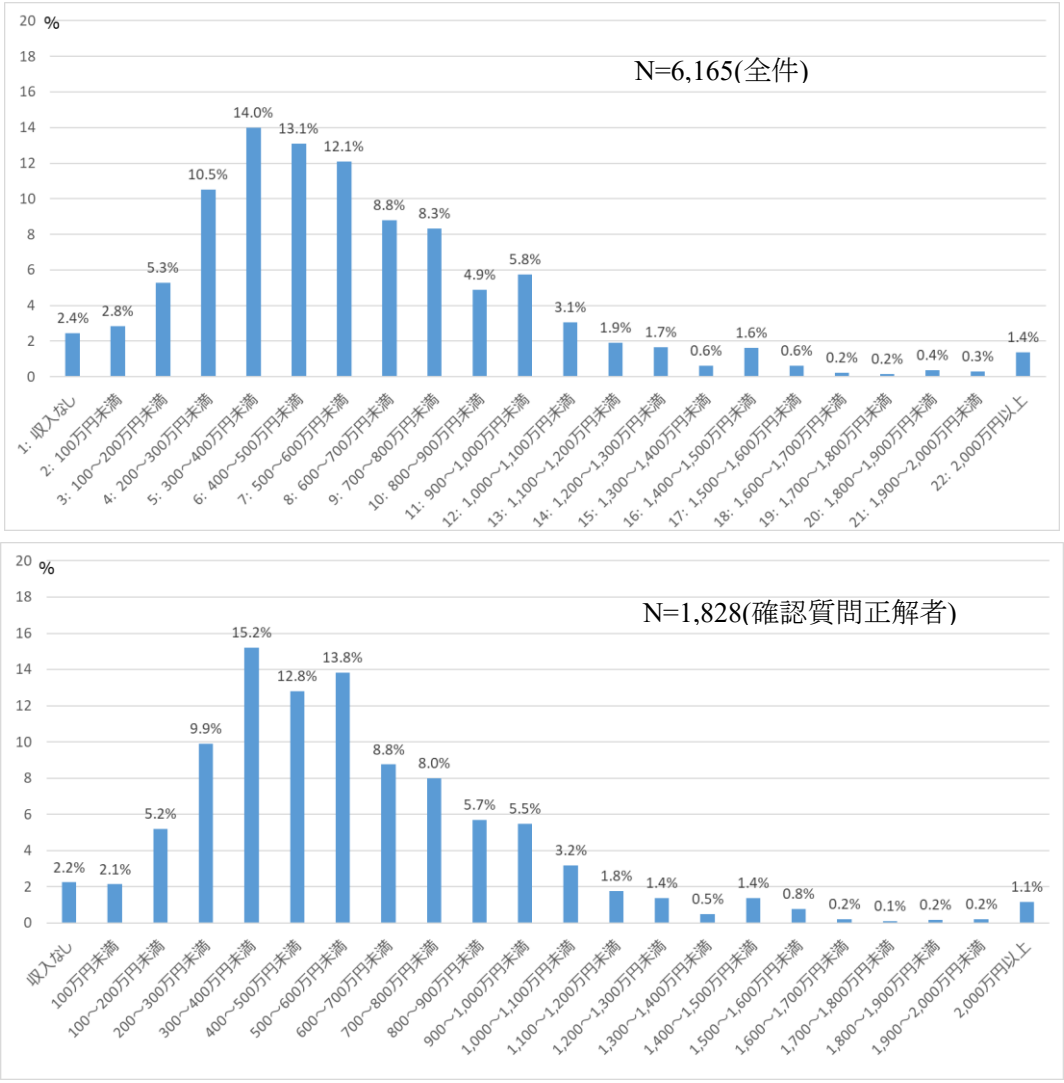


図 B. 2-4　世帯年収の分布（単一回答）

5. 職業の分布

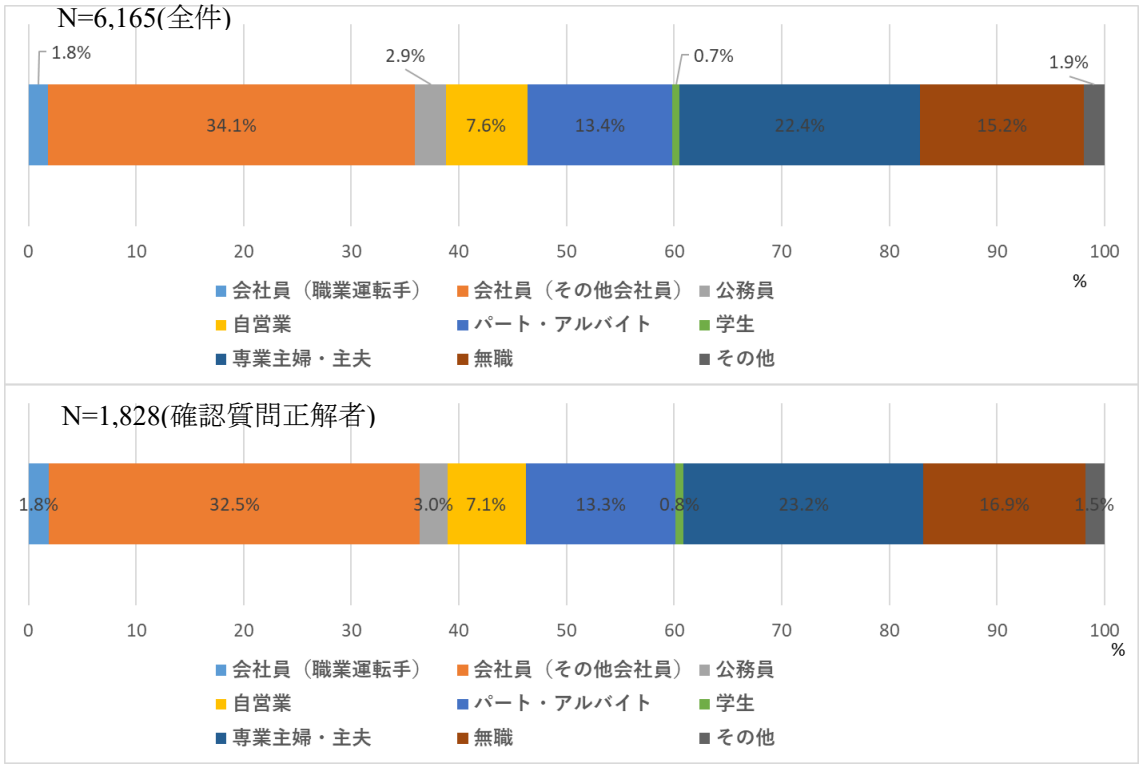


図 B. 2-5　職業の分布

6. 世帯人員の分布

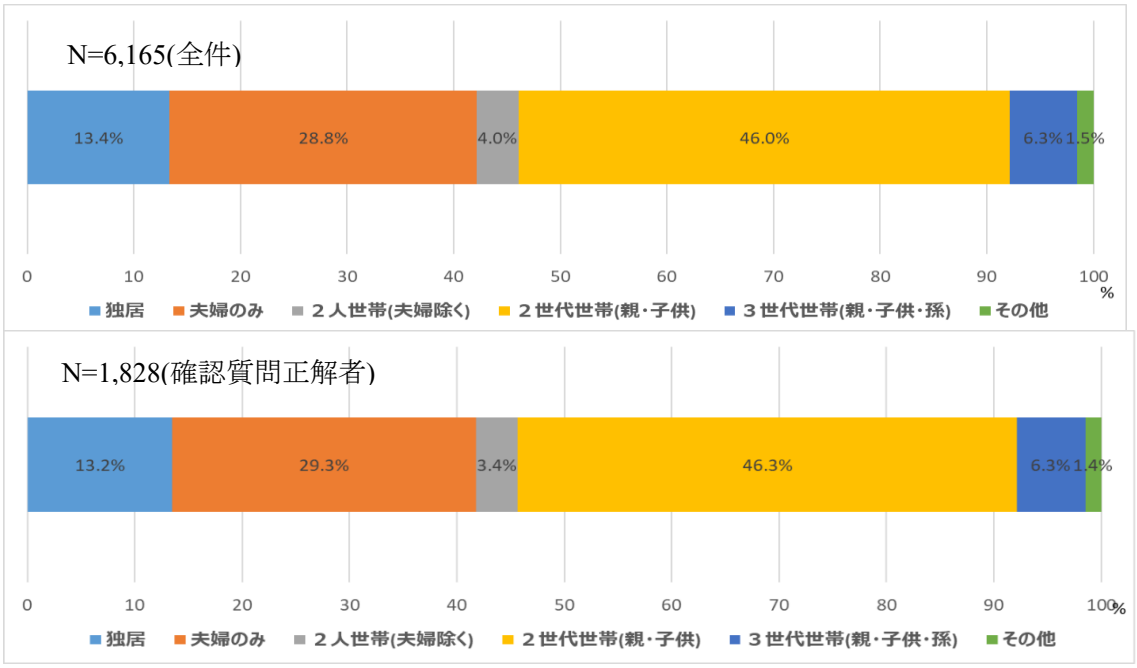


図 B. 2-6　世帯人員の分布

B.2.2 普段の運転と交通の考え方に関する質問

1. 【Q2】所有している自家用車の車種の分布

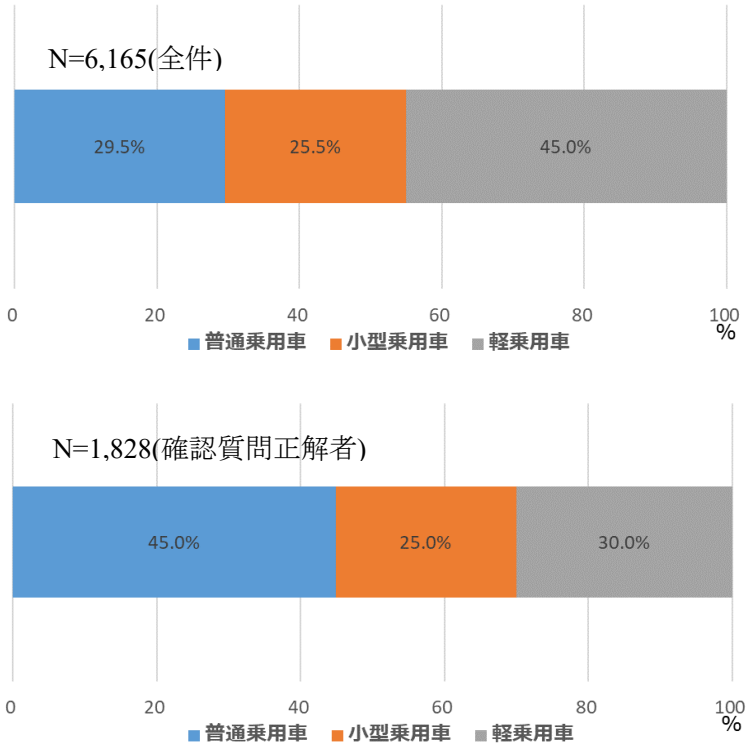


図 B.2-7　所有している自家用車の車種の分布

2. 【Q3-1】クルマの運転回数の分布（回／週）（単一回答）

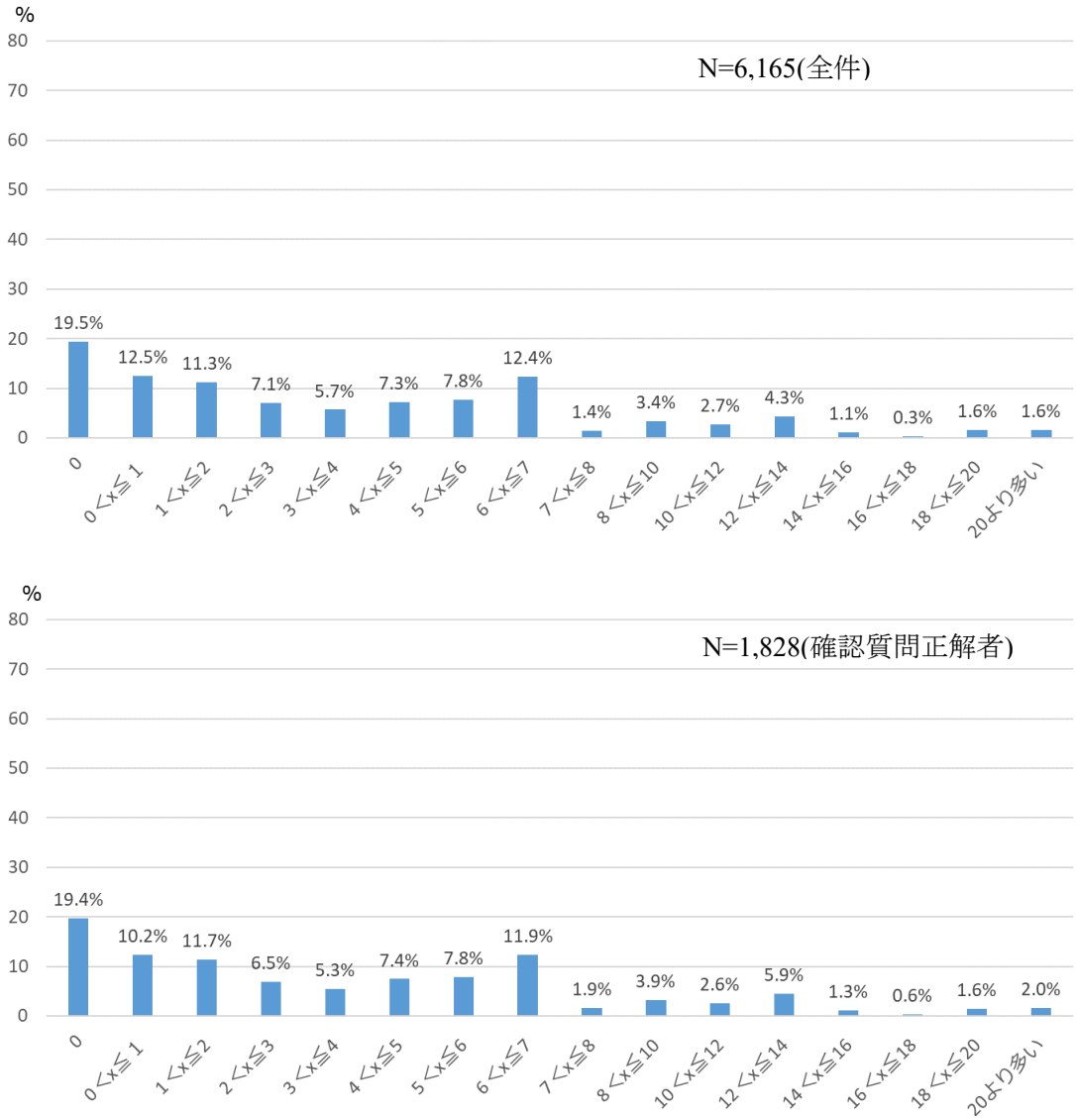


図 B. 2-8　クルマの運転回数の分布（回／週）x=運転回数(回/週)　（単一回答）

3. 【Q3-2】クルマの運転時間の分布（時間／週）（単一回答）

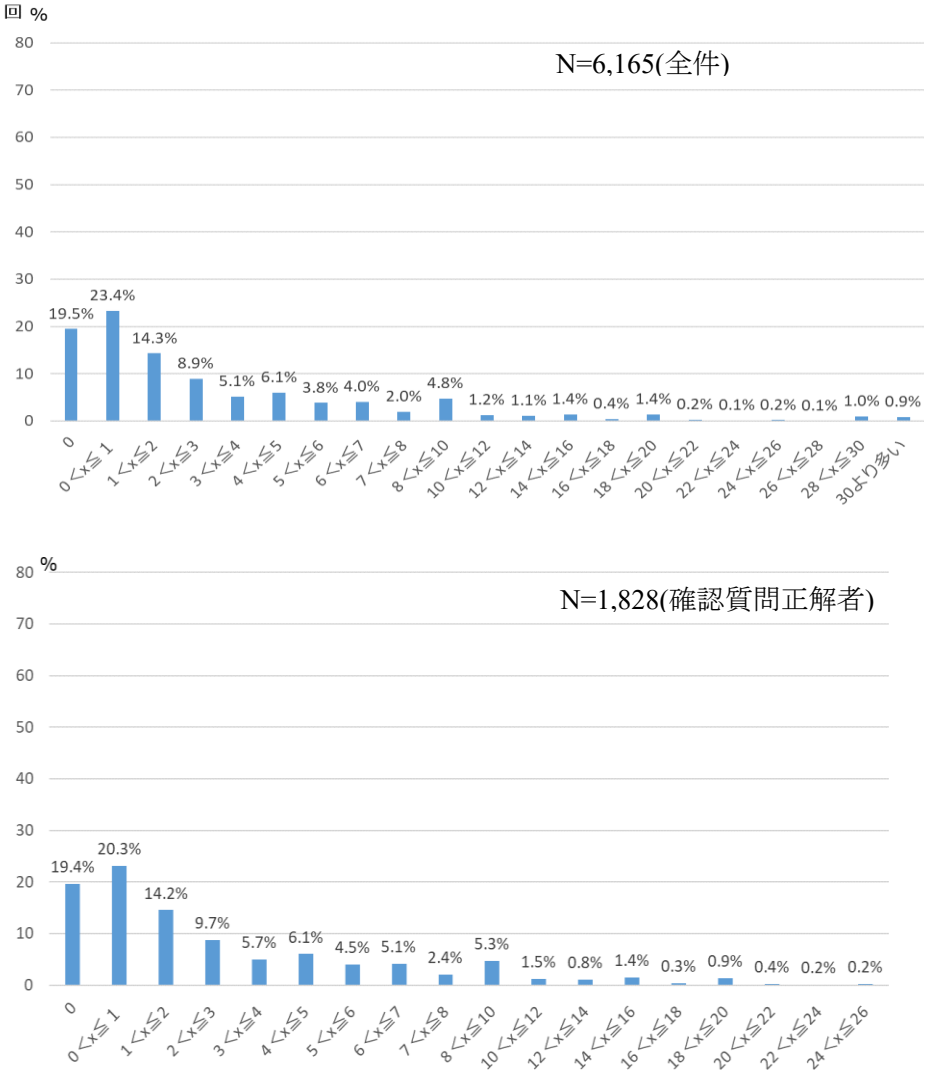


図 B.2-9　クルマの運転時間の分布（時間／週）x=運転時間(時間/週)　（単一回答）

4. 【Q3-3】クルマの運転回数のうち、送迎回数の分布（回／週）（単一回答）

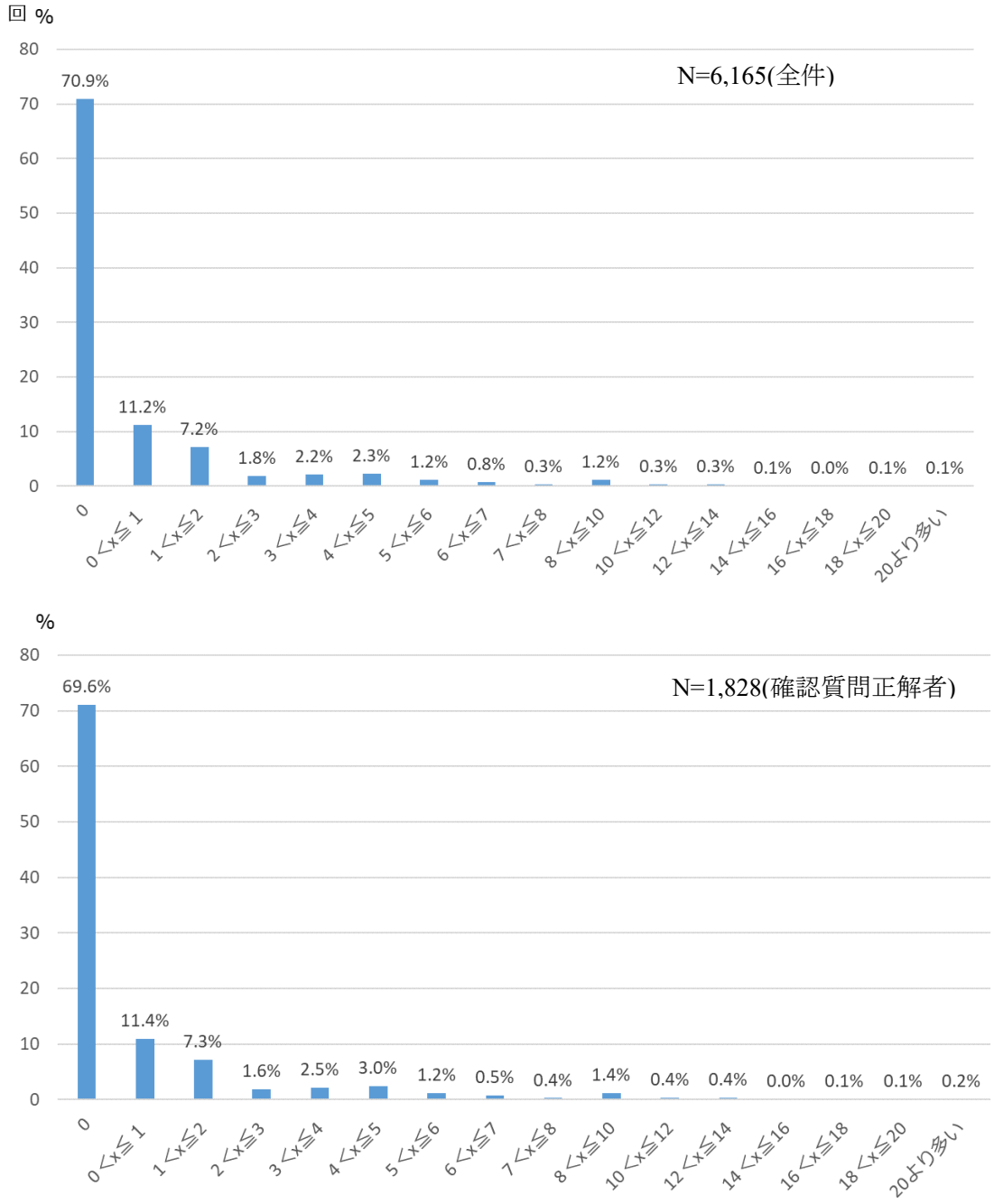


図 B. 2-10　クルマの運転回数のうち、送迎回数の分布（回／週）x=送迎回数(回/週)　（単一回答）

5. 【Q3-4】クルマの運転時間のうち、送迎時間の分布（時間／週）（単一回答）

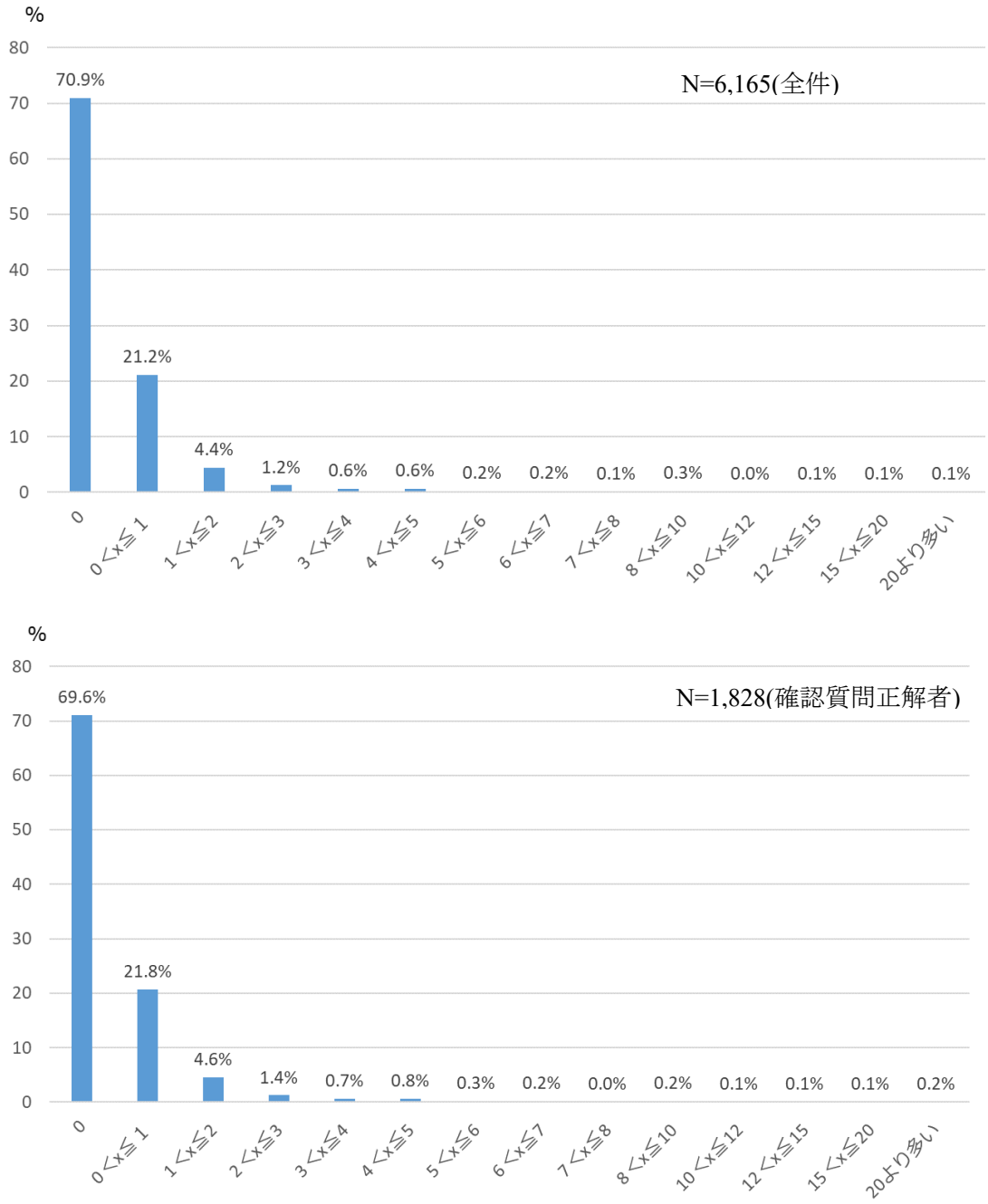


図 B. 2-11　クルマの運転時間のうち、送迎時間の分布（時間／週）x=送迎時間(時間/週)　（単一回答）

6. 【Q3-5】他の人が運転する車に同乗する回数の分布（回／週）（単一回答）

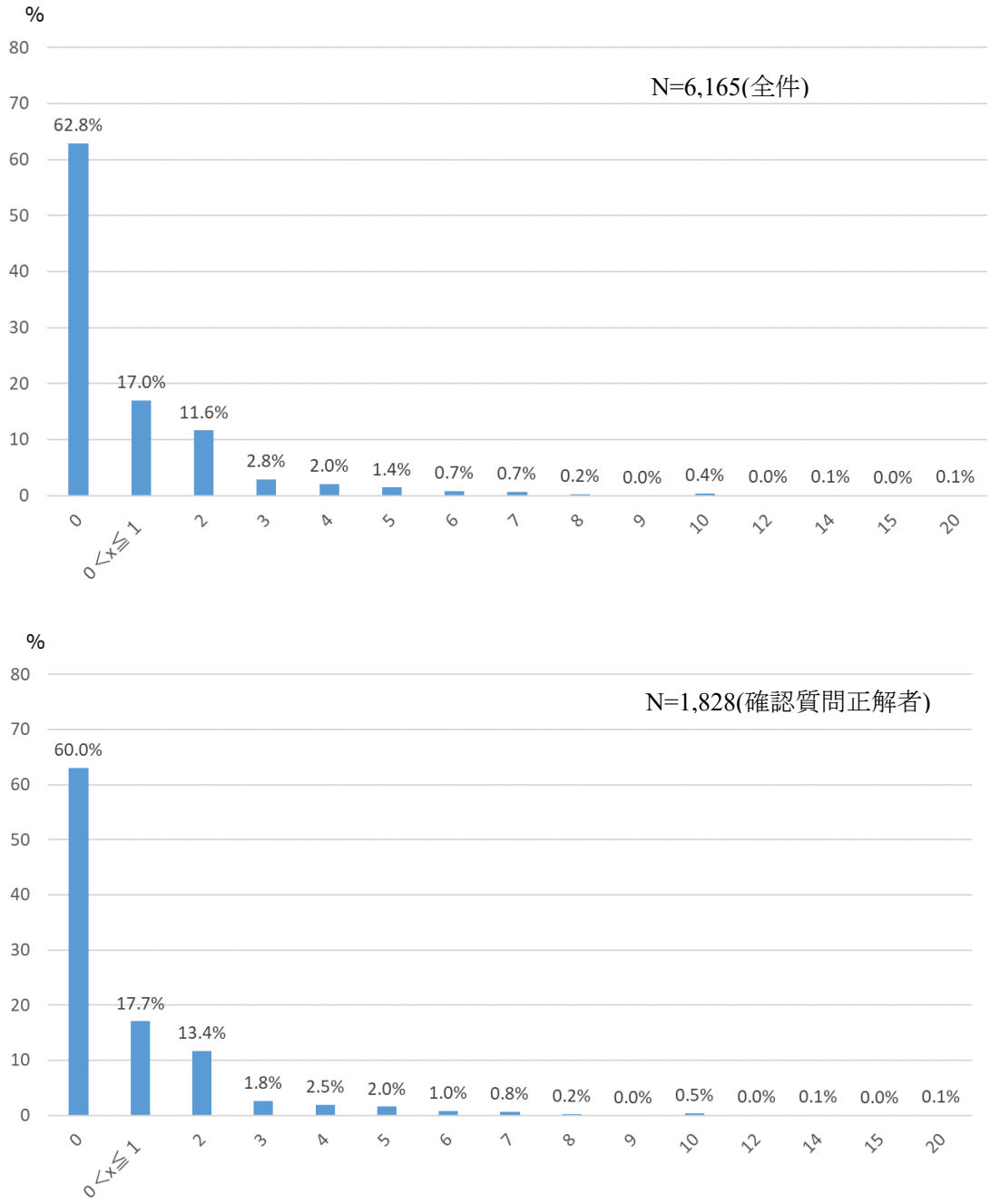


図 B. 2-12　他の人が運転する車に同乗する回数の分布（回／週）x=同乗する回数(回/週)　（単一回答）

7. 【Q3-6】他の人が運転する車に同乗する時間の分布（時間／週）（単一回答）

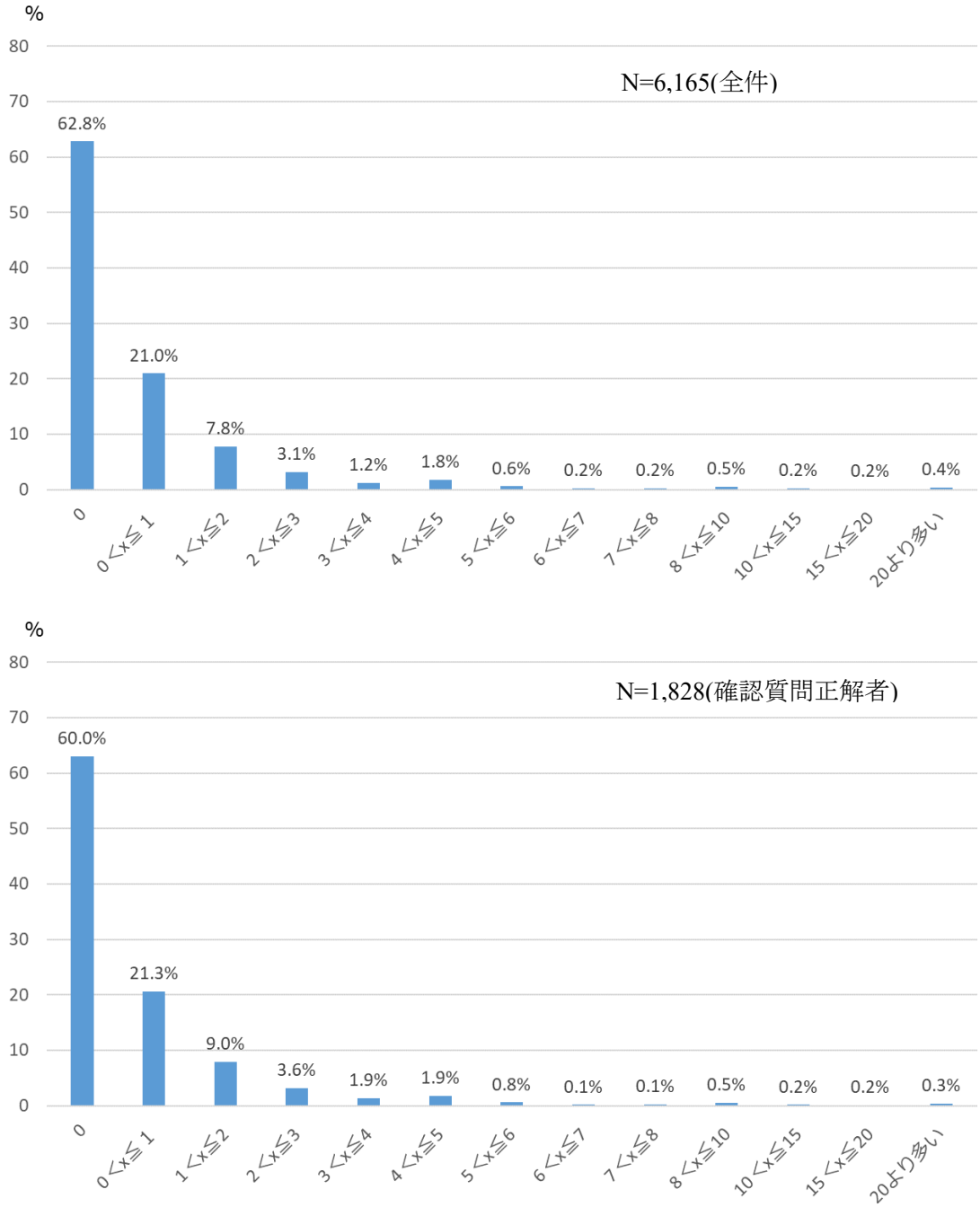


図 B. 2-13　他の人が運転する車に同乗する時間の分布（時間／週）x=同乗する時間(時間/週)（単一回答）

8. 【Q4】高速道路を運転する回数の分布(回／年) （単一回答）

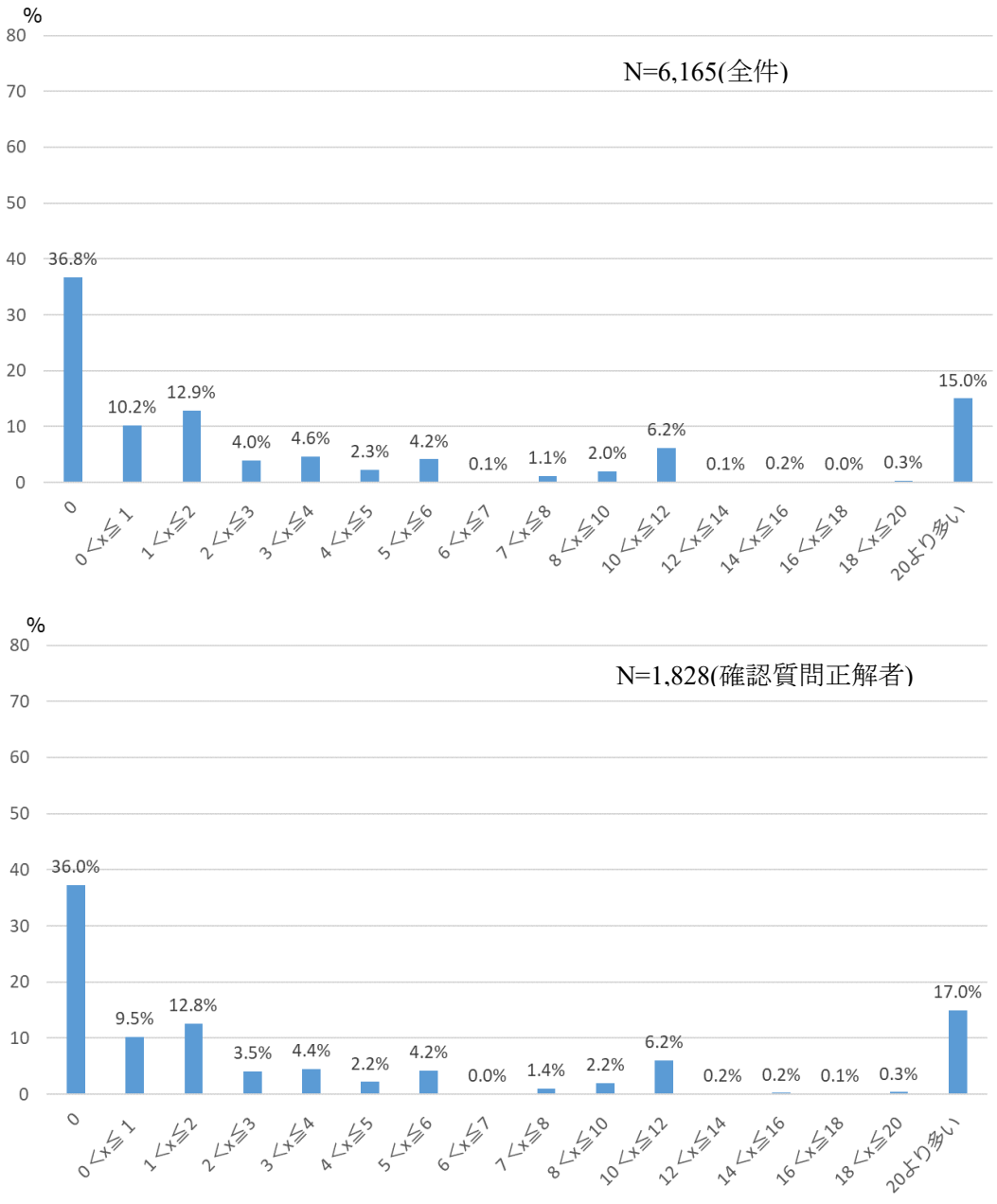


図 B. 2-14　高速道路を運転する回数の分布(回／週) （単一回答）

9. 【Q5-1】クルマを運転する理由：”好きな時に使えるから” （単一回答）

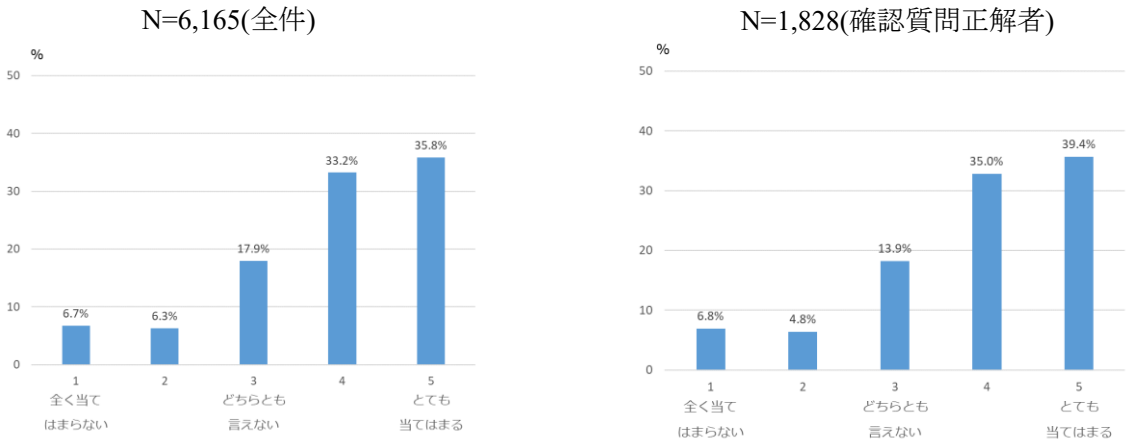


図 B. 2-15　クルマを運転する理由：”好きな時に使えるから” （単一回答）

10. 【Q5-2】クルマを運転する理由：”運転が好きだから” （単一回答）

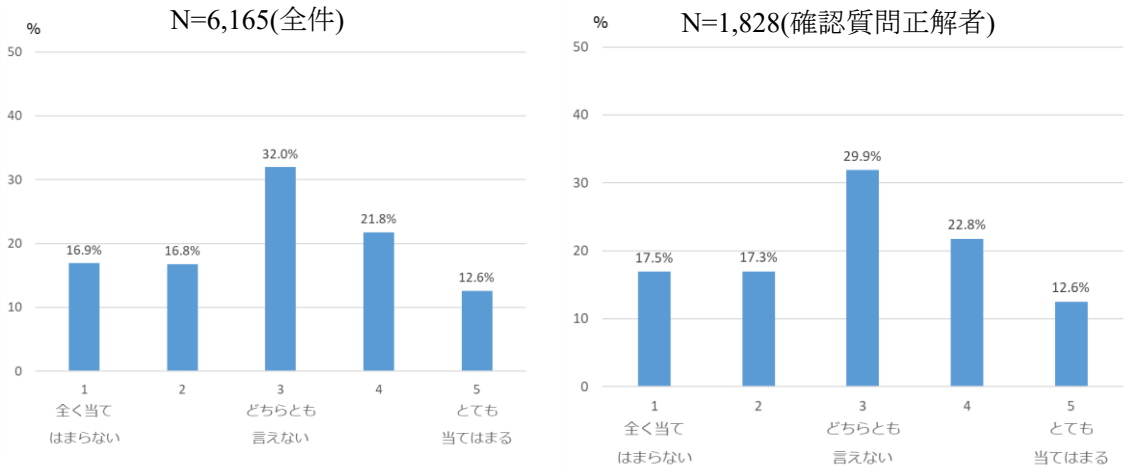


図 B. 2-16　クルマを運転する理由：”運転が好きだから” （単一回答）

11. 【Q5-3】クルマを運転する理由：” 好きなところへ行けるから” （単一回答）

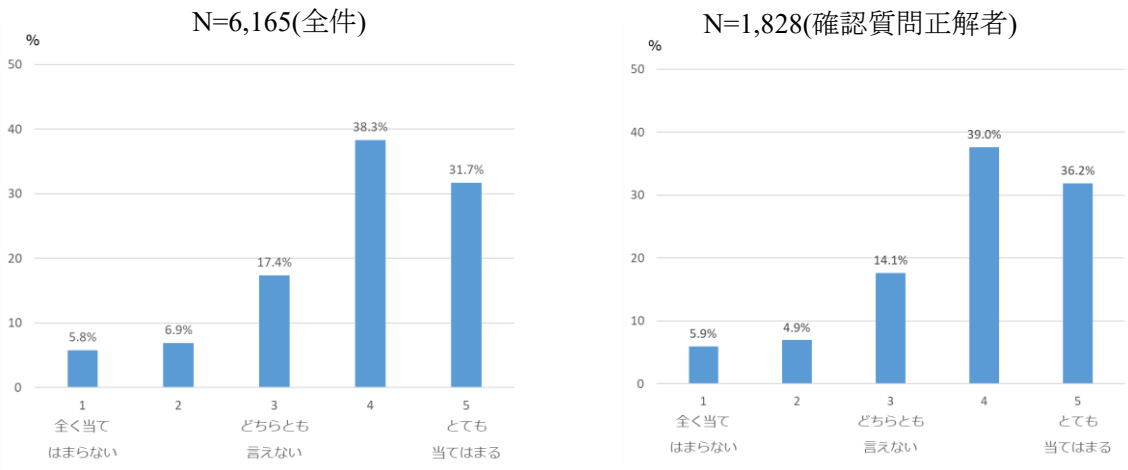


図 B. 2-17　クルマを運転する理由：” 好きなところへ行けるから” （単一回答）

12. 【Q5-4】クルマを運転する理由：”気分転換を図ることができるから”（単一回答）

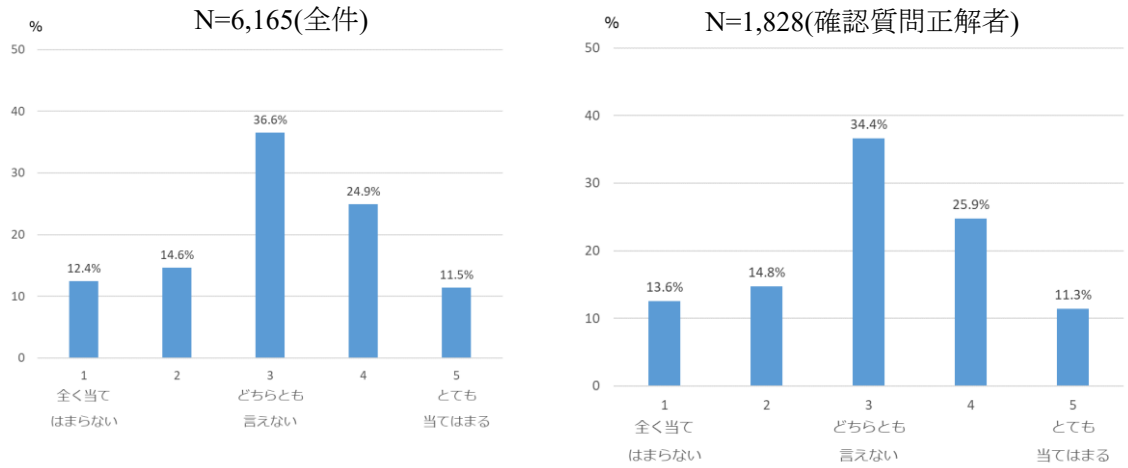


図 B.2-18　クルマを運転する理由：”　気分転換を図ることができるから”　（単一回答）

13. 【Q5-5】クルマを運転する理由：”複数の用件を 1 度に済ますことができるから”（単一回答）

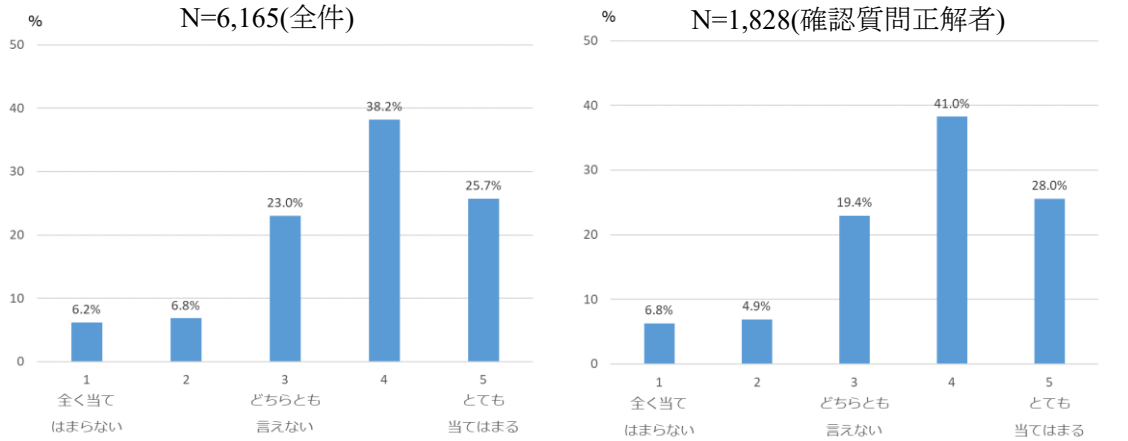


図 B.2-19　クルマを運転する理由：”　複数の用件を 1 度に済ますことができるから”　（単一回答）

14. 【Q5-6】クルマを運転する理由：”プライベートな空間を確保できるから”（単一回答）

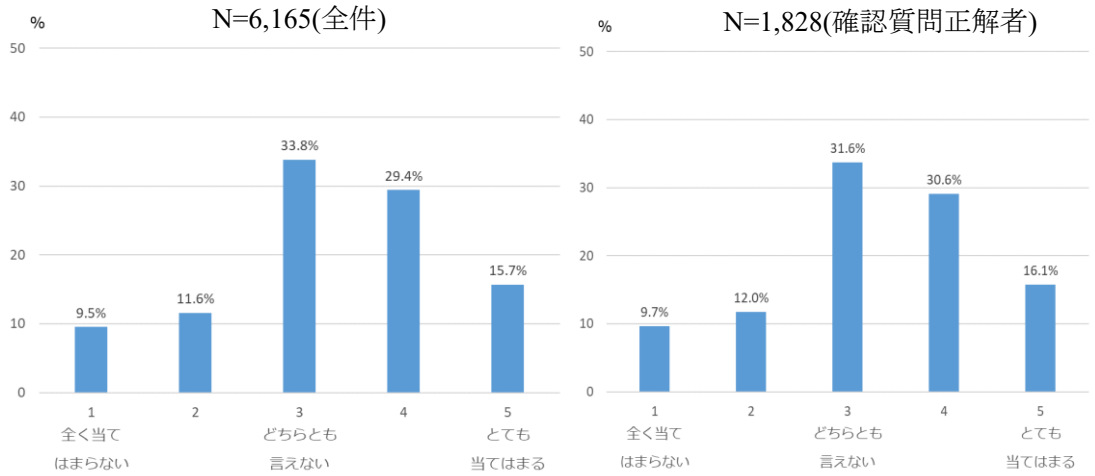


図 B. 2-20　クルマを運転する理由：”　プライベートな空間を確保できるから”　（単一回答）

15. 【Q5-7】クルマを運転する理由：”天候を気にせず快適に移動できるから”（単一回答）

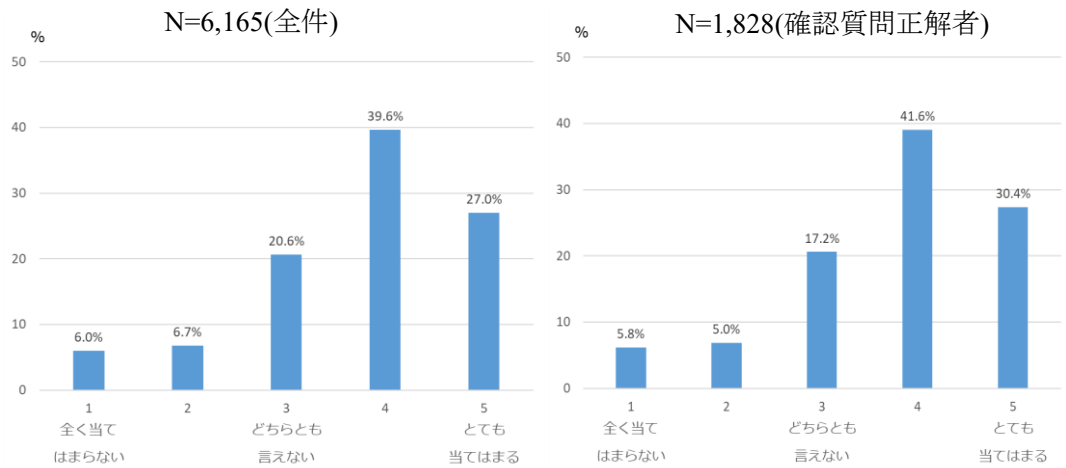


図 B. 2-21　クルマを運転する理由：”　天候を気にせず快適に移動できるから”　（単一回答）

16. 【Q5-8】クルマを運転する理由：”電車・バスに乗るのが面倒”（単一回答）

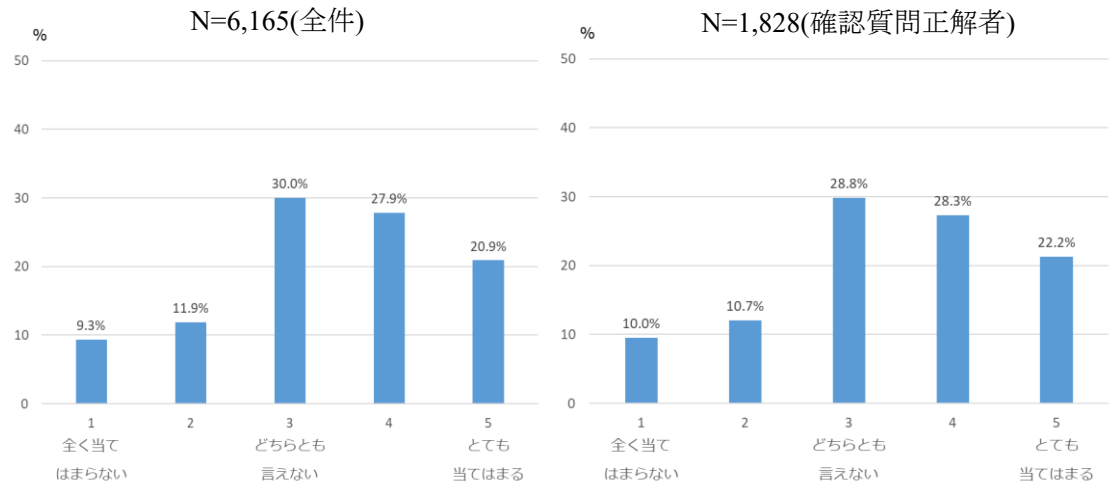


図 B. 2-22　クルマを運転する理由：”　電車・バスに乗るのが面倒”　（単一回答）

17. 【Q5-9】クルマを運転する理由：”クルマに乗ることが自己表現の 1 つだ”（単一回答）

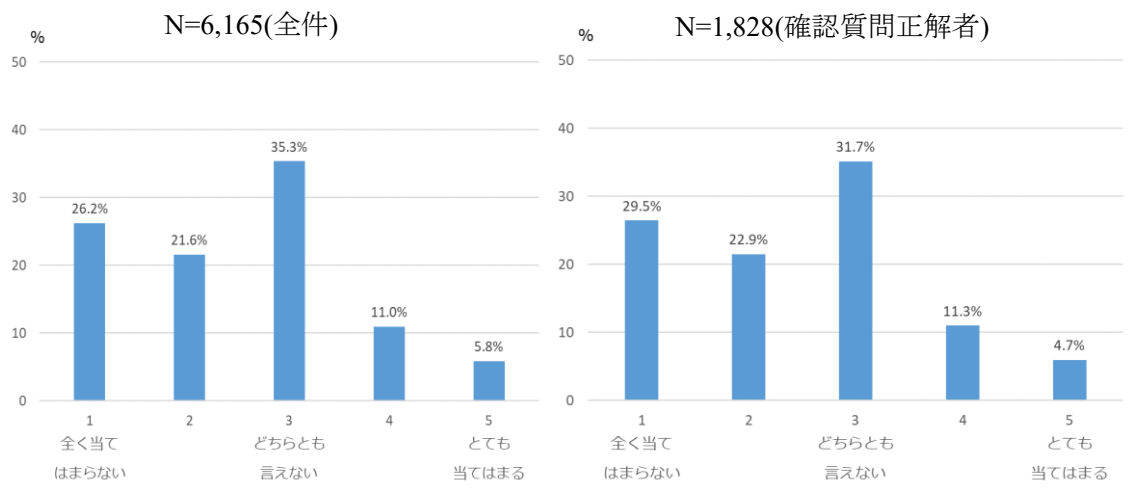


図 B. 2-23　クルマを運転する理由：” クルマに乗ることが自己表現の 1 つだ”　（単一回答）

18. 【Q5-10】クルマを運転する理由：”クルマなら所要時間が短いから”（単一回答）

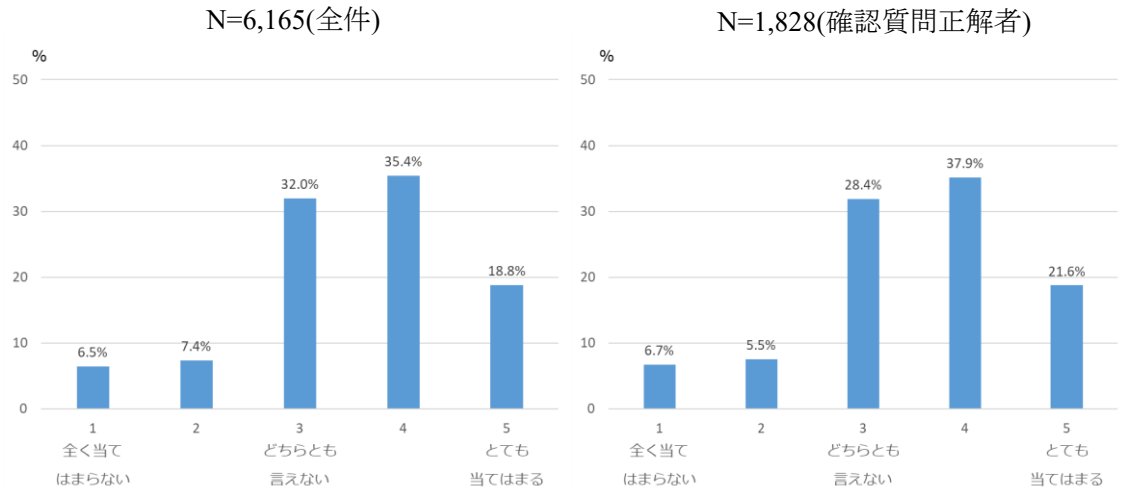


図 B. 2-24　クルマを運転する理由：” クルマなら所要時間が短いから”　（単一回答）

19. 【Q5-11】クルマを運転する理由：”クルマにトレンドやファッション性を求めるから”（単一回答）

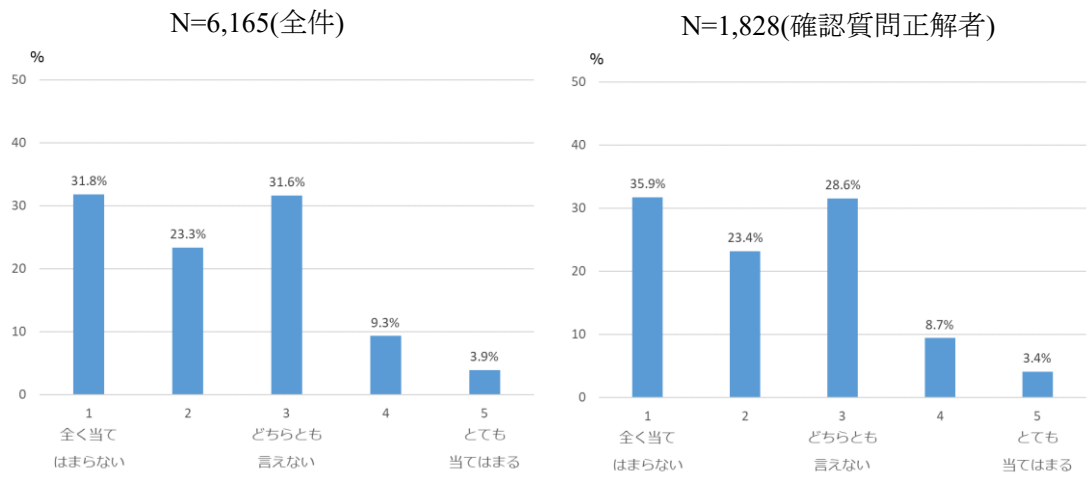


図 B. 2-25　クルマを運転する理由：”　クルマにトレンドやファッション性を求めるから”（単一回答）

20. 【Q5-12】クルマを運転する理由：”クルマでの移動が安心・安全だから”（単一回答）

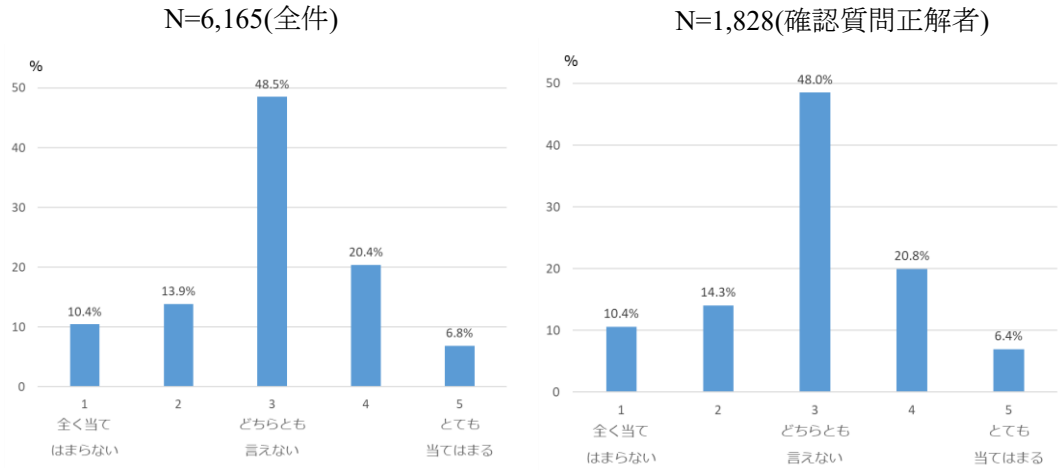


図 B. 2-26　クルマを運転する理由：”クルマでの移動が安心・安全だから”　（単一回答）

21. 【Q5-13】クルマを運転する理由：”多くの人や荷物を乗せることができるから”（単一回答）

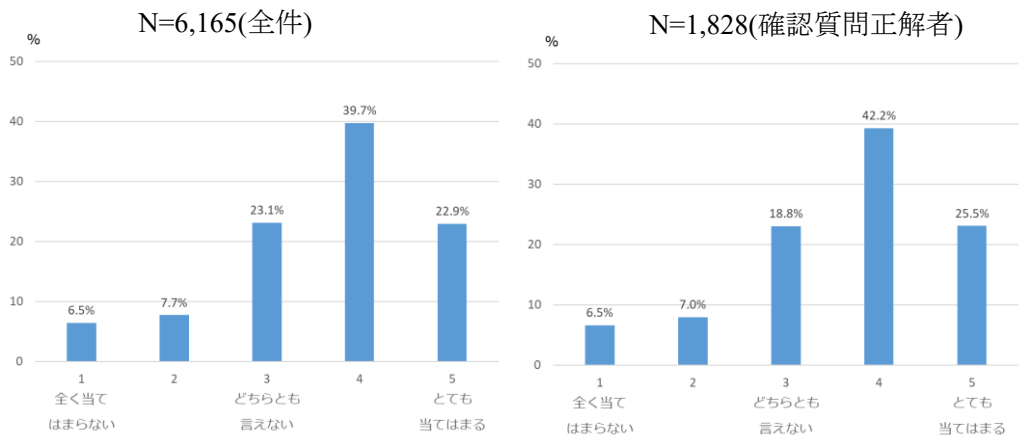


図 B. 2-27　クルマを運転する理由：”　多くの人や荷物を乗せることができるから”　（単一回答）

22. 【Q5-14】クルマを運転する理由：”公共交通よりむしろ安上がりだから”（単一回答）

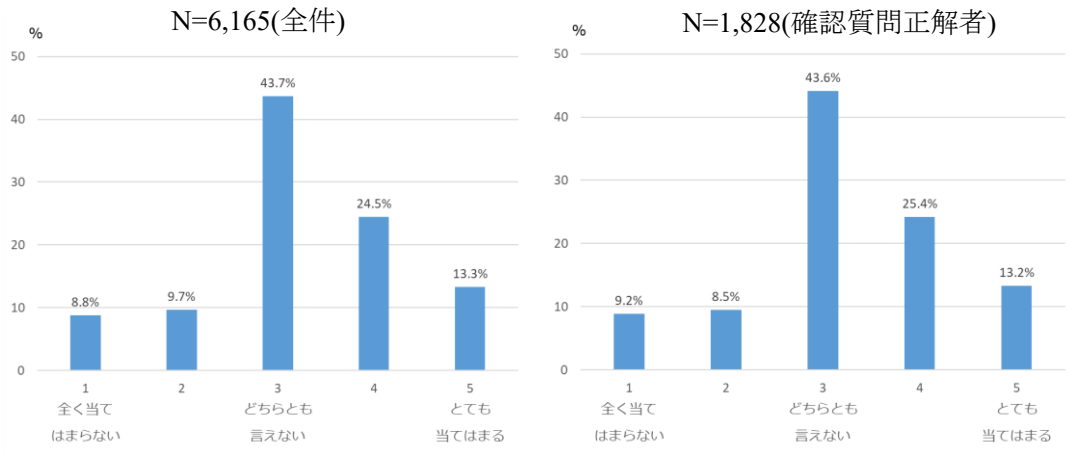


図 B. 2-28　クルマを運転する理由：”　公共交通よりむしろ安上がりだから”　（単一回答）

23. 【Q5-15】クルマを運転する理由：”業務で使わざるを得ない”（単一回答）

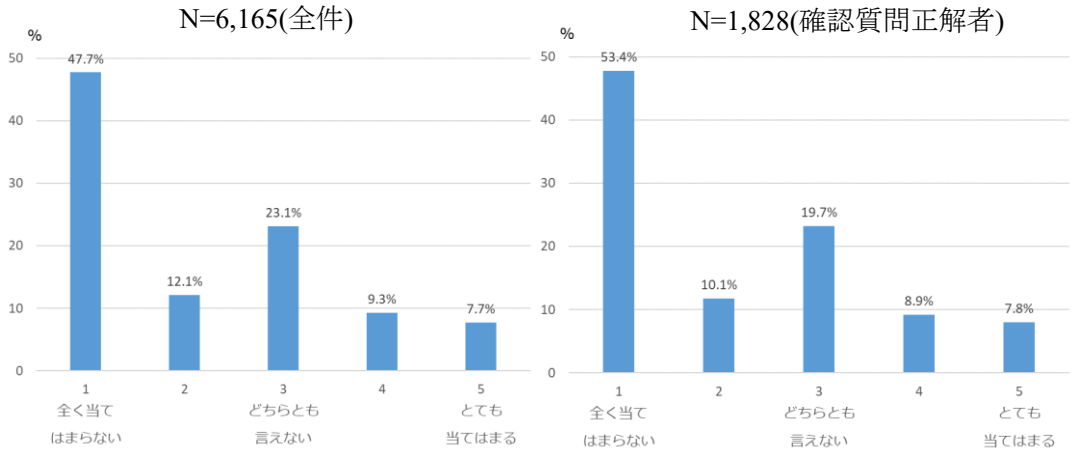


図 B. 2-29　クルマを運転する理由：”　業務で使わざるを得ない”　（単一回答）

24. 【Q5-16】クルマを運転する理由：”送迎などの事情で仕方なく使っている”（単一回答）

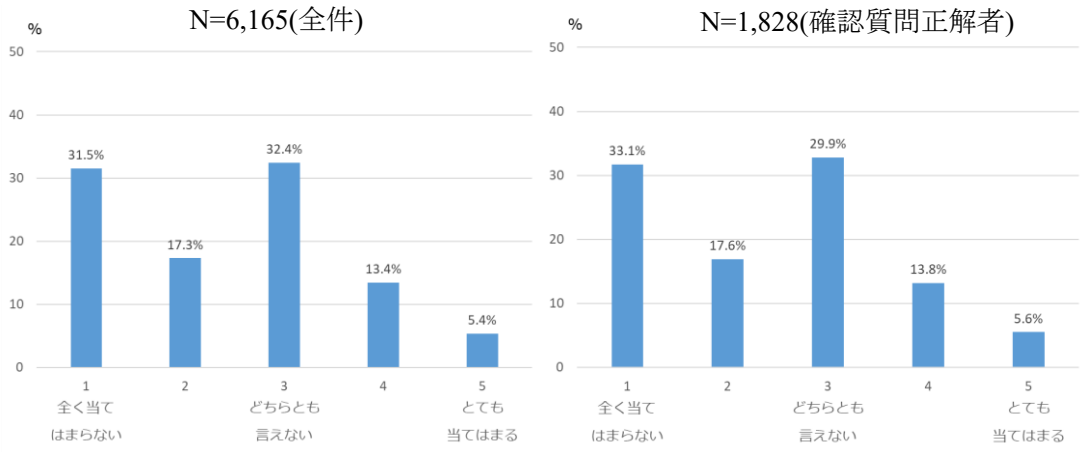


図 B. 2-30　クルマを運転する理由：”　送迎などの事情で仕方なく使っている”　（単一回答）

25. 【Q5-17】クルマを運転する理由：”親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”（単一回答）

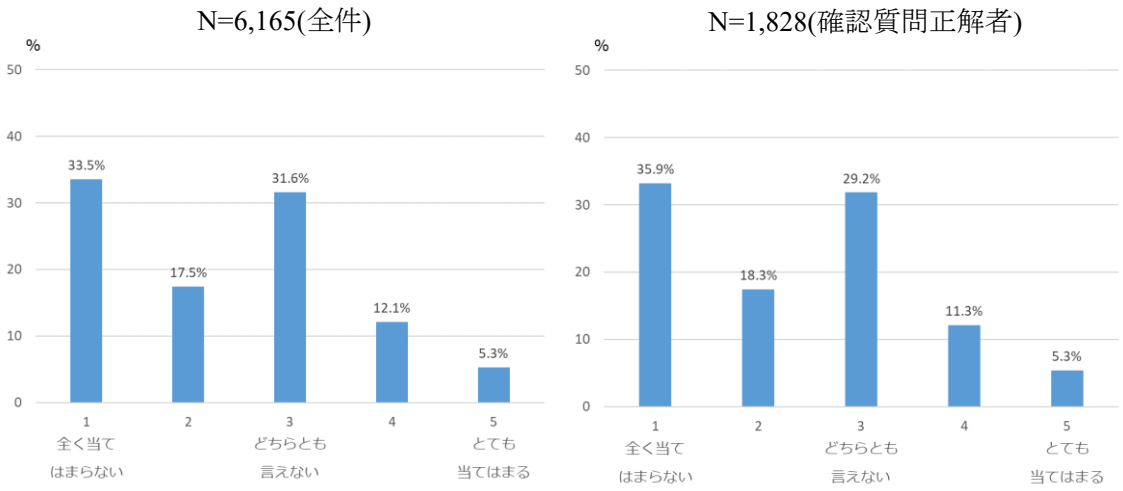


図 B. 2-31　クルマを運転する理由：”　親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”（単一回答）

26. 【Q5-18】クルマを運転する理由：”他に交通手段がないから”（単一回答）

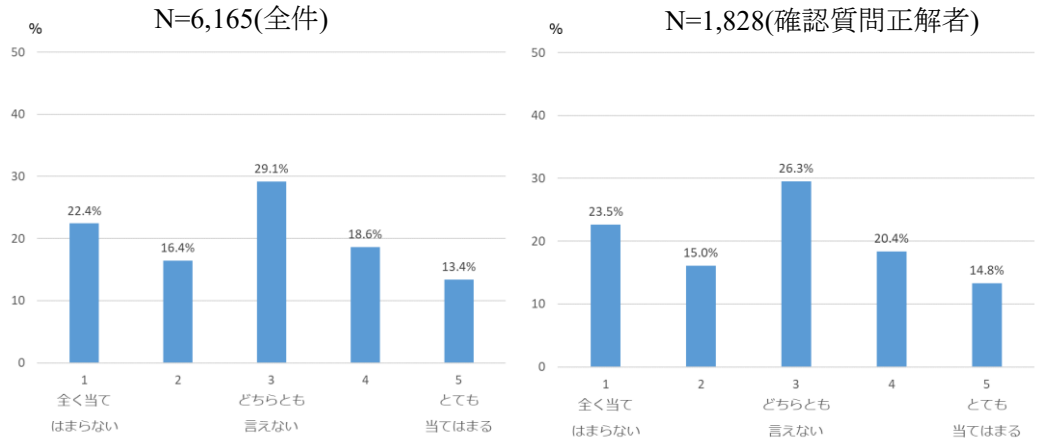


図 B. 2-32　クルマを運転する理由：”　他に交通手段がないから”　（単一回答）

27. 【Q5-19】クルマを運転する理由：”無意識に利用している”（単一回答）

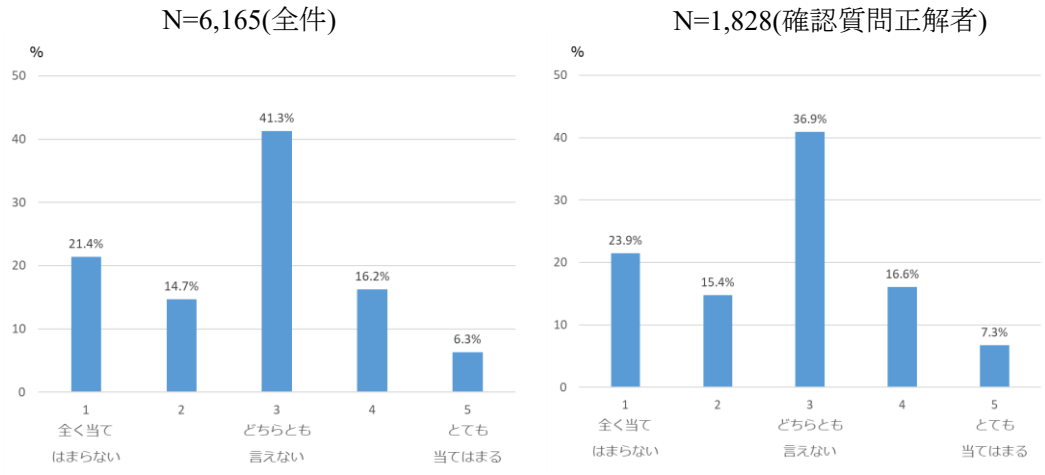


図 B. 2-33　クルマを運転する理由：”　無意識に利用している”　（単一回答）

28. 【Q6-1】運転に対する考え：”自分のことをペーパードライバーだと思う”（単一回答）

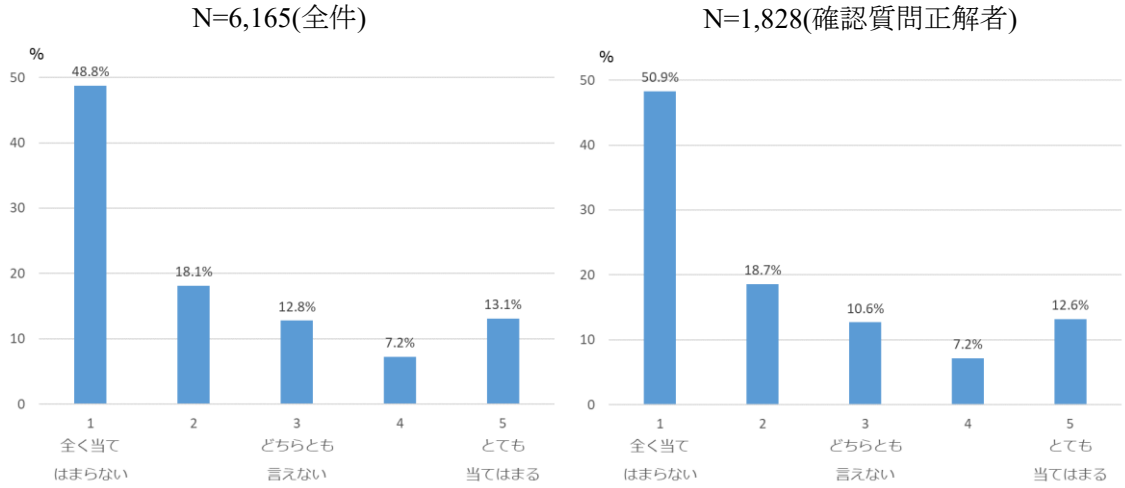


図 B. 2-34　運転に対する考え：”　自分のことをペーパードライバーだと思う”　（単一回答）

29. 【Q6-2】運転に対する考え：”クルマの運転に自信がある”（単一回答）

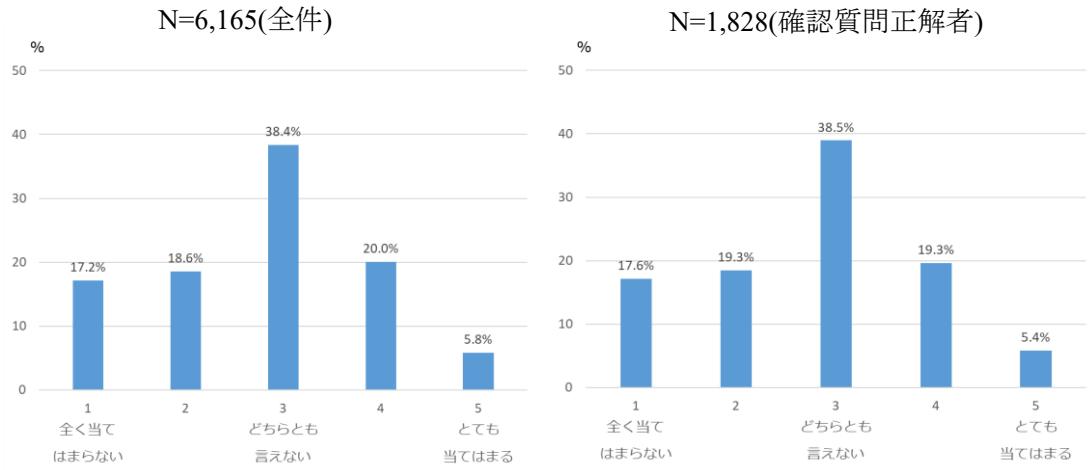


図 B. 2-35　運転に対する考え：”　クルマの運転に自信がある”　（単一回答）

30. 【Q6-3】運転に対する考え：”クルマの運転は好きだ”（単一回答）

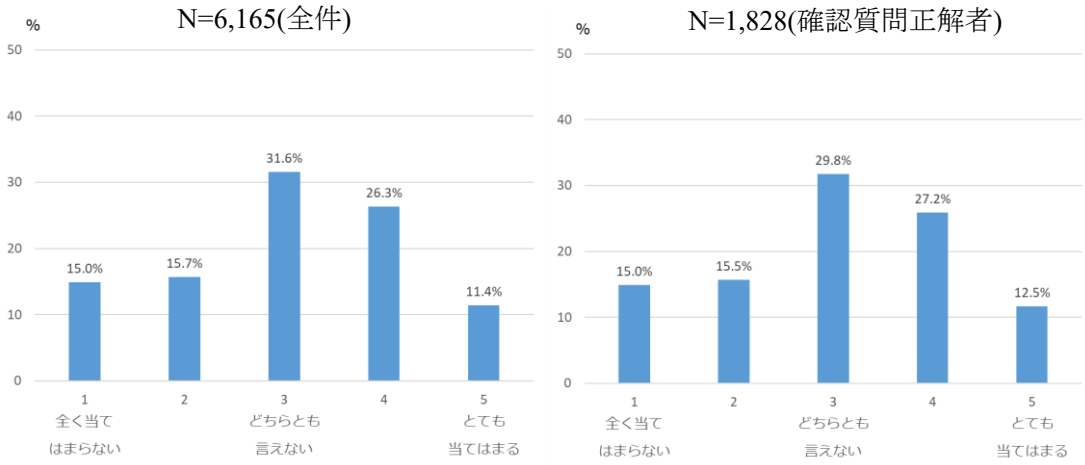


図 B. 2-36　運転に対する考え：”　クルマの運転は好きだ”　（単一回答）

31. 【Q6-4】運転に対する考え：”クルマの運転は緊張して疲れる”（単一回答）

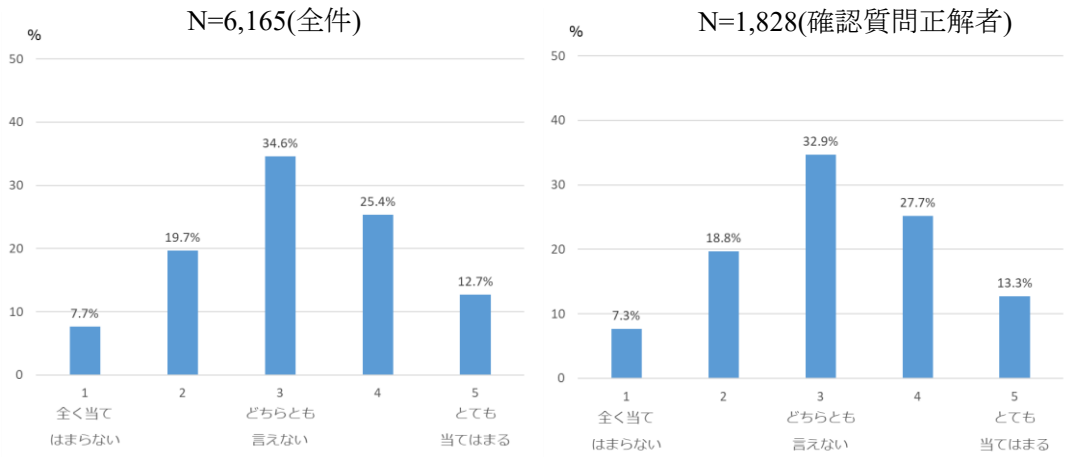


図 B. 2-37　運転に対する考え：”　クルマの運転は緊張して疲れる”　（単一回答）

32. 【Q6-5】運転に対する考え：”クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”（単一回答）

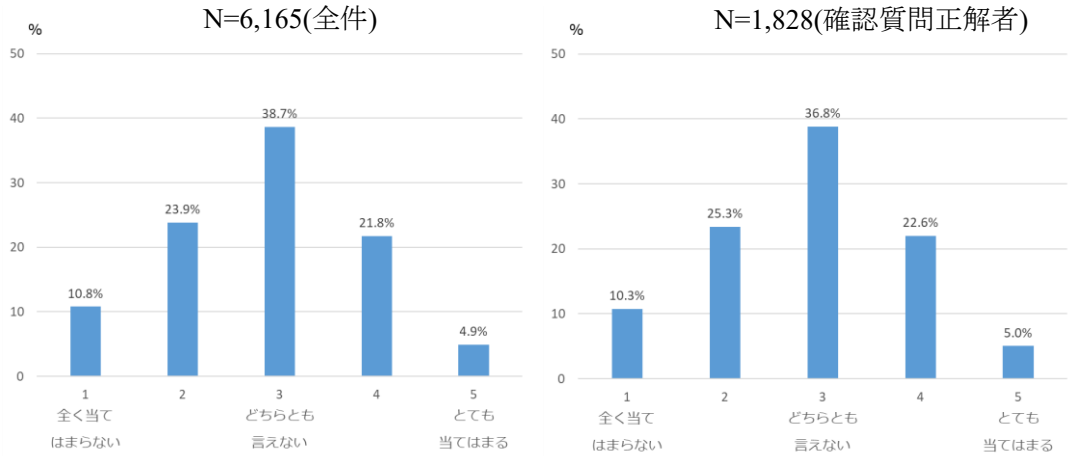


図 B. 2-38　運転に対する考え：”　クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”　（単一回答）

33. 【Q6-6】運転に対する考え：”家族や友人と同乗するとき、他人が運転するより自分で運転する方が良い”（単一回答）

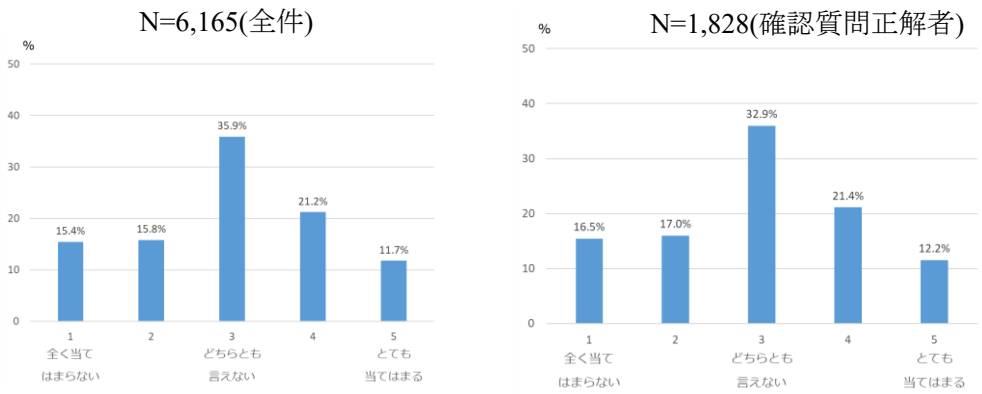


図 B. 2-39　運転に対する考え：”　家族や友人と同乗するとき、他人が運転するより自分で運転する方が良い”　（単一回答）

34. 【Q6-7】運転に対する考え：”運転は慎重な方だ”（単一回答）

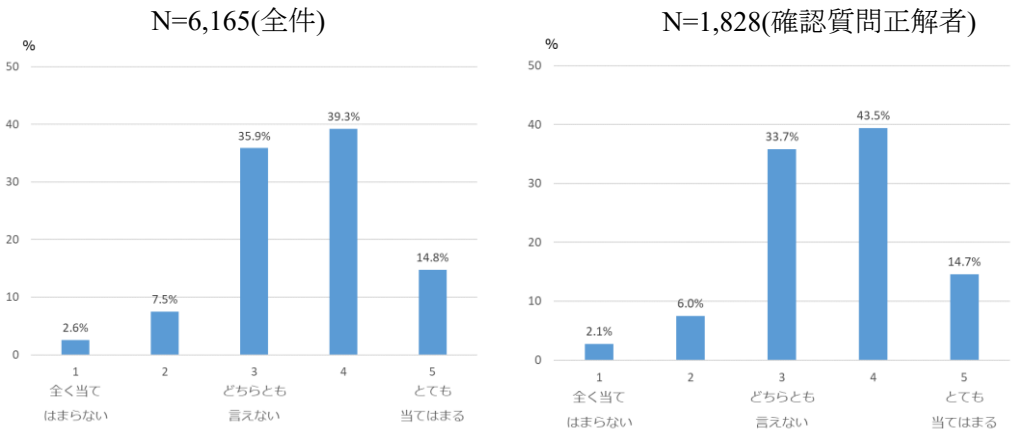


図 B. 2-40　運転に対する考え：”　運転は慎重な方だ”　（単一回答）

35. 【Q6-8】運転に対する考え：”車庫入れや駐車は苦手だ”（単一回答）

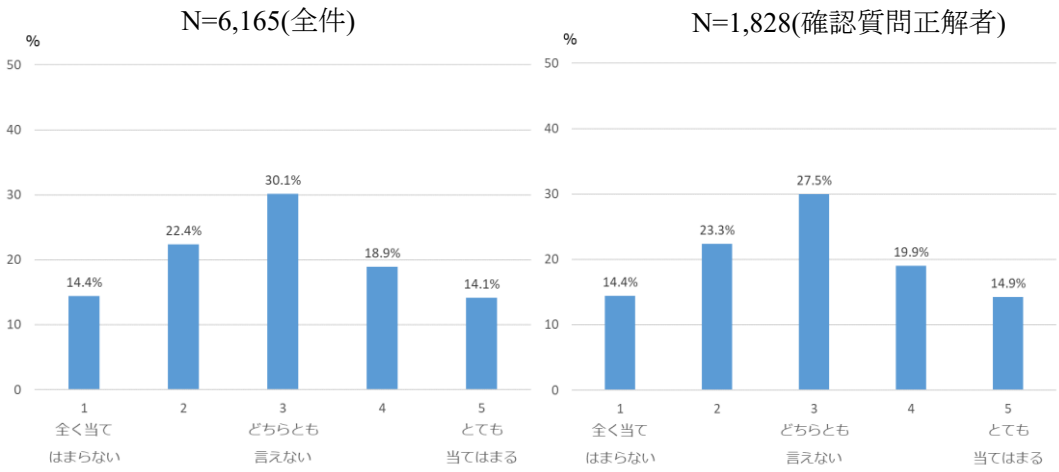


図 B. 2-41　運転に対する考え：”　車庫入れや駐車は苦手だ”　（単一回答）

36. 【Q6-9】運転に対する考え：”「クルマ」は恐ろしいと思う”（単一回答）

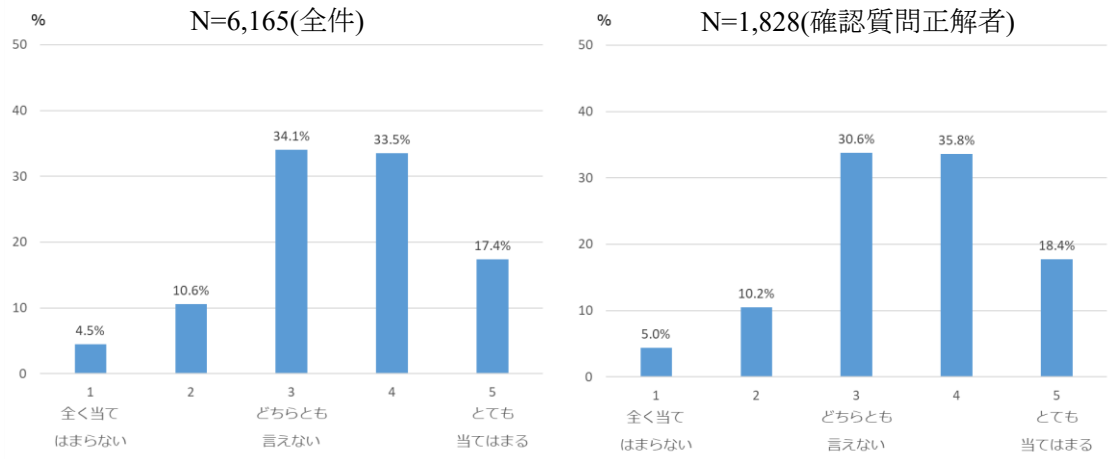


図 B. 2-42　運転に対する考え：”「クルマ」は恐ろしいと思う”（単一回答）

37. 【Q6-10】運転に対する考え：”「クルマ」についてよく知っていると思う”（単一回答）

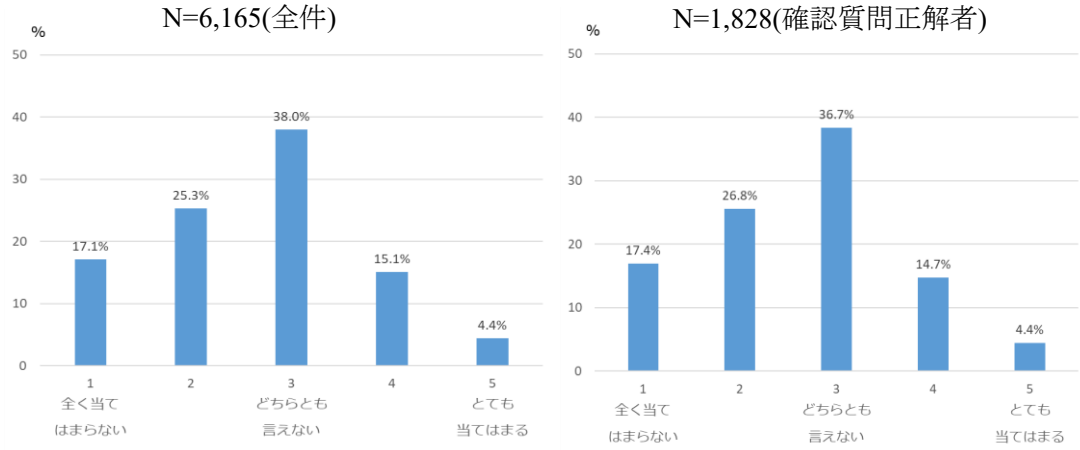


図 B. 2-43　運転に対する考え：”「クルマ」についてよく知っていると思う”（単一回答）

38. 【Q6-11】運転に対する考え：”「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”（単一回答）

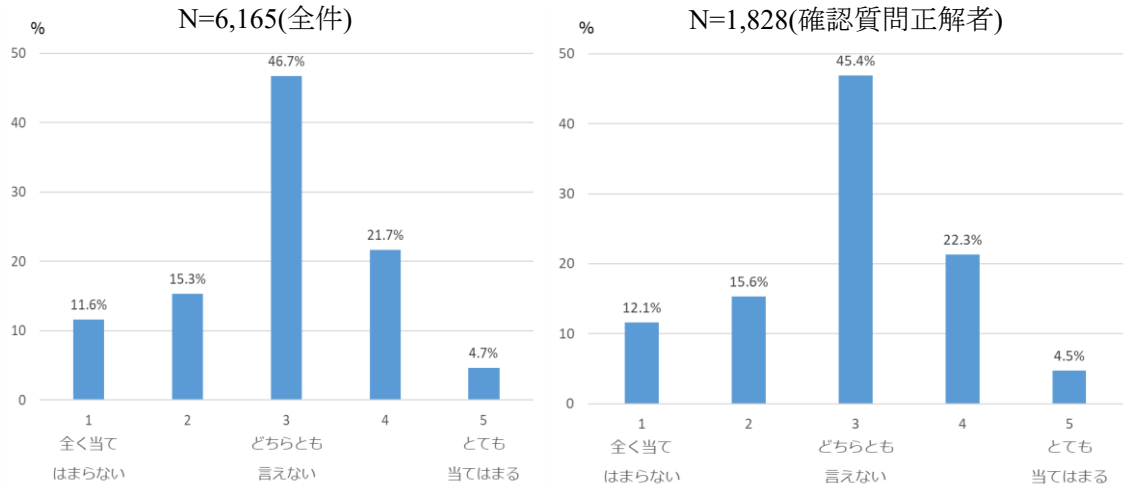


図 B. 2-44　運転に対する考え：”「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”（単一回答）

39. 【Q7-1】クルマに同乗することへのイメージ：”くつろげる” （単一回答）

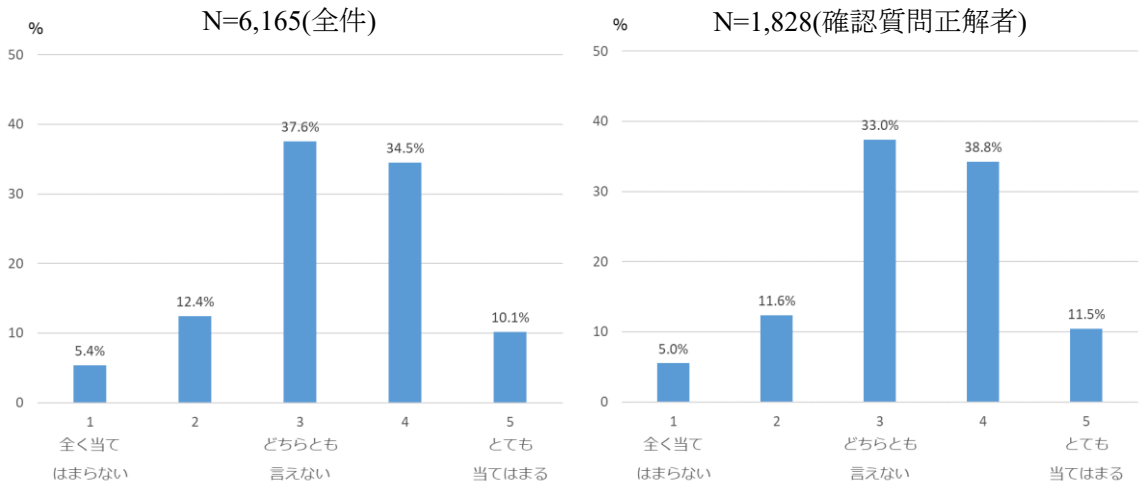


図 B. 2-45　クルマに同乗することへのイメージ：”くつろげる” （単一回答）

40. 【Q7-2】クルマに同乗することへのイメージ：”ワクワクする” （単一回答）

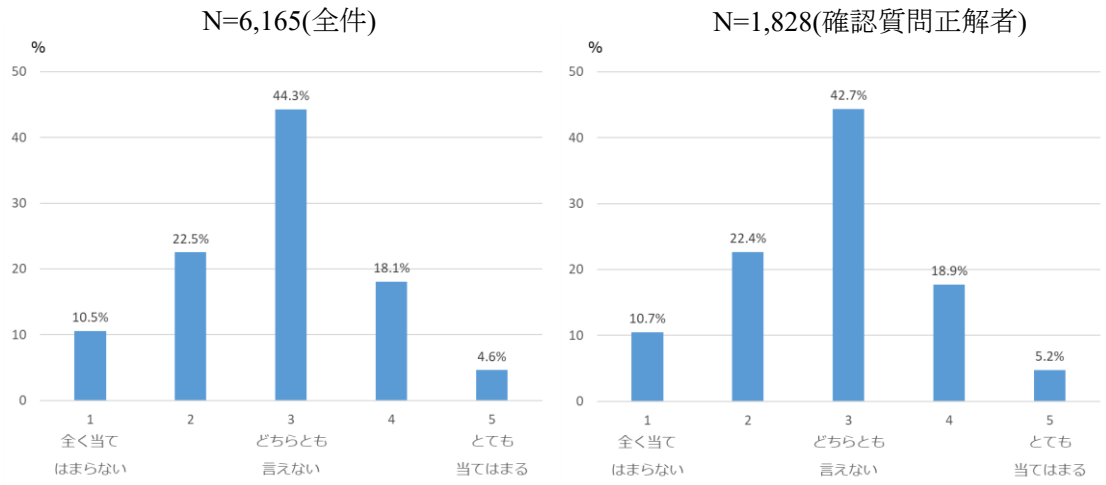


図 B. 2-46　クルマに同乗することへのイメージ：” ワクワクする” （単一回答）

41. 【Q7-3】クルマに同乗することへのイメージ：”有益である” （単一回答）

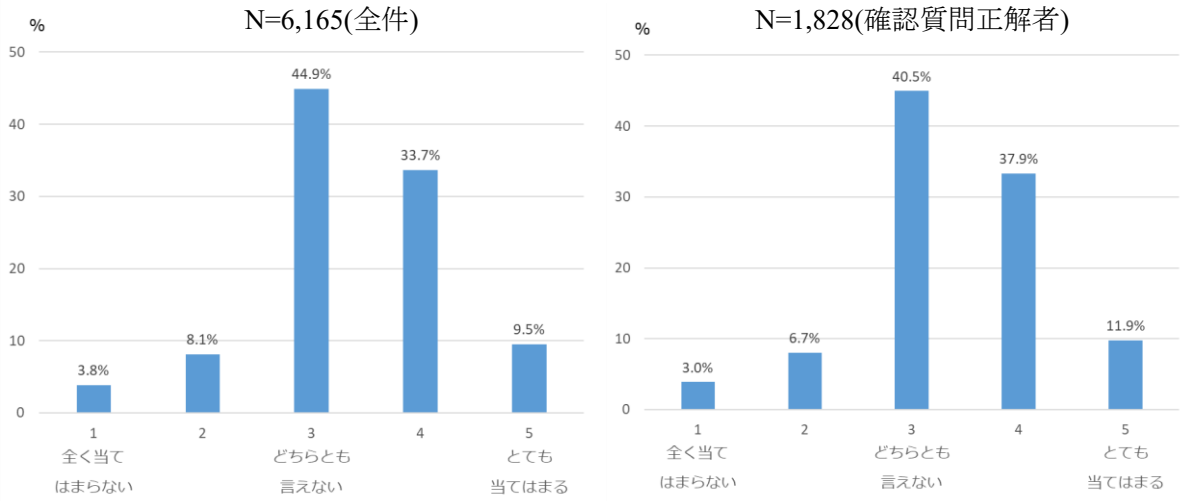


図 B. 2-47　クルマに同乗することへのイメージ：” 有益である” （単一回答）

42. 【Q8-1】衝突被害軽減ブレーキ(自動ブレーキ)の利用経験の有無

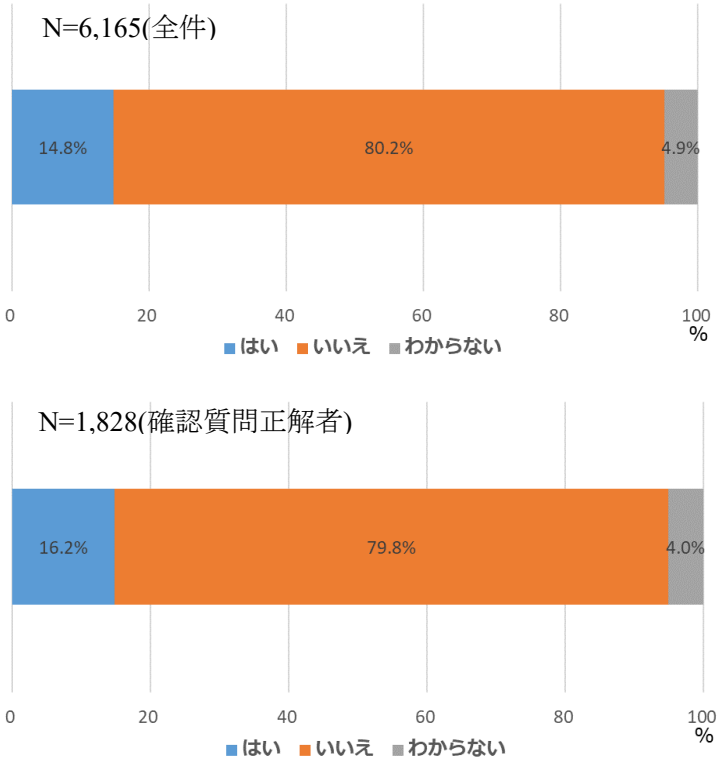


図 B. 2-48　衝突被害軽減ブレーキ(自動ブレーキ)の利用経験の有無

43. 【Q8-2】ペダル踏み間違い時加速抑制装置の利用経験の有無

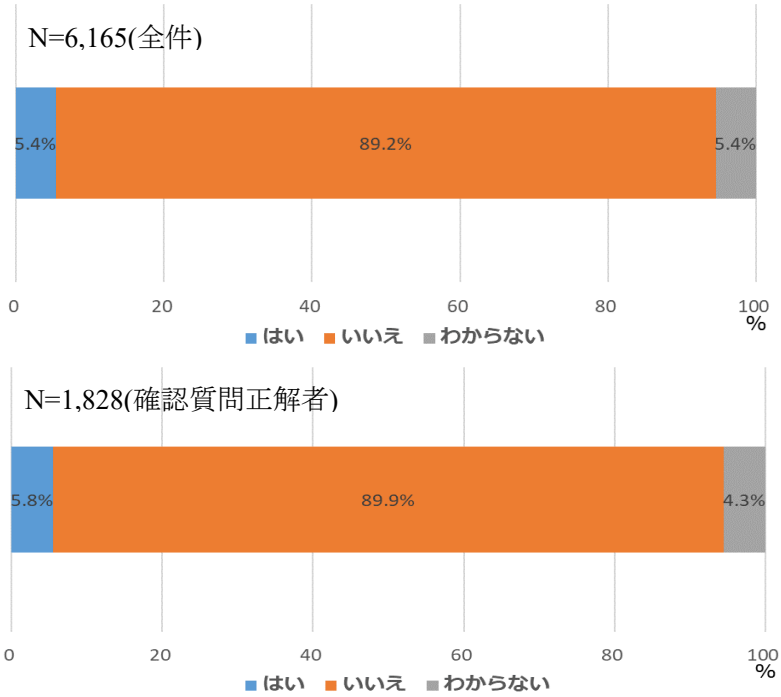


図 B. 2-49　ペダル踏み間違い時加速抑制装置の利用経験の有無

44. 【Q8-3】車線逸脱警報装置の利用経験の有無

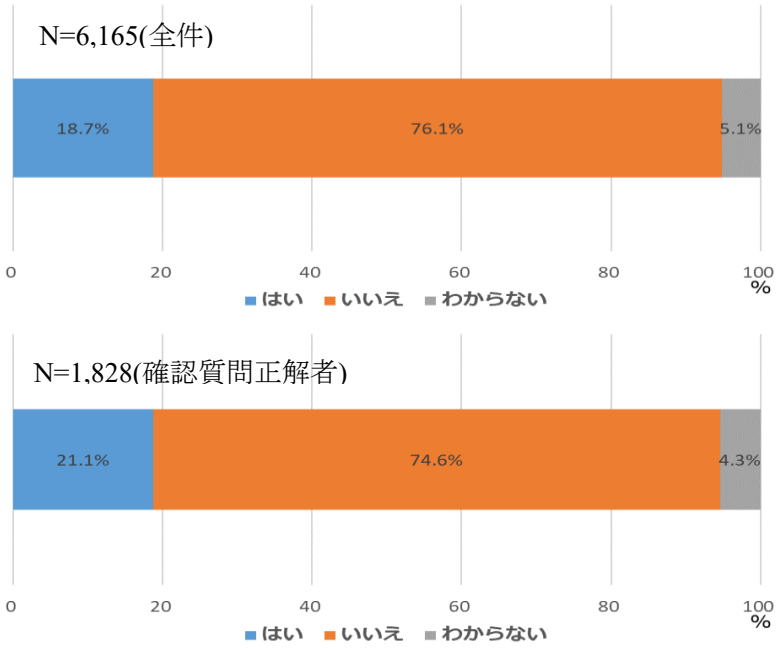


図 B. 2-50　車線逸脱警報装置の利用経験の有無

45. 【Q8-4】アダプティブクルーズコントロールの利用経験の有無

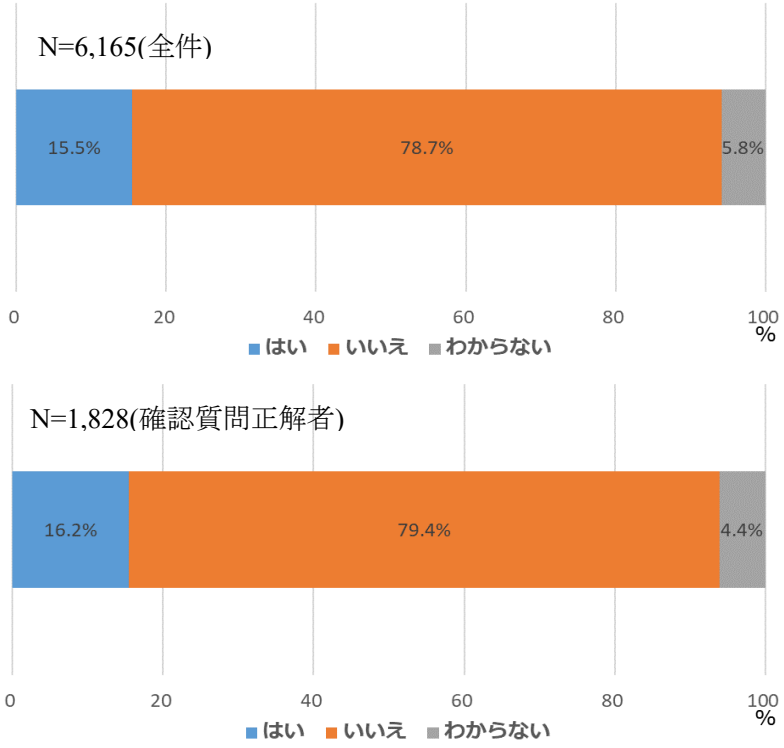


図 B. 2-51　アダプティブクルーズコントロールの利用経験の有無

46. 【Q9-1】交通事故の経験：回答者が交通事故の当事者になったことがある

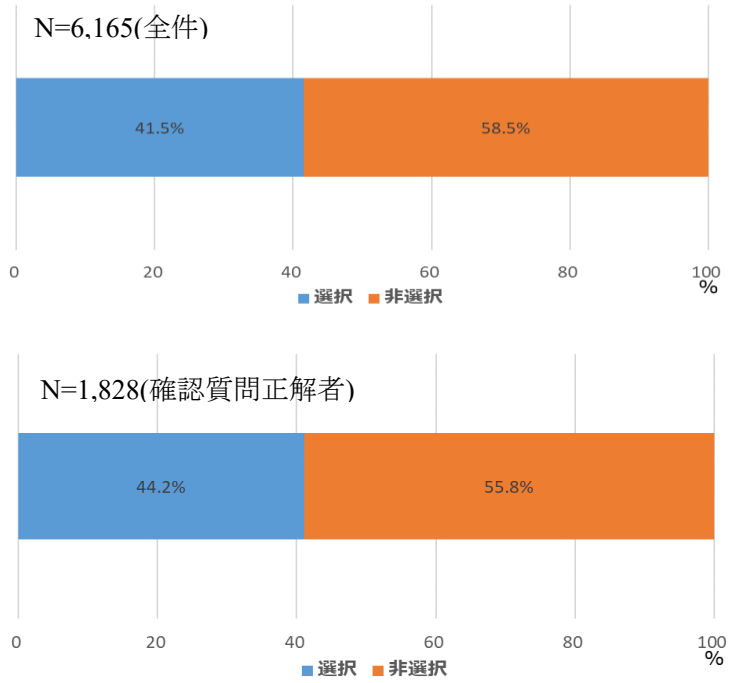


図 B. 2-52　交通事故の経験：回答者が交通事故の当事者になったことがある

47. 【Q9-2】交通事故の経験：身近な人が交通事故の当事者になったことがある

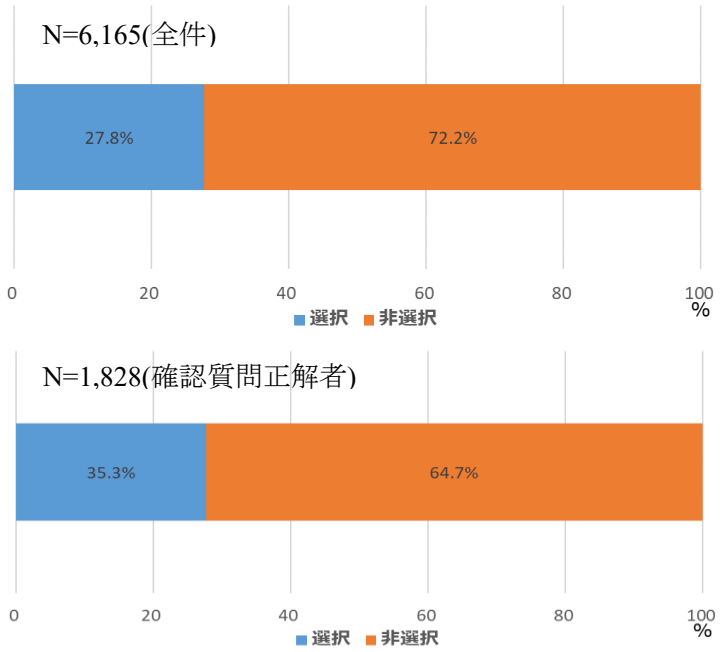


図 B. 2-53　交通事故の経験：身近な人が交通事故の当事者になったことがある

48. 【Q9-3】交通事故の経験：回答者もその身近な人も、交通事故の当事者になったことがない

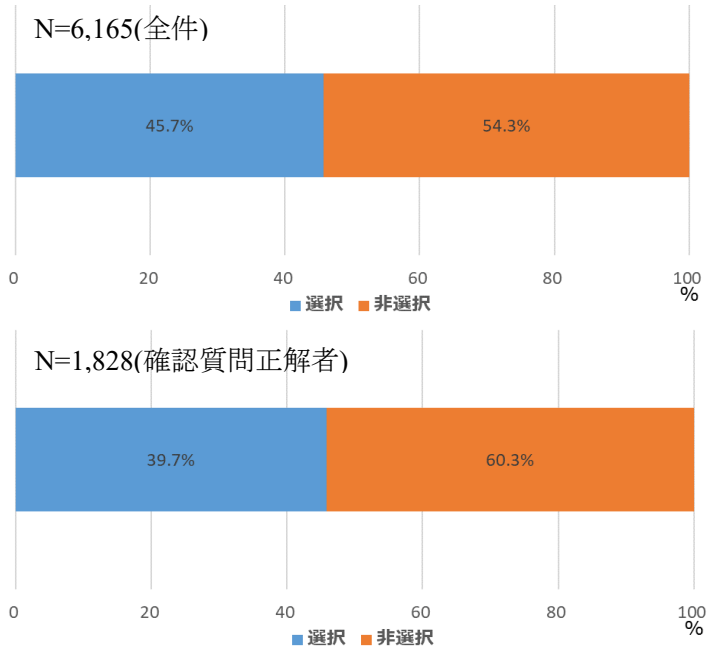


図 B. 2-54　交通事故の経験：回答者もその身近な人も、交通事故の当事者になったことがない

B.2.3 自動運転（全般）に関する知識・期待に関する質問

1. 【Q15】自動運転(及び安全運転支援システム)の「レベル」定義の認知度

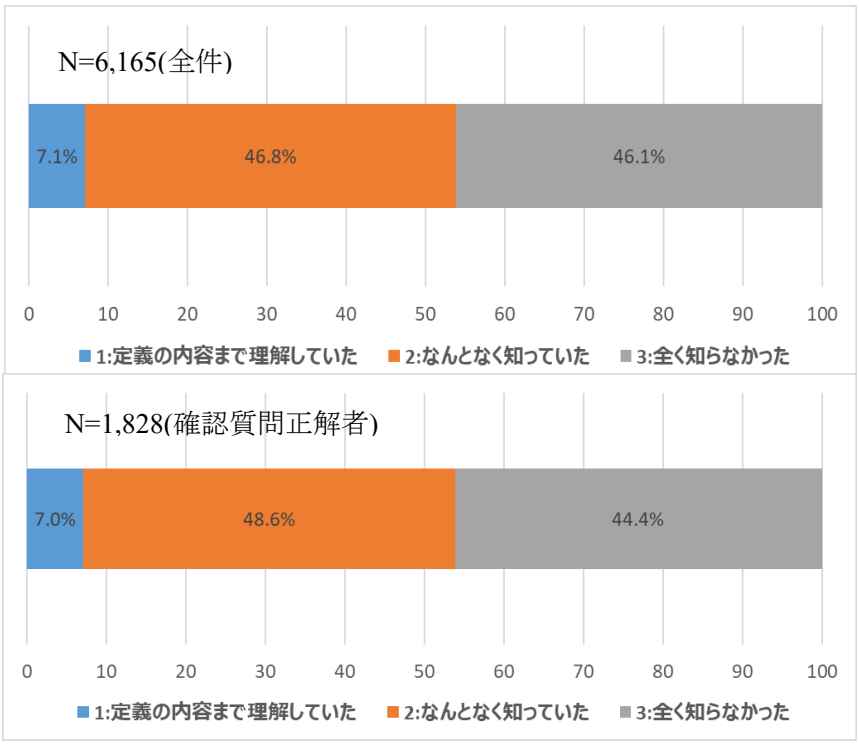


図 B. 2-55　自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和”

2. 【Q16-1】自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和” （単一回答）

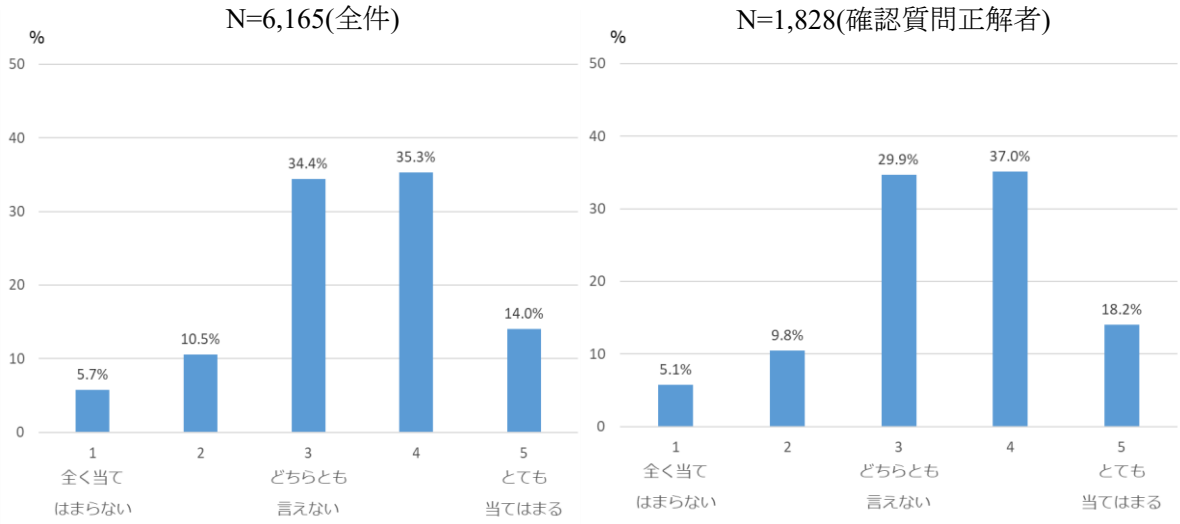


図 B. 2-56　自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和” （単一回答）

3. 【Q16-2】自動運転への期待：”交通事故の削減” （単一回答）

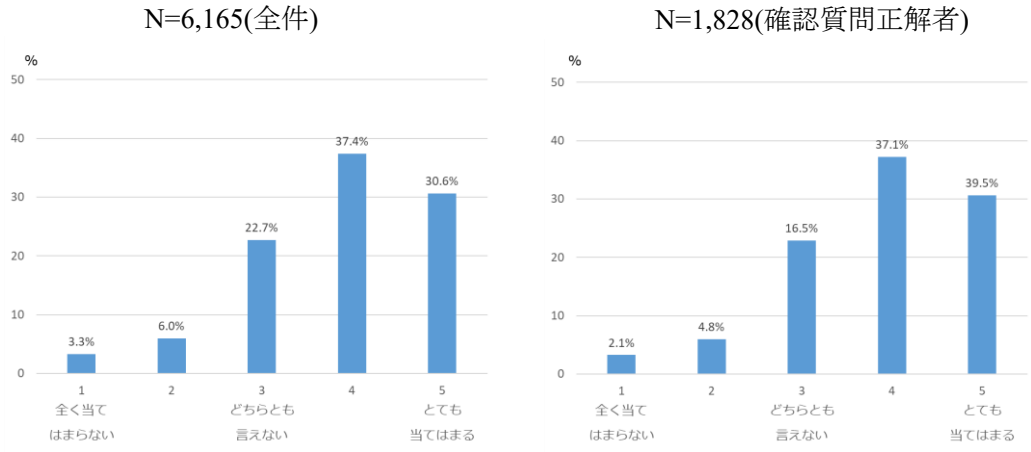


図 B. 2-57　自動運転への期待：”交通事故の削減” （単一回答）

4. 【Q16-3】自動運転への期待：”環境負荷の削減” （単一回答）

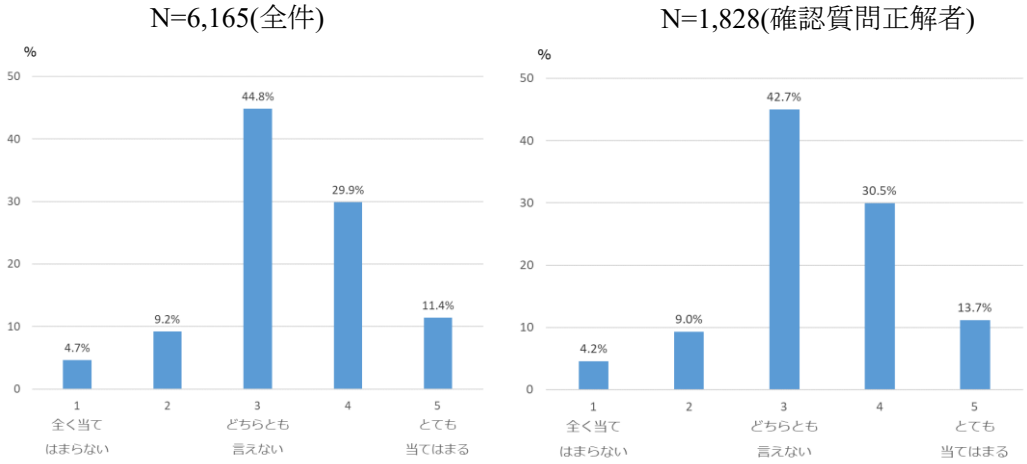


図 B. 2-58　自動運転への期待：” 環境負荷の低減” （単一回答）

5. 【Q16-4】自動運転への期待：”高齢者等の移動支援” （単一回答）

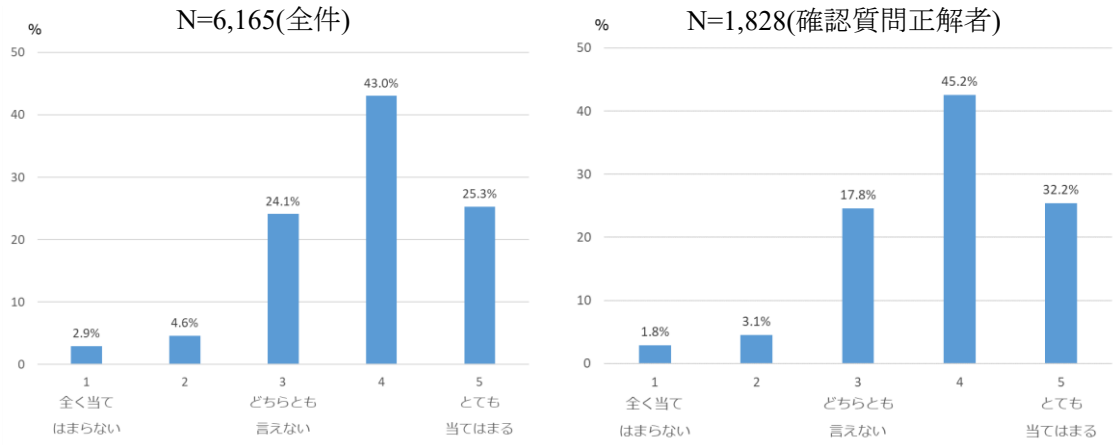


図 B. 2-59 自動運転への期待：”高齢者等の移動支援” （単一回答）

6. 【Q16-5】自動運転への期待：”過疎地における公共交通の代替移動手段” （単一回答）

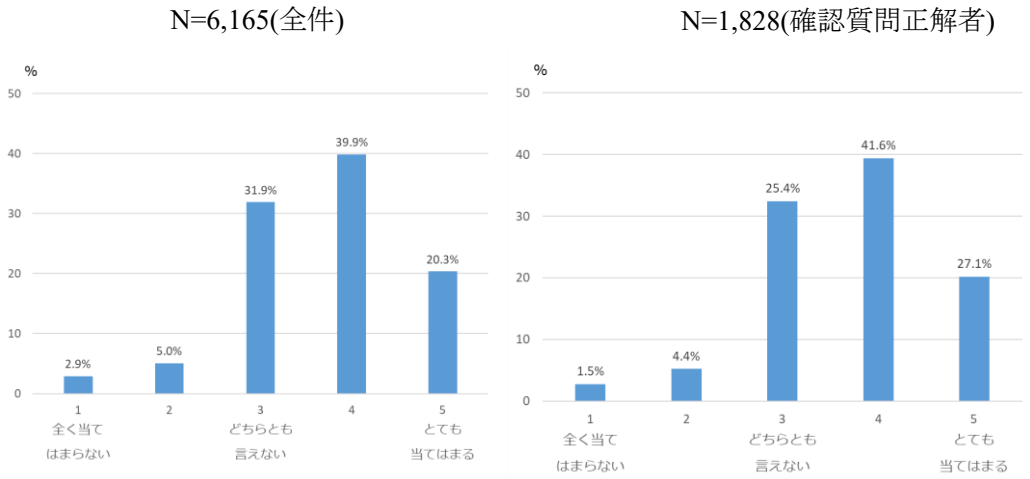


図 B. 2-60 自動運転への期待：” 過疎地における公共交通の代替移動手段” （単一回答）

7. 【Q16-6】自動運転への期待：”買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加” （単一回答）

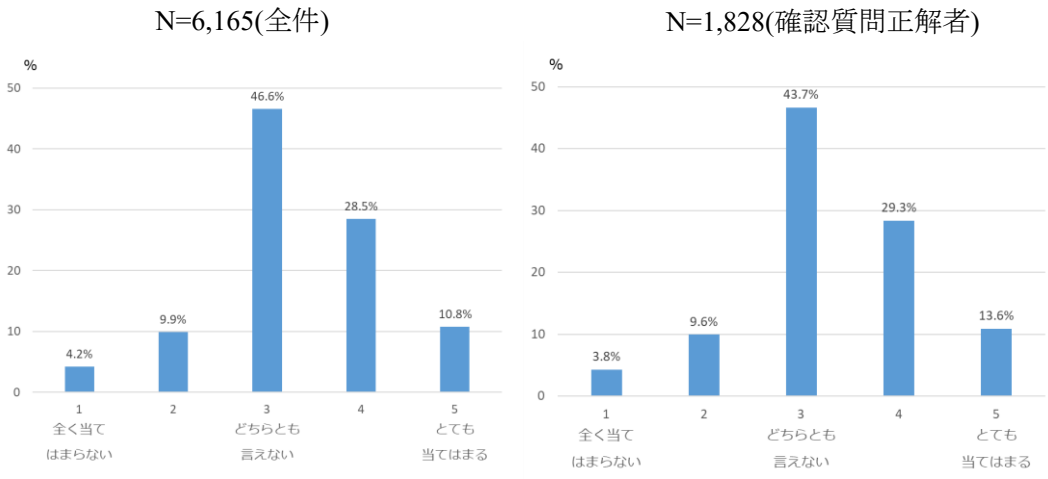


図 B. 2-61 自動運転への期待：”買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加” （単一回答）

8. 【Q16-7】自動運転への期待：”友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加” （単一回答）

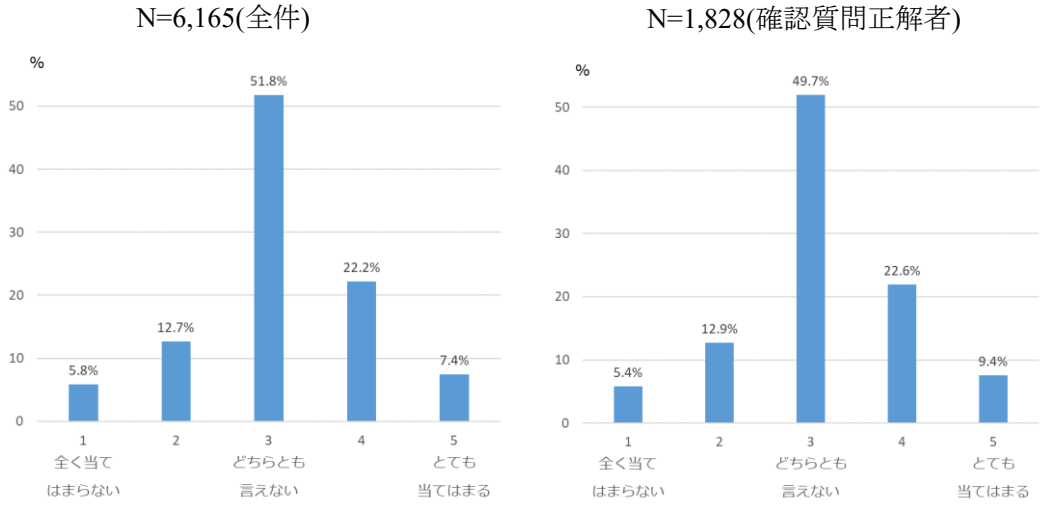


図 B. 2-62　自動運転への期待：”友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加” （単一回答）

9. 【Q16-8】自動運転への期待：”マイカー運転者の負担の軽減” （単一回答）

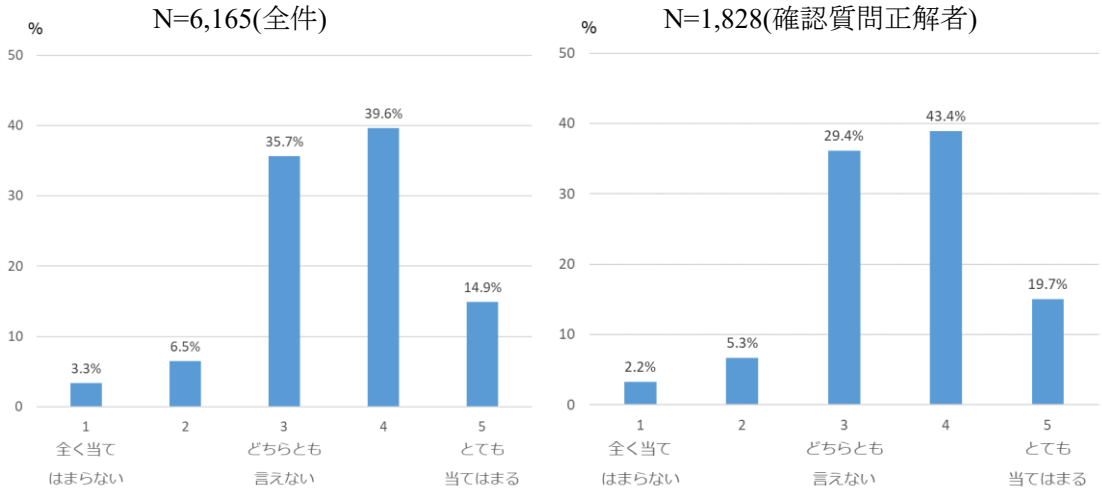


図 B. 2-63　自動運転への期待：”マイカー運転者の負担の軽減” （単一回答）

10. 【Q16-9】自動運転への期待：”移動時間の有効活用” （単一回答）

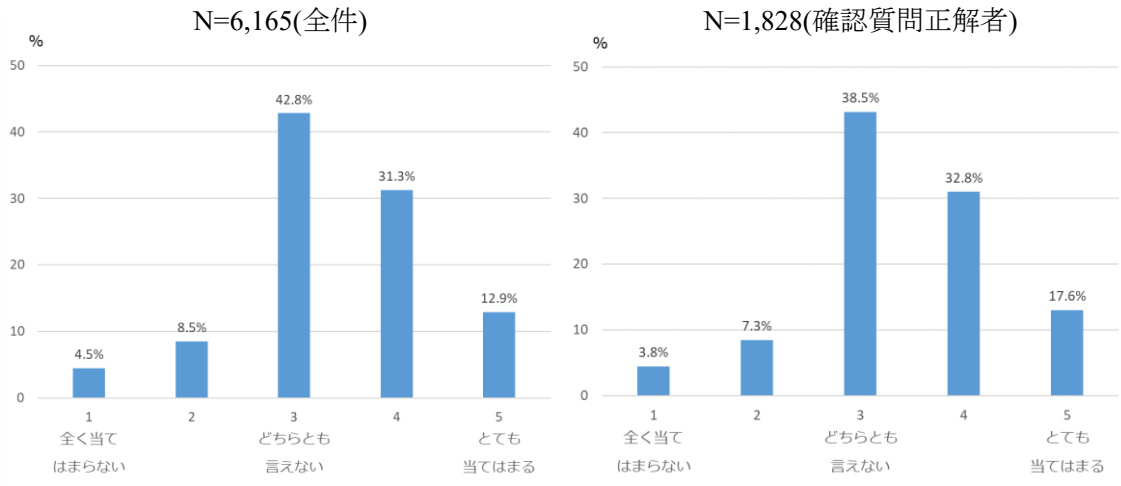


図 B. 2-64　自動運転への期待：”移動時間の有効活用” （単一回答）

11. 【Q16-10】自動運転への期待：”車を別の場所から呼び出せる”（単一回答）

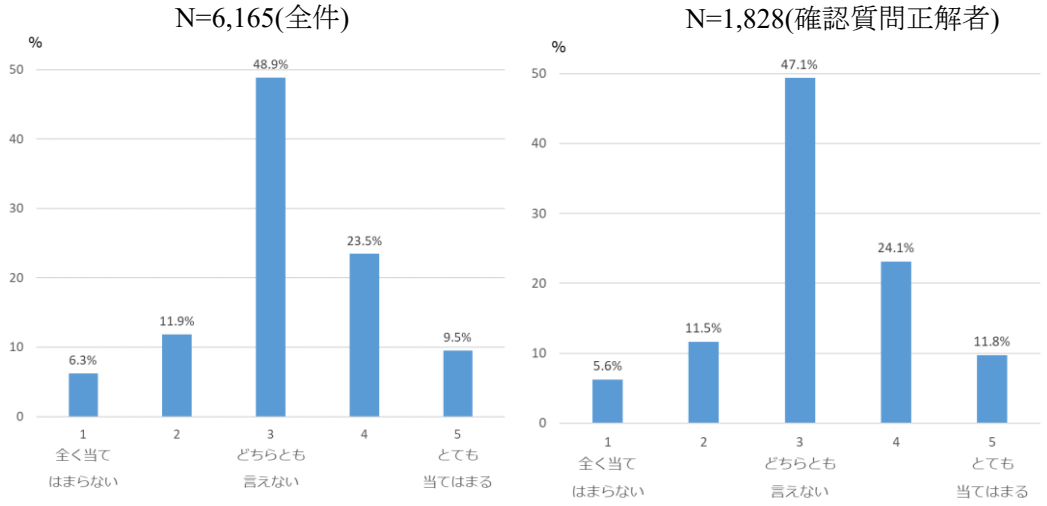


図 B.2-65　自動運転への期待：”車を別の場所から呼び出せる”　（単一回答）

12. 【Q16-11】自動運転への期待：”外出先での駐車場の確保が不要となる”（単一回答）

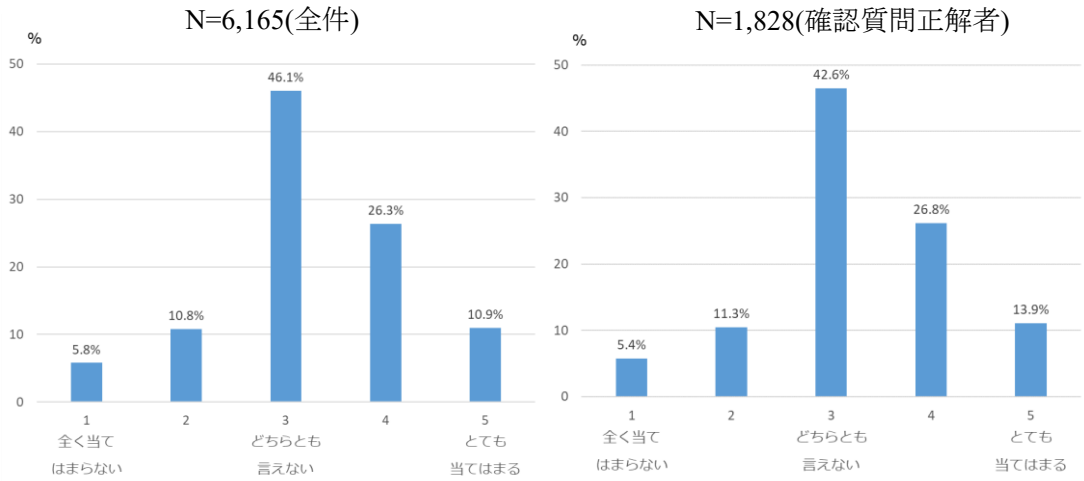


図 B.2-66　自動運転への期待：”外出先での駐車場の確保が不要となる”　（単一回答）

13. 【Q16-12】自動運転への期待：”職業運転者(トラック/バス/タクシーの運転手)の人手不足解消”（単一回答）

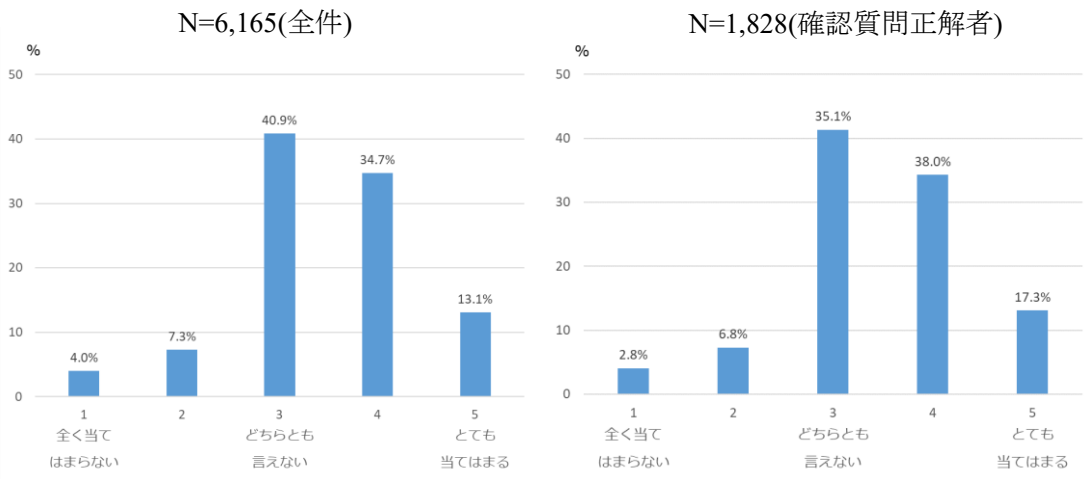


図 B. 2-67　自動運転への期待：”職業運転者（トラック/バス/タクシーの運転手）の人手不足解消”（単一回答）

14. 【Q16-13】自動運転への期待：”新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化”（単一回答）

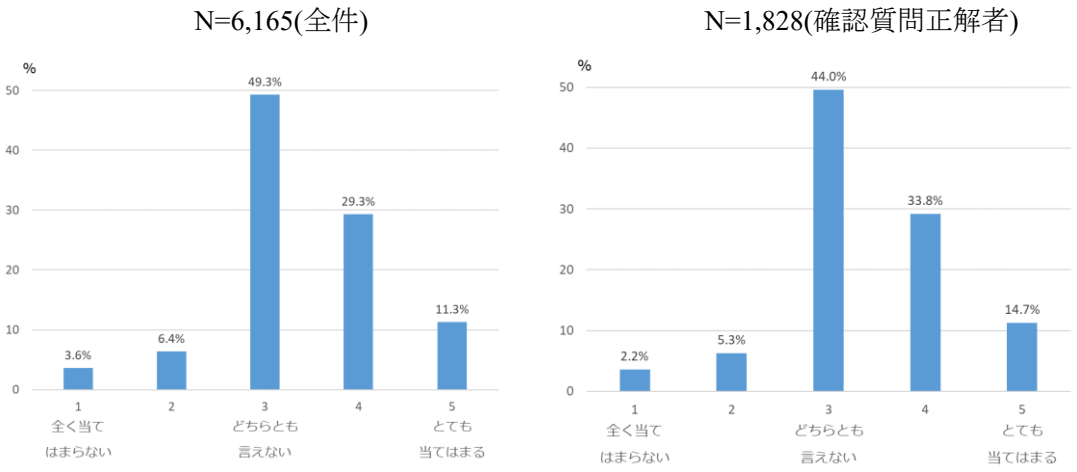


図 B. 2-68　自動運転への期待：”新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化”（単一回答）

15. 【Q17】レベル 5 の自動運転の乗車中にしていたいこと（複数回答）

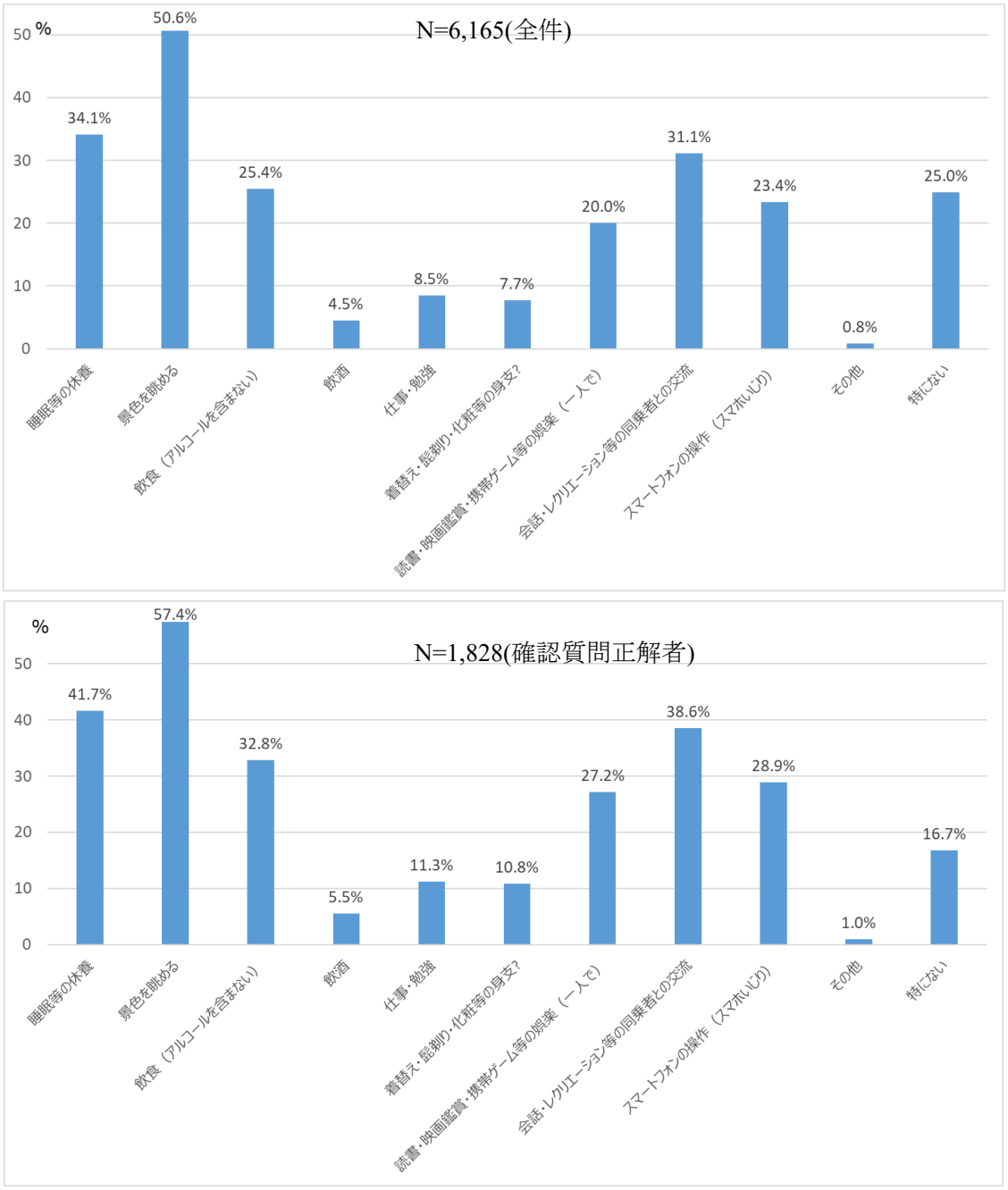


図 B. 2-69　レベル 5 の自動運転の乗車中にしていたいこと（複数回答）

16. 【Q18-1】実証実験等で自動運転への乗車体験の有無

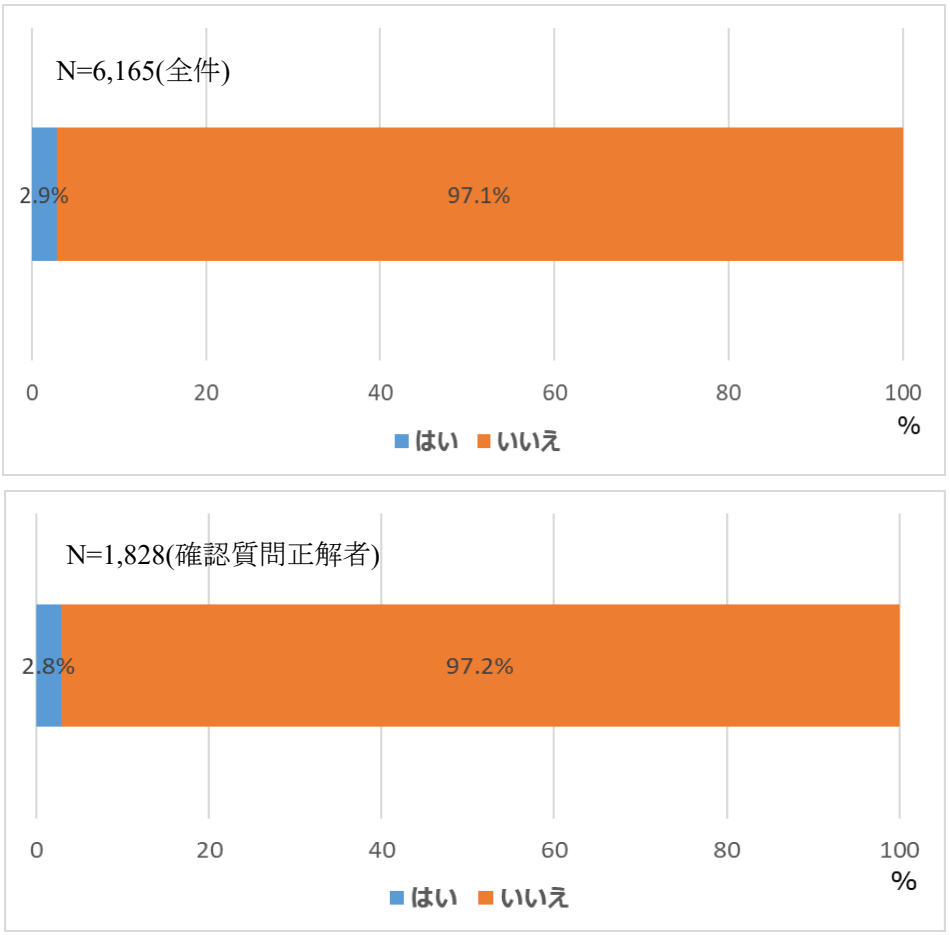


図 B. 2-70　実証実験等で自動運転への乗車体験の有無

17. 【Q18-2】実証実験等を取り扱った新聞や雑誌の記事を目にしたことの有無

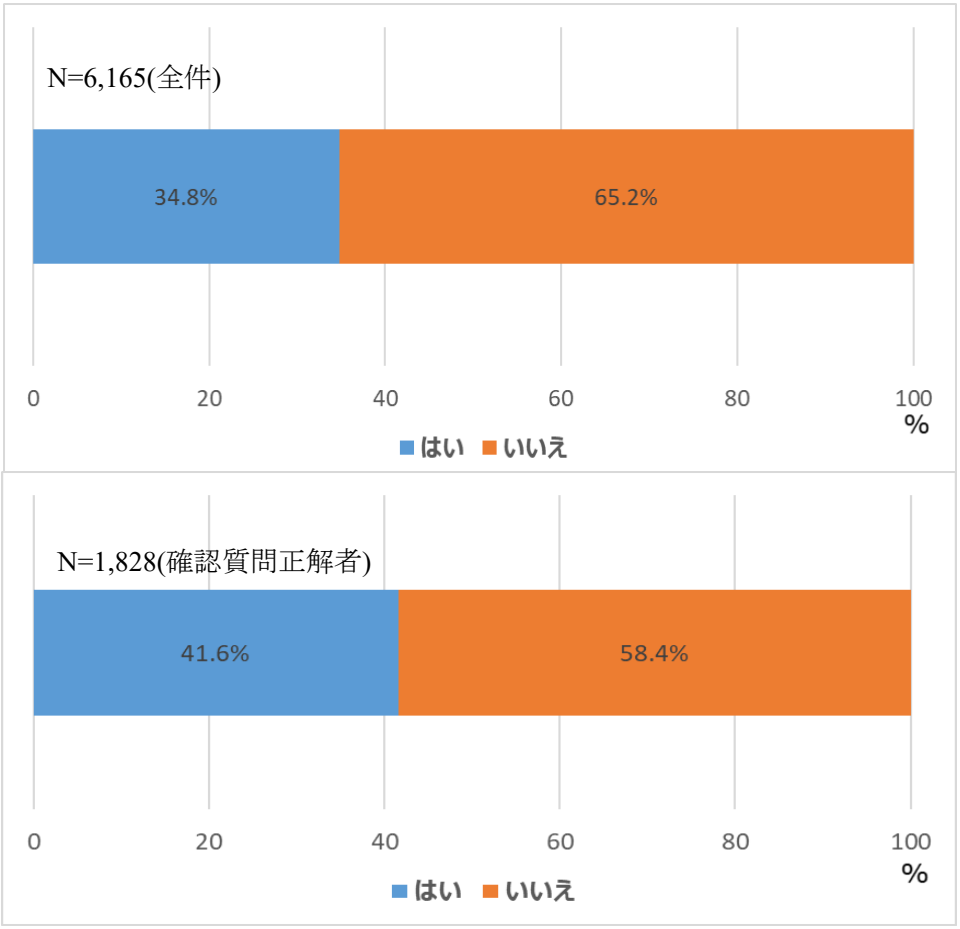


図 B. 2-71　実証実験等を取り扱った新聞や雑誌の記事を目にしたことの有無

18. 【Q19】「自動運転」という言葉やイメージによく触れる機会（複数回答）

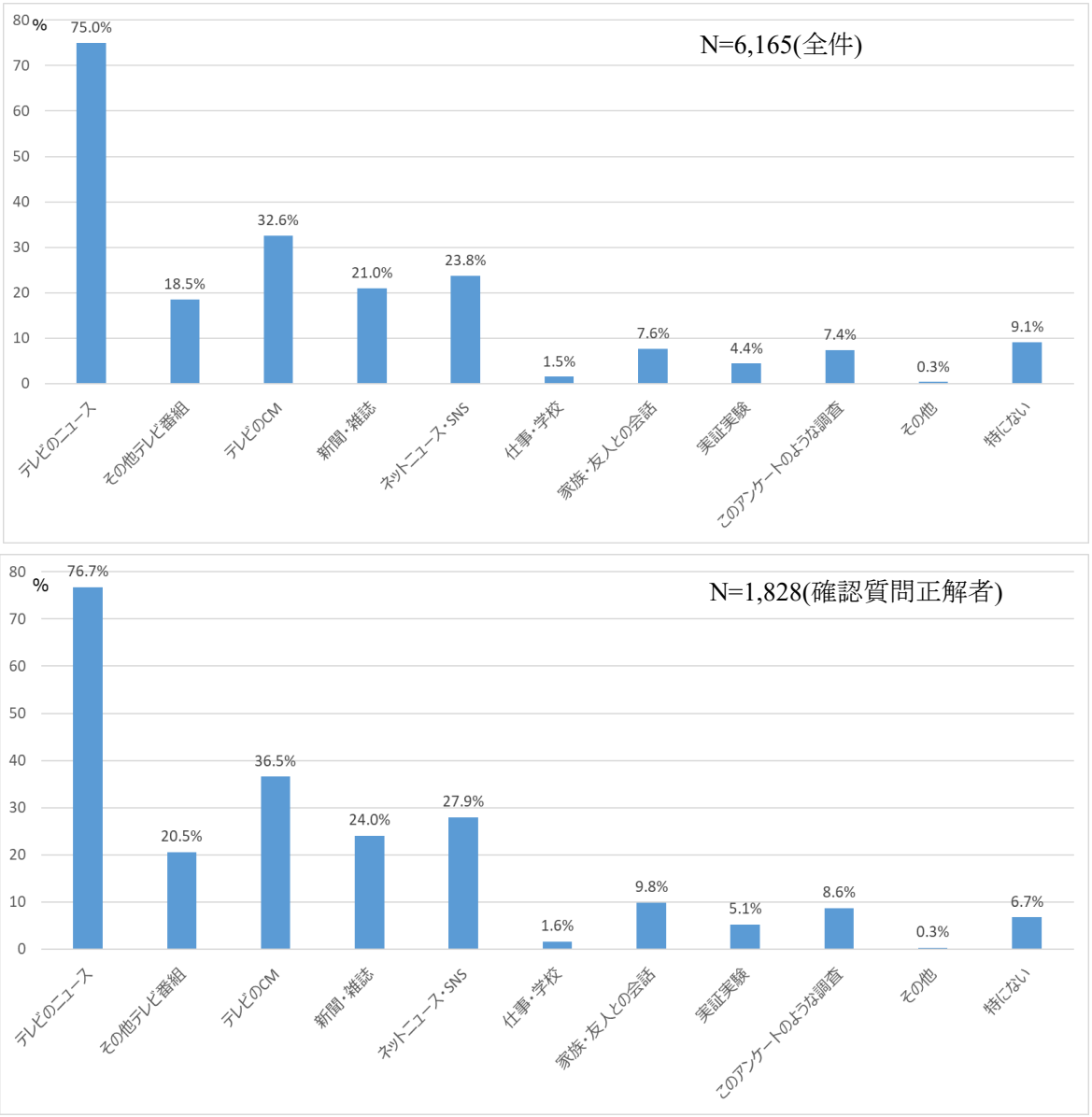


図 B. 2-72　「自動運転」という言葉やイメージによく触れる機会（複数回答）

B.2.4 カテゴリ化された自動運転車への WTP に関する質問

カテゴリ化された自動運転車に関する質問は、確認質問正解者のみの集計結果である。

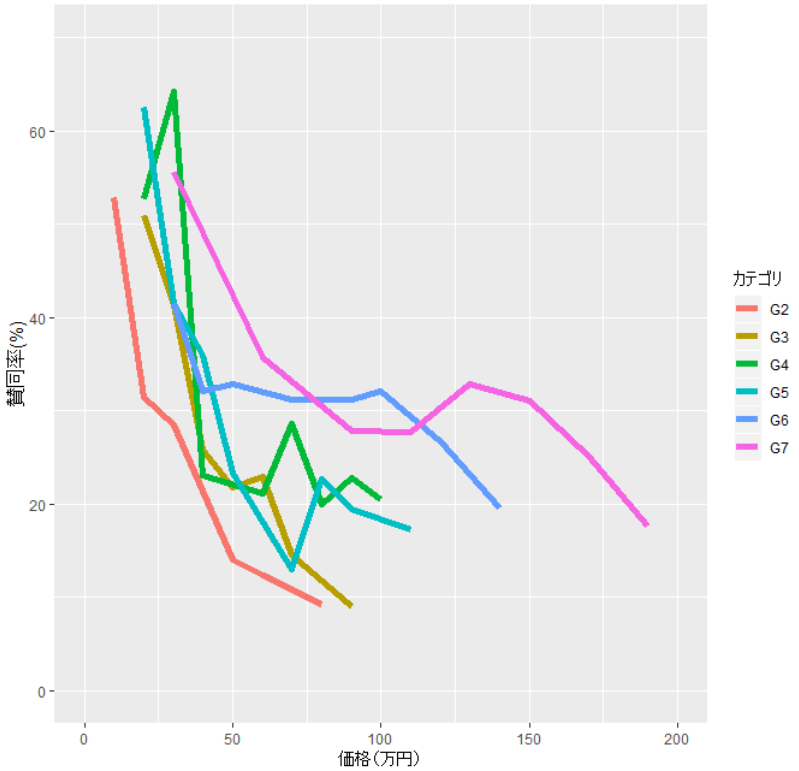
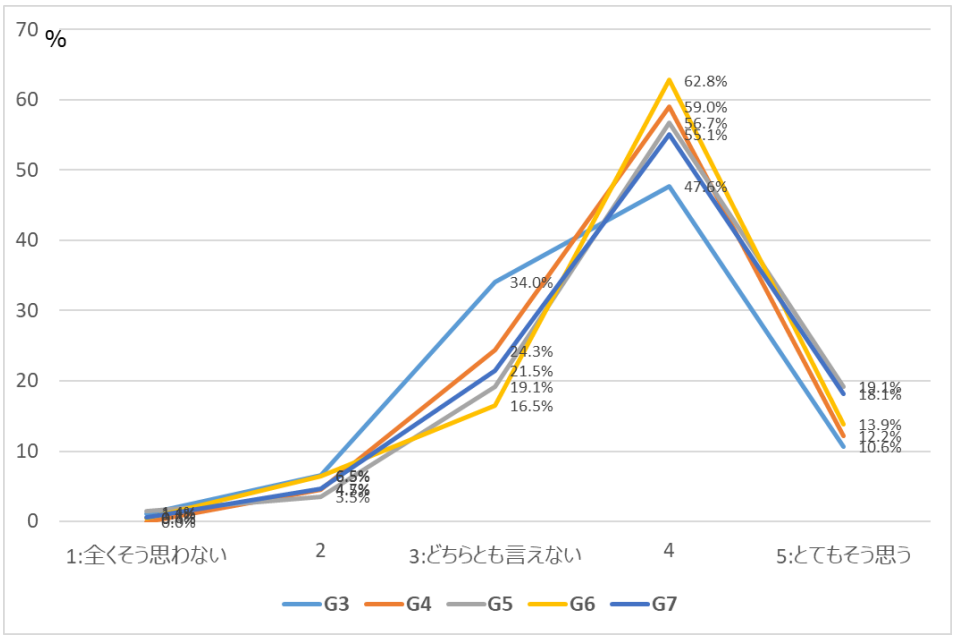


図 B. 2-73　自動運転車カテゴリ毎の価格に対する賛同率

B.2.5 提示したカテゴリの機能に対する感想・関心に関する質問

以下のカテゴリ化された自動運転車に関する質問は、確認質問正解者(1828 件)の集計結果である。

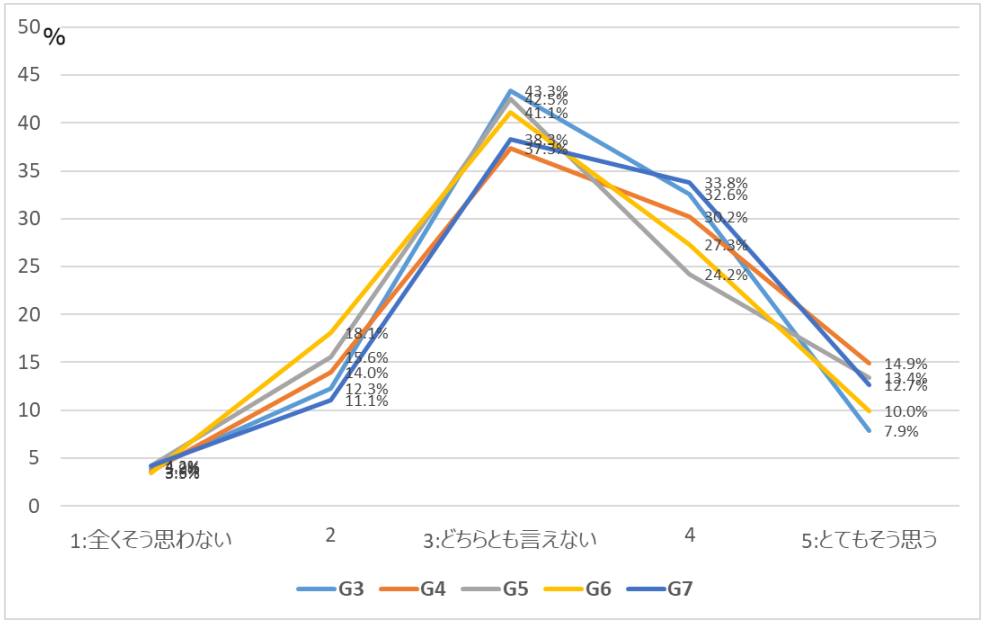
1.【Q14-1】質問対象となった自動運転の機能への認識：”利用方法が理解できた”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-74　質問対象となった自動運転の機能への認識：″利用方法が理解できた″（単一回答）

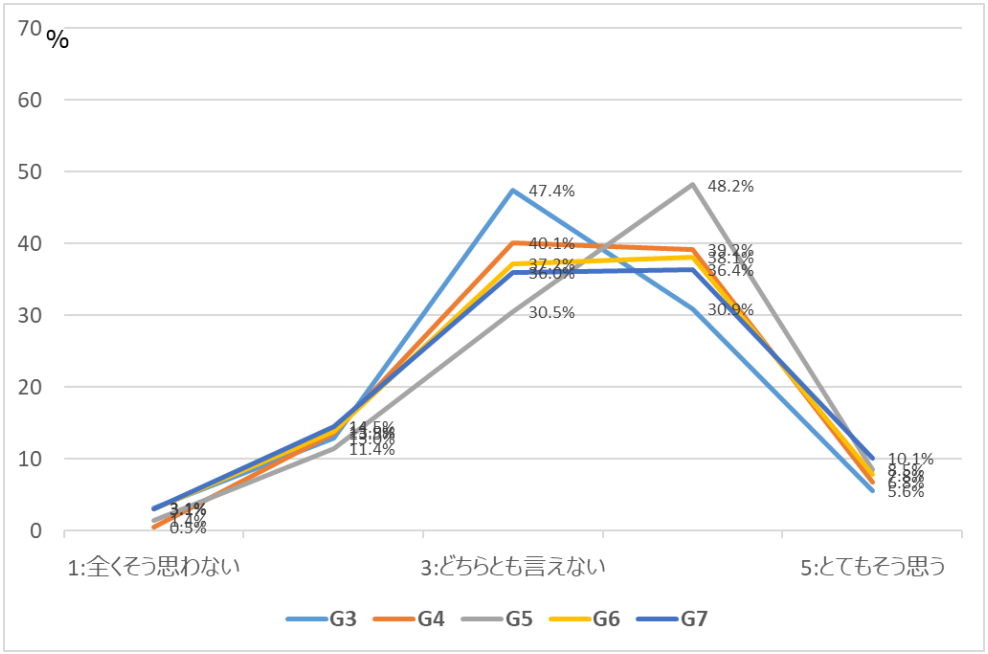
2.【Q14-2】質問対象となった自動運転の機能への認識：”自動運転を恐ろしいと思った”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-75　質問対象となった自動運転の機能への認識：″自動運転を恐ろしいと思った″（単一回答）

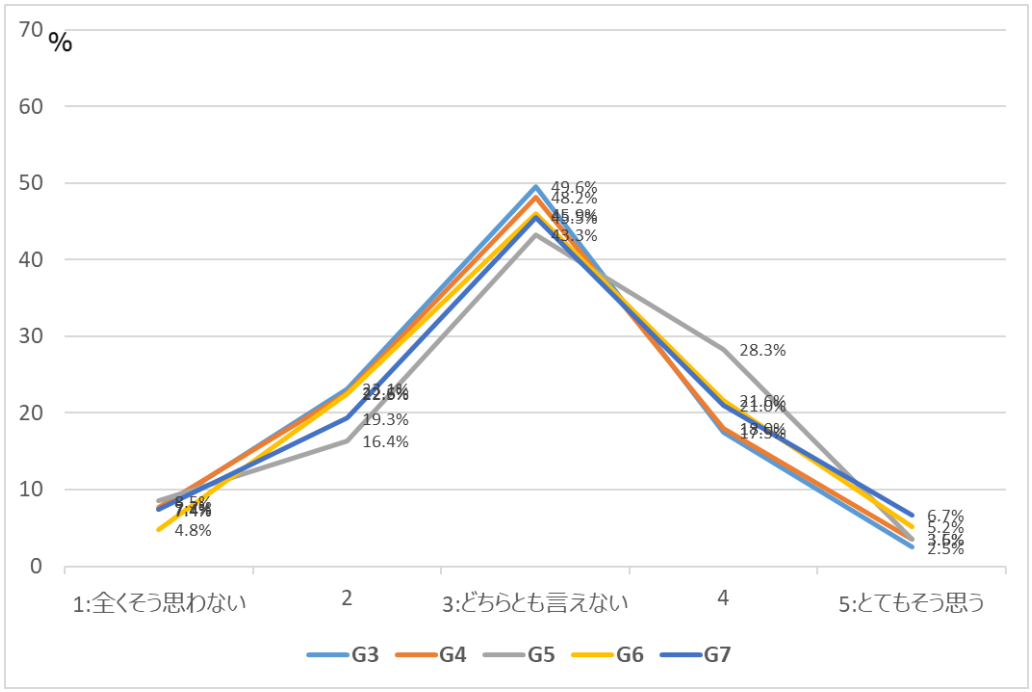
3.【Q14-3】質問対象となった自動運転の機能への認識：”仕組みについて理解していると思った”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-76　質問対象となった自動運転の機能への認識:″仕組みについて理解していると思った″（単一回答）

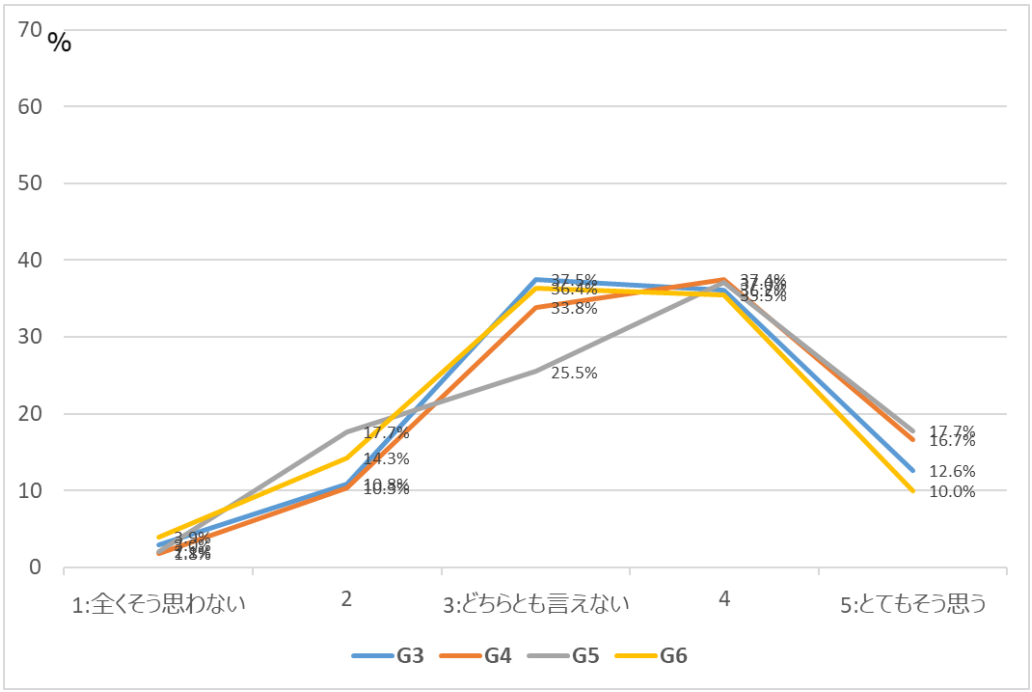
4. 【Q14-4】質問対象となった自動運転の機能への認識：”使いこなせると思った”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-77　質問対象となった自動運転の機能への認識：″使いこなせると思った″（単一回答）

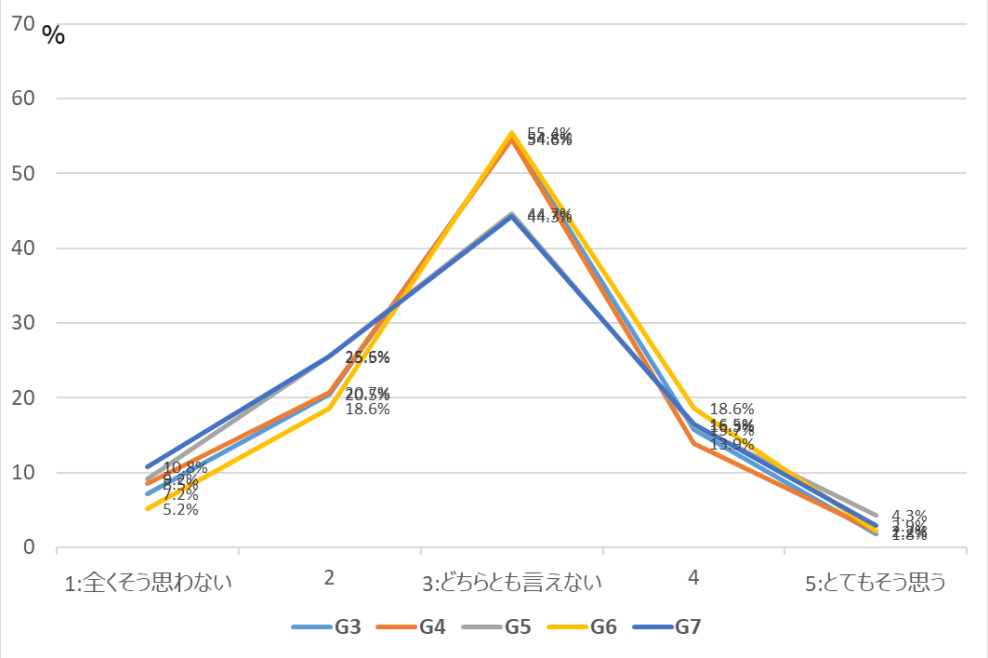
5.【Q14-5】質問対象となった自動運転の機能への認識：”システムから運転を引き継ぐことに不安がある”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-78　質問対象となった自動運転の機能への認識：″システムから運転を引き継ぐことに不安がある”　（単一回答）

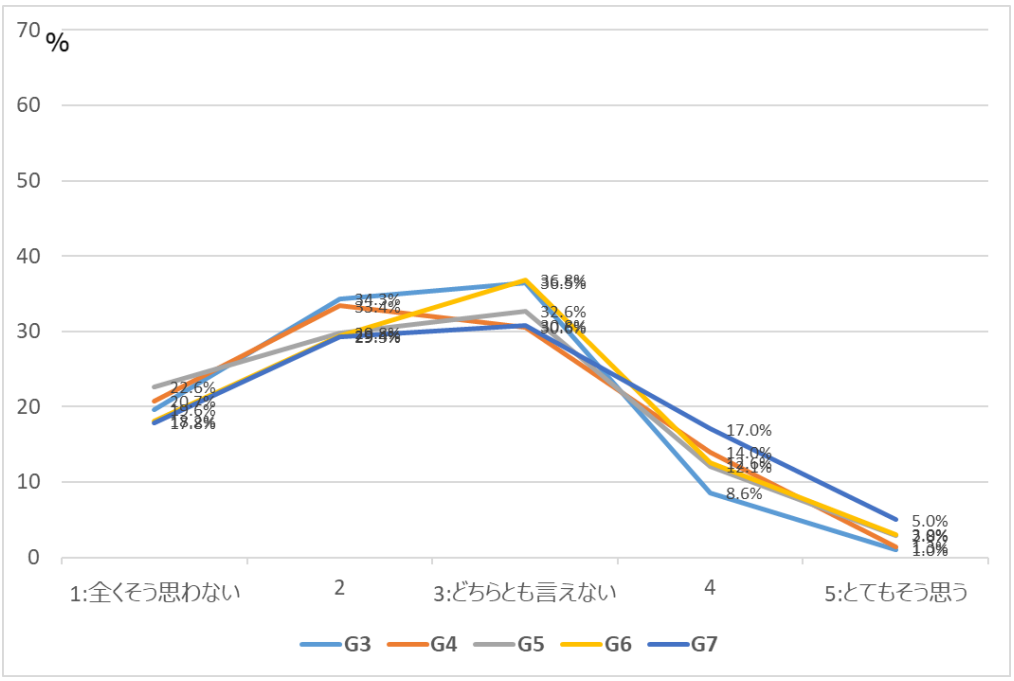
6.【Q14-6】質問対象となった自動運転の機能への認識：”技術は信頼できると思う”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-79　質問対象となった自動運転の機能への認識：”技術は信頼できると思う”（単一回答）

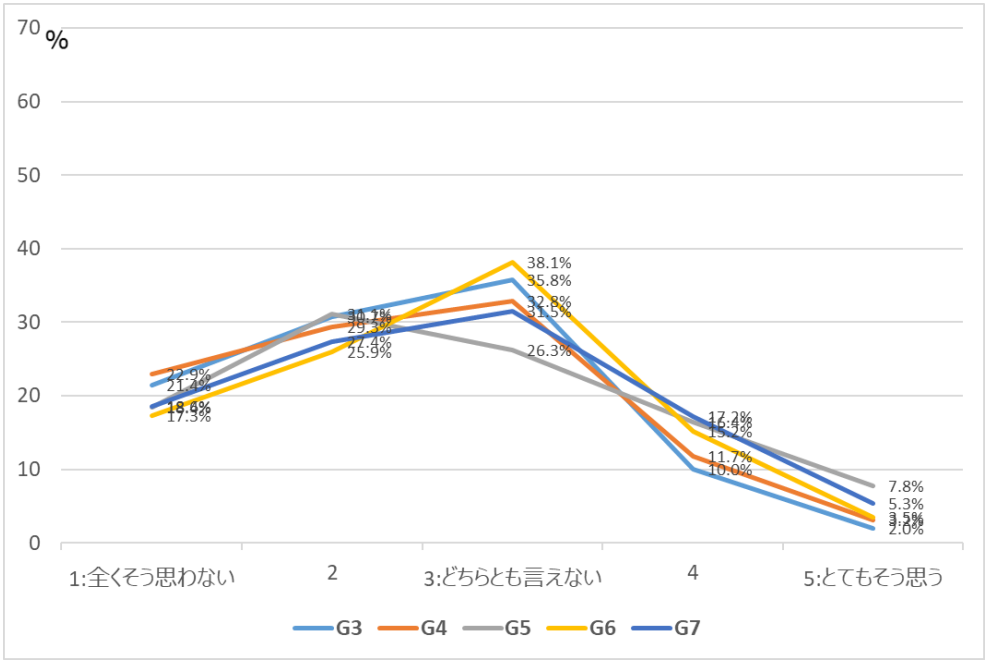
7.【Q14-7】質問対象となった自動運転の機能への認識：”自動運転中にくつろげる”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-80　質問対象となった自動運転の機能への認識：自動運転中にくつろげる”　（単一回答）

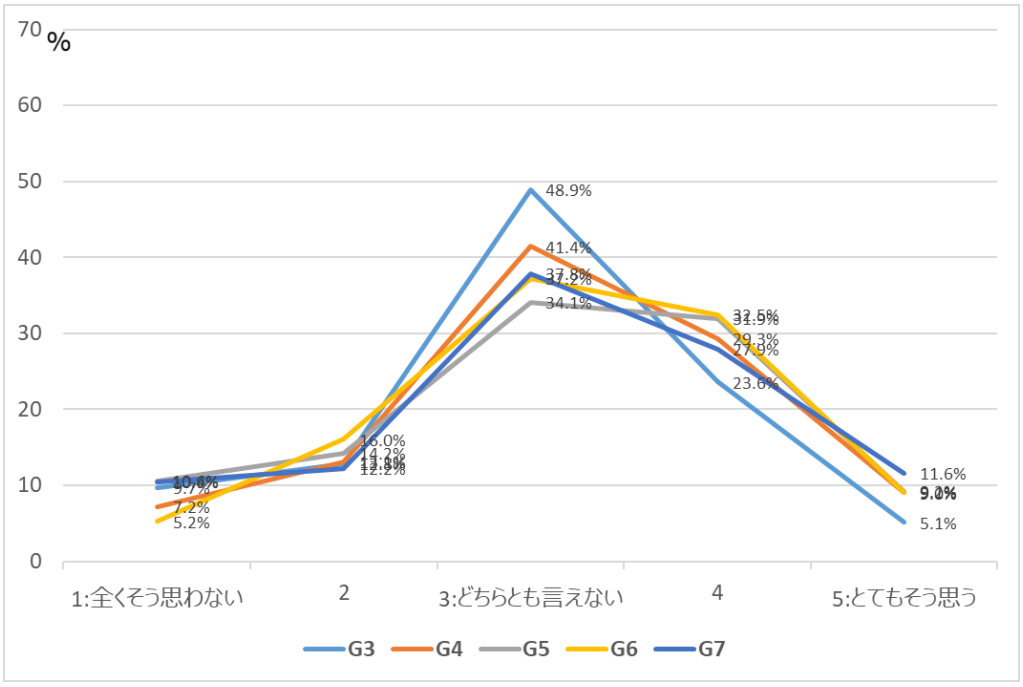
8.【Q14-8】質問対象となった自動運転の機能への認識：”自動運転中にワクワクする”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-81　質問対象となった自動運転の機能への認識：″自動運転中にワクワクする″（単一回答）

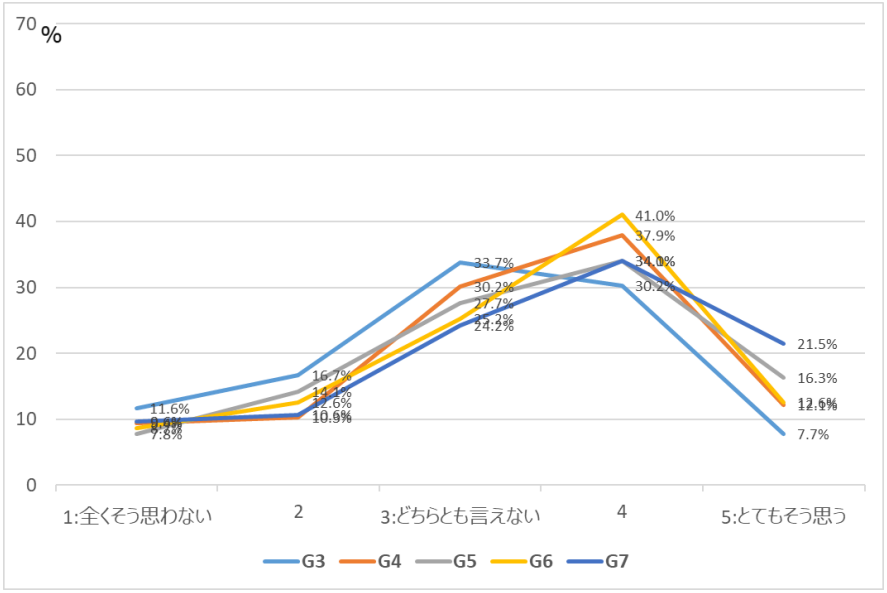
9.【Q14-9】質問対象となった自動運転の機能への認識：”有益である”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-82　質問対象となった自動運転の機能への認識：″有益である″（単一回答）

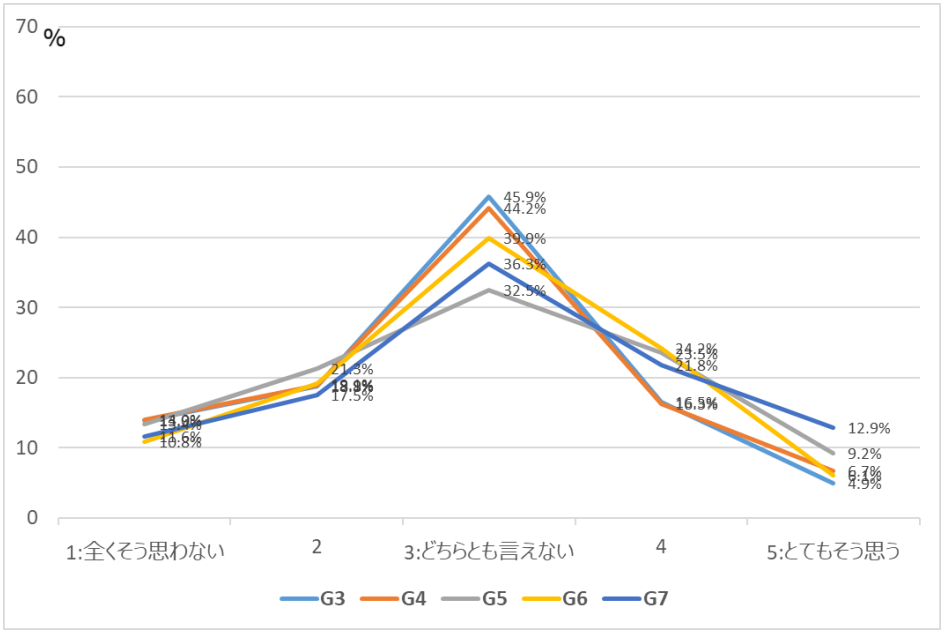
10.【Q14-10】質問対象となった自動運転の機能への認識：”この機能の自動運転の車両を一度は使ってみたい”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-83　質問対象となった自動運転の機能への認識：″この機能の自動運転の車両を一度は使ってみたい”　（単一回答）

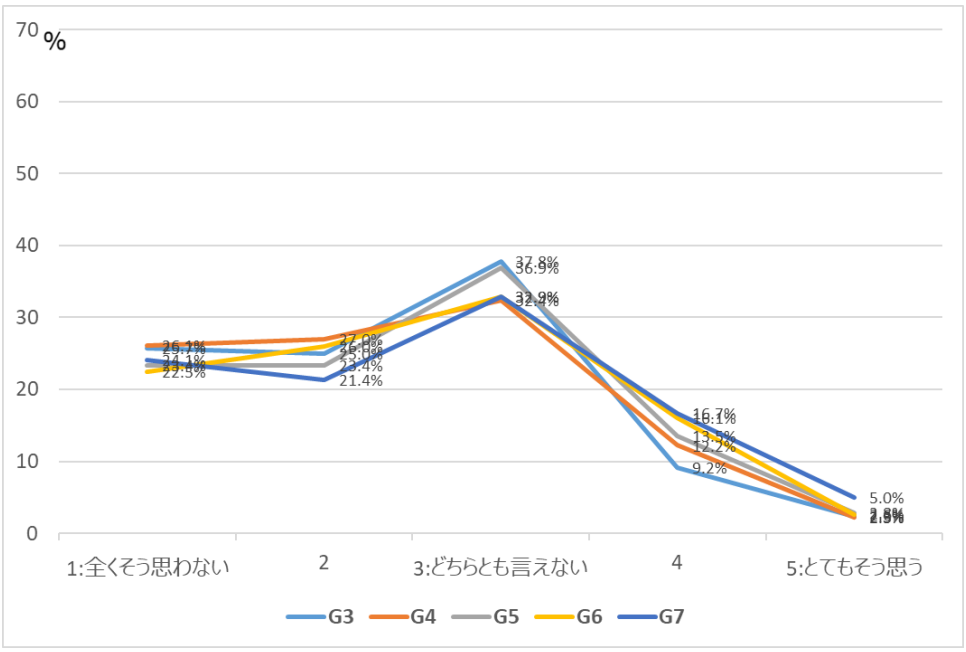
11.【Q14-11】質問対象となった自動運転の機能への認識：”この機能の自動運転の車両を日常的に使ってみたい”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-84　質問対象となった自動運転の機能への認識：″この機能の自動運転の車両を日常的に使ってみたい”　（単一回答）

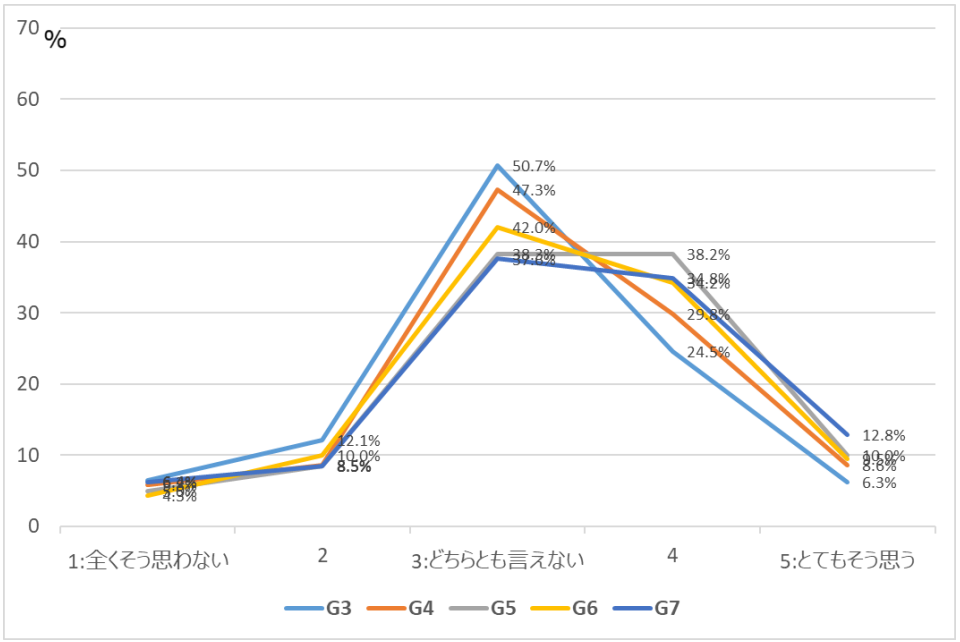
12.【Q14-12】質問対象となった自動運転の機能への認識：”この機能の自動運転のカーシェアリングを使用したい”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-85　質問対象となった自動運転の機能への認識：″この機能の自動運転のカーシェアリングを使用したい”　（単一回答）

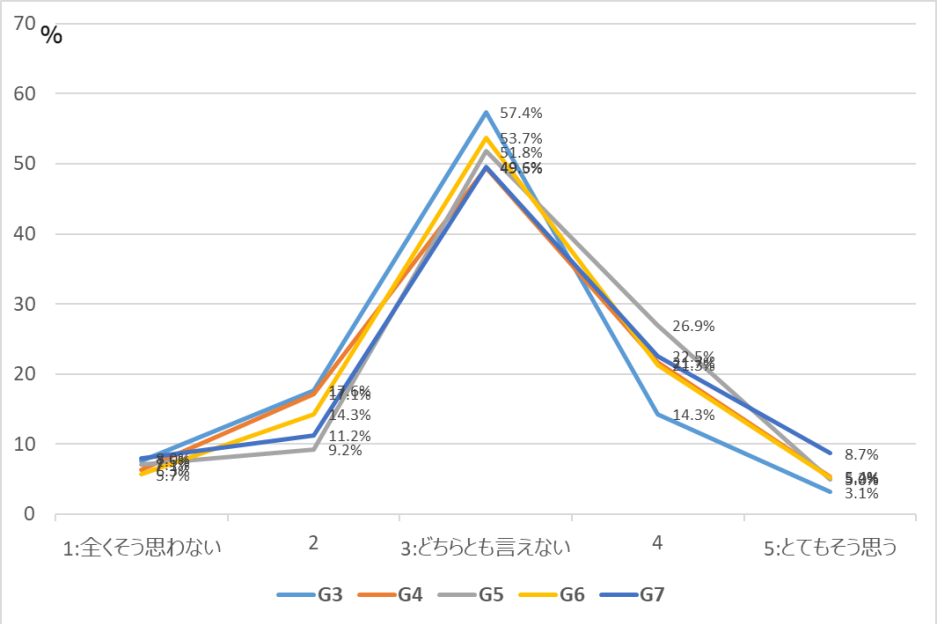
13.【Q14-13】質問対象となった自動運転の機能への認識：”社会がより便利になると思う”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-86　質問対象となった自動運転の機能への認識：″社会がより便利になると思う”　（単一回答）

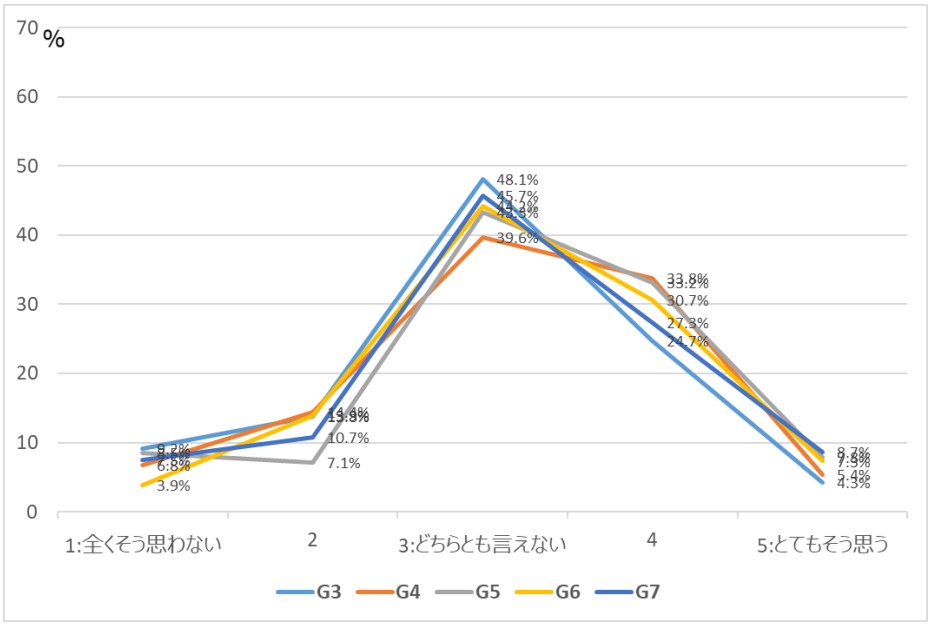
14.【Q14-14】質問対象となった自動運転の機能への認識：”社会がより楽しくなると思う”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-87　質問対象となった自動運転の機能への認識：″社会がより楽しくなると思う″（単一回答）

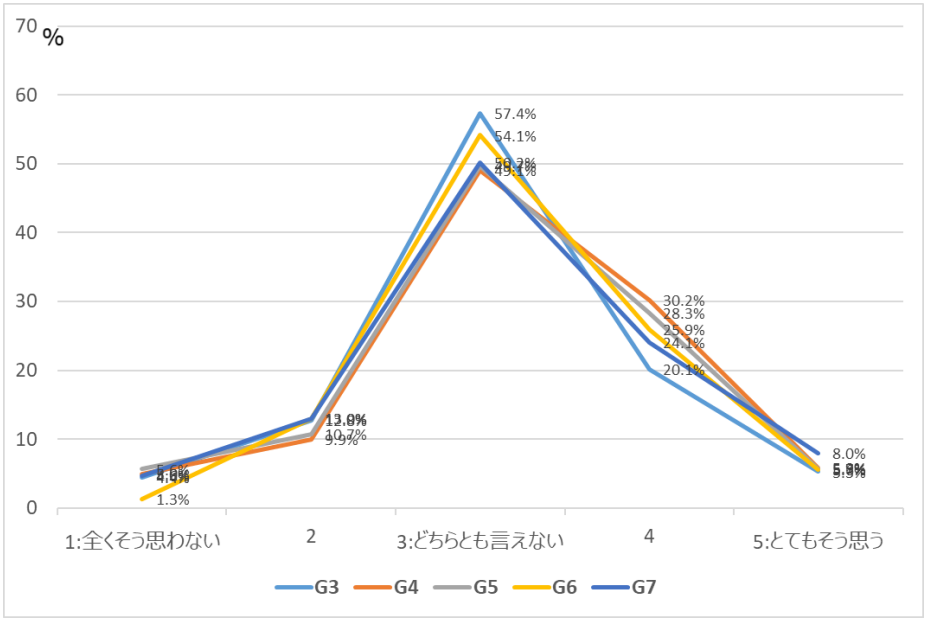
15.【Q14-15】質問対象となった自動運転の機能への認識：”社会の不安が少なくなると思う”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B.2-88　質問対象となった自動運転の機能への認識：″社会の不安が少なくなると思う″（単一回答）

16.【Q14-16】質問対象となった自動運転の機能への認識：”社会の人々に受け入れられると思う”（単一回答）



N=1,828(確認質問正解者)

図 B. 2-89　質問対象となった自動運転の機能への認識：”社会の人々に受け入れられると思う”（単一回答）

B.3 クロス集計結果

全回答 6,165 件に対して、質問【Q5】【Q6】【Q7】【Q16】について、性別・年齢階層別・居住地別に平均値に差があるかを検定し、確率 5%で有意な差がある質問についてグラフ化した。

B.3.1 性別・年齢階層別・居住地別クロス集計の検定

※網掛けは有意な差がある質問。

表 B.3-1 クロス集計：性別(1)

番号	性別	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q5-1	男性	3,069	3.9	12.7	1.7	8.1%
	女性	3,096	3.8	12.0		
Q5-2	男性	3,069	3.3	8.9	9.3	0.0%
	女性	3,096	2.6	5.8		
Q5-3	男性	3,069	3.9	12.7	2.4	1.7%
	女性	3,096	3.7	11.6		
Q5-4	男性	3,069	3.2	8.5	4.5	0.0%
	女性	3,096	2.9	7.1		
Q5-5	男性	3,069	3.7	10.8	-1.0	30.0%
	女性	3,096	3.7	11.7		
Q5-6	男性	3,069	3.4	9.3	2.3	2.3%
	女性	3,096	3.2	8.6		
Q5-7	男性	3,069	3.8	11.5	0.5	60.7%
	女性	3,096	3.7	11.6		
Q5-8	男性	3,069	3.4	9.3	-0.5	62.3%
	女性	3,096	3.4	9.8		
Q5-9	男性	3,069	2.6	5.7	5.7	0.0%
	女性	3,096	2.3	4.4		
Q5-10	男性	3,069	3.5	9.8	-0.6	52.9%
	女性	3,096	3.6	10.4		
Q5-11	男性	3,069	2.5	4.9	6.1	0.0%
	女性	3,096	2.1	3.7		
Q5-12	男性	3,069	3.1	7.3	2.1	3.8%
	女性	3,096	2.9	6.7		
Q5-13	男性	3,069	3.6	10.7	-0.1	88.5%
	女性	3,096	3.7	11.1		
Q5-14	男性	3,069	3.2	8.3	-0.1	92.8%
	女性	3,096	3.2	8.6		

表 B.3-2　クロス集計：性別(2)

番号	性別	サンプル数	平均	不偏分散	T	有意確率
Q5-15	男性	3,069	2.4	5.1	7.3	0.0%
	女性	3,096	2.0	3.5		
Q5-16	男性	3,069	2.4	4.8	-0.4	65.5%
	女性	3,096	2.5	5.1		
Q5-17	男性	3,069	2.5	5.1	2.9	0.4%
	女性	3,096	2.3	4.5		
Q5-18	男性	3,069	2.8	6.7	-1.1	29.1%
	女性	3,096	2.9	7.3		
Q5-19	男性	3,069	2.8	6.1	1.7	9.3%
	女性	3,096	2.7	5.8		
Q6-1	男性	3,069	1.9	3.3	-9.9	0.0%
	女性	3,096	2.4	5.9		
Q6-2	男性	3,069	3.1	7.7	10.5	0.0%
	女性	3,096	2.5	4.8		
Q6-3	男性	3,069	3.3	9.1	8.7	0.0%
	女性	3,096	2.7	6.2		
Q6-4	男性	3,069	3.0	6.9	-5.7	0.0%
	女性	3,096	3.4	9.2		
Q6-5	男性	3,069	3.0	6.8	3.0	0.3%
	女性	3,096	2.8	6.0		
Q6-6	男性	3,069	3.4	9.2	11.6	0.0%
	女性	3,096	2.6	5.5		
Q6-7	男性	3,069	3.5	9.7	-1.0	33.3%
	女性	3,096	3.6	10.3		
Q6-8	男性	3,069	2.6	5.7	-9.0	0.0%
	女性	3,096	3.3	9.0		
Q6-9	男性	3,069	3.3	8.8	-3.7	0.0%
	女性	3,096	3.6	10.7		
Q6-10	男性	3,069	3.0	7.2	13.3	0.0%
	女性	3,096	2.2	3.8		
Q6-11	男性	3,069	3.2	8.1	9.6	0.0%
	女性	3,096	2.6	5.2		

表 B.3-3　クロス集計：性別(3)

番号	性別	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q7-1	男性	3,069	3.2	8.1	-2.3	2.1%
	女性	3,096	3.4	9.3		
Q7-2	男性	3,069	2.8	5.9	-1.6	11.1%
	女性	3,096	2.9	6.5		
Q7-3	男性	3,069	3.2	8.0	-3.6	0.0%
	女性	3,096	3.5	9.6		
Q16-1	男性	3,069	3.4	9.4	-0.3	79.0%
	女性	3,096	3.4	9.3		
Q16-2	男性	3,069	3.8	11.8	-1.2	23.3%
	女性	3,096	3.9	12.4		
Q16-3	男性	3,069	3.3	8.4	-2.0	4.5%
	女性	3,096	3.4	9.1		
Q16-4	男性	3,069	3.8	11.6	-0.7	46.1%
	女性	3,096	3.9	11.9		
Q16-5	男性	3,069	3.7	10.8	-0.6	57.0%
	女性	3,096	3.7	11.0		
Q16-6	男性	3,069	3.3	8.3	-1.7	8.7%
	女性	3,096	3.4	8.9		
Q16-7	男性	3,069	3.1	7.2	-1.7	8.9%
	女性	3,096	3.2	7.8		
Q16-8	男性	3,069	3.5	9.8	-1.1	26.3%
	女性	3,096	3.6	10.2		
Q16-9	男性	3,069	3.4	9.0	-0.4	65.3%
	女性	3,096	3.4	9.1		
Q16-10	男性	3,069	3.2	8.1	0.7	50.6%
	女性	3,096	3.2	7.7		
Q16-11	男性	3,069	3.2	8.1	-1.6	10.2%
	女性	3,096	3.3	8.6		
Q16-12	男性	3,069	3.4	9.3	-0.7	48.3%
	女性	3,096	3.5	9.5		
Q16-13	男性	3,069	3.4	9.1	0.9	39.4%
	女性	3,096	3.3	8.6		

表 B. 3-4　クロス集計：年齢階層別(1)

番号	年齢	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q5-1	59 歳以下	4,146	3.76	11.77	-2.97	0.3%
	60 歳以上	2,019	4.05	13.57		
Q5-2	59 歳以下	4,146	2.95	7.36	-0.65	51.7%
	60 歳以上	2,019	3.00	7.42		
Q5-3	59 歳以下	4,146	3.78	11.82	-1.74	8.2%
	60 歳以上	2,019	3.95	12.74		
Q5-4	59 歳以下	4,146	3.10	7.90	0.61	54.0%
	60 歳以上	2,019	3.05	7.51		
Q5-5	59 歳以下	4,146	3.65	10.96	-1.63	10.3%
	60 歳以上	2,019	3.80	11.84		
Q5-6	59 歳以下	4,146	3.36	9.27	2.16	3.1%
	60 歳以上	2,019	3.19	8.24		
Q5-7	59 歳以下	4,146	3.72	11.39	-1.07	28.4%
	60 歳以上	2,019	3.82	11.82		
Q5-8	59 歳以下	4,146	3.43	9.83	1.60	10.9%
	60 歳以上	2,019	3.30	9.02		
Q5-9	59 歳以下	4,146	2.53	5.30	2.35	1.9%
	60 歳以上	2,019	2.39	4.50		
Q5-10	59 歳以下	4,146	3.47	9.72	-2.14	3.3%
	60 歳以上	2,019	3.65	10.81		
Q5-11	59 歳以下	4,146	2.39	4.67	4.97	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.13	3.45		
Q5-12	59 歳以下	4,146	2.99	7.05	0.07	94.0%
	60 歳以上	2,019	2.99	6.89		
Q5-13	59 歳以下	4,146	3.62	10.77	-0.98	32.8%
	60 歳以上	2,019	3.71	11.17		
Q5-14	59 歳以下	4,146	3.26	8.58	1.00	31.6%
	60 歳以上	2,019	3.19	8.09		
Q5-15	59 歳以下	4,146	2.36	5.00	10.90	0.0%
	60 歳以上	2,019	1.80	2.85		
Q5-16	59 歳以下	4,146	2.55	5.42	5.92	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.21	4.05		

表 B. 3-5　クロス集計：年齢階層別 (2)

番号	年齢	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q5-17	59 歳以下	4,146	2.55	5.41	9.29	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.04	3.42		
Q5-18	59 歳以下	4,146	2.96	7.49	5.31	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.59	5.96		
Q5-19	59 歳以下	4,146	2.80	6.38	3.98	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.54	5.19		
Q6-1	59 歳以下	4,146	2.32	5.21	8.05	0.0%
	60 歳以上	2,019	1.88	3.41		
Q6-2	59 歳以下	4,146	2.71	5.94	-3.57	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.95	6.88		
Q6-3	59 歳以下	4,146	3.01	7.61	-0.96	33.8%
	60 歳以上	2,019	3.08	7.74		
Q6-4	59 歳以下	4,146	3.20	8.31	1.51	13.0%
	60 歳以上	2,019	3.08	7.54		
Q6-5	59 歳以下	4,146	2.97	6.93	5.04	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.64	5.30		
Q6-6	59 歳以下	4,146	2.94	7.16	-1.85	6.4%
	60 歳以上	2,019	3.07	7.79		
Q6-7	59 歳以下	4,146	3.50	9.66	-1.99	4.6%
	60 歳以上	2,019	3.68	10.63		
Q6-8	59 歳以下	4,146	3.05	7.82	3.90	0.0%
	60 歳以上	2,019	2.77	6.40		
Q6-9	59 歳以下	4,146	3.53	10.00	1.42	15.6%
	60 歳以上	2,019	3.41	9.25		
Q6-10	59 歳以下	4,146	2.60	5.34	-2.27	2.3%
	60 歳以上	2,019	2.74	5.80		
Q6-11	59 歳以下	4,146	2.85	6.32	-3.14	0.2%
	60 歳以上	2,019	3.08	7.31		
Q7-1	59 歳以下	4,146	3.35	8.89	1.30	19.2%
	60 歳以上	2,019	3.25	8.23		
Q7-2	59 歳以下	4,146	2.90	6.52	2.83	0.5%
	60 歳以上	2,019	2.71	5.53		

表 B. 3-6　クロス集計：年齢階層別 (3)

番号	年齢	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q7-3	59 歳以下	4,146	3.40	9.00	1.06	28.8%
	60 歳以上	2,019	3.31	8.39		
Q16-1	59 歳以下	4,146	3.48	9.70	2.40	1.6%
	60 歳以上	2,019	3.28	8.54		
Q16-2	59 歳以下	4,146	3.86	12.14	0.07	94.4%
	60 歳以上	2,019	3.86	12.02		
Q16-3	59 歳以下	4,146	3.34	8.74	-0.21	83.5%
	60 歳以上	2,019	3.35	8.76		
Q16-4	59 歳以下	4,146	3.80	11.57	-1.11	26.8%
	60 歳以上	2,019	3.90	12.18		
Q16-5	59 歳以下	4,146	3.66	10.63	-1.36	17.3%
	60 歳以上	2,019	3.78	11.35		
Q16-6	59 歳以下	4,146	3.32	8.64	0.22	82.6%
	60 歳以上	2,019	3.31	8.43		
Q16-7	59 歳以下	4,146	3.15	7.67	0.84	39.8%
	60 歳以上	2,019	3.09	7.21		
Q16-8	59 歳以下	4,146	3.54	9.94	-0.63	52.8%
	60 歳以上	2,019	3.60	10.15		
Q16-9	59 歳以下	4,146	3.46	9.48	2.51	1.2%
	60 歳以上	2,019	3.26	8.26		
Q16-10	59 歳以下	4,146	3.20	8.04	0.86	38.8%
	60 歳以上	2,019	3.14	7.58		
Q16-11	59 歳以下	4,146	3.28	8.48	1.04	30.0%
	60 歳以上	2,019	3.20	8.04		
Q16-12	59 歳以下	4,146	3.47	9.50	0.62	53.3%
	60 歳以上	2,019	3.42	9.16		
Q16-13	59 歳以下	4,146	3.36	8.75	0.81	41.7%
	60 歳以上	2,019	3.43	9.11		

表 B. 3-7 クロス集計：居住地別(1)

番号	居住地	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q5-1	三大都市圏	3,058	3.7	11.6	-2.9	0.4%
	その他地域	3,107	4.0	13.1		
Q5-2	三大都市圏	3,058	2.9	7.3	-0.8	41.2%
	その他地域	3,107	3.0	7.4		
Q5-3	三大都市圏	3,058	3.7	11.5	-2.5	1.4%
	その他地域	3,107	3.9	12.7		
Q5-4	三大都市圏	3,058	3.0	7.5	-1.5	13.9%
	その他地域	3,107	3.1	8.0		
Q5-5	三大都市圏	3,058	3.6	10.4	-3.3	0.1%
	その他地域	3,107	3.8	12.0		
Q5-6	三大都市圏	3,058	3.2	8.7	-1.4	14.9%
	その他地域	3,107	3.4	9.2		
Q5-7	三大都市圏	3,058	3.7	11.2	-1.6	11.2%
	その他地域	3,107	3.8	11.9		
Q5-8	三大都市圏	3,058	3.2	8.7	-3.7	0.0%
	その他地域	3,107	3.5	10.4		
Q5-9	三大都市圏	3,058	2.5	4.9	-1.0	31.7%
	その他地域	3,107	2.5	5.1		
Q5-10	三大都市圏	3,058	3.4	9.1	-3.9	0.0%
	その他地域	3,107	3.7	11.0		
Q5-11	三大都市圏	3,058	2.3	4.3	-0.2	83.8%
	その他地域	3,107	2.3	4.3		
Q5-12	三大都市圏	3,058	2.9	6.6	-2.7	0.7%
	その他地域	3,107	3.1	7.4		
Q5-13	三大都市圏	3,058	3.6	10.7	-1.1	26.8%
	その他地域	3,107	3.7	11.1		
Q5-14	三大都市圏	3,058	3.1	7.7	-3.6	0.0%
	その他地域	3,107	3.4	9.2		
Q5-15	三大都市圏	3,058	2.0	3.8	-4.9	0.0%
	その他地域	3,107	2.3	4.8		
Q5-16	三大都市圏	3,058	2.4	4.8	-1.7	9.5%
	その他地域	3,107	2.5	5.1		

表 B. 3-8　クロス集計：居住地別 (2)

番号	居住地	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q5-17	三大都市圏	3,058	2.4	4.8	0.2	84.4%
	その他地域	3,107	2.4	4.7		
Q5-18	三大都市圏	3,058	2.4	4.9	12.9	0.0%
	その他地域	3,107	3.3	9.1		
Q5-19	三大都市圏	3,058	2.5	5.2	-5.4	0.0%
	その他地域	3,107	2.9	6.7		
Q6-1	三大都市圏	3,058	2.4	5.7	8.1	0.0%
	その他地域	3,107	2.0	3.6		
Q6-2	三大都市圏	3,058	2.7	6.1	-1.5	13.8%
	その他地域	3,107	2.8	6.3		
Q6-3	三大都市圏	3,058	3.0	7.6	-0.9	37.6%
	その他地域	3,107	3.1	7.7		
Q6-4	三大都市圏	3,058	3.2	8.3	0.7	47.6%
	その他地域	3,107	3.1	7.8		
Q6-5	三大都市圏	3,058	2.8	6.3	-0.9	35.7%
	その他地域	3,107	2.9	6.5		
Q6-6	三大都市圏	3,058	2.9	7.2	-1.1	27.4%
	その他地域	3,107	3.0	7.5		
Q6-7	三大都市圏	3,058	3.6	10.1	0.4	72.1%
	その他地域	3,107	3.5	9.9		
Q6-8	三大都市圏	3,058	3.0	7.6	0.9	36.0%
	その他地域	3,107	2.9	7.1		
Q6-9	三大都市圏	3,058	3.4	9.6	-1.0	32.5%
	その他地域	3,107	3.5	9.9		
Q6-10	三大都市圏	3,058	2.6	5.5	-0.8	45.2%
	その他地域	3,107	2.7	5.5		
Q6-11	三大都市圏	3,058	2.9	6.5	-1.5	13.5%
	その他地域	3,107	3.0	6.8		
Q7-1	三大都市圏	3,058	3.4	8.9	0.9	35.8%
	その他地域	3,107	3.3	8.5		
Q7-2	三大都市圏	3,058	2.9	6.4	1.0	32.9%
	その他地域	3,107	2.8	6.0		

表 B.3-9　クロス集計：居住地別(3)

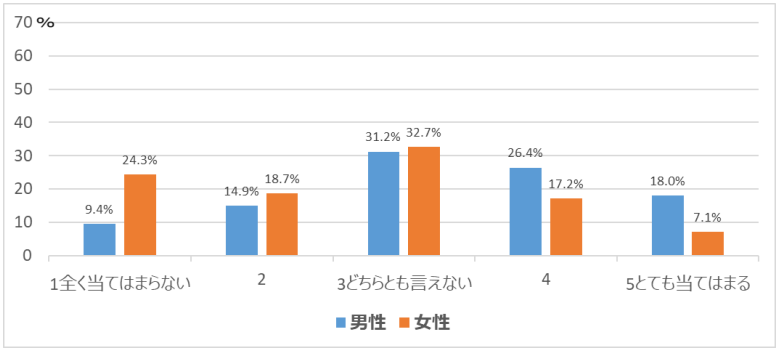
番号	居住地	サンプル数	平均	不偏分散	t	有意確率
Q7-3	三大都市圏	3,058	3.4	9.0	1.1	25.9%
	その他地域	3,107	3.3	8.6		
Q16-1	三大都市圏	3,058	3.5	9.6	1.2	22.1%
	その他地域	3,107	3.4	9.0		
Q16-2	三大都市圏	3,058	3.9	12.2	0.3	80.0%
	その他地域	3,107	3.8	12.0		
Q16-3	三大都市圏	3,058	3.3	8.8	0.1	95.5%
	その他地域	3,107	3.3	8.7		
Q16-4	三大都市圏	3,058	3.8	11.7	0.2	83.5%
	その他地域	3,107	3.8	11.8		
Q16-5	三大都市圏	3,058	3.7	10.9	0.0	100.0%
	その他地域	3,107	3.7	10.9		
Q16-6	三大都市圏	3,058	3.3	8.5	0.2	80.6%
	その他地域	3,107	3.3	8.6		
Q16-7	三大都市圏	3,058	3.1	7.5	0.4	71.4%
	その他地域	3,107	3.1	7.6		
Q16-8	三大都市圏	3,058	3.6	10.0	0.2	81.1%
	その他地域	3,107	3.6	10.0		
Q16-9	三大都市圏	3,058	3.4	9.0	0.3	78.8%
	その他地域	3,107	3.4	9.1		
Q16-10	三大都市圏	3,058	3.2	7.9	0.1	90.9%
	その他地域	3,107	3.2	7.9		
Q16-11	三大都市圏	3,058	3.3	8.3	0.1	96.0%
	その他地域	3,107	3.3	8.3		
Q16-12	三大都市圏	3,058	3.4	9.4	0.2	84.6%
	その他地域	3,107	3.5	9.4		
Q16-13	三大都市圏	3,058	3.4	8.9	0.2	81.8%
	その他地域	3,107	3.4	8.8		

B.3.2 クロス集計

クロス集計は全件（6,165 件）の集計結果である。

(1) クロス集計：性別

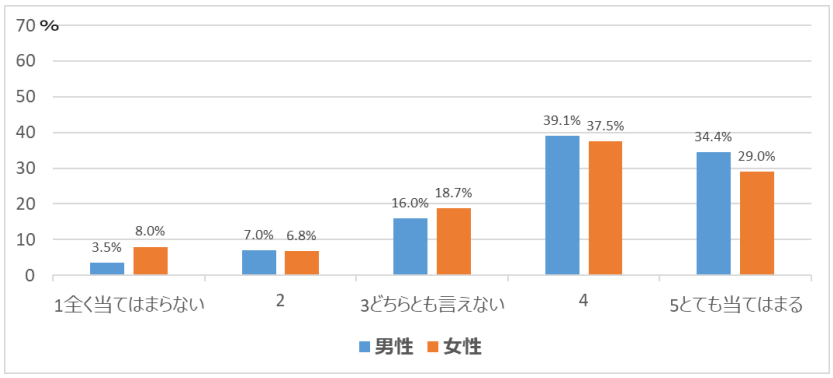
1.【Q5-2】クルマを運転する理由：”運転が好きだから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-1　クルマを運転する理由：”運転が好きだから”　（単一回答）

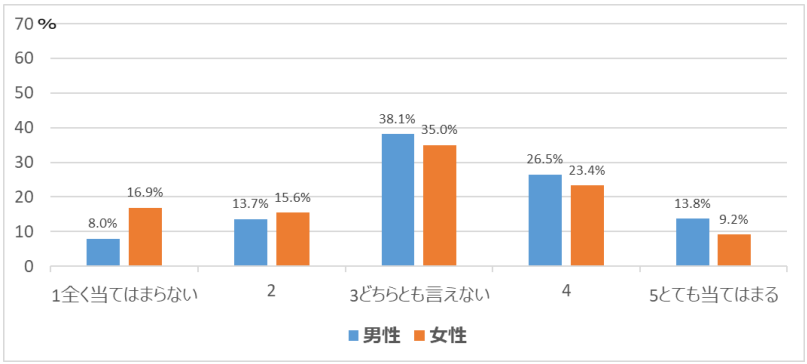
2.【Q5-3】クルマを運転する理由：”好きなところへ行けるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-2　クルマを運転する理由：”　好きなところへ行けるから”　（単一回答）

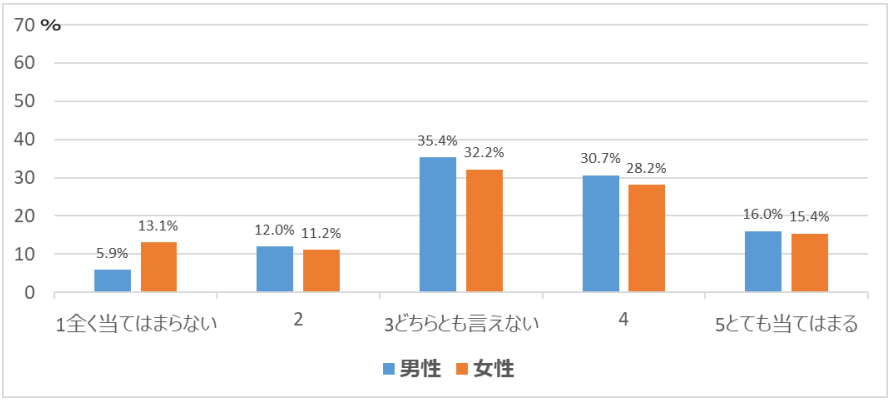
3.【Q5-4】クルマを運転する理由：” 気分転換を図ることができるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-3　クルマを運転する理由：”　気分転換を図ることができるから”　（単一回答）

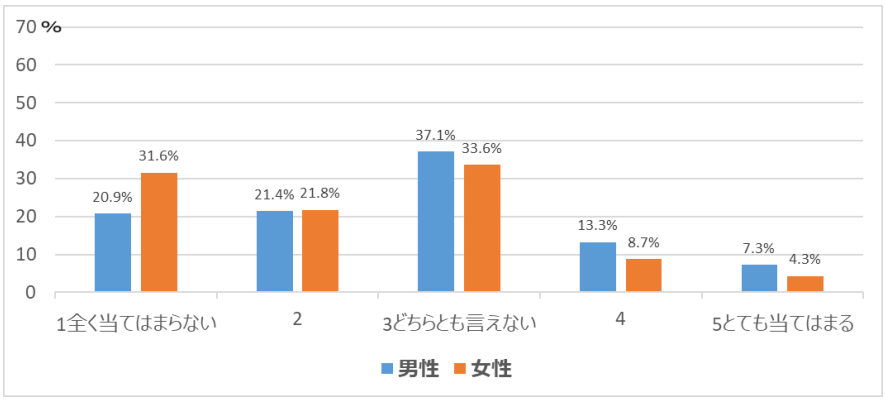
4.【Q5-6】クルマを運転する理由：”プライベートな空間を確保できるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-4　クルマを運転する理由：”プライベートな空間を確保できるから”　（単一回答）

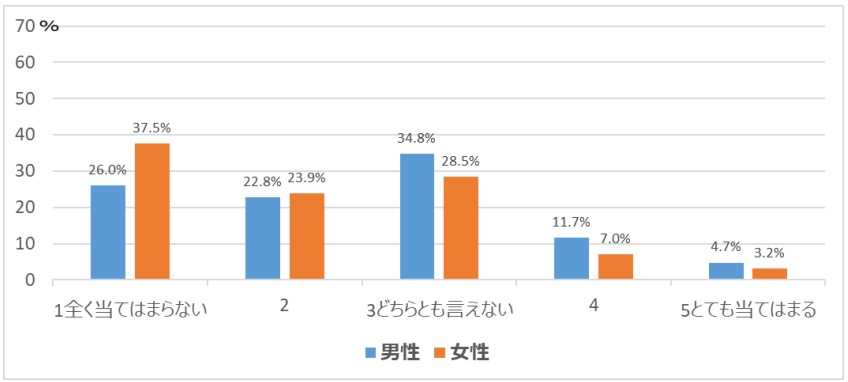
5.【Q5-9】クルマを運転する理由：”クルマに乗ることが自己表現の 1 つだから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-5　クルマを運転する理由：”クルマに乗ることが自己表現の 1 つだから”　（単一回答）

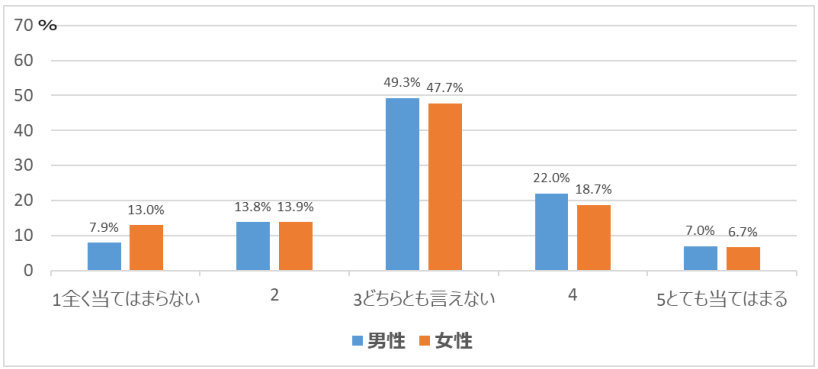
6.【Q5-11】クルマを運転する理由：”クルマにトレンドやファッション性を求めるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-6　クルマを運転する理由：”クルマにトレンドやファッション性を求めるから”　（単一回答）

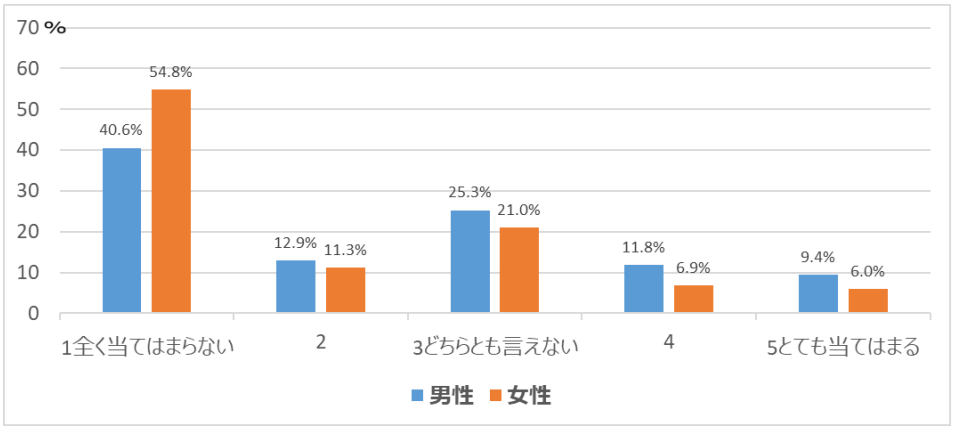
7.【Q5-12】クルマを運転する理由：”クルマでの移動が安心・安全だから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-7　クルマを運転する理由：”クルマでの移動が安心・安全だから”　（単一回答）

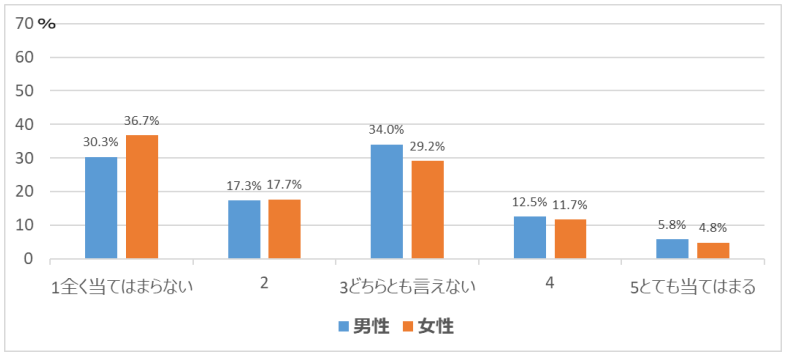
8.【Q5-15】クルマを運転する理由：” 業務で使わざるを得ない”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-8　クルマを運転する理由：” 業務で使わざるを得ない”　（単一回答）

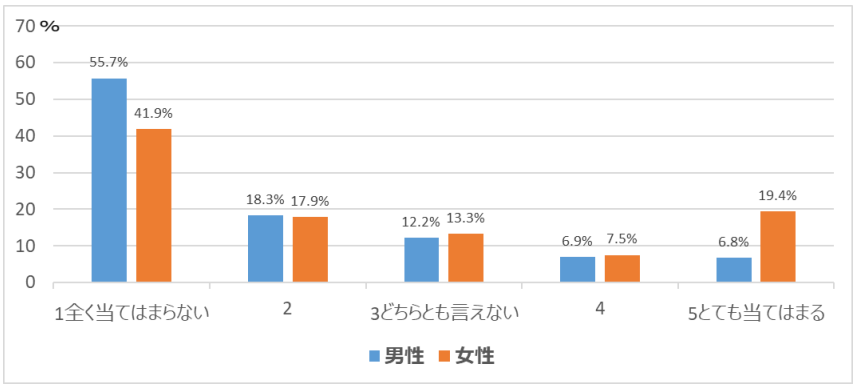
9.【Q5-17】クルマを運転する理由：”親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-9　クルマを運転する理由：” 親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”　（単一回答）

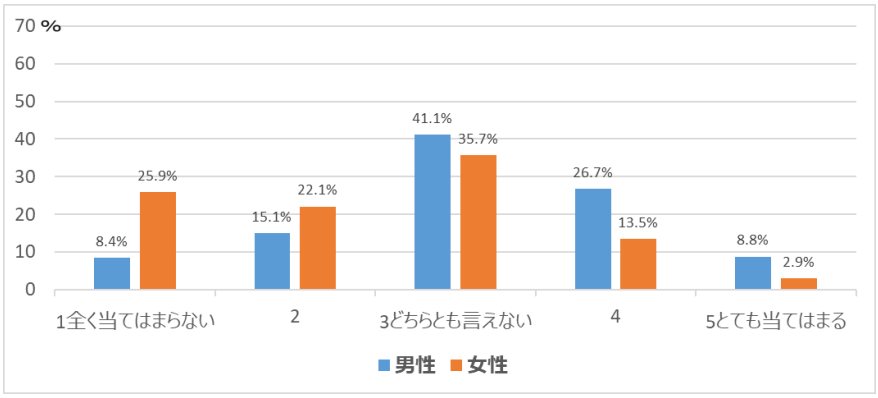
10.【Q6-1】運転に対する考え：”自分のことをペーパードライバーだと思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-10　運転に対する考え：”　自分のことをペーパードライバーだと思う”　（単一回答）

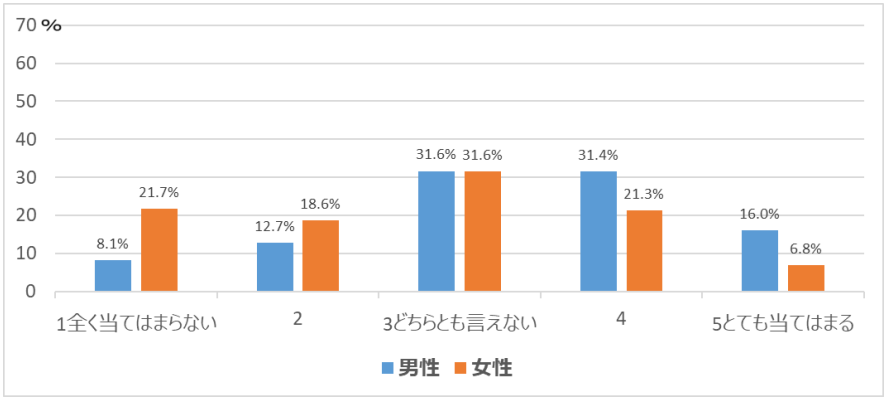
11.【Q6-2】運転に対する考え：”クルマの運転に自信がある”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-11　運転に対する考え：”　クルマの運転に自信がある”　（単一回答）

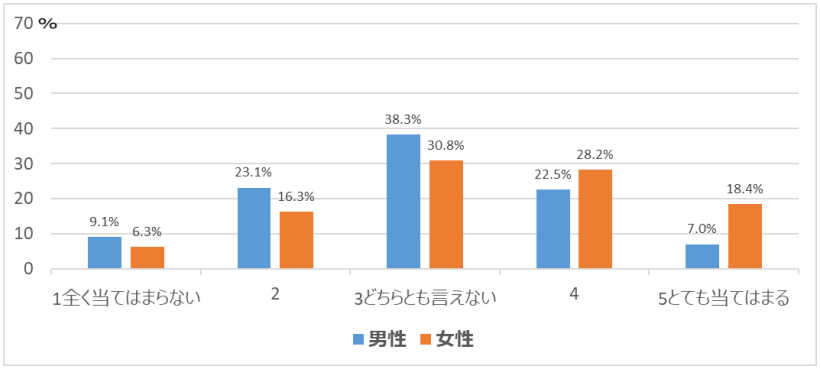
12.【Q6-3】運転に対する考え：”クルマの運転は好きだ”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-12　運転に対する考え：”　クルマの運転は好きだ”　（単一回答）

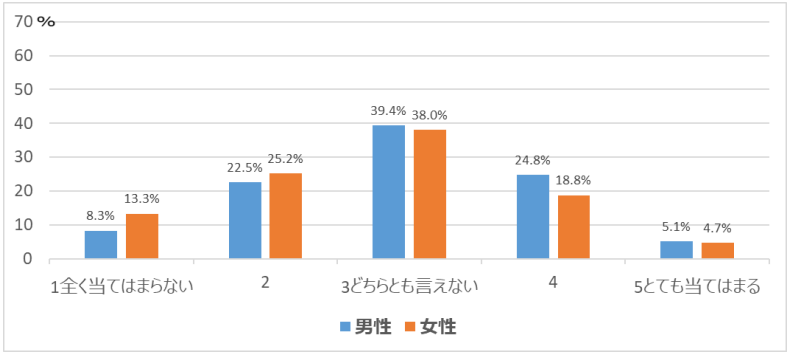
13.【Q6-4】運転に対する考え：”クルマの運転は緊張して疲れる”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-13　運転に対する考え：”　クルマの運転は緊張して疲れる”　（単一回答）

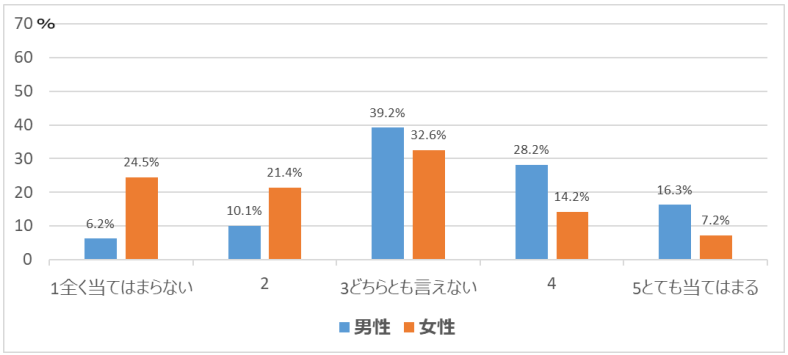
14.【Q6-5】運転に対する考え：”クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-14　運転に対する考え：”　クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”　（単一回答）

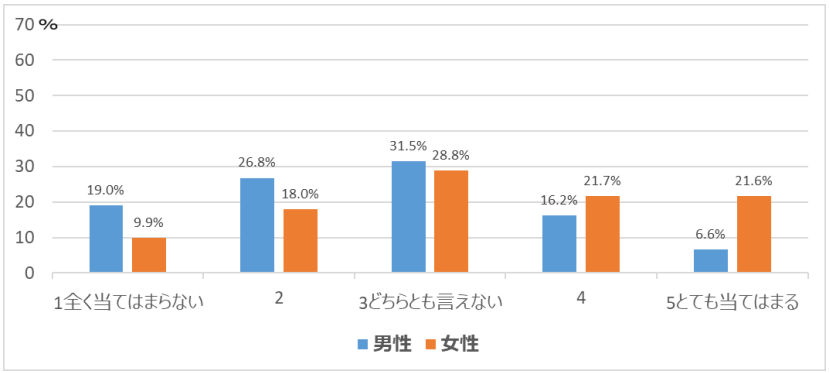
15.【Q6-6】運転に対する考え：”家族や友人と同乗するとき、他人が運転するより自分で運転する方が良い”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-15　運転に対する考え：”　家族や友人と同乗するとき、他人が運転するより自分で運転する方が良い”　（単一回答）

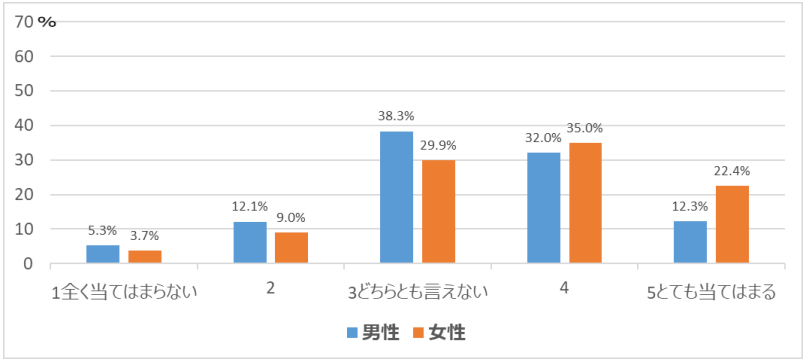
16.【Q6-8】運転に対する考え：”車庫入れや駐車は苦手だ”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-16　運転に対する考え：”　車庫入れや駐車は苦手だ”　（単一回答）

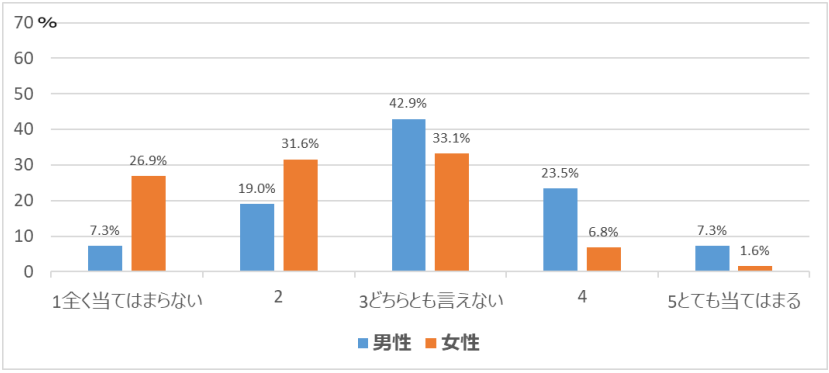
17.【Q6-9】運転に対する考え：”「クルマ」は恐ろしいと思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-17　運転に対する考え：”　「クルマ」は恐ろしいと思う”　（単一回答）

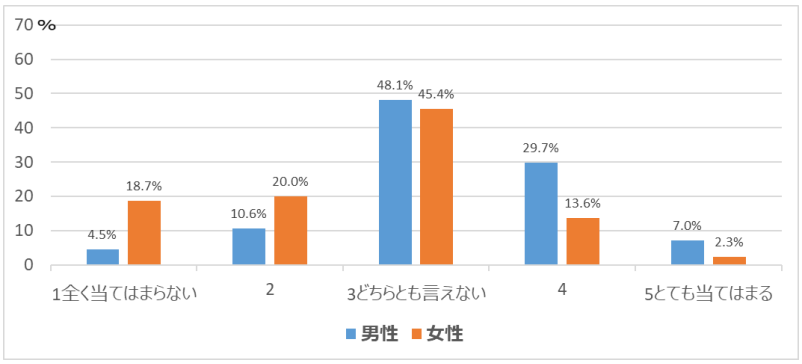
18.【Q6-10】運転に対する考え：”「クルマ」についてよく知っていると思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-18　運転に対する考え：”　「クルマ」についてよく知っていると思う”　（単一回答）

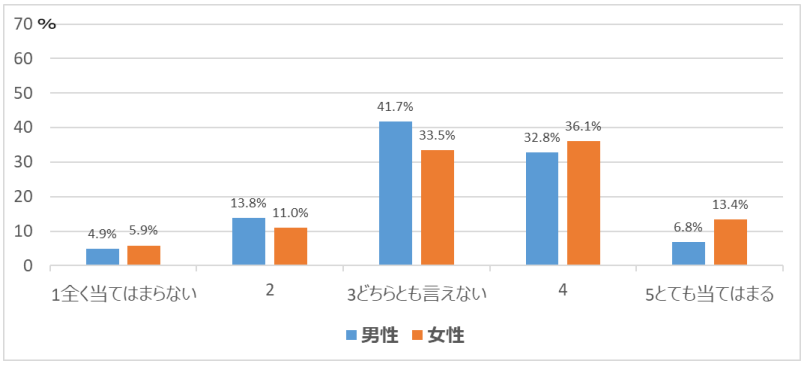
19.【Q6-11】運転に対する考え：”「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-19　運転に対する考え：”　「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”　（単一回答）

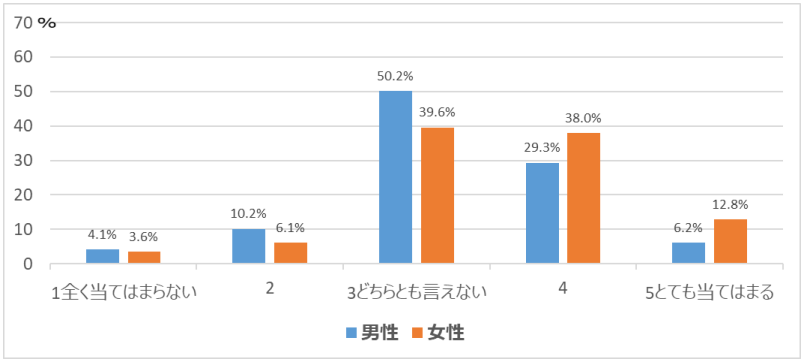
20.【Q7-1】クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗中にくつろげますか”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-20　クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗中にくつろげますか”　（単一回答）

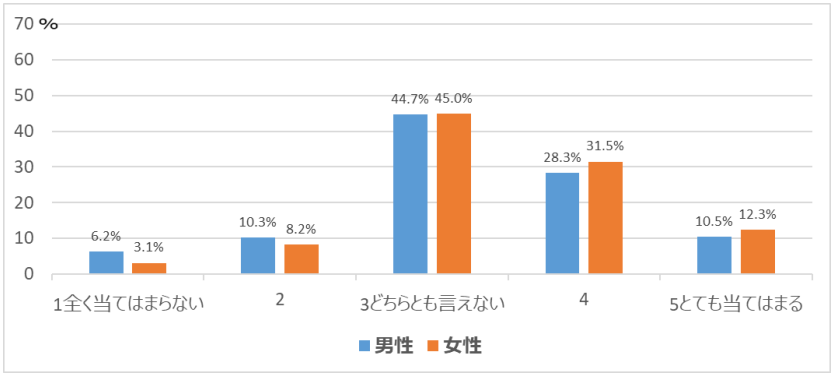
21.【Q7-3】クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗させてもらうことは有益ですか”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-21　クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗させてもらうことは有益ですか”　（単一回答）

22.【Q16-3】自動運転への期待：”自動運転への期待：環境負荷の低減”（単一回答）

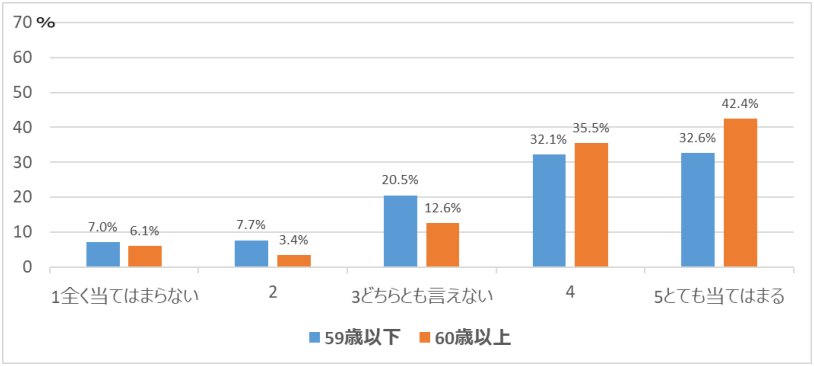


N=6,165(全件)

図 B. 3-22　自動運転への期待：”　自動運転への期待：環境負荷の低減”　（単一回答）

(2) クロス集計：年齢階層

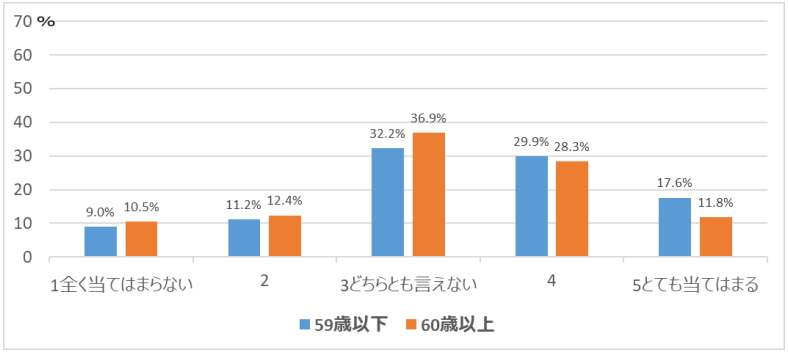
1.【Q5-1】クルマを運転する理由：”好きな時に使えるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-22　クルマを運転する理由：”　好きな時に使えるから”　（単一回答）

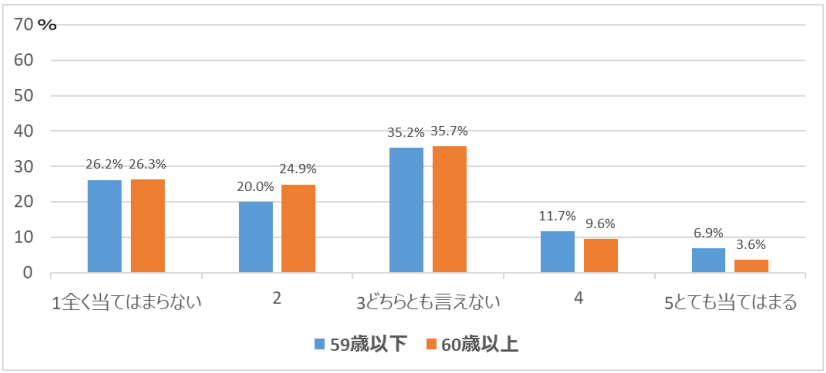
2.【Q5-6】クルマを運転する理由：”プライベートな空間を確保できるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-23　クルマを運転する理由：”　プライベートな空間を確保できるから”　（単一回答）

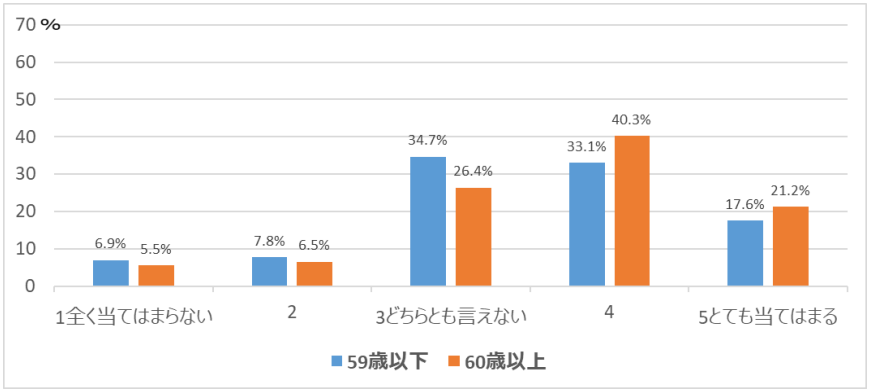
3.【Q5-9】クルマを運転する理由：”クルマに乗ることが自己表現の 1 つだから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-24　クルマを運転する理由：”　クルマに乗ることが自己表現の 1 つだから”　（単一回答）

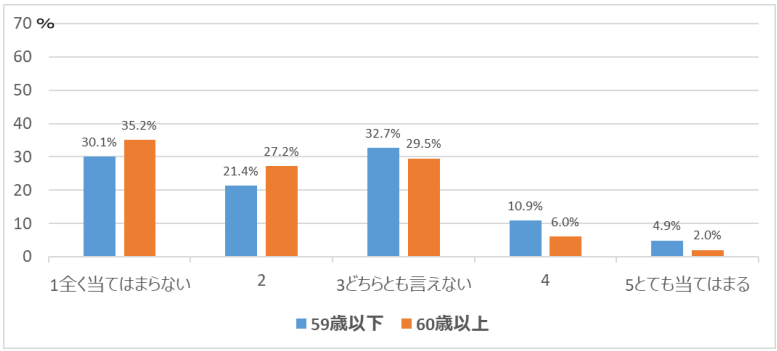
4.【Q5-10】クルマを運転する理由：”クルマなら所要時間が短いから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-25　クルマを運転する理由：”　クルマなら所要時間が短いから”　（単一回答）

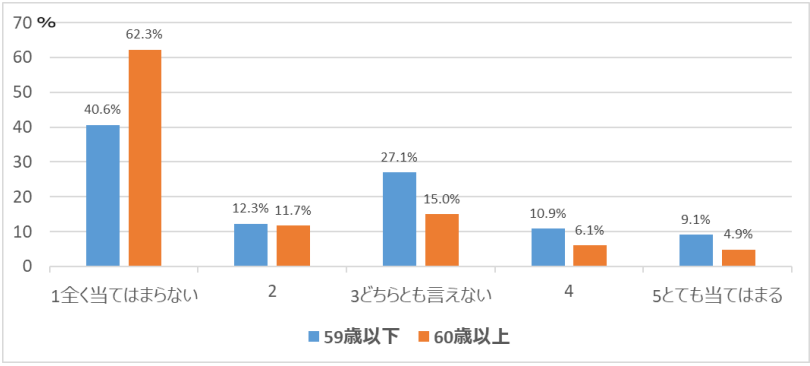
5.【Q5-11】クルマを運転する理由：”クルマにトレンドやファッション性を求めるから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-26　クルマを運転する理由：”　クルマにトレンドやファッション性を求めるから”　（単一回答）

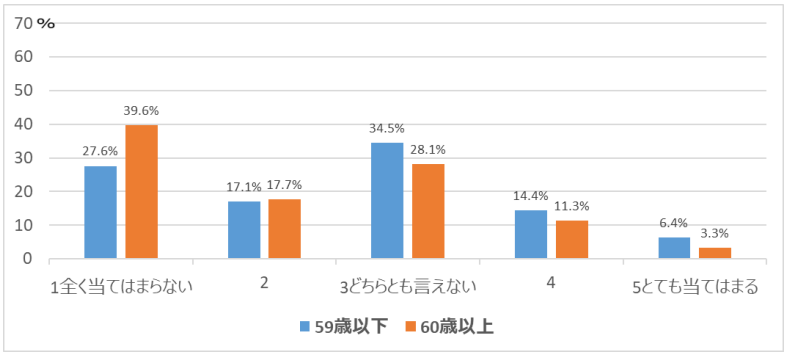
6.【Q5-15】クルマを運転する理由：”業務で使わざるを得ない”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-27　クルマを運転する理由：”　業務で使わざるを得ない”　（単一回答）

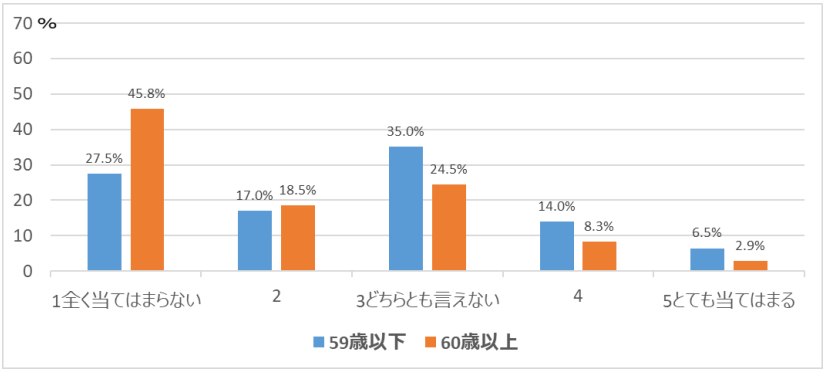
7.【Q5-16】クルマを運転する理由：”送迎などの事情で仕方なく使っている”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-28　クルマを運転する理由：”　送迎などの事情で仕方なく使っている”　（単一回答）

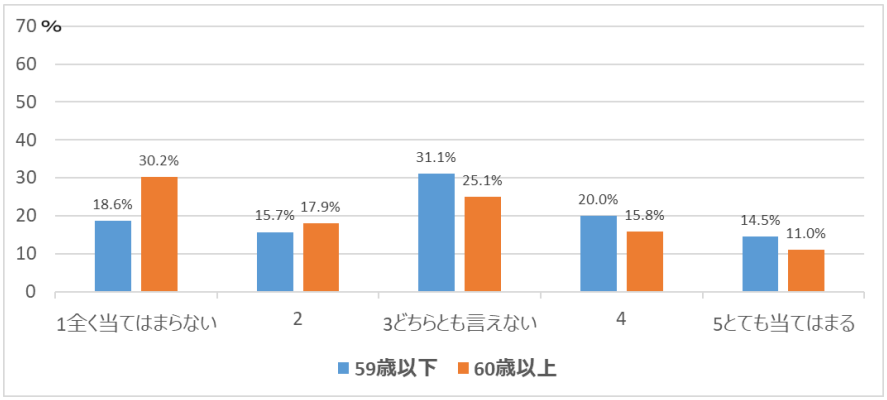
8.【Q5-17】クルマを運転する理由：”親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-29　クルマを運転する理由：”　親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”　（単一回答）

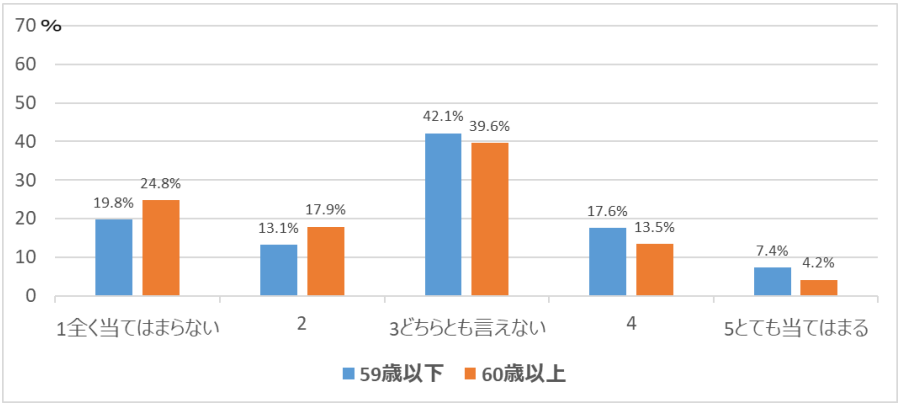
9.【Q5-18】クルマを運転する理由：”他に交通手段がないから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-30　クルマを運転する理由：”　他に交通手段がないから”（単一回答）

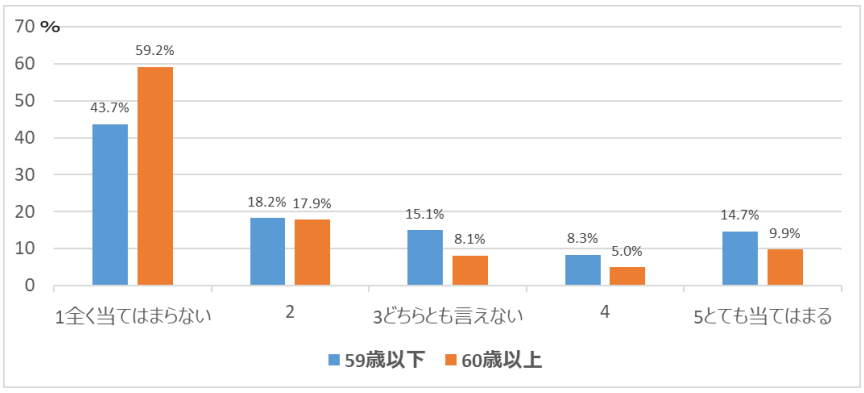
10.【Q5-19】クルマを運転する理由：”無意識に利用している”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-31　クルマを運転する理由：”　無意識に利用している”　（単一回答）

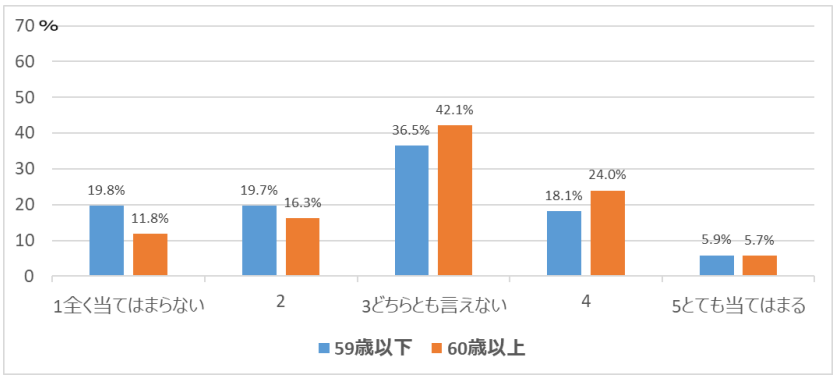
11.【Q6-1】運転に対する考え：”自分のことをペーパードライバーだと思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-32　運転に対する考え：”　自分のことをペーパードライバーだと思う”　（単一回答）

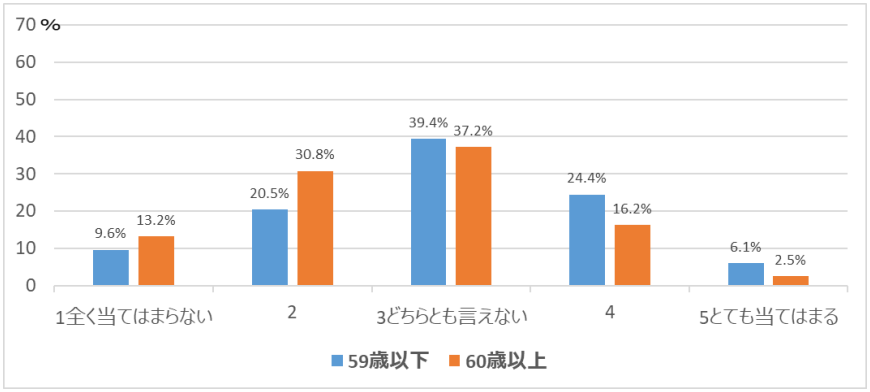
12.【Q6-2】運転に対する考え：”クルマの運転に自信がある”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-33　運転に対する考え：”クルマの運転に自信がある”　（単一回答）

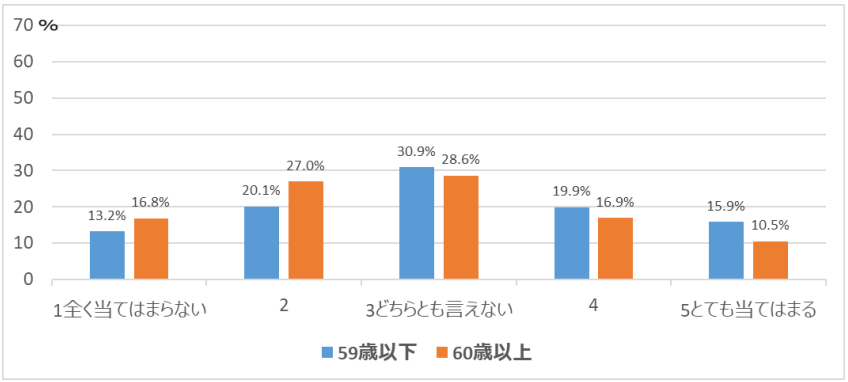
13.【Q6-5】運転に対する考え：”クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-34　運転に対する考え：”　クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”　（単一回答）

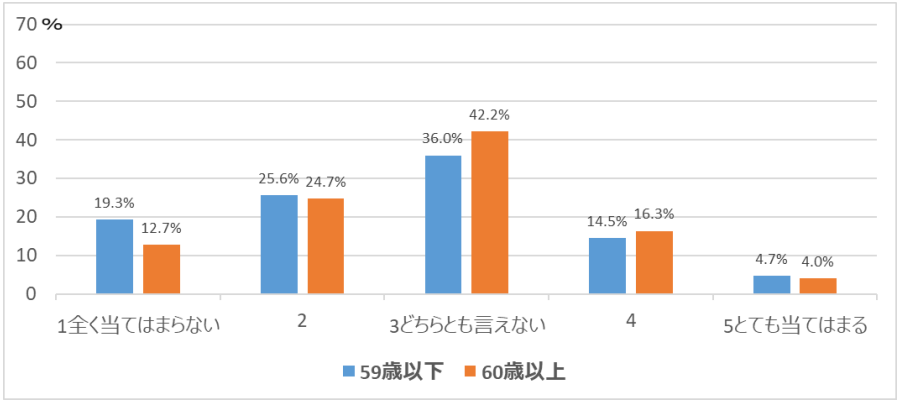
14.【Q6-8】運転に対する考え：”車庫入れや駐車は苦手だ”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-35　運転に対する考え：”　車庫入れや駐車は苦手だ”　（単一回答）

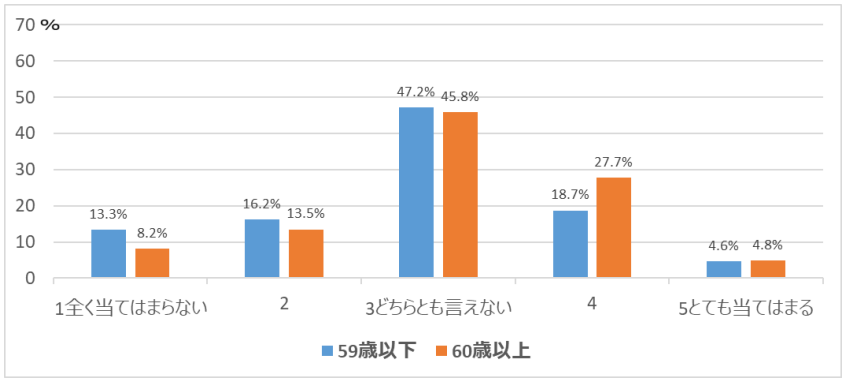
15.【Q6-10】運転に対する考え：”「クルマ」についてよく知っていると思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-36　運転に対する考え：”　「クルマ」についてよく知っていると思う”　（単一回答）

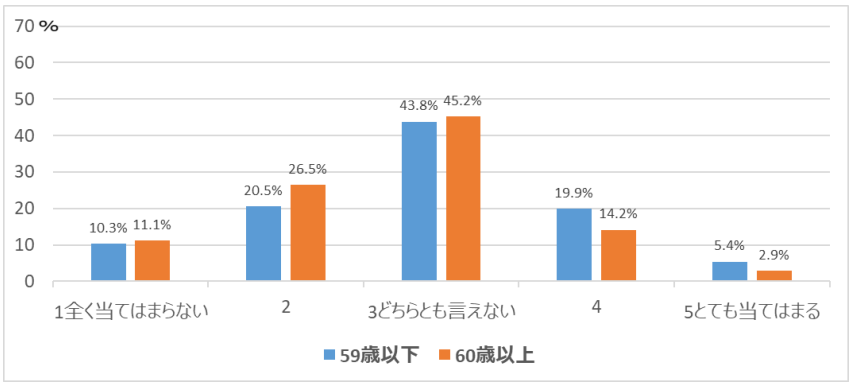
16.【Q6-11】運転に対する考え：”「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-37　運転に対する考え：”「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”　（単一回答）

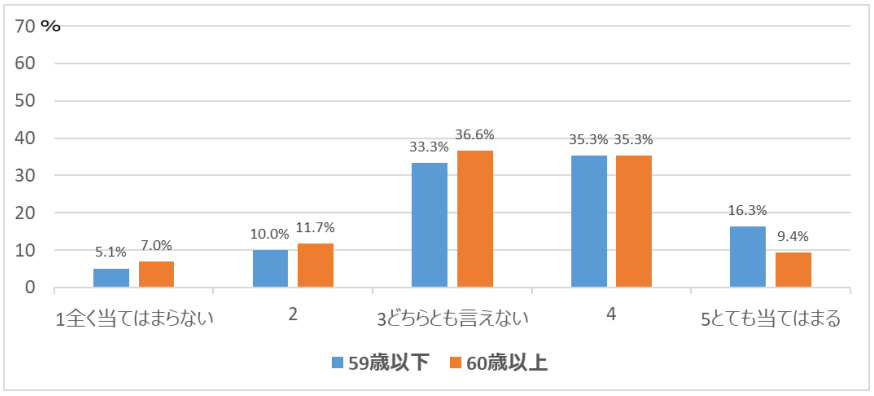
17.【Q7-2】クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗中にワクワクしますか”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-38　クルマに同乗することへのイメージ：”　クルマに同乗中にワクワクしますか”（単一回答）

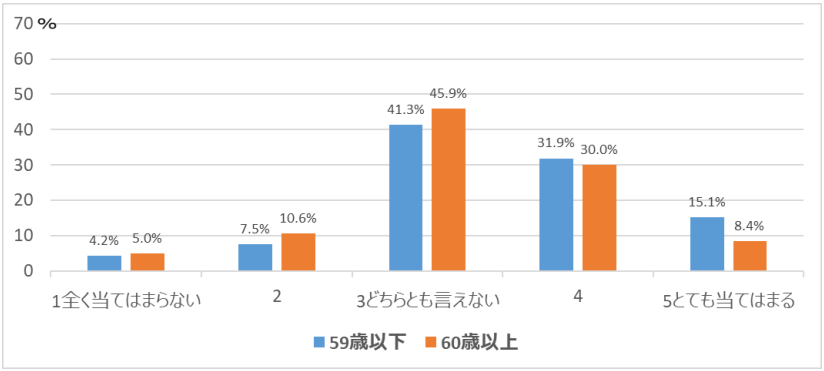
18.【Q16-1】自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-39　自動運転への期待：”　渋滞の解消・緩和”　（単一回答）

19.【Q16-9】自動運転への期待：” 移動時間の有効活用” （単一回答）

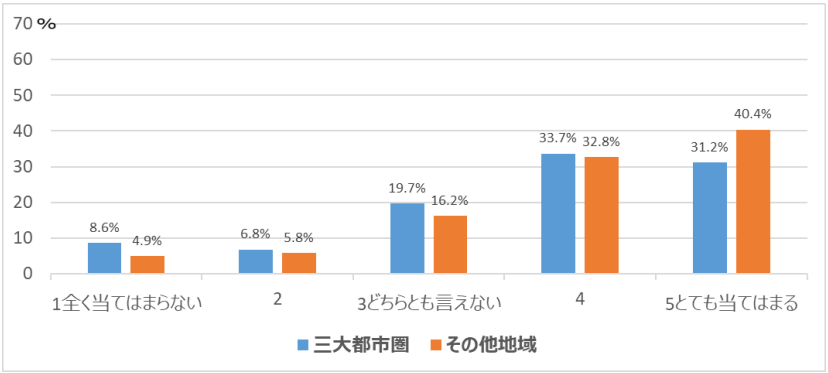


N=6,165(全件)

図 B. 3-40　自動運転への期待：”　移動時間の有効活用”　（単一回答）

(3) クロス集計：居住地

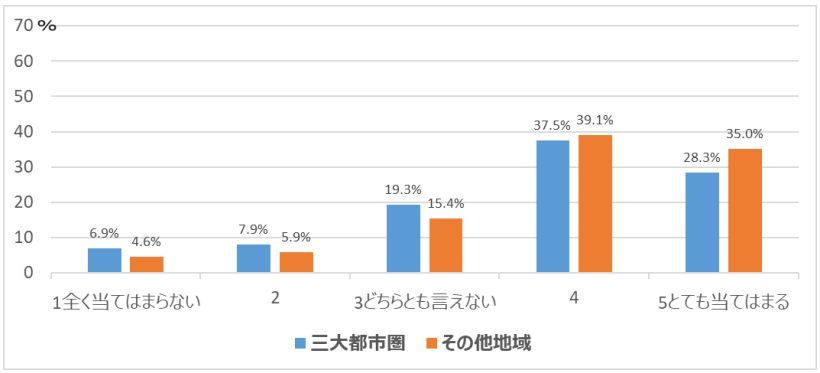
1.【Q5-1】クルマを運転する理由：”好きな時に使えるから” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-41　クルマを運転する理由：”好きな時に使えるから”　（単一回答）

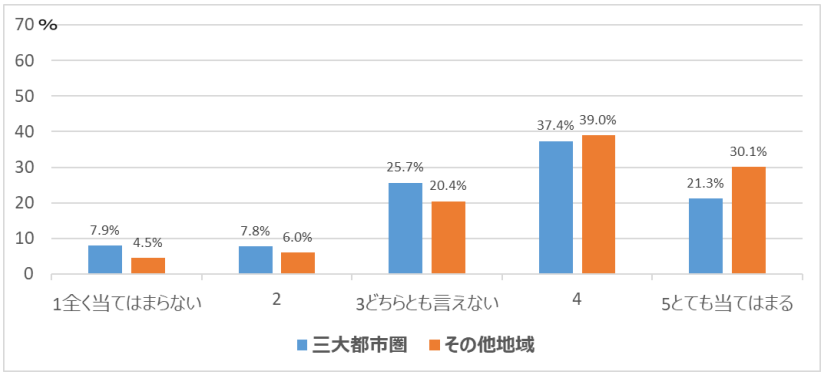
2.【Q5-3】クルマを運転する理由：”好きなところへ行けるから” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-42　クルマを運転する理由：”好きなところへ行けるから” （単一回答）

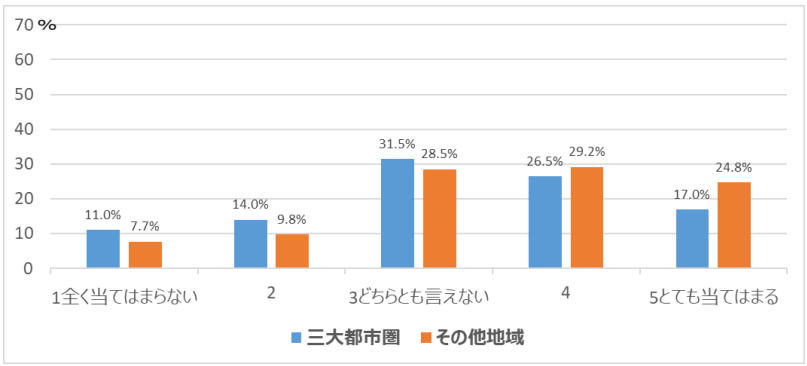
3.【Q5-5】クルマを運転する理由：”複数の用件を 1 度に済ますことができるから” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-43　クルマを運転する理由：”複数の用件を 1 度に済ますことができるから” （単一回答）

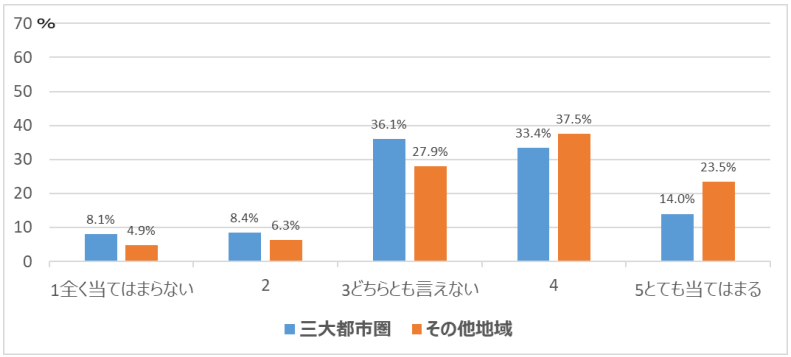
4.【Q5-8】クルマを運転する理由：”電車・バスに乗るのが面倒” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-44　クルマを運転する理由：”電車・バスに乗るのが面倒” （単一回答）

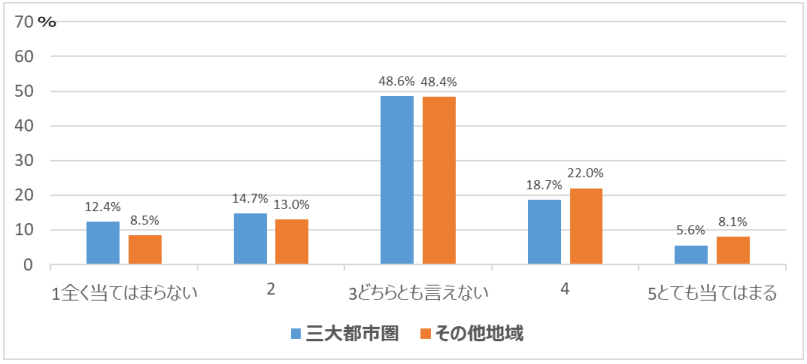
5.【Q5-10】クルマを運転する理由：”クルマなら所要時間が短いから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-45　クルマを運転する理由：”クルマなら所要時間が短いから”　（単一回答）

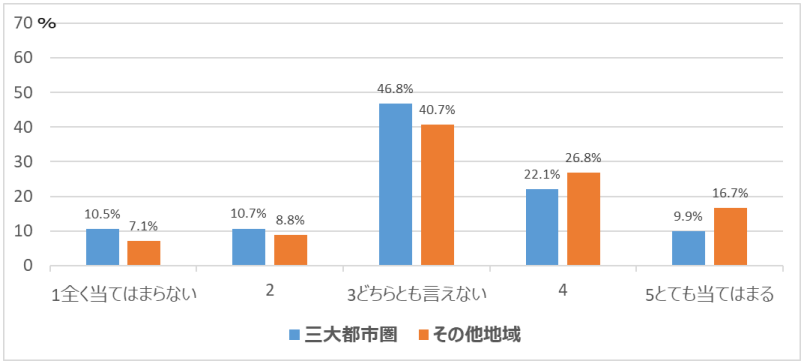
6.【Q5-12】クルマを運転する理由：”クルマでの移動が安心・安全だから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-46　クルマを運転する理由：”クルマでの移動が安心・安全だから”　（単一回答）

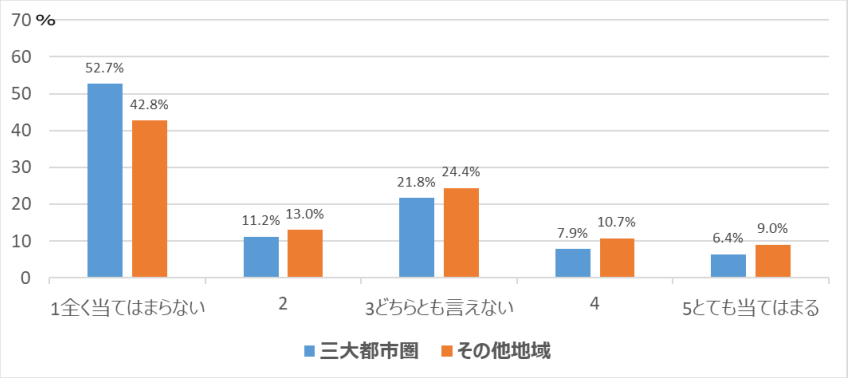
7.【Q5-14】クルマを運転する理由：”公共交通よりむしろ安上がりだから”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-47　クルマを運転する理由：”公共交通よりむしろ安上がりだから”　（単一回答）

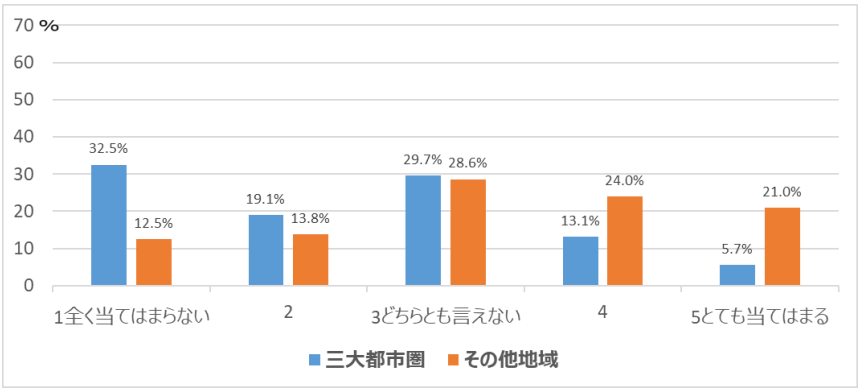
8.【Q5-15】クルマを運転する理由：”業務で使わざるを得ない” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-48　クルマを運転する理由：” 業務で使わざるを得ない” （単一回答）

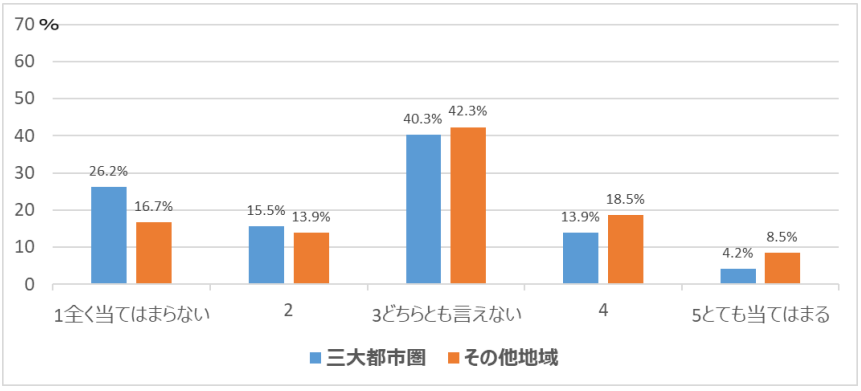
9.【Q5-18】クルマを運転する理由：”他に交通手段がないから” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-49　クルマを運転する理由：” 他に交通手段がないから” （単一回答）

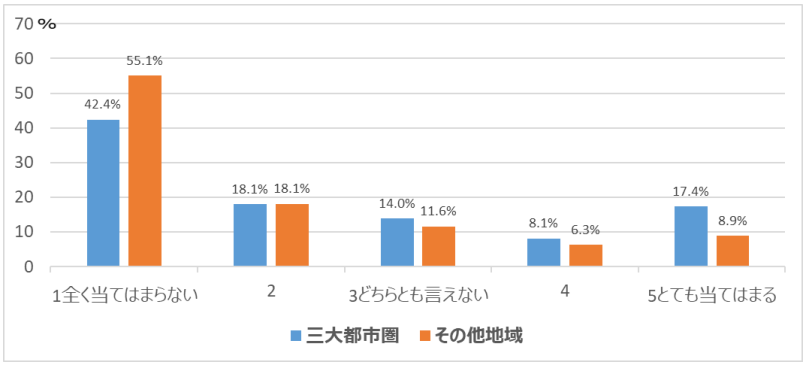
10.【Q5-19】クルマを運転する理由：”無意識に利用している” （単一回答）



N=6,165(全件)

図 B. 3-50　クルマを運転する理由：” 無意識に利用している” （単一回答）

11.【Q6-1】運転に対する考え：”自分のことをペーパードライバーだと思う”（単一回答）



N=6,165(全件)

図 B.3-51　運転に対する考え：”自分のことをペーパードライバーだと思う”　（単一回答）

第C章　消費者の自動運転車を含む交通手段の選択の Web アンケート調査

消費者の自動運転車を含む交通手段の選択のアンケート調査について示す。アンケートは以下に示すように 3 回おこなった。1 回目・2 回目は調査票の妥当性を検証するためのプレ調査であり、3 回目が本調査である。集計結果には、本調査の結果のみを示す。

C.1　アンケートの概要

C.1.1 実施概要

消費者の交通手段の選択構造を求めるため、「消費者の自動運転車を含む交通手段の選択の Web アンケート調査」（以後、Web アンケート）を実施した。アンケートは、インターネット上に用意した Web サイトで対象者に回答してもらう方式で、20 歳以上の成人を対象に、2020/10/8～2020/12/27 の期間に表 C.1-1 のように、三回に分けて実施した。第 1 回目、第 2 回目で消費者の回答を分析して、アンケートにおける交通手段の条件とその提示方法を修正し、第 3 回のアンケート（本調査）を実施した。アンケート対象者は、委託業者の登録モニターの中から表 C.1-2 のようにサンプリングした。

表 C.1-1 アンケートの期間と回答者数

アンケートの段階	期間	回答者数
第 1 回（プレ調査）	2020/10/8	1,003
第 2 回（プレ調査）	2020/11/26～2020/11/27	1,154
第 3 回（本調査）	2020/12/21～2020/12/27	5,102
合計		7,259

表 C.1-2 アンケート対象者

	条　件
対象者	20 歳以上
性別	男性、女性で均等にサンプリング
年齢階層	～39 歳、40～59 歳、60 歳以上の 3 区分で均等にサンプリング
居住地	3 大都市圏（中心都市、周辺都市）、政令指定都市、中核市、それ以外の 5 区分で均等にサンプリング

回答者には、図 C.1-1 のような 6 つのカテゴリの質問に回答してもらった。5) 自動運転（全般）への関心・知識についての質問項目の設定にあたっては、筑波大学 谷口綾子教授からアドバイスを頂戴すると共に、谷口教授ご承諾の下、谷口教授が実施されたアンケート調査を一部改変して利用した。

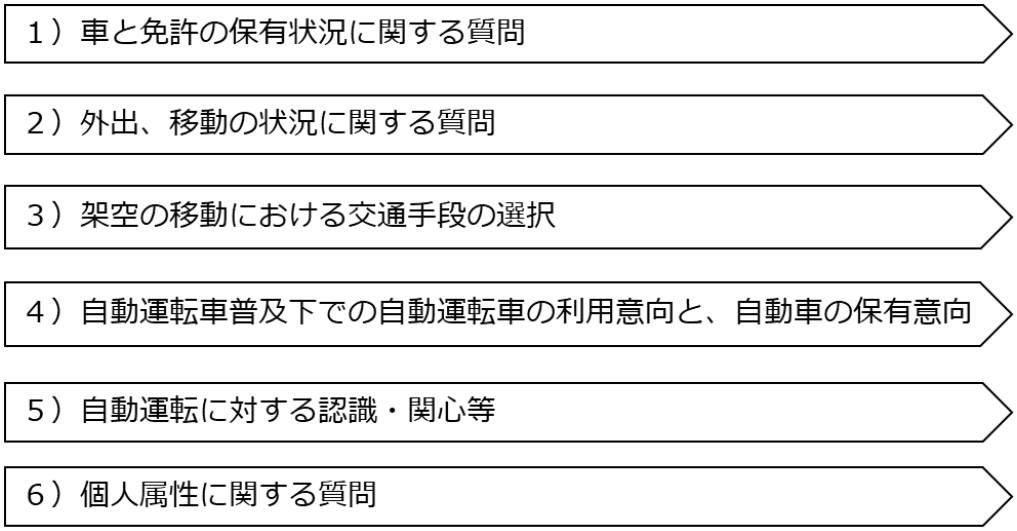


図 C.1-1 アンケートの質問のカテゴリ

交通手段を選択する質問では、居住地や車の保有状況、新型コロナウィルス感染症の流行状況の影響をできる限り排除するため、回答者に次のような状況を想定してもらった。

- 転居して新しい生活を始めること
- 車を所有している場合にはその車が買い替え時期であること
- 新型コロナウィルス感染症のワクチンや治療薬ができ、インフルエンザと同程度に予防や治療ができること

その上で、回答者が普段行っている目的で架空の外出をする際、利用する交通手段を質問した。

提示する交通手段は、表 C.1-3、図 C.1-2 のような 6 つの選択肢とした。選択肢の中で「または」として示した交通手段（公共交通機関：「電車またはバス」、徒歩・自転車；「徒歩、または自転車」）の中で、具体的にどちらの交通手段をイメージするかは、費用と移動時間を提示した上で回答者に任せた。

表 C.1-3 交通手段の選択肢

	交通手段	説　　明
1	個人所有の 手動運転車	あなた、または家族が運転する手動運転車の利用です。車には、以下の機能がついています。1）自動ブレーキ、2）ペダル踏み間違い防止時加速抑制、3）車線維持、4）アダプティブクルーズコントロール（高速道路、主要幹線道路で、予め設定した速度で定速走行することを可能にします。また、先行車に近づくと、先行車と適切な車間距離を保ちながら走行することを可能にします。）、5）ドライバーの監視の下、高速道路や主要幹線道路で車線変更や追越しのハンドル・アクセル操作を自動で行う機能。
2	個人所有の 自動運転車	この車は、完全自動運転車です。車の運転はシステムが自動で行いますので、あなたが運転する必要はありません。 あなたが目的地で降りた後、車が近くの駐車場に自ら移動して駐車します。また、帰りには駐車場から迎えに来ることもできます。 自動運転車が事故を起こす確率は、安全運転支援機能等が搭載された「1. 個人所有の手動運転車」と同じです。
3	自動運転 タクシー	この車は、完全自動運転車を利用したタクシーです。 自動運転タクシーは必ず交通ルールを守ります。自動運転タクシーが事故を起こす確率は、安全運転支援機能等が搭載された「1. 個人所有の手動運転車」と同じです。 アプリで行き先を指定し、配車を依頼します。配車されるまで待ち時間が示されます。
4	乗合自動運転 タクシー	この車は、完全自動運転車を利用した乗合のタクシーです。 乗合自動運転タクシーは運転手がいなくなり、他の人と一緒に乗ることで，現在のタクシーよりも大幅に安くなります 乗合自動運転タクシーは必ず交通ルールを守ります。乗合自動運転タクシーが事故を起こす確率は、安全運転支援機能等が搭載された「1. 個人所有の手動運転車」と同じです。 アプリで行き先を指定し、配車を依頼します。配車されるまで待ち時間が示されます。 配車された車にはすでに他人が乗っていたり、後から乗ってくる可能性もあります。
5	公共交通機関	鉄道またはバスで主に移動します。鉄道を主に利用する際は、駅まで徒歩、自転車、個人所有の自動車（手動または自動）、自動運転タクシー（乗合を含む）、バスなども利用しますし、バスを主に利用する際には、バス停まで徒歩、個人所有の自動車（手動または自動）による送迎などが利用できます。目的地は最寄りの鉄道の駅、またはバス停から徒歩で行けます。駅またはバス停では待ち合わせの時間が必要ですが、鉄道またはバスは 10 分間隔ほどで出発します。移動時間にはこの待合せ時間が含まれています。
6	徒歩・自転車	徒歩、または自転車を利用して移動します。費用は 0 円です。

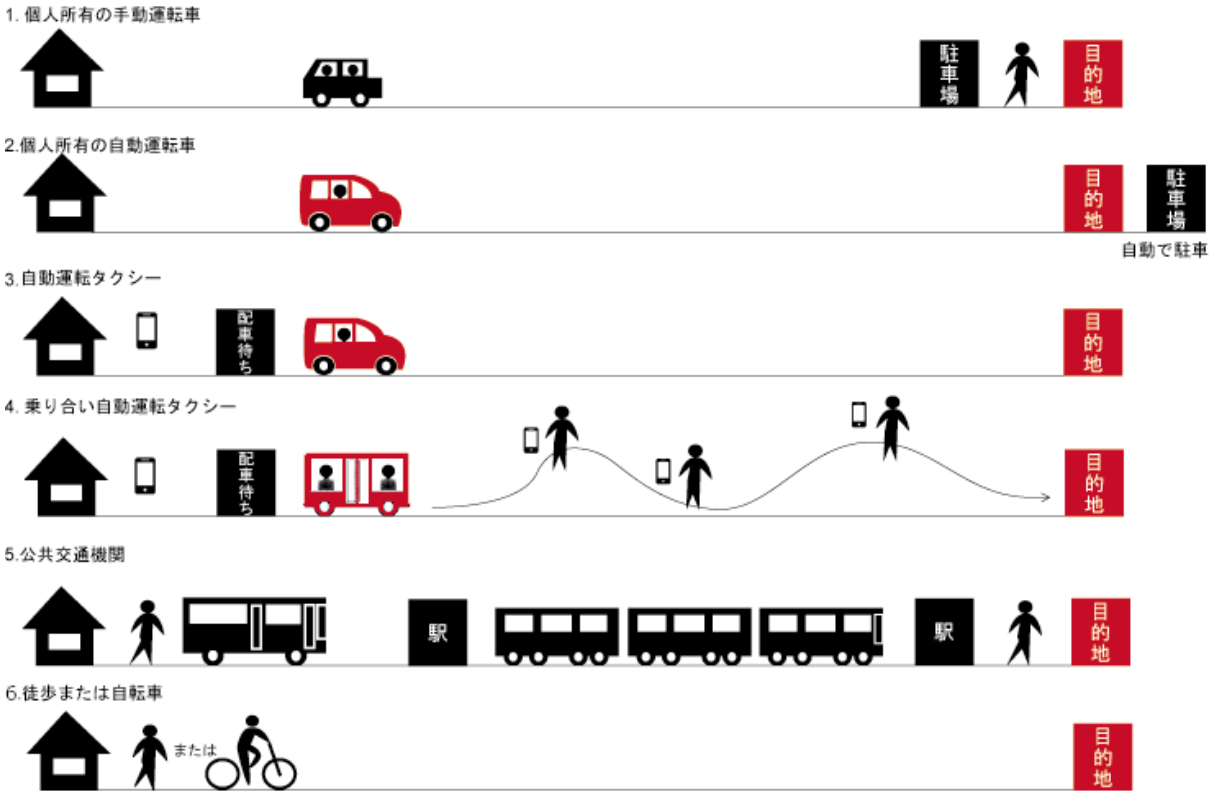


図 C.1-2　交通手段のイメージ

架空の外出には、目的を含め次のような条件を設定した。

表 C.1-4 外出の条件

項目	設　　定
平休日	平日（月曜～金曜）、休日（土曜、日曜）にいずれか
目的	通勤、通学、買物、（日常生活圏内での）食事・社交・娯楽 （日常生活圏外での）観光・行楽・レジャー、通院 ※平休日・目的の組合せは、に回答者が回答した外出パターンから選択。
移動距離	1km, 3km, 10km, 30km ※4 区分からランダムに選択。但し、目的が「（日常生活圏外での）観光・行楽・レジャー」の場合 10km, 30km の 2 区分からランダムに選択。
天候	晴(90%)、雨(10%)からランダムに選択

架空の外出で交通手段の選択する質問は各回答者に対して 2 回行った。1 回目の質問では、各交通手段の移動時間や費用を様々に設定した組合せの中からランダムに提示した。2 回目の質問では、費用や時間の違いで交通手段の選択がどのように変わるかを見るため、同じ外出の条件で、1 回目に選択した交通手段の移動時間、費用を 2 倍にして、提示した。

移動時間や費用の提示では、図 C.1-3、図 C.1-4 のように、その内訳（配車までの待ち時間、移動時間、移動時間に含まれる待合せ時間、片道の費用、目的地での駐車料金、固定費：車を個人で保有・維持するため 1 日当たりの費用）も含めて表示し、2 回目では変化した移動時間や費用

を強調して示した。

アンケートで提示する移動時間と費用は、表 C.1-5 のように設定を行った。

交通手段		①配車までの待ち時間（分）	②片道の移動時間（分）	移動時間の内駅までのアクセス時間（分）	③片道の費用（円）	④目的地の駐車料金（円／日）	（参考）固定費：個人所有の車を保有・維持するため1日当たりの費用（円/日）
○ 個人所有の手動運転車［普通車用車］			95		540	2,000	1,500
○ 個人所有の自動運転車［普通車用車］			90		270	0	1,530
○ 自動運転タクシー		10	90		450		
○ 乗合自動運転タクシー		10	95		260		
○ 公共交通機関			80	10	720		
○ 徒歩・自転車			180		0		

図 C.1-3 1 回目の移動時間、費用の提示(例)

交通手段		①配車までの待ち時間（分）	②片道の移動時間（分）	移動時間の内駅までのアクセス時間（分）	③片道の費用（円）	④目的地の駐車料金（円／日）	（参考）固定費：個人所有の車を保有・維持するため1日当たりの費用（円/日）
○ 個人所有の手動運転車［普通車用車］			95		540	2,000	1,500
○ 個人所有の自動運転車［普通車用車］			180		540	0	3,060
○ 自動運転タクシー		10	90		450		
○ 乗合自動運転タクシー		10	95		260		
○ 公共交通機関			80	10	720		
○ 徒歩・自転車			180		0		

図 C.1-4　2 回目の移動時間、費用の提示　(1 回目に「個人所有の自動運転車」選んだ例)

表 C.1-5 各交通手段の移動時間、費用の設定範囲

交通手段	項目	標準設定	変動幅（目安）
個人所有の手動運転車	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算 ＋目的地付近の駐車場からの移動時間（5 分）	-3 ～ +5 分
	費用	12 円/km で計算＋固定費	燃費：-30 ～ +50 % 固定費：軽自動車～普通自動車
個人所有の自動運転車	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算。	-2 ～ +3 分
	費用	12 円/km で計算＋固定費 ＋自動運転車オプション価格(100 万円)	燃費：-30 ～ +50 % 自動運転車オプション価格 20～500 万円
自動運転タクシー	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算 ＋平均配車時間 10 分	-5 ～ +5 分
	費用	25 円/km で計算（参考文献を参照して設定）	-40 ～ +140 % (参考文献を参照して設定)
乗合自動運転タクシー	移動時間	平均旅行速度 20 km/h で計算 ＋平均配車時間 10 分 ＋迂回時間（単純な移動時間の 12%）	-7～ +8 分
	費用	17 円/km で計算（参考文献を参照して設定）	-40 ～ +140 % (参考文献を参照して設定)
公共交通機関	移動時間	平均旅行速度 30 km/h で計算 ＋平均待合せ時間など 17 分	-11 ～ +15 分
	費用	16 円/km、最低料金 110 円 で計算	-20 ～ +50 %
徒歩・自転車	移動時間	1km: 徒歩 15 分、 3km～ :自転車 平均旅行速度 13 km/h で計算	
	費用	0 円	

C.1.2 結果の概要

本調査の結果の概要を以下示す。

本調査での年齢階層、性別、居住地域の回答者分布は、図 C.1-5、図 C.1-6、図 C.1-7 に示すように、目的とする対象者をほぼ均等に回収した。

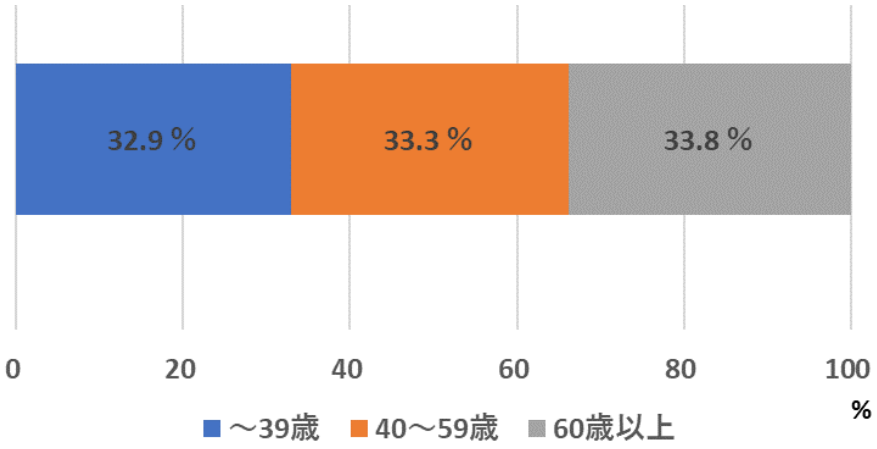


図 C.1-5 年齢階層の分布（N=5,102）

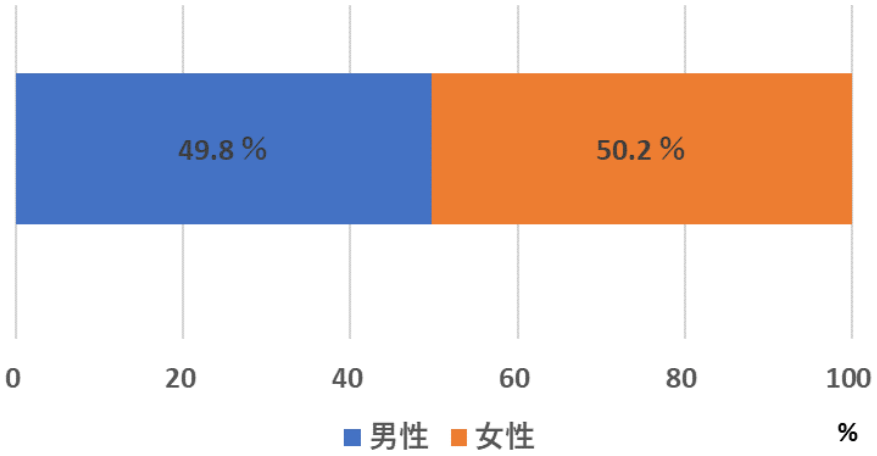


図 C.1-6 性別の分布（N=5,102）

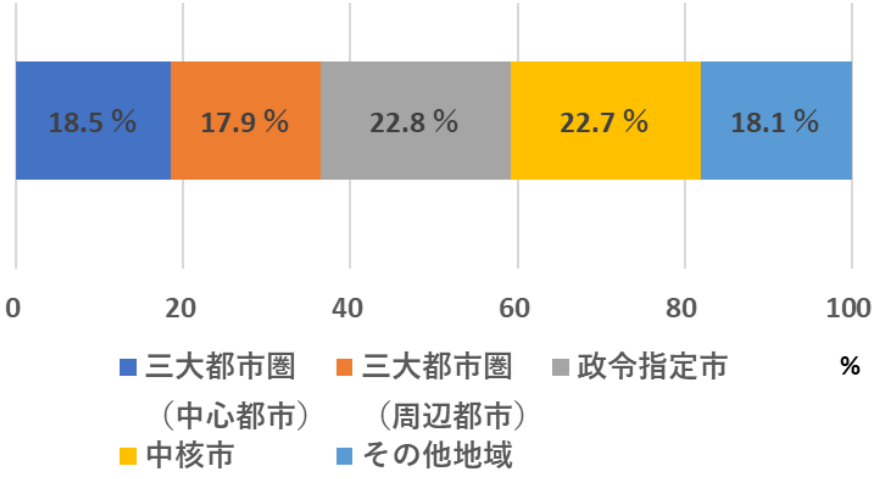


図 C.1-7 居住地の分布（N=5,102）

回答者の世帯の年収の最頻値は 300 万～400 万円と概ね日本全体の状況を反映しており、平均値は約 530 万円であった。

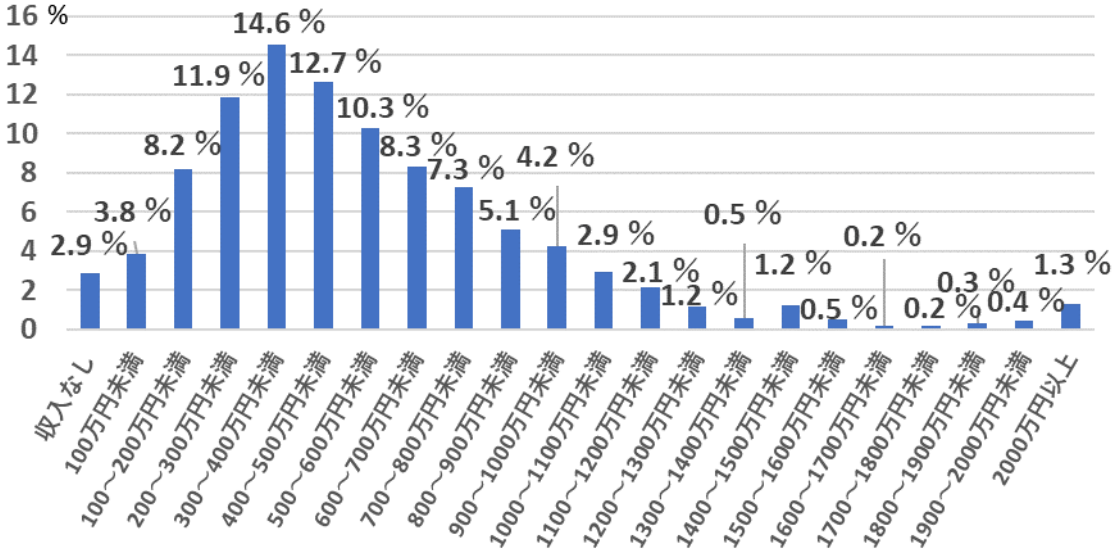


図 C.1-8 世帯年収の分布（単一回答）（N=5,102）

世帯人員の構成は、親・子供の 2 世代の世帯が 43.5%と最も多いが、一人、あるいは二人だけの世帯も合わせて約 50%となっている。

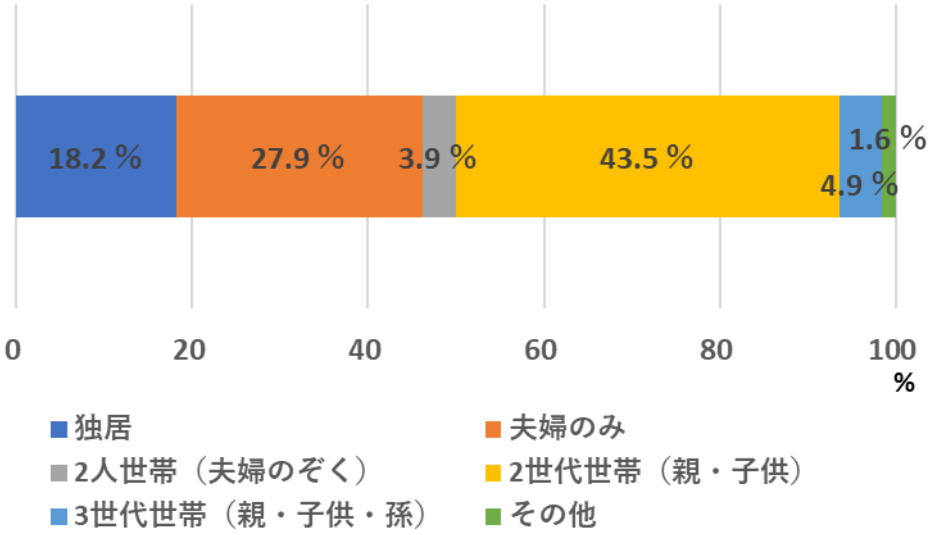


図 C.1-9 世帯人員の分布（N=5,102）

回答者の 80%が車を所有している（図 C.1-10）が、普段使用している車種は、普通乗用車が 45.9%であり、全国平均の普通乗用車の保有割合 32.3%（一般財団法人自動車検査登録情報協会、令和 3 年 3 月末）よりも高い（図 C.1-11）。

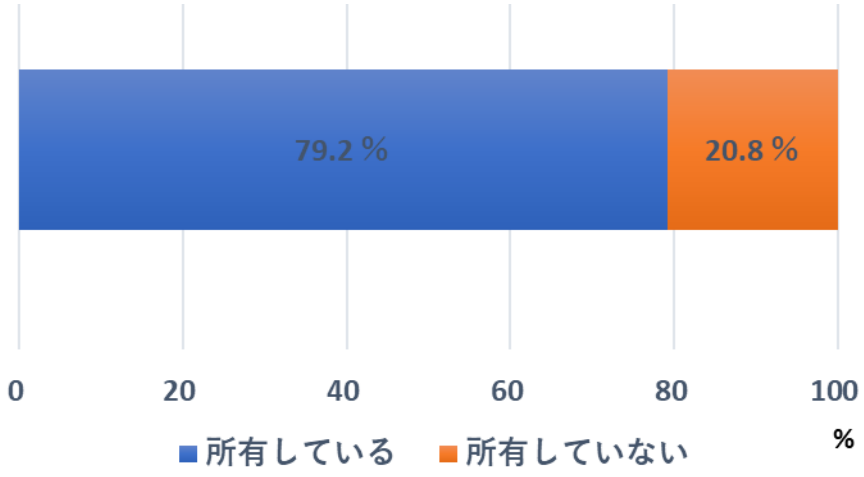


図 C.1-10 自家用車所有有無の分布（N=5,102）

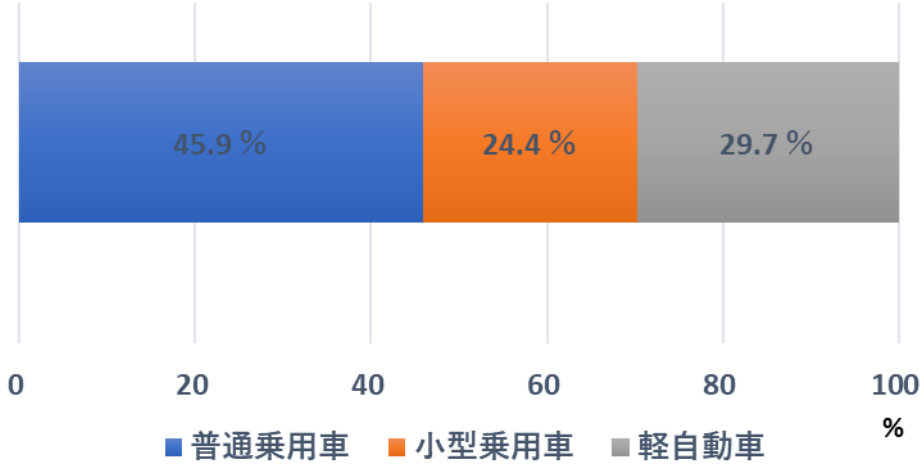


図 C.1-11 主に使う車の車種の分布（N=5,102）

回答者の普段の外出における交通手段は、図 C.1-12 のように自家用車が約 46.4%を占め、公共交通機関が 20.1%、徒歩・自転車が 24.1%となっている。

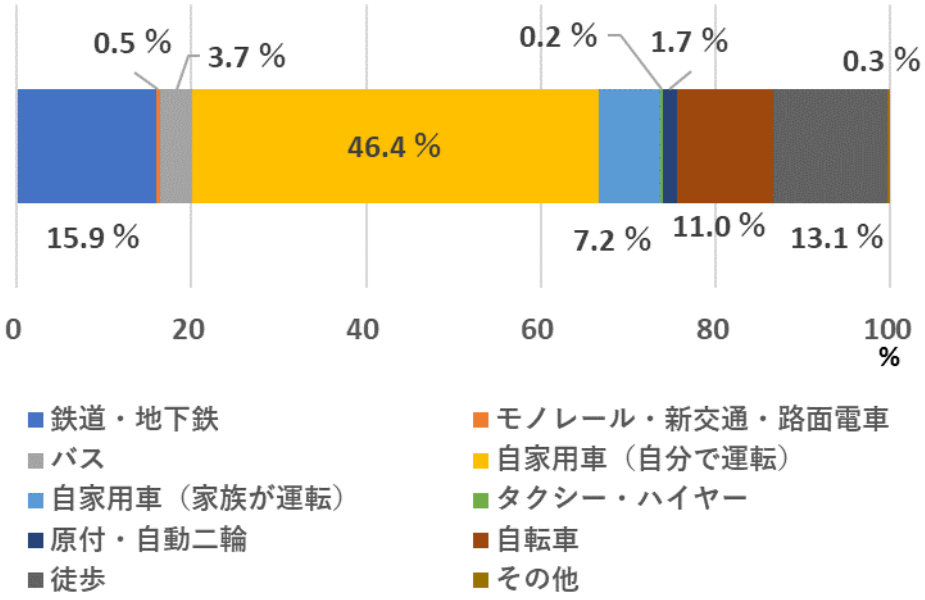


図 C.1-12 平日：利用する交通手段の分布(N=4,922)

架空の外出で交通手段を選択する質問の 1 回目の質問で選択された交通手段は表 C.1-6 のようになった。近距離では徒歩・自転車が選択され、遠距離では公共交通手段も選ばれるようになる。個人所有車の手動運転車はいずれの距離においても選択される割合が高い。

表 C.1-6　1 回目の移動距離別の架空の外出で選択された交通手段

移動距離	個人所有手動運転車	個人所有自動運転車	自動運転タクシー	乗合自動運転タクシー	公共交通機関	徒歩・自転車
1km	28.8%	11.8%	5.9%	3.2%	8.5%	41.8%
3km	32.3%	10.2%	7.0%	5.1%	9.9%	35.5%
10km	36.3%	16.0%	7.0%	7.2%	15.9%	17.6%
30km	37.4%	16.1%	5.7%	6.4%	24.5%	9.9%

橙色は最も割合の高い選択肢。黄色は 2 番目に高い選択肢。

日常利用している交通手段と架空の外出で交通手段を選択する 1 回目の質問で選択された交通手段は表 C.1-7 のようになった。これを見ると、日常利用している交通手段と同じ交通手段を架空の外出でも選択する傾向にあることが分かる。

表 C.1-7　日常で利用する交通手段と 1 回目の質問で選択された交通手段

交通手段の選択と同じ目的で日常利用する交通手段	1 回目に選択した交通手段					
	個人所有手動運転車	個人所有自動運転車	自動運転タクシー	乗合自動運転タクシー	交通公共機関	徒歩・自転車
鉄道・地下鉄	10.0%	7.5%	6.0%	7.1%	43.1%	26.3%
モノレール・新交通・路面電車	21.1%	10.5%	15.8%	5.3%	36.8%	10.5%
バス	9.4%	4.7%	8.2%	9.4%	45.3%	22.9%
自家用車（自分で運転）	53.8%	19.8%	6.6%	5.0%	3.7%	11.1%
自家用車（家族が運転）	46.8%	16.9%	6.8%	4.4%	7.6%	17.5%
タクシー・ハイヤー	0.0%	11.1%	22.2%	0.0%	22.2%	44.4%
原付・自動二輪	17.5%	16.3%	6.3%	7.5%	17.5%	35.0%
自転車	9.4%	7.0%	6.1%	6.3%	13.5%	57.7%
徒歩	11.7%	5.1%	5.3%	5.5%	20.8%	51.6%
その他	18.8%	12.5%	25.0%	6.3%	12.5%	25.0%

架空の外出で交通手段を選択する質問では、1 回目に選択した交通手段の費用と移動時間を 2 倍にし、先に選択した交通手段の効用が下がるようにして 2 回目の質問を行った。そこでどの程度選択する交通手段が変化するかを調べた（表 C.1-8）。この結果から、選択された交通手段の費用や移動時間を変えても、選択する交通手段の変化は比較的少なく、1 回目と 2 回目で選択する

交通手段にグループ（個人所有手動運転車と個人所有自動運転車、自動運転タクシーと乗合自動運転タクシー）があることが見て取れる。

表 C.1-8　1 回目、2 回目で選択された交通手段

2 回目の質問で選択した交通手段	1 回目の質問で選択した交通手段					
	個人所有手動運転車	個人所有自動運転車	自動運転タクシー	乗合自動運転タクシー	交通公共機関	徒歩・自転車
個人所有手動運転車	58.3%	32.2%	9.5%	7.4%	7.9%	11.0%
個人所有自動運転車	24.1%	45.3%	9.2%	4.9%	6.0%	4.4%
自動運転タクシー	3.6%	5.8%	21.2%	40.1%	8.1%	4.9%
乗合自動運転タクシー	3.0%	5.7%	41.4%	20.4%	15.4%	9.5%
交通公共機関	6.1%	5.6%	12.9%	21.5%	47.7%	12.2%
徒歩・自転車	4.8%	5.4%	5.8%	5.6%	14.8%	58.0%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

今回のアンケートは、新型コロナウィルス感染症が蔓延している時期（2020 年 12 月）に実施した。このため、ソーシャルディスタンスの確保、密集の回避が推奨されており、それが消費者の交通手段の選択に影響を与えている可能性がある。その影響として、個人所有コロナウィルスしている可能性があり、それがどの程度であるか調べるため、アンケート内で図 C.1-13 のように新型コロナウィルス感染症への考慮の大きさと回答の変更の可能性を質問した。

（個人所有車を選択した回答者へ）

①新型コロナウィルス感染症への感染防止を考慮して、個人所有の手動運転者または自動運転車を選ばれましたか？

②新型コロナウィルス感染症の感染拡大が発生していなければ、他の交通手段を選ばれましたか？

（個人所有車を選択しなかった回答者へ）

① 先の質問で交通手段を選ぶ際に、新型コロナウィルス感染症への感染防止を考慮しましたか？

② 新型コロナウィルス感染症の感染拡大が発生していなければ、他の交通手段を選ばれましたか？

図 C.1-13　新型コロナウィルス感染症の影響に関する質問

集計結果（表 C.1-9、表 C.1-10）をみると、新型コロナウィルス感染症をかなり考慮した人では、個人所有車を選択した回答者 437 名中、回答を変えると回答した人は 218 名（49.9%）、個人所有車を選択しなかった回答者 268 名中、回答を変えると回答した人は 150 名（56.0%）である。一方、考慮しなかった人では、個人所有車を選択した回答者 1,234 名中、回答を変えると回答した人は 52 名（4.2%）、個人所有車を選択しなかった回答者 1,077 名中、回答を変えると回答した人は 60 名（5.6.0%）である。考慮した人の方が、感染症が拡大していなければ、回答を変えると回答する人の割合が増えている。しかし、交通手段を選択する際に新型コロナウィルス感染症を考慮した割合や回答を変えるか否かの割合は、個人所有車を選択したか否かにかかわらず、大きな差はない。従って、個人所有車を選んだ人ほど新型コロナウィルス感染症の感染拡大の影響を多く受けているとは言えない。

表 C.1-9　個人所有車を選択した回答者への新型コロナウィルス感染症の影響

かなり考慮した		少し考慮した		考慮しなかった	
回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない
217	220	322	844	52	1,182
7.6%	11.4%	1.8%	7.8%	29.7%	41.7%

表 C.1-10　個人所有車を選択しなかった回答者への新型コロナウィルス感染症の影響

かなり考慮した		少し考慮した		考慮しなかった	
回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない
150	118	236	684	60	1,017
6.6%	10.4%	2.6%	5.2%	30.2%	44.9%

アンケートでは、個人所有の自動運転車を選択した回答者に、個人所有の自動運転車を利用できた場合に外出回数が変化するかどうかを質問した。この結果を、表 C.1-11 に示す。多くの回答者は変わらないと回答している。しかし、個人所有の自動運転車が利用できる場合、外出回数が増えるとする回答者は、減少するという回答者よりも多く、増えると回答した人はこれまでの外出回数が週 1 回以下の人に多くなっている。これは、自動運転車が利用できることにより、消費者の行動の自由が拡大するためと考えられる。

表 C.1-11　個人所有の自動運転車が利用できる場合の外出回数の変化

これまでの外出回数	個人所有の自動運転車を使用した場合の外出回数（回／週）										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 回	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 回未満	50	284	51	23	4	10	4	8	0	0	0
1 回	20	169	45	14	5	9	4	6	0	0	0
2 回	17	23	137	8	1	5	1	5	0	0	2
3 回	3	6	7	58	0	0	2	1	0	0	0
4 回	1	3	7	2	26	1	1	3	0	0	0
5 回	14	0	11	6	2	127	1	3	0	0	0
6 回	3	0	2	2	3	0	15	1	0	0	0
7 回	2	0	1	2	1	3	0	10	0	0	0
8 回	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
9 回	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 回以上	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	11

網掛は回数が変化しない場合

	人数	割合
増える	218	17.4%
変わらない	888	70.8%
減る	148	11.8%
合計	1,254	100%

一方、自動運転タクシーを選択した回答者にも、外出回数が増えるかどうかを質問した。その結果を表 C.1-12 に示す。ここでも、ほとんどの回答者は回数は変わらないと回答したが、個人所有の自動運転車と異なり、増えると回答した回答者よりも、減ると回答した回答者の方が多くなった。

表 C.1-12　自動運転タクシーが利用できる場合の外出回数の変化

これまでの外出回数	自動運転タクシーを使用した場合の外出回数（回／週）										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 回	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 回未満	80	309	40	5	6	1	3	2	0	0	0
1 回	23	159	29	8	1	7	0	0	0	0	0
2 回	18	48	84	9	1	0	0	0	0	0	0
3 回	9	19	18	25	1	3	1	0	0	0	0
4 回	5	7	12	1	15	1	0	0	0	0	0
5 回	19	16	17	13	3	98	1	1	0	0	0
6 回	4	3	2	2	2	1	7	0	0	0	0
7 回	1	2	1	4	0	1	0	4	0	0	0
8 回	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9 回	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
10 回以上	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	6

網掛は回数が変化しない場合

	人数	割合
増える	120	10.3%
変わらない	788	67.6%
減る	258	22.1%
合計	1,166	100%

現在、自家用車を保有している回答者に自動運転タクシーが利用できるようになった時、自家用車を保有し続けるかどうかを質問した結果が、**図 C.1-14** である。72.0%の回答者が乗用車の保有を続けると回答している。その理由の結果が、**図 C.1-15** である。最も多い理由は「週末や遠出時の利用に必要」であり、二番目は「待ち時間なく利用したい」であり、いずれも 50%以上である。

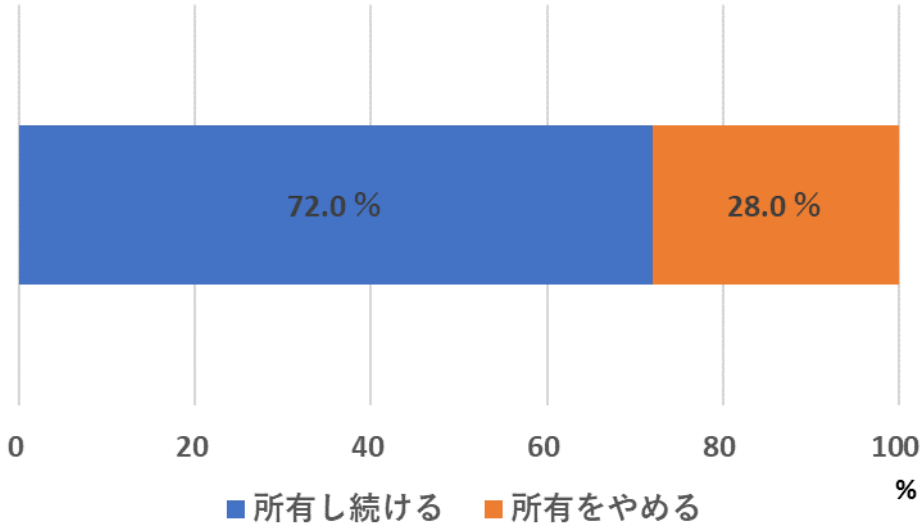


図 C.1-14 自動運転タクシーが利用できるようになった時に車を所有する割合（N=4,042）

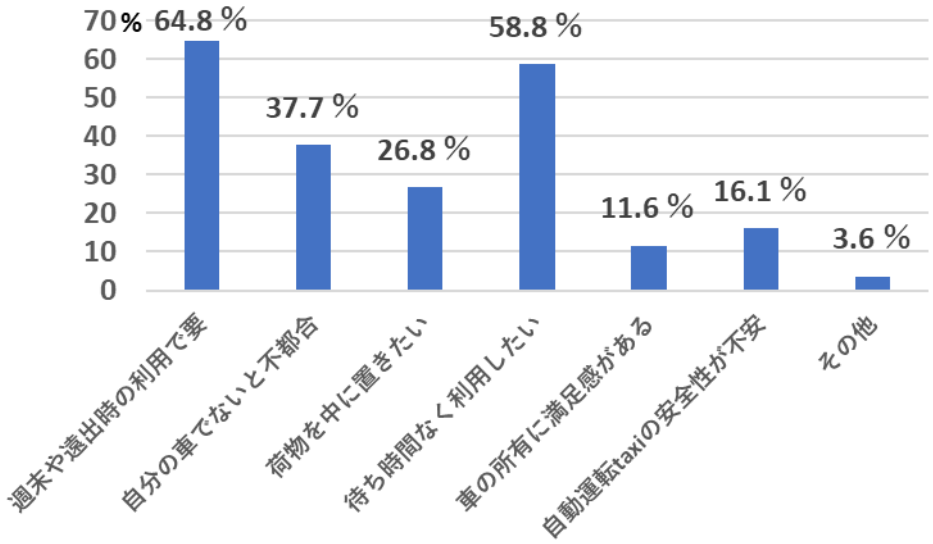


図 C.1-15 自動運転タクシーが利用できるようになった時でも車を所有する理由（複数回答）(N=2,911）

アンケートでは、表 C.1-13 の項目についてどの程度持っているかについて質問し、下記の 5 段階で回答を回収した。

・全く期待しない(0 点)
・どちらかと言えば期待しない(1 点)
・どちらとも言えない(2 点)
・どちらかと言えば期待する(3 点)
・とても期待する(4 点)

表 C.1-13　自動運転運転車への期待の質問項目

1	渋滞の解消・緩和
2	交通事故の削減
3	環境負荷の低減
4	高齢者等の移動支援
5	過疎地における公共交通の代替移動手段
6	買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加
7	友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加
8	マイカー運転者の負担の軽減
9	移動時間の有効活用
10	車を別の場所から呼び出せる
11	外出先での駐車場の確保が不要となる
12	職業運転者（トラック／バス／タクシーの運転手）の人手不足解消
13	新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化

これらの質問の合計得点を 0～1 で規格化した値を「自動運転車への期待」とした。その結果は**図 C.1-16** に示すようになり、その平均スコアは 0.63 であった。

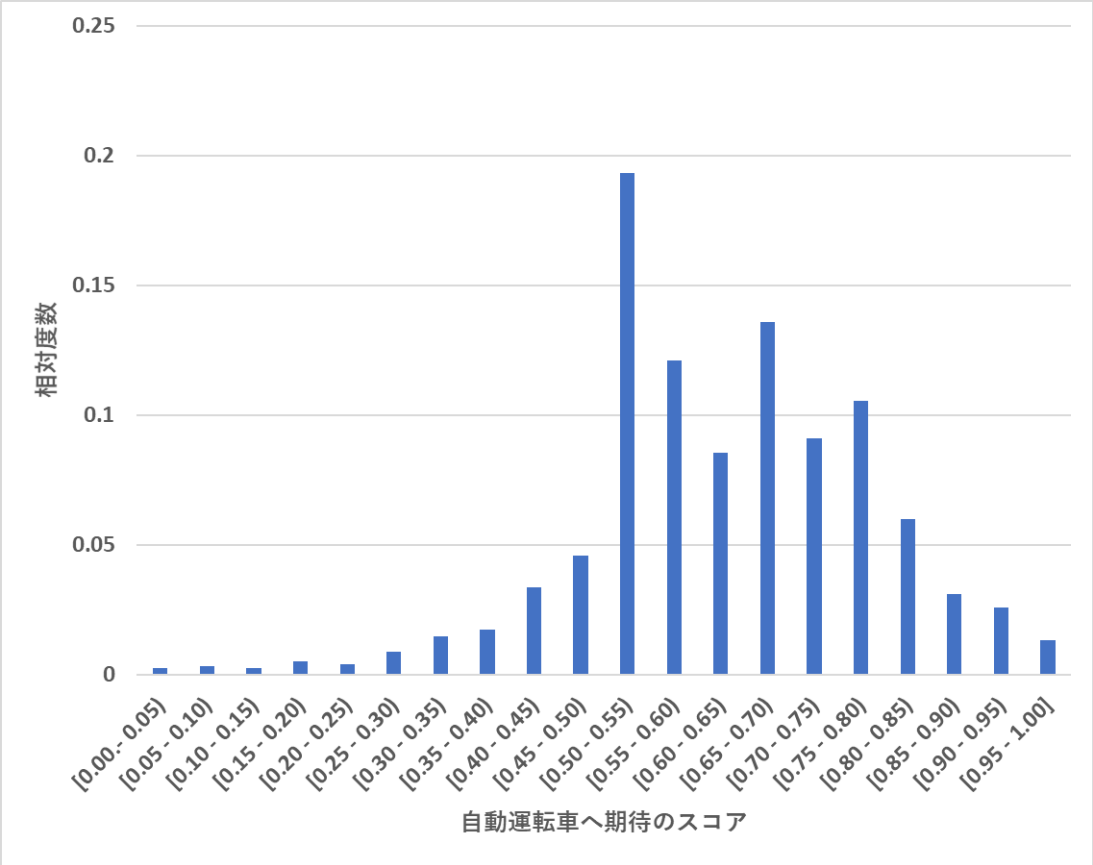


図 C.1-16 自動運転車への期待のスコア（N=5,102）

C.2 回答者の属性に関する集計結果

SF2. 年齢階層の分布

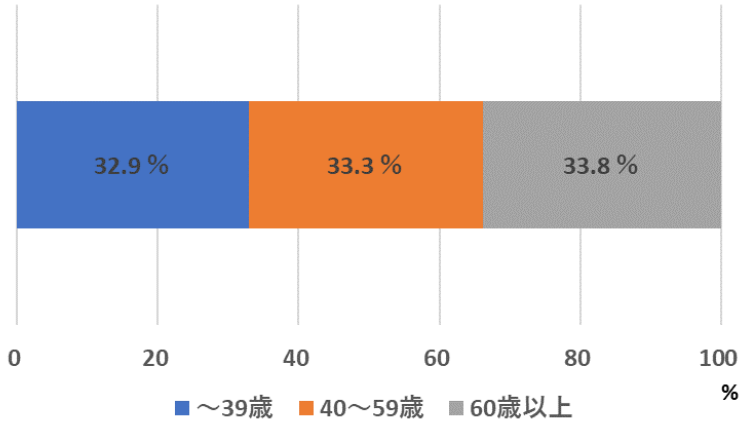


図 C.2-17 年齢階層の分布（N=5,102）

F1. 性別の分布

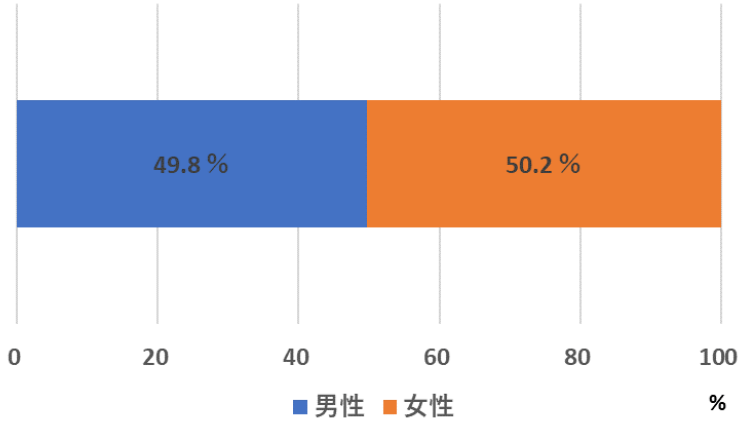


図 C.2-18 性別の分布（N=5,102）

SF4. 居住地の分布

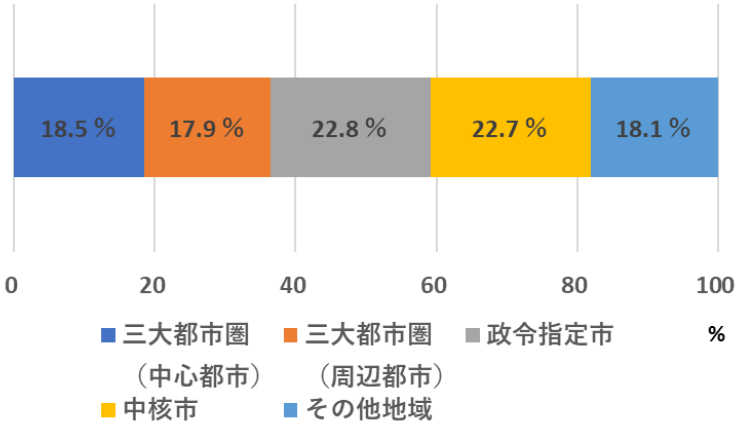


図 C.2-19 居住地の分布（N=5,102）

Q18. 世帯年収の分布

「あなたの世帯年収（税込み）をお答えください。」（単一回答）

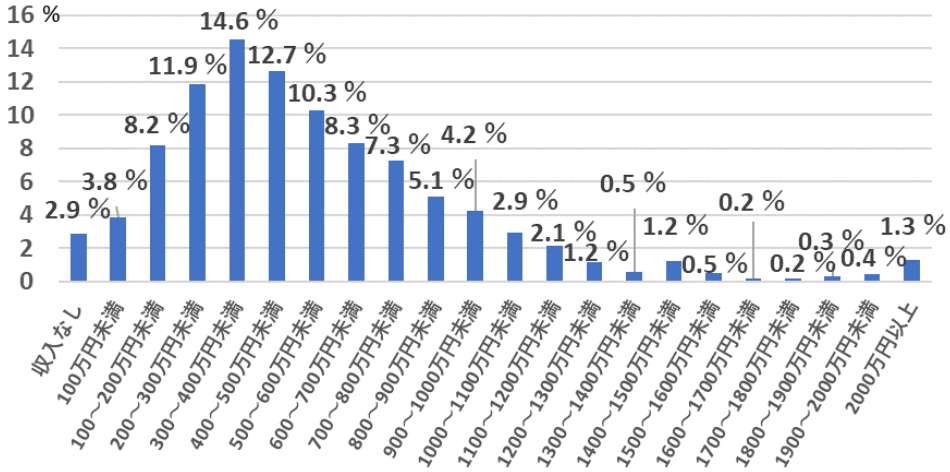


図 C.2-20 世帯年収の分布（単一回答）（N=5,102）

Q19. 職業の分布

「あなたの職業は次のうちどれに相当しますか。もっとも近いものをお答えください。」

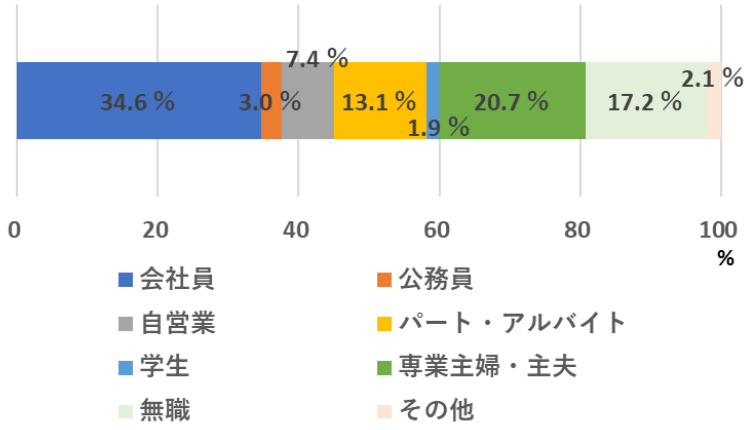


図 C.2-21 職業の分布（N=5,102）

Q20. 世帯人員の分布

「あなたの世帯人員について当てはまるものを 1 つお答えください。」

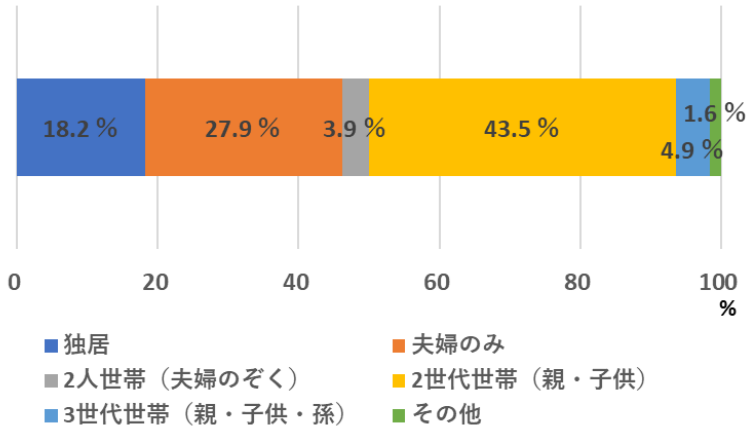


図 C.2-22 世帯人員の分布（N=5,102）

Q21. 世帯人員の中での、育児・介護・送迎が必要な人の有無

「世帯人員について、生活と共にしている方のうち育児・介護・送迎が必要な方がいらっしゃいましたらお答えください。(いくつでも)」（複数回答）

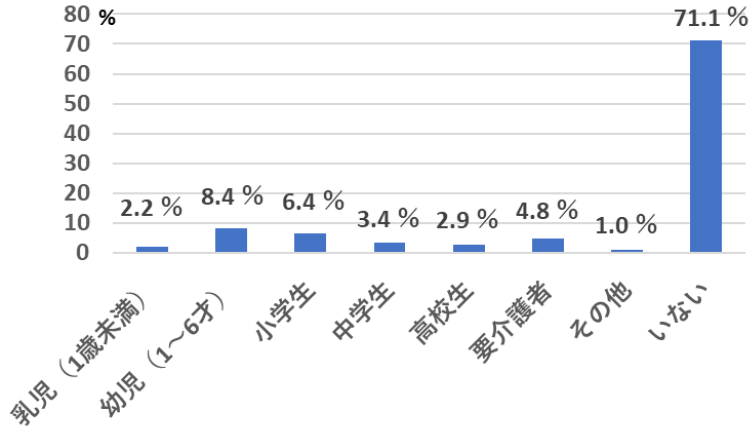


図 C.2-23 世帯人員の中での、要介護者有無の分布（複数回答）（N=5,102）

Q1s1. 保有している免許

「保有している運転免許をお答えください。（いくつでも）」（複数回答）

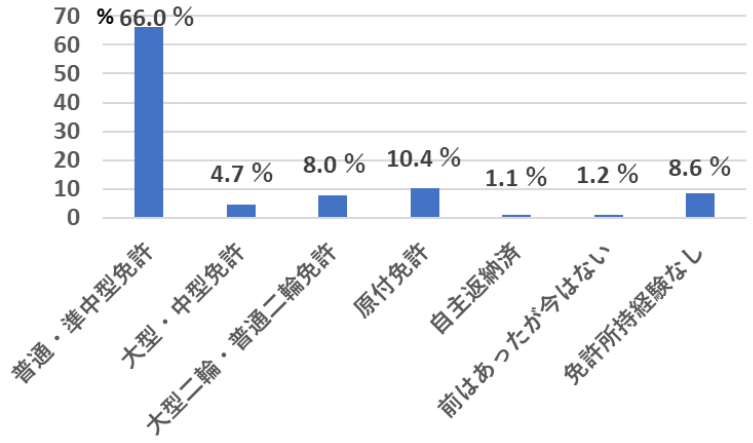


図 C.2-24 保有している免許の分布（複数回答）（N=5,102）

Q2s2.自家用車所有の有無

「あなたまたはあなたの家族は自家用自動車を所有していますか？」

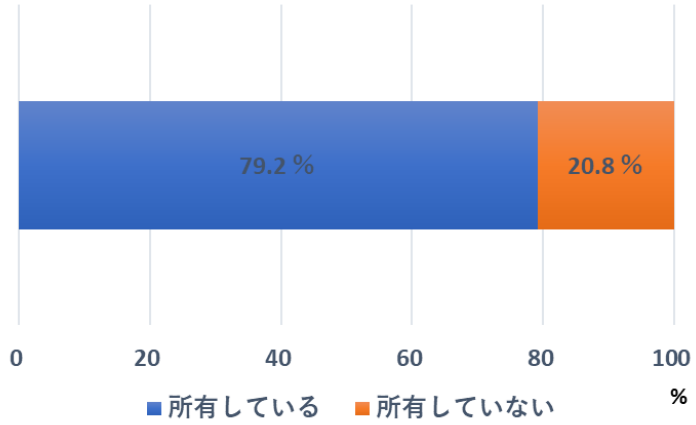


図 C.2-25 自家用車所有有無の分布（N=5,102）

Q2s2. 所有する車の車種

「あなたまたはあなたの家族が所有していて、主に使う自家用車の車種は、次のうちどれですか？」

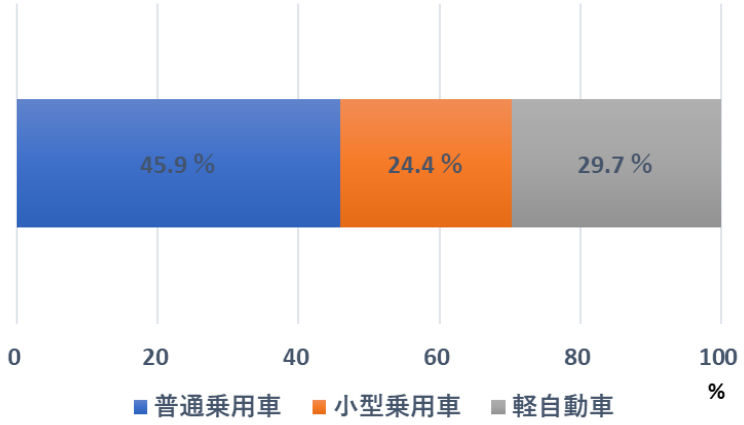


図 C.2-26 所有する車の車種の分布（N=5,102）

Q2s3_1 自家用車の使用回数（アンケート回答者の運転回数）

「あなたの運転回数は何回ですか？（回／週）」（単一回答）

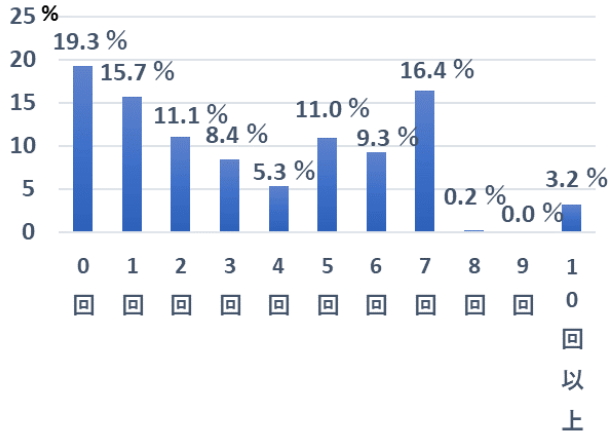


図 C.2-27　自家用車の使用回数（自分の運転）の分布（単一回答）（N=5,102）

Q2s3_2 自家用車の使用回数（他の人が運転する車に乗る回数）

「他の人が運転する車に何回乗りますか？（回／週）」（単一回答）

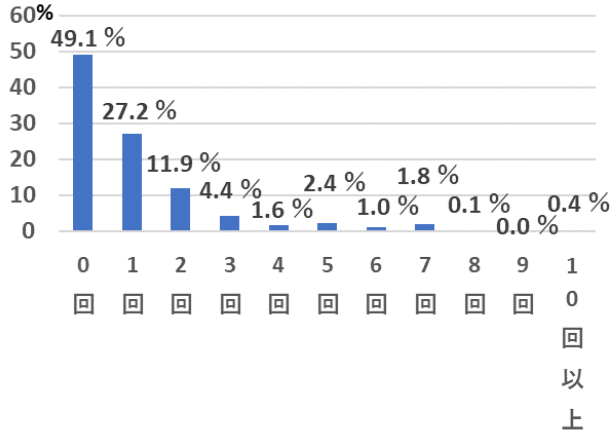


図 C.2-28　自家用車の使用回数（他の人の運転）の分布（単一回答）（N=5,102）

C.3 交通手段選択に関する集計結果

Q2s1. 平日の外出頻度

「次の目的で外出・移動する頻度をお聞きします（回／週）。該当する移動が無い時は、0 回とお答えください。また、2 週間に 1 回というように、毎週移動することが無い場合は、1 未満とお答えください。」（単一回答）

①通勤

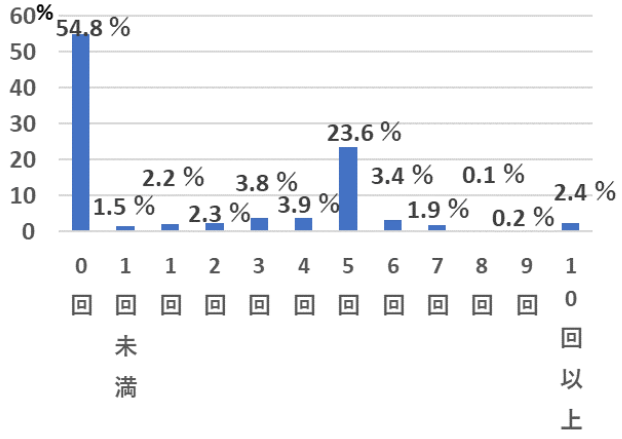


図 C.3-1 平日の外出頻度の分布　移動目的：通勤（単一回答）（N=5,102）

②通学

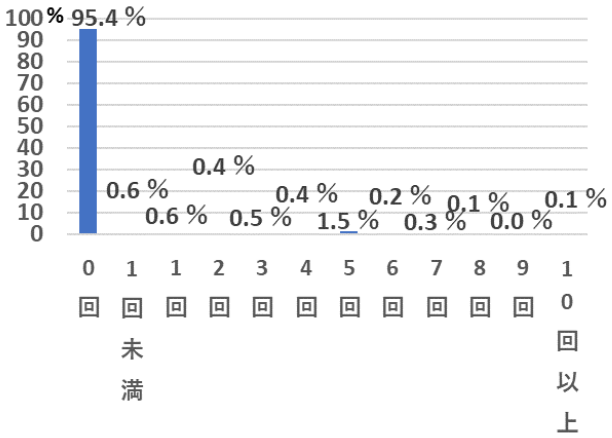


図 C.3-2 平日の外出頻度の分布　移動目的：通学（単一回答）（N=5,102）

③業務

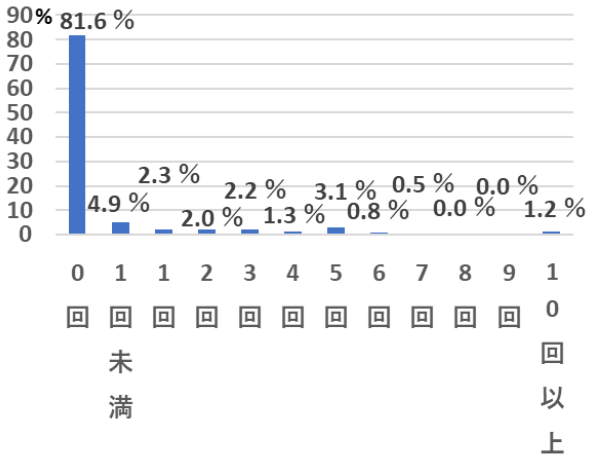


図 C.3-3 平日の外出頻度の分布　移動目的：業務（単一回答）（N=5,102）

④買物

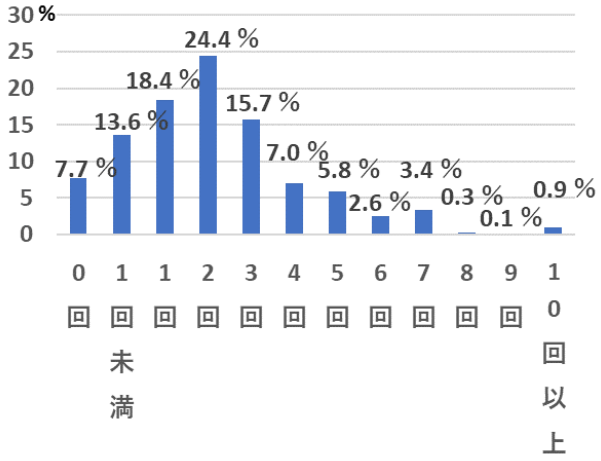


図 C.3-4 平日の外出頻度の分布　移動目的：買物（単一回答）（N=5,102）

⑤食事・社交・娯楽

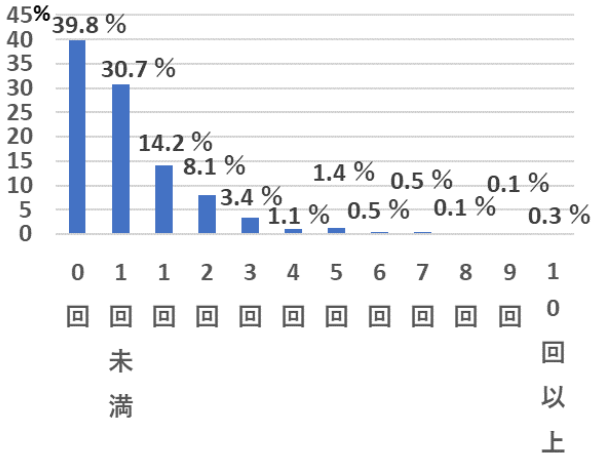


図 C.3-5 平日の外出頻度の分布　移動目的：（日常生活圏内での）食事・社交・娯楽（単一回答）（N=5,102）

⑥観光・行楽・レジャー

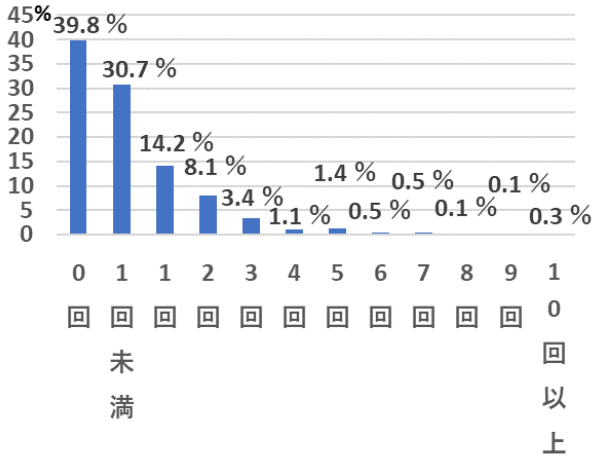


図 C.3-6 平日の外出頻度の分布　移動目的：（日常生活圏内をこえる）観光・行楽・レジャー（単一回答）（N=5,102）

⑦送迎

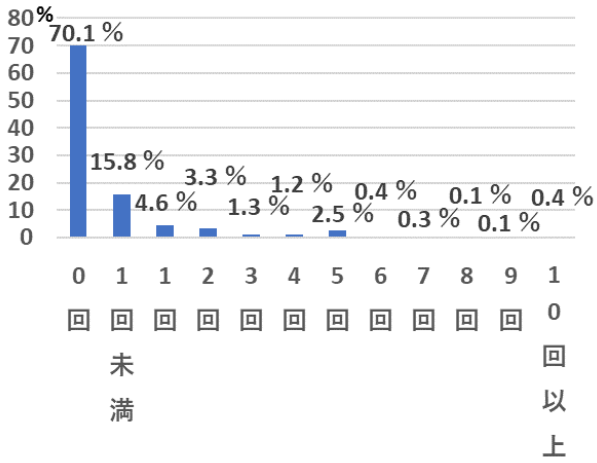


図 C.3-7 平日の外出頻度の分布　移動目的：送迎（単一回答）（N=5,102）

⑧通院

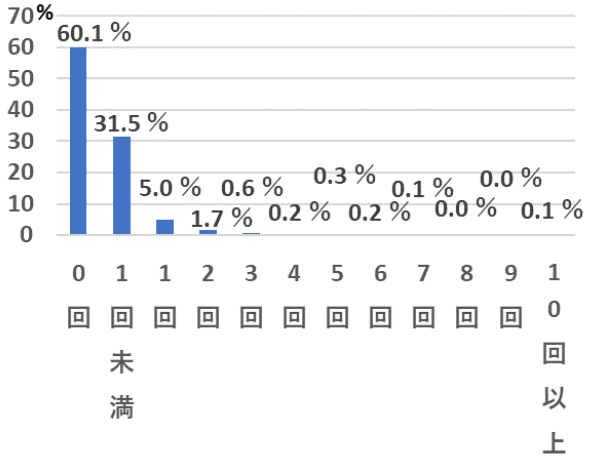


図 C.3-8 平日の外出頻度の分布　移動目的：通院（単一回答）（N=5,102）

⑨その他私用（塾、習い事など）

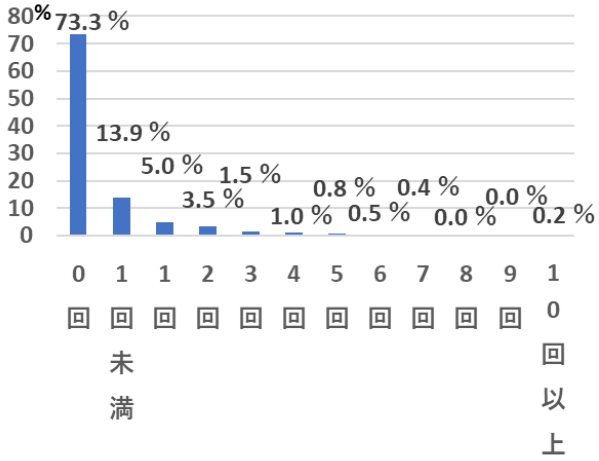


図 C.3-9 平日の外出頻度の分布　移動目的：その他私用（塾、習い事など）（単一回答）（N=5,102）

Q2s2. 平日に利用する交通手段

「あなたが平日、「(平日の目的)」の目的で移動する際に利用する交通手段はどれでしょうか？

※複数の交通手段を使うときは、より番号の小さい交通手段を選択してください。

交通手段

1 鉄道・地下鉄
2 モノレール・新交通・路面電車
3 バス
4 自家用車(自分で運転)
5 自家用車(家族が運転)
6 タクシー・ハイヤー
7 原付・自動二輪
8 自転車
9 徒歩
10 その他　　」

①通勤

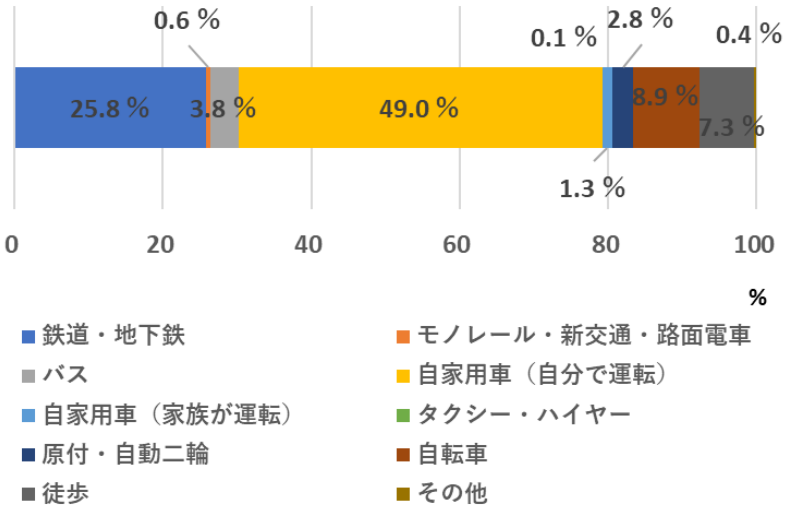


図 C.3-10 平日：通勤で利用する交通手段の分布(N=1,513)

②通学

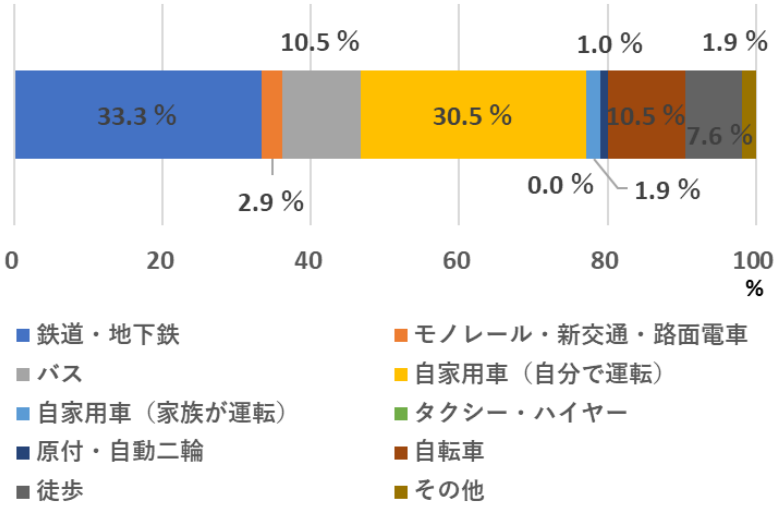


図 C.3-11 平日：通学で利用する交通手段の分布(N=105)

③買物

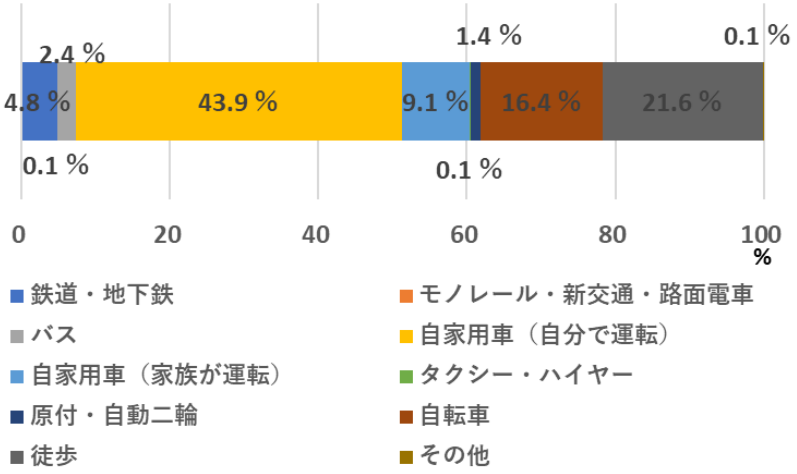


図 C.3-12 平日：買物で利用する交通手段の分布(N=1,675)

④食事・社交・娯楽

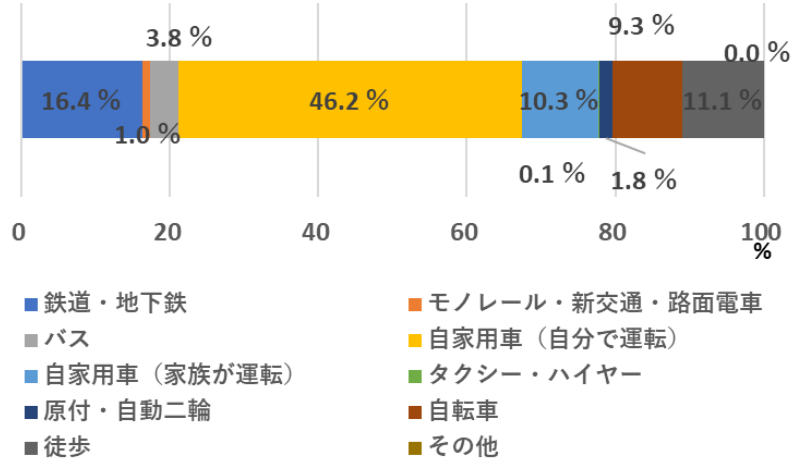


図 C.3-13 平日：食事・社交・娯楽で利用する交通手段の分布(N=678)

⑤観光・行楽・レジャー

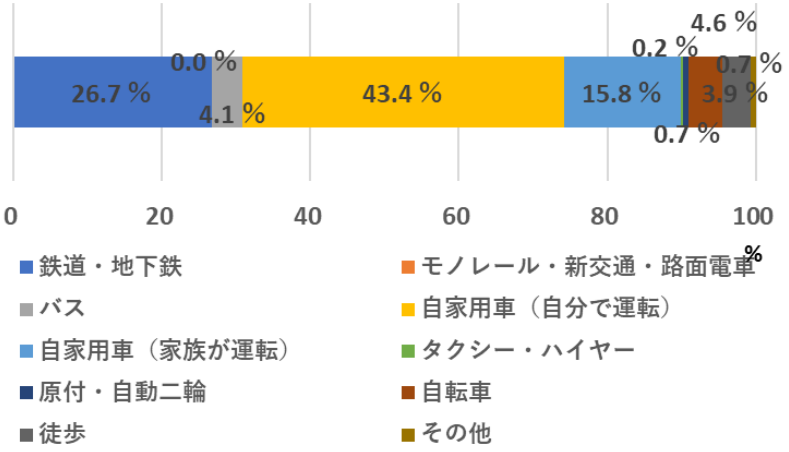


図 C.3-14 平日：観光・行楽・レジャーで利用する交通手段の分布(N=438)

⑥通院

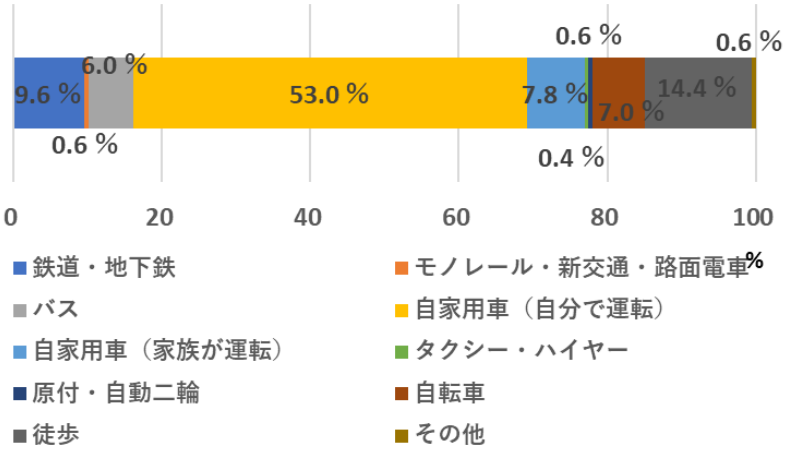


図 C.3-15 平日：通院で利用する交通手段の分布(N=513)

Q3s1. 休日の外出頻度

「次の目的で外出・移動する頻度をお聞きします（回／週）。該当する移動が無い時は、0 回とお答えください。また、2 週間に 1 回というように、毎週移動することが無い場合は、1 未満とお答えください。」（単一回答）

①通勤

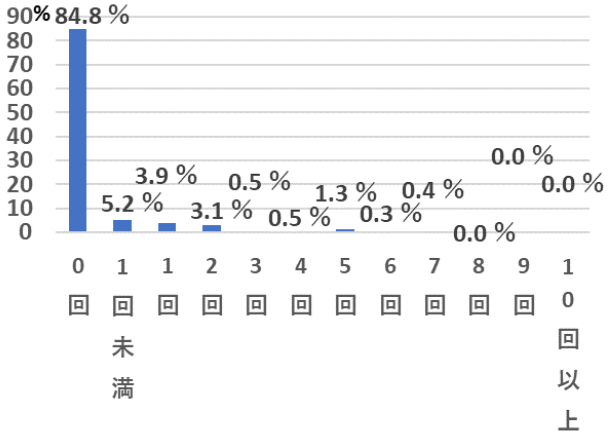


図 C.3-16 休日の外出頻度の分布　移動目的：通勤（単一回答）（N=5,102）

②通学

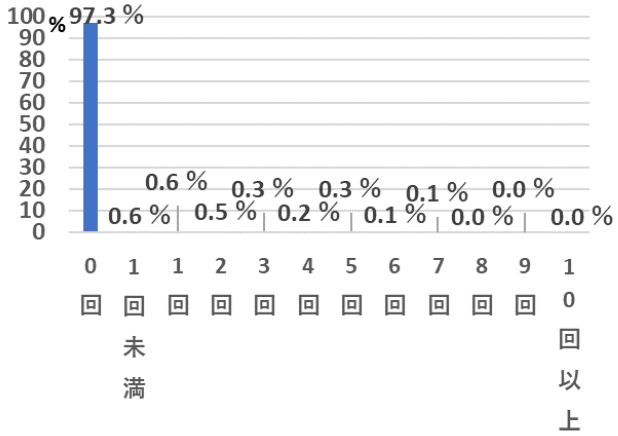


図 C.3-17 休日の外出頻度の分布　移動目的：通学（単一回答）（N=5,102）

③業務

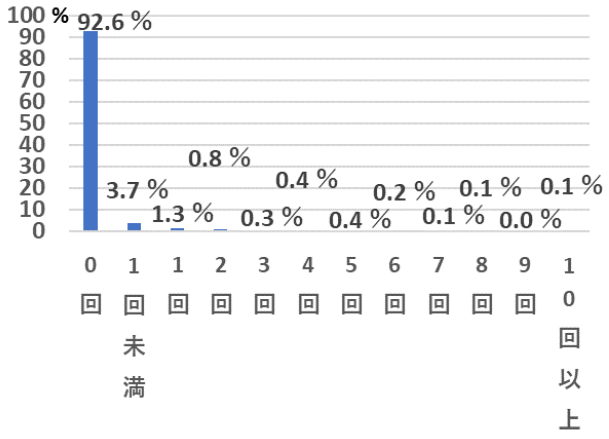


図 C.3-18 休日の外出頻度の分布　移動目的：業務（単一回答）（N=5,102）

④買物

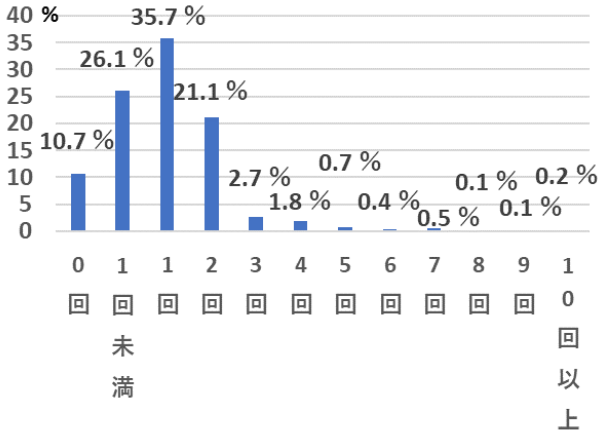


図 C.3-19 休日の外出頻度の分布　移動目的：買物（単一回答）（N=5,102）

⑤食事・社交・娯楽

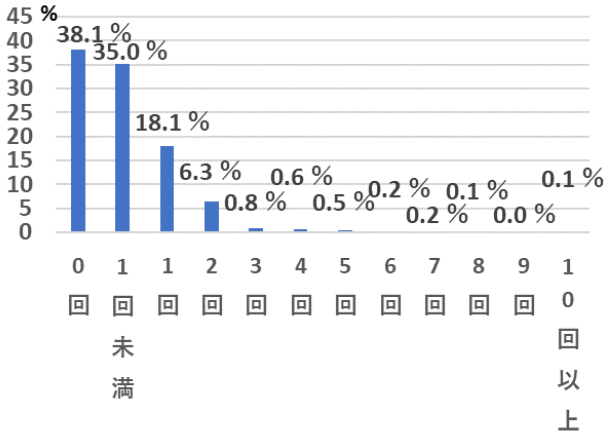


図 C.3-20 休日の外出頻度の分布　移動目的：（日常生活圏内での）食事・社交・娯楽（単一回答）（N=5,102）

⑥観光・行楽・レジャー

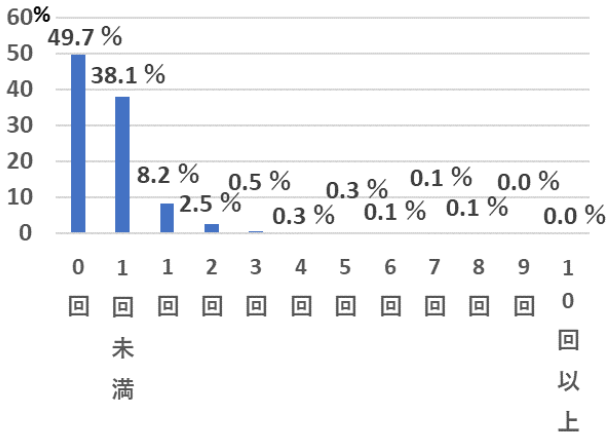


図 C.3-21 休日の外出頻度の分布　移動目的：（日常生活圏内をこえる）観光・行楽・レジャー（単一回答）　（N=5,102）

⑦送迎

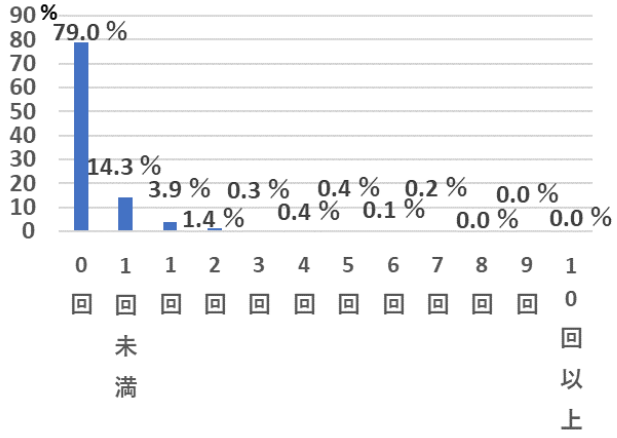


図 C.3-22 休日の外出頻度の分布　移動目的：送迎（単一回答）（N=5,102）

⑧通院

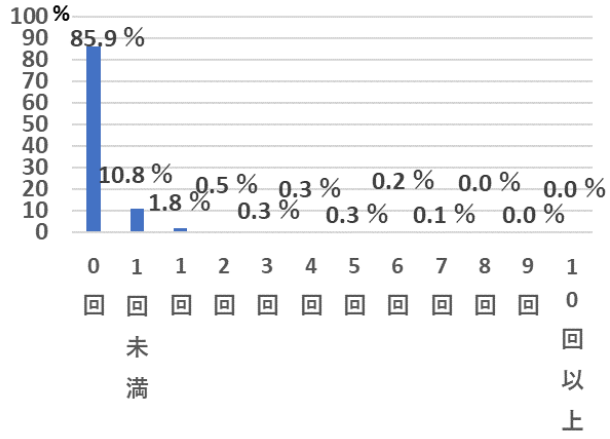


図 C.3-23 休日の外出頻度の分布　移動目的：通院（単一回答）（N=5,102）

⑨その他私用（塾、習い事など）

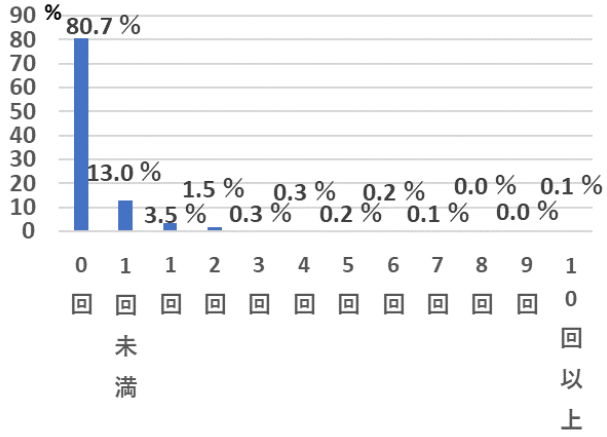


図 C.3-24 休日の外出頻度の分布　移動目的：その他私用（塾、習い事など）（単一回答）（N=5,102）

Q3s2. 休日に利用する交通手段

「あなたが休日、「(休日の目的)」の目的で移動する際に利用する交通手段はどれでしょうか？

※複数の交通手段を使うときは、より番号の小さい交通手段を選択してください。

交通手段
1 鉄道・地下鉄
2 モノレール・新交通・路面電車
3 バス
4 自家用車(自分で運転)
5 自家用車(家族が運転)
6 タクシー・ハイヤー
7 原付・自動二輪
8 自転車
9 徒歩
10 その他　　」

①通勤

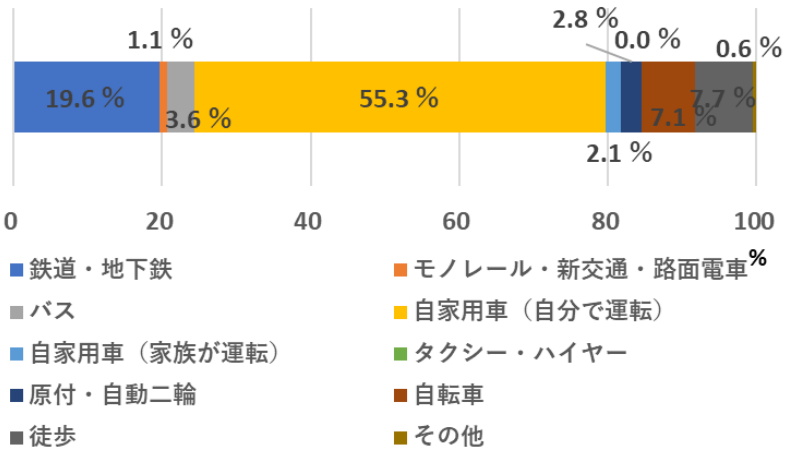


図 C.3-25 休日：通勤で利用する交通手段の分布(N=714)

②通学

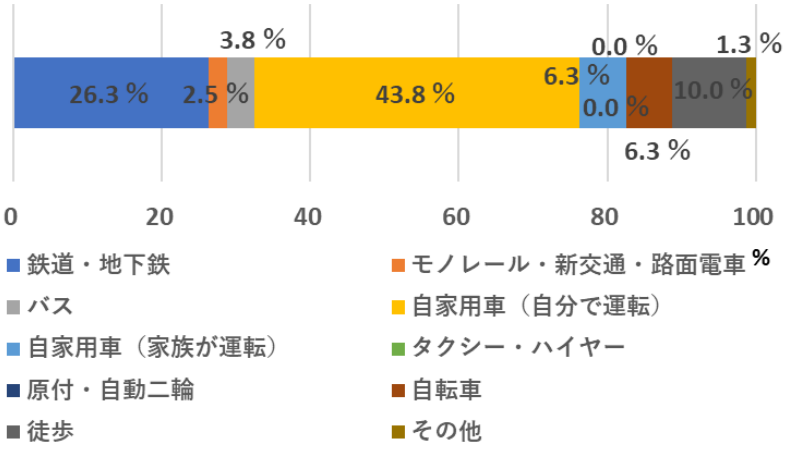


図 C.3-26 休日：通学で利用する交通手段の分布(N=80)

③買物

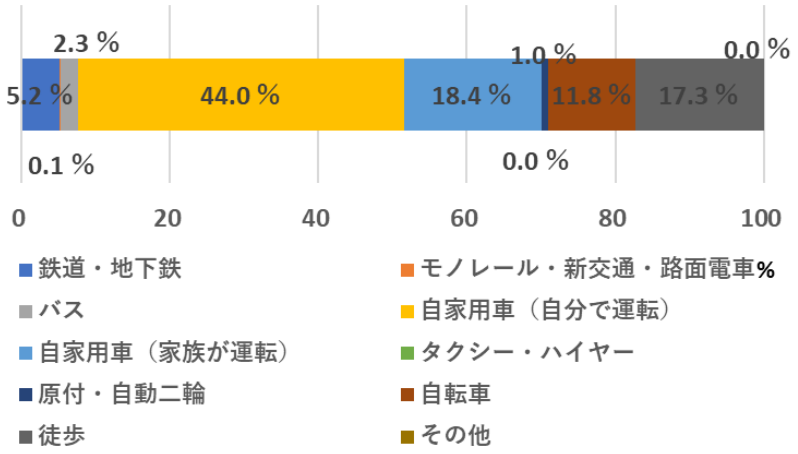


図 C.3-27 休日：買物で利用する交通手段の分布(N=2,057)

④食事・社交・娯楽

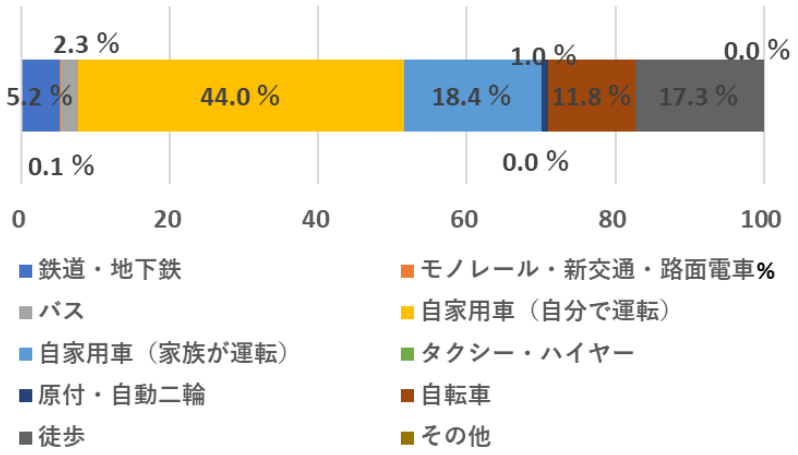


図 C.3-28 休日：食事・社交・娯楽で利用する交通手段の分布(N=1,021)

⑤観光・行楽・レジャー

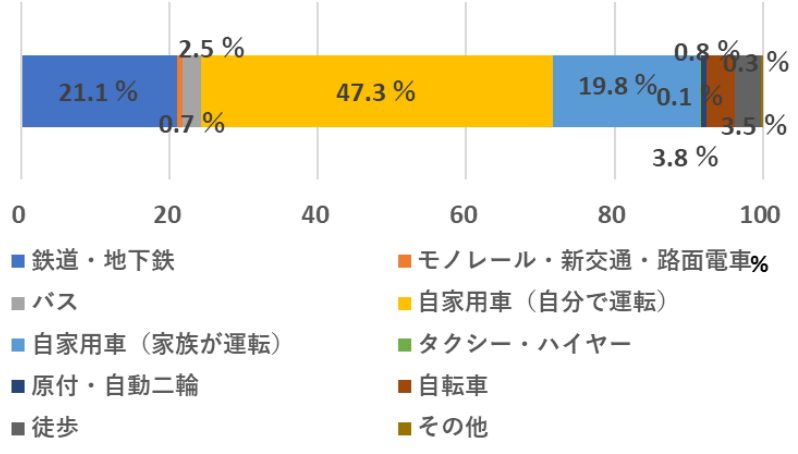


図 C.3-29 休日：観光・行楽・レジャーで利用する交通手段の分布(N=712)

⑥食事・社交・娯楽

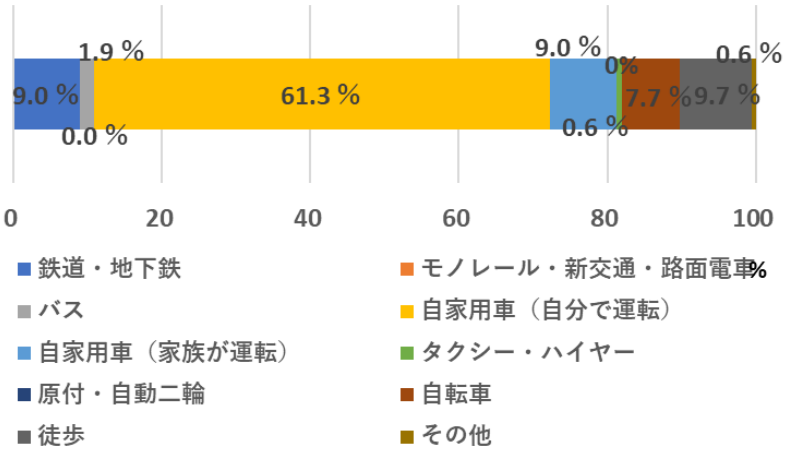


図 C.3-30 休日：通院で利用する交通手段の分布(N=155)

Q5. 確認質問への回答

「ここで質問です。1 日に何度も車を利用して移動すると、利用回数分の変動費と固定費がかかりますか？」

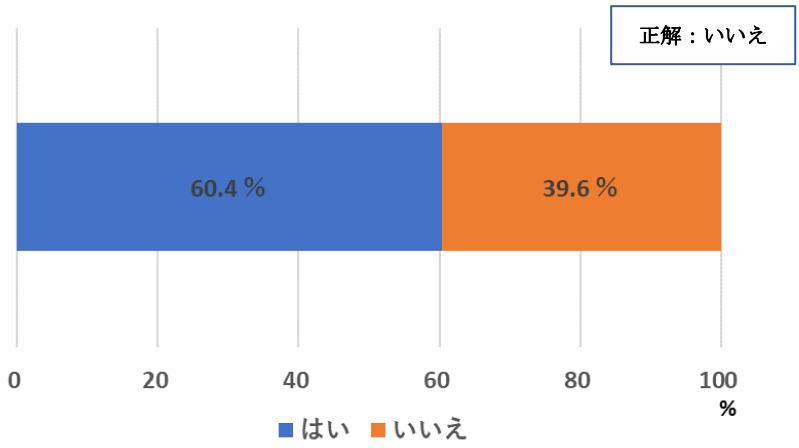


図 C.3-31　固定費への質問回答分布（N=5,102）

Q6s1. 架空の外出における交通手段の選択

表 C.3-1　1 回目の移動距離別の架空の外出で選択された交通手段

移動距離	個人所有 手動運転車	個人所有 自動運転車	自動運転 タクシー	乗合自動 運転タクシー	公共交通機関	徒歩・ 自転車
1km	28.8%	11.8%	5.9%	3.2%	8.5%	41.8%
3km	32.3%	10.2%	7.0%	5.1%	9.9%	35.5%
10km	36.3%	16.0%	7.0%	7.2%	15.9%	17.6%
30km	37.4%	16.1%	5.7%	6.4%	24.5%	9.9%

橙色は最も割合の高い選択肢。黄色は 2 番目に高い選択肢。

新型コロナウィルス感染症の影響

（Q7s1, Q7s2 個人所有車を選択した回答者）

「■1 回でも個人所有の手動運転者または自動運転車を利用すると答えた方にお聞きします。
新型コロナウィルス感染症への感染防止を考慮して、個人所有の手動運転者または自動運転車を選ばれましたか？
新型コロナウィルス感染症の感染拡大が発生していなければ、他の交通手段を選ばれましたか？」

表 C.3-2 個人所有車を選択した回答者への新型コロナウィルス感染症の影響

かなり考慮した		少し考慮した		考慮しなかった	
回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない
217	220	322	844	52	1,182
7.6%	11.4%	1.8%	7.8%	29.7%	41.7%

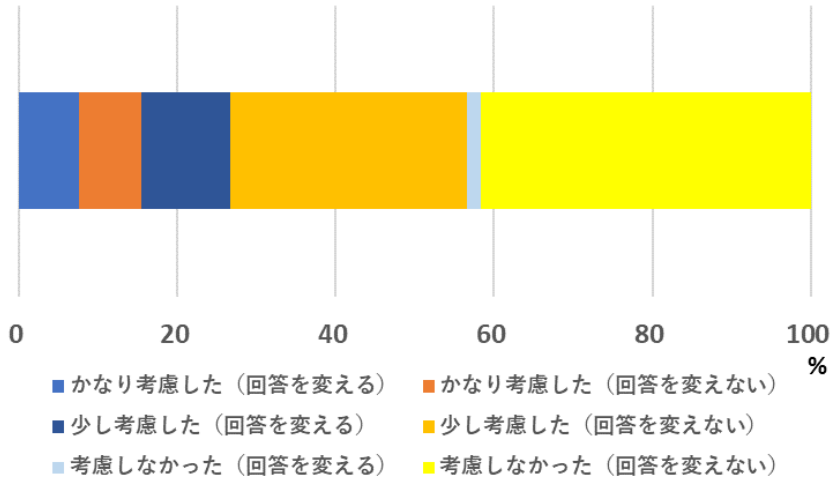


図 C.3-32 個人所有車を選択した回答者の新型コロナウィルス感染症の質問への回答分布

(N=2,837)

（Q8s1, Q8s2 個人所有車を選択しなかった回答者）
「先の質問で交通手段を選ぶ際に、新型コロナウィルス感染症への感染防止を考慮しましたか？
新型コロナウィルス感染症の感染拡大が発生していなければ、他の交通手段を選ばれましたか？」

表 C.3-3 個人所有車を選択しなかった回答者への新型コロナウィルス感染症の影響

かなり考慮した		少し考慮した		考慮しなかった	
回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない	回答を変える	回答を変えない
150	118	236	684	60	1,017
6.6%	10.4%	2.6%	5.2%	30.2%	44.9%

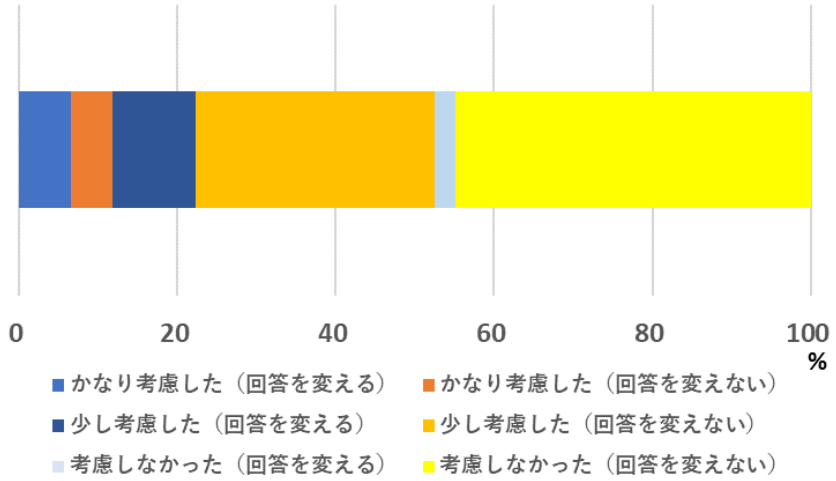


図 C.3-33 個人所有車を選択しなかった回答者の新型コロナウィルス感染症への質問回答分布(N=2,265)

Q9. 個人所有の自動運転車選んだ回答者の外出回数の変化

「■1 回でも個人所有の自動運転車を利用すると答えた方にお聞きします。
自動運転車を購入した場合、「(外出目的)」のための外出回数は、週何回になると思いますか？
現在の外出回数：(これまでの外出回数)」

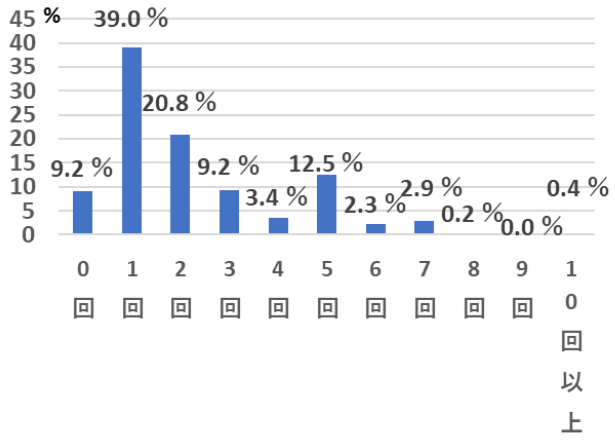


図 C.3-34 自動運転車を購入した時に外出回数は何回になるかという質問への回答分布（単一回答）(N=1,255)

Q10. 自動運転タクシーを選んだ人の外出回数の変化

「■1 回でも個人所有の自動運転タクシーを利用すると答えた方にお聞きします。
自動運転タクシー（乗合を含む）を利用した場合、「(外出目的)」のための外出回数は、週何回になると思いますか？
現在の外出回数：(これまでの外出回数)」

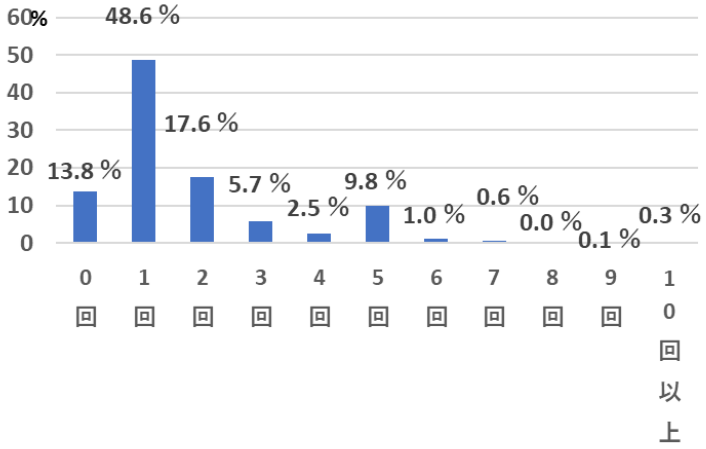


図 C.3-35 自動運転タクシーを利用した時に外出回数は何回になるかという質問への回答分布（単一回答）(N=1,168)

Q11 自動運転タクシーと自家用車の保有

「Q11s1. 自動運転タクシー(乗合を含む)サービスが十分安価な料金で提供される場合，自動車を所有し続けますか？　それとも所有を止められますか？」

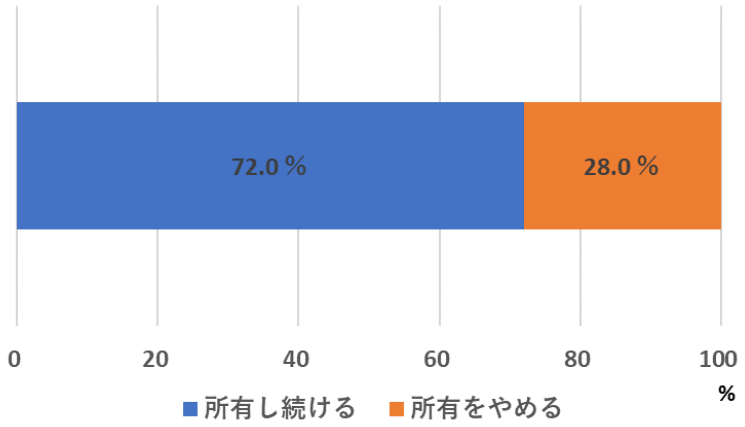


図 C.3-36 自動運転タクシーが利用できるようになった時に車を所有する割合（N=4,042）

「Q11s2. 自動運転タクシー(乗合を含む)サービスが十分安価な料金で提供される場合でも自動車を所有し続ける理由として当てはまるものを以下から全てお答えください

・週末や遠出をするときは自家用車を利用するため
・自分の自動車でないと不都合が生じる利用目的があるから
・自分の所有物を自動車の中に置いておけるから
・自分の自動車であれば待ち時間なくいつでも利用できるから
・自動車を所有していること自体に満足感があるから
・自動運転タクシーの安全性が信頼できない
・その他」

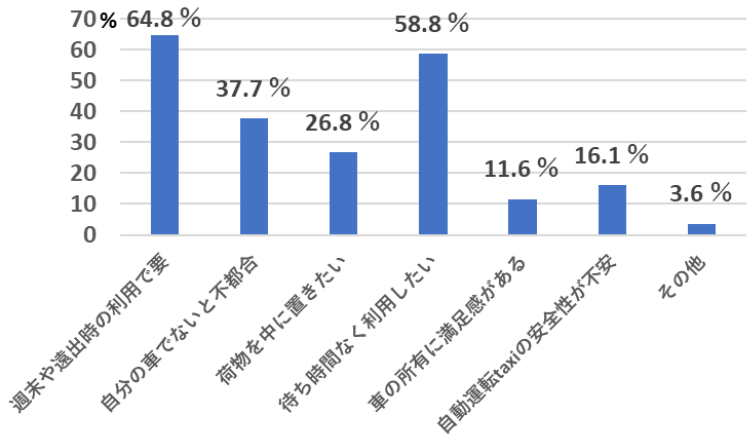


図 C.3-37 自動運転タクシーが利用できるようになった時でも車を所有する理由（複数回答）（N=2,911）

C.4　自動運転車に関する集計結果

Q12. 自動運転への関心

①あなたは「自動運転システムが実現した社会」をつくることに賛成ですか、反対ですか（単一回答）

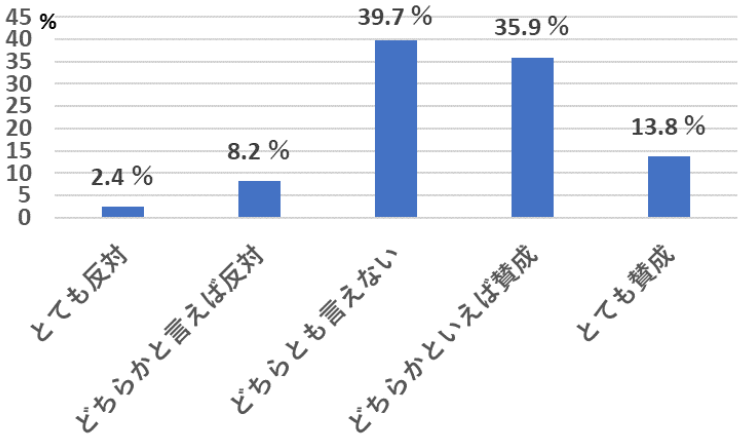


図 C.4-1　自動運転システムが実現した社会をつくる事への回答分布（単一回答）（N=5,102）

②あなたは「自動運転システムが実現した社会に人々が賛成する」と思いますか（単一回答）

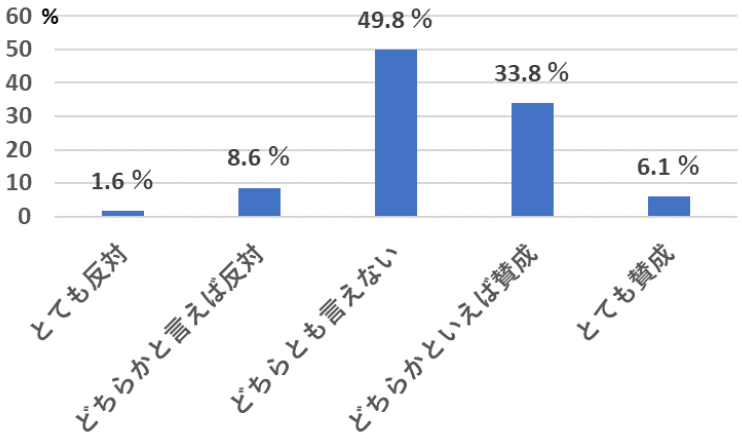


図 C.4-2　自動運転システムが実現した社会をつくる事への回答分布（単一回答）（N=5,102）

③自動運転についての認識：自動運転を恐ろしいと思いますか（単一回答）

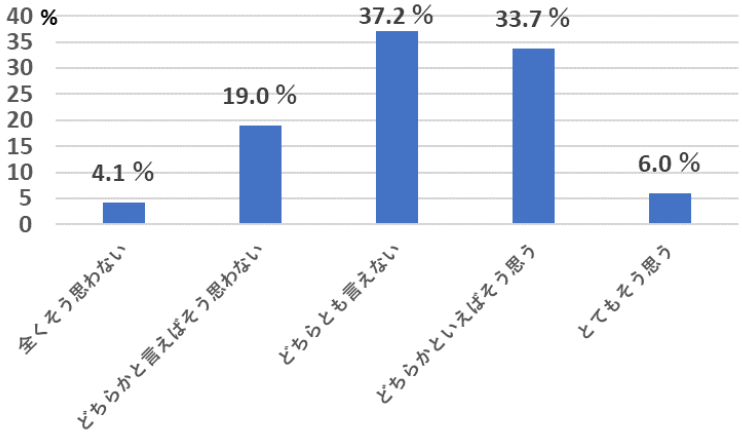


図 C.4-3　自動運転を恐ろしいと思うかへの回答分布（単一回答）（N=5,102）

④自動運転についての認識：自動運転の仕組みについて理解していると思いますか（単一回答）

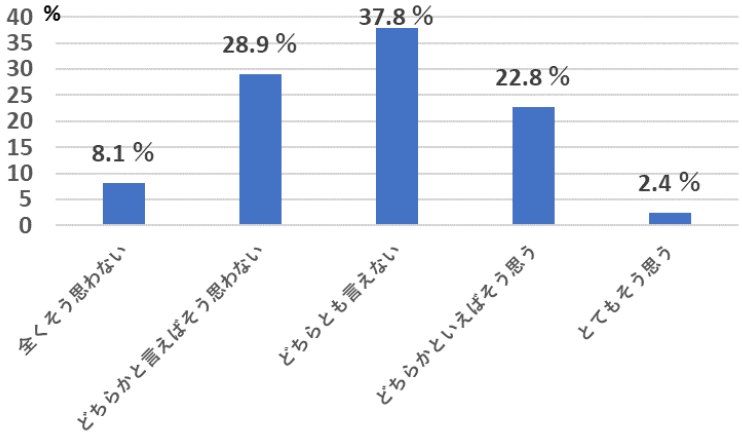


図 C.4-4　自動運転の仕組みを理解していると思うかへの回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑤自動運転についての認識：自動運転の技術は信頼できると思いますか（単一回答）

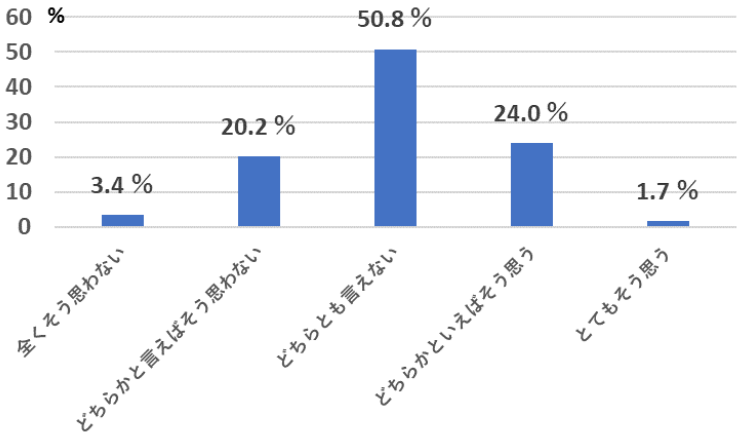


図 C.1.2-5 自動運転技術への信頼度回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑥自動運転についての認識：自動運転中にくつろげますか（単一回答）

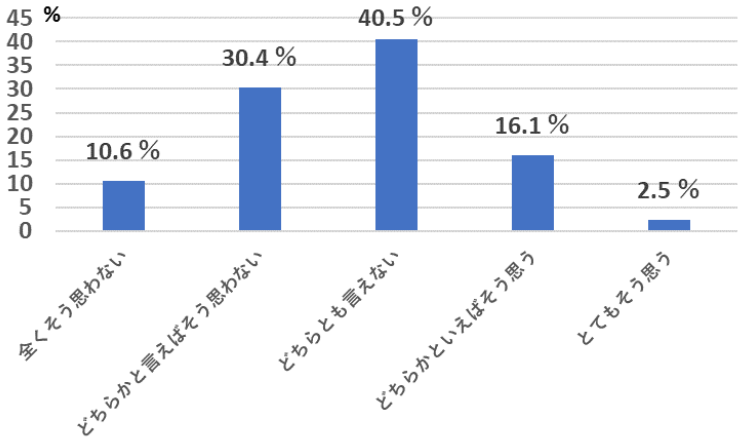


図 C.4-6 自動運転中にくつろげるかどうかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑦自動運転についての認識：自動運転中にワクワクしますか（単一回答）

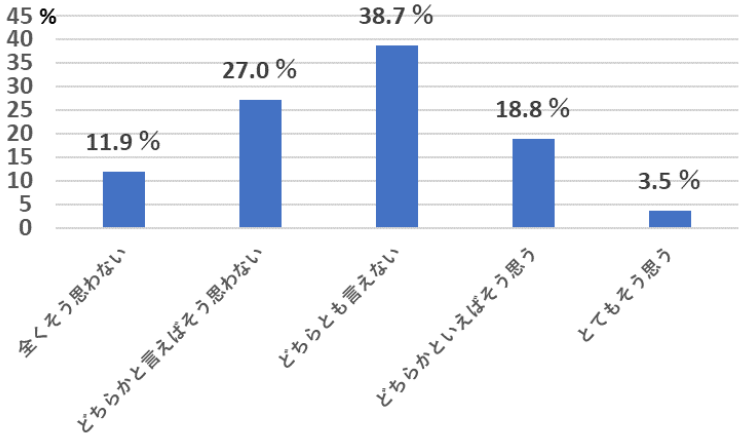


図 C.4-7 自動運転中にワクワクするかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑧自動運転についての認識：自動運転はあなたにとって有益ですか（単一回答）

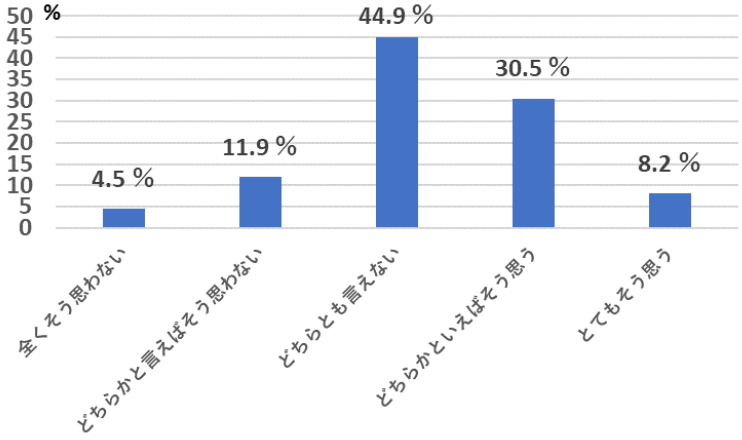


図 C.4-8 自動運転は有益かの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑨自動運転についての認識：自動運転の車両を一度は使ってみたい（単一回答）

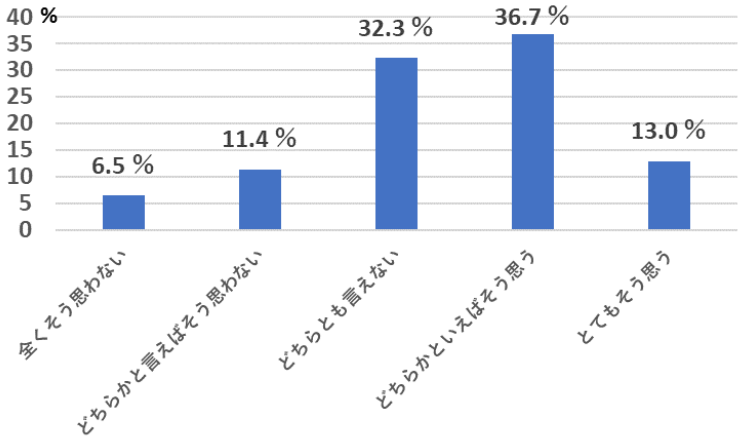


図 C.4-9 自動運転の車両を一度は使ってみたいかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑩自動運転についての認識：自動運転の車両を日常的に使ってみたい（単一回答）

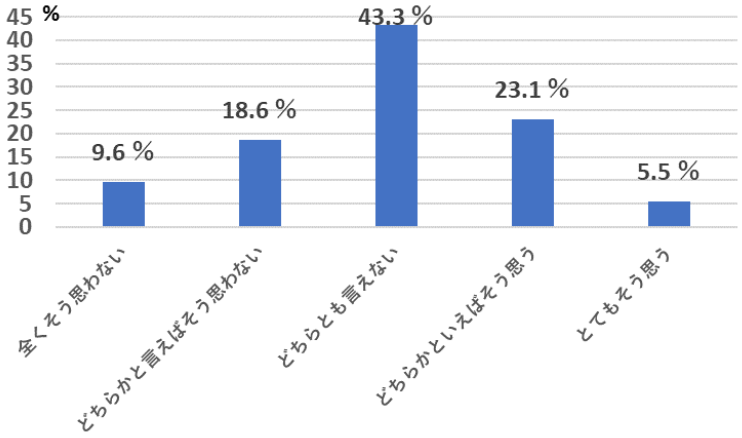


図 C.4-10 自動運転の車両を日常的に使ってみたいかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑪自動運転についての認識：自動運転のカーシェアリングを使用したい（単一回答）

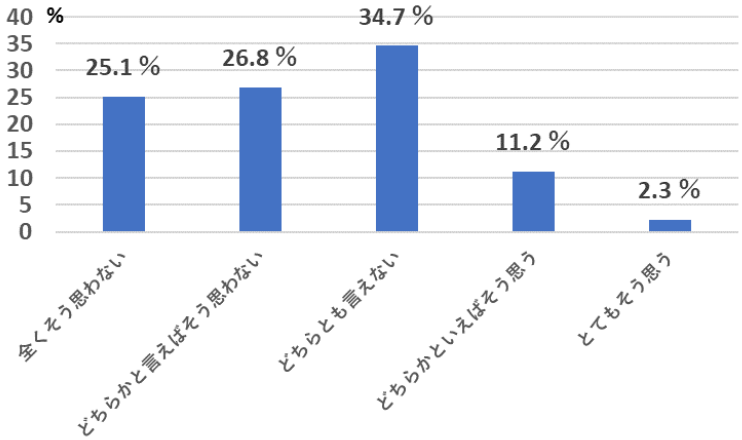


図 C.4-11 自動運転のカーシェアリングを使ってみたいかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑫自動運転についての認識：自動運転によって社会がより便利になると思う（単一回答）

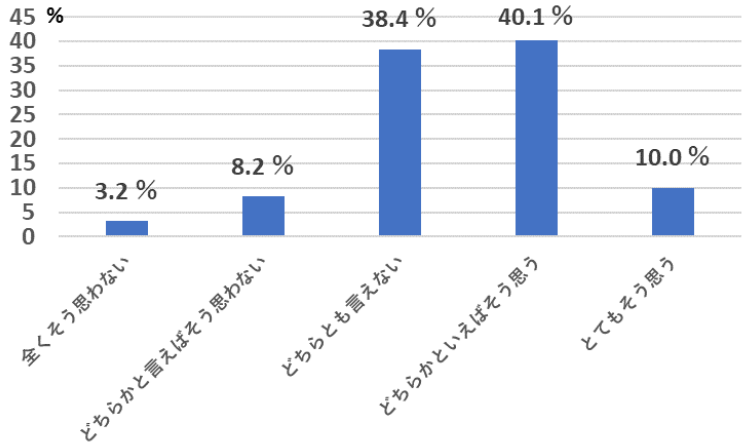


図 C.4-12 自動運転により社会がより便利になると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑬自動運転についての認識：自動運転によって社会がより楽しくなると思う（単一回答）

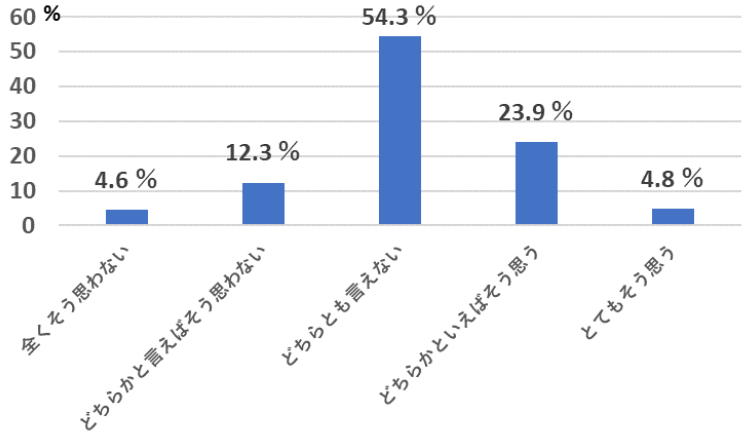


図 C.4-13 自動運転により社会がより楽しくなると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑭自動運転についての認識：自動運転によって社会の不安が少なくなると思う（単一回答）

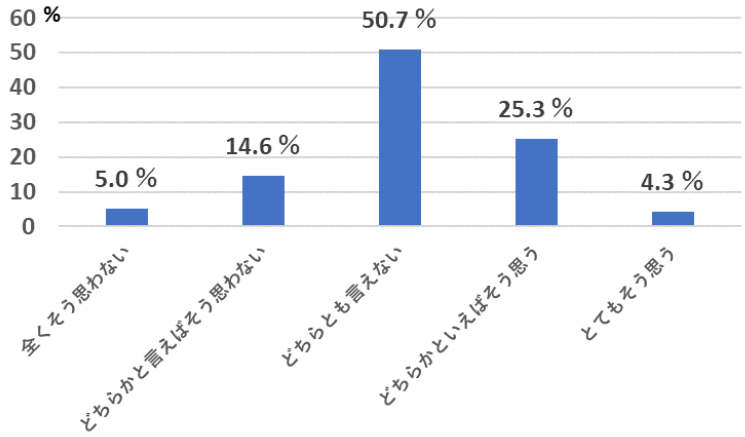


図 C.4-14 自動運転により社会の不安が軽減すると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑮自動運転についての認識：自動運転は社会の人々に受け入れられると思う（単一回答）

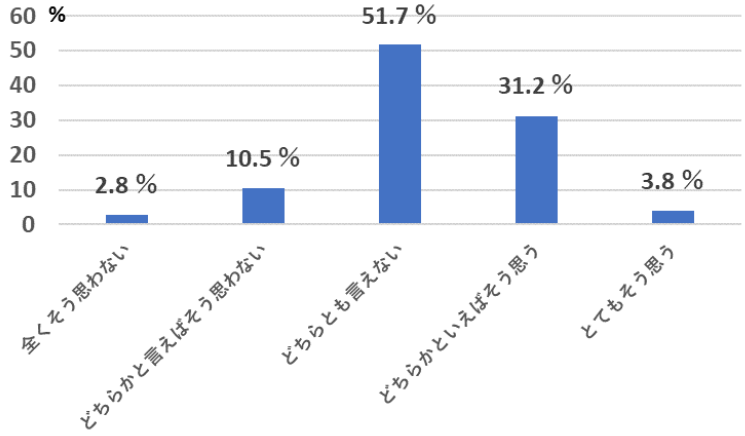


図 C.4-15 自動運転は社会で受け入れられると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）
（N=5,102）

Q13. 自動運転への期待

①自動運転についての期待：渋滞の解消・緩和（単一回答）

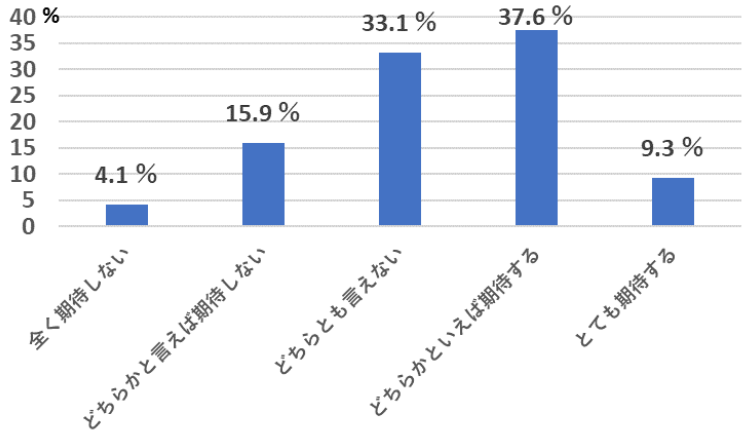


図 C.4-16 自動運転は渋滞の解消や緩和になると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）
（N=5,102）

②自動運転についての期待：交通事故の軽減（単一回答）

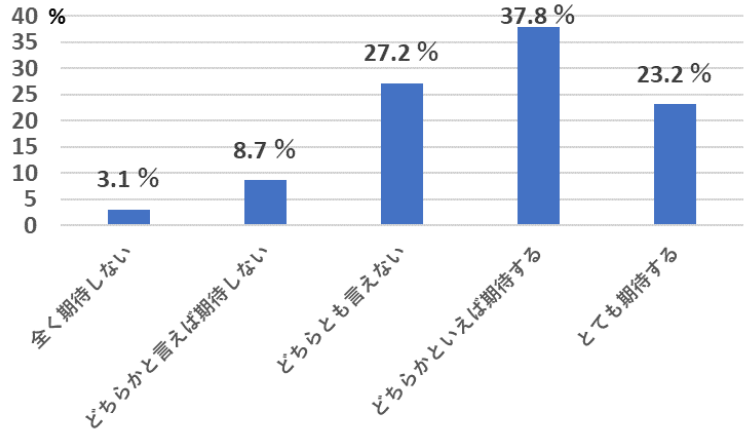


図 C.4-17 自動運転は交通事故の軽減になると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）

（N=5,102）

③自動運転についての期待：環境負荷の低減（単一回答）

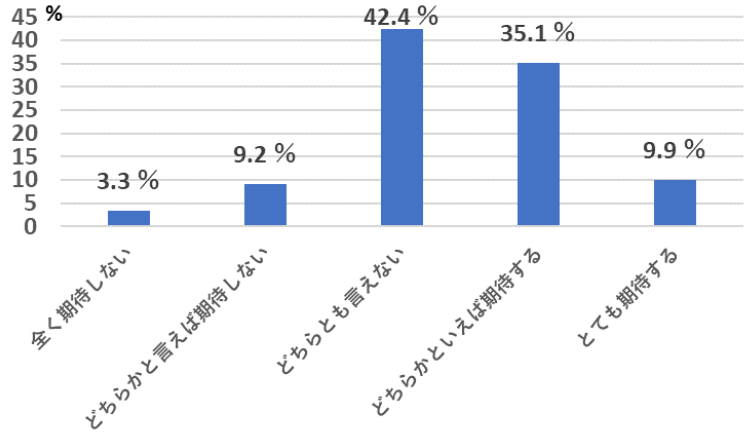


図 C.4-18 自動運転は環境負荷の低減になると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）

（N=5,102）

④自動運転についての期待：高齢者への移動支援（単一回答）

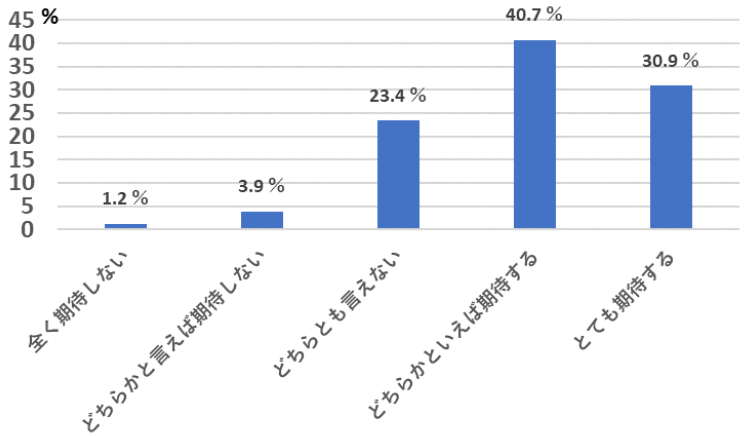


図 C.4-19 自動運転は高齢者への移動支援になると思うかと尋ねた問への回答分布（単一回答）

（N=5,102）

⑤自動運転についての期待：過疎地における公共交通の代替移動手段（単一回答）

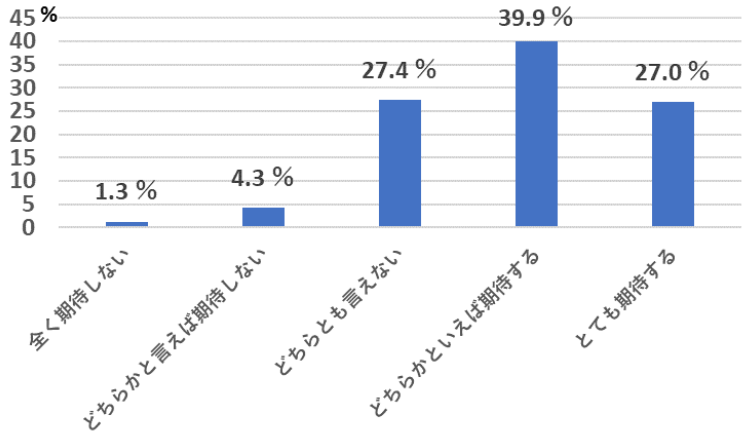


図 C.4-20 自動運転は過疎地で公共交通の代替移動手段になると思うかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑥自動運転についての期待：買物、娯楽、行楽など外出機会の増加（単一回答）

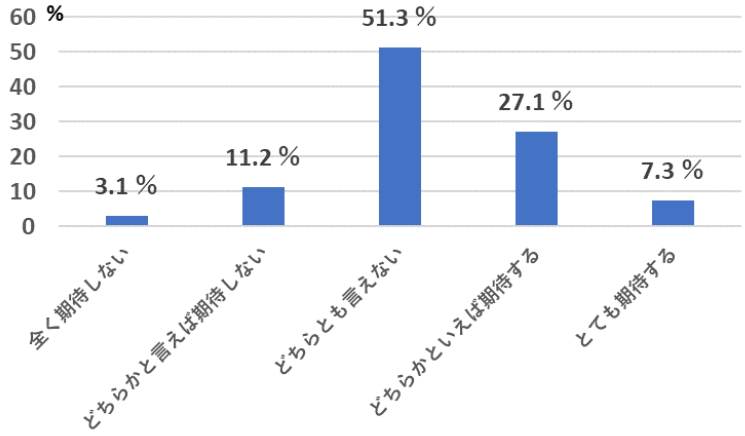


図 C.4-21 自動運転は、買物、娯楽、行楽など外出機会増加になるかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑦自動運転についての期待：友人、知人や家族、親戚との交流機会の増加（単一回答）

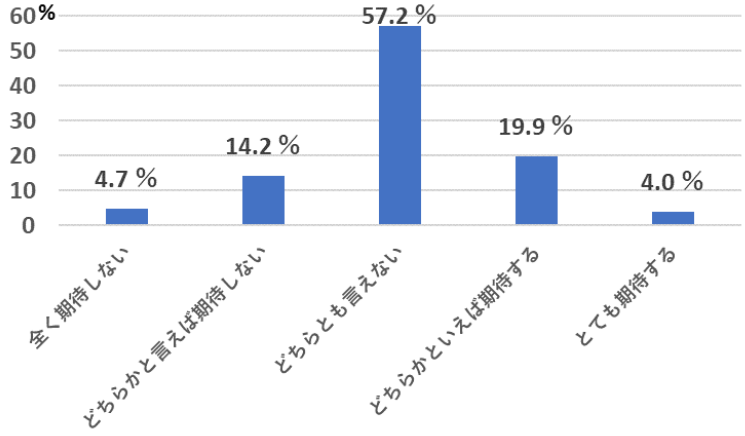


図 C.4-22 自動運転は、友人、知人や家族、親戚との交流機会増加になるかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑧自動運転についての期待：マイカー運転車の負担軽減（単一回答）

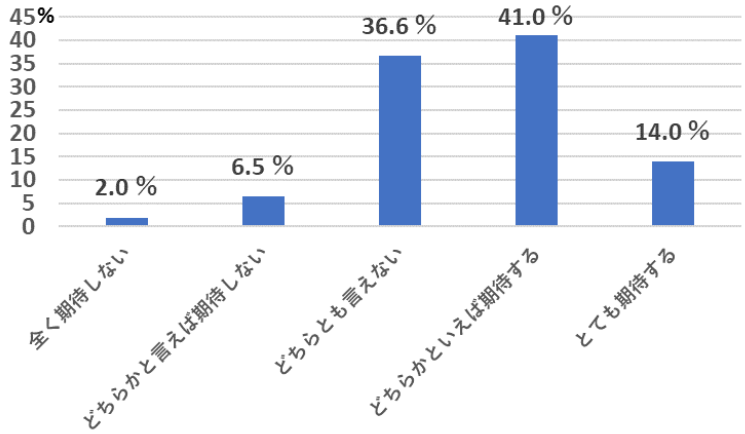


図 C.4-23 自動運転は、マイカー運転車の負担軽減になるかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑨自動運転についての期待：移動時間の有効活用（単一回答）

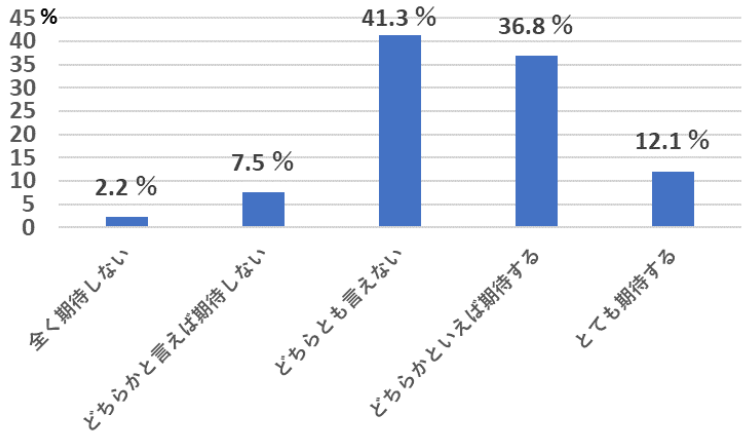


図 C.4-24 自動運転は、移動時間の有効活用になるかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑩自動運転についての期待：車を別の場所から呼び出せる（単一回答）

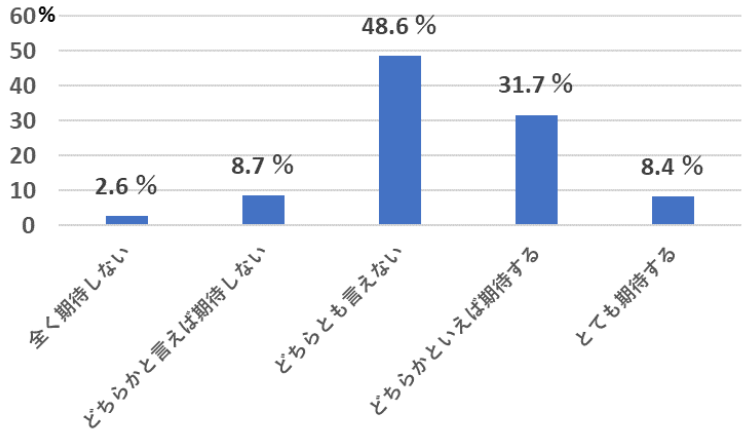


図 C.4-25 自動運転は、車を別の場所から呼び出せる事に期待するかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑪自動運転についての期待：外出先での駐車場確保が不要となる（単一回答）

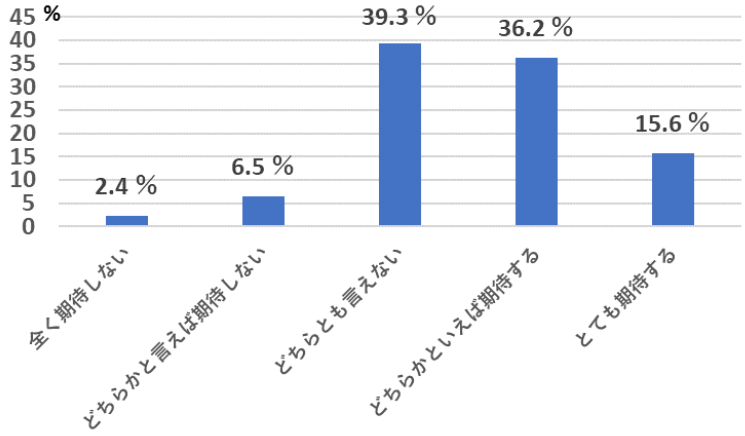


図 C.4-26 自動運転は、外出先での駐車場確保が不要になる事に期待するかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑫自動運転についての期待：職業運転者(トラック/バス/タクシー運転者)の人手不足解消（単一回答）

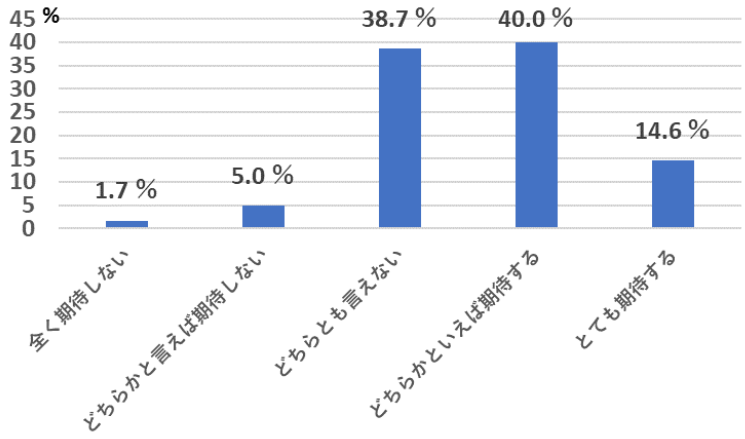


図 C.4-27 自動運転は、職業運転者の人手不足解消をすると思うかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

⑬自動運転についての期待：新たな産業による経済活性化と国際競争力の強化（単一回答）

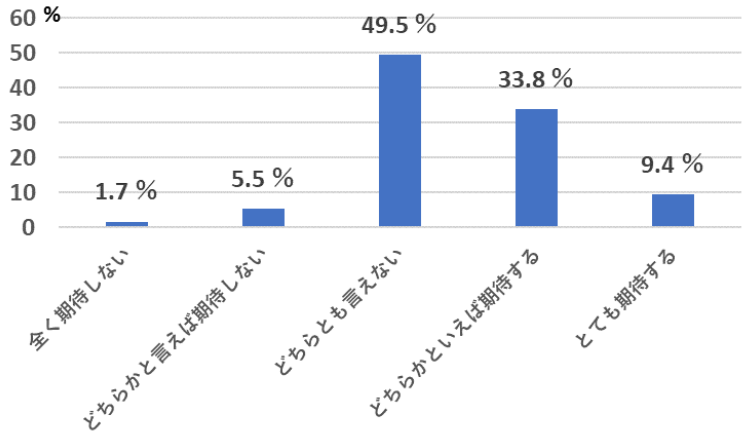


図 C.4-28 自動運転は、新たな産業による経済活性化と国際競争力の強化に貢献すると思うかの問への回答分布（単一回答）（N=5,102）

Q14. 自動運転によって運転操作が不要になった場合に、乗車中にしたいこと

「自動運転により運転に関わる操作が必要なくなる場合、あなたは乗車中に何をしていたいですか。あなたが自動運転車に乗車したことを想像してお答えください。」（複数回答）

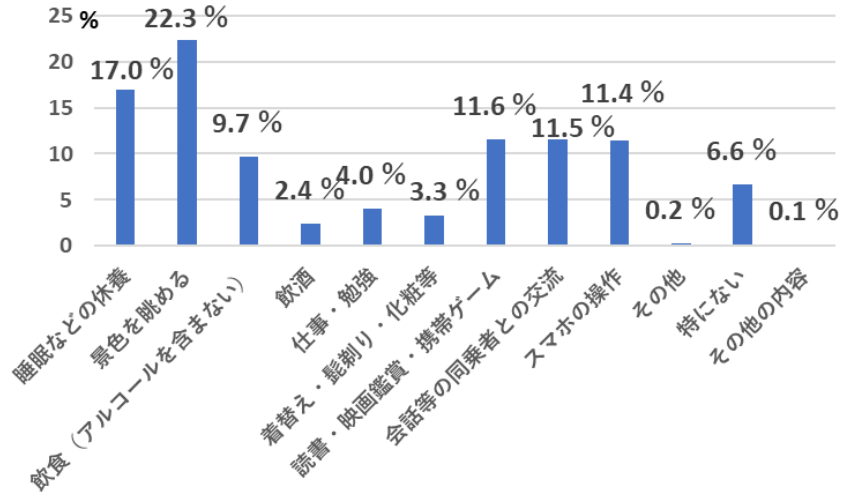


図 C.4-29 自動運転車乗車中にしたいことへの回答分布（複数回答）（N=5,102）

Q15. 安全運転支援技術の利用経験

①安全運転支援技術：衝突被害軽減ブレーキ（自動ブレーキ）を利用したことがある

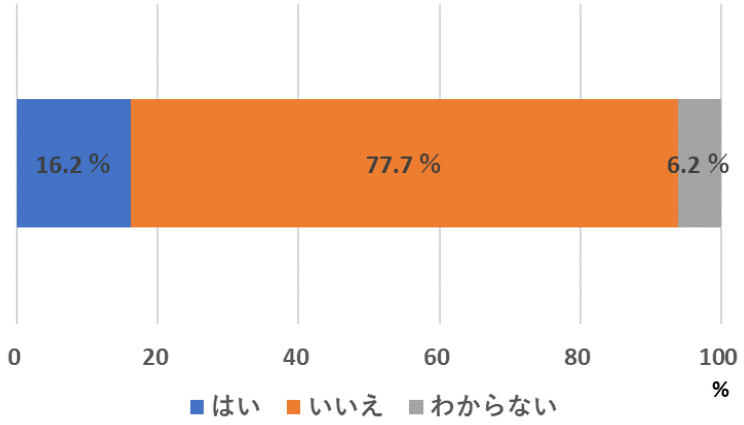


図 C.4-30 衝突被害軽減ブレーキ（自動ブレーキ）を利用したことがあるかの問への回答分布（N=5,102）

②安全運転支援技術：ペダル踏み間違い時、加速度抑制装置を利用したことがある

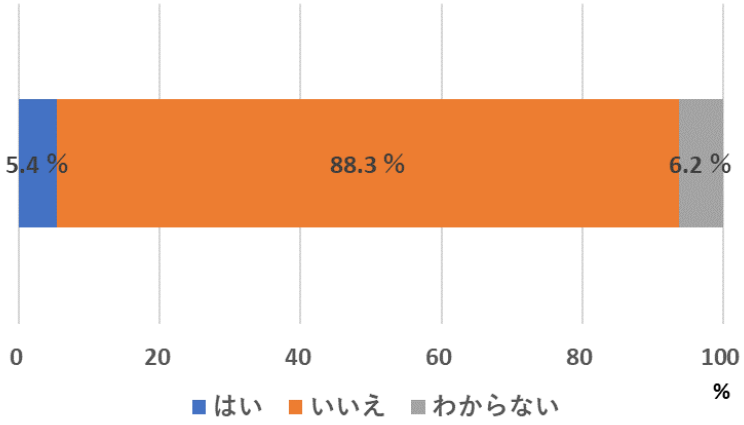


図 C.4-31 加速度抑制装置を利用したことがあるかの問への回答分布（N=5,102）

③安全運転支援技術：車線逸脱警報装置を利用したことがある

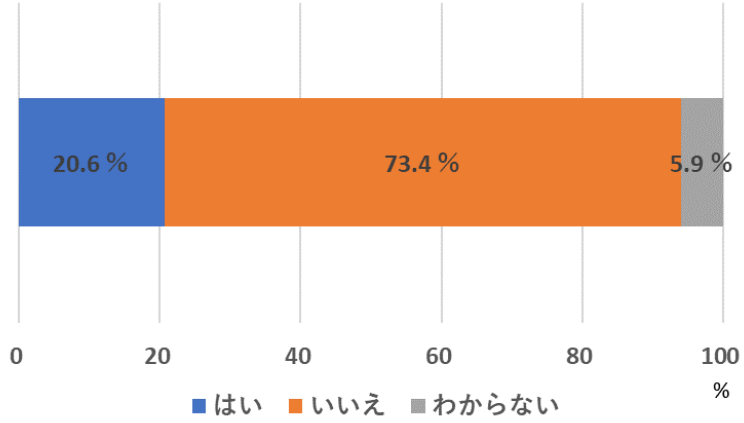


図 C.4-32 車線逸脱警報装置を利用したことがあるかの問への回答分布（N=5,102）

④安全運転支援技術：アダプティブクルーズコントロールを利用したことがある

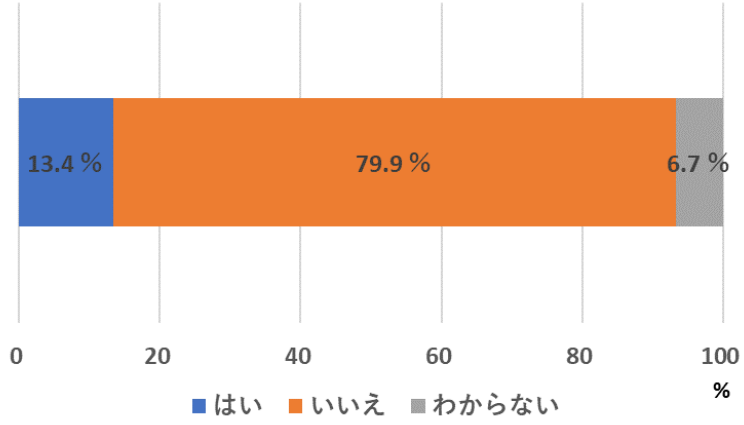


図 C.4-33 アダプティブクルーズコントロールを利用したことがあるかの問への回答分布（N=5,102）

Q16_1. 実証実験等で乗車を体験したことがありますか

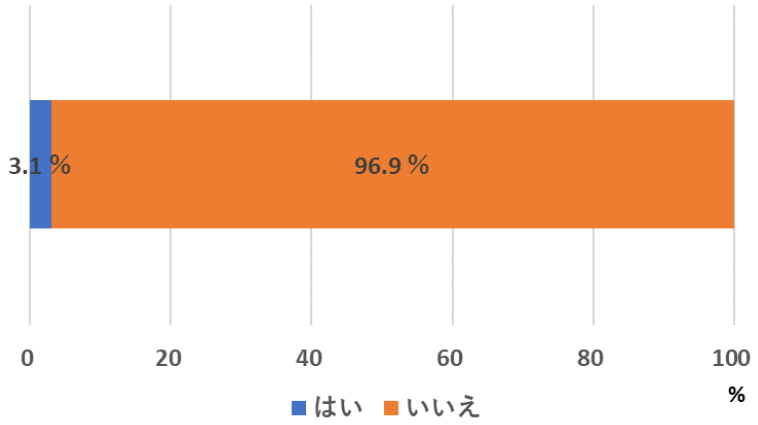


図 C.4-34 自動運転車に実証実験などで乗車したことがあるかの問への回答分布（N=5,102）

Q16_2. 実証実験等を取り扱った新聞や雑誌の記事を目にしたことがありますか

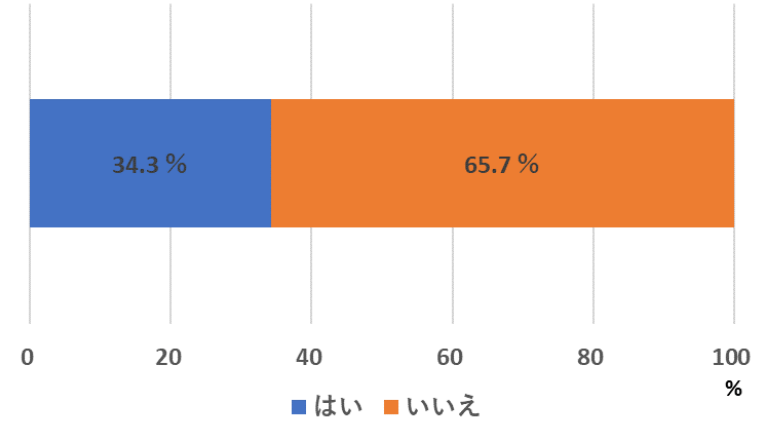


図 C.4-35 実証実験を取り扱った新聞や雑誌を目にしたことがあるかの問への回答分布（N=5,102）

Q17. あなたが「自動運転」という言葉やイメージによく触れる機会をお答えください。（いくつでも）（複数回答）

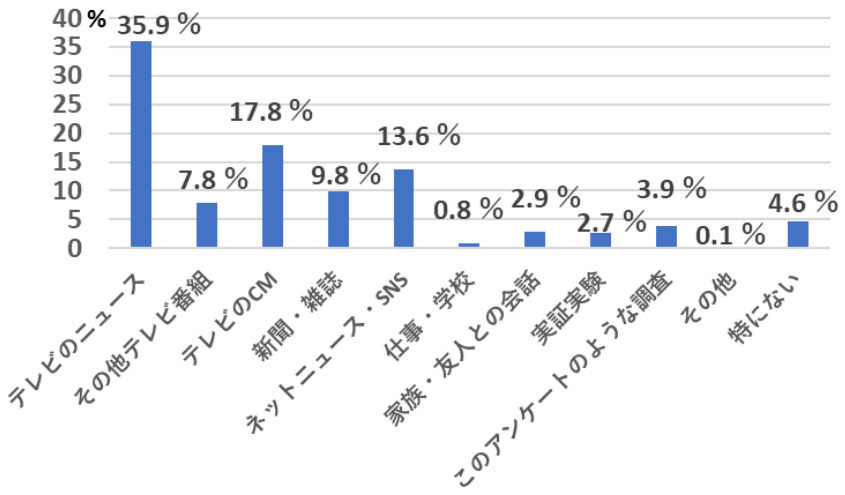


図 C.4-36 自動運転という言葉やイメージに触れるのは何処かへの回答分布（複数回答）（N=5,102）

第D章 交通事故加害者並びに被害者の非金銭的損失に関するWebアンケート調査

ここでは、1. 抵抗回答・非理解回答の除去の方法、2.回答者の属性、安全装置に関する質問の集計結果を示す。

D.1 抵抗回答・非理解回答について

アンケートの趣旨にそぐわない回答（抵抗回答）、あるいは質問を正しく理解していない回答（非理解回答）は、WTPの分析に対してのノイズデータとなる可能性が高い。そこで、それらを以下の質問の回答を利用して排除する。

- F0s2：真剣に回答してくれるかどうかを尋ねた質問
- SC1, SC2：確率に関する理解度を確認する質問
- Q7: 事故の状況を正確に理解した上で回答してもらっているかを確認する質問
- Q10 : 架空の装置の効果や事故に起こす（遭うこと）自体に納得できないため装置への支払を拒否した回答者を特定するための質問

○F0s2：回答者の確率に関する理解度を確認する質問

本調査の結果は、行政機関の検討資料としても利用されますので、皆様に真剣に回答していただくことが求められています。あなたは、以下の説明や質問をよく読んで真剣に回答して頂けますでしょうか？　真剣に回答して頂ける方は、以下のボックスをチェックしてください。 ☐　私は以下の説明や質問をよく読んで真剣に回答します。

表 D.1-1 真剣な回答への同意

はい	いいえ
5262	242

○SC1, SC2：確率に関する理解度を確認する質問

以下の問１に不正解の場合は、以降の質問は行っておらず本研究の回答者には含まれていない。問２については、正解（選択肢 3.）しなかった回答者、正解または正解と勘違いしやすい１つの選択肢（選択肢 4.）以外の選択肢を選んだ回答者、という 2 つの抽出方法で、抵抗回答・非理解回答除去の条件パターンを設定している

- 問１：ある宝くじでは、宝くじを買った人20万に1人が当選します。
  あなたがこの宝くじを買って当選する確率はいくらでしょうか？
  1. 1/20
  2. 1/2000
  3. 1/2万
  4. **1/20万**
  5. 1/200万
  6. 1/2000万
  7. 1/2億
- 問2：上の宝くじで、当選くじの数が60%削減されたとします。
  あなたがこの宝くじを買って当選する確率はいくらでしょうか？
  1. 0.1/20万
  2. 0.2/20万
  3. **0.4/20万**
  4. 0.6/20万
  5. 0.8/20万

問１の正解者の中での
問２の回答の割合

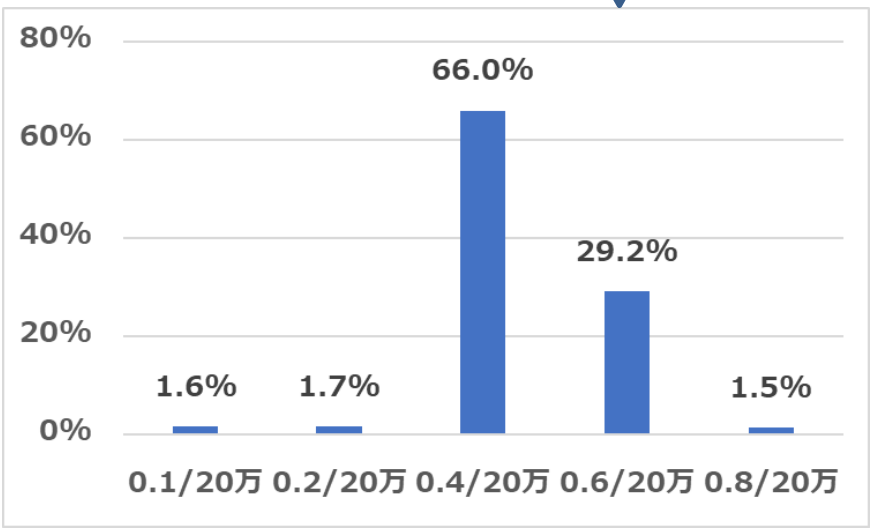


図 D.1-1 当選くじの数が 60%削減されたとき当選確率に関する回答分布（単一回答）（N=5,504）

○Q7: 事故の状況を正確に理解した上で回答してもらっているかを確認する質問

加害者調査、被害者調査ともに、アンケートの想定状況を理解しているかどうか確認するために以下の 8 つの文章の正誤を質問し、不正解の場合は、正しい想定状況を示した。

表 D.1-2 想定している事故状況の理解に関する質問

	加害者調査	被害者調査
Q7s1	四輪車を運転中に、他の四輪車との衝突等によりあなたが死亡してしまう確率は1万分の1である。（正解：いいえ）	
Q7s2	想定された事故は、全面的に事故の相手方の落ち度（過失）で生じた事故である。（正解：いいえ）	想定された事故は、全面的にあなたの落ち度（過失）で生じた事故である（正解：いいえ）
Q7s3	この事故で、あなたは軽傷で後遺症もありませんでした。（正解：はい）	想定された事故で、事故の相手方の運転者は軽傷で後遺症もありませんでした。（正解：はい）
Q7s4	想定された事故で、あなたやあなたのご家族には金銭的な損失が生じる。（正解：いいえ）	
Q7s5	想定された事故で、相手方の車の同乗者が負傷した。（正解：いいえ）	想定された事故で、あなたの車の同乗者が負傷した。（正解：いいえ）
Q7s6	想定された事故で、あなたの車には同乗者はいない。（正解：はい）	想定された事故で、相手方の車には同乗者はいない。（正解：はい）
Q7s7	新しく開発された『安全装置』を自動車に装着することで、1年間に事故の相手方が死亡する車同士の事故をあなたが起こす確率は「20万分の1」から「20万分の0.5注」に低下させることができる（正解：はい） 注）事故を回避できる確率が50%削減の場合は0.5、90%削減の場合は0.1	新しく開発された『安全装置』を自動車に装着することで、1年間にあなたが死亡する車同士の事故に遭う確率は「20万分の1」から「20万分の0.5注」に低下させることができる（正解：はい） 注）事故を回避できる確率が50%削減の場合は0.5、90%削減の場合は0.1
Q7s8	『安全装置』を利用するためには、5年ごとに使用料を支払わなければならない。（正解：いいえ）	

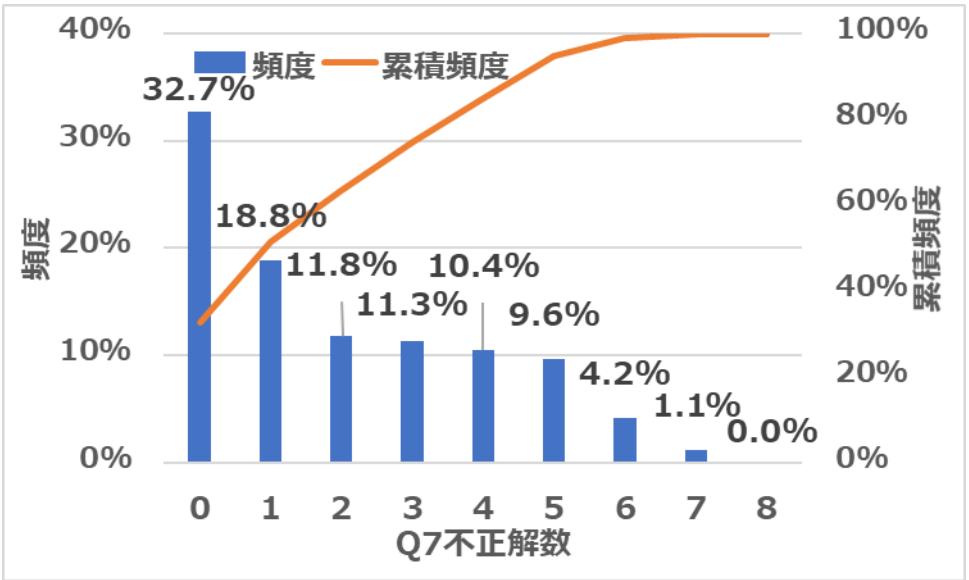


図 D.1-2 確認質問 Q7 の不正解数分布 (N=5,504)

○Q10：架空の装置の効果や事故に起こす（遭うこと）自体に納得できないため装置への支払を拒否した回答者を特定するための質問

第 1 回目の事故回避確率の下で、２つの提示金額のいずれに対しても支払意志を示さなかった回答者に、『安全装置』を使用しないのは何故かを尋ねた。この回答の内、「それほどの金額を出

すべきものと思わないから」以外の選択肢を選んだ回答者を、アンケートの想定に「納得していない」回答者とみなした。

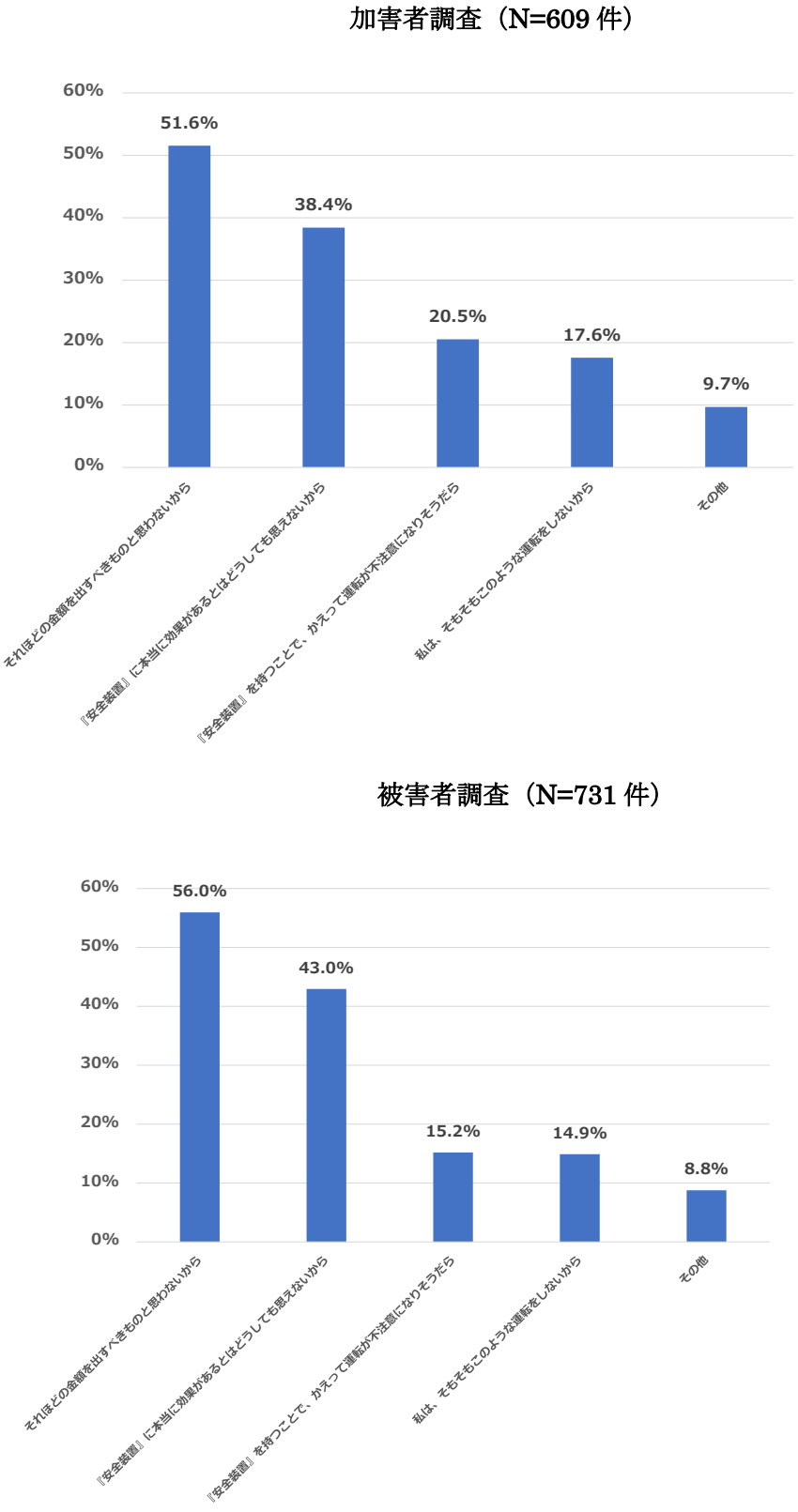


図 D.1-3 安全装置を使用しない理由（複数回答）

これらの確認質問の組合せの回答数を調べた結果が**表 D.1-3** である。

報告書に掲載した結果は、「パターン 5（採択率 46%）」であり、適宜「全データ（採択率 100%）」の結果と比較している 2 パターンで行った。「パターン 5（採択率 46%）」を「抵抗・無理解回答を除去」した回答として扱う。

表 D.1-3 抵抗回答・非理解回答の除去（条件パターン別データ件数）

抵抗・非理解回答者とみなす条件		条件パターン												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
真剣に回答頂けるかどうかの同意チェックボックス(F0s2)をチェックしなかった人		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
確率の理解	確率理解質問（SC2）に不正解の人	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
	確率理解質問（SC2）に正解または正解と勘違いしやすい１つの選択肢以下の選択肢を選んだ回答者							✓	✓	✓	✓	✓	✓	
アンケートの想定状況の理解	理解度を確認する8つの質問(Q7)に１つでも不正解	✓						✓						
	2問以上不正解		✓						✓					
	3問以上不正解			✓						✓				
	4問以上不正解				✓						✓			
	5問以上不正解					✓						✓		
	6問以上不正解						✓						✓	
アンケートの想定への納得	安全装置を使用しない（支払い意志のない）理由（Q10）について「それほどの金額を出すべきものと思わないから」以外にチェックした人	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	抵抗・非理解回答者数	4,397	3,795	3,485	3,222	2,947	2,712	4,094	3,274	2,802	2,354	1,932	1,537	1,141
	採択される回答者数	1,107	1,709	2,019	2,282	2,557	2,792	1,410	2,230	2,702	3,150	3,572	3,967	4,363
	採択率	20%	31%	37%	41%	46%	51%	26%	41%	49%	57%	65%	72%	79%

D.2 回答者の属性に関する集計結果

(1) F1. 性別の分布

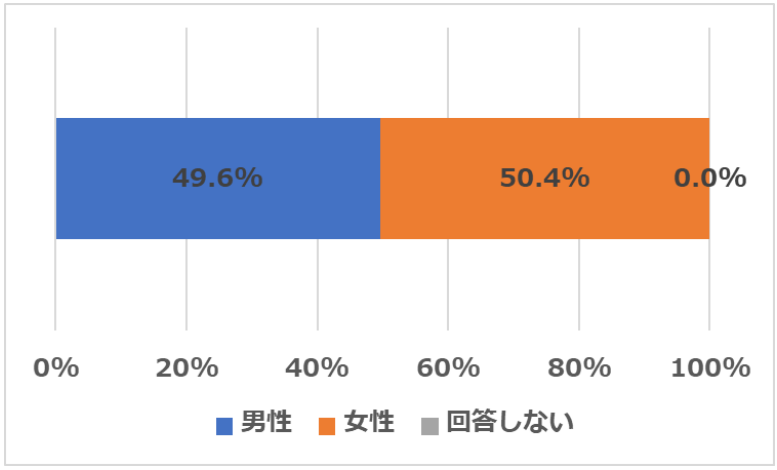


図 D.2-1 性別の分布 （全データ、N=5,504）

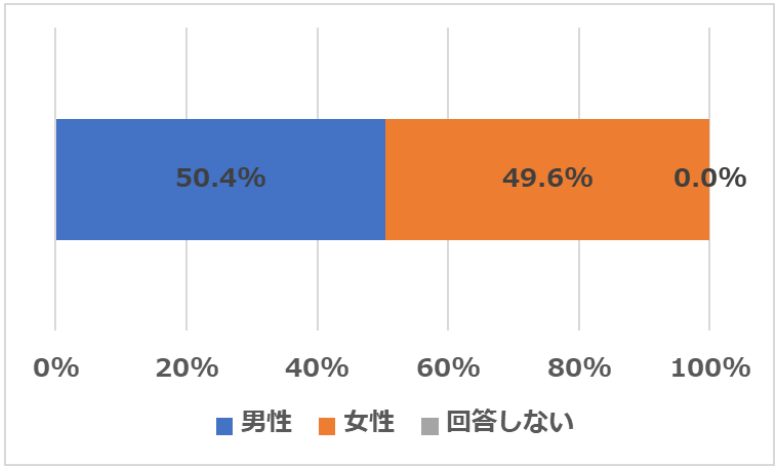


図 D.2-2 性別の分布（抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(2) SF2. 年齢階層の分布

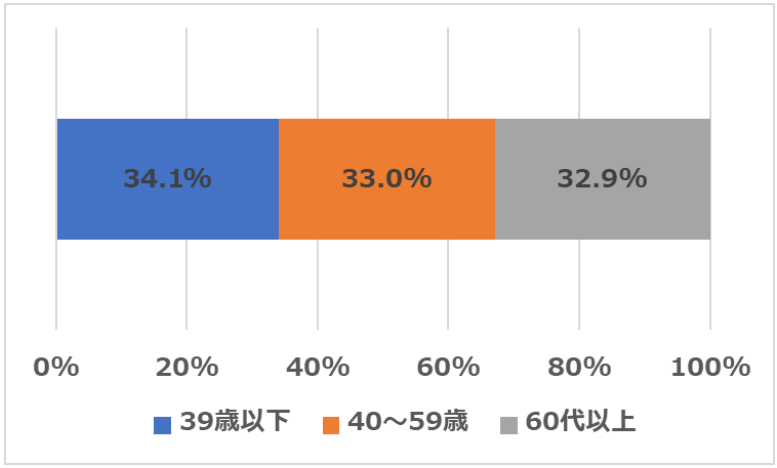


図 D.2-3 年齢階層の分布 （全データ、N=5,504）

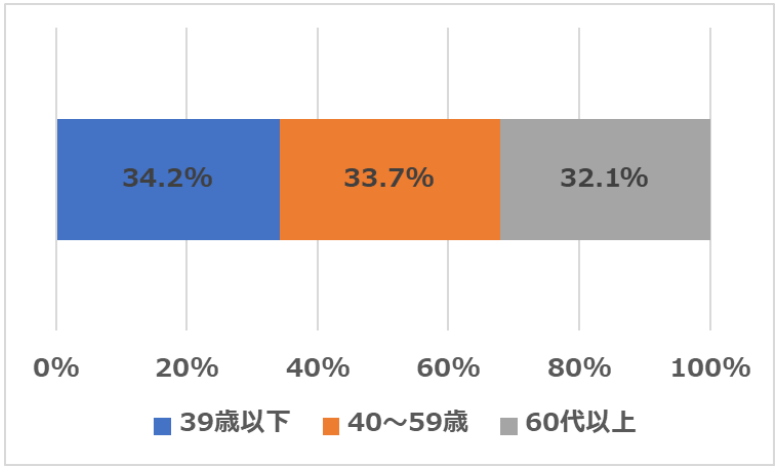


図 D.2-4 年齢階層の分布（抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(3) SF5. 居住地の分布

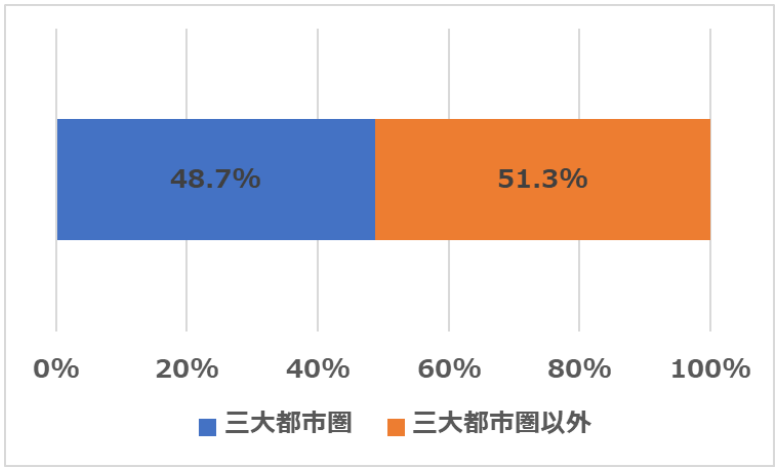


図 D.2-5 居住地の分布 （全データ、N=5,504）

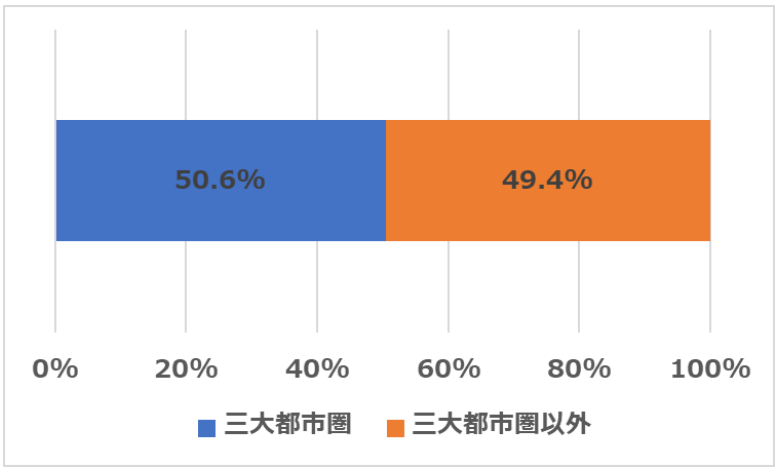


図 D.2-6 居住地の分布 (抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(4) Q1. 保有している免許

「保有している運転免許をお答えください。(いくつでも)」(複数回答)

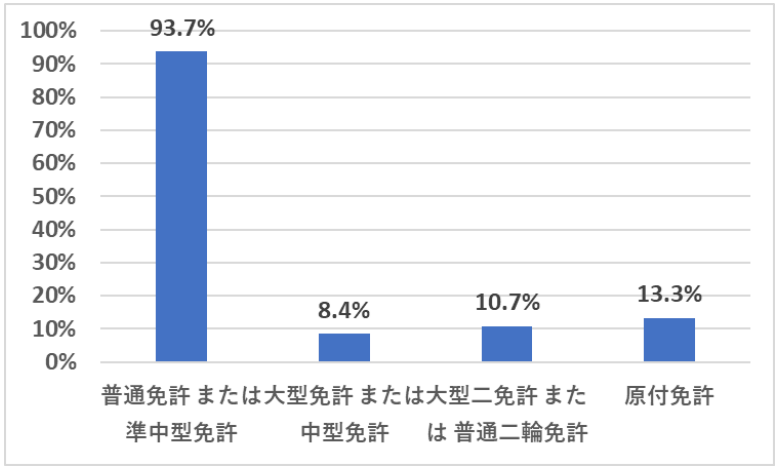


図 D.2-7 保有している免許の分布（複数回答） （全データ、N=5,504）

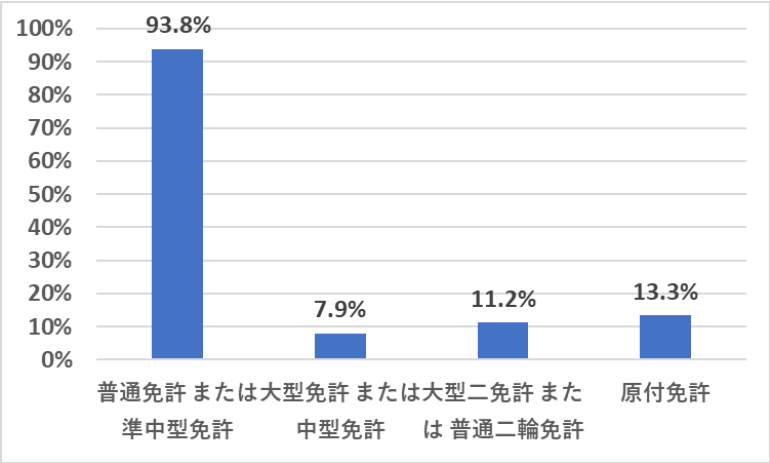


図 D.2-8 保有している免許の分布（複数回答） (抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(5) Q2.免許の保有年数

「あなたは運転免許を何年保有していますか。」

表 D.2-1 免許の保有年数 （全データ）

運転免許保有年数別	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	10 年以上	合計
人数	26	44	55	48	95	54	80	99	77	4,926	5,504
割合	0.5%	0.8%	1.0%	0.9%	1.7%	1.0%	1.5%	1.8%	1.4%	89.5%	100%

表 D.2-2 免許の保有年数 （抵抗・非理解回答を除去）

運転免許保有年数別	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	10 年以上	合計
人数	12	18	28	21	36	24	39	48	36	2,295	2,557
割合	0.5%	0.7%	1.1%	0.8%	1.4%	0.9%	1.5%	1.9%	1.4%	89.8%	100%

(6) Q3.運転の自信

「あなたは、運転に自信がありますか？」

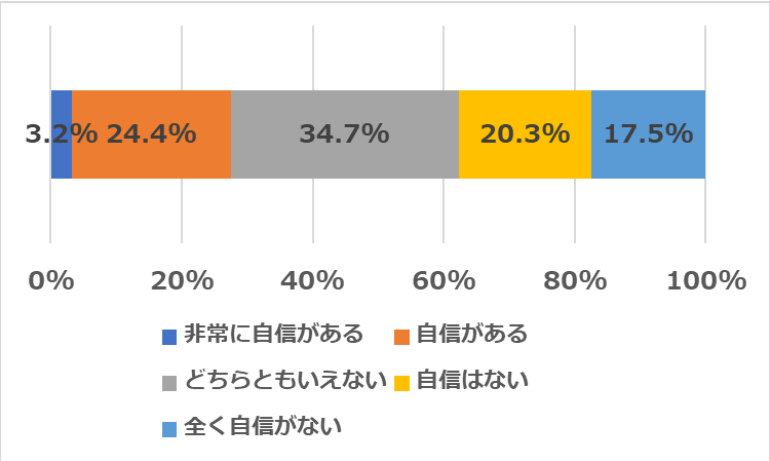


図 D.2-9 運転の自信の分布 （全データ、N=5,504）

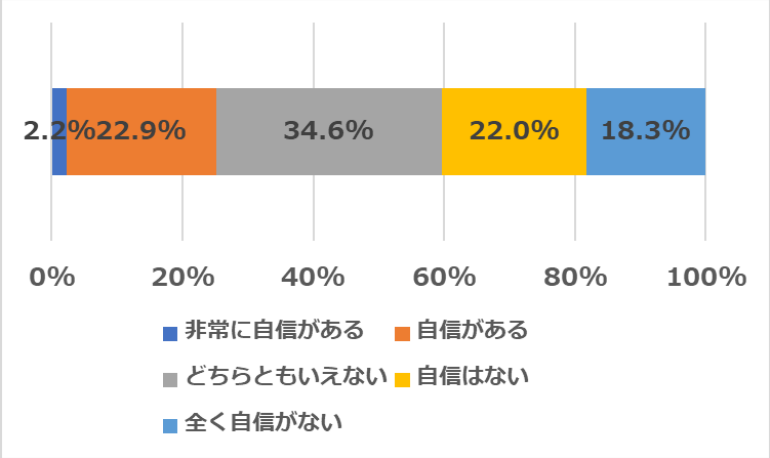


図 D.2-10 運転の自信の分布 (抵抗・非理解回答を除去、N=2,557)

(7) Q4.自家用車所有の有無

「あなたまたはあなたの家族は、次の自動車を保有されていますか？最も頻繁に使う車をひとつ選んで下さい。」

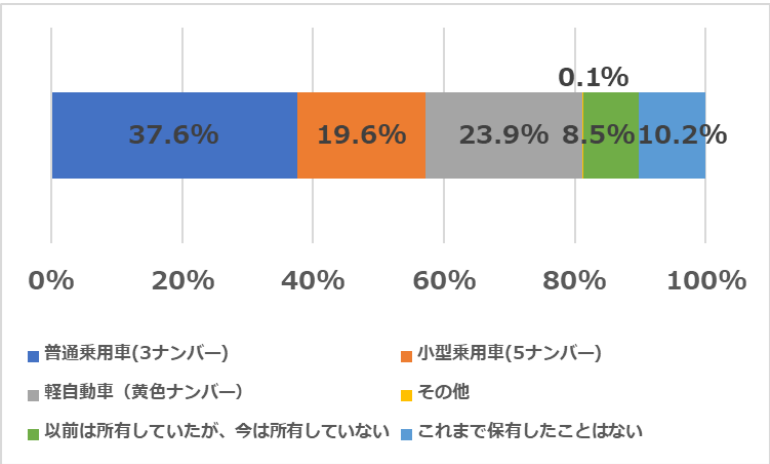


図 D.2-11 所有する車の車種の分布（全データ、N=5,504）

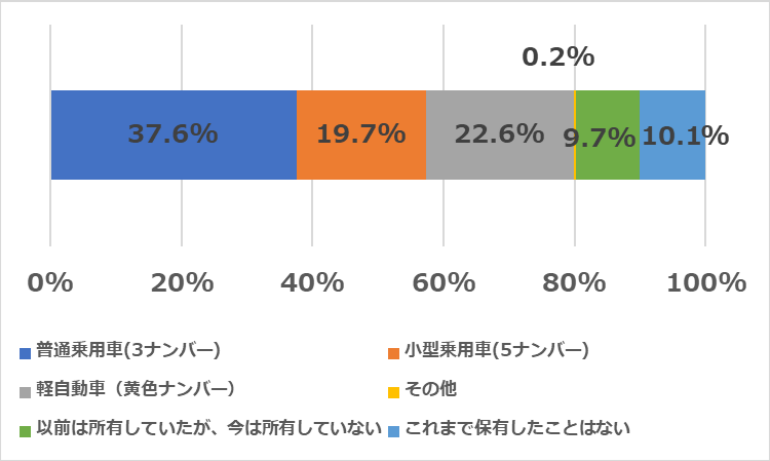


図 D.2-12　所有する車の車種の分布(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(8) Q5s1_1 自家用車の使用回数（アンケート回答者の運転回数）

「あなたのこのクルマの運転頻?についてお聞きします。（半角数字でご記入ください） ※回数は、片道を 1 回としてお答えください。 ※時間は、運転・乗車しなかった場合は「0 時間」、1 時間未満の場合は「0.5 時間」と回答してください。」

「ご自身で運転する回数は週何回ですか？」（単一回答）

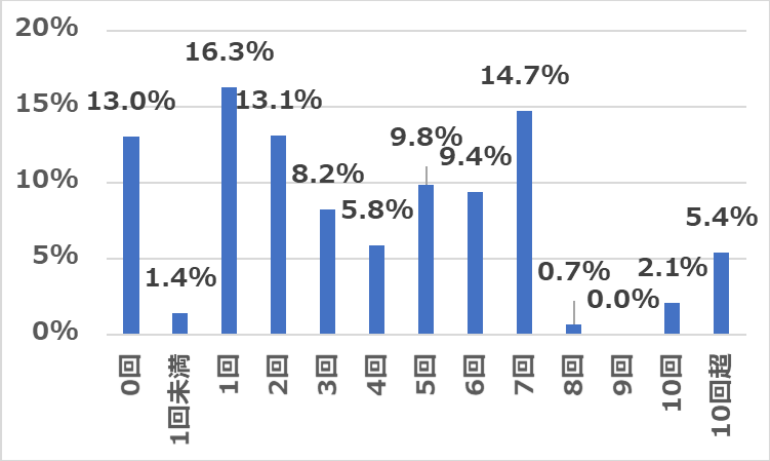


図 D.2-13　自家用車の使用回数（自分の運転）の分布　（単一回答）（全データ、N=5,504）

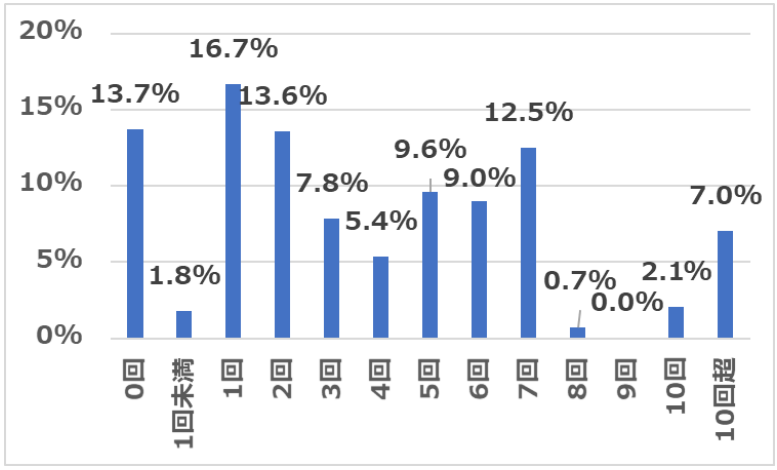


図 D.2-14　自家用車の使用回数（自分の運転）の分布（単一回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(9) Q5s1_2 自家用車の使用時間

「あなたのこのクルマの運転頻?についてお聞きします。（半角数字でご記入ください） ※回数は、片道を 1 回としてお答えください。 ※時間は、運転・乗車しなかった場合は「0 時間」、1 時間未満の場合は「0.5 時間」と回答してください。」

「ご自身で運転する時間は週何時間ですか？」（単一回答）

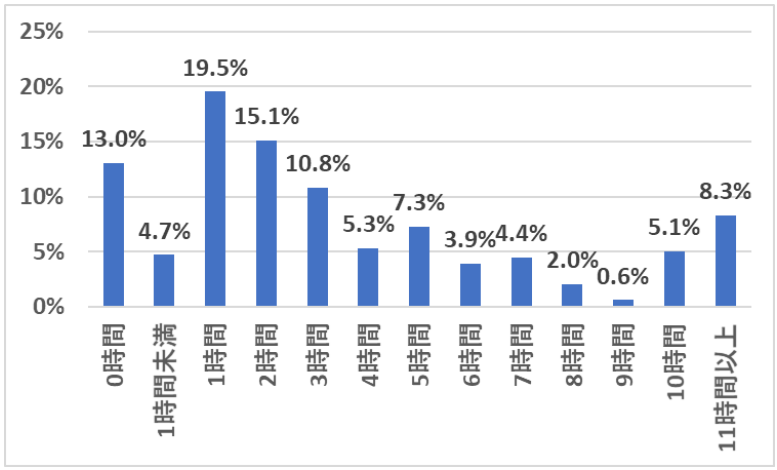


図 D.2-15　自家用車の使用回数（自分の運転）の分布（単一回答）　（全データ,N=5,504）

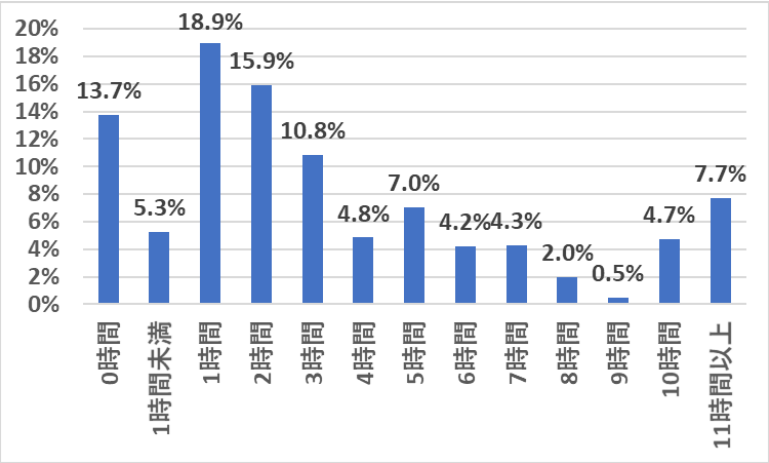


図 D.2-16　自家用車の使用回数（自分の運転）の分布（単一回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(10) Q5s1_3 自家用車の使用回数（他人の運転する車）

「あなたのこのクルマの運転頻?についてお聞きします。（半角数字でご記入ください） ※回数は、片道を 1 回としてお答えください。 ※時間は、運転・乗車しなかった場合は「0 時間」、1 時間未満の場合は「0.5 時間」と回答してください。」

「他の人が運転する車に同乗する回数は週何回ですか？」（単一回答）

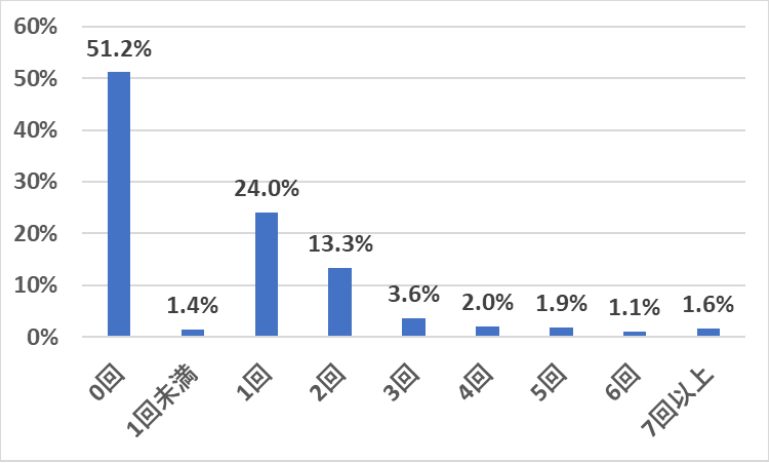


図 D.2-17　自家用車の使用回数（他人の運転）の分布　（単一回答）（全データ、N=5,504）

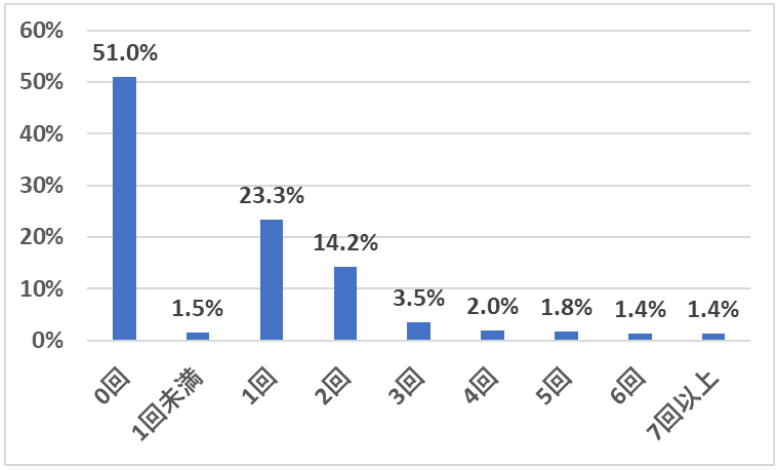


図 D.2-18　自家用車の使用回数（他人の運転）の分布（単一回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(11) Q5s1_4 自家用車の利用時間（他人の運転する車）

「あなたのこのクルマの運転頻?についてお聞きします。（半角数字でご記入ください） ※回数は、片道を 1 回としてお答えください。 ※時間は、運転・乗車しなかった場合は「0 時間」、1 時間未満の場合は「0.5 時間」と回答してください。」

「他の人が運転する車に同乗する時間は週何時間ですか？」

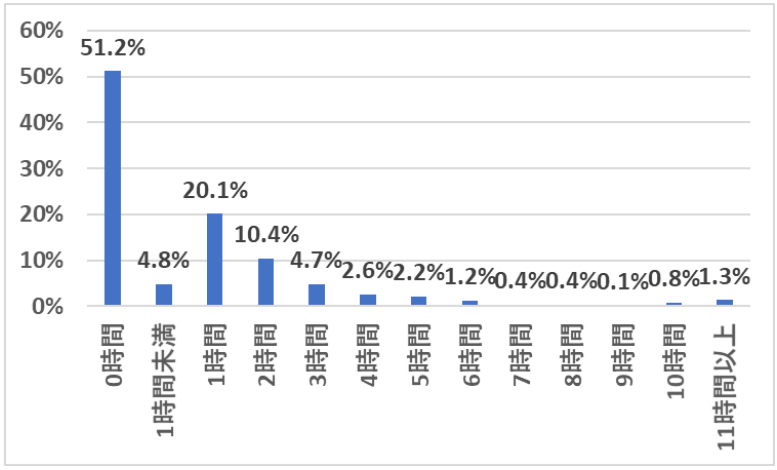


図 D.2-19　自家用車の使用時間（他人の運転）の分布　（単一回答）（全データ、N=5,504）

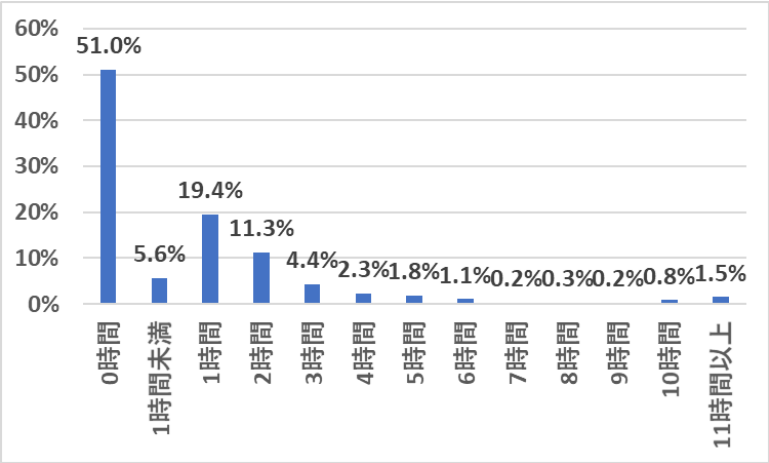


図 D.2-20　自家用車の使用時間（他人の運転）の分布（単一回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(12) Q5s2 2020 年の運転距離

「あなたご自身の 2020 年の運転距離は次のうちのどれですか？」

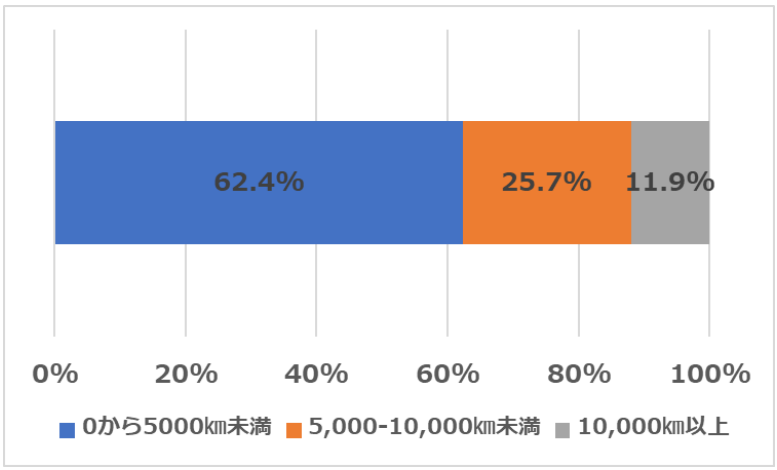


図 D.2-21　2020 年の運転距離　（全データ、N=5,504）

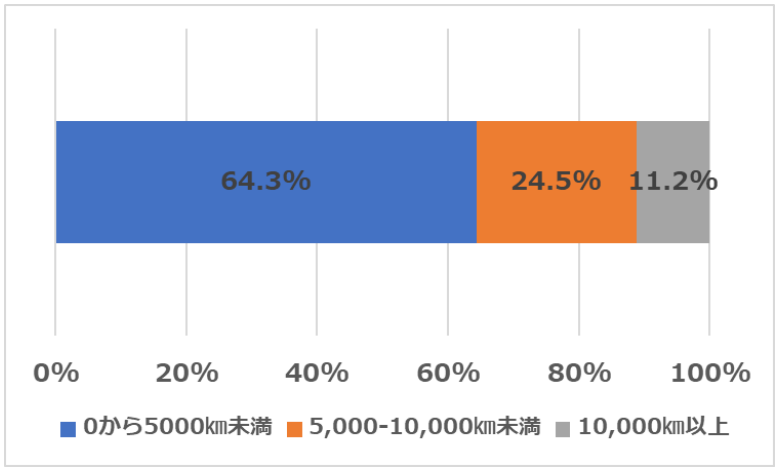


図 D.2-22　2020 年の運転距離(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(13) Q6 2 クルマの利用目的

「あなたのクルマの主な利用目的はなんですか？」（単一回答）

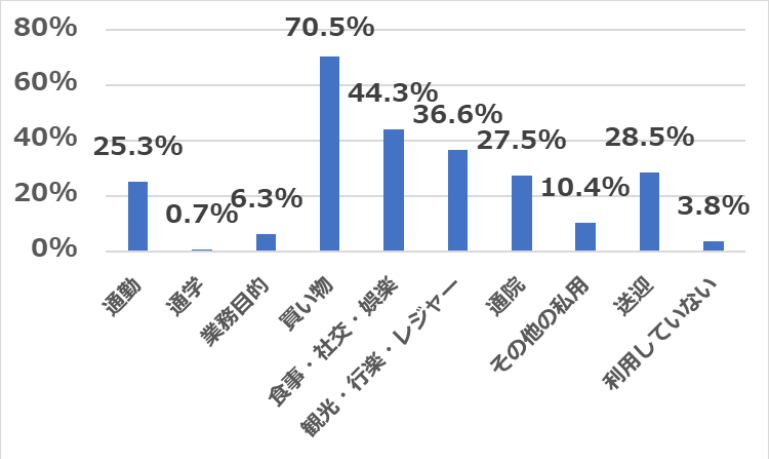


図 D.2-23　2020 年の運転距離（単一回答）　（全データ、N=5,504）

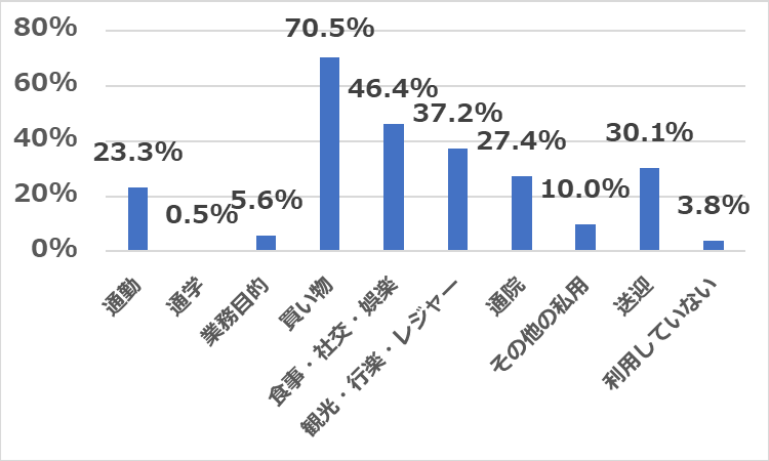


図 D.2-24　2020 年の運転距離　（単一回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(14) Q17. 世帯年収の分布

「あなたの 2020 年（令和 2 年）の世帯?収（税込み）をお答えください。」（単一回答）

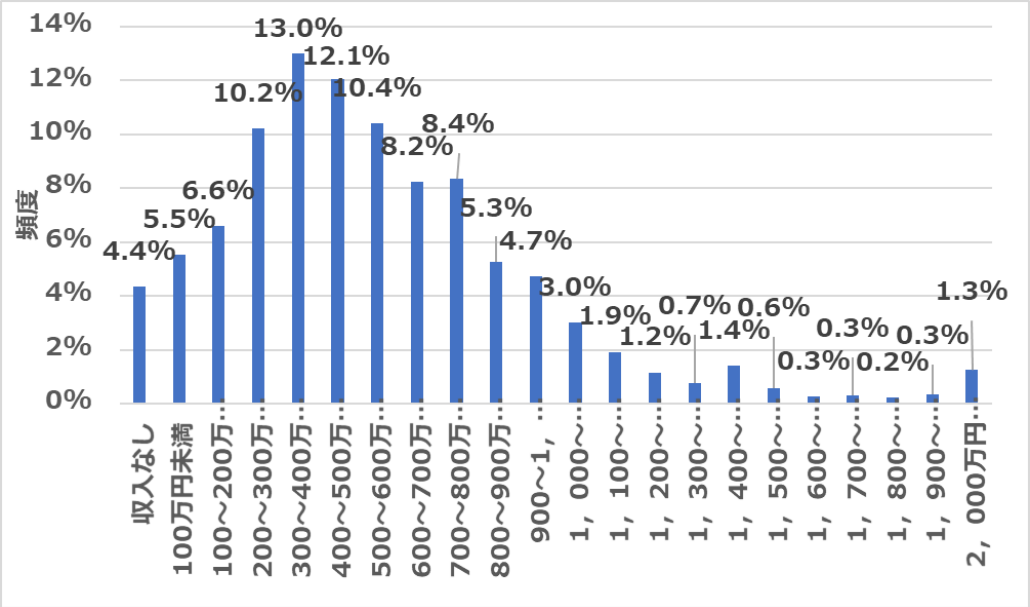


図 D.2-25 世帯年収の分布（単一回答）（全データ、N=5,504）

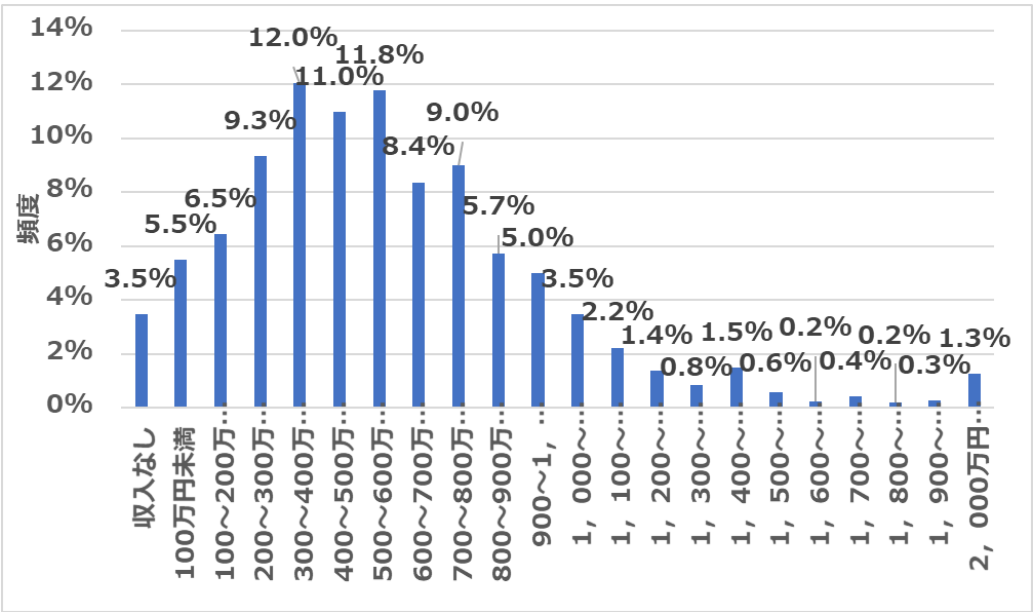


図 D.2-26 世帯年収の分布（単一回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(15) Q18. 職業の分布

「あなたの職業は次のうちどれに相当しますか。もっとも近いものをお答えください。」

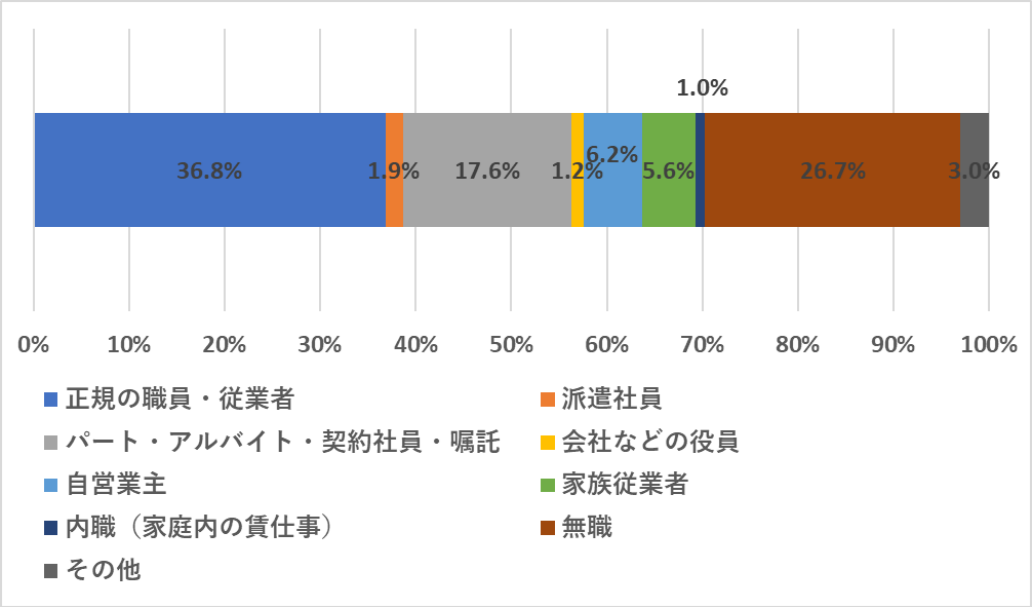


図 D.2-27 職業の分布（全データ、N=5,504）

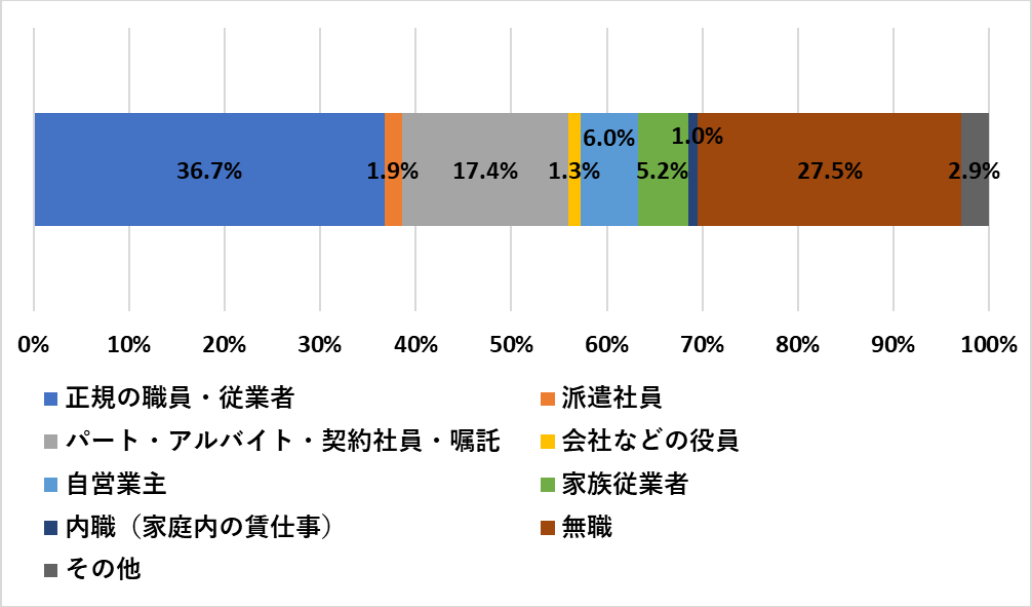


図 D.2-28 職業の分布(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(16) Q19. 業種の分布

「勤務先または経営されている店や会社の業種はなんでしょうか？もっとも近いものをお答えください。」

1 農業、林業

2 漁業

3 鉱業、採石業、砂利採取業

4 建設業

5 製造業

6 電気・ガス・熱供給・水道業
7 情報通信業
8 運輸業、郵便業
9 卸売業、小売業
10 金融業、保険業
11 不動産業、物品賃貸業
12 学術研究、専門・技術サービス業
13 宿泊業、飲食サービス業
14 生活関連サービス業、娯楽業
15 教育、学習支援業
16 医療、福祉
17 複合サービス事業
18 サービス業（他に分類されないもの）
19 公務（他に分類されるものを除く）
20 その他

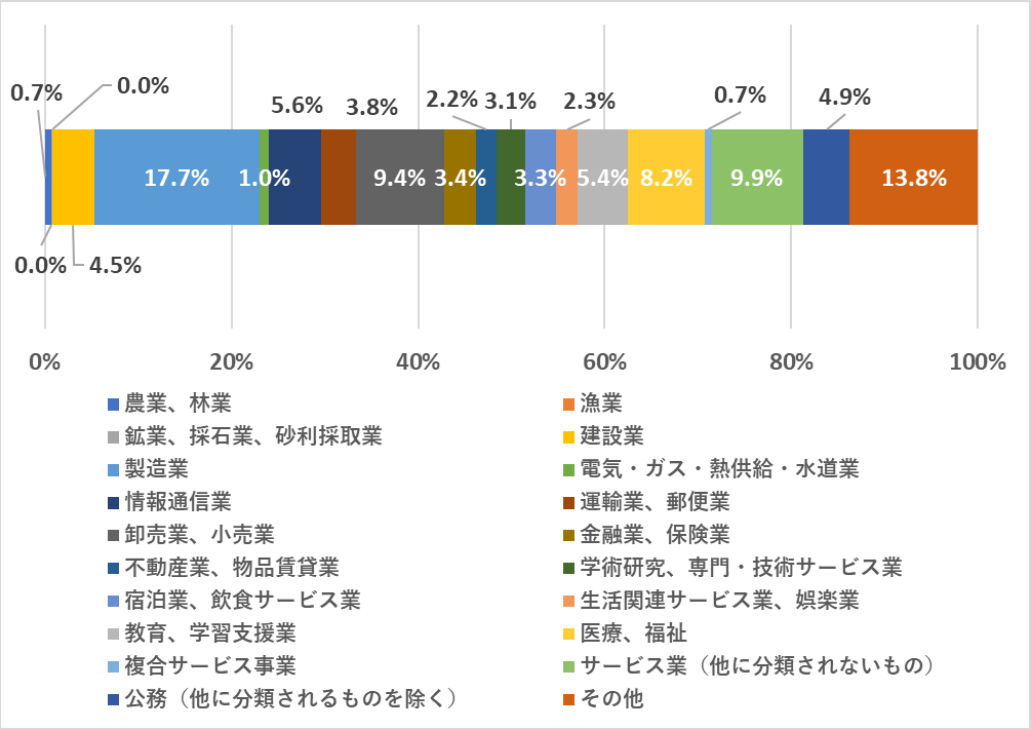


図 D.2-29 職業の分布（全データ、N=5,504）

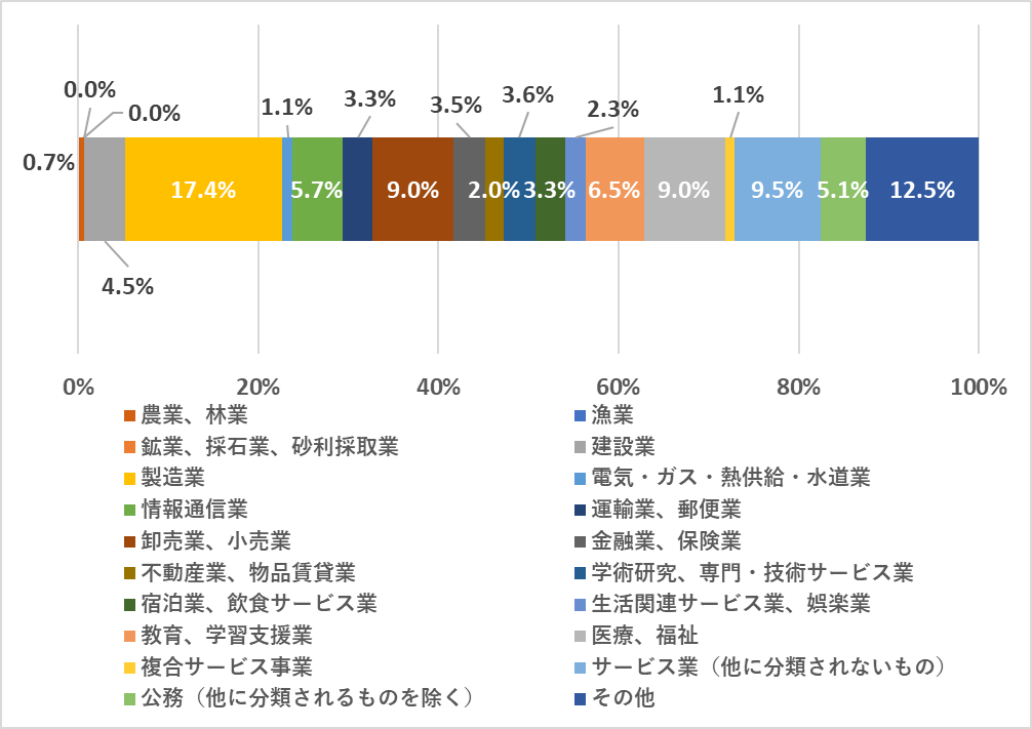


図 D.2-30 職業の分布(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557)

(17) Q20. 家族構成

「あなたの家族構成を教えてください。ご家族に次の方はいらっしゃいますか？（同居、別居問いません)」(複数回答)

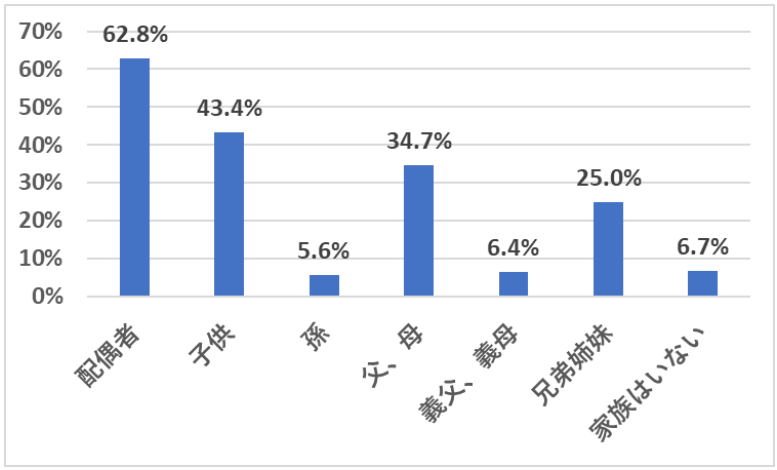


図 D.2-31 世帯人員の分布（複数回答）（全データ、N=5,504）

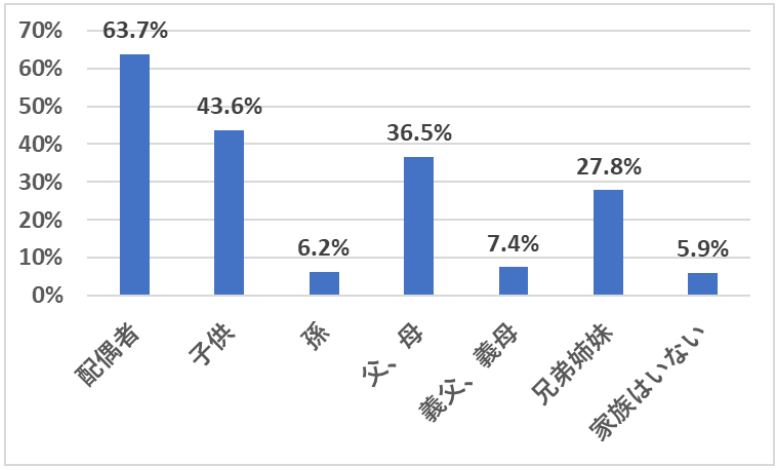


図 D.2-32 世帯人員の分布（複数回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(18) Q21. 同一世帯での所得の有無

「あなたと同一世帯の方で所得（年金や雑所得を含む）のある人はどなたですか？」（複数回答）

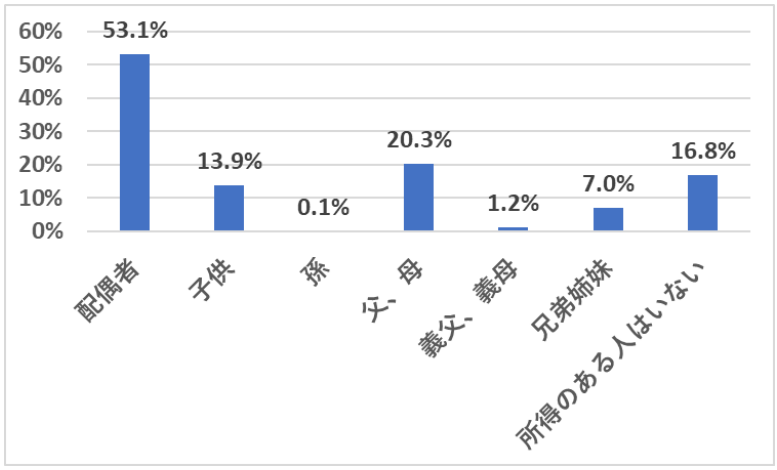


図 D.2-33 同一世帯での所得の有無（複数回答）（全データ、N=5,504）

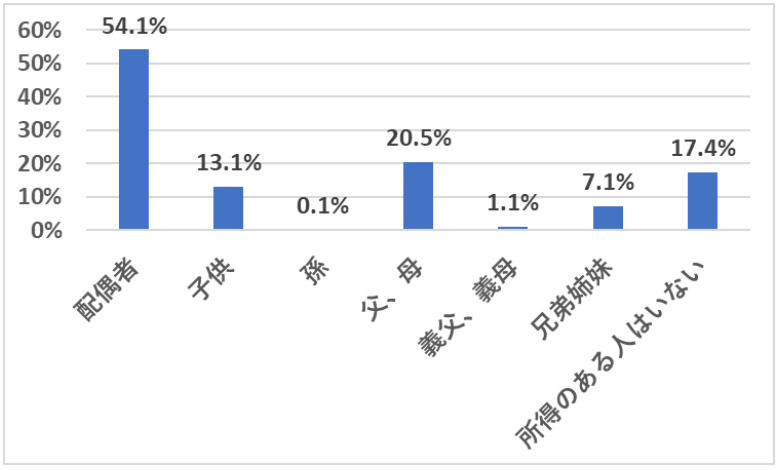


図 D.2-34 同一世帯での所得の有無（複数回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(19) Q23. 安全運転支援技術の利用経験

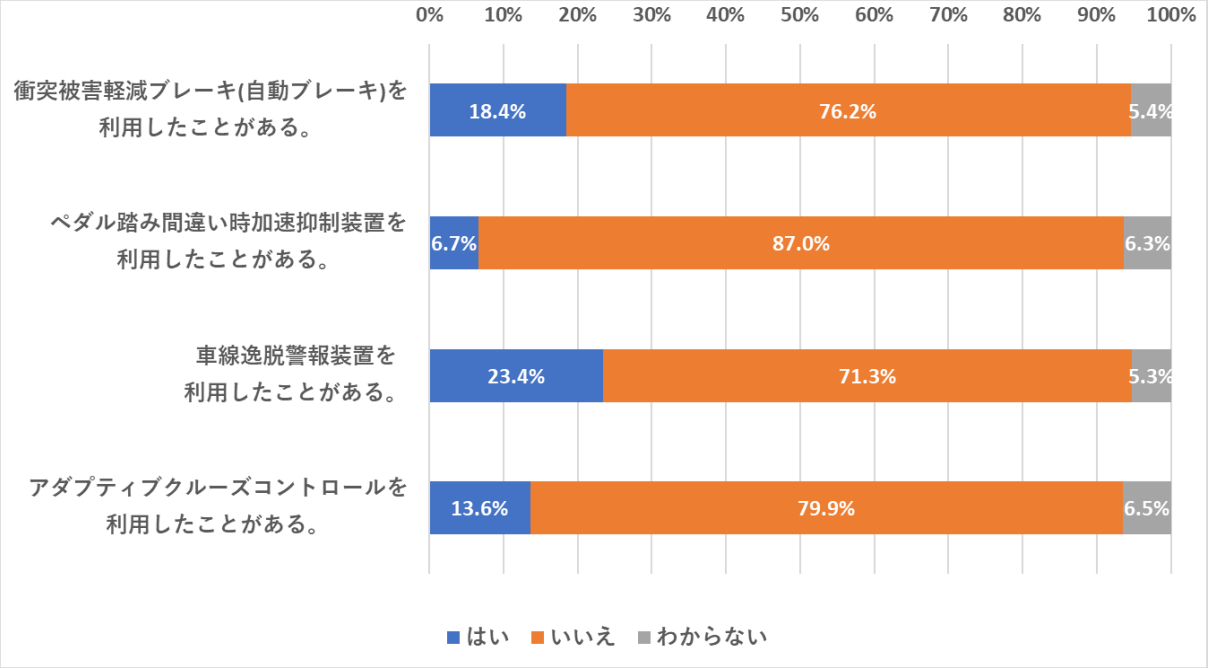


図 D.2-35 安全運転支援技術の利用経験への回答分布（全データ、N=5,504）

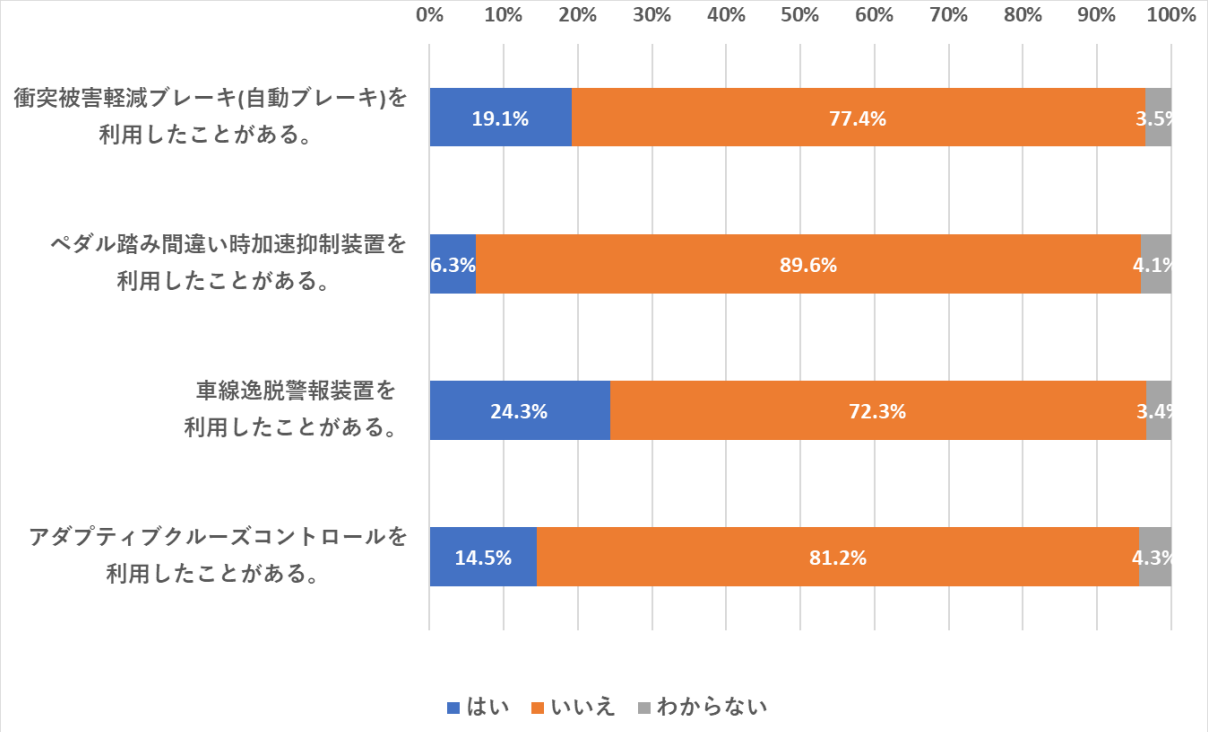


図 D.2-36 安全運転支援技術の利用経験への回答分布(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(20) Q24. 交通事故の経験

「交通事故の経験について当てはまるものを選択してください。以下の選択肢の「当事者」とは、運転者（二輪、自転車を含む）、同乗者、歩行者として実際に事故に遭った人をいいます。」（複数回答）

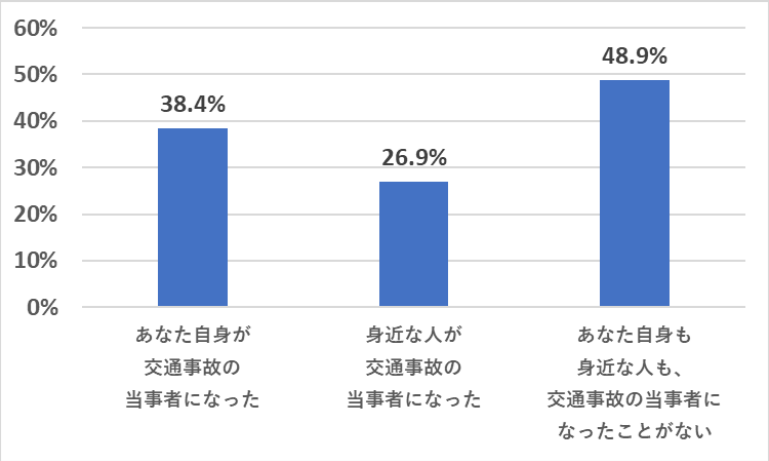


図 D.2-37 交通事故の経験の回答分布（複数回答）（全データ、N=5,504）

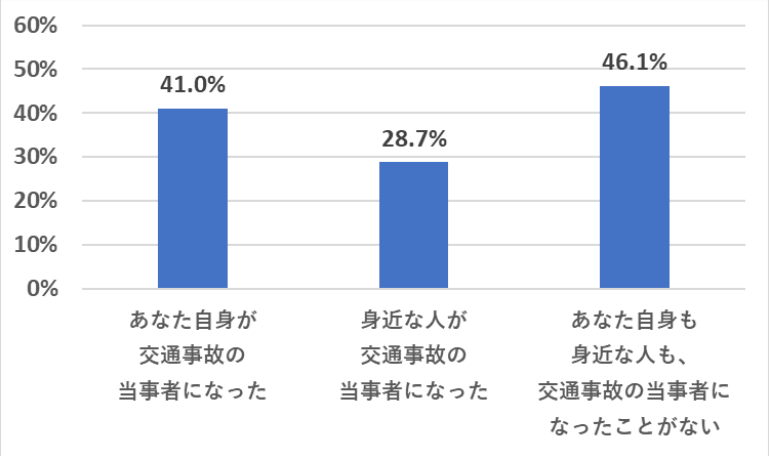


図 D.2-38 交通事故の経験の回答分布（複数回答）(抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

(21) Q25. **回答者のリスク選好**

「最後に、あなたの　宝くじに対する選択についてお伺いします。最後に、あなたの　宝くじに対する選択についてお伺いします（この質問は、Charles A. Holt 氏と Susan K. Laury 氏の 2002 年の研究に基づいています[17]）

あなたは、友人から、A と B のどちらかの宝くじを、プレゼントされることになりました。あなたは、A と B のどちらの宝くじを選びますか？

それぞれのケースについてお答えください（最大１０回お伺いします）。」

ケース

A.　XA1%の確率で YA1 円を受け取り，XA2%の確率で YA2 円を受け取る

B.　XB1%の確率で YB1 円を受け取り，XB2%の確率で YB2 円を受け取る

表 D.2-3 提示する確率と金額

選択肢		1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	6 回目	7 回目	8 回目	9 回目	10 回目
A	XA1	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
	YA1	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
	XA2	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
	YA2	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
B	XB1	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
	YB1	38,500	38,500	38,500	38,500	38,500	38,500	38,500	38,500	38,500	38,500
	XB2	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
	YB2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

注: 回答者が選択肢 B を選んだ段階で、質問は終了。

[17] この質問は、Holt, Charles A. and Susan K. Laury, Risk Aversion and Incentive Effects, American Economic Review, 92(5), 1644-55, 2002 における質問を改変して作成している。

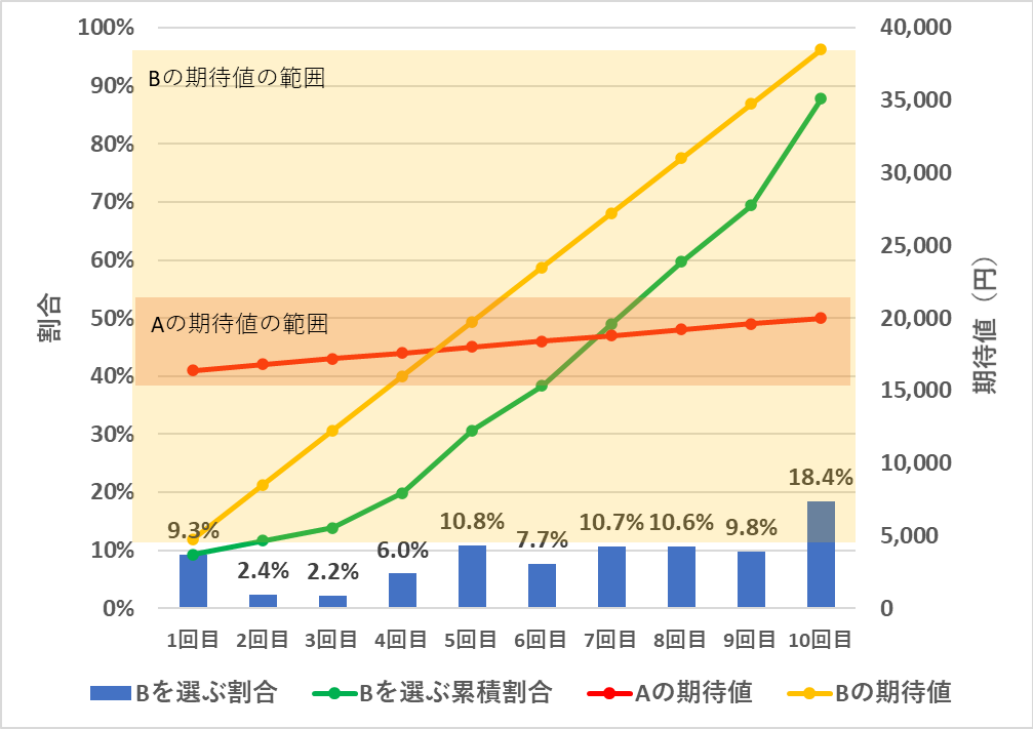


図 D.2-39 宝くじの選択に関する回答結果（全データ、N=5,504）

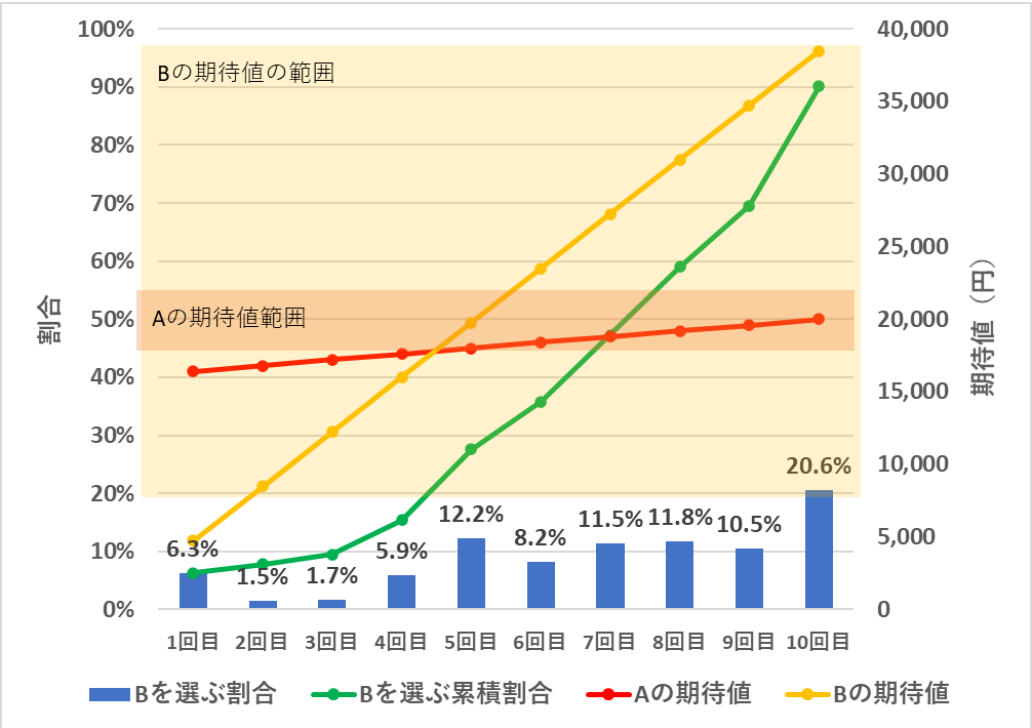


図 D.2-40 宝くじの選択に関する回答結果（抵抗・非理解回答を除去、N=2,557）

D.3 安全装置に関する集計結果

(1) Q11s1. 『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由（被害者）

「提示された料金で『安全装置』を使用するかどうかを決める際に、以下の理由をどの程度考慮しましたか？」

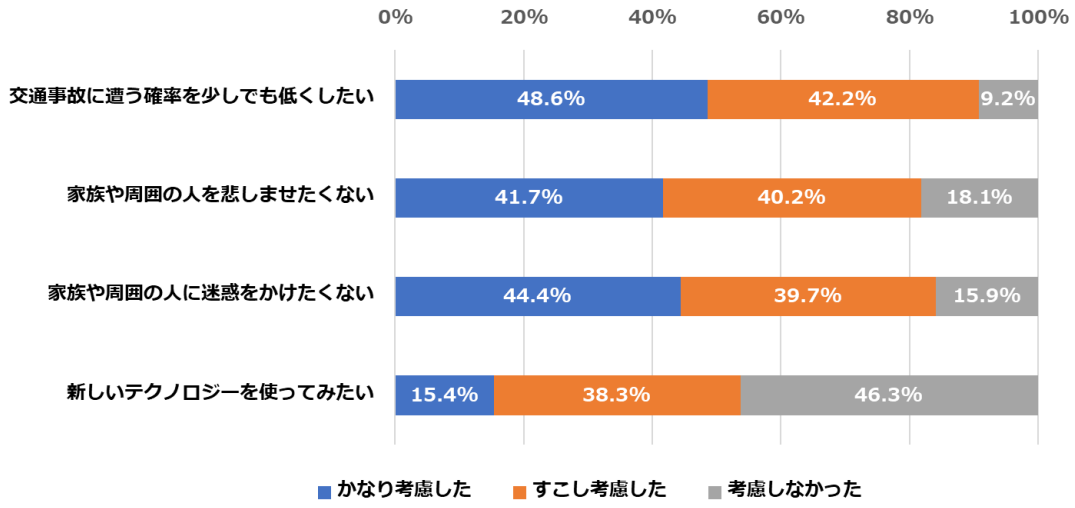


図 D.3-1 『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由（被害者）(全データ、N=2,758)

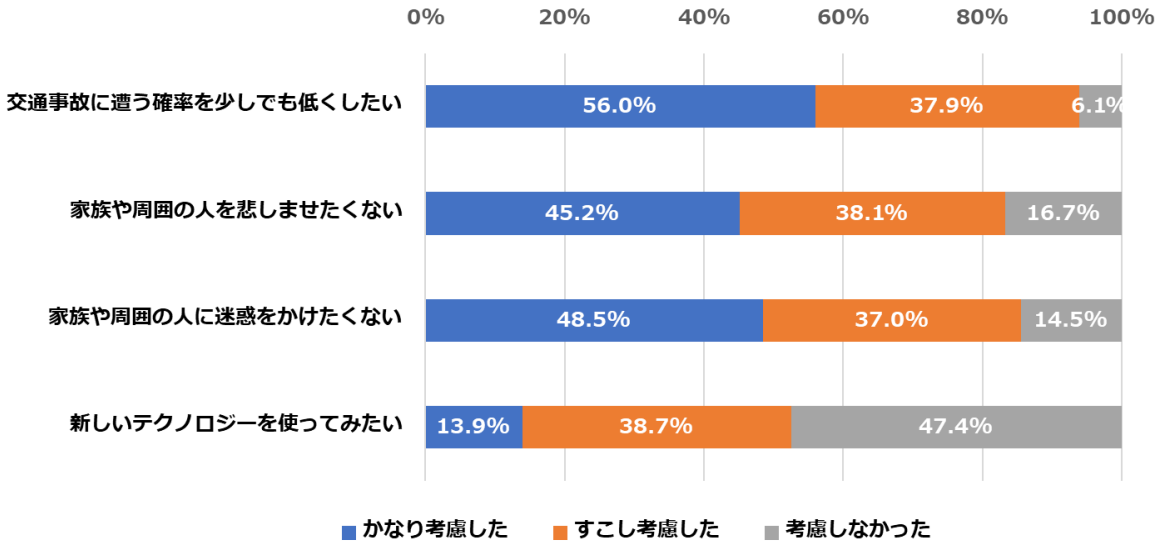


図 D.3-2 『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由（被害者） （抵抗・非理解回答を除去、N=1,272）

(2) Q11s2. 『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由（加害者）

「提示された料金で『安全装置』を使用するかどうかを決める際に、以下の理由をどの程度考慮しましたか？」

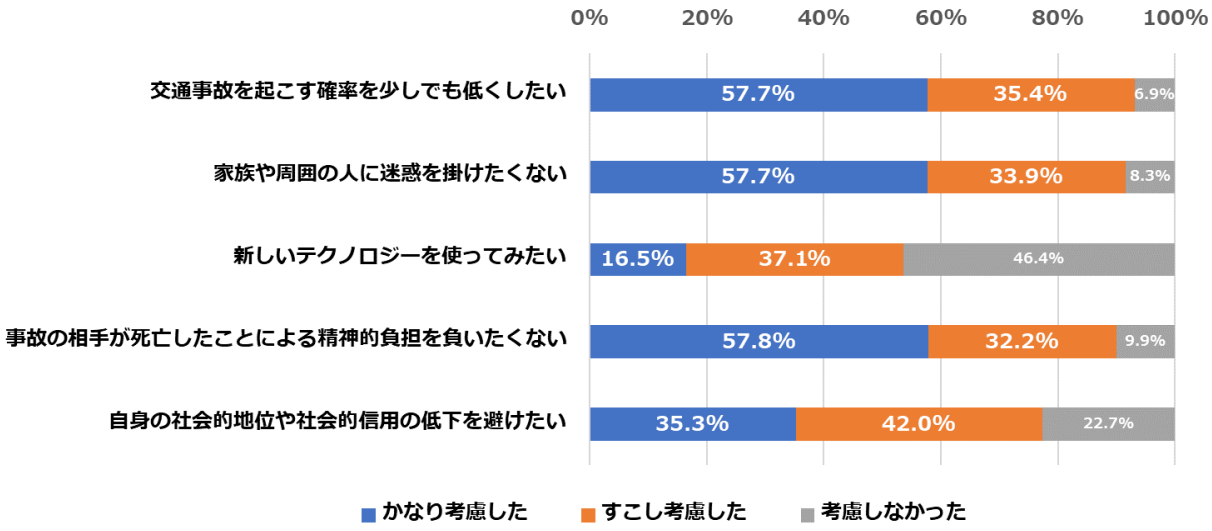


図 D.3-3 『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由（加害者）（全データ、N=2,746）

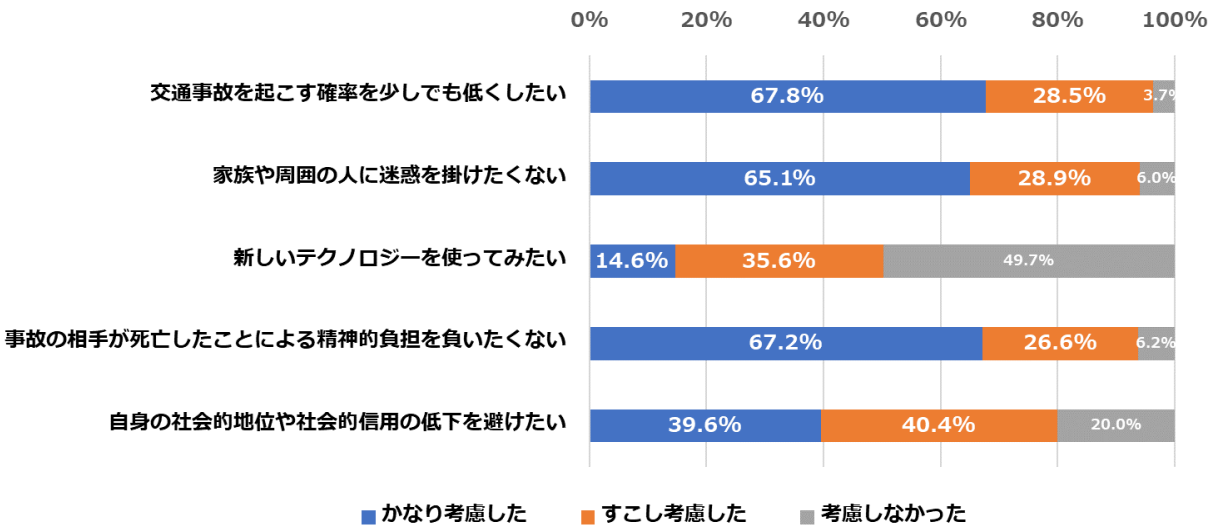
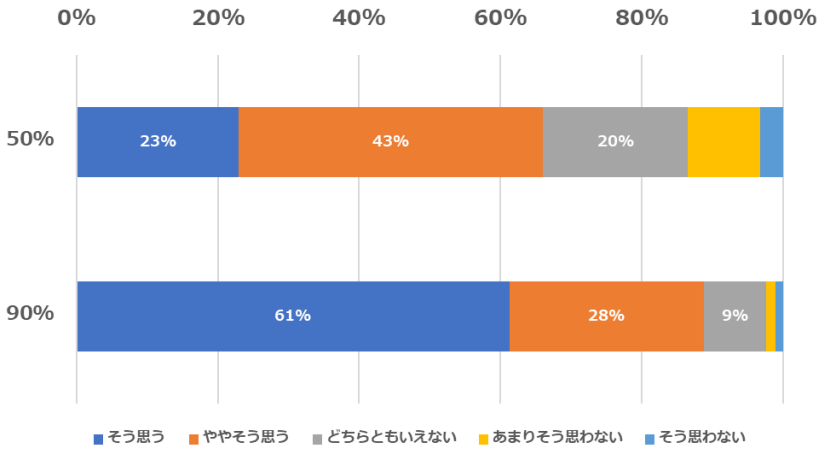


図 D.3-4 『安全装置』を使用するかどうかを決める際に考慮した理由（加害者）（抵抗・非理解回答を除去、N=1,285）

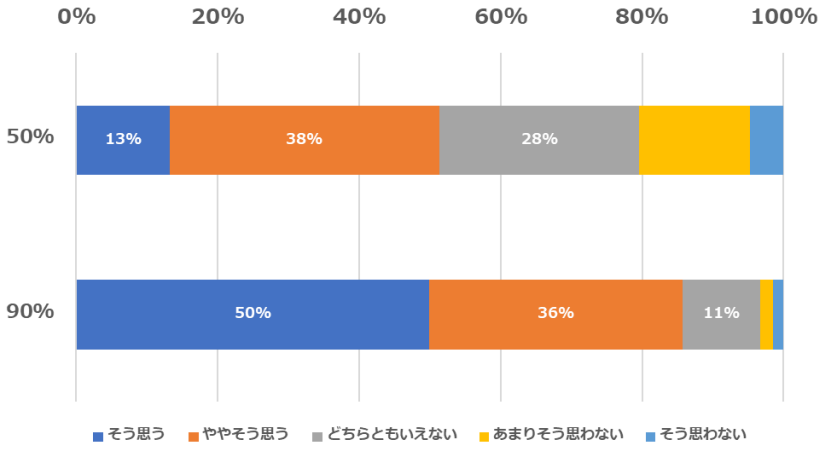
Q12、Q15. 安全装置が効果的かどうか

「この『安全装置』で、死亡事故を回避できる確率が 90%というのは、効果が大きいとお感じになりますか。」
「この『安全装置』で、死亡事故を回避できる確率が 50%というのは、効果が大きいとお感じになりますか。」

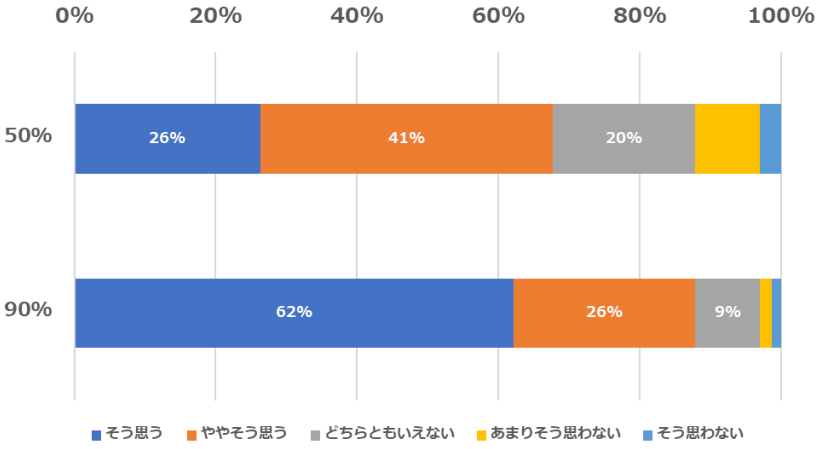
被害者 50% → 90%
N=1,370



被害者 90% → 50%
N=1,388



加害者 50% → 90%
N=1,399



加害者 90% → 50%
N=1,347

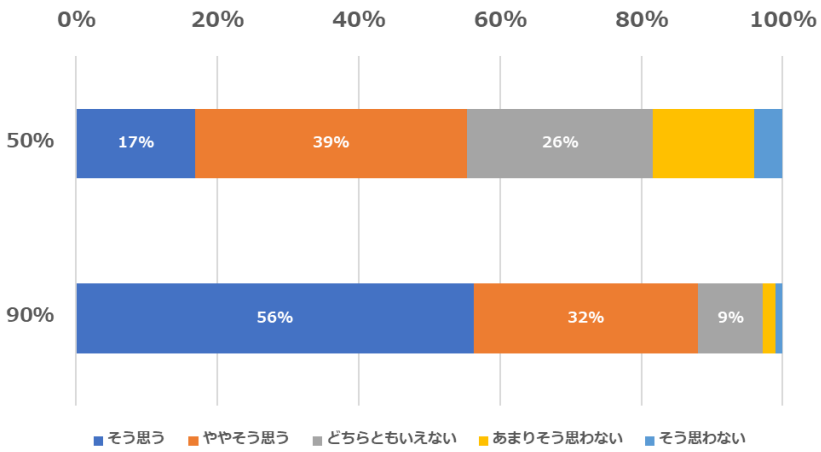
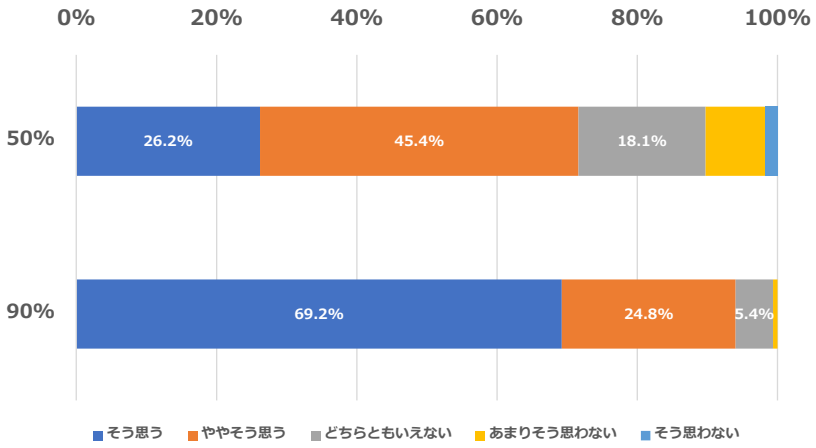
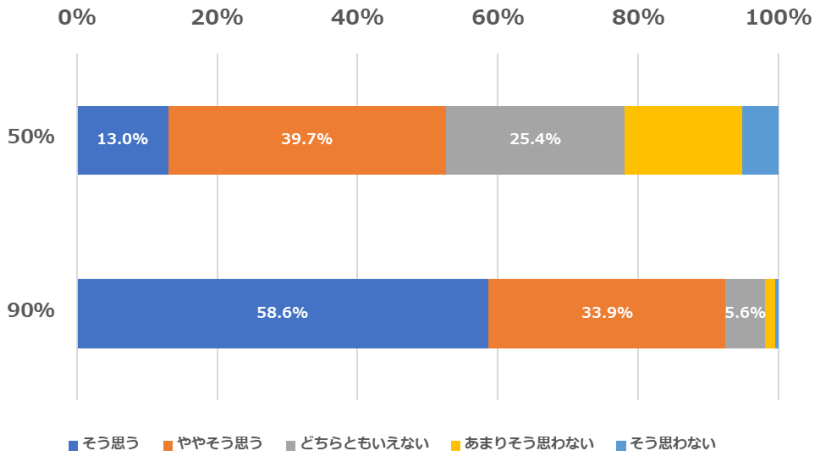


図 D.3-5 安全装置の効果が大きいと思いますか （全データ）

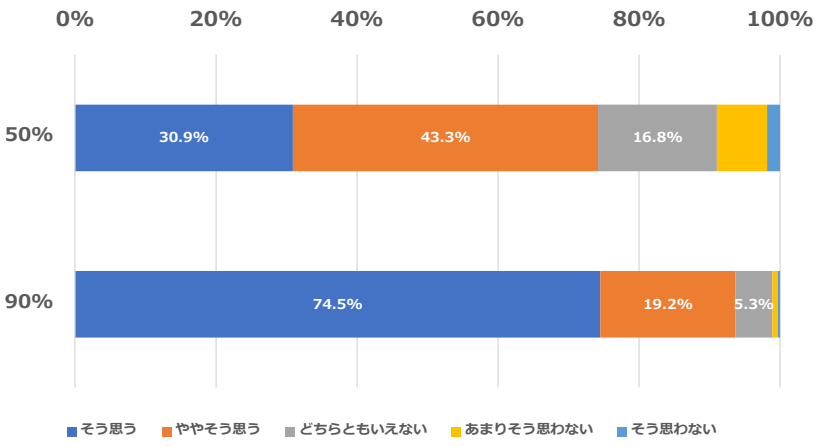
被害者 50% → 90%
N=634



被害者 90% → 50%
N=638



加害者 50% → 90%
N=647



加害者 90% → 50%
N=638

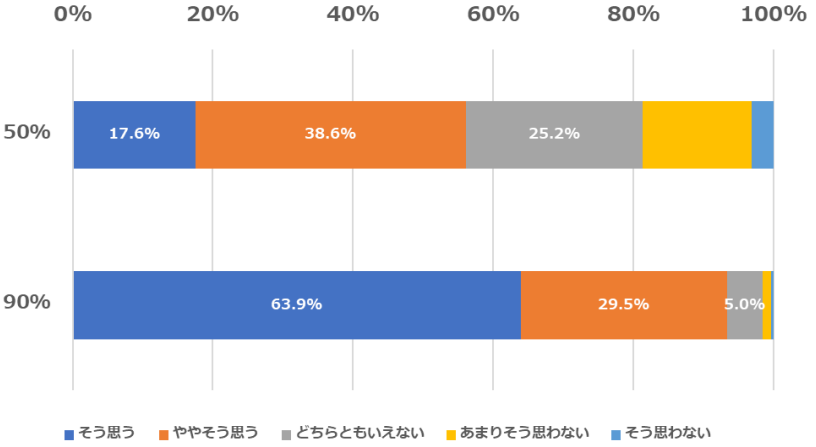


図 D.3-6 安全装置の効果が大きいと思いますか （抵抗・非理解回答を除去）

Q16. 「あなたの死亡を回避する装置」と「相手方の死亡を回避する装置」の比較

(被害者調査)以上の質問では、あなたが死亡する事故を回避できる新しい『安全装置』についてうかがいました。この安全装置とは別に、完全にあなたの過失で、事故の相手方が死亡する事故を回避できる新しい『安全装置』が開発されたとします。あなたはどちらの安全装置により高い価値を感じますか？　（どちらの事故でも、あなたやあなたのご家族には金銭的な損失はまったく生じないと仮定してください。）

・ あなたが死亡する事故を回避できる装置
・ 事故の相手方が死亡する事故を回避できる装置
・ 両方の装置にほとんど同じ価値を感じる

(加害者調査)以上の質問では、事故の相手方が死亡する事故を回避できる新しい『安全装置』についてうかがいました。この安全装置とは別に、完全に事故の相手方の過失で、あなたが死亡する事故を回避できる新しい『安全装置』が開発されたとします。あなたはどちらの安全装置により高い価値を感じますか？　（どちらの事故でも、あなたやあなたのご家族には金銭的な損失はまったく生じないと仮定してください。）

・ あなたが死亡する事故を回避できる装置
・ 事故の相手方が死亡する事故を回避できる装置
・ 両方の装置にほとんど同じ価値を感じる

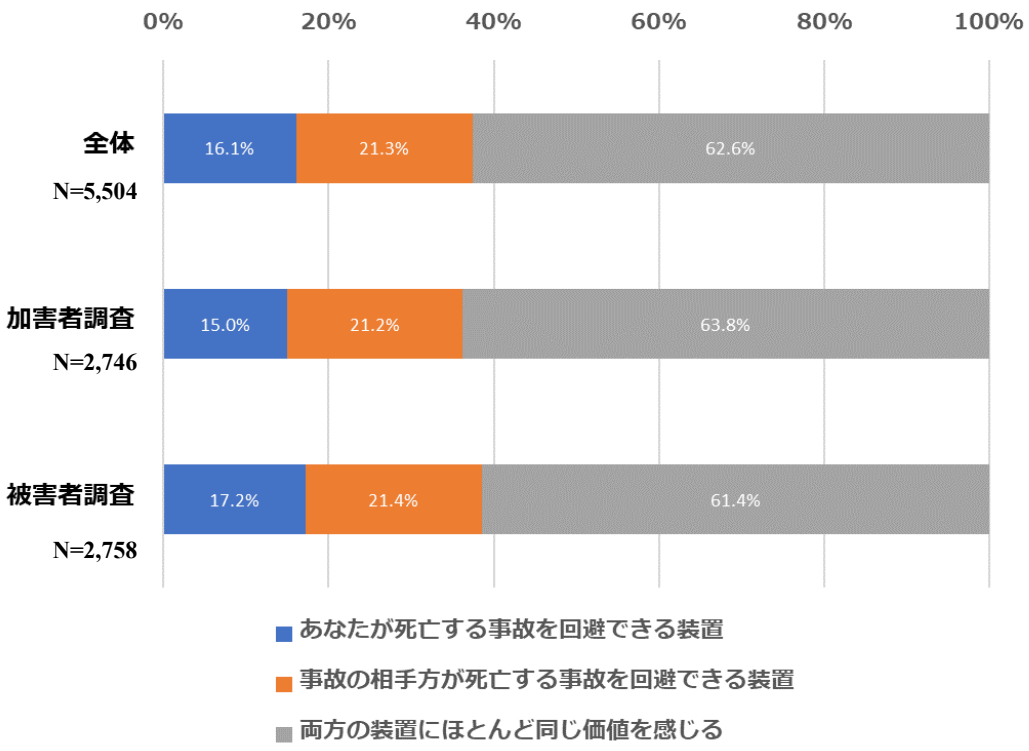


図 D.3-7 「あなたの死亡を回避する装置」と「相手方の死亡を回避する装置」の比較 （全データ）

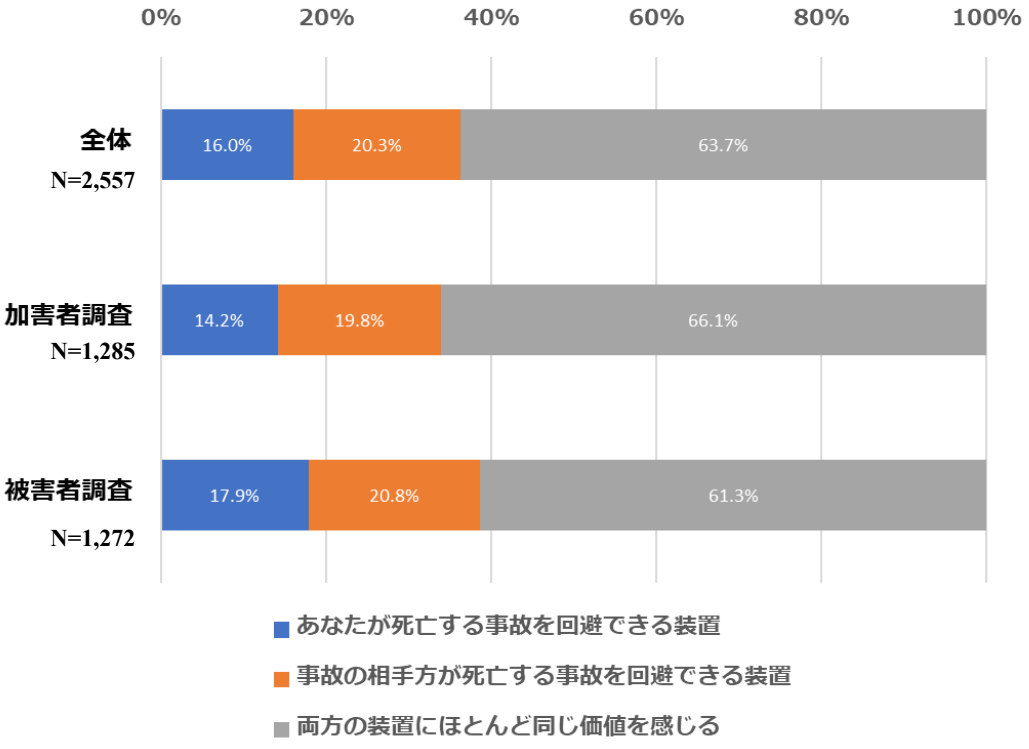


図 D.3-8 「あなたの死亡を回避する装置」と「相手方の死亡を回避する装置」の比較 （抵抗・非理解回答を除去）

第E章　全国都市交通特性調査調査票情報の集計

国土交通省より提供を受けた「平成 22 年、平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を用いて、平休日別･都市区分別･目的区分別･距離区分別･交通手段別トリップ数を独自に集計した。ここでは、その手順と、集計結果を示す。

E.1　集計手順

調査票情報の集計は、図 E.1-1 のフローに従って行った。

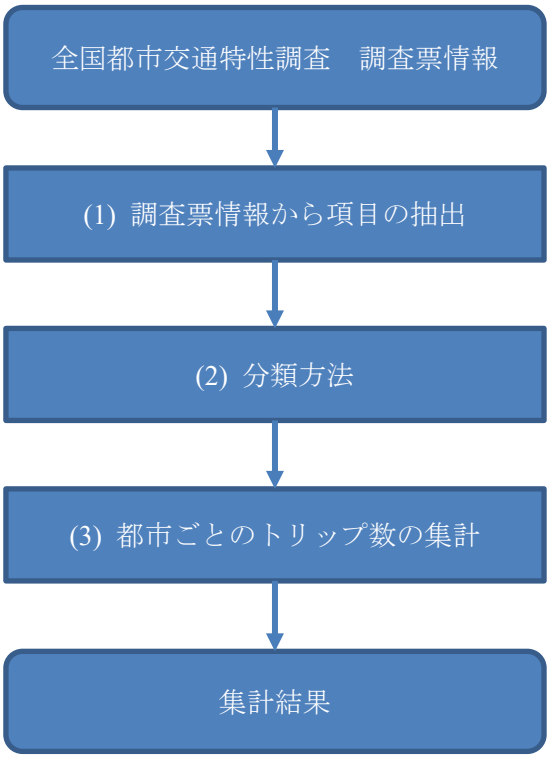


図 E.1-1 集計フロー

(1) 調査票情報からの項目の抽出

集計のため、調査票情報より以下の項目を抽出した。

「平日休日別」、「現住所」、「性別」、「年齢」、「目的」、「距離」

「市街化区域内外区分」、「ウェイト（市街化区域区分）」、「発目的」、「代表交通手段（分類 2）」

(2) 分類方法

都市別・平休日別・目的区分別・距離区分別・交通手段別の集計を行うため、各トリップを次のように分類した。

a) 都市別

調査票の「現住所」のコードにより市区町村を区分した。

b) 平休日別

調査票の「平日休日別」より区分した。

c) 交通手段別

交通手段は、「代表交通手段（分類 2」」にしたがって区分した。代表交通機関の分類については、国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室「全国都市交通特性調査 データ利用の手引き」(平成 30 年 3 月改定) を参照のこと。

d) 距離区分別

距離区分は、調査票の「距離」を表 E.1-1 のように区分した。

表 E.1-1 距離区分

距離区分	説　明
0	トリップ無
1	0.1～1.9km
3	2.0～4.9km
10	5.0～19.9km
30	20km 以上
99	不明

e) 目的区分別

目的区分は、「全国都市交通特性調査 データ利用の手引き」(国土交通省、平成 30 年 3 月改定) の「発目的・着目的対応表」の 11 分類を、表 E.1-2 のように 2 分類（通勤・通学、私事）に集約した。

表 E.1-2 目的区分

目的区分	「発目的・着目的対応表」の 11 分類
通勤・通学	通勤
	通学
	業務
	帰宅
私事	私事／買物
	私事／食事等（日常生活圏内）
	私事／観光等（日常生活圏外）
	私事／通院
	私事／その他私事
	私事／送迎
	私事／その他
	不明

f) 都市区分別

都市区分は、各都市を表 E.1-3 の区分で分類した。調査対象の各都市を、三大都市圏中心都市、三大都市圏周辺都市を「平成 27 年度国勢調査」の「大都市圏都市圏」にしたがって分類し、それ以外を、令和 2 年 4 月の指定状況に基づいて行った。

表 E.1-3 都市区分

都市区分	説　明
1	1:三大都市圏中心都市
2	2:三大都市圏周辺都市
3	3:政令指定都市
4	4:中核市
5	5:その他地域

(3) 都市別のトリップ数の集計

各都市のトリップ数を求めるために、平成 27 年の全国都市交通特性調査(国土交通省)の集計方法と同様に、年齢階層別性別ウェイトおよび回答者の現住所が市街化区域内か否かによるウェイトを考慮してトリップ数（1 日あたり）を集計した。

「回答者が市街化区域内か否かによるウェイト」については、調査票情報データに含まれる値を利用し、年齢階層性別ウェイトを、以下の 6 区分の年齢階層における性別の人口とサンプル数の比率から評価した。

表 E.1-4 年齢階層区分

年齢階層区分	説　明
2	20～29 歳
3	30～39 歳
4	40～49 歳
5	50～59 歳
6	60～69 歳
7	70 歳以上

次に、評価した拡大係数を用い、都市別・平休日別・目的区分別・距離区分別・交通手段別のトリップ数（１日あたり）を集計した。この集計結果を、都市区分別に再集計することで、都市区分別・平休日別・目的区分別・距離区分別・交通手段別のトリップ数（１日あたり）を求めた。

E.2 集計結果（平休日別・都市区分別・年齢区分別・目的区分別・距離区分別・交通手段別トリップ数）

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 2)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離区分(注 3)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（１日あたり）
2010	H	1	1	1	1	1	8,221
2010	H	1	1	1	1	2	28,187
2010	H	1	1	1	1	3	289,049
2010	H	1	1	1	3	1	58,829
2010	H	1	1	1	3	2	51,234
2010	H	1	1	1	3	3	119,642
2010	H	1	1	1	10	1	298,662
2010	H	1	1	1	10	2	218,739
2010	H	1	1	1	10	3	24,947
2010	H	1	1	1	30	1	220,509
2010	H	1	1	1	30	2	63,423
2010	H	1	1	1	30	3	9,100
2010	H	1	1	2	1	1	191,166
2010	H	1	1	2	1	2	1,089,015
2010	H	1	1	2	1	3	5,743,540
2010	H	1	1	2	3	1	849,115
2010	H	1	1	2	3	2	2,394,245
2010	H	1	1	2	3	3	1,468,652
2010	H	1	1	2	10	1	1,994,977
2010	H	1	1	2	10	2	2,955,018
2010	H	1	1	2	10	3	508,903
2010	H	1	1	2	30	1	1,135,048
2010	H	1	1	2	30	2	1,838,805
2010	H	1	1	2	30	3	46,147
2010	H	2	1	1	1	1	460
2010	H	2	1	1	1	2	4,056
2010	H	2	1	1	1	3	17,374
2010	H	2	1	1	3	1	4,163

注 1: 本表は、国土交通省より提供を受けた「平成 22 年、平成 27 年 全国都市交通特性調査」の調査票情報を用いて、本研究で独自に集計したものである。国土交通省が作成・公表している統計表ではない。

注 2: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 3: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	H	2	1	1	3	2	11,800
2010	H	2	1	1	3	3	11,948
2010	H	2	1	1	10	1	26,271
2010	H	2	1	1	10	2	36,963
2010	H	2	1	1	10	3	4,380
2010	H	2	1	1	30	1	29,938
2010	H	2	1	1	30	2	13,241
2010	H	2	1	1	30	3	264
2010	H	2	1	2	1	1	8,851
2010	H	2	1	2	1	2	184,794
2010	H	2	1	2	1	3	409,013
2010	H	2	1	2	3	1	27,070
2010	H	2	1	2	3	2	330,490
2010	H	2	1	2	3	3	130,613
2010	H	2	1	2	10	1	102,659
2010	H	2	1	2	10	2	452,667
2010	H	2	1	2	10	3	28,289
2010	H	2	1	2	30	1	117,061
2010	H	2	1	2	30	2	217,536
2010	H	2	1	2	30	3	5,343
2010	H	3	1	1	1	1	3,056
2010	H	3	1	1	1	2	13,658
2010	H	3	1	1	1	3	82,861
2010	H	3	1	1	3	1	18,882
2010	H	3	1	1	3	2	57,549
2010	H	3	1	1	3	3	33,762
2010	H	3	1	1	10	1	69,389
2010	H	3	1	1	10	2	142,096
2010	H	3	1	1	10	3	9,798
2010	H	3	1	1	30	1	15,128
2010	H	3	1	1	30	2	33,439
2010	H	3	1	2	1	1	30,652
2010	H	3	1	2	1	2	597,124

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	H	3	1	2	1	3	953,598
2010	H	3	1	2	3	1	129,462
2010	H	3	1	2	3	2	1,019,699
2010	H	3	1	2	3	3	214,021
2010	H	3	1	2	10	1	237,109
2010	H	3	1	2	10	2	1,360,546
2010	H	3	1	2	10	3	93,993
2010	H	3	1	2	30	1	105,864
2010	H	3	1	2	30	2	689,917
2010	H	3	1	2	30	3	13,501
2010	H	4	1	1	1	1	372
2010	H	4	1	1	1	2	13,423
2010	H	4	1	1	1	3	34,544
2010	H	4	1	1	3	1	5,575
2010	H	4	1	1	3	2	42,131
2010	H	4	1	1	3	3	19,002
2010	H	4	1	1	10	1	8,040
2010	H	4	1	1	10	2	83,080
2010	H	4	1	1	10	3	3,762
2010	H	4	1	1	30	1	3,144
2010	H	4	1	1	30	2	20,032
2010	H	4	1	2	1	1	5,927
2010	H	4	1	2	1	2	367,892
2010	H	4	1	2	1	3	431,015
2010	H	4	1	2	3	1	32,081
2010	H	4	1	2	3	2	658,855
2010	H	4	1	2	3	3	118,206
2010	H	4	1	2	10	1	37,536
2010	H	4	1	2	10	2	875,763
2010	H	4	1	2	10	3	28,361
2010	H	4	1	2	30	1	30,328
2010	H	4	1	2	30	2	384,718
2010	H	4	1	2	30	3	3,933

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	H	5	1	1	1	1	610
2010	H	5	1	1	1	2	8,466
2010	H	5	1	1	1	3	11,768
2010	H	5	1	1	3	1	1,344
2010	H	5	1	1	3	2	21,665
2010	H	5	1	1	3	3	6,002
2010	H	5	1	1	10	1	3,999
2010	H	5	1	1	10	2	37,450
2010	H	5	1	1	10	3	1,303
2010	H	5	1	1	30	1	6,282
2010	H	5	1	1	30	2	13,714
2010	H	5	1	1	30	3	148
2010	H	5	1	2	1	1	3,958
2010	H	5	1	2	1	2	163,381
2010	H	5	1	2	1	3	156,103
2010	H	5	1	2	3	1	11,469
2010	H	5	1	2	3	2	300,285
2010	H	5	1	2	3	3	48,978
2010	H	5	1	2	10	1	19,366
2010	H	5	1	2	10	2	391,130
2010	H	5	1	2	10	3	12,208
2010	H	5	1	2	30	1	24,168
2010	H	5	1	2	30	2	194,992
2010	H	5	1	2	30	3	2,498
2010	W	1	1	1	1	1	49,047
2010	W	1	1	1	1	2	82,367
2010	W	1	1	1	1	3	1,082,106
2010	W	1	1	1	3	1	452,607
2010	W	1	1	1	3	2	203,364
2010	W	1	1	1	3	3	566,498
2010	W	1	1	1	10	1	2,560,891
2010	W	1	1	1	10	2	784,833
2010	W	1	1	1	10	3	203,522

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	W	1	1	1	30	1	2,049,505
2010	W	1	1	1	30	2	316,884
2010	W	1	1	1	30	3	4,960
2010	W	1	1	2	1	1	230,406
2010	W	1	1	2	1	2	751,380
2010	W	1	1	2	1	3	5,761,917
2010	W	1	1	2	3	1	939,243
2010	W	1	1	2	3	2	1,379,031
2010	W	1	1	2	3	3	1,172,495
2010	W	1	1	2	10	1	1,705,133
2010	W	1	1	2	10	2	1,451,915
2010	W	1	1	2	10	3	294,589
2010	W	1	1	2	30	1	647,694
2010	W	1	1	2	30	2	515,579
2010	W	1	1	2	30	3	31,497
2010	W	2	1	1	1	1	2,685
2010	W	2	1	1	1	2	13,223
2010	W	2	1	1	1	3	69,828
2010	W	2	1	1	3	1	13,396
2010	W	2	1	1	3	2	46,610
2010	W	2	1	1	3	3	51,997
2010	W	2	1	1	10	1	119,055
2010	W	2	1	1	10	2	141,522
2010	W	2	1	1	10	3	15,139
2010	W	2	1	1	30	1	247,552
2010	W	2	1	1	30	2	50,898
2010	W	2	1	1	30	3	2,547
2010	W	2	1	2	1	1	8,377
2010	W	2	1	2	1	2	139,357
2010	W	2	1	2	1	3	456,303
2010	W	2	1	2	3	1	38,121
2010	W	2	1	2	3	2	244,706
2010	W	2	1	2	3	3	113,046

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	W	2	1	2	10	1	73,935
2010	W	2	1	2	10	2	215,752
2010	W	2	1	2	10	3	25,506
2010	W	2	1	2	30	1	77,941
2010	W	2	1	2	30	2	74,910
2010	W	2	1	2	30	3	2,566
2010	W	3	1	1	1	1	16,743
2010	W	3	1	1	1	2	33,653
2010	W	3	1	1	1	3	298,865
2010	W	3	1	1	3	1	106,183
2010	W	3	1	1	3	2	211,682
2010	W	3	1	1	3	3	183,088
2010	W	3	1	1	10	1	423,242
2010	W	3	1	1	10	2	582,759
2010	W	3	1	1	10	3	62,299
2010	W	3	1	1	30	1	120,170
2010	W	3	1	1	30	2	116,589
2010	W	3	1	1	30	3	4,907
2010	W	3	1	2	1	1	57,196
2010	W	3	1	2	1	2	497,035
2010	W	3	1	2	1	3	1,291,463
2010	W	3	1	2	3	1	154,300
2010	W	3	1	2	3	2	693,473
2010	W	3	1	2	3	3	248,333
2010	W	3	1	2	10	1	243,062
2010	W	3	1	2	10	2	736,321
2010	W	3	1	2	10	3	57,650
2010	W	3	1	2	30	1	51,603
2010	W	3	1	2	30	2	214,450
2010	W	3	1	2	30	3	2,327
2010	W	4	1	1	1	1	1,419
2010	W	4	1	1	1	2	36,040
2010	W	4	1	1	1	3	116,847

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	W	4	1	1	3	1	16,461
2010	W	4	1	1	3	2	151,618
2010	W	4	1	1	3	3	86,037
2010	W	4	1	1	10	1	40,914
2010	W	4	1	1	10	2	388,960
2010	W	4	1	1	10	3	29,645
2010	W	4	1	1	30	1	30,887
2010	W	4	1	1	30	2	85,488
2010	W	4	1	1	30	3	273
2010	W	4	1	2	1	1	8,852
2010	W	4	1	2	1	2	295,263
2010	W	4	1	2	1	3	460,634
2010	W	4	1	2	3	1	31,931
2010	W	4	1	2	3	2	491,671
2010	W	4	1	2	3	3	119,060
2010	W	4	1	2	10	1	43,353
2010	W	4	1	2	10	2	507,770
2010	W	4	1	2	10	3	24,258
2010	W	4	1	2	30	1	21,353
2010	W	4	1	2	30	2	132,266
2010	W	4	1	2	30	3	2,889
2010	W	5	1	1	1	1	1,584
2010	W	5	1	1	1	2	25,825
2010	W	5	1	1	1	3	41,437
2010	W	5	1	1	3	1	5,524
2010	W	5	1	1	3	2	81,546
2010	W	5	1	1	3	3	24,318
2010	W	5	1	1	10	1	24,716
2010	W	5	1	1	10	2	171,878
2010	W	5	1	1	10	3	9,108
2010	W	5	1	1	30	1	44,923
2010	W	5	1	1	30	2	58,104
2010	W	5	1	1	30	3	555

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2010	W	5	1	2	1	1	5,805
2010	W	5	1	2	1	2	143,523
2010	W	5	1	2	1	3	185,911
2010	W	5	1	2	3	1	17,688
2010	W	5	1	2	3	2	241,176
2010	W	5	1	2	3	3	53,761
2010	W	5	1	2	10	1	18,927
2010	W	5	1	2	10	2	236,497
2010	W	5	1	2	10	3	9,388
2010	W	5	1	2	30	1	17,334
2010	W	5	1	2	30	2	72,147
2010	W	5	1	2	30	3	629
2015	H	1	1	1	1	1	5,518
2015	H	1	1	1	1	2	12,307
2015	H	1	1	1	1	3	189,343
2015	H	1	1	1	3	1	90,608
2015	H	1	1	1	3	2	46,479
2015	H	1	1	1	3	3	80,487
2015	H	1	1	1	10	1	314,510
2015	H	1	1	1	10	2	168,085
2015	H	1	1	1	10	3	17,186
2015	H	1	1	1	30	1	155,077
2015	H	1	1	1	30	2	64,193
2015	H	1	1	1	30	3	6,799
2015	H	1	1	2	1	1	204,940
2015	H	1	1	2	1	2	1,050,921
2015	H	1	1	2	1	3	4,436,508
2015	H	1	1	2	3	1	767,487
2015	H	1	1	2	3	2	2,083,148
2015	H	1	1	2	3	3	1,077,938
2015	H	1	1	2	10	1	1,508,334
2015	H	1	1	2	10	2	2,485,596
2015	H	1	1	2	10	3	191,373

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	H	1	1	2	30	1	941,863
2015	H	1	1	2	30	2	1,021,059
2015	H	1	1	2	30	3	48,934
2015	H	2	1	1	1	2	3,364
2015	H	2	1	1	1	3	15,304
2015	H	2	1	1	3	1	3,930
2015	H	2	1	1	3	2	11,070
2015	H	2	1	1	3	3	9,032
2015	H	2	1	1	10	1	19,073
2015	H	2	1	1	10	2	25,708
2015	H	2	1	1	10	3	1,177
2015	H	2	1	1	30	1	31,852
2015	H	2	1	1	30	2	12,691
2015	H	2	1	2	1	1	3,461
2015	H	2	1	2	1	2	151,332
2015	H	2	1	2	1	3	307,254
2015	H	2	1	2	3	1	24,337
2015	H	2	1	2	3	2	273,105
2015	H	2	1	2	3	3	86,720
2015	H	2	1	2	10	1	68,554
2015	H	2	1	2	10	2	334,837
2015	H	2	1	2	10	3	20,481
2015	H	2	1	2	30	1	76,991
2015	H	2	1	2	30	2	148,638
2015	H	2	1	2	30	3	2,311
2015	H	3	1	1	1	1	1,015
2015	H	3	1	1	1	2	8,628
2015	H	3	1	1	1	3	64,271
2015	H	3	1	1	3	1	14,349
2015	H	3	1	1	3	2	62,119
2015	H	3	1	1	3	3	32,812
2015	H	3	1	1	10	1	65,188
2015	H	3	1	1	10	2	108,654

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	H	3	1	1	10	3	18,679
2015	H	3	1	1	30	1	13,867
2015	H	3	1	1	30	2	42,196
2015	H	3	1	1	30	3	1,888
2015	H	3	1	2	1	1	25,450
2015	H	3	1	2	1	2	571,689
2015	H	3	1	2	1	3	790,557
2015	H	3	1	2	3	1	87,604
2015	H	3	1	2	3	2	945,147
2015	H	3	1	2	3	3	232,021
2015	H	3	1	2	10	1	181,998
2015	H	3	1	2	10	2	1,197,005
2015	H	3	1	2	10	3	74,549
2015	H	3	1	2	30	1	62,230
2015	H	3	1	2	30	2	556,623
2015	H	3	1	2	30	3	16,095
2015	H	4	1	1	1	2	9,472
2015	H	4	1	1	1	3	21,762
2015	H	4	1	1	3	1	2,806
2015	H	4	1	1	3	2	34,334
2015	H	4	1	1	3	3	14,608
2015	H	4	1	1	10	1	3,980
2015	H	4	1	1	10	2	75,661
2015	H	4	1	1	10	3	6,990
2015	H	4	1	1	30	1	5,425
2015	H	4	1	1	30	2	16,590
2015	H	4	1	1	30	3	216
2015	H	4	1	2	1	1	7,052
2015	H	4	1	2	1	2	316,794
2015	H	4	1	2	1	3	338,918
2015	H	4	1	2	3	1	25,043
2015	H	4	1	2	3	2	535,462
2015	H	4	1	2	3	3	95,106

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	H	4	1	2	10	1	33,661
2015	H	4	1	2	10	2	659,003
2015	H	4	1	2	10	3	29,135
2015	H	4	1	2	30	1	32,248
2015	H	4	1	2	30	2	284,735
2015	H	4	1	2	30	3	2,344
2015	H	5	1	1	1	1	127
2015	H	5	1	1	1	2	6,392
2015	H	5	1	1	1	3	8,888
2015	H	5	1	1	3	1	518
2015	H	5	1	1	3	2	19,941
2015	H	5	1	1	3	3	3,809
2015	H	5	1	1	10	1	4,738
2015	H	5	1	1	10	2	31,038
2015	H	5	1	1	10	3	1,119
2015	H	5	1	1	30	1	5,344
2015	H	5	1	1	30	2	11,086
2015	H	5	1	1	30	3	104
2015	H	5	1	2	1	1	2,522
2015	H	5	1	2	1	2	131,798
2015	H	5	1	2	1	3	120,553
2015	H	5	1	2	3	1	6,479
2015	H	5	1	2	3	2	239,097
2015	H	5	1	2	3	3	37,037
2015	H	5	1	2	10	1	12,645
2015	H	5	1	2	10	2	310,799
2015	H	5	1	2	10	3	8,606
2015	H	5	1	2	30	1	18,279
2015	H	5	1	2	30	2	142,999
2015	H	5	1	2	30	3	2,573
2015	W	1	1	1	1	1	37,622
2015	W	1	1	1	1	2	40,596
2015	W	1	1	1	1	3	815,443

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	W	1	1	1	3	1	340,053
2015	W	1	1	1	3	2	226,316
2015	W	1	1	1	3	3	518,617
2015	W	1	1	1	10	1	2,532,560
2015	W	1	1	1	10	2	670,677
2015	W	1	1	1	10	3	125,046
2015	W	1	1	1	30	1	2,130,867
2015	W	1	1	1	30	2	227,584
2015	W	1	1	1	30	3	15,995
2015	W	1	1	2	1	1	234,705
2015	W	1	1	2	1	2	583,411
2015	W	1	1	2	1	3	5,300,211
2015	W	1	1	2	3	1	702,371
2015	W	1	1	2	3	2	1,267,776
2015	W	1	1	2	3	3	1,112,585
2015	W	1	1	2	10	1	1,238,695
2015	W	1	1	2	10	2	1,128,715
2015	W	1	1	2	10	3	127,570
2015	W	1	1	2	30	1	659,984
2015	W	1	1	2	30	2	328,891
2015	W	1	1	2	30	3	11,936
2015	W	2	1	1	1	1	2,416
2015	W	2	1	1	1	2	12,660
2015	W	2	1	1	1	3	50,478
2015	W	2	1	1	3	1	13,968
2015	W	2	1	1	3	2	41,250
2015	W	2	1	1	3	3	42,222
2015	W	2	1	1	10	1	96,762
2015	W	2	1	1	10	2	120,745
2015	W	2	1	1	10	3	17,755
2015	W	2	1	1	30	1	216,688
2015	W	2	1	1	30	2	41,720
2015	W	2	1	1	30	3	1,105

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	W	2	1	2	1	1	5,568
2015	W	2	1	2	1	2	114,778
2015	W	2	1	2	1	3	362,103
2015	W	2	1	2	3	1	32,313
2015	W	2	1	2	3	2	213,609
2015	W	2	1	2	3	3	104,810
2015	W	2	1	2	10	1	63,551
2015	W	2	1	2	10	2	208,924
2015	W	2	1	2	10	3	13,752
2015	W	2	1	2	30	1	58,592
2015	W	2	1	2	30	2	66,719
2015	W	2	1	2	30	3	782
2015	W	3	1	1	1	1	6,306
2015	W	3	1	1	1	2	56,737
2015	W	3	1	1	1	3	238,449
2015	W	3	1	1	3	1	129,167
2015	W	3	1	1	3	2	200,694
2015	W	3	1	1	3	3	174,013
2015	W	3	1	1	10	1	443,081
2015	W	3	1	1	10	2	591,664
2015	W	3	1	1	10	3	73,457
2015	W	3	1	1	30	1	127,247
2015	W	3	1	1	30	2	180,047
2015	W	3	1	1	30	3	4,039
2015	W	3	1	2	1	1	39,177
2015	W	3	1	2	1	2	466,596
2015	W	3	1	2	1	3	1,029,191
2015	W	3	1	2	3	1	140,506
2015	W	3	1	2	3	2	726,966
2015	W	3	1	2	3	3	239,357
2015	W	3	1	2	10	1	202,099
2015	W	3	1	2	10	2	797,567
2015	W	3	1	2	10	3	49,930

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	W	3	1	2	30	1	40,494
2015	W	3	1	2	30	2	182,646
2015	W	3	1	2	30	3	1,691
2015	W	4	1	1	1	2	28,495
2015	W	4	1	1	1	3	123,879
2015	W	4	1	1	3	1	17,740
2015	W	4	1	1	3	2	139,165
2015	W	4	1	1	3	3	78,771
2015	W	4	1	1	10	1	41,468
2015	W	4	1	1	10	2	340,649
2015	W	4	1	1	10	3	29,608
2015	W	4	1	1	30	1	33,061
2015	W	4	1	1	30	2	92,713
2015	W	4	1	1	30	3	1,748
2015	W	4	1	2	1	1	11,036
2015	W	4	1	2	1	2	270,343
2015	W	4	1	2	1	3	379,790
2015	W	4	1	2	3	1	24,458
2015	W	4	1	2	3	2	455,331
2015	W	4	1	2	3	3	103,167
2015	W	4	1	2	10	1	32,053
2015	W	4	1	2	10	2	437,867
2015	W	4	1	2	10	3	21,948
2015	W	4	1	2	30	1	17,504
2015	W	4	1	2	30	2	105,711
2015	W	4	1	2	30	3	436
2015	W	5	1	1	1	1	747
2015	W	5	1	1	1	2	17,873
2015	W	5	1	1	1	3	34,590
2015	W	5	1	1	3	1	4,755
2015	W	5	1	1	3	2	70,357
2015	W	5	1	1	3	3	23,247
2015	W	5	1	1	10	1	21,080

注 1 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

年度	平休日 (H:休日 W:平日)	都市区分 (注 1)	年齢区分 (1:20 歳以上)	目的区分 1:通勤通学 2:私事	距離 区分(注 2)	交通手段 1:公共交通機関 2:自動車 3:徒歩・自転車	トリップ数（1 日あたり）
2015	W	5	1	1	30	1	40,868
2015	W	5	1	1	10	2	153,093
2015	W	5	1	1	10	3	7,561
2015	W	5	1	1	30	2	51,586
2015	W	5	1	1	30	3	1,291
2015	W	5	1	2	1	1	2,971
2015	W	5	1	2	1	2	118,458
2015	W	5	1	2	1	3	150,837
2015	W	5	1	2	3	1	12,059
2015	W	5	1	2	3	2	211,306
2015	W	5	1	2	3	3	34,464
2015	W	5	1	2	10	1	16,151
2015	W	5	1	2	10	2	206,824
2015	W	5	1	2	10	3	7,828
2015	W	5	1	2	30	1	13,285
2015	W	5	1	2	30	2	54,501
2015	W	5	1	2	30	3	839

注 1: 都市区分　1:三大都市圏中心都市、2:三大都市圏周辺都市、3:政令指定都市、4:中核市、5:上記以外

注 2: 距離ランク区分 1: 0.1～1.9km、 3: 2.0～4.9km、 10: 5.0～19.9km、30: 20km 以上

2. 研究発表・講演、文献、特許等の状況

(1) 研究発表・講演

発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
Ｈｉｒｏａｋｉ Ｍｉｙｏｓｈｉ，Ｓｈｏｊｉ Ｗａｔａｎａｂｅ，ａｎｄ Ｍａｓａｎｏｂｕ Ｋｉｉ	同志社大学、香川大学	Ａｎａｌｙｓｉｓ ｏｆ Ａｕｔｏｍａｔｅｄ Ｄｒｉｖｉｎｇ Ｄｉｆｆｕｓｉｏｎ：Ｃｏｎｓｕｍｅｒｓ’ Ｗｉｌｌｉｎｇｎｅｓｓ－ｔｏ－ｐａｙ ｉｎ Ｊａｐａｎ	ＳＩＰ－ａｄｕｓ Ｗｏｒｋｓｈｏｐ ２０２０	2020.11
鹿野島　秀行	東京大学生産技術研究所	自動運転による交通事故低減等への社会経済インパクトに関する研究	ＳＩＰ－ａｄｕｓワークショップ２０２０	2020.11
桑野将司，谷本圭志，森山卓	鳥取大学	中山間地域における行政サービスから見た自動運転技術の導入可能性	農村計画学会誌	2020.12

契約管理番号：	18102362-0
	18102361-0