

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
報告書

令和2年3月

国立大学法人 東京大学

学校法人 同志社

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

目 次

1. 調査の目的	1-1
2. 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
3. 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 先行研究の調査	3-1
3.3 モデル構築の基本的考え方とモデルの限界	3-4
3.4 モデルの枠組み	3-5
3.5 シミュレーションモデルの構造	3-9
3.6 モデル詳細	3-10
3.6.1 必要となる保有台数の推計	3-10
3.6.2 新車登録台数の推計	3-22
3.6.3 新車の自動運転カテゴリ別・電動化別案分	3-31
3.6.4 自動運転カテゴリ別・電動化別保有台数の推計	3-42
3.6.5 自動運転カテゴリ別・電動化別走行量の推計	3-42
3.7 外生変数	3-43
3.7.1 GDP	3-43
3.7.2 人口	3-44
3.7.3 自動運転カテゴリ C0, C1 の割合	3-46

3.7.4 車の電動化割合.....	3-50
3.8 乗用車を対象としたテスト・シミュレーション.....	3-51
4. 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 研究の枠組み.....	4-1
4.1.2 経済実験の実施概要.....	4-1
4.1.3 実験結果の概要.....	4-6
4.2 交通渋滞削減効果及び CO2 排出削減効果の推計.....	4-10
4.2.1 交通渋滞及び CO2 削減効果の原単位の算出.....	4-10
4.2.2 交通渋滞及び CO2 削減効果の拡大推計.....	4-32
5. 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.....	5-28
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.....	5-36
5.4 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化.....	5-45
5.4.1 目的.....	5-45
5.4.2 推計モデル.....	5-45
5.4.3 事前調査.....	5-46
5.4.4 今後の方針.....	5-48
6. 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 全要素生産性について.....	6-1
6.1.1 全要素生産性の概念.....	6-1
6.1.2 全要素生産性の上昇ルート.....	6-2
6.1.3 日本経済と全要素生産性.....	6-2
6.1.4 技術と全要素生産性.....	6-2
6.2 本研究項目の次年度の予定.....	6-2
7. 国際連携体制の構築.....	7-1
8. 有識者検討会の開催.....	8-1
A 自動運転車への支払意思額等の Web アンケート調査.....	A-1
A.1 アンケートの概要.....	A-1
A.1.1 実施概要.....	A-1

A.1.2	結果の概要	A-6
A.2	単純集計結果	A-25
A.2.1	回答者属性	A-25
A.2.2	普段の運転と交通の考え方に関する質問.....	A-29
A.2.3	自動運転（全般）に関する知識・期待に関する質問.....	A-52
A.2.4	カテゴリ化された自動運転車への WTP に関する質問	A-61
A.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.....	A-61
A.3	クロス集計結果	A-70
A.3.1	性別・年齢階層別・居住地別クロス集計の検定.....	A-70
A.3.2	クロス集計	A-79

1. 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（平成30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検討する。

令和元年度は、「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」、「道路交通へ与える影響」の2調査項目（「交通事故低減効果の推計」並びに「交通渋滞削減効果及びCO2排出削減効果の推計」）、「交通サービス分野へ与える影響の検討」の3調査項目（「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」、「車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化」、「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」）、「産業・社会分野へ与える影響の検討」の2調査項目の内の「日本経済の全要素生産性の向上への貢献」について、作業を実施した。また、「国際連携体制の構築」の一環として、当該分野におけるドイツ側研究機関との共同研究に着手した。さらに、本研究における、シミュレーションの手法と結果、シミュレーション結果の含意、社会的受容性醸成活動への活用方法等を検討するために、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3回開催した。

2. 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. 強靱(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靱(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

出典：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（URL 1）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。本報告書は、この検討会での議論をベースにして、事務局で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靱なインフラ開発 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靱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

出典：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、本報告書作成にあたって、外務省による仮訳文章を、事務局で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ットを削除：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。

目 標		ターゲット
ユニバーサル・アクセス	9 産業とインフラの持続可能な開発	9.1: 地域・越境インフラを含む持続可能な強靱なインフラ開発 9.a: 開発途上国における持続可能な強靱なインフラ開発を促進
	11 持続可能な都市と人間居住	11.1: すべての人々の住宅および基本サービスへのアクセス確保 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 11.3: すべての人々の参加型、包摂的かつ持続可能な人間居住計画・管理能力強化 11.5: 水関連災害などの災害の被災者数や直接的経済的損失を大幅に削減 11.7: 緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを提供 11.a: 経済、社会、環境面における都市部、都市周辺部および農村部間の良好なつながりを支援 11.b: あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施
	7 持続可能なエネルギー	7.3: 世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増
	9 産業とインフラの持続可能な開発	9.1: 地域・越境インフラを含む持続可能な強靱なインフラ開発 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
	12 持続可能な消費と生産	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物の半減と、生産・サプライチェーンにおける食料の損失の減少 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
	17 持続可能なパートナーシップ	17.14: 持続可能な開発のための政策の一貫性を強化
	3 健全な生活とウェルビーイング	3.4: 非感染性疾患による若年死亡率減少 3.6: 世界の道路交通事故による死傷者半減
	11 持続可能な都市と人間居住	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
	7 持続可能なエネルギー	7.2: 世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合の増加 7.3: 世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増
	8 持続可能な経済成長と働きがい	8.4: 消費と生産の資源効率の漸進的改善、経済成長と環境悪化の分断
効 率	9 産業とインフラの持続可能な開発	9.1: 地域・越境インフラを含む持続可能な強靱なインフラ開発 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
	12 持続可能な消費と生産	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物の半減と、生産・サプライチェーンにおける食料の損失の減少 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
	17 持続可能なパートナーシップ	17.14: 持続可能な開発のための政策の一貫性を強化
	3 健全な生活とウェルビーイング	3.4: 非感染性疾患による若年死亡率減少 3.6: 世界の道路交通事故による死傷者半減
安 全	11 持続可能な都市と人間居住	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
	7 持続可能なエネルギー	7.2: 世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合の増加 7.3: 世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増
グ リ ー ン	8 持続可能な経済成長と働きがい	8.4: 消費と生産の資源効率の漸進的改善、経済成長と環境悪化の分断
	9 産業とインフラの持続可能な開発	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
	11 持続可能な都市と人間居住	11.6: 都市1人あたりの環境上の悪影響を軽減
	13 気候変動と持続可能な消費と生産	13.1: 気候関連災害や自然災害に対する強靱性および適応力を強化 13.2: 気候変動対策を国別政策、戦略及び計画に盛り込む
	7 持続可能なエネルギー	7.2: 世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合の増加 7.3: 世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増
自動車産業	8 持続可能な経済成長と働きがい	8.1: 各国状況に応じた1人あたり経済成長率持続 8.2: 多様化、技術向上及びイノベーションを通じた高いレベルの経済生産性の達成 8.4: 消費と生産の資源効率の漸進的改善、経済成長と環境悪化の分断
	9 産業とインフラの持続可能な開発	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
	12 持続可能な消費と生産	12.1: 持続可能な消費と生産に関する10年計画枠組み（10YFP）を実施し、先進国主導の下、すべての国々が対策を講じる 12.2: 天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成 12.4: 化学物質や廃棄物の大気、水、土壌への放出を大幅に削減 12.5: 廃棄物の発生防止、削減、再生利用及び再利用により、廃棄物の発生を大幅に削減する

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、本報告書作成にあたって事務局で短縮したもの。

図 2.2-1 直接的インパクト領域

	目 標	ターゲット
所得の上昇と格差の是正	 <p>あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる</p>	1.1：極度の貧困の終了 1.2：各国定義の貧困の半減 1.4：経済的資源への平等な権利
	 <p>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</p>	2.3：小規模食料生産者の生産性と所得の向上 2.4：農業の生産性と持続可能性向上
	 <p>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</p>	8.1：各国状況に応じた1人あたり経済成長率持続 8.2：イノベーションによる高レベルの経済生産性の達成 8.3：中小零細企業の設立・成長を奨励 8.5：完全かつ生産的な雇用及び働きがいのある人間らしい仕事、ならびに同一労働同一賃金を達成 8.9：持続可能な観光業を促進するための政策立案実施
	 <p>強靱（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</p>	9.2：雇用およびGDPに占める産業セクターの増加
	 <p>各国内及び各国間の不平等を是正する</p>	10.1：各国所得下位40%の所得成長率を国内平均以上に 10.2：すべての人々の能力強化及び社会的、経済的及び政治的な包含を促進
	 <p>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</p>	15.2：森林の持続可能な経営の促進と、世界全体で新規植林及び再植林の大幅増加
衛生状態の改善	 <p>あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる</p>	1.5：貧困層の極端な気象現象や災害への脆弱性の軽減
	 <p>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</p>	2.1：飢餓の撲滅 2.2：あらゆる形態の栄養不良の解消
	 <p>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</p>	3.1：世界の妊産婦の死亡率を削減 3.2：新生児、5歳未満児の死亡率低減 3.8：ユニバーサル・ヘルス・カバレッジの達成 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
	 <p>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</p>	6.1：安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスの達成 6.2：適切かつ平等な下水施設・衛生施設へのアクセスの達成
教育機会の拡大	 <p>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</p>	3.c：開発途上国の保健財政及び保健人材の大幅拡大
	 <p>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</p>	4.1：すべての子どもが無償かつ公平で質の高い初等・中東教育を修了 4.2：すべての子どもが、質の高い乳幼児の発達支援、ケア及び就学前教育にアクセスすることにより、初等教育を受ける準備が整う 4.3：すべての人々が、手頃な価格で質の高い技術教育、職業教育及び大学を含む高等教育への平等なアクセスを得られるようにする 4.4：働きがいのある人間らしい仕事および起業の技能を備えた若者と成人の割合の増加 4.5：脆弱層が、あらゆるレベルの教育や職業訓練に平等にアクセスできる 4.6：すべての若者および大多数の成人が読み書き能力及基本的計算能力を身につけられるようにする 4.7：すべての学習者が持続可能な開発を促進するために必要な知識及び技能を習得できるようにする
	 <p>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</p>	8.6：就労、修学および職業訓練いずれも行わない若者の割合を大幅に減らす

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。

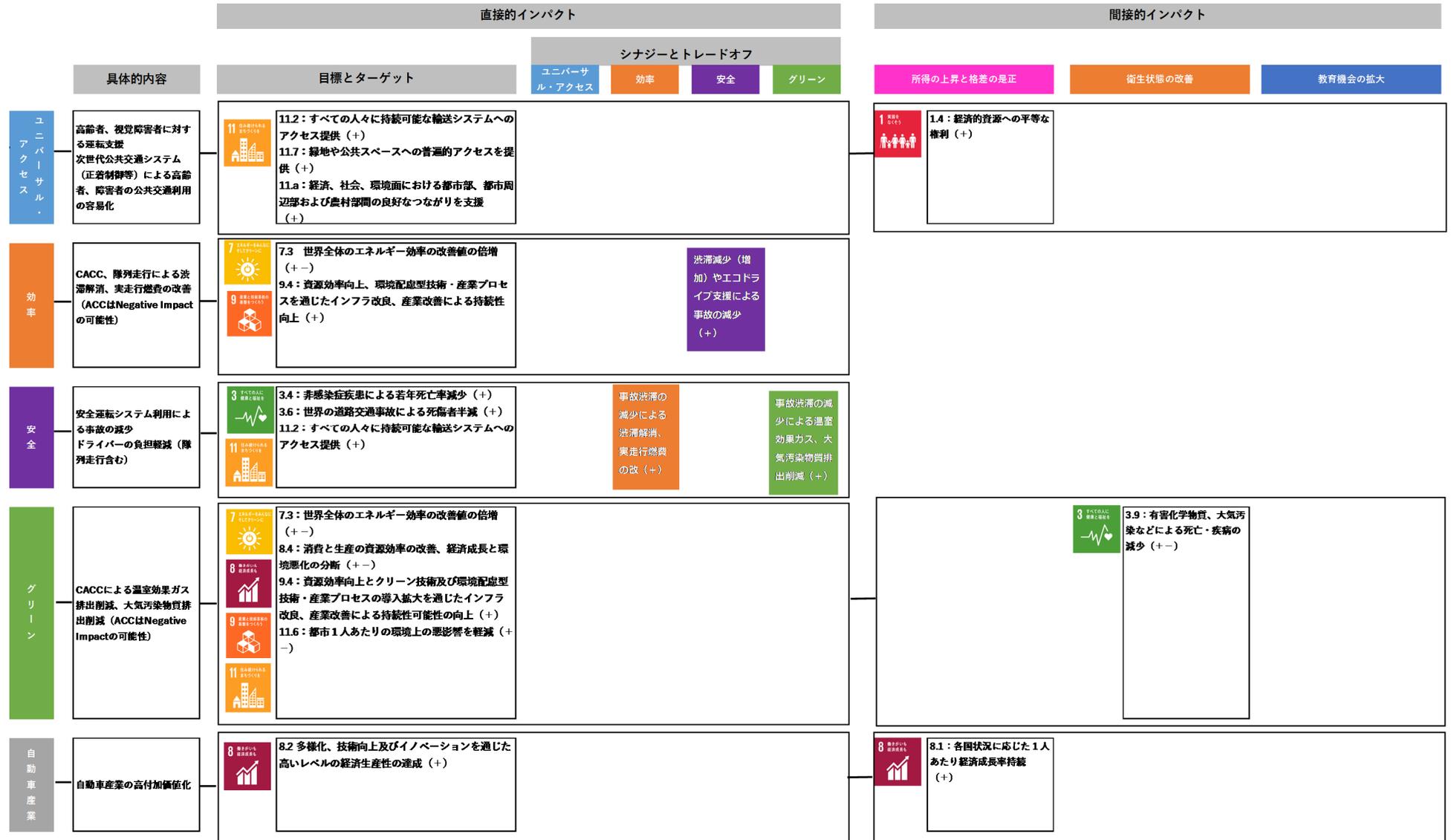
持続可能なモビリティの「効率」に関連する自動運転の機能としては、CACC や隊列走行による渋滞解消や実走行燃費の改善が挙げられる。これは SDGs の目標 7 や 9 の実現に直接的に寄与する。ただし、ACC については、車間距離が長い場合、普及がむしろ渋滞を引き起こす可能性も指摘されており（たとえば金沢等, 2012）、その場合は、目標 7 にはネガティブなインパクトをもたらすことになる。さらに、「安全」にはシナジーを与える。すなわち、渋滞が減少すればそれに応じて事故も減少するからである。加えて、自動運転機能によるアクセル制御などのエコドライブ支援は直接的に車両単体の実燃費改善に貢献するであ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

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、間接的インパクトとして、

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。



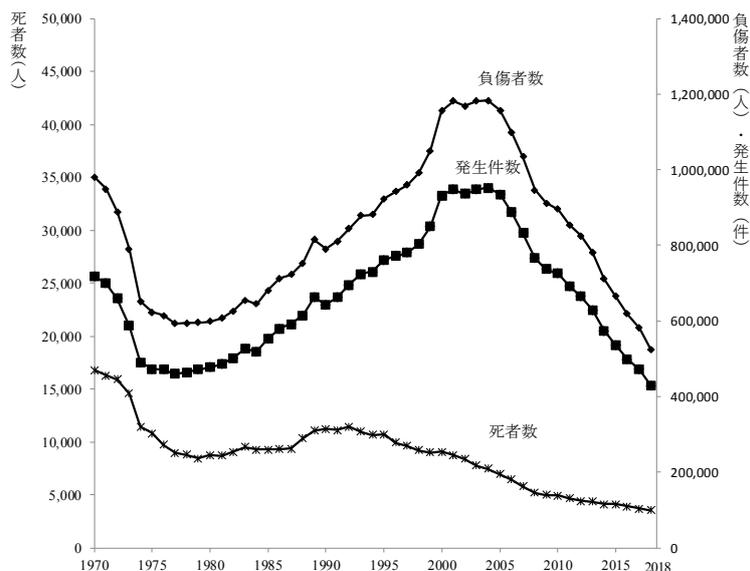
注) SDGs のターゲットに付した (+) はポジティブ・インパクト、(-) はネガティブ・インパクトの可能性を意味する。また、(+/-) は、ポジティブ・インパクトとネガティブ・インパクトの両方の可能性があることを示す。SDGs の各ターゲットの概要記述は、外務省による仮訳文章を短縮したもの。

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。

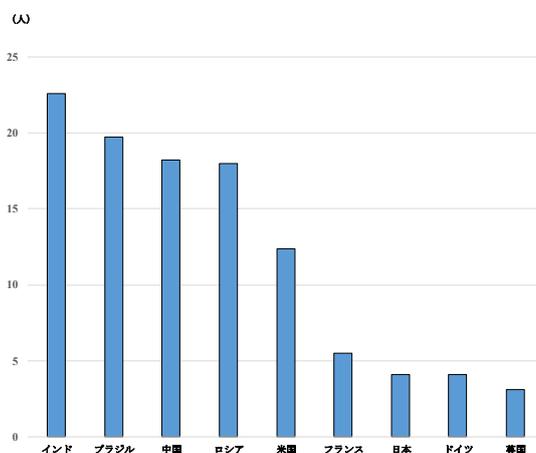
注2) 1965年までの件数は、物損事故を含む。

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」より筆者作成

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

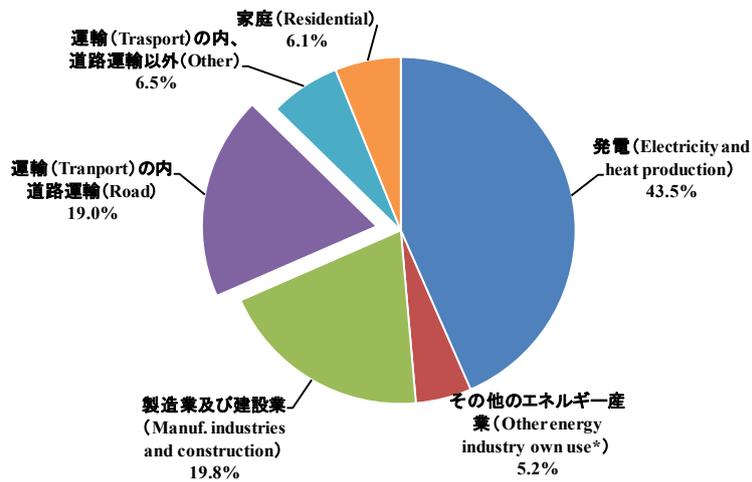
図 2.3-3 主要国における人口10万人あたりの道路交通事故死者数推計値 (2016年)

コラム 2 : 温室効果ガス排出と大気汚染の実態

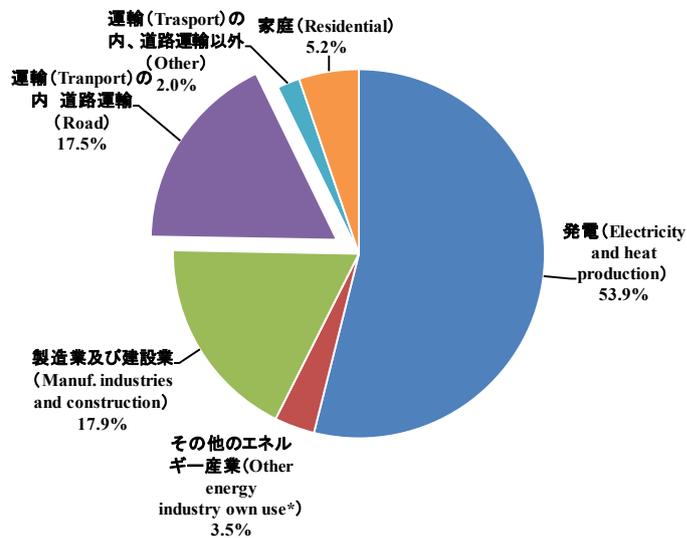
IEA(2018)によれば、世界全体のエネルギー起源の CO2 排出量の 19.0%が、道路運輸からのものである。日本では、この比率は、これより少なく、17.5%となっている。(図 2.3-4)

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。

2016年のセクター別のCO2 排出量(エネルギー起源):世界全体



2016年のセクター別のCO2 排出量(エネルギー起源):日本



出所) IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion, 2018

図 2.3-4 CO2 排出量のセクター別構成

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。

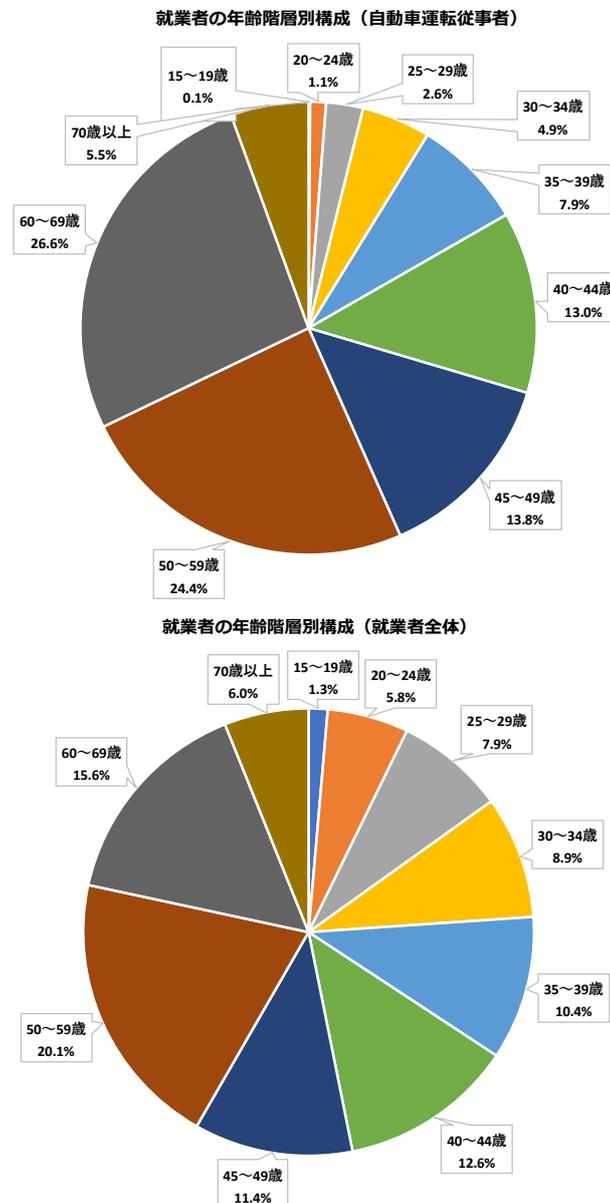
最後に、自動車産業にとっては、SAE レベル3 以上の自動運転の普及は、自動車産業の高付加価値化に寄与し、自動運転の移動・物流サービスでの活用による経済全体の全要素生産性上昇と相まって、一国全体の経済生産性の上昇をもたらす。そして、それは間接的に、SDGs8 ターゲット 8.1 の実現に寄与する。

		直接的インパクト				間接的インパクト			
		具体的内容	目標とターゲット	シナジーとトレードオフ			所得の上昇と格差の是正	衛生状態の改善	教育機会の拡大
				ユニバーサル・アクセス	効率的	安全			
ユニバーサル・アクセス	過疎地/地方での無人運転公共交通の提供	11 持続可能な都市とコミュニティ	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 (+) 11.7: 緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを提供 (+) 11.a: 経済、社会、環境面における都市部、都市周辺部および農村部間の良好なつながりを支援 (+)	公共交通機関への移行による移動の効率性向上、コスト削減 (+)	公共交通機関への移行によるエネルギー消費の削減 (+)	1 貧困削減 8 経済的成長と雇用	1.4: 経済的資源への平等な権利 (+) 8.3: 中小企業設立・成長を奨励 (+)	4 質の高い教育と技能形成 4.3: すべての人々が、手頃な価格で質の高い技術教育、職業教育及び大学を含む高等教育への平等なアクセスを得られるようにする (+) 4.4: 働きがいのある人間らしい仕事および職業の技能を備えた若者と成人の割合の増加 (+) 4.5: 脆弱層が、あらゆるレベルの教育や職業訓練に平等にアクセスできる (+) 4.7: すべての学習者が持続可能な開発を促進するために必要な知識及び技能を習得できるようにする (+)	
効率	過疎地/地方での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	7 持続可能なエネルギー 9 産業と資源効率 11 持続可能な都市とコミュニティ 13 気候行動	7.3: 世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増 (+) 9.4: 資源効率向上、環境配慮型技術・産業プロセスを通じたインフラ改良、産業改善による持続性向上 (+) 11.5: 水関連災害などの災害の被災者数や直接的経済的損失を大幅に削減 (-) 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 (-)		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 (+)	8 経済的成長と雇用	8.5: 完全かつ生産的な雇用及び働きがいのある人間らしい仕事、ならびに同一労働同一賃金を達成 (+/-)		
安全	無人運転公共交通、無人トラックを含む効率的な物流システムの構築	3 健全な人や社会 11 持続可能な都市とコミュニティ	3.4: 非感染症疾患による若年死亡率減少 (+) 3.6: 道路交通事故死傷者半減 (+) 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 (+)	事故渋滞の減少による渋滞解消、異次元燃費の改善 (+)	事故渋滞の減少による温室効果ガス、大気汚染物質排出削減 (+)				
グリーン	無人運転公共交通、無人トラックを含む効率的な物流システムの構築	7 持続可能なエネルギー 8 経済的成長と雇用 9 産業と資源効率 11 持続可能な都市とコミュニティ	7.3: 世界全体のエネルギー効率の改善値の倍増 (+) 8.4: 消費と生産の資源効率の改善、経済成長と環境悪化の分断 (+) 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 (+) 11.6: 都市 1 人あたりの環境上の悪影響を軽減 (+)			3 健全な人や社会	3.9: 有害化学物質、大気汚染などによる死亡・疾病の減少 (+/-)		
自動車産業	自動車産業の高付加価値化	8 経済的成長と雇用	8.2 多様化、技術向上及びイノベーションを通じた高いレベルの経済生産性の達成 (+)			8 経済的成長と雇用	8.1: 各国状況に応じた 1 人あたり経済成長率持続 (+)		

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、間接的インパクトとして、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。

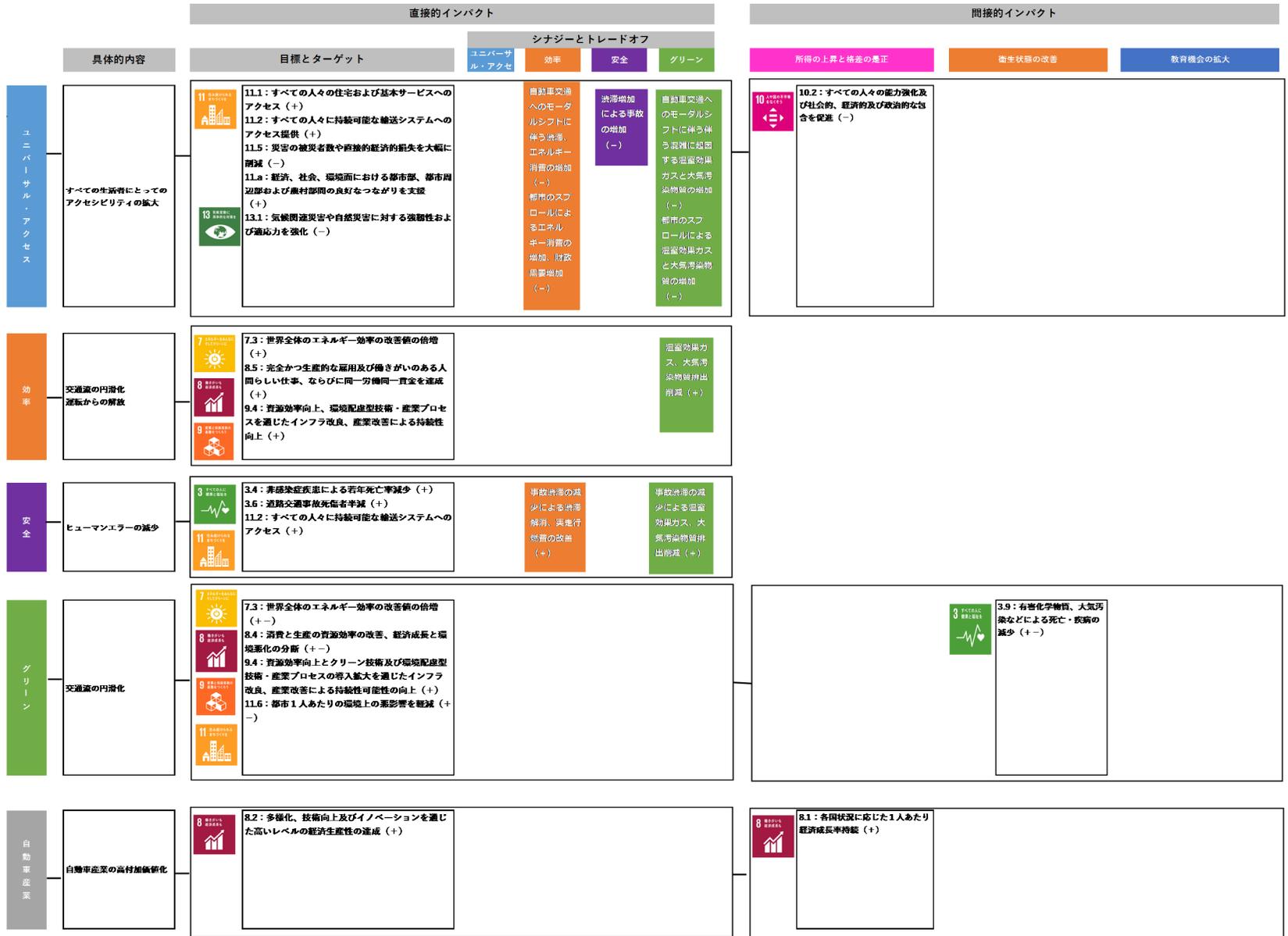


図 2.3-7 長期的インパクト（オーナーカー、自己所有）

(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、コンパクト化し、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みや、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、間接的インパクトとして、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、自己所有とは全く異なる影響を有する。何故ならば、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。自動車産業は、日本の産業の中で、他産業部門への大きな影響を与える産業である（コラム 5 参照）。よって、構造転換が遅れた場合、自動車販売量の減少は、日本の経済成長、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。しかしながら、一方で、自動車生産の減少は、天然資源の効率的利用、廃棄物の削減、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。

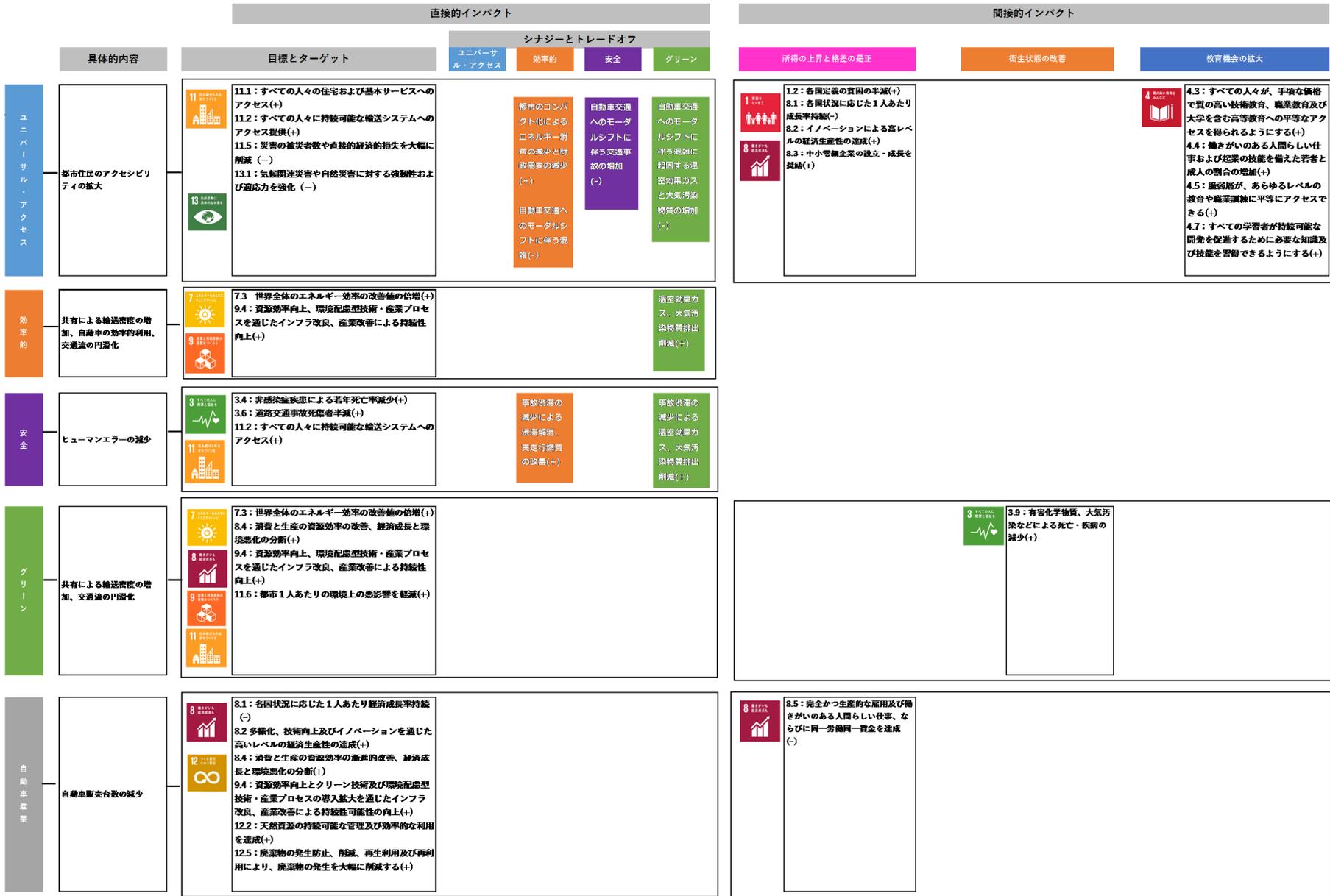
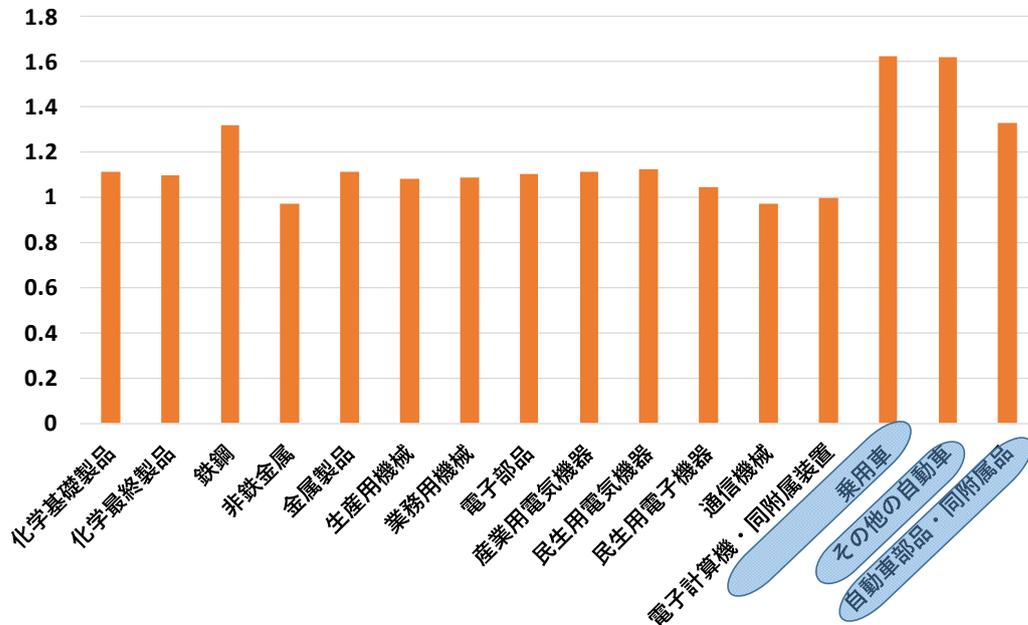


図 2.3-8 長期的インパクト (シェアード・モビリティ)

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る。

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、直接的インパクト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る。

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

<ol style="list-style-type: none"> 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) IEA (2018): CO2 Emissions from Fuel Combustion (Highlights) 2018.
- 2) Alex Karner and Marcin Stepniak, Exploratory Topic 2: Places Where People Live, Work , and Play in National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Socioeconomic Impacts of Automated and Connected Vehicles*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25359>.
- 3) Hiroaki Miyoshi and Masanobu Kii (2017) , Macro Impact of Autonomous vehicles, Special Interest Session, ITS World Congress 2017, Montreal http://itsworldcongress2017.org/wp-content/uploads/2017/11/miyoshi_20171031.pdf
- 4) Sustainable Mobility for All (2017) : Global Mobility Report 2017 https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2643Global_Mobility_Report_2017.pdf
- 5) TWI2050 (2018) : Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/twi/TWI2050_Report_web-small-071018.pdf
- 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
- 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](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- 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

3. 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する（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）
- 社会的受容性

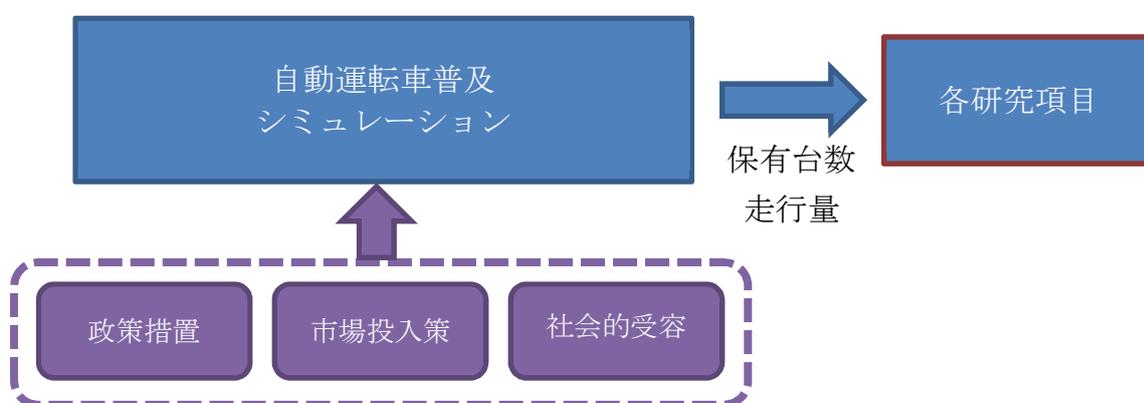


図 3.1-1 自動運転車普及シミュレーションの目的

3.2 先行研究の調査

自動運転車普及シミュレーションの構築にあたり、自動運転車の普及に関連する以下の 5 項目について先行研究を調査した。

- (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。Keeney (2017)は、これまでの自動運転のためのセンサーやコンピュータシステムの価格の低下から、将来自動運転車が商品化されるまでには 1,000 ドル～2,000 ドルなると見込んでいる。一方、Litman (2018)は、保守運用費用なども必要となり、より高価になると考えている。（表 3.2-1）

表 3.2-1 自動運転車のコスト

文献	追加コスト	備考
Keeney (2017)	1,000～2,000 ドル	左記は市場化時期の価格、現時点(2017)では、10,000～20,000 ドル
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。

Zmud et al. (2018)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受け入れられるためにその性能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。

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が、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ている。この分析により、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)、高橋・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は指摘

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)
Keeney (2017)	0.35
Kok et al. (2017)	0.068~0.245
高橋・鎌田 (2016)	0.23(注 1)
Litman (2018)	0.9(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 陽 (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、Trommer et al. (2016)は、10歳以上で自動運転車の利用が可能になること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. (2018)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)や高橋・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な考え方とモデルの限界

自動運転車普及シミュレーションの目的は、上述したように、「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 (e. g. Trommer et al., 2016) にしたり、ブレイクストーミング等の結果を利用 (e. g. Litman, 2018) したりして、パラメータを設定する方法が採られるが、自動運転のようにつくものレベルが併存する複雑な財に、こうした方法でパラメータを設定するのはかなり問題があると考えられる。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には利用できない。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。

今回構築する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、現実性の乏しい前提で、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、現実性の乏しい前提

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 モデルの枠組み

以下では、シミュレーションモデルの枠組みを説明する。

(1) 車の分類

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 3.4-1 のように、保有台数、新車登録台数、走行量を推計する。

表 3.4-1 自動運転車普及シミュレーションの枠組み

本研究における分類	推計方法の概要	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 ○自動運転車やカーシェア・ライドシェア等の導入普及による「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」の研究結果を取込み、オーナーカーから移動サービスへの移行をモデル化	保有台数 新車登録台数 走行量
移動サービス		
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 3.4-2 のように対応する。

表 3.4-2 本研究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
	乗合	普通車	自家用
小型車		自家用	
移動サービス	乗用	普通車	営業用
		小型車	営業用
	乗合	普通車	営業用
		小型車	営業用
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その他、Lv5 カーシェア・ライドシェア用車両を含める。

(2) シミュレーションの地域分割

普及シミュレーションでは、車の分類の特徴を踏まえ、表 3.4-3 に示すような地域に分割して推計を行う。カーシェアリングやライドシェアといった移動サービスは、人口密度など地域の特性によってその導入率が異なると考えられるため都市雇用圏単位で捉える。これを踏まえ、これらと競合する自家用乗用車も推計の単位を都市雇用圏とした。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。

表 3.4-3 本研究における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
	乗合	全国
移動サービス	乗用	都市雇用圏
	乗合	全国
物流サービス	貨物	全国

(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 3.4-1 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。

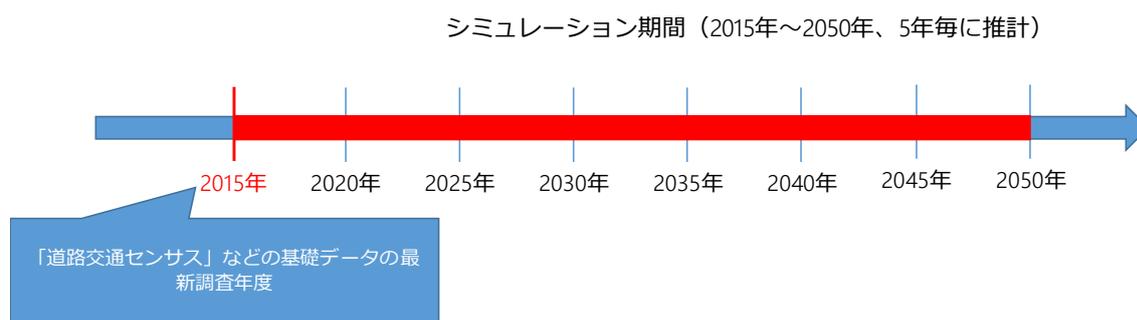


図 3.4-1 普及シミュレーションの対象期間

(4) モデル開発のステップ

モデル開発は、図 3.4-2 の通り 2 つのステップに分けて行う。2019 年度の STEP1 では、乗用車に関し、モデルの基本的な部分の構築する。2020 年度の STEP2 では、移動・物流サービスを取り入れると共に、「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」の研究成果を用いて、オーナーカー、移動サービス間の移動を評価できるモデルを構築する。

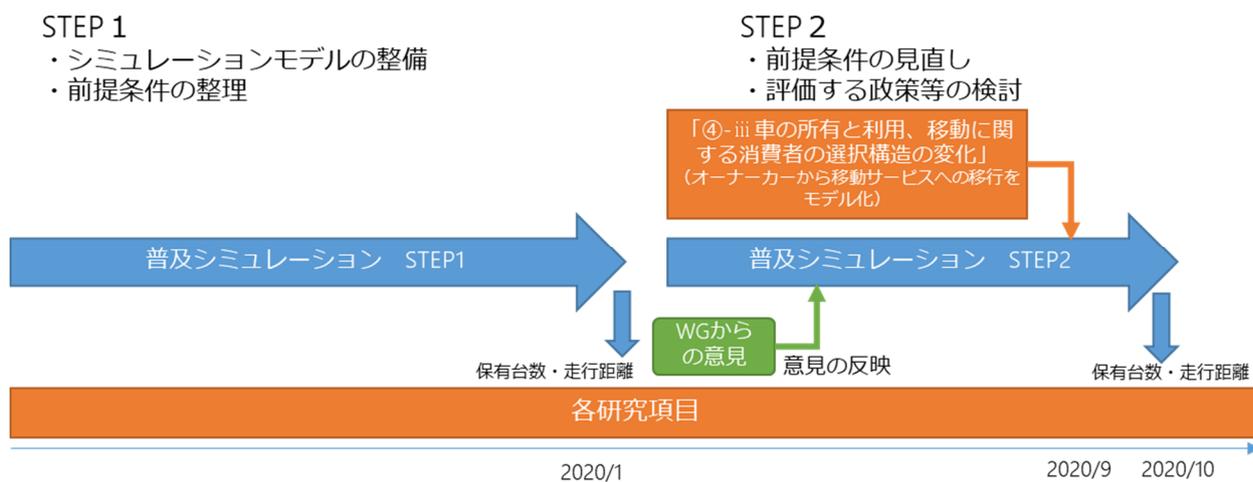


図 3.4-2 シミュレーション・モデルの開発ステップ

これらを含め、第2ステップで拡張したり見直したりする事項を表 3.4-4 にまとめた。

表 3.4-4 第1ステップと第2ステップの違い

項目	STEP1 (2019 年度)	STEP2 (2020 年度)
自動運転カテゴリ	オーナーカー	移動サービス、物流サービス用自動運転車を検討
電動化	車の自動運転化と独立に設定	自動運転化と電動化の関係を検討
走行量	1 台当たり走行量は現在と変わらずと置く	自動運転化による 1 台当たり走行量の変化を検討
耐用年数	現在と変わらずと置く	自動運転化、電動化による耐用件数の変化を検討
カーシェア ライドシェア	考慮せず	「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」の研究結果を利用

(5) 自動運転カテゴリ

本シミュレーション・モデルでは、自動運転車を表 3.4-5 のように C0～C6 の 7 つのカテゴリに区分する。自動運転カテゴリの設定にあたっては、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」と調整した。また、自動運転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指導いただいた。

表 3.4-5 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
C0	SAE Lv.0	SAE Lv.0	運転支援装置なし
C1	SAE Lv.1 運転支援	SAE Lv.1	<ul style="list-style-type: none"> ・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、 <ul style="list-style-type: none"> ・高速道路におけるレーンキーピングシステム (LKAS)+ACC(アダプティブ・クルーズコントロール) (低速から停止も含む全車速域対応[渋滞時運転支援]) ・高速道路における自動レーンチェンジ
C3	SAE Lv.3 条件付き運転自動化	SAE Lv.2	C2に加え、 <ul style="list-style-type: none"> ・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、 <ul style="list-style-type: none"> ・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、 <ul style="list-style-type: none"> ・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.5 (完全自動運転)		

(6) 車の電動化

車の電動化については、STEP1 では「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）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」に基づいて設定する。自動運転車は自動車の電動化と相性が良いため、自動運転車の普及と自動車の電動化には関連があると考えられるが、この関連性については STEP2 で検討する。

(7) 1 台当たり走行量

1 台当たり走行量は、人が運転するカテゴリ C1、C2、C3 では、交通事故リスクは軽減されるものの走行量には変化はないと想定する一方、人間が運転から解放される カテゴリ C4 以上では走行量が増加すると考えられる。この走行量の変化の大きさについては、STEP2 で検討する。

(8) 車の残存率

現行車両の車種別耐用年数は、残存率に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、最大年数は40年を仮定する。この耐用年数は、走行距離の変化や技術の変化を考慮し、自動運転化と電動化等で変化することを想定するが、具体的な変化率はSTEP2において検討する。

(9) カーシェア、ライドシェアの影響

カーシェア、ライドシェアは、現在でも利用が進みつつあるが、完全自動運転車の市場投入により、その利便性が大きく向上し普及が進むと考えられる。そこで、STEP2において、「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」(香川大学)の研究結果を利用してその影響を普及シミュレーションに取り入れる。

3.5 シミュレーションモデルの構造

オーナーカーの内の乗用車の普及シミュレーションの流れを図3.5-1に示す。この図に示されるように、次のような手順で新車登録台数、保有台数、走行量を推定する。

1. 各年度で必要となる車の台数の推計
2. 前年の保有台数と残存率から対象年度の残存台数を推計し、必要となる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

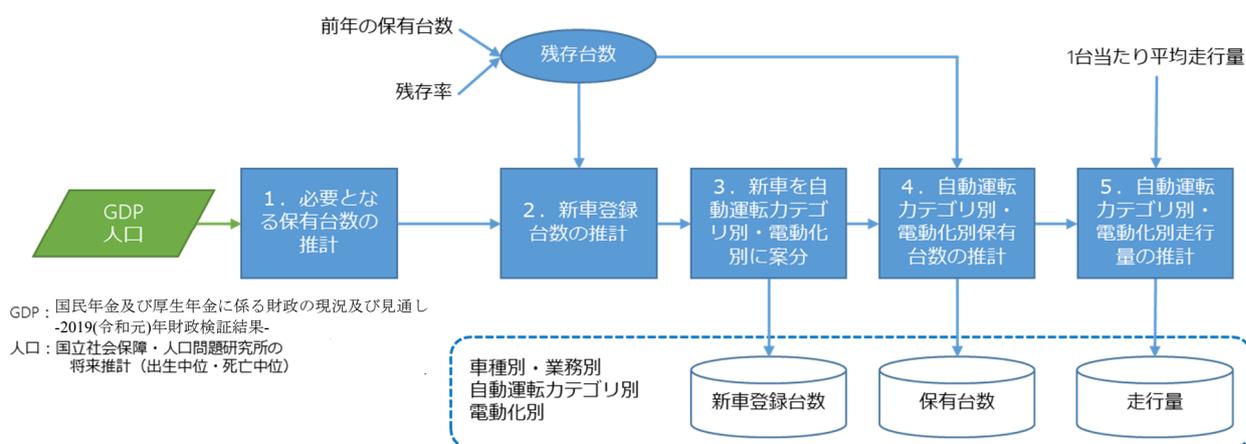


図 3.5-1 オーナーカーの場合のシミュレーションの流れ

3.6 モデル詳細

以下、上記の各ブロックの詳細を解説する。

3.6.1 必要となる保有台数の推計

乗用車の保有台数の推計は、図 3.6-1 に示すように、最初に免許保有者数を推計し、それに基づいて、全国の合計台数を推定して、それを、車種毎、都市雇用圏毎に案分する。

1. 人口から免許保有者数を推計する。
2. 全国の全家用乗用車台数を推定する。
3. 全国の全家用乗用車中の普通乗用車、軽乗用車、小型乗用車の割合を推定する。
4. 全国の普通乗用車、軽乗用車、小型乗用車を都市雇用圏毎に案分する。

人口から免許保有者数を求めるために免許保有率を用いるが、免許保有率は性別・年齢階層別で異なるほか、時代によっても変化している。そこで、免許保有率の将来推計モデルも構築した。

全国の乗用車保有台数は、免許保有者数などから推計し、それを車種に分割する。

さらに、それらを都市雇用圏毎に全国の保有台数を案分するために、2015年の都市雇用圏別家用乗用車の保有台数を免許保有者数、年齢別性別人口構成、人口密度などを説明変数としてモデル化して、そのモデルで計算した保有台数に応じて、全国の保有台数を都市雇用圏に案分する。

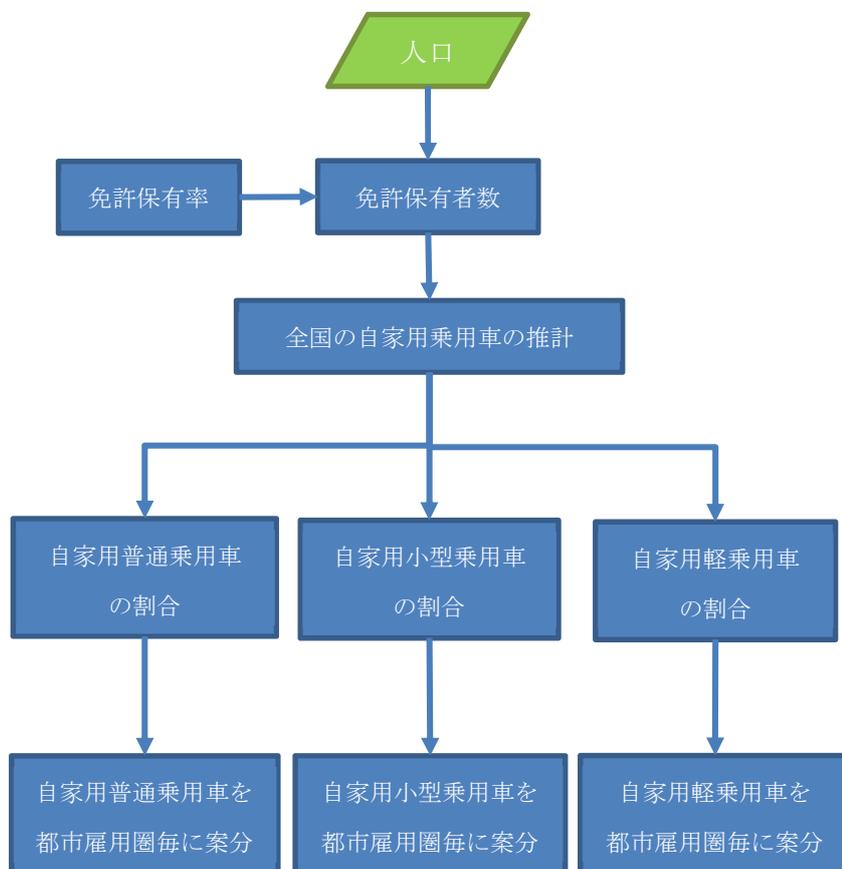


図 3.6-1 乗用車推計フロー

なお、このモデルで推定する将来の自家用乗用車の台数は、現状傾向を延長した乗用車の保有台数であり、カーシェアリングやライドシェアの影響を含んでいない。

(1) 免許保有率の推計

将来の免許保有者数を推計するために、免許保有率が将来どのように変化するかをモデル化した。

免許保有率をモデル化するために、以下の統計データを使用した。

- 運転免許保有者数：運転免許統計 補足資料 2 年齢別・種類別運転免許保有者数（平成 20 年度版、平成 25 年度版、平成 30 年度版）、警察庁
- 都道府県別人口：人口推計 各年 10 月 1 日現在人口 都道府県，年齢（5 歳階級），男女別人口－総人口、（平成 20 年度、平成 25 年度、平成 30 年度）、総務省

モデルの構築にあたって、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した。

近年の免許保有率の状況を見ると、免許保有率は都道府県別、性別、年齢階層別にばらつきが多いが、年齢階層を横軸にプロットすると、図 3.6-2、図 3.6-3 のように 40～44 歳で一定水準に達し、その後高齢者になるほど免許保有率は低下する。また、同一の都道府県で年度ごとに比較すると、40 歳未満では 2013 年、2018 年で大きな差はないが、男性では 70 歳以上、女性では 45 歳以上で年々免許保有率が高まっている。これは、免許保有率が高いコーホートが高齢化しているためと考えられる。そこで、高齢者の免許保有率の推計には、コーホートとしての免許保有率の推計を行う。

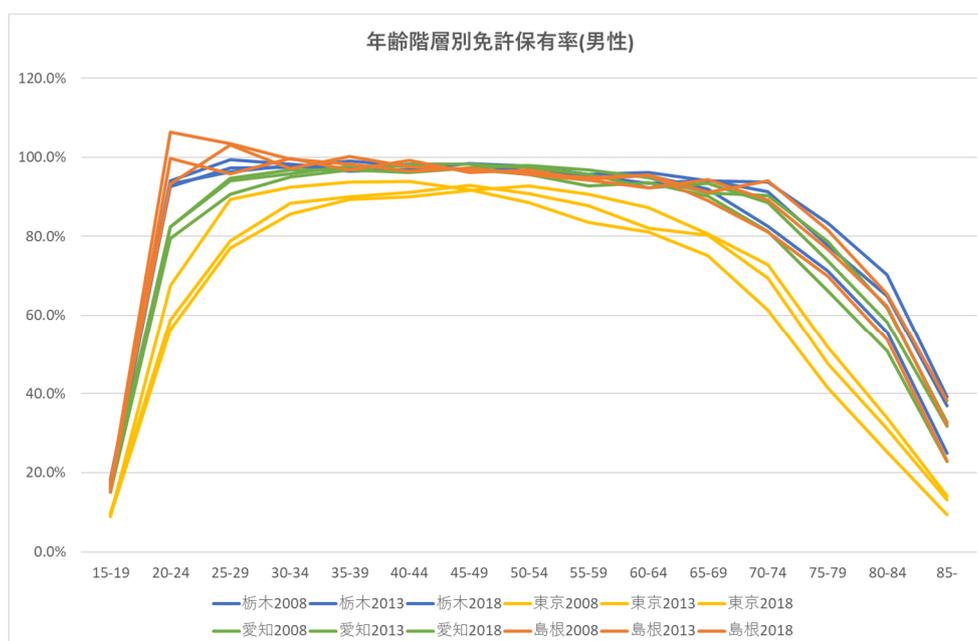


図 3.6-2 男性の免許保有率

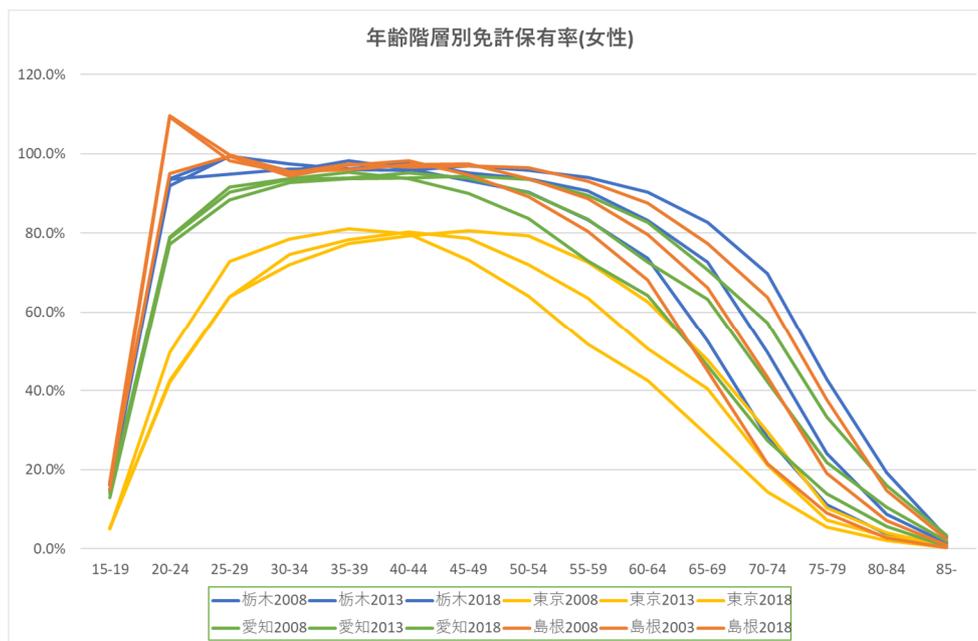
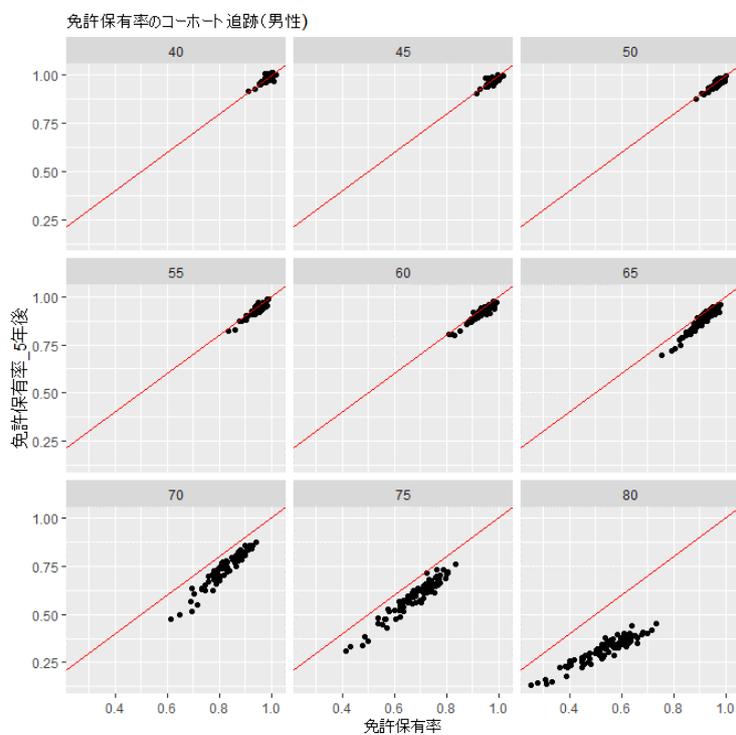


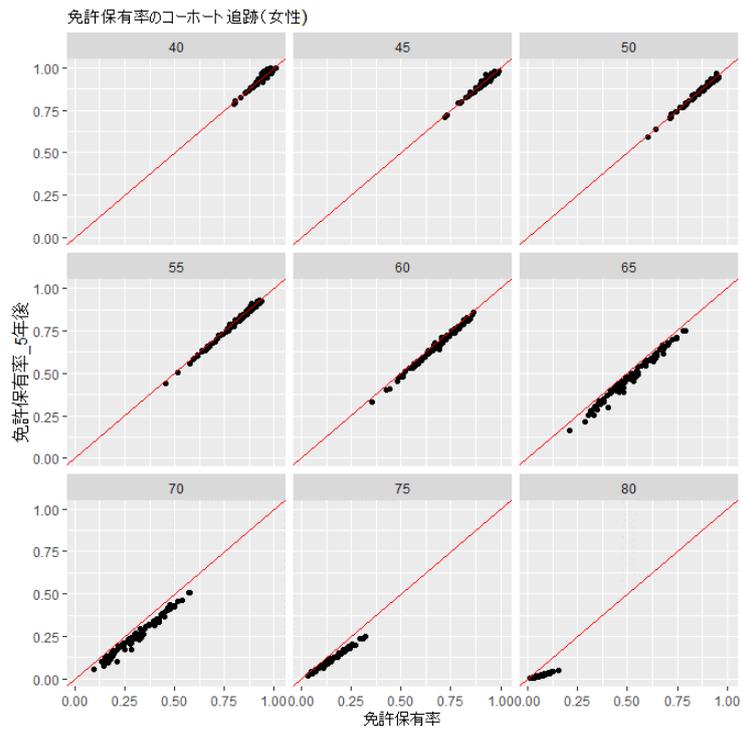
図 3.6-3 女性の免許保有率

コーホートとしての免許保有率の変化をみるために、ある年のある年齢階層の免許保有率が5年後に5歳上の年齢階層の免許保有率がどのように変化するかを調べた(図 3.6-4、図 3.6-5)。このグラフを見ると、免許保有率と免許保有率_5年後の間には直線的な関係があると考えられる。



注) 赤線は現在の免許保有率=5年後の免許保有率、47都道府県のデータをプロット

図 3.6-4 男性の免許保有率のコーホートでの変化



赤線は現在の免許保有率=5年後の免許保有率

図 3.6-5 女性の免許保有率のコーホートでの変化

そこで、性別・年齢階層別のコーホートで5年後の免許保有率に差があるかないかを検定（t検定）し、棄却率5%で有意な差がある場合に、免許保有率と5年後の免許保有率の回帰式を推定した。表3.6-1がその結果である。

表 3.6-1 年齢階層毎の免許保有率の変化

性別	年齢from	年齢to	差の検定			回帰式					
			5年後との免許保有率の差の平均	t.value	p.value	傾き	t値	p値	切片	t値	p値
男性	40	45	-0.006	-6.31	0.0000	0.8315	13.7565	0.0000	0.1603	2.6848	0.0086
	45	50	-0.006	-5.33	0.0000	0.7536	9.6882	0.0000	0.2344	3.0842	0.0027
	50	55	-0.010	-9.71	0.0000	0.8736	16.2204	0.0000	0.1124	2.1558	0.0337
	55	60	-0.011	-10.34	0.0000	1.0213	23.7566	0.0000	-0.0316	-0.7756	0.4399
	60	65	-0.017	-15.18	0.0000	0.9596	29.1929	0.0000	0.0207	0.6728	0.5027
	65	70	-0.029	-16.52	0.0000	1.2060	32.3398	0.0000	-0.2170	-6.3815	0.0000
	70	75	-0.080	-29.22	0.0000	1.2022	31.8269	0.0000	-0.2475	-7.8862	0.0000
	75	80	-0.086	-33.05	0.0000	1.0490	33.7818	0.0000	-0.1196	-5.6000	0.0000
	80	85	-0.217	-49.55	0.0000	0.6377	25.1971	0.0000	-0.0236	-1.7211	0.0885
女性	40	45	0.000	-0.41	0.6830						
	45	50	-0.002	-2.41	0.0177						
	50	55	-0.004	-5.35	0.0000	0.9988	96.4681	0.0000	-0.0029	-0.3200	0.7497
	55	60	-0.007	-7.49	0.0000	1.0249	117.0240	0.0000	-0.0262	-3.7634	0.0003
	60	65	-0.017	-18.61	0.0000	1.0146	120.3858	0.0000	-0.0267	-4.6107	0.0000
	65	70	-0.038	-21.56	0.0000	1.0179	75.8363	0.0000	-0.0472	-6.5732	0.0000
	70	75	-0.054	-28.30	0.0000	0.9242	61.9626	0.0000	-0.0302	-6.1540	0.0000
	75	80	-0.035	-23.21	0.0000	0.7947	86.1742	0.0000	-0.0058	-4.0929	0.0001
	80	85	-0.036	-17.31	0.0000	0.3177	54.0601	0.0000	0.0003	0.9483	0.3454

以上の分析をもとに、将来の都道府県別、性別、年齢階層の免許保有率の推計を以下のように行った。

1. 2015年の都道府県別、性別、年齢階層別免許保有率を基準とする。
2. 2020年～2050年の5年毎の都道府県別、性別、年齢階層別免許保有率を次のように推定する。
 - 年齢44歳未満の年齢階層は、2015年の免許保有率と同じとする。
 - 年齢45歳以上の年齢階層は、5年前の5歳下の年齢階層の免許保有率との回帰式によって免許保有率を推定する。
3. 上で設定した5年毎の間の年の免許保有率は、線形補間する。

(2) 全国の自家用乗用車保有台数

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した。将来推計を行う場合には、2015年度の保有台数が実績値と一致するように補正係数を、モデルの予測値に掛けて用いる。

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

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

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)

係数	値	t値	Pr(> t)
log(C)	-11.3027	-4.062	0.00362
a1	1.6919	11.781	2.47E-06
a2	0.2921	7.355	7.96E-05

図 3.6-6 全国の自家用乗用車保有台数の推定式

全国の自家用乗用車保有台数の実績値と予測値
赤線は自家用乗用車保有台数=予測値の線

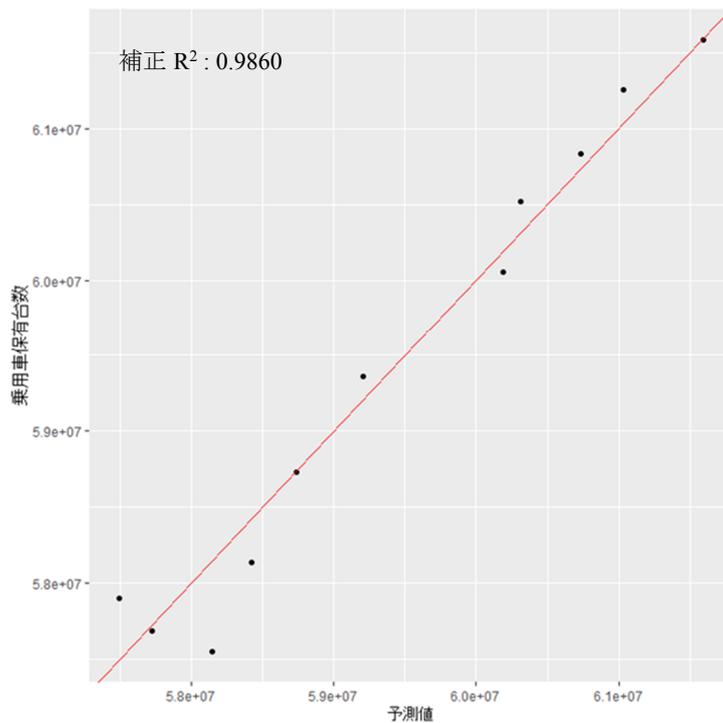


図 3.6-7 全国自家用乗用車の保有台数の推定結果

このモデルを用いて、本シミュレーションで想定する免許保有者数、GDP を用いて乗用車の保有台数の将来推計を行うと、図 3.6-8 のようになる。2030 年頃までは免許保有者が減少しても保有台数は一人当たり GDP の増加に伴い増加するが、それ以後は免許保有者数の減少に従って、保有台数も減少する。

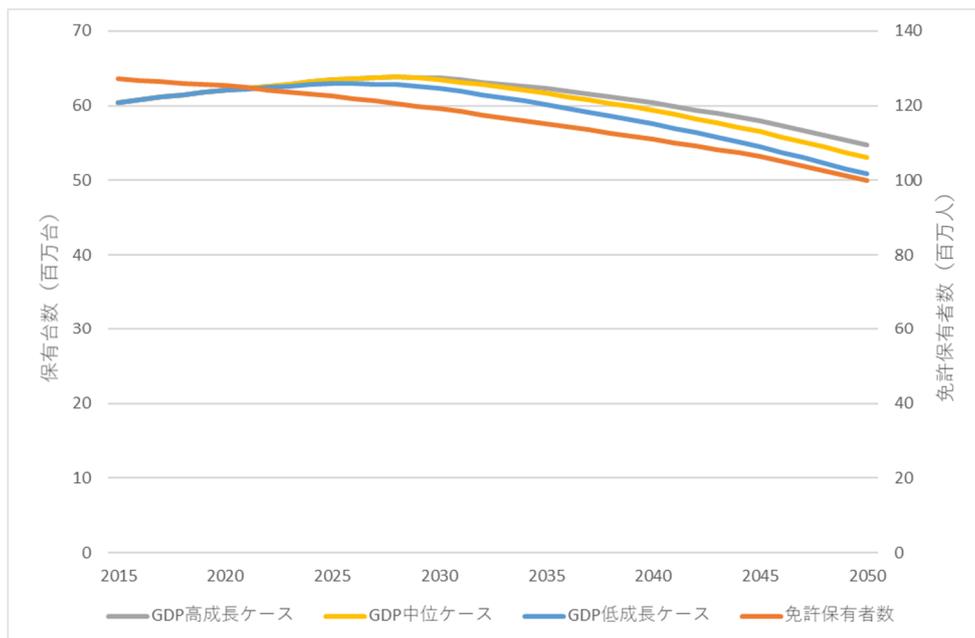


図 3.6-8 全国自家用乗用車の保有台数の将来推計

(3) 全国の自家用普通乗用車保有台数

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した。将来推計を行う場合には、2015年度の保有台数が実績値と一致するように補正係数を、モデルの予測値に掛けて用いる。

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

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

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)

係数	値	t 値	Pr(> t)
a0	-1.5679	-14.364	1.64E-07
a1	174.2988	6.324	0.000137

図 3.6-9 全国の自家用普通乗用車保有台数の推定式

全国の自家用普通乗用車保有台数の実績値と予測値
赤線は自家用普通乗用車保有台数=予測値の線

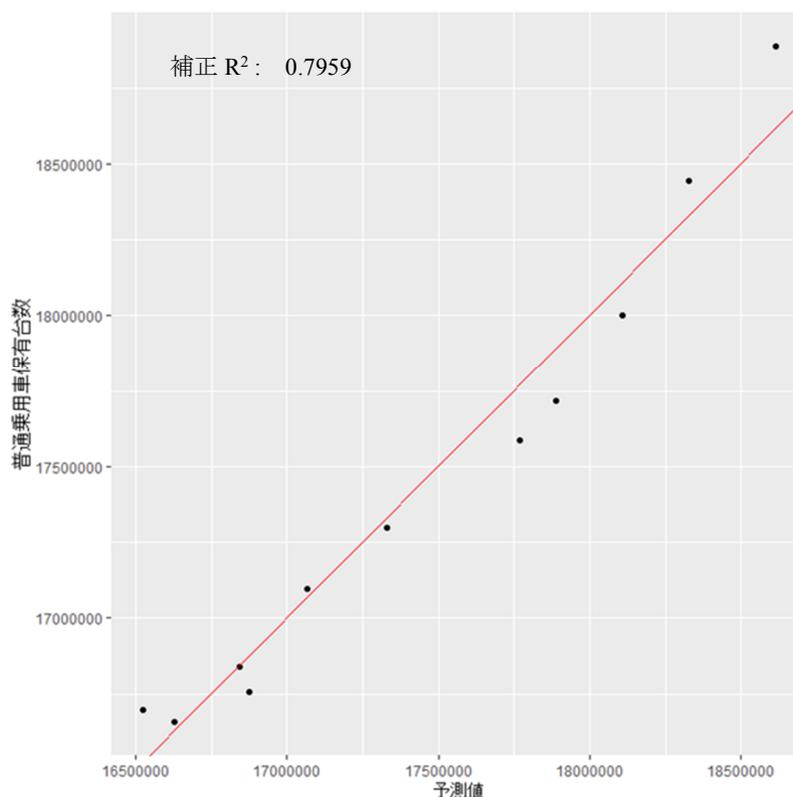


図 3.6-10 全国自家用普通乗用車の保有台数の推定結果

(4) 全国の軽乗用車保有台数

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した。将来推計を行う場合には、2015年度の保有台数が実績値と一致するように補正係数を、モデルの予測値に掛けて用いる。

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

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

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)

係数	値	t 値	Pr(> t)
a0	-9.7681	-25.429	6.13E-09
a1	-130.7077	-2.243	0.0551
a2	0.2161	17.115	1.38E-07

図 3.6-11 全国の軽乗用車保有台数の推定式

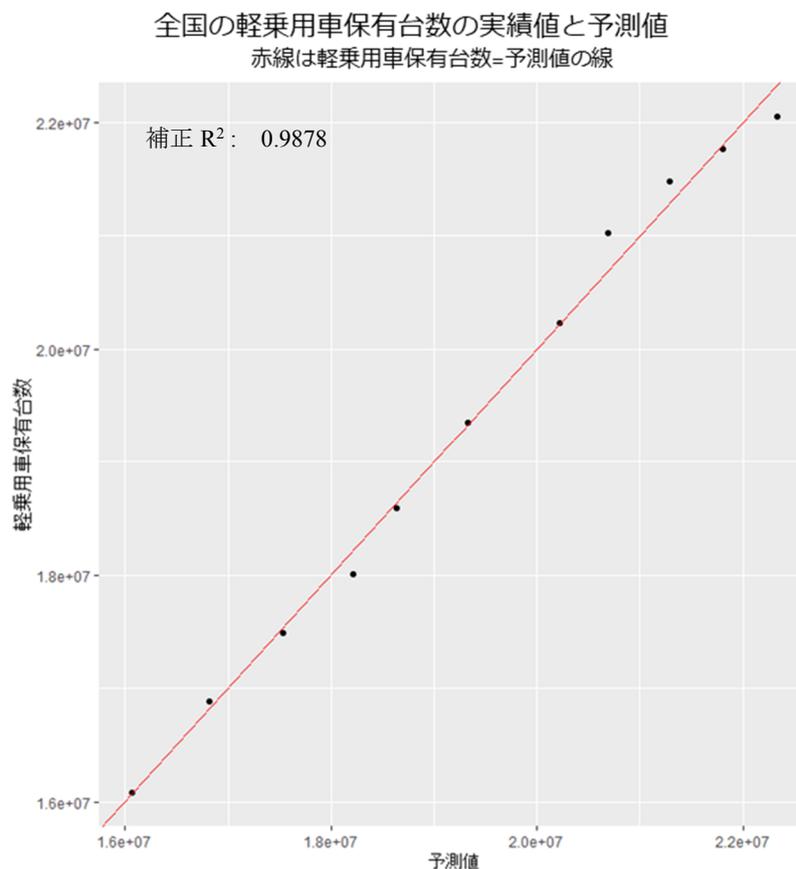


図 3.6-12 全国の軽乗用車の保有台数の推定結果

(5) 全国の自家用小型乗用車保有台数

全国の自家用小型乗用車台数は、次のようにして求める。

$$\begin{aligned} \text{全国の自家用小型乗用車台数} &= \text{全国の自家用乗用車台数} \\ &\quad - \text{全国の自家用普通乗用車台数} \\ &\quad - \text{全国の軽乗用車台数} \end{aligned}$$

図 3.6-13 全国の自家用小型乗用車保有台数の推定式

(6) 自家用普通乗用車の都市雇用圏毎の保有台数

都市雇用圏毎の自家用普通乗用車保有台数を、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した。予測に用いる場合、各都市雇用圏で 2015 年の保有台数が一致するように補正係数を掛ける。

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

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

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(%)

係数	値	t値	Pr(> t)
a1	1.0094	67.601	< 2e-16
a2	-2.9163	-5.223	5.03E-07
a3	-0.0063741	-6.824	1.45E-10
a4	-1.3901	-3.155	0.00189

図 3.6-14 都市雇用圏の自家用普通乗用車保有台数の推定式

都市雇用圏の自家用普通乗用車保有台数の実績値と予測値
赤線は自家用普通乗用車保有台数=予測値の線

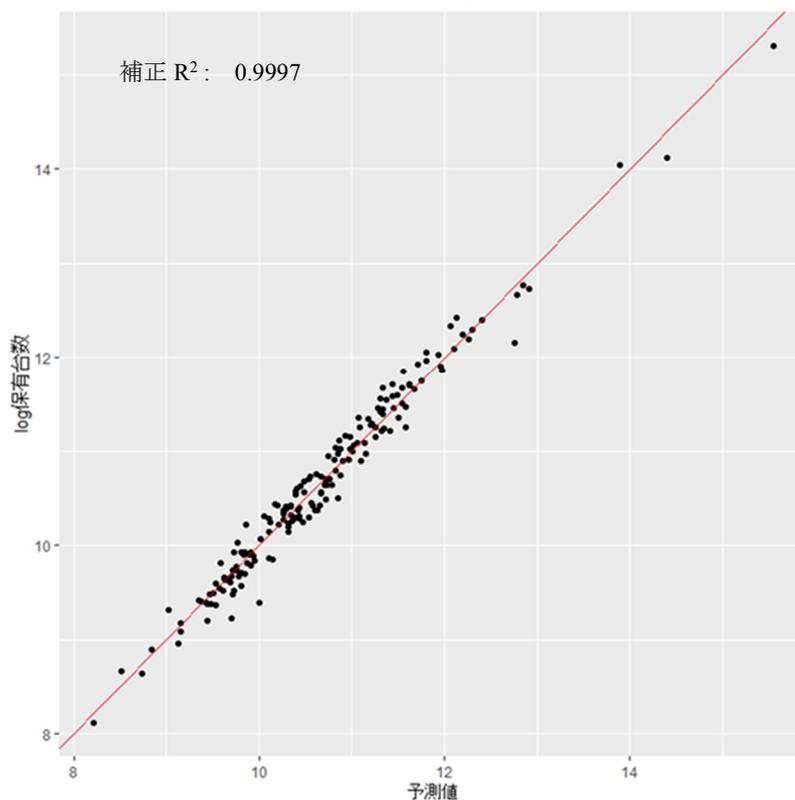


図 3.6-15 都市雇用圏の自家用普通乗用車の保有台数の推定結果

(7) 自家用小型乗用車の都市雇用圏毎の保有台数

都市雇用圏毎の自家用小型乗用車保有台数を、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した。予測に用いる場合、各都市雇用圏で2015年の保有台数が一致するように補正係数を掛ける。

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

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

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(%)

係数	値	t値	Pr(> t)
a0	-0.8806	-3.667	0.000328
a1	1.0035	84.227	< 2e-16
a2	-0.043157	-7.028	4.86E-11
a3	-0.006656	-3.601	0.000415
a4	0.15643	4.356	2.28E-05
a5	0.024979	7.571	2.25E-12

図 3.6-16 都市雇用圏の自家用小型乗用車保有台数の推定式

都市雇用圏の自家用小型乗用車保有台数の実績値と予測値
赤線は小型乗用車保有台数=予測値の線

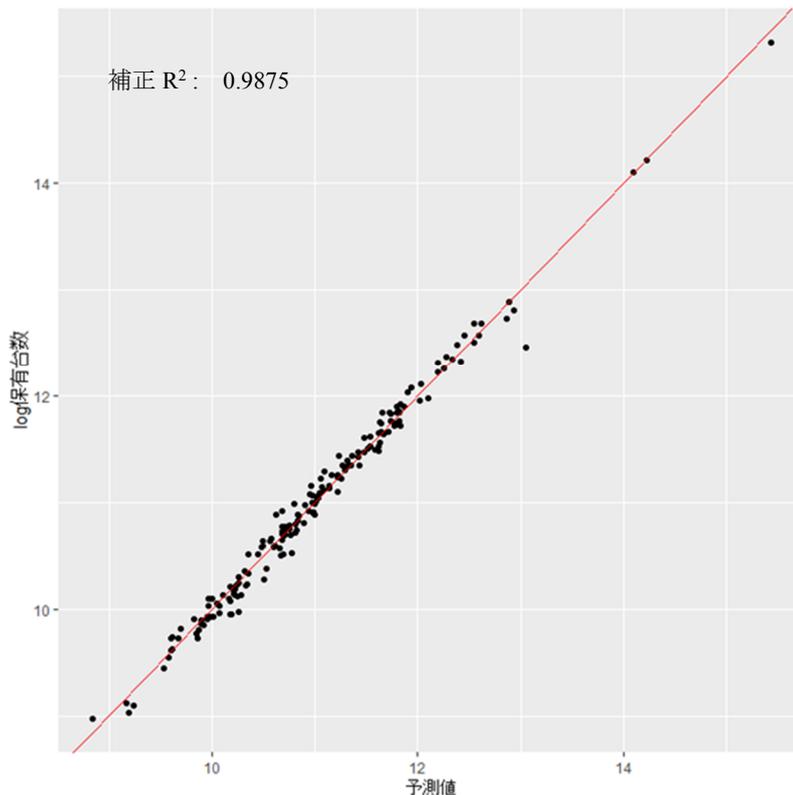


図 3.6-17 都市雇用圏の自家用小型乗用車の保有台数の推定結果

(8) 軽乗用車の都市雇用圏毎の保有台数

都市雇用圏毎の軽乗用車保有台数を、免許保有者数、人口密度、沖縄フラグ、北海道フラグ、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した。予測に用いる場合、各都市雇用圏で2015年の保有台数が一致するように補正係数を掛ける。

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

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

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(%)

係数	値	t値	Pr(> t)
a1	0.9261	80.692	< 2e-16
a2	-0.0175	-9.563	< 2e-16
a3	0.2896	5.057	1.10E-06
a4	-0.2457	-6.944	7.71E-11
a5	-0.0270	-8.247	4.26E-14
a6	0.04078	8.23	4.71E-14

図 3.6-18 都市雇用圏の軽乗用車保有台数の推定式

都市雇用圏の軽乗用車保有台数の実績値と予測値
赤線は軽乗用車保有台数=予測値の線

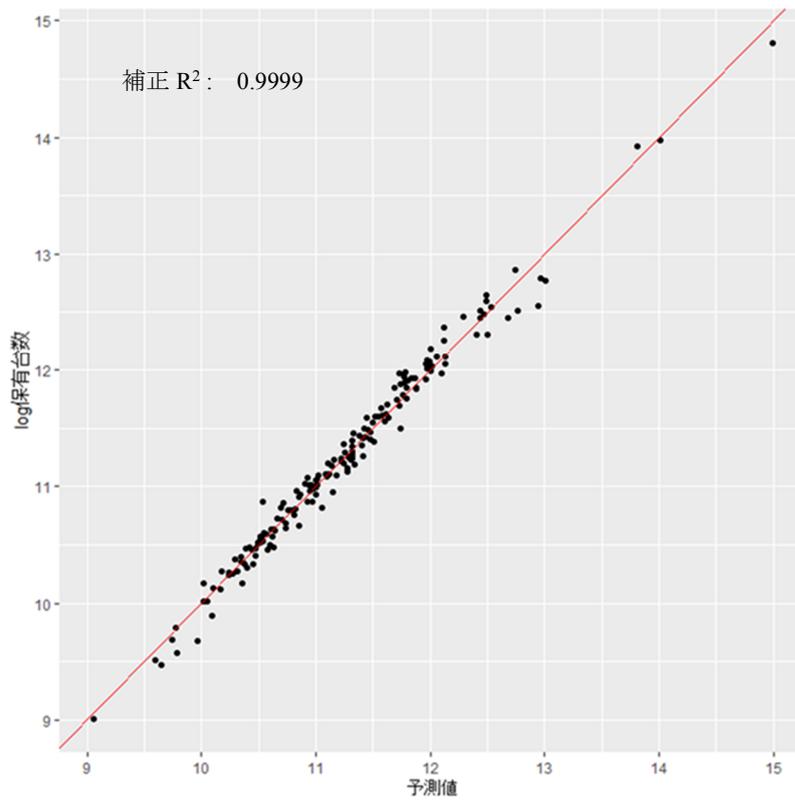


図 3.6-19 都市雇用圏の軽乗用車の保有台数の推定結果

3.6.2 新車登録台数の推計

新車登録台数の推計では、図 3.6-20 のように前年の保有台数から推計される車の残存台数と当該年度の推計された保有台数の差から評価する。このため前年度の保有台数から当該年度の残存台数を評価する必要がある。この評価に、新車登録年からの経過年数に応じて残存台数の割合を示す残存率を利用する。

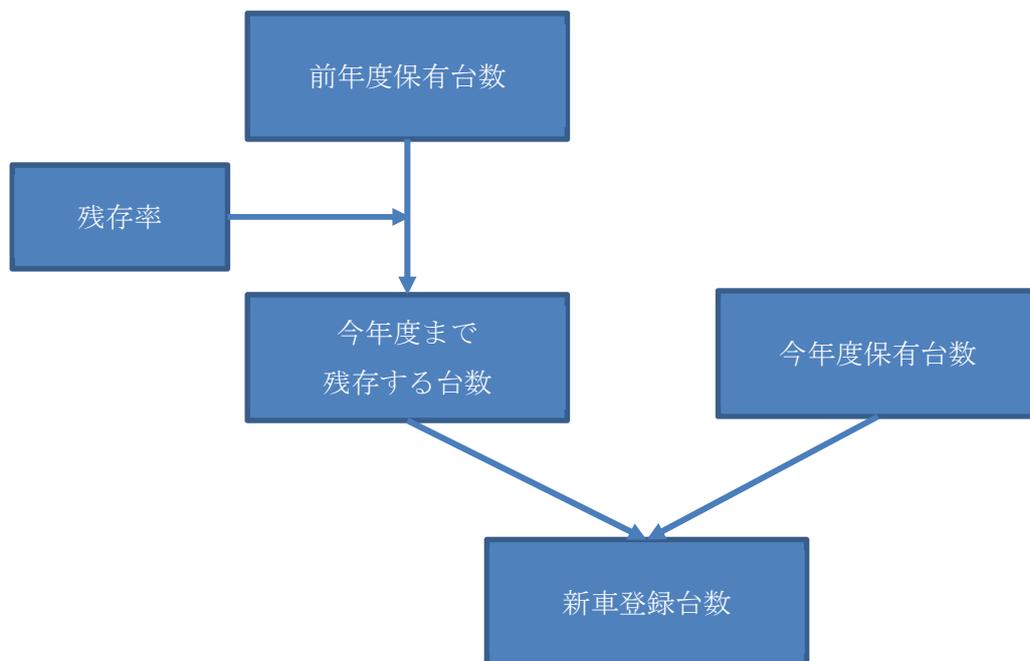


図 3.6-20 新車登録台数の推計フロー

自動車の残存率は保有台数と新車販売台数の統計から推定する。しかし、登録自動車と軽自動車では利用できる統計が異なるため、別々方法に推定する。

(1) 登録自動車の残存率

登録自動車では、次の統計を使用した。

- 保有台数：平成 13 年～平成 28 年 3 月、自動車保有車両数(平成 28 年 3 月) 初度登録年別、一般社団法人 自動車検査登録情報協会
- 新車販売台数：2001 年度～2015 年度、自動車統計月報(2002 年 4 月-2016 年 4 月) 新車登録台数、一般社団法人 日本自動車工業会
- 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、http://www.jama.or.jp/industry/four_wheeled/four_wheeled_2t1.html

初度登録年別保有台数は、平成 13 年～平成 28 年に販売された車は年毎に集計されているが、平成 12 年以前に販売された車は合計値となっている。そこで、登録自動車の残存率は、登録年度別の残存している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異なる残存率分布を仮定した（図 3.6-21）。但し、2 つの期間の境界では残存率が連続になるものとする。

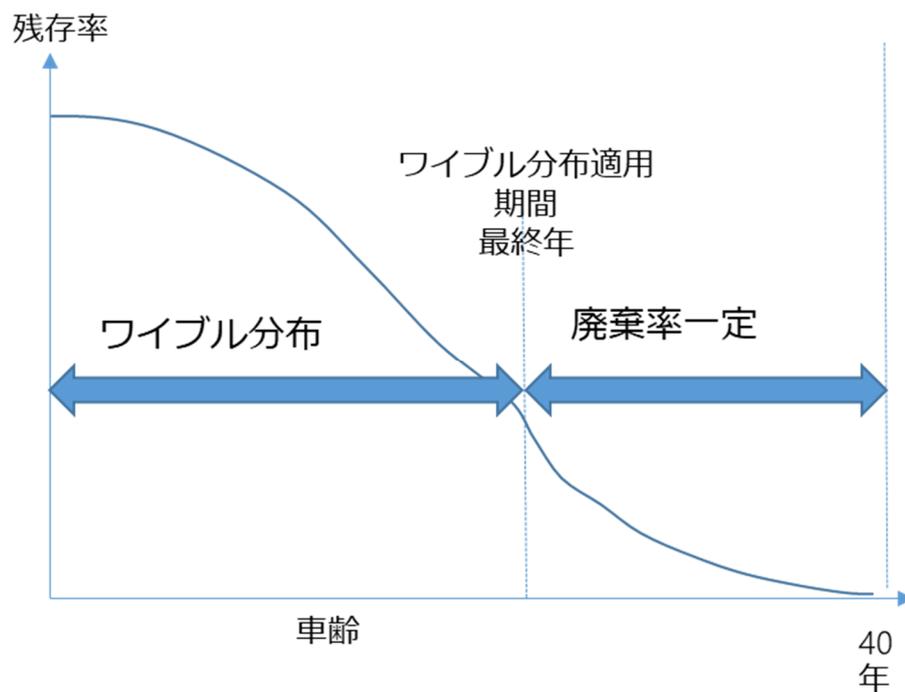


図 3.6-21 車の残存率のモデル

各期間の残存率は表 3.6-2 に基づいて推計する。

表 3.6-2 車の残存率の推定方法

	期間 1	期間 2
期間の定義	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。

登録自動車は表 3.6-3 の車種区分に分けて残存率を推計した。

表 3.6-3 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）	

ワイブル分布を仮定すると残存率 R と経過年数 t には、 $\ln(t)$ と $\ln(\ln(1/R))$ が直線上に並ぶという性質がある。しかし、多くの車種で0年目、1年目の統計上の残存率が2年目よりも小さく、経過年数と登録自動車の残存率をプロットすると、直線からのはずれが大きい（図 3.6-22）。このため、0年目、1年目のデータは除いて、ワイブル分布のパラメータを推定した。

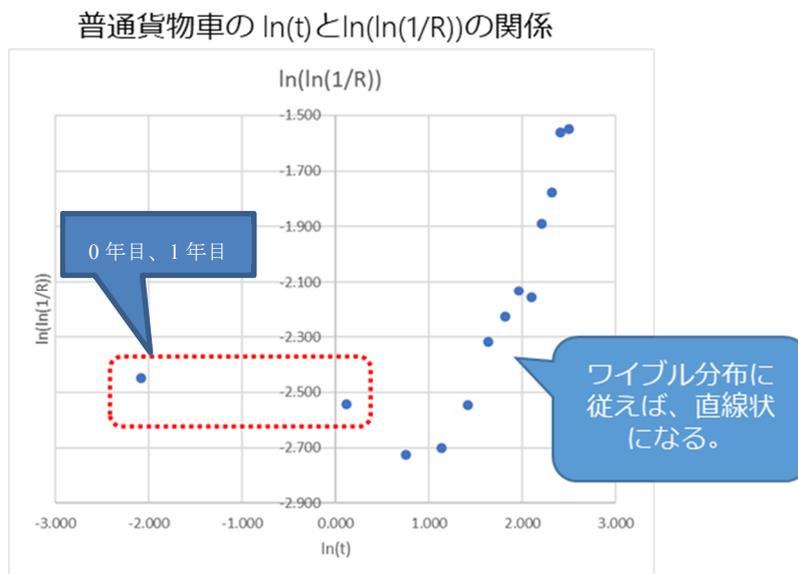


図 3.6-22 残存率のワイブル分布からのズレ

車種毎の推計結果を図 3.6-23、図 3.6-24、図 3.6-25、図 3.6-26 に示す。

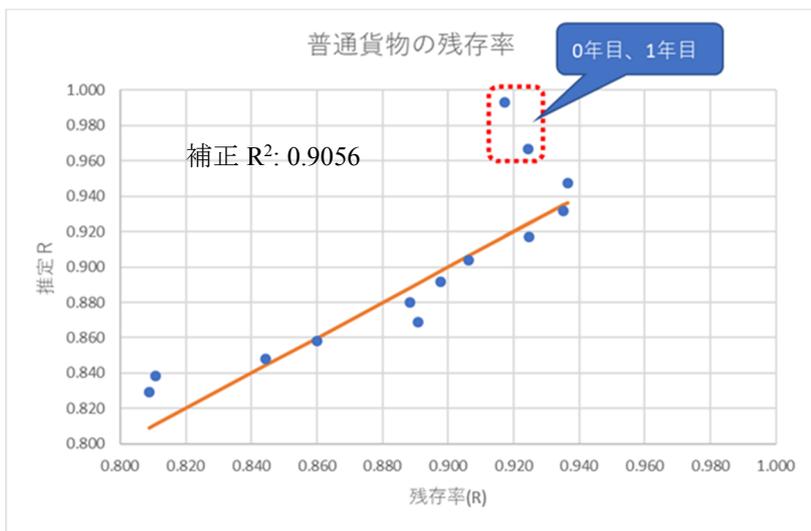


図 3.6-23 普通貨物の残存率とモデルの比較

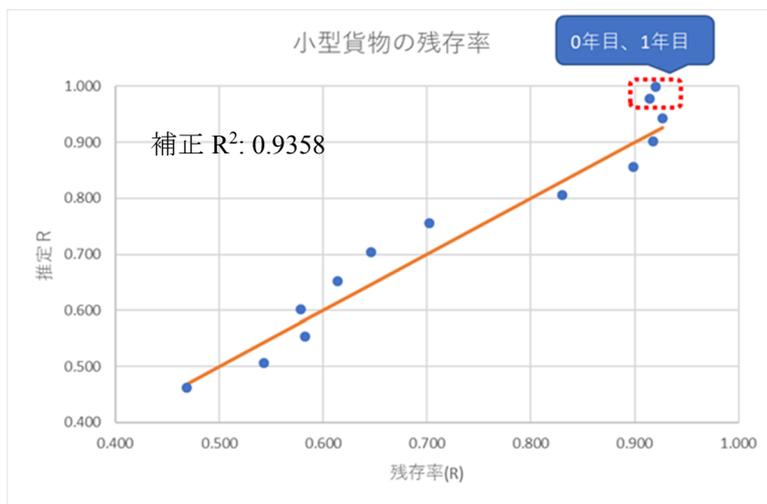


図 3.6-24 小型貨物の残存率とモデルの比較

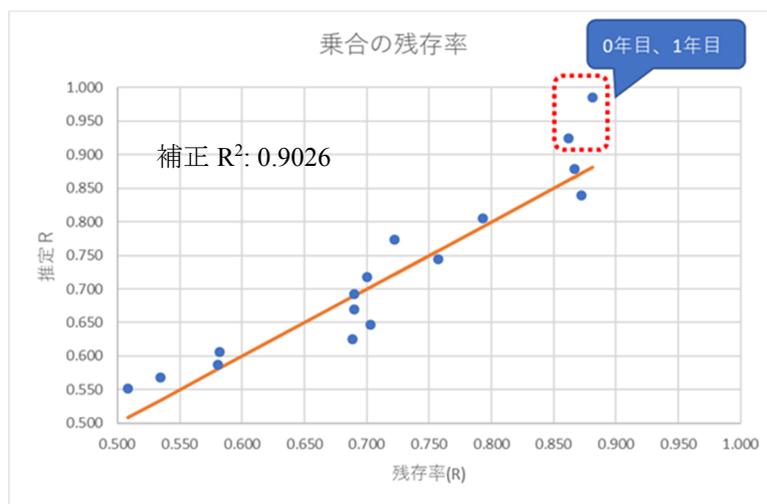


図 3.6-25 乗合車の残存率とモデルの比較

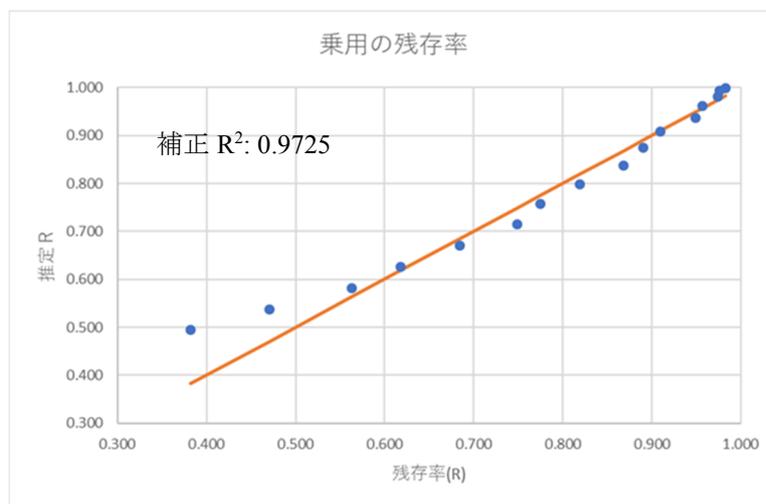


図 3.6-26 乗用車の残存率とモデルの比較

こうして推定した登録自動車の残存率を図 3.6-27 に示す。

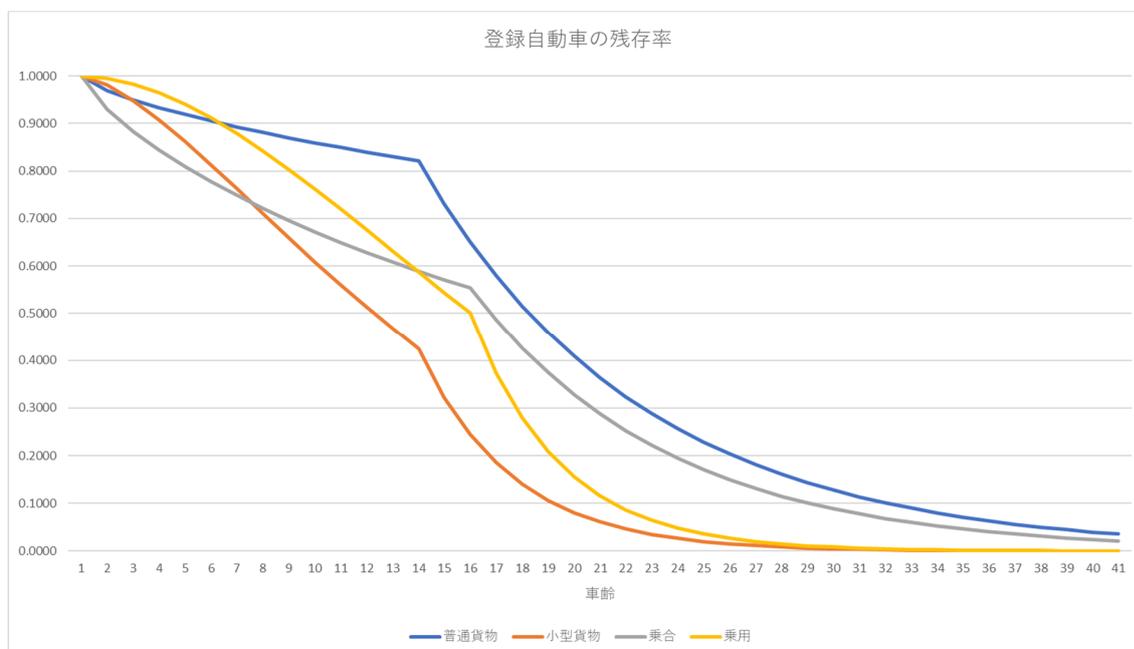


図 3.6-27 登録自動車の残存率

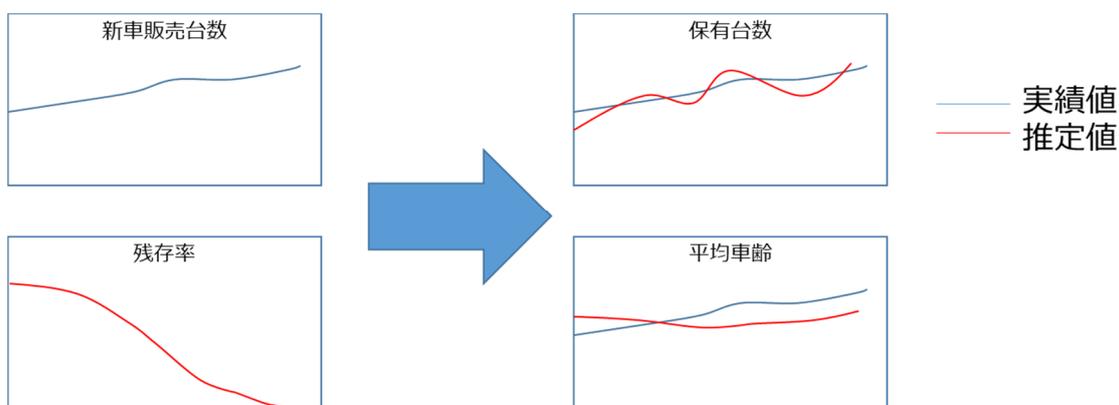
(2) 軽自動車の残存率

軽自動車は以下の統計データを使用して残存率を推定した。

- 新車販売台数：検査対象軽自動車の新車販売台数の推移 (EXCEL)、軽自動車検査協会。
<https://www.keikenkyo.or.jp/information/attached/0000022995.xls>
- 保有台数：検査対象軽自動車の保有車両数の推移 (EXCEL)、軽自動車検査協会。
<https://www.keikenkyo.or.jp/information/attached/0000023772.xlsx>
- 平均車齢：平均車齢推移表 2005-2018 全国計、軽自動車検査協会。
<https://www.keikenkyo.or.jp/information/attached/0000020087.xlsx>

軽自動車もワイブル分布に従うと仮定するが、初度登録年毎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、過去の新車販売台数から、保有台数・平均車齢が一致するように、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。



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 3.6-28 軽自動車の残存率推定方法

推定された軽乗用車と軽貨物車の保有台数と平均車齢の推定結果を図 3.6-29、図 3.6-30 に示す。軽乗用車の推定結果は概ね良好であるが、軽貨物車の一致度はよくない。そこで、軽貨物車について、残存率のモデルを再検討した。

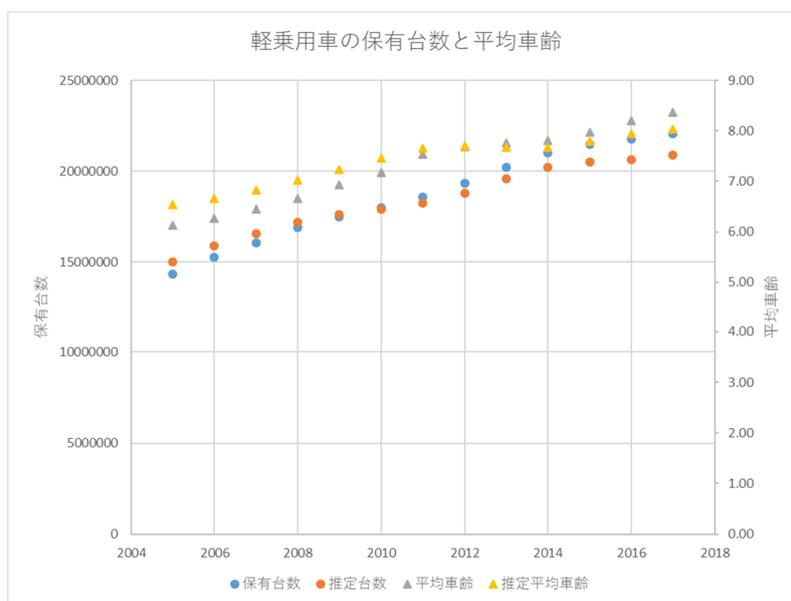


図 3.6-29 軽乗用車の保有台数と平均車齢の推定結果

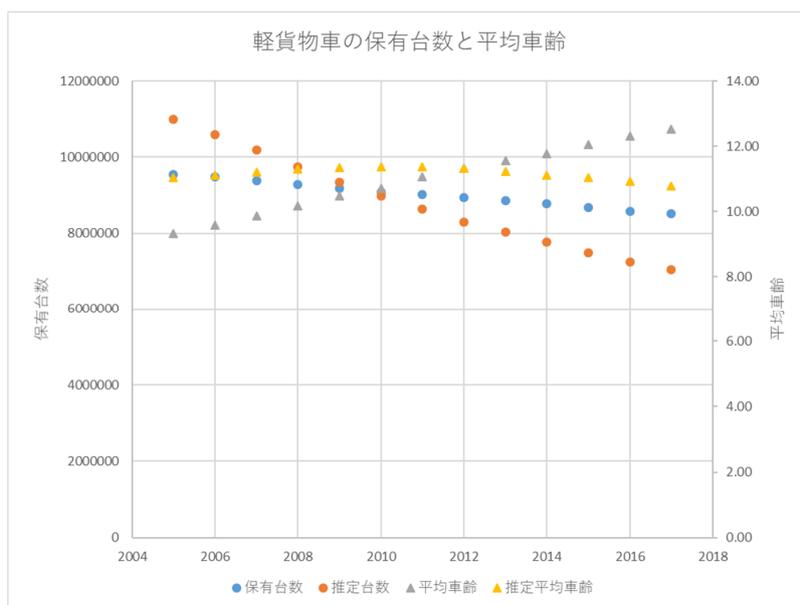


図 3.6-30 軽貨物車の保有台数と平均車齢の推定結果

軽自動車は、1989年に規格変更が行われ、図 3.6-31 に示すように、軽貨物車の販売はこの前後で大きく変化している。

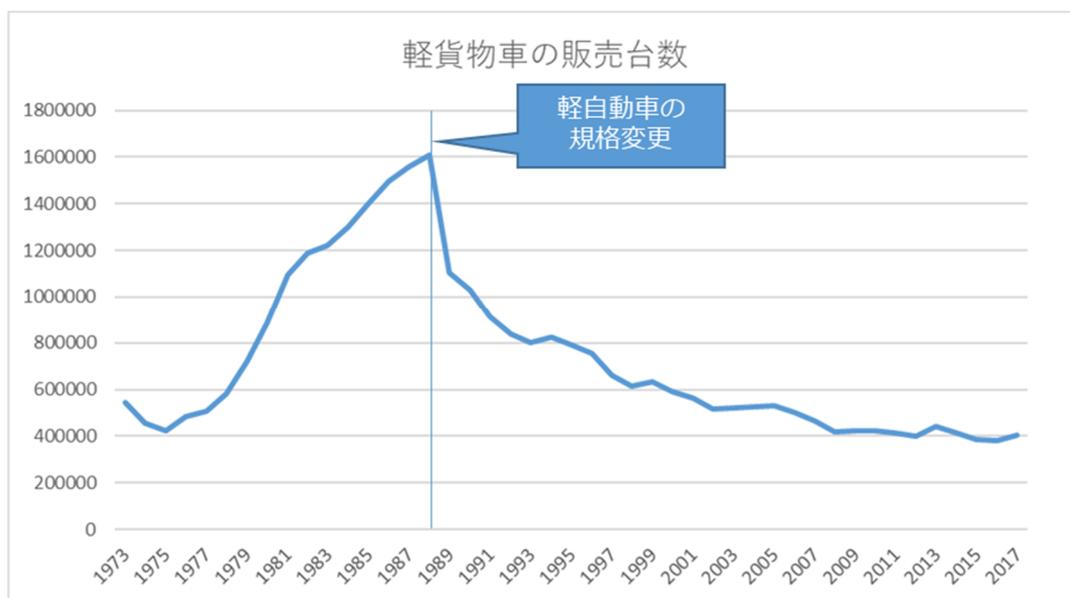


図 3.6-31 軽貨物車の販売台数

そこで、この前後で軽貨物車の使われ方が大きく変化し、別のワイブル分布が適用されると仮定して残存率を推定した。その結果が、図 3.6-32 である。これを見ると、保有台数、平均車齢ともよく一致させることができた。推定した残存率から、2015年度の軽貨物車の車齢別推定残存台数は図 3.6-33 のようになり、1989年より前の車両はほとんど残っていない。そこで、普及シミュレーションでは、1989年以前に登録された軽貨物車が存在しないものとし、1989年以降に適用される残存率を軽貨物車の残存率とする。

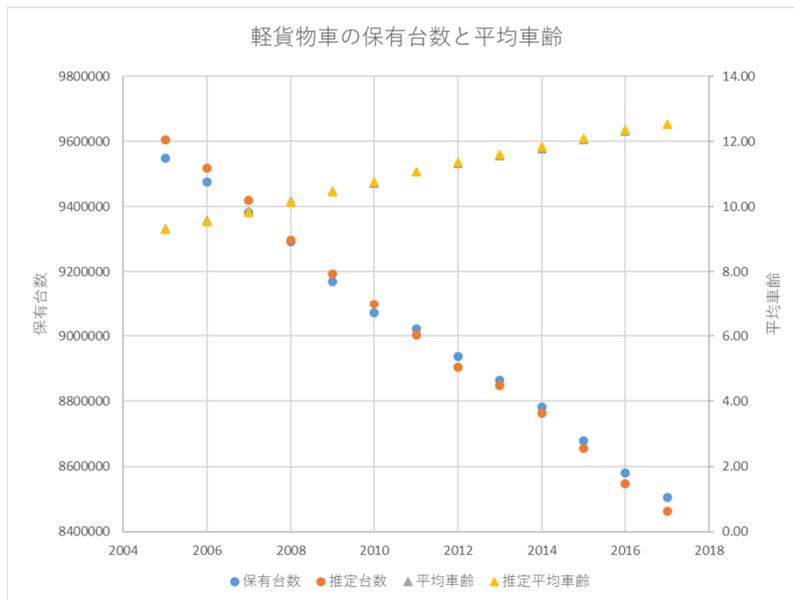


図 3.6-32 軽貨物車の保有台数と平均車齢の推定結果（2つのワイブル分布）

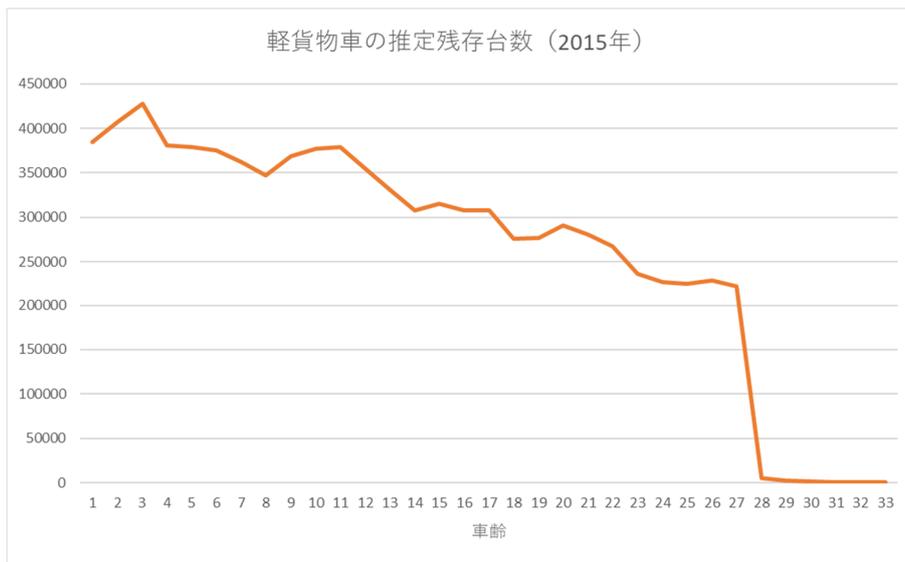


図 3.6-33 2015 年度末の軽貨物車の車齢別推定残存台数

以上より求めた軽自動車の残存率は図 3.6-34 のようになった。

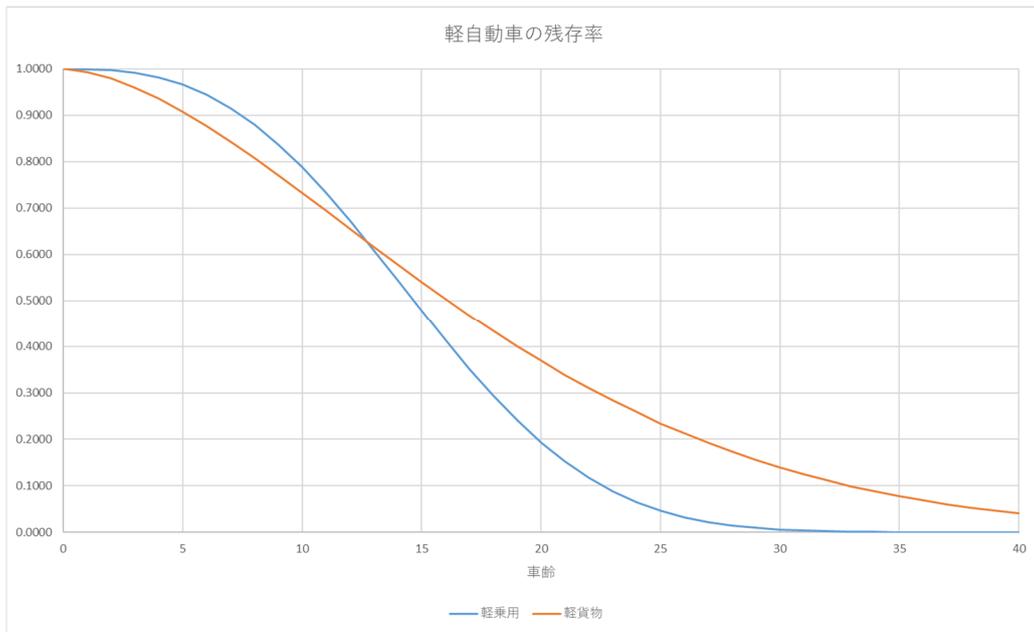


図 3.6-34 軽自動車の残存率

3.6.3 新車の自動運転カテゴリ別・電動化別案分

新車を自動運転カテゴリ別・電動化別に案分するモデルについて検討した。電動化別按分については STEP1 では自動運転化と独立に新車中の電動化の割合を外生変数として設定した。よって、以下では、自動運転化別の案分について説明する。

自動運転カテゴリ別の案分では、自家用乗用車については、C0, C1 と C2, C3, C4, C5, C6 の2区分に分けて考える。(表 3.6-4)

表 3.6-4 自動運転カテゴリの案分方法

自動運転カテゴリ	按分方法
C0, C1	安全運転支援装置の義務化を考慮して、C0 と C1 の割合を外生変数として設定
C2, C3, C4, C5, C6	各自動運転カテゴリの価格と消費者の選択モデルによって割合を決定。

自家用乗用車において自動運転カテゴリを案分するフローを図 3.6-35 に示す。オレンジで示した経験曲線による価格決定モデルと消費者の選択モデルが、新車を自動運転カテゴリに案分する要素である。以下にこれらのモデルを説明する。

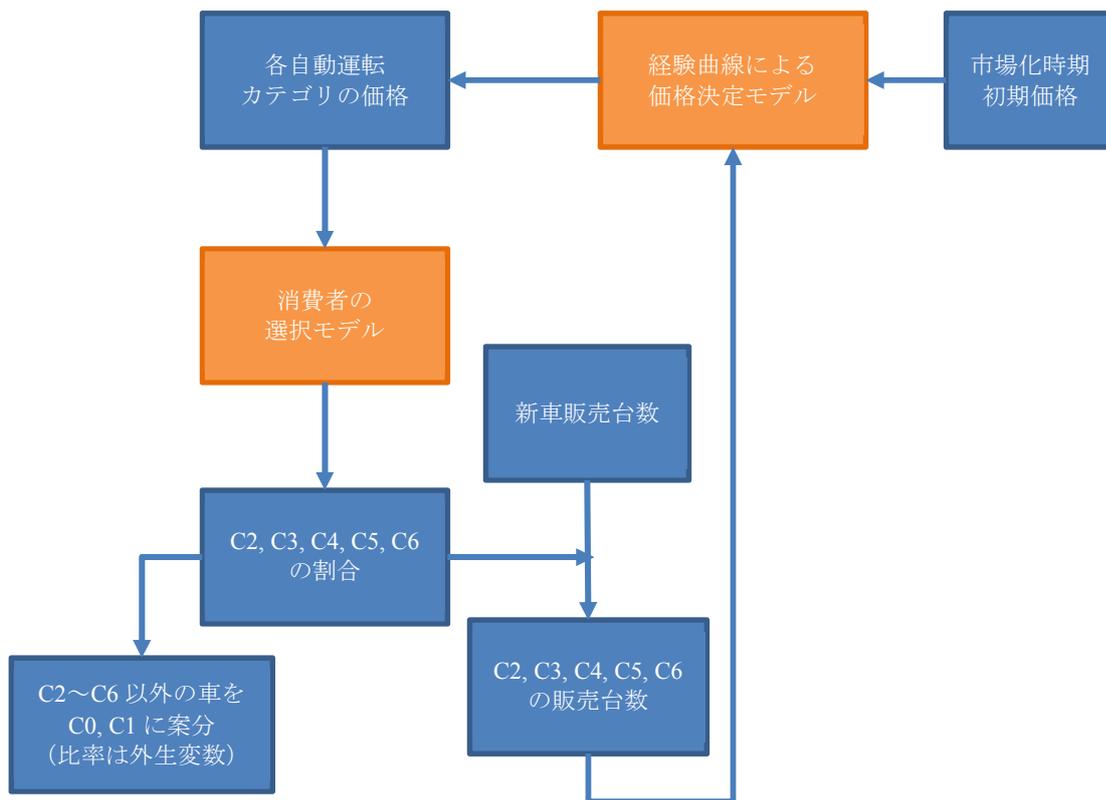


図 3.6-35 自家用乗用車の自動運転カテゴリ別案分のフロー

(1) 経験曲線による価格決定モデル

自家用乗用車において、消費者が自動運転カテゴリを選択するためには、まず各自動運転カテゴリの車がいつ、どのような価格で販売されるかを設定する必要がある。本シミュレーションのモデルでは、以下の3つの要素で各自動運転カテゴリの価格決定モデルを構成する。

- 市場投入時期
- 市場投入初期価格
- 生産経験による価格低下

これらについて、設定を検討する。

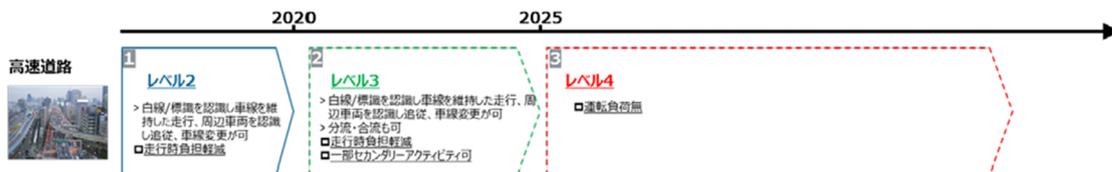
1) 市場投入時期

各自動運転カテゴリの車の市場投入年は、「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」、および「自動走行の実現に向けた取組方針 version2.0」（自動走行ビジネス検討会,平成 30 年 3 月 30 日）を参考に、以下のように設定を行った。C5, C6 に関する記載はないが、自動運転カテゴリ C4 の市場化の 5 年後、10 年後の 2030 年、2035 年に実現されると想定した。

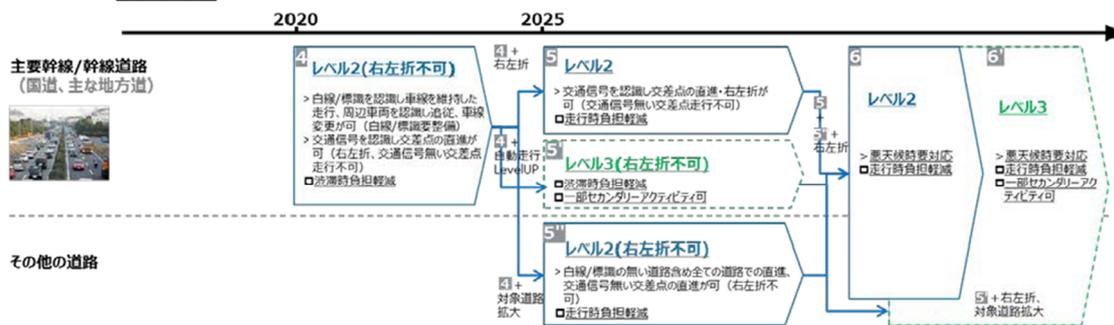
表 3.6-5 自動運転カテゴリの市場投入時期

自動運転カテゴリ	市場投入年
C2	2019
C3	2020
C4	2025
C5	2030
C6	2035

<将来像>



<将来像>



「自動走行の実現に向けた取組方針 version2.0」 (自動走行ビジネス検討会、平成30年3月30日)

図 3.6-36 自動走行の将来像 (出典：自動走行の実現に向けた取組方針 version2.0)

2) 市場投入初期価格

Xavier ら (2015)は自動運転車が持つ機能に応じた初期コストを見積もっている。そこで本シミュレーションで使用する自動運転カテゴリが持つ機能を、Xavier ら (2015)の報告に用いられた自動運転車の機能に対応させて、自動運転化オプションの初期価格を推定した。

Xavierら(2015)の想定した自動運転車と本PJの各自動運転カテゴリの機能を対応付けた

資料：Xavier Mosquet et. Al(2015), Revolution in the Driver's Seat: The Road to Autonomous Vehicles, Boston Consulting Group のEXHIBIT 7 より。
 URL:<https://www.bcg.com/publications/2015/automotive-consumer-insight-revolution-drivers-seat-road-autonomous-vehicles.aspx>

Xavierらの想定した自動運転車	OEM total cost (1000\$)	対応Level	Hardware cost (50%)	System cost (50%)	自動運転カテゴリ				
					C2	C3	C4	C5	C6
Single-lane-highway autopilot	2.5	Level2	1.3	1.3	○	△			
Traffic jam autopilot	2.2	Level2	1.1	1.1		○	○		
Highway autopilot with lane changing	3.8	Level3~4	1.9	1.9		△	○	○	
Urban autopilot	3.7	Level3~4	1.9	1.9				○	
Fully autonomous vehicle	6.5	Level5	3.3	3.3					○

Hardware cost	1.3	1.6	1.9	1.9	3.3
System cost	1.3	2.7	3.0	3.8	3.3
Total cost	2.5	4.3	4.9	5.7	6.5
販売価格(1000\$)	3.8	6.4	7.4	8.5	9.8
Markup(50%)					
販売価格(万円) (1\$=110円で換算)	41	70	81	93	107

* 網掛はXavierら(2015)より引用。
 Hardware cost, System costは、Xavierら(2015)を参考に設定。

Hardwareは共通に利用できると想定し、高いハードウェア価格を採用 (△は2つの平均コストを採用)

Softwareは独立していると想定し、そのまま加算 (△は2つの平均コストを採用)

図 3.6-37 自動運転カテゴリとXavierら(2015)が分類された自動運転車の機能の対応

3) 生産経験による価格低下

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、製品を作り続けることで、生産技術の向上により、製品コストが低下すると考えられる。そこで、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）を推定し、これを参考として設定することとした。推計の結果、習熟率の大きさは0.9程度であり（表 3.6-6）、0.9という習熟率を用いることとした。なお、この数値は、目代（2005）が調査した自動車の各種部品の習熟率よりもやや大きい。これは、自動運転技術が複雑なため、経験による価格低下が少ないためと考えられる。

表 3.6-6 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『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）のデータを用いて推計

(2) 消費者の自動運転カテゴリの選択

自家用車として消費者が新車を購入した際、どの自動運転カテゴリの車を選択するかを、次のようにモデル化した。

まず、SAE レベル 2 以上の機能を持つ自動運転カテゴリー（C2 以上）の自動運転車のグループと、運転支援機能が無い C0、安全運転支援機能のみの C1 を含むグループの 2 つに分ける。C2

以上の自動運転カテゴリは消費者の賛同率曲線に基づいて、どの自動運転カテゴリを選択するかを決定する。一方、自動運転カテゴリ C2 以上として選択されなかった場合は、3.7.3 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カテゴリ C0,C1 に案分されるものとした。

1) 自動運転カテゴリ C2 以上の自動運転車が新車販売台数に占める割合

自動運転カテゴリ 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カテゴリが選択されるとする。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。

自動運転の場合、複数の自動運転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、どの自動運転カテゴリを選択するかを評価すべきであるが、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、各自動運転カテゴリに対する賛同率曲線を各々求め、複数の自動運転カテゴリが混在する状況では、自動運転カテゴリ C6, C5, C4, C3, C2 と上位の自動運転カテゴリから順に、賛同率曲線と販売価格に基づき賛同率を求め、その賛同率とより上位の自動運転カテゴリの賛同率との差が新車登録時のその自動運転カテゴリの割合になるとした（図 3.6-38）。

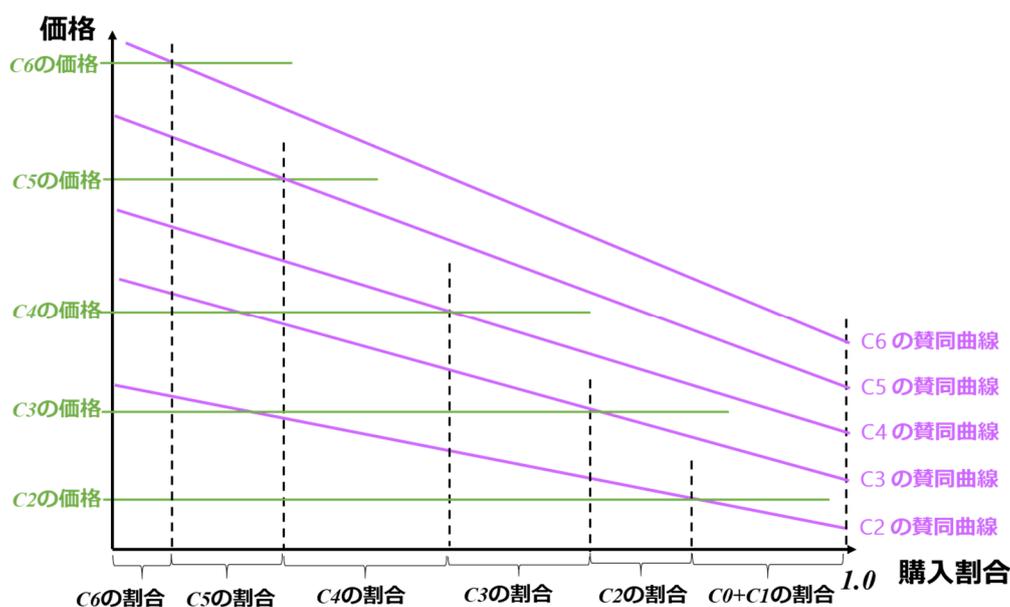


図 3.6-38 複数の自動運転カテゴリの中からの購入割合の決定

2) 賛同率曲線の推定のための Web アンケート

消費者の賛同率曲線を推定するため、「生活者アンケート」の章で述べる「自動運転車への支払意思額の 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、自家用車所有者（あるいは過去に所有していた人）か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）を対象に、2019/12/10～2019/12/20 に実施し、6165 件の回答を得た。

自動運転車を購入するか否かの質問では、アンケート対象者が所有している（所有していた）車を同じ車種で買い替える場面を想定した。その際、標準仕様車に自動運転化のオプションパ

パッケージを追加することで、各自動運転カテゴリの自動運転車が実現できるとし、提示した金額でオプションパッケージを購入するかどうかを質問した。また、購入するか否かだけでなく、提示したカテゴリの機能についての関心、普段の運転と交通の考え方や自動運転（全般）への関心・知識についても、調査を行った。これについては、筑波大学の谷口綾子教授に協力していただき、谷口教授の承認のもと、谷口教授が過去に実施されたアンケート調査を一部改変して調査した。

Web アンケートでは、普及シミュレーションの対象とする C2~C6 の自動運転カテゴリに加え、高速道路上での SAE Lv.3 と SAE Lv.4 の違いも検討するため、「C3 に加え、高速道路における Lv.4 の自動運転」が可能な機能を持つ車を追加し、表 3.6-7 に示す自動運転カテゴリで調査した。そして、オプションパッケージの組合せ (G2,G3), (G3,G4), (G4,G5), (G5,G6), (G6,G7), (G7) から一つをランダムに選択して、回答者に提示し、質問を行った。なお、アンケートでは、WTP を問う自動運転車に関する説明後、回答者が説明文を理解したかどうかを確認した。この設問に正解した 1828 件の回答のみを有効回答として、賛同率の分析に利用した。

表 3.6-7 アンケートの対象とした自動運転カテゴリ

カテゴリ	高速道路	一般道路	対応技術など
C1(G1)	SAE Lv.1 運転支援	SAE Lv.1	<ul style="list-style-type: none"> 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(G2)	SAE Lv.2 部分運転自動化	SAE Lv.1	G1に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 高速道路におけるレーンキーピングシステム (LKAS)+ ACC(アダプティブ・クルーズコントロール) (低速から停止も含む全車速域対応[渋滞時運転支援]) 高速道路における自動レーンチェンジ
C3(G3)	SAE Lv.3 条件付き運転自動化	SAE Lv.2	G2に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 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
(G4)	SAE Lv.4 高度運転自動化	SAE Lv.2	G3に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 高速道路におけるLv.4の自動運転
C4(G5)	SAE Lv.4 高度運転自動化	主要幹線道路におけるSAE Lv.3	G3に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 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(G6)	SAE Lv.4 高度運転自動化	主要幹線道路におけるSAE Lv.4	G5に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 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(G7)	SAE Lv.5 (完全自動運転)		

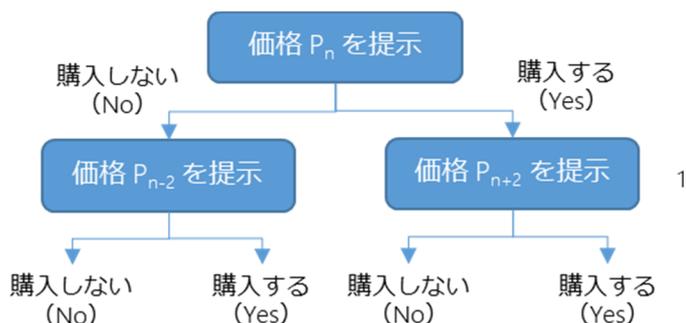
注) 表 3.4-5 の分類に G4 を加えたもの。

有効回答の内、最初に提示した自動運転カテゴリに対する回答者数は以下の通りである。

表 3.6-8 カテゴリ毎の有効回答数

カテゴリ	C2(G2)	C3(G3)	(G4)	C4(G5)	C5(G6)	C6(G7)
回答者数	604	218	140	228	220	397

今回のアンケートは、図 3.6-39 のように二段階二肢選択形式で支払意思額に関するデータを収集している。



1 回目の回答結果に応じて、価格のレベルを 2 だけ替えている。

図 3.6-39 二段階二肢選択形式のアンケート

そのため、図 3.6-40 のように最初に価格 P_{n-2}, P_n, P_{n+2} を提示した回答者の中から、2 段階目の回答を考慮して、赤枠で囲んだ回答者が価格 P_n で購入すると考えられる。以下の分析では、このように集計したデータに基づいて、賛同率を分析する。

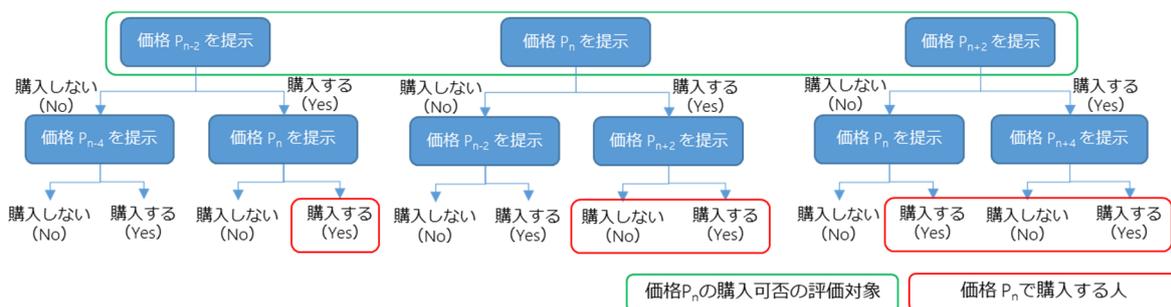


図 3.6-40 二段階二肢選択形式での集計方法

3) ロジスティック回帰による賛同率曲線の推定

各回答者が、対象カテゴリの自動運転オプションを提示された価格で購入するか否かの回答を、ロジットモデルでモデル化した。モデル化にあたっては、運転支援である自動運転カテゴリ C2 と自動運転機能に対応する自動運転カテゴリ C3, C4, C5, C6 の 2 つに区分してモデルを構築した。この賛同率曲線のモデルでは、「高速道路において、Lv4 で走行可能（高速 Lv4）」、「一般道路の幹線道路において、Lv4 で走行可能（一般 Lv4）」、および「完全自動運転」の変数を加えて、自動運転のカテゴリを区分した。モデルで説明変数候補として検討したものは表 3.6-9、表 3.6-10 の通り。

表 3.6-9 ロジスティック回帰に用いた説明変数 (1)

- 性別ダミー
- 年齢階層ダミー (40 歳未満、40 歳～60 歳未満、60 歳以上)
- 居住地域ダミー (特別区・指定市、中核市・施行時特例市、その他地域)
- 標準価格 (普通乗用車：500 万円、小型乗用車：250 万円、軽乗用車：150 万円)
- 提示価格 (万円)
- 世帯収入 (万円：無収入：0、～2000 万円未満：100 万円単位の階級に分けた中心の値、2000 万円以上は分析対象から除いた。)
- 運転の自信(質問 Q6 に関する集計値*)

運転の自信 付合に従って合計 符号無しは加算しない	Q6-1	(-)	自分のことをペーパードライバーだと思う
	Q6-2	(+)	クルマの運転に自信がある
	Q6-3	(+)	クルマの運転は好きだ
	Q6-4	(-)	クルマの運転は緊張して疲れる
	Q6-5		クルマの運転中、周囲にイライラすることがある
	Q6-6	(+)	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
	Q6-7		運転は慎重な方だ
	Q6-8	(-)	車庫入れや駐車は苦手だ
	Q6-9	(-)	「クルマ」は恐ろしいと思う
	Q6-10	(+)	「クルマ」についてよく知っていると思う
	Q6-11	(+)	「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う

各項目とも 1 (全く期待しない) ～5 (とても期待する) からひとつを選択。
選択肢の番号を項目の符号をつけて、合計した値を集計値とする。

- 支援装置の利用経験 (質問 Q8 に関する集計値*)

支援装置の経験 (「はい」と回答した回 数を1点として合計値)	Q8-1	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。(衝突被害軽減ブレーキは、前方の車や障害物を検出し、衝突しそうときに運転手に警告します。衝突が避けられないときには、ブレーキをかけて、衝突のスピードを落とします。)
	Q8-2	ペダル踏み間違い時加速抑制装置を利用したことがある。(ペダル踏み間違い時加速抑制装置は、前方(または後方)に障害物があるときに、アクセルを踏み込んだ時、運転手に警告をして、急発進をさせません。)
	Q8-3	車線逸脱警報装置を利用したことがある。(車線逸脱警報装置は、運転手が無意識のうちに車線をはみ出しそうになったとき、運転手に警告し、正しい位置に戻ることを促します。)
	Q8-4	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。(アダプティブクルーズコントロールは、高速道路を一定の速度で走行すること、または車間距離を制御します。)

各項目とも 「はい」、「いいえ」、「わからない」 からひとつを選択。
「はい」 の数を集計値とする。

表 3.6-10 ロジスティック回帰に用いた説明変数 (2)

• 社会的期待 (質問 Q16 に関する集計値*)

社会的期待 (合計値)	Q16-1	渋滞の解消・緩和
	Q16-2	交通事故の削減
	Q16-3	環境負荷の低減
	Q16-4	高齢者等の移動支援
	Q16-5	過疎地における公共交通の代替移動手段
	Q16-12	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
	Q16-13	新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化

各項目とも 1 (全く期待しない) ~5 (とても期待する) からひとつを選択。
選択肢の番号を合計した値を集計値とする。

• 自身の利用期待(質問 Q16 に関する集計値*)

自身の利用期待 (合計値)	Q16-6	買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加
	Q16-7	友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加
	Q16-8	マイカー運転者の負担の軽減
	Q16-9	移動時間の有効活用
	Q16-10	車を別の場所から呼び出せる
	Q16-11	外出先での駐車場の確保が不要となる

各項目とも 1 (全く期待しない) ~5 (とても期待する) からひとつを選択。
選択肢の番号を合計した値を集計値とする。

• 自動運転中に行いたいこと (質問 Q17 に関する集計値*)

自身の利用期待 (合計値)	Q17-1	睡眠等の休養
	Q17-2	景色を眺める
	Q17-3	飲食 (アルコールを含まない)
	Q17-4	飲酒
	Q17-5	仕事・勉強
	Q17-6	着替え・髭剃り・化粧等の身支?
	Q17-7	読書・映画鑑賞・携帯ゲーム等の娯楽 (一人で)
	Q17-8	会話・レクリエーション等の同乗者との交?
	Q17-9	スマートフォンの操作 (スマホいじり)

各項目とも 「選択 (1)」、「非選択 (0)」 からひとつを選択。
「選択(1)」の数を集計値とする。

- 乗車経験 (Q18 項目 1 : 実証実験等で自動運転への乗車を体験したことがありますか)
- 自動運転中に行いたいこと無しダミー(質問 Q17 に、「特にない」を選択したか否か)
- 高速 Lv4 (カテゴリ C4,C5) ダミー
- 一般 Lv4 (カテゴリ C5) ダミー
- 完全自動運転(カテゴリ C6) ダミー

4) ロジスティック回帰モデル

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、下記の結果を得た。

$$\begin{aligned} \text{購入意思} &\sim \beta_0 + \beta_1 * \text{ベース車両の価格} + \beta_2 * \text{オプション価格} \\ &+ \beta_3 * \text{年齢 60 歳以上ダミー} + \beta_4 * \text{社会的期待の得点} \\ &+ \beta_5 * \text{自身の利用期待の得点} \end{aligned}$$

年齢 60 歳以上ダミー： 60 歳以上=1、それ以外=0

網掛は棄却率 10%で有意とならないもの

説明変数		自動運転オプション G2			
		係数	Std. Error	z value	Pr(> z)
β_0	(Intercept)	-2.8479	0.4762	-5.98	2.22E-09 ***
β_1	ベース車両の価格	0.0033	0.0005	6.74	1.60E-11 ***
β_2	オプション価格	-0.0367	0.0036	-10.32	< 2e-16 ***
β_3	年齢60歳以上ダミー	0.4679	0.1588	2.95	0.00321 **
β_4	社会的期待の得点	0.0613	0.0243	2.52	0.01168 *
β_5	自身の利用期待の得点	0.0117	0.0268	0.44	0.66288
マクファーデンの疑似決定係数		0.1498			

図 3.6-41 自動運転カテゴリ G2 に対するロジスティック回帰モデル

$$\begin{aligned} \text{購入意思} &\sim \beta_0 + \beta_{0,1} * D_1 + \beta_{0,2} * D_2 + \beta_{0,3} * D_3 + \beta_1 * \text{ベース車両の価格} \\ &+ (\beta_{2,0} + \beta_{2,1} * D_1 + \beta_{2,2} * D_2 + \beta_{2,3} * D_3) * \text{オプション価格} \\ &+ (\beta_{3,0} + \beta_{3,1} * D_1 + \beta * D) * \text{年齢 60 歳以上ダミー} \\ &+ \beta * \text{社会的期待の得点} + \beta * \text{自身の利用期待の得点} \end{aligned}$$

D_1 ：高速 Lv4 ダミー，自動運転カテゴリ C4, C5 の時=1、その他=0

D_2 ：一般 Lv4 ダミー，自動運転カテゴリ 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 網掛は棄却率 10%で有意とならないもの

説明変数		自動運転オプション G3,G5,G6,G7			
		係数	Std. Error	z value	Pr(> z)
$\beta_{0,0}$	(Intercept)	-3.5327	0.4397	-8.03	9.45E-16 ***
$\beta_{0,1}$	高速Lv4ダミー	0.1648	0.3864	0.43	0.66985
$\beta_{0,2}$	一般Lv4ダミー	-0.6253	0.3504	-1.79	0.07431
$\beta_{0,3}$	完全自動ダミー	-0.2594	0.3848	-0.67	0.50036
β_1	ベース車両の価格	0.0010	0.0003	3.25	0.00115 **
$\beta_{2,0}$	オプション価格	-0.0360	0.0059	-6.12	9.65E-10 ***
$\beta_{2,1}$	オプション価格*高速Lv4ダミー	0.0126	0.0072	1.75	0.07952
$\beta_{2,2}$	オプション価格*一般Lv4ダミー	0.0158	0.0051	3.08	0.00207 **
$\beta_{3,3}$	オプション価格*完全自動ダミー	0.0289	0.0062	4.69	2.69E-06 ***
$\beta_{3,0}$	年齢60歳以上ダミー	1.1882	0.2271	5.23	1.68E-07 ***
$\beta_{3,1}$	年齢60歳以上ダミー*高速Lv4ダミー	-1.1804	0.2790	-4.23	2.33E-05 ***
$\beta_{3,3}$	年齢60歳以上ダミー*完全自動ダミー	-1.3393	0.2830	-4.73	2.22E-06 ***
β_4	社会的期待の得点	0.0527	0.0161	3.27	0.00108 **
β_5	自身の利用期待の得点	0.0958	0.0168	5.69	1.26E-08 ***
マクファーデンの疑似決定係数		0.1105			

図 3.6-42 自動運転カテゴリ C3, C4, C5, C6 に対するロジスティック回帰モデル

5) 推定された賛同率曲線

推定したロジスティック回帰モデルに基づき、各自動運転カテゴリの価格に対する平均賛同率を評価する。そのために、ロジスティック回帰モデルで使用している説明変数について、アンケートから集計した表 3.6-11 の値を用いた。

表 3.6-11 アンケート結果から得た説明変数の平均値と構成比

平均世帯収入 (万円)	社会的期待平均	自身の利用期待 平均	年齢構成比	
			年齢60歳未満	年齢60歳以上
566	26.1	20.5	73%	27%

普通乗用車、小型乗用車、軽乗用車の自動運転カテゴリの賛同率を図 3.6-43、図 3.6-44、図 3.6-45 に示す。

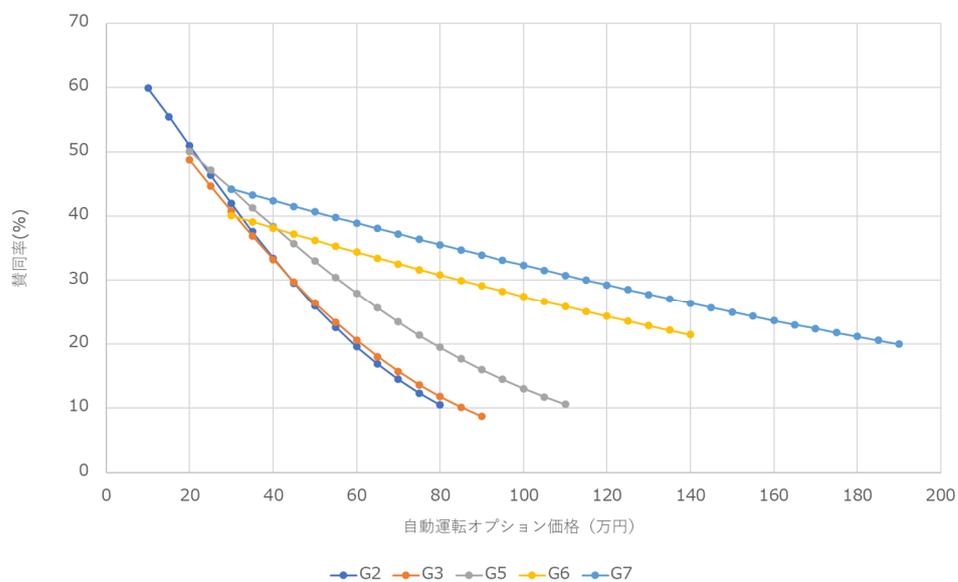


図 3.6-43 普通乗用車に対する自動運転カテゴリの賛同率

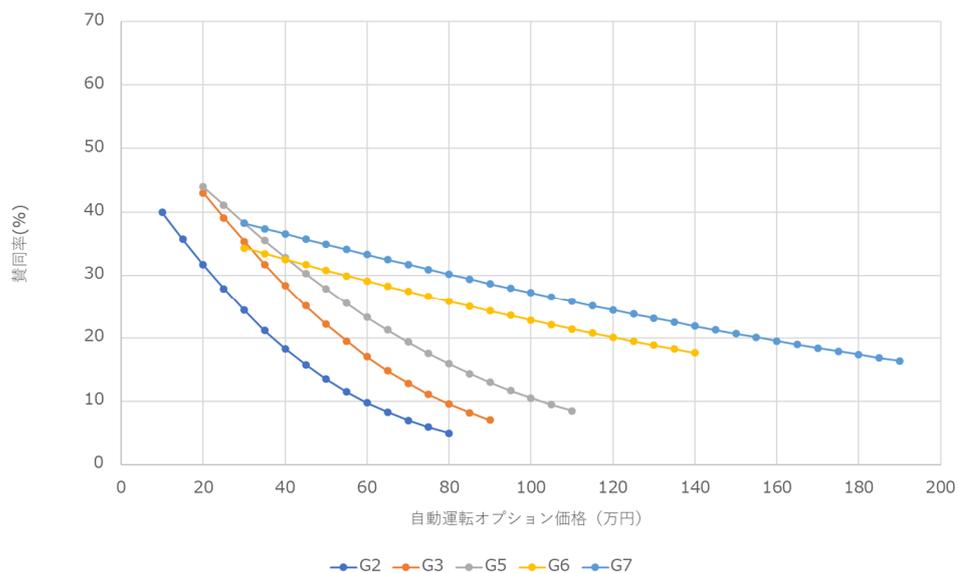


図 3.6-44 小型乗用車に対する自動運転カテゴリの賛同率

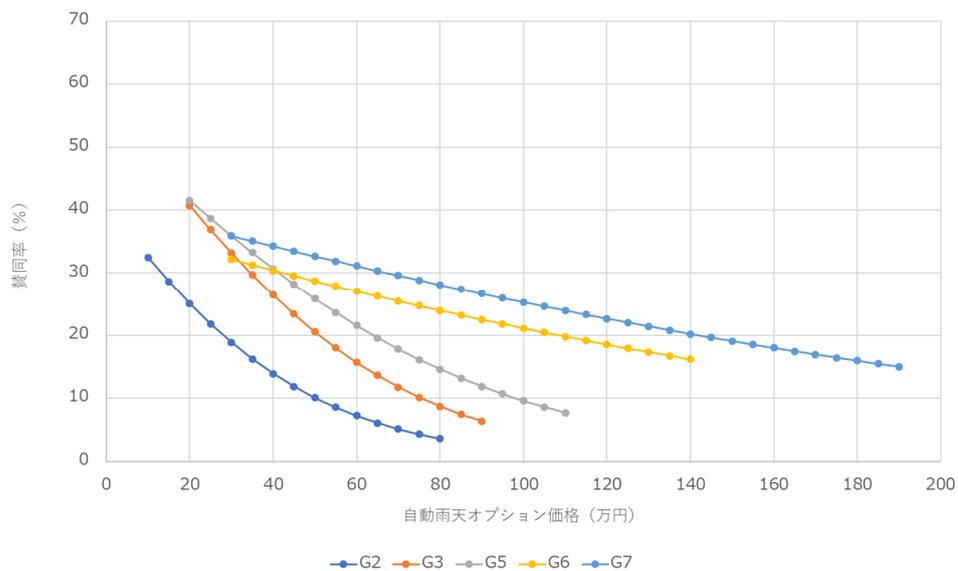


図 3.6-45 軽乗用車に対する自動運転カテゴリの賛同率

3.6.4 自動運転カテゴリ別・電動化別保有台数の推計

自動運転カテゴリ別・電動化別保有台数は、自動運転カテゴリ別・電動化別残存台数に、新規登録される台数を加えて集計する。

3.6.5 自動運転カテゴリ別・電動化別走行量の推計

本シミュレーションでは、オーナーカーの走行量は、保有台数に1台当たりの走行量を掛けて、全走行量を推計する。1台当たりの走行量は、2015年の実績を基に設定する。

走行量の基礎データとして、以下の総計を使用する。

- 自動車燃料消費量調査 燃料別・車種別 総括表(2015年度)、国土交通省、<https://www.e-stat.go.jp/stat->

[search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600370&tstat=000001051698&cycle=8&year=20151&month=0&result_back=1&tclass1val=0](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600370&tstat=000001051698&cycle=8&year=20151&month=0&result_back=1&tclass1val=0)

- 自動車輸送年報（2015年度）旅客輸送 原単位、国土交通省、https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600330&tstat=000001078083&cycle=8&year=20151&month=0&result_back=1&tclass1val=0

また、保有台数の基礎データとして以下の統計を使用した。

- 市区町村別 自動車保有台数(2015年)、一般社団法人 自動車検査登録情報協会
- 市区町村別軽自動車車両数 No.38 平成28年3月末現在、一般社団法人 全国軽自動車協会連合会
- 自動車保有車両数(平成28年3月) 諸分類別、一般社団法人 自動車検査登録情報協会

3.7 外生変数

本シミュレーションで使用する社会経済フレームである GDP、人口、および普及の状況をシナリオで表現する自動運転カテゴリ C0,C1 の割合、車の電動化率の外生変数を示す。

3.7.1 GDP

GDP の将来推計については「国民年金及び厚生年金に係る財政の現況及び見通し-2019(令和元)年財政検証結果-」(厚生労働省)で採用されている GDP 推計からケース I、ケース III、ケース V を用いる (図 3.7-2、図 3.7-2)。

(参考7) 2028(令和10)年度までの足下の経済前提

○内閣府 成長実現ケースに接続するケース(ケースI~ケースIII)

年度	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
物価上昇率(※1)	0.7%	0.8%	1.0%	1.4%	1.7%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
賃金上昇率(実質<対物価>)(※2)	0.4%	0.4%	0.4%	0.8%	1.2%	1.3%	1.4%	1.3%	1.3%	1.3%
運用利回り(※3)	実質<対物価>	1.0%	0.9%	0.7%	0.3%	0.0%	▲0.3%	0.0%	0.3%	0.5%
	スプレッド<対賃金>	0.6%	0.5%	0.3%	▲0.5%	▲1.2%	▲1.6%	▲1.4%	▲1.0%	▲0.8%
(参考) 全要素生産性(TFP) 上昇率	0.4%	0.6%	0.8%	1.0%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%

○内閣府 ベースラインケースに接続するケース(ケースIV~ケースVI)

年度	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
物価上昇率(※1)	0.7%	0.8%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
賃金上昇率(実質<対物価>)(※2)	0.4%	0.4%	0.1%	0.3%	0.5%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
運用利回り(※3)	実質<対物価>	1.0%	0.9%	1.0%	1.0%	0.7%	0.6%	0.7%	0.9%	0.9%
	スプレッド<対賃金>	0.6%	0.5%	0.9%	0.7%	0.2%	▲0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
(参考) 全要素生産性(TFP) 上昇率	0.4%	0.6%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%

(※1) 内閣府「中長期の経済財政に関する試算」の公表値は年度ベースであるが、年金額の改定等に用いられる物価上昇率は暦年ベースである。上表は暦年ベースである。

(※2) 賃金上昇率は、内閣府試算に準拠して労働生産性上昇率を基に設定。

(※3) 運用利回りは、内閣府試算の長期金利に、内外の株式等の分散投資による効果を加味し、長期金利上昇による国内債券への影響を考慮して設定。

(※4) 賃金上昇率については、男女の賃金水準の差が過去(2012~2017年度)の傾向で2030年度まで縮小するものと仮定。(男女の差が約10%解消)

出典:「国民年金及び厚生年金に係る財政の現況及び見通し-2019(令和元)年 財政検証結果 一」(厚生労働省 2019年8月27日)

図 3.7-1 前提となる GDP 推計 (1)

(参考6) 2029(令和11)年度以降の長期の経済前提

		将来の経済状況の仮定		経済前提				(参考) 経済成長率 (実質) 2029年度以降 20~30年
		労働力率	全要素生産性 (TFP)上昇率	物価上昇率	賃金上昇率 (実質対物価)	運用利回り		
						実質 <対物価>	スプレッド <対賃金>	
ケースⅠ	内閣府試算 「成長実現 ケース」に 接続するもの		1.3%	2.0%	1.6%	3.0%	1.4%	0.9%
ケースⅡ		経済成長と 労働参加が 進むケース	1.1%	1.6%	1.4%	2.9%	1.5%	0.6%
ケースⅢ			0.9%	1.2%	1.1%	2.8%	1.7%	0.4%
ケースⅣ		経済成長と 労働参加が	0.8%	1.1%	1.0%	2.1%	1.1%	0.2%
ケースⅤ	内閣府試算 「ベースライ ンケース」に 接続するもの	一定程度進む ケース	0.6%	0.8%	0.8%	2.0%	1.2%	0.0%
ケースⅥ		経済成長と 労働参加が 進まないケース	0.3%	0.5%	0.4%	0.8%	0.4%	▲0.5%

採用するケース

出典:「国民年金及び厚生年金に係る財政の現況及び見通し-2019(令和元)年 財政検証結果-」(厚生労働省 2019年8月27日) 赤枠は本シミュレーションで使用するケースを示すために追記。

図 3.7-2 前提となる GDP 推計 (2)

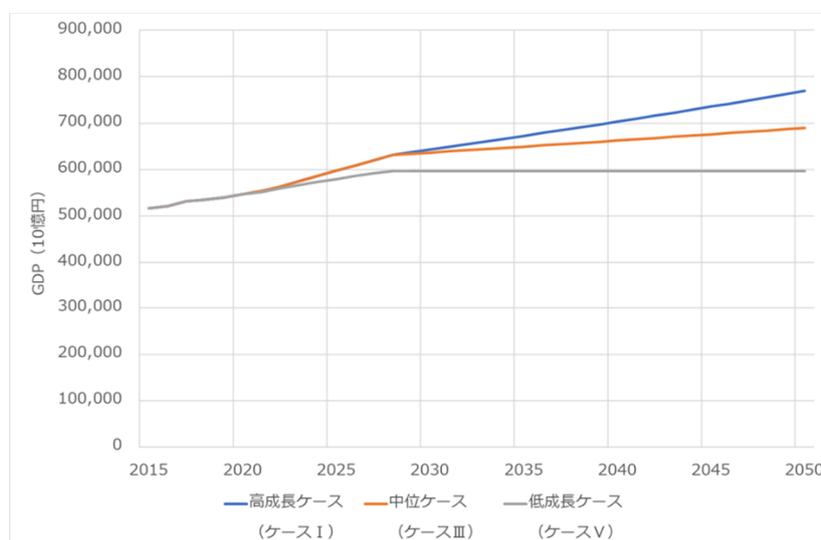


図 3.7-3 前提となる GDP 推計 (3)

(国民年金及び厚生年金に係る財政の現況及び見通し-2019(令和元)年財政検証結果-に基づき作成)

3.7.2 人口

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・人口問題研究所が2017年に発表した人口推計の出生中位・死亡中位の全国推計値(性別、年齢階層別[5歳毎])、市区町村別男女別年齢階層別の将来推計2017年改訂版(2015~2045年)を用いる。

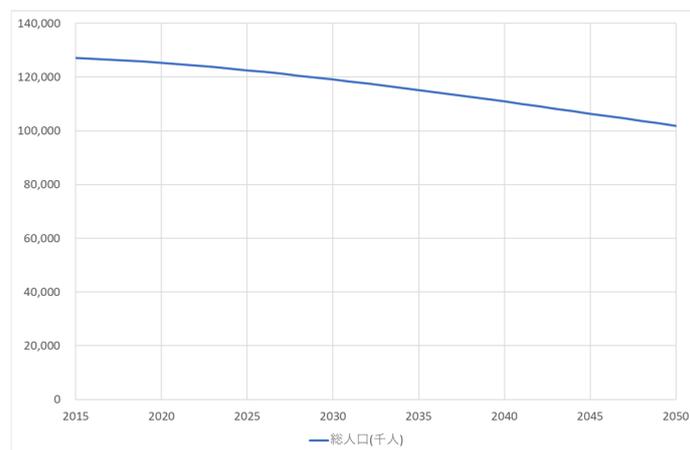


図 3.7-4 前提となる人口推計

(国立社会保障・人口問題研究所の将来推計(中位)に基づき作成)

但し、都市雇用圏毎の人口推計値については、下記の理由から単純集計だけでなく、一部推計を行う。

1. 原発事故の影響を受けた福島県の人口推計値は、「市区町村別男女別年齢階層別の将来推計」においても、県全体の人口推計値しかない。
2. 「市区町村別男女別年齢階層別の将来推計」は、2045年までの推計値であり、2050年の推計値がない。

これらのデータを補うため、図 3.7-5 の手順で都市雇用圏毎の人口推計値を作成した。

①2015年～2045年の福島県以外の都市雇用圏の人口

「市区町村別男女別年齢階層別の将来推計」から、福島県以外の都道府県の市区町村を都市雇用圏毎に集計して、性別年齢階層別人口推計値を求める。

②2015年～2045年の福島県の都市雇用圏の人口

「市区町村別男女別年齢階層別の将来推計」では、2015年～2045年の福島県全体の性別・年齢階層別[5歳毎]の推計が行われている。まず、2015年の国勢調査を基に、2015年の福島県内の都市雇用圏別性別・年齢階層別人口を求める。そして、その5年後のコーホートを計算し、「市区町村別男女別年齢階層別の将来推計」の福島県の推計値をコーホートで案分して、福島県内都市雇用圏の2020年の人口推計値を作成する。これを繰り返して、2020年～2045年の福島県内の都市雇用圏の人口を推計する。

③2050年の都市雇用圏の人口

2050年の都市雇用圏の人口は、2045年の都市雇用圏の人口の5年後のコーホートで2050年の全国推計値を案分して、推計する。

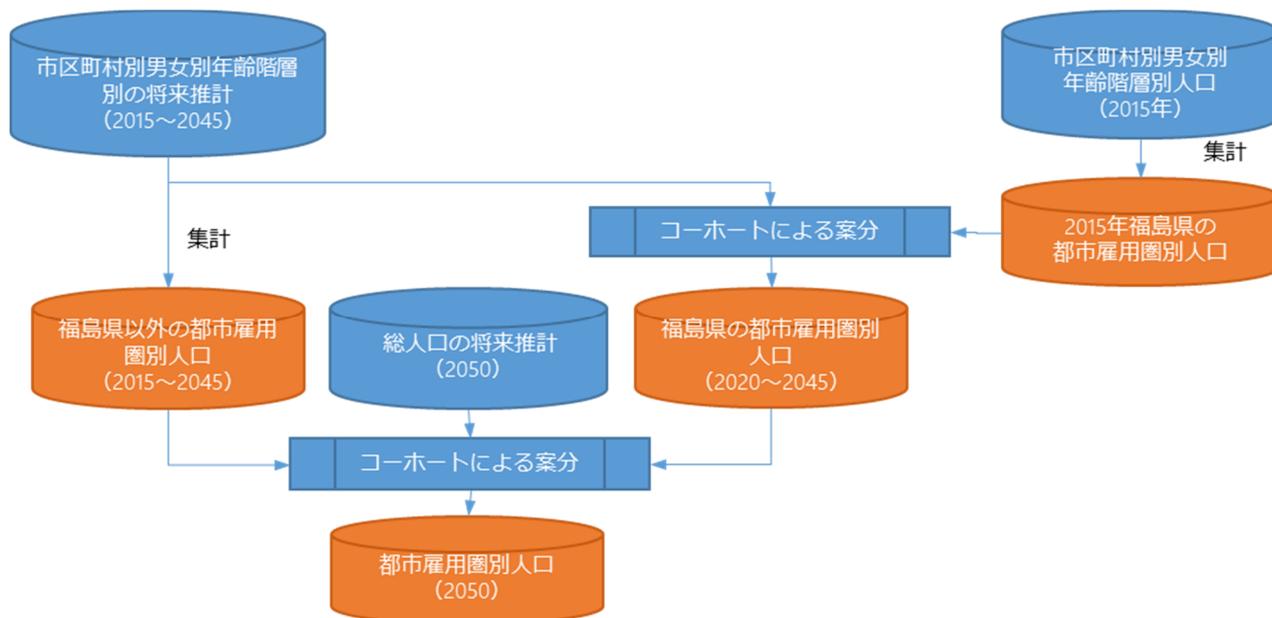


図 3.7-5 都市雇用圏別人口の推計フロー

コホートによる案分では、5年後に5歳年上の年齢階層にすべての人がなると評価して、地域に人口を案分する。但し、0～4歳の年齢階層は、15～44歳の女性の人口に比例するとして案分する。

3.7.3 自動運転カテゴリ C0, C1 の割合

自動運転車普及シミュレーションにおいては、安全運転支援機能の搭載率はシナリオによって外生変数として設定する。安全運転支援機能として、以下の機能を取り上げる。

- 衝突被害軽減ブレーキ
- 車線逸脱警報装置
- 車間距離警報装置
- ペダル踏み間違い時加速抑制装置（乗用車が対象）

これらの機能の搭載は、既に始まっており、また衝突被害軽減ブレーキと車線逸脱警報装置については義務化も決まっている。そこで、現状の普及状況と義務化を考慮して、将来の新車へのこれらの機能の搭載率を設定する。

(1) 現状の安全運転支援機能の搭載率

これまでの安全運転支援機能の搭載率は表 3.7-1 のようになっている。

表 3.7-1 安全運転支援機能の搭載率

項目	通称名	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年	
乗用	車間距離警報装置	0.7%	0.9%	0.8%	1.4%	2.6%	4.1%	9.3%	19.5%	46.4%	61.7%	
	ふらつき注意装置	1.5%	7.6%	4.4%	2.5%	3.5%	3.6%	5.3%	6.3%	14.4%	21.0%	
	車線逸脱警報装置	0.3%	0.2%	0.3%	0.8%	1.7%	3.2%	8.6%	18.2%	40.4%	56.9%	
	車線維持支援制御装置	レーンキープアシスト	0.1%	0.1%	0.3%	0.1%	0.1%	0.3%	1.4%	4.2%	13.7%	19.8%
	低速度域前方障害物衝突被害軽減ブレーキ制御装置	低速域衝突被害軽減ブレーキ	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	10.8%	29.2%	27.2%	15.8%	12.6%
	前方障害物衝突軽減ブレーキ制御装置	衝突被害軽減ブレーキ	0.8%	0.9%	0.9%	1.4%	2.4%	4.7%	11.9%	16.0%	42.8%	57.8%
	定速走行・車間距離制御装置	高速ACC	0.8%	0.9%	0.7%	1.3%	2.2%	4.3%	5.1%	7.8%	12.2%	22.9%
	低速度域車間距離制御装置	低速ACC	0.3%	0.0%	0.0%	0.6%	1.5%	2.2%	2.5%	4.5%	12.8%	11.5%
	全車速域定速走行・車間距離制御装置	全車速ACC	0.2%	0.1%	0.2%	0.8%	1.6%	2.3%	2.8%	5.1%	13.7%	13.1%
	ペダル踏み間違い時加速抑制装置	ペダル踏み間違い時加速抑制装置	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	12.5%	32.2%	31.6%	41.6%	58.0%
	車間距離警報 and 車線逸脱警報 and 衝突被害軽減ブレーキ and ペダル踏み間違い時加速抑制装置		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	3.2%	8.6%	16.0%	40.4%	56.9%

項目	通称名	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年
大型	車間距離警報装置	9.7%	10.0%	11.4%	22.2%	20.6%	18.2%	18.6%	19.0%	22.1%	22.2%
	ふらつき注意装置	10.0%	9.2%	12.0%	20.0%	19.9%	18.0%	17.9%	17.1%	14.1%	16.8%
	車線逸脱警報装置	4.1%	3.4%	4.1%	5.0%	4.5%	4.2%	9.8%	13.5%	18.8%	28.7%
	前方障害物衝突軽減ブレーキ制御装置	1.8%	1.3%	5.1%	15.1%	18.7%	17.8%	19.4%	18.4%	21.1%	29.3%
	定速走行・車間距離制御装置	11.7%	13.4%	122.8%	19.7%	19.0%	18.4%	19.3%	22.0%	19.5%	23.4%
大型車の車線逸脱警報and衝突被害軽減ブレーキの搭載率。		1.8%	1.3%	4.1%	5.0%	4.5%	4.2%	9.8%	13.5%	18.8%	28.7%

網掛は対象とする安全運転支援機能

ASV技術普及状況調査（平成30年12月26日現在）、国土交通省
2008年(平成20年)以降のASVの普及データ

(2) 乗用車新車の安全運転支援機能搭載率の推計

平成 29 年（2017 年）までの乗用車新車への安全運転支援機能の搭載率を、次のようなロジスティック曲線でモデル化し、そのパラメータを推定した。

$$F = \frac{1}{1 + \exp(b + a \cdot \text{year1})}$$

F : 新車中の搭載割合

Year1 : 年度

販売実績が少ない時点のデータの影響を過大に評価するのを避けるため、新車販売中の割合が1%以上となる期間のみをパラメータ推計の対象とした。推定したモデルのパラメータは次のようになった。図 3.7-6、図 3.7-7、図 3.7-8、図 3.7-9 に実績値との比較を示す。

表 3.7-2 安全運転支援機能の搭載率の推計パラメータ

ASV技術	モデル		$F = \frac{1}{1 + \exp(b + a \cdot \text{year1})}$				AIC
	係数a			係数b			
	値	t値	Pr(> t)	値	t値	Pr(> t)	
車間距離警報装置	-0.920	-12.417	0.000	7.691	12.895	0.000	-26.794
車線逸脱警報装置	-0.879	-15.091	0.000	7.559	15.926	0.000	-25.824
前方障害物衝突軽減ブレーキ制御装置	-0.857	-10.262	0.000	7.333	10.831	0.000	-24.874
ペダル踏み間違い時加速抑制装置	-0.519	-5.152	0.007	4.365	5.724	0.005	-12.290

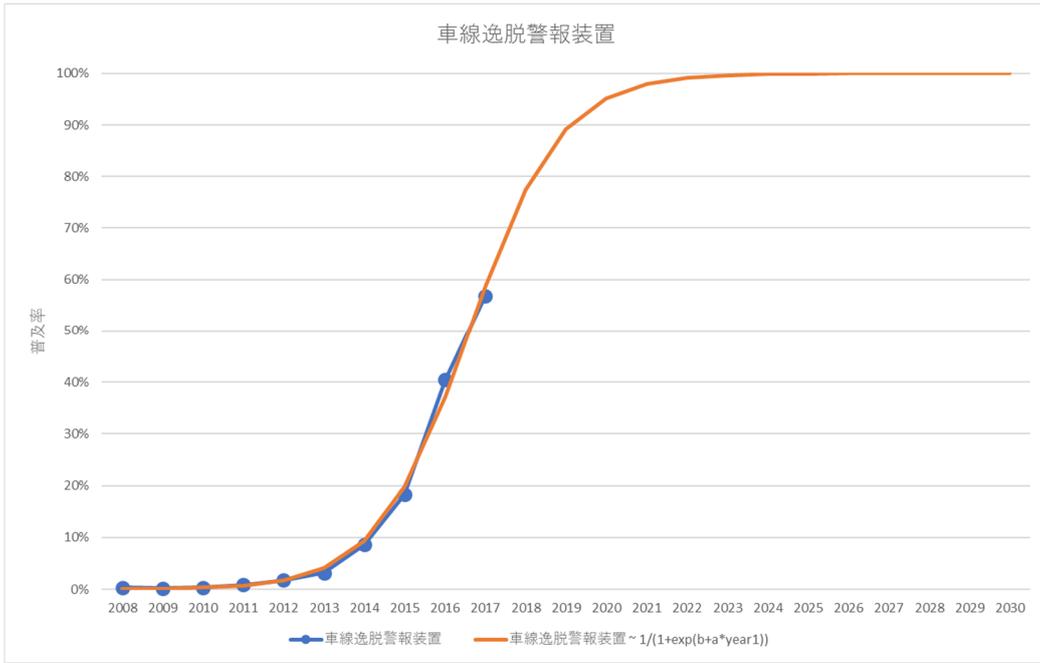


図 3.7-6 車線逸脱警報装置の新車搭載率の推計結果

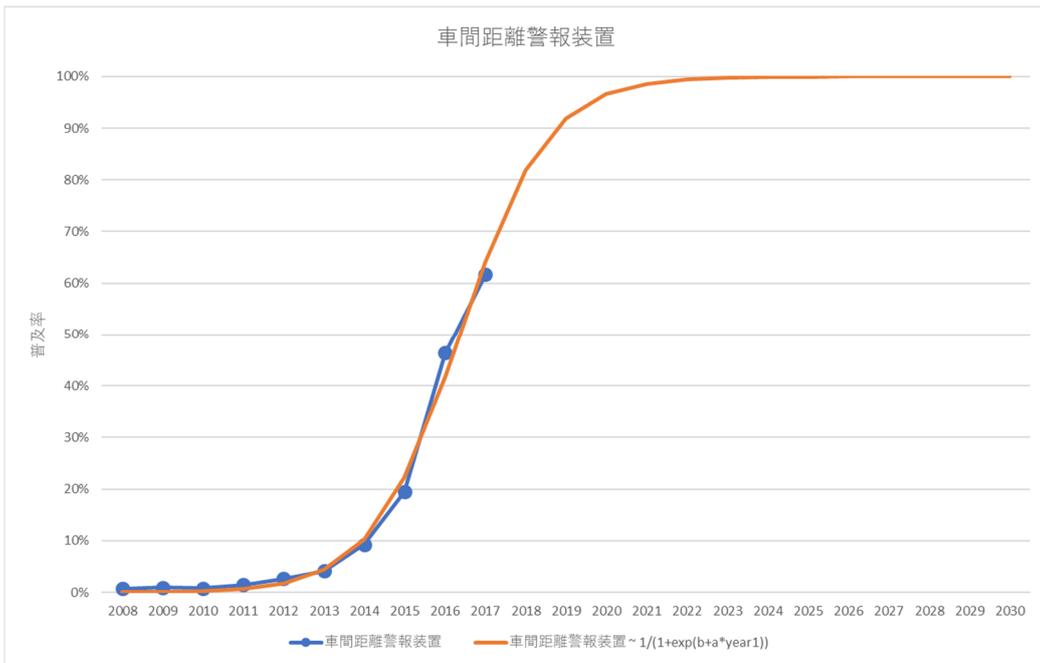


図 3.7-7 車間距離警報装置の新車搭載率の推計結果

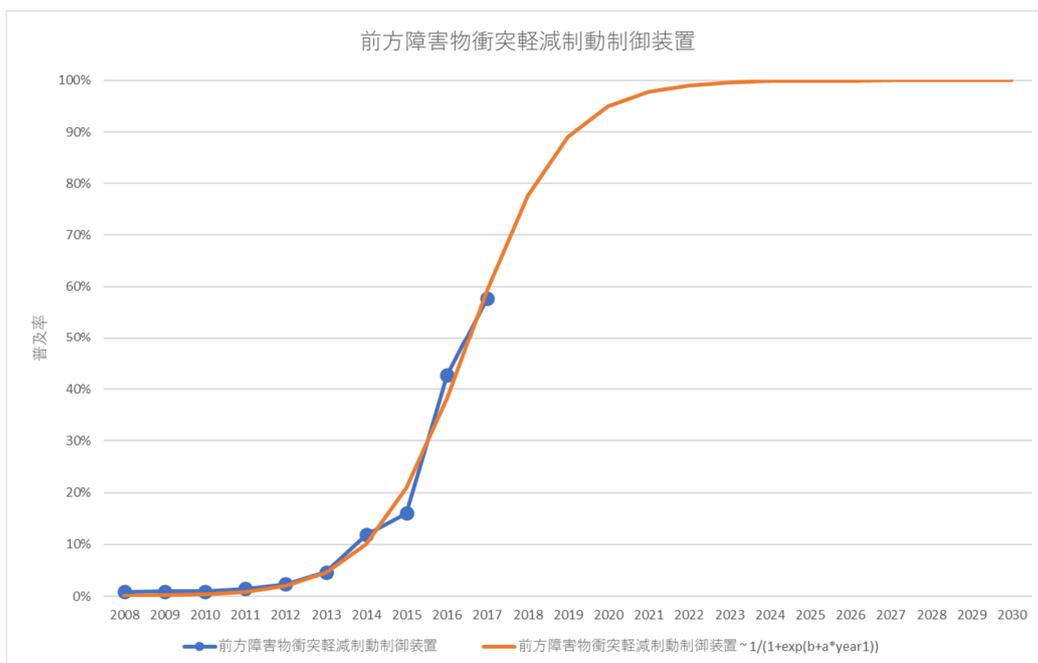


図 3.7-8 前方障害物衝突軽減制動制御装置の新車搭載率の推計結果

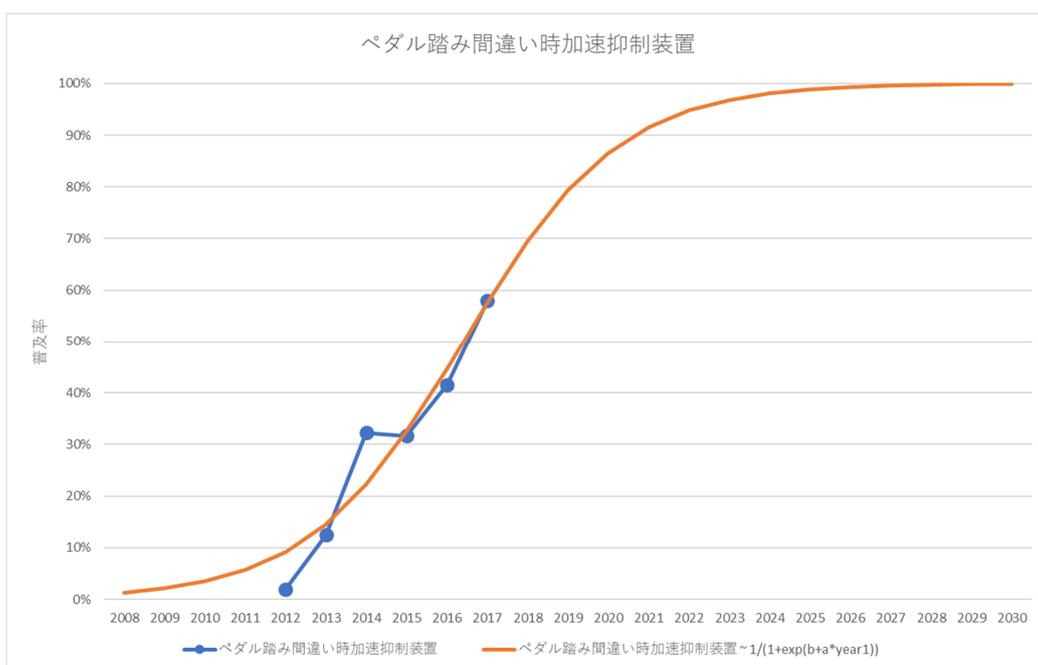


図 3.7-9 ペダル踏み間違い時加速抑制装置の新車搭載率の推計結果

推定したモデルに基づいて将来の各機能の搭載率を評価し、各年で最も搭載率が小さい機能の搭載率を、安全運転支援機能を搭載する自動化カテゴリ C1 の比率とした。但し、2021 年度からは衝突被害軽減ブレーキの義務化が行われ、走行中の安全運転支援機能が充実するとして、2022 年度からは 100%とし、2021 年度は 2020 年との中間の搭載率と設定した。

表 3.7-3 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	C0+C1内の割合	
						C0	C1
2008	0.7%	0.3%	0.8%		0.3%	99.7%	0.3%
2009	0.9%	0.2%	0.9%		0.2%	99.8%	0.2%
2010	0.8%	0.3%	0.9%		0.3%	99.7%	0.3%
2011	1.4%	0.8%	1.4%		0.8%	99.2%	0.8%
2012	2.6%	1.7%	2.4%	2.0%	1.7%	98.3%	1.7%
2013	4.1%	3.2%	4.7%	12.5%	3.2%	96.8%	3.2%
2014	9.3%	8.6%	11.9%	32.2%	8.6%	91.4%	8.6%
2015	19.5%	18.2%	16.0%	31.6%	16.0%	84.0%	16.0%
2016	46.4%	40.4%	42.8%	41.6%	40.4%	59.6%	40.4%
2017	61.7%	56.9%	57.8%	58.0%	56.9%	43.1%	56.9%
2018	81.8%	77.4%	77.6%	69.5%	69.5%	30.5%	69.5%
2019	91.9%	89.2%	89.1%	79.3%	79.3%	20.7%	79.3%
2020	96.6%	95.2%	95.1%	86.6%	86.6%	13.4%	86.6%
2021	98.6%	98.0%	97.8%	91.6%	91.6%	6.7%	93.3%
2022	99.4%	99.1%	99.1%	94.8%	94.8%	0.0%	100.0%
2023	99.8%	99.6%	99.6%	96.8%	96.8%	0.0%	100.0%
2024	99.9%	99.9%	99.8%	98.1%	98.1%	0.0%	100.0%
2025	100.0%	99.9%	99.9%	98.9%	98.9%	0.0%	100.0%

実績値

義務化

3.7.4 車の電動化割合

車の電動化割合は、STEP1 では「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）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」に基づいて設定する。貨物車・バス市場においてはEVの予測がないため、HVの値を用いることとする。

表 3.7.4 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

	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2020年度	2030年度	2040年度	2050年度
EV/HV/P	4	9	23	34	43	49	55	55	55	55	55
HV軽自動車・乗用車	販売台数(台/年)	142,500	209,750	609,900	750,150	1,082,000	1,101,500	1,531,500	1,973,000	2,513,000	2,438,600
	保有台数(台)	142,500	351,039	954,995	1,680,974	2,706,444	3,694,558	5,040,931	11,346,917	22,686,783	28,278,192
	販売台数(台/年)	4,904,732	4,916,995	4,922,811	4,958,203	4,995,316	5,030,473	5,055,070	5,078,372	4,931,509	4,777,254
軽自動車・乗用車	次世代シェア(%)	2.91	4.27	12.39	15.1	21.7	21.9	30.3	38.9	51.0	52.8
	保有台数(台)	66,127,472	65,800,246	65,814,398	66,078,638	66,483,368	66,926,904	67,312,203	66,503,277	63,462,970	60,745,822
	次世代シェア(%)	0.215	0.533	1.45	2.54	4.07	5.52	7.49	17.1	35.7	46.6

表 3.5.3 ディーゼルHV重量車販売・普及見通し

	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2020年度	2030年度	2040年度	2050年度
HV重量車	モデル数(モデル)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	販売台数(台/年)	400	500	2,850	5,700	8,550	11,400	11,400	45,600	45,600	59,280
	保有台数(台)	1,853	2,337	5,148	10,720	18,915	29,535	39,480	141,725	463,607	676,576
貨物車・バス	販売台数(台/年)	422,451	418,024	413,829	409,844	406,052	402,436	398,983	383,745	360,411	342,987
	HVシェア(%)	0.0947	0.120	0.689	1.39	2.11	2.83	2.86	11.9	12.7	17.3
	保有台数(台)	6,936,550	6,803,776	6,704,776	6,628,784	6,566,124	6,508,336	6,448,249	5,982,545	5,223,645	4,714,798
	HVシェア(%)	0.0267	0.0344	0.0768	0.162	0.288	0.454	0.612	2.37	8.88	14.4

図 3.7-10 電動化割合

出典：「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）

3.8 乗用車を対象としたテスト・シミュレーション

前節までに設定したモデル・パラメータを用いて、テスト的に、乗用車への自動運転車の普及シミュレーションを行った。

乗用車の車種別保有台数の推計結果を図 3.8-1 に示す。人口は減少しているが、免許保有者数は 2025 年ころまで大きく減少せず、一人当たり GDP の成長に伴って乗用車の台数は増加する。また、一人当たり GDP の増加により保有台数に占める普通乗用車の割合は増加してゆく。

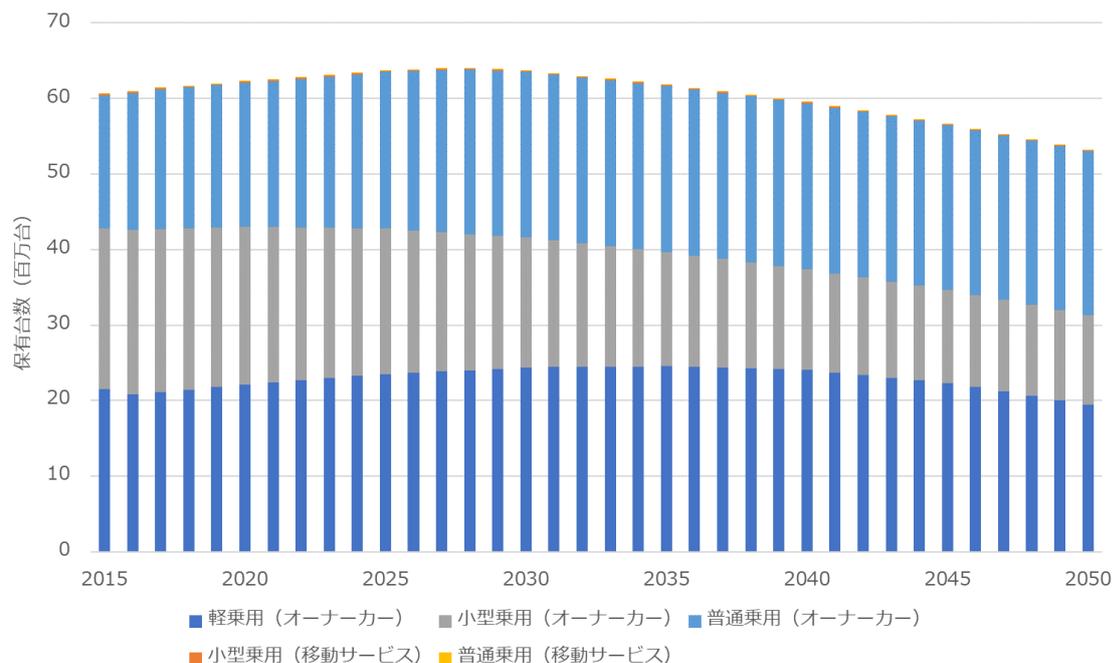


図 3.8-1 乗用車の車種別保有台数 (テスト・シミュレーション結果)

乗用車の自動運転カテゴリ別新車販売台数の推計結果を図 3.8-2 に示す。自動運転カテゴリ C2～C6 の車の販売は、新しい自動運転カテゴリの車が販売されると、順次上位カテゴリの車に入れ替わる結果となっている。これは、生活者アンケートで得られたロジスティック回帰モデルでは上位の自動運転カテゴリになるほど価格が高くても賛同率が高くなること、および上位の自動運転カテゴリが優先的に選択されるモデルとなっているためである。

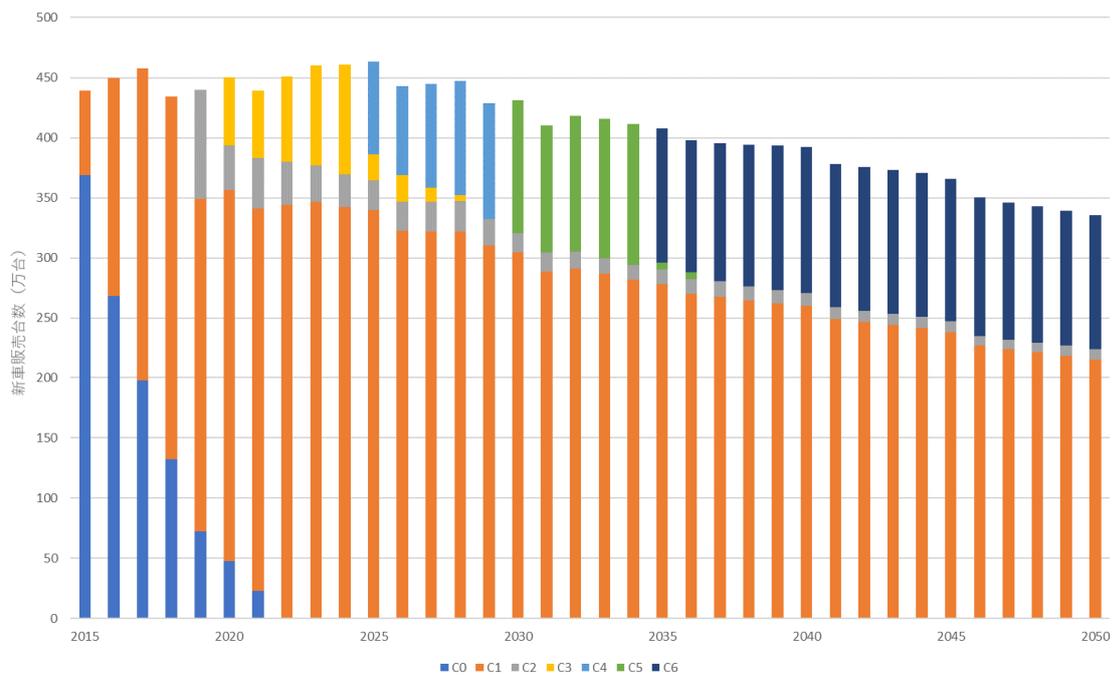


図 3.8-2 乗用車の自動運転カテゴリ別新車登録台数（テスト・シミュレーション結果）

乗用車の自動運転カテゴリ別保有台数を図 3.8-3 に示す。C0 の車は次第に減少しているが、2035 年でも数%を占める。一方、自動運転カテゴリ C2～C6 の車は、新車販売中の自動運転カテゴリが置き換わるにつれて、順次上位カテゴリの車に入れ替わっている。

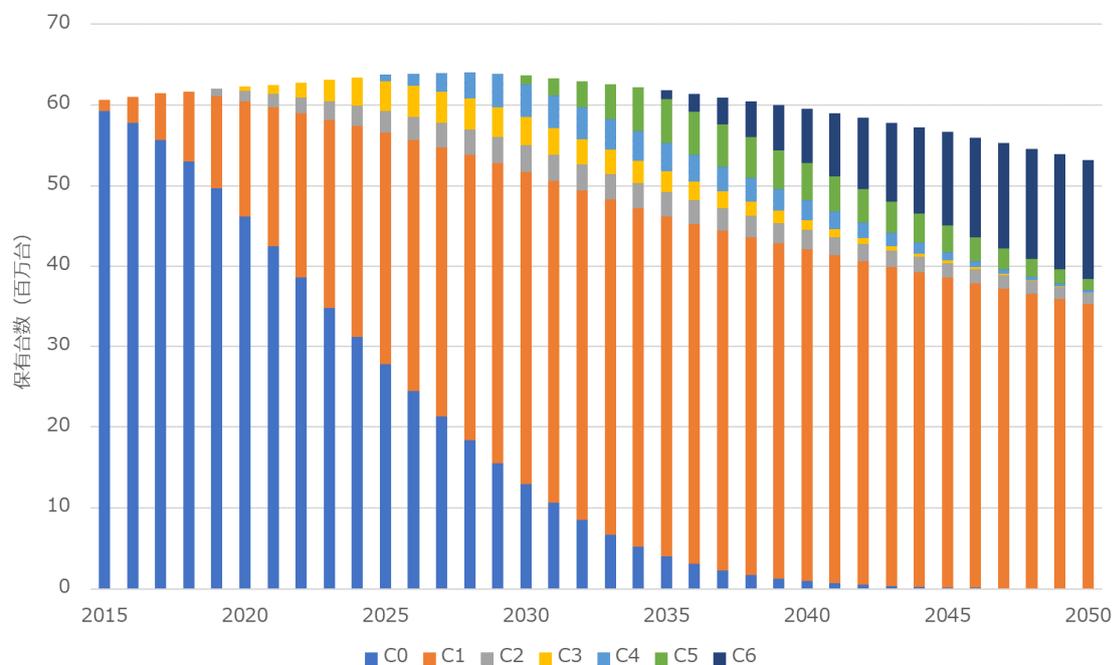


図 3.8-3 乗用車の自動運転カテゴリ別保有台数（テスト・シミュレーション結果）

乗用車の自動運転カテゴリ別走行量を図 3.8-4 に示す。この試算では、乗用車 1 台当たりの走行量は変化しないとしているため、結果は保有台数の場合と同じ傾向を示す。

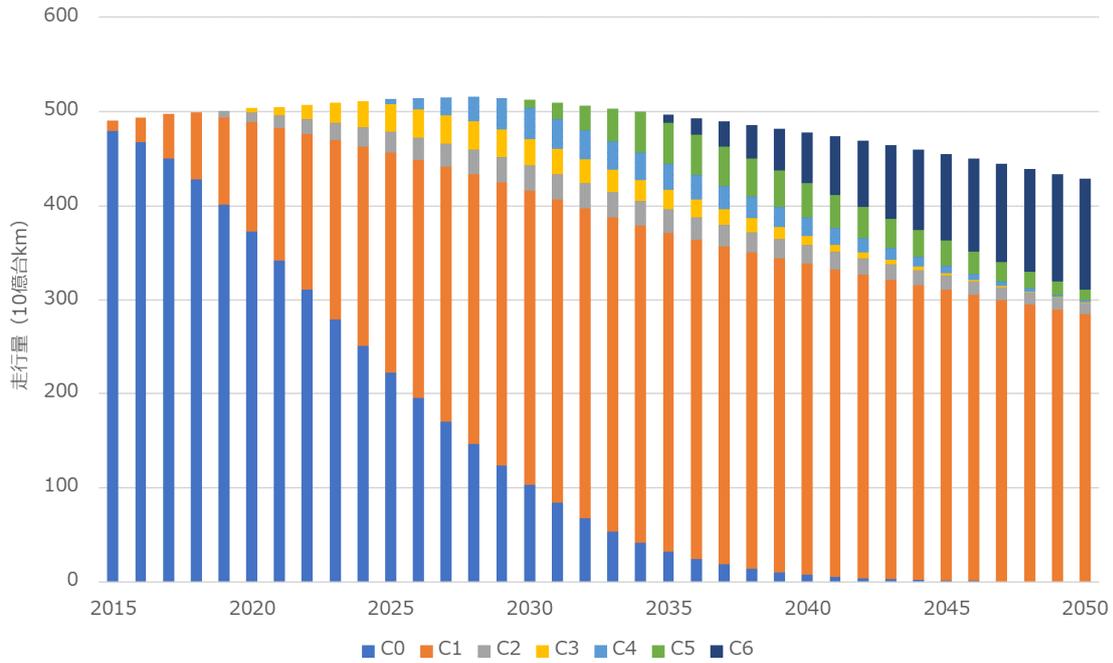


図 3.8-4 乗用車の自動運転カテゴリ別走行距離（テスト・シミュレーション結果）

乗用車の電動化別保有台数を図 3.8-5 に示す。電動化は順次進み、2050 年には約 50%程度となった。

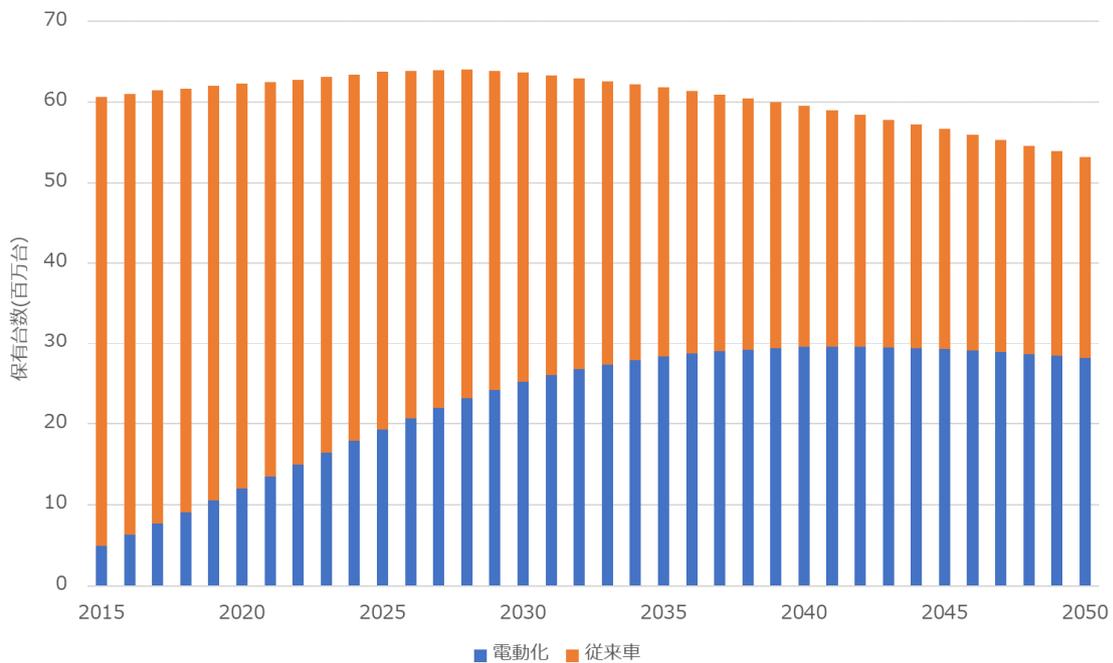


図 3.8-5 乗用車の電動化別保有台数（テスト・シミュレーション結果）

次に、自動運転オプションの初期価格を±20%変化させた場合の各カテゴリの新車登録台数に占める割合を図 3.8-6、図 3.8-7、図 3.8-8 図 3.8-9、図 3.8-10、図 3.8-11、図 3.8-12 に示す。自動運転カテゴリ C2～C6 の価格が低下すれば、自動運転カテゴリ C1 の割合が減少し、C2～C6 の

車の割合が大きくなるが、その大きさは各自動運転カテゴリの賛同率曲線の傾きに依存して異なっている。

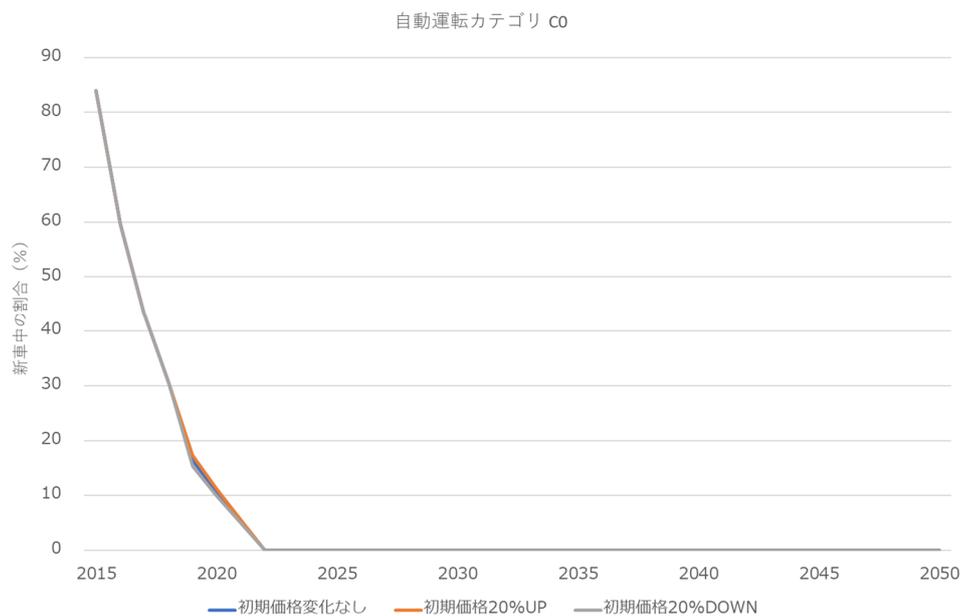


図 3.8-6 自動運転カテゴリ C0 の新車登録割合

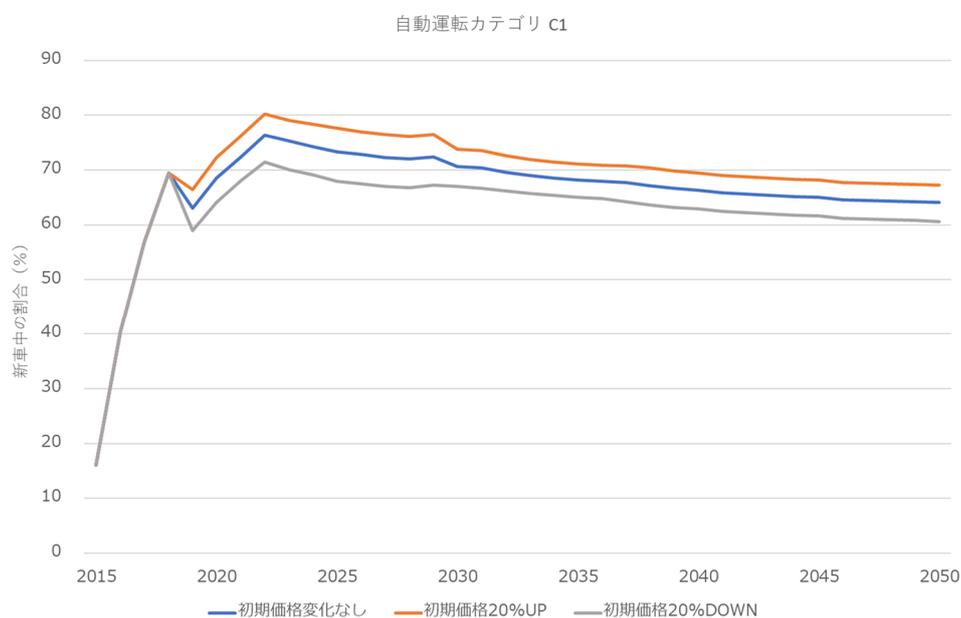


図 3.8-7 自動運転カテゴリ C1 の新車登録割合

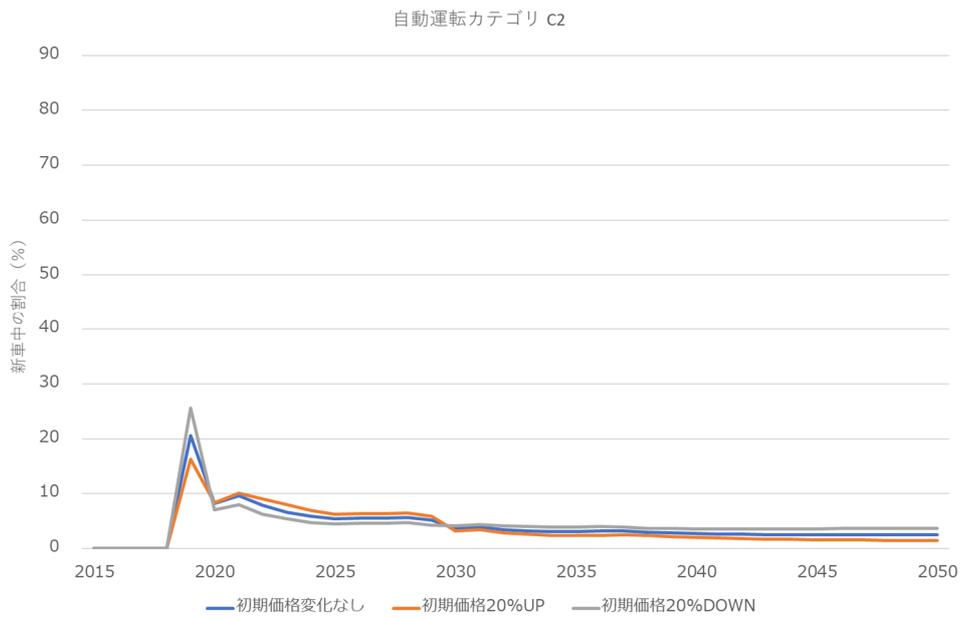


図 3.8-8 自動運転カテゴリ C2 の新車登録割合

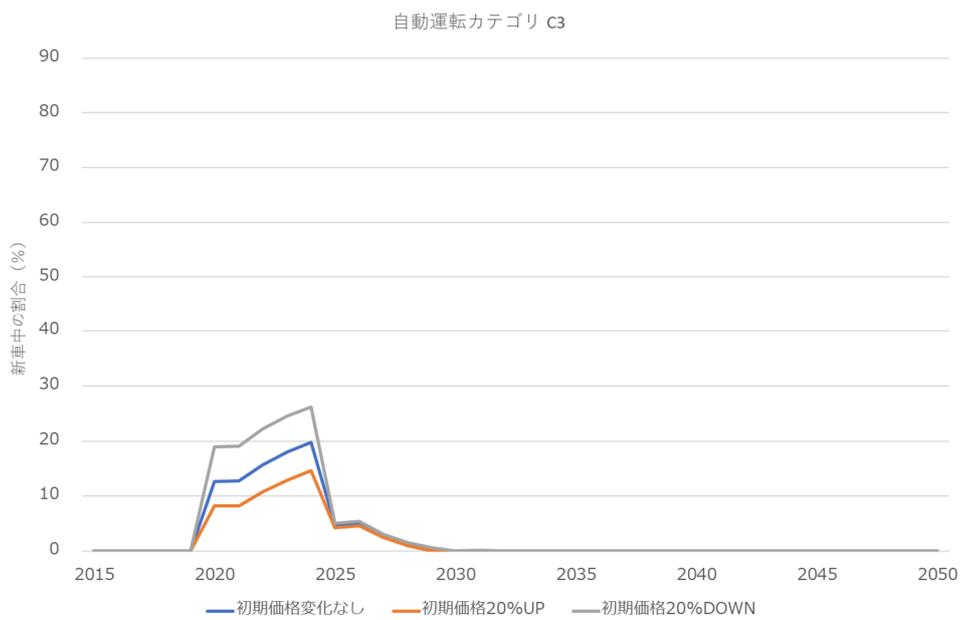


図 3.8-9 自動運転カテゴリ C3 の新車登録割合

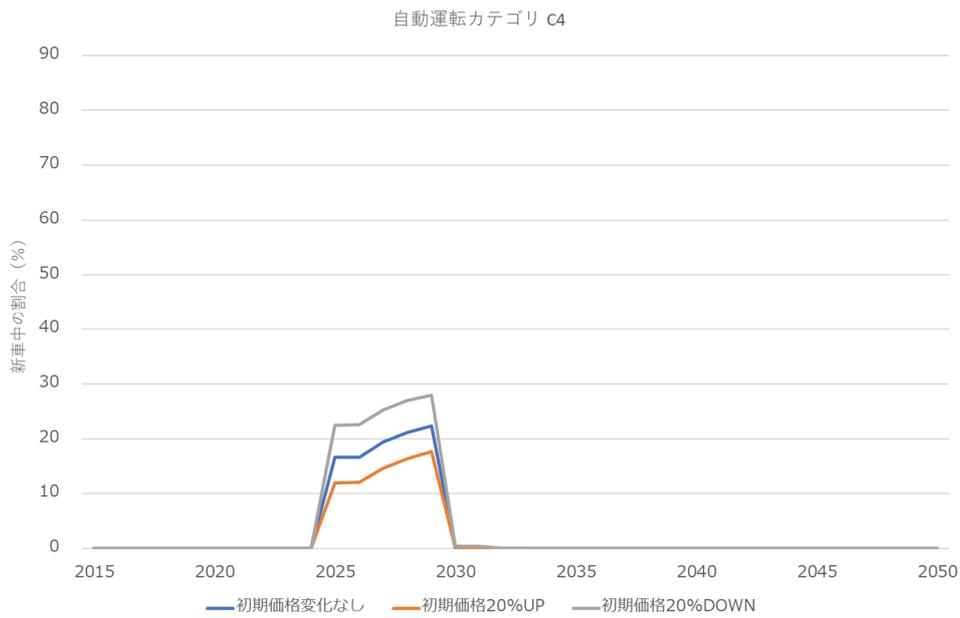


図 3.8-10 自動運転カテゴリ C4 の新車登録割合

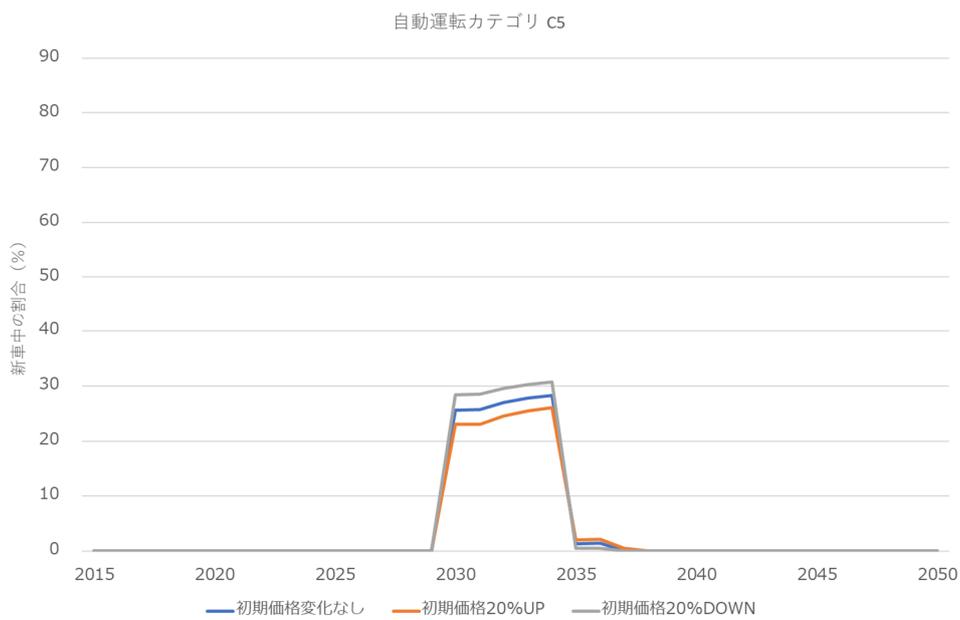


図 3.8-11 自動運転カテゴリ C5 の新車登録割合

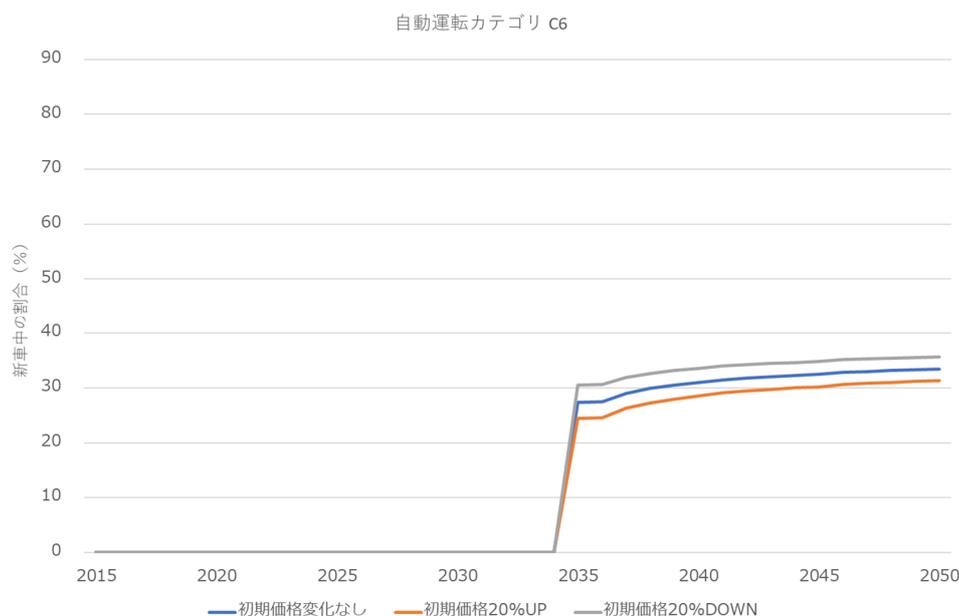


図 3.8-12 自動運転カテゴリ C6 の新車登録割合

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), www.rand.org/pubs/tools/TL279.html (閲覧日 : 2019年3月5日)
- 3) Keeney T. (2017), Mobility-As-A-Service: Why Self-Driving Cars Could Change Everything, ARC Investment Research, <http://bit.ly/2xz6PNV> (閲覧日 : 2019年2月7日)
- 4) 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, RethinkX, <http://bit.ly/2pL0cZV>, (閲覧日 : 2019年2月7日) .
- 5) Litman T. (2018), Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning, Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/avip.pdf>, (閲覧日 : 2019年2月2日) .
- 6) 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://bit.ly/2zYBTfG>, (閲覧日 : 2019年2月7日) .
- 7) Sivak M., B. Schoettle (2015a), Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles, Sustainable Worldwide Transportation Program, <http://bit.ly/2BrEHxV> (閲覧日 : 2019年3月3日)
- 8) Sivak M., B. Schoettle (2015b), Potential Impact of Self-Driving Vehicles on Household Vehicle Demand and Usage, Sustainable Worldwide Transportation Program, <http://bit.ly/2BrEHxV>, (閲覧日 2019年3月9日)
- 9) 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, <http://bit.ly/2kIAOOQ>, (閲覧日: 2019年1月27日)
- 10) Xavier Mosquet, Thomas Dauner, Nikolaus Lang, Michael Rüßmann, Antonella Mei-Pochtler, Rakshita Agrawal, and Florian Schmiegel (2015), Revolution in the Driver's Seat: The Road to Autonomous Vehicles, Boston Consulting Group, http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Revolution-in-the-Drivers-Seat-Apr-2015_tcm9-64351.pdf
- 11) Zmud J, M. Tooley, T. Baker, J. Wagner (2018), Impacts of Connected Vehicles and Automated Vehicles on State and Local Transportation Agencies, National Cooperative Highway Research Program, <https://bit.ly/2dwWddo>, (閲覧日: 2019年3月3日)
- 12) 東 達志、香月 秀仁、谷口 守(2018), 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 (早期公開版)
- 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, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jste/5/2/5_A_142/_pdf-char/ja
- 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) 高橋 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/innovation/technology/dtr/v21/keynote-04.pdf>, (閲覧日: 2019年2月17日)
- 17) 目代武史(2000), 自動車部品産業における経験曲線効果に関する実証分析, 広島大学大学院国際協力研究科「国際協力研究誌」第 6 巻第 1 号

4. 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 研究の枠組み

この研究項目では、本研究の「自動運転車の普及シミュレーション」結果を用いて別施策「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」でシミュレートされる自動運転普及による交通事故件数、死傷者数の低減効果の推計結果の提供を受ける。そしてこのデータを、ITARDA 交通事故マクロデータを利用して補正し、さらに内閣府(2012)で示されている人体損傷程度別の経済的損失額を乗じて、その効果を金銭価値化する予定である(令和2年度実施予定)。

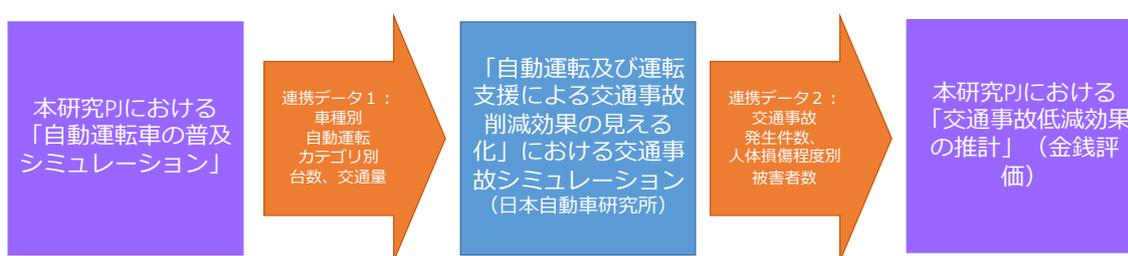


図 4.1-1 別施策「自動運転及び運転支援による交通事故削減効果の見える化」との連携

ところで、自動運転技術の事故関連技術としての経済的特色の1つは、事故自体を回避する技術であるため、自動運転の利用者には自車の乗員守る便益だけではなく、加害者になることを回避できるという便益が生ずる点である(e.g. 三好 2020)。これが、エアバッグやシートベルトといった自車の乗員だけを守るパッシブセーフティ技術との大きく違いである。しかしながら、内閣府(2012)では、加害者の金銭的損失や非金銭的損失の原単位が計測されていないため、自動運転の有するこの効果が金銭価値化できない状況にある。そこで、本研究では、実験経済学的手法ならび生活者へのwebアンケートを用いて、交通事故加害者非金銭的損失(心理的負担())の経済評価を行い、この結果を、自動運転による交通事故低減効果の金銭価値化に利用する。以下では、今年度実施した経済実験の結果について述べる

4.1.2 経済実験の実施概要

(1) 概要

この実験では、もし仮に、未来社会において交通事故を回避しうる新しいデバイスが開発されたとして(そしてその利用により、自分が交通事故の被害者として死亡してしまうリスクや、相手を死亡させてしまうような交通事故の加害者になるリスクを、一定の割合で減少しうる場合に)、当該デバイスに対して最低限いくら支払う意思があるか、そのWTPをセカンド・プライス・オークションによる経済実験により計測する。交通事故の被害者となることの非金銭的損失回避に対するWTPを、サーベイ(webアンケート調査)で検証している先行研究はこれまでも存在する(たとえば、内閣府2012)。しかし、交通事故の加害者となることのWTPを計測した研究はこれまでに存在しない。われわれが知る限り、この実験は、それを計測する初の試みである。

(2) 実験デザイン

本研究では、経済実験により、死亡事故リスクを低減しうる『安全デバイス』の使用権に対する WTP を計測する。経済実験は、まだ現実にはない仕組みや制度の効果を検証したり、その経済価値を計測したりすることを可能とする手法である (e.g. 田口 2015)。なお、今回の実験では、比較の目的で、交通事故の加害者の非金銭的損失だけではなく、交通事故の被害者の非金銭的損失も併せて計測した。詳細は以下の通りである。

実験計画

実験は、表 4.1-1 の通り、「(a)交通事故の死亡者 (自分 vs. 相手)」と「(b)事故リスク減少の度合い (50% vs. 90%)」を操作した 2 X 2 デザインである。

(a)について、後述する仮想シナリオにおける交通事故の被害者となるリスク (自分自身が死亡するリスク) を低減しうるテクノロジーを想定する「被害者条件」と、交通事故の加害者となるリスク (事故相手が死亡するリスク) を低減しうるテクノロジーを想定する「加害者条件」の 2 つを、被験者間計画で操作している。

(b)については、後述する『安全デバイス』使用により交通事故のリスクをどの程度減少しうるかについて、「50%削減できる条件」と「90%削減できる条件」との 2 つを、被験者内計画で操作している (表 4.1-1)。

表 4.1-1 実験計画

		交通事故の死亡者(被験者間)	
		自分	相手
事故リスク 低減(被験者内)	50%低減	被害者条件・50%低減	加害者条件・50%低減
	90%低減	被害者条件・90%低減	加害者条件・90%低減

仮想シナリオ

本研究では、仮想的なシナリオを被験者に提示し、それをもとに被験者が意思決定をおこなう CVM (仮想的評価法) のフレームを採用する。

シナリオの概要は、以下の①から⑤のとおりである。①被験者は、自動車を運転していたが、交通事故が起きてしまい、この事故で被験者自身(「被害者条件」の場合。「加害者条件」では、「事故の相手方」)が瀕死の状態に陥り、その後、24 時間以内に確実に死亡してしまう状況を想定する。また、②交通事故は、被験者(「被害者条件」の場合。「加害者条件」では、「事故の相手方」)にはまったく過失がない状況であると仮定する。この過失のない状況の例として、被害者条件では「あなたが運転中に、赤信号を見落として交差点に入ってきた他の自動車に衝突される等の状況」、加害者条件では「あなたが運転中に、赤信号を見落として交差点に入り他の車に衝突する等の状況」を例示した。さらに③治療費等の全額を第 3 者が負担し、被験者ないし被験者の遺族には、一切、金銭的負担は発生しないものと仮定する(非金銭的損失のみを考慮するための仮定)。これらを前提として、④(技術的な現実的可能性は度外視し)もし仮に死亡事故を回避できる新しい『安全デバイス』が開発され、このデバイスを自動車に装着すると、自動的な操作によ

り、死亡事故を回避できる（ただし、この『安全デバイス』は、必ず動作するとは限らない）と仮定する。そして、⑤この『安全デバイス』を装着するためには、使用料を支払わなくてはならず、それをドライバーである被験者自身が支払う必要がある（使用料は1年単位の契約であり、料金を一括前払いで支払い、使用料の返金等はなし）と仮定する。そのうえで、被験者に、死亡事故のリスクを減らすことができる『安全デバイス』に、最大いくら支払う意思があるのかWTPを問うのが、今回採用したシナリオである。

また、シナリオ上の「リスク低減」については、「自動車の運転中の交通事故による死亡確率は、1年間に10万分の1である」という情報を被験者に提示したうえで、『安全デバイス』が正常に動作する（死亡事故を回避できる）確率として、「50%」（交通事故による死亡確率が「10万分の1」から「10万分の0.5に低下）」と「90%」（交通事故による死亡確率が「10万分の1」から「10万分の0.1に低下）」の2パターンを想定している。なお、この「10万分の1」の設定は、平成29年、30年には、日本では1年間に免許保有者10万人あたり約1人が四輪車の運転中に交通事故で死亡していることを踏まえて設定した数値である。この数値の設定に当たっては、公益財団法人交通事故総合分析センター（ITARDA）の受託集計結果を利用した。

セカンド・プライス・オークション

本研究では、正直な選好表明をさせる仕掛けとして、被験者の2タイプのWTP、すなわち、死亡事故リスクを「50%」削減できる安全デバイスの1年間の使用権（これを以下「WTP50」と略す）と、死亡事故リスクを「90%」削減できる安全デバイスの1年間の使用権（これを以下「WTP90」と略す）を、セカンド・プライス・オークションによって被験者が入札するかたちで測定することにする。

セカンド・プライス・オークションとは、第1位の入札額を提示した者が、第2位の入札額を支払って、オークション対象物を買取る仕組みである。これは、プレイヤー全員にとって真のWTPの入札が弱支配戦略となり、プレイヤー全員がこの戦略をとることがナッシュ均衡となるため、真実表明を促すメカニズムとして知られている。また、入札額は、CVMでの支払いカード方式を採用し、50円以上50,000円以下の整数で入札するようにしている。

また、落札にあたっての予算制約、および、落札にあたってのインセンティブ付与を考慮するため、表4.1-2のような3つの手順でオークション実験をおこなっている。

表 4.1-2 オークションの手順

Step 1 場面想定法による WTP 計測（仮想シナリオのもと WTP50, WTP90 を回答）

↓

Step 2 セカンド・プライス・オークション実験での WTP 計測（Step 1 で回答した WTP を各被験者の value とするオークション実験で WTP50, WTP90 を回答。オークションは、変動謝金ありで経済的インセンティブを付与）

↓

Step 3 場面想定法による WTP 計測 part 2（仮想シナリオのもと WTP50, WTP90 を再度回答：Step 1 と同じ設問）

表 4.1-2 に示されるとおり、セカンド・プライス・オークション実験(Step 2)をおこなう前に、Step 1 として、各被験者はシナリオを読み自身の WTP を申告する。この Step 1 での WTP を各個人にとってのデバイス使用权の主観的価値（かつ、入札の上限額）としたうえで、Step 2 のオークションでは、次のような利得構造で被験者にインセンティブを付与する。

「『安全デバイス使用权』の被験者にとっての主観的価値（Step 1 の WTP） - 落札価格」
…【落札した場合】
「0」…【落札しなかった場合】

上記のように、落札時には、Step 1 で回答した WTP と落札額との差額を利得とし、落札し得なかった場合には、利得は「0」とする。このような手順で実験をおこなうことで、オークション落札にインセンティブを付与することができるし、また、入札額に上限ができることで、被験者の場当たり的な入札行動を回避することができる。

また、Step 2 でのオークション実験終了後に、Step 3 において、被験者には（事後アンケートとともに）、同じ条件をもとにした WTP を再度問うている。これは、Step 1 および Step 2 を踏まえた精度の高い WTP（オークションでの相場観を踏まえた WTP となることで、より精度の高い WTP の値を計測可能）ともいえる。

以上のような構造から、我々が得られる WTP のデータは 3 種類（Step 1 での WTP、Step 2 での入札額、Step 3 での WTP）存在することになる。本報告書では、主に Step 2 での入札額をメインとして示すことにする。

被験者および実験手続

2020 年 1 月に同志社大学技術・企業・国際競争力研究センター(ITEC)の経済実験ラボにて経済実験を行った。被験者は、同志社大学の学部生（平均年齢 20.97 歳、年齢の標準偏差 0.99）であり、web での実験応募サイトによって募集された。参加者の女性比率は 36.8%であり、各被験者は、「被害者条件」ないし「加害者条件」のどちらか 1 つの条件にランダムに割り当てられ、割り当てられた条件の実験にのみ参加した。最終的なサンプルサイズは、76 名（被害者条件 37 名、加害者条件 39 名）であった。

被験者は、若者世代（学生）が中心であり、年齢や所得におけるばらつきは小さい。しかし、今回の被験者は、未来社会における消費者層の代表的世代となることから、本研究で得られるデータは、未来社会を考えるうえで一定の示唆を与えるものと考えられる。

実験のプログラムおよび実施は、経済実験のスタンダードなソフトウェアである z-tree を用いておこなわれた（Fischbacher 2007）。参加者は、ネットワークで接続されたコンピュータを用いてゲームに参加した。座席はパーティションで囲われており、実験中のコミュニケーションは禁止されていた。参加者は、ラボに到着後、インストラクションを確認し、実験に参加した。Step 2 のオークション実験は、全 12 ラウンドおこなわれた。内訳は、6 ラウンドが WTP 50 に係るオークション、6 ラウンドが WTP 90 に係るオークションである。このため、オークション実験におけるデータの観測数は、表 4.1-3 のようになる。

表 4.1-3 Step 2 におけるデータの観測数

Condition	Participants	# of Rounds for WTP 50	# of Rounds for WTP 90	# of observations for WTP 50	# of observations for WTP 90
加害者条件	37	6	6	222	222
被害者条件	39	6	6	234	234
Total	76			456	456

また、被験者は、実験に参加した後、事後的な理解度テスト、および、デモグラフィック・データに関する事後アンケートに回答し、その場で謝礼を受け取った。謝礼は、オークション実験の全ラウンドの累積利得をもとに計算され、その平均額は実験全体で 1,725.00 円（被害者条件：1,745.94 円、加害者条件：1,705.12 円）であった。

4.1.3 実験結果の概要

(1) 記述統計

実験から得られたデータの記述統計は、表 4.1-4 のようになる。表 4.1-4 の Panel A は step 1、Panel B は Step 2、Panel 3 は Step 3 におけるそれぞれの WTP(WTP 50 と WTP 90)の平均値と中央値を示している。

表 4.1-4 記述統計

Panel A. Step 1 における条件ごとの WTP の平均値と中央値

Condition		WTP50	WTP 90
被害者	Mean	16,080	27,623
	Median	10,000	24,000
	Obs.	37	37
加害者	Mean	16,067	27,110
	Median	15,000	30,000
	Obs.	39	39
Total	Mean	16,073	27,360
	Median	12,000	28,750
	Obs.	76	76

Panel B. Step 2 における条件ごとの入札額の平均値と中央値

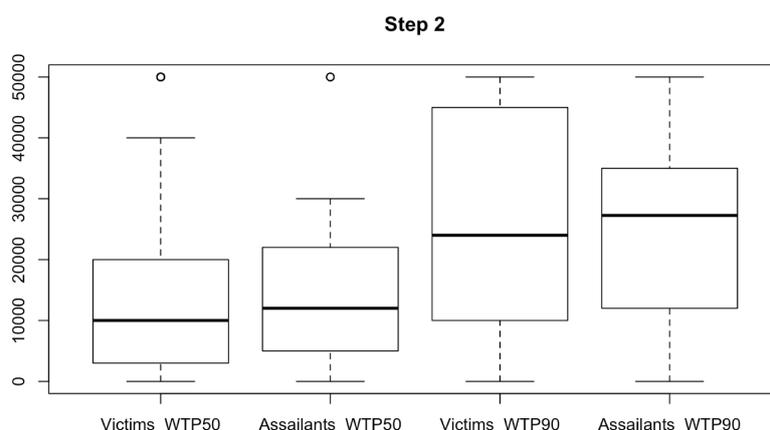
Condition		WTP50	WTP 90
被害者	Mean	13,836	26,084
	Median	10,000	24,000
	Obs.	222	222
加害者	Mean	14,099	25,930
	Median	12,000	27,250
	Obs.	234	234
Total	Mean	13,971	26,005
	Median	10,000	25,000
	Obs.	456	456

Panel C. Step 3 における条件ごとの WTP の平均値と中央値

Condition		WTP50	WTP 90
被害者	Mean	25,854	36,189
	Median	25000	45,000
	Obs.	37	37

表 4.1-4 の各 Panel からは、次の 2 つのことがわかる。まず第 1 に、WTP 50 と WTP 90 とでは、どの Step および条件においても、後者の WTP 90 のほうがより大きいことである。これは、死亡事故リスクをより多く削減できるほうが、より価値が高いと被験者が考えていることの表れであり、ある意味で順当な結果といえる。

また第 2 は、どの Step においても、被害者条件と加害者条件との間に大きな差がみられないことである。これは意図せざる帰結である。このことをビジュアルでも確認するために、特に Step 2(セカンド・プライス・オークション)における条件ごとの入札額の箱ひげ図を示すと図 4.1-2 になる。



Note: 図表の「Victims」は「被害者条件」、「Assailants」は「加害者条件」を、それぞれ示している。

図 4.1-2 セカンド・プライス・オークションにおける条件ごとの入札額の箱ひげ図

図 4.1-2 に示されるとおり、WTP50 については、加害者条件のほうが全体的に入札額が高めであることが理解できる。また、WTP90 については、被害者条件では入札額のばらつきが全体的に大きいのにに対して、他方、加害者条件においては、入札額のばらつきが小さく、かつ中央値がより高いことが理解できる。このように、直感的には、被験者は自分自身が死亡事故の被害者となることを回避しうる安全デバイスにより高い価値を見出しそうであるが、しかし実験結果はそうではなく、被験者は、加害者になってしまうことに対する心理的なコスト（非金銭的損失）も、（自分が死亡する場合と同程度か、もしくはそれ以上に）高く見積もっていることが、実験結果からは理解できる。

(2) WTP の加害者/被害者比率

また、本実験の（特に Step 2 の経済実験の）結果から、加害者条件の WTP と被害者条件の WTP の比率（加害者条件 WTP/被害者条件 WTP）を計算する。なお、この比率を用いれば、過去の他の調査で計算された「被害者ベース」の非金銭的損失の額を、「加害者ベース」の金額に変換することが可能となる。その具体的比率は、表 4.1-5 のようになる。

表 4.1-5 WTP の加害者/被害者比率

		被害者	加害者	加害者/被害者	Mean ベースと Median ベースの平均
		WTP	WTP	比率	
WTP 50	Mean ベース比	13,836	14,099	1.02	1.11
	Median ベース比	10,000	12,000	1.20	
WTP 90	Mean ベース比	26,084	25,930	0.99	1.06
	Median ベース比	24,000	27,250	1.14	

表 4.1-5 に示されるとおり、WTP 50、および、WTP90 いずれの場合においても、「加害者条件 WTP/被害者条件 WTP」の (Mean ベースと Median ベースの平均) 値は、1 を超えるものとなる。つまり、ここからも、加害者条件における WTP のほうがより高くなっていることが理解できる。

(3) 加害者・被害者になることの非金銭的損失額

本研究の経済実験結果で示される WTP は、「自動車の運転中の交通事故による死亡確率が、1 年間に 10 万分の 1 である」ということを前提にしたうえでの、①交通事故による死亡確率を「10 万分の 1」から「10 万分の 0.5 に低下」させることができる『安全デバイス』の 1 年間の使用権の価値(WTP 50)、および、②交通事故による死亡確率を「10 万分の 1」から「10 万分の 0.1 に低下」させることができる『安全デバイス』の 1 年間の使用権の価値(WTP 90)である。よって、これらの WTP 50 と WTP 90 を事故リスク削減率で割引くことで、自ら交通死亡事故の被害者となることの非金銭的損失額と、交通死亡事故の加害者となることの非金銭的損失額を計算することができる。その計算結果は、表 4.1-6 のとおりである。

表 4.1-6 非金銭的損失額の算定

	WTP の中央値		割引率 (事故 リスク削減率)	非金銭的損失	
	被害者	加害者		被害者	加害者
死亡リスク 50%削減	10,000	12,000	0.000005	2,000,000,000	2,400,000,000
死亡リスク 90%削減	24,000	27,250	0.000009	2,666,666,667	3,027,777,778
			Average	2,333,333,333	2,713,888,889

内閣府(2007, 2012)では、WTP の中央値を用いて金額を算定しているので、本研究でもそれを踏襲し計算をおこなうと、交通死亡事故の被害者となることの非金銭的損失額は 23.33 億円、交通死亡事故の加害者となることの非金銭的損失額は 27.13 億円となる。

なお、これらの金額は、内閣府(2012)における被害者の非金銭的損失額 2.13 億円と比べると高い水準となっているが、これは前提としている「自動車の運転中の交通事故による死亡確率が、1 年間に 10 万分の 1 である」ということの影響を大きく受けているためと考えられる。内閣府

(2012)の数値の根拠となっている内閣府(2007)では、交通事故による死亡リスクを10万分の6としている。

このように、非金銭的損失額そのものは、割引率の影響を強く受けやすいことから、今回の実験結果からは、非金銭的損失額の結果自体を用いるのではなく、3.2 で示した加害者/被害者比率をうまく活用することが有用であるといえる。

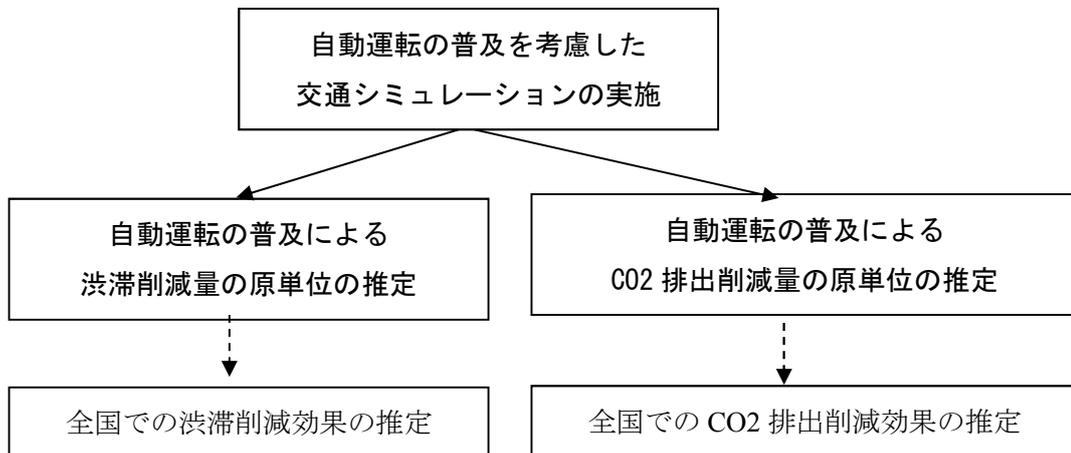
なお、本研究では学生のみを対象に実験を行ったが、この実験結果を踏まえ、次年度には、より幅広い属性の被験者を対象に、web アンケートを用いて同趣旨の調査を行う予定である。

参考文献

- 1) Fischbacher, U. 2007. z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments. *Experimental Economics* 10: 171–178.
- 2) 田口聡志 2015. 『実験制度会計論 -未来の会計をデザインする--』中央経済社
- 3) 内閣府 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』内閣府政策統括官（共生社会政策担当）
- 4) 内閣府 2012. 『交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査 報告書』内閣府政策統括官（共生社会政策担当）
- 5) 三好博昭 2020. 「自動運転の経済学的考察」日本学術協力財団『学術の動向』2020年5月号特集「自動車の自動運転の実現と社会デザイン」（近刊）

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

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 2 段階に変えたケースの計 3 ケースを実施し、渋滞削減量と CO2 排出削減量の原単位を推計した。

(2) 交通シミュレーションの実施

1) 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¹。

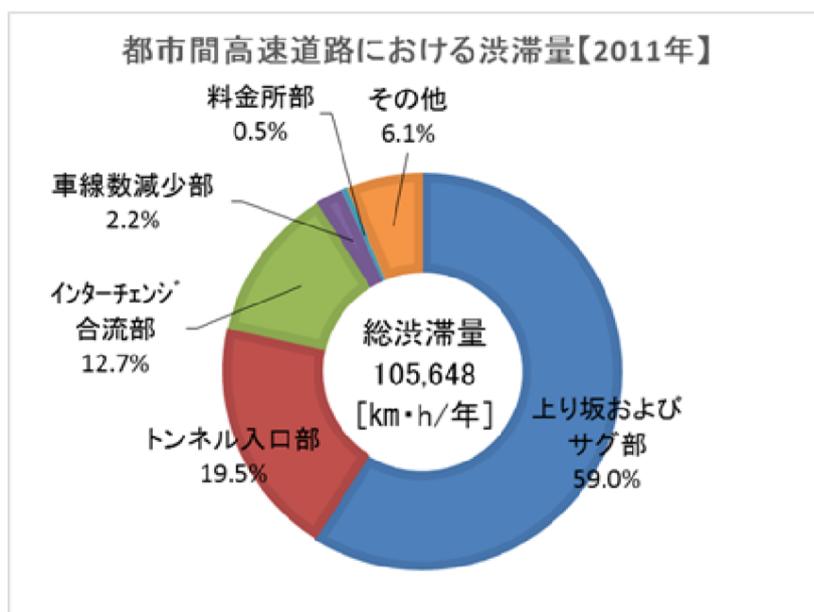


図 4.2-1 都市間高速道路における道路構造別の渋滞発生割合【2011年】

(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)

¹ 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

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。

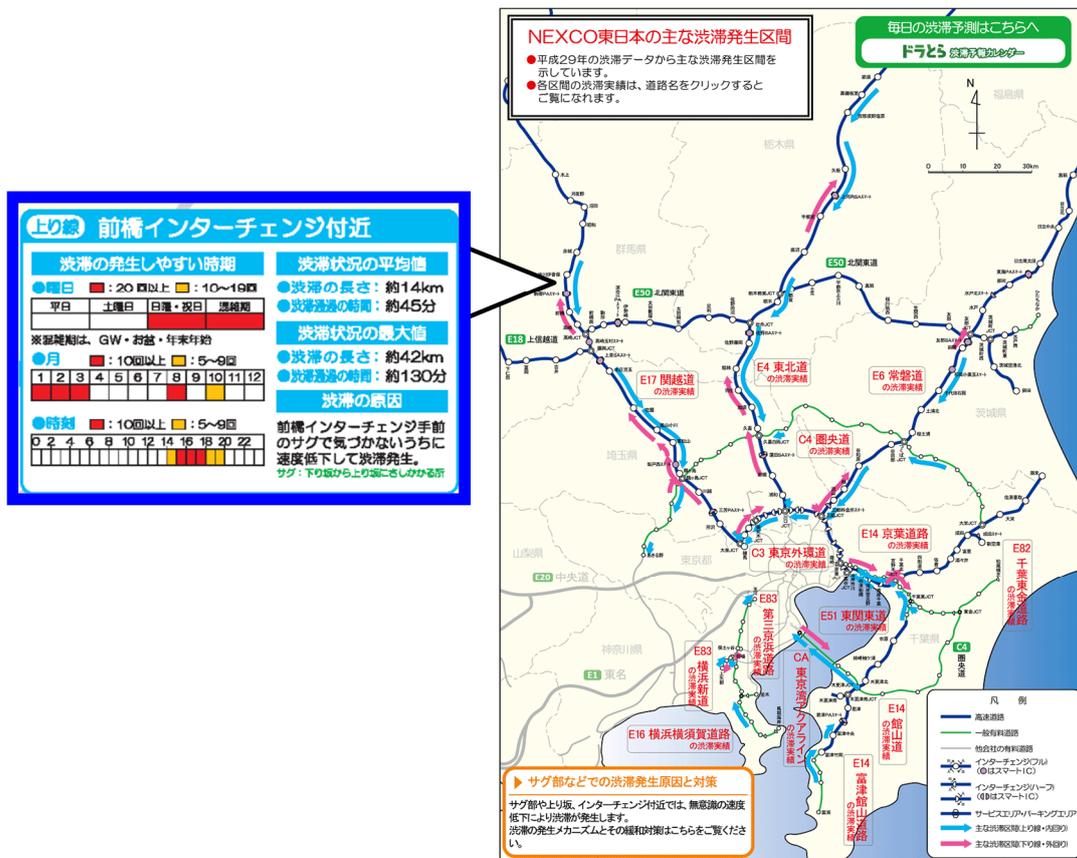


図 4.2-2 NEXCO 東日本の主な渋滞発生区間

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 I 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 I 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いるが、原単位の推計には支障ないと判断した。

2) 自動運転車の割合の設定

自動運転車の割合は、SIP 第 I 期と同様に、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。今後、渋滞や CO2 の削減量の原単位の推定にあたり、予測時点での自動運転車の割合が 20%や 90%でない場合は、20%と 90%の結果を用いて算定した原単位の値を内分する形で対応することとした。

なお、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、ここでは、SIP 第 I 期で「自動運転車の車間距離保持等の走行性能が、人間の運転と遜色無い程度まで向上」した状態の自動運転車の混入割合のみ検討した。

3) 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、表のとおり設定した。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 4.2-1 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）

分類	パラメータ	単位	自動運転車 (小型)		一般車 (小型)		一般車 (大型)	
			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/s ²]	1.6		1.6	0.2	0.8	0.2
	希望減速度	[m/s ²]	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/s ²]	1.6		1.304	0.125	1.082	0.111
	自然減速度	[m/s ²]	0.24		0.24		0.24	
その他条件	最大減速度	[m/s ²]	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 ²	[s]	0.67					

◆道路ネットワークデータの作成

図 4.2-3 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

² 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マイクロに見たときの、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。）

した。この区間には、サグとなっているボトルネック箇所ある。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。



図 4.2-3 シミュレーション対象区間 (片側 2 車線区間)

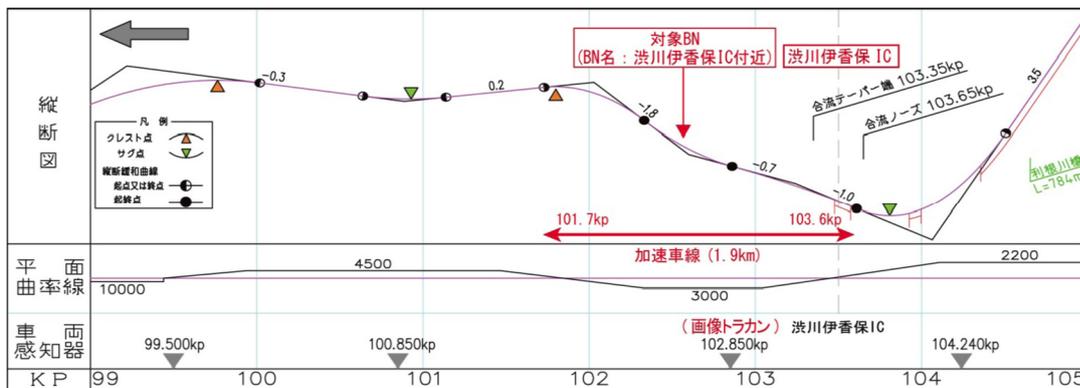


図 4.2-4 シミュレーション対象区間付近の縦断面図

(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下表のとおりである。

表 4.2-2 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、表のとおり設定した。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 4.2-3 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）

分類	パラメータ	単位	自動運転車 (小型)		一般車 (小型)		一般車 (大型)	
			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/s ²]	1.6		1.6	0.2	0.8	0.2
	希望減速度	[m/s ²]	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/s ²]	1.6		1.304	0.125	1.082	0.111
	自然減速度	[m/s ²]	0.24		0.24		0.24	
その他条件	最大減速度	[m/s ²]	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 ³	[s]	0.67					

◆道路ネットワークデータの作成

図 4.2-5 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した。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。

³ 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マイクロに見たときの、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 4.2-5 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下表のとおりである。

表 4.2-4 シミュレーションでの車両発生台数

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

4) 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 4.2-6 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。

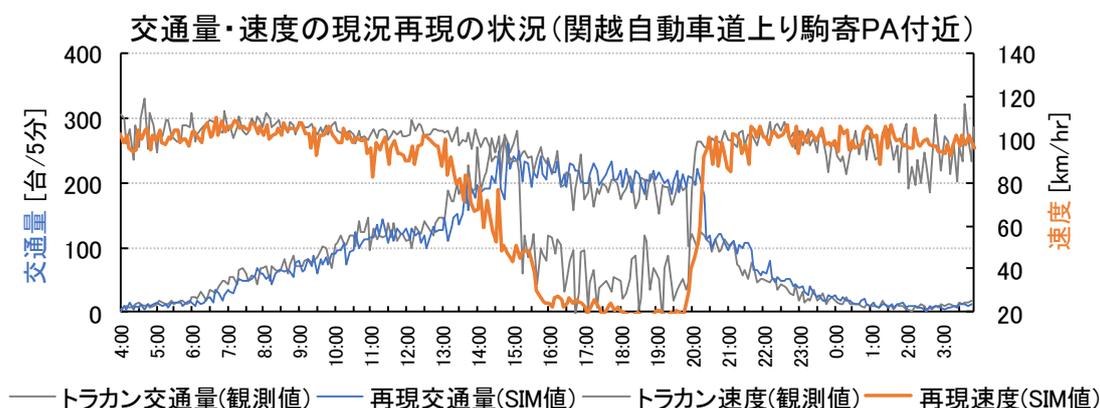


図 4.2-6 交通量・速度の現況再現の状況 (片側2車線区間)

◆ケーススタディの実施

自動運転車の増加に伴うサグ部における渋滞緩和効果について検証するため、自動運転車の混入率および性能を変えた場合のケーススタディを実施した。自動運転車の混入率は、前述の理由により、20%と90%の場合で行った。トラカンおよび各ケースのサグ部付近の速度変化を図 4.2-7 に示す。

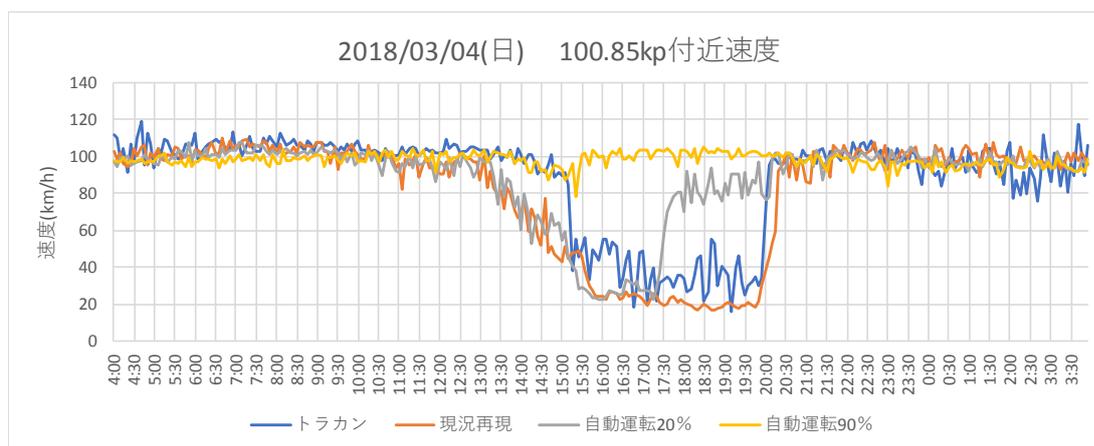


図 4.2-7 各ケースのサグ部付近速度の変化状況 (片側2車線区間)

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 4.2-8 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。

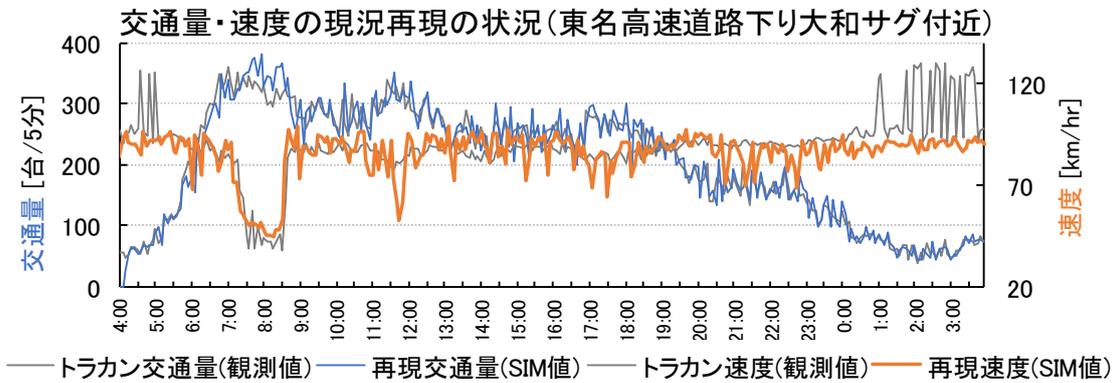


図 4.2-8 交通量・速度の現況再現の状況 (片側3車線区間)

◆ケーススタディの実施

自動運転車の増加に伴うサグ部における渋滞緩和効果について検証するため、自動運転車の混入率および性能を変えた場合のケーススタディを実施した。自動運転車の混入率は、前述の理由により、20%と90%の場合で行った。

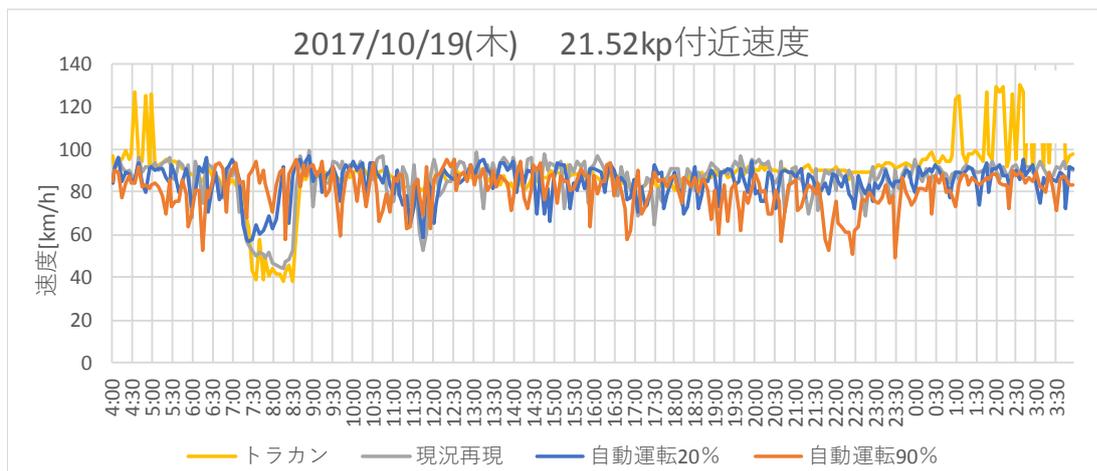


図 4.2-9 各ケースのサグ部付近速度の変化状況 (片側3車線区間)

(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위를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以降に示す。ここでは、渋滞時間帯を15:30~19:00、非渋滞時間帯を07:00~15:30として算定した。また、2035年、2050年の高速道路における自動運転車の混入率を20%、34%と想定したことから、34%の場合の原単位を内分により算定した。

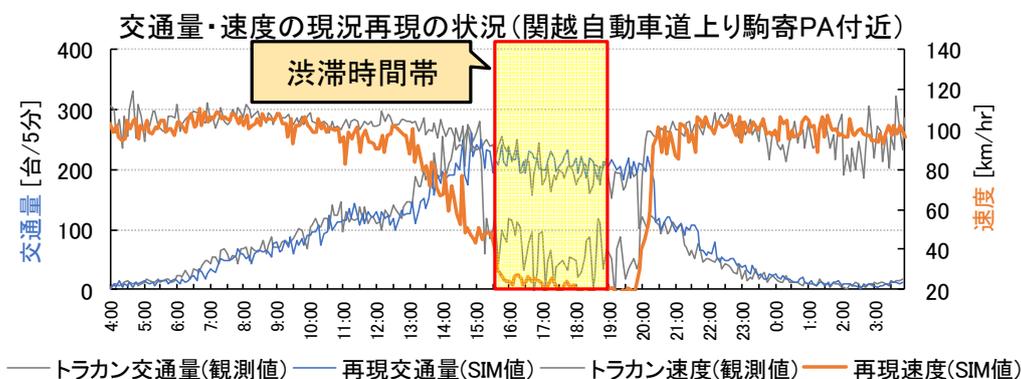


図 4.2-10 渋滞時間帯の設定

表 4.2-5 渋滞削減量の原単位（片側 2 車線区間）

1 時間当たりの損失時間(台時)	Adus0%	Adus20%	Adus34%	Adus90%
渋滞時間帯	639.3	292.5	236.0	10.0
非渋滞時間帯	39.1	44.7	37.3	7.5
損失時間増減率(%)	Adus0%	Adus20%	Adus34%	Adus90%
渋滞時間帯	0%	-54%	-63%	-98%
非渋滞時間帯	0%	14%	-5%	-81%

※Adus=自動運転

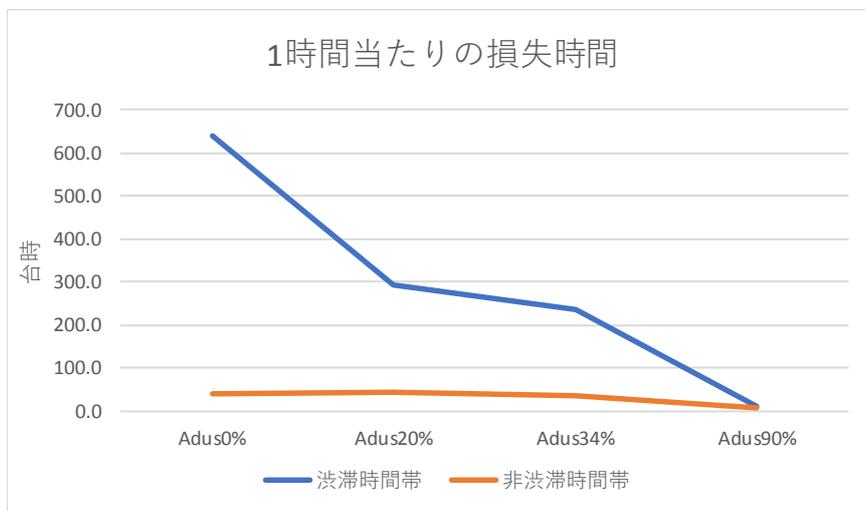


図 4.2-11 1時間当たりの損失時間（片側 2 車線区間）

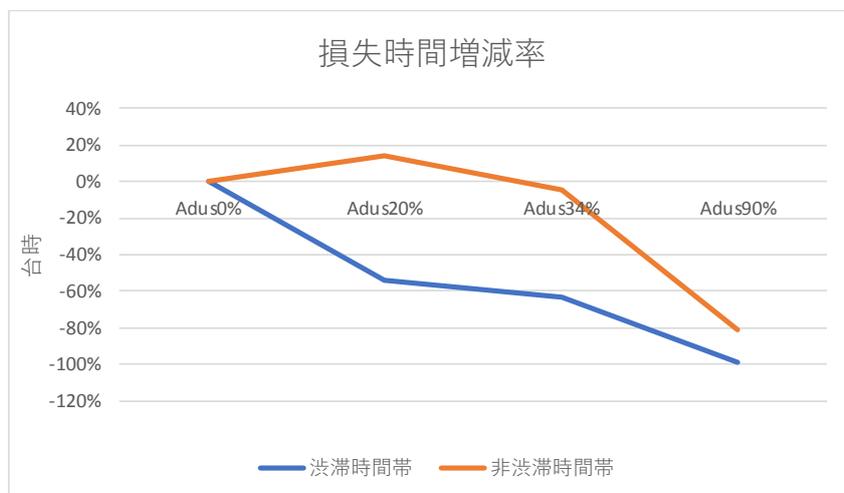


図 4.2-12 損失時間増減率（片側 2 車線区間）

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以降に示す。ここでは、渋滞時間帯を07:00～08:30、非渋滞時間帯を08:30～19:00として算定した。また、2035年、2050年の高速道路における自動運転車の混入率を20%、34%と想定したことから、34%の場合の原単位を内分により算定した。

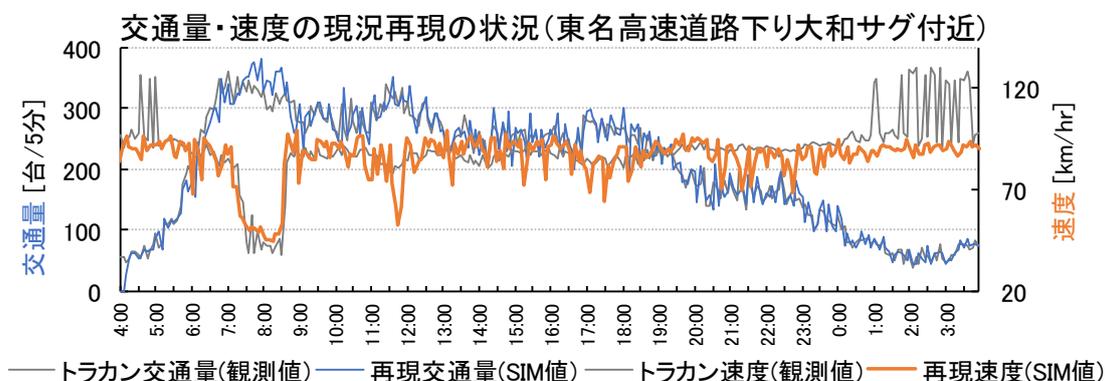


図 4.2-13 渋滞時間帯の設定

表 4.2-6 渋滞削減量の原単位 (片側3車線区間)

1時間当たりの損失時間(台時)	Adus0%	Adus20%	Adus34%	Adus90%
渋滞時間帯	239.8	129.8	125.0	105.9
非渋滞時間帯	45.7	56.3	61.5	82.1
損失時間増減率(%)	Adus0%	Adus20%	Adus34%	Adus90%
渋滞時間帯	0%	-46%	-48%	-56%
非渋滞時間帯	0%	23%	35%	80%

※Adus=自動運転

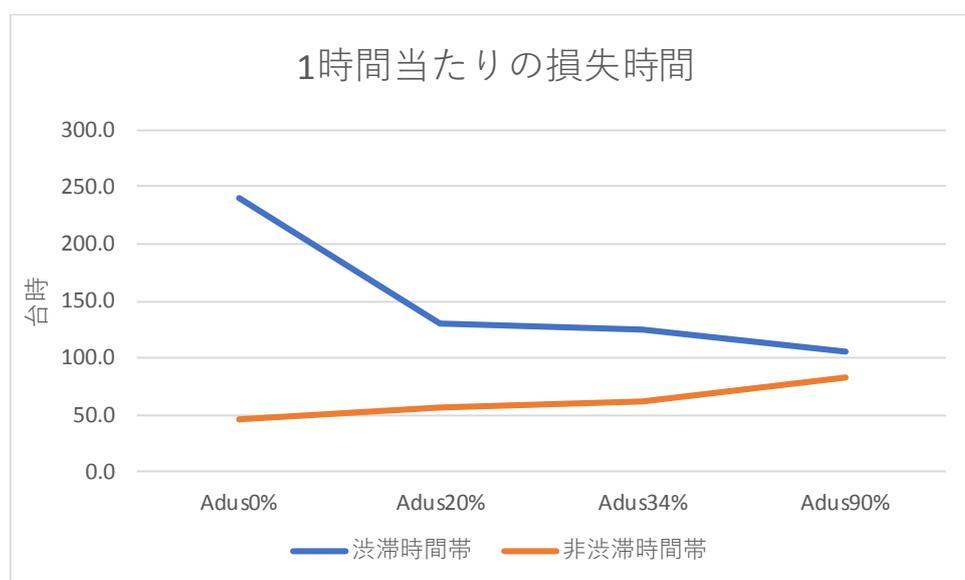


図 4.2-14 1時間当たりの損失時間 (片側3車線区間)

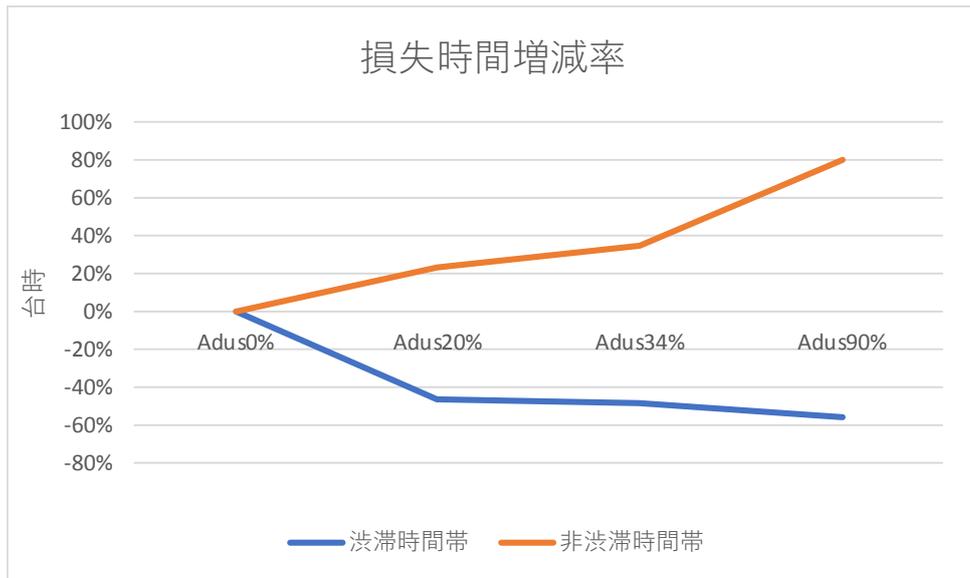


図 4.2-15 損失時間増減率 (片側 3 車線区間)

(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、前章で実施したシミュレーション結果から 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

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^{4,5}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。

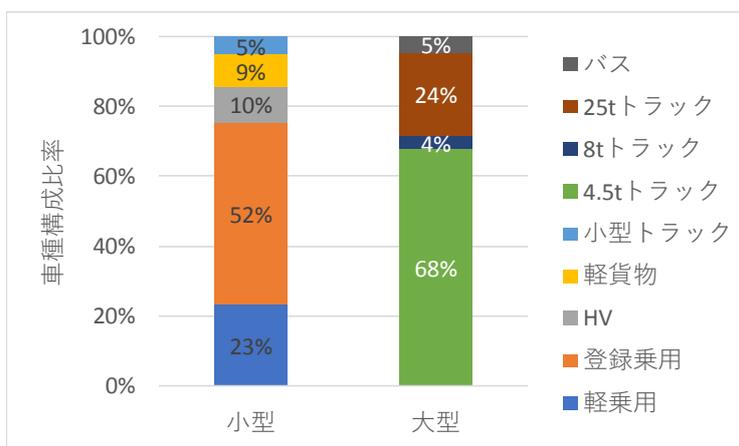


図 4.2-16 関越道の車種構成データ

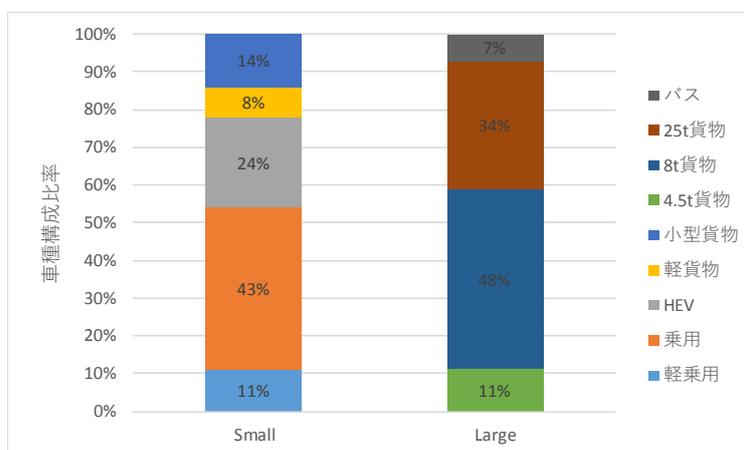


図 4.2-17 東名・新東名高速道路車種構成データ

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。

⁴ <https://www.airia.or.jp/publish/statistics/number.html> よりダウンロード可

⁵ https://www.keikenkyo.or.jp/information/information_000087.html よりダウンロード可

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。

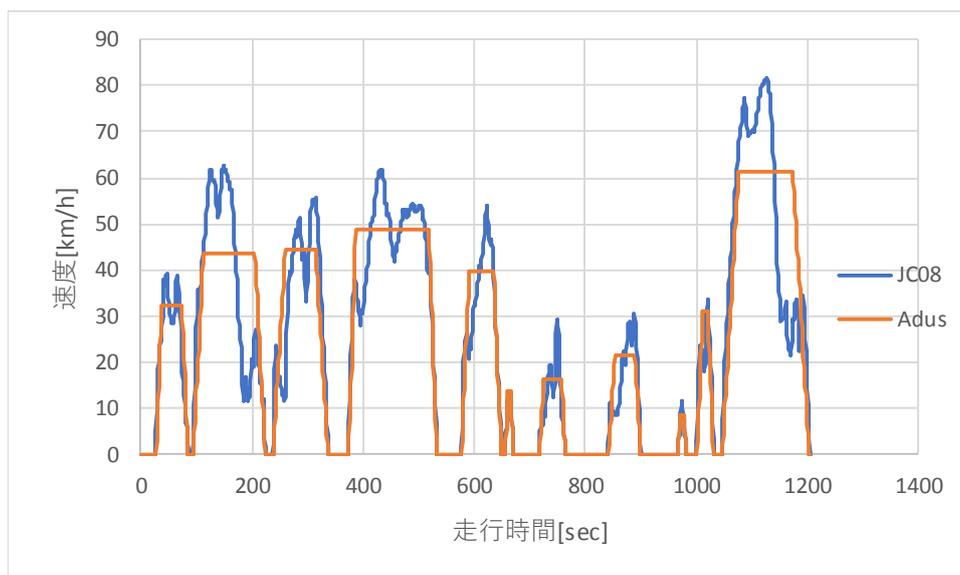


図 4.2-18 自動運転導入時の走行挙動 (JC08 の場合)

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以降に示す。2035 年、2050 年の高速道路における自動運転車の混入率を 20%、34%と想定したことから、34%の場合の原単位も内分により算定した。

表 4.2-7 渋滞削減量の原単位（片側 2 車線区間）

	Adus0%	Adus20%	Adus34%	Adus90%
小型車	27.0	19.9	16.4	2.8
自動運転車	0.0	4.2	7.1	18.6
大型車	6.0	6.1	6.3	6.9
合計	33.0	30.2	29.8	28.2
削減率	0.0%	-8.6%	-9.8%	-14.5%

※Adus=自動運転

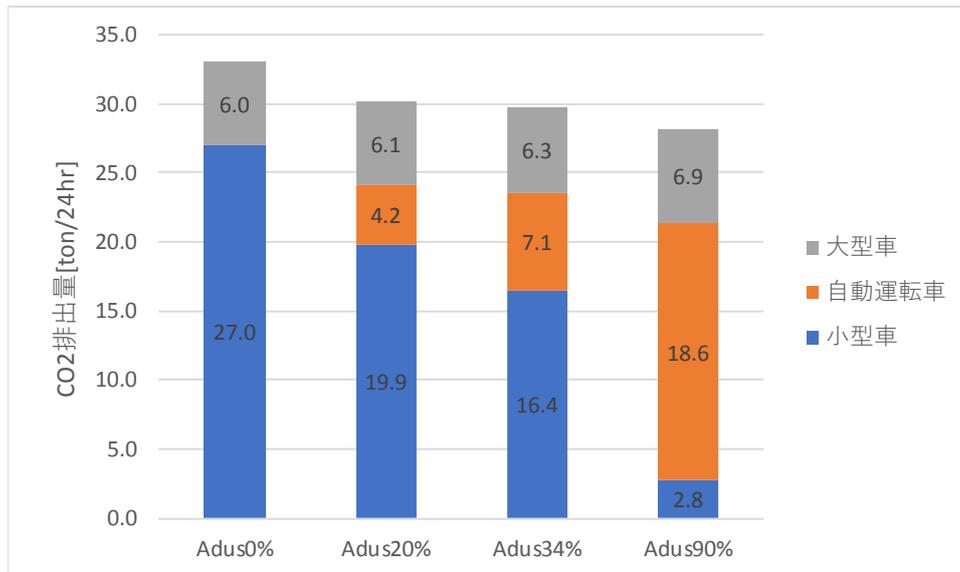


図 4.2-19 CO2 の排出量（片側 2 車線区間）

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以降に示す。2035 年、2050 年の高速道路における自動運転車の混入率を 20%、34%と想定したことから、34%の場合の原単位も内分により算定した。

表 4.2-8 渋滞削減量の原単位（片側 3 車線区間）

	Adus0%	Adus20%	Adus34%	Adus90%
小型車	133.0	105.3	86.9	13.0
自動運転車	0.0	23.5	40.0	106.1
大型車	233.0	232.3	231.1	226.2
合計	366.0	361.2	358.0	345.2
削減率	0.0%	-1.3%	-2.2%	-5.7%

※Adus=自動運転

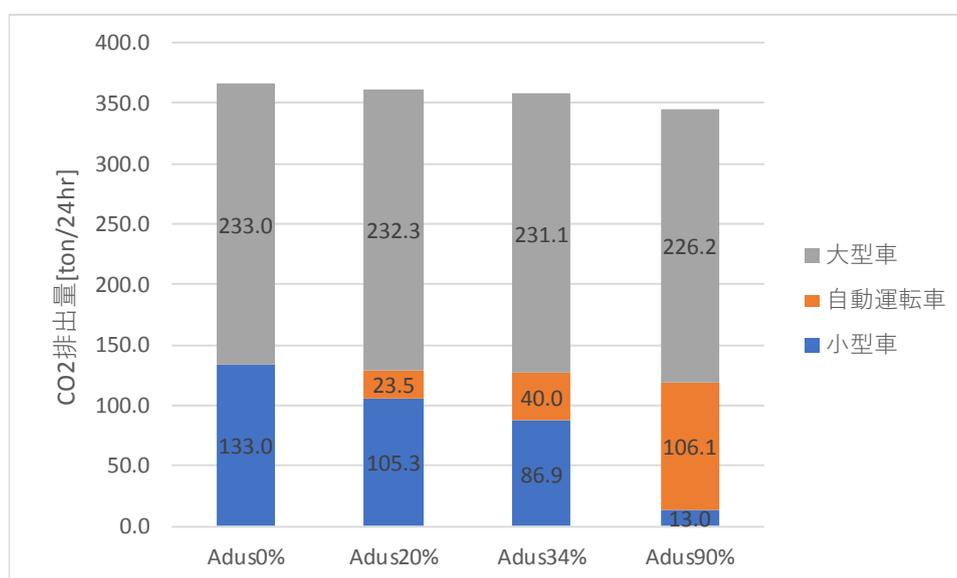


図 4.2-20 CO2 の排出量（片側 3 車線区間）

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算定した CO2 排出量の結果を考察した。

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。

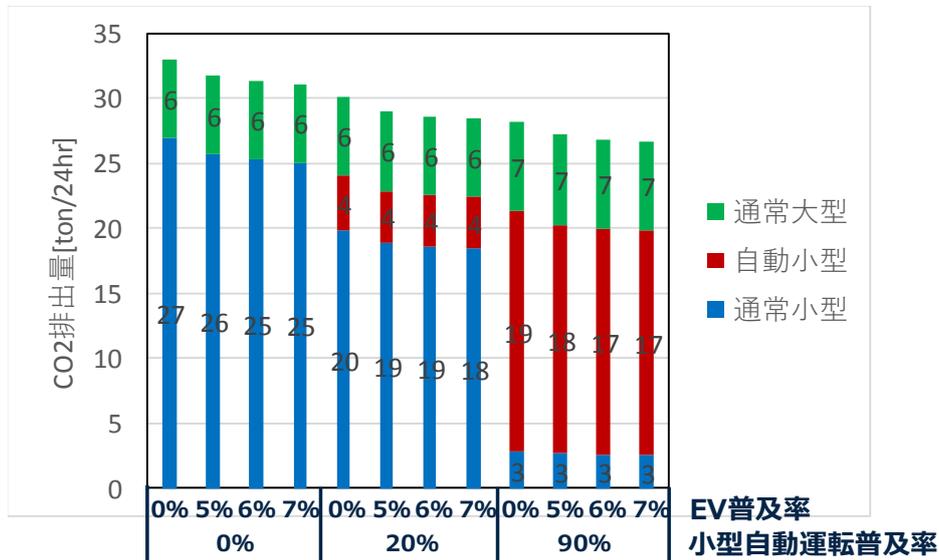


図 4.2-21 自動運転および BEV 導入時の TtWCO2 排出量（関越道）

表 4.2-9 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	BEV	BaU				自動運転20%				自動運転90%			
		0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%
普及率	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で計上される。TtW エネルギー消費量を推計するためのガソリン、軽油の低位発熱量は資源エネルギー庁の公表値を用いた⁶。その結果、TtW エネルギー消費量は、自動運転 20%時は 9～13%、自動運転 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 4.2-10 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		0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%
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。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/MJ⁷)と比較して発電 (148g-CO2/MJ⁸) 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。

⁶ https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html よりダウンロード可

⁷ 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）

⁸ <https://www.fepec.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 4.2-11 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%			
		0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%	0%	5%	6%	7%
普及率	BEV	0%				20%				90%			
	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、全国的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。

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。

カテゴリ	高速道路	一般道路	対応技術など
C1	SAE Lv.1 運転支援	SAE Lv.1	<ul style="list-style-type: none"> 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 運転支援 (部分運転自動化)	SAE Lv.1	C1に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 高速道路におけるレーンキーピングシステム (LKAS)+ ACC(アダプティブ・クルーズコントロール) (低速から停止も含む全車速域対応[渋滞時運転支援]) 高速道路における自動レーンチェンジ
C3	SAE Lv.3 自動運転 (条件付き運転自動化)	SAE Lv.2	C2に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 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 自動運転 (高度運転自動化)	主要幹線道路におけるSAE Lv.3	C3に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 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 自動運転 (高度運転自動化)	主要幹線道路におけるSAE Lv.4	C4に加え、 <ul style="list-style-type: none"> 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.5 (完全自動運転)		

対象とする自動運転車両

図 4.2-22 対象とする自動運転車両

2) 普及年次と対象道路の想定

普及年次は、自動運転車両が普及していく過渡期において2時点程度を想定し、推計を行った。具体的には、本年が2020年であることから、2035年と2050年を対象年次とした。

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。

一般道路は、主に信号交差点において、渋滞削減や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に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)を対象を絞り推計を行った。

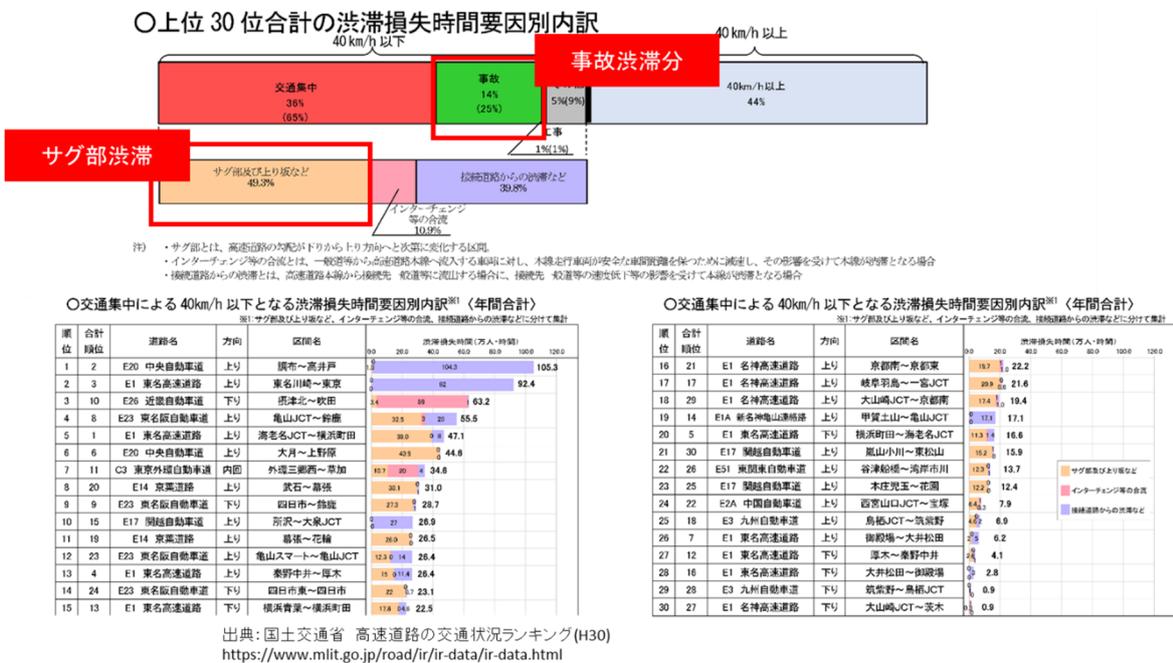


図 4.2-23 上位30区間の渋滞損失時間要因別内訳

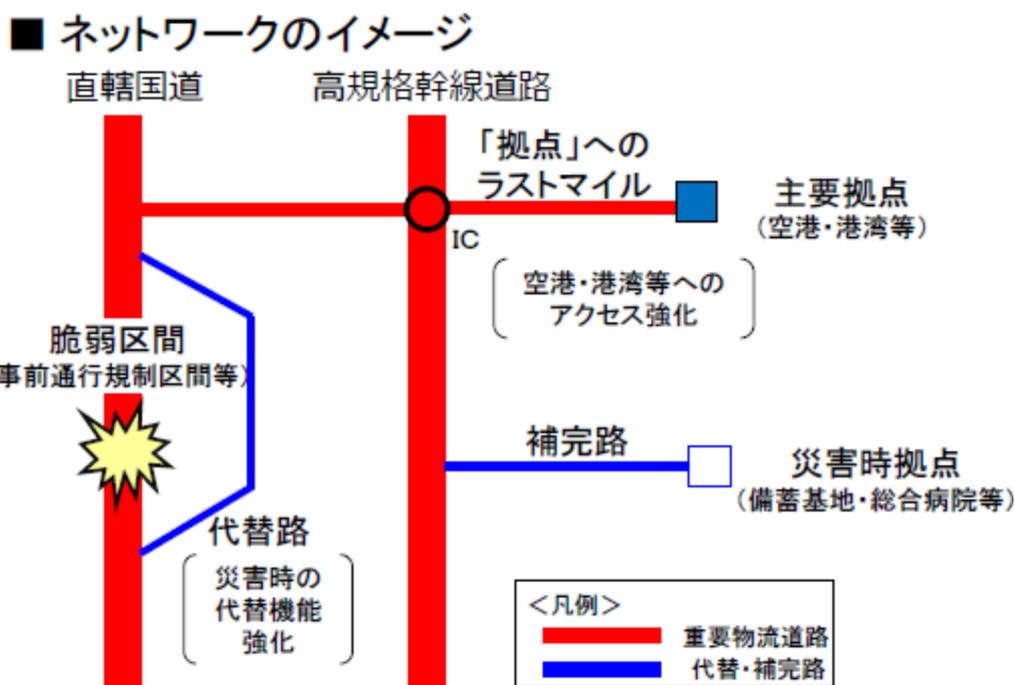


図 4.2-24 重要物流道路相当の道路のイメージ

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

3) 普及率の想定

対象年次を 2035 年と 2050 年を対象とした場合の、高速道路・一般道路それぞれの自動運転車の普及率は、前章よりそれぞれ以下の通りである。

普及年次	対象道路		普及率	
	高速道路	一般道路	高速道路	一般道路
2035年	都市間高速	直轄国道＋ 高規格幹線道路	25%	20%
2050年			34%	31%

図 4.2-25 対象道路と普及年次毎の自動運転車両の普及率

(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。

◆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。

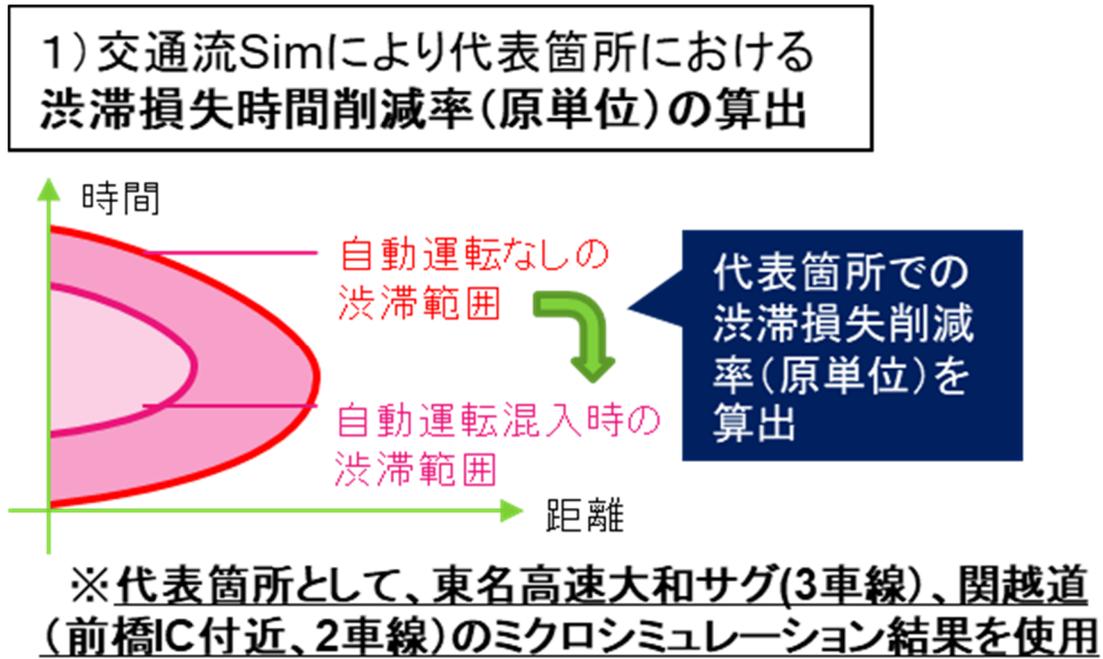


図 4.2-26 渋滞損失削減率（原単位）の算出イメージ

◆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渋滞損失時間削減率（原単位）を適用し、渋滞削減時間を算出した。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、下表の渋滞を対処とした。

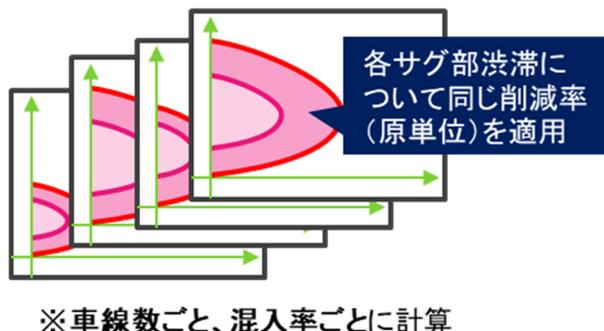


図 4.2-27 自動運転混入による渋滞削減時間の算出イメージ

表 4.2-12 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	神奈川県・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	神奈川県・東京	E1 東名高速道路	上り	東名川崎～東京	7.7	2	0
4	神奈川県	E1 東名高速道路	上り	秦野中井～厚木	15.1	2	15
5	東京・神奈川県	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	静岡県・神奈川県	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	神奈川県	E1 東名高速道路	下り	厚木～秦野中井	15.1	2	2.6
13	神奈川県・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	神奈川県・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

◆全国拡大推計

上記で算出した各対象サグ部渋滞箇所の渋滞削減時間を合計し、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渋滞損失削減時間を算出した。

b. 交通渋滞削減原単位

シミュレーションの結果から、交通渋滞削減原単位は以下の値を使用した。

◆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、現況に対する渋滞削減率を計算した。なお、普及率は20%、90%をシミュレーションで算出した上で、対象とする25%（2035年）、34%（2050年）についてはその内分計算より算出した。

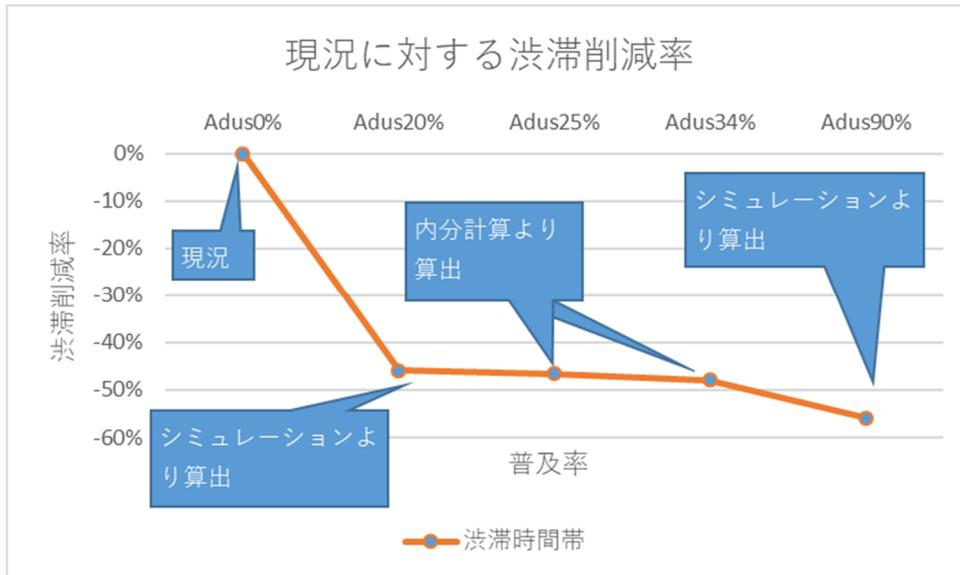


図 4.2-28 片側3車線道路の渋滞削減率

※マイナスが削減を表す

◆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%、90%をシミュレーションで算出した上で、対象とする25%（2035年）、34%（2050年）についてはその内分計算より算出した。

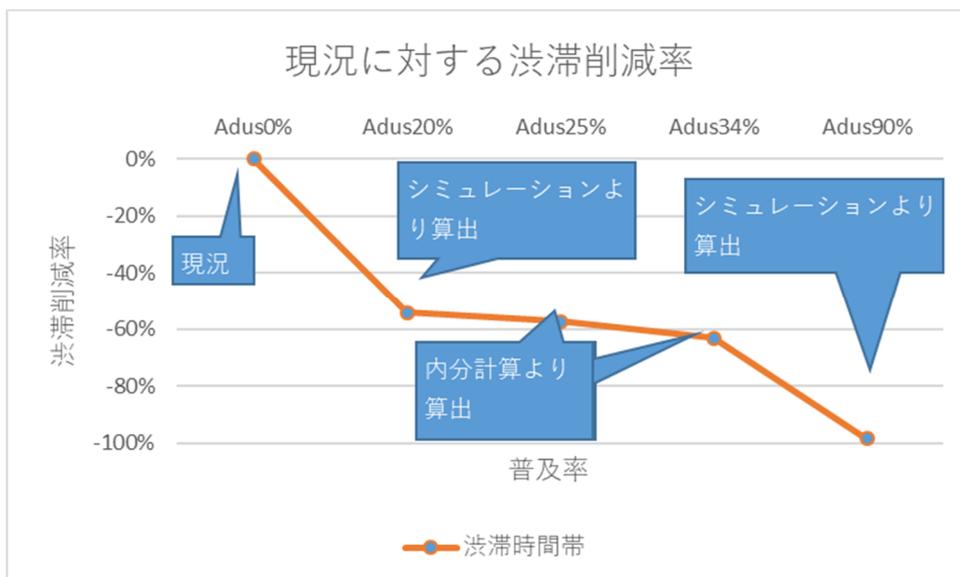


図 4.2-29 片側2車線道路の渋滞削減率

※マイナスが削減を表す

c. 計算結果

上記に示す手順で計算を行った。計算結果を以下に示す。

この結果から、自動運転車が普及すると、渋滞削減効果が一定程度あることが分かった。ただし、普及率が増加しても、全体に占める削減効果の割合は大きく変化はなかった。

表 4.2-13 高速道路における自動運転車の普及による渋滞削減効果

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 サグ部を要因とした渋滞損失時間	406 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	206 万人・時間	219 万人・時間
上位 30 区間の 40km/h 以下の全渋滞に対す る渋滞損失時間削減率	16%	17%
上位 30 区間のサグ部を要因とした渋滞に対 する渋滞損失時間削減率	51%	54%

2) CO2 排出削減量

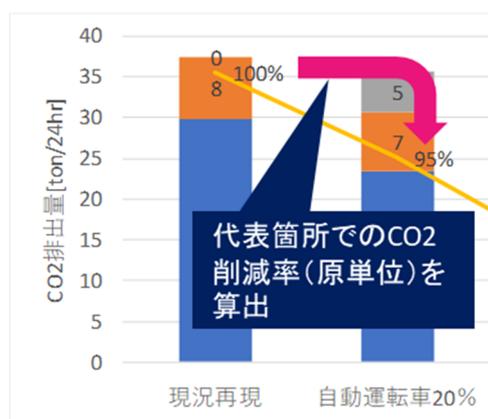
a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

◆代表箇所の CO2 排出削減率（原単位）の算出

交通流 Sim 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。

1) 交通流Simにより代表箇所におけるCO2削減率(原単位)の算出



※代表箇所は渋滞損失推計と同様、東名高速大和サグ(3車線)、関越道(前橋IC付近、2車線)のマイクロシミュレーション結果を使用

図 4.2-30 CO2 排出削減率（原単位）の算出イメージ

◆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。原単位を以下に示す。

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

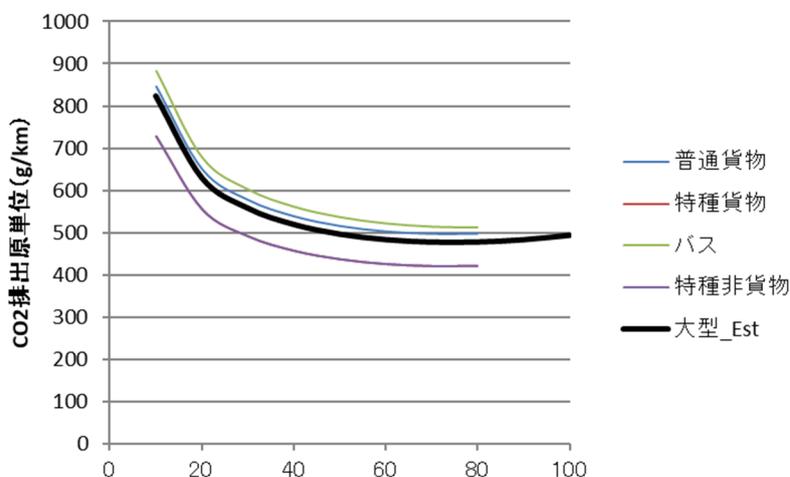


図 4. 2-31 大型車の CO2 排出原単位 (g/km)

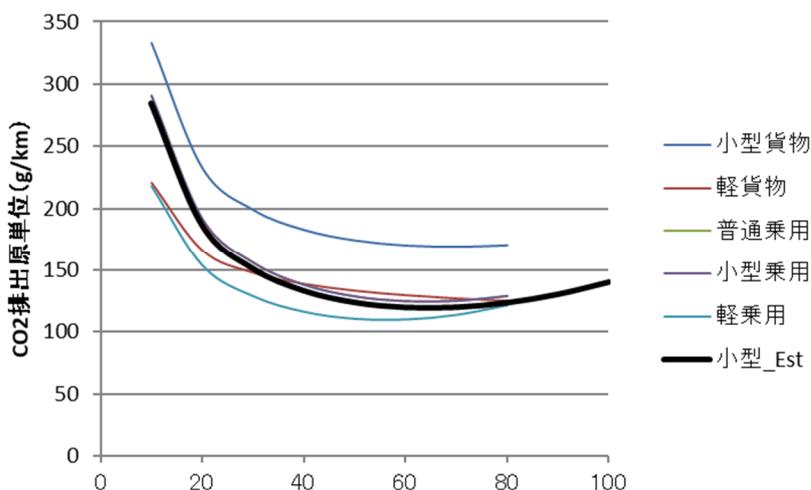


図 4. 2-32 小型車の CO2 排出原単位 (g/km)

◆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。

なお、計算にあたっては、サグ部渋滞に着目していることから、以下の計算式で算出した。

各区間のサグ部渋滞による CO2 排出量(t/年)=
 各区間の CO2 排出量×40km/h 以下の渋滞に占めるサグ部を要因とした渋滞の割合×
 CO2 排出削減原単位

40km/h 以下の渋滞に占めるサグ部を要因とした渋滞の割合は、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）より算出した。

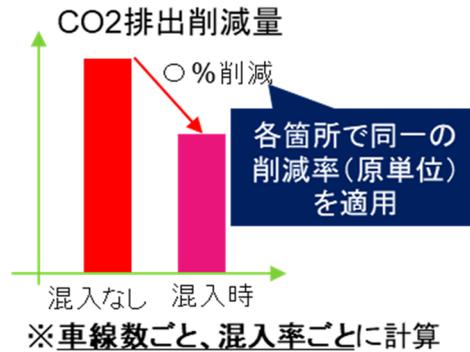


図 4.2-33 CO2 排出削減量の算出イメージ

表 4.2-14 対象高速道路の 40km/h 以下の渋滞に占めるサグ部渋滞損失割合

順位	都道府県	道路名	方向	区間名	延長 (km)	車線数	H30サグ部渋滞損失 (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 サグ部割合
1	神奈川県	E1 東名高速道路	上り	海老名JCT～横浜町田	13.8	3	39	99	83%
2	東京都	E20 中央自動車道	上り	調布～高井戸	7.7	3	1	136	1%
3	神奈川県	E1 東名高速道路	上り	東名川崎～東京	7.7	2	0	118	0%
4	神奈川県	E1 東名高速道路	上り	秦野中井～厚木	15.1	2	15	74	57%
5	東京都・神奈川県	E1 東名高速道路	下り	横浜町田～海老名JCT	13.9	3	11.3	29.5	68%
6	山梨県	E20 中央自動車道	上り	大月～上野原	20.1	3	43.9	63	98%
7	静岡県・神奈川県	E1 東名高速道路	上り	御殿場～大井松田	25.2	2	2	31	32%
8	三重県	E23 東名阪自動車道	上り	亀山JCT～鈴鹿	5.2	2	32.5	79	59%
9	三重県	E23 東名阪自動車道	下り	四日市～鈴鹿	9.5	2	27.3	50	95%
10	大阪府	E26 近畿自動車道	下り	摂津北～吹田	5.2	2	3.4	67	5%
11	埼玉県	C3 東京外環自動車道	内回	外環三郷西～草加	6.6	2	10.7	59	31%
12	神奈川県	E1 東名高速道路	下り	厚木～秦野中井	15.1	2	2.6	10.2	63%
13	神奈川県・東京都	E1 東名高速道路	下り	横浜青葉～横浜町田	6.4	3	17.8	43	79%
14	滋賀県・三重県	E1A 新名神亀山連絡路	上り	甲賀土山～亀山JCT	18.7	3	0	36	0%
15	埼玉県・東京都	E17 関越自動車道	上り	所沢～大泉JCT	8.5	3	0	30	0%
16	神奈川県・静岡県	E1 東名高速道路	下り	大井松田～御殿場	25.6	2	0	7	0%
17	岐阜県・愛知県	E1 名神高速道路	上り	岐阜羽島～一宮JCT	11.3	2	20.9	35	97%
18	佐賀県・福岡県	E3 九州自動車道	上り	鳥栖JCT～筑紫野	9.1	3	4.6	11.1	67%
19	千葉県	E14 京葉道路	上り	蕨張～花輪	3.8	2	26	39	98%
20	千葉県	E14 京葉道路	上り	武石～幕張	2.8	3	30.1	45	97%
21	京都府	E1 名神高速道路	上り	京都南～京都東	10	2	19.7	25	89%
22	兵庫県	E2A 中国自動車道	上り	西宮山口JCT～宝塚	10.3	3	6.4	18.5	81%
23	三重県	E23 東名阪自動車道	上り	亀山スマート～亀山JCT	5.2	3	12.3	43	47%
24	三重県	E23 東名阪自動車道	下り	四日市東～四日市	6.5	3	22	34.2	95%
25	埼玉県	E17 関越自動車道	上り	本庄児玉～花園	13.4	3	12.2	19	98%
26	千葉県	E51 東関東自動車道	上り	谷津船橋～湾岸市川	5.2	3	12.3	17	90%
27	京都府・大阪府	E1 名神高速道路	下り	大山崎JCT～茨木	12.5	3	0.3	3	33%
28	福岡県・佐賀県	E3 九州自動車道	下り	筑紫野～鳥栖JCT	9.1	3	0	3	0%
29	京都府	E1 名神高速道路	上り	大山崎JCT～京都南	8.1	3	17.4	22	90%
30	埼玉県	E17 関越自動車道	上り	嵐山小川～東松山	8.1	3	15.2	23	96%
合計							405.9	405.9	

◆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 排出削減原単位は以下の値を使用した。

◆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%、90%をシミュレーションで算出した上で、対象

とする 25% (2035 年)、34% (2050 年) についてはその内分計算より算出した。

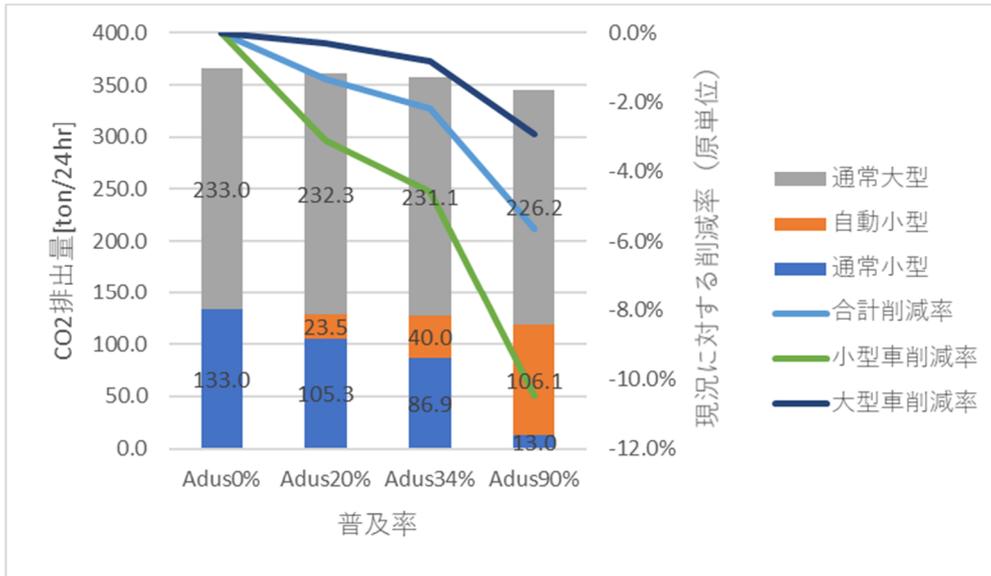


図 4.2-34 高速道路の CO2 排出削減率 (原単位)

※マイナスが削減を表す

◆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%、90%をシミュレーションで算出した上で、対象とする25%（2035年）、34%（2050年）についてはその内分計算より算出した。

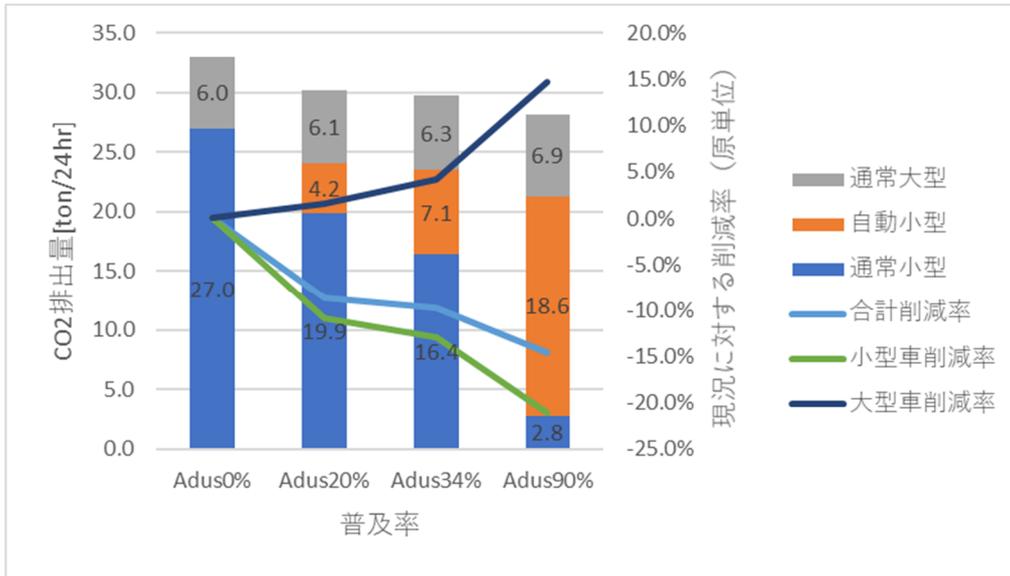


図 4.2-35 高速道路の渋滞削減量の全国拡大推計

※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。計算結果を以下に示す。

この結果から、自動運転車が普及すると、CO2 排出削減効果が一定程度あることが分かった。ただし、普及率が増加しても、全体に占める削減効果の割合は大きく変化はなかった。

表 4.2-15 高速道路における自動運転車の普及による CO2 排出削減効果

項目	2035 年	2050 年
普及率	25%	34%
渋滞損失上位 30 区間における 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	2.7 万 t/年	3.1 万 t/年
上位 30 区間の CO2 排出量に対する削減率	1.9%	2.2%

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 排出削減量を推定した。

a. 渋滞損失時間削減量

◆ 計算方法

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

$$\text{各区間の交通事故削減による渋滞損失時間削減量 (万人・時間)} = \text{各区間の交通事故による渋滞損失時間 (万人・時間)} \times \text{事故による渋滞削減率}$$

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。

また、各区間の交通事故による渋滞損失時間は、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。

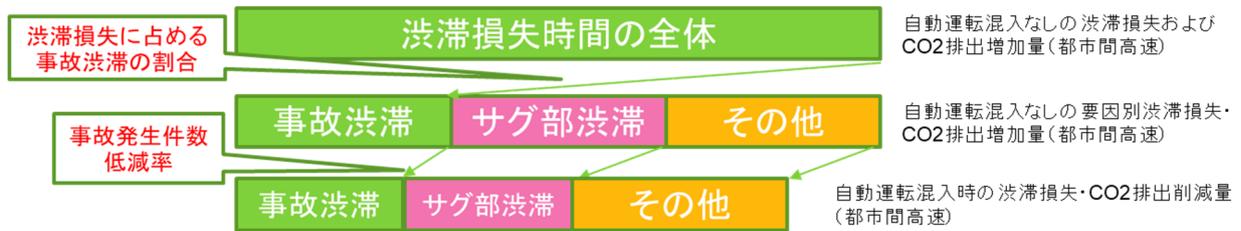


図 4.2-36 自動運転車混入による事故低減による渋滞削減の算出イメージ

表 4.2-16 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	神奈川県・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	神奈川県・東京	E1 東名高速道路	上り	東名川崎～東京	7.7	2	18	118	15%
4	神奈川県	E1 東名高速道路	上り	秦野中井～厚木	15.1	2	37	74	50%
5	東京・神奈川県	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	静岡県・神奈川県	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	神奈川県	E1 東名高速道路	下り	厚木～秦野中井	15.1	2	3	10.2	29%
13	神奈川県・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	神奈川県・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	

◆計算結果

計算結果を以下に示す。

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 4.2-17 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渋滞削減効果

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

◆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と同様に推計を行った。
 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、事故による渋滞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 以下の渋滞損失時間に占める交通事故による渋滞損失時間の割合は、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 4.2-37 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

◆計算結果

上記の手順で計算を行った。計算結果を以下に示す。

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 4.2-18 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) まとめ

高速道路における、自動運転車混入による渋滞損失時間・CO2 排出量の削減効果を以下に示す。これらの結果から、全国で 2035 年には 284 万人・時間、2050 年には 325 万人・時間の渋滞損失時間削減効果があることが分かった。

また、CO2 排出量については、2035 年には 2.8 万 t、2050 年には 3.2 万 t の CO2 排出削減効果があることが分かった。

なお、今回は都市高速の上位 30 区間に絞った推計であること、自動運転車の性能や原単位の設定等で、ある前提のもとでの推計であることに留意されたい。

表 4.2-19 高速道路における渋滞損失時間の削減効果 全国拡大推計結果 万人・時間

年次	2035 年			2050 年		
	25%			34%		
項目	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計
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			1270		
自動運転混入による渋滞損失時間の渋滞損失削減時間	206	78	284	219	106	325
渋滞損失上位 30 区間における渋滞損失時間の削減割合	16%	6.1%	22.4%	17%	8.3%	25.6%

表 4.2-20 高速道路における CO2 排出削減効果 全国拡大推計結果 万 t/年

年次	2035 年			2050 年		
	25%			34%		
項目	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計
渋滞損失上位 30 区間における CO2 排出量	142			142		
自動運転混入による CO2 排出削減効果	2.7	0.2	2.8	3.1	0.2	3.2
渋滞損失上位 30 区間における CO2 排出削減割合	1.9%	0.2%	2.0%	2.2%	0.2%	2.4%

(4) 全国の一般道路における交通渋滞・CO2 排出削減量

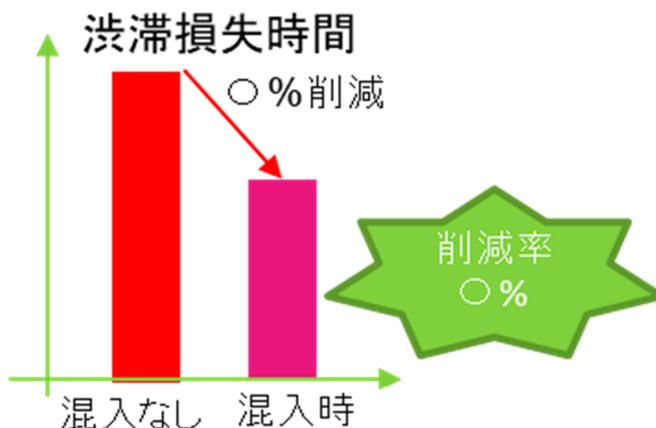
1) 交通渋滞の削減量

a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

◆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。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。



自動運転混入有無での速度・交通量
の変化から渋滞損失削減率を算出

※代表箇所として、柏市の国道16号、呼塚交差点
付近の交通流シミュレーション結果を使用
※交通量ごとに原単位を算出

図 4.2-38 渋滞損失削減率（原単位）の算出イメージ

◆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、渋滞損失時間削減量を算出した。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。

$$\begin{aligned} \text{各区間の渋滞損失時間削減量（万人・時間）} &= \\ & \text{各区間の渋滞損失時間（万人・時間）} \times \text{交通量ごとの渋滞削減率原単位} \end{aligned}$$

なお、各区間の渋滞損失時間削減量は、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。

$$\text{渋滞損失時間(万人時/年)} = \sum \left(\frac{\text{区間の距離}}{\text{通常時の旅行速度}} - \frac{\text{区間の距離}}{\text{基準旅行速度}} \right) \times \text{区間交通量} \times \text{平均乗車人数} \times 365 + 10,000$$

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、ここでは最高速度とした。

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。

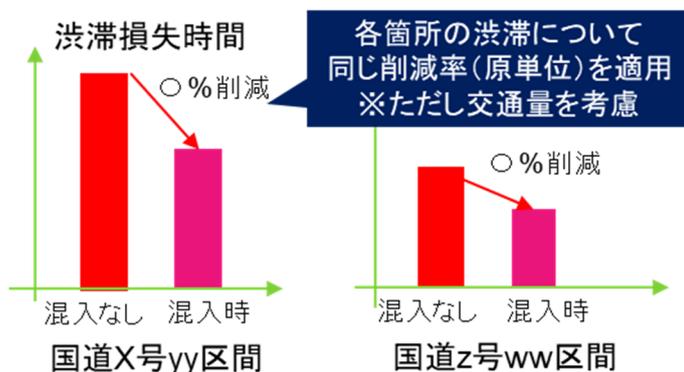


図 4.2-39 自動運転混入による渋滞損失時間削減量の算出イメージ

◆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。

b. 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）は以下の値を使用した。

なお、普及率は20%(2035年)、90%をシミュレーションで算出した上で、対象とする31%（2050年）についてはその内分計算より算出した。

表 4.2-21 普及率 20%における渋滞損失時間削減率（原単位）

交通量	渋滞削減率(現況比)	
	非渋滞時	渋滞時
200未満	4%	1%
200～300未満	-1%	1%
300～400未満	-4%	1%
400～500未満	-7%	1%
500～600未満	-8%	3%
600～700未満	-10%	5%
700～800未満	-11%	5%
800～	-12%	5%

※マイナスが削減を表す

表 4.2-22 普及率 31%における渋滞損失時間削減率（原単位）

交通量	渋滞削減率(現況比)	
	非渋滞時	渋滞時
200未満	4%	-2%
200～300未満	-1%	-2%
300～400未満	-4%	-2%
400～500未満	-7%	-2%
500～600未満	-9%	0%
600～700未満	-10%	4%
700～800未満	-12%	4%
800～	-13%	4%

※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。計算結果を以下に示す。

この結果から、自動運転車が普及すると、渋滞損失時間の削減効果が一定程度あることが分かった。

表 4.2-23 一般道路における自動運転車の普及による渋滞削減効果

項目	2035 年	2050 年
普及率	20%	31%
直轄国道＋高規格幹線道路(※)における渋滞損失時間	92,344 万人・時間	
直轄国道＋高規格幹線道路における、自動運転混入による渋滞損失時間の削減量	2,838 万人・時間	3,596 万人・時間
直轄国道＋高規格幹線道路における、渋滞損失時間の削減率	3.1%	3.9%

※信号交差点を一つ以上含む区間

2) CO2 排出削減量

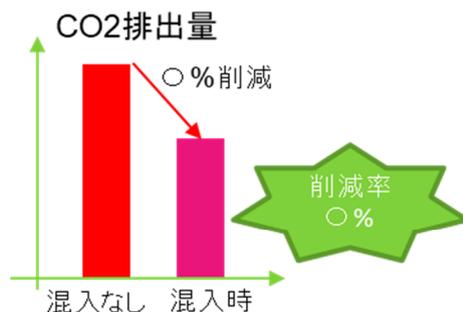
a. 計算方法

計算方法を以下に示す。

◆代表箇所での CO2 排出削減率（原単位）を算出

交通流 Sim 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。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。

1) 交通流Simにより代表箇所におけるCO2排出削減率(原単位)の算出



自動運転混入有無での速度・交通量
の変化からCO2排出削減率を算出

※代表箇所として、渋滞削減と同様、柏市の
国道16号、呼塚交差点付近の交通流シミュ
レーション結果を使用

図 4.2-40 CO2 排出削減率の算出イメージ

◆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。原単位を以下に示す。

$$\begin{aligned} & \text{各区間の CO2 排出量(t/年)} = \\ & [\text{渋滞時速度の大型小型別 CO2 排出原単位(g/台 km)} \times \text{渋滞時大型小型別交通量(台)} + \\ & \text{非渋滞時速度の大型小型別 CO2 排出原単位(g/台 km)} \times \text{非渋滞時大型小型別交通量(台)}] \\ & \times \text{区間長(km)} \times 365 \text{ 日} \div 1000 \end{aligned}$$

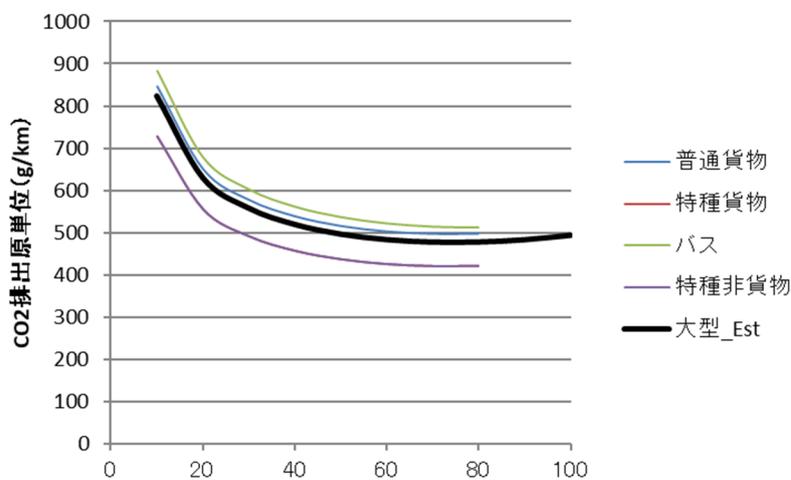


図 4.2-41 大型車の CO2 排出原単位 (g/km) (再掲)

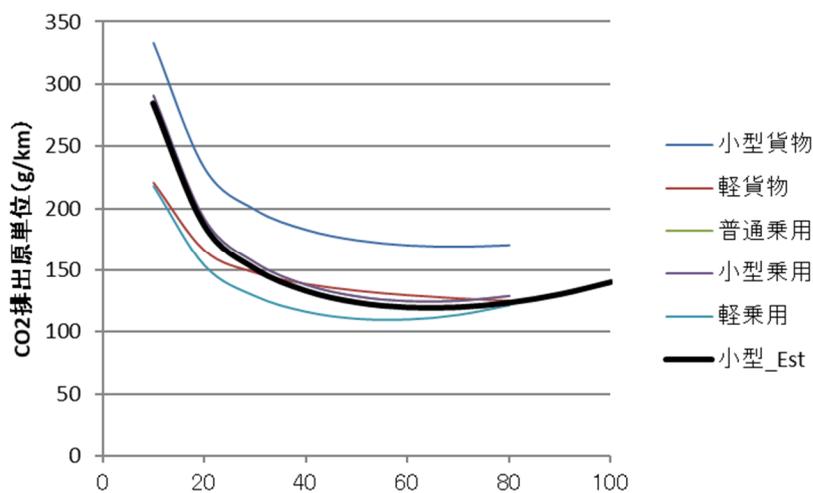


図 4.2-42 小型車の CO2 排出原単位 (g/km) (再掲)

◆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、渋滞削減量推計時と同一とした。

$$\begin{aligned} & \text{各区間の CO2 排出削減量(t/年)} = \\ & \text{各区間の CO2 排出量} \times \text{CO2 排出削減原単位} \end{aligned}$$

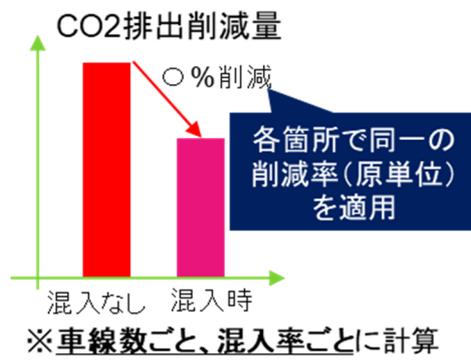


図 4.2-43 CO2 排出削減量の算出イメージ

◆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）は以下の値を使用した。

なお、普及率は 20%(2035 年)、90%をシミュレーションで算出した上で、対象とする 31% (2050 年) についてはその内分計算より算出した。

また、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。

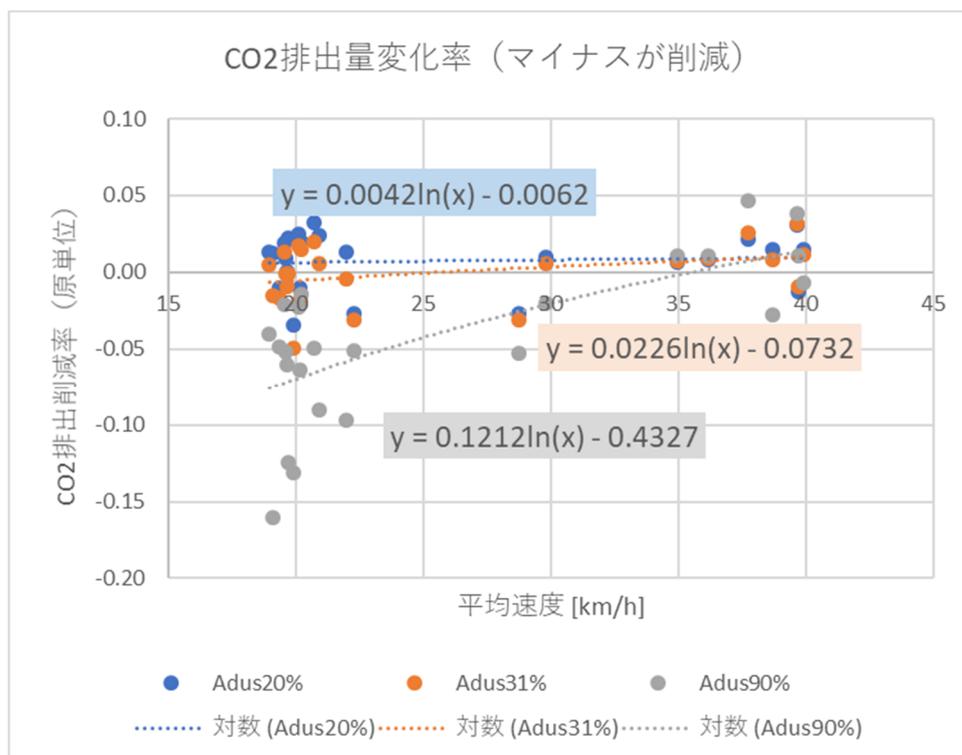


図 4.2-44 一般道路の CO2 排出削減率（原単位）

※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。計算結果を以下に示す。

この結果から、自動運転車の普及によって、CO₂ 排出量は増加することが分かった。ただし、普及率が向上すると、増加度合いは小さくなることが分かった。これは、原単位において、低普及率では多くの速度帯で、現況に対して CO₂ 排出量が増加する傾向にあるためである。ただし、原単位の自動運転車普及率 90%の結果等を見ると、普及率が向上すれば、CO₂ 排出量は減少すると考えられる。

表 4.2-24 一般道路における自動運転車の普及による CO₂ 排出量削減効果

項目	2035 年	2050 年
普及率	20%	31%
直轄国道+高規格幹線道路(※)における CO ₂ 排出量	2,133 万 t/年	
直轄国道+高規格幹線道路における、自動運転混入による CO ₂ 排出量の増加量	+19 万 t/年 (増加)	+15 万 t/年 (増加)
直轄国道+高規格幹線道路における、CO ₁ 排出増加率	+0.9% (増加)	+0.7% (増加)

※信号交差点を 1 つ以上含む区間

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。

<全国の事故低減に基づく渋滞削減量>

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

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>

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

ΔLE^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 4.2-25 交通事故の発生状況（H30）

事故類型別	年												増減数	増減率	構成率	指数	
	20年	21年	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年						
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
		横断歩道橋付近	231	194	211	174	175	155	146	130	118	116	90	-26	-22.4	0.0	39
		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
	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	
	路上横隊	—	—	—	—	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
		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
	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	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	
	標識	726	668	619	587	508	471	367	294	234	216	165	-51	-23.6	0.0	23	
	工作物	1,131	1,031	999	982	848	800	667	553	533	521	446	-75	-14.4	0.1	39	
	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	
	衝突	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	
	橋梁・橋脚	424	396	314	303	306	261	188	166	133	140	100	-40	-28.6	0.0	24	
	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	
	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	1,854	1,834	1,692	1,451	1,281	1,159	953	782	709	601	494	-107	-17.8	0.1	27	
逸脱	1,091	1,072	1,010	803	711	595	485	376	343	277	214	-63	-22.7	0.0	20		
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。

$$\text{渋滞損失時間(万人時/年)} = \sum \left(\frac{\text{区間の距離}}{\text{通常時の旅行速度}} - \frac{\text{区間の距離}}{\text{基準旅行速度}} \right) \times \text{区間交通量} \times \text{平均乗車人数} \times 365 + 10,000$$

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次のとおりである。

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 4.2-45 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

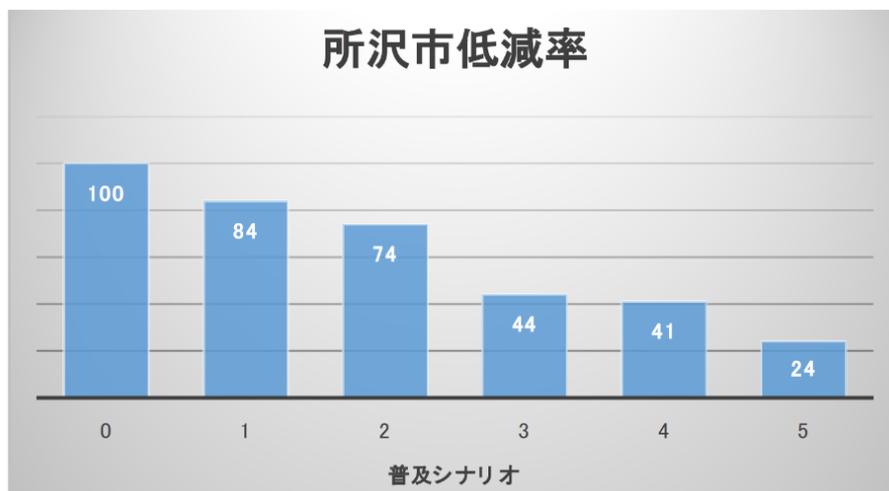


図 4.2-46 大都市（所沢市）における自動走行システム導入による事故低減割合

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。

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、事故低減割合を以下のとおり設定した。

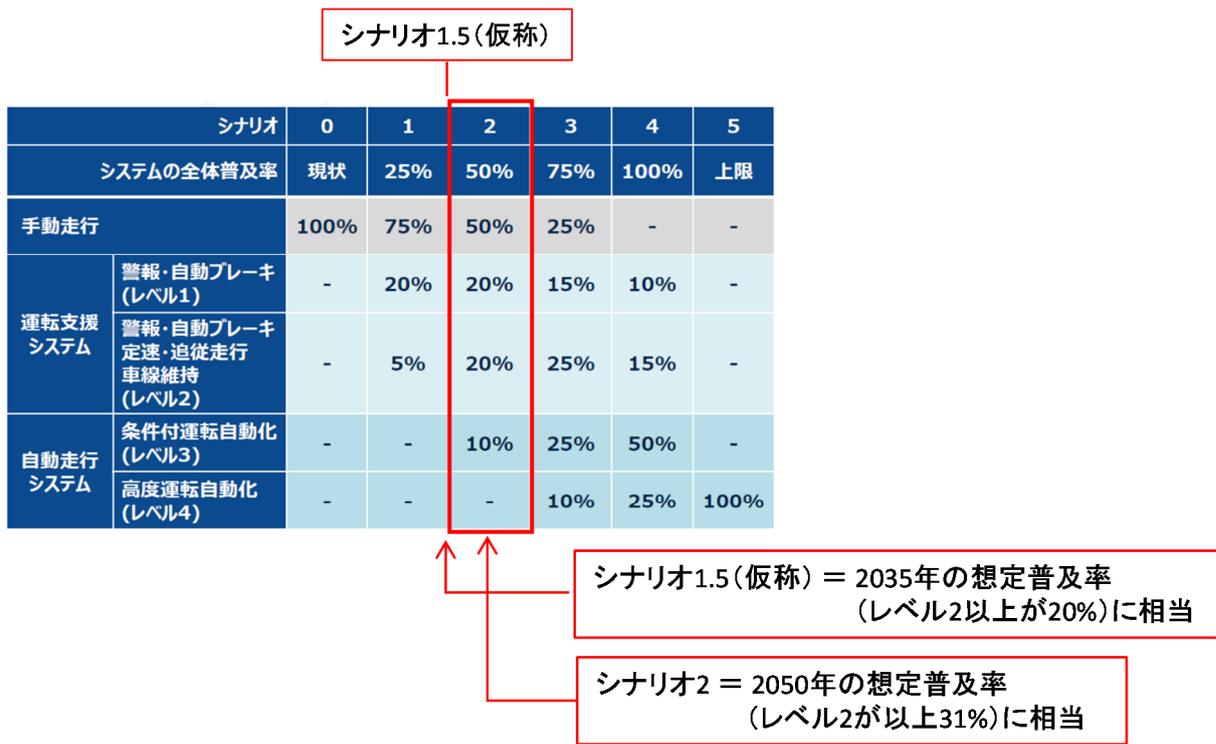


図 4.2-47 2035年および2050年の想定普及率と普及シナリオとの対応

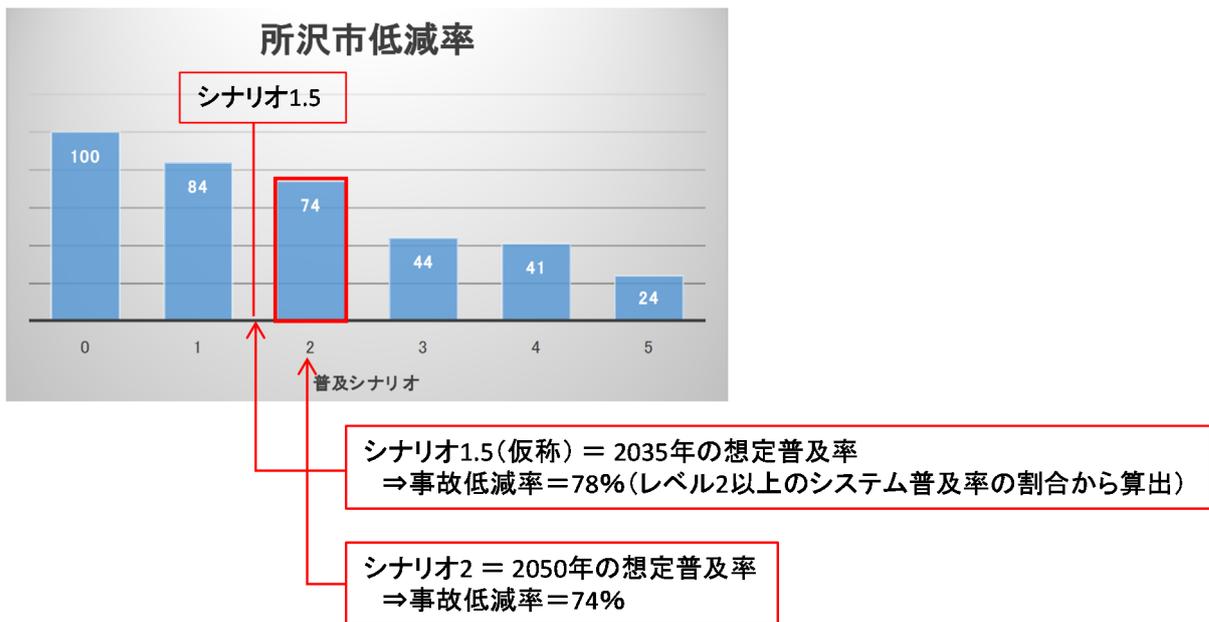


図 4.2-48 2035年および2050年における事故低減率の想定

◆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 4.2-26 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、以下のとおりとなった。

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. 2-27 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、以下のとおりとなった。

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 4.2-28 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	

4) まとめ

一般道路における、自動運転車混入による渋滞損失時間・CO2 排出量の削減効果を以下に示す。これらの結果から、全国で 2035 年には 3,020 万人・時間、2050 年には 3,809 万人・時間の渋滞損失時間削減効果があることが分かった。

また、CO2 排出削減については、2035 年には 2.8 万 t の増加、2050 年には 14.8 万 t の増加となることが分かった。CO2 排出量は増加傾向という結果となったが、普及率向上につれてその増加幅は低下した。

表 4.2-29 一般道路における自動運転車の普及による渋滞損失時間の削減効果

万人・時間

年次	2035 年			2050 年		
	20%			31%		
普及率						
項目	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計
直轄国道＋高規格幹線道路(※)における渋滞損失時間	92,344			92,344		
直轄国道＋高規格幹線道路における、自動運転混入による渋滞損失時間の削減量	2,838	182	3,020	3,596	213	3,809
直轄国道＋高規格幹線道路における、渋滞損失時間の削減率	3.1%	0.2%	3.3%	3.9%	0.2%	4.1%

※信号交差点を一つ以上含む区間

表 4.2-30 一般道路における自動運転車の普及による CO2 排出削減効果 万 t/年

年次	2035 年			2050 年		
	20%			31%		
普及率						
項目	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計	交通渋滞	事故渋滞の考慮	合計
直轄国道＋高規格幹線道路(※)における CO2 排出量	2,133			2,133		
直轄国道＋高規格幹線道路における、自動運転混入による CO2 排出量の増加量	-19	0.1	-18.9	-15	0.2	-14.8
直轄国道＋高規格幹線道路における、CO1 排出増加率	-0.9%	0.0%	-0.9%	-0.7%	0.0%	-0.7%

※信号交差点を一つ以上含む

参考文献

- 1) 内閣府「交通事故の被害・損失の経済分析に関する調査報告書」(2012 年 3 月)

5. 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、その山峽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/km²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。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		異常の 有 無	給油等 (R)	安全運転 管理者印 (運行後)
						終了時 km	走行距離数			
	■■■■	2/8	13:30~14:00	職全体	鳥取市	144169	70	有・無	—	
	■■■■	2/9	7:30~	18-11研修	町内	144194	25	有・無	—	
	■■■■	2/10	17:45~	下才研修	町内	144231	37	有・無	—	
	■■■■	2/12	17:20~17:40	研修	町内	144233	2	有・無	—	
	■■■■	2/14	10:30~17:50	事務局長会議	湯梨浜町	144372	139	有・無	34.20	
	■■■■	2/15	10:50~17:06	全県中アソシエーション	鳥取市	144434	62	有・無	—	
	■■■■	2/18	11:00~11:30	小学校訪問	町内	144435	1	有・無	—	
	■■■■	2/18	13:00~18:00	研修	鳥取市	144500	65	有・無	—	
	■■■■	2/18	17:45~20:00	研修	町内	144502	2	有・無	—	
	■■■■	2/19	9:20~16:20	研修	町内	144509	5	有・無	—	
	■■■■	2/20	12:45~	研修	鳥取市	144513	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。下表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。

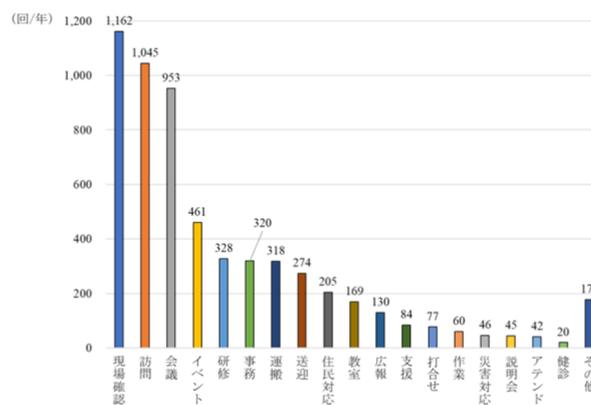


図 5.1-2 用務ごとの利用頻度

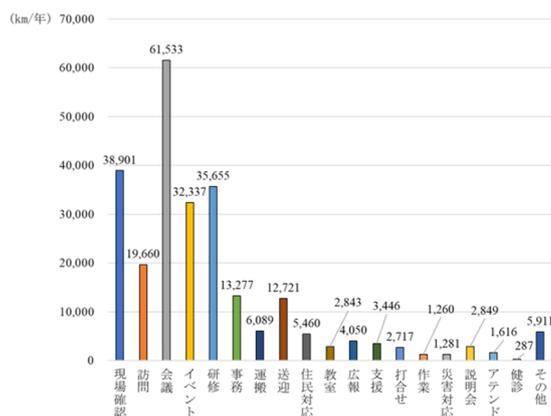


図 5.1-3 用務ごとの走行距離

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、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。

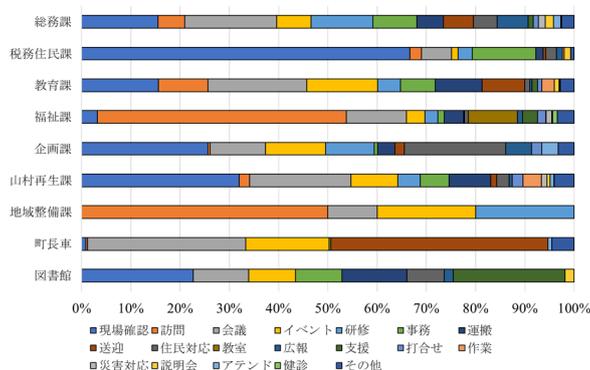


図 5.1-4 課ごとの利用頻度に基づく用務割合

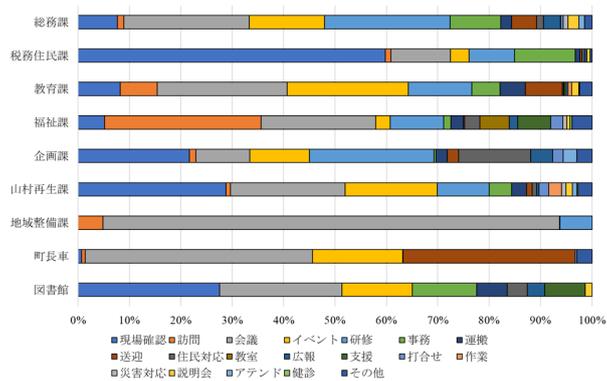


図 5.1-5 課ごとの走行距離に基づく用務割合

(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下図のようになる。

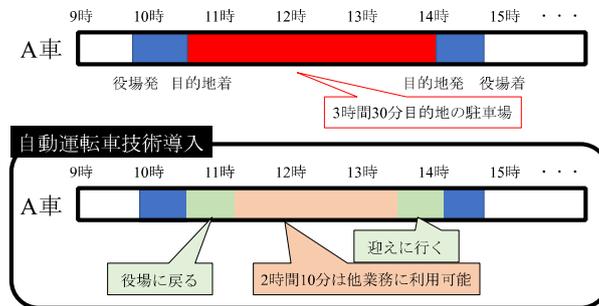


図 5.1-6 自動運転技術の導入前後の関係

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。

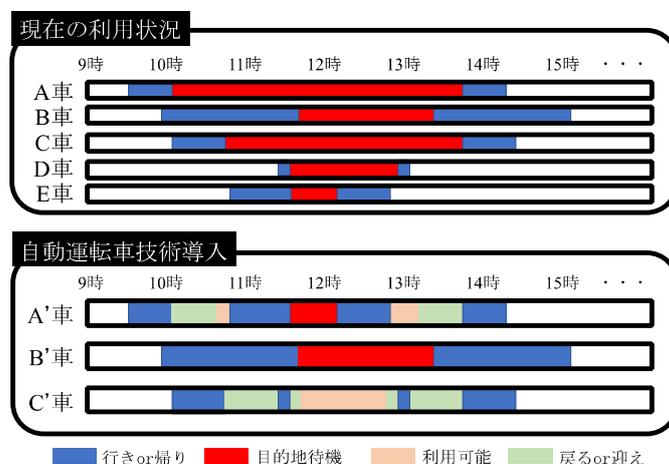


図 5.1-7 最適化説明の例

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。

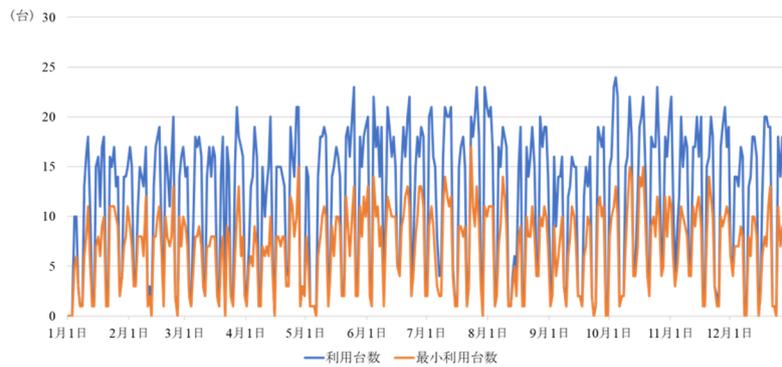


図 5.1-8 智頭町の年間の日ごとの自動車利用台数

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、現在の年間走行距離時間 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。

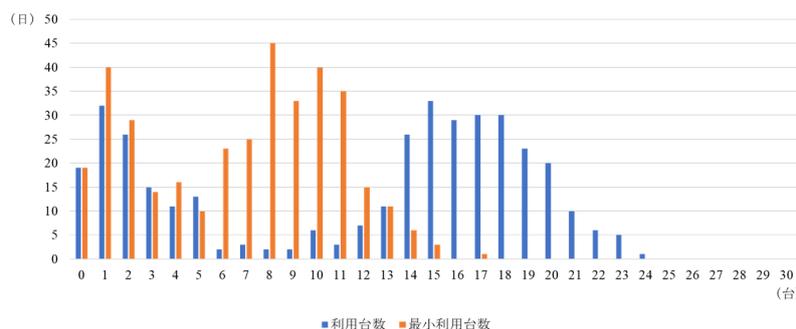


図 5.1-9 自動車利用台数の分布

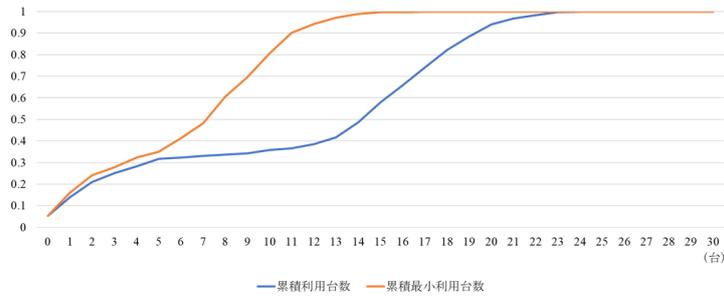


図 5.1-10 累積自動車利用台数

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。

「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に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。そうになると、職員が現場出動するために要していた準備時間が不要でなくなるため、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なくなり、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ー車で地域内を巡回	・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な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 ○無人化	○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变化		
				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、地区内を巡回	・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	
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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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、その時々の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ぬ番号が付されているが、順不同である。

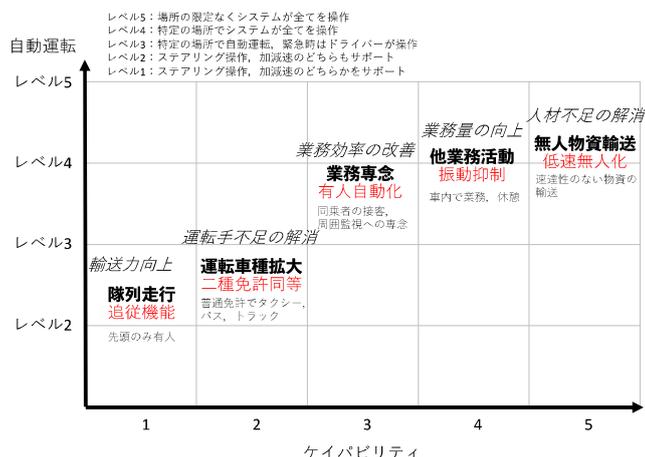


図 5.1-11 ケイパビリティ

■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、以下の表に記す場面でも有用である。

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。大型車両の調達が必要になるとともに、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、以下の場面で有用である。

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、以下の場面で有用である。

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の実装されているが、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、以下の場面で有用である。

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。

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

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。

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。

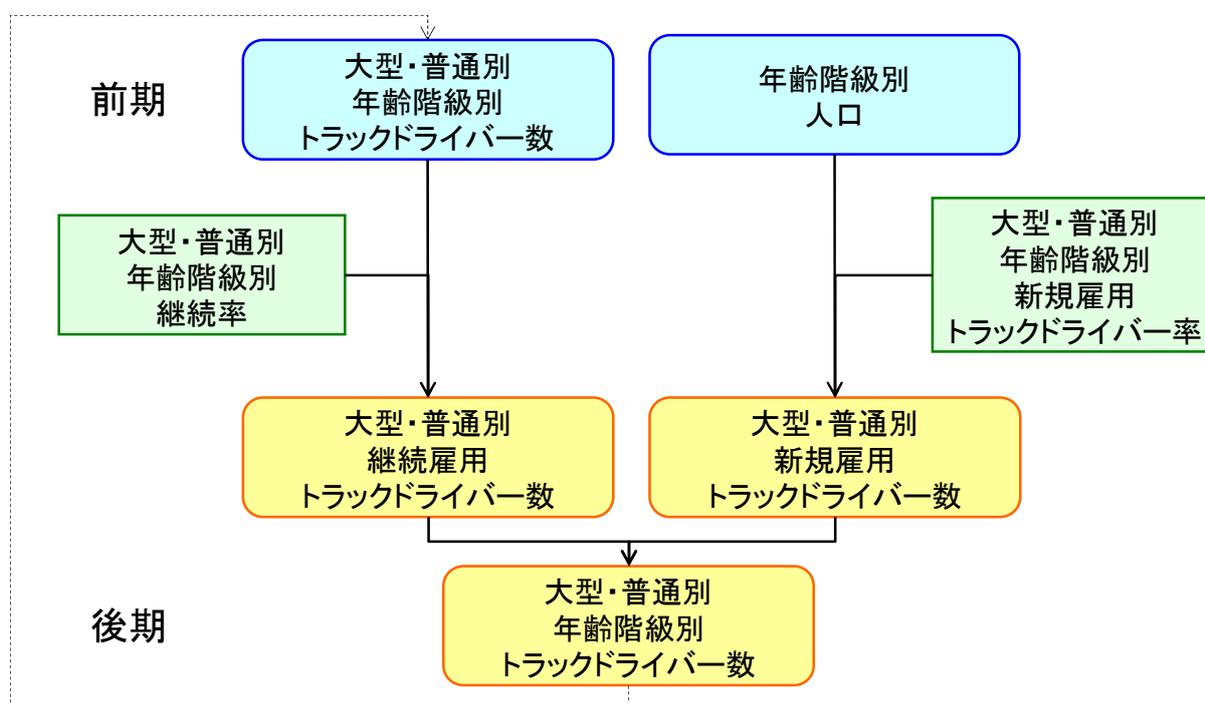


図 5.2-1 ドライバー供給量の将来推計フロー

2) ドライバー数の現況推計

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。

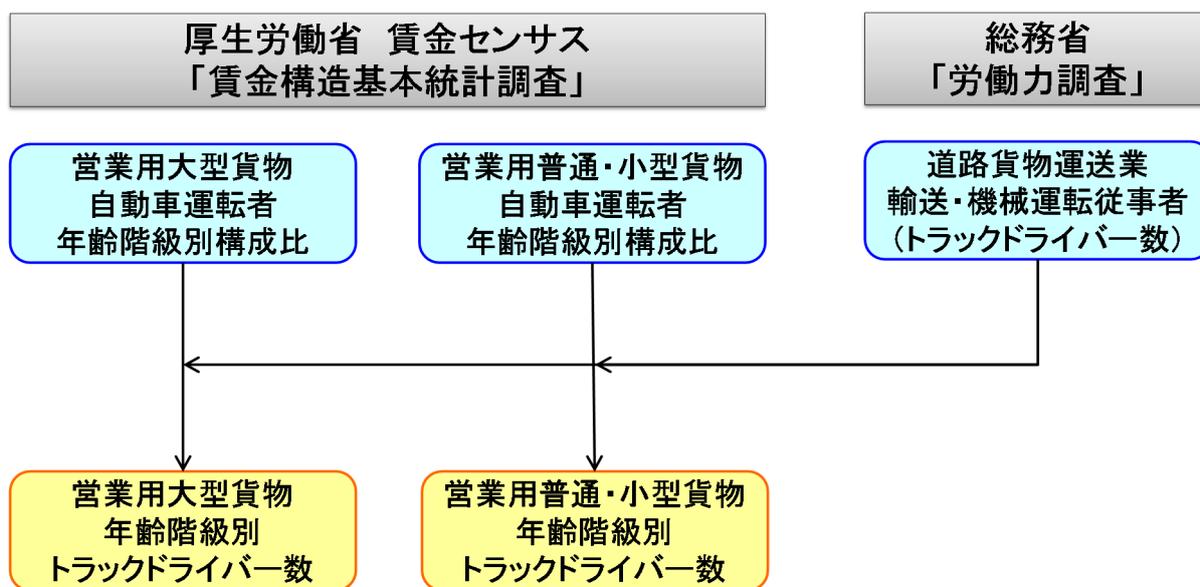


図 5.2-2 トラックドライバー数の現況推計フロー

(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トラックドライバー数を求めた。

表 5.2-1 現況の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 大型貨物車・年齢階層別の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 大型貨物車・年齢階層別の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 普通・小型貨物車・年齢階層別の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 普通・小型貨物車・年齢階層別の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%

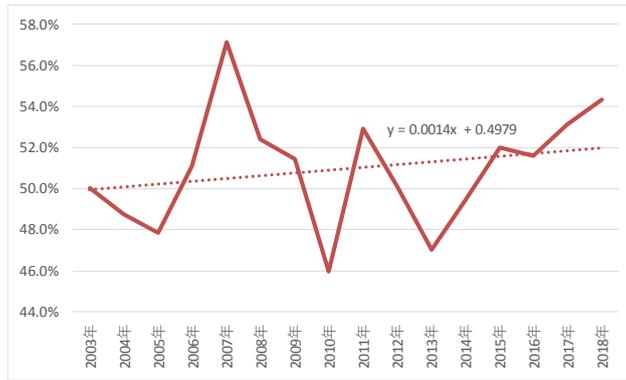


図 5.2-3 大型貨物車割合の推移と線形回帰式

表 5.2-6 大型貨物車・年齢階層別の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 普通・小型貨物車・年齢階層別の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 大型貨物車・年齢階層別の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							継続率		
	2005年	2010年新規	2010年継続	2010年計	2015年新規	2015年継続	05→10年	10→15年	平均値
～19歳	0	0	0	0	0	0	-	-	-
20～24	5,216	4,796	0	4,796	2,508	0	-	-	0
25～29	24,778	10,587	5,732	16,319	6,333	2,806	1.098787	0.585022	0.84
30～34	56,234	11,315	22,897	34,212	8,784	15,610	0.924095	0.956547	0.94
35～39	67,470	9,993	52,076	62,069	12,151	28,655	0.92605	0.837555	0.88
40～44	57,653	8,330	59,144	67,474	9,426	63,448	0.8766	1.022214	0.95
45～49	49,642	6,014	44,622	50,635	9,552	64,135	0.773966	0.950513	0.86
50～54	53,483	2,079	41,444	43,523	5,623	55,374	0.834852	1.09358	0.96
55～59	57,882	2,153	46,700	48,854	3,184	39,810	0.873185	0.914687	0.89
60～64	15,649	1,945	29,416	31,361	3,470	22,940	0.508204	0.469563	0.49
65歳～	2,594	1,426	2,851	4,277	286	9,643	0.156279	0.270588	0.21

表 5.2-9 普通・小型貨物車・年齢階層別の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							継続率		
	2005年	2010年新規	2010年継続	2010年計	2015年新規	2015年継続	05→10年	10→15年	平均値
～19歳	0	465	0	465	3,603	0	-	-	-
20～24	20,114	9,777	2,496	12,273	11,990	1,100	-	2.366827	0.63
25～29	46,609	22,906	9,116	32,022	13,171	9,858	0.453215	0.803258	0.63
30～34	68,282	19,871	26,626	46,497	11,874	22,601	0.571257	0.705797	0.64
35～39	61,546	19,480	44,502	63,982	13,310	35,065	0.651747	0.754146	0.70
40～44	49,033	11,220	47,243	58,464	12,210	52,117	0.767601	0.814562	0.79
45～49	37,960	6,938	41,725	48,663	10,576	44,113	0.850956	0.754531	0.80
50～54	38,262	6,913	29,990	36,904	5,595	32,992	0.790044	0.677971	0.73
55～59	42,612	3,818	30,933	34,750	4,182	26,806	0.808446	0.726371	0.77
60～64	18,004	1,725	14,108	15,833	3,336	17,191	0.331082	0.4947	0.41
65歳～	7,089	171	2,472	2,643	1,205	10,067	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 大型貨物車・年齢階層別の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		国勢調査		新規就業率		
	2010年新規	2015年新規	2010年人口	2015年人口	2010年	2015年	平均値
～19歳	0	0	6,063,357	6,008,388	0.00%	0.00%	0.00%
20～24	4,796	2,508	6,426,433	5,968,127	0.07%	0.04%	0.06%
25～29	10,587	6,333	7,293,701	6,409,612	0.15%	0.10%	0.12%
30～34	11,315	8,784	8,341,497	7,290,878	0.14%	0.12%	0.13%
35～39	9,993	12,151	9,786,349	8,316,157	0.10%	0.15%	0.12%
40～44	8,330	9,426	8,741,865	9,732,218	0.10%	0.10%	0.10%
45～49	6,014	9,552	8,033,116	8,662,804	0.07%	0.11%	0.09%
50～54	2,079	5,623	7,644,499	7,930,296	0.03%	0.07%	0.05%
55～59	2,153	3,184	8,663,734	7,515,246	0.02%	0.04%	0.03%
60～64	1,945	3,470	10,037,249	8,455,010	0.02%	0.04%	0.03%
65歳～	1,426	286	8,210,173	9,643,867	0.02%	0.00%	0.01%

表 5.2-11 普通・小型貨物車・年齢階層別の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		国勢調査		新規就業率		
	2010年新規	2015年新規	2010年人口	2015年人口	2010年	2015年	平均値
～19歳	465	3,603	6,063,357	6,008,388	0.01%	0.06%	0.03%
20～24	9,777	11,990	6,426,433	5,968,127	0.15%	0.20%	0.18%
25～29	22,906	13,171	7,293,701	6,409,612	0.31%	0.21%	0.26%
30～34	19,871	11,874	8,341,497	7,290,878	0.24%	0.16%	0.20%
35～39	19,480	13,310	9,786,349	8,316,157	0.20%	0.16%	0.18%
40～44	11,220	12,210	8,741,865	9,732,218	0.13%	0.13%	0.13%
45～49	6,938	10,576	8,033,116	8,662,804	0.09%	0.12%	0.10%
50～54	6,913	5,595	7,644,499	7,930,296	0.09%	0.07%	0.08%
55～59	3,818	4,182	8,663,734	7,515,246	0.04%	0.06%	0.05%
60～64	1,725	3,336	10,037,249	8,455,010	0.02%	0.04%	0.03%
65歳～	171	1,205	8,210,173	9,643,867	0.00%	0.01%	0.01%

(3) 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ドライバー供給量を表に示す。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 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 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 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%

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、表に示した通りである。

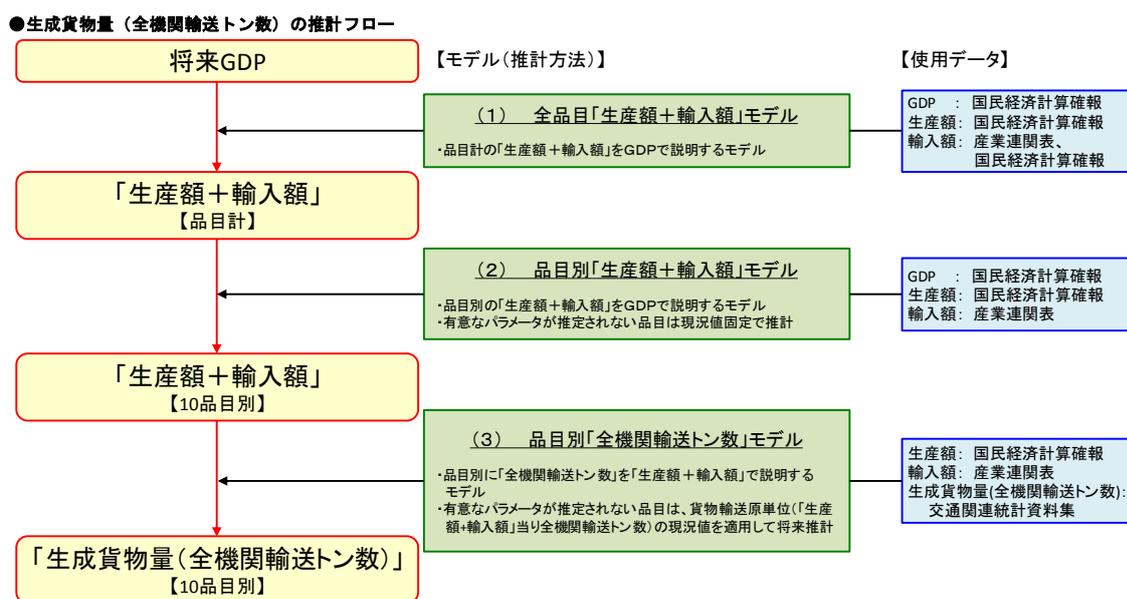


図 5.2-4 生成交通量の推計フロー

表 5.2-15 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 5.2-16 GDP の設定値

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(%)			実績値
	総人口	男性	女性	成長実現ケース			成長実現ケース			
				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。

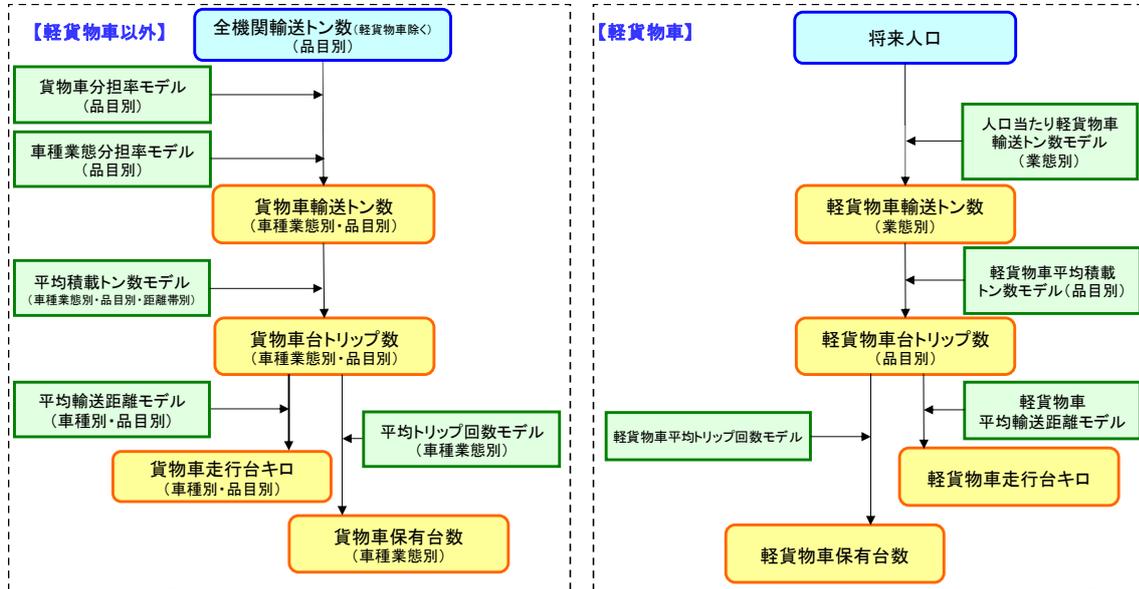


図 5.2-5 貨物車走行台キロの推計フロー

表 5.2-17 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	<ul style="list-style-type: none"> 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） <ul style="list-style-type: none"> 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） <ul style="list-style-type: none"> 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） $Rate_i^n = \frac{RateMAX_i}{1 + \exp(\alpha + \beta \cdot n)}$ <small> $Rate_i^n$：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 $\alpha \cdot \beta$：パラメータ </small> 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） <ul style="list-style-type: none"> 自動車輸送統計調査

表 5.2-18 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)	<p>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）</p> $Rate_i^n = \frac{RateMAX_i}{1 + \exp(\alpha + \beta \cdot n)}$ <p>$Rate_i^n$: 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</p> <p>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)</p>	<p>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</p>
業態分担率モデル (小型貨物車)	<p>①年次を説明変数としたモデル（農林水産品、雑工業品）</p> <p>両対数：$\ln(Rate_i^n) = \alpha + \beta \cdot \ln(t)$</p> <p>$Rate_i^n$: 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</p> <p>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)</p>	<p>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</p>
軽貨物車 輸送トン数モデル	<p>①年次を説明変数としたモデル</p> <p>両対数：$\ln(Y_t / POP_t) = \alpha + \beta \cdot \ln(t)$</p> <p>$Y_t$: 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</p>	<p>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</p>
平均積載トン数 モデル (軽貨物車以外)	<p>①営業用普通貨物車の平均積載トン数モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> 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) <p>②自家用普通貨物車の平均積載トン数モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 全品目とも 1990 年～2015 年の実績値の平均値を将来値に適用 	<p>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 ・道路交通センサ自動車起終点調査オーナーマスターデータ (平日)</p>
平均積載トン数モデル (軽貨物車)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>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 ・道路交通センサ自動車起終点調査オーナーマスターデータ (平日)</p>
平均輸送距離 モデル (軽貨物車以外)	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>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</p>
平均輸送距離 モデル (軽貨物車)	<ul style="list-style-type: none"> 軽貨物車平均輸送距離は 2015 年の実績値を将来値に適用 	<ul style="list-style-type: none"> 道路交通センサ自動車起終点調査オーナーマスターデータ (平日)

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。

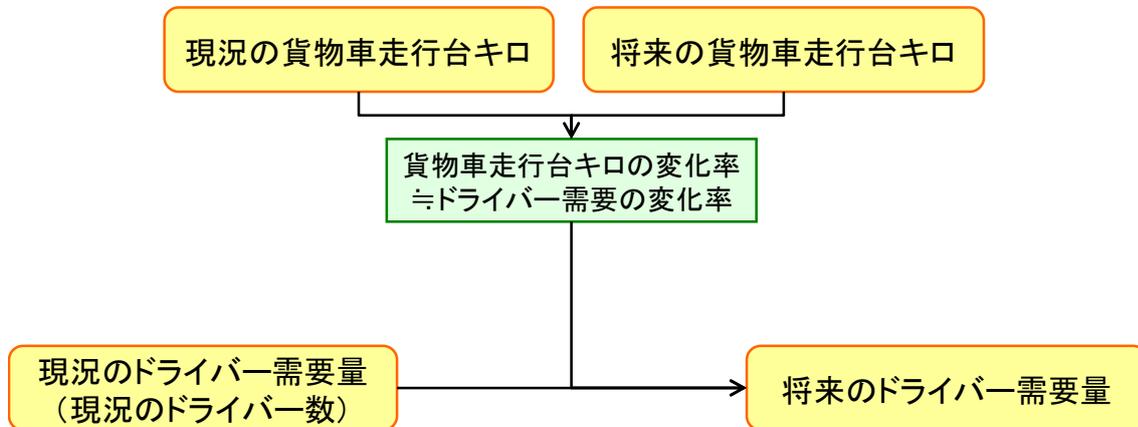


図 5.2-6 ドライバー需要量の推計フロー

(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 642 百万台キロ（2015 年比 0.99）、2040 年に 653 百万台キロ（2015 年比 1.00）となった。2035 年までは軽・小型貨物車の走行台キロの減少幅が普通貨物車の増加幅を上回り減少となったが、2040 年は普通貨物車の増加幅が軽・小型貨物車の減少幅を上回り増加となっている。

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
合計	651,251	641,966	653,104
2015年からの変化率	—	0.99	1.00

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 697 千人、2040 年に 709 千人となった。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（人）		
	2015年	2035年	2040年
ドライバー需要量	707,000	697,000	709,000

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 627 百万台キロ（2015 年比 0.96）、2040 年に 627 百万台キロ（2015 年比 0.96）となった。走行台キロの推移を細かくみると、2035 年、2040 年とも 2015 年に比較して減少しているが、2035 年から 2040 年にかけて走行台キロは増加している。当初は、軽・小型貨物車の減少率が普通貨物車の増加率よりも大きく、2035 年以降は普通貨物車の増加率が軽・小型貨物車の減少率よりも大きかったため、このような現象が生じている。

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
合計	651,251	627,353	627,411
2015年からの変化率	—	0.96	0.96

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 681 千人と推計された。ただし、走行台キロと同様に、2035 年から 2040 年にかけては微増となっている。

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（人）		
	2015年	2035年	2040年
ドライバー需要量	706,700	680,766	680,830

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 594 百万台キロ（2015 年比 0.91）、2040 年に 586 百万台キロ（2015 年比 0.90）となった。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
合計	651,251	593,806	585,662
2015年からの変化率	—	0.91	0.90

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 644 千人、2040 年に 636 千人となった。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（人）		
	2015年	2035年	2040年
ドライバー需要量	707,000	644,000	636,000

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 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。

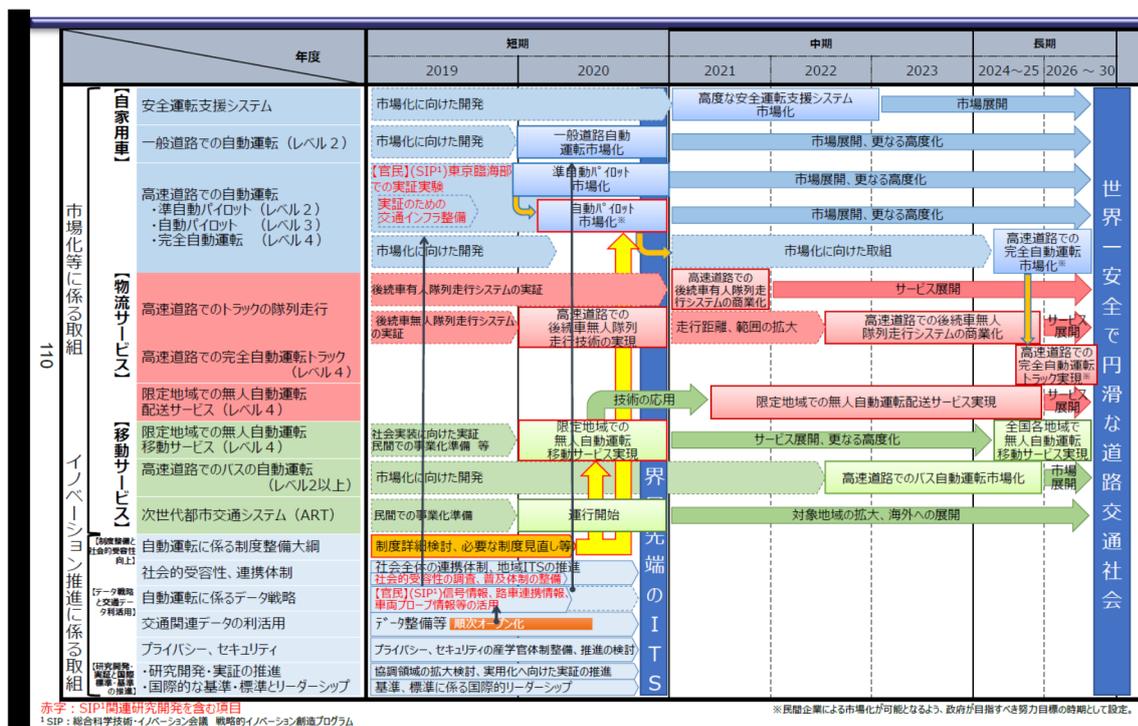


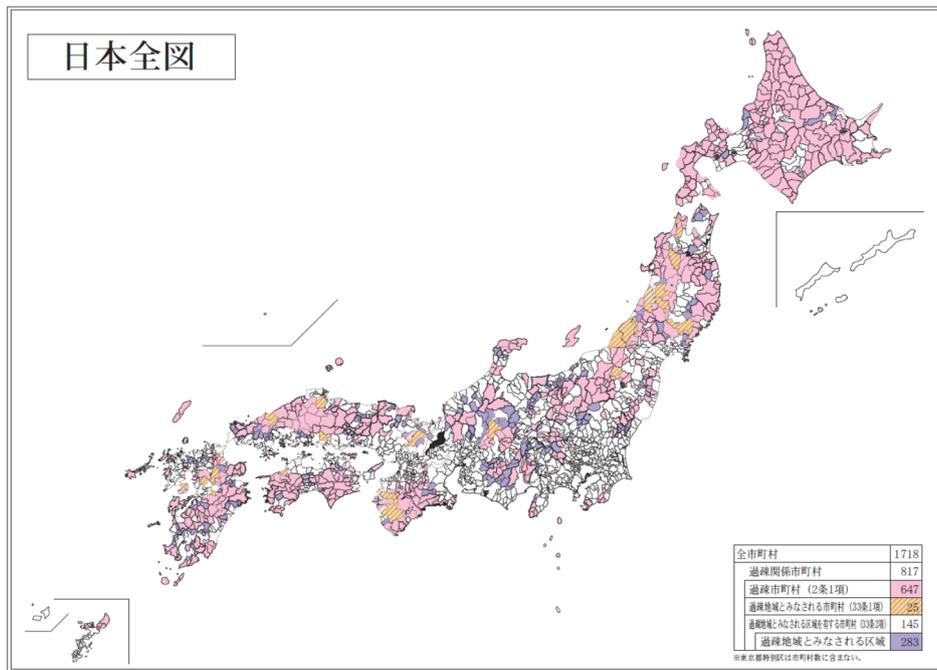
図 5.2-7 自動運転等のロードマップ

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、シナリオを以下の通りに設定した。

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



-4-

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 44 t）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 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 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 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。

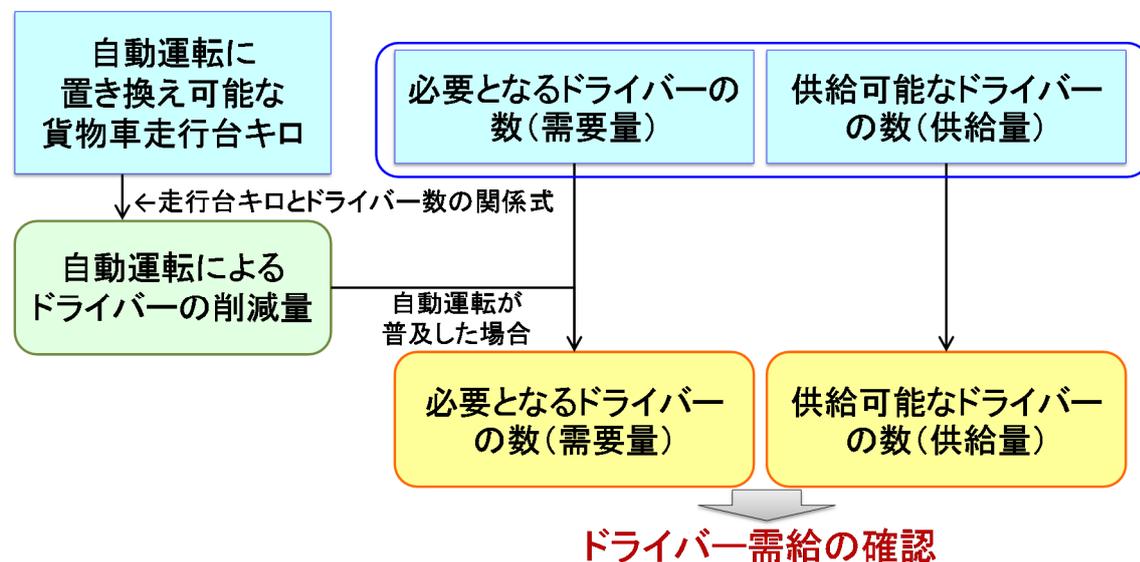


図 5.2-9 ドライバー需給の確認フロー

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19万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20万人分が代替されると推計されており、前述の不足分が相殺されるものと試算された。

表 5.2-30 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 + シナリオ4	シナリオ4 + シナリオ5
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	697,000	709,000
供給量 - 需要量	—	-200,000	-263,000
自動運転に置き換え可能な走行台キロ (千台キロ)	—	137,851	230,040
自動運転によるドライバー削減量 (人)	—	127,000	212,000

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19万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20万人分が代替されると推計されており、前述の不足分が相殺されるものと試算された。

表 5.2-31 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
ドライバー供給量 (人)	706,700	498,052	446,210
ドライバー需要量 (人)	706,700	680,766	680,830
供給量－需要量	－	-182,715	-234,620
自動運転に置き換え可能な走行台キロ (千台キロ)	－	134,557	219,745
自動運転によるドライバー削減量 (人)	－	123,999	202,503

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19万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20万人分が代替されると推計されており、前述の不足分が相殺されるものと試算された。

表 5.2-32 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 + シナリオ4	シナリオ4 + シナリオ5
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	644,000	636,000
供給量－需要量	—	-147,000	-190,000
自動運転に置き換え可能な走行台キロ (千台キロ)	—	126,984	203,019
自動運転によるドライバー削減量 (人)	—	117,000	187,000

5.4 車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造の変化

5.4.1 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、移動の一般化費用、事故遭遇確率等を、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。そして、その結果を、自動運転の普及シミュレーションにリンクさせる。

5.4.2 推計モデル

車の所有と利用、移動に関する消費者の選択構造モデルとして、図 5.4-1 に示したように、あるサービス水準の一人乗り自動運転タクシーや乗合い自動運転タクシーのサービスが提供された場合、どのくらいのユーザがそれぞれの交通手段を選択するかを示すモデルを構築する。

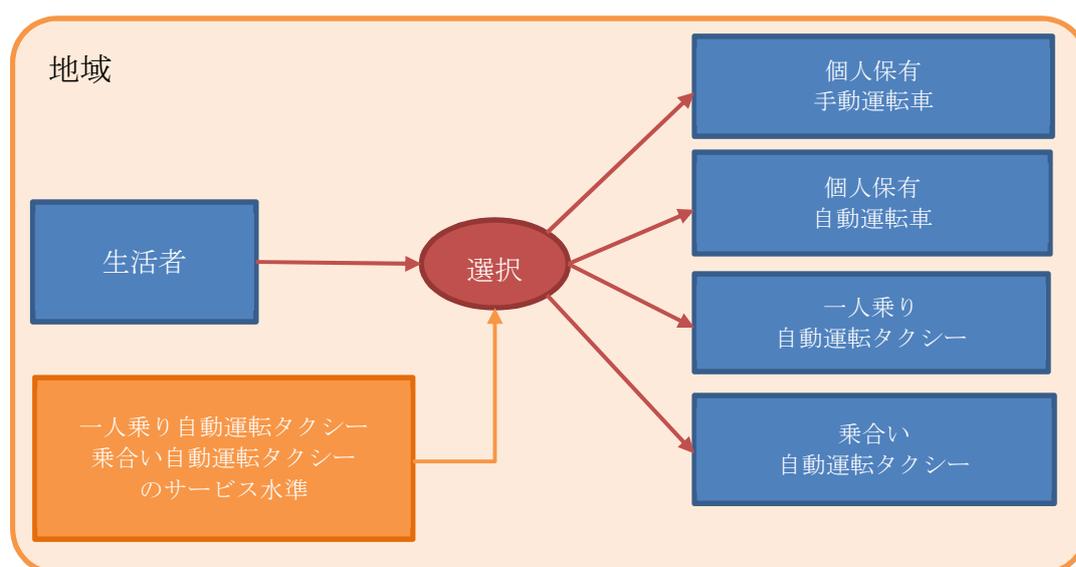


図 5.4-1 消費者の選択モデル

この選択モデルに基づいて、サービス水準の変化が各交通手段の選択にどのような影響を及ぼすかを検討できるようにする。

自動運転の普及シミュレーションと連携させるために、想定したサービス水準の一人乗り自動運転タクシーや乗合い自動運転タクシーを導入した場合に、一人乗り自動運転タクシーや乗合い自動運転タクシーを利用する割合の他、対象地域で必要となる自動運転タクシーの台数や自動運転タクシーの走行量を推計するモデルも併せて検討する。必要となる自動運転タクシーの台数は、都市の大きさや人口などによって異なり、また、サービス提供する事業者のコストに影響を及ぼす。そこで、サービス価格と事業者のコストを考慮して、対象地域で自動運転タクシーや乗合い自動運転タクシーが導入可能かどうかを検討する。

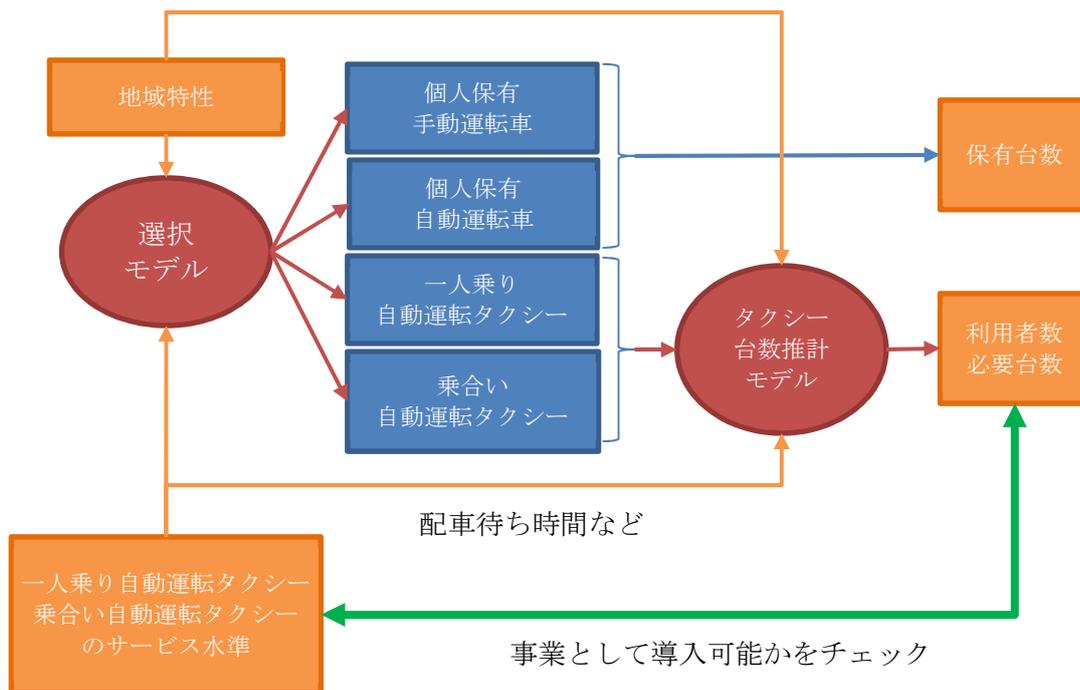
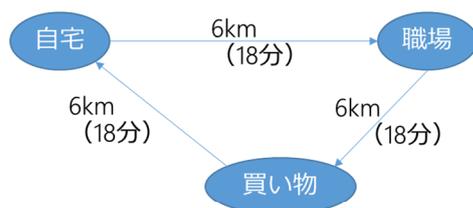


図 5.4-2 地域へ自動運転タクシーの導入の影響評価

5.4.3 事前調査

上記のモデルを想定した消費者の選択構造モデルの構築に必要なパラメータを得るため、個人保有手動運転車、個人保有自動運転車、一人乗り自動運転タクシー、乗合い自動運転タクシーの4肢選択のWebアンケートを計画している。そこで、事前調査として、香川大学の学生を対象にアンケート調査を実施した。アンケートは、図 5.4-3 のような特定の移動状況を示した上で、回答させる SP (Stated Preferences) 調査であり、全ての選択肢の1日当たりの費用と所要時間を示した上で、当該の移動においていずれの手段を選択するか回答を得た。

1日に、以下のように移動する、仮想的な状況を想定してください。
1日の移動は以下のような仮想的なパターンを想定してください。



- ・ 手動運転車の費用を合計すると1日あたり2000円かかります。
- ・ 個人保有の自動運転車、自動運転タクシーの費用や時間が以下の条件のとき、どの移動手段を選択するか、お答えください。
- ・ タクシー配車待ち時間は1日のトータルで、出発地ごとに、およそ1/3の時間を待つこととなります。
- ・ 公共交通は使えないものとします。

図 5.4-3 設問の仮想的状況

個人保有手動運転車の費用は 2000 円/日、所要時間は 54 分/日である。個人保有自動運転車の費用は 2200-6300 円/日、所要時間は個人保有手動運転車と同様 54 分/日とした。また、一人乗り自動運転タクシーの費用は 600-3500 円/日、所要時間は待ち時間を含めて 56-79 分/日、乗合い自動運転タクシーは 370-1850 円/日、所要時間は 75-110 分である。一人当たり 6 回異なる条件を提示して回答してもらおうが、最初の 3 回は図 5.4-4 のような条件を提示した後、残りの 3 回は、前回回答された選択肢に比較して他の選択肢の条件が良くなるように他の選択肢の条件を設定した。

Q1		費用 (円/日)	乗車時間 (合計：分/日)	配車待ち時間 (合計：分/日)	総移動時間 (分/日)
個人保有	手動運転車	2000	54	0	54
	自動運転車	3600	54	0	54
自動運転 タクシー	一人乗り	700	54	25	79
	乗合い	370	70	40	110

Q2		費用 (円/日)	乗車時間 (合計：分/日)	配車待ち時間 (合計：分/日)	総移動時間 (分/日)
個人保有	手動運転車	2000	54	0	54
	自動運転車	3600	54	0	54
自動運転 タクシー	一人乗り	1000	54	8	62
	乗合い	530	70	17	87

Q3		費用 (円/日)	乗車時間 (合計：分/日)	配車待ち時間 (合計：分/日)	総移動時間 (分/日)
個人保有	手動運転車	2000	54	0	54
	自動運転車	3600	54	0	54
自動運転 タクシー	一人乗り	2000	54	2	56
	乗合い	1050	70	5	75

(Q1, Q2, Q3)の自動運転タクシーの選択パターンで次の質問を提示

図 5.4-4 設問のパターン

その結果、122名の回答者から、698回分の回答を得た。選択結果を単純集計すると個人保有手動運転車が48%、個人保有自動運転車が16%、一人乗り自動運転タクシーが19%、乗合い自動運転タクシーが17%である。この回答を用い、4肢選択の多項ロジットモデルを推計した。そのパラメータを表5.4-2に示す。

表 5.4-1 アンケート結果の単純集計

保有手動運転車	保有自動運転車	自動運転タクシー	乗合い自動運転タクシー
48%	16%	19%	17%

表 5.4-2 4肢選択ロジットモデルパラメータの推計結果

	パラメータ	t-value
費用(1000円/日)	-0.207	-2.482
時間(10分/日)	-0.204	-2.983
個人保有自動運転車ダミー	-0.801	-4.915
一人乗り自動運転タクシーダミー	-0.838	-6.224
乗合い自動運転タクシーダミー	-0.566	-2.195

McFaddenの擬似決定係数：0.096

費用、時間については符合条件を満たしており、またいずれのパラメータもt値の絶対値が2を超えており、統計的に有意であることがわかる。また、自動運転車に関連したダミーパラメータはいずれも負であり、個人保有の手動運転車に対して、平均的に選択されにくい結果となっている。

5.4.4 今後の方針

想定した消費者の選択モデルでは、個人保有手動運転車、個人保有自動運転車、一人乗り自動運転タクシー、乗合い自動運転タクシーの4つの交通手段のみを想定している。2020年2月3日開催の「第4回自動走行システムの社会的影響に関する検討会」にて、こうした単純化は、実際の都市との対応を想定することが困難、特に公共交通が選択肢として考慮されない設定は大都市では想定しにくいとの指摘の他、消費者の効用を表す関数の妥当性に関する疑問等が提示された。こうした指摘を踏まえ、2020年度には生活者へのアンケートも実施し、本研究を進める。

6. 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

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、自動運転が全要素生産性向上にどのように寄与するのかを具体的ケースを挙げて整理し、その上で、自動運転車化が、全要素生産性向上にどの程度寄与するのかを、概数として算出する。

この研究項目については令和2年度に本格的に取り組むが、本年度から文献サーベイや作業計画の立案に着手している。以下では、その一部について記述する。

6.1 全要素生産性について

6.1.1 全要素生産性の概念

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

$$\begin{aligned} \text{労働生産性} &: \frac{Y}{L} \\ \text{資本生産性} &: \frac{Y}{K} \end{aligned}$$

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 $\frac{\Delta A}{A}$ は次のような形式に変換することができる。

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Y}{Y} - \beta_L \frac{\Delta L}{L} - (1 - \beta_L) \frac{\Delta K}{K} \quad (2)$$

β_L は労働分配率である。(2)式の $\frac{\Delta A}{A}$ は、ソロー残差と呼ばれものあり、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なることを意味している。

6.1.2 全要素生産性の上昇ルート

ソロー残差として定義された、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、同一額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。これは、われわれが経験してきた資本の質の向上の代表的な例であり、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。

6.1.3 日本経済と全要素生産性

さて、近年の日本経済における全要素生産性はいかなる状況にあるのであろうか？ 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（労働者 1 人当たりの資本量）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。

6.1.4 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 つの新技术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 本研究項目の次年度の予定

令和 2 年度には、本研究項目は次の 3 つの STEP で進める。

まず、第1ステップとして、現在進めている各種文献サーベイの取りまとめを行う。

次に、第2ステップとして、自動運転が、日本経済の全要素生産性を高めるルートを、資本の質の向上、労働の質の向上、経営効率の向上等のカテゴリに分け、各カテゴリに該当する具体的なケースを整理する。そして第3ステップとして、自動運転車化が、全要素生産性向上にどの程度寄与するのかを、概数として算出する。なお、このシーンの整理や寄与度の計測に当たっては、本研究PJの「交通サービス分野へ与える影響の検討」の結果を一部利用しながら進める予定である。こうした作業を通じて、自動運転が、日本のマクロ経済に及ぼす影響を明らかにする。

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
- 2) 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*
- 3) <https://www.jpmorganasset.co.jp/jpec/ja/promotion/lcma2018/pdf/lcma-technology-productivity-labor-force.pdf>
- 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>

7. 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、昨年度まで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 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。

今年度は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。図 6-1 に議事次第、図 6-2 は日独共同研究 Steering Committee 会議（11/15 開催）に示した報告内容を示す。

Project meeting of acceptance and diffusion of CAD in Japan and Germany

Agenda

Monday, 7th of October

When?	What?	Where?	Who?
9:00-10:30	Welcome and short introduction of meeting participants	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	All insititions
10:30-10:45	Coffee break		
10:45-11:15	Presentation of the SIP-adus program	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	Mr. Yasuyuki Koga
11:15-12:00	Presentation and discussion of project outline German project CADIA	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	German Partners
12:00-12:45	Lunch break	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	
12:45-13:15	DLR Großanlage Moving Lab	MovingLab, room 005	Mr. Renè Kelpin
13:15-14:00	Presentation and discussion of project outline Japanese project	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	Japanese Partners
14:00-14:30	Exchange of general ideas on the Projects	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	all
14:30-14:45	Coffee break		
14:45-15:10	Presentation of the CAD Japan-Germay research program of the BMBF	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	BMBF representative
15:10-16:00	Setting objectives and ideas of cooperation	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	all
16:00-16:45	Planning of agenda for second meeting and SIPAdus Meeting	DLR, Rudower Chaussee 7, room 001	all
16:45-17:00	Wrapup of day 1, end of meeting		Dr. Christine Eisenmann
17:00-20:00	Joint dinner in a Restaurant in Berlin center	Restaurant Hackescher Hof Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlin	

Tuesday, 8th of October

When?	What?	Where?	Who?
9:00-9:15	Welcome & start of day 2	IGZ, Rudower Chaussee 29, A102 (not finally confirmed)	Dr. Christine Eisenmann
9:15-11:40	In depth discussion on different topics, e.g.: <ul style="list-style-type: none"> • Acceptance • Scenario building • Model building 	IGZ, Rudower Chaussee 29, A102 (not finally confirmed)	all
10:15-10:30	Coffee break		
11:40-12:00	Wrapup of the meeting	IGZ, Rudower Chaussee 29, A102 (not finally confirmed)	all
12:00-12:30	Lunch break	IGZ, Rudower Chaussee 29, A102 (not finally confirmed)	
12:30-15:30	English guided tour at Charité on autonomous shuttles (& public transit trip to Charité)	Hannoversche Straße 11, 10115 Berlin	
15:30	End of Meeting		

図 7-1 第 1 回会合議事次第

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 7-2 Steering Committee 会議にて示した進捗状況報告

8. 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 准教授	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	横浜市立大学大学院 国際マネジメント研究科 教授	公共経済
ポンサトーン・ラク シンチャランサク	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2回	2019年6月26日	<p>自動運転とSDGsとの関連性の整理</p> <p>自動運転車の普及シミュレーション</p> <p>交通事故低減効果の推計における経済実験等について</p> <p>交通渋滞削減効果及びCO2排出削減効果</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>国際連携体制の構築</p> <p>今後の予定</p>
第3回	2019年10月1日	<p>自動運転とSDGsとの関連性の整理</p> <p>自動運転車の普及シミュレーション</p> <p>交通事故低減効果の推計における経済実験等について</p> <p>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</p> <p>国際連携体制の構築</p> <p>今後の予定</p>
第4回	2020年2月3日	<p>(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</p> <p>(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</p> <p>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</p> <p>交通事故低減効果の推計</p> <p>交通渋滞削減効果及びCO2排出削減効果の推計</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>国際連携体制の構築：日独連携第2回会合の進め方</p> <p>今後の予定</p>

※本検討会は昨年度に第1回を開催しており、回次は年度を跨ぎ通算している。

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

オブザーバー 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）

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적으로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、質問の仕方を間違える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と。
- ・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

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

オブザーバー 内閣府 畑崎氏、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 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るも、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は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と。
- ・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、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

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

オブザーバー 内閣府 古賀氏、畑崎氏、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）

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、被験者自身を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って来ましたが、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の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っても、やはり何%か含まれている、ということでは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ます。これですと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だから、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がきれいに出版しているが、後半の方は想像力の限界で出版していないのだろう。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と、そのようなこともやれそうで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を選ぶのかということのみに着目しているのだから、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あって、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時はそれで行うというのが、その時にウェッジ（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ッ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聞きたいと考えている。
- ・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くなってしまう。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るといえるのはあると思う。
- ・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つぶし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ものもあれば、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と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ー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どうするか、課題だとは思いますが、ご意見をいただければ大変ありがたい。

以上

A 自動運転車への支払意思額等の Web アンケート調査

A.1 アンケートの概要

A.1.1 実施概要

「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、委託業者の登録会員の中から表 A.1-1 のようにサンプリングした。

表 A.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 A.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 A.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 A.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 谷口綾子教授に協力していただき、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。

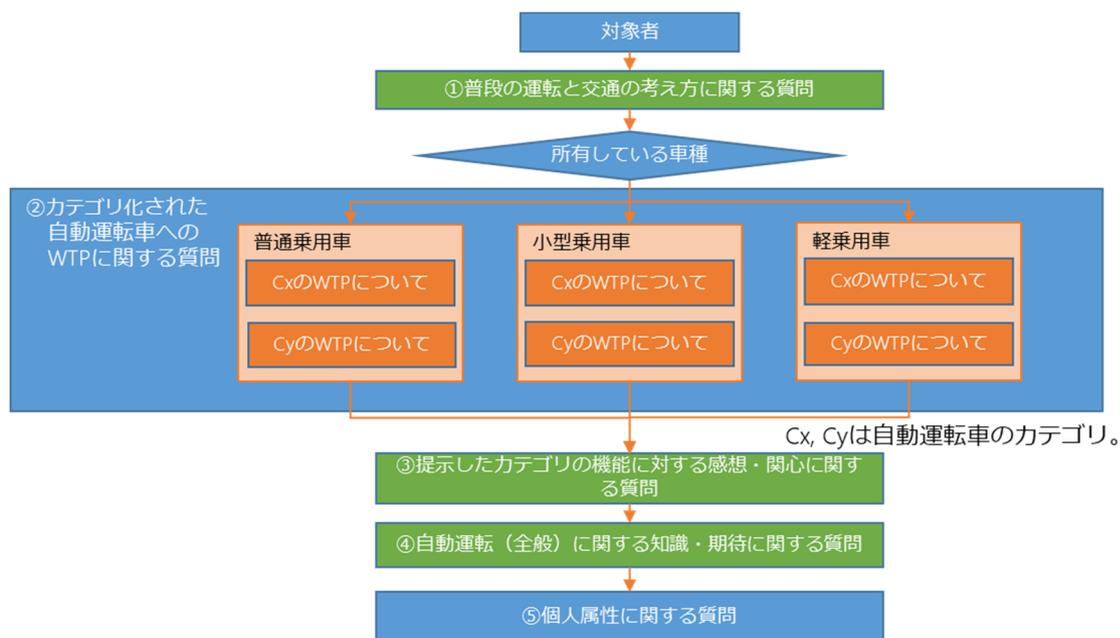


図 A.1-1 アンケートフロー

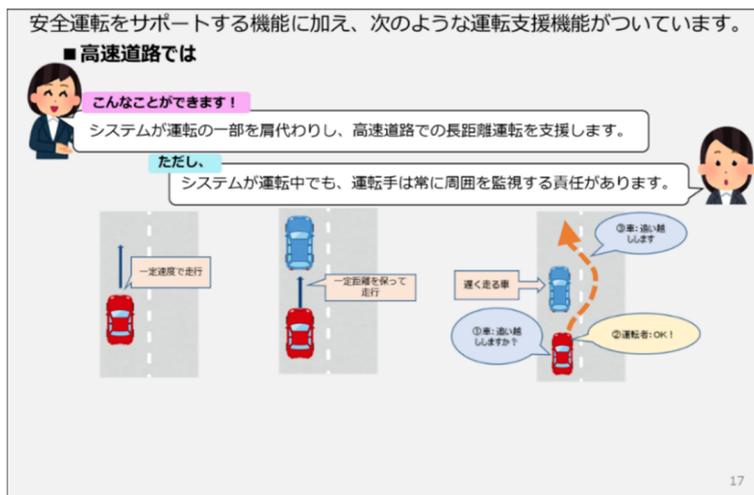
普段の運転と交通の考え方、提示したカテゴリの機能に対する感想・関心、自動運転（全般）に関する知識・期待に関する程度を聞く質問では、表 A.1-3 のように 1-5 の 5 段階の選択肢の中から選んでもらった。

表 A.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。提示した自動運転カテゴリ（表 3.6-7 参照）の説明と確認質問は以下の通りである。

自動運転カテゴリ C2(G2)



確認質問: この機能を付けたら、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 A. 1-2 自動運転カテゴリ C2 (G2)

自動運転カテゴリ C3(G3)

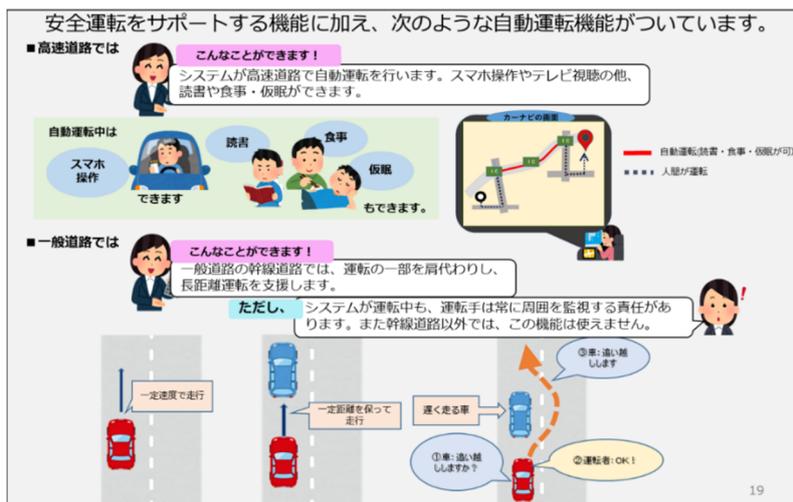


確認質問: この機能を付けたら、高速道路では読書ができますか？

正解: いいえ

図 A. 1-3 自動運転カテゴリ C3 (G3)

自動運転カテゴリ (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 A. 1-4 自動運転カテゴリ (G4)

自動運転カテゴリ C4(G5)

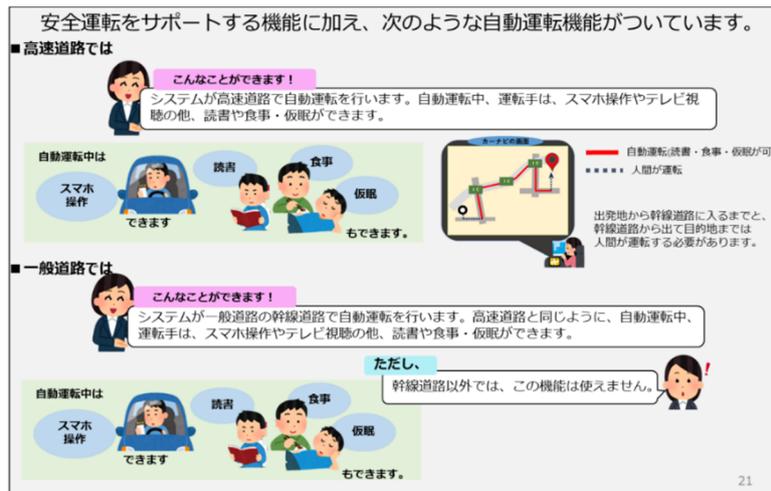


確認質問: この機能を付けると、一般道路の幹線道路では読書ができますか？

正解: いいえ

図 A. 1-5 自動運転カテゴリ C4(G5)

自動運転カテゴリ 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 A. 1-6 自動運転カテゴリ C5(G6)

自動運転カテゴリ 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 A. 1-7 自動運転カテゴリ C6(G7)

以下に、アンケート結果から回答者の属性の他、「普段の運転と交通の考え方に関する質問」、「自動運転（全般）に関する知識・期待に関する質問」から回答結果の一部を示すほか、「カテゴリ化された自動運転車への WTP に関する質問」の結果と「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」から一部の回答結果を示す。

A.1.2 結果の概要

(1) 回答者属性

アンケートの回答者の属性を以下に示す。

性別、年齢階層別、居住地別の回答者数は、ほぼ計画通りの分布で収集されている。

1. 性別の分布

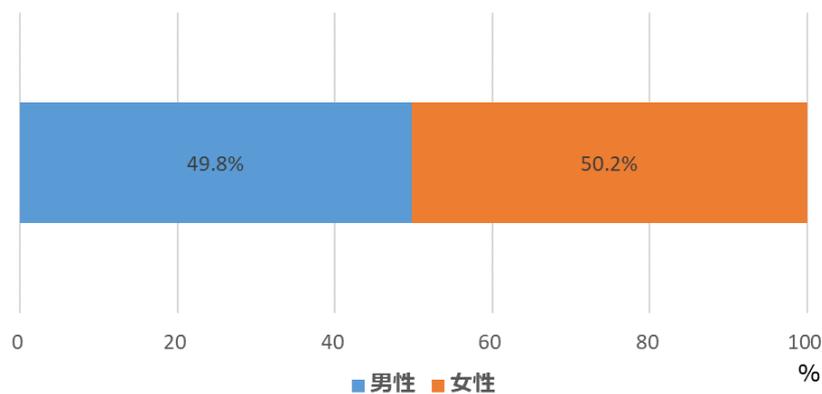


図 A. 1-8 性別の分布 (N=6, 165)

2. 年齢階層の分布

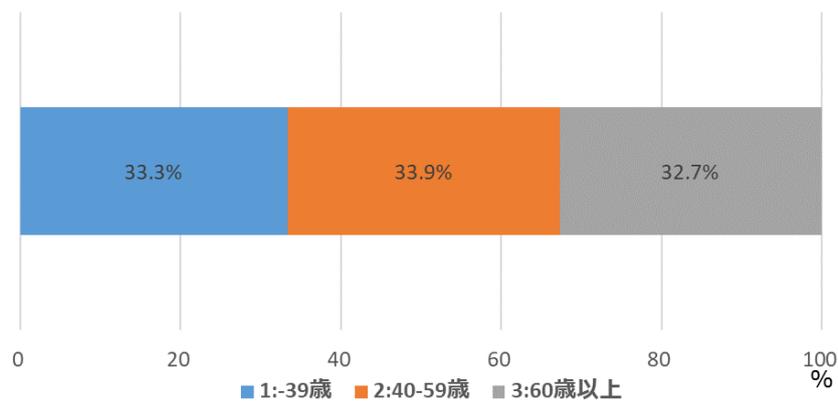


図 A. 1-9 年齢階層の分布 (N=6, 165)

3. 居住地の分布

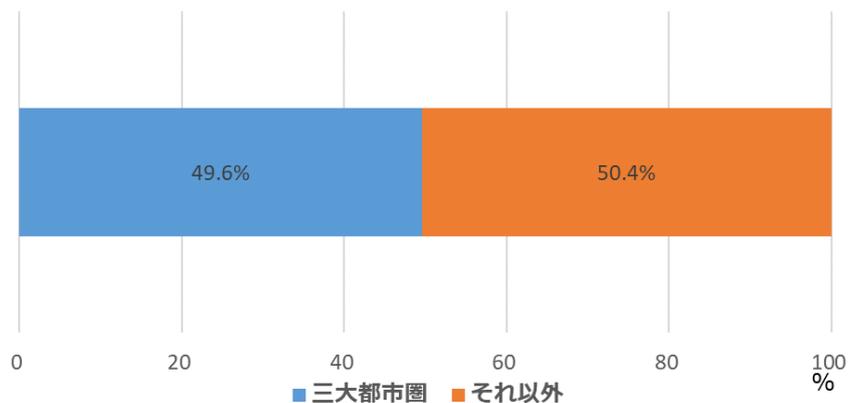


図 A. 1-10 居住地の分布 (N=6, 165)

4. 世帯年収の分布

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いるが、平均値は 550 万円以上となりやや収入が多い世帯が多くなっている。

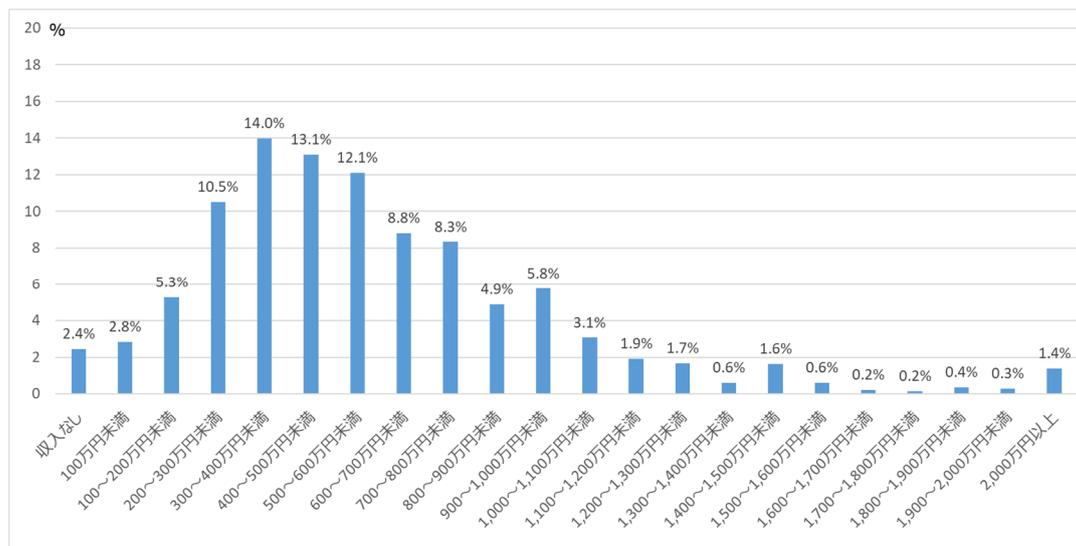


図 A. 1-11 世帯年収の分布 (N=6, 165)

5. 職業の分布

職業では、職業運転手以外の会社員が 34.1%と最も多く、会社員、公務員、自営業が合わせて 46%程になり、パート・アルバイトも含めると約 60%を占めることになる。職業運転手も 1.8%程含まれている。

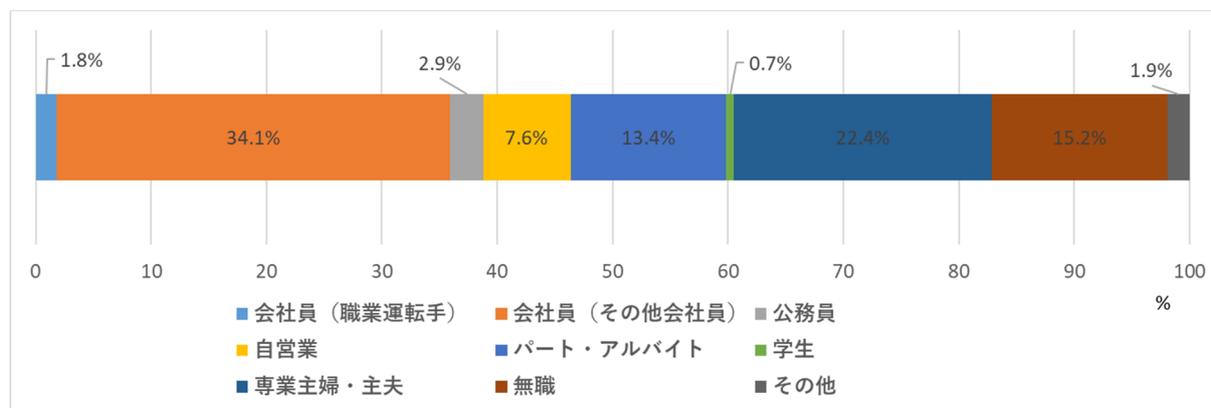


図 A. 1-12 職業の分布 (N=6, 165)

6. 世帯人員の分布

親・子供の 2 世代の世帯が 46%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 46%となっている。

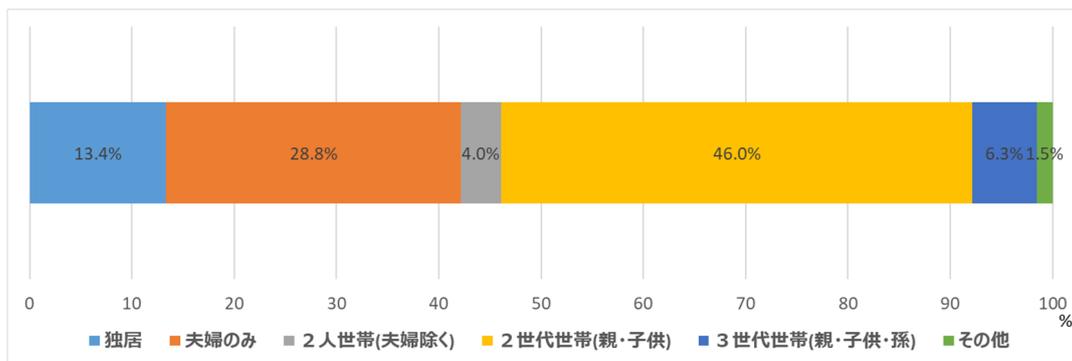


図 A. 1-13 世帯人員の分布 (N=6, 165)

(2) 普段の運転と交通の考え方に関する質問

回答者の普段の運転や交通の考え方の調査結果の一部を以下に示す。

回答者が所有している車は軽自動車が45%を占め、全国の保有台数の割合に比べ高めである。

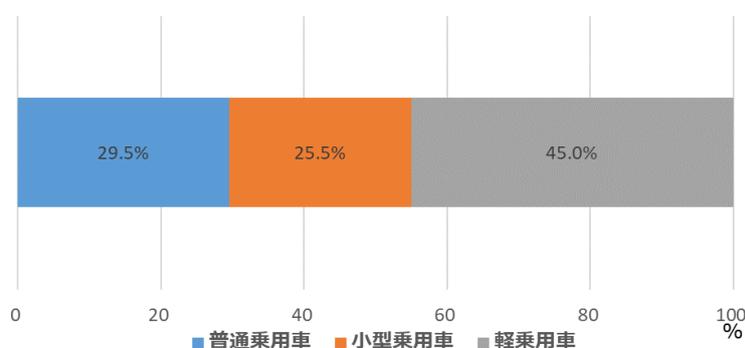


図 A. 1-14 所有している自家用車の車種の分布 (N=6, 165)

車の運転頻度は週3回以下が50%以上を占め、一度も運転しない人も20%近くに達する。

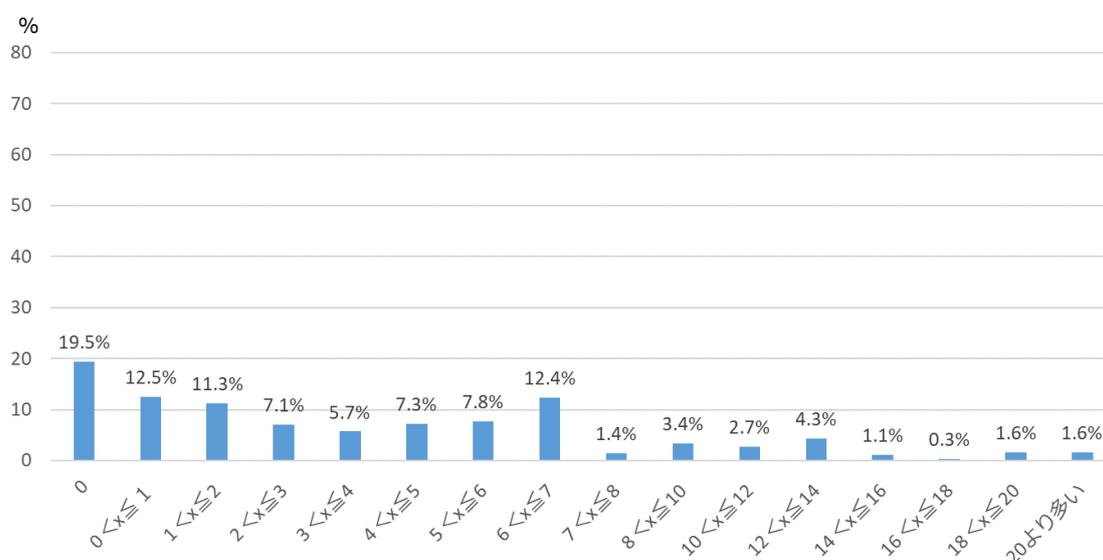


図 A. 1-15 【Q3-1】クルマの運転頻度の分布 (回/週) x=運転頻度(回/週) (N=6, 165)

また、高速道路の利用頻度は、60%近くの人が年2回以下であるが、逆に21回以上の人も15%程存在し、ほとんど利用しない人と多く利用する人に分かれている。

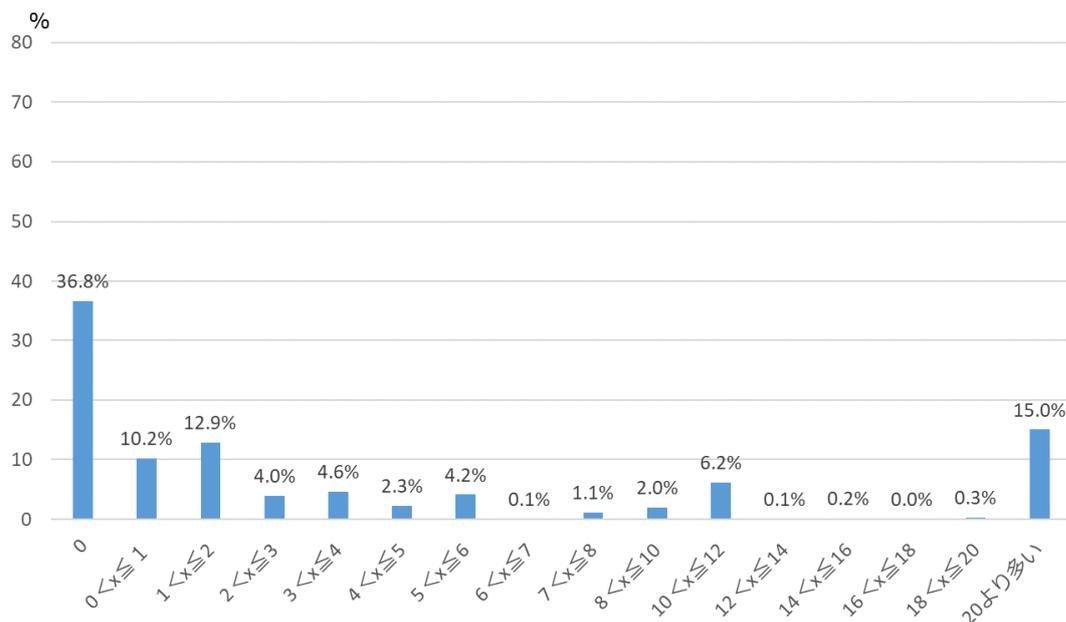


図 A.1-16 【Q4】 高速道路の利用頻度の分布（回／年）（N=6,165）

回答者がクルマを運転する理由として、平均点が3.5以上と高かったのは以下の5問であった。これらの回答から自動車の利便性が利用の大きな理由になっていると考えられる。

表 A.1-4 平均点 3.5 以上の「クルマを運転する理由」

質問番号	質問	平均点	図
【Q5-1】	好きな時に使えるから	3.85	図 A.1-17
【Q5-5】	複数の用件を1度に済ませることができるから	3.70	図 A.1-18
【Q5-7】	天候を気にせず快適に移動できるから	3.75	図 A.1-19
【Q5-10】	クルマなら所要時間が短いから	3.53	図 A.1-20
【Q5-13】	多くの人や荷物を乗せることができるから	3.64	図 A.1-21

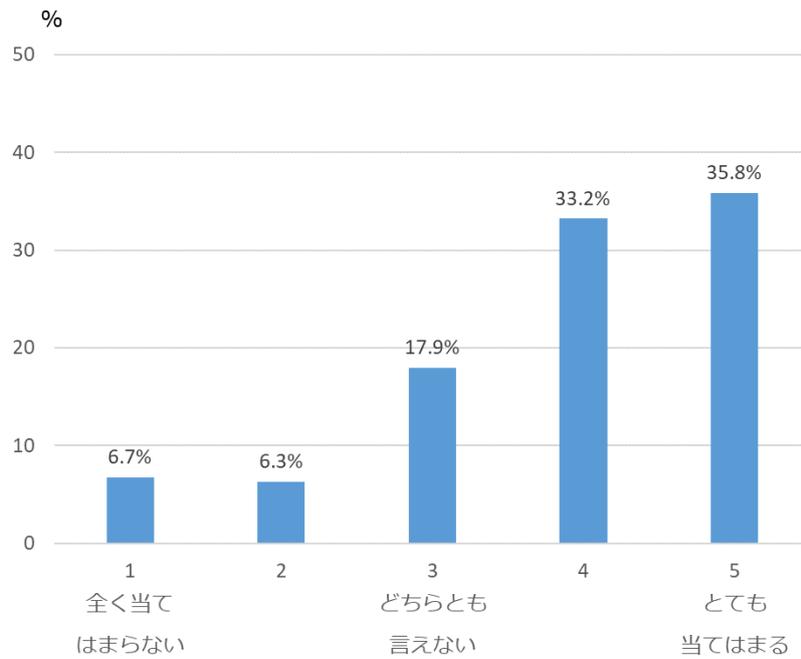


図 A. 1-17 【Q5-1】クルマを運転する理由：“好きな時に使えるから” (N=6, 165)

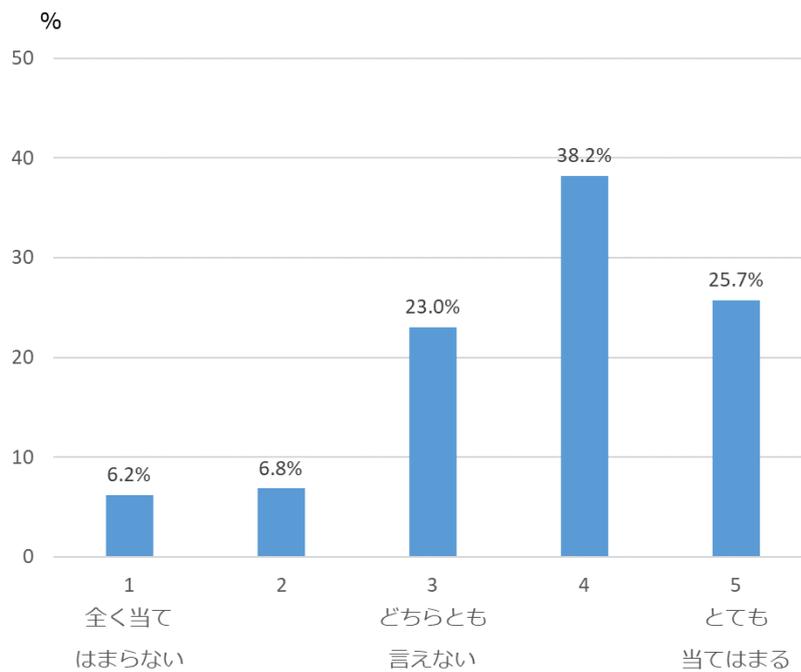


図 A. 1-18 【Q5-5】クルマを運転する理由：“複数の用件を1度に済ませることができるから” (N=6, 165)

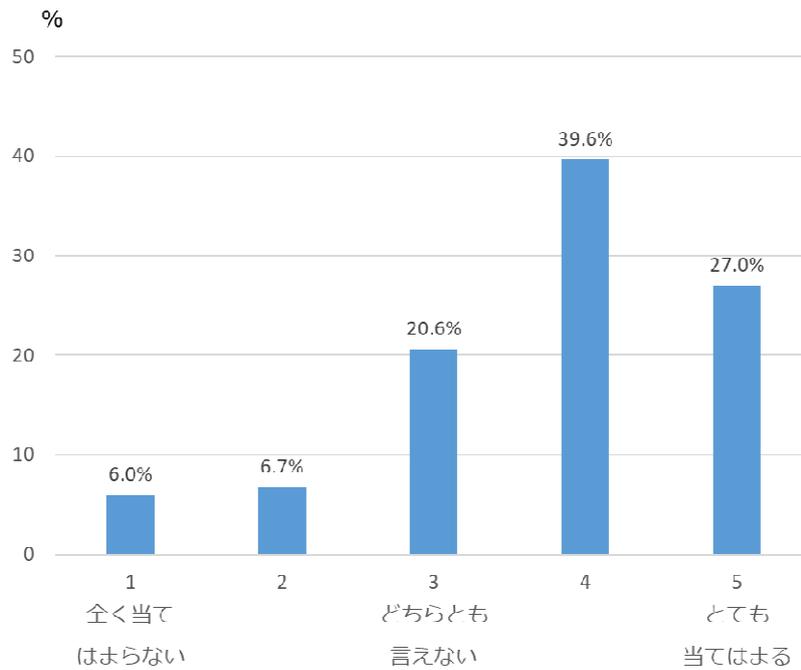


図 A. 1-19 【Q5-7】クルマを運転する理由：“天候を気にせず快適に移動できるから”
(N=6, 165)

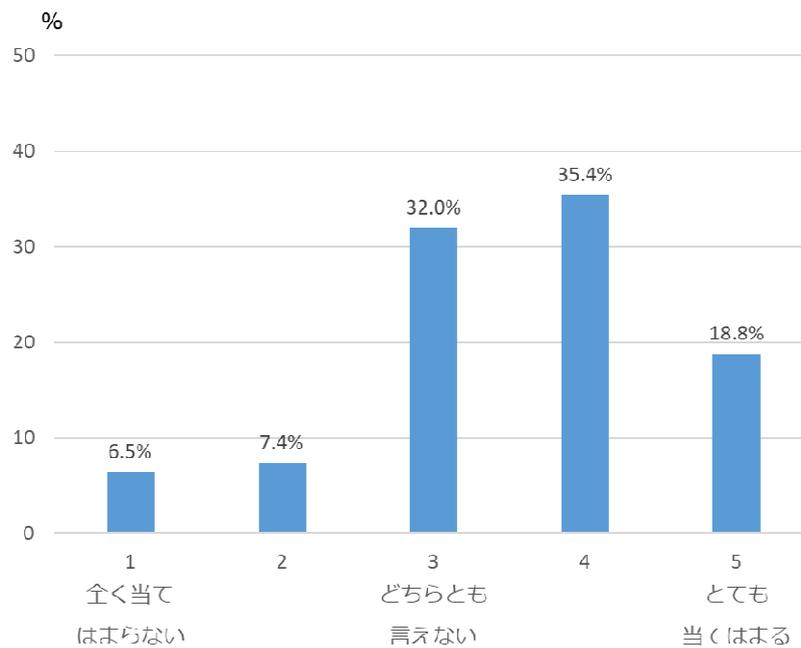


図 A. 1-20 【Q5-10】クルマを運転する理由：“クルマなら所要時間が短いから” (N=6, 165)

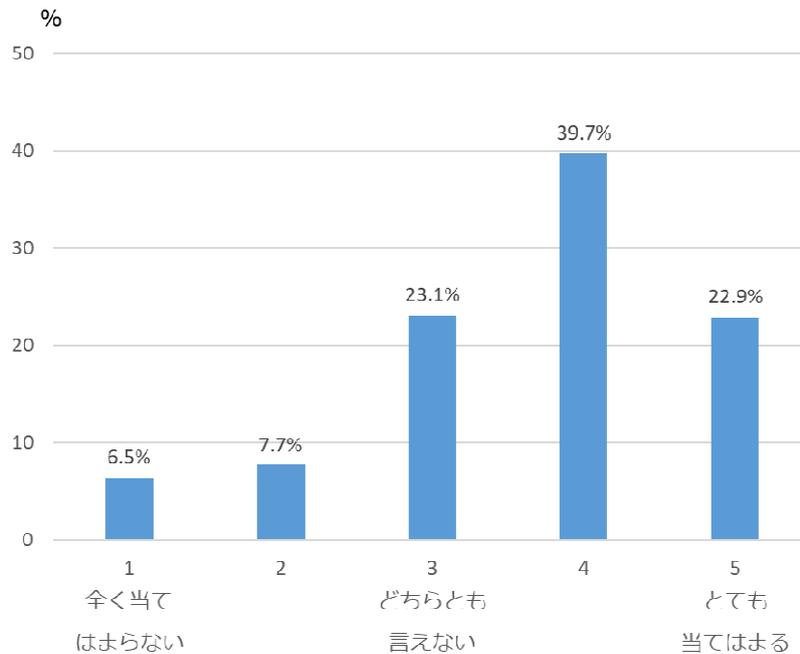


図 A. 1-21 【Q5-13】クルマを運転する理由：“多くの人や荷物を乗せることができるから”
(N=6, 165)

これらの理由を居住地別に見てみると、“天候を気にせず快適に移動できるから”、“多くの人や荷物を乗せることができるから”という質問では差はみられないが、その他の質問では図 A.1-22、図 A.1-23、図 A.1-24 のように「三大都市圏以外」の地域の方の「とても当てはまる」と回答する人が多くなっている。

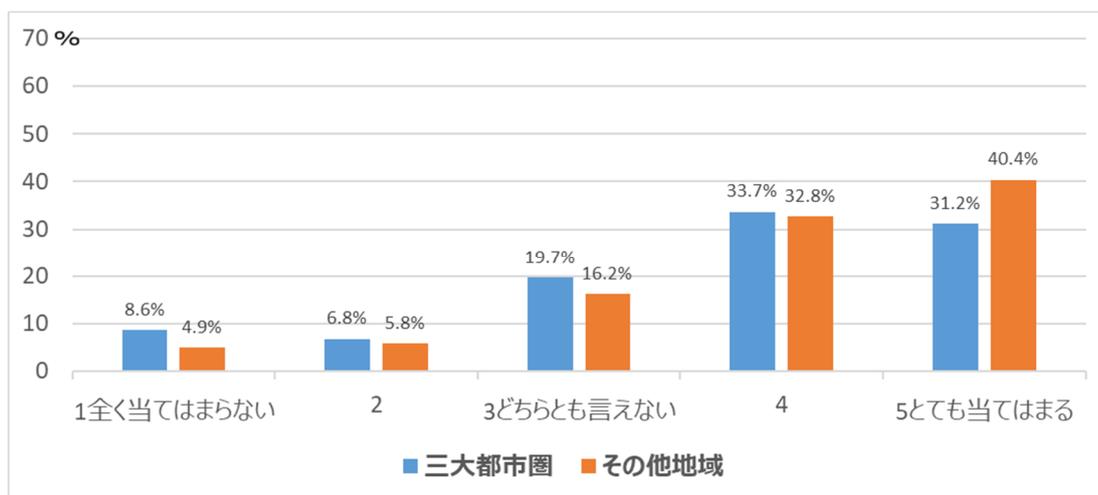


図 A. 1-22 【居住地別】【Q5-1】クルマを運転する理由：“好きな時に使えるから” (N=6, 165)

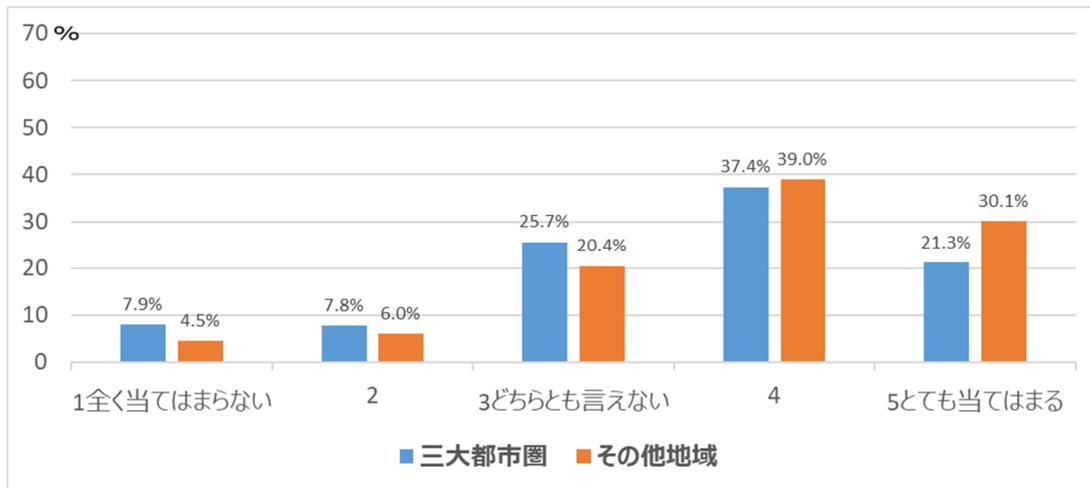


図 A. 1-23 【居住地別】【Q5-5】クルマを運転する理由：“複数の物件を1度に済ませることができるから” (N=6, 165)

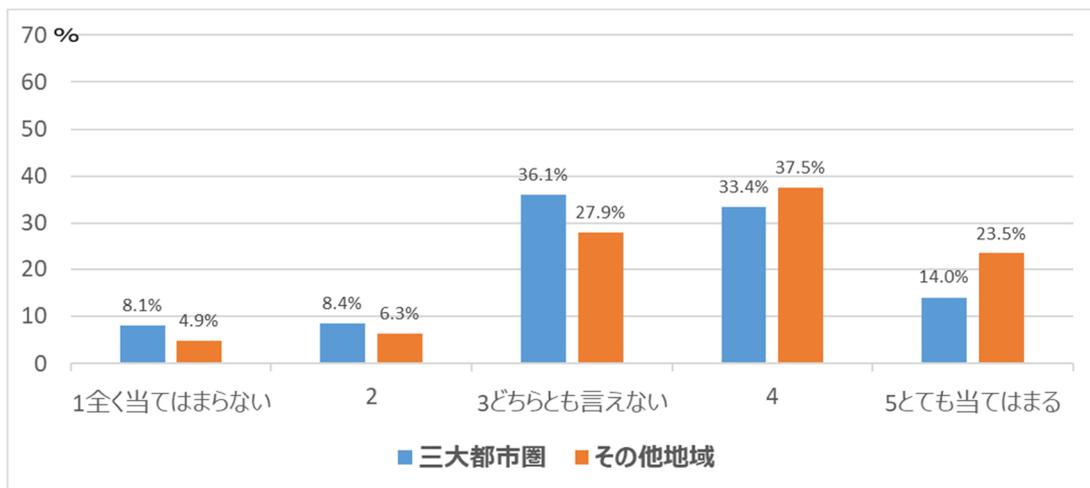


図 A. 1-24 【居住地別】【Q5-10】クルマを運転する理由：“クルマなら所要時間が短いから” (N=6, 165)

これは、地域での公共交通機関の利用のしやすさと関係があると考えられ、図 A.1-25 のように交通手段の有無を問う質問でも居住地による違いが大きく出ている。

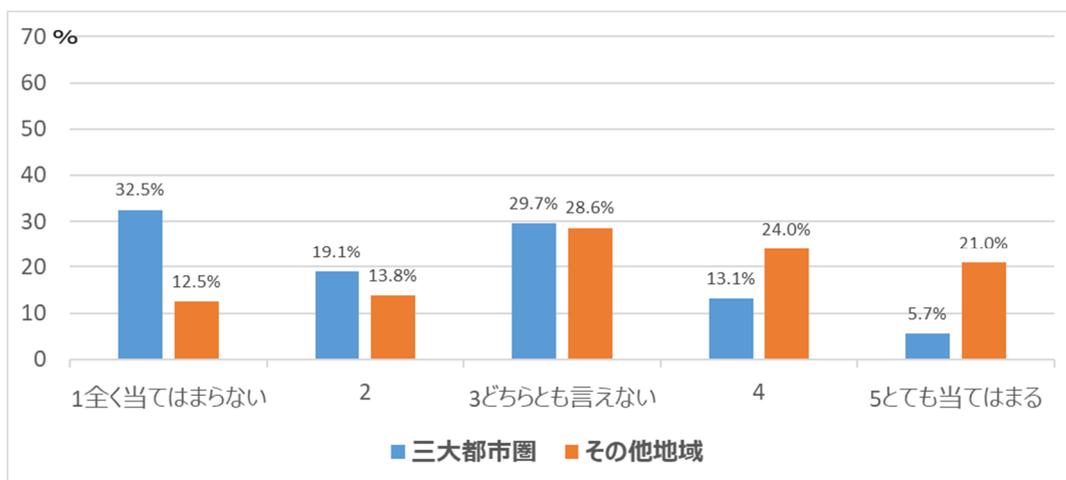


図 A. 1-25 【居住地別】【Q5-18】クルマを運転する理由：“他に交通手段がないから” (N=6, 165)

(3) 自動運転（全般）に関する知識・期待に関する質問

回答者が自動運転車に対する期待として、平均点が 3.5 以上と高かったのは以下の 4 問であった。この結果からは、運転手の負担軽減に対する項目よりも、社会的な影響の方が多くなっている。この傾向は性別、年齢階層別、居住地別でも大きな差異は見られない。

表 A. 1-5 平均点 3.5 以上の「自動運転に対する期待」

質問番号	質問	平均点	図
【Q16-2】	交通事故の削減	3.86	図 A-1-26
【Q16-4】	高齢者等の移動支援	3.83	図 A-1-27
【Q16-5】	過疎地における公共交通の代替移動手段	3.69	図 A-1-28
【Q16-8】	マイカー運転者の負担の軽減	3.56	図 A-1-29

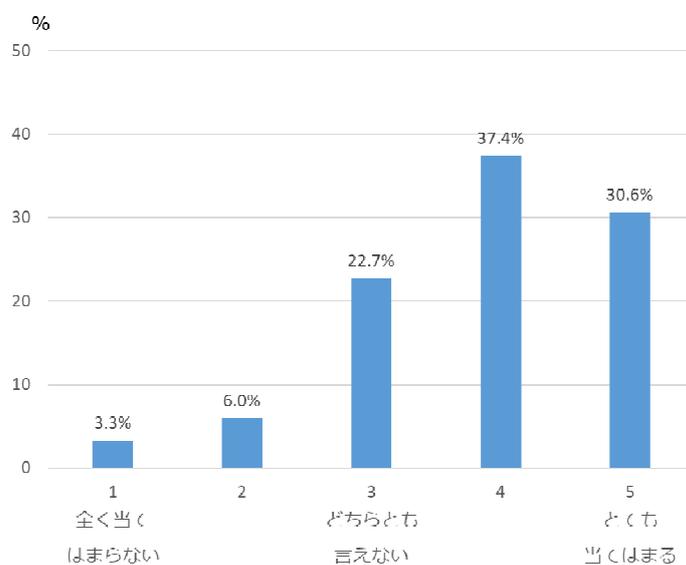


図 A. 1-26 【Q16-2】 自動運転への期待：“交通事故の削減” 自動運転への期待” (N=6, 165)

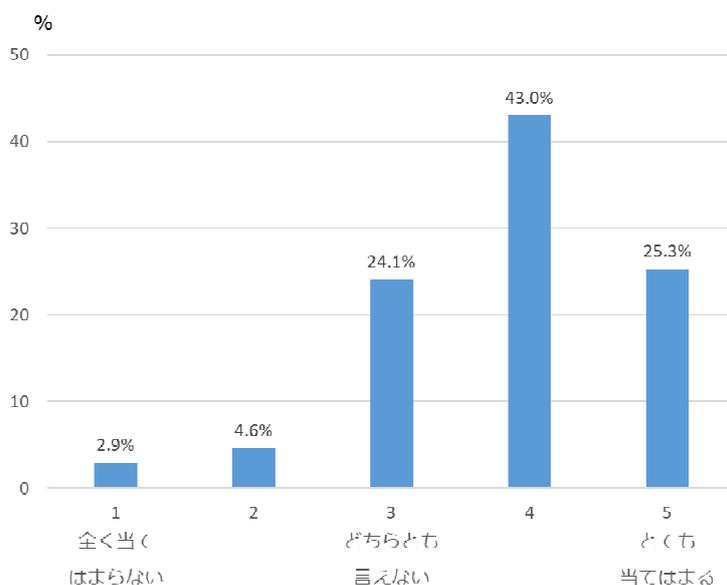


図 A. 1-27 【Q16-4】 自動運転への期待：“高齢者等の移動支援” (N=6, 165)

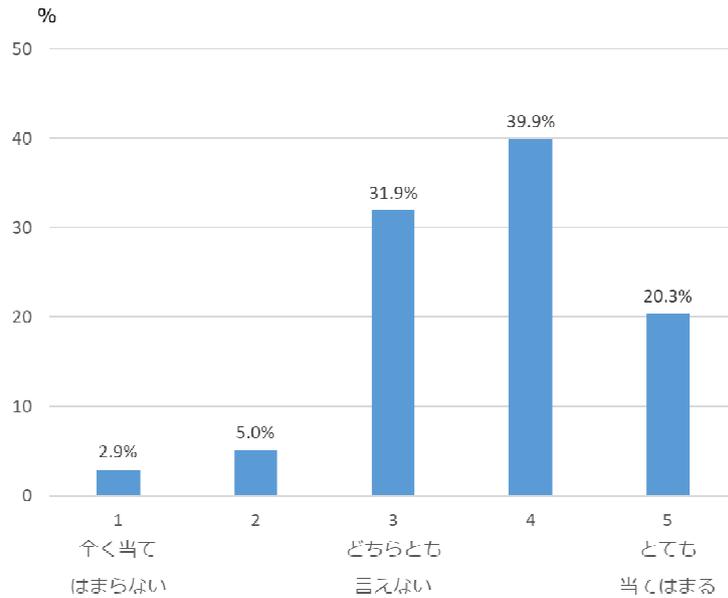


図 A.1-28 【Q16-5】 自動運転への期待：“過疎地における公共交通の代替移動手段” (N=6,165)

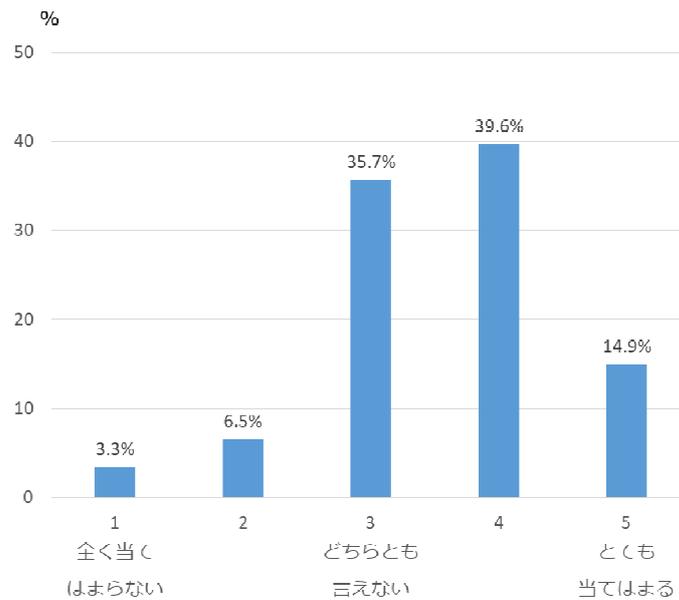


図 A.1-29 【Q16-8】 自動運転への期待：“マイカー運転者の負担の軽減” (N=6,165)

(4) カテゴリ化された自動運転車へのWTPに関する質問

自動運転カテゴリに関する質問については、自動運転カテゴリの説明を修正した後の12/16～12/20のアンケートで回収した5,159件の中から2つの確認質問に正解した回答(1,828件)を分析に使用した。確認質問への正解率は、表A.1-6のようであった。

表 A.1-6 自動運転カテゴリ別確認質問の正解率

	C2(G2)	C3(G3)	(G4)	C4(G5)	C5(G6)	C6(G7)	合計
回答数	912	843	819	850	840	895	5,159
正解数	760	764	197	758	238	399	3,116
正解率	83.3%	90.6%	24.1%	89.2%	28.3%	44.6%	60.4%

以下に、回答の集計結果を示す。なお、性別、年齢、居住地についての分布は、確認質問に正答した回答者に限定しても、概ね想定した属性に対して均等に得られている。

表 A.1-7 性別の分布

	男性	女性	合計
件数	880	948	1,828
割合(%)	48.1%	51.9%	100%

表 A.1-8 年齢階層の分布

	39 歳	40-59 歳	60 歳以上	合計
件数	619	601	608	1,828
割合(%)	33.9%	32.9%	33.3%	100%

表 A.1-9 居住地の分布

	三大都市圏	それ以外	合計
件数	897	931	1,828
割合(%)	49.1%	50.9%	100%

各自動化カテゴリの WTP について利用した回答数は次のとおりである。

表 A.1-10 各自動化カテゴリに対する回答者数

カテゴリ	C2(G2)	C3(G3)	(G4)	C4(G5)	C5(G6)	C6(G7)
回答者数	604	218	140	228	220	397

「3.6.3 (2)2) 賛同率曲線の推定のための Web アンケート」で述べた方法で、支払意思に関するデータを集計した結果が、自動運転カテゴリと価格ごとの賛同率（表 A.1-11）であり、それをグラフ化したものが図 A.1-30 である。

表 A. 1-11 各自動化カテゴリにおける価格と購入率

価格 (万円)	G2	G3	G4	G5	G6	G7
10	53% (210)					
20	31% (210)	51% (57)	53% (36)	63% (64)		
30	29% (200)	41% (58)	64% (14)	42% (65)	42% (53)	56% (54)
40		26% (93)	23% (52)	36% (64)	32% (28)	
50	14% (200)	22% (92)		23% (90)	33% (82)	
60	12% (194)	23% (61)	21% (52)			36% (56)
70		15% (96)	29% (35)	13% (77)	31% (93)	
80	9% (194)		20% (55)	23% (22)		
90		9% (67)	23% (35)	19% (77)	31% (64)	28% (97)
100			21% (39)		32% (53)	
110				17% (52)		28% (144)
120					27% (75)	
130						33% (137)
140					20% (46)	
150						31% (145)
170						25% (143)
190						18% (96)

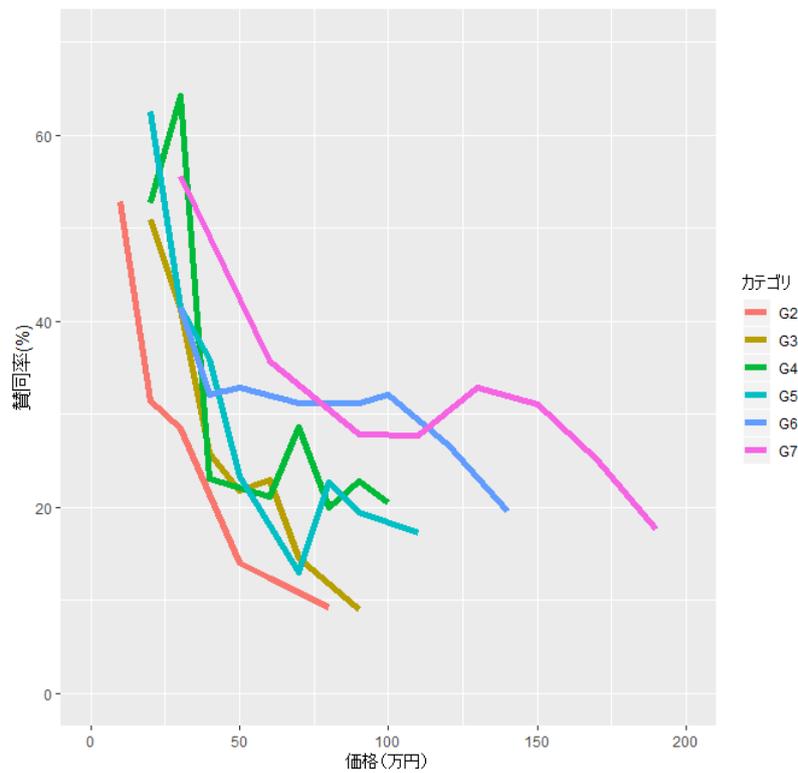


図 A.1-30 自動運転カテゴリ毎の価格に対する賛同率

(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

アンケートでは WTP について聞いた後、提示した自動運転カテゴリの車についてどのように思ったかを質問している。その回答から自動運転車に対する信頼や利用の意向に関する質問をいくつか抜き出して、以下にその結果を示す。

【Q14-1】”提示した自動運転カテゴリの車の機能が理解できたか”という質問に対しては、60%以上の方が理解できた（選択肢 4,5）と回答し、アンケートで自動運転に関する機能は回答者に伝わっていると考えられる。

表 A. 1-12 【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”

	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	合計
G3	1.1% (7)	6.5% (40)	34.0% (208)	47.6% (291)	10.6% (65)	100% (611)
G4	0.0% (0)	4.5% (10)	24.3% (54)	59.0% (131)	12.2% (27)	100% (222)
G5	1.4% (2)	3.5% (5)	19.1% (27)	56.7% (80)	19.1% (27)	100% (141)
G6	0.4% (1)	6.5% (15)	16.5% (38)	62.8% (145)	13.9% (32)	100% (231)
G7	0.6% (4)	4.7% (29)	21.5% (134)	55.1% (343)	18.1% (113)	100% (623)

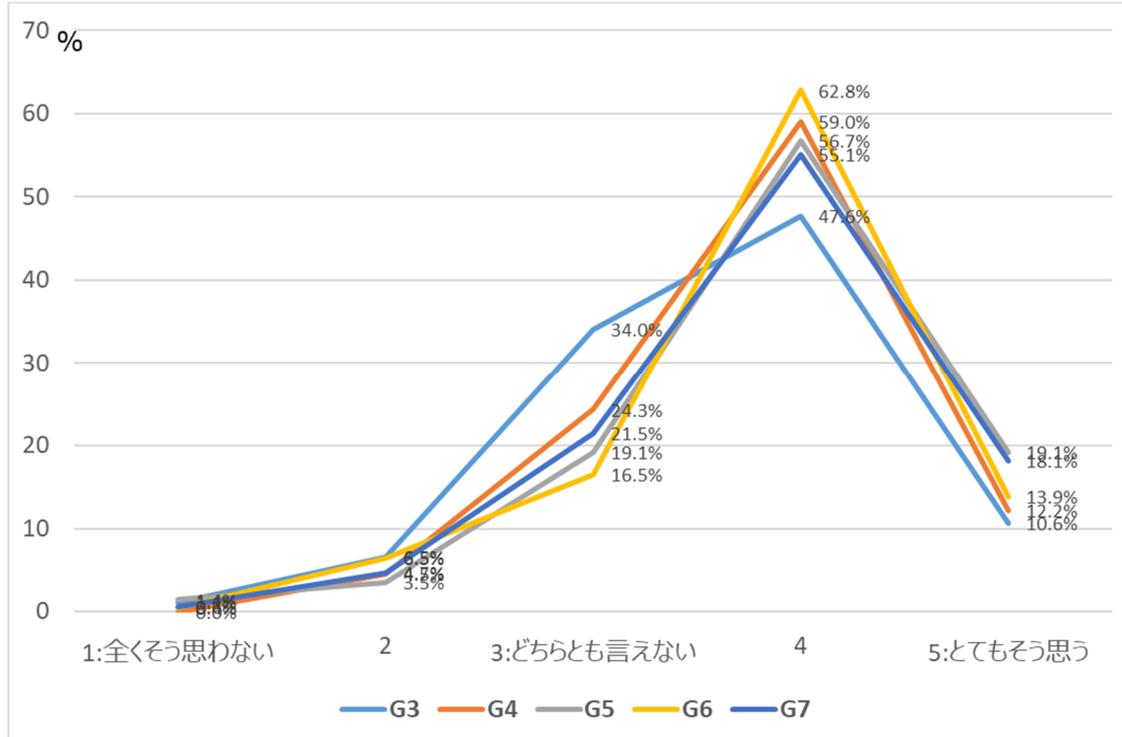


図 A. 1-31 【Q14-1】 質問対象となった自動運転の機能への認識：“利用方法が理解できた”

しかし、【Q14-2】“自動運転を恐ろしいと思った”と聞いた質問には、40%程が「恐ろしく思う」（選択肢 4, 5）と回答している。

表 A. 1-13 【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”

	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	合計
G3	3.9% (24)	12.3% (75)	43.3% (265)	32.6% (199)	7.9% (48)	100% (611)
G4	3.6% (8)	14.0% (31)	37.3% (83)	30.2% (67)	14.9% (33)	100% (222)
G5	4.2% (6)	15.6% (22)	42.5% (60)	24.2% (34)	13.4% (19)	100% (141)
G6	3.5% (8)	18.1% (42)	41.1% (95)	27.3% (63)	10.0% (23)	100% (231)
G7	4.2% (26)	11.1% (69)	38.3% (239)	33.8% (210)	12.7% (79)	100% (623)

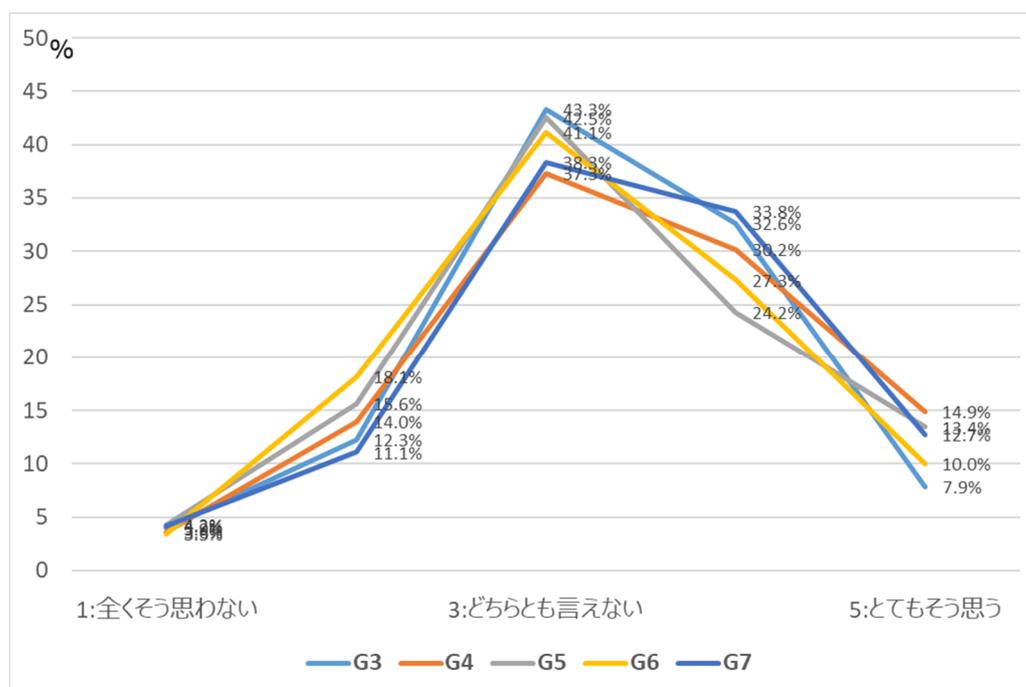


図 A. 1-32 【Q14-2】 質問対象となった自動運転の機能への認識：“自動運転を恐ろしいと思った”

同様に、【Q14-7】“自動運転中にくつろげる”という質問に対し、50%程の人が「くつろげない」（選択肢 1, 2）と回答していて、自動運転に対する信頼が低いことを示している。

表 A. 1-14 【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”

	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	合計
G3	19.6% (120)	34.3% (210)	36.5% (223)	8.6% (52)	1.0% (6)	100% (611)
G4	20.7% (46)	33.4% (74)	30.6% (68)	14.0% (31)	1.3% (3)	100% (222)
G5	22.6% (32)	29.8% (42)	32.6% (46)	12.1% (17)	2.8% (4)	100% (141)
G6	18.2% (42)	29.4% (68)	36.8% (85)	12.6% (29)	3.0% (7)	100% (231)
G7	17.8% (111)	29.3% (183)	30.8% (192)	17.0% (106)	5.0% (31)	100% (623)

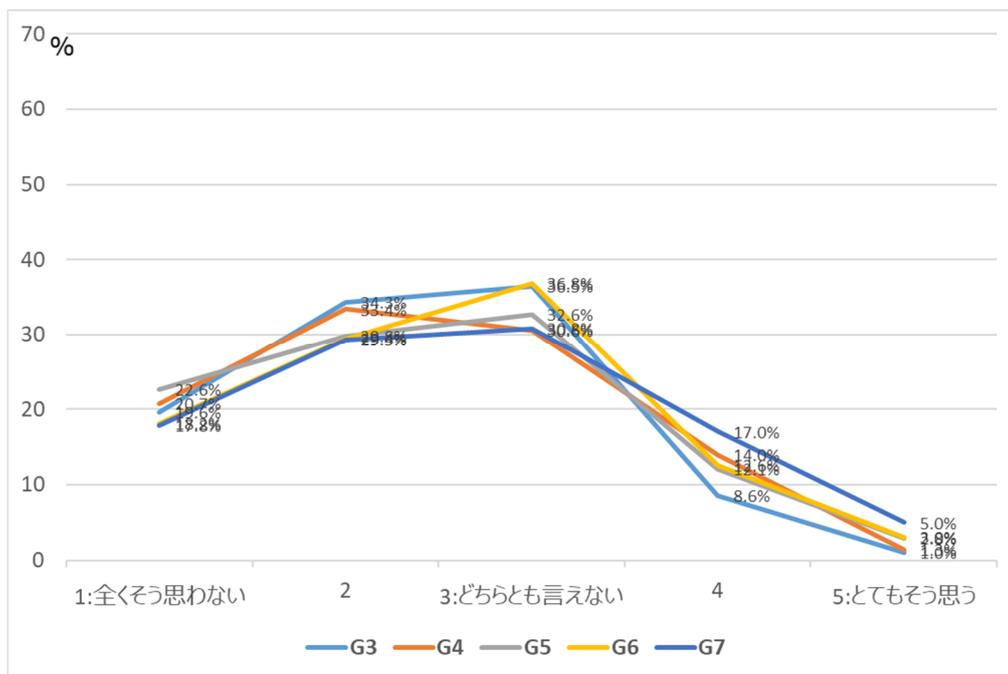


図 A. 1-33 【Q14-7】 質問対象となった自動運転の機能への認識：“自動運転中にくつろげる”

また、【Q14-6】“技術は信頼できると思う”という質問には、「信頼できない」（選択肢 1,2）を選ぶ人は 30%程度であり、「恐ろしい」「くつろげない」と回答する人よりも少ない。

表 A. 1-15 【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”

	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	合計
G3	7.2% (44)	20.5% (125)	54.8% (335)	15.7% (96)	1.8% (11)	100% (611)
G4	8.5% (19)	20.7% (46)	54.6% (121)	13.9% (31)	2.2% (5)	100% (222)
G5	9.2% (13)	25.6% (36)	44.7% (63)	16.3% (23)	4.3% (6)	100% (141)
G6	5.2% (12)	18.6% (43)	55.4% (128)	18.6% (43)	2.2% (5)	100% (231)
G7	10.8% (67)	25.5% (159)	44.3% (276)	16.5% (103)	2.9% (18)	100% (623)

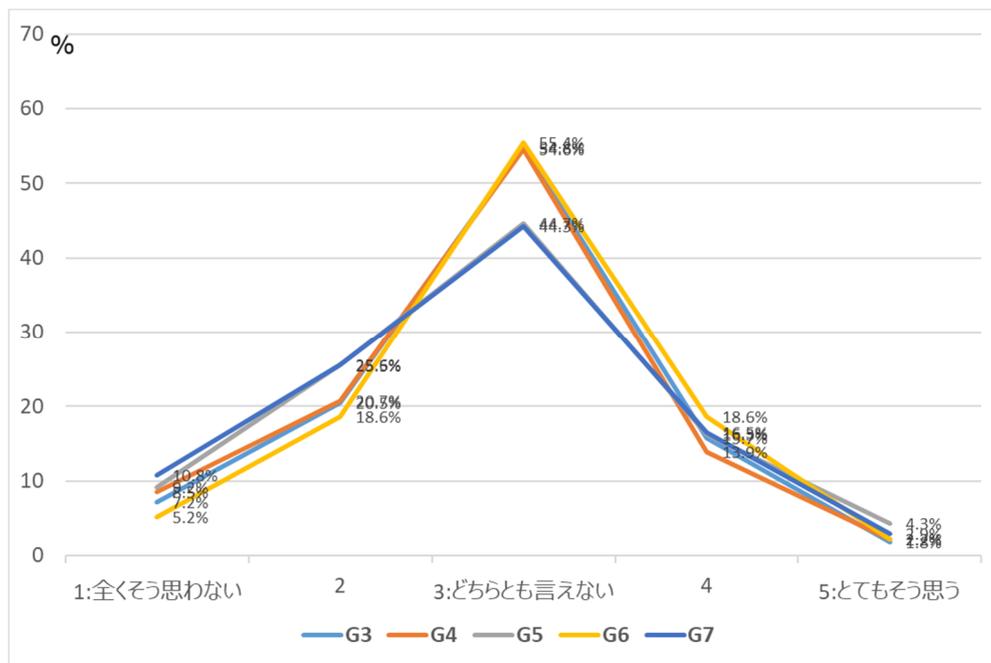


図 A. 1-34 【Q14-6】 質問対象となった自動運転の機能への認識：“技術は信頼できると思う”

「この機能の自動運転の車両を使ってみたいか」との質問に対し、「一度は使ってみたい」という質問には、選択肢 4,5 を選ぶ人は 40～50%になるにもかかわらず、「日常的に使ってみたい」という質問には、選択肢 4,5 を選ぶ人は 20～30%と大きく下がる。このことから、機能に関心はあるものの、まだ恐ろしさも感じていることが伺われる。

表 A.1-16 【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”

	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	合計
G3	11.6% (71)	16.7% (102)	33.7% (206)	30.2% (185)	7.7% (47)	100% (611)
G4	9.4% (21)	10.3% (23)	30.2% (67)	37.9% (84)	12.1% (27)	100% (222)
G5	7.8% (11)	14.1% (20)	27.7% (39)	34.1% (48)	16.3% (23)	100% (141)
G6	8.7% (20)	12.6% (29)	25.2% (58)	41.0% (95)	12.6% (29)	100% (231)
G7	9.6% (60)	10.6% (66)	24.2% (151)	34.0% (212)	21.5% (134)	100% (623)

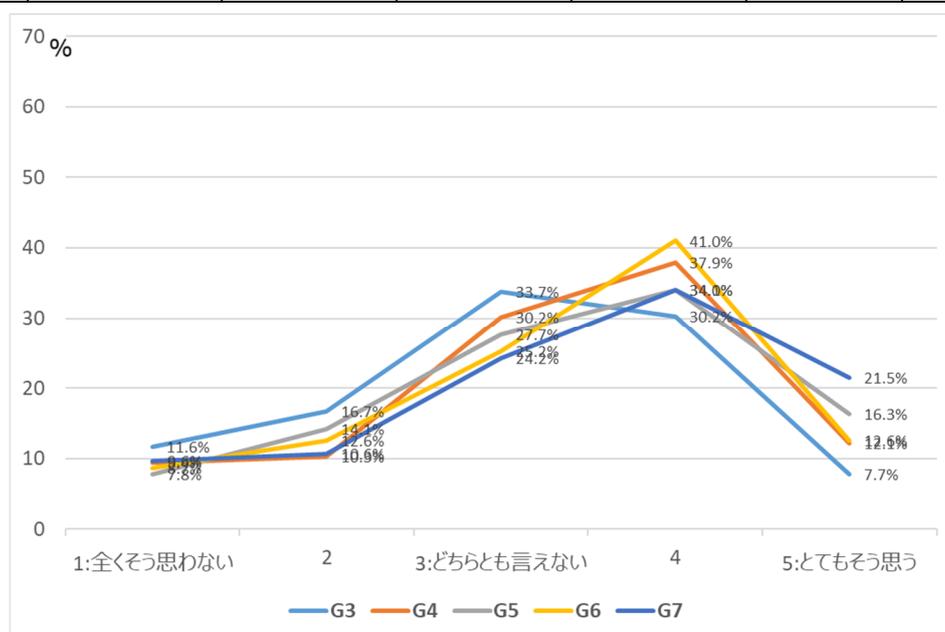


図 A.1-35 【Q14-10】 質問対象となった自動運転の機能への認識：“この機能の自動運転の車両を一度は使ってみたい”

表 A.1-17 【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”

	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	合計
G3	13.9% (85)	18.8% (115)	45.9% (280)	16.5% (101)	4.9% (30)	100% (611)
G4	14.0% (31)	18.9% (42)	44.2% (98)	16.3% (36)	6.7% (15)	100% (222)
G5	13.4% (19)	21.3% (30)	32.5% (46)	23.5% (33)	9.2% (13)	100% (141)
G6	10.8% (25)	19.1% (44)	39.9% (92)	24.2% (56)	6.1% (14)	100% (231)
G7	11.6% (72)	17.5% (109)	36.3% (226)	21.8% (136)	12.9% (80)	100% (623)

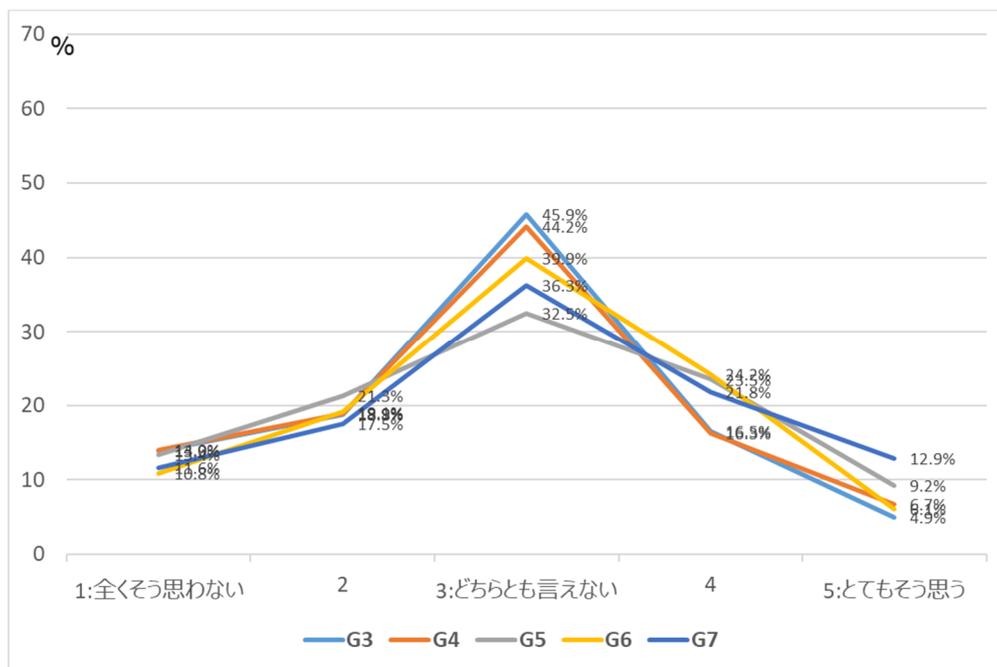


図 A.1-36 【Q14-11】 質問対象となった自動運転の機能への認識：“この機能の自動運転の車両を日常的に使ってみたい”

A.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。

A.2.1 回答者属性

1. 性別の分布

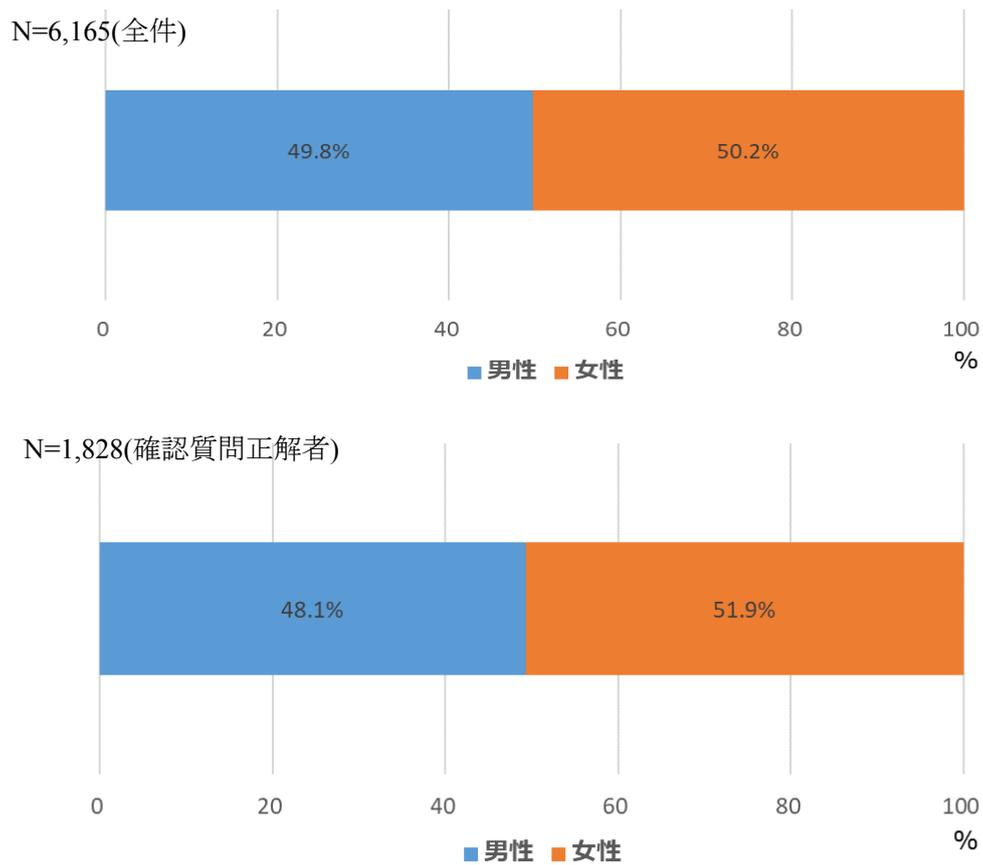


図 A. 2-1 性別の分布

2. 年齢階層の分布

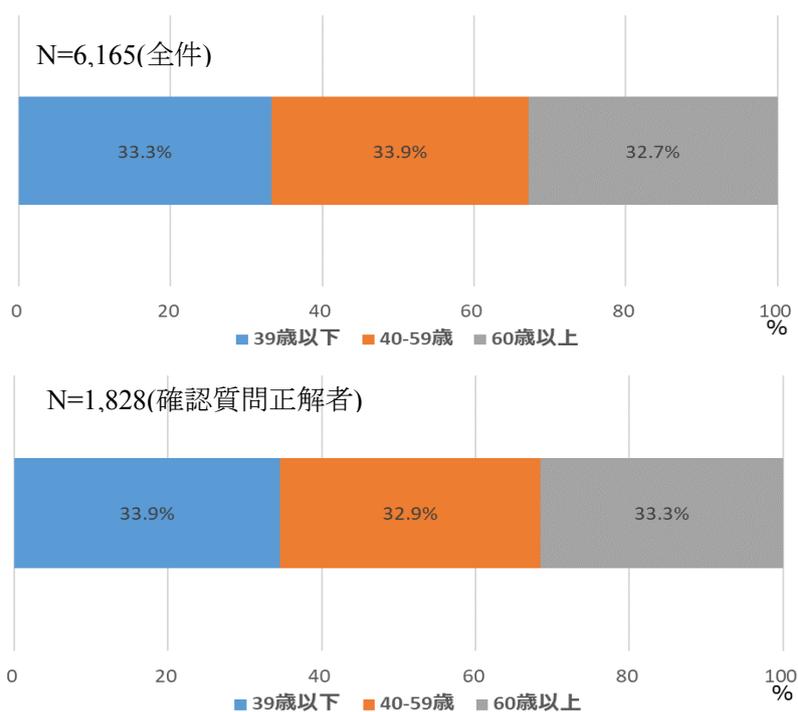


図 A. 2-2 年齢階層の分布

3. 居住地の分布

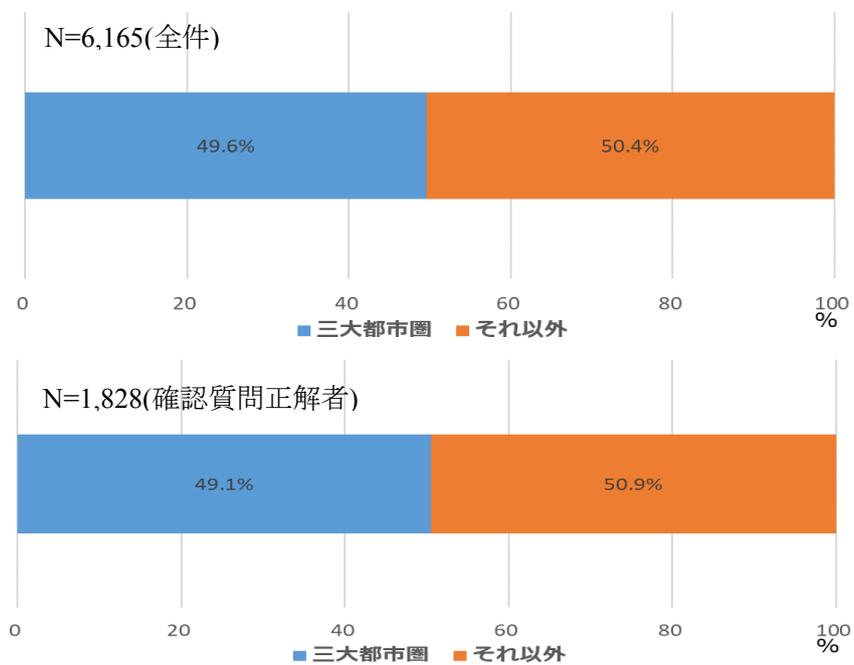


図 A. 2-3 居住地の分布

4. 世帯年収の分布

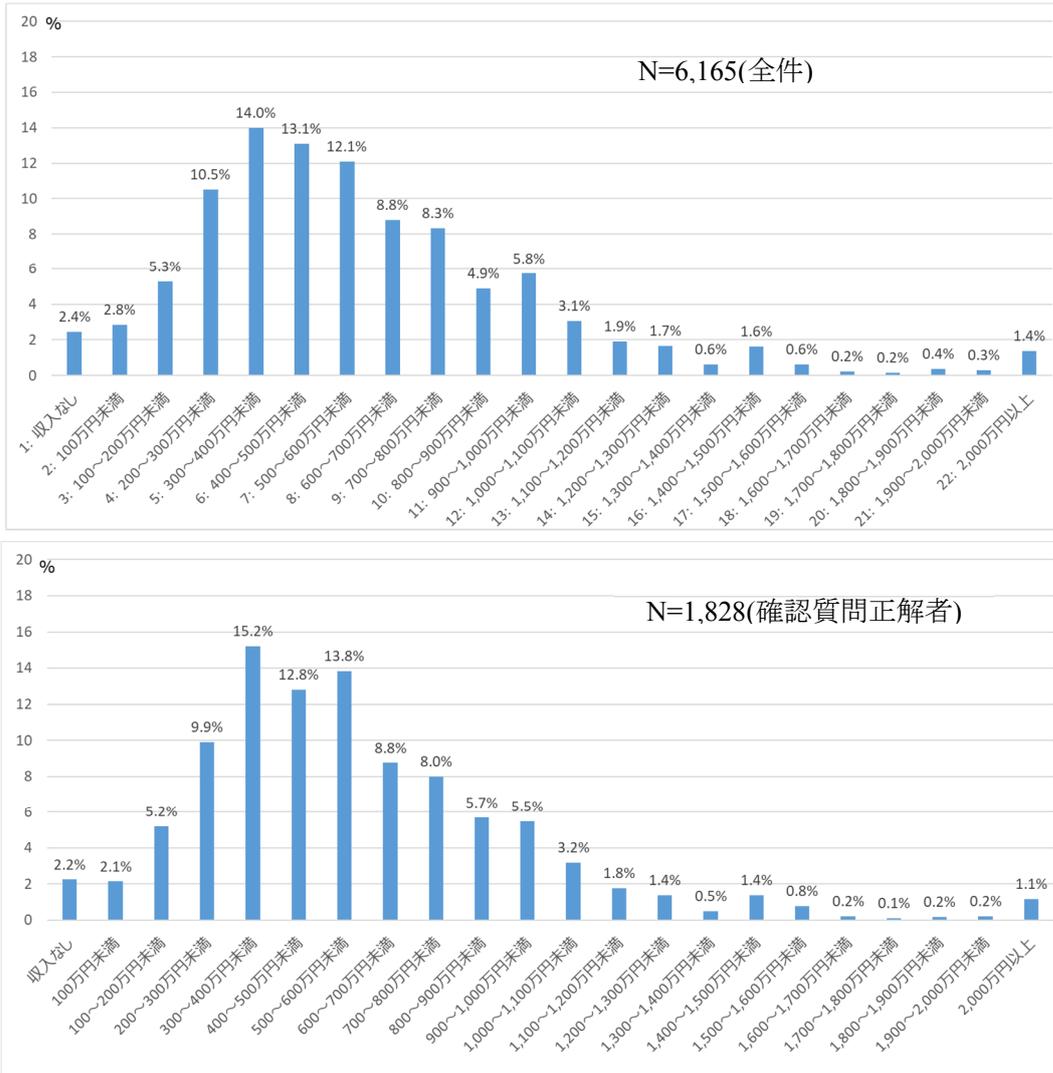


図 A. 2-4 世帯年収の分布

5. 職業の分布

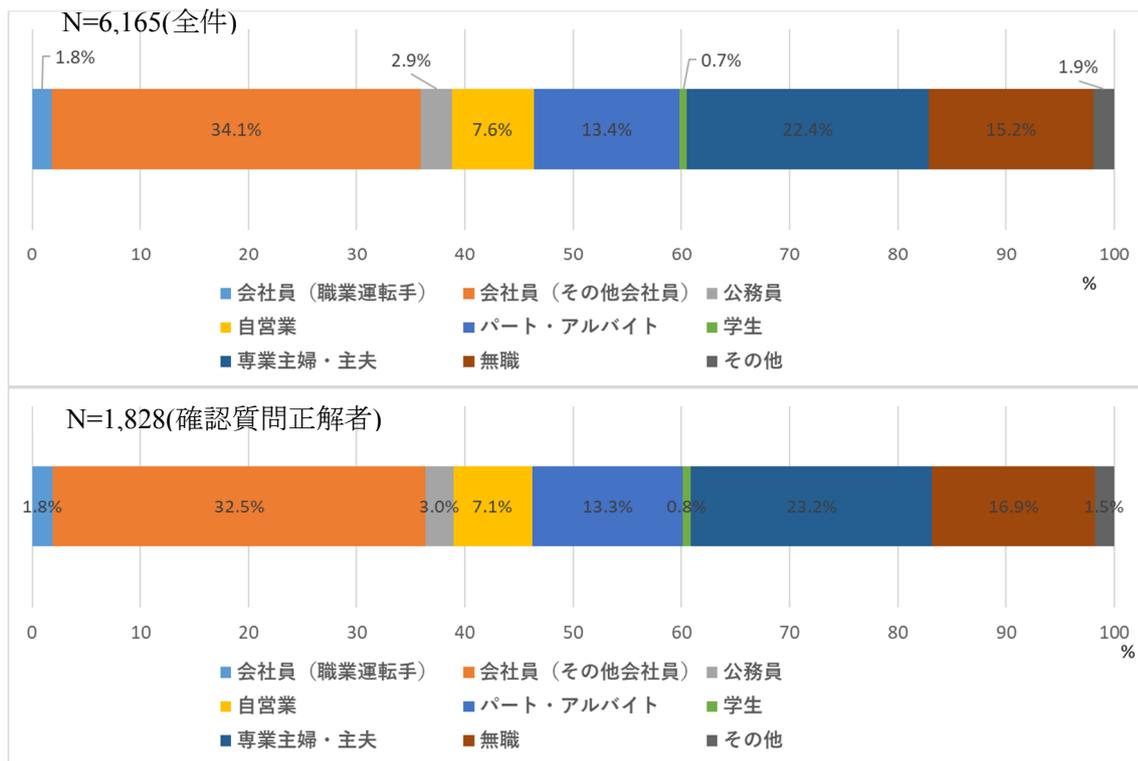


図 A. 2-5 職業の分布

6. 世帯人員の分布

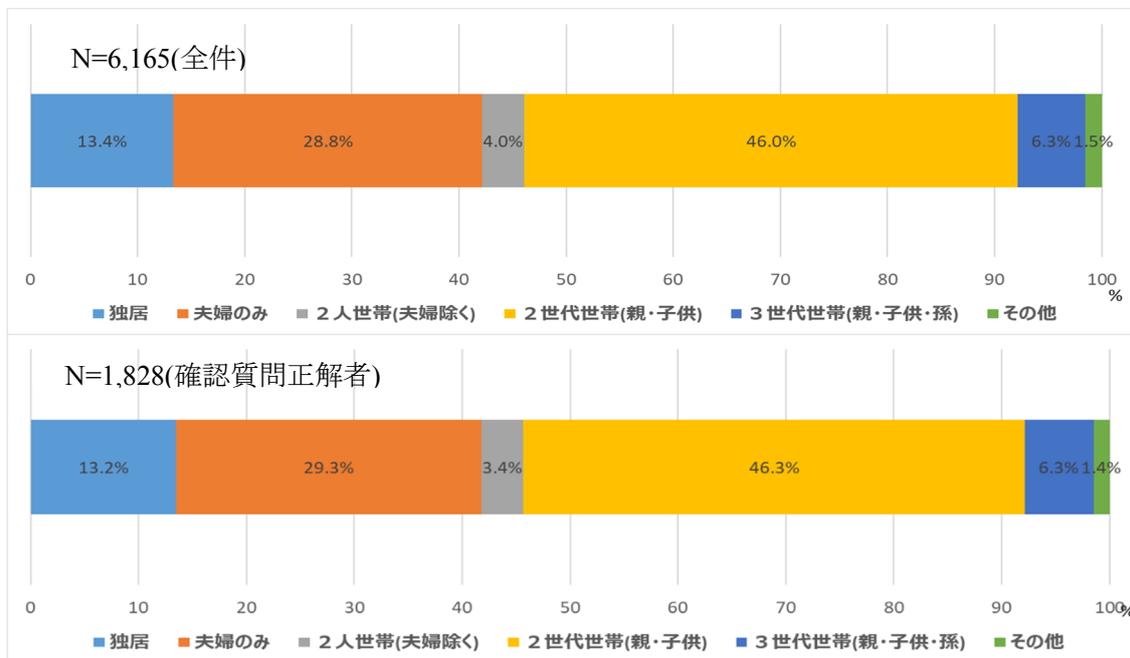


図 A. 2-6 世帯人員の分布

A.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

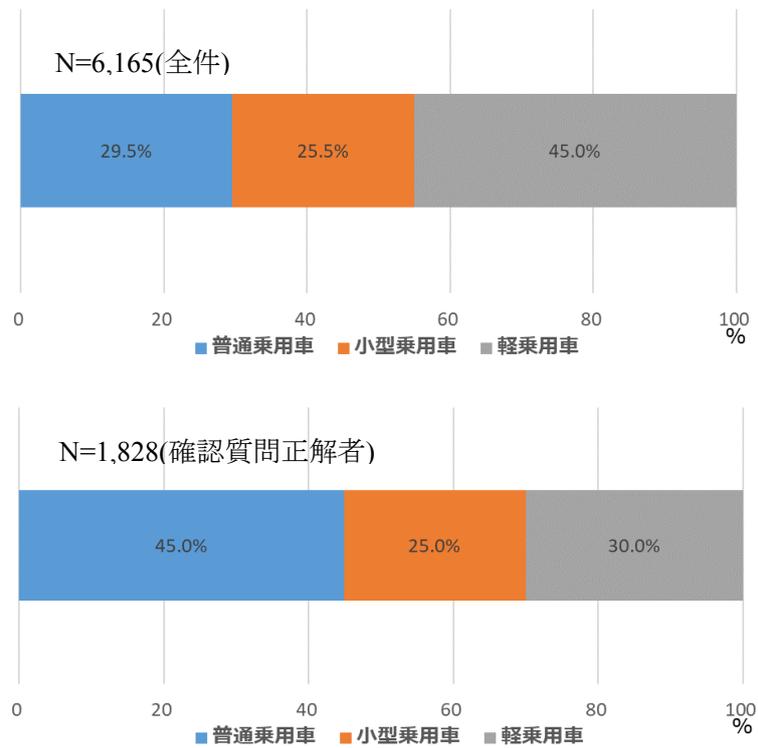


図 A. 2-7 所有している自家用車の車種の分布

2. 【Q3-1】クルマの運転回数の分布（回／週）

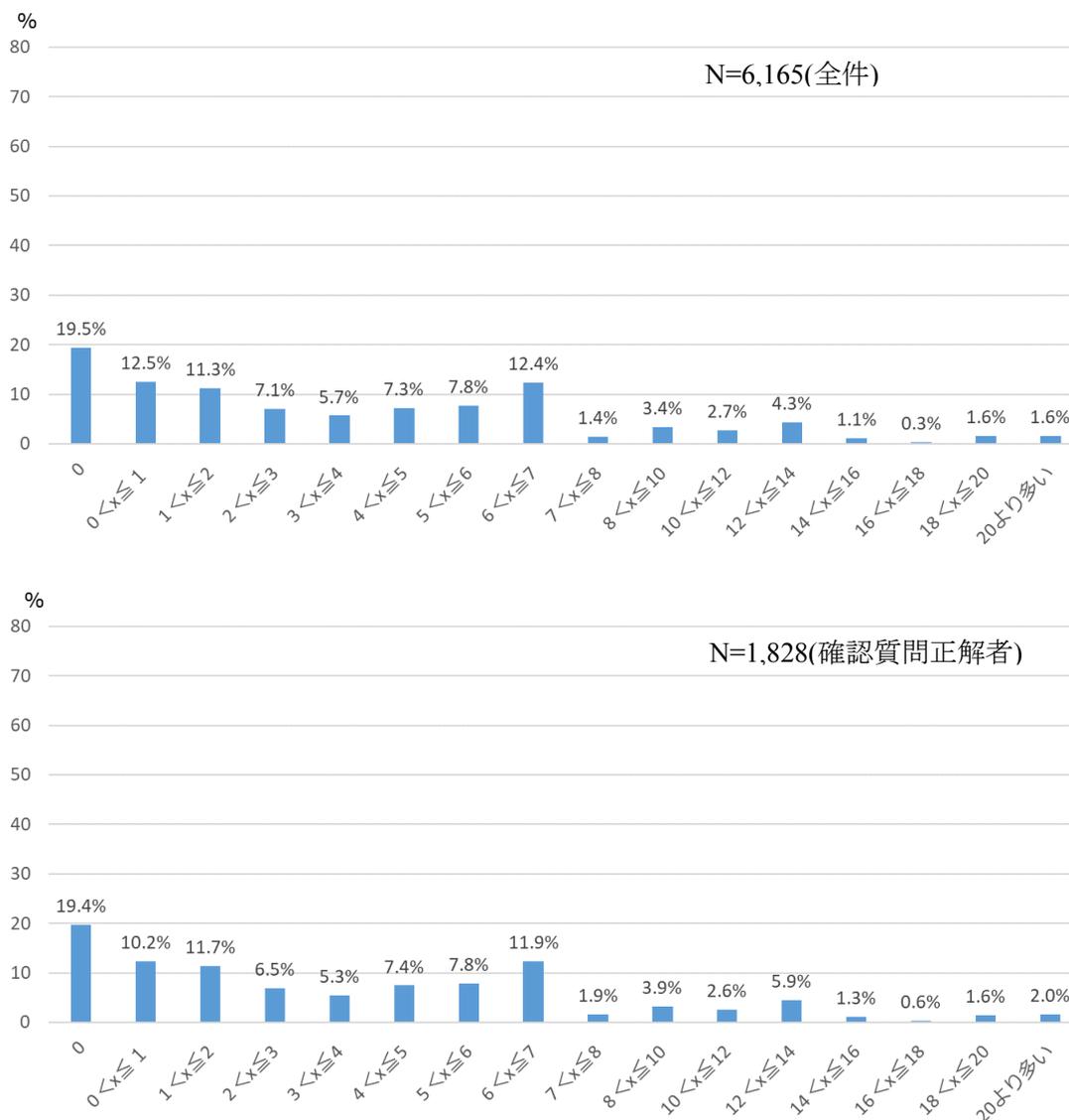


図 A. 2-8 クルマの運転回数の分布（回／週） x=運転回数(回/週)

3. 【Q3-2】クルマの運転時間の分布（時間／週）

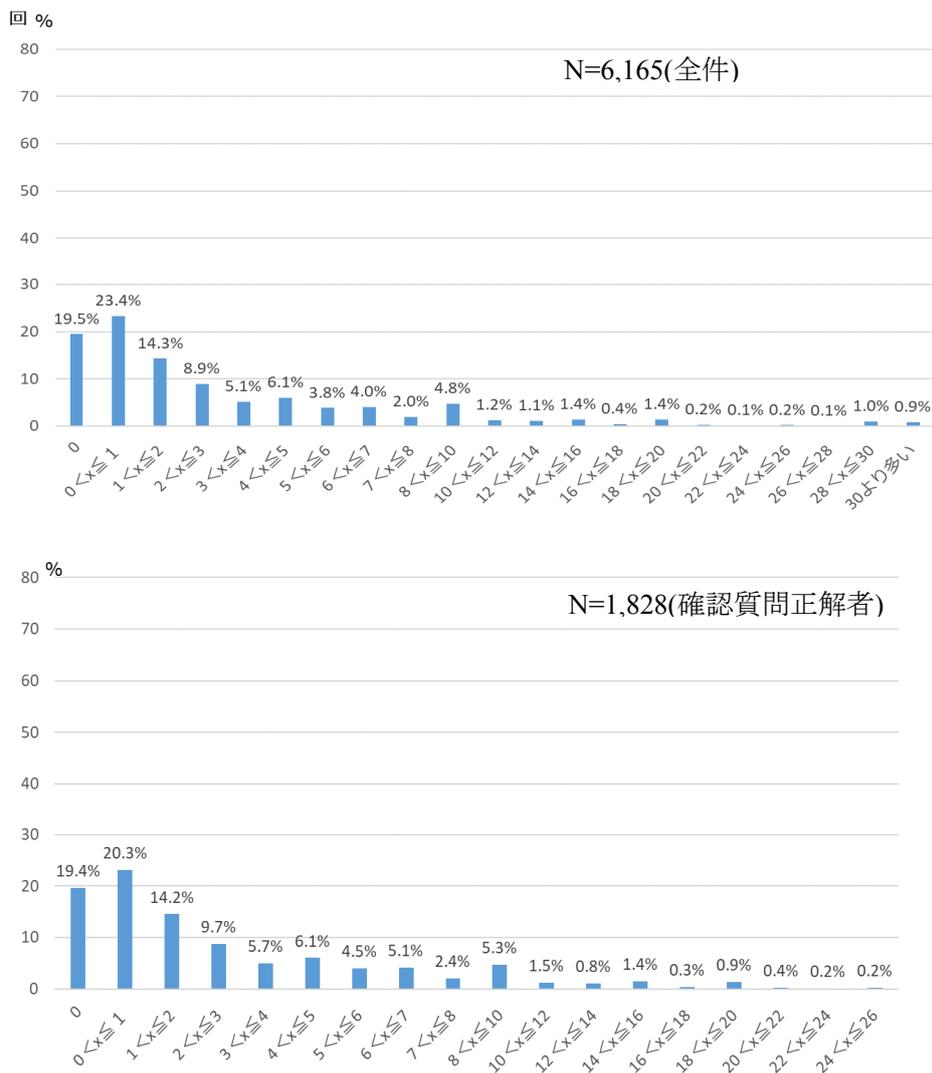


図 A. 2-9 クルマの運転時間の分布（時間／週） x=運転時間（時間/週）

4. 【Q3-3】クルマの運転回数のうち、送迎回数の分布（回／週）

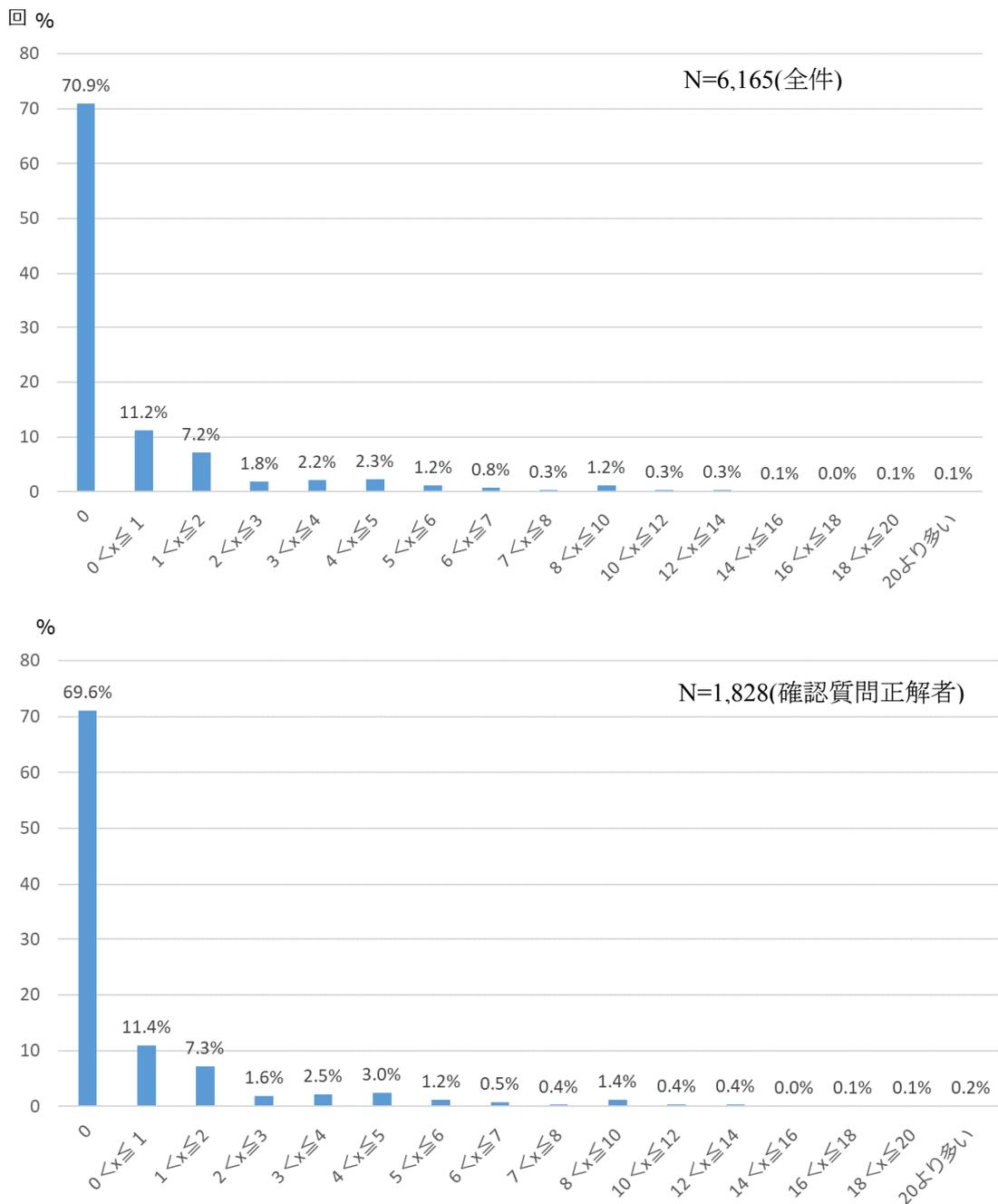


図 A. 2-10 クルマの運転回数のうち、送迎回数の分布（回／週） x=送迎回数(回/週)

5. 【Q3-4】クルマの運転時間のうち、送迎時間の分布（時間／週）

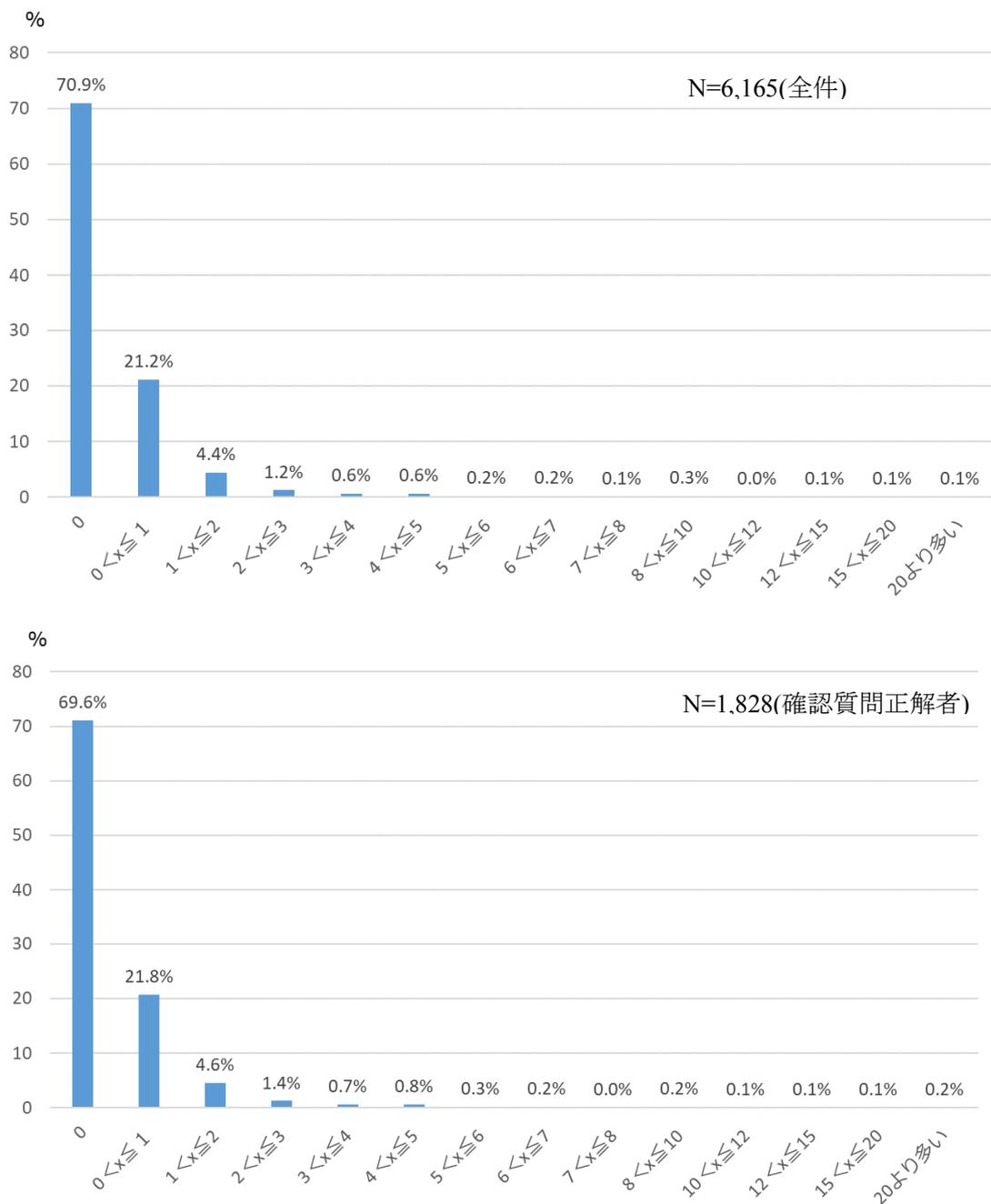


図 A. 2-11 クルマの運転時間のうち、送迎時間の分布（時間／週） x=送迎時間（時間／週）

6. 【Q3-5】他の人が運転する車に同乗する回数の分布（回／週）

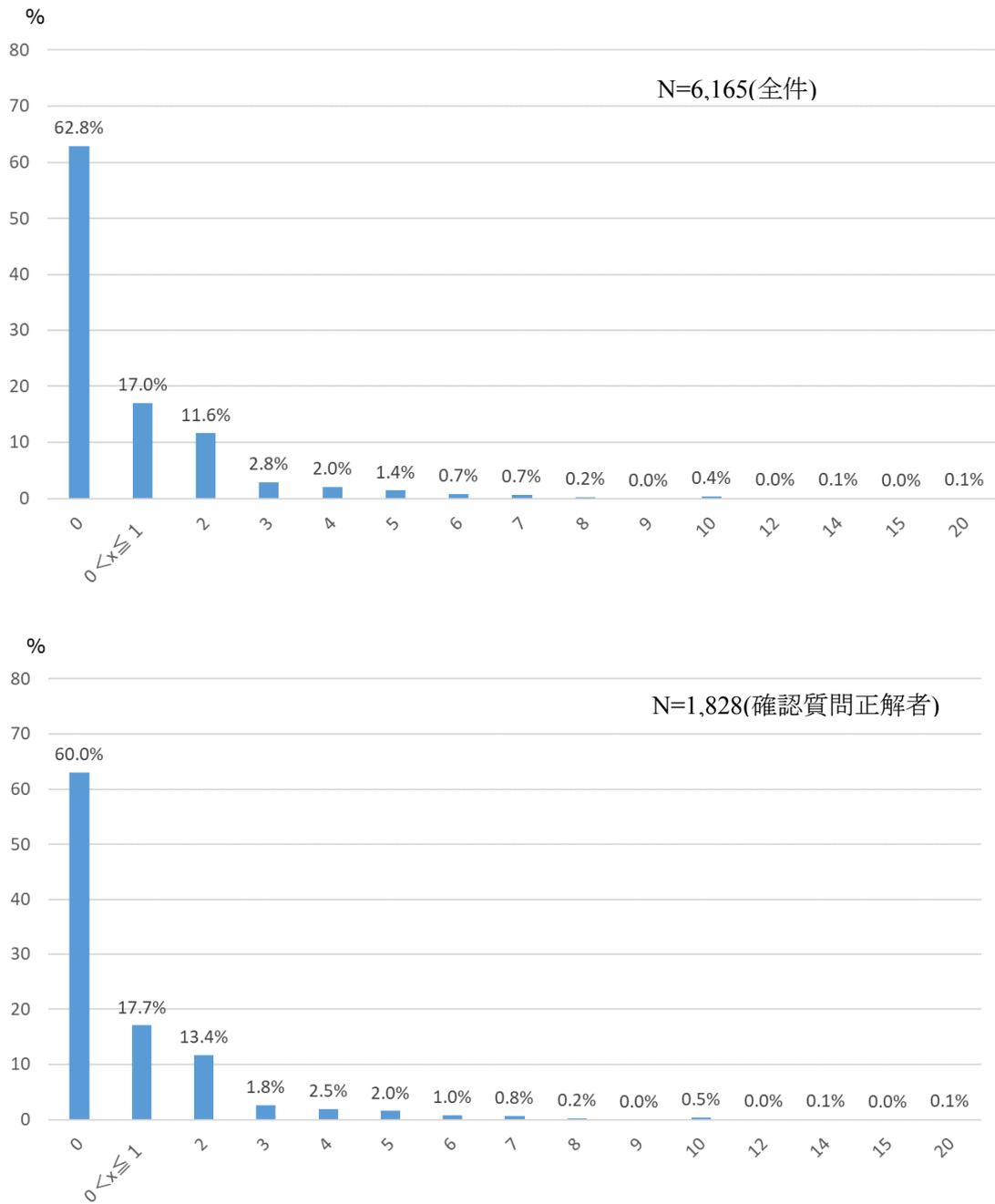


図 A. 2-12 他の人が運転する車に同乗する回数の分布（回／週） x=同乗する回数(回/週)

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）

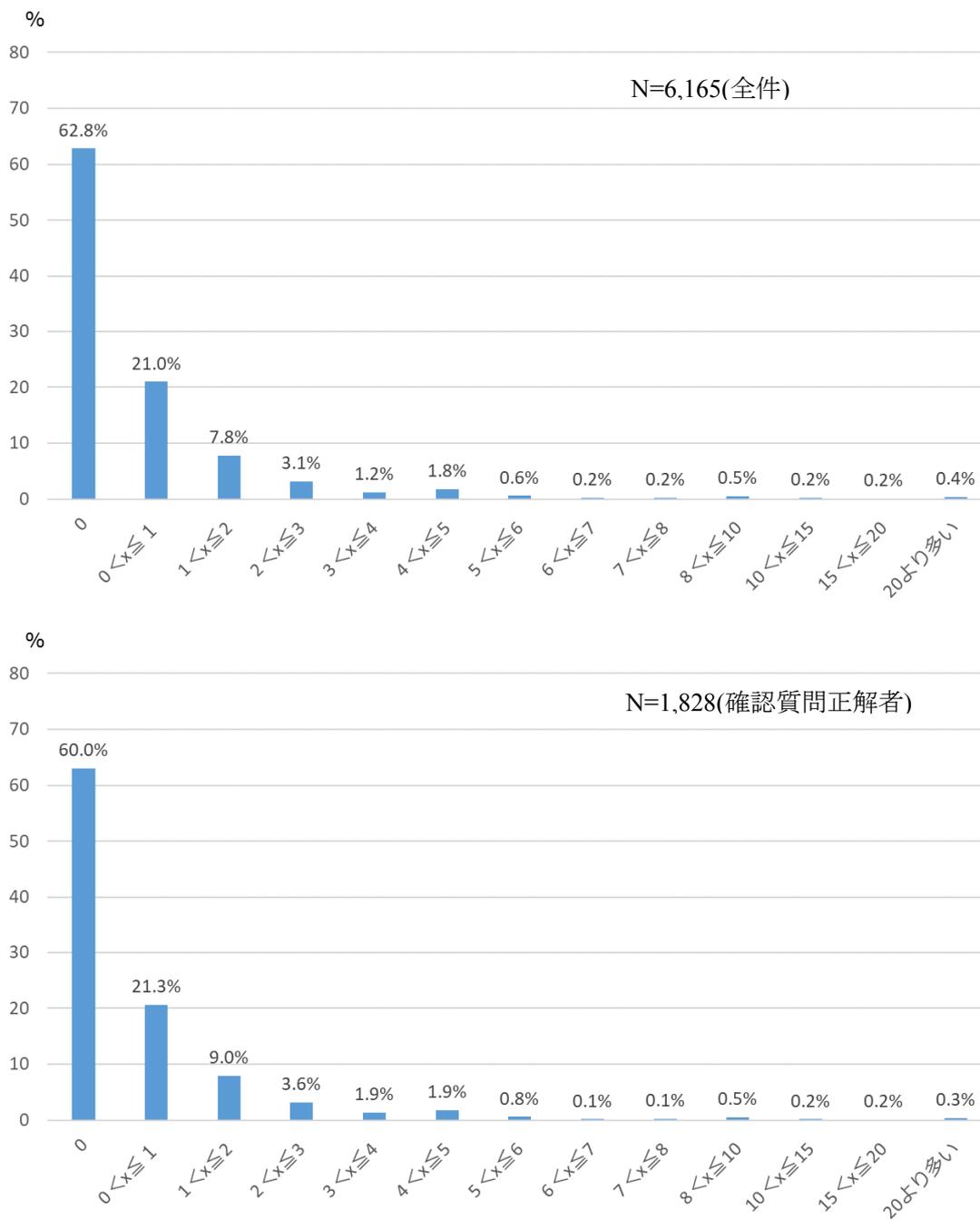


図 A. 2-13 他の人が運転する車に同乗する時間の分布（時間／週） x=同乗する時間（時間/週）

8. 【Q4】 高速道路を運転する回数の分布(回/年)

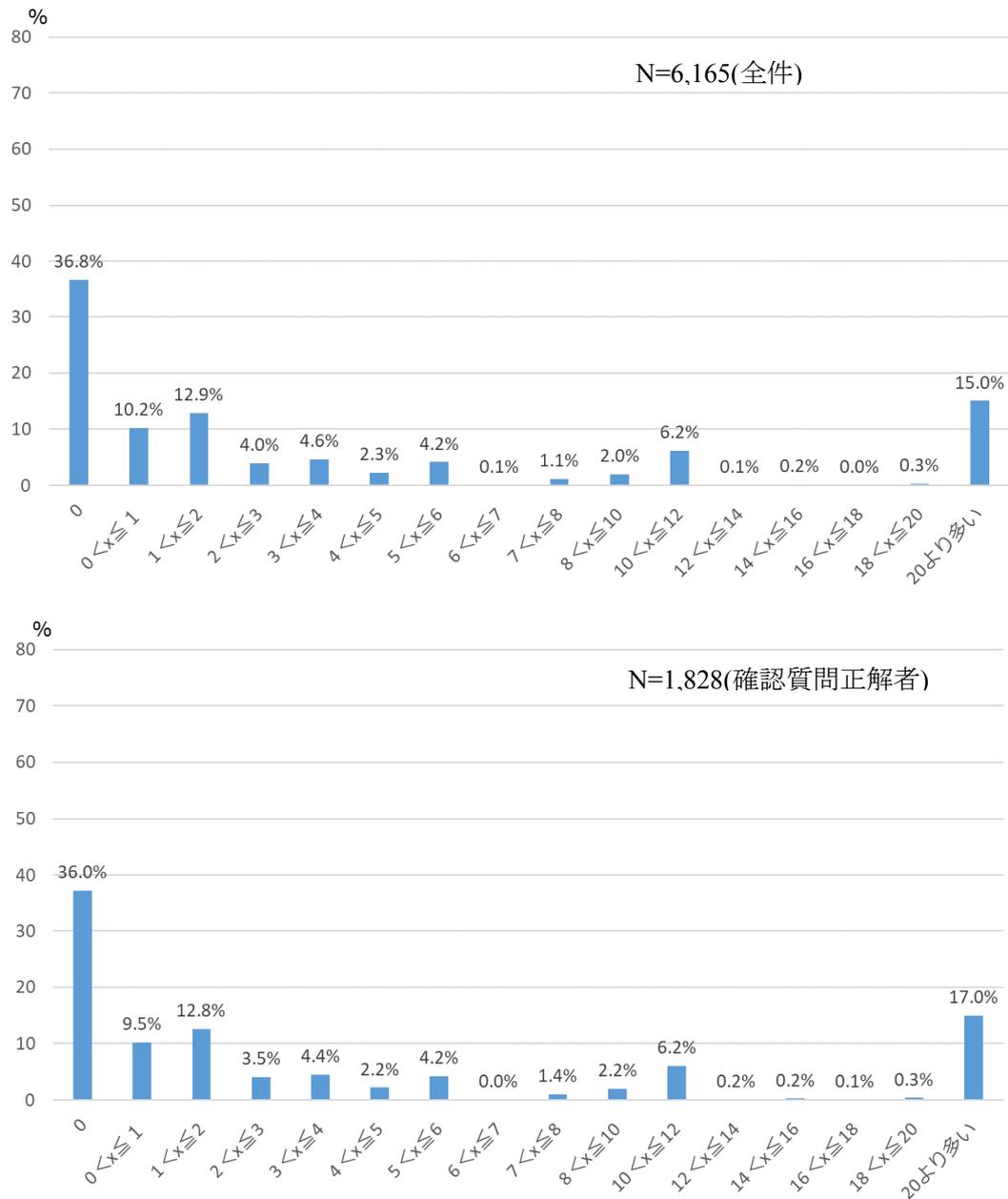


図 A. 2-14 高速道路を運転する回数の分布(回/週)

9. 【Q5-1】クルマを運転する理由：“好きな時に使えるから”

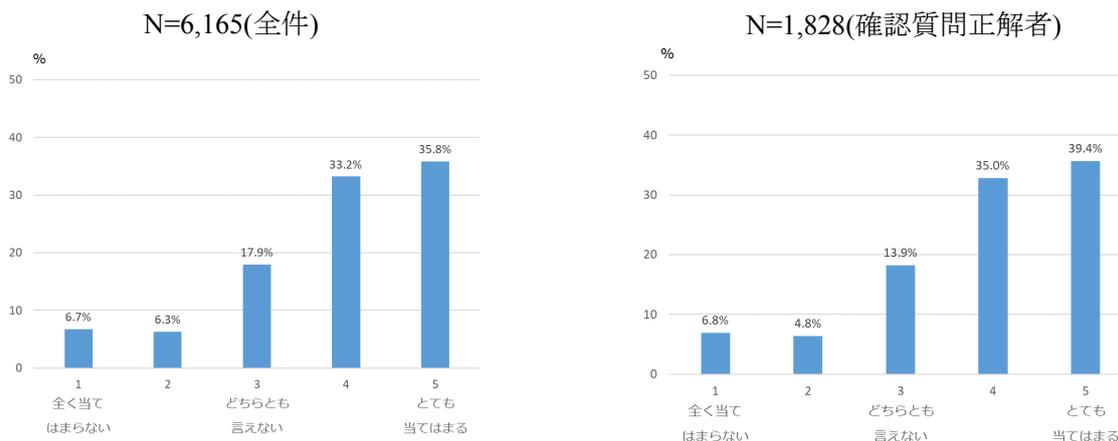


図 A. 2-15 クルマを運転する理由：“好きな時に使えるから”

10. 【Q5-2】クルマを運転する理由：“運転が好きだから”

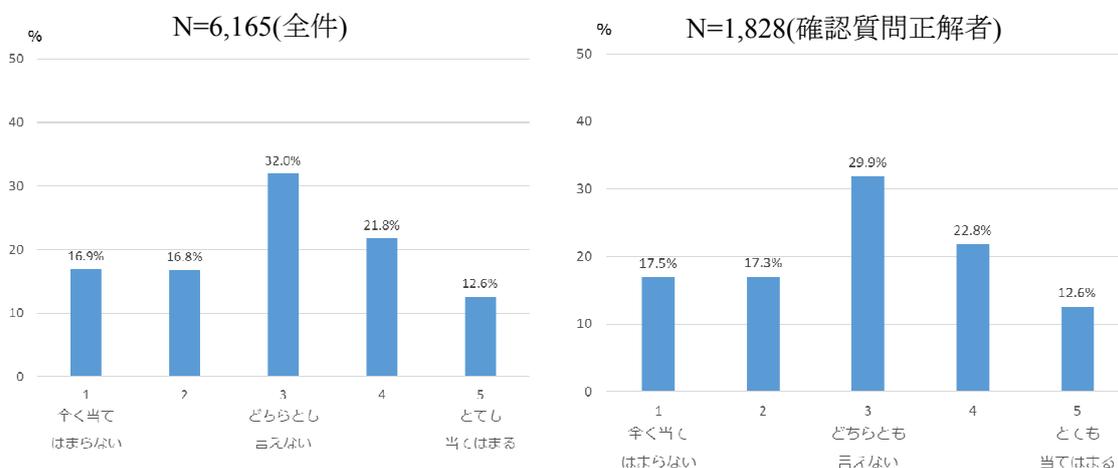


図 A. 2-16 クルマを運転する理由：“運転が好きだから”

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”

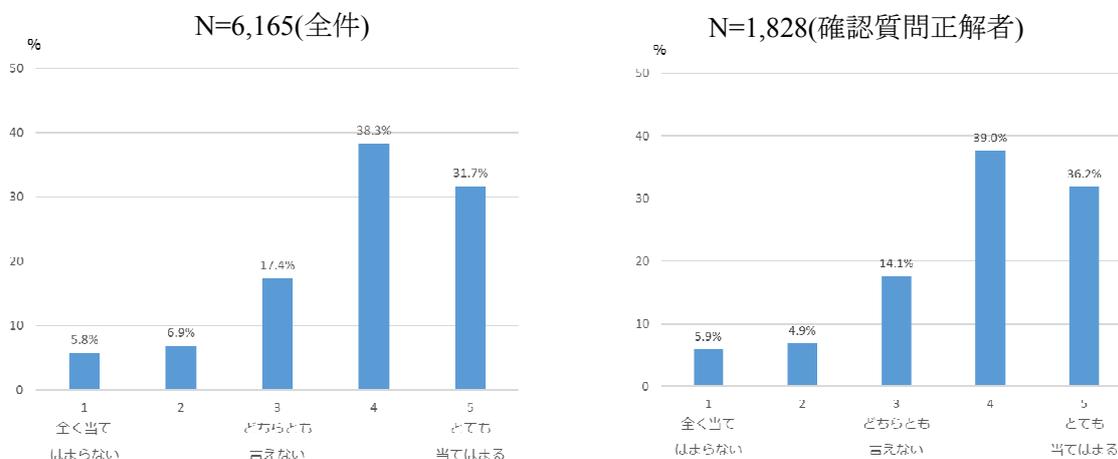


図 A. 2-17 クルマを運転する理由：“好きなところへ行けるから”

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”

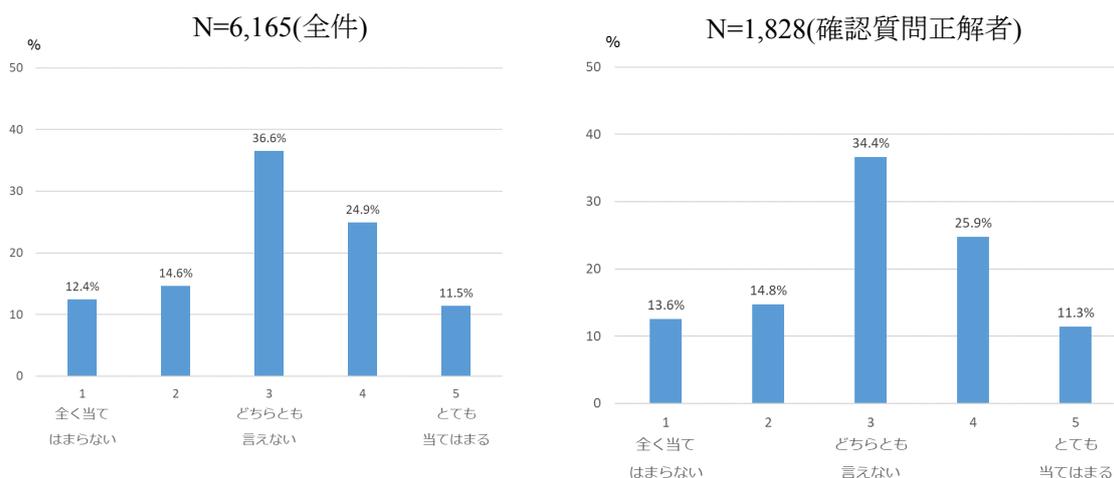


図 A. 2-18 クルマを運転する理由：“気分転換を図ることができるから”

13. 【Q5-5】 クルマを運転する理由：“複数の用件を1度に済ませることができるから”

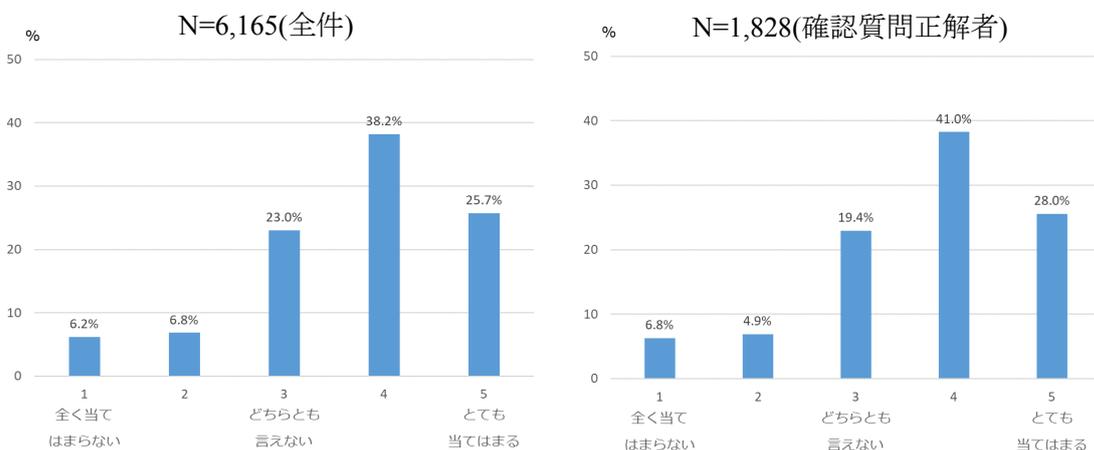


図 A. 2-19 クルマを運転する理由：“複数の用件を1度に済ませることができるから”

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”

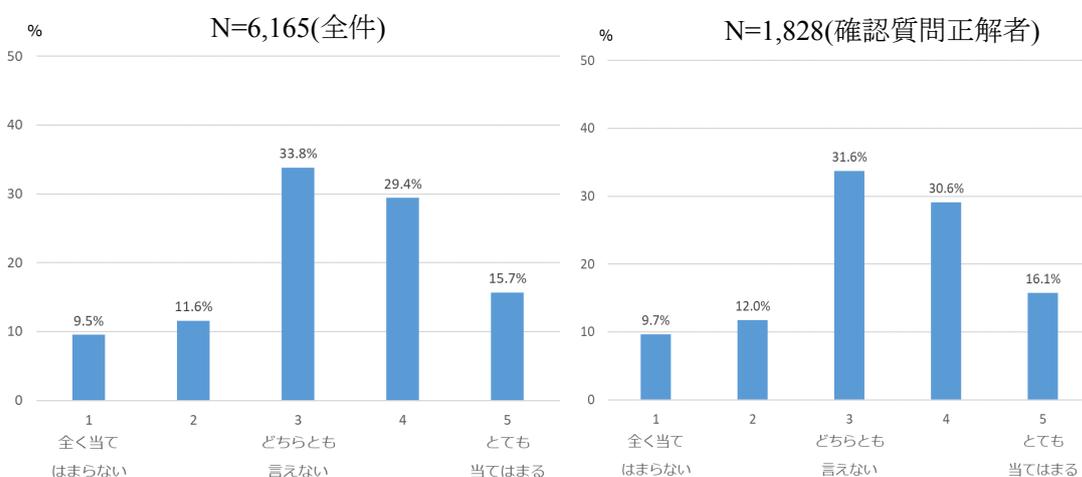


図 A. 2-20 クルマを運転する理由：“プライベートな空間を確保できるから”

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”

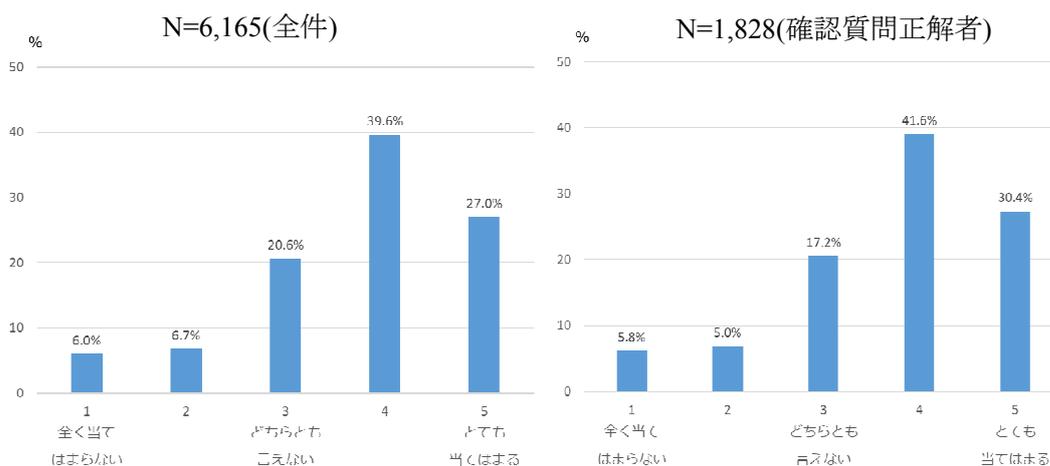


図 A. 2-21 クルマを運転する理由：“天候を気にせず快適に移動できるから”

16. 【Q5-8】クルマを運転する理由：“電車・バスに乗るのが面倒”

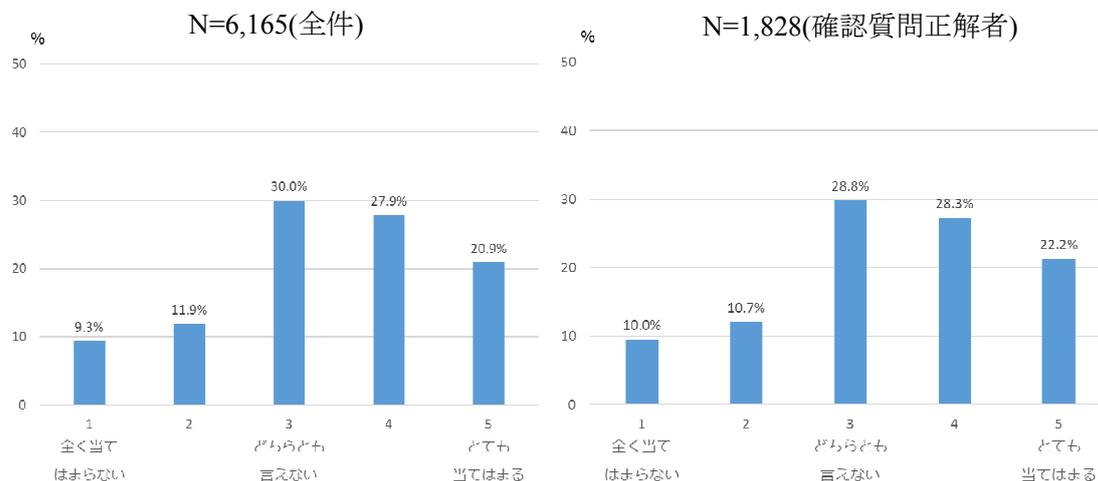


図 A. 2-22 クルマを運転する理由：“電車・バスに乗るのが面倒”

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”

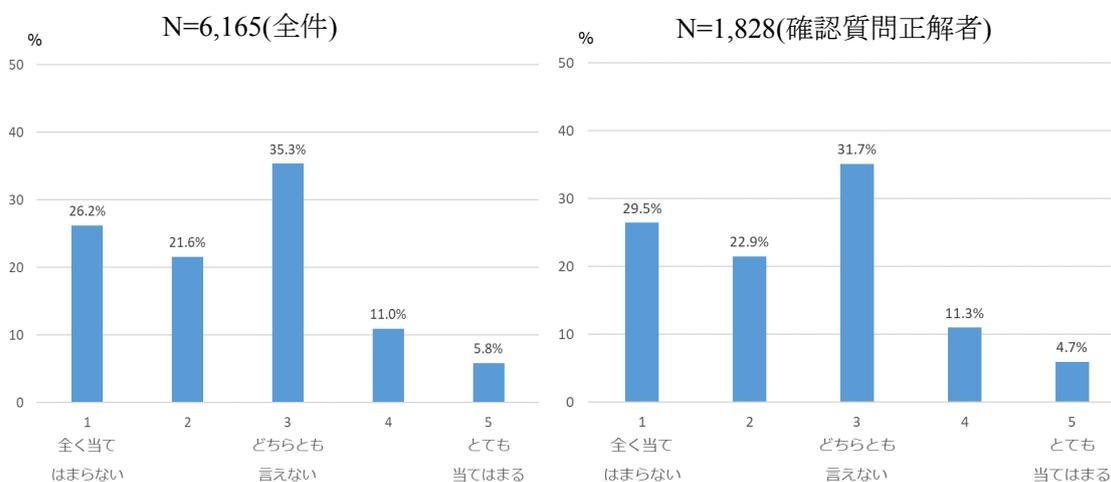


図 A. 2-23 クルマを運転する理由：“クルマに乗ることが自己表現の1つだ”

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”

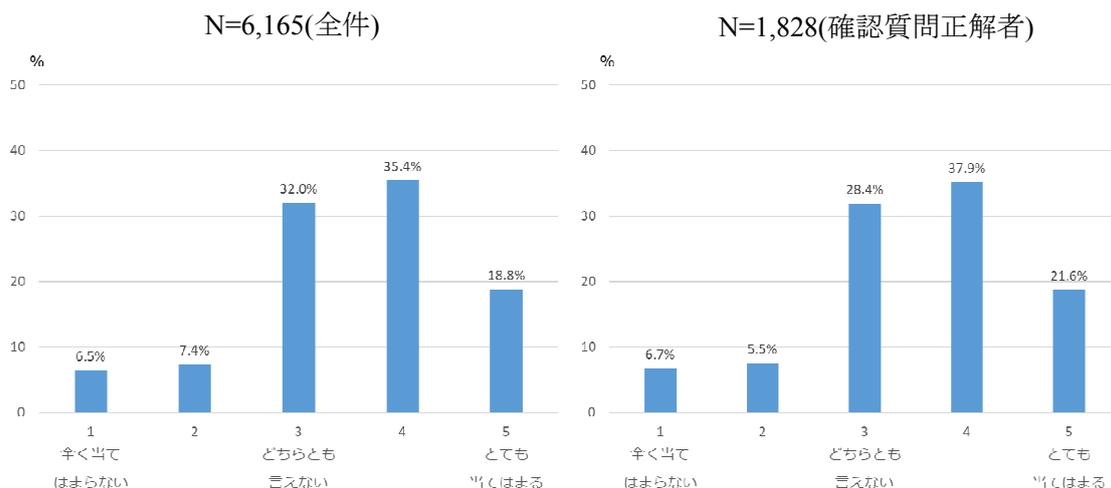


図 A. 2-24 クルマを運転する理由：“クルマなら所要時間が短いから”

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”

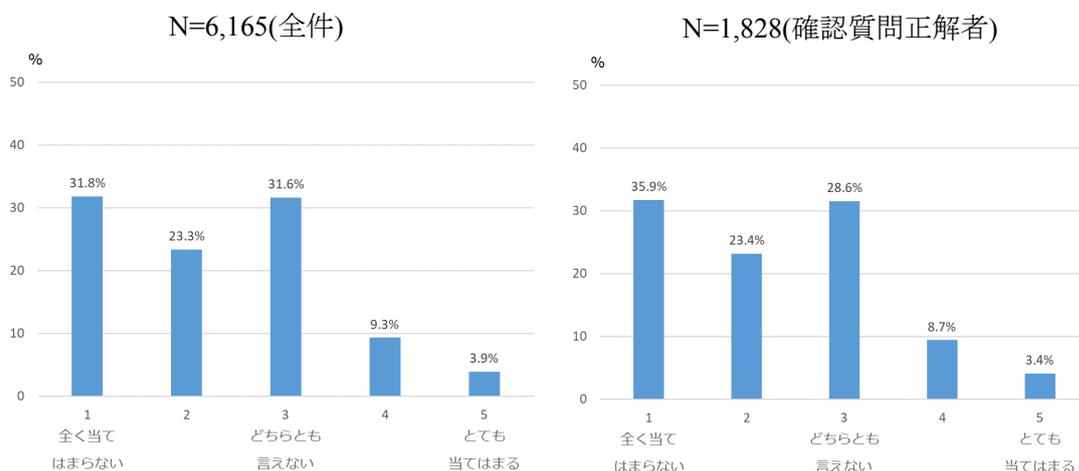


図 A. 2-25 クルマを運転する理由：“クルマにトレンドやファッション性を求めるから”

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”

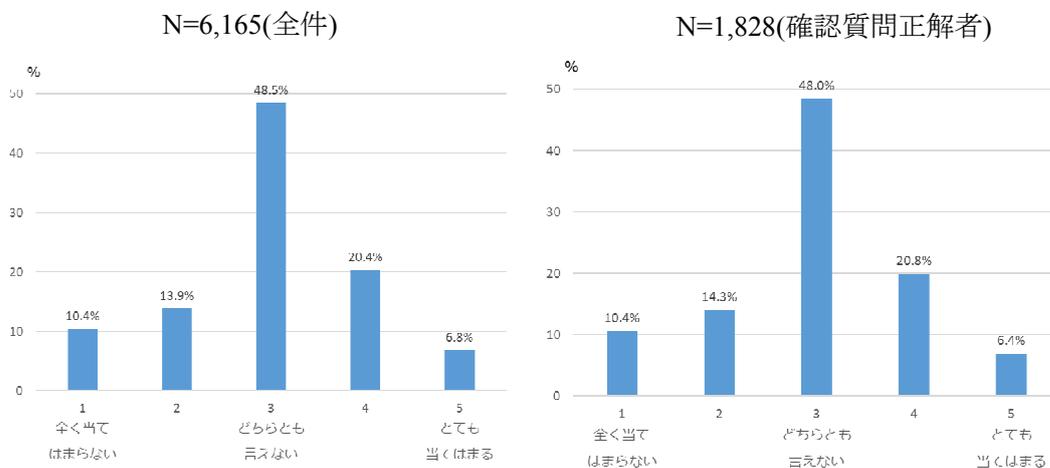


図 A. 2-26 クルマを運転する理由：“クルマでの移動が安心・安全だから”

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”

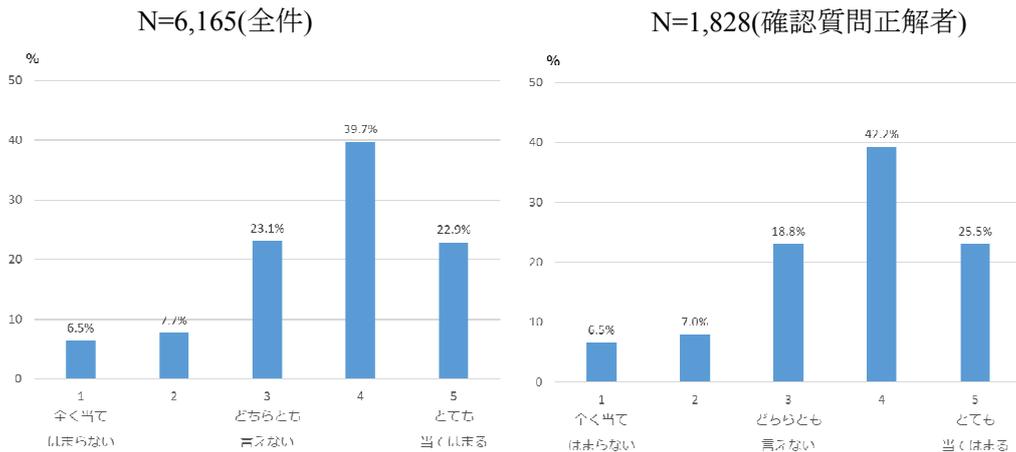


図 A.2-27 クルマを運転する理由：“多くの人や荷物を乗せることができるから”

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”

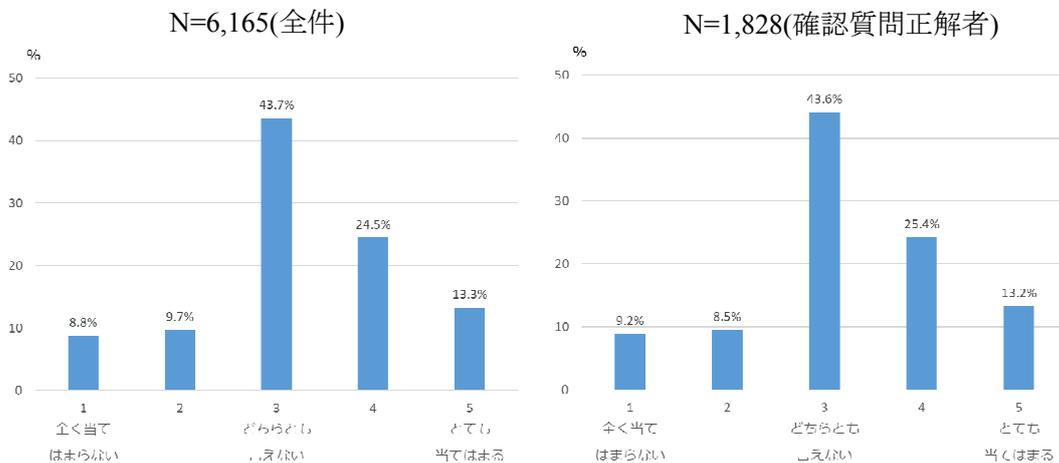


図 A.2-28 クルマを運転する理由：“公共交通よりむしろ安上がりだから”

23. 【Q5-15】クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

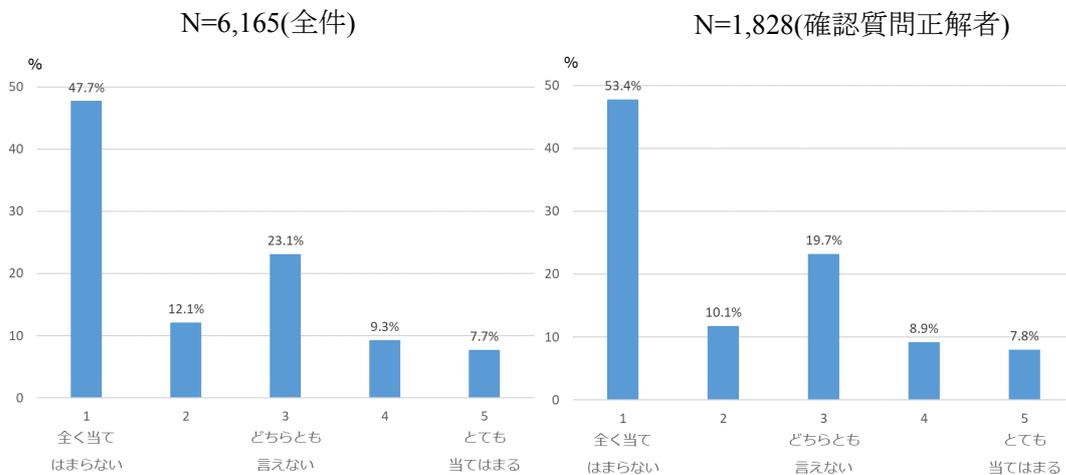


図 A.2-29 クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

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”

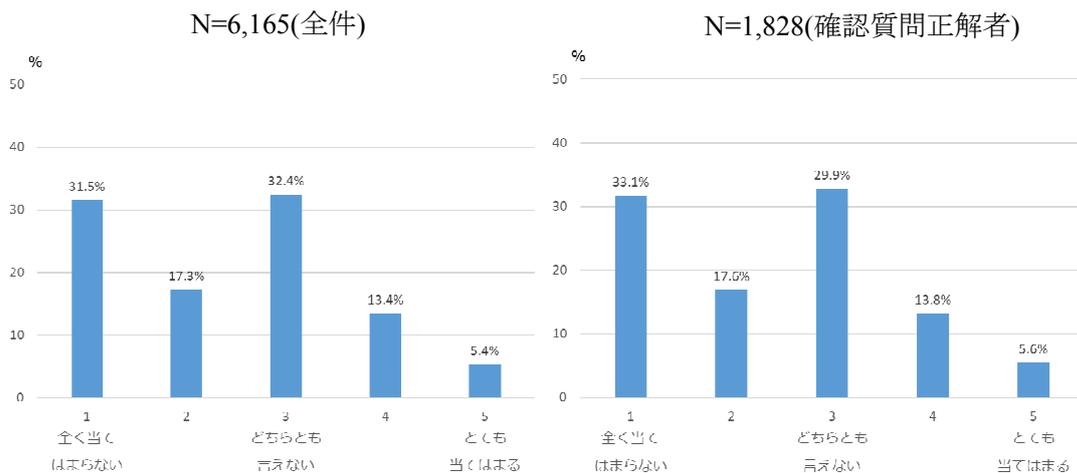


図 A. 2-30 クルマを運転する理由：“送迎などの事情で仕方なく使っている”

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”

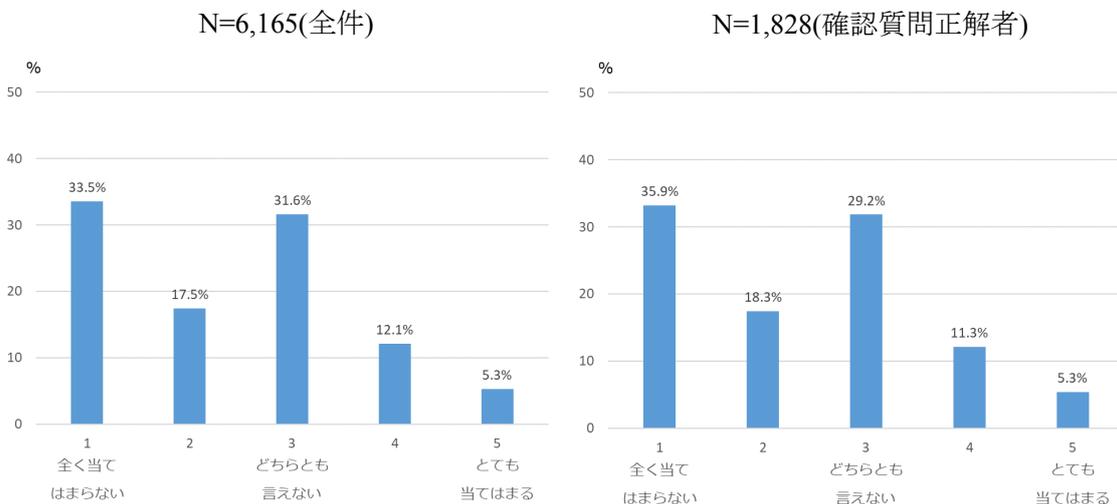


図 A. 2-31 クルマを運転する理由：“親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”

26. 【Q5-18】クルマを運転する理由：“他に交通手段がないから”

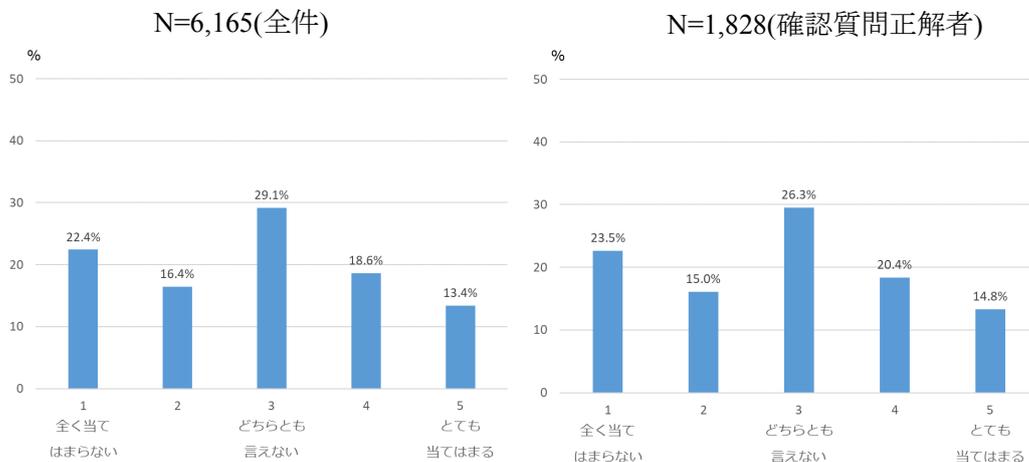


図 A. 2-32 クルマを運転する理由：“他に交通手段がないから”

27. 【Q5-19】クルマを運転する理由：“無意識に利用している”

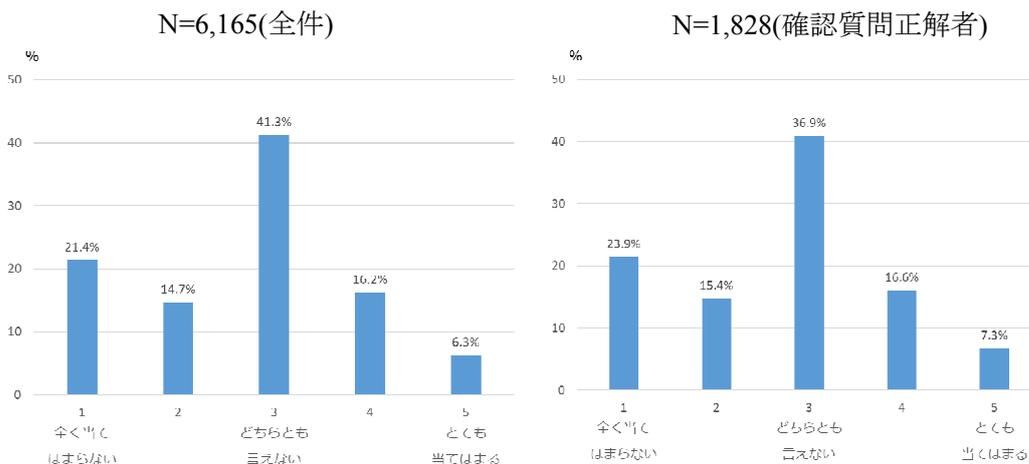


図 A.2-33 クルマを運転する理由：“無意識に利用している”

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”

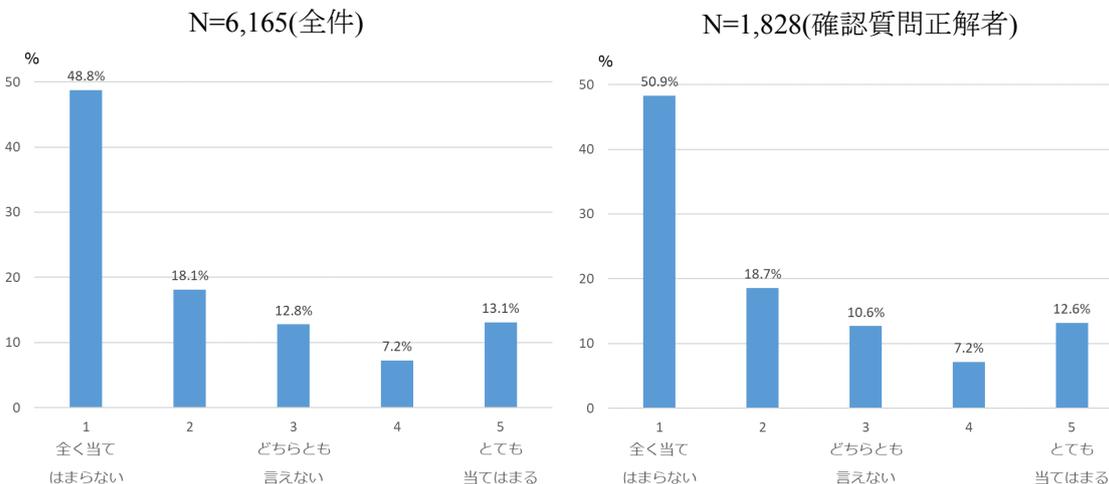


図 A.2-34 運転に対する考え：“自分のことをペーパードライバーだと思う”

29. 【Q6-2】運転に対する考え：“クルマの運転に自信がある”

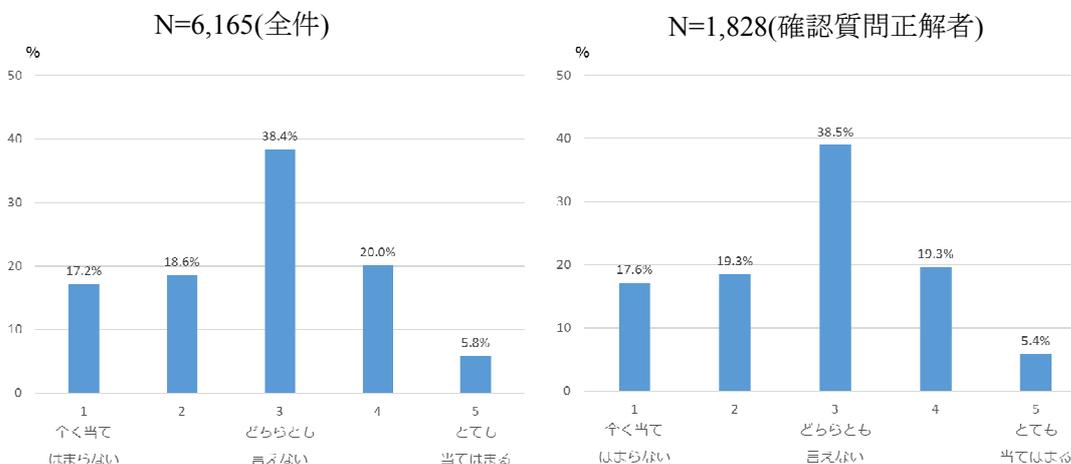


図 A.2-35 運転に対する考え：“クルマの運転に自信がある”

30. 【Q6-3】 運転に対する考え：“クルマの運転は好きだ”

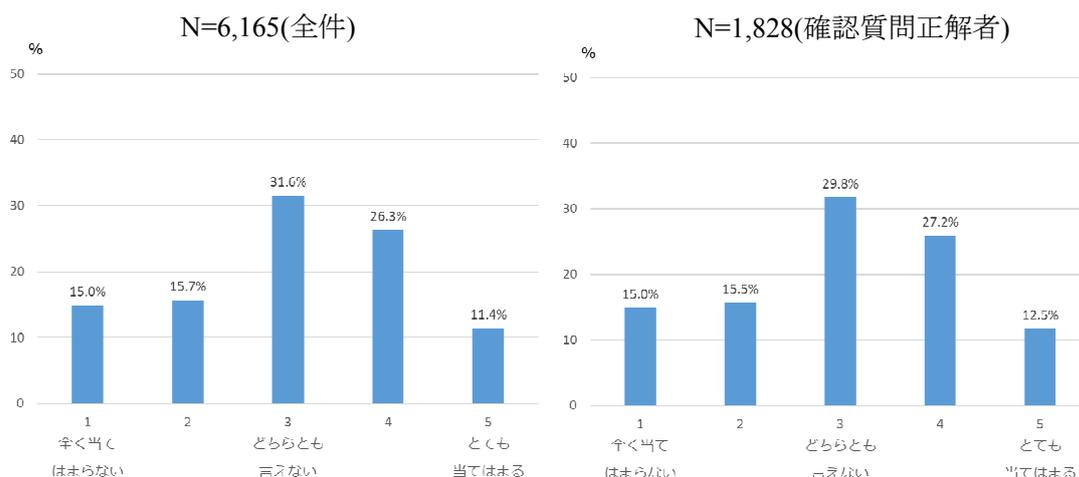


図 A. 2-36 運転に対する考え：“クルマの運転は好きだ”

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”

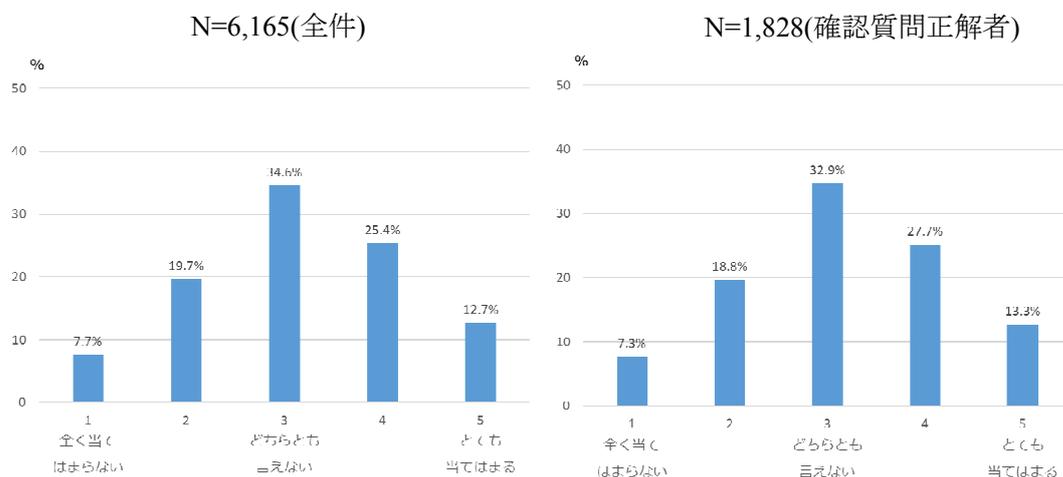


図 A. 2-37 運転に対する考え：“クルマの運転は緊張して疲れる”

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”

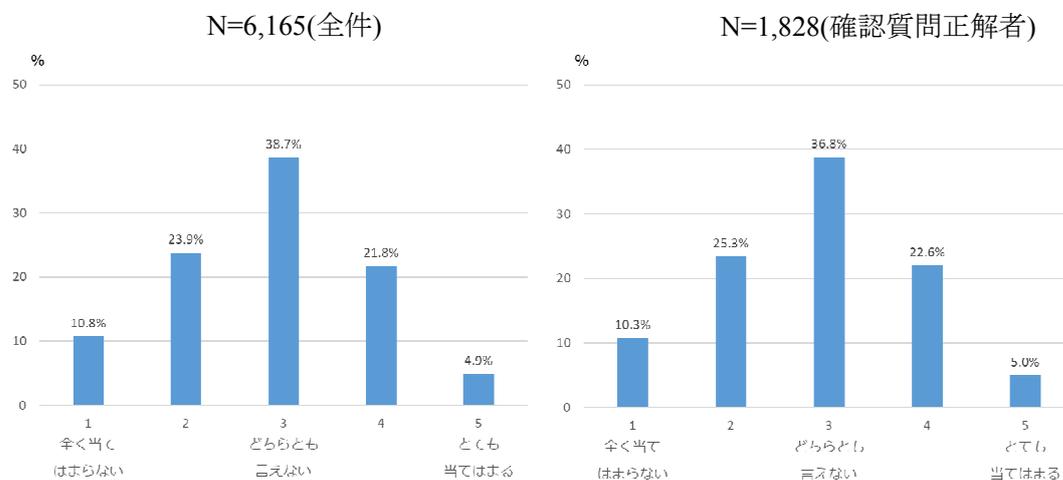


図 A. 2-38 運転に対する考え：“クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”

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”

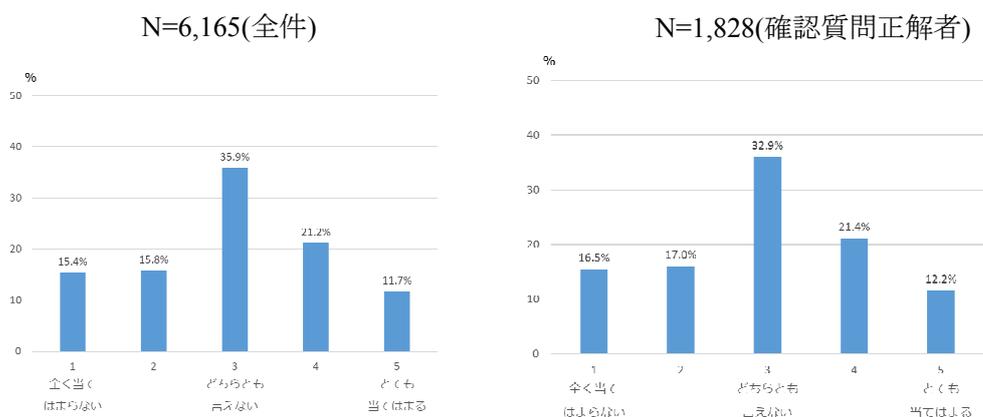


図 A. 2-39 運転に対する考え：“ 家族や友人と同乗するとき、他人が運転するより自分で運転する方が良い”

34. 【Q6-7】 運転に対する考え：“ 運転は慎重な方だ”

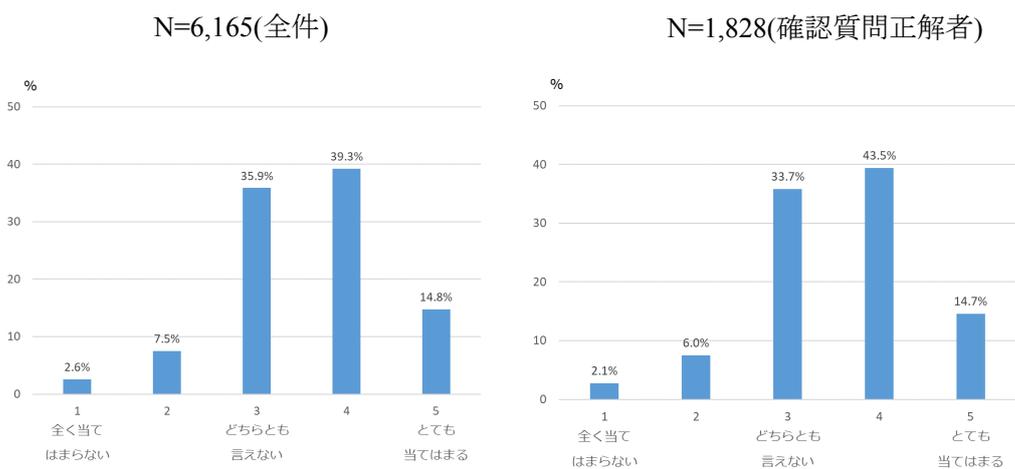


図 A. 2-40 運転に対する考え：“ 運転は慎重な方だ”

35. 【Q6-8】 運転に対する考え：” 車庫入れや駐車は苦手だ”

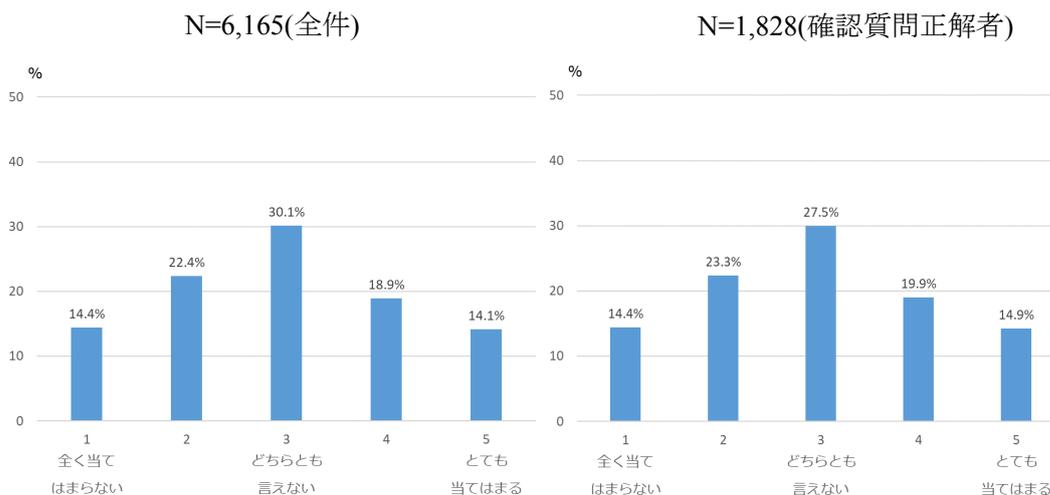


図 A.2-41 運転に対する考え：” 車庫入れや駐車は苦手だ”

36. 【Q6-9】 運転に対する考え：” 「クルマ」は恐ろしいと思う”

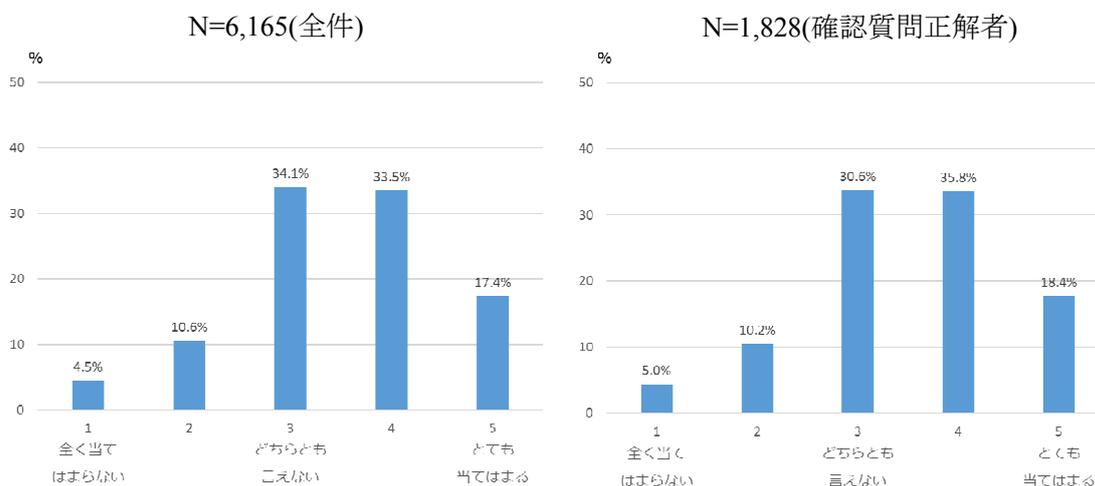


図 A.2-42 運転に対する考え：” 「クルマ」は恐ろしいと思う”

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”

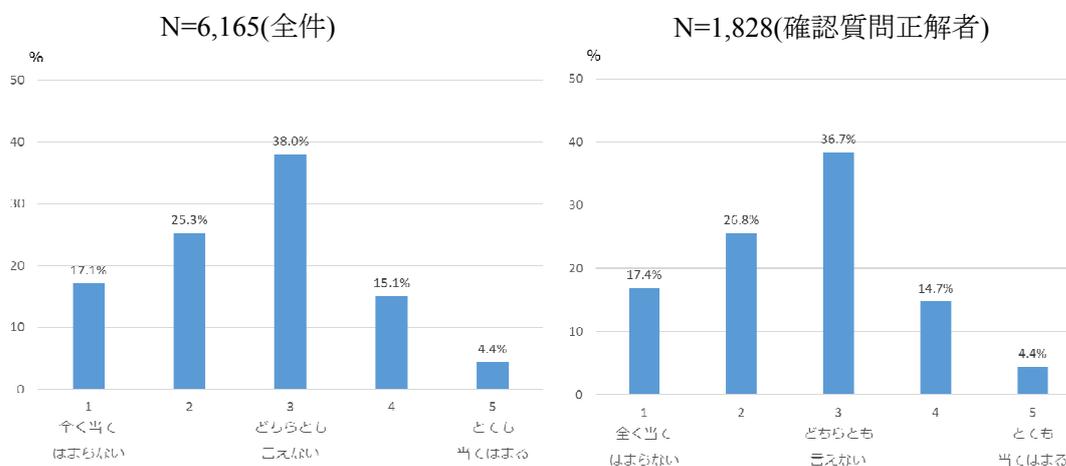


図 A.2-43 運転に対する考え：” 「クルマ」についてよく知っていると思う”

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”

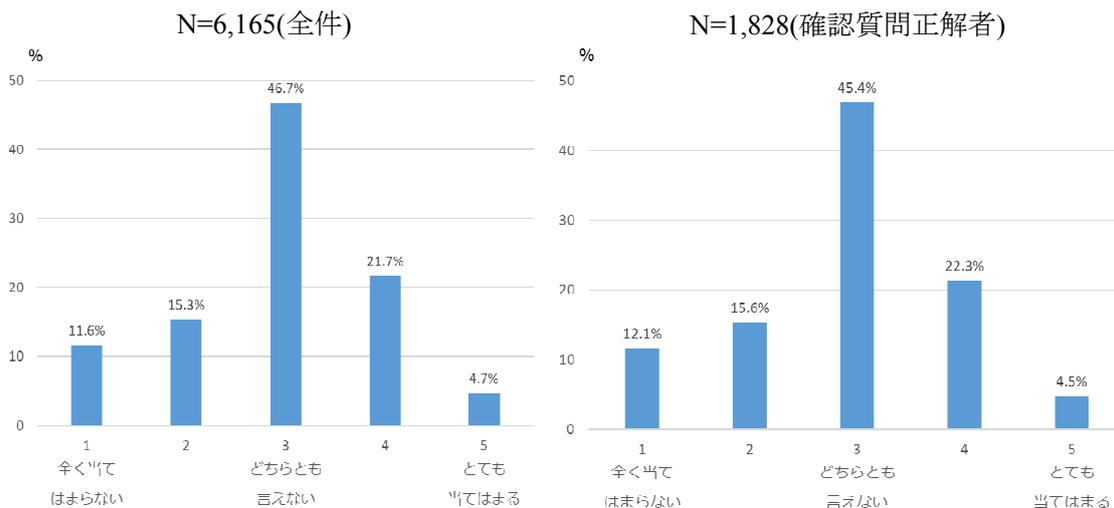


図 A. 2-44 運転に対する考え：” 「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”

39. 【Q7-1】 クルマに同乗することへのイメージ：”くつつろげる”

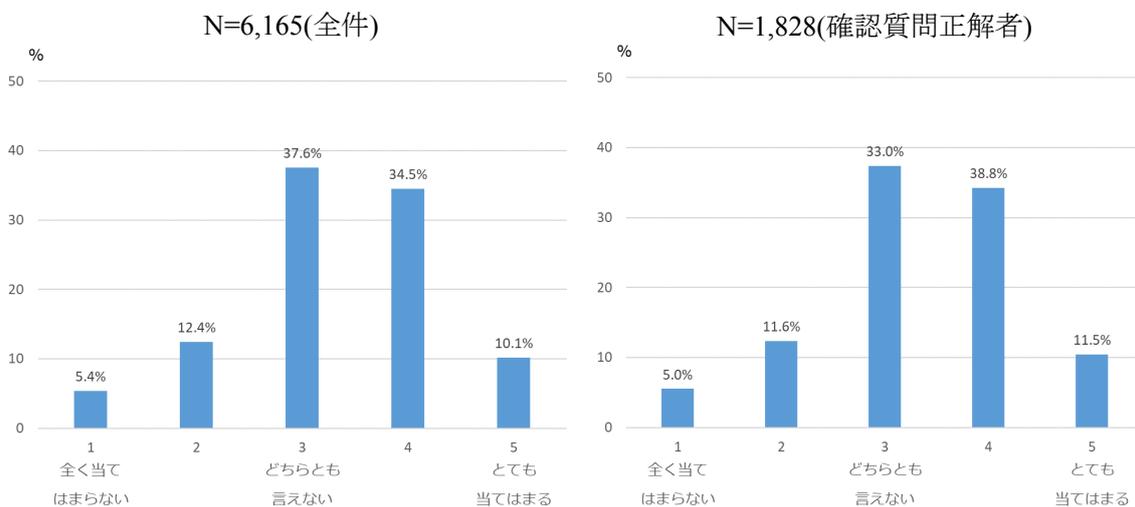


図 A. 2-45 クルマに同乗することへのイメージ：”くつつろげる”

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”

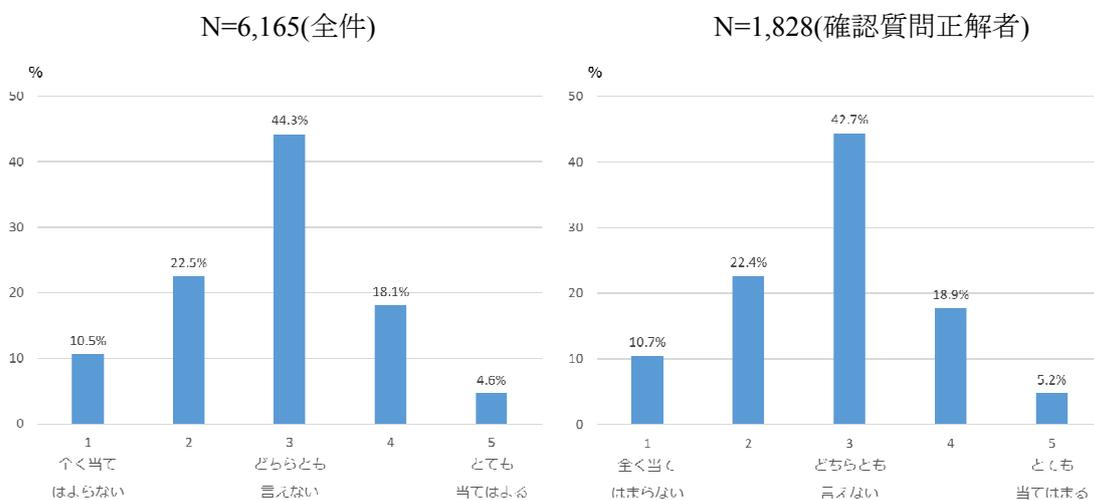


図 A. 2-46 クルマに同乗することへのイメージ：”ワクワクする”

41. 【Q7-3】クルマに同乗することへのイメージ：“有益である”

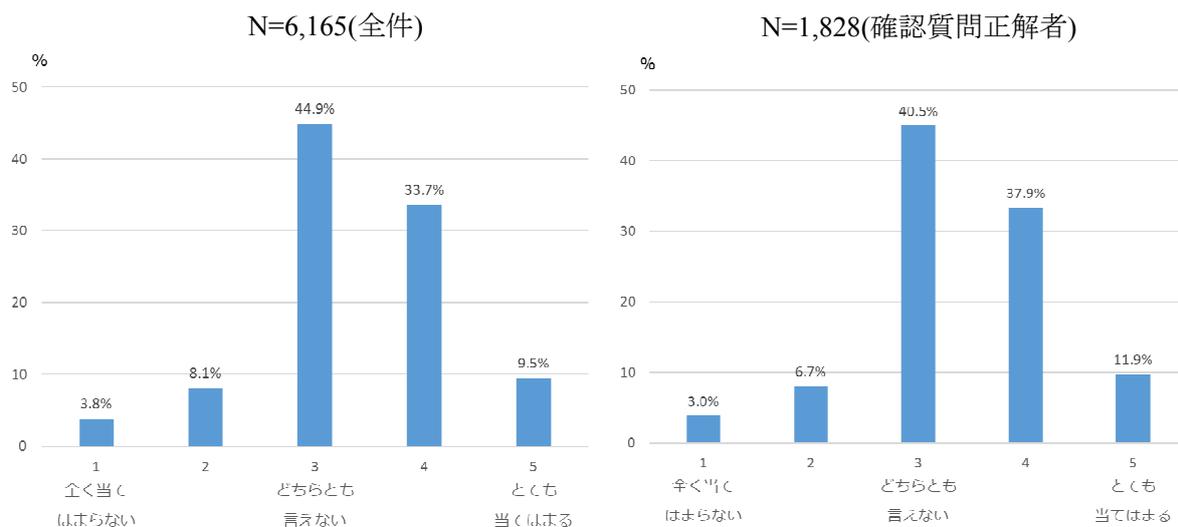


図 A. 2-47 クルマに同乗することへのイメージ：“有益である”

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

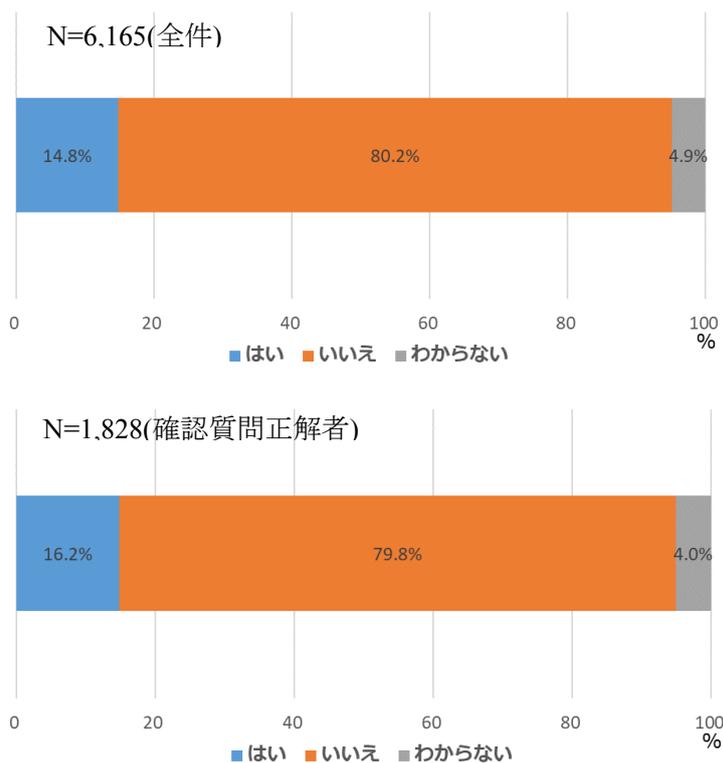


図 A. 2-48 衝突被害軽減ブレーキ(自動ブレーキ)の利用経験の有無

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

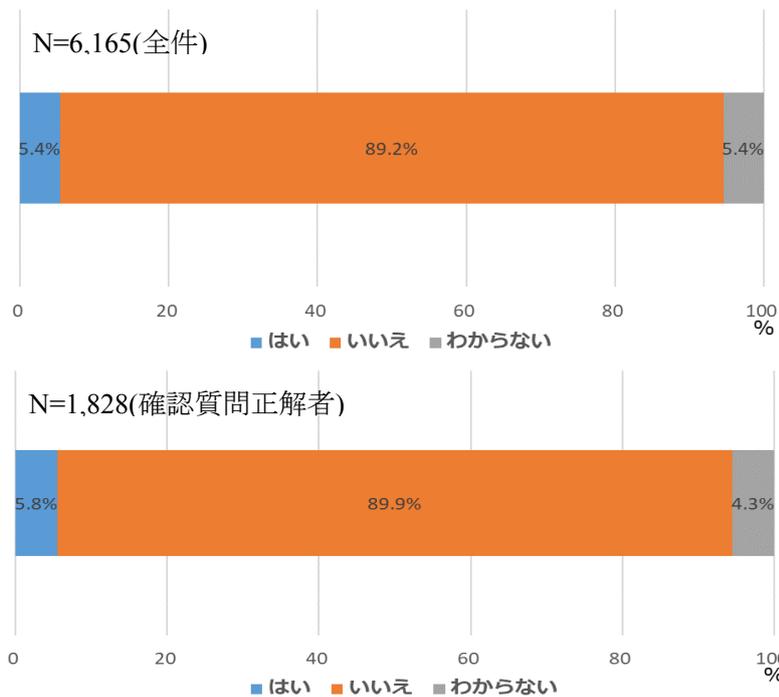


図 A. 2-49 ペダル踏み間違い時加速抑制装置の利用経験の有無

44. 【Q8-3】車線逸脱警報装置の利用経験の有無

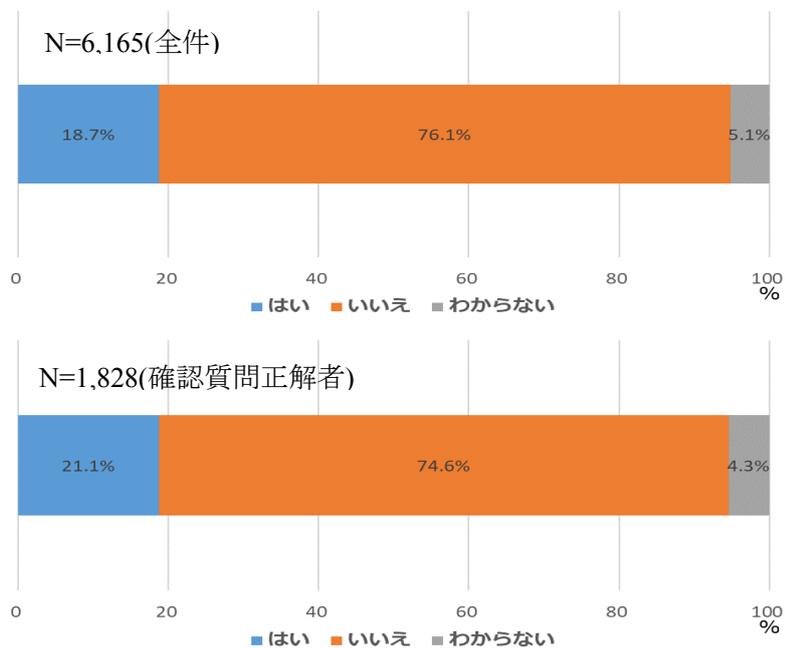


図 A. 2-50 車線逸脱警報装置の利用経験の有無

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

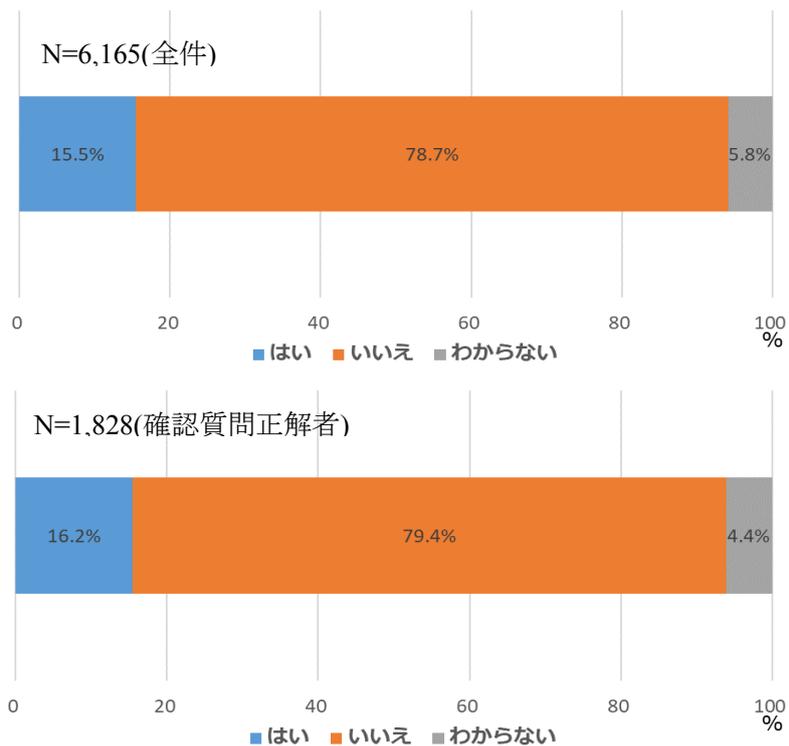


図 A. 2-51 アダプティブクルーズコントロールの利用経験の有無

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

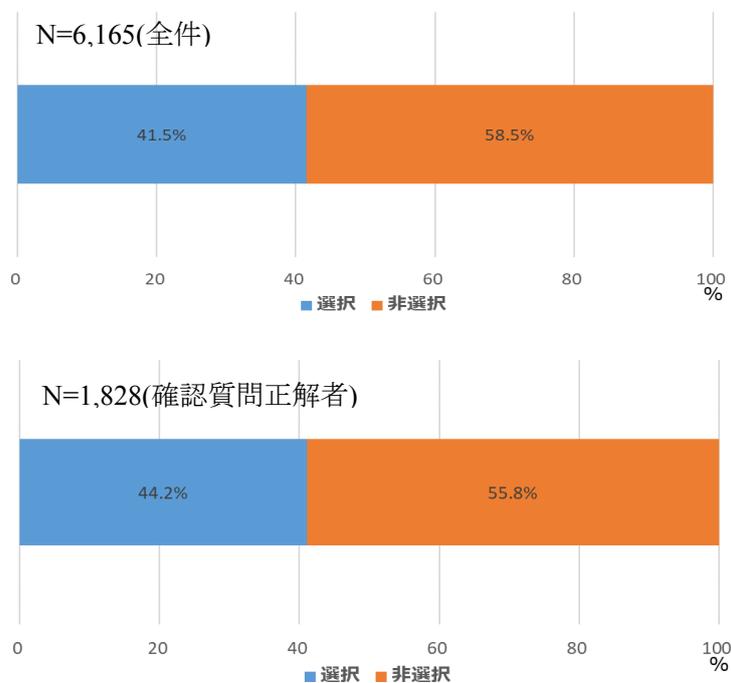


図 A. 2-52 交通事故の経験：回答者が交通事故の当事者になったことがある

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

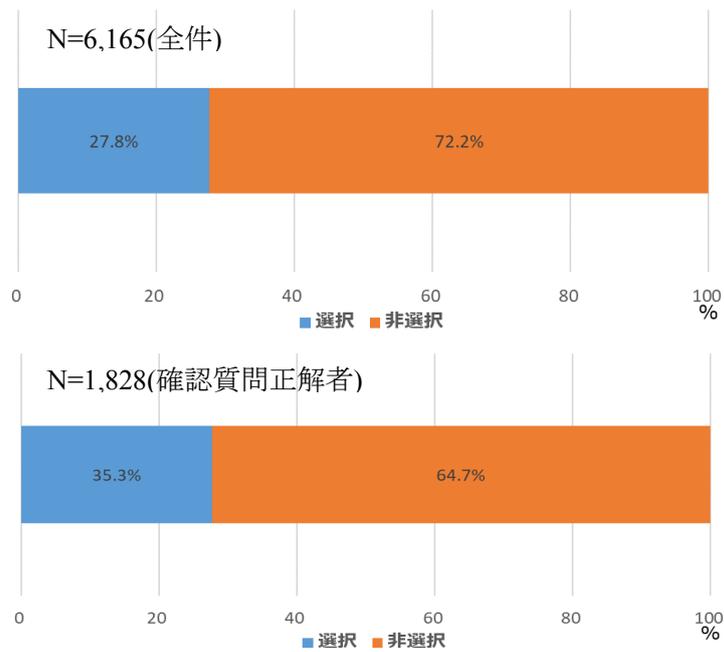


図 A. 2-53 交通事故の経験：身近な人が交通事故の当事者になったことがある

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

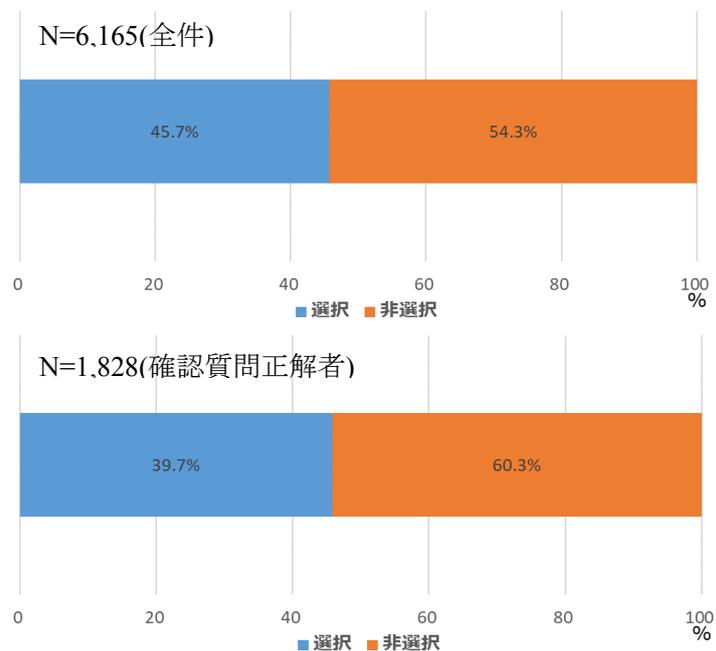


図 A. 2-54 交通事故の経験：回答者もその身近な人も、交通事故の当事者になったことがない

A.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

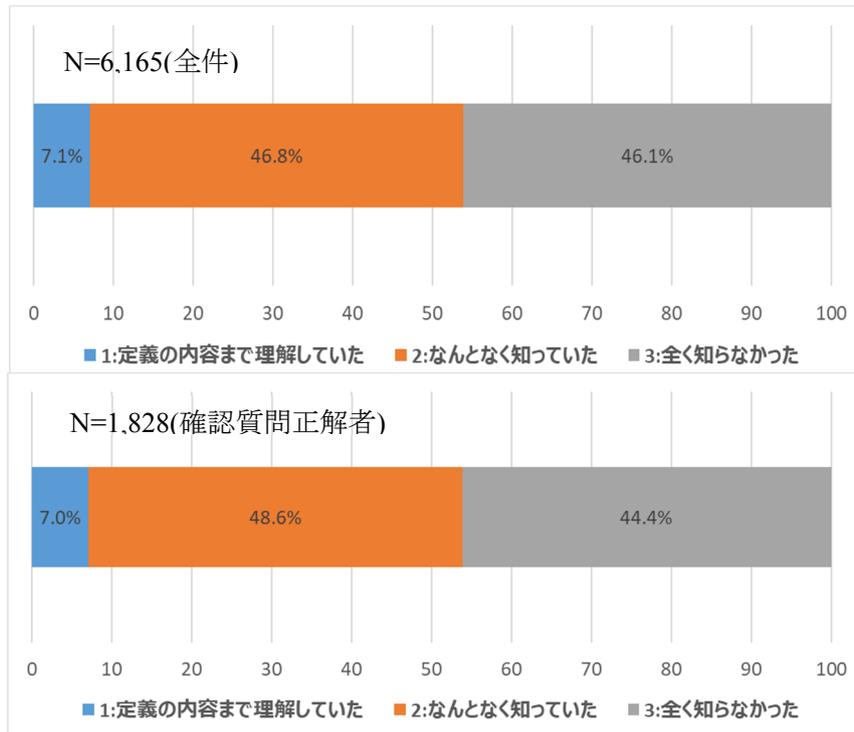


図 A. 2-55 自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和”

2. 【Q16-1】自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和”

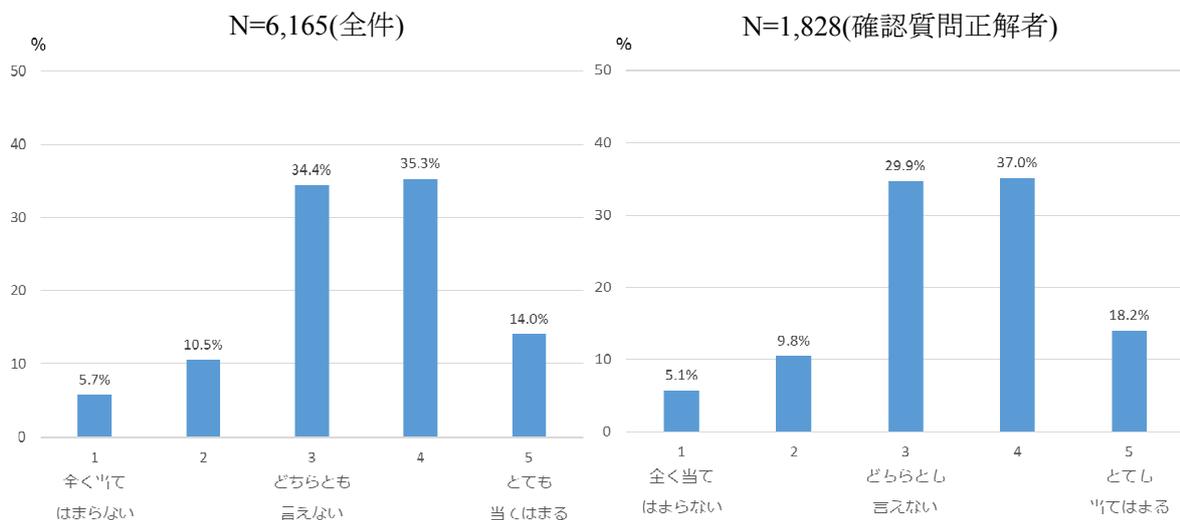


図 A. 2-56 自動運転への期待：”渋滞の解消・緩和”

3. 【Q16-2】自動運転への期待：“交通事故の削減”

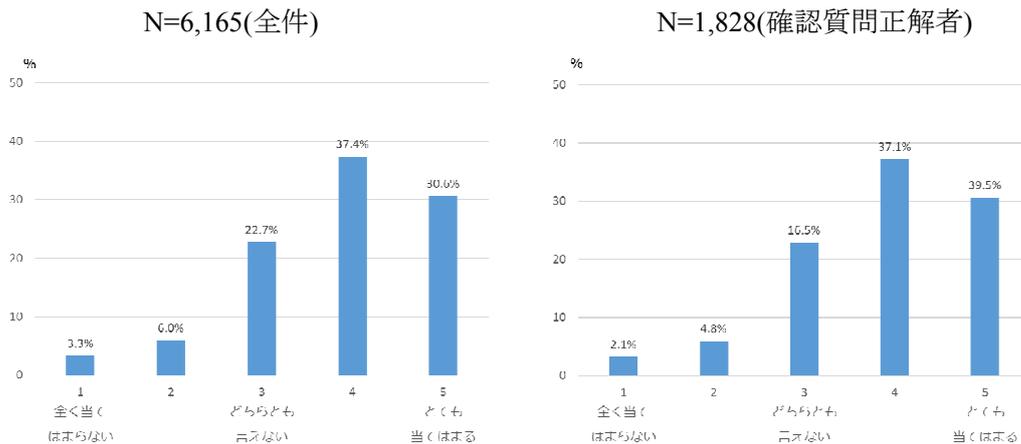


図 A.2-57 自動運転への期待：“交通事故の削減”

4. 【Q16-3】自動運転への期待：“環境負荷の削減”

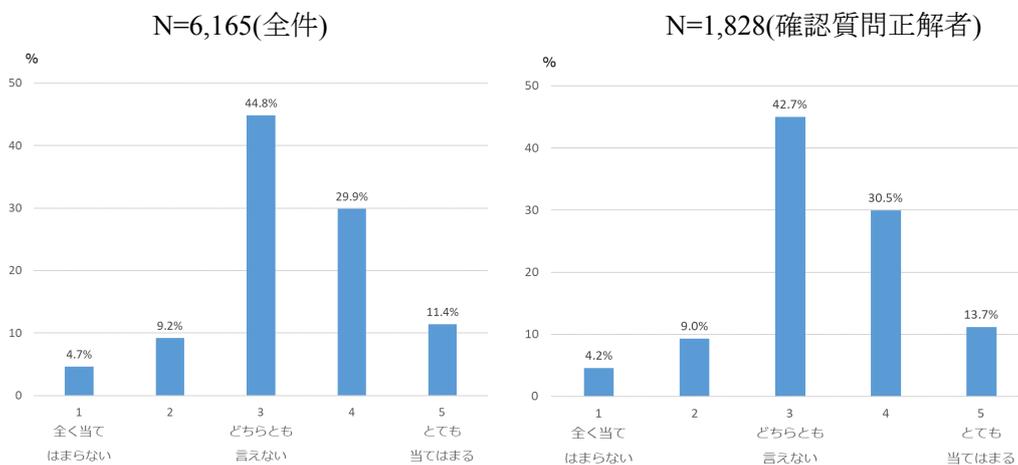


図 A.2-58 自動運転への期待：“環境負荷の低減”

5. 【Q16-4】自動運転への期待：“高齢者等の移動支援”

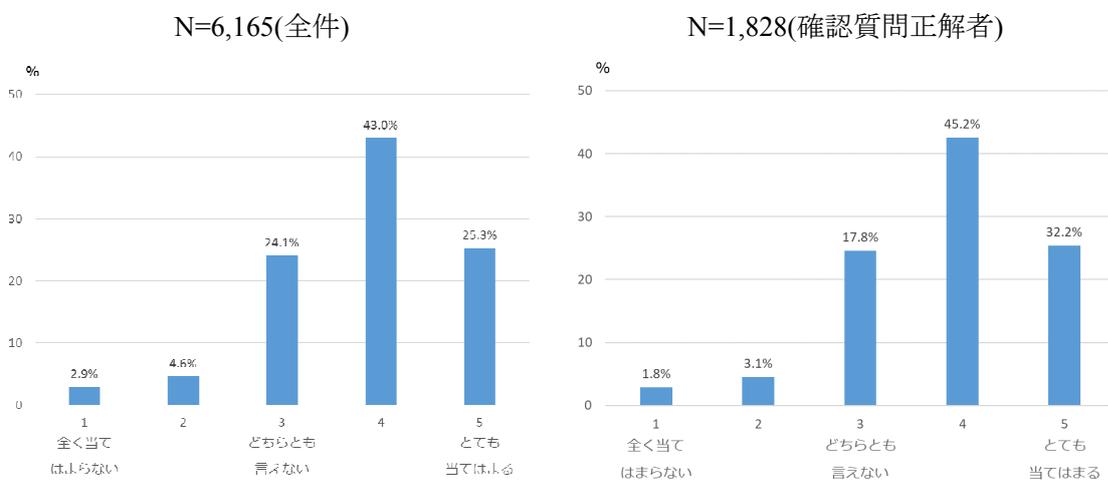


図 A.2-59 自動運転への期待：“高齢者等の移動支援”

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”

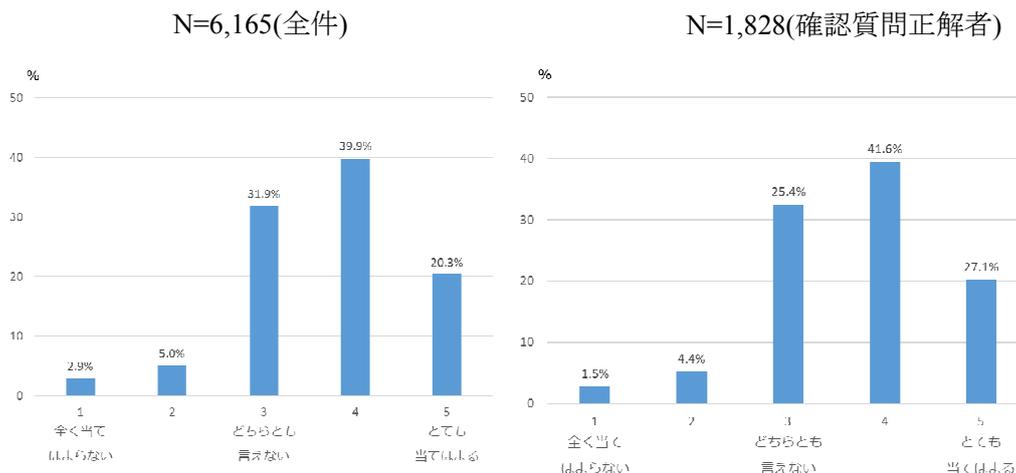


図 A. 2-60 自動運転への期待：“過疎地における公共交通の代替移動手段”

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”

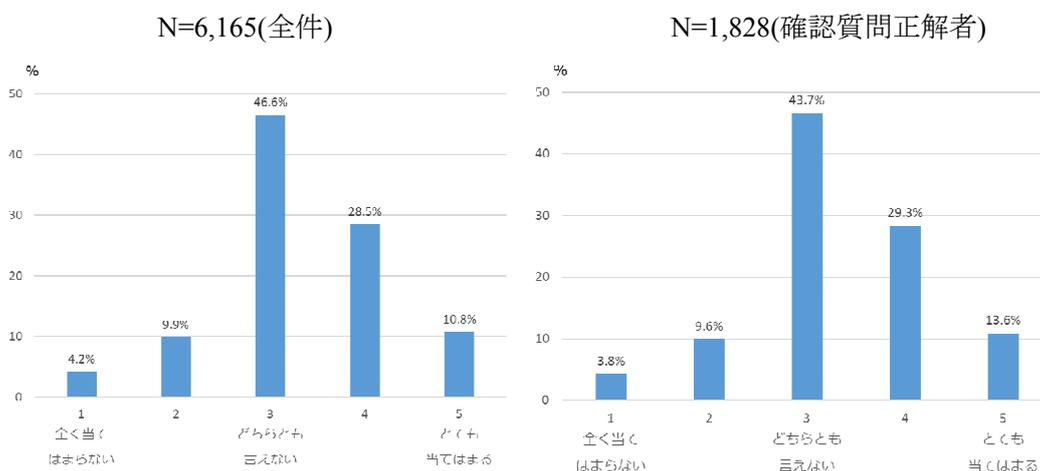


図 A. 2-61 自動運転への期待：“買物・娯楽・行楽などの外出機会の増加”

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”

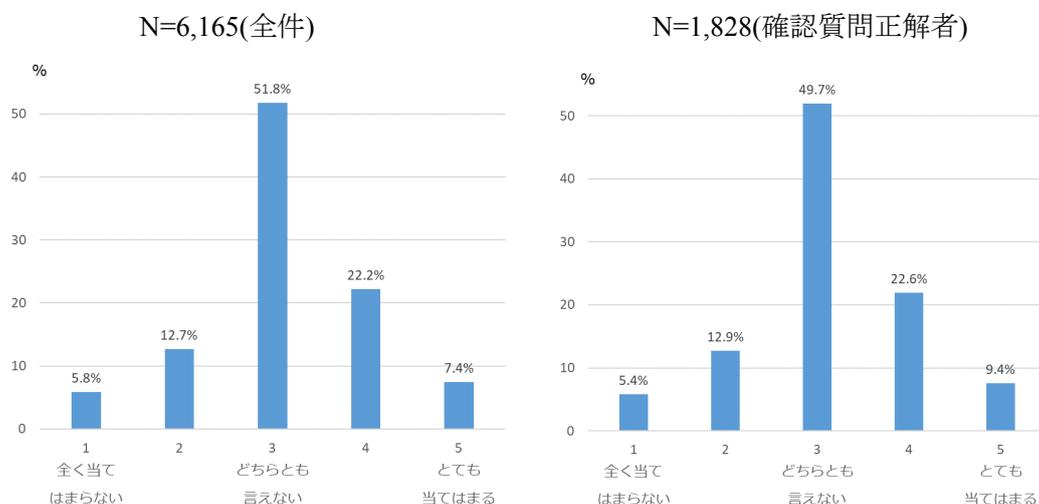


図 A. 2-62 自動運転への期待：“友人・知人や家族・親戚との交流機会の増加”

9. 【Q16-8】 自動運転への期待：”マイカー運転者の負担の軽減”

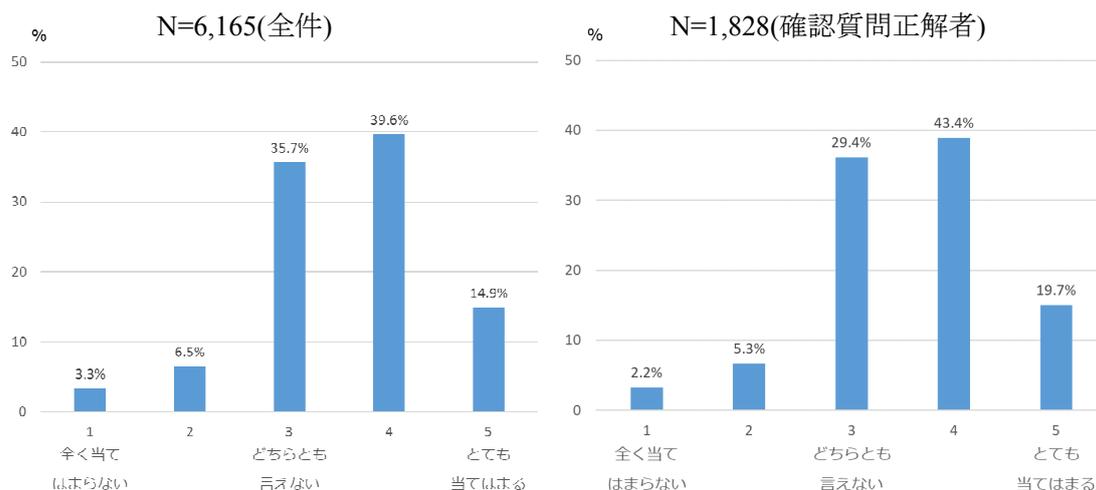


図 A. 2-63 自動運転への期待：”マイカー運転者の負担の軽減”

10. 【Q16-9】 自動運転への期待：”移動時間の有効活用”

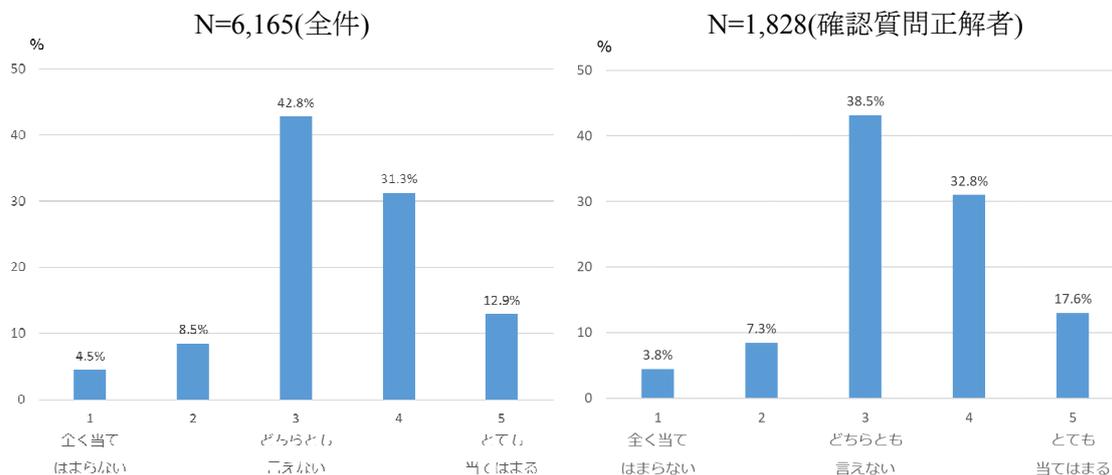


図 A. 2-64 自動運転への期待：”移動時間の有効活用”

11. 【Q16-10】 自動運転への期待：”車を別の場所から呼び出せる”

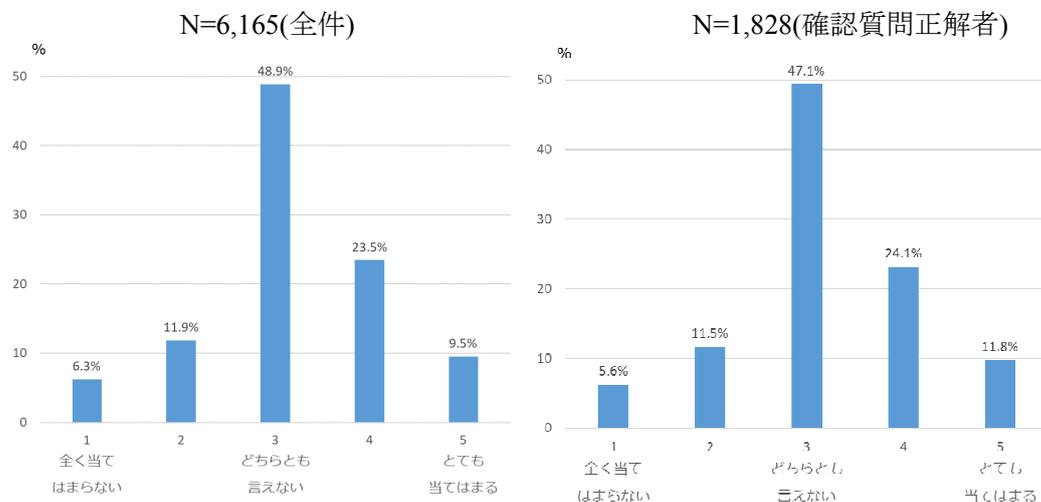


図 A. 2-65 自動運転への期待：”車を別の場所から呼び出せる”

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”

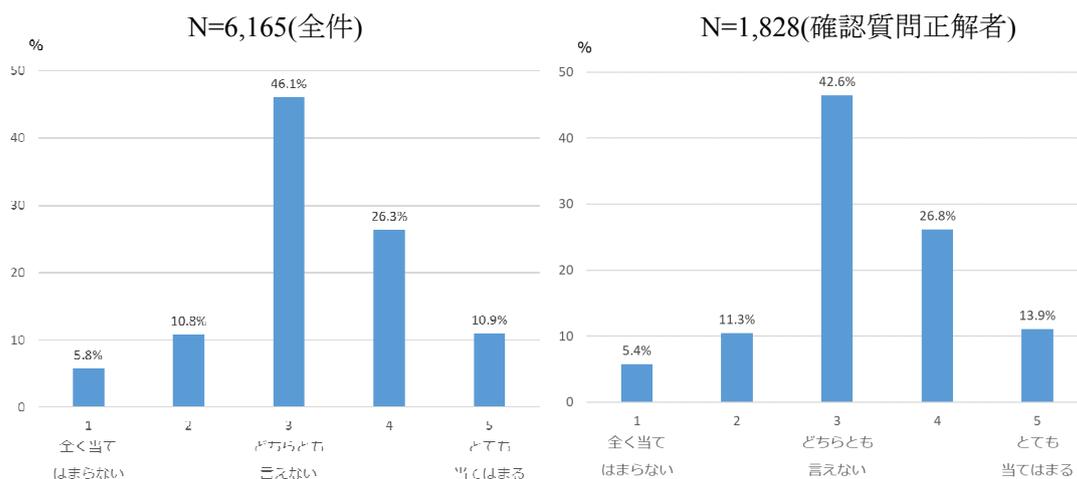


図 A. 2-66 自動運転への期待：“外出先での駐車場の確保が不要となる”

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”

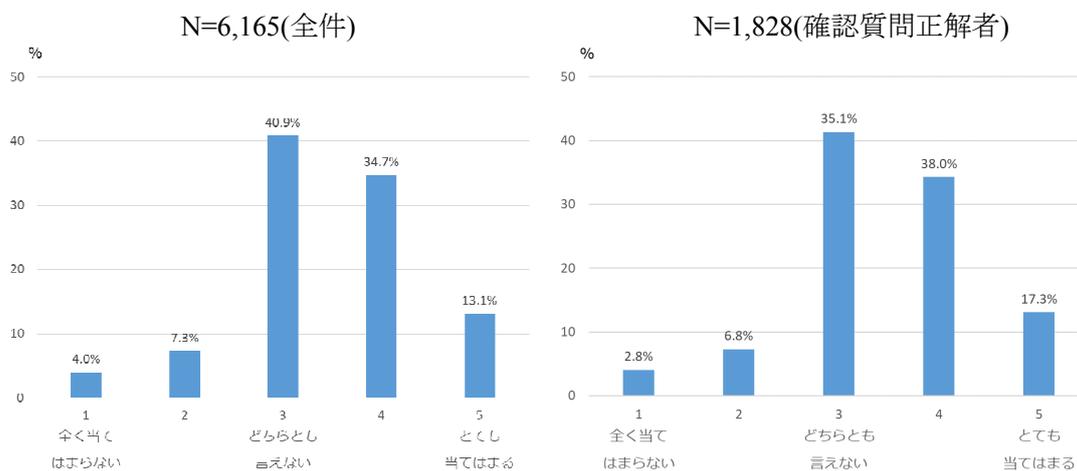


図 A. 2-67 自動運転への期待：“職業運転者(トラック/バス/タクシーの運転手)の人手不足解消”

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”

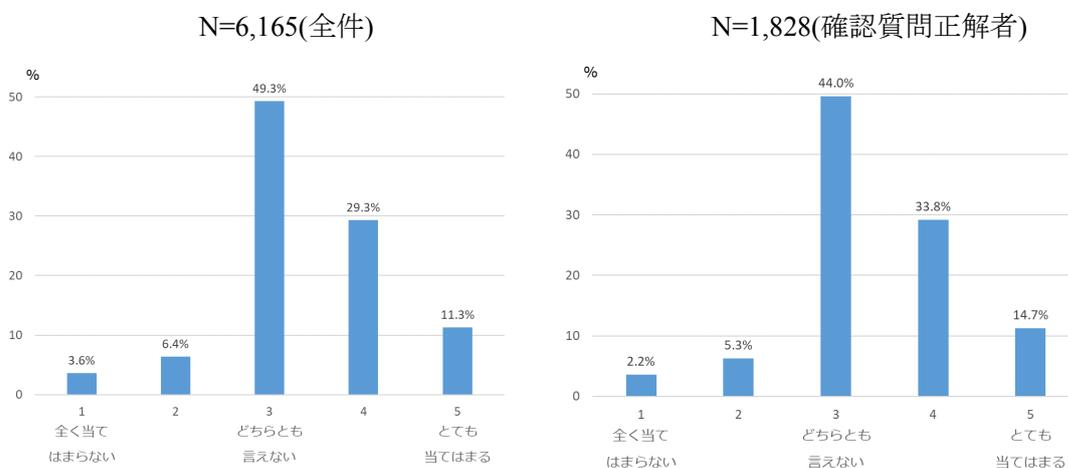


図 A. 2-68 自動運転への期待：“新たな産業による経済活性化・国際競争力の強化”

15. 【Q17】 レベル5の自動運転の乗車中にしていきたいこと

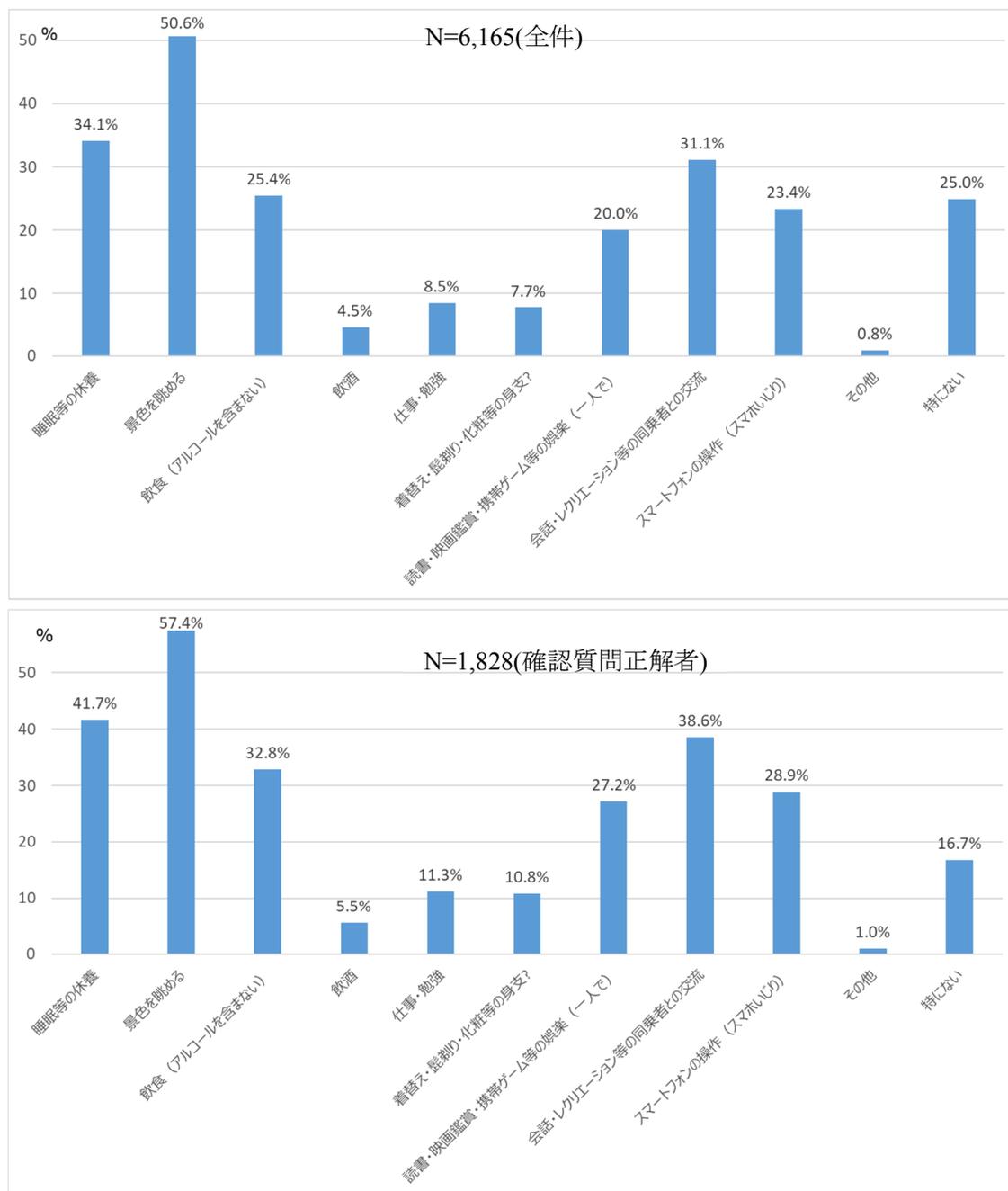


図 A. 2-69 レベル5の自動運転の乗車中にしていきたいこと

16. 【Q18-1】 実証実験等で自動運転への乗車体験の有無

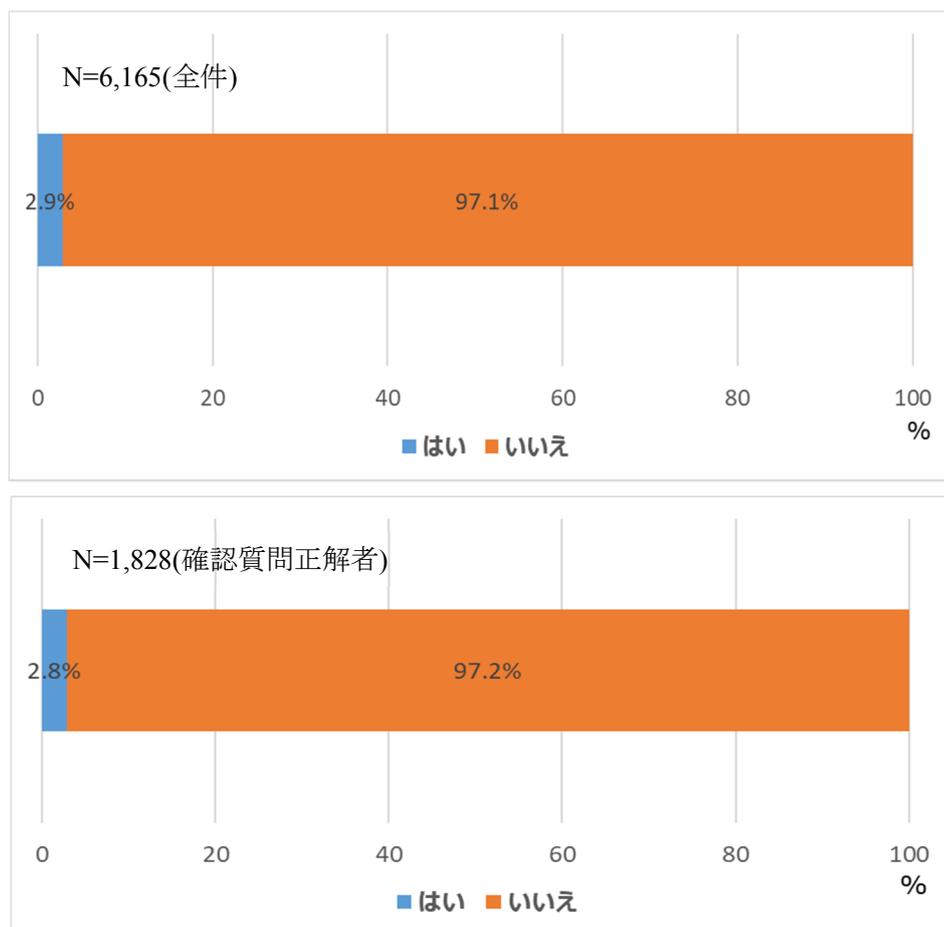


図 A. 2-70 実証実験等で自動運転への乗車体験の有無

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

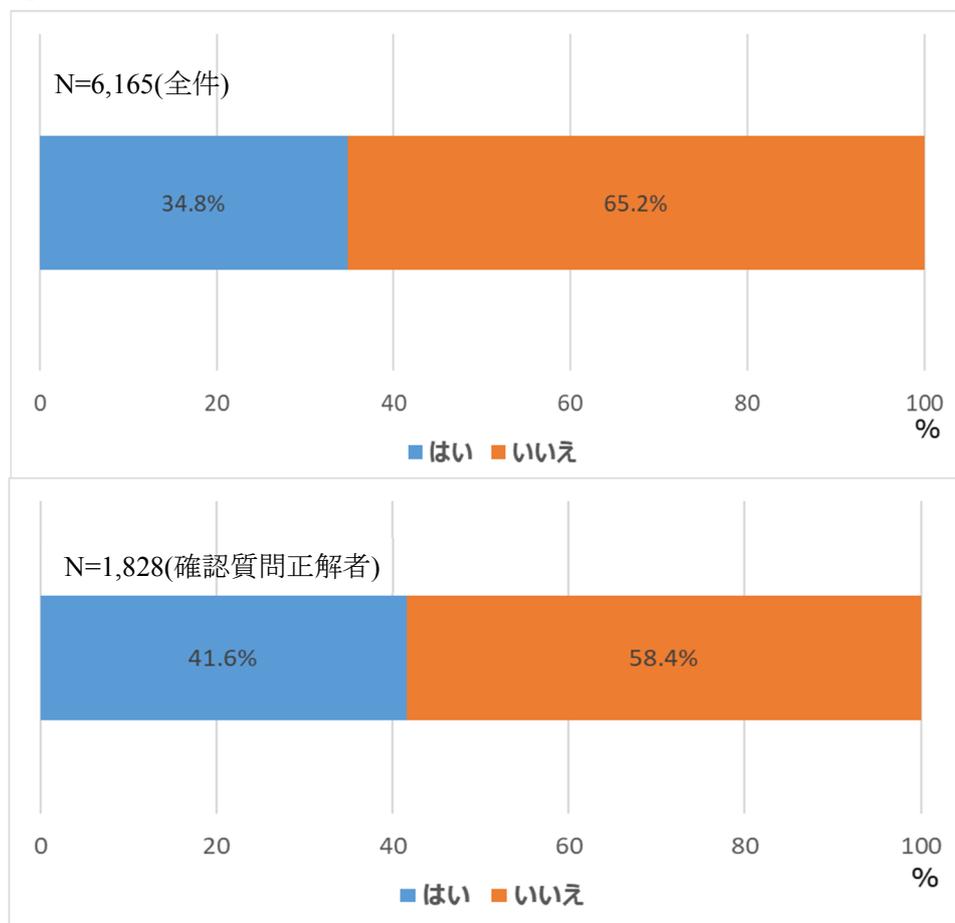


図 A. 2-71 実証実験等を取り扱った新聞や雑誌の記事を目にしたことの有無

18. 【Q19】「自動運転」という言葉やイメージによく触れる機会

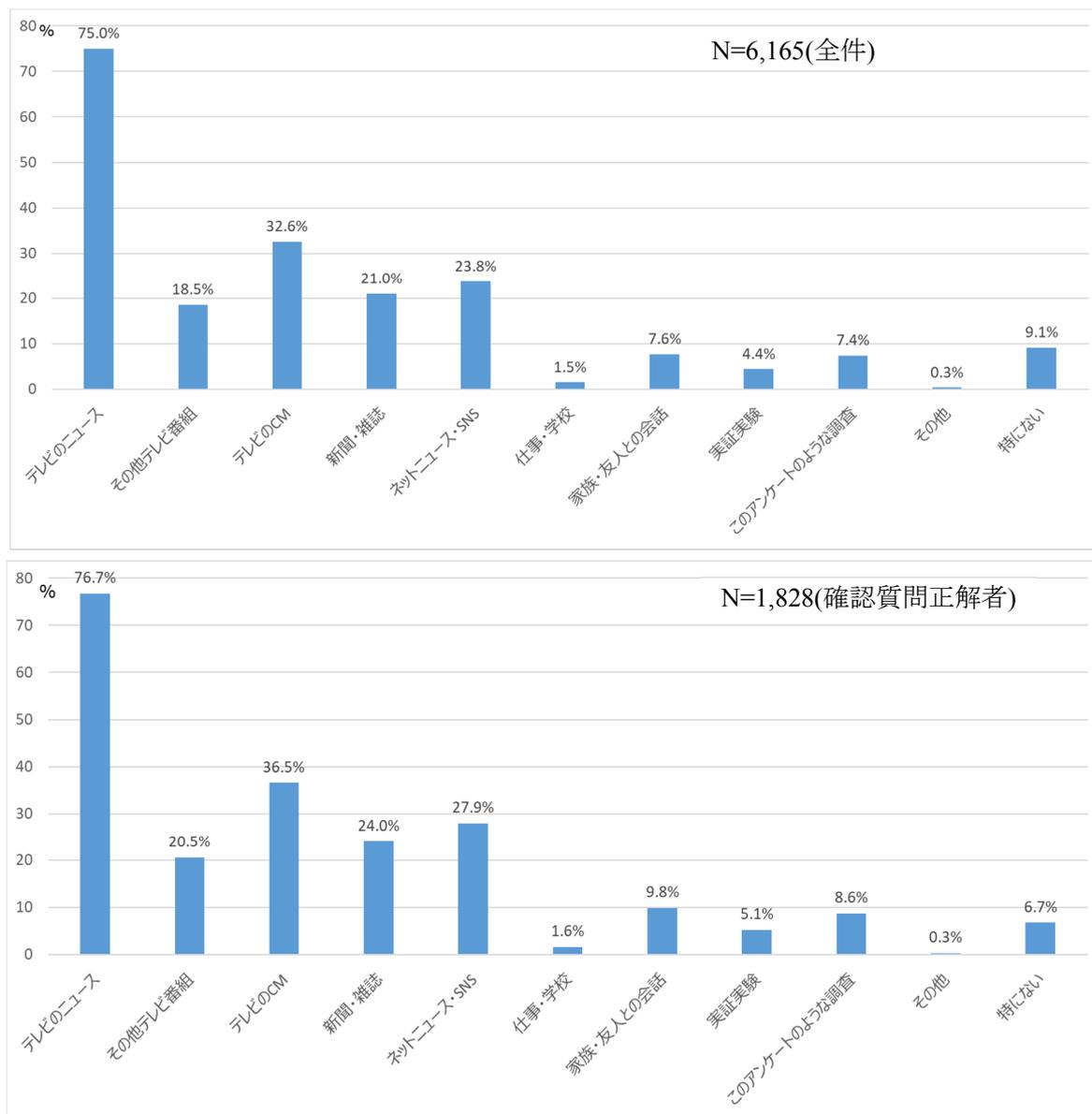


図 A. 2-72 「自動運転」という言葉やイメージによく触れる機会

A.2.4 カテゴリ化された自動運転車へのWTPに関する質問

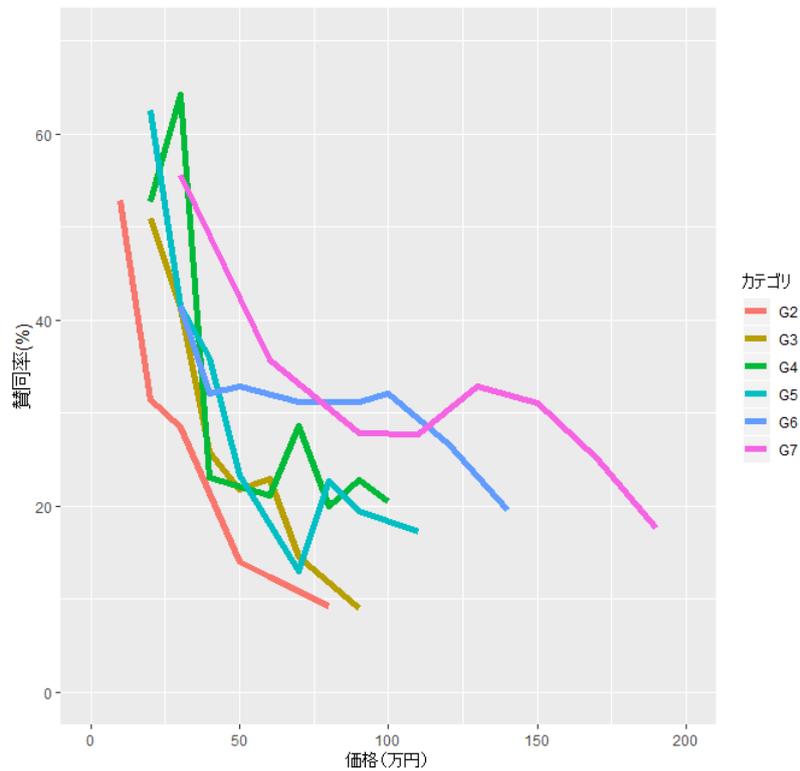


図 A.2-73 自動運転カテゴリ毎の価格に対する賛同率

A.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

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”

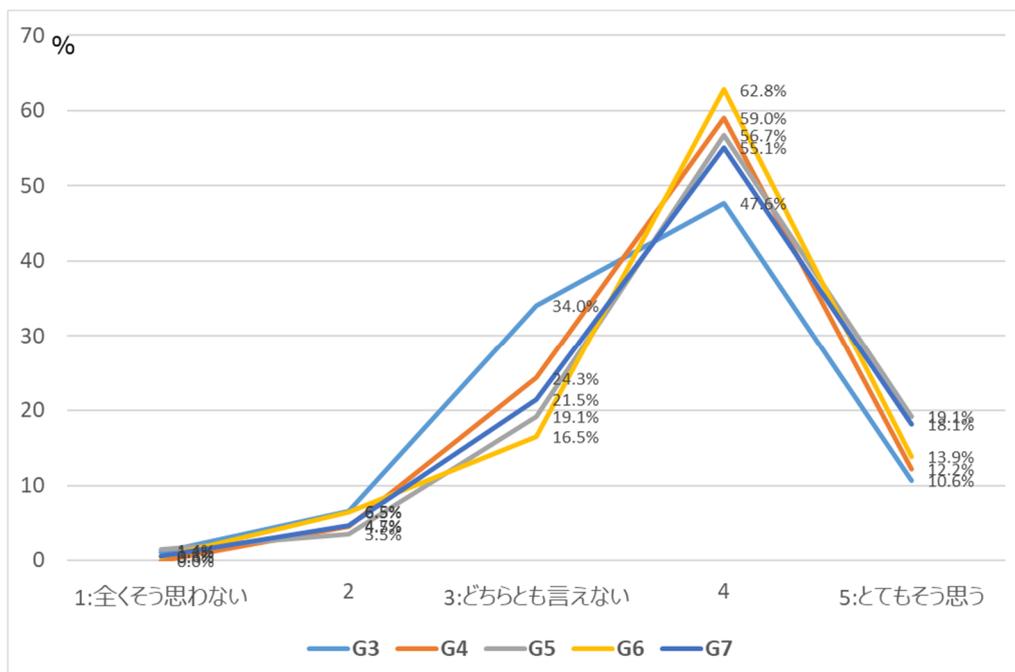


図 A.2-74 質問対象となった自動運転の機能への認識：“利用方法が理解できた”

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”

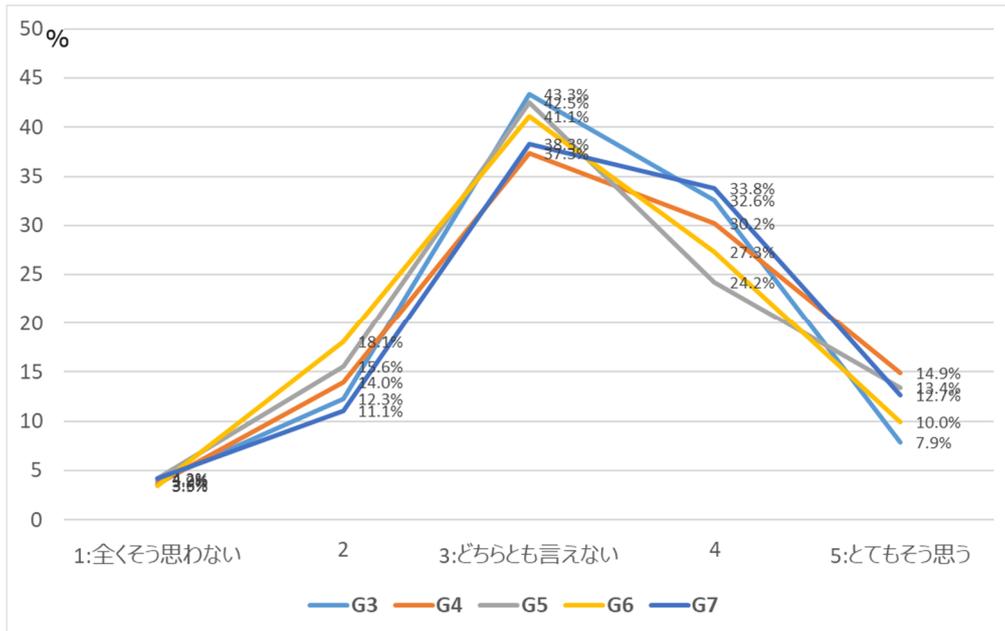


図 A. 2-75 質問対象となった自動運転の機能への認識：“自動運転を恐ろしいと思った”

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”

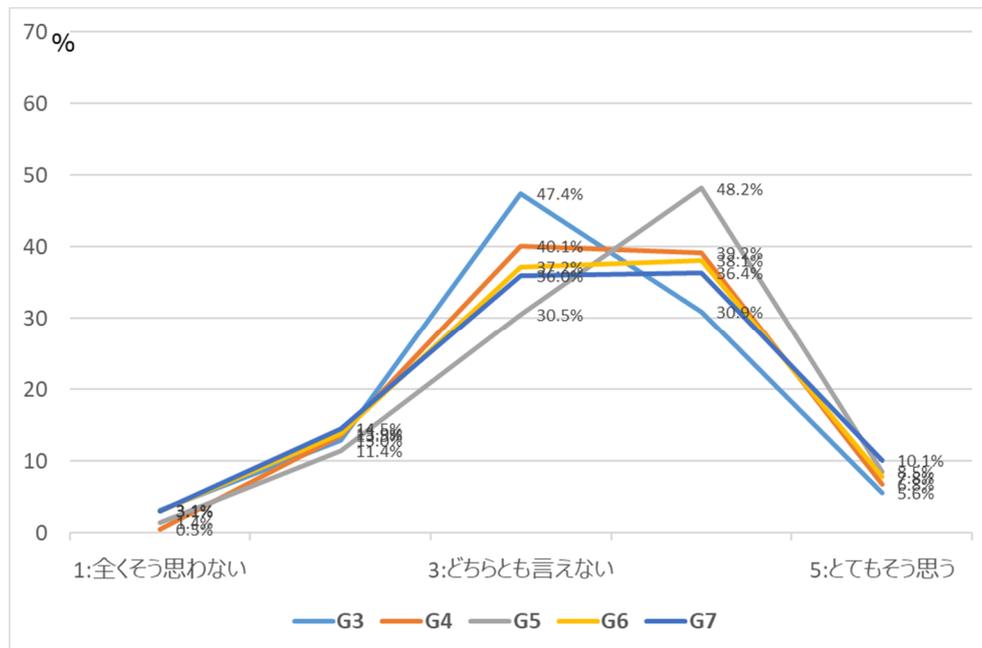


図 A. 2-76 質問対象となった自動運転の機能への認識：“仕組みについて理解していると思った”

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”

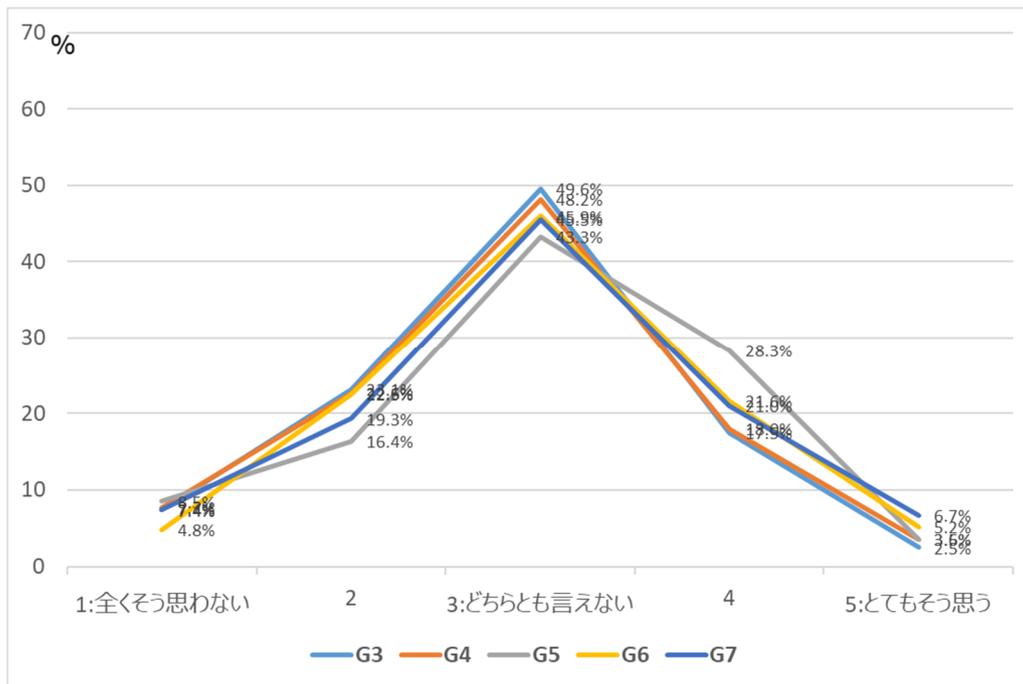


図 A. 2-77 質問対象となった自動運転の機能への認識：“使いこなせると思った”

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”

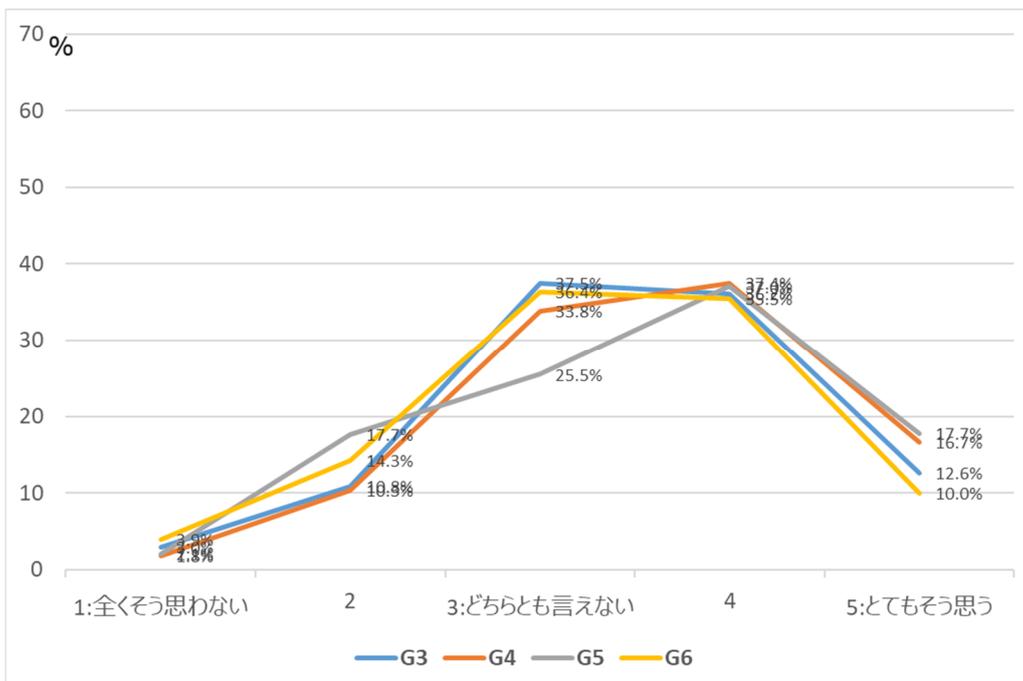


図 A. 2-78 質問対象となった自動運転の機能への認識：“システムから運転を引き継ぐことに不安がある”

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”

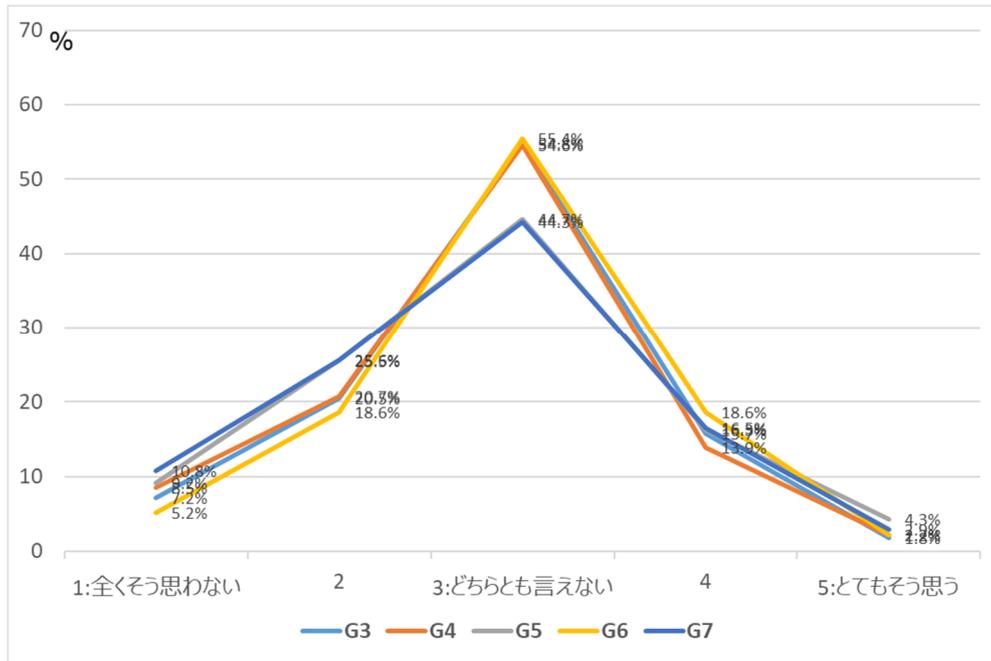


図 A. 2-79 質問対象となった自動運転の機能への認識：“技術は信頼できると思う”

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”

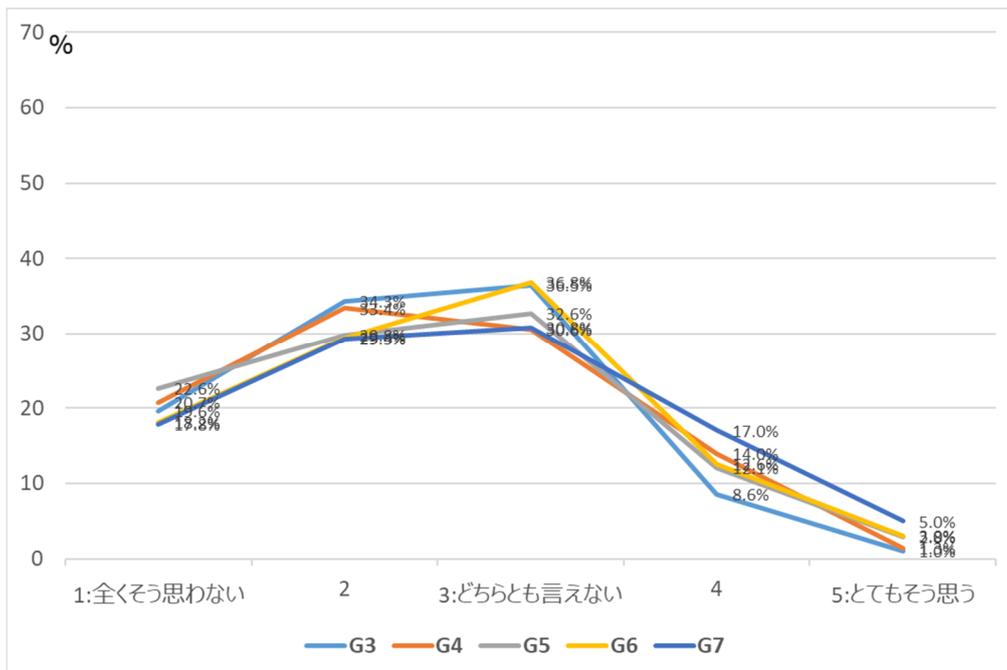


図 A. 2-80 質問対象となった自動運転の機能への認識：“自動運転中にくつろげる”

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”

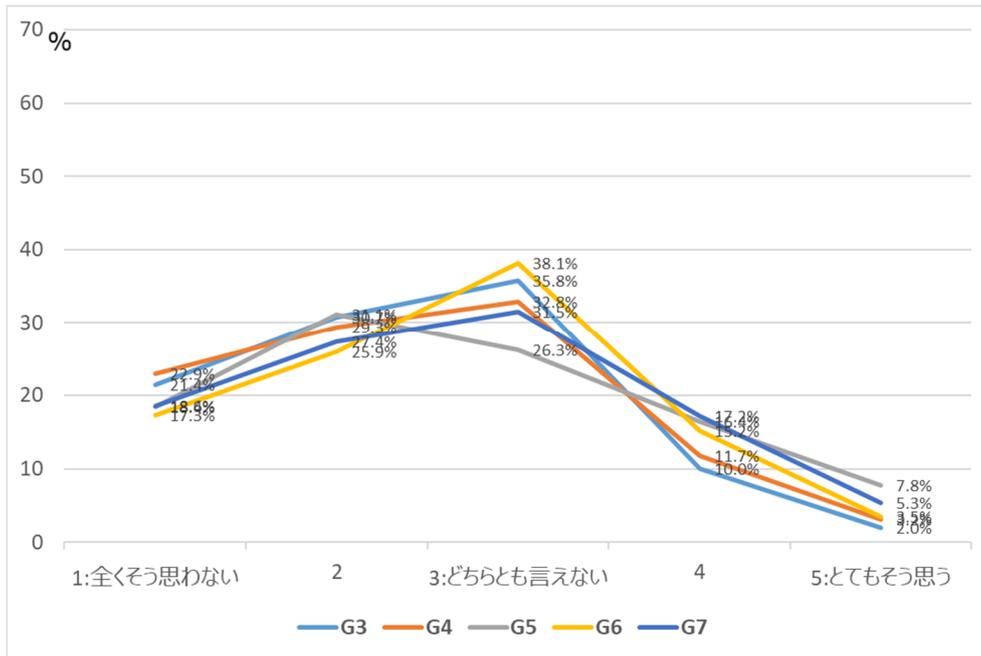


図 A. 2-81 質問対象となった自動運転の機能への認識：“自動運転中にワクワクする”

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”

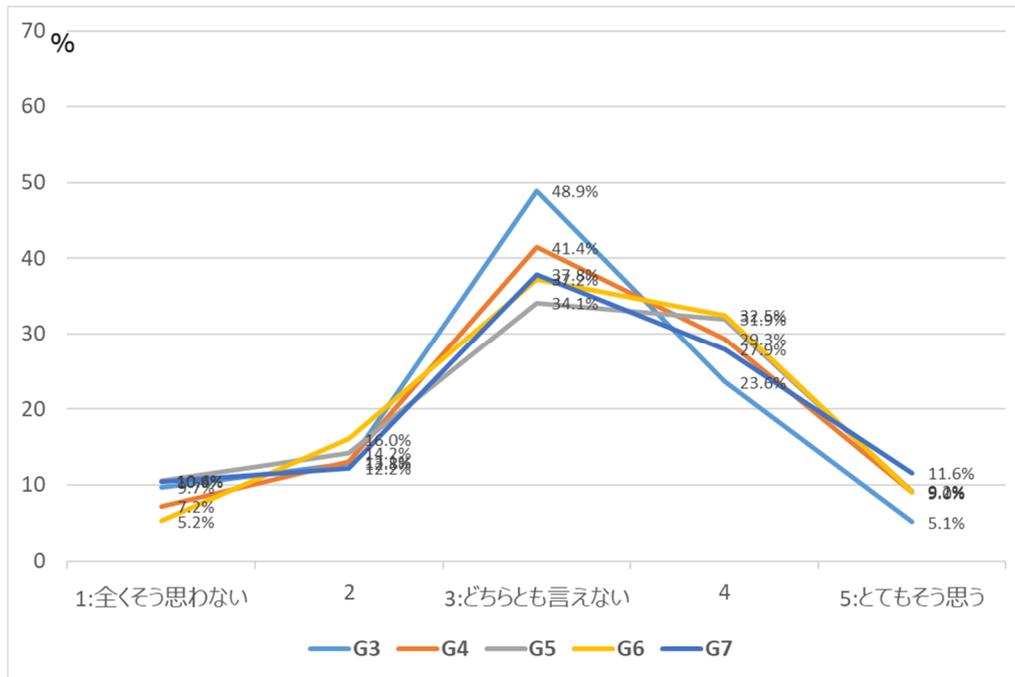


図 A. 2-82 質問対象となった自動運転の機能への認識：“有益である”

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”

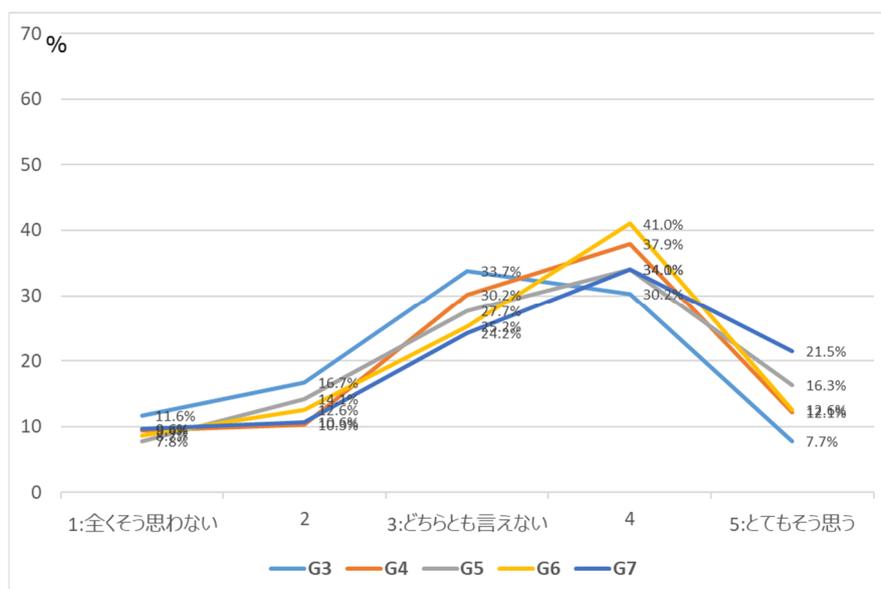


図 A. 2-83 質問対象となった自動運転の機能への認識：“この機能の自動運転の車両を一度は使ってみたい”

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”

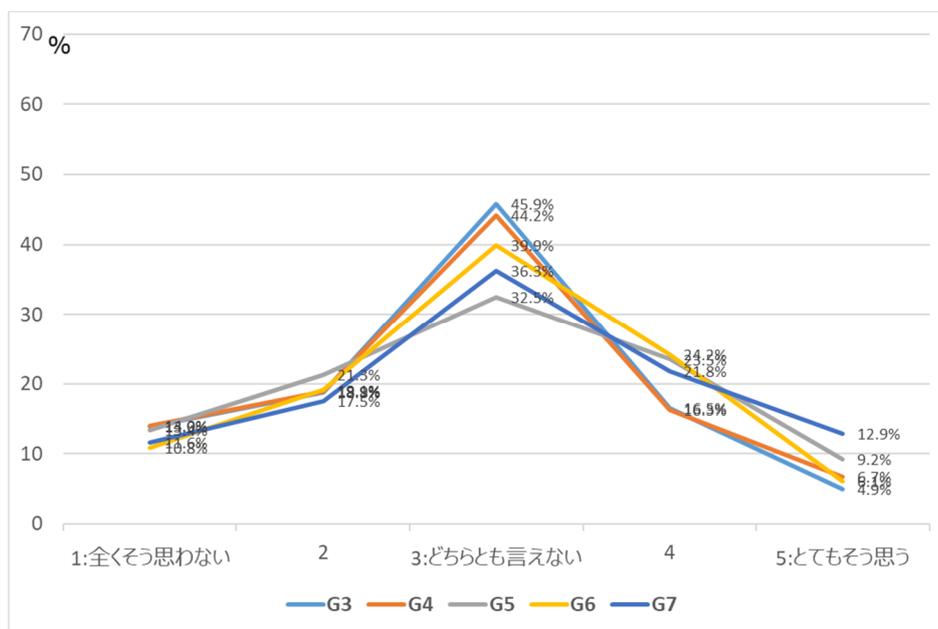


図 A. 2-84 質問対象となった自動運転の機能への認識：“この機能の自動運転の車両を日常的に使ってみたい”

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”

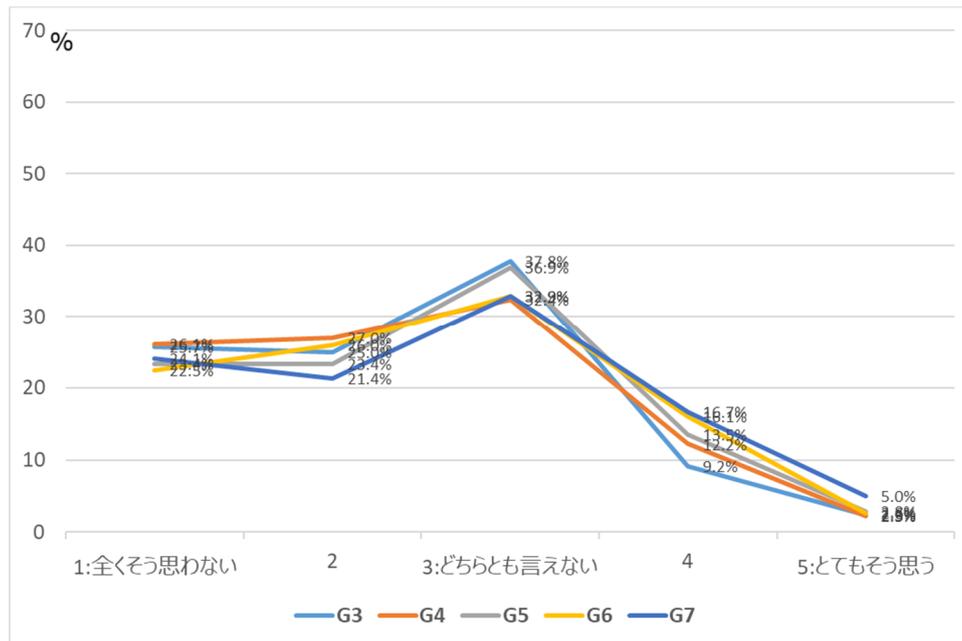


図 A. 2-85 質問対象となった自動運転の機能への認識：“この機能の自動運転のカーシェアリングを使用したい”

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”

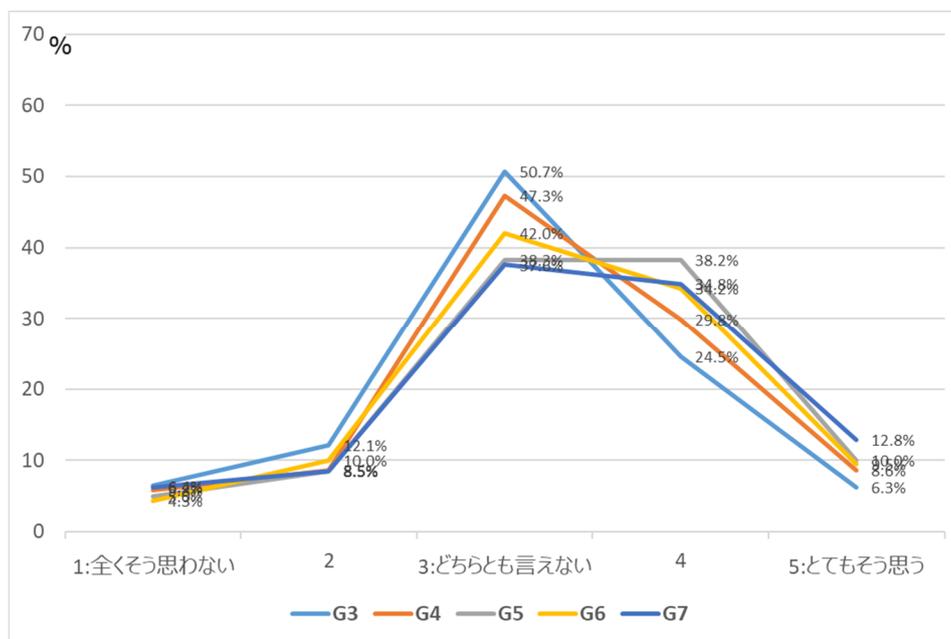


図 A. 2-86 質問対象となった自動運転の機能への認識：“社会がより便利になると思う”

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”

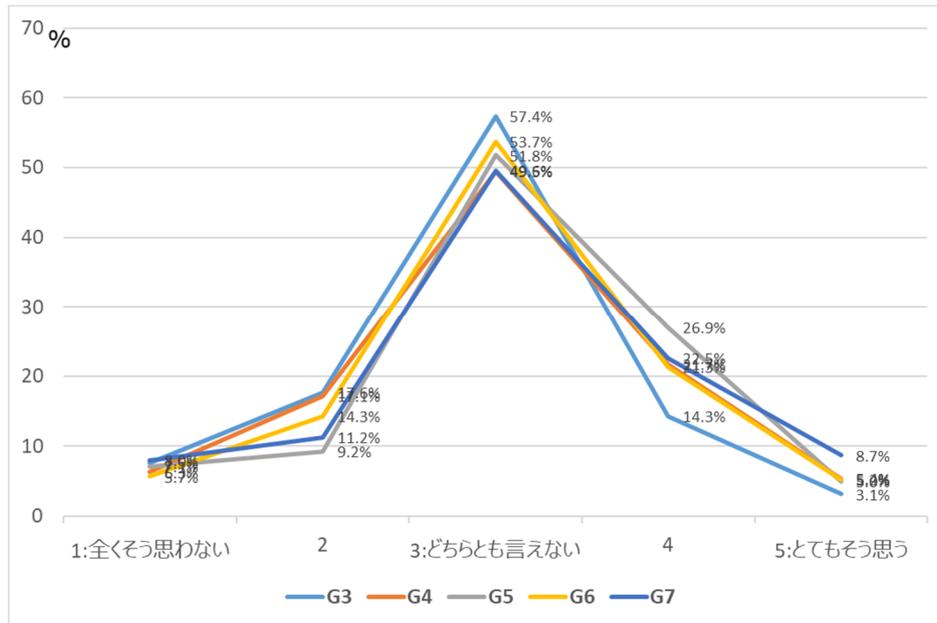


図 A. 2-87 質問対象となった自動運転の機能への認識：“社会がより楽しくなると思う”

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”

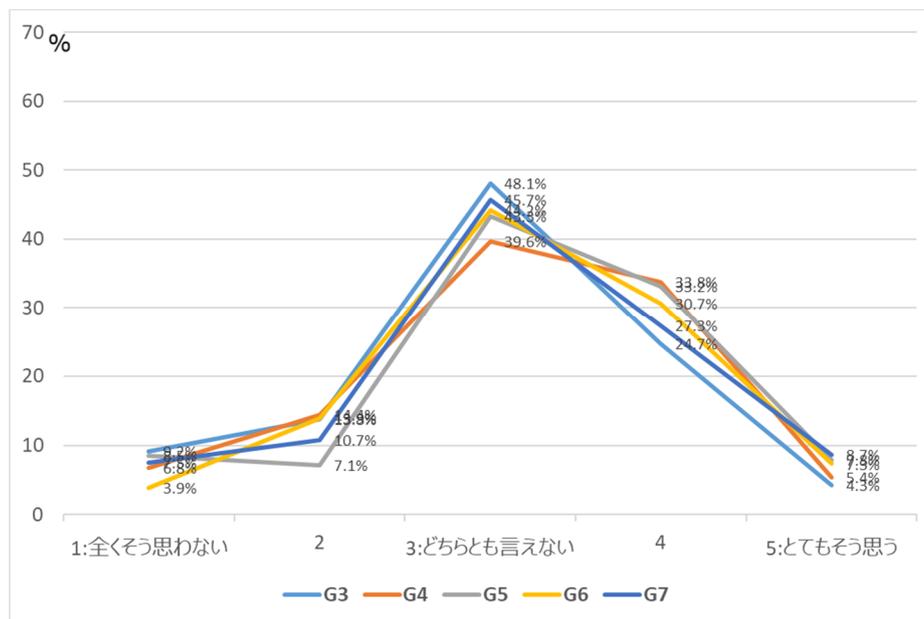


図 A. 2-88 質問対象となった自動運転の機能への認識：“社会の不安が少なくなると思う”

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”

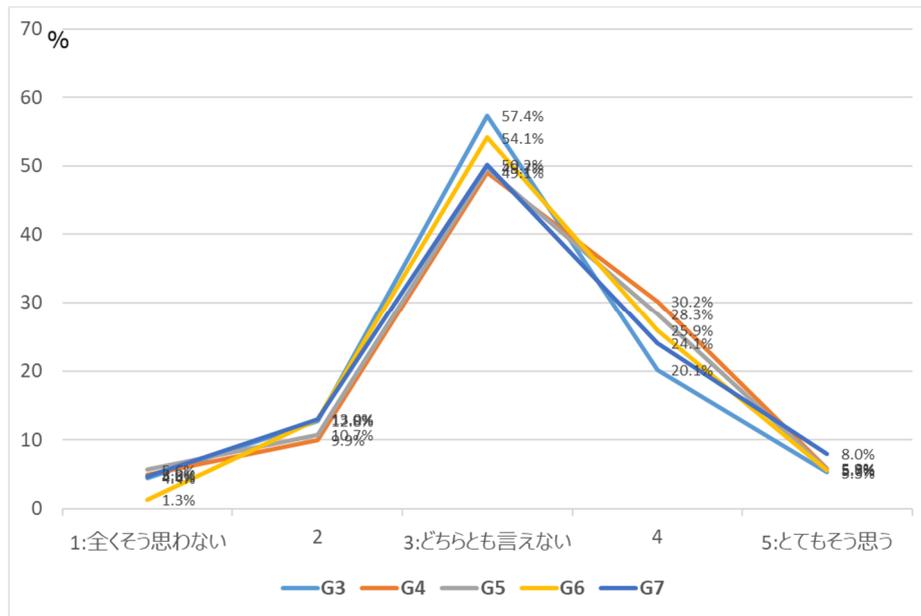


図 A. 2-89 質問対象となった自動運転の機能への認識：“社会の人々に受け入れられると思う”

A.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。

A.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 A. 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 A. 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 A. 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 A.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 A.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 A. 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 A. 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 A. 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 A. 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		

A.3.2 クロス集計

(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”

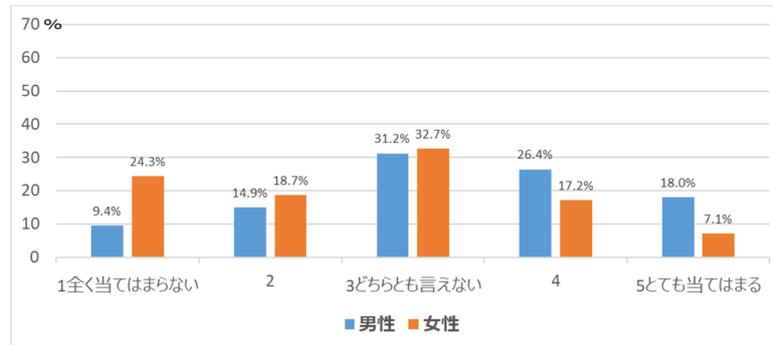


図 A.3-1 クルマを運転する理由：“運転が好きだから”

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”

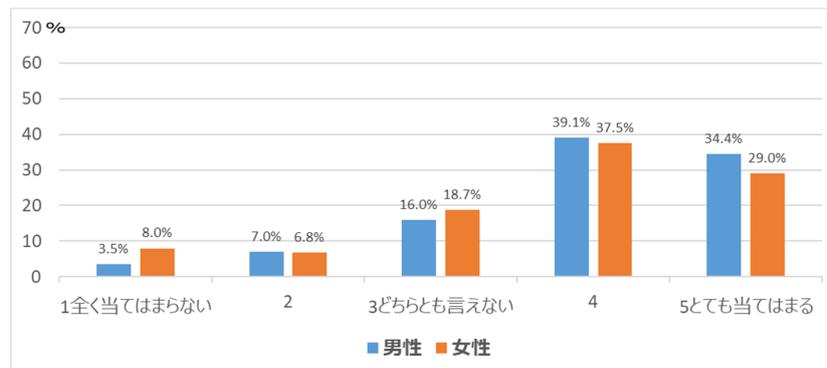


図 A.3-2 クルマを運転する理由：“好きなところへ行けるから”

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”

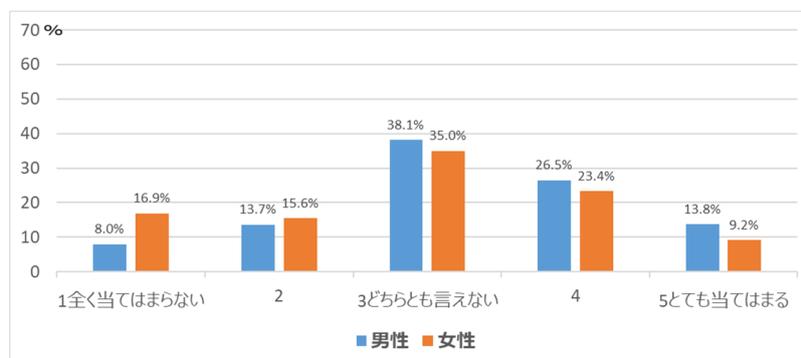


図 A.3-3 クルマを運転する理由：“気分転換を図ることができるから”

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”

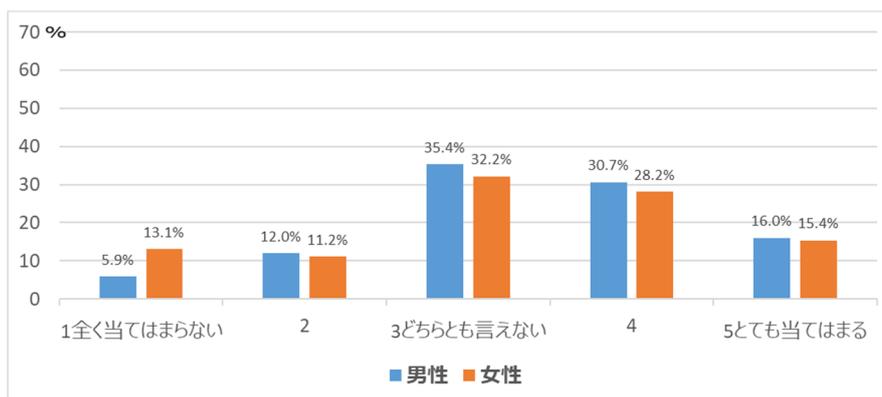


図 A. 3-4 クルマを運転する理由：“プライベートな空間を確保できるから”

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”

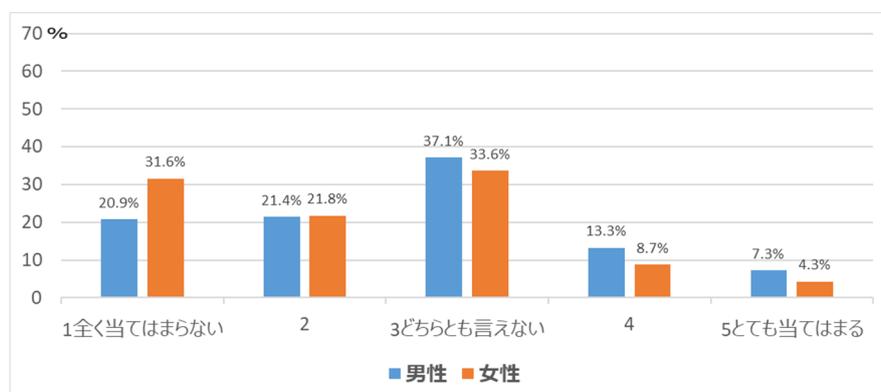


図 A. 3-5 クルマを運転する理由：“クルマに乗ることが自己表現の1つだから”

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”

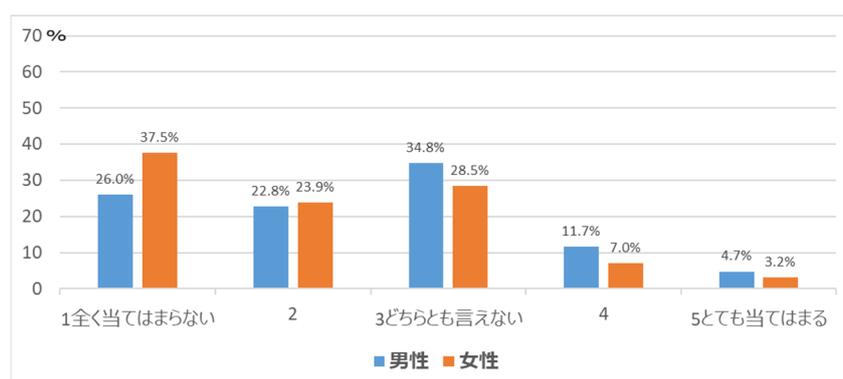


図 A. 3-6 クルマを運転する理由：“クルマにトレンドやファッション性を求めるから”

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”

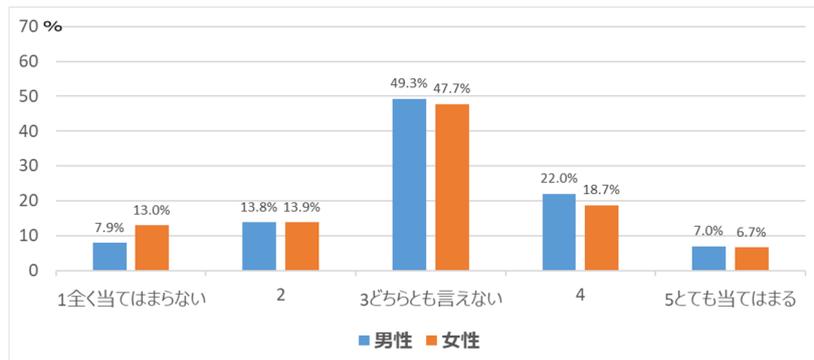


図 A. 3-7 クルマを運転する理由：“クルマでの移動が安心・安全だから”

8. 【Q5-15】クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

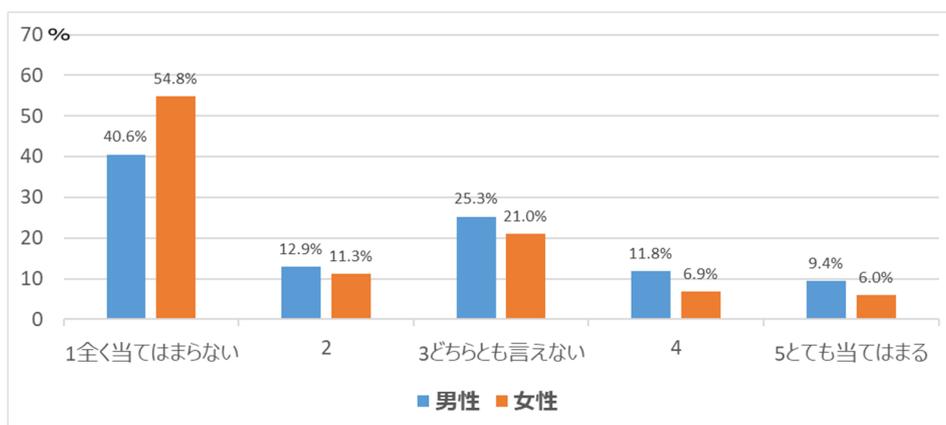


図 A. 3-8 クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

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”

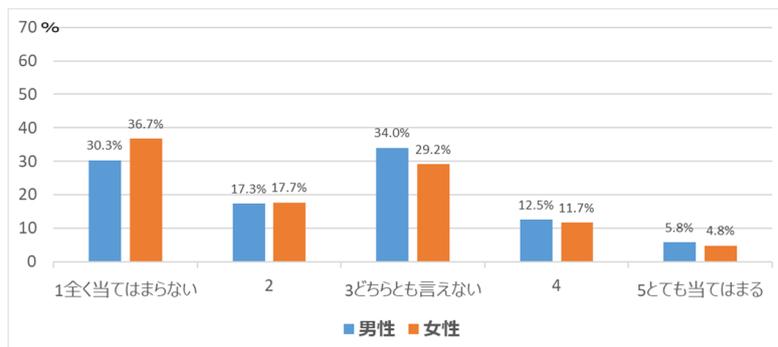


図 A. 3-9 クルマを運転する理由：“親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”

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”

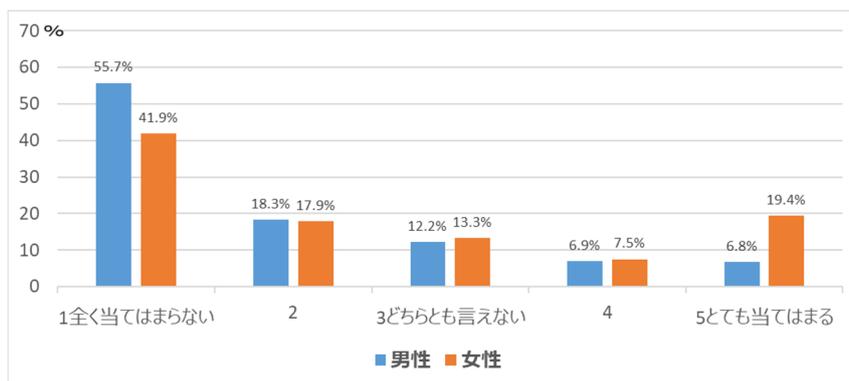


図 A. 3-10 運転に対する考え：“自分のことをペーパードライバーだと思う”

11. 【Q6-2】 運転に対する考え：“クルマの運転に自信がある”

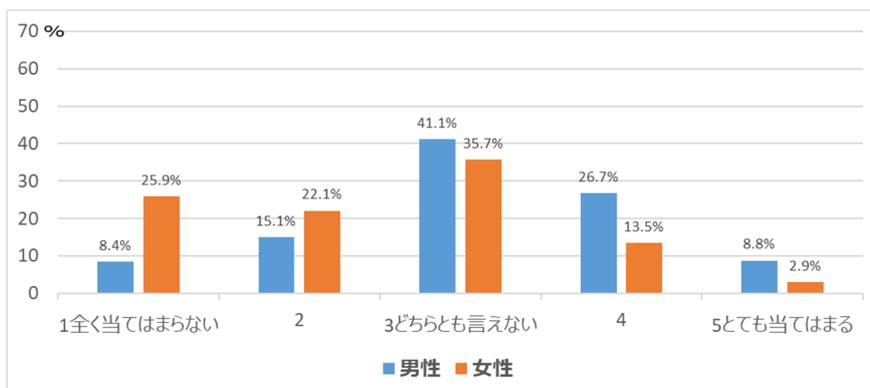


図 A. 3-11 運転に対する考え：“クルマの運転に自信がある”

12. 【Q6-3】 運転に対する考え：“クルマの運転は好きだ”

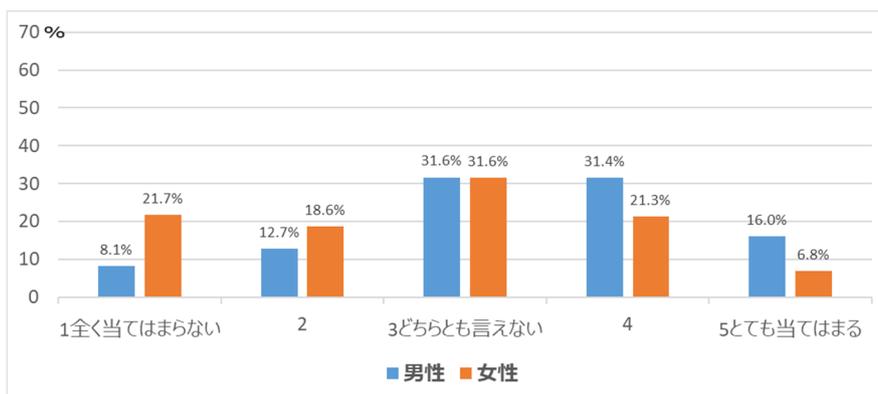


図 A. 3-12 運転に対する考え：“クルマの運転は好きだ”

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”

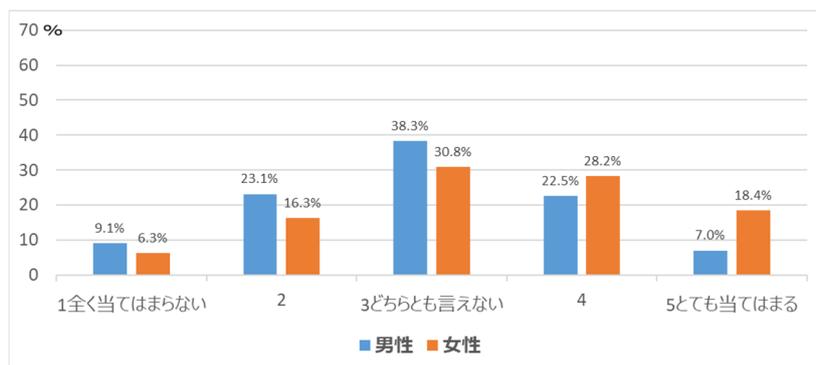


図 A. 3-13 運転に対する考え：“クルマの運転は緊張して疲れる”

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”

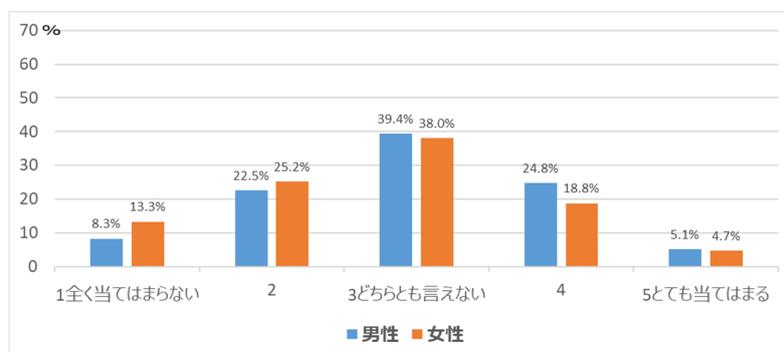


図 A. 3-14 運転に対する考え：“クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”

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”

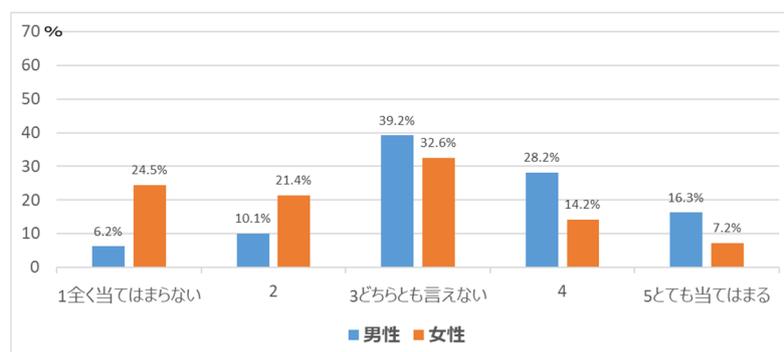


図 A. 3-15 運転に対する考え：“家族や友人と同乗するとき、他人が運転するより自分で運転する方が良い”

16. 【Q6-8】 運転に対する考え：“ 車庫入れや駐車は苦手だ”

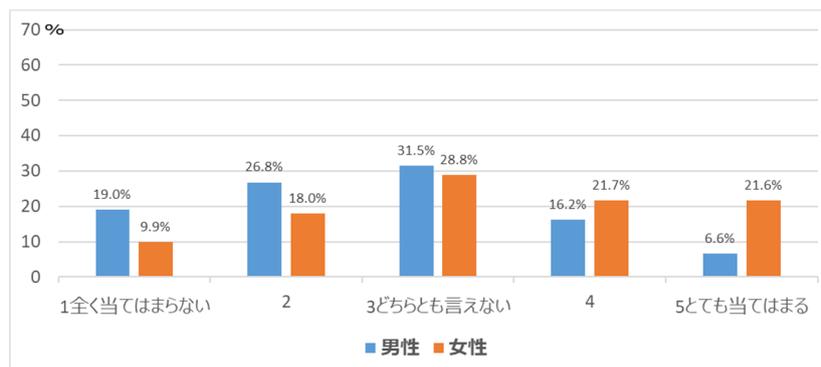


図 A.3-16 運転に対する考え：“ 車庫入れや駐車は苦手だ”

17. 【Q6-9】 運転に対する考え：“ 「クルマ」は恐ろしいと思う”

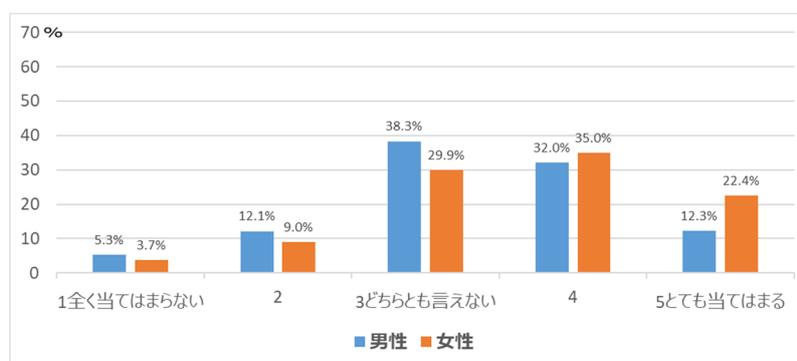


図 A.3-17 運転に対する考え：“ 「クルマ」は恐ろしいと思う”

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”

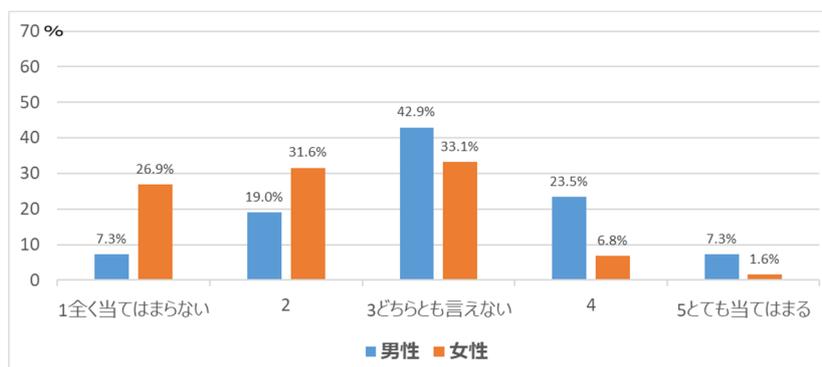


図 A.3-18 運転に対する考え：“ 「クルマ」についてよく知っていると思う”

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”

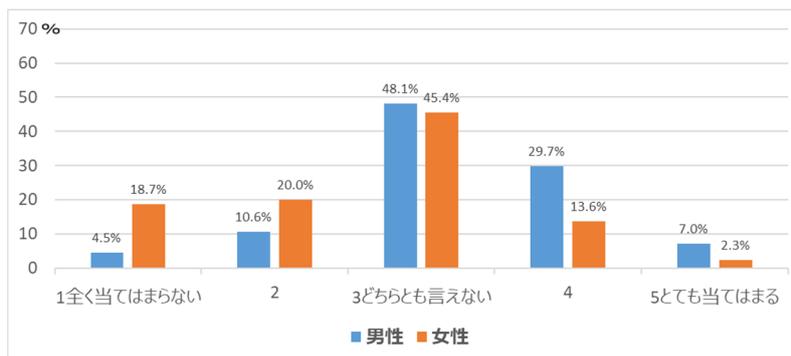


図 A. 3-19 運転に対する考え：” 「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”

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”

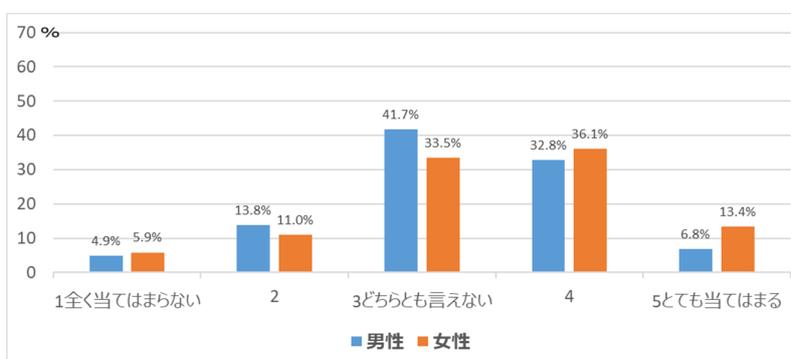


図 A. 3-20 クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗中にくつろげますか”

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”

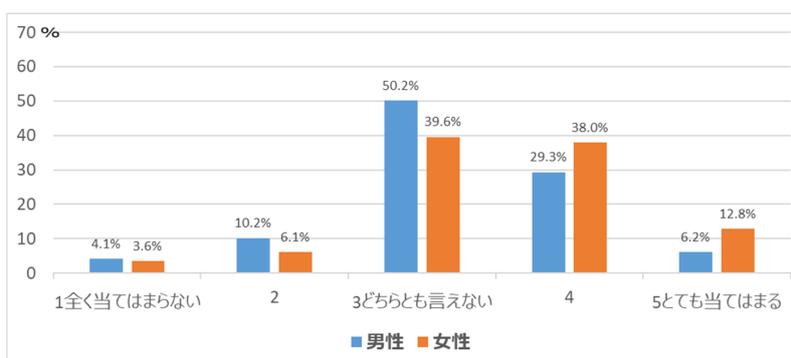


図 A. 3-21 クルマに同乗することへのイメージ：”クルマに同乗させてもらうことは有益ですか”

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”

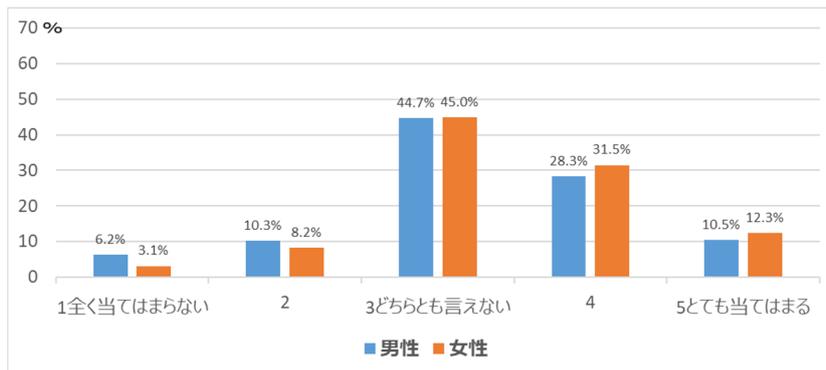


図 A. 3-22 自動運転への期待：“自動運転への期待：環境負荷の低減”

(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”

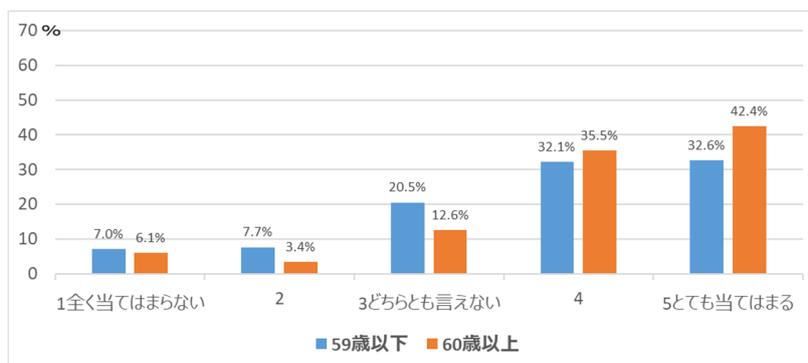


図 A. 3-22 クルマを運転する理由：“好きな時に使えるから”

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”

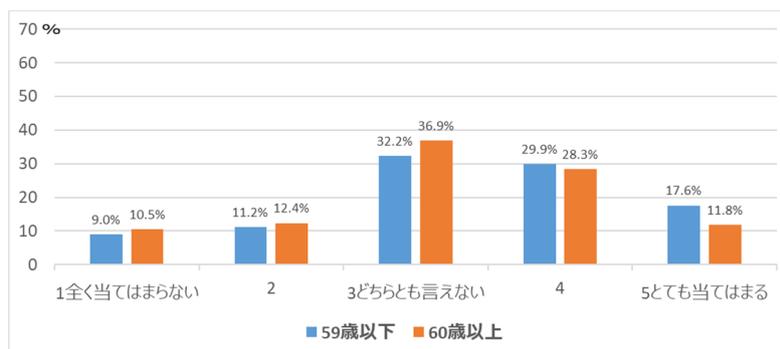


図 A. 3-23 クルマを運転する理由：“プライベートな空間を確保できるから”

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”

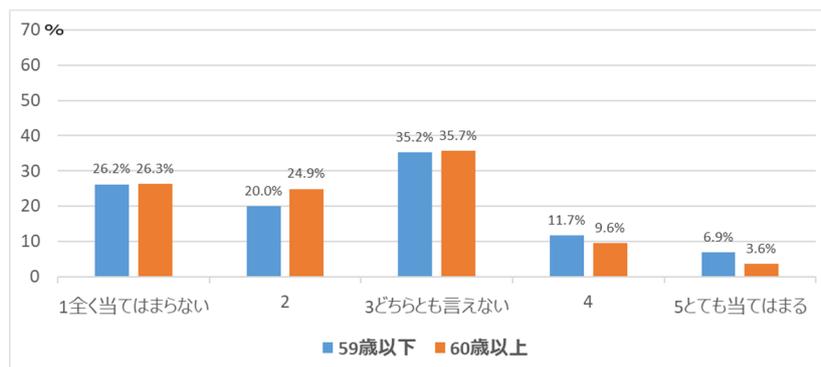


図 A. 3-24 クルマを運転する理由：“クルマに乗ることが自己表現の1つだから”

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”

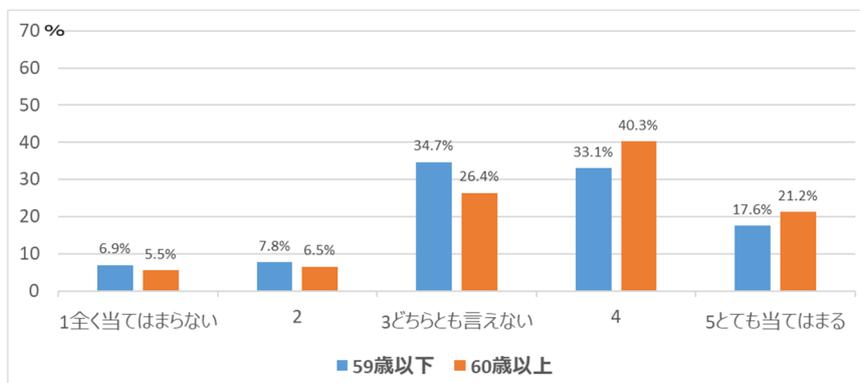


図 A. 3-25 クルマを運転する理由：“クルマなら所要時間が短いから”

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”

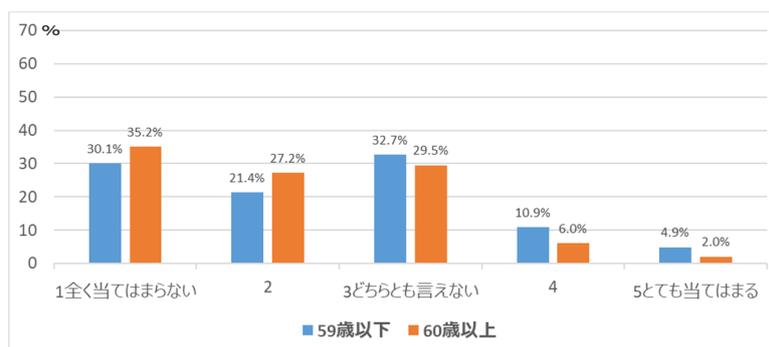


図 A. 3-26 クルマを運転する理由：“クルマにトレンドやファッション性を求めるから”

6. 【Q5-15】クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

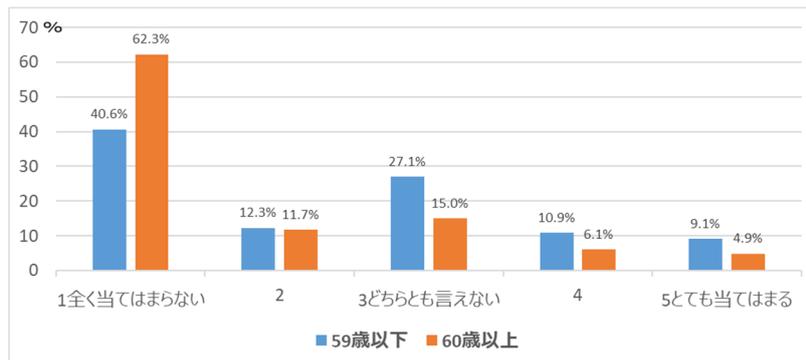


図 A. 3-27 クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

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”

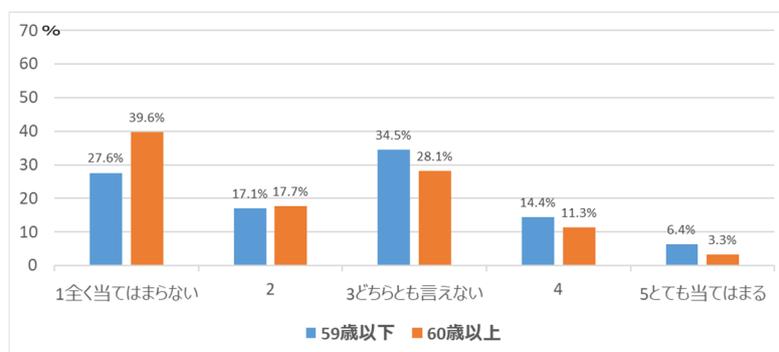


図 A. 3-28 クルマを運転する理由：“送迎などの事情で仕方なく使っている”

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”

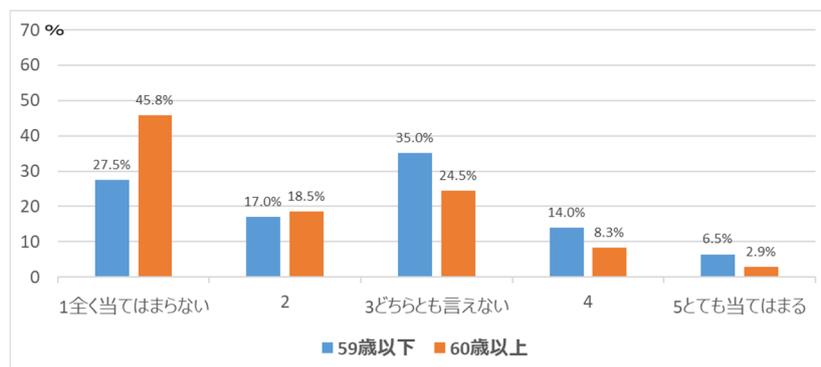


図 A. 3-29 クルマを運転する理由：“親がクルマ好きで子供のころからよく乗っていた”

9. 【Q5-18】クルマを運転する理由：“他に交通手段がないから”

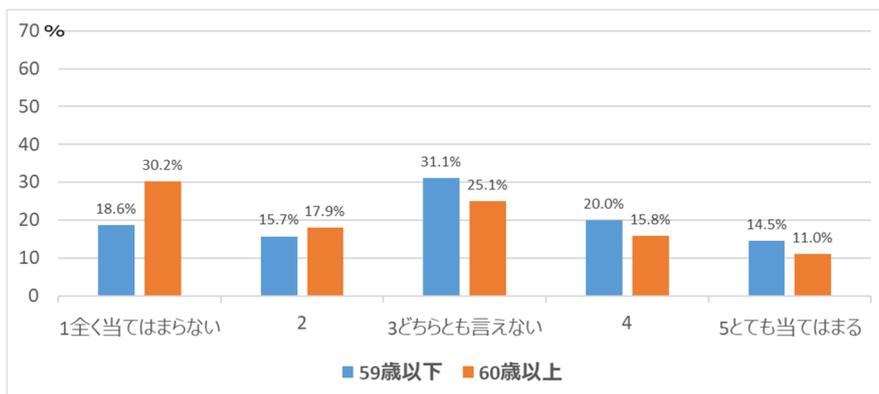


図 A. 3-30 クルマを運転する理由：“ ”他に交通手段がないから

10. 【Q5-19】クルマを運転する理由：“無意識に利用している”

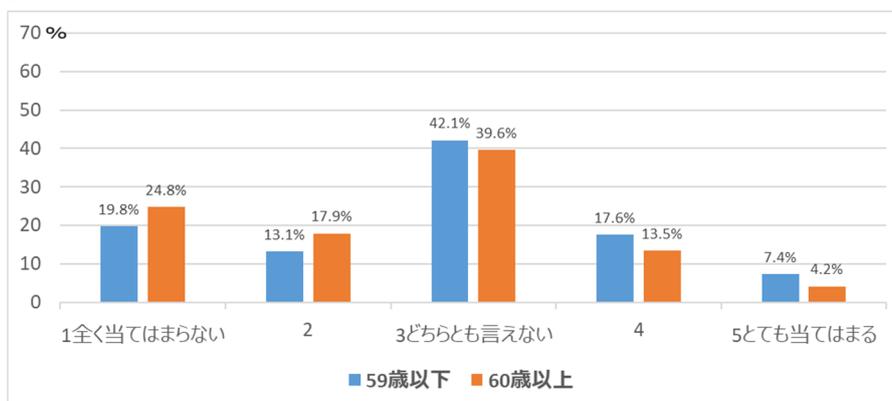


図 A. 3-31 クルマを運転する理由：“ ”無意識に利用している”

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”

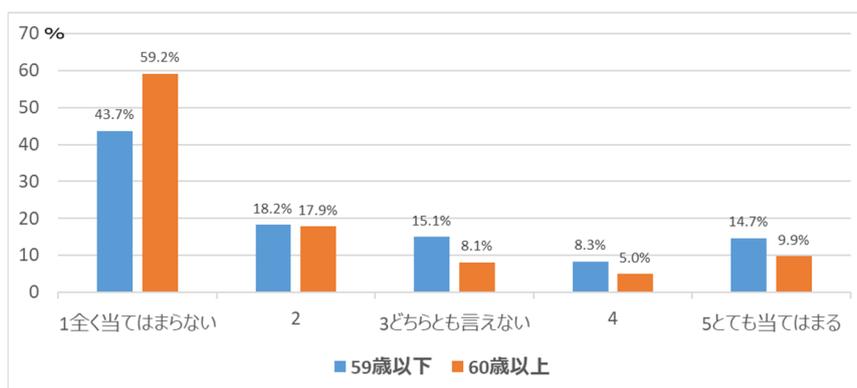


図 A. 3-32 運転に対する考え：“ ”自分のことをペーパードライバーだと思う”

12. 【Q6-2】 運転に対する考え：“クルマの運転に自信がある”

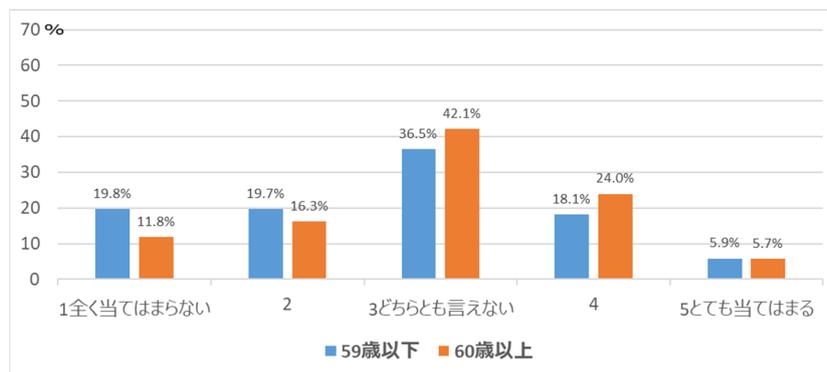


図 A. 3-33 運転に対する考え：“クルマの運転に自信がある”

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”

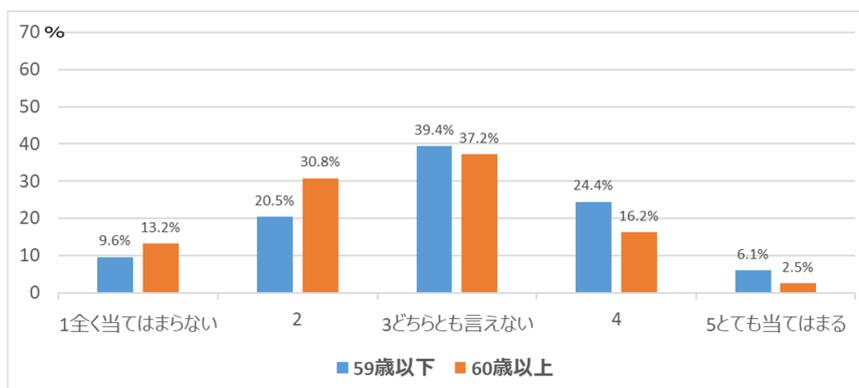


図 A. 3-34 運転に対する考え：“クルマの運転中、周囲にイライラすることがある”

14. 【Q6-8】 運転に対する考え：“車庫入れや駐車は苦手だ”

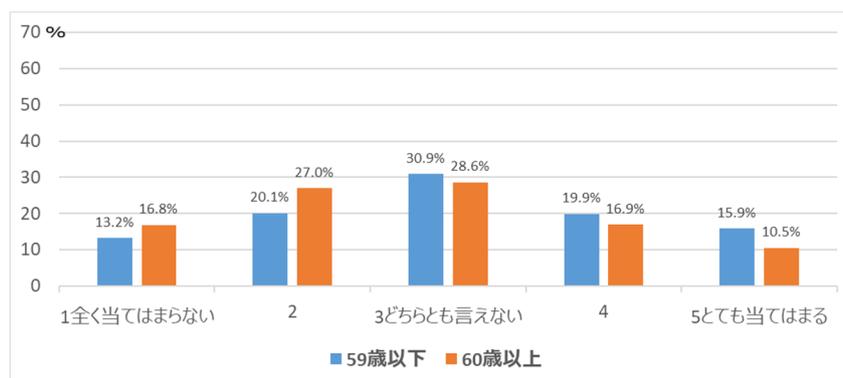


図 A. 3-35 運転に対する考え：“車庫入れや駐車は苦手だ”

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”

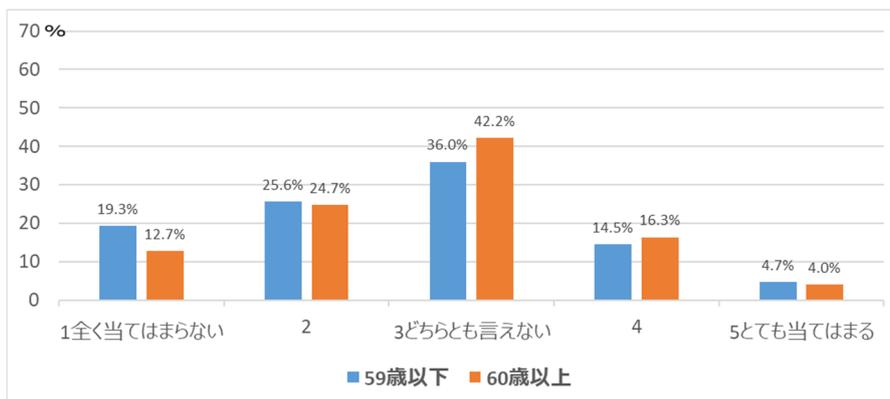


図 A. 3-36 運転に対する考え：“「クルマ」についてよく知っていると思う”

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”

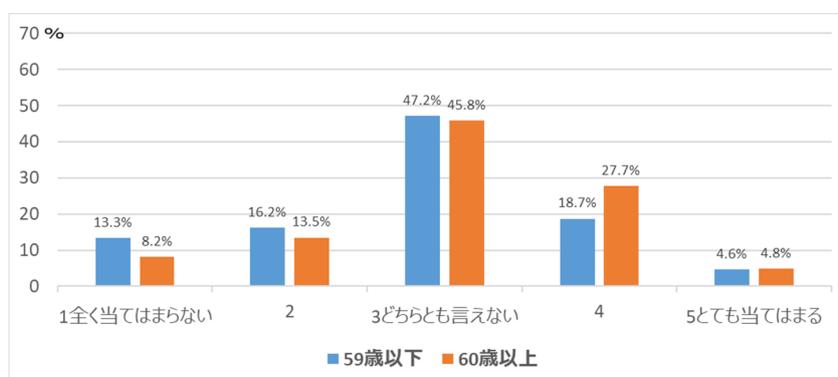


図 A. 3-37 運転に対する考え：“「クルマ」はあなた自身が使いこなせると思う”

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”

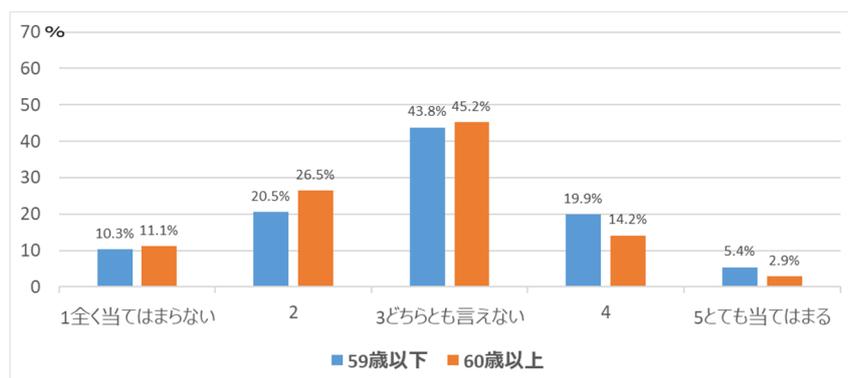


図 A. 3-38 クルマに同乗することへのイメージ：“クルマに同乗中にワクワクしますか”

18. 【Q16-1】自動運転への期待：“渋滞の解消・緩和”

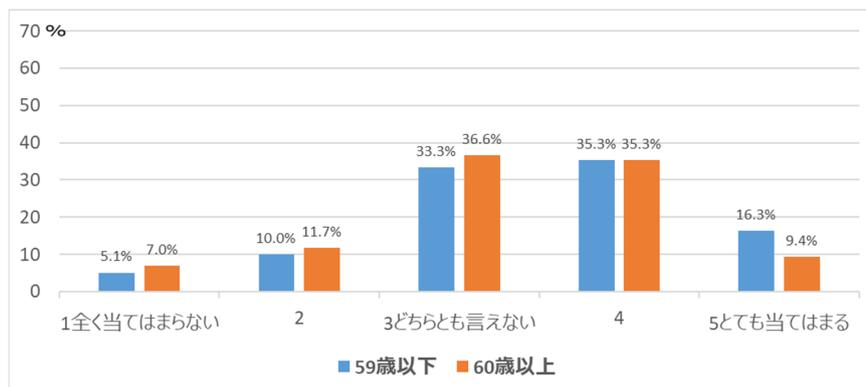


図 A. 3-39 自動運転への期待：“渋滞の解消・緩和”

19. 【Q16-9】自動運転への期待：“移動時間の有効活用”

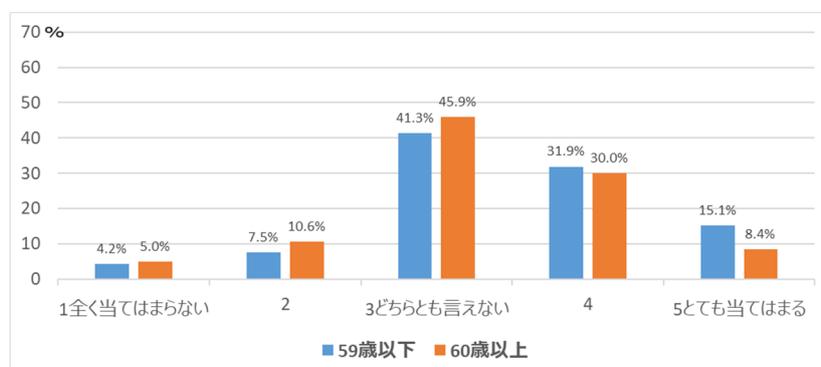


図 A. 3-40 自動運転への期待：“移動時間の有効活用”

(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”

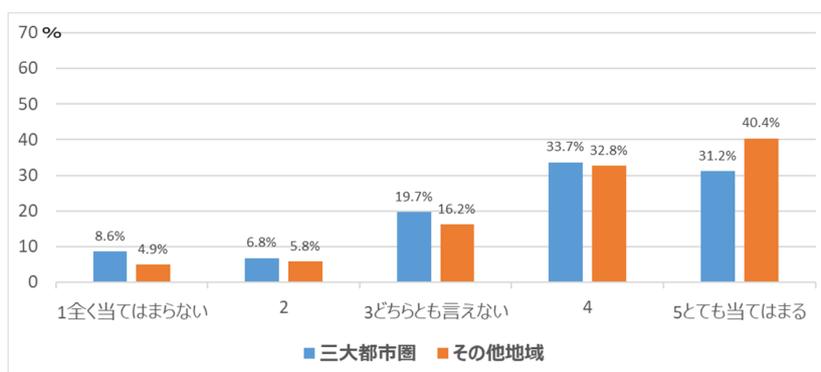


図 A. 3-41 クルマを運転する理由：“好きな時に使えるから”

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”

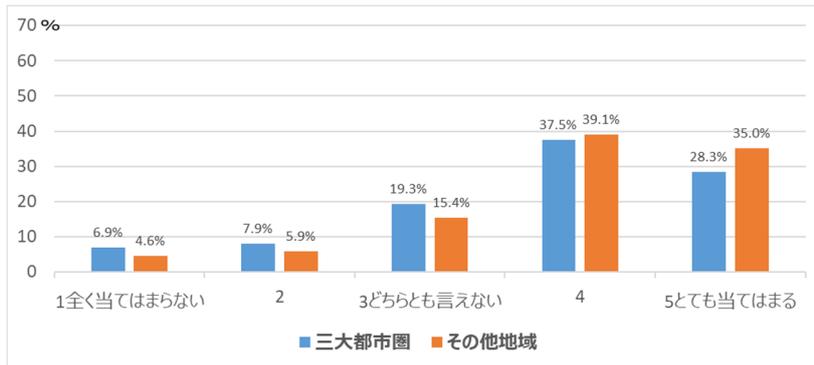


図 A. 3-42 クルマを運転する理由：“好きなところへ行けるから”

3. 【Q5-5】クルマを運転する理由：“複数の用件を1度に済ませることができるから”

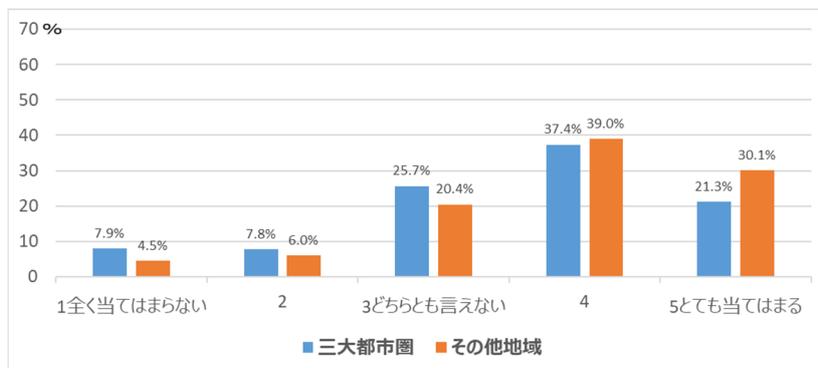


図 A. 3-43 クルマを運転する理由：“複数の用件を1度に済ませることができるから”

4. 【Q5-8】クルマを運転する理由：“電車・バスに乗るのが面倒”

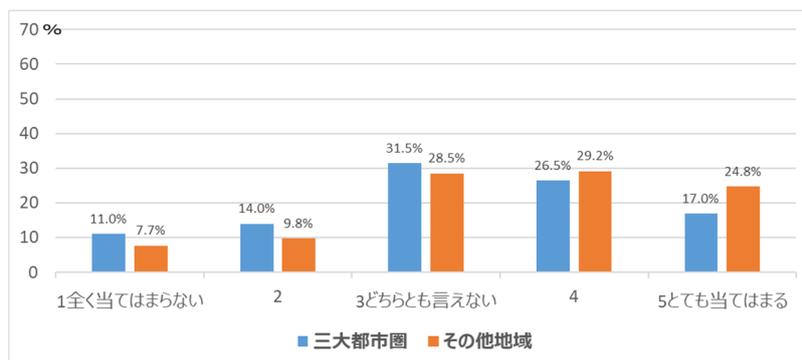


図 A. 3-44 クルマを運転する理由：“電車・バスに乗るのが面倒”

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”

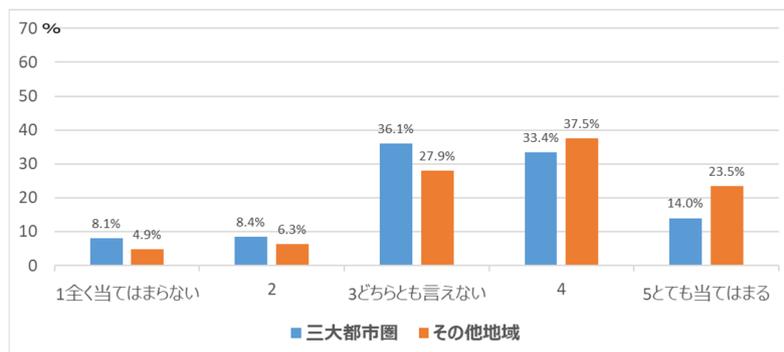


図 A. 3-45 クルマを運転する理由：“クルマなら所要時間が短いから”

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”

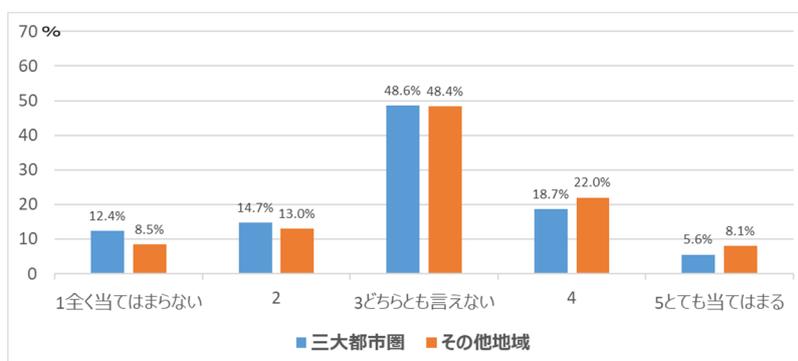


図 A. 3-46 クルマを運転する理由：“クルマでの移動が安心・安全だから”

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”

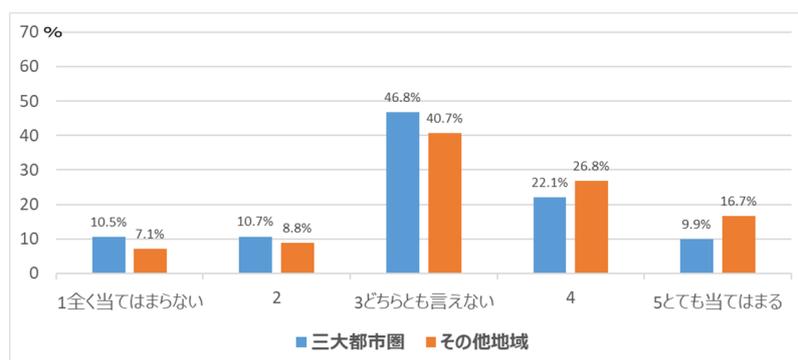


図 A. 3-47 クルマを運転する理由：“公共交通よりむしろ安上がりだから”

8. 【Q5-15】クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

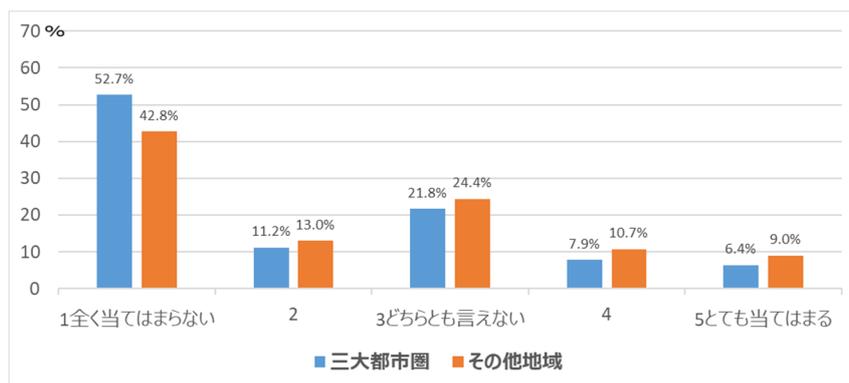


図 A. 3-48 クルマを運転する理由：“業務で使わざるを得ない”

9. 【Q5-18】クルマを運転する理由：“他に交通手段がないから”

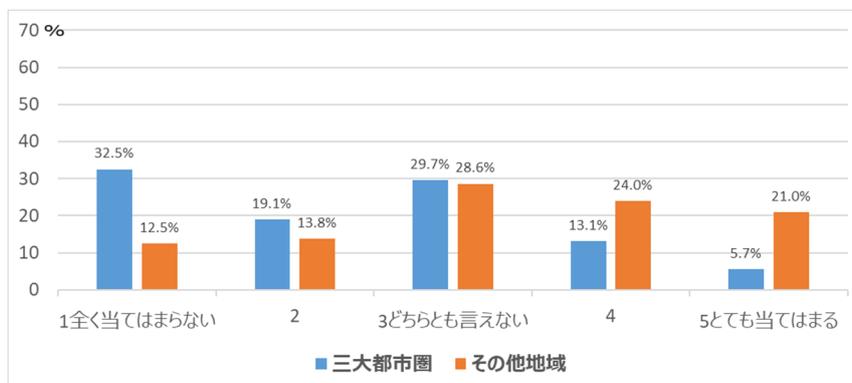


図 A. 3-49 クルマを運転する理由：“他に交通手段がないから”

10. 【Q5-19】クルマを運転する理由：“無意識に利用している”

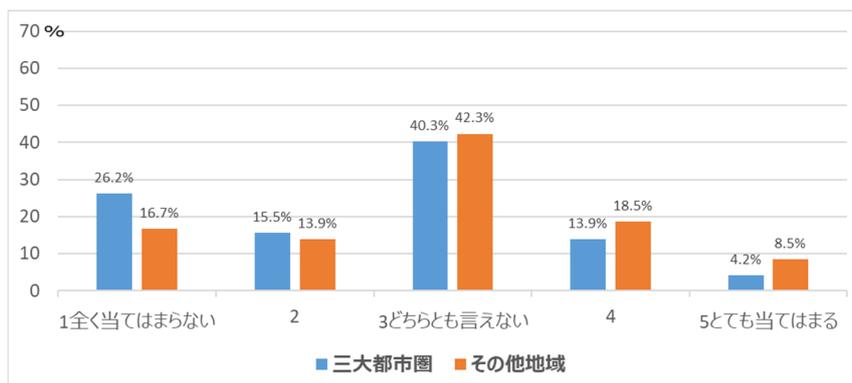


図 A. 3-50 クルマを運転する理由：“無意識に利用している”

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”

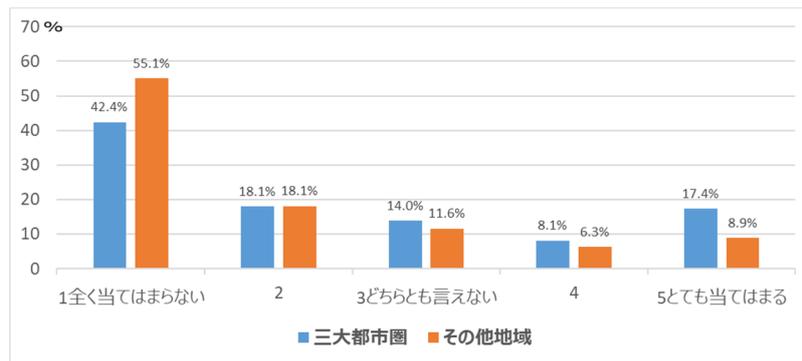


図 A.3-51 運転に対する考え：”自分のことをペーパードライバーだと思う”