

博士学位論文

低速モビリティ混在下の安全かつ快適な
道路空間整備に関する研究

Research on safe and comfortable road space development
under mixed slow mobility

2024年3月

伊藤 大貴

名古屋工業大学 大学院工学研究科 社会工学専攻

目 次

1. 序論	1
1.1. 研究背景.....	1
1.2. 既往研究のレビュー.....	8
1.2.1. 自転車通行空間のネットワーク整備に関する研究.....	8
1.2.2. 自転車交通事故リスクに関する研究.....	8
1.2.3. ラウンドアバウトにおける自転車利用特性に関する研究.....	9
1.2.4. 電動モビリティに関する研究.....	10
1.3. 本研究の位置づけと目的.....	11
1.3.1. 自転車通行空間の整備形態別自転車事故リスクに関する分析.....	11
1.3.2. 官庁街 RAB における自転車挙動と利用者意識の変化分析.....	11
1.3.3. 新たな低速モビリティに対する自治体評価と適用性に関する基礎分析.....	11
1.4. 論文構成.....	12
2. 自転車通行空間の整備形態別交通事故リスク評価	14
2.1. 概要.....	14
2.2. 名古屋市内の自転車関連事故発生傾向と事故リスク評価.....	14
2.2.1. 事故類型別自転車関連事故発生傾向.....	14
2.2.2. 自転車通行空間の整備状況と自転車事故リスクの現状把握.....	18
2.2.3. 名古屋市内自転車関連事故率の算定.....	19
2.2.4. 自転車通行空間整備形態別事故率比較.....	22
2.2.5. 自転車歩行者道の整備形態別事故率比較.....	26
2.3. 自転車歩行者道における自転車関連事故の影響要因分析.....	29
2.4. 本章のまとめ.....	35
3. 官庁街 RAB における自転車挙動と利用者意識の変化分析	36
3.1. 概要.....	36
3.2. 対象 RAB の概要.....	37
3.2.1. RAB の構造特性諸量の定義.....	37
3.2.2. 調査対象 RAB の構造特性諸量.....	38
3.3. 調査および対象交差点の交通特性の概要.....	41
3.3.1. 挙動分析概要.....	41
3.3.2. インタビュー調査概要.....	43
3.3.3. 対象交差点の交通量.....	48
3.4. 自転車の交錯に関わる分析.....	50
3.4.1. 自転車に対する自動車の譲り挙動分析.....	50
3.4.2. 自動車と自転車の交錯危険性分析.....	52
3.5. 矢羽根の設置が自転車走行位置に与える影響の経時比較.....	54
3.6. インタビュー調査結果を用いた RAB 試行運用による利用者意識の変化.....	56

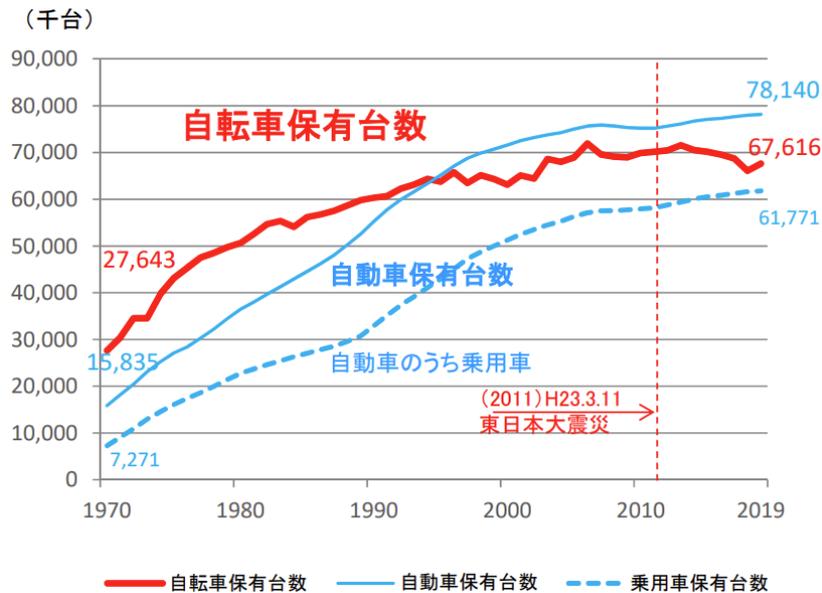
3.6.1. 回答者属性.....	56
3.6.2. RAB 運用による利用者意識変化の評価	57
3.6.3. RAB 試行運用による自転車利用者の交差点印象評価モデル.....	59
3.7. 本章のまとめ.....	61
4. 新たな低速モビリティに対する自治体評価と適用性に関する基礎分析	62
4.1. 概要	62
4.2. アンケート調査概要.....	63
4.2.1. 対象の電動モビリティ	63
4.2.2. 調査対象	63
4.2.3. 調査手法	64
4.3. アンケート調査結果の基礎集計と傾向把握	67
4.3.1. 電動モビリティサービスの導入検討状況	67
4.3.2. 地域課題の重要度評価	68
4.3.3. 地域課題に対する電動モビリティの貢献期待度評価.....	69
4.3.4. 電動モビリティサービスの導入の貢献期待度	70
4.3.5. 電動モビリティサービス導入時における関係者協議の必要性評価	71
4.3.6. 電動モビリティサービスの運営について想定される課題評価	75
4.3.7. 電動モビリティサービスと既存公共交通との差別化の必要性評価	76
4.4. 電動モビリティサービスの導入による課題への貢献期待度と地域特性の関連性分析	79
4.4.1. 地域特性指標の定義	79
4.4.2. 地域特性指標に基づくクラスター分析結果	81
4.4.3. クラスター別地域課題重要度評価	84
4.5. 電動モビリティ導入自治体と未導入自治体の類似性分析	86
4.5.1. 分析手法	86
4.5.2. 乖離度に基づく導入自治体の地域クラスター分類結果	88
4.5.3. 導入事例に基づく地域特性と電動モビリティ適用性の整理	93
4.6. 本章のまとめ.....	95
5. 結論	96
5.1. 本研究の成果.....	96
5.1.1. 自転車通行空間の整備形態別自転車事故リスクに関する分析	96
5.1.2. 官庁街 RAB における自転車挙動と利用者意識の変化分析.....	96
5.1.3. 新たな低速モビリティに対する自治体評価と適用性に関する基礎分析.....	97
5.2. 研究成果に基づく今後の自転車通行空間整備への提言	97
5.2.1. 利用者にとってわかりやすい自転車通行位置の明示に向けた短期的な対応	97
5.2.2. 新たなモビリティの導入に向けた道路空間整備	98
5.3. 今後の課題	99
5.3.1. 最新の道路交通環境に基づく自転車事故リスクの評価	99
5.3.2. 官庁街 RAB における段階整備の経時的評価	99
5.3.3. 電動モビリティ適用性分析に関する地域特性指標の追加可能性検討	100

参考文献.....	101
发表論文.....	104
謝辞.....	105

1. 序論

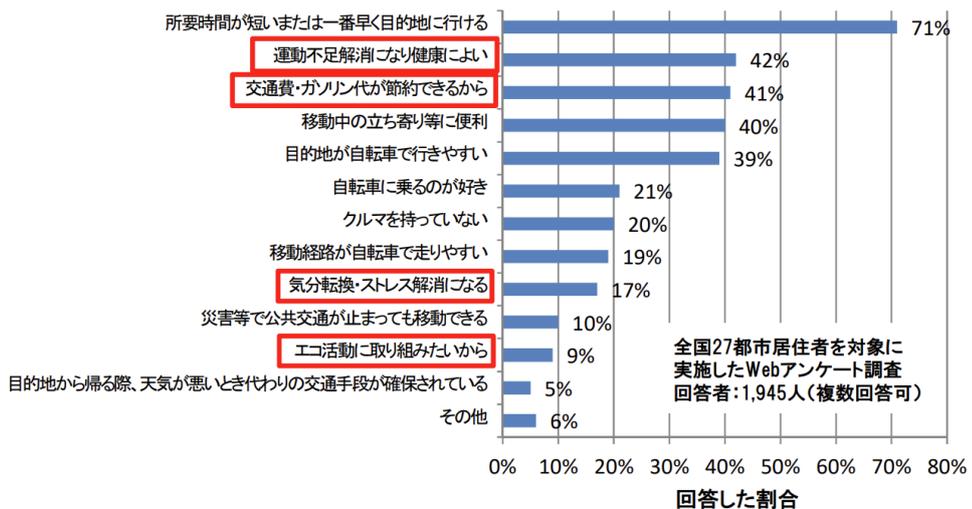
1.1. 研究背景

わが国の自転車の普及状況について、図 1-1 に示す国土交通省の整理結果¹⁾によれば、自転車保有台数は約 6870 万台（約 2 人に 1 台）であり、2000 年代に入ってから横ばいで推移し、乗用車の保有台数と同程度の利用がある。また、自転車を日常的に利用する理由として、国土技術政策総合研究所が平成 24 年 1 月に実施したアンケート調査結果から、図 1-2 に示すように健康志向や環境配慮の意識の高まりが影響していることがわかる。



引用：令和 2 年度第 1 回自転車の活用推進に向けた有識者会議 配布資料 資料 2

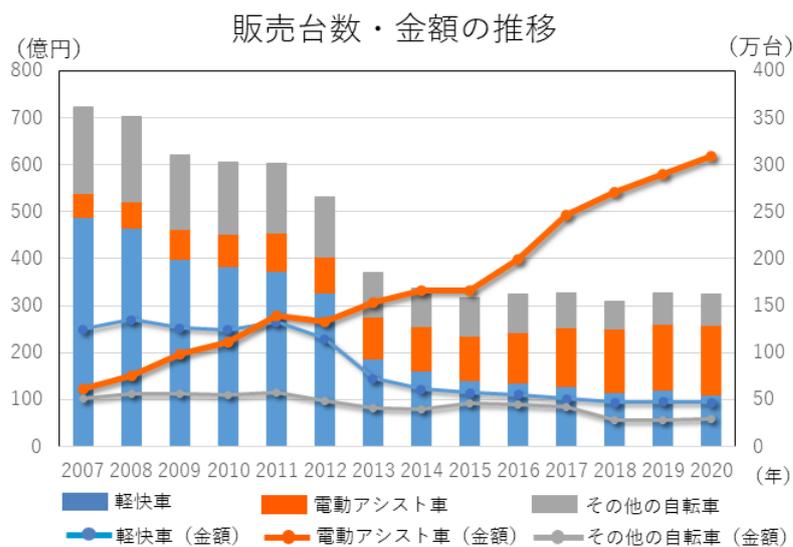
図 1-1 自転車保有台数の推移



引用：令和 2 年度第 1 回自転車の活用推進に向けた有識者会議 配布資料 資料 2

図 1-2 自転車を日常的に利用する理由

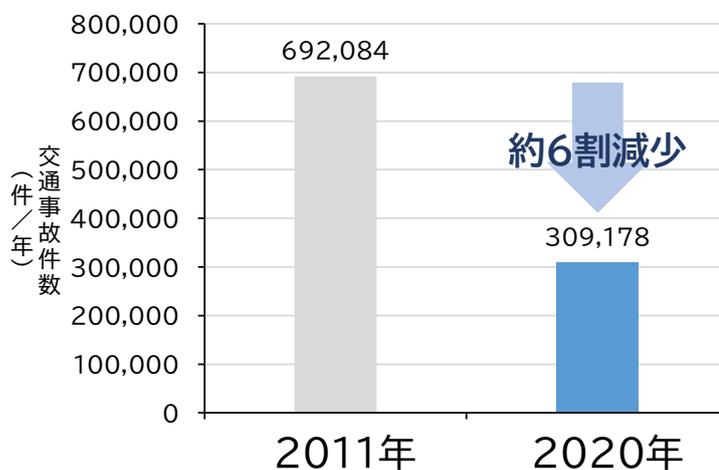
次に、自転車の購買意向について、自動車販売台数と車種に着目して整理する。図 1-3 より、近年自転車の販売台数は減少傾向²⁾にあるものの、2014 年以降は概ね横ばいの傾向にある。経済産業省の経済解析室はこの結果を踏まえ、「自転車の販売数量では、軽快車（いわゆる一般車）、その他自転車（マウンテンバイクやミニサイクル、子供車など）とも減少しているが、電動アシスト車は販売数量が右肩上がりであり、自転車全体としては販売数量が減少しているものの、電動アシスト車が活況である」と整理されている。これは、高齢化が進むわが国において、高齢者が電動アシスト自転車を利用するようになったほか、未就学児の幼稚園や保育園への送迎に利用されるようになったことの影響と推察される。



出典：経済産業省，経済解析室トップページより引用

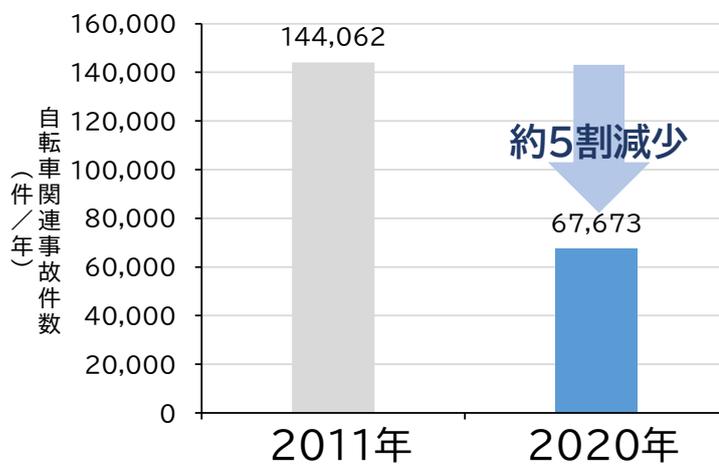
図 1-3 自転車の販売台数と販売金額の推移

他方、わが国の交通事故件数は年々減少傾向にあり、図 1-4 に示す通り、過去 10 年間で全国の交通事故件数が約 6 割減少した。自転車関連事故に着目すると、交通事故件数は約 5 割減少傾向（図 1-5）にあるが、自転車対歩行者の事故はほぼ横ばい（図 1-6）であり、歩行者と自転車の空間共存に課題があるといえる。



出典：道路の交通に関する統計（警察庁 | e-Stat, R3.10.11）

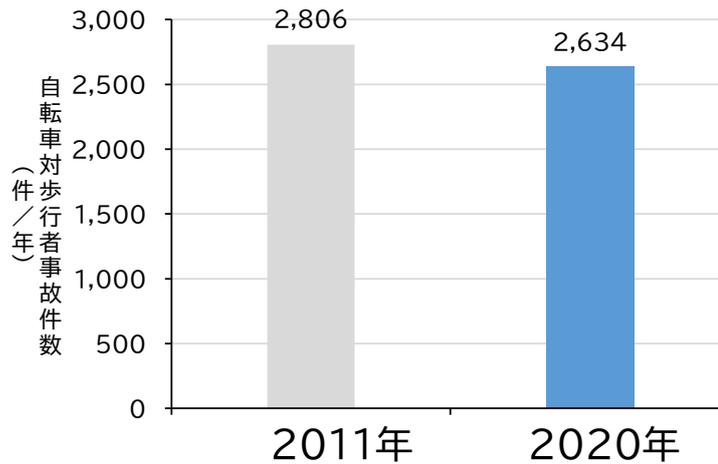
図 1-4 交通事故件数の推移



出典：道路の交通に関する統計（警察庁 | e-Stat, R3.10.11）

図 1-5 自転車関連事故件数の推移

ほぼ横ばい

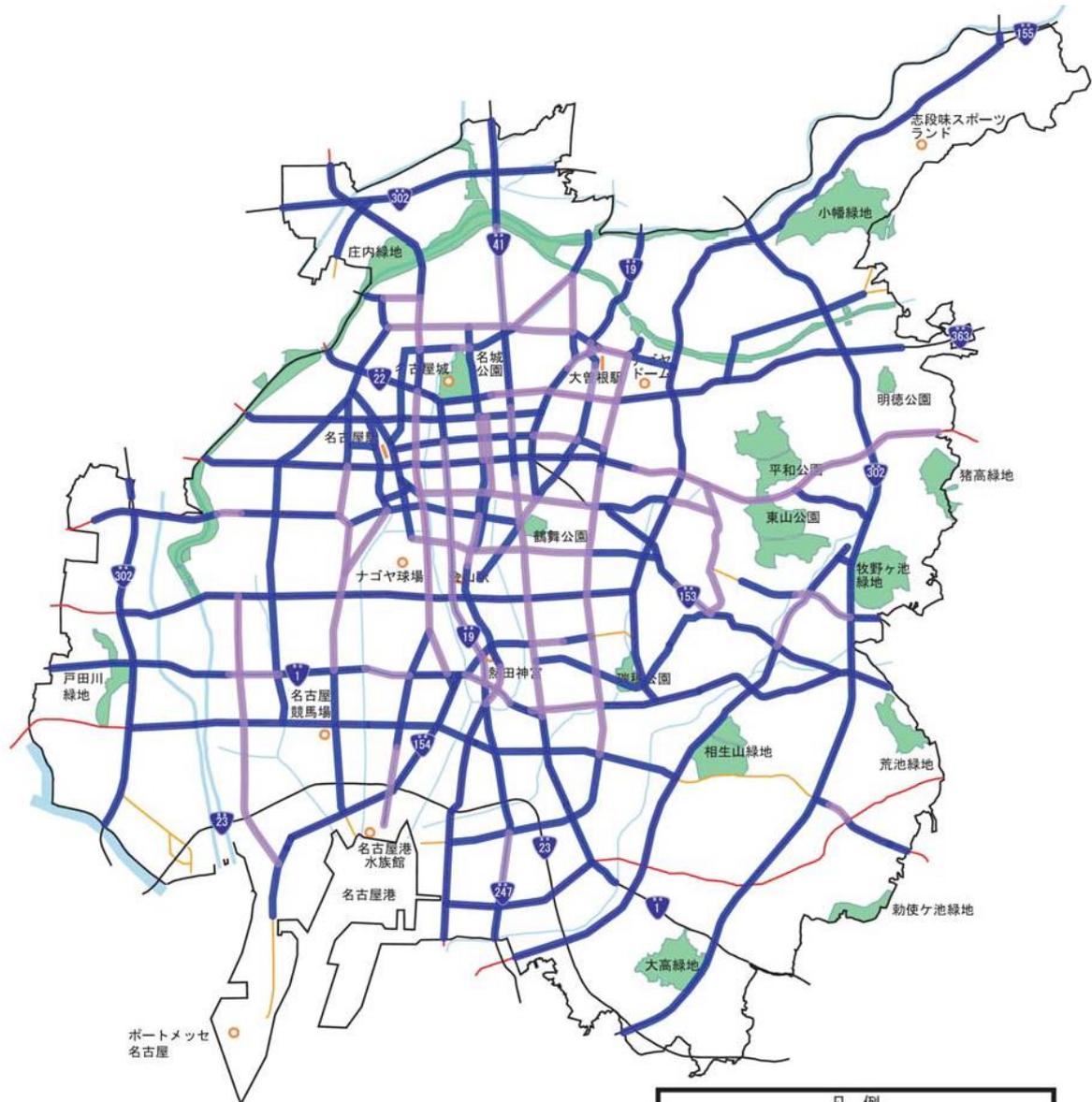


出典：道路の交通に関する統計（警察庁 | e-Stat, R3.10.11）

図 1-6 自転車対歩行者事故件数の推移

そのような中、平成 29 年 5 月には、自転車活用推進法が施行されている。これは、自転車の環境保全への貢献や災害時における機動性に着目し、交通混雑の緩和等の経済的・社会的な効果、交通安全の確保を基本理念とし、自転車の活用を総合的・計画的に推進することを狙いとしている。自転車活用推進法の施行により、自転車利用環境の整備が推進され、各地で自転車ネットワークの整備計画が策定されている³⁾。

ここで自転車は道路交通法で軽車両に分類され、一部条件を除き、本来車道を通行すべきものであると位置づけられている。わが国の自転車通行空間の整備は安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン（以降、現ガイドライン）に基づいて進められており、整備形態としては基本的に自転車道、自転車専用通行帯、自転車と自動車を混在通行とする道路（車道混在）とされている。しかし、図 1-7 に示す通り、名古屋市内では整備されている自転車通行空間のうち、歩道内を自転車が通行可能となっている区間も数多く存在している。これは、平成 23 年 10 月に警察庁より「自転車は車両ということを、交通社会を構成する全ての者に徹底させるため、自転車道や普通自転車専用通行帯等の自転車の通行環境整備を推進」とする旨の通達が発出される以前に、名古屋市では幹線道路の広幅員歩道を活用した自転車通行空間整備を進めていたことが背景にある。平成 24 年度以降、名古屋市は車道における自転車通行空間整備を進めているが、それ以前の整備箇所では、自転車歩行者道において看板や路面表示、ピクトグラム等で視覚的分離を図った整備がされている。このように歩道や車道における自転車通行空間の整備形態が様々存在する中で、自転車に関連する交通事故の特徴や事故リスクは整備形態によって異なることが想定される。



凡例	
整備候補路線	分離済 未整備
道路	国道 県道 市道等
その他	公園・緑地 河川

【整備候補路線内訳】
 市管理道路：約289km（うち分離整備済み区間約89km）
 国管理道路：約81km（うち分離整備済み区間約16km）
 合計：約370km（うち分離整備済み区間約104km）

平成22年度末現在

出典：名古屋市自転車利用環境基本計画（平成23年12月）

図 1-7 名古屋市の自転車通行空間整備候補路線と整備状況

自転車通行空間整備は道路管理者によって着実に進められており、例えば名古屋市内を通過する国道 19 号では、単路部は自転車道や自転車専用通行帯で整備し、交差点部は矢羽根で整備する⁴⁾等、車道走行を想定する自転車の通行空間は、現地の状況を踏まえて適切な整備形態が選択されている。しかしながら、自転車事故について、交差点部、特に無信号交差点において自動車との出合頭事故が多く発生する傾向にあり、交差点部での交通事故削減といった課題が存在する。

一方、近年、わが国においてラウンドアバウト（以下、RAB）の導入が各地で進んでいる。RAB は、無信号交差点における制御方式として、1990 年代より英国、オーストラリアを中心に普及し始め、2000 年代には欧米各国で積極的な整備が行われている⁵⁾が、わが国では平成 28 年に、RAB を導入する際に必要となる計画と設計及び交通運用に関わる基本的事項と方法論を、技術方針として取りまとめたラウンドアバウトマニュアル⁶⁾が刊行された。その後、RAB の設置箇所が増加し、令和 5 年 3 月末時点で 155 箇所設置されている。

ここでわが国の RAB の立地特性として、住宅地が約 6 割、市街地が約 1 割⁵⁾であることが挙げられる。しかし、歩行者や自転車利用者の多い整備事例は少なく、これらの交通量の多い交差点での RAB 設置の効果については、十分な議論がなされていない。現在、各地でウォークアブルシティの検討が進められるなど、歩行者、自転車、自動車利用者の共存する都心部での RAB の適用も予想されることから、歩行者、自転車利用者に対するより安全な通行環境の整備に関する議論や、より多くの利用者への RAB の通行ルールの周知徹底に関する分析が必要である。

海外のマニュアル、例えば Austroads⁷⁾、FHWA⁸⁾、Department of Transport and Main Roads⁹⁾では自転車の通行安全性に配慮した整備方針が明示されている。わが国では自転車の通行安全性を高めるべく、自転車の走行方向と位置を示す矢羽根が環道内に設置されている⁶⁾が、通行位置の明示の影響として起こり得る自動車との錯綜の懸念、自転車逆走による問題への対処^{例えば 10)}など、RAB における自転車安全性に関する検討課題は残されている。

このように、これまで自転車通行空間の整備に向けて様々な検討や取り組みがされているが、より安全かつ安心な通行空間を確保するためには、管理者による通行空間の整備に加え、利用者による自転車通行空間の適正な使われ方が重要となる。

一般財団法人自転車産業振興協会が行った調査結果¹¹⁾によれば、自転車利用時のルールのうち認知度が最も高いルールは、信号を守ることであり、次いで、スマートフォンを使いながら運転をしてはいけないこと、夜間はライトをつけずに自転車に乗ってはいけないことなどがあがっている。一方で、認知度が低いルールは、「交差点進入禁止」の標示がある場合は、自転車横断帯を通過して横断しなければならないこと、歩行者をよけさせるためにベル（警報機）を鳴らしてはいけないことであった。遵守状況について、2 人乗り（幼児同乗を除く）をしてはいけないことが最も高く、次いで、踏切の警報機が鳴っている時や遮断機が閉じている（閉じようとしている）時は踏切内に入ってはいけないこと、スマートフォンを使いながら運転してはいけないことがあがっている。一方で、遵守状況が低いルールは、夜間は、自転車や衣服などに反射材を付けるよう心掛けること、自転車通行が可能な歩道を通行する場合、歩行者の妨げになる時は一時停止して、車道寄りを徐行しなければならないことなどがあがっている。このように利用者に認知・遵守されている通行ルールには差がある。自転車通行空間の整備状況や利用者の通行ルールの認知、事故発生傾向を踏まえると、例えば自転車歩行者道に着目した場合、特有の通行ルールである「自転車通行が可能な歩道を通行する場合、歩行者の妨げになる時は

一時停止して、車道寄りを徐行しなければならないこと」については、遵守状況が低いことから通行ルールを徹底するとともに、歩行者と自転車を分離できるような整備を合わせて実施されることが望ましいと考えられる。

さらに、近年、技術の進展等に伴い、わが国では電動キックボードや自動配送ロボットなど歩行者や自転車と通行空間を共有する 1-2 人乗りの新たな電動モビリティの導入や検討が進められている。これら電動モビリティが普及することで、交通渋滞や交通安全の確保等の交通課題の解消や、ラストワンマイルの確保や高齢者等の移動手段の確保、観光振興等の地域活性化、低炭素社会の実現など、様々な課題の解消が期待される。各種モビリティの特徴や今後の可能性、普及に向けた課題と対応については、多様なモビリティ普及推進会議¹²⁾で整理されているが、電動モビリティは、自動車や自転車、歩行者等、様々な交通手段との混在下での利用が想定されるため、交通安全等の視点からの懸念がある。これに対し、令和3年12月に警察庁により、各種電動モビリティの実証実験等の実施例や、交通ルール等の在り方等が報告されている¹³⁾。これまで電動キックボードについては運転時のヘルメット着用が義務づけられており、車道（車両通行帯の設けられた道路では、最も左側の車両通行帯、車両通行帯の設けられていない道路では、道路の左側）を通行することとされてきたが、産業競争力強化法に基づく「新事業特例制度」¹⁴⁾の特例措置（以降、特例措置）を講ずることで、運転時のヘルメット着用を任意とすることや、普通自転車専用通行帯および自転車道の走行を認める等の取り組みが行われた。さらに、令和4年4月に成立、令和5年7月に施行された改正道路交通法¹⁵⁾によって新たに定義された特定小型原動機付き自転車の枠組みでは、時速 20km 以下であれば免許不要でヘルメット着用も任意、条件付きで歩道通行可となるなどの規制緩和が進み、電動キックボードについては今後、国内各所での利用が増加すると考えられる。このように、我が国における電動モビリティを取り巻く社会情勢は変化しつつあり、電動アシスト自転車の販売台数が増加していることを踏まえると、今後、電動アシスト自転車に代わる電動モビリティの導入が加速することが予想され、特に歩行者、自転車との事故等の交通安全上の問題が顕在化すると推察される。

以上、近年の自転車通行空間を取り巻く環境を整理すると、今後自転車通行空間の整備を促進する上で、以下の観点からの検討が必要となる。

- ① 自転車道等の整備に時間を要する中、既存の自転車歩行者道の有効活用も見据えた安全かつ安心な自転車ネットワークおよび通行空間の整備促進
- ② 自転車通行空間の整備内容の異なる RAB 整備の実態を踏まえた空間整備の基準化
- ③ 高齢化等の影響により、電動アシスト自転車の購買台数が増加傾向にある中、自転車通行空間を利用することが可能な新たな電動モビリティの導入加速化

1.2. 既往研究のレビュー

1.2.1. 自転車通行空間のネットワーク整備に関する研究

自転車通行空間のネットワーク整備に関する既往研究や報告は近年多くなされている。例えば、阿部ら¹⁶⁾は、岡山市内における自転車道整備効果を検証しているが、主に国道を中心とした幹線道路を対象としており、ネットワークを構成する要素である細街路を含めた検討はされていない点が課題と言える。

名古屋市内における自転車通行空間に対する研究として、例えば、三輪ら¹⁷⁾は名古屋市内を対象として自転車通行位置が異なる道路空間を提示し、各自転車通行位置が整備された場合の利用意向について調査を行い、自転車道の整備や歩道内での自転車通行空間が整備されると、自転車通行空間を利用する傾向にあることを示している。しかし、自転車利用者特性を主とした評価であり、道路空間構成要素に対する評価までは至っていない。

また、自転車ネットワークの整備に関する近年の研究として、江尻ら¹⁸⁾は、高松市街地を対象に、自転車走行環境を走行速度と快適度の観点から自転車ネットワークを評価し、GPSを用いた自転車OD調査に基づき重要路線を抽出したうえで、自転車道整備の整備効果を算定している。自転車道を整備する上では、整備効果を定量的に把握し、自転車通行空間整備事業の必要性や効果を示すことは有益であると考えられる。しかし、この研究では利用者の挙動特性に基づいた評価がされており、自転車通行空間の幾何構造的な要素が組み込まれていない。

1.2.2. 自転車交通事故リスクに関する研究

自転車事故リスクに関する研究として、鈴木ら¹⁹⁾は複数の大規模交差点で観測調査を行い、挙動データに基づき自転車と右左折車の交錯危険性を評価している。具体には、交差点構造と自転車の危険行為の関係について、判別分析を用いて、危険な交錯事象を誘発する道路構造要因を明らかにしたほか、構築したモデルの感度分析より、セットバック長の縮小に伴う危険事象発生予測率の減少傾向を確認している。しかし、自転車ネットワークを考慮したものではなく、大規模な交差点に限定した分析に留まっている。また、渡部ら²⁰⁾は交通事故削減に向けた効果的かつ効率的な対策実施を目標とし、事故情報に道路構造、交通状況、利用状況などを統合した事故分析データベースを構築し、負の二項分布モデルや重回帰分析といった様々な統計手法により道路交通環境や社会環境条件と事故発生要因の関係性について分析している。しかしながら、この研究では、これら回帰分析の説明変数には自転車通行空間の整備形態に関する指標が含まれていない。

自転車通行空間における自転車の事故リスクに関する分析として、嶋田ら²¹⁾は愛知県内で自転車専用通行帯（自転車レーン）が整備された区間の信号交差点を対象に、自転車利用者の行動特性を把握するとともに、他の交通との錯綜状況の特性について分析している。しかし、この研究も信号交差点に限定されているほか、自転車専用通行帯以外の整備形態に関する分析はされていない。

名古屋市内の自転車事故リスクに関する研究に着目すると、テンピアら²²⁾は、交差点構造データ及び自転車道路データを収集し、これらの要素が自転車事故発生に及ぼす影響を負の二項分布モデルを用いて分析している。しかし、この研究では名古屋市中区の限られたエリアの交差点を対象としており、様々な道路構造、交通規制、沿道条件等を考慮した道路ネットワークでの事故リスク分析には至っていない。

1.2.3. ラウンドアバウトにおける自転車利用特性に関する研究

日本における RAB の自転車に関する研究事例として、小林ら²³⁾は、自転車と自動車都市内 RAB で安全で円滑に通行できるための通行方法について、試験路において検討を行っている。これにより、自転車と自動車が一列通行する場合に安全性が高まること、また、交通容量の面からみると、左端通行と一列通行による差異がないことを明らかにしている。また、鈴木、栗田²⁴⁾は、幾何構造の異なる 3 つの RAB を対象とした外部観測調査、走行調査を実施し、自転車が環道外側を走行する RAB の方が、自動車による自転車の追い越し割合が高くなること、左折 OD の場合には自転車を 3 秒以上、右折 OD の場合には自転車を 4 秒以上追従する自動車は自転車の追い越しをしにくい傾向があることを明らかにした。また、奥山ら²⁵⁾は、矢羽根の無い RAB と矢羽根のある RAB を対象とした走行調査を実施し、自動車が自転車を追い越す時の側方間隔の広さの分析を行った。これにより、矢羽根がある場合の方が、側方間隔が広く、矢羽根を設置することで自転車と自動車の安全性は高まることを明らかにしている。しかし、RAB 内や横断歩道付近での自転車と自動車の交錯や車両挙動に関する分析は十分とは言えない。

一方、歩行者交通に関して、康ら²⁶⁾は歩行者交通量が交通容量に与える要因を分析し、流入部の分離島の有無により歩行者の横断方向や譲る率が交通容量に影響を与えることを明らかにした。また、各地での実証実験の結果²⁷⁾から交差点内（環道）の車両速度が実験前よりも低速となり、横断者への危険性低減や RAB 運用による安全確認のしやすさや交差点の安全性の変化など、歩行者に対する影響が示されている。

また、RAB の導入が進む中、自転車利用者が安全かつ安心して利用するためには、利用者の交通ルールの認知と自転車運転行動の関係についても考慮する必要がある。井上ら²⁸⁾は、大阪府にて日常的な自転車利用場面での行動を把握するためにアンケート調査と道路構造の異なる箇所での観測調査を実施し、ルールの認知・遵守意識と利用行動や道路環境との関係性について分析している。しかしながら、RAB を対象とした意識調査と利用行動を分析できていない。

ここで、RAB は地方部・都市部問わず、交通状況を踏まえ条件を満たせば検討・導入することが可能である。しかし、現在国内で設置されている RAB の多くは地方部にあり、既存研究では地方部で導入された RAB を対象とした調査分析がなされているため、歩行者や自転車の利用が多い都市部での RAB を対象とした導入による効果や実挙動に着目した分析事例は見られない。また、RAB 整備に関する利用者評価やルール認知度について、事後 1 時点の評価は行われるものの^{例えば 8)}、経時的な評価やその要因について議論された例はみられない。

1.2.4. 電動モビリティに関する研究

電動モビリティに関する既存研究として電動三輪車、電動車いす、超小型電気自動車の利用実態や効果の事例に関する既往研究や報告は多くされている。

例えば、今野ら²⁹⁾は、電動三輪車の利用実態を把握するとともに、電動三輪車を利用することによる交通困難者の移動性改善の可能性を検討している。その結果、電動三輪車を利用することで、交通困難者の外出回数、移動範囲について改善することがわかっている。しかし、これは交通困難者個人の視点で評価された結果を基に検討したものにとどまっている。

また、溝上ら³⁰⁾は、電動車いすに着目し、電動車いすの利用が高齢者や障がい者の生活の質（QOL）の変化に与える影響を定量化する方法を確立することを目的とした QOL 評価手法の有効性を検証している。この研究の中では、実証実験の対象者に国際生活機能分類（International Classification of Functioning, Disability and Health : ICF）に基づく QOL 調査を実施しており、電動車いすを利用することによる日常生活の変化等を聞き取っている。電動車いすの利用者に対する主観的 QOL 評価は、モビリティを導入することによる効果を把握する点では有益であるが、この研究においても利用者視点のみ調査されている。

土井ら³¹⁾は、高齢者の外出に適し、まちなかでの回遊行動を促進する新たなモビリティの開発とその効果検証を行っている。その結果、移動手段の選択肢の少ない地方都市において、新たな移動手段の提供により行動特性を変えうることを示唆する一方で、現状の道路環境下では、パーソナルな移動手段の利用は近距離帯に限定され、高齢者等の外出や回遊の促進にはあまり寄与しないことが示されている。このように、モビリティの導入による生活スタイルへの影響や行動範囲に着目した整理は、モビリティの位置づけや役割を明確にする上では有益である。

立ち乗り型の小型電動モビリティの挙動や受容性に関する既往研究として、例えば日比野ら³²⁾は、WEB アンケート調査によりモビリティの車種選択において重視する要素や車種ごとの利用意向と、利用者属性との関係を分析しており、年代ごとに利用目的が異なることを明らかにしている。井料ら³³⁾は、アンケート調査により電動キックボード利用時の通行位置選択に影響を与える個人属性や道路交通条件について明らかにしている。また、鈴木³⁴⁾は、電動キックボードについて回避特性と利用者不安感を明らかにすることを目的として、電動キックボードと歩行者がすれ違いを回避する走行実験を実施し、走行軌跡のビデオ画像観測と不安感のアンケート調査を通じ、電動キックボードの乗車時および歩行時の回避特性と利用者不安感を分析している。これにより、電動キックボード利用時の速度状況により、回避特性および不安感が異なることが明らかになっている。

他方、時速 20km 未満で公道を走行可能な電動車を活用した小さな移動サービスであるグリーンスローモビリティ（以降、GSM）の社会的価値に関する研究も近年進められている。

例えば、平野ら³⁵⁾は、わが国における GSM の導入事例を体系的に整理した後に、GSM をまちづくり施策として導入してきた桐生市を例とし、GSM の社会的受容性および社会的効果を分析している。この研究では、社会的受容性と社会的効果との関係については言及できていないものの、桐生市では、長年にわたる取り組みにより、GSM に対する社会的受容性が高まっており、社会的効果が発現していることを示唆している。

このように、電動モビリティに関する検討や研究は進んでいるものの、電動モビリティを社会実装するためにはサービス提供者となる自治体側の視点からの評価も必要であるが、それらに関する研究は少ないといえる。

1.3. 本研究の位置づけと目的

以上を踏まえ、本研究は以下の3つの観点から分析を進めることとする。ここで、本研究の題目について補足する。

自転車や電動キックボード等の電動モビリティは、一般的に中速または低速のモビリティとして扱われており、これは各モビリティの走行速度に応じて分類されている。しかし、本研究では走行速度に着目した分析は想定していないため、本研究ではこれら含めて「低速モビリティ」と定義している。また、交通事故に関する研究などでは、「安全」と「安心」が一緒に使われることがある。その場合、「安全」とは交通事故データや観測調査結果、交通ビッグデータなどの客観的なデータをもとに評価されるのに対し、「安心」とは、利用者個人の意見を収集するアンケート調査結果などの主観的なデータをもとに評価される違いがあると考えられる。ここで、「安心」とは心が落ち着くことと言われることが多いが、自転車通行空間には整備形態や幅員などのほか、段差などによる身体へのストレスも考えられる。そのため、心だけでなく身体も不快に感じない通行空間について考えたいという筆者の思いから、「安心」ではなく「快適」と表現する。

1.3.1. 自転車通行空間の整備形態別自転車事故リスクに関する分析

本研究では、名古屋市内で発生した自転車関連事故について整理し、自転車関連の事故発生形態と道路構造との関係性を分析する。その後、自転車交通量が観測されている路線および区間を対象に、自転車関連事故の事故率を算定し、自転車通行空間の整備形態ごとの事故リスクの比較評価を行う。また、名古屋市内の自転車通行空間として多く存在する自転車歩行者道について、整備形態を踏まえた事故リスク高低の影響要因を明らかにすることを目的とする。

1.3.2. 官庁街 RAB における自転車挙動と利用者意識の変化分析

愛知県名古屋市中区の愛知県庁や名古屋市役所等が周辺に立地する官庁街内に位置する無信号交差点が、令和2年9月より名古屋市内で初となる RAB として、試行運用されることになった。官庁街で RAB が導入された事例は国内では今までになく、RAB の更なる普及に向けて、都市部における RAB の導入効果および影響を把握することは有益であると考えられる。そこで、本研究では、現地調査によって得られたデータに基づき、歩行者、自転車交通量の多い官庁街無信号交差点における RAB の導入による自転車挙動に与える影響と通行ルールの認知度を分析し、RAB 設置直後における RAB 導入効果について評価することを目的とする。

1.3.3. 新たな低速モビリティに対する自治体評価と適用性に関する基礎分析

今後さらなる電動モビリティの導入促進に向け、自治体が認識する地域課題の現状や、電動モビリティへの期待感、導入に向けた課題等、行政からみた電動モビリティに関する評価を把握するとともに、電動モビリティの適用性が高い自治体の地域特性を考察することを目的とする。

1.4. 論文構成

本論文の構成を図 1-8 および以下に示す。

第 1 章では、わが国の自転車に関する利用傾向や交通事故発生状況、これまでの自転車通行空間の整備を振り返るとともに、自転車ネットワークや通行空間の整備に関する課題や法改正に伴う自転車通行空間利用可能な新たなモビリティの導入等、今後の想定される自転車通行空間整備を取り巻く環境の変化を踏まえ、研究目的について論ずる。

第 2 章では、はじめに、交通事故データに基づく名古屋市内の自転車関連事故の発生傾向を把握する。次に、名古屋市内における自転車通行空間の整備状況を整理するとともに、事故データとネットワークデータを照合した結果から、整備形態ごとの自転車事故リスクを算定、比較し、現状の自転車通行空間の事故リスクを評価する。その後、自転車歩行者道について、事故件数の増減に影響する交通状況および道路構造要因を把握するため、負の二項回帰分析による事故件数予測モデルおよび重回帰分析による事故率予測モデルを構築し、自転車事故の発生傾向に影響する道路交通環境要因を明らかにする。最後に、以上の結果を踏まえ、名古屋市内の自転車通行空間の現状と課題について整理する。

第 3 章では、まず、名古屋市官庁街で試行運用された RAB の構造特性について整理する。次に、本 RAB で実施した挙動調査およびアンケート調査の概要整理と観測結果に基づく交通量取得を行う。その後、自転車と自動車の交錯リスクや矢羽根設置による自転車通行位置を挙動調査より取得し、RAB 試行運用による効果を評価する。また、アンケート調査結果に基づく利用者意識やルールの認知度の経時的変化について分析する。最後に、以上の結果を踏まえ、名古屋市官庁街における自転車視点での RAB 試行運用による効果を総括する。

第 4 章では、地域特性の異なる自治体を対象に実施した、小型で 1-2 人乗りの電動モビリティに関するアンケート調査に基づき、自治体が認識する地域課題の重要度や、地域課題の解消に寄与すると想定される電動モビリティの種類、電動モビリティサービスの導入意向等について把握する。また、電動モビリティサービスの導入意向についてアンケート調査で得られた自由回答結果から、評価結果について考察する。次に、電動モビリティ未導入の自治体について、地域特性を示す各種データや統計指標を用いたクラスター分析により、同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し、その後各地域クラスターの特徴を整理する。その上で、電動モビリティ導入経験のある自治体を対象に、先に分類した地域クラスターとの地域特性の類似性について、乖離度を用いて整理する。その後、電動モビリティ導入自治体のアンケート調査結果やヒアリング調査結果も活用しながら、地域クラスターごとの課題認識や電動モビリティへの期待度、導入意向との間の関連性を分析し、電動モビリティの適用性が高い自治体の地域特性を評価する。

最後に、第 5 章にて安全かつ安心な自転車通行空間の整備に向けた提言を論じて、本成果をまとめる。

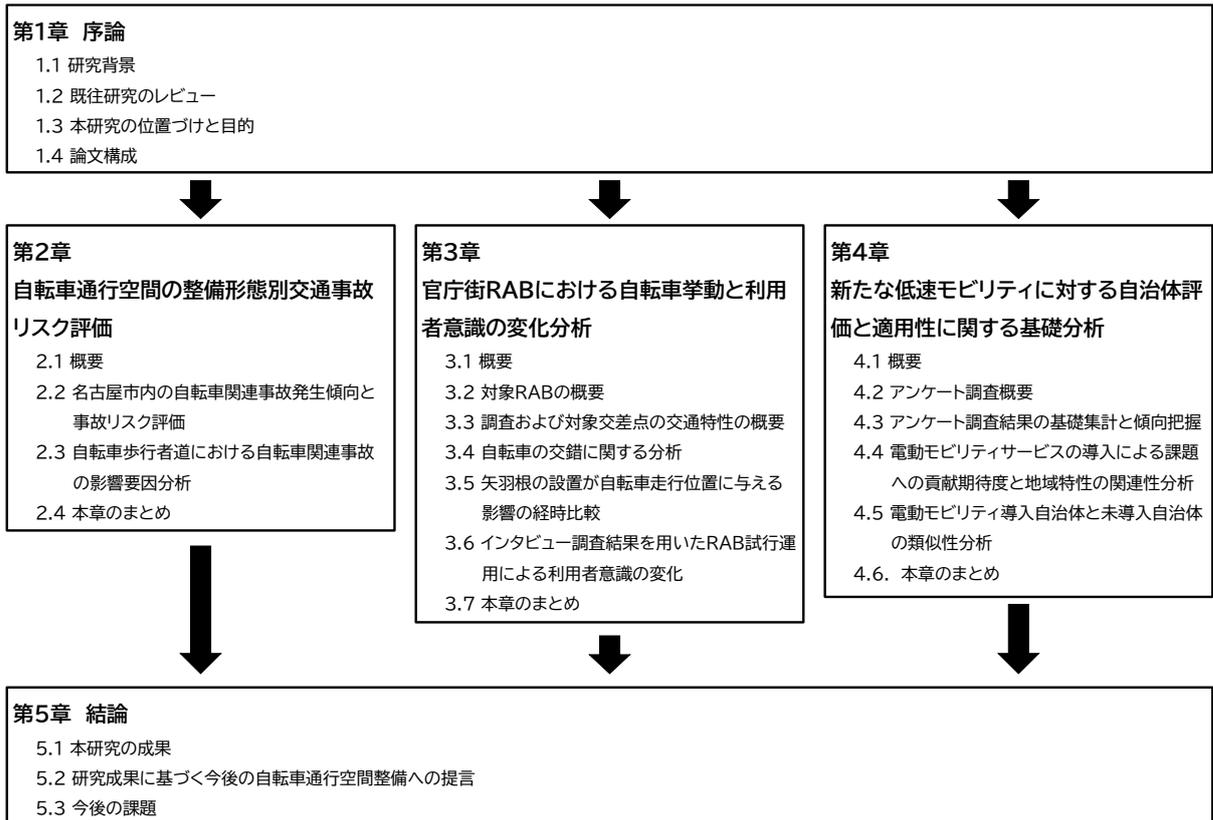


図 1-8 本論文の構成

2. 自転車通行空間の整備形態別交通事故リスク評価

2.1. 概要

本章では、交通事故データに基づく名古屋市内の自転車関連事故の発生傾向と名古屋市内の自転車通行空間の整備状況を整理する。

次に、自転車関連事故発生位置とネットワークデータを照合した結果から、整備形態ごとの自転車事故リスクを算定、比較し、現状の自転車通行空間の事故リスクを評価する。

その後、自転車歩行者道について、事故件数の増減に影響する交通状況および道路構造要因を把握するため、負の二項回帰分析による事故件数予測モデルおよび重回帰分析による事故率予測モデルを構築し、自転車事故の発生傾向に影響する道路交通環境要因を明らかにする。

最後に、上記結果を踏まえ、名古屋市内の自転車通行空間の現状と課題について整理する。

2.2. 名古屋市内の自転車関連事故発生傾向と事故リスク評価

本節では、愛知県警察より貸与いただいた平成 27 年から令和元年の交通事故データのうち、自転車関連事故に着目し、名古屋市内で自転車関連事故の発生傾向について整理する。なお、本章では当事者別に自転車関連事故の発生傾向を整理するが、特に断りが無い限り自転車同士事故（第 1 当事者、第 2 当事者ともに自転車）は、それぞれの当事者件数に含めている。

2.2.1. 事故類型別自転車関連事故発生傾向

当事者別に集計した自転車関連事故の事故類型割合を表 2-1 に示す。なお、自転車関連事故のうち、相手の当事者が人である場合を「対人事故」、相手の当事者が車両である場合を「対車事故」、相手のいない単独の事故を「単独事故」としている。

表 2-1 より、自転車が第 1 当事者である交通事故（以下、1 当事事故）のうち約 71%、自転車が第 2 当事者である交通事故（以下、2 当事事故）のうち約 50%が「対車事故」の「出合頭」事故であり、最も多い事故類型であることがわかる。また、2 当事事故の約 22%が「左折時」、約 14%が「右折時」であり、1 当事事故と傾向が異なることがわかる。

表 2-1 当事者別自転車関連事故の事故類型割合

分類	事故類型	第1当事者(2696件)	第2当事者(12391件)
対人事故	対面通行	1%	0%
	背面通行	1%	0%
	横断中	2%	0%
	路上	0%	0%
	その他	7%	0%
対車事故	正面衝突	2%	1%
	追突	1%	1%
	出合頭	71%	50%
	追越追抜時	1%	1%
	すれ違い時	1%	1%
	左折時	1%	22%
	右折時	2%	14%
	その他	8%	11%
単独事故	転倒	2%	0%
	その他	1%	0%

当事者別に集計した自転車関連事故の事故発生箇所の道路形状別発生割合を表 2-2 に示す。なお、道路形状について、車道幅員を3つに区分しており、車道幅員が5.5m未満を「小」、5.5m以上13.0m未満を「中」、13.0m以上を「大」としている。例えば、「小中交差点」は、車道幅員が5.5m未満の道路（「小」と、5.5m以上13.0m未満の道路（「中」）が交差する交差点であることを示す。また、「小中交差点」と「中小交差点」は、交差する道路規模は同じであるが、事故が発生した交差点の中でも、どの規模の道路上で発生したかによって表記が異なる。例えば、「小中交差点」で発生した交通事故の場合は「小」規模の道路側で、「中小交差点」で発生した交通事故の場合は「中」規模の道路側で発生していることを示す。また、「付近」とは交差点の側端から30m以内と定義している。

表 2-2 より、1当事故および2当事故ともに「中中交差点」での交通事故が最も多く、1当事故は約39%、2当事故は約40%を占めていることがわかる。また、両当事者についても「単路」での交通事故発生割合が「中中交差点」に次いで多い傾向にあるほか、「小小交差点」や「小中交差点」でも交通事故割合が大きいことがわかる。なお、交通事故データの道路形状には「環状交差点」や「踏切」の項目も存在するが、本研究で整理した期間では、これら箇所での自転車関連事故は発生していない。

表 2-2 当事者別自転車関連事故発生箇所の道路形状割合

道路形状	第1当事者(2696件)	第2当事者(12391件)	計
小小交差点(5.5m未満×5.5m未満)	17%	9%	10%
小中交差点(5.5m未満×5.5m以上13.0m未満)	9%	6%	7%
小大交差点(5.5m未満×13.0m以上)	0%	2%	1%
中小交差点(5.5m以上13.0m未満×5.5m未満)	3%	4%	3%
中中交差点(5.5m以上13.0m未満×5.5m以上13.0m未満)	39%	40%	40%
中大交差点(5.5m以上13.0m未満×13.0m以上)	2%	5%	4%
大小交差点(13.0m以上×5.5m未満)	1%	1%	1%
大中交差点(13.0m以上×5.5m以上13.0m未満)	2%	3%	3%
大大交差点(13.0m以上×13.0m以上)	3%	9%	8%
小交差点付近(小小・小中・小大交差点の付近)	1%	1%	1%
中交差点付近(中小・中中・中大交差点の付近)	2%	1%	2%
大交差点付近(大小・大中・大大交差点の付近)	1%	1%	1%
単路	21%	18%	18%
その他	1%	1%	1%

次に、自転車関連事故が発生した道路形状と、事故類型に着目し、自転車関連事故発生割合を集計する。第1当事者のクロス集計結果を表 2-3 に、第2当事者のクロス集計結果を表 2-4 に示す。

表 2-3 および表 2-4 より、1当事故および2当事故ともに最も多い「出合頭」事故は「中中交差点」で多く発生しており、1当事故は約35%、2当事故は約21%占めていることがわかる。次いで、「小小交差点」や「小中交差点」で「出合頭」事故が多発している傾向にあることがわかる。

以上から、名古屋市市内において自転車関連事故の多くは「出合頭」事故であり、「中中交差点」、「小小交差点」、「小中交差点」で主に発生する傾向であることがわかる。

表 2-3 自転車関連事故道路形状別事故類型別事故発生割合（自転車第 1 当事者：全 2,696 件）

	対人事故					対車事故								単独事故		
	対面通行	背面通行	横断中	路上	その他	正面衝突	追突	出合頭	追越追抜時	すれ違い時	左折時	右折時	その他	転倒	その他	
小小交差点 (5.5m未満×5.5m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
小中交差点 (5.5m未満×5.5m以上13.0m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
小大交差点 (5.5m未満×13.0m以上)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
中中交差点 (5.5m以上13.0m未満×5.5m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
中中交差点 (5.5m以上13.0m未満×5.5m以上13.0m未満)	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	35%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
中大交差点 (5.5m以上13.0m未満×13.0m以上)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
大小交差点 (13.0m以上×5.5m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
大中交差点 (13.0m以上×5.5m以上13.0m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
大大交差点 (13.0m以上×13.0m以上)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
小交差点付近 (小小・小中・小大交差点の付近)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
中交差点付近 (中小・中中・中大交差点の付近)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
大交差点付近 (大小・大中・大大交差点の付近)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
単路	1%	1%	0%	0%	5%	1%	0%	3%	1%	1%	0%	0%	4%	1%	1%	1%
その他	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

表 2-4 自転車関連事故道路形状別事故類型別事故発生割合（自転車第 2 当事者：全 12,391 件）

	対人事故					対車事故								単独事故	
	対面通行	背面通行	横断中	路上	その他	正面衝突	追突	出合頭	追越追抜時	すれ違い時	左折時	右折時	その他	転倒	その他
小小交差点 (5.5m未満×5.5m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
小中交差点 (5.5m未満×5.5m以上13.0m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
小大交差点 (5.5m未満×13.0m以上)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
中中交差点 (5.5m以上13.0m未満×5.5m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
中中交差点 (5.5m以上13.0m未満×5.5m以上13.0m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21%	0%	0%	9%	7%	2%	0%	0%
中大交差点 (5.5m以上13.0m未満×13.0m以上)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
大小交差点 (13.0m以上×5.5m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
大中交差点 (13.0m以上×5.5m以上13.0m未満)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
大大交差点 (13.0m以上×13.0m以上)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	5%	3%	0%	0%	0%
小交差点付近 (小小・小中・小大交差点の付近)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
中交差点付近 (中小・中中・中大交差点の付近)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
大交差点付近 (大小・大中・大大交差点の付近)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
単路	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	7%	1%	1%	2%	0%	6%	0%	0%
その他	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%

次に、年代別ごとの時間帯別事故件数割合について、当事者ごとに集計する。第 1 当事者の年代別時間帯別事故件数割合を表 2-5 に、第 2 当事者の年代別時間帯別事故件数割合を表 2-6 に示す。なお、年代区分は事故データに定義されている表中の 7 区分とする。

表 2-5 および表 2-6 より、当事者間で各年代の事故発生割合は概ね同程度の割合であることが確認される。一方で、64 歳までは 8 時台の朝ピークや 17 時台の夕ピークの割合が高いのに対し、65 歳以上の年代では 10 時台や 11 時台、15 時台とオフピークの割合が高いことがわかる。64 歳までの年代は通勤や通学の時間帯であると考えられる一方、65 歳以上は官公庁やスーパーなどの開店時間帯等で起きているものと推察される。

表 2-5 第 1 当事者の年代別時間帯別事故件数割合

時間帯	第1当事者全体	0歳～24歳	25歳～34歳	35歳～44歳	45歳～54歳	55歳～64歳	65歳～74歳	75歳以上
0時台	1%	1%	2%	1%	0%	1%	0%	0%
1時台	0%	0%	0%	2%	0%	1%	1%	0%
2時台	0%	0%	1%	0%	0%	2%	0%	0%
3時台	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
4時台	0%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	0%
5時台	0%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	1%
6時台	3%	2%	3%	2%	2%	4%	5%	2%
7時台	8%	9%	10%	8%	11%	5%	3%	3%
8時台	15%	17%	17%	17%	17%	15%	7%	7%
9時台	7%	5%	8%	7%	7%	13%	9%	14%
10時台	7%	4%	6%	7%	7%	4%	12%	16%
11時台	5%	3%	4%	6%	6%	6%	11%	10%
12時台	6%	5%	3%	8%	4%	6%	6%	7%
13時台	5%	4%	4%	4%	5%	4%	7%	7%
14時台	4%	4%	3%	5%	3%	8%	6%	7%
15時台	7%	9%	3%	3%	7%	5%	6%	10%
16時台	8%	11%	4%	5%	5%	7%	8%	6%
17時台	9%	11%	10%	6%	6%	7%	8%	3%
18時台	6%	7%	4%	5%	8%	7%	4%	2%
19時台	4%	3%	6%	3%	5%	2%	3%	3%
20時台	2%	2%	3%	4%	2%	1%	0%	1%
21時台	2%	1%	4%	2%	3%	3%	1%	0%
22時台	1%	1%	2%	3%	1%	0%	2%	0%
23時台	1%	0%	2%	0%	1%	0%	1%	0%
計	2,696	1,151	345	266	235	198	238	263

表 2-6 第 2 当事者の年代別時間帯別事故件数割合

時間帯	第2当事者全体	0歳～24歳	25歳～34歳	35歳～44歳	45歳～54歳	55歳～64歳	65歳～74歳	75歳以上
0時台	1%	1%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
1時台	1%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
2時台	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
3時台	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
4時台	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%
5時台	1%	0%	1%	0%	1%	1%	1%	1%
6時台	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
7時台	7%	9%	7%	8%	7%	7%	3%	2%
8時台	12%	14%	13%	16%	11%	8%	6%	6%
9時台	7%	4%	8%	8%	7%	8%	10%	11%
10時台	6%	4%	5%	4%	6%	6%	13%	15%
11時台	6%	4%	5%	3%	6%	7%	11%	14%
12時台	5%	4%	4%	4%	5%	5%	8%	8%
13時台	5%	4%	4%	4%	5%	5%	7%	6%
14時台	5%	4%	4%	6%	5%	6%	6%	5%
15時台	5%	6%	4%	5%	5%	7%	5%	6%
16時台	7%	10%	4%	5%	7%	7%	5%	9%
17時台	8%	10%	7%	8%	8%	9%	7%	7%
18時台	8%	9%	8%	8%	8%	6%	5%	4%
19時台	5%	6%	7%	5%	5%	5%	4%	3%
20時台	3%	3%	5%	3%	3%	3%	1%	1%
21時台	3%	3%	4%	2%	3%	2%	2%	0%
22時台	2%	2%	2%	2%	2%	1%	2%	0%
23時台	1%	1%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
計	12,391	3,534	2,234	1,831	1,652	1,115	1,184	841

2.2.2. 自転車通行空間の整備状況と自転車事故リスクの現状把握

本項では、名古屋市内の自転車通行空間の整備状況について、整備形態別に区間長を整理した上で、自転車交通量が観測されている路線および区間で発生した自転車関連事故を対象に、自転車事故リスクを算定する。具体的には、自転車関連事故の事故率を算定し、各区間の自転車関連事故の危険性を把握するとともに、危険箇所の抽出および特徴を整理することで、自転車通行空間の整備形態ごとの事故率の比較を行う。なお、自転車通行空間の整備形態は、箇所別基本表から分類可能な整備形態として、図 2-1 に示すような「自転車道」、「自転車レーン」、「自転車歩行者道」、「整備なし」の4つに区分する。「自転車道」は車道を、「自転車歩行者道」は歩道を自転車が通行するために、縁石線又は柵その他これに類する工作物により区画して設けられる道路である。「自転車レーン」は、車道に通行帯の設けられた道路である。また、自転車交通量は平成 27 年度に名古屋市が整理した 12 時間交通量を使用する。

自転車道



自転車レーン



自転車歩行者道



整備無し



図 2-1 自転車通行空間の整備形態イメージ

2.2.3. 名古屋市内自転車関連事故率の算定

本研究では名古屋市内で発生した自転車関連事故のうち、自転車交通量が観測されている区間を対象に自転車事故率を算定する。自転車事故率の算出方法の概要を図 2-2 に示す。

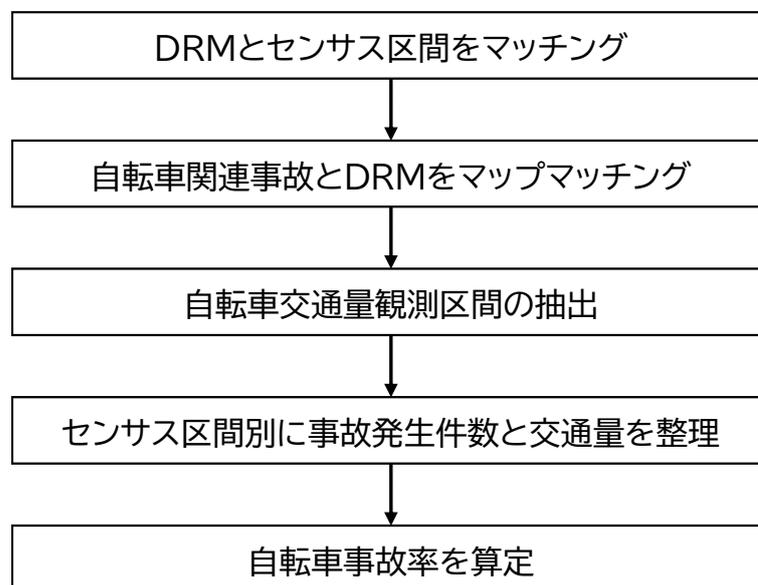


図 2-2 自転車事故率の算定フロー

はじめに、一般財団法人日本デジタル道路地図協会が発行する日本デジタル道路地図協会発行のデジタル道路地図（以下、DRM）・DB3206BW3D 版（2020 年 6 月版）と、平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査（以下、H27 センサス）の交通調査基本区間番号（以下、センサス区間）を、箇所別基本表に記載されている各区間の起点および終点情報から紐づける。

次に、山田ら³⁶⁾が検討した事故データと DRM とのマッチング手法を用いて、5 年間分の事故データとセンサス区間を紐づける。なお、この手法では、事故発生箇所の座標と DRM のリンクデータを用いて、センサス区間内の交差点は当該区間の事故件数に、区間同士の事故は、交通事故データに含まれる座標をもとに、いずれの区間に機械的に分類される。その後、自転車交通量が観測されているセンサス区間を抽出し、その後、抽出された区間について、事故発生件数と自転車交通量を整理する。最後に、式(1)で示す各区間の事故率を算定する。本研究では、5 年間で区間内にて発生した自転車事故件数から、区間延長[m]，自転車の昼間 12 時間交通量[台/12 時間]，集計日数（平成 27 年～令和元年：計 1,826 日）をそれぞれ除して自転車事故率を算出する。

$$\text{自転車事故率 [件/億台キロ]} = \frac{\text{自転車事故件数} \times 1 \text{ 億}}{\text{区間延長} \times \text{自転車交通量} \times 1826} \quad \text{式(1)}$$

図 2-2 の方法により、本研究では 553 区間が分析対象として抽出された。しかし、自転車交通量が極めて少ない箇所で事故が発生した場合、事故率は大きく算定されてしまい、傾向が把握しにくくなることが想定された。そのため、図 2-3 に示す自転車交通量観測区間の交通量分布および、表 2-7 に示す自転車交通量観測区間の基礎統計値から 15 パーセンタイル値を自転

車交通量の閾値とし、それ以下の交通量が観測された区間は、本研究では対象外とした。これらを踏まえ、本研究では自転車交通量の閾値を上回る 469 区間を以降の分析対象とすることとした。階級分けした区間別事故率算定結果を 図 2-4 に示す。図 2-4 は、事故率を 5 つの凡例で区分しており、水色であるほど事故率は小さく、緑色、オレンジ色となるにつれ事故率は大きくなり、赤色は事故率が 2,000 を超えるような名古屋市内でも事故率が大きい区間であることを示す。以降は、本節にて算定した事故率をもとに分析をする。

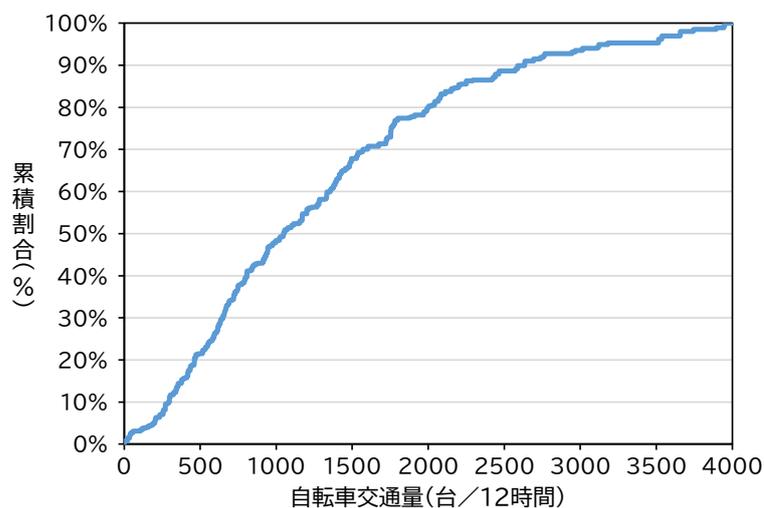


図 2-3 自転車交通量累積分布

表 2-7 自転車交通量観測区間の基礎統計値

区間数[区間]	553
最小値[台/12時間]	1
平均値[台/12時間]	1,274
中央値[台/12時間]	1,049
最大値[台/12時間]	3,953
15%タイル値[台/12時間]	378
85%タイル値[台/12時間]	2,201



図 2-4 区間別事故率算定結果（計 469 区間）

2.2.4. 自転車通行空間整備形態別事故率比較

本研究では、H27 センサス箇所別基本表から分類可能な整備形態として、「自転車道」、「自転車レーン」、「自転車歩行者道」、「整備なし」の4区分において分析を進める。なお、箇所別基本表には、各区間の自転車道、自転車レーン、自転車歩行者道の整備率が整理されているが、本研究では自転車道、自転車レーンの区間数を確保するため、整備率が0でない場合を自転車通行空間が整備されていると定義した。また、「整備なし」とは、「自転車道」、「自転車レーン」、「自転車歩行者道」のいずれも整備率が0%である区間と定義している。以上の定義による整備形態別自転車事故率の基礎統計値を表2-8に、自転車事故率のばらつきを可視化するため、箱ひげ図を図2-5に示す。なお、図2-5の箱ひげ図は、ひげの長さを四分位範囲（以下、IQR）の1.5倍を上下限としている。具体には、「第一四分位数-1.5×IQR」がひげの下限、「第三四分位数+1.5×IQR」がひげの上限としている。本研究では、ひげの下端より小さい値や、ひげの上端より大きい値を「外れ値」と呼ぶこととする。ただし、事故率は交通事故件数や自転車交通量により算出されるものであり、理論上算出可能な範囲であるため、本研究では「外れ値」を含めた考察を行うこととする。

表 2-8 整備形態別自転車事故率の基礎統計値

整備形態	自転車道	自転車レーン	自転車歩行者道	整備なし
区間数	3	2	432	32
最小値	528	620	0	0
平均値	638	746	666	492
中央値	594	746	494	442
最大値	792	872	5,166	2,074
15%タイル値	548	657	159	0
85%タイル値	733	834	1,174	910
標準偏差	112	126	662	459
変動係数	0.18	0.17	0.99	0.93

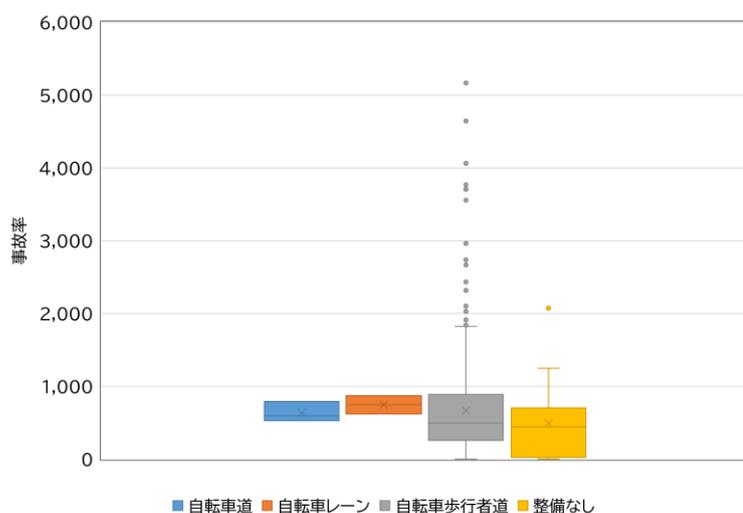


図 2-5 整備形態別自転車事故率箱ひげ図

表 2-8 より、今回集計対象区間の多くは「自転車歩行者道」であり、432 区間が対象であること、次いで「整備なし」は 32 区間が対象となっていることがわかる。一方、「自転車道」は 3 区間、「自転車レーン」は 2 区間あるものの、いずれも各整備形態の対象区間は同一の交通量調査区間であり、路線としては 1 路線であることに留意する必要があるが、「自転車道」と「自転車レーン」の事故率平均値を比較すると、「自転車道」のほうが小さい傾向にあることがわかる。また、「自転車歩行者道」は「整備なし」より事故率の平均値が大きく、また変動係数の値よりばらつきも大きい傾向にある。ここで、事故率が箱ひげ図の上限（事故率 1,823）以上の「外れ値」である 19 区間に着目し、事故率が高い箇所の特徴を考察する。外れ値区間の道路交通環境情報を表 2-9 に、外れ値区間と外れ値以外間の道路交通環境情報に関する分散比と平均値に関する検定（F 検定および t 検定）結果を表 2-10 に示す。

表 2-10 より、t 検定の結果、区間延長、自転車交通量、自動車交通量について、外れ値と外れ値以外の平均値の間に有意な差が確認されたことがわかる。区間延長については、外れ値区間は区間延長が短い傾向にあるといえる。表 2-9 より外れ値の区間の多くは、延長が 0.1km もしくは 0.2km であるが、地図で確認した結果、これらの区間は交差点および交差点付近が含まれていることから、交差点および交差点付近での交通事故が多い区間と推察される。また、自転車交通量については、外れ値区間は自転車交通量が少ない傾向にあるといえる。自転車事故率の算出には自転車交通量の逆数を乗じていることから、自転車交通量が少ない箇所では自転車事故率が大きくなりがちではあるが、外れ値の区間は、それ以外と比較して特に自転車交通量が少ない傾向にあるといえる。さらに、自動車交通量については、外れ値区間は自動車交通量が多い傾向にあるといえる。このことから、自動車の交通量が多い幹線機能を有する道路では、事故率が高い傾向にあると考えられる。この 19 区間は名古屋市内の様々な路線が含まれているが、特に図 2-6 に示す県道 29 号では連続した 4 区間（センサス区間番号：23400290150～23400290160, 23400290180～23400290190）が含まれていることから、この 4 区間は名古屋市内でも特に事故危険性の高い路線および区間であると考えられる。この路線は、名古屋市営地下鉄東山線高畑駅のアクセス道路であり、鉄道駅に向かう必要があると考えられるが、歩道内で視覚的分離等はされていないなどの特徴を有している。以上より、事故率が極めて高い区間は、規制速度が高く、また区間延長が短い区間であることがわかった。

表 2-9 自転車事故率外れ値区間の道路交通環境諸量

センサス区間番号	自転車事故件数 [件/5年]	区間延長 [km]	車道幅員 [m]	歩道代表 幅員[m]	車線数	歩行者交通量 [人/12h]	自転車交通量 [台/12h]	自動車交通量 [台/24h]	指定最高速度 [km/h]	事故率
23301530040	14	0.2	14.5	4.5	4	728	1,416	23,432	60	2,707
23301540020	6	0.1	18.5	5	6	352	809	23,475	60	4,062
23400290150	15	0.6	14.5	4	4	208	462	28,253	60	2,963
23400290160	6	0.2	14.5	4	4	208	462	28,253	60	3,556
23400290180	14	0.5	14.5	4	4	1,367	841	28,818	60	1,823
23400290190	47	1.6	14.5	4	4	1,367	841	28,818	60	1,913
23400360100	8	0.1	13	3	4	411	848	20,567	50	5,166
23400600170	4	0.1	19	5.4	6	586	945	52,970	60	2,318
23500500380	21	1.4	21.25	4	6	123	437	35,588	60	1,880
23500510010	9	0.1	19.5	6.2	6	4,990	1,800	46,033	60	2,738
23500510030	8	0.1	19.5	6.2	6	4,990	1,800	46,033	60	2,434
23500510140	7	0.1	21	6.2	6	661	2,084	42,502	60	1,839
23601020030	11	0.2	7	1.7	2	134	1,484	23,622	40	2,030
23601150180	6	0.2	7	3	2	571	436	11,766	40	3,768
23601900020	3	0.2	7	2	2	490	422	11,400	40	1,947
23602000050	9	0.2	13	4	4	1,180	1,172	30,835	60	2,103
23602170050	3	0.1	10	3	3	777	616	17,525	40	2,667
23700020080	30	0.1	30	9.7	8	1,365	3,537	50,177	60	4,645
23700190030	4	0.1	13	4	4	11,346	591	22,618	40	3,707

表 2-10 自転車事故率外れ値区間と外れ値以外間の道路交通環境情報に関する

F 検定および t 検定結果

区分	集計項目	区間延長 [km]	車道幅員 [m]	歩道代表 幅員[m]	車線数	歩行者交通量 [人/12h]	自転車交通量 [台/12h]	自動車交通量 [台/24h]	指定最高速度 [km/h]
外れ値 (19区間)	平均値	0.3	15.3	4.4	4.5	1,677	1,105	30,141	54
	標準偏差	0.4	5.8	1.8	1.6	2,739	785	12,359	9
	変動係数	1.34	0.38	0.41	0.37	1.63	0.71	0.41	0.17
外れ値以外 (413区間)	平均値	0.7	16.0	4.8	4.7	2,518	1,517	25,711	54
	標準偏差	0.5	6.1	2.0	1.7	4,891	881	10,256	9
	変動係数	0.70	0.38	0.41	0.36	1.94	0.58	0.40	0.18
検定結果	F検定	1.39	1.13	1.19	1.04	3.19 *	1.26	1.45	1.11
	t検定	-3.39 *	-0.46	-0.93	-0.62	-1.25	-2.00 **	1.82 ***	0.22

(* : 1%有意, ** : 5%有意, *** : 10%有意)



図 2-6 県道 29 号の外れ値連続区間位置図

2.2.5. 自転車歩行者道の整備形態別事故率比較

名古屋市内の自転車歩行者道では、自転車歩行者道内における通行位置の明示方法として、表 2-11 や図 2-7 に示すように路面の舗装の色を分けて視覚的に分離する方法（以降、舗装分離）、路面に自転車や歩行者の絵を用いて視覚的に通行位置を分離する方法（以降、路面表示）、文字やピクトグラムによる看板の設置により視覚的に通行位置を分離する方法（以降、看板設置）などがある。各評価対象区間について現地踏査や Googlemap ストリートビューにより、整備形態を把握した上で、「看板設置」、「路面表示」、「舗装分離」に該当するか区分している。

表 2-11 自転車歩行者道の整備形態定義

整備形態	定義
看板設置	看板を設置し、自転車と歩行者の通行空間を示している区間
路面表示	自転車歩行者道の路面に絵を用いて自転車と歩行者の通行空間を示している区間
舗装分離	歩行者と自転車の通行空間を色分けして舗装している、または白線および青線を用いて示している区間
整備なし	上の3つを除いた区間



図 2-7 自転車歩行者道の整備形態
(上：看板設置，下：舗装分離，路面表示)

例えば、ある区間において、表 2-11 に示すように看板や路面表示の設置、舗装の色を分けた分離をしている場合、「看板設置」、「路面表示」、「舗装分離」の全ての整備形態に該当するとしている。また、いずれも該当しない場合を「整備なし」と定義している。なお、本研究の集計対象期間内において、整備形態が変更されている可能性は否めないが、ストリートビューでは複数時点で現場写真を確認し、整備形態が変更されている事例は少ないとみなすことができたため、確認結果に基づいて分析する。

以上の定義による自転車歩行者道の整備形態別自転車事故率の基礎統計値を表 2-12 に、自転車事故率のばらつきを可視化するため、箱ひげ図を図 2-8 に、整備形態別事故率の累積相対度数分布を図 2-9 に示す。なお、図 2-8 の箱ひげ図は、図 2-5 と同様の方法にて解釈できるようにしている。

表 2-12 自転車歩行者道整備形態別自転車事故率基礎統計値

整備形態	看板設置	路面表示	舗装分離	整備なし
区間数	44	66	89	340
最小値	0	0	0	0
平均値	537	602	618	682
中央値	421	456	478	499
最大値	2,318	2,738	2,738	5,166
15%タイル値	97	143	210	157
85%タイル値	1,080	1,075	1,056	1,203
標準偏差	487	561	517	696
変動係数	0.91	0.93	0.84	1.02

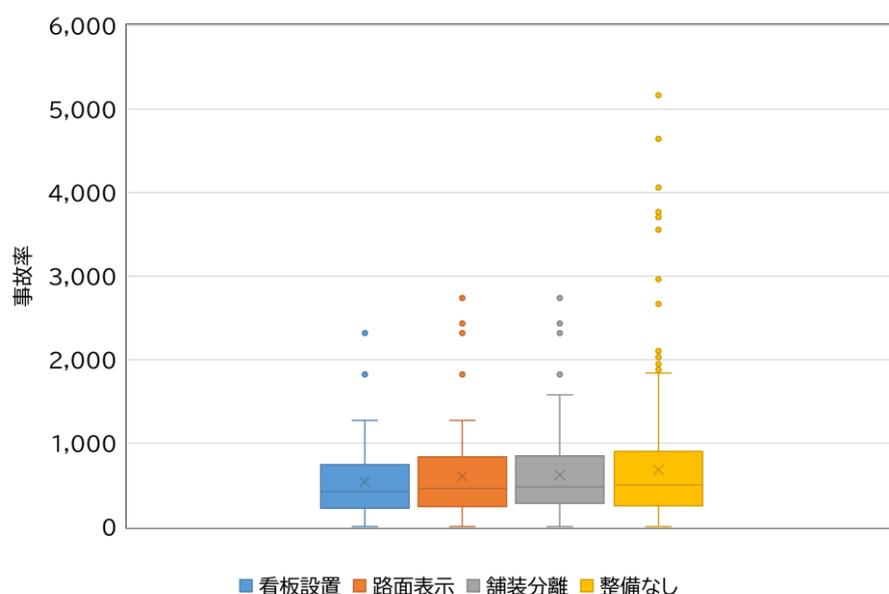


図 2-8 自転車歩行者道整備形態別自転車事故率箱ひげ図

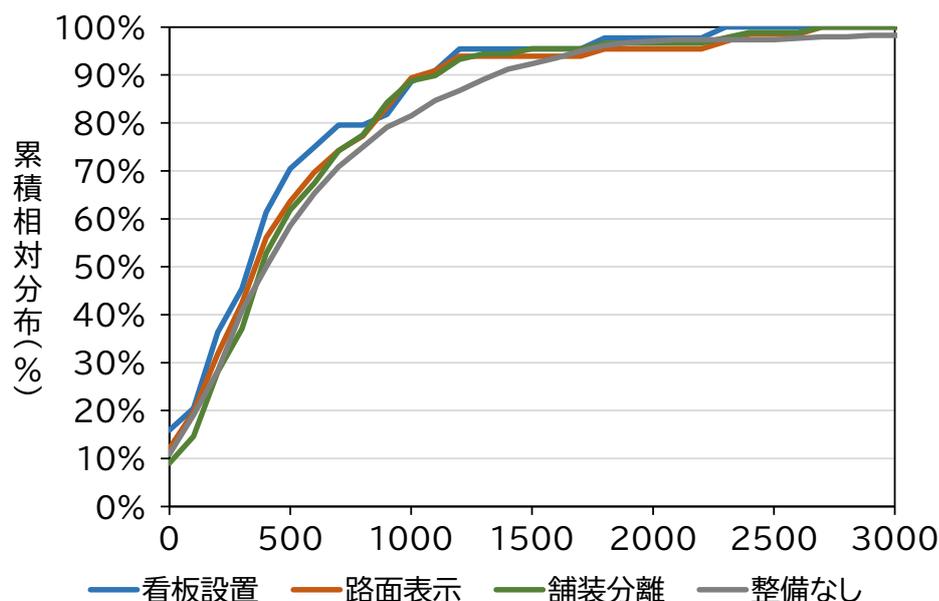


図 2-9 整備形態別事故率の累積相対度数分布

表 2-12 より、対象とする名古屋市内の自転車歩行者道区間（432 区間）のうち、340 区間が「整備なし」に該当すること、また「整備なし」の自転車事故率の平均値、中央値、最大値、変動係数が最も大きいことがわかる。また、図 2-8 より「整備なし」の事故率を取りうる値の範囲は、他の整備形態と比較して広がることからわかるほか、「外れ値」に該当する事故率の値も大きくなっていることがわかる。

ここで、表 2-12 に関して、整備形態ごとの事故率の差が統計的に有意かどうかを検証した。本検証において、比較対象が 4 群であるため、多重性を考慮したパラメトリック検定である Tukey 検定を採用した。その結果、いずれの群比較においても、有意な結果は得られなかった。しかしながら、整備なしとそれ以外の他の整備形態についてそれぞれ一対比較をすると、両側検定の分散比の検定（以降、F 検定）の結果、整備なしの方がそれ以外の整備形態よりも、事故率の分散が大きく（看板設置： $F=2.00$, $p<0.01$ 、路面表示： $F=1.52$, $p=0.02$ 、舗装分離： $F=1.80$, $p<0.01$ ）、また平均値の差の検定（以降、t 検定）の結果、整備なしと看板設置では平均値に有意な差が確認された ($t=-1.73$, $p=0.09$)。

以上より、自転車歩行者道の整備形態に着目すると、自転車通行空間の整備形態間では事故率の傾向に有意な差は確認されなかったものの、整備なしとの一対比較の結果から、いずれの施策においても事故率のばらつきが小さくなる傾向にあること、また、看板設置は、整備なしと一対比較した場合において、事故率が有意に低下することがわかった。

2.3. 自転車歩行者道における自転車関連事故の影響要因分析

本節では、名古屋市内の自転車歩行者道における自転車関連事故件数に影響する道路構造や交通状況等の道路交通環境要因を明らかにするため、自転車歩行者道の自転車事故件数を目的変数、各種道路交通環境要因を説明変数とした回帰モデルを構築する。また、区間長と交通量にて事故発生件数を基準化した事故率についても回帰モデルを構築する。これは、事故件数だけでなく、事故リスクに影響する道路交通環境要因を合わせて明らかにすることを目的としている。そのため、分析対象区間は、前節までと同様、432区間の自転車歩行者道を対象とする。

ここで、事故件数といった希少事象の計数データの予測モデルには、一般的にポアソン分布が適用されることが多いが、ポアソン分布は平均と分散が同一となると仮定されており、過分散問題を排除するために負の二項分布回帰モデルが適用されることが多い。本研究ではこの点を確認した後、予測モデルを構築する。ここで、自転車歩行者道における事故件数別区間数を図 2-10 に示す。

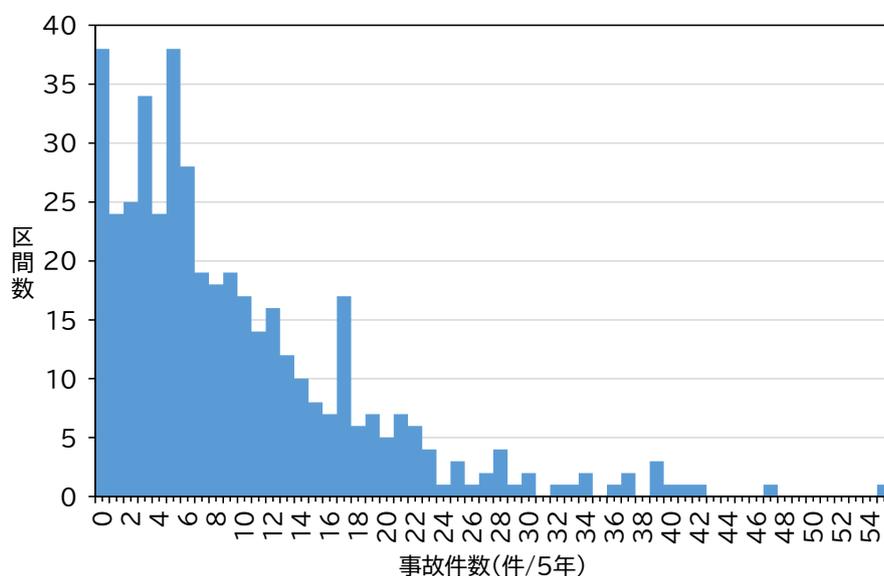


図 2-10 自転車歩行者道における事故件数別区間数

図 2-10 より、事故件数の異なる区間が多く存在することがわかり、対象区間の平均事故件数は 9.5[件/5 年]であるのに対し、分散は 79.21 と過分散状態であることが確認された。この結果を踏まえ、本研究では自転車事故件数を目的変数とした負の二項分布による回帰分析を行うこととした。また、本研究では自転車交通量が観測された区間を対象区間として抽出していることから、区間によっては事故件数が 0[件/5 年]の区間も混在している。そのため、負の二項分布にて仮定した分布よりも過剰に 0 となるデータが含まれる可能性を考慮し、ゼロ過剰モデルを適用することとした。

一方で、事故率を目的変数とした回帰分析では、重回帰分析を採用した。重回帰分析の説明変数候補を表 2-13 に示す。なお、本研究で候補とした説明変数は、H27 センサスの各種道路交通環境の調査結果値を採用している。さらに表 2-13 に示す説明変数間の多重共線性を確認するため、説明変数候補間の相関係数を算出した。相関係数算出結果を表 2-14 に示す。なお、表中の説明変数番号は、表 2-13 に示す各説明変数候補に記載の番号を示すものである。

表 2-13 回帰分析の説明変数候補

道路交通環境種別	説明変数
区間延長	[1]区間延長(km)
交通状況	[2]歩行者交通量(人/12h)
	[3]自転車交通量(台/12h)
	[4]自動車交通量(台/12h)
	[5]大型車混入率(12h)(%)
道路構造	[6]車道幅員(m)
	[7]歩道幅員(m)
	[8]車線数
	[9]信号交差点密度(箇所/km)
	[10]信号のない交差点密度(箇所/km)
	[11]バス路線ダミー
	[12]バス優先・専用レーンダミー
交通規制	[13]指定最高速度(km/h)
沿道状況	[14]人口集中地区かつ商業地域ダミー
	[15]人口集中地区(商業地域を除く)ダミー
自転車歩行者 道整備形態	[16]「看板設置」ダミー
	[17]「路面表示」ダミー
	[18]「舗装分離」ダミー

表 2-14 説明変数間の相関係数

説明変数	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
[1]	1.00																	
[2]	-0.11	1.00																
[3]	-0.17	0.39	1.00															
[4]	-0.15	0.16	0.53	1.00														
[5]	0.05	-0.16	-0.26	0.03	1.00													
[6]	-0.18	0.19	0.45	0.63	0.03	1.00												
[7]	-0.16	0.12	0.41	0.39	0.00	0.61	1.00											
[8]	-0.17	0.18	0.45	0.62	0.07	0.98	0.62	1.00										
[9]	-0.22	0.47	0.30	0.09	-0.17	0.28	0.31	0.25	1.00									
[10]	-0.03	-0.27	-0.09	-0.24	-0.11	-0.16	-0.02	-0.16	-0.22	1.00								
[11]	0.01	0.09	0.15	0.17	0.04	0.11	0.14	0.12	0.05	-0.11	1.00							
[12]	0.06	0.20	0.09	0.17	0.07	0.05	-0.09	0.07	0.06	-0.16	0.10	1.00						
[13]	-0.06	-0.21	0.17	0.48	0.14	0.54	0.41	0.55	0.07	-0.12	0.10	-0.06	1.00					
[14]	-0.25	0.17	0.27	0.31	-0.18	0.33	0.25	0.31	0.38	-0.08	0.07	0.14	0.23	1.00				
[15]	0.25	-0.17	-0.27	-0.31	0.18	-0.33	-0.25	-0.31	-0.38	0.08	-0.07	-0.14	-0.23	-1.00	1.00			
[16]	-0.01	0.21	0.18	0.28	0.01	0.25	0.37	0.28	0.10	0.07	0.08	-0.02	0.14	0.15	-0.15	1.00		
[17]	-0.06	0.18	0.28	0.32	0.00	0.25	0.39	0.27	0.05	0.07	0.10	0.12	0.13	0.19	-0.19	0.79	1.00	
[18]	-0.04	0.10	0.20	0.32	0.14	0.31	0.45	0.35	0.02	0.08	0.07	0.05	0.20	0.16	-0.16	0.62	0.79	1.00

表 2-14 より、[4] 自動車交通量 (台/12h) と [6] 車道幅員 (m)、[8] 車線数が相互に正の相関関係にあることがわかる。これは、車線数が増えれば車道幅員も大きくなること、また車線数が増えれば交通容量も増加し、その結果自動車交通量も増えることは必然と考えられる。そのため、自動車交通量 (台/12h) は車道幅員と車線数の代替変数を担うものとし、[6] 車道幅員 (m)、[8] 車線数は説明変数から除外することとした。この処理を行うことで、[6] 車道幅員 (m) と [7] 歩道幅員 (m)、[7] 歩道幅員 (m) と [8] 車線数の相関関係を考慮する必要もなくなった。次に、[14] 人口集中地区かつ商業地域ダミーと [15] 人口集中地区 (商業地域を除く) ダミーの相関係数が-1.00 であるが、これは対象とする 432 区間が人口集中地区かつ商業地域、もしくは人口集中地区 (商業地域を除く) のいずれかに該当することを意味している。実際に、本研究で対象とする 432 区間のうち、人口集中地区かつ商業地域は 332 区間、人口集中地区 (商業地域を除く) は 100 区間該当している。よって、本研究では該当区間数の少ない [15] 人口集中地区 (商業地域を除く) ダミーを説明変数として残し、[14] 人口集中地区かつ商業地域ダミーを除外することとした。最後に、[16] 「看板設置」ダミー、[17] 「路面表示」ダミー、[18] 「舗装分離」ダミーが相互に正の強い相関関係にあることがわかる。しかし、本研究では自転車歩行者道の整備形態に着目していることから、これら 3 変数は、いずれも説明変数候補として扱うこととした。

以上の経緯を踏まえた説明変数候補から、目的変数を事故件数とする負の二項分布回帰分析と、目的変数を事故率とする重回帰分析を実施した。なお、重回帰分析では事故率の算定に用いている区間長と自転車交通量を除く説明変数候補から、ステップワイズ法を用いて説明変数の取捨選択した。また、ゼロ過剰モデル型の負の二項分布では、全説明変数を投入後、有意性の低いと思われる説明変数を除外し、最適化を図る手法により実施した。なお、今回帰分析は、統計ソフト JMP Pro17.0.0 を使用し実施したものである。事故件数予測モデルを表 2-15 に、事故率予測モデルを表 2-16 に示す。

表 2-15 事故件数予測モデル結果（負の二項分布回帰分析）

説明変数	パラメータ推定値
[1]区間延長(km)	1.02 *
[2]歩行者交通量(人/12h)	-
[3]自転車交通量(台/12h)	3.00×10^{-4} *
[4]自動車交通量(台/12h)	2.02×10^{-5} *
[5]大型車混入率(12h)(%)	-
[7]歩道幅員(m)	-
[9]信号交差点密度(箇所/km)	0.06 ***
[10]信号のない交差点密度(箇所/km)	-
[11]バス路線ダミー	-
[12]バス優先・専用レーンダミー	-
[13]指定最高速度(km/h)	-
[15]人口集中地区(商業地域を除く)ダミー	-0.28 *
[16]「看板設置」ダミー	-0.21 ***
[17]「路面表示」ダミー	-
[18]「舗装分離」ダミー	-
切片	0.27
サンプル	432
対数尤度	-1310.17
AIC	2636.69
一般化R ² 乗	0.403

(* : 1%有意, ** : 5%有意, *** : 10%有意)

表 2-16 事故率予測モデル結果（重回帰分析）

説明変数	パラメータ推定値
[2]歩行者交通量(人/12h)	-
[4]自動車交通量(台/12h)	-
[5]大型車混入率(12h)(%)	-
[7]歩道幅員(m)	-
[9]信号交差点密度(箇所/km)	-
[10]信号のない交差点密度(箇所/km)	-
[11]バス路線ダミー	-
[12]バス優先・専用レーンダミー	-
[13]指定最高速度(km/h)	-
[15]人口集中地区(商業地域を除く)ダミー	-174.65 **
[16]「看板設置」ダミー	-179.66 ***
[17]「路面表示」ダミー	-
[18]「舗装分離」ダミー	-
切片	724.78
サンプル	432
自由度調整済み決定係数	0.012
AIC	2636.69
F値	3.575 **

(* : 1%有意, ** : 5%有意, *** : 10%有意)

まず、表 2-16 の重回帰分析結果について、F 値によりモデルの有意性は確認されるものの、自由度調整済み決定係数は 0.012 と非常に低いため、本結果による正確な事故率の予測は困難であると判断する。よって、本研究では、この重回帰分析結果は負の二項分布回帰分析結果の解釈を補足する結果として扱う。

その上で、表 2-15 に示す負の二項回帰分析結果より、重回帰分析結果に共通かつ同一の符号のパラメータ推定値の説明変数として、[15] 人口集中地区（商業地域を除く）ダミー、[16] 「看板設置」ダミーが抽出され、ともに有意な変数であることがわかる。これらのパラメータ推定値は全てマイナスの符号条件であり、分析対象とした自転車歩行者道では、人口集中地区（商業地域を除く）であり、また自転車歩行者道において看板の設置により自転車の通行位置を明示している場合において、事故件数が少なく、また事故率も低下すると解釈できる。

一方で、負の二項回帰分析結果のみに抽出された説明変数として、[4] 自動車交通量（台/12h）、[9] 信号交差点密度（箇所/km）が挙げられる。これらのパラメータ推定値は全てプラスの符号条件であり、分析対象とした自転車歩行者道では、自動車交通量（台/12h）が多く、信号交差点密度（箇所/km）が大きいほど、事故件数が増えることを意味している。この結果について、具体的なシチュエーションを想定しながら考察する。

自転車歩行者道において自転車が歩道を通行すると仮定した場合、自動車との交錯が想定されるのは、信号交差点や細街路の交差点等の無信号交差点であると考えられる。しかし、本研究の分析結果では、信号交差点密度のみが有意な変数として抽出されたため、自転車歩行者道での自転車事故件数と信号制御との関係が強いことが確認できた。また、自動車交通量が多い区間で事故件数が増えることから、自転車歩行者道から交差点へ進入する自転車と左折車との巻き込み事故や信号切り替わり時や対向直進車のギャップを縫って通行する右折車と自転車との事故などの危険性が高いこと、特に信号交差点密度が高い区間ではこの事象が顕著に生じていることが推察される。

2.4. 本章のまとめ

本章では、名古屋市内の自転車関連事故の発生傾向を整理するとともに、自転車交通量が観測された区間を対象に自転車事故率を算定し、その算定結果をもとに自転車通行空間の整備形態別に集計した。その結果、分析対象とする整備形態別の区間数の違いに留意するも、「自転車歩行者道」は「整備なし」より事故率の平均値、ばらつきもともに大きい傾向にあることがわかった。

また、自転車歩行者道の区間に着目し、自転車の通行位置を明示する施策の有無や種別による事故率の変化について把握した。その結果、自転車歩行者道の整備形態に着目すると、自転車の通行空間を明示する施策メニュー間では事故率の傾向に有意な差は確認されなかったものの、「整備なし」と比較すると、「看板設置」は統計的に有意に事故率が低下することがわかった。

さらに、自転車歩行者道については、事故件数を被説明変数とした負の二項分布回帰分析と、事故件数を交通量および区間延長で基準化した自転車事故率を被説明変数とする重回帰分析の結果に基づき、自転車事故の発生傾向に影響する道路交通環境要因について考察した。この結果から、交通量や信号交差点密度といった道路環境や交通状況が影響すること、また自転車歩行者道での施策として、自転車通行位置を明示する看板の設置は、自転車事故件数の減少および自転車事故率の低下に寄与することが示された。

本分析で示唆された自転車歩行者道の整備種別の違いによる事故発生件数および事故率の変化傾向は、今後の自転車ネットワークの整備過程において、整備すべき区間の優先度評価のための基礎資料となり得るものと考えられる。

3. 官庁街 RAB における自転車挙動と利用者意識の変化分析

3.1. 概要

本章では、図 3-1 に示す歩行者・自転車利用の多く見込まれる愛知県名古屋市内の官庁街にある無信号交差点が令和 2 年 9 月にラウンドアバウト（以降、RAB）試行運用が開始されたことを受け、試行運用前後で実施された外部観測調査とインタビュー調査データを用いて、RAB 導入による自転車を含む車両挙動と利用者意識への影響を経時的に分析する。また、インタビュー調査に関して、自動車、自転車の通行ルールの認知状況と RAB 導入による交差点への安全性評価について利用者意識の変化やその要因を統計分析により明らかにする。RAB 試行運用前後の交差点の様子を図 3-2 に示す。



図 3-1 名古屋市内の RAB 試行運用箇所位置図



試行運用前



試行運用後

図 3-2 RAB 試行運用前後の交差点の様子

3.2. 対象 RAB の概要

3.2.1. RAB の構造特性諸量の定義

本研究における RAB の構造特性諸量の定義を、図 3-3 に示す。外径は RAB の直径の長さ、車道幅員は環道部の幅員、エプロン幅員は環道と中央島間に設置されているエプロン部の幅員を示すものである。また、今回対象とする RAB の横断歩道には分離島が設置されており、二段階横断方式が採用されている。そのため、RAB の流入部幅員は流入部の路肩から交通島までの幅員、流出部幅員は流出部の路肩から交通島までの幅員とする。

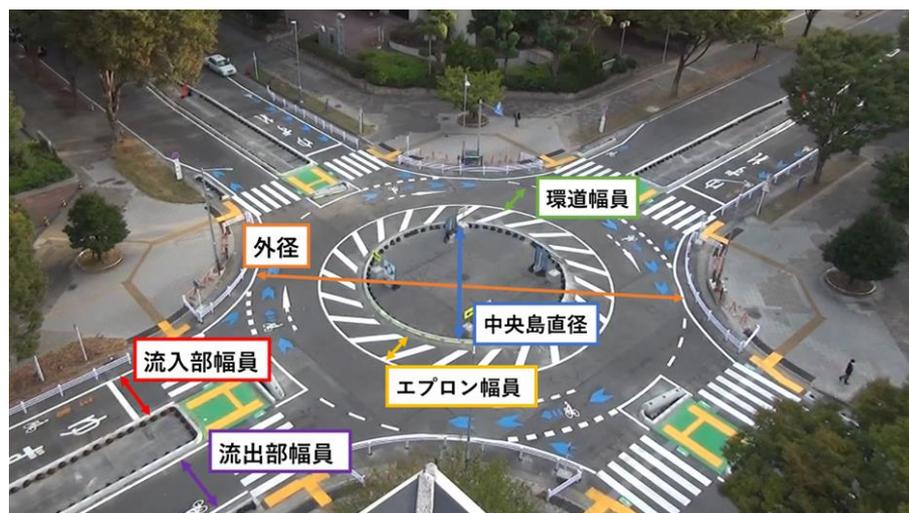


図 3-3 RAB 構造特性諸量の定義図

3.2.2. 調査対象 RAB の構造特性諸量

RAB の構造特性諸量を図 3-4 に示す。



[単位：m]

※名古屋市提供

図 3-4 ラウンドアバウト構成要素の構造特性諸量

外径は30mであり、その内、中央島の直径は14m、環道幅員は4.5m、エプロンは3.0mである。4つの横断歩道において交通島が設置され、流入出車両の分離、また、横断歩道距離の短縮がされている。なお、図 3-5 に示す通り、エプロンは、段差がなく、路面表示のみでゼブラとなっている。また、流入部の停止線手前には、図 3-3 に示すような環道優先を促す路面表示がある。



図 3-5 エプロンの施工状況

RABの流入部および環道内には、自転車の走行位置を示す矢羽根が設置されている。流入部に設置された矢羽根の設置状況を図 3-6、環道内に設置された矢羽根の設置状況を図 3-7、環道内の矢羽根の構造図面を図 3-8 に示す。



図 3-6 流入部の矢羽根の施工状況



図 3-7 環道流入部付近の矢羽根の施工状況

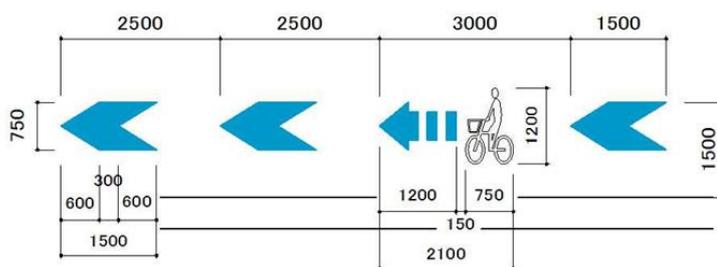


図 3-8 環道内の矢羽根の構造図面

矢羽根は自転車の交通状況に応じて、環道での自転車通行の安全性向上のため、必要に応じて設置されることがある³⁷⁾が、本交差点では、都市部で自転車利用が多い箇所であり安全対策が必要であること、市内初のRABであり、自転車の通行方法の周知が必要であるため、設置が検討された³⁸⁾。既存の設計マニュアル³⁹⁾では、自転車へ環道内の時計回り（右回り）を誘導、自動車へ自転車の環道内通行の注意喚起、環道での自動車と自転車の並走抑制の3つのポイントが重要とされており、本交差点でも同様の考え方に基づいて設置されている³⁸⁾。特に、流入部での自動車、自転車への注意喚起の必要性が高いと考えられたため、流入部付近に密に設置されている。図 3-6 および図 3-7 に示すように、矢羽根は流入部から開始し、環道の矢羽根と

合流するように設置されている。一方、必要性の低い箇所への矢羽根設置を避ける意図から流出部への設置は見送っている。また、図 3-8 に示す通り、矢羽根の寸法は、単路部で設置されている標準的な 750mm×1500mm であり、これは新設の RAB では初めて設置された従事の設定例より大きい寸法である。また、外側の区画線から矢羽根の距離が、矢羽根の幅 750mm と同じになっており、これまで国内 RAB に設置されている矢羽根よりも中央島寄りに環道外側線から離されて設置されている。設置位置については、鈴木らの研究²⁴⁾より、環道側端を自転車が行き通ることによる環道内での自動車との並走、自動車による追越し、横切りといった危険挙動が生じることを受けて設定されたものである。また、図 3-8、図 3-4 に示すように、流入出部の車線幅員は 3.0m、自転車通行空間は道路端から矢羽根の右端までの距離 1.5m から路肩 0.5m を引いた 1.0m である。

3.3. 調査および対象交差点の交通特性の概要

本節では、本研究で実施した外部調査とインタビュー調査の概要と、対象交差点の交通特性について示す。なお、インタビュー調査は大学、建設コンサルタントで協力して企画し、名古屋市が主動して実施したものである。

3.3.1. 挙動分析概要

本研究では、表 3-1 に示す通り、RAB の試行運用日前、運用直後、運用日から 3 か月後の 3 回実施した外部観測調査により得られたビデオデータを活用し、利用者挙動の読み取りを行った。外部観測調査は、各時点ともに図 3-9 に示す対象交差点及び隣接する建物の 2 箇所ビデオカメラ計 6 台を設置し、実施している。1 箇所目は、名古屋市合同庁舎 2 号館の屋上に設置したビデオカメラ 2 台により、交差点内および環道内、隣接する交差点内を撮影している。2 箇所目は、交差点付近にある照明柱に設置したビューポール⁴⁰ 4 台により、交差点に接続する 4 つの流入部および流出部を撮影している。

表 3-1 外部観測調査の概要

	調査日	時間帯	撮影箇所
事前調査	令和2年8月4日(火)	07:00~19:00	名古屋市合同庁舎
直後調査	令和2年10月7日(水)	07:00~19:00	2号館屋上カメラ
3か月後調査	令和2年12月23日(水)	07:00~19:00	ビューポールカメラ

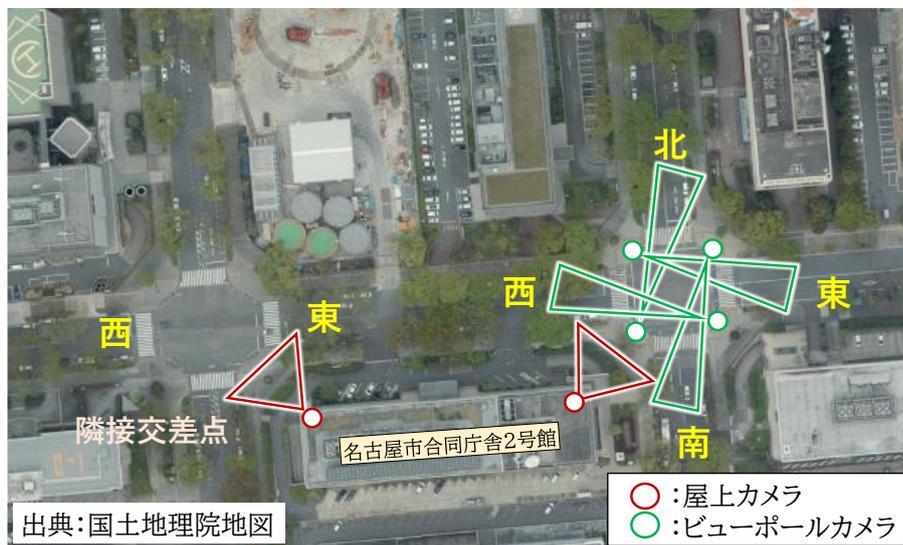


図 3-9 屋上カメラ・ビューポールカメラの設置箇所と画角

本研究では、外部観測調査で取得したビデオデータを用いて図 3-9 に示す流出入部，進行方向別の速度や通行時間などの車両挙動分析を行う。なお、ビデオデータの分析には、「George」⁴⁾及び「TMPGEnc Video Mastering Works 7」の2つのソフトウェアを用いている。「George」の挙動データ取得対象は、事前・直後における全自転車と交差点内を自由走行する自動車である。自転車は図 3-10 に示す前輪の接地点を取得ポイントとし、0.8[s]間隔で位置データを記録している。また、事前・直後・3 か月後における自転車の軌跡以外のデータは「TMPGEnc Video Mastering Works 7」で取得している。



図 3-10 自転車位置データ取得ポイント

3.3.2. インタビュー調査概要

本研究では、試行運用開始後の2時点（直後、3か月後）におけるインタビュー調査結果を活用し、RABにおける利用者意識と通行ルールの認知度に関する分析を行う。調査の概要を表 3-2 に、インタビュー調査票を図 3-11 に示す。

表 3-2 インタビュー調査の概要

調査日	1回目：令和2年10月12日（月）～15日（木）（4日間） 2回目：令和2年12月18日（金）、21日（月）、22日（火）（3日間）
時間帯	1回目：8：00～17：30（4日間とも） 2回目：8：45～17：15（3日間とも）
調査対象	試行運用前後において対象交差点を利用した経験がある方
取得数	1回目：155 サンプル 2回目：164 サンプル
調査内容	<u>試行運用による変化（4～5段階評価）</u> <ul style="list-style-type: none">・交差点進入前の走行位置・交差点内の走行位置・自動車との接触危険性・自動車の走行速度・交差点全体としての安全性・交差点の通行しやすさ <u>試行運用に関する意見（5段階評価）</u> <ul style="list-style-type: none">・交差点に対して抱く印象と理由（自由回答）・矢羽根の認知・矢羽根の大きさ、設置数、安心感 <u>回答者属性</u> <ul style="list-style-type: none">・年代、通行頻度、通行位置、OD 等

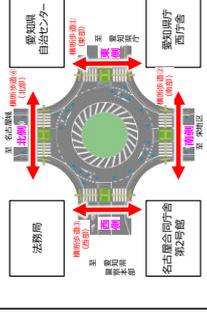
自転車用：No.	
名古屋ラウンドアバウト導入試行運用に関するアンケート調査票	
<p>【1】ラウンドアバウトの利用のしやすさ、安全性に関する意見 たいは、以下の交差点ではラウンドアバウト導入試行運用を実施しています。試行運用開始後において、本交差点を実際に利用した際のご意見をお聞かせください。</p>	
	
<p>(1) ラウンドアバウトによって、交差点に入る前の走行位置は変化しましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 変わらない (今も前も歩道を走行) <input type="checkbox"/> 車道を走行するようになった (以前は歩道を走行) <input type="checkbox"/> 変わらない (今も前も車道を走行) <input type="checkbox"/> 歩道を走行するようになった (以前は車道を走行)</p> <p>(2) ラウンドアバウトによって、交差点内の走行位置は変化しましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 変わらない (今も前も横断歩道を走行) <input type="checkbox"/> 車道を走行するようになった (以前は横断歩道を走行) <input type="checkbox"/> 変わらない (今も前も車道を走行) <input type="checkbox"/> 横断歩道を走行するようになった (以前は車道を走行)</p> <p>(3) ラウンドアバウトにより、交差点内での自動車との接触危険性はどのように変化しましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 安全になった <input type="checkbox"/> やや安全になった <input type="checkbox"/> 変わらない <input type="checkbox"/> やや危険になった <input type="checkbox"/> 危険になった</p> <p>(4) ラウンドアバウトにより、自動車の走行速度はどのように変化しましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 速くなったと感じた <input type="checkbox"/> あまり変わらない (前も今も速い) <input type="checkbox"/> 遅くなったと感じた <input type="checkbox"/> あまり変わらない (前も今も遅い)</p> <p>(5) ラウンドアバウトにより、交差点全体としての安全性はどのように変化しましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 安全になった <input type="checkbox"/> やや安全になった <input type="checkbox"/> 変わらない <input type="checkbox"/> やや危険になった <input type="checkbox"/> 危険になった</p> <p>(6) ラウンドアバウトにより、交差点の通行のしやすさはどのように変化しましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 通行しやすくなった <input type="checkbox"/> やや通行しやすくなった <input type="checkbox"/> 変わらない <input type="checkbox"/> やや通行しにくくなった <input type="checkbox"/> 通行しにくくなった</p>	
<p>【2】ラウンドアバウト試行運用に関する意見</p> <p>(7) 試行運用開始以後、あなたが本交差点に対して抱く印象は、以前に比べてどうなりましたか？</p> <p><input type="checkbox"/> 良くなった <input type="checkbox"/> 少し良くなった <input type="checkbox"/> 変わらない <input type="checkbox"/> 少し悪くなった <input type="checkbox"/> 悪くなった</p> <p>(8) 理由を教えてください。</p> <p>()</p>	
<p>【9】ラウンドアバウトの導入により、以下のよう改良が行われ、通行方法が変化しました。以下のラウンドアバウト通行ルールについて、ご存知のものはどれですか。当てはまるものをすべてご回答ください。</p>	
矢羽根の設置	通行方法の変化
	
<p><input type="checkbox"/> 交差点は自動車と同じ右回り (時計回り) に走行 <input type="checkbox"/> 環道内を走行している車両が優先 <input type="checkbox"/> 環道内では、矢羽根に沿って、車道左側を走行</p> <p>(10) ラウンドアバウトの交差点内および流入部に矢羽根が設置されていますが、気づきましたか。</p> <p><input type="checkbox"/> 気づいていない <input type="checkbox"/> 気づいてなかった</p> <p>(11) ラウンドアバウトに設置されている矢羽根の大きさ、設置数、通行時の安心感はどうか。</p> <p>【大きさ】<input type="checkbox"/> ちょうどよい <input type="checkbox"/> 大きい <input type="checkbox"/> 小さい 【設置数】<input type="checkbox"/> ちょうどよい <input type="checkbox"/> 少し少ない <input type="checkbox"/> 少し多い <input type="checkbox"/> 通行時の安心感 <input type="checkbox"/> 安心感がある <input type="checkbox"/> どちらでもない <input type="checkbox"/> 安心感がない</p>	
<p>【3】基本属性・利用特性</p> <p>(12) 年代 <input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60代以上</p> <p>(13) 利用時間帯 (複数可) <input type="checkbox"/> 7～9時 <input type="checkbox"/> 9～12時 <input type="checkbox"/> 12～13時 <input type="checkbox"/> 13～16時 <input type="checkbox"/> 16～18時 <input type="checkbox"/> 18時～24時</p> <p>(14) あなたが本交差点を通行するときの主な目的は次のどれですか？</p> <p><input type="checkbox"/> 通勤 <input type="checkbox"/> 周辺施設への訪問 <input type="checkbox"/> その他 ()</p> <p>(15) あなたが本交差点を通行するときの主な経路を教えてください。</p>	
 <p>交差点通行時：車道の場合 <本交差点点ここから入りますか> 東側・南側・西側・北側 <本交差点点ここから出ますか> 東側・南側・西側・北側</p> <p>交差点通行時：横断歩道の場合 (複数可) <input type="checkbox"/> 横断歩道① (東部) <input type="checkbox"/> 横断歩道② (南部) <input type="checkbox"/> 横断歩道③ (西部) <input type="checkbox"/> 横断歩道④ (北部)</p>	
<p>(16) あなたの本交差点の通行頻度はどのくらいですか？</p> <p><input type="checkbox"/> ほとんど毎日 <input type="checkbox"/> 平日のみ <input type="checkbox"/> 週2-3回 <input type="checkbox"/> 月2-3回 <input type="checkbox"/> 年に数回程度</p>	
<p>インタビューは以上です。ご協力ありがとうございました。</p>	

図 3-11 インタビュー調査票 (名古屋市提供)

インタビュー調査は、自転車は当該交差点付近の歩道にて対面により実施した。また、インタビュー調査の対象者は、試行運用前および直後または3か月後に当該交差点を自転車で利用したことがある方を対象とした。具体には、交差点付近で声掛けし、試行運用前の当該交差点の利用経験の有無について確認し、試行運用前での利用経験がない方は調査対象とはせず、試行運用前に利用経験がある方のみ対象者として選定した。なお、今回のインタビュー調査は新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、調査概要（聞き取り内容、調査目的等）について最初に調査員から説明し、その後、聞き取り調査票をインタビュー対象者に渡し、不明点があれば調査員に随時確認していただく形式とした。

本調査では、年代や通行頻度、通行位置・交差点での主な経路（OD）といった利用者属性、試行運用による利用者意識に関して利用主体別、共通の設問により試行運用に関する変化（6項目）を3から5段階評価で、またRAB試行運用による交差点に対する評価、環状交差点の通行方法に関する認知度等について5段階評価で回答していただいている。

回答数について、自転車は直後155サンプル/4日、3か月後164サンプル/3日を回収している。なお、両時点ともに複数日で調査を実施しているが、各時点の調査期間の中で、同じ人へのインタビューはしていない。

なお、表3-2に示す通り、今回のインタビュー調査では、通行ルールの認知状況について把握しているが、本交差点は名古屋市内初のRAB試行運用となるため、名古屋市による試行開始時の広報活動の一環として、図3-12および図3-13に示すようにRABの概要や導入効果、通行方法を集約した広報チラシが作成され、配布されている。

名古屋市



環状交差点（ラウンドアバウト）

試行運用します

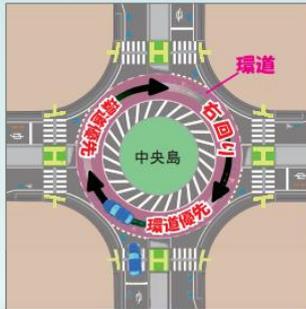
運用開始：令和2年9月23日 午前7時から

※天候等の都合により変更する場合があります。

実施場所：名古屋市中区三の丸二丁目

? 環状交差点（ラウンドアバウト）とは？

- ・環状交差点は、信号機のない円形の交差点です。
- ・車両は環道を右回りに通行し、目的の方向へ出ていきます。
- ・環状交差点では環道内の車両が優先です。



? 実施場所は？



? 環状交差点（ラウンドアバウト）は、どんな効果があるの？

安全性が向上します



車両の速度が下がります。

- ・中央島を避ける走行になるため、車両の速度が下がります。



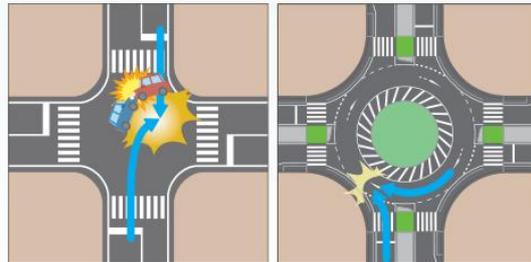
歩行者が横断しやすくなります。

- ・分離島があるため横断距離が短くなります。
- ・車の進行方向が限定されるため、安全確認がしやすくなります。



重大事故が起きにくくなります。

- ・車両は交差点内で同じ向きに走行するため、重大な事故が起きにくくなります。
- ・車両の速度が下がるため、事故が起きても軽微となります。



名古屋市・愛知県警察

図 3-12 広報チラシ（表面）

環状交差点(ラウンドアバウト)通行ルール



車の通行方法



長さ12m超の特殊車両を運転される方へ

構造上、長さ12m超の特殊車両は通行が困難なので、右左折するときは他の交差点をご利用ください。



歩行者の通行方法



横断歩道を渡る前は、右を、真ん中の分離島では、左を確認しましょう。安全を確認したら渡りましょう。



自転車の通行方法



自動車と同じ右回りに走行します。環道内では自動車と接触しないように自動車の前後を走りましょう。

お問い合わせ：名古屋市 道路維持課 TEL：052-972-2859

図 3-13 広報チラシ(裏面)

3.3.3. 対象交差点の交通量

各時点の外部観測調査により得られた映像データより，利用者別交通量を集計した．交通量集計結果を表 3-3 に示す．ただし，自動車交通量は各流入方向の自動車台数の合計であるが，横断歩道を通行する自転車や歩行者は，各横断歩道で観測された断面交通量の合計であるため，2 つ以上の横断歩道を通過した歩行者は 2 回以上カウントされている．そのため，歩行者交通量はのべ交通量である．

表 3-3 より，自動車交通量は 9～12 時，13～17 時の時間帯で多い傾向にある．これは交差点周辺に位置する法務局や名古屋市役所等，官公庁が 9 時以降に利用できること，また，12 時台は官公庁も昼休憩等の時間帯であり，他の時間帯と比べて自動車交通量が少ない傾向にあるためと考えられる．歩行者や自転車交通量は 8～9 時，17～19 時に多く，特に 8 時台ではのべ約 2,000 人の歩行者が観測されている．これは，周辺の官公庁に勤務する職員の通勤時間帯であると想定され，利用者が多い時間帯である．

以上より，対象交差点は車両と歩行者，自転車交通量のピークが異なる特徴を持つことがわかった．

表 3-3 利用者別交通量集計結果

	時間帯	小型車	大型車	自動車	大型車	自転車	歩行者
		[台]	[台]	交通量	混入率	[台]	[人]
				[台]	[%]		
事前	7:00～8:00	88	14	102	13.7%	52	947
	8:00～9:00	181	17	198	8.6%	150	1,892
	9:00～10:00	421	29	450	6.4%	104	932
	10:00～11:00	455	25	480	5.2%	73	345
	11:00～12:00	427	25	452	5.5%	69	342
	12:00～13:00	306	15	321	4.7%	71	853
	13:00～14:00	484	22	506	4.3%	61	431
	14:00～15:00	520	12	532	2.3%	78	391
	15:00～16:00	465	10	475	2.1%	63	391
	16:00～17:00	413	12	425	2.8%	73	707
	17:00～18:00	249	5	254	2.0%	97	1,112
	18:00～19:00	160	5	165	3.0%	87	907
	昼間12時間計	4,169	191	4,360	4.4%	978	9,250
直後	時間帯	小型車	大型車	自動車	大型車	自転車	歩行者
		[台]	[台]	交通量	混入率	[台]	[人]
				[台]	[%]		
	7:00～8:00	101	11	112	9.8%	55	959
	8:00～9:00	194	15	209	7.2%	134	1,944
	9:00～10:00	467	13	480	2.7%	99	1,001
	10:00～11:00	520	9	529	1.7%	87	437
	11:00～12:00	459	13	472	2.8%	68	416
	12:00～13:00	385	8	393	2.0%	75	1,092
	13:00～14:00	553	9	562	1.6%	80	544
	14:00～15:00	543	8	551	1.5%	57	466
	15:00～16:00	459	4	463	0.9%	69	487
	16:00～17:00	417	5	422	1.2%	55	710
17:00～18:00	252	6	258	2.3%	66	1,376	
18:00～19:00	155	4	159	2.5%	59	972	
昼間12時間計	4,505	105	4,610	2.3%	904	10,404	
3か月後	時間帯	小型車	大型車	自動車	大型車	自転車	歩行者
		[台]	[台]	交通量	混入率	[台]	[人]
				[台]	[%]		
	7:00～8:00	89	12	101	11.9%	56	971
	8:00～9:00	176	20	196	10.2%	123	2,034
	9:00～10:00	452	27	479	5.6%	80	1,070
	10:00～11:00	502	25	527	4.7%	69	522
	11:00～12:00	494	30	524	5.7%	49	519
	12:00～13:00	322	17	339	5.0%	67	1,228
	13:00～14:00	486	10	496	2.0%	63	535
	14:00～15:00	569	8	577	1.4%	79	534
	15:00～16:00	478	14	492	2.8%	74	494
	16:00～17:00	427	6	433	1.4%	73	709
17:00～18:00	232	13	245	5.3%	81	1,326	
18:00～19:00	158	5	163	3.1%	67	966	
昼間12時間計	4,385	187	4,572	4.1%	881	10,908	

3.4. 自転車の交錯に関わる分析

本節では、自転車の交錯に関わる事象として、横断歩道での自転車に対する自動車の譲り挙動、自動車と自転車の交錯危険性に関する分析を行う。ここで、RAB での自転車の交錯危険性を考えるうえで、車道通行する自転車と自動車を対象として、流入部、環道内、流出部での接触危険性を評価すること、横断歩道を通行する自転車を対象とした評価の 2 つのアプローチが考えられる。鈴木らの研究²¹⁾において、前者の視点に立って、自転車と自動車の並走追越しの挙動や接触可能性についての分析を行っている。一方、当該交差点は図 3-2 に示すように歩道幅員が十分にあり、表 3-3 に示した自転車交通量の多くが歩道利用している実態から、本箇所での RAB 試行運用の評価として、横断歩道を通行する自転車利用者と自動車との交錯危険性の観点からの分析も必要と考えられるため、横断歩道を通行する自転車に着目した分析を行っている。

3.4.1. 自転車に対する自動車の譲り挙動分析

集計対象期間を事前（8:00～12:00）と直後（8:00～12:00）と 3 か月後（8:00～12:00）とし、枝別に自動車の流入流出時の譲り挙動を分析する。事前と直後、3 か月後における対象車両の定義図を図 3-14、図 3-15 に示す。

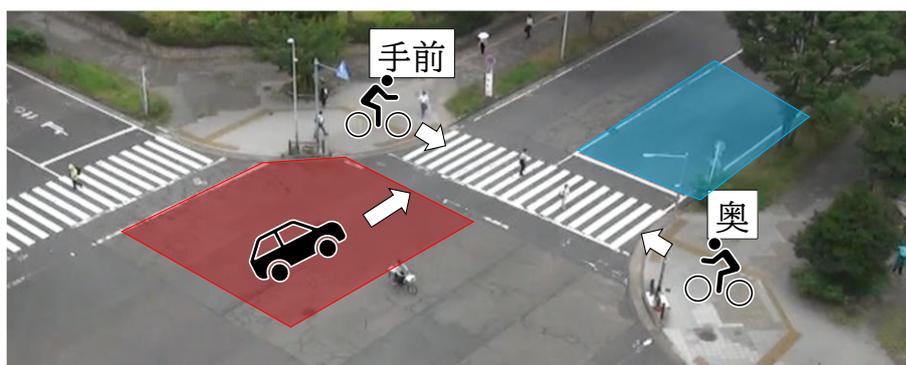


図 3-14 自動車譲り挙動定義図（事前）

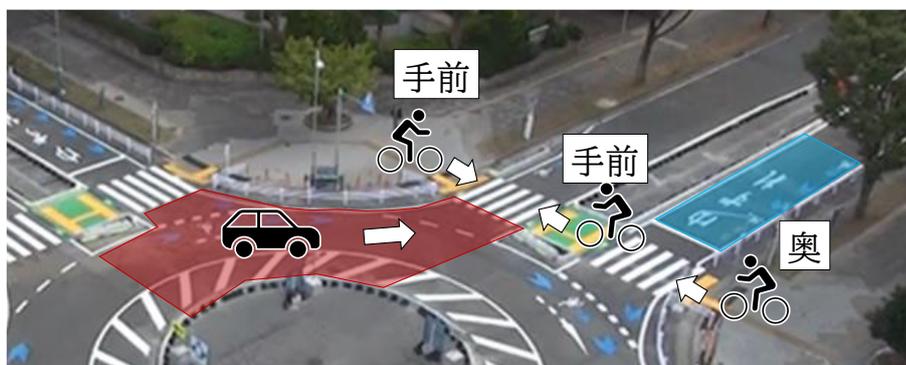


図 3-15 自動車譲り挙動定義図（直後，3 か月後）

図 3-14 に示すように、事前の対象車両として、流入時は青着色範囲に車両が到達し、横断者がいる場合を対象とし、流出時は各部の上流（赤着色部）にいる場合を対象としている。直後の対象車両として、流入時は青着色範囲に車両が到達し歩道端分離島に横断者がいる場合を対象とし、流出時は各部の上流（流出する枝の一つ手前、環道 1/4 程度の範囲、赤着色部）にいる場合を対象とする。なお、手前（左の歩道端、右の分離島）が near-side、奥（右の歩道端）が far-side の状況と定義している。手前・奥別に、譲り率 = 「譲る台数 / (譲る台数 + 譲らない台数)」を算出する。手前・奥別、流入・流出別譲り挙動の結果を図 3-16、図 3-17 に示す。

図 3-16 より、手前では直後、3 か月後ともに事前と比べて譲り率は有意に上昇していることがわかる。奥側については上昇傾向にあるが、有意な差は確認できなかった。また、図 3-17 より、流出（奥）以外は、譲り率は上昇傾向にあり流出時の手前側の譲り率は直後、3 か月後ともに有意に上昇していることがわかる。流出時の奥の譲り率が低下しているのは分離島により交錯の危険性が低いとドライバーが判断しやすいことを示した結果と推察できる。

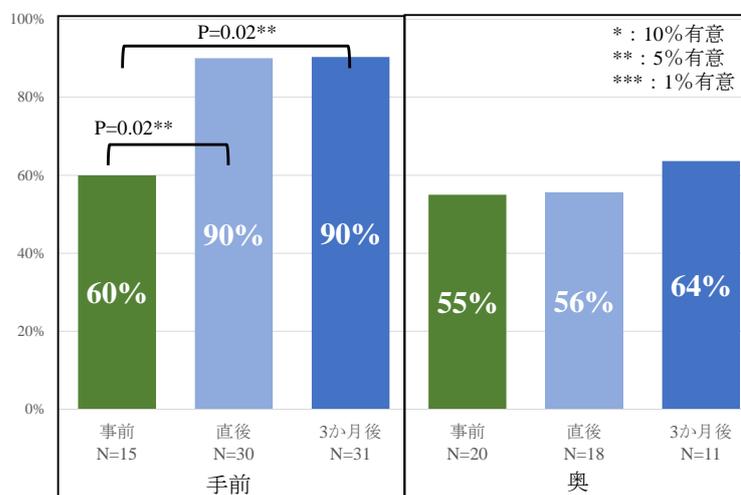


図 3-16 自転車に対する自動車の譲り挙動（手前・奥別）

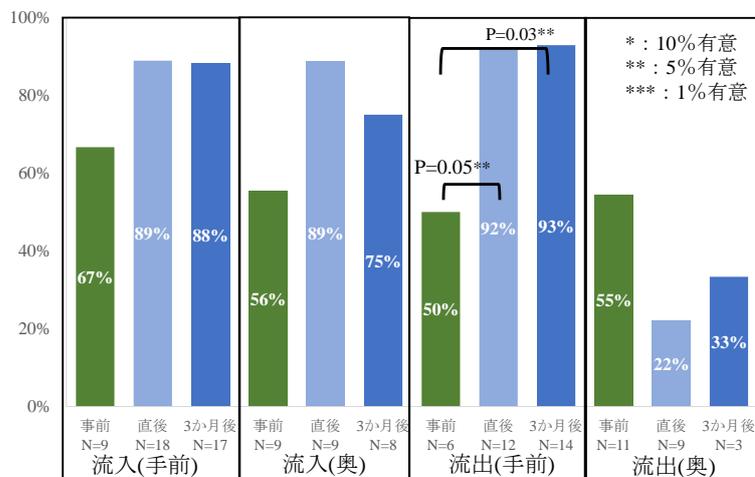


図 3-17 自転車に対する自動車の譲り挙動（流入・流出別）

3.4.2. 自動車と自転車の交錯危険性分析

本項では、自動車と横断中の自転車との交錯危険性について、以下の式に示す PET 値指標⁴²⁾を用いて評価する。

$$PET = T_C - T_w [s] \quad \text{式(2)}$$

ここで、 T_C ：自動車の交錯点通過時刻、 T_w ：自転車の交錯点通過時刻 である。

今回は自転車が先に交差点を通過した後に自動車が通過する事象のみを分析対象とする。

また、PET 値を取得する対象横断歩道を交錯エリアと定義し、交錯エリアで自転車が横断に要する時間（交錯エリア横断時間）を実測し、PET 値の取得基準を設定している。交錯エリアを横断する時間を事前、直後それぞれ 1 時間計測し、その平均値を求めた結果と本節で取得する PET 値取得の基準時間を表 3-4 に示す。なお、基準時間 4.5[s]以内は、PET 値を取得する対象横断歩道を交錯エリアと定義し、交錯エリアで自転車が横断に要する時間（交錯エリア横断時間）から PET 値の取得基準を設定している。具体には、交錯エリアを横断する時間を事前、事後それぞれ 1 時間計測し、その平均値を求めた結果と本節で取得する PET 値取得の基準時間を設定した。事前、直後における自動車と横断中の自転車との PET 値の統計値を表 3-5 に、度数分布及び累積度数分布を図 3-18 に示す。

表 3-5 より、事前、直後において PET 値の平均値に有意な差はないものの、PET 値は増加傾向にある。また、図 3-18 より、累積相対度数の比較より直後の PET 値が 2 より大きい事象数が事前よりも多いことがわかる。前項、本項の結果より、RAB にすることで横断歩道を通行する自転車と自動車の交錯危険性が低減傾向にあるといえる。

表 3-4 交錯エリア横断時間と PET 値の基準時間

	横断時間[s]	基準時間
事前	4.2	4.5[s] 以内
直後	3.8	

表 3-5 自転車と自動車間の PET 統計値

	事前	直後
平均値[s]	2.67	2.81
標準偏差[s]	0.81	0.85
標本数[台]	30	40
変動係数	0.30	0.30
p値(t検定)	0.50	
p値(K-S検定)	0.78	

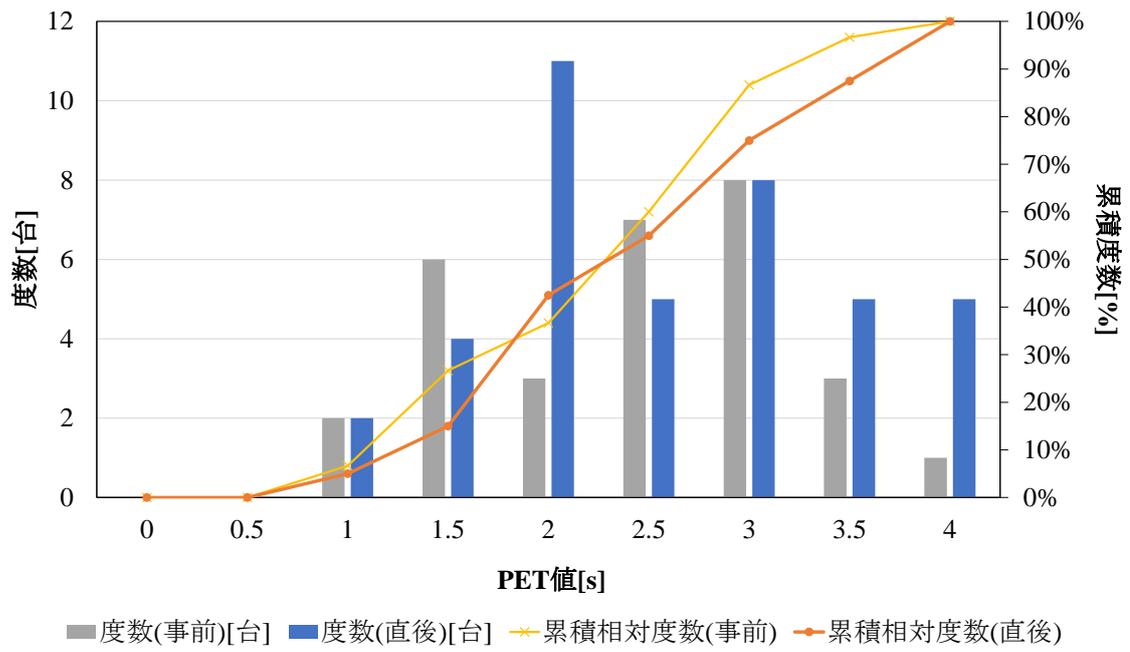


図 3-18 PET 値の度数分布及び累積度数分布

3.5. 矢羽根の設置が自転車走行位置に与える影響の経時比較

本節では、RAB 試行運用により交差点流入部および環道内に設置された矢羽根による車道走行自転車の走行位置について、直後、3 か月後における 8～9 時、10～11 時、17～18 時の車道を走行する自転車を対象として矢羽根設置と走行位置の関係を分析する。図 3-19 に示すように自転車通行を「流入前」・「流入」・「環道内」・「流出」・「流出後」の 5 区間に分け、走行位置のデータを取得する。ここで、矢羽根上走行割合は車道を走行する全対象自転車利用者数に対する矢羽根上を走行した自転車利用者の割合と定義する。



図 3-19 自転車走行区間の定義

直後、3 か月後におけるサンプルおよび各区間の矢羽根上走行割合、直後と 3 か月後における矢羽根上走行割合についてのカイ 2 乗検定結果を図 3-20 に示す。

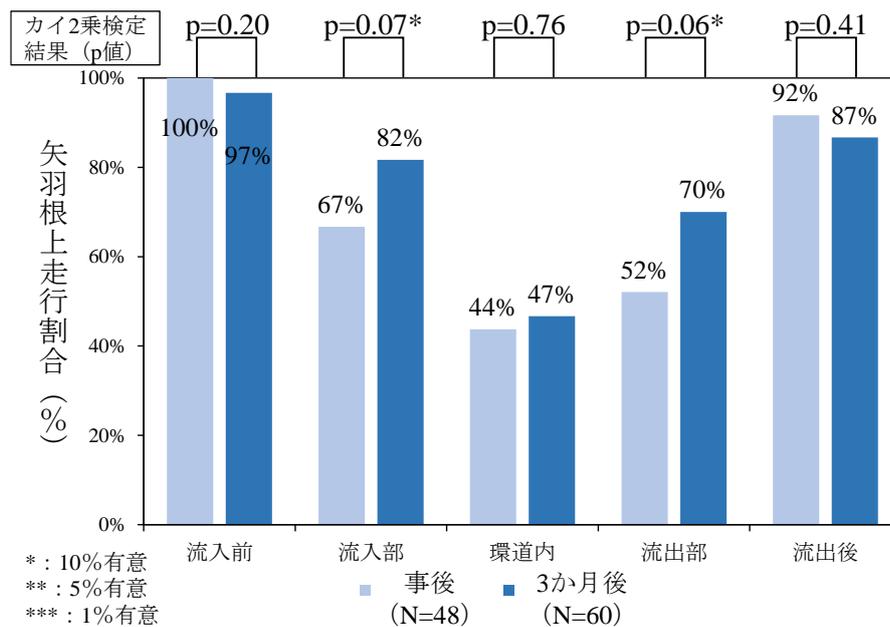


図 3-20 直後・3か月後における各区間の矢羽根上走行割合

図 3-20 より、「流入前」及び「流出後」では約 90%の自転車が矢羽根上を走行するが、「環道内」での走行率は約 40%であり、全区間で矢羽根上を走行する自転車は約 35%と低いことがわかる。交差点を直進する場合、自転車が交差点に流入、または流出するときは矢羽根付近と車線中央部を走るときの走行距離に差がないのに対し、環道内は中央島付近を走るのがハンドル操作も少なく走行できることが要因と考えられる。中央島付近を走行することで、ほぼ直線に近い軌跡で走行できる一方、矢羽根に沿って走ると中央島付近を走行するのに比べ、走行距離が長くなるほか、ハンドル操作も左に切ったあとに右に切り、再度左に切るなどハンドル操作が複雑になり、これを避けるため環道内は矢羽根に沿わないで走行する自転車が増加することが想定される。また、直後と3か月後では、「流入」及び「流出」の矢羽根上走行割合が有意に増加していることがわかる。

これより、試行運用が開始してから時間が経過するにつれ、矢羽根が自転車の走行位置を示すことが浸透していると考えられる。

3.6. インタビュー調査結果を用いた RAB 試行運用による利用者意識の変化

3.6.1. 回答者属性

本項では、インタビュー調査の回答者の属性について述べる。インタビュー調査の内容と対象とした回答者については、表 3-2 に示す通りである。直後、3 か月後における、回答者の年齢別割合を図 3-21、図 3-22 に示す。

図 3-21、図 3-22 より、直後および 3 か月後ともに、10 代の年齢層が少なく、30 代～50 代が多い。両時期とも平日昼間の回答者が多く、また周辺に位置する施設が主に法務局や市役所など、10 代の利用が少ない地域であることが影響したと考えられる。しかし、10 代を除いては概ね均等に各年齢層の回答者が回収できている。よって、この回答者を対象に以降の分析及び考察を実施する。

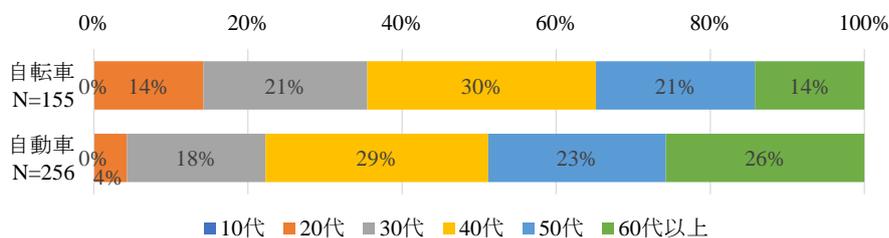


図 3-21 回答者の年齢別割合 (直後)

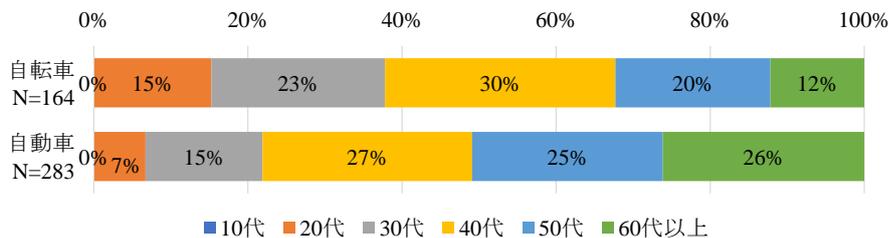


図 3-22 回答者の年齢別割合 (3 か月後)

3.6.2. RAB 運用による利用者意識変化の評価

本項では、自転車利用者のインタビュー調査結果を示す。

自動車との接触危険性評価を図 3-23 に示す。図 3-23 より、3 か月後の評価は上昇傾向であり約 4 割の方が安全と評価し、危険になったと評価するものが 15%減少していることがわかる。また、直後と 3 か月後の分布には 5%有意 ($p=0.03$) で差がみられる。

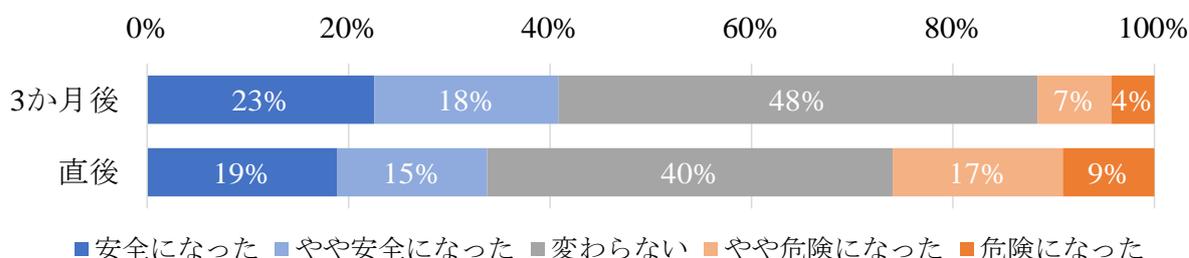


図 3-23 自転車利用者の自動車との接触危険性評価

次に交差点の安全性に関する評価を図 3-24 に示す。図 3-24 より、3 か月後の評価は少し上昇傾向であり 6 割弱の方が安全と評価し、上記の接触危険性と同様に危険になったとの回答が 15%程度減少していることがわかる。また、直後と 3 か月後の分布には 1%有意 ($p<0.01$) で差がみられる。

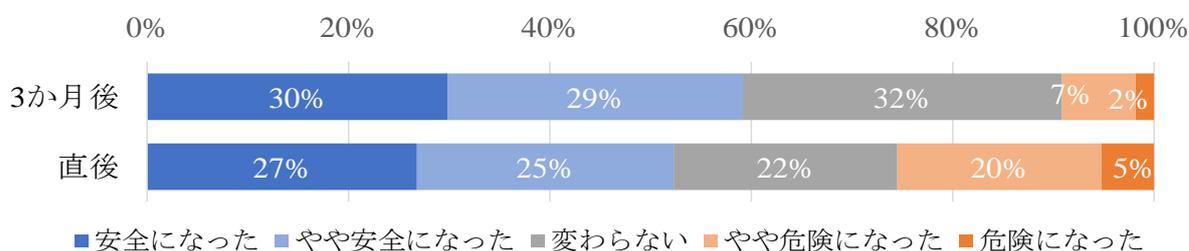


図 3-24 自転車利用者の交差点の安全性評価

次に、交差点の通行しやすさ評価を図 3-25 に示す。図 3-25 より、3 か月後の評価は少し上昇傾向であり 4 割弱の方が通行しやすいと評価していることがわかる。また、直後と 3 か月後で 5%有意 ($p=0.04$) で差がみられる。

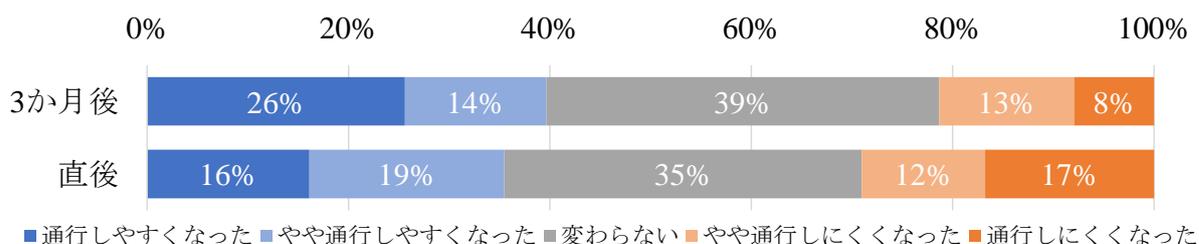


図 3-25 自転車利用者の交差点の通行しやすさ評価

次に、交差点に対して抱く印象について図 3-26 に示す。図 3-26 より、直後と3か月後の分布には有意差はないが ($p=0.102$)、3か月後の評価は少し良化傾向であり6割弱の方が好印象であるといえる。

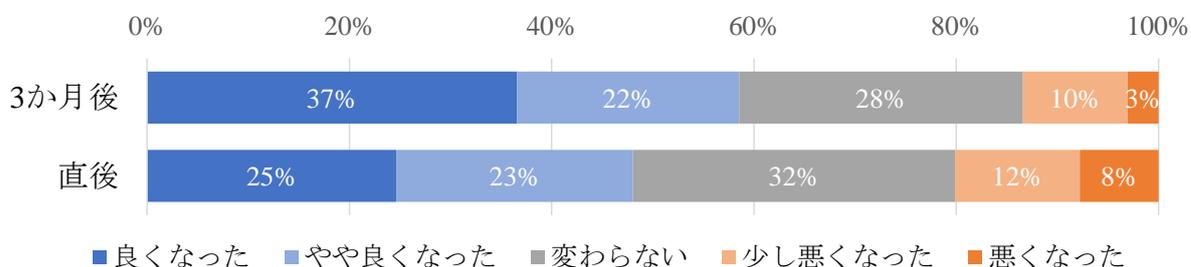


図 3-26 自転車利用者の交差点への印象評価

次に通行ルールの認知度について図 3-27 に示す。図 3-27 から、「交差点は自動車と同じ右回り（時計回り）に走行」の項目では、1%有意 ($p<0.00$) で認知度が向上していることが読み取れる。「環道内を走行している車両が優先」の項目では、変化に有意な差はなく ($p=0.38$)、認知度は同程度である。「環道内では、矢羽根に沿って、車道左側を走行」の項目では、5%有意 ($p=0.03$) で認知度が向上していることが読み取れる。

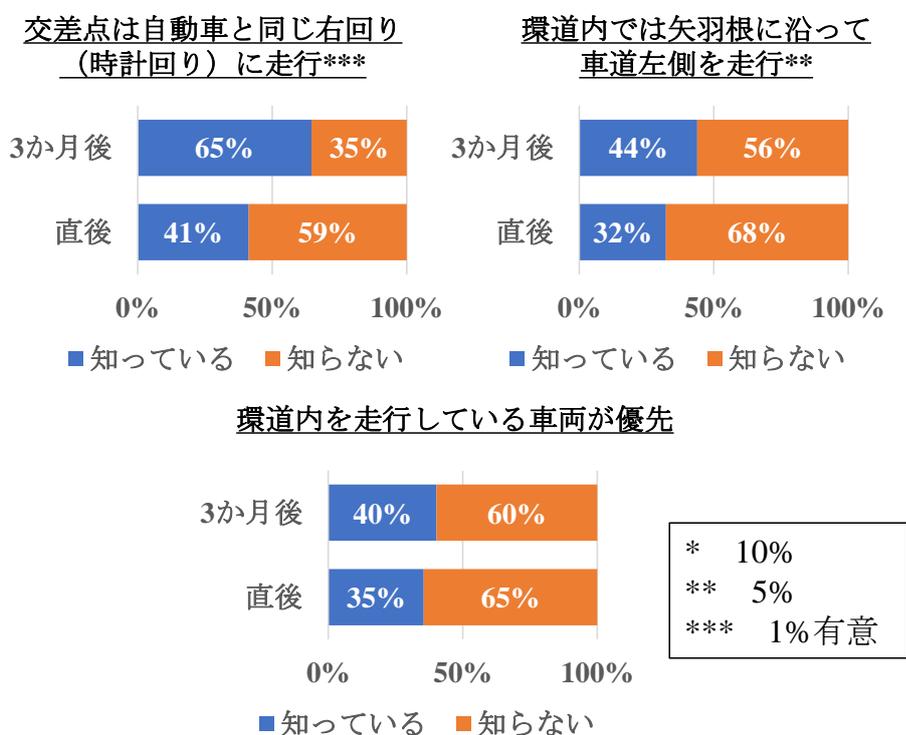


図 3-27 自転車利用者の RAB 交通ルール認知度

従って、自転車利用者のルール認知に関しては、右回り通行や通行位置の理解は深まったが、環道優先のルールの理解は十分深まっていないといえる。

3.6.3. RAB 試行運用による自転車利用者の交差点印象評価モデル

本項では、インタビュー調査結果を用いて、RAB 試行運用による交差点への印象評価に関して分析を行う。ここで、2 時点のインタビュー調査における「試行運用開始以後に本交差点に対して抱く印象は以前に比べてどうなったか」の設問で「良くなった」「少し良くなった」と回答したか、それ以外かをダミー変数（印象良ダミー）の目的変数と設定し、印象良化、悪化に対して、どのような影響要因が関係するかについて、各設問の回答を説明変数としたロジスティック回帰分析を行うことで明らかにする。

$$\log\left(\frac{P_j}{1-P_j}\right) = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k \quad \text{式(3)}$$

ここで、 P_j ：印象良と回答する確率、 b_k ：パラメータの推定値、 x_k ：説明変数の実測値 である。

自転車利用者モデルの構築に用いた説明変数を表 3-6 に、パラメータ推定の結果を表 3-7 に示す。

表 3-6 自転車利用者の交差点印象評価モデルの説明変数

説明変数	詳細
自動車との接触危険性が安全ダミー	「RABにより交差点内での自動車との接触危険性はどのように変化したと感じますか」の設問で「安全になった」「やや安全になった」と回答した場合1、それ以外の場合0のダミー変数
交差点の安全性が安全になったダミー	「RABにより交差点全体としての安全性はどのように変化しましたか」の設問で「安全になった」「やや安全になった」と回答した場合1、それ以外の場合0のダミー変数
通行しやすさが通行しやすくなったダミー	「RABにより交差点の通行のしやすさはどのように変化しましたか」の設問で「通行しやすくなった」「やや通行しやすくなった」と回答した場合1、それ以外の場合0のダミー変数
通行ルール認知度率	知っているルールの数 / 全RAB通行ルール数 (全ルール数3)
回答者：40代以下ダミー	回答者が40代以上の場合1、それ以外の場合0のダミー変数

表 3-7 自転車利用者の交差点印象評価モデルのパラメータ推定結果

説明変数	モデル(i)		モデル(ii)	
	パラメータ推定値	カイ2乗値	パラメータ推定値	カイ2乗値
切片	0.42	5.93**	0.09	0.16
自動車との接触危険性が安全ダミー	0.51	9.35***	0.55	9.91***
交差点の安全性が安全になったダミー	0.88	31.14***	0.90	29.50***
通行しやすさが通行しやすくなったダミー	0.52	10.66***	0.48	8.44***
通行ルール認知度率	-	-	1.05	8.45***
回答者：40代以下ダミー	-	-	-0.42	6.54**
R2乗(U)	0.29		0.33	
誤分類率[%]	21.64%		20.98%	
標本数	305		305	
p値	0.00***		0.00***	

有意水準***:p<0.01, **:p<0.05, *: p<0.10

表 3-7 より、モデル(i)に関して、自動車との接触危険性が安全になったと評価した場合、交差点全体としての安全性が安全になったと評価した場合、交差点の通行しやすさが通行しやすくなったと評価した場合に RAB の印象が良化することが分かる。また、モデル(ii)の結果より、ルール認知度率が高い場合、交差点に対して抱く印象が良くなったと評価する一方で、回答者が 40 代以下の場合に交差点に対して抱く印象が良好と評価しないことに寄与することがわかる。

3.7. 本章のまとめ

本章では、歩行者、自転車交通量の多い名古屋市内官庁街の無信号交差点における RAB 設置が、自転車利用者の挙動に与える影響と通行ルールの認知度や交差点に対する印象について、観測およびインタビュー調査に基づいて経時的な分析を行った。

挙動分析の結果、横断歩道を通行する自転車と自動車の交錯危険性の低下傾向にあること、また、試行運用が開始してから時間が経過するにつれ、矢羽根が自転車の走行位置を示すことが浸透していることがわかった。

インタビュー調査結果より、交差点の安全性が向上するなど、交差点の評価が良化すること、また、通行ルールについて認知されている内容とされていない内容があることがわかった。さらに、RAB 試行運用による自転車利用者の印象良化に対する影響要因を分析することで、他車との接触危険性、交差点全体の安全性の評価が向上すると交差点の印象が良化する傾向にあることや通行のしやすさも交差点の印象良化に作用することがわかった。さらには回答者年代により評価の傾向が異なり、自転車利用者の 40 代以下が印象良化を感じていないことがわかった。

4. 新たな低速モビリティに対する自治体評価と適用性に関する基礎分析

4.1. 概要

本章の研究フローを図 4-1 に示す。本章では、自治体を対象としたアンケート調査を実施し、各自治体の地域課題の重要度や電動モビリティの導入による地域課題への貢献期待度等を把握する。また電動モビリティを導入した自治体に対してヒアリング調査を実施し、電動モビリティの導入による効果と課題を整理する。さらに、地域特性を踏まえた電動モビリティサービスの適用性を評価する手法を検討する。

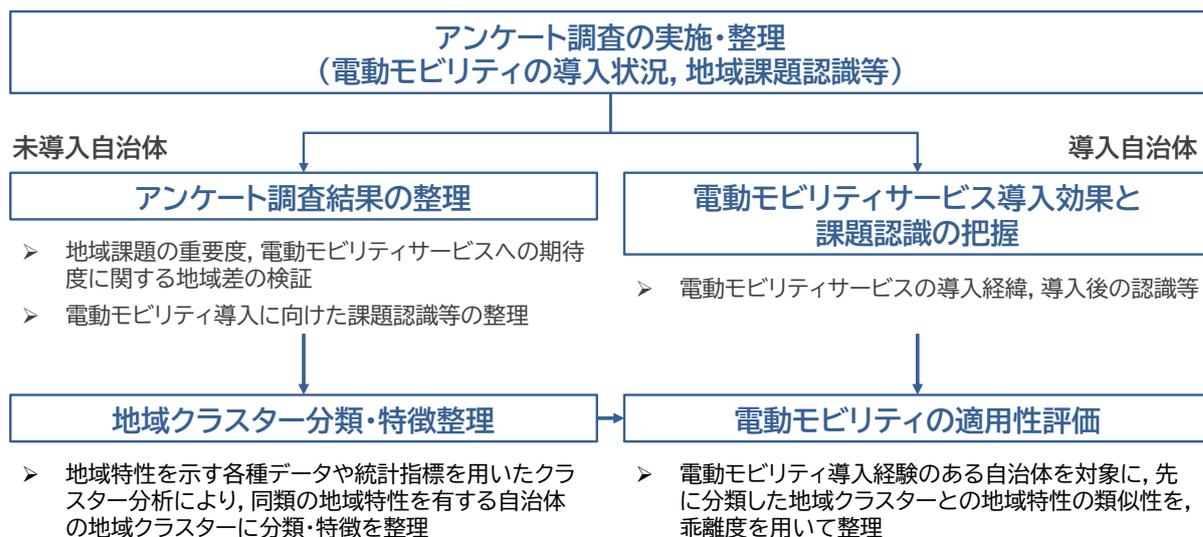


図 4-1 本章の研究フロー

4.2. アンケート調査概要

4.2.1. 対象の電動モビリティ

本研究では、1-2人乗りの電動モビリティを対象としており、多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会の中間報告書⁴³⁾で整理されていた、**図 4-2**に示す超小型モビリティ・ミニカー、電動キックボード、自動配送ロボット、搭乗型移動支援ロボット、電動車椅子の5つの電動モビリティを示し、アンケート調査を行った。



画像出典：多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会の中間報告書

図 4-2 対象の電動モビリティ

4.2.2. 調査対象

本研究では、地域特性や電動モビリティサービスの導入経験の異なる自治体からの回答を得るため、地域特性や電動モビリティサービス導入経験の異なる自治体からより広範に回答を得るため、大阪府、奈良県、兵庫県、三重県、富山県、島根県、茨城県、愛知県、群馬県の自治体を対象に調査を実施した。その結果、計 53 自治体からの回答を得た。

なお、本調査は各都道府県から自治体に配布いただいたわけではなく、本研究の調査プロジェクト関係者を通じて、自治体等に配布している。ただし、愛知県の自治体のみ調査方法は異なり、電動モビリティを含む先進モビリティに関心があると想定される愛知県 ITS 推進協議会⁴⁴⁾の所属団体に着目し、特別会員である地方公共団体等のうち、愛知県や愛知県警、名古屋港管理組合を除く、計 22 自治体を対象に愛知県から自治体でアンケート調査を展開いただき、19 の自治体からアンケート調査結果を得た。

4.2.3. 調査手法

本研究では、表 4-1 に示す調査項目をまとめたアンケート調査票（図 4-3）およびアンケートフォーム（図 4-4）を作成した（詳細は付録を参照）。その後、作成した調査票を対象の自治体に配布し、回答いただいた。なお、調査票には、各電動モビリティについての認識を共有するため、電動モビリティの写真や法令上の扱い、走行位置について情報提供している。なお、電動キックボードについて、令和 5 年 7 月の道路交通法の改正により、一部条件下で歩道走行が可能となるが、本調査では調査実施時点の道路交通法に基づく走行ルールを提示した。

表 4-1 主なアンケート調査項目

回答区分	調査項目
共通項目	電動モビリティサービスの導入・検討状況
導入経験のある自治体	地域の各種課題の重要度
	地域の各種課題に対する電動モビリティごとの貢献度評価
	電動モビリティサービスと既存公共交通との差別化の必要性
	利用者及び地域住民に対する課題
	電動モビリティサービスの運営に関する課題
	電動モビリティサービスの導入・継続意向
導入経験のない自治体	電動モビリティサービス導入による課題解消への貢献期待度評価
	想定される導入前の関係者協議における課題
	電動モビリティサービスと既存公共交通との差別化の必要性
	想定される導入前の関係者協議における課題
	想定される電動モビリティサービス運営に関する課題
	電動モビリティサービスの導入意向

電動モビリティサービス実態調査アンケート(案)

設問に対するご回答を本調査票に直接ご記入いただくか、WEBのアンケートフォームよりご入力の上、ご回答下さい。ご協力よろしくお願いいたします。

ご回答者様のご所属・お名前: _____
 ご回答者様のご連絡先(電話番号, E-mail アドレス): TEL: _____, E-mail: _____
 ご回答日: _____

WEBのアンケートフォームからご回答いただく場合、以下のURLもしくはQRコードからアクセスいただき、ご回答ください。

<URL>
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScP_PpV6Y5X3VUPTDJLR1LJTAdSeRhfW0o9coONPnQnfBgA/viewform?vc=0&c=0&w=1&flr=0



<QRコード>

<はじめに>

本調査は、(公財)国際交通安全学会の研究調査プロジェクトである「電動モビリティ混在下の安全体適な道路環境整備に関する研究」(2108B)の一環で実施するものになります。本調査へのご協力よろしくお願いいたします。

現在国内では、以下に示すような電動モビリティを活用したサービスの検討・導入がされています。各電動モビリティの特徴を示しますので、参考にしていただき、以降の設問にご回答ください。

モビリティの種類	超小型モビリティ・ミニカー	電動キックボード	自動配送ロボット	搭乗型移動支援ロボット	電動車椅子
法令上の扱い	車道	車道	歩道	歩道	歩道
走行位置	歩道	歩道	歩道	歩道	歩道

画像出典:多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会中間報告書概要(調査期間)令和3年4月15日)

1. 地域の交通課題および対応策(交通政策)

問1 電動モビリティサービスの導入の検討状況についてお聞かせください。

実験に導入している(社会実験含む)
 検討はしたが、導入はしていない 検討中 今後、検討予定
 検討予定はない

問2 電動モビリティを活用したサービスは、地域の短期的・中長期的な交通課題に対して貢献すると思えますか? 1から8の各課題に対して、課題解決に貢献すると思われる電動モビリティの種類すべてに☑をつけてください(複数回答可)。

地域	電動モビリティの種類							
	超小型モビリティ・ミニカー	電動キックボード	搭乗型移動支援ロボット	自動配送ロボット	電動車椅子	自動配送ロボット		
1.ラストワンマイルの確保	<input type="checkbox"/>							
2.高齢者のモビリティ確保	<input type="checkbox"/>							
3.観光の振興	<input type="checkbox"/>							
4.交通安全の確保	<input type="checkbox"/>							
5.中心市街地活性化	<input type="checkbox"/>							
6.自動車利用削減	<input type="checkbox"/>							
7.低炭素化社会の実現	<input type="checkbox"/>							
8.交通渋滞の解消	<input type="checkbox"/>							

問3 1から8に示す地域の短期的・中長期的な交通課題について、貴市町村における重要度について、あてはまるものに☑をつけてください。

地域	重要度							
	高い	5	4	3	2	1	低い	
1.ラストワンマイルの確保	<input type="checkbox"/>							
2.高齢者のモビリティ確保	<input type="checkbox"/>							
3.観光の振興	<input type="checkbox"/>							
4.交通安全の確保	<input type="checkbox"/>							
5.中心市街地活性化	<input type="checkbox"/>							
6.自動車利用削減	<input type="checkbox"/>							
7.低炭素化社会の実現	<input type="checkbox"/>							
8.交通渋滞の解消	<input type="checkbox"/>							

図 4-3 アンケート調査票の一部

電動モビリティサービス実態調査アンケート

本調査は、(公財)国際交通安全学会の研究調査プロジェクトである「電動モビリティ混在下の安全快適な道路環境整備に関する研究」(2108B)の一環で実施するものになります。本調査へのご協力よろしく申し上げます。

現在国内では、以下に示すような電動モビリティを活用したサービスの検討・導入がされています。^{*} 各電動モビリティの特徴を示しますので、参考にいただき、以降の設問にご回答ください。

モビリティの種類	超小型モビリティ・ミニカー (1~2人乗り)	電動キックボード (1人乗り)	自動配達ロボット (無人)	搭乗型移動支援 ロボット (1人乗り)	電動車椅子 (1人乗り)
法令上の扱い	車両				歩行者
走行位置	車道			歩道 (歩行者と混在しない幅の広い歩道)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 歩道(歩道がある道路の場合) ➢ 道路の右側(歩道のない道路の場合)

確認しました

図 4-4 アンケートフォームの一部

4.3. アンケート調査結果の基礎集計と傾向把握

本節では、4.2. で示したアンケート調査の主な項目における結果を整理する。

4.3.1. 電動モビリティサービスの導入検討状況

各自治体の電動モビリティサービスの導入検討状況を図 4-5 に示す。

図 4-5 より、自治体全体の約 11%は「実際に導入している（社会実験含む）」と回答していることから、導入経験がある自治体はまだ少ないことがわかる。残りの約 89%は導入経験がない自治体であるが、全体の約 2%は「検討したが、導入はしていない」状況であるほか、約 13%は「検討中」、約 32%は「今後、検討予定」であることがわかった。残りの約 42%は「検討予定がない」自治体であり、検討もしていない自治体は全体の約 74%を占めていることがわかる。

なお、4.3.2. 以降の結果の整理においては、電動モビリティサービスを実際に導入している自治体数が少ないため、以降では、電動モビリティサービスを導入しておらず、「検討はしたが、導入はしていない」、「検討中」、「今後検討予定」、「検討予定はない」と回答した自治体（以降、未導入自治体）を対象に整理する。

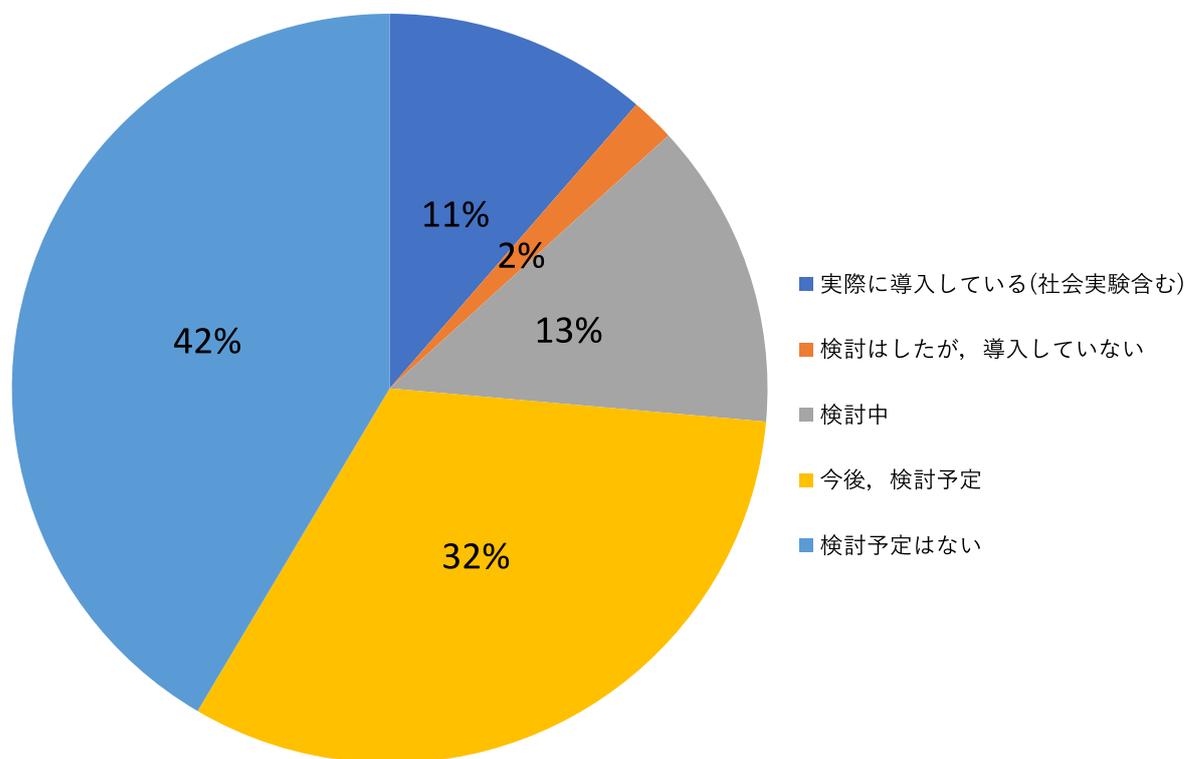


図 4-5 電動モビリティサービスの導入検討状況(N=53)

4.3.2. 地域課題の重要度評価

未導入自治体の地域課題の重要度平均値と重要度評価割合集計結果を図 4-6 に示す。

図 4-6 より、いずれも重要度の平均点は3を上回っているが、中でも「高齢者のモビリティ確保」の重要度平均点が最も高い傾向にあり、「4」と「5」の割合も高いため、どの自治体においても課題認識としては強いと考えられる。また、「ラストワンマイルの確保」、「観光の振興」、「交通安全の確保」、「中心市街地の活性化」の重要度平均値が高い傾向にあり、重要度割合の内訳についても同様な結果であることがわかる。一方で、「自動車利用削減」や「低炭素化社会の実現」、「交通渋滞の解消」は他の地域課題と比較すると、地域課題の重要度平均値はやや低い傾向にあるほか、重要度評価についても、ばらつきがある傾向であることから、地域課題により重要度が異なる傾向にあるといえる。

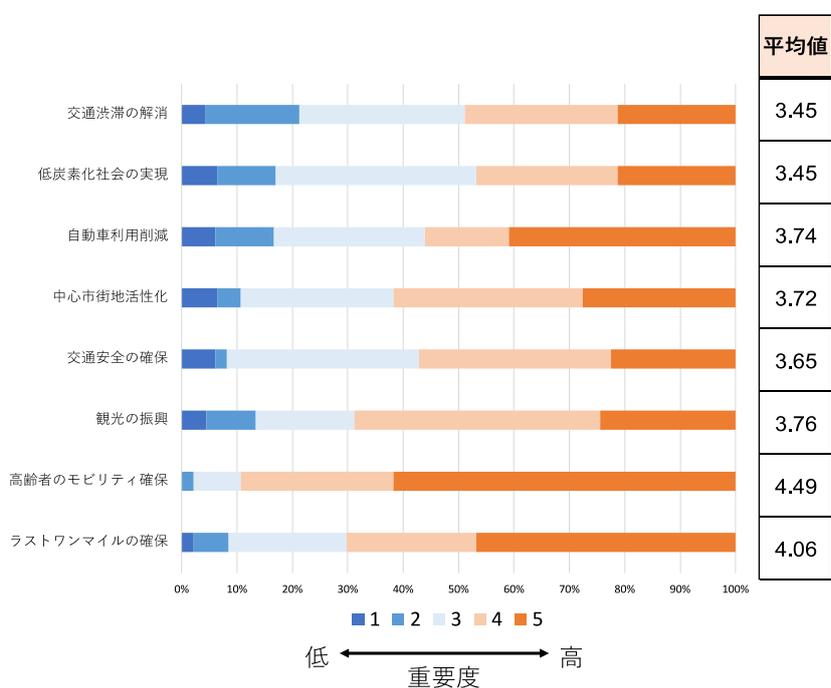


図 4-6 地域課題の重要度評価割合 (N=47)

4.3.3. 地域課題に対する電動モビリティの貢献期待度評価

地域課題に対する電動モビリティの貢献期待度の評価結果を表 4-2 に示す。なお、アンケート調査では、各地域課題に貢献すると思われる電動モビリティを回答いただいている。ここで、貢献期待度とは、地域課題の解消に貢献すると回答いただいた自治体数から、全自治体数を除することで算出している。

表 4-2 より、図 4-6 で課題の重要度が最も高い「高齢者のモビリティ確保」の手段として電動車椅子が最も期待されており、次いで超小型モビリティ・ミニカーであることがわかる。また、「ラストワンマイルの確保」については、超小型モビリティ・ミニカーの期待度が最も高いが、電動キックボードや電動車椅子なども一定の期待度があるといえる。「低炭素化社会の実現」に向けては、いずれのモビリティに対しても期待されている傾向にある。さらに、「観光の振興」や「中心市街地活性化」については電動キックボードが最も期待されている傾向にあることがわかる。

以上から、電動モビリティの種類によって地域課題に対する貢献期待度が異なる傾向にあることがわかった。

表 4-2 地域課題に対する電動モビリティサービスの貢献期待度評価結果 (N=47)

	超小型 モビリティ ・ミニカー	電動 キック ボード	搭乗型 移動支援 ロボット	電動車 椅子	自動配送 ロボット
ラストワンマイル の確保	55%	45%	36%	32%	15%
高齢者の モビリティ確保	40%	0%	11%	81%	13%
観光の振興	53%	79%	62%	21%	9%
交通安全 の確保	19%	2%	13%	15%	26%
中心市街地 活性化	28%	66%	47%	19%	30%
自動車利用削減	53%	49%	36%	23%	55%
低炭素化社会 の実現	77%	64%	49%	45%	49%
交通渋滞の解消	15%	34%	23%	11%	36%

4.3.4. 電動モビリティサービスの導入の貢献期待度

地域課題に対する電動モビリティサービスの貢献期待度の評価結果を図 4-7 に示す。なお、本設問は 4.3.3. に示した設問とは意図が異なる。4.3.3. では、各地域課題に対してどの電動モビリティが貢献するかを回答いただいているのに対し、本設問では、いずれかの電動モビリティサービスの導入により、自治体が抱える地域課題の解消につながることへの期待度を包括的な視点で回答いただいている。つまり、「総じて電動モビリティが貴自治体に貢献するか」という設問である。本設問は「貢献すると思う」「やや貢献すると思う」「どちらでもない」「あまり貢献しないと思う」「貢献しないと思う」の5段階評価で回答いただいている。

図 4-7 より、電動モビリティサービスを導入することで、地域課題の解消に「貢献すると思う」と回答したのは約 13%、「やや貢献すると思う」と回答したのは約 40%であり、全体の半数以上が電動モビリティサービスに対する期待感を示している。また一方で、「貢献しない」と回答した自治体はなかったものの、22%の自治体が「あまり貢献しないと思う」と回答する等、導入効果に対して消極的な意見も少なくない。また、「どちらでもない」と回答したのは約 25%であり、「やや貢献すると思う」に次いで多い回答であった。この回答をした自治体の中には、実際に導入していないため、わからないという意見もあった。

以上から、電動モビリティサービスの導入に対して期待感を示す自治体とそうでない自治体はおよそ半々の割合で存在することがわかった。この背景には、自治体が抱える地域課題がそれぞれ異なることがあると考えられる。

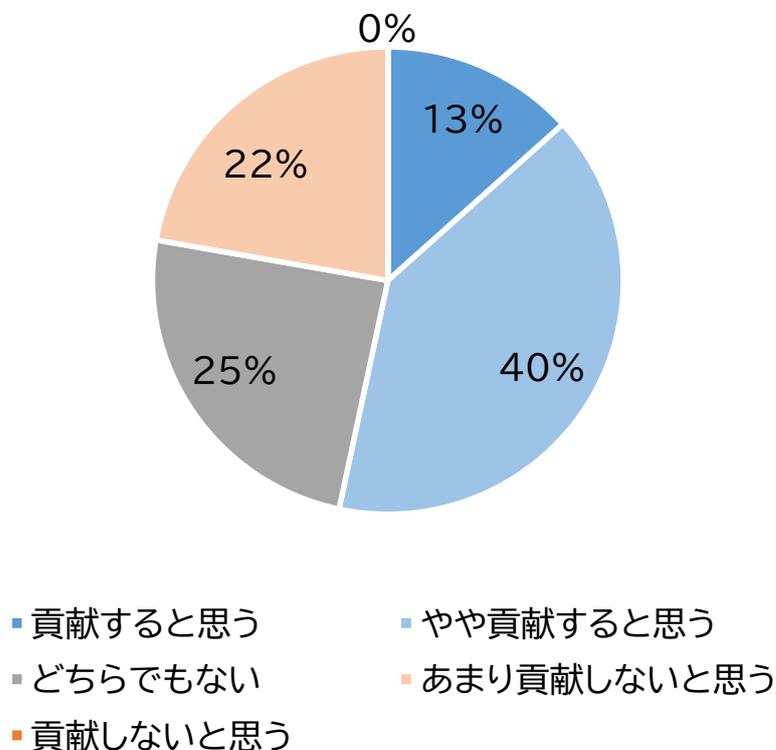


図 4-7 電動モビリティサービスの貢献期待度(N=45)

4.3.5. 電動モビリティサービス導入時における関係者協議の必要性評価

電動モビリティサービス導入時における各関係者との協議の必要性について、警察との協議の必要性評価結果を図 4-8 に、警察との協議が「生じると思う」と回答した自治体から自由回答で得られた想定される協議内容を表 4-3 に、地元との協議の必要性評価結果を図 4-9 に、地元との協議が「生じると思う」と回答した自治体から自由回答で得られた想定される協議内容を表 4-4 に示す。なお、想定される協議内容は、得られた自由回答から共通のキーワードにより複数カテゴリに分類し、回答結果を一部抜粋して整理している。

図 4-8 より、導入時に警察との協議が「生じると思う」と回答したのは、全体の約 85%を占める結果となった。また、表 4-3 より「生じると思う」と回答した自治体から得られた主な協議内容は、交通安全面に関するものであり、具体的には、電動モビリティの利用に関するルールや、交通安全性の確保、サービス運営に必要となる走行空間整備や安全対策等の必要性があるとの意見があがった。

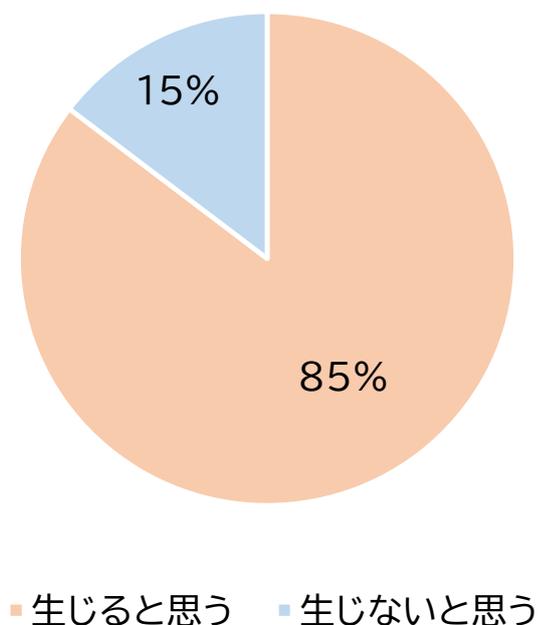


図 4-8 導入時における警察との協議の必要性評価 (N=41)

表 4-3 警察との協議が必要と回答した自治体の自由回答意見一覧

カテゴリ	自由回答内容
交通安全の確保	協議において、原則安全確保の立場をとると考えられ、実績が十分でない新たな技術を導入する場合、安全性を容認してもらうのにハードルがあがるのではないかと。
	交通事故のリスク等を含めた安全面での協議に時間を要する可能性がある
	他の交通モビリティとの安全性や交通ルールなど
	交通安全で安全性が担保されるか協議が必要になると思う。
	安全面での担保が求められると思われます。
	運行上の安全対策に関する協議が難航する。
	通行空間の確保の困難さから、交通安全に対する協議が課題
	歩行者や自転車等の安全確保、他車両への影響
交通ルール・法令	免許の有無、ヘルメットの着用、走行空間など
	電動モビリティサービスを導入する際のルール
	ヘルメット着用や方向指示器、免許有無等のルール協議及び走行場所や右左折等の道交法に関する協議。
	車両の走行場所、運転免許の有無、交通への影響、安全確保等
	法令上の問題やその運用についての課題
道路空間の整備	電動モビリティが通行するための十分な道路幅員が確保されていないため
	走行スペースの確保
	安全対策上の協議(カーブミラーなどの道路環境)
	警察の許可を必要とする場合、走行可能な路線は相当限定されると思われる。
	通行空間の整備、利用者へのルール徹底など
その他	道路交通法の観点から運行を想定している地域について運行を記載される可能性がある
	事故対応等

図 4-9 より、導入時に地元住民との協議が「生じると思う」と回答したのは、全体の約 70% を占める結果となった。また、表 4-4 より「生じると思う」と回答した自治体から得られた主な協議内容は、「生じると思う」と回答した自治体から得られた主な協議内容は、電動モビリティの使用方法や交通ルールや交通安全に関する説明、電動モビリティサービスの使用範囲に関する説明等の意見があがった。

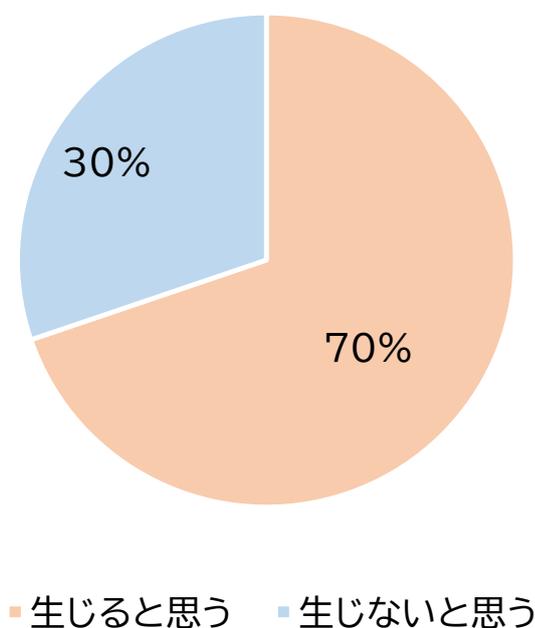


図 4-9 導入時における地元住民との協議の必要性評価 (N=43)

表 4-4 地元住民との協議が必要と回答した自治体の自由回答意見一覧

カテゴリ	自由回答内容
安全性の理解・確保	安全性に対する不安、サービス運営に地元が関わる場合の協議など
	歩道や車道を走行する上での安全性、走行空間など
	交通事故の可能性、サービス内容(利用料等)
	安全性や利便性、既存公共交通の住み分けについて協議することになると思う。
	交通ルールや交通安全に関する説明。
	幅員が狭い(2mくらい)集落内の道路における自動車との共存
	歩道のない道路も多いため、安全対策上の協議が生じる
	歩行者や自転車等の安全確保、交通事故の増加の懸念
	安全確保について、利用場所について
運営方法	交通安全、運用方法に関して
	運営、管理を誰がするのか、安全は確保できるのか、といった課題が生じると思われます。
	運行地域のエリア設定で自治会ごとの同意が必要となる。費用負担。
	導入にかかる、もしくは導入後の地元の費用負担等。
	停留所の設置場所について、プライバシー保護の点で要望が出る可能性がある
	既存モビリティとの競合や安全性についての課題
住民の理解	要望のすり合わせ等、ほぼ確実に生じると思われる。
使用方法	利用のルール、使用の範囲
	利用者のマナーや利用者に対する教育方針等についての説明
	電動モビリティサービスを導入する際のルール
	通行空間の整備、利用者へのルール徹底など
その他	交通への影響等

4.3.6. 電動モビリティサービスの運営について想定される課題評価

電動モビリティサービスの導入を検討する上で、事業としての採算性および継続性を考慮する必要がある。そこで、自治体視点での電動モビリティサービスの採算性や継続性に関する認識について調査した。採算性に関する認識調査結果を図 4-10 に、継続性に関する認識調査結果を図 4-11 に示す。

図 4-10 より、採算性について「課題はない」とする自治体は約 5%と少なく、非常に多くの自治体も採算性に対し、運営コストおよび利用者不足による低収益を懸念していることがわかる。また図 4-11 より、電動モビリティサービスの継続性については、「利用ニーズはあるが、採算性がないため継続性が低い」ことを懸念する自治体が約 51%と最も多い。また、「その他」とする自治体の中には、採算性および利用ニーズのどちらも見込めないとする意見もあった。

以上から、電動モビリティサービスの導入に際し、事業としての採算性がボトルネックとなっている可能性が示唆された。

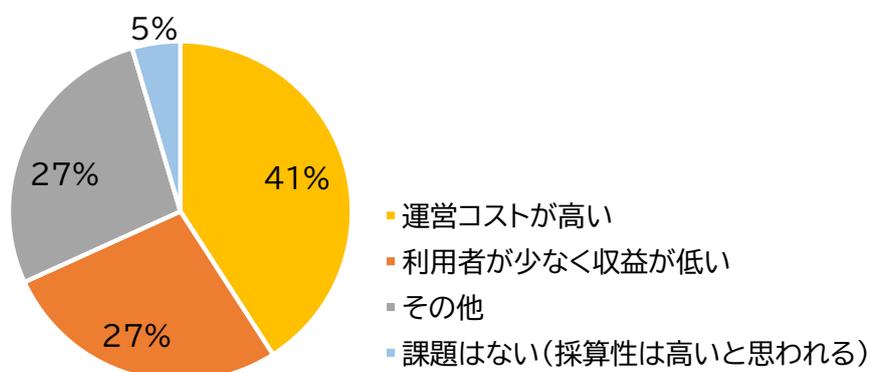


図 4-10 採算性に関する意識調査結果 (N=44)

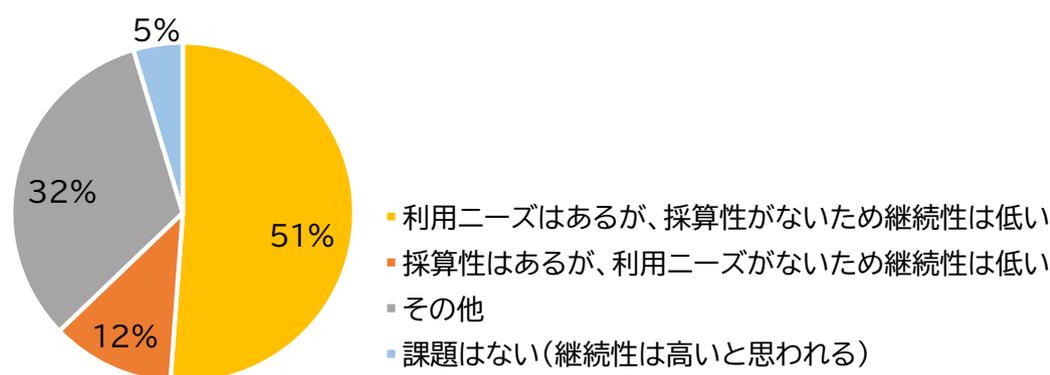


図 4-11 継続性に関する意識調査結果 (N=43)

4.3.7. 電動モビリティサービスと既存公共交通との差別化の必要性評価

自治体によっては、既に路線バスや鉄道が運行している、または地域バス等の運営をする自治体があり、電動モビリティサービスを新たに導入する場合、他の交通手段への運営に影響を与える可能性がある。そのため、電動モビリティサービスを導入する場合において、既存の公共交通機関との差別化を図る必要がある可能性があるかについて評価いただいた。評価結果を図 4-12 に、「差別化は必要と思う」と回答した自治体の自由回答意見一覧を表 4-5 に、「差別化は必要ないと思う」と回答した自治体の自由回答意見一覧を表 4-6 に示す。

図 4-12 より、電動モビリティサービスを事業として普及させるには、既存サービスとすみ分けが必要と考える自治体が 70%を占める結果となった。

表 4-5 より、差別化は必要と思う自治体からは、電動モビリティごとに利用する年齢層に留意することや、移動距離や移動目的に応じ、各種公共交通との役割の差別化は必要であると考えているという意見が挙げられた。一方で、表 4-6 より、差別化は必要ないと思う自治体からは、そもそも既存の公共交通と電動モビリティで利用目的が異なること、既存の公共交通では対応できない部分での利用が見込まれるなどが挙げられた。

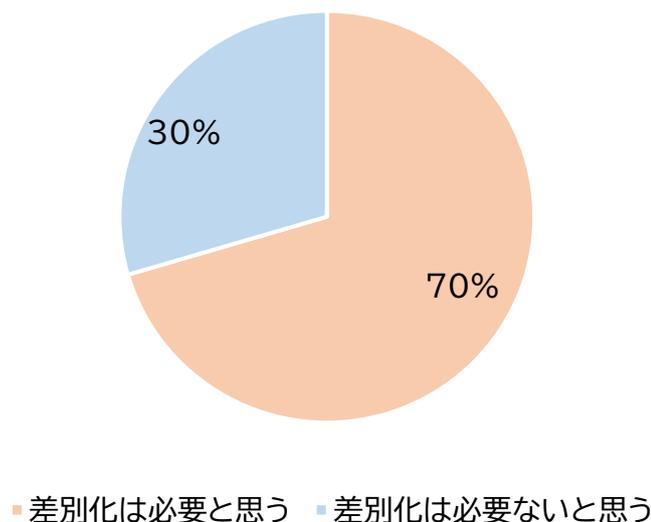


図 4-12 既存公共交通との差別化の必要性評価 (N=44)

表 4-5 差別化は必要と思う評価した自治体の自由回答意見一覧

自由回答
電動モビリティサービスの利用は主に若年層になるかと思うので、高齢者向けの既存の公共交通も残していく必要がある。
速達性が低く、ニーズが限定されると想定されるため
現時点では、電動モビリティサービスのビジネスモデルが確立しておらず、既存公共交通と棲み分けをしないと、持続的な事業にならないため。ただし、ある程度普及が進み、市場が確立した後は競争により、技術、サービスの向上を目指す方がよい。
移動距離や移動目的に応じ、バス、タクシー等の既存交通との役割の差別化は必要だと考える。(一定距離以上の移動はバスやタクシー、ラストワンマイルは電動モビリティを活用等)
電動モビリティサービスにより、他の交通機関の赤字拡大や路線廃止リスクも想定されるため。
電動モビリティサービスの導入により公共交通の利用者が減れば、公共交通が維持できなくなる可能性がある。
電動モビリティサービスについて、公共交通サービスが適用できない地域で導入するのが適切な使い方であるため、運行路線について区別化が必要だと考えている。また、従来の交通手段と同じ空間で走行する場合は、交通安全を確保するために、調和が必要だと考えている。
既存の公共交通と調和したサービスの導入が望ましいため。
本市の公共交通の役割として、既存の公共交通を補完するという点が挙げられるため
既存の公共交通機関は幹線機能を強化し、新たなモビリティサービスは幹線へ接続するためのフィーダーとして活用するべきだと思う。タクシーとの住み分け、目的の明確化も必要だと思う。
既存公共交通の代替手段ではないため、意図せずとも差別化は図られるものと考えてる。
電動モビリティサービスは短距離の回遊手段として利用価値が高い。バスやタクシーとは利用目的が異なるため、競合せず差別化は図れると考える。
既存公共交通とは異なる性質(走行エリア、乗車人数など)を有するものが多いため、その点からは差別化が必要だと考えています。
公共交通利用者減は避けたいため。
既存公共交通の利用者と電動モビリティサービスの対象者が重複することが想定されるため
既存公共交通機関の低迷を防ぐため。
官民ともに持続可能な地域公共交通とするため。
当市では市内のほとんどを既存公共交通でカバーしており、新規モビリティサービスの導入には差別化が必要と考えます。
既存の公共交通の衰退を避けるため
路線バス等とは、輸送目的が異なると考えられるため
路線バスの実績が減少してしまうと、赤字補填額の増額につながるため。
民間バス会社への補助金交付額が増える可能性があるため
電動モビリティには既存交通で補えない部分を補完する役割が必要であると考えてるため
既存公共交通の利用者が減少することで、結果として移動利便性の低下を招く恐れがあるため。

表 4-6 差別化は必要ないと思うと評価した自治体の自由回答意見一覧

自由回答
公共交通と電動モビリティのそれぞれターゲットが異なるため。
電動モビリティ全般については基本的に差別化の必要はないと思われるが、超小型モビリティ・ミニカーについては、サービス内容によってはタクシー事業者の顧客を奪う可能性があるため、競合回避を図る必要があると思われる
輸送量や輸送スピードによってすでに差別化されており、競合するとは考えにくい
自転車や自動車とは移動のスピードおよび車体のサイズ等が異なるため役割としてはすでに差別化されていると考えます。
電動モビリティサービスについては、輸送できる人数が限られているため。
差別化を図らなくても、電動モビリティサービスと既存公共交通それぞれ長所短所があるため、移動目的や移動距離等によって住み分けができると考えるため。
運行体系が重複しないため、競合に至らないと考える
現状の電動モビリティサービスでは、本村における既存公共交通サービスの代替となり得ないと考えるため。
当町の場合に当てはめると、既存公共交通に競合する要素はなく、むしろそこへ繋ぐための手立てとなる
公共交通との役割分担を決めることで、利便性や自由度が低下する恐れがあるため
利用目的、用途が異なる分野だと思うため
公共交通の利用促進に繋がるため、連携は必須と考える。

4.4. 電動モビリティサービスの導入による課題への貢献期待度と地域特性の関連性分析

本節では、アンケート調査結果と電動モビリティを導入していない自治体の地域特性や地域特性を示す各種データや統計指標を用いて、同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し、特徴を整理する。

4.4.1. 地域特性指標の定義

今回アンケート調査を実施した自治体の地域特性指標を用いて、同様な地域特性を有するクラスターに分類し、その特徴を整理する。本研究で採用する地域特性指標を表 4-7 に示す。

表 4-7 クラスター分析に用いた地域特性指標

分類	地域特性指標	単位	詳細
基礎統計	総人口	人	市町村の人口総数
	自治体面積	km ²	市町村全域の面積
	5年間の人口増減率	%	平成27年から令和2年の総人口増加率
	65歳以上人口割合	%	総人口に占める65歳以上人口の割合
	人口密度	人/km ²	総人口を自治体面積で除した値
	観光客数	人	2019年の各自治体における観光入込客数
都市化指標	DID人口割合	%	総人口に示す人口密集地域に居住する人口の割合
	DID面積割合	%	自治体面積に占める人口密集地域面積の割合
交通指標	高速道路IC数	箇所	市町村内の高速道路IC箇所数
	バス停密度	箇所/km ²	市町村内のバス停数を自治体面積で除した値
	人口一人あたりバス停数	箇所/万人	市町村内のバス停数を総人口で除した値
	鉄道駅密度	箇所/km ²	市町村内の鉄道駅数を自治体面積で除した値
	人口一人あたり鉄道駅数	箇所/万人	市町村内の鉄道駅数を総人口で除した値
	人口一人あたり自動車保有台数	台/人	市町村内の自動車保有台数を総人口で除した値

表 4-7 に示す通り，自治体の地域特性は基礎統計，都市化指標，交通指標の 3 種類に大別される。

基礎統計は，各自治体の人口構成，面積等といった自治体の基礎情報であり，データは総務省統計局の令和 2 年国勢調査⁴⁵⁾や各自治体が HP 等で公表するものを使用している。また，「観光客数」については各都道府県が独自に公表する 2019 年の観光入込客数のデータを使用している。なお，2019 年の「観光客数」データを用いる理由として，新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い，外出自粛等により観光客数が減少し，近年回復傾向にはあるものの，アンケート調査実施時期の情勢を踏まえ，2019 年の公表値を採用した。「総人口」や「5 年間の人口増減率」，「自治体面積」は令和 2 年国勢調査の結果を用いており，「65 歳以上比率」は，各自治体の 65 歳以上人口を「総人口」で除した値とした。

都市化指標は，各自治体の都市化の度合いを示す指標であり，人口集中地区（以下，DID）に関するデータを用いている。DID 人口割合は，各自治体における DID に居住する人口を自治体の総人口で除したものである。また，DID 面積割合は，各自治体における DID 面積を自治体面積で除したものである。

交通指標は，自治体における道路や公共交通機関の整備状況を示す指標である。主に鉄道，バス，高速道路の拠点の数や，自治体における登録自動車の保有状況を示すデータを用いている。鉄道駅数，バス停数，自動車保有台数等の，自治体の総人口および面積と相関が見られると考え，総人口および面積で除して基準化したものを用いている。

4.4.2. 地域特性指標に基づくクラスター分析結果

電動モビリティ未導入自治体を対象に、4.4.1. で定義した地域特性指標を用いた階層型クラスター分析により得られた樹形図を図 4-13 に、地域クラスターごとの指標平均値を表 4-8 に示す。以降、図 4-13 に示す各クラスターに分類された自治体の特徴を表 4-8 の結果から整理する。

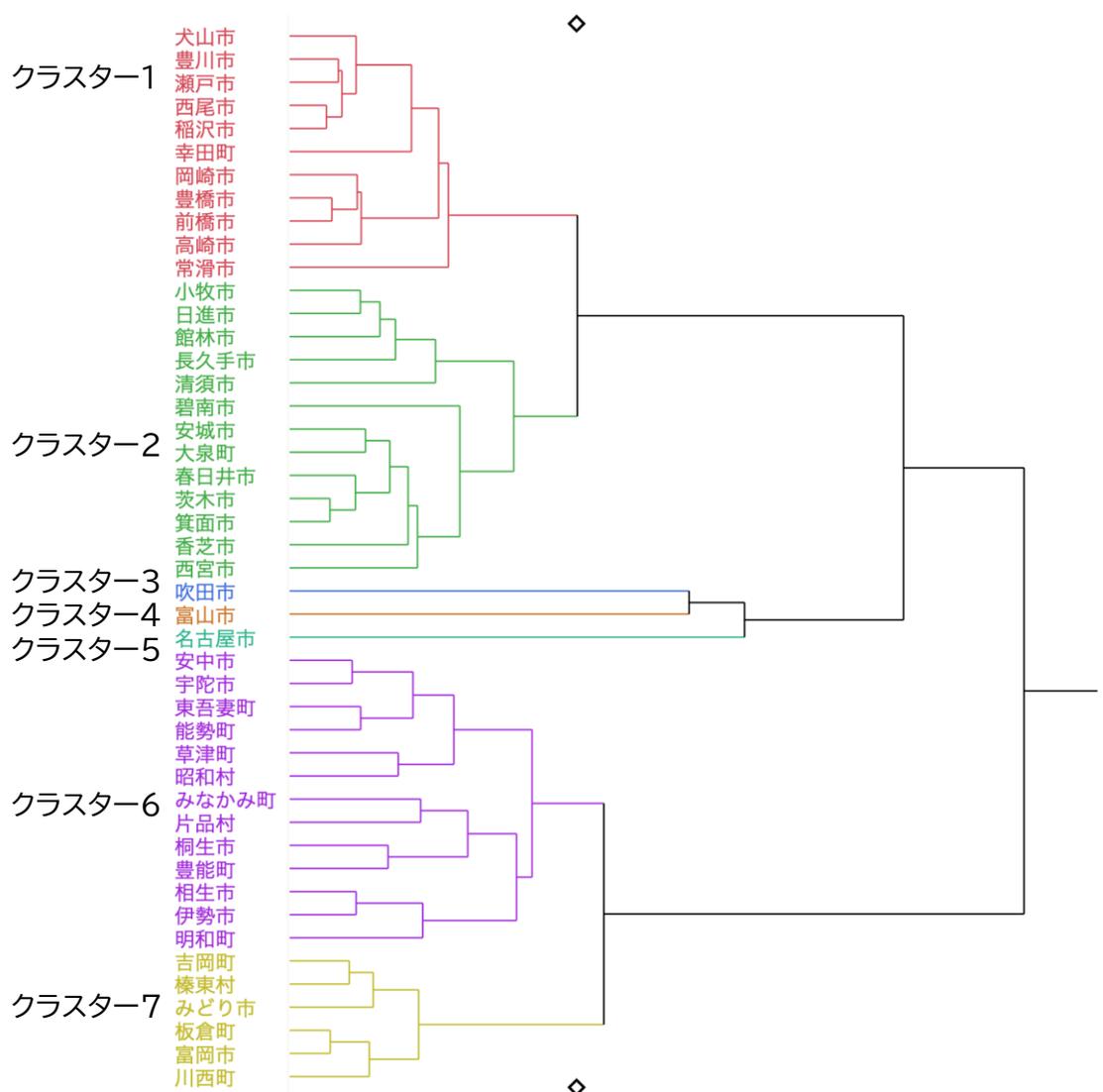


図 4-13 階層型クラスター分析結果（樹形図）

表 4-8 クラスタ一別地域特性指標平均値

クラスター	クラスター1	クラスター2	クラスター3	クラスター4	クラスター5	クラスター6	クラスター7
総人口	204,745	156,876	385,567	413,938	2,332,176	33,640	25,892
自治体面積	193	52	36	1,242	327	216	71
5年間の人口増減率	0.8%	1.3%	3.0%	-1.0%	2.0%	-7.3%	-2.4%
65歳以上人口割合	26.5%	22.4%	24.0%	30.0%	24.0%	38.3%	30.5%
人口密度	1,100	2,875	10,683	333	7,143	237	652
観光客数	6,443,055	2,466,481	5,163,455	25,435,028	34,123,515	1,887,812	1,014,089
DID人口割合	58.8%	77.3%	100.0%	56.0%	98.0%	16.9%	4.1%
DID面積割合	12.3%	37.1%	100.0%	5.0%	86.0%	1.9%	3.7%
高速道路IC数	2.000	1.850	2.000	3.000	53.000	0.460	0.330
バス停密度	1.343	2.790	4.655	0.844	4.674	0.895	0.147
人口一万人あたりバス停数	13.000	11.000	4.357	25.000	6.543	45.000	3.200
鉄道駅密度	0.074	0.133	1.855	1.535	0.810	0.045	0.088
人口一万人あたり鉄道駅数	0.740	0.647	0.285	1.522	0.622	1.222	1.749
人口一人あたり自動車保有台数	0.479	0.467	0.260	0.063	0.433	0.588	0.505

クラスター1は、岡崎市、高崎市、豊橋市等が分類されるクラスターである。人口、自治体面積がともに比較的大きい自治体が多い。また、観光客数の指標平均値が最も高い。したがって、クラスター1は、中核的な役割を担う中規模な自治体が多く含まれるクラスターであるといえる。

クラスター2は、春日井市、小牧市、箕面市等が分類されるクラスターである。人口規模はクラスター1と同様に中規模であるものの、自治体面積が小さい傾向にある。そのため、人口密度の指標平均値が最も高いクラスターである。それに伴い、DID人口割合および面積割合、公共交通機関に関する指標の平均値が高く、このことから、中枢都市近郊に位置し、比較的人口が集中する自治体が多いクラスターであるといえる。

クラスター3は、吹田市のみで構成されるクラスターである。吹田市は政令市である大阪市に隣接する衛星都市として発達している。そのため、非常に狭い市域に中核市程度の人口が居住しており、人口密度が高く、市内全域がDIDに指定されている。このことにより、吹田市が単独で他クラスターから分割されたと推測される。

クラスター4は、富山市のみで構成されるクラスターである。富山市は市域が広域であるため、同程度の人口を有する他の自治体と比べて人口密度が低い。また、DID人口割合に対し、DID面積割合の指標が非常に低いため、市内の限られた地域に多くの人口が居住する構造となっていると考えられる。これらの要因により、富山市が単独で他クラスターから分割されたと推測される。

クラスター5は、名古屋市のみで構成されるクラスターである。名古屋市は政令市であり、今回の対象となる自治体の中で、自治体規模が突出して大きい傾向にある。そのため、観光や交通、都市化指標等様々な指標において他自治体と異なる特徴を有することが示している。

クラスター6は、安中市、桐生市等が分類されるクラスターである。人口に対し自治体面積が広大であるため、人口密度の指標平均値が最も低いクラスターである。また、人口減少率、高

齡化率がいずれも高く，一人あたりの自動車保有台数の指標平均値も最も高い．したがって，少子高齢化が進行し，かつ自動車保有台数も多い自治体が多いクラスターであるといえる．

クラスター7は，みどり市，富岡市等が分類されるクラスターである．人口，自治体面積ともに小規模であり，都市化の指標についても指標平均値が最も低い．その他の項目についても全体平均を下回るものが多い．したがって，都市化の進んでいない郡部の小規模自治体が多いクラスターであるといえる．

以上から，クラスター3からクラスター5の3つのクラスターについては単独の自治体で構成されており，本研究の以降の分析においてデータ数が十分でないため，以降の分析ではこれら3つのクラスターを分析対象から除外し，クラスター1，2，6，7の4つのクラスターについて整理を進める．

4.4.3. クラスター別地域課題重要度評価

本項では、前項で抽出した4つの地域クラスターごとにアンケート結果を整理し、クラスター間および調査対象全体との比較を通じてクラスターごとの特徴を把握する。具体には、地域課題の重要度評価と電動モビリティの貢献期待度評価に着目する。

はじめに、地域クラスター別の地域課題重要度評価の得点平均値を図4-14に示す。なお、先行研究で実施したアンケート調査のうち、地域課題の重要度については5段階で評価していただいている。そのため、本研究では最も重要度が高いものを5点とし、以降1点ずつ低くし、最低1点までを付与した。その後、地域クラスターの平均値を算出し、クラスター間の平均値を比較している。

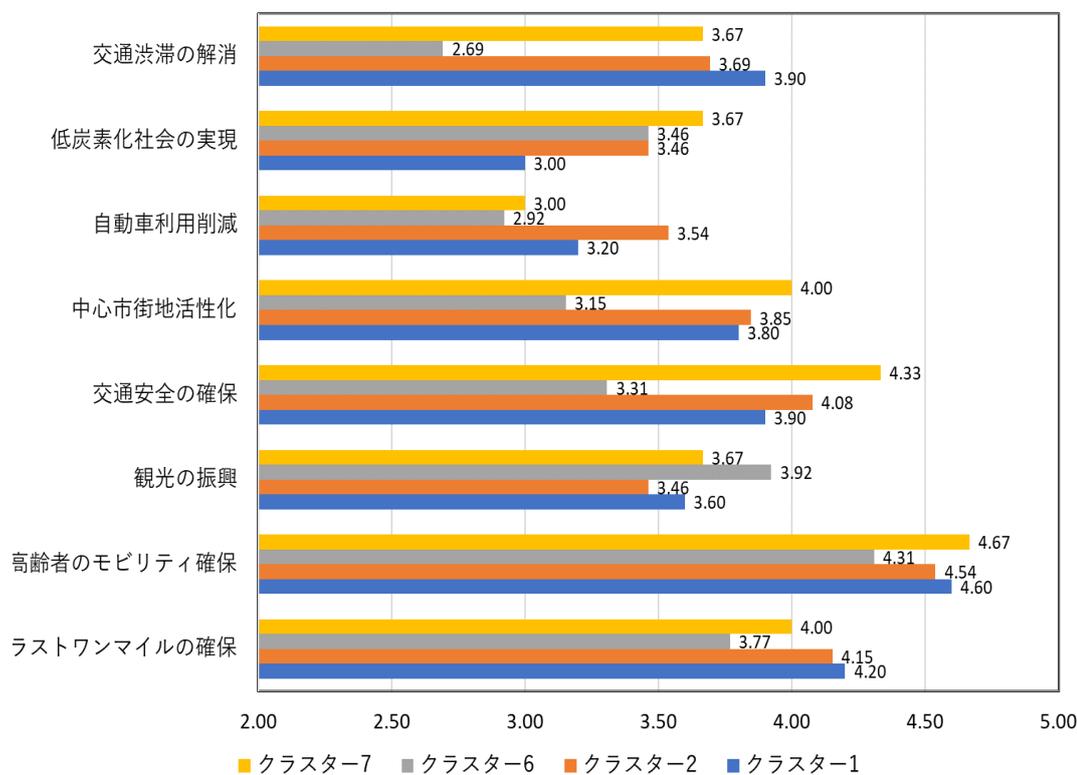


図 4-14 地域クラスター別地域課題重要度評価平均値

図4-14より、どのクラスターにおいても「高齢者のモビリティ確保」の重要度評価平均値が最も高いことがわかる。それ以外の地域課題については、クラスターによって重要度評価にばらつきがあることが見て取れる。

クラスター1においては、「ラストワンマイルの確保」、「交通安全の確保」、「交通渋滞の解消」等、地域交通に関する課題の重要度の評価が高い傾向にあることがわかる。クラスター2においては、クラスター1と同様に「ラストワンマイルの確保」、「交通安全の確保」といった、地域交通に関する課題のほか、「中心市街地活性化」の重要度評価が高い傾向にある。クラスター6においては、「観光の振興」、「ラストワンマイルの確保」「低炭素化社会の実現」の重要度評価が高い傾向にある。クラスター7においては、「交通安全の確保」、「中心市街地の活性化」「ラストワンマイルの確保」等の重要度評価が高い傾向にある。

以上の結果と、地域課題ごとの電動モビリティの適用性についての考察を踏まえると、「観光

の振興」と「低炭素化社会の実現」の重要度評価が高い傾向にあるクラスター6に含まれる自治体では、電動モビリティサービスの適用性が高いと考えられる。

次に、自治体クラスター別の電動モビリティの貢献期待度評価の平均値を図 4-15 に示す。なお、アンケート調査における貢献期待度の評価方法は「貢献すると思う」、「やや貢献すると思う」、「どちらでもない」、「あまり貢献しないと思う」、「貢献しないと思う」の5段階で評価いただいた。そこで本研究では、「貢献すると思う」を2点、「やや貢献すると思う」を1点、「どちらでもない」を0点、「あまり貢献しないと思う」を-1点、「貢献しないと思う」を-2点に換算して集計している。

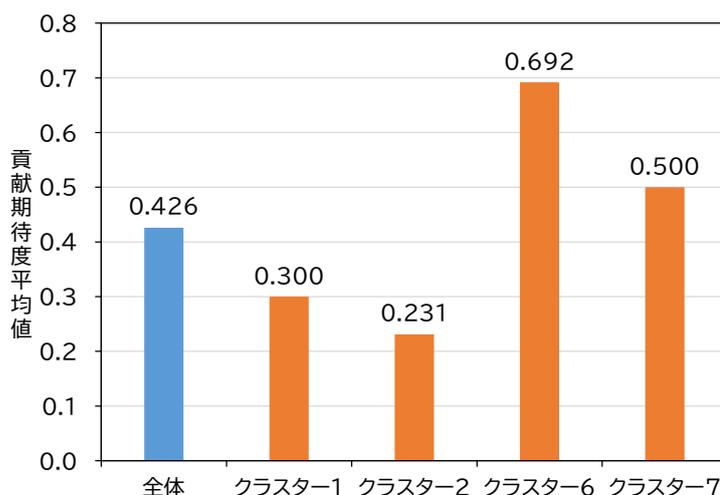


図 4-15 地域クラスター別の電動モビリティ貢献期待度評価

図 4-15 より、貢献期待度評価の平均値が最も高いのはクラスター6であり、平均値は 0.692 であった。次いで、クラスター7が高く、平均値は 0.500 であった。

また、全体の平均と比較すると、大都市近郊の中規模な自治体が多く含まれるクラスター1、2は期待度が低い傾向にあり、郡部の小規模な自治体が多く含まれるクラスター6、7においては期待度が高い傾向にあることがわかる。このことから、郡部の小規模自治体において電動モビリティの貢献が特に期待されている可能性が示唆された。

4.5. 電動モビリティ導入自治体と未導入自治体の類似性分析

本節では、実際の電動モビリティサービス導入事例からその効果や課題を地域特性ごとに抽出するため、電動モビリティサービスを導入した自治体を、4.4. で分類した地域クラスターと照らし合わせながら考察する。なお、本節の分析では、アンケート調査のうち、電動モビリティの導入検討状況に関する質問に対し、「実際に導入している（社会実験含む）」と回答した6つの自治体（刈谷市、豊田市、つくば市、佐用町、志摩市、出雲市）を対象とする。

4.5.1. 分析手法

分析の基本的な方針として、対象自治体の地域特性指標と各地域クラスターの指標平均値を比較し、最も類似した指標平均値を持つと判断された地域クラスターに対象自治体を分類することとする。この方針に基づき、自治体と地域クラスターの地域特性の類似性をより定量的に判断するため、対象自治体と地域クラスターの乖離度を示す指標として以下の式を定義する。また、クラスター1, 2, 6, 7の各地域特性指標の変動係数を表 4-9 に示す。

$$z_i^2 = \sum_{j=1}^n \left(\frac{x_j - \mu_{ij}}{s_{ij}} \right)^2 \quad \text{式(4)}$$

ここに、

Z^2 : 対象自治体と地域クラスターの乖離度

x_i : 自治体の地域特性指標の値

μ_{ij} : クラスター における地域特性指標の平均値

s_{ij} : クラスター における地域特性指標の標準偏差
(変動係数×平均値)

表 4-9 クラスター別地域特性指標変動係数

クラスター	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	0.660	0.830	1.144	0.699
自治体面積	0.736	0.577	0.949	1.113
5年間の人口増減率	3.564	1.369	0.410	1.409
65歳以上人口割合	0.096	0.220	0.121	0.140
人口密度	0.241	0.326	0.890	0.706
観光客数	0.794	1.273	0.906	1.080
DID人口割合	0.214	0.195	1.577	2.100
DID面積割合	0.310	0.410	1.649	2.108
高速道路IC数	0.775	1.228	1.682	1.549
バス停密度	0.507	0.546	0.768	0.975
人口一万人あたりバス停数	0.607	0.828	0.667	1.066
鉄道駅密度	0.580	1.137	1.619	1.136
人口一万人あたり鉄道駅数	0.509	0.641	0.536	0.221
人口一人あたり自動車保有台数	0.085	0.279	0.256	0.182

式に示す通り，対象となる6自治体について，各地域特性指標値について，各地域クラスターの当該指標の平均値との差分から各地域クラスターの当該指標の標準偏差で除した値の二乗（以降，平方）の和を乖離度と定義した．例えば，刈谷市の「総人口」の指標値は「153,834」，クラスター1の当該指標平均値は「204,745」である．このとき式の右辺の分子の値は「-50,911」となる．次に表 4-9 に示す当該指標の変動係数と表 4-8 に示す平均値の積で算出される標準偏差は約 135,132 となることから，式の右辺の括弧内の数値は約-0.377 となり，当該指標の平方は約 0.142 となる．このように算出された各地域特性指標の平方の和から乖離度を算出する．この値が小さいほど，対象自治体の地域特性は対象地域クラスターと類似する地域特性を有していると考えられ，乖離度の値が大きいほど，対象自治体の地域特性は対象地域クラスターの標準的な地域特性から乖離していると判断する．本研究では，各地域クラスターについて乖離度を算出し，最も乖離度が小さい地域クラスターに対象自治体を分類することとする．

4.5.2. 乖離度に基づく導入自治体の地域クラスター分類結果

各地域クラスターとの乖離度について、刈谷市の集計結果を表 4-10 に、豊田市の集計結果を表 4-11 に、つくば市の集計結果を表 4-12 に、佐用町の集計結果を表 4-13 に、志摩市の集計結果を表 4-14 に、出雲市の集計結果を表 4-15 に示す。

表 4-10 より、刈谷市はクラスター2における乖離度が非常に低く、クラスター2 の地域との類似性は十分高いといえる。

表 4-10 刈谷市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	刈谷市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	153,834	0.142	0.001	9.754	49.974
自治体面積	50	1.008	0.003	0.653	0.068
5年間の人口増減率	2.7%	0.444	0.619	11.163	2.275
65歳以上人口割合	21.0%	4.674	0.081	13.936	4.950
人口密度	3,053	54.273	0.036	178.233	27.207
観光客数	6,588,042	0.001	1.723	7.552	25.902
DID人口割合	80.4%	2.947	0.042	5.677	78.531
DID面積割合	41.9%	60.263	0.100	162.994	23.987
高速道路IC数	1.000	0.416	0.140	0.487	1.718
バス停密度	2.520	2.988	0.031	5.589	274.127
人口あたりバス停数	8.256	0.361	0.091	1.499	2.197
鉄道駅密度	0.179	5.985	0.093	3.383	0.829
人口一人あたり鉄道駅数	0.585	0.169	0.022	0.946	9.069
人口一人あたり自動車保有台数	0.530	1.569	0.234	0.148	0.074
乖離度		135.240	3.215	402.014	500.906

表 4-11 より、豊田市ではクラスター1の乖離度が最も低いことがわかる。他の自治体における乖離度の最小値と比較すると十分に低いとは言えないが、これは自治体面積が他の自治体と比較して非常に広大であることが要因の一つであると思われる。しかし、その他 DID に関する指標や、交通インフラに関する指標は、自治体面積ほどの大きな乖離は見られない。以上より、豊田市とクラスター2の地域との類似性は高いといえる。

表 4-11 豊田市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	豊田市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	422,330	2.593	4.156	102.010	479.805
自治体面積	918	26.073	833.678	11.739	114.971
5年間の人口増減率	-0.1%	0.100	0.619	5.787	0.463
65歳以上人口割合	23.0%	1.893	0.015	10.900	3.085
人口密度	460	5.828	6.639	1.118	0.174
観光客数	7,355,446	0.032	2.424	10.219	33.525
DID人口割合	56.6%	0.031	1.886	2.219	37.180
DID面積割合	4.1%	4.625	4.707	0.493	0.003
高速道路IC数	8.000	14.984	7.328	94.968	225.144
バス停密度	0.858	0.507	1.608	0.003	24.609
人口あたりバス停数	18.658	0.514	0.707	0.770	20.535
鉄道駅密度	0.028	1.149	0.482	0.054	0.360
人口一人あたり鉄道駅数	0.616	0.108	0.006	0.856	8.592
人口一人あたり自動車保有台数	0.580	6.154	0.752	0.003	0.666
乖離度		64.590	865.008	241.139	949.111

表 4-12 より、つくば市はクラスター1の乖離度が十分低く、クラスター1の地域との類似性は高いといえる。

表 4-12 つくば市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	つくば市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	253,210	0.129	0.547	32.552	157.755
自治体面積	284	0.408	59.644	0.109	7.246
5年間の人口増減率	-0.1%	0.100	0.619	5.787	0.463
65歳以上人口割合	23.0%	1.893	0.015	10.900	3.085
人口密度	892	0.616	4.476	9.643	0.272
観光客数	4,259,100	0.182	0.326	1.922	8.779
DID人口割合	36.2%	3.226	7.435	0.524	13.900
DID面積割合	6.3%	2.476	4.100	1.972	0.111
高速道路IC数	8.000	14.984	7.328	94.968	225.144
バス停密度	1.787	0.425	0.434	1.684	130.931
人口あたりバス停数	20.023	0.792	0.981	0.692	24.322
鉄道駅密度	0.014	1.954	0.619	0.181	0.548
人口一人あたり鉄道駅数	0.158	2.388	1.390	2.639	16.942
人口一人あたり自動車保有台数	0.580	6.154	0.752	0.003	0.666
乖離度		35.726	88.667	163.577	590.163

表 4-13 および表 4-14 より、佐用町および志摩市はクラスター6の乖離度が低く、クラスター6の地域との類似性は高いといえる。

表 4-13 佐用町の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	佐用町	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	15,863	1.954	1.173	0.213	0.307
自治体面積	307	0.649	72.480	0.199	8.952
5年間の人口増減率	-9.4%	12.798	36.147	0.492	4.285
65歳以上人口割合	43.0%	42.066	17.474	1.029	8.570
人口密度	52	15.628	9.072	0.769	1.699
観光客数	721,000	1.251	0.309	0.465	0.072
DID人口割合	0.0%	21.836	26.298	0.402	0.227
DID面積割合	0.0%	10.406	5.949	0.368	0.225
高速道路IC数	1.000	0.416	0.140	0.487	1.718
バス停密度	0.133	3.158	3.042	1.229	0.010
人口あたりバス停数	25.846	2.650	2.657	0.407	44.073
鉄道駅密度	0.078	0.009	0.132	0.205	0.010
人口一人あたり鉄道駅数	3.152	41.007	36.483	8.682	13.175
人口一人あたり自動車保有台数	1.000	163.744	16.734	7.491	29.006
乖離度		317.572	228.092	22.440	112.327

表 4-14 志摩市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	志摩市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	46,057	1.379	0.724	0.104	1.241
自治体面積	179	0.010	17.902	0.033	1.866
5年間の人口増減率	-8.5%	10.639	30.322	0.161	3.254
65歳以上人口割合	41.0%	32.486	14.246	0.339	6.047
人口密度	257	10.112	7.802	0.009	0.736
観光客数	2,866,950	0.489	0.016	0.328	2.862
DID人口割合	0.0%	21.836	26.298	0.402	0.227
DID面積割合	0.0%	10.406	5.949	0.368	0.225
高速道路IC数	0.000	1.665	0.663	0.353	0.417
バス停密度	0.894	0.435	1.549	0.000	27.164
人口あたりバス停数	34.740	7.590	6.794	0.117	85.489
鉄道駅密度	0.305	28.967	1.294	12.736	4.712
人口一人あたり鉄道駅数	2.388	19.143	17.623	3.169	2.733
人口一人あたり自動車保有台数	0.940	128.201	13.179	5.468	22.400
乖離度		273.359	144.362	23.587	159.373

表 4-15 より、出雲市はクラスター6における乖離度が比較的低いことがわかる。他の自治体の乖離度最小値と比較すると十分に低いとは言えないが、これは一人当たり自動車保有台数の値が他の自治体と比較して大きいことが要因の一つであるといえる。その他の指標については目立った乖離が見られないため、出雲市とクラスター6の地域の類似性は高いといえる。

表 4-15 出雲市の地域特性指標乖離度分析結果

地域特性指標	出雲市	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
総人口	172,775	0.056	0.015	13.071	65.865
自治体面積	624	9.222	363.898	3.969	49.035
5年間の人口増減率	0.5%	0.011	0.202	6.792	0.735
65歳以上人口割合	30.0%	1.893	2.378	3.208	0.014
人口密度	277	9.638	7.684	0.036	0.664
観光客数	12,489,000	1.397	10.189	38.418	109.774
DID人口割合	20.0%	9.508	14.450	0.014	3.410
DID面積割合	1.4%	8.172	5.508	0.025	0.087
高速道路IC数	3.000	0.416	0.256	10.777	27.283
バス停密度	0.894	0.435	1.549	0.000	27.164
人口あたりバス停数	32.296	5.980	5.467	0.179	72.753
鉄道駅密度	0.077	0.005	0.137	0.193	0.012
人口一人あたり鉄道駅数	0.926	0.244	0.453	0.204	4.534
人口一人あたり自動車保有台数	0.830	74.320	7.762	2.585	12.504
乖離度		121.295	419.950	79.470	373.834

以上の結果を踏まえ、地域クラスターとの類似性分析結果を表 4-16 にまとめる。表 4-16 より、豊田市、つくば市をクラスター1、刈谷市をクラスター2、佐用町、志摩市、出雲市をクラスター6の地域に分類できた。

表 4-16 乖離度に基づく類似性分析結果一覧

クラスター	クラスター1	クラスター2	クラスター6	クラスター7
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 人口、自治体面積が大きい 観光客数が最高値 	<ul style="list-style-type: none"> 人口は中規模も自治体面積が小さい 人口密度が最高値 	<ul style="list-style-type: none"> 人口密度の指標が最低値 人口減少率、高齢化率が高い 人口あたりの自動車保有台数指標値も最高 	<ul style="list-style-type: none"> 人口、自治体面積が小規模 都市化指標の指標が最低値 その他の項目も多くは全体平均を下回る
刈谷市	135.2	3.2	402.0	500.9
豊田市	64.6	865.0	241.1	949.1
つくば市	35.7	88.7	163.6	590.2
佐用町	317.6	228.1	22.4	112.3
志摩市	273.4	144.4	23.6	159.4
出雲市	121.3	420.0	79.5	373.8

4.5.3. 導入事例に基づく地域特性と電動モビリティ適用性の整理

4.5.2. の分析により、地域特性指標に基づく類似した特徴を有する電動モビリティ導入自治体と未導入自治体が照合された。本項では、電動モビリティを導入した自治体へのアンケート調査およびヒアリング調査結果を踏まえ、各クラスターへの電動モビリティ適用性と期待される効果、想定される課題を整理する。なお、本研究では4.5.2. で電動モビリティ導入自治体が分類されたクラスター1, 2, 6のうち、ヒアリング調査で詳細な意見が得られた豊田市、志摩市、出雲市が含まれるクラスター1, 6について以降整理する。

はじめに、クラスター1に分類された豊田市、つくば市のうち、ヒアリング調査により具体的な導入事例と効果について把握できた豊田市の導入事例について紹介する。豊田市では、主に一般利用を想定した超小型モビリティ・ミニカーが導入され、豊田市街を中心に利用がされていた。しかし、運営上の課題から現在では主に公用車として利用するようになった。アンケート調査結果より、超小型モビリティ・ミニカーの導入により、地域課題のうち、「ラストワンマイルの確保」、「観光の振興」、「中心市街地活性化」、「低炭素社会の実現」の4項目に対して貢献すると豊田市は回答している。また、地域課題の重要度評価については、「低炭素化社会の実現」の重要度評価が高く、先進的な取り組みを重視している傾向にあるといえる。その他、豊田市では「交通渋滞の解消」が高かった。さらに、電動モビリティの貢献度については、豊田市は「やや貢献すると思う」と回答しており、導入意向についても「導入意向が強い」と回答していることから、電動モビリティサービスについて比較的高く評価していることがわかる。これらより、課題解決という観点から、豊田市では比較的高い効果が上がったものと考えられる。一方で、電動モビリティの導入に際して、現行の公道規制下では電動モビリティの使い方について定まらない部分が多いことを懸念事項として挙げられていた。また、採算性や継続性について、一定のイニシャルコストおよびランニングコストがかかることを前提としながらも、サービス形態については慎重に検討する必要があると回答があった。

以上を踏まえると、クラスター1では、「低炭素化社会の実現」のように、より先進性の高い課題への取り組みを重視する自治体であれば、導入効果が高いと推察される。一方、導入に際する課題については、現行の公道規制によるものへの懸念が大きいと見られ、このような課題は、道路交通量の多い地域では特に懸念が大きいと想定され、都市化の進んだ地域を有する自治体が多いクラスター1では一般的に当てはまると考えられる。

次に、クラスター6に分類された志摩市、出雲市の導入事例と調査結果について紹介する。出雲市では超小型モビリティ、志摩市では電動キックボードが導入されていた。また、ヒアリング調査より、いずれも観光の振興を主目的に導入しているが、他に貢献が期待される地域課題として、志摩市は「観光の振興」、「中心市街地活性化」、「自動車利用削減」、「低炭素化社会の実現」の4項目、出雲市は「ラストワンマイルの確保」、「観光の振興」、「交通安全の確保」、「中心市街地活性化」、「低炭素化社会の実現」の5項目に対して貢献すると回答している。自治体の地域課題に対する重要度評価については、「ラストワンマイルの確保」、「観光の振興」、「低炭素化社会の実現」に対する重要度評価が高い傾向にあり、具体的な評価理由として、市街地における交通手段を補完や、新たな観光のアクティビティとしての役割を評価されたことが挙げられる。一方、導入時の課題について調査したところ、関係者協議については、いずれの自治体とも、大きな問題や調整事項は生じなかったと回答を得た。導入の上で関係者協議が大きな障壁となる可能性は低いことが窺えるものの、志摩市については実証実験として導入したこと

も要因の一つとして考えられることに留意が必要である。採算性、継続性については、未調査であると回答であったが、電動モビリティ未導入の自治体と同様に、収益性や運営コストの懸念から、継続性が低いとする意見があがった。このことから、自治体での電動モビリティ導入を促進する上で、収益性の高い事業スキームを構築する必要があるといえる。

以上より、クラスター6のうち、地域振興や脱炭素の取り組みを重視している場合には、導入効果が高いことがわかった。また、**図 4-14** からクラスター6において、「観光の振興」や「低炭素化社会の実現」に対する重要度評価平均値は他の地域課題と比較して高い傾向にあるため、クラスター6に見られる地域特性をもつ自治体においても同様に導入効果が高いと考えられる。一方で、クラスター6に含まれる未導入自治体の多くは、人口が少なく、高齢化率も高いことから、生産人口や有力な法人が少なく、財政状況も思わしくないと考えられる。したがって、クラスター6の他の自治体においても同様に、採算性が電動モビリティ導入上での障壁となる可能性がある。

4.6. 本章のまとめ

本章では、電動モビリティ未導入自治体へのアンケート調査結果と自治体の地域特性を示す各種データや統計指標を用いたクラスター分析により、同類の地域特性を有する自治体の地域クラスターに分類し、その後各地域クラスターの特徴を整理した。

その結果、人口密度が低く、高齢化や人口減少が進行する郡部の自治体において、「観光の振興」や「低炭素化社会の実現」等の課題の重要度評価が高い傾向にあることがわかった。これらの課題は、主に電動キックボード、超小型モビリティ・ミニカーによる解消が大きく期待されると考えられる。したがって、上記の地域特性をもつ自治体は電動キックボード、超小型モビリティ・ミニカー等の電動モビリティの適用性が高いと推察された。

電動モビリティ導入経験のある自治体の地域クラスターとの地域特性の乖離度分析により、実際の電動モビリティサービス導入自治体の事例をもとに、電動モビリティサービス導入による効果や課題を考察した。導入効果について、地域の中核的な役割を担う中規模自治体においては、脱炭素等の先進的な取り組みを重視する自治体についてのみ、導入効果が高いことが予想されるが、大都市近郊の中規模自治体についても同様の傾向が見られた。また、人口密度が低く、高齢化や人口減少が進行する郡部の自治体において、交通網の補完や観光の振興といった点において、超小型電動モビリティ、および電動キックボードの導入効果が大きいと推察された。一方、導入に際する課題について、地域の中核的な役割を担う中規模自治体では、現行の公道規制下での運用が懸念され、大都市近郊の中規模自治体では、既存交通網との棲み分けを慎重に検討する必要があると考えられる。郡部の自治体では、採算性が大きな課題であり、電動モビリティ導入にあたっては採算性の高い事業スキームの構築が必要と考えられる。

5. 結論

5.1. 本研究の成果

本研究では、名古屋市内を対象に、自転車に関連する交通事故発生リスク要因について、事故率を用いたマクロ統計分析により自転車通行空間および自転車歩行者道の道路交通環境の観点から抽出し、事故リスクの高い道路交通環境の特徴を評価した。また、名古屋市で導入されたラウンドアバウト（以降、RAB）の整備前後における自転車利用者の挙動および意識の変化を把握した。さらに、今後自転車通行空間の利用が見込まれる電動モビリティについて、自治体視点での評価と課題を整理するとともに、電動モビリティの適用性評価手法についても検討した。

各項目について、得られた成果を以下に示す。

5.1.1. 自転車通行空間の整備形態別自転車事故リスクに関する分析

- ▶ 名古屋市内の自転車通行空間のうち、「自転車歩行者道」は「整備なし」より事故率の平均値、ばらつきもともに大きい傾向にあることがわかった。
- ▶ 自転車歩行者道の整備形態に着目すると、自転車の通行空間を明示する施策メニュー間では事故率の傾向に有意な差は確認されなかったものの、「整備なし」と比較すると、「看板設置」は統計的に有意に事故率が低下することがわかった。
- ▶ 自転車歩行者道について、事故件数を被説明変数とした負の二項分布回帰分析、事故件数を交通量および区間延長で基準化した自転車事故率を被説明変数とする重回帰分析の結果より、自転車事故の発生傾向に影響する道路交通環境要因として交通量や信号交差点密度といった道路環境や交通状況が影響するがわかった。
- ▶ 自転車歩行者道での施策として、自転車通行位置を明示する看板の設置は、自転車事故件数の減少および自転車事故率の低下に寄与することがわかった。

5.1.2. 官庁街 RAB における自転車挙動と利用者意識の変化分析

- ▶ RAB 試行運用前後における挙動分析の結果、横断歩道を通行する自転車と自動車の交錯危険性の低下傾向にあること、試行運用が開始してから時間が経過するにつれ、矢羽根が自転車の走行位置を示すことが浸透していることがわかった。
- ▶ インタビュー調査結果より、RAB 化により交差点の評価が良化すること、通行ルールについて認知されている内容とされていない内容があることがわかった。
- ▶ RAB 試行運用による自転車利用者の印象良化に対する影響要因を分析することで、他車との接触危険性、交差点全体の安全性の評価が向上すると交差点の印象が良化する傾向にあることや通行のしやすさが作用することがわかった。

5.1.3. 新たな低速モビリティに対する自治体評価と適用性に関する基礎分析

- ▶ 人口密度が低く、高齢化や人口減少が進行する郡部の自治体において、「観光の振興」や「低炭素化社会の実現」等の課題の重要度評価が高い傾向にあり、これらの地域課題は、主に電動キックボード、超小型モビリティ・ミニカーによる解消が大きく期待されると考えられ、上記の地域特性をもつ自治体は電動モビリティの適用性が高いと推察された。

5.2. 研究成果に基づく今後の自転車通行空間整備への提言

5.2.1. 利用者にとってわかりやすい自転車通行位置の明示に向けた短期的な対応

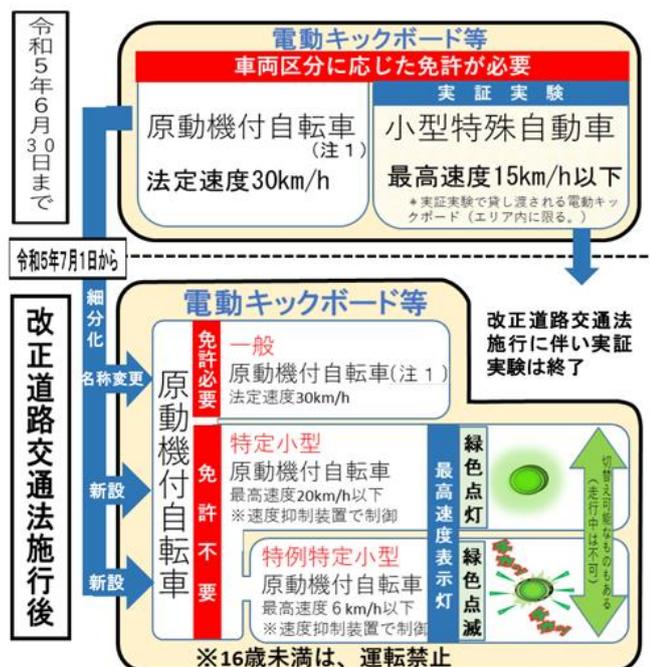
現ガイドラインに示されている通り、長期的には自転車通行空間が車道を安全に通行できるような道路空間が整備されることが望ましいと考えるが、沿道に住宅等が立地するなど、用地的制約により、道路空間に余裕がなく車道での自転車通行空間の整備が困難な場合が想定される。特に名古屋市のように市域のほとんどが DID 内に位置する場合はその制約は大きく、交通量の減少等による単路部での道路空間の再配分ができない限り、車道での整備は難しいと思われる。その対応として、自転車歩行者道における視覚分離が有効と考えられ、特に利用者の目線により近い位置に設置される看板の設置による通行位置の明示など、短期的な対応を行うことが望ましいと考える。ただし、このような短期的対応を全箇所を実施することは困難である。そのため、事故リスクの視点から事故率の高い危険区間、利用者が多いと想定される学校の通学路、鉄道駅や病院、公共施設等の周辺などを優先区間として整備することも想定される。

また、本研究の成果より、自転車利用者にとって、RAB に対して高い受容性を有することがわかった。このことから、交差点における安全な交通処理の視点から、自転車通行空間の整備に合わせて、交差点の RAB 導入も考えていく余地があると考えられる。その場合、単路部と RAB の接続部である流入部や流出部において矢羽根を設置し、自転車が適切な走行が可能となると、配慮した整備が望ましいと考える。

5.2.2. 新たなモビリティの導入に向けた道路空間整備

令和5年7月に道路交通法が改正され、図5-1に示すように電動キックボード等のうち一定の基準を満たすものについては、原動機付自転車の一類型である「特定小型原動機付自転車」と位置付けられ、運転免許不要等の新しい交通ルールが適用された。特定小型原動機付自転車は、歩道又は路側帯と車道の区別がある道路では、車道を通行しなければならない（自転車道通行可）、道路では左側を通行、特に、車両通行帯のない道路では左側端に寄って通行、車両通行帯の設けられた道路においては原則として一番左側の車両通行帯を通行しなければならない（図5-2）。ただし、例外として特例特定小型原動機付自転車の基準を全て満たす場合に限り、歩道を通行することが可能である。しかし、通行することができる歩道は、全ての歩道ではなく、「普通自転車等及び歩行者等専用」の道路標識等が設置されている歩道に限られる。つまり、自転車の通行方法と同じような通行ルールであるといえる。

一方で、電動モビリティに関する自治体アンケート調査より、電動キックボードは自治体が抱える地域課題のうち、「観光の振興」や「中心市街地活性化」の課題解消に期待されていることがわかる。よって、これら課題解消に期待する自治体において、自転車ネットワークの検討および通行空間の整備においては、電動キックボードの利用も想定した整備が必要であるといえる。その場合、現行の道路交通法が施行され間もないため、電動モビリティの利用者だけでなく、他交通手段の利用者、地元住民に対しても交通ルールの周知・徹底を図るとともに、多様なモビリティとの共存に向けた理解を得ることが望ましいと考える。また、走行環境について、電動キックボードであれば当面は現在整備されている自転車通行空間を利用されることが想定されるが、各種電動モビリティのすれ違いに必要な離隔距離等の既往研究を踏まえ、交通量や利用状況に応じた幅員などの走行環境の点検が必要であると考えられる。



出典：警察庁ホームページ

(特定小型原動機付自転車（電動キックボード等）に関する交通ルール等について)

図5-1 道路交通法の一部改正の概要



出典：警察庁ホームページ

(特定小型原動機付自転車（電動キックボード等）に関する交通ルール等について）

図 5-2 通行帯のある道路での通行場所のイメージ

5.3. 今後の課題

本研究成果をふまえた今後の課題を以下に示す。

5.3.1. 最新の道路交通環境に基づく自転車事故リスクの評価

本研究では、現時点で最新の調査結果である H27 センサス調査結果に基づいた道路幾何構造および自転車通行空間の整備状況にて分析しているが、近年名古屋市内では自転車道や自転車レーンといった車道部を改築した自転車通行空間の整備が進められてきている。そのため、今後は令和 5 年度に公表された R3 センサス調査結果および自転車交通量調査結果、名古屋市内の自転車関連事故データを用いて、最新の名古屋市内の自転車事故リスクを評価するとともに、H27 から R3 に整備された自転車ネットワークおよび通行空間の整備による自転車事故への効果を検証することで、自転車通行空間の整備方針や整備効果を整理することが望ましいと考えられる。

また、信号交差点密度のみが有意な変数として抽出され、自転車歩行者道での自転車事故件数と信号制御との関係が強いことや、自動車交通量が多い区間で事故件数が増えることからことが確認され、自転車歩行者道から交差点へ進入する自転車と左折車との巻き込み事故や信号切り替わり時、右折車と自転車との事故などで事故危険性が高いことを示した。この結果と踏まえると、自転車ネットワークの計画・検討の際には、当該区間に並行する道路に自転車需要を転換し、主要信号交差点の自動車と自転車の動線を分離することが重要と考えられる。ただし、これらはいくまでも著者らが想定した一論に過ぎないため、今後、事故発生箇所における事故状況図、さらには挙動などのマイクロな交通実態を把握したうえで精緻に分析、検証していく必要があるといえる。

さらに、同じ通行位置を示す看板でも、内容が異なるものが存在する。そのため、利用者に掲載内容の異なる看板を比較してもらい、よりわかりやすい内容がどれなのか検証することが望ましい。

5.3.2. 官庁街 RAB における段階整備の経時的評価

本研究では、無信号交差点から RAB の試行運用までを対象に分析したが、当該 RAB は令和 5 年 8 月末に本施工が完了したところである。よって、本施工後の状況についても把握し、RAB 化の効果の持続性等を検証することが望ましいと考える。また、本研究では当該 RAB のみの検

証に留まっており、矢羽根の有無や設置内容による通行位置の比較は行えていない。他の RAB でも既往研究で分析していることから、それら検証結果を集約・整理し、矢羽根の設置による効果や効果的な設置方法および自転車と自動車の離隔距離と交錯リスクなどを整理することが望ましい。

5.3.3. 電動モビリティ適用性分析に関する地域特性指標の追加可能性検討

今回の分析のクラスター分析では、地域特性指標を 3 視点から設定したが、アンケート調査やヒアリング調査であった導入時の懸念事項である採算性に関する指標も対応するために、地域特性指標として自治体の財政状況を反映した各種データや統計指標を盛り込む必要があると考えられる。また、本研究では自治体と地域クラスターの類似性をもとに分類する手法として、乖離度を定義し、乖離度が最小となった地域クラスターに対象自治体を分類したが、この手法は次に示す 2 点の課題が挙げられる。

- ① 標準化した値を足し合わせる際に、地域特性指標ごとに重みづけがされていない
- ② 乖離度の閾値を設けずに単純な大小比較のみでクラスターを決定している

これらの視点により、いずれのクラスターとも大きく異なる地域特性をもつ自治体を、適切でないクラスターに分類してしまう恐れがある。そのため、クラスターごとの分岐の主要因となった変数の特定と、それに応じた割増係数や閾値の設定に関する検討を行い、電動モビリティの適用性評価を行う必要があると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省 令和 2 年度第 1 回自転車を活用推進に向けた有識者会議 配布資料 資料 2 :
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/bicycle-up/06pdf/02.pdf>
- 2) 経済産業省 HP 「電動アシスト車が牽引，堅調な自転車産業」，
https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto_kako/20210728hitokoto.html
- 3) 国土交通省 HP 「自転車の活用の推進に関する現状の取り組みについて」，
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/bicycle-up/01pdf/05.pdf>
- 4) 名古屋国道事務所 HP 「国道 19 号 自転車通行空間の整備のお知らせ（金山新橋南～西大須交差点）」，
<https://www.cbr.mlit.go.jp/meikoku/news/?id=20221121201933>
- 5) 国土交通省 第 1 回ラウンドアバウト検討委員会配布資料：ラウンドアバウトの現状，
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/roundabout/pdf01/4.pdf>
- 6) (一社) 交通工学研究会：ラウンドアバウトマニュアル，2016.
- 7) Austroads: Guide to Road Design Part 4B: Roundabouts, 2011.
- 8) FHWA: ROUNDABOUTS AN INFORMATIONAL GUIDE, FHWA-RD-00-067, 2000.
- 9) Department of Transport and Main Roads: Providing for Cyclists at Roundabouts, Technical Note 136, 53pages, 2015.
- 10) 森憲之，遠藤寛士，神戸信人，中嶋一雄：軽井沢町六本辻交差点のラウンドアバウト社会実験，国際交通安全学会誌，Vol39, No.1, pp22-30, 2014.
- 11) 一般財団法人 自転車産業振興協会：2021 年度自転車の交通ルールに関する意識調査報告書，
https://jbpi.or.jp/wp-content/uploads/2022/12/220412_report_of_bicycle_traffic_rules.pdf
- 12) 経済産業省，多様なモビリティ普及推進会議：多様なモビリティ普及推進会議とりまとめ，2019.12.2
- 13) 警察庁，多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会：多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会 報告書，2021.12
- 14) 経済産業省 資料 :https://www.meti.go.jp/policy/jigyousaisei/kyousouryoku_kyouka/shinjigyokaitakuseidosuishin/press/210705b_press.pdf
- 15) 道路交通法の一部を改正する法律案：
https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_gian.nsf/html/gian/kaiji208.htm
- 16) 阿部宏史，崎大樹，岩元浩二，富田修一：岡山市内国道 53 号における自転車道整備効果の検証，土木計画学研究・論文集，Vol.26 no.4, pp.647-654, 2009. [Hirofumi, A., Taiju, S., Koji, I. and Syuichi, T.: A SURVEY ON THE EFFECTS OF BICYCLE TRACK PROVISION AT THE ROUTE 53 IN OKAYAMA CITY, Infrastructure Planning Review, Vol.26, no.4, pp. 647-654, 2009.]
- 17) 三輪富生，山本俊行，森川高行：名古屋市における自転車走行空間の利用意向調査と整備効果の分析，日本都市計画学会論文集，46 巻 3 号，pp. 793-798, 2011.
- 18) 江尻佳弘，紀伊雅敦，中村一樹：BCI 指標に基づく自転車道整備案の策定方法の研究—高松市街地を対象として—，土木学会論文集，Vol.74, No.5, I_1019-I_1027, 2018.
- 19) 鈴木弘司，志村連：大規模交差点における自転車と右左折車の挙動と交錯危険性に関する分析，土木学会論文集，Vol.74, No.5, I_971-I_980, 2018.

- 20) 渡部数樹, 中村英樹: 道路交通環境に着目した交通事故発生要因に関する統計モデル分析, 土木学会論文集, Vol.71, No.5, I_889-I_901, 2015.
- 21) 嶋田喜昭, 井上壮: 自転車専用通行帯交差点部における自転車行動特性分析, 土木学会論文集, Vol.74, No.5, I_981-I_989, 2018.
- 22) テンピア ジュリエット, 姜 美蘭, 佐藤 仁美, ムザッダル カザク, 山本 俊行: 交差点幾何構造と自転車道路の設置を考慮した交差点における自転車事故リスク要因分析, 日本都市計画学会中部支部研究発表会論文集, Vol.31, p.31-36, 2020
- 23) 小林寛, 今田勝昭, 高松進: 都市内ラウンドアバウトにおける適切な自転車通行方法に関する基礎検討, 土木技術資料, Vol.56-12, pp.42-45, 平成 26 年 12 月
- 24) 鈴木弘司, 栗田恭太郎: ラウンドアバウトにおける自転車の通行安全性に関する基礎的分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 75 巻, 5 号, pp.923-932, 2019.
- 25) 奥山翔太, 康楠ほか: ラウンドアバウトの矢羽根の有無による自転車を考慮した自転車挙動の分析, 第 59 回土木計画学研究発表会・講演集, 2019.
- 26) 康楠, 中村英樹, 神戸信人: 日本におけるラウンドアバウト流入交通容量推定モデルに関する研究, 交通工学論文集, 第 1 巻, 第 5 号, pp.19-28, 2015.10
- 27) 公益財団法人国際交通安全学会: 日本における安全でエコなラウンドアバウトの実用展開, IATSS Review, Vol.39, No.1, 2014.
- 28) 井上幹太, 武田裕之, 加賀有津子: 自転車交通ルールの認知と自転車運転行動及び走行環境との関係, 日本建築学会計画系論文集, 第 84 巻, 第 763 号, 1969-1978, 2019.9
- 29) 今野速太, 清水浩志郎, 木村一裕: 私的短距離交通手段としての電動三輪車によるモビリティ改善, 都市計画論文集, Vol.28, pp.127-132, 1993.
- 30) 溝上章志, 川島英敏, 大森久光, 永田千鶴, 野尻晋一, 矢口忠博: 高齢化社会においてパーソナルモビリティが QOL に与える影響に関する実証調査, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, pp.141-153, 2012.
- 31) 土井健司, 紀伊雅敦, 佐々木昭恵: 高齢者の外出とまちなかの回遊性を促進するためのスローモビリティとコモビリティに関する研究, IATSS Review, Vol.36, No.3, pp.152-161, 2012.
- 32) 日比野秀俊, 井料美帆: 電動一人乗りモビリティの車種選択規範と利用意向に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.64, 2021.
- 33) 井料美帆, 鈴木弘司, 川合琉介: 電動キックボードの希望通行位置選択に関する要因分析, IATSS Review, Vol.46, No.3, p.241-249, 2022.
- 34) 鈴木一史: 電動キックボードすれ違い時の交錯回避特性と利用者不安感の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.64, 2021.
- 35) 平野里奈, 土井健司, 葉健人, 青木保親: グリーンスローモビリティの社会的価値の分析, IATSS Review, Vol.46, No.3, p.231-240, 2022.
- 36) 山田怜旺, 鈴木弘司: 交通事故対策の多角的検討に資する事故データベースの構築と分析システムの提案, 土木学会論文集, Vol.78, No.2, II_1-II_8, 2022.
- 37) 一般社団法人交通工学研究会: ラウンドアバウトマニュアル 2021, p.121, 2021.
- 38) 米山喜之, 姫野正太郎, 宗孝士, 伊藤大貴, 安田宗一郎, 鈴木弘司: 名古屋市官庁街におけるラウンドアバウト試行運用, 第 62 回土木計画学研究発表会・講演集, 2020.
- 39) 一般社団法人交通工学研究会: 自転車通行を考慮した交差点設計の手引き, 2020.

- 40) 株式会社道路計画：ビューホール， <https://www.kotsu-chosa.com/>
- 41) 鈴木一史， 中村英樹：交通流解析のためのビデオ画像処理システム Traffic Analyzer の開発と性能検証， 土木学会論文集 D， Vol62， No.3， pp.276-287， 2006.
- 42) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, D.J.: Analysis of traffic conflicts and collision, Transportation Research Record, No.677, pp.67-74, 1978.
- 43) 警察庁， 多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会：多様な交通主体の交通ルール等の在り方に関する有識者検討会 中間報告書， 2021.4
- 44) 愛知県 ITS 推進協議会： <https://aichi-its.jp/>
- 45) 総務省統計局：令和 2 年国勢調査 調査の結果， 2021.11.30

発表論文

- 1) 伊藤大貴, 鈴木弘司: 名古屋市内における自転車通行空間の整備形態別自転車事故リスクに関する分析, 土木学会論文集・特集号 (土木計画学), Vol.79, No.20 (2024年4月発行予定), 2023年12月25日 (登載可決定通知)
- 2) Hiroki ITO, Koji SUZUKI: Analysis of the Relationship between Arrow Feather Road Markings and Users' Behaviors at a Roundabout Located in Government District in Japan, EASTS2021 – The 14th EASTS International Virtual Conference September 12-14, 2021 Hiroshima, Japan
- 3) 鈴木弘司・山田怜旺・伊藤大貴・矢野稜典: 官庁街ラウンドアバウトにおける車両挙動と利用者意識の変化分析, 土木学会論文集・特集号 (土木計画学), Vol.77, No.5 (土木計画学研究・論文集第39巻), I_995-I_1007, 2022.
- 4) 伊藤大貴, 鈴木弘司, 鈴木一史: 自治体の地域特性を踏まえた電動モビリティ適用性評価に関する基礎分析, 第68回土木計画学研究発表会講演集, 9頁, 2023.

謝辞

本研究および学位論文作成にあたっては、非常に多くの方々より、ご指導とご支援を頂きました。ここに深く感謝いたします。

指導教員である鈴木弘司教授には、入学から本論文の提出直前まで、お忙しい中丁寧にご指導いただきました。また、IATSS のプロジェクトにも参画させていただき、WG 長としての研究活動や委員会への参加、外部報告会での登壇・報告など、貴重な経験をさせていただきました。社会人としての生活にもご配慮いただきながらも、研究内容が持つ社会的意義や課題、論文執筆やプレゼン能力、英語での発表等、様々な視点でご指導いただけましたこと、感謝しております。特に、2 章の自転車事故リスクに関する研究の外部投稿については何度も心が折れそうでしたが、本研究の意義についてご理解いただくとともに、それを表現するための方針検討にご支援いただいたこと、とても感謝しております。研究活動を通じて、道路交通計画分野に関する社会情勢の変化や課題についても認識することができました。今後、誰もが安全かつ安心できる社会に近づけられるよう、研究活動で学んだことを活かしながら、努めていきます。

また、副査を務めていただいた工学研究科の藤田素弘教授、秀島栄三教授、外部審査員の名古屋大学の井料美帆准教授にも御礼申し上げます。

藤田教授は、中間発表や学内審査報告において研究内容についてご理解をいただきながら、合わせて研究方針やとりまとめに関する課題等についてご指摘をいただきました。ありがとうございました。秀島教授には、お忙しい中研究内容の詳細をご確認頂きつつも、第三者から見た場合の誤解の招きやすさ等を踏まえた修正事項等、とりまとめる上で、重要な観点から多くのご指導を頂きました。誠にありがとうございます。名古屋大学の井料准教授には、4 章の内容について、IATSS プロジェクトから研究活動にご一緒させていただき、約 3 年間にわたり、お忙しい中でも様々な場での的確なご指導をいただきました。ここに御礼申し上げます。

これまでの研究活動は、IATSS プロジェクトに参画する関係者の協力があったからこそだと思います。特に、静岡理工科大学モビリティデザイン研究室の鈴木一史准教授には、電動モビリティに関するアンケート調査の企画・実施から分析までの一連の活動の中で、多くのご協力とご助言をいただきました。ありがとうございます。

本研究にあたり必要不可欠であった貴重な交通事故データは愛知県警察様、名古屋市内の交通状況や自転車通行空間の整備状況のデータや名古屋市内の RAB での各種調査結果は名古屋市様、電動モビリティサービスに関するアンケート調査結果は全国の地方自治体の担当者様より提供頂いております。ここに深く御礼申し上げます。

また、本研究の 4 章に該当する部分は、公益財団法人国際交通安全学会において採択された『電動モビリティ混在下の安全快適な道路環境整備に関する研究』における成果を一部含むものであり、ここに記して謝意を表します。

今振り返れば、私が入学した2020年は世界的にも新型コロナウイルス感染症が流行した年であり、授業や研究活動、学会発表に制約があり、イベントの中止やオンラインやオンデマンドでの対応など、想定外の学生生活であったと感じています。そのような中でも、充実した研究生活を送ることができたのも、様々な活動機会を与えてくれた鈴木教授や、応援して下さった研究室の先輩方、そして、一緒に生活を送ってくれた鈴木研究室の学生のおかげです。一緒に活動してくれた足立国大氏、荻谷英祐氏、山田怜旺、川合琉介氏、永脇有里子氏、岩尾駿平氏、矢野稜典氏、伊藤隆也氏、狩野新氏、白木輝氏、長井亮也氏、宮崎妃奈与氏、山田浩平氏、永田隼氏、足立健介氏、古谷仁美氏、能島伶奈氏、早田千浩氏、本当にありがとうございました。私にとって、この学生生活が、かけがえのない宝物になりました。

本論文は、私が株式会社長大に在籍中に取りまとめたものです。研究活動を最初から最後までご支援頂いた株式会社長大ならびに社員の皆様に感謝申し上げます。特に、自己研鑽のための進学に了承いただき、背中を押して下さった株式会社順風路 岡田良之社長、私の学業に理解いただいた株式会社長大 池水丈明事業部長、藤田智志部長をはじめとする所属部署の社員皆様に御礼申し上げます。今後は、この学生生活で学んだことを発揮し、土木技術者として活躍できるよう努めてまいります。

最後に、私を健康に育ててくれた両親や、コロナ禍で不安な中、学業と職務の両立に理解を示し、なによりも心の支えとなってくれた妻の智美と娘の柊依に感謝します。

2024年1月
伊藤 大貴