

多様な道路利用者のユーザビリティを考慮した  
道路空間とネットワーク計画の策定方法に関する研究

2014年3月

鈴木 清

多様な道路利用者のユーザビリティを考慮した  
道路空間とネットワーク計画の策定方法に関する研究

目 次

第1章 序論	1
1-1 本研究の背景	2
1-1-1 研究の着想	2
1-1-2 問題意識	4
1-2 本研究の目的	7
1-2-1 歩行者・自転車への対策	7
1-2-2 交通事故に対する対策	8
1-3 本研究の構成と内容	9
参考文献	11
第2章 香川県の道路交通の特徴	13
2-1 はじめに	14
2-2 香川県の道路整備の状況	14
2-2-1 道路整備の状況	14
2-2-2 交通手段の分担率	16
2-2-3 自動車保有等の状況	18
2-2-4 道路混雑状況	19
2-2-5 公共交通の状況	21
2-3 香川県の交通事故の状況	24
2-3-1 自動車交通事故の発生要因	24
2-3-2 自転車交通事故の発生要因	27
2-3-3 高松市中心部の事故発生状況	29
2-4 まとめ	31
参考文献	33

第3章 今後の道路計画に対するユーザビリティの必要性	35
3-1 はじめに	36
3-2 ユーザビリティについて	37
3-2-1 ユーザビリティの定義	37
3-2-2 ユーザー中心設計について	38
3-2-3 長期的なユーザビリティについて	40
3-3 社会基盤ユーザビリティ学について	41
3-3-1 今後の道路整備について	41
3-3-2 社会基盤へのユーザビリティの必要性	43
3-4 道路計画におけるユーザビリティの必要性	45
3-4-1 道路計画における現状の問題点	45
3-4-2 道路計画におけるユーザビリティの必要性	48
3-5 まとめ	51
参考文献	53
第4章 自転車ネットワークの利便性向上に向けた研究	56
4-1 はじめに	57
4-2 自転車ネットワーク計画に関する現状	58
4-2-1 既往研究	58
4-2-2 全国における検討状況	59
4-3 アンケート調査等をもとにした自転車交通流動の分析手法の研究	59
4-3-1 自転車交通流動の分析手法の必要性	59
4-3-2 既往研究のレビュー	61
4-3-3 自転車走行経路の分析手法の構築と実証分析	62
4-3-4 自転車走行環境整備による需要変化の評価手法	75
4-4 パーソントリップデータを活用した自転車交通量推計手法の研究	84
4-4-1 自転車交通量を把握する推計手法の必要性	84
4-4-2 既往研究のレビュー	84
4-4-3 自転車交通量推計手法の構築	85
4-4-4 構築した自転車交通量推計手法に関する考察	94
4-5 まとめ	95
参考文献	97

第5章 快適な自転車走行空間の快適性確保および案内誘導に関する研究	99
5-1 はじめに	100
5-2 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の研究	101
5-2-1 自転車走行空間整備における適切な評価方法の必要性	101
5-2-2 既往研究のレビュー	102
5-2-3 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の検討	103
5-2-4 新評価手法による自転車走行実験	106
5-2-5 研究結果の考察	110
5-3 視認特性分析をもとにした自転車案内誘導の研究	112
5-3-1 視認特性を踏まえた自転車案内サイン整備の重要性	112
5-3-2 既往研究のレビュー	113
5-3-3 自転車案内サインの視認特性把握調査	114
5-3-4 自転車案内サインの視認特性分析	117
5-3-5 研究結果の考察からの適正な形態の提案	122
5-4 心拍変動による歩行空間の維持管理水準に関する研究	125
5-4-1 歩行空間の清掃に関する維持管理上の課題	125
5-4-2 既往研究のレビュー	125
5-4-3 歩道環境と不快感・危険感に関する実験調査	126
5-4-4 実験結果からの歩道清掃の維持管理水準に関する考察	134
5-5 まとめ	135
参考文献	138
第6章 交通事故多発箇所における案内誘導対策に関する研究	140
6-1 はじめに	141
6-2 我が国の交通事故の状況と課題	141
6-2-1 交通事故の発生状況	141
6-2-2 歩行者・自転車事故の現状	145
6-2-3 交通事故の現状と課題のまとめ	147
6-3 地方部における自動車事故多発箇所の特徴と対策の方向性	148
6-3-1 地方部における事故発生状況の特徴	148
6-3-2 自動車事故多発箇所の特徴と対策の方向性	151
6-4 迷走挙動防止標示の誘導性の検証	154
6-4-1 既往研究のレビュー	154
6-4-2 車線変更と迷走挙動の実態把握	154

6-4-3 既存の案内標識・路面標示の有効性の検証	156
6-4-4 新たな案内標識・路面標示の誘導性の検証	161
6-5 まとめ	166
参考文献	167
第7章 ITS技術による道路ネットワーク調査に関する研究	168
7-1 はじめに	169
7-2 道路整備効果分析への民間プローブデータの適用性の研究	170
7-2-1 道路整備効果分析における民間プローブデータ適用の必要性	170
7-2-2 既往研究のレビュー	171
7-2-3 民間プローブデータの適用上の課題への対応	172
7-2-4 民間プローブデータによる道路整備効果分析	177
7-2-5 研究結果の考察	183
7-3 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握の研究	185
7-3-1 交通流動把握の概要	185
7-3-2 既往研究のレビュー	185
7-3-3 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握	186
7-3-4 研究結果の考察	189
7-4 民間プローブデータを用いた整備効果予測手法の研究	190
7-4-1 時間帯別道路整備効果の必要性	190
7-4-2 既往研究のレビュー	190
7-4-3 時間帯別旅行速度の簡易予測式の検討	191
7-4-4 ケーススタディによる道路整備評価への適用性の検証	196
7-4-5 研究結果の考察	199
7-5 まとめ	200
参考文献	202
第8章 結論	204
8-1 主要な研究成果	205
8-2 今後の課題	206

## 第1章 序論

### 1-1 本研究の背景

#### 1-1-1 研究の着想

#### 1-1-2 問題意識

### 1-2 本研究の目的

#### 1-2-1 歩行者・自転車への対策

#### 1-2-2 交通事故に対する対策

### 1-3 本研究の構成と内容

### 参考文献

## 第1章 序論

### 1-1 本研究の背景

#### 1-1-1 研究の着想

「社会基盤」という語を広辞苑や国語辞典で調べてみると、「社会資本」という語はあるが、土木系の大学院の専攻名などによく使われる社会基盤という語は見当たらない。

オンライン百科事典である「ウィキペディア」では、インフラストラクチャの説明として「国民福祉の向上と国民経済の発展に必要な公共施設」を指しており、その公共施設とは、「学校、病院、道路、港湾、工業用地、公営住宅、橋梁、鉄道路線、バス路線、上水道、下水道、電気、ガス、電話などを指し、社会的経済基盤と社会的生産基盤とを形成するものの総称」としている<sup>1)</sup>。そして、通常は、道路、河川、橋梁など社会生活基盤と社会経済産業基盤とを形成するものの総称として説明がなされ、公共事業で整備され、社会資本として経済、生活環境を担う基幹設備のことを指している。

このような意味を持つ社会基盤は、「インフラ」と略称されて社会資本と同義として用いられることが多く、現在社会において必要な基盤的な施設の総称として使われている。携帯電話やテレビなどの情報通信システムも、新しい重要な社会的基盤とされている。

このように、社会基盤は、現代人の物質的活動に必要であると同時に、その結果として生み出されたものの総称であるといえる<sup>2)</sup>。

この社会基盤は、道路や河川などにおける公共事業で整備される。財務省の資料<sup>3)</sup>から、我が国の公共事業と公共事業関係費の推移を見ると、ピークであった平成5年～11年は、現在の約2倍の10兆円を超えていた。また、公共事業費関係予算の事業費別の推移を見てみると、道路や河川関係の治山・治水などが多くを占めている。さらに、社会経済状況の変化と社会資本整備の進捗状況について、平成2年と平成23年度で比較した結果をみると、我が国の経済名目GDPが9%の成長率であることに対し、社会資本整備と位置づけることのできる、高規格幹線道路の整備率が1.9倍、ダム数が1.8倍などとなっている。

また、一般政府の総固定資本形成（対GDP比）の推移を見ると、我が国では1980年代後半は4%台であったが、1990年代前半、1991年から1993年にかけて一気に6%を超える高い値を占めるようになっており<sup>4)</sup>、このように急激な公共事業の拡大がなされた。

このように、経済対策の側面を受けながら相当な金額が公共事業に投資がなされて、国土交通省の所管事業である道路、河川、港湾、空港などが整備されており、特に道路での整備計画は、11次に渡る道路整備五カ年計画(1954～1997)、新道路整備五カ年計画(1998～2002)、社会資本整備重点計画(2003～)となっている。また事業費の推移を見てみると、1954年は600億円であったが、1998年から2003年の間は10兆円を超えており、ピーク時の1998年には15兆4000億円で約260倍にも達しており、2013年では5兆700億円となっている。

このような道路整備計画と事業費の投入による整備状況は、図 1-1 に示すように改良率、舗装率の推移を見ると、一般国道では現在 90%との整備率に達している。

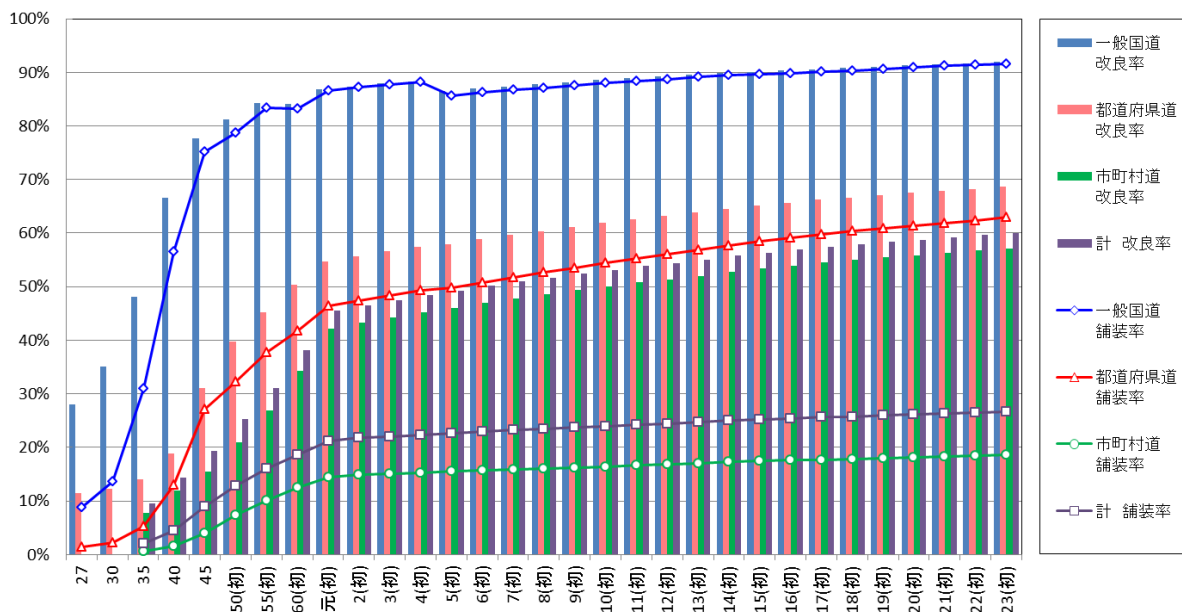


図 1-1 道路の改良率・舗装率<sup>6)</sup>

その一方で、道路の主要構造部である橋梁、トンネル、土工などの道路構造物は、高度成長期前後に多く建設されているため<sup>7)</sup>、老朽化が進行して現在 50 年以上の経過の橋梁は 16%、10 年後には 40%、25 年後には 65%と急増する状況である<sup>8)9)</sup>。トンネルも同様に建設されたが、当初は建設費が高いため橋梁より施設数は少ないが、最近では建設されるトンネルの本数も多くなっている。舗装においては、一般国道での一次改築が戦後間もない頃から施工されており、コンクリート舗装を中心に建設されたため、古い舗装が多く残っている。

道路は、モータリゼーションの急速な高まりに対応するため、早急かつ効率的に量的整備を進めることが、我が国の社会経済全体の至上命題であったことから、道路特定財源や有料道路制度など道路を効率的に整備できるシステムを導入し、約 60 年にわたる着実な整備により、一定の量的ストックは形成されてきた。

この間、交通事故や沿道環境などモータリゼーションに伴う各種政策課題にも対応するとともに、効率的な物流や国土の有効利用を通じた経済成長の実現、多様化する消費者ニーズに対応した生鮮食料品や宅配便の全国的な流通など国民生活の豊かさの向上にも道路整備は大きく貢献してきた。

これまでは増大する自動車交通への対応を優先せざるを得なかったため、クルマ以外の利用者の通行環境については、十分に対応が回らなかった面があったともいえるが、クルマの交通



の円滑化を主な目的とする幹線道路ネットワークの整備の進展に伴い、今後はクルマ以外の利用者も含め、多様な利用者が安全・安心して共存できる環境整備を積極的に推進すべきと考える。

近年、交通事故による死者は減少しているものの、依然として年間約 95 万人が負傷しているなど、我が国の道路交通を取り巻く環境は厳しい。今後、更に少子高齢社会が進展する中、子どもや高齢者等が安全にかつ安心して外出することができるよう、人優先の交通安全対策を推進することが重要である。このため、幹線道路及び生活道路において交通安全施設等を重点的に整備することにより、安全・安心な道路交通環境の実現を図る必要がある。

地域が活力を持って自立的に発展するためには、日常の社会生活・経済活動において円滑な交通が確保されていることが必要である。また、地球温暖化が深刻化する中、今後とも持続的に社会生活・経済活動を営んでいくためには、低炭素社会を実現することが必要である。このため、交通安全施設等を整備することにより、交通の円滑化を図るとともに、渋滞を緩和するなどして自動車からの二酸化炭素排出の抑止を図ることも必要がある。

さらには、日本再生戦略<sup>10)</sup>の中で、持続可能で活力ある国土・地域の形成の基本的な考え方として、人口減少が見込まれる中、人々の生活や社会活動の基盤となる都市や地域の活力を維持し、環境や防災等の課題に的確に対応して生活空間の魅力を高めていくべく、地域主権改革を推進することで地域の自主性及び自立性を高めつつ、民間の資金やノウハウ等を最大限に活用して都市の中心市街地等への投資の拡大や農山漁村の活性化等を図る施策が求められている。また、支え合いの精神で、寄附や持ち寄り、ボランティア活動等様々な形で一人一人が自発的に社会を支える「新しい公共」を創り出し、これをいかして事業と地域の様々な課題を解決するとともに、劇場等の地域の文化拠点を活性化し、国民一人一人の「居場所」を確保するなど、コミュニティに支えられた豊かな地域づくりを推進することが求められている。

また、人口動態が変化する中、人々の「絆きずな」やコミュニティに支えられる地域の在り方、国土における都市と農山漁村、人と自然、適切な機能分担の在り方を踏まえつつ、世界的にも魅力のある「地方」づくりなど、中長期的な観点に立った国の「かたち」づくりに向けた取り組みが推進されようとしている<sup>11)12)</sup>。

つまりは、人口減少社会を迎えた今、持続可能な地域づくりを速やかに進めるべく、コンパクトシティの推進や公共交通の充実、高齢化に対応した健康づくりに配慮したまちづくり、人口構造の変化に対応可能な可変性の高いまちづくり、情報通信技術を活用した新たなまちづくりなど、新たな時代のまちづくりを進めることが必要と考える。

### 1-1-2 問題意識

社会基盤の整備と密接に関係の深い、社会経済情勢やライフスタイルの変化に関わる要因として、人口の減少や人口構成の変化により進んでいる<sup>13)</sup>少子化や高齢化の状況は、次のような

現状である。

各年の総人口と高齢者数を見る<sup>14)</sup>、1930年代頃から高齢化率の上昇がはじまったが、当時の日本はまだ人口転換の過程の中にあり、高齢化率は横ばいか若しくは若干の低下傾向にあった。戦後になり平均寿命の伸びにより人口は過去一貫して増加してきたが、2005年をピークに減少しており少子化の進展により高齢化が進むと共に、ベビーブームと急速な少子化によって団塊の世代が生まれ、この世代が65歳以上となるため、近年、欧米を上回るスピードで高齢化が進展しており、これが日本の高齢化の大きな特徴である(図1-2)。この将来の人口の減少は、将来交通需要に対して減少要因となると考えることができる。

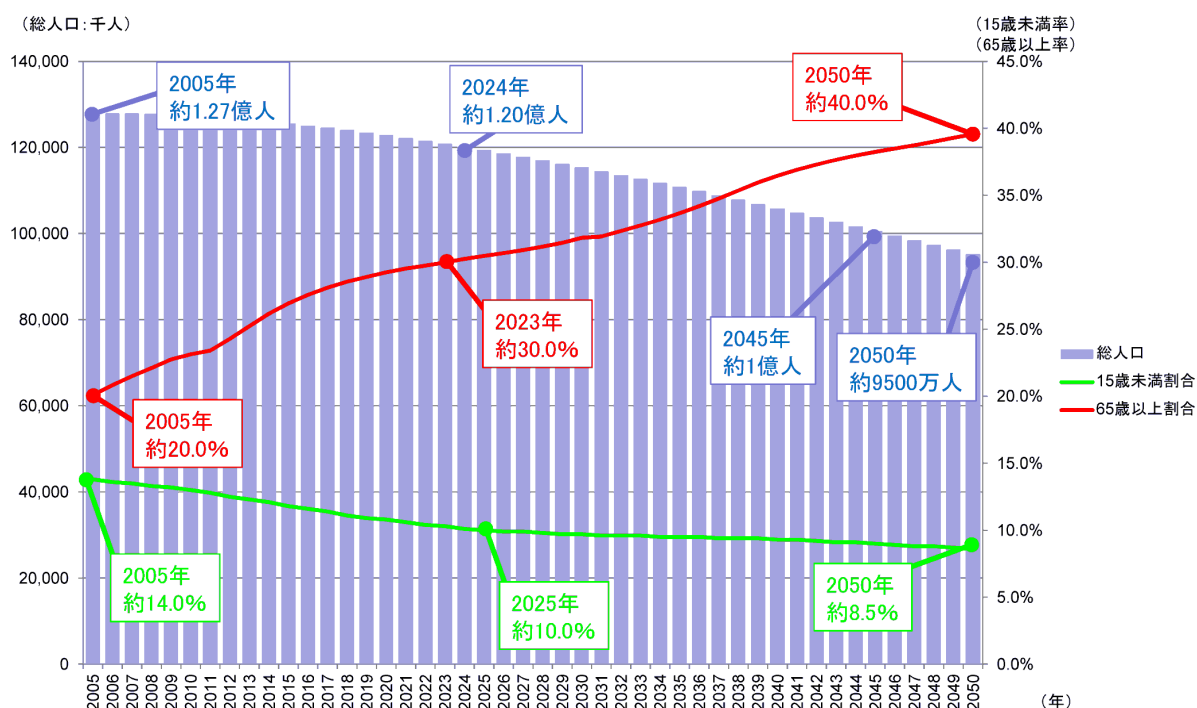


図1-2 将来の総人口と少子高齢化の推移<sup>8)</sup>

少子化や高齢化につながる人口構成の変化は図-2、今後さらに進行すると想定されている。65歳以上高齢者の比率は、2000年では17%であるが、2030年で30%、2050年では36%に達する見通しである。逆に、15歳～64歳の生産年齢人口の比率は、2000年では68%であるが、2030年では59%、2050年では54%に減少する。

このような少子化、高齢化の進展は、交通需要に対しては、発生原単位の変化、通勤・通学目的の減少や私事目的の増加等の目的構成の変化、交通手段構成の変化等の影響を及ぼすのは明らかである。

人口の減少や人口構成の変化と、モビリティの向上により、免許保有や自動車保有者は、図1-3に示すように増加している。全国の免許保有者数は、現在(2007年)まで一貫して増加傾向にあり、性別年齢階層別保有率は男性の高齢者と女性を中心に大きく増加している<sup>15)16)17)</sup>。

また、免許保有率の増加に伴って人口 1 人あたりの乗用車保有台数も増加の傾向にある。このようなモビリティの向上は、旅客の発生原単位や自動車分担率の増加要因となると考えられる。

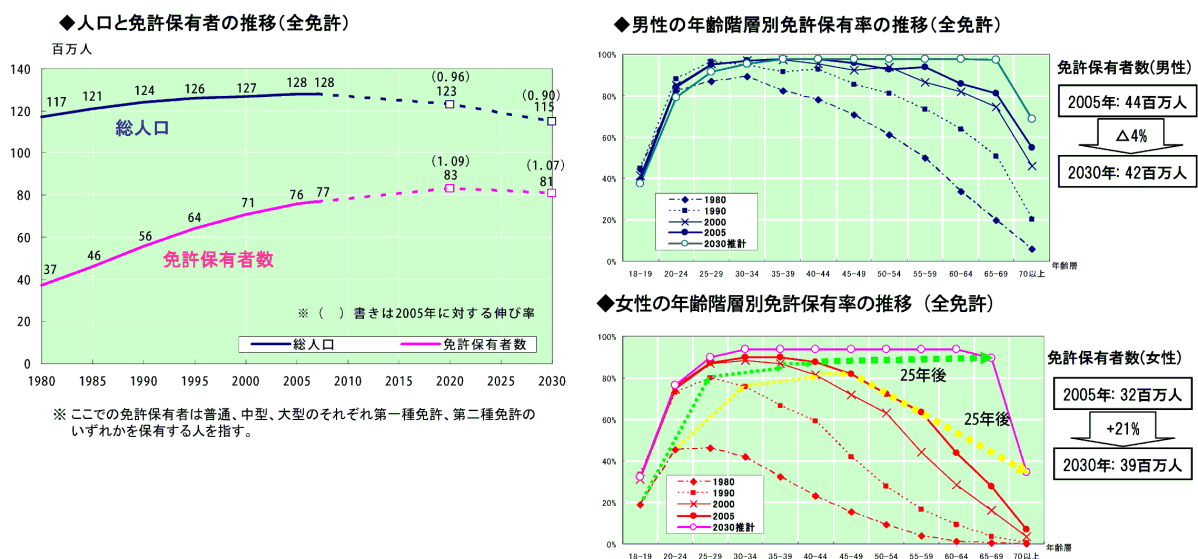


図 1-3 運転保有者と運転免許保有率の推移 17)

我が国の社会資本整備水準は著しく上昇してきており、今後は人口減少社会の到来、少子高齢化の進展等により、我が国が直面する構造変化に適応した生活や経済活動を支えるものへ重点を図っていくとともに、安全・心の確保観点からの防災減対策等を講じ必要がある。他方、我が国の厳しい財政事情下これまでに整備した社会資本ストック維持管理や更新コストの増加が今後見込まれることに留意する必要がある<sup>18)</sup>。

この傾向は、道路においても同様であり、高度成長期以降の量的整備により国民生活の向上に大きく貢献したが、今後超少子高齢化を迎えるなかで社会の構造変化に対応するためには質的整備だけでは不十分であり、新たな知見が求められている。

## 1-2 本研究の目的

これまでの我が国の道路施策は、量的な不足を補うため一定の量的ストックが形成され、効率的な物流対策、交通事故対策、沿道環境の改善などに一定の政策効果はあった。しかしながら、戦後急激に進展したモータリゼーションへの対応から、増大する自動車交通への対応を最優先したため、その反面では歩行者・自転車交通などの利用における使い勝手の悪さ、および地域の空間の一部として道路を見た場合の空間利用上の問題などが上げられる。

また、クルマ優先時代の背景に応じた施策が推進されたため、歩行者などの交通弱者や自転車のどの低速交通に対する優先度は低く、超少子高齢化社会を迎えた今日では現在の道路空間において、これを優先していくことが非常に困難な道路構造となっている。

これからの道路を対象にして、クルマ主役から多様な道路利用者が共存する空間へとするためには、今後、道路ネットワーク構成を踏まえたそれぞれの道路の役割・位置づけの明確化が重要である。さらには、公共交通との連携や道路の使い方の工夫により、歩行者・自転車等クルマ以外の利用者也含めた多様な道路利用者が共存できる空間に転換すべきである<sup>19)</sup>。

### 1-2-1 歩行者・自転車への対策

この多様な道路利用者が共存する道路空間の形成にあたっては、道路整備の進展や超少子高齢化社会への移行という社会情勢の変化などを受けて、歩行者、自転車、新たなモビリティ等の多様な道路利用者が安全に安心して共存できる道路環境が求められている<sup>20)21)</sup>。しかしながら、歩行空間や自転車走行空間のネットワークは、連続性の確保、面的な広がり面で不十分な状況である。

このため、今後の方向性としては、車、歩行者、自転車等の多様な道路利用者が共存する道路空間を形成するため、道路のネットワーク構成を踏まえ、それぞれの道路の役割、位置づけを明確にするとともに、地域の道路を面的に俯瞰して、道路毎に誰が主役なのかを明確にし、限られた道路空間を有効活用する再配分が必要である。

さらには、生活道路における歩行者・自転車を優先する施策が必要である。歩行者や自転車が主役となる生活道路は、空間の確保が困難な幅員の狭い道路が多いため、空間そのものを安全にするという視点が重要である。自動車は、歩行者や自転車を優先し、自転車は歩行者を優先するという意識の徹底が必要となっており、スローモビリティやゾーン30など面的な速度規制も視野に入れた取り組みが必要とされる。

低速交通への対応等の多様な道路利用者の共存のためには、高齢化に対応した一人乗りの低速車両、新たなモビリティ等の「低速交通」への対応が必要であり、自転車も含め低速レーンの導入等の検討、道路利用者が共存できる空間運用の取り組みが必要となる<sup>22)</sup>。また、歩行者、自転車等の移動空間の形成、歩行空間のユニバーサルデザインをも考慮した検討が重要である。これには道路の適正な利用の徹底や使い方の工夫により、既存ストックの機能を最大限発揮で

きるような取り組みが必要となる。

### 1-2-2 交通事故に対する対策

我が国の交通安全の取り組みは、交通事故死者数、死傷者数の減少を見ると着実に成果があがってきた。一方で、諸外国と比較すると、自動車乗用中の死者の割合が少ない一方、歩行中、自転車乗用中の死者の割合が高く、特に 65 歳以上の高齢者の割合が高くなっている<sup>23)24)</sup>。

第 9 次交通安全基本計画では<sup>25)</sup>、平成 27 年までに死者数 3,000 人以下、死傷者数 70 万人以下を目標としており、目標達成に向けて、さらに効率的、効果的な取り組みが不可欠である。具体には、道路空間の再配分や歩行空間の確保等に加え、歩行者事故が多く発生している交差点部での対策の重点化や高齢者に対する教育活動など、高齢者歩行対策の推進が必要となっている。これら面的かつ効率的に危険箇所を把握するため、ビッグデータの活用<sup>26)</sup>として ITS<sup>27)</sup>やプローブデータ<sup>28)</sup>を活用して交通状況の把握や分析、また地域でヒヤリハット地図を作成する等、重点的に対策を実施する取り組みが必要となる。

わが国の道路は、道路ストックの長寿命化の取り組みが始まっているが、多様な利用者が共存する道路空間を整備して活用するには、人、自転車、車などの利用目的に応じた明確なプライオリティに基づいて、公共性や公平性を十分配慮し確保しなければならない。

本研究では、コンピュータなどの情報分野において製品開発を行うのに、製品使用者の視点に立ったユーザビリティという概念を導入して、使用性などの評価を行って改善や向上を図るものとする。ユーザビリティとは、利用の際の分かりにくさ、覚えにくさ、使いにくさなどの認知的問題への対処のために考案され、今日では様々な製品開発における人間中心設計の基本理念として位置づけられているものである。

道路においては、今後多様な利用者の視点に立った、このユーザビリティの導入が課題と考え、その導入が不可欠と考える。道路をはじめとした社会基盤は、長期間にわたって多様な利用者が利用するため、時代とともに使用や利用方法が変化するので維持管理をしながら、使用する目的に即した改善を行う必要がある、また得られた知見を道路の設計や計画にフィードバックすることが重要である。

このため、本研究は、ユーザビリティを多面的な指標によって捉え、多様な利用者が共存する道路の計画・設計に導入する意義を示すとともに、自転車交通のネットワーク評価手法の開発、交通事故対策の評価、ITS 技術を活用した渋滞対策の評価の手法に、活用したものである。

### 1-3 本研究の構成と内容

本研究は、図 1-4 に示すように、本章（序論）を含めて 8 章で構成し、以下に各章の概要を順に概説する。

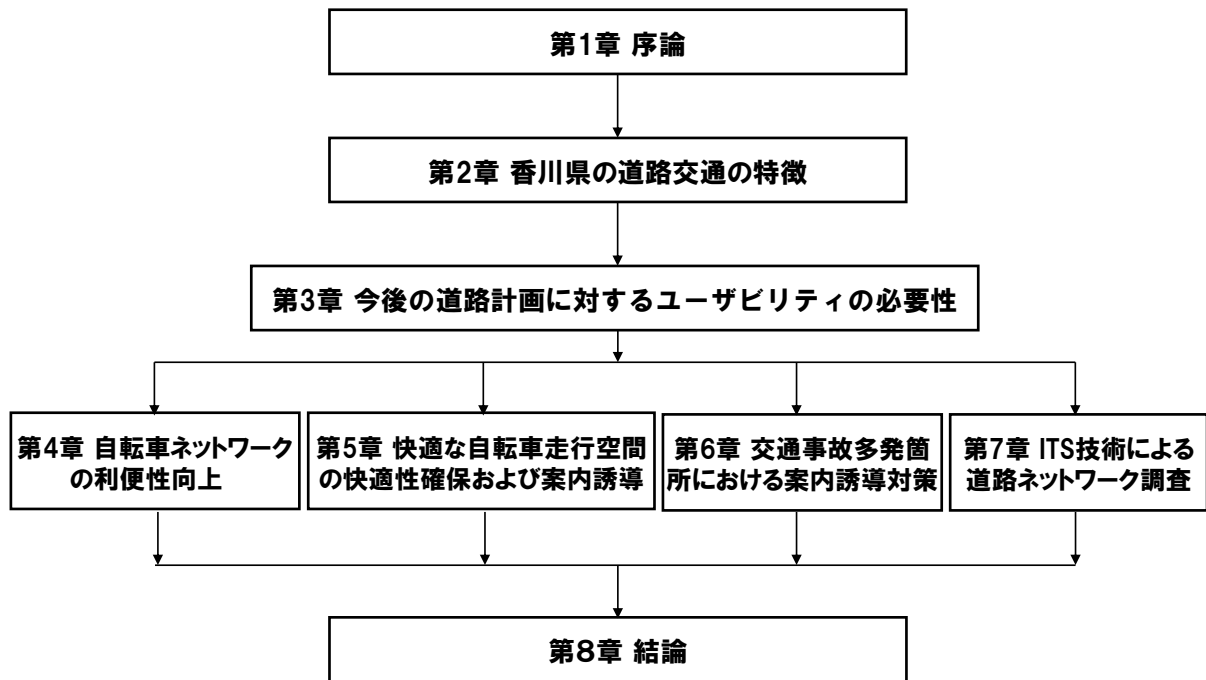


図 1-4 本論文の構成

第 1 章 序論では、従来の道路整備の視点は自動車交通の円滑化に傾斜し、歩行者や自転車等の低速交通手段への考慮が不足していたことを指摘している。既存道路ストックの長寿命化を図りながら多様な利用者が共存可能な道路空間活用には、明確なプライオリティに基づく公共・公平性を確保することが必要であり、その際、ユーザビリティの観点は今後の道路事業評価に不可欠であるとの問題提起を行っている。

第 2 章 香川県の道路交通の特徴では、対象地域である香川県の道路整備状況、公共交通の整備状況、交通環境、自動車交通への依存状況、渋滞の発生状況などから道路交通の課題を整理している。また、香川県の交通事故の発生要因の分析から、高齢者ドライバの増加と自転車利用の増加に起因した新たな事故発生リスクへの対応の必要性を示している。

第 3 章 今後の道路計画におけるユーザビリティ評価の視点では、利用者の多様化を考慮しながら、長期の供用期間にわたりユーザビリティを継続的に評価する必要があることを述べている。そのためには PDCA サイクルに基づき、市民参加を通じたユーザ評価、評価結果の検証及び情報共有の仕組みが求められ、評価の透明性や循環性が重要であることを示している。

第 4 章 自転車交通のネットワーク利便性向上では、自転車ネットワーク計画では、特に安全

性、一貫性や直接性の利便性、快適性の確保が重要で、アンケートと実測交通量を簡便に統合して、俯瞰的に自転車の移動とサービスレベルを把握できる OLIVE 法を開発している。本手法により、ネットワーク単位でのユーザビリティ評価を可能としている。

第 5 章 快適な自転車走行空間の快適性確保と案内誘導では、整備されたネットワークの安全性と快適性を、ホルダー型心電図計を用いた生理的計測手法により把握し、心拍データからヒヤリハット事象などを抽出して、ネットワーク上の異なる道路構造別に精緻に評価する手法を構築している。また、自転車ユーザを案内誘導するための案内サインに注目し、注視回数・時間から視認特性の分析により、最適な案内サインの設置案を提案した。以上により、安全性、快適性、誘導性を考慮した自転車ネットワークのユーザビリティ評価を行っている。

第 6 章 交通事故多発箇所における案内誘導対策では、事故現場のモニタリング調査に基づき、事故の第一当事者（車両）には県外から流入する迷走車両が多いことを明らかにしている。また、ドライビングシミュレータ実験に基づき、そうした迷走行動を抑制するためには道路空間における案内誘導の改善が必要であり、方向別の案内標識と対応したカラー舗装別による路面表示を一致させることが急務であることを示し、実際の事故多発箇所に適用している。さらに、その効果検証を実施している。

第 7 章 ITS 技術による道路ネットワーク調査では、自動車の日々の移動を追跡したプローブデータを用いて、道路ネットワーク上での車両の走行経路や速度の変化を分析することにより、ユーザビリティ評価を継続的に実施するためのシステムを構築している。また、簡易 QV 式を用いて直轄国道を対象とした時間帯別走行速度の予測式を提案している。

第 8 章 結論では、本研究を統括し得られた知見を要約すると、多様な利用者を想定したユーザビリティ評価のための調査方法、評価項目・方法・指標を提示し、道路事業への適用を通じてその有効性を明らかにしている。時代により道路に対するニーズは変化、多様化するが、道路を賢く利用するためには、人、自転車も含めた道路利用の的確なニーズ把握が必要である。第 4 章から第 7 章の個別事例を通じて、ユーザビリティ評価の有効性を具体的に明らかにしたが、現在取得され蓄積されている様々な道路交通データをユーザビリティ評価のために統合的に活用するためには、道路交通行政に関わる情報プラットフォームの構築する必要があることを示している。

## 参考文献

- 1) インフラストラクチャー：ウィキペディアより <http://ja.wikipedia.org/wiki>
- 2) 社会基盤の再定義：土岐 憲三：社会基盤の再定義，土木学会論説 2007.12 月版
- 3) 田中利幸：公共事業をめぐる最近の動向と今後の課題～社会資本整備はどうあるべきか～，立法と調査 2010.1 No.300, pp131～145
- 4) 日本の財政関係資料：各論 4 公共事業 pp62-63, 財務省，平成 23 年 9 月
- 5) 平成 21 年度国民経済計算確報，平成 23 年度国民経済計算確報：内閣府，  
[http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/kakuhou/kakuhou\\_top.html](http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/kakuhou/kakuhou_top.html)
- 6) 道路統計年報 2012：道路関係統計・道路統計調査，国土交通省道路局，  
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/index.html>
- 7) 国道（国管理）の維持管理等の現状と課題について：第 1 回国道（国管理）の維持管理等に関する検討会配布資料，国土交通省 道路局 国道・防災課 道路保全企画室，平成 24 年 8 月 1 日
- 8) 社会資本整備関係参考資料 1：社会資本整備審議会第 9 回総会・交通政策審議会第 7 回総会及び両審議会計画部会の合同会議，国土交通省総合政策局政策課，平成 22 年 7 月 26 日
- 9) 平成 24 年度国土交通白書：国土交通省，2013 年 7 月，  
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h24/>
- 10) 「日本再生戦略」について：参考資料 2pp58～62，閣議決定平成 24 年 7 月 31 日，内閣府，2012 年 8 月 6 日
- 11) 社会資本整備を巡る現状と課題 pp21：「財政について聴く会」（平成 24 年 11 月 7 日開催）資料 1，財務省主計局
- 12) （参考資料）社会資本整備を巡る現状と課題：「財政について聴く会」（平成 24 年 11 月 7 日開催）資料 1，財務省主計局
- 13) 平成 22 年国勢調査結果の基本集計：人口等基本集計結果、総務省統計局，  
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/>
- 14) 社会資本整備関係 参考資料：社会資本整備審議会第 9 回総会・交通政策審議会第 7 回総会及び両審議会計画部会の合同会議，国土交通省総合政策局政策課，平成 22 年 7 月 26 日
- 15) 現状の交通動向等の分析：国土交通省，ホームページ  
[www.mlit.go.jp/road/ir/kihon/26/1-1\\_s1.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ir/kihon/26/1-1_s1.pdf)
- 16) 第 35 回道路関係四公団民営化推進委員会議事録：道路関係四公団民営化推進委員会室，平成 14 年 12 月 6 日，首相官邸ホームページ  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/road/dai35/35gijiroku.html>
- 17) 新たな将来交通需要推計について（資料 4）：社会資本整備審議会第 10 回道路分科会，



国土交通省 道路局 企画課 道路経済調査室, 平成 21 年 1 月 29 日

- 18) 平成 21 年度予算の編成等に関する建議:財政制度等審議会 財政制度分科会及び財政構造改革部会 合同会議, 平成 20 年 11 月 26 日, 財務省
- 19) 「道が変わる、道を変える」中間とりまとめ:社会資本整備審議会 第 14 回道路分科会資料, 国土交通省 道路局 企画課 道路経済調査室, 平成 24 年 7 月 13 日
- 20) 安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた検討委員会の提言:安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた検討委員会, 国土交通省 道路局 環境安全課, 平成 24 年 4 月 5 日
- 21) 安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン:国土交通省道路局及び警察庁交通局より道路管理者(直轄、自治体), 都道府県警察に発出, 平成 24 年 11 月 29 日
- 22) 多様な利用者が共存する道路空間の形成:社会資本整備審議会道路分科会 第 40 回基本政策部会配布資料 2, 平成 24 年 8 月 30 日
- 23) 平成 24 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取り締まり状況について:警察庁交通局, 平成 25 年 2 月 14 日
- 24) 平成 24 年中の交通事故の発生状況:警察庁交通局, 平成 25 年 2 月 28 日
- 25) 第 9 次交通安全基本計画の決定について:平成 23 年 3 月 31 日中央交通安全対策会議決定, 内閣府共生政策統括官
- 26) 平成 25 年情報通信に関する現状報告:平成 25 年版情報通信白書, 総務省情報通信国際戦略局情報通信政策課情報通信経済室, 平成 25 年 7 月 16 日
- 27) ITS を巡る最近の動向:垣原清次国土交通省道路局道路交通管理課高度道路交通システム推進室課長補佐, 最近の交通問題と道路サービスに関する意見交換会(新道路研究会), 平成 25 年 5 月 25 日
- 28) 道路交通データに関する話題:廣瀬健二郎国土交通省道路局企画課道路経済調査室課長補佐, 最近の交通問題と道路サービスに関する意見交換会(新道路研究会), 平成 25 年 4 月 25 日

## 第2章 香川県の道路交通の特徴

### 2-1 はじめに

### 2-2 香川県の道路交通環境の状況

#### 2-2-1 道路整備の状況

#### 2-2-2 交通手段の分担率

#### 2-2-3 自動車保有等の状況

#### 2-2-4 道路混雑状況

#### 2-2-5 公共交通の状況

### 2-3 香川県の交通事故の状況

#### 2-3-1 自動車交通事故の発生要因

#### 2-3-2 自転車交通事故の発生要因

#### 2-3-2 高松市中心部の事故発生状況

### 2-4 まとめ

### 参考文献

## 第2章 香川県の道路交通の特徴

### 2-1 はじめに

香川県は、かつては国鉄の宇高連絡船が就航されて、四国の玄関口として多くの企業の四国支社や支店を、また四国電力や JR 四国といった四国全域を営業区域とする公共サービス企業の本社などが置かれ、四国の政治経済における中心拠点として発展してきた。

高速道路は、昭和 62 年に高松自動車道の善通寺 IC～川之江 JCT 間の部分供用がはじまりであり<sup>1)</sup>、さらに本州四国連絡橋 3 ルートの先陣を切って昭和 63 年の瀬戸中央自動車道（瀬戸大橋）の開通以降<sup>2)</sup>、自動車や鉄道などにおいて四国流入・流出交通を支えるインフラ基盤が急速に整備された。これに伴って、県都で中核都市である高松市も同様に、高速道路とのアクセスなどのためにインフラ基盤の整備が進められた。

高松市は香川県の代表都市として、JR・琴電・バス路線などの公共交通整備が積極的に進められてきたが、やはり地域住民の移動手段は自動車や自転車に依存している。こうした中で、高齢者人口の増加に伴う高齢者ドライバーの増加、自転車通行のマナー低下等に起因する交通事故が増加しており、日本の中核都市以上の 65 都市において「人口 10 万人当たりの道路交通事故車者数」が 6.22 人とワースト 1 位であるのが特徴的である。<sup>1)</sup>

本研究は、以降の章の各種研究のフィールドを、香川県・高松市で実施している。そこで、本章では、香川県・高松市の道路整備、道路交通環境、交通事故等の現状および特徴を整理し、以降の章の研究内容を考察する上での基礎情報を示すものとする。

### 2-2 香川県の道路交通環境の状況

#### 2-2-1 道路整備の状況

香川県における道路整備の状況を見ると、高度経済成長期以降は着実に高速自動車国道、一般国道（直轄・その他）、主要地方道、一般県道、市町村道の整備を進めており、香川県内においては道路延長が 10,000km を超える整備状況となっている。

これにより、香川県内における主要な基幹道路の整備は概ね完了しているが、交通事故の発生原因となる道路線形の不良箇所や道路幅員の狭隘箇所などの改良を図りながら、道路利用者に対して安全・安心して利用するために、道路交通環境の更なる向上を目指して道路整備を進めているところである。

表 2-1 香川県の道路整備延長推移<sup>3)</sup>

	高速自動車 国道	一般国道 直轄	一般国道 その他	主要 地方道	一般 県道	市町 村道	合計
S49	0.0	158.2	49.1	414.2	1009.4		1630.9
S55	0.0	165.7	64.4	495.9	1006.4		1732.4
S60	0.0	162.2	130.0	593.0	897.3		1782.5
H2	30.9	161.5	134.4	594.2	899.5		1820.5
H6	52.6	166.7	179.5	687.0	807.9		1893.7
H11	52.6	172.4	180.8	694.3	865.7		1965.8
H17	87.9	174.2	184.0	686.3	876.6		2009.0
H22	88.1	170.6	196.3	685.3	869.6	8641.3	10651.2

S49は一般国道直轄(≒一級国道)、一般国道その他(≒二級国道)

香川県内においては、高速自動車国道の延伸整備は昭和 62 年の善通寺 IC～川之江 JCT 間の部分供用から始まり、平成 4 年の高松西 IC～善通寺 IC、平成 10 年に津田東 IC～さぬき三木 IC、平成 13 年の板野 IC～津田東 IC で終了しており、隣接県と全て高速自動車国道で接続されている。ただし、さぬき三木 IC～鳴門 IC 間では暫定 2 車線の供用となっており、徳島県境付近では繁忙期等の交通集中によりトンネル坑口や、避讓車線・登坂車線などの付加車線部擦付部を先頭とした渋滞が発生しているため、死亡事故率が一般部と比較して約 9 倍<sup>4)</sup>となっている。

このため、平成 24 年 4 月に施工主体が国土交通省との合併方式から、西日本高速道路の単独施工方式<sup>5)</sup>となり、4 車線化されることにより渋滞が解消し定時性や走行性の向上が図られる予定である。

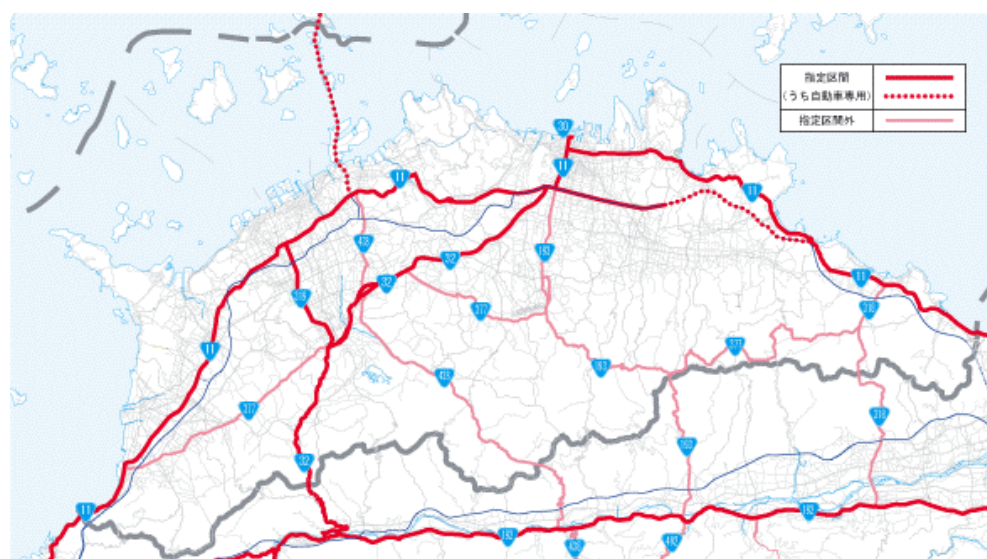


図 2-1 一般国道道路網（香川県：指定区間・指定区間外）<sup>6)</sup>

一般国道・県道等の基幹道路の整備も順調に進捗しており、改良率、舗装率等もかなり高い整備率となっている。今後は、交通事故の発生原因となる道路線形の不良箇所や道路幅員の狭隘箇所などの改良を図るとともに、通学路やスクールゾーンにおける文部科学省や警察庁との合同による「通学路の緊急合同点検結果に基づく対策の実施状況について」<sup>7)8)9)</sup>の結果も踏まえて、安全確保のため必要な区間への歩道統の整備が早急な対策が必要となっている。

県内における道路別の整備状況は表に示す通り、高速自動車国道・一般国道・主要地方道の整備が進んでいるのに対し、市町村道では未だ整備が遅れている。<sup>6)</sup>特に「歩道設置率」が 5.5%と低い数値となっており、市町村道を除いても 50%程度、市町村道を含むと 13%程度となっており、古くから生活道路として最も利用されているものの、道路の横断構成により幅員に余裕がないため歩道設置が困難となっている。道路延長、改良率、舗装率、歩道設置率についての香川県の現状を、以下に考察する。

表 2-2 道路別の整備状況<sup>6)</sup>

	実延長 (km)	改良率 (%)	舗装率 (%)	歩道設置率 (%)
高速自動車国道	88.0	100.0	100.0	—
国・県道計	1975.8	87.6	99.9	45.9
一般国道	371.2	99.0	100.0	69.6
指定区間	201.9	100.0	100.0	80.3
指定区間外	169.2	97.8	100.0	56.8
県道	1604.6	85.0	99.9	40.4
主要地方道	692.7	90.2	99.9	50.7
一般県道	911.9	81.0	99.9	32.5
市町村道	8242.7	60.8	94.2	5.5
合計	10306.5	66.3	95.3	13.2

○「道路延長」は10,306.5km（H23.4は10,235.7km）となっており、その内訳は、高速自動車国道：88.0km、一般国道・県道：1,975.8km、市町村道：8,242.7kmとなっている。香川県内における高速自動車国道の延長整備は終了しており、今後は交通のボトルネック箇所となる2車線区間の定時性の確保、交通事故防止対策のために4車線化に着手されている。

○「改良率（5.5m）」は高速自動車国道：100.0%、一般国道・県道：87.6%、市町村道：60.8%であり、県内平均は66.3%となっている。市町村道の改良率が若干低いものの高規格の基幹道路（高速自動車国道：100.0%・一般国道：99.0%・主要地方道：90.2%）では高い整備率となっている。香川県は、本四架橋ルートなかで最初に整備されるなどの四国の玄関口として整備が進められたこと、かつ、面積が他県に比べ小さく山地部が少なく平坦であるため、建設コスト低かったことから、四国4県の中では高い整備率となっており、自動車交通を支える基盤整備状況は全国平均（59.9%）以上の整備率となっている。

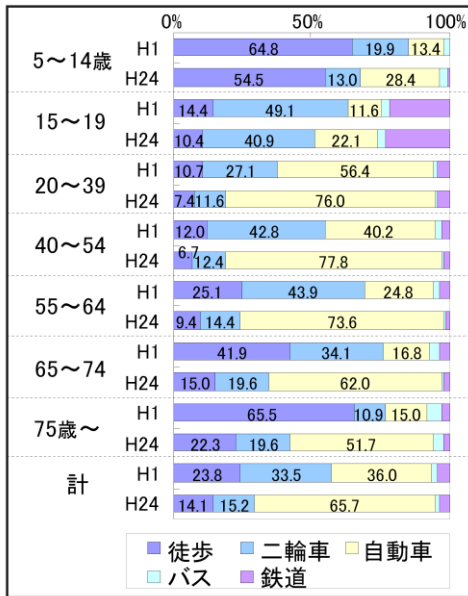
○「舗装率」は高速自動車国道：100.0%、一般国道・県道：99.9%、市町村道：94.2%であり、県内平均は95.3%となっている。市町村道においても高い整備率となっており、県内では概ね整備済みに近い状況で走行性が確保されている。

○「歩道設置率」は一般国道・県道：45.9%、市町村道：5.5%であり、県内平均は13.2%となっている。詳細をみると、一般国道（指定区間）では80.3%と随時整備を進めているものの、それ以外の道路では道路規格が低いほど歩道の整備遅れが顕著となっている。

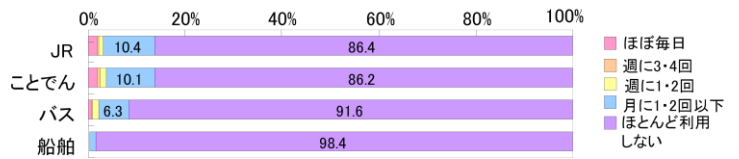
### 2-2-2 交通手段の分担率

香川県内における交通手段の分担率の推移をみると、平成元年及び平成24年も「バス」「鉄道」などの公共交通の分担率は5%程度以下を占めるに留まっており、唯一、15～19歳で通学による「鉄道」の分担率が高い結果となっている。

公共交通の利用頻度をみると、JR・ことடன்・バス・船舶ともに、「ほとんど利用しない」が80%程度以上を占め、「月に1・2回以下」を加えるとほぼ100%となる状況であり、公共交通の利用の低さが顕著となっている。



■公共交通の利用頻度(付帯調査)



■公共交通に関する満足度(付帯調査)「やや不満+不満」の割合

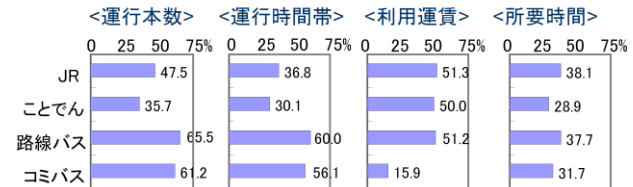


図 2-2 交通の分担率と公共交通の利用頻度・満足度 10)

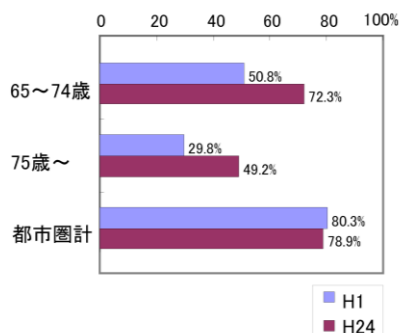
また、全年齢層で「自動車」の分担率が増加しているが、「徒歩」「二輪車」の分担率が低下しており、年齢別では20～64歳で「自動車」の分担率が7割以上であり、65歳以上においても半分以上の分担率となっており、免許が取得できる年齢以上になると、交通手段の大部分を「自動車」に依存して自動車分担率が著しい高い結果となっている。

また、公共交通に関する満足度をみると、利用運賃や運行本数等に関する不満割合が高い状況となっている。

さらに、高齢者に着目して、その外出率を見ると、都市圏では若干低下しているものの、高齢層(65～74歳、75歳～)の外出率は著しく増加している。また、これに伴い高齢者の交通手段分担率を見ると自動車の分担率が大きく増加して自動車への依存が顕著である。

高齢者人口の増加、高齢者外出機会の増加に加えて、高齢者の自動車による移動が著しく増加している。今後更なる高齢化が進み後期高齢者が増加した場合を想定し、現在よりも外出困難者が増加することも踏まえて交通環境を整備する必要がある。

■年齢階層別外出率



■年齢階層別交通手段分担率

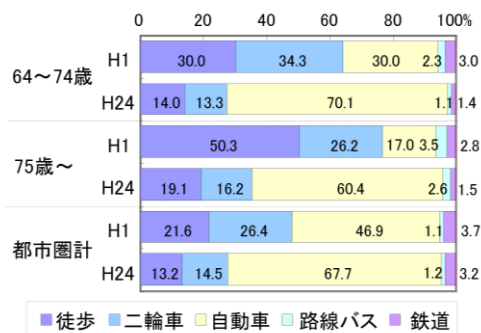


図 2-3 年齢階層別に見る香川県の外出率と交通手段分担率 10)

### 2-2-3 自動車保有等の状況

香川県の自動車保有台数をみると昭和 60 年以降増加傾向を示していたが頭打ちの状況が見られる。しかし、内訳を見ると貨物車類の台数が減少し乗用車類の台数が増加しているため、交通手段としての自動車類はまだ増加傾向にあるとも解釈できる。

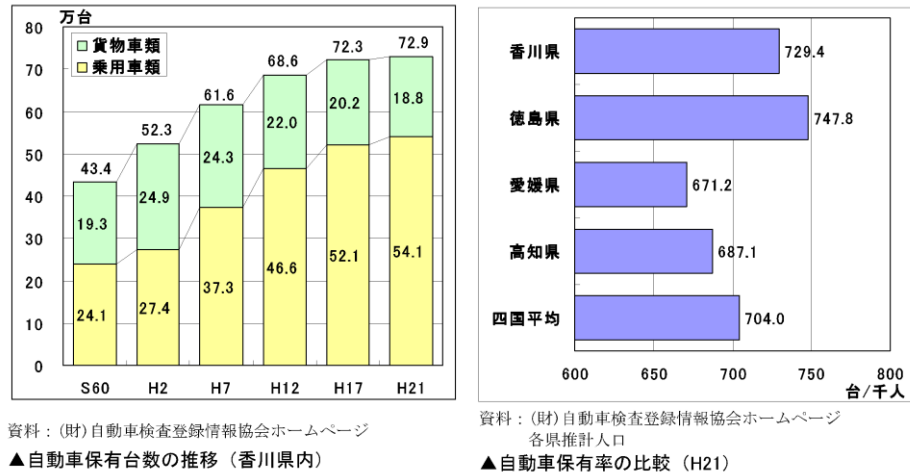


図 2-4 自動車保有台数と自動車保有率<sup>1)</sup>

四国各県の自動車保有率を比較すると、香川県は徳島県に次いで高く、人口千人当たり 729.4 台となっている。

一方、香川県の自転車保有台数をみると昭和 60 年以降 60 万台程度で横這い傾向を示している。四国各県の自転車保有率を比較すると、香川県が最も多く、604.2 台/千人となっており、四国他県と比較しても多くなっている。

これは、香川県の主要な都市となる高松市周辺が平地・平坦な道路が多く、また、年間を通して降水量が少ないことから、自転車による移動に適していることが起因していると言っても過言ではない。このため、県内の主要な鉄道駅や港湾ではレンタサイクルも実施されており、1000 台超と非常に多くの自転車台数がレンタルされており、自転車利用が促進されている。

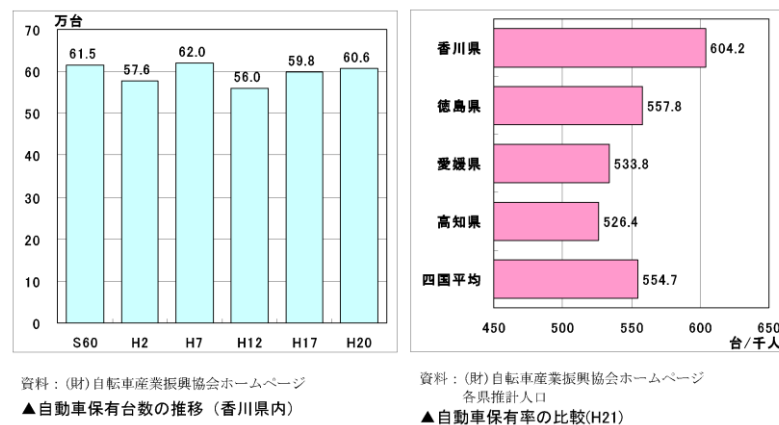


図 2-5 自転車保有台数と保有率<sup>1)</sup>

さらに、香川県の運転免許保有者数をみると昭和 60 年以降増加傾向を示しており、平成 20 年には 67.7 万人となっている。年齢階層別にみると 20～54 歳ではほぼ 100%に近く、55～64 歳で約 90%、65～69 歳でも約 80%を占めている。現在の免許保有率のまま、今後の 65 歳以上の免許保有者数の推移を算出すると、平成 20 年の免許保有率 49%から、平成 27 年には保有率 72%、平成 32 年には保有率 83%となり、高齢者においても大多数が運転免許を保持するようになることが想定される。

このように香川県の運転免許保有者数の推移は既に大きな変化を示している。平成元年に免許保有率は男性：61.7%、女性：34.8%であったが、平成 24 年では男性：77.2%、女性：61.5%となっている。この 20 年間では免許保有の高齢化が顕著であり、今後も現免許保有者が高齢化することで、更なる免許保有者数の増加が見込まれる。

これに伴い、二輪車・徒歩の分担率が低下し、自動車の分担率が著しく上昇している。特に、40～54 歳では自動車の分担率が 40.2%から 77.8%、55～64 歳では 24.8%から 73.6%、65～74 歳では 16.8%から 62.0%、75 歳では 15.0%から 51.7%と高齢者での分担率の著しい増加が目立っている。

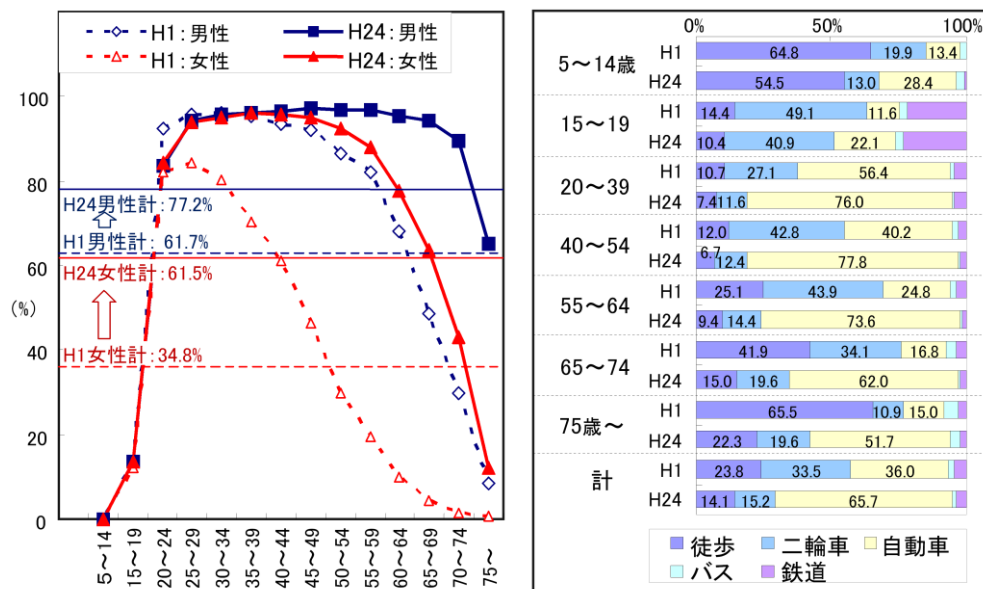


図 2-6 年齢階層別に見る香川県の運転免許証の保有率<sup>10)</sup>

## 2-2-4 道路混雑状況

香川県は、比較的狭いエリアに多数の自動車交通が集中することから、民間プローブデータによる旅行速度調査により、県内では 53 箇所、高松市中心部では 15 箇所が主要な渋滞箇所として特定された。

特に、高松市中心部において主要渋滞発生箇所は、ほぼ全域に渋滞箇所が点在しているが、線的または面的に発生しており、要因分析により適切な対策の実施により、早期の渋滞解消が必要



である。

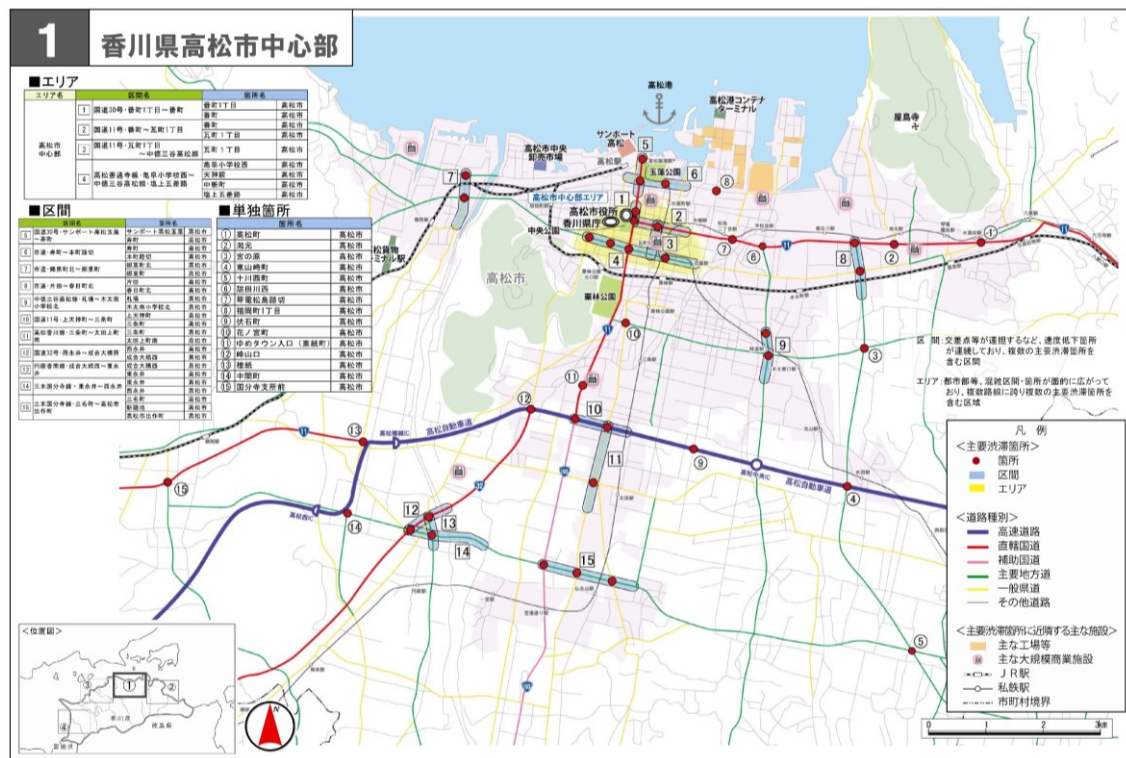


図 2-7 香川県・高松市における主要な渋滞箇所<sup>12)13)</sup>

渋滞の発生による香川県の 1km 当たり渋滞損失額は、48 百万円／年間と試算されており、全国 21 位となっている。なお、高松市中心部における渋滞損失額をみると、300 百万円／年間となる区間が集中している。

なお、大都市圏や政令指定都市等を除くと、全国でも上位にランクされることとなり、四国内では愛媛県・高知県と比較し倍近い損失額が生じている。

渋滞損失額

順位	都道府県名	1Km当たりの損失額 (百万円／年間)
1	東京都	435
2	大阪府	338
3	神奈川県	237
4	埼玉県	171
5	愛知県	152
21	香川県	48
26	徳島県	40
36	愛媛県	29
37	高知県	27
47	岩手県	18
全国		62

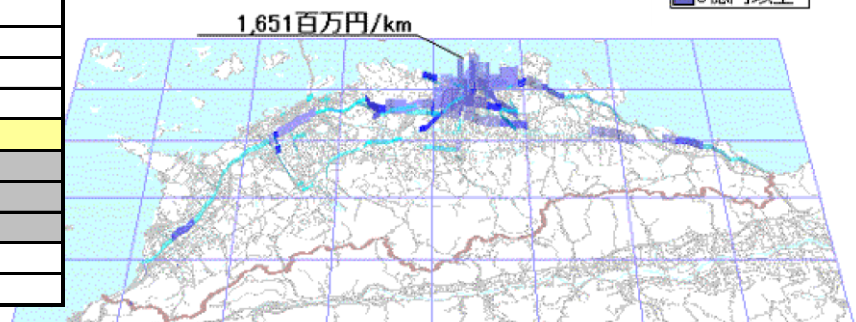
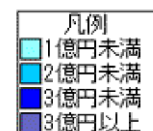


図 2-8 渋滞損失額<sup>14)</sup>

渋滞の発生に伴い、高松市中心部では旅行速度の低下も顕著であり、平日朝ピーク（8時）の平均旅行速度を分析すると、高松市中心部の幹線交通を担う主・従道路では「10km/未満」「10～20km/未満」、高松市中心部へと繋がる周辺地域の幹線道路等については「10～20km/未満」「20～30km/未満」の区間となっている。

旅行速度の低下は、通勤・通学時間の増加、時間調整の不確かさをカバーするために、早めの出発など個人の生活スタイルにも影響がする。このため、渋滞対策と併せて積極的な円滑化対策の実施が必要である。

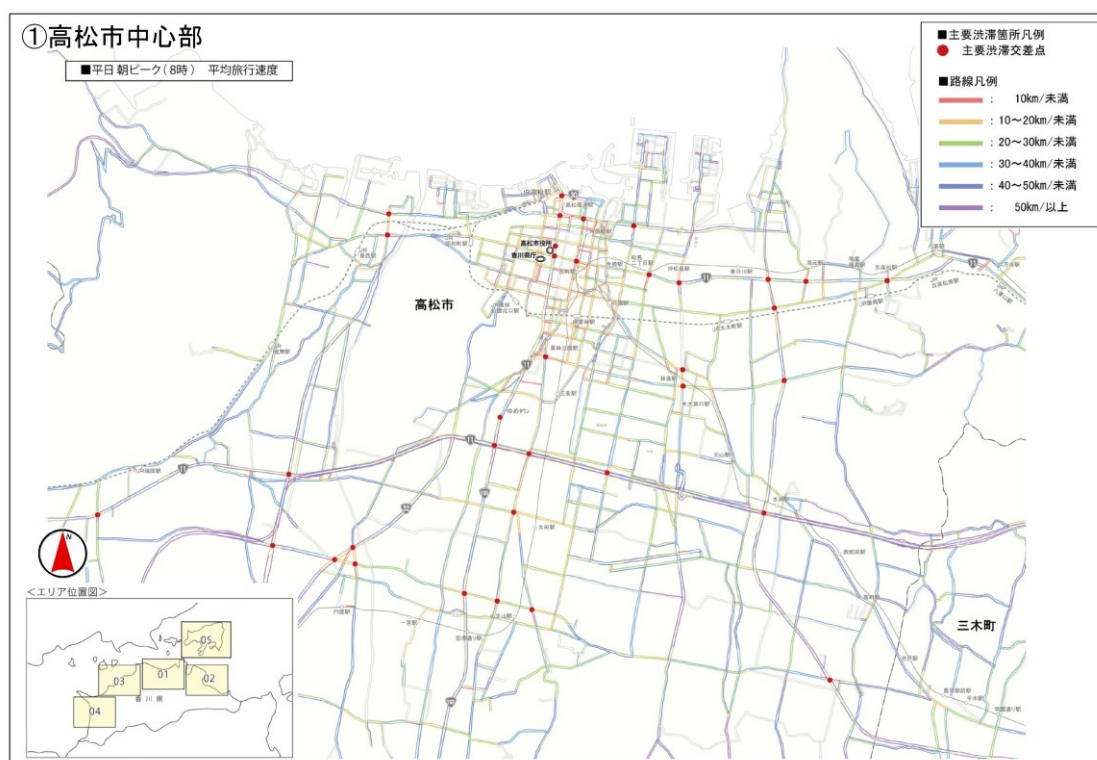


図 2-9 高松市中心部における旅行速度（平日朝ピーク：8時）<sup>12)</sup>

### 2-2-5 公共交通の状況

香川県における鉄道は、JR（瀬戸大橋線、高徳線、予讃線、土讃線）が隣県へ接続している。また、高松琴平電気鉄道（志度線、長尾線、琴平線）が県内高松市を中心から隣接都市等に運行されている。

航路は高松空港がほぼ中央に位置しており、国内では東京、那覇に連絡している。海路は、旅客船の発着する港湾として、高松、坂出、丸亀、多度津等の各港から島しょ部、または本州と連絡している。

香川県における鉄道の整備状況「鉄道密度」で見ると、全国平均 0.066km/km<sup>2</sup>に対し、香川県 0.123km/km<sup>2</sup>と全国平均の 2 倍程度の高い整備率となっており、また「人口当たり鉄道延長」でも、全国平均 5.1 千人/km に対し、香川県 4.4 千人/km と同程度の整備水準である。

しかしながら、「延長当たり乗車人員」を見ると、全国平均 901.0 千人/km に対し、香川県 131.8 千人/km と全国平均の 1/7 程度であり、移動に際しては鉄道に依存していないことが明らかである。

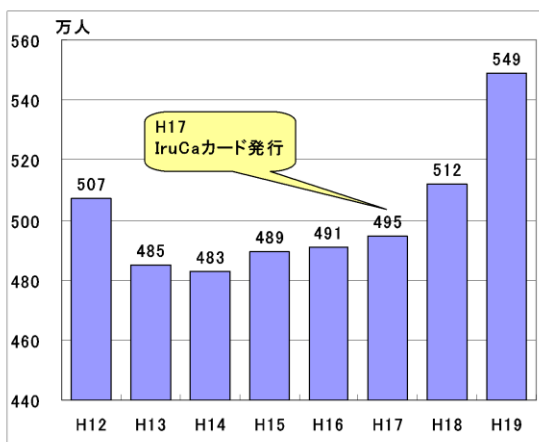
これらの状況から、自動車や自転車が日常の交通手段としての分担率が高くなっており、その延長上として、自動車や自転車の交通事故件数増加に繋がっていると推測される。

表 2-3 鉄道の利用状況比較 <sup>1)</sup>

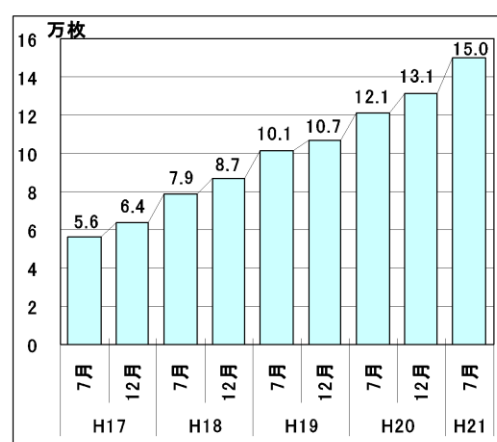
	人口	面積	鉄道延長	乗車人員	面積当たり鉄道延長	人口当たり鉄道延長	延長当たり乗車人員
	千人 H21	km <sup>2</sup>	km	千人 H19	km/km <sup>2</sup>	千人/km	千人/km
香川県	1,012	1,876	230	30,377	<b>0.123</b>	4.4	<b>131.8</b>
徳島県	789	4,145	229	10,153	0.055	3.4	44.3
愛媛県	1,437	5,678	329	29,346	0.058	4.4	89.2
高知県	776	7,105	276	12,924	0.039	2.8	46.9
四国	4,015	18,805	1,064	82,800	0.057	3.8	77.8
全国					0.066	5.1	901.0

なお、四国 4 県における中核都市の鉄道の整備状況に着目すると、全国平均の 0.066km/km<sup>2</sup> に対し、四国平均で 0.06km/km<sup>2</sup> と大きな差は無く、その中でも高松市は 0.24km/km<sup>2</sup> と他の都市の倍以上の整備状況となっているが、他の都市比べて市内を JR が 2 路線、琴電が 3 路線を営業しているためである。

一方、香川県における路線バスの輸送人員数は、減少・横這いで推移していたが、平成 17 年以降増加傾向に転じている。この要因の一つとして IruCa カードが導入されたことにより、平成 18 年には他の商店等で買物ができる電子マネーとして実証実験が行われ、職員・学生の ID カード等にも普及したことが考えられる。



資料：四国運輸局業務要覧  
▲路線バス輸送人員の推移

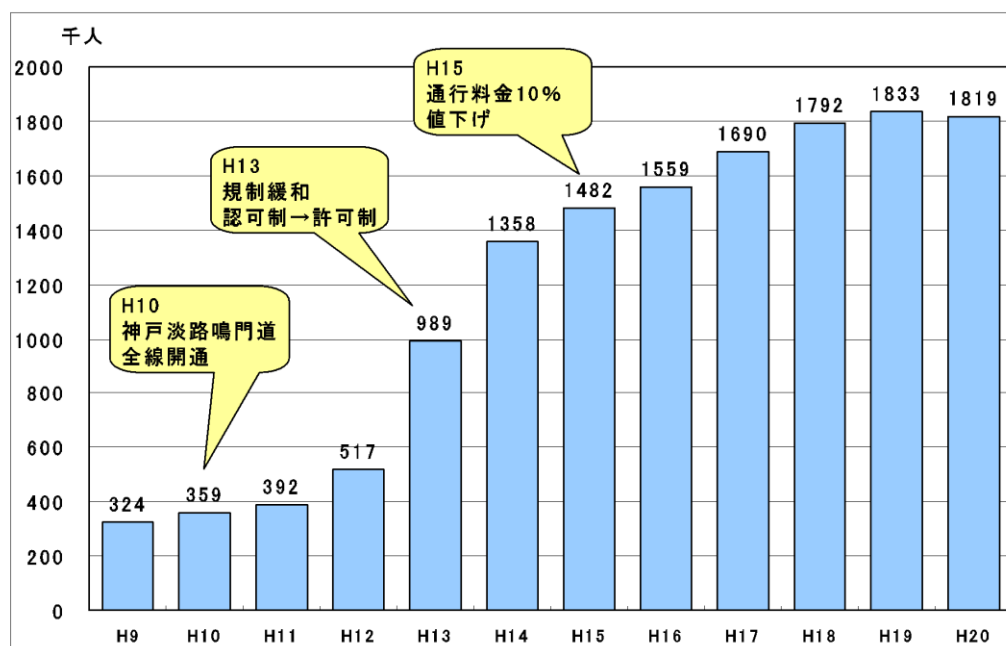


資料：ことடன்資料  
▲IruCa カードの発行枚数推移

図 2-10 路線バスの利用者数推移 <sup>1)</sup>

また、各種の電子カードの普及施策が実施され路線バスについて利用者に再認識されたこと、ことடன்同士の乗り継ぎ割引が適用されたことなどによると考察できる。

そのほかに、香川県の各都市から発着する高速バスは、関西方面に片道 200 本、関東方面に片道 6 本など、300 本/日以上が運行されており等広範囲に国内各都市と結んでいる。しかし、高速バスの利用者は平成 13 年以降、増便や新規運行等により利用者は増加傾向にあったが、近年頭打ちとなり 180 万人/年程度で平成 20 年では前年を下回っている。



資料：四国の運輸

図 2-11 高速バスの利用者数推移 <sup>1)</sup>

ただし、このように、路線バス・高速バスの利用人口は増加しているものの、他の公共交通を含めた年間利用者数と比較すると、さほど大きな利用となっていないのが現状である。

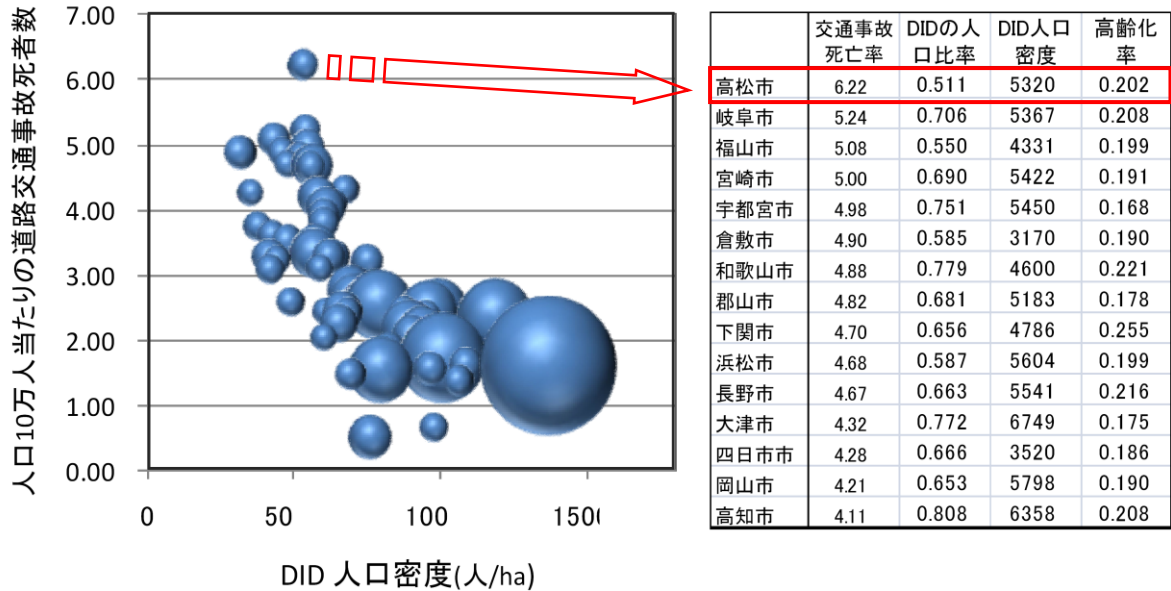
表 2-4 四国における公共交通利用者数 <sup>1)</sup>

	J R	琴電	路線バス	高速バス	航空機	船舶 (島嶼)	船舶 (本州)
年間利用者	4310万人 (H17)	1300万人 (H20)	549万人 (H19)	182万人 (H20)	130万人 (H20)	225万人 (H19)	180万人 (H17)

## 2-3 香川県の交通事故の状況

### 2-3-1 自動車交通事故の発生要因

香川県の人口当たりの交通事故死者数及び死者に占める高齢者割合は、長年に渡り全国ワースト上位にある。



データ：日本の中核都市以上の65都市  
事故死者数は2008-10の3年間の平均

図 2-12 人口密度と道路交通事故死者数の関係<sup>15)</sup>

表 2-5 香川県における事故発生件数及び死傷者数<sup>16)17)</sup>

	発生 件数	傷者数	死者数	人口10万 人当たり の死者数	ワースト 順位	高齢 死者数	全死者に 占める高 齢者の割 合(%)	ワースト 順位	全国 死者数
昭和45年	8,416	10,856	232	25.0	5	68	29.3	-	16,765
昭和50年	5,929	7,506	149	15.5	5	51	34.2	-	10,792
昭和55年	5,428	6,406	113	11.3	7	30	26.5	20	8,760
昭和60年	5,514	6,276	86	8.4	23	42	48.8	1	9,261
平成元年	7,043	7,864	147	14.3	5	60	40.8	1	11,086
平成5年	6,066	6,909	147	14.3	3	64	43.5	1	10,942
平成10年	7,421	8,206	138	13.4	1	66	47.8	5	9,211
平成15年	12,922	16,125	96	9.4	7	50	52.1	6	7,702
平成20年	11,794	14,666	61	6.1	10	38	62.3	7	5,155
平成24年	10,637	13,143	81	8.2	1	51	63.0	11	4,411

※件数は当事者合計である。

	平成24年	平成23年	増減数	増減率	1日当たり発生件数		平成24年中					
					平成24年	平成23年	高齢者	子ども	歩行者	自転車	二輪	四輪
発生件数	10,637	11,213	-576	-5.1%	29.1	30.7	3,361	444	553	1,724	1,676	16,641
死者数	81	76	5	6.6%	0.22	0.21	51	2	30	17	8	26
真傷者数	13,143	13,905	-762	-5.5%	35.9	38.1	2,041	936	549	1,694	1,500	9,385

- ・香川県では、1日平均29.1件の人身事故が発生し、35.9名の方が怪我をしています。
- ・死亡事故では、4人に1人が夜間・道路横断中の高齢者…



- ・シートベルト非着用の死者は17人（65.4%）うちシートベルトを着用していれば9人の方が助かると分析されています。シートベルト着用率は96.0%で全国ワースト3位。（全国平均は97.7%）【シートベルト着用状況全国調査（2012）より】

	道路形状					路線別						合計
	交差点	交差点付近	単路		その他	高速道路	国道	主要地方道	一般県道	市町道	その他	
			カーブ	その他								
発生件数	4,137	1,081	310	4,472	637	45	2,308	2,425	1,596	3,606	657	10,637
死者数	36	7	11	25	2	1	21	21	13	24	1	81
真傷者数	5,032	1,369	397	5,587	758	61	3,003	3,003	1,948	4,344	784	13,143

- ・交差点での事故、4,137件のうち、出会い頭事故が2,419件（58.5%）を占めています。
- ・カーブでの事故310件のうち、車両単独事故は115件（37.1%）、正面衝突事故は74件（23.9%）を占めています。

図 2-13 香川県における交通事故の発生件数とその要因内訳<sup>18)19)20)</sup>

これまで、交通死亡事故抑止対策など、安全で快適な交通社会の実現に向けた交通安全対策が推進されているが、効果的な対策を実現するためには、道路交通環境や社会環境の変化に対応しながら、交通事故の多発要因や特徴を捉えた対策を講じることが重要である。

香川県の交通事故は、『高齢者』『自転車』の2つの大きな要因に帰着するとして、以下にその特徴を考察する。

- ① 危険回避能力の低下した『高齢者』の判断ミスにより発生した交通事故が多い。  
→ 高齢ドライバーが第1当である事故の約6割が交差点及び交差点付近で発生している。
- ② 交差点内における『高齢者（歩行者）』の事故率が高い。  
→ 『高齢者』が歩行者になった場合についても、危険回避に関する判断誤りが存在している。

表 2-6 高齢者の交差点事故の比率<sup>21)</sup>

		H13	H18	H22	H13→H22 ポイント差
1当	香川県	59.7%	59.1%	57.4%	△2.3%
2当		60.1%	58.1%	54.4%	△5.7%

- ③ 『自転車』利用者のルール違反、マナー違反に起因する。  
→ 「香川県の交通ルール・マナーに関するアンケート」では、自転車マナーが「少し悪い」「かなり悪い」の回答が73.3%を占める。

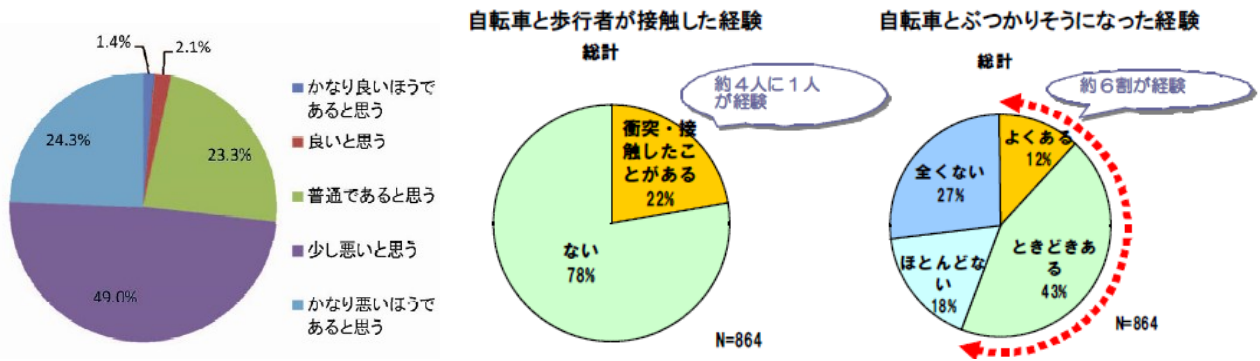


図 2-14 自転車マナーに関するアンケート結果 <sup>21)22)</sup>

さらに、香川県の交通事故の発生要因の一つである『高齢者』による過去 10 年間の交通事故発生件数の推移を見ると、H13 以降緩やかな上昇傾向を示しており、発生件数は 3,712/2,790 件と約 1.33 倍と増加が著しい結果となっている。

とりわけ、75 歳以上の高齢ドライバーによる事故は大幅増 (H13→H22 143.2%、全国:112.7%) であり、一方的な過失に基づく車両単独事故についても同様である。(86.4%増、全国は 71.9%増)。

表 2-7 自動車事故 (第 1 当) 発生件数の推移 <sup>21)</sup>

		H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	構成比	H13→22 増減率(%)	H13→22 ポイント差		
全事故	香川県	全年齢(人)	10,473	10,121	11,645	12,063	12,042	11,653	11,007	10,589	10,515	10,645		1.6		
		65歳～74歳(人)	837	846	926	1,045	1,044	1,032	1,034	981	1,126	1,145	64.1%	36.8		
		75歳以上(人)	264	295	392	462	511	535	586	515	670	642	35.9%	143.2		
		高齢者全体(人)	1,101	1,141	1,318	1,507	1,555	1,567	1,620	1,496	1,796	1,787	100.0%	62.3		
		構成比(%)	10.5	11.3	11.3	12.5	12.9	13.4	14.7	14.1	17.1	16.6			6.3	
		全国ポイント差	2.1	2.1	1.5	2.1	1.8	1.5	1.6	0.0	2.0	1.3			△ 0.8	
		全国	全年齢(人)	838,753	826,476	839,002	840,064	824,657	784,757	734,990	676,713	653,971	647,993		△ 22.7	
			65歳～74歳(人)	55,791	58,928	62,636	65,476	67,319	67,911	69,249	68,067	69,097	69,487	69.1%	24.5	
			75歳以上(人)	14,592	16,970	19,254	22,096	24,121	25,191	26,950	27,504	29,677	31,034	30.9%	112.7	
			高齢者全体(人)	70,383	75,898	81,890	87,572	91,440	93,102	96,199	95,571	98,774	100,521	100.0%	42.8	
		構成比(%)	8.4	9.2	9.8	10.4	11.1	11.9	13.1	14.1	15.1	15.5			7.1	
死亡事故	香川県	全年齢(人)	109	64	76	74	57	80	62	49	55	50		△ 54.1		
		65歳～74歳(人)	10	6	9	6	6	10	6	8	5	6	40.0%	△ 40.0		
		75歳以上(人)	10	2	4	3	4	3	4	1	3	9	60.0%	△ 10.0		
		高齢者全体(人)	20	8	13	9	10	13	10	9	8	15	100.0%	△ 25.0		
		構成比(%)	18.3	12.5	17.1	12.2	17.5	16.3	16.1	18.4	14.5	30.0			11.7	
		全国ポイント差	6.0	△ 0.4	2.6	△ 1.9	2.3	△ 0.5	△ 0.7	△ 1.5	△ 5.5	9.4			3.4	
		全国	全年齢(人)	6,636	6,304	4,959	5,640	5,341	4,906	4,493	3,986	3,804	3,798		△ 42.8	
			65歳～74歳(人)	565	552	470	513	483	520	435	473	426	430	55.1%	△ 23.9	
			75歳以上(人)	248	262	247	285	331	303	319	320	335	351	44.9%	41.5	
			高齢者全体(人)	813	814	717	798	814	823	754	793	761	781	100.0%	△ 3.9	
		構成比(%)	12.3	12.9	14.5	14.1	15.2	16.8	16.8	19.9	20.0	20.6			8.3	

- 1) 全国は、「交通事故統計年報」(警察庁交通局)
- 2) 香川県は、香川県警察本部の交通事故統計データによる
- 3) 死亡事故は発生年月日を基に集計、それ以外は統計処理年月日を基に集計したもの
- 4) すべて二輪車含まない

なお、高齢歩行者の死亡事故は、高齢歩行者が外出を控える時間帯であるにもかかわらず、夜間や薄暮期(午後 6 時～午前 6 時)において多発している状況もある。

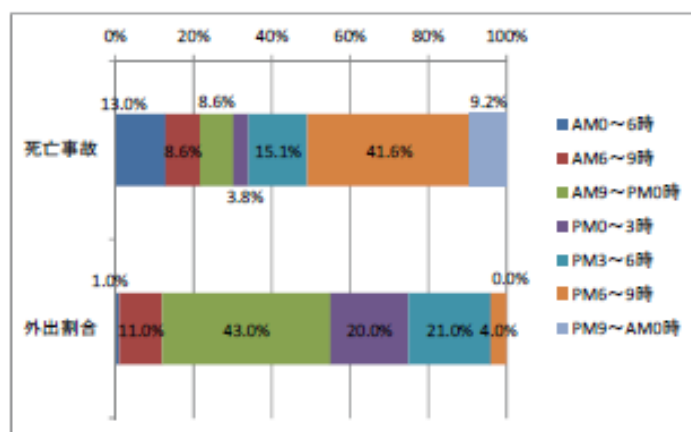


図 2-15 高齢者の死亡事故と外出割合の比較<sup>2)</sup>

上記の整理結果から、香川県における高齢者の事故の要因は、以下のように考察できる。

- ① 加齢に伴う心身の機能低下に伴い、危機回避力等が低下。道路環境や外的要因に適応できず、危機回避判断の遅れや誤りが一因して、事故発生に繋がっていると推察される。
- ② 公共施設、集客施設の分散した配置等地域構造の問題、公共交通の整備状況等の問題、高齢者単独世帯の増加等の問題から、高齢者の移動手段として自動車が必要不可欠となっている。高齢化率の上昇以上に免許保有高齢者数が増加に比例している。
- ③ 夜間や薄暮期の高齢歩行者の死亡事故多発は、ドライバーの視認力が低下する時間帯における発見遅れが一因と推察される。

### 2-3-2 自転車交通事故の発生要因

香川県の交通事故の発生要因の一つである『自転車』による過去 10 年間の交通事故発生件数の推移を見ると、H13 以降は概ね横ばい傾向を示しているものの、発生件数は概ね全国ワースト 1 位となっている。

表 2-8 自転車の交通事故状況の推移<sup>2)</sup>

		H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
自転車	発生件数(件)	2,149	2,197	2,245	2,345	2,432	2,285	2,195	2,185	2,125	2,045
	傷者数(人)	2,158	2,193	2,237	2,307	2,391	2,261	2,154	2,157	2,094	2,012
	死者数(人)	20	10	11	15	14	18	13	14	11	12
	人口 10 万人当たり発生件数(人)	209.5	214.5	216.1	224.2	229.8	222.2	211.8	213.9	209.4	201.7
	人口 10 万人当たり発生件数全国平均(人)	136.1	137.8	140.2	144.2	140.7	133.2	130.6	127.2	122.5	118.7
	全国順位(位)	ワースト2位	ワースト1位	ワースト2位	ワースト2位	ワースト1位	ワースト1位	ワースト1位	ワースト1位	ワースト1位	ワースト1位

1) 警察庁及び香川県警察本部における交通事故統計による

2) 発生件数及び傷者数は、統計処理年月日を基に集計したもの。死者数は、発生日月日を基に集計したもの

3) 人口は、国勢調査及び総務省統計局の推計人口、香川県人口移動調査報告(香川県統計調査課)による 10 月 1 日現在のもの



香川県の自転車交通事故について、以下にその特徴を考察する。

① 13～18歳の年齢層の自転車事故が、特に多い結果となっている。

※H13～H22 年齢別自転車事故件数（1歳平均）：13歳～18歳 1,017件、19～64歳 190件

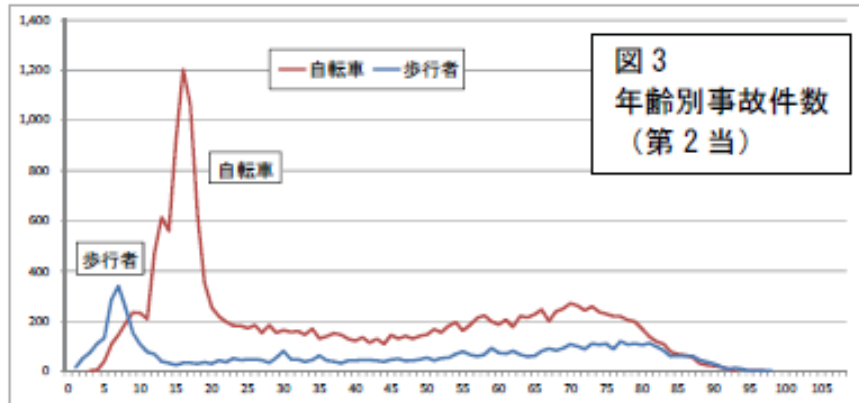
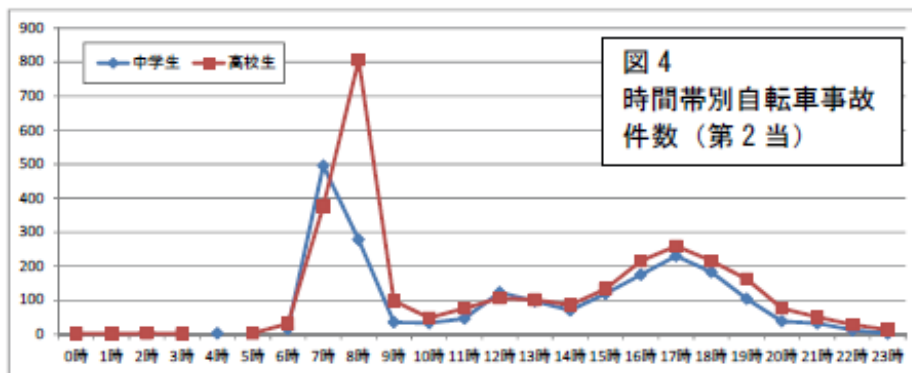


図 2-16 自転車と歩行者の年齢別事故件数 <sup>21)</sup>

② この年齢層の事故は、朝の通学時間帯が発生ピークとなっている。



※便宜上中学生 12～14歳、高校生 15～17歳で集計

図 2-17 自転車と歩行者の年齢別事故件数 <sup>21)</sup>

上記の整理結果から、香川県における自転車事故の要因は、以下のように考察できる。

- ① 県立高校生の通学手段の約7割が自転車利用であるなど、13～18歳の通学手段として自転車利用の依存が非常に高い。一方、通勤手段の約7割が自動車や二輪車等の利用であり、通勤・通学時間帯に両者が道路交通上において交錯している状況である。
- ② ルール違反、マナー違反の自転車利用者が多くなっている。（「香川県の交通ルール・マナーに関するアンケート」では、香川県の自転車交通マナー等のイメージは、「少し悪い」、「かなり悪い」の回答が73.3%である。）

### 2-3-3 高松市中心部の事故発生状況

高松中心部の事故件数を見ると、通勤通学で利用されている基幹道路での事故発生件数が高くなっており、高松中心部に近づくほど発生件数に増加傾向が明らかである。

また、これらの事故件数のうち、自転車事故に起因するものを抜き出すと下図のようになり、街中で発生している事故の半分程度は自転車が絡んでいる傾向が同様となっている。

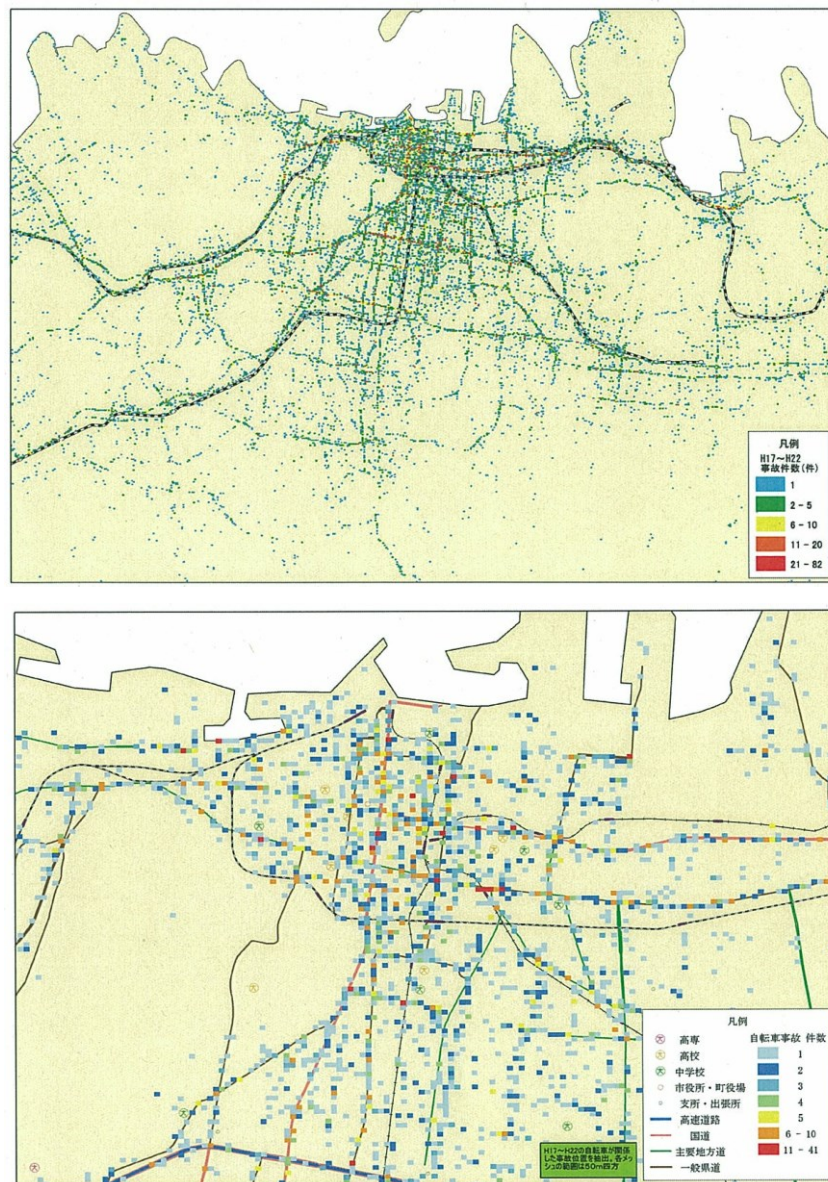


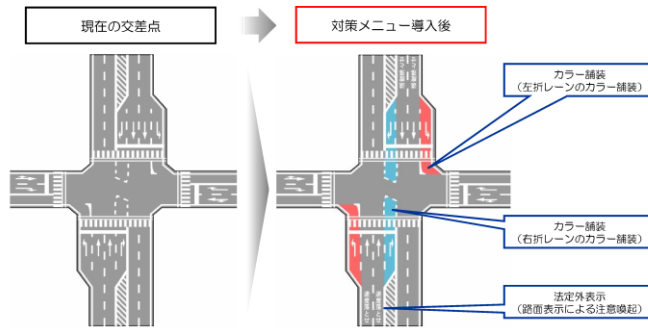
図 2-18 高松市中心部における事故発生件数の状況 21)

このような状況から香川県では、交通事故の減少を目指し、以下のような事故対策モデルの導入を実施しているところであるが、交通事故発生件数の大幅な減少までは至っていないのが現実である。このため、今後はこれらの対策に加え、様々なハード・ソフトの対策を検討しながらより適切な対策を併せて実施することが必要である。

## 幹線道路における事故対策のモデル

### ■導入する事故対策メニュー

- ・カラー舗装(右折レーン、左折レーン)
- ・法定外表示(路面表示による注意喚起)



## 生活道路における事故対策のモデル

### ■導入する事故対策メニュー

- ・カラー舗装(交差点、止まれ、自転車走行空間)
- ・生活道路の狭窄
- ・法定外表示(路面表示による注意喚起)
- ・イメージハンプ

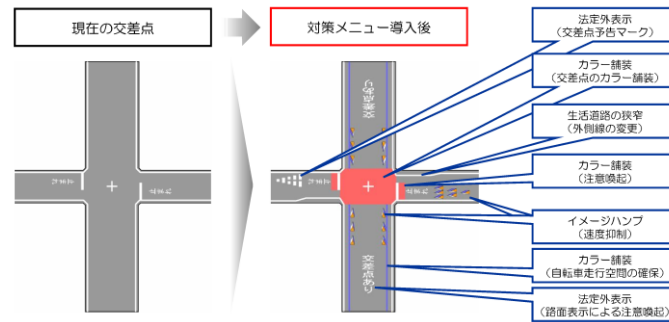


図 2-19 幹線道路・生活道路における事故対策モデル 23)

## 2-4 まとめ

我が国の道路整備は、欧米諸国と異なり馬車交通等を経なかったためと、明治時代に新政府のもとで鉄道の整備に力が注がれたため、戦後の経済活動の活性化に伴うモータリゼーションへの対応が遅れていた。このような状況は、昭和 31 年に訪れたワトキンス調査団は、「日本の道路は信じがたいほど悪い。工業国にして、これほど完全にその道路網を無視した国はない」<sup>24)</sup>との評価を受けている。

このため、道路整備は主に戦後から激増する交通需要に対応するために、道路整備を早急に促進するために昭和 29 年度から道路整備特定財源を取り入れ道路整備五箇年計画がスタートさせて、昭和 32 年に高速自動車国道の建設が開始されて本格的に整備を進展させた<sup>25)</sup>

この高度経済成長期から道路整備施策の結果により、自動車保有台数の推移を見てみると、昭和 20 年が約 14 万台 → 昭和 30 年は約 92 万台（約 7 倍）→ 平成 20 年が約 7,900 万台（約 560 倍）と増加が著しい。また、一般国道の改良率では昭和 30 年は 35.0% → 昭和 45 年に 77.7% → 平成 21 年には 91.6%となっている。一般国道の舗装率も昭和 30 年は 13.6% → 昭和 45 年に 75.1% → 平成 21 年には 91.2%と飛躍的に整備された。

道路のインフラの整備が飛躍的な発展により、我が国の GDP は近年まで拡大して自動車の走行台キロも GDP の拡大と同じく近年まで伸び<sup>26)</sup>、経済の活性化により所得水準が向上して生活の高水準化による自動車保有の増加となったが、近年の超少子高齢化の進展で人口・免許保有の高齢化等の状況が表れている。全国的にも見ても、特に公共交通の整備率が低い地方部では自動車への交通依存度がかかなり高くなっている。

香川県においても、江戸時代から金毘羅参りが盛んに行われるようになり金比羅街道五街道に代表されるように、高松、丸亀、多度津、阿波、伊予・土佐街道<sup>27)</sup>を要しており、現在の一般国道や主要地方道の原形である。ワトキンス調査団の 1 人が四国に視察して、「その通過する国道はやっと自動車一台通る巾員があるだけ・・・」<sup>24)</sup>と述べているが、この一般国道も昭和 33 年頃から改良に着手され昭和 41 年に一次改良は完成されているが、その後の自動車の増加などのモータリゼーション変化によって、バイパス建設や現道拡幅事業<sup>28)</sup>が現在も行われている。高速道路は、本四道路の瀬戸中央道と<sup>29)</sup>と高松自動車道<sup>30)</sup>が完成して、本州を結ぶ広域ネットワークが形成された。

また我が国は、本格的な人口減少と超高齢社会の到来というかつて経験したことのない新たな時代を迎えつつあり、高齢化が全国平均を上回って進行している香川県においても、このような大きな環境変化を乗り越え、真に豊かで活力のある社会を構築していくために、利用者の安全と安心を確保していくことが極めて重要である。

香川県の道路交通を取り巻く今後の状況を展望すると、運転免許保有者数は微増することが見込まれるが、車両保有台数及び自動車走行台キロについては、今後、緩やかに減少することが見込まれる。このような中で、交通事故の当事者となる比率の高い高齢者人口の増加、なかでも

高齢者の運転免許保有者の増加は、道路交通にも大きな影響を与えるものと考えられる。

道路交通事故の現状では、死者数は昭和 45 年に 232 人を数えたがその後着実に減少に向かい、昭和 60 年には 86 人と半減以下となった後の平成元年には 147 人に達するなど多発傾向が続いたが、平成 22 年中の死者数は 65 人にまで減少した。傷者数と交通事故発生件数は昭和 45 年以降減少傾向にあったが、平成 12 年から急増し、平成 22 年中の死傷者数は 14,595 人、事故発生件数は 11,795 件であり、依然として高い水準で推移している。加えて、近年、自動車 1 万台当たりの死傷者数は、概ね横ばいで推移している<sup>31)</sup>。

近年の交通死亡事故の発生状況の特徴は、下記のように考察できる。

- ① 65 歳以上の高齢者の死者数は増加傾向で、平成 22 年における全死者に占める構成率は約 7 割を占めており、高齢運転者による死亡事故が増加傾向している。
- ② 自転車乗用中の死者数は例年 10 人台で推移しており、また、交通事故発生件数についても、減少傾向にあるとはいえ、人口当たりの人身交通事故発生件数は、平成 15 年以降 8 年連続してワースト 1 位である。
- ③ 交通事故死者数に占める歩行者の割合が約 3 割を占め、特に、高齢者歩行者の割合が高くなっている。
- ④ 夜間の事故並びに交差点及び交差点付近での、事故が依然として多い。

交通安全対策のうち、一定の成果を上げていた対策としては「車中心」のものであり、歩行者や自転車の視点からの交通安全対策は十分とはいえない。また、平成 22 年における本県の交通事故死者のうち、歩行者及び自転車の割合が約半数を占め、そのうち約 7 割は高齢者となっている。

今後、本格的に少子高齢化社会を迎えて交通事故の特徴が、利用方法が自動車から歩行者・自転車へと移行しており、当事者も高齢者に変遷をしており、時代の経過と共に交通環境の変化しているため、インフラ整備や交通事故対策なども時代に即応した道路の計画が必要である。

このような背景を踏まえて、次章以降ではインフラ整備に対するユーザビリティの導入の必要性、道路空間とネットワーク計画に対する、調査方法や評価手法について研究を行って行く。

## 参考文献

- 1) NEXCO 西日本ホームページ : <http://corp.w-nexco.co.jp/activity/branch/shikoku/history/>
- 2) 本州四国連絡高速道路ホームページ : [http://www.jb-honshi.co.jp/use/use\\_d.html](http://www.jb-honshi.co.jp/use/use_d.html)
- 3) 「平成 7～22 年度 全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）一般交通量調査」；国土交通省道路局企画課道路経済調査室、平成 23 年 9 月 30 日
- 4) 再評価（原案）四国横断自動車道（鳴門～高松市境）：平成 24 年度 西日本高速道路株式会社、事業評価監視委員会、平成 24 年 12 月 11 日
- 5) 高速道路 3 会社の事業許可概要：道路整備特別措置法に基づく高速道路会社 3 社に許可した事業の事業費、国土交通省道路局、平成 24 年 4 月 24 日
- 6) 「香川の道路」（香川県土木部道路課 HP）から抜粋引用：  
<http://www.pref.kagawa.lg.jp/douro/home/ippan/ippan.html>
- 7) 通学路の緊急合同点検結果に基づく対策の実施状況について：国土交通省 道路局 環境安全課道路交通安全対策室、平成 25 年 5 月 31 日
- 8) 通学路における緊急合同点検の取組状況について：香川県道路課建設・維持グループ、平成 25 年 5 月 31 日
- 9) 通学路の危険箇所への対策案について：高松市都市整備局道路課、平成 25 年 3 月 29 日
- 10) 高松広域都市圏パーソントリップ調査 調査結果(速報値)：高松広域都市圏総合都市交通体系調査委員会第 2 回技術検討部会資料、香川県土木部都市計画課 都市政策・計画 G、平成 25 年 3 月 19 日
- 11) 香川県における地域公共交通のあり方に関する調査・検討報告書：平成 21 年度 公共交通活性化総合プログラム、香川県地域公共交通ネットワーク検討委員会、国土交通省四国運輸局、平成 22 年 3 月
- 12) 「平成 24 年度 香川管内交通円滑化検討業務成果報告書」：（国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所：平成 25 年 3 月）
- 13) 「地域の主要渋滞箇所の公表について」～官民一体で香川県内の主要渋滞箇所を特定～：香川県渋滞対策協議会、国土交通省 四国地方整備局 香川河川国道事務所、平成 25 年 1 月 25 日
- 14) 「1km 当たり渋滞損失額都道府県順位表」：道路 IR・道路整備効果事例集・道路関連データ、国土交通省道路局HP、<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/ir-data.html>
- 15) 「20 年間の都市交通の変化を探る～PT 調査による実態解明と統合戦略に向けて」：大阪大学大学院 土井健司 教授、2013 年 5 月 31 日
- 16) 香川県の交通事故発生状況の推移：香川県交通安全教育普及促進会議、香川県警察 HP、[http://www.pref.kagawa.jp/police/koutsuuanzen/suishinkaigi/kyouiku\\_suii\\_h13.html#p](http://www.pref.kagawa.jp/police/koutsuuanzen/suishinkaigi/kyouiku_suii_h13.html#p)

ageTop

- 17) 交通事故発生状況：市町別交通事故発生状況、香川県警察 HP  
<http://www.pref.kagawa.lg.jp/police/koutsuuanzen/koutsutoukei/index.html>
- 18) 「市町別交通事故分析情報 CT2 インフォメーション」：香川県警察本部交通部
- 19) 高齢者が関係した交通事故発生状況：交通事故統計資料、香川県警察 HP、  
<http://www.pref.kagawa.lg.jp/police/koutsuuanzen/koutsutoukei/index.html>
- 20) 自転車に関係した交通事故発生状況：交通事故統計資料、香川県警察 HP、  
<http://www.pref.kagawa.lg.jp/police/koutsuuanzen/koutsutoukei/index.html>
- 21) 香川県交通事故多発要因調査報告書：香川県交通事故多発要因調査委員会、香川県危機管理総局くらし安全安心課 総務・交通安全グループ、平成 24 年 3 月
- 22) 自転車利用に関するアンケート調査：平成 19 年度自転車利用に関する調査・検討業務委託報告書、国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所、平成 20 年 3 月
- 23) 香川県交通事故多発要因調査報告書概要版：香川県交通事故多発要因調査委員会、香川県危機管理総局くらし安全安心課総務・交通安全グループ：平成 24 年 3 月
- 24) 日本国政府建設省に対する名古屋・神戸高速道路調査報告書：ワトキンス調査団 名古屋・神戸高速道路調査報告書、勁草書房、2001 年 11 月
- 25) これまでの道路政策とその現状：社会資本整備審議会道路分科会 第 31 回基本政策部会配布資料、国土交通省道路局企画課道路経済調査室、平成 24 年 7 月 13 日
- 26) 道路行政をめぐる主な経緯について：社会資本整備審議会道路分科会 第 31 回基本政策部会配布資料、国土交通省道路局企画課道路経済調査室、平成 21 年 7 月 7 日
- 27) 木原溥幸、和田仁編：讃岐と金毘羅道、吉川弘文館、2000 年 4 月 1 日
- 28) 香川工事事務所 50 年のあゆみ：四国地方建設局香川工事事務所 50 年史編纂委員会、四国建設弘済会、1984 年
- 29) 輝く未来の交流発展へー瀬戸大橋 10 年のあゆみ：本州四国連絡橋公団第二管理局/〔編〕、本州四国連絡橋公団、1998 年 4 月
- 30) 四国の高速道路のあゆみ：日本道路公団高松建設局編、日本道路公団高松建設局、1993 年 7 月
- 31) 第 9 次香川県交通安全計画：香川県交通事故対策会議、管理総局くらし安全安心課総務・交通安全グループ、平成 22 年

## 第3章 今後の道路計画に対するユーザビリティの必要性

### 3-1 はじめに

### 3-2 ユーザビリティについて

#### 3-2-1 ユーザビリティの定義

#### 3-2-2 ユーザー中心設計について

#### 3-2-3 長期的なユーザビリティについて

### 3-3 社会基盤ユーザビリティ学について

#### 3-3-1 今後の道路整備について

#### 3-3-2 社会基盤へのユーザビリティの必要性

### 3-4 道路計画におけるユーザビリティの必要性

#### 3-4-1 道路計画における現状の問題点

#### 3-4-2 道路計画におけるユーザビリティの必要性

### 3-5 まとめ

### 参考文献



## 第3章 今後の道路計画に対するユーザビリティの必要性

### 3-1 はじめに

まず、ユーザビリティの歴史と発展について概説する。

コンピュータがようやく一般業務に入り始めた 1970 年代、ユーザビリティという言葉や概念は、存在しなかった。コンピュータの表示装置には、ブラウン管が使われ、コンピュータの利用は、専門オペレータに任されていた時代であった。そこでの問題は、ブラウン管によるオペレータの眼に与える影響や電磁波による妊産婦の流産の問題などに加えて、キーボードの角度・文字配列・キーストロークなど、人間とハードウェアとの関係に注目が集まった時代であり、マン・マシンインタフェースという概念でとらえられていた。

1980 年代に入ると、コンピュータが扱いにくいものを使いこなす専任オペレータだけでなく、一般の人たちにも浸透し始めた結果、一般の人にとってコンピュータは扱いにくいものという見方が広まってきていた。この時の問題は、以前のようなハードウェアに関する問題よりも、ソフトウェアに関して注目が集まってきた。そこで、コンピュータをもっと使い易くすることを目的とした、ユーザフレンドリー (User Friendly) という言葉が使用されるようになった。しかしながら、ユーザフレンドリーという言葉は、特に基準や方法論ではなく、概念的な定義にとどまった。

1980 年代半ばに、認知科学者である Donald A. Norman は、人間の認知特性に合わせたコンピュータを開発するという新しい視点を、彼の著書『User Centered System Design』(1985) で提案した<sup>1)</sup>。この頃には、欧米各地でコンピュータと人間の関わりに関心を寄せる会議や学会が開催された。日本でも、計測自動制御学会のヒューマンインタフェースシンポジウムが 1986 年に開催され、ヒューマンインターフェースの概念を発展させた各種手法が提案され始め、コンピュータ利用者の利便性という立場からユーザビリティに関する関心が高まってきた。

1991 年には、アメリカの大手週刊誌ニューズウィークが、「コンピュータに限らず、最近のわけのわからない機器類にはもう我慢ができない」という特集記事を発表している<sup>2)</sup>。記事は、「ユーザフレンドリーというけれど、実際は何も改善されてこないだけでなく、事態はますます悪化して来ている」といった内容のものであった。これに応えるかのように、ユーザビリティ向上の動きが各界に広がるようになり、同年には ISO/IEC9126:1991 (JIS1994) によって、ソフトウェアの品質特性を 6 つに規定し、使用性 (usability : ユーザビリティ) がソフトウェアの品質特性のひとつとして位置づけられた。

国内では、1990 年代後半から大手情報機器メーカーを中心にユーザビリティに対する関心が高まり、社内にユーザビリティ評価部門を設置し、評価のための専用のテスト室を持つところも出てきた。また、設計の段階からユーザビリティの向上を目指すためにソフトデザイン室、インタフェースデザイン室などを設計部門に設置する動きも現れた<sup>3)</sup>。当時のユーザビリティ向上の活動は、既に販売された製品に対する利用者からの問題点の指摘をもとに、次の製品の

改善につなげることが主な狙いであった。こうした背景を踏まえ、1998年には、ISO/IEC 9241-11：1998（JIS Z 8521：1999）が定められ、製品の機能、性能を含めたユーザビリティが定義された。

さらに、上記のISO 9241-11で定義されたユーザビリティをベースに、開発工程でどのように進めればユーザビリティの向上が実現できるかをプロセスで規定したISO13407「インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス」が1999年に定められた。この規格は、システムの開発プロセスに責任を持つ管理者を対象とし、その狙いは、製品化されたものを評価して問題改善するだけでなく、開発の初期工程からユーザビリティを作り込んでいく必要性と、その方法を認識させることにあった。この規格の制定以来、ユーザビリティへの関心は高まり、大手メーカー各社では専門部門を組織して、活動に力を入れるようになってきた。

具体的に携帯電話を例にとると、通話、メール、インターネットはもちろんのこと、カメラ・ナビゲーション機能、ラジオ・テレビ・テレビリモコン機能やゲーム・電子手帳機能、最近では電子マネーやミュージックプレーヤーといったアプリケーションまで搭載されている。携帯電話の機能の充実は、我々の生活に利便性をもたらしたが、一方で小さな子供から高齢者に至る多くの消費者は、次々に開発される複雑な機能や新しい操作器具に向かいあうことを余儀なくされ、「操作を覚えられない」などの日常的な不利益をもたらしていることも多い<sup>2)</sup>。それはユーザーにとっては製品の欠陥同様、「使えない」ものであり、ユーザビリティの低い製品は、製品の使い勝手の改善やユーザーの満足度の向上を図る手法が求められる。

このように、コンピュータやインターフェイス・デジタル機器、ソフトウェアが組み込まれた家電機器などには、ユーザビリティを前提に製品開発がはじまっているが、道路・河川・港湾などの社会資本を整備していく上で、地域住民即ち利用者の視点に立った「ユーザビリティ」に対する議論は、体系的にはまだないのが現状である。そこで、本章では、こうした背景を踏まえ、特にこれからの社会基盤を整備していく上で重要となる道路計画におけるユーザビリティの必要性について論じることとする。

## 3-2 ユーザビリティについて

### 3-2-1 ユーザビリティの定義

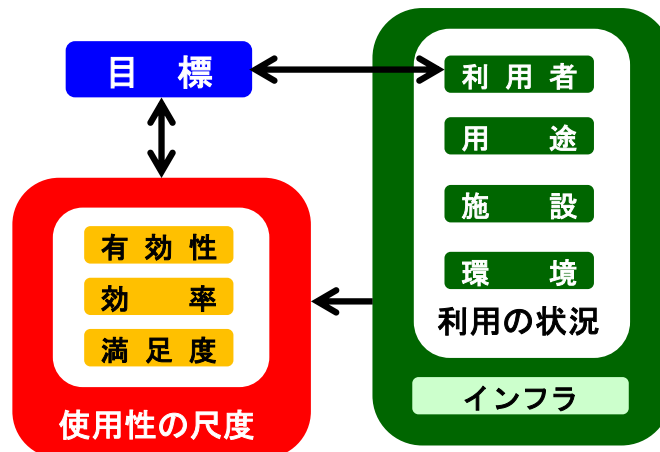
黒須ら<sup>4)</sup>は、製品を利用する際の「分かりにくさ」、「覚えにくさ」や「使いにくさ」などの認知的な問題が、ユーザビリティの概念を明確にする上での契機となったとしている。

現在、ユーザビリティの定義としては、ISO-93411（1198）が、世界的に標準なものである。この中では、ユーザビリティを「ある製品が、指定された利用者によって、指定された利用の状況下で、指定された目的を達成するために用いられる際の、有効さ、効率及び利用者の満足度の度合い」と定義しており、我が国では、JISZ8521として規定されている。

この中で定められているユーザビリティの枠組みを、図 3-1 に示す<sup>5)</sup>。この枠組みの中にあ

る指標には、次のような定義が与えられている。

- ・有効性 (effectiveness) : 利用者が、指定された目標を達成する上での正確さ及び完全さ。
- ・効率 (efficiency) : 利用者が、目標を達成する際に正確さと完全さに関連して費やした資源。
- ・満足度 (satisfaction) : 不快さのないこと、及び製品仕様に対しての肯定的な態度。
- ・利用の状況 (Context of use) : 製品が使用される物理的及び社会的環境。



資料：ユーザビリティに関する標準規格  
定義に用いられる用語の解説と関係性

図 3-1 ユーザビリティの枠組み

この定義には、ISO13407、ISO/TR 18529、ISO/PAS18152、ISO/EC25062 といった、ユーザビリティに関する様々な規格がある。

この中の ISO13407 は、ヒューマンセンタードデザイン（人間中心設計）に関するもので、インタラクティブシステム（ユーザーと製品との間に、双方向的対話型のやり取りが発生するコンピュータシステム）において、ユーザーにとって使いやすい製品を開発するのに必要な設計プロセスについて説明されている。

一般に用いられる、アクセシビリティは、高齢者や障害者を含めたできるだけ多くの人々が使えるかどうか、つまり「使えない」状態を「使える」状態にすることを目指している。それに対して本研究で掲げるユーザビリティは、ISO の定義からも確認できるように、使える状態になっているものにおいて、想定ユーザーが使いやすいかどうか、つまり「使いにくい」状態を「使いやすい」状態にすることを指すものである。

### 3-2-2 ユーザー中心設計について

Donald A. Norman<sup>6)</sup>は、利用者の認知的な側面を考慮したデザインの必要性について、利用者にとって理解可能であるばかりか誤解や誤動作を起こさないように、デザインすべきという

人間中心設計のアプローチを提唱し、ユーザビリティの概念を初めて明確化した。この中で、システムとユーザーとの認知的な相互関係（認知心理学）に注目した認知工学（cognitive engineering）を提唱し、よりよいデザインを実現させるための方向性として、ユーザー中心設計（user centered design）の必要性和重要性を指摘している。

一方、Jakob Nielsen<sup>7)</sup>は、ユーザビリティ工学（usability engineering）として、ユーザビリティのインタフェースは、次の5つのユーザビリティ特性からなる多角的な構成要素を持つとしている。

- ① 学習しやすさ：システムは、ユーザーがそれを使ってすぐ作業を始められるよう、簡単に学習できるようにしなければならない。
- ② 効率性：システムは、一度ユーザーがそれについて学習すれば、後は高い生産性を上げられるよう、効率的な使用を可能にすべきである。
- ③ 記憶しやすさ：システムは、不定期利用のユーザーがしばらく使わなくても、再び使うときに覚え直さなくて使えるよう、覚えやすくしなければならない。
- ④ エラー：システムはエラー発生率を低くし、ユーザーがシステム使用中にエラーを起こしにくく、もしエラーが発生しても簡単に回復できるようにしなければならない。また、致命的なエラーが起こってはいけない。
- ⑤ 主観的満足度：システムは、ユーザーが個人的に満足できるよう、また好きになるよう楽しく利用できるようにしなければならない。

また、Jakob Nielsen<sup>8)</sup>は、ユーザビリティを評価する方法である、ヒューリスティック評価法（heuristic evaluation）について提案している。同手法は、ユーザビリティの専門家がその経験と直感的洞察にもとづいて、インタフェースの問題点を抽出する方法であり、実ユーザーを使わずにユーザビリティ評価が行うものである。その中でも、ユーザビリティテスト（usability test）は、被験者が課題を実行する過程を観察して、被験者の行動や発話からユーザーインタフェース上の問題点を発見する評価手法であり、現在でも現場で多く利用されており、ユーザー中心設計をする上でのプロセスとして活かされている。

現在、ユーザー中心設計とは、ソフトウェアの設計思想の1つとなっており、Karen Holtzblattの「Contextual Design／文脈的質問」<sup>9)</sup>、Alan Cooperの「Goal-Directed design／目標主導型設計」<sup>10)</sup>や、Jakob Nielsenの「discount Usability／定量調査」<sup>11)</sup>は、ユーザー中心設計の手法を示している。

これらの方法には、骨格となる共通パターンがあり、図3-2に示すプロセスとなる。

ユーザー中心設計の第一歩は、ユーザー調査であり、ユーザーを観察しインタビューすることにより、ユーザーの具体的な利用状況を把握したうえで、潜在的なユーザーニーズまで探索する必要がある。

次には、それらのユーザーニーズを実現する方法を考える必要があり、設計チームのアイデアをいきなり実装するのではなく、まず簡単なプロトタイプを作成して、ユーザーにプロトタイプを使用してもらい、そのアイデアの有効性を評価する必要がある。その評価の結果で、ユーザーニーズを満たしていない個所が明らかになればプロトタイプを修正する。そして、改めてユーザーにプロトタイプを使ってもらい、改善案が有効であったかどうか評価する。その後も、評価と改善を繰り返しながら、少しずつ完成度を上げていくものである。

このようにユーザー中心設計は、ユーザーの行動を分析することはユーザー自身が分析と評価を行った結果であり、オールユーザーを参加させスパイラル方式により完成度を高めて行くことが重要である。

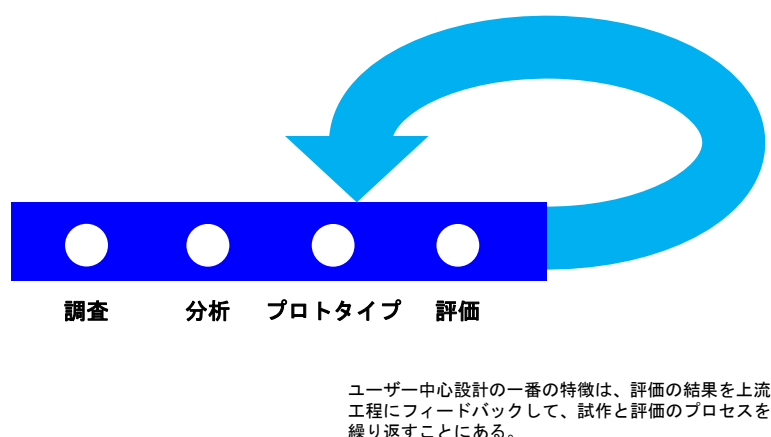


図 3-2 ユーザー中心設計のプロセス

### 3-2-3 長期的なユーザビリティについて

より現実に即したユーザビリティ評価をするために、Hornbaek<sup>12)</sup>が主張したのは、長期的に実環境で利用する視点に基づくユーザビリティ評価である。安藤ら<sup>13)</sup>は、利用時間の経過に伴ってユーザビリティに対する評価や認識が変化し、顧客満足度も変化することを長期的ユーザビリティ (LTU : long term usability) と定義して、この変化を含めた研究を行っている。Thomas<sup>14)</sup>は、長期的に利用する場合、一定期間が経過すればフォローアップ評価を行うべきであり、短期的な評価と長期的な評価は、重要な差異があることを指摘している。

社会資本として整備される道路・河川・港湾などの社会基盤整備は、財政法 4 条<sup>15)</sup>に基づいて建設国債が発行されて調達がされているものもあり、その償還期間は 60 年と規定され、構造物の耐用年数も 100 年程度と長期間であるため、ユーザビリティ評価は特に長期に渡って行う必要がある。

道路は建設されてから、利用者へ適切なサービスを提供するため、道路の維持管理にあたっては管理水準等を設定して、利用者ニーズの把握を行いながらコスト等を削減することが必要である。

道路特定財源や有料道路制度などの整備システムが導入されてから、約 60 年にわたり道路整備がなされてきたが、この間、道路利用はクルマ以外にも、歩行者や自転車、さらには新たなモビリティに多様化し、利用する手段や目的が時代とともに大きく変化している。今後、長期的なユーザビリティを評価・再評価を行いながら、次世代の利用者に引き渡すことが求められる。

また、高齢化など、時代とともに多様化する道路利用ニーズにあわせた、公平なモビリティ環境の実現が必要である。道路を賢く利用するため、人・自転車なども含めた道路の多様なユーザーの移動目的等を考慮した評価手法を構築して、ユーザビリティの視点を含めた適切な整備効果の把握が求められている。

道路計画へのフィードバックについては、市民や NPO 等を道路サービスの担い手として位置付け、多様な主体との積極的なパートナーシップによる道路サービスの実現を図ることで、長期的に利用者にとってよりよいユーザビリティを有した道路が実現できると考える。

### 3-3 社会基盤ユーザビリティ学について

#### 3-3-1 今後の道路整備について

国土交通省の社会資本整備審議会道路分科会では、欧米諸国が馬車交通の時代を経て 19 世紀後半から近代的な道路整備を進めてきたのとは対照的に、我が国の道路整備は、戦後の荒廃と国道さえ舗装されていない砂利道や泥道を克服する段階から本格的に始まったとしている<sup>16)</sup>。

現在の我が国における、本格的な人口減少、超高齢社会、厳しい財政制約、国際競争の激化に加え、地球環境問題や震災を契機としたエネルギー制約といった、これまでにない困難な直面を背景にした、今後の道路政策の転換の視点は、以下と考える。

- ① クルマ主役から、歩行者、自転車などクルマ以外の利用者も含めた「多様な利用者が安全・安心して共存」できる環境の整備。
- ② 利用状況やニーズを的確に把握した上で、適正な利用の徹底や使い方の工夫により、既存の道路を「賢く使う」視点の重視。
- ③ 沿道・地域・利用者等の新たなニーズや技術革新による乗り物の進化に対応した道路の有する機能の再評価、これまでにない価値の醸成・創出など「道路の進化」を考慮。
- ④ 激化する国際競争と本格的な人口減少社会等の到来を踏まえ、国土の強靱化に向けた道路の「ネットワーク機能」を重点的・効率的に強化。

これらの視点を基本としつつ、国民の生活や国家の経済活動を支え、災害時などの非常時にも機能する道路システムを形成するという今後の道路政策について以下に概説する。

現状、道路整備は、一定の量的ストックが形成されて一定の政策効果はあったが、交通事故や沿道環境などモータリゼーションに伴う各種政策課題にも対応が必要となり、増大する自動

車交通への対応を優先してきた反面、歩行者・自転車などの多様な利用を前提とした場合における使い勝手の悪さや、地域を形成する重要な空間として道路を見た場合の景観上・防災上などの課題が存在している。

また、量的不足の解消を目的として、これまでは道路を「つくる」ことに重点が置かれてきたため、完成した道路を有効に「使う」観点、つまりユーザビリティの視点が軽視されてきた面は否定できない。例えば、道路を効率的に「つくる」ための制度は種々導入されてきたが、できた道路を「賢く使う」ための制度については十分に議論されてきていない状況である。

道路を賢く使う観点からの多様な利用者ニーズの把握や、沿道・NPO等多様な主体との連携が不十分であったほか、道路管理者毎に整備・管理を行ってきた結果、ネットワークとしてのサービスレベルが不十分であった。また、用途を道路に限定していた道路特定財源制度のもとで、交通結節点の整備などの他の交通モードとの連携や沿道のまちづくりとの協調施策に取り組んでいくには、難しい面もあったのが事実である。

道路は、クルマのためだけのものではなく、特に都市部の一般道路ではクルマ以外にも、歩行者、自転車、新たなモビリティなど多様な利用者が通行しており、マイカーに過度に依存しない交通体系の構築や医・職・住の近接したまちづくりが求められる。つまり、歩行者、自転車等のクルマ以外の利用者も含めた、安全・安心して通行できる道路交通環境の整備が必要である。

これまでの道路政策は、増大する自動車交通への対応を優先したため、円滑化を主な目的とする幹線道路ネットワークの整備が必要であった。しかしながら、今後はクルマ以外の利用者も含め、多様な利用者が安全・安心して共存できる環境整備が必要不可欠である。

一定の道路ストックが形成された今日では、国民のニーズは「新たな道路の供給」から「今ここにある道路」の改善に移行している。供給するだけの Plan-Do 型ではなく、今後は、道路の利用状況や利用者ニーズを的確に把握した上で、道路整備の進め方について検討する、Check-Action 型の政策運営にシフトすることが求められている。

また、道路は、人や車両を安全・円滑・快適に通行させる交通機能と、都市の防災空間、緑化や景観形成等のための空間機能を有しているほか、地域のパブリックスペースとしても機能している。近年は、「スローな交通」の利用の増加、さらには、電気自動車（EV）、パーソナルモビリティなど道路を通行する乗り物や情報通信技術（ICT）の進展に対し、インフラ側でも、ユーザビリティの対応が迫られている。

さらには、我が国の交通安全の取り組みは、交通事故死者数・死傷者数の減少をみると着実に成果があがっているが、諸外国と比較して歩行中・自転車乗用中の交通事故死者や 65 歳以上の高齢者の割合が高くなっている。今後、本格化する超高齢社会に向け、多様な道路ユーザーを想定した整備とすることで、交通事故減少のための更なる効果的な取り組みを進めることができる。

また、道路は、高度経済成長期に集中的に整備されたため、道路橋をはじめとした道路構造物が今後急速に老朽化し、補修や更新の増加が想定されている。ライフサイクルコスト削減を目指した道路ストックの長寿命化など戦略的な道路管理を行い、これまで蓄積してきた道路ストックを守り、道路ユーザーが必要なサービスレベルを確保していくことが必要である。

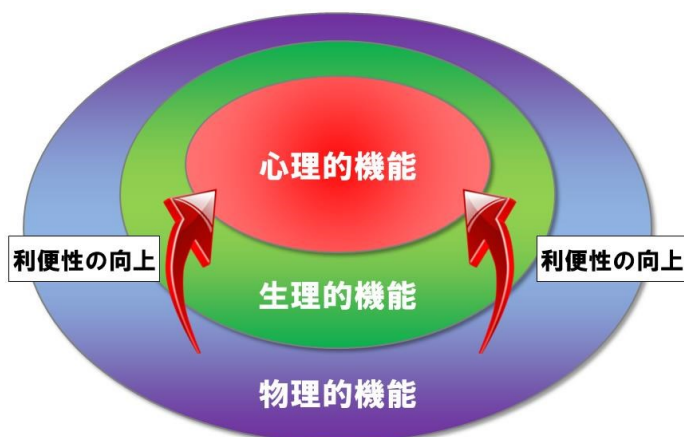
この他にも、低炭素・循環型社会の構築に向けた対応が求められる中で、低炭素型交通システムの導入や道路分野での再生可能エネルギーの利用といった求められる施策について、ユーザビリティを考慮しながら積極的に進める必要があると考える。

### 3-3-2 社会基盤へのユーザビリティの必要性

製品などのものをつくる時の設計デザインは、つくる前に、あらかじめつくられるべきものの姿を想定する思考がともなう。吉川<sup>17)</sup>は、設計デザインは、要求機能概念を実体の属性概念に写像することであるとしている。写像を時間的な前後関係を含む概念と考えれば、設計デザインは、時間の先取り行為といえる。解をあらかじめ想定しつつそれを実現していく思考という意味からは逆問題である。そのため、設計デザインには、常に試行錯誤が伴う。

製品化されるものは、設計デザインにより、様々な制約のもとで要求される機能を持たさなければならない<sup>18)</sup>。この機能は、以下の少なくとも3つのレベルが存在する（図3-3）。

- ① 物理的機能：ものが機能を発揮するための物理法則的条件に関する制約のレベル  
(使える、使えなくはない)
- ② 生理的機能：ものを使用する側である人間の生理的条件にもとづく制約のレベル  
(使いやすさ)
- ③ 心理的機能：ものを所持あるいは所有する人間の心理的条件にもとづく制約のレベル  
(満足感→使ってみたい)



これらのうちどのレベルの機能に重点を置くかによって、デザインの思考は大きく変わる。

図 3-3 要求機能の3つのレベル



また、Donald A. Norman<sup>19)</sup>は、「ユーザーの利便性という視点から見た、設計デザインのあるべき姿」を考察し、良い設計デザインの条件を以下の4つとしている。

- ① 可視性 : ユーザーが装置を前にしたら、やれることが目に見えて分かること。
- ② 良い概念モデル : ユーザーが頭に思い浮かべる操作イメージと実際の操作とが、なるべく一致するデザインであること。
- ③ 合理的な対応関係 : 操作手段とその結果の関係が、自然であること。
- ④ フィードバック : 機械を操作したら、操作したことがハッキリして、さらに操作した結果が好ましい結果であることも、ハッキリと分かること。

上記条件を全て満たせば、非常に重宝されるユーザビリティが高いものとなることが理解できる。

また、高齢社会への対応と視点から、ユニバーサルデザインを推進する上で欠かすことのできないのが、「ユーザビリティ」と「アクセシビリティ」である。両方とも、「使いやすさ」という尺度に位置付けられる概念である（図3-4）。

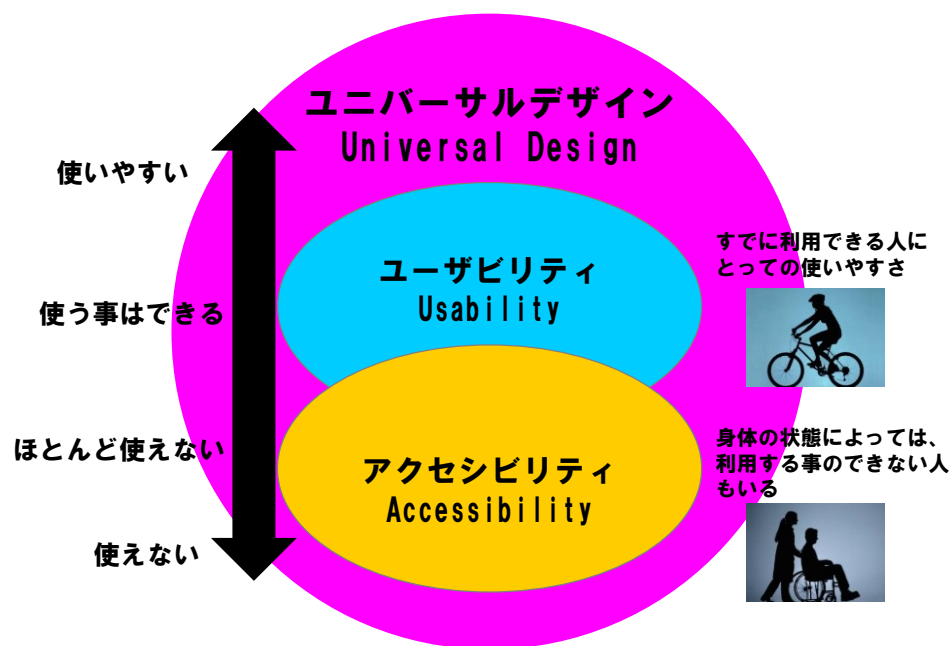


図 3-4 ユニバーサルデザインの中でのユーザビリティの位置づけ

ユニバーサルデザインの推進など、高齢者・障害者などの地域住民が安全で安心して利用できることが道路整備にも求められており、この中で利用者のユーザビリティを追求した計画策定が必要となってきた。社会基盤の整備により、安全・安心、経済や生活機会、空間の快適性、環境の持続性などの「市民生活の質 QOL(quality of life)」を維持・向上していくシナリオの策定が今後必要とされる。

利用者の視点に立った「ユーザビリティ」を重視して道路整備を推進するためには、社会基盤としての「ユーザビリティ学」を定義して実践していくことが必然的に要求されると考える。

### 3-4 道路計画におけるユーザビリティの必要性

#### 3-4-1 道路計画における現状の問題点

国土交通省は、平成 10 年に公表された「道路投資の評価に関する指針（案）」<sup>20)</sup>の中で、道路の計画や事業実施において、従来の費用便益分析方法を改善し、景観などに代表される非市場的な価値や地域開発への影響を加味することの重要性を示し、その評価手法案を示した。

その後、平成 15 年に示された「主要指標現況値算出マニュアル（案）」<sup>21)</sup>、より効果的、効率的かつ透明性の高い道路行政へと転換を図るため、道路行政に「成果主義」を採り入れた。事業の効果を反映する指標（アウトカム指標）による評価システムを導入し、アウトカム指標等の客観的なデータに基づいて計画を策定して行政運営を行うプロセスに転換している<sup>22)</sup>。

また、現在の事業評価方法<sup>23)</sup>は、事業着手前の新規事業採択時評価、事業中の 3 年後に再評価、事業完了後 5 年以内の事後評価を行っている<sup>24)25)26)</sup>。その内容を以下に示す。

##### ① 新規事業採択時評価の概要

新規事業採択時評価は、事業の効率性及びその実施過程の透明性の一層の向上を図るための評価であり、どの事業を実施するかを決定する前と、本格的に事業を始める前に、効率性と効果を確認し、事業実施の必要性を厳しくチェックするものである。

##### ② 再評価の概要

再評価は、事業の効率性及び透明性の一層の向上を図るため、事業採択後 3 年間未着工及び 5 年間継続中の事業等について実施し、事業の継続もしくは中止等の方針を決定するものである。

##### ③ 事後評価の概要

事後評価は、事業の効率性及び透明性の一層の向上を図るため、完了した事業について、その効果、環境影響など実績の確認を行い、必要に応じて適切な改善を検討するとともに、評価結果を同種事業の計画・調査等に反映すること、並びに事業の成果に対する説明責任を果たすことを目的としている。

さらに、平成 24 年度からは、新規事業採択時評価の前段階における国土交通省の独自の取組みとして、計画段階評価を実施している<sup>26)</sup>。新規事業採択時評価の評価項目の体系を、図 3-5 に示す。

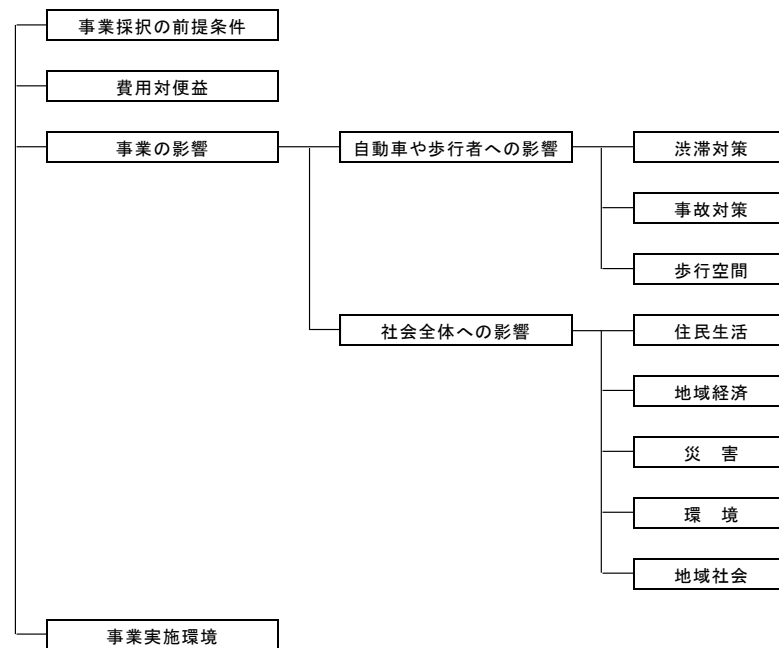


図 3-5 評価項目の体系

この図に示されている評価項目の体系の「事業への影響」のうち「自動車や歩行者への影響」として、あげられる評価内容は以下の通りである。

- ① 渋滞対策
  - ・ 渋滞損失時間の削減
  - ・ 主要渋滞ポイントの解消（旅行速度の向上）
  - ・ ボトルネックとなる踏切の解消
- ② 事故対策
  - ・ 安全性の向上（事故の減少）
- ③ 歩行空間
  - ・ バリアフリー化の促進
  - ・ 歩行者・自転車の安全性向上

さらに評価内容を詳細に見てみると、以下の内容であるが、事業の効果を反映する指標（アウトカム指標）による評価システムとなっており、道路利用者のユーザビリティの立場に立った評価指標ではないといえる。

- ① 円滑なモビリティの確保
  - ・ 現道等の年間渋滞損失時間（人・時間）及び削減率
  - ・ 現道等における混雑時旅行速度が、20km/h 未満である区間の旅行速度の改善が期待される。
  - ・ 現道又は並行区間等における踏切交通遮断量が、10,000 台時/日以上踏切道の除却もしくは交通改善が期待される。
  - ・ 現道等に、当該路線の整備により利便性の向上が期待できる、バス路線が存在する。
- ② 歩行者・自転車のための生活空間の形成

- ・自転車交通量が 500 台/日以上、自動車交通量が 1,000 台/12h 以上、歩行者交通量が 500 人/日以上全ての全てに該当する区間において、自転車利用空間を整備することにより、当該区間の歩行者・自転車の通行の快適・安全性の向上が期待できる。
- ・バリアフリー新法に基づく特定道路が、新たにバリアフリー化される。

### ③ 安全な生活環境の確保

- ・現道等に死傷事故率が 500 件/億台キロ以上である区間が存する場合において、交通量の減少、歩道の設置又は線形不良区間の解消等により、当該区間の安全性の向上が期待できる
- ・当該区間の自動車交通量が 1,000 台/12h 以上（当該区間が通学路である場合は 500 台/12h 以上）かつ歩行者交通量 100 人/日以上（当該区間が通学路である場合は学童、園児が 40 人/日以上）の場合、又は歩行者交通量 500 人/日以上の場合において、歩道が無い又は狭小な区間に歩道が設置される。

### ④ 安全で安心できるくらしの確保

- ・二次医療施設へのアクセス向上が見込まれる。
- ・三次医療施設へのアクセス向上が見込まれる。

その他の道路計画分野以外の土木分野についての近年のユーザビリティに関する研究・導入状況を概説する。

まず、災害時の情報提供に関するものとして、建設大臣官房技術調査課電気通信室ら<sup>27)</sup>は、新たにユーザビリティということで、「有効さ」・「効率」・「満足度」の観点から利用者の利便性の高さを測る指標を導入し、この視点で防災情報提供のあり方を提案している。

鈴木<sup>28)</sup>は、地震や豪雨等により災害が発生した際、最前線となって災害対応に当たる地方自治体の庁内情報共有を支援するため、地方自治体職員による入力評価実験を実施し、ユーザビリティ向上を確認するとともに、システムのユーザビリティ向上に対する各改善項目の相対比較について、AHP 手法を適用して分析している。

高齢者を対象にした交通結節点の施策検討としては、北島ら<sup>29)30)31)</sup>が高齢者を対象とした駅の案内表示のユーザビリティについて、プランニング・注意・作業記憶機能に着目し、これらの低下と駅における移動行動の関連を明らかにしている。また、都市計画の分野では、千葉<sup>32)33)</sup>が、WEB ツールとして都市計画マスタープラン策定のために、インターネットの利用を前提とした、計画策定および住民参加促進ツールとしてのネット利用のあり方をユーザビリティの視点を含めて研究している。

一方、Jennifer Mann<sup>34)</sup>らは、デンマークの観光客の周遊を促進するように設計されたウェブ・ベースの自転車ルート計画ツール (Cyclistic) について、そのソフトウェアの使いやすさをテストし、ユーザビリティの面からソフトウェアの使いやすさを向上させる付加的な機能の

研究を行なった。さらに、Transed 2004. Universal Transportation and Road Design<sup>35)</sup>では、高齢者や身体障害者を問わず利用できる公共的移動手段におけるユーザビリティの課題について指摘している。

また、ユーザビリティを応用したユーザー参加型の施設設計として、空港施設では、新千歳国際空港、東京国際空港、中部国際空港の取り組みがある<sup>36)</sup>。さらに、港湾関係では、国土交通省から「海のユニバーサルデザインを生かしたみなとまちづくりに向けて」の提言<sup>37)</sup>がなされており、建築設計は、ユーザビリティを向上させるための参加型を導入するのが必然となっている<sup>38)</sup>。

このように、情報、建築、まちづくり、公園などの計画については、ユーザビリティを向上させるために参加型の新しい計画プロセスが取り入れられているが、道路計画分野では、いまだ導入できていないといえる。

### 3-4-2 道路計画におけるユーザビリティの必要性

道路は、不特定多数の自動車、自転車、歩行者が利用しており、利用者として安全性、快適性、渋滞、交通事故などの様々な要求があり、今後、道路交通をどのような方向に導いて行くのか、利用者のユーザビリティの視点に立って評価を行うことが重要と考える。

道路計画におけるユーザビリティの評価は、事業が長期に渡るため、プラットフォームを構築して、実践して得られた評価結果を共有してフィードバックすることにより、そのプロセスを「インフラユーザビリティ学」として、次世代に引き継いでいくことが必要である。

「インフラユーザビリティ学」としてのプラットフォームの内容およびそれを構成していく上での課題を以下および図 3-6 に示す。

- ① 評価実施主体：行政・事業者・市民・大学・NPO など
- ② 評価時期：事業前、事業中、事業後
- ③ 調査方法：アンケート、ヒアリング、WEB 調査、現地計測調査、プローブデータ、心電図、アイマークカメラ、ITS などのビッグデータ
- ④ 評価方法：定性的評価、定量的評価
- ⑤ 評価項目：交通事故、渋滞、医療機関へのアクセス性、バリアフリー化、空港・港湾などへのアクセス性、災害時の影響、通勤・通学・物流・観光への影響、消防・救急活動
- ⑥ 評価指標：事故率、快適度、渋滞長、渋滞損失時間、旅行速度、加減速度など
- ⑦ その他：データの可視化の技術として、物理的把握方法として自転車の走行経路と通行量によるオーリーブ法、心理的把握方法として心電図計測により LP 面積比較方法、生理的把握方法としてアイマークカメラによる視認性確認等

- ・社会基盤の造り方から使い方へ
- ・長期的戦略のための議論と提案

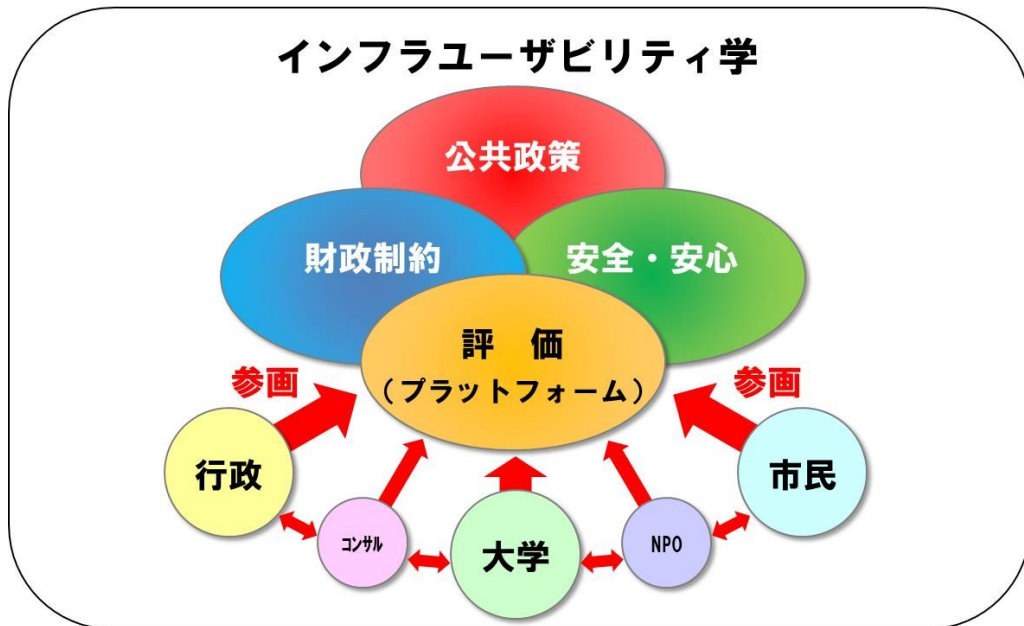


図 3-6 社会基盤ユーザビリティ学

なお、ユーザビリティの評価指標は、道路計画での評価要素としてあげられる、安全性、快適性、利便性、誘導性、認識性、景観性などについて、利用者ニーズをどのように重要視し、計画や維持管理にフィードバックするかを利用者満足度及びPDCAの観点から体系化したものである。このためには評価項目の「重要度」や「満足度」の把握を行うことも求められる。

直接的な道路計画の側面からではないが、まちづくり計画の中で、上記のようなユーザビリティ指標の研究が始められている。鹿島<sup>39)</sup>の事例では、このユーザビリティ指標を探るアンケート調査(図 3-7)が実施されている。

このアンケートは、駅前環境の優先順位(プライオリティ)を明示することで(例えば 歩行者>自転車>自動車)、利用者と都市・道路空間や環境の均衡を図りながら設計を行うために、ユーザビリティを明示的に考慮したものである。

利用者の満足度を高めるために必要な要素に関して、プライオリティ、コンパビリティ及びユーザビリティにおける重要度の兼ね合いを明確にするものであり、広義の道路計画におけるユーザビリティ評価の事例といえる。

<b>1. 移動容易性：徒歩や車いすによる移動がしやすいか</b>	
1-1	駅前広場の歩道路面の凹凸や段差が少ないこと
1-2	駅前広場の歩道の勾配がゆるく階段が少ないこと
1-3	放置自転車や路上駐車によって移動が阻害されないこと
1-4	人や車いすの往来に十分スペースがあること
1-5	駅表裏の接続がよいこと。
<b>2. 移動安全性：歩行者が安全に移動できるか</b>	
2-1	夜間でも安心して通行及び滞在できること
2-2	照明の明るさや設置数が十分であること
2-3	車に対する危険を感じないで通行及び滞在ができること
2-4	自転車との接触をきこせずに通行及び滞在ができること
2-5	人の混雑により通行及び滞在を妨げられることなく安全に移動できること
<b>3. 移動解除性：移動困難者を助けるための施設やサービス</b>	
3-1	手助けを頼むための連絡場所や手段があること
3-2	移動の支援をしてくれる駅員が待機していること
3-3	身障者用車両の停車帯が駅の近くに整備されていること
3-4	周りの人に気軽に助けを頼める雰囲気があること
3-5	電動車いすや電動スクーター等を借り入れることが可能であること
<b>4. 交通結節性：駅前広場を含む交通結節点がどれほど利用しやすいか</b>	
4-1	公共交通機関相互の乗り継ぎの際に迷わないこと
4-2	公共交通機関相互の乗り継ぎの移動距離や時間が短いこと
4-3	駅前広場や駅周辺にレンタサイクルやコミュニティサイクルが導入されていること。
4-4	パークアンドライドの設備があり、自転車と鉄道・バスとの乗り継ぎが円滑にできること
4-5	駅ビルや周辺施設相互の移動環境が整備されていること
<b>5. 情報提供性：歩行者が求めている情報を提供できているか</b>	
5-1	電車、バスやタクシーの乗り場の位置がわかる案内板・標示が設置されていること
5-2	駐車場や駐輪場の場所への案内板・標示が設置されていること
5-3	公共交通機関の運行状況が得られること
5-4	点字ブロック等の歩行者誘導の設備が整備されていること
5-5	音声による歩行者誘導の情報が得られること
<b>6. 空間の快適性：様々な利用者にとって駅前広場が快適に利用できるか</b>	
6-1	利用者が憩いやすくなる空間が売ること
6-2	休憩場所が一定間隔ごとにあり、疲れを感じないこと
6-3	ユニバーサルデザインが導入されていること
6-4	歩道の舗装の配色や歩き心地が良いこと
6-5	雨天時でも路面の状態が良く、歩きやすいこと
<b>7. 管理充足性：官・民により浮き前広場が適切に管理されているか</b>	
7-1	駅前広場全体または一部を管理する組織が存在していること
7-2	放置自転車を移動や撤去する管理人等がいること
7-3	放置自転車や違法駐車等の規制を促す案内板等が広場の各所に設置されていること
7-4	清掃等の美化活動が定期的に行われていること
7-5	緑地の整備が定期的に行われていること
<b>8. 賑わい創造性：まちの玄関として賑わいを生み出すことができているか</b>	
8-1	駅を中心にまちを活性化するための協議会があること
8-2	駅前広場がまちの玄関として整備されていること
8-3	交流空間としてのイベントスペースがあること
8-4	広場での定期的な催し物が開催されていること
8-5	駅周辺に商業施設が効果的に配置されていること

図 3-7 ユーザビリティの評価指標を設定するためのアンケート調査項目の事例

次章からは、先に述べたインフラユーザビリティ学の実践の1つとして、高松市内の中心部における自転車ネットワークの調査・検証、及び走行空間の安全性・快適性の評価、自転車の案内サインによる誘導方策、交通事故多発地点の事故対策、ITS 技術などを活用して可視化技術などの実施結果についての研究成果を記載する。

なお、本研究が注目するユーザビリティの要素は、図 3-8 の通りであり各章に対応している。

研究のテーマ名	指標	評価手法
① 自転車ネットワークの <b>利便性</b> 向上に向けた研究 (4章に該当)	利便性 交通量、移動経路、安全性、一貫性、直接性	アンケート調査 交通量調査 PT調査
② 快適な自転車走行空間の <b>快適性</b> 確保および案内誘導に関する研究 (5章に該当)	快適性 LP面積、着視・注視回数及び時間、視認距離	ホルター型心電図 アイマークカメラ
③ 交通事故多発箇所における <b>安全性</b> の確保と案内誘導対策による研究 (6章に該当)	安全性 事故件数、死傷者別事故件数、LP面積、着視・注視回数及び時間、視認距離、迷走割合	交通事故データ ホルター型心電図 アイマークカメラ ナンバープレート調査
④ ITS技術による <b>情報提供・利用性</b> の向上と道路ネットワークへの応用 (7章に該当)	情報提供・利用性 旅行速度、走行経路	民間プローブデータ

図 3-8 本研究が注目するユーザビリティの要素

### 3-5 まとめ

本章では、ユーザビリティの歴史について、コンピュータをはじめとする情報分野から振り返り、1990年代にISOやJISにおいてソフトウェアの品質が規定されたことで、企業においてユーザビリティの改善活動が始まり、他分野に展開された状況を概説した。

なお、人間中心設計を提唱しユーザビリティを提唱した Donald A Norman は、アップル・コンピュータ社のフェロー兼グループ副社長となっているが、その後年に発売した iPhone、iPad、Macintosh シリーズ、iPod といった製品のデザインと機能などは、ユーザビリティが高く反映された製品と認識できる。

ユーザビリティの定義は、この章で示したように、ISO や JIS で規定されており、特定のユーザーによる 4 つの指標、人間中心設計においては 5 つの指標が、ユーザビリティを具現化しているといえる。これを受けて、ユーザビリティの高い計画を実施する上で重要視すべきことは、評価の結果を上流工程にフィードバックして、試作と評価のプロセスを繰り返すことであり、ユーザー参加のプロセスが必要である。

また、社会基盤のユーザビリティを考えていく上で、整備される社会基盤は、使用期間が 100



年程度は耐用年数を有しており、特に長期的に評価してユーザビリティを次世代に継承しながら、フィードバックも含めて考えていくことが重要である。

一方で、道路整備は、主役の「クルマ」から歩行者や自転車なども含めた安全・安心の共存した社会基盤である必要があり、単なる「つくる」だけでなく利用者ニーズを把握して「賢く使う」ことが必要となってきたり、まさにユーザビリティが求められる。しかしながら、現状の道路整備事業は、事業前、事業中、事業後の3段階で事業評価を行うが、ユーザビリティに関する評価は行われていないといえる。内外の文献調査においても、道路計画におけるユーザビリティが実践された事例は確認できなかった。

今後の道路計画においては、ユーザビリティ評価が必要であり、評価実施主体、評価時期、調査方法、評価方法、評価項目、評価指標、データの可視化などについて、共通のプラットフォームを設けて、実践して得られた評価結果を共有してフィードバックすることにより、そのプロセスを「インフラユーザビリティ学」として、次世代に引き継いでいくことが必要である。

次章以降については、この提案に基づいて、高松市中心部における自転車施策のための調査方法や分析結果、高松市郊外における事故多発交差点での対策方法、ITS技術などを活用して可視化技術などのアプローチの方向性を提示して、国土交通省の施策として調査研究から工事施工及び整備効果の検証までの、一連の研究成果について述べるものである。

## 参考文献

- 1) Donald A. Norman, Stephen W. Draper : User centered system design : new perspectives on human-computer interaction New Perspectives on Human-Computer Interaction Series, Lawrence Erlbaum Associates, 1985
- 2) 独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター：組込みソフトウェア開発における品質向上の勧め [ユーザビリティ編] , 2006.5
- 3) 鱗原晴彦, 稲垣和芳, 辛島光彦, 平沢尚毅, 堀部保弘, 八木大彦, 山本敏雄：組込み業界のユーザビリティ活動実態調査、人間中心設計、第2巻、第1号、pp16-19) , 人間中心設計、第2巻、第1号、pp16-19) , 2006
- 4) 黒須 正明 【編著】：ユーザビリティテストイング (ユーザ中心のものづくりに向けて) , 共立出版, 2003
- 5) JIS Z8521(1999)/ISO 9241-11(1998) : 人間工学－視覚表示装置を用いるオフィス作業－使用性についての手引, 日本工業規格
- 6) Donald A. Norman : The Design of Everyday Things First, Doubleday/Currency Edition 1990
- 7) Jakob Nielsen: Why You Only Need to Test with 5 Users, Jakob Nielsen's Alertbox, March 19. 2000
- 8) Jakob Nielsen : 10 Usability Heuristics for User Interface Design, Jakob Nielsen's Alertbox, January 1.1995
- 9) Karen Holtzblatt : Contextual Design Defining Customer-Centered Systems, Morgan Kaufman, 1997
- 10) Alan Cooper : Alan Cooper and the Goal Directed Design Process, Gain AIGA Journal of Design for the Network Economy Volume 1, Number 2.2001
- 11) Jakob Nielsen:Discount Usability、Jakob Nielsen's Alertbox : September 14, 2009
- 12) Kasper Hornbaek:Current practice in measuring usability:Challenges to usability studies and research、International Journal of Human-Computer Studies, 64 (2), 79-102, 2006
- 13) 安藤昌也, 黒須正明, 高橋秀明：長期間にわたる視点でのユーザビリティ評価の重要性, ヒューマンインターフェース学会研究報告集, Vol.7, No.4, pp47-50, 2005
- 14) Thomas K. : Usability Engineering, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1993. 19. Jakob Nielsen, Iterative User-Interface Design, Computer, v.26 n.11, p.32-41, November 1993
- 15) 財政法：昭和22年3月31日法律第34号, 最終改正：平成14年12月13日法律第152

号

- 16) 国土交通省 道路局 企画課 道路経済調査室：道が変わる、道を変える～ひとを絆、賢く使い、そして新たな価値を紡出す～，社会資本整備審議会道路分科会建議中間とりまとめ，平成 24 年 6 月
- 17) 吉川弘之：一般設計学色々な設計に共通する思考（設計はどこまで形式的記述が可能か），東京大学工学部精密工学特別講義，2011 年 1 月 12 日
- 18) 野口尚孝：人工物創出におけるデザイン思考のプロセス，知識科学研究科 10 周年記念シンポジウム「知識科学の成果と展望－最初の 10 年から次の 10 年へー」，北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科，平成 20 年 3 月 2 日
- 19) Donald A. Norman（著）、野島久雄（訳）：誰のためのデザイン？認知科学者のデザイン原論，新曜社
- 20) 国土交通省道路局企画課道路経済調査室：道路投資の評価に関する指針（案），道路投資の評価に関する指針検討委員会編，平成 10 年 6 月
- 21) 国土交通省道路局企画課道路事業分析室：主要指標現況値算出マニュアル（案），平成 15 年度版
- 22) 国土交通省大臣官房総務課・技術調査課：国土交通省所管公共事業の事業評価実施要領の改定について，国土交通事務次官から各機関の長あて（平成 23 年 4 月 1 日付け）
- 23) 国土交通省都市・地域整備局街路課・道路局企画課分析評価室：道路事業・街路事業に係る新規事業採択時評価実施要領細目等の改定について，都市・地域整備局長及び道路局長平成から各機関の長あて（21 年 12 月 24 日付け）
- 24) 国土交通省都市・地域整備局街路課・道路局企画課分析評価室：道路事業・街路事業に係る再評価実施要領細目の改定について，都市・地域整備局長及び道路局長平成から各機関の長あて（22 年 4 月 1 日付け）
- 25) 国土交通省都市・地域整備局街路課・道路局企画課分析評価室：道路事業・街路事業に係る事後評価実施要領細目の改定について，都市・地域整備局長及び道路局長平成から各機関の長あて（22 年 4 月 1 日付け）
- 26) 国土交通省大臣官房技術調査課：国土交通省所管公共事業の計画段階評価実施要領，平成 24 年 12 月 14 日
- 27) 大臣官房技術調査課電気通信室、国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報研究官・情報基盤研究室、関東・中部・近畿地方整備局河川部電気通信調整官・電気通信課、独立行政法人土木研究所水工研究グループ水理水文チーム：災害時における情報提供手法に関する研究、平成 15 年度国土交通省技術研究発表会指定課題，平成 15 年 11 月
- 28) 鈴木猛康：災害対応を支援する情報システムのユーザビリティ向上とその評価，第 30 回土木学会地震工学研究発表会報告集，2009

- 29) 北島宗雄, 熊田孝恒, 小木元, 赤松幹之, 田平博嗣, 山崎博: 高齢者を対象とした駅の案内表示のユーザビリティ調査: 認知機能低下と駅内移動行動の関係の分析. 人間工学, 44, 3, 131-143, 2008
- 30) 山崎博, 北島宗雄, 熊田孝恒&小木元: 駅における高齢者のユーザビリティに関する研究 その2. ヒューマンインタフェースシンポジウム 691-694, 2005
- 31) 山崎博, 北島宗雄, 熊田孝恒&小木元: 駅における高齢者のユーザビリティに関する研究. ヒューマンインタフェースシンポジウム 371-374, 2004
- 32) 千葉忠弘: 都市計画マスタープラン策定のための住民参加促進型 WEB の試作 (その2), 釧路工業高等専門学校紀要 36, 43-48, 2002-12-00
- 33) 千葉忠弘: 都市計画マスタープラン策定のための住民参加促進型 WEB の試作, 釧路工業高等専門学校紀要 35, 31-34, 2001-12-14
- 34) Jennifer Mann, Victoria Tower, Brian Joseph: The Evaluation of Cyclistic a Bike Route Planning Tool for Tourists in Copenhagen, Worcester Polytechnic Institute, May 6, 2012
- 35) Transed 2004. Universal Transportation and Road Design: Strategies for Success, 10th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled People, 2004.5.23~26
- 36) 本建築学会公開研究会 (建築計画委員会, 計画基礎運営委員会, ユーザー・オリエンティド・デザイン小委員会): 「空港設計のプロセスから考える「ユーザー参加」型設計の成果と課題—新千歳国際空港、東京国際空港、中部国際空港の取り組みを通して—, 2013年8月29日
- 37) 港のユニバーサルデザイン研究会: ユニバーサルデザインを活かしたみなとまちづくりに向けて, 国土交通省港湾局開発課監修, 平成14年7月
- 38) 松田 雄二: ユニバーサルデザインを目指した参加型建築設計の試み, PI-Forum 4, 2009 Winter
- 39) 鹿島 翔: 鉄道駅を核とするまちづくりに向けた駅前広場の機能改善に関するアンケート調査: 大阪大学卒業研究

## 第4章 自転車ネットワーク利便性向上に向けた研究

### 4-1 はじめに

### 4-2 自転車ネットワーク計画に関する現状

#### 4-2-1 既往研究

#### 4-2-2 全国における検討状況

### 4-3 アンケート調査等をもとにした自転車交通流動の分析手法の研究

#### 4-3-1 自転車交通流動の分析手法の必要性

#### 4-3-2 既往研究のレビュー

#### 4-3-3 自転車走行経路の分析手法の構築と実証分析

#### 4-3-4 自転車走行環境整備による需要変化の評価手法

### 4-4 パーソントリップデータを活用した自転車交通量推計手法の研究

#### 4-4-1 自転車交通量を把握する推計手法の必要性

#### 4-4-2 既往研究のレビュー

#### 4-4-3 自転車交通量推計手法の構築

#### 4-4-4 構築した自転車交通量推計手法に関する考察

### 4-5 まとめ

## 第4章 自転車ネットワーク利便性向上に向けた研究

### 4-1 はじめに

近年、自転車は環境負荷の低い交通手段として注目されるとともに、健康志向の高まりを背景に自転車の利用が急速に広がっている。また、これまでの端末の補助的な交通手段から都市交通の重要な担い手へととして、自転車交通の位置付けが見直されている。こうした動きを受けて、我が国においても平成20年には全国98箇所の自転車通行環境整備のモデル地区が選定され、自転車走行環境整備が進められてきたが、モデル地区での整備についての評価・検証では、課題がある箇所ではなく幅員に余裕がある箇所での整備が多く、効率的な自転車ネットワークが形成されていないなどの問題があった。また、面的な利用環境の整備を目的として、自転車ネットワーク計画の検討も都市圏レベルで徐々に進められはじめてきている。このような中で、平成24年11月に「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン<sup>1)</sup>」が策定され、自転車走行空間の整備における標準的な考え方等が示された。ガイドラインでは、安全で快適な自転車通行空間を効果的・効率的に整備することを目的とした自転車ネットワーク計画の必要性・重要性が示されている。今後、自転車走行環境の効果的・効率的な整備をすすめるために最も重要となる自転車ネットワーク計画の策定において、以下のような課題が存在する。

#### 1) 課題1：【自転車交通流動の分析手法】

自転車ネットワークの計画時には、需要の集まりやすい路線として自転車が発集する施設間を結ぶものを候補路線として抽出する事例が多いが、実際に自転車は幹線道路から細街路まで多様な路線を通行し得るため、想定し得ない路線に自転車が多く走行しているケースも少なくない。自転車ネットワークが、安全性や一貫性、直接性を備えるには、エリア全体の自転車交通需要及び走行特性などを的確に把握する必要がある。

#### 2) 課題2：【自転車交通量の推定手法】

自転車走行環境の整備にあたっては、利用実態に応じた対象路線の選定や自転車走行空間の整備形態の選定に加えて、選択と集中による効率的な整備を実現する上での整備優先度評価も重要となる。この評価において、重要となる基礎データの一つに自転車交通量が挙げられる。自転車交通量を把握する方法としては、交通量調査や自転車利用経路のアンケート調査が一般的であるが、自動車交通に比べてトリップ当たりの走行距離が短く、かつ細街路を含めた複雑な動きとなることから、道路交通センサスの交通量では調査地点が不足し、細街路を含めた面的な把握ができない。よって、面的な自転車交通量の把握が必要となる。

こうした課題を踏まえ、自転車ネットワークの利便性向上に向けて、上記のそれぞれの課題に対して、以下の研究を実施した。

## 1) アンケート調査等をもとにした自転車交通流動の分析手法の研究（課題 1、課題 2 への対応）

自転車ネットワーク計画策定時に求められる道路網全体の自転車利用状況や、自転車の走行経路、経路選択特性を、アンケート調査等をもとにして、的確かつ簡便に収集・分析する手法（OLIVE 法）を構築した。また、本手法により香川県高松市の中心部をケーススタディとして実証的に自転車交通流動の分析を行い、収集・分析手法の研究を行った。

## 2) パーソントリップデータを活用した自転車交通量推計手法の研究（課題 2 への対応）

自転車交通量の把握のために、高松市中心部を検討対象地域として、国勢調査やパーソントリップデータ等の既往資料の活用により、現在及び将来の自転車交通量を効率的に推計する手法について研究した。さらに、本手法によって得られる交通量推計結果の有効活用方法についても考察した。

### 4-2 自転車ネットワーク計画に関する現状

#### 4-2-1 既往研究

ネットワーク計画の検討に関する既往研究としては、自転車の経路選択特性について調査・分析を行ったものや、計画に考慮すべき施設や路線の特性について考察を行ったもの、候補路線の抽出手法を開発したもの等が挙げられる。

自転車の経路選択特性について、山中ら<sup>2)</sup>の分析では、幹線道路（最短経路）を選択する等の傾向が示されている。佐藤ら<sup>3)</sup>も、岡山市中心部における自転車の走行経路調査の結果、自転車は概ね最短経路となる幹線道路を選択するが、幹線道路の状況によっては道を選択する動きも見られるなどの考察を行っている。また、Jennifero ら<sup>4)</sup>は、街路・細街路、自転車道を対象に自転車利用者の特性について、直線距離に対し 50%も迂回するようであれば手段として自転車が選択されないといった特徴を明らかにしている。一方、Dill<sup>5)</sup>は、自転車や歩行者の移動において望ましいネットワーク形状を考察した結果、必ずしも最短距離の経路が選択されている訳ではなく、信号のある交差点を自転車利用者は歩行者以上に敬遠していることを明らかにしている。

これらの分析では、自転車のいくつかの経路選択特性が明らかとなっているが、ネットワーク候補路線の検討についてのまとまった知見としての整理はされていない。

計画に考慮すべき施設や路線の特性として、諸田ら<sup>6)</sup>は、パーソントリップ調査や国政調査等の統計データの分析結果から、出発地から目的値までの直接利用に加え駅への端末利用にも留意すべきことを示している。また、大脇ら<sup>7)</sup>は、自転車が主に幹線道路を選択する特性を踏まえて、ネットワーク候補路線として以下の路線が重要であることを示している。

- ・ 幹線道路、旧街道等（連続性が確保されている路線として）を含む幹線道路
- ・ 学校や病院等の自転車が集中する施設周辺の路線
- ・ 自転車専用道

これらの知見は、自転車ネットワーク検討時に考慮すべき点であるが、各地域で検討を行う際には、実際の自転車の利用ニーズに基づくより具体的な特性についての整理が必要になると考えられる。

一方、上田ら<sup>8)</sup>は堺市を対象とした自転車ネットワークの検討において、道路状況や駐車場箇所数、自転車事故件数等の各種データを重み付けにより総合的に評価し整備需要の高い区間を抽出する手法を開発している。また、Klobucar<sup>9)</sup>も、交通量、規制速度、大型車混入率などの自動車交通状況や、交差点以外での車両の出入り状況、舗装の状況等を考慮したサービス水準指標や自転車レーンの有無や舗装された路肩、路肩駐車の状況等を考慮した自転車空間の共有可能性指標により、自転車走行空間の改良候補箇所の抽出する自転車ネットワーク診断ツールを開発している。

これらを用いることで客観的な候補路線の抽出が可能となるが、各路線の交通量等のデータをインプットとすることが前提となっており、主に利用される路線や、連続性を確保する上で重要な路線の特性については明らかにされていない。

#### 4-2-2 全国における検討状況

次に、全国における自転車ネットワーク検討における自転車利用実態の把握状況について整理を行った。全国における17の自転車ネットワーク計画策定事例のうち、計画に関する資料が公表されている12事例<sup>10)・22)</sup>について、ネットワーク対象路線検討時における自転車利用実態の把握状況を確認したところ、複数路線の断面交通量を把握しているのは6地域のみ、自転車走行経路まで把握しているのは静岡市、富山市、福山市、広島市の4地域のみである。これら以外の地域ではいずれも、自転車が集まる主要幹線道路を抽出する等の観点で検討しており、交通量での裏づけはされていない。

このような自転車の交通量や走行経路等の利用実態を把握するには、プローブパーソンデータを用いてモニターの走行データを取得する方法や、アンケート等により広範囲に走行経路データを取得する方法<sup>3)</sup>があるが、短期間で大量のデータを取得することが難しいことや調査費用が必要となることから、上記のように自治体において検討を進める上では負担になっていることが想定される。特に、今後検討が進められると考えられる小規模な自治体にとっては特に負担が大きくなるものと考えられる。

#### 4-3 アンケート調査等をもとにした自転車交通流動の分析手法の研究

##### 4-3-1 自転車交通流動の分析手法の必要性

近年の自転車利用の拡がりを受けて、わが国においても全国各地でネットワーク整備計画が検討され、走行環境整備が進められている。自転車ネットワークの検討時には、需要の集まりやすい路線として自転車が発集する施設間を結ぶものを候補路線として抽出する事例が多いが、自転



車は幹線道路から細街路まで多様な路線を通行し得るため、想定し得ない路線に自転車が集まる場合も少なくない。また、平成 24 年 11 月に発出された「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン<sup>21)</sup>」の中では、ネットワークに考慮すべき路線として「自転車が集まる施設を結ぶ主要路線」、「連続性を確保するために必要な路線」等が示されている。

自転車ネットワークの検討においては、一般的にネットワーク候補路線を抽出し、当該路線の安全性・走行性を診断し現状の空間の評価を行った上で整備手法や優先順位を決定するという手順がとられる。ここで、ネットワークのフレームを定めるネットワーク候補路線の抽出は、自転車の需要の多い路線に着目されることが多い<sup>23)</sup>。

自転車は小回りが利き、走行経路も幹線道路から細街路まで多様な路線を通行し得る。選択する経路も多様であり、商店街等歩行者優先の空間通過自転車交通が集中するなど、想定し得ない経路や望ましくない経路に過度に自転車が走行し、歩行者との錯綜を招いているケースも少なくない。また、利用者の視点を重視して持続可能な自転車交通を実現していくためには、ネットワークは安全性、一貫性、直接性、快適性、楽しさという 5 つの要件を備えるべきことを Tolley らは強調している<sup>24),25)</sup>。これらの要件のうち、とりわけ安全性および一貫性、直接性を確保するためには、図 4-1 に示すように自転車の走行特性を的確に把握し、ネットワーク上の問題点を抽出し改善していくことが必要である<sup>26)</sup>。

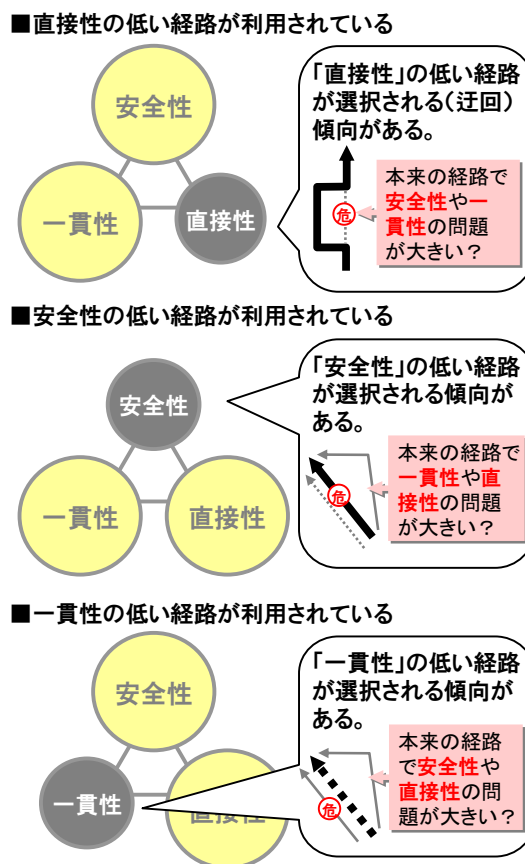


図 4-1 走行特性を踏まえた問題点の抽出イメージ

例えば、香川県高松市においても平成 20 年に「高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針<sup>18)</sup>」が策定され、利用の多い主要幹線道路等において自転車通行空間の整備が実施されてきたが、次の段階として自転車を利用する市民の視点で安全・快適な利用環境を確保することが望まれ、そのためにはネットワーク全体を考慮し、自転車の走行特性を踏まえた整備を行っていくことが課題となっている。

このように、ネットワーク候補路線の抽出や各路線の現状評価等の実務においては、全体における自転車交通の量および走行特性（質）を的確かつ効率的に把握することが求められるが、複雑な自転車の流動を量的・質的双方の観点から、リンク単位で簡易に把握できる手法は見当たらない。

そこで、自転車交通需要や走行特性ならびに需要変化等の自転車交通流動を的確に把握できる分析手法を研究する必要がある。

#### 4-3-2 既往研究のレビュー

自転車の交通需要特性の把握のためのアプローチは、自転車交通量および自転車走行特性の観点から分析が試みられている。

自転車交通量の把握については、佐藤ら<sup>3)</sup>は岡山市中心部を対象に、自転車の走行経路をアンケートの回答者に地図上に直接記入してもらうことで得られた走行経路情報を重ね合わせ、リンク毎の自転車の交通量を集計している。その結果、郊外部は幹線を通行し、都心部は多くの路線に分散していることを明らかにしている。

また、鎮山<sup>27)</sup>らは、同様に地図への記入により得られたデータを用いて、経路・リンク選択モデルを構築し、自転車利用者は直進の効用が高いことや、距離が短く歩道を設置しているリンクを選択する傾向があることを明らかにしている。Sener ら<sup>28)</sup>も経路選択モデルを構築しているが、Web アンケートにより走行経路情報を得ている点に特徴がある。

上記の分析では、それぞれ数百～千程度のサンプルを得た上で分析を行っており、容易に多サンプルのデータが取得できる面では優れている。しかしながら、取得したサンプル数がそのままデータに反映されるため、ネットワーク全体の交通量を直感的に把握しにくく、ネットワーク上におけるサービス水準との対比も難しい。また、自転車利用者の一般的な選択の傾向を明らかにしているものの、あるリンクを通る自転車はどこからどのリンクへ向かったのかといった自転車の一連のトリップの連続性が明らかではない。

自転車走行特性の観点では、藤井ら<sup>29)</sup>は松山市中心部を対象に、プローブパーソンデータを用いて自転車利用経路を把握している。この方法は自転車の走行経路を比較的正確に把握できるものの、被験者それぞれに専用機器を設置し、調査後に回収するなどの手間がかかることから、短期間で大量のデータを取得する面では課題がある。また、高層ビル等の近くでは、電波の受信障害により、走行経路が正確に記録されない場合が多いなどの課題もある。

経路選択の要因については、Jenniferoら<sup>4)</sup>は、街路・細街路、自転車道を対象に自転車利用者の経路選択特性を明らかにした上で、自転車交通量（トリップ）を推計し、評価している。そのなかで、直線距離に対する迂回率と自転車選択特性との関係を分析し、50%も迂回するようであれば自転車は選択されないといったような特徴を明らかにしている。

Dill<sup>5)</sup>は、自転車や歩行者の移動において望ましいネットワーク形状を考察している。具体的には、交差点密度、経過するノードの数等を考慮して歩行者の経路の直接性（迂回避状況）として指標化し、あるOD間で評価した。その結果、必ずしも最短距離の経路が選択されている訳ではなく、信号のある交差点を自転車利用者は歩行者以上に敬遠していることを明らかにしている。

Klobucar<sup>12)</sup>は、自転車空間のサービス水準や自転車空間共有可能性を評価する自転車ネットワーク診断ツールを開発し、適用している。診断ツールでは、交通量、規制速度、大型車混入率などの自動車交通状況や、交差点以外での車両の出入り状況、沿道の土地利用、舗装の状況等を考慮したサービス水準指標や、自転車レーンの有無や舗装された路肩、縁石の状況、路肩駐車状況等を考慮した自転車空間の共有可能性指標により、各リンクの距離を乗じて評価値を算出することにより、自転車走行空間の改良候補箇所の抽出を行っている。

以上のような走行特性の把握や問題箇所の抽出に関する研究は見られるものの、自転車の交通量および走行特性の双方を総合的に捉える手法についての既往研究は見られない。

### 4-3-3 自転車走行経路の分析手法の構築と実証分析

#### (1) 分析手法の構築

##### 1) 手法の構成

自転車は自動車と同様に様々な移動目的で利用されるが、誰でも気軽に乗れる長所があるが故に、選択する経路が多様となったり、また体力の差が経路の選択傾向に現れたりする可能性がある。従って、ネットワーク計画の立案にあたっては、対象とするエリア内における自転車の経路選択特性を把握しておくことも必要である。

本研究では、自転車ネットワーク全体の自転車交通需要特性を、量・質の双方から把握し、走行特性に照らしながらネットワークの問題点を抽出する手法を提案する。この方法は、利用者へのアンケート調査から得られる個々人の走行経路情報と断面交通量の実測値を統合することにより、対象エリアのネットワーク全体の自転車交通量を再現するとともに、任意の断面を通る自転車の走行特性を捉えるものがある（図4-2）。この方法は流体力学でいうラグランジュ的視点とオイラー的視点を備えたものであり、ネットワーク上の自転車の移動を俯瞰できることから、Obvious Line Of Vélo（OLIVE）法と名付ける。

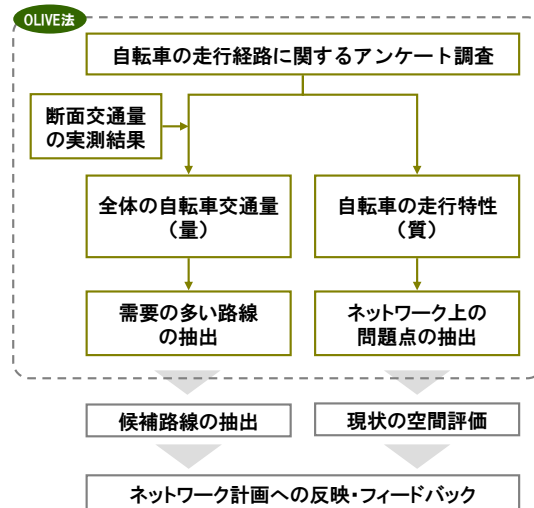


図 4-2 OLIVE 法の概要

## 2) リンク毎の自転車交通量の推計 — 量の把握 —

リンク毎の自転車交通量は、アンケートで取得した走行経路データを元に、主要断面で把握した自転車交通量を考慮して拡大することにより推計する。

具体的には、まず、従来の手法と同様にアンケートにより走行経路の分布状況を集計する。あわせて、複数の代表断面において、実際の自転車交通量を計測する。

次に、計測した複数の代表断面の自転車交通量データと、アンケートを集計した当該断面を通過するルート数が一致するように、アンケートによる走行経路データを、現在パターン法（フレーター法）を用いて（代表断面間の出入パターン毎に）拡大補正を行う。これにより、対象エリア全体の自転車交通量をリンク単位で推計し、需要が多い路線を把握するものである（図 4-3）。

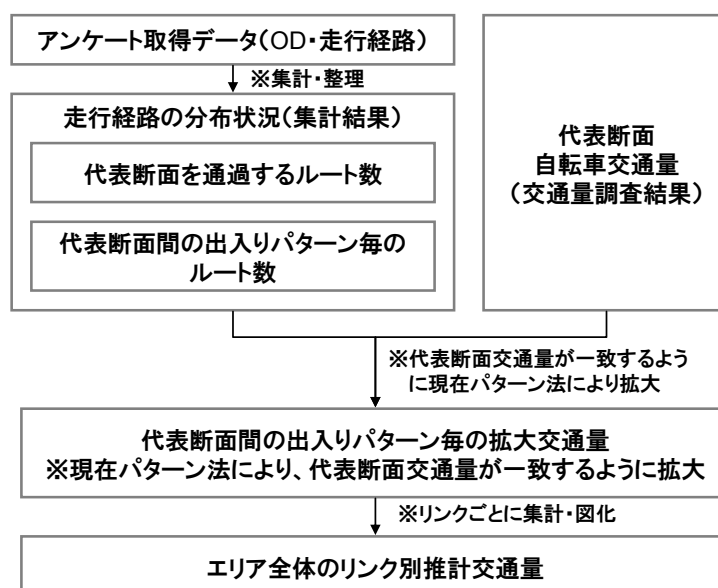


図 4-3 リンク毎の自転車交通需要の推計

### 3) 自転車走行特性の明確化 — 質の把握 —

自転車走行特性の明確化は、上記で用いた経路アンケート調査結果を用い、任意の断面を通行する自転車の走行経路の分布を抽出し、連続性や移動の OD などを明らかにするものである。

具体的には、自転車走行経路の特性を考察する任意の断面を選定し、全走行経路データの中から当該断面を通過する自転車のみ経路データを抽出する。それぞれの出発地から目的地までの走行経路を GIS により重ねて、地図上に図化する。

これにより、リンク毎の自転車交通量の推計では明らかとならない、特定の断面を通過する自転車トリップの出発地と目的地の分布状況、その走行経路として選択されている路線、また移動パターンが明確化する。前述の分析結果と併せて考察することにより、ネットワーク上の安全性、一貫性、直接性の観点から問題点を抽出することが可能となる（図 4-4）。

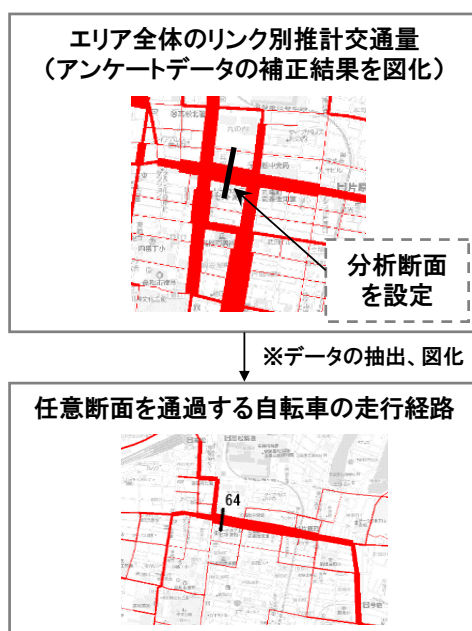


図 4-4 自転車交通特性分析のフロー

## (2) 高松中心部での OLIVE 法の実証分析

### 1) 分析対象地域の特徴

提案した手法の有効性を検証するとともに、高松市をケーススタディとして分析し自転車需要特性を把握し検証した。高松市は気候が温暖で晴天が多く、また地形も平坦で起伏が少なく、自転車利用に適した環境である。通勤通学時の自転車分担率は全国平均の 2 倍（H12 国勢調査）となっており、自転車利用が非常に多い都市である。

自転車利用環境の整備は計画的に進められており、平成 20 年に「高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針<sup>18)</sup>」が策定され、主に鉄道・海運との結節点である JR 高松駅と高松市を代表する観光地「栗林公園」を結ぶ、南北方向の主要幹線である「中央通り」や東西方向の主要幹線道路を中心に整備が展開されてきた。これまでに自転車利用環境整備が実施された箇所につ

いては、整備の認知度や走行性の改善状況に対して概ね高い評価が得られている。

しかしながら、「中央通り」と並行する、全長 2.7km にも及ぶアーケード街への自転車の集中や、中央通りの複数の交差点で自転車が平面横断できないなどの問題があり、自転車がより安全でスムーズに走行できるためのネットワーク整備が望まれている。



図 4-5 高松市の自転車ネットワーク整備方針と整備状況

## 2) 分析対象データの収集

高松市中心部における自転車交通の状況や経路選択の特性を把握するため、高松市中心部での自転車利用者を対象に、走行経路等を尋ねるアンケートを実施した。アンケートで把握した項目は、表 4.1 で示すような、自転車を利用した移動のトリップ特性や選択経路、現在のネットワークにおけるサービス水準を尋ねた。

表 4.1 アンケート調査項目

分類	主な質問項目
個人属性	・年代・性別
トリップ特性	・移動目的 ・出発地、経由地、目的地
経路選択特性	・走行経路 (詳細な地図上に直接記入) ・走行経路選択理由
サービス水準	・自転車利用目的 ・走行しにくい箇所、危険箇所 ・既整備箇所の評価

また、自転車は通勤・通学や平日や休日の私用等、様々な目的で利用され、また目的によってトリップ特性や経路選択特性が異なる可能性が考えられることを踏まえ、表 4.2 に示す方法で実施した。通学目的で実施したアンケートは、自転車ネットワーク検討対象範囲に含まれるすべての高校に対し実施した。また、街頭ヒアリング調査は、ネットワーク検討対象範囲を5つのブロックに分け、各ブロックの利用者より回答を得た。なお、街頭ヒアリング調査で通勤・通学目的として得られた回答は、集計の段階において、それぞれ通勤目的・通学目的の調査のサンプルとして取り扱い集計した。

調査の結果、事業所従業員 107 票、高校の生徒 717 票、ヒアリング 595 票（平日 300 票、休日 295 票）の回答が得られた。

表 4.2 調査対象と調査方法

調査対象	調査方法	備考
通勤目的	市内中心部の事業所従業員へのアンケート調査（郵送回収）	—
通学目的	市内中心部の高校の生徒へのアンケート調査（学校を通じ回収）	—
私事・買物等	市内5箇所での街頭ヒアリング調査	平日・休日で各1日実施

加えて、実際の交通量により通勤・通学ラッシュ時の自転車交通需要のリンク毎の推計（アンケートデータの補正）を行うため、中心部へ流入する幹線道路の各断面、15箇所（図 4-7）において自転車交通量調査を実施した。交通量調査は、平日の通勤・通学時間帯（7:00～9:00の2時間）において実施した。



図 4-7 OLIVE 法における実測調査の実施断面

### 3) 自転車交通需要のリンク毎の推計

図 4-2 に示した考え方を基本として、まず、通学を対象としたアンケートによる走行経路データと通勤・通学時間帯の代表断面交通量調査結果から、通勤における代表断面自転車交通量を推計した。これを用いて通勤を対象としたアンケートによる走行経路データの拡大補正を行い、朝ラッシュ時の対象エリア全体の自転車交通量をリンク単位で推計した。具体的な手順を以下に示す。

まず、高校生を対象としたアンケート取得データ（通学）（図-8①）について、各校の自転車通学者数（②）を用いて、リンク別推計交通量（通学）（③）に換算した。

これに対し、中心部 15 断面において通勤・通学時間帯（7:00-9:00）に実施した調査による実測交通量（④）のうち、高校生による通学以外を事業所等への通勤目的と仮定し、15 断面の交通量調査結果から、通学におけるリンク別推計交通量（15 断面を通過するルート数）（③）を除くことで、通勤における 15 断面推計交通量（⑤）を算出した。

次に、事業所を対象としたアンケート取得データ（⑥）のうち 15 断面を通過するルート数（⑥ a）が、15 断面推計交通量（⑤）と一致するように、15 断面間の出入りパターン毎のルート数（⑥ b）を現在パターン法（フレーター法）により拡大補正した。この通勤における 15 断面間の出入りパターン毎の拡大交通量（⑦）を集計し、エリア全体のリンク別推計交通量（通勤）（⑧）を算出した。



その結果と、上記の通学における算出結果（③）を合計し、エリア全体のリンク別推計交通量（通勤・通学）（⑨）を推計した。

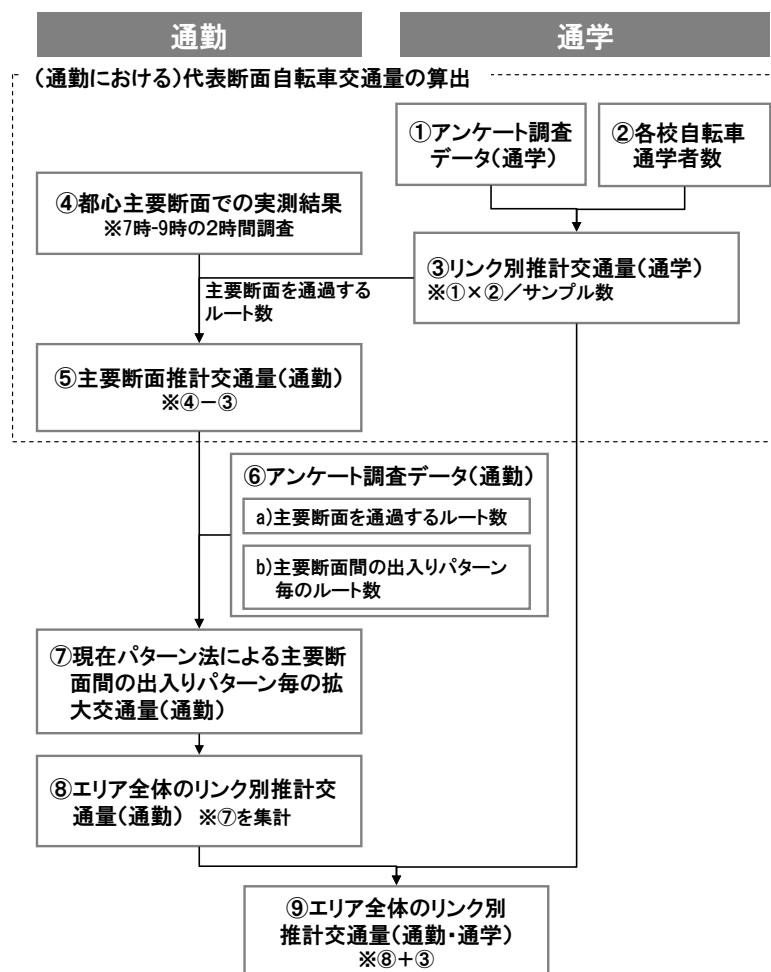


図 4-8 通勤・通学のリンク別自転車交通量の算出手順

まず、アンケート調査によるリンク別交通量（生値）を図 4-9 に示す。事業所と高校の回答サンプル数の違い、事業所間や高校間の回答数のばらつきにより、交通量に隔たりが発生していると考えられ、このような単純合計値により、交通需要を把握することは適切ではないと考えられる。

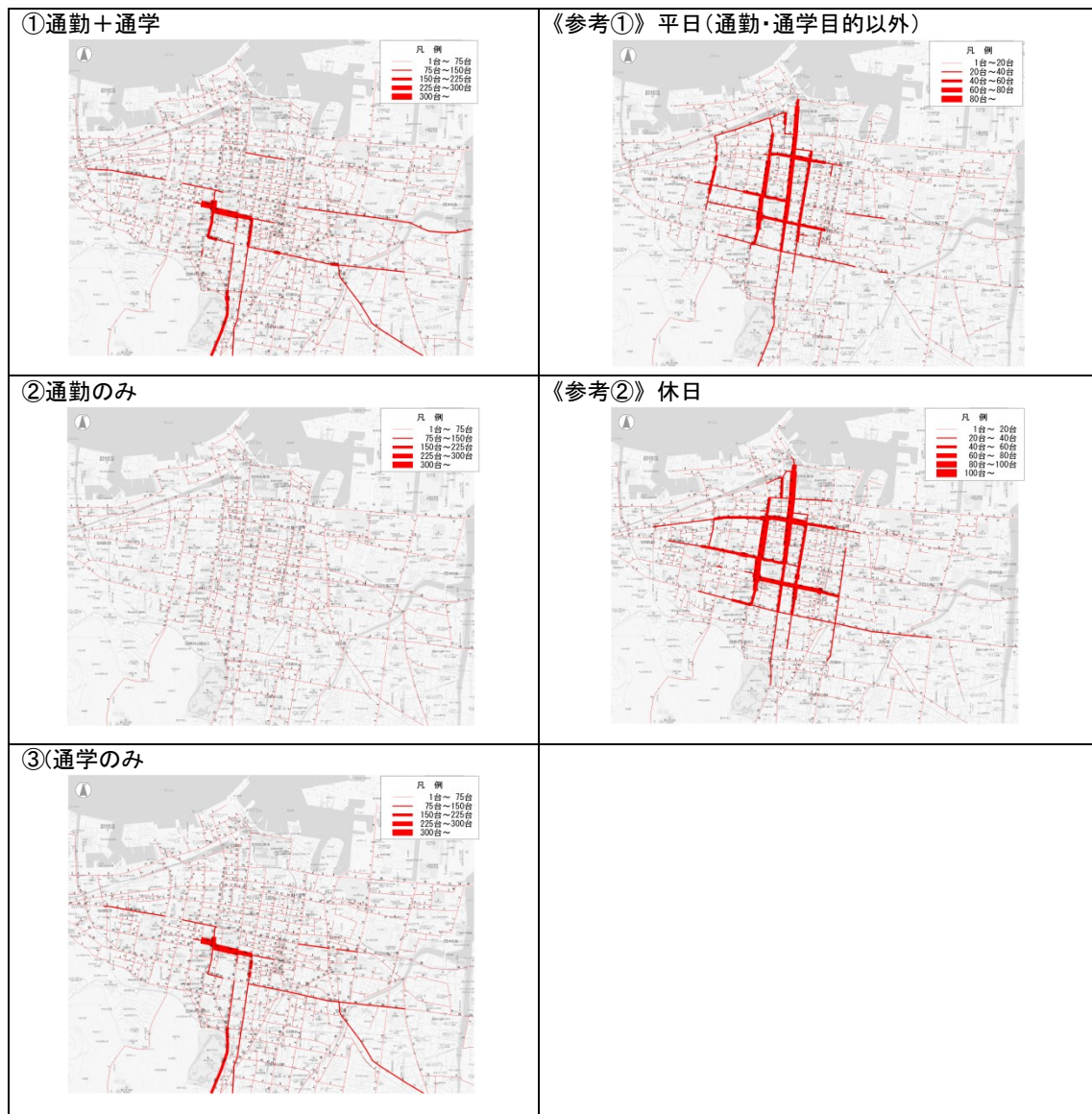


図 4-9 アンケート調査によるリンク別交通量（生値）

次に、これに対して図 4-8 の方法で、実測結果を用いてリンク毎の交通量を推計した結果を図 4-10 に示す。これにより、通勤・通学時間帯における実数ベースで合算したリンク毎の自転車交通量を明示でき、面的な自転車交通需要や需要の特性を把握することが可能となる。

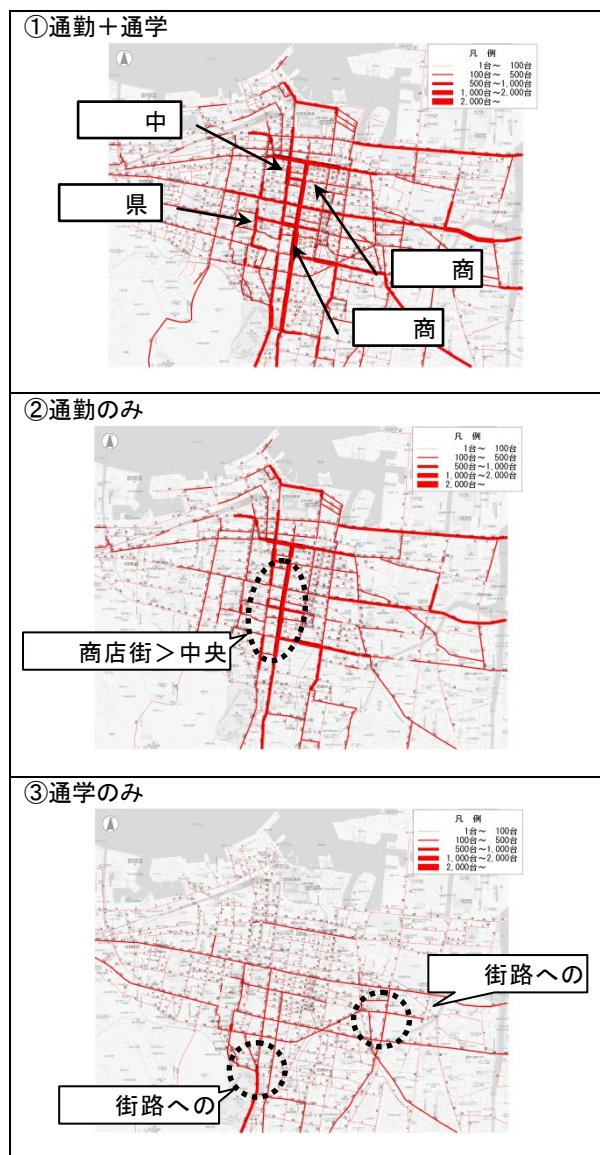


図 4-10 リンク別交通量の推計結果

走行経路は主に南北・東西方向の幹線に集中しており、中心部では幹線以外の路線にも広く集中している。一方、目的別に見ると、幹線等への集中状況の傾向が異なる。通勤目的では、南北方向の幹線となる「中央通り」には、北方向で自転車の量が多くなっているものの、南側に進むと低下し、幹線である中央通りより、「商店街（アーケード）」のほうが相対的に多くなっている。また、通学では特に目的地となる学校周辺において、幹線道路以外の街路への進入が多く見られる。一方、平日（通勤・通学目的以外）や休日については、中央通りの自転車の量は、通勤目的で見られたような北側・南側の格差はあまり見られない。

なお、主要路線の 15 断面の自転車交通量に対して高校生の占める割合が約 15%となった。これに対し、統計データにより推計される高松市中心部の自転車利用者における高校生の割合は約 22%となる。

統計データに比べ、推計した 15 断面における高校生の割合が少し低いのが、図 4-10 に示したと

おり、通学では主要幹線以外の細街路を利用しやすい傾向があることや、15断面の内側のエリアに位置しない学校も存在していることを踏まえると、比較的信頼性は高いと考えられる。

表 4.3 高松市中心部の自転車利用者における高校生の割合（通勤・通学時）

項目	算出結果
15断面の高校生割合	通学の15断面合計交通量（推計値） ／15断面合計交通量（実測） =1,220台／7,955台=15.3%
統計データによる高校生の割合	①自転車通学者数（H22） ／{②高松市中心部の従業者数（H17）×③通勤・通学時自転車利用割合（H12）+自転車通学者数（H22）} =3,172人／（40,054人×28%+3,172人）=22% ※①は各校へのヒアリング結果 ※②はH17国勢調査データから中心部について集計 ※③はH12国勢調査データ

#### 4) 自転車走行経路の選択特性の分析

##### a) 平面交差ができない交差点の影響

図 4-10 に示した図では、南北方向や東西方向の幹線に比較的自転車が一定数集中しており、迂回をするような傾向が明確には見られないが、南部では幹線である「中央通り」の量が少なく、並行する商店街（アーケード）が相対的に多くなっていた。この原因として考えられることとして、中央通りに自転車が平面交差できず、地下道を通過する必要がある交差点があるためと考えられる。地下道の通過は自転車を下車した上で垂直方向の移動を伴うため、自転車利用者は体力的・心理的な要因から避ける可能性がある。

上記の要因による経路選択特性への影響を把握するため、「中央通り」を南側から流入する自転車の流動を分析した。「中央通り」を通行し、地下道による交差が必要となる「中新町交差点」の南部を通勤目的で通行する自転車の流動を図 4-11 に示す。南方向から中新町交差点まで「中央通り」を通過していた自転車は、中新町交差点で右折または左折し、「中央通り」と並行する「県庁通り」や「商店街」へ向かう自転車が多く存在している状況が確認できる。

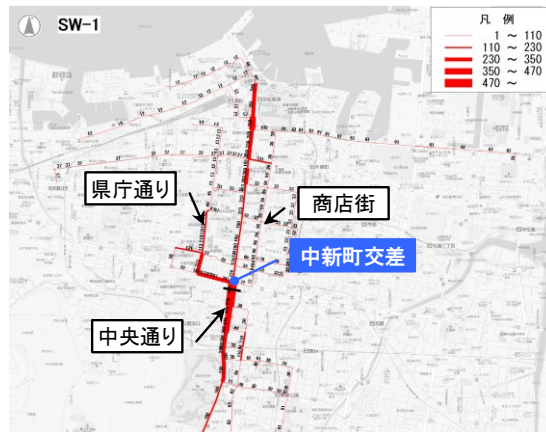


図 4-11 中央通り中新町交差点南側からの流動状況（通勤）

また、「中央通り」では「番町交差点」も自転車は平面交差ができず、地下道を通過する必要がある。「番町交差点」の構造の影響を把握するため、「番町交差点」の東側に位置する「塩屋町交差点」の西側を通勤目的で通行する自転車の流動を分析した結果を図 4-12 に示す。右左折の回数が増加するものの、「番町交差点」を避けて、商店街や菊池寛通りへ流入している自転車が多く存在している状況が確認できる。

これらのことから、地下道の存在により「中央通り」の一貫性が低下し、直接性の低い迂回路を選択しているという問題点が存在しているものと考えられる。

なお、上記の傾向は、通勤・通学目的で顕著に見られ、平日（通勤・通学以外）や休日についてはこの傾向が小さかった。日常的に自転車を利用している移動では、時間的な制約や体力面での要因を繰り返し受けることから、感度が高くなっているものと推測される。

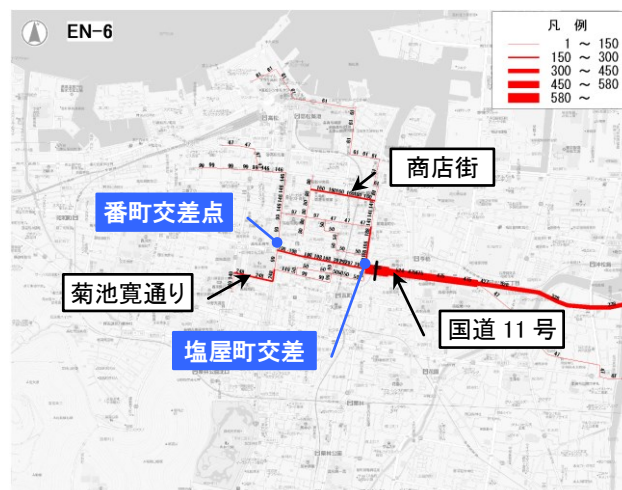


図 4-12 塩屋町交差点東側からの流動状況（通勤）

#### b) 商店街（アーケード）を通過する自転車の特性

前項の分析結果より、幹線での交差に障壁があることにより、並行する商店街（以下、アーケ

ード)に回避する傾向が明らかとなった。しかしながら、アーケードは歩行者も多数通行しており、自転車の過度な集中は歩行者と自転車の錯綜により安全性が低下する恐れがある。

そこで、アーケードを通過する自転車の特性を把握するため、アーケード区間の断面を通過する自転車の流動を分析した。その集計結果を図4-13に示す。

アーケードを通過する自転車の量は、設定した断面の前後でも大きな変化は見られない。すなわち、アーケード区間を目的地近くまで直線的・連続的に走行しており、他の経路と比較して安全性・一貫性・直接性等の走行性が高い経路として、本来幹線が果たすべき機能を果たしていると考えられる。

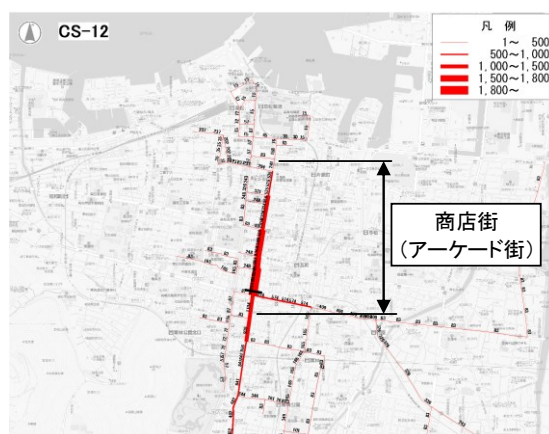


図4-13 商店街南部から中心部への流動状況(通勤)

c) 整備水準の低い短絡路線を通過する自転車の移動特性

自転車利用者の走行経路の選定要因は、距離の近さや時間の早さの優先度が高い(図4-14)。高松市の道路ネットワークは格子状となっており、東西・南北方向の幹線道路の自転車・歩行者通行空間は比較的整備されている。斜め方向に短絡する路線は十分な自転車走行空間を有していない路線も少なくないにもかかわらず、自転車が集中するケースも見られる(図4-15)。

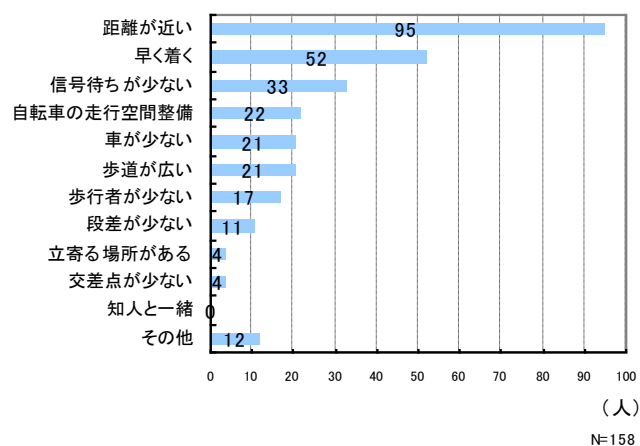


図4-14 走行経路選択理由(通学)

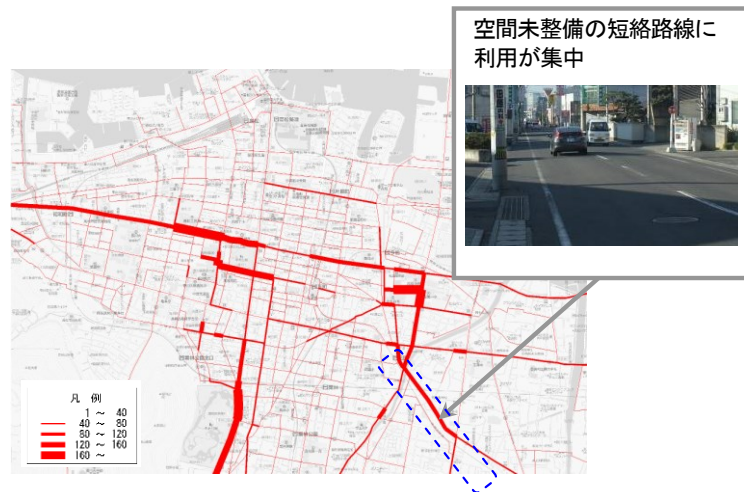


図 4-15 回答のあった走行経路の集計結果（通学）

図 4-15 に示す集計結果より、短絡路線を通過する自転車は、回答の量より推測すると、北方向へ連続しているようにも見える。そこで、短絡路線を通過する自転車の流動を把握するために図 4-16 に示す集計をしたところ、多くの利用は東西方向へと連続しており、東南方向へ直行できるこの短絡路線が最短経路として利用されているものと推測される。

このように、比較的 안전한自転車走行空間を有する周辺のネットワークが需要に対する直接性に欠けていることから、安全性の低い短絡路線が利用されているという問題点が存在しているものと考えられる。

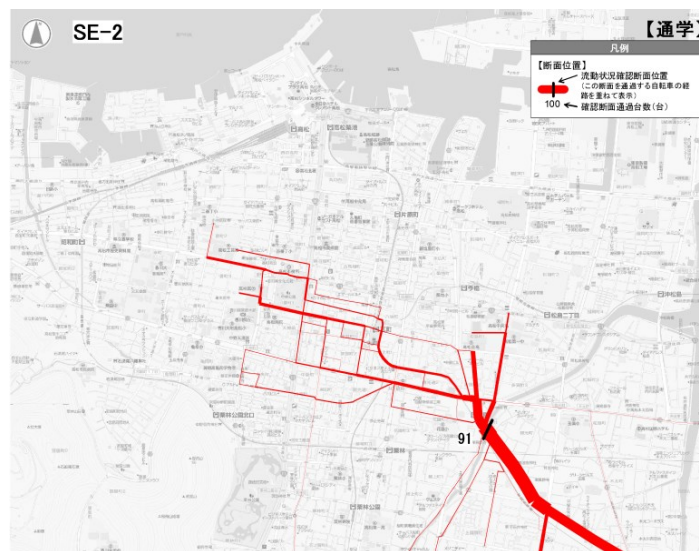


図 4-16 商店街南部から中心部への流動状況（通学）

### (3) 分析手法の評価

自転車ネットワーク検討に求められる「自転車交通量の面的な推計」と「自転車の経路選択状況」を的確かつ簡便に把握し、自転車走行特性に照らしてネットワーク上の問題点を抽出する

OLIVE 法を用い、高松市中心部をスタディエリアとして適用を行なった。

具体的には、アンケートで地図に直接記入してもらうことにより得られた走行経路情報を、実際の交通量調査結果を用いて、エリア全体の自転車交通需要をリンク毎に推計し明らかにするとともに、任意の断面を通過する移動を GIS により抽出・集計し図化することで、自転車の経路選択状況の分析を実施した。

その結果、従来の方法では把握できなかった、ネットワーク全体の自転車交通流動を面的に把握することができ、郊外から中心部へは主要幹線道路が主に利用される一方、中心部では街路を含めた各路線の利用が多くなること、国道 11 号以南では「中央通り」に比べて「商店街」の利用が相対的に多くなることなど、需要が集まる路線の特性を把握することができた。

また、OLIVE 法の適用、すなわち任意の断面からの経路選択状況の分析により、高松市中心部の自転車ネットワークの大きな課題として、交差点部の走行空間の改善の必要性が示された。中央通りでは交差点で地下道走行を余儀なくされるために一貫性が低下しており、直接性の低い迂回路が選択されている傾向や、「商店街」が他の経路と比較して安全性・一貫性・直接性等の走行性が高い経路として本来幹線が果たすべき機能を担っていること、需要に対するネットワークの直接性が欠けていることから、安全性の低い短絡路線が利用されている箇所が存在しているという問題点を抽出することができた。

自転車は手軽な乗り物であり、走行上の自由度が高いことから、ともすれば無秩序な移動を取りがちとなる。安全で円滑な自転車利用環境の実現に向けて、利用者のマナー向上も重要であるが、上記のようなエリア全体の自転車利用状況や経路選択状況を踏まえた上で候補路線の抽出や現状空間の評価などの検討を実施し、ネットワーク計画を策定、実行していくことも重要である。このような観点では、本研究で構築した自転車の流動特性を比較的簡易に俯瞰できる手法は実用性も高く、実現可能性の高いネットワーク計画の策定に活用できるものと考えられる。

#### 4-3-4 自転車走行環境整備による需要変化の評価手法

##### (1) 高松市での自転車走行空間整備状況と研究の背景

高松市では 2008 年に「高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針<sup>18)</sup>」が策定され、これに基づいた計画的な整備が行われている。近年では、“中央通り”の歩道を歩行者用空間と自転車用空間に構造的に分離（2008 年に整備）したり、東西方向の“市道五番町西宝線”の自動車走行車線を自転車専用車線に置き換える（2011 年に整備）等の整備を中心に進められてきた。いずれも利用者から良い評価を得るなど、自転車ネットワークの骨格は形成されつつあるが、整備路線同士の未接続や地下道の存在により十分とは言えない状況が続いている。

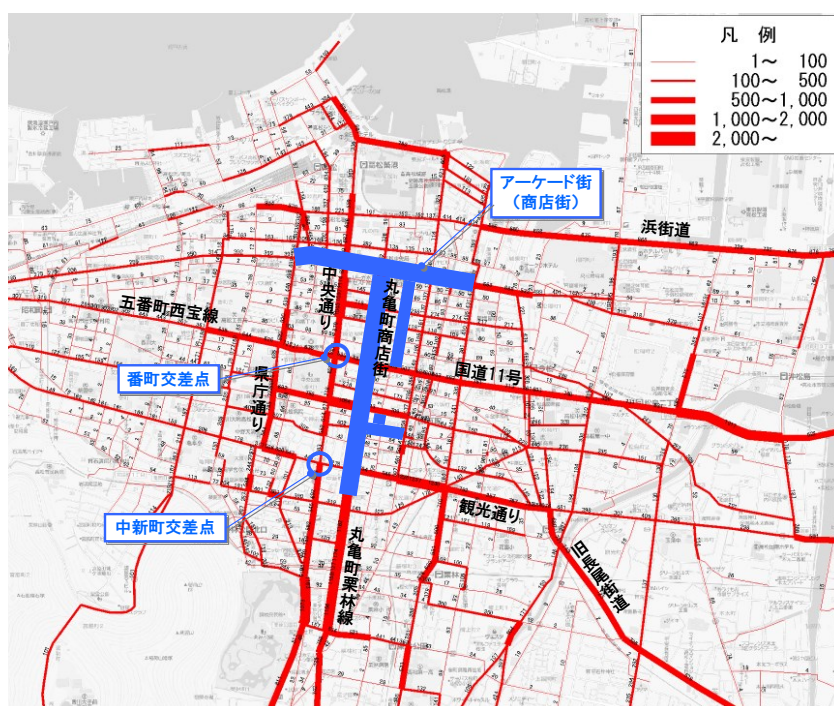
2010 年に実施したアンケート調査で取得した走行経路データと複数の箇所における自転車交通量観測結果から、高松市中心部の自転車利用状況を把握し、分析を実施している。

図 4-17 は上記により把握した中心部全体の自転車リンク交通量である。これを見ると、浜街道、



国道 11 号、観光通り、丸亀町栗林線・丸亀町商店街、中央通り等の東側や南側からの幹線道路に利用が集まっている。また、自転車が集まる中心部ではこれらの幹線以外の路地等でも交通量が多くなっている。

最も利用が多いのは“丸亀町商店街”である。一方、平行する幹線道路である“中央通り”は中新町交差点以北で利用が減少している。これは、“丸亀町商店街”が広幅員のアーケードで走行性が高く風雨を避けられること、中央通りの“中新町交差点”、“番町交差点”を横断するには地下道を通行する必要があることから、丸亀商店街に自転車が集まっているものと考えられる。また同様に、東西方向のアーケード街にも自転車が多く集まっている。



< 中新町交差点 >



< 番町交差点 >



図 4-17 高松市中心部の自転車利用環境整備状況

このような状況から、自転車走行環境が整備されたにも関わらず、丸亀町商店街への自転車の集中は緩和されず、歩行者と自転車の錯綜がたびたび発生したり、商店街への集客が阻害される等の問題が解消されなかった。そのため、2012年4月より丸亀町商店街への自転車の乗り入れが禁止されることとなった（図 4-18）。これは当初は 2 ヶ月間の社会実験として実施されたが、歩行者や商店街関係者より好評を得たため、2012年6月より継続的に実施されている。

この丸亀町商店街への自転車の乗り入れ禁止により、高松中心部の自転車流動が大きく変化しているものと推測される。

そこで、今後、自転車走行環境の整備や社会状況の変化による需要変化を的確に評価しネットワークとしての対応を検討することが不可欠となってくることから、需要変化の評価に必要な知

見を整理するため、高松市の自転車経路データを用いて経路選択モデルを構築するとともに、施策実施時の実測値で検証を行った。



図 4-18 丸亀町商店街自転車乗り入れ禁止の実施状況

## (2) 経路選択モデルの構築

### 1) モデルの考え方

自転車ネットワークにおいてある区間のサービスレベルを変化させた場合に考えられる需要の変化の傾向や留意点について知見を抽出することを目的としている。まず、サービス水準の変化と需要の変化を定量的に分析するための経路選択モデルを構築する。そのため、乗り入れ禁止となった丸亀町商店街および、その転換先として想定される路線の経路選択行動を表す多項ロジットモデルを上述のアンケートのデータを用いて構築した。

### 2) モデルの構築

#### a) 転換先路線の設定

丸亀町商店街乗り入れ禁止時に転換先となるのは、丸亀町商店街に平行する路線で幹線道路を通過して迂回しやすい路線と考えられる。これを踏まえ、丸亀町商店街と平行する南北方向の路線のうち、国道 11 号や観光通り等の東西方向の幹線道路と交差する幹線的な 5 路線を選定した。(図 4-19)

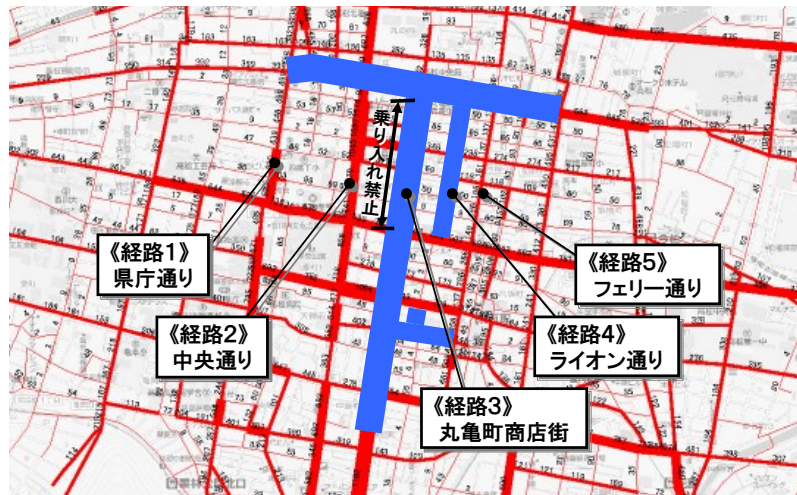


図 4-19 モデル構築に用いる経路

### b) データの構築

次に、アンケートにおける経路データから、モデル推定に用いるデータを構築した。約 900 サンプルのうち、この 5 路線のいずれかを通過する 81 サンプルについて、実際に選択している路線以外の 4 路線を利用する場合の仮想経路を次のような考え方で設定した。

- ・ 出発点から各経路の対象区間までの最短ルートを通行する。
- ・ ただし、現在利用の多い路線や幹線的な路線等、自転車に好まれる路線を主に選定する。
- ・ 地下道は遠回りにならない範囲で極力避ける。

説明変数としては、上述の既往研究で示されている要因を考慮しつつ、出発地から目的地までの距離、右左折回数、地下道の通行回数、アーケード有無（距離比 30%以上の有無）についてデータ化した。

### c) モデル推定結果

前項のデータを用いた経路選択モデルのパラメータ推定結果を表 4.4 に示す。モデルの尤度比は 40.6、的中率は 64%と良好である。また、パラメータの符号は、距離、右左折回数、地下道の数値が大きくなると選択率が下がり、アーケードがあると選択率が上がる結果となっており妥当である。

パラメータ推定値のバランスを見ると、地下道 1 箇所が距離約 250m、右左折 2 回に相当している。また、アーケードがあっても地下道が 1 箇所あるとそのルートは選択されない結果となった。地下道が経路選択に与えている影響が非常に大きいことが分かる。また、右左折についても、100m 程度の距離に相当しており、経路選択に与える影響が大きい。これは、右左折をする場合交差点を横断するケースが多く、信号待ち等の影響も含まれているものと考えられる。

これらのことから、距離が短いルートを整備しても、地下道のように連続的横断できない箇所や信号待ちや右左折等がある場合には、期待通りに利用されない可能性があることに留意が必要

になると考えられる。また、風雨を避けられるアーケード街や走行性が高い広幅員の自歩道等が周辺に存在している場合は、整備路線の走行性を十分に向上させることやスムーズに周辺路線に結節させること等が重要になると考えられる。

表 4.4 選択モデルのパラメータ推定結果

説明変数	推定値	(t 値)
距離 (m)	-0.00418*	(-3.175)
右左折回数	-0.517 *	(-3.641)
地下道の通行回数	-1.02 *	(-2.986)
アーケード有無	0.752 **	(-1.966)
初期尤度		-130.36
最終尤度		-77.61
尤度比		40.6
的中率		64%
サンプル数		81

\*\*1%有意 \*5%有意

### (3) モデル検証による対策検討時の留意点の整理

#### 1) 経路選択モデルの検証

##### a) 丸亀町商店街乗り入れ禁止時の需要予測

前項で構築した経路選択モデルを用いて、丸亀町商店街乗り入れ禁止時の需要の変化を予測した。図 4-20 はモデル構築に用いた 81 サンプル（拡大時 2939 人に相当）のうち、商店街を利用している 27 サンプル（拡大時 1603 人に相当）が商店街を通行できなくなった場合の選択経路モデルを用いて推計したものである。

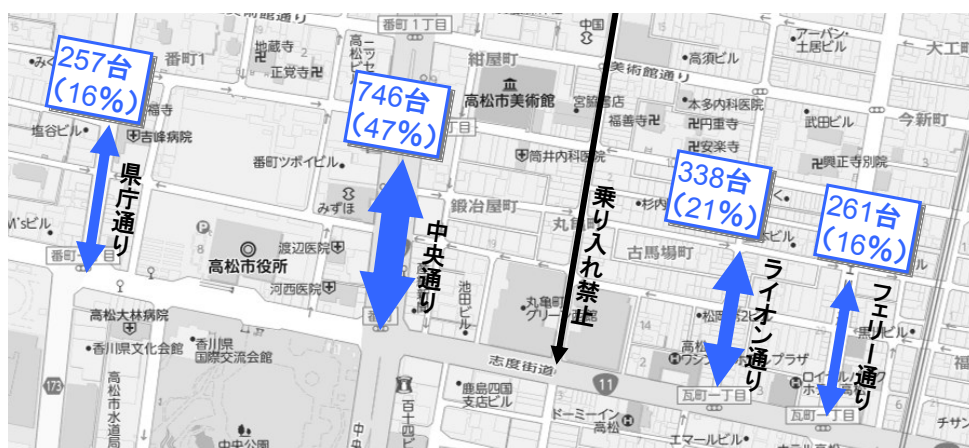


図 4-20 路選択モデルによる乗り入れ禁止後の予測結果

この結果、中央通りが最も多く 47%、次いでライオン通りが 21%、県庁通り、フェリー通りにもそれぞれ 16%の自転車利用者が迂回することが予測された。

b) 実際の商店街乗り入れ禁止時の変化

これに対する実際の交通量の変化状況を把握するため、丸亀町商店街乗り入れ禁止 1 ヶ月後に実施された周辺路線における交通量調査結果から、今回対象とした 5 路線での交通量の変化を整理した(図 4-21)。この結果、中央通りが最も多く(東側の路地へ進入したものとあわせて) 52%、次いでライオン通りが 31%、県庁通り、フェリー通りはそれぞれ 10%弱の自転車利用者が迂回したと見られる。

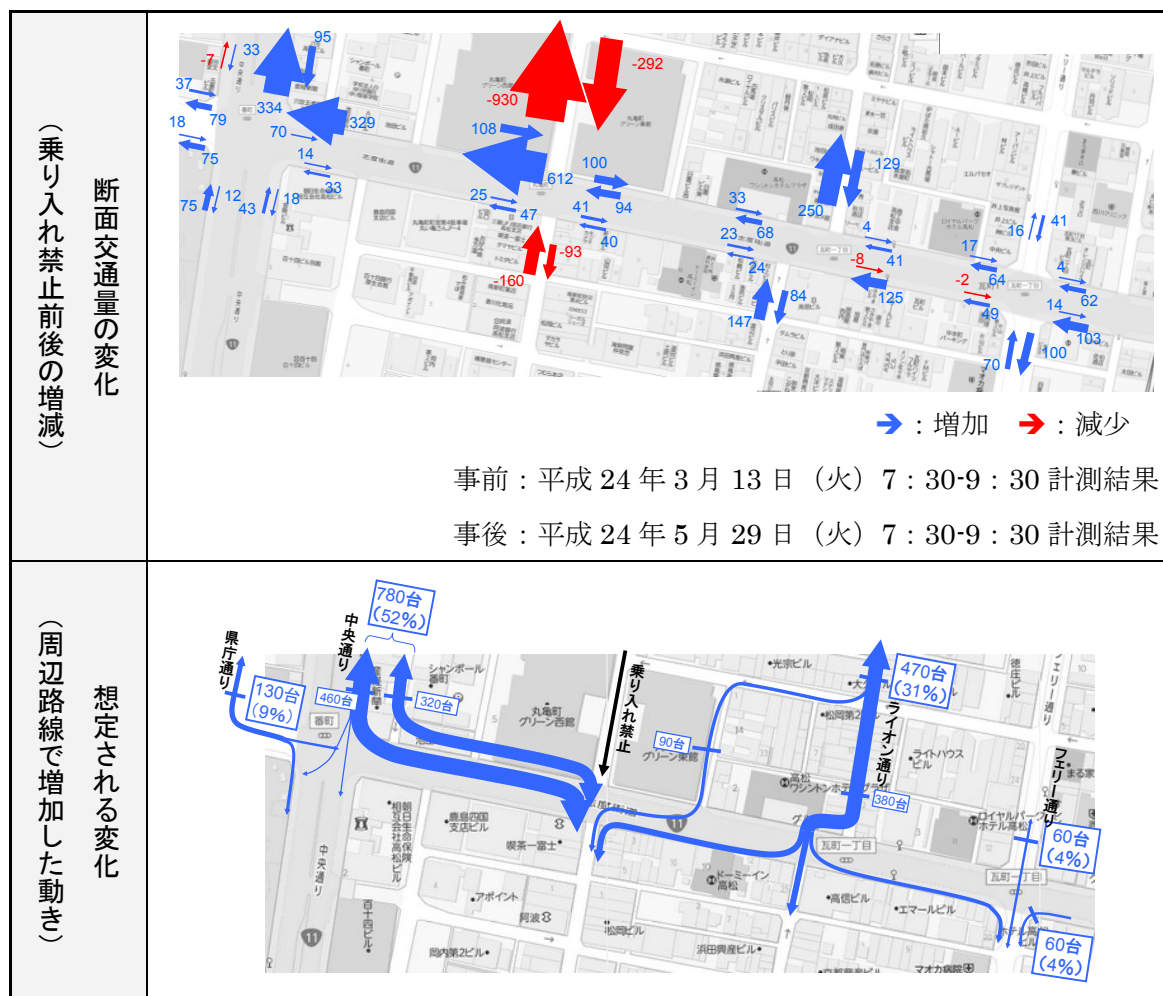


図 4-21 実際の断面交通量の変化状況

c) 予測値と実測値の比較検証

モデルによる予測値と実測値を整理した結果を表 4.5 に示す。双方とも中央通りが最も多く約 5 割が迂回している。また、ライオン通りへの転換が次いで多く、県庁通りおよびフェリー通りが最も少なく同程度の転換数となっている。経路選択モデルによる予測は概ね実際の状況と一致しており、モデルで表現される構造の経路選択が実際に行われているものと考えられる。

一方、相違がみられる箇所として、中央通りやライオン通りへの迂回において、周辺の路地へ進入する現象が発生していることや、ライオン通りへの迂回交通量が予測に比べて実際の方が多

いこと、県庁通りやフェリー通りへの迂回が予測に比べて少ないことが挙げられる。

表 4.5 予測値と実測値の比較

	県庁通り	中央通り (細街路含む)	丸亀町 商店街	ライオン通り (細街路含む)	フェリー通り
予測値	257 台 (16%)	746 台 (47%)	—	338 台 (21%)	261 台 (16%)
実測値	130 台 (9%)	790 台 (52%) ※東側の街路に 320 台進入	—	470 台 (31%) ※西側の街路に 90 台進入	120 台 (8%)

## 2) 需要変化評価時の留意点の整理

前項の 3 点の相違について、その要因とそこから抽出される需要評価時の留意点について考察を行う。

### a) 中央通りやライオン通りにおける細街路への進入

中央通りと国道 11 号の交差点（番町交差点）やライオン通り西側の国道 11 号では自歩道の幅員が極端に狭くなっている箇所がある。（図 4-22）これらの箇所へ丸亀町商店街から転換した自転車が集まることで走行性が著しく低下したことや、対向者等との事故の危険性が高まった事から手前の細街路に進入しているものと考えられる。今回構築した予測モデルは 5 路線のみを対象としており、幅員やボトルネックも考慮できていないため、このような相違が発生したものと考えられる。

このことから、標準的な構造のみで評価するのではなく、部分的なボトルネックや危険箇所の有無、それらのネットワーク上の位置関係等に留意しながら評価を行うとともに、ボトルネックを解消する対策等も併せて検討していく必要があると考えられる。

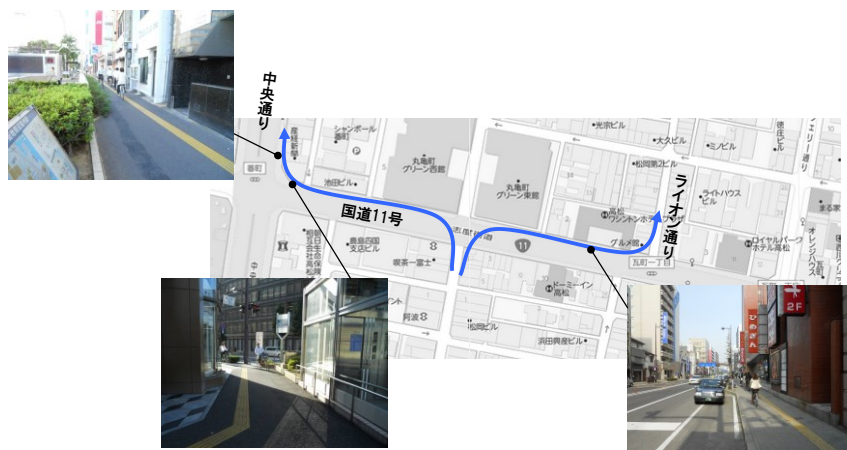


図 4-22 中央通り・ライオン通りへの迂回路（国道 11 号）の状況

#### b) ライオン通りへの迂回の集中

ライオン通りは、丸亀町商店街と同様のアーケード街である。今回構築したモデルではアーケードの有無を考慮しているが、実際の経路選択に及ぼす影響と比較してアーケードの有無に対するパラメータが小さいことが相違の要因と考えられる。乗り入れ禁止前のライオン通りの交通量が実際より多ければ、このパラメータが大きくなったと考えられるが、隣に幅員が広く特に走りやすい丸亀町商店街があることや、丸亀町商店街のように南北に連続していないことから、以前は選択肢として考慮されず利用が少なかったものと考えられる。しかし、乗り入れ禁止後はライオン通りがアーケード街であるということから、新たに選択肢の一つとして考慮されるようになったことが相違の要因として考えられる。

このことから、ネットワークを変化させると利用者の選択対象が変化しうることを踏まえることが必要と考えられる。現状で多く利用されている路線のみに着目して評価を行うのではなく、対象路線や目的地の位置関係を考慮しつつ利用者の目線で具体的な変化を想定し、反映させる事が必要となる。加えて、アーケード街のような路線が特に自転車に好まれることに留意しておかなければならない。

#### c) 県庁通り・フェリー通への迂回が少ない

県庁通りとフェリー通りは、丸亀町商店街から遠く比較的広域的な迂回路線である。そのため、自転車利用者が距離や右左折の条件から広い視野で、客観的な判断を行えば選定され得る路線であると考えられる。しかし実際には、乗り入れ禁止区間手前までは今まで利用していた商店街を走行することを前提とし、乗り入れ禁止区間の直前から選択可能な路線へ迂回したため、選定されなかったと考えられる。これは、上述の通りアーケード街が特に好まれるということに加え、自転車利用者が客観的な情報を持っておらず、以前の行動に影響されて場当たりの迂回を行っていることが要因として考えられる。

このことから、整備路線の端部や主要路線との接続部分での自転車の動き方に注意が必要になると考えられる。また、これらが望ましくない場合には望まれる経路選択を促すような整備やネットワークマップ等を用いた周知も必要になると考えられる。

### (3) 評価手法の考察

自転車走行環境整備による需要の変化を評価するため、高松市中心部の自転車走行経路データを用いて経路選択モデルを構築した。また、丸亀町商店街の乗り入れ禁止時に実際に起こった変化と予測の相違状況について考察を行った。これから得られた需要変化の評価や対策検討時の留意点を以下にまとめる。

<需要の変化を評価する際の基本的な要素>

- ・自転車の走行経路は主に、“地下道のような不連続箇所の有無”、“右左折の有無”、“ルート  
の距離”、“アーケードのように走行性が高い箇所の有無”に影響される。
- ・多少遠回りとなっても地下道のように連続的に走行できない箇所や、信号待ちや右左折等  
を避ける傾向がある。
- ・アーケード街のような走行性の高い路線が特に好まれる場合がある。

<その他、評価時に考慮すべき事項>

- ・需要変化の評価は標準的な構造のみでなく、部分的なボトルネックを考慮しなければならない。ボトルネックのネットワーク上の位置関係等に留意しながら評価や検討を行う必要がある。
- ・整備により利用者の選択対象が変化する場合がある。需要変化の評価は現状で多く利用さ  
れている路線のみに着目して行うのではなく、路線や目的地の位置関係から利用者の目線で  
想定し反映させていく必要がある。
- ・客観的な情報がなく場当たりの経路選択を行う場合がある。新規の整備時にはその端部  
や主要路線との接続部分での自転車の動き方に注意する必要がある。必要な場合、望まれる  
経路選択を促すような広域的な整備や周知を行うべきと考えられる。

今回の丸亀町商店街の乗り入れ禁止により、多くの自転車利用者が中央通りへ迂回し、国道 11 号との交差点のボトルネック箇所に集中したり、周辺の路地へ迂回するなどの問題が生じている。これは地下道を避けて商店街から中央通りへ進入しようとするために発生している事象である。これを解消するための根本的な対策として、中央通りの番町交差点・中新町交差点の平面横断を可能にすることが挙げられる。

これを実施する場合、今回の経路選択モデルを用いると中央通りの利用者がさらに 152 台増加すると予測される。また、上述の知見を踏まえると以下のような点に留意する必要がある。

- ・中央通りに自転車が集中した場合の歩道内の処理容量や交差点部の処理容量が不足すると、  
結局周辺の細街路に侵入してしまう場合がある。
- ・アーケードが全面的に通行止めにならない場合（現在と通行止めの範囲が変わらない場合）、  
できるだけアーケードを利用することを優先し、転換しない自転車も多く存在すると考えら  
れる。
- ・これらを考慮した中央通りの走行性の向上やボトルネックの解消、アーケード等の周辺路線  
の対策との連携、広域的な動きを考慮したアクセス路の確保や周知等が必要になると考えら  
れる。



このような点を考慮しつつ対策を実施していくことで、既存の道路空間を有効に活用しながら、自転車の需要に応じた効率的なネットワークの整備が可能になると考えられる。

また併せて、これらの整備実施時の需要の変化や周辺路線への影響について継続的に計測、分析を行っていくことで、体系的でより有用な知見として整理することが可能になるものと考えられる。

#### 4-4 パーソントリップデータを活用した自転車交通量推計手法の研究

##### 4-4-1 自転車交通量を把握する推計手法の必要性

整備計画の策定には、利用実態に応じた対象路線の選定や自転車走行空間の整備形態の選定に加えて、選択と集中による効率的な整備を実現する上での整備優先度評価も重要となる。これらを検討する際に重要となる基礎データの一つとして自転車交通量が挙げられる。自転車交通量を把握する方法としては、交通量調査や自転車利用経路のアンケート調査が一般的である。しかし、自転車交通は、自動車交通に比べてトリップ当たりの走行距離が短く、かつ細街路を含めた複雑な動きとなることが多いため、道路交通センサスの交通量では調査地点が不足し、細街路を含めた面的な把握ができず、それを把握するための実態調査を実施することは、費用面で現実的ではない。また、自転車利用者を対象としたアンケート調査は、サンプル調査となるため、精度の面やデータ分析に多くの時間・費用を要するといった問題がある。

そこで、国勢調査やパーソントリップデータ等の既往資料の活用により、現在及び将来の自転車交通量を効率的に推計する手法を研究する必要性がある。

##### 4-4-2 既往研究のレビュー

自転車交通量推計に関する既往研究は、自転車の走行経路に関するアンケート調査やプローブパーソンデータを用いて計測する手法等が試みられている。

佐藤ら<sup>3)</sup>は岡山市中心部を対象に、自転車の走行経路をアンケート回答者に地図上に直接記入してもらい、得られた走行経路情報を重ね合わせて拡大することで、リンク毎の自転車交通量を集計している。その結果、郊外部は幹線を通行し、都心部は細街路等の多くの路線に分散していることを明らかにしている。

また、藤井ら<sup>29)</sup>は松山市中心部を対象に、プローブパーソンデータを用いて自転車利用経路を把握している。この方法は自転車の走行経路を比較的正確に整理して、交通量を把握できるものの、被験者それぞれに専用機器を設置し、調査後に回収するなどの手間がかかることから、効率的に大量のデータを取得する面では課題がある。また、高層ビル等の近くでは、電波の受信障害により、走行経路が正確に記録されない場合が多いなどの課題も多く、自転車交通量の把握は困難と考えられる。この他、一般的な手法としては、交通量調査等の方法が挙げられるが、自転車交通の面的な把握には費用面での課題があり困難である。

一方で、自動車を対象とした交通量推計手法としては四段階推計手法が一般的である。自動車交通は主に幹線道路等の主要道路によりネットワークを構築するのに対して、自転車交通は細街路を含めた多様な道路がネットワークとなる特徴を有し、代表的な生活道路における自転車交通量の把握が必要となる。このため、ゾーン区分の細分化と発生集中点の設定が重要である。自動車交通の四段階推計手法は参考になるものの、自転車交通量を推計する場合は、代表的な生活道路を含み現況再現性を確保しなければならず、自動車の四段階推計手法をそのまま適用することは困難である。

### 4-4-3 自転車交通量推計手法の構築

#### (1) 構築方法

自転車交通量の推計手法は、自転車交通がピークとなると考えられる通勤・通学目的の時間帯を対象として、構築を試みる。構築の手順は、図 4-23、図 4-24 に示すとおりである。

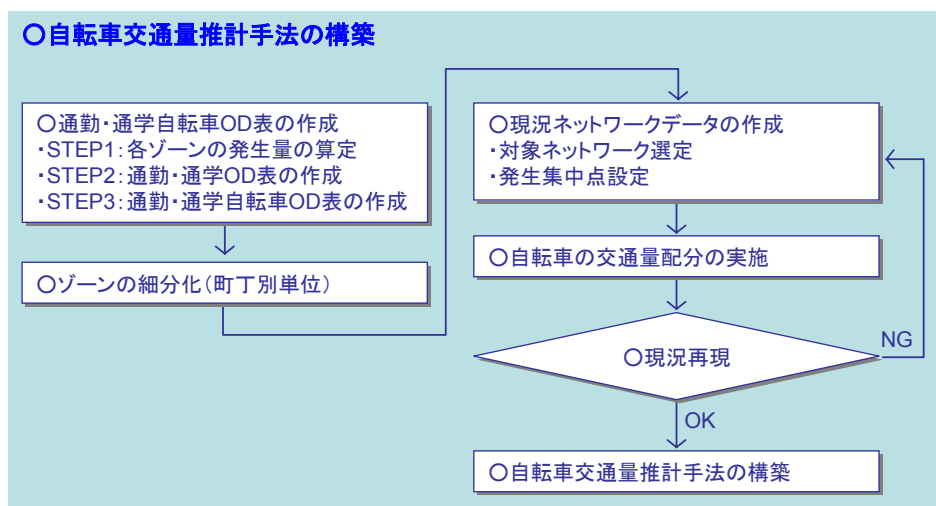


図 4-23 推計手法の構築手順

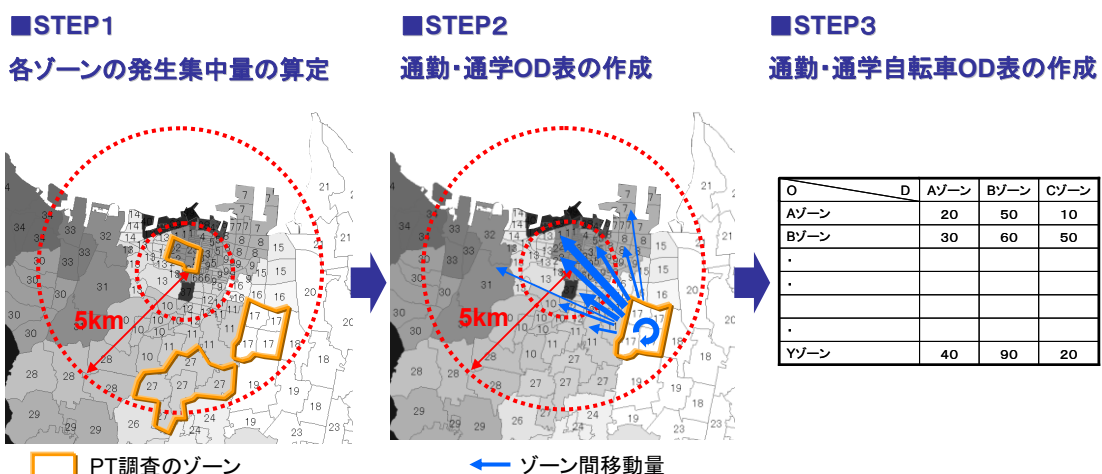


図 4-24 通勤・通学自転車 OD 表の作成手順

国勢調査及びパーソントリップ等の既存資料を活用してゾーン別の人口から就業者数及び通学者数を算定し、通勤・通学目的交通の発生量を算定する。次いで、通勤・通学目的交通の発生量にパーソントリップにより算定した通勤・通学目的交通のゾーン間流動を乗じて、通勤・通学 OD 表を作成する。さらに、通勤・通学目的交通のゾーン間流動量にパーソントリップによる通勤・通学目的のゾーン間自転車分担率を乗じて通勤・通学自転車 OD 表を作成し、その OD 表を用いて自転車の交通量配分を実施する。このパーソントリップの各ゾーンは、1～15 程度の町丁目で構成され、各ゾーンにおける面積は様々である。ゾーン別に自転車交通の発生集中点を設定するため、町丁目数が多いゾーンでは発生集中点が中心部に 1 つ設定され、リンク別自転車交通量の推計精度低下の一要因となる。そこで、各ゾーンを構成している町丁目で細分化して、町丁目別の通勤・通学自転車 OD 表を作成するとともに、自転車交通量の発生集中点を増やし、リンク別の自転車交通量の推計精度を向上させる（図 4-25）。この際、通勤目的における自転車発生交通の細分化は町丁目別夜間人口、集中交通は町丁目別従業者数を用いて按分する。また、通学目的における自転車発生交通の細分化は町丁目別夜間人口、集中交通は町丁目別学生数を用いて按分する。

自転車交通量配分の対象ネットワークは、自転車ネットワーク整備計画の対象路線を含む主要幹線道路に代表的な生活道路を加えた道路を対象とする。これらの道路ネットワークを対象として自転車交通量を推計し、主要道路における自転車交通の推計値と、交通量調査等による観測値を照合させることにより、現況再現性を検証する。現況再現性が確保できていない場合は、町丁目別の自転車交通の発生点の位置や生活道路リンクを加えたり、省いたりしながら現況再現性を確保し、自転車交通量推計手法を構築する。

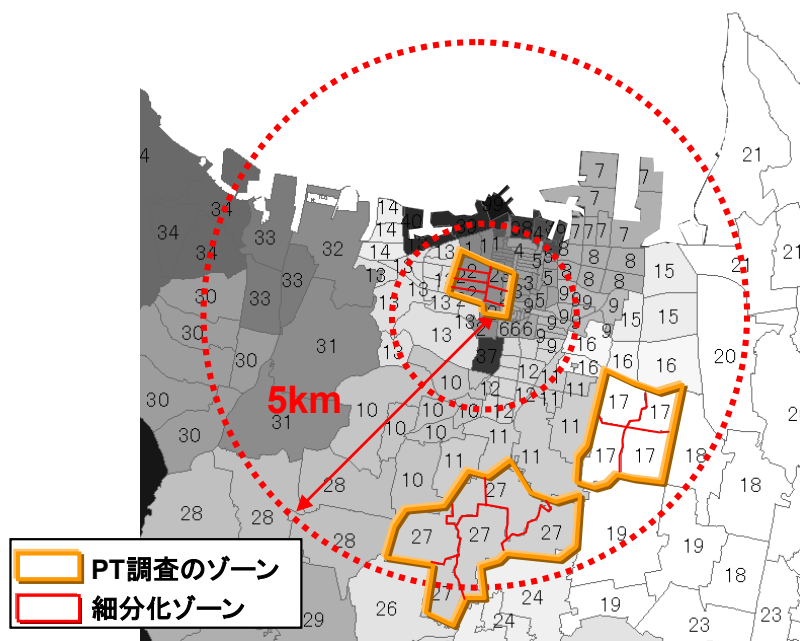


図 4-25 ゾーン細分化のイメージ

## (2) 高松市中心部における自転車交通量推計

### 1) 高松市中心部の自転車ネットワーク

高松市は、温暖少雨の気象条件や平坦な地形が多いという特性から、我が国でも屈指の自転車利用を誇る地域であり、平成20年11月には「高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針<sup>18)</sup>」として、自転車ネットワーク整備計画が策定されている(図4-26)。自転車ネットワーク整備方針の対象範囲は縦3km×横2kmとなっており、この範囲周辺における自転車分担率は33~39%と特に高い(図4-27)。こうした計画に基づき、歩行者や自転車利用者が安全で快適に通行できる空間として、自転車道や構造分離形式の自転車歩行者道、自転車通行指導帯が整備されてきている。



図4-26 高松市中心部の自転車ネットワーク整備方針

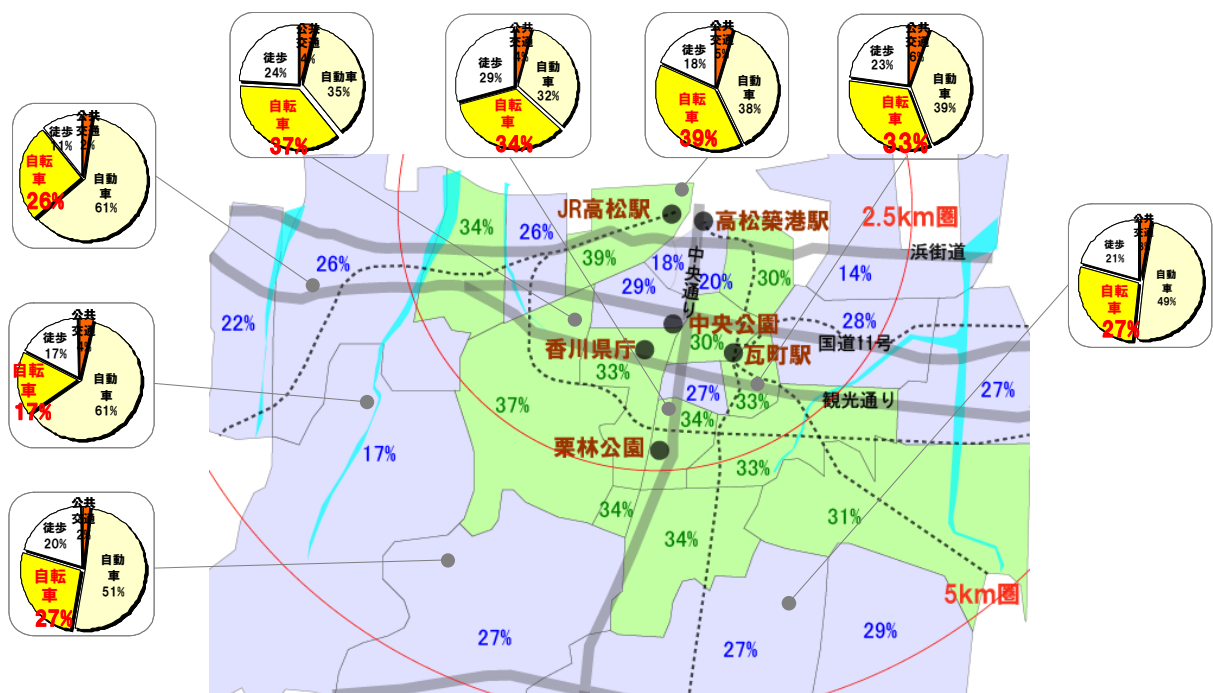


図 4-27 高松市中心部における自転車分担率

これらの既整備空間における自転車交通量は増加している一方、周辺道路における自転車交通は相対的に減少している。また、平成 24 年 4 月の大規模商店のオープンに伴い、丸亀町商店街への自転車の乗り入れ禁止等、周辺環境の変化により自転車交通流が大きく変遷している。この丸亀町商店街は、自動車走行が禁止であること、幅員が広いことから自転車利用が多い空間であった。こうした状況を踏まえ、今後の自転車ネットワーク整備計画の見直し検討を図る上では、現況、さらには将来の自転車交通量の把握が望まれる。

香川県では、平成 24 年 11 月にパーソントリップ調査<sup>30)</sup>が実施され、現在はそのデータ整備中である。本研究は、そのデータが公表される前に、国勢調査やパーソントリップ等の既存資料を活用することによる自転車交通量推計の可能性検討と位置付けられる。

## 2) 対象範囲と道路ネットワーク

自転車交通量推計で対象とする移動目的は、通勤・通学自転車交通とする。通学目的の自転車交通の対象年齢は、H11 パーソントリップの年齢区分を踏まえ 15～18 歳とした。中学生は、自転車通学禁止の学校が存在すること、大学生は通学に原付・二輪利用者が多いことから除外している。対象範囲は自転車ネットワーク整備計画が策定されている縦 3km×横 2km を中心に据えた 5km 圏を対象とする (図 4-28)。一般的に自転車は 5km 圏域内で最も所要時間を要しない移動手段<sup>31)</sup>とされており、その結果に基づき設定している。



図 4-28 対象範囲

道路ネットワークは、この対象範囲内の自転車ネットワーク整備計画の対象路線の他、その地域の主要道路や代表的な生活道路を対象とする。代表的な生活道路については、通勤・通学時間帯に対象範囲内の自転車走行を現地踏査により確認して選定した（図 4-29）。対象範囲のゾーンは、高松市中心部における最新データである H11 パーソントリップの C ゾーンとし、本検討の対象範囲内に 31 ゾーン存在する。対象エリア内における高校は、ゾーン 2 及び 9 に 2 校ずつ、ゾーン 10, 12, 13 に 1 校ずつ存在する（図 4-30）。

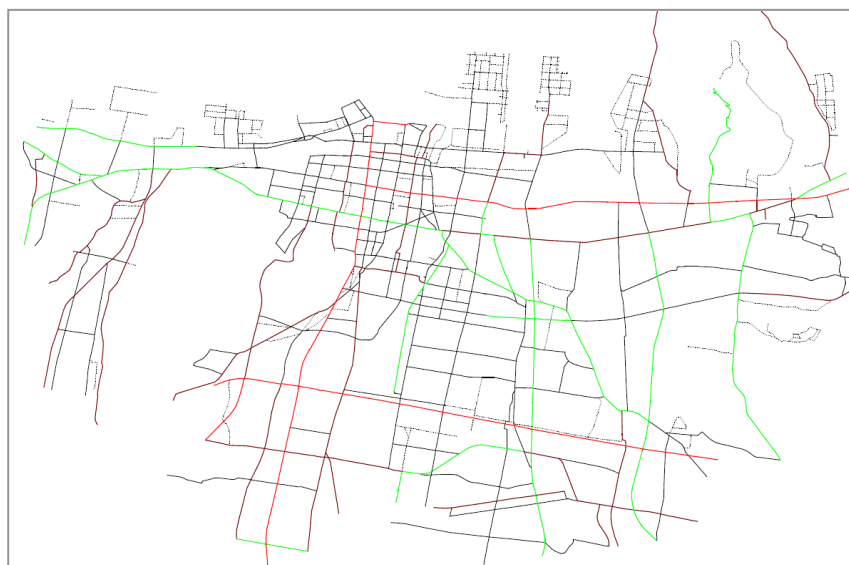


図 4-29 対象範囲



図 4-30 ゾーン区分と学校の位置

### 3) 交通量配分による自転車交通量推計

先に示した自転車交通量推計手法を高松市中心部に適用し、自転車交通量の推計を試みた。国勢調査及び H11 パーソントリップ等の既存資料を活用して、通勤・通学自転車 OD 表を作成し、ゾーンの細分化を行うことによって町丁目別の通勤・通学自転車 OD 表を作成した。この OD 表を用いて自転車交通量配分を実施し、リンク別の自転車交通量を推計した。なお、高松市中心部における利用者アンケート調査において、自転車利用者は最短経路を選択する傾向が確認されていることから、交通量配分は、最短経路探索モデルを用いて実施した (図 4-31)。

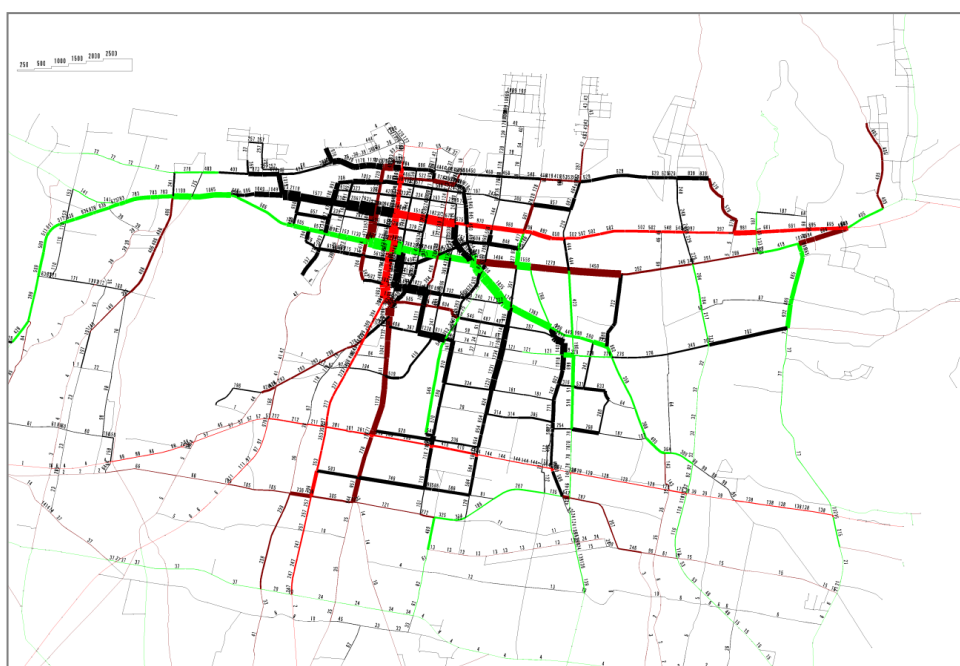


図 4-31 自転車ネットワーク整備計画の対象範囲における通勤・通学目的の自転車推計交通量

自転車交通量推計手法を用いて推計した通勤・通学目的の自転車交通の推計交通量と、H11 道路交通センサスにより把握した計測交通量との照合により、現況再現性を検証した。計測値は、平日 7～9 時の自転車交通量を用いている。その結果、相関係数は 0.94 と高く、推計交通量と計測交通量の間には強い相関がある傾向が確認された（図 4-32）。

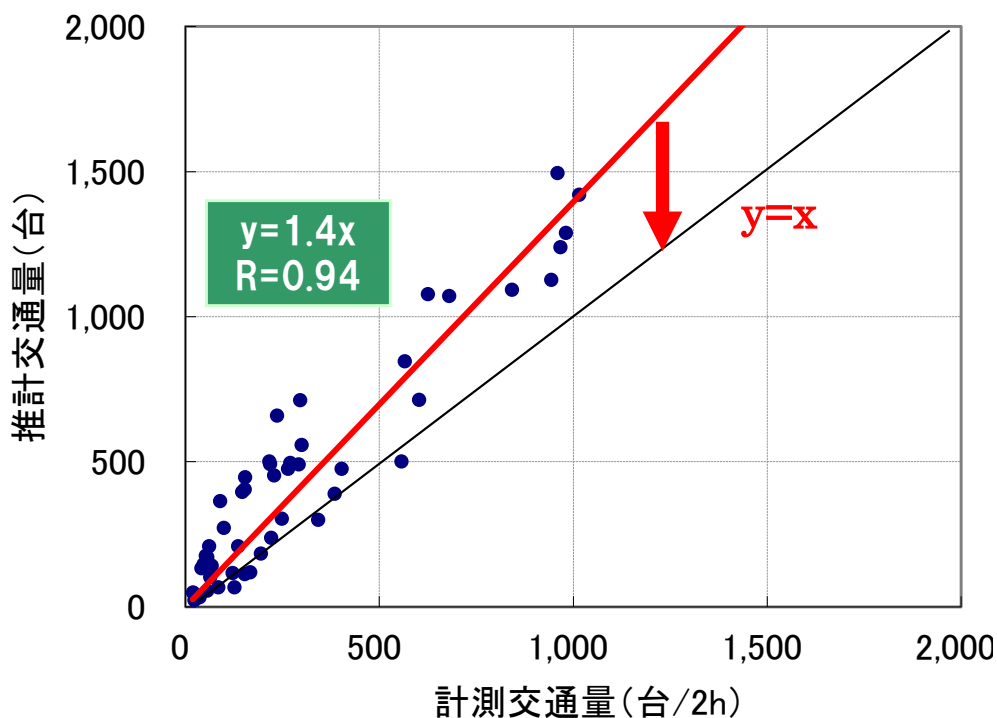


図 4-32 補正後の通勤通学目的における推計交通量と計測交通量との現況再現

その一方で、推計交通量が計測交通量よりもやや高い値となっていることも確認された。本検討で対象とした道路は、対象地域内の幹線道路に加えて、現地踏査結果から自転車走行が確認された代表的な生活道路を追加して推計している。そのため、準代表的な生活道路を含めて推計することで推計交通量が分散し、計測交通量とほぼ同一の値となると考えられ、パーソントリップ等の既存資料を活用した自転車交通量推計手法の可能性が伺えた。以降で自転車交通需要の推計は、推計交通量を計測交通量に近づけるために、全推計交通量を  $y=1.4x$  の傾き 1.4 で除し、近似式が  $y=x$  となるように補正したものをを用いて実施している。

#### 4) 自転車交通需要の推計

構築した自転車交通量推計手法を用いて、リンク別の通勤・通学目的の自転車交通需要を推計し、現況との比率から自転車交通量の伸び率を把握した（図 4-33）。



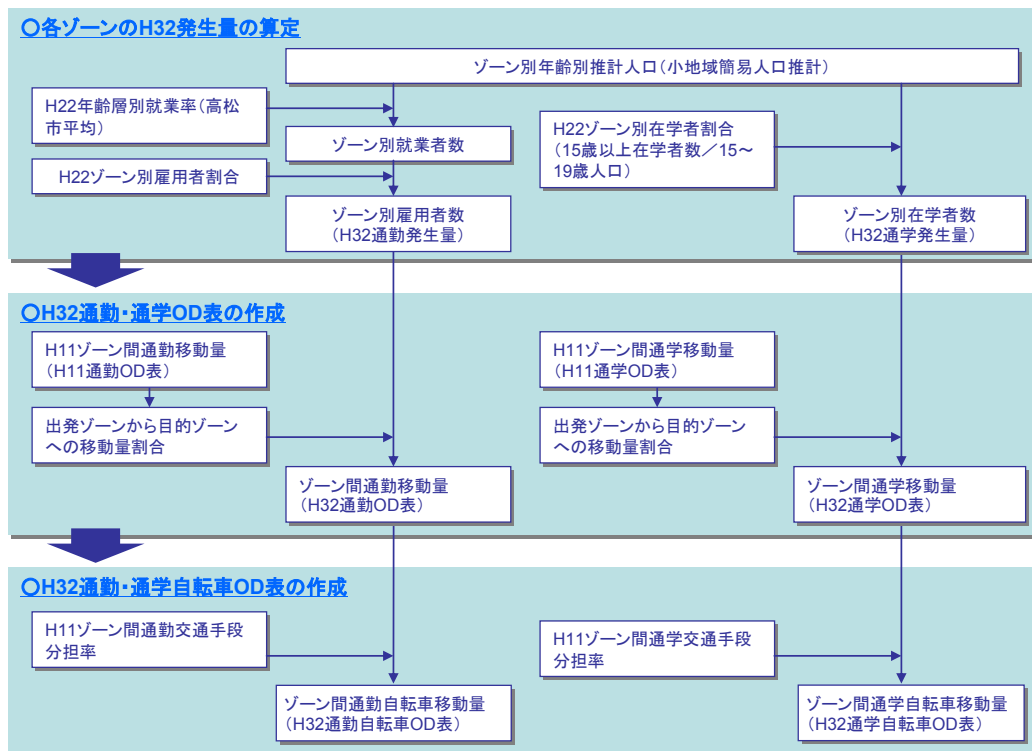


図 4-33 将来の自転車交通量需要の推計フロー

現況は平成 22 年、将来は平成 32 年とし、コーホート要因法により算出したゾーン別年齢別の将来人口を用いて将来の自転車交通量を推計した。その結果、通勤目的の自転車推計交通量は 0.88 倍に減少する一方で、通学目的は 1.07 倍に増加する傾向が確認された。また、合計では 0.90 倍と 1 割減少する傾向が確認された。ゾーン別の自転車推計交通量の増減状況を見ると、将来の人口増減分布と同傾向となっており、将来推計における妥当性が検証できた(図 4-34, 図 4-35)。

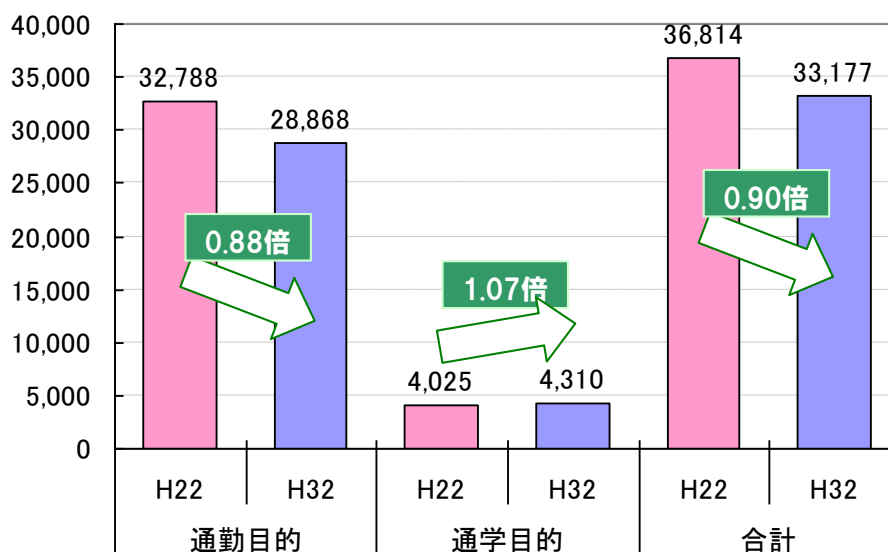


図 4-34 目的別の将来自転車交通量需要の推計結果

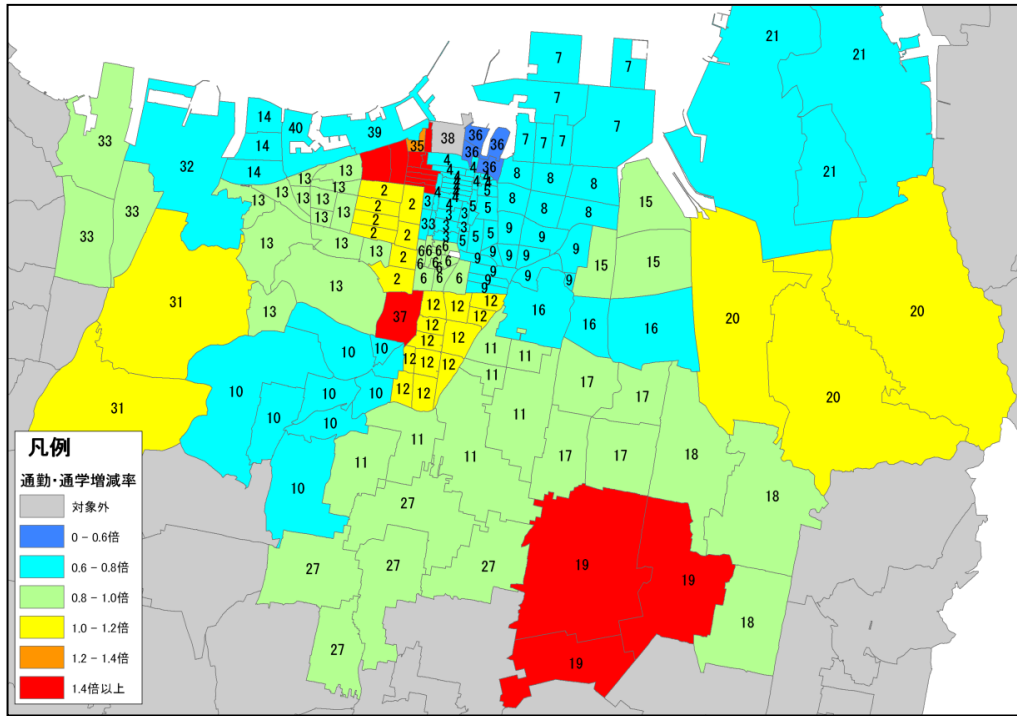
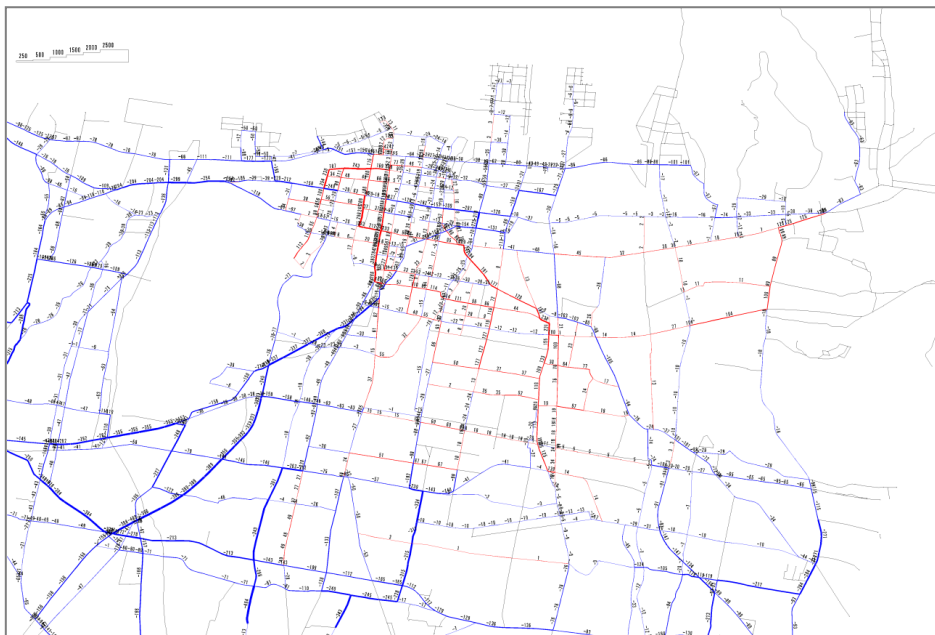


図 4-35 自転車推計交通量の増減率 (H32/H22)

また、構築した自転車交通量推計手法を活用して、将来の自転車交通需要から作成した将来の通勤・通学自転車 OD 表を用いて自転車の交通量配分を実施した。また、リンク別自転車交通量の現況値と将来値の差分により、今後の人口増減による自転車交通量の変化をリンク別に把握した (図 4-36)。このうち、自転車交通量が大幅に増加する道路においては、将来の自転車交通量を考慮した上で、自転車走行空間の整備形態を選定していく必要がある。



※差分交通量：将来〔H32〕－現況〔H22〕

図 4-36 自転車ネットワーク上の差分交通量

#### 4-4-4 構築した自転車交通量推計手法に関する考察

自転車ネットワーク計画を策定する上で、重要な基礎データとなる自転車交通量を面的に把握することを目的として、自転車交通量推計手法を構築した。高松市中心部を対象とし、パーソントリップ等の既存データを活用して自転車の交通量推計を試みた。その結果、自転車交通量推計手法に基づき把握した通勤・通学目的の自転車の推計交通量と計測交通量との間に強い相関関係が確認され、既存資料に基づく推計手法構築の可能性が確認できた。さらに、将来の自転車交通需要について将来人口予測結果を用いて推計し、自転車交通量が特に増加する道路においては、そうした状況を踏まえた上での自転車走行空間を構築していくことが重要であると考えられた。しかしながら、本研究で構築した自転車交通量推計手法について、現況再現性を向上するために次のような課題が残る。

構築した自転車交通量推計手法は、相関係数が  $R=0.94$  と高いものの、推計交通量と計測交通量との関係が  $y=x$  上にプロットされず、推計交通量が高くなったため、近似式の傾きを用いて補正を行った。本検討で対象とした道路ネットワークは、幹線道路に代表的な生活道路を追加して推計しているが、現況再現性をさらに向上するためには、準代表的な生活道路を含める必要がある。また、本推計手法は、H11 パーソントリップの代表交通手段を用いており、アクセス及びイグレスの自転車交通が考慮されていない。高松市中心部にはJR及び琴電の鉄道が運行しており、駅も多く位置する。各駅には、自転車駐輪場に加え、レンタサイクル施設も設置されており、アクセス及びイグレスの自転車交通も考慮する必要がある。

また、高松市中心部へのアクセス距離を  $5\text{km}$  と設定して自転車交通量推計を実施したが、パーソントリップの分析による自転車走行距離帯から、対象範囲を拡大して推計する必要があることが確認された。

これらの課題を改善し、今後、自転車交通量推計手法が構築されれば、将来の自転車交通需要を考慮した自転車ネットワークの選定や商店街乗り入れ禁止や歩道工事等による自転車交通への影響評価等の評価が可能である。さらに、本自転車交通量推計手法を改良すれば、自転車走行空間の整備効果評価ツールとしての適用可能性も想定できることから、今後の自転車施策における必要なツールとしての期待が高いと考えられる。

#### 4-5 まとめ

各研究のまとめと今後の成果を以下に示す。

##### 1) アンケート調査等をもとにした自転車交通流動の分析手法の研究

自転車ネットワーク検討に求められる「自転車交通量の面的な推計」と「自転車の経路選択状況」を的確かつ簡便に把握し、自転車走行特性に照らしてネットワーク上の問題点を抽出する OLIVE 法を用い、高松市中心部をスタディエリアとして適用を行なった。

具体的には、アンケートで地図に直接記入してもらうことにより得られた走行経路情報を、実際の交通量調査結果を用いて、エリア全体の自転車交通需要をリンク毎に推計し明らかにするとともに、任意の断面を通過する移動を GIS により抽出・集計し図化することで、自転車の経路選択状況の分析を実施した。

その結果、従来の方法では把握できなかった、ネットワーク全体の自転車交通流動を面的に把握することができ、郊外から中心部へは主要幹線道路が主に利用される一方、中心部では街路を含めた各路線の利用が多くなること、国道 11 号以南では「中央通り」に比べて「商店街」の利用が相対的に多くなることなど、需要が集まる路線の特性を把握することができた。

また、OLIVE 法の適用、すなわち任意の断面からの経路選択状況の分析により、高松市中心部の自転車ネットワークの大きな課題として、交差点部の走行空間の改善の必要性が示された。中央通りでは交差点で地下道走行を余儀なくされるために一貫性が低下しており、直接性の低い迂回路が選択されている傾向や、「商店街」が他の経路と比較して安全性・一貫性・直接性等の走行性が高い経路として本来幹線が果たすべき機能を担っていること、需要に対するネットワークの直接性が欠けていることから、安全性の低い短絡路線が利用されている箇所が存在しているという問題点を抽出することができた。

自転車は手軽な乗り物であり、走行上の自由度が高いことから、ともすれば無秩序な移動を取りがちとなる。安全で円滑な自転車利用環境の実現に向けて、利用者のマナー向上も重要であるが、上記のようなエリア全体の自転車利用状況や経路選択状況を踏まえた上で候補路線の抽出や現状空間の評価などの検討を実施し、ネットワーク計画を策定、実行していくことが重要である。

また、自転車走行環境整備による需要の変化を評価するため、高松市中心部の自転車走行経路データを用いて経路選択モデルを構築した。また、丸亀町商店街の乗り入れ禁止時に実際に起こった変化と予測の相違状況から需要変化の評価、対策検討時の留意点や根本的な対策が明確となった。その対策を実施する場合、今回の経路選択モデルを用いた場合の需要変化も定量的に予測できた。

需要変化を評価し、その評価に基づき対策を検討し、その対策による需要変化の予測する等のサイクルを実施していくことで、既存の道路空間を有効に活用しながら、自転車の需要に応じた効率的なネットワークの整備が可能になると考えられる。

## 2) パーソントリップデータを活用した自転車交通量推計手法の研究

自転車ネットワーク計画を策定する上での基礎データとして、自転車交通量を面的に把握することが重要である。しかし、これまでの自転車交通量を把握する手法として、自転車の走行経路に関するアンケート調査やプローブパーソンデータを用いて計測する手法が研究されているが、自転車交通量を面的に把握することが困難であったり、必要サンプルを取得するための調査費用面での課題があった。

そこで、パーソントリップ等の既存データを活用した自転車交通量推計手法の研究を行った。高松市中心部を対象とし、パーソントリップ等の既存データを活用して自転車の交通量推計を試みた。その結果、自転車交通量推計手法に基づき把握した通勤・通学目的の自転車の推計交通量と計測交通量との間に強い相関関係が確認され、既存資料に基づく推計手法構築の可能性が確認できた。さらに、将来の自転車交通需要について将来人口予測結果を用いて推計し、自転車交通量が特に増加する道路においては、そうした状況を踏まえた上での自転車走行空間を構築していくことが重要であると考えられた。しかしながら、本研究で構築した自転車交通量推計手法について、現況再現性を向上するために次のような課題が残る。

構築した自転車交通量推計手法は、推計交通量と計測交通量との相関性は高いが、推計交通量が計測交通量より大きくなったため、近似式により補正した。本検討で対象とした道路ネットワークは、幹線道路に代表的な生活道路を追加して推計しているが、現況再現性をさらに向上するためには、準代表的な生活道路も含める必要がある。また、本推計手法は、H11 パーソントリップの代表交通手段を用いており、アクセス及びイグレスの自転車交通が考慮されていない。高松市中心部には JR 及び琴電の多く駅が位置する。各駅には、自転車駐輪場に加え、レンタサイクル施設も設置されており、アクセス及びイグレスの自転車交通も考慮する必要がある。

また、高松市中心部へのアクセス距離を 5km と設定して自転車交通量推計を実施したが、パーソントリップの分析による自転車走行距離帯から、対象範囲を拡大して推計する必要があることが確認された。

これらの課題を改善し、今後、自転車交通量推計手法が構築されれば、将来の自転車交通需要を考慮した自転車ネットワークの選定や商店街乗り入れ禁止や歩道工事等による自転車交通への影響評価等の評価が可能である。さらに、本自転車交通量推計手法を改良すれば、自転車走行空間の整備効果評価ツールとしての適用可能性も想定できることから、今後の自転車施策における需要ツールとしての期待が高いと言える。

本手法より、ネットワーク上の課題を抽出して、ネットワーク単位での利便性に関わるユーザビリティ評価を可能としている。

## 参考文献

- 1) 国土交通省道路局，警察庁交通局：安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン，2012.11
- 2) 山中，天野：多経路確率配分モデルを用いた住区内歩行者・自転車交通の経路配分方法，都市計画論文集, No.20, 1985
- 3) 佐藤，神田，北澗，阿部，橋本：岡山市内における自転車の交通需要と経路選択特性に関する考察，第41回土木計画学研究・講演集，362，2010.
- 4) Mekuria, C. : A Tool to Evaluate Bicycle Networks, : Mineta Transportation Institute (MTI) Research Report, 2011
- 5) Dill, J., : Measuring Network Connectivity for Bicycling and Walking, TRB 2004 Annual Meeting CD-ROM, 2004
- 6) 諸田，大脇，上坂：我が国の自転車利用の実態把握～自転車ネットワーク計画策定を見据えて～，土木技術資料 51-4，2009
- 7) 大脇，諸田，上坂：自転車ネットワーク計画策定手法，土木技術資料 51-4，2009
- 8) 上田，大森，澤田：合意形成を果たす全市的な自転車走行空間ネットワーク計画づくりの手法～堺市を事例に～，第39回土木計画学研究・講演集，358，2009
- 9) Klobucar, M., : Feasibility Study For Bicycle Safety: Data Assessment And Network Evaluation, A Thesis Submitted to the Faculty of Purdue University, 2006
- 10) 鈴木，吉田，山中，金，屋井：わが国の地方自治体における自転車政策の動向，第43回土木計画学研究・講演集，380，2011
- 11) 静岡市自転車道ネットワーク整備計画，2009.
- 12) 富山市自転車利用環境整備計画，2011.
- 13) 名古屋市自転車利用環境整備基本計画，2000.
- 14) 世田谷区自転車等の利用に関する総合計画，2010.
- 15) 福山都市圏自転車走行空間整備懇談会，2010.
- 16) 宇都宮市自転車のまち推進計画，2010.
- 17) 広島市自転車走行空間整備，2010.
- 18) 自転車を利用した香川の新しい都市づくりを進める協議会 高松地区委員会 安全空間確保部会：高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針，2008.
- 19) 相模原市総合都市交通計画，2001.
- 20) 新潟市自転車利用環境計画，2010.
- 21) 熊谷市都市環境改善基本計画，2011.
- 22) 大分市自転車利用基本計画，2006

- 23) 例えば, 自転車を利用した香川の新しい都市づくりを進める協議会 高松地区委員会 安全空間確保部会: 高松市中心部における自転車ネットワーク整備方針, 2008.
- 24) Tolley, R.(ed): Sustainable Transport: Planning for Walking and Cycling in Urban Environments, Woodhead Publishing, 2003 .
- 25) Hagemester, C., Schmidt, A., Seidel, T. and Schlag, B.: Criteria for Cyclists' Everyday Route Choice, Traffic and Transport Psychology: Theory and Application. Proceedings of the International Conference of Traffic and Transport Psychology, 2004.
- 26) Sustrans: Designing for Security on the National Cycle Network, Information Sheet FF21, March 1999.
- 27) 鎮山, 廣島, 中西: 自転車利用環境整備計画のための自転車利用者の経路選択分析, 土木学会中部支部研究発表会, 2007
- 28) Senar, I., Eluru, N., Bhat, C. : An Analysis of Bicycle Route Choice Preferences Using a Web-Based Survey to Examine Bicycle Facilities, Transportation, Vol. 36, No. 5, pp. 511-539, 2009.
- 29) 藤井, 羽藤: 移動軌跡データを用いた自転車利用の空間的特性の分析, 第 37 回土木計画学発表会・講演集, 147, 2004.
- 30) 高松広域都市圏総合都市交通体系調査委員会: 高松広域都市圏パーソントリップ調査票, 2012
- 31) 国土交通省道路局: 移動手段別の距離と所要時間の関係 1) 国土交通省道路局, 警察庁交通局: 安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン, 2012.11

## 第5章 快適な自転車走行空間の確保および案内誘導に関する研究

### 5-1 はじめに

### 5-2 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の研究

#### 5-2-1 自転車走行空間整備における適切な評価方法の必要性

#### 5-2-2 既往研究のレビュー

#### 5-2-3 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の検討

#### 5-2-4 新評価手法による自転車走行実験

#### 5-2-5 研究結果の考察

### 5-3 視認特性分析をもとにした自転車案内誘導の研究

#### 5-3-1 視認特性を踏まえた自転車案内サイン整備の重要性

#### 5-3-2 既往研究のレビュー

#### 5-3-3 自転車案内サインの視認特性把握調査

#### 5-3-4 自転車案内サインの視認特性分析

#### 5-3-5 研究結果の考察からの適正な形態の提案

### 5-4 心拍変動による歩行空間の維持管理水準に関する研究

#### 5-4-1 歩行空間の清掃に関する維持管理上の課題

#### 5-4-2 既往研究のレビュー

#### 5-4-3 歩道環境と不快感・危険感に関する実験調査

#### 5-4-4 実験結果からの歩道清掃の維持管理水準に関する考察

### 5-5 まとめ

### 参考文献



## 第5章 快適な自転車走行空間の確保および案内誘導に関する研究

### 5-1 はじめに

近年、自転車は環境負荷の低い交通手段として注目され、健康志向の高まりを背景にその利用ニーズが高まっている。また、地球温暖化が進展する中で、コンパクトで持続可能な集約型都市づくりを目指すには、徒歩や自転車、公共交通等の様々な交通手段の有機的な連携が求められている。特に、自転車は、まちの代表的な交通手段として、今後、重要な役割を果たすものと考えられるが、快適な自転車走行空間を確保していく上で、以下のような課題が存在する。

1) **課題1**：我が国の都市の多くは、十分な自転車走行空間が整備・確保されていないため、道路空間における安全性や自転車の走行快適性に対する課題が多い。限られた中心市街地の道路空間の中で、不足する自転車走行空間を確保するには、現状の道路空間の再配分が必要であり、そのためには、自転車走行空間の安全性や快適性といったサービスレベルを、客観的に表現できる評価指標や手法の構築が必要とされる。

2) **課題2**：自転車走行空間が確保されている道路空間であっても、自転車を適切な走行空間に誘導する案内サインの視認性が低い場合、自転車走行位置の遵守率が低くなり、自転車と歩行者との接触事故や案内サインへの衝突事故発生の危険性が高まる。

安全な走行空間を創出していくためには、自転車走行位置を区分した整備をしていくと同時に、自転車を適切な走行空間に誘導するために、視認性の高い案内サインの設置による遵守率の向上が求められる。自転車案内サインは、一般に道路管理者が異なれば案内サインの形態が異なっており、これを適切な根拠のもと視認性の高い自転車案内サインに統一および改善していく必要がある。

3) **課題3**：公共事業関係費の削減に伴って道路の維持管理費は年々減少しており、限られた予算の中で、鋭意工夫しながら道路清掃の管理が行われているものの、管理頻度の低下や重点化の影響から、落ち葉等のゴミが歩道を被覆している状況にある。そのため、歩行や自転車走行に対する安全性や快適性の低下を招く事態となり、路面・歩道清掃に関する苦情等の件数も増加傾向にある<sup>1)</sup>。

清掃に対する苦情等は、道路を歩行・自転車走行した市民の主観的な判断によるものであり、歩道清掃状態による歩行者の安全性や快適性への影響が、客観的に明らかにされているわけではなく、適切な歩道清掃の維持管理水準を明らかにしていくことは重要である。

こうした課題を踏まえ、快適な自転車走行空間の確保および案内誘導に向けて、上記のそれぞれの課題に対して、以下の研究を実施した。

### 1) 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の研究（課題 1 への対応）

自転車走行空間の整備による効果を、高い説明力もった手法で表現できるよう、自転車走行中に人が心理的に感じる安全性および快適性に対する変化を定量的に計測・分析できる手法としてホルター心電計を用いて計測した心拍数等をもとに評価する手法を考え、自転車走行実験を実施して本手法による効果を分析した。

### 2) 視認特性分析をもとにした自転車案内誘導の研究（課題 2 への対応）

自転車案内サインの適切な設置のため、現道路上に設置されている自転車案内サインを対象に、自転車走行者の視点を計測できるアイマークレコーダを用いて、自転車走行中の視認状況を把握し、これらの分析結果を踏まえ、視認性高く自転車案内サインを視認できる設置手法について研究した。

### 3) 心拍変動による歩行空間の維持管理水準に関する研究（課題 3 への対応）

限られた予算の中での自転車・歩行者の快適な通行環境維持のため、ホルター心電計を用いて計測した心拍数等をもとに、通行時に人が感じる不快感や危険感を、道路上の落ち葉の堆積状況別に定量化し、適切な歩道清掃の維持管理水準について研究した。

## 5-2 自転車走行空間整備における適切な評価方法の必要性

### 5-2-1 自転車走行空間整備推進のために必要とされる定量的な評価方法

本研究の対象フィールドにおける自転車走行空間の現状について述べる。

高松市は、温暖少雨の気象条件や平坦な地形が多いという特性から、我が国でも屈指の自転車利用を誇る地域である。平成 20 年 12 月に策定された「高松市都市計画マスタープラン」では、人と環境にやさしい公共交通を基軸とした環境共生都市『多核連携型コンパクト・エコシティ』を目指している。この中では、徒歩や自転車と公共交通機関が有機的に連携したまちを実現するため、自転車が持つ利便性や快適性を一層引き出すことのできる社会環境整備を求めている。その一方で、高松市の人口当たりの自転車事故件数は、全国ワースト 1 位<sup>2)</sup>であり、近年は特に高齢者が関連して大きな事故に繋がるケースも見られ、安全性の高い道路空間整備が喫緊の課題である。

このような中、当該地域では「香川の自転車利用に関する提言書（2007.8）」、「高松地区における自転車を利用した都市づくり計画（2008.11）」等、自転車の側面からまちづくりを考える計画が策定された。これにあわせ、高松中心部を貫く中央通りの国道 11 号および 30 号では、歩行者や自転車利用者が安全で快適に通行できる空間とするため、自転車歩行者道（以下、自歩道）の構造分離が行われている（図 5-1）。整備前は、歩行者と自転車が錯綜して、高齢者等の事故が多かった路線だが、整備後、安全性は向上しているものと想定できる。

事故件数や事故率といった安全性向上に関する指標で効果を比較するには、事故という数少ない事象を対象とすることから、一般的には 4～6 年という長い年月で比較することが必要とされ

ている。そのため、こうした整備のさらなる推進を図るためには、市民に説明力の高い根拠を持って、その整備効果を公表していく必要があるが、短期的にはその実施が難しい状況にある。

自転車走行空間整備により、安全性や走行性が向上したことを、客観的に評価できる指標や手法が求められている。

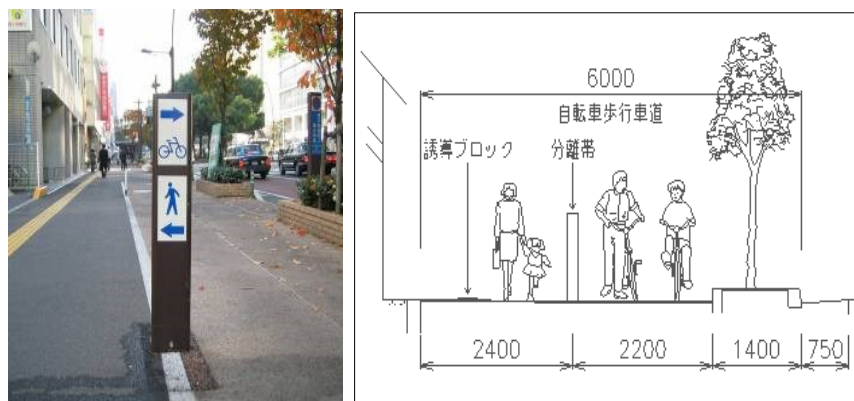


図 5-1 中央通りの自転車利用環境整備状況

### 5-2-2 既往研究のレビュー

自転車走行空間の整備効果を示す評価指標として考えられるのは、安全性の側面から、事故件数や走行位置遵守率、快適性の側面からは、自転車走行速度、走りやすさ等、さらに活性化の視点からは、自転車歩行者交通量などの指標をあげることができる。

これらの指標は、単純な計測結果から、明らかにできるものもあるが、事故件数等は、事故という頻度が少ない事象に対する評価のため、短期間での評価が難しい。また、走りやすさ等の快適性に対する指標は、アンケートという主観的な評価になってしまうという問題がある。

こうしたことへの対応として、安全性や快適性に関しては、自転車などの走行中に感じる心理的負担に着目した評価研究が注目されている<sup>34)</sup>。

心理的負担に関する研究は、特に自動車運転手を対象とした研究事例が多い。大塚・栗谷川ら<sup>35)</sup>は、自動車運転手が感じる心理的負担に着目し、自動車走行中にヒヤリと感じた状況と感じていない状況において、呼吸波形の呼吸時間と振幅の特徴を分析し、安全性評価に結びつけている。宮田ら<sup>36)</sup>は、心拍がヒヤリハット事象のような強い危険を感じる事象では上昇し、事象に強い危険を感じず注意を向ける程度の事象では低下することを把握している。また、栗谷川・大須賀ら<sup>37)</sup>は、自動車運転手が他車の割り込み等のヒヤリハット事象に遭遇した際、急で大きな心拍の上昇を確認している。

一方で、研究事例は少ないものの、自転車利用者の心理的負担に関する研究もいくつかみられる。渡辺・金ら<sup>38)</sup>は、少サンプルながら、自転車道における心理的負担を、RR 間隔の変動に着目して分析している。その際、自転車や歩行者との錯綜時、自転車道に進入する際のクラック周辺において、心理的負担が高まることを確認している。

本研究では、こうした既往研究を踏まえ、自転車走行中に感じる心理的負担を、心拍変動から評価する手法を提案する。

### 5-2-3 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の検討

#### (1) 計測・評価の考え方

本研究では、自転車走行中のストレス等による心理的負担を把握するため、心拍変動を表すRR間隔（心電図の波形で、最も大きく出るR波と次R波までの間隔）を計測（図5-2）し、これを解析することで、自転車走行空間を客観的に表現できる評価指標および手法を研究する。

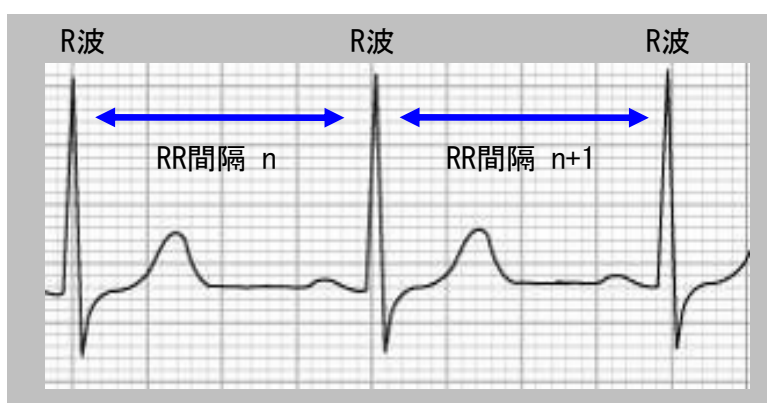


図 5-2 トランスミッタで計測する RR 間隔

被験者の RR 間隔を計測する機器は、ホルター心電計を用いる。本研究では、特に持ち運びや取り付けが容易で、装着者の運動状態の計測に適し、リアルタイムでの心拍変動の確認も可能な「ホルター心電計（CarPod ML2HL101T）」<sup>8)</sup>を用いることとした（図5-3）。



図 5-3 ホルター心電計（CarPod ML2HL101T）

#### (2) 評価手法

自転車走行中の安全性を評価する手法として、SHM（Safety based on Heart rate Method）を提案する。

これは、被験者がヒヤリとした事象を RR 間隔から把握して、全事象に対するヒヤリとした事象の割合を「ヒヤリハット事象割合」として評価する手法である。ここでいう事象とは、自転車走行する被験者が、歩行者や自転車、自動車とすれ違う行為や追い抜かれた行為を指す。幅員が 3m 以上の自歩道のときは、自転車中心から両サイド約 1.5m 以内での事象を対象としている。

計測方法として、事象の発生時刻は、被験者が事象を視認した時刻とし、被験者頭部に設置したビデオカメラの画角で確認することとした。例えば、後ろや側方からの追い抜きは、画角に入った時刻、また、反対方向からのすれ違いは、すれ違う瞬間に画角からでる時刻とした。なお、自転車と歩行者の通行空間が物理的に分離されている自転車通行指導帯や自歩道（構造分離）において、空間断面を共有しない自転車や歩行者の事象は、含まないこととした。

分析方法として、ヒヤリとした事象の抽出は、RR 間隔の一拍一拍を毎分の心拍数に換算した瞬時心拍数を用いる。これをもとに、事象発生後の瞬時心拍数が増加する事象を「ヒヤリハット事象」と定義する（図 5-4）。事象発生前の瞬時心拍数と比較して、事象発生後の瞬時心拍数の増加が 1% 以下の場合には誤差と判断し、増加が 1% 以上の事象のみをヒヤリハット事象とした。

なお、具体には、事象発生前の 30 拍の瞬時心拍数の平均を、事象発生前の平均瞬時心拍数として算出し、事象発生後の 60 拍の瞬時心拍数の平均を、事象発生後の平均瞬時心拍数として算出した。60 拍としたのは、試験調査（サンプル数 186 事象）を実施した結果をもとに、被験者に自転車がすれ違うヒヤリとした事象を実験的に発生させて得られた結果を参考にしている<sup>9)</sup>。また、60 拍以内に別の事象が発生したときは、別の事象が発生するまでの瞬時心拍数の平均で事象発生後の平均瞬時心拍数を算出している。

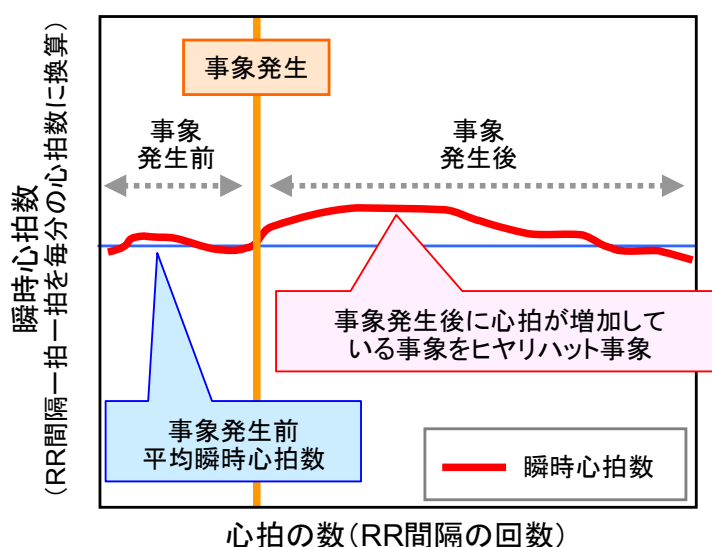


図 5-4 RR 間隔によるヒヤリハット事象抽出方法

一方、自転車走行中の快適性を評価する方法としては、CHM（Comfort based on Heart rate Method）を提案する。

CHM は、瞬時の心理的負担の変動を表現できるよう、RR 間隔のバラツキを LP (Lorenz Plot) により解析する手法である<sup>10)</sup> (図 5-5)。LP とは、横軸を  $n$  番目の RR 間隔、縦軸を  $n+1$  番目の RR 間隔としてグラフ上にプロットし、 $y=x$  軸と  $y=-x$  軸上に投影後、 $y=x$  軸において原点からの距離の標準偏差を長軸、 $y=-x$  軸において原点からの標準偏差を短軸として作成される楕円を指す。

こうした心理的負担に関する評価は、一般的には LF/HF が用いられる。LF/HF は、交感神経の影響を受ける LF と副交感神経の影響を受ける HF との面積比により心理的負担を評価する指標で、値が大きいと相対的に交感神経の活動が高いことを示す。しかし、LF/HF を算出するには、5 分間程度のデータを用いた周波数解析する必要があり、自転車のように秒単位で周辺環境が変化するような走行快適性評価には適さないと考える。LP は、LF/HF から導き出される交感神経機能の評価よりも、短時間のデータで分析できる手法である。また、心電図を用いた自律神経機能検査の一つとして用いられ、一定期間の RR 間隔の変動を視覚的に捉える方法である。LP の解析により算出される「LP 面積」は、値が大きいほど、そのときの心理的負担が大きいと判定される。

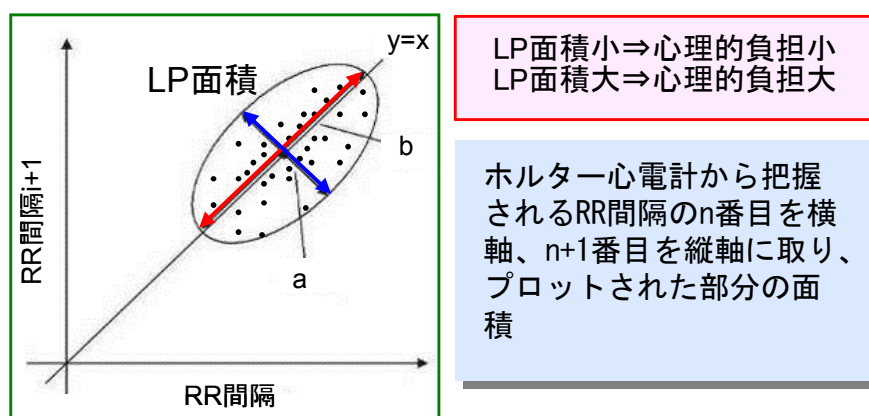


図 5-5 RR 間隔による LP 面積の解析方法

### (3) データスクリーニング手法の検討

ホルター心電計により計測した心拍データは、不整脈等によるデータを含むため、データスクリーニングしなければならない。本研究でのデータスクリーニングでは、「瞬時心拍数による不整脈の除去」を行うものとする。不整脈は、誰しもが起こる心拍の動きであるが、不整脈が多発する被験者で計測された心拍データを使用すると、適正なデータ分析が実施できないため、不整脈によるデータは取り除いて評価する必要がある。

不整脈の判断は、一般的に、瞬時心拍数を用いて判断されており、その基準は、瞬時心拍数の変化幅が 1 分間平均値の 15%以上か否かに基づくこととした (図 5-6)<sup>11)</sup>。こうして設定した不整脈の判断手法により、被験者ごとにデータを確認し、不整脈を除去することとした。

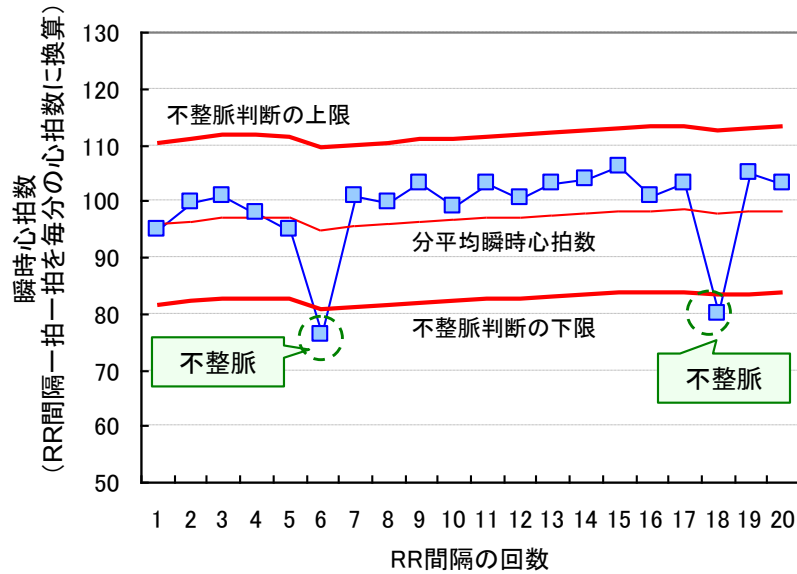


図 5-6 不整脈の除去の考え方

#### 5-2-4 新評価手法による自転車走行実験

##### (1) 調査概要

自転車走行空間のタイプ別の安全性や快適性を、前節で示した手法により明らかにするため、高松市内の複数の路線を対象に、実験的に調査・分析を行った。

調査の概要は表 5-1 に示す。調査路線は、自転車利用が活発な高松市の中心部の代表的な自転車走行空間のタイプである 6 路線を抽出している。なお、調査時間帯は、ピーク時間帯の 7 時～9 時または 16～17 時、オフピーク時間帯の 10 時～15 時とし、オン・オフでサンプル数が同一となるように計画してデータを取得した。

調査の際には、自転車走行する被験者が、歩行者や自転車とすれ違う回数を把握するために、ビデオカメラを頭部に設置した。頭部に設置したのは、被験者が視認している方向の状況を、常に撮影できるよう工夫したものであり、被験者の負荷にならないよう、スマートフォンのビデオカメラ機能を活用して、軽量かつコンパクトなものとした。

また、不整脈が多発する被験者は、適正なデータ取得ができないことから、一般的に不整脈の多い高齢者を除いた若年層での調査とした。なお、被験者は、健康診断等で不整脈と判断された経験の有無を事前に確認して選定している。

表 5-1 調査概要

項目	内容		
調査日	平成22年11月15日（月）～17日（水）		
被験者	若年層延べ30人・日（1路線あたり10人走行） （調査路線の走行頻度：各被験者とも、路線③は2・3ヶ月に1回程度。その他路線は半年に1回程度）		
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>各被験者にホルター心電計、ビデオカメラを取り付け、対象路線を普通自転車で走行。</li> <li>調査終了後、心理的負担を感じた内容・場所を記録し、アンケート（走行快適性について5段階評価）に回答。</li> </ul>		
			
路線① 自転車道	 <p>路線延長：1.7km すれ違い台数：2人・台/回（1台/回）</p>	 <p>路線延長：2.8km すれ違い台数：101人・台/回（33台/回）</p>	 <p>路線延長：1.5km すれ違い台数：145人・台/回（55台/回）</p>
路線④ 自歩道（カラー分離）	 <p>路線延長：1.5km すれ違い台数：94人・台/回（52台/回）</p>	 <p>路線延長：2.4km すれ違い台数：64人・台/回（39台/回）</p>	 <p>路線延長：1.4km すれ違い台数：74人・台/回（28台/回）</p>

※すれ違い台数は、ピーク時間帯における歩行者、自転車、自動車のすれ違い及び追い抜かれた台数の平均、括弧内は、自転車の台数の平均を示す。①自転車道は、オフピーク時間帯のみ走行。

## (2) 調査結果の分析

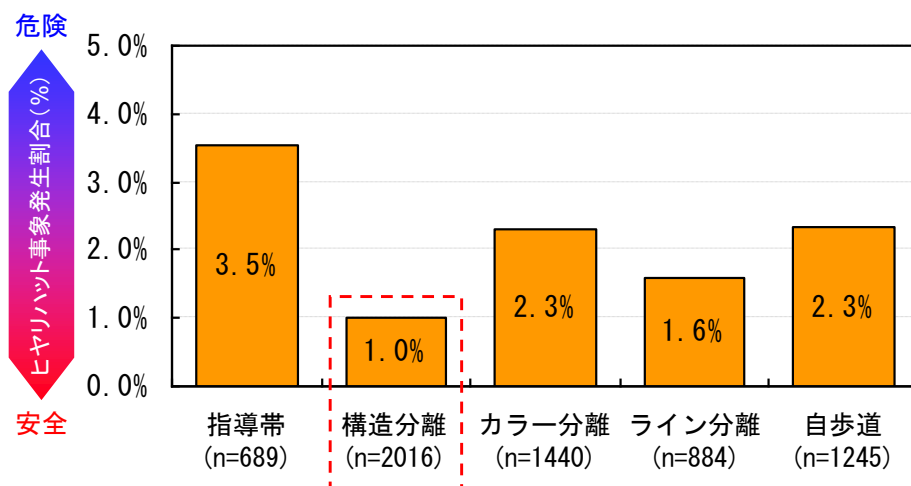
### 1) ヒヤリハット事象による安全性評価（SHM）

調査で取得した心拍データから、SHMに基づき、ヒヤリハット事象を抽出して、ヒヤリハット事象発生割合を、自転車走行空間別に比較した結果を図 5-7 に示す。

ヒヤリハット事象発生割合は、「構造分離」が 1.0%で最も低く、次いで「ライン分離」で 1.6%、「カラー分離」「自歩道」が 2.3%と続き、「指導帯」が 3.5%で最も高い値を示す。従って、これ



らの自転車走行空間のうち、「構造分離」が「ヒヤリとした事象が少ない」、つまりは、最も安全性が高い走行空間と評価できる。これは、「構造分離」の空間が、自転車の走行空間と歩行者の歩行空間に、物理的に区分されていることに起因していると推測できる。一方で、比較的短期間で自転車走行空間の確保が可能な「指導帯」は、最も安全性が低い結果となった。「指導帯」は、自動車と近接して走行すること、また、交差点部は自歩道として乗り入れて走行するため、歩行者や自転車と錯綜すること等が起因し、ヒヤリハット事象発生割合が高くなっていると考える。



※n は、全事象数

※自転車道は、河川敷を活用した自転車道であり、交錯機会が極端に少なかったため、分析結果から除外

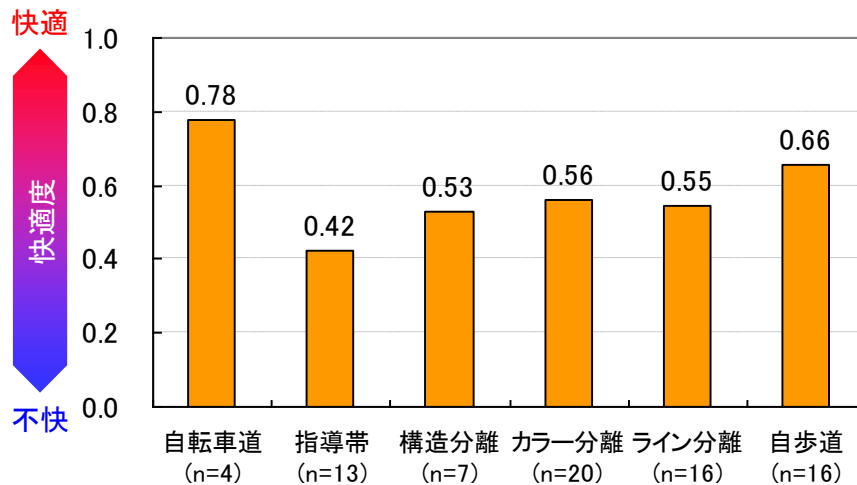
図 5-7 ヒヤリハット事象発生割合による安全性評価 (SHM)

## 2) LP 面積による走行快適性評価 (CHM)

調査で計測した心拍データから、CHMに基づき、心理的負担状況を把握し、自転車走行空間別に比較した結果を図 5-8 に示す。

なお、ここで示す心理的負担は、被験者によって個人差があるため、普段の生活における平常時値（椅子に座った状態における LP 面積）を基準値として、路線別 LP 面積の比率を取り、その逆数（以降、快適度とする）を「快適度」として分析している。逆数としたのは、値の増加に伴い、快適性も向上するという正の相関にすることで、視覚的に分かりやすくするためである。

快適度は、「自転車道」が 0.78 で最も高く、次いで「自歩道」が 0.66、「カラー分離」が 0.56、「ライン分離」が 0.55、「構造分離」が 0.53 と続き、「指導帯」が 0.42 と最も低い値を示す。従って、これらの自転車走行空間のうち、「自転車道」が最も快適性が高いと評価できる。一方で、最も快適性が低いのは「指導帯」である。これは、「指導帯」の幅員が他の自転車走行空間に比べて狭いこと、「指導帯」内を自動車が占有しているケースが見られること等が影響し、快適性が低くなっていると考える。一方で、自転車走行位置が指定されている「構造分離」、「カラー分離」、「ライン分離」よりも、「自歩道」の方が快適性が高くなっている。これは「自歩道」の方が、相対的に自転車走行できる幅員が広いことが起因していると考えられる。

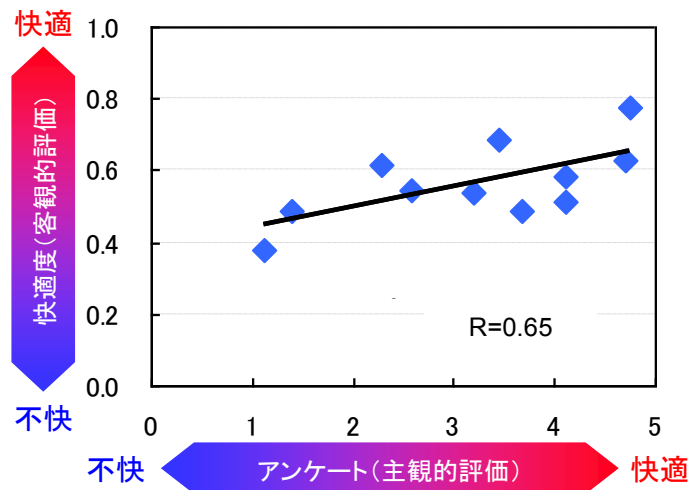


※n は、被験者数

図 5-8 LP 面積による走行快適性評価 (CHM)

### 3) CHM とアンケートの快適性評価の比較

CHM に基づく客観的な快適性評価とアンケートによる主観的な快適性評価の相違点を把握するために、自転車走行空間別のデータを用いて、相関分析を実施した。その結果、重相関係数が 0.65 となり (図 5-9)、この重相関係数について検定を行った結果、帰無仮説重相関係数=0 となり、本調査のサンプル数では相関の有無を確認できなかった。

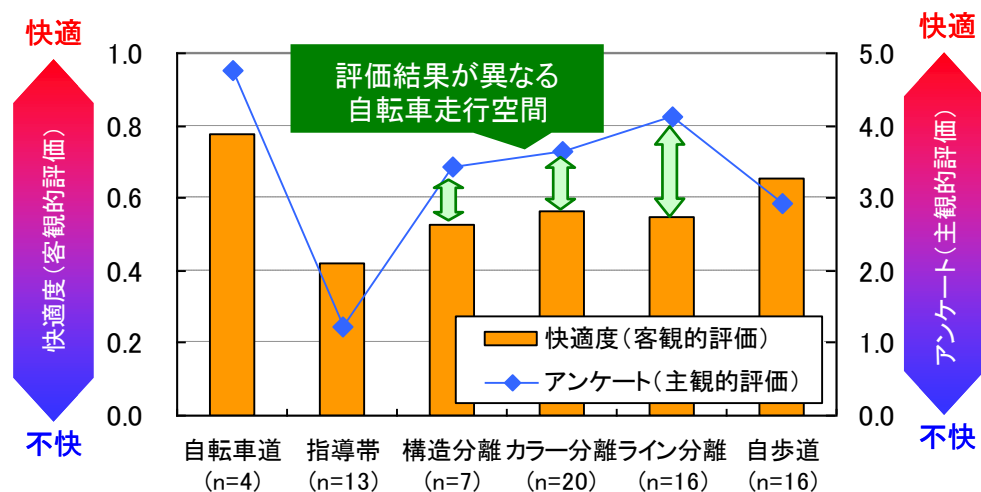


※プロット数は、各調査路線のピーク・オフピーク毎の調査結果の平均値

図 5-9 CHM とアンケートによる快適性評価の相関

この要因を探るため、分析データについて自転車走行空間別に着目して整理すると、「構造分離」、「カラー分離」、「ライン分離」の自転車走行位置が指定されている走行空間において、アンケート結果との傾向が大きく異なった (図 5-10)。この結果を考察すると、アンケート結果は、分離柵やライン等で区分して自転車走行空間としていない幅員を含めた自歩道の全幅を、自転車

走行空間と認識し、回答したものと推察する。一方で、CHMの結果は、実際に限られた自転車走行幅員の中で走行するため、走行時に注意を払う必要があり、こうしたストレスが加味されて、相対的に快適度が低い結果になったものと考察できる。



※nは、被験者数

図 5-10 自転車走行空間別の CHM とアンケート結果の比較

### 5-2-5 研究結果の考察

第 2 章で本研究のフィールドとしてとりあげた高松のような市街地部では、限られた道路空間の中で、自転車走行空間を確保していくことが求められる。そのために、近年では、車道部の路肩を有効活用し、早急かつ効率的に空間を確保できる利点を持つ「自転車通行指導帯」や「自転車通行帯」の整備が注目され、全国的に導入が進められている。

しかしながら、本研究の SHM および CHM による評価結果をみると、「自転車通行指導帯」は、他の自転車走行空間に比べて、快適性および安全性とも低い値を示しており、長期を見据えた自転車ネットワークを構築する上では、十分な整備方法とは言えない結果となっている。特に、SHM による評価結果では、安全性の評価が最も低くなっているが、近年では高齢者等の自転車事故が大きな事故に繋がるケースも多く、安全性は、自転車走行空間を確保する上で最も重視すべき要素である。こうした状況を鑑み、SHM による評価結果において、安全性が最も高く、快適性も平均的な「構造分離」による整備を進めていくことが望ましいと考える。

高松中心市街地にある中央通りでは、「構造分離」により自転車走行空間を整備したところ、当該区間利用者へのアンケート調査では、約 75%が整備後に安全性が高まったと回答している<sup>13)</sup>。さらに、自転車走行の快適性が低下したとの意見はほとんどでていない。したがって、通勤・通学の歩行者および自転車が錯綜し、安全性向上が課題であった中央通りの「構造分離」による整備は、有効な施策であったことが一定程度確認できたといえる。

このように、今後、自転車ネットワークを構築していく際には、SHM および CHM による評価結果を参考にしながら、整備する道路の役割と利用特性を踏まえて、自転車走行空間の整備手法を検討していくことが必要と考える。こうした視点が、自転車の側面からのまちづくりの一步となり、自転車ネットワークにおける安全性や快適性の効率的かつ効果的な向上に繋がると考える。

### 5-3 視認特性分析をもとにした自転車案内誘導の研究

#### 5-3-1 視認特性を踏まえた自転車案内サイン整備の重要性

視認特性分析の研究フィールドとした香川県は、人口 1 万人当たりの自転車事故件数は平成 17 年以降連続して全国ワースト 1 位、交通事故死者に占める自転車乗車中割合は全国 8 位<sup>12)</sup>という現状に加え、近年は特に高齢者が関与して大きな事故に繋がるケースも見られる。さらに、高松中心部の丸亀町商店街では、大規模商店のオープンに伴い、商店街への自転車の進入を禁止しており、商店街に並行している中央通り（国道 11・30 号）に自転車交通がシフトしている。

中央通りは、自転車走 2 行位置が構造的に分離されている道路空間であるものの、以前から自転車と歩行者との接触事故やバス停分離柵への衝突事故が発生している。大規模商店オープンによる自転車交通量の増加は、こうした事故発生の危険性を高め、自転車が走行位置を遵守しなければ、歩行者の安全性が特に損なわれると考える。

このような状況から、整備してきた道路空間における自転車歩行者遵守率のさらなる向上による安全性の確保が喫緊の課題となっており、その重要な施策となる自転車案内サインの適切な設置が求められる。

高松中心部の自転車ネットワークにおいて、自転車と歩行者の通行を分離した自転車走行空間としては、主に図 5-11 に示す 3 タイプが存在する。それぞれの自転車走行位置は、看板柱や架空看板、路面標示によって誘導がなされ、自転車と歩行者の通行を区分する分離柵やバス停分離柵によって自転車走行位置が区分されている。

こうした現状の多様な自転車案内サインの設置状況から、最適な自転車案内サインとすべく、その整備方針を自転車走行時の視認特性分析から導き出すものとする。

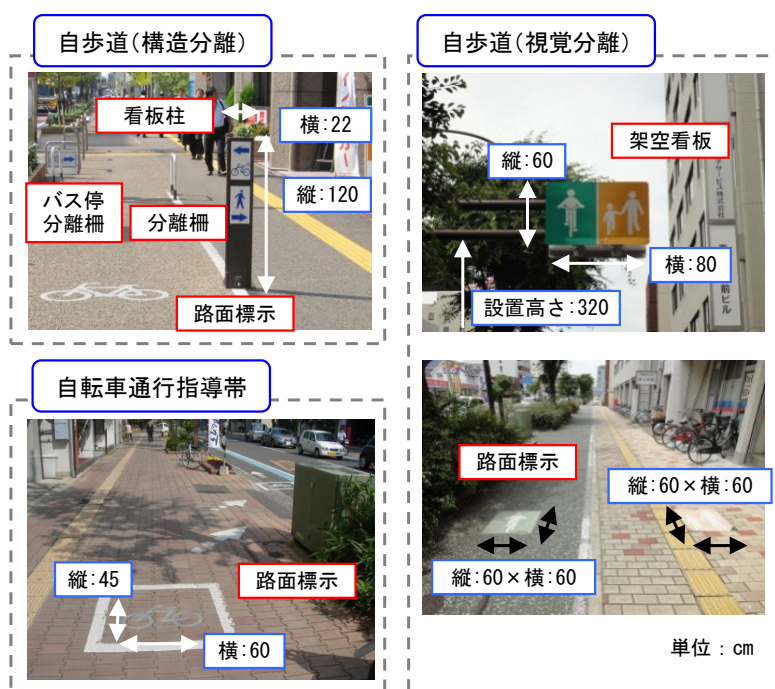


図 5-11 高松中心部における案内サインのタイプ

### 5-3-2 既往研究のレビュー

自転車を適切な走行空間に誘導する案内サインについては、全国統一の指針等はないものの、既往の研究成果の中には、調査・分析に基づき設置方針を検討している研究がある。

山中ら<sup>14)</sup>は、自歩道において歩行者と自転車の通行を構造的に分離した構造分離の自転車走行空間に着目し、自転車走行位置の遵守率向上方策として、同空間に設置している看板柱、架空看板、路面標示の案内サインを対象に、認知率や見えやすさをヒアリング調査により把握している。さらに、路面標示のサイズ・設置間隔別に実験コースを作成して、自転車走行者視点でビデオ撮影し、その動画を被験者に視聴させることにより、案内サインの視認性や連続感に対する評価をアンケート形式で把握して、その結果とコストとの関係性を分析している。また、徳島県の構造分離における案内サイン別の認知率や見えやすさを、アンケート調査により把握し、その結果に基づき、自転車走行空間における案内サインの設置指針を整理している。

自転車走行中の案内サインに対する視認特性に関する個々の研究もなされている。相知ら<sup>15)</sup>は、自転車走行中の視点を分析できるアイマークレコーダを用いて、岡山県の自転車道や構造分離における案内サインを対象に、自転車走行中の視認特性を分析している。そのうち、案内サイン別の視認開始位置の分析結果から、距離帯別に有効な案内サインを把握している。また、アンケート調査に基づく一対比較結果から、架空看板や看板柱に比べて、路面標示の視認性が最も高いことを把握している。

神田ら<sup>16)</sup>は、アイマークレコーダを用いて、被験者によって自転車走行中の視線が異なることを定量的に把握し、被験者を上向き・下向き目線のタイプに分類した。さらに、そのタイプ別の被験者に、岡山県の構造分離における案内サインの視認特性を分析し、視認性の高い案内サインを把握している。

花村ら<sup>17)</sup>は、アイマークレコーダを用いて、自転車歩行者道における自転車走行中の視認特性を把握している。視認特性は、ピクトグラムや誘導ライン等の路面標示、自動車や対向自転車、信号機、駐輪場等の自転車走行空間の構成要素を対象として、単路部、交差点部等の道路構造別に把握している。

なお、こうした案内サインの視認特性に関する研究は、自転車走行者だけでなく、自動車ドライバーに対しても実施されている。石川<sup>18)</sup>は、事故対策を検討する上で、アイマークレコーダをドライバーの視線挙動把握に用い、標識や案内サインのうち、路面標示が最もドライバーの視点が停留しやすいことを把握している。

こうした既往研究において、自転車走行中の案内サインの設置方針や視認特性が把握されているものの、対象とする自転車走行空間は、自歩道側を主対象とした調査・分析であり、車道側を自転車走行する自転車通行指導帯等の調査はほとんどなされていない。また、バス停と自転車走行空間を区分する分離柵の視認特性を分析した調査はなされていない。

そこで、本研究では車道側の自転車走行空間を対象として含み、様々な自転車走行空間において、自転車走行中の案内サイン、さらにバス停分離柵に対する視認特性分析を行い、自転車走行空間改善方策について考察する。

### 5-3-3 自転車案内サインの視認特性把握調査

#### (3) 調査方法

自転車案内サインのタイプ別の視認特性を明らかにするため、高松市内の様々な自転車走行空間を対象に調査・分析を実施した。調査概要を表 5-2 に示す。

調査には、被験者の視認位置が時系列的に取得できるアイマークレコーダを用いた。アイマークレコーダは、取得データを分析することで、案内サインの視認の有無、視認回数・時間、視認開始距離、自転車走行位置の遵守状況等を把握できる。

調査路線は、高松中心部の代表的な自転車走行空間のタイプである自転車通行指導帯をはじめ、自歩道（構造分離）、自歩道（視覚分離）の3路線を抽出している。なお、自転車通行指導帯には路面標示が設置され、構造分離には看板柱と路面標示が、視覚分離には架空看板と路面標示が同一断面上に設置されている。その他、構造分離には、分離柵やバス停分離柵が設置されている。

走行後には、案内サインの認知や見えやすさに関するアンケートを実施した。なお、機器の関係上、アイマークレコーダの被験者は3人、アンケート調査のみの被験者は12人とした。

表 5-2 調査概要

項目	内容	
調査日	平成23年9月7日（水）～9日（金）	
被験者	アイマークレコーダとアンケート調査実施：3人 アンケート調査のみ実施：12人 ※地域に不案内な若年層を対象。	
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>被験者にアイマークレコーダを装着し、対象路線を普通自転車で走行。</li> <li>調査終了後、アンケート（案内サインの認知や見えやすさ（5段階評価）等）に回答。</li> </ul>	

※各調査路線の距離は、往復距離。  
 ※すれ違い者数は、調査時における歩行者、自転車のすれ違い及び追い抜かれた台数の平均。なお、調査路線は、自転車と歩行者の通行空間が物理的に分離されているため、空間断面を共有しない自転車や歩行者は含んでいない。

調査の時間帯は、案内サインの視認を妨げる要因が少ない時間帯に実施することが望ましいと考え、自転車歩行者交通量がオフピークとなる10時～15時とし、各路線ともサンプル数が同数となるように計画してデータを取得した。また、これまでに調査路線を自転車走行したことがある人の場合、自転車走行位置を既知している可能性があり、案内サイン視認状況に関する正確なデータの取得ができないことから、走行したことのない県外の地域不案内者を対象として調査を実施した。

#### (4) アンケートによる案内サインの視認容易性の比較

前節で示したように、自転車走行後に実施したアンケート調査から、案内サイン別の視認容易性を把握した。アンケートの被験者は、男性11人、女性4人の計15人で、自転車に週1回以上乗車している人は約半数の7人、月に1～2回程度の乗車の人が8人の属性データである。

自転車走行空間別の案内サインに対する認知状況は、視覚分離の架空看板に気づかなかった人が、15名中2名いたが、他の自転車走行空間における案内サインは、認知されていた。しかしながら、構造分離及び視覚分離における自転車走行位置の遵守率は80%以上と高いものの、自転車通行指導帯における遵守率は、33%と低い結果であった(図5-12)。その理由としては、走行空間上を路上駐車で阻害されていたり、逆送する自転車を避けるために、走行位置を遵守できなかったとの理由が合計で約8割を占める(図5-13)。

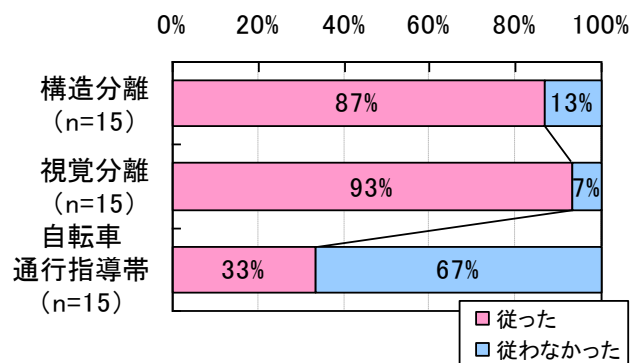


図5-12 案内サインによる走行位置遵守状況

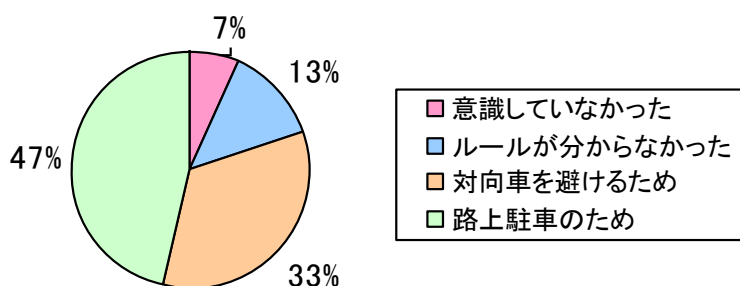


図5-13 自転車通行指導帯における非遵守理由



一方で、案内サインの見やすさでは、構造分離における看板柱が最も高い傾向にあり、次いで、視覚分離における架空看板が続く（図 5-14）。構造分離と視覚分離の路面標示の見やすさは総じて同様の傾向である一方で、自転車通行指導帯における路面標示は、視認性が低い結果となった。また、自転車通行指導帯における路面標示を見やすくする方向性としては、もっと目立たせる必要性が最も多く指摘されている（図 5-15）。その他、歩道上の違法駐輪自転車削減による案内サインの見えやすさ向上や路面標示だけでなく、架空看板等の案内サイン設置の必要性を指摘した意見もあり、自転車通行指導帯における案内サイン改善要望の強いことが、アンケート調査により確認された。

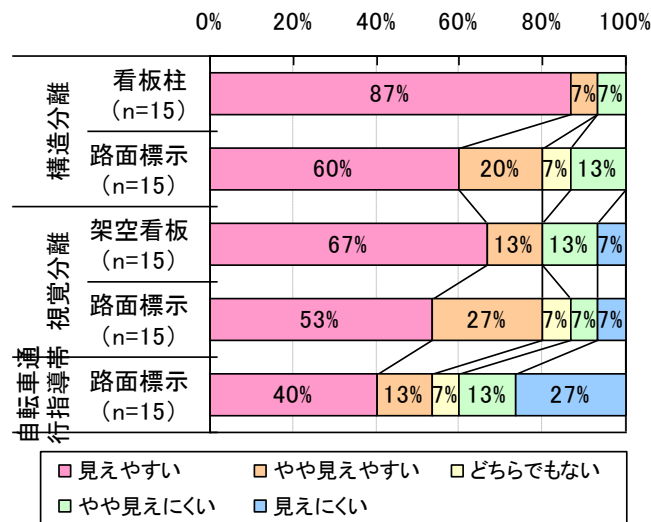


図 5-14 案内サインの見えやすさ

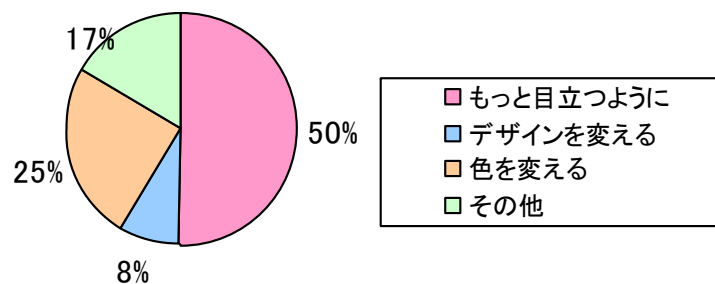


図 5-15 自転車通行指導帯の路面標示視認性向上の工夫

#### 5-3-4 自転車案内サインの視認特性分析

##### (5) 取得データの概要

アイマークレコーダにより取得したデータから、案内サインの視認特性を分析する。対象物を見たという定義は、既往研究<sup>19)</sup>の「着視」「注視」という定義に基づくものとした。着視とは、毎秒30コマで取得されている映像を画像に区切り、1コマ(0.03秒)視認したものを指し、注視とは、5コマ(0.15秒)以上着視したものを指し、見て認識したものとした。なお、アイマークレコーダにより取得したデータは、表5-3に示す視認対象別に区分した。調査路線を自転車走行した結果、アイマークレコーダを装着した被験者3人の走行時間は約4~9分程度であり、アイマークレコーダのデータも同時間分取得できた。全データの注視割合を平均すると、前方が71%、交通等が21%、案内サインが5%、信号機等が3%を占める。

表 5-3 アイマークレコーダの視認対象区分と注視割合

視認対象		割合
前方	左前方、右前方、直方路面	71.2%
交通等	自動車走行中、自動車路上駐車、バイク、歩行者、自転車	20.7%
案内サイン	分離柵、看板柱、架空看板、路面標示	5.1%
信号機等	歩行者用信号機、横断歩道	2.5%
バス停	バス停、バス停分離柵	0.5%

##### (6) 案内サインの視認状況

地域不案内者が、自転車走行位置の案内サインを視認する場合、走行する自転車走行空間の全ての案内サインを同レベルで視認せず、最初の案内サインを視認した後は、自転車走行位置の確認程度に案内サインを視認すると考える。そこで、看板柱、架空看板、路面標示の案内サインの設置位置で調査路線を区切り、区間別に自転車走行位置の遵守状況と案内サインの視認状況を把握した。案内サインの区間別視認特性は、調査路線別・被験者別に整理した。

各調査路線・被験者とも、アイマークレコーダの画像データを区間別に分析することで、区間によって、着視回数・注視回数の差が確認できた。調査路線別に、最初の案内サイン注視位置を整理すると図5-16のようになる。ほとんどの調査路線において、調査路線始まりの区間1で案内サインを注視しており、自転車の走行位置を把握していることが確認された。調査終了後の被験者へのヒアリング調査においても、自転車の走行位置は、調査路線始まりの区間1で案内サインを視認して確認したとの回答が得られている。こうした点から、地域不案内者は、調査路線始まりの案内サインで各自転車走行空間の自転車走行位置を判断していると考えられる。

一方で、自転車通行指導帯における被験者1は、調査路線始まりの区間1で案内サインを視認しておらず、自転車走行位置を遵守せずに走行したことが確認された。その後、調査路線途中の案内サインを視認することによって、自転車走行位置が間違っていることに気付き、途中区間から適切な自転車走行位置を走行している。自転車走行位置が間違っていることを気付かせた案

内サインの注視回数は、同調査路線における他の案内サインの平均注視回数が 4 回未満であるのに対して、19 回と極端に多くなっていることが確認された。

その他、観光通りの信号待ちとなった場合の区間とそれ以外を比較すると、前者が注視回数 7.5 回に対して、後者は約半分の 3.1 回に留まる。信号待ちとなった場合は、信号待ち時間に前方の区間の案内サインを視認する傾向があり、注視回数が他の区間よりも多くなっていることが確認された。また、歩行者や自転車交通量が多い区間では、それらの交通を視認する機会が多くなり、注意力が増すなどして、案内サインの注視回数が他の区間よりも多くなっていることが確認された。例えば、中央通りでは、歩行者や自転車交通量が多い区間では、注視回数が 9.0 回であるのに対して、それ以外の区間では 3.6 回と半分以下となっている。

こうした案内サインの区間別視認状況を踏まえ、地域不案内者の案内サインの視認特性を把握する上では、区間を絞って分析することが望ましいと判断し、以降の分析では、調査路線始まりの区間データを用いて分析することとした。

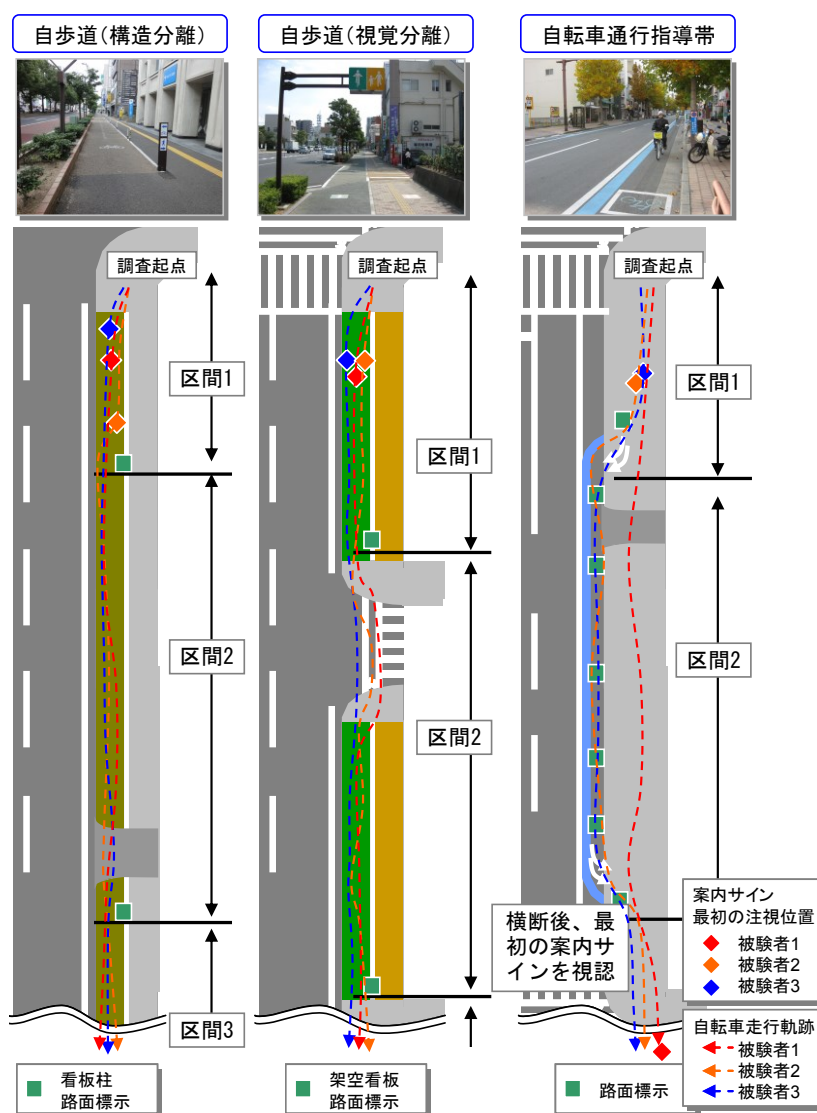
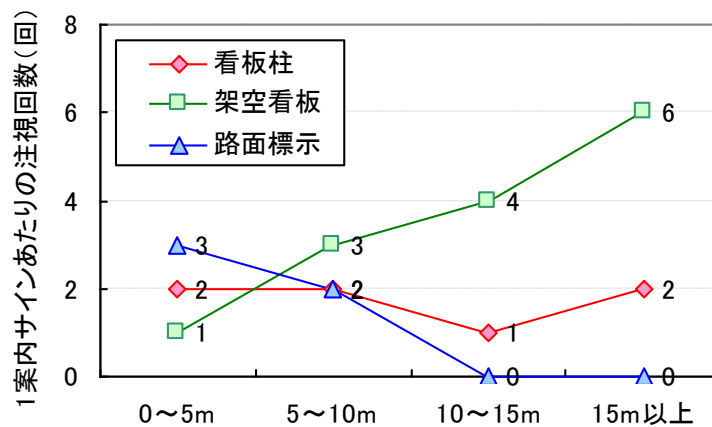


図 5-16 調査時における最初の案内サイン注視位置

## (7) 案内サインの視認開始位置

先に示したデータ分析区間のデータを用い、各自転車走行空間における案内サイン別の視認開始位置を、それぞれの案内サイン設置位置手前からの距離で比較した(図 5-17)。アイマークレコーダで取得したデータにおいて、案内サイン設置位置手前からの距離を把握する際には、分離柵が概ね 5m 間隔で設置されていることを参考に把握した。構造分離の看板柱は、15m 以上手前の遠距離で一度視認され、再度 10m 未満の近距離で視認されるという特性を持つ。これは、道路中央の位置に看板柱が設置されているため、自転車の走行安全上の確認行動を含めた視認も含まれているためと推察する。また、視覚分離の架空看板では、近距離よりも 15m 以上の遠距離で視認される状況が多くなっている。一方、自転車通行指導帯の路面標示は、案内サイン手前 5m 未満での視認が多くを占め、遠距離で視認されていない。



※被験者 3 人の合計値

図 5-17 案内サインの視認開始位置

本調査結果を、案内サインの視認特性把握調査が同様に実施された岡山の調査結果<sup>16)</sup>と比較してみた。岡山の調査概要と案内サインの設置状況を図 5-18 に示す。

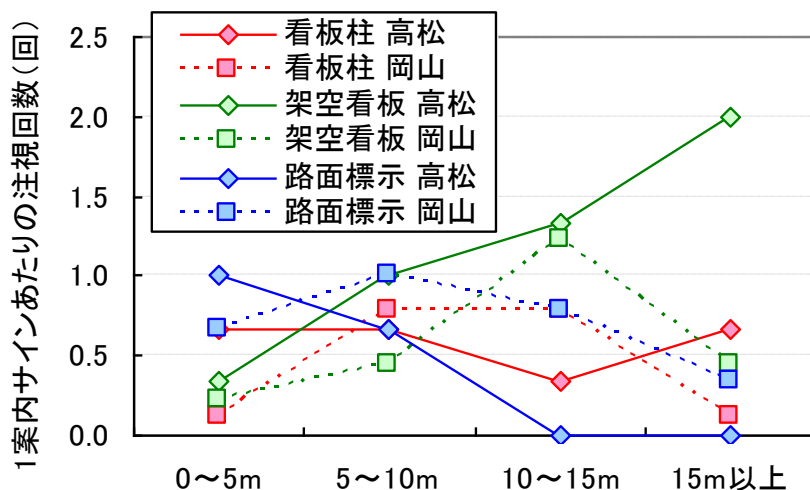
案内サイン別の視認開始位置を比較すると、看板柱は、高松と岡山の調査結果では傾向が異なる(図 5-19)。岡山の看板柱は、植樹帯の幅員を利用して設置されているため、植樹帯等によって遠方からの視距が阻害され、結果的に案内サインから手前 5~15m の位置での視認となっていると推測される。従って、岡山の看板柱は横 39cm×縦 180cm に対して、高松の看板柱は横 22cm×縦 120cm と、小サイズであるにもかかわらず、遠距離での視認を実現できていると言える。

架空看板は、近距離よりも遠距離での視認が多くなる傾向は同じであるが、高松は、手前 15m 以上、岡山は、手前 10~15m の視認が多くなっている。この理由として、岡山の架空看板の設置高さは 300cm、看板を含めると 330cm となることに比べ、高松は 320cm、看板を含めると 380cm と、高いことが影響しているものと考えられる。

また、路面標示については、高松は、手前 10m 以内での視認が全てであるのに対して、岡山は、手前 5~15m の視認が多くなっている。岡山に設置されている路面標示の矢羽根は、1 個のサイズが横 45cm×縦 75cm で、一定の間隔をあげ、3 個連続してセットで設置されている。それに対し、高松の路面標示は、横 60cm×縦 45cm が 1 個単独で設置されており、岡山に比べて小さい。従って、岡山の路面標示は、遠方からの視認性が高くなっていると考えられる。



図 5-18 岡山における案内サインの設置状況



※高松の調査結果は、被験者 3 人平均。岡山の調査結果は、被験者 9 人平均。  
 ※岡山の路面標示は、矢羽根のみの注視回数。

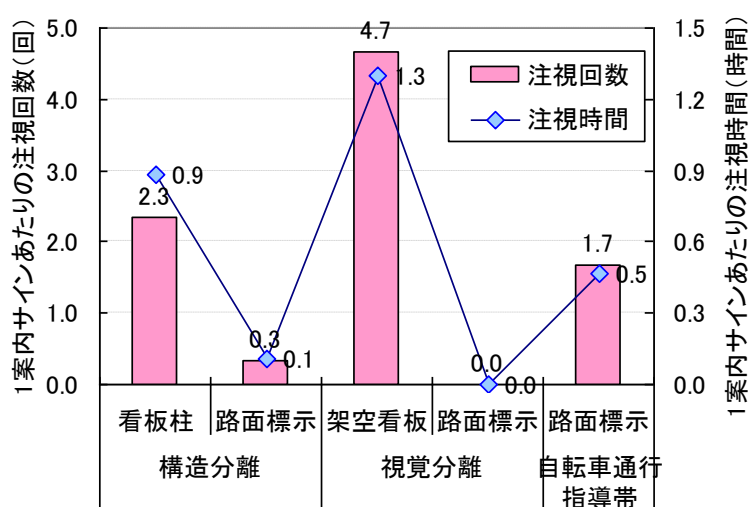
図 5-19 案内サインの視認開始位置に関する比較分析

### (8) 案内サインの視認回数及び注視時間

1 案内サインあたりの注視回数及び注視時間を、案内サイン別に比較した (図 5-20)。1 案内サインあたりの注視回数を自転車走行空間別にみると、視覚分離が架空看板と路面標示の合計 4.7 回で最も多く、次いで、構造分離が看板柱と路面標示の合計 2.6 回で続く。自転車通行指導帯における路面標示は 1.7 回と、他の自転車走行空間の約半分と低い結果となった。1 案内サインあたりの注視時間についても同様の傾向である。さらに、先に示したアンケート結果では、自転車通行指導帯の路面標示に対して「見えにくい」と回答している人が多くなっている。既往研

究<sup>14)</sup>では、路面標示の視認性は、看板柱や架空看板よりも優れているという評価結果となっている。この結果から、総合的に考察すると、自転車走行者が路面標示に気づくのが視距の関係上遅くなるため、自転車通行指導帯の路面標示が見えにくいと感じているのではいかと推察される。また、法定の自転車路面標示の規格は、横 100cm×縦 70cm に対して、本自転車通行指導帯における案内サインは、横 60cm×縦 45cm となっており、一回り小さい。従って、路面標示のみで誘導している自転車通行指導帯は、案内サイン改善の必要性が高いと考える。

また、構造分離における案内サインは、看板柱と路面標示が設置されているものの、路面標示はほとんど注視されていない。視覚分離における路面標示についても同様の傾向が確認されており、自転車走行者の視点からは必要性の低い案内サインと言える。



※被験者 3 人の平均値。

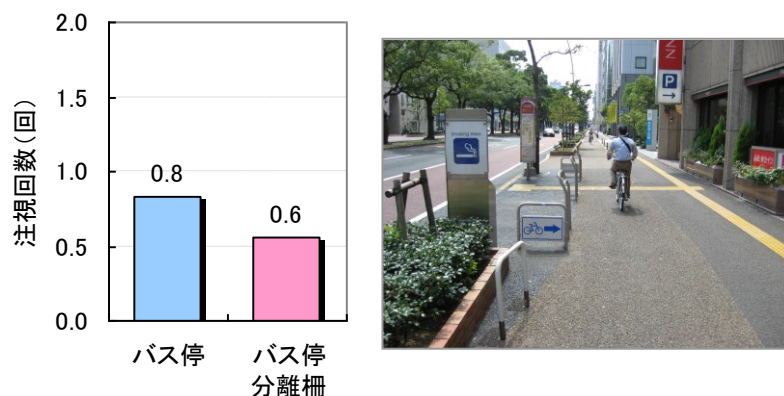
図 5-20 案内サインの注視回数及び注視時間

## (9) バス停分離柵の視認状況

中央通りのバス停分離柵が設置されている区間において、自転車走行中のバス停及びバス停分離柵に対する視認特性を把握した (図 5-21)。

バス停が設置されている区間のうち、被験者のバス停分離柵の平均注視回数は、1 回未満とほとんど注視されておらず、バス停も同様の傾向となっている。本調査は昼間に実施しており、バス停及びバス停分離柵の色が路面と同様な色であることを踏まえると、夜間にはさらに視認されず、衝突事故発生の危険性が高まると考える。また、こうした視認状況下で、自転車の走行速度が早い朝の通勤・通学時間帯の自転車走行の状況を想定すると、さらにバス停分離柵との衝突事故発生の危険性が高いと考える。なお、調査終了後のヒアリング調査においても、バス停分離柵が視認しにくいとの意見を得ている。

歩行者と自転車の通行を区分する分離柵については色が白く、路面の白線と重なることで、視認がしにくいとの意見をヒアリング調査により得ており、分離柵との衝突事故の要因となっていることが推察される。



※被験者 3 人×バス停のある 6 区間の平均値。

図 5-21 バス停及びバス停分離柵の注視回数

### 5-3-5 研究結果の考察からの適正な形態の提案

高松中心部の代表路線を対象に実施した自転車走行位置の案内サインに対する視認特性分析結果から、案内サイン別の視認特性の違いが把握できた。構造分離に設置している看板柱は遠距離で視認し、再度近距離で視認して、内容を確認しているという特性を持ち、路面標示は近距離ほど、架空看板は遠距離ほど視認するという特性を持つ。従って、これらの案内サインの長所を活かし、短所を補うような組み合わせで案内サインを設置していく必要があると考える。一方で、本調査路線のうち、特に多様な属性が利用している菊池寛通りでは、自転車走行位置の遵守率が低いことがアンケート調査や現地調査から確認されている（図 5-22）。

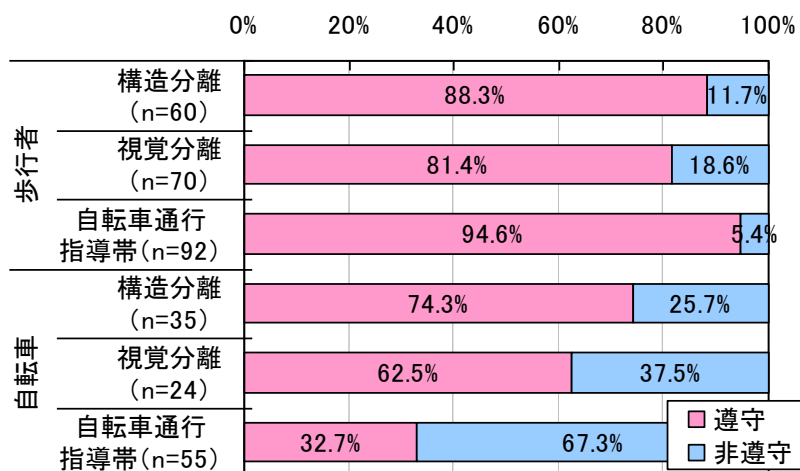


図 5-22 調査路線別の遵守率

また、アイマークレコーダを活用した調査でも、他の調査路線の自転車走行空間に比べて、案内サインの注視回数や注視時間も少なく、特に自転車走行位置の遵守率向上が求められる道路空間である。こうした状況から、各案内サインの視認特性を踏まえ、自転車通行指導帯における自転車走行の遵守率向上方策を提案する。

なお、自転車通行指導帯を対象とした調査結果から以下の問題点を指摘できる（図 5-23）。

- ・他の案内サインに比べて、自転車通行指導帯の路面標示が視認されていない。菊池寛通りの自転車通行指導帯に不案内な人は、自転車の走行位置が分からず、遵守できていない可能性がある。
- ・菊池寛通りの路面標示の大きさは、法定サインの標準の大きさ（横 100cm×縦 70cm）に比べて、サイズが小さく、認識しづらい。
- ・自転車通行指導帯上に、荷さばき車、沿道施設利用者、待ちのタクシー等の駐停車自動車が多く、自転車走行を妨げている。また、それらの駐停車自動車により、自転車通行指導帯の路面標示を視認することができない場合がある。
- ・歩道上には、違法駐輪自転車が多く、自転車通行指導帯への入口を示す路面標示を視認することができない場合がある。



図 5-23 自転車通行指導帯の違法駐車・駐輪の現状

現状の自転車通行指導帯は、「路面標示が視認されていない」、「自転車の走行位置が遵守されていない」という状況から、現状の路面標示だけでなく、看板柱や架空看板等と組み合わせて設置していくことが効果的と考える。路面標示は、近距離ほど視認するという長所がある一方で、遠方での視認効果は小さい。こうした短所を補うために、看板柱あるいは架空看板と組み合わせた設置を提案する。路面標示に加えて、看板柱を付け加えた場合、遠距離での注視回数が低いという短所を、看板柱を用いて補完することができる。同様に、路面標示に加えて、架空看板を付け加えた場合、遠距離での注視回数が低いという短所を補完することができる。なお、自転車通行指導帯に架空看板を設置する場合は、車道上に設置する必要があり、建築限界を考慮した位置に設置する必要がある。しかしながら、自転車走行者は、自転車通行指導帯入口部までは歩道上

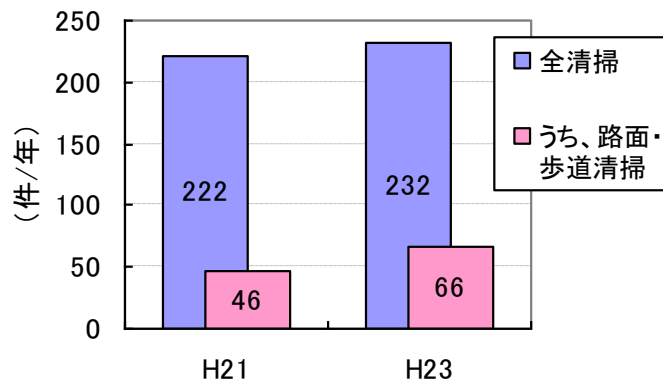


を走行していることから、車道上の案内サインは視認しにくいと想定できる。従って、本調査結果からは、架空看板よりも看板柱を加える方が、自転車走行の適切な遵守率向上方策であると判断する。なお、その際には、駐停車自動車対策や違法駐輪自転車対策も、合わせて実施していく必要がある。

## 5-4 心拍変動による歩行空間の維持管理基準に関する研究

### 5-4-1 歩行空間の清掃に関する維持管理上の課題

近年、厳しい財政制約下で道路の維持管理費が年々削減され、従来のような維持管理が困難となってきた<sup>20)</sup>。その結果、歩行者の安全性や快適性の低下を招く事態となっており、道路維持管理に関する市民の苦情も増加している（図 5-24）。安全で快適に歩行できる空間を確保していくために、歩道清掃状態が歩行者の安全性・快適性に与える影響を定量的に把握することが求められる。本研究では、歩道上の落ち葉等のゴミを対象に、歩行時に感じるストレスについてホルター心電計を用いて心拍変動の側面から計測し、歩行時に心理的に感じる快適性の定量化を試みる。さらに、歩行者の行動モニタリングと心理調査から安全性を評価し、多面的に歩道清掃状態が歩行者に与える影響を考察する。



※直轄国道

図 5-24 路面・歩道清掃に対する苦情件数

### 5-4-2 既往研究のレビュー

歩道清掃に関する既往研究では、清掃の必要性を整理し、維持管理の効率化による歩行時の安全性や快適性向上の検討が行われている。

菅原・菅野・二ノ宮ら<sup>21)</sup>は、ゴミに対する清掃費用、交通安全への影響、道路維持管理の問題等を踏まえ、ゴミの種類やゴミが多い区間等を把握するため実態調査を実施している。さらに、分析結果に基づき、効果的なゴミ対策や啓発活動の重要性に繋げている。加藤・竹林ら<sup>22)</sup>は、空き缶等のポイ捨てによる環境悪化が深刻となる中、美しい道路環境づくりや質の高い道路サービスの提供に向け、ボランティアとのパートナーシップによるアドプト・ロード・プログラムに着目した効率的な道路管理手法の検討を行っている。

また、苦情や要望等に対応した清掃実績に基づいて、歩道清掃頻度に関する研究もなされている。亀山・川端・石田・合田ら<sup>23)</sup>は、札幌市の市道で収集した路面堆積塵埃を対象として特性を分析し、美観への影響を明らかにすることで、美観保全に必要な路面清掃頻度について研究している。このように、維持管理体制による清掃の効率化や景観に着目した路面清掃頻度に関する

研究はなされているものの、歩道清掃状態が道路空間歩行時の安全性や快適性に与える影響を定量的に把握した研究はなされていない。

影響把握の方法としては、一般的にはアンケート調査に基づく方法が考えられる。しかしながら、その場合の主な設問形式は、道路空間の落ち葉被覆状況を、CG技術を用いて段階的に示した写真の選択形式による設問となり、回答が主観的な評価となることに加え、同空間を未歩行の場合は想定での回答、既歩行の場合は、過去の振り返りによる回答のためにバイアスが生じる欠点がある。また、写真を用いたアンケート調査は、人間の視覚に訴えるものであり、聴覚、嗅覚、触覚等の他の五感で感じる不快感・危険感、落ち葉に覆われた空間を歩行しなければ、現実的な評価は難しい。

こうした状況を踏まえ、近年では、歩行時や自転車等走行時に感じる心理的負担に着目した客観的な評価研究が注目されている。渡辺・金ら<sup>24)</sup>は、少サンプルながら、自転車道における心理的負担をRR間隔の解析をすることで把握している。その際、自転車道に進入する際のクランク周辺において、心理的負担が高まることを確認している。また、鈴木・砂川・新田ら<sup>25)</sup>は、心理的負担の側面から自転車走行空間における安全性・快適性を評価し、道路構造の違いによる快適性の違いを把握している。

本研究では、こうした既往研究を踏まえ、歩行時に感じる快適性を心拍変動から定量化することを試みる。さらに、その評価結果に基づき、歩道清掃状態が歩行者の安全性・快適性に与える影響について考察する。

### 5-4-3 歩道環境と不快感・危険感に関する実験調査

#### (10) 対象とする歩道清掃要因

歩道上を被覆するゴミの種類は、生ゴミ類や動物の糞類、落ち葉等、その種類は様々である。これらの歩道清掃要因の中には、歩道上に存在するだけで不快感を与え、歩行行動を妨げるものも含まれており、その場合は、応急的な処理が必要と判断される。

本研究では、検討対象とする歩道清掃要因を絞るために、道路利用者に対して、歩道上のゴミに対する応急的清掃の必要度に関するアンケート調査を一般市民に実施した(図5-25)。回答者は男性19名、女性11名で、年齢は、30代以下が11人、30~40代が16人、50代以上が3人の合計30名である。この結果から、生ゴミ類や動物の糞類等は、「今すぐに清掃して欲しい」「できればすぐに清掃して欲しい」との回答が合計8割以上を占め、歩行者の不快感や歩行行動の妨げに直結し、応急的清掃の必要性が示された。その反面、落ち葉類の応急的な清掃必要度は「そのうち清掃して欲しい」との曖昧な清掃時期を示す回答が半数以上を占めており、個々人の主観によって清掃時期が異なると考える。これは、道路植栽等の落ち葉が、時間の経過に伴って一定以上堆積すれば歩行者が不快・危険に感じ、応急的清掃が必

要と判断すると考える。こうした状況を踏まえ、歩道清掃状態によって、歩行者の不快感・危険感が変わる落ち葉類を対象として検討を実施した。

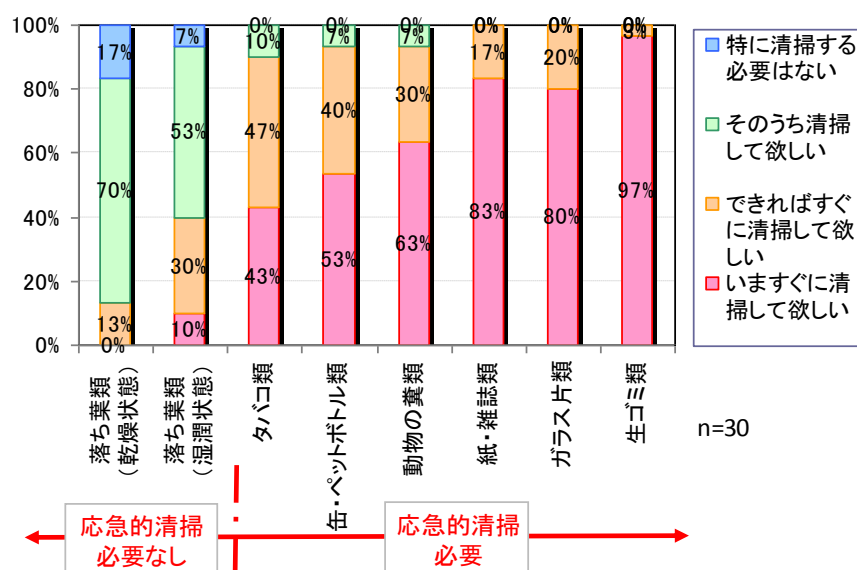


図 5-25 本研究で対象とするゴミの種類

## (11) 調査実施の概要

歩行時における安全性や快適性を明らかにするために、四国地方整備局四国技術事務所に実験コースを設け、試験的に調査・分析を行った。調査の概要を表 5-4 に示す。

調査路線は、落ち葉被覆幅及び乾燥・湿潤状態別の全 8 路線である。実験コースはグラウンドを活用したものであり、一周 90m、幅員は 3m である。幅員は、道路構造令の自転車歩行者道の幅員の考え方に基いて設定した。落ち葉は、植栽帯のある一般国道の落ち葉被覆状況を考慮して、実道路空間の車道側となる実験コース中心部のカラーコーン側から被覆した。この際の落ち葉は、ケヤキ、クロガネモチ等である。これらの樹種は、道路植栽に使われているものの、落ち葉量が多く、害虫が発生しやすいことから、苦情や清掃要望が発生しやすい樹種である。なお、これらの落ち葉を被覆する際には、アスファルトが見えなくなる程度に被覆した。

実験コースを被験者が歩行する際、被験者と歩行者や自転車とのすれ違いを発生させ、落ち葉ゾーンへの進入の有無をビデオカメラにより把握した。このときのすれ違い対向者は、落ち葉のないカラーコーン側を原則キープして通行しており、各調査路線とも同条件で調査した。




また、落ち葉の不快感との比較対象として、応急的な清掃が必要と判断されたタバコ類についても、タバコのない幅員 0m の乾燥状態でのみ調査を実施した。加えて、自転車調査と車椅子調査も実施した。自転車調査は落ち葉に覆われていない部分の幅員（以下、落ち葉な

し幅員) 0m の湿潤状態で実施し、車椅子調査は落ち葉なし幅員 3m と落ち葉なし幅員 0m の湿潤状態で調査を実施した。車椅子調査では、車椅子に座った被験者の心拍変動を計測するものとし、自らが車椅子を動かすのではなく、後ろから押す補助者を付けた。

心理的負担の調査にあたっては、不整脈が多発する被験者は、適切なデータが取得できないことから、一般的に不整脈の多い高齢者や健康診断等で不整脈と判断された経験のある者は除外して選定した。また、落ち葉が被覆している歩道上を歩行する場合、不快感が最も大きく表れると考えられる被験者として、ヒールを履いた若年層の女性を調査対象とした。

なお、歩行時のストレス等による心理的負担は、心拍変動を表す RR 間隔 (心電図の波形で、最も大きく出る R 波と次 R 波までの間隔) を計測して解析することで、定量的に表現する<sup>25)</sup>。被験者の RR 間隔を計測する機器としては、ホルター心電計を用いる。本調査では、特に持ち運びや取り付けが容易で、リアルタイムでの心拍変動データの取得が可能な「ホルター心電計 (CarPod ML2HL101T<sup>26)</sup>)」を用いて計測した。

表 5-4 調査概要

項目	内容	
調査日	平成23年11月29日 (火)、30日 (水) 晴れ	<実験コース>
被験者	若年層の女性5名 ※ヒールを履いて歩行	 <p>ビデオ撮影範囲</p> <p>歩行経路</p> <p>写真①</p>
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験コースを、「ホルター心電計」を装着した被験者が2周歩行。なお、被験者には、実験目的や与条件 (対向者が来ること、落ち葉被覆幅が変わること等) となる情報を与えない。</li> <li>落ち葉被覆幅は、4パターン (落ち葉なし幅員 2m、1m、0.75m、0m) で実施し、落ち葉状態は、2パターン (乾燥・湿潤) で実施。</li> <li>被験者と対向する形式で、歩行者や自転車のすれ違いを発生させ、歩行行動や不快感を計測。すれ違いは1周に2回の合計4回。ビデオ撮影範囲内で発生させ、対向者は自転車2回、歩行者2回。</li> <li>擦れ違い1回につき、対向者は1人。</li> <li>歩行行動は、高所作業車のビデオカメラで観測。</li> <li>観測後、アンケート調査 (不快感: 5段階評価、危険感: 2段階評価) を実施。</li> </ul>	
		<p>&lt;歩行調査 (乾燥状態・落ち葉なし幅員0.75m) &gt;</p>  <p>&lt;タバコ調査&gt;</p> 

歩行時の心拍変動による不快感分析は、調査で取得した心拍変動データから、落ち葉状態別・幅別の不快感の比較結果を図 5-26 及び図 5-27 に示す。心拍変動は、個々人によって差異が大きいことから、RR 間隔による快適性評価を通常時の心拍に対する歩行時の心拍と定義して分析した。つまり、評価が 1 に近ければ通常時と同じように快適な状態を、小さくなるほど不快状態を示す。

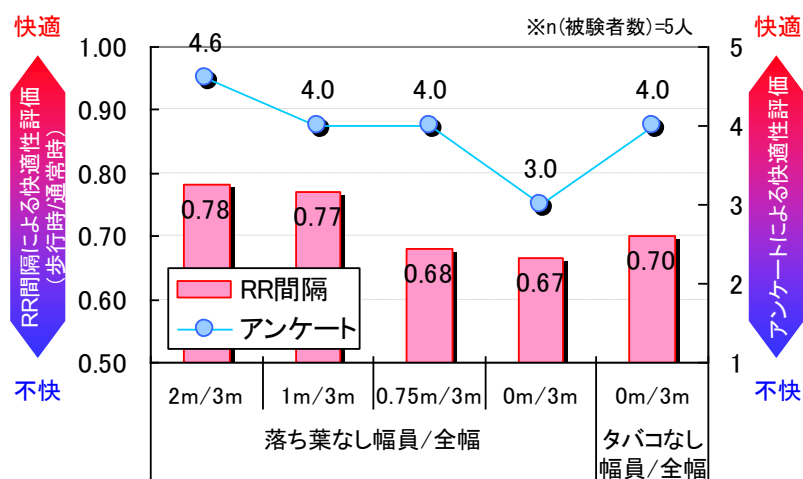


図 5-26 落ち葉乾燥状態歩行時の不快感

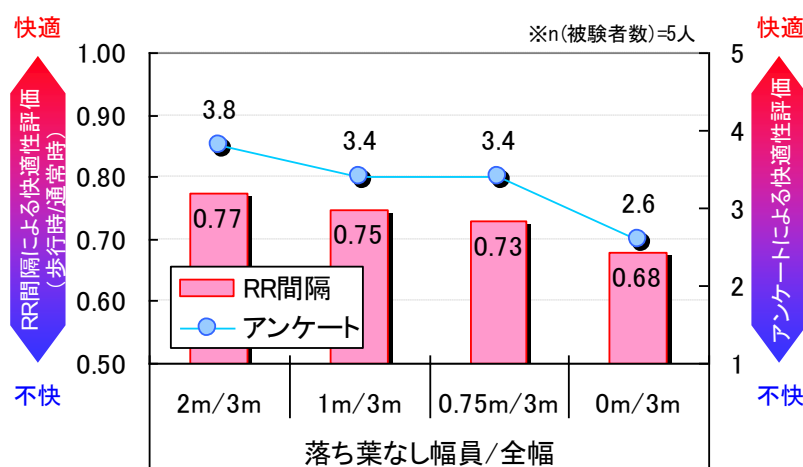


図 5-27 落ち葉湿潤状態歩行時の不快感

RR 間隔による快適性評価は、落ち葉乾燥状態・湿潤状態とも、落ち葉なしの幅員の減少に伴い不快感が大きくなっている。この傾向は、被験者 5 人とも同様の傾向を示しており、歩道清掃状態に対する心理的な不快感を確認することができた。落ち葉乾燥状態及び湿潤状態の不快感を比較すると、湿潤状態よりも乾燥状態の方がやや高い。この要因としては、両調査時にやや風が吹いており、落ち葉がアスファルトに張り付いて舞い上がらなかった湿潤

状態に対し、乾燥状態では、多少の落ち葉が舞い上がり、視覚や嗅覚等の五感を刺激した影響だと推察する。

なお、不快感に関する被験者へのアンケート結果でも、落ち葉なし幅員の減少に伴い、不快感が増加しており、同傾向を示している。

一方、落ち葉の次に応急的清掃が不要と判断されたタバコの調査結果は、不快感が 0.70 となり、乾燥状態の落ち葉なし幅員 0.75m や湿潤状態の落ち葉なし幅員 0m の 0.68 をやや上回る。タバコと落ち葉なし幅員 0m の乾燥状態の不快感理由を比較すると、タバコは、「歩道風景」や「臭い」と、視覚や嗅覚に不快感を与えているのに対し、乾燥状態の落ち葉なし幅員 0m では、「踏んだ時の感触」や「音」、「歩道風景」と、触覚、聴覚、視覚に不快感を与えている (図 5-28)。

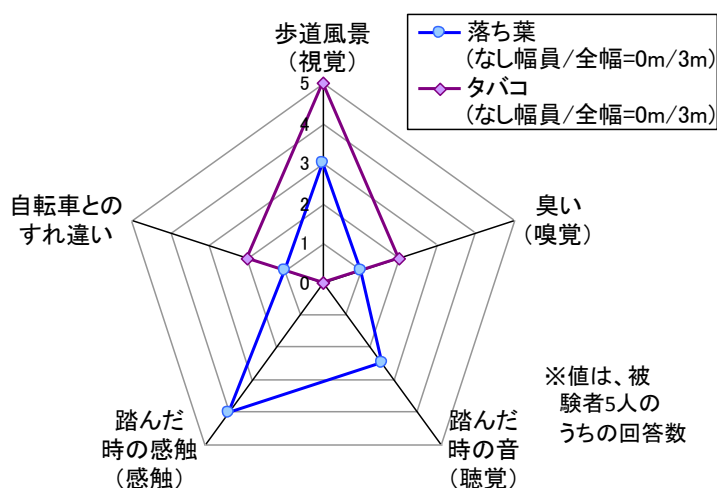


図 5-28 乾燥状態の落ち葉とタバコにおける不快感理由の相違点

## (12) 歩行時の歩行行動による危険感分析

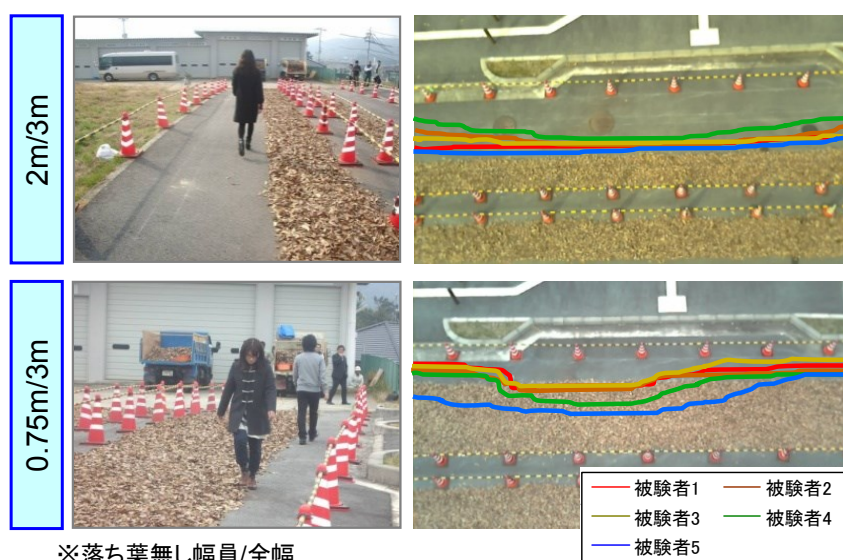
歩行行動のデータから、すれ違い時における歩行者の横移動幅と落ち葉ゾーンへの進入の有無を把握し、危険感について分析した。

被験者は、基本的には落ち葉が被覆していないアスファルト上を歩行し、自転車や歩行者とのすれ違いが発生する際は、衝突を避けるために横方向への移動しており、このときの横移動幅により、落ち葉ゾーンへの進入が確認された。

落ち葉なし幅員 2m の場合は、横方向への移動はほとんど確認されなかったが、落ち葉なし幅員 1m や 0.75m の場合は、落ち葉が乾燥状態で、それぞれ 0.3m、0.4m 横方向に移動しており、落ち葉ゾーンに足を踏み入れる行動が確認できた (図 5-30、表 5-5)。この傾向は、湿潤状態でも確認され、落ち葉なし幅員 1m では 0.5m、落ち葉なし幅員 0.75m では 0.6m と横方向に移動しており、乾燥状態に比べて、湿潤状態の方が横方向への移動幅は大きい (図 5-31、表 5-6)。

こうした横方向への移動幅の増加に伴い、被験者へのアンケート調査で把握した歩行時の危険感も同様の傾向を示している。ただし、最初から落ち葉ゾーンへ足を踏み入れている落ち葉なし幅員 0m のケースでは、横方向への移動幅が少ない。一方で、アンケート結果による歩行危険感が高くなっていることから、落ち葉なし幅員 0m では、被験者は落ち葉上を歩行する時間が長く、歩行を危険と感じていると推察する。また、湿潤状態は、乾燥状態に比べて歩行に対する危険感が大きくなっている。湿潤状態の落ち葉は、スリップ等により転倒する危険性があり、怖いとの回答結果に起因しているものと考えられる。

なお、歩行者とすれ違うときに比べ、自転車とのすれ違いの方が、被験者の横方向への移動幅が大きく、危険を感じていることが伺えた。



※落ち葉無し幅員/全幅

図 5-29 乾燥状態における被験者の歩行行動軌跡

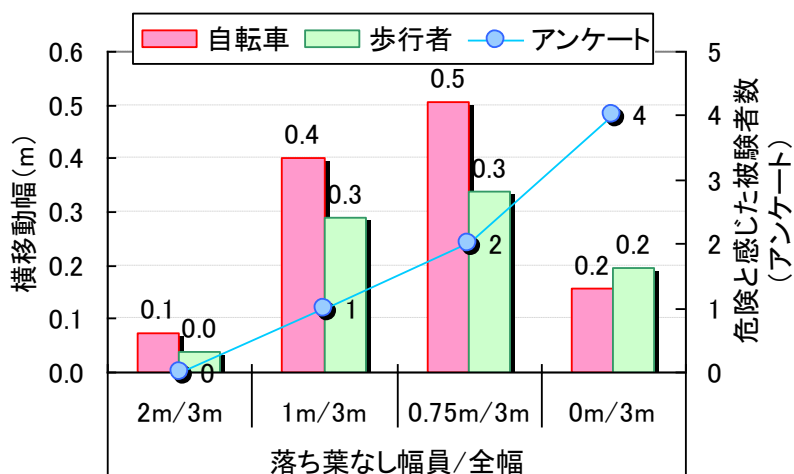


図 5-30 乾燥状態における危険感



表 5-5 乾燥状態の横移動量と落ち葉ゾーン進入

実験コース	すれ違い 対向	被験者	横移動幅(m)					平均	落ち葉ゾーン進入の有無				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
2m/3m	自転車	自転車1回目	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	無	無	無	無	無
		自転車2回目	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0		無	無	無	無	無
	歩行者	歩行者1回目	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	無	無	無	無	無
		歩行者2回目	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0		無	無	無	無	無
	計		0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	-	-	-	-	-
1m/3m	自転車	自転車1回目	0.3	0.6	0.3	0.7	0.2	0.4	有	有	有	有	有
		自転車2回目	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3		有	有	有	有	有
	歩行者	歩行者1回目	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	無	有	無	有	無
		歩行者2回目	0.7	0.3	0.3	0.3	0.4		有	有	有	有	有
	計		0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.2	-	-	-	-	-
0.75m/3m	自転車	自転車1回目	0.6	0.5	0.5	0.9	0.4	0.5	有	有	有	有	有
		自転車2回目	0.7	0.6	0.3	0.1	0.4		有	有	有	有	有
	歩行者	歩行者1回目	0.2	0.2	0.0	0.3	0.2	0.3	有	有	無	有	有
		歩行者2回目	0.7	0.6	0.6	0.1	0.6		有	有	有	有	有
	計		0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	-	-	-	-	-
0m/3m	自転車	自転車1回目	0.2	0.2	0.1	0.4	0.0	0.2	有	有	有	有	有
		自転車2回目	0.1	0.0	0.1	0.1	0.5		有	有	有	有	有
	歩行者	歩行者1回目	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4	0.2	有	有	有	有	有
		歩行者2回目	0.1	0.1	0.1	0.2	0.6		有	有	有	有	有
	計		0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	-	-	-	-	-

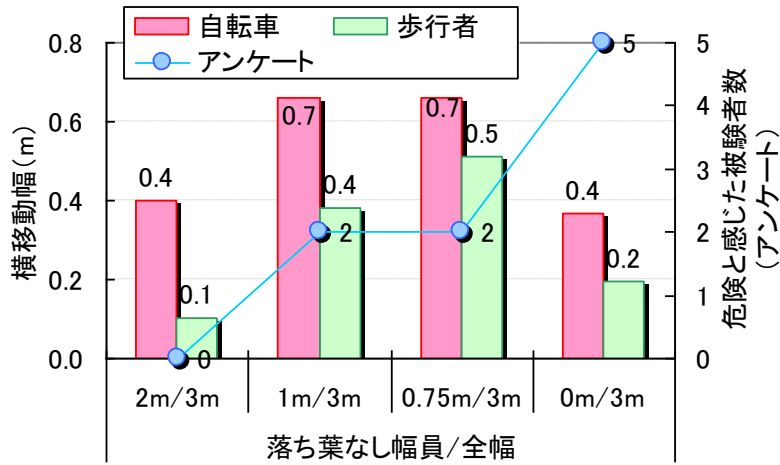


図 5-31 湿潤状態における危険感

表 5-6 湿潤状態の横移動量と落ち葉ゾーン進入

実験コース	すれ違い 対向	被験者	横移動幅(m)					平均	落ち葉ゾーン進入の有無				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
2m/3m	自転車	自転車1回目	0.0	0.2	0.9	0.7	0.7	0.4	無	無	無	無	無
		自転車2回目	0.0	0.2	0.8	0.0	0.4		無	無	無	無	無
	歩行者	歩行者1回目	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	無	無	無	無	無
		歩行者2回目	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1		無	無	無	無	無
	計		0.1	0.2	0.5	0.2	0.3	0.1	-	-	-	-	-
1m/3m	自転車	自転車1回目	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	有	有	有	有	有
		自転車2回目	0.8	0.5	0.5	0.6	0.8		有	有	有	有	有
	歩行者	歩行者1回目	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	有	無	有	無	有
		歩行者2回目	0.2	0.4	0.7	0.7	0.5		無	有	有	有	有
	計		0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	-	-	-	-	-
0.75m/3m	自転車	自転車1回目	0.5	0.6	0.5	1.1	0.9	0.7	有	有	有	有	有
		自転車2回目	0.3	0.7	0.5	0.8	0.7		有	有	有	有	有
	歩行者	歩行者1回目	0.2	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	無	有	有	有	有
		歩行者2回目	0.4	0.7	0.7	0.4	0.7		有	有	有	有	有
	計		0.3	0.6	0.5	0.7	0.7	0.3	-	-	-	-	-
0m/3m	自転車	自転車1回目	0.5	0.6	0.2	0.9	0.2	0.4	有	有	有	有	有
		自転車2回目	0.3	0.5	0.0	0.0	0.6		有	有	有	有	有
	歩行者	歩行者1回目	0.0	0.1	0.1	0.6	0.2	0.2	有	有	有	有	有
		歩行者2回目	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1		有	有	有	有	有
	計		0.3	0.3	0.1	0.4	0.3	0.1	-	-	-	-	-

### (13) 自転車走行時の不快感・危険感分析

自転車走行時の不快感は、湿潤状態の落ち葉なし幅員 0m では 0.62 と、歩行時の 0.68 に比べて、不快感が大きくなっている。アンケート結果でも同様の傾向が確認できており、落ち葉上を自転車走行する場合は、凸凹により快適な走行が困難となるとの意見があった。一方で、危険感についても、落ち葉で滑りそうになった等との意見があり、歩行時と同様に 5 人中 5 人ともが危険を感じている。

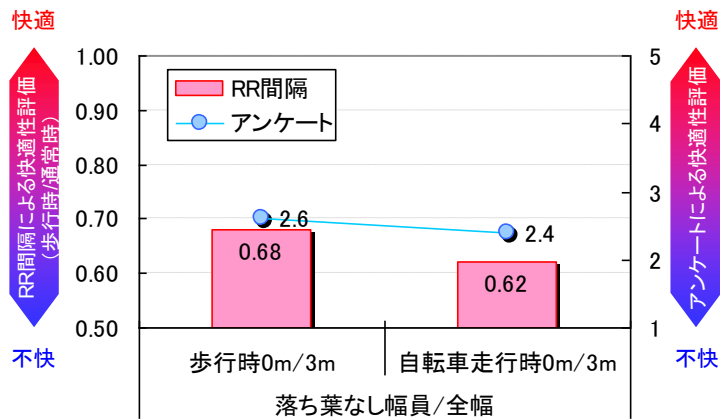


図 5-32 落ち葉湿潤状態自転車走行時における不快感・危険感

### (14) 車椅子移動時の不快感・危険感分析

車椅子移動時における不快感は、落ち葉なし幅員 3m では 0.93 であるのに対して、落ち葉なし幅員 0m では 0.83 と増加しており、歩行時と同様、落ち葉なし幅員の減少に伴い、不快感も大きくなっている。被験者は車椅子に乗車しているだけであるものの、落ち葉上を移動することにより、その振動や転倒に対する恐怖心、落ち葉が一面に広がっていることに対する視覚的な不快感等が影響していると考えられる。アンケート調査でも同傾向が確認され、被験者 5 人ともが不快に感じている。一方、危険性に関して、落ち葉なし幅員 3m では、1 人も危険に感じていないのに対して、落ち葉なし幅員 0m では、5 人中 4 人が危険を感じたと回答している。

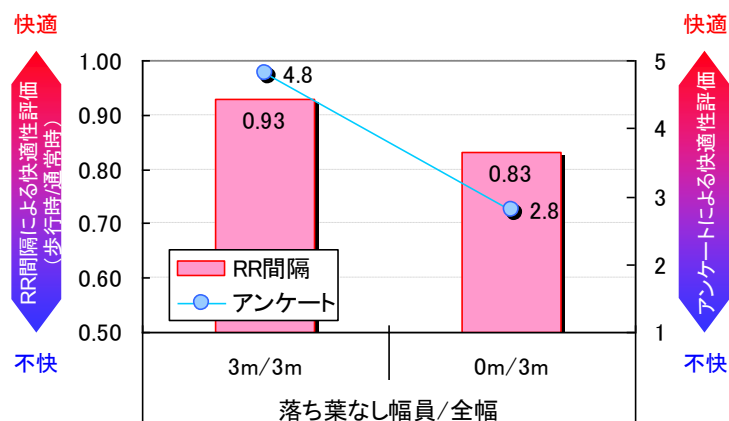


図 5-33 落ち葉湿潤状態車椅子移動時における不快感・危険感

#### 5-4-4 実験結果からの歩道清掃の維持管理水準に関する考察

道路の持つ交通機能や空間機能が十分に発揮されるためには、限られた予算の中で、道路維持管理を適切に実施していくことが求められる。市民が不快や危険に感じるようなゴミの清掃を効率的に実施し、安全で快適に歩行できる空間を構築するために、歩道清掃状態における安全性・快適性の影響を把握することが重要となる。

本調査結果から、歩行者は、落ち葉のある歩道上を歩行する際、基本的に落ち葉のない幅員部を歩行することが把握された。ただし、歩行者や自転車のすれ違いでやむを得ない場合は、落ち葉上を歩行する行動が確認された。本研究では、落ち葉なし幅員を 2m、1m、0.75m、0m の 4 パターンで計測しており、2m のとき、落ち葉部を歩行することはなかったが、1m になると歩行者とのすれ違いで 70%、自転車とのすれ違いで全ての被験者が落ち葉部を歩行した。この傾向は、道路構造令の歩行者または自転車の占有幅からみても、すれ違い幅員に余裕がないこと、さらには、すれ違いにより歩行の危険性を感じていることからの行動と考える（図 5-34）。

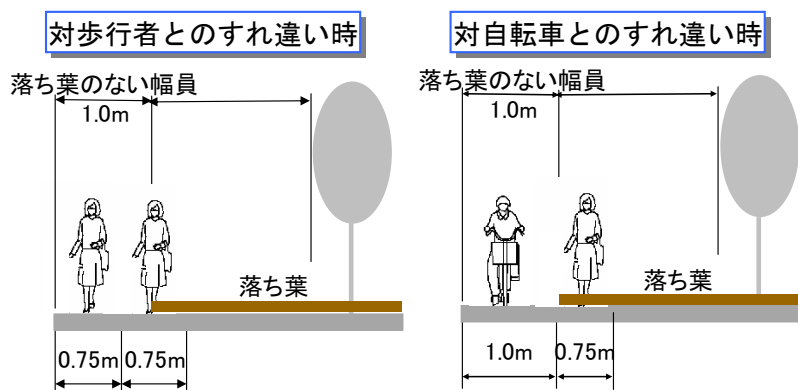


図 5-34 歩行者及び自転車とのすれ違い

特に、自転車とのすれ違いでは、歩行者とのすれ違いに比べ、横移動幅が大きいことから、自転車とのすれ違いに、より危険性を感じている。従って、落ち葉なし幅員が 1m 程度を下回ったときは、歩道清掃を実施すべきと考える。また、被験者の歩行時の不快感からも、落ち葉なし幅員が 1m を下回って 0.75m のときには、タバコが散乱している状況と同程度の不快感となっていることから、同様にそのレベルに達するまでの 1m 程度で歩道清掃をしていくことが望ましいと考える（図 5-35）。

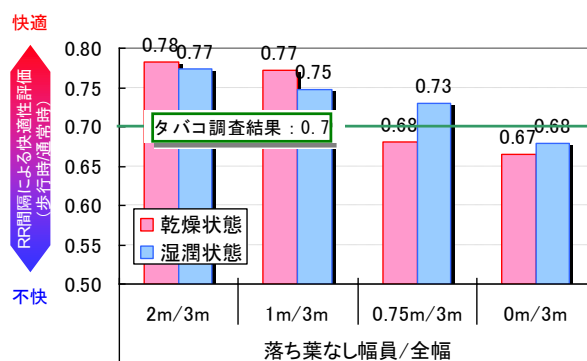


図 5-35 落ち葉なし幅員別のタバコ不快感比較

## 5-5 まとめ

各研究のまとめと今後の成果を以下に示す。

### 1) 心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法の研究

自転車走行中に感じるストレスを「ホルター心電計」を用いて計測し、自転車走行空間を客観的に評価できる評価指標および手法として、SHM および CHM を提案した。さらに、これらの手法によって、自転車走行空間タイプ別の安全性や快適性を明らかにするため、高松市中心部の複数路線を対象に、実験的に心理的負担による自転車走行空間の評価に関する調査を行い、安全性や快適性を定量化した。

SHM に基づく安全性評価は、心拍データからヒヤリハット事象を抽出し、歩行者や自転車とすれ違う行為等に対するヒヤリハット事象発生割合を、自転車走行空間別に評価した。その結果、「構造分離」が最も安全性が高く、「指導帯」が最も低いことが確認できた。一方、CHM に基づく快適性評価は、時系列信号により評価する方法である LP 面積を算出し、自転車走行空間別に評価をした。その結果、「自転車道」が突出して快適性が高く、「指導帯」が最も低いことが確認できた。

本研究での安全性および快適性の評価手法には、次のような課題が残る。本研究における評価結果は、データのサンプル数が少ないことから、今後、SHM および CHM に基づく評価サンプル数を増加させ、評価の精度向上を図っていく必要がある。その際には、これらの両手法を包括する総合評価体系を構築していくことが求められる。さらに、道路断面は自転車利用者の視点だけでは決められない。歩行者と自転車利用者の両視点から評価していき、評価手法のバージョンアップを図っていくことが必要であると考え。なお、本調査結果は、路線形態別の評価となっており、例えば、自転車走行空間整備による改善効果に同手法を用いるときは、交通量の違い等を考慮することが必要である。

### 2) アイマークレコーダによる視認特性分析による適切な自転車案内誘導方策の研究

高松中心部に設置されている案内サインにおいて、地域不案内者を対象に、アイマークレコーダを活用した自転車走行調査を実施し、時系列的に自転車走行中の視点を把握した。さらに、取得データを分析することで、各自自転車走行空間における案内サインの注視回数や注視時間、注視開始位置等の視認特性を把握した。一方、調査路線の自転車通行指導帯は、「路面標示の視認回数が少ない」、「路面標示が法定サインに比べて小さい」、「荷さばき車、沿道施設利用者、待ちのタクシー等の駐停車自動車が多く、自転車走行を妨げている」、「違法駐輪が多く、自転車通行指導帯への入り口が不明」という課題から、遵守率が特に低くなっていることが確認された。そこで、自転車通行指導帯を対象として、遵守率向上に向けた案内サイン設置の提案を行った。また、自転車走行中のバス停分離柵の視認特性分析を行った結

果、バス停分離柵が視認されていないことが、衝突事故の一因と想定され、バス停分離柵の改善方策について考察した。

本研究から得た自転車走行中の視認特性分析結果から、今後、案内サインを設置する上での方針を以下のように整理できる。

- ・自転車歩行者道の通行位置を区分する場合、分離区間始まりの案内サインが重要であり、案内サイン別の視認開始位置等、特性を踏まえた設置位置とする。
- ・架空看板は、遠方から視認を開始していることから、大規模交差点を挟む位置等、案内サインを視認する距離が比較的遠距離になる場合に用いる。また、延長の長い路線で設置することが望ましい。
- ・看板柱は、小規模な交差点等、自転車走行者の視点が、歩行者等に移りやすい交差点部を通過後に設置することが望ましい。
- ・路面標示は、1箇所だけでは視認可能な距離帯が短いため、連続的に配置することにより、視認可能距離を長くする。ただし、高松市内の構造分離や視覚分離の自転車走行空間においては、看板柱と路面標示、架空看板と路面標示を同一断面上に設置しているものの、路面標示はほとんど視認されていないことから、同一空間上に案内サインを設置する場合は注意が必要である。
- ・バス停分離柵は、路面と異なる色を用いて視認性を向上するとともに、仮に衝突しても大怪我に繋がらないよう、クッション材等を含んだ材質のものとする必要がある。

他地域においても自転車専用通行帯等による自転車走行空間の整備が進められている。平成24年4月に策定された「みんなにやさしい自転車環境―安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた提言―」<sup>27)28)</sup>では、自転車は基本的に車道部走行と明記され、自転車通行指導帯等の整備を推進している。例えば、兵庫県では、4市に跨る総延長約100kmの道路において、歩行者と自転車の通行区分を分離するため、自転車専用通行帯等の整備に着手している。このような状況から、早急かつ効率的に空間を確保できる利点を持つ「自転車通行指導帯」や「自転車専用通行帯」の整備が、一層全国的に進められると考えられる。こうして構築される自転車通行指導帯等において、自転車通行の遵守率を向上させ、安全で快適な自転車走行空間を確保していくことが重要となる。

本研究では、自転車案内サインの視認特性を把握し、自転車走行空間の改善方策を提案した。しかしながら、案内サインの視認特性を把握したデータサンプル数が少ないこと、歩行者の通行位置遵守に向けた案内サインの視認特性の把握及び設置提案、さらには、自転車通行指導帯の遵守率向上に向けた本提案内容の効果検証、バス停分離柵の視認性向上に向けた本提案の検証等が課題として残る。こうした課題の改善とともに、道路管理者や分離形式によって異なる自転車案内サインを統一すべきなのか、あるいは、現状のように多様な走行空

間が存在する過渡的状況ではむしろ適材適所の案内サインを工夫すべきなのか等についても、今後検討していきたい。

### 3) 心拍変動による歩行空間の維持管理基準に関する研究

落ち葉がある歩行空間を対象に、歩行時に感じるストレスを「ホルター心電計」を用いて計測し、人が感じる快適性の定量化を試みた。さらに歩行者の歩行行動とアンケート調査から安全性について評価し、多面的に歩道清掃状態が歩行者に与える影響を考察した。

歩行時の快適性については、落ち葉なし幅員が減少することに伴い不快感が増加する傾向が確認された。落ち葉なし幅員 0.75m で、応急的に清掃が必要と考えるタバコの散乱状態と同程度の不快感となる。

一方、安全性については、歩行者は、基本的に落ち葉のない部分を歩行し、すれ違いでやむを得ない場合に落ち葉ゾーンに進入することを確認した。落ち葉ゾーンに進入したのは、落ち葉なし幅員が 1m 以下のときであり、アンケート結果でも同じ傾向が確認された。自転車や歩行者とのすれ違いでは、自転車によるすれ違いの方がより危険を感じて、被験者は横方向に移動した。こうした歩道清掃状態における快適性や安全性の影響を踏まえ、落ち葉なし幅員が 1m 程度を下回ったときに、歩道清掃が望ましいと推察された。

設定した歩道清掃状態には次のような課題が残る。本調査データは、実験コースによる仮設空間での結果であり、歩行者 1 人もしくは自転車 1 台との交錯により評価しているが、実空間では数名・数台の集団となる場合もあり、様々な条件下での実歩道上での調査が必要である。また、本研究で示した結果は、主に若年層の女性 5 人の歩行者立場からの不快感や歩行行動の分析結果であり、道路空間を利用する自転車等の他の視点や高齢者等の他属性での分析も必要である。さらに、落ち葉の堆積状況を、落ち葉幅という面的なパラメータで比較しているが、不快感に影響すると想定される落ち葉の深さ方向の比較が必要である。今後は、これらの課題の改善に向けて、さらに検討を進めていきたい。

以上の研究結果により自転車ネットワークにおいて、自転車走行空間整備の改善効果による安全性や快適性の改善、また適切な誘導により安全性や誘導性の確保、適切な路面維持管理による安全性や快適性と景観性の向上などのユーザビリティ評価を行った。

## 参考文献

- 1)四国地方整備局に寄せられた道路に関する意見・苦情・要望件数 (2009～2011 年調査結果)
- 2)警察庁統計資料,  
<http://www.pref.kagawa.jp/police/toukei/gaikyou/02/index.htm>, 2010 年
- 3)Jaisung CHOI, Yongseok KIM, Sangyoup KIM, Kyoungchan MIN : Determining the Sidewalk Width by Using Pedestrian Discomfort Levels and Movement Characteristics, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.7, 2009
- 4)渡辺和憲, 金利昭 : 心拍間隔指標を用いた自転車走行空間のストレス計測手法に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol42, 2010 年 11 月
- 5)大塚善行, 栗谷川幸代, 景山一郎 : ヒヤリハット検出システムの構築に関する研究, 第 42 回学術講演会, 2009 年 12 月
- 6)宮田監修 : 新生理心理学第 2 巻, pp30, 1997 年
- 7)栗谷川幸代, 大須賀美恵子, 景山一郎 : ドライバの整理指標変化をトリガにした危険・苦手場面検出, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.134-07, pp.5/8, 2007 年
- 8)株式会社メディリンク : 心電図トランスミッタ (CarPod ML2HL101T) パンフレット
- 9)鈴木清, 松田和香, 竹林弘晃, 砂川尊範, 新田保次 : 自転車ネットワーク空間計画と評価手法, 土木計画学研究・講演集, Vol41, 2010 年 6 月
- 10)豊福史, 山口和彦, 荻原啓 : 心電図 RR 間隔のローレンツプロットによる副交感神経活動の簡易推定法の開発, 第 21 回生体生理工学シンポジウム, 2006 年
- 11)フィリップス社 : 心電図コンピュータ解析アルゴリズム, 2003 年
- 12)警察庁統計資料 : <http://www.pref.kagawa.jp/police/toukei/gaikyou/02/index.htm>, 2010 年
- 13)国土交通省 四国地方整備局 香川河川国道事務所 : 高松中央通り通行者等に対するアンケート調査, 2008 年 11～12 月
- 14)山中英生, 屋井鉄雄, 金利昭, 吉田長裕 : 自転車等の中速グリーンモードに配慮した道路空間構成技術に関する研究, pp.46-59, 道路政策の室の向上に資する技術研究開発成果報告レポート No.20-3, 2011.7.
- 15)相知敏行, 山中英生, 北潤弘康, 神田佑亮 : 自転車走行時の注視分析とサイン種別の評価, 土木計画学研究・講演集, Vol43, 2011.5
- 16)神田佑亮, 北潤弘康, 阿部宏史, 橋本成二, 山中英生 : 自転車乗車中の注視特性を考慮した自転車走行空間上の案内誘導方策に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol43, 2011.5

- 17)花村嗣信，松本昭一，伊藤博文，福岡英治，荻野弘：利用者の視覚情報による自転車走行空間の評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol43，2011.5
- 18)石川晃太：ドライバーの視線挙動解析に基づく追突事故防止に関する研究，2010.2
- 19)上原健一，鈴木薫，荻野弘，野田宏治，橋本成仁：視覚要素から見た交通事故防止対策の評価，土木計画学研究・講演集，Vol.28，CD-ROM，2003
- 20)国土交通省：国道（国管理）の維持管理等に関する検討会資料，2012年10月
- 21)菅原崇宏，菅野圭一，二ノ宮清志：国道に投棄される飲料系ゴミの実態調査，釧路開発建設部資料，2007年11月
- 22)加藤美幸，竹林弘晃：行政と住民のパートナーシップで美しい道路・河川の環境をつくる「アドプト・プログラム」の展開，建設コンサルタンツ協会近畿支部研究発表会論集，2005年7月
- 23)亀山修一，川端伸一郎，石田眞二，合田功：札幌市における路面堆積塵埃の特性および美観面における路面清掃の効果に関する検討，土木計画学論文集 F，Vol.66，No.1，44-54,2010年1月
- 24)渡辺和憲，金利昭：心拍間隔指標を用いた自転車走行空間のストレス計測手法に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，Vol42，2010年11月
- 25)鈴木清・砂川尊範・新田保次：心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法に関する研究，福祉のまちづくり研究，Vol14 No.2，2012年7月
- 26)株式会社メディリンク：心電図トランスミッタ（CarPod ML2HL101T）パンフレット
- 27)安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた検討委員会：みんなにやさしい自転車環境ー安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた提言ー，平成24年4月
- 28)安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン：国土交通省道路局及び警察庁交通局より道路管理者（直轄、自治体），都道府県警察に発出，平成24年11月29日



## 第6章 交通事故多発箇所における誘導性に関する研究

### 6-1 はじめに

### 6-2 我が国の交通事故の状況と課題

#### 6-2-1 交通事故の発生状況

#### 6-2-2 歩行者・自転車事故の現状

#### 6-2-3 交通事故の現状と課題のまとめ

### 6-3 地方部における自動車事故多発箇所の特徴と対策の方向性

#### 6-3-1 地方部における事故発生状況の特徴

#### 6-3-2 自動車事故多発箇所の特徴と対策の方向性

### 6-4 迷走挙動防止標示の誘導性の検証

#### 6-4-1 既往研究のレビュー

#### 6-4-2 車線変更と迷走挙動の実態把握

#### 6-4-3 既存の案内標識・路面標示の有効性の検証

#### 6-4-4 新たな案内標識・路面標示の誘導性の検証

### 6-5 まとめ

### 参考文献

## 第6章 交通事故多発箇所における誘導性に関する研究

### 6-1 はじめに

道路空間の高度利用に伴い車線運用が複雑化する一方で、運転者への適切な情報提供の不足により、運転者の迷い挙動が生じ、事故の発生につながるケースが見られる。特に、幹線道路に多い、多車線区間や立体交差点においては、事故リスクが高く、交通流の円滑化と安全・安心の確保を両立するための対策が求められている。

そこで、まず、我が国の交通事故の状況について、各種統計データに基づき整理し、現状課題を明らかにする。さらに、本研究では、多車線区間における運転者の認知・判断・操作に着目して、事故発生メカニズムについて考察するとともに、視覚的な誘導改良という観点から危険挙動の防止対策案について検討する。

なお、研究は、香川県高松市の「国道11号上天神交差点～峰山口交差点間」をフィールドとして、ここでの5年間の事故対策の効果を分析する。具体的には、多車線道路区間における案内標識・標示による車線誘導の効果を、車線別ナンバープレート調査およびアイマークカメラを用いた実走行実験により検証する。さらに、現在までの対策導入後も、なお残る事故の発生要因を明らかにした上で、新たな対策について提案していくものとする。

交通事故対策の検討にあたっては、以前は県下に配置されている警察署に出向いて、交通事故原票を書き写し交通事故状況図の作成をしていた。しかし、最近は県警の交通事故データ（公益財団法人）交通事故総合分析センターの交通事故分析成果（ITARDA データ）<sup>23)</sup>により、構成しているデータ項目から死傷者数、交通事故形態別、車両別、年齢別、昼夜別、事故時間帯別、道路形態別などから抽出し、事故多発危険区間や箇所として事故の特徴、事故発生の状況を明確化して、簡易事故カルテを作成している。特に交差点においては、渋滞長、交差点需要率、交通容量、混雑度などを算出して、渋滞との関連性もチェックしている。これらの状況から交通事故の要因を推定し、所轄警察署、学校関係者、老人クラブ、地元自治会などと合同現地調査を行いながら、発生要因を絞り込んでいる。特定された発生要因から、現地での実走行実験を行い、標識などの視認性の確認、運転者の挙動調査、ドライビングシュミレーターによる行動調査、走行軌跡調査などの各種調査や実験により要因を特定して、複数の対策案の検討を行って期待される改善効果の高いものに絞り込みを行っているのが実情である。

### 6-2 我が国の交通事故の状況と課題

#### 6-2-1 交通事故の発生状況

平成24年中の交通事故による死者数は<sup>23)</sup>、全国で4,411人と12年連続の減少となり、ピーク時（昭和45年＝16,765人）の3割以下となった。交通事故発生件数及び負傷者数も、8年連続で減少し、発生件数は平成4年以来19年振りに70万件を下回った昨年より更に減少した。なお、第8次交通安全基本計画の目標である交通事故死者数5,500人以下を5年連続で達成している。

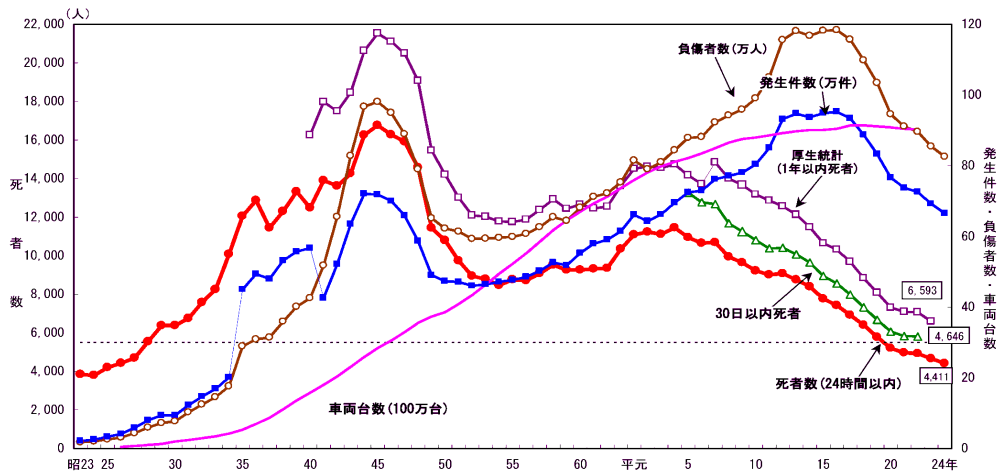


図 6-1 交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移

全国の死者数を年齢層別にみると<sup>2)</sup>、高齢者（65歳以上（構成率）51%）が最も多く、次いで50歳代（同10%）、40歳代（同9%）の順に多くなっており、前年比較すると、75歳以上の高齢者の死者数のみ増加（前年比+8人、+0.5%）し、死者数に高齢者が占める割合は51%と過去最高となった。

高齢者死者数は、高齢者人口の増加などに伴って、昭和50年代前半から増加傾向を示し、平成5年には若者を上回り、年齢層別で最多の年齢層となった。その後、平成7年（3,241人）をピークに概ね横ばいで推移し、14年以降毎年減少してきた。しかし、過去10年間の推移をみると、若者（平成14年の0.29倍）及び25～29歳（同0.29倍）などが約3分の1以下に減少しているが、高齢者（同0.72倍）は、他の年齢層の減少率より少ないことから、全体に占める高齢者の割合は年々増加し、15年に初めて4割を超え、平成24年は人口構成率23%（平成23年10月1日現在推計人口値）の2倍を超える51%に至っており、他の年齢層と比べても高い水準にある。

これを、人口10万人当たり死者数を年齢層別にみても<sup>2)3)</sup>、高齢者（7.61人）が最も多く、次いで若者（3.40人）、60～64歳（3.17人）の順に多くなっており、前年比較すると60～64歳（前年比-0.67人、-17%）が最大の減少幅である。過去10年間の平均増減率（-6.3%）と比較しても大きく減少している。過去10年間の推移をみると、全年齢層で減少傾向にあり、中でも若者（平成14年の0.36倍）が4割以下に減少し、高齢者（同0.55倍）も6割以下に減少している。

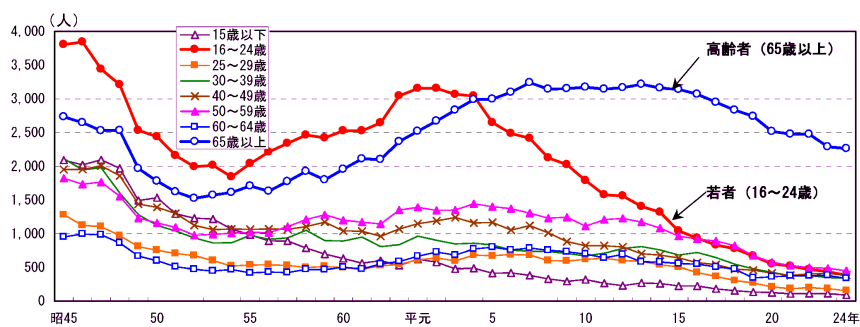


図 6-2 年齢層別死者数の推移

全国の高齢者の死者数を状態別にみると<sup>2)</sup>、歩行中が半数近く（構成率 49%）を占め、次いで自動車乗車中（同 26%）、自転車乗用中（同 16%）の順に多くなっており、前年と比較すると、自動車乗車中及び原付乗車中が増加し、その中でも、自動車乗車中（前年比+17 人、+3.0%）の増加幅が最も大きい。

高齢者の歩行中の死者数は、昭和 50 年代前半から増加傾向を示した後、平成 7 年（1,659 人）をピークに漸減傾向にあり、平成 14 年の 0.73 倍となっている。

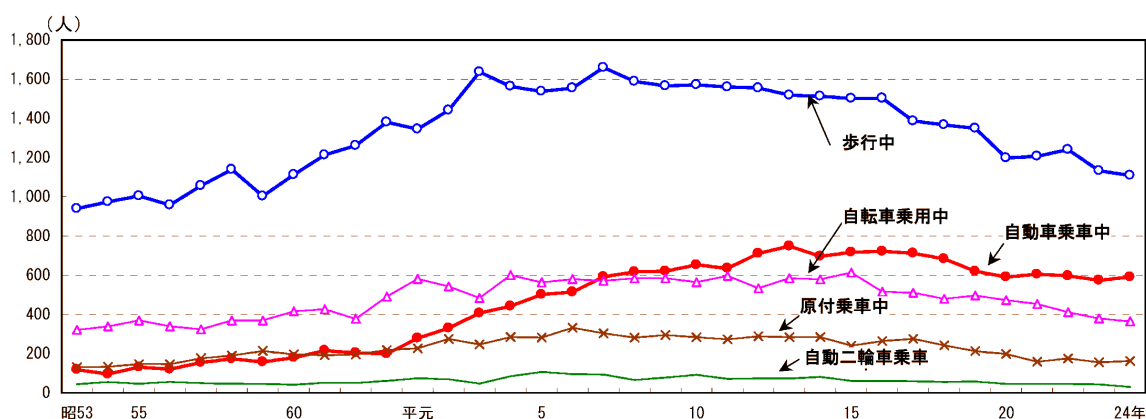


図 6-3 高齢者の状態別死者数の推移

自転車乗用中及び歩行中の死者の構成率を年齢層別にみると<sup>23)</sup>、高齢者はいずれも約 6 割以上（自転車乗用中：65%、歩行中：68%）を占めている。自転車乗用中（第 1・2 当事者）の死者数を法令違反別にみると、高齢者は、本人側にも違反のある割合が 8 割近く（構成率 78%）を占め、高齢者以外の者（同 73%）と比べて高くなっている。

また、歩行中（第 1・2 当事者）の死者数を法令違反別にみると、高齢者は、高齢者以外の者と比べて、横断歩道外横断（同 11%）、走行車両の直前・直後横断（同 18%）等の道路横断時の違反の割合（高齢者：同 35%、高齢者以外：同 19%）が他に比べて高くなっている。

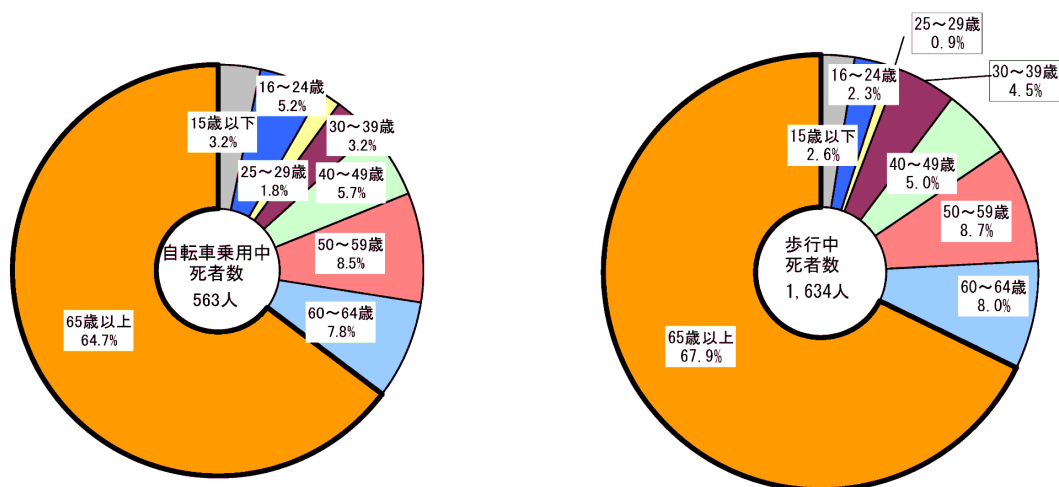


図 6-4 自転車乗用中及び歩行中の年齢層別死者数（構成率）（平成 24 年）

また、全国の自動車乗車中の死者数を年齢層別にみると<sup>2)</sup>、高齢者が4割以上（構成率42%）を占め最も多く、次いで50歳代（同12%）、若者（同11%）の順に多くなっており、前年と比較すると、高齢者（前年比+17人、+3.0%）が増加している。

若者の自動車乗車中の死者数は、昭和63年以降激増したが、平成3年（1,648人）をピークに減少に転じ、その後はほぼ一貫して減少しており、10年間で死者数が5分の1（平成14年の0.2倍）となるなど大幅な減少を示している。一方、高齢者の死者数は、運転免許保有者数の増加に伴って、昭和50年代前半から増加傾向を示し、平成13年（748人）をピークにその後は漸減傾向で推移しているが、他の年齢層の減少率が大きいことから、15年には若者を上回り自動車乗車中死者の最多の年齢層となっている。

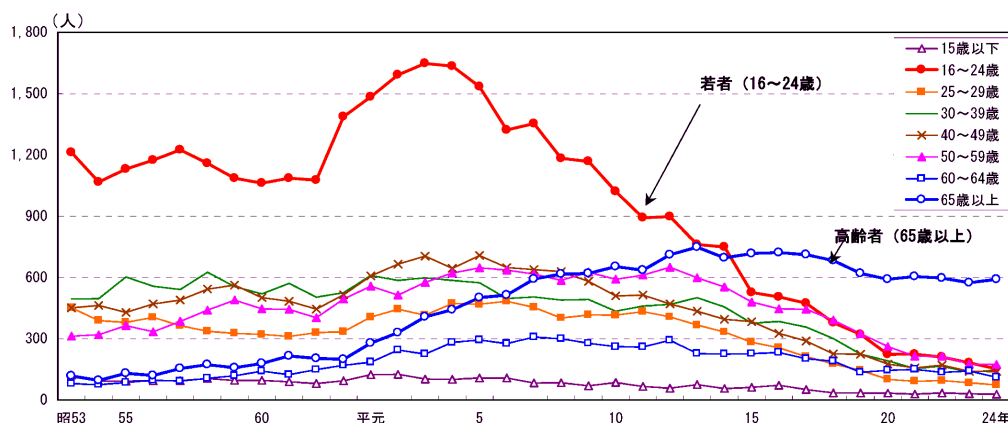


図 6-5 年齢別の自動車乗車中の死者数の推移

原付以上運転中の高齢者（第1当事者）による死亡事故件数を法令違反別にみると<sup>2)</sup>、運転操作不適（構成率16%）が最も多く、次いで漫然運転（同15%）、安全不確認（同10%）の順に多くなっており、高齢運転者の主な法令違反の構成率を高齢者以外の運転者と比較すると、高齢者以外の運転者では、最高速度違反による死亡事故が6.6%であるのに対して、高齢運転者では1.4%と低く、一方、一時不停止が約3.8倍、運転操作不適が約2.0倍、高齢運転者の方が高くなっている。

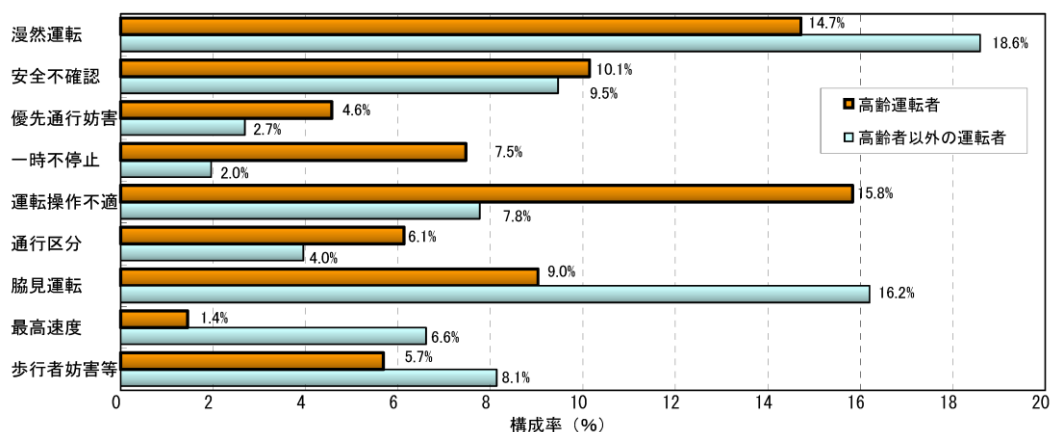


図 6-6 原付以上運転者（第1当事者）の主な法令違反別死亡事故件数（構成率）（平成24年中）

さらに、死者数を状態別に各年齢層でみると<sup>2)</sup>、自動二輪車乗車中以外の自動車乗車中や歩行中など全ての状態で高齢者が最多となっているのが現状である。

一方、死亡事故件数を道路形状別にみると、市街地の交差点構成率（33%）が最も多く、次いで非市街地の単路（同 30%）、市街地の単路（同 19%）の順に多い。

過去 10 年間の推移を見ると、市街地の単路（平成 14 年の 0.49 倍）及び平成 17 年まで最多であった非市街地の単路（平成 14 年の 0.50 倍）での減少が最も大きい。

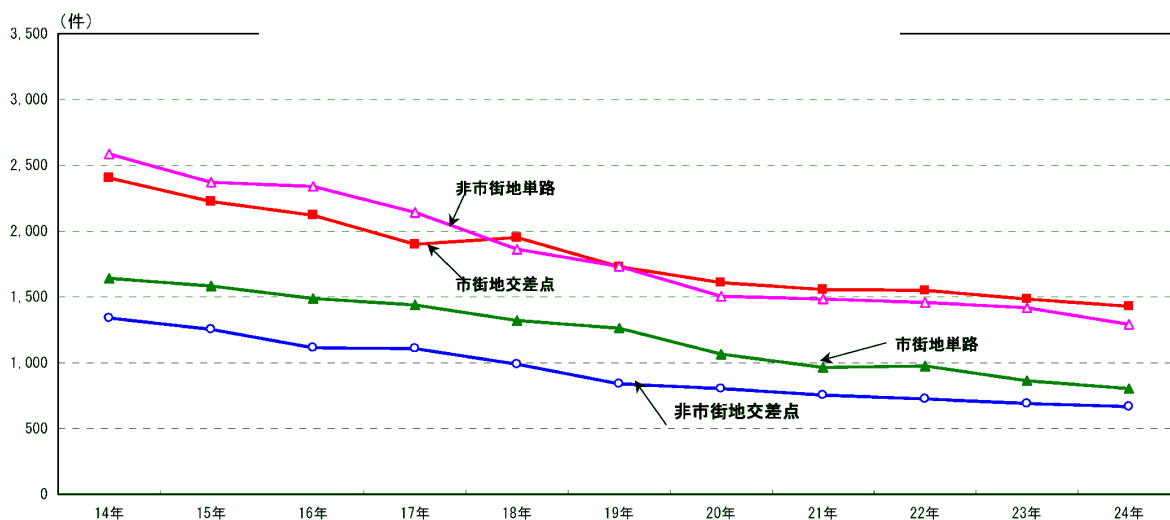


図 6-7 地形別・道路形状別死亡事故件数の推移 (各年 12 月末)

### 6-2-2 歩行者・自転車事故の現状

歩行者の違反有無別の致死率は<sup>2)</sup>、違反のある者が 4.9%であるのに対して、違反のない者は 1.5%であり、違反のある者の致死率は 3 倍以上高くなっている。過去 10 年間では歩行中の死傷者数は漸減傾向にあり、違反のある者の割合が減少傾向にあることが、歩行中の死者数減少の一因であると考えられる。

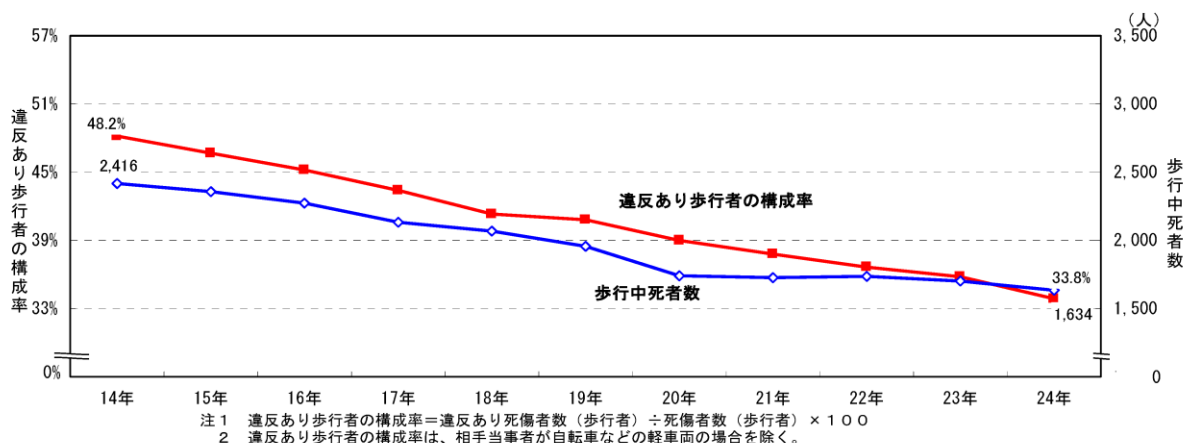


図 6-8 歩行中死傷者(1 当及び 2 当)の違反構成率及び歩行中死者数推移 (各年 12 月末)

死者数を状態別にみると<sup>2)</sup>、歩行中（構成率 37%）が最も多く、次いで自動車乗車中（同 32%）となっており、両者で全体の 3 分の 2 以上を占めている。前年と比較すると、全ての状態で減少しており、中でも自転車乗用中（前年比 -72 人、-11%）の減少幅が最も大きく、過去 10 年間の平均増減率（-4.3%）と比較しても大きく減少し、減少数（252 人）の約 3 割を占めた。一方、歩行中死者（1,634 人、前年比 -68 人、-4%）は、平成 20 年以降 5 年連続で最多となった。

過去 10 年間の推移をみると、自動車乗車中（平成 14 年の 0.41 倍）が約 4 割に減少している。昭和 50 年以降は、自動車乗車中の死者数が状態別で最多であったが、自動車乗車中死者はシートベルト着用率の向上などにより平成 5 年（4,835 人）をピークに減少に転じ、その後は、ほぼ一貫して減少しており、歩行中死者数との差は年々縮小し、平成 20 年には歩行中死者が昭和 49 年

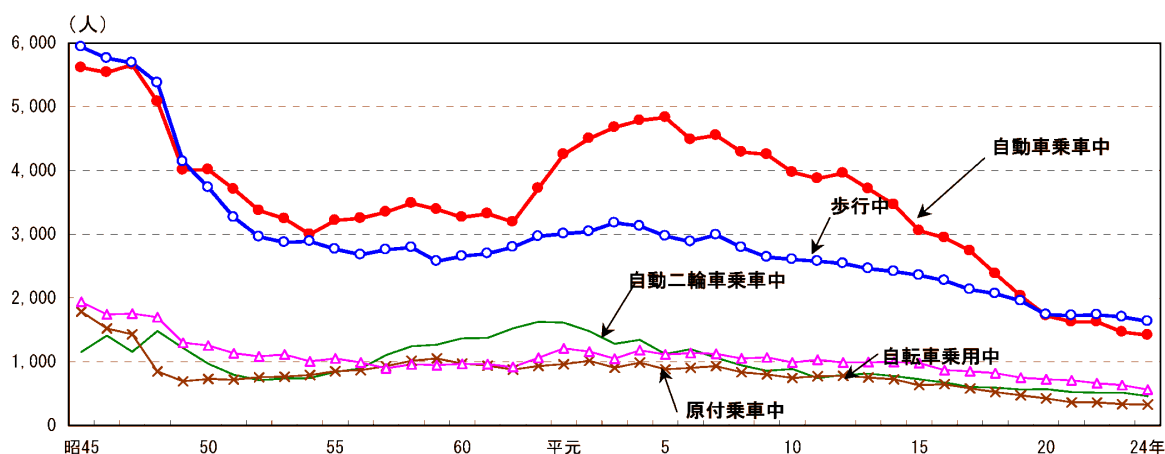


図 6-9 状態別死者数の推移（各年 12 月末）

以来 34 年振りに最多の状態となり、平成 24 年も継続している。構成率の推移を見ると、自動車乗車中は平成 14 年の 0.78 倍に減少しているが、自転車乗用中は同 1.07 倍、歩行中は同 1.29 倍と漸増傾向となっている。

自転車第 1 当事者又は第 2 当事者となった死亡事故（自転車関連死亡事故）件数は<sup>2)</sup>、10 年前の 0.56 倍と減少傾向にはあるが、死亡事故全体に占める割合は、10 年前の 1.06 倍と高い水準にある。

自転車関連死亡事故件数を相手当事者別に見ると、対自動車（489 件、構成率 87%）が 9 割近くを占めるものの、10 年前の 0.55 倍と減少傾向にある。また、自転車関連死亡事故を事故類型別に見ると、出会い頭衝突が半数（281 件、同 50%）を占めている。

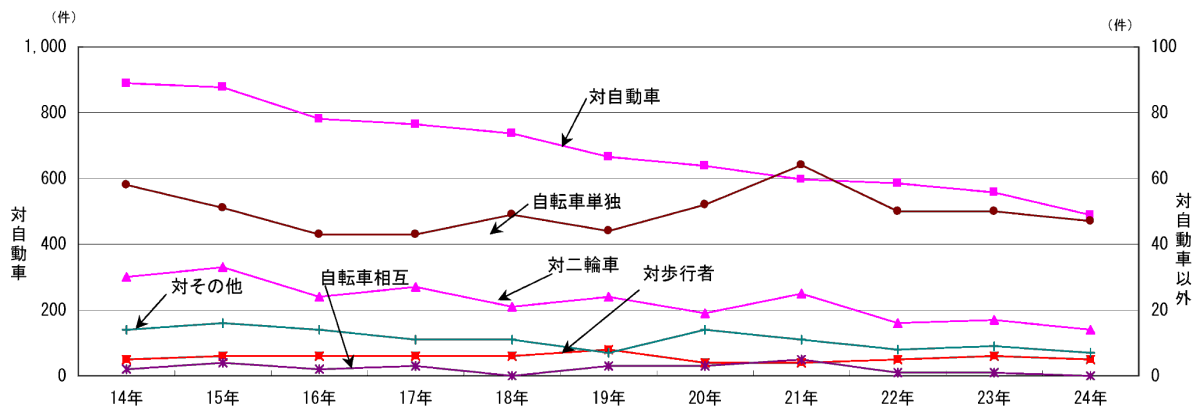


図 6-10 自転車(第1・2当事者)の相手当事者別死亡事故件数の推移(各年12月末)

### 6-2-3 交通事故の現状と課題のまとめ

前節までの各種統計データの整理の結果をとりまとめると、以下ようになる。

- ・年齢層別死者の状況と特徴をみると、高齢者が占める割合が過去最高である。
- ・自動車乗車中の死者は、高齢者が4割以上を占める。
- ・高齢運転者は、運転操作不適による死亡事故が最多である。
- ・道路形状別では、市街地交差点の死亡事故が最多である。
- ・状態別死者は、歩行中死者が5年連続最多となっている。

上記のように、道路整備は戦後の高度成長期から社会基盤の量的整備により交通事故も増加したが、数々の交通事故撲滅運動や交通安全対策事業により、死者数は平成13年以降一貫して減少している。

我が国が、交通事故死者の減少要因が生じたのは、信号機等の交通安全施設の整備、交通指導取締りその他の街頭活動の実施、交通安全教育の充実強化など、警察がこれまで講じてきた諸対策が効果を上げているものと考え。警察庁と国土交通省が連携して実施している対策のほか、道路管理者による道路の構造面の改善、エアバッグ装着車やABS装着車などの普及など車両の構造面からの安全性向上、救急医療体制の整備や国民の救命手当に関する知識の普及などによるところも大きいと考える。

その一方で、近年の事故の特徴は人口減少社会の到来、少子高齢化の進展等により、我が国が直面する構造変化に影響しており、高齢者や歩行者・自転車に関する交通事故の占める割合が多くなっており、交通弱者や低速交通に対する早急な交通安全対策が必要となっている。



### 6-3 地方部における自動車事故多発箇所の特徴と対策の方向性

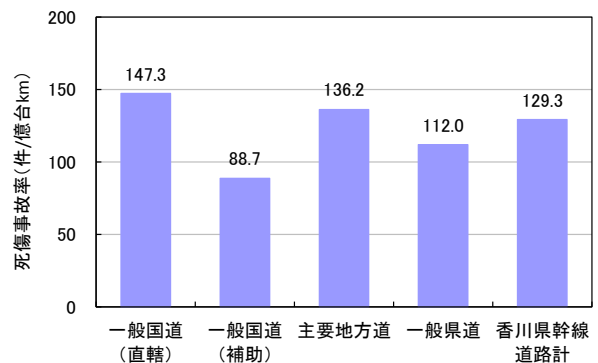
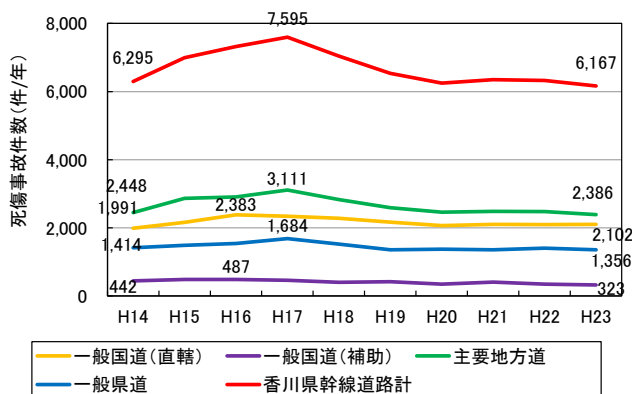
#### 6-3-1 地方部における事故発生状況の特徴

高松市は香川県の代表都市であり、住民の移動手段は自動車や自転車に依るところが多い。現状、高齢者人口の増加に伴う高齢者ドライバーの増加等に起因する交通事故が増加しており、日本の中核都市以上の65都市において「人口10万人当たりの道路交通事故死者数」が6.22人と上位に位置している。

本研究では、地方部の代表的な都市として、香川県・高松市を対象とすることとし、その事故発生状況をとらまとめた。

香川県の幹線道路における直近10年間の死傷事故件数は、平成17年をピークに減少傾向にあり、平成23年現在ではピーク時の約8割となっている。道路種別別にみると、主要地方道、一般国道（直轄）、一般国道（補助）、一般県道の順に、発生件数が多くなっている。

香川県下の幹線道路における直近4年間の死傷事故率は、一般国道（直轄）が最も高く147件/億台kmであり、香川県下の幹線道路における死傷事故率（129件/億台km）を上回る。



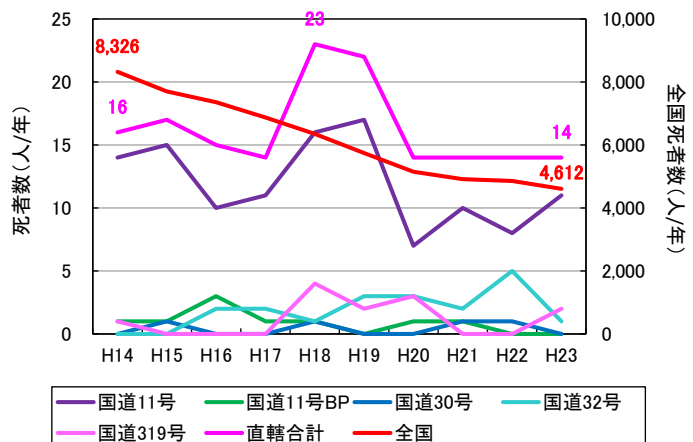
出典:事故統合データベース(H14~H23)、H22道路交通センサス 出典:事故統合データベース(H20~H23)、H22道路交通センサス

図 6-11 香川県の道路種別死傷事故件数の推移

図 6-12 香川県の道路種別死傷事故率

さらに、香川県内の幹線道路（直轄国道）に着目して事故発生状況を、整理する。

直轄国道における直近10年間の交通事故死者数は、平成18年をピークに減少したが、直近4年間では横ばい傾向にある。路線別にみると、国道11号がその大半を占めている。

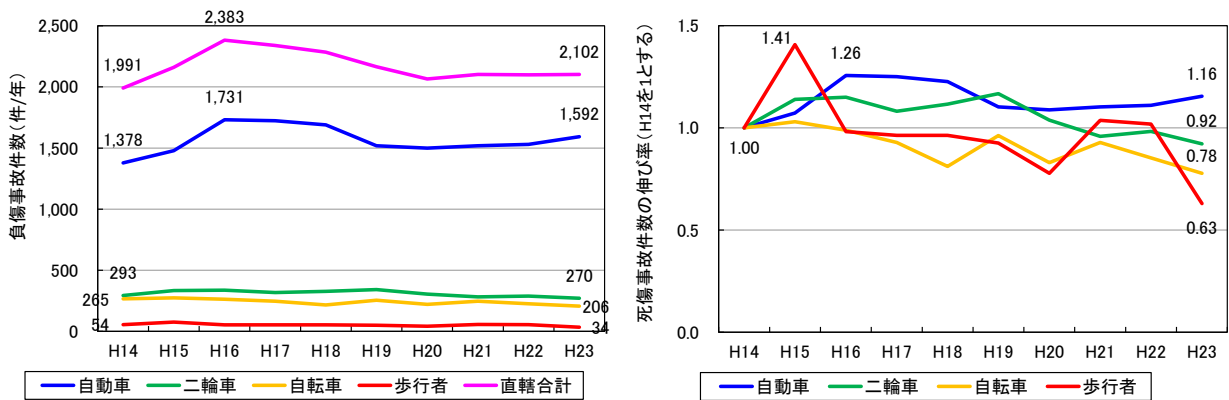


出典:平成23年度交通事故統計年報、事故統合データベース(H14~H23)

図 6-13 香川県の道路種別死傷事故件数の推移

次に、当事者別の事故件数をみると、自動車関与事故が最も多く直轄国道の事故件数の約7割を占めている。また、直近10年間の事故発生状況の推移をみると、自動車関与事故は平成16年をピークに一旦減少傾向にあったものの、平成19年以降はわずかながら増加傾向に転じている。一方で、他の当事者事故は減少傾向となっている。

なお、当事者については、第1当事者と第2当事者の組み合わせにより集計しており、歩行者、自転車、二輪車、自動車の順に、第1当事者と第2当事者のいずれかにその当事者が含まれている事故を、その当事者の事故として分類した。つまり、第1当事者と第2当事者のいずれかが歩行者である場合は歩行者事故となる。



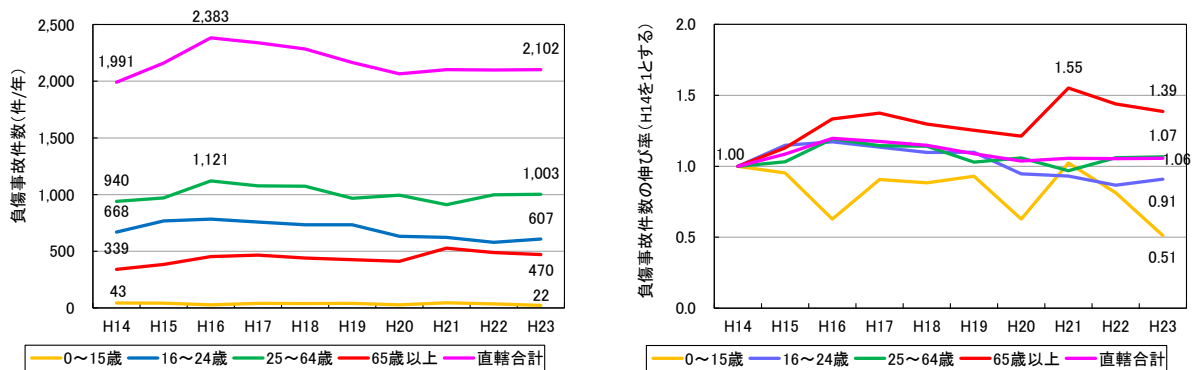
出典：事故統合データベース（H14～H23）

出典：事故統合データベース（H14～H23）

図 6-14 香川県直轄国道の当事者別死傷事故件数の推移

さらに、当事者年齢別の事故件数をみると、25～64歳関与事故が最も多く直轄国道の事故件数の約5割を占めている。また、直近10年間の事故発生状況の推移をみると、65歳以上の高齢者関与事故は増加傾向にある。

なお、当事者年齢については、第1当事者年齢と第2当事者年齢の組み合わせにより集計しており、65歳以上、0～15歳、16～24歳、25～64歳の順に、第1当事者と第2当事者のいずれかにその当事者が含まれている事故を、その当事者の事故として分類した。つまり、第1当事者と第2当事者のいずれかが65歳以上である場合は65歳以上関与事故となる。

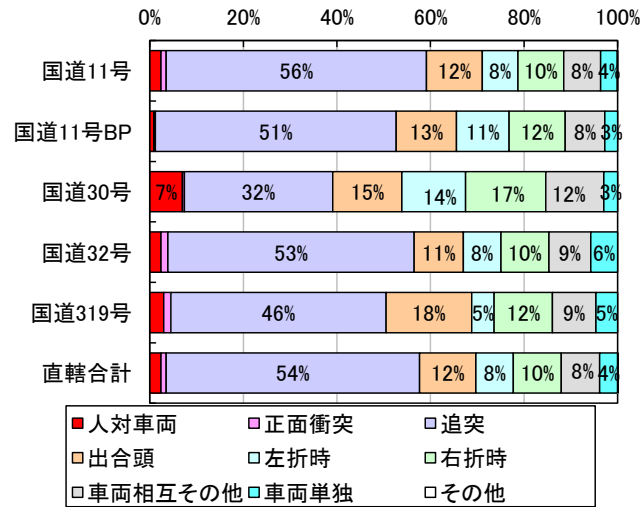


出典：事故統合データベース（H14～H23）

出典：事故統合データベース（H14～H23）

図 6-15 香川県直轄国道の当事者年齢別死傷事故件数の推移

事故類型別の発生状況を見ると、追突事故が最も多く約5割を占め、次いで出合頭事故、右折事故の順となっている。

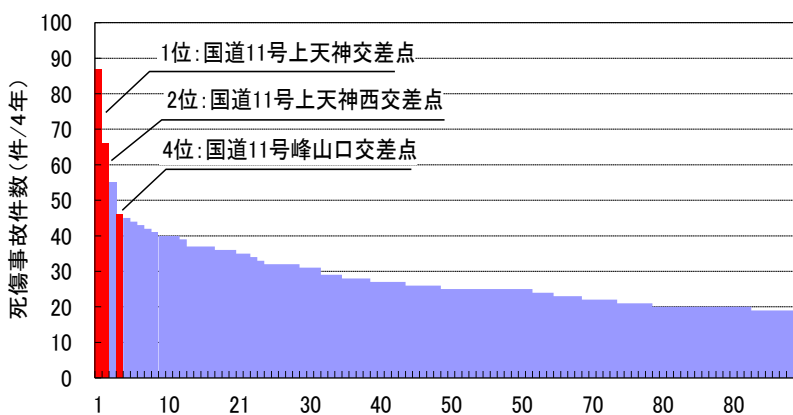


出典：事故統合データベース(H20～H23)

図 6-16 香川県直轄国道路線別の事故類型別死傷事故件数割合

ITARDA 箇所別に事故発生状況をみると、国道 11 号上天神交差点が最も多く 87 件/4 年、次いで近接する国道 11 号上天神西交差点が 66 件/4 年と多い。さらに、上天神西交差点の西側に立地する国道 11 号峰山口交差点が 46 件/4 年と多く、こちらも上位箇所となっている。

本研究では、死傷事故件数の多い交差点が接続している本区間において、事故削減するための対策について研究することとした。



出典：事故統合データベース (H20～H23)

図 6-17 香川県直轄国道 ITARDA 箇所別の死傷事故件数降順図

### 6-3-2 自動車事故多発箇所の特徴と対策の方向性

#### (1) 研究対象区間の事故特性

前節に示したとおり、国道 11 号上天神～峰山口交差点間は、香川県屈指の事故多発交差点を有している。本研究では、この区間を対象に、自動車事故多発箇所の特徴を整理し、対策の方向性を検討する。

対象区間は、国道 11 号と 32 号が重複する多車線（6 車線）区間であり、断面交通量が約 58 千台/日（平成 22 年）と香川県内で最も多い区間である。

東行き交通の場合、高知方面及び松山方面から流入した車両が、高松市中心部、徳島方面、高松空港・塩江方面への車線を選択する必要があるため、交通が輻輳する状況にある。特に、図 6-18 のように、上天神交差点には渋滞対策として地下道が設置されており、徳島方面へ向かう車両は、上天神西交差点までに行先に応じた車線を選択する必要があるなど、車線変更が頻繁に生じる状況にある。

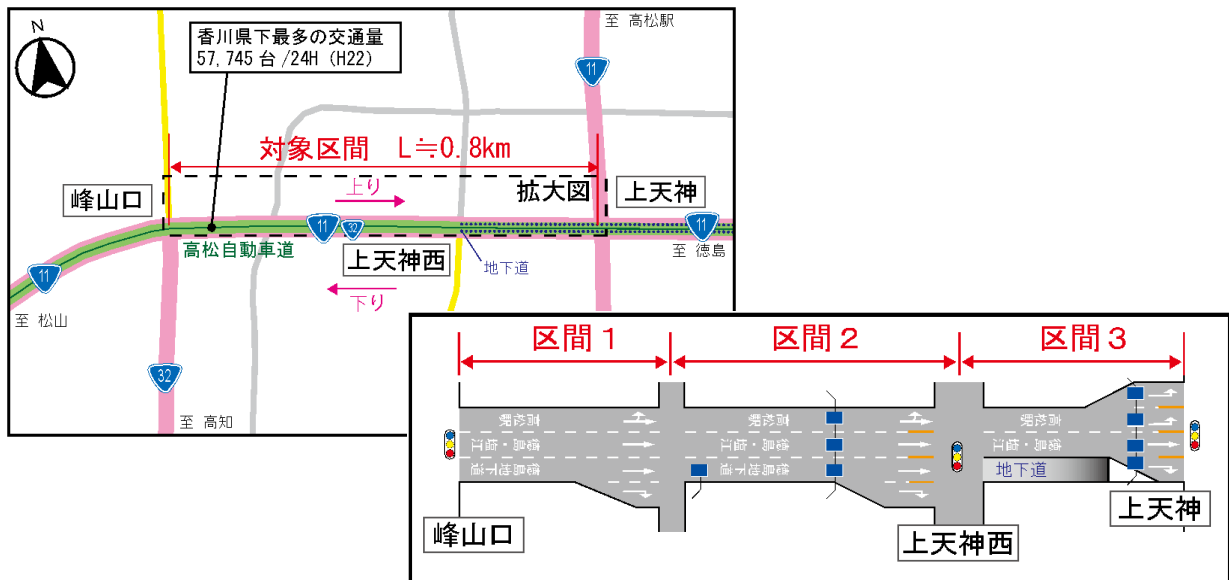
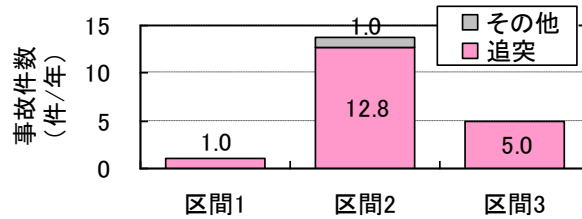


図 6-18 対象区間位置図と車線運用

このような状況の中、対象区間（約 0.8km：県内直轄国道総延長の約 0.5%の区間）は、県内直轄国道全体の約 3.4%を占める事故（324 件）が発生する香川河川国道管内屈指の事故多発区間となっている。この区間における問題箇所を抽出し重点的な改善対策を検討するため、平成 19 年度より「香川県交通事故対策会議」において、視覚的誘導改良を中心とした PDCA サイクルを実践してきている。

事故発生状況を見ると、図 6-19 に示すように対象区間単路部では、対策前の 4 年間において 19.8 件/年の事故が発生している。区間 2 にその大半が集中し、区間 1 ではほとんど事故が発生していない。また、事故類型は 9 割以上を追突事故が占める。事故発生位置は第 2、第 3 車線に集中しており、沿道出入りによる影響は考えにくい。



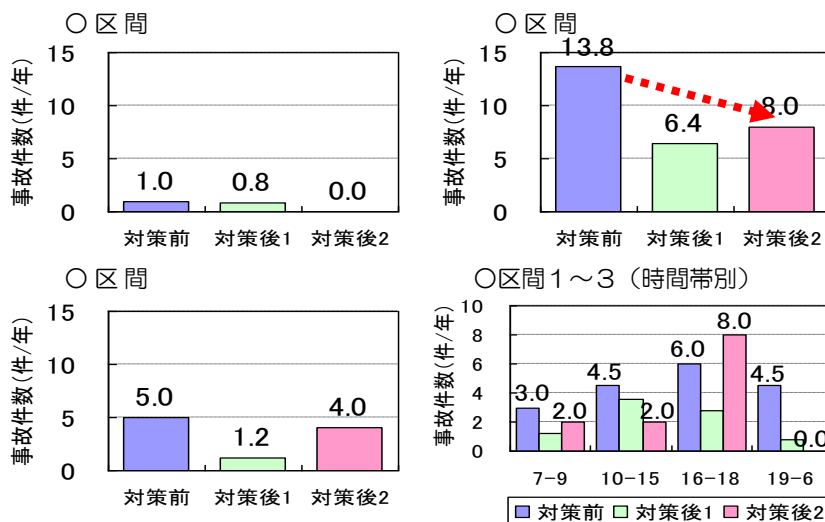
出典：事故統合データベース（H16.8～H20.8）、4年平均データ

図 6-19 対策前の対象区間事故生状況

こうした事故発生状況を踏まえ、平成 19 年度にビデオ観測による問題挙動の把握を行い、事故要因を「行先分岐地点直前における急な車線変更および迷走挙動に起因」と分析し、ドライビングシミュレーターによる効果予測を行った上で<sup>4)</sup>、平成 20～22 年度にかけて対策を実施した。なお、ここで言う「迷走挙動」とは、短区間における車線変更の繰り返し（第 1 車線→第 2 車線→第 1 車線）や、一度に 2 車線分の車線変更（第 1 車線→第 3 車線）を行う挙動を指す。

平成 20 年度の対策では、事故発生の少ない区間 1 での早期車線変更を促すため、区間 1、2 に路面標示を追加設置し、早期の行先車線の認知を促すとともに、普段から対象区間を走行する地域精通者に対し区間 2、3 には矢羽根（導流レーンマーク）を設置し、車線変更を心理的に抑制した（平成 20 年 8 月に施工）。

平成 22 年度の対策では、平成 20 年度の対策効果を踏まえた追加対策案を立案し、路面標示の案内地名を案内看板の表記と統一し、地域に不案内なドライバーに対する行先車線の認知を強化した（平成 23 年 1 月に施工）。



出典：事故統合データベース（H16～H21）、警察事故データ（H22～H23.7）

対策前：H16.8～H20.8の4年平均データ

対策後1：H20.8～H23.1の30ヶ月データを年換算した値

対策後2：H23.1～H23.7の6ヶ月データを年換算した値

図 6-20 対象区間の事故発生状況

この結果、東行きの単路部については、平成 20 年度対策後、一旦事故件数が減少したものの、近年区間 2、3 にて増加傾向となるなど依然として多数の事故が残存する現状にあり、特に混雑時間帯に事故が集中する傾向となっている（図 6-20）。

## （2）対象区間に残存する課題

PDCA サイクルを実践する中、対象区間になお残る事故の原因として、以下の点が抽出された。

- ①区間 2（上天神西交差点手前）における急な車線変更および迷走挙動の残存。
- ②既存の案内標識、路面標示等による車線誘導の情報提供不足。特に、対象区間の走行に不案内なドライバーにとってわかりにくい可能性。

既往対策において、①に関連した対策を実施し一定の効果は見られたものの、未だ急な車線変更および迷走挙動が確認された。また、そうした挙動を示すドライバーが、普段から対象区間を走行する地域精通者か地域に不案内なドライバーかが把握できていない。②についても、過年度に事前の効果予測をドライビングシミュレーターにより行っているが、あくまで他車両の存在しない仮想的な空間での検証であり、実際の走行状況を反映した形での検証が十分ではない。

そこで、本研究では、上記に係る実態を把握し、適切な追加対策を立案するため、以下の調査・分析を行うこととした。

- ①の検証を行うため、「車線別ナンバープレート調査」を実施し、車線変更位置と迷走挙動車両の属性（地域精通者か否か）を把握。
- ②の検証を行うため、地域に不案内なドライバーによる「実走行実験」を実施し、既存の案内標識・路面標示の有効性を検証。

調査・分析内容および結果は、次節に示す。

## 6-4 迷走挙動防止標示の誘導性の検証

### 6-4-1 既往研究のレビュー

車線誘導策は、物理的構造改築と視覚的誘導改良に大別され、後者は運転者の適切な認知あるいは予測に働きかけるものである。視覚的誘導改良の効果に注目した既往研究は多く、代表的なものとしては若林、飯田、久坂らの先行研究が挙げられる。

若林ら<sup>5)</sup>は、複数経路の誘導時に重要となるジャンクションでの案内標識に対する評価手法として、走行車両からのビデオ映像を用いて被験者へアンケート調査を行う、より実運転に近づけた室内実験方法を開発している。

飯田ら<sup>6)</sup>は、集中工事中の交通事故原因として最も多い前方不注意に着目し、アイマークカメラを装着した実走行実験により、工事規制区間における運転者の前方不注意と走行環境及び車両挙動との関連性を把握している。

久坂ら<sup>7)</sup>は、ドライビングシミュレーターによる仮想実走行実験により、ドライバーの運転挙動と心理的变化を把握し、その関連性を分析することにより道路の安全対策につなげる研究を行っている。

また、全国的に、事故危険箇所事業や事故ゼロプランの進捗により、問題箇所抽出、対策検討、対策施工、効果検証のPDCAサイクルは着実に進められているが、数箇年に渡り継続的なモニタリングが実施されているが、その結果が公表および追加対策がなされている箇所は少ない。

こうした状況を踏まえ、本研究では、まず、香川県高松市の「国道11号上天神交差点～峰山口交差点間」における5年間の事故対策の効果を分析する。

具体的には、多車線道路区間における案内標識・標示による車線誘導の効果を、車線別ナンバープレート調査およびアイマークカメラを用いた実走行実験によって検証する。さらに、現在までの対策導入後も、なお残る事故の発生要因を明らかにした上で、新たな対策の検討結果を示すものとする。

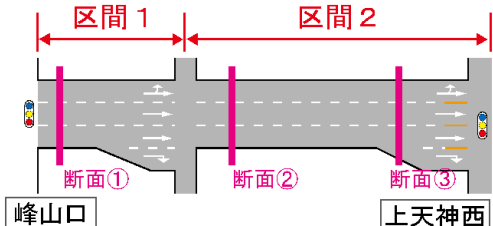
### 6-4-2 車線変更と迷走挙動の実態把握

#### (1) 調査方法

区間1～2間を対象に、車線変更の発生状況および車両属性を把握するため、表6-1に示す「車線別ナンバープレート調査」を実施した。

調査においては、区間1と区間2の車線変更頻度の違い、迷走挙動の発生状況と県内・県外車両の割合を明らかにすることを目的としている。なお、地域精通者か否かは、便宜上「香川」ナンバー車両を地域精通者、「香川」ナンバー以外を地域に不案内なドライバーとして見なすこととした。

表 6-1 調査概要

項目	内容
調査日時	平成23年11月8日（火） 混雑時：17:00～19:00（2時間） 非混雑時：14:00～16:00（2時間）
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>断面別車線別の観測によりナンバープレート読み取り（3断面）</li> <li>調査項目：車籍地（県内・県外）、4桁ナンバー</li> <li>調査断面：                  </li> </ul>

(2) 流入車線別の車線変更状況

調査結果を示す。図 6-21 に示すように、第 1、3 車線への進入車両は約 9 割が車線変更せず、第 2 車線進入車両では約 3 割が車線変更を行っていることが把握された。この結果は、平成 16 年の地下道設置から 6 年が経過し、対象区間の車線運用への認知が進んだことにより、事前に行先に合致した車線を選択する車両が多いことを示唆している。一方で、第 2 車線への流入車両には、車線変更車両が残存していることから、車線誘導の強化が必要とされる。

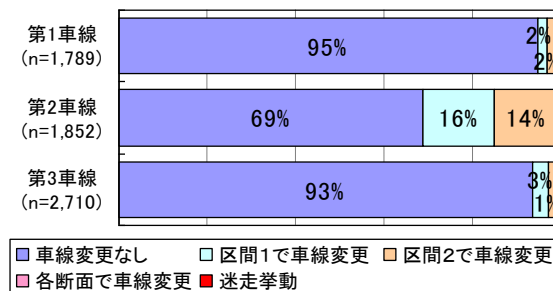


図 6-21 流入車線別の車線変更割合

(3) 車線変更を行った車両の車線変更状況

車線変更を行った車両の行先方面別車線変更状況については、区間 1 での車線変更は、高松駅方面が約 5 割、徳島方面〔地下道〕が約 4 割に留まり、多くの車両が区間 2 で車線変更を行う状況が確認された（図 6-22）。このことから、事故発生が少なく安全性の高い区間 1 での車線変更の促進が必要と言える。

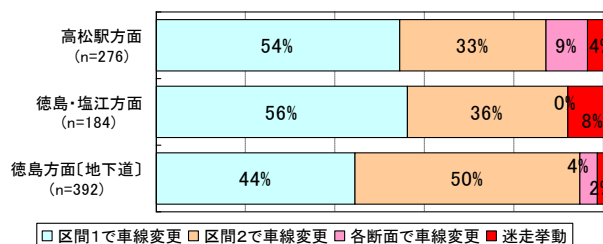


図 6-22 車線変更車両の行先別の車線変更区間割合



#### (4) 迷走挙動の発生状況

迷走挙動を行う車両が依然として残存しており、その割合は1.2%と大きな割合ではないが、年換算で約13万2千台（上り線年間交通量約11百万台/年×迷走挙動率1.2%）にのぼる。これを県内・県外別でみると、表6-2のように県外ナンバー車においては迷走挙動の割合が1.9%と相対的に高く、地域に不案内なドライバーに対する情報提供が不十分である可能性が高い。

なお、県内外の迷走挙動の割合について $\chi^2$ 検定を行ったところ有意な差（ $\chi^2=2.671$ 、 $df=1$ 、 $p<0.5$ ）が見られた。

表 6-2 県内・県外別の交通挙動割合  
(単位:台/2h)

		車線変更なし	車線変更あり		合計
				迷走挙動	
車両数 (台/4h)	香川県内	5,021	693	66	5,780
	香川県外	478	82	11	571
	合計	5,499	775	77	6,351
割合	香川県内	86.9%	12.0%	1.1%	100.0%
	香川県外	83.7%	14.4%	1.9%	100.0%
	合計	86.6%	12.2%	1.2%	100.0%

#### 6-4-3 既存の案内標識・路面標示の有効性の検証

##### (1) 調査方法

車線別ナンバープレート調査の結果、迷走挙動車両が残存しており、県外車両においてその割合が相対的に多いことを把握した。このことから、既存の案内標識・路面標示による車線誘導の情報提供不足が推察され、特に、対象区間の走行に不案内なドライバーにとってわかりにくいことが示唆できる。





そこで、既存の標識・標示による車線誘導の有効性を検証および追加対策の必要性を把握するため、表6-3に示す実走行実験を実施した。また、補足的に実走行実験と合わせて、事故発生が少ない区間1における車線変更について、安全性・快適性を評価し、早期車線変更誘導の妥当性を把握した。

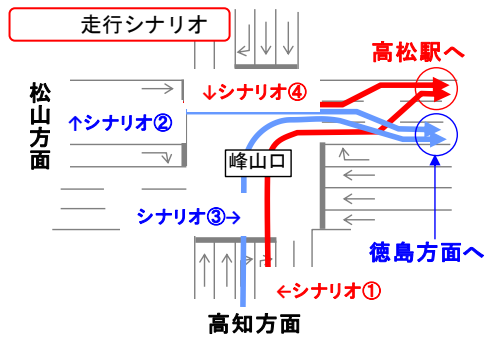
まず、既存標識・標示の有効性を検証するため、地域に不案内なドライバーの目的地到達状況、各案内情報の視認特性を把握することとした。

目的地到達状況は、ドライバーに予め目的地のみを与え、自由走行をさせた走行記録から把握した。各案内情報の視認・認知状況は、被験者の注視位置が時系列的に把握できるアイマークカメラを用い、ドライバーの注視点进行分析することにより把握した。アイマークカメラは、被験者の視野に相当する画像を撮影し、画像上に視線位置（アイマーク）を重ねて表示・記録する測定装置である。なお、「視認」とは当該標識・標示を0.15秒間以上連続注視<sup>8)</sup>することとし、「認知」とは当該標識・標示の内容を把握し理解することとした。内容の理解については走行実験後のアンケート調査により確認を行った。次に、車線変更の安全性について、車両の挙動をGPSにより時系列的に測定できるドライブレコーダを用い、車線変更位置による加速度の違いを分析するこ

とにより評価した。車線変更の快適性については、運転中に感じるストレスを心拍変動として「ホルター心電計」を用いて計測し、運転中に人が心理的に感じる快適性を定量的に評価した<sup>9)10)</sup>。

表 6-3 調査概要

項目	内容
調査日時	平成23年12月14日（水） 6:00～19:00
被験者	地域に不案内なドライバー（県外在住者）5名
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・4シナリオにて現地を走行。調査員が同乗し、被験者には起終点のみ指示し、走行結果を記録。</li> <li>・アンケート、アイマークカメラにより、各案内情報の視認・認知状況を検証。</li> <li>・ドライブレコーダにより、運転挙動を検証。</li> <li>・心電図トランスミッタにより、快適性を検証。</li> </ul>
調査機器	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">アイマークカメラ</div>  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">ホルター心電計</div>  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">調査車両</div>  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>



(2) 既存標識・標示による車線誘導の有効性

図 6-23 に示す既存標識・標示の下での走行実験の結果、目的地未到達のケースが 20 走行中 5 ケース発生した。表 6-4 に示す通り、高松駅方面に向かう走行時には車線案内・交差点案内が不十分のため、上天神交差点の誤通過が多発した。また、徳島方面へ向かう場合では、地下道を走行せず上天神交差点を通過するケースが多い。このことから、地域に不案内なドライバーは、既存の標識・標示のみでは行先に応じた車線を選択しにくい状況にあると言える。

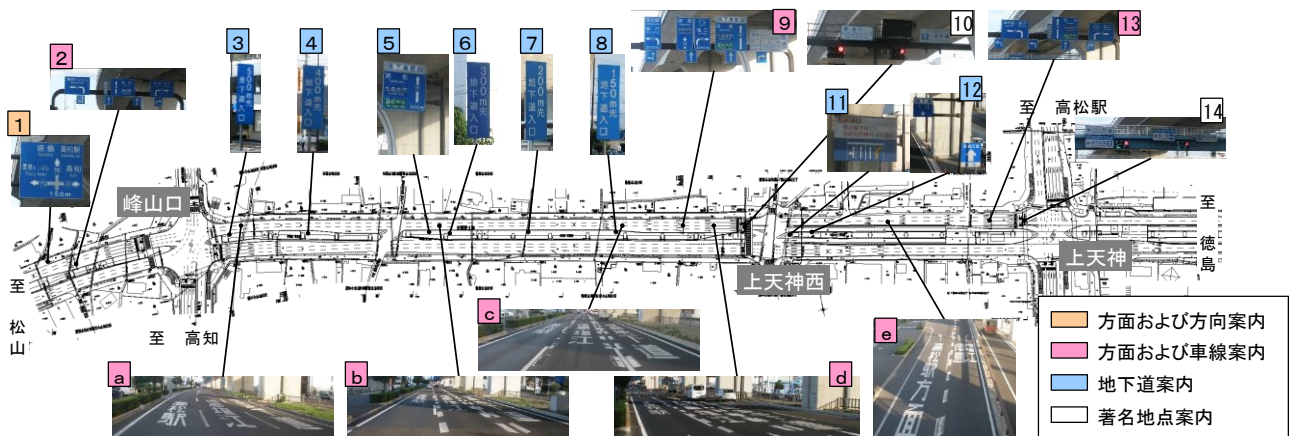


図 6-23 対象区間の案内標識・路面標示設置状況（平成 23 年 7 月現在）

表 6-4 地域に不案内なドライバーの目的地到達結果

No.	内容	指示した方面への到達状況				
		被験者①	被験者②	被験者③	被験者④	被験者⑤
シナリオ1	・高知方面から高松駅方面 ・出発時走行車線を指定(第3車線)	到達	到達	誤通過 (地上)	誤通過 (地下道)	誤通過 (地下道)
シナリオ2	・松山方面から徳島方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達 (地上)	到達 (地上)	到達 (地上)	誤通過	到達 (地下道)
シナリオ3	・高知方面から徳島方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達 (地上)	到達 (地下道)	到達 (地上)	到達 (地上)	到達 (地下道)
シナリオ4	・松山方面から高松駅方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達	到達	誤通過 (地上)	到達	到達

■ 目的地に到達 ■ 目的地(徳島方面)には到達しているが、地下道を経由せず  
■ 目的地に未到達

次に、アイマークカメラにより視認状況を分析したところ、表-5 に示すように門型案内標識(図-7の9、13)および手前に設置されている路面標示(a、b、c)が50%以上視認されている一方で、それ以外の案内情報については、地下道案内標識(3~8、11、12)が視認割合13%、著名地点案内標識(10、14)が視認割合0%という結果となった。

特に、対象区間に重点的に設置されている地下道案内は視認割合が1割程度である上に、被験者へのアンケートでは、「案内の示している意味がわからない」との回答が挙げられた。ただし、全車線の行先案内を行っているオーバーヘッド式の門型案内標識は、上天神西交差点まで設置されており、峰山口交差点にて目的地と異なる車線に進入した場合、目的地を示す情報が得づらいう状況となっている。

表 6-5 案内標識・路面標示の視認状況

数字:案内標識 英字:路面標示	視認回数	視認可能な標識・路面標示数	視認割合
1 方面および方向案内	2	10	20%
2 方面および車線案内	1	10	10%
3 地下道案内	3	20	15%
a 方面および車線案内	14	20	70%
4 地下道案内	0	20	0%
5 地下道案内	8	20	40%
b 方面および車線案内	11	20	55%
6 地下道案内	3	20	15%
7 地下道案内	0	20	0%
8 地下道案内	3	20	15%
c 方面および車線案内	10	20	50%
9 方面および車線案内	12	20	60%
d 著名地点案内	6	20	30%
10 著名地点案内	0	20	0%
11 地下道案内	0	4	0%
12 地下道案内	0	4	0%
e 方面および車線案内	6	15	40%
13 方面および車線案内	8	15	53%
14 著名地点案内	0	15	0%
方面および方向案内 〔案内標識1〕	2	10	20%
方面および車線案内 〔案内標識2, 9, 13〕	21	45	47%
地下道案内 〔案内標識3~8, 11, 12〕	17	128	13%
著名地点案内 〔案内標識10, 14〕	0	35	0%
方面および車線案内 〔路面標示a~e〕	47	95	49%

さらに、目的地到達状況と案内情報認知の関係を見ると、図 6-24 に示すように誤通過者は全体的に案内情報に対する認知割合が低く、既存標識・標示は車線変更に関わる判断には役立っていない。目的地到達者の認知状況をみると、対象区間の早い段階で路面標示の情報をもとに車線変更の判断を行っていることがわかる。また、遠方からの視認が可能な門型案内標識（9、13）は、対象区間の終端部に位置しているため、車線変更の判断にはあまり寄与していないことも読み取れる。

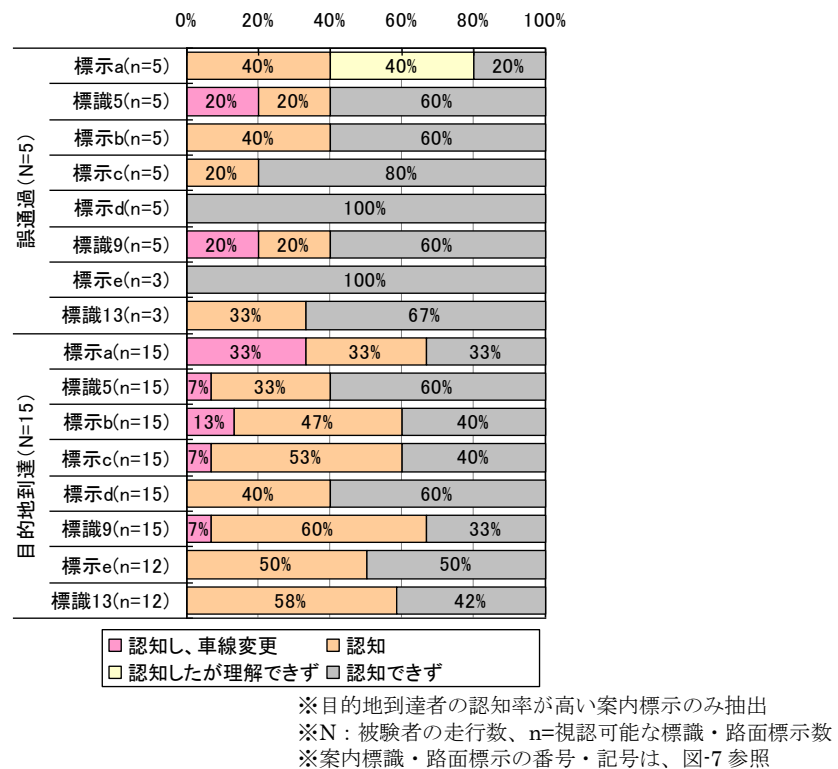
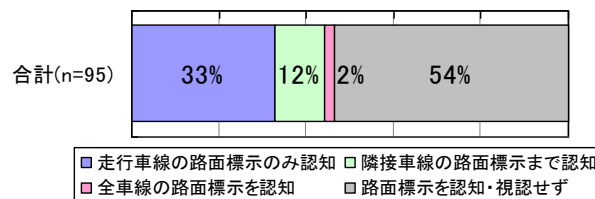


図 6-24 目的地到達状況別の案内情報認知度

路面標示全体についてみると、図 6-25 に示すように約半数が視認されているが、被験者が視認している場合においても、自分が走行している車線の内容は認知できるものの、単発の路面表示では、隣接車線の標示内容はあまり認知できていない。このことは、被験者ヒアリングにおいても指摘されている。また、アイマークカメラのビデオ画像を確認した結果、隣接車線の路面標示は混雑時において、並走車両により遮蔽され視認性が低下することがわかった（図 6-26）。



※20 走行（5人×4シナリオ）における5つの路面標示に対する認知状況  
 母数は走行経路上の視認可能な路面標示数の合計

図 6-25 路面標示の認知状況



図 6-26 混雑時における路面標示の視認性

また、ドライブレコーダにより急加速・急減速の発生箇所を分析した結果、区間 2 での車線変更は、区間 1 に比べ急減速になる傾向にある (図 6-27)。また、ホルター心電計により車線変更区間別に心理的負担を定量的に計測した結果、区間 1 より区間 2 で車線変更を行った場合に心理的負担が大きいことが把握された (図 6-28)。

これらは、区間 2 が上天神西交差点手前の区間であるため滞留や車群走行が発生しやすく、急な車線変更による割り込みが必要になるためと考える。このことから、区間 1 に比べて区間 2 での車線変更は、ドライバーや後方車両への負荷がかかりやすく、安全で円滑な交通流を阻害しやすいと推察される。

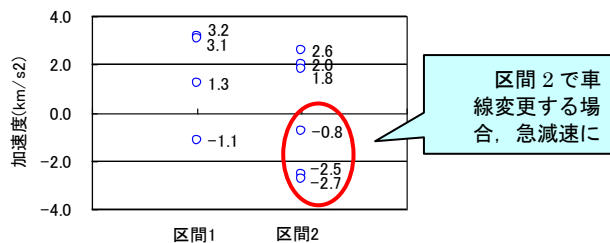
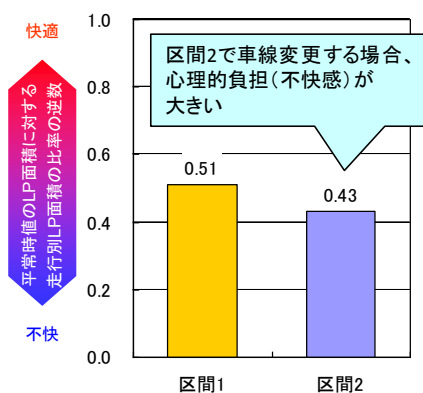


図 6-27 車線変更区間別の車線変更時における前後加速度



※個人差の排除と、視覚的な見やすさを考慮し、

「平常時値の LP 面積に対する路線別の LP 面積の比率の逆数」を算出

図 6-28 車線変更位置別の「平常時値の LP 面積に対する走行別 LP 面積の比率の逆数」

#### 6-4-4 新たな案内標識・路面標示の誘導性の検証

##### (1) 対策方針と内容

複雑な車線運用に起因して事故が多発する国道 11 号上り線上天神交差点～峰山口交差点間を対象に、迷走車両に着目した車線変更の実態調査や案内情報に対する視認特性を計測する実走行実験により、既存の案内標識・路面標示の有効性を検証した。

まず、車線別ナンバープレート調査により、既往の手法では不明瞭であった迷走挙動車両の車線変更位置を明らかにすると共に、迷走挙動車両に対象区間に不案内なドライバーである県外車両が多いことを確認した。さらに、実走行実験では、既存の案内看板や路面標示といった車線誘導方策のみでは、地域に不案内なドライバーが適切な車線選択を行うことが困難であることが確認できた。また、交通量の多い対象区間では、路面標示が並走車両により視認性が低下し、ドライバーが車線選択に必要な情報を入手し難いことを明らかにした。

特に、分析対象区間のうちの上天神西交差点手前までの区間にはオーバーヘッド式の車線案内標識がないため、行先車線の判断は路面標示に頼らざるを得ない状況を確認した。一方で、路面標示は自らが走行している車線の内容は認知できるものの、隣接車線の標示内容までは把握しづらく、渋滞時などの車群走行時には視認そのものが困難となる状況を把握した。

以上を踏まえ、具体の対策として、行き先別の路面のカラー舗装と整合する看板によるわかりやすい車線誘導による「カラー連携標示」を提案することとした（図 6-29）。

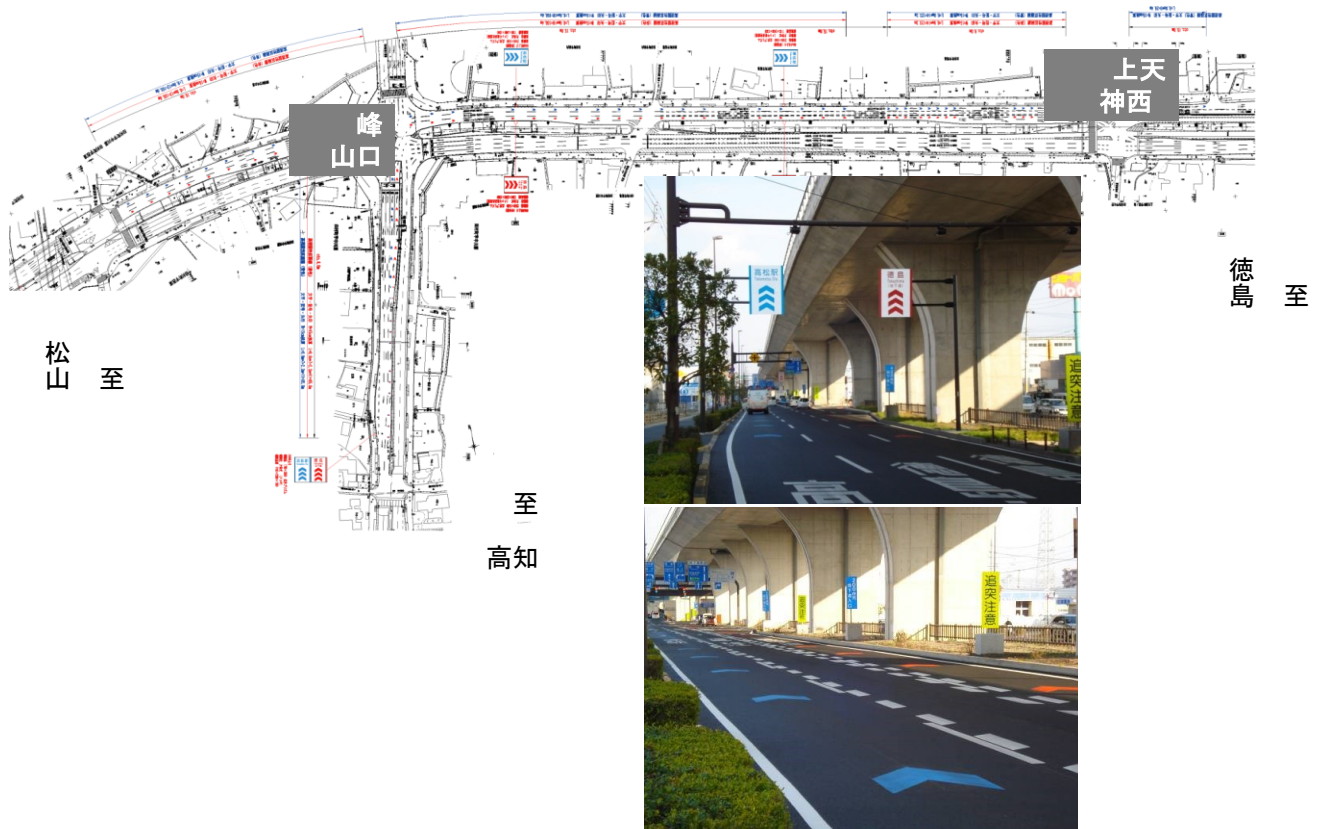


図 6-29 「カラー連携標示」の施工状況

各車線から視認しやすいよう、区間1から区間3にわたり、指向性の高いパターンによるカラー舗装を連続的に設置し、車線誘導案内を行うものである。さらに、カラー舗装の補助として、各車線の行先を簡潔に表記したオーバーヘッド式の案内看板を区間1および区間2の入口に設置するものである。

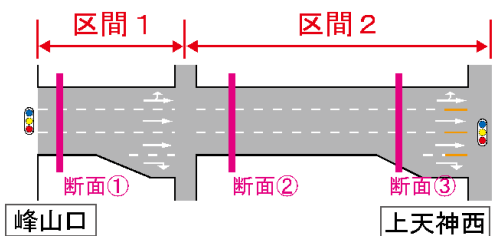
本対策は、平成24年度中に施工し、平成25年2月16日から供用された。本研究では、このカラー連携標示の誘導性についての検証を行った。

## (2) 車線変更の実態把握

### 1) 調査概要

区間1～2間を対象に、車線変更の発生状況および車両属性を把握するため、対策前と同様に、表6-6に示す「車線別ナンバープレート調査」を実施した。

表 6-6 対策後の車線別ナンバープレート調査概要

項目	内容
調査日時	平成25年2月21日（木） 混雑時：17:00～19:00（2時間） 非混雑時：14:00～16:00（2時間）
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>断面別車線別の観測によりナンバープレート読み取り（3断面）</li> <li>調査項目：車籍地（県内・県外）、4桁ナンバー</li> <li>調査断面：                  </li> </ul>

### 2) 流入車線別の車線変更状況

図6-30に示すように、対策前後ともに、第1、3車線への進入車両は約9割が車線変更せず、第2車線進入車両では約3割が車線変更を行っていることが把握された。対策により、車線変更車両の割合は減少しなかったが、第2車線における区間1での車線変更割合は増加している。

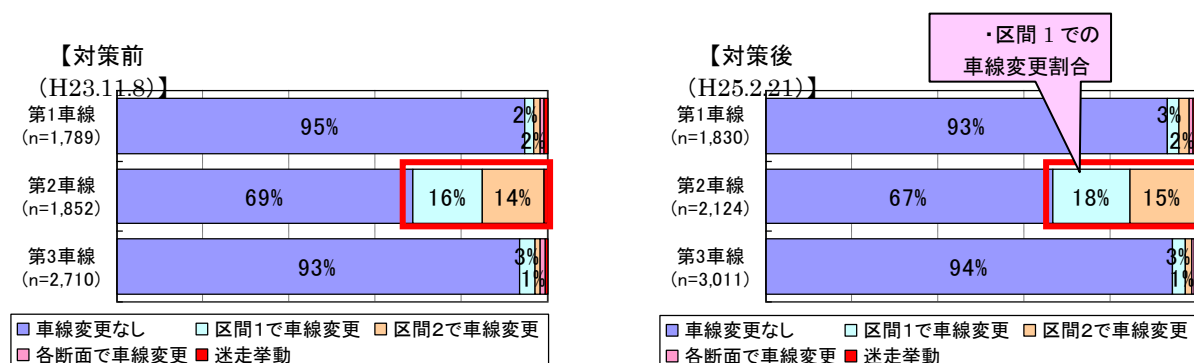


図 6-30 対策前後における流入車線別の車線変更割合

3) 車両の車線変更状況の把握

対策後は、車線変更車両のうち、高松駅方面・徳島方面〔地下道〕へ向かう車両は区間1での車線変更割合が微増した（図 6-31）。一方、徳島・塩江方面に向かう車両は、区間2での車線変更割合は増加したが、迷走挙動は減少した。

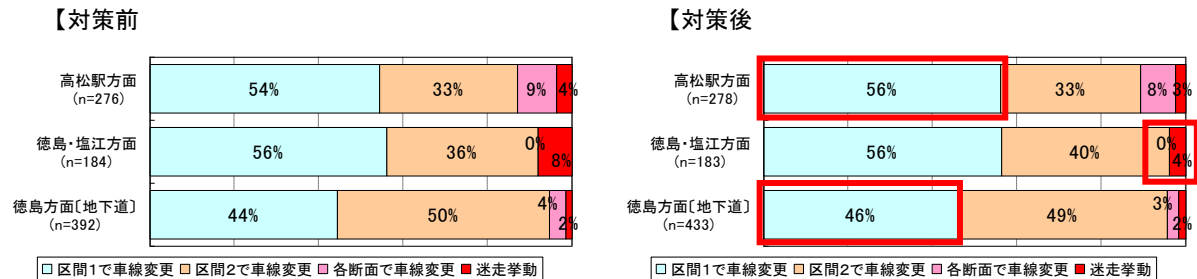


図 6-31 車線変更車両の行先別の車線変更区間割合

4) 迷走挙動の発生状況

対策後も、迷走挙動を行う車両が依然として残存しており、その割合は 1.0%である。ただし、表 6-7 のように対策前に比べて香川県内・県外車両とも、迷走挙動割合は減少した。年換算では、対策前の約 13 万 2 千台から対策後約 11 万台（国道 11 号上天神交差点～峰山口交差点間上り線年間交通量：約 11 百万台/年）に減少している。

表 6-7 県内・県外別の交通挙動割合

【対策前】 (単位:台/2h)					【対策後】 (単位:台/2h)					
車両数 (台/4h)	香川県内	香川県外	車線変更なし	車線変更あり	合計	香川県内	香川県外	車線変更なし	車線変更あり	合計
				迷走挙動				迷走挙動		
車両数	5,021	478	5,499	693	6,351	5,481	471	5,952	850	6,965
割合	86.9%	83.7%	86.6%	12.0%	100.0%	85.7%	82.5%	85.5%	13.3%	100.0%
				1.1%	100.0%				1.0%	100.0%
				1.9%	100.0%				1.4%	100.0%
				1.2%	100.0%				1.0%	100.0%

5) 迷走挙動の発生状況

対策後の非混雑時間帯では、県外車両が区間1で車線変更を行う割合の増加傾向が顕著となっている。一方、混雑時では、県内車両の区間2における車線変更割合が減少したものの、県外車両が区間2で車線変更する割合が増加した。

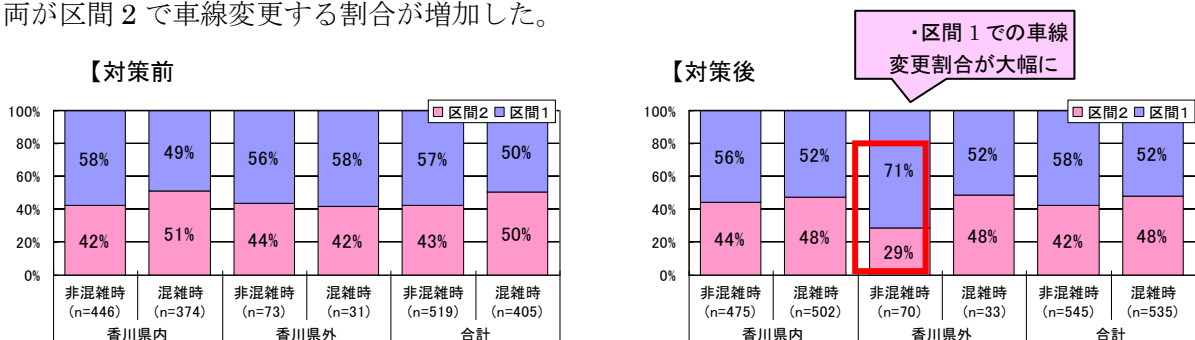


図 6-32 県内・県外別の混雑時・非混雑時における車線変更区間割合



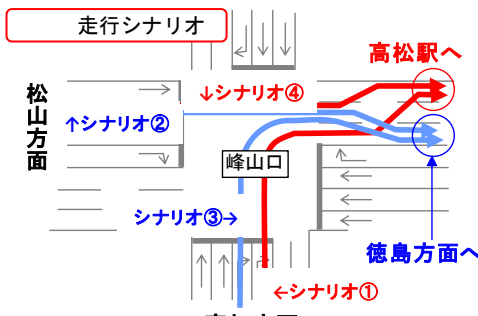
### (3) 車線誘導の有効性の検証

#### 1) 調査概要

「カラー連携標示」による車線誘導の有効性を検証するため、対策前と同様に、表 6-8 に示す実走行実験を実施した。カラー連携標示の有効性を検証するため、地域に不案内なドライバーの目的地到達状況、各案内情報の視認特性を把握することとした。目的地到達状況は、ドライバーに予め目的地のみを与え、自由走行をさせた走行記録から把握した。

表 6-8 実走行実験調査概要

項目	内容
調査日時	平成25年2月21日（木） 8:00～13:00
被験者	地域に不案内なドライバー（県外在住者）20名
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>各被験者が、右記4シナリオのうち、2シナリオにて現地を走行。</li> <li>調査員が同乗し、被験者には起終点のみ指示し、走行結果を記録。</li> <li>アンケートにより、カラー連携標示の視認・認知状況を検証。</li> </ul>



#### 2) カラー連携標示による目的地到達状況

「カラー連携標示」に従って走行した結果、対策前に比べて、全体的に目的地到達率が向上した。ただし、松山方面から徳島方面へは、地上部を走行しても徳島方面に到達できるため、地下道を走行せず上天神交差点を通過するケースが多い。また、上天神西交差点東行流入部において、高松駅方面への左折交差点と誤認し、誤通過（左折）してしまったケースが1件発生した。

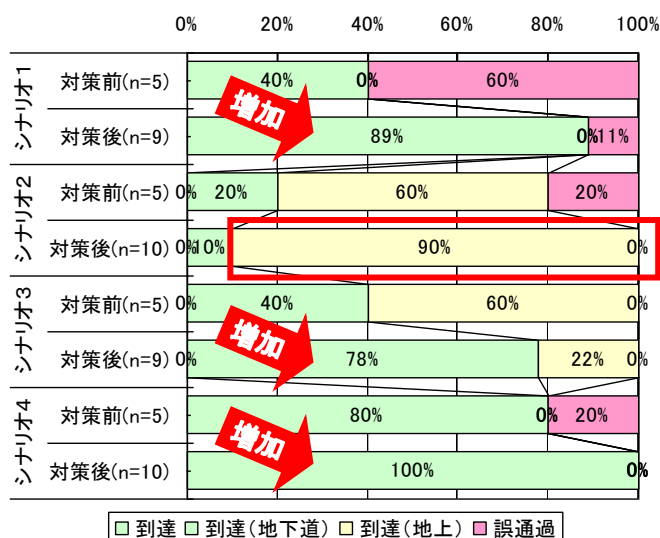


図 6-33 実走行実験におけるシナリオ別目的地到達割合

表 6-9 地域に不案内なドライバーの目的地到達結果

【対策前(H23.12.14)】

・目的地未到達が 20 走行中5ケース発生。  
 ・特に高松駅方面では、上天神交差点の誤通過が多発。

No.	内容	指示した方面への到達状況				
		被験者①	被験者②	被験者③	被験者④	被験者⑤
シナリオ1	・高知方面から高松駅方面 ・出発時走行車線を指定(第3車線)	到達	到達	誤通過(地上)	誤通過(地下道)	誤通過(地下道)
シナリオ2	・松山方面から徳島方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地上)	誤通過	到達(地下道)
シナリオ3	・高知方面から徳島方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達(地上)	到達(地下道)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地下道)
シナリオ4	・松山方面から高松駅方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達	到達	誤通過(地上)	到達	到達

【対策後(H25.2.21)】

・目的地未到達が38走行中1ケース発生。  
 ※2走行は調査時のトラブルにより対象外とした  
 ・上天神西交差点での誤左折が1ケース

No.	内容	指示した方面への到達状況									
		被験者 1-①	被験者 1-②	被験者 1-③	被験者 1-④	被験者 1-⑤	被験者 3-①	被験者 3-②	被験者 3-③	被験者 3-④	被験者 3-⑤
シナリオ1	・高知方面から高松駅方面 ・出発時走行車線を指定(第3車線)	到達	到達	到達	誤通過	到達	到達	到達	-	到達	到達
シナリオ2	・松山方面から徳島方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地下道)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地上)	到達(地上)
No.	内容	指示した方面への到達状況									
		被験者 2-①	被験者 2-②	被験者 2-③	被験者 2-④	被験者 2-⑤	被験者 4-①	被験者 4-②	被験者 4-③	被験者 4-④	被験者 4-⑤
シナリオ3	・高知方面から徳島方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達(地下道)	到達(地上)	到達(地下道)	到達(地下道)	到達(地下道)	到達(地上)	到達(地下道)	-	到達(地下道)	到達(地下道)
シナリオ4	・松山方面から高松駅方面 ・出発時走行車線を指定(第2車線)	到達	到達	到達	到達	到達	到達	到達	到達	到達	

■ 目的地に到達   
 ■ 目的地(徳島方面)には到達しているが、地下道を経由せず   
 ■ 目的地に未到達   
  対象外サンプル

3) カラー連携標示に対する認知、理解度

車線変更の判断理由は、既存の案内看板が最も多く、「カラー連携標示」は4割弱程度であった。

「カラー連携標示」の目的は、「行先を分かりやすく示すこと」との回答が最も多く、正しく理解されている。

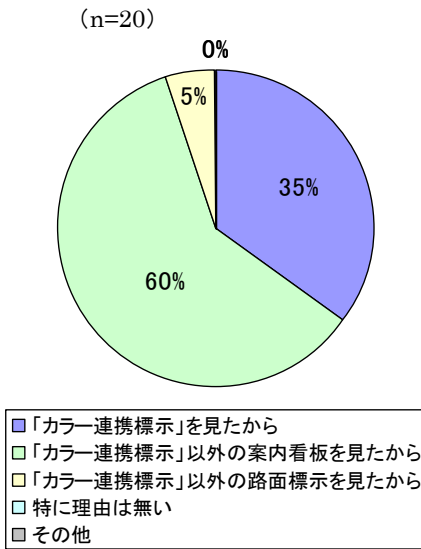


図 6-34 車線変更の判断理由

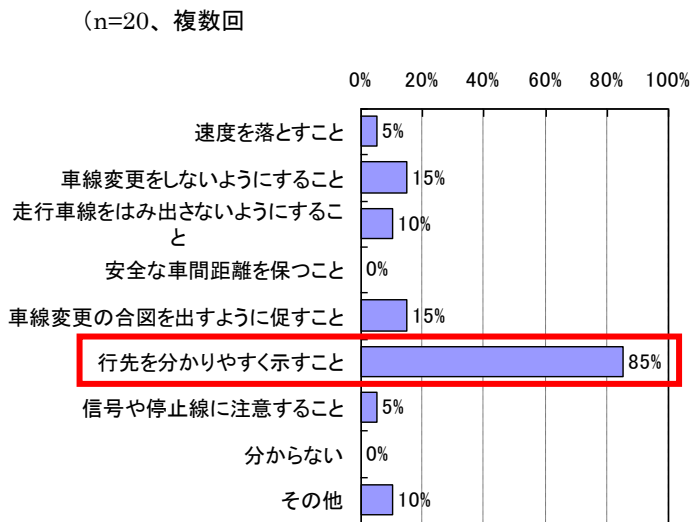


図 6-35 「カラー連携標示」の目的の理解

## 6-5 まとめ

近年の事故の特徴は、人口減少社会の到来、少子高齢化の進展等により、我が国が直面する構造変化に影響しており、高齢者に関する交通事故の占める割合が多くなっており、よりきめ細やかな情報提供による早急な交通安全対策が必要となっている。

道路空間の高度利用に伴い車線運用が複雑化する一方で、運転者への適切な情報提供の不足により、運転者の迷い挙動が生じ、事故の発生につながるケースが見られる。特に、幹線道路に多い、多車線区間や立体交差点においては、事故リスクが高く、香川県内においては、国道 11 号上天神交差点の立体化に伴い、そうした問題が顕在化しており、交通流の円滑化と安全・安心の確保を両立するための新たな方策が求められている。

本研究は、複雑な車線運用であることから香川県屈指の事故多発区間である「国道 11 号上天神交差点～峰山口交差点間」をフィールドとして、既存の案内標識・路面標示の有効性の検証を、車線別ナンバープレート調査およびアイマークカメラ等を用いた実走行実験によって検証した。実験では、上天神西交差点手前における急な車線変更および迷走挙動の残存、既存の案内標識、路面標示等による車線誘導の情報提供不足が、課題と想定し、これを分析した。

その結果、特に、分析対象区間のうちの上天神西交差点手前までの区間にはオーバーヘッド式の車線案内標識がないため、行先車線の判断は路面標示に頼らざるを得ない状況であり、一方で、路面標示は自らが走行している車線の内容は認知できるものの、隣接車線の標示内容までは把握しづらく、渋滞時などの車群走行時には視認そのものが困難となる状況であることが確認できた。

そこで、行き先別の路面のカラー舗装と整合する看板によるわかりやすい車線誘導による「カラー連携標示」を提案し、その誘導性の効果を検証した。結果、導入から短期間ではあるが、迷走挙動や目的地到達割合などに、一定の効果を示している。今後、継続的な調査を行い、その誘導性について検証していくことが重要である。

このように交通事故については、事故原因から事故対策案の作成、対策工事の実施、整備効果の検証、残存事故の対策と、PDCA サイクルより交通事故の減少を追求している。対策案の実施方法では、場合によっては仮設対策を行って事前に整備効果検証を行い、整備効果が確認できれば、その後恒久的な対策のための工事を行って事後の整備効果検証を行いながら、警察署や地元関係者との現地点検と協議により、交通事故の減少に努めているが実態である。

以上の研究結果により、事故多発箇所における事故対策の実施により走行の安全性や、案内標識やサインの適切な誘導による認識性の向上などのユーザビリティ評価を行った。

## 参考文献

- 1) 公益財団法人 交通事故総合分析センター, <http://www.itarda.or.jp/>
- 2) 平成 24 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取り締まり状況について：警察庁交通局、平成 25 年 2 月 14 日
- 3) 平成 24 年中の交通事故の発生状況：警察庁交通局、平成 25 年 2 月 28 日
- 4) 宮本賢治, 土井健司, 高井健一, 山下大輔：事故多発多車線区間における危険挙動防止策検討のためのシミュレーション分析, 土木計画学研究・講演集, Vol38, 2008 年
- 5) 若林拓史, 川口正樹, 服部貴徳：認知地図との関係からみた道路案内標識の評価に関する室内実験法の開発と適用, 土木計画学研究・講演集, Vol38, 2008 年
- 6) 飯田克弘, 小川清香, Dao QuynhAnh：高速道路工事規制区間における運転者の前方不注意と走行環境・車両挙動との関連性分析, 土木計画学研究・論文集, Vol26, 2009 年
- 7) 久坂直樹, 宮本賢治, 土井健司, 辻幸英, 土井和広：ドライビングシミュレータ(MOVIC-T4S)を用いた暫定 2 車線高速道路における運転者挙動と心理状況の関係分析, 土木計画学研究・論文集, Vol36, CD-ROM, 2007 年
- 8) 上原健一, 鈴木薫, 荻野弘, 野田宏治, 橋本成仁：視覚要素から見た交通事故防止対策の評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.28, 2003 年
- 9) 鈴木清, 砂川尊範, 新田保次：心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法に関する研究, 日本福祉のまちづくり学会論文集, Vol14, 2012 年
- 10) 鈴木清, 松田和香, 竹林弘晃, 砂川尊範, 新田保次：自転車走行時の心理的負担に着目した自転車走行空間の比較評価～高松における「心電図トランスミッタ」を活用した調査を通して～, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010 年

## 第7章 ITS技術による道路ネットワーク調査に関する研究

### 7-1 はじめに

### 7-2 道路整備効果分析への民間プローブデータの適用性の研究

#### 7-2-1 道路整備効果分析における民間プローブデータ適用の必要性

#### 7-2-2 既往研究のレビュー

#### 7-2-3 民間プローブデータの適用上の課題への対応

#### 7-2-4 民間プローブデータによる道路整備効果分析

#### 7-2-5 研究結果の考察

### 7-3 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握の研究

#### 7-3-1 交通流動把握の概要

#### 7-3-2 既往研究のレビュー

#### 7-3-3 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握

#### 7-3-4 研究結果の考察

### 7-4 民間プローブデータを用いた整備効果予測手法の研究

#### 7-4-1 時間帯別道路整備効果の必要性

#### 7-4-2 既往研究のレビュー

#### 7-4-3 時間帯別旅行速度の簡易予測式の検討

#### 7-4-4 ケーススタディによる道路整備評価への適用性の検証

#### 7-4-5 研究結果の考察

### 7-5 まとめ

### 参考文献

## 第7章 ITS技術による道路ネットワーク調査に関する研究

### 7-1 はじめに

社会資本としての道路整備事業については、コスト縮減等の強い社会要請の中、様々な道路ネットワーク調査が実施され、それに基づき、現在又は将来における渋滞等の問題箇所を抽出し、整備優先順位を検討の上、各事業が適切に計画・推進されてきた。将来の交通需要を把握する一般的な手法として「四段階推計法」があげられるが、この推計には「パーソントリップ調査」や「道路交通センサス調査」といった全国規模の大規模実態調査が必要であった。

ところが、近年、自動車メーカーやカーナビメーカー等の民間事業者が収集・管理している一般車両からのプローブデータ(以下、「民間プローブデータ」と記す)の入手が可能となり、時間的・空間的に広範囲な道路交通のサービス水準に関する分析が行える環境が整ってきている。

民間プローブデータは、年間を通じ1日24時間分が幹線道路を対象に面的に収集されていることから、道路整備などの効果計測分析や交通政策検討において、事前・事中・事後の各段階においてリアルタイムの分析が可能なモニタリング指標として有効な情報となっている。

今後、更なるコスト縮減ニーズへの対応や、より正確な道路整備効果の把握による予算の重点配分や効率化を図っていくためには、民間プローブデータ等のITS技術を活用し、以下のような課題へ対応することが必要であると考えられる。

**1) 課題 1:**「道路交通センサス」等の全国規模の実態調査は、費用面やデータの集計・分析などの膨大なデータ処理に期間を要し、現在、約5年に1度の頻度で調査が実施されている。ただし、道路上における交通は時々刻々と変化し、季節変動や曜日変動など地域特性に応じた交通変動が予想される。さらに、新たに整備された事業については別途調査が必要である。今後の更なるコスト縮減等に対応しつつ、適切な道路整備効果を分析・公表することは、今後の道路整備事業の推進に必要である。

**2) 課題 2:** 道路交通課題を適切に把握するためには、その道路利用状況の特性を把握し、その課題に対する対処を適切に行うことが必要である。そのためには交通流動の把握が重要であり、都市圏規模の「パーソントリップ調査」やその他事業ごとの個別調査の実施が必要である。ただし、これら調査についても課題1と同様に費用面やデータ処理面からの制約が課題であり、近年のITS技術等を活用した調査の効率化が必要である。

**3) 課題 3:**「四段階推計法」における将来交通需要推計は、一般的に日ベースの予測が基本であるものの、より渋滞が著しい朝夕ピーク時などにおける需要予測・課題把握に対するニーズは以前より高い。しかしながら、時々刻々と変化する時間帯別の交通量を再現・予測するには、年間の特定日1日の調査結果による検証では不十分であり、より多くのデータによる予測結果の妥当性検討が必要であると考えられた。先のITS技術については、常時、データ蓄積がなされており、これらデータベースを活用した、より詳細な予測手法の確立が今後の予測評価に必要である。

こうした課題を踏まえ、ITS 技術による道路ネットワーク調査及び道路整備効果等の検討に向けて、上記のそれぞれの課題に対して、以下の研究を実施した。

### **1) 道路整備効果分析への民間プローブデータの適用性の研究（課題 1 への対応）**

民間プローブデータが、24 時間 365 日のデータであることを活用し、道路整備による効果の分析手法について検討を行った。特に、民間プローブデータについては複数のデータ取得方法が存在することから、各データの取得方法に応じた課題を整理し、課題を踏まえた適切なデータ処理を行うためのデータクリーニング手法についても検討した。

### **2) 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握の研究（課題 2 への対応）**

民間プローブデータは、本来は特定会員の起終点を含む走行データであり、これを個人情報保護の観点から統計データとしてデータ処理したものである。よって、これら民間プローブデータを有機的に分析することにより、一定程度の交通流動を再現することが可能であると考えられ、民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動の把握、道路特性の把握手法について研究した。

### **3) 民間プローブデータを用いた整備効果予測手法の研究（課題 3 への対応）**

現在多くで用いられている日ベースを基本とした道路整備効果予測手法をより詳細に把握することを目的に、民間プローブデータを用いた整備効果予測手法の検討を行った。具体的には民間プローブデータによる時々刻々のデータをもとに、センサス区間の類型化を行い、類型別の交通特性を勘案した QV 式の設定、将来時間帯別旅行速度の予測、整備効果の算出手法について研究した。

## **7-2 道路整備効果分析への民間プローブデータの適用性の研究**

### **7-2-1 道路整備の状況**

本研究の対象フィールドにおける道路整備効果分析への民間プローブデータの適用の必要性について述べる。

我が国の道路は本格的な整備が始まってから半世紀以上が経過し、各時代のニーズに対応しながら整備・改善が進められ、社会・経済活動の基盤として大きな役割を果たしてきたものの、人口の減少、超高齢化社会、厳しい財政制約、国際競争の激化に加え、地球環境問題や震災を契機としたエネルギー制約等、これまでにない困難に直面している。その様な中、「社会資本整備審議会道路分科会 中間とりまとめ(2012.6)」では、①「多様な利用者が安全・安心して共存」できる環境の整備、②既存の道路を「賢く使う」視点の重視、③新たなニーズや技術革新による道路機能の再評価など「道路の進化」、④道路の「ネットワーク機能の重点的・効率的強化」、⑤「強くしなやかな国土の形成」に向けた「道路の役割の再認識」の 5 つの視点を基本としつつ、今後の道路政策についての具体的な施策の提案が行われている。とりわけ、厳しい財政状況のもと、事

業のプライオリティを明確にして、重点化・効率化を図り、スピーディーに事業を進めていくためには、ITS（高度道路交通システム）を活用した道路サービスレベルの向上（「見える化」など）と道路行政の効率的なマネジメントの必要性が指摘されている<sup>1)</sup>。

我が国においては 1989 年に全国統一のデジタル道路地図が整備完了され、それ以降、デジタル道路地図搭載のカーナビが登場している。カーナビを通じた渋滞や交通事故等のリアルタイム情報を提供する VICS が 1996 年に開始されるとともに、全国の高速道路を中心に自動車との高速・大容量の双方向通信を可能とした ITS スポットサービスが 2011 年より開始された。これにより、車両からのプローブ情報が収集可能となり、道路サービス水準の精度向上・透明化、低コストで効率的な課題の把握・対策等が期待されている<sup>2)</sup>。

さらに「平成 25 年度版 情報通信白書」においては、近年のスマートフォンの普及やビッグデータ・オープンデータ活用の高まりなど、「スマート ICT」の利活用による社会的課題の解決が必要とされている<sup>3)</sup>。

以上のように、限られたコスト制約の中、より透明性が高く、効率的な道路行政を推進するためには、民間プローブデータ等、ICT 技術の有効活用による道路整備効果分析等への展開が必要であると考えられる。

## 7-2-2 既往研究のレビュー

前述のとおり、民間プローブデータは、年間を通じ 1 日 24 時間分が幹線道路を対象に面的に収集されていることから、道路整備などの効果計測分析や交通政策検討において、事前・事中・事後の各段階においてリアルタイムの分析が可能なモニタリング指標として有効な情報となっている。

これまでに、道路整備効果の分析、旅行時間信頼性の分析など、様々な研究がなされており、井星等<sup>4)</sup>は整備前後の効果分析手法に、また馬場等<sup>5)</sup>は道路交通性能評価指標に、門間等<sup>6)</sup>は災害時の交通サービス状況の分析に民間プローブデータを適用し、その有効性を示している。

民間プローブデータは、一般車両の位置情報を GPS を介して収集したものであり、沿道施設への立ち寄りなどの走行中でないデータや、交通事故や道路工事等による影響など、特異値が混入する可能性がある。このため、適用にあたっては特異値への対応が必要とされる。牧村等<sup>7)</sup>は、民間プローブの個別データを対象とした分析において、立ち寄りなどによる停止時間が 2 分以上となるデータを除外して適用している。そこで、民間プローブデータの活用にあたっては、その特徴を踏まえた上で、必要に応じ、データクリーニングを実施後、データ集計等を行うものとした。

本章では、民間プローブデータをはじめとした様々な ITS 技術を活用し、道路整備効果把握や現状のサービスレベルの分析等を行うモニタリング指標として活用するための手法および整備効果予測手法への活用方法等について提案する。



### 7-2-3 民間プローブデータの適用上の課題への対応

#### (1) 分析に用いる民間プローブデータの概要

民間プローブデータは、自動車メーカー、カーナビメーカー、物流事業者、タクシー事業者などが、利用者への渋滞情報の提供や営業用車の運行管理のために取得している走行データである。分析に適用した国土交通省のデータは、全国の幹線道路を対象に、デジタル道路地図(以下「DRM」と記す)の区間ごとに15分単位の平均所要時間と情報件数が取得されている。この民間プローブデータは、平成23年2月までは、会員制のカーナビにより取得されたものであったが、平成23年3月以降は、GPS携帯を中心としたナビゲーションサービスによるものへと変更されている。

このデータ取得方法の違いにより、車両の走行特性に差異が生じている。携帯電話からのデータ取得となったことにより、差異が生じる主な原因として次の2点が挙げられる。

##### ① 自動車以外の交通手段データの混入の可能性

携帯電話からのデータ取得となるため、徒歩や自転車等の交通手段のデータが混在する可能性がある。

##### ② 位置情報の精度の低下

カーナビでは、加速度センサとジャイロ、タイヤの回転に伴う車速パルスなどによる自立航法を併用することにより、位置情報が補正されている。一方、携帯電話ではほとんど補正が行われていないため、位置情報の精度が劣っていることが考えられる。

また、携帯電話では、専用のGPSアンテナがないうえに車内で使用するため、電波の受信状況の悪化などにより誤差が生じやすくなっている。遮蔽物の有無が、携帯電話の位置情報の精度に及ぼす影響を示す事例を図7-1に示した。携帯電話をカバンに入れて移動した場合には、通行経路と大きく逸脱している状況が確認できる。



※NTT ドコモ中国による呉市での実験データ

図 7-1 携帯電話の保持形態による位置精度の相違

よって、本研究では、取得状況の異なる民間プローブデータを用いてデータクリーニング手法の検討を行うものとした。

## (2) データクリーニングの必要性

民間プローブデータでは、前述したような原因から、特異値が含まれる可能性が高く、道路整備効果計測への適用の際にはこれらを排除したうえで検討することが必須となる。

データの特異値が発生する状況を確認するため、施策評価の検討エリア内の国道 32 号・一本松交差点を事例として、約 580m の DRM 区間における朝ピーク時の所要時間分布を分析した。一本松交差点流入部付近の状況を図 7-2 に、所要時間分布の状況を図 7-3 にそれぞれ示した。



図 7-2 国道 32 号・一本松交差点付近の沿道状況

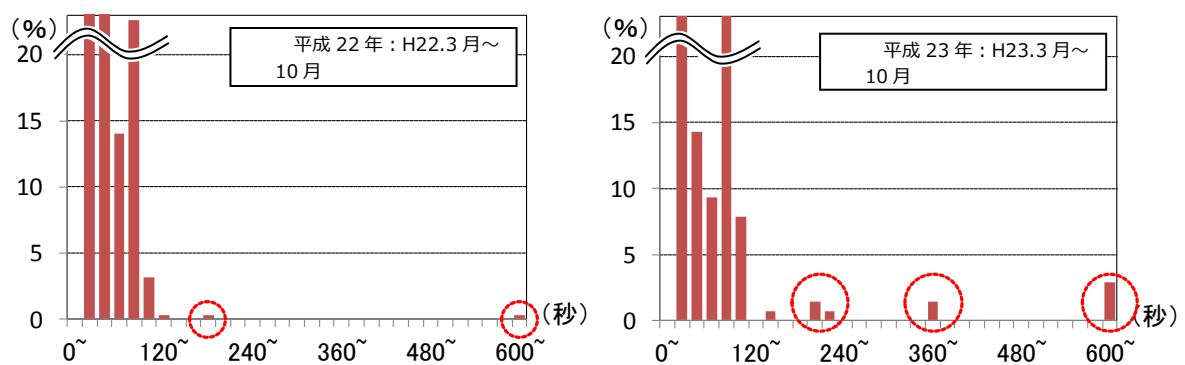


図 7-3 所要時間分布 (一本松交差点) (左 ; H22、右 ; H23)

図 7-2 にみられるように、DRM 区間の沿道には、コンビニエンスストアや書店などの店舗が集積しており、立ち寄りなどの走行の中断が発生しやすい環境にある。

図 7-3 をみると、DRM 区間を時速 30km で走行した場合、所要時間は 1 分程度となるが、両年ともほとんどがその時間を中心に分布している状況がみられる。しかしながら 600 秒 (10 分) にも達する特異値の存在が両年でみられる。これらは、上述した商業施設への立ち寄りに伴う走

行停止によって、所要時間が増大した可能性が考えられる。

また平成 22 年と 23 年とを比較すると、後者の方が特異値の生じる比率が高くなる傾向にあり、携帯電話からのデータ取得による位置情報の計測誤差や他の交通手段の混入などの影響が現れたものと考えられる。

このように、民間プローブデータでは特異値の存在を認識しておくことが必要であり、これを取り扱う場合にはあらかじめ排除しておく必要性が指摘される。

### (3) データクリーニングの手法

一群の測定値の中に他とかけ離れた値があるとき、これを他の測定値と同様に扱ってよいかどうか判断しなければならない場合がある。民間プローブデータの取り扱いにおいても、同様に上記でみられた特異値に対する対応が求められている。

このかけ離れた値（外れ値）を棄却すべきか否かを客観的に判断するための検定法を棄却検定と呼び、スミルノフ・グラブスの方法、トンプソンの方法、増山の方法などがある。これらの方法は、サンプルの母集団が正規分布しているとの仮定のもとに、同様な原理に基づく方法であり、本業務においては、棄却できるだろうデータを棄却するのに安全である、すなわち、正しいデータを棄却する危険性の少ないスミルノフ・グラブスの方法を採用することとした。<sup>8)</sup>

スミルノフ・グラブスの棄却検定法については次のとおり。

#### 【検定手順】

##### 1.前提

- ① 帰無仮説  $H_0$  : 「全てのデータは同じ母集団からのものである」。
- ② 対立仮説  $H_1$  : 「データのうち、最大（最小）のものは外れ値である」。
- ③ 有意水準  $\alpha$  で片側検定を行う（両側検定も定義できる）。

2.標本の大きさを  $n$ 、標本データを  $X_1, X_2, \dots, X_n$  とする。

3.標本平均を  $\bar{X}$ 、不偏分散を  $U$  とする。

4.最大の測定値  $X_i$  について次式による  $T_i$  を求める（平均値より小さい方の外れ値の場合には、最小の測定値について計算する）。

$$T_i = |X_i - \bar{X}| / \sqrt{U}$$

5.統計数値表から有意点  $t$  を求める。

6.帰無仮説の採否を決める。

○  $T_i < t$  のとき、帰無仮説を採択する。

「データのうち、最大（最小）のものは外れ値であるとはいえない」。

○ $T_i \geq t$  のとき、帰無仮説を棄却する。

「データのうち、最大（最小）のものは外れ値である」。

注) この検定では、1回につき1個の外れ値を検出することになる。複数個の外れ値がある場合には、最も大きなものについてまず検定を行い、それが外れ値だとすると次の段階では、それを除いた  $n-1$  個のデータについて同じように検定を行うということを繰り返す。

#### (4) データクリーニングの実施と効果

香川県内の主要渋滞ポイントの中から選定した 11 交差点を対象として、それに接続する DRM 区間についてスミルノフ・グラブスの方法を用いて棄却検定を実施し、それによる効果を検証した。なお、検定ではデータ確保の観点から片側有意水準を 1% として実施した。

検定は、交差点に流出入する各方面の DRM 区間ごとに行った。なお方面によっては DRM 区間が 10m 程度と極端に短くなる場合があり、これについてはデータクリーニングの有効性検証に用いる旅行速度調査区間の 500m 程度に合わせるため、個々に検定した後に複数の DRM 区間を連結して適用した。

検定結果を各交差点の流出入別にまとめ表 7-1 に示した。カーナビからのデータ取得となる平成 22 年においても、合計で 2.9% の棄却率となり、特異値がかなり含まれていることが確認できる。交差点によって棄却率に相違がみられるのは、沿道状況の違いから走行中以外のデータが含まれる頻度が異なることが原因として考えられる。

一方、平成 23 年では、携帯電話からのデータ取得ということもあり、棄却率は合計で 5.1% に増加している。これらの結果は、特異値の発生する確率が、データ取得方法や沿道状況の影響を受けていることを示すものであり、民間プローブデータを適用する際に留意すべき点である。

次に、棄却検定の有効性について、民間プローブデータから求められた平均所要時間と、実際の旅行速度調査から得られた所要時間との整合性を、棄却前後で比較することで検証した。

旅行速度調査は、表 7-1 の交差点において、朝夕ピーク時それぞれ 9 回ずつ、流出入方向に対して実施された平成 22 年及び平成 23 年の結果を用いた。なお所要時間の整合性の比較は、ピーク時 3 時間の平均値とした。

表 7-1 検討対象交差点における棄却検定結果

交差点名	向き	枝数		H22			H23		
		全体	集計対象	①	②	③	①	②	③
				棄却前	棄却後	棄却率	棄却前	棄却後	棄却率
1 片田	流入	4	4	4,072	4,013	1.4%	812	780	3.9%
	流出	4	4	3,913	3,807	2.7%	878	822	6.4%
2 上天神町	流入	4	3	2,494	2,466	1.1%	441	431	2.3%
	流出	4	4	4,033	3,929	2.6%	790	749	5.2%
3 札幌三差路	流入	3	3	1,232	1,209	1.9%	594	582	2.0%
	流出	3	2	1,161	1,148	1.1%	534	513	3.9%
4 春日町北	流入	4	4	1,479	1,475	0.3%	296	288	2.7%
	流出	4	4	1,681	1,639	2.5%	310	277	10.6%
5 高松町	流入	4	4	2,381	2,314	2.8%	527	505	4.2%
	流出	4	4	2,742	2,659	3.0%	584	558	4.5%
6 中新町	流入	4	4	15,254	14,761	3.2%	4,045	3,775	6.7%
	流出	4	4	13,735	13,172	4.1%	3,905	3,687	5.6%
7 寿町	流入	4	4	7,203	6,930	3.8%	1,309	1,247	4.7%
	流出	4	4	6,267	6,064	3.2%	1,625	1,523	6.3%
8 瓦町1丁目	流入	4	4	2,024	1,986	1.9%	865	831	3.9%
	流出	4	4	2,288	2,244	1.9%	846	825	2.5%
9 本大南	流入	3	3	1,675	1,642	2.0%	799	768	3.9%
	流出	3	2	1,846	1,788	3.1%	595	555	6.7%
10 JR志度駅前	流入	3	2	630	620	1.6%	232	221	4.7%
	流出	3	2	490	484	1.2%	223	211	5.4%
11 六ノ坪	流入	4	2	876	873	0.3%	428	420	1.9%
	流出	4	2	853	848	0.6%	413	410	0.7%
合計				78,329	76,071	2.9%	21,051	19,978	5.1%

実測値と民間プローブデータによる平均所要時間との関係を、平成 22 年、平成 23 年について図 7-4 及び図 7-5 にそれぞれ示した。両者の整合性の判断は、相関係数とパーセント RMS 誤差によって行った。

図 7-4 の平成 22 年の状況を見ると、ここでは棄却前でも民間プローブデータと実測値との所要時間はよく近似していたことから、棄却検定後においても相関係数、パーセント RMS 誤差ともにほとんど変化していない。このため、この結果からは棄却検定による効果を確認することは難しい。

一方、平成 23 年では、棄却前は相関係数、パーセント RMS 誤差ともに整合性はやや低いものであったが、棄却後にはこれらの指標が改善している点が認められる。これは外れ値の棄却によって、データ精度が向上していることを示すものと考えられる。

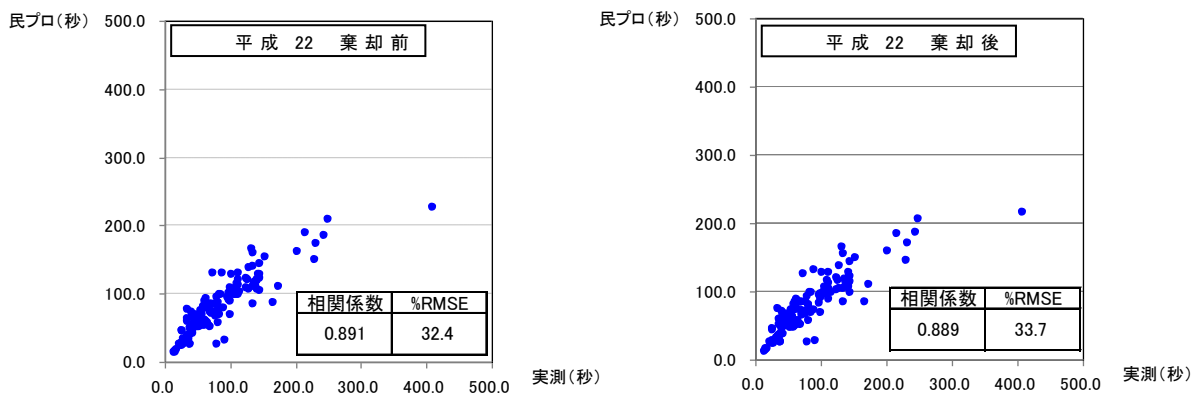


図 7-4 棄却前後の実測値との整合比較 (H22 年)

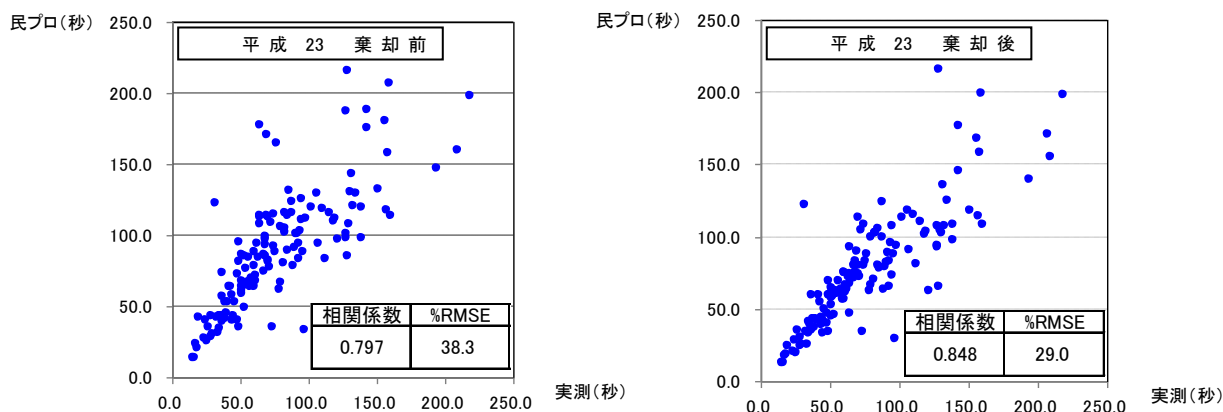


図 7-5 棄却前後の実測値との整合比較 (H23 年)

#### 7-2-4 民間プローブデータによる道路整備効果分析

##### (1) 道路整備効果評価時におけるデータクリーニングの有効性

民間プローブデータの特徴を活かすものとして、面的な交通円滑化策の効果分析に適用し、データクリーニングの有効性を検証した。

[検証①；県道・中徳三谷高松線の新規整備の評価]

当該路線は、高松市の環状骨格を形成する約 7km の道路で、高松市北部の高松港や市街地から高松自動車道高松中央 IC までのアクセス強化などを目的とした街路で、平成 23 年 2 月 2 日に供用を開始した。本路線の整備による交通流動変化によって、接続する札幌三差路交差点の渋滞緩和などが確認されているが、周辺道路網への面的な影響については十分に把握されていない。そこで、民間プローブデータの特徴を活かして、整備の事前事後の道路網の旅行速度を比較することで、渋滞緩和効果の検証を試みた。

また同時に、データクリーニングの有効性についても検証を行った。

対策前後の旅行速度変化（対策後—対策前）に関して、朝ピーク時（7 時～10 時）の状況を、特異値の棄却前と棄却後それぞれについて図 7-6 に示した。ここで赤色系の路線は旅行速度低下を、青色系は旅行速度が向上したことを表している。特異値の棄却前には赤色系の路線が多く、青色系は中徳三谷高松線の周辺では北側の路線にみられる程度である。しかしながら棄却後を見ると、札幌三差路付近でも速度の向上がみられるなど、青色系の範囲が広がっていることが確認できる。

これらの結果から、民間プローブデータを活用することによって、周辺道路網を対象とした面的な旅行速度の改善効果の検討が可能となることが示された。また民間プローブデータの活用において、データクリーニングの必要性和有効性が確認された。

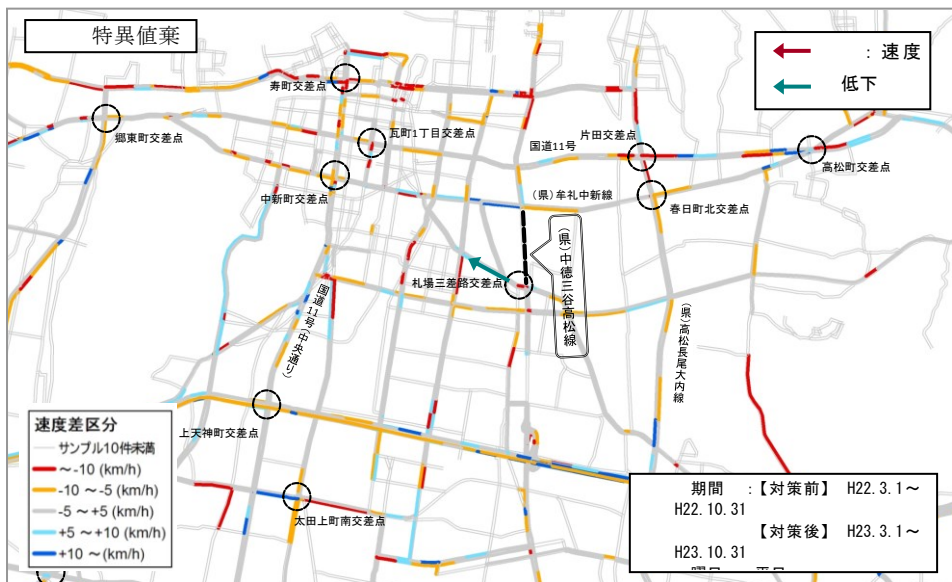


図 7-6 中徳三谷高松線の整備による平均旅行速度の変化（朝ピーク時）

【検証②；高松坂出有料道路の無料化の評価】

高松坂出有料道路の無料化が周辺道路網に及ぼす影響を、民間プローブデータを用いて検証した。なお、無料化の実施時期(平成 23 年 3 月 27 日)を考慮し、民間プローブデータの分析期間は実施前 (H22.4.1~10.31)、実施後 (H23.4.1~10.31) とした。

無料化前後の平均旅行速度の変化を図 7-7 にまとめた。特異値の棄却前には、並行道路の県道高松善通寺線では、一部区間で旅行速度の向上を示す青色系がみられるものの、逆に低下する赤色系の区間が多くみられ、一般的な感覚とのずれが生じている。一方、棄却後をみると、県道高松善通寺線の旅行速度向上区間が増加するなど、赤色系から青色系への変化が生じている。

また、市道五番町西宝線では車道を 4 車線から 2 車線に削減して行う自転車道整備が、交通混雑の懸念により延伸が中止されたが、朝ピーク時において都心流入方向（東方向）での速度低下

が確認できた。

これらの結果から、有料道路無料化の影響把握に民間プローブデータを用いることで、一般道路網の広い範囲での検討が可能となることが確認された。またデータクリーニングの適用により、一般的な感覚にマッチした信憑性の高い結果が得られることも示された。

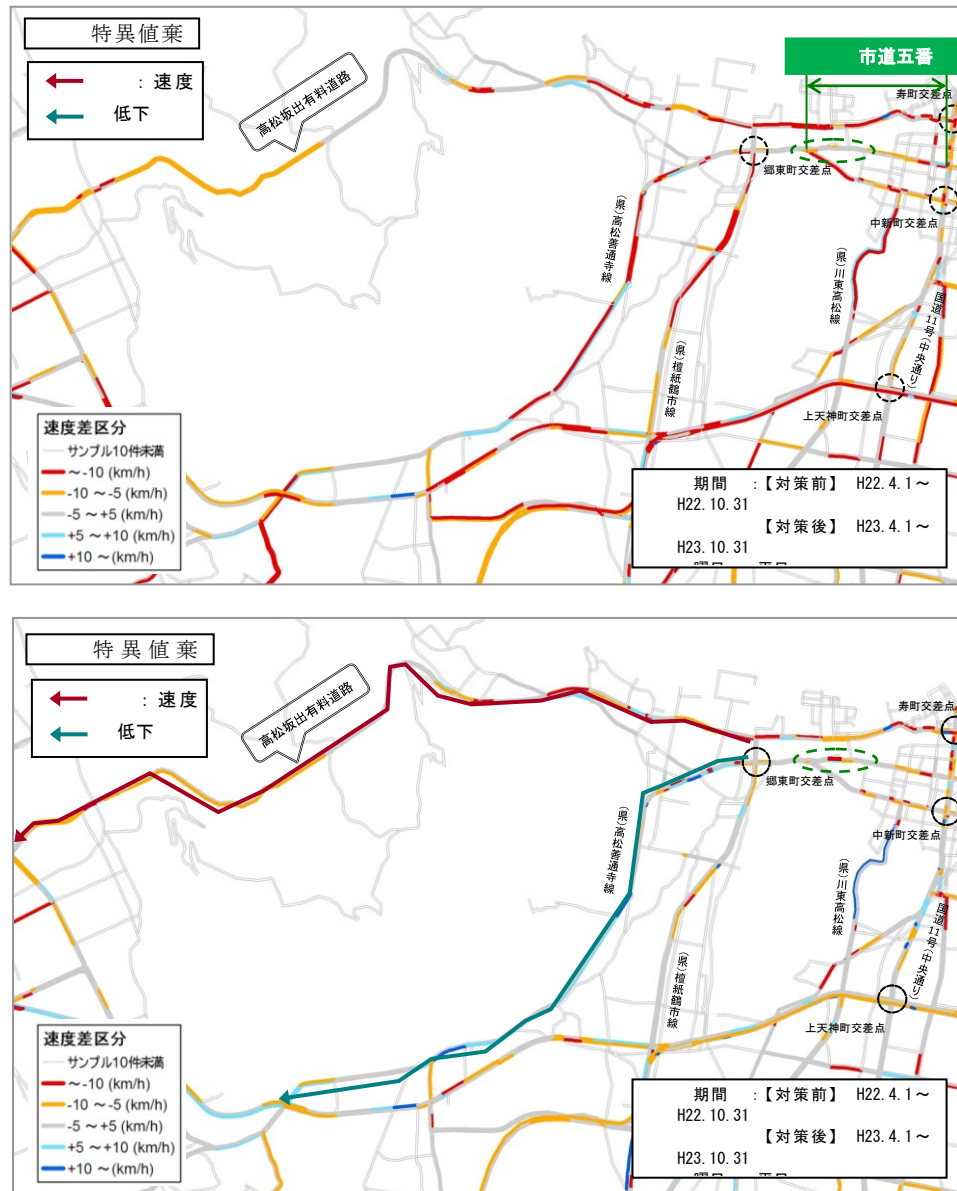


図 7-7 高松坂出有料道路の無料化による平均旅行速度の変化（朝ピーク時）

## (2) モデラート制御の導入に伴う路線全体の整備効果の確認

本大交差点（観音寺市）及び本大南交差点（同）は交差点間隔が近接しており、先詰まりによる速度低下が発生していた。また、国道 11 号の当該区間は東西交通の主要幹線道路であり、財田川における渡河部であること、近隣に大規模 SC・高速道路 IC が存在すること等から、交通が集中し、日交通量は 18,900 台、混雑度は 1.27（H22 センサス）となっていた。



これらの渋滞緩和を目的に、平成 23 年 3 月 23 日に周辺信号にモデラート制御（交通量を感知し、信号待ちの時間が最小化するように青時間を自動制御する仕組み）を導入したことから、施策前後における走行速度の向上効果を民間プローブデータより検証した。

図 7-8 に見られるように、先詰まりにより速度低下の発生していた本大南～本大間の走行速度が大幅に改善されたほか、周辺路線全体の速度向上効果が確認され、対策実施前後の広範囲における交通状況の変化が民間プローブデータにより確認された。

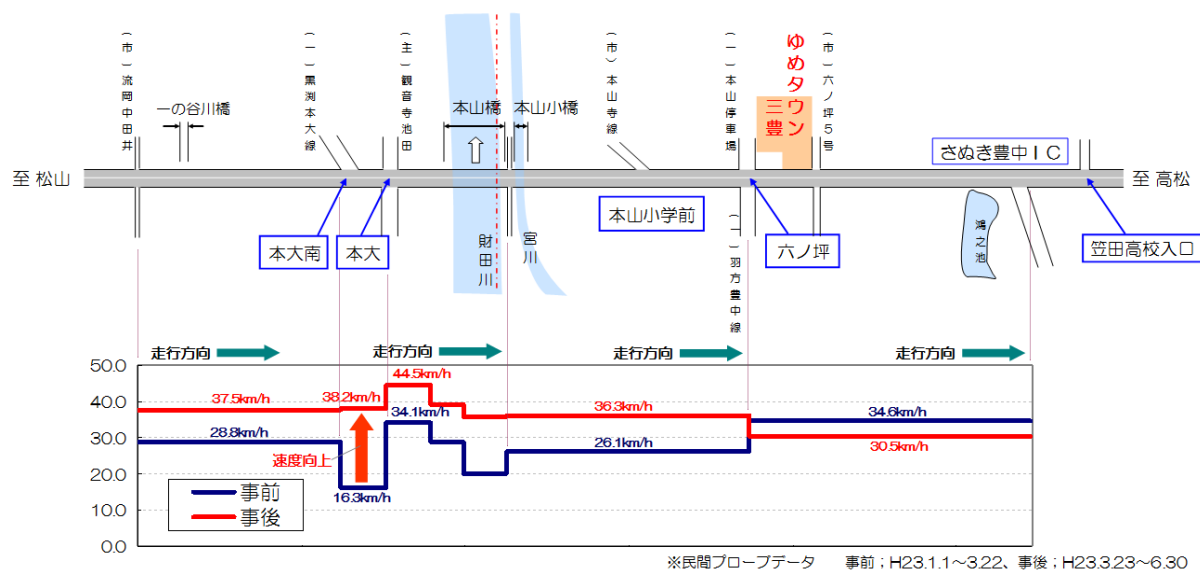


図 7-8 モデラート制御導入前後による平均走行速度の変化（朝ピーク（7 時台））

### (3) 民間プローブデータを用いた香川県内における主要渋滞箇所の特定

#### ① 香川県内における主要渋滞箇所の特定

昨年度、効果的な渋滞対策の推進を目的として全国的に主要渋滞箇所の見直し・特定が行われ、香川県内においても 1 エリア・11 区間・28 箇所の主要渋滞箇所を特定した。具体的には、客観的なデータを用いて抽出した箇所（渋滞多発箇所）等に対して、県全域を対象にパブリックコメントを実施し、地域住民の意見を反映させる形で特定した。ここで、客観的データについては、従来の道路交通センサ等のデータだけでなく、民間プローブデータを活用した検討が主体となったことが特徴として挙げられる。

#### ② 主要渋滞箇所の抽出ステップ

主要渋滞箇所を特定するに至るまでの各検討段階で、民間プローブデータを用いた各種分析・検討を行った。基本的に分析に用いる指標としては DRM リンク単位の平均旅行速度であるが、どのような視点で分析を行うかによって、クロス集計の方法や見せ方が異なっており、本研究では表 7-2 に示す 3 つの検討ステップに基づき分析を行った。

表 7-2 主要渋滞箇所抽出ステップ

検討項目	分析内容	民間プローブデータ集計概要
Step1 主要渋滞箇所の抽出 (交差点の評価)	○流入 DRM 区間の旅行速度を用いた交差点の渋滞評価 (※統一基準)	・データ期間 : H24.3 ~ H24.9 ・集計方法 : 平休×時間帯(15・60min)
Step2 抽出箇所の検証 (区間・線の評価)	○センサス区間データテーブルの作成 ⇒365日速度データと常観交通量の関係性分析区間	・データ期間 : H23.8 ~ H24.7 ・集計方法 : 日別×時間帯(60min)
Step3 抽出区間の集約方法検討 (面的な評価)	○DRM 区間上下別リンクの作成(見せ方の工夫) ⇒速度低下連担状況の面的把握	・データ期間 : H24.3 ~ H24.9 ・集計方法 : 平休×時間帯(60min)

[ Step1;主要渋滞箇所の抽出 (交差点の評価) ]

主要渋滞箇所の抽出においては、国土交通省より以下に示す抽出基準が提示された。

<p>○交差点損失時間が 20 万人・時間/年以上のうち、各時間帯：①朝(7～9 時)、②昼 1 (10～12 時)、③昼 2 (13～15 時)、④夕(10～12 時)、⑤休日(7～18 時)のいずれかの時間帯において、 旅行速度が 20km/h 以下かつ、渋滞発生頻度が 50%以上 の箇所※</p> <p>※ここでの渋滞発生頻度とは、3 時間内における平均旅行速度 20km/h 以下の時間割合であり、平日 (7～10 時等) のうち 90 分以上、もしくは、休日 7 時～19 時のうち 360 分以上、平均旅行速度が 20km/h 以下の状態が生じている箇所を指す。</p>
--

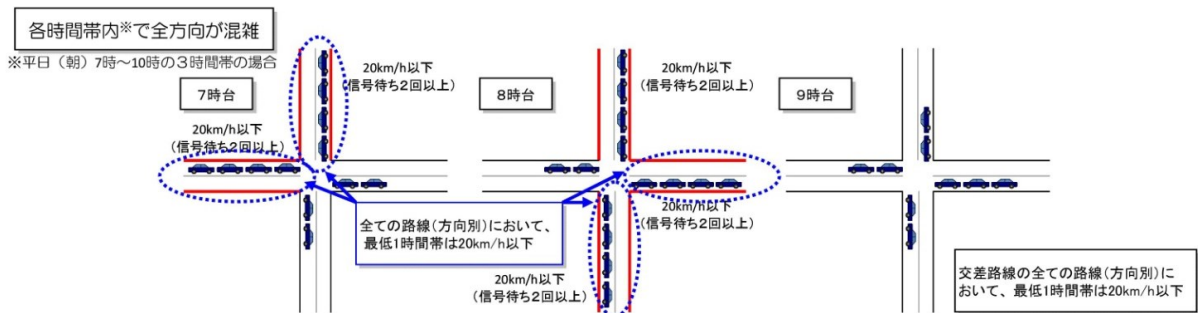


図 7-9 交差点の渋滞評価イメージ

具体的には、分析対象交差点に流入する各方向の DRM 区間を総合的に評価できるよう(図 7-9)、「交差点に流入する全ての方向が、3 時間内において最低 1 回は平均旅行速度 20km/h 以下となる交差点」を抽出した。

上記基準による抽出の結果、分析対象交差点となった 100 箇所のうち 52 箇所が抽出された。

[ Step2;抽出箇所の検証 (区間・線の評価)・Step3;抽出区間の集約方法検討 (面的な評価) ]

速度低下の連担状況を把握するために、時間帯別(1 時間)の旅行速度を集計するとともに、DRM リンク上下別に速度低下状況(集約の根拠となる状況)を図面に表現した。

集約については、各時間帯で旅行速度 20km/h 以下が連続する区間を集約し、「区間」として取り扱い、また「区間」が輻輳するような地域を「エリア」として渋滞箇所を集約した。



図 7-10 DRM リンク上下別の旅行速度の表現例

### ③ 地域特性を踏まえた渋滞状況の把握

各主要渋滞箇所の抽出の根拠（特徴的な渋滞状況）を明確にする目的で、1年間分のセンサス区間データテーブル（日別×時間帯別×区間上下別の365日旅行速度データ）の作成を試みた。

センサス区間で民間プローブデータを集計するメリットとしては、「①サンプル数が少ない地方部におけるデータ数の確保、および旅行速度の安定（異常値に左右されにくくする）が図れる」ことと、「②トラカンデータとの紐付けが容易になる」点が挙げられる。

さらに言えば、朝夕ピークの渋滞や雨天時、災害・事故等による高速通行止め時などの特徴的な日・時間帯の速度低下状況を把握することができ、また日別・時間帯別交通量と速度低下の関係性も分析することができる。

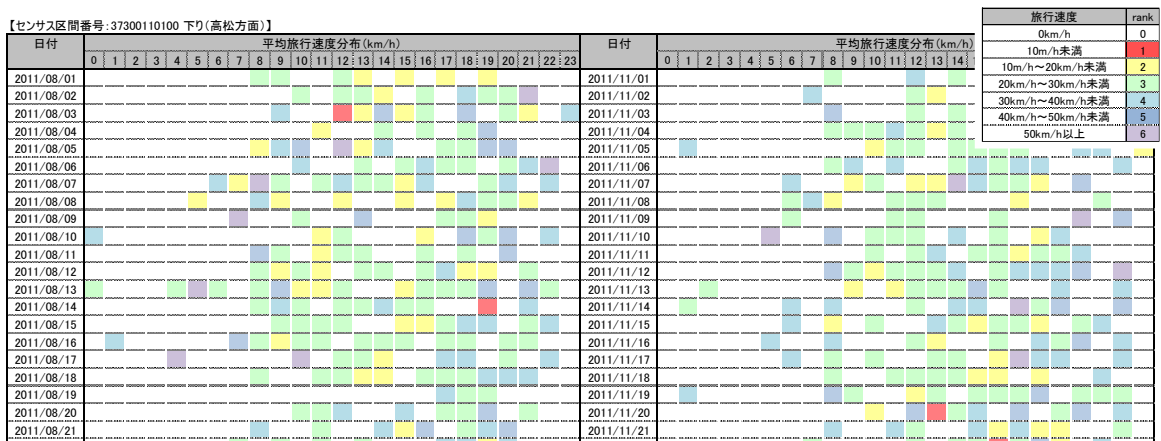


図 7-11 365日速度データ表（一部抜粋）

### (4) 雨の日における走行速度の変化

高松市中心部は、平坦な地形であり、少雨の気候でもあることから、自転車利用の割合が比較的高い。反面、雨天時において自転車通勤者がマイカー通勤へ転換することが想定されており、

雨天時における渋滞悪化が地域課題としてあげられる。図 7-12 は平日朝ピーク時の晴天時と雨天時における速度差を図化したものであるが、国道 11 号（中央通り）や(県)牟礼中新線（観光通り）等、都心部流入方向において雨天時における速度低下が確認された。

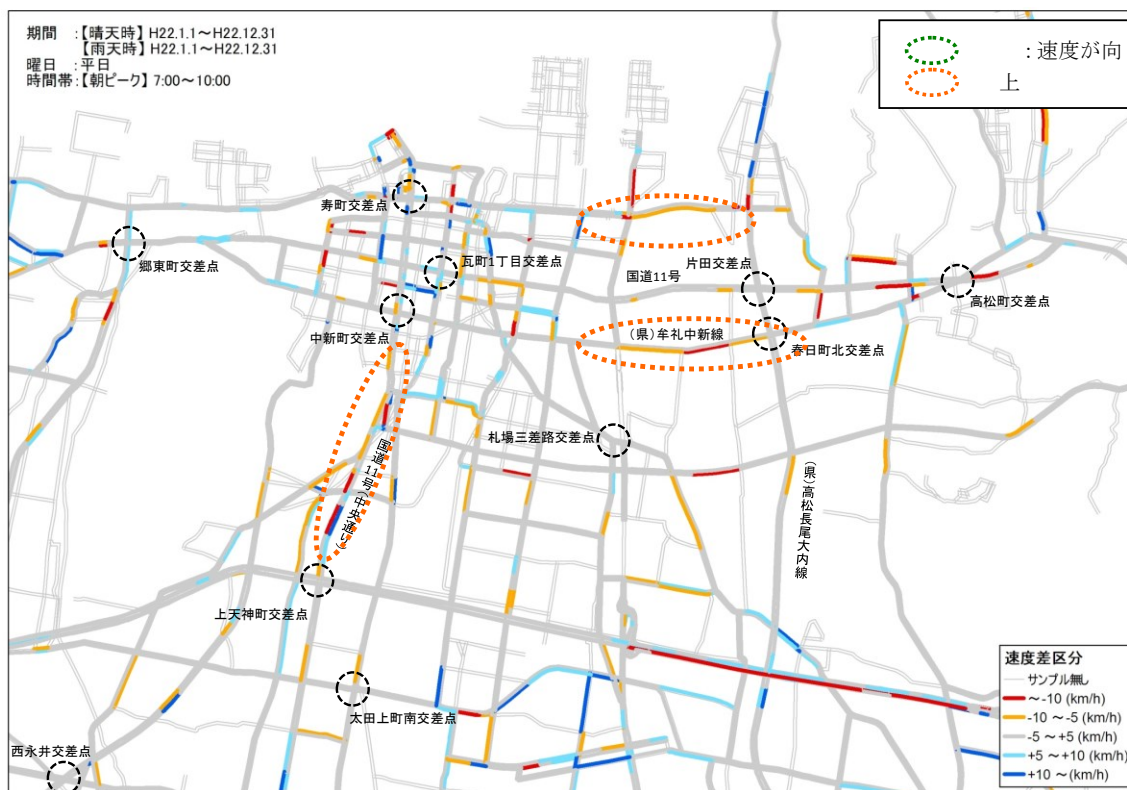


図 7-12 雨天時と晴天時における走行速度の比較

### 7-2-5 研究結果の考察

本研究では、従来は各々の実態調査によって得られていた走行速度の情報に代わり、民間プローブデータを活用することによって、様々な道路整備効果に関する分析を試みた。

高松市中心部において実施された「(県)中徳三谷高松線の新規供用」および「高松坂出有料道路の無料化」施策においては、対象事業周辺の面的な速度分布の状況を事業実施の前後期間において比較を行い、これら事業実施による整備効果を快適性、利便性に関わるユーザビリティの観点から評価可能なことを確認した。

また、民間プローブデータを用いた香川県全体の速度変化の分析より、方向別や時間帯別など地域特性を踏まえた渋滞箇所の抽出を行うことができ、従来のような大規模調査を行うことなく、効率的に課題の抽出を行うことが可能であることを確認した。

これら分析は、民間プローブデータの常時性（24 時間 365 日）・広域性といったデータ特性を活かしたものであり、道路整備効果が従来よりも効率的・効果的に分析可能であることが確認された。ただし、民間プローブデータは特定メーカー車両の情報であり、データの特殊性について

は予め留意しておく必要がある。また、地域別や路線別にデータ取得率に差があり<sup>2)</sup>、分析においてはそのサンプル数が分析精度に対して十分か否かをチェックする必要がある。

さらに本研究では、民間プローブデータのデータクリーニングを実施しており、データ内における駐停車や沿道施設への立ち寄り等の特異値を除外し、分析精度の向上を図ることの有効性を確認している。

今後は、サンプル数の増加に伴うデータ信頼性の向上とあわせ、速度情報だけでなく、サンプル数との比較や経路情報との比較（第3項参照）、個人属性などその他ビックデータとの比較により、より詳細な道路利用実態や利用者ニーズ把握が可能と考えられ、道路政策への活用が期待される。

## 7-3 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握の研究

### 7-3-1 交通流動把握の概要

国土交通省では DRM 区間毎に大きく 2 種類の民間プローブデータを取得している。

1 つは、個々の車両に関する 1 秒毎の流入時刻データが整理されたデータ（以下、流動把握データ）である。もう 1 つは、現在全国で広く活用されている、DRM 区間毎に 15 分単位の平均所要時間と情報件数が整理されたデータ（以下、旅行時間データ）である。各データの特徴を表 7-3 に示す。

表 7-3 使用した民間プローブデータの特徴

使用データ	特徴
流動把握データ (流動把握に活用)	<p>【データソース】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・携帯電話等のアプリケーション利用者のデータ</li> </ul> <p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・交通流動が把握可能</li> </ul> <p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプル数が少なく、主要な路線でも旅行速度が算出できない区間がある</li> </ul>
旅行時間データ (特性分析に活用)	<p>【データソース】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車メーカー会員のカーナビデータ</li> </ul> <p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプル数が多く、主要な路線のほぼ全ての区間で旅行速度が算出可能である</li> </ul> <p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・交通流動が把握できない</li> </ul>

本研究においては、交通流動及び平均旅行速度等の交通特性の分析を行うため、流動把握データにより分析を行うことが望ましい。しかしながら、香川県では流動把握データのサンプル数が少なく、旅行速度の算出に課題がある。一方、旅行時間データはサンプル数が多く主要な路線において、ほぼ全ての区間で旅行速度が算出可能である。そこで、流動把握データと旅行時間データそれぞれの特徴を活かし、交通流動特定には流動把握データを、特定後の主要ルートの平均旅行速度等の交通特性分析には旅行時間データを活用することとした。

### 7-3-2 既往研究のレビュー

民間プローブデータを利用して、自動車の走行経路の実態や交通量の把握、所用時間の推計などが行われているが、交通状況を把握する方法としてナンバープレート調査がある。この調査方法は、複数の調査地点で計測された車両番号を照合し、複数地点間における当該車両の経路、所要時間または滞在時間、通過交通状況などの調査によく用いられるが、照合する車両番号を計測する従来の方法としては、目視、ビデオ映像、AVI システムの 3 つの方法がある。しかし、ナンバープレート調査では、広範囲の交通流動の実態や変化を把握するには膨大な作業と費用が必要となる。また、交通量推計の経路分析では前提条件のもとに推計を行なっているため、実態を表現しているとは言い難い。

AVI システムを用いた方法として、安時らは<sup>9)</sup>撮影したハイビジョンビデオ映像から、通過し

た車両の静止画を自動で記録するための自動画像解析ツールを開発し、ビデオ映像による方法の弱点であるデータ処理作業の省力化を図っている。また、上坂らは<sup>10)</sup>車両ナンバー自動読取装置を用いた所要時間変動の調査・分析方法と時間信頼性指標の算出方法について検討している。諸田らは<sup>11)</sup>、変動が大きい観光交通の特性把握のため、交通量自動観測機器等を用いた調査の高度化に取り組み、日交通量の変動、時間帯所要時間の変動やマクロ的な交通流動を明らかにしている。杉野らは<sup>12)</sup>、阪神高速道路の路線間 OD 交通量を推定するために、複数路線間の AVI データのマッチング手法を新たに提案し、日々の変化をおおまかに把握する上では利用可能であることが確認している。高速道路においても、所用時間などの把握調査の研究が行われている<sup>13) 14)</sup>。

一方プローブデータを利用したものでは、関谷らは<sup>15)</sup>、経路旅行時間データからそれらの経路で構成される OD 間の旅行時間変動を表す指標の算定方法を検討し、経路間の旅行時間の相関が小さい場合、これらの経路で構成される OD 間の旅行時間変動は個々の経路の旅行時間変動より小さくなる傾向があることを確認した。

橋本らは<sup>16)</sup>、DRM 単位の個別車両の旅行速度データから、右折、左折、直進のデータを生成し、交差点における交通状況分析を行い、右左折直進の方向別交通割合の算定が可能、直進データと右折データとでは所要時間に明確な差があること、プローブデータの分析を行う際には交差点の右折左折直進の混在していることに注意が必要であることなどが得られている。

本研究では、こうした既往の研究を踏まえ民間プローブデータを活用して、高松市内における高速道路 IC から市内中心部までの主要ルートを特定し、平均旅行速度及び平均所用時間の交通特性を明らかにする。

### 7-3-3 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握

#### (1) 交通流動の特定方法

民間プローブデータにおける流動把握データは、個々の車両 ID は付与されていないため、交通流動の特定はできない。そのため、当該データから交通流動を特定する必要がある。本研究における、交通流動特定方法を以下に示す。

- ① N 行目の流出ノードと N+1 行目の流入ノード番号が一致 (表 7-4 の①)
- ② N 行目のリンク進入日・時刻にリンク所要時間を足した時刻と N+1 行目のリンク進入日・時刻が一致 (表 7-4 の②)
- ③ 上記①②の条件が一致しなくなるまでを 1 つの交通流動として特定 (表 7-4 の③, 図 7-13)
- ④ 上記の作業を繰り返し実施する

表 7-4 流動把握データによる交通流動特定イメージ

データ連番	流動番号	二次メッシュ番号	流入ノード番号	流出ノード番号	リンク進入日(年月日)	リンク進入時刻(時分秒)	リンク所要時間(秒)	情報件数
1	1	513440	1	2	20110301	171450	8	1
2	1	513440	2	3	20110301	171458	16	1
3	1	513440	3	5	20110301	171514	30	1
4	2	513440	1	2	20110302	130115	7	1
5	2	513440	2	4	20110302	130122	18	1
6	2	513440	4	5	20110302	130140	45	1

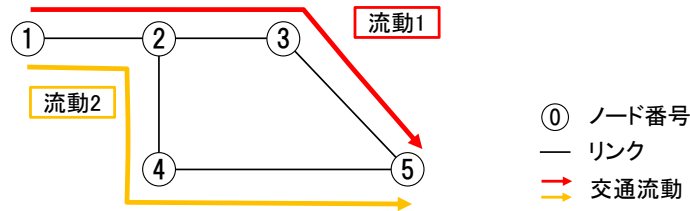


図 7-13 交通流動の考え方

(2) ケーススタディによる交通流動特性分析

本研究では、高松市へ高速道路を利用する流動のうち、高松西 IC 西側断面から市内中心部へ向かう交通流動を対象として分析を行った。当該区間は、市内中心部まで複数の経路が想定されるものの、その実態把握ができていないことから、ケーススタディの対象とする。表 7-5 は分析に用いたデータの集計期間等を示す。

表 7-5 使用データの概要

	流動把握データ	旅行時間データ
集計期間	平成23年3月～平成24年2月	平成23年8月～平成24年7月
集計区分	平日・方向別	平日・方向別
旅行速度算出	(本稿では未使用)	時間帯別(1時間)

※分析時期の関係で、集計期間が異なっている。

図 7-14 は高松西 IC 西側断面から高速道路をそのまま利用し、高松中央 IC を経由して市内中心部へ向かう交通流動の結果を示している。また、図 7-15 は同様に高松西 IC を経由する交通流動の結果を示している。これら高松西 IC 西側断面から市内中心部へ向かうには、先述のとおり複数経路が存在しているが、流動把握データの分析の結果、図中に示すルート 1 (約 73%) ルート 2 (約 18%) が主に選択されていることが明らかとなった。



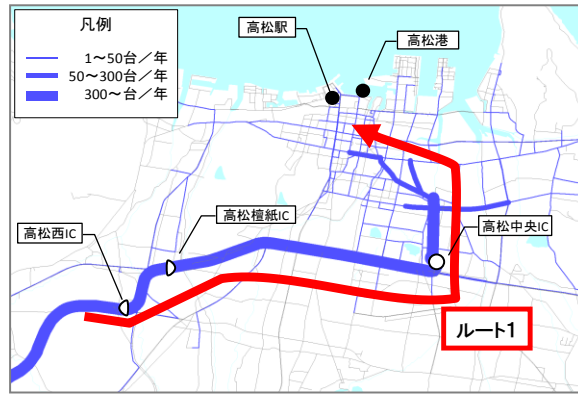


図 7-14 高松中央 IC を経由する交通流動

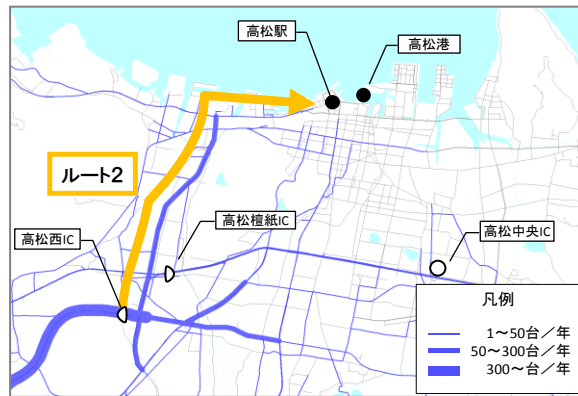


図 7-15 高松西 IC を経由する交通流動

### (3) 主要ルートの交通流動特性分析

先に示された 2 つのルートについて、旅行時間データを用いて、高松西 IC から JR 高松駅までの時間帯別平均旅行速度及び平均所要時間の昼間 12 時間の分析結果を図 7-16 に示す。

この結果、高松西 IC 以西から高松駅までのルート選択では、移動距離、所要時間ともに長いものの、平均旅行速度が最も速い（走行性が高い）高松中央 IC 経由によるルート 1 が多く利用されていることが明らかとなった。

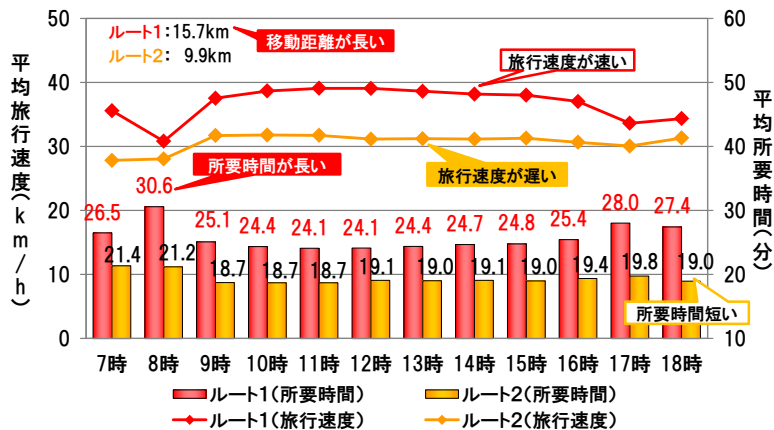


図 7-16 ルート別平均旅行速度及び平均所要時間（平日：高松西 IC⇒高松駅）

#### 7-3-4 研究結果の考察

本研究では、民間プローブデータの流動把握データにより、西側断面から JR 高松駅間の走行ルートの把握を行った。結果、高松中央 IC 経由で市内中心部へ向かう割合が約 73%と主に選択されていることが明らかになった。高松中央 IC 経由のルートは、高松西 IC 経由のルートに比べ所要時間はかかるものの、旅行速度が速いことが民間プローブデータの旅行時間データから確認されており、一般的には所要時間最短がルート選択的に優位と考えられがちであったところ、走行性の高さがルート選択に影響していることがデータからも確認され、道路利用者の快適性・利便性に関わるユーザビリティが確認されたといえる。

ただし、前述のとおり、民間プローブデータは特定メーカー車両の情報であり、データの特殊性について留意する必要があるほか、流動把握データについてはサンプル数が少ないことについてもデータ使用上の留意が必要である。

## 7-4 民間プローブデータを用いた整備効果予測手法の研究

### 7-4-1 時間帯別道路整備効果の必要性

実務上においては、道路整備や渋滞対策事業などによる整備効果を事前に時間帯別に把握するニーズは高いものの、現状、道路整備効果としては交通量配分結果による日平均旅行速度による評価、渋滞対策事業においてはマイクロシミュレーション等による評価が主な手法となっており、時間帯別旅行速度を予測した事例は少なく、その手法は確立していない。

そのような中、交通性能照査手法のプロセスにおいて、実務上の展開も考慮した上で、道路交通センサス（以下、センサス）データを用い、簡易 QV 式（図 7-17）を設定し時間帯別旅行速度を推定する手法が提案されている<sup>17)</sup>。この簡易 QV 式は、民間プローブデータが十分に普及しておらず、時間帯別旅行速度の実測データが入手困難な状況下において提案された手法である。そこで、本研究では民間プローブデータによる時間帯別旅行速度の把握が可能となりつつある現状と簡易 QV 式の考え方を踏まえ、以下、2 点を目的に検討を行った。

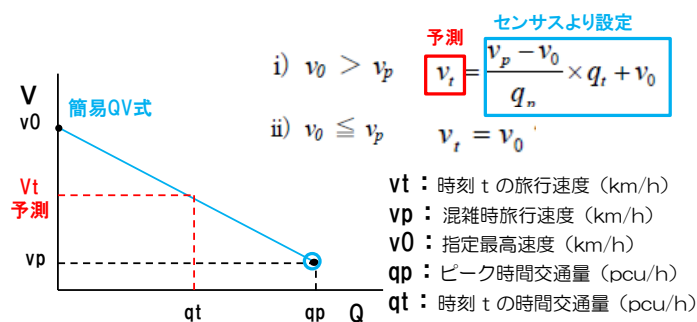


図 7-17 簡易 QV 式

1 点目は、実務上の展開を考慮した民間プローブデータによる時間帯別旅行速度の実測データとセンサスデータに基づく時間帯別旅行速度の簡易予測式を検討し、その有効性を示すこと。

2 点目は、ケーススタディによる簡易予測式を用いた道路整備効果分析への適用可能性の検証を行うことである。

### 7-4-2 既往研究のレビュー

民間プローブデータを利用して、時間帯別の道路整備効果を把握する試みは行われてきたものの時間帯別の交通量の把握や走行時間の把握には実態調査が必要であり、時々刻々と変化する交通状況を十分に把握するには至っていない。

近年、実態調査に代わる常時データとして、国土交通省等が幹線道路に設置している常時観測データや民間プローブデータ等の活用があげられ、佐藤・関谷らはデータ収集期間と旅行速度の推計精度について検証を日単位ではあるが検討している<sup>18) 19)</sup>。

時間帯別の旅行速度の分析として、諸田らは<sup>20)</sup>、旅行時間の標準偏差を推定する式を作成する

ことを目的として、プローブデータを用いて重回帰分析を行い、標準偏差に影響を与える要因を特定し、標準偏差の推定式を現況再現性検証を行い、推定精度の確認を行っている。

関谷らは<sup>21)</sup>、旅行時間信頼性指標をプローブデータから簡易に算定する方法を構築することを目的として、区間間の相互距離と旅行時間の相関係数との標準的な関係を表す式構築し、OD間の旅行時間信頼性指標をある程度の精度で算定することが可能であることを確認している。また、プローブデータの取得状況と旅行時間信頼性指標の精度との関係について分析を行っている。

本研究では、こうした既往の研究を踏まえ民間プローブデータを活用して、高松市内における高速道路ICから市内中心部までの主要ルートを特定し、平均旅行速度及び平均所用時間の交通特性を明らかにする。

### 7-4-3 時間帯別旅行速度の簡易予測式の検討

本研究では、道路整備効果分析への実務上の適用を目指すことから、民間プローブデータとH22道路交通センサスから得られるデータを用いて、時間帯別旅行速度の簡易予測式を以下の手順により推定する。なお、本研究で推定及び使用する式を以下に整理する。推定QV式（旅行速度と交通量による単回帰式：(3)）、簡易予測式（本研究の提案式（重回帰式）：(4)）、簡易QV式（既往研究）の3式により検討を行う。

#### (1) 使用データの加工・生成

本研究では、香川県内の直轄国道を対象に検討を行う。表-6に推定に用いるデータの生成条件を示す。なお、方向別時間帯別旅行速度は、H22センサス交通調査基本区間（以下、センサス区間）単位で既往資料に基づき算出する<sup>22) 23)</sup>。また、時間帯別交通量については、大型車の乗用車換算係数<sup>24)</sup>を用い時間帯別乗用車換算交通量（以下、時間帯別交通量）を算出する。

表 7-6 使用データの生成条件

【検討対象】	香川県内直轄国道
【旅行速度】	民間プローブデータ
内 容	DRM 区間別、15分帯所要時間データ
集計期間	H23年8月～H24年7月
集計区間	H22センサス交通調査基本区間
集計区分	平日、方向別、時間帯別（1時間）
【交通量】	H22道路交通センサスデータ
集計区分	平日、方向別、時間帯別（1時間）
集計単位	乗用車換算交通量

#### (2) センサス区間の類型化

将来道路整備を実施する区間の整備後の道路構造を反映した時間帯別旅行速度を算出するためには、現状の道路区間において表 8-7 に示すような旅行速度に影響を及ぼす要因により類似区間

を類型化することで、類型別に予測式を推定する必要がある。そのため、H22 センサスで一般的に公表されている調査結果から、容易に把握が可能な項目（表 7-8）により、道路区間の類型化を行う。表 7-9 に類型後の区間数を示す。

表 7-7 旅行速度に影響をおよぼす要因<sup>25)</sup>

区分	影響要因
沿道要因	地域特性（都市部、地方部、山間部）、用途地域（住居率、商業率、工業率）、市街化の程度（DID 率）
道路要因	道路種別、車線数、路面の種類、踏切数、道路規格（車線幅員、側方余裕、歩道の有無、中央帯の有無）
交通運用要因	規制速度、一方通行区間延長、追い越し禁止区間延長、信号交差点数
交通要因	交通量、大型車混入率、二輪車混入率、混雑度

表 7-8 類型化に用いるセンサスデータ

区分	影響要因
沿道要因	代表沿道状況 (DID (商業)、DID (その他)、その他市街部、平地部、山地部)
道路要因	道路種別 (直轄国道)、車線数
交通運用要因	指定最高速度

表 7-9 香川県内直轄国道の類型別区間数

No.	車線数	指定最高速度	代表沿道状況	区間数
1	2車線	40km/h	DID (商業)	4
2			その他市街部	6
3			平地部	7
4			山地部	6
5		50km/h	DID (その他)	1
6			その他市街部	4
7			平地部	52
8			山地部	5
9	4車線	50km/h	DID (その他)	5
10			平地部	16
11		60km/h	DID (商業)	5
12			DID (その他)	1
13			平地部	45
14			山地部	1
15	6車線	50km/h	DID (商業)	12
16			DID (その他)	4
17		60km/h	その他市街部	7
18			平地部	10
合計				191

### (3) 類型別 QV 式の推定

図 7-18 に推定する QV 式のイメージを示す。本推定では、(2)において設定した類型別に、(1)で生成した時間帯別旅行速度を被説明変数、交通量を説明変数として、単回帰による時間帯別旅行速度予測式（以下、推定 QV 式）を推定する。

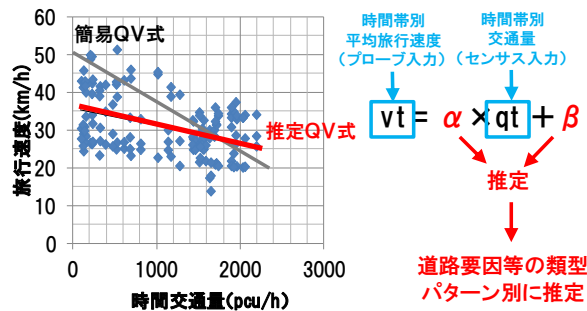


図 7-18 推計 QV 式のイメージ

図 7-19 に類型別時間帯別旅行速度と交通量の分布状況を示す。これらの結果から、高松市中心部である予測式 No.9、15 については、交通量のパラメータが正となっており交通量が増えると旅行速度が速くなるという矛盾した結果となっている。一方、上記 2 区間を除く各類型とも、時間交通量の増加に伴い旅行速度は低下する関係を表現できている。しかしながら予測式 No.3、8、10 のように分布が散らばっているものもあり、その他の旅行速度低下要因が含まれていることが推察される。

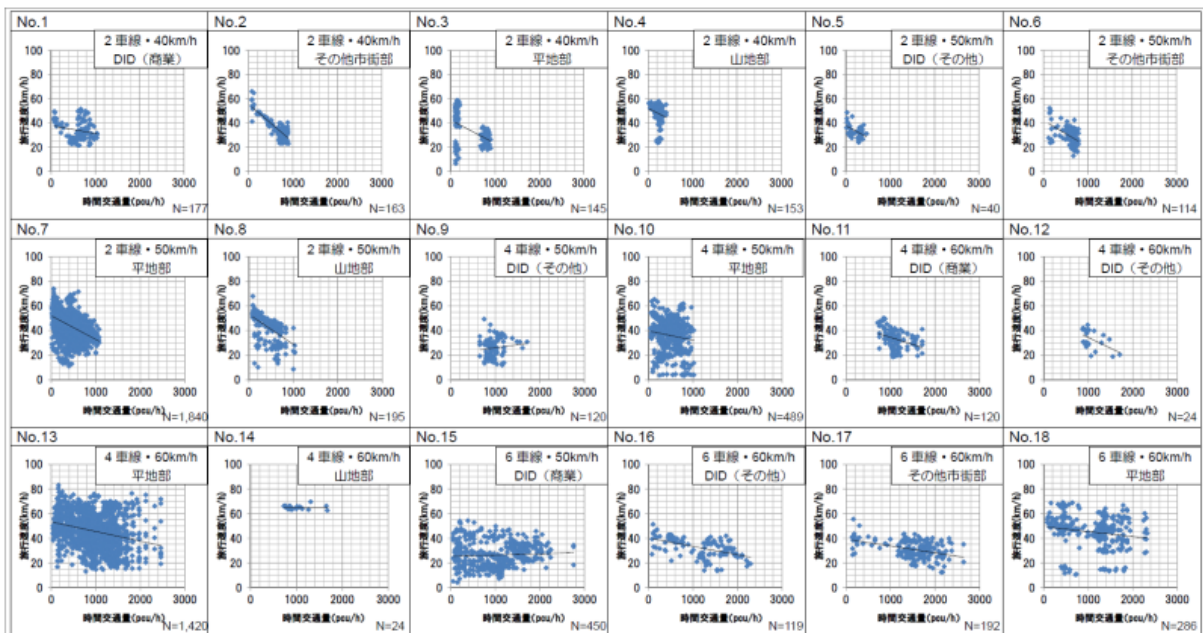


図 7-19 類型別時間帯別旅行速度と交通量の分布状況（区間統合・分離前）

そこで、同一センサス区間において、交差点への流出入方向の違いにより、旅行速度差が大きくなるような区間（踏切や大型商業施設入口付近、高速 IC 等分合流部等）においては、走行状況が異なることが考えられるため、新たに旅行速度差（混雑、非混雑）に着目した新たな類型分けを行う。また、市町村界により区間分けされているサンサス基本区間については区間統合することにし、推定 QV 式の精度向上の検討を行う。その検討結果を表 7-10 に示す。区間の統合・分離

による再類型された推定 QV 式の推定により、10 の類型で相関係数が向上する結果が得られ、区間の統合・分離の有効性が示された。なお、本研究においては、区間の分離基準としては一検討として、H22 センサスの混雑時旅行速度（又は、民間プローブデータ実測値）が 30km/h 以下の区間で、上下線の旅行速度差が 10km/h 以上である区間としている（23 区間該当）。

表 7-10 類型別単回帰式推定結果

No.	車線数	指定最高速度	代表沿道状況	区間統合・分離前				区間統合・分離後					
				区間数	$\alpha$	$\beta$	相関係数	サンプル数	区間数	$\alpha$	$\beta$	相関係数	サンプル数
1	2車線	40km/h	DID(商業)	4	-0.0065	37.8	-0.198	117	3	-0.0138	39.0	-0.562	93
2			その他市街部	6	-0.0314	55.6	-0.852	163	6	-0.0314	55.6	-0.852	163
3			平地部	7	-0.0194	42.5	-0.448	145	3	-0.0341	53.5	-0.897	61
4			山地部	6	-0.0186	52.1	-0.154	153	5	-0.0224	54.7	-0.304	129
5		50km/h	DID(その他)	1	-0.0196	37.7	-0.453	40	1	-0.0196	37.7	-0.453	40
6			その他市街部	4	-0.0216	42.0	-0.467	114	4	-0.0216	42.0	-0.467	114
7			平地部	52	-0.0192	52.1	-0.452	1,840	45	-0.0193	53.4	-0.517	1,533
8			山地部	5	-0.0245	53.3	-0.529	195	4	-0.0222	56.4	-0.816	150
9	4車線	50km/h	DID(その他)	5	0.0048	21.3	0.116	120	4	0.0043	22.7	0.106	96
10			平地部	16	-0.0077	39.8	-0.137	489	11	-0.0055	42.7	-0.150	328
11		60km/h	DID(商業)	5	-0.0114	45.9	-0.361	120	5	-0.0114	45.9	-0.361	122
12			DID(その他)	1	-0.0173	51.9	-0.506	24	0	—	—	—	—
13			平地部	45	-0.0078	53.3	-0.273	1,420	32	-0.0074	52.0	-0.309	997
14			山地部	1	-0.0001	65.0	-0.010	24	1	-0.0001	65.0	-0.010	24
15	6車線	50km/h	DID(商業)	12	0.0010	25.3	0.060	450	10	0.0010	25.3	0.114	385
16		60km/h	DID(その他)	4	-0.0068	40.2	-0.519	119	3	-0.0086	46.0	-0.796	72
17			その他市街部	7	-0.0055	39.3	-0.397	192	6	-0.0045	38.9	-0.378	168
18			平地部	10	-0.0040	49.4	-0.178	286	5	-0.0031	50.7	-0.260	165
19	上下線速度差大区間	混雑方向						23	-0.0080	35.7	-0.453	363	
20			非混雑方向						-0.0024	47.3	-0.128	282	
合計				191				6,011	171			5,285	

※区間統合・分離後の相関係数の網掛け部分は、区間統合・分離により精度が向上した類型

#### (4) 旅行速度へ与える影響を考慮した重回帰式の推定

(3)において、推定 QV 式の精度向上が図られたものの、依然として予測式 No.9、15 においては、交通量のパラメータが矛盾した結果となっている。これらの結果は、既往の研究 (26)において指摘されているとおり、都市内の一般道路等においては、路上駐車等や信号交差点等多様な沿道状況が大きく影響していると考えられる。また、本検討では、センサス区間を類型化しているため、区間延長が短く信号交差点等の影響を受ける区間と比較的安定して走行できる区間延長の長い区間が混在していることが考えられる。そこで、予測式 No.9、15 について H22 センサスデータにより入手可能な、区間延長及び信号交差点密度による分布状況について分析を行った。図 8-20 は No.9 について区間延長別に分布状況を、図 8-21 は No.15 について信号交差点密度別に分布状況を示している。

これらの結果、区間延長及び信号交差点密度を旅行速度推定式に導入することで更なる予測精度の向上が期待されることから、以下に示すような重回帰式により推定を行う。なお、(3)において区間分離した類型においては、車線数による類型分けをしていないため別途説明変数として車線数を導入することとした。

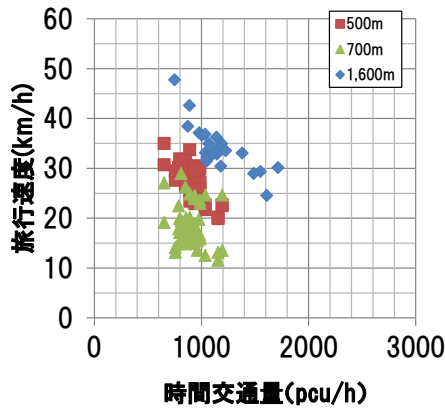


図 7-20 区間延長別分布状況（予測式 No.9）

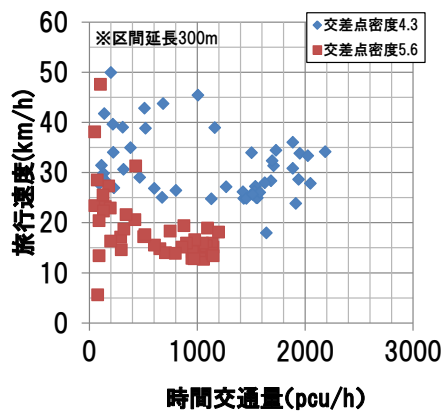


図 7-21 信号交差点密度別分布状況（予測式 No.15）

重回帰式の推定結果を表 7-11 に示す。これらの結果、2 車線道路の多くの類型においては、区間延長、信号交差点密度の影響が認められなかった。一方、多車線道路で説明変数として区間延長または、信号交差点密度が採用された類型においては、全て重相関係数が向上した。また、予測式 No.9、15 においても、交通量のパラメータが負となり整合がとれた予測式となっている。

$$V_t = \alpha_1 \times X_{t1} + \alpha_2 \times X_2 + \alpha_3 \times X_3 (+\alpha_4 \times X_4) + \beta$$

- V<sub>t</sub> : 時刻 t の旅行速度 (km/h)
- X<sub>t1</sub> : 時刻 t の乗用車換算交通量 (pcu/h)
- X<sub>2</sub> : 区間延長 (km)
- X<sub>3</sub> : 交差点密度 (箇所/km)
- X<sub>4</sub> : 車線数
- α、β : パラメータ

よって、本研究においては、表 7-11 において推定した重回帰式を時間帯別旅行速度の簡易予測式とし、以降の現況再現性の比較及びケーススタディによる適用可能性の検証を実施する。



表 7-11 類型別重回帰式推定結果

No.	車線数	指定最高速度	代表沿道状況	区間数	サンプル数 (時間数)	説明変数					重相関係数	単回帰時 相関係数
						α 1 交通量	α 2 区間延長	α 3 交差点密度	α 4 車線数	β 切片		
1	2車線	40km/h	DID(商業)	3	93	-0.0138			-	39.0	0.562	0.562
2			その他市街部	6	163	-0.0314			-	55.6	0.852	0.852
3			平地	3	61	-0.0341			-	53.5	0.897	0.897
4			山地	5	129	-0.0224			-	54.7	0.304	0.304
5	50km/h	50km/h	DID(その他)	1	40	-0.0196			-	37.7	0.453	0.453
6			その他市街部	4	114	-0.0264	7.787		-	40.6	0.668	0.467
7			平地	44	1,533	-0.0192	3.581	-5.038	-	58.5	0.717	0.517
8			山地	4	150	-0.0222			-	56.4	0.816	0.816
9	4車線	50km/h	DID(その他)	4	96	-0.0118	11.701		-	28.6	0.576	0.106
10			平地	11	328	-0.0046	9.139	-2.247	-	40.8	0.485	0.150
11		60km/h	DID(商業)	5	120	-0.0086	10.449		-	35.6	0.547	0.361
12			DID(その他)						-			
13		平地	32	997	-0.0076	4.678	-5.242	-	59.6	0.564	0.309	
14		山地	1	24	-0.0001			-	65.0	0.010	0.010	
15	6車線	50km/h	DID(商業)	10	385	-0.0041		-12.017	-	88.7	0.679	0.114
16		60km/h	DID(その他)	3	72	-0.0054		-3.025	-	53.7	0.829	0.796
17			その他市街部	6	168	-0.0044	2.206		-	36.9	0.413	0.378
18			平地	5	165	-0.0041	-3.593		-	62.0	0.421	0.260
20	混雑方向	混雑方向	DID+その他市街部	6	93	-0.0088			0.817	28.0	0.660	0.453
21			平地	16	270	-0.0064	7.026	-5.787	1.773	38.8	0.533	0.453
22			非混雑方向	非混雑方向	DID+その他市街部	6※	91	-0.0064			0.645	36.5
23	平地	16※			265	-0.0036		-7.247	4.954	50.0	0.551	0.128
合計					169	5,357						

■ 1%有意 ■ 5%有意

※ 重相関係数の赤字部分は、重回帰式により精度が向上した類型

#### 7-4-4 ケーススタディによる道路整備評価への適用性の検証

前項において構築した時間帯別旅行速度の簡易予測式の道路整備事業の評価への適用可能性を検証するため、ケーススタディによる時間帯別旅行速度及び整備効果の算出を試みた。

##### (1) 検討対象及び予測条件

ケーススタディは、香川県の直轄国道における拡幅事業である豊中観音寺拡幅事業を対象として検討を行う。当該区間は、区間延長が約4kmの郊外（その他市街地、平地）の2車線区間であり、当該区間は朝夕を中心に渋滞が発生しており、4車線への拡幅事業が計画されている区間である。検討対象区間及び整備前後の予測式を図7-22に、現況の道路状況及び予測式への入力条件を表7-12に示す。

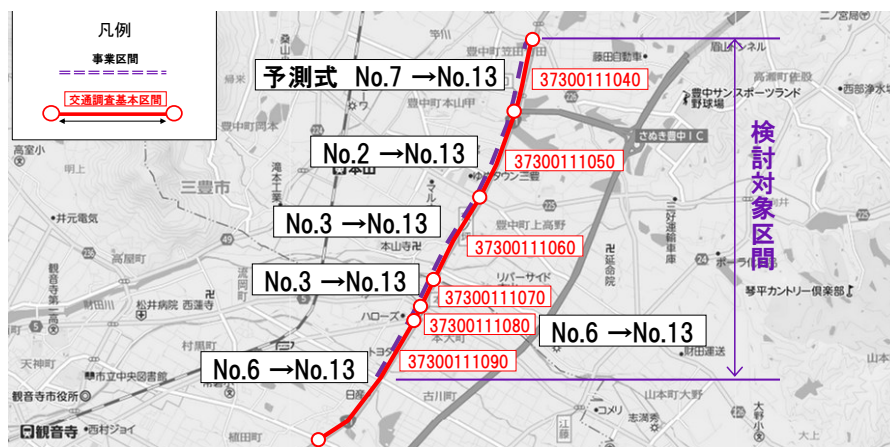


図 7-22 検討対象区間及び予測式

表 7-12 対象区間の道路状況及び予測条件

センサスNO	予測式No		車線数	指定最高速度(km/h)	代表沿道状況	区間延長(km)	交差点密度(箇所/km)	基準旅行速度(km/h)
	上り	下り						
37300111040	7	7	2	50	平地	0.7	2.4	58.6
37300111050	2	2	2	40	その他市街地	0.8	3.3	45.4
37300111060	3	3	2	40	平地	0.4	3	53.1
37300111070	3	3	2	40	平地	0.7	3	53.1
37300111080	6	6	2	50	その他市街地	0.2	2.7	42.8
37300111090	6	6	2	50	その他市街地	1.4	2.7	42.8

(2) 対象区間における現況再現性

対象区間における、現況の時間帯別乗用車換算台数を基に、時間帯別旅行速度を予測し、実旅行速度の再現性を確認した。その結果、相関係数は 0.706、%RMS 誤差は 15.4%となっている。

(3) 将来時間帯別交通量の設定

道路利用の時間変動パターンは現況と同一であると仮定し、H22 センサスデータの方向別時間帯別交通量の構成比から H17 センサスをベースとした自動車 OD 表による H42 時点の将来日交通量の分割配分結果を基に、車種別、方向別、時間帯別に算出した上で乗用車換算係数により将来時間帯別交通量の設定を行う。図 7-23～図 7-26 に整備有無別に方向別時間帯別交通量の設定結果を示す。

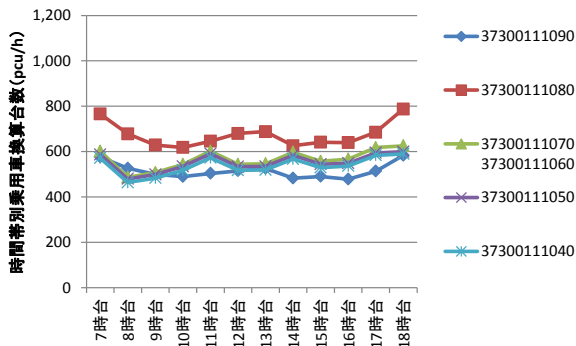


図 7-36 区間別将来時間帯別交通量 (上り；整備なし)

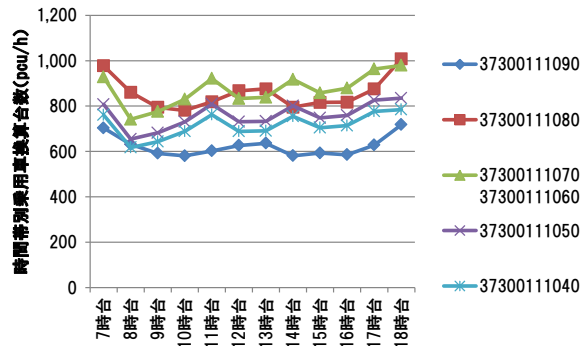


図 7-37 区間別将来時間帯別交通量 (上り；整備あり)

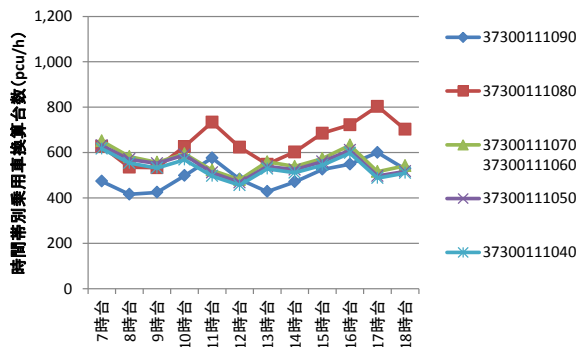


図 7-38 区間別将来時間帯別交通量 (下り；整備なし)

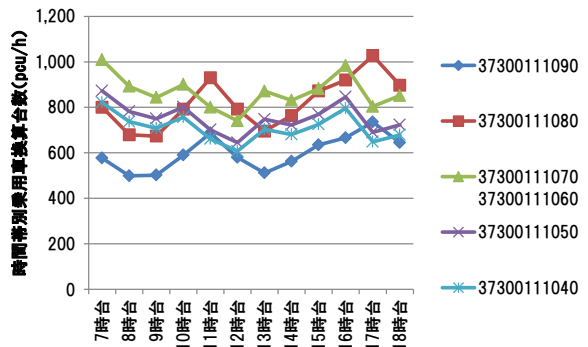


図 7-39 区間別将来時間帯別交通量 (下り；整備あり)

#### (4) 将来時間帯別旅行速度の予測

上記で設定した将来時間帯別交通量と旅行速度の簡易予測式（表 7-11、図 7-22）を用い、将来の時間帯別旅行速度の予測を行う。なお、検討対象区間は 2 車線から 4 車線への拡幅整備であるが、表 7-11 で推定した時間帯別旅行速度の簡易予測式では、4 車線道路において沿道状況のその他市街地が存在しない。そこで、本検討においては、隣接区間が平地であること、設計速度 60km/h であることから、予測式 No.13 を用いて将来時間帯別旅行速度を予測する。図 8-27～図 8-30 に予測結果を示す。

この結果、整備なしのケースにおいては、センサス区間 37300111080 で、他の区間に比べ旅行速度が低く、時間帯別交通量に応じ、時間帯別旅行速度も変動する状況を推定できていることが確認できる。また、道路整備により旅行速度が向上し、時間帯による旅行速度の変動も小さくなっていることが確認できる。つまり、道路整備により事前に把握することが望ましい時間帯別の旅行速度の向上、定時性の向上効果が簡易に予測可能であることを確認できた。

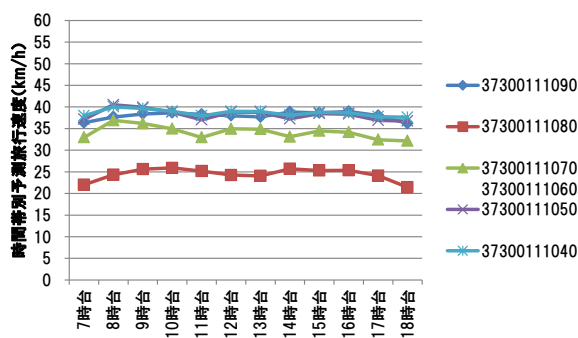


図 8-40 区間別将来時間帯別旅行速度  
(上り；整備なし)

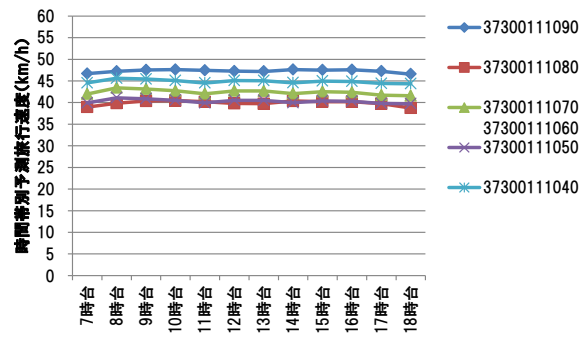


図 8-41 区間別将来時間帯別旅行速度  
(上り；整備あり)

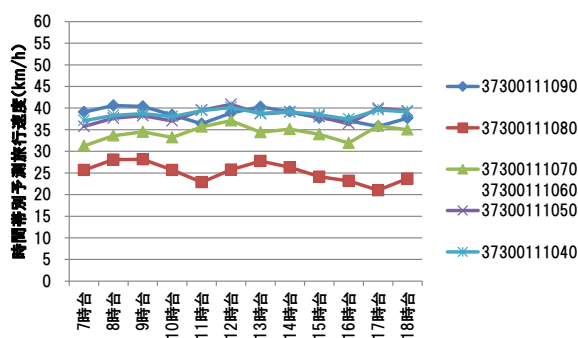


図 8-42 区間別将来時間帯別旅行速度  
(下り；整備なし)

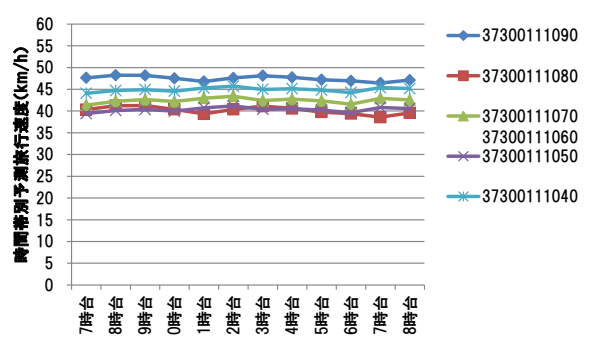


図 8-43 区間別将来時間帯別旅行速度  
(下り；整備あり)

#### (5) 整備効果の算出

(3)、(4)の整備状況別の時間帯別交通量、旅行速度、基準旅行速度（表 7-12）を用い、整備効果として損失時間軽減便益（整備なし時の損失時間便益換算値－整備時の損失時間便益換算値）

を方向別時間帯別に算出した。図 7-31 に算出結果を示す。

この結果、最も効果が高いのは7時台で、次いで18時台、17時台となっている。このように、時間帯別に整備効果を事前に把握することが可能であることから道路整備効果分析への適用可能性は高いと考えられる。

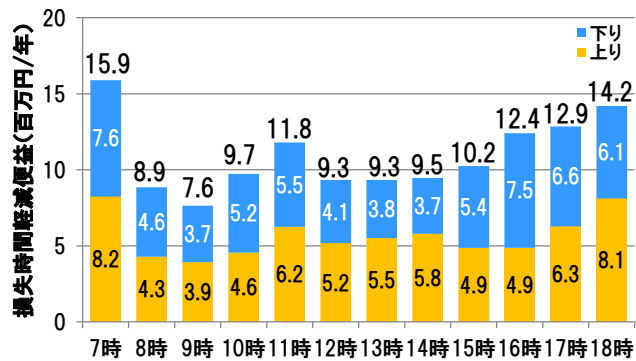


図 7-31 方向別時間帯別整備効果

#### 7-4-5 研究結果の考察

本研究では、時間帯別の道路整備効果を算出するため、類型別の簡易 QV 式を推定し、現況再現性の検証と豊中観音寺拡幅事業をケーススタディとした将来時間帯別旅行速度の予測、および時間帯別整備効果（渋滞損失時間軽減便益）を算出した。

簡易 QV 作成においては、踏切区間や大型商業施設入口付近などの特異データの排除や市町村界における区間統合などにより式の精度向上に努めたものの、依然、パラメータに矛盾が生じる類型が存在した。また、類型によってはサンプルに偏りが見られることもあり、今後のデータの蓄積と類型の詳細化（あるいは簡略化）による十分なデータサンプルの取得により精度向上が図られるものと考えられた。

また、推計した簡易 QV 式を用いてケーススタディを試算したところ、時間帯別の損失時間削減効果便益が求められ、速度低下の著しい7時台における便益が大きいことが本モデルにおいても検証できた。今後は、一般的に道路整備効果として取り扱われている日ベースの費用対効果（B/C）との数値的関連性の確認も必要ではあるが、時間帯別の整備効果手法の一つとして、適用性は高いものと考えられた。

## 7-5 まとめ

各研究のまとめと今後の成果を以下に示す。

### 1) 道路整備効果分析への民間プローブデータの適用性の研究

民間プローブデータを用いて「(県)中徳三谷高松線の新規供用」及び「高松坂出有料道路の無料化」における整備効果を検証した。民間プローブデータの特性より、事業実施前後の期間における速度比較が可能であり、かつ、事業箇所周辺における面的な速度変化の状況を把握することができた。また、データ分析にあたり、元データの年次による取得方法の違い、データ中の特異データの存在（駐停車や沿道施設への立ち寄り等）が課題としてあげられ、データクリーニングによる分析精度向上を図った。

また、香川県全体の主要交差点における方向別時間帯別旅行速度を分析し、特定の条件のもと主要渋滞箇所の抽出を行った。また、速度低下の連続性を面的に把握することにより、主要渋滞箇所を単独交差点の「箇所」、複数交差点の連坦した「区間」、特定範囲の「エリア」に区分し、渋滞特性に応じた整理を行った。

本研究での民間プローブデータの適応性の検討では、次のような課題が残る。今後のデータ蓄積によりサンプル数が増加し、分析精度の向上が期待されるものの、速度低下の状況だけでは、単なる信号停止との区別や、速度低下の要因把握までは至らない。今後は常観データ等の交通量データとの比較、JARTIC データなど渋滞長データとの比較等を行うことより、複合的な観点から渋滞状況の把握と渋滞要因の推定に繋がるものと考えられ、道路整備の効率化に寄与するものと考えられる。

特に高松市は天候に恵まれ自転車利用率が高いという特性を持つ。反面、雨天時における自転車からマイカー利用へのシフトから、雨天時における交通渋滞が特に悪化すると考えられている。今後は天候や休日（買物交通）における速度低下の状況等もあわせて分析することにより、より地域特性に応じた分析が可能であると考えられる。

### 2) 民間プローブデータの経路情報を活用した交通流動把握の研究

民間プローブデータの「流動把握データ」及び「旅行時間データ」をもとに経路探索を行い、利用者の快適性・利便性にかかるユーザビリティを評価した。ケーススタディとして、高松市西側方面から高松市中心部に至る交通について経路探索を行った結果、所要時間の短い高松西 IC 経由のルート利用率が約 18%、所要時間はかかるものの旅行速度の高い高松中央 IC 経由のルート利用率が約 73%であることが確認された。これより、人々のルート選択が単なる所要時間最短で決定するのではなく、走行性や分かりやすさを含めた快適性も含め、総合的な判断により選択されていることがデータの的にも検証された。

本研究での経路情報を活用した交通流動の把握では、民間プローブデータが特定メーカー車両

の情報であること、サンプル数が少ないことなどの課題が残る。ただし、本研究により大規模な実態調査なしに、ある程度の交通流動が把握できることが検証されたことから、今後は特定路線や区間における利用交通内訳や、時間帯や天候の違いによる経路選択の違いなどの分析により、利用者特性に応じた交通流動把握が可能となり、より効果的な道路政策の立案・実施が可能になると考えられる。

### 3) 民間プローブデータを用いた整備効果予測手法の研究

道路整備や渋滞対策事業などによる整備効果を時間帯別に把握することを目的に、民間プローブデータをもとに「車線数」、「指定最高速度」及び「代表沿道状況」といった類型別に簡易 QV 式を提案し、道路整備によるユーザビリティ効果を時間帯別に推計できることを明らかにした。

簡易 QV 式の推定にあたっては、直轄国道を対象に旅行速度については民間プローブデータを、交通量については H22 道路交通センサスデータを用いて分析を行った。踏切や大型商業施設入口付近、高速 IC 等分合流部など走行状態が異なる区間については、別途、類型区分を行った。また、市町村界などで区間が分けられている区間については統合を行った。これにより簡易 QV 式の精度向上が図られたものの、路上駐車や信号交差点等の多様な沿道状況からパラメータが矛盾している類型もみられたことから、「区間延長」、「交差点密度」及び「車線数」を説明変数に加えた重回帰式とし、モデル精度の向上とパラメータ矛盾点の解消が図られた。

構築した簡易 QV 式をもとに豊中観音寺拡幅事業をケーススタディとして時間帯別の整備効果を推計したところ、現況再現における相関係数は 0.706、%RMS 誤差は 15.4%と高い再現性を得た。また、時間帯別の整備効果として方向別時間帯別の損失時間軽減便益を算出したところ、7 時台における効果が非常に高いことが確認された。

今後は更なるデータの蓄積と類型の詳細化（あるいは簡略化）による十分なサンプル取得によるモデル精度の向上が引き続きの課題であると考えられる。

しかしながら、時間帯別の整備効果を数値として指標化できたことは、道路整備の必要性や投資効果をより分かりやすく示すことが可能であり、今後の道路整備事業の推進に向け有効であると考えられた。

本手法により、整備効果を快適性、利便性に関わるユーザビリティ評価、またユーザビリティ効果を時系列に評価することが可能としている。

今後、多様化する社会ニーズを捉えるためには民間プローブデータ等の ITS 技術の活用は不可欠であり、データの蓄積によるデータ量・精度の確保とあわせて、各種データのクロス分析により、従来よりも効率的に効果的にデータ整理・分析が可能であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 「道が変わる、道を変える」社会資本整備審議会道路分科会 中間とりまとめ：社会資本整備審議会 第14回道路分科会資料、国土交通省 道路局 企画課 道路経済調査室、平成24年7月13日
- 2) 垣原清次 ITS を巡る最近の動向：国土交通省道路局道路交通管理課 ITS 推進室、最近の交通問題と道路サービスに関する意見交換会（新道路研究会）、平成25年5月25日
- 3) 平成25年情報通信に関する現状報告：平成25年版情報通信白書、総務省情報通信国際戦略局情報通信政策課情報通信経済室、平成25年7月16日
- 4) 井星，今井，濱田，千葉，牧村：複数の動線データを用いた道路整備の効果検証に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，Vol.43，2011.
- 5) 馬場，永尾，手塚，川岸，中村：民間プローブデータを活用した道路交通性能評価指標の検討，土木計画学研究・講演集，Vol.43，2011.
- 6) 門間俊幸，橋本浩良，上坂克巳，酒井大輔，丹下真啓：プローブデータを用いた震災直後の都内の道路交通サービス状況の分析，土木計画学研究・講演集，Vol.44，CD-ROM，2011.
- 7) 牧村，中嶋，佐藤，石田：カーナビゲーションシステムを用いた渋滞関連指標に関する基礎的研究，土木学会論文集，No.758，IV-63，pp.1-10，2004.
- 8) 石川編著：実務家のための新統計学，槇書店，pp.230-233，1991.
- 9) 安時亨，澤田英郎，今谷光輝，寺中孝司：AVCHD規格のビデオ映像を用いたナンバープレート調査方法の開発について，土木計画学研究・講演集，Vol40，2009.11
- 10) 上坂克巳，橋本浩良，吉岡伸也，中西雅一，朝倉康夫：AVI データを用いた一般道路における時間信頼性指標の算出方法土木計画学研究・講演集 Vol.45 CD-ROM、2010.6
- 11) 諸田恵士，野間真俊，南部浩之，奥谷 正：交通調査の高度化による観光交通の特性把握，第27回日本道路会議論文集、平成19年11月
- 12) 杉野勝敏，大窪剛文，斉田浩一，朝倉康夫：阪神高速道路における複数路線間の AVI マッチング手法の提案，pp.109-112，第23回交通工学研究発表会論文報告集，2003
- 13) 足立智之，松下剛，藤川謙，新名神高速道路供用に伴う所要時間信頼性向上の実証分析，PP36-42，交通工学第45巻2号，2010
- 14) 北澤俊彦，岩里泰幸，石橋照久，飛ヶ谷明人；阪神高速道路における所要時間信頼性評価，PP28-35，交通工学第45巻2号，2010
- 15) 関谷浩孝，上坂克巳，門間俊幸，橋本浩良，中西雅一：プローブカーデータを用いた複数経路からなる OD 間の旅行時間変動指標，土木計画学研究・講演集 Vol.43 CD-ROM
- 16) 橋本浩良，水木智英，門間俊幸，上坂克巳，田名部淳：プローブデータを用いた交差点に

- における交通動向分析のケーススタディ、土木計画学研究・講演集 Vol.45 CD-ROM、2012
- 17) 国土交通省道路局：一般交通量調査実施要綱 旅行速度調査編
  - 18) 佐藤浩：道路交通データの収集・分析の新たな展開～プローブ旅行時間データ等の活用に向けて～、国総研資料第 614 号（抜粋）、2010
  - 19) 関谷浩孝、諸田恵士、高宮進：プローブデータの取得状況と旅行時間信頼性指標の算定精度との関係、土木計画学研究・講演集 Vol.47 CD-ROM、2013
  - 20) 諸田恵士、関谷浩孝、上坂克巳：旅行時間変動に影響を与える要因の特定及び旅行時間信頼性指標算定式の推計、土木計画学研究・講演集 Vol.45 CD-ROM、2012
  - 21) 関谷浩孝、上坂克巳、諸田恵士：プローブデータを用いた一般幹線道路における旅行時間信頼性指標の算定方法～交通調査基本区間単位の標準偏差を統合～、土木計画学研究・講演集 Vol.45 CD-ROM、2012
  - 22) 上坂克巳、門間俊幸、橋本浩良、松本俊輔、大脇鉄也：道路交通調査の新たな展開 ～5年に1度から365日24時間へ～、土木計画学研究・講演集 Vol.43、2011.5.
  - 23) 国土交通省道路局：一般交通量調査実施要綱 旅行速度調査編
  - 24) 国土交通省道路局：平成 22 年度 全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）箇所別基本表及び時間帯別交通量表に関する説明資料  
<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>
  - 25) 松井寛、藤田基弘：交通量配分における QV 式の設定方法に関する研究、土木計画学研究論文集、No.3, pp.153～160, 1986.
  - 26) 田宮佳代子、瀬尾卓也：プローブカーデータを活用した都市内一般道路の QV 特性について、土木計画学研究・講演集、Vol.25, CD-ROM, 2002.



## 第8章 結論

### 8-1 主要な研究成果

### 8-2 今後の課題

## 第8章 結論

社会資本の柱の一つである道路は、高度成長期以降の量的整備により国民生活の向上に大きく貢献したが、少子高齢社会を支えるための質的整備は不十分であり、今後利用者の視点に立ったユーザビリティの改善が急がれる。ユーザビリティは、利用の際の分かりにくさ、覚えにくさ、使いにくさなどの認知的問題への対処のために考案され、今日では様々な製品開発における人間中心設計の基本理念として位置づけられている。こうした理念は、我々の生活を支える社会基盤施設の重要な計画・設計基準でありながら、十分な考慮がなされていない。

本研究は、ユーザビリティを多元的な指標によって捉え、多様な利用者が共存する道路の計画・設計に導入する意義を示すと共に、自転車交通のネットワーク評価手法の開発、交通事故対策の評価、ITS技術を活用した渋滞対策の評価への適用を行ったものである。

以下、第2章から第7章までの各章で得られた主要な研究成果と、今後の課題を示す。

### 8-1 主要な研究成果

#### 第2章の成果

香川県の道路交通の特徴として、対象地域である香川県の道路整備状況、公共交通の整備状況、交通環境、自動車交通への依存状況、渋滞の発生状況などから道路交通の課題を整理している。また、香川県の交通事故の発生要因の分析から、高齢者ドライバの増加と自転車利用の増加に起因した新たな事故発生リスクへの対応の必要性を示している。

#### 第3章の成果

道路計画におけるユーザビリティ評価の視点では、利用者の多様化を考慮しながら、長期の供用期間にわたりユーザビリティを継続的に評価する必要があることを述べている。そのためにはPDCAサイクルに基づき、市民参加を通じたユーザ評価、評価結果の検証及び情報共有の仕組みが求められ、評価の透明性や循環性が重要であることを示している。

#### 第4章の成果

自転車交通のネットワーク評価手法として、特に安全性、一貫性や直接性の利便性、快適性の確保が重要であり、アンケートと実測交通量を簡便に統合して、俯瞰的に自転車の移動とサービスレベルを把握できるOLIVE法を開発している。本手法により、自転車ネットワーク上の課題を抽出して、ネットワーク単位での利便性に関わるユーザビリティ評価を可能としている。

#### 第5章の成果

自転車走行空間の快適性評価と案内誘導効果の検証のため、自転車ネットワークの安全性と快適性を、ホルター型心電図計を用いた生理的計測手法により把握し、心拍データからヒヤリハッ

ト事象などを抽出して、ネットワーク上の異なる道路構造別に精緻に評価する手法を構築している。また、自転車ユーザを案内誘導するための案内サインに注目し、注視回数・時間から視認特性の分析により、最適な案内サインの設置案を提案した。以上により、自転車ネットワークの安全性、快適性、誘導性を考慮したユーザビリティ評価を行った。

## 第6章の成果

交通事故多発箇所での現場モニタリング調査に基づく、事故の第一当事者（車両）は、県外から流入する迷走車両が多いことを明らかにしている。また、既存のドライビングシミュレータ実験に基づき、そうした迷走行動を抑制するためには、道路空間における案内誘導の改善が必要であり、方向別の案内標識と対応したカラー舗装別による路面表示を一致させることが急務であることを示し、実際の事故多発箇所に適用している。さらに、その効果検証を実施しており、安全性、認識性に関わる自動車走行上の安全性、誘導性、認識性に関わるユーザビリティ評価を行った。

## 第7章の成果

ITS 技術による道路ネットワーク整備効果の計測手法として、自動車の日々の移動を追跡したプローブデータを用いて、道路ネットワーク上での車両の走行経路や速度の変化を分析することにより、ユーザビリティ評価を継続的に実施するためのシステムを構築している。また、簡易 QV 式を用いて直轄国道を対象とした時間帯別走行速度の予測式を提案している。本手法により、整備効果を快適性、利便性に関わるユーザビリティ評価、またユーザビリティ効果を時系列に評価することが可能としている。

本研究を統括し得られた知見を要約すると、多様な利用者を想定したユーザビリティ評価のための調査方法、評価項目、方法、指標を提示し、道路事業への適用を通じてその有効性を明らかにしている。時代により道路に対するニーズは変化・多様化するが、道路を賢く利用するためには、人、自転車も含めた道路利用の的確なニーズ把握が必要である。第4章から第7章の個別事例を通じて、ユーザビリティ評価の有効性を具体的に明らかにしたが、現在取得され蓄積されている様々な道路交通データをユーザビリティ評価のために統合的に活用するためには、道路交通行政に関わる情報プラットフォームの構築する必要があることを示している。

## 8-2 今後の課題

これまでの我が国の道路施策により、一定の量的ストックが形成されたが、戦後急激に進展したモータリゼーションへの対応を優先により、歩行者や自転車交通などの利用における使い勝手の悪さ、道路空間利用上の問題、景観上などの課題が深刻化した。

クルマ優先の施策が推進されたため、歩行者などの交通弱者や自転車などの低速交通に対する優先度は低く、超少子高齢化社会を迎えた現在の道路空間では、これを優先していくことが非常に困難な道路構造となっている。

これからの道路は、クルマ主役から多様な道路利用者が共存する空間にすることが求められており、今後、道路ネットワーク構成を踏まえたそれぞれの道路の役割・位置づけの明確化が重要である。さらには、公共交通との連携や道路の使い方の工夫により、歩行者・自転車等クルマ以外の利用者も含めた多様な道路利用者が共存できる空間に転換すべきである

一定の道路ストックが形成された今日の国民のニーズは、「新たな道路の供給」から「今ここにある道路」の改善に移行している。供給するだけの Plan-Do 型ではなく、今後は、道路の利用状況や利用者ニーズを的確に把握した上で、道路整備の進め方について検討する、Check-Action 型の政策運営にシフトすることが求められている。

### (1) 歩行者・自転車への対策

多様な道路利用者が共存する道路空間の形成にあたっては、歩行者、自転車、新たなモビリティ等の多様な道路利用者が、安全で安心して共存できる道路環境が求められているが、現状の歩行者や自転車走行空間のネットワークは、連続性の確保、面的な広がりの中で不十分な状況である。

このため、今後の方向性としては、道路のネットワーク構成を踏まえ、それぞれの道路の役割、位置づけ、地域の道路を面的に俯瞰して道路毎に誰が主役なのかを明確にし、限られた道路空間を有効活用する再配分が必要である。さらには、生活道路における歩行者・自転車を優先する施策として、道路空間を安全にするという視点が重要である。自動車は歩行者や自転車を優先し、自転車は歩行者を優先するという意識の徹底が必要で、道路空間の再配分、スローモビリティやゾーン 30 などの面的な速度規制などの取り組みが必要とされる。

多様な道路利用者の共存のためには、高齢化に対応した一人乗りの低速車両、新たなモビリティ等の「低速交通」への対応、自転車も含め低速レーンの導入、道路ダイエット等の検討、道路利用者が共存できる空間運用の取り組みが必要となる。また、歩行者、自転車等の移動空間の形成、歩行空間のユニバーサルデザインをも考慮した検討、道路の適正な利用の徹底や使い方の工夫により、既存ストックの機能を最大限発揮できるような取り組みが必要と考える。

### (2) 交通事故に対する対策

我が国の交通安全の取り組みは、交通事故死者数、死傷者数の減少を見ると着実に成果が得られているが、諸外国と比較すると自動車乗用中の死者の割合が少ないが、歩行中、自転車乗用中の死者の割合が高く、特に 65 歳以上の高齢者の割合が高くなっており、目標達成に向けてさらに効率的、効果的な取り組みが不可欠である。

具体的には、道路空間の再配分や歩行空間の確保等に加え、歩行者事故が多く発生している交差点部での事故対策の重点化、高齢者に対する教育活動など対策の推進が必要となっている。これら面的かつ効率的に危険箇所を把握するため、ビッグデータの活用、ITS やプローブデータを活用して交通状況の把握や事故分析、また地域でヒヤリハット地図を作成する等、重点的に対策を実施する取り組みが必要と考える。

わが国の道路は、道路ストックの長寿命化の取り組みが始まっているが、多様な利用者が共存する道路空間を整備して活用するには、人、自転車、車などの利用目的に応じた明確なプライオリティに基づいて、公共性や公平性を十分配慮し確保しなければならない。今後多様な利用者の視点に立ったユーザビリティの導入が課題と考え、その導入が不可欠と考える。道路をはじめとした社会基盤は、長期間にわたって多様な利用者が利用するため、時代とともに使用や利用方法が変化に対応した維持管理により、使用目的に即した改善を行う必要があり、また得られた知見を道路の設計や計画にフィードバックすることが重要である。

また、道路は人や車両を安全・円滑・快適に通行させる交通機能と、都市の防災空間、緑化や景観形成等のための空間機能を有しているほか、地域のパブリックスペースとしても機能している。近年は、「スローな交通」の利用の増加、さらには電気自動車（EV）、パーソナルモビリティなど道路を通行する乗り物や情報通信技術（ICT）の進展に対し、インフラ側でもユーザビリティの対応が迫られている。この他にも、低炭素・循環型社会の構築に向けた対応が求められる中で、低炭素型交通システムの導入や道路分野での再生可能エネルギーの利用といった求められる施策についても、ユーザビリティを考慮しながら積極的に進める必要があると考える。