

第2章 道路空間の安全性向上に関する研究

2.1 研究の概要

本節では、「道路空間の安全性向上に関する研究」に含まれる各研究単位について、背景や研究内容などその研究単位の概要等を簡潔に示す。

道路空間の安全性向上に関する研究に含まれる各研究単位は、道路上で発生する交通事故などの問題点の収集・分析・解明と、問題点への対応といった関係の中で位置づけが表現できる。具体的には、図-2・1・1 に示すように、「交通事故データの収集」→「交通事故データの分析」→「交通安全対策の立案」→「交通安全対策の実施」→「対策効果の検証」という一連の流れに対応して、各研究単位の位置づけを整理するのがわかりやすい。図には、各研究単位の名称に合わせて、第2章での節番号も示してある。

図-2・1・1 で右側に示した4つの研究単位は、具体的な道路上の問題点とその解決に関わる研究である。この中には、交通事故と同様に、道路上の問題点を把握することができるヒヤリ事象をどう活用するかといった研究や、交通事故などの問題点に対応するために、交通安全対策、道路線形など道路構造、防護柵・道路照明などの交通安全施設をどうすべきかといった研究が含まれている。これに対して、図の左側に示した「交通安全対策展開の効率化」は、各地で展開される交通安全への取り組み内容と効果を整理・継承することを通じて、ここで示す一連の流れをどう効率的なものとしていくかに焦点を当てている。また「人間特性、高齢者特性の把握と対応」は、道路利用者の特性に立ち戻り、交通事故防止に向けてどのような特徴や対処方法があるかなどを検討した基礎的な研究である。

以下には、各研究単位それぞれについて、その概要等を示す。

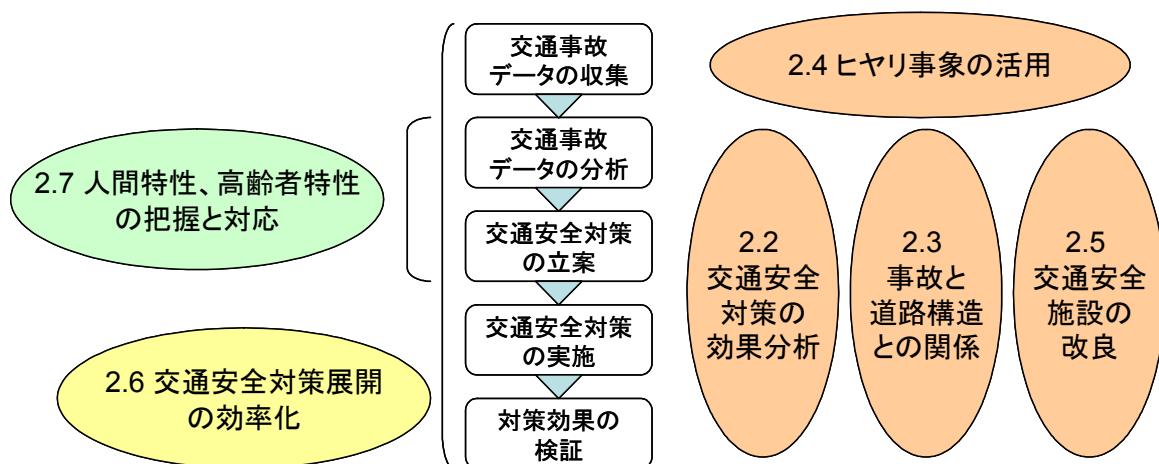


図-2・1・1 道路空間の安全性向上に関する研究に含まれる各研究単位の位置づけ

(1) 交通安全対策の効果分析 (→2.2 節)

交通事故の発生状況を分析し、さらなる交通事故の発生を防止するために、これまでも様々な交通安全対策が実施されてきた。これら交通安全対策を効果的、効率的に実施して行くには、交通安全対策の効果を把握しておく必要があり、その効果を正確にまた定量的に把握することは非常に大きな課題であった。本研究では、平成 8～14 年度に実施した事故多発地点対策を材料に、対策実施箇所（全国で約 3,200 箇所）での対策実施前後の事故データを用いて、これまでにない規模で、交通安全対策工種別の定量的な事故削減効果を明らかにした。

(2) 事故と道路構造との関係 (→2.3 節)

交通事故の削減を図るためには、(1)の効果的な交通安全対策を実施することと同時に、交通事故が発生しにくい道路づくりを進めることが必要である。このため、事故と道路構造との関係を把握するとともに、新規道路の計画・設計時に事故が発生しにくい道路構造を採用していくことが重要である。本研究では、交通事故統合データベースと道路管理データベースを用いて、平面曲線半径、車線数など道路線形と事故の関係や、市街地・非市街地など沿道状況と事故の関係を定量的に明らかにした。

(3) ヒヤリ事象の活用 (→2.4 節)

交通事故件数は全体としては憂慮すべき状況ではあるが、要対策箇所の抽出や対策立案に向けた分析に対しては交通事故データだけでは十分とはいえず、交通事故には至ってはいないものの潜在的な危険性を有する箇所の情報も合わせて用いていくことが必要と考えられる。そこで、要対策箇所の特定と対策立案・実施に向けて、「ヒヤリ地図・事象」を適切に活用することが考えられ、本研究では、つくば市内を例にヒヤリ地図の作成を試行することを通じて、その活用策を意識したヒヤリ地図の作成方法を検討するとともに、ヒヤリ地図を用いた要対策箇所の特定や、具体の交差点等における問題の抽出に関する検討を行った。

(4) 交通安全施設の改良 (→2.5 節)

交通安全の実現のためには交通安全施設の開発・改良も重要である。これまでも、交通事故防止に向けて各種交通安全施設は開発・改良が進められてきた。しかしながら、交差点照明や歩行者用照明としての対応や、景観に配慮した防護柵など、交通事故の推移や状況、市民のニーズの変化・多様化などに応じて対応すべき点はまだまだ多い。本研究では、実験や各種検討を通じて、交通安全施設の改良を進めた。

(5) 交通安全対策展開の効率化 (→2.6 節)

交通事故件数は依然として増加傾向にあり、今後の交通安全対策は、効果的な対策立案、効率的な対策実施、適切な対策効果の評価を繰り返していくことが求められている。これまでも交通安全対策は様々な実施されてきたが、1)対策検討手法が体系的に整理されておらず、要因分析や対策立案の際に必要な情報項目が不明瞭であること、2)過去に実施された対策検討の知見を次の検討の際に十分に活用できないこと、3)発生要因が複雑な場合、対策検討が困難なことなどが課題として考えられる。本研究では、事故の要因分

析・対策立案・効果評価までの検討手順を体系化し、今後の事故危険箇所対策の検討に反映する仕組みを構築した。

(6) 人間特性、高齢者特性の把握と対応 (→2.7 節)

現在の道路交通環境は、高度成長期に生産性や効率を優先して整備されたものが多く、今後の高齢社会の進展を想定すると、必ずしも適応したものとなっていないことが懸念される。また、PIARC（世界道路協会）の Road Safety Manual によれば、交通事故の要因は、発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りといったヒューマンエラーによるものが 90～95%を占めるとされている。このため本研究では、高齢者の運転特性やヒューマンエラーを抑制する観点からの道路環境の整備に向けて、運転特性やヒューマンエラーに関する指標について整理・分析を行った。

2.2 交通安全対策の効果分析

2.2.1 はじめに

幹線道路においては、一部の箇所には事故が多発する傾向が見られる。このため、事故が多発する箇所において集中的に交通安全対策の実施が進められている。

交通安全対策を実施する際には、いうまでもなく事故削減効果を得ることが重要であり、実施箇所の事故発生状況や要因に応じた効果的な対策を選択して実施しなければならない。その一方で、対策実施者が使用できる費用は限られたものであり、また事故が多発している箇所では迅速な対策実施も求められることから、費用や工期についても考慮すべきである。また、道路行政に限らず、成果志向の行政への転換が推進される^{1) 2)}中、交通安全の分野では交通事故の削減を目標とし、死者数や死傷事故率等を数値目標として、その達成を目指した行政運営が求められているところである。特に交通安全施設の整備を伴う交通安全対策について言えば、社会資本整備重点計画の中で、平成19年時点の死傷事故率を、平成14年時点に比べ約1割削減することを目標としているところである。この目標の達成のためには、限られた費用と期間の中で、最も効果的な対策を実施しなければならない。

限られた費用と期間の中で最大の効果を得るためには、

①複数の事故多発箇所の中から、全体として最も高い効果が得られるように対策実施箇所を選択すること

②各対策実施箇所において費用対効果が高く、比較的短期間で実施可能な対策を選択すること

の両方が必要である。このためには、費用、工期、効果それぞれの項目について、あるいは費用対効果や工期に対する効果について、対策間、あるいは実施箇所間で相対的に比較できなければならない。この比較を客観的に行うためには、対策を検討する段階、すなわち、対策を実施していない段階で、費用、工期、効果それぞれを定量的に評価する必要がある。

一方、定量的な評価を実施することは、上述のような検討を実施するためにも必要であるが、同時に、外部への説明を円滑に実施するためにも不可欠である。一般の国民や住民に対する説明、専門的な知識を持つ学識経験者の助言を得るアドバイザー会議³⁾の場、あるいは地域の住民と協働での検討の場において、対策の妥当性を定量的な評価に基づいたデータを用いて行くと、わかりやすく、かつ説得力の高い説明を行うことができるであろう。

交通安全対策の実施前にその効果を定量的に評価する方法として、対策対象箇所において試行的に対策を実施し、実験的に事故削減効果を測定すること、および過去の対策実施による効果事例に基づいて評価することが考えられる。前者の例として、首都高速道路の一部区間では、カーブ先の前方障害物に起因する事故の対策として、VICS 車載機を活用した情報提供を試行的に導入し、その効果を計測している⁴⁾。前者の手法を用いることで、直接的に効果を測定することができるが、試行的とはいえ、対策を実施するには多くの費用と期間を要することから、すべての対策においてこの手法を採用するのは困難と考えられる。一方、後者は、評価に費用や期間を要しないが、実施のためには過去の対策効果事例が体系的に整理されている必要がある⁵⁾。

そこで、本節においては、各種の交通安全対策による効果を定量的に評価できるよう、全国の幹線道路において実施された事故多発地点対策の効果を分析、整理した。

2.2.2 分析の方法

本節では幹線道路の事故多発地点における対策を対象とすることから、交通安全対策の中でも、交通安全施設整備を対象として分析を行うことを基本とした。分析の方法として、同一箇所における対策の実施前後の交通事故発生状況を比較する方法（事前事後評価、Before and After Study）と、同一時点における対策の実施箇所と非実施箇所の交通事故発生状況を比較する方法（対策有無別評価、With/Without Study）が考えられる。前者は同一箇所と比較を行うことから、道路や沿道の状況がほぼ同じ条件下で比較を行うことができ、交通安全対策以外の影響を除外できる点で望ましい。したがって、本節の分析でも、事前事後評価の方法を用いることとした。

本分析では、「事故多発地点緊急対策事業」実施箇所における経年的な交通安全対策実施状況と事故発生状況の変化を調査した「事故多発地点フォローアップ調査データ」を用いた。「事故多発地点緊急対策事業」は、国土交通省と警察庁が連携しながら、幹線道路（一般国道、一般都道府県道、指定市の主要市道、指定市の一般市道の一部）における事故多発地点を対象に事故対策を実施したものであり、平成8年度～14年度に実施された。なお、平成2年～5年の4年間の交通事故発生状況に基づき、概ね10年ごとに1件以上の死亡事故が再起して発生する可能性が高い箇所が事故多発地点に選定され、全国で3,196箇所（単路部1,483箇所、交差点部1,713箇所）が選定されている⁶⁾。

事故多発地点フォローアップ調査の最新の調査は平成15年10月に実施しており、平成14年度までの対策実施状況と事故状況を調査している。調査項目のうち分析で使用したものを表-2・2・1に示す。

表-2・2・1 事故多発地点フォローアップ調査項目

	項目	内容	備考
・ 対策 実施 状況	①名称	計画中、あるいは実施済の対策名称。複数対策を実施した場合は、複数記入。	各対策別に 作成
	②事業開始年度	対策の事業開始年度。	
	③事業終了年度	対策の事業終了年度。	
	④事業主体	対策の事業主体（道路管理者、あるいは公安委員会）。	
⑤事故発生状況の変化	各年の死傷事故件数。 昼夜別、事故類型別に記入。 なお、昼夜は、事故発生時の昼夜の別であり、日の出～日没を「昼」、日没～日の出を「夜」としている。また事故類型は、当事者がどのような行動関係で、またはどのような事故誘発行為により、交通事故を発生させたかを分類したもの。		
事故 発生 状況			

事故多発地点は「単路部」と「交差点」に分けられているが、死傷事故件数の計上の方法は単路部と交差点で異なっている。単路部においては、区間内で発生した事故のうち、事故原票⁷⁾における道路形状（表-2・2・2）が単路になっている事故の件数のみを計上する。箇所によっては区間内に交差点を含む場合もあるが、このような場合でも、交差点や交差点付近の事故は計上しない。一方、交差点においては、箇所内で発生した事故のうち、道路形状が交差点、あるいは交差点付近となっている事故を計上する。ただし、従道路の交差点付近事故は計上しない。

表-2・2・2 道路形状の分類⁷⁾

交差点			交差点付近	単路			踏切		一般交通の場所	不明
大 (13.0m以上)	中 (5.5m以上)	小 (5.5m未満)		トンネル	橋	その他	第1種	その他		

ここでいう「交差点」とは、図-2・2・1 のように道路が交差する部分をいい、横断歩道が設けられている場合には横断歩道を含み、横断歩道のない場合には始端垂直説による（すみ切り部分も含む）。直進車同士の交差点内での衝突は、信号機、一時停止標識、外側線の巻き込みがある場合には交差点内とし、外側線が直線に引かれている場合は単路とする。「交差点付近」とは、交差点の側端から30m以内の道路の部分という。「単路」は、交差点、交差点付近、踏切、一般交通の場所を除く道路の部分である。「一般交通の場所」とは、高速道路、国道、都道府県道等に付属して設けられているサービスエリア、パーキングエリア等をいう。

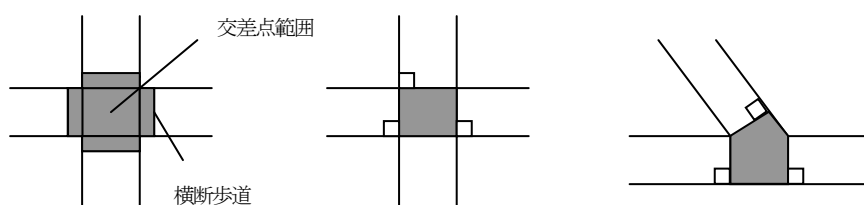


図-2・2・1 交差点に含まれる部分

下記では、分析の方法について述べる。

(1)概要

事故多発地点対策は、1つの箇所では単一の対策のみが実施される場合もあれば、複数の対策を組み合わせる場合もあるが、本分析では、単一の対策のみを実施した箇所のデータを用いて、他の対策の影響を受けない、個々の対策の効果を分析することとした。実際の対策において、必要に応じて複数の対策を組み合わせることは多々あると考えられ、複数対策の組み合わせによる対策効果を分析することも重要であるが、まずは単一対策の効果を分析することとした。なお、事故多発地点全3,956箇所のうち、単一対策のみを実施した箇所は673箇所であり、このうち道路管理者の対策を実施した箇所は562箇所であった。

(2)対策、事故類型の集約

対策効果は、各対策別、事故類型別に算出した。ここで、対策、事故類型とも、対策箇所や、事前事後の事故件数がある程度確保するため、類似のものをまとめることとし、対策については表-2・2・3と表-2・2・4、事故類型については表-2・2・5の分類を分析で用いた。

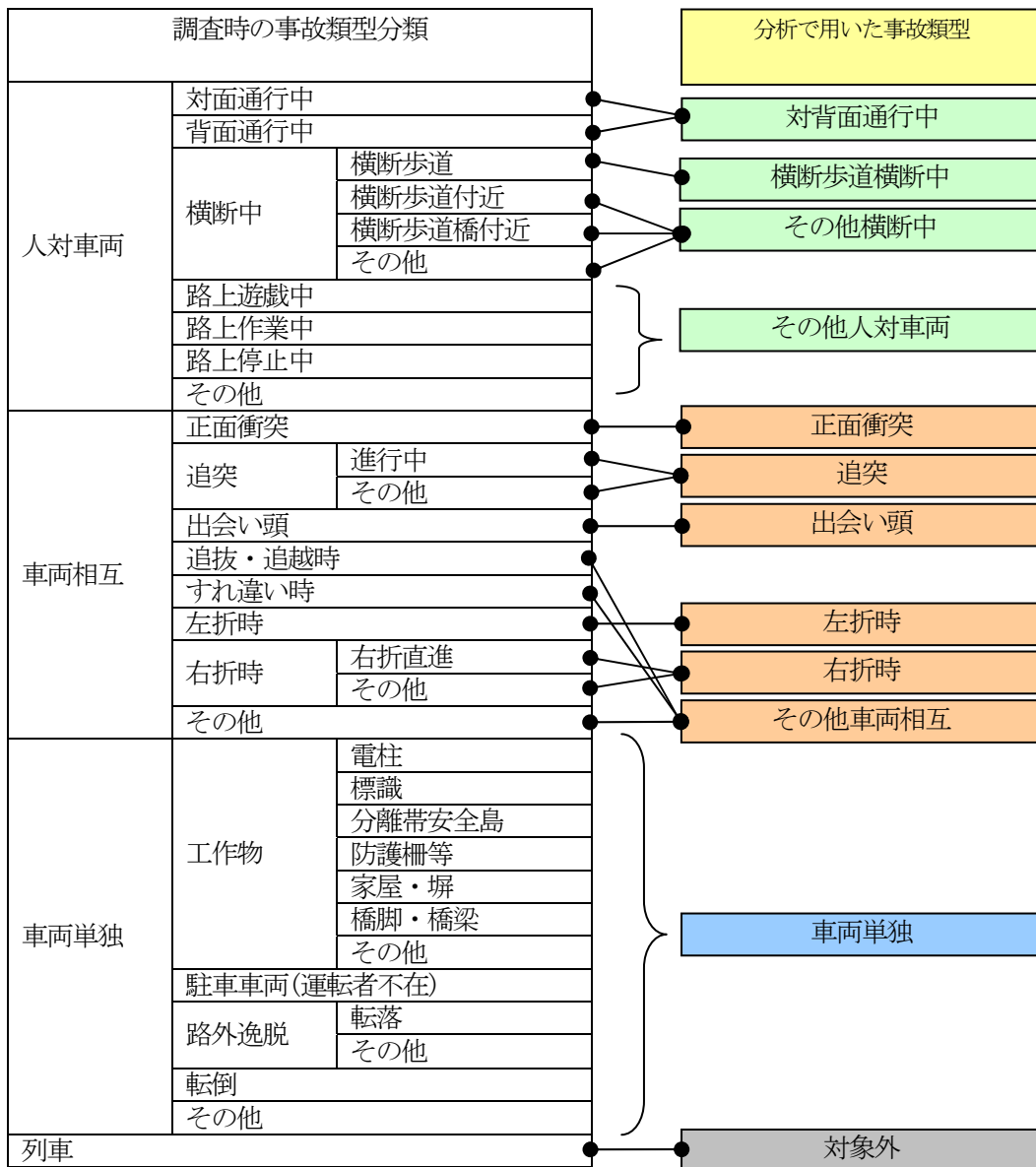
表-2・2・3 分析で用いた対策分類（単路部）

大分類	対策（調査時の分類）	分析で用いた分類
歩道	歩道、自転車歩行者道	歩道
	自転車歩行者専用道路	
	自転車専用道路	
	巻き込み部の段差・勾配	
	障害物排除（施設）	
	障害物排除（自転車等）	
	電線類の地中化	
立体横断施設	立体横断施設（横断歩道橋、地下横断歩道）	立体横断施設
中央帯	中央帯（分離施設あり）	中央帯
	中央帯（分離施設なし）	
	中央分離帯の開口部	
眩光防止施設	中央分離帯の眩光防止板	眩光防止施設
	中央分離帯の植栽	
視距改良	植栽の整理	植栽の整理
	線形改良	線形改良
道路照明	道路照明	道路照明
道路標識	警戒標識	警戒標識
	案内標識	案内標識
区画線・路面標示	路面標示（文字、マーク、矢印等）	路面標示（文字、マーク、矢印等）
	車道外側線、車道中央線、車線境界線（高輝度）	車道外側線、車道中央線、車線境界線
	車道外側線、車道中央線、車線境界線（バイブラ）	
	車道外側線、車道中央線、車線境界線（その他）	
車線幅員等	停車帯	車線幅員等
	路肩（縮小）	
	路肩（その他）	
	車線	
	登坂車線・付加車線（譲り合い車線）	
	バスベイ	
防護柵	歩道用防護柵・ポラード	防護柵
	中央分離帯防護柵	
	路側用防護柵	
道路反射鏡	道路反射鏡	道路反射鏡
視線誘導標	視線誘導標	視線誘導標
速度抑制施設	コミュニティ道路	速度抑制施設
	ハンプ	
	シケイン	
舗装	舗装改良（滑り止め）	滑り止め舗装
	舗装改良（排水性舗装）	排水性舗装
	舗装改良（段差舗装）	舗装その他
	舗装改良（カラー化）	
	舗装改良（その他）	
その他	バイパス	バイパス
	簡易パーキングエリア／路外駐車場／環状道路／道路情報板／雪寒対策（薬剤散布）／雪寒対策（ロードヒーティング）／雪寒対策（その他）	単路部その他
	その他	

表-2・2・4 分析で用いた対策分類（交差点）

大分類	対策（調査時の分類）	分析で用いた分類
歩道	巻き込み部の段差、勾配	歩道
	障害物排除（施設）	
	障害物排除（自転車等）	
	電線類の地中化	
交差点改良		
立体化	立体交差化	立体化
	交差点立体化	
線形改良	線形改良（隅切りの改良）	線形改良
	線形改良（交差点形状の変更）	
	線形改良（その他）	
	交差点のコンパクト化	
	交通島（マウトアップ）	
	歩道たまり部の改善	
付加車線	右折レーン	右折レーン
	左折レーン	左折レーン
立体横断施設	立体横断施設（横断歩道橋、地下横断歩道）	立体横断施設
中央帯	中央帯の先端表示	中央帯の先端表示
視距改良	植栽等の整理	植栽等の整理
道路照明	道路照明	道路照明
道路標識	警戒標識	警戒標識
	案内標識	案内標識
区画線・路面標示	路面標示（文字、マーク、矢印等）	路面標示
	導流帯	導流帯
防護柵	歩道用防護柵・ボラード	防護柵
道路反射鏡	道路反射鏡	道路反射鏡
舗装	舗装改良（カラー化）	カラー舗装
	舗装改良（滑り止め）	滑り止め舗装
	舗装改良（排水性舗装）	排水性舗装
	舗装改良（段差舗装）	舗装その他
	舗装改良（その他）	
その他	バイパス	バイパス
	簡易パーキングエリア	交差点その他
	路外駐車場	
	環状道路	
	道路情報板	
	雪寒対策（薬剤散布）	
	雪寒対策（ロードヒーティング）	
	雪寒対策（その他）	
その他		

表-2・2・5 分析で用いた事故類型



※人対車両事故については表-2・2・5 のように 4 類型に集約するが、これでもなお他の類型と比較するとサンプル数が少ないため、以下では参考として人対車両事故をすべてまとめた「人対車両」を併記した（一部を除く）。

(3)分析対象の対策

(2)で示した対策について、対策別の箇所数（当該対策のみを実施した箇所）を表-2・2・6に示す。

表-2・2・6 対策別の箇所数（単一对策のみ実施箇所）

単路部		交差点	
対策名	箇所数	対策名	箇所数
道路照明	79	道路照明	55
滑り止め舗装	29	線形改良	34
単路部その他	28	右折レーン	33
視線誘導標	27	路面標示	24
歩道	24	滑り止め舗装	13
車線幅員等	22	交差点その他	13
路面標示	19	排水性舗装	9
車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	立体化	7
警戒標識	17	カラー舗装	6
バイパス	13	中央帯の先端表示	5
防護柵	10	警戒標識	5
中央帯	8	防護柵	5
線形改良	8	案内標識	4
舗装その他	8	植栽等の整理	3
植栽の整理	7	導流帯	3
排水性舗装	6	バイパス	3
案内標識	5	左折レーン	2
道路反射鏡	4	道路反射鏡	2
眩光防止施設	1	歩道	1
立体横断施設	0	舗装その他	1
速度抑制施設	0	立体横断施設	0

このうち、「単路部その他」と「交差点その他」は、様々な対策を含んでいるため、分析からは除外した。また、単路部の「眩光防止施設」、「立体横断施設」、「速度抑制施設」、交差点の「歩道」、「舗装その他」、「立体横断施設」については、箇所数が少ないため分析から除外した。

(4)分析対象の事故類型

2.2.1でも述べたように、対策によって対象とする事故類型が異なる。たとえ分析の結果、対策が対象としない事故タイプの事故が減少していることがわかったとしても、その対策の効果でない可能性が高いため、当該対策を実施するべきではないと考えられる。むしろ、当該対策が、本来対象とする事故類型以外の対策に対しても影響をおよぼしている可能性は否定できないが、本節で用いたデータによってこれを検証することは困難であるため、本節では、対策が対象とする事故類型のみを対象に分析することとする。対策が対象とする事故類型は、「交通安全事業必携」⁸⁾に基づいて、表-2・2・7のように設定した。なお、一部の対策は「交通安全事業必携」に記載がなかったので、新たに設定した。なお、道路照明については夜間事故のみを分析対象とした。また、歩道の一部の事故類型は自転車事故のみに関係するものであるが、自転車事故のみを対象としては分析できないため、自動車同士の事故も含めて分析した。

表-2・2・7 対策が対象とする事故類型

	対策名	人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独	備考
単路部	道路照明	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	「照明施設」 夜間事故のみ
	滑り止め舗装	○	○				○					○	○	「路面の整備」
	視線誘導標												○	新たに設定
	歩道	○	○		○		▲	○	▲	▲	▲	▲		「歩道」 ▲は自転車関連
	車線幅員等	○	○				○					○	○	「幅員改良」
	路面標示	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	警戒標識	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	バイパス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	新たに設定
	防護柵	○	○		○			○					○	「防護柵」
	中央帯						○							「中央帯」
	線形改良												○	「曲線半径改良」
	舗装その他	○	○				○					○	○	「路面の整備」
	植栽の整理	○			○		○		○					「視距改良」
	排水性舗装	○	○				○					○	○	「路面の整備」
案内標識	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」	
道路反射鏡	○			○		○		○					「視距改良」	
交差点	道路照明	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	「照明施設」 夜間事故のみ
	線形改良	○		○	○					○	○			新たに設定
	右折レーン										○			「導流施設」
	路面標示	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	滑り止め舗装	○	○				○					○	○	「路面の整備」
	排水性舗装	○	○				○					○	○	「路面の整備」
	立体化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	カラー舗装	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	中央帯の先端表示						○						○	新たに設定
	警戒標識	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	防護柵	○	○		○			○					○	「防護柵」
	案内標識	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	「誘導施設」
	植栽等の整理	○			○		○		○					「視距改良」
	導流帯									○	○			「導流施設」
	バイパス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	新たに設定
左折レーン									○				「導流施設」	
道路反射鏡	○			○		○		○					「視距改良」	

注1) 備考の「」内は、交通安全事業必携⁸⁾に記載の対応する対策。

注2) 交通安全事業必携に記載の事故類型のうち、人対自動車の「路上への飛び出し」はその他横断中と見なした

(5) 使用したデータ年次

(3)、(4)で示した対策、事故類型を対象に、事前事後の死傷事故件数の比較により、対策効果の算出を行った。ここでいう「事前」のデータとしては、事故多発地点抽出時のデータである平成2年～5年のデータを用いた。一方、箇所によって対策が完了した年度が異なることから、「事後」のデータとしては、対策が完了した翌年～平成14年（収録中最新のデータ）を用いることとした（表・2・2・8 参照）。

表・2・2・8 分析に用いる対策前後の年次の考え方

対策完了年度	「事前」データの年次	「事後」データの年次
平成6～7年度	平成2～5年	平成8～14年
平成8年度		平成9～14年
平成9年度		平成10～14年
平成10年度		平成11～14年
平成11年度		平成12～14年
平成12年度		平成13～14年
平成13年度		平成14年

(6) 事前事後比較の方法

分析では、事前事後の比較の方法によって、以下の異なる3パターンの方法それぞれを実施した。

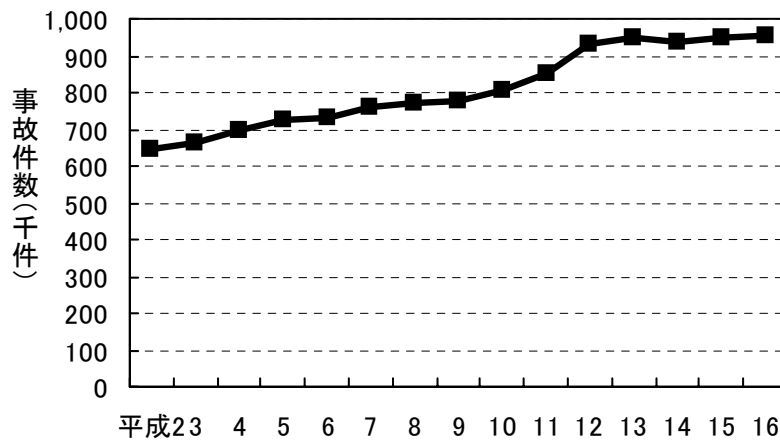
①事前事後の死傷事故件数の単純比較

事前事後の事故件数を単純に比較するものであり、事故件数の変化率を算出した。事故件数の変化率は、下記のように算出した。

$$\text{事故件数変化率 (\%)} = \frac{\text{事前の事故件数 (件/年)} - \text{事後の事故件数 (件/年)}}{\text{事前の事故件数 (件/年)}} \times 100$$

②全国的な事故件数の伸びを考慮した比較

平成2年以降、図・2・2・2の通り全国的に見ると死傷事故件数が大幅に増加している。したがって、単純に①のように事故件数の増減を比較するだけでは、対策の評価を見誤る可能性がある。



図・2・2・2 幹線道路の死傷事故件数の推移

2.2.3 分析結果

(1)事故多発地点対策事業全体の概要

分析結果を示す前に、事故多発地点対策事業全体の進捗状況や事故削減状況などの概要について述べる。事故多発地点対策事業は、平成8年度に開始して以降、平成14年度まで実施された。その間図-2・2・4のように着実に対策が実施されてきた。本節では対策事前事後を比較する観点から、平成13年までに何らかの対策が完了した箇所を対象に分析を実施するが、事故多発地点全3,196箇所のうち、91.0%にあたる2,908箇所、平成13年までに何らかの対策が完了している。

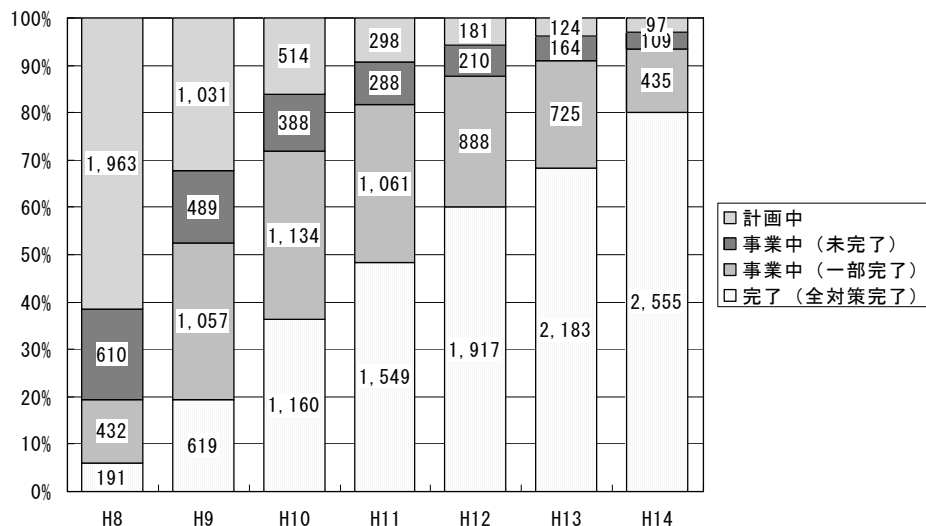


図-2・2・4 対策の進捗状況

事故多発地点においては、表-2・2・9や表-2・2・10に示す対策が道路管理者によって実施されている（このほかに、都道府県公安委員会も対策を実施している）。単路では道路照明や視線誘導標、歩道・自転車歩行者道の対策箇所数が多く、交差点では道路照明、右折レーン、路面標示の対策箇所数が多い。

表-2・2・9 事故多発地点における実施対策（対策数上位10対策、単路、道路管理者実施）

対策内容	対策数
道路照明	618
視線誘導標	503
路面標示（文字、マーク、矢印等）	321
車道外側線、車道中央線、車線境界線（その他）	268
歩道、自転車歩行者道	259
警戒標識	237
舗装改良（滑り止め）	186
車道外側線、車道中央線、車線境界線（高輝度）	170
車線	118
舗装改良（排水性舗装）	113

表-2・2・10 事故多発地点における実施対策（対策数上位 10 対策、交差点、道路管理者実施）

対策内容	対策数
道路照明	518
右折レーン	426
路面標示（文字、マーク、矢印等）	413
交差点のコンパクト化	212
舗装改良（排水性舗装）	171
舗装改良（滑り止め）	124
中央帯の先端表示	105
導流帯	100
歩道用防護柵・ボラード	95
警戒標識	90

対策の実施によって、事故件数が削減されている。図-2・2・5 は、対策前（平成 2～5 年）の平均死傷事故件数（件/年）と対策後（対策実施翌年以降）の平均死傷事故件数（件/年）を比較したものであるが、交差点、単路ともに事故件数が減少していることがわかる。

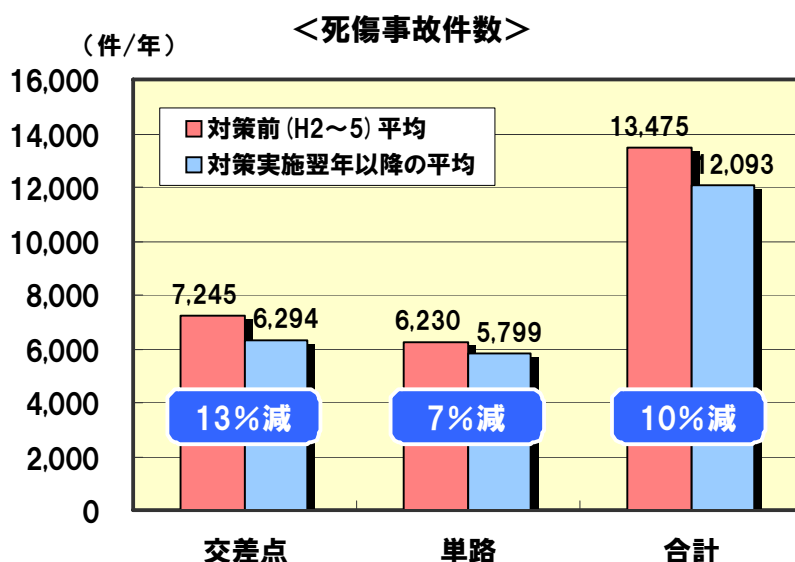


図-2・2・5 事故多発地点対策実施前後の死傷事故件数の比較（全対策完了箇所）

図-2・2・6 と図-2・2・7 は事故類型別に事前事後の死傷事故件数を比較したものである。単路部では、対背面通行中やその他横断中、その他人対車両、正面衝突、その他車両相互、工作物衝突、駐車車両衝突、路外逸脱の各事故件数が減少しており、交差点部では、対背面通行中や横断歩道横断中、その他横断中、正面衝突、出会い頭、右折時、その他車両相互、工作物衝突、駐車車両衝突の各事故件数が減少している。元々件数の少ない事故類型以外では、単路交差点とも追突と左折時が増加している。これらの事故が増加しているのは、これらの事故による死傷事故件数が全国的に増加していることが影響していると考えられる（図-2・2・8 参照）。

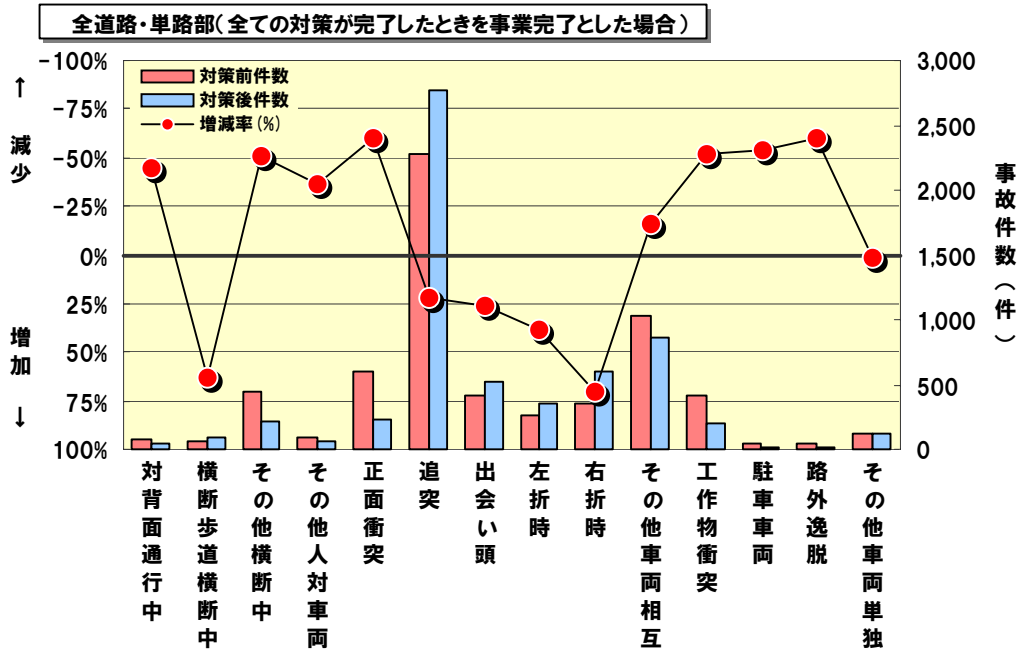


図-2・2・6 事故多発地点対策実施前後の死傷事故件数の比較 (全対策完了箇所・事故類型別・単路)

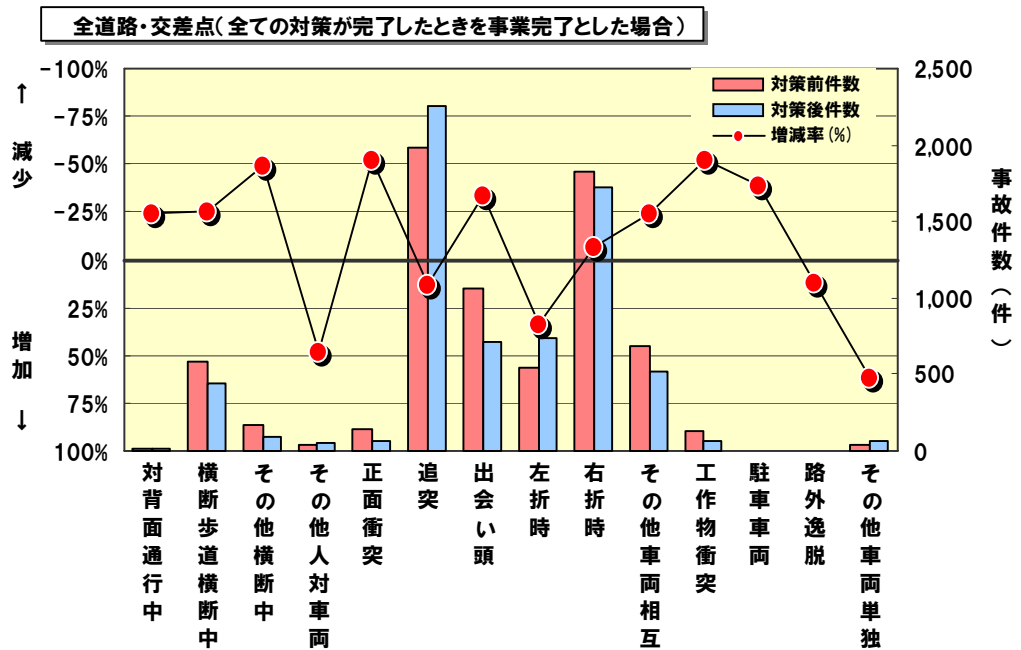


図-2・2・7 事故多発地点対策実施前後の死傷事故件数の比較 (全対策完了箇所・事故類型別・交差点)

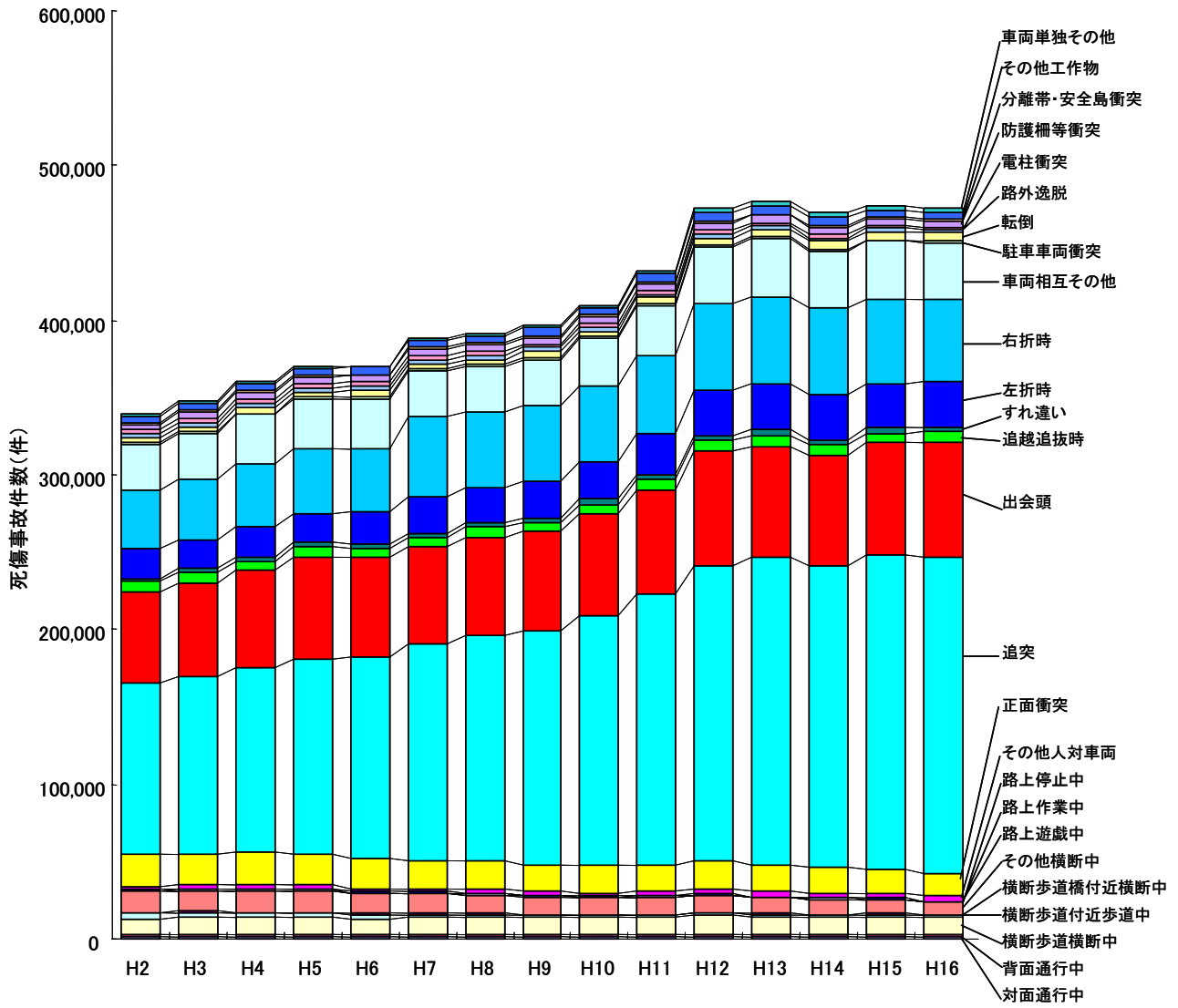


図-2・2・8 幹線道路の事故類型別死傷事故件数の推移

(2)対策別の分析結果

単独対策のみを実施した箇所のデータを用いて、対策別、事故類型別の事前事後の死傷事故件数を集計し、単純な比較を行った。結果を表-2・2・11～2・2・13に示す。

表-2・2・11 対策前の死傷事故件数 (件/年)

	対策名	箇所数	①:対策前事故件数(件/年)											
			人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独
単路部	道路照明	79	32.00	4.00	3.25	22.25	2.50	17.00	66.25	13.75	3.50	7.50	27.00	20.50
	滑り止め舗装	29	21.50	2.75				22.75					36.00	15.75
	視線誘導標	27												18.00
	歩道	24	21.50	1.00		15.50		8.50	57.25	9.00	6.00	16.50	28.00	
	車線幅員等	22	13.25	1.00				5.25					25.75	10.00
	路面標示	19	9.00	1.50	0.25	5.75	1.50	7.25	40.00	4.00	4.25	7.75	12.75	8.25
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	16.00	4.50	1.75	8.00	1.75	3.50	44.75	11.75	5.75	14.75	22.50	6.50
	警戒標識	17	13.75	2.75	0.50	8.75	1.75	10.00	27.50	5.25	6.50	6.00	14.75	8.50
	バイパス	13	10.25	1.75	1.50	5.00	2.00	10.75	21.00	2.50	1.00	0.75	9.25	11.00
	防護柵	10	11.25	0.25		8.00			24.50					4.25
	中央帯	8						2.00						
	線形改良	8												4.25
	舗装その他	8	8.25	1.75				2.25					20.75	4.25
	植栽の整理	7	4.00			2.00		2.25		8.00				
	排水性舗装	6	3.50	0.25				2.25					11.00	0.25
	案内標識	5	0.75	0.50	0.00	0.00	0.25	2.75	17.25	0.50	0.50	2.75	5.25	3.00
	道路反射鏡	4	2.25			1.75		1.25		0.50				
交差点	道路照明	55	11.75	0.25	7.00	4.50	0.00	3.00	30.75	21.75	3.75	20.75	9.00	4.00
	線形改良	34	34.25		23.00	9.25					18.50	48.75		
	右折レーン	33										40.75		
	路面標示	24	10.75	0.00	6.50	4.25	0.00	1.00	20.75	21.00	5.25	30.75	5.25	3.00
	滑り止め舗装	13	7.50	0.25				1.00					7.50	2.25
	排水性舗装	9	6.75	0.25				0.75					6.75	2.25
	立体化	7	6.25	0.25	5.00	1.00	0.00	1.00	21.00	10.50	4.50	18.75	6.50	1.25
	カラー舗装	6	3.00	0.00	2.25	0.50	0.25	0.25	6.25	7.00	1.50	4.75	1.50	0.25
	中央帯の先端表示	5						0.25						2.25
	警戒標識	5	1.50	0.00	0.25	1.25	0.00	0.00	2.75	5.00	1.00	1.25	1.50	0.25
	防護柵	5	5.75	0.00		1.75			9.75					0.50
	案内標識	4	1.75	0.50	1.00	0.25	0.00	0.00	6.25	3.50	1.50	4.00	2.75	0.50
	植栽等の整理	3	1.00			0.25		0.00		3.50				
	導流帯	3									1.00	7.00		
	バイパス	3	1.75	0.25	0.25	1.00	0.25	0.50	3.25	2.50	2.00	2.50	2.00	1.00
	左折レーン	2									2.50			
	道路反射鏡	2	0.25			0.25		1.00		2.75				

表-2・2・12 対策後の死傷事故件数 (件/年)

	対策名	箇所数	②:対策後事故件数(件/年)											
			人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独
単路部	道路照明	79	14.35	2.57	2.08	7.53	2.17	7.60	67.39	15.29	3.10	16.56	14.79	12.86
	滑り止め舗装	29	23.08	1.89				7.95					26.36	11.93
	視線誘導標	27												16.41
	歩道	24	12.83	1.08		5.40		5.48	61.48	29.50	9.80	28.08	17.92	
	車線幅員等	22	10.18	0.64				1.79					23.39	9.34
	路面標示	19	6.75	0.75	0.75	5.08	0.17	1.70	35.13	7.12	6.83	10.52	11.23	3.52
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	13.87	0.40	4.80	7.30	1.37	4.63	47.47	14.42	12.28	25.23	15.93	4.88
	警戒標識	17	5.83	0.00	0.20	4.73	0.90	2.40	34.80	13.70	7.67	8.07	8.88	2.70
	バイパス	13	3.57	1.20	0.00	2.03	0.33	2.67	5.09	3.17	0.00	2.83	6.63	6.88
	防護柵	10	12.67	1.20		5.97			31.13					4.53
	中央帯	8						1.67						
	線形改良	8												4.50
	舗装その他	8	7.95	0.83				1.78					15.48	2.10
	植栽の整理	7	1.73			0.00		1.43		6.37				
	排水性舗装	6	4.93	0.17				0.00					4.50	4.00
	案内標識	5	0.90	0.00	0.00	0.20	0.70	0.60	16.15	3.03	0.87	3.53	4.70	0.17
	道路反射鏡	4	1.50			0.50		0.60		1.00				
交差点	道路照明	55	7.67	0.00	5.38	1.84	0.45	1.69	29.93	15.77	4.07	20.23	6.05	2.03
	線形改良	34	25.33		15.60	6.32					24.44	57.12		
	右折レーン	33										25.05		
	路面標示	24	6.42	0.00	5.55	0.70	0.17	1.93	27.37	17.13	4.67	23.30	4.23	3.27
	滑り止め舗装	13	5.62	0.00				1.67					6.87	1.17
	排水性舗装	9	3.58	0.14				0.34					1.82	0.33
	立体化	7	2.85	0.00	1.64	1.04	0.17	0.57	23.86	4.72	4.84	8.03	4.18	1.20
	カラー舗装	6	2.62	0.25	2.17	0.00	0.20	0.17	6.18	3.27	1.26	3.18	0.67	0.00
	中央帯の先端表示	5						0.00						1.35
	警戒標識	5	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.25	8.55	1.65	0.50	1.50	1.20	0.00
	防護柵	5	5.17	0.00		1.00			6.55					0.75
	案内標識	4	1.02	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00	11.22	3.75	1.75	5.97	1.45	0.58
	植栽等の整理	3	1.50			0.25		0.00		2.40				
	導流帯	3									1.23	7.55		
	バイパス	3	0.14	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	1.43	0.57	0.43	0.57	1.14	0.14
	左折レーン	2									3.76			
	道路反射鏡	2	2.00			0.00		0.00		2.35				

表-2・2・13 死傷事故件数変化率 (%)

対策名	箇所数	③:死傷事故件数変化率(%)=(①-②)÷①×100												
		人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独	
単路部	道路照明	79	55.17	35.83	36.12	66.14	13.24	55.32	-1.72	-11.17	11.43	-120.76	45.23	37.27
	滑り止め舗装	29	-7.35	31.17				65.05					26.77	24.28
	視線誘導標	27												8.84
	歩道	24	40.31	-8.33		65.16		35.49	-7.39	-227.78	-63.33	-70.20	36.01	
	車線幅員等	22	23.20	35.71				65.85					9.17	6.62
	路面標示	19	25.00	50.00	-200.00	11.59	88.89	76.55	12.17	-77.92	-60.78	-35.70	11.90	57.37
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	13.33	91.11	-174.29	8.75	21.90	-32.38	-6.07	-22.70	-113.62	-71.07	29.19	24.87
	警戒標識	17	57.58	100.00	60.00	45.90	48.57	76.00	-26.55	-160.95	-17.95	-34.44	39.77	68.24
	バイパス	13	65.20	31.43	100.00	59.33	83.33	75.19	75.76	-26.67	100.00	-277.78	28.34	37.45
	防護柵	10	-12.59	-380.00		25.42			-27.07					-6.67
	中央帯	8						16.67						
	線形改良	8												-5.88
	舗装その他	8	3.64	52.38				20.74					25.38	50.59
	植栽の整理	7	56.67			100.00		36.30		20.42				
	排水性舗装	6	-40.95	33.33				100.00					59.09	-1500.00
	案内標識	5	-20.00	100.00			-180.00	78.18	6.38	-506.67	-73.33	-28.48	10.48	94.44
	道路反射鏡	4	33.33			71.43		52.00		-100.00				
交差点	道路照明	55	34.71	100.00	23.16	59.05		43.81	2.66	27.51	-8.57	2.49	32.78	49.35
	線形改良	34	26.04		32.19	31.69					-32.10	-17.17		
	右折レーン	33										38.52		
	路面標示	24	40.31		14.62	83.53		-93.33	-31.89	18.41	11.11	24.23	19.37	-8.89
	滑り止め舗装	13	25.11	100.00				-66.67					8.44	48.15
	排水性舗装	9	47.02	42.86				54.29					73.09	85.19
	立体化	7	54.36	100.00	67.14	-4.29		43.33	-13.61	55.01	-7.51	57.16	35.75	4.00
	カラー舗装	6	12.78		3.70	100.00	20.00	33.33	1.14	53.27	15.87	33.13	55.56	100.00
	中央帯の先端表示	5						100.00						40.00
	警戒標識	5	40.00		100.00	28.00			-210.91	67.00	50.00	-20.00	20.00	100.00
	防護柵	5	10.14			42.86			32.82					-50.00
	案内標識	4	41.90	100.00	-1.67	100.00			-79.47	-7.14	-16.67	-49.17	47.27	-16.67
	植栽等の整理	3	-50.00			0.00				31.43				
	導流帯	3									-23.33	-7.86		
	バイパス	3	91.84	100.00	42.86	100.00	100.00	71.43	56.04	77.14	78.57	77.14	42.86	85.71
左折レーン	2									-50.48				
道路反射鏡	2	-700.00			100.00		100.00		14.55					

※空白セルは、対策実施前の死傷事故件数が0件の区分(変化率を算出できない)

また、対策実施前後の事故件数に差はないことを帰無仮説としてウィルコクソンの符号付順位和検定を行った結果を表-2・2・14に示す。なお、検定手法の制約から、サンプル数が5以上となる対策×事故類型の組み合わせを対象に分析を実施している（ここでいう「サンプル数」は、事前の事故件数≠事後の事故件数となる箇所数）。なお、サンプル数をなるべく確保するため、人対車両はまとめて分析している。

表-2・2・14 ウィルコクソンの符号付順位和検定結果

	対策名	箇所数	検定結果(●:有意水準5%で帰無仮説が棄却された区分)						
			人対車両	正面衝突	追突	出合い頭	左折時	右折時	車両単独
単路部	道路照明	79		●	●	●			
	滑り止め舗装	29		●					
	視線誘導標	27							
	歩道	24		●					
	車線幅員等	22	●	●					
	路面標示	19			●				
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19							
	警戒標識	17		●					●
	バイパス	13	●	●	●		-		
	防護柵	10							
	中央帯	8		-					
	線形改良	8							
	舗装その他	8							
	植栽の整理	7							
	排水性舗装	6		-					-
	案内標識	5		-			-	-	-
道路反射鏡	4	-	-			-			
交差点	道路照明	55							
	線形改良	34							
	右折レーン	33							
	路面標示	24							
	滑り止め舗装	13		-					●
	排水性舗装	9		-					
	立体化	7		-					
	カラー舗装	6		-		●	-		-
	中央帯の先端表示	5		-					-
	警戒標識	5		-	-		-	-	-
	防護柵	5							-
	案内標識	4	-	-	-	-	-	-	-
	植栽等の整理	3	-	-					
	導流帯	3					-	-	
	バイパス	3	-	-	-	-	-	-	-
左折レーン	2					-			
道路反射鏡	2	-	-			-			

※「-」は、サンプル数が少ないため検定を行うことができなかった区分

次に、全国的な事故件数の伸びを考慮した比較を行った結果を表-2・2・15～2・2・17に示す。

表-2・2・15 全国の伸びを考慮した死傷事故件数 (件/年)

対策名	箇所数	④: 全国の伸びを考慮した事故件数=対策前事故件数①×全国幹線の伸び率											
		人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独
道路照明	79	42.42	5.30	4.31	29.49	3.31	22.53	87.82	18.23	4.64	9.94	35.79	27.17
滑り止め舗装	29	28.50	3.65				30.16					47.72	20.88
視線誘導標	27												23.86
歩道	24	28.50	1.33		20.55		11.27	75.89	11.93	7.95	21.87	37.12	
車線幅員等	22	17.56	1.33				6.96					34.13	13.26
路面標示	19	11.93	1.99	0.33	7.62	1.99	9.61	53.02	5.30	5.63	10.27	16.90	10.94
車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	21.21	5.97	2.32	10.60	2.32	4.64	59.32	15.58	7.62	19.55	29.83	8.62
警戒標識	17	18.23	3.65	0.66	11.60	2.32	13.26	36.45	6.96	8.62	7.95	19.55	11.27
バイパス	13	13.59	2.32	1.99	6.63	2.65	14.25	27.84	3.31	1.33	0.99	12.26	14.58
防護柵	10	14.91	0.33		10.60			32.48					5.63
中央帯	8						2.65						
線形改良	8												5.63
舗装その他	8	10.94	2.32				2.98					27.51	5.63
植栽の整理	7	5.30			2.65		2.98		10.60				
排水性舗装	6	4.64	0.33				2.98					14.58	0.33
案内標識	5	0.99	0.66	0.00	0.00	0.33	3.65	22.87	0.66	0.66	3.65	6.96	3.98
道路反射鏡	4	2.98			2.32		1.66		0.66				
道路照明	55	15.58	0.33	9.28	5.97	0.00	3.98	40.76	28.83	4.97	27.51	11.93	5.30
線形改良	34	45.40		30.49	12.26					24.52	64.62		
右折レーン	33										54.02		
路面標示	24	14.25	0.00	8.62	5.63	0.00	1.33	27.51	27.84	6.96	40.76	6.96	3.98
滑り止め舗装	13	9.94	0.33				1.33					9.94	2.98
排水性舗装	9	8.95	0.33				0.99					8.95	2.98
立体化	7	8.28	0.33	6.63	1.33	0.00	1.33	27.84	13.92	5.97	24.85	8.62	1.66
カラー舗装	6	3.98	0.00	2.98	0.66	0.33	0.33	8.28	9.28	1.99	6.30	1.99	0.33
中央帯の先端表示	5						0.33						2.98
警戒標識	5	1.99	0.00	0.33	1.66	0.00	0.00	3.65	6.63	1.33	1.66	1.99	0.33
防護柵	5	7.62	0.00		2.32			12.92					0.66
案内標識	4	2.32	0.66	1.33	0.33	0.00	0.00	8.28	4.64	1.99	5.30	3.65	0.66
植栽等の整理	3	1.33			0.33		0.00		4.64				
導流帯	3									1.33	9.28		
バイパス	3	2.32	0.33	0.33	1.33	0.33	0.66	4.31	3.31	2.65	3.31	2.65	1.33
左折レーン	2									3.31			
道路反射鏡	2	0.33			0.33		1.33		3.65				

表-2・2・16 対策後の死傷事故件数 (件/年、表-2・2・13 の再掲)

	対策名	箇所数	②: 対策後事故件数(件/年)											
			人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独
単路部	道路照明	79	14.35	2.57	2.08	7.53	2.17	7.60	67.39	15.29	3.10	16.56	14.79	12.86
	滑り止め舗装	29	23.08	1.89				7.95					26.36	11.93
	視線誘導標	27												16.41
	歩道	24	12.83	1.08		5.40		5.48	61.48	29.50	9.80	28.08	17.92	
	車線幅員等	22	10.18	0.64				1.79					23.39	9.34
	路面標示	19	6.75	0.75	0.75	5.08	0.17	1.70	35.13	7.12	6.83	10.52	11.23	3.52
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	13.87	0.40	4.80	7.30	1.37	4.63	47.47	14.42	12.28	25.23	15.93	4.88
	警戒標識	17	5.83	0.00	0.20	4.73	0.90	2.40	34.80	13.70	7.67	8.07	8.88	2.70
	バイパス	13	3.57	1.20	0.00	2.03	0.33	2.67	5.09	3.17	0.00	2.83	6.63	6.88
	防護柵	10	12.67	1.20		5.97			31.13					4.53
	中央帯	8						1.67						
	線形改良	8												4.50
	舗装その他	8	7.95	0.83				1.78					15.48	2.10
	植栽の整理	7	1.73			0.00		1.43		6.37				
	排水性舗装	6	4.93	0.17				0.00					4.50	4.00
	案内標識	5	0.90	0.00	0.00	0.20	0.70	0.60	16.15	3.03	0.87	3.53	4.70	0.17
	道路反射鏡	4	1.50			0.50		0.60		1.00				
交差点	道路照明	55	7.67	0.00	5.38	1.84	0.45	1.69	29.93	15.77	4.07	20.23	6.05	2.03
	線形改良	34	25.33		15.60	6.32					24.44	57.12		
	右折レーン	33										25.05		
	路面標示	24	6.42	0.00	5.55	0.70	0.17	1.93	27.37	17.13	4.67	23.30	4.23	3.27
	滑り止め舗装	13	5.62	0.00				1.67					6.87	1.17
	排水性舗装	9	3.58	0.14				0.34					1.82	0.33
	立体化	7	2.85	0.00	1.64	1.04	0.17	0.57	23.86	4.72	4.84	8.03	4.18	1.20
	カラー舗装	6	2.62	0.25	2.17	0.00	0.20	0.17	6.18	3.27	1.26	3.18	0.67	0.00
	中央帯の先端表示	5						0.00						1.35
	警戒標識	5	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.25	8.55	1.65	0.50	1.50	1.20	0.00
	防護柵	5	5.17	0.00		1.00			6.55					0.75
	案内標識	4	1.02	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00	11.22	3.75	1.75	5.97	1.45	0.58
	植栽等の整理	3	1.50			0.25		0.00		2.40				
	導流帯	3									1.23	7.55		
	バイパス	3	0.14	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	1.43	0.57	0.43	0.57	1.14	0.14
左折レーン	2									3.76				
道路反射鏡	2	2.00			0.00		0.00		2.35					

表-2・2・17 全国の伸びを考慮した事故件数変化率 (%)

対策名	箇所数	⑤: 全国の伸びを考慮した事故件数変化率(%) = (④-②) / ④												
		人対車両	対背面通行中	横断歩道横断中	その他横断中	その他人対車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	その他車両相互	車両単独	
単路部	道路照明	79	66.18	51.59	51.81	74.46	34.55	66.30	23.27	16.14	33.18	-66.54	58.68	52.68
	滑り止め舗装	29	19.01	48.07				73.64					44.76	42.88
	視線誘導標	27												31.23
	歩道	24	54.97	18.27		73.72		51.33	18.98	-147.27	-23.22	-28.40	51.73	
	車線幅員等	22	42.06	51.50				74.24					31.48	29.55
	路面標示	19	43.42	62.28	-126.32	33.31	91.62	82.31	33.74	-34.22	-21.29	-2.37	33.54	67.84
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	34.62	93.29	-106.92	31.16	41.09	0.13	19.98	7.44	-61.15	-29.06	46.58	43.32
	警戒標識	17	68.00	100.00	69.82	59.19	61.20	81.89	4.54	-96.86	11.02	-1.42	54.57	76.04
	バイパス	13	73.75	48.27	100.00	69.32	87.43	81.29	81.71	4.44	100.00	-184.99	45.94	52.81
	防護柵	10	15.06	-262.10		43.74			4.14					19.53
	中央帯	8						37.13						
	線形改良	8												20.12
	舗装その他	8	27.30	64.08				40.21					43.71	62.72
	植栽の整理	7	67.31			100.00		51.94		39.96				
	排水性舗装	6	-6.33	49.71				100.00					69.14	-1107.02
	案内標識	5	9.47	100.00			-111.23	83.54	29.37	-357.66	-30.76	3.07	32.46	95.81
	道路反射鏡	4	49.71			78.45		63.79		-50.88				
交差点	道路照明	55	50.75	100.00	42.04	69.11		57.61	26.57	45.31	18.10	26.44	49.29	61.79
	線形改良	34	44.21		48.85	48.46					0.35	11.61		
	右折レーン	33										53.62		
	路面標示	24	54.97		35.59	87.57		-45.85	0.51	38.45	32.94	42.84	39.17	17.86
	滑り止め舗装	13	43.50	100.00				-25.73					30.93	60.88
	排水性舗装	9	60.03	56.89				65.51					79.70	88.82
	立体化	7	65.57	100.00	75.21	21.33		57.25	14.30	66.06	18.89	67.68	51.53	27.58
	カラー舗装	6	34.20		27.36	100.00	39.65	49.71	25.42	64.74	36.54	49.56	66.47	100.00
	中央帯の先端表示	5						100.00						54.74
	警戒標識	5	54.74		100.00	45.68			-134.55	75.11	62.28	9.47	39.65	100.00
	防護柵	5	32.21			56.89			49.32					-13.16
	案内標識	4	56.17	100.00	23.30	100.00			-35.39	19.17	11.99	-12.53	60.22	11.99
	植栽等の整理	3	-13.16			24.56				48.27				
	導流帯	3									6.96	18.63		
	バイパス	3	93.84	100.00	56.89	100.00	100.00	78.45	66.84	82.76	83.83	82.76	56.89	89.22
左折レーン	2									-13.52				
道路反射鏡	2	-503.51			100.00		100.00		35.53					

※空白セルは、対策実施前の死傷事故件数が0件の区分（変化率を算出できない）

(3)分析全般のまとめ

単純な事故件数の比較では、効果が見られない対策が多く存在した。しかし、全国の伸びを考慮した場合は、多くの対策が効果を示した。これは、前述したとおり、全国的に死傷事故件数が増加していることが影響している。以下では全国の伸びを考慮した事故件数変化率を用いて考察を行う。なお、事故件数変化率と、検定結果をまとめた表を、表-2・2・18 に示す。

全体的に見れば、多くの対策において事故件数を削減する効果が得られていることが確認できる。対策と事故類型を組み合わせた 194 の区分（人対車両は 4 分類として計上、分析対象外や事故件数変化率を算出できない区分は除く）のうち、全国の伸びを考慮した場合は、167 の区分で事故件数変化率が正であり、事故削減効果が見られた。

このうち、交差点では 92 の区分のうち、85 の区分で事故削減効果が見られた。一方、単路部では 102 の区分のうち、効果が見られたのは 80 の区分にとどまり、20 の区分で効果が見られなかった。単路部で効果が見られなかったのは、主に出会い頭、左折時、右折時に関するものであった。単路部の出会い頭、左折時、右折時合計 23 区分のうち、15 区分で効果が見られなかった。単路部におけるこれらの事故類型の死傷事故件数は比較的少ない（図-2・2・6 参照）ため、これらの事故類型を対象に対策を実施したケースが少なかったのではないかと考えられる。

単路部においては、正面衝突事故に関し、すべての対策で効果が見られ、検定を行った 11 の区分のうち、6 の区分で有意な減少を示しているという結果となった。また、追突についてもすべての対策が効果を示し、検定 8 区分のうち 3 区分で有意な減少を示しているという結果となった。さらに、その他車両相互についても、すべての対策が効果を示した。

交差点においては、ほとんどの対策で効果が得られていたものの、有意な減少を示した区分はほとんどなかった。なお、交差点では対策実施前の事故件数が 0 で、事故件数変化率を算定できない区分が多く見られた。対背面通行中、その他人対車両、正面衝突の 3 事故類型に集中しているが、これらの事故類型がいずれも交差点においてはほとんど発生していなかった事故である（図-2・2・7 参照）ためである。

(4)対策別のまとめ

1)単路部

①道路照明（夜間事故対象）

ほとんどの事故類型で効果を示している。特にその他横断中や正面衝突で効果が高い。また正面衝突、追突、出会い頭では有意な効果が認められる。これは道路照明の設置によって夜間において横断中の歩行者や道路線形をドライバーが認識しやすくなるためと考えられる。

②滑り止め舗装

分析対象のすべての事故類型で効果を示している。特に正面衝突で効果が高く、有意な効果が認められる。滑り止め舗装の設置によって、曲線部において車両が対向車線に逸脱することが抑止されるためと考えられる。

③視線誘導標

分析対象となる車両単独について、効果を示している。道路線形をドライバーが認識しやすくなるためと考えられる。

④歩道

対面背面通行中やその他横断中、正面衝突などで効果が見られている。特にその他横断中で効果が高い。歩行者と自動車を分離することによる効果と考えられる。また、正面衝突やその他車両相互についても効果が見られている。正面衝突については有意な効果が認められる。これは自転車と自動車を分離することによる効果と考えられる。追突、出会い頭、左折時、右折時については、効果は見られないか、あるいは見られても低いものであったが、いずれも自転車事故を対象としたものであり、自転車関連事故のみを分析すれば効果が見られる可能性もある。

⑤車線幅員等

分析対象のすべての事故類型で効果を示している。特に人対車両と正面衝突で効果が高く、有意な効果が認められる。幅員を広げることによって、歩行者や対向車両との空間を確保できるためと考えられる。

⑥路面標示

文字、マーク、矢印等を指しており、案内や注意喚起を目的とするものである。横断歩道横断中、出会い頭、左折時、右折時以外の事故類型で効果を示している。特に対背面通行中や正面衝突、車両単独で効果が高い。注意喚起により、ドライバーの適切なハンドル操作を行わせることで、車両の車線逸脱を防止しているためと考えられる。また、追突についても有意な効果が認められる。

⑦車道外側線、車道中央線、車線境界線

横断歩道横断中、左折時、右折時以外の事故類型で効果を示している。特に対背面通行中で効果が高い。路面標示と同様の効果があるためと考えられる。

⑧警戒標識

出会い頭、右折時以外の事故類型で効果を示している。正面衝突と車両単独については、有意な効果を示している。追突、左折時を除けば、比較的高い効果を示している。注意喚起効果が得られていると考えられる。

⑨バイパス

ほとんどの事故類型で効果を示している。人対車両、正面衝突、追突については有意な効果が認められる。当該箇所の交通量が減少し、それに伴って事故全般が減少するためと考えられる。

⑩防護柵

その他横断中で比較的高い効果を示している。歩行者の乱横断を防ぐためと考えられる。対背面通行中が増加しているのは、元々の死傷事故件数が少ないことが影響していると考えられる。

⑪中央帯

対象となる正面衝突事故に対して効果を示している。分離施設を含まない場合も含まれるので、完全に事故を削減できてはいない。

⑫線形改良

対象となる車両単独に対して効果を示している。ただし、それほど高い効果を示してはいない。

⑬舗装その他

分析対象のすべての事故類型で効果を示している。舗装改良の効果の他、カラー舗装や段差舗装による注意喚起効果があったのではないかと考えられる。

⑭植栽の整理

分析対象のすべての事故類型で効果を示している。特にその他横断中では対策前に2件/年(8件/4年、全7箇所)発生していたのが、対策後は0件/年となっている。見通しが良くなったため車両通過時に歩行者が横断しなくなることや、横断中の歩行者をドライバーが発見しやすくなることによると考えられる。

⑮排水性舗装

対背面通行中、正面衝突、その他車両相互に対して効果を示している。車両単独については極端に変化率が高くなっているが、対策前の事故件数が少ないことが影響している。

⑯案内標識

多くの事故類型で効果を示している。

⑰道路反射鏡

出会い頭を除いて、分析対象のすべての事故類型で効果を示している。

2)交差点

①道路照明(夜間事故対象)

すべての事故類型で効果を示している。特に対背面通行中やその他横断中、正面衝突、車両単独で効果が高い。道路照明の設置によって夜間において横断中の歩行者や道路線形をドライバーが認識しやすくなるためと考えられる。

②線形改良

隅切りの改良や交通島の設置などを含んでおり、横断中の歩行者や、自転車との衝突を防ぐ目的で実施されると解釈した。対象と考えた事故類型について、いずれも効果を示している。

③右折レーン

対象となる右折時事故に対して比較的高い効果を示している。

④路面標示

単路部と同様に文字、マーク、矢印等を指しており、案内や注意喚起を目的とするものである。ほとんどの事故類型で効果を示している。特にその他横断中や右折時で効果が高い。その他横断中に対しては注意喚起効果、右折時に対しては進路の誘導の効果があったものと考えられる。

⑤滑り止め舗装・⑥排水性舗装

いずれも車両の走行時の安定性を確保する目的で設置されると考えられるが、分析対象のほとんどの事故類型で効果を示している。特に排水性舗装の車両単独について、有意な効果が認められる。

⑦立体化

すべての事故類型で効果を示している。バイパスと同様、当該箇所の交通量が減少し、それに伴って事故全般が減少するためと考えられる。

⑧カラー舗装

すべての事故類型で効果を示している。その他横断中や出会い頭、その他車両相互、車両単独で効果が高い。特に出会い頭については有意な効果が認められる。注意喚起の効果や、車両の進行方向を示す効果があると考えられる。

⑨中央帯の先端表示

正面衝突のほか、中央分離帯への車両単独での衝突を防止できると考えられる。いずれも効果を示している。

⑩警戒標識

ほとんどの事故類型で効果を示している。注意喚起効果が得られていると考えられる。

⑪防護柵

交差点においては、横断歩道以外での横断を防止する効果が考えられる。その他横断中の事故に対しては、高い効果を示している。

⑫案内標識

追突と右折時を除く事故類型で効果を示している。

⑬植栽等の整理

分析対象のすべての事故類型で効果を示している。その他横断中については、見通しが良くなったため車両通過時に歩行者が横断しなくなることや、横断中の歩行者をドライバーが発見しやすくなること、また出会い頭については、交差車両が接近していることを確認しやすくなり、交差点に進入することを待つことができるようになることによるものと考えられる。

⑭導流帯

対象となる左折時、右折時いずれも効果を示しているが、あまり大きくはない。

⑮バイパス

すべての事故類型で効果を示している。単路部と同様、当該箇所の交通量が減少し、それに伴って事故全般が減少するためと考えられる。

⑯左折レーン

効果は確認されなかった。サンプル数が少ないため、さらに確認を要すると考えられる。

⑰道路反射鏡

分析対象のすべての事故類型で効果を示しているが、サンプル数が少ないため、さらに確認を要すると考えられる。

表-2・2・18 全国の伸びを考慮した事故件数変化率と検定結果総括表

	対策名	箇所数	全国の伸びを考慮した事故件数変化率 (%)											
			人対車両	通対行背面	横断中歩道	横断の中他	人その他の車両	正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	車両の相互	車両単独
単路部	道路照明	79	66.18	51.59	51.81	74.46	34.55	66.30	23.27	16.14	33.18	-66.54	58.68	52.68
	滑り止め舗装	29	19.01	48.07				73.64					44.76	42.88
	視線誘導標	27												31.23
	歩道	24	54.97	18.27		73.72		51.33	18.98	-147.27	-23.22	-28.40	51.73	
	車線幅員等	22	42.06	51.50				74.24					31.48	29.55
	路面標示	19	43.42	62.28	-126.32	33.31	91.62	82.31	33.74	-34.22	-21.29	-2.37	33.54	67.84
	車道外側線、車道中央線、車線境界線	19	34.62	93.29	-106.92	31.16	41.09	0.13	19.98	7.44	-61.15	-29.06	46.58	43.32
	警戒標識	17	68.00	100.00	69.82	59.19	61.20	81.89	4.54	-96.86	11.02	-1.42	54.57	76.04
	バイパス	13	73.75	48.27	100.00	69.32	87.43	81.29	81.71	4.44	100.00	-184.99	45.94	52.81
	防護柵	10	15.06	-262.10		43.74			4.14					19.53
	中央帯	8						37.13						
	線形改良	8												20.12
	舗装その他	8	27.30	64.08				40.21					43.71	62.72
	植栽の整理	7	67.31			100.00		51.94		39.96				
	排水性舗装	6	-6.33	49.71				100.00					69.14	-1107.02
	案内標識	5	9.47	100.00			-111.23	83.54	29.37	-357.66	-30.76	3.07	32.46	95.81
	道路反射鏡	4	49.71			78.45		63.79		-50.88				
交差点	道路照明	55	50.75	100.00	42.04	69.11		57.61	26.57	45.31	18.10	26.44	49.29	61.79
	線形改良	34	44.21		48.85	48.46					0.35	11.61		
	右折レーン	33										53.62		
	路面標示	24	54.97		35.59	87.57		-45.85	0.51	38.45	32.94	42.84	39.17	17.86
	滑り止め舗装	13	43.50	100.00				-25.73					30.93	60.88
	排水性舗装	9	60.03	56.89				65.51					79.70	88.82
	立体化	7	65.57	100.00	75.21	21.33		57.25	14.30	66.06	18.89	67.68	51.53	27.58
	カラー舗装	6	34.20		27.36	100.00	39.65	49.71	25.42	64.74	36.54	49.56	66.47	100.00
	中央帯の先端表示	5						100.00						54.74
	警戒標識	5	54.74		100.00	45.68			-134.55	75.11	62.28	9.47	39.65	100.00
	防護柵	5	32.21			56.89			49.32					-13.16
	案内標識	4	56.17	100.00	23.30	100.00			-35.39	19.17	11.99	-12.53	60.22	11.99
	植栽等の整理	3	-13.16			24.56				48.27				
	導流帯	3									6.96	18.63		
	バイパス	3	93.84	100.00	56.89	100.00	100.00	78.45	66.84	82.76	83.83	82.76	56.89	89.22
	左折レーン	2									-13.52			
	道路反射鏡	2	-503.51			100.00		100.00		35.53				

凡例	
空白	変化率を算出できない区分
ゴシック	検定を実施した区分
太字	検定を実施し、有意な差が認められた区分
明朝	サンプルが少なく、検定を実施できなかった区分
明朝斜体	正の効果が見られなかった区分
黒	対策が対象としない区分

2.2.4 まとめ

本節においては、対策立案者が参考とできるように、各種の交通安全対策の効果を定量的にとりまとめることを目的とし、事故多発地点フォローアップ調査結果に基づいて、幹線道路における対策の一部を対象に、対策実施前後の比較による統計的な対策効果評価分析を行った。

具体的には、道路管理者が実施した交通安全施設の設置を中心とした対策を対象として、対策別・事故類型別に対策後の事故件数変化率を算出した。また、ウィルコクソンの符号付順位和検定を実施し、対策前後の事故件数に変化がないことを帰無仮説として検定を実施した。分析の際は、下記の点を工夫した。

- ・なるべくサンプル数を確保するために類似対策や事故類型を統合した。
- ・適切に本節の成果を活用できるように考慮して、対策が対象とする事故類型を文献8)に基づきながら設定した。
- ・全国的に死傷事故件数が伸びていることを考慮し、「二対比較法」を適用して、全国の死傷事故件数の伸びの影響を補正した。

そして、分析の結果、対策ごと、事故類型ごとの定量的な事故変化率を得た。また、これに基づいて、下記の状況を把握できた。

- ・対策と事故類型を組み合わせた区分のうち、交差点ではほとんどの区分で、また単路部でも出会い頭や左折時、右折時を除く事故類型のほとんどの区分で効果を示した。
- ・単路部の正面衝突事故に関し、すべての対策で効果が見られ、検定を行った11の区分のうち、6の区分で有意な減少を示しているという結果となった。単路部の追突についてもすべての対策が効果を示し、検定8区分のうち3区分で有意な減少を示しているという結果となった。さらに、その他車両相互についても、すべての対策が効果を示した。
- ・交差点においては、ほとんどの区分で効果が得られていたものの、有意な減少を示した区分はほとんどなかった。

以上の分析結果を用いることによって、交通安全対策別の効果を定量的に予測し、その結果と費用や工期を比較して、複数の対策代替案の中から最も望ましい対策を選択することや、複数の対策実施箇所候補の中から最も望ましい箇所を選択することに活用することが考えられる。また、個別の箇所における対策実施効果や、全体としての交通事故削減効果を予測し、国民や住民への説明や、学識経験者、住民等との対策検討の場での説明に活用することが考えられる。

なお、本節で示す分析結果は、多種多様な条件の下にある多くの道路のデータに基づいて集計された結果であり、分析結果は平均的な傾向を表すものではあっても、当然ばらつきを有する。したがって、すべての箇所において本分析通りの傾向を示すわけではない。

参考文献

- 1) 島田晴雄・三菱総合研究所政策研究部：行政評価スマート・ローカル・ガバメント，東洋経済新報社，1999年12月
- 2) 徳山日出男：行政経営の時代，日経BP社，2004年9月
- 3) 警察庁交通局・国土交通省道路局・国土交通省国土技術政策総合研究所監修：交通事故対策・評価マニュアルおよび交通事故対策事例集，（財）交通事故総合分析センター，2005年5月
- 4) 平井節生・川名万寿雄・水谷博之：安全走行支援サービス参宮橋地区社会実験について，第26回日本道路会議論文集，2005年10月
- 5) PIARC Technical Committee on Road Safety (2003). *Road Safety Manual*, PIARC World Road Association, pp.270
- 6) 国土交通省：平成13年度～平成14年度プログラム評価書「道路交通の安全施策－幹線道路の事故多発地点対策および自動車の安全対策等－」，平成15年3月
（<http://www.mlit.go.jp/hyouka/review/14/review06.html> で閲覧可能）
- 7) （社）交通工学研究会：交通工学ハンドブック2005，pp.28-3-1～pp.28-3-7（CD-ROM），2005
- 8) 交通安全事業研究会編：交通安全事業必携，ぎょうせい，1994年8月
- 9) （社）交通工学研究会編：交差点事故対策の手引き，2002年11月
- 10) 石村貞夫：すぐわかる統計解析，東京図書，1993年2月
- 11) 青木繁伸：Web ページ：<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/Average/mpsr-test.html>

2.3 事故と道路構造との関係

2.3.1 はじめに

道路線形は、「地形及び地域の土地利用との調和を考慮するとともに、線形の連続性及び平面・縦断両線形の調和を図り、交通の安全性、円滑性、経済性及び施工、維持管理などを検討して決定するもの¹⁾」とされている。道路線形を決定する際にはこのような観点で検討をするほか、道路線形に関する一般的技術的基準が「道路構造令」として定められており、これを遵守しなければならない。道路構造令では、曲線半径や縦断勾配などの基準値が定められており、この基準値は必ず満たさなければならない。しかし、道路構造令で定められている技術基準は「根幹的なもの、一般的なもの、行政上から規定の必要なものなどにとどめたもの¹⁾」であることから、単に基準を満たすだけでなく、多種多様の道路のおかれた条件のもとで、上述の安全性や円滑性、経済性、地形との調和等を高い次元で実現できるよう、設計者が十分な検討を行う必要がある。

道路線形が安全性や円滑性に影響するプロセスは複雑であり、設計者が安全性や円滑性を踏まえて検討を行うことは、容易ではない。例えば、道路線形が個々の車両挙動に及ぼす影響だけでも、力学的なものに留まらず、ドライバーの運転操作といった心理学的なものに及ぶ。また、個々の車両におよぼす影響だけでなく、交通流全体に与える影響も考えなければならない。さらに、これら車両挙動や交通流を解明したとしても、交通事故発生可能性との関係が判明するわけではない。

ここで、幹線道路で発生した死傷事故については、事故原票を電子化した交通事故統計データの一部項目と道路交通センサデータを統合した、「交通事故統合データベース」が作成されている。また、一般国道の指定区間（直轄国道）においては、道路線形や諸施設など、道路に関する諸元を収録した「道路管理データベース（MICHI）」が整備されている。この道路管理データベースと交通事故統合データベースを統合することにより、交通事故発生箇所の道路線形を把握することが可能となる。これを集計することにより、道路線形と交通事故発生可能性の関係を、因果関係までは把握できないまでも、統計的かつ定量的に把握することができる。

設計者は安全性、円滑性を十分に検討しつつ、さらに経済性などについても勘案して、最適な道路線形を決定しなければならない。したがって、設計者には高度な知識と十分な経験を持つことが求められる。しかし設計者の能力のみに依存するのではなく、設計者が参考とできる情報が少しでも多く用意されていることが望ましい。道路線形と交通事故発生可能性の統計的かつ定量的な関係は、因果関係を説明するものではないにせよ、設計者が道路線形を安全性の観点から検討する際に参考とできる情報の一つとなりうるであろう。なぜなら、定量的であるがゆえに理解しやすく、また他との比較、例えば経済性との比較等を行いやすいからである。

そこで、本節では、設計者が安全性の観点から道路線形の設計を検討する際に参考とできるよう、道路線形別の交通事故発生可能性を定量的に示すことを目的とし、交通事故と道路線形に関するデータを用いて道路線形と交通事故の発生状況の関係を分析した。

2.3.2 分析の方法

(1) データの特徴

本分析では、交通事故と道路線形の関係を分析するために、死傷事故と事故発生箇所の交通量等に関するデータを収録した「交通事故統計データベース」と、道路線形に関するデータを収録した「道路管理データベース (MICHI)」を、事故と事故発生位置を対応づける「マッチングデータ」をキーデータとして統合したものを用いた。このデータを用いることにより、個別の死傷事故発生箇所における道路線形を把握することが可能となる。それぞれのデータの概要は、表・2・3・1 に示すとおりである。

表・2・3・1 分析で用いたデータの概要（下線の項目を使用）

	データの特徴	主なデータ項目
交通事故統計データ	交通事故統計原票 ²⁾ を電子データベース化したもの。全国のすべての死傷事故に関するデータを収録。	交通事故統計原票の項目 ²⁾ （個人情報に係る部分を除く）
道路交通センサス（一般交通量調査）データ ^{3) 4)}	道路の状況と断面交通量の調査データ。本節では平成 11 年の調査データを用いた。対象道路は高速自動車国道、都市高速道路、一般国道、一般都道府県道、指定市の主要市道、指定市の一般市道の一部。	道路状況：歩道、交差道路、バス、沿道状況、各種規制状況など 交通量：歩行者、自転車、動力付二輪車、自動車の交通量（12 時間/24 時間） 旅行速度：ラッシュ時の区間速度
マッチングデータ	交通事故統計原票の原票番号と交通事故の発生位置を対応づけるデータ。交通事故統計データベースを作成する目的で作成。位置はデジタル道路地図（DRM）と対応づけられ、路線・キロポストの形式でも表現可能。対象道路は道路交通センサスと同じ。	事故原票番号、位置データ
交通事故統計データベース	交通事故統計データの一部の項目と道路交通センサス（一般交通量調査）データを、マッチングデータをキーデータとして統合したデータベース。毎年作成。対象道路は道路交通センサス対象道路のうち、高速自動車国道、都市高速道路を除いたもの。本節では平成 8～11 年のデータを用いた。	道路交通センサス：全項目 交通事故統計データ：死者・重傷者・軽傷者数、発生年月日、昼夜の別、年齢、路面状態、当事者種別、事故類型、通行目的、行動類型、道路線形、道路形状、法令違反
道路管理データベース (MICHI) ⁵⁾	道路管理に必要な道路施設に関する情報のデータベース。橋梁、トンネル、道路照明等の道路施設に関する基本的な諸元等の文字・数値情報を収録している。対象道路は一般国道指定区間（直轄国道）。	周辺状況：管轄、敷地、DID 区域 等 道路状況：交通現況、交通規制 等 道路構造：線形、舗装、交差点 等 道路構造物：橋梁、トンネル 等 付属物・付帯施設：防護柵、標識、照明 等

本分析では交通事故統計データベースのうち、事故の「a)昼夜の別」と「b)事故類型」、および事故発生箇所の「c)道路形状」（以上、交通事故統計データ収録）、「d)24 時間自動車交通量」、「e)車線数」、「f)沿道状況」（以上道路交通センサス収録）を用いた。また、道路管理データベースのうち、「g)平面線形に関するデータ」、「h)縦断勾配に関するデータ」、「i)交通安全施設に関するデータ」を用いた。下記に詳細を示す。

a)昼夜の別（統合：交通事故統計データ）

事故発生時の昼夜の別であり、日の出～日没を「昼」、日没～日の出を「夜」としている。

b)事故類型（統合：交通事故統計データ）

当事者がどのような行動関係で、またはどのような事故誘発行為により、交通事故を発生させたかを分類したものであり、具体的な分類は表-2・3・2のとおりである。

表-2・3・2 事故類型の分類

人対車両	対面通行中	車両相互	正面衝突	追越・追抜時	車両単独	工作物衝突	電柱
	背面通行中			その他			標識
	横断歩道横断中		追突	進行中			分離帯・安全島
	横断歩道付近横断中			駐・停車中			防護柵
	横断歩道橋付近横断中		出会い頭				家屋・塀
	その他横断中		追越追抜時				橋梁（脚）
	路上遊戯中		転回時	その他			
	路上作業中		後退時	路外逸脱			転落
	路上停止中		進路変更時				その他
	その他		すれ違い時	駐車車両衝突（運転者不在）			
			左折時	転倒			
			右折時	右折直進		その他	
				その他		列車	
			その他	不明			

c)道路形状（統合：交通事故統計データ）

事故が発生した地点の交差点、単路、踏切等の別を示すもので、本分析では、交差点と単路の別を分類する目的で用いた。なお、本分析においては、単路のデータを用いて分析を行った。

具体的な道路形状の分類は表-2・3・3のとおりである。

表-2・3・3 道路形状の分類

交差点			交差点付近	単路			踏切		一般交通の場所	不明
大 (13.0m以上)	中 (6.5m以上)	小 (6.5m未満)		トンネル	橋	その他	第1種	その他		

なお、「交差点」とは、図-2・3・1のように道路が交差する部分をいい、横断歩道が設けられている場合には横断歩道を含み、横断歩道のない場合には始端垂直説による（すみ切り部分も含む）。直進車同士の交差点内での衝突は、信号機、一時停止標識、外側線の巻き込みがある場合には交差点内とし、外側線が直線に引かれている場合は単路とする。「交差点付近」とは、交差点の側端から30m以内の道路の部分进行。「単路」は、交差点、交差点付近、踏切、一般交通の場所を除く道路の部分である。「一般交通の場所」とは、高速道路、国道、都道府県道等に付属して設けられているサービスエリア、パーキングエリア等をいう。

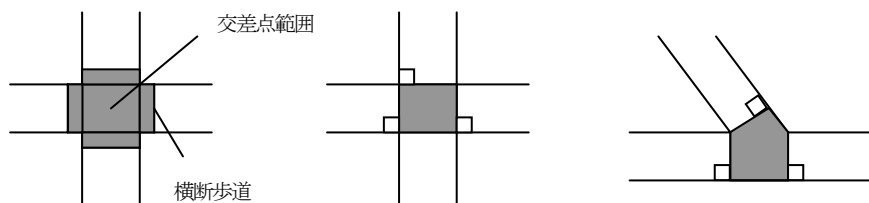


図-2・3・1 交差点に含まれる部分

d)24 時間自動車交通量（統合：道路交通センサデータ）

平日自動車類 24 時間交通量の乗用車類と貨物車類の合計値である。歩行者類、自転車類、動力付二輪車類を含まない。

e)車線数（統合：道路交通センサデータ）

代表断面における往復合計の車線数である。登坂車線や変速車線、屈折車線、停車帯は車線数に含まない。本分析においては、「2 車線（3 車線含む）」と「4 車線以上」に分類した。

f) 沿道状況（統合：道路交通センサデータ）

センサデータに記載の代表沿道状況である。表-2・3・4 の区分となっている（平地部と山地部は統合して用いた）。

表-2・3・4 沿道状況の区分

沿道状況	定義
DID	市区町村の区域内で人口密度の高い（約 4,000 人/km ² 以上）調査区が互いに隣接して、その人口が 5,000 人以上となる地域
その他市街地	道路の両側に人家が連担し、市街部を形成している地域
非市街地	平地部及び山地部を合わせた地域 平地部は人家が連担しておらず、道路の勾配が緩やかな地域、山地部は山地、丘陵および山麓地域

g)平面線形に関するデータ（道路管理データベース）

平面線形に関するデータは、道路の全区間を直線区間と曲線区間に分けたそれぞれの区間別に作成されている。本分析では、路線番号や始終点のキロポストといったキーデータの他、「線形区分」、「曲線半径」、「上り下り区分」、「曲がり区分」を用いた。それぞれのデータ項目の詳細を表-2・3・5 に示す。また、分析を行うにあたり、用いるデータの選別と、データの再整理を行っている。内容を表-2・3・6 に示す。

表-2・3・5 平面線形に関するデータ

項目	内容
線形区分	直線区間、曲線区間の別。なおクロソイド区間は曲線区間に含む。
曲線半径	曲線区間のうち、単曲線区間の曲線半径。クロソイド区間のみで構成される曲線区間や、直線区間では数字は入力されない。
上り下り区分	上り線、下り線、あるいは上下線共通の別。上下線が分離されている場合のみ、上り線、あるいは下り線の区分となる。
曲がり区分	曲線区間において、起点側から終点側に向かってみた場合の左曲がり、右曲がりの区分。

表-2・3・6 平面線形データの選別と再整理

内容	理由
上下線分離区間を除外 (「上り下り区分」を用いて判定)	上下線分離区間は正面衝突事故が発生しないなど、事故発生状況が上下線共通区間と比較して大きく異なると考えられ、また上下線共通区間と比較して区間延長が短いと考えられるため、除外。
同一地点においてデータが重複している区間を除外	データを更新した場合などで、古いデータと新しいデータが混在しているケース。どちらのデータを用いるべきか判断できないため、除外。
必要項目が空白のものや、入力に不備のあるもの(線形区分が直線であるにもかかわらず曲線半径が入力されているなど)を除外	データの妥当性に疑問があるため。
同一方向の曲線(「曲がり区分」を用いて判定)はまとめて一区間とし、曲線半径は最急半径とする	これらが一連となって車両挙動、事故発生状況に影響すると考えられるため。
曲線区間始終点から 30m 以内の直線区間は、同一の曲線区間として分析データを再作成する	曲線区間始終点より 30m 以内の区間では、事故データで「カーブ」とされる事故件数が多いため(交通事故統合データベースと道路管理データベースを統合する際の位置のずれの影響が考えられる)

h)縦断勾配に関するデータ(道路管理データベース)

縦断勾配に関するデータは、縦断勾配が変化する地点を境界として道路の全区間区切ったそれぞれの区間別に作成されている。本分析では、路線番号や始終点のキロポストといったキーデータの他、「符号 C」、「縦断勾配」、「上り下り区分」を用いた。それぞれのデータ項目の詳細を表-2・3・7 に示す。また、分析を行うにあたり、平面線形と同様、用いるデータの選別と、データの再整理を行っている。内容を表-2・3・8 に示す。

表-2・3・7 縦断勾配に関するデータ

項目	内容
符号 C	起点側から終点側に向かってみた場合の水平、上り、下りの区分。
縦断勾配	区間の縦断勾配。水平の場合は 0.0。
上り下り区分	上り線、下り線、あるいは上下線共通の別。上下線が分離されている場合のみ、上り線、あるいは下り線の区分となる。

表-2・3・8 縦断勾配データの選別と再整理

内容	理由
上下線分離区間を除外 (「上り下り区分」を用いて判定)	上下線分離区間は正面衝突事故が発生しないなど、事故発生状況が上下線共通区間と比較して大きく異なると考えられ、また上下線共通区間と比較して区間延長が短いと考えられるため、除外。
同一地点においてデータが重複している区間を除外	データを更新した場合などで、古いデータと新しいデータが混在しているケース。どちらのデータを用いるべきか判断できないため、除外。
必要項目が空白のものや、入力に不備のあるもの(線形区分が直線であるにもかかわらず曲線半径が入力されているなど)を除外	データの妥当性に疑問があるため。
縦断勾配の小数点以下を切り捨て (したがって、縦断勾配が1%未満の場合は「平坦」として区分)	ランク別の分析を実施する都合上。
縦断勾配の値は異なるが、上り下りが同一の連続する勾配(「符号C」を用いて判定)はまとめて一区間とし、縦断勾配は最急勾配とする	これらが一連となって車両挙動、事故発生状況に影響すると考えられるため。
縦断勾配区間始終点から30m以内の平坦区間(縦断勾配1%未満)は、同一の縦断勾配区間として分析データを再作成する	縦断勾配区間始終点より30m以内の区間では、事故データで「上り下り」とされる事故件数が多いため(下図参照) (交通事故統合データベースと道路管理データベースを統合する際の位置のずれの影響が考えられる)

i)交通安全施設に関するデータ(道路管理データベース)

交通安全施設に関するデータは、施設の種類別に作成されており、それぞれ設置箇所ごとに、路線番号や始終点のキロポストといったキーデータ、および形式に関する項目を収録している。本分析で用いたデータは、中央帯と視線誘導標の各データである。

(2)分析の方法

(1)で説明したデータは個々の事故に固有のデータであったが、分析では、曲線半径や車線数、沿道状況、交通安全施設有無などの分析内容に応じて区分されたカテゴリーに対して個々の事故のデータを振り分けたものを分析用のデータセットとして用いた(表-2・3・9参照)。

表-2・3・9 分析用データセットの項目

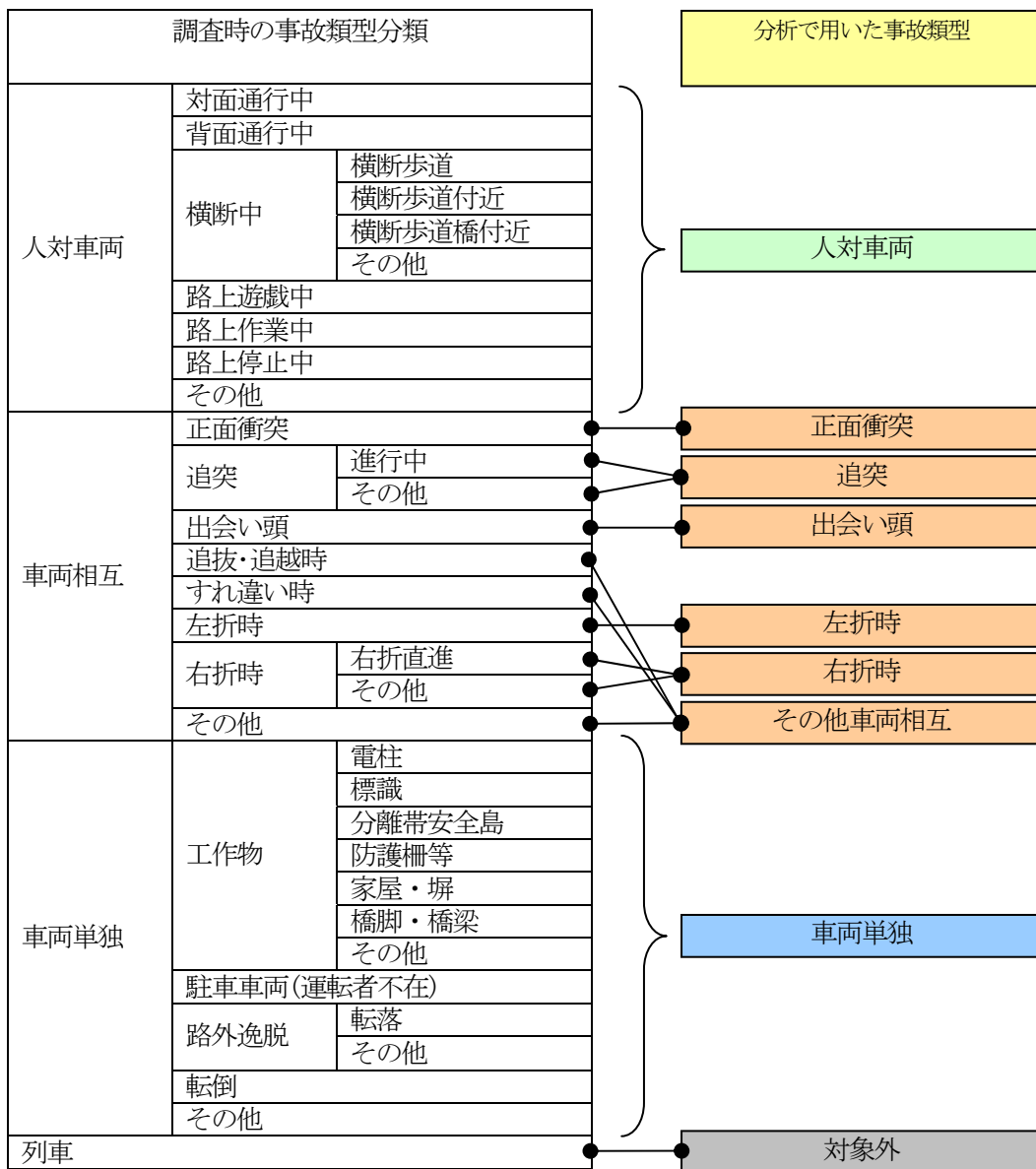
項目	内容
区間数	当該カテゴリーに含まれる区間数
区間延長(km)	当該カテゴリーに含まれる全区間の区間延長の総和
平均交通量(台/日)	当該カテゴリーに含まれる区間の交通量の平均値(走行台キロの総和/区間延長の総和)
走行台キロ(台キロ/日)	当該カテゴリーに含まれる各区間の走行台キロ(区間延長×交通量)の総和
死傷事故件数(件/年)	当該カテゴリーに含まれる全区間の死傷事故件数の総和 なお、分析内容によっては事故類型別、昼夜別に収録

その上で、各カテゴリーにおける事故発生状況を、「死傷事故率」として集計した。死傷事故率は、走行台キロあたりの死傷事故件数で、単位は（億台キロ）を用いる。本分析では、表・2・2・1 のデータを用いて、下記の方法で死傷事故率を算出している（走行台キロは年あたりの値に変換）。

$$\text{カテゴリー}i\text{の死傷事故率（件/億台キロ）} = \frac{\text{カテゴリー}i\text{の死傷事故件数（件/年）}}{\text{カテゴリー}i\text{の走行台キロ（台キロ/年）}}$$

なお、事故類型別に分析する際は、サンプルが極端に少なくなることを避けるため、表・2・3・10 の通り統合化した分類を用いることとした。

表・2・3・10 分析で用いた事故類型



2.3.3 分析の結果

(1) 平面線形と事故発生状況の関係

曲線半径を10のランクに区分し、各ランクの死傷事故率を算出した。ランクを区分する際は、各ランクのサンプル数が極端に大きくなる、あるいは小さくなることのないように曲線半径の範囲を設定した。なお、縦断勾配の影響を除去するため、平坦区間（縦断勾配1%未満）のデータを用いて分析を行った。また、市街地非市街地といった沿道区分や、車線数、交通安全施設の設置状況も曲線半径と事故発生状況の関性に大きな影響を与えると考えられることから、沿道状況別の分析、車線数別、交通安全施設の設置有無別の分析を行った。

まず、対象全区間のデータを用いて、曲線半径ランク別、事故類型別の事故率を算出し、図-2・3・2のグラフを作成した。

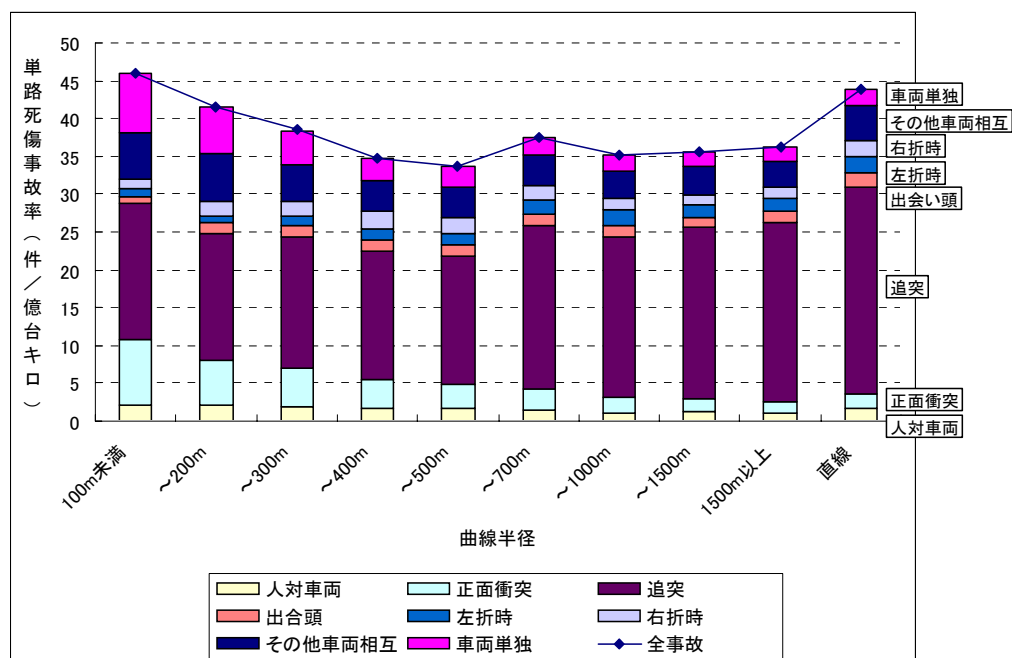


図-2・3・2 曲線半径と事故率の関係

その結果、死傷事故全体で見ると、曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向がわかった。一方、曲線半径が一定値以上となると、曲線半径が大きくなっても事故率は低下せず、逆に増加する傾向が見られた。

事故類型別に見ると、正面衝突や、車両単独のような、車両の車線逸脱による事故では、曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向が見られた。これは、力学的に、曲線半径が小さいほど、車両に加わる遠心力が大きくなり、車両が車線を逸脱しやすくなるためであると考えられる。また、曲線区間では運転者は適切な減速とハンドル操作を行う必要があるが、特に曲線半径が小さい場合には、曲線半径が大きい場合と比較して、運転者が操作しなければならないハンドル操作量やブレーキ量が多く、かつより速く操作しなけ

ればならないと考えられる。このため、曲線半径が小さい場合は運転者の操作が遅れ、ハンドル操作を誤る可能性が高くなると考えられ、このことも曲線半径が小さいほど車線逸脱による事故率が高くなる理由として考えられる。

車両の車線逸脱による事故類型を厳密に挙げると、正面衝突、車道上以外で発生する対面・背面通行中の対人対車両事故、車両単独のうちの工作物衝突、路外逸脱が挙げられる。車両の車線逸脱を伴うこれらの事故（以下、「4 類型計」とする）についてあらためて集計し、図-2・3・3 のグラフを作成したところ、曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向が顕著に見られた。

一方で、追突事故については、曲線半径が大きくなるほど事故率が増加する傾向が見られた。これは、曲線半径が大きくなると、安心感から運転者の注意力が低下するためではないかと推測される。運転者の注意力が低下すると、車線逸脱による事故も増加するはずであるが、遠心力が小さくなる影響と相殺されているものと考えられる。このため、車線を逸脱しない事故、特に追突事故が増加していると考えられる。

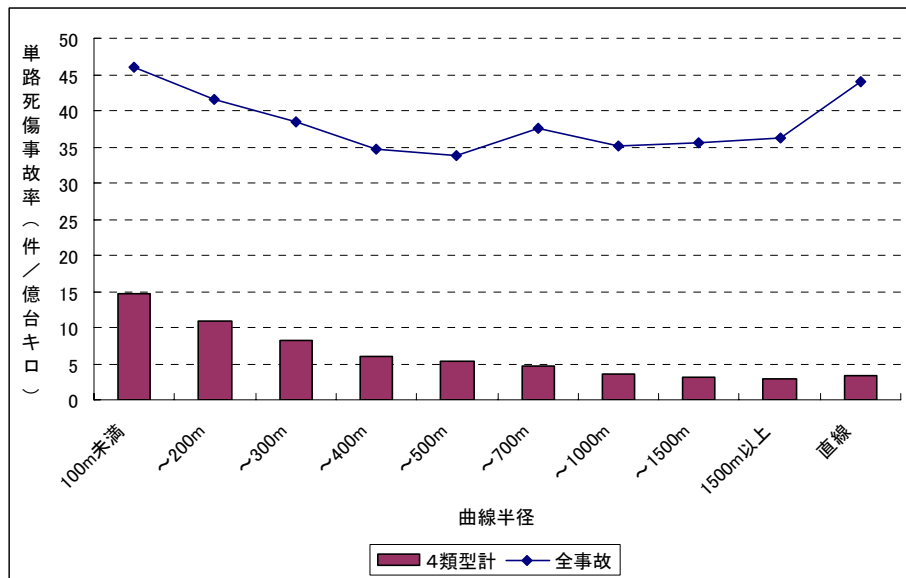


図-2・3・3 曲線半径と事故率の関係 (4 類型)

次に、沿道状況別に、曲線半径ランクと事故類型別の事故率の関係を分析した (図-2・3・4～図-2・3・6)。

「DID」では、事故率の中で追突事故の占める割合が、どの曲線半径ランクにおいても非常に高いことがわかった。一方、「その他市街地」や「非市街地」では、曲線半径が小さい場合、追突事故の割合が低くなり、逆に正面衝突や車両単独の割合が高くなっていった。ここで、車両の車線逸脱を伴う4 類型の事故率 (図-2・3・7～図-2・3・9) を見てみると、「DID」、「その他市街地」、「非市街地」ともに曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向が見られたが、特に「非市街地」で顕著であった。

また、「DID」、「その他市街地」、「非市街地」相互で比較すると、全事故類型では曲線半径に関わらず、「DID」の事故率が最も高く、「非市街地」の事故率が最も低いことがわかる (図-2・3・10)。一方、4 類型で見ると、逆に「非市街地」の事故率が最も高く、「DID」の事故率が最も低くなった (図-2・3・11)。

「DID」において追突をはじめとして事故率が高くなっているのは、「DID」では沿道施設が多く立地し、

沿道出入り車両の影響で、車両の錯綜の機会が多くなることや、車両の急加減速が生じることが要因の一つとして考えられる。一方、「DID」や「その他市街地」と比較して、「非市街地」で車両の車線逸脱による事故の事故率が高くなっているのは、「DID」や「その他市街地」と比較して、「非市街地」では2車線道路の割合が高いこと、及び中央帯の設置区間の割合が少ないこと（表-2・3・11）などが影響しているものと考えられる。なお、車線数別の事故率、中央帯有無別の事故率については後述する。

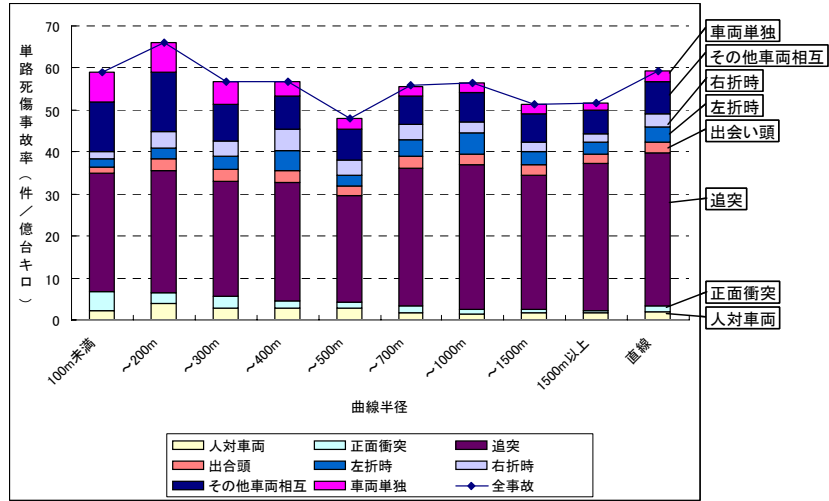


図-2・3・4 曲線半径と事故率の関係 (DID)

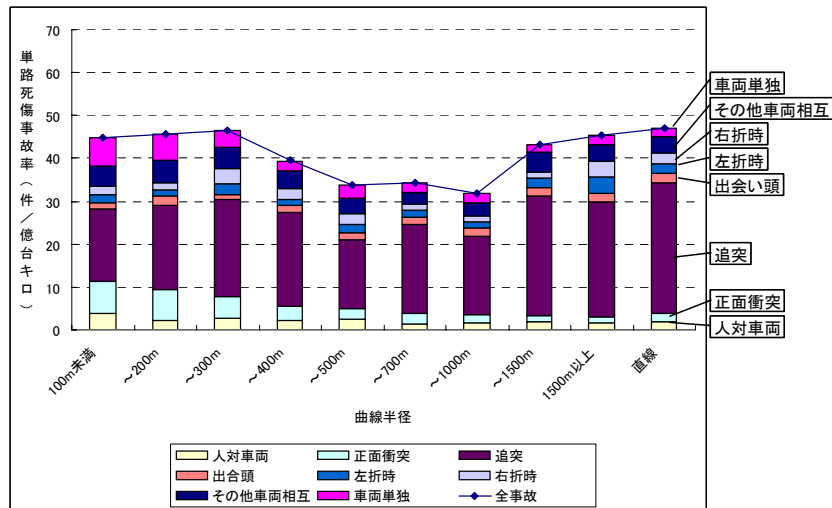


図-2・3・5 曲線半径と事故率の関係 (その他市街地)

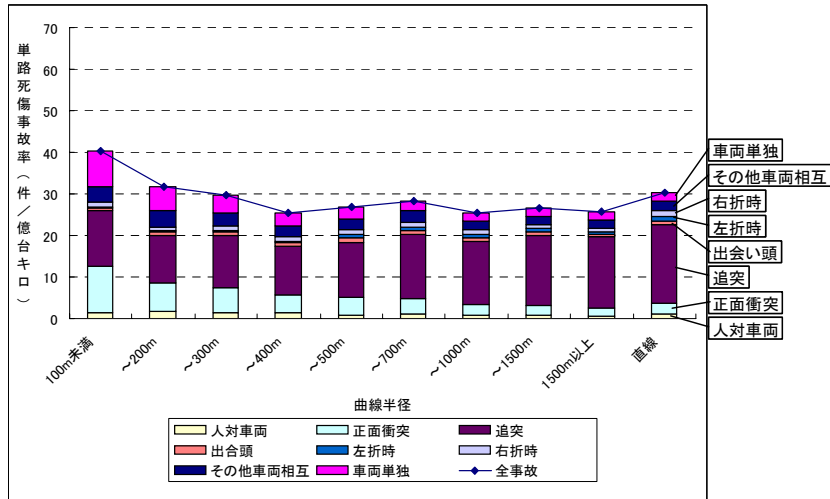


図-2・3・6 曲線半径と事故率の関係 (非市街地)

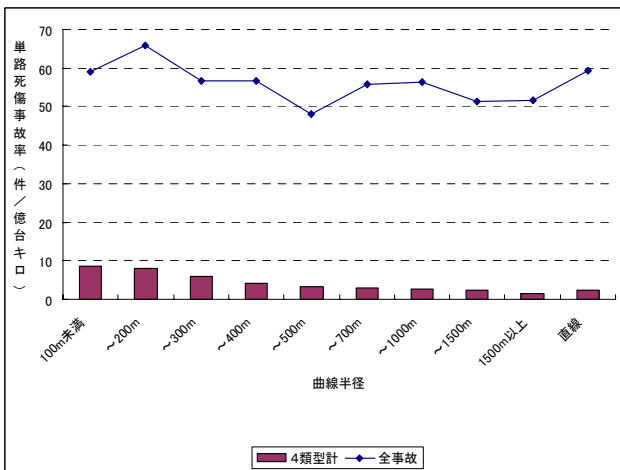


図-2・3・7 曲線半径と事故率の関係 (DID4 類型)

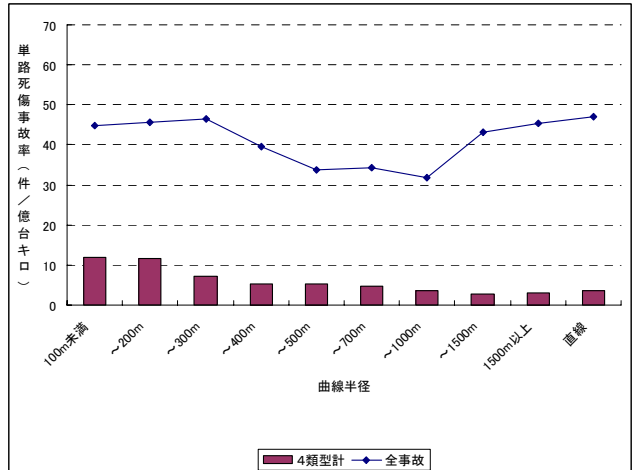


図-2・3・8 曲線半径と事故率の関係 (その他市街地 4 類型)

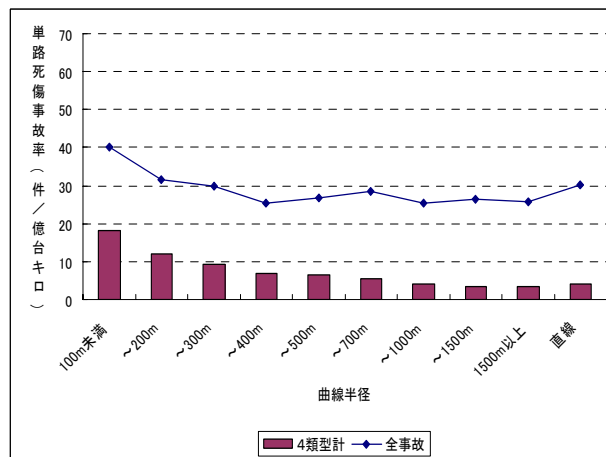


図-2・3・9 曲線半径と事故率の関係 (非市街地 4 類型)

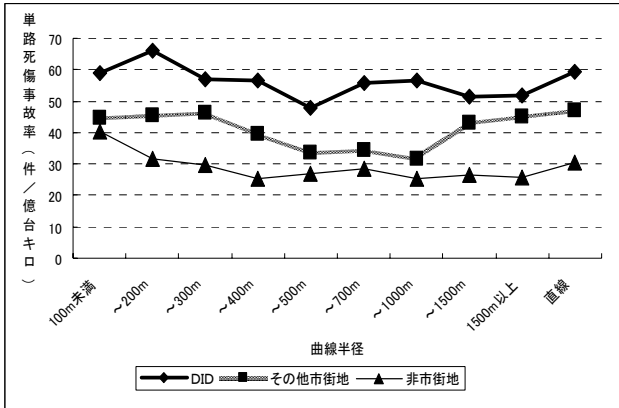


図-2・3・10 曲線半径と事故率の関係
(沿道状況別の比較・全類型)

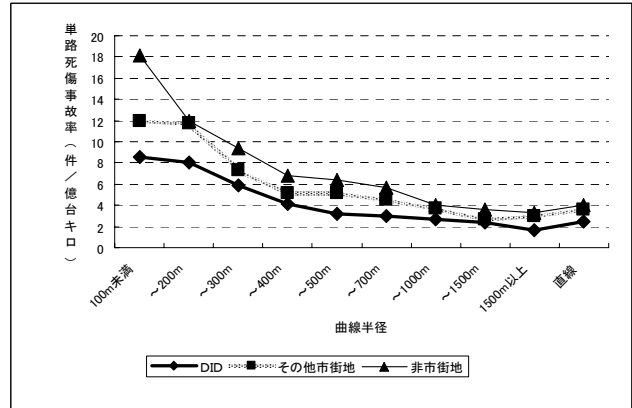


図-2・3・11 曲線半径と事故率の関係
(沿道状況別の比較・4 類型)

表-2・3・11 沿道状況別の中央帯有無・車線数別サンプル数 (区間数)

	2 車線	4 車線以上	2 車線区間の割合	計
DID	2, 279	3, 248	41. 2%	5, 527
その他市街地	3, 523	685	83. 7%	4, 208
非市街地	24, 251	1, 658	93. 6%	25, 909

	中央帯有り	中央帯無し	中央帯ありの割合	計
DID	2, 460	3, 067	44. 5%	5, 527
その他市街地	583	3, 625	13. 9%	4, 208
非市街地	1, 530	24, 379	5. 9%	25, 909

次に、車線数別に、曲線半径ランクと事故類型別の事故率の関係を分析した(図-2・3・12～図-2・3・13)。ここでは車線数を、「2 車線」(3 車線含む)と「4 車線以上」に区分して分析を行った。

「4 車線以上」では、曲線半径にかかわらず、事故率の中で追突事故の占める割合が多くを占めることがわかった。一方、「2 車線」では、曲線半径が小さい場合、追突事故の割合が低くなり、逆に正面衝突や車両単独の割合が高くなっていった。ここで、車両の車線逸脱を伴う4 類型の事故率(図-2・3・14～図-2・3・15)を見てみると、「2 車線」、「4 車線以上」ともに曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向が見られたが、特に「2 車線」で顕著であった。

また、「2 車線」、「4 車線以上」相互で比較すると、全事故類型では、ほとんどの曲線半径ランクで、「4 車線以上」の方が、「2 車線」と比較して事故率が高いことがわかる(図-2・3・16)。一方、4 類型で見ると、逆に「2 車線」の事故率が「4 車線以上」と比較してかなり高く、ほとんどの曲線半径ランクで、2 倍以上の事故率となっていることがわかる(図-2・3・17)。

「4 車線以上」で追突事故の占める割合が多くを占めるのは、前述のように、4 車線以上の区間が「DID」地域に存在することが多いことが影響しているものと思われる。また、追突事故の占める割合が高いことは、逆に言えば車両の車線逸脱を伴う事故が少ないことを示している。これは、4 車線以上の方が、待避スペースがあるため、路外や対向車線に車両が逸脱せず、車線に留まる可能性が高いためであると考えられる。一方、「2 車線」で車両の車線逸脱を伴う事故が多いのは、待避スペースがないことや、ほとんどの場合中央

帯が設置されていないことが影響していると考えられる。

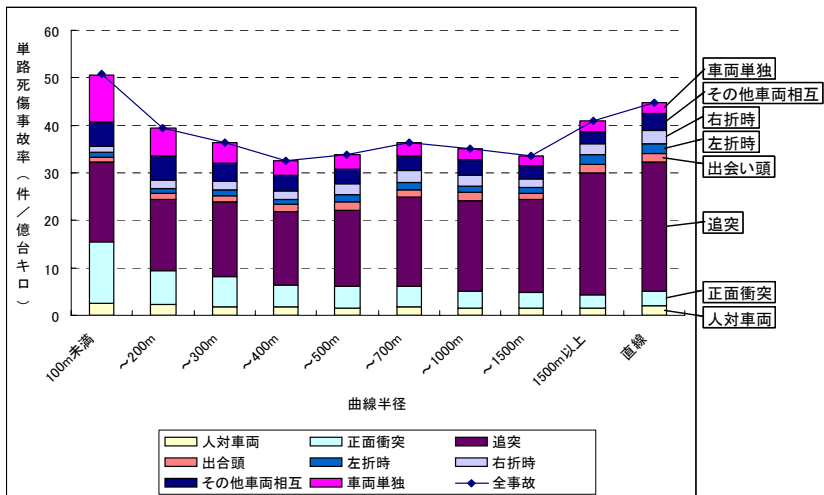


図-2・3・12 曲線半径と事故率の関係 (2車線)

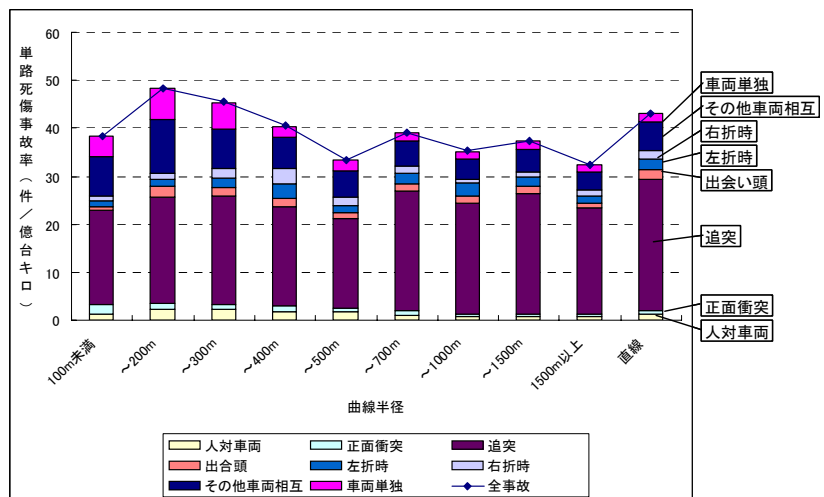


図-2・3・13 曲線半径と事故率の関係 (4車線以上)

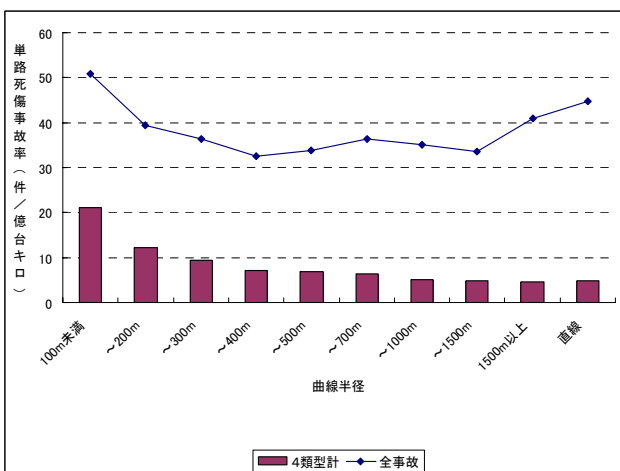


図-2・3・14 曲線半径と事故率の関係 (2車線4類型)

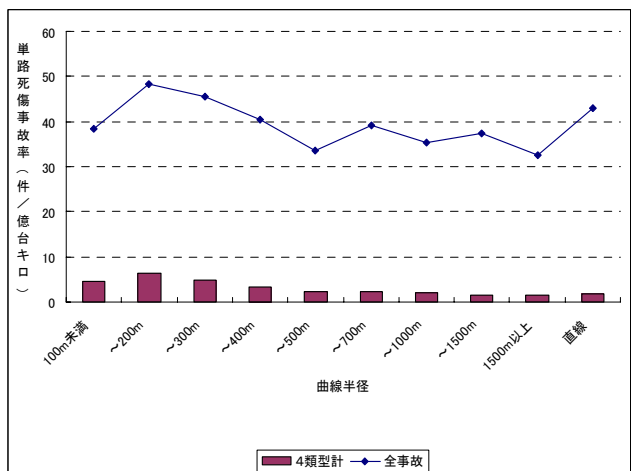


図-2・3・15 曲線半径と事故率の関係 (4車線4類型)

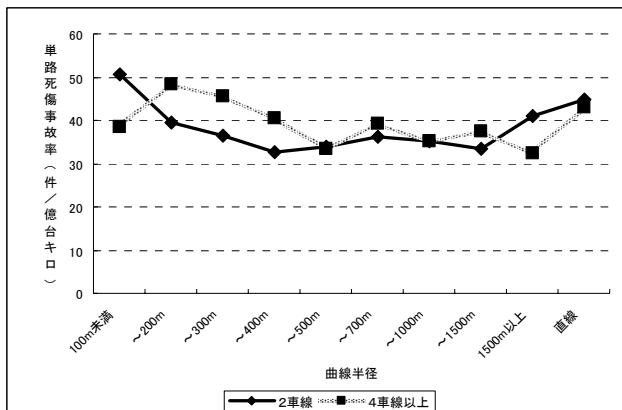


図-2・3・16 曲線半径と事故率の関係
(車線数別の比較・全類型)

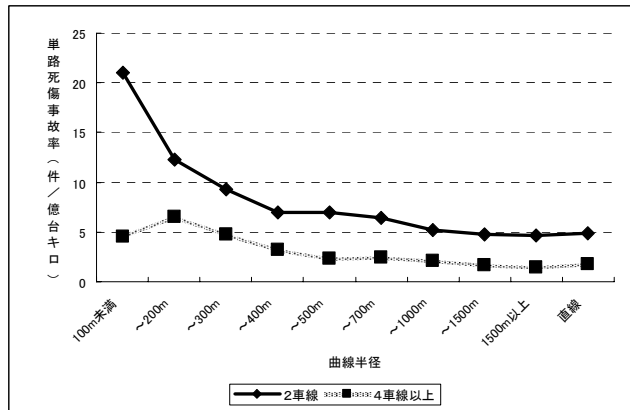


図-2・3・17 曲線半径と事故率の関係
(車線数別の比較・4 類型)

上述のように、曲線半径が車両の車線逸脱を伴う事故に影響していることが推察できた。車両の車線逸脱を伴う事故を防ぐためには、曲線半径はなるべく大きくすることが望ましいと考えられる。ただし、車両の車線逸脱を伴う事故を防ぐ交通安全施設を設置する場合、事故率を低い状態に保つことも可能となるかもしれない。ここでは、車両の車線逸脱を伴う事故のうち、正面衝突を防ぐ交通安全施設として中央帯を取り上げ、路外逸脱や工作物衝突等の車両単独事故（夜間）を防ぐ交通安全施設として視線誘導標を取り上げて、これらの施設有無別に、曲線半径と事故発生状況の関係を分析した。

まず、中央帯の有無別に、曲線半径と事故率の関係を分析した（図-2・3・18～図-2・3・23）。なお、ここでは、中央分離帯が設置されていない場合でも、幅が50cm以上で運用上中央帯の機能を持たせている場合は「中央帯あり」に含む。ここでは、中央帯の設置によって、対向車線への車両の逸脱が防止され、正面衝突事故が防止されるものと考えられるため、正面衝突事故に着目した。

全道路で見ると、曲線半径にかかわらず、「中央帯あり」の方が「中央帯なし」より、事故率が低くなることがわかった。また、曲線半径が小さくなるほど、「中央帯あり」と「中央帯なし」の差が大きくなることがわかった。つまり、曲線半径が小さいほど中央帯を設置する効果が高いと考えられる。次いで、沿道状況別に見ると、沿道状況にかかわらず、曲線半径にかかわらず、「中央帯あり」の方が「中央帯なし」より、事故率が低くなる傾向が見られた。また、車線数別に見ると、「2車線」、「4車線以上」とも、曲線半径にかかわらず、「中央帯あり」の方が「中央帯なし」より、事故率が低くなる傾向が見られた。

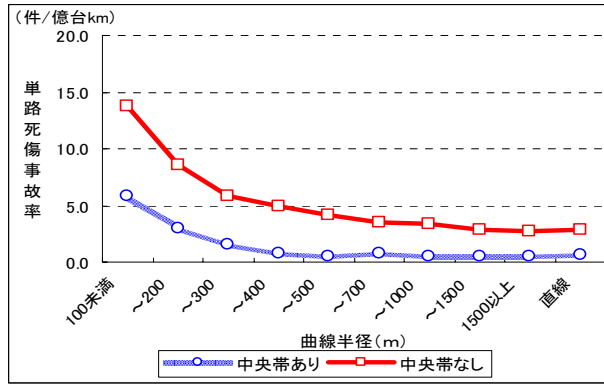


図-2・3・18 曲線半径と事故率の関係（中央帯有無別・正面衝突事故）

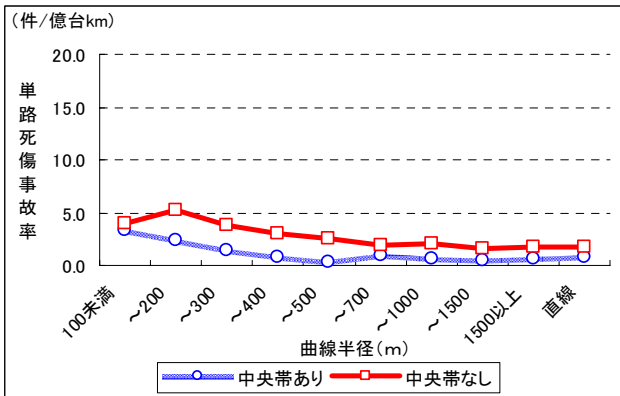


図-2・3・19 曲線半径と事故率の関係
（中央帯有無別・正面衝突事故・DID）

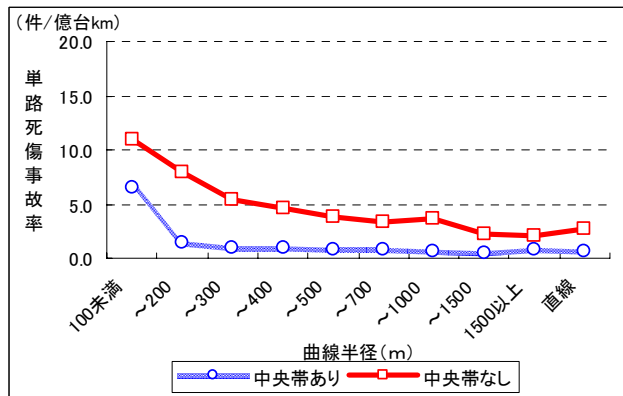


図-2・3・20 曲線半径と事故率の関係
（中央帯有無別・正面衝突事故・その他市街地）

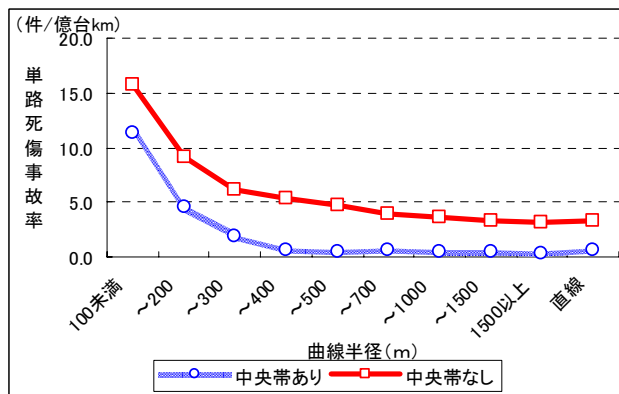


図-2・3・21 曲線半径と事故率の関係（中央帯有無別・正面衝突事故・非市街地）

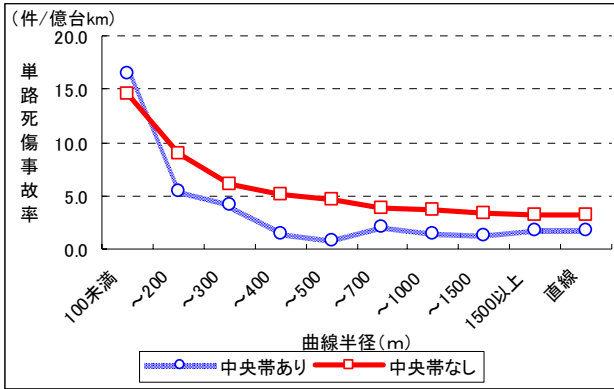


図-2・3・22 曲線半径と事故率の関係
(中央帯有無別・正面衝突事故・2車線)

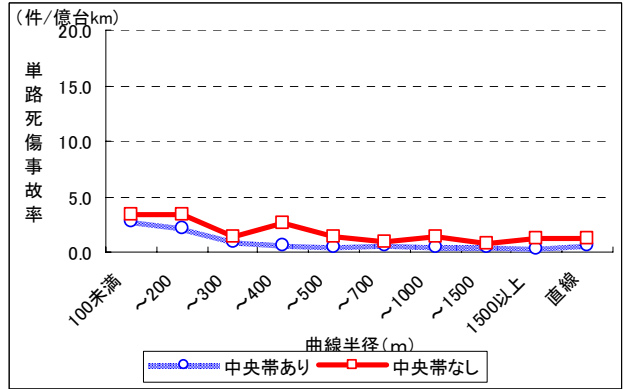


図-2・3・23 曲線半径と事故率の関係
(中央帯有無別・正面衝突事故・4車線)

次に、視線誘導標の有無別に、曲線半径と事故率の関係を分析した(図-2・3・24～図-2・3・29)。なお、ここでは、反射式の視線誘導標が設置されている場合を「視線誘導標設置」、自発光式も含めていずれの視線誘導標も設置されていない場合を「視線誘導標なし」とした。ここでは、視線誘導標の設置によって、ドライバーが夜間に道路線形を認識しやすくなり、路外への車両の逸脱が防止され、夜間の路外逸脱や工作物衝突等の車両単独事故が防止されるものと考えられるため、夜間の車両単独事故に着目した。

全道路で見ると、「視線誘導標設置」の方が「視線誘導標なし」より、若干事故率が低くなることがわかった。次いで、沿道状況別に見ると、その他市街地ではややばらつきがあるが、DID と非市街地では、ほとんどの曲線半径で「視線誘導標設置」の方が「視線誘導標なし」より、事故率が低くなる傾向が見られた。また、車線数別に見ると、4車線以上で、曲線半径が小さい区分において、「視線誘導標設置」の方が「視線誘導標なし」より、事故率が低くなる傾向が見られた。

ただし、「視線誘導標設置」と「視線誘導標なし」の差は、いずれも大きいとは言えず、視線誘導標を設置することによって、多少は夜間の車両単独事故を防止することができるものの、曲線半径が小さいことによって発生する車両単独事故を防止するには十分とは言えないと考えられる。

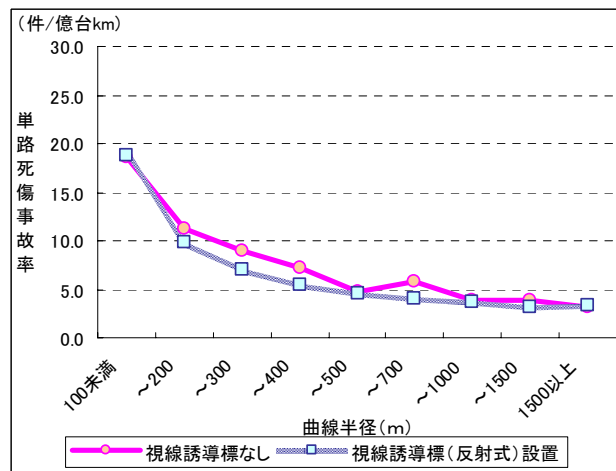


図-2・3・24 曲線半径と事故率の関係 (視線誘導標有無別・車両単独夜間事故)

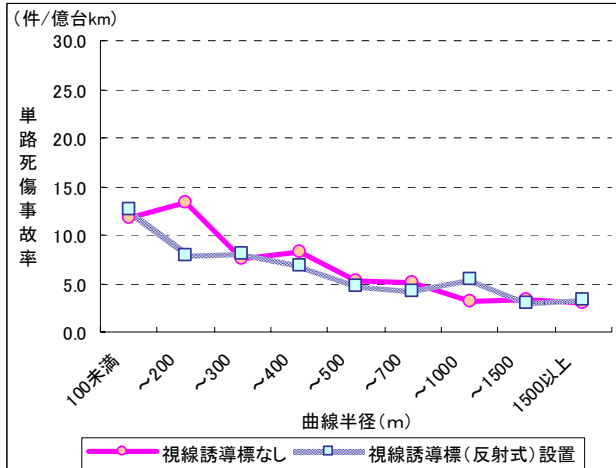


図-2.3.25 曲線半径と事故率の関係

(視線誘導標有無別・車両単独夜間事故・DID)

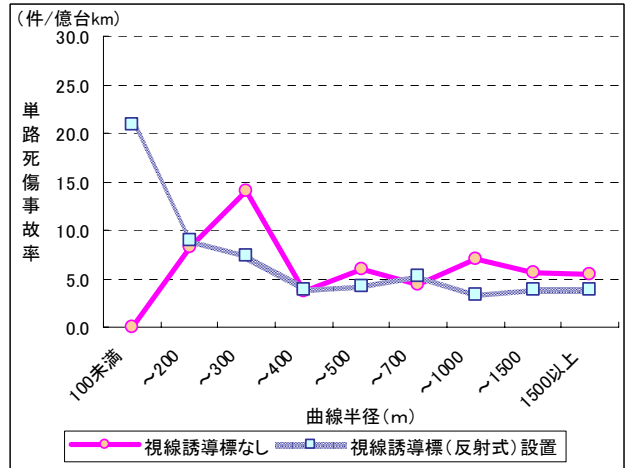


図-2.3.26 曲線半径と事故率の関係

(視線誘導標有無別・車両単独夜間事故・その他市街地)

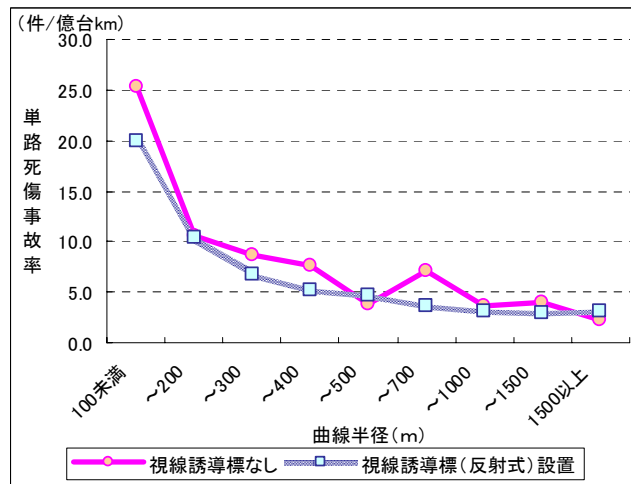


図-2.3.27 曲線半径と事故率の関係 (視線誘導標有無別・車両単独夜間事故・非市街地)

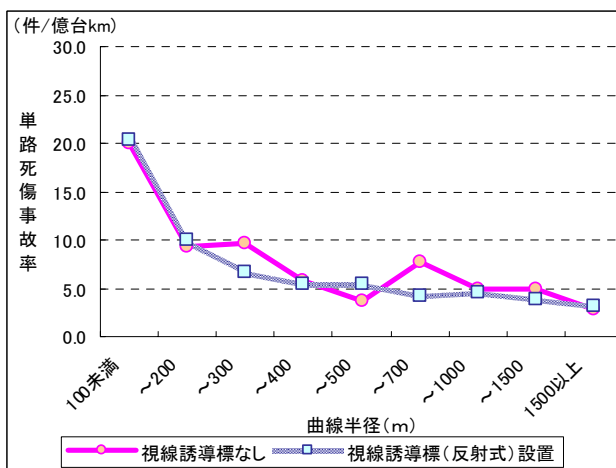


図-2.3.28 曲線半径と事故率の関係

(視線誘導標有無別・車両単独夜間事故・2車線)

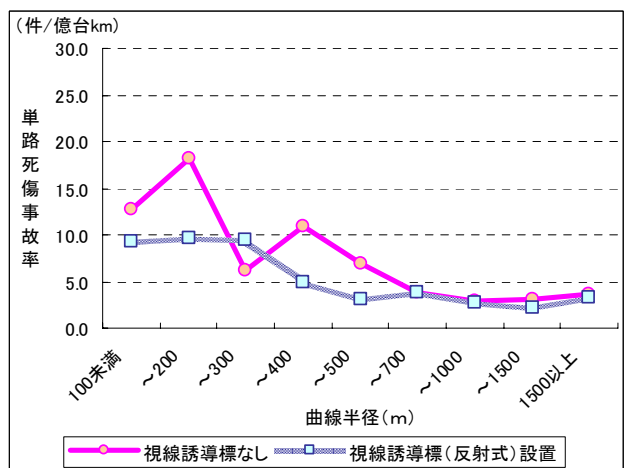


図-2.3.29 曲線半径と事故率の関係

(視線誘導標有無別・車両単独夜間事故・4車線)

(2)縦断線形と事故発生状況の関係

縦断勾配を8のランクに区分し、各ランクの死傷事故率を算出した。ランクの区分は1%刻みとし、1%未満は平坦と見なした。なお、曲線半径の影響を除去するため、直線区間のデータを用いて分析を行った。また、市街地非市街地といった沿道区分や、車線数も縦断勾配と事故発生状況の関係に大きな影響を与えると考えられることから、沿道状況別の分析、車線数別の分析を行った。

まず、対象全区間のデータを用いて、縦断勾配ランク別、事故類型別の事故率を算出し、図-2・3・30のグラフを作成した。

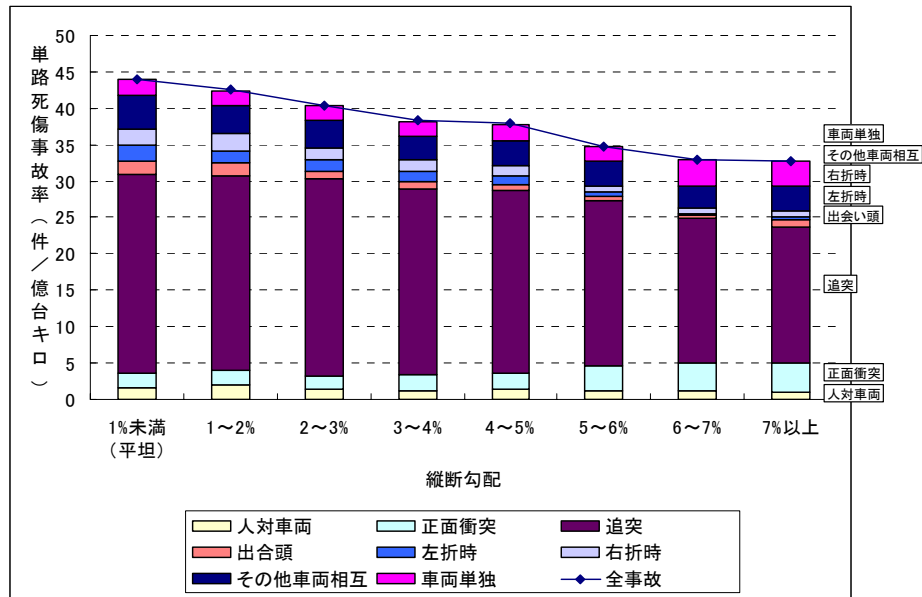


図-2・3・30 縦断勾配と事故率の関係

その結果、死傷事故全体で見ると、縦断勾配が小さいほど、つまり平坦になるほど事故率が高くなる傾向がわかった。

事故類型別に見ると、正面衝突や、車両単独のような、車両の車線逸脱による事故では、縦断勾配が大きいほど事故率が高くなる傾向が見られた。この理由として、特に下り勾配の場合、縦断勾配が大きいほど車両に加わる前後方向の加速度が大きくなり、下り勾配では速度がより超過して車両の挙動が不安定となることが考えられる。(1)と同様に車両の車線逸脱を伴う4類型を対象に分析した結果を図-2・3・31に示す。これによると、縦断勾配が大きくなるほど事故率が高くなる傾向が顕著に見られた。

一方で、追突事故については、縦断勾配が小さいほど事故率が増加する傾向が見られた。これは、縦断勾配が小さいと、安心感から運転者の注意力が低下するためではないかと推測される。運転者の注意力が低下すると、車線逸脱による事故も増加するはずであるが、前後加速度が小さくなる影響と相殺されているものと考えられる。このため、車線を逸脱しない事故、特に追突事故が増加していると考えられる。

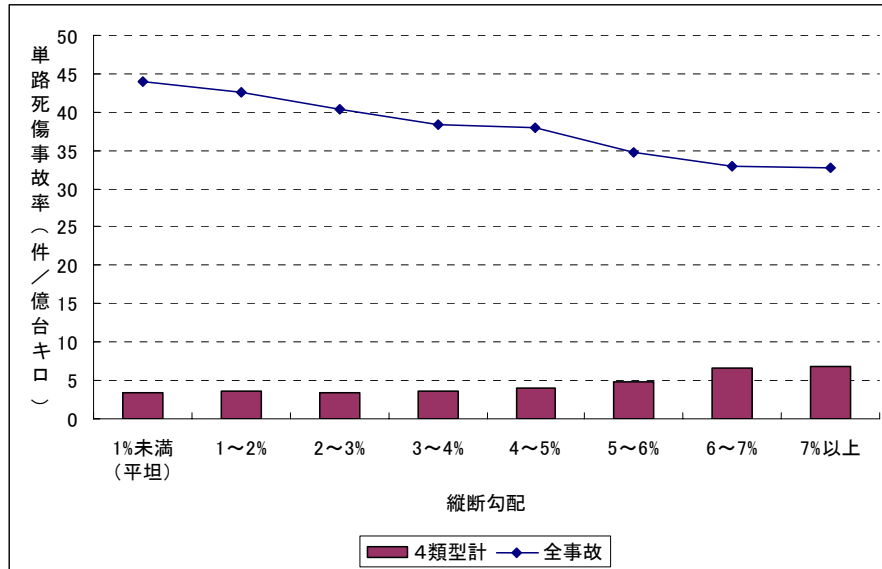


図-2・3・31 縦断勾配と事故率の関係 (4 類型)

次に、沿道状況別に、縦断勾配ランクと事故類型別の事故率の関係を分析した (図-2・3・32～図-2・3・34)。また、(1)と同様に、車両の車線逸脱を伴う 4 類型の事故率 (図-2・3・35～図-2・3・37) について分析を行った。

「DID」、「その他市街地」、「非市街地」相互で比較すると、全事故類型では縦断勾配に関わらず、「DID」の事故率が最も高く、「非市街地」の事故率が最も低いことがわかる (図-2・3・38)。一方、4 類型で見ると、逆に「非市街地」の事故率が最も高く、「DID」の事故率が最も低くなった (図-2・3・39)。また、「非市街地」では、縦断勾配が大きくなるほど 4 類型の事故率が高くなる傾向が、他の沿道状況と比較すると顕著に見られた。

「DID」において事故率が高くなっているのは、「DID」では沿道施設が多く立地し、沿道出入り車両の影響で、車両の錯綜の機会が多くなることや、車両の急加減速が生じることが要因の一つとして考えられる。一方、「DID」や「その他市街地」と比較して、「非市街地」で車両の車線逸脱による事故の事故率が高くなっているのは、「DID」や「その他市街地」と比較して、「非市街地」では 2 車線道路の割合が高いこと、中央帯の設置区間の割合が少ないこと (表-2・3・11) などが影響しているものと考えられる。

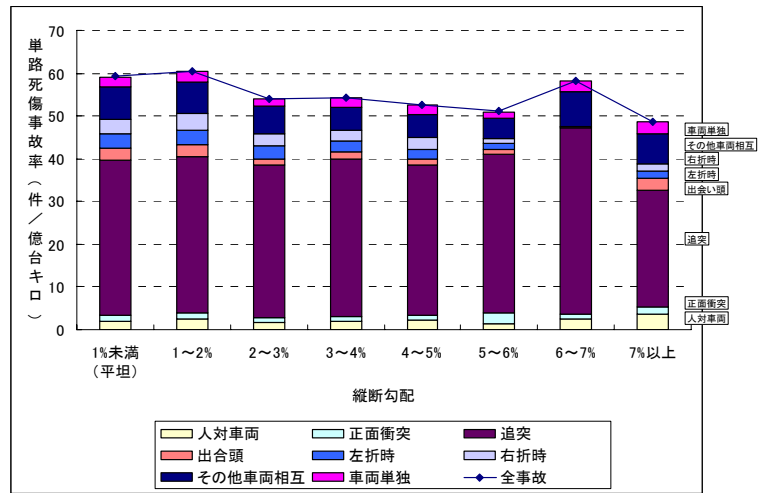


図-2.3.32 縦断勾配と事故率の関係 (DID)

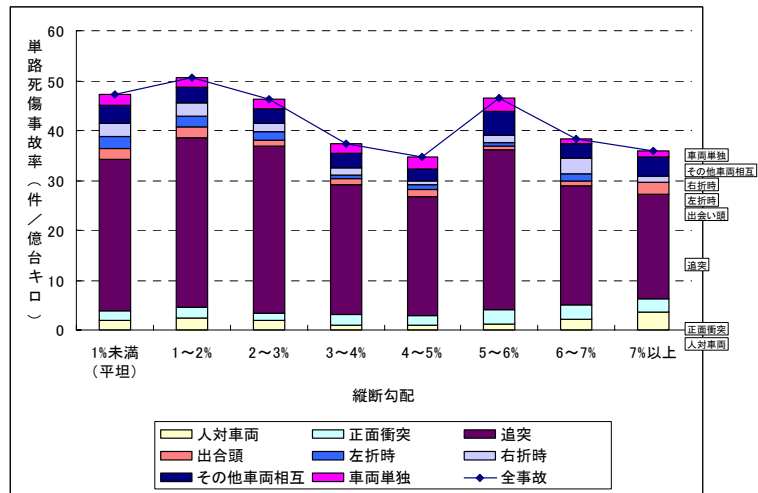


図-2.3.33 縦断勾配と事故率の関係 (その他市街地)

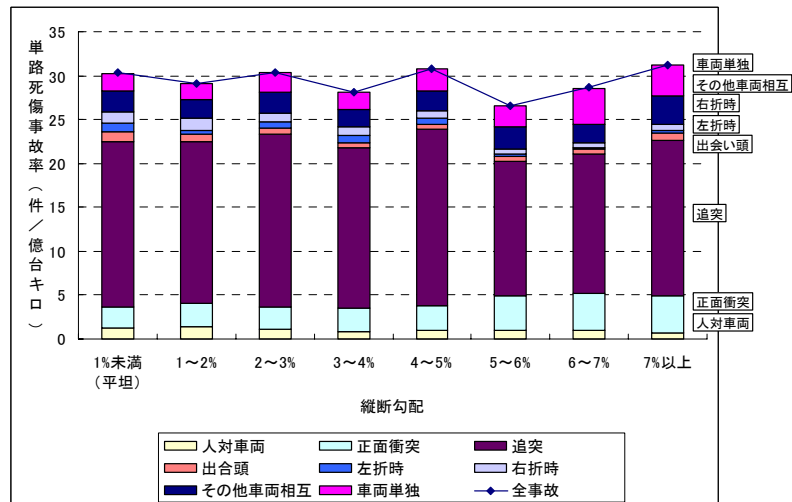


図-2.3.34 縦断勾配と事故率の関係 (非市街地)

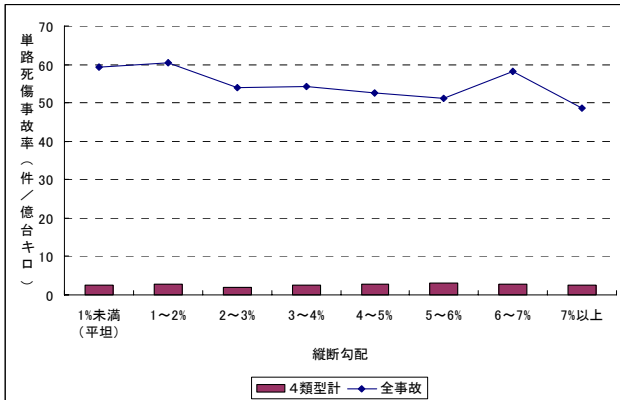


図-2・3・35 縦断勾配と事故率の関係
(DID4 類型)

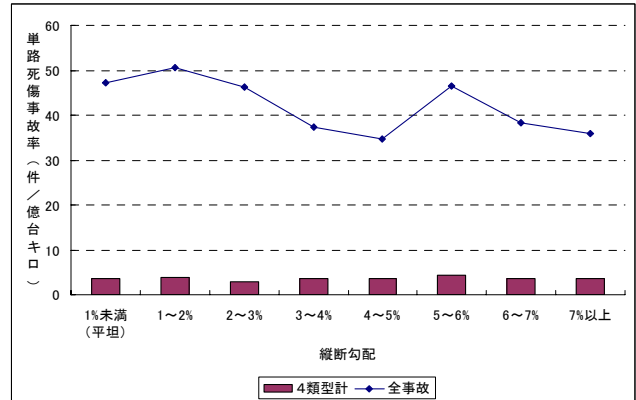


図-2・3・36 縦断勾配と事故率の関係
(その他市街地 4 類型)

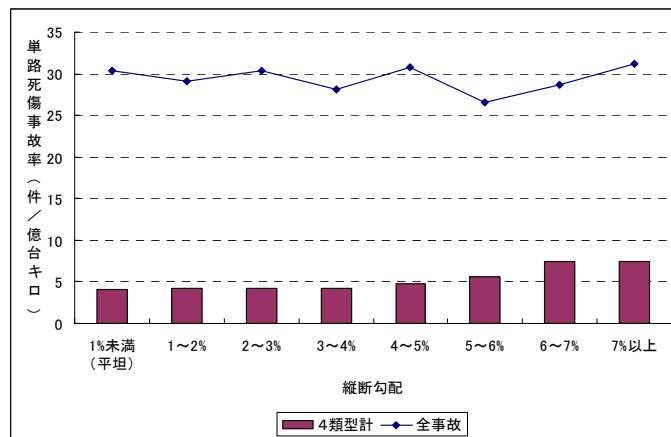


図-2・3・37 縦断勾配と事故率の関係 (非市街地 4 類型)

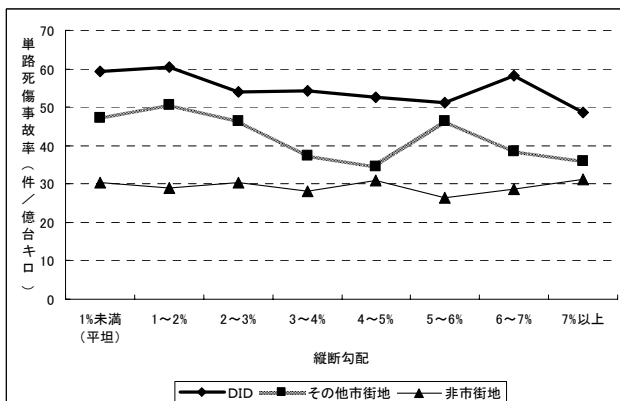


図-2・3・38 縦断勾配と事故率の関係
(沿道状況別の比較・全類型)

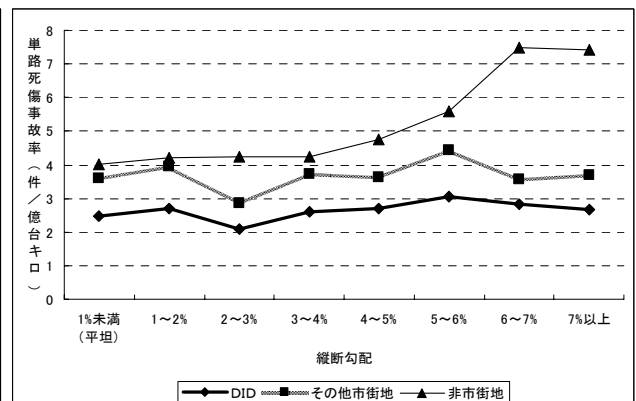


図-2・3・39 縦断勾配と事故率の関係
(沿道状況別の比較・4 類型)

次に、車線数別に、縦断勾配ランクと事故類型別の事故率の関係を分析した（図-2・3・40～図-2・3・41）。ここでは車線数を、「2車線」（3車線含む）と「4車線以上」に区分して分析を行った。また、(1)と同様に、車両の車線逸脱を伴う4種類の事故率（図-2・3・42～図-2・3・43）を分析した。

「2車線」、「4車線以上」相互で比較すると、全事故類型では、ほとんどの縦断勾配ランクで、「4車線以上」の方が、「2車線」と比較して事故率が高いことがわかる（図-2・3・44）。一方、4類型で見ると、逆に「2車線」の事故率が「4車線以上」と比較してかなり高く、ほとんどの縦断勾配ランクで、2倍以上の事故率となっていることがわかる（図-2・3・45）。また、縦断勾配が大きくなるほどその差が大きくなっていることがわかる。

「4車線以上」で追突事故の占める割合が多くを占めるのは、前述のように、4車線以上の区間が「DID」地域に存在することが多いことが影響しているものと思われる。また、追突事故の占める割合が高いことは、逆に言えば車両の車線逸脱を伴う事故が少ないことを示している。これは、4車線以上の方が、待避スペースがあるため、路外や対向車線に車両が逸脱せず、車線に留まる可能性が高いためであると考えられる。一方、「2車線」で車両の車線逸脱を伴う事故が多いのは、待避スペースがないことや、ほとんどの場合中央帯が設置されていないことが影響していると考えられる。

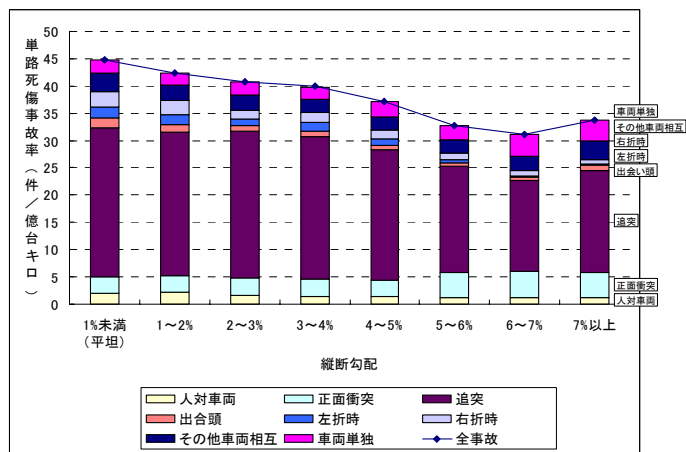


図-2・3・40 縦断勾配と事故率の関係 (2車線)

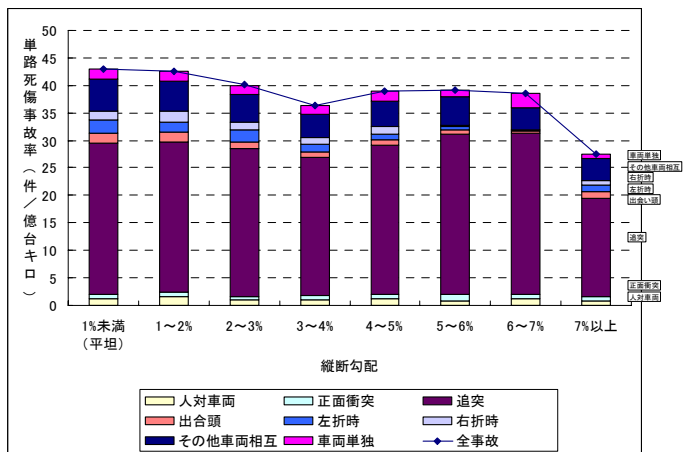


図-2・3・41 縦断勾配と事故率の関係 (4車線以上)

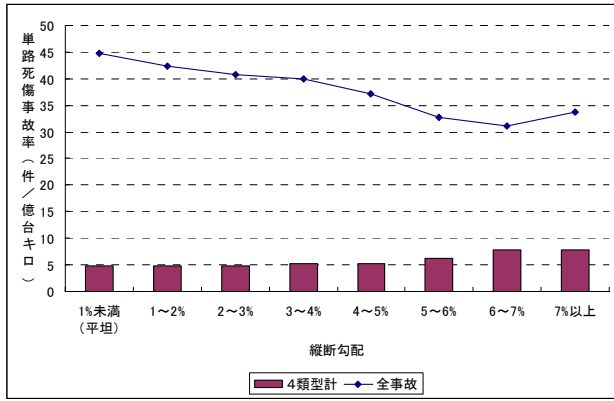


図-2・3・42 縦断勾配と事故率の関係
(2車線4類型)

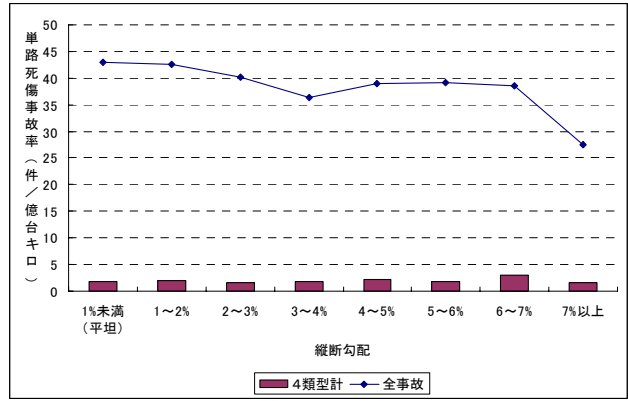


図-2・3・43 縦断勾配と事故率の関係
(4車線4類型)

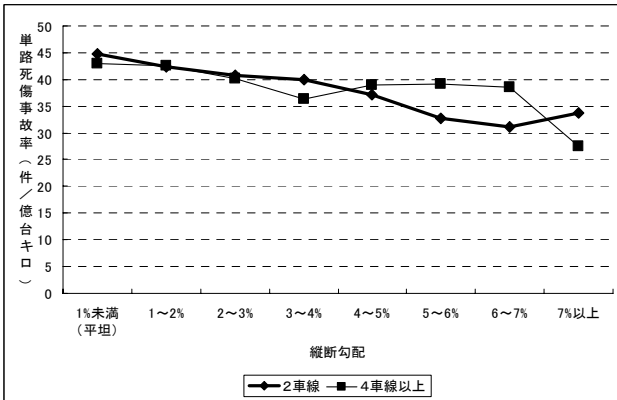


図-2・3・44 縦断勾配と事故率の関係
(車線数別の比較・全類型)

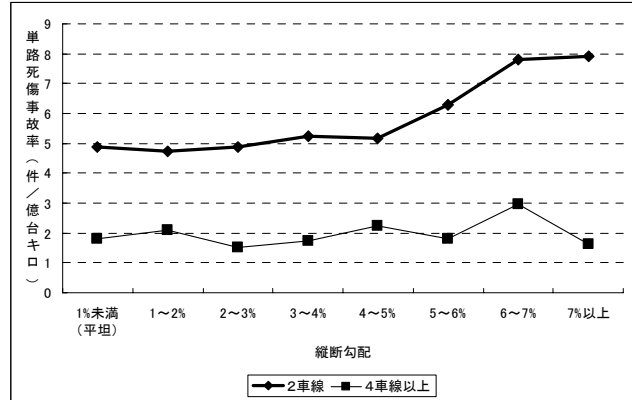


図-2・3・45 縦断勾配と事故率の関係
(車線数別の比較・4類型)

(3) 平面線形と縦断線形の組み合わせと事故発生状況の関係

曲線半径と縦断勾配の組み合わせと、事故発生状況の関係を分析した。具体的には、(1)で区分した曲線半径の10ランクと、(2)で区分した縦断勾配の8ランクをクロスさせた組み合わせを設定し、各組み合わせの死傷事故率を算出した。また、沿道状況別の分析、車線数別の分析を行った。

まず、すべての事故類型を対象に分析を行った。全区間を対象にした分析(図-2・3・46)を見ると、あまり明確な傾向は見られない。また、DIDを対象にした分析(図-2・3・47)、その他市街地を対象とした分析(図-2・3・48)、非市街地を対象とした分析(図-2・3・49)、2車線区間を対象にした分析(図-2・3・50)、4車線区間を対象とした分析(図-2・3・51)でも、やはり明確な傾向は見られない。

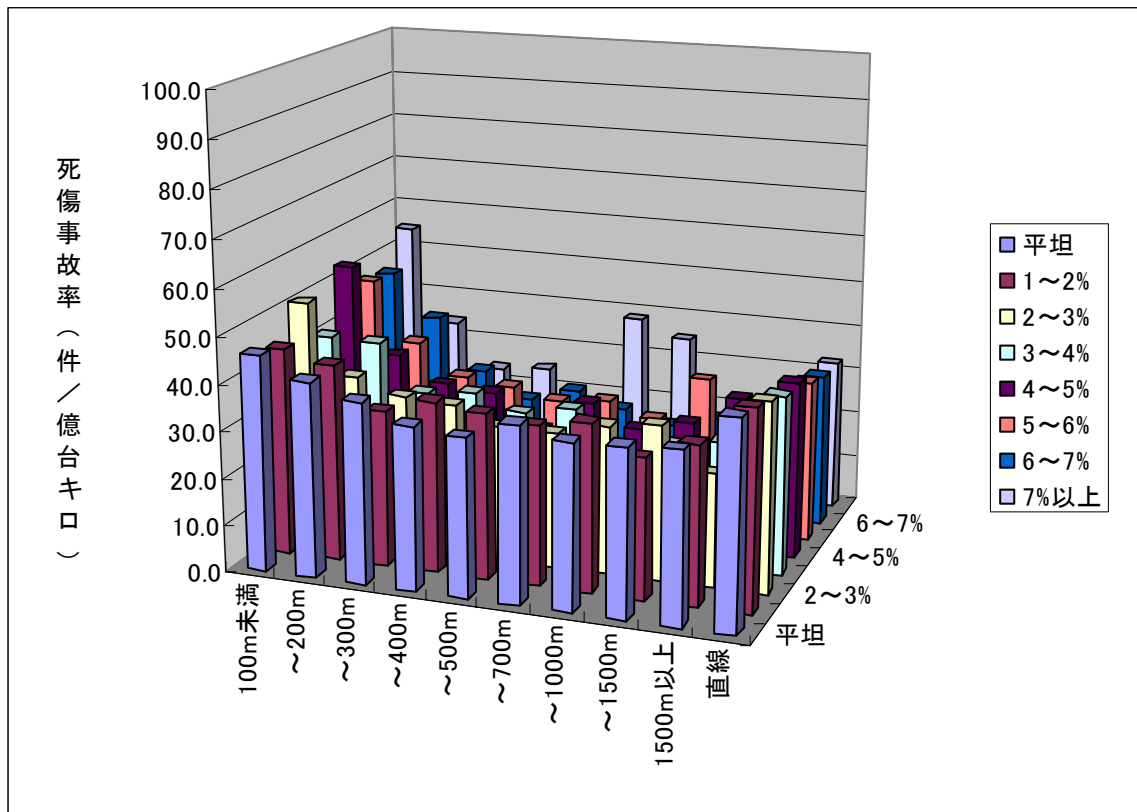


図-2・3・46 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (全事故類型・全区間)

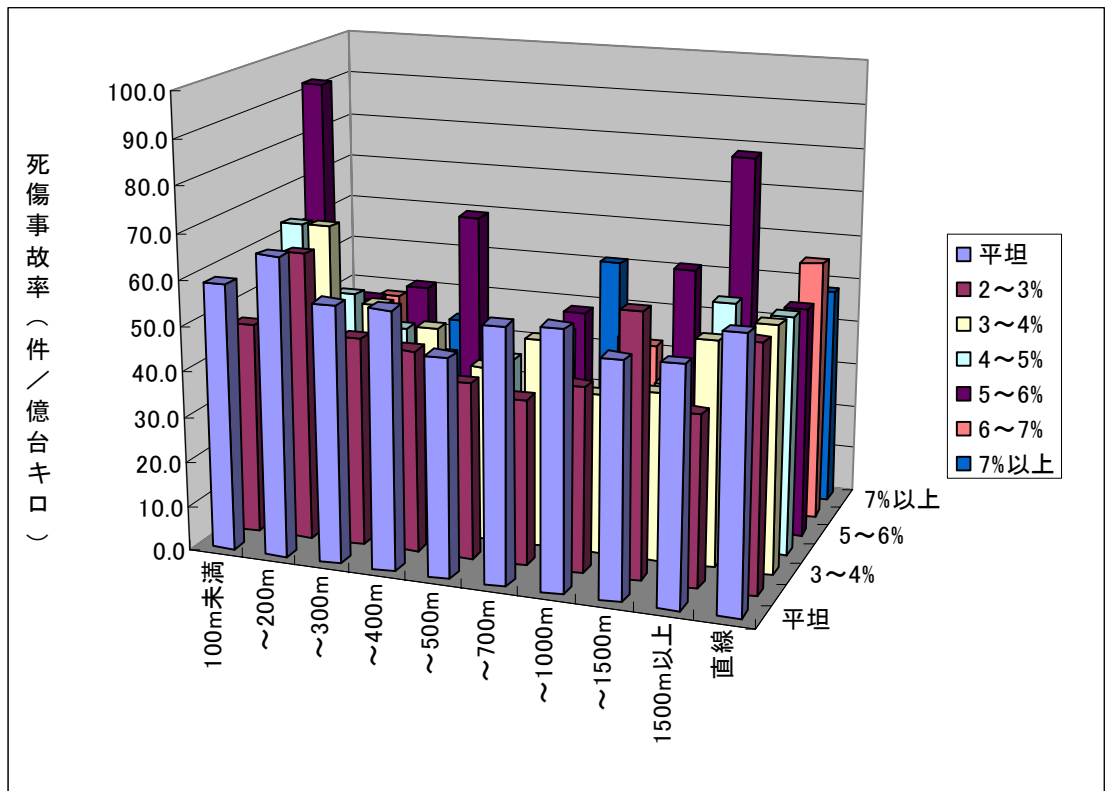


図-2・3・47 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (全事故類型・DID)

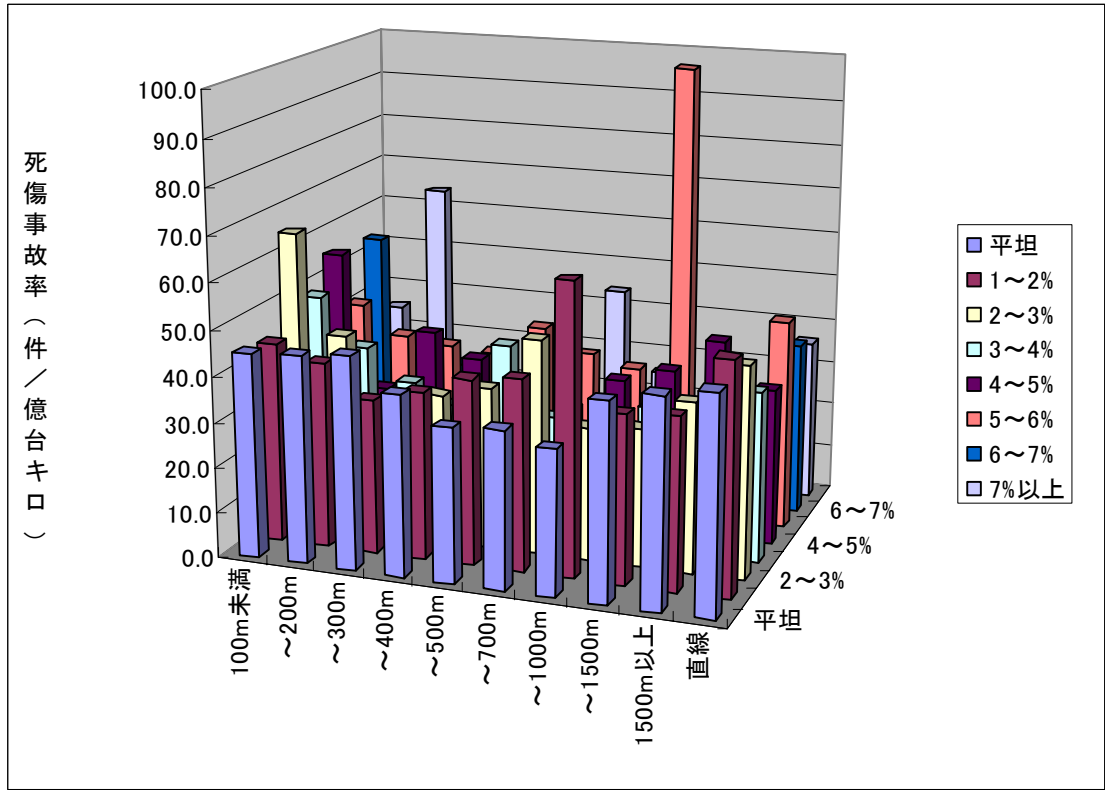


図-2・3・48 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (全事故類型・その他市街地)

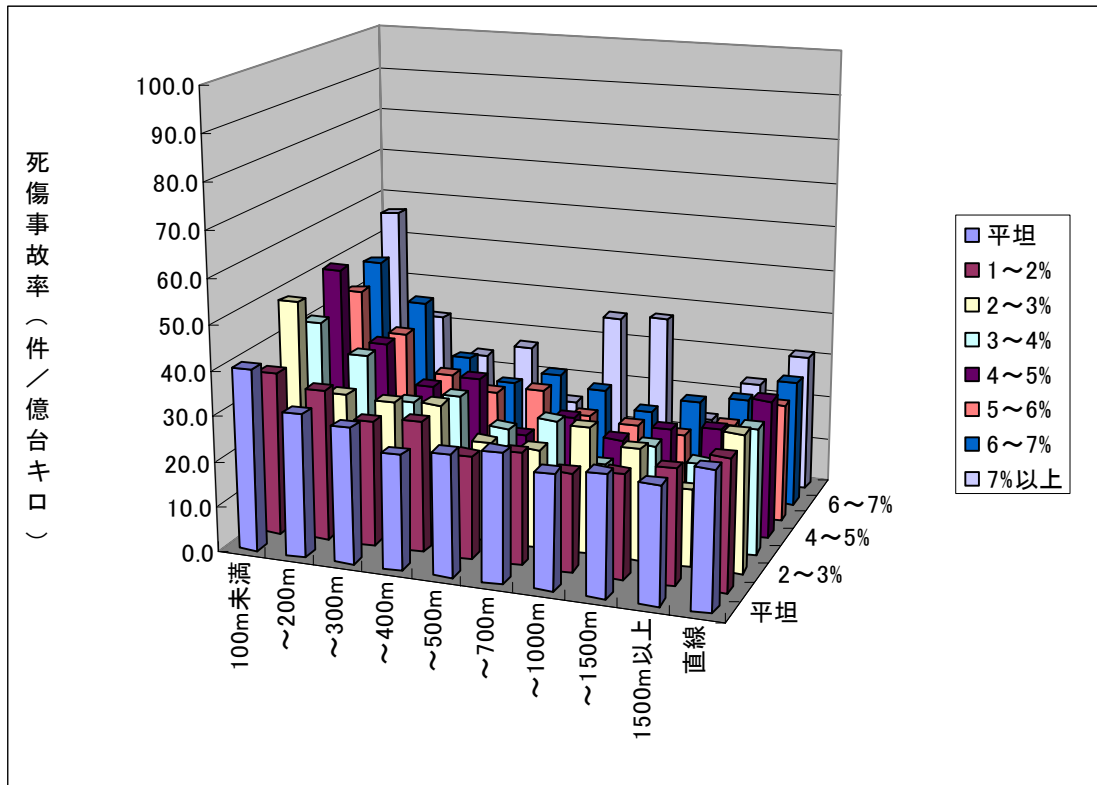


図-2・3・49 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (全事故類型・非市街地)

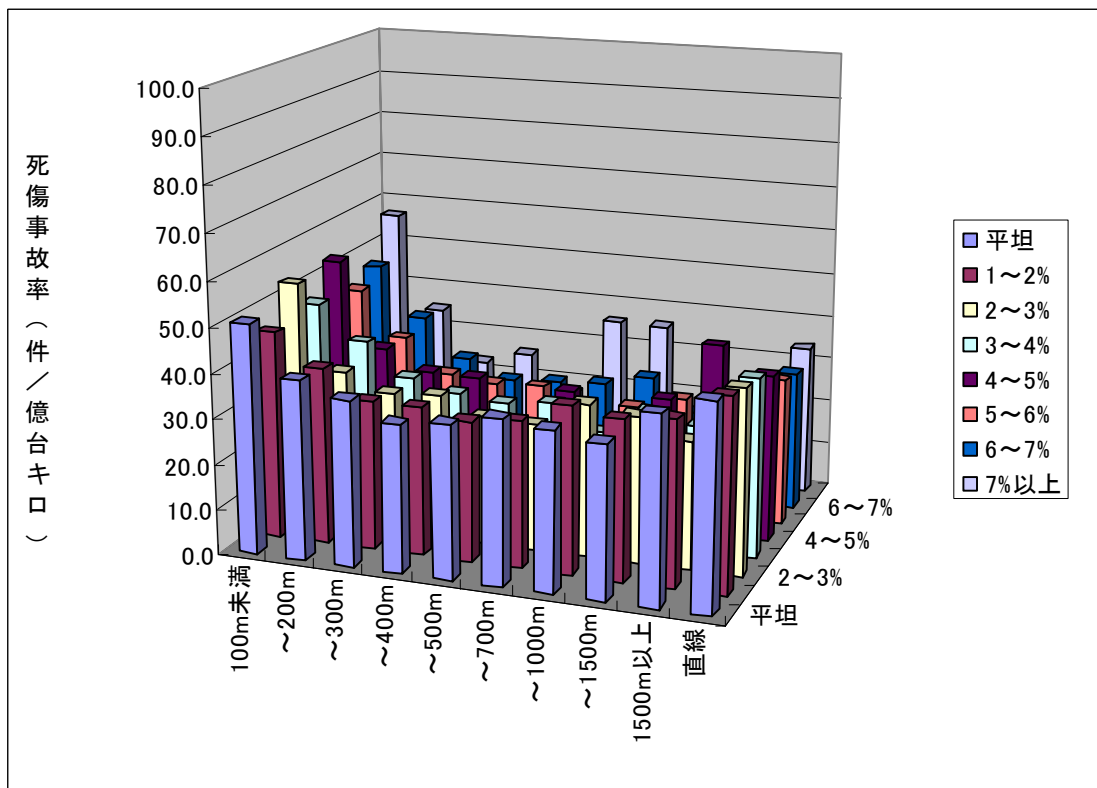


図-2・3・50 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (全事故類型・2車線)

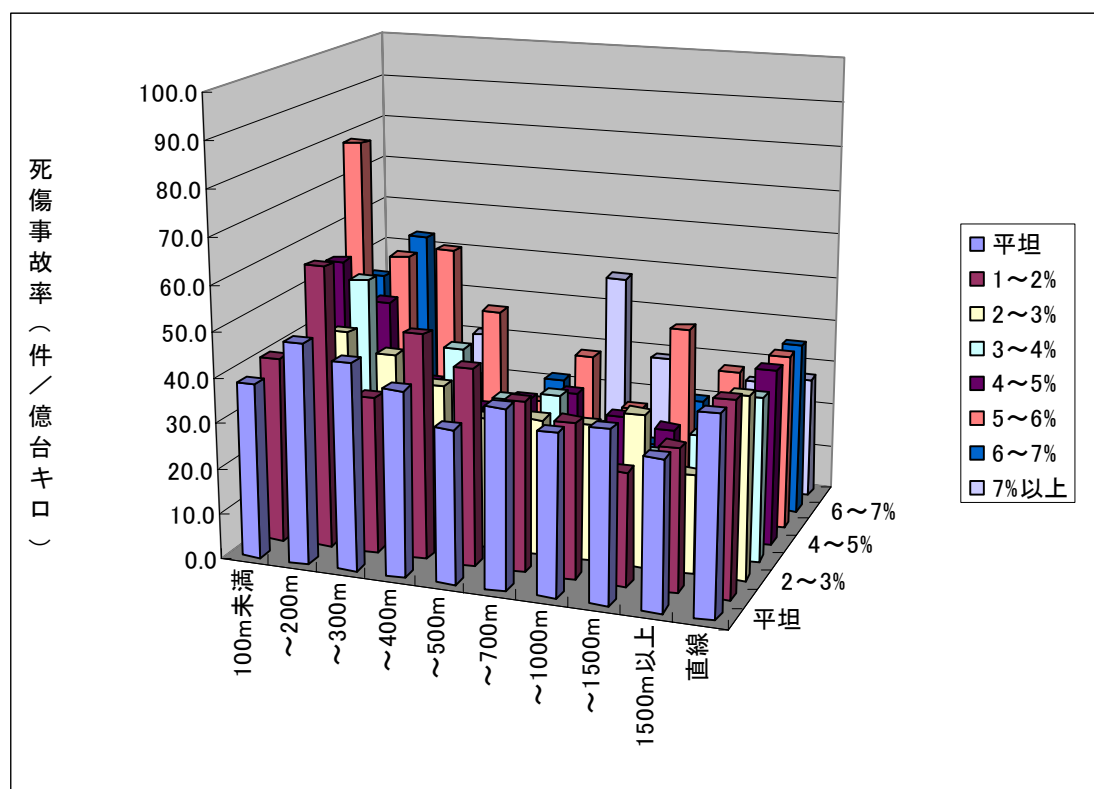


図-2・3・51 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係（全事故類型・4車線）

次に、(1)や(2)と同様に、車両の車線逸脱を伴う事故を対象とした分析を行った。

全区間を対象とした分析（図-2・3・52）を見ると、曲線半径が小さくかつ縦断勾配が大きいほど事故率が高くなる傾向が見られた。沿道区分別の分析（図-2・3・53～2・3・55）や車線数別の分析（図-2・3・56～2・3・57）においてもこの傾向は概ね確認できた。特に、非市街地、および2車線を対象とした分析で、この傾向が顕著に見られた。

車両の車線逸脱を伴う事故について、曲線半径が小さくなるほど事故率が高くなる傾向と、縦断勾配が大きくなるほど事故率が高くなる傾向は、(1)と(2)で示した通り、曲線半径のみ、あるいは縦断勾配のみの分析でも見られた傾向である。しかし、本章で示した結果は、小さな曲線半径と大きな縦断勾配を組み合わせることにより、(1)と(2)で示した傾向以上に、車両の車線逸脱を伴う事故率が高くなっていることを示している。曲線半径が小さいことによって遠心力が大きくなっていることに加え、勾配が大きいことによって、大きな前後方向の加速度が加わることで、車両がより不安定となっていること、また運転者が急なカーブに対するハンドル操作と、急な勾配に対して速度を維持しようとする操作の両方を強いられるため、安全な運転を維持することが困難となっていることがその理由として考えられる。

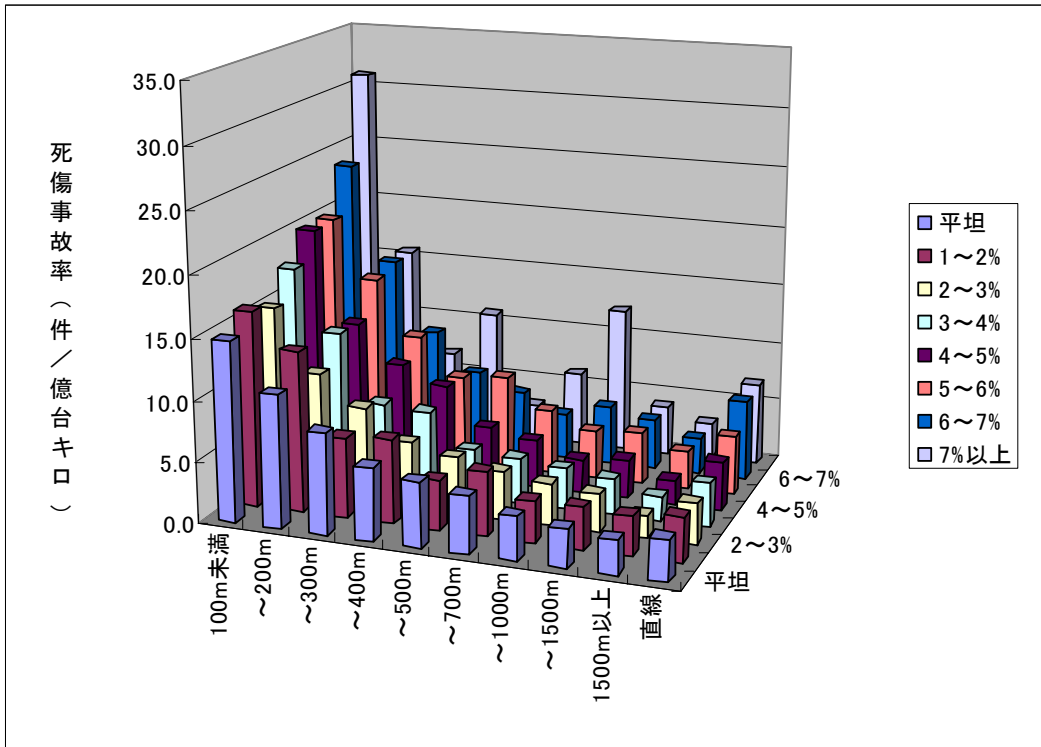


図-2.3.52 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (4 類型・全区間)

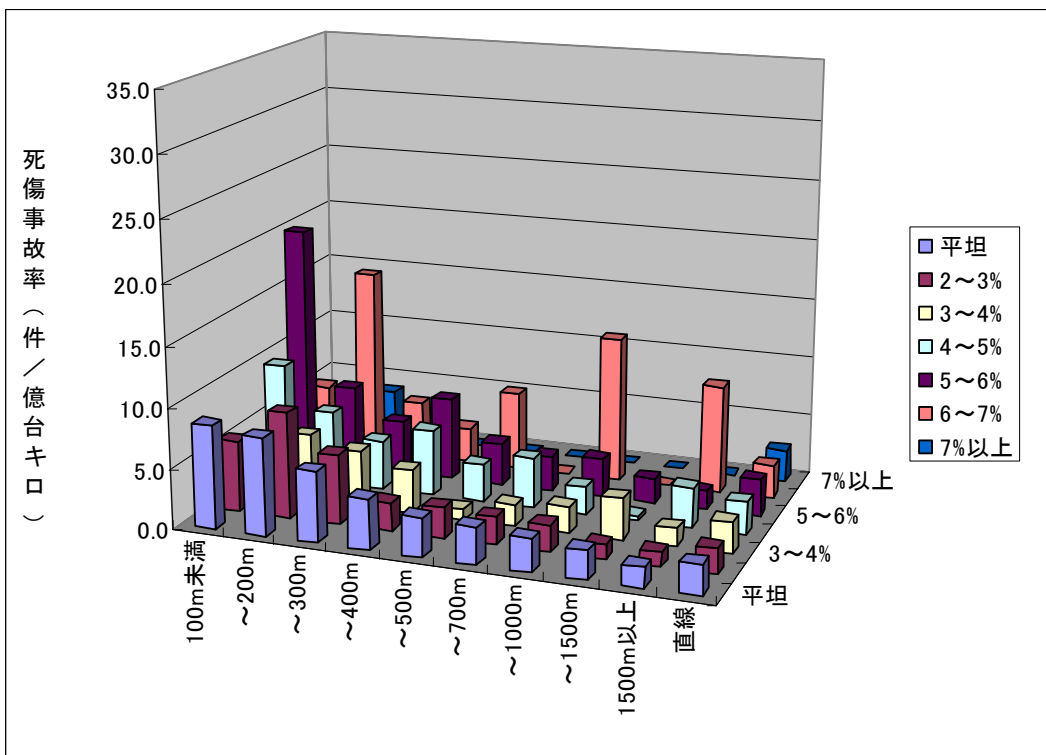


図-2.3.53 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (4 類型・DID)

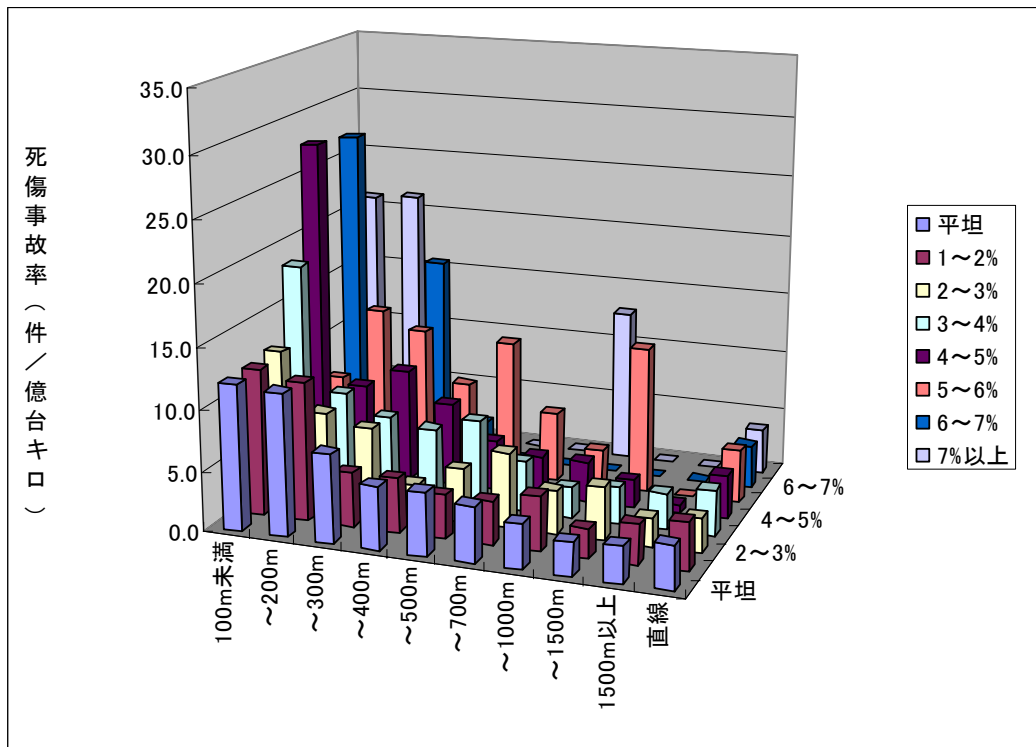


図-2・3・54 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (4 類型・その他市街地)

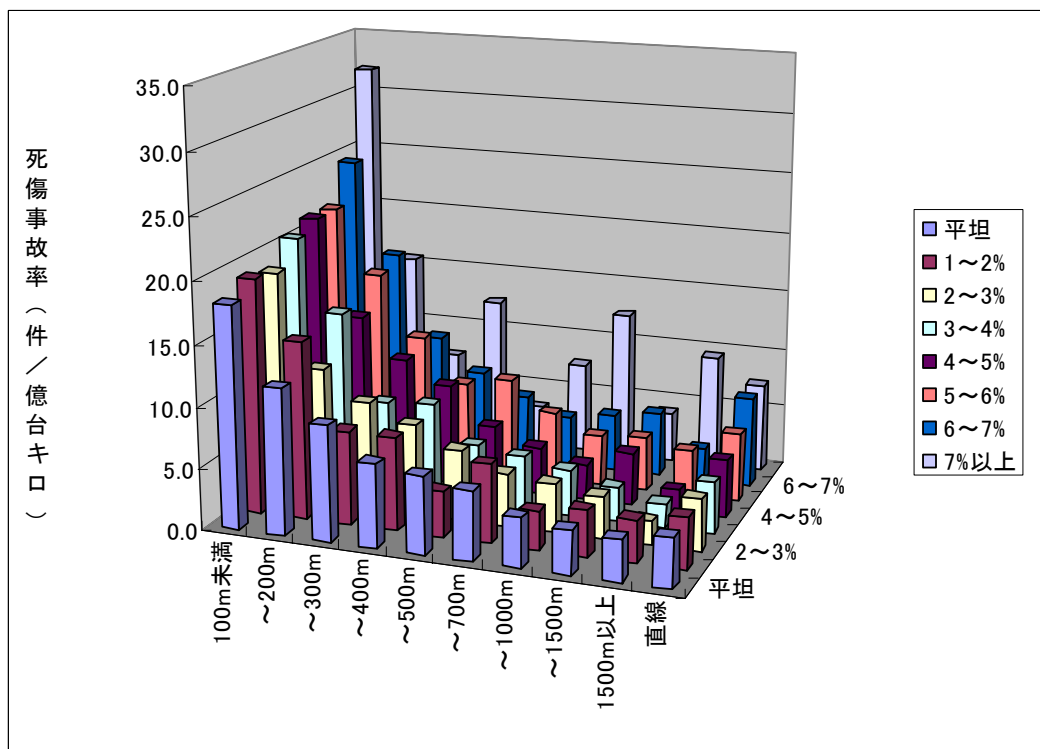


図-2・3・55 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (4 類型・非市街地)

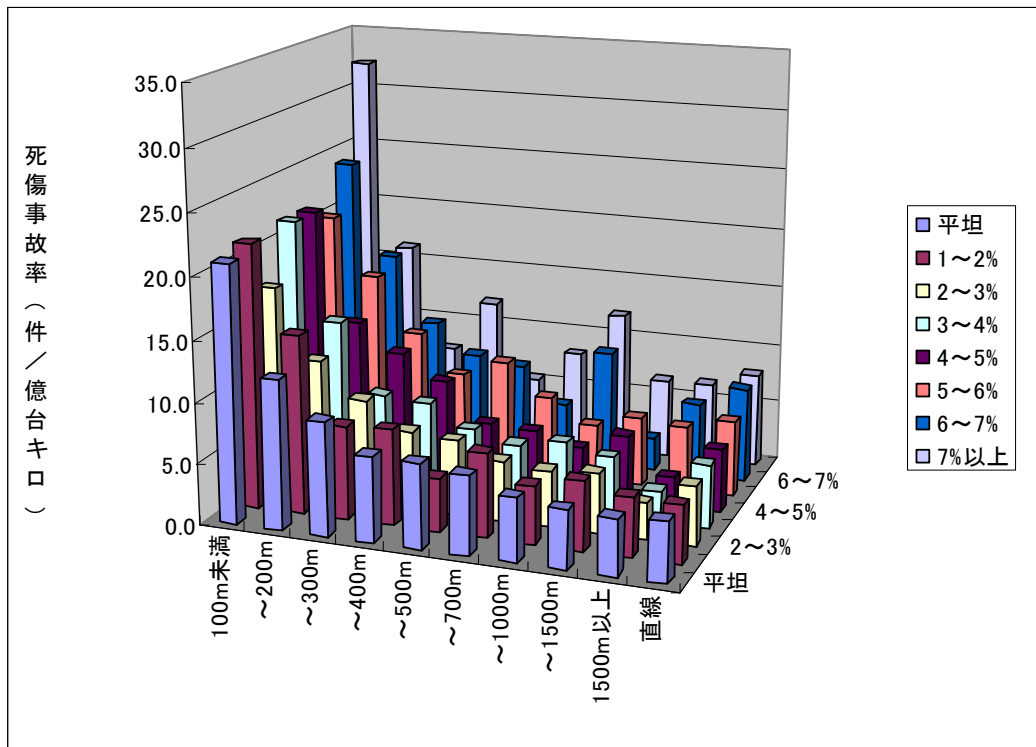


図-2・3・56 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (4 類型・2 車線)

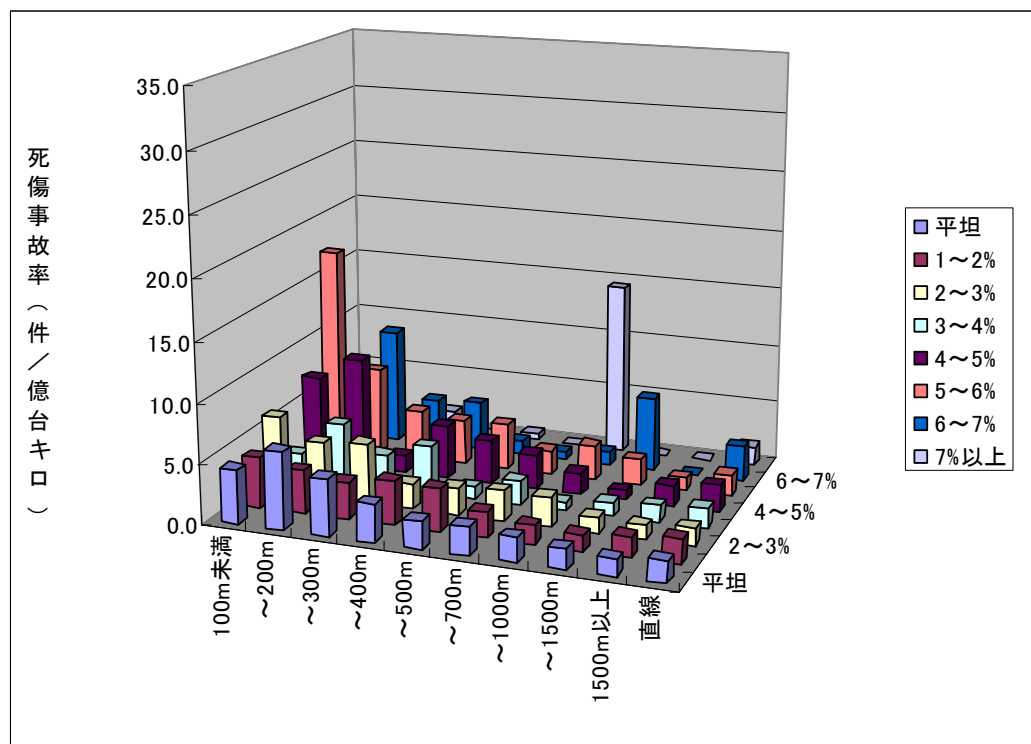


図-2・3・57 曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故率の関係 (4 類型・4 車線)

2.3.4 まとめ

本節では、安全性の観点から道路線形の設計を検討する際に設計者が参考とできるよう、道路線形別の交通事故発生可能性を定量的に導くことを目的として、交通事故と道路線形に関するデータを用いて道路線形と交通事故の発生状況の関係を分析した。

分析では、死傷事故と事故発生箇所の交通量等に関するデータを収録した「交通事故統合データベース」と、道路線形に関するデータを収録した「道路管理データベース（MICHI）」を、事故と事故発生位置を対応づける「マッチングデータ」をキーデータとして統合したものを用い、交通事故と道路線形の関係を分析した。具体的には、曲線半径と事故との関係、縦断勾配と事故の関係、曲線半径縦断勾配の組み合わせと事故の関係を分析した。その結果、下記の状況を把握できた。

- ・曲線半径が小さいほど、事故率が高くなる傾向が見られ、特に車両が車線を逸脱する事故で顕著であった。この傾向は、2車線道路および非市街地で特に顕著に見られ、逸脱の際の回避空間の有無や、中央帯の有無の影響が考えられた。
- ・中央帯が存在する場合は、どの曲線半径においても正面衝突事故の事故率が大幅に低くなることがわかった。また、視線誘導標が存在する場合は、車両単独事故の事故率が若干低くなることがわかった。
- ・全事故類型で見ると、縦断勾配が大きいほど、逆に事故率が低くなる傾向が見られたが、車両が車線を逸脱する事故で見ると、縦断勾配が大きいほど事故率が高くなる傾向が見られた。この傾向は、2車線道路および非市街地で特に顕著に見られた。
- ・急な曲線半径と、急な縦断勾配を組み合わせた場合、曲線半径、縦断勾配それぞれ単独が示す傾向以上に、車両の車線逸脱を伴う事故率が高くなっている。遠心力に加え大きな前後方向の加速度が加わることで、車両がより不安定となっていること、および運転者が急なカーブに対するハンドル操作と、急な勾配に対して速度を維持しようとする操作の両方を強いられ、運転操作が困難となっていることが理由として考えられる。

なお、本節で示す分析結果は、多種多様な条件の下にある多くの道路のデータに基づいて集計された結果であり、分析結果は平均的な傾向を表すものではあっても、当然ばらつきを有する。したがって、すべての箇所において本分析通りの傾向を示すわけではない。また、上述したように、道路線形を決定する際は、安全性や円滑性、経済性、地形との調和等を高い次元で実現できるよう、設計者が十分な検討を行う必要があることを付言する。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用， 2004年2月
- 2) (社) 交通工学研究会：交通工学ハンドブック 2005， pp.28-3-1～pp.28-3-7 (CD-ROM) ， 2005
- 3) 国土交通省道路局編集， (社) 交通工学研究会発行：平成 11 年度道路交通センサス (全国道路交通情勢調査) 一般交通量調査 CD-ROM
- 4) 全国道路利用者会議：道路行政， 2005年2月
- 5) 道路管理データベースに関する Web ページ：<http://www.hozen.or.jp/center/business/michi.html>

2.4 ヒヤリ事象の活用

2.4.1 活用策を意識したヒヤリ地図の作成方法

(1) はじめに

交通事故は、同一の交差点や同一のカーブ区間などで多発することがあり、このような場合においてはその地点の道路・交通環境が何らかの事故要因をもたらしている可能性が考えられる。このため、警察庁・国土交通省が進める交通安全対策事業の中でも、事故多発地点の抽出と対策実施が取り組まれているところである。

一般にこれらの交通安全対策事業に対しては、交通事故データを活用し、1)対策を実施すべき箇所の特定と、2)その箇所での対策立案・実施が進められる。特に2)については、交通事故に至る過程と要因を詳細に分析・解明できる方が有利である。ところが、上述のように憂慮すべき状況にある事故も対策立案に向けた分析に対しては稀少事象であり、また交通事故データには事故に至る過程が時間を追って順に記録されているわけではない。このため、1)要対策箇所の特定と、2)対策の立案・実施に向け、交通事故データを補完する形で、場所と経過を容易に知りうる方策が必要と考えられる。

このような方策の一つとして、ここでは、交通事故には至らないまでも「ヒヤリ」、「ハッ」とした危険事象を地図上に表現していく「ヒヤリ地図づくり」に着目した。「ヒヤリ地図」自体は、a)問題箇所の抽出とともに、b)ヒヤリ地図作成に関わった人々の交通安全意識を高めるものであるが、ここでは主にa)の観点に着目して活用を考慮していく。ここでは、「ヒヤリ地図」を交通安全対策の立案・実施に際して有効に活用することを最終的な目標とし、危険事象の要因をできるだけ精緻に抽出することなど、ヒヤリ地図の作成と活用に関する課題や対処法等について検討し示す。

(2) ヒヤリ地図の作成例と課題

①ヒヤリ地図に関わる既往研究

ヒヤリ地図は、鈴木らを中心とした国際交通安全学会の研究調査プロジェクトで提案された方法である。ここでは、高齢者がグループミーティングを通じてヒヤリ地図を作成することで、参加した高齢者が交通安全上注意すべき場所とその内容に関する情報を共有するとともに、高齢者自身の交通安全意識を高めていくことを目的としている。

これに対して、ヒヤリ地図づくりで得られる危険事象と交通事故発生状況との関連性分析や、危険事象に基づく対策（教育・啓蒙などの人的対策、道路・交通環境面での対策など）の展開を指向し、これまでもいくつかの調査・研究が進められている。川上ら²⁾は、アンケート調査とヒアリング調査を通じて、「事故寸前の状況（当該研究ではこれをニアミスと定義）」の発生箇所や発生状況を調査した。また得られたニアミスに対して、専門家の合議により情報の精緻化を進めるとともに、ニアミス要因を分類し、高齢者と非高齢者との間の比較から「操作の欠陥」や「運転能力の欠如」などの高齢者の特徴を導いており、人的対策の側面での活用の方向性がうかがわれる。

追田ら³⁾、白石ら⁴⁾は、グループミーティングとアンケート調査を通じて、日常危険と認識している箇

所の状況からヒヤリ地図を作成するとともに、指摘数の多い箇所についてさらに調査、分析を加えた。ここでは調査対象者の属性間で指摘数や危険要因別の指摘割合の比較を行い、主婦とプロドライバーは一人あたりの指摘数や危険要因の回答件数が多く、危険意識が高いことを示している。また交通事故発生状況と危険事象との関連についても分析している。

赤羽ら⁵⁾は、ヒヤリ事象発生箇所や発生状況をアンケート調査とインターネットを用いた調査を通じて収集し、得られたデータを用いてヒヤリ地図を作成した。また交通事故の発生とヒヤリ指摘が重なる箇所に対して、事故とヒヤリの両データを用いて要因を分析している。当該研究では、問題箇所の抽出と対策立案に向けた要因分析が進められており、交通安全対策の実施を指向した調査、研究と考えられる。西村ら⁶⁾は、アンケート調査により自動車運転中に危険と認知した地点とその地点へ至る直前の経路、日常利用経路、危険理由のデータを得、GISを用いてデータベース化を行った。また危険理由毎に危険認知に影響を与える要因を分析し、危険認知箇所と直前利用経路における道路・交通状況の差（短期記憶）や危険認知箇所と日常利用経路における道路・交通状況の差（長期記憶）が危険箇所指摘に影響することを示している。

以上のように、ヒヤリ地図に関連した調査、研究は様々に進められており、それらの目的は、危険箇所の抽出から、交通事故との関連性分析、危険箇所指摘に至る過程の分析、道路利用者の特性分析、人的対策や道路・交通環境面での対策に向けた要因分析にまで及ぶ。しかしながら、本研究において最終的な目標とする「ヒヤリ地図を交通安全対策の立案・実施に際して有効に活用する」という点に対しては、より細かな課題の認識と、それに応じた対処法が必要と考えられる。

②ヒヤリ地図活用に向けた課題の所在

「ヒヤリ地図の活用」に関連して考え得る課題の所在を図・2・4・1に示す。

1)要対策箇所の特定と、2)対策の立案・実施に向けてヒヤリ地図を活用するためには、ここで得られる危険事象のデータ等がより客観的であることが好ましい。このためには、危険事象の定義づけがまず重要となる。また危険事象の収集に対しても、様々な方法とそれらの利点・欠点が存在する。アンケート調査やヒアリング調査であれば比較的豊富に危険事象数やその情報を収集することが可能になるが、グループミーティングでは収集できる情報量は制約を受ける。

収集した危険事象を分析する段においても注意が必要と考えられる。危険事象の収集の方法によっては、具体的な内容が把握できない場合が考えられる。例えばアンケート調査を実施した場合に、回答者の記述の仕方によっては指摘内容の具体が理解できず、指摘内容を無駄にしかねない。また収集した危険事象は回答者の考え方に左右されると考えられるため、回答者の指摘の傾向に応じて、指摘内容に重度のものから軽度のものまで含まれる可能性がある。これらをすべて同一の重みととらえ、等しく1データと解釈すべきかどうか重要なポイントと考えられる。

最終的な対策への活用の段においては、危険事象が発生した場所と危険事象に至る経過について、詳細な情報が必要となる。そのためには、危険事象の分析において精緻に状況や経過がわかるような分析を進めておくことが必要と考えられる。

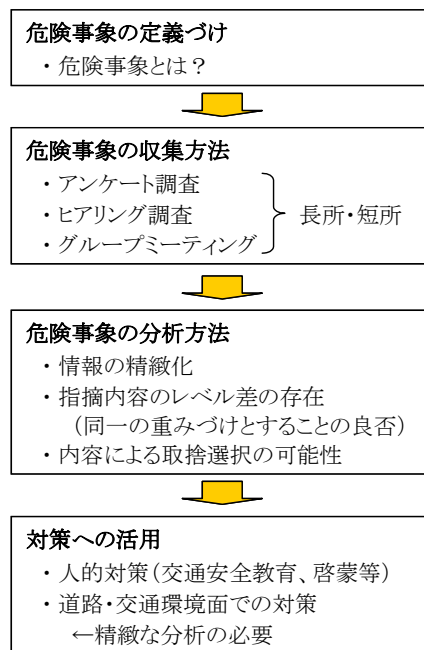


図-2・4・1 ヒヤリ地図活用に向けた課題の所在

③ヒヤリ地図の作成

本研究では、1)要対策箇所の特特定と、2)対策の立案・実施に向けて、危険事象の要因をできるだけ精緻に抽出することを念頭におきつつ、「ヒヤリ地図」を作成した。以下にはその手順と危険事象の事例を示す。

ここでいう危険事象は、表-2・4・1のように定義づけした。「ヒヤリ体験」は実際に道路上で「ヒヤリ」、「ハッ」とした体験であり、調査では『いつ、どこで、どのようにヒヤリ体験をしたのか』を把握するものとした。また合わせて「危険認識」についても収集し、これは『どこで、どのような状況になる可能性があり、どのように注意しているか』を把握するものとした。

表-2・4・1 危険事象の定義づけ

	具体的内容
ヒヤリ体験	交通事故には至らないものの、一步間違えれば交通事故になる可能性が高かった体験
危険認識	実際にヒヤリ体験したわけではないが、危険が感じられたり、そのために注意したりしている状況

具体的なヒヤリ地図作成にあたっては、対象者を高齢者（65歳以上）と非高齢者に分け、2種類のヒヤリ地図を作成した⁷⁾。対象者は主につくば市に在住する方である。ここでは、対象者の属性、危険事象が発生した時間帯・天候、場所等に加えて、交通事故統計に用いられる事故類型、当事者の行動類型等に関わる情報の収集を念頭に置き、表-2・4・2に示す各項目について情報を入手した。

非高齢者を対象としたヒヤリ地図作成では、調査票を配布し、危険事象を地図上にマークするとともに、その内容を調査用紙に記入してもらうアンケート方式とした。調査票には、表-2・4・1に示した「ヒヤリ

体験」と「危険認識」とをそれぞれ2、3の事例とともに例示し、対象者の理解を促した。また調査用紙には、記入例を参考に自由記述、見取り図等を用いつつ、危険事象の状況をなるべく時間を追って記入してもらったこととした。

高齢者を対象としたヒヤリ地図作成では、調査員が対象者に個別に聞き取りを行うヒアリング方式とした。ここでは、まず危険事象について説明を行い理解を促してから、対象者に市販の道路地図を見せるとともに、危険事象の場所と状況について口述回答してもらった。状況のヒアリングに際しては、調査員が不確かな点や危険事象の原因について繰り返しヒアリングを重ね、その後調査員が危険事象の状況を時系列に沿ってまとめ、また最終的に対象者に内容を確認して1つの危険事象の回答とした。

表-2・4・2 ヒヤリ地図作成時の情報収集項目

対象者の個人属性	年齢・性別、居住地、つくば市居住年数、運転免許の有無・保有年数、利用交通手段と頻度
危険事象内容	発生地点（地図への記入）、ヒヤリ体験・危険認識の別、発生地点の通行頻度、時期・時間帯・天候、交通手段、危険事象回答者及び相手の動作、両者の位置関係、道路・交通状況の特徴、ヒヤリ体験等をしないための対処

ヒヤリ地図の作成を経て、回答者数、指摘件数等は表-2・4・3のとおりである。一人あたりの指摘件数は、非高齢者を対象とした調査で約2.0件となり、高齢者を対象とした調査で約3.5件となった。指摘件数の差は調査方法の違いによるものと考えられる。アンケート方式で行った非高齢者を対象とした調査では調査票への記入等の面倒さなどが回答数に影響したと考えられ、一方ヒアリング方式で行った高齢者を対象とした調査ではこの点への面倒さが少なく、回答者の自発的な回答も促進されたものと考えられる。図-2・4・2に、調査で得られた危険事象の事例を示す。

表-2・4・3 回答者数・指摘件数

	非高齢者	高齢者
回答者数	123名	111名
危険事象指摘件数	248件	389件
一人あたり指摘件数	2.0件	3.5件
危険事象指摘箇所数	178箇所	321箇所
(複数名指摘箇所数)	41箇所	51箇所

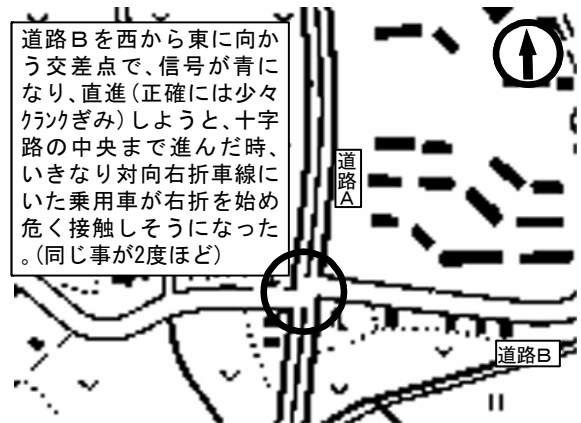


図-2・4・2 危険事象の事例1

④ヒヤリ地図作成における課題（再認識）

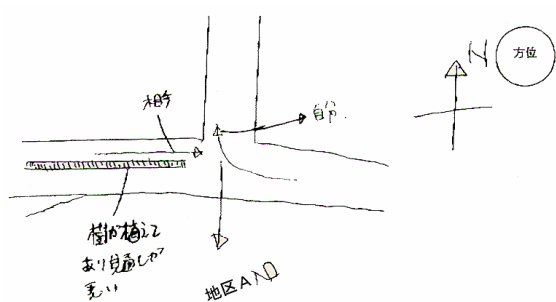
ヒヤリ地図を作成するにあたり、ここでは2点の課題を再認識できた。ここではあくまで、「ヒヤリ地図」を活用した1)要対策箇所の特定と、2)対策の立案・実施を最終的な目的としており、これらの課題はその過程で再認識されたものである。

○精緻な危険事象内容の把握に関する課題

アンケート方式のヒヤリ地図作成で得られた回答例を図-2・4・3 に示す。この例では、危険事象回答者等の動作が図や文書を通じて表現されている。ところが、危険事象回答者には当該箇所の地理的・地形的状況や道路・交通状況は自明であるためか、この程度の記述で終えているが、調査票の回答を見ただけでは、危険事象の根本的な要因が道路の管理に基づくものか、道路線形、植栽配置等を含めた道路幾何構造設計に基づくものかわかりづらくなっている。またこれ以外にも、必ずしも時系列に沿って記述が進められていないものもあり、記述内容が断片的で、危険事象に至った経過が読みとりにくいものもあった。このような対象者の回答をそのまま使用した場合には、危険事象に至った過程や要因の分析・把握が容易ではなく、対策立案を行う上で活用しづらいものとなると考えられる。

○道路・交通環境面での対策必要箇所に関わる課題

図-2・4・2 の危険事象事例をみれば、「交差点がくい違い交差となっているために、回答者と対向右折車の交差点内通行位置が交錯し、それが交錯のタイミングに応じて危険事象を発生させている」と考察することができそうである。この場合には、交差点のくい違いを解消するなどの道路・交通環境面での対策を立案することになると考えられる。一方、図-2・4・4 の危険事象事例では、「一時停止を行わなかった」という道路利用者の不注意に起因して危険事象が発生していると考えられる。当然ながら、図-2・4・4 の事例においても何らかの道路・交通環境的要因が関係している可能性を排除することはできないし、このような経験自体をヒヤリ地図としてまとめ、他の道路利用者に情報提供することにより、同じような失敗を起こさせないようにすることは価値のあることである。ところが、やはり図-2・4・2 の状況に比較すると、道路・交通環境面での対策を必要とするかどうかという点では、図-2・4・4 の事例は順位が下がるものと考えられる。このように、指摘された危険事象の中には、道路・交通環境面での対策が必要かどうかについて十分検討すべき事例も存在する。



右折したら直進車は100km近いスピードで走っている。なすのどとす。センターに植えていた樹木は、直進する対向車を、事前に、見えない。相折、直進のため、かなりとびこる。センターに植えていた樹木は問題。

図-2・4・3 アンケート回答例



図-2・4・4 危険事象の事例2

(3) 活用できるヒヤリ地図の作成

(2)では課題を再整理したが、本研究ではそれら課題に対してそれぞれ対処を図り、ヒヤリ地図を作成した。以下には、その内容を示す。

○「精緻な危険事象内容の把握」に向けた対処

アンケート方式のヒヤリ地図作成を行った場合に生じやすいこの課題に対しては、当該箇所の地理的・地形的状況、道路・交通環境の状況を理解したうえで、調査担当者が危険事象を整理しまとめ直すものとした。図-2・4・5の例は、図-2・4・3の指摘内容をまとめ直したものである。地理的・地形的状況等の理解に際しては、短時間ではあるが必要に応じて調査担当者が現地視察を行った。また当然ながら、「回答で得られた内容を改変しないこと」に細心の注意を払った。

表-2・4・4は、同種のと対処の例である。調査票における回答者の記述は番号1のように詳述してあるものから、番号2、3のように非常に簡単に記述したものまでである。調査票には自由記述欄の他に、地名や交差点名を記入する欄や危険事象に至った経過を見取り図を用いて示す欄も設けたため、これらの情報を利用し、番号1の場合は地図等で現地の道路の状況を確認して若干の記述を加えた。また番号2、3については、回答者の記述内容と照らし合わせながら、植栽の状況やガードレールの状況、さらには危険事象に至った状況など道路・交通環境の状況を現地で確認して、回答者の進行方向や問題の所在など、対策立案に際して必要となるであろう内容について記述した。

このような対処は、アンケート調査をベースにヒヤリ地図を作成した場合に生じたものであり、アンケート調査であっても後に回答者に詳細を問い合わせることができる場合は問題を小さくすることができるものと考えられる。一方、ヒアリング調査でも同様の問題が生じる可能性はあり、地理的・地形的状況等を合わせてヒアリングするなど、配慮すべき点はある。この際、調査担当者が周囲の道路等の状況や交通事故発生過程等に関して知識を有する場合は、ヒアリング時における状況の把握が容易になるものと考えられる。



図-2・4・5 危険事象の事例3

表-2・4・4 「精緻な危険事象内容の把握」に向けた対処の例

番号	回答者の記述（自由記述欄）		まとめ直した結果
1	私が平日の朝、〇〇通りの右側車線を南下して、△△線（道路名）に行くために、信号を右折しようとした時、信号より南側が少しカーブしており、見通しが悪くスピードを出して北上してくる車があつという間に現れるので、危険な箇所と思われる。	→	平日の朝、〇〇通りの右側車線を南下して、△△線（道路名）に行くために、信号を右折しようとした時、対向車線の信号より南側が少しカーブしており、見通しが悪くスピードを出して北上してくる対向車があつという間に現れるため危険。信号はあるが、右折専用信号はない。
2	植込みが車両の目の高さより上にあり、自転車に気づかなかった。	→	△△線（道路名）で××方向から来て〇〇交差点を南に左折する時に、植込みが車両の目の高さより上にあり、横断中の自転車に気づかなかった。
3	ガードレールにより相手車両が見えない時がある。	→	▽▽から◇◇に向かう道で、道路片側にガードレールがあり対向車両が見えないときがある。

注) 地名、交差点名、道路名については、『〇〇』等の記号を用い固有名詞を伏せた。

○「道路・交通環境面での対策必要箇所」への対処

この点に対しては、指摘された一つ一つの危険事象の内容を吟味し、道路・交通環境面での対策の立案・実施に結びつくものを専門的な目で抽出することとした。ここで専門的な目とは、「これまでに交通事故の発生状況や発生過程に関して分析したり、対策の立案に向けた検討を行ったりした経験を持つ」という意味である。このような方法は、専門的な目の熟度によって分析結果が異なる危険性をもつ点で注意が必要であるが、専門的な目による判定は、客観的事実を把握するために個別箇所を追加調査を行ってデータ収集・分析に長時間を要するよりは、素早く対処を取り早期の効果出現を期待できるという点で魅力的である。

なお、交通安全対策の立案に向けては、専門的な目を養っていくことこそが重要と考える。本研究で扱ったヒヤリ地図は、要対策箇所の特定と対策の立案・実施という新たな役割と同時に、専門的な目の養成という面で良い教材になりうるものと考えられる。

(4) まとめ

本研究では、1)要対策箇所の特定と、2)対策の立案・実施に向け、場所と経過を容易に知りうる方策としてヒヤリ地図に着目した。また、ヒヤリ地図を有効に活用するため、危険事象の要因をできるだけ精緻に抽出することなど、ヒヤリ地図の作成と活用に関する課題や対処法等について検討した。結論を以下に述べる。

- ①ヒヤリ地図の活用に向けては、危険事象の定義づけ、収集方法、分析方法、対策への活用の各段において細かな課題があり、これらの課題への対応を図っていく必要がある。
- ②回答者の回答を単純にとりまとめてヒヤリ地図を作成するのではなく、危険事象に至った過程や要因を明確化することを念頭におきつつまとめることが必要である。このようなまとめ方を心がけることは、後の対策立案に対して必要な情報を整理するうえで有効となる。またその際には、調査担当者が危険事象の内容と照らし合わせながら、危険事象の指摘があった箇所における地理的・地形的状況や道路・交通環境の状況等を十分に理解することが必要となる。

- ③道路・交通環境面での要対策箇所の特定制案・実施に対しては、必ずしも全危険事象の積み重ねで答えが得られるわけではない。この際には調査担当者の専門的な目も活用しつつ、危険事象の中から必要な情報を読みとって行くことが必要である。一方でこのような対応は専門的な目の熟度に応じて結果が異なる危険性を持つ。このため何らかの補助的な判定手法も必要と考えられる。
- ④交通安全対策の立案に向けて、専門的な目を養っていくことも重要と考える。本研究で扱ったヒヤリ地図は、要対策箇所の特定制案・実施という新たな役割と同時に、専門的な目の養成という面で良い教材になりうると考える。

参考文献

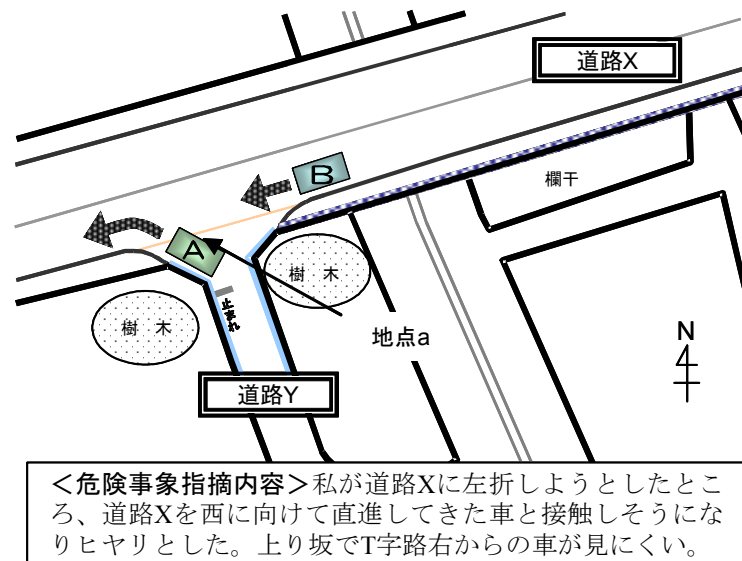
- 1) 鈴木春男：高齢者が進める高齢者のための交通安全―「ヒヤリ地図」づくりの成果、人と車、平成 10 年 9 月号、pp.4-15、1998.10
- 2) 川上洋司、加藤哲男、李偉国、本多義明：高齢運転者の交通事故およびニアミス特性とその軽減方策に関する研究、第 37 回土木計画学シンポジウム論文集、pp.23-30、2001.11
- 3) 追田昌一、古池弘隆、森本章倫：利用者属性別に見た道路危険意識と交通事故実態の関連性に関する研究、第 27 回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.734-735、1999
- 4) 白石慎重、古池弘隆、森本章倫：道路種別に見た交通事故と危険意識の関連性に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.23(1)、pp.727-730、2000.11
- 5) 赤羽弘和、南部繁樹：Web 上での GIS アプリケーションによるヒヤリ地図作成システムの開発と効果評価、第 37 回土木計画学シンポジウム論文集、pp.67-73、2000.5
- 6) 西村智明、奥村誠、Haque, S. M.、塚井誠人：交通事故危険度認知モデルの東広島市への適用、第 22 回交通工学研究発表会論文報告集、pp.29-32、2002.2
- 7) Ikeda, T.、Mori, N.、Takamiya, S.、Furuya, H.、Hamaoka, H.: Study of Safety of Roads on Frightening Experiences of Road Users, PROCEEDINGS OF THE 21st ARRB and 11th REAAA Conference (CD-ROM)、No.88、2003.

2.4.2 ヒヤリ事象を活用した事故要因の把握と対策検討

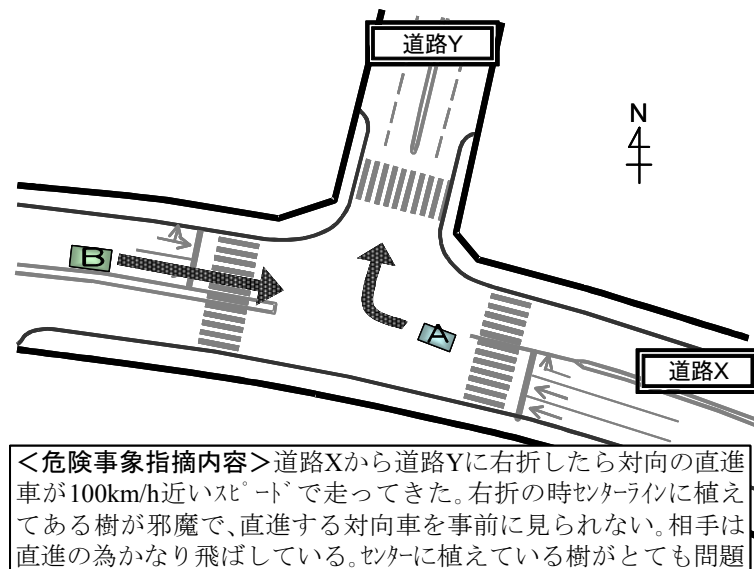
(1)はじめに

危険事象の要因をできるだけ精緻に抽出できることをヒヤリ事象の利点と考え、ここでは 2.4.1 で作成したヒヤリ地図を用いて危険事象の発生過程を把握するとともに、危険事象指摘箇所での道路構造や交通状況に関する調査を行い、両者の結果から、道路構造や交通環境と危険事象との関係を導いた結果を示す。

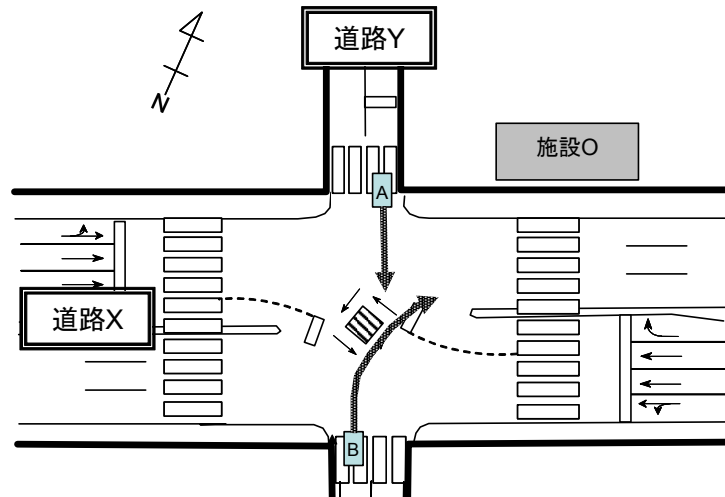
なお、交差点は交通が交錯する場所で、また死傷事故の 6 割弱が発生¹⁾している場所でもあることから、ここでは交差点を第一の対象と捉えて分析を進めた。道路構造や交通状況、特に交差点の特徴に起因して危険事象が発生している箇所を対象箇所とした。本項では箇所 1～5 までの 5 箇所の結果について報告する（対象箇所のヒヤリ事象指摘内容を図・2・4・6～2・4・10 に示す）。



図・2・4・6 箇所 1 における危険事象指摘内容

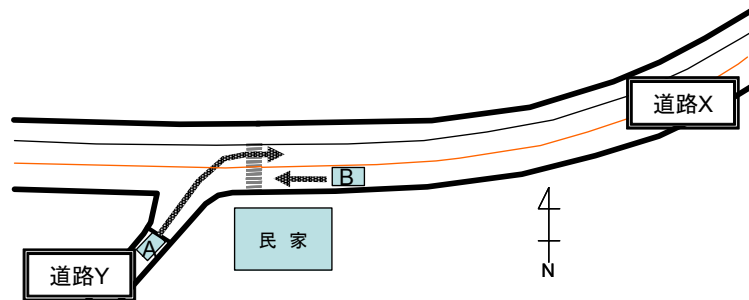


図・2・4・7 箇所 2 における危険事象指摘内容



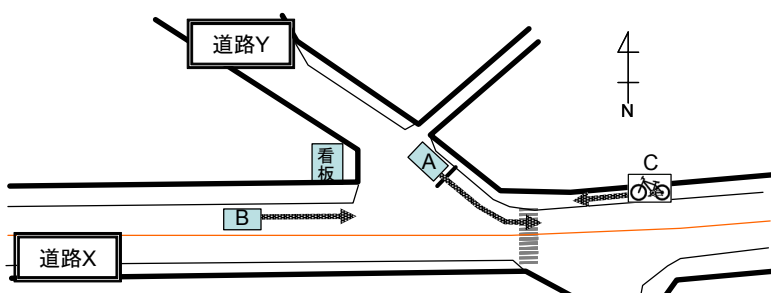
<危険事象指摘内容>道路Yの施設O西側の交差点を北から南に直進する際、南から来て東に右折する車が確認せずに曲がろうとしたために接触しそうになりヒヤリとした。

図-2・4・8 箇所3における危険事象指摘内容



<危険事象指摘内容>道路Xに南から来る道が合流するT字路。道路Xの東方向に右折する場合、右からの車が見にくい。一般にスピードが出ている。

図-2・4・9 箇所4における危険事象指摘内容



<危険事象指摘内容>道路Yから道路Xに左折する際、道路Xの西方向から直進して来る車に注意する。この時、道路Xの東方向から直進して来る自転車に気付かないで接触の危険がある。

図-2・4・10 箇所5における危険事象指摘内容

(2) バリエーションツリーの作成

検討対象箇所における地理的状況や道路構造、交通状況、およびそれらの危険事象指摘内容との関係について、現地での確認調査を実施した。この結果に基づいて、危険事象に至る過程を整理した。この際は、道路構造や交通状況に起因する問題を把握することを目的としていることから、関係する当事者（ドライバー、あるいはその他の道路利用者）・車両に対して道路・交通状況がどのように影響し、その結果どのような事象が発生し、最終的に危険事象が発生するかを時系列で整理することとした。この際には、バリエーションツリーを活用することとした。本報告で用いたバリエーションツリーでは、道路・交通環境要因を中央に記述し、左側に危険事象指摘者（当事者）の、右側に相手車両（あるいは自転車・歩行者）の状況を記述した。危険事象の直接的な原因となった要因（これを排除することにより危険事象を防止することから、排除ノードと呼ばれる）には右肩に丸印をつけた。図-2・4・11に、作成したバリエーションツリーの例を示す。

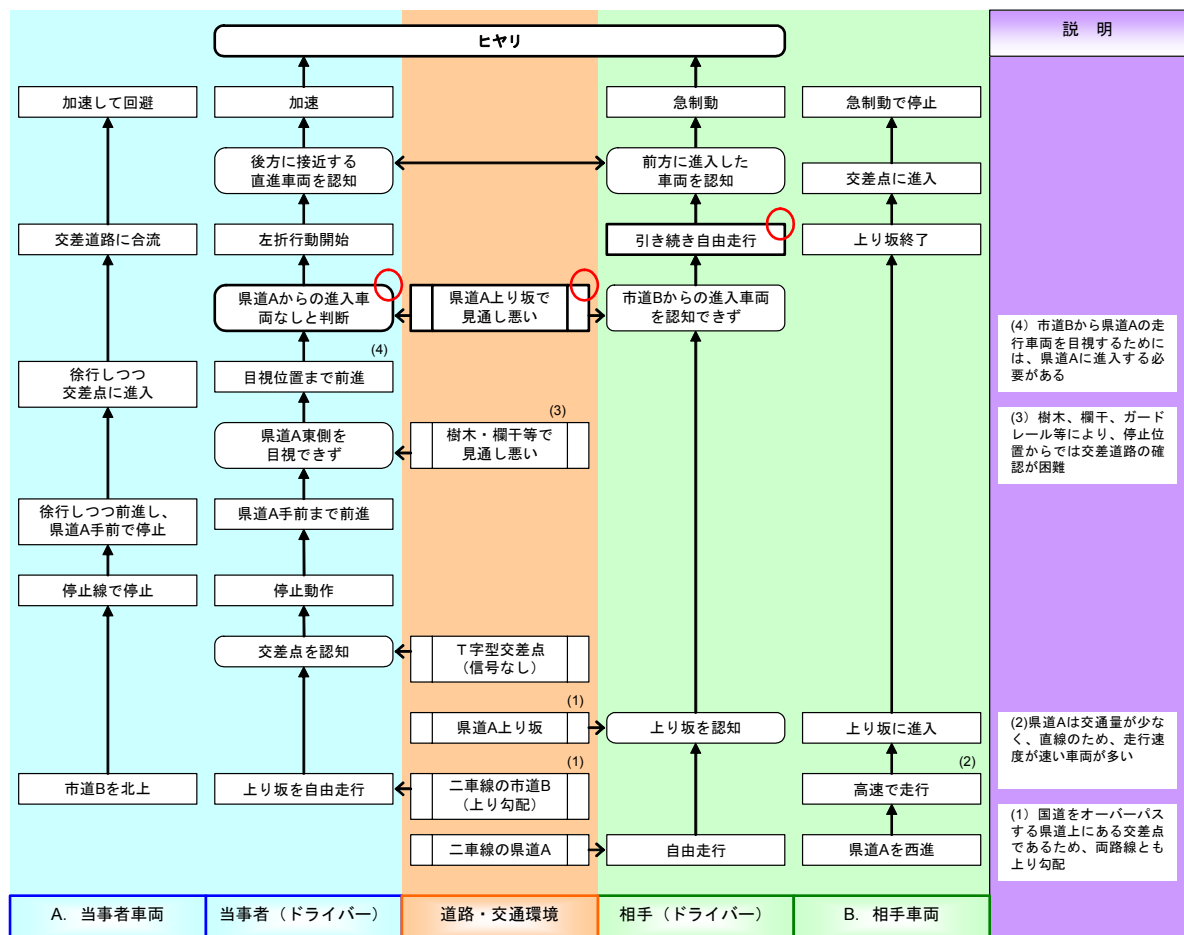


図-2・4・11 作成したバリエーションツリーの例（箇所1）

(3) 対策および計画・設計段階における留意点の検討

(2)で作成したバリエーションツリーと合わせて、危険事象発生箇所として指摘された箇所での道路構造や交通状況に関する観測を行い、両者の結果から、道路・交通環境と危険事象との定量的な関係を導くとともに、対策案と、計画・設計段階での留意点について検討した。

1) 箇所1

無信号のT型交差点で、道路Xが主道路、道路Yが従道路である。従道路は一時停止規制がな

され、主道路の交差点東側と従道路については交差点に向かって上り勾配となっている。この交差点では、勾配のため従道路から主道路東側への見通しが悪いことがヒヤリ地図作成時の危険事象の1つとして指摘されている。この指摘を受けて、道路Yを通過して交差点を左折する車両（以下車両Aとする）から道路Xを西進する車両（以下車両Bとする）に対する見通しが悪いため危険事象が発生したと考え、車両Aからの視認範囲を調査した。車両Aのドライバーはまず①停止線位置で交差道路Xを確認するが、停止線位置では十分な見通しを得られず、②道路X進入直前位置（外側線の延長線と交差する点、以下地点aとする）で再び停止し、道路Xを確認するものと考えられた。このため、①、②それぞれの位置（ただし、ボンネット長さを考慮して2m手前の位置）から視認範囲を調査した。なお、視点の高さは①、②ともに1.2mとした。また、縦断勾配が見通しに影響をおよぼしていると考えられたため、道路Xの縦断勾配を調査し、縦断図を作成するとともに、どの高さの物体まで視認できるかについても調査し、縦断図上に整理した。また、道路Xの走行車両の速度によって、必要となる視認距離が変動することから、箇所1を西進する走行車両の速度を調査した。

道路Yの停止線位置からは樹木等の見通し障害物によって視認範囲は狭く、十分な視認距離を確保できない（図-2・4・12）。このため、車両Aは地点aで再び停止し、交差道路Xの車両Bを確認する必要がある。地点aまで前進すると、東西方向とも見通し障害物はほとんど存在しないが、東方向（右方向）については道路Xの縦断勾配の影響で、視認範囲が図-2・4・13のように制限される。このため、車両Aから車両Bを見ると、車両が接近するにつれて、最初写真-2・4・1のように天井が見え、徐々に車体中央部から下部にかけて見えるようになり、写真-2・4・2のように車体外形を確認することができるようになる。写真-2・4・1から写真-2・4・2の間は、車両Aのドライバーは車両Bが存在することは認識できるが、車両Bがどの程度の速度でどの程度離れた位置を走行しているかを把握することが困難である。

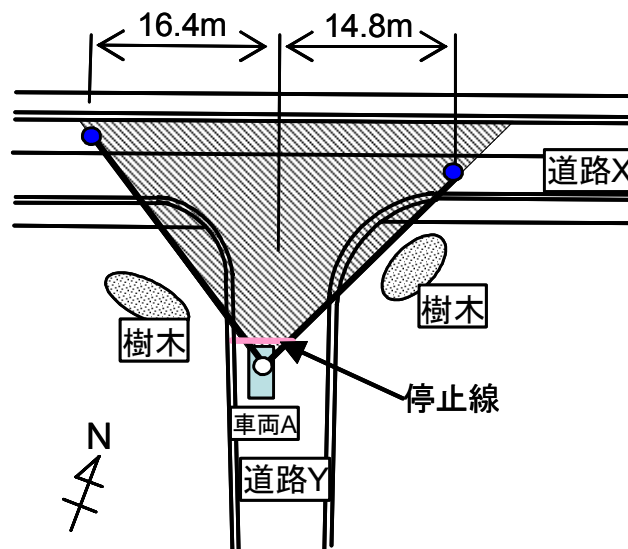


図-2・4・12 停止線位置からの視認範囲



写真-2・4・1 車両 A から東方向の見通し



写真-2・4・2 車両 A から東方向の見通し
(写真-2・4・1 の 1.5 秒後)

このため車両 A のドライバーは、車両 B が写真-2・4・2 の位置に達した時点(箇所 2 より約 125m) から速度や位置を判断し始め、道路 X に左折できるかどうか判断することになる。ここで、道路 X の走行車両の速度(表-2・4・1)は規制速度を超過している場合が多いため、車両 A のドライバーが十分な判断時間を確保できるとは限らず、左折のタイミングによっては、車両 A と車両 B が急接近する、あるいは衝突する可能性が高い。例えば、観測された速度の最大値 62.6km/h で走行する車両と車両 A が衝突しないためには、車両 A のドライバーはわずか 0.48 秒の間に車両 B の速度や位置を判断しなければならない(表-2・4・2 に算出の根拠を示す)。

ここで道路 X の縦断線形を見ると、交差点から東へ 43m の地点までは橋梁が存在するため縦断勾配が小さく、それ以东では縦断勾配が大きくなっている。このように縦断勾配が途中で変化することで、変化点より先が路面の陰となって視認しづらくなっている。したがって、交差点周辺の道路はなるべく平坦とし、特に縦断勾配が途中で変化する線形は避けるよう留意すべきである。一方で、箇所 2 周辺の道路 X は比較的道路線形が良い(曲線が少ない、あるいは曲線半径が小さい)ことから、表-2・4・1 のように規制速度 50km/h を超える速度で走行する車両が多く存在する。このため、周辺の道路構造から見て通行車両の速度が高くなると思われるような交差点付近では、走行車両の速度を抑制する方策、例えば路面標示などを導入することが必要である。

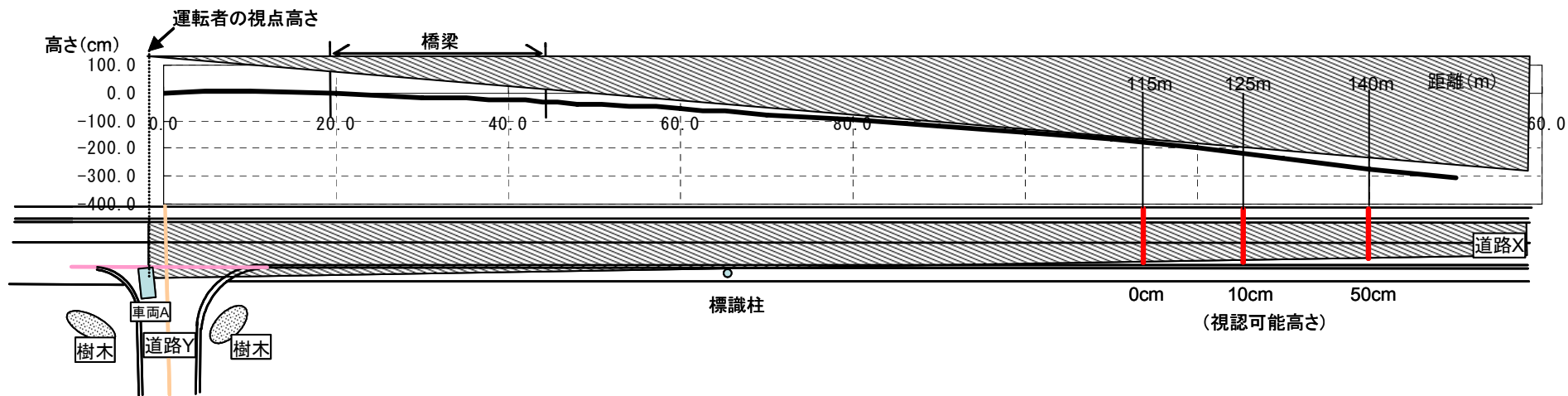


図-2・4・13 道路 X 進入直前位置からの視認範囲（下：平面図，上：縦断面図）

表-2・4・1 箇所 2 道路 X を西進する車両の速度

No.	時速(km/h)	No.	時速(km/h)
1	60.0	10	47.5
2	40.0	11	50.8
3	47.0	12	46.0
4	56.1	13	50.2
5	42.8	14	52.0
6	56.8	15	58.4
7	62.6	平均	52.2
8	54.7	最大値	62.6
9	57.6	最小値	40.0

表-2・4・2 算出根拠

交差点中央を原点とし、車両 A の位置を x_A 、車両 B の位置を x_B (x_A x_B ともに西方向を正, 単位 m), 車両 A が動き出してから経過時間を t (sec), 速度判断時間を T' (sec), 反応時間を T (ここでは 2sec を使用²⁾), 車両 A の加速度を α (ここでは 2m/sec^2 を使用²⁾), 車線幅員を W (ここでは 3m (現地実測値) を使用), 車両 1 台分の長さを L (ここでは 4.7m を使用³⁾) としたときに,

$$x_A = \frac{1}{2}\alpha t^2 - W - L$$

$$x_B = 17.4 \times (t + T + T') - 125$$

となり、 $x_A = x_B$ となる条件を求めるべく式を整理した 2 次関数

$$T' = \frac{1}{17.4}(t - 8.7)^2 + 0.48$$

を満たす最小の T' を求めた結果、 $T' = 0.48\text{sec}$ となった。

2) 箇所2

信号が設置されている T 型交差点で、道路 X、道路 Y とともに 4 車線の道路である。道路 X の西行き車線には右折車線が設置されており、交差点手前から交差点の先にかけて道路は左にカーブしている。また道路 X の中央分離帯に植栽が設置されている。この交差点では道路 X の中央分離帯の植栽に加え、道路 X の東行き走行車両が高い速度で走行しているため、道路 X の西行き車線から右折して北に向かう車両から対向車線の車両を確認しづらいことがヒヤリ地図作成時の危険事象の 1 つとして指摘されている。この指摘を受けて、道路 X 西行き車線の右折車両（以下車両 A とする）から東行き車線の直進車両（以下車両 B とする）に対する見通しが悪いため危険事象が発生したと考え、車両 A が交差点に進入し、対向車線を確認する位置からの視認範囲を調査した。なお、視点の高さは 1.2m とした。また、道路 X の東行き車線の走行車両の速度が高いことも危険事象に至る要因と考え、道路 X 東行き車線の走行車両の速度を調査した。

道路 X 西行き車線を右折する車両からの視認範囲を図-2・4・14 に示す。対向車線進入直前位置の右折車からの視認範囲は中央分離帯の植栽に阻害され（写真-2・4・3 参照）、対向の中央側車線を走行する車両（以下車両 B）に対する視認距離は 40m に制限されている。対向車線走行車両の速度（表-2・4・3 参照）の平均値は 58.3km/h であり、これは車両 A のドライバーが対向の中央側車線に車両がないと判断したとしても、最短の場合、車両 B は 2.47 秒で車両 A の位置まで到達することを意味する。ここで、右折車が加速しながら交差点の中央側車線部分を通過するためには、反応時間を除いても 2.82 秒（ $=\sqrt{2S/\alpha}$ 、S: 右折車が進行する距離、ここでは車両長と中央側車線幅員の合計値 7.95m を使用、 α : 加速度、ここでは 2m/sec^2 を使用²⁾）必要であることから、車両 A のドライバーは確認を続けながら、対向の中央側車線を十分視認できる位置まで徐々に交差点内に進入する必要がある。

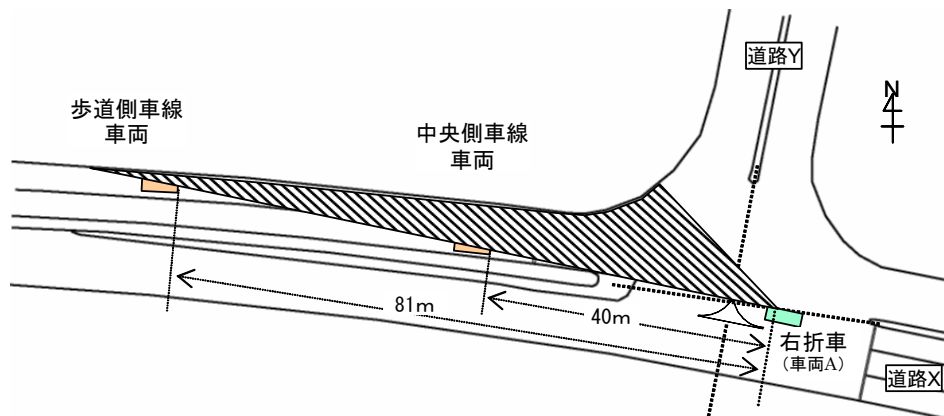


図-2・4・14 右折車からの視認範囲

ここでは、危険事象の指摘で得られているような中央分離帯の植栽の存在とともに、交差点付近でカーブしている影響で視認範囲が制限されていると考えられる。さらに、T 字交差のため、東行き車線に右折車線が存在せず、結果として西行き右折車線正面直近に中央分離帯の植栽が存在することとなり、視認性を阻害している。したがって、カーブ区間に交差点を設置することは避けるべきである

が、やむを得ず設置する場合、見通しを確保できるよう、交差点付近の中央分離帯には植栽を設置しない、あるいは樹高を低くするよう留意すべきである。また、箇所1と同様、箇所2周辺の道路Xも線形が良く、表-2.4.3のように規制速度の60km/hを超える速度で走行する車両が多い。これにより右折車の余裕時間がさらに短くなっている。このため、箇所1と同様に、走行車両の速度を抑制する方策を導入することが必要である。



写真-2.4.3 道路X右折車線から対向車線の見え方

表-2.4.3 箇所2道路X走行車両の速度

No.	時速(km/h)	No.	時速(km/h)
1	50.8	10	66.5
2	49.1	11	60.8
3	60.0	12	42.4
4	58.4	13	66.5
5	63.5	14	61.7
6	73.2	15	59.2
7	52.7	平均	58.3
8	54.0	最大値	73.2
9	56.1	最小値	42.4

3) 箇所3

信号が設置されている十字交差点で、道路Xは6車線、道路Yは2車線の道路である。道路Xには右折車線が設置されているが、道路Yには右折車線が設置されていない。この交差点では、道路Yを北から南へ直進する車両（以下、車両Aとする）が交差点内にさしかかった際、対向車線の右折車両（以下、車両Bとする）が右折を開始し、接触しそうになったことが危険事象の1つとして指摘されている。なお、危険事象は昼間時に発生し、発生時の天候は晴であった。

ここでは、車両Bのドライバーが①車両Aが接近していることを確認できなかったこと、あるいは②車両Aが交差点内に到達する前に右折を完了することができると判断したことにより、車両Bが、車両Aが接近しているにもかかわらず右折を開始し、車両Bと車両Aと接触しそうになるという危険事象発生に至ったと考えられる。ここで、道路Yは直線で、見通し障害物も存在しない。ただ、道路Yの北から西へ右折する車両が交差点内の車両Bと車両Aの間の位置において、対向車線の直進

車両を待機することにより、車両 B から車両 A への見通しを阻害していることが考えられる。その結果、①の状況が発生しているものと考えられる。一方、箇所 3 は、道路 Y が 2 車線、道路 X が 6 車線であり、交差点内が南北に長い形状をしている。このため、道路 Y からの右折車両は、図-2・4・15 のように対向車線を横切る距離が長くなり、上記②のように判断したにも関わらず、右折完了に時間を要することとなり、危険事象に至っていることが考えられる。

以上より、①道路 Y の北から西へ右折する車両が交差点内で待機している場合の車両 B から車両 A の見え方を調査した。また、②車両 B が交差点内で停止し、対向の直進車両を確認して右折を開始してから、右折を完了する（車両最後尾が対向車線外側線延長線を越える）までの時間をビデオ観測により調査した。

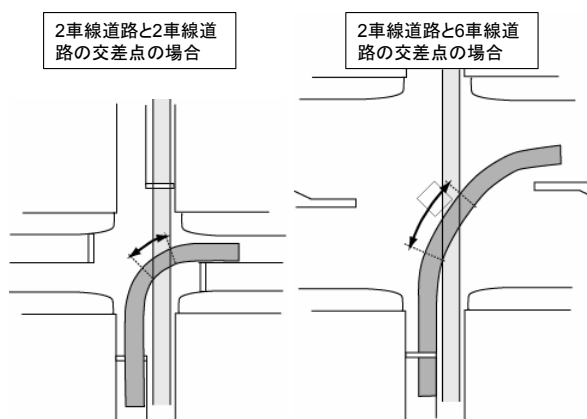


図-2・4・15 右折車両が対向車線を交差する距離

交差点中央でいったん停止した右折車両が加速しながら対向車線を横断するために必要な時間 t は、対向車線との交差角が 90° の場合、右折車が進行する距離を S としたときに、 $t = \sqrt{2S/a}$ で導かれる²⁾。 S として右折車両の長さ (4.7m)³⁾ と対向車線の幅員 (交差点 1 の場合 2.8m) を加えたものを取り、加速度 a として、通常用いられる 2m/sec^2 を採用した場合、 $t=2.74$ 秒となる。一方、表-2・4・4 に示すように、道路 Y を右折する車両が右折開始から右折を完了するまでの時間は、平均 3.79 秒と t と比較して 1 秒以上長いことがわかる。以上より、対向車線を横断する時の交差角が小さくなっている結果、右折車が交差点を通過するのに時間を要していることが推察される。さらに、現地での調査の結果、図-2・4・16 に示すとおり、道路 Y を直進する車両は、右折待機車両が存在する場合、右折待機車両を避けるために大きく左に蛇行して走行していることがわかった。このような対向車両の走行範囲を右折車両が通過するためにはさらに時間を要することとなる (図-2・4・17 参照)。このため、車両 B のドライバーは車両 A が交差点内に到達する前に右折を完了できると判断して右折を開始したにもかかわらず、実際には右折完了までに時間を要し、車両 A と車両 B が接触しそうになるという危険事象発生に至ったものと考えられる。

表-2・4・4 右折開始から完了までの時間（秒）

サンプル数	7
平均通過時間	3.79
最大通過時間	4.30
最低通過時間	3.07

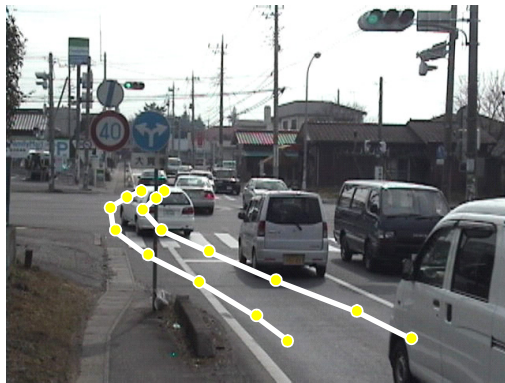


図-2・4・16 車両の走行軌跡例

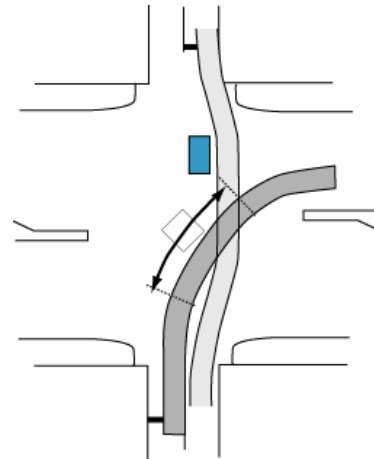


図-2・4・17 対向直進車が蛇行する場合の
右折車の交差点通過までの走行軌跡

そこで、箇所3では、右折車両の交差角を大きく取るとともに、直進車両が蛇行せずに交差点を通過できるようにして、交差時間を短くすること、具体的には従道路側にも右折車線を設置することが対策の1つとして考えられる（図-2・4・18 参照）。一方、写真-2・4・4 に示すように、直進車両が蛇行して走行する結果、右折車両の陰に対向の直進車両が隠れ、発見が遅れる結果となっているものと考えられる。上で提案した右折車線の設置は、このような問題へ対処する上でも効果的であると考えられる。

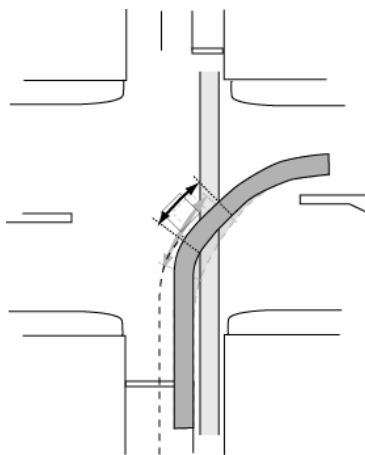


図-2・4・18 交差点1の対策案



写真-2・4・4 対向右折車両の陰に隠れる対向直進車両

4) 箇所4

無信号の3枝交差の交差点で、道路Xが主道路、道路Yが従道路である。従道路は一時停止規制がなされ、主道路と鋭角に交差している。交差点南東部には民家が存在する。この交差点では、道路Yの車両（以下、車両Aとする）から道路Xの東方向の車両（以下、車両Bとする）に対する見通しが悪いことが危険事象の1つとして指摘されている。なお、危険事象は昼間時に発生し、発生時の天候は曇りであった。

ここでは、車両Aのドライバーはまず①停止線位置で交差道路Xを確認するが、右側に民家が存在するため、停止線位置では十分な見通しを得られず、②道路X進入直前位置（道路Xの外側線の延長線上の位置）で再び停止し、道路Xを確認するものと考えられる。この際、車両Aから道路Xの東方向に対する見通しが悪いため、また、道路Xの走行車両の速度が高いため、車両Bが交差点直近まで接近しているにもかかわらずその存在に車両Aのドライバーが気づかないため、車両Aが右折を開始し、車両Aと車両Bが接触しそうになるという危険事象発生に至ったと考えられる。

以上より、①、②それぞれの位置（ただしボンネット長さを考慮して2m手前の位置）からの視認範囲を調査した。なお、視点の高さは1.2m（視距を定める際に用いる運転者の目の高さ³⁾）とした。また、道路Xを西進し、箇所4を直進する走行車両の速度を調査した。

停止線位置からの視認範囲は、右側に民家が存在するため、視認範囲が図-2・4・19のように制限される。一方、道路X進入直前位置（以下、地点aとする）では、図-2・4・19のように、90m先の走行車両の左端を視認することが可能である。ここで、道路Yを右折する車両が地点aで停止し、安全を確認した後、右折を開始し、車両最後尾が道路Xの中央線を通り過ぎるまでに必要な時間を箇所3と同様に求める（ただし、反応時間 $T=2.0$ 秒を加える）と、5.15秒となる。一方、道路Xを西進する車両の速度は平均値が44.6km/h、最大値が54.0km/h（サンプル数50）であり、観測された最大速度の54.0km/hで走行する車両は5.15秒で約77m進むことになる。このため、90m見通しが確保できていれば、道路Yの走行車両が安全に右折するためには十分であり、地点aの見通しは十分であるといえる。

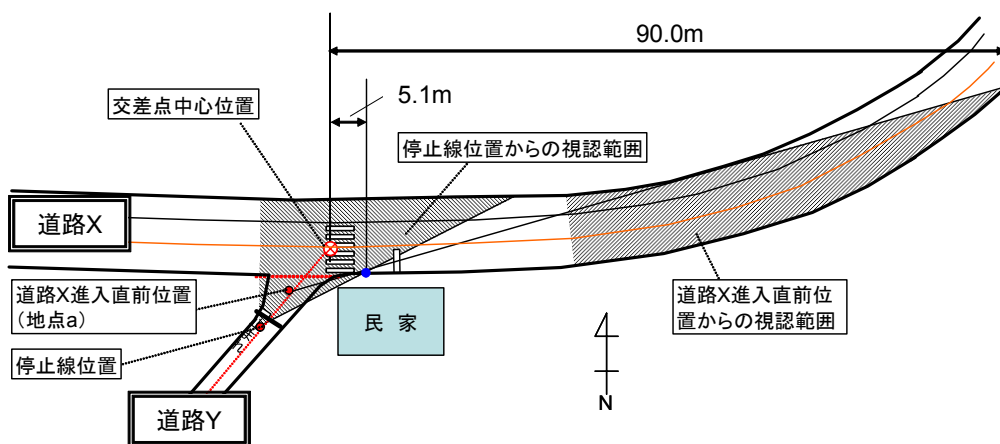


図-2・4・19 停止線位置、道路X進入直前位置からの右方向視認範囲

ところが、道路 Y 走行車両の地点 a までにおける一時停止状況を見ると、表-2・4・5 のように、半数以上の車両が一時停止せずに右折していることがわかった。このような車両は、徐行して前進しながら道路 X 走行車両の確認を行い、右折することとなるため、接近車両の速度や距離を見誤る可能性もある。ここで、一時停止しない要因として、①地点 a 手前で道路反射鏡等により安全を確認できること、及び②どの地点で停止して確認すべきかわかりにくいことが考えられる。①について、地点 a から道路反射鏡により確認できる範囲を調べたところ、高々60m 先を確認できるに過ぎず、地点 a で目視による確認を行う必要があることが推定できた。一方、道路 Y の停止線手前から先を見ると、写真-2・4・5 のように、道路 X 進入位置が不明確であり、このため②の状況が発生しているものと考えられる。そこで、道路 X の車道外側線を設置するなど、道路 X の進入位置を明確にすることが対策の 1 つとして考えられる。

表-2・4・5 道路 Y 右折車両の一時停止状況 (n=25)

	台数 (台)
一時停止	12
一時停止せず	13



写真-2・4・5 道路 Y 停止線前方

5) 箇所 5

無信号の 3 枝交差の交差点で、道路 X が主道路、道路 Y が従道路である。従道路は一時停止規制がなされ、主道路と鋭角に交差している。主道路は交通量が多く、速度も高い。この交差点では、道路 Y から交差点を左折する車両（以下、車両 A とする）が交差点に進入する際、道路 X の西方向から接近する車両（以下、車両 B とする）に注意が向き、道路 X 北側、交差点東側の歩道を西進して交差点に進入する自転車（以下、自転車 C とする）に注意が向かず、気づかないため、接触の危険があることが危険事象の 1 つとして指摘されている。なお、危険事象は昼間時に発生し、発生時の天候は晴であった。

車両 A のドライバーは道路 X 手前で停止し、道路 X の西方向の車両を確認するが、道路 X を東進する車両の交通量が多く、車群がなかなか途切れないことから、道路 X の西方向を確認し続けなければいけないと考えられる。このため、道路 X の東方向に意識が向かず、自転車 B に気づかないという

危険事象が発生したと考えられる。

そこで、道路 X 東進車両の車群形成状況を把握するために、車頭時間間隔を調査した。また、道路 Y を左折する車両のドライバーが道路 X の確認を開始してから交差点に進入するまでの、ドライバーの頭部の向きの時系列での変化を、ドライバー正面位置付近の歩道上に設置したビデオによる観測で調査した。

道路 X の通過車両は図・2・4・20 に示すように、車群^{注1)}を形成しており、道路 Y からの車両はこの車群の隙間に道路 X に流入している。表・2・4・6 に示すように、車群が通過している時間は観測時間(平日 14 時台の約 30 分)の約 3 割を占め、1 回あたりの車群の継続時間は平均 12.4 秒、最大 38.8 秒にも達する。この間、道路 Y から左折する車両は道路 X の右方向を確認し続けることになり、例えば図・2・4・21 に示すドライバーは、10 秒間右側を見続けた後に、0.5 秒正面を確認し、また 0.7 秒右を確認し、0.7 秒正面を確認した上で左折を開始している^{注2)}。すなわち、左方向はほとんど見ることなく、左折を開始している状況となっており、道路 X の北側歩道を自転車ないし歩行者が西方向に通行している場合、これらと接触する危険があると考えられる。

これに対し、運転者に、右側に注意が向きがちではあるが、左側からも歩行者や自転車が接近する可能性があることを理解してもらい、左側も確認して交差点内に進入するよう、注意喚起することが対策の 1 つとして考えられる。

一方、道路 Y と道路 X は鋭角に交差しており、道路 Y から左折する車両のドライバーは、道路 X の西方向を確認するために、首や体を大きくねじる必要がある。このように、右方向を確認することが容易ではないため、より注意して右方向を確認しようとすることも、道路 Y から左折する車両のドライバーの右方向への確認時間が長くなる一因として考えられる。

注 1) ここでは、車頭間隔が 5 秒以下となる車列の一群を車群とした。この 5 秒という値は、道路 X の車両が規制速度の 50km/h で走行している場合に、道路 Y 車両が道路 X 進入直前位置で一時停止して安全を確認した後に、加速しながら、道路 X の車両と接触せずに左折できるために必要十分な道路 X 車両の車頭間隔として設定しており、下記のように導いた。

道路 X 走行車両(車両 B)の車頭間隔を T(s)、車両 B の走行速度を v(m/s)、車両の長さを L (m)、車両幅を w (m)、加速度を α (m/s²)、道路 Y 走行車両(車両 A)が停止位置から走行を開始した時点からの経過時間を t(s)とする。また、車両 A の停止位置が、道路 X 進入直前位置(道路 X 外側線の延長線上)とする。道路 X の延長線を軸として東方向を正とした時の車両 A の位置を x_A 、車両 B の位置を x_B とすると、

$$x_A = \frac{1}{2} \alpha t^2 - w - L$$

$$x_B = vt - vT$$

となる。ここで、 $v=50\text{km/h}=13.8\text{m/s}$ 、 $L=4.7\text{m}$ 、 $w=1.7\text{m}$ 、 $\alpha=2\text{ m/s}^2$ を採用した時に、車両 A と車両 B が接触する条件は、 $x_A = x_B$ で表されるため、

$$t = -\frac{1}{13.8}(t - 6.9)^2 + 4.02$$

で示される。この条件を満たす最大の T は 4.02 秒であり、少なくとも 5 秒の車頭間隔があれば車両 A と車両 B は接触しない。

注 2) 正面に頭が向いていれば、左方向を確認可能。

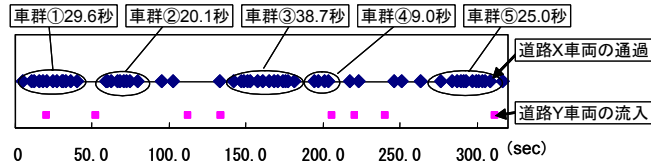


図-2.4.20 車群の状況例

表-2.4.6 車群の状況

	車頭通過時間 間隔(秒)	車群継続時間 (秒)
平均値	6.2	12.4
最大値	64.5	38.8
合計値	1750.6	520.8

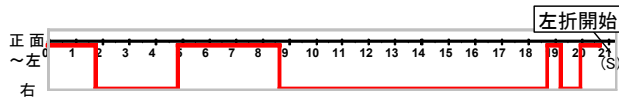


図-2.4.21 道路Yの車両のドライバーの目視方向(例)

(4)まとめ

本項では、5箇所の交差点を対象として道路構造や交通環境と事故等の危険事象との関係を分析し、交通事故の要因となりうる道路・交通に関する状況や、事故対策、設計に関する留意点を明らかにした。ここで、分析を行う上では、道路・交通環境がどのように車両やドライバーに作用し、危険事象に至ったかという、危険事象の発生過程を把握することが重要と考えた。一般に交通事故要因の分析で用いられる交通事故データに基づいてこのような分析を行うことは困難であるが、本項では「ヒヤリ地図」を活用することにより、危険事象の発生過程を把握することができた。また、危険事象指摘箇所での道路構造や交通状況に関する調査を併せて実施し、ヒヤリ地図により把握した危険事象の発生過程を検証するとともに、道路構造や交通状況に関する問題点を明らかにすることができた。さらに、その対策案を検討し、提案した。以下では、本項で得られた成果を示す。

- ①無信号交差点において、優先側道路の交差点近傍に縦断勾配が存在する場合、あるいは交差点近傍で縦断勾配が変化する場合、非優先側道路からの視認範囲が制限される。このため、非優先側道路の車両ドライバーは、優先側道路の車両がどの程度の速度でどの程度離れた位置を走行しているかを把握することが困難で、十分な判断時間を確保できるとは限らず、タイミングによっては、非優先側道路の車両と優先側道路の車両が急接近する、あるいは衝突する可能性が高い。さらに、優先側道路の走行車両の速度が規制速度を超過している場合、その傾向が助長される。したがって、交差点近辺の道路はなるべく平坦とし、特に縦断勾配が途中で変化する線形は避けるよう留意すべきである。一方、優先側道路側車両の走行速度が高い場合は判断時間がさらに減少する結果となるため、走行車両の速度を抑制する方策、例えば路面標示や交差点の存在を知らせる注意喚起などを導入することが必要である。

- ②カーブ区間に存在する交差点で中央分離帯に植栽が存在する場合は、植栽によって右折車両から対向車線に対する視認範囲が阻害され、対向車線を走行する車両に対する視認距離が制限される。このため、対向車線を走行する車両の有無を判断し、右折を完了するために必要な時間を十分には確保できず、場合によっては対向車線走行車両に接近する結果となる。さらに、走行車両の速度が高い場合、その傾向が助長される。したがって、カーブ区間に交差点を設置することは避けるべきであるが、やむを得ず設置する場合、見通しを確保できるよう、交差点付近の中央分離帯には植栽を設置しない、あるいは樹高を低くするよう留意すべきである。また、①と同様、走行車両の速度を抑制する方策を導入することが必要である。
- ③右折車線が設置されていない道路（従道路）と広幅員の道路（主道路）が交差する交差点において、従道路を右折する車両が対向車線を横断する際、対向車線との交差角が小さくなり、対向車線を横断する距離が長くなること、および対向直進車両が、対向右折待機車両を避けるために大きく蛇行して走行することから、右折を完了するまでの時間が長くなる傾向にある。このため、右折車両のドライバーは、対向車両が交差点に接近するまでに右折を完了できると判断して右折を開始したにも関わらず、実際には右折完了までに時間を要する結果となり、右折車両と対向車両が接触しそうな危険事象の発生に至る可能性がある。したがって、右折車両の交差角を大きく取るとともに、直進車両が蛇行せずに交差点を通過できるようにして、右折車両の交差点通過時間を短くすること、具体的には従道路にも右折車線を設置することが必要である。
- ④無信号の交差点で、非優先側道路の停止線位置からの視認範囲が民家等の見通し障害物によって制限されている場合、非優先側道路の走行車両は、停止線と、交差道路に進入する位置（交差道路の車道外側線と交差する地点）の間で、視認範囲を十分確保できる地点において、一時停止し、交差道路の走行車両を確認すべきである。この際、交差道路に進入する位置が不明確であると、非優先側道路の走行車両は一時停止せずに交差道路に進入する結果となり、交差道路の接近車両の速度や距離を見誤り、結果として接近車両と接触しそうな危険事象の発生に至る可能性がある。したがって、交差道路の車道外側線を設置するなど、交差道路に進入する位置を明確にすることが必要である。
- ⑤交通量の多い幹線道路（主道路）に従道路が交差する無信号交差点において、従道路の車両が左折する場合、従道路を走行する車両のドライバーは、交差する主道路の車群が途切れるのを確認するために、主道路の右方向に注意が向きがちとなる。このため、主道路左側への注意を怠り、主道路左側から歩道上を通行し、交差点に進入する歩行者や自転車に気がつかず、これらと接触する危険事象発生に至る可能性がある。したがって、従道路を走行する車両のドライバーに対し、左側からも歩行者や自転車が接近する可能性があることを理解してもらい、左側も確認して交差点内に進入するよう、注意喚起を行うことが必要である。

本項で報告した危険事象の要因や対策案は、これらと類似する箇所における道路構造や交通事故対策の検討において参考として活用することができる。ただし、限られた5交差点を対象として分析した結果であり、また、全道路利用者の道路利用状況に比べれば、一部の道路利用者の限られた経験に立脚するものであることは否めないが、実際に交通安全対策の現場でとられる具体的な対策に有益であると考えられる。

また、それぞれの交通安全対策実施箇所において、従来用いられている交通事故データに加え、ヒヤリ地

図を活用して対策検討を実施することが望ましいと考えられる。本項で示したように、対策検討を実施する際にヒヤリ地図を活用することによって、危険事象に至る過程を把握できるためである。その際には、2.4.1で示したヒヤリ地図の作成方法が参考となるであろうし、2.4.2で事例的に示した対策検討の流れも参考になるであろう。

参考文献

- 1) (財) 交通事故総合分析センター：交通統計平成16年版，2005年4月
- 2) (社) 日本道路協会：道路反射鏡設置指針，1980年12月
- 3) (社) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004年2月

2.5 交通安全施設の改良

近年、高規格の道路整備が進展し、また道路景観等に対する配慮が強く要望されるなど、従前の交通安全施設の整備では対応が困難な状況が生じている。本節では、これらの道路整備に求められる考え方の多様化に対応した交通安全施設の整備に向けた研究を報告する。具体的には、道路付属施設等の緩衝対策、景観に配慮した防護柵の整備、歩行者用照明施設の整備、交差点照明施設の整備に向けた研究についてその成果を報告する。

2.5.1 道路付属施設等の緩衝対策に関する研究

(1) 背景・目的

道路の分岐部や電柱・標識柱などの道路沿いの工作物に衝突する事故は、他の事故に比べ重大事故になりやすい。欧米ではこれら工作物の緩衝対策として緩衝施設の開発が行われているが、工作物が道路直近に設置されるなど設置スペースに制約があり、我が国の道路状況に適合するものとはなっていない。そこで本研究では、我が国の道路状況に適応する緩衝施設の構造を検討する。

(2) 研究内容

工作物衝突について道路管理者が実施すべき対策としては、道路付属施設や道路構造に関連した緩衝対策が考えられる。具体的には、標識柱、樹木、道路分岐部等がその対象であり、これらの工作物に前面衝突する場合に乗員被害が大きくなりやすい。本研究は、これらを車道分岐部と路側柱状構造物の二つに分け、それぞれの緩衝対策として、緩衝施設の構造を提案する。提案にあたっては、まず緩衝施設に要求される性能について整理し、それらを満足する構造を検討した。また、検討した構造について動的シミュレーション(FEM)解析及び実車衝突実験を行い検証した。

(3) 車道分岐部緩衝施設

通常分岐部に車両が衝突する場合、小型乗用車では車室にまで変形が及び乗員被害が大きいものに対して、トラックなどの大型車では車体の変形が車体下部に止まり、乗員被害も乗用車などに比べて軽い場合が多い、そのため本検討では対象車両を被害が大きくなりやすい小型乗用車とした。設計にあたっては、第一種及び第二種、第三種の道路での適用を目的に80km/h対応、100km/h対応の2種類を設計した。衝突方向は分岐部への前面衝突とし、要求される性能は防護柵設置基準¹⁾に示される車両用防護柵の性能を参考に表-2・5・1に示す通りとした。これら衝突条件、要求性能を勘案し図-2・5・1に示す緩衝構造を設計した。

表-2・5・1 衝突条件及び要求性能

車両質量	衝突速度	衝突角度	要求性能
1 トン	80 km/h	前面衝突	車両重心減速度の最大値が 200m/s ² /10ms 未満
	100km/h		車室空間が確保される
			衝突後の車両は正常な姿勢を保持する
			衝突後に車両の跳ね返りが小さい

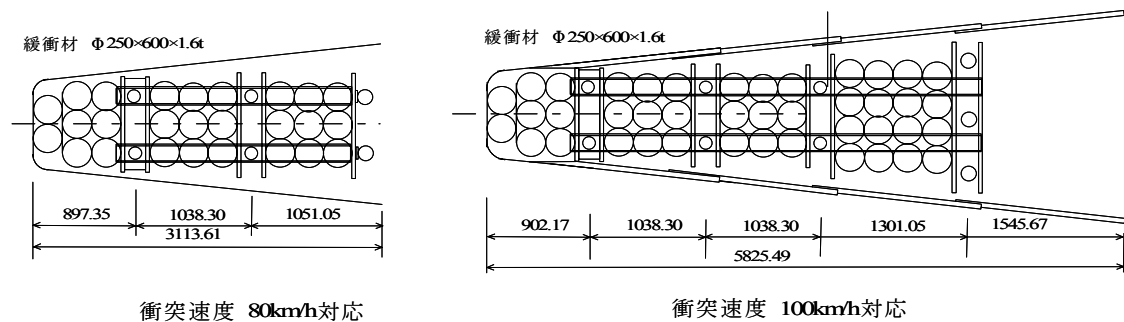


図-2.5.1 開発した構造

表-2.5.2 シミュレーション解析結果

種別	重心減速度	車室空間の確保	車両姿勢の保持	車両跳返の程度
80km/h 対応	120m/s ²	確保	正常	大
100km/h 対応	142m/s ² ※	確保	横転	小

※参考値

性能の検証にあたり、動的シミュレーション解析に用いたソフトは、車両の衝突実験解析に実績のある ESI 社製の PAM-CRASH である。シミュレーション解析結果を表-2.5.2 に示す。

80km/h 対応では、車両の減速度が比較的小さく車室空間も確保されており、乗員の安全確保のためには十分な機能を有しているが、車両の跳ね返りがかなり大きくなった。100km/h 対応では、緩衝施設の変形が局部的に大きくなり、車両は衝突後に左側が施設に乗り上げ横転した。このため、前面衝突を再現できなかったことから、発生した減速度は参考値として評価対象から外した。

いずれの実験でも、十分に満足する性能が得られなかった原因としては、緩衝施設に組み込まれたガイドレール（車両衝突時に緩衝施設を一定方向に変形させるためのレール）に変形があったことが挙げられる。そこで、ガイドレールの固定強度を高めシミュレーション解析により再度検討を行った。その結果、100km/h 対応緩衝施設での減速度は 170m/s² と大きくなったが目標とする 200m/s² 以下を満足し、80km/h 対応、100km/h 対応共に性能を満足した。その後シミュレーション解析により実証した構造について実車衝突実験を行い、表-2.5.1 に示した性能を満足することを確認した。

(4) 路側柱状構造物緩衝施設

本検討でも 1 トン車を衝突対象に検討を行った。設計速度は路側柱状構造物が比較的多い一般道での適用を目的とし、60km/h とした。

緩衝柵の大きさは、比較的幅員が狭い道路に設置されるため、柵の寸法はかなり制限されたものになること、都市内での利用が多いと考えられることから、景観に配慮し小型で目立ちにくい構造を検討した。また柵の強度性能は、車両が柵の端部に衝突した場合には衝撃を緩和し、柵の側面に衝突した場合には車両を誘導する強度を有するものとした。構造に要求される性能は表-2.5.3 とした。これらの条件を踏まえ、

図-2・5・2 に示す基本構造を設計した。

表-2・5・3 衝突条件及び要求性能

車両重量	衝突速度	衝突方向	性能
1 トン	60km/h	柵端部への車両前面からの衝突	車両重心減速度の最大値が $200\text{m/s}^2/10\text{ms}$ 未満
		側面衝突	車両が誘導されること
		上記両条件	車両の大変形が防げること

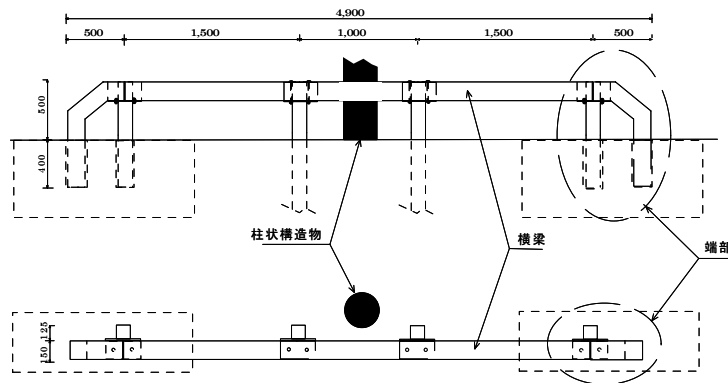


図-2・5・2 開発した基本構造

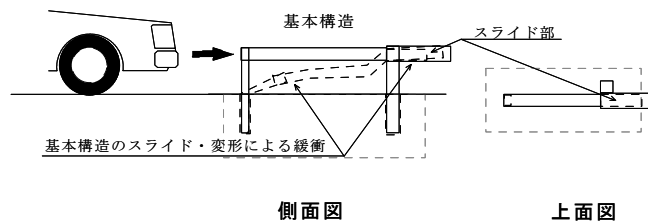


図-2・5・3 端部緩衝構造

性能の検証にあたっては、動的シミュレーション解析ソフト PAM-CRASH を用いた。

解析の結果、柵端部衝突では、車両底面が緩衝柵端部に食い込む状態で停止し減速度は約 530m/s^2 となった。柱に直接衝突する場合 (650m/s^2) より 100m/s^2 以上減少しているものの、依然大きなものとなった。緩衝柵側面への斜め衝突では、車両は円滑に誘導され緩衝柵の変形も許容できるものであった。

この結果を受け、端部衝突時の緩衝対策として図-2・5・3 に示すスライド構造をもつ端部構造を考案し再度解析を行った。結果、車両は柵に乗り上げる挙動を示したが、乗り上げ時の速度は 20km/h に低下し減速度も 200m/s^2 を下回った。シミュレーション解析により検証した構造について実車衝突実験を行い、性能を満足することを確認した。

(5) 成果の活用

道路分岐部緩衝施設については、まず国道を対象として、分岐部で危険性の高い区間を抽出し、当該箇所での機能の検証を行う予定である。また柱状構造物緩衝施設については都市部での実用化に向け更なる検討を進める必要がある。

2.5.2 景観に配慮した防護柵の検討

(1) 背景・目的

防護柵は、車両が路外に逸脱するのを防ぎ、乗員の傷害を防止・軽減する等の目的のために設置されているが、道路に沿って連続的に設置されることから道路景観を構成する要素の一つとなっている。これまで、防護柵は安全性確保の観点から、視認性の高い色彩や必要な性能をみたす構造・材料が用いられてきたが、今後、21世紀に「美しい国づくり」を進め日本の魅力を高めていくためには、防護柵についても景観に配慮したものとしていくことが必要である。このため、景観に配慮した防護柵設置の基本的考え方、地域特性に応じた景観配慮の考え方、景観に配慮した防護柵が満たすべき要件等を明らかにして、道路管理者が景観に配慮した防護柵を設置、更新、修景する際のガイドラインを策定することを目的として検討を行った。

(2) 検討方法

まず事前に景観に配慮した防護柵の先進事例について防護柵の形式、色彩の利用状況や景観に配慮した防護柵を選定するプロセス等について調査を行った。その後、景観に配慮した防護柵に関する基本的な要件について検討を行った。

(3) 先進事例調査

景観に配慮した防護柵を整備する上での取組み状況や課題、及びガイドラインに対する要望等を把握することを目的に、モデル地区や先進事例実施地区（整備済み地区）の32地区においてアンケート調査を実施した。調査項目は、対象地区の道路諸元、地域特性、防護柵整備前の状況、景観に配慮した防護柵の検討方法、検討体制、整備計画の具体的な内容、整備後の景観性能の評価方法、課題等である。調査の結果、景観に配慮した防護柵の整備地区としては、市街地等の人口集中地区や平地部が多く、街路景観整備などとの関係で配慮が必要になっている地区や、景勝地・自然公園などが多いことがわかった。また、整備にあたっては、自然公園法や各種条例などに配慮しているようである。景観に配慮した防護柵整備の動機としては、自主的な判断の他、関係機関からの要請が挙げられている。

(4) 学識経験者等へのヒアリング

景観に配慮した防護柵整備の考え方について、学識経験者や道路管理者による委員会を設けヒアリングを行った。以下に主な結果を示す。

①色彩は背景との関係で、景観的に目立たせない配慮が必要。配慮方法としては、構造的な配慮

と色彩的な配慮の観点から考える。

- ②運転者の視線を考えた透過性等構造的な工夫が必要
- ③防護柵の設置の適切性・必要性について検討が必要
- ④他の道路附属施設を取り込んだシステム設計
- ⑤つかんだり触ったりという機能も考慮

(5) 基本的要件の検討

景観に配慮した防護柵の整備状況や、委員会でのヒアリング結果などを踏まえて、景観に配慮した防護柵を整備する基本的な要件を整理した。

1. 対象とする道路

今後道路を整備する際に、景観に配慮することは全ての道路が対象となるべきであり、防護柵の景観対策を行う箇所を限定することは望ましくないが、整備箇所の優先付けを行う場合には、市街地中心部、公園などの景勝地などについてまず整備を進めていくことが適当であると考えられる。

2. 道路の景観と防護柵に係る問題点

市街地景観では、防護柵が他の人工構造物等とともに多様な人工的要素のひとつとして眺められ、かつ歩行者が直接に触れる機会が多いこと、自然・田園地域では、道路の線形・構造、地形・植生等の要素や沿道に広がる農業的景観が遠景や中景となる地域において、風景の手前に連続的に眺められる。また風景を眺める人の視点としてみると、道路利用者などが道路上から眺める道路内部からの景観と、道路の敷地外から眺める外部景観があり、また自動車によって移動中に眺める場合のシークエンス景観、歩行者等がほぼ静止したような状態で眺めるシーン景観があり、それぞれによって眺められる防護柵の様相も異なる。

3. 景観に配慮した防護柵の基本要件

上述のような景観を考えた場合、防護柵による景観的な課題としては、必ずしも必要とされていない場所に設置されている例があること、白色の防護柵は目立ちやすいこと、また外部の眺望を阻害していること等が挙げられ、これらを踏まえ、今後防護柵を整備していく上での基本的な要件として、以下の5項目が考えられる。

- ①代替柵も含め防護柵の必要性を十分に検討する
- ②構造的合理性に基づいた形状とする
- ③周辺景観との融和を図る
- ④近接する他の道路附属物等との景観的調和を図る
- ⑤人との親和性に配慮する

4. 基本となる色

景観に配慮した基本的な色彩としては、日本の建築物や自然の色になじむ色相がよく、代表的なものに黄赤系のダークブラウン、グレーベージュなどがある。また、歴史的地域等ではダークグレーなどもなじむ。

5. 視線誘導への配慮

カーブが連続するような箇所および濃霧が発生しやすい道路区間においては視線誘導を確保することが望まれるので、これらの区間に防護柵を設置する場合は、視線誘導標や反射シートを設置して視線誘導機能を確保することも重要となる。

6. 景観に配慮した防護柵整備の考え方

景観に配慮した防護柵の新設、更新は、一貫した考えに基づいて行うことが基本であり、そのためには、景観に配慮した防護柵の新設、更新にあたってのマスタープランを策定することが重要である。

(6) 今後の防護柵整備に向けて

本調査を基に国土交通省では、景観に配慮した防護柵整備ガイドライン²⁾をとりまとめた。今後は、このガイドラインに沿った防護柵の整備に努めていく。

2.5.3 歩行者用照明の必要照度とその区分に関する研究

(1) 研究の背景

高齢化社会が急速に進み、また障害者が障害のない者と同等に生活活動する社会を目指すノーマライゼーションの理念から、高齢者、身体障害者等が自立した日常生活および社会生活を営むことが出来る社会環境を一刻も早く整備していくことが求められている。このようななか、高齢者・身体障害者等の社会参加が促進され、社会的・経済的に活力のある社会が構築されることを目指し、公共交通機関を利用する際、全ての利用者が円滑に移動しやすく利用しやすい施設・設備の環境を整備することを目的として、平成12年5月に「交通バリアフリー法」が公布された。

道路のバリアフリー化を図る上で、夜間の環境として、様々な道路利用者が安全かつ安心して通行することができる適正な歩道照明環境を整備することは益々重要となっている。しかしながら、現在のところ道路管理者が歩行者用照明を設置していく上での明確な技術基準が整備されておらず、これらに適用できる技術的基準が必要とされている。

(2) 研究の概要

夜間における歩行者の交通安全の確保という観点から歩行者用照明に着目し、歩行者照明用の基準作成に資する照度区分の策定を目的とし検討を行った。検討の内容としては、まず照度区分を検討する上で必要な照明要件を抽出するために国内外の基準・規格類の調査を行うとともに、道路管理者や照明メーカーおよび身体障害者へのアンケート調査を実施した。さらに、夜間において安全に歩行するために必要な照度を視認性評価実験によって確認した。

(3) 諸外国の基準・規格調査

具体的な基準値を定量的に扱っているものとして、日本、イギリス、ドイツ、アメリカ、そして国際照

明委員会の基準・規格を対象として調査を行った（表-2・5・4）

表-2・5・4 調査した各国及び機関の基準・規格

日本	日本工業規格、JIS Z 9111 道路照明基準 ³⁾
	照明学会、歩行者のための屋外公共照明基準 ⁴⁾
	東京都、平成11年度 道路工事設計基準 ⁵⁾
イギリス	BS5489 PART3 1992 ⁶⁾
ドイツ	DIN5044 Teil1 1981 ⁷⁾
アメリカ	ANSI(IESNA) 2000 ⁸⁾
国際照明委員会	CIE Pub.115 ⁹⁾ 、Pub136 ¹⁰⁾

①歩行空間の分類

各国及び機関のいずれの基準類も歩行空間をいくつかの項目に分け、それに適した照度基準値を適用する形態をとっている。これによると歩行空間は主に「歩行者交通量」「道路周辺の光環境」「防犯性」「地域特性」に分類することができる。

②明るさに対する指標

歩行者用照明については、各国及び機関のいずれの基準類も明るさの指標は輝度ではなく照度を採用している。また、一般に照度は水平面照度と鉛直面照度について考慮するが歩行者用照明の基準としては、各国及び機関ともすべて水平面照度を基準値として取り扱っている。さらに、水平面照度は道路上の段差や障害物といった道路状況を把握し、安全に歩けるための明るさとして規定されており、その照度値はまちまちではあるもののいずれの基準類も1.5lx～20lxの範囲にあり、この範囲で歩行空間の分類に応じた照度値が定められている。

(4) 実態調査

①道路管理者へのヒアリング調査

各道路管理者に対しては、管轄内の既設歩道照明について計画の目的（交通安全対策、防犯対策、地域活性化など）、設置目的に対する歩道照明の考え方、計画する上で参考とした基準類、および運用（設備費及び維持費、維持管理状況など）についてヒアリングを行い下記内容を把握した。

- ・歩行者用照明は、交通安全、防犯、景観整備、地域の活性化などを目的として設置する
- ・歩道の明るさについては、JISを参考にする場合が多い
- ・車道用照明で歩道の明るさが満足している場合は歩行者用照明を設置しない
- ・設備費や維持費に関しては道路管理者と地元等で状況に応じて分担している場合が多い

②照明メーカーへのヒアリング調査

照明メーカーに対しては、歩行者用照明の設計上の考え方（歩道の明るさの設計基準・設置方法・照明灯具のデザインや使用光源）及び問題点について調査を行い下記内容を把握した。

- ・照明設計上ではJISの値（水平面照度）を参考にするが、JISに示されている鉛直面照度についてはほとんど考慮していない
- ・一部の機関を除いて道路管理者の設計基準がないため、設計仕様を決定するのに時間を費やす

- ・JIS に示されるような鉛直面照度を確保しようとする、水平方向に強い光を出す器具を使用しなければならず、その場合歩行者へのグレアが増大する。また取付け間隔を短くすれば JIS に対応できるが、コストアップにつながる

- ・大きさの異なる同じデザインの車道灯とともに、同一ポールに設置するが多い
- ・周囲環境や地域特性に応じたデザインが多い
- ・国土交通省標準の道路灯を転用しているケースはほとんどない
- ・演色性をより重視する場合は高演色形のランプを用いる

③身体障害者へのアンケート調査

身体障害者のうち視覚障害者 9 名（身体障害者手帳の障害等級が 1 級 5 名、2 級 3 名、3 級 1 名）、車椅子利用者 13 名（同障害等級が 1 級 8 名、2 級 3 名、不明 2 名）に対し「夜間の歩行環境」「歩道照明の有効性」「歩行者用照明の留意点」の 3 つの観点からアンケートを行い下記内容を把握した。

【夜間の歩道に対する要望】

- ・夜間になると段差や障害物が視認できない歩道が多く存在しており、それらの視認性を高めるために照明施設を設置して明るくしてほしいという要望が強い

【歩行者用照明の有効性】

- ・障害物や段差、路面の傾斜が見やすくなる
- ・他人から認識されやすくなる
- ・不安感が減少し、緊張しなくなる
- ・連続的に設置してあれば歩行導線として利用できる

【歩行者用照明の留意点】

- ・視覚障害者は眩しさを感じやすいので眩しさへの対策が必要である
- ・車椅子利用者は視線高さが低いことや運転操作で前傾姿勢になるため視認する範囲に制限を受けるので、これらを考慮した整備方法が必要である

(5) 視認性評価実験

①実験の概要

国土技術政策総合研究所内の試験走路に仮設した歩道に、電線ゴムカバーや三角コーンを段差や障害物として模擬的に設置した。所定の照度に設定された仮設歩道の障害物ゾーンとすれ違いゾーンの一連の間を、被験者は通常の歩行速度で通行し、通過後に各評価項目（路面や障害物の見え方、すれ違う通行者の危険感および顔の見え方、路面の明るさのムラ、歩道照明環境の眩しさ）についてヒアリング形式でアンケートに回答した。実験順序としては、被験者の目の順応状態を考慮し低い照度レベルから実験を開始した。仮設歩道近傍には道路照明を点灯し模擬的に歩道周辺の光環境の有無を設定して実験を行った。

図-2・5・4 に実験概要図を示す。

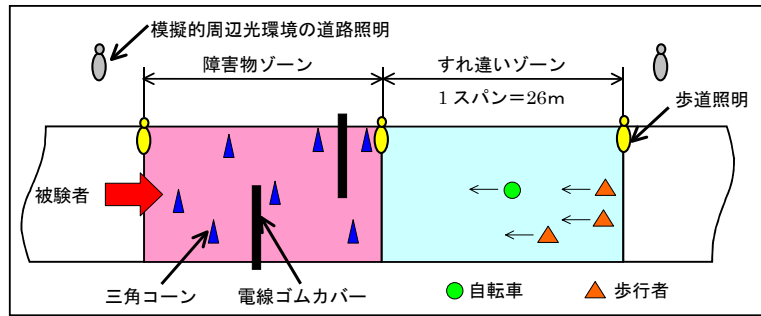


図-2・5・4 実験概要図

②実験条件

実験条件を表-2・5・5に示す。照度レベルはJISの4段階と諸外国の基準値の中で最低照度レベルであったCIEの1.5Lxを含む5段階とした。各照度レベルは照明器具前面にフィルターを介することによって調整した。非高齢者は歩行状態と自転車乗車状態(ライト点灯)で、高齢者は歩行状態のみで実験を行った。車椅子利用被験者は下肢不自由者で、最低照度レベル1.5Lxでの評価は行っていない。なお、設定した各照度レベルが得られているかは、実験前に照度測定を行って確認した。

表-2・5・5 実験条件

歩道幅員	4m(第4種第2級の道路)
照度設定	1.5/3/5/10/20 (lx)、均斉度0.2 10/20 (lx)は周辺環境有り
灯具配置	片側配列(8灯)、高さ5.2m、取付間隔26m
光源	蛍光水銀ランプ HF200K
被験者	65歳以上の高齢者10名、非高齢者10名 車椅子利用者7名
歩道上障害物	模擬的に段差及び障害物を数箇所設置
実験項目	非高齢者：歩行状態と自転車乗車状態 高齢者：歩行状態 車椅子利用者：車椅子での通行状態

③実験結果とまとめ

図-2・5・5に各照度レベル別、被験者別の視認性評価結果を示す。歩行者用照明の最も基本的な要件として路面の見やすさに着目すると、照度レベル1.5Lxおよび3Lxでは半数以上被験者が満足していない。また全項目で半数以上の支持を得ている照度は、10Lx以上である。このことから、多様な道路利用者を

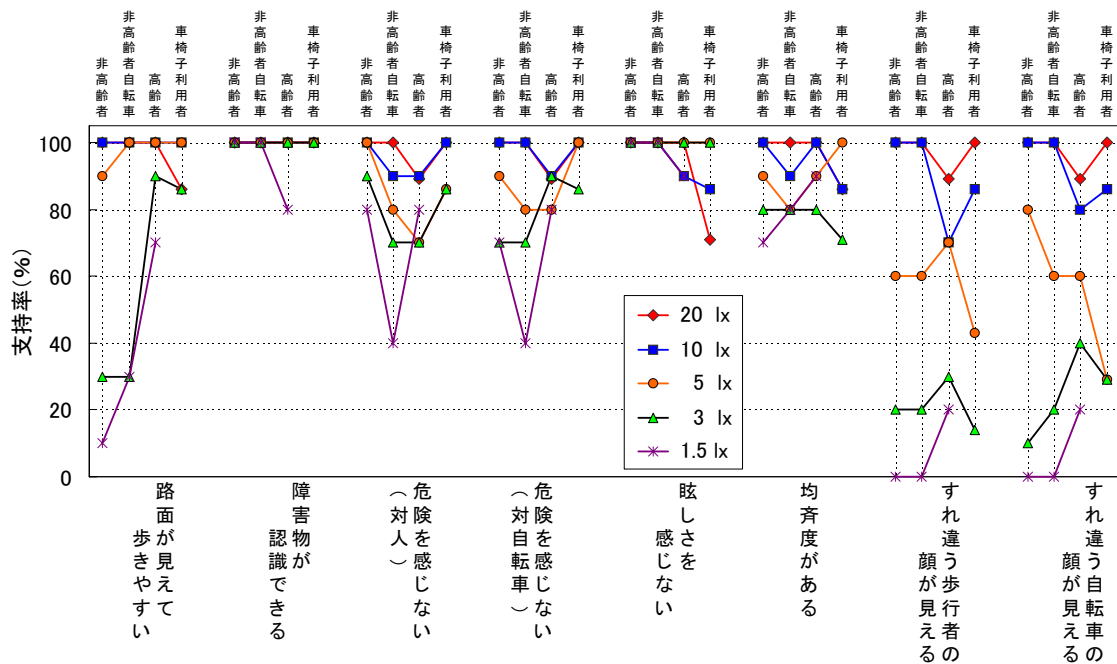


図-2・5・5 視認性評価実験結果

考慮した歩行者用照明に必要な照度は、最低限 5Lx は必要であり、障害者等を考慮する場合は 10Lx 以上が必要であると思われる。

(6) 歩行空間を分類する項目の定量化

定量化を図るために既往歩行者用照明施設の設置事例調査を行った。調査項目内容は、調査場所、歩道環境（歩道幅員、樹木の有無、舗装種類、歩行者交通量、自動車交通量）、周辺設備の有無（歩道用および車道用照明の有無、設置方法、間隔、高さ、灯具種類、使用光源、配光分類）とした。

周辺環境の明るさは実態調査で撮影したデジタル画像を基に 20 度視野の輝度を写真測光法で計測し、それを道路周辺の光環境状況と対比させて定量化した。夜間の歩行者交通量は実態調査の商業地域に着目し、歩行者交通量と順応輝度（歩行者の視認性に影響を与える沿道周辺の明るさにその歩行者が順応している輝度）を回帰分析した。その結果、1 時間あたりの歩行者交通量が 300 人を超える場合は周辺環境も明るく、高い照度値を設定する目安となることがわかった。

周辺の明るさと歩行者交通量の関係を表-2・5・6 にまとめた。

表-2・5・6 周辺環境と歩行者交通量の関係

周辺環境	沿道の光環境		順応輝度 ^{※1}	夜間の歩行者交通量 (17時～22時の 1時間ピーク交通量)	
	周辺が 明るい	周辺が暗い		多い	少ない
商業地域	周辺が 明るい	建物照明、ネオンサインなどが 林立し極めて明るい	20cd/m ² を超える	多い	300人以上
		商店街など建物照明 ネオンサインなどがある	7.5cd/m ² 以上～ 15cd/m ² 未満	少ない	300人未満
工業地域	周辺が暗い	沿道建物の照明が多いが ネオンサインなどは少ない	1cd/m ² 以上～ 7.5cd/m ² 未満	—	—
住居地域	特に 周辺が暗い	周辺に明かりが少ないか無い	1cd/m ² 未満	—	—

※1 歩行者用照明を設置した後の数値

(7) 照度区分の提案

以上の結果を基に照度区分について整理した。

①照明区分

照明区分は、歩行者用照明を設置する歩道等の周辺環境および歩行者等の交通量によって、表-2・5・7 のように分類する。

表-2・5・7 照明区分

照明区分	周辺環境	夜間における 歩行者等の交通量
A	商業地域	多い
B		少ない
C	住居地域 工業地域	—

②照度区分

必要照度は、照明区分から表-2・5・8の値を目安とする。

表-2・5・8 照度区分

照明区分	水平面照度※ ¹ (lx)	照度均斉度 (最小／平均)
A	20	0.2 以上
B	10	
C	5	

※1 水平面照度は、路面上の平均照度である

ただし、照明区分 C においては、夜間の一定時間帯に多数の歩行者等が歩道等を利用する場合は 10 lx の適用について検討する。また、歩道の周囲の明るさが特に暗く、歩行者交通量が非常に少ない場合は 3lx まで下げてもよい。

重点整備地区における移動円滑化のために必要な道路の構造に関する基準（建設省令第 40 号）第 7 章第 36 条に定める照明施設には、夜間における歩行者等の交通量に応じて、A または B の照明区分の適用が望ましい。

(8) まとめ

本稿は、平成 12 年度から 2 年間に渡り、道路空間高度化研究室において実施した歩行者用照明に関する検討を整理し、とりまとめたものである。

本研究は、歩行者用照明を設置するための技術的基準を策定することを目的に、その照度区分について検討を行った。

国内外および機関の基準・規格の調査では、アメリカ、イギリス、ドイツ、日本、国際照明委員会の規格を対象とし、歩行空間の分類方法や設定照度範囲などについてまとめた。歩行空間の分類では、「歩行者交通量」「道路周辺の光環境」「防犯性」「地域特性」の項目を考慮する必要があることを把握した。設定照度範囲の検討においては、各国及び機関のいずれの基準類も明るさの指標は水平面照度を採用しており、その照度値はまちまちではあるもののいずれの基準類も 1.5lx～20lx の範囲にあり、この範囲で歩行空間の分類に応じた照度値が定められていることを把握した。

実態調査では、道路管理者や照明メーカーにヒアリング調査を行い、照明設計の考え方や参考としている基準および問題点などを調査した。その結果、独自に設計基準を設けている道路管理者以外は、ほとんどが JIS を参考に照明設計を行っていることが把握できた。また、健常者だけではなく身体障害者にとっても夜間の良好な歩行視環境を確保する必要性から、これら道路利用者にアンケート調査を行い、照明のあり方を検討した。

視認性評価実験では、高齢者は加齢に伴う視覚機能の低下によってすれ違う人の顔などの細かな視覚情報の視認性は低下するが、道路線形やある程度大きさのある障害物など大まかな視覚情報があれば十分歩行できることが分かった。自転車利用者や車椅子利用者は、その運転特性から健常歩行者に比べて高めの照度 (10lx 以上) 設定が必要であることが把握できた。さらに、歩行者用照明を設置することによって 10lx

以上あれば車両運転手からの歩道通行者の視認性が向上することが把握できた。また、すれ違う通行者の顔などの視認性を表す指標として国内外でも規定されている鉛直面照度については、適正な水平面照度とその均斉度を確保すれば必ずしも鉛直面照度を規定する必要性はないことを明らかにした。

歩行空間を分類する項目についての定量化の検討では、歩行者交通量が「多い」場合とは17時～22時における1時間ピーク交通量が300人以上、歩行者交通量が多く周辺環境が明るい場合とは順応輝度が「20cd/m²を超える」などの定量値を示した。

最後に、照度区分の提案として前項までの検討結果を踏まえて高齢者や身体障害者など様々な道路利用者に対応できる照度区分の提案を行った。

なお、本研究の一部は、国土交通省道路局企画課が監修した「道路の移動円滑化整備ガイドライン」題10章「照明施設」¹¹⁾に反映され、「交通バリアフリー法」に基づく重点整備地区内等における歩行者用照明の整備ガイドラインとして活用されている。

2.5.4 交差点照明の照明要件に関する研究

(1) 研究の背景

近年、わが国の交通事故による死者数は減少傾向にあるが、死傷者数、死傷事故件数は依然として増加傾向にある。中でも交差点は、交通が錯綜するエリアであるため多くの事故が発生しており、特に夜間は歩行者が当事者となる重大事故が発生し易い傾向にあることから、効果的な事故対策の実施が望まれている。

夜間の交差点における事故対策として交差点照明が一般的に採用されているが、これらの設置に関する明るさの基準が明確化されていないのが現状である。さらに現道の交差点構造は多種多様であり、交差点照明による効果的な事故対策を実現するためには、設置場所の道路特性や沿道環境に対応した照明環境を整備する必要がある。

(2) 研究の概要

本研究は、夜間の交差点における安全対策の一つである交差点照明に着目し、その照明要件について明らかにするとともに交差点内の明るさレベルと事故削減効果との関係について検討を行った。検討の内容としては、まず視認性評価実験を実施し交差点内で必要となる平均照度や照明配置などの照明要件について検討した。さらに、事故危険箇所の事故データを基に平均照度と事故削減効果の関係について検討した。

(3) 交差点照明の照明要件に関する検討

本検討では、はじめに各国および機関の規格・基準（以下、基準類）や既往研究などの文献調査を行い、交差点照明に必要とされる照明条件を設定した。次に、評価実験により、各照明条件の妥当性を確認した。

①文献調査

文献調査では、次の各点を把握した。

- ・ CIE の勧告⁹⁾では、幹線・補助幹線道路での交通が錯綜するエリアの基準照度を10～15Lxと定めている。

表-2・5・9 CIE 照度基準値

道路分類		基準照度	CIEの照明区分
一般国道など	主要幹線道路	20～50Lx	C0～C2
	幹線・補助幹線道路	10～15Lx	C3～C4

- ・ 交差点内の平均路面照度が 20Lx 以上であれば事故削減効果が現れる傾向にあり、30Lx を超えると効果はより明らかに現れる¹²⁾。

②照明条件の設定

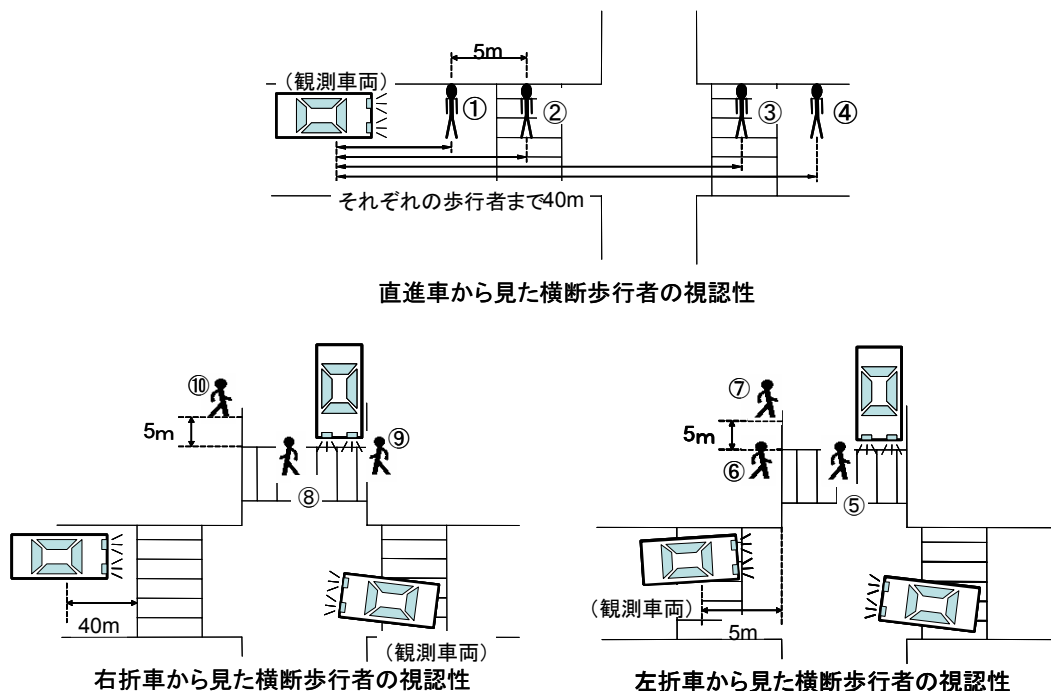
文献調査の結果を基に、評価実験で確認する照明条件を表・2・5・10 のように設定した。必要照度は、15Lx、10Lx、5Lx で見極め、比較分析を目的として「照明なし」を加えた 4 種類を設定した。照明施設の配置は、交差点隅切り部配置、設置基準配置、両者を組合せた配置の 3 種類を設定し、合計 10 種類を設定した（以下、各照明条件を表・2・5・10 に示す記号で表す）。

表・2・5・10 照明条件

照明施設の配置	配置A	配置B	配置C
	隅切り部配置	設置基準配置	設置基準+隅切り部配置
設定照度 (平均水平面照度)	15Lx	15Lx	15Lx
	10Lx	10Lx	10Lx
	5Lx	5Lx	5Lx
	0Lx 照明なし		

③実験方法

評価実験は、図・2・5・6 に示す実験パターンについて、静止させた観測車両から視認時間 1 秒で歩行者の見え方を評価した。評価には五段階評価（非常によく見える・よく見える・まあまあ見える・かろうじて見える・見えない）を用いた。



図・2・5・6 実験パターン

④実験結果

評価実験の結果は「非常によく見える」を5点とし、評価が一段階下がるごとに1点下がるように配点してまとめた。

・設定照度別の実験結果

図-2・5・7 は、横軸に実験パターン、縦軸に平均評点を取り設定照度別に示したものである。この図から、全ての実験パターンにおいて照度が高いほど評点も高いことがわかる。また各実験パターンを比較すると、特に車両直進時における奥側横断歩道付近の乱横歩行者(④)、車両右左折時における横断待機者(⑥⑨)、乱横断歩行者(⑦⑩)の評点が低いことがわかる。

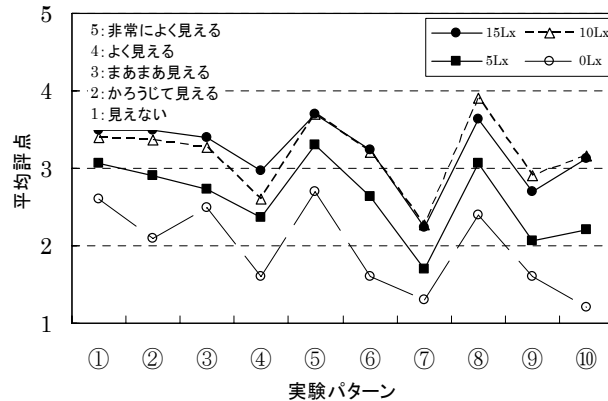


図-2・5・7 設定照度別の実験結果

・照度が視認性に及ぼす影響

図-2・5・8 は、横軸に平均路面照度の実測値、縦軸に平均評点を取り各照明条件別にプロットしたものである。照度と評点是对数比例の関係で近似でき、10Lx 以上では照明位置に関わらず平均評点が3(まあまあ見える)を超えることがわかる。

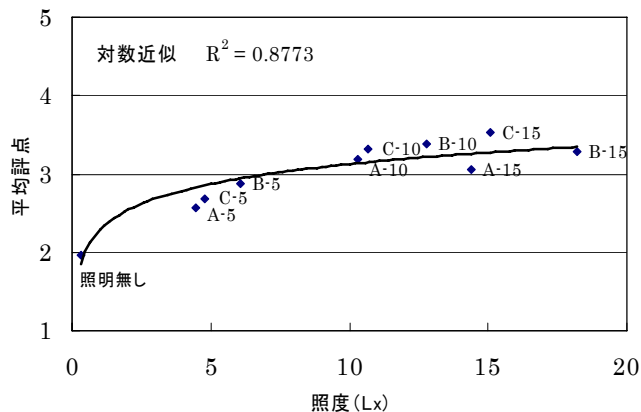


図-2・5・8 照度と評点の関係

・照明施設の配置が視認性に及ぼす影響

図-2・5・9 は、横軸に実験パターン、縦軸に配置 B (設置基準配置) との評点の差について配置別に示したものである。この図から、配置 A の評点は配置 B の評点と比較して、設定照度 15Lx で車両右折時の横断歩行者(⑧)、横断待機者(⑨)に対して高いことがわかる。また配置 C の評点は配置 B の評点と比較して、設定照度 15Lx で全体的に高く、特に車両直進時の全ての歩行者(①~④)、車両右

折時の横断歩行者 (⑧)、横断待機者 (⑨) に対して高いことがわかる。また、設定照度 5Lx では設置基準配置との評点の差が全体的に低い結果となった。

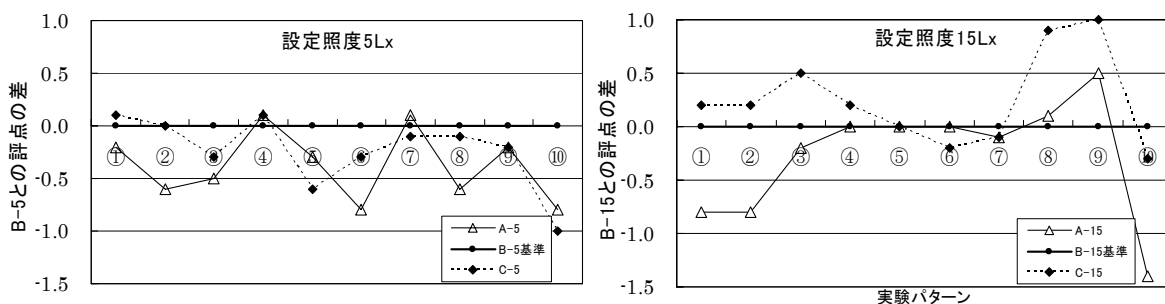


図-2・5・9 配置と評点の関係 (設定照度 5lx、15lx)

⑤照明要件の検討

本研究で得た知見と評価実験の結果を基に、照明要件の検討を行った。

・設定照度

交差点におけるドライバーから見た歩行者の視認性の観点から、交差点平均路面照度は 10Lx 以上を確保する事が望ましい。また照度と視認性は対数比例の関係にあるため、照度を上昇させるほど単位上昇量当たりの効果は小さくなる。照度を高く設定する際には、その費用と効果を検討して適切な値を設定する必要がある。

・照明施設の配置

各配置にはそれぞれの特性があり、実際の交差点に設置する際には、それらの特性を考慮したうえで配置を決定することが望ましい。今回確認した照明位置の特性、および有効な適用例を表-2・5・11 に示す。

表-2・5・11 照明要件

照明位置	特性	有効な適用例
配置 A	<ul style="list-style-type: none"> 設定照度を高くすると右折時の横断歩行者、横断待機者に対する視認性が高まる 乱横断者に対する配慮が必要である 	<ul style="list-style-type: none"> 右折車両対横断歩行者の事故対策
配置 B	<ul style="list-style-type: none"> 設定照度が低い場合でも比較的視認性が良い 	<ul style="list-style-type: none"> 非市街地等で設定照度を低く設定する場合
配置 C	<ul style="list-style-type: none"> 設定照度が高い場合、配置 B と同程度以上の高い視認性が確保される 	<ul style="list-style-type: none"> 市街地等で設定照度を高く設定する場合

(4) 交差点照明の事故削減効果に関する検討

本検討では、事故が多発する「夜間の交差点」に着目し、事故データを用いた分析から交差点照明の明るさレベルと事故削減効果の関係について検討を行った。

①検討内容

照明による事故削減効果について調査・研究した事例は、照明の有無に関するものが多く、明るさレベルとの関係について調査・研究したものは少ない。その中で、大谷らが実施した交差点照明の平均照度と

事故削減効果に関する事前事後の調査¹²⁾では、平均照度を 30Lx 確保することにより統計上有意な事故削減効果が得られることを明らかにしている。このような事前事後の調査は、照明による事故削減効果を把握する場合には精度の高い分析が可能となるが、サンプル数が多く取れないという問題がある。今回は、サンプルが多く抽出できる交通事故発生箇所を対象にマクロ分析を実施し、交差点の平均照度および平均照度均斉度と事故削減効果の関係について検討した。

②分析データの抽出

調査対象は、事故危険箇所緊急対策事業の実施箇所に登録されている交差点とした。事故データは、交通事故と道路交通環境の関係分析に用いられている交通事故統合データベースを用いて抽出し、交差点内の平均照度は、照明の配置図面をもとに机上計算により算出した。調査条件を表-2・5・12 に表す。

表-2・5・12 調査条件

対象箇所	事故危険箇所緊急対策事業の実施箇所に登録されている交差点
対象箇所数	367箇所
事故データ	1箇所につき、平成8～10年、11～13年の各3年間をそれぞれ1サンプルとした(1箇所に付き2サンプル)但し、昼間事故または夜間事故が1件も発生していないものはサンプルから除去した
有効データ数	568サンプル
交通量	平成8年～10年は平成9年のセンサスデータ、平成11～13年は平成11年のセンサスデータを用いた

③検討結果

平均照度、平均照度均斉度と昼夜の事故率比の関係について、調査結果を図-2・5・10 に表す。なお、平均照度均斉度とは、交差点内の最小照度を平均照度で除したもので、路面の明るさのムラを表す指標として用いられており、CIE の勧告¹⁾によると、良好な照明環境を確保する為には、平均照度均斉度を 0.4 以上確保することが望ましいとしている。また、照明による事故削減効果を表す指標として、交差点照明が夜間のみの交通安全対策であるため、夜間の事故率を昼間の事故率で除したもの(夜間事故率/昼間事故率、以下、昼夜の事故率比という)で表した。

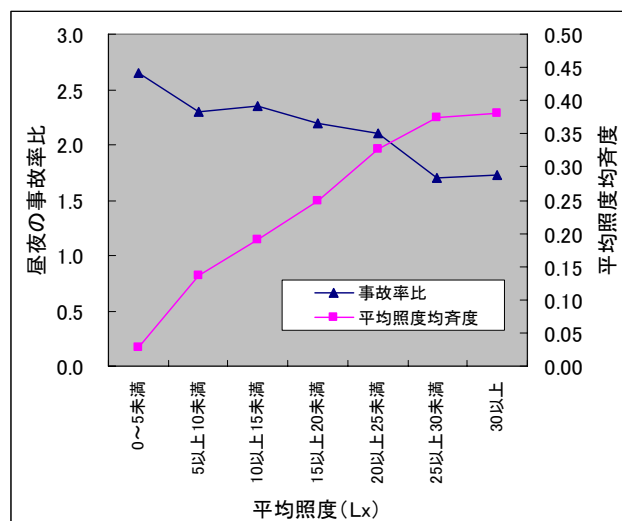


図-2・5・10 平均照度、平均照度均斉度と昼夜の事故率費との関係

図-2・5・10 から、平均照度が高くなるにつれ、昼夜の事故率比が低下するという傾向がみられ、平均照度が照明の事故削減効果に影響していることがわかる。また、平均照度と共に平均照度均斉度も高くなっていることから、事故削減効果には双方の値が関係していると考えられる。

平均照度が低い場合と 30Lx 近辺において、昼夜の事故率比の低下の傾きが大きくなっている。平均照度が低い場合は、照明の有無による効果が大きく現われたものと考えられ、30Lx 近辺では照度が高くなることによる効果に加えて、平均照度均斉度も国際勧告の推奨値である 0.4 に近くなり、良好な照明環境が得られていることから、照明による効果が大きく現われたものと考えられる。

このように、本調査の対象である事故危険箇所のような交通事故が発生しやすい場所では、交差点照明の平均照度は 30Lx、平均照度均斉度は 0.4 程度確保することが、交差点照明による効果的な夜間の事故削減対策を実施するうえで一つの目安になると考えられる。

次に、道路構造や周辺環境ごとにデータを分類し、説明変数を平均照度、目的変数を昼夜の事故率比として直線による回帰式で分析を行った。分析結果を表-2・5・13 に表す。全ての分類条件において、回帰式の傾きが負の傾きとなっており、いずれの条件においても平均照度が高くなるにつれ、照明による夜間事故削減効果が向上していることがわかる。また、分類条件別にみると、「全日事故率^{注1)} - 500 件/億台キロ以上」「車線数 - 2 車線」「右折車線 - なし」などの分類条件において回帰式の傾きが大きくなっており、これらの条件では、平均照度を高めることによる夜間事故削減効果が大きいことがわかる。

注 1) 昼夜別としない一日を通しての事故率

表-2・5・13 分類条件ごとの直線による回帰式

分類条件	サンプル数	直線による回帰式	P値
分類なし(全体)	568	$y = -0.025x + 2.612$	<0.01
日交通量	25000台未満	$y = -0.024x + 2.978$	0.14
	25000台以上	$y = -0.010x + 2.044$	0.14
夜間交通量	10000台未満	$y = -0.020x + 2.826$	0.14
	10000台以上	$y = -0.015x + 2.112$	0.03
全日事故率	500件/億台キロ未満	$y = -0.022x + 2.620$	0.05
	500件/億台キロ以上	$y = -0.027x + 2.586$	0.03
交差点構造	十字路	$y = -0.025x + 2.617$	<0.01
	十字路以外	$y = -0.024x + 2.606$	0.24
沿道状況	DID	$y = -0.018x + 2.330$	0.04
	DID以外	$y = -0.021x + 3.001$	0.29
車線数	2車線	$y = -0.035x + 2.988$	0.03
	4車線	$y = -0.005x + 2.092$	0.64
	6車線以上	$y = -0.023x + 2.196$	0.14
右折車線	あり	$y = -0.022x + 2.508$	0.04
	なし	$y = -0.028x + 2.740$	0.06

(5) まとめ

今回の検討で得られた成果は、次のとおりである。

- ・交差点におけるドライバーから見た歩行者の視認性の観点から、交差点平均路面照度は 10Lx 以上を確保する事が望ましい。
- ・照明位置については視認性向上の観点から、非市街地などで交差点内照度を低く設定する場合は設置基準配置、市街地などで交差点内照度を高く設定する場合は設置基準配置+隅切り部配置が有効である。

・事故危険箇所のような事故の発生しやすい交差点において、照明による事故削減対策を実施するには、平均照度と平均照度均斉度の双方の値を高めることが効果的であり、平均照度を30Lx、平均照度均斉度は0.4程度確保することが一つの目安となる。

・全日事故率が高い箇所、2車線道路、右折車線のない交差点は、平均照度および平均照度均斉度を高めることによる夜間事故削減効果が大きい。

最後に、今回の研究では交差点照明の設置基準に資する照明要件や照明による事故削減効果について定量的に把握することができた。今後は、これらの成果を道路照明施設設置基準に反映するために、照明区分の整理や性能規定化などの基準化に向けた検討が必要である。

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会、防護柵の設置基準・同解説、2004
- 2) (財)国土技術センター、景観に配慮した防護柵整備ガイドライン、2004
- 3) JIS Z 9111-1988、「道路照明基準」、1988
- 4) (社)照明学会、「歩行者のための屋外公共照明基準」、JIEC-006、1994
- 5) 東京都建設局、「道路工事設計基準」、1999
- 6) イギリス、「Code of Practice for Lighting for Subsidiary roads and Associated Pedestrian Areas」、BS5489 PART3、1992
- 7) ドイツ、DIN5044 Teil1、1981
- 8) アメリカ、「Roadway Lighting」、ANSI/IESNA RP-8-00、2000
- 9) CIE、「Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic」、Pub. No. 115、1995
- 10) CIE、「Guide to the lighting of the urban areas」、Pub. No. 136、2000
- 11) 国土交通省道路局、(財)国土技術研究センター、「道路の移動円滑化整備ガイドライン」、2002
- 12) 大谷寛・安藤和彦・鹿野島秀行、道路照明による効果的な夜間交通事故削減対策の検討、第33回照明学会全国大会、2000

2.6 交通安全対策展開の効率化

2.6.1 背景・目的

近年の交通事故の死者数は減少傾向にあるが、事故発生件数は依然として増加傾向にある。このような状況の中で、平成8年度から14年度まで実施した事故多発地点緊急対策事業では、全国で3,196箇所の事故多発地点を抽出し、道路管理者と都道府県公安委員会により事故抑止対策を実施した。対策が完了した箇所全体について見ると、全国の幹線道路における事故発生件数が増加傾向を示す中で、事故の発生が抑止される傾向が見られるなど、大きな効果があった。

しかし、個々の箇所について見てみると、対策を実施したにもかかわらず事故が減少していないケースもあり、今後の交通安全対策事業では、より効果的な対策の立案や適切な対策効果の評価が求められている。

2.6.2 研究内容

これまでに実施した事故多発地点などで事故抑止対策を検討した際の主な課題としては、

- ・対策検討手法が体系的に整理されていないため、要因分析や対策立案の際に必要な情報項目が不明瞭である。
- ・過去に実施された対策検討の知見を、次の検討の際に十分に活用できない。
- ・事故発生要因が複雑な場合、対策検討が困難なことがある。

などが挙げられている。

これらの課題に対応するため、本研究では、事故の要因分析から対策立案、効果評価までの検討手順の体系化を検討するとともに、事故多発地点における事故分析や対策検討の事例を収集、整理し、今後の対策の検討に反映するための仕組みを検討した。

本研究の成果として以下のものをまとめたので、その内容について次に説明する。

- 1) 交通事故対策・評価マニュアル
- 2) 交通事故対策事例集
- 3) 事故対策データベース

2.6.3 交通事故対策・評価マニュアル

前述のとおり、これまでは事故抑止対策の検討手順が体系的に整理されておらず、対策を立案する際に行う要因分析に必要なデータの選択やその分析の方法、対策案の抽出については、個々の対策実施担当者の知識や経験に依存してきた。そこで、事故多発地点緊急対策事業の対策検討資料ならびにフォローアップ調査の結果をもとに対策の立案から評価までの手順や留意点を体系的に整理し、さらに地方整備局等現場の意見を踏まえて交通事故対策・評価マニュアル（以下、「マニュアル」という。）としてまとめた。

このマニュアルの主な特長をまとめると以下のとおりである。

- ・対策検討手法が体系的に整理されていなかったため、各段階における検討内容を明確化した。

- ・発生要因が複雑な場合、対策検討が困難なことがあるため、学識経験者等から構成される都道府県アドバイザー会議を活用することとした。
- ・過去に実施された対策検討の知見を記録するため、対策立案及び効果評価に関する情報を蓄積するためのデータベースを構築することとした。
- ・過去に実施された対策検討の知見を次の検討に活用するため、蓄積した情報をフィードバックする仕組みを手順に取り入れた。

このマニュアルに示した対策の立案・評価の手順について図-2・6・1に示した。その内容は以下のとおりである。

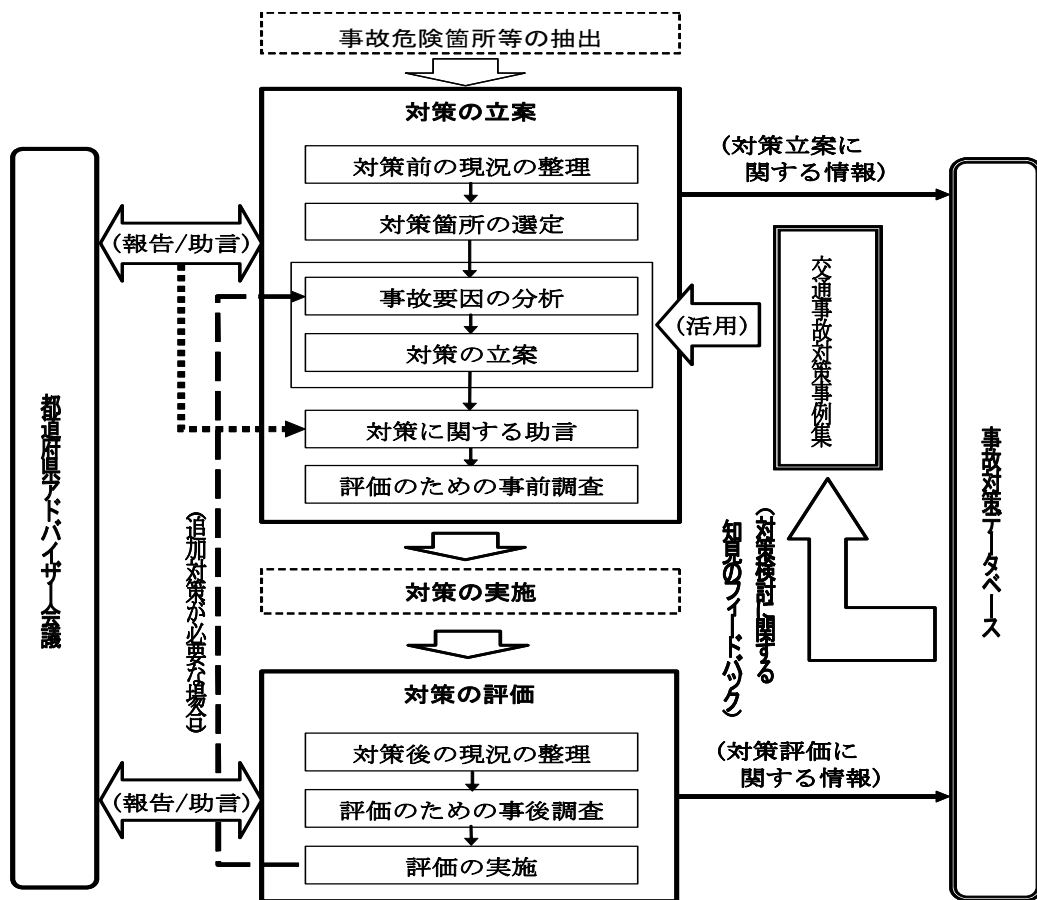


図-2・6・1 事故対策の立案・評価の手順

(1) 対策の立案

効果的な対策を立案するためには、対策箇所の道路構造や交通状況、事故発生状況等を的確に把握し、適切な事故要因の分析を行うことが重要となる。また、対策の効果を適切に評価するために、対策の立案を実施する過程で事前調査を実施することも重要となる。

したがって、対策の立案過程は、①対策前の現況の整理、②対策箇所の選定、③事故要因の分析、④対策の立案、⑤対策に関する助言、⑥評価のための事前調査の6段階で実施する。

①対策前の現況の整理

事故危険箇所等の現況を把握するため、道路構造、交通状況、既存の交通安全施設等、対策前の箇所概要及び事故発生状況に関する情報を収集、整理する。

②対策箇所の選定

①において対策前の現況を整理した事故危険箇所等の中から、事故を効果的・効率的に削減できるように毎年度に対策実施箇所を選定する。選定にあたっては、地元要望や対策完了までの期間、他事業との連携にも配慮しつつ、より大きな効果が見込まれる箇所を優先し、総合的に判断する。

③事故要因の分析

事故要因の分析手順としては、室内分析において着目する事故パターンを抽出し、事故要因の想定を行った上で、現地調査により、事故要因の想定を行った上で、現地調査によりその事故要因を確認するとともに、室内分析において分析した事故要因以外の要因の有無を精査し、それを踏まえて総合的に事故要因の特定を行う。

④対策の立案

特定した事故要因に対し、これを緩和・除去するための対策方針及び具体的対策工種を列挙し、想定される事故抑止効果等を勘案した上で最終的に実施する対策を選定する。

⑤対策に関する助言

事故要因の分析や対策の立案過程、事前調査内容等に関しては、必要に応じて対策実施前に都道府県アドバイザー会議へ諮り、技術的な助言や客観的な意見を受け、事業を実施する。

⑥評価のための事前調査

対策内容及びその対策が目的とした効果を評価できるよう適切な評価指標を設定し、それらの指標について対策前の状況を交通事故データ、交通挙動データ、利用者アンケート等により調査を実施する。

(2) 対策の評価

対策の評価は、実施した対策が目的とした効果を上げているかどうかについて確認するだけでなく、当該箇所における追加対策の必要性検討や他の箇所における対策立案の参考としても活用できるため、非常に重要な作業である。対策の評価過程は、①対策後の現況の整理、②評価のための事後調査、③評価の実施の3段階で進めるが、調査を行う際は、対策効果の現れ方を考慮した上で実施時期を決定することが必要である。

①対策後の現況の整理

対策を実施した箇所について、効果を評価するため、対策後の道路構造、交通状況、実施対策概要及び事故発生状況に関する情報を収集、整理する。

②評価のための事後調査

事前調査の比較により対策の効果を評価するため、事前調査と同一のデータ項目について、対

策前後の周辺状況の変化を勘案することや季節・曜日・時間・天候等の条件をできるだけ同一にする等配慮して対策実施後の調査を行う。

③評価の実施

①及び②において収集したデータを用いて、対策前後の状況を比較し、対策に関する評価を実施する。評価は、事故件数、事故率等の個別の指標を用いた比較、複数の指標を用いた総合的な比較、全国もしくは地方整備局の事故発生傾向と対象箇所における事故発生傾向との比較、抽出時の基準との比較等が評価の方法として考えられる。この評価結果を受けて、十分な効果が得られていない場合は追加対策の必要性を検討する。

2.6.4 交通事故対策事例集

これから新たに事故抑止対策を検討するにあたっては、過去に実施した対策の方法やその留意点等の情報を蓄積し、それを活用することで、より効率的に効果的な対策の立案を行うことが可能になる。このため、これまで実施してきた事故多発地点緊急対策事業において事故発生要因の推定が可能であった557箇所の事例を収集・整理し、道路特性毎、事故要因毎にこれまで検討された主要な対策ならびにその他有効と考えられる対策について体系的にとりまとめ、これを交通事故対策事例集（以下「事例集」という。）としてまとめた。

この事例集は、事故要因の分析を支援する「事故要因一覧表」、対策の立案を支援する「対策一覧表」及び具体的な事例を紹介する「対策の事例」により構成されている。事例集を使用した対策案の検討は、図-2・6・2に示す流れで行うようにした。事例集の作成における検討内容は次のとおりである。

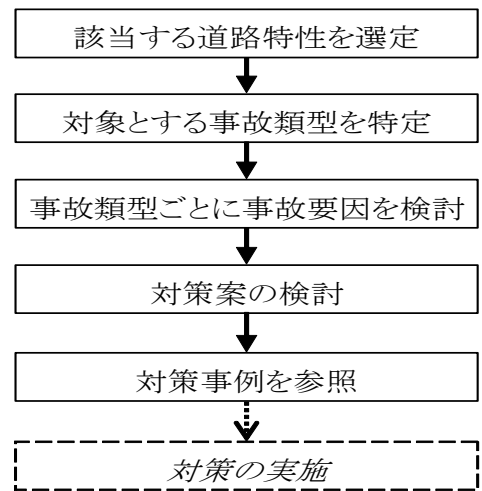


図-2・6・2 事例集を用いた対策検討

(1) 道路特性の分類検討

同じ事故類型に属する事故であっても、その発生要因や対策は事故発生箇所の道路特性により異なるため、この事例集では事故発生要因とその対策を、事故発生要因に影響を与えと考えられる道路特性項目で分類、整理し、図-2・6・3に示す道路特性ごとにまとめた。

(2) 事故類型の分類検討

事故類型は、警察の事故原票による事故類型を基本に、事故発生要因や事故発生形態が類似

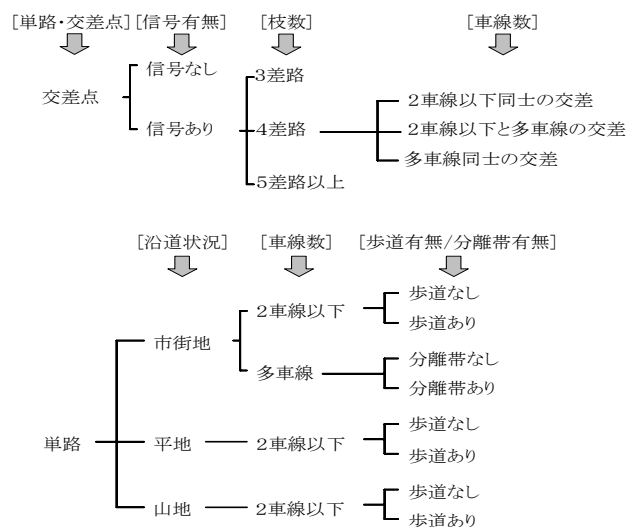


図-2・6・3 道路特性の分類

すると思われるもので集約し、図-2・6・4のとおり整理した。このうち、事例が少ない列車及び要因の把握が困難なその他人対車両、追抜・追突時、その車両相互の事故については取り扱わないこととした。

また、各道路特性で扱う事故類型は、それぞれの道路特性で発生した主要なものとした。このため道路特性ごとに、発生した事故件数の多い順に累計して、全体数の7~8割を占めるものを扱うこととし、結果的に各道路特性で上位3~5位の事故累計が対象となった。

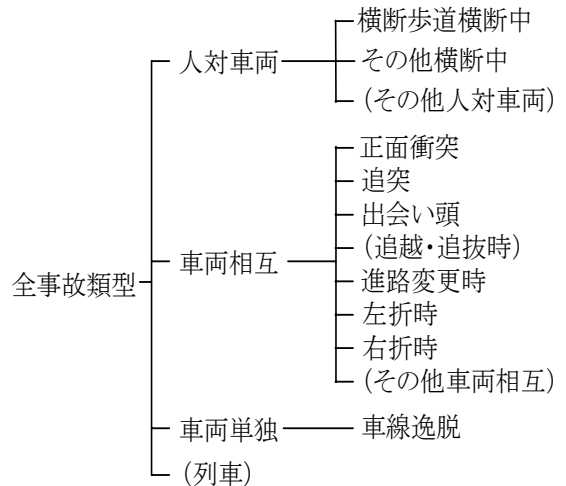


図-2・6・4 事故類型の分類

(3) 事故要因一覧表の作成

事故類型から事故の発生過程について分析し、要因を特定する作業を支援するため、事故要因一覧表を作成した。この表は前述のように、道路特性ごとに主要な事故類型の要因が特定できるように作成している(図-2・6・5参照)。

この表では事故発生状況として、各事故類型から想定される事故当事者の判断ミス等の内容と事故が発生する過程を記載した。また、道路交通環境のチェックポイントとして、事故当事者の判断ミス等につながるとと思われる道路環境上の問題点について記述した。さらに、事故を誘発する道路交通環境として、道路構造や交通環境等における具体的な問題点を列挙した。道路交通環境のチェックポイントと事故を誘発する道路交通環境が交わる欄に記載した番号は、後述の事故対策一覧表の要因コードに対応している。コード番号を記載した要因は、抽出箇所において実際に検討されたものと、抽出箇所の検討記録にはないが事故に結びつくと考えたものである。

図-2・6・5 事故要因一覧表

(4) 事故対策一覧表の作成

特定した事故発生要因に対する事故対策立案する作業を支援するため、事故対策一覧表を作成した。この表は、交差点の信号なし・あり、単路の2車線以下道路・多車線道路の4種類を作成した。

この表で、要因コードについては前述の事故対策一覧表の番号に対応している。この番号に該当している道路交通環境に起因すると考えられる事故要因に対して、対策方針と具体的な対策工種及び対策を実施する場合の留意点をまとめた。(図-2・6・6 参照)

事故対策は、運転者に注意喚起を促すため、「警戒標識」および「予告信号機の設置」を選択した。

要因コード		事故対策の立案			事例掲載欄
		対策方針	具体的対策工種	対策選出上、実施上の留意点	
1	1	1 前方に交差点があることを注意喚起・情報提供する	警戒標識201〔交差点あり・形状含む〕の設置 予告信号機の設置		
		2 ドライバーの視認性が低下しない道路構造にする	線形改良	・交差点手前の路形を改善する ・用地や予算が確保できる等、大規模な改良が可能な場合にのみ検討する	
2	7	3 車両が安全に停止できるように信号制御する	シレンマ感知制御の導入	上記対策を実施しても交差点がわかりにくい場合に、導入を検討する	
		1 右折車と直進車の交通を制御し、同時に車両が交差することを防止する	右直信号表示の分離（青矢印信号の設置）	多車線道路の交差点では、この対策を積極的にすすめるべきである	
		1 直進車の速度を抑制する	減速路標識の導入 速度警告表示板の設置 警戒標識208の2（信号機あり）の設置 除差舗装の導入	対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する	
		2 右折車と直進車の交通を制御し、同時に車両が交差することを防止する	右直信号表示の分離（青矢印信号の設置）	多車線道路の交差点では、この対策を積極的にすすめるべきである	
3	1	1 ドライバーにとって死角となる箇所の状態を注意喚起・情報提供する	警戒標識208の2（信号機あり）の設置	対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する	
		1 右折車と直進車の交通を制御し、同時に車両が交差することを防止する	右直信号表示の分離（青矢印信号の設置）	多車線道路の交差点では、この対策を積極的にすすめるべきである	
4	5	2 右折車の発生を抑制する	右折禁止（規制標識の設置） 転回禁止（規制標識・路標標識の設置）	1の方針がとれない時に検討する	
		1 交差点をドライバーに意識させる	警戒標識208の2（信号機あり）の設置 除差舗装の導入 交差点のカラー化	対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する 交差点内のみをカラー化	
		2 車両が安全に停止できるように信号制御する	シレンマ感知制御の導入	上記対策を実施しても交差点がわかりにくい場合に、導入を検討する	

図-2・6・6 事故対策一覧表

これらの一覧表を活用することにより、道路特性ごとの主要な事故類型に対して事故要因の分析から主要な事故対策の検討まで効率的にできるようになっている。

2.6.5 事故対策データベース

事故危険箇所等における事故分析や対策検討の事例を収集、整理し、今後の対策の検討に反映するための仕組みを検討し、対策の立案から効果評価までの一連の作業の過程を統一した様式で体系的に収集・記録する仕組みとして事故対策データベース（以下「データベース」という。）を構築した。

データベース構築にあたっては、交通事故対策・評価マニュアルの内容に基づいて検討するとともに、各地方整備局等の意見を踏まえて整理した。有効な対策事例や効果の上がらなかった事例、アドバイザー会議による助言で効果の上があった事例など、様々な知見を現場担当者にフィードバックすることにより、新たな事故対策の立案を、より効果的、効率的な実施を進められるようにした。データベースの内容は以下のとおりである。

(1) データ入力項目

データベースに入力するデータの項目については、過去に行った事故多発地点に関する調査の項目をもとに、これらを交通事故対策・評価マニュアルの内容に基づいて、事故抑止対策前の対策立案時に必要なもの及び対策後の対策効果評価時に必要なものに整理した。また入力項目は、各地方整備局等の意見も踏まえ検討している。

対策の立案と評価の過程の各段階における入力データの項目について図-2・6・7 に示した。

(2) システムの機能

データベースシステムの基本的な機能として、データを入力するためのデータ入力機能のほかに、設定条件に該当する箇所を検索し、閲覧するための事例検索／閲覧機能、必要なデータ項目を電子ファイルに出力するためのデータ抽出機能を持たせることとした。

①データ入力機能

対策箇所のデータを入力する機能である。入力機能のうち、事故発生要因の整理と対策検討過程を入力する部分については、交通事故対策事例集の対策検討の流れに基づいて作成した。これにより、着目する事故パターンの要因分析から具体的対策工種の立案の部分が、事例集の流れに沿って自動的に表示され、入力作業を支援する機能とともに、対策検討を支援する機能も併せ持つ形となっている。

②事例検索／閲覧機能

設定した条件に該当する対策箇所を検索し、閲覧、印刷する機能である。この機能により、平成15年度に指定された全国の事故危険箇所の情報の中から、自分の管理する道路と類似した道路特性を持つ箇所や、自分が分析した事故要因と同じ事故要因をもとに事故抑止を実施した箇所等、参考にしたい事例を絞り込んで見ることができ、効率的に事例の参照ができる。画面の遷移は図-2・6・8 のとおりである。検索については、自由入力部分以外の全てのデータベース情報項目を検索条件として設定可能となっている。閲覧については、検索条件を設定して検索を行った後、検索条件に該当する事故危険箇所等が一覧表に表示される。この中から閲覧したい箇所を選択すると、その箇所のデータを閲覧できるようになっている。

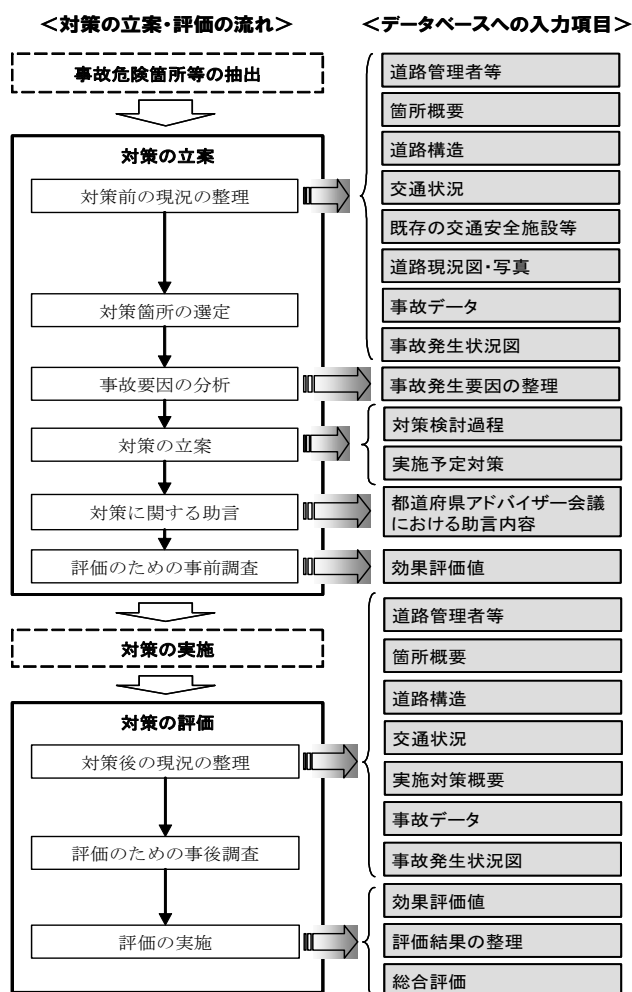


図-2・6・7 交通事故対策立案・評価の流れ
と入力項目との関係

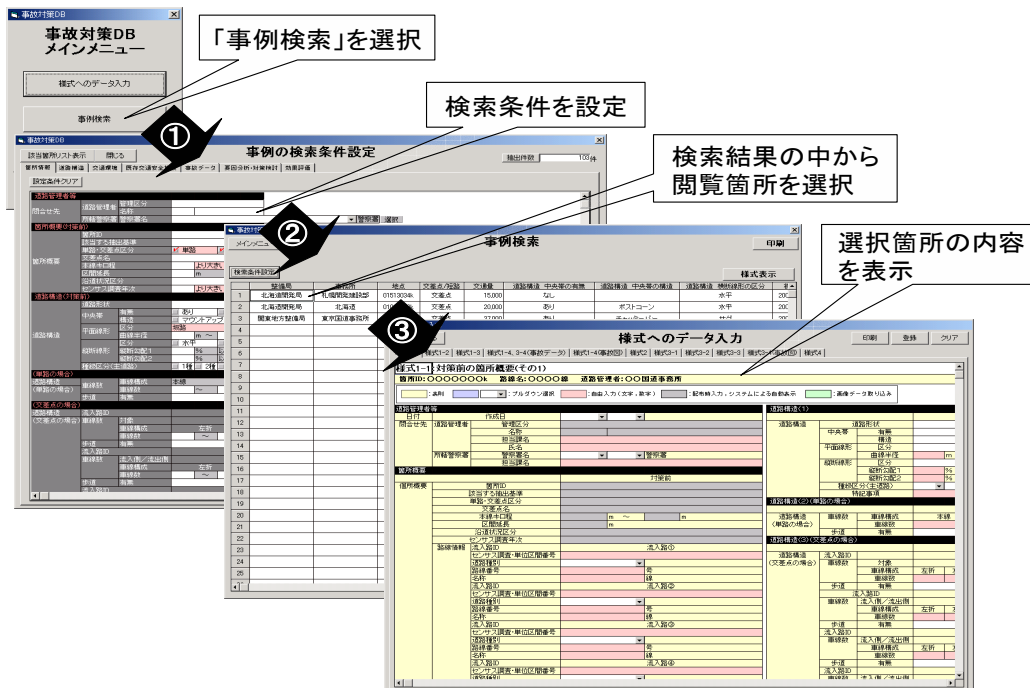


図-2・6・8 事例検索画面の遷移例

③データ抽出機能

設定した条件に該当する対策箇所を検索した後、必要なデータベース情報項目を選択して、そのデータを電子ファイルに出力する機能である。この機能の出力したデータを利用することにより、事故抑止対策の分析や評価、事業の進捗管理などを行うことができる。検索条件の設定については、項目指定画面によりデータベースに入力してある情報項目を、事例検索／閲覧機能の検索条件設定と同様の操作により行う。出力したデータについては、市販のソフトウェアの利用により、データの集計やグラフの作成が可能である。

2.6.6 まとめ

交通事故の要因分析から事故抑止対策の立案、効果評価までの検討手順を体系化した交通事故対策・評価マニュアルと、事故多発地点における対策検討事例を整理し、今後の対策検討の参考資料となる交通事故対策事例集及び事故対策に関する情報を記録、蓄積し、そのデータを閲覧することができる事故対策データベースを作成した。

これらが運用されることによって、事故危険箇所等の対策立案及び評価に関する情報が収集、蓄積されることになる。これにより、道路管理者の対策検討や事業管理がより効率的に行われることが期待される。今後は、蓄積された情報をもとに交通事故対策・評価マニュアル、交通事故対策事例集並びに事故対策データベースを更新し、充実させていくとともに、事故危険箇所等の対策検討において実際に運用された際に生じた課題等を把握し、より利用しやすいものにしていきたいと考えている。

2.7 人間特性、高齢者特性の把握と対応

交通事故対策をより効果的に実施するためには、従来の事故状況（件数）に対処した対策だけでなく、高齢者特性や人間特性のような人間工学などの観点から潜在的な事故要因を分析し、予防上の観点から事故対策を行うことが求められる。そのためには、多様な運転者にとって適度な緊張感で適切な注意を払えるような道路・沿道環境を整備するための考え方を確立することが必要である。そこで、高齢者特性や人間特性を踏まえて、心理的評価（心拍、注視特性など）、主観的評価（アンケートなど）、定量的評価（速度、運転操作量など）などにより、道路・沿道環境の違いに対する反応や運転中に感じることを客観的な変化量として把握することで、事故防止につながる手法を立案するための基礎的な検討を行った。

2.7.1 高齢者特性の把握

(1)背景

現在の道路交通環境は、高度成長期に生産性や効率を優先して道路が整備されたものだけに、今後の高齢社会の到来を想定すると、必ずしも適応したものとなっていないことが懸念される。そこで、1)ドライバーが自身の好みで経路選択を行うであろう地域内交通に着目して、高齢者と非高齢者の経路選択の傾向について調査した。また、同一の地域内において、2)走行中の道路交通環境に関する様々な要因がドライバーにどの程度の影響を与えているのかを実際の走行により把握することを試みた。これらの調査を通じて、高齢者の経路選択の傾向や実際の走行における支障度合いを把握することで、高齢社会の交通安全対策のあり方を検討するための基礎資料を得ることを目的としている。

(2)経路選択特性調査

豊富な経路選択が可能な地域内交通において、高齢ドライバーの経路選択特性の把握を目的に以下の調査を行った。

①調査場所

- ・ 建設から約40年経過している大規模団地を対象（さいたま市田島団地）
- ・ 調査地域は、旧浦和市街地から離れ、公共交通よりも自動車の利用率が高い
- ・ 近隣には、首都高速道路埼玉大宮線、東京外環自動車道、国道17号、国道17号新大宮バイパス、国道298号が整備され、豊富な経路が存在

②調査内容（聞き取り調査）

- ・ 一般ドライバーと高齢ドライバーを対象に短トリップ（伊勢丹・浦和駅までの2~3km）と、長トリップ（浦和ICまでの約10km）の経路を聞き取り
- ・ 経路選択の理由などを聞き取り

③有効回答者数

- ・ 一般ドライバー（65歳未満）： 45名（男性26名、女性19名）
- ・ 高齢ドライバー（65歳以上）： 42名（男性36名、女性6名）
- ・ 高齢ドライバーのうち70歳以上： 13名（男性13名、女性0名）

④調査結果

短トリップ（2～3km）の経路選択の聞き取りの結果、非高齢者と高齢者の経路選択に大きな違いはみられなかったが、70歳以上の高齢者は、「混雑しているが右左折回数が少ないルート」、「駅付近をさけた市道を使ったルート」、「混雑しているがわかりやすいルート」が好まれる結果となった。経路選択理由を図-2・7・1に示すが、非高齢者と高齢者ともに「渋滞が少ない」の回答が最も多く、特に70歳以上の高齢者は「トラックの交通量が少ない」、「信号が少ない」、「歩行者・自転車が少ない」の理由が多い結果となった。

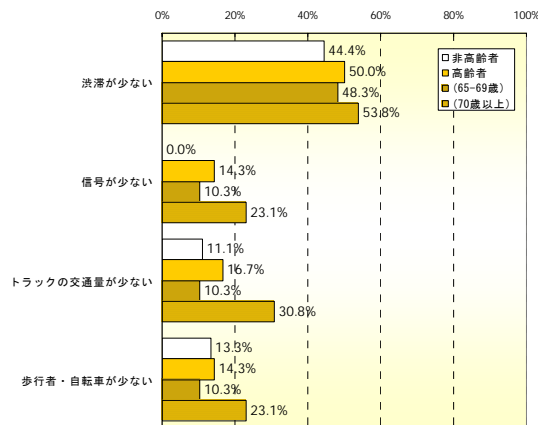


図-2・7・1 短トリップの経路選択の主な理由

長トリップ（約10km）の経路選択の聞き取りの結果では、70歳以上の高齢者になると高速道路を選択する割合が減少する結果となった。経路選択理由を図-2・7・2に示すが、70歳以上の高齢者は「速度の速い車両が少ない」、「歩行者・自転車が少ない」、「右左折回数が少ない」の理由が多い結果となった。

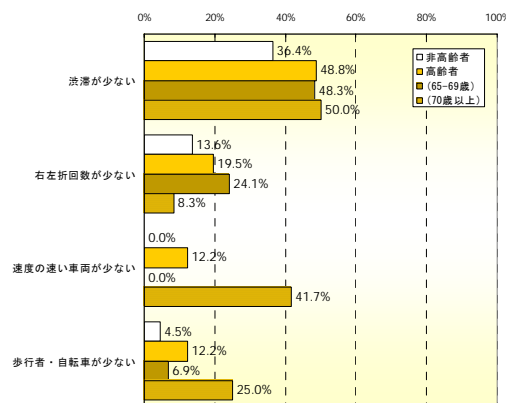


図-2・7・2 長トリップの経路選択の主な理由

以上のことから、高齢者になるとわかりやすい経路を好むと同時に、他車両や歩行者・自転車などの状況を把握する負担、また状況に応じた行動を行う負担が少ない経路が好まれていると考えられる。

(3) 走行特性調査

(2) 経路選択特性調査において、70歳以上の高齢者には「トラックの交通量が少ない」、「歩行者・自転車が少ない」などの道路が好まれているとの結果を得た。本調査では、走行中の道路交通環境に関する様々な要因がドライバーにどの程度の影響を与えているのかを実際の走行により把握することを試みた。

① 調査場所

- ・ (2) 経路選択特性調査を行った旧浦和市街地
- ・ 表-2・7・1 に示す道路交通環境を有した経路（周回コース）を走行

② 調査内容

- ・ 走行中に支障と感ずるであろう事象について、どの程度支障と感じているのかをヒアリング
- ・ 走行中の車両挙動（前後・左右・上下加速度）、運転操作量（ハンドル操作角、ブレーキ ON/OFF）、心拍数を計測

③ 被験者数

- ・ 高齢者 8 名（62～72 歳）
- ・ 非高齢者 8 名（33～45 歳）

表-2・7・1 調査経路の道路交通環境

区間	路線名	車線数	交通量	道路構造	交通状況	沿道状況
区間 1	志木街道	2	中	・ 両側歩道 ・ 緩い曲線あり ・ 交差点密度高 ・ 右折レーンあり	・ バス路線 ・ 自転車歩行者多 ・ 通学路	・ 住宅地 ・ 沿道からの出入は少ない
区間 2	国道463号	2	中	・ 両側歩道 ・ S字曲線あり ・ 右折レーンあり	・ バス路線 ・ 自転車歩行者多 ・ 路上駐車多 ・ 混雑している	・ オフィス ・ 商店 ・ 沿道からの出入は少ない
区間 3	市道	2	小	・ 歩道なし ・ 緩い曲線あり ・ すれ違い困難 ・ 右折レーンなし ・ 路上障害物多	・ 自転車歩行者多 ・ 路上駐車多	・ 商店 ・ 住宅 ・ 沿道からの出入は少ない
区間 4	国道17号	2	中	・ 両側歩道あり ・ 右折レーンあり	・ 大型車交通量多 ・ バス路線	・ 住宅 ・ 沿道からの出入は少ない
区間 5	国道17号	2	中	・ 両側歩道あり ・ 交差点密度高 ・ 右折レーンあり	・ 大型車交通量多 ・ バス路線 ・ 自転車歩行者多 ・ 混雑している	・ オフィス ・ 沿道からの出入は少ない
区間 6	六間通り	2	中	・ 歩道なし（一部あり） ・ S字曲線あり ・ 右折レーンなし ・ 路上障害物多	・ バス路線 ・ 通学路	・ 住宅 ・ 公共施設及び商業施設等駐車場を持つ施設 ・ 沿道からの出入は多い
区間 7	新大宮B.P (国道17号)	6	大	・ 両側歩道あり ・ アンダーパスあり	・ 大型車交通量多 ・ 走行速度高い ・ 混雑している	・ 住宅
区間 8	田島通り	2	中	・ 両側歩道あり ・ 右折レーンなし	・ バス路線 ・ 通学路	・ 住宅 ・ 公共施設及び商業施設等駐車場を持つ施設 ・ 沿道からの出入は多い
区間 9	市道	2	小	・ 片側歩道、走行車線 側歩道なし ・ すれ違い困難 ・ 右折レーンなし ・ 路上障害物多		・ 住宅 ・ 沿道からの出入は少ない

④調査結果

図-2・7・3 に走行中の道路交通環境に対する支障度合いを調査した結果を示す。調査した項目は図の横軸に示すような項目であり、それら事象を被験者が経験したあとに支障度合いをヒアリングした。その結果、高齢者と非高齢者を比較すると、支障となる要因の傾向は概ね同じであり、全体的に高齢者の支障度（スコア）が高い結果となった。特に高齢者の支障度が高い要因としては、「車道上歩行者が多い」、「路上駐車が多い」、「歩道無」、「道路上の障害物回避」であった。

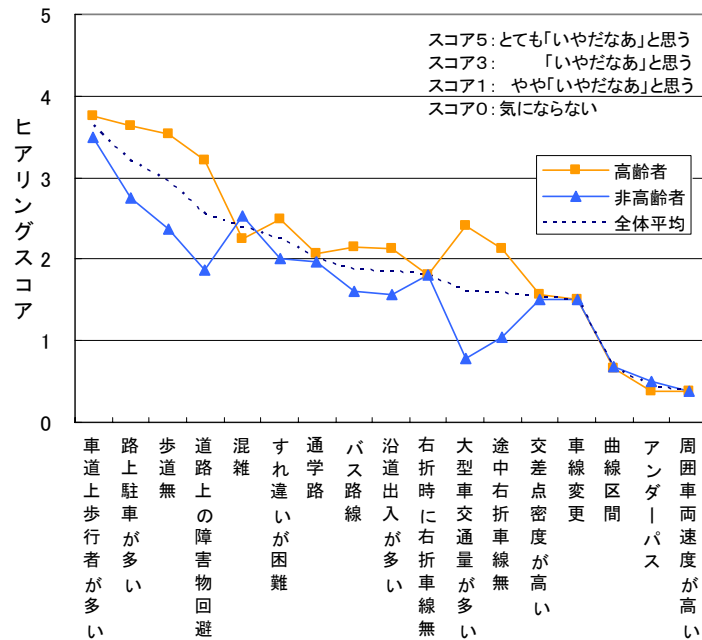


図-2・7・3 道路交通環境の支障度合い

図-2・7・4 は、表-2・7・1 に示した区間ごとに、走行速度、減速度（ 2m/s^2 以上）の発生頻度、ヒアリングスコア、心拍数の各平均値を示したものである。今回の調査では、ヒアリングスコアの傾向と減速度の発生頻度の傾向とはよく合致した結果となった。高齢者と非高齢者の走行速度や減速度に違いが見られたのは区間3であり、区間3では高齢者の走行速度が低下し、高齢者の減速度の発生頻度が多い結果となった。この区間3は、歩道がなく、路上駐車や自転車歩行者が多いという特徴があり、先の図-2・7・3 に示したような高齢者の支障度が高い要因を多く含む路線である。

以上のことから、ドライバーにとって車道上の歩行者などのように回避行動を伴うような道路交通環境は、走行上の負担であり、特に高齢者になると頻繁な減速を行い走行速度も低下していることから、周辺状況の把握とそれに応じた運転行動に大きな負担が生じていると考えられる。

次に心拍数については、区間5のように他よりも心拍数が高まっている区間が確認された。心拍数が瞬時に高まっている（安静時における平均心拍数を+10上回る）事象をビデオ画像から確認すると、信号待ちの状態や交差点での停止直前の状態など、交差点に関わる事象が多く抽出された。区間5は、交差点の密度が高く、混雑している区間であることから心拍数が高まったと考えられる。なお、図-2・7・3で支障度合いが高い歩行者を回避するときなどは、今回の調査では心拍数がほとんど高まらない結果となった。

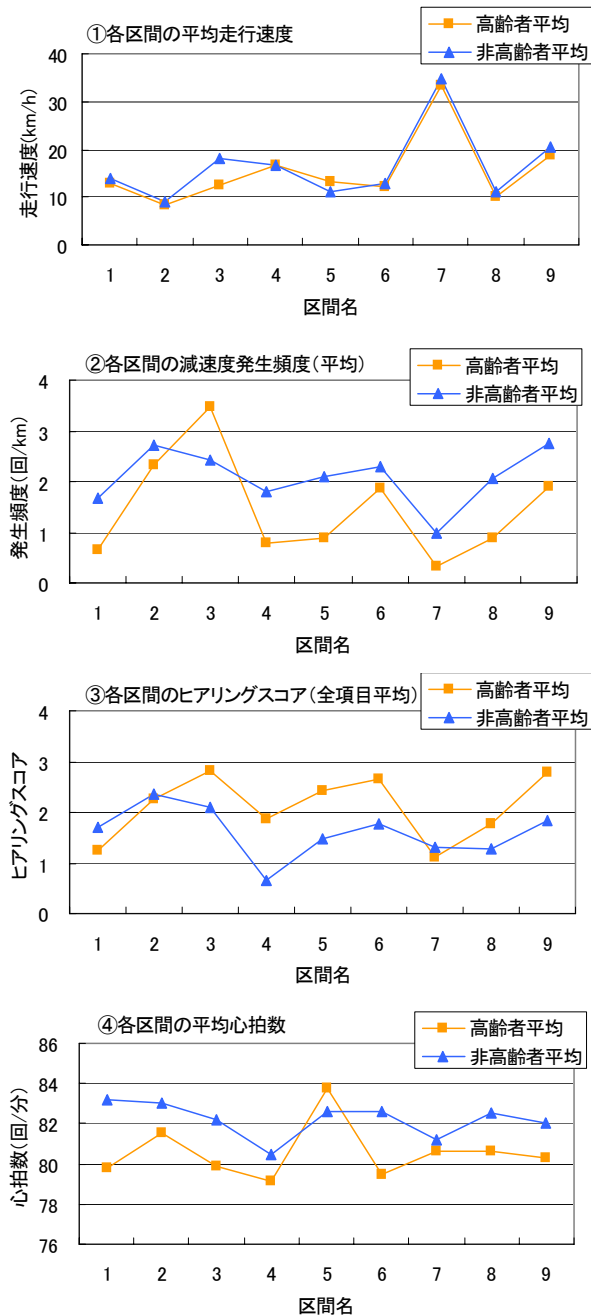


図-2・7・4 各区間の計測等結果

2.7.2 人間特性の把握

(1)背景

交通事故の原因は、発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りといったヒューマンエラーによるものが 90～95%を占めると言われている。効果的に交通事故を削減するためには、ヒューマンエラーを抑制する道路・沿道環境を実現することが求められる。そのためには、事故に至った原因や過程を把握する必要があるが、現在の交通安全対策は、その検討手段として事故発生状況図に基づき事故要因を推測する以外に方法がない。これに対し、自動車を直接操作するドライバーの運転挙動を把握し、道路・沿道環境と関連付けて道路の安全性を評価する方法を確立することが有効であると考えられる。そこで、運転挙動により道路の安全性を評価する手法の確立に向け、道路・沿道環境が異なる走行実験区間を選定し、走行実験区間を実車走行して得られた運転挙動データ（走行挙動、注視挙動）を用いて、様々な道路・沿道環境（道路構造、沿道状況、交通状況）に応じた変化量を分析して道路の安全性評価を行った。

調査においては、1)類似した道路・沿道環境でありながら事故率の異なる一定の延長を有した路線同士の比較、2)様々な道路・沿道環境におけるある区間またはあるポイント同士の比較を行うことで、道路・沿道環境に応じた変化量を見出し、道路の安全性評価を試みた。

(2) 類似した道路・沿道環境でありながら事故率の異なる一定の延長を有した路線同士の比較

類似した道路・沿道環境でありながら事故率やヒヤリ指摘数の異なる路線では、運転挙動に差異が生じるものと考え、実車走行により運転挙動を比較した。

①調査路線の選定

- ・ 交通事故データ（平成8年～平成13年）とヒヤリ地図をもとに、つくば市内の幹線道路から表-1に示す調査路線を選定

②調査内容

- ・ 走行中の車両挙動（前後・左右・上下加速度）、運転操作量（ハンドル操作角、ブレーキ ON/OFF）、心拍数を計測
- ・ アイカメラを用いて注視状況を撮影

③被験者

- ・ 走行実験区間の運転経験を有する8名（非高齢者5名、高齢者3名）

④調査結果

各路線（単路1～単路4）の計測等結果を図-2.7.5～図-2.7.7に示す。なお、今回の調査では、事故率とヒヤリ指摘数が最も少ない単路4において、前後及び左右加速度が比較的安定していたことから、前後及び左右加速度の分析にあたっては、単路4の測定値を参考に前後加速度 $\pm 2.0\text{m/s}^2$ 以上、左右加速度 $\pm 1.0\text{m/s}^2$ 以上を各路線において抽出して分析を行った。

表-2・7・2 調査対象路線

路線名	事故率	ヒヤリ指摘数	区間延長	標準横断構成図 (外回り方面から)	交通量	走行実験区間の概要
単路1	高い	多い	2.885km		6,480 台/日	<ul style="list-style-type: none"> 往復1車線で対面通行の道路。 沿道には民家や商店、畑、林があり見通しが悪い。 急なカーブが連続。 交通量は比較的少ない。 縦断勾配はほとんどなく平坦。
単路2	低い	多い	3.610km		11,354 台/日	<ul style="list-style-type: none"> 往復1車線で対面通行の道路。 沿道には民家 (道路脇に塀) が密集して建ち並んでおり、見通しが悪い。 直線区間と連続したカーブ区間とに分かれている。 交通量は道路規模に比べ比較的多い。 縦断勾配はほとんどなく平坦。
単路3	高い	少ない	2.230km		32,096 台/日	<ul style="list-style-type: none"> 往復2車線の道路。 沿道には大型店舗などが建ち並んでいる。 大型店舗駐車場からの出入りが非常に多い。 ほぼ直線の道路であり、見通しが良い。 交通量が多く頻繁に渋滞が発生。 縦断勾配はほとんどなく平坦。
単路4	低い	少ない	3.633km		13,414 台/日	<ul style="list-style-type: none"> 往復4車線の道路。 沿道には空き地や林が多い。 沿道からの車両の出入りはほとんどない。 直線区間と大きなカーブ区間の道路であり、見通しが良い。 交通量は道路規模に比べ比較的少ない。 縦断勾配はほとんどなく平坦。

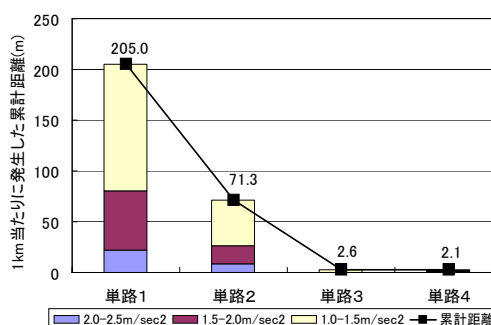
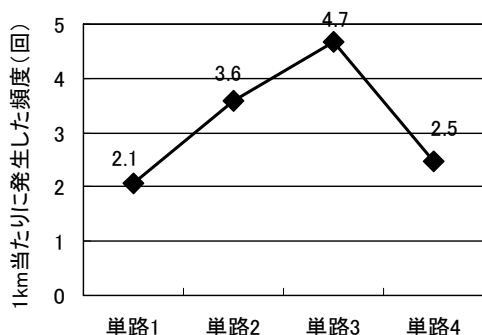


図-2・7・5 前後加速度±2.0m/s²以上の発生頻度

図-2・7・6 左右加速度±1.0m/s²以上の累計距離

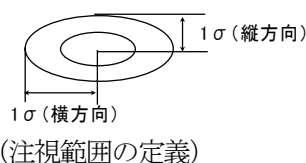
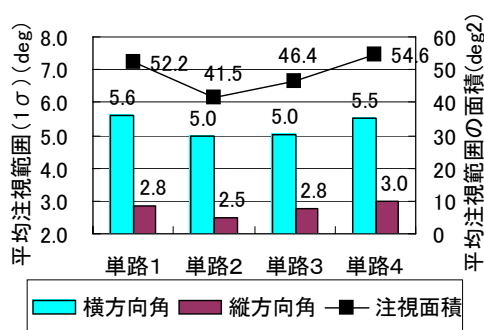


図-2・7・7 平均注視範囲と注視面積

単路1 (事故率が高い) と単路2 (事故率が低い) の道路構造は、ともに車道幅員が狭く見通しの悪いカーブ区間が連続しているが、比較的高い速度で走行される傾向にある。しかし、図-2・7・6 によると、事故率の高い単路1では単路2よりも、カーブ区間等で大きな左右加速度が発生した累計距離が長くなっているが、図-2・7・5によると、単路1の方が加減速の回数が少ない。また、図-2・7・7によると、単路1の方が注視範囲は広がっている。

以上のことから、単路1は単路2よりも、減速をあまり行わずにカーブ区間等に進入している可能性があり、見通しが悪くカーブも多い区間であるにもかかわらず注視範囲が広いことを考慮すると、概して漫然とした運転になりやすい傾向にあると考えられる。このような傾向にあることから単路1の事故率が高まっていると考えられ、単路1ではドライバーに適度な緊張感を与えられるような適切な注意喚起の方法を検討することが有効ではないかと考えられる。

単路3（事故率が高い）と単路4（事故率が低い）の道路構造は、ともに車道幅員が広く見通しの良好な区間であるものの、沿道状況が異なる路線である。単路3は単路4よりも、沿道出入車両が多く渋滞も発生しており、沿道及び交通状況の違いにより、単路3の事故率が高まっていると考えられる。単路3と単路4にはこのような違いがあることから、図-2・7・5によると単路3の加減速の頻度が多く、図-2・7・7によると単路3の注視範囲は狭くなる結果となった。

以上のことから、単路3を走行するときには、ドライバーとしては運転に注意を払っているものと考えられるが、事故率が高いことを考慮すると、沿道出入り構造などの改善方法を検討することが有効ではないかと考えられる。

(3) 様々な道路・沿道環境におけるある区間またはあるポイント同士の比較

様々な平面線形、沿道環境、交通状況において、比較対象となる走行実験区間を設定し、実車走行により運転挙動の比較を行った。

①調査区間の設定

- ・ 未改良道路（主にカーブ区間で構成される狭幅員道路）を対象として、表-2・7・3 に示すように平面線形、沿道状況などに配慮して調査区間を設定
- ・ 改良済道路（直線と緩やかなカーブ区間で構成される両方向2車線以上の幹線道路）を対象として、表-2・7・4 に示すように、沿道状況、交差点数、沿道出入り状況に配慮して調査区間を設定

②調査内容

- ・ 走行中の車両挙動（前後・左右・上下加速度）、運転操作量（ハンドル操作角、ブレーキ ON/OFF）、心拍数を計測
- ・ アイカメラを用いて注視状況を撮影

③被験者

- ・ 走行実験区間の運転経験を有する 16 名（非高齢者 5 名、高齢者 3 名）

表-2・7・3 調査対象区間（未改良道路）




区間	平面線形		沿道状況	車線数	車道幅員	歩道有無	片勾配	事故率 (件/億台キロ)	区間長 (km)
	A		直線と緩やかなカーブ	R100m 民家等密集	両方向1車線	狭い 車道4.5m 路肩(両側)0.75m	なし	なし	29
B	R100m~130m 田畑・樹木等(開放的)		両方向1車線	広い 車道5.5m(センターライン設置可能) 路肩(両側)0.5m	あり	なし	40	0.4	
C		急なカーブが連続	R60m~70m 民家等密集	両方向1車線	狭い 車道3.5m 路肩(両側)0.75m	なし	なし	48	0.5
D			R70m~90m 田畑・樹木等(開放的)	両方向1車線	広い 車道5.5m(センターライン設置可能) 路肩(両側)0.5m	あり	なし	99	0.5
E		長い直線の終端に急なカーブ	R50m 民家等密集	両方向1車線	狭い 車道4.0m 路肩(両側)0.75m	なし	なし	40	0.4
F			R50m~60m 田畑・樹木等(開放的)	両方向1車線	広い 車道5.5m(センターライン設置可能) 路肩(両側)0.5m	あり	なし	94	0.9

表-2・7・4 調査対象区間（改良済道路）

区間	平面線形		沿道状況	交差点数 (信号+無信号)	沿道出入口数	交通状況	車線数	車道幅員	歩道有無	事故率 (件/億台キロ)	区間長 (km)
	G		直線とR700m~800m	沿道施設等少ない	少ない (約5箇所/km)	少ない (約12箇所/km)	・円滑 ・沿道出入車両少ない	両方向4車線	車道3.25m×4 路肩(両側)2.0m 中央帯1.0m	あり (路肩を兼用)	12
H	直線		沿道施設等多い	多い (約9箇所/km)	多い (約63箇所/km)	・混雑 ・沿道出入車両多い	両方向2車線	車道3.0m×2 路肩(両側)1.5m	あり	141	1.0

④調査結果

主にカーブ区間で構成される狭幅員の未改良道路の計測等結果を図-2・7・8～図-2・7・10に示す。

図-2・7・8と図-2・7・9により、平面線形が異なる区間の前後加速度とハンドル角速度を比較すると、「長い直線の終端に急カーブ（区間 E（■印）、区間 F（□印）」、「急カーブが連続（区間 C（▲印）、区間 D（△印）」、「直線と緩やかなカーブ（区間 A（●印）、区間 B（○印）」の順で“カーブ中”の前後加速度とハンドル角速度が大きくなった。さらに、道路・沿道環境が異なる区間を比較すると、前後加速度は、「沿道が田畑等で開放的」な区間 B（○印）・区間 D（△印）・区間 F（□印）が「沿道に民家等が密集」した区間 A（●印）・区間 C（▲印）・区間 E（■印）に比べて“カーブ手前”の前後加速度が大きくなっていることから、カーブの直前まで減速せずに進入している結果となった。

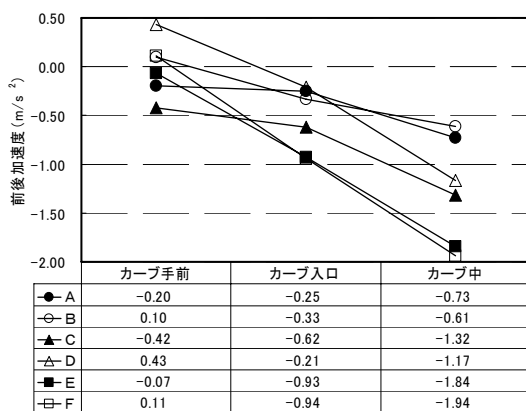


図-2・7・8 カーブ区間の前後加速度

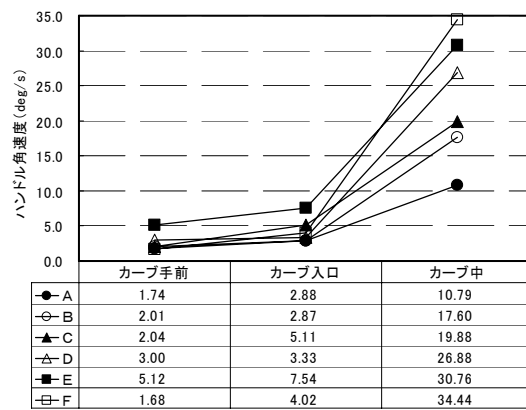


図-2・7・9 カーブ区間のハンドル角速度

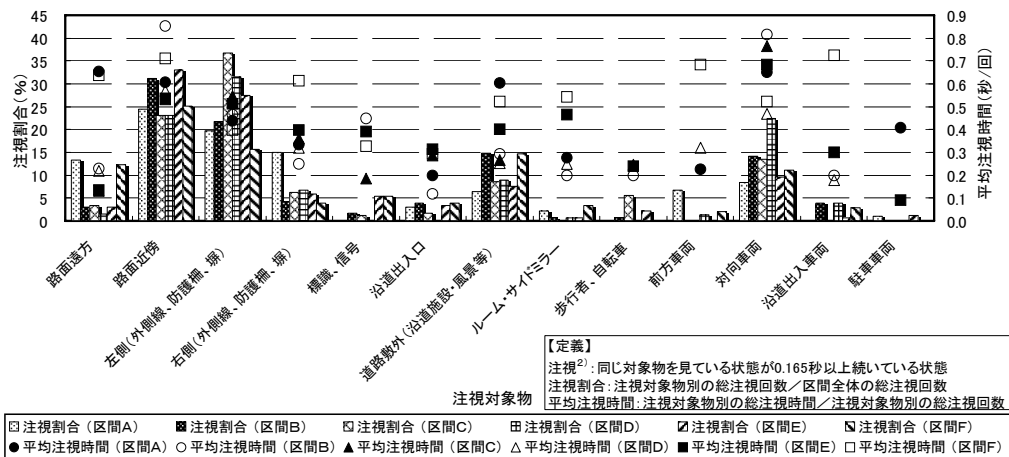


図-2・7・10 注視割合と平均注視時間

図-2・7・10の注視挙動については、調査区間が全てカーブ区間であることから、全体的に“路面近傍”や“左側（外側線、防護柵、塀）”のように比較的近くを見て運転しているが、逆に“道路敷外”への注視は、「沿道が田園等で開放的」であり、直線区間を有する区間 B と区間 F で注視割合が多くなった。

以上のことから、カーブ区間で構成される狭幅員道路では、道路線形が急変するような区間において、

前後加速度やハンドル角速度も大きくなるが、さらに沿道状況が開放的になるとその傾向は顕著になることが想定される。そのため、このような特徴を有するカーブ区間で構成される狭幅員道路においては、警戒標識や路面標示などによる注意喚起が有効であると考えられる。

次に、主に直線と緩やかなカーブ区間で構成される改良済道路の計測等結果を図-2・7・11～図-2・7・12に示す。

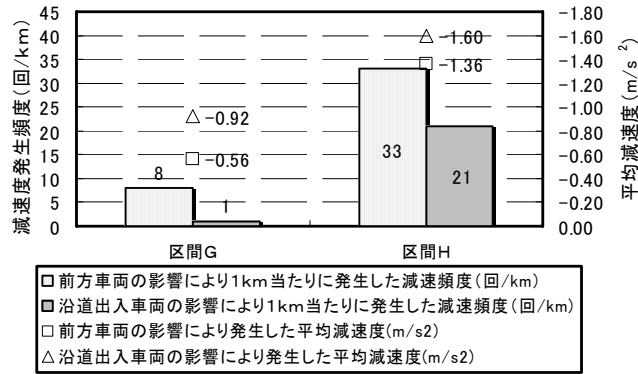


図-2・7・11 他車両の影響による減速度発生頻度と平均減速度

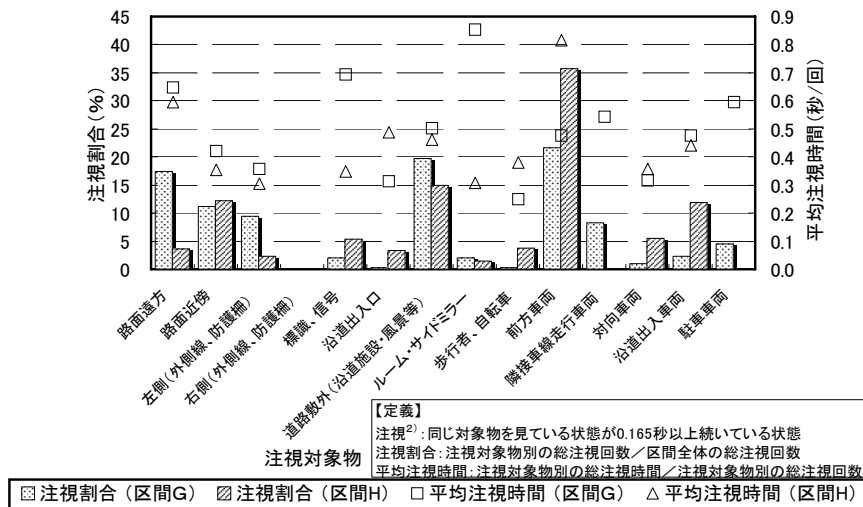


図-2・7・12 注視割合と平均注視時間

図-2・7・11 より、区間 G と区間 H の減速度発生頻度と平均減速度を比較すると、「沿道施設数・交差点数・沿道出入口数が多く、交通が混雑している」という特徴を有する区間 H においては、他車両の影響により減速度の発生頻度が高く、大きな減速度も発生している。図-2・7・12 の注視挙動については、区間 H では“路面遠方”の注視割合が少なく、“前方車両”や“沿道出入車両”の注視割合が多い。一方で、“信号、標識”を注視している時間は短い結果となった。

以上のことから、沿道出入が多く交通が混雑しているような区間においては、ドライバーが他車両の状況に注意を多く払いながら運転しなければならないため、遠方や左右の注視対象物の中から必要な情報を

瞬時に判断せざるを得ないため、見落としや見誤りなどを起こす可能性があると考えられる。そのため、本線交通の整流化を図るような沿道出入口の集約化などが有効であると考えられる。

2.7.3 今後の対応

交通事故対策をより効果的に実施するため、高齢者特性や人間特性を踏まえて、心理的評価（心拍、注視特性など）、主観的評価（アンケートなど）、定量的評価（速度、運転操作量など）などにより、道路・沿道環境の違いに対する変化量を計測し、事故防止につながる手法を立案するための基礎的な検討を行った。その結果、ドライバーが様々な道路・沿道環境に対して行う反応や運転中に感じることを、客観的な観測データにより現し、ある程度の評価が行えることを示すことができた。現段階では、道路・沿道環境の違いを事前に設定して、相対評価を行うことで変化量を得たものであるが、今後はこのような相対評価を重ねることで、まずは評価の基準値を見出すことが必要であり、さらに評価手法を一般化するためには、道路・沿道環境の状況や評価内容に応じて、何を客観的な指標としてどのような評価を行うのかその視点をまとめていく必要がある。また、今後はヒューマンエラーを起こしにくい道路・沿道環境を実現するための、基準・制度、計画・設計・改良方針を検討することが課題であり、これらの取り組みは、平成17年度からの新規プロジェクト研究「ヒューマンエラー抑制の観点からみた道路・沿道環境のあり方に関する研究」において、引き続き取り組む予定である。