

見通しに着目した交通事故分析*

Traffic Accident Analysis Based on Sight Distance

吉村美保** 浜岡秀勝*** 森地茂****

by Miho Yoshimura, Hidekatsu Hamaoka, Sigeru Morichi

1. はじめに

平成 11 年の交通事故発生件数は全国で 850,363 件、事故による死者数は 9,005 人であった。死者数は平成 8 年に 8 年ぶりに 1 万人を下回って以来、4 年連続で減少傾向にある。しかし、交通事故発生件数は 5 年間連続して増加しており、過去最多の死者数を記録した昭和 45 年当時の発生件数を上回っている。このような現状を改善するためには、早急に事故発生要因を解明し、新たなアプローチによる事故低減策を実施する必要がある。

全国の幹線道路を対象に交通事故の発生状況を箇所別に見ると、道路全延長の約 9%に相当する区間に全事故数の 40%もの事故が集中して発生している。この数値から事故が特定の多発地点に集中して発生することが明らかである。このような状況のもと、警察庁・建設省は平成 9 年 6 月に全国 3196 箇所の事故多発地点を公表し¹⁾、事故多発地点において対策事業を実施することを決定した。

交通事故は稀少現象であるため、また事故要因には人的・物理的要因等が複雑に絡まりあうため、その原因を探るのは非常に困難である。従来はマクロ的統計分析に基づく事故研究が主流であったが、筆者らは個々の事故多発地点に着目した分析を進めてきた²⁾。事故多発地点では発生する事故の方向や事故類型に特徴があり、これらの事故には人的要因以上に道路構造、交通状況等の要因が強く寄与していると推測される。したがって、このような要因と事故との関係を解明し、得られた知見を踏まえて多発地点以外でも事故対策を行うことにより、効果的に事故を減少させることができると考えられ

る。本研究は、物理的な事故要因の 1 つである見通しに着目した事故分析方法を開発することを目的とする。

2. 現地調査に基づく対象交差点の現況

研究では、事故を引き起こす物理的要因を明らかにするために、先述した事故多発地点と筆者らが GIS データを構築してきた横浜市青葉区内の事故多発地点³⁾を対象に、現地調査を行った。その結果、いくつかの交差点に共通する問題点として、対向右折車による見通し不足が右折直進事故の危険性を増加させているという着眼点を得ることができた。本研究で対象とした原宿交差点を例に挙げて、この問題点を具体的に説明する。

原宿交差点は事故多発地点の一つであり、神奈川県横浜市戸塚区に存在し、国道 1 号線と環状 4 号線が交差している。この交差点は両流入方向ともに交通量が多く深刻な渋滞地点であるため、交通容量を確保するように右折停止線や横断歩道位置をはじめとする交差点設計がなされ、それが安全上の余裕を少なくしている。また、本交差点の道路線形を見ると、交差する国道 1 号線と環状 4 号線はともに湾曲しているため、交差点通過時の見通しが悪いという問題点がある(図 1)。

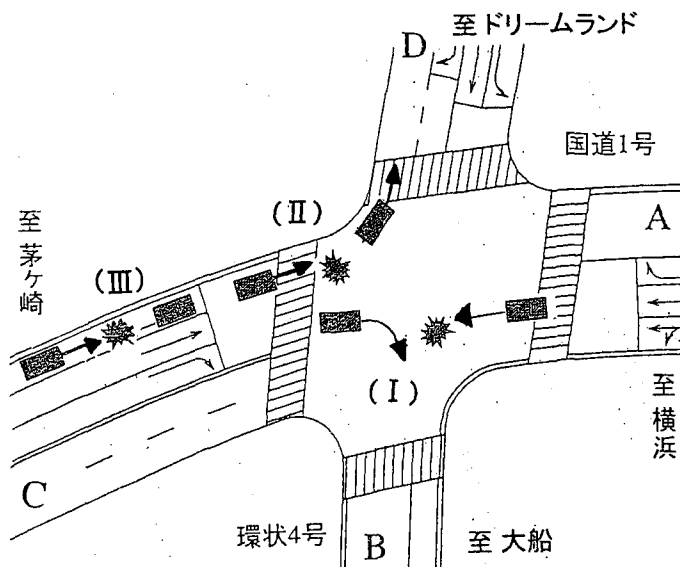


図1 原宿交差点

* キーワズ：交通安全、ITS
 ** 学生員 東京大学大学院工学系研究科修士課程
 *** 正会員 工修 東京大学大学院工学系研究科
 **** フェロー会員 工博 東京大学大学院工学系研究科
 (113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

本交差点における事故発生状況は表 1 のとおりである。平成 9 年、10 年のデータは 1 月から 6 月までの上半期の集計値である。ヒアリングにより多発する事故を調査した結果、図 1 に示したパターンである、茅ヶ崎方向から大船方向へ右折する右折車(C 方向からの右折と呼ぶ)と茅ヶ崎方向へ向かって直進する直進車(A 方向からの直進)の衝突事故(I)と、横浜方向へ直進する直進車と茅ヶ崎方向からドリムランド方向へ左折する左折車との追突事故(II)、横浜方向へ直進する直進車同士の追突事故(III)であることがわかった。ここではその中でも右折車と直進車の衝突事故に着目し、研究を進める。

表 1 原宿交差点の事故発生状況

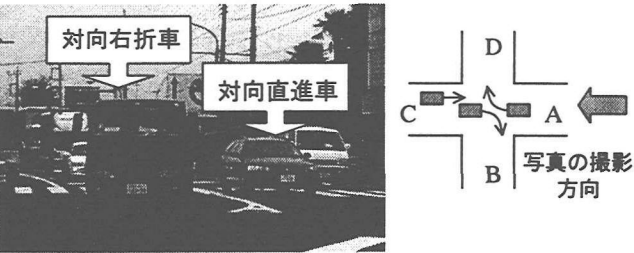
年度		H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
全事故件数		12	19	18	21	13	16		5	8
死亡事故件数		1	1							
負傷事故件数		11	18	18	21	13	16		5	11
当事者	人対車両	2	3	2	2				1	1
	自転車・二輪車	4	6	5	4	4				
	右左折	2	5	4	4	6			2	4
	出会頭									
	正面衝突	1	1							1
	追突	3	4	6	11	3			2	2
	その他			1						

図 2・図 3 は右折待機時に右折車の運転席からの視界を撮影したものである。これより、A・D 方向からの右折車にとっては、対向右折車の存在が妨げになり、対向直進車の接近を発見しづらい(図 2)のに対し、B・C 方向からの右折車にとっては対向右折車の存在は妨げとはならないこと(図 3)がわかる。

このように対向右折車の存在によって右折車が対向直進車の到来を認識するための見通しが悪化する場合には、対向直進車の発見が遅れるために事故に至る危険性が高まると推測される。

現在、信号制御交差点の設計においては、交差点の相当手前の距離から交差点、信号、道路標識等が明確に視認できるように、確保すべき最小視認距離が設計速度に応じて定められている⁴⁾。最小視認距離(視距)とは、「自動車がその進行方向前方に障害物を認め、衝突しないように制動停止または避走することができる長さ」であり、道路の延長に沿って測定する。図 4 に示す場合は、視距は対向直進車が障害物となる右折車を確認し制動停止または避走できる距離であり、図中の長さAに相当する。本研究ではこの視距は測定困難であるため、見通し距離(図中の長さB)を用いた。実際は、対向直進車の位置は交差点から離れているため、見通し距離と視距の差は小さいと考えられる。図 4 は、対向右折車の

◇A方向から右折時の視界



◇D方向から右折時の視界

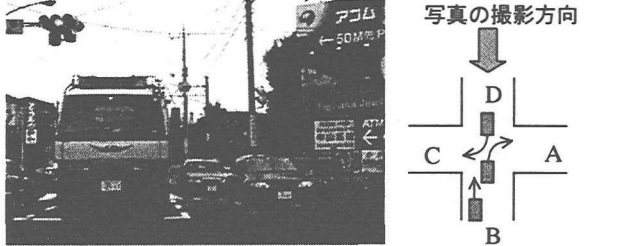
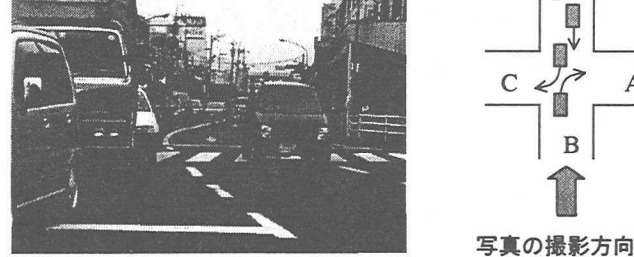


図 2 対向直進車を発見しづらいケース

◇B方向から右折時の視界



◇C方向から右折時の視界

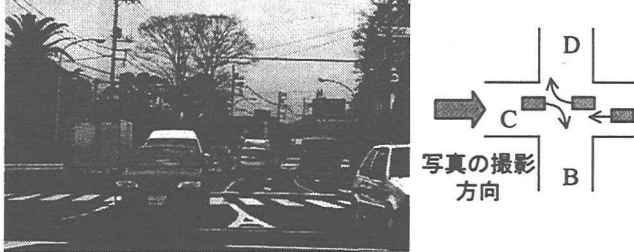


図 3 対向直進車を発見しやすいケース

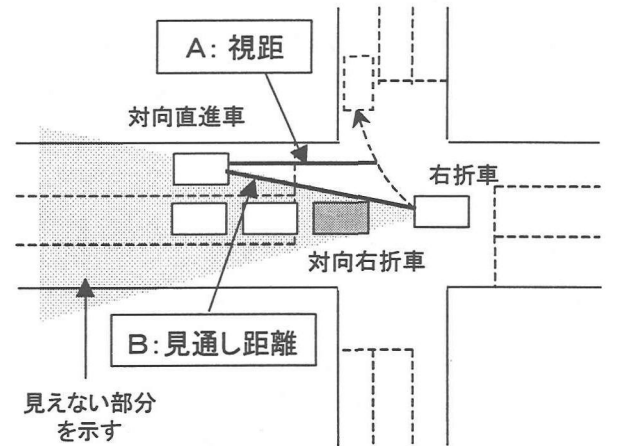


図 4 対向右折車による見通しの減少

存在によって右折車が対向直進車の到来を認識するための見通しが妨げられる様子を示す。現地調査では、設計時に交差点内の車両の存在が考慮されていないことにより、このように、実際の見通し距離が設計上の最小視距よりも大きく減少するという状況を確認できた。

見通しは対向右折車の有無に加えて、対向右折車の車種や停止位置にも影響される。図5はD方向からの右折時の視界を撮影したものである。図に示す対向右折車が普通車である場合は、見通しは174mであった。この道路では設計上の最小視距は、道路構造令上240mと決められているので、対向右折車が普通車であっても実際の見通しは設計値より約70m小さいことがわかる。また、図に示す対向右折車が大型車の場合、見通しは77mと大きく減少する。本現地調査ではこのような道路構造上の問題点の実態を把握できた。



3. 研究に用いたデータの収集方法

現地調査によって観察された見通し不足という問題点を検証するために、平常時の交通流に関するデータと運転手の視界に関するデータという2種類のデータを用いた。平常時の交通流に関するデータからは通常の走行時における交通流パラメータが、運転手の視界に関するデータからは実際の見通し距離が得られる。これらのデータを総合することによって、当該交差点において発生する事故分析を試みた。

平常時の交通流に関するデータは、交差点付近にビデオカメラを設置してその状況をビデオ撮影し、後にその映像から右折車台数(青・青矢信号別)、右折所要時間、直進車台数、直進車の到着時間間隔・速度等の各種パラメータを測定することにより収集した。映像は3-4時、7-8時、11-12時、15-16時、19-20時、23-24時という6時間分記録されている。

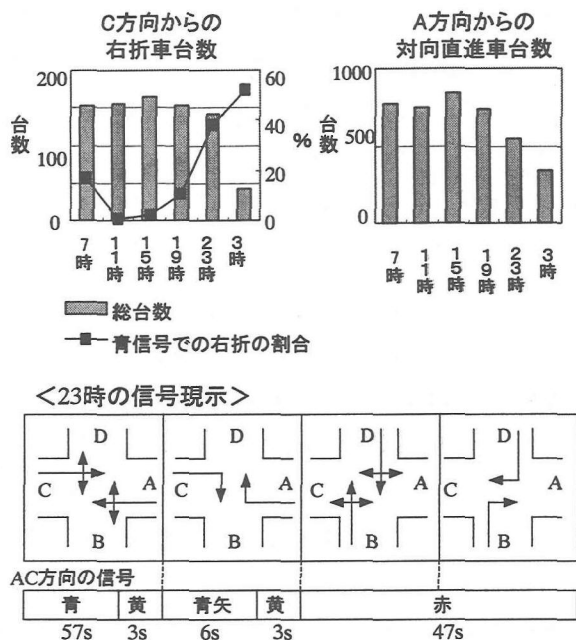
運転手の視界に関するデータの測定にはアイマークレコーダーを用いた。これは、人間の眼球に赤外光を照

射した時にその反射量が白目と黒目とでは異なることを利用して、被験者の視点を光学的に捉える装置である。運転者がアイマークレコーダーを装着した状態での交差点走行時の映像から、運転中に運転者から見える視界の変化や、右折待機中の右折車にとっての見通しを測定した。なお、この調査は合計8回行い、94個の見通しデータが得られた。

4. 得られたデータの解析

(1) 通過台数

事故が多発している、C方向からの右折車とA方向からの対向直進車台数の1日の推移を測定した。この右折方向の信号は、青→黄→青矢→黄→赤と変化する。図6より、右折台数は3時になると劇的に減少し、対向直進台数は15時をピークに夜間になるにつれ徐々に減少することがわかる。また、全右折に対する青信号での右折の割合は、夜間になるにつれて、急激に増加することも確認できる。このように23時になると青信号での右折の割合が急激に増加するのは、右折台数がさほど減少しないものの対向直進台数が減少するためであると推測できる。



(2) 車速分布

A方向からの対向直進車車速について、分布の1日の推移を調べたところ、車速は23時・3時と夜間になるにつれて平均が急激に増加し、分散も増加することがわかる。

(図 7)。対向直進車の車速が増加する場合は、無理な右折時に衝突の危険性が大きくなると考えられる。また、スピードが速い車と遅い車が混在して、その分散が増加する場合は、右折車の運転手が対向直進車の車速を見誤る場合に危険性が増すと考えられる。

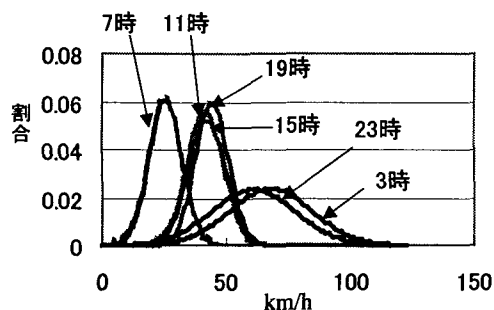


図 7 対向直進車の車速分布の推移

(3) 対向直進車の到着ギャップ

(1)・(2)より、「深夜になるにつれて、青信号での右折の割合が増え、対向直進車の速度および分散も増加する」ことが明らかになったが、その現象をさらに細かく調べるため、車 1 台ずつに注目して A 方向からの対向直進車の交差点への到着ギャップと速度の推移を調べた。ここで、交差点への到着ギャップは対向直進車各車両の交差点通過の時間間隔として捉えた。

図 8 は、縦軸に対向直進車の到着時間間隔と速度を、横軸に交差点に到着した対向直進車の累積台数をとり、19 時、23 時それぞれにおける対向直進車 1 台ずつの到着ギャップ、及び車速を散布図として表したものである。すなわち、このグラフにおいて車の到着ギャップ及び車速は、1 台目、2 台目…と横軸に沿って並んだ形になる。到着ギャップ、及び車速の折れ線の切れ目は赤信号を示す。よって、折れ線の切れ目から切れ目までが 1 つの信号サイクル内(青信号)に交差点を通過した車となる。

また図 8 の折れ線上の▲印は右折車が右折車線に到着した時の対向直進車の時間間隔を、◆印は右折車が青信号で右折した時の対向直進車の時間間隔を表す。

19 時では青矢での右折が 7 割を占め、対向直進車の到着時間間隔は 1～6 秒である。一方、青信号での右折が急増する 23 時には、対向直進車台数の減少と上流の赤信号により、時間間隔が 20 秒を超えるような著しく大きな対向直進車の到着ギャップが出現する。3 時の場合にも同様の傾向が認められた。このようなギャップにおいて、青信号での右折が行われていることがわかる。しかし、ギャップの出現によって対向直進車の車間距離や車速の分散が増加するために、右折車の運転手がこれらを

見誤る可能性が高く、衝突の危険性が増加すると推測される。また、大きな到着ギャップの出現時には対向直進車の車速が速いため、対向直進車が衝突を回避するのにはますます困難になると考えられる。

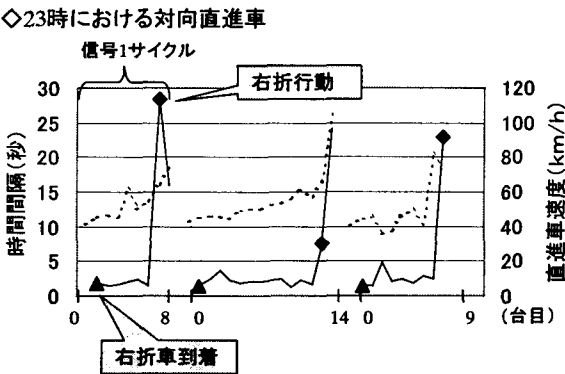
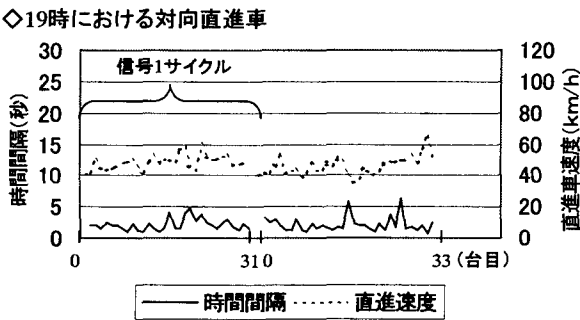


図 8 対向直進車各車両ごとの車速と到着ギャップ

5. 事故発生メカニズムに関する仮説の構築

ここでは4.に示した現象を根拠として、事故発生メカニズムに関して、「道路線形のために見通し不足となる右折方向において、対向直進車の車速、および車間距離の大きさ・分散が増加する夜間に青信号での右折が行なわれた場合、車速・車間距離の見誤りと対向直進車の発見の遅れにより、対向直進車との衝突事故が発生する」という仮説を構築した。図 9 にこの仮説を示す。

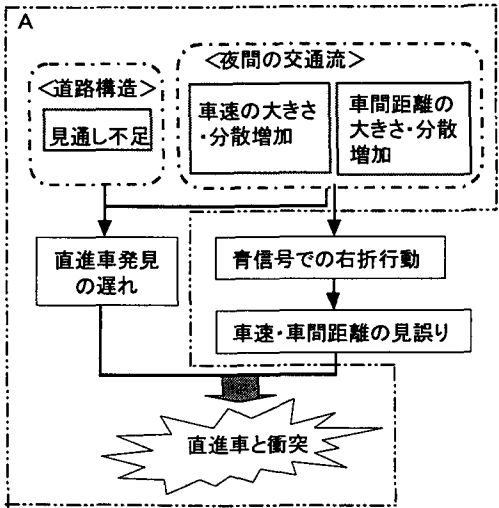


図 9 右折直進事故の発生メカニズム

6. 事故発生危険度評価

(1) 評価方法

次に仮説に対する定量的な証明として事故発生危険度の評価を行った。危険度算出は、図9中のAの部分を対象としている。ここでは、直進車の発見の遅れが実際の見通し距離外から対向直進車が進入することにより生じると考え、アイマークレコーダーにより求めた実際の見通し距離と右折車が右折する間に対向直進車が走行する距離(推定直進距離)を用い、それらの比較により危険度を算出する。以下にこの具体的な手順を示す。

右折所要時間分布、対向直進車車速分布および実測見通し距離分布はカイ二乗適合度検定により正規分布であることを確認した。推定直進距離分布についてはその平均・分散を右折時間・対向直進車車速分布の平均・分散より計算した。本論文ではこの分布が正規分布をなすと考え、この推定直進距離分布と実測見通し距離分布を用いてこれらの比較を行った。「実測見通し距離」が「推定直進距離」より大きくなるにつれ安全性が高まると考えられ、また、これらの差の確からしさは分布形状(分散)にも影響を受ける。ここでは危険度を示す1方法として、「実測見通し距離」と「推定直進距離」の平均・分散を用いた下記の指標を使っている。

危険度指標 =
$$\frac{\mu_A - \mu_B}{\sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}} = \frac{\mu_A - \mu_B}{\sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}} \quad (1)$$

μ_A : 推定直進距離平均, μ_B : 実測見通し距離平均
 σ_A : 推定直進距離分散, σ_B : 実測見通し距離分散

仮に、推定直進距離と実測見通し距離の平均がともに等しい状況で分散の大きさが異なるとき、両分布は $\mu_A = \mu_B$ の大小関係により、図10に示す2通りに分類できる。図中の(I)・(II)のように $\mu_A > \mu_B$ となる場合には、一般に分散が小さい時に危険性が明確になると考えられ、本研究で用いた指標ではこれを表現できている。同様に、 $\mu_A < \mu_B$ の場合でも実状をよく表現できている。

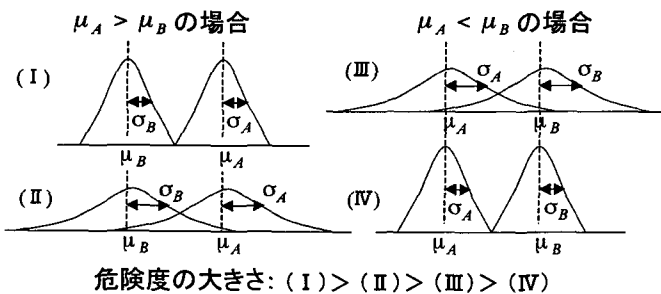


図10 分散の大小による分布形の違い

(2) 交差点への適用結果と考察

この危険度指標を原宿交差点に適用して1日の危険度の推移を算出した。また、ヒアリングにより得られた事故発生件数を対向直進車交通量で割ることにより、実際の事故発生率を求めた。これらを比較したところ(図11)、23時、3時における危険度の増加と事故率の増加に同様の傾向が見られ、危険時間帯の判定には本手法が利用可能であることが確認できる。

次にこの手法の一般性についての検証を進めるために、原宿交差点と同様に見通し不足に起因した右折車・直進車衝突事故が多発していると推測される、横浜市青葉区の江田駅東交差点についても同様の危険度評価を行った。実際の事故発生率は、10年間の事故原票から抽出した事故発生件数を対向直進車交通量で割ることにより算出した。この事故発生率と危険度を比較すると(図12)、この場合も、23時、3時において急速に危険度が増加しており、実際の事故率増加現象とも同様の傾向であることが確認された。

よって、見通し不足に起因する事故多発箇所の時間帯別の相対的危险性評価には本手法が有効であることを明らかにできた。

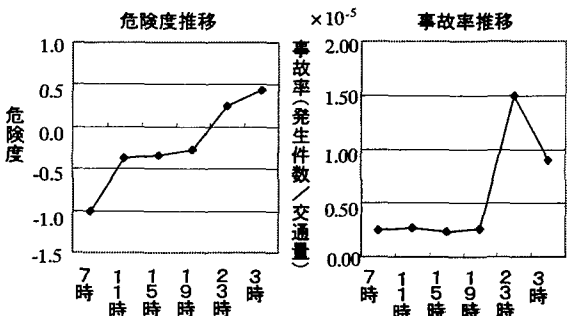


図11 原宿交差点における危険度と事故率の推移

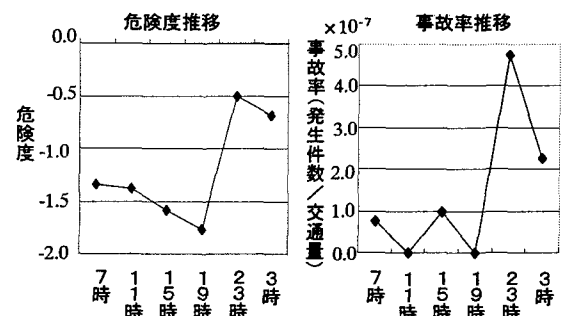


図12 江田駅東交差点における危険度と事故率の推移

7. おわりに

本研究では、まず初めに事故多発地点に対する現地

調査により、事故を引き起こす物理的要因として、見通し不足という現象に着目した。その後、実際の交差点をモデルケースとして、採取した各種データをもとに見通し不足に起因した事故発生のメカニズムに関する仮説を構築し、この仮説に対する定量的な証明として事故発生危険度の数量表現を行った。この結果、対象交差点においては、夜間における危険度の増加と事故率の増加に同様の傾向が見られ、本手法が危険時間帯の判定には利用可能であることが確認できた。さらに、本手法を他の事故多発交差点においても適用したところ、同様に実際の事故率との相関が見られ、時間帯別の相対的危険度の評価には本手法が有効であると考えられる。

本研究で算出した危険度は、見通し不足に着目した時の時間帯別の相対的危険度を表しているにとどまっている。今後、この危険度を交差点間の比較に用いるためには、多くの交差点へ本手法を適用し、危険度と事故率の定量的な関係に対する更なる分析を行う必要があると

考えられる。また、本手法は5.において構築した仮説のAの部分のみを対象としているため、今後、右折行動の発生や運転手による車間距離の見誤りも考慮することにより、より精度の高い危険度評価手法を考案できると考えられる。また、今回は見通し不足に着目しているが、その他の物理的要因や事故類型に着目し、様々な危険度算出を行うことが望まれる。

今後は ITS 実施を視野に入れた全く新しい観点からの事故対策の提案がますます必要になると思われる。

[参考文献]

- 1) 警察庁交通局・建設省道路局：事故多発地点事業箇所一覧、1997
- 2) 長島秀幸・浜岡秀勝・森地茂：交通事故多発地点の事故要因分析とその対策、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集、pp308-309、1996
- 3) 兵藤哲朗・浜岡秀勝・森地茂：地理情報システムを用いた交通事故発生要因分析、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、pp560-561、1993
- 4) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用、1983

見通しに着目した交通事故分析

吉村美保、浜岡秀勝、森地茂

現在、交差点設計においては、道路における設計速度のみにより確保すべき視距の値が決まっている。しかし、実際には交差点内の車両の存在により、見通しは設計上の最小視距よりも大きく減少しており、このような見通し不足に起因して事故が多発していると推測される。本研究では、事故要因としての見通し不足に着目し、実際の事故多発交差点をモデルケースとして、事故発生のメカニズムに関する仮説を構築するとともに事故発生危険度の数量表現を行った。その後、他の交差点においても危険度算出方法を適用して評価手法の有効性に関しての検討を行った。

Traffic Accident Analysis Based on Sight Distance

by Miho Yoshimura, Hidekatsu Hamaoka, Sigeru Morichi

The required sight distance at the intersection is defined by the designed speed of approaching road. However, actual sight distance is much shorter than this because of the existence of the right-turning vehicle approaching from the opposite side. This brings the intersection danger. In this paper, the mechanism of right-turn accidents at the black spots was made from the viewpoint of the lack of the sight distance, and the hazard of intersection was evaluated utilizing this mechanism. From applying this method to another black spot, it is able to understand that this mechanism is acceptable to evaluate the hazard of intersection.
