

交通事故の危険意識に関する考察

A Study on the Perception of Hazard for Traffic Accident

森地 茂*、浜岡 秀勝**

By Shigeru MORICHI and Hidekatsu HAMAOKA

1. はじめに

急激な増加傾向を示した交通事故死者数も、近年、年間死者数 11,000 人程度に落ちついてきており、政府による交通事故戦争宣言と諸政策の効果が推察できる。交通事故の発生する要因分析に関しては、地域に根ざしたミクロな視点に立ち、区画街路で発生する交通事故までを対象とした地理情報システムを構築することにより、事故多発地点における個別的な要因の抽出、および統計分析による一般的な要因把握が可能となった¹⁾。しかし、同種の道路幾何構造を有するものの事故の発生状況が異なる交差点、およびモデル上危険と評価されるものの事故が未発生である地点等が存在し、事故の発生状況の把握に関して、いくつかの問題点が残されている。このような現象が発生する要因として、運転者の危険意識が考えられる。交通事故の発生は人間の要因に左右されることは当然ではあるが、データ制約上、分析が行われていないのが現状である。

本研究では、こうした交通事故分析における問題点を整理した上で、上記問題点の解決を試みる。

2. 従来の交通事故分析における問題点

交通事故の発生する要因分析において、モデルの現況再現性を低下させた要因に、以下の問題点が考えられる。

①交通事故分析時のデータとして、勾配、曲率といった道路構造や路上駐車状況等の交通環境データが多く用いられており、運転者側の要因が考慮されていない。交通事故は人間が起こすものであり、運転者側の

要因を考慮する必要がある。

②人間の危険意識を構造化する分析方法が確立されていない。交通事故分析において、危険意識を明示的に考慮した分析は見られず、人間の主観要因を取り込んだ分析の必要性が高まっている。

③交通事故は稀少発生事象であるため、分析に堪えるサンプルが得られず、偶然からの誤差を無視できない。収集データの年次を増すことにより、一応の解決が図られるが、時間の経過と共に環境変数の質も変化するため、十分な対応策とはいえない。

④交通事故の発生事象に見合った分析手法が確立されていない。交通事故の発生回数はポアソン分布に従うといわれ、ポアソン回帰モデルを用いた研究も見られる。しかし、現況再現性が十分とはいえず改良が必要と考えられる。

以上の問題点が考えられる中、上記①②の問題点の解決を試みる。すなわち本研究の目的は、住民意識調査を通じて危険意識と事故の発生との関連の解明、危険意識を構成する要因およびその形成過程を明確化することにある。

3. 住民意識調査の概要とその集計分析

本研究の分析基礎データは、平成 5 年 11 月に実施した住民意識調査および対象地域内において昭和 63 年～平成 3 年の間に発生した交通事故データ（発生件数 1948 件）からなる。交通事故データに関しては、このうち住民意識調査において危険性等を質問した区間で発生した 1586 件のデータを使用している。前述した交通事故の発生と運転者の危険意識とを関連した分析を行う場合、厳密には、交通事故の当事者に調査を行わなくてはならない。しかし、ここでは事故発生地点周辺に居住する住民の普段自動車で通行する際に感じる

キーワード：交通安全

* 正員 工博 東京工業大学教授 工学部土木工学科

** 正員 工修 東京工業大学助手 工学部土木工学科
(〒152 目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-2595)

危険意識が、運転者の危険意識と同様と考え、住民に対し自動車走行時の意識を調査している。表 1 に住民意識調査の概要を示す。

住民意識調査において、被験者があまり走行していない道路区間に対する意識を回答させることは困難であるため、被験者が道路区間の状況を十分認知していると考えられる居住地周辺の 5 道路区間について自動車で通行した場合の危険度合い、見通しの良さ、交通渋滞状況等 15 項目の質問を 5 段階評価で回答させている。したがって、回答は個人（回答が 1 に偏る、必ず 1 から 5 に分散させて回答するなど）のみならず地域（調査回答地域が事故発生の多い地域、少ない地域）のバイアスを含むと考えられる。そこで、本研究では各種の基準化を行うことにより、これらバイアスを除去している。

表 1 アンケート調査概要

調査年度	1993 年 11 月
調査地域	横浜市緑区 幹線道路 100 区間
調査方法	訪問置き 訪問回収および郵送回収
質問項目	道路区間に対する意識 交通事故の危険度、幅員、勾配、カーブ、歩道整備状況、交通量、歩行者数、路上駐車数、渋滞発生頻度、見通しの良さ、標識の視認性、交差点間隔、沿道への出入り、ブレーキ使用頻度 車利用特性 運転頻度、免許保有年数
回答方法	5 段階評価値により回答
回収結果	
配布数	300 票
回収数	204 票
回収率	68.0%

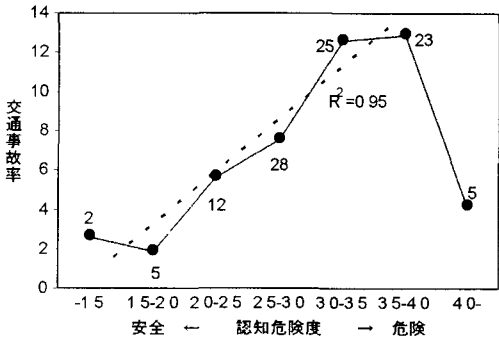


図 1 個人回答の集計結果

図 1 は、認知危険度を図に示す 7 カテゴリにセグメント後、各グループ内における交通事故率の平均値を示したものである。ここで、認知危険度(PH_m)は、被験者が回答した 5 区間に対する危険性の度合いを、その平均・分散により標準化した数値、また、交通事故率(AR_i)は発生交通事故件数を距離により基準化した指標を指す。

$$PH_m = \frac{x_m - \mu_n}{\sigma_n} \tag{1}$$

- x_m : 個人 n の区間 i に対する危険性の回答値
- μ_n : 個人 n が回答した 5 区間の危険性評価値の平均
- σ_n^2 : 個人 n が回答した 5 区間の危険性評価値の分散

$$AR_i = \frac{\text{区間} i \text{ で発生した交通事故件数}}{\text{区間距離 (km)}} \tag{2}$$

この図より、最も危険と評価した区間においては比較的交通事故率は低く、一方、最も安全と評価した区間においては比較的交通事故率が高くなっており、認知危険度と交通事故率との関係が線形でないことがわかる。本調査では、対象区間数が 100 と少ないものの、最も危険および安全と評価している区間においては、危険危険意識が交通事故の発生に影響を与えていることは確認できる。また、変化度合いに着目すると、危険評価側での交通事故率の減少度合いが大きく、危険性に対する注意力の増加が顕著に見られる。また、両端を除いた中間層の値を用いて回帰させると、寄与率が 0.95 であり、中間層では認知危険度と交通事故率との関係が線形関係をなしていることも確認されている。

図 2 は、事故率をその平均・分散を用いて標準化した値（以降、標準化交通事故率(SAR)と称す）、および各区間の認知危険度の平均値をその平均・分散を用い

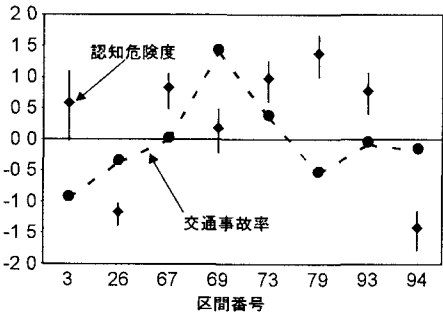


図 2 認知危険度と交通事故率の比較

て標準化した値（以降、標準化認知危険度(SPH_i)と称す）とその標準偏差を図示したものである。

$$SAR_i = \frac{AR_i - \mu_{AR}}{\sigma_{AR}} \quad (3)$$

μ_{AR} 100 区間における交通事故率の平均

σ_{AR}^2 100 区間における交通事故率の分散

$$\mu_{AR} = \frac{1}{N} \sum_i AR_i \quad (4)$$

$$\sigma_{AR}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_i (AR_i - \mu_{AR})^2 \quad (5)$$

N 区間数 (=100)

$$SPH_i = \frac{y_i - \mu_{PH}}{\sigma_{PH}} \quad (6)$$

y_i 区間 i における認知危険度の平均

μ_{PH} 100 区間における平均認知危険度の平均

σ_{PH}^2 100 区間における平均認知危険度の分散

$$y_i = \frac{1}{m_i} \sum_j PH_{ij} \quad (7)$$

$$\mu_{PH} = \frac{1}{N} \sum_i y_i \quad (8)$$

$$\sigma_{PH}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_i (y_i - \mu_{PH})^2 \quad (9)$$

m_i 区間 i の危険意識を答えたサンプル数
N 区間数 (=100)

図 2 に示されている標準化事故率、標準化認知危険度は、ともにその平均が 0、分散が 1 となるように標準化しているため、区間単位で危険性の評価と実際の交通事故発生状況の関連が比較可能である。この図より、住民は危険と感じるものの事故の発生があまり見られない区間（区間番号 3,79,67,93,73）、および安全と感じるものの事故が多発する区間（区間番号 26,69,94）が確認できる。前者の特徴として、狭幅員で歩道が未整備の区間を多く含んでおり、道路の狭さく性より危険を意識すると考えられる。また後者は、幅員が広く歩道および街路樹が整備された区間であり、危険を感じさせる要因は見られない。加えて、後者は標準化交通事故率が標準化認知危険度を上回っているものの、その値は負（安全側）の場合が多く、「安全であるため危険性が増す」という効果は、比較的小さいと考えられる。これは、「危険であるため、交通事故率が低減する区間」、および「安全であるため、交通事故率が增加する区間」の区間数を比較すると前者の方が多いことからわかり、ここでも事故の危険性に対する注意力の増加が顕著に見られる。

4. モデル構築による危険意識の構造把握

住民意識調査の集計分析を通じて、従来からの交通事故モデルにバイアスを与える要因の存在が確認された。そこで、従来の交通事故モデルよりも精緻なモデル構築を行うために、運転者の危険意識が如何なる要因により、また如何なる作用により形成されるかを把握する必要がある。

本研究では、被験者の回答バイアスを考慮して誤差分散の仮定を緩和した分析および LISREL の 2 分析方法により危険意識の構造把握を行っている。

（1）被験者の回答バイアスを考慮した分析

（a）危険性に関する定性的要因の数量化

第一に、主成分分析を用いて定性的要因を数量化する。一般に、交通事故の危険意識は、道路構造面および交通環境面から生成すると考えられる。ここでは、変数相互の相関関係を考慮の上、定性的要因として、道路構造面から「狭さく性」、交通環境面から「交通流の乱れ」および「人車の錯綜」を取り上げている。

ここで、主成分分析はこれらの 3 要因を表現するものとして 3 モデル個々に構築している。理由として、①全変数を用いた主成分分析のモデル構築結果では、安全・危険と感じる一般的要因しか得られない点、および②これら 3 要因を説明する共通変数の存在が考えられる点の 2 点が挙げられる。

表 2～4 は上記定性的要因を定量化するために行った主成分分析の分析結果である。パラメータの符号より、全てのモデルにおいて、設定した定性的要因を確認することができた。第一主成分の寄与率が全てに 0.5 を越えたこと、および第二主成分との差異が大きいことを考慮すると、第一主成分は十分評価できる。また、固有ベクトルから、交通流の乱れに関しては「渋滞発生頻度」、「ブレーキ頻度」、狭さく性に関してはほぼ同等の重みではあるが「見通しの良さ」、「幅員」、人車の錯綜に関しては「路上駐車」、「歩行者数」が主要な定性的要因の構成要素となっていることがわかる。

（b）定性的要因を用いた危険意識のモデル化

ここでは、主成分分析により数量化された定性的要因を説明変数、意識調査により得られた危険性の評価

を目的変数とした、一般化最小二乗法によるモデル構築を試みる。ここで、定性的要因は主成分分析より得られた第一主成分のみを用いている。また、交通事故の危険性に対する評価の比較を行うために、これら第一主成分の主成分得点は平均 0、分散 1 になるよう標準化させている。

一般化最小二乗法は、通常の最小二乗法において誤差分散が一定という仮定を緩和した分析方法である。したがって、各サンプルは固有の誤差分散を持ち、誤差間の相関を考慮することができる。この分析方法は、誤差項の分散にばらつきがあると考えられる場合に有効とされている。一般の最小二乗推定式 10 において、誤差項の分散が式 11 で表されるとき、そのパラメータ $\hat{\beta}$ は式 12 によって一意に求められる。

$$y = X\beta + \epsilon \tag{10}$$

$$V(\epsilon) = \Sigma \tag{11}$$

$$\hat{\beta} = (X' \Sigma^{-1} X)^{-1} X' \Sigma^{-1} y \tag{12}$$

本研究では、意識調査における個人の回答値にばらつきがあることを考慮し、この分散を誤差分散として一般化最小二乗法に取り込んでいる。また、この誤差分散の効果の有意性を見るため、同時に最小二乗法による危険意識の定量化を行っている。表 5 に両分析方法による分析結果を示す。

認知危険度を目的変数としたモデル相互の比較より、パラメータの符号は同一で、説明力は一般化最小二乗法において向上することがわかる。さらに寄与率は、

一般化最小二乗法で 0.769 であり、最小二乗推定の 0.398 と比べ十分な現況再現性が得られたといえる。推計モデルのパラメータ比較により、危険意識は狭さく性、交通流の乱れ、人車の錯綜の順に影響されることがわかる。

目的変数を交通事故率としたモデルと比較すると、狭さく性、人車の錯綜のパラメータが逆符号であることが確認できる。すなわち、狭さく性が増すと危険性が増加し、危険意識から運転者が注意を促すため発生事故数は減少傾向にある。同様に人車の錯綜が減少すると、運転者の注意力の低下から事故の発生が多くなると推察される。しかし、このモデルの寄与率は 0.121 と低く、最も危険と評価したものの交通事故の発生が比較的少ない区間に影響されたと考えられる。すなわち、最も危険と評価した区間では、危険意識が交通事故の発生を減少させる方向に作用すると考えられる。

以上の認知危険度を目的変数としたモデル構築結果より、人間に危険意識を与えない道路整備の指針の一つとして、狭さく性すなわち幅員の拡張、もしくは視距の確保が重要な課題であることがわかる。しかし、最も安全と評価された区間においては、この区間より危険と評価された区間と比べ、交通事故率が高くなっており、こうした効果が何によって生じるか検討した後、適切な交通事故対策を考案する必要がある。

(2) LISREL による危険意識の構造把握

前分析方法では、定性的要因を意識調査から得られた定量的要因を集約することにより求めた。しかし、この方法では意識調査では得ることのできなかった他の要因を取り込めない。そこで、

LISREL を用いることによって、この問題点を解決すると共に、本意識調査によって取り込むことのできなかった要因の効果を把握する。

LISREL は、因子分析と回帰分析とを包含するモデル体系である。このモデル

表 2 狭さく性に関する主成分分析結果

狭さく性	第一主成分	第二主成分
幅員	0.460	-0.198
曲率半径	0.423	-0.100
歩道整備状況	0.419	-0.716
見通しの良さ	0.475	0.422
標識の視認性	0.456	0.510
固有値	2.846	0.708
寄与率	0.569	0.142

表 3 交通流の乱れに関する主成分分析結果

交通流の乱れ	第一主成分	第二主成分
交通量	0.492	-0.547
渋滞発生頻度	0.522	-0.334
ブレーキ使用頻度	0.520	-0.189
沿道への出入り	0.463	0.744
固有値	2.245	0.707
寄与率	0.561	0.177

表 4 人車の錯綜に関する主成分分析結果

人車の錯綜	第一主成分	第二主成分
歩行者数	0.594	-0.431
路上駐車数	0.604	-0.318
沿道への出入り	0.531	0.844
固有値	1.875	0.658
寄与率	0.625	0.219

表 5 認知危険度に関するモデル構築結果 (下段 t 値)

	認知危険度		交通事故率
	GLS	OLS	OLS
狭さく性	0.4688 (23.04)	0.5460 (14.99)	-1.170 (-3.420)
交通流の乱れ	0.2776 (11.40)	0.2378 (5.178)	4.146 (9.612)
人車の錯綜	0.0668 (2.925)	0.1304 (3.009)	-2.182 (-5.360)
定数項	3.074 (178.5)	3.082 (91.09)	8.670 (27.28)
寄与率	0.768	0.398	0.121

には観測変数に加え数量化困難な潜在変数が含まれる。モデルの基本構造は潜在変数間の関係であり、これら潜在変数を表現する方法として観測変数を用いた因子分析により行っている。したがって、モデル内には潜在変数間の関係を表現する式（式 13）に加え、観測変数を説明する式（式 14,15）の 3 種の数式が含まれる。ここに、X は観測外生変数、Y は観測内生変数、 ξ は潜在外生変数、 η は潜在内生変数、 ζ 、 δ 、 ε は誤差項、 Λ_x 、 Λ_y 、B、 Γ はパラメータである。

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (13)$$

$$X = \Lambda_x\xi + \delta \quad (14)$$

$$Y = \Lambda_y\eta + \varepsilon \quad (15)$$

これらパラメータの推定は、観測変数間の分散共分散行列 S とその推定量 Σ とを用いて最尤推定法により求められる。式 16,17 に分散共分散行列の推定量 Σ と尤度関数 F を示す。

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Lambda_y(B^{-1}(\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi)(B')^{-1})\Lambda_y' + \Theta_\varepsilon & \Lambda_y B^{-1}\Gamma\Phi\Lambda_x' \\ \Lambda_x\Phi\Gamma'B^{-1}\Lambda_y' & \Lambda_x\Phi\Lambda_x' + \Theta_\delta \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$F = \log|\Sigma| + tr(S\Sigma)^{-1} - \log|S| \quad (17)$$

図 3 は、LISREL による危険意識の生成過程を構造化した結果である。図中の観測変数は、全て意識調査によって得られた 5 段階回答値である。モデル構築結

果より、事故への危険性は、先の分析結果と同様に、狭さく性、交通流の乱れおよび人車の錯綜の 3 潜在要因により説明できる。ここで、これら 3 潜在要因間の重み、および潜在要因を説明する因子付加量の重みは共に先の分析結果と同様の傾向を示している。また、本モデルと観測内生変数に交通事故率を用いたモデルとを比較すると、外生変数間の関係については同様のパラメータが推定されたが、潜在変数間については、(1)と同様に狭さく性、人車の錯綜に負のパラメータが推定され、人間の危険意識の交通事故発生率に対する作用が示唆される。

以上の分析結果より、本研究で行った 2 分析方法は同値と考えられる。したがって、本住民意識調査において、取り込むことのできなかった危険意識に関する要因は無視できる。

5. おわりに

本研究では、道路区間に対する運転者の危険意識と実際の事故発生状況とが線形関係をなさないことが、交通事故研究の現況再現性を低下させていると考え、住民意識調査を行うことによってこの関係を明確にした。すなわち、危険と感じる区間では考えられるより事故の発生が少ないこと、一方安全と感じる区間では

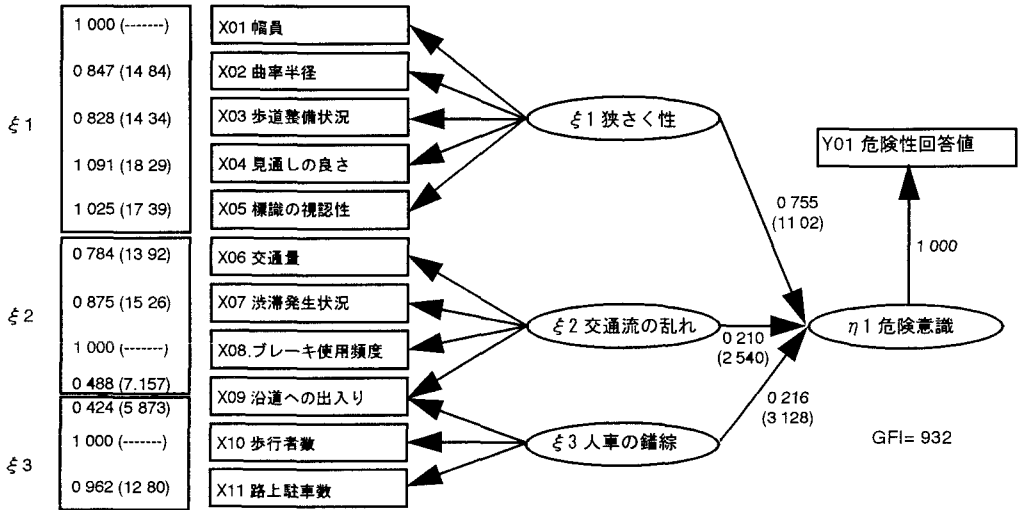


図 3 LISREL によるモデル構築結果

考えられるより事故が多く発生することが実証されている。この効果は、危険と感じる区間において大きいことも確認された。

危険意識を定量化する分析に関して本研究では、被験者の回答バイアスを考慮した方法および LISREL の 2 分析方法による構造化を試みている。両分析の基本的な考え方が似ているため、危険意識を構成する要因およびその形成過程は同様であった。分析結果からは、危険意識の形成には狭さく性の影響が無視できないといえる。しかし、事故発生状況の視点から、狭さく性の高い道路ほど人間の危険意識により事故の発生が低下することが示唆されている。

今後交通事故対策を行うにあたり、危険と考えるがゆえに交通事故の発生が少なくなっている区間を含め、危険意識の高い区間においては、幅員の拡幅および視距の確保といった狭さく性を減少させる道路整備を行うことは当然のことであるが、最も安全と考えられる

区間においては、この区間より危険と考えられる区間と比べ、交通事故率が高くなっているため、こうした効果が如何なる要因により生じるか分析を行った後、適切な道路整備の方針を確率する必要がある。

[参考文献]

- 1) 森地茂, 兵藤哲朗, 浜岡秀勝: 地理情報システムを用いた交通事故分析方法に関する研究: 土木計画学研究・講演集, No.16(1), pp.961-968, 1993
- 2) 浜岡秀勝, 森地茂: 交通事故発生率と住民の危険認知度との関連分析, 土木学会第 49 回年次学術講演会講演概要集, pp.302-303, 1994
- 3) Amemiya, T. ADVANCED ECONOMETRICS. Basil Blackwell
- 4) 三宅一郎ほか: 新版 SPSSx III 解析編 2, 東洋経済新報社

交通事故の危険意識に関する考察

森地 茂、浜岡 秀勝

交通事故の発生する要因は、区画街路網までを対象とした GIS 構築により、以前より詳細に把握可能となった。しかし、交通事故の発生状況を詳細に見たとき、モデル上危険と考えられるにも関わらず、事故の発生が比較的少ない区間等が確認されている。本研究ではこの要因として危険意識を取り上げ分析を行っている。危険意識が如何なる要因により、また、如何なる構造により生じているか、モデル構築により検証した結果、危険意識は「狭さく性」、「交通流の乱れ」、「人車の錯綜」の 3 要因により構成され、中でも狭さく性によるところが大きいという知見が得られた。

A Study on the Perception of Hazard for Traffic Accident

Shigeru MORICHI and Hidekatsu HAMAOKA

With the utilization of the GIS, the causes of accident occurrence at the black spots in the both truck and local roads are investigated more thoroughly than the studies conducted earlier. However, results show that there are few accidents in the road section thought be as dangerous. In this study, it is considered that the reason that brought this relationship is due to the human perception of hazard. The results of the models show that the causes are concentrated to the "narrowness of the road", "disturbance of the flow" and "person-car conflicts".