

危険度認識のドライバー間の不一致度と交通事故の発生率* Variance of Drivers' Risk Recognitions and Occurrence of Traffic Accidents*

西村智明**・ハック=M=シャーム***・奥村 誠****・塚井誠人*****

By Tomoaki NISHIMURA**・Shamim M. HAQUE***・Makoto OKUMURA****・Makoto TSUKAI*****

1. はじめに

交通事故の防止は、交通工学に科せられた重要なテーマであり、交通事故の発生メカニズムの解明に向けて様々な研究が実施され¹⁾、近年ではドライバーの危険度の認識に関する研究も行われるようになってきた。森地ら²⁾、古池ら³⁾の研究では、危険度認識の形成には道路構造や視認性、交通流特性が影響することが報告されている。危険度認識と交通事故件数との間の関係として、「地点の持つ危険度とドライバーの危険度認識の乖離が事故発生に影響を与える」という仮説を立てることができよう。しかしこの仮説は車両単独事故を説明するに過ぎず、事故のメカニズムを説明できるものではない。交通事故の約8割を占めている車両相互事故は、各ドライバーで地点に対する危険度認識が異なるにもかかわらず、ドライバーは地点に対する自らの危険度認識を元に相手の挙動を予測し、行動せざるを得ず、その結果予測と実際の相手の挙動に食い違いを生じるために起こると考えられる。

したがって本研究では、「同じ地点に対する危険度認識のドライバー間の不一致度が高いほど車両相互事故が多く発生する」という仮説を確認することを目的とする。対象地域は、広島県の中でも交通事故数が増加している東広島市とする。同市では広島大学、近畿大学の移転により若年齢ドライバーの急増、自動車保有数の急増が見られる。また大学機関、空港の移転にともない人口が増加し、商業活動に関連する事業車ドライバーの活動も盛んになっている。そこで、学生ドライバー、業務ドライバー、及び一般の市民にアンケートを行い、日常利用経路上で危険と感じる地点の調査を行った。これから各地点における危険度認識のドライバー間の不一致度を表す指標を定義し、1996年から1999年の間の事故発生件数との関連性を考察する。

2. 本研究の特徴

(1) 交通事故危険度に関する研究の経緯¹⁾

交通事故件数に基づく危険地点の抽出や、交通状況、道路構造、沿道状況等の事故関連要因を説明変数とし事故件数や事故率を目的変数とする多変量解析モデルの作成が一段落した1980年ごろから、道路の物理構造や交通特性のみでは説明できないより細かな事故特性を説明するために、ドライバーの注視行動の計測や危険意識を考慮するミクロな立場からの研究が始められた。また、「ヒヤリ、ハットマップ」の作成により、ニアミス現象をとらえて交通事故という低確率な現象をより安定的に分析する試みもなされており⁴⁾、ヒヤリハットマップの作成作業自体が参加者の安全意識を高めると共に、参加者の認識を実際の危険性との差異を埋める効果があると期待されている。

これらの研究では、交通事故という確率的データを補完するものとして意識指標を取りあげている。意識のドライバー間の不一致に着目した研究としては、喜多らによる合流部における減速・避走に関する一連のゲーム論的研究が挙げられるものの⁵⁾、意識指標のズレ、またはバラツキを統計的にとらえようとする研究は見られない。

(2) 本研究の視点

長年に亘る交通安全対策により、「誰が見ても危ないと感じるような地点」についての対策はかなりの程度進んだと考えられる。また、そのような場所では危険であるという認識が定着し、ほとんどのドライバーが注意深く運転することから、ドライバー間で危険度認識に不一致は生じにくく、かえって実際に発生する事故は少ないと考えられる。一方、見通しや幅員などの条件が良く、誰にとっても問題のない地点でもドライバー間で危険度認識に不一致は生じにくく、事故が起こりにくいのは当然である。従って危険性が少数のドライバーにしか認識されておらず、危険度認識にドライバー間で不一致が生じるような地点では、相手車両の予測に反する挙動に対処できずに交通事故が発生している可能性がある(図-1)。本研究では、アンケートにより同じ地点に対する危険度認識のドライバー間の不一致度を測定し、それが交通事故の発生要因になっているという仮説を立て、それを確認する。

* キーワーズ：交通安全、意識調査分析、GIS

** 学生員 広島大学大学院工学研究科

*** 非会員、Mr. Eng 広島大学大学院工学研究科

**** 正員、博(工) 広島大学大学院工学研究科

***** 正員、修(工) 広島大学大学院工学研究科

(〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1, TEL&FAX 0824-24-7827)

3. 使用データの概要

(1) アンケート調査

アンケートは運転経験、技能の特性の異なる学生・業務・一般の3グループのドライバーに対して行った(表-1)。調査では東広島市の幹線道路ネットワークを提示して、危険地点とその進入方向、日常利用経路の記入を求め(図-2)、指摘のあった地点ごとに、設定した項目(表-2)の中から該当する危険理由を回答させた。

アンケートの回答結果より、この地域ではネットワーク上の149カ所の交差点のうち、44カ所が危険地点として指摘されている。地点*i*を危険地点として指摘した回答者数 M_i を、その地点を日常経路として利用している回答者数 N_i で除した数値を、「危険地点指摘率」 $D_i = M_i/N_i$ と定義する。また、地点*i*の危険理由*j*の指摘数 M_{ij} を N_i で除した数値を、「危険理由指摘率」 $D_{ij} = M_{ij}/N_i$ と定義する。表-2には149地点についての危険地点指摘率と危険理由指摘率の平均値を示している。

これより、危険理由としては、「b. 見通しが悪い」や「d. 信号がない、少ない」、「f. 自動車の交通量が多い」などの項目の指摘率が高いことがわかる。

(2) その他のデータ

交通事故データは、西条署が住宅地図上に人身事故の発生地点をプロットした交通事故分析図を借用し、GIS上に入力した。今回の分析で用いる各交差点での事故発生件数は、着目している車両相互事故が集中する交差点の中心から30メートル以内の範囲で起こった車両相互事故の数とした。アンケートでは危険地点を進入方向別に指摘させたが、交通事故データが方向別のデータとして得られなかったため、分析単位は方向別とはせず、交差点ごととした。また、アンケートにより危険地点として指摘された箇所について、車種別交通量と幅員や車線数などの道路構造を実測した。

図-3は、東広島市の道路ネットワーク上の149地点について、危険地点指摘率と、1996年から1999年までに実際に発生した車両相互事故件数を散布図で表わしている(危険地点指摘率が0のプロットは複数の地点のものが重なっているため、プロット数は149より少ない)。これより、危険地点指摘率が高いほど交通事故発生件数が

表-1 アンケートの諸元

	配布・回収	配布枚数	配布対象	回収数	回収率
学生(広島大学)	直接・直接	100	2クラス	61	61%
学生(近畿大学)	直接・直接	120		92	77%
業務	郵送・郵送	444	222事業所	56	13%
一般(幼稚園児の家族)	間接・間接	362	1幼稚園	93	26%
全体		1026		302	29%

※2001年7月実施

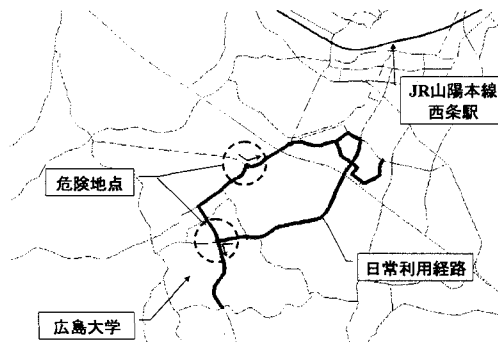


図-2 危険地点と日常利用経路

表-2 尋ねた危険理由と平均指摘率

項目	平均指摘率
危険理由指摘率 D_{ij}	
a : 道路のカーブ、勾配がきつい	0.82%
b : 見通しが悪い	2.42%
c : 道路の幅が狭い	0.66%
d : 信号がない・少ない	1.89%
e : 照明が不十分で暗い	0.19%
f : 自動車の交通量が多い	1.88%
g : 車種が入り混じっている	0.62%
h : スピードを出しすぎる車が多い	1.63%
i : 交差道路からの飛び出しが多い	1.70%
j : 沿道の商店等への出入りが多い	0.36%
k : 車道を通る二輪車・自転車が多い	0.43%
l : 歩道がない	0.34%
m : 歩行者の横断が多い	0.76%
n : 交差点の構造が悪い	0.49%
o : 信号の現示パターンが悪い	0.42%
p : 凍結が起こる	0.00%
危険地点指摘率 D_i	4.60%

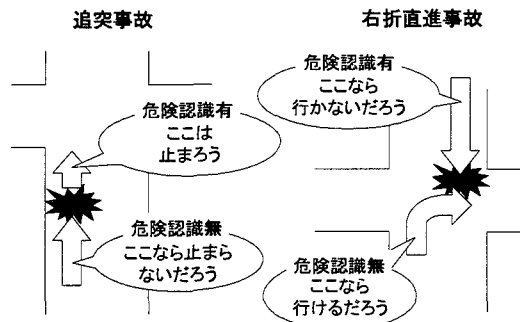


図-1 認識の違いで発生すると考えられる事故の例

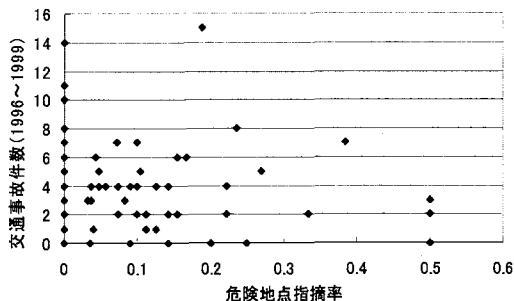


図-3 危険地点指摘率と車両相互事故発生件数

少ないという単純な傾向は見られず、旧来の仮説と本研究の仮説のどちらが正しいかを直観的に確認することはできない。また、交通事故の発生が確率的であるため、4年間の発生件数が0である地点も少なくない。

4. 交通事故発生モデル

(1) ポアソン事故発生モデル

交通事故の発生が稀現象であるとするれば、各地点 i での年間発生件数 x_i はポアソン分布に従うと考えられる。そこで年間平均発生率 λ_i を、 $\lambda_i > 0$ となることを保証するために対数を取り、地点ごとの説明変数 Z_{ik} の線形関数とおけば、次のような尤度関数、対数尤度関数が構成できる。

$$\log \lambda_i = \sum_k Z_{ik} \beta_k \quad (1)$$

$$L = \prod_i \frac{\lambda_i^{x_i}}{x_i!} \exp(-\lambda_i) \quad (2)$$

$$\log L = \sum_i \{x_i \log \lambda_i - \lambda_i - \log(x_i!)\} \quad (3)$$

最尤法により、対数尤度関数を最大にするパラメータ β_k を求めることができる。

(2) 対数トービットモデル

上記のモデルは理論に忠実であるものの、尤度関数の非線形性が強いために局所最適解しか得られない危険性が高い。また、事故件数が小さい領域ではポアソン分布の最大値はほぼ λ_i に等しい場所に現れることを考えれば、実際の観測数を直接回帰してもほぼ同様の結果が得られると考えられる。この時、年間発生件数 x_i が正数であることから、その対数を回帰することとする。また、0回という観測値は、1回未満の発生に対応すると考えると、以下のようなトービットモデルで表現できることになる。

$$\log \lambda_i = \sum_k Z_{ik} \beta_k \quad (4)$$

$$x_i = \begin{cases} 0 & (\lambda_i < 1) \\ \lambda_i & (\lambda_i \geq 1) \end{cases} \quad (5)$$

対数尤度関数は以下のようになり、最尤法によってパラメータ β_k と σ を求めることができる

$$\begin{aligned} \log L = & \sum_{i \in (x_i=0)} \log \Phi(-\log \lambda_i / \sigma) \\ & + \sum_{i \in (x_i=\lambda_i)} \{\log \phi[(x_i - \log \lambda_i / \sigma) - \log \sigma]\} \end{aligned} \quad (6)$$

Φ : 正規分布の分布関数 ϕ : 正規分布の密度関数

σ : 正規確率変数の標準偏差

(3) 危険度認識の不一致が与える影響の考慮

いずれのモデルにおいても、説明変数 Z_{ik} として、ま

ず地点の交通量や道路構造に関する変数のみを考える（このモデルをモデル0と呼ぶ）。なお、相関が高いことが予想される変数の組み合わせ（交通量と幅員など）について予め説明変数間の内部相関を調べたが、どれも相関係数は低く（ < 0.4 ）、深刻な重共線性は発生していないと考えられる。

次に、地点 i を通過するドライバーの危険度認識が、アンケートにより得られた分布に一致していると仮定する。地点 i において、地点 i を危険地点として認識しているドライバーが認識していないドライバーと遭遇する確率は、 $2D_i/(1-D_i)$ に等しい。この時、両者は異なる認識に基づいて互いに不整合な判断、行動を取る可能性があり、交通事故につながる危険性が生じる。従って年間平均発生率の説明変数として、各地点における認識の不一致の強度を表す $\delta_i = D_i/(1-D_i)$ を加えたモデルを推定する（モデル1）。

また、危険理由の中には、認識の不一致が直接車両相互の交通事故の発生につながらないものもあり得る。しかし、ある地点に対して何らかの危険認識を持つドライバーは、その危険理由が何であるにせよ危険を想定し、注意して通行することが考えられるので、あるタイプの危険度を認識しているドライバーと、全く危険度を認識していないドライバーの遭遇を考えた認識の不一致度 $\delta_i = D_i/(1-D_i)$ を定義し、危険理由の指標率を元に値を求めてモデルの説明変数に加える（モデル2）。

これら3つのモデルを比較することにより、適合度の改善をチェックすることとする。

5. 推定結果の考察

目的変数である事故発生件数の期間は、不一致度、道路構造や交通量といった各説明変数を2001年において用意しているため、これに近い期間に設定することが望ましい。しかし事故が稀事象であるため、少ない年数では0観測が多く、モデルの適合度が下がる。よって目的変数にとる期間を様々に変化させ推定を行った結果、表-3、表-4に示すように、ポアソン事故発生モデル、対数トービットモデルとも、1996年から1999年の4年間の車両相互事故の発生件数を目的変数に用いた場合の適合度が最も高かった。よって以下では4年間のデータから得られた結果について考察を行う。

ポアソン事故発生モデルの推定結果を表-5に、対数トービットモデルの推定結果を表-6に示す。パラメータ推定値は、正であれば事故数の増加に寄与する要因であることを意味する。ポアソン事故発生モデルと対数トービットモデルの推定結果は類似しているが、地点の交通量や道路構造などの説明変数の有意水準はポアソン事故発生モデルのほうがやや高く、事故件数のポアソン分布への適合が高いことがわかる。

説明変数に危険認識の不一致度を加えると、その値は正で有意となり、危険認識の不一致度が高いほど、事故数が増加する傾向があることがわかる。さらに危険理由別の認識の不一致度を加えると、ポアソン事故発生モデルでは「交通量が多い」という危険理由の認識の不一致度が関与している。しかし「見通しが悪い」という危険理由の認識の不一致度は、事故件数を有意に説明できないという結果が得られた。

以上のことから、危険認識の不一致度あるいは、「交通量が多い」という危険理由の認識の不一致度のパラメータが有意に正であり（モデルP1, T1, P2），認識の不一致度を考慮することによって、交通事故発生モデルの適合度が向上することがわかった。また、危険理由の認識の不一致度の中には、事故数の増加につながらないものもあることがわかった。

本研究で用いたサンプルでは危険地点指摘率が0.5を超える地点が無かったため、危険地点指摘率Dと不一致度 δ の間には正の相関がある。したがって δ のパラメータは危険地点指摘率の影響を表している可能性は否定できない。しかしパラメータ値は有意に正であるから、「危険認識が高いほど事故が少ない」という旧来の仮説とは矛盾しており、結果の解釈ができない。

以上の結果から、「同じ地点に対する危険度認識のドライバー間の不一致度が大きいほど、交通事故が多く発生するという本研究の仮説は支持されたと結論づけられる。

6. おわりに

本研究では、同じ地点に対するドライバー間の危険度認識の不一致度が大きいほど、交通事故が多く発生するという仮説を確かめることができた。ドライバーの安全教育の際に、特に住区内道路のように利用するドライバーが限られている道路では、認識のバラツキが大きい交差点の存在を示して注意を喚起することで、皆に危険認識を持たせ、認識の不一致が生じないようにすることが有効であろう。なお、筆者らは別途危険度認識の形成過程についての研究を進めている⁹⁾。本研究との統合が望まれるところである。

今後の課題として、交通事故発生の確率的な性質を踏まえ、ニアミスデータを用いてモデルの信頼性を改善することが望まれる。その他に、地点の平均発生率を説明するための変数として、より詳細な道路構造や周辺の土地利用のデータを加えることが必要であろう。

表-3 ポアソン事故発生モデルの目的変数と適合度

目的変数とする 事故発生件数	自由度調整済尤度比		
	モデル P1	モデル P2	モデル P0
1999年(1年間)	0.41	0.42	0.40
1998～1999年(2年間)	0.48	0.48	0.46
1997～1999年(3年間)	0.64	0.64	0.62
1996～1999年(4年間)	0.76	0.77	0.75

表-4 対数トービットモデルの目的変数と適合度

目的変数とする 事故発生件数	自由度調整済尤度比		
	モデル T1	モデル T2	モデル T0
1999年(1年間)	0.53	-	0.53
1998～1999年(2年間)	0.69	0.69	0.67
1997～1999年(3年間)	0.80	0.80	0.79
1996～1999年(4年間)	0.87	0.88	0.86

表-5 ポアソン事故発生モデルの推定結果

目的変数: 96年～99年	モデル P1	モデル P2	モデル P0
説明変数	推定値/(t値)	推定値/(t値)	推定値/(t値)
認識の不一致度: δ_i	2.8621 ** (4.431)		
認識の不一致度: δ_{ij} (理由: 見通しが悪い)		-0.1481 (-0.145)	
認識の不一致度: δ_{ij} (理由: 交通量が多い)		3.5046 ** (3.640)	
信号有無ダミー	0.0006 (0.009)	0.0005 (0.009)	0.0004 (0.009)
道路幅員	0.4350 ** (2.889)	0.3914 ** (2.618)	0.3944 ** (2.634)
交通量	0.9074 ** (9.696)	0.8639 ** (8.627)	0.9297 ** (11.736)
定数	-7.7010 ** (-9.281)	-7.1961 ** (-8.102)	-7.6818 ** (-10.158)
初期尤度	-1206.96	-1206.96	-1206.96
最終尤度	-316.49	-318.48	-323.29
尤度比	0.74	0.74	0.73
自由度調整済尤度比	0.76	0.77	0.75

表-6 対数トービットモデルの推定結果

目的変数: 96年～99年	モデル T1	モデル T2	モデル T0
説明変数	推定値/(t値)	推定値/(t値)	推定値/(t値)
認識の不一致度: δ_i	5.2252 ** (3.466)		
認識の不一致度: δ_{ij} (理由: 見通しが悪い)		1.3439 (0.571)	
認識の不一致度: δ_{ij} (理由: 交通量が多い)		4.6551 (1.617)	
信号有無ダミー	0.0011 (0.981)	0.0010 (0.893)	0.0009 (0.795)
道路幅員	0.2388 (0.533)	0.2342 (0.512)	0.2969 (0.638)
交通量	1.0901 ** (5.223)	1.0129 ** (4.682)	1.0639 ** (5.010)
定数	-9.3817 ** (-5.576)	-8.6459 ** (-4.960)	-9.1067 ** (-5.319)
分散	1.0904 ** (11.105)	1.1163 ** (11.066)	1.1410 ** (11.051)
初期尤度	-1001.66	-1001.66	-1001.66
最終尤度	-162.58	-166.09	-168.62
尤度比	0.84	0.83	0.83
自由度調整済尤度比	0.87	0.88	0.86

参考文献

- 1) 斉藤和夫 他：交通安全研究のレビューと今後の課題, 土木計画学研究・講演集, No16(2), pp143-154, 1993.
- 2) 森地茂・浜岡秀勝：交通事故の危険意識に関する考察, 土木計画学研究・論文集, No12, pp. 713- 718, 1995.
- 3) 古池弘隆・森本章倫・守谷隆志・白石慎重：認知空間を考慮した交通事故と危険意識に関する研究, 第 37 回土木計画学シンポジウム論文集, pp17- 22, 2001.
- 4) 加藤哲雄・李偉国・川上洋司・本多義明：潜在事故に着目した高齢運転者の事故特性に関する研究, 土木計画学・論文集, No. 17, pp. 899-906, 2000.
- 5) 喜多秀行・久保菌寛：低速合流時の合流挙動と潜在危険度に関する一考察, 第 12 回交通工学研究発表会論文集, pp. 81-84, 1992.
- 6) 西村智明・奥村誠・ハック=M=シャーミム・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集, pp. 29-32, 2002.

ドライバーの危険度認識と交通事故の発生率*

西村智明**・ハック=M=シャーミム***・奥村 誠****・塚井誠人*****

交通事故の約8割を占める車輻相対事故は、互いに異なる危険度認識を持つドライバーが遭遇し、それぞれが自らの危険度認識に基づいて相手の挙動を予測した結果が食い違うために起こると考えられる。本研究では、アンケート調査により得た結果から同じ地点に対する危険度認識のドライバー間の不一致度を測定し、それが大きいほど交通事故が多く発生するという仮説を立て、交通事故発生モデルを作成することにより確認した。その結果、交通事故発生という現象のポアソン分布への適合性が高いこと、また危険理由の認識の不一致度の中には、事故数の増加につながらない理由があることが明らかとなった。

Variance of Drivers' Risk Recognitions and Occurrence of Traffic Accidents*

By Tomoaki NISHIMURA**・Shamim M. HAQUE***・Makoto OKUMURA****・Makoto TSUKAI*****

Vehicle-to-vehicle type collisions, which make up 80% of traffic accidents, are considered to be the result of non-consistent behaviors of conflicting drivers due to their differences in risk recognition about any particular spot. With this research, the hypothesis that risk recognition difference has positive effect on the accident occurrence has been proven by constructing models of a traffic accident occurrence. In addition, from results of this research, the occurrence of traffic accident highly fits to Poisson distribution, and non-agreements of risk recognition for some reasons don't have positive effect on accident occurrence.
