

## 8. 交通事故危険度認知モデルの東広島市への適用

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○西村 智明  
 広島大学大学院工学研究科 正会員 奥村 誠  
 広島大学大学院工学研究科 非会員 Haque, S. M.  
 広島大学大学院工学研究科 正会員 塚井 誠人

### 1. はじめに

交通事故を防止するには、道路や自動車の改良と並び、ドライバーの認知・判断・予測のミスといったヒューマンエラーを抑えることが重要であり、危険度認知の研究が行われるようになってきたり。古池らは、ドライバーが認知する交通事故危険地点の多くが日常的な活動範囲内に含まれていることを指摘し、認知された地点の事故発生頻度との関係を分析している<sup>2)</sup>。

しかしこれらの研究は、認知心理学で提案された標準的な認知理論を踏まえたものでなく、関連性が明確でないため、今後認知心理学の知見を活用して研究の進展を図ることが容易でない。

本研究は、認知心理学の標準的な認知・記憶理論に沿った形でドライバーの交通事故危険度に関する研究仮説を立てる。一方、アンケート調査結果をGISを用いて加工して検証用のデータを作成し、提案した仮説を統計的に実証し考察する。

### 2. 交通事故危険度認知に関する仮説<sup>3)</sup>

認知心理学によると、「認知」とは、過去の経験に基づいた知識と感覚情報の比較により、現在置かれている状況を理解し、判断・行動すると同時に、将来に向けて記憶を蓄積する過程とされる。

脳内での記憶には機能が異なる3つの貯蔵形態が存在し、脳はこれらを運用することによって刻々と変化する環境へ対応すると考えられている(図1)。<感覚レジスタ>外界の情報が入力される受け皿。<短期記憶>感覚レジスタから選ばれた少数の情報を、短時間(数十秒以内)原型を損なわず保持する。<長期記憶>短期記憶に長時間、または頻繁に表象された過去の経験に関係する永続的な情報(規則、判断基準等)を保持する。

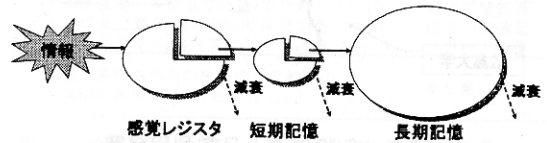


図1 記憶形成の流れ

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

認知の過程では感覚レジスタに保持された情報が短期・長期記憶値と比較されるが、両者の差異が大きいほど、強い認知が行われると考えられる。

この理論を運転中のドライバーに当てはめると、「ある地点の道路交通状況(感覚レジスタへの入力情報)と、直前利用道路の道路交通状況(短期記憶)及び日常利用経路の道路交通状況(長期記憶)との差異が大きいほど、交通事故の危険度は強く認知される」という研究仮説を立てることができる。

### 3. 分析の枠組み

本研究の対象地域は、大学や研究機関の移転、大型商業施設の出店等により近年急激に都市化が進行し、それに伴う交通事故の増加が問題化している広島県東広島市である。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図を提示して、危険地点とその地点への進入方向(直前利用経路)、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

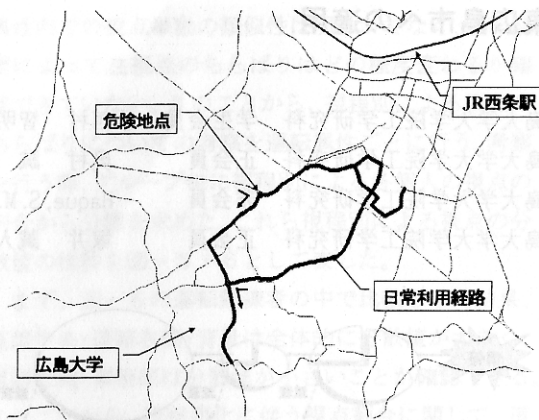


図2 危険地点と日常利用経路

表2 危険理由と広域的道路評価の項目

危険理由	広域的道路評価項目
見通しが悪い	道路の幅員
道路の幅が狭い	歩道の整備状況
自動車の交通量が多い	他の自動車の交通量
スピードを出しすぎる車が多い	他の交通のスピード
交差点の構造が悪い	

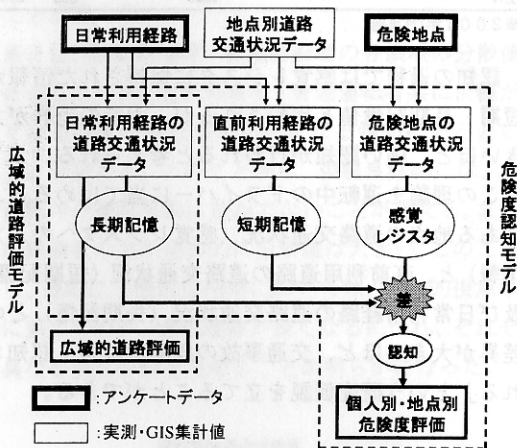


図3 分析の流れ

答させた(複数回答可)。このほか、東広島市の道路に対する段階評価値(広域的道路評価値)の回答も求めた(表2)。

これとは別に、提示した地図に含まれる幹線道路ネットワーク上のノード地点において、方向別車種別交通量と、方向別の幅員や車線数などの道路構造を実測した。アンケートデータと実測データは、GIS(地理情報システム)を用いてデータベース化した。以上の手順で収集したデータを用いてモデルの推定

を行い、研究仮説を検証する。分析全体のフローを図3にまとめる。

#### 4. 日常利用経路の代表値の選定

本研究では危険地点の交通量はその地点への進入交通量とし、直前利用経路の交通量は当該進入リンクの反対側のノードで測定した交通量を用いる(道路構造も同様)。

複数のリンクを含む日常利用経路の交通量(道路構造)の記憶は、何らかの代表値を用いて表現できると考える。一般に、外的な刺激に対する感覚強度は、刺激の対数に比例するとされているため、日常利用経路上の複数のリンクから入力される刺激(道路交通特性)の幾何平均を用いて長期記憶が表現できる可能性が高い。

そこで、回答者ごとに日常利用経路の情報から、単純平均、幾何平均、最大・最小などの方法で代表値を作成する。そのうちで、広域的道路評価値(表2)を最も良く説明できる集計方法を選ぶ。

広域的道路評価値との相関を見ると、単純平均と幾何平均が高かった。そこで個人ごとの単純平均値または幾何平均値を説明変数とし、広域的道路評価値を目的変数とするオーダープロビットモデルの推定を行い、適合度を表わす尤度比が大きくなるように説明変数を選んだ。モデルの評価関数:式(1)と対数尤度関数:式(2)を以下に示す。

$$V_i = \sum_j \beta_j X_{ij} \quad (1)$$

$$L = \prod_i \prod_k \Phi(\theta_k - V_i) - \Phi(\theta_{k-1} - V_i) \quad (2)$$

ここで、 $V_i$ : 評価関数の確定項、 $\beta_j \cdot X_{ij}$ : 評価関

数パラメータ・説明変数、 $\theta_k / \theta_{k-1}$ : 評価カテゴリkの上限/下限閾値、 $\Phi(\bullet)$ : 正規確率分布関数。

推定結果の一例として評価項目「道路の幅員」についての推定結果を表3に示す。推定値は、正であれば道路の幅員を低く評価していることを表わす。有意な説明変数から、年齢が高く、日常利用経路の幅員の幾何平均値が低い人ほど、東広島市の道路幅員を狭いと感ずる傾向にあることが分かる。

このほかの広域的評価値に関する推定結果より、

表3 広域的道路評価：「道路の幅員」の推定結果

説明変数	推定値
年齢	3.47E-02 *
大型免許の有無	3.57E-01
個人属性	
東広島市での自動車の運転経験年数	-3.34E-02
東広島市での自動車の運転頻度	-2.74E-02
東広島市以外での日常的な自動車の運転の有無	-2.83E-01
用日経常路利	
幅員(幾何平均)	-2.54E-01 **
自動車の交通量(幾何平均)	4.46E-04
大型車の交通量(幾何平均)	-4.89E-03
定数項	2.07E+00 *
閾値	1.23E+00 **
初期尤度	-223.40
尤度比	0.47
最終尤度	-119.51
サンプル数	126

\*\*は1%有意、\*は5%有意

道路の幅員や交通量などの連続変数については幾何平均値の、歩道の有無などのダミー変数については単純平均値の適合度が高いことが明らかとなった。以下の分析では、個人ごとの日常使用経路の代表値として、これらの集計方法で集計した値を用いる。

5. 交通事故危険度認知の要因分析

本節では、危険理由の認知の有無を目的変数とした2項プロビットモデルの推定を行い、危険度認知に影響する要因を明らかにする。説明変数(表4)に危険地点の道路交通状況データ  $x_0$  のみを用いた「地点モデル」、危険地点と直前利用経路  $x_0$  との差を用いた「直前差異モデル」、危険地点と日常利用経路代表値  $x_1$  との差を用いた「日常差異モデル」を、業務・学生・一般のグループごとに推定し、尤度比を比較する。

結果の例として学生・業務の「スピードを出しすぎる車が多い」という危険理由についての推定結果を示す。推定値は、正であればその危険度をより認知しやすいことを表わす。

学生(表5)では、直前差異モデルで規制速度、日常差異モデルで幅員の推定値がそれぞれ有意となった。適合度は直前差異モデルが最も高い。推定値

表4 危険度認知モデルの説明変数

種別	説明変数	以下の表示
道路	横断歩道の有無 (1:あり 0:なし)	横断歩道
	歩道の有無 (3:両側あり 2:片側(左側)あり 1:片側(右側)あり 0:なし)	歩道
	信号の有無 (1:あり 0:なし)	信号
交通	右折車線の有無 (1:あり 0:なし)	右折車線
	規制速度 (km/h)	規制速度
状況	幅員 (m)	幅員
	同じ進行方向の自動車交通量 (台/日)	同方向交通量
$x_n$	同じ進行方向の大型車交通量 (台/日)	同方向大型量
	対向右折の自動車交通量(直進時) (台/日)	対向右折交通
$x_1$	対向右折の大型車交通量(直進時) (台/日)	対向大型右折
	対向直進の自動車交通量(右折時) (台/日)	対向直進交通
$x_2$	対向直進の大型車交通量(右折時) (台/日)	対向大型直進
	無信号交差点:他方向自動車交通量 (台/日)	他方向交通量
$x_3$	無信号交差点:他方向大型車交通量 (台/日)	他方向大型量
	東広島市以外での日常的な自動車の運転の有無 (1:あり 0:なし)	東広島以外

表5 危険度：「スピードを出しすぎる車が多い」グループ：学生の推定結果

説明変数	地点モデル 直前差異モデル 日常差異モデル		
	推定値	推定値	推定値
横断歩道	-6.23E-01	-2.01E-01	-6.34E-01
歩道	-1.64E-01	-2.04E-01	-3.12E-01
信号	-3.47E-01	-2.27E-01	-7.22E-01
右折車線	6.19E-01	5.06E-01	1.96E-01
規制速度	-2.20E-02	-5.50E-02 *	-3.80E-02
幅員	2.12E+00	1.02E+00	4.94E+00 *
同方向交通量	-5.85E-01	-	-
対向右折交通量	5.22E-01	-	-
対向直進交通量	2.80E-02	-	-
他方向交通量	-4.49E-01	-	-
同方向大型量	-	4.18E-01	8.50E-02
対向大型右折量	-	3.22E-01	7.40E-01
対向大型直進量	-	3.20E-01	1.66E-01
他方向大型量	-	-2.74E-01	-6.80E-02
東広島以外	3.03E-01	6.51E-01	2.80E-01
定数項	2.23E+00	6.76E-01	1.41E+00
決定係数	0.16	0.24	0.19
最終尤度	-41.87	-38.86	-40.65
的中率	0.66	0.71	0.63

\*\*は1%有意、\*は5%有意

の符号から学生ドライバーは、直前経路に比べ規制速度の低い地点ほど「スピードを出しすぎる車が多い」と認知する傾向にある。業務(表6)では、直前差異モデルで横断歩道、同方向交通量、対向右折交通量、日常差異モデルで信号、幅員の推定値が有意となった。適合度は日常差異モデルが最も高かった。推定値の符号から、業務ドライバーは日常利用経路に比べ、幅員が広く、信号の無い地点ほど「スピードを出しすぎる車が多い」と認知する傾向にあることがわかる。

表7はグループ別危険理由別に推定した地点・直前差異、日常差異モデルのうち、最も適合度の高い

表6 危険度：「スピードを出しすぎる車が多い」

グループ：業務の推定結果			
説明変数	地点モデル		直前差異モデル
	推定値	推定値	推定値
横断歩道	3.06E-01	1.92E+00 **	7.03E-01
歩道	-7.50E-02	-1.00E-01	-5.40E-02
信号	-1.21E+00	-7.19E-01	-1.78E+00 *
右折車線	-6.80E-01	5.90E-02	-7.72E-01
規制速度	3.50E-02	9.00E-03	3.80E-02
幅員	4.11E+00 *	2.33E+00	3.43E+00 *
同方向交通量	-5.83E-01	-8.43E-01 *	-7.53E-01
対向右折交通量	8.70E-02	6.88E-01 *	1.75E-01
対向直進交通量	2.89E-01	2.67E-01	3.43E-01
他方向交通量	-3.53E-01	-5.00E-02	-3.14E-01
同方向大型量	-	-	-
対向大型右折量	-	-	-
対向大型直進量	-	-	-
他方向大型量	-	-	-
東広島以外	5.97E-01	5.16E-01	5.56E-01
定数項	-3.76E+00	6.43E-01	-7.23E-01
決定係数	0.35	0.30	0.37
最終尤度	-31.61	-33.32	-30.89
的中率	0.76	0.80	0.77

\*\*は1%有意、\*は5%有意

モデル・尤度比、有意な説明変数とそれらの符号をまとめた結果である。最も適合度が高いのは、学生ではほぼ直前差異モデルであり、業務では全て日常差異モデル、一般では地点モデル、次いで直前差異モデルの当てはまりがよかった。学生は運転経験が浅いため直前差異によって危険度を認知しているが、業務は豊富な運転経験に基づいて日常差異によって危険度を認知していると言える。

モデルの適合度は、学生および業務は比較的高いものの、一般は低い結果となった。これは一般のサンプルの中に性別や運転経験が異なり経験の運用の仕方の違うサンプルが混在していたために、一定の傾向が現れなかったと考えられる。

有意となった説明変数を比較すると、業務と一般では他の交通量が有意になる場合が多いのに対して、学生は有意にならない。すなわち学生は、道路構造は注意するが、交通量に対してあまり注意を向けていないため、他の交通に起因する危険を認知しにくい傾向にある。反対に一般は、他の交通量にきわめて敏感な傾向が見られる。

## 6. おわりに

認知心理学の理論に則って危険度認知モデルを推

表7 危険度認知モデルの適合度

危険理由	学生		業務		一般	
	直前 (0.29)	日常 (0.65)	直前 (0.29)	日常 (0.27)	直前 (0.28)	地点 (0.20)
見通しが悪い	信号	-	横断歩道	-	他方向交通量	--
	同方向交通量	+	規制速度	--		
			対向大型右折量	+		
道路の幅が狭い	日常 (0.34)	日常 (0.32)	幅員	-	同方向交通量	+
	横断歩道	+	右折車線	++	対向右折交通量	++
	幅員	--	対向右折交通量	+	東広島以外	+
自動車の交通量が多い	直前 (0.29)	日常 (0.27)	信号	-	同方向交通量	+
	幅員	--	右折車線	++	対向右折交通量	-
	東広島以外	-	同方向大型量	+		
スピードを出しすぎる車が多い	直前 (0.24)	日常 (0.37)	信号	-	対向右折交通量	-
	規制速度	-	幅員	+	対向直進交通量	-
					他方向交通量	--
交差点の構造が悪い	直前 (0.50)	日常 (0.37)	歩道	-	直前 (0.16)	+
	東広島以外	--	同方向交通量	+	信号	

※地点、直前、日常はそれぞれ地点モデル、直前差異モデル、日常差異モデルのうち適合度の最も高かったモデルを表す。+、-はパラメータの符号を表し、++、--は1%有意を、+、-は5%有意を表す。

定した結果、「ドライバーのある地点に対する交通事故危険度認知には、直前利用経路や日常利用経路との差異が影響を及ぼしている」という仮説が支持された。また、学生は短期記憶、業務は長期記憶を運用して危険度を認知しているなど、運転経験の差異が危険度認知のメカニズムの違いをもたらしていることが明らかになった。

今後は、危険度が認知された地点と実際の事故発生地点の関係を分析し、面的な道路整備計画を行う際に、交通安全の観点から留意すべき知見を明らかにする必要がある。

## 参考文献

1. 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.
2. 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.
3. Groeger, J.,A., Rothengatter, J.,A. : Traffic Psychology and Behavior, Transportation Research part F, Vo.1(1),pp1-9, 1998.