

主観リスクと運転効用を考慮した無信号交差点における車両挙動メカニズム分析

豊橋技術科学大学 非会員 ○松尾 幸二郎

豊橋技術科学大学 正会員 廣畠 康裕

豊橋技術科学大学 正会員 中西 仁美

1. はじめに

近年、車両相互の出会い頭での事故が増加傾向にある。特に無信号交差点では、停止・発進などの判断がドライバー任せになるため、わき見、あせり、思い込み等から安全確認が疎かになり、車両相互の出会い頭での事故や、歩行者・自転車の飛び出しによる事故に繋がることが多い。

また、一般に事故件数が多い交差点は危険と評価されるが、事故件数が少ない交差点が一概に安全とは言えない。ドライバーが危険を感じて安全運転をしているために事故が発生していない交差点もあるからである。そのような交差点ではドライバーの負担が大きい。従って、それぞれの交差点に適した交通安全対策を行うには、ドライバーの潜在意識も考慮した交差点の的確な評価が必要である。

本研究では、ドライバーが交差点環境を認知してから、判断・挙動に至るまでのメカニズムを、潜在意識を考慮した上で理論的にモデル化するとともに、観測調査でデータを収集、分析を行うことで理論の整合性や課題を検討することを目的とする。

2. 車両挙動モデルと交差点の評価

(1) 主観リスクと運転効用を考慮した車両挙動モデル

ドライバーは交差点環境や交通状況を認知し、車を進行させた場合の主観的な危険性を知覚すると考える。本稿ではこの主観的な危険性を「主観リスク」と呼ぶ。リスクを知覚したドライバーは、主観リスクと運転効用（車を進行させた場合の効用）を考慮して、瞬時にどのような車両挙動を起こすべきかを判断し、挙動に移していると仮定する。

ドライバーが知覚するリスクは、車両挙動と交差点の環境条件に影響されると考える。例えば進入速度が速くなる程リスクは上昇し、その関係は環境条件にも依存する。このようなリスクの変化を図-1の R に示す。

一方、運転効用は車両挙動のみに影響されると考える。例えば進入速度が速くなる程、効用は増えるが、その限界効用は低減していく(図-1の U)。

図-3の N は運転効用と主観リスクとの差である純効用を示したものである。ドライバーはこの純効用を最大化するような最適車両挙動を選んでいると仮定する。従って、主観リスクが増えれば、最大純効用や最適車両挙動が小さくなることになる。

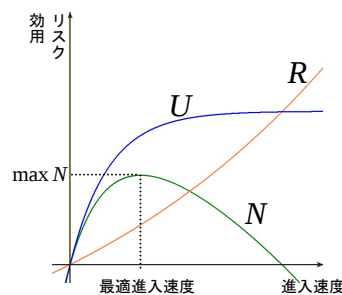


図-1 純効用最大化の概念

(2) 主観リスクと事故率による交差点の安全性評価

主観リスクと事故率を用いて交差点の安全性を大きく分類すると、A)主観リスクも事故率も低い交差点、B)主観リスクは高いが事故率は低い交差点、C)主観リスクは低いが事故率は高い交差点、D)主観リスクも事故率も高い交差点という4パターンに分類できると考えられる(図-2)。B、C、Dは良好な交差点とは言えず、Aの状態にすることが求められる。

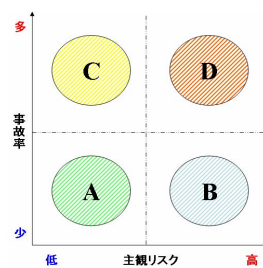


図-2 交差点の分類

3. 純効用最大化による車両挙動モデルの定式化

主観リスクを定量的に把握するために、純効用最大化モデルを定式化する。主観リスクと運転効用には(1)式、(2)式のような指数関数モデルを適用する。今回は単純化のために、説明変数となる環境条件を1つに限定した。

$$\text{主観リスク} : R = e^{\alpha \cdot x + \beta_1 \cdot E_1} - e^{\alpha \cdot x + \beta_1 \cdot E_1} \quad (1)$$

$$\text{運転効用} : U = 1 - e^{-\gamma \cdot x} \quad (2)$$

x : 車両挙動, E : 環境条件, α, β, γ : パラメータ

これらの差である純効用を最大にするような車両挙動を式を展開して求めると、(3)式のようになる。これらの係数をまとめると、(4)式のように車両挙動は、環境条件によって線形的にきまることになる。

$$\begin{aligned} \text{最適車両挙動: } x^* &= \arg \max (U(x) - R(x, E_1)) \\ &= \frac{-\beta_1}{\alpha + \gamma} \cdot E_1 + \frac{1}{\alpha + \gamma} \ln \left(\frac{\gamma}{\alpha} \right) \quad (3) \\ &: x^* = A_1 \cdot E_1 + B \quad (4) \end{aligned}$$

4. 観測調査と分析結果

(1) 車両挙動観測調査の概要

定式化したモデルの適用性を見るために、実際の交差点において車両挙動の観測を行った。

対象交差点: 豊橋市内における無信号交差点 18 箇所。

観測方法: 交差点の一時停止側一方向について車両をビデオカメラで撮影し、後にモニターで再生して車両挙動や交通状況を計測(図-3)。

計測対象項目(車両挙動): 進入速度(停止線手前 30m での平均速度), 安全確認時間(停止線付近で停止又は減速し, 安全確認してから最加速するまでの時間), 停止の有無(停止線でいったん停止するか否か)

計測対象項目(交差点環境条件): 対象車両の進行方向, 交差点進入時の車両及び歩行者等の有無, 観測時間帯における各種交通量, 道路幅員, ミラーの有無, 側方視距離, 一方通行か否か。

観測日時: 2006 年 10 月 13 日～2006 年 10 月 27 日の間の平日, 午前 7 時～9 時, 午後 16 時～18 時

以上の結果, 18 交差点合計で 641 台, 1 交差点当たり 36 台の車両挙動データが得られた。

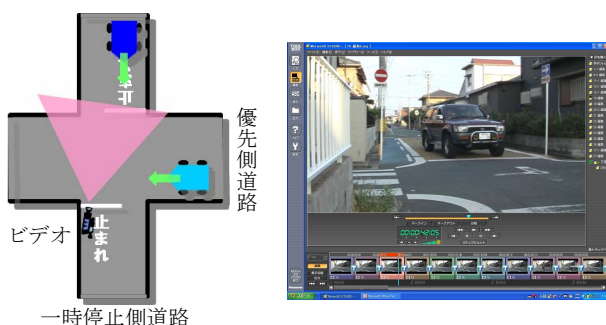


図-3 ビデオ観測方法

(2) 分析結果

まず, 午前と午後に分け車両挙動と交差点環境条件の相関係数を算出した結果, 午前・午後ともに, 進入速度と進行側一方通行の間に相関が見られた。そこで, 式(4)の目的変数を進入速度, 説明変数を進行側一方通行ダミー変数として回帰分析を行い, 式

(3)のパラメータを算出した(表-1)。図-4 はそのパラメータを適用して, 進行側一方通行か否かにおける主観リスク・運転効用・純効用を表したものである。一方通行である場合の方が主観リスクが低くなっており, その結果として純効用・進入速度が高くなっていることが分かる。

図-5は進行側一方通行の場合に午前と午後における主観リスク・運転効用・純効用を表したものである。午前の方が主観リスクが低くなっていることが分かる。

表-1 パラメータ算出結果

	α	β	γ	相関係数 r	r^2
午前	0.1132	-0.3235	1.0	0.62	0.39
午後	0.1401	-0.2039	1.0	0.49	0.24

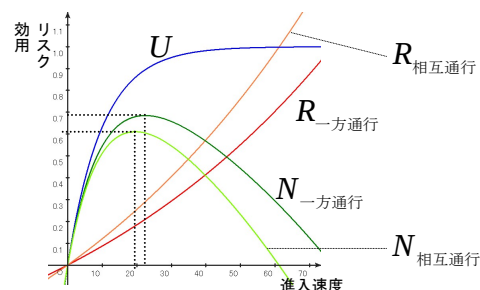


図-4 進行側一方通行の有無によるリスク・効用

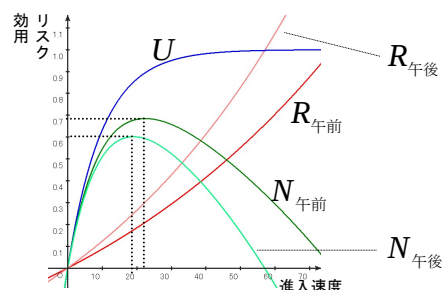


図-5 午前観測及び午後観測のリスク・効用

5. おわりに

本研究は, ドライバーは主観リスクと運転効用の差として形成される純効用を最大にするように車両挙動を起こしているという仮定に基づくモデルを定式化し, 実際の観測データをもとに分析を行った。その結果, 本モデルによって主観リスクを相対的に比較しうることや, 仮定が実際の車両挙動と矛盾していないことが示された。しかし今回は環境条件を 1 つに限定して分析を行ったため, 説明できない部分も多い。今後は観測地点を増やし, 環境条件を複数にして, 重回帰を用いた分析を行っていくことが必要である。