

信号交差点におけるリスクテイク行動に関するモデル分析

名古屋大学工学部 学生会員 ○磯和 賢一

名古屋大学大学院 学生会員 山口 哲

名古屋工業大学 正会員 鈴木 弘司

名古屋大学大学院 正会員 中村 英樹

1. はじめに

日本における交通信号のサイクル長は、一般的に長いと言われている。この長く設定されているサイクル長によって、信号交差点において、利用者は赤信号による遅れを回避するための信号無視や、信号切り替わり時における駆け込みでの交差点進入等の危険な行動を取りがちである。これらの行動によって他者との交錯が発生し危険である¹⁾。本来、安全な通行を確保すべき装置である交通信号が、その不適切なパラメータ設定のために逆に危険な状態や必要以上の遅れを招く場合がある。本研究では、信号交差点の複数の利用主体のうち自動車を主体として、遅れや交錯に関する挙動を分析し、リスクテイク行動選択モデルを構築する。そして、インターグリーンにおけるリスクテイク行動の要因について考察を行う。

2. 本研究におけるリスク

一般にリスクは、その発生頻度と強度の積で定義される。ここでは、下記の事象をリスクとして考え強度を定量化する。

(1) 交錯リスク

信号交差点において自動車を主体とした交錯として考えられるのは、直進車×対向右折車、左折車×対向右折車、右折車×交差方向直進車がある。今回、これらの交錯リスクを定量化するために、Allenらの提案する定量的指標であるPET(Post Encroachment Time)²⁾を用いる。PETは、交錯を起こす2者(例えば、図1のA、B)が交錯ポイント(図1のP地点)に到達する時刻(それぞれ T_A 、 T_B)の差($T_A - T_B = PET$)で表現される。すなわちこの値の絶対値が小さいほど衝突の危険性が高かったということになる。

(2) 追突リスク

追突として考えられるのは、先行車への追突、後続車からの追突がある。これらを定量的に表すために、今回は、車頭時間の逆数を用いる。先行車との車頭時間は図1の断面X、後続車との車頭時間は断面Yで計測した。ここでは、インターグリーン時に到着した車両に着目してデータを取得した。

(3) 遅れリスク

信号交差点での停止によって被る遅れを、そのまま遅れリスク強度として扱う。

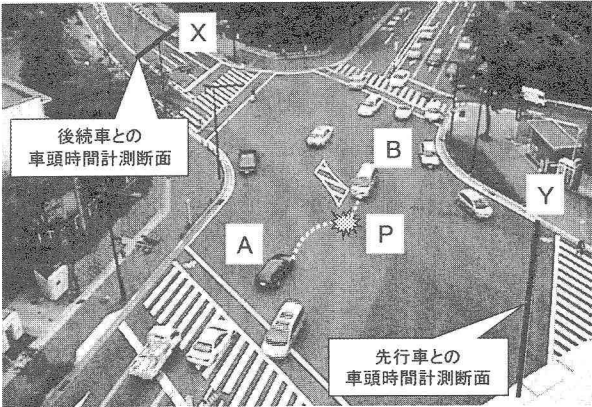


図1 ビデオカメラ映像(四谷通3)

表1 対象交差点

日付	調査時間帯	交差点	サイクル長
10/14 (火)	朝 7:30-9:30 通勤・通学の時間帯	自由が丘3	90s
		四谷通3	130s
		田代本通3	150s
10/15 (水)	昼 13:00-15:00 業務・自由目的交通の多い時間帯	四谷通3	130s
		御器所通	140s
	夕方 15:30-17:30 業務・帰宅目的交通の多い時間帯	今池	140s
		四谷通3	130s
		御器所通	140s
		今池	140s

3. 現地調査

本研究では、車両挙動に関するデータを取得するため、14台のビデオカメラを用い、2003年10月14日(火)、15日(水)に現地調査を行った。調査対象交差点は、サイクル長、幾何構造の違いや、利用目的の違い、利用者の個人属性を配慮し、上記の時間帯において名古屋大学周辺の5箇所の信号交差点を対象とした(表1)。現示パターンは、自由が丘3の3現示制御を除き、各方向に右折矢を伴った典型的な4現示制御である。

4. リスクテイク選択モデルのパラメータ推定結果

信号交差点における運転者の通過(リスクテイク・遅れ回避)、停止(リスク回避・遅れ受容)判断を次に示す非集計2項選択ロジットモデルで表現する。

$$p_{pass_k} = \frac{\exp[u_{pass_k}]}{\exp[u_{pass_k}] + \exp[u_{stop_k}]} \cdots (1)$$

ここで、

u_{pass_k} 、 u_{stop_k} : 効用関数

k : 車両の進行方向 (直進/右折/左折)

表2 パラメータ推定結果

説明変数		パラメータ[t 値]		
		直進	右折	左折
停止	遅れ[sec]	-1.05 [-2.92]	0.0114 [0.37]	-0.26 [-1.26]
	車頭時間の逆数 (後続車)[sec ⁻¹]	0.18 [0.10]	2.85 [1.05]	
	定数	85.5 [3.00]	3.47 [0.82]	24.1 [1.29]
通過	PET[sec]	1.57 [2.01]	0.72 [2.08]	1.28 [1.54]
	車頭時間の逆数 (先行車)[sec ⁻¹]	2.49 [1.26]	7.09 [2.14]	-10.0 [-1.11]
	尤度比	0.58	0.29	0.53
的中率		92.0	66.7	88.2
サンプル数		30	30	17

また、

$$u_{stop_k} = \alpha \cdot X_{del} + \beta \cdot X_{conrear} + \varepsilon$$

$$u_{pass_k} = \alpha \cdot X_{del} + \gamma \cdot X_{concro / conopp} + \delta \cdot X_{confront}$$

X_{del} : 遅れ[sec]

直進：信号で停止した場合、次の青時間までを遅れとする

右折：右折待ち行列に並び始めてから、交差点中央を通過するまでを遅れとする

左折：信号で停止した場合、次の青で横断歩道にいる歩行者が捌けて、横断歩道を通過するまでを遅れとする

$X_{conrear}$: 後続車との車頭時間の逆数[sec⁻¹]

ε : 定数項

$X_{confront}$: 先行車との車頭時間の逆数[sec⁻¹]

$X_{concro / conopp}$: PET[sec]

直進・左折：対向右折車との PET

右折：交差方向直進車との PET

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: パラメータ

パラメータ推定結果を表2に示す。いずれの方向についても、PETはほぼ有意であり、パラメータの符号は正である。これは、コンフリクトの程度が小さいほど、すなわち危険性が小さいほど通過を選択することを意味し、合理的な結果である。

直進・左折の遅れに関しては、パラメータが負となった。よって、サイクル長を長く設定し遅れを大きくすると、停止の効用が下がり、逆に通過の効用が上がる。このことから、インターグリーン時において無理に交差点に進入する車両が多くなることが考えられる。右折については、遅れは有意でなかった。

後続車との車頭時間の逆数については、各方向とも有意ではなかった。

また、直進・右折について、先行車との車頭時間の逆数のパラメータが正となったのは、先行車に続いてリスクテイクしやすいと解釈できよう。

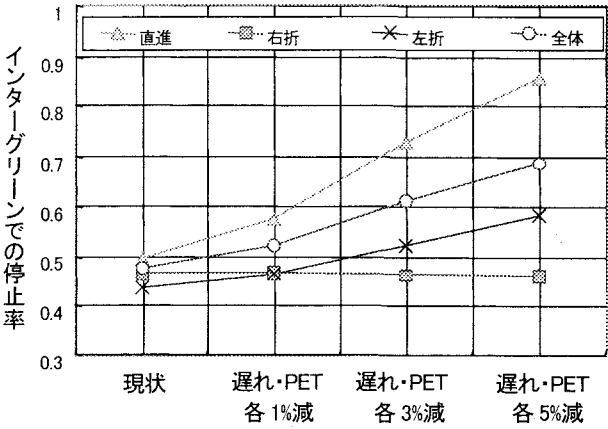


図2 感度分析結果

5. 感度分析

次に、本モデルを用いて、交差点改良(停止線セットバック量減少、車線幅員の縮小などの交差点規模の縮小)やサイクル長の短縮に伴い遅れが減少し、PETも小さくなるというシナリオを想定して感度分析を行う(図2)。

- シナリオ0：現状
- シナリオ1：遅れ1%減，PET1%減
- シナリオ2：遅れ3%減，PET3%減
- シナリオ3：遅れ5%減，PET5%減

直進・左折に関しては、遅れ・PETが減少することにより、停止率が上昇することが示されている。一方、右折については、ほとんど感度がない。このように、本モデルを適用することで、交差点改良や信号タイミングの変更に伴うリスクテイク挙動の変化を方向別に表現することができる。

6. まとめ

本稿では5つの信号交差点において、自動車を主体とした遅れや交錯に関する挙動を分析し、リスクテイク行動選択モデルを構築した。しかし、現状では、サンプル数が少ないこともあり、パラメータ推定結果として理解しがたいものが残されている。また、コンフリクトを表す量の読み取り精度も向上する必要がある。今後は、画像処理技術を適用し、これらのデータをより効率的かつ精緻に収集してさらに分析を行い、モデルの改良を行う。

参考文献

1) 鈴木弘司・中村英樹・山口哲：リスク概念を用いた交通信号のサイクル長評価フレームワーク，土木計画学研究・講演集，Vol.28，2003.
2) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, D.J. : Analysis of traffic conflicts and collision, Transportation Research Record, 677, 67-74, 1978.