

ドライバーの安全性・利便性に対する知覚コストに着目した無信号交差点環境の評価

豊橋技術科学大学 学生会員 加川一輝

豊橋技術科学大学 正 会 員 廣島康裕

豊橋技術科学大学 学生会員 松尾幸二郎

1. はじめに

近年、種々の交通安全対策や自動車性能の向上により、交通事故件数・死傷者数ともに減少傾向にある。しかし、それらの傾向は主に幹線道路で見られるものであり、生活道路における事故減少率は小さく、その生活道路を構成する無信号交差点において重大な事故が多々発生している。また、無信号交差点における交通事故の約6割が出合い頭事故で、非優先側道路から交差点に進入する車両の一時不停止や運転ミスなどが主な要因となっており、今後の改善が望まれている。

そのような中で、事故防止のための対策として、個々の車両速度抑制やドライバーの危険認知度上昇などが安全性の向上を目的に実施されている。しかし、それらには時間損失増加、ドライバーの精神的負担の増大といった利便性の低下が伴う。つまり、安全性と利便性はトレードオフ関係であり、互いに切り離せない存在だといえる。しかし、無信号交差点を対象とする既往研究では、安全性に着目した研究がほとんどで、対策評価においてドライバーの利便性を考慮したものは少ない状況にある。

そこで本研究では、無信号交差点通行の際にドライバーの負担となる安全性と利便性の両方に対する意識の大きさを数値的に示す指標を提案する。そして、これをドライバーの運転挙動と交差点環境条件（視距、道路幅員等）との関係から貨幣単位で推定するモデルを構築し、実際の交差点に適用した場合に一般的なドライバーは安全性・利便性に対してどれほどのコストを知覚して通行しているのか、道路の優先・非優先による相違がどの程度であるのかを明らかにする。

2. モデルの構築

(1) 運転挙動決定の仮定

ドライバーは交差点通行の際に、視距や道路幅員といった交差点環境条件を認知して危険性を知覚すると、減速等の安全性確保のための危険回避行動を

とる。一方、ある時間内に目的地に到達する必要のあるドライバーは危険回避による過度の時間損失は避け、利便性を優先した走行を行う。つまり、ドライバーは安全性と利便性のトレードオフ関係を考慮した上で総合的な意味での最適な運転挙動を決定していると考えられる。

(2) 知覚コストモデルの概念

本研究では、無信号交差点通行時のドライバーの安全性・利便性に対する意識の大きさを知覚コストという指標を用いて示す。安全性に対する安全性知覚コスト AC (Accident Cost) は、交差点通行に伴う時間超過（超過時間 t ）と交差点環境条件 E により規定され、超過時間 t が増加すると安全性知覚コスト AC は減少すると考える（式（1））。一方、利便性に対する利便性知覚コスト DC (Delay Cost) は、超過時間 t とドライバーの時間価値 w により規定され、超過時間 t の増加につれて利便性知覚コスト DC も増加すると考える（式（2））。そして、それらの和である総知覚コスト TC (Total Cost) が最小となる超過時間（最適超過時間 t^* ）を選択してドライバーは無信号交差点を通行していると考え（図-1、式（3）、式（4））。

$$AC = AC(t, E) \quad (1)$$

$$DC = DC(t, w) \quad (2)$$

$$TC = AC + DC \quad (3)$$

$$\begin{aligned} t^* &= \arg \min (AC + DC) \\ &= \arg \min [AC(x, E) + DC(x, w)] \end{aligned} \quad (4)$$

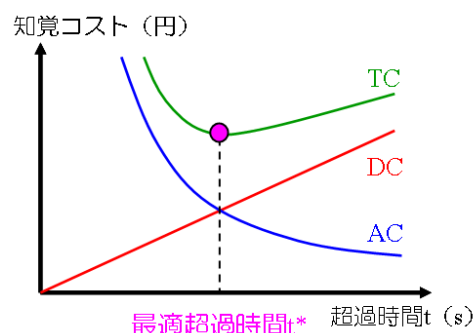


図-1 総知覚コスト TC 最小化の概念

(3) 知覚コストモデルの特定化

本研究では、以下の3つのモデルを検討する（式（5）、式（6）、式（7））。安全性知覚コスト AC は交差点環境条件 E の影響を受けつつ、超過時間 t の増加による曲線的な減少を仮定し、やや形を変えて3種類を提案する。利便性知覚コスト DC は全てのモデルで統一とし、ドライバーの時間価値 w を係数として超過時間 t の増加による直線的な増加を仮定している。ここで $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ はパラメータである。

モデル1 $TC = e^{-\alpha_1 \cdot t + \sum \beta_{1i} \cdot E_i + \gamma_1} + w \cdot t$ (5)

モデル2 $TC = e^{-(\alpha_2 + \sum \beta_{2i} \cdot E_i) \cdot t + \gamma_2} + w \cdot t$ (6)

モデル3 $TC = \frac{\sum \beta_{3i} \cdot E_i + \gamma_3}{t^{\alpha_3}} + w \cdot t$ (7)

3. データの取得

実際の車両を用いた走行実験により、無信号交差点通行時の運転挙動データを取得し、交差点を進入方向ごとに分けて超過時間 t（交差点手前 20m 地点の速度を基準として、その速度で全く減速せずに交差点を通行した場合の交差点進入前後 20m 区間の所要時間から実際にこの区間に要した時間を差し引いて算出）を計測した。実験対象は愛知県豊橋市の住宅街における全 19 箇所（全 47 進入方向）の無信号交差点であり、被験者 5 人が実験コース（図-2）を各々4回ずつ走行した。

4. モデルの検討と知覚コストの推定

知覚コストモデルに総知覚コスト TC 最小化の概念を用いて、運転挙動（超過時間 t）と交差点環境条件 E の関係から非線形回帰によるパラメータ推定を行った。ここで、交差点に優先側道路から進入する場合と非優先側道路からの場合では、明らかに運転挙動が異なるため、両者を分類分けした上で、3つのモデルを検討した。今回はモデルの解釈・取り扱いの容易さからモデル3を適用した場合について示す。パラメータ推定結果は表-1のとおりである（ $\alpha_3=1, w=0.83$ に固定）。実際の交差点に適用した場合の各交差点の総知覚コスト TC（図-3）について見てみると、非優先側から無信号交差点に進入するドライバーは優先側と比べて、約7倍程度のコストを知覚して通行していることが分かる。

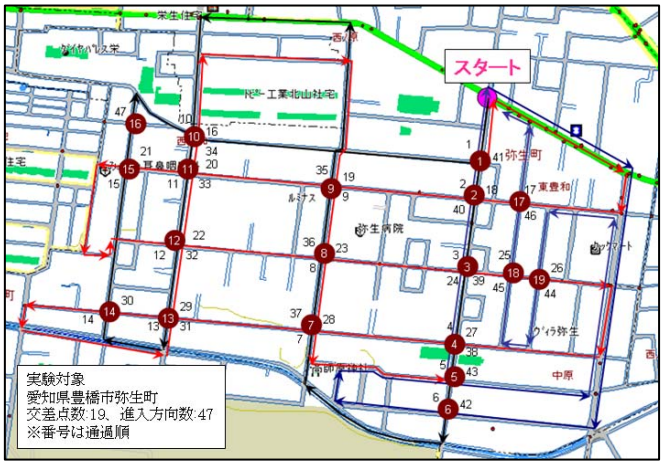


図-2 実験コースと交差点番号

表-1 パラメータ推定結果(モデル3)

説明変数		優先側		非優先側	
		偏回帰係数	t値	偏回帰係数	t値
通行車道幅員(m) E_1	(β_{31})	-0.535	-2.44	—	—
交差道路幅員(m) E_2	(β_{32})	—	—	2.52	2.70
交差点手前10m地点の視距(m) E_3	(β_{33})	-0.0318	-2.70	-0.113	-3.82
一方通行規制ダミー E_4	(β_{34})	-0.346	-1.96	-1.86	-2.25
定数	(γ_3)	2.73	3.13	4.20	0.833
決定係数 R^2		0.341		0.580	

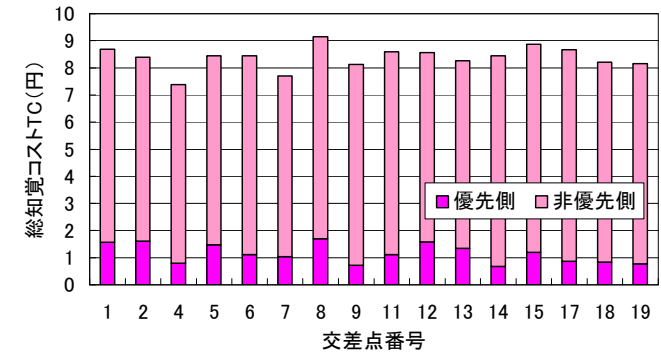


図-3 各交差点の総知覚コスト TC

5. おわりに

本研究では、知覚コストモデルを用いてドライバーが無信号交差点通行時に感じる安全性・利便性に対する意識の大きさを定量的に捉えることができた。これにより、安全性対策等の実施による知覚コストの変化が把握できるため、対策評価に活用可能であると考えている。しかし、今回用いたデータは交差点通行時に対向車や歩行者等の運転挙動に影響を与える要因の存在を省いているため、今後はこれらの要因を考慮した上でモデルの構築を行いたい。

参考文献

1) 松尾 幸二郎, 廣田 康裕, 中西 仁美: 安全性と利便性のトレードオフ関係を考慮した安全対策評価のための運転挙動分析モデル, 土木計画学研究・論文集, Vol.25, pp.989~996, 2008.