

知覚コストモデルを用いたドライバー視点からの無信号交差点環境の評価

豊橋技術科学大学大学院 学生会員 加川一輝
 豊橋技術科学大学大学院 正 会 員 廣島康裕
 豊橋技術科学大学大学院 学生会員 松尾幸二郎

1. はじめに

近年, 交通事故件数・死傷者数ともに減少傾向にあるが, 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, 車両速度抑制やドライバーの危険認知度上昇などの安全性対策が実施されているが, 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にあり, 互いに切り離せない存在だと言える. しかし, 無信号交差点を対象とする既往研究では, 安全性のみ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が感じていると考えられる安全性・利便性に対する負担意識の大きさを数値的に示す知覚コストという指標を提案する. 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)との関係から貨幣尺度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を明らかにするとともに, 交差点環境改善による効果の試算を行う.

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. 本研究では, 運転挙動として超過時間を用いる. これは, 交差点手前 20m 地点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 区間の所要時間と, 実際にこの区間に要した時間との差で定義される.

(2) 知覚コストモデルの概念

安全性に対する安全性知覚コスト AC (Accident Cost) は, 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)).

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

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

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

$$t^* = \arg \min [AC(t, E) + DC(t, w)] \quad (4)$$

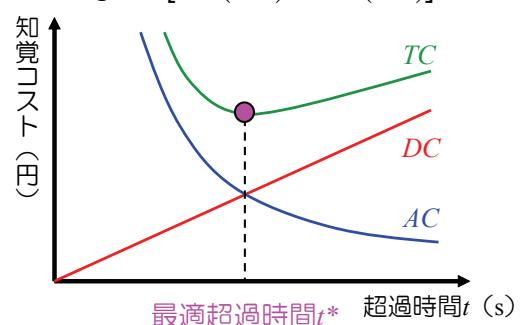


図-1 総知覚コスト TC 最小化の概念

キーワード: 無信号交差点, 交通安全, 知覚コスト, 運転挙動

連絡先: 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 TEL0532-44-6833 FAX0532-44-6831

(3) 知覚コストモデルの特定化

本研究で用いたモデルを式(5)に示す。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た。一方、利便性知覚コスト DC は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た。これを展開すると、総知覚コスト TC が最小となる最適超過時間 t^* は式(6)のように表される。ここで α , β_i , γ はパラメータである。

$$TC = \frac{\sum \beta_i \cdot E_i + \gamma}{t^\alpha} + w \cdot t \quad (5)$$

$$t^* = \left[\frac{\alpha}{w} (\sum \beta_i \cdot E_i + \gamma) \right]^{\frac{1}{\alpha+1}} \quad (6)$$

(4) パラメータ推定

最適超過時間 t^* を目的変数、交差点環境条件 E を説明変数とした非線形回帰分析により、パラメータ推定を行った(表-1)。超過時間 t は車両走行実験により計測されたデータを用いている。この実験は、セーフティレコーダ搭載車両で図-2に示す実験コースを走行したもので、全19箇所(全47進入方向)の無信号交差点通行時の運転挙動データを取得している。また、交差点環境条件 E については現地測量調査により計測し、最適超過時間 t^* と関係性の強い項目をモデルの説明変数として採用している。これらの変数の t 値はすべて有意な値を示しており、その符号についても、妥当なものとなっている。

ここで、 α の値を順次変化させながら他のパラメータの推定を行ったが、適合度が最大となったのは、 $\alpha=1.0$ のときであった。また、時間価値 w は簡単化のため 50 円/(分・台) という値を用いている。

3. 知覚コストモデルを用いた環境改善効果の把握

図-3は知覚コストモデルを適用し、現状の知覚コストと視距 E_3 が 30m 以上に拡大された場合の知覚コストの推定値を示したものである。現状では一般的なドライバーは、1 走行あたり優先側で 1 円程度、非優先側で 7 円程度のコストを知覚していることが分かる。また、視距の拡大による効果に着目すると、改善後、優先側ではほとんどの交差点においてコストは 0 円になり、一方で非優先側では 0.5 円程度減少することが確認できる。

表-1 パラメータ推定結果

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 E_1 (m)	(β_1)	-0.535	-2.44	—	—
交差道路幅員 E_2 (m)	(β_2)	—	—	2.52	2.70
交差点手前10m地点の視距 E_3 (m)	(β_3)	-0.0318	-2.70	-0.113	-3.82
一方通行規制ダミー E_4	(β_4)	-0.346	-1.96	-1.86	-2.25
定数	(γ)	2.73	3.13	4.20	0.833
決定係数 R^2 (サンプル数)		0.341 (21)		0.580 (21)	

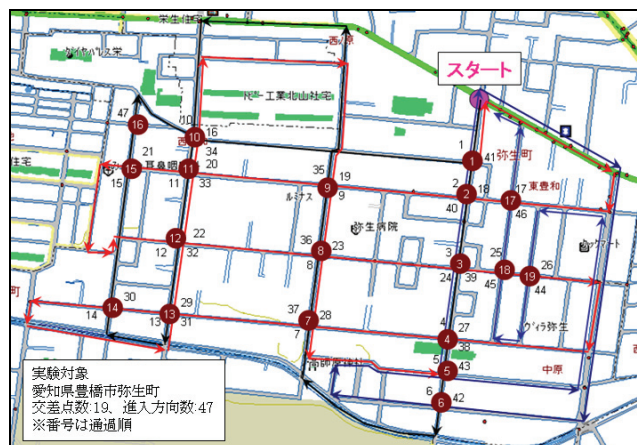
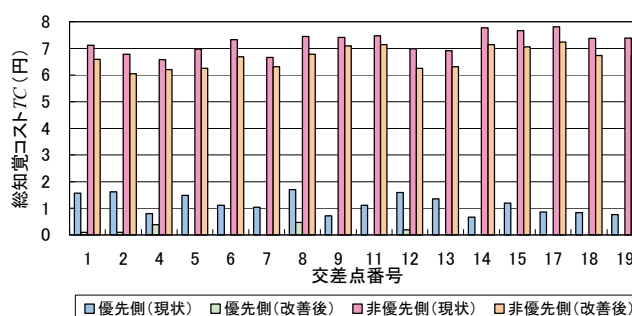


図-2 実験コースと交差点番号

図-3 視距改善による総知覚コスト TC の変動

4. おわりに

本研究では、車両走行実験により取得した運転挙動データを用いて、安全性と利便性を考慮した知覚コストモデルを構築し、実際の無信号交差点に適用することで、ドライバーがどれほどのコストを知覚しているのかを明らかにした。さらに、交差点環境改善による効果を、貨幣尺度での試算例にて示すことができた。しかし、車両走行実験でのドライバーの運転挙動は、実際のものとは異なる可能性がある。そこで、今後は観測調査を実施することで、より現実に近いデータを用いたモデルの構築を行いたい。

参考文献

- 1) 松尾幸二郎, 廣島康裕, 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.