

信号交差点区間の交通流に着目した交通安全対策評価のための車線選択挙動分析*

Analyses on the Lane Choice Behavior for the Evaluation of Traffic Safety Measures Focusing on the Traffic Flow between Signalized Intersections*

松尾幸二郎**・廣島康裕***・前田剛志****

By Kojiro MATSUO**・Yasuhiro HIROBATA***・Takeshi MAEDA****

1. はじめに

近年の自動車依存型社会において、交通事故は重大な社会問題となっている。我が国の交通事故死亡者数は、平成8年以降は1万人を下回り、年々減少傾向にある。しかし平成20年中の事故発生件数は765,510件、死亡者数は5,155人、負傷者数は90万人を超えており（944,071件）、依然として憂慮すべき状況にある。特に、一般国道、主要地方道、一般都道府県道といった主に幹線道路に当る道路で全事故の半数が発生しており、早急な対策が求められる。ただし、限られた財源の中では、効果的かつ効率的な交通安全対策の実施が必要であり、そのためには交通安全対策の効果予測および評価を適切に行うことが望まれる。しかしながら、実用的な交通安全対策の効果予測手法はまだ十分には確立されておらず、あくまで「効果がありそうな対策」が行われていることが多い。これは、事故多発地点が非常に多い上に、道路環境要因等が多岐に渡っており、それぞれの地点における事故発生メカニズムや対応する安全対策に関する知識の蓄積が不足していることに寄るところが大きいであろう。従って、それぞれの事故多発地点に対応した知識の蓄積が求められる。

本研究が対象としているのは、古くから存在する片側2車線幹線道路によく見られる右折専用レーンの無い信号交差点進入路である（図-1参照）。このような信号交差点進入路では、右折待機車両の存在によって、追越車線を走行していた直進車の動線が塞がれる。それによって、無理な車線変更を伴う交通流の乱れが生じ、それが追突事故を誘発していると考えられる。このような場合、右折専用レーンを設置することが最も有効な対策だと考えられるが、土地確保や費用面で非常に困難であることが多い。そのため、交通安全対策として、直進車が

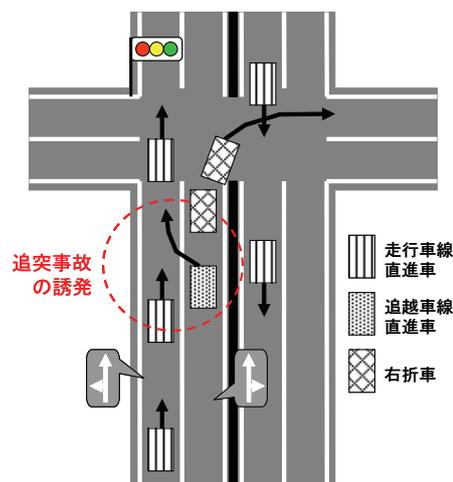


図-1 右折待機車による追突事故の誘発

追越車線に流入することをあらかじめ防ぐ目的で追越車線を完全に右折専用とするような事例も見られる。しかしこの場合は、右折待機車が存在しない場合も追越車線が利用できず、直進交通量に比べ右折交通量が少ないような地点では不効率である。また今後は、右折車に早めにウインカーを出させることやITS等による情報提供によって前方の右折車有無情報を後方車両ドライバーに伝え、早めの車線変更を促すといったことも期待される。しかしこれらの対策も、交通流特性等によって安全性や利便性に与える効果や影響の程度が異なると考えられるため、適切な効果予測を行うべきである。そのためには、まず信号交差点区間におけるドライバーの車線選択挙動の特性を十分に把握する必要がある。

そこで本研究では、片側2車線道路上の右折専用レーンの無い信号交差点進入路における追突事故を対象とした交通安全対策の評価を行うための基礎的研究として、1) 簡易的な交通量調査によって、信号交差点直前での車線変更が追突事故発生に関連していることを確認すること、2) ビデオ観測調査によって、信号交差点区間における交通流特性およびドライバーの車線選択挙動の実態を把握すること、3) 車線選択挙動モデルを構築し、ドライバーの車線選択要因を明確にすること、の3点を目的としている。

*キーワード：交通安全・追突事故・車線選択挙動

**学生員，豊橋技術科学大学 建設工学専攻

***正会員，工博，豊橋技術科学大学 建設工学系

****非会員，豊橋技術科学大学 建設工学課程

(愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1,

TEL : 0532-44-6833, E-mail : hirobata@tutrp.tut.ac.jp)

2. 既往研究のレビューと本研究の位置付け

(1) 信号交差点における追突事故に関する既往研究

信号交差点における追突事故に着目した研究には、特に信号切り替わり時の追突事故危険性に着目したものが多く存在する^{2) - 4)}。例えば片岡ら²⁾は、交差点に流入する車両の観測から、実際にドライバーの通過・停止判断がばらつく「Different Zone」を分析し、それが従来のジレンマゾーン・オプションゾーンと異なることを明らかにした。しかしながら、信号切り替わり時以外における追突事故危険性に着目した研究は少ない。Wangら⁵⁾は、負の二項分布を用いて各交差点における交通環境要因と車両1台当りの追突事故リスクの関係を統計的に分析し、車線変更が車両の急減速確率を増加させることや、右左折専用レーンのない交差点進入路において、右左折車両台数が直進車両の停止頻度を増加させることが追突事故リスクを上昇させるとしている。しかしあくまで考察に過ぎず、実証には至っていない。

本研究は、これまでの知識の蓄積が少ない信号交差点直前における車線変更と追突事故との関係に着目し、安全性の向上を目指すものである。

(2) 車線選択挙動に関する既往研究

本研究では、主にドライバーの車線変更挙動や車線選択挙動に着目しており、このような挙動を扱った研究は多く存在する。高速道路や一般道の織り込み区間に関して、中村ら⁶⁾は車線変更完了時の先行車や後続車との車両距離相対変化率という指標を用いて車線変更挙動をモデル化しており、宇野ら⁷⁾は受入車線前方走行車との相対速度および車尾時間、受入車線後方走行車との車尾時間を説明変数としたファジィ推論の適用による車線変更挙動のモデル化を試みている。また、中村ら⁸⁾は「車両速度が希望速度を下回り、かつ先行車両への追従状態にある場合や、自車の走行車線が下流交差点や駐車場入口部での進行方向別通行帯区分と一致しない場合に車線変更が動機付けされ、目標とする隣接車線のギャップを探索し、流入可能なギャップが見つければ車線変更を行う」というモデルを街路ネットワークのマイクロ交通流シミュレーションに組み込んでいる。

これらの車線変更挙動モデルは、ドライバーの周囲の交通状況という限定的な要素によって車線変更の意思決定が行われることを前提としたモデルである。しかし本研究において、前方（下流）に右折車が存在するかどうかの情報を後方車に伝えた場合の効果を予測する等の場合には、ドライバーがその周囲だけでなく、より下流の交通状況等を考慮して車線変更の意思決定を行っていることを表現できるモデルが必要である。そのためには、長区間における車両挙動の観測・分析が必要である。よ



図-2 調査対象区間

り下流の交通状況等の影響を考慮して車線変更挙動の分析をおこなった研究として、喜多ら⁹⁾は、高速道路ランプ流入区間上流500mから下流250mまでの長区間を上空から観測し、本線車の先行避走挙動について分析をした。その結果、「ランプ部手前において流入車両の存在を知りえない状況にあるドライバーが、合流部における交通錯綜を回避するために自らの経験をもとに先行避走を実行している」ことを明らかにした。また、羽藤ら¹⁰⁾は複数ビデオカメラによる画像とプローブカーの走行軌跡をマッチングし、高速道路長区間における車両の詳細な走行軌跡の取得を可能とし、車線変更挙動のモデル化を試みている。しかし、一般道において長区間における車線変更挙動や車線選択挙動を分析した研究はあまり見られない。

その中で本研究では、複数のビデオカメラを用いて信号交差点区間という長区間における車線選択挙動の実態を明らかにし、さらに車線選択挙動モデルの構築によって、ドライバーの下流における交通状況等が車線選択挙動に与える影響を分析する。

3. 車線変更と追突事故との関係

(1) 分析データ

信号交差点直前での車線変更が追突事故発生に関連していることを確認するため、豊橋市内国道1号線上の信号交差点10箇所（図-2参照）において簡易的な交通量調査を行った。各交差点につき「名古屋方面」と「浜松方面」の2方向の交差点進入路があるため、合計で20交差点進入路であるが、1つの交差点進入路のみ右折専用レーンが設置されているため、データは19交差点進入路分となる。調査は、各交差点進入路において、平日の朝8:00-9:00と夕方17:00-18:00それぞれ、3サイクル（計6サイクル）中の交差点通過台数、左折車両台数、右折車両台数、交差点中心から手前100mの区間における車線変更発生回数（追越車線から走行車線のみ）を取得した。

表-1 対象交差点進入路の概要および交通量調査結果

交差点進入路 (方面)	片側2車線幅員 (m)	左折	右折	追突事故 (件)	通過台数 (台/cycle)	左折車割合 (%)	右折車割合 (%)	車線変更発生割合 (%)
1 円六橋 (名古屋)	7.2	可	可	7	56	4.8	4.9	20.1
2 伝馬町 (名古屋)	8.2	可	可	3	48	0.0	3.6	12.9
3 東高校北 (名古屋)	8.4	不可	可	1	52	6.7	0.0	1.4
4 三ノ輪西 (名古屋)	7.3	可	可	2	44	0.0	0.0	2.2
5 三ノ輪町 (名古屋)	6.9	可	可	1	43	0.7	2.0	8.0
6 山中橋東 (名古屋)	7.0	不可	可	12	45	0.0	2.1	15.3
7 殿田橋 (名古屋)	7.9	可	可	3	46	17.5	0.4	4.6
8 西口町 (名古屋)	7.9	可	可	7	44	0.7	1.7	6.2
9 岩西歩道橋南 (名古屋)	7.3	可	可	4	52	0.0	7.1	17.3
10 円六橋 (浜松)	8.1	可	可	2	46	5.3	0.3	1.1
11 伝馬町 (浜松)	8.0	可	可	2	52	23.8	0.0	1.9
12 東高校北 (浜松)	7.5	可	不可	4	43	0.0	0.8	10.0
13 三ノ輪西 (浜松)	6.5	可	可	2	47	7.9	0.0	3.5
14 三ノ輪町 (浜松)	6.7	可	可	1	46	2.1	1.1	5.9
15 山中橋東 (浜松)	6.8	可	不可	6	43	6.6	0.0	1.2
16 殿田橋 (浜松)	7.1	可	可	11	35	2.9	8.7	12.6
17 西口町 (浜松)	7.1	可	可	2	37	0.5	3.8	8.2
18 岩屋町西 (浜松)	10.1	可	不可	3	36	5.8	0.0	0.4
19 岩西歩道橋南 (浜松)	6.9	可	可	4	41	1.3	6.6	14.2
平均	7.5			4.1	45.1	4.6	2.3	7.7
分散	0.8			3.2	5.6	6.4	2.8	6.1

調査時期はH20年6月24日～H20年7月18日である。各交差点進入路の概要、交差点中心から100mの区間における追突事故件数（H15～H17の総発生件数）、および調査結果を表-1に示す。左折車割合、右折車割合、車線変更発生割合はそれぞれ左折車両台数、右折車両台数、車線変更発生回数を観測時の交差点通過台数で除した値である。なお、事故データ取得期間と本調査期間における交通量やハード的状況の大きな違いは見られない。

(2) 追突事故件数に関する分析

図-3は各交差点進入路の信号1サイクル当りの平均通過台数と追突事故件数との散布図である。これからは通過台数と追突事故件数の間に相関関係は見られない。対象交差点が全て同一路線にあり、通過台数のばらつきが小さいためにこのような結果になったと思われる。このことは逆に、各交差点進入路における特性の違いが追突事故危険性に大きく影響していることを表していると考えられる。

図-4は各交差点進入路における左折車両割合と追突事故件数の散布図である。これからは左折車両割合と追突事故件数との間に相関関係はみられない。この結果はWangら⁵⁾の左折車台数増加が追突リスクを増加させるという結果と異なる。この理由としては、Wangらの分析には片側3車線以上の交差点進入路が多く含まれており、車線数の多い進入路では片側2車線進入路に比べ、左折のための車線変更が発生し易いためだと考えられる。

図-5は各交差点進入路における車線変更発生割合と追突事故件数の散布図である。車線変更が多い交差点進入

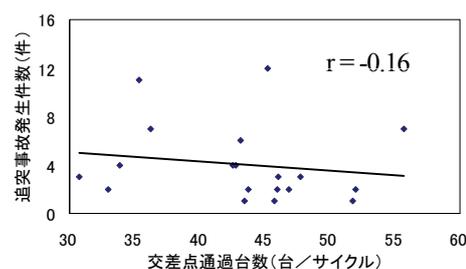


図-3 交差点通過台数と追突事故発生件数との関係

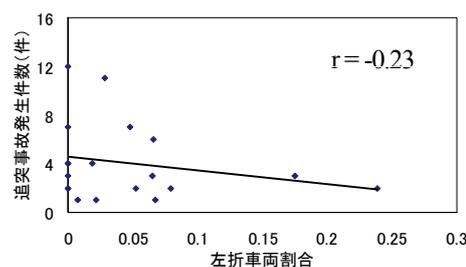


図-4 左折車両割合と追突事故発生件数との関係

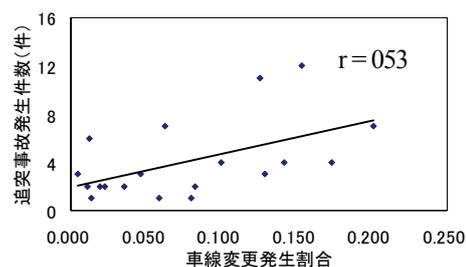


図-5 車線変更発生割合と追突事故発生件数との関係

路で追突事故が多くなっている傾向が見られる（有意確率0.02）． $r=0.53$ というのは一般にはそれほど強い相関関係とは言えないが、全ての追突事故が車線変更によって引き起こされている訳ではないことや、事故は起こそうとして起こすものではなく偶然性が大きいことを考慮すれば、信号交差点直前での車線変更が追突事故危険性を高める要因の1つであると言えるであろう。

また、図は割愛するが、右折車両が多い信号交差点進入路で追突事故が多くなる傾向も見られた（相関係数：0.47）．しかし右折車両割合と車線変更発生割合の相関係数が0.80であったことを考慮すれば、右折車両が多い交差点では、右折待機車を回避するための車線変更が発生し、それが追突事故危険性を高めていると考えるのが妥当であろう．もちろん右折待機している車両に追突するという事も考えられるため、これらについてはより詳細な調査・分析が必要ではあるが、どちらの要因による追突事故においても、前方（下流）に右折車が存在するという情報を後方車両に提供することができれば、追突事故危険性を低減できると考えられる。

4. 信号交差点区間における交通流の実態把握

(1) 対象交差点

信号交差点区間における交通流特性およびドライバーの車線選択挙動の実態を把握するため、ビデオ観測調査を行った．対象交差点は図-6に示す豊橋市国道1号上の殿田橋交差点進入路（浜松方面）（表-1中の16に対応）とした．この交差点進入路では、平成15年から平成17年にかけて追突事故だけで11件（交差点手前100m以内）発生しており、危険な交差点進入路となっている．右折専用レーンは設置されておらず、追越車線が直進・右折車線となっている．また、交差点手前約50mの部分に左に折れる形で道路が分岐しており、左折車のほとんどが信号交差点まで行かず手前で左折しているという特徴を持っている．交通量は非常に多く、その内の3台に1台が大型車となっている（表-2参照）．

(2) ビデオ観測方法

図-7に示すように対象交差点の1つ手前の信号交差点（山中橋交差点）から対象交差点（殿田橋交差点）までの区間を小区間に分割し（全6小区間）、各断面にビデオカメラを設置して、交差点区間の交通流をリアルタイムに撮影した．後に同期したビデオ画像から、車両1台毎に、各断面通過時間（車尾時間）、各断面において走行していた車線（走行車線か追越車線）、車種（普通車か大型車）、対象交差点における進行方向（直進・左折・右折）を取得した．観測日、観測時間帯、観測サイクル数は表-3に示す．



図-6 対象区間（○はH15-H17の追突発生箇所）

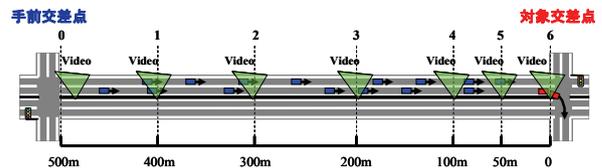


図-7 ビデオ観測方法

表-2 対象交差点進入路の交通量（9サイクル平均）

交通量	44.0 (台/cycle)	
直進交通量	34.7 (台/cycle)	(78.8%)
左折交通量*	6.8 (台/cycle)	(15.4%)
右折交通量	2.6 (台/cycle)	(5.8%)
大型車混入率	31.1 (%)	

*左折車交通量は手前交差点直後から対象交差点内まで左折した車両の総数
*cycle長：150秒（青：73秒，黄：3秒，赤：74秒）

表-3 観測日・観測時間帯・観測サイクル数

観測日	2008年12月18日（木）
観測時間帯	13:45～14:10（25分間）
観測サイクル数	9サイクル

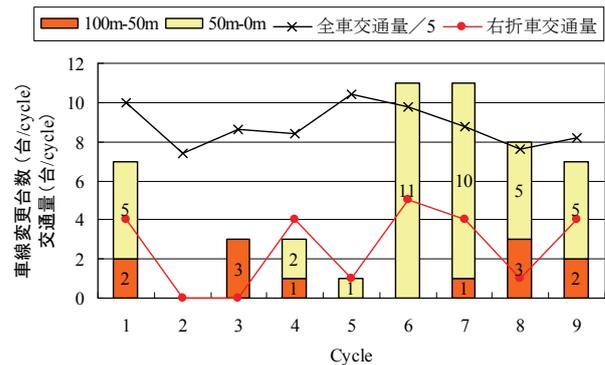


図-8 サイクル別車線変更台数と交通量の関係

(3) サイクル別車線変更台数と交通量の関係

図-8に、観測された各サイクル毎の対象交差点直前区間（交差点手前100m～50mおよび50m～0m）における追越車線から走行車線への車線変更台数と、そのサイクル中の全車交通量および右折車交通量を示す．全車交通量および車線変更台数との間には関係は見られない．一方、右折車交通量が多くなると車線変更台数も多くなるとい

う関係はある程度見受けられる。サイクル5と8で車線変更台数が大きく異なるのは、サイクル8における右折車は車群の前方におり車群に強く影響を与えていたのに対し、サイクル5の右折車は車群の最後方におり車群にほぼ影響を与えなかったためである。また、右折車がないサイクル3で車線変更が発生しているのは以下の理由が考えられる。ビデオによる目視から、これら車線変更が、目の前に赤信号によって停止している車両がいる状態での車線変更であることが分かっている。従って、右折車がないために追越車線の直進車両が増え一時的に走行車線より密度が高くなり、それを見た後続車が走行車線に移ったと考えられる。

(4) 右折車有無による交通流特性の比較

ビデオ観測を行った9サイクルの内、右折待機車が存在したサイクル(1, 4, 6-9:以下「右折車ありサイクル」と、存在しなかったサイクル(2, 3, 5:以下「右折車なしサイクル」)では交通流特性に大きな違いが見られたため、その違いについて考察を行う。なお、サイクル5では1台右折車が存在したが、交通流への影響はほとんど見られず、交通流特性がサイクル2, サイクル3に類似していたため、右折車なしサイクルとした。

まず、図-9および図-10に、手前交差点から対象交差点までの各小区間における車線別の平均走行速度を示す。図-9は右折車ありサイクルにおける各車線各車両の平均走行速度を平均したもので、図-10は右折車なしサイクルにおける各車線各車両の平均走行速度を平均したものを表している。なお、各車両の平均走行速度は、各断面通過時間(車尾時間)から算出した。また、ある区間で車線変更した車両および赤信号によって停止した車両の速度は、その区間の平均走行速度の算出からは除いている。これらを見ると、右折車あり・なしともに対象交差点に近づく程平均走行速度が減少する傾向にある。これは対象交差点に近づく程、赤信号による滞留の影響を受けるためだと考えられる。また、右折車ありの場合に、交差点直前において追越車線の平均走行速度が急激に減少していることから、右折待機車が交通流に及ぼす影響が非常に大きいことが分かる。その一方で、走行車線の平均走行速度は減少していない。従って、追越車線を走行していた車両が、一度右折待機車の後方で減速してしまった場合に、走行車線への車線変更に伴う危険性が非常に大きいと考えられる。

図-11および図-12には、手前交差点から対象交差点までの各断面における車線別の直進車交通量の推移を示す。図-11は右折車ありサイクルにおける各車線各断面の直進車交通量を平均したもので、図-12は右折車なしサイクルにおける各車線各断面の直進車交通量を平均したものを表している。なお、ここで直進車に限定しているのは、

前方(下流)の右折車有無に関わらず、基本的に左折車両は走行車線を、右折車両は追越車線を走行すると考えられ、前方(下流)の右折車存在有無の情報を与えた場合に挙動が変化するのが直進車であるからである。これ

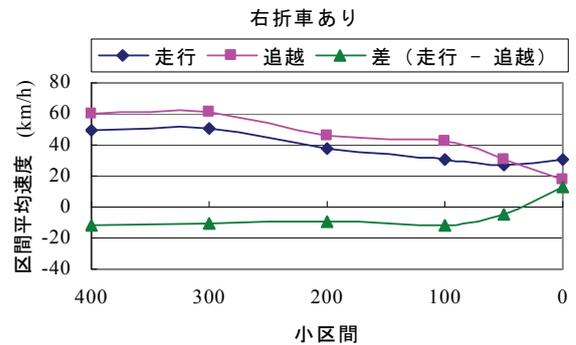


図-9 車線別区間平均走行速度の推移(右折車あり)

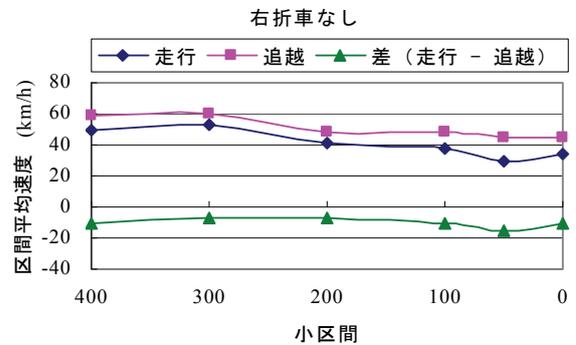


図-10 車線別区間平均走行速度の推移(右折車なし)

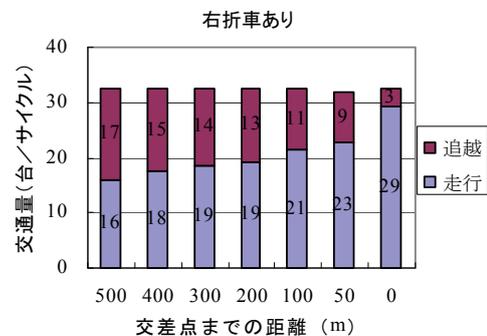


図-11 車線別直進車交通量の推移(右折車あり)

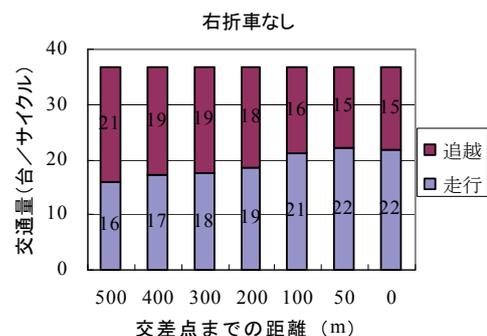


図-12 車線別直進車交通量の推移(右折車なし)

らを見ると、交差点手前50m~0mの区間では、右折車なしの場合は各車線直進車交通量が変化していないが、右折車ありの場合は一気に追越車線から走行車線へ移っているのが分かる。これは右折待機車を回避するためであることは明らかである。ここで非常に興味深い知見として、交差点手前500m-50mでは、右折車あり・なしともに、対象交差点に近づくほど追越車線から走行車線に少しずつ移っていくという類似した推移形状が見られるということである。すなわちこれは、対象交差点から遠い位置では前方（下流）の右折車有無に気づいていないが、経験等から、右折車が存在する可能性を考えて早めに走行車線に移る直進車がいるということである。これは喜多ら⁹⁾が着目している高速道路ランプ部上流における本線車の先行避走挙動と通じる部分がある。しかし、前方（下流）に右折車が存在しない場合にも早めに走行車線に移るといふ挙動は、本来必要のない過度な利便性低下行動と考えられる。従って、前方（下流）の右折車有無情報を提供することで、対象交差点直前における車線変更が減少することによる安全性向上に留まらず、過度の利便性低下の抑制にも貢献する可能性が示唆される。

5. 車線選択挙動モデル構築

(1) 車線選択挙動仮説

ドライバーがどのようにして車線を選択しているのかについて、本研究における仮説を示す。

仮に、走行車線を選択した場合、右折待機車による遅れを被る可能性やそれを回避するための危険な車線変更を行う必要がない。すなわち安全性と利便性を含めた意味での右折待機車遭遇リスクがないというメリットがある。しかしながら、低速車両や左折車の存在等によって追越車線に比べてスムーズな走行ができないという利便性面でのデメリットを被る。

一方、仮に追越車線を選択した場合、走行車線よりスムーズに走行可能という利便性面でのメリットはあるが、右折待機車遭遇リスクという安全性と利便性面におけるデメリットがある。

従って、ドライバーは、与えられた条件の下で、各車線を選択した場合の安全性と利便性のトレードオフ関係を総合的に評価し、それらの総合評価値が高い方の車線を選択していると考えられる。本仮説をもとに車線選択挙動モデルを構築する。

(2) 車線選択挙動モデルの概要

車線選択挙動は、ある条件の下で走行車線か追越車線のどちらかを選択するという離散選択挙動であると考え、非集計二項ロジットモデルを適用する。このとき、ある条件下で各車線を選択した場合の効用が、上述した

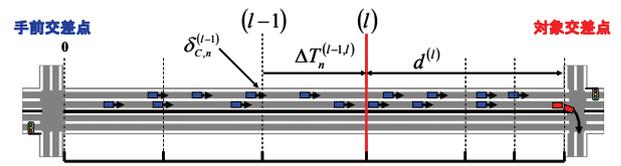


図-13 車線選択挙動モデルの説明変数

安全性と利便性の総合評価値と対応する。具体的には、ケース n （条件）における断面 (l) の走行車線（cruising-lane）選択確率を以下のように定式化した。説明変数は以下の3つを用いた。1つ目に、車線選択挙動はそれまでに走行していた車線に強く依存すると考えられるため、前断面で走行車線を選択していたら1、追越車線（passing-lane）を選択していたら0という前断面走行車線選択ダミーを用いた。2つ目に、対象交差点に近づくほど右折待機車遭遇リスクが増加し、走行車線に移らなければならないという意識が働くと考え、対象交差点までの距離を用いた。3つ目に、ドライバーはよりスムーズに走行できる車線を選択する傾向にあると考え、走行車線と追越車線の平均走行速度差を用いた。平均走行速度差は走行車線の平均速度から追越車線の平均速度を引いた値としている。図-13には説明変数を図示している。

$$P_{C,n}^{(l)} = \frac{1}{1 + e^{-\left(V_{C,n}^{(l)} - V_{P,n}^{(l)}\right)}} = \frac{1}{1 + e^{-\Delta V_n^{(l)}}} \quad (1)$$

$$\Delta V_n^{(l)} = a_0 + a_1 \cdot \delta_{C,n}^{(l-1)} + a_2 \cdot d^{(l)} + a_3 \cdot \Delta S_n^{(l-1,l)} \quad (2)$$

ここで、

$P_{C,n}^{(l)}$: ケース n における断面 (l) の走行車線選択確率

$\delta_{C,n}^{(l-1)}$: ケース n における前断面走行車線選択ダミー

(走行車線 : $\delta_{C,n}^{(l-1)} = 1$, 追越車線 : $\delta_{C,n}^{(l-1)} = 0$)

$d^{(l)}$: 断面 (l) から対象交差点までの距離

$\Delta S_n^{(l-1,l)}$: ケース n における小区間 $(l-1, l)$ の走行車線と追越車線の平均走行速度差（走行-追越）

a_0, a_1, a_2, a_3 : パラメータ

(3) パラメータ推定結果・考察

4章で採取・分析したデータを用いてパラメータ推定を行った結果を表-4に示す。なお、4章(4)節で述べた理由から、直進車データに限定しているため、ケー

表4 パラメータ推定結果

	変数の 平均値	パラメータ (t 値)	
		定数	(t 値)
前断面走行車線選択ダミー $\delta_{C_n}^{(l-1)}$	0.52	6.14	(23.2)
対象交差点までの距離 $d^{(l)}$	133.3	-0.0019	(-2.39)
平均走行速度差 $\Delta T_n^{(l-1,l)}$	-7.27	0.078	(6.63)
的中率		0.94	
ρ^2		0.71	
ケース数		1850	

ス数は直進車台数×断面の数である。まず前断面走行車線選択ダミーを見ると、パラメータが有意で正值となっている。すなわち、前断面で走行車線を選択していれば走行車線選択確率が高いことが表されている。このことから、一度走行車線を選択すると、その後追越車線を選択することが少ないということが分かる。

次に対象交差点までの距離を見ると、パラメータが有意で負値となっている。すなわち、対象交差点に近づくほど走行車線選択確率が高くなることが表されている。これは、ドライバーが、対象交差点から遠い位置では「対象交差点までに走行車線に移ることができる」という余裕意識を持っているが、対象交差点に近づくほどその余裕意識が弱くなり走行車線選択確率が上昇することによって考えられる。従って、対象交差点までの距離は、「走行車線に移るための余裕距離」と考えることができる。ここでの推定結果は、ドライバーが周辺の交通状況だけでなく、より下流での交通状況を考慮して車線変更の意思決定を行っているということを表している。

続いて、平均走行速度差を見ると、パラメータが有意で負値となっている。すなわち、走行車線の平均速度が相対的に高くなるほど走行車線選択確率が高くなることが表されている。これより、ドライバーが「よりスムーズな車線を選択したい」という意識を持っていることを確認できる。

(4) 車種別のパラメータ推定結果・考察

普通車と大型車では、運転性能の違い、車高による前方視距離の違い、事故時の被害程度の違い（普通車と大型車が衝突した場合明らかに普通車の方が被害が大きい）等、条件の違いが存在する。よって両者の運転挙動特性は異なると考え、それぞれに分けてモデルのパラメータ推定を行った。結果を表-5に示す。特徴的なのは、大型直進車において、対象交差点までの距離が有意になっていないとともに、普通直進車に比べ大型直進車の方が定数による影響が大きくなっていることである。このことから、大型直進車は前方（下流）に右折車が存在す

表-5 車種別のパラメータ推定結果

	パラメータ (t 値)			
	普通直進車		大型直進車	
定数	-0.94	(-4.69)	-1.38	(-5.26)
$\delta_{C_n}^{(l-1)}$	5.96	(18.5)	6.49	(13.7)
$d^{(l)}$	-0.0026	(-2.58)	-0.00068	(-0.52)
$\Delta T_n^{(l-1,l)}$	0.069	(4.71)	0.094	(4.71)
的中率	0.94		0.94	
ρ^2	0.71		0.72	
ケース数	1142		708	

る可能性に対する意識が低いことが示唆される。この理由としては、普通車に比べて前方の見通しが良いため早めに右折車の存在に気づくことができること、「もし右折車に遭遇したらそのときに回避すればよい」といったリスクテイキング傾向が強いことなどが考えられる。これらについてはアンケート調査等を用いたより詳細な分析が必要であるが、今回の分析結果から大型直進車と普通直進車の車線選択挙動特性の明らかな違いを示すことはできたといえるであろう。

6. おわりに

本研究では、右折専用レーンの無い片側2車線信号交差点進入路における追突事故を対象とした交通安全対策評価のための基礎的研究として、交通流調査とビデオ観測による実態分析および車線選択挙動モデルの構築を行った。複数地点を対象とした交通量調査では、信号交差点直前での車線変更が追突事故危険性を高める要因の1つであることが示された。また、複数のビデオカメラを用いて信号交差点区間という長区間における交通流を観測したところ、対象交差点から遠い位置では、前方（下流）の右折車有無に気づいていないが、右折車が存在する可能性を経験的に考え、早めに走行車線に移る直進車がいるという非常に興味深い知見が得られた。

車線選択挙動モデル構築では、直進車ドライバーは、「他車線との走行速度差」や「前方に右折車がいる可能性」、「走行車線に移るための余裕距離」を基に安全性や利便性を総合的に評価したうえで車線を選択していることが確認された。また、大型直進車と普通直進車とでは車線選択挙動特性が異なることが明らかとなり、大型直進車の方が、前方（下流）に右折車が存在する可能性に対する意識が低いことが示唆された。

今後の課題としては、観測対象地点を増やし車線選択挙動モデルの一般化を目指すこと、特に、右折車の発生率が大きく異なる複数の信号交差点進入路で観測を行い、ドライバーの主観的な「前方（下流）に右折車が存

在する可能性」に関する判断を明確に定量化することが挙げられる。また、本研究で構築された車線選択挙動モデルには、局所的な車線変更に大きく関係するギャップ選択が明示的に考慮されていないが、今後は長区間での車線選択挙動モデルによって大局的な車線変更を表現し、その後ギャップ選択という局所的な意思決定を表現する2段階モデルの構築を目指したいと考えている。

最後に、本調査を進めるにあたり、多大なるご協力を頂いた豊橋警察署、国土交通省中部地方整備局名古屋国道事務所の方々に心から感謝する次第である。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成20年中の交通事故死者数について、警察庁HP，2009.1.
- 2) 片岡源宗・橋本幸雄・熊谷靖彦・吉井稔雄：地域差を考慮した信号切り替わり時における停止判断挙動分析，土木計画学研究・講演集，Vol.31，CD-ROM，2005.
- 3) Sharma, A., Bullock, D. M., Peeta, S. : ReCASTing Dilemma Zone Design as a Marginal Cost-Benefit Problem, Transportation Research Record 2035, pp.88-96, 2007.
- 4) 鈴木理・中村良枝・浜岡秀勝：信号切替情報取得時のドライバー判断からみる安全性の評価，土木計画学研究・論文集，Vol.25，No.4，pp.919-928，2008.
- 5) Wang, Y., Ieda, H., Saito, K., Takahashi, K. : Using Accidents Observations to Evaluate Rear End Accident Risk at Four Legged Signalized Intersections, Selected proceedings of the 8th World Conference on Transport Research, Vol.2, pp.123-136, 1999.
- 6) 中村英樹・桑原雅夫・越正毅：織り込み区間の交通容量算出シミュレーション・モデル，土木学会論文集，No.440/IV-16，pp.51-59，1992.
- 7) 宇野伸宏・飯田恭敬・井坪慎二・菅沼真澄：織込み部における客観的コンフリクト分析と車線変更のモデル化，土木計画学研究・講演集，Vol.24，CD-ROM，2001.
- 8) 中村英樹・平松達仁・内海泰輔：微視的交通流シミュレーションと交通手段選択モデルを組合わせたパーク・アンド・ライド施策の評価システム，土木計画学研究・論文集，Vol.18，No.5，pp.795-802，2001.
- 9) 喜多秀行・塩谷直文・前田信幸：流入部における先行避走挙動の実態と交通への影響，第21回交通工学研究発表会論文報告集，pp.333-336，2001.
- 10) 羽藤英二・横田幸哉・中西雅一・北澤俊彦：車線変更挙動のモデル化と反応の非対称性に関する考察，第27回交通工学研究発表会論文報告集，pp.129-132，2007.

信号交差点区間の交通流に着目した交通安全対策評価のための車線選択挙動分析*

松尾幸二郎**・廣島康裕***・前田剛志****

右折専用レーンの無い片側2車線幹線道路の信号交差点進入路では、右折待機車回避のための無理な車線変更によって追突事故が誘発されていることが考えられる。本研究では、そのような信号交差点進入路における交通安全対策を評価するために交通流および車両挙動の特性を分析した。まず簡易的な交通量調査を行い、車線変更が追突事故危険性を高める要因の1つであることが示された。また、複数のビデオカメラを用いて信号交差点区間における車線選択挙動を観測し、下流に右折車がいる可能性を経験的に考えて早めに追越車線から走行車線へ移る車両が一定割合存在することを確認した。さらに、車線選択挙動モデルの構築により直進車ドライバーの車線選択要因を明らかにし、普通車と大型車の挙動特性の違いについて考察した。

Analyses on the Lane Choice Behavior for the Evaluation of Traffic Safety Measures Focusing on the Traffic Flow between Signalized Intersections*

By Kojiro MATSUO**・Yasuhiro HIROBATA***・Takeshi MAEDA****

At signalized intersections without exclusive right-turn lane on arterial roads with two-lane per one direction, the rear-end accidents may be induced by frequent and sudden lane changing of the through vehicles to avoid right turn vehicles waiting at the intersection. In this paper, in order to examine traffic safety measures at such place, traffic flow and vehicle behavior were analyzed based on traffic flow survey and video observation. Firstly, it was confirmed that the lane changing are significantly correlated with the number of rear-end accidents. Secondly, it was found that some portion of through vehicles change their using lane far before the intersection. From this result, it was assumed that the through vehicles may always consider the possibility of occurrence of the right turn vehicles in downstream. Finally, based on this assumption factors affecting the lane changing behavior were examined by estimating the lane choice model, and difference in behavior between standard-sized-vehicles and large-vehicles were discussed.
