

信号切り替わり時に発生した車両相互事故に関する研究*

A Study on Vehicle-to-vehicle Accidents in Intergreen Periods

萩田 賢司**・森 健二***

By Kenji HAGITA**・Kenji MORI***

1. はじめに

警察の交通事故統計によると、交通事故の約半数は交差点で発生している。交差点の事故防止対策の中で信号機はその中心的な役割を果たしてきた。しかし、交差点の交通事故の約4割は信号交差点で発生している。今日では信号機設置後の事故防止対策の重要性が増していると言える。

信号交差点における典型的な事故発生場面のひとつに、信号による通行権の切り替わり時（以下、信号切り替わり時とする）がある。信号切り替わり時は、黄信号終了後の駆け込みや青信号開始前のフライングといった危険な挙動が発生しやすい。信号切り替わり時の交通事故防止対策の検討にあたっては、こうしたタイミングで強引に交差点に侵入した当事者の運転行動の解明が必要と考えられる。しかし、警察の交通事故統計では交差点への進入タイミングが把握できないため、信号切り替わり時に強引に交差点に侵入した事故に着目した研究はあまりなされていない。

そこで本研究では、交通事故統計に加え、(財)交通事故総合分析センターが実施している事故例調査データを用いて、信号切り替わり時に発生した事故に着目した分析を行った。そして、信号切り替わり時間帯の事故発生危険度と事故の特徴を分析することを目的とした。

2. 先行研究

信号切り替わり時には、通常の減速度で停止することも、そのまま通過することもできないジレンマ・ゾーンが存在する。齋藤ら¹⁾は信号切り替わり時の運転行動を分析して、ジレンマ・ゾーンに車両が存在する確率を減少させるジレンマ感応制御を実用化した。その設置効果を検討するために、設置前後で交通事故の発生件数を比較したところ、設置後に事故が減少していることが示

された。現在、ジレンマ感応制御は、画像処理技術を用いて更に高度化されている²⁾³⁾。また、舟渡⁴⁾は、信号現示の切り替わり時の運転行動について、昼夜では運転行動に違いが見られることを示した。島村⁵⁾は、右折青矢現示後の黄、全赤時間の使われ方を分析し、青矢後の黄時間は交通処理に利用されている実態を示した。山岡⁶⁾は、信号交差点への接近タイミングと追突事故の関係を、運転者の停止・通過の判断を加えた上でモデル化した。

このように、信号切り替わり時間帯は事故発生確率が高いとされており、信号切り替わり時の運転行動については様々な形で分析されている。しかし、切り替わり時間帯とそれ以外の時間帯の事故発生確率を比較して定量的に示した研究は、あまり実施されていない。そのため、信号切り替わり時の事故実態を把握して、信号切り替わり時間帯の危険性を明確にすることを目的とした研究を行うこととした。

3. (財)交通事故総合分析センターが実施している事故例調査の概要

(財)交通事故総合分析センターでは、茨城県つくば市内に事務所を設置し、茨城県警つくば中央警察署を中心とした近隣の警察署管内で発生した事故を年間300件程度抽出して、詳細な調査を実施している。この調査では、人・道路・車両・人体傷害の4分野について、詳細な交通事故記録を収集している。調査対象とする事故は、近隣の警察署管内で発生したものをランダムに選定しているのではなく、人身の傷害程度が重大である事故、車両の破損状況が大きい事故を中心として選定されている。

この調査は平成5年から実施され、平成14年末までに約3,000件の事故例データが収集されている。本研究では、信号交差点での運転行動が四輪車と異なると想定される二輪車、自転車、歩行者が当事者となっている事故を分析対象から除いた。結果として、信号交差点における四輪車相互事故384件を分析した。

4. 研究方法

*キーワード：交通安全、交通制御、交通管理

**正員、工博、科学警察研究所(千葉県柏市柏の葉 6-3-1、TEL04-7135-8001、hagita@nrips.go.jp) 前(財)交通事故総合分析センター

***正員、工修、科学警察研究所(千葉県柏市柏の葉 6-3-1、TEL04-7135-8001、mori@nrips.go.jp)

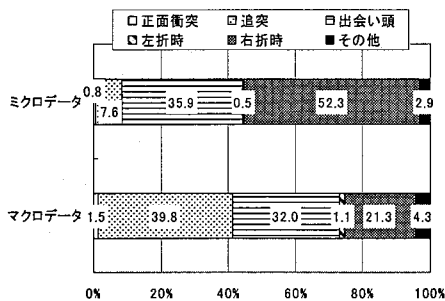
分析に用いたデータは、警察庁の平成 15 年交通事故統計データ（以下、マクロデータと称す）947,993 件と、(財)交通事故総合分析センターの平成 5 年～14 年の事故例調査結果（以下、マイクロデータと称す）である。分析の対象とした事故類型は信号交差点内（交差点付近は除く）で発生した四輪車相互事故とした。

まず、マクロデータとマイクロデータの分析結果を比較することにより、マイクロデータの特徴および位置付けを明確にした。

そして、マイクロデータを用いて、第一当事者の性別、年齢、事故地点の通行頻度等の属性に着目した分析を行った。また、マイクロデータでは、事故発生後、調査員による当事者に対する聞き取り調査および現地調査等を実施している。調査項目は、当事者の事故直前の行動、人的要因、調査員が判断した事故要因の総括や事故に対する参考意見も含まれており、これらのデータは記述式で記録されている。これらの記録から、信号交差点において第一当事者の信号現示の認識状況、交差点を通過したときの信号現示、事故直前の運転行動などを読み取った。そして、交差点通過時の信号現示と信号の認識状況、属性、通行頻度、車種の関係を分析した。

5. マクロデータとマイクロデータの事故類型別比較

図－1 は四輪車相互事故の事故類型別発生件数の割合をマクロデータとマイクロデータで比較した結果である。マイクロデータで捕捉されている事故の類型割合はマクロデータとは異なり、右折直進事故の割合が高く、追突事故の割合が低くなっている。



図－1 ミクロデータ(H5～14)とマクロデータ(H15)の事故類型別発生割合

この原因は、マイクロデータでは、危険認知速度が高く人身傷害程度が高い重大事故を優先して収集しているためである。表－1 は、マクロデータで一当、二当それぞれの運転者の危険認知速度ごとに事故類型別の発生件数と割合をみたものである。危険認知速度とは、運転者が事故の危険性を認知したときの走行速度である。これを

みると、危険認知速度が高い領域では、出会い頭や右折時事故の割合が高くなっている。マイクロデータではこうした状況の事故が比較的多く含まれていると考えられる。

表－1 車両相互事故の事故類型別・危険認知速度別発生状況(H15)

危険認知速度の項目	第一当事者					第二当事者				
	追突	出会い頭	右折時	その他	小計	追突	出会い頭	右折時	その他	小計
停止中	265 (55%)	62 (13%)	110 (23%)	48 (10%)	485 (93%)	30,513 (93%)	178 (1%)	497 (2%)	1,720 (5%)	32,908 (100%)
10km/h以下	8,386 (50%)	2,543 (15%)	4,346 (26%)	1,516 (9%)	16,791 (30%)	1,310 (41%)	1,798 (21%)	910 (9%)	402 (4%)	4,420 (100%)
20km/h以下	7,144 (34%)	4,507 (21%)	8,039 (38%)	1,393 (7%)	21,083 (68%)	592 (6%)	5,755 (68%)	1,888 (19%)	673 (7%)	9,725 (100%)
30km/h以下	5,507 (40%)	4,878 (36%)	2,403 (18%)	818 (6%)	13,606 (68%)	246 (3%)	5,896 (68%)	1,845 (21%)	658 (8%)	8,645 (100%)
40km/h以下	6,150 (37%)	8,390 (51%)	1,048 (6%)	827 (5%)	16,415 (59%)	230 (2%)	7,470 (58%)	4,313 (33%)	942 (7%)	12,955 (100%)
50km/h以下	3,784 (40%)	4,199 (44%)	869 (9%)	585 (6%)	9,437 (68%)	122 (1%)	3,219 (53%)	4,653 (75%)	753 (9%)	8,747 (100%)
60km/h以下	1,401 (38%)	1,540 (40%)	590 (15%)	322 (8%)	3,853 (68%)	44 (1%)	1,123 (27%)	2,641 (63%)	380 (9%)	4,188 (100%)
70km/h以下	328 (34%)	315 (33%)	202 (21%)	109 (11%)	954 (68%)	7 (1%)	257 (23%)	745 (66%)	116 (10%)	1,125 (100%)
80km/h以上	98 (25%)	133 (34%)	111 (28%)	50 (13%)	392 (68%)	6 (2%)	60 (18%)	234 (70%)	35 (10%)	335 (100%)
調査不能	18 (25%)	27 (37%)	17 (23%)	73 (15%)	135 (68%)	11 (28%)	11 (45%)	0 (28%)	40 (9%)	40 (100%)

6. ミクロデータの分析結果

(1) 信号切り替わり時事故の定義

本研究における信号切り替わり時事故の定義は以下のとおりである。

- ・信号が青から黄や赤に切り替わったにもかかわらず、車両が交差点に進入して事故が発生した場合
- ・青現示開始直後に車両が交差点に進入して事故が発生した場合

これを右折直進事故と出会い頭事故の事故例を示すと、表－2 のとおりとなる。

表－2 信号切り替わり時事故の例

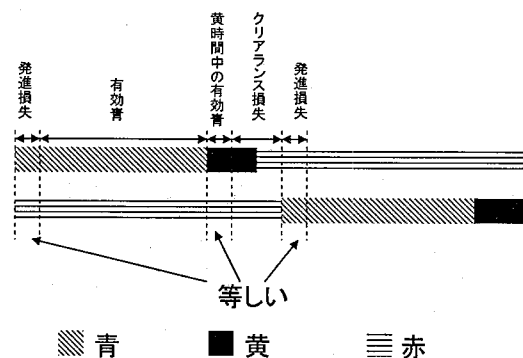
右折直進事故	出会い頭事故
・直進車の信号が青から黄、赤に切り替ったにもかかわらず、直進車が交差点に進入したために右折車と衝突した場合 ・直進車、右折車側の信号が赤から青に切り替ったときに、右折車が交差点に進み、直進車と右折車が衝突した場合	・交差点の信号待ちの先頭車が、青現示に従って交差点に進入し、交差点道路側から交差点に進入してきた車両と衝突した場合(強引な進入) ・信号が青から黄、赤に切り替ったにもかかわらず、車両が交差点に進入し、交差点道路側から信号が赤にも関わらず交差点に進入してきた車両と衝突した場合(フライング)

(2) 信号切り替わり時間の事故発生確率

一般に、信号切り替わり時間帯は他の時間帯より事故が発生する確率が高いといわれている。そのため、切り替わり時間帯に車両が到着しないような信号制御であるジレンマ感応制御が開発・実用化されており、事故防止

効果があることが示されている。

また、交差点の飽和度が 0.9 以下のときに、交差点の交通処理が可能⁹⁾であるとされている。このことは、信号切り替わりによる損失時間は全時間の 10%であることを示している。この信号切り替わりによる損失時間は図-2に示すとおり、クリアランス損失時間と発進損失時間からなり、黄表示と全赤の時間を合計したものとはほぼ等しい。



クリアランス損失+発進損失=信号切り替わりによる損失時間(全体の10%)

発進損失=黄時間中の有効青。

黄+全赤=信号切り替わりによる損失時間(全体の10%)

図-2 信号切り替わりの損失時間と有効青時間

なお、本研究の信号切り替わり時間帯の定義は、損失時間よりやや大きく、信号サイクル長に占める切り替わり時の時間は10%よりやや大きいと考える。図-3は、信号現示別の事故発生割合を示したものである。信号整理外とは、当該車両が信号整理の対象とされていない道路や車庫などから交差点に進入したために発生した事故である。信号切り替わり時の時間帯は、全時間帯の10%よりやや大きくなっているに過ぎないが、信号整理外、点滅信号、不明を除くと、信号切り替わり時の事故発生割合は約30%である。すなわち、信号切り替わり時は、信号切り替わり時以外の時間帯と比較して極めて

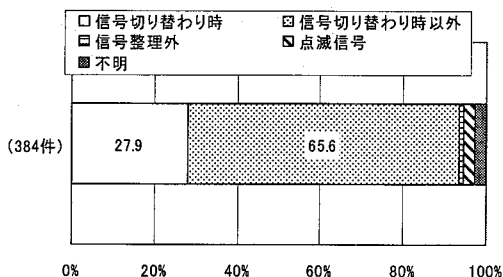


図-3 信号現示別事故発生割合

事故発生確率が高い時間帯であるといえる。以下の分析では、信号整理外、点滅信号、不明を除いた359件を対象とした。

(3) 信号切り替わり時事故の信号認識状況別分析

マイクロデータの調査では運転者に対して信号現示の認識について質問している。その質問項目は表-3の左列に示すとおりであり、“信号に従って進行した”、“黄信号だったので進行した”等の項目から選択する。これを元に本研究では、運転者の信号への認識状況として表-3の右列に示すような項目を定義した。

表-3 信号の認識についての質問項目と本研究での簡略項目

信号の認識についての質問項目	本研究での簡略項目
信号に従って進行した	信号に従う
黄信号だったので進行した	黄信号
すぐに青信号に変わるはずなので進行した	見切り発進
信号は見えなかった	見落とし・見誤り
信号を見誤った	見落とし・見誤り
信号に従わなくても安全と思い、進行した	故意
不明・その他・該当なし等	不明・その他・該当なし等

図-4は、信号切り替わり時事故における第一当事者の信号認識状況の割合を示したものである。この結果、“黄信号”、“見切り発車”、“故意”といった、危険を認識しているにもかかわらず交差点に進入したケースは合わせて36%に達する。一方、信号に従ったケースは約17%に過ぎないことが示された。

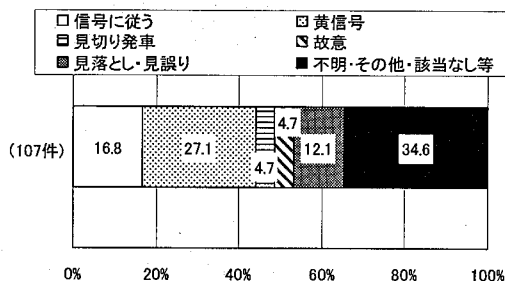


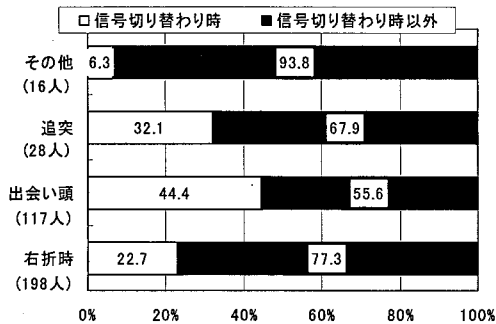
図-4 信号切り替わり時事故の信号認識状況別発生割合

7. 信号切り替わり時の発生割合の分析

(1) 事故時の信号現示別・事故類型別の分析

図-5は、事故類型別・信号現示別の事故件数割合を示したものである。これをみると、信号切り替わり時事故の割合が最も多いのは出会い頭事故で44%を占める。以下、追突、右折時の順になっている。一般に交差点に信号機を設置することで最も減らすことができる事故類型は出会い頭であるが、この種の事故は信号切り替わり

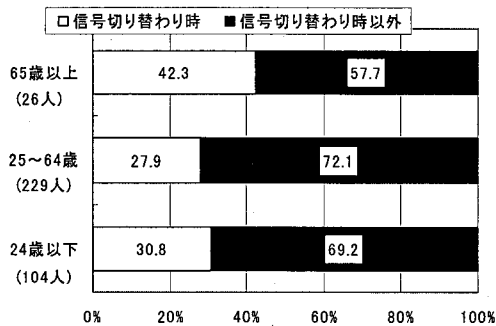
時というタイミングにおいては依然として発生しやすいことがわかる。



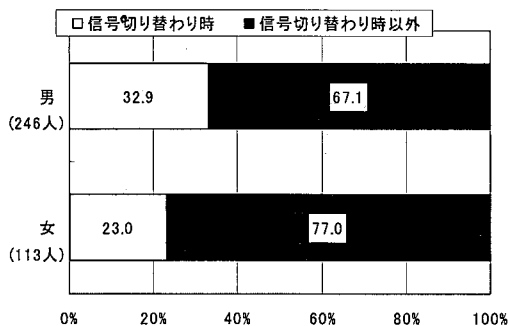
図一五 事故類型別・信号現示別事故発生割合

(2) 事故時の信号現示別・属性別の分析

図一六は、信号現示別・運転者の年齢層別の事故件数割合を示したものである。65歳以上の高齢者は、信号切り替わり時の割合が他の年齢層よりやや高い。高齢者にとっては信号切り替わり時の判断が難しいことが、こうした結果と関係していると考えられる。



図一六 年齢層別・信号現示別発生割合

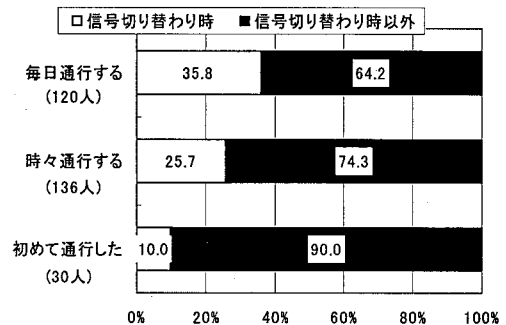


図一七 男女別・信号現示別発生割合

図一七は、信号現示別・男女別の事故件数割合を示したものである。男性は女性より、信号切り替わり時の割

合が高くなっている。男性は女性より、信号切り替わり時に交差点へ無理な進入をする傾向があり、その結果として、信号切り替わり時の事故の割合が高くなっていると考えられる。

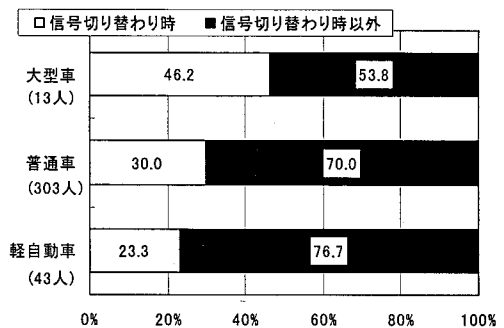
図一八は、信号現示別・通行頻度別の事故件数割合を示したものである。通行頻度が“該当なし・不明”の73名は、この集計から除外している。通行頻度が多くなるにつれて、信号切り替わり時の事故の割合が高くなっている。通行頻度が多い運転者ほど当該交差点の交通状況に慣れてくるため、信号切り替わり時に無理な進入をしてしまい、事故を引き起こしていると考えられる。



図一八 事故地点の通行頻度別・信号現示別発生割合

(3) 事故時の信号現示別・車種別の分析

図一九は、信号現示別・車種別の事故件数割合を示したものである。これを見ると、大型車は普通車と比較して信号切り替わり時に無理に交差点に進行する傾向にあると推察される。



図一九 車種別・信号現示別発生割合

(4) 信号切り替わり時事故に影響を与える要因のロジスティック回帰分析

以上の通り、当事者属性、通行頻度、事故類型、車種が、信号切り替わり時事故の発生割合に影響している。この関係を総合的に分析するために、男女(男、女)、年

年齢層(24歳以下、25～64歳、65歳以上)、通行頻度(初めて通行した、ときどき通行する、毎日通行する)、事故類型(右折時、出会い頭、追突、その他)、車種(大型車、普通車、軽自動車)を説明変数、信号現示(信号切り替わり時=1、信号切り替わり時以外=0)を目的変数としたロジスティック回帰分析を行った。

この結果は表-4に示すとおりであり、説明変数の中でパラメーターが大きなものが該当する場合には、信号切り替わり時事故の割合が高く、パラメーターが小さなものが該当する場合には、信号切り替わり時事故の割合が低くなっていることを示している。このロジスティック回帰分析で示された、各説明変数の中のカテゴリーが信号切り替わり時事故の割合に与える影響は、概ね図5～9の結果と同様な傾向を示しているといえる。

最も信号切り替わり時事故の割合に影響を与える説明変数は、パラメーター、有意差などから通行頻度であった。すなわち、毎日通行する場合には、信号切り替わり時事故の割合が非常に高く、初めて通行した場合には、信号切り替わり時事故の割合が非常に低くなることを示している。同様に、高齢運転者である場合、車種が大型車である場合には、信号切り替わり時事故の割合が高くなることを示している。

表-4 ロジスティック回帰分析の結果

	説明変数	パラメーター	t値	有意差
年齢層	24歳以下	-0.51	-1.01	
	25～64歳	-0.70	-1.49	
	65歳以上(ダミー)	0		
男女	男(ダミー)	0		
	女	-0.28	-0.98	
通行頻度	毎日通行する(ダミー)	0		
	ときどき通行する	-0.50	-1.70	
	初めて通行した	-1.56	-2.39	*
	該当なし・不明	-0.07	-0.20	
車種	大型車	0.69	1.10	
	普通車(ダミー)	0		
	軽自動車	-0.54	-1.29	
事故類型	右折時	-0.31	-0.68	
	出会い頭	0.61	1.29	
	追突(ダミー)	0		
	その他	-1.80	-1.59	
	定数項	0.13	0.20	
ρ^2 (尤度比)=0.19, **1%有意, *5%有意				

8. まとめ

マイクロデータは重大事故を中心としたデータであるため、マイクロデータとマクロデータを事故類型別に比較すると、構成割合が大きく異なってくる。そのため、マイクロデータはマクロデータを必ずしも代表しているものとはいえず、マイクロデータ分析の結果をもって、マクロデータに占める信号切り替わり時の事故の割合を断定することはできないと考えられる。しかし、マイクロデータという限られたデータの中ではあるが、信号交差点における四輪車相互事故を分析した結果、信号切り替わり

時は他の時間帯より事故発生確率が高いことが示された。

また、信号切り替わり時の事故の割合が高い属性は、大型車、男性、高齢者、事故発生地点の運転頻度が高いものであることが示された。男性の割合が高い要因としては、男性は女性より信号遵守意識が低く、無理な進入をする傾向があると考えられる。高齢者の割合が高い理由としては、高齢者は身体機能が衰えているため、信号機を見落としたり、交差点を通過するか停止するかの判断を誤ることが多いと考えられる。通行頻度が高い当事者は、慣れにより信号遵守意識が低くなり、交差点へ無理に進入をしていると考えられる。

9. 今後の課題

マイクロデータを事故類型別に集計したところ、マクロデータと構成割合が異なっており、マイクロデータは右折時の占める割合が高く、追突の占める割合が低い。つまり、事故類型別構成割合には重大事故を中心としたマイクロデータの特性が現れている。そのため、今後は重大事故以外も含めた事故データを収集する必要があると考えられる。このようなデータが収集できるならば、信号切り替わり時の事故の危険性をより明確に示すことができる。

地域等が限定されているが、信号切り替わり時には事故発生確率が高いことが示されたことを、様々な交通安全教育等の機会で紹介していく必要がある。それに併せて、信号切り替わり時に安全かつ円滑に交差点を通過できるような運転者教育を行っていく必要がある。また、信号切り替わり時の交差点への進入を防止するためのジレンマ感知制御信号等を、更に普及、あるいは高度化させていく必要もある。

参考文献

- 1) 重田 清子、齋藤 威：ジレンマ現象計測装置によるデータ収集と現象解析、第12回交通工学研究発表会論文集、pp.25～28、1992
- 2) 齋藤 威、倉内 博、織田 利彦：クリアランス制御とその実験結果について、第12回交通工学研究発表会論文集、pp.33～36、1992
- 3) 齋藤 威：ジレンマ・ゾーンの回避を意図した信号制御方式とその効果、交通工学、vol.29、No.6、pp.11～22、1994
- 4) 高津 茂夫：追突事故等防止のための信号制御手法の高度化(画像処理技術を用いたジレンマ感知制御の高度化)、交通工学、vol.38、No.2、pp.25～29、2003
- 5) 齋藤 威、板倉 誠司、高橋 義典、北川 朝靖：空間型感知器を用いたジレンマ感知制御の開発、交通工学、vol.39、No.3、pp.63～72、2004

- 6) 舟渡悦夫、栗原繁憲：昼夜別にみた信号現示変わりににおける車両挙動特性、第46回土木学会年次学術講演会講演概要集第4部、pp.216-217、1991
- 7) 島村洋介、越正毅、安井一彦、星川健太郎：右折青矢現示のある交差点における黄表示の使われ方に関する研究、第21回交通工学研究発表会論文報告集、pp.257-260、2001
- 8) 山岡伸匡、吉井稔雄、北村隆一：信号交差点への車両接近タイミングと追突事故との関係分析、第29回土木計画学研究発表会・講演集、CD-ROM(No.50)、2004
- 9) 交通工学研究会：平面交差の計画と設計(基礎編)、p56、2004

信号切り替わり時に発生した車両相互事故に関する研究*

萩田 賢司**・森 健二***

(財)交通事故総合分析センターが収集している事故例調査結果を用いて、信号の切り替わり時に発生した車両相互事故を分析した。信号交差点で発生した車両相互事故の約30%が信号切り替わり時に発生していることが示され、切り替わり時間帯は事故の発生確率が高いことが定量的に示された。信号切り替わり時事故は、危険を認識しているにも関わらず交差点に進入しているために発生している割合が高く、また、出会い頭事故は信号切り替わり時に発生している割合が高かった。当事者属性に着目して分析すると、信号切り替わり時事故は、大型車、男性、高齢者、毎日通行するものの割合が高いことが示された。

A Study on Vehicle-to-vehicle Accidents in Intergreen Periods*

By Kenji HAGITA**・Kenji MORI***

Using the data of ITARDA Micro Accidents Research, vehicle-to-vehicle accidents in intergreen periods were analysed. Thirty percent of Vehicle-to-vehicle accidents occurred in intergreen periods at signalized intersection, intergreen periods were hazardous. Angle accidents occurred more in intergreen periods. More drivers that cause vehicle-to-vehicle accidents in intergreen periods recognized hazard. Analyzing by attribute, heavy vehicle, man, elder and high frequency drivers cause vehicle-to-vehicle accidents in intergreen periods more.