

住居系地域内の無信号交差点における車両挙動を考慮した交通事故件数の因果構造分析*

Analyses on Vehicular Behavior and Traffic Accidents at Unsignalized Intersections

in a Residential Area*

伊藤孝祥**・廣島康裕***・村田直樹****

By Takayoshi ITO**・Yasuhiro HIROBATA***・Naoki MURATA****

1. はじめに

近年、住居系地域内の細街路等の無信号交差点において、都市内自動車交通量の絶対的増大や幹線道路の混雑を回避しようとする通過交通量の増大等により、車両相互の出会い頭事故や歩行者・自転車の飛び出しによる交通事故が増加傾向にあり、新たな交通安全対策が求められている。こうした交通安全対策を推進するためには、交通事故多発要因及び交通事故発生メカニズムを把握するとともに、各交差点の安全性を的確かつ定量的に評価することが不可欠である。しかしながら、交通事故多発要因については、現象が極めて複雑なこともあって未解明な点が多く残されており、特に無信号交差点における研究は信号交差点に比べて少なく、今なお多くの実証研究を必要としている。

本研究に関連する既存の研究としては、様々な視点から研究が行われている。運転者の視線を対象とした研究として、田園型交通事故の原因を「視線挙動」「運転状況」「慣れ」の三つから、室内実験により交差点発見距離の長短に与える影響を分析したもの¹⁾、視線が歩行者事故に及ぼす影響を分析したもの²⁾等がある。車両挙動について解析を行った研究として、都市部信号交差点を対象とし、ビデオ撮影により車両挙動の詳細な解析を行ったもの³⁾等がある。特に、無信号交差点を対象としたものでは、車両挙動の解析を行い防止対策としてITS技術の導入の検討を行ったもの⁴⁾、従道路方向の一時停止割合への影響を分析し、走行挙動の規則性の考察を行ったもの⁵⁾等がある。事故要因の抽出に関する研究を行ったものとして、事故要因に関

するデータベースを構築したもの⁶⁾、都心交通事故多発交差点90箇所での事故誘発要因抽出を行い、具体的な対策を提案したもの⁷⁾、無信号交差点を対象とし、危険事象の発生過程を用いて、道路・交通環境と危険事象との関係を導いたもの⁸⁾等がある。事故防止対策立案を行っている研究として、交差点事故防止対策立案に錯綜技法を利用した交差点事故チェックリストを作成し錯綜技法をどの様に用いるかを提案しているもの⁹⁾、交通事故多発区間・交差点の抽出、事故発生要因の把握、有効な交通安全対策の提案、実際に行った交通安全対策による事故低減効果について検討を行ったもの¹⁰⁾、対策事業が交通事故件数の増減に及ぼした影響を、対策内容と交差点環境との関係、事故類型間の相互関係に着目し、分析を行ったもの¹¹⁾等がある。運転者の意識について分析を行った研究として、アンケート調査により、周辺住民が危険であると認識している場所を特定し、交通事故と危険意識の関係を明らかにしたもの¹²⁾、無信号交差点を対象とし、バリエーションツリーを用いて主道路側運転者の交差点進入行動の検討を行ったもの¹³⁾等がある。

一方、著者らのこれまでの基礎的研究¹⁴⁾¹⁵⁾では、豊橋市内の複数の無信号交差点を対象として、各交差点の道路構造、交通状況、事故タイプ別事故発生件数の調査に加え、進入車両の運転挙動、注視挙動等の観測を行い、これらを考慮した交通事故発生件数の統計的分析を実施してきた。その結果、既にいくつかの知見を得ているが、同時にそれらの分析の限界も認識された。すなわち、信頼性のある統計分析を行う上で対象交差点数が今もなお少な過ぎること、複雑な現象メカニズムを定量的に把握するという点において従来の比較的単純な統計手法では不十分であること等である。

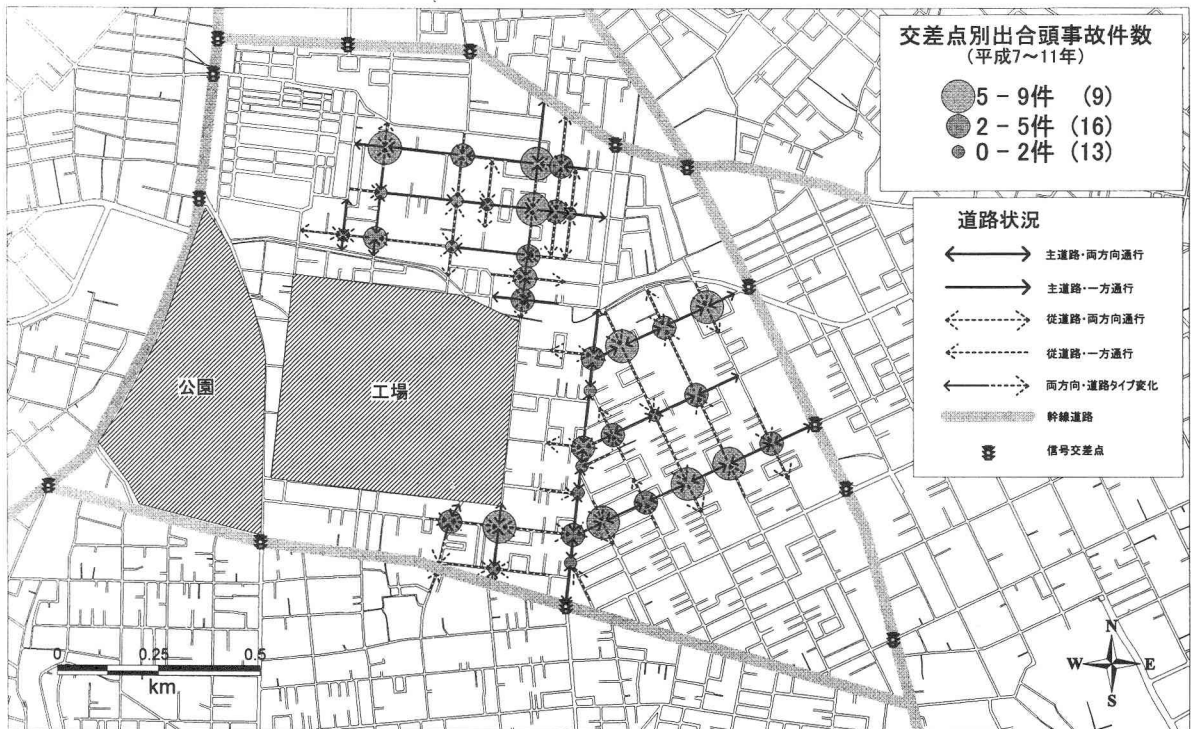
そこで本研究は、対象地点を追加することによってデータ数を増やすとともに、複雑なシステムにおける諸要因の影響構造の分析に適するとされる共分散構造分析の1つであるパス解析を適用することにより、各交差点の道路構造・交通状況等の環境特性と車両挙動との関係を考慮しつつ、交通事故発生の因果構造を定量的に把握することを目

*キーワード：交通安全、無信号交差点、車両挙動、因果構造分析

**学生員、豊橋技術科学大学 建設工学専攻
(愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1,
TEL0532-44-5625, FAX0532-44-6831)

***正員、工博 豊橋技術科学大学 建設工学系
(愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1,
TEL0532-44-6833, FAX0532-44-6831)

****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,
TEL0532-44-5625, FAX0532-44-6831)



図－１ 対象交差点の概略図

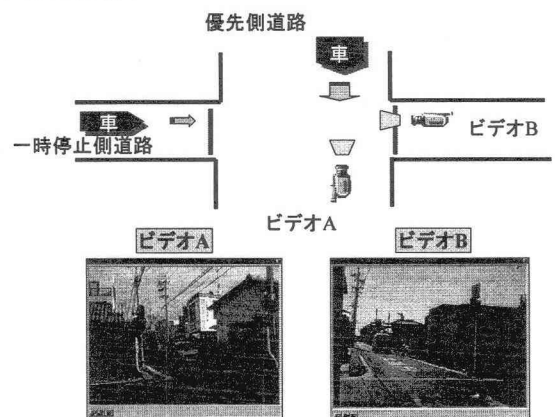
的とする。

以下、本論文では車両挙動に関するこれまでの調査分析結果を再整理するとともに、それらを踏まえて交通事故発生を説明する因果構造モデルの構築を試みた結果について述べるものとする。

2. 調査の概要

(1) 対象交差点

これまでにデータ蓄積のある豊橋市内 27 地点と、道路構造・交通状況特性等の環境特性および過去の事故発生状況を基に、新たに 11 地点を増やした合計 38 地点の細街路無信号交差点を選定した。図－１に選定した地域を示す。太い線は幹線道路であり、これらの道路に囲まれた部分が対象地域である。幹線道路上の信号マークはその交差点が信号交差点であることを示している。選定した交差点は、過去 5 年間(平成 7～11 年)に起こった出会頭事故件数と併せて示した(出会頭事故件数の凡例内のカッコの値は地点数である)。図から分かるように、出会頭事故が多い交差点から少ない交差点まで、事故件数のバランスを考慮して異なる交差点を選定した。また、道路状況を実線矢印と点線矢印にて示すが、この状況も含めて選定を行っている。そして、これらの交差点はいずれも交通信号の設置が困難もしくは不適切と考えられるという共通点がある。



図－２ 観測方法

(2) 観測・計測方法

観測調査は、各交差点の主道路(一時停止規制がなく優先的に通行する側)と従道路(一時停止規制があり停止が義務付けられている側)のそれぞれについて一定時間ビデオカメラで撮影し(図－２)、後にモニター上で各通行車両の挙動と交通状況特性を計測する方法をとった。ただし、車両挙動の計測対象は先頭車のみとした。これは、車両が車群を構成して進入する場合には、後続車の挙動の計測が困難であることによる。なお、車両挙動の計測においては 1 人のみによる計測では値に偏りが生じることが考えられるため、撮影した映像を 2, 3 人が同時に計測を行い、その平均値を用いることとしたが、それでも誤差は残ると考えられる。

また、道路構造・交通状況特性、交通量等の交差点環境特性については別途現地調査を行った。

(3) 計測対象項目

これまで、車両挙動を対象とした既存研究において、様々な指標が計測され用いられている。鷺谷ら¹³⁾は、車両の停止と減速の有無をビデオ撮影により計測し、指標としている。池上ら¹³⁾は、速度と加速度をビデオ観測し、ビデオ画像をデジタル化したものを用いて計測し、指標としている。瀬山ら¹³⁾は、池上らと同様にビデオ撮影後デジタル化したものを用いて計測し、停止、速度、車頭距離を指標としている。また、交差点環境として、鷺谷ら¹³⁾は、交通量、視野の良さ、道路の交通規制状況を調査、計測し指標としている。

これに対し本研究では、定義の明確さや計測の容易さを考慮して、無信号交差点における交通事故発生に関係すると思われる、停止の有無、安全確認時間、進入速度の3つを取りあげた。それらの定義は以下の通りである(図-3)。

①停止の有無：車両が交差点に進入する際に安全確認のために停止するか否か(車両が完全に停止して1秒以上経過した場合を停止とする)

②安全確認時間：車両が停止線付近で停止するか減速し安全確認してから再加速するまでの時間(車両が停止した場合は停止してから発進するまでの時間、車両が徐行した場合は停止線付近を徐行し再加速するまでの時間とする)

③進入速度：停止線の手前30m区間の速度(この区間に要した走行時間から計算によって算出した)

一方、これらの車両挙動および交差点の交通事故発生に影響を与えると考えられる、以下のような項目を計測・調査した。

①対象車両の進行方向：右左折直進

②交差点進入時の交通状況：対向車の有無、交差側からの進入車両の有無、歩行者等の有無

③観測時間帯における各種交通量：対象車両の進行側、対向側、交差側それぞれの自動車交通量、歩行者(自転車を含む)交通量

④道路特性：各種道路幅員、側方視距、角地建物の有無(建物位置が左右かで区別)、ミラーの有無(見える方向が左か右かで区別)

⑤交通規制状況：一時停止規制や一方通行規制の状況

(4) 観測調査の実施状況

車両挙動の観測は表-1に示すように、過去2回は10月頃の平日の午前、午後を実施していたことから、第3回も同様の時期に実施した。今回の調査では新たに11交差点を増やし調査を行った。ビデオ観測は、各対象交差点の主道路と従道路からそれぞれ1方向を抽出して実施した。その

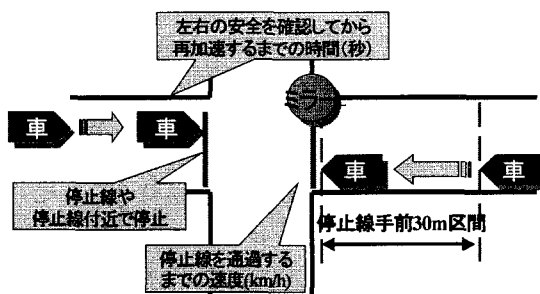


図-3 車両挙動特性の定義

表-1 車両挙動調査実施状況

第1回	平成6年10～11月の平日	午前・午後
第2回	平成11年9～10月の平日	午前・午後
第3回	平成14年10～11月の平日	午前・午後

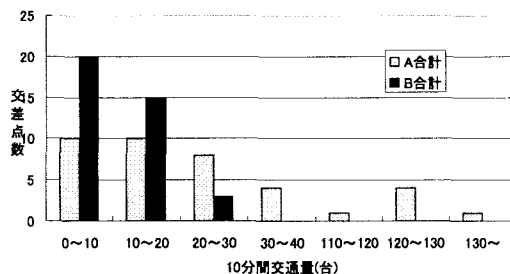


図-4 道路タイプ別10分間交通量

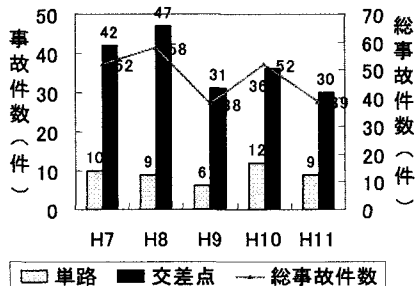


図-5 対象地域の事故件数の推移

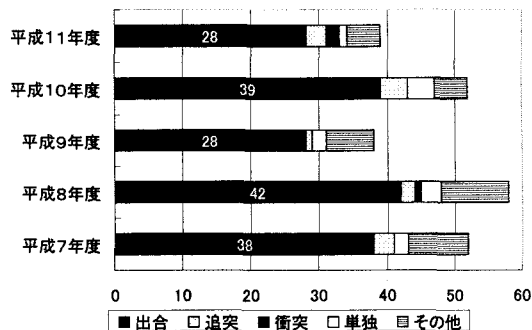


図-6 対象地域内の事故類型別事故件数

結果、これまでのデータと合わせると、38交差点・76方向について、合計2597台、1方向あたり平均34台の車両挙

動データが得られたことになる。

(5) 道路構造・交通状況特性の現況

地点・道路タイプ(主道路(Aと表記)か従道路(Bと表記)か)別の道路構造・交通状況特性は地点間でさまざまであるが、そのうち、道路タイプ別の午前・午後の方向別10分間合計交通量の分布を図-4に示す。これより、主道路交通量が他に比べて極端に多い交差点が含まれていることが分かる。このうち7つは対象地域を縦断する準幹線的な使われ方をしている路線の交差点であり、残り1つは対象地域境界上の交差点である。

(6) 交通事故発生状況

対象地域内における過去5年間(平成7～11年)に起こった事故とその事故類型を図-5、6に示す。地域内では毎年50件前後の事故が起こっており、その事故類型を見るとほとんどが合頭事故であることがわかる。

対象交差点の過去5年間(平成7～11年)の人身事故(合頭事故)の件数は、図-7に示す通りであり、事故件数が0～1の地点が12地点である一方で、事故件数が8～9件の地点が3地点存在するなど、交差点間で大きな差がある。

3. 車両挙動の実態と要因分析

(1) 車両挙動特性の実態

地点・道路タイプ別に3つの車両挙動の集計値(平均進入速度; 平均安全確認時間; 停止率)を求めた結果の分布を図-8、9、10に示す。進入速度では主道路の進入速度が従道路に比べて高くなっている交差点が多い。また、主道路側の平均進入速度が20km/h以下の交差点が2地点ある。安全確認時間では、従道路の安全確認時間が長くなっている交差点が多い。また、主道路の安全確認時間が3～4秒の交差点が6地点ある。停止率では、安全確認時間と同様の傾向を示している。こちらも、主道路の停止率が60～70%の交差点が1地点ある。

これより、いずれの車両挙動特性とも地点・道路タイプによって異なった値を示しており、道路タイプ間での差が大きいことが分かった。傾向としては、従道路側での停止率と平均安全確認時間は主道路側でのそれらよりも大きく、逆に平均進入速度は小さくなった。

(2) 車両挙動特性間の相互関係

車両挙動特性間の相互関係をそれぞれ示す。図-11は主道路側進入速度と主道路、従道路それぞれの平均停止率との関係を示したもので、主道路側の進入速度が上がると主道路側の停止率が下がり、従道路側の停止率が上がることが分かる。図-12は主道路側進入速度と主道路、従道路それぞれの平均安全確認時間との関係を示したもので、

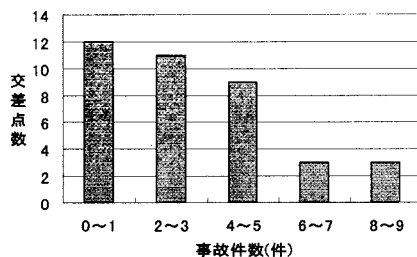


図-7 人身事故(合頭事故)件数

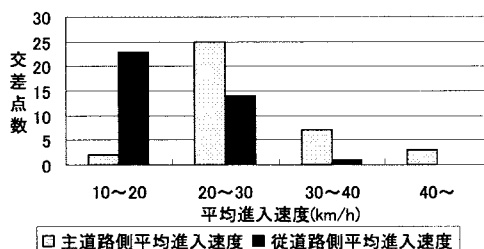


図-8 道路タイプ別平均進入速度の分布

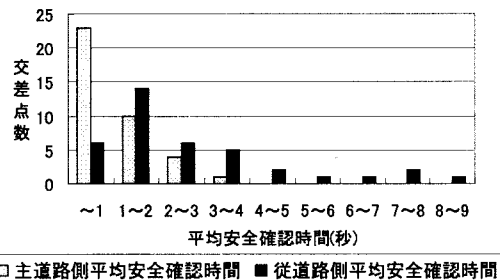


図-9 道路タイプ別平均安全確認時間の分布

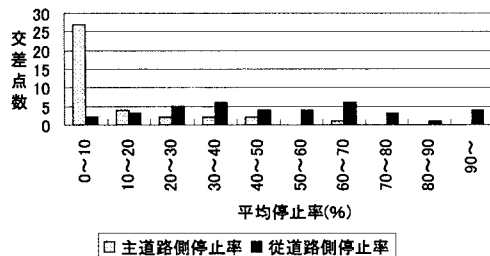


図-10 道路タイプ別平均停止率の分布

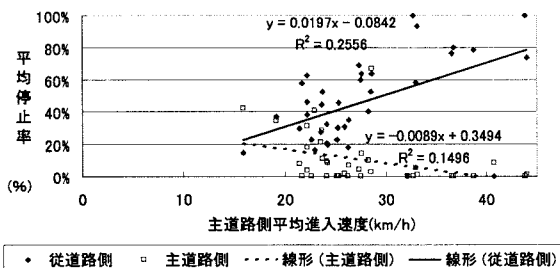


図-11 主道路進入速度と平均停止率の関係

主道路側の進入速度が上がると主道路側の確認時間が短くなり、従道路側の確認時間が長くなることが分かる。図-13は主道路側平均停止率と主道路、従道路それぞれの平均安全確認時間との関係を示したもので、主道路側の停止率が上がると主道路側の確認時間が長くなり、従道路側の確認時間が短くなることが分かる。

以上のように、主道路側の車両挙動と従道路側の車両挙動とは独立ではなく、一定の関係にあることが分かる。これは、それぞれの挙動に共通な環境要因がかかわることが考えられる。また、ある方向の車両挙動によって交差方向の車両挙動が支配されることも考えられる。

(3) 車両挙動特性の要因分析

地点・道路タイプ間の車両挙動特性の違いは道路構造、交通状況特性等の環境要因特性の違いに対応していると考えられる。そこで、それらの環境要因特性と車両挙動特性との相関係数を算出した。表-2は車両挙動特性と交通環境要因を定義したものである。交通量 A×B は交通量の要因であるが、流入方向別交通量の組み合わせを表現するものとして定義した。左側角地 A の要因は、A 方向の道路は一般に二方向が考えられるが、進入方向から見て交差点の左側のどちらか一方が少なくとも角地に建物があるかどうかを定義した。他の角地、ミラーも左側角地 A と同様に定義した。また、表にはそれぞれの変数の全地点についての平均値と標準偏差も併せて示した。なお、歩行者の交通量は、本来は方向別に扱うべきであると考えられるが、本研究では簡単化のため、方向を考慮せず合計として扱うことにした。

これより、主道路側及び従道路側の車両挙動特性は、主道路側の自動車交通量、車道幅員、路肩幅員といった環境要因特性と一定の相関を示すことが分かった。一方、従道路側の環境要因特性のいくつかは、従道路側よりも主道路側の車両挙動との相関が相対的に高い傾向にあることが分かった。そこで次に、進入速度、安全確認時間、停止率を目的変数とし、有意水準が 5%以下であることを変数投入の打ち切り基準とするステップワイズ法により、重回帰分析を行った。その結果を表-3に示す。これより、各方向の車両挙動特性値は自方向および交差方向の環境要因特性によって影響されることが分かる。

(4) 交通事故件数の要因分析

本研究では出会い頭事故の件数を目的変数として要因分析を行うことにした。このとき、事故件数のみでなく、以下の式(1)~(4)に示すように、事故率(事故率 A, 事故率 B, 事故率 A+B, 事故率 A×B)を定義し、それらの要因分析を行った。ここで、事故率 A, 事故率 B は片方向の交通量だけが事故件数に影響すると考え、事故率 A+B は両方向の交通量が事故件数に影響すると考えて定義した。また、

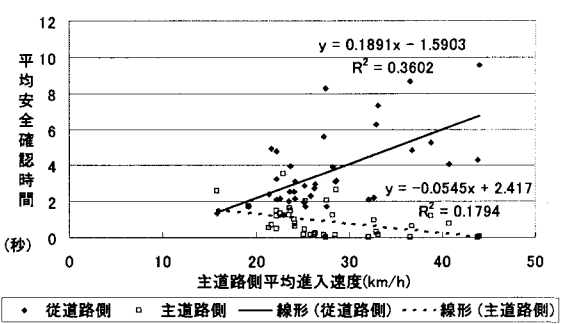


図-1 2 主道路進入速度と平均安全確認時間の関係

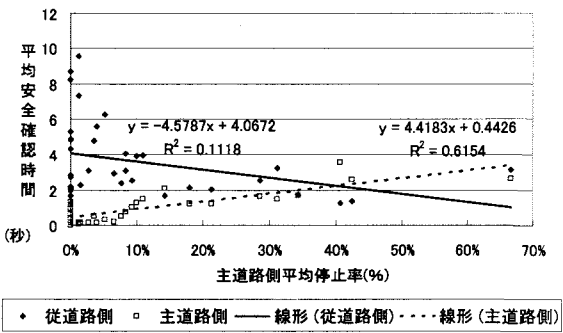


図-1 3 主道路平均停止率と平均安全確認時間の関係

表-2 車両挙動特性と交通環境要因の定義

変数名(略称)	変数の説明	平均値	標準偏差
速度A	主道路の平均進入速度	27.72	9.16
速度B	従道路の平均進入速度	20.49	5.31
速度A標準偏差	主道路の平均進入速度標準偏差	6.55	2.54
速度B標準偏差	従道路の平均進入速度標準偏差	4.17	1.26
時間A	主道路の平均安全確認時間	0.88	1.34
時間B	従道路の平均安全確認時間	3.61	5.93
時間A標準偏差	主道路の平均安全確認時間標準偏差	1.00	0.63
時間B標準偏差	従道路の平均安全確認時間標準偏差	2.89	2.07
停止率A	主道路の平均停止率	0.10	0.15
停止率B	従道路の平均停止率	0.48	0.27
交通量A	主道路の交通量	20.16	21.63
交通量B	従道路の交通量	6.56	4.32
交通A+B	交通量(主道路+従道路)	47.33	44.97
交通量A×B	交通量(主道路×従道路)	134.94	182.08
歩行者前	午前歩行者交通量	24.11	13.61
歩行者後	午後歩行者交通量	14.58	10.14
車道幅員A	主道路の車道幅員	3.46	0.58
車道幅員B	従道路の車道幅員	3.38	0.83
車道幅員A+B	車道幅員(主道路+従道路)	3.42	0.60
路肩幅員A	主道路の路肩幅員	1.48	0.34
路肩幅員B	従道路の路肩幅員	1.09	0.65
路肩幅員A+B	路肩幅員(主道路+従道路)	1.29	0.41
視距A	主道路の視距	46.18	5.26
視距B	従道路の視距	48.52	3.46
左側角地A	両方向の主道路左側の角地に建物があるか		
右側角地A	両方向の主道路右側の角地に建物があるか		
左側角地B	両方向の従道路左側の角地に建物があるか		
右側角地B	両方向の従道路右側の角地に建物があるか		
左側ミラーA	両方向の主道路左側にミラーがあるか		
右側ミラーA	両方向の主道路右側にミラーがあるか		
左側ミラーB	両方向の従道路左側にミラーがあるか		
右側ミラーB	両方向の従道路右側にミラーがあるか		
一方通行A	主道路側が一方通行かどうか		
一方通行B	従道路側が一方通行かどうか		

事故率 A+B では流入方向に関係なく合計の交通量当たりの事故率を表現するのに対し、事故件数が流入方向の組み合わせに比例すると考えられることから、事故率 A×B を定義した。

$$\text{事故率A} = \frac{\text{事故件数}}{\text{主道路交通量}} \quad (1)$$

$$\text{事故率B} = \frac{\text{事故件数}}{\text{従道路交通量}} \quad (2)$$

$$\text{事故率A+B} = \frac{\text{事故件数}}{\text{交通量(主+従)}} \quad (3)$$

$$\text{事故率A} \times \text{B} = \frac{\text{事故件数}}{\text{交通量(主} \times \text{従)}} \quad (4)$$

交差点別の交通事故発生件数とその主道路・従道路別の道路構造・交通状況特性および車両挙動特性との単相関係数から、いずれの変数とも単独では事故発生件数に対する説明力はそれほど高くないが、道路構造・交通状況特性に比べると車両挙動特性の方が全体的に相関が高いことが分かった。そこで次に、車両挙動特性と同様にステップワイズ法を用いて、事故件数指標を目的変数とする重回帰分析を車両挙動特性を含めない場合、含めた場合それぞれについて行った。その結果、表-4、5に示すような説明変数が明らかになった。これより、要因同士に強い相関があることから、重回帰分析では事故を有意に説明する要因が少なくなってしまう、決定係数もあまり高くないことから、直接的な影響関係だけでは事故の件数指標を十分に説明することができず、事故の発生構造は単純なものではないことが分かった。

4. 共分散構造モデルによる分析

ここでは3. で得られた結果より、次の仮説を立て、共分散構造モデルによる分析を行うことにした。

まず、交差点は道路の幅員や障害物、ミラーや交通規制から、交差点環境なる特性を形成していると考え、交差点ごとにその特性が異なっていると考え。またそれは、交差点の方向によっても異なり、主道路側からのものと一時停止側からのものが存在する考える。次に、交差点を走行するドライバーは交差点環境から何らかの影響を受け、危険を認知し、様々な運転挙動をとると考えられる。そしてその挙動特性を構成するものが、停止の有無や安全確認時間、進入速度であると考えられる。そして、各方向の交差点環境特性の下で車両挙動特性が相互に関係し合う中で、結果として事故が発生していると考え。

(1) 分析手法

ここで用いる変数は「交差点環境特性」「挙動特性」であり、すべて観測変数である。よって本研究では、共分散構造モデルで通常仮定される潜在変数を用いず、因果関係を調べることの出来るパス解析を用いて分析を行うことにした。

表-3 重回帰分析による車両挙動の要因分析

従属変数	説明変数	t値	決定係数
速度A	交通量A	4.14	0.32
	路肩幅B	4.75	
	午前歩行者	-2.45	
速度B	車道幅員B	2.29	0.42
	路肩幅B	2.07	
	交通量B	5.04	
安全確認時間A	交通量A×B	-3.14	0.61
	車道幅員AB合計	-3.04	
	交通量A	6.45	
安全確認時間B	車道幅員A	-3.35	0.48
	路肩幅B	2.19	
	交通量AB合計	5.22	
停止率A	車道幅員A	-3.67	0.47
	交通量B	3.58	
	車道幅員A	4.84	
停止率B	路肩幅AB合計	2.39	0.40
	路肩幅AB合計	2.39	

表-4 重回帰分析による事故の要因分析(交差点環境のみ)

従属変数	説明変数	t値	決定係数
事故件数	交通量B	3.66	0.44
	路肩B	2.76	
	右側ミラーA	-2.30	
事故率A	車道A	-0.79	0.51
	交通量B	4.36	
	交通量A×B	-3.25	
事故率A+B	路肩B	3.44	0.51
	右側ミラーA	-3.11	
	車道A	-2.13	
事故率A×B	路肩B	2.27	0.13

表-5 重回帰分析による事故の要因分析(車両挙動含める)

目的変数	説明変数	t値	決定係数
事故件数	停止率A	2.07	0.11
事故率A	停止率A	3.63	
事故率B	交通量A	-2.72	0.29
	速度標準偏差A	7.24	
	全道路幅員B	2.83	
事故率A+B	路肩B	6.46	0.32
	右側ミラーA	-2.28	
	左側角地B	-2.86	
	視距A	2.18	
事故率A×B	停止率B	-4.10	0.40
	速度B	3.55	
	速度A	2.69	

(2) パス解析による分析結果

事故件数、事故率A、事故率B、事故率A+B、事故率A×Bをそれぞれ目的変数とし、先の重回帰分析の結果を参考にしてパス解析を行った。その結果、事故率A×Bとした場合の決定係数が0.67と最も高く、かつパス係数の解釈が比較的容易なモデルが得られた。そのパス図を図-14に、それぞれの推定値を表-6に示す。また、図中のeは誤差項である。

この図と表から、交差点環境の要因の車道幅員Aは、直接事故率に影響を与えるわけではなく、それぞれの道路側の停止率に影響していることが分かる。主道路側の車道幅員が広いほど主道路側の停止率が下がり、逆に従道路側の停止率が上がる。一方通行かどうかでは、従道路側が一方通行の場合、主道路側の停止率が下がることがわかる。これは片側からしか車両の進入がないため、主道路側の車両

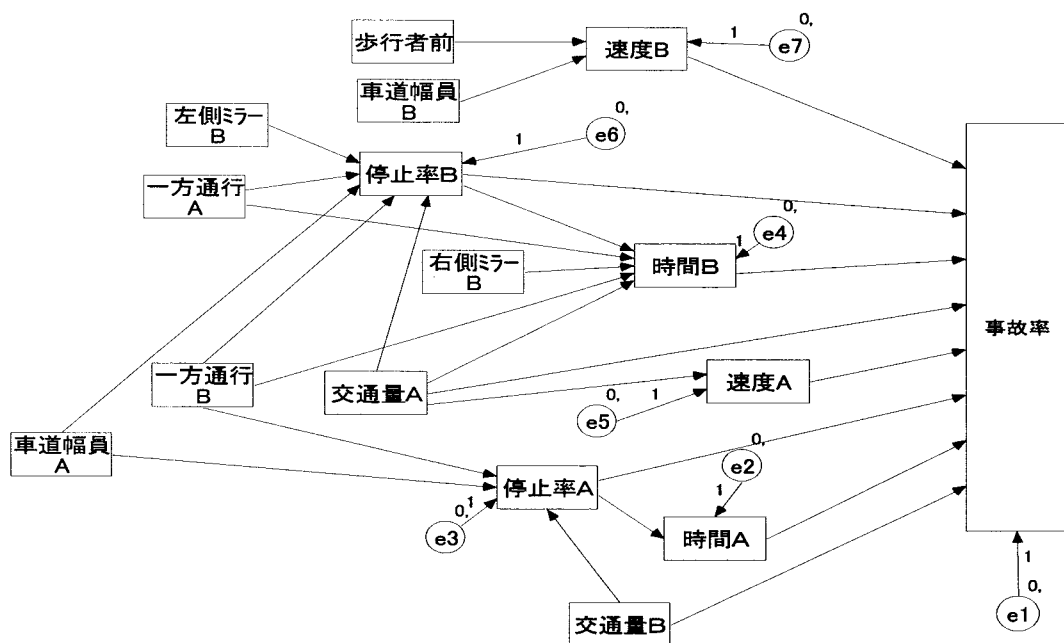


図-14 パス解析結果（事故率A×B）

表-6パス解析結果推定値(事故率A×B)

		推定値	標準化係数	標準誤差	検定統計量
停止率A	← 車道幅員A	-0.06	-0.46	0.02	-3.86
停止率B	← 車道幅員A	0.15	0.54	0.03	4.98
停止率B	← 交通量A	0.00	-0.25	0.00	-2.25
停止率B	← 一方通行A	-0.21	-0.29	0.08	-2.70
停止率B	← 一方通行B	-0.18	-0.29	0.07	-2.63
停止率A	← 一方通行B	-0.08	-0.27	0.03	-2.27
停止率B	← 左側ミラーB	0.12	0.19	0.07	1.72
停止率A	← 交通量B	0.01	0.45	0.00	3.77
時間B	← 停止率B	2.46	0.33	0.61	4.06
速度A	← 交通量A	0.10	0.57	0.02	4.19
時間B	← 交通量A	0.04	0.75	0.00	10.11
速度B	← 車道幅員B	-1.36	-0.38	0.53	-2.56
速度B	← 歩行者前	-0.07	-0.22	0.05	-1.47
時間A	← 停止率A	4.42	0.77	0.61	7.31
時間B	← 右側ミラーB	0.35	0.08	0.33	1.07
時間B	← 一方通行A	1.73	0.33	0.39	4.38
時間B	← 一方通行B	2.56	0.56	0.35	7.37
事故率	← 速度A	0.00	0.37	0.00	3.20
事故率	← 時間A	0.00	-0.05	0.01	-0.35
事故率	← 停止率A	0.06	0.19	0.05	1.15
事故率	← 停止率B	-0.09	-0.59	0.02	-5.85
事故率	← 時間B	0.01	0.36	0.00	2.66
事故率	← 速度B	0.00	0.36	0.00	3.78
事故率	← 交通量B	0.00	-0.16	0.00	-1.48
事故率	← 交通量A	0.00	-0.39	0.00	-2.64

という単純なものではないことが理解される。

5. おわりに

本研究では、市街地内の無信号交差点における交通安全対策のための基礎的研究として、道路・交通特性が異なる複数の交差点での観測調査の結果を用いて、各交差点の道路構造・交通状況等の環境特性と車両挙動との関係を考慮しつつ、交通事故発生構造を定量的に分析した。その結果、無信号交差点における車両挙動の実態とその影響要因の影響度を定量的に把握するとともに、交差点環境特性が直接

は交差点進入時に片側だけを確認すればよいことによると考えられる。逆に安全確認時間は長くなることが分かるが、これは従道路側が一方通行の場合、主道路側は両方向通行になっていることから、両側の車両を確認しなければならないことによると考えられる。従道路のミラーでは、左側のミラーの存在は停止率を上げ、右側のミラーの存在は安全確認時間を長くすることから、左右のミラーはそれぞれ違う役割を持っているのではないかと考えられる。主道路側の交通量は両道路側の車両挙動に影響を与えており、特に主道路側の交通量が多くなると従道路側の安全確認時間が長くなることが分かる。

車両挙動間の影響では、どちらの道路側も停止率が安全確認時間に影響を与えており、停止率が上がると安全確認時間が長くなることが分かる。

事故率に対しては、主道路側の車両挙動よりも、従道路側の車両挙動の方が事故率に影響を与えていることが分かる。特に従道路側の停止率が上がることで事故率は下がり、従道路側の進入速度が上がることで事故率が高くなることが分かる。また、従道路側の安全確認時間が長くなると事故率が高くなるという結果から、複雑な交差点環境要因が事故発生に影響しているのではないかと推測される。

以上のように、本研究の分析結果は交差点環境特性が直接事故率に影響するだけでなく、車両挙動特性に影響を与え、それがさらに事故率に影響を与えるという因果構造を示している。そして、車両挙動と事故率との関係は車両挙動が安全側であると考えられる地点ほど事故率が低くなる

交通事故発生に影響するだけでなく、それが車両挙動特性を変化させ、それがさらに交通事故発生に影響を及ぼすという、交差点環境特性、車両挙動特性、交通事故件数の間の複雑な因果構造関係のある程度明らかにすることができたと考える。

もとより本研究で構築された因果構造モデルは完成されたものではない。今後の課題としては、減速度等の新たな車両挙動要因や別の交差点環境要因が影響していることも考え、それらを定義・計測し、その要因を含めて分析していくことが必要である。また、各交差点におけるドライバーの危険意識に係わる潜在因子を仮定した構造方程式モデルによる分析についての検討も含め、より良い解釈のモデルが得られるとともに説明力の高い因果構造モデルを構築すべく、更なる試行錯誤が必要であると言える。

【謝辞】：本研究の実施に際しては、豊橋市交通対策課より交通事故データを提供していただいた。また、(財)三井住友海上福祉財団から研究助成(平成13年度)をいただいた。ここに記して謝意を表したい。

【参考文献】

- 1) 坂井智裕・萩原亨・辻信三・トクナガ・ロベルト：見通しのよい交差点における田園型交通事故に関する研究，土木学会第 55 回年次学術講演会 CD-ROM，IV-3,2000.
- 2) 萩田賢司・森健二：運転者の視線を考慮した交差点における歩行者事故の分析，土木計画学研究・講演集 CD-ROM，No.27,2003.
- 3) 瀬山浩邦・谷下雅義・鹿島茂：交差点部における車両挙動の解析，土木学会第 57 回年次学術講演会 CD-ROM，IV-209,2002.
- 4) 池上宜伸・山中英夫・中田博之：実車両挙動分析による小交差点出合頭事故防止 ITS システムのリクワイアメント分析，土木計画学研究・講演集，No.23(1),pp735-pp738,2000.
- 5) 鷲谷忠彦・浜岡秀勝・清水浩志郎：無信号交差点における車両挙動特性の分析，土木計画学研究・講演集 CD-ROM，No.28, 2003.
- 6) 村瀬満記・秋山孝正・奥嶋政嗣：交差点交通事故要因に関するデータベースの構築，土木計画学研究・講演集 CD-ROM，No.28, 2003.
- 7) 高橋政稔・浅井俊治：都心交通事故多発交差点での事故誘発要因と一道路交通環境改良検討，土木学会第 57 回年次学術講演会 CD-ROM，IV-342,2002.
- 8) 池田武司・森望・高宮進・堤敦洋：交差点における危険事象発生要因と計画・設計段階における留意点に関する一考察，土木計画学研究・講演集 CD-ROM，No.28, 2003.
- 9) 昨野明・尾崎晴男：交差点事故防止対策立案過程における錯綜技法の利用方法の提案，土木学会第 55 回年次学術講演会 CD-ROM，IV-4,2000.
- 10) 玉井武夫・石倉丈士：交通事故多発交差点の選定と交通安全対策による効果，土木学会第 55 回年次学術講演会 CD-ROM，IV-1,2000.
- 11) 清水哲夫・森地茂・福原大介：安全対策による交通事故削減効果の分析，土木計画学研究・講演集 CD-ROM，No.28, 2003.
- 12) 白石慎重・古池弘隆・森本章倫：道路種別に見た交通事故と危険意識の関連性に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.23(1),pp727-pp730,2000.
- 13) 神田直弥・石田敏郎：出合頭事故の分析による主道路側運転者の無信号交差点進入行動の検討，交通心理学研究，Vol.18 No.1 pp7-pp18, 2003.
- 14) 廣島康裕・二村和彦：市街地無信号交差点における車両挙動と交通事故件数の実態分析，土木計画学研究・講演集，No.21(2), pp.929-932, 1998.
- 15) 工藤慎司・廣島康裕：無信号交差点における交差点環境と車両挙動の因果構造分析，土木学会第 56 回年次学術講演概要集 CD-ROM，IV-32, 2001.

住居系地域内の無信号交差点における車両挙動を考慮した交通事故件数の因果構造分析*

伊藤孝祥**・廣島康裕***・村田直樹****

本論文は、複雑なシステムにおける諸要因の影響構造の分析に適するとされる共分散構造分析の1つであるパス解析を適用することにより、無信号交差点における車両挙動の観測データを用いて、道路構造・交通状況等の環境特性と車両挙動との関係を考慮しつつ、交通事故発生構造を定量的に把握することを試みている。その結果、無信号交差点における車両挙動の実態とその影響要因の影響度を定量的に把握するとともに、車両挙動特性と交通事故件数との関係のある程度明らかにすることができたと考える。

Analyses on Vehicular Behavior and Traffic Accidents at Unsignalized Intersections in a Residential Area*

By Takayoshi ITO**・Yasuhiro HIROBATA***・Naoki MURATA****

This study tries to analyze the relationship between traffic accident and driving environment factors with considering the vehicular behavior at unsignalized intersection in a residential area. This study applies path analysis which is applicable to the analysis of causal relationship in complex systems. Data obtained in Toyohashi city are used in the analysis. As a result, the causal relationships among driving environment factors, vehicular behavior and traffic accident are analyzed quantitatively.