

出合い頭事故防止にむけた交差点環境の相互影響分析

野村, 拓未
九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

佐藤, 潤弥
九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

廣田, 正樹
九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

<https://hdl.handle.net/2324/2551026>

出版情報 : ITSシンポジウム. 17, pp.4-B-02-, 2019-12-13. 特定非営利活動法人 ITS Japan
バージョン :
権利関係 :



出会い頭事故防止に向けた交差点環境の相互影響分析

野村拓未 廣田正樹 佐藤潤弥

九州大学大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻

出会い頭事故は環境要因が大きく影響するとされている。我々は、福岡市博多区にある 1,629 交差点の環境要因と事故発生状況の関係を調査して十字路での直進交通による事故が多いことなどを明らかにした。本研究では、複数の環境要因の相互影響を調査することで事故原因を明らかにすることを試みた。分析の結果、停止線の後退が信号機設置の有無に関わらず事故頻度が約 1.7 倍上昇させることが明らかになった。また、カーブミラーの設置で見通しを改善することにより事故頻度を約 10% 低減できることがわかり、見通し改善対策による事故抑制の可能性があることも明らかにした。

Mutual effect analysis of intersection environment to prevent crossing collision accident

Takumi Nomura Masaki Hirota Junya Sato

Department of Automotive Science, Graduate School of Integrated Frontier Sciences, Kyushu University

Crossing collision accidents are greatly influenced by environmental factors. We investigated the relationship between the environmental factors at the 1,629 intersection in Hakata-ku, Fukuoka City and the situation of the accident, and found that there were many accidents caused by straight traffic on the crossroads. In this study, we tried to clarify the cause of the accidents by investigating the mutual effects of multiple environmental factors. As a result of the analysis, it became clear that the reverse of the stop line increased the accident frequency by about 1.7 times regardless of the presence or absence of traffic lights. In addition, it was found that the frequency of accidents can be reduced by about 10% by improving the outlook by installing curved mirrors, and it was also revealed that there is a possibility of suppressing accidents by the outlook improvement measures.

1. はじめに

交通事故死者数は年々減少し、2017 年では 3,694 名であったが、近年下げ止まってきており新たな対策が必要となってきた。交通事故件数(約 47 万件)の内訳は追突が 35.5%、出会い頭は 24.5%になっている。死亡事故(3,630 件)は横断中が 25.0%、工作物衝突が 15.2%、出会い頭は 13.9%と続いていることから、出会い頭事故は発生件数が多く、死亡事故につながりやすい事故形態である^{1, 2)}。

近年の運転支援システムの普及拡大により、今後追突事故件数は減少すると予想される。一方、出会い頭事故は、追突事故のように自車両の進行方向に対する運転支援システムだけでは事故防止することは難しいため、新たな対策が必要である。先行研究では、交通事故の防止を目的にドライバーの運転行動³⁾に関する分析や交差点に存在するカーブミラーに応じた視界制限と出会い頭事故発生との関係を分析する報告^{4, 5)}があるが、カーブミラーによる視界

制限よりも交差点形状による視界不良の方が大きく、実事故データを実際に用いた研究報告は少ない。

2017 年の福岡県における交通事故発生件数は約 35,000 件と全国で 3 番目に多い。福岡県の中でも福岡市博多区は同じ市内地である中央区と比較しても 1.5 倍ほど出会い頭事故が多く、出会い頭事故が最も多い地区である^{7, 8)}。そこで我々は福岡県警から頂いた 2015～2017 年に福岡市内で発生した出会い頭事故の事故データを基に事故の発生状況を調査し、十字路を直進する交通による事故が多いことが分かった⁹⁾。しかし全ての交差点を十字路から丁字路に変えることは難しい。そこで十字路交差点の中でも他にどのような環境要因が事故に影響を及ぼしているのかを調べる必要があると考えた。そこで本論文では、交差点形状と環境要因の相互の影響を調査することで新たにカーブミラー、信号機、停止線によって事故発生形態に違いがあることが分かった。

2. 福岡市博多区における交差点環境の分析

2-1. 交差点環境の取得手順

2015～2017 年に出会い頭事故の発生した交差点 621 交差点を選び、その交差点に隣接する無事故交差点 (1008 交差点) を含む、全交差点 (1629 交差点) を対象に Google マップを用いて交差点環境を調査した。隣接した交差点を取得したのは、取得が困難な出会い頭事故の多い細街路における交通量を考慮でき事故発生前後の交通量のみを比較することができるからである。

出会い頭事故は「相交わる方向に進行中の車両が双方から行き合うはずみに衝突した」事故¹⁰⁾をいい、見通し不良等の環境要因や安全不確認等の認知ミス・判断ミス (人的要因) が主な原因とされている⁸⁾。本論文では、環境要因に着目し事故と交差点環境との関係を分析した。

電柱の有無や交通規制など今回取得した項目はす

べて Google マップのストリートビューを使用して確認した。また実際に数十箇所については現地での測量も行い随時補正値を求め、補正した値を使用した。今回取得した項目については図 3 にまとめる。また道路の優先度に関して、一時停止標識が存在する場合は、停止標識がないほうを優先道路と決める。また交差点に接続する全ての道路に一時停止標識が存在しない場合、車線数の多い、もしくは幅員の広い道路を優先道路と決めた。

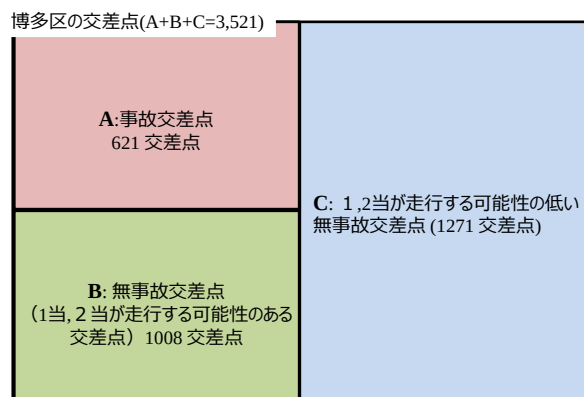


図 1 博多区における出会い頭事故状況

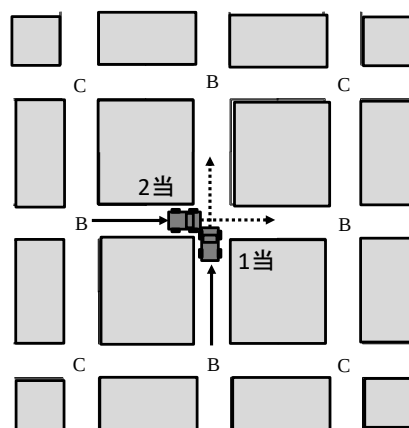


図 2 調査対象とした交差点の条件

道路構造の分類	大分類	小分類
	交差点形状 (a)	十字路, 丁字路
	車線数	
	道路幅員	
	歩道幅 (b)	
	交差角度	
	信号機の種類 (c)	無, 定周期式, 押しボタン式, 一灯式, 半感应式
	通行規制 (d)	規制方向
	一時停止標識 (e)	有り, 無し
	停止線の位置 (f)	交差道路境界から停止線までの距離
	電柱 (g)	有り, 無し
	カーブミラー (h)	有り, 無し
	建物の位置 (i)	
	隅切り (j)	有り, 無し (L_{cp} , L_{cs})

図 3 調査した交差点構成要素

2-2. 交差点構成要素による事故発生頻度

博多区で調査した交差点環境と各交差点での事故発生件数から1交差点あたりに1年間で発生した事故件数（事故率 R_{ij} ）を算出した。

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{3N_{ij}} \quad (i = 0,1,2, j = 0,1 \dots 20) \quad (1)$$

x_{ij} はi要素とj要素を持つ交差点で発生した事故件数を表し、 N_{ij} はi要素とj要素を持つ交差点の数を表している。iは全交差点（ $i = 0$ ）、十字路口（ $i = 1$ ）、丁字路（ $i = 2$ ）を表し、jは上記交差点（ $i = 0,1,2$ ）を構成する要素である（表3）。 x_{ij} 、 N_{ij} はそれぞれi、jの要素を有する交差点で発生した事故件数と交差点数である。3で割っている理由は福岡警察から頂いた事故情報は3年間分になっており、年間の事故発生頻度を出すために上記の式のように3で割る必要がある。ijについては表に詳しく示している。

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{3N_{ij}} = \frac{1101}{3 \times 1629} = 0.23 \quad (2)$$

式2は今回調査対象とした博多区の事故発生頻度を表している。博多区では3年間で1,101件の出会い頭事故が発生しており、交差点数は1629であることから事故発生頻度は0.23と求められる。

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{3N_{ij}} = \frac{842}{3 \times 2300} = 0.12 \quad (3)$$

また式3は博多区の隣に位置する中央区の事故発生頻度を表したものだ。中央区は博多区と同様に商業地域であり、人口も多く博多区に似ている。しかし事故発生頻度は大きく変わっていることから博多区の交差点がより危険であることが分かる。このことから事故発生頻度が0.23を超える交差点では危険であると評価できる。

2-3. 福岡市博多区における交差点の特徴

調査した交差点の各要素の割合を図4に示す。またその事故発生頻度を表1に示す。交差点構成要素

が事故とどのような関係があるかをそれぞれの要素ごとに調べ、以下の3つが主に分かっている。

- (1) 十字路交差点での事故が多い
- (2) 信号機と一時停止線の有無と後退が事故と関係性が強い
- (3) 通行規制とカーブミラー、電柱は事故との関係性がほとんどない

今回調査した博多区において事故交差点は約4割存在している。事故情報は福岡県警察から頂いた事故等統計資料¹¹⁾を用いて分析した⁹⁾。福岡県警察から頂いた資料は事故が発生した地点とドライバーの年齢などの基本的な事故情報のみで交差点に関するデータは全て2-1で示した手順で取得したものである。

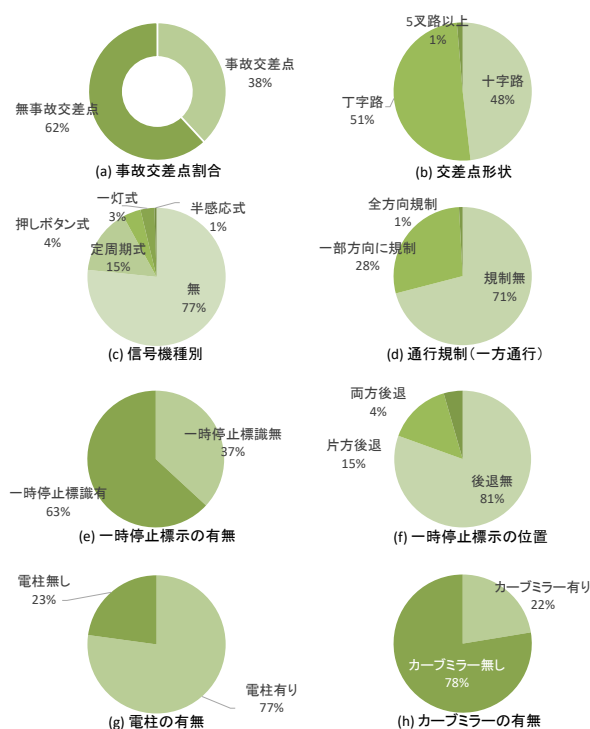


図4 博多区の交差点構成要素割合

表1 各交差点構成要素別交差点数と事故発生頻度

	変数(j)	交差点形状		信号機種別						通行規制		一時停止標識無し			一時停止線の位置			電柱		カーブミラー	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
小分類		十字路	丁字路	信号機無し	定周期式	押しボタン式	一灯式点滅	半感应式	規制無し	一部規制	全方向規制	一時停止標識無し	一時停止標識有り	有(定周期式信号)	後退無し	片方後退	両方後退	電柱無し	電柱有	カーブミラー無し	カーブミラー有
全体	交差点数	785	822	1245	250	69	53	8	1156	459	14	599	1026	250	827	154	46	1254	371	364	1261
	事故件数	751	323	745	185	142	82	3	807	284	10	338	761	185	538	140	86	939	160	197	902
	事故率	0.32	0.13	0.20	0.25	0.69	0.52	0.13	0.23	0.21	0.24	0.19	0.25	0.25	0.22	0.30	0.62	0.25	0.14	0.18	0.24
十字路口	交差点数			483	204	43	50	5	563	208	14	64	517	204	662	77	46	70	715	605	180
	事故件数			448	159	62	79	3	558	183	10	63	529	159	579	86	86	73	678	595	156
	事故率			0.31	0.26	0.48	0.53	0.20	0.33	0.29	0.24	0.33	0.34	0.26	0.29	0.37	0.62	0.35	0.32	0.33	0.29
丁字路	交差点数			756	36	24	3	3	579	214	29	283	503	36	744	78	0	300	522	640	182
	事故件数			286	12	22	3	0	227	79	17	87	224	12	269	54	0	87	236	283	40
	事故率			0.13	0.11	0.31	0.33	0.00	0.13	0.12	0.20	0.10	0.15	0.11	0.12	0.23		0.10	0.15	0.15	0.07

3. 福岡市博多区における事故情報

3-1. 相互影響分析

相互影響分析とは、交差点構成要素それぞれが事故に及ぼす作用を調べるのではなく、構成要素同士の相互関係によってどの要素が一番事故の起こりやすさに影響を与えるのかを分析することを指す。この方法により各交差点において対策を一つ一つ考える必要がなくなり、要素ごとに対策を施すことで、一つの対策で複数の交差点における事故を防ぐことが可能になる。図5は3年間で発生した博多区の事故件数と事故がその事故が発生した交差点の割合を示している。事故が3年間で4回以上発生している交差点（事故多発交差点）は、全体の3.3%であり約50交差点しかない。そのため事故多発交差点については各交差点に対して原因を探し、個々の対策を施すことで事故を無くすことができると考えられる。しかし年に約1回事故が発生する交差点は34.7%であり約570交差点存在する。これらの交差点は事故多発交差点と同様に各交差点を詳しく分析しそれぞれの対策を施すと、事故多発交差点に比べて約10倍時間がかかってしまう。そのため交差点構成要素の相互影響を分析することで、どの要素とどの要素が存在している場合に事故発生頻度が高くなり、どの要素がより事故への影響度が高いのか、こういった対策が共通しているのかを洗い出すことができ、対策を講じることができる。また本手法を用いることで事故が発生していない交差点においても今後事故が発生する可能性を示唆でき、事前に対策を講じることで未然に事故を防ぐことが可能になる。さらに、博多区だけでなく日本全体に調査範囲を広げた時に、交差点構成要素を取得するだけで対策を見つけることができる。

また本手法は交差点構成要素同士の関係を考慮して分析を行った。具体的には、一時停止線の後退とカーブミラーのように停止線が後退していると見通しが悪いため基本的にカーブミラーが設置されているといったように、交差点構成要素同士で関係性が高いものや関係性が低いもの同士を相互分析することで事故発生頻度にどのような変化が生じるかを分析した。

この分析手法を用いることで、これまで論議が分かれていたカーブミラーについても事故との関連性が新たに示された。

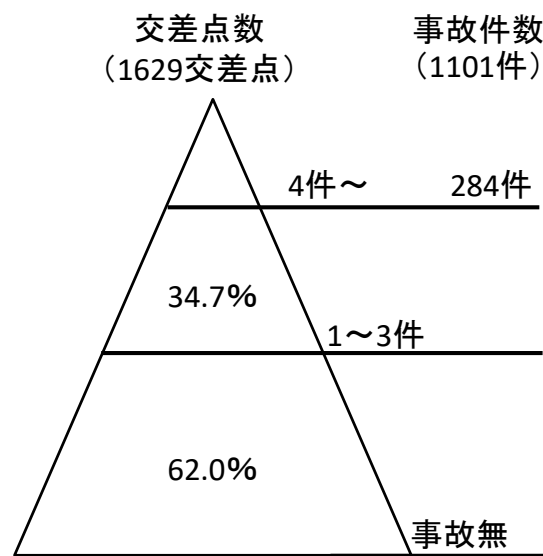


図5 各交差点構成要素の存在割合の例

3-2. 博多区の全交差点における相互影響分析結果

まず2-3でも述べているように各交差点要素での分析では、交差点形状と信号機、停止線の後退が出合い頭故と大きく関係していることが分かっている⁹⁾。またその中でも交差点形状が最も関係が大きいという結果から今回分析した項目は全て交差点形状を含んだ分析としている。初めに、それぞれの分析で関係性が高い要素同士で本分析を行った（図6）。信号機と一時停止線の後退は、構造上は関係のない項目となっているが、事故データで比較すると大きな関係があることが分かった。図6を見ると、やはり各交差点構成要素の評価で事故発生頻度が高かった組み合わせなので、非常に高い値になっており危険な交差点だとわかる。また今回の分析から信号機よりも停止線が後退しているかで発生頻度は大きく変わることが分かった。停止線が後退しているのは、道路幅員が狭く大型車が曲がり切れないためであるので、停止線を後退させないといった対策は難しい。しかし、今回の結果から幅員が狭く大型車が曲がり切れないということは、隅切りも小さく見通しが悪くなっていると考えられ、見通しを対策することで事故発生を防ぐことができるのではないかと考えられる。また早急な対策としてカーブミラーを設置することで見通しを改善することも重要だ。カーブミラーの有効性については次の結果を踏まえながら述べる。図7は分析対象の要素を持つ交差点の割合を示している。カーブミラー等の対策を施すことにより停止線の後退箇所の事故発生頻度（0.54）が停止線が後退していない箇所の事故発生頻度（0.31）ま

で下がると予想でき、全体で 6%事故を低減することができる。

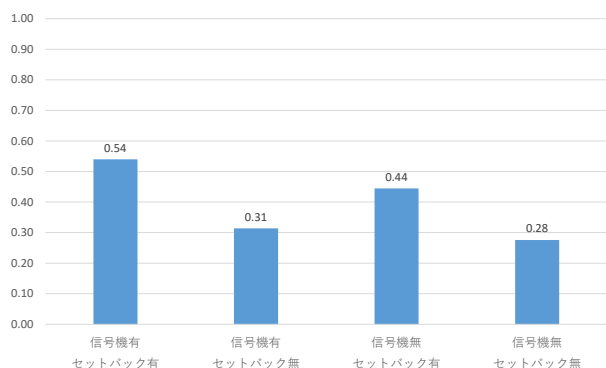


図 6 信号機と停止線の後退の有無による事故発生頻度（十字路）

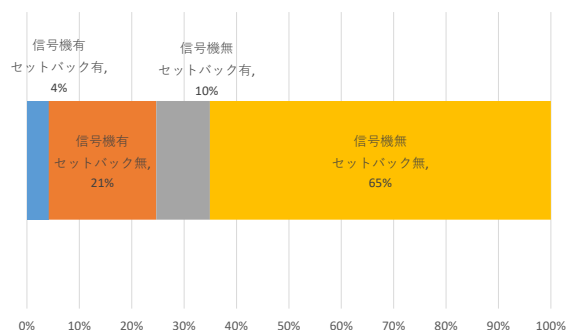


図 7 信号機と停止線後退の有無の交差点割合

図 8 は一時停止線の後退とカーブミラーと交差点形状で相互影響分析した結果である。一時停止線が後退していると見通しが悪くなるためカーブミラーが必要となることからこの二つは構造上の関係はあることが分かる。図 8 から、一時停止線が後退してカーブミラーが存在しない交差点で事故発生頻度が 0.54 と 0.23 の 2 倍以上発生しやすいことが分かった。一時停止線が後退して見通しが悪いにもかかわらずカーブミラーが存在しないため、ドライバーは交差車両が見えないまま交差点に進入することになるためこのように非常に高い値を示していると考えられる。対策としてはまずカーブミラーの設置が必要不可欠だ。図 9 は分析対象の要素を持つ交差点の割合を示している。図 9 を見ると、一時停止線が後退しているにも関わらずカーブミラーが存在しない交差点が 11.6%も存在している。停止線が後退してカーブミラーが存在していない箇所にカーブミラーを設置するだけで、全体的に事故は約 10%も低減することができると考えられる。

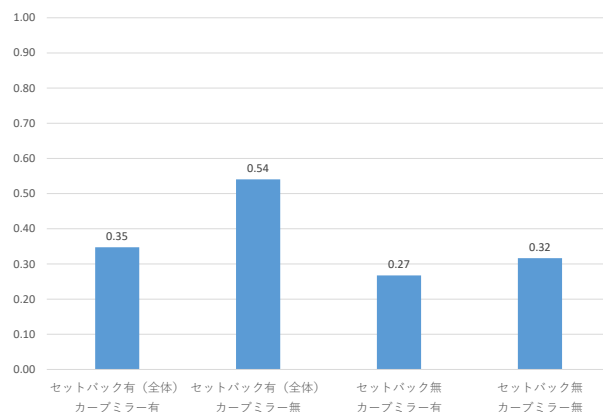


図 8 停止線の後退とカーブミラーの有無による事故発生頻度（十字路）

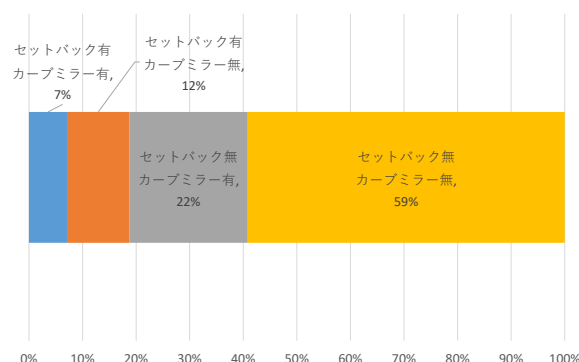


図 9 停止線の後退とカーブミラーの有無の交差点割合

図 10 は通行規制と電柱の有無と交差点形状で相互影響分析をした結果である。通行規制と電柱は構造上の関係はない要素同士である。図 10 を見るとやはり各交差点要素での分析結果通り発生頻度は低い。しかし、発生頻度にばらつきがあることが分かった。全交差点でみると通行規制がなく電柱が存在している場合に最も事故が発生しやすく、反対に通行規制も電柱も存在していない場合に事故は最も発生しにくいという結果であった。しかし、これを十字路交差点に注目してみると、一番低かった通行規制も電柱も存在しない場合に発生頻度が最も高いという結果になった。このことから十字路交差点において通行規制がなく電柱がない交差点は危険であり、対策を施す必要があることが新たに分かった。図 11 は分析対象の要素を持つ交差点の割合を示す。図 11 から今回の分析で新たに危険であるとわかった交差点は 18%も存在することが分かった。これまで電柱はドライバーの視野に影響を与えていたが関係ないことが分かった。それよりも電柱が障害物となり速度を低下させることや衝突地点をずらすことがで

き事故抑制につながる事が分かった。電柱がない箇所に円柱のような障害物を設置することで全体の4%事故低減につながる事が分析から示された。

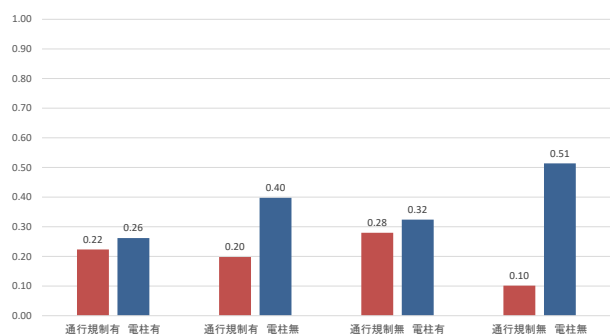


図 10 通行規制と電柱の有無による事故発生頻度 (赤：全交差点, 青：十字路交差点)

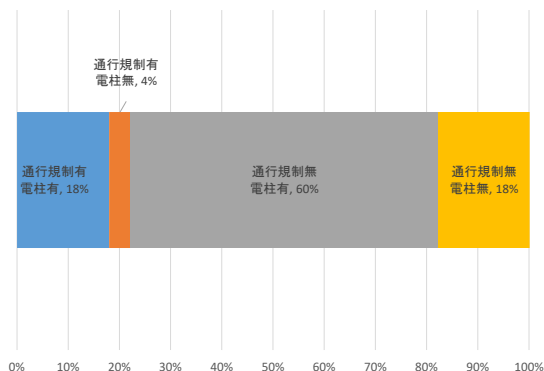


図 11 通行規制と電柱の有無の交差点割合

4. おわりに

本研究では、交差点構成要素に対して相互影響分析手法を用いることにより、これまでは出会い頭事故との関係性が示されていない要素を見つけ、一つの対策で複数の交差点での事故抑制につながる可能性を示すことができた。

また出会い頭事故は、見通しとの関係が強いことが以下の結果から分かった。

1. 信号機の有無と一時停止線後退の関係では、信号機の有無にかかわらず停止線が後退している場合に事故発生頻度が高くなる事が分かった
2. 一時停止線の後退とカーブミラーと交差点形状の分析から、停止線が後退していて見通しが悪いにも関わらずカーブミラーが設置されていない交差点が存在し、事故発生頻度が高いことが分かった。またカーブミラーを設置することで10%事故低減につながる事が分かった
3. 電柱が存在しない場合に事故発生頻度が高いことが分かった。電柱と通行規制の関係からこれまで電柱によってドライバーの視野が狭くなり、見

通しが悪くなると考えてきたが違うことが分かった。また電柱のような障害物が存在することでドライバーの道が狭く感じ速度を落とし事故抑制につながる事が分かった

今回は交差点数と事故情報の不足から3要素までの相互影響分析しかできなかった。今後は福岡県全体に調査範囲を広げ、より複数の相互影響分析を行うことで、より詳しい出会い頭事故と環境要因の関係性を見つけたいと考えている。

謝辞

本論文では交差点の調査にあたり、福岡県警察交通企画課より事故統計資料の提供等の協力を受けた。記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成 29 年中の交通事故の発生状況，2018
- 2) 警察庁交通局：平成 29 年中の交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取り締まり状況等について，2018
- 3) 宇野宏，猿渡英敏，浦井芳洋，吉田傑：交差点における非優先側車両の運転行動と影響要因，自動車技術会論文集，Vol.41，No.2，2010
- 4) 渡部数樹，中村英樹，道路交通環境に着目した交通事故発生要因に関する統計モデル分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.71，No.5，I_896-I_899，2015
- 5) 高松誠治，堀口良太，赤羽弘和：道路網の位相幾何学的評価尺度を導入した交通事故リスク推計モデルの構築，交通工学，Vol44，1号，pp54-62，2009
- 6) (財)交通事故総合分析センター：道路環境からみた出会い頭事故，イタルダイインフォメーション No.69，p12，2007
- 7) (財)交通事故総合分析センター：交通事故統計年報，2018
- 8) 福岡県警察本部交通部交通企画課：平成 29 年中の人身事故，2018
- 9) 佐藤潤弥，廣田正樹，野村拓未：出会い頭事故防止に向けた交差点環境の分析，第 16 回 ITS シンポジウム，2018
- 10) (財)交通事故総合分析センター：交通事故統計用語解説集，2017
- 11) 福岡県警察：平成 30 年 4 月福岡県警察提供～出会い頭交通事故に関する統計情報，2018