

交通事故データを用いた交通事故発生確率推定 モデルの構築と適用可能性の検討 —愛知県豊田市・岡山県岡山市を対象として—

橋本 成仁¹・吉城 秀治²・佐伯 亮子³・三村 泰広⁴・安藤 良輔⁵

¹正会員 岡山大学大学院准教授 環境生命科学研究科 (〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目1-1)

E-mail: seiji@okayama-u.ac.jp

²学生会員 岡山大学大学院 環境学研究科 (〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目1-1)

E-mail: gev421121@s.okayama-u.ac.jp

³正会員 (株) 福山コンサルタント 東日本事業部 (〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21)

E-mail: r.saeki@fukuyamaconsul.co.jp

⁴正会員 (公財) 豊田都市交通研究所 研究部 (〒471-0024 豊田市元城町3-17 元城庁舎西棟4F)

E-mail: mimura@tttri.or.jp

⁵正会員 (公財) 豊田都市交通研究所研究部長 (〒471-0024 豊田市元城町3-17 元城庁舎西棟4F)

E-mail: ando@tttri.or.jp

全国でゾーン30の導入が進められているが、ゾーン設定の方法については客観的に適用地域を選定する手法が確立されておらず、各地で試行錯誤が行われている。そこで本研究では、面的な30km/h規制の適用地域の設定基準を交通事故の発生状況から決定する方法を検討することを目的として、実際の交通事故の発生ポイントからどのような都市構造が交通事故の発生に影響を及ぼしているのかを検討した。

その結果、豊田市における全事故に対する交通事故発生確率に影響を及ぼす要因としては、信号機や医療機関数、建物密度などが影響を及ぼしていることが明らかになっている。また、岡山市にモデルの適用を行った結果、実際の交通事故発生件数との相関が高いことが確認できた。

Key Words : traffic safety, traffic accident analysis, speed limits

1. はじめに

我が国での交通事故の発生件数は、平成17年を境に減少傾向にあり、死者数も4,411人(平成24年)まで減少している¹⁾。しかし、第9次交通安全基本計画では、平成27年までに3,000人以下にすることが目標となっており、さらなる取り組みが求められている。中でも、生活道路として想定される車道幅員5.5m未満の道路での発生件数が全事故に占める割合は高い傾向にあり²⁾、交通事故の削減を進めるためには、生活道路での事故を減らす必要性があると考えられる。

その対策として、以前から様々な交通静穏化施策がなされてきている。自動車の速度抑制を目的とする代表的な施策としては、ハンプや狭窄、路側帯のカラー化など物理的デバイスを用いる手法や、速度規制や一方通行、車両別の通行規制など交通規制を用いる手法などが挙げ

られる。一方、歩行者の安全を確保することを目的とした代表的な施策としては、歩道の設置、路側帯の拡幅といった歩行空間の改良などの手法が挙げられる。しかし、これらの施策はどれも路線単位での効果にとどまっており、結果的に周辺への通過交通の移転といった問題を引き起こしている。また、この問題を解決すべく、複数の道路をある一定のまとまりをもった集合体として捉え整備する方法として、コミュニティゾーンやあんしん歩行エリアといった一体的な施策も行われており、一定の効果を挙げている。しかし、我が国での実施地域は少なく、十分な普及にまで至っていないのが現状である。

このような中で、面的な速度抑制を行う方法として、全国でゾーン30の導入が進められている。ただし、ゾーン設定の方法については客観的に適用地域を選定する手法が確立されておらず、各地で試行錯誤が行われている。そこで本研究では、面的な30km/h規制の適用地域の設

定基準を交通事故の発生状況から決定する方法を検討することを目的とする。

そのために、まず実際の交通事故の発生ポイントからどのような都市構造が交通事故の発生に影響を及ぼしているのかを定量的に明らかにする。次に、構築したモデルを他都市へ適用し、実際の交通事故の発生状況との間に違いが生じるのか否かを確認し、それを踏まえて他都市への適用可能性を検討することとする。これにより、交通事故データが入手困難な場合でも、都市構造から交通事故の発生状況が把握可能となり、30km/h規制の設定範囲を求める際の指標となる。

2. 使用データの概要

本研究では、愛知県豊田市において都市構造が交通事故の発生に影響を及ぼしているのかを検討し、構築したモデルを岡山市に適用することとし、両市の交通事故データと地図データを用いて分析を行っている。両市における交通事故データの概要を表2-1に示す。なお、豊田市の交通事故データについては、公益財団法人豊田都市交通研究所から、岡山市の交通事故データについては、岡山県警からそれぞれ提供していただいております。事故発生地点がすべてGIS（地理情報システム）上においてポイントで確認できている。また、それぞれのポイントデータには事故内容や発生地点のデータが付加されており、表2-1には両市における全年度で共通して確認できた項目を載せている。

愛知県豊田市は、愛知県北部に位置する人口約40万人、面積918km²の中核市であり、昭和26年の西加茂郡高橋村との合併以来、次々に隣接する町村との合併を繰り返したことから、都市部と郊外部を広く含んでいる。一方、岡山市は、人口約70万人、面積789km²を有し、平

成21年には全国で18番目の政令指定都市に移行している。また、平成17年には御津町・灘崎町、平成19年には建部町・瀬戸町との合併も行い、豊田市同様、多様な都市形態を有する都市である。

表2-1に示すように、豊田市では、1999-2007年（9年間）で計23,998件の交通事故が発生しており、一方、岡山市では、2006-2010年（5年間）で計41,833件の交通事故が発生している。年当たりの件数を比較すると、豊田市よりも岡山市の方が多い。この理由としては、岡山市の方が豊田市より人口が多いためであると考えられる。

また、愛知県豊田市で発生した交通事故の傾向を把握するため、交通事故データの分布をGIS上で確認した。図2-1は愛知県豊田市での1999-2007年の間に発生した23,998件の事故発生地点を事故形態別（車両単独または相互・人対車両）に示す。全体的に豊田市中心部での発生が多く、人対車両の事故に関しては特に中心部に集中していることが分かる。

3. 交通事故データを用いた規制速度に影響を与える要因分析

本章では、交通事故データをもとに、どのような都市構造上の要因が交通事故の発生に影響を及ぼしているのかを把握し、交通事故発生確率推定モデルを構築する。また構築したモデルを愛知県豊田市及び岡山市に適用することで、他都市への適用可能性の検討も同時に行う。そこでまずは、GISを用いて都市をメッシュ状に分割し、各メッシュ内での交通事故の発生確率と都市構造上の要因を用いて、どのような要因が交通事故の発生に影響を及ぼしているのかを重回帰分析により把握する。なお、ここで用いた都市構造上の要因は様々な都市での適用可能性を考慮し、比較的容易に入手可能なデータを用いている（表3-1）。また、交通事故の発生確率を算

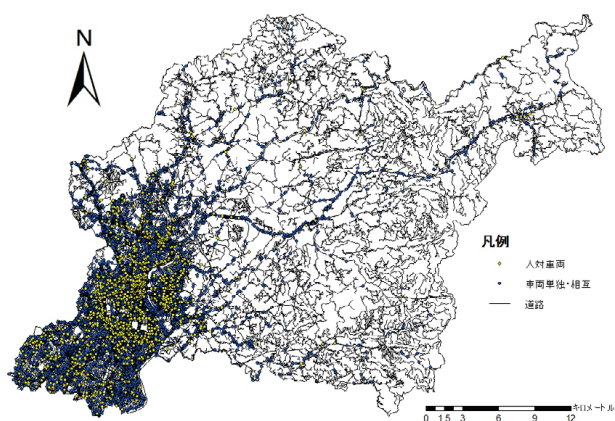


図2-1 愛知県豊田市における交通事故分布

表2-1 交通事故データ概要（愛知県豊田市及び岡山市岡山市）

	豊田市	岡山市
年度	1999-2007	2006-2010
件数	23998	41833
データ形式	ポイント	ポイント
項目（全年度共通のもの）	・発生日時 ・事故類型（車両相互、単独、人対車両） ・事故内容（死亡、重傷、軽傷） ・道路形状 ・車道幅員 ・信号機 ・交差点 ・学区 ・経度・緯度	・発生日時 ・事故類型（車両相互、単独、人対車両） ・事故内容（死亡、重傷、軽傷） ・道路形状 ・車道幅員 ・信号機

出する際、既存研究等⁴⁾では交通事故をポイントとして扱っている事例が多く見受けられる。しかし、交通事故の発生要因には都市構造や道路環境など周囲の環境が非常に密接に関わっていると考えられ、交通事故発生確率に与える影響を面的に捉える必要があると考えられる。そこで本研究では、広範囲に及ぶ交通事故発生確率の影響を考慮すべく、主に交通事故発生マップや犯罪情報マップ等に利用されているカーネル密度推定法⁴⁾を用いてその影響にある程度広がりを持たせて分析している。

(1) 豊田市における交通事故発生確率推定モデルの構築

本節ではまず、豊田市における交通事故発生確率モデルの構築を行うために、地域メッシュの中でも最も小さい単位である4分の1地域メッシュ（250mメッシュ）⁵⁾を用いて都市を分割する。その後、交通事故の発生地点を重ね合わせ、カーネル密度推定法を用いて、各メッシュでの交通事故発生確率を算出した（図3-1）。なお、本研究ではカーネル密度の影響範囲を半径500m、出力範囲を1辺10mのメッシュとしてカーネル密度推定法を行っている。さらに、交通事故発生確率をメッシュの代表点（中心部分）にポイントとして出力し、その値を250mメッシュ内で（25個×25個）平均して分析に用いている。図3-1から、交通事故の分布と同様に、豊田市中心部での発生確率が高い傾向が見て取れる。一方、郊外部において事故は発生しているが、山間部に挟まれており事故の分布が拡散しているため、特に発生確率の高い箇所は見られない。

次に、交通事故発生確率に影響を及ぼしていると考えられる都市構造上の要因の抽出を行った（表3-1）。なお、既存研究⁶⁾から、中心部のように人口密度の高い地域での交通事故の発生確率は高くなることは明らかにさ

れているため、本研究では人口の指標に加え、より詳細な人口分布を捉えることが可能な建物面積や公共施設、医療機関、バス停の数などの変数も加え、その影響を表現しようとしている。信号機に関しては、信号機の設置箇所において交通量が多いことや交通事故多発地点など、直接的に交通事故の発生要因となり得ると考えられるため、要因として用いている。また、幅員5.5m未満の道路での交通事故の発生箇所の7割が交差点部であることや、死者数の半数が65歳以上の高齢者であることを考慮して、交差点数や年齢別人口も変数として用いている。さらに、道路幅員12m以上の総延長に関しては、道路構造令により定められている都市部（A地域とB地域）と地方部（C地域とD地域）の指標を道路幅員に置き換えて大まかな都市部と地方部の違いを表現しようとしている。またその他にも、都市内での人の動きを見るために、地域間の交通量（自動車と徒歩）をパーソントリップ調査のOD量で代替して用いている。このOD量については、出発と到着の合計量を用いており、発着地のOD量はいくつかのゾーンで算出されている。そこで本研究では、各メッシュ内の建物面積を算出し、合計トリップを建物面積で按分した値を用いて自動車または徒歩トリップの合計量として分析に用いている。

以上のような変数設定のもと、本研究では異なる三つの条件下（(i)全地域(ii)DID地区内(iii)市道での事故のみ）における重回帰分析を行っている。(i)全地域に関しては事故全体の傾向を把握し、どのような都市構造においても適用可能なモデルを構築することを目的としている。(ii)DID地区内に関しては、都市内における人口密集地域における限定的なモデルの構築を目的としている。これにより、都市内でも優先的に面的な速度規制を適用する箇所の把握が可能となる。また、(iii)市道での事故のみに関しては、目的変数とする事故発生箇所より比較的高規格な道路で発生した交通事故の影響を取り除くことに

表 3-1 重回帰分析で用いた要因（愛知県豊田市）

要因	基準
人口(人)※1	平成17年国勢調査(小地域)の数値
15歳以上人口(人)※1	平成17年国勢調査(小地域)の数値
65歳以上人口(人)※1	平成17年国勢調査(小地域)の数値
信号機(個)	-
交差点(個)	-
県道交差点(個)	交差点中の県道上に立地しているもの
国道交差点(個)	交差点中の国道上に立地しているもの
バス停(個)※2	-
建物面積(m ²)	建物(住宅・商店・マンション等)の立地面積
道路幅員12m以上(km)	幅員12m以上の道路総延長
自動車トリップ数(回)※2	交通流動量, パーソントリップOD量データの自動車トリップ数(往復)
徒歩トリップ数(回)※2	交通流動量, パーソントリップOD量データの徒歩トリップ数(往復)
公共施設数(個)※2	官公署、学校、病院、郵便局、社会福祉施設等の数
医療機関数(個)※2	病院、診療所、歯科診療所の数

出典:※1 e-Stat 統計GIS

※2 国土数値情報

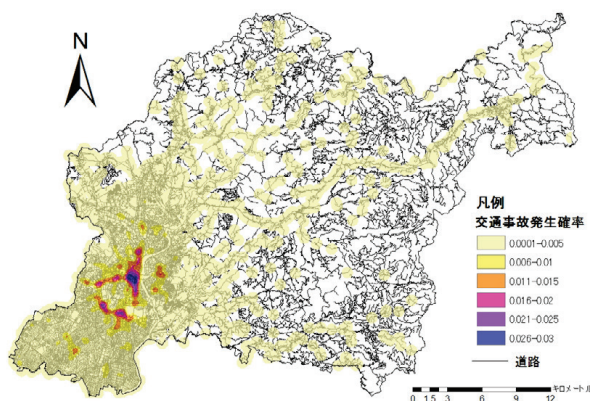


図 3-1 愛知県豊田市におけるカーネル密度を用いた交通事故発生確率分布

より、生活道路での交通事故に影響を与える要因の把握が可能なモデルの構築を目的としている。なお、死者数の半数が歩行中であることから、事故形態の中でも対人の事故に対する要因は別途把握する必要がある。そこで、本研究ではそれぞれの条件下において全事故と対人の2種類の重回帰分析を行っている。以下に分析結果を示す。

a) 豊田市全域における交通事故発生確率に影響を与える要因分析

まずは、豊田市全域における交通事故発生確率を目的変数とし、表3-1で定義した都市構造上の要因を説明変数とした重回帰分析を行った（表3-2）。なお、モデルに使用する説明変数を選定する際には、多重共線性の疑いのある変数を除外し、さらに修正済み決定係数を高めるような変数を残して分析を行っている。修正済み決定係数は0.57と比較的良好な結果が得られている。また、標準偏回帰係数に着目すると、豊田市全域における交通事故発生確率に最も大きな影響をもたらしている要因としては信号機の数であり、次いで建物面積や医療機関数などが発生確率を引き上げていることが分かる。一方、対人の交通事故発生確率を目的変数とした重回帰分析も同時に行った（表3-2）。こちらも修正済み決定係数は0.52と全事故と比較すると少し下がるが比較的良好な結果が得られている。豊田市全域における対人の交通事故発生確率に最も影響をもたらしている要因としては、医療機関数であり、次いで信号機の数や建物面積となっており、全事故と要因は同じであるが、影響の大きさに関しては異なっていることが分かる。その原因として、医療機関の周辺では人の出入りが多く、自動車単独や相互の事故よりも対人の事故が多くなったと考えられる。また、信号機や建物面積に関しては対人の事故よりも全事故に大きな影響をもたらしており、信号機の存在する交差点付近では自動車単独または相互の事故が多いことを示唆している。以上の結果から、これら二つの条件下における交通事故の発生確率に影響を及ぼす要因の順番は異なるが、どれも都市内での交通量や人口密度が高い箇所を示している指標であり、交通事故の発生確率と交通量や人口には密接な関係があることが明らかとなった。

b) 豊田市DID地区内における交通事故発生確率に影響を与える要因分析

次に、豊田市におけるDID地区内での交通事故発生確率を目的変数に、表3-1で定義した都市構造上の要因を説明変数とした重回帰分析を行った（表3-2）。全事故では修正済み決定係数は0.44となり、(i)全地域と比較するとやや低い値となっている。これは、DID地区内という限られた地域に絞ることにより、各メッシュ内の都市構造が同様の傾向を示したため、差が生じなかったと考えられる。定数項も(i)全地域と比べ高く、中心部での事故がかなり多いことが分かる。標準偏回帰係数に着目す

ると、豊田市におけるDID地区内での交通事故発生確率に最も大きな影響をもたらしている要因としては、(i)全地域と同様に信号機であるが、次いで大きな影響を及ぼしている要因は、国道交差点や医療機関数となり多少傾向が異なる。一方、DID地区内での対人の交通事故発生確率を目的変数とした重回帰分析も同時に行った（表3-2）。修正済み決定係数が0.49と全事故のモデルよりも多少良い結果となっている。また、DID地区内での対人の交通事故に最も影響を及ぼしている要因は、(i)全地域と同様に医療機関数であるが、次いで65歳以上の人口や徒歩トリップ数、信号機などが続いており、特徴的な要因が見られる。この理由として(i)全地域では、人口と人口を表す指標である建物面積やトリップ数などが混在し、互いに相関が高くなることから結果的に要因が除外されていた。しかし、DID地区ではその影響が一様となったため、年齢別人口やトリップなど詳細な居住者情報が大きな影響をもたらしたと考えられる。

c) 豊田市全域における市道で発生した交通事故発生確率に影響を与える要因分析

最後に、豊田市全域における市道での交通事故発生確率を目的変数に、表3-1で定義した都市構造上の要因を説明変数とした重回帰分析を行った（表3-2）。全事故での修正済み決定係数は0.54と(i)全地域の結果とあまり変わらない。また、市道での事故に限定したため、国道や県道交差点が存在せず、交差点自体も建物面積との相関係数が高いため除外される結果となり、説明変数が少なくなっている。さらに、市道での事故件数は全体の事故件数に比べて数が減るため、(i)全地域や(ii)DID地区内と異なり定数項が負の値となっている。しかし、市道で

表3-2 豊田市における交通事故発生確率に影響を及ぼす要因分析結果（まとめ）

説明変数	豊田市(全地域)		豊田市(DID地区)		豊田市(市道のみ)	
	全事故	対人	全事故	対人	全事故	対人
65歳以上人口(人)※1			0.0000 4.3972	0.0000 8.7420		
信号機(個)	0.0003 48.8207	0.0003 39.6261	0.0002 11.2149	0.0002 8.0216	0.0003 49.9692	0.0003 35.1994
国道交差点(個)	0.0000 12.9794	0.0000 3.5421	0.0000 9.4410	0.0000 5.8088		
建物面積(m2)	0.0000 45.1551	0.0000 38.9590	0.0000 3.0763	0.0000 1.5814	0.0000 32.7891	0.0000 29.8862
道路幅員12m以上(km)	0.0005 30.3502	0.0004 15.1369			0.0001 34.7343	0.0001 22.5618
徒歩トリップ数(回)※2			0.0000 3.7077	0.0000 7.6186		
公共施設数(個)※2	0.0001 17.4728	0.0001 19.2319	0.0001 5.8127	0.0003 7.2780	0.0001 13.7068	0.0001 14.6169
医療機関数(個)※2	0.0002 36.2164	0.0005 52.3518	0.0002 7.7946	0.0004 12.1629	0.0003 39.5214	0.0005 47.6464
定数項	- 0.0000	- 0.0000	- 0.0003	- 0.0002	- -0.0000	- -0.0000
修正済み決定係数	0.5767	0.5233	0.4482	0.4971	0.5434	0.4714
上段: 偏回帰係数		5%有意	出典: ※1 e-Stat 統計GIS			
下段: t値		1%有意	※2 国土数値情報			

の交通事故発生確率に影響を与える要因に関しては、(i) 全地域での傾向と同様であり、道路幅員が12m以上の道路が及ぼす影響が少し大きいこと以外があまり変わらない。一方、対人の交通事故発生確率を目的変数とした重回帰分析結果では、修正済み決定係数が0.47と全事故に比べて下がっている。また、全事故と同様に定数項が負の値になっており、影響を及ぼしている要因も同様の傾向を示している。市道での交通事故においては、全体的な事故の数が全地域の事故と比べて減少するため、定数項が負の値となり変数も減少する。しかし、影響を及ぼしている要因の傾向は同様であるため、市道での事故は比較的高規格な幹線道路上の事故要因に誘発されて生じていることが考えられる。

(2) 豊田市及び岡山市における交通事故発生確率推定モデルの適用とその検討

前節では、愛知県豊田市の交通事故データを用いて様々な条件下における重回帰モデルを構築し、交通事故発生確率に影響を及ぼす要因を把握した。しかし、本研究では豊田市でのモデルを構築したに過ぎず、他都市への適用性について検討する必要がある。

そこでまずは、豊田市で構築した交通事故発生確率モデルの精度を検討すべく、愛知県豊田市への適用を行った。なお、ここでは全体的なモデルの傾向を把握するため、(i)豊田市全地域における交通事故発生確率に影響を与える要因分析において全事故を対象に構築した重回帰モデルを用いて適用を行う。検討方法としては、メッシュごとにモデルの適用前後での交通事故発生確率から交通事故発生件数を算出し、相関係数を用いて比較を行っている。豊田市におけるモデル適用後の交通事故発生確率の分布を図3-2に示す。ここでは、実際に豊田市内で発生したメッシュごとの交通事故発生件数を縦軸に、横軸は図3-2で算出したメッシュごとの交通事故発生件数としている。図3-1のモデル適用前の交通事故発生確率の分布と比較すると、中心部での発生確率が高いことや、郊外部へ伸びる道路上での事故の分布などの傾向は似ていることが分かる。また、図3-3にはメッシュごとにモデルの適用前後での交通事故発生件数を算出し比較した散布図を示す。相関係数は0.74と高い値を示しているが、分布図の形から実際の交通事故発生件数よりもモデル適用後の交通事故発生件数のほうが件数を高く算出する傾向が見られる。

次に、豊田市で適用を行ったモデルを用いて岡山市全地域へ適用し、汎用性の検討を行った。なお、検討方法は豊田市の適用で行った方法と同様である。岡山市におけるモデル適用後の交通事故発生確率の分布を図3-4に示す。岡山市におけるモデルの適用図では、比較的大範囲において発生件数が算出されており、中心部での確率

が高いとした傾向が見られる。また、図3-5において、実際の交通事故発生件数とモデル適用後の交通事故発生件数の相関比は0.70と高い値を示しており、豊田市での適用前後の相関係数と大差はない。また、散布図の分布より岡山市においても豊田市と同様に実際の交通事故発生件数よりもモデル適用後の交通事故発生件数のほうが件数を高く算出する傾向が見られた。以上の結果から、さらにモデルの精度を高める際には何らかの係数を設定する必要があると考えられる。

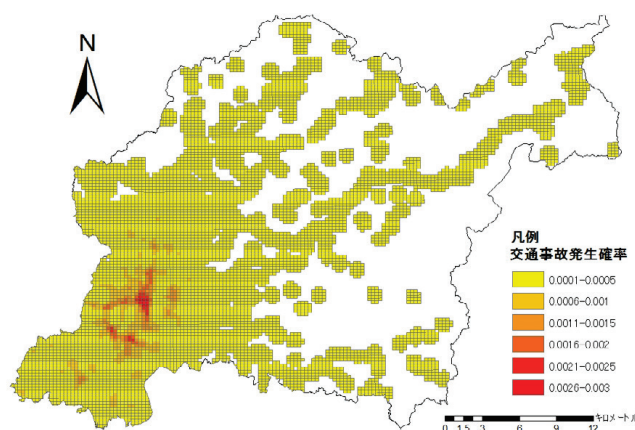


図3-2 豊田市で構築した交通事故発生確率推定モデルの豊田市への適用図

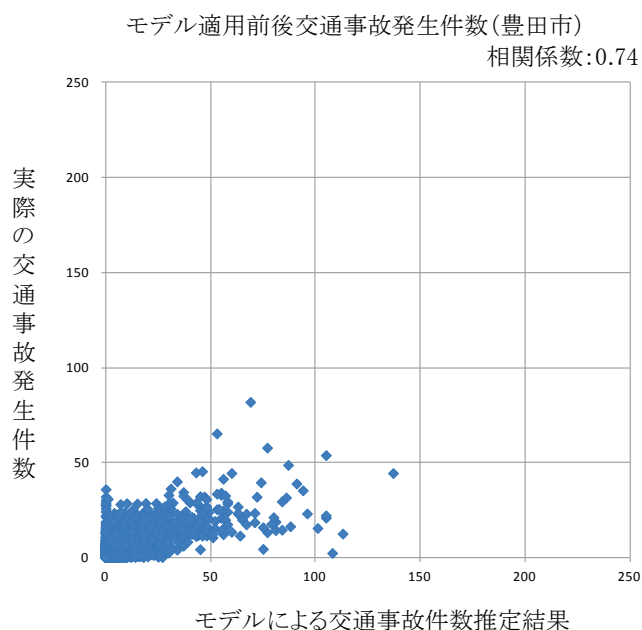


図3-3 豊田市における交通事故発生確率推定モデル適用前後での交通事故発生件数の比較（メッシュ単位）

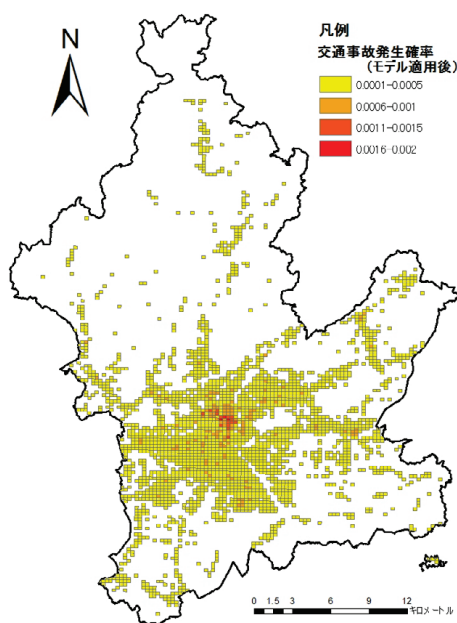


図 3-4 豊田市で構築した交通事故発生確率推定モデル
の岡山市への適用図

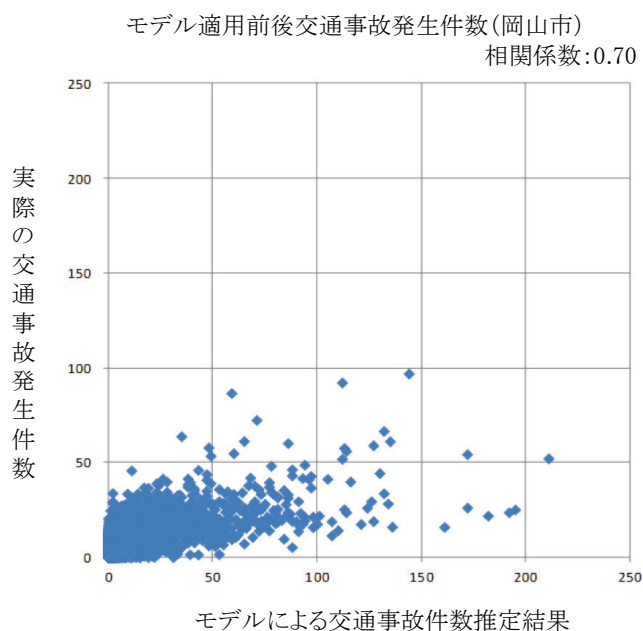


図 3-5 岡山市における交通事故発生確率推定モデル適用前後での
交通事故発生件数の比較（メッシュ単位）

するため、岡山県岡山市へのモデルの適用を行い、他都市への適用可能性を検討した。

その結果、豊田市における全事故に対する交通事故発生確率に影響を及ぼす要因としては、信号機や医療機関数、建物密度などが挙げられる。一方、豊田市における対人の交通事故発生確率に最も影響を及ぼす要因としては、医療機関数が重要な要素となっている。

また、豊田市で作成したモデルを岡山市に適用した場合、実際の交通事故発生件数との相関が高いことが確認できた。ただし、岡山市における実際の交通事故件数よりもモデル推計値のほうが件数が高く算出される傾向が見られた。このことから、本研究で構築したモデルにおいては都市内での地域間での相対的な交通事故発生件数の比較は可能であるが、都市間での比較を行う際には、何らかの係数を設定する必要があると考えられる。

謝辞：本研究を進めるにあたり、公益財団法人タカタ財団の研究助成を頂きました。この場をかりて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 内閣府：交通安全白書（平成 25 年版）。
- 2) 交通事故総合分析センター：交通統計（平成 24 年版）。
- 3) たとえば、森地茂・兵藤哲朗・浜岡秀勝：地理情報システムを用いた交通事故分析方法に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.16，pp. 961-968，1993。
- 4) 滋賀県警察犯罪発生マップ：滋賀県「なくそう犯罪」滋賀安全なまちづくり，http://map.shiga.hba.jp/shiga_asp/readme_kernel.html，2013.8 最終閲覧。
- 5) 総務省統計局 HP：政策統括官（統計基準担当）・統計研究所，「地域メッシュ統計について」：http://www.stat.go.jp/data/mesh/m_tuite.htm。
- 6) 鹿野島秀行：GIS を用いたマクロ交通事故分析—人口と交通事故の関係に関する分析を例に一，土木計画学研究・講演集，Vol.23，pp.747-750，2000。

(2013.?? 受付)

4. おわりに

本研究では、愛知県豊田市の交通事故データを用いて都市内での30km/h規制が必要であるとされる箇所を把握するために、実際の交通事故の発生ポイントからどのような都市構造が交通事故の発生に影響を及ぼしているのかを定量的に明らかにした。さらに交通事故発生確率を推定できるモデルを構築し、他都市へ適用可能性を検討