

ニューラルネットワークを用いた交差点の類型別事故率推計モデルの作成*

The Neural Network Models for Estimation of Type other Accidents Rates

小谷ゆかり**・鈴木崇児***・秋山孝正****

By Yukari KOTANI, Takaji SUZUKI and Takamasa AKIYAMA

1. はじめに

道路交通事故は交通、沿道、運転者等に起因する多種多様な要因が複雑に影響して発生する。特に一般道路網においては、交差点ごとに多発している事故類型が異なり、有効な交通安全対策が異なる。このため交通事故と多様な要因との関係を記述することはきわめて重要である。

本研究では、交差点内の交通流動と交通安全対策が事故件数に与える影響を事故類型別に推計する交通事故予測モデルを作成する。高い精度で事故率を推計するために、ニューラルネットワーク (NN) を用いる。これより、各交差点の事故類型の傾向に合致した交通安全対策が検討可能になる。

2. 交通事故の実態の分析

ここでは、本研究で対象とした交差点における交通事故の実態について説明する。図1に岐阜市の交差点と道路網を示す。この中で14箇所の交差点を対象とした。

ここで取り上げたの交通事故多発地点は、国道21・156・157・248号線、環状線沿いを中心に分布している¹⁾。今回取り上げた交差点の中では、1・6・10の3箇所が平成8年以降、3年連続で岐阜県の事故多発場所ワースト10に入っている。事故が多発している交差点を分類すると、①幹線道路が交差する大交差点と②市街地にある交差点に類別できる。対象としたのは大交差点が5箇所、市街地の交差点が9箇所である。

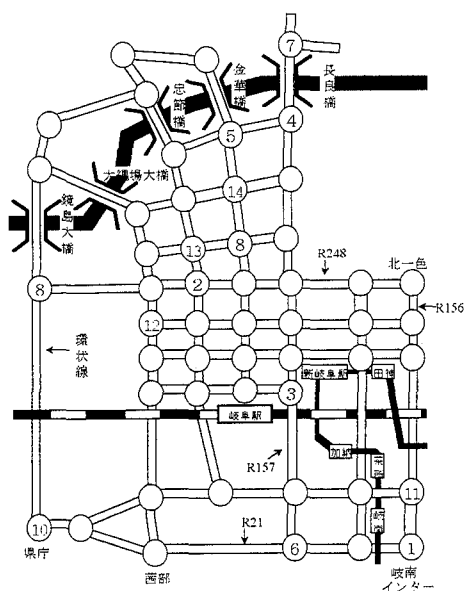


図1 対象交差点

これらの交差点を多発している事故類型で分類する。追突事故が10台/年以上発生している交差点は11箇所あり、岐阜市全体に分布している。また、出会い頭事故は2箇所あり、これらの交差点は市街地にある。衝突事故については4箇所、大交差点が多い。この中で2つ以上の類型で10台/年以上発生している交差点は6箇所ある。

3. 交通事故率推計モデルについての検討

(1) 交通事故率推計モデルの概要

これまでに費用と有効度を基本とした交通安全対策立案法に類型別事故件数予測手順を導入することにより、各交差点における特徴の相違を考慮することを検討した^{2)~4)}。有効性の高い交通安全対策を作成するためには、高精度の交通事故発生件数の予測が必要である。一般に交通事故は類型ごとに発生要因が異なり、それに伴う損失も異なる。そこで類

*キーワード 交通安全、ニューラルネットワーク

** 学生員 岐阜大学大学院

〒501-1193 岐阜市柳戸1-1

TEL 058-293-2446 FAX 058-230-1528

*** 正会員 中京大学経済学部

〒466-8666 名古屋市昭和区八事本町101-2

TEL 052-832-2151(6422) FAX 052-835-7198

**** 正会員 工博 岐阜大学工学部

型別事故件数が予測可能なモデルを検討することが重要である。本研究では「事故件数予測サブモデル」の推計精度をより高くするために、説明変数の組み合わせについて検討する。

交通事故を追突、出会頭、衝突事故に類別する。このとき類型別事故率をつぎのように定義する。

$$p_{isk} = \frac{q_{isk}}{v_{is}}$$

p_{isk} : 交差点 i に方向 S から進入する単位自動車交通量に対する事故類型 k に対する事故率 (件/台)

q_{isk} : 交差点 i に方向 S から進入する自動車交通に対する事故類型 k に対する事故件数 (件)

v_{is} : 交差点 i に方向 S から進入する自動車交通量 (台)
このとき現況値 (全方向の平均) は順に 3.05×10^{-4} 、 3.61×10^{-4} 、 3.42×10^{-4} (件/台) である。

事故類型には上記以外に単独・人対車両があるが、総事故件数に対する割合が極めて小さい (3%) ため、ここでの推計では考慮していない。

(2) 交差点における交通安全対策の整理

交差点を対象とした交通安全対策には、様々なものがある。例えば、道路照明や右折レーンの設置、信号機の設置・改良、外側線のワイド化、交差点中心鉢、カラー舗装、交差点クロスマークなどである。

ここで「外側線のワイド化」は、交差点取付部の標示の幅を広くすることにより、車道幅員を明確にすることである。これにより、ドライバーの注意が喚起され、速度が抑制される。

「交差点中心鉢」や「クロスマーク」は、交差点の中心点を明確にすることで、交差点があることをドライバーに知らせ、注意を喚起させる。

「カラー舗装」は交差点を強調させるためにカラー化による注意喚起とあわせて、すべり防止を図る。

以上のように各種交通安全施策の特徴を交通現象に与える影響を考慮して、説明変数を選定した。具体的には直進、左折、右折の交通量 (6 種類) に加えて進入速度、灯機整備水準条件、路面条件などの交差点の安全対策に対応する項目を用いる。ここで「進入速度」「交通量」については、実績値を求めることが困難であるので、現況交通量配分による推計値である。

(3) 交通事故率推計モデルの作成

交通事故は多様な要因が複雑に関係することから、事故率の推計には複合的関係の記述が必要である。そこで本研究ではニューラルネットワーク (NN) を用いて類型別事故率を予測するモデルを構築する。一般に NN モデルは複雑な非線型関係の表現が可能で、教師データとの適合性はきわめて高い⁵⁾。

具体的には、前述の要因を考慮して、説明変数の組み合わせにより 10 種類の 3 層の階層型 NN モデルの比較・検討を行った。各モデルの大きさと推計結果を表 1 に示す。ここで NN の結合係数の推定は、BP 法 (モーメント法) による学習で行ない、学習回数を 10000 回とした。推定には 14 箇所の交差点、56 方向のデータを用いた。

また同時に各類型ごとに回帰モデルを作成した。

どの NN モデル (相関係数: 追突 0.970, 出会頭 0.989, 衝突 0.980) についても、回帰モデル (追突 0.423, 出会頭 0.503, 衝突 0.566) と比較して推計精度が高かった。回帰モデルが事故率と入力変数が線型であるのに対し、NN は非線型関係となっている。さらに NN モデルでは説明変数の相互作用

表 1 モデルの種類と推計結果

	説明要因数 入力層の ニューロン数	中間層の ニューロン 数	残差二乗和 ($\times 10^{-4}$)			
			追突	出会頭	衝突	全類型
case 1	9	6	1.46	2.32	2.27	6.05
case 2	6	4	2.13	34.30	8.28	10.40
case 3	8	5	3.73	16.90	3.21	23.84
case 4	7	5	3.70	19.50	3.00	26.20
case 5	8	5	1.91	1.72	1.61	5.25
case 6	10	6	0.79	1.06	0.57	2.42
case 7	11	6	1.31	1.91	1.09	4.30
case 8	7	5	0.85	1.31	0.84	3.00
case 9	8	5	0.75	1.02	0.68	2.44
case 10	10	6	0.35	1.14	0.42	1.91
回帰分析			4.50	38.10	6.63	

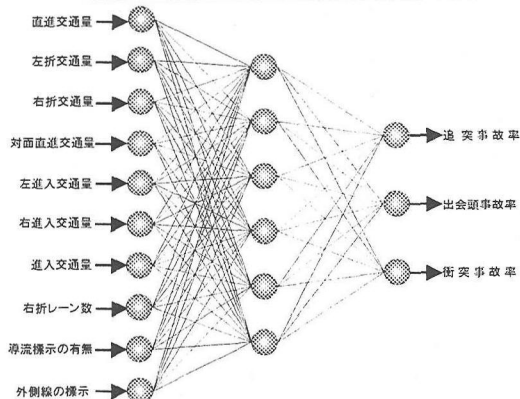


図 2 ニューラルネットワークによる事故予測モデル

が説明できたためであると考えられる。以上の分析よりNNモデルにより高精度の事故率推計が期待できることがわかる。最も推計精度が高かったモデル(case10)を図2に示す。

(4) 交差点の事故発生状況の解析

次に交差点ごとに検討する。Case10 のモデルで推計した事故件数の残差から推定精度を3段階に分類した。これを表2に示す。すべての類型について推計精度のよい(○)交差点は5箇所、2類型では3箇所となっている。また、推計精度の低い(×)類型を含むのは4箇所あった。

NNモデルによる事故予測モデルにおいても、妥当な推計結果が得られない交差点が存在する。

図3に示した交差点7について検討する。この交差点では追突・出会頭の2類型で妥当な推計結果が得られなかった。この交差点では追突事故が14件、出会頭事故が1件、衝突事故が3件発生している。また長良橋の北詰に位置することが縦断勾配があり、特に北進方向(図3の左から右へ)の追突事故が9件と多発している。

原因としてこの交差点は三叉路であるため、存在しない交通量を入力するためであると考えられる。また一方のみ特に事故が多いため、交通条件や路面条件の違いだけで、事故率の違いが説明できなかったことも考えられる。

他の交差点についても方向によって事故の発生件数が大きく違う箇所では推計精度が低かった。

これらのモデルより、事故の発生要因について以下のことが考えられる。

- ①交通量の要因が多いほうが推計精度は高くなる。
これより、交通事故の発生には様々な交通量が影響していると考えられる。
- ②路面条件について集計的に扱うより、それぞれを個別に扱ったほうが推計精度は高くなる。これは、それぞれの要因が事故に与える影響が異なるためであると考えられる。
- ③灯機整備水準は信号機の有無、速度感应化など4項目について統合したものであるが、説明変数に取り入れた場合も事故率の推計精度は上昇しない。これは各交差点での水準に差がなかったためであると考えられる。

表2 交差点ごとの推計精度

	追突	出会頭	衝突
1	×	○	△
2	○	○	○
3	○	○	○
4	○	○	○
5	○	△	○
6	△	×	○
7	×	×	○
8	△	×	△
9	○	△	○
10	○	○	○
11	○	○	△
12	○	○	○
13	△	△	○
14	△	△	○

○:残差の絶対値が0~1
△:残差の絶対値が2~4
×:残差の絶対値が5~

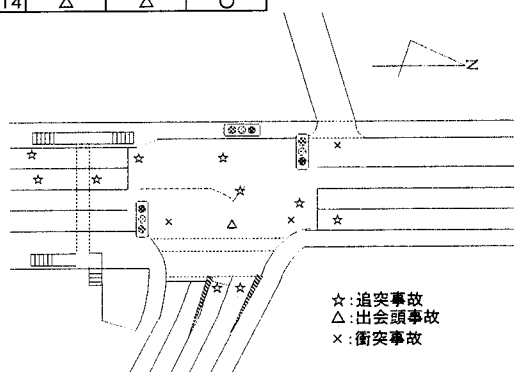


図3 交差点の事故発生例(交差点7)

4. 状況変化から見た事故発生状況に関する分析

ここでは、交通安全施策の実施などにより交差点の状況が変化したときに、交通事故の発生がどのように変化するかを分析する。

(1) 交通条件が与える影響に対する検討

前節で求めたモデルを利用して、交通条件に対する事故率の変化を推定した。

ここでは特定の交差点を対象とし、ある入力値を変化させ、他の入力値を一定とする。これにより、特定要因に対する交通事故率の変化が推計できる。

交差点6における進入速度に対する事故率の変化を図4に示す。出会頭事故は35km/hから急激に事故率が低下している。また、衝突事故は速度が上昇すると、事故率が上昇している。これらは、出会頭事故が市街地の比較的速度の遅い交差点で多発するのに対し、衝突事故が速度の速い幹線道路の交差点で大交差点で発生する傾向を捉えている。

交通量について検討する。直進交通量を増加させていったとき、追突・衝突の各事故率は一定となる

場合が多い（10箇所）。例えば交差点1において交通量を増加させた場合、追突事故では事故件数は増加するが、事故率は減少し、6500台/日を過ぎると一定となった。これは、交通量が増加すると事故件数は増加するが、交通量の増加に対して事故件数の増加が小さいため、車両一台あたりの事故率は減少する傾向を捉えていると考えられる。

（2）交通安全施策が与える影響に対する検討

つぎに、交通安全施策に関する検討を行う。ここでは具体的な交差点「交差点12」（図5）について、交通安全対策の実施前後で事故件数を比較する。

この交差点では追突事故が19件、出会頭事故が1件、衝突事故が4件と、特に追突事故が多発している。追突事故は走行方向が同じ車両に後方から接触する、いわゆる自爆型の事故である。したがって交通安全対策としては、ドライバーに注意を促すことが中心となる。そこで本研究では、この地点における交通安全対策として外側線のワイド化を考える。

具体的には前節同様、外側線の標示の入力値だけを変化させ、他の入力値は現況の値に一定とした。

外側線を標示した場合、追突事故が9件と大きく減少する。しかしながら衝突事故が1件増加する。

また外側線のワイド化を実施した場合は、追突事故が8件減少し、衝突事故が2件増加する。しかし外側線が標示してある場合、ワイド化を実施した場合のほうが事故件数は多くなると推計された。この結果から、交差点のワイド化には事故削減の効果がないと考えられる。

5. おわりに

本研究では、交差点の類型別事故率を予測するモデルを作成した。具体的には説明変数の組み合わせにより10種類のモデルをニューラルネットワークを用いて作成した。ここで本研究の研究成果と今後の課題として以下の点が整理できる。

- ① NNを用いた類型別事故率推計モデルは、交差点の交通条件の相互作用が事故に与える影響を捉え、高精度の事故件数の推計を可能にした。
- ② 本モデルにより、交差点の事故類型に合致した交通安全対策の検討を可能にした。

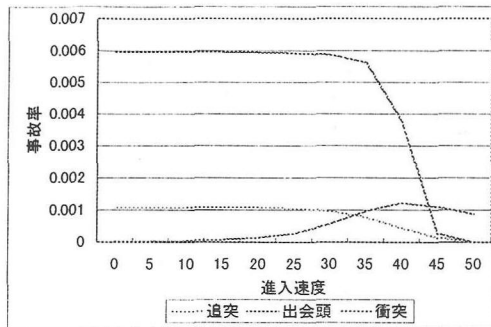


図4 進入速度の変化に対する事故率の変化

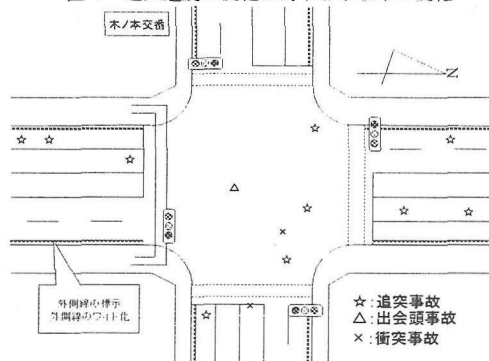


図5 対象交差点の事故発生状況（交差点12）

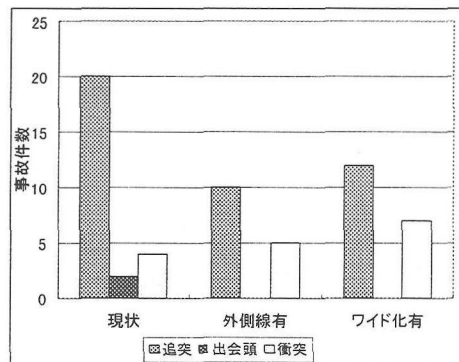


図6 交差点12の事故件数の変化

参考文献

- 1) 岐阜県警察：'99 安全運転マップ、1999。
- 2) 小谷ゆかり・秋山孝正・鈴木崇児：交差点の交通事故予測手順を内包した交通安全対策立案モデル、土木学会中部支部平成10年度研究発表会講演概要集、1999。
- 3) 小谷ゆかり・鈴木崇児・秋山孝正：交通安全対策立案のための類型別事故予測モデル、土木学会全国大会（投稿中）、1999。
- 4) 小谷ゆかり・鈴木崇児・秋山孝正：類型別事故予測モデルを内包した交通安全対策立案方法、交通工学研究発表会（投稿中）、1999。
- 5) 中野馨・飯沼一元：入門と実習ニューロンコンピュータ、技術評論社、1989。