

大阪市立大学工学部 学生員 ○長村 翔 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 日野 泰雄
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 吉田 長裕 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田 敬

1. 研究の背景・目的

我が国の交通事故死者数は、11年連続で減少し続けているものの、いまだ多くの人々が犠牲となっている。このため、交通安全対策のより効率的・効果的な実施が重要であり、そのためには、客観的な事故分析結果に基づいた問題点の把握と対策の立案が不可欠である。

交通安全対策箇所は、事故件数をもとに選定されている。しかし、事故件数による選定では偶然による変動が大きいため、対策効果が得られない可能性がある。そこで、道路の事故確率をもとに選定することで、対策効果が期待できると考えられる。

これまでにも、様々なモデルによる事故頻度の推定が行われてきたが、課題も生じている。1つ目の問題点は、従来の推定法では「平均への回帰」現象が生じ、バイアスのかかった推定となる可能性がある点である。木村¹⁾は、これは事故の生起確率の低さによる偶然変動に起因するもので、これを考慮しないと推定精度の低下につながる恐れがあることを示している。2つ目の問題点は、従来の事故頻度の推定では多くの説明変数を必要とし、観測データの少ない道路においては、推定できないという点である。

そこで本研究では、少ないデータを有効に活用できる推定方法として経験ベイズ手法に着目し、バイアス緩和効果とともに、良好な推定結果が得られる類似道路選定の条件を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

2.1 経験ベイズ手法の概要

経験ベイズとは、観測データから期待事故件数を推定する統計的方法で、下記のモデル式を構築する。頻度主義では多くのデータを必要とするため推定が不可能な場合でも、観測データと類似の要素とを組み合わせることでデータの不足を補い、推定を可能にする。

モデルの特徴として、2つの異なる情報ソースを組み合わせることで限られたデータでの推定精度を高めるとともに、平均への回帰バイアスを緩和することができる。

$$\text{期待事故件数} = \alpha \text{ 情報①} + (1 - \alpha) \text{ 情報②} \quad (\text{式 1})$$

α : 重み

2.2 対象データ

本研究では、兵庫県内の幹線道路下で生じた自転車事故を分析対象とする。平成17年度道路交通センサスと平成14-22年度兵庫県事故データを扱う。道路交通センサスから、道路延長、各種交通量、道路幅員、車線数、などの道路構造を表す詳細なデータを、兵庫県事故データから、事故件数、事故当事者、事故発生箇所などの事故の詳細なデータを入手する。

2.3 データの取得方法

兵庫県事故データの事故が道路交通センサスのどの区間で生じた事故であるかを調べるために、本研究ではGISソフトの地図上で2つのデータのマッチングを行った。道路交通センサスの各区間を表すラインと事故発生箇所の座標とが重なった数をカウントすることにより、各道路区間の事故件数を取得した。

3. モデルの概要

3.1 モデル式の構築

本研究では、幹線道路における事故リスクの分析を行うため、幹線道路の事故件数の観測値と、類似の幹線道路の事故件数の平均値を用いて、次のようなモデル式を構築した。

$$u = \alpha x + (1 - \alpha)p \quad (\text{式 2})$$

u : 幹線道路の事故件数の平均値の推定値

x : 類似幹線道路の事故件数の平均値

p : 幹線道路の事故件数の観測値

$$\alpha: \text{重み } \alpha = 1 / [1 + (\mu \times Y) / \phi] \quad (\text{式 3})$$

Y : 年数

μ : 類似幹線道路の事故件数の平均値/km

ϕ : 過剰分散パラメータ

重み α を求める際の μ と ϕ については、幹線道路612リンクから推定された亀井²⁾のデータを用いた。

3.2 類似道路の選定

モデル精度の比較を行うため、類似道路として、類似度大、類似度中、類似度小の3パターンを考える。類似道路を選定するために、本研究ではクラスター分析を用いる。ここで、亀井の研究で自転車事故件数に有意であった自転車交通量、自動車交通量、区間延長、車道幅員の4つの要因を変数とし、標準化ユークリッド平方距離による非類似度を求め、モデル式に用いる。

4. 類似度によるモデル精度の分析

3.2 で示した3パターンの道路において、主要県道 345 路線からランダムに 15 路線を選び、経験ベイズ推定値と実際の事故件数との累積残差を用いてモデル精度の比較を行った。一例として、事故件数の推定値と実際の事故件数を図-1 に、パターン別の累積残差を表-1 に示す。図-1 より類似度が大きい方が実際の変動と連動した推定結果が得られた。また、表-1 より類似度の大きい道路を用いた方が実際の事故件数との残差が小さくなり、モデルの精度が向上した。しかし、2 路線についてはモデル精度の向上が見られなかった。これは、観測値と類似道路の推定値が乖離していたことが原因だと考えられる。

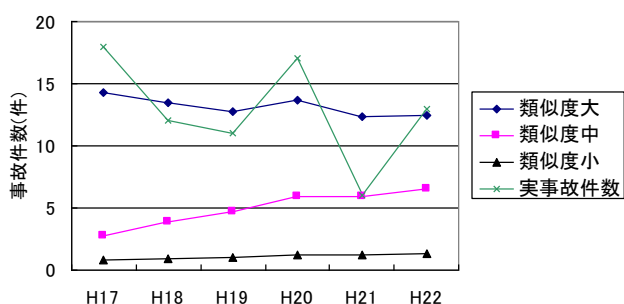


図-1 類似別の推定値と実事故件数との比較

表-1 推定値と実事故件数との残差

	H17	H18	H19	H20	H21	H22	合計
類似度大	3.680	1.434	1.761	3.321	6.312	0.584	17.093
類似度中	15.198	8.076	6.307	11.101	0.092	6.510	47.283
類似度小	17.209	11.092	9.988	15.824	4.775	11.657	70.545

5. バイアス緩和効果の検証

4 より最も精度の良かったパターンにおいて、経験ベイズ推定値と3年間の移動平均の実際の事故件数に対する累積変化率を用いて、バイアス緩和効果の検証を行った結果、経験ベイズによって移動平均の約 2.5 倍のバイアスの緩和を確認できた(表-2・図-2)。

$$\text{変化率} = \frac{\text{今年の推定値} - \text{去年の推定値}}{\text{今年の事故件数} - \text{去年の事故件数}}$$

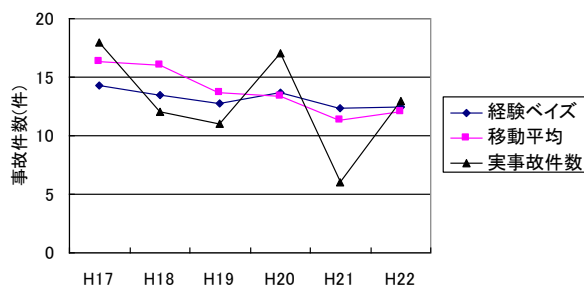


図-2 移動平均との比較

表-2 実事故件数に対する変化率

	H18	H19	H20	H21	H22	合計
経験ベイズ	0.148	0.673	0.153	0.124	0.015	1.112
移動平均	0.056	2.333	0.056	0.182	0.095	2.722

6. 類似道路選定条件によるモデル精度の分析

表-3 に示す9つの要因を組み合わせることでクラスタ分析を行い、用いた道路条件によるモデル精度の比較を行った。図-3 より、全ての要因を用いたものと、暴露量を用いないものの差がみられないことがわかる。また、このケースでは暴露量を用いたものよりも残差が小さくなった。以上のことから、暴露量を用いずに推定することが可能であると考えられる。さらに1つの要因だけでいくつかのケースの精度の向上は確認できたが、全てのケースでは確認できなかったため、いくつかの要因を組み合わせる必要があると考えられる。

表-3 類似道路選定条件

暴露量	道路構造	
1. 区間延長	4. 信号交差点密度 (5.5m ≤ W)	5. 信号交差点密度 (5.5m > W)
2. 自転車交通量	6. 無信号交差点密度 (5.5m ≤ W)	7. 無信号交差点密度 (5.5m > W)
3. 自動車交通量	8. 車道幅員	9. 指定最高速度

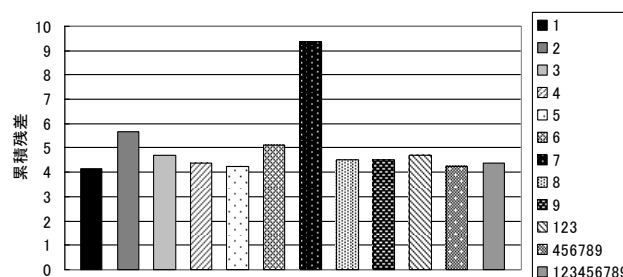


図-3 道路条件別累積残差

7. まとめと今後の課題

交通量等に関わる類似度の大きい道路を用いた方がモデルの精度が向上し、実際の事故件数の変化と連動している推定結果が得られた。また、移動平均との比較により経験ベイズによるバイアスの緩和が確認できた。さらに、暴露量を用いない推定の可能性を示した。

今後は、分析ケースを増やし、経験ベイズ手法の適用ルールを一般化し、その条件についてさらに明確化する必要がある。

参考文献

- 1) 木村友祐, 日野泰雄, 内田敬, 吉田長裕: 交通事故発生の変動特性を考慮した安全対策の評価方法に関する一考察, 平成15年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2003.
- 2) 亀井省吾: 一般化線形モデルを用いた幹線道路における自転車事故のリスク分析, 大阪市立大学修士論文, 2011.