

ロバスト・ポアソン回帰による交通事故リスク推定モデルの移転可能性の検討

Transferability of risk models for traffic accidents using robust Poisson regression

赤羽研究室 0924140 小淵 良太

0924146 五島 佑亮

1. はじめに

日本における近年の交通事故による死者数の減少傾向は、自動車乗車中死者数の減少に大きく依存している。すなわち、死者数全体の約 1/3、65 歳以上の高齢死者数の約 1/2 を占める歩行中死者数の減少数は、相対的に緩やかである。今後も死者数の減少傾向を継続させるには、歩行中死者数をさらに減少させる必要がある。しかし、それを車両の安全装備に依拠することは現状では困難で、衝突数自体を減らす方策を主とせざるを得ない。また、歩行中死者の約 6 割の事故遭遇地点は、自宅から 500m 以内であり、安全対策の対象を、地点あるいは路線から、生活道路網のような面に広げる必要がある。

本研究では、交通量等の事故影響要因に関するデータが未整備である生活道路あるいは非幹線道路も含め、地域全体に交通安全対策を効果的に導入・展開するために、交通事故リスクを説明するポアソン回帰モデルの適用性と移転可能性を検討した。

2. 事故リスクモデルの同定と機能

事故リスクモデルにより、道路、交通、沿道施設などの状況を説明変数とし、発生事故件数を説明する。一定の広がりを持つ地域の交差点、単路部、地区を対象としたモデルでは、説明変数は巨視的データに基づいて設定せざるを得ない。しかし、事故発生状況を巨視的要因のみで説明することは現実的ではない。むしろ、事故リスクモデルをフィルターとして用い、巨視的要因で期待される事故件数を実際に発生した事故件数が上回っている箇所を抽出し、詳細調査により局所的な要因を特定することが現実的である。

本研究では、交通事故のような発生が希な事象への適合度が高いとされるポアソン回帰モデルを採用した。さらに前述のフィルター機能を実現するために、ロバスト推定を適用して外れ値を除外してモデルを同定した。

本研究では、鎌ヶ谷市・白井市・市川市における交差点、単路区間、さらに住宅地の生活道路における歩行者事故を主な対象として 250m 四方のメッシュを分析単位とした。表-1 には、説明要因の候補一覧を示す。媒介性指標とは、「ある道路」が、「他の任意の 2 道路間」の移動の途中経路として、どの程度頻繁に使用されるかを示し、幹線道路において値が高くなる。近接性指標とは「ある道路」に「対象範囲内すべての道路」が「どの程度の step 数」で接続されているかを表す。この値が高い道路は他の多くの道路に（幾何的な意味で）容易に到達するこ

表-1 説明変数要因

指標	説明変数
媒介性指標	広域媒介性 5000m
	近隣媒介性 500m
	抜け道ポテンシャル
近接性媒介性	広域近接性 5000m
	近隣近接性 500m
主要施設の距離指標	鉄道駅からの経路屈折角度の累積
	鉄道駅からの最短経路距離
	学校からの経路屈折角度の累積
	学校からの最短経路距離
道路指標	交差点密度
	交差点および端点密度
	道路線分要素密度
商業・業務施設の立地指標	商業・業務施設数
	商業・業務施設
人口指標	人口

とができることを表している。抜け道ポテンシャル指標とは、重みづけ媒介性指標と道路線分要素密度の組合せにより抜け道利用されやすさを示した指標である。

メッシュ単位の分析においては、当該メッシュと周囲 8 メッシュの空間平均値をリスクモデルの同定に適用した。さらに、リスクの大小の再現に重点をおくため、人身事故件数の空間平均値が 0.1 件以上を分析対象とした。

表-2 に、3 市において分析対象としたける交差点・単路区間の人身事故件数を示す。鎌ヶ谷市は平成 7~18 年度、市川市は平成 13~17 年度、白井市は平成 13~16 年度のデータを使用し、それに合わせ地図もその年度に合わせて使用している。

3. ロバスト・ポアソン回帰

3 市毎のメッシュ、交差点、単路区間単位の事故リスク・ポアソン回帰モデルの同定において、BIC 基準により説明変数の最適な組合せを選択、構成した。次いで、この最適な説明変数群に対して、ロバスト推定を適用した。具体的には、残差がその標準偏差の一定数倍以上となったサンプルを外れ値とした。一定数は、外れ値の全体に対する比率を考慮して、分析単位毎に設定した。メッシュ分析においては、 2σ を採用した。

表-2 3 市の交差点・単路区間の人身事故発生件数

事故分類		鎌ヶ谷	市川市	白井	総数
分析対象	交差点	3269	7097	1010	11376
	単路	2011	3428	396	5835
事故データ合計		5280	10525	1406	17211

4. 事故リスクモデルの同定結果（鎌ヶ谷市）

図-1、は、鎌ヶ谷市のメッシュを対象としたロバスト・ポアソン回帰の結果である。ロバスト回帰の前後で決定係数 R^2 は 0.66 から 0.72 に、標準誤差も 0.64 から 0.51 に改善された。表-3 のように、選択された説明変数の p-値はいずれも 0.01 未満で高度に有意となった。

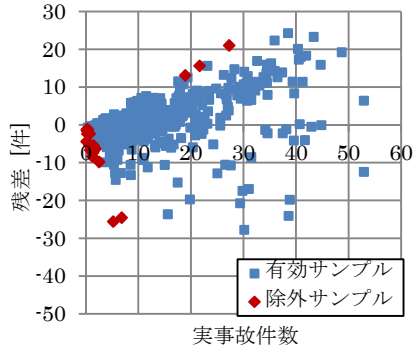


図-1 ロバスト・ポアソン回帰モデルの残差分布

表-3 鎌ヶ谷市のメッシュモデルの同定結果

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p-値
切片	-0.22	2.196	6E-230
広域媒介性(5000m)	3E-08	0.392	2E-22
抜け道ポテンシャル	0.079	0.254	6E-11
広域近接性(5000m)	14.03	0.278	4E-13
学校からの経路屈折角度の累積	-0.13	-0.165	4E-06
交差点密度	0.099	0.629	6E-30
道路線分要素密度	-0.02	-0.390	1E-11
有効サンプル数:398 個 (95.4%) 除外サンプル数:19 個 (4.6%), $R^2:0.72$			

標準偏回帰係数から判断すると、鎌ヶ谷市のメッシュ分析では、交差点密度の説明力が最も高くなった。また、広域近接性よりも同媒介性の説明力が高く、幹線上の通過交通の影響の高さがうかがわれる。道路線分要素密度が高いほど、道路の屈曲度が高く、見通し利きにくい街路では車両の等の走行速度が抑制されて事故件数が低くなっていると理解される。

5. 事故リスクモデルの移転可能性の検証

移転可能性は、各市に他市のモデルを適用した上で、モデルの説明力の変化を評価する。表-4 には、白井市のメッシュモデルの同定結果を示す。選択された説明変数は鎌ヶ谷市とほぼ共通となり、「鉄道駅からの最短距離」と「商業・業務施設の集積度」のみが追加された。標準回帰係数値から、両市共に交差点および端点密度の説明力が高くなった。

図-2 には、白井市のメッシュモデルの鎌ヶ谷市への移転可能性を示す。また、横軸に鎌ヶ谷市モデルによる鎌ヶ谷市の事故件数の残差（実事故件数-モデル計算値）、縦軸にはモデル計算値を、白井市モデルに鎌ヶ谷市の説明変数値を入力して算定した結果を示す。全体としては、

45 度線の近傍に分布しており、交通事故の発生構造は類似していることがわかる。両市モデルで共通して除外されたサンプルは 5 個 (1.2%) で、これらのうち残差が正（実事故件数がモデル値よりも大きい）で絶対値が大きくな 2 サンプルが、交通事故発生局所要因特定の面からも重要であれば、モデルのフィルターとしての移転可能性も確認できる。この点は、実地踏査により検証する必要がある。

6. まとめ

これまでに鎌ヶ谷市において物損事故を含む交差点事故のリスクモデルを同定し、一定の説明力や外れ値のフィルターとしての機能を確認した。しかし、今年度の人身事故のみによるモデル化では、メッシュ分析以外で、十分な説明力を得ることはできなかった。

メッシュモデルでは、ある市の事故件数を他市のモデルで推定した場合の残差、当該市のモデルによる残差との相関関係、および外れ値として抽出されたメッシュの共通性を基準として、移転可能性を評価した。その結果、少なくとも鎌ヶ谷市と白井市との間では、移転可能性が認められたが、市川市はそれらとは異なる事故発生構造の存在は推定される結果となった。

表-4 白井市のメッシュモデルの同定結果

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p-値
切片	-1.267	0.360	7E-05
広域媒介性(5000m)	3E-08	0.386	2E-21
抜け道ポテンシャル	0.056	0.179	2E-06
広近接性(5000m)	14.41	0.265	2E-08
学校からの経路屈折角度の累積	-0.107	-0.215	1E-07
鉄道駅からの最短経路距離	-2E-04	-0.293	2E-13
交差点および端点密度	0.152	0.551	3E-39
道路線分要素密度	-0.034	-0.576	7E-31
商業・業務施設の集積度	1E-05	0.161	4E-08
有効サンプル数:412 個 (98.8%) 除外サンプル数:5 個 (1.2%), $R^2:0.73$			

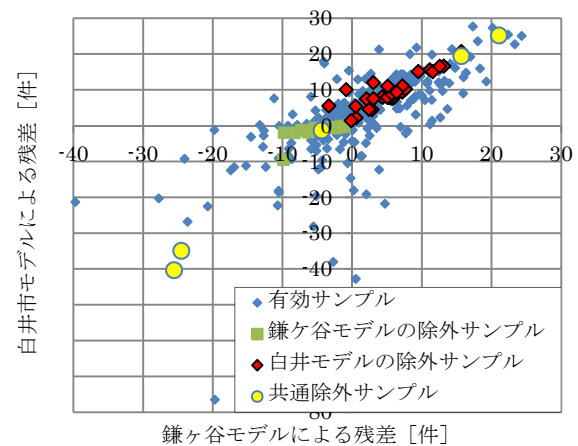


図-2 白井市モデルの鎌ヶ谷市への移転可能性