

ロバスト・ポアソン回帰による事故リスク推定モデルの同定と適用

Identification and application of a traffic accident risk model using robust-Poisson regression

赤羽研究室 0724005 赤松 整芝

0724312 宮崎 良佑

1. はじめに

日本では近年、車両の衝突安全技術の向上や救急医療の発達により交通事故での死者数は減少傾向にある。その中でも、自動車乗車中死者数は、救命救急システムおよび車両の衝突安全技術の進展により急減している。一方、歩行中事故への後者の適用は未だに困難であるため、同死者数の減速速度は相対的に低いと推定されている。その結果、歩行中死者数は総死者数の3割を占め、更にこの割合が上昇する可能性が高い。今後は、衝突被害軽減策に加え、歩行者と車両の衝突自体を抑制することが一層重要となっている。

過年度の研究では、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、あるいは細街路も含め、地域全体に安全対策を効果的に導入・展開する方法の開発を目的とした。そのため、局所的な条件により事故が多発している町丁目をロバスト推定で検出・除外でき、かつ説明力が高い歩行中事故の事故リスク推定モデルを構築した。

本研究で提案する事故リスク推定モデルは、鎌ヶ谷市における町丁目毎の歩行者事故密度を道路状況および交通状況に関する指標値から説明するものである。この事故リスク推定モデルにより、歩行者事故多発地区の特性把握が可能になり、効率的な対策箇所の選定等が行える。

2. 事故リスクモデルの構築

千葉県鎌ヶ谷市において整備されている、平成7年から平成18年の「詳細事故データ」中の歩行者事故発生件数を基に、町丁目の単位面積あたりの歩行者事故密度[件/km²]被説明変数として設定した。また安全対策上、町丁目の周辺道路、特に幹線道路の安全対策を目的とし、町丁目の境界での事故は、帰属町丁目が不明確なため、境界から25m外側のバッファにおいて発生した事故件数もそれぞれの町丁目に帰属させた。

3. 事故リスク推定モデルの同定結果

表-1にポアソン回帰による事故リスク推定モデルの同定結果を、図-1に残差分布を示す。6説明変数のp-値が0.01未満で高度に有意となった。

モデルの残差の標準偏差とAIC値から、町丁目毎の歩行者事故密度において説明力が高いと言えない。しかし、ポアソン回帰モデルの残差は、特に実事故密度が低い領域で、0付近への集積度が高い。

表-1のポアソン回帰モデルの説明変数の詳細は、以下の通りである。

・近隣媒介性とは、「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す。この指標は、移動の通過点として使われる街路において指標値が高くなる。

・近隣近接性とは、ある道路区間の対象地域内の全道路への到達であり、当該区間からの屈折角度の累積により算定される。都市的活動度が高い道路区間ほど本指標値が高くなり、経路履歴の代替変数として位置づけられる。

・主要交差点指標とは、歩行者事故多発地点の特徴を考えると、町丁目と幹線道路との関係が影響していると

考えられる。そこで、道路セグメント毎に媒介性と近接性を計算し、それらを掛け合わせた上で、交差点に接続する道路セグメントの全てが、一定基準(300,000)以上であるものを主要交差点とする。主要交差点を多く町丁目ほど指標値が高くなる。

・小学校との近接性とは、鎌ヶ谷市の小学校区を基に、「校区内小学校と町丁目」との直線距離の遠近を示す指標である。この指標は、校区内小学校から近い町丁目ほど指標値が高い。

・最寄り駅との近接性とは、鎌ヶ谷市外の駅も含めた「全道路セグメントから最寄り駅」までの到達容易度を示す指標である。歩行者の駅までの移動経路を考えたとき、最短距離を通行すると予想した。そのため、最寄り駅までの直線距離を指標値とし、駅に近い町丁目ほど指標値が高い。

表-1 ポアソン回帰事故リスク推定モデル

説明変数	偏回帰係数	p-値
切片	1.3290847	<0.01
近隣媒介性	5.0559e-5	<0.01
近隣近接性	4.3750017	<0.01
主要交差点指標	0.0306308	<0.01
小学校との近接性	0.0776642	<0.01
最寄り駅との近接性	0.3367045	<0.01
人口密度	2.9644e-5	<0.01

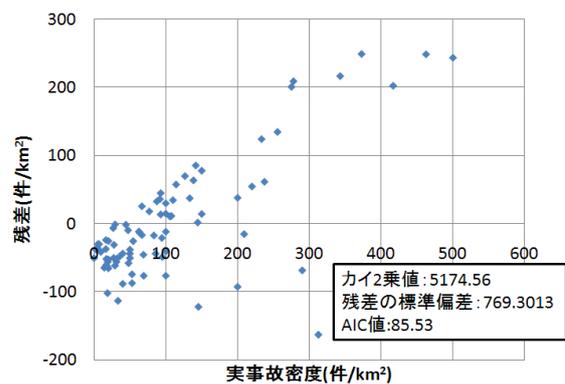


図-1 ポアソン回帰事故リスク推定モデルの残差分布

4. ロバスト回帰の導入

説明変数には取り込めない局所的で特異な状況によって、推定事故密度よりも実事故密度が大幅に上回っている町丁目を回帰分析の対象から除去することを主目的として、ロバスト回帰を適用する。これにより残差が大きな町丁目を除外し、パラメータ同定において局所的な状況の影響を排除することができる。

図-2にロバスト回帰のフローを示す。表-2にロバスト・ポアソン回帰による事故リスク推定モデルの同定結果を

示す。ロバスト・ポアソン回帰は、各町丁目において、実事故密度とモデルによる推定事故密度を期待値とするポアソン分布を設定し、期待事故密度から算定されるポアソン確率の累積 100 パーセント事故密度を実事故密度が上回る箇所を除外した。それらの過程を除外町丁目がないまで繰り返し、説明変数の p-値が 0.01 以上となった場合、説明変数をその都度除外する。またロバスト回帰で説明変数の符号が論理的に矛盾した場合も除外する。

表-3 にロバスト・ポアソン回帰前後の比較結果を示し、図-3 にロバスト・ポアソン回帰モデルの残差分布を、図-4 にロバスト回帰によって除外された町丁目の分布状況図を示す。ロバスト回帰によって除外された実事故密度が相対的に低い地区においては、安全対策によりさらに事故密度が下げられ効果が期待できる町丁目と設定して町丁目名も示す。図-3 からは、実事故密度が 200 件/km² 未満のような水準が低い領域においても、対策箇所として設定することが可能になり、局所的な事故要因に対策することで歩行者事故を削減できる町丁目があることを推定できる。この点に関しては、実地調査等により確認する必要がある。

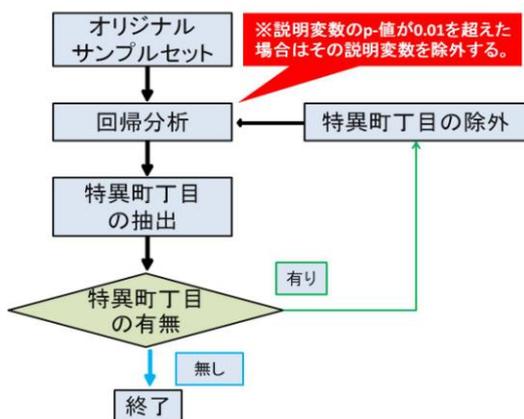


図-2 ロバスト回帰の手順

表-2 ロバスト・ポアソン回帰事故リスク推定モデル

説明変数	偏回帰係数	p-値
切片	2.6696669	<0.01
主要交差点指標	0.0376787	<0.01
最寄り駅との近接性	0.4107374	<0.01
人口密度	3.5049e-5	<0.01

表-3 ロバスト・ポアソン回帰の効果

		ポアソン回帰
ロバスト回帰前	町丁目数	85
	説明変数の数	6
	AIC 値	769.30
ロバスト回帰後	町丁目数	68
	説明変数の数	3
	AIC 値	479.90
	除外町丁目 (数)	17
	除外町丁目 (%)	20.00

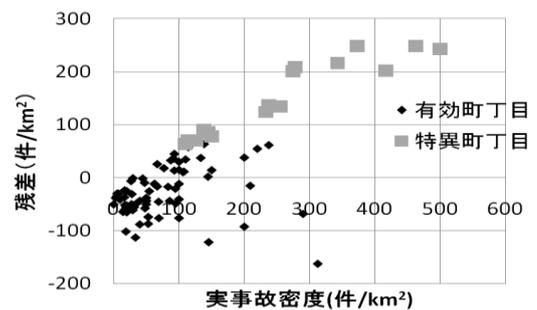


図-3 ロバスト・ポアソンモデルの残差分布

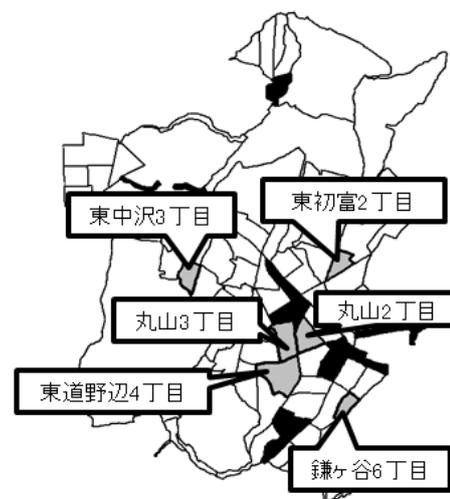


図-4 除外された町丁目の分布状況図

5. まとめと今後の展開

ポアソン回帰分析を行った結果、説明変数には取り込めない局所的で特異な町丁目において、モデルによる推定事故密度よりも、実事故密度が大幅に上回っている町丁目を確認した。これらが回帰モデルの同定に影響しないように除去するためにロバスト回帰を実施し、説明精度の向上を確認した。ロバスト・ポアソン回帰モデルで有効となった「最寄り駅との近接性」や「人口密度」といった、歩行者交通量に関連する指標と、車両交通と歩行者交通との交錯度に関連する「主要交差点指標」が、歩行者事故密度の推定に高度に有意であると言える。

ロバスト回帰により除外された町丁目には、実事故密度が相対的に低い地区も含まれている。このことは、歩行者の事故件数や事故密度が卓越した地区のみならず、それ以外の地区においても、局所的な事故要因に対策すれば歩行者事故を削減できる可能性を示唆している。

参考文献

- 1) 赤羽弘和、坂本尚基、高松誠治、南部繁樹、堀口良太:ロバスト・ポアソン回帰による交通事故リスクモデルの同定と適用、土木学会、第40回土木計画学研究発表会講演修、2009,
- 2) 赤羽弘和、高松誠治、堀口良太: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、Vol.44、No.1、pp.54~62、2009,
- 3) 高野裕作、佐々木 葉: Space Syntax を用いた都市空間構造の動向と展望、