

# ロバスト回帰による歩行者事故リスク推定モデルの同定と適用

## Identification and application of risk models for traffic accidents between pedestrians and vehicles using robust regression

赤羽研究室 0724270 福本 龍太郎  
0824233 中島 優介

### 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や細街路も含め、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交差点をロバスト推定で検出・除外でき、かつ説明力が高い車両相互の事故リスク推定モデルを構築した。昨年は、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事故リスク推定モデルを構築した。しかし、町丁目数が少ないうえに、ロバスト推定後には残存するサンプル数がさらに少なくなる。また、町丁目の面積が広く、各町丁目内の均質性が確保できない懸念があった。

本研究で提案する事故リスク推定モデルは、鎌ヶ谷市に設定した250m四方のメッシュ単位で、歩行者事故件数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。

### 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年の事故データベース中の歩行者事故発生件数を基に、250m四方のメッシュ内に発生した歩行者事故件数を被説明変数とした。しかし、事故件数が0件のメッシュが多いため、各メッシュとそれらと境界または四角を共有する全メッシュの空間平均値を被説明変数とし、ポアソン回帰した。

表-1に単相関分析を行った説明変数候補の一覧表を示す。説明変数に対しても、各メッシュで集計したものに加えて、隣接メッシュを含めた最大値、最小値、空間平均値を集計し、設定した。被説明変数と設定した全ての説明変数との散布図と相関係数、説明変数相互の単相関分析から、組合せを検討し、モデルを構築した。

表-1 説明変数候補の一覧表

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指標
近接性指標	広域近接性 5000m
	近隣近接性 500m
主要施設からの距離指標	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
商業・業務施設の立地指標	商業・業務施設数
	商業・業務施設面積
人口指標	人口

### 3. 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、推定事故件数よりも実事故件数が大幅に上回っているメッシュを回帰分析の対象から除外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メッシュを除外し、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。ロバスト・ポアソン回帰は各メッシュにおいて、実事故件数とモデル推定事故件数の差から算出した、残差の標準偏差 $\sigma$ の2倍より残差の絶対値が上回るメッシュを除外した。それらの過程を除外メッシュがなくなるまで繰り返す。表-2にロバスト・ポアソン回帰事故リスクモデルを示し、表-3にロバスト・ポアソン回帰前後の比較結果を示す。重相関係数Rは0.905となり、高度に有意となった。

図-3にロバスト回帰によって除外された特異メッシュ等を区分した、事故件数のモデル推定値と実件数を示す。鎌ヶ谷大仏交差点のような事故件数の多い地点は、既に安全対策が取られている。本研究では、事故件数は必ずしも最悪ではないが、モデル推定件数を大幅に上回っているメッシュのみを現地踏査の対象メッシュとする。

表-2のロバスト・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。

- ・「鉄道駅からの経路屈折角度の累積、メッシュ最小値」は、鎌ヶ谷市外も含めた各鉄道駅出口にあたる道路セグメントからの経路屈折角度の累積を各道路セグメントごとに求め、各メッシュで最小値集計した指標である。
- ・「商業・業務施設面積、メッシュ集計値」は、各メッシュに相交わる商業・業務施設の面積の合計を集計した指

標である。

・「交差点密度、隣接メッシュとの空間平均値」は、各メッシュ内に含まれる交差点数を計数し、各メッシュと隣接するメッシュとの空間平均値をとった指標である。

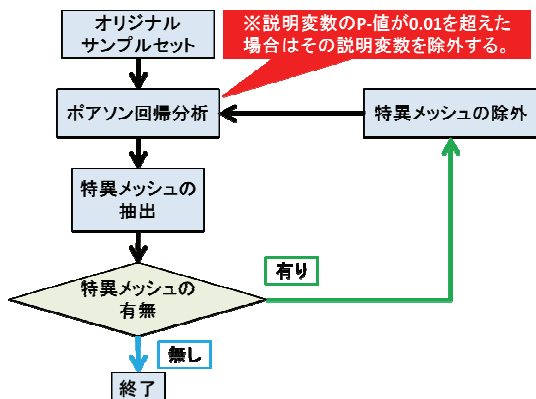


図-2 ロバスト回帰の手順

表-2 ロバスト・ポアソン回帰事故リスクモデル

説明変数	回帰係数	P-値
切片	0.600	<0.01
鉄道駅からの経路屈折角度累積 (メッシュ最小)	-0.138	<0.01
商業・業務施設面積(メッシュ集計)	$8.40 \times 10^{-6}$	<0.01
交差点密度(メッシュ平均)	0.0358	<0.01

表-3 ロバスト・ポアソン回帰前後結果

ロバスト回帰前	メッシュの数	336
	重相関係数 R	0.748
ロバスト回帰後	メッシュの数	258
	重相関係数 R	0.905
	除外メッシュ (%)	78 (23.2)

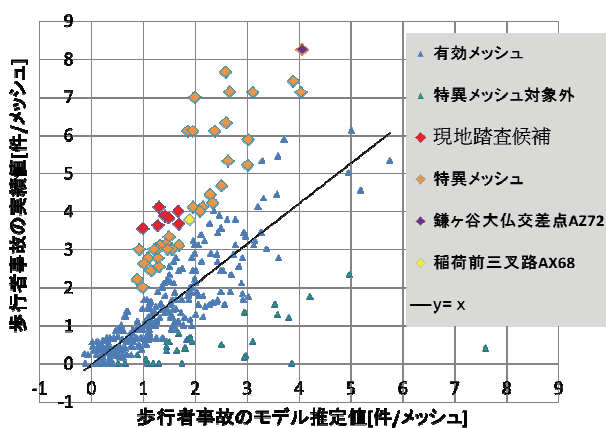


図-3 モデル推定値と実績値との関係

#### 4. 現地踏査

図-3 で示めた踏査対象候補メッシュとそれらの隣接メッシュを含めて、鎌ヶ谷市のHPに掲載されている事故多発箇所、ヒヤリ・ハット体験箇所を比較・照査した。また、事故詳細データから事故類型などのデータを抽出した。図-4に事故件数ごとに色分けした踏査対象メッシュの分布を示す。抽出したデータの多い2メッシュとそ

れらの隣接メッシュを踏査対象とし、事故件数が10件以上と極めて多い青色メッシュを踏査した。踏査結果を以下に示す。

##### ・道野辺中央2丁目の交差点

道野辺中央2丁目の交差点の特徴は、駅利用からの車両・歩行者交通量の増大、信号がないことや歩道が狭い。また道路が緩やかなカーブを描いているため、見通しが悪いなどがある。このことから、この交差点では道路構造と歩行者交通量の関係が事故多発要因であると考えられる。

##### ・丸山3丁目の単路部

丸山3丁目の単路部の特徴は、幅員の急減や制限速度を超過する車両が多い。また、沿道に住宅や公園などがあり、高齢者や子供が多く見られる。このことから、この単路部では、歩行者の属性と車両の挙動の関係が事故多発要因であると考えられる。

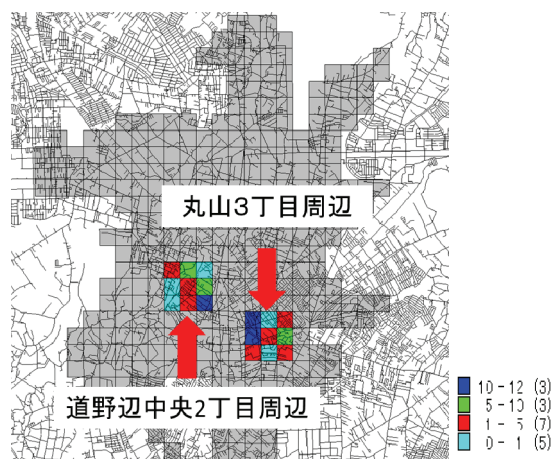


図-4 踏査対象メッシュの分布

#### 5. まとめと今後の展開

ポアソン回帰を行った結果、モデルによる推定事故件数よりも、実事故件数が大幅に上回っていると推定されるメッシュを確認した。これらが回帰モデルの同定に影響しないように除外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。ロバスト回帰により除外されたメッシュを現地踏査した結果、「道路構造」、「車両の挙動」や「歩行者の属性」など局所的な事故多発要因の存在が確認できた。

今後は、現在のモデルには説明変数として取り込めない局所的で特異な状況から事故多発地点の抽出と分析を行い、説明変数の追加を可能か否かを検討する。

#### 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回土木計画学研究会講演集, 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) 赤羽弘和, 赤松整芝, 宮崎良佑, 高松誠治: 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, 千葉工業大学卒業論文, 2010