

原著論文

混合ポアソンモデルを用いた高速道路の事故件数解析 -モバイル機器による状況に応じた安全情報の呈示をめざして-

熊谷 徹, 赤松 幹之

独立行政法人 産業技術総合研究所 ヒューマンライフテクノロジー研究部門

Crash Rate Analysis on Expressways Using Poisson Mixture Models -For Mobile Device-based Situational Safety Information Service-

Toru KUMAGAI, Motoyuki AKAMATSU

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST),
Human Technology Research Institute

Abstract: Crash rates are not constant throughout the roadways, and some places appear to induce more crashes than others. These crashes are related to specific features of a given roadway and its environment. Crash rates would be drastically reduced by providing drivers with information about high-risk places approaching near at hand, by means of a vehicle-installed system. To this end, it is crucial to identify high-risk points on the roadway. Screening of high-risk points using statistical data from crashes is, however, very difficult, except for points inducing a large number of crashes. A considerable number of crashes may occur even if the crash rate is low, as demonstrated in statistical theory. In this study, we proposed to utilize a Poisson mixture model in order to analyze a given roadway into high-risk (and other) points. In the proposed method, we modeled the statistical data from crashes with a Poisson mixture model composed of two Poisson models, using an iterative EM algorithm; and assigned each point on the roadway to one of the two Poisson models, based on posterior probability of each Poisson model. We determined that points belonging to the model with a higher mean value were high-risk points. We applied the proposed method to the Tomei and Meishin expressways. Most roadway points classified as high-risk points were likely to involve sharp curvature, steep slope and/or merging traffic into a busy lane with heavy traffic around the respective point.

Keywords: Poisson mixture model, expressway, crash rate, vehicle installed system, high-risk point on the roadway

キーワード: 混合ポアソンモデル, 高速道路, 事故発生率, 車載機器, 事故多発地点

1. はじめに

交通事故の発生件数は道路上一様ではなく、道路線形や道路状況に起因して事故が多発する地点が、数多く存在する。こうした事故多発地点に関する情報を適宜周知することで、事故の発生を低減できると考えられる。車載モバイル機器により、事故多発地点の手前で走行中の運転手に情報呈示を行い、安全な運転操作を促すことができれば、効果的である。さらに多発地点の事故原因を把握することで、事故の起こりにくい道路環境の整備が可能になると考えられる。

既存のカーナビ製品には、走行中に事故多発地点を呈示するものがあるが、特に特徴のない箇所が多発地点として呈示される場合も多い。この一因は確率的なゆらぎによる見掛け上の多発地点を事故が起こりやすい地点として呈示すること

にあると考えられる。また実際に事故が起こりやすい地点においては、運転手が何に注意したら良いかを的確に伝える必要がある。

こうした観点から、事故多発地点を適切な判断基準をもって抽出・把握することは重要である。そこで本研究は、混合ポアソンモデルを用いて事故発生件数データから事故多発地点を抽出する手法を提案し、東名・名神高速道路の分析に適用するとともに、抽出結果を考察したので報告する。

これまで交通事故多発地点には大きな社会的関心が寄せられ、多くの多発地点が、国土交通省、高速道路会社、自治体などにより、広報されている[1-3]。また道路幾何構造と交通事故の関係に関する研究[例えば 4]に基づいて、道路線形から事故多発地点を予測することが、ある程度可能である。しかし事故がある程度重なって発生したとき、環境要因により事故が多発しているのか、偶然事故が同じ場所で発生したのか、自明でないことが多い。この判別をいかに行うかが本研究の研究課題である。

2011年1月31日受理。2011年3月10日, 11日 シンポジウム「モバイル11」にて発表

本研究は事故件数データを確率モデルでモデル化し、事故の起こりやすさをモデルに基づいて評価するアプローチをとる。交通事故は低確率で独立して発生する事象であり、ある期間のある地点における事故発生件数は、期待値をパラメータ λ とするポアソン分布に従うと考えられる。しかし交通事故の起こりやすさは場所により異なるので、道路全体を λ 固定の単一のポアソン分布でモデル化するのは適当でなく、 λ の変動を考慮に入れる必要がある。

そこで本研究は混合ポアソンモデルにより事故発生件数データをモデル化する。混合ポアソンモデルは、 λ の異なる複数のポアソン分布の組み合わせで、 λ が変化する対象を近似表現する確率モデルである。例えば事故発生率が低頻度と高頻度の地点が混在する事故件数データを、モデル数 2 の混合ポアソンモデルでモデル化すると、2 つのポアソンモデルにより、それぞれ低頻度と高頻度の事故発生地点を表すことができる。またある地点がどちらのポアソン分布に属するかを、確率値として求めることができ、事故が起こりやすい地点かどうかを評価できる。

ポアソン分布は平均値と分散が等しいモデルであるが、事故データは種々の要因に基づく λ の変動により過分散(overdispersion)であることが多い。このため従来から環境パラメータと事故発生件数の間の回帰モデルとして、より自由度が高く過分散に対応できる統計分布を用いたモデルが、多く提案・応用されてきた[5][6]。これに対して本研究の提案手法は、混合モデルを用いることで未知の要因による過分散に対応したものととらえることができる。混合モデルを応用した既存研究としては[7]がある。また道路が、事故が全く発生しない部分とポアソンモデル等に従って発生する部分からなると考える zero-inflated モデル[8][9]は、混合モデルの特別な場合と言える。

以下2章では、分析に用いた事故件数データを概観する。3章では、高速道路会社が公表している既知の事故多発地点について事故発生傾向を考察し、提案手法による分析の指針を得る。4章では、混合ポアソンモデルを用いて事故発生件数データを分析し、交通事故が発生しやすい地点を抽出する。5章では考察を行う。

2. 事故件数データ

本研究は、(財)交通事故分析センター(ITARDA)より提供いただいた東名・名神高速道路の平成 7~16 年の 10 年間にわたるキロポスト毎の事故件数データを分析した。

分析対象区間は、交通量の多い東京・厚木間を除き、厚木 IC 付近から栗東 IC 付近までの下り線とした(36~460 キロポスト)。平成 17 年道路交通センサス[10][11]によると、この区間の平日 24 時間交通量は、概ね 6~8 万台/日であった。例外として愛知県内の三カ所のジャンクション(豊田 JCT、日進 JCT、

小牧 JCT)と隣接するインターチェンジの間は交通量が多く 9 万台/日前後であった。乗用車と貨物車の割合は乗用車 53%、貨物車 47%であった。

総事故件数を、車種(乗用車、大型貨物)、事故形態(単独事故、車両相互事故の第一当事者)、時間帯(昼間、夜間)に区分して表 1 に示す。ここで昼間とは日出から日没まで、夜間とは日没から日出までである。単独事故については提供いただいたデータに時間帯の区分がなかった。各区分の事故件数を乗用車と大型貨物車で比較すると、単独事故と昼間の車両相互事故は、乗用車が大型貨物車に比べて多かった。夜間の車両相互事故は、大型貨物車が乗用車に比べて多いが、これは、夜間は乗用車に比べて大型貨物車の交通量が多いことによると考えられた。

大型貨物車の単独事故は、事故件数が少なく統計処理が困難であるので、以後、分析対象外とした。提供いただいた事故件数データの車種区分には軽貨物車があったが、事故件数が少ないため同様に分析対象外とした。

3. 既知の交通事故多発地点

NEXCO 中日本は、東名・名神高速道路の主な事故多発地点と事故原因を紹介している[2]。以後の分析の指針を得るため、事故多発地点における事故発生件数を、車種・事故形態・時間帯で区分して表 2 に概観した。

紹介された事故多発地点全体と、それ以外の地点の間で、

表 1 平成 7 年から平成 16 年までの総事故件数
(括弧内は km あたりの事故件数)

	単独事故 (昼夜)	車両相互事 故(昼間)	車両相互事 故(夜間)
乗用車	462(1.09)	757(1.78)	377(0.89)
大型貨物車	53(0.12)	409(0.96)	481(1.13)

表 2 主要な事故多発地点の事故件数 (件/km)

キロポスト	環境要因	単独	乗用車		大型貨物	
			昼間	夜間	車両相互	
					昼間	夜間
69~76	連続急カーブ	5.3	2.0	0.9	0.1	1.3
167~170	トンネル直後のカーブ	4.7	6.3	0.7	0.7	0.0
198~199	カーブ下り坂	11.0	6.0	8.0	0.0	1.0
253~254	上り坂渋滞	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0
289~292	IC出口渋滞	0.3	4.3	1.0	1.0	1.0
338~341	JCT 合流部進路変更	0.3	4.3	1.0	2.0	0.3
345~347	IC 出口渋滞	1.0	5.0	1.0	3.0	0.5
355~357	渋滞時 IC 合流	0.0	9.5	1.5	2.5	1.5
409~411	トンネル渋滞	1.5	17.0	3.0	2.0	1.0
事故多発地点の事故発生率		2.9	5.9	1.4	1.2	0.8
全線の事故発生率		1.09	1.78	0.89	0.96	1.13

事故発生率を比較した(Mann Whitney test)。すると乗用車の単独事故と、乗用車の昼間の車両相互事故では、事故多発地点全体の事故発生率が有意に高かった。しかし、乗用車の夜間の車両相互事故と、大型貨物車の昼間及び夜間の車両相互事故では、有意差がなかった。

個々の事故多発地点を見ると、急カーブ等の道路線形を要因とする地点では、乗用車の事故発生率が明瞭に高いが、大型貨物車の事故発生率には顕著な変化は見られなかった。渋滞を要因とする事故多発地点では、道路が混雑する昼間の車両相互事故の発生率が明瞭に高いが、夜間の車両相互事故の発生率には顕著な変化は見られなかった。

以上から、事故発生率は、車種・事故形態・時間帯で大きく異なり、事故多発地点の検討に際しては、これらの違いを考慮する必要があると考えられた。

4. 混合ポアソンモデルによる解析

混合ポアソンモデル[例えば 12]は、パラメータの異なる複数のポアソン分布が混合した確率モデルであり次式で示される。

$$p(x|\lambda, q) = \sum_j q_j \lambda_j^x e^{-\lambda_j} / x! \quad \sum_j q_j = 1 \quad (1)$$

ここで、 x は観測される事象の件数、 λ はポアソン分布のパラメータ、 q は各分布の重み、 j は各分布を指す添字である。データ系列を与えられたとき、混合ポアソンモデルのパラメータ λ と q は、EM アルゴリズムで求まる[12]。EM アルゴリズムは、確率モデルのパラメータを最尤推定する反復計算法である。また同時に各データがどのポアソン分布によって生成された

表 3 乗用車・単独事故の事故多発地点

キロポスト	道路線形の特徴
49	急な上り坂・やや急な曲率の変化
53-54	急カーブ・サグ
57-59	長い下り坂・曲率の急な変化・大井松田 IC 出入り口・右ルートと左ルートに分岐
62,63	急な曲率の変化・サグ
64,66	急な上り坂・急カーブ・曲率の急な変化
96	長い下り坂
104	IC 合流
220,230	IC 分流通・カーブの変曲点
415,429	やや急な曲率の変化

表 4 乗用車・昼間・車両相互の事故多発地点

キロポスト	道路線形の特徴
81-82	車線数の減少(4→3)と SA 出入り口。
166	日本坂トンネル内
314	特に特徴なし
325-326	日進 JCT と名古屋 IC の分合流

表 5 乗用車・夜間車両相互の事故多発地点

キロポスト	道路線形の特徴
51,311,353	IC/PA 分合流、
97	長く急な下り坂・やや急な曲率の変化
154,165,308,314,460	特に特徴なし
316	IC 分流通・急な曲率の変化

かを表す寄与率が事後確率として求まる。

モデル数 2 の混合ポアソンモデルで、事故発生件数が変動する対象をモデル化すると、比較的事故が起こりにくい地点を表すポアソン分布と、比較的事故が起こりやすい地点を表すポアソン分布が得られる。以後前者を低頻度モデル、後者を高頻度モデルと呼ぶ。高頻度モデルの寄与が高い地点は、事故が起こりやすい地点であると言える。

以下、乗用車の単独事故と昼間及び夜間の車両相互事故、大型貨物車の昼間及び夜間の車両相互事故を、モデル数 2 の混合ポアソンモデルを用いて分析する。分析の結果、事故が起こりやすいと考えられた地点を、事故の発生に関係すると考えられる道路線形の特徴(急勾配(3%以上)、急カーブ(半径 600m 以下)、急な曲率の変化(クロソイドパラメータ 600m 以下)、JCT、IC、サグなど)とともに示す。但し表 2 に含まれる既知の事故多発地点は除いた。道路の混雑度は事故の発生率に深くかわる環境要因であるが、個々の事故が発生したときの混雑度を確認できなかったため検討していない。

混合ポアソンモデルのパラメータ推定及び寄与率の計算には、米国 MathWorks 社が開発している数値解析ソフトウェア MATLAB 上で動作する[13]のソフトウェアを用いた。

4.1 乗用車単独事故の分析

乗用車単独事故の頻度分布を、ポアソン分布で近似したところ、よい近似が得られなかった(図 1)。これに対しモデル数 2 の混合ポアソンモデルで、よい近似が得られた(図 2)。具体的には、EM アルゴリズムで混合ポアソンモデルのパラメータ決定を行い、二つのポアソン分布の確率密度分布に、分布の重みと総事故件数を掛け、足し合わせて頻度分布の近似とした。事故件数 4 以上で高頻度モデルの寄与が大きく、事故が起こりやすい地点であることが示唆された。

事故件数 4 以上の地点は 27 地点あった。これらのうち表 2 の事故多発地点に含まれないものを表 3 に示す。急カーブ、サグ、分合流点、長い下り坂など事故の発生に関係すると考えられる道路線形が多く見られた。

表 6 大型貨物・昼間車両相互の事故多発地点

キロポスト	道路線形の特徴
60	サグ・急な曲率の変化
103	IC 分合流
294	IC 分合流・急な曲率の変化
381	SA 分合流
439	IC 分合流・急カーブ・急な曲率の変化

表 7 大型貨物・夜間車両相互の事故多発地点

キロポスト	道路線形の特徴
50,312	サグ
92-93,96	長く急な下り坂・やや急な曲率の変化
135	長い下り坂・やや急カーブ・急な曲率の変化
223	クレスト・やや急な曲率の変化
232,236,350,431	特に特徴なし
352, 368, 381	PA,IC,SA 分合流

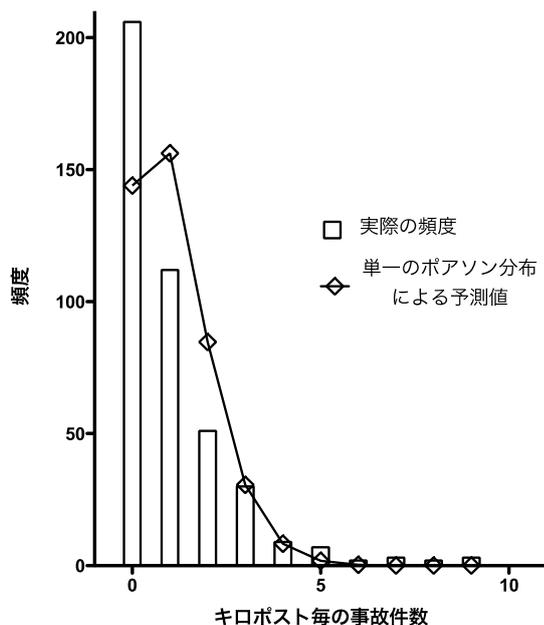


図1 乗用車単独事故のポアソンモデルによるモデル化

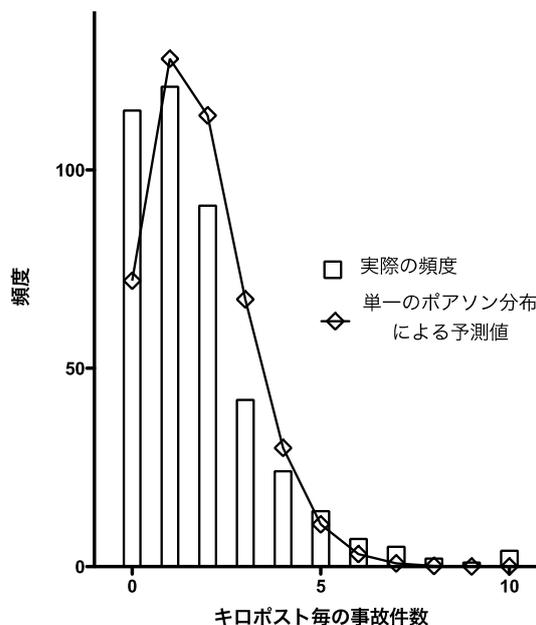


図3 乗用車昼間車両相互事故のポアソンモデルによるモデル化

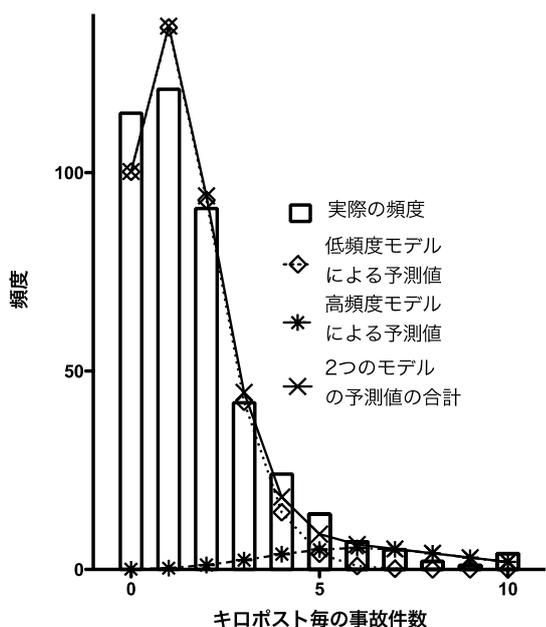


図4 乗用車昼間車両相互事故の混合ポアソンモデルによりモデル化

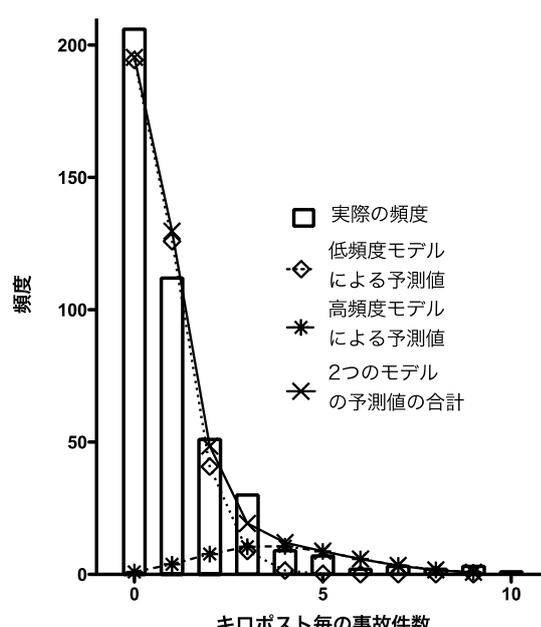


図2 乗用車単独事故の混合ポアソンモデルによりモデル化

4.2 乗用車車両相互事故の分析

乗用車の昼間の車両相互事故について同様の分析を行った。ポアソン分布(図3)に比べ、混合ポアソンモデル(図4)でよい近似が得られた。事故件数6以上で高頻度モデルの寄与が大きく、事故が起こりやすい地点であることが示唆された。

事故件数6以上の地点は、16地点あった。これらのうち表2に含まれない4地点を、表4に示した。分合流点など事故が起こりやすいとされる道路線形が見られた。

夜間の車両相互事故でも、単一のポアソン分布(図5)に比

べ、混合ポアソンモデル(図6)でよい近似が得られた。事故件数4以上で高頻度モデルの寄与が大きく、事故が起こりやすい地点であることが示唆された。事故件数4件以上の地点は11地点あった。これらのうち表2の事故多発地点に含まれないものを表5に示した。長い下り坂や曲率の急な変化など事故の発生に関係すると考えられる道路線形が見られるのと同時に、道路線形に特に特徴がない地点(分合流・急カーブ・急勾配・急な曲率の変化などがない地点)が多く見られた。

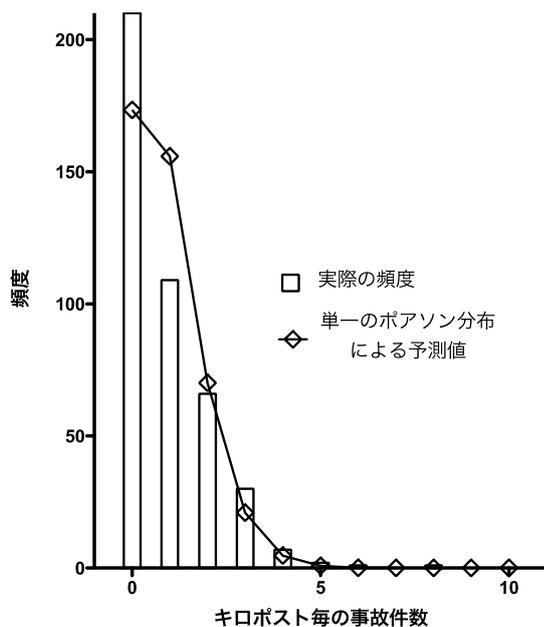


図5 乗用車夜間車両相互事故のポアソンモデルによるモデル化

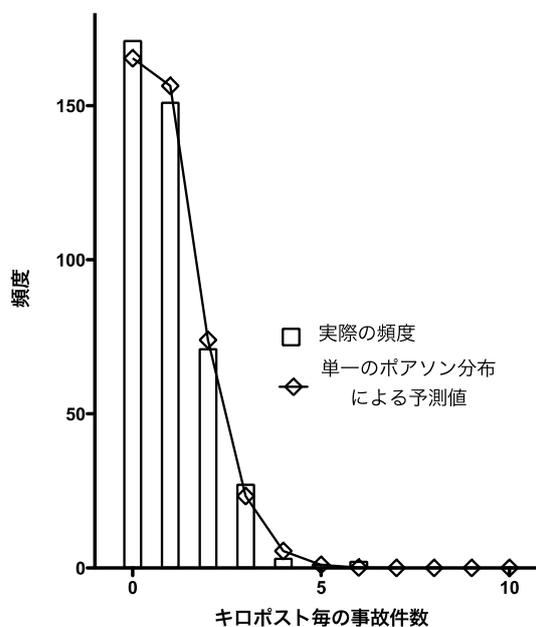


図7 大型貨物車昼間車両相互事故のポアソンモデルによるモデル化

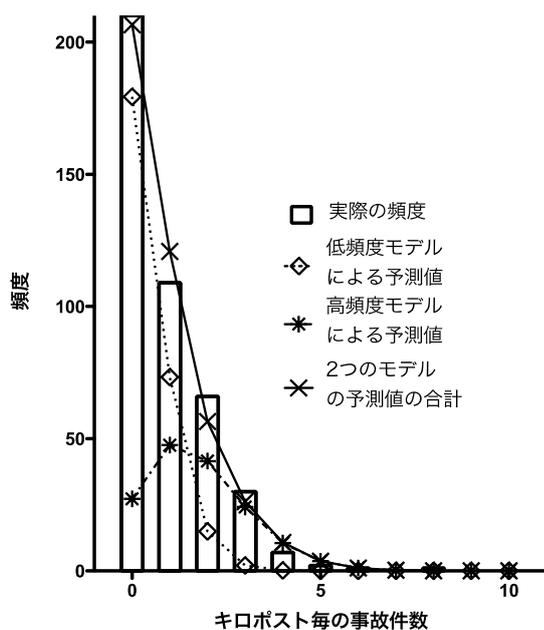


図6 乗用車夜間車両相互事故の混合ポアソンモデルによるモデル化

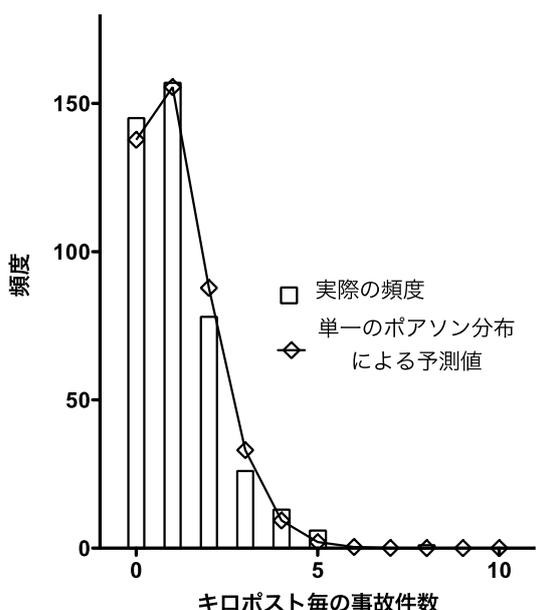


図8 大型貨物車夜間車両相互事故のポアソンモデルによるモデル化

4.3 大型貨物車車両相互事故の分析

大型貨物車の車両相互の事故発生頻度分布は、昼間と夜間ともに、単一のポアソン分布でよく近似された(図7-8)。これは、大型貨物車の事故発生過程が、ポアソン過程の前提を近似的に満たしており、 λ の変動が小さいこと、すなわち道路線形などの環境要因に対して感度が低いことを示していると考えられた。

事故件数4以上ではポアソン分布の確率密度がほぼ0に近いが、事故件数4以上の地点が昼間は6地点、夜間は20

地点あった(頻度が小さいため図では座標軸に重なっている)。これらのうち表2の事故多発地点に含まれないものを表6,7に示した。昼間では、分合流点が多く見られた。夜間では、長い下り坂及び道路線形に特に特徴がない地点(分合流・急カーブ・急勾配・急な曲率の変化などが無い地点)が多く含まれた。

5. 考察

事故件数データから事故多発地点を抽出するとき、まず単

純に事故件数が他に比べて多い地点を探す方法が考えられる。しかしこれでは事故が偶然重なって起こる場合を考慮できない。交通事故は低確率で独立に発生する事象であり、ある地点の事故の発生過程はポアソン過程とみなせる。ポアソン過程では、事象の発生間隔は指数分布、ある期間の発生件数はポアソン分布に従うことが知られている。指数分布の確率密度関数は指数関数的に減少する関数である。このことから短い間隔で事故が続けて起こることは珍しくないことがわかる。またポアソン分布の確率密度関数から、期待値が低い場合でも多くの事故が起こることがわかる。例えば期待値が1件の場合、事故が起きない確率は約 0.37 であるが、3 件起きる確率も約 0.06 ある。短期間に続けて事故が発生し、他の地点に比べて多くの事故が起きたとしても、それだけでは事故が起きやすい地点であると言えない。

この問題を本研究では、混合ポアソンモデルを用いて、事故が起こりにくい地点と比較的事故が起こりやすい地点を、それぞれ低頻度モデルと高頻度モデルとしてモデル化し、各地点の各モデルへの寄与を計算することで解決した。

よりシンプルな方法として、4.3 節の大型貨物車の解析で行ったように、事故件数の頻度分布をポアソン分布でモデル化し、各地点を検定することで事故多発地点を抽出する方法が考えられる。しかしこの方法は、ポアソン分布により頻度分布のよい近似が得られない場合にはうまく行かない。

本研究では、乗用車の事故件数の頻度分布は、ポアソン分布(図 1, 3, 5)に比べ、混合ポアソンモデル(図 2, 4, 6)でよい近似が得られた。これは事故発生過程が λ 固定のポアソン過程から外れており、特定の場所で事故が起きやすいことを反映していると考えられた。このことは、高頻度モデルの寄与が大きい地点の道路線形が、急カーブ・急勾配・サグ・合流点など、事故の発生に関係すると考えられる要素を多く含むことから、示唆された。

4 章では、乗用車・大型車とも昼間と夜間で抽出された地点の多くが異なった。夜間の車両相互事故では、道路線形に事故の発生に関係すると考えられる特徴が見られない地点(分合流・急カーブ・急勾配・急な曲率の変化などが無い地点)が、事故が起こりやすい地点として多く抽出された。これは交通量が減る夜間では分合流点での事故リスクが減る一方、運転負荷の小さな地点において「漫然運転」「脇見運転」「不注意」による事故が発生する [14] ことに因ると考えられた。

大型貨物車の頻度分布については、ポアソン分布でよい近似が得られた(図 7-8)。これは大型貨物車を運転するプロの運転手が道路線形などの環境要因に比較的影響されにくいことを示していると考えられた。逆に、事故発生頻度分布がポアソン分布で近似できるか調べることで、事故多発地点の有無について示唆が得られると考えられる。

3 章及び 4 章では、事故の起こりやすさが、道路線形だけで

はなく車種・時間帯・道路の混雑具合などにより異なることが示された。例えば、乗用車は大型貨物に比べ道路線形の影響を受けやすいこと、夜間では昼間に比べて長い下り坂や直線路で事故が起きやすいこと、混雑した区間では追突事故や分合流点における車両相互事故が多いこと、が見られた。車載モバイル機器の特性を活かし、こうした状況の変化に応じて適切に情報呈示することで、効果的に事故を低減できると考えられた。4 章では道路線形との関係を考察しているが、混雑具合を含めて子細に分析することでさらに有益な情報が得られる可能性がある。

近年、高度な路車間通信システムの開発・実用化が進展し [15][16]、大規模な実証実験が行われるなど [17]、車載モバイル機器により安全情報の呈示を行う環境が整いつつある。モバイル機器の利点の一つは、個々の車両にカスタマイズした情報を呈示できることであり、呈示すべき情報の把握は重要な課題である。本研究の提案手法はその一助となると考える。

本研究の提案手法は、混合モデルを用いることで未知の要因による過分散に対応したものと言える。事故件数解析に適用可能な混合モデルとしては、混合ポアソンモデルの他に、負の二項分布や Poisson-lognormal モデルなどの混合モデルが考えられる。ポアソン分布は、小標本・小平均で統計量の推定に問題が生じることが知られており、この点を含めた比較検討が必要である。

本研究では、モデル数 2 の混合分布モデルを用いて分析を行ったが、モデル数をより多くした分析も可能であり、対象に応じて適切なモデル数を選択する必要がある。本研究では、長さ 1km の各区間における 10 年間の事故発生件数を対象とした。この区間及び期間の適切な長さについて検討が必要である。

本研究の発展としては隣接する地点の影響を考慮した、ポアソン隠れマルコフモデル、拘束条件を課した非定常ポアソン過程の適用が考えられる。事故発生件数データを高速道路の進行方向を時間軸とする確率過程ととらえ、複合ポアソン過程として解析を行うアプローチも考えられる。

6. まとめ

交通事故発生の低減を目的として、車載モバイル機器などから交通事故多発地点に関する情報呈示することを念頭に、交通事故発生件数データから交通事故多発地点を抽出する手法として、混合ポアソンモデルを用いる方法を提案し、東名・名神高速度の事故件数データに適用した。混合ポアソンモデルは未知の要因により過分散であるデータの解析に有効であると考えられた。抽出された事故多発地点は、車種、事故形態、時間帯で異なり、車載モバイル機器の特性を活かし、状況に応じた情報呈示を行うことで効果的に事故を低減できると考えられた。

参考文献

- [1] 国土交通省・警察庁: 交通安全マップ, <http://www.kotsu-anzen.jp/> (閲覧日 2011 年 1 月).
- [2] NEXCO 中日本: 高速走行の要注意箇所, <http://www.c-nexco.co.jp/guide/hcm/> (閲覧日 2011 年 1 月).
- [3] NEXCO 東日本: 高速道路ヒヤリマップ, <http://www.driveplaza.com/traffic/map/index.html> (閲覧日 2011 年 1 月).
- [4] 自動車安全運転センター: 高速道路における交通事故・違反の実態と その防止対策に関する研究 (1990).
- [5] Lord, D. et al.: The Statistical Analysis of Crash-Frequency Data: A Review and Assessment of Methodological Alternatives, *Transportation Research Part a-Policy and Practice*, vol.44, pp. 291-305(2010).
- [6] Ma, J. et al.: A multivariate Poisson-lognormal regression model for prediction of crash counts by severity, using Bayesian methods, *Accident Analysis and Prevention*, vol.40, pp.964-975 (2008).
- [7] Park, B. J. et al.: Application of finite mixture models for vehicle crash data analysis, *Accident Analysis and Prevention*, vol.41, 683-691(2009).
- [8] Miaou, S.P.: The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: poisson versus negative binomial regressions, *Accident Analysis and Prevention*, vol.26, pp.471-482 (1994).
- [9] Shankar, V. et al.: Modeling accident frequency as zeroaltered probability processes: an empirical inquiry, *Accident Analysis and Prevention*, vol.29, pp.829-837 (1997).
- [10] 国土交通省: 平成 17 年度道路交通センサス, <http://www.mlit.go.jp/road/census/h17/index.html> (閲覧日 2011 年 1 月).
- [11] 道路交通センサス全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査, 交通工学研究会, (2007).
- [12] Böhning, D. et al.: Mixture models for capture-recapture count data, *Statistical Methods & Applications*, vol.14, pp.29-43, Springer-Verlag (2005).
- [13] Cappé, O.: H2M: A set of MATLAB/OCTAVE functions for the EM estimation of mixtures and hidden Markov models, <http://perso.telecom-paristech.fr/~cappe/h2m/> (2001).
- [14] 自動車安全運転センター: 高速道路における大型貨物自動車運転者の夜間運転行動等に関する調査研究報告書(1999).
- [15] 国弘: 自動車を取り巻く情報提供サービスの動向と発展に向けた課題, *自動車技術*, vol.65(2), pp.4-9 (2011).
- [16] 森本: 高度交通管制システムの紹介, *自動車技術*, vol.65(2), pp.22-28 (2011).
- [17] 国土交通省: 報道発表資料, ITS による安全運転支援システムにかかる公開デモンストレーション等の実施について, http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000019.html (閲覧日 2011 年 6 月).

著者紹介



熊谷 徹(正会員)

1991 電気通信大学大学院電気通信学研究科博士前期課程修了。1991 通商産業省工業技術院製品科学研究所に入所。1997 博士(工学), 北海道大学。2001 改組に伴い(独)産業技術総合研究所、現在に至る。人間生活データのモデル化と応用に関する研究に従事。モバイル学会、電子情報通信学会。



赤松 幹之(正会員)

1984 慶応義塾大学大学院工学研究科博士課程修了、工学博士。1986 通商産業省工業技術院製品科学研究所に入所。現在、(独)産業技術総合研究所ヒューマンライフテクノロジー研究部門研究部門長。近年は、人間行動の計測とモデル化、そして行動支援技術の研究を主に行う。モバイル学会会長。