

ETC ビッグデータを用いた交通事故の解析

広島大学 学生会員 ○福満聖也
広島大学 正会員 塚井誠人

1. はじめに

ビッグデータは、多地点のデータを連続的に収集できるため、新たな知見を発掘するデータマイニングの可能性が注目されている。

本研究では、利用率が9割に達している¹⁾ETC、事故調書、トラフィックカウンター、渋滞情報、道路交通センサスの5種類のデータを用いて、高速道路上の事故発生要因の候補となる変数を作成して、交通事故リスクの定量分析を行い、潜在的な事故危険性が高い車群が現れる場所と時間帯を特定する。

2. 分析対象エリア・期間

事故分析の対象エリアは、NEXCO 西日本中国支社管内（以下、中国エリア）とする。後述する周辺車群をETCデータから抽出するためには、中国エリア内のODトリップだけでなく、他エリアとの間で流入出するトリップも考慮する必要がある。そこで、路線網が比較的単純な中国自動車道の中国吹田IC以西の全IC（九州・四国のICを含む）から流入出したトリップをETCデータから抽出した。さらに簡単のため、事故分析の対象路線は中国エリアの上り線とした。

3. 周辺車群の抽出

事故発生時に現場の前後10km以内を走行していた車両を事故周辺車群として抽出した。事故調書には、事故現場前後のICコードが記録されている。この情報に、ダイクストラ法による最短経路探索を行った際に出力される、最短経路を走行した場合のノード（IC・JCT）の順序が記録された経路ノードリストの情報を付加する。まず、事故現場前後のICと経路ノードリスト中のICをマッチングして、事故現場cを通過した全てのトリップを抽出する。次に、ETCデータ中の各トリップiの平均走行速度 $\bar{v}_i$ と入口IC

流入時刻 t_{in} 、事故発生時刻 t_c を用いて、各車両が流入してから事故発生時刻までに走行した距離 d_{ic} を式(1)で算出する。

$$d_{ic} = \bar{v}_i \times (t_c - t_{in}) \quad (1)$$

算出した d_{ic} が式(2)の条件に当てはまるトリップを、事故発生時に現場周辺にいた可能性のある車群 G_c としてETCデータから抽出する。

$$\{i \in G_c | d_{ic} = d_c \pm 10\text{km}\} \quad (2)$$

ここで d_c は、流入ICから事故現場までの距離である。上記の手順で抽出した周辺車群の情報とトラフィックカウンターデータ、道路交通センサスから作成した各変数を融合して、分析に用いるデータセットを作成した。

4. 事故発生要因分析

ケースコントロール研究は、疫学分野で稀事象のリスクファクターを定量評価する際に広く用いられている²⁾。本研究では、事故発生をケース、無事故状態をコントロールとして、同手法を事故発生要因分析に適用する。分析には、事故を1、無事故を0としたダミー変数を目的変数として、条件付ロジスティック回帰モデルを用いた。作成したデータベースから得られる変数をリスクファクターの候補、つまり説明変数に設定した。

推定パラメータの安定性を確認するために、データセットを10セット作成して推定を繰り返した。なお、ケース数とコントロール数の比は、既往研究を参考に1データセットあたり10とした。Table.1に推定結果を示す。同表より、走行車線速度と周辺車群台数、区間長の3変数が10セット全てにおいて5%有意となった。また、各変数のパラメータの符号は10セット全てにおいて同一であった。以上の結果から、走行車線速度と周辺車群台数、区間長を事故の発生に有意な影響を与える変数として分析を進める。

キーワード ETC データ、周辺車群、事故リスク、症例対照研究

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819・7828

Table.1 事故発生要因評価モデル推計結果

説明変数		dataset1	dataset2	dataset3	dataset4
トラカン トラカン	大型車交通量	0.032 *	0.030 *	0.020	0.022
	走行車線速度	-0.001 *	-0.001 *	-0.002 **	-0.002 **
ETC	周辺車群台数	0.007 ***	0.004 *	0.004 **	0.004 *
	ETC 中型車比率	-0.053 *	-0.043 *	-0.028	-0.048 *
	ETC 軽車両等比率	0.007	-0.012	-0.014	-0.030
	ETC 走行速度偏差	0.037	0.022	0.045 *	0.055 *
センサス 区間長		0.129 ***	0.084 ***	0.082 ***	0.116 ***
サンプル数		825	825	825	825
Rsquare		0.062	0.039	0.043	0.057
対数尤度		-153.59	-163.41	-161.80	-155.61
Likelihood ratio test		52.51	32.87	36.08	48.46

dataset5	dataset6	dataset7	dataset8	dataset9	dataset10
0.019	0.027 *	0.023	0.016	0.032 *	0.025
-0.003 ***	-0.002 **	-0.002 **	-0.002 **	-0.002 **	-0.002 *
0.005 **	0.006 **	0.005 **	0.007 ***	0.005 **	0.006 **
-0.045 *	-0.039	-0.049 *	-0.047 *	-0.043 *	-0.046 *
-0.042	-0.010	-0.017	-0.022	-0.022	-0.020
0.055 *	0.018	0.033	0.043	0.034	0.024
0.124 ***	0.098 ***	0.103 ***	0.122 ***	0.107 ***	0.089 ***
825	825	825	825	825	825
0.065	0.05	0.051	0.06	0.054	0.048
-152.31	-158.63	-158.32	-154.37	-157.05	-159.41
55.07	42.43	43.04	50.94	45.58	40.87

**** 0.1%有意 *** 1%有意 ** 5%有意 * 10%有意

5. 時間帯別リンク別事故リスク算出

時間の経過に伴うリスクの変動を捉えるため、単位距離あたりのリスクを算出した。リンク j のリスク P_j の算出には、式(3)を用いた。

$$P_j = e^{\beta_1 x_{1j}} e^{\beta_2 x_{2j}} \quad (3)$$

ここで、 $\beta_i (i = 1, 2)$ は、有意となった 3 変数のうち、走行車線速度と周辺車群台数のパラメータを 10 データセット分相加平均した値、 $x_{ij} (i = 1, 2)$ は各説明変数のリンク別の値である。

分析対象期間はモデル推定に用いたデータセットと同じく、大型連休の影響を受けない 2008 年 5 月 11 日～31 日の 3 週間とする。期間中の全日、全リンクにおいて 1 時間ごとにリスクを算出し、曜日毎に相乗平均して、時間帯別リンク別事故リスクを算出した。その結果、平日の各曜日では、リスクが高くなる時間帯・場所に大きな違いが見られなかったため、各曜日の事故リスクを相乗平均して、平日の時間帯別リンク別事故リスクを算出した。

Fig.1 に平日 7 時のリンク別事故リスクを示す。事故リスクが中央値の 2 倍以上 3 倍未満の区間を橙色、3 倍以上の区間を赤色で示した。リスクの算出結果から、平日の朝には、広島市と東広島市の周辺および倉敷市周辺の広い範囲で事故リスクが中央値の 2.0～19.0 倍と高い状態が続いていることが分かった。

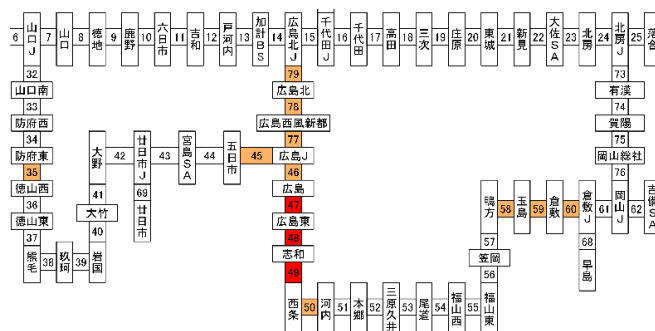


Fig.1 平日 7 時のリンク別事故リスク

夕方には、朝にリスクが高かった広島市と東広島市の周辺に加え、大竹市周辺でも中央値の 2.2～2.9 倍と高い値になった。また、リスクの高い区間が時間の経過とともに東へ移動する傾向がみられた。

平日と同様に、土曜日の 7～9 時にも事故リスクが中央値の 2.0～9.4 倍と高い状態が続いている区間が存在した。一方、リスクが中央値の 2 倍以上の区間数は、平日よりも減少した。日曜日の朝には、リスクが中央値の 2 倍以上の区間が大幅に減少した。一方、夕方にリスクが中央値の 2 倍以上の区間数は土曜日の同時時間帯よりも増加した。

平日の 12～15 時では、他区間のリスクは中央値の 2 倍未満だが、広島東 IC～志和 IC の区間は高く、一日を通じて事故の危険性が高い区間となっている。

6. 結論

中国エリア内の上り線が自由流のときの事故リスクは、土休日よりも平日に高くなる傾向が見られた。これは、車の通勤利用による交通量の増加が考えられる。事故リスクの高い時間帯は公共交通への転換を促して、交通量を減少させる政策が考えられるほか、リスクプレミアムに相当する追加料金を徴収する方法が考えられる。

参考文献

- 国土交通省：ETC 利用案内、
<http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/etc/>
(アクセス：2016 年 1 月 10 日)
- 日本製薬工業協会，薬剤疫学研究入門 そのデザインと解析－製薬企業の臨床研究部門で働く生物統計家のために－，医薬出版センター，2010