

# 都市間高速道路における 交通状態別事故リスクの経年変化に関する研究

松ヶ谷 玲弥<sup>1</sup>・塩見 康博<sup>2</sup>・邢 健<sup>3</sup>・糸島 史浩<sup>4</sup>・甲斐 穂高<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生員 立命館大学大学院 理工学研究科 環境都市専攻 (〒525-8577滋賀県草津市野路東1丁目1-1)

E-mail:rv0056ev@ed.ritsumeai.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 立命館大学 (〒525-8577滋賀県草津市野路東1丁目1-1)

E-mail:shiomi@fc.ritsumeai.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 (株) 高速道路総合技術研究所 (〒194-8508東京都町田市忠生1-4-1)

E-mail:xing@ri-nexco.co.jp

<sup>4</sup>非会員 (株) 高速道路総合技術研究所 (〒194-8508東京都町田市忠生1-4-1)

E-mail:f.itoshima.aa@ri-nexco.co.jp

<sup>5</sup>正会員 (株) 高速道路総合技術研究所 (〒194-8508東京都町田市忠生1-4-1)

E-mail:h.kai.aa@ri-nexco.co.jp

近年、高速道路の交通容量が経年的に減少傾向にあることが報告されており、その原因がドライバーの運転挙動の変化に起因していることが明らかとなっている。これは、先行車との車間距離を大きく開け、速度を十分に落とした運転へとシフトしているためであり、運転が安全傾向に変化したと考えられる一方で、交通容量の減少は渋滞の発生を助長するため、注意力散漫により追突事故件数が増加することが予想される。本研究では高速道路における事故リスクの経年変化を確認し、その変動要因を考察する。

高速道路の複数の主要渋滞箇所を対象に、2006年から2018年の13年間の車両感知器データおよび事故データを用いて区間全体の混雑状況をクラスター分析により分類し各状況下における事故リスクの変化を確認した。その結果、臨界流付近の交通状況下において、事故リスクが増加傾向であることが明らかとなった。

**Key Words:** Accident Risk, Traffic Capacity, Long-term Variation, Traffic State, Intercity Expressway

## 1. はじめに

### (1) 背景

高速道路における交通渋滞は経済損失を生み出すだけでなく、生産性の低下、環境負荷の増大、事故リスクの悪化につながるため、その解消は依然として重要な課題となっている。とりわけ、2018年の高速道路における渋滞損失時間は約800(万台・時間)であり、2008年の400(万台・時間)と比較すると、大きく増加しており、実効性の高い対策を講じるためにも、高速道路での渋滞原因を分析する必要がある。

高速道路の交通容量は環境や季節によって変化することは、従前より知られているが、近年、各地の高速道路ボトルネックにおいて交通容量が経年的に減少傾向にあることが明らかとされている<sup>2)</sup>。これは、

同程度の交通需要であっても、交通渋滞が発生しやすい状況であるといえる。ドライバーの運転挙動の変化について着目すると、ドライバーが過去と比べ遅い速度での運転を好むようになり、車間距離を大きくとるような運転を行うようになったことで、交通流が悪くなり、交通容量が減少した可能性が考えられている<sup>3)</sup>。これは、言い換えると、ドライバーがより安全な運転を行うようになったとも解釈できる。すなわち、交通容量の減少と交通安全性の向上にトレードオフの関係が成立している可能性がある。この仮説を検証するためにも、交通容量が減少している地点において、事故リスクの変化を分析し、渋滞面と安全面の両面での評価を行う必要がある。

表-1 分析対象区間

道路名	方向	区間	ボトルネック位置
東名高速道路	上り	0KP~31.5KP	0.58KP, 24.97KP
東名阪自動車道	上り	66.02KP~81.1KP	67.17KP
東名阪自動車道	下り	49.58KP~68.18KP	59.55KP

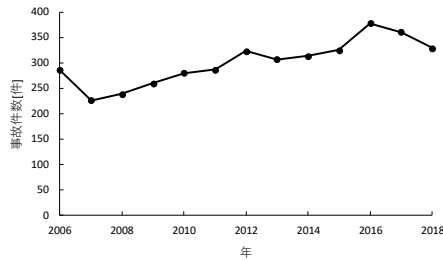


図-1 事故件数の推移(東名上り線)

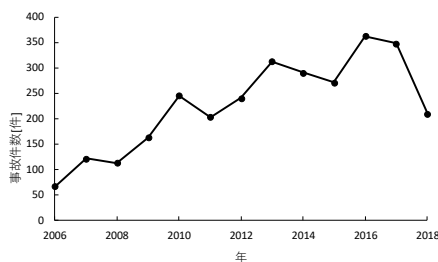


図-2 事故件数の推移(東名阪上り線)

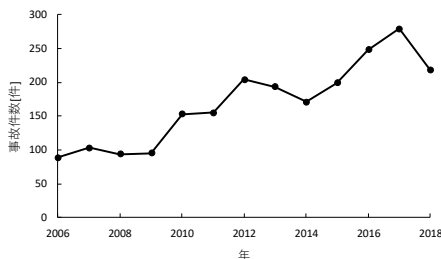


図-3 事故件数の推移(東名阪下り線)

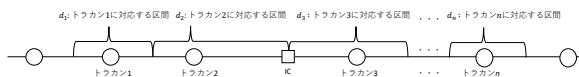


図-4 距離 d の設定方法

(2) 本研究の目的

道路の交通容量が減少すると、同程度の交通需要に対して渋滞が発生しやすくなるようになる。さらに、渋滞発生時には停止発進を繰り返す中で、ドライバーの集中力が低下し、注意力を欠いた運転により追突事故が増加することが明らかとなっている。一方で、交通容量の減少原因がドライバーの運転の仕方による場合、ドライバーが前方車との車間距離を十分に開けたり、速度を十分に落として運転するような、安全な運転を行うようになることで、事故の発生が抑制される可能性も考えられる。

したがって、本研究では、高速道路の渋滞箇所にお

ける事故リスクの変化を確認し、その変動要因を明らかにすることで、交通容量と事故発生リスクの経年変化の関係性について考察を行う。

2. 研究対象区間と分析方法

(1) 対象区間

本研究の対象区間として、過去の研究<sup>4)</sup>から、都市間高速道路において交通容量の経年的な減少が確認されている3区間を選定した。各区間の概要について、表-1に示す。また、各区間における事故件数の推移について、図-1~図-3に示す。各区間において事故件数は経年的に増加傾向にあるが東名阪自動車道路の上り線、下り線においては2018年に事故件数が大きく減少している。これは、2017年7月14日から実施された東名阪自動車道の暫定3車線化による渋滞の軽減及び自由流時の交通密度の低下によるものであると考えられる。

(2) データ概要

分析には2006年から2018年の13年分のトラカンデータと事故データを用いる。トラカンデータは東名高速道路において、対象区間に設置された計19個のトラカン、東名阪上り線は、計7個、下り線は計9個のトラカン内のデータを使用した。各トラカンには5分ごとの地点交通量と平均速度が記録されている。また、事故データについて、対象区間で発生した事故における発生年、日時、事故種別、事故対象物などが記録されている。なお、分析に用いる事故データはNEXCO調べのものである。

(3) 研究方法

対象区間のトラカンデータと事故データを利用し、区間全体の年間の事故リスクRを算出する。事故リスクの算出には式(1)を用いる。

$$R_i = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n q_i d_i} \times 10^8 \quad (1)$$

$N_i$  : i番目のトラカンで定義した区間で発生した事故件数

$q_i$  : i番目のトラカンにおける交通量

$d_i$  : i番目のトラカンにおいて定義した距離

式(1)の交通量 $q_i$ について、対象区間に設置されている各トラカン内の交通量データを用いる。距離 $d_i$ について、図-4のようにトラカンとその上流側に位置するトラカンとの中間位置から、下流側に位置するトラカンとの中間位置までの距離を $d_i$ と定義する。トラカンとトラカンの間にICやJCTが存在する場合、その地

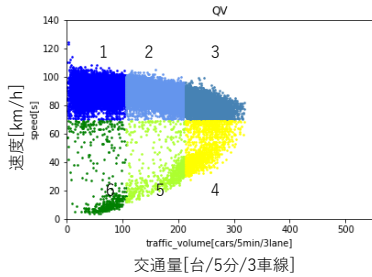


図-5 QV 図による混雑レベルの定義

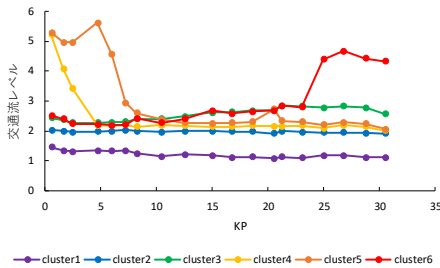


図-6 クラスタ分析結果(東名上り線)

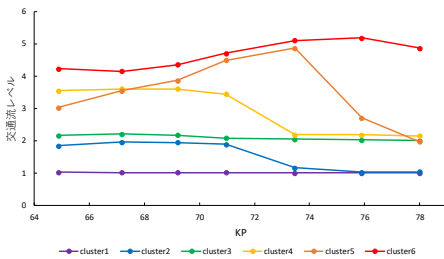


図-7 クラスタ分析結果(東名阪上り線)

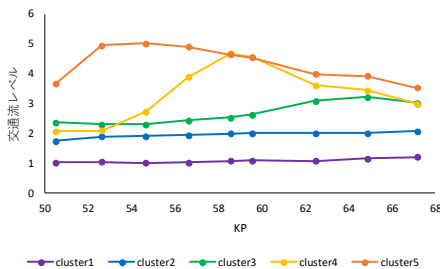


図-8 クラスタ分析結果(東名阪下り線)

点を起点及び終点ととらえ、距離 $d_i$ を定義する。トラカンをごとに定義した距離 $d_i$ の範囲内で発生した年間事故件数を事故件数 $N_i$ とする。

事故リスクの変化を確認する上で、各年における道路の混雑状況を考慮する必要がある。対象区間に設置されたトラカンをごとに 5 分間交通量と平均速度データを用い、年間の QV 図を作成し、混雑状況を 6 段階に分類した。具体的には、QV 図の形状から渋滞判定速度を設定した上でデータを自由流と渋滞流に分け、地点の交通容量に対する交通量の比率から交通量レベルを 3 段階に設定した。渋滞判定速度について東名

高速道路は 60km/h、東名阪自動車道は上り線、下り線共に 70km/h とした。6 分割した QV 図について、図-5 に示すように混雑度が低い順に混雑レベルを定義した。これにより、ある時刻におけるトラカン設置位置の混雑状況を把握することができる。また、同様の作業を区間全体に設置されているすべてのトラカンを行うことで、同時刻帯における区間全体の交通混雑度を把握することが可能となる。同交通状況下における事故リスクの経年変化を確認するためには、得られた 5 分ごとの全トラカン位置における混雑度データに対してクラスター分析を行い、区間全体の混雑状況をいくつかのパターンに分類する。分類したクラスターごとに事故リスクの変化を確認することで、混雑度の違いによる、運転の安全性の変化を評価することが可能となる。一つのトラカンで交通混雑度別の事故リスクを算出すると、検出される事故件数が少なく、事故リスクの経年変化の傾向を確認することができないため、今回は区間全体として事故リスクを定義した。

### 3. 交通状態別の事故件数・事故リスク分析

#### (1) クラスタ分析結果

各トラカン設置場所での混雑状況を 5 分ごとに記録したデータを 2006 年から 2018 年の 13 年間集計し、k-means 法によるクラスター分析を行うことで区間全体の混雑状況をいくつかのパターンに分類した。得られた各クラスターの特徴について、各クラスターのトラカン位置ごとの混雑レベルの平均値を算出した。結果を図-6～図-8 に示す。クラスター数の設定について、各区間において、出力クラスター数を変えて複数回分類を行い、各クラスターの特徴が顕著にでるようなクラスター数に設定した。

東名高速道路では、区間全体で自由流状態にある 3 つのクラスター、東京 IC 手前の 0.58KP 地点で渋滞が発生している 2 つのクラスター、大和トンネル付近の 24.97KP 地点より上流側で渋滞が生じているクラスターの計 6 つのクラスターに分類した。

東名阪自動車道の上り線では、区間全体で自由流状態にある 3 つのクラスター、70.96KP 地点より下流において渋滞傾向にあるクラスター、73.46KP 地点下流において渋滞が生じているクラスター、区間全体的に渋滞状態にあるクラスターの計 6 つのクラスターの分類した。

東名阪自動車道の下り線では、区間全体で自由流状態にある 3 つのクラスター、ボトルネックである 59.55KP 地点周辺で渋滞が生じているクラスター、

表-2 事故件数の経年変化結果に対する線形単回帰分析の係数

	cluster1	cluster2	cluster3	cluster4	cluster5	cluster6
東名上り	0.30	-4.93**	0.55	1.01	5.37**	2.73**
東名阪上り	-0.43	1.02*	0.58	4.04	5.10**	4.63*
東名阪下り	0.87	2.48	4.23**	1.04	0.66	

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01

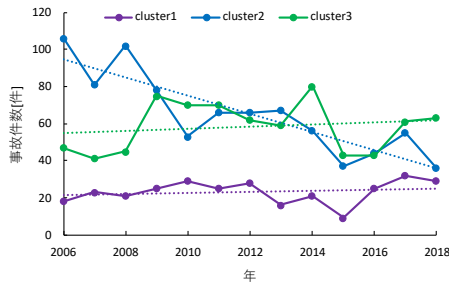


図-9 東名上り線事故件数の推移(自由流)

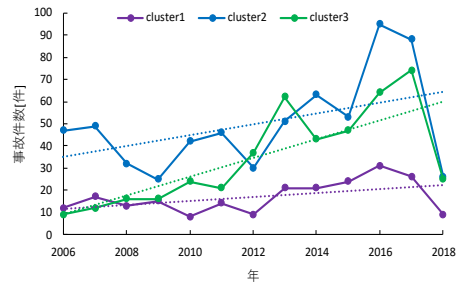


図-13 東名阪下り線事故件数の推移(自由流)

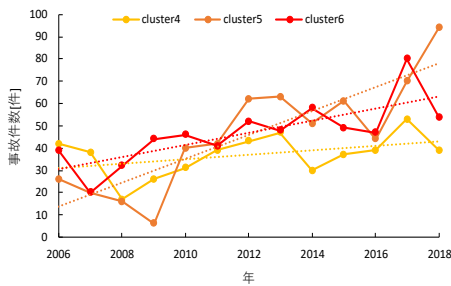


図-10 東名上り線事故件数の推移(渋滞流)



図-14 東名阪下り線事故件数の推移(渋滞流)

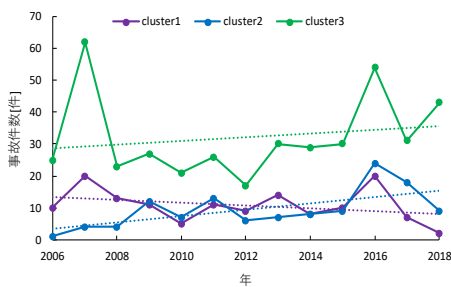


図-11 東名阪上り線事故件数の推移(自由流)

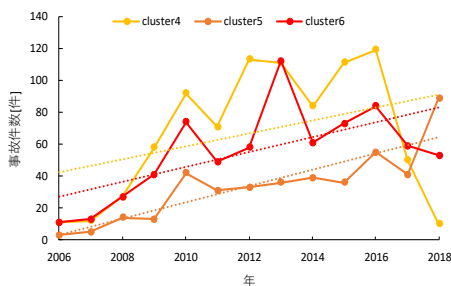


図-12 東名阪上り線事故件数の推移(渋滞流)

区間全体で渋滞が生じているクラスターの計 5 つのクラスターに分類した。

(2) クラスター別事故件数の推移

クラスター分析で分類した区間全体の交通状況ごとに、事故件数の経年変化を確認する。結果を自由流クラスターと渋滞流クラスターに分け、図-9～図-14 に示す。

各クラスターの事故件数の経年変化結果に対して、年を説明変数、事故件数を被説明変数とした線形単回帰分析を行った。分析によって得られた回帰式の係数について表-2 に示す。東名高速道路では、cluster2 にて 1 パーセント水準において有意に減少傾向、cluster5、cluster6 にて 1 パーセント水準において有意に増加傾向であった。東名阪自動車道上り線では、cluster2、cluster6 にて 5 パーセント水準で、cluster5 にて 1 パーセント水準で増加傾向であった。東名阪自動車道下り線では、cluster3 において 1 パーセント水

表-3 事故リスクの経年変化結果に対する線形単回帰分析の係数

	cluster1	cluster2	cluster3	cluster4	cluster5	cluster6
東名上り	0.49	0.10	2.95**	-0.27	-6.08	-1.24
東名阪上り	1.10	2.59	2.17	10.73*	-3.70	10.18
東名阪下り	2.78**	1.69	5.86**	11.21	25.83**	

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01

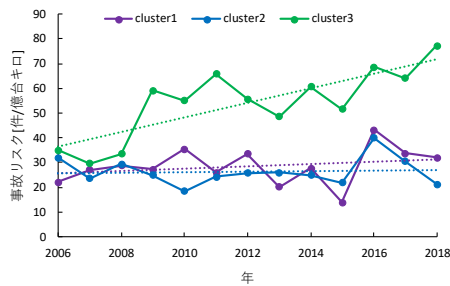


図-15 東名上り線事故リスクの推移(自由流)

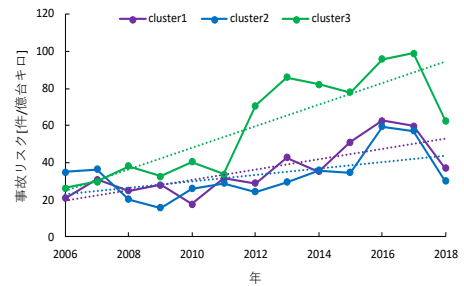


図-19 東名阪下り線事故リスクの推移(自由流)

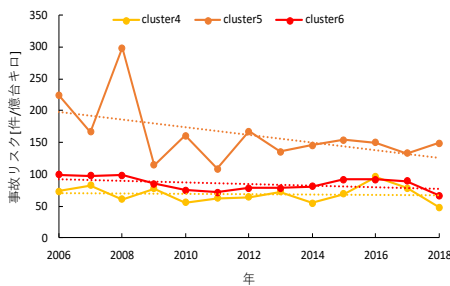


図-16 東名上り線事故リスクの推移(渋滞流)

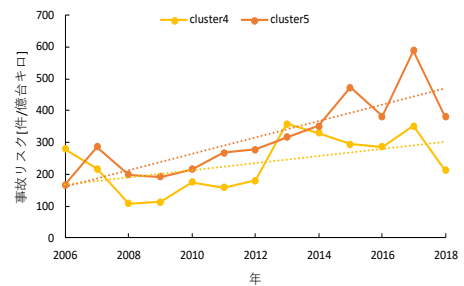


図-20 東名阪下り線事故リスクの推移(渋滞流)

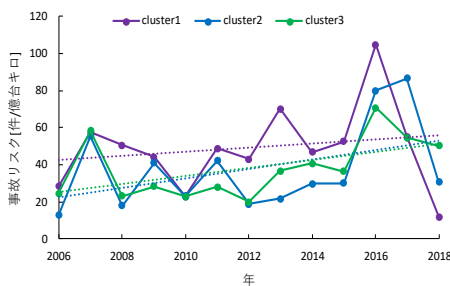


図-17 東名阪上り線事故リスクの推移(自由流)

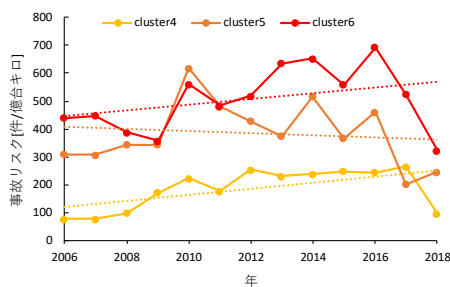


図-18 東名阪上り線事故リスクの推移(渋滞流)

準で増加傾向であった。

各区間における事故件数の推移をみると、臨界流および渋滞流において事故件数が増加する傾向にあることが読み取れる。これは、交通容量の経年的な減少に伴い、渋滞時間が増加したことが起因していると考えられる。

(3) クラスタ別事故リスクの推移

クラスタ分析で分類した区間全体の交通状況ごとに、事故リスクの経年変化を確認した。結果を自由流クラスタと渋滞流クラスタに分け、図-15～図-20に示す。事故件数の分析と同様に、各クラスタの事故リスクの経年変化結果に対して、年を説明変数、事故リスクを被説明変数とした線形単回帰分析を行った。分析によって得られた回帰式の係数について表-3に示す。

東名高速道路上り線では、cluster3にて1パーセン



ト水準で増加傾向であった。東名阪自動車道上り線では cluster4 にて 5 パーセント水準で増加傾向であった。東名阪自動車道下り線では、cluster1, cluster3, cluster5 にて 1 パーセント水準で増加傾向であった。

各区間の事故リスクの変化について共通する特徴として、臨界流に近い交通流状態である cluster3 や cluster4 で事故リスクが増加傾向にある。車両の速度や交通量の変化が大きく、運転に注意を要する交通状況での事故リスクが上昇しており、ドライバーの漫然な運転が増加していることが考えられた。

#### 4. まとめ

本研究では、高速道路の交通容量が経年的に減少している区間において、クラスター分析により対象区間全体の交通流をいくつかのクラスターに分類し、事故件数や事故リスクの推移を確認した。事故件数の結果から渋滞流状態のクラスターにおいて事故件数が増加していることが確認され、交通容量の減少により渋滞時間が従来より多くなったことが影響していると考えられた。また、事故リスクの経年変化について、各区間において区間全体の交通流が臨界流に近いクラスターにおいてリスクが増加傾向にあることが明らかとなった。渋滞前後の速度や交通量の変化が大きく、運転に注意が必要な不安定な交通状況において事故リスクが増加しているため、ドライバーの漫然な運転が増加していることが考えられた。

いずれの区間においても、事故リスクが有意に減少した結果は確認されず、ドライバーの運転の安全性が向上しているため交通容量の減少と事故リスクがトレードオフの関係にあるという仮説は実証されなかった。

今回の結果は、東名高速道路と東名阪自動車道の 2 つの道路に限定したものであるため、対象路線や区間を増やし、今回の結果が一般的な傾向であるか検証する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 高速道路の渋滞解消・緩和対策, NEXCO 東日本,  
[https://www.nexco.co.jp/cst/connect/best\\_way/03traffic.html](https://www.nexco.co.jp/cst/connect/best_way/03traffic.html), 2020 年 9 月閲覧
- 2) 村上友基, 井料雅隆, 中田諒, 萩原武司: 車両検知器データによる交通量の長期変動モニタリング, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, No232, 2015.
- 3) 松ヶ谷 玲弥, 塩見 康博, 邢 健, 糸島 史浩, 甲斐 穂高: 個別車両データを用いた都市間高速道路における交通流特性の経年変化に関する研究, 交通工

学論文集 6(2), A\_121-A\_130, 2020.

- 4) Shiomi, Y., Xing, J., Kai, H., & Katayama, T. (2019). Analysis of the Long-Term Variations in Traffic Capacity at Freeway Bottleneck. *Transportation Research Record*, vol. 2673, 7: pp. 390-401, 2019.
- 5) [https://www.nexco.co.jp/corporate/pressroom/news\\_release/4088.html](https://www.nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/4088.html) (2020.09.28 閲覧).

## A STUDY ON LONG-TERM VARIATION OF TRAFFIC ACCIDENT RISKS ON INTERCITY EXPRESSWAYS CONSIDERING TRAFFIC STATES

Reiya MATSUGATANI, Yasuhiro SHIOMI, Jian XING, Fumihito  
ITOSHIMA and Hodaka KAI

In recent years, it has been reported that the traffic capacity of expressways has been decreasing over the years, and that it is partially due to a change in the driving behavior of the driver. It is considered that driving with a large spacing from the preceding vehicle and relatively lower speed deteriorate the traffic flow. While driving has changed to a safer trend, the decrease in traffic capacity results in the occurrence of traffic congestion, consequently increasing the risk of traffic accidents and worsening traffic safety. In addition, rear-end collisions will increase due to distraction. In this study, we aim to confirm the long-term change of accident risk at the bottleneck sections of intercity expressways and consider the factors of the change.

Using vehicle detector data and 13-year accident data from 2006 to 2018, the traffic flow state of each target section is classified by cluster analysis for three major congestion sections on two expressways, and changes in accident risk for each cluster is confirmed. As a result, it is clarified that accident risk tends to increase near the critical traffic flow state.