

# プローブデータを用いた高速道路における走行挙動と事故リスクの関係分析

倉内 慎也<sup>1</sup>・吉井 稔雄<sup>2</sup>・兵頭 知<sup>3</sup>・大西 邦晃<sup>4</sup>・永井 基博<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 愛媛大学大学院准教授 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)

E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 愛媛大学大学院教授 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)

E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>3</sup>学生会員 愛媛大学大学院博士後期課程 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)

E-mail: hyodo.satoshi.07@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>4</sup>非会員 西日本高速道路株式会社 四国支社交通計画課 (〒760-0065 高松市朝日町4-1-3)

E-mail: k.onishi.aa@w-nexco.co.jp

<sup>5</sup>非会員 西日本高速道路株式会社 四国支社交通計画課 (〒760-0065 高松市朝日町4-1-3)

E-mail: m.nagai.ab@w-nexco.co.jp

従来、事故リスクの影響要因の分析においては、車線数や縦断勾配等の道路構造要因、天候・日照量等の環境要因等が用いられており、近年では、トラカン等によって計測された交通量や交通密度等の交通流要因が及ぼす影響についても盛んに分析がなされている。しかしながら、交通流要因に着目した分析のほとんどが交通量等の集計量を扱っているため、その構成要素である個々の車両の挙動や車両間の走行挙動のバラツキ等による影響は考慮されていない。そこで本研究では、個別車両の速度や加速度、及びそれらのバラツキ等が把握可能なプローブデータを用いて、それら車両の走行挙動が事故リスクにどのような影響を及ぼすのかについて、四国の高速道路を対象に分析した結果を報告する。

**Key Word :** *traffic accident risk, probe-vehicle data, vehicle behavior, expressway, road structure*

## 1. はじめに

四国の高速道路における事故発生件数は、近年増加傾向にあり、平成25年には約2,100件の交通事故が発生し、それに伴う死傷者数は300人超に及んでいる<sup>1)</sup>。このような人的・物的損失に加え、高速道路は迂回路がなく、また四国の高速道路には暫定二車線区間も多いことから、一旦事故が発生すると激しい渋滞を招きやすく、事故による渋滞損失も相当額に及ぶ。これまで、ハード・ソフトを問わず、事故削減に向けた様々な対策が実施されているが、このような趨勢を鑑みるに、今後は現状の事故対策を継続的に実施するとともに、これまでとは異なる視点に立った事故対策アプローチを検討・実施する必要があるだろう。

事故対策アプローチを検討するには、まず事故の起こりやすさ(以下、「事故発生リスク」と呼称)に影響を及ぼす要因を特定する必要があることから、これまで

多数の研究がなされており、曲率半径や分合流部等の道路構造要因<sup>2)</sup>、天候・日照量等の環境要因<sup>3)</sup>、個人属性や身体能力等の人的要因<sup>4)</sup>に加え、近年では平均速度や交通量等の交通流要因に着目した研究<sup>5)</sup>も盛んに行われてきている。このうち、交通流要因に着目した研究について、分析に用いられる交通流データは、特定の地点において車両感知器から獲得される道路断面観測データがほとんどである。この場合、交通流状態と事故発生リスクとの関係を精緻に分析するにあたり、主に2つの問題が生ずる。

1つめは、車両感知器が存在しない区間があるため、多くの場合、近傍の車両感知器の観測データを同区間の交通流状態とみなした分析が行われている点である。特に四国の高速道路では、車両感知器がIC間に1つしか存在しないため、分析においてはIC間での交通流状態の空間分布は同一であるとの仮定をおかざるを得なくなる。これに対し、同一IC間であっても、サグやクレスト、ト

ンネル区間をはじめとする様々な区間が存在し、それによって交通状態も大きく異なるであろう。ゆえに、連続的な交通流状態の観測データに基づく事故リスクの分析が望まれる。

2つめは、交通流状態を表す変数としては、平均速度や交通量等の集計的な交通状態量がほとんどであり、それを構成するマイクロな車両挙動はブラックボックスとして扱っている点である。一方で、平均速度や交通量が同一であっても、それを達成するような個々の車両の挙動パターンは無限に存在し、場合によっては、車両間での挙動のばらつきが事故リスクに大きな影響を及ぼしている可能性がある。ゆえに、感知器データに加え、個々の車両挙動が連続的に把握できるようなデータを併せて分析することが望まれる。

上記のような問題点の緩和に資するデータソースの1つとして、プローブカーデータの利用が考えられる。プローブカーは通過車両の一部には過ぎないが、連続的な走行軌跡データが獲得できるため、車両感知器がカバーしなかった道路区間における交通流状態を把握することができる。加えて、複数のプローブカーの走行挙動データを用いることで、走行速度や加速度のバラツキを把握することもできる。実際、プローブカーデータを用いた交通事故分析<sup>6)</sup>は近年盛んに行われつつあるが、急制動と事故との関係分析や、潜在的危険箇所の抽出に関する分析が主流であり、車両挙動のバラツキに関する研究はほとんどなされていない。

そこで本研究では、交通流状態を連続的に把握することができるプローブカーデータを活用し、100m単位に分割した各道路区間における車両走行挙動と事故発生リスクとの関係を把握することを目的とする。具体的には、商用車プローブカーデータと一般車プローブカーデータを用いて、松山自動車道下り線、いよ西条IC～川内IC間を対象とし、車両の走行速度、加速度および速度のバラツキに着目して、各道路区間別の事故発生件数と車両走行挙動の関係を分析する。

## 2. 用いるデータの概要

### (1) 対象区間

本研究では、松山自動車道いよ西条IC～川内IC間下り線（図-1 参照）を対象とする。同区間は山間部に位置する区間長約36kmの事故多発区間である。

### (2) プローブカーデータの概要

利用したプローブカーデータは一般車のプローブカーデータ（本田技研工業株式会社）ならびに商用車のプローブカーデータ（富士通株式会社）である。まず、商用



図-1 分析対象区間

車プローブカーデータは、最大積載量5トン以上、車両総重量8トン以上の貨物商用車から取得したデータであり、1秒単位の車両位置座標、速度、加速度等が得られている。データ取得対象期間は平成26年9月30日～10月15日であり、分析には、対象区間を通行した商用車両194台、のべ655トリップのデータを用いる。一方、一般車プローブカーデータからは、100m単位の道路区間ごとに15分単位での通過車両台数と平均速度等が得られている。すなわち、同データはプローブカーから得られた個々の車両挙動データを、時空間に応じて集計したデータであり、商用車データとは質が異なることに注意されたい。なお、データ取得期間についても、商用車プローブカーデータとは異なり、平成26年6月1日～7月31日である。

### (3) 交通事故データ

交通事故データとしては、対象区間において平成19年から平成22年の4年間に発生した事故264件のデータを用いる。事故データには、事故発生日時、発生地点、事故類型等のデータが含まれている。

## 3. 分析結果

### (1) 走行速度と事故リスクとの関係

一般に走行速度が高くなると事故を起こす可能性が高くなると考えられることから、各道路区間の走行速度と事故リスクの関係を調べた。ここで、事故リスクとは4年間で発生した事故件数を表す。

図-2に、各道路区間における平均速度（一般車：全平均速度データの平均、商用車：全速度データの平均）と全区間における平均速度との差分、ならびに事故発生件数を示す。図に示されるとおり、最も事故の発生している区間ではむしろ速度が低下しており、走行速度が高くなると事故リスクが高くなるとの傾向を認めるには至らなかった。

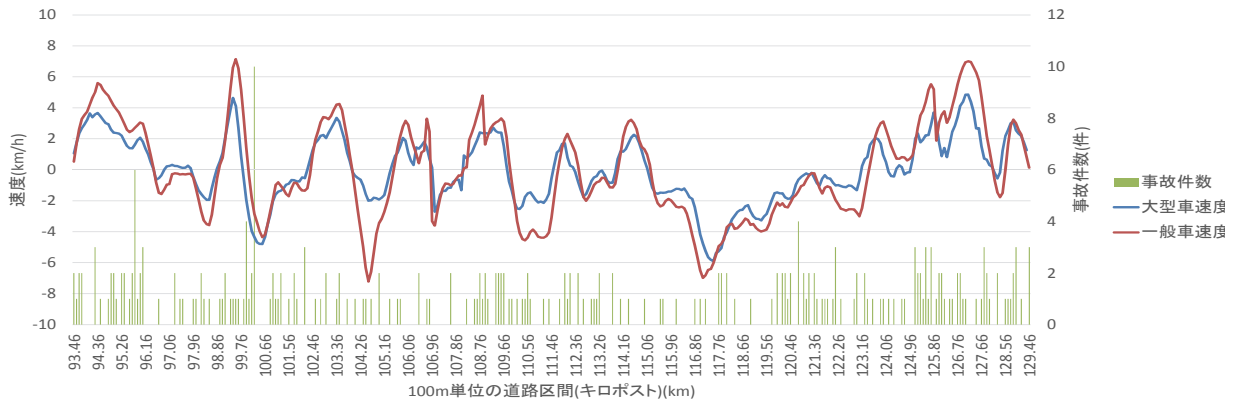


図-2 事故発生件数と走行速度

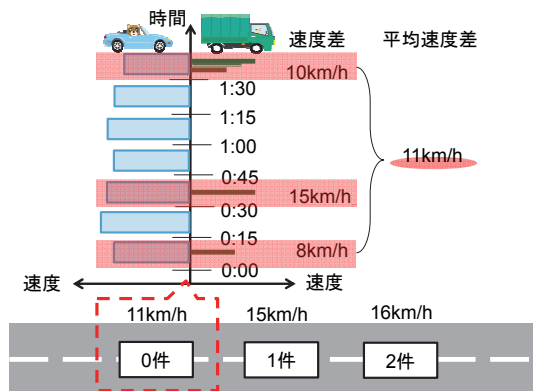


図-3 走行速度差の算定方法

## (2) 走行速度のバラツキと事故リスクとの関係

相前後して走行する車両間の走行速度にバラツキが大きい場合には、車群が形成されやすくなり、追い抜き挙動や車線変更挙動が増加する。そのため、相対的な車両の動きが複雑になり事故が誘発されやすくなると考えられる。ここで、走行速度のバラツキを生ずる要因としては、道路幾何構造をはじめとする様々な要因が考えられるが、一般車と大型車のような車種の差異によるものが大きいであろう。実際、商用車については、平成15年9月1日より、新たに登録する大型貨物商用車（車両総重量8トン以上又は最大積載量5トン以上）に対し、90.0km/hを超えて加速できないようにする速度抑制装置（スピードリミッタ）の搭載が義務付けられていることも相俟って、本研究で用いるデータにおいても、平均速度は一般車の方が高くなっている。そこで、「走行速度のバラツキが大きくなると事故リスクが高くなる」との仮説をたて、以下の手順にて同仮説の検証を行った。

前述の通り、本研究で使用するデータは、一般車と商用車で質が異なることから、走行速度の分散を評価することができない。そこで、本分析では、走行速度のバラツキを示す指標として、商用車の平均速度と普通車の速度との速度差を用いることとした。具体的には、図-3に

表-1 単回帰モデルの推定結果

説明変数	回帰係数	t値
定数項	-0.0965	-0.42
速度差 (km/h)	0.148	3.70
サンプル数	360	
R <sup>2</sup> 値	0.0368	

示すように、各道路区間において、商用車プローブカーの走行速度が獲得された時間帯を対象として、一般車両の平均速度から大型車プローブの走行速度を差し引くことで各時間帯における速度差を求め、同速度差の算術平均をもって同区間における商用車と一般車の走行速度差を算出した。

走行速度差と事故発生件数との関係を統計的に検証するために、事故発生件数を被説明変数、商用車と普通車との速度差を説明変数として用いた単回帰モデルを構築し、モデル推定を行った結果を表-1に示す。この結果より、速度差が大きくなると有意に事故発生件数が増える、すなわち走行速度のバラツキが大きくなると事故リスクが高くなることが示された。なお、回帰係数より、平均速度の差が10km/h生ずるような区間では、速度差が生じない区間と比較して事故件数は4年間で1.5件近く多いことを示しており、これはかなり大きな影響を示していると言える。

## 4. おわりに

本研究では、一般車と商用車のプローブデータを用いて、走行速度と事故リスク、走行速度のバラツキと事故リスクの関係を分析した。その結果、走行速度と事故リスクとの関係は認められなかったのに対して、一般車と大型車の速度差、すなわち走行速度のバラツキが有意に事故リスクに影響を与えることを示した。なお、加速度等についても同様の分析を試みたが、現時点では、事故

リスクとの有意な関係性は確認できていない。

本研究は、質の異なるプローブカーデータを事故リスク分析に用いた基礎的な分析であり、多くの課題が残されている。第一に、2種類のプローブカーデータの取得期間が異なることに加え、事故データの期間とも合致していない点が挙げられる。ゆえに、今後は同一時期のデータを用いるなどして、より直接的な関係性を分析する必要がある。次に、本研究では対象区間を限定したため、区間内での道路幾何構造のバリエーションが少なく、走行挙動との関係性を分析するには至っていない。事故対策を検証する上では、そのような分析は不可欠であるため、対象区間を拡大しつつ、また、量的な評価が可能な感知器データを併せて用いた分析を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 四国管区警察局 HP：四国の高速道路の事故発生状況（平成 25 年末現在），<http://www.shikoku.npa.go.jp/10>

- [\\_toukeisiryousitu/10\\_kousoku-jikohasseijoukyou/h26soukensuu.html](http://_toukeisiryousitu/10_kousoku-jikohasseijoukyou/h26soukensuu.html).
- 2) 例えば、割田博，上条俊介，田中淳，後藤秀典：首都高速道路における事故発生状況と安全対策効果の検証，土木計画学研究・講演集，Vol.29（CD-ROM），2004.
  - 3) 例えば、萩田賢司，横関俊也，森健二：降水量データを活用した雨天事故の分析，土木計画学研究・講演集，Vol.44（CD-ROM），2011.
  - 4) 例えば，小澤友記子，兒玉崇，大藤武彦：阪神高速道路の事故要因分析と今後の事故削減に向けた課題，第 30 回交通工学研究発表会論文集，2011.
  - 5) 例えば，大口敬，赤羽弘和，山田芳嗣：高速道路の臨海領域における事故率の検討，交通工学，第 39 巻 3 号，pp.41-45，2004.
  - 6) 例えば，小島悠紀子・兒玉崇・井上徹・田名部淳：プローブデータの交通安全対策等への活用可能性検討，土木計画学研究・講演集，Vol.50（CD-ROM），2014.