

# 自動車走行時の加速度発生状況と交通事故発生箇所に関連分析\*

## A Spatial Analysis on Relationship between Vehicles' Acceleration and Traffic Accidents\*

西堀泰英\*\*・稲垣具志\*\*\*・加知範康\*\*\*\*・安藤良輔\*\*\*・三村泰広\*\*\*

By Yasuhide NISHIHORI\*\*・Tomoyuki INAGAKI\*\*\*・Noriyasu KACHI\*\*\*\*・Ryosuke ANDO\*\*\*・Yasuhiro MIMURA\*\*\*

### 1. はじめに

近年、ITS技術等の進展により、走行中の自動車から位置、走行速度、加速度等の様々な情報（プローブ情報）を収集し、様々な用途に活用する取り組みが多く見られるようになってきている。また、2009年秋にはITS車載器が発売され、ITS車載器を通じて収集されたプローブ情報は、国土交通省等の道路管理者が利用することができる<sup>1)</sup>。今後、このようにして収集されたプローブ情報が有効に活用されることが期待されるが、その活用方策のひとつとして交通安全対策の検討が考えられる。

自動車の走行時における加速度（例えば急減速）等の発生状況と、交通事故の発生状況になんらかの関係があるのであれば、プローブ情報として収集される加速度データを蓄積し、その発生状況の傾向を分析することで、交通事故発生危険性が高い箇所を把握できる可能性が考えられる。これまでにも、このような観点からプローブ情報を活用した調査や研究が行われているが、プローブ情報と実際の事故発生箇所とを比較・分析した事例は、ほとんど見られない。

そこで、本研究では、プローブ情報のひとつとして収集した加速度データを交通安全対策の検討に活用するための予備検討として、GISを用いて加速度データと実際の交通事故発生箇所データの比較分析を行い、走行時加速度と交通事故の発生状況の関係について検討を行い、プローブ情報の有効活用にあ資する基礎的な知見を得ることを目的とする。

### 2. 既往研究の整理

プローブ情報を交通安全に活用することを目指した調査・研究としては、主としてプローブ情報のひとつである走行時の加速度等からヒヤリハットに関する情報を収集する事例がみられる。ここで、ヒヤリハットとは、交通事故に至らないまでも運転者が「ヒヤリ」「ハッ」とした事象のことである。労働災害の分野におけるハイネリッヒの法則<sup>1)</sup>の考え方を引用すれば、ヒヤリハットの

\*キーワード：交通安全、ITS、GIS、プローブ情報

\*\*正員、修士（工）、（公財）豊田都市交通研究所

（愛知県豊田市若宮町1-1

TEL:0565-31-7543、E-mail:nishihori@ttri.or.jp)

\*\*\*正員、博士（工）、（公財）豊田都市交通研究所

\*\*\*\*正員、博士（環境）、（公財）豊田都市交通研究所

中に重大事故の可能性が潜んでいるといえる。

また、ヒヤリハットをプローブ情報から把握するという考え方は、ヒヤリハットが頻発する箇所には交通安全上の何らかの問題があるという認識に立つものである。野田ら<sup>2)</sup>は、アクセレーションノイズ（加減速変動：acceleration noise、単位時間に応じた加減速度の分散を示すものであり、速度変化が小さく比較的安定した走行に対しては、低い値を示す）を用いて交通事故多発区間の予測が可能であることを立証しており、上記の考え方を支持するものであるといえる。

プローブ情報からこのようなヒヤリハットを収集して「ヒヤリハットマップ」を作成する研究<sup>3) 4) 5)</sup>が行われている。しかし、これらの研究では、抽出されたヒヤリハット箇所と実際の交通事故発生箇所についての分析はなされていない。その一方で山崎ら<sup>6)</sup>は、プローブ情報から抽出したヒヤリハット箇所を、事故多発地点と比較している。しかし、事故多発地点には現れていない事故地点が存在していると考えられることや、おおよそ5km四方の限られた範囲での検討にとどまっており、プローブ情報から抽出したヒヤリハット箇所と事故発生箇所との関連性についてまだ検討の余地があるといえる。

また、ドライブレコーダを活用したヒヤリハットに関する研究が、主に自動車技術の分野において数多くなされている<sup>7)</sup>。これらの研究は、ドライブレコーダで記録できる映像等のデータを活用し、主にヒヤリハット（インシデント）等の発生要因の分析や、その結果に基づく予防安全対策の検討に活用されている。

以上のように、プローブ情報やドライブレコーダから得られたヒヤリハットの発生状況と実際の交通事故発生状況等との関連について十分に分析している研究事例はほとんどみられない。

さらに、住民等へのアンケート調査に基づいてヒヤリハットマップを作成する事例も存在する。高宮ら<sup>8)</sup>は、ヒヤリ地図を活用して危険事象の要因をできるだけ精緻に抽出する方法について検討している。また、増岡ら<sup>9)</sup>は、ヒヤリハットマップのデータを用いて指摘箇所と実際の事故発生地点との比較や事故多発箇所路線での危険箇所等について分析を行っている。その結果、ヒヤリハットマップと実際の事故地点が一致する箇所は、早期に対策を実施すべきであることが指摘されている。

本研究は、大きな加速度が多発する箇所は道路交通条件に交通安全上なんらかの問題を持つ可能性が高いという視点に立ち、大きな加速度と交通事故の発生状況の比較分析を行う。すなわち、プローブ情報を用いてヒヤリハットの抽出を試みるのではなく、より直接的に事故発生状況との比較分析を行う。具体的には、2009年度に愛知県豊田市を中心とした地域で収集したプローブ情報から得た大きな加速度の発生状況と、豊田市内の2005年～2008年の過去4年間の人身事故データを活用し、両者の関連性を明らかにすることを目的とする。

### 3. 分析データの概要と整備

#### (1) データの概要

##### 1) プローブ情報

本研究ではプローブ情報として、平成21年度に実施したエコドライブ運転診断システムの実証実験<sup>11)</sup> (以後「実証実験」と呼ぶ) で収集したデータを用いる。この実証実験は、エコドライブの普及促進を目的としたもので、運転者には直接または間接的にエコドライブを意識した走行を依頼しており、そうしたことが加速度の発生状況に影響している可能性がある。

プローブ情報は、自動車に搭載した運転情報収集端末(以下、BCALs<sup>10)</sup>: Behavioral Context Addressable Loggers in the Shell) を用いて収集した。BCALsは、GPSデータ、3軸加速度データ等を収集できる小型端末である。その概要を表1に示す。

表1 BCALsの概要

大きさ	長さ68mm、幅61mm、高さ18mm、重さ100g
測定間隔	最短2秒、通信環境により2～5秒に変動
主な取得データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・位置 (緯度経度)</li> <li>・3軸方向の加速度 →x: 車両横断方向, y: 車両進行方向, z: 鉛直方向の最大値・最小値、合成加速度の最大値、および各加速度の測定間隔間の平均値</li> <li>・イグニッション状態 (エンジンのON、OFF) 等</li> </ul>

プローブ情報を収集した実証実験は、2009年10月1日～2010年1月31日の期間で実施され、個人所有の車両に車載器を取り付ける個人モニターの車両が50台、主に業務用車に車載器を取り付ける事業所モニターの車両が96台、全体で146台の参加があった。

##### 2) 人身事故データ

2005年から2008年までに豊田市内で発生した人身事故データを用いる。このデータは、人身事故の発生日時や事故類型といった基礎的な情報とともに、事故発生地点の位置情報も持つデータベースである。表2に、本研究で用いる2005年～2008年の豊田市内における人身事故発生状況を示す。なお、豊田市は2005年4月1日に周辺の町村と合併し現在の市域となっているが、同年1～3月については旧町村部で発生した人身事故も分析対象として含め

ている。

表2 豊田市内発生事故の経年変化<sup>12)</sup>

	2005年	2006年	2007年	2008年
発生件数	2,941	2,964	2,825	2,597
死者数	18	20	14	18
軽傷者数	3,511	3,454	3,229	2,979
重傷者数	100	101	100	88

#### (2) データの整備

##### 1) 分析対象範囲と分析単位

分析対象範囲は、人身事故データの対象範囲である豊田市内とする。そのため、実証実験において豊田市内外を問わず収集したプローブ情報のうち、豊田市内のデータのみを対象とする。プローブ情報、人身事故データともに、位置情報は点のデータであり、点同士を比較分析することは容易ではないため、メッシュ単位で両データの発生件数を集計して分析を行う。

メッシュの大きさについては、本研究が基礎的な検討の段階であることを踏まえ、250m四方(第3次メッシュの4分の1の大きさ)とする。なお、このメッシュの大きさについては、今後検討を進めていく中で最適な値を導き出すことが望ましい。参考に、250mメッシュ毎の人身事故の発生状況を図化した結果を図1に示す。

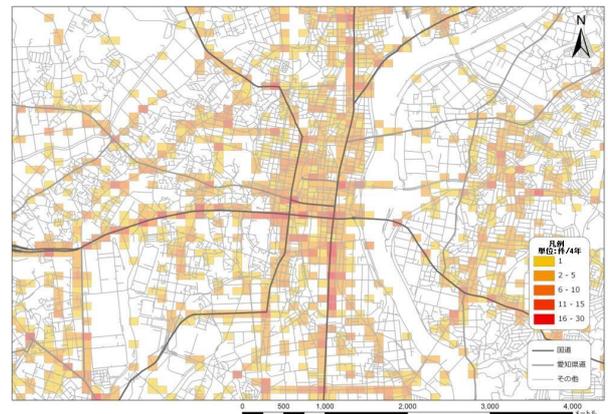


図1 250mメッシュ毎の人身事故発生状況

##### 2) プローブ情報のスクリーニング

実証実験時のBCALsの設置にあたっては、車内のダッシュボード等のなるべく水平な場所に設置するように説明を行った上で、原則的にモニターが設置した。また、設置や取外しの簡便さを考慮してBCALsを車両に固定する方法を採らなかった。そのため、実証実験中にBCALsがずれたり動いたりすることで加速度のデータが正しく取得されていない場合がある。そうしたデータを分析対象から除外するために、以下の考え方に基づき有効データを抽出した。

- ・エンジン停止時のz軸(鉛直)方向の加速度の傾きが大きい(傾き約26°以上) モニターのデータを除外
- ・エンジン停止時の3軸方向加速度の標準偏差(すなわち

エンジン停止時におけるBCALsのブレ) が大きい (0.1 Gより大きい (Gは重力加速度: 9.8m/s<sup>2</sup>)) モニターのデータを除外

- ・上記判定を行うためのエンジン停止時のデータが少ない (10件未満) モニターのデータを除外
- 146台のモニターから有効データを抽出した結果、分析対象として82台のモニターのデータが抽出された。

#### 4. 急減速と人身事故の発生状況の比較分析

##### (1) 分析の考え方

##### 1) 加速度の閾値の設定

既往の報告では、ヒヤリハットの抽出に用いる指標として、前後加速度、合成加速度、角速度、躍度 (加速度の時間微分、単位: m/s<sup>2</sup>/s) など、様々なものがあり、それぞれの閾値が提案されている。BCALsで収集可能なものとして本研究で扱う加速度に着目すれば、前後加速度の閾値 (絶対値) として、0.3G<sup>4)</sup> および0.45G<sup>13)</sup> (それぞれ、2.94m/s<sup>2</sup>、4.41m/s<sup>2</sup>) が提案されている。事故を回避するための運転行動として考えられる、急ブレーキ (速度の急制御) と急ハンドル (進行方向の急制御) は、BCALsで収集されるデータではそれぞれ「y方向加速度」「x方向の加速度」に対応する。本研究では、これらのうちより基本的で緊急性の高い事故回避行動である急減速に着目し、その閾値として0.3G、0.45Gを用い、絶対値が閾値を超える減速度 (以後、「急減速」と呼ぶ) の発生頻度と人身事故発生件数とを分析することとする。

##### 2) 急減速の発生頻度

本研究の分析で用いるプローブ情報は、82台の車両が最長で4ヶ月間走行して収集したものであり、各道路区間のモニター交通量は、必ずしも実際の交通量とは対応しない。また、モニターが頻繁に走行する区間もあれば、まれに走行する区間も存在する。そのため、急減速の分析においては、発生回数そのものではなく、前章において定義された250mメッシュ内における発生回数をモニター車両が当該メッシュに進入した回数で除した発生割合を算出し、急減速発生頻度 (%) として扱うこととする。

また、進入回数が少ないと安定した急減速発生頻度が得られないことから、分析の対象とするメッシュは進入回数が10回以上のメッシュとする。表3に、それぞれの分析対象メッシュの考え方に対するメッシュ数と対象となる人身事故件数を示す。

表3 分析対象メッシュの範囲と事故件数

分析対象メッシュの範囲	メッシュ数(個)	人身事故件数(件/4年)
豊田市内全域	20,086	11,327
実証実験時の進入回数が1回以上	18,758	8,778
同10回以上	11,062	6,576

##### 3) 分析方法

以上の過程を経て作成された、メッシュ毎の急減速発生頻度 (%) と、人身事故件数 (件/4年) を用いて、両者の関係について分析を行う。分析は、両データの値を用いていくつかのカテゴリに分類し、クロス集計を行う。得られた分析結果に対して適合度の検定を行ない、どのようなデータを用いれば、急減速発生頻度と人身事故件数の関係をより明確に説明できるかについて考察を行う。

ここで、分析対象とする加速度データの取り方については、BCALsで取得した加速度のうち、急減速を示す加速度として「最小加速度」と「平均加速度」が考えられる。また、それぞれの閾値として、-0.3G、-0.45Gが考えられる。よって、加速度の種類と閾値の種類をそれぞれ2種類ずつ、合計4種類の方法でクロス集計を行った。それぞれの方法におけるカテゴリの設定を表4に示す。

なお、平均加速度の閾値としては、-0.3Gより小さい値を取ることも考えられるが、-0.3Gより小さい閾値を設定すると急減速発生頻度が高くなることなどから、2種類の加速度で統一した閾値を用いることとした。

表4 クロス集計のカテゴリの設定

加速度種別	最小加速度		平均加速度	
	-0.3G	-0.45G	-0.3G	-0.45G
人身事故件数(件/4年)	0件(8,919), 1件(932), 2件(398), 3~4件(383), 5件以上(430)			
急加速発生頻度 (%)	0%(194) 40%以下(3103) 80%以下(3247) 120%以下(2182) 120%~(2336)	0%(1736) 10%以下(4781) 20%以下(2251) 30%以下(1005) 30%~(1289)	0%(3060) 10%以下(4682) 20%以下(1614) 30%以下(775) 30%~(931)	0%(8585) 0.56%以下(922) 1.0%以下(639) 1.5%以下(331) 1.5%~(585)

( )内の数字はサンプル数、以下同じ

##### (2) 分析結果

クロス集計結果に対して、カイ二乗値を用いた適合度の検定を行った結果から、4種類の方法による分析結果に対する考察を行う。

検定結果を表5の上部に示す。ここで、全メッシュ、すなわち、人身事故件数が0件のメッシュも含めて検定を行った結果、すべての方法において1%水準で有意な差が認められた。このような結果となった要因としては、人身事故件数が0件のメッシュを含めた場合サンプルが多くなること、および、人身事故件数が0件のメッシュと1件以上のメッシュとで急減速発生頻度の傾向に差が生じていることなどが考えられる。

以上の結果からは4種類の分析方法の比較ができない。そのため、次の段階の分析として、人身事故件数が1件以上のメッシュに絞って、同様の方法で検定を行った。検定の結果を表5の下部に示す。この結果、平均加速度を用いた方法において、5%水準で有意な結果が認められた。この結果から、急加速発生頻度と人身事故発生件数の関係については、最小加速度よりも平均加速度を用いたほうがより明確に差を示すことができるといえる。

5%水準で有意となった2種類の方法について、クロス集計の結果を図2、図3に示す。これを見ると、閾値の種類が-0.45G (図3) の場合、人身事故件数が大きくなるに従い、急減速発生頻度が0%より大きいメッシュの占める割合が大きくなる傾向がみてとれる。

表5 クロス集計結果に対する適合度の検定結果

加速度の種類	最小加速度		平均加速度	
	-0.3G	-0.45G	-0.3G	-0.45G
全メッシュ (人身事故件数0件のメッシュを含む) の検定結果				
P値	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
判定	**	**	**	**
人身事故が1件以上のメッシュに限定した検定結果				
P値	0.4584	0.2105	0.0366	0.0129
判定			*	*

\*\* : 1%有意 \* : 5%有意

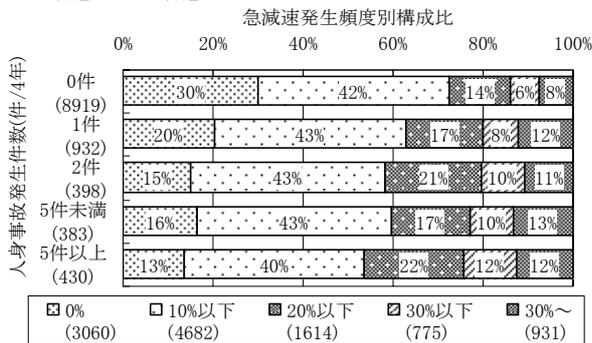


図2 クロス集計結果 (平均加速度、-0.3G) \*

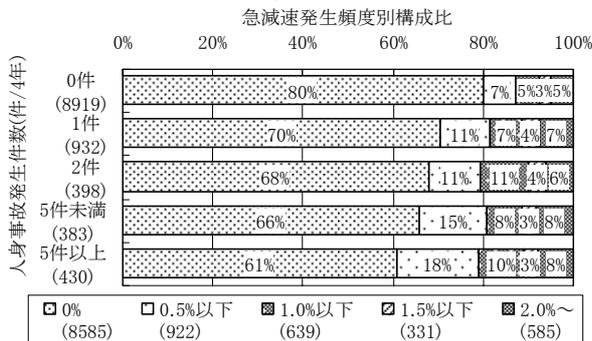


図3 クロス集計結果 (平均加速度、-0.45G) \*

## 5. おわりに

本研究では、プローブ情報として収集した加速度データを交通安全対策の検討に活用するための予備検討として、GISを用いて加速度データと実際の人身事故発生箇所データの比較分析を行った。その結果、急減速発生頻度と人身事故発生件数の関係については、最小加速度よりも平均加速度を用いたほうがより明確に差を示すことができることを示す結果が得られた。また、人身事故件数が大きくなるに従い、急減速発生頻度が0%より大きいメッシュの占める割合が大きくなる傾向を示した。

本研究はプローブ情報の有効な活用に向けた基礎的な段階の分析として行ったが、今後は、分析単位であるメッシュの大きさや、プローブ情報のスクリーニング方法、加速度の閾値設定等について、より最適な方法を導き出し、加速度と事故発生状況の関係をさらに明確に示すこ

とができるようにすることが望ましい。

## 注 釈

[1] : 労働災害において、重大災害の背後に多くの不安全行動と不安全状態があるという法則のこと。重症事故が1件あれば、その背後で29件の軽傷事故が、300件の危険な事象が発生しているとされる。

## 謝 辞

本研究は、経済産業省の補助事業(低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システム実証モデル事業)を受けた「低炭素型交通システムの構築に向けたグリーンモビリティ実証モデル事業」の中で実施した、エコドライブ運転診断活動で収集したデータを用いて取りまとめたものである。開発や実証実験の実施にあたり、グリーンモビリティ連絡協議会(委員長:名古屋大学大学院森川高行教授)において有益なご指導をいただいた。ここに記し、謝意を申し上げる。

## 参考文献

- 国土交通省: スポット通信サービス (DSRCサービス), [http://www.mlit.go.jp/road/ITSj-html/spot\\_dsrc/index.html](http://www.mlit.go.jp/road/ITSj-html/spot_dsrc/index.html), 2010.07.21最終閲覧
- 野田宏治, 今井稔, 荻野弘, 栗本謙: 道路交通環境を考慮した自動車のアクセレーション/ノイズ予測モデルと交通事故に関する研究, 土木学会論文集, No.512/IV-27, pp.61-71, 1995.
- 矢部努, 井上紳一, 牧村和彦, 毛利雄一, 山根啓典, 赤羽弘和: 高度情報機器を活用した交通危険箇所把握手法および交通計画への適用に関する研究, 第1回ITSシンポジウム, pp.1-6, 2002.
- 樋口恒一郎, 益子輝男, 中嶋康博, 牧村和彦: ヒヤリハットデータを用いたアウトカム指標の一考察, 土木計画学研究講演集, Vol.30, pp.1-4, 2004.
- 畠中秀人, 平沢隆之, 渡邊寧, 井上洋: プローブデータを活用したヒヤリハット検出に関する検討, 第27回交通工学研究論文報告集, pp.137-140, 2007.
- 山崎慎也, 高橋弘行, 都築清士, 塚原英徳, 嶋田一彦, 江尻剛士, 石見成: プローブ情報を活用したヒヤリハット情報提供の検討, 自動車技術会論文集, Vol.39 No.3, pp.239-243, 2008.
- 例えば, 永井 正夫, 道辻 洋平, 鎌田 実, 小竹 元基: ドライブレコーダを用いたヒヤリハット分析に関する研究(第1報)・ドライブレコーダの仕様策定とトリガ設定検討, 自動車技術会論文集, Vol.38 No.2, pp.219-224, 2007.
- 高宮進, 池田武司, 森望: ヒヤリ地図の作成方法と活用に向けた一考察, 土木計画学研究論文集, Vol.21, No.4, pp.1035-1040, 2004.
- 増岡義弘, 橋本成仁, 三村泰広: ヒヤリハットマップの作成と指摘箇所, 事故発生地点の関連性の考察, 第27回交通工学研究発表会論文集, pp.301-304, 2007.
- 株式会社トランスフィールド: BCALs-onlineとは, [http://probe-person.jp/?page\\_id=188](http://probe-person.jp/?page_id=188), 2010.07.01最終閲覧
- Ryosuke Ando, Yasuhide Nishihori and Daisuke Ochi: Development of a System to Promote Eco-Driving and Safe-Driving, Proceedings of the 10th International Conference on Next Generation Wired/Wireless Advanced Networking, Springer, pp.207-218, 2010.
- 豊田市・豊田市交通安全市民会議: 平成21年度の交通事故統計 とよたの交通事故, 2010.
- 山崎慎也, 舟久保晃, 谷澤悠輔: プローブ情報を活用した安全運転支援技術の開発, 第8回ITSシンポジウム2009 Proceedings, pp.295-300, 2009.