

車載型センサーを用いた車両挙動特異地点抽出に関する基礎的研究*

The Analysis of the Probe Car's Sensor for Determining the Hazard Incident on the Road*

古屋秀樹**, 牧村和彦***, 川崎茂信****, 赤羽弘和*****

By Hideki Furuya**, Kazuhiko Makimura***, Shigenobu Kawasaki**** and Hirokazu Akahane*****

1. 研究の背景・目的

これまで道路の安全性評価のために、交通事故データ（行動結果）やヒヤリデータ（認知・判断）などが多く利用されてきた。一方、ドライバーの行動に関しては取得方法の制約からデータの取得、分析が困難であり、これらに着目した研究は少ない^{1), 2), 3), 4)} (図-1)。

しかしながら近年、車載型車両挙動センサーの性能も向上するとともに安価なものが開発され、データ取得の制約は小さくなっている。これら機器の利用により、走行中事故に至らないまでも急制動、急ハンドルといった通常と異なる行動がどのように発生、点在しているか、モニタリングすることが可能となる。モニタリングを通じて、各車両の急制動・急ハンドルの頻度や、当該地点における特異挙動の頻度・道路幾何構造との関連性分析、交通事故データ・ヒヤリデータとの比較を通じた事故原因究明をさらに進めることが可能と考えられる。

本研究では、このセンサーを利用して得られる加速度を中心とした車両挙動について、データの取得から補正、分析までの方法を考察するとともに、つくば市を対象として大きな加速度が生じる地点について実態把握を行い、その地点の特性と車両挙動との関連性を明らかにすることを目的とする。

2. データの取得方法について

(1) 取得データの特徴

本研究では、データ・テック社製の車両挙動センサー（セイフティレコーダ。以下、SR）を用いた。これは、約15cm四方（厚さ：約3cm）の内部に加速度計、ならびにGPSセンサーを装備したデータ収集装置であり自動車のシガレット電源（直流12V）で稼働するものである。任意

* キーワーズ：交通管理、交通安全、ITS

** 正会員、工博、東洋大学国際地域学部国際観光学科
(〒374-0193, 群馬県邑楽郡板倉町泉野1-1-1, Phone&Fax.
0276-82-9158, E-mail: furuya@itakura.toyo.ac.jp)

*** 正会員、工修、(財)計量計画研究所

**** 正会員、工修、国土政策技術総合研究所

***** 正会員、工博、千葉工業大学土木工学科

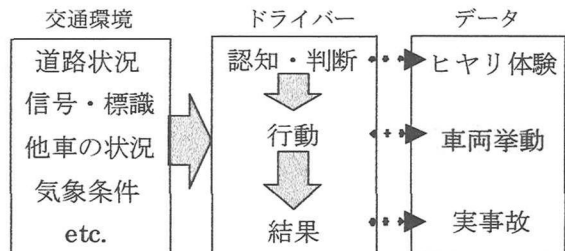


図-1 ドライバーの行動とデータとの関連性

のタイムスパンで加速度が計測され、メモリースティックにその情報を蓄えることができる。時々刻々のSR登載車両の挙動を計測することが可能なため、1) 路側に設置する車両感知センサーのように機器設置地点に左右されない、なおかつ特定車両の連続的な走行経路上の車両挙動が計測可能、2) 走行時全ての挙動が把握可能なため、非事故時の実態把握が可能、などの特徴を有している。一方、3) SRを登載していない車両との相互影響を観測することが難しく、通常と異なる大きな加速度が生じた場合、その原因を直接計測することが困難である、4) SR登載車両の経路やそのドライバーの行動に大きな影響を受ける、などの留意事項が存在する。

本研究は、3)、4)を考慮しながら、つくば市において大きな加速度変化が生じる地点を「安全性の低い地点」として仮定し、その抽出を行うものとする。一例であるが、特に大きな後加速度は、飛び出しや前車への追突、予見と異なった現象（信号の切り替わりなど）が原因として考えられる。また、左右加速度が大きい地点は、急な飛び出しや予見と異なる曲線半径の変化が原因として考えられ、路外逸脱の危険性が存在し、このような大きな加速度変化は、ドライバーの「認知・判断・行動」といった一連の運転行動に負担をかけると考えることによる。

(2) データ取得方法およびその補正について

本研究では、つくば市在住・在勤の男女19人（筑波大学生男女8人・主婦5人・65歳以上男性高齢者4人・男性就労者2人）の所有する車両のシート下など運転に支障を来さない場所にSRを設置・固定し、日時、位置情報

(緯度・経度), 速度, 加速度, 角速度などのデータを計測した。それぞれの車両のドライバーには2001年2月から5月までのうち約1ヶ月程度, 通常的生活環境の中で走行していただき, 車両挙動データの収集を行った。

SRによって得られる主なデータは, 表-1のとおりである。前後加速度は車両前後方向(加速時:前加速度, 減速時:後加速度), 左右加速度は旋回時に車両にかかる左右方向の加速度(右旋回時:右加速度, 左旋回時:左加速度)である。ただし, 車両に乗っている人は車両の加速度方向とは反対に慣性力を受けるため, 体感としては逆方向に加速度を感じる。

このデータには様々な誤差が存在すると考えられる。特に本研究では, 加速度に着目していることから, それに影響を与える要因の除去が重要となる。地点マッチング時に必要となるGPS電波の受信不良等による日時データ, 不明確な走行地点などの欠損値の排除を行った後, SR自体の傾斜, 進行方向とのずれを主たる影響要因と考え, その補正を行った。SRの傾きは, 前後・左右加速度に影響を及ぼすが, 各指標の最頻値(α , β)を機器の傾きとして補正した。また, 方位角速度が0(deg/sec)での左右角速度の最頻値から進行方向のずれ(γ)を算出して補正を行った(式1, 2)。

その他に, 1)道路勾配による影響は, 乗員の体感する加速度自体が勾配の影響を含むため, 本分析では合算して考える, 2)センサー自体の計測誤差は出荷時点で調整を行っているため, 特に取り扱わないこととした。以下では, 式1・2によって算出されたX, Yを用いて分析を行うものとする。

$$X = \frac{\cos \gamma}{\cos \alpha} (x - \sin \alpha) + \frac{\sin \gamma}{\cos \beta} (y - \sin \beta) \dots \text{式1}$$

$$Y = -\frac{\sin \gamma}{\cos \alpha} (x - \sin \alpha) + \frac{\cos \gamma}{\cos \beta} (y - \sin \beta) \dots \text{式2}$$

ここで, x, y :SRで計測された前後・左右加速度(G)

α :前後方向の傾き(度), β :左右方向の傾き(度)

γ :進行方向と設置軸のずれ(度)

X, Y:推定される真の前後・左右加速度(G)

(3) データの基本的特性把握

表-2に車両走行データの基本的特性を示す。全車両平均値についてみると, 居住地やその付近の土地利用・施設立地, 被験者の行動パターンなどが異なるため, 単純に比較ができないが, 1日あたりの走行回数が4.67となっている。性別間での差異は大きくなく, 職業・年齢別などに差が見られる。

図-2は, 被験者1名の前後・左右加速度の出現頻度(0.1秒:1イベント)を例示したものである。他の被験者も概ね同様の傾向であるが, 左右加速度は比較的対称となる。一方, 前後加速度では0.4G以上の前加速度が生起していないが, 減速時である後加速度は0.6Gを超えて出現していることがわかる。これは, エンジン出力・ブレーキ性能などの機械的要因に加え, 危険回避のために減速時の強度が強くなるものと考えられる。図-

表-1 SRによる取得データ

データ	最小単位	分解能	更新期間
日時	秒	1	1.0秒
緯度・経度	秒	1/1000	1.0秒
速度	km/h	1/10	1.0秒
前後加速度	G	1/10000	0.1秒
左右加速度	G	1/10000	0.1秒
方位角速度	deg/sec	1/100	0.1秒
方位	deg	1/10	1.0秒

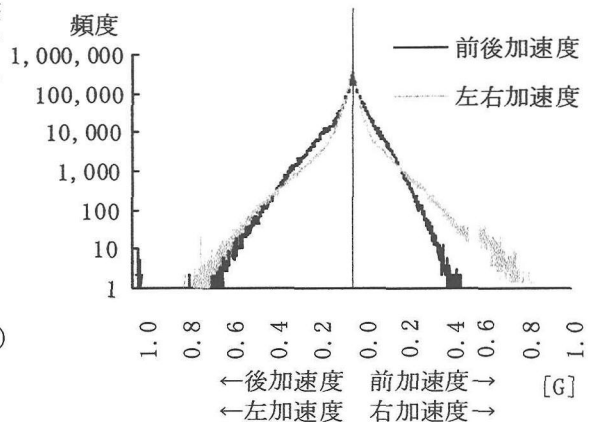


図-2 前後・左右加速度の出現状況

表-2 被験者別走行回数, 走行時間

運転者 特性	サンプル 数	1日平均 走行回数	1走行平均時 間(分/回)	1走行平均距 離(km/回)	平均走行速度 (km/h/回)
全サンプル	19	4.67	13.06	5.64	25.92
男性	11	4.71	13.08	5.75	26.38
女性	8	4.58	13.03	5.43	25.01
主婦	4	4.15	11.23	4.32	23.09
就労者	2	3.58	14.35	6.63	27.72
20代=学生	8	5.15	12.72	6.26	29.52
30代	6	4.51	12.62	5.35	26.80
60歳以上	5	5.15	13.97	5.18	22.23

3は、2名の被験者別前後加速度の出現頻度を示しているが、分布形状は類似しているものの、被験者AはBより強度の強い加減速を行っていることがわかる。このように加速度方向や被験者による出現強度の差異が明らかとなり、特に個人毎の「通常と異なる加速度」を抽出する際に留意する必要があるといえる。

このような集計的視点に加え、特定区間の走行(時間の推移)における加速度生起状況も把握可能となる。図-4は、信号による一時停止をとまう交差点部左折時の前後・左右加速度、ならびに速度を示したものである。ここで示す速度はGPSによって1秒おきに計測されるため、離散的な変化を示しているが、信号停止のための減速・停止、青への変更による左折しながらの発進による速度上昇を示している。一方、加速度をみると、0.1秒おきに更新されるためより細かな加速度変化が把握可能となる。減速時に一定の後加速度となっていないこと、発進時に急激に高い加速強度となり、徐々に緩和することがわかる。また、左右加速度では左折開始時に一瞬右加速度が生じていることがわかる。この左右加速度はハンドルの操舵角の大きさに加え、車両の速度も影響を与えることから、両者の関連を考慮する必要がある。

3. 特異挙動抽出の方法および結果

(1) 特異挙動抽出の考え方

走行安全性の観点から、事故の発生までは至らないものの、通常と異なる走行状態を区別し、その発生地点(以下、特異地点)を抽出することが考えられる。そのために、抽出の基準、閾値を設け、その閾値より大きい(小さい)値のものを特異走行として抽出する方法がある。

抽出の基準指標は、速度等の車両特性や人体の発汗など生理学的な指標等が考えられるが、本研究では車両の加速度に着目した。高強度の加速度は、危険状況の回避等によって生起すると考えられ、さらに安全な車両走行に支障をきたし、事故の誘発要因にもなりうる。さらに、運転者への大きなストレスが考えられ、「交通の質」の低さが想定される。そのため、高強度の加速度が生起する特異地点のモニタリングを適切に行い、その実態把握を行うことが車両挙動を利用した安全対策策定の第一歩と考えられる。

本研究では、様々なケースへの対応を考え、4つの閾値を設定した(図-5)。

i) 瞬間加速度の絶対値

タイヤのグリップ力を超えた加速度をかけると運転手は車両の制御が不可能となり、安全性が損なわれ、ドライバーへの肉体的、心理的負担が大きくなる。そこで、瞬間加速度の絶対的な大きさをとらえるために閾

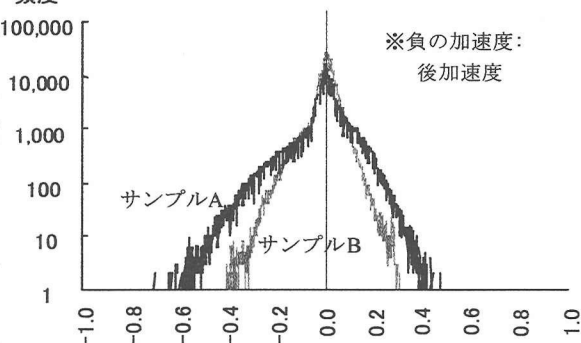


図-3 被験者別前後加速度の出現状況 [G]

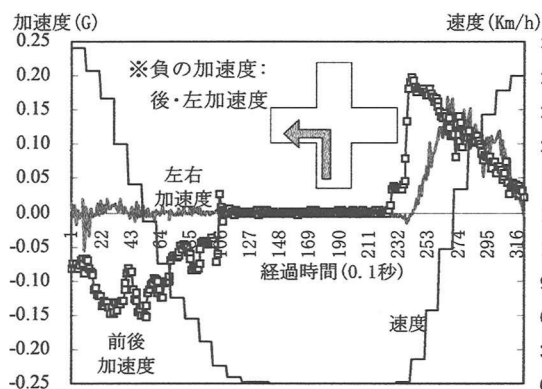


図-4 交差点部左折時の加速度生起状況

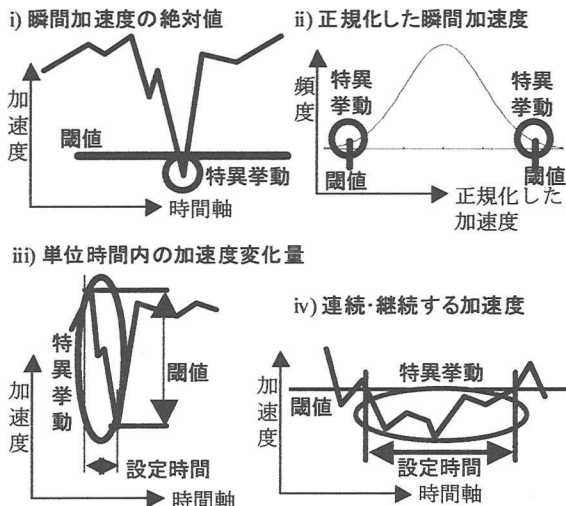


図-5 設定した閾値の考え方

値を設定する。閾値の大きさにより、抽出される地点数、場所が変化する。そのため、導出のための論理的閾値設定理由が重要と考えた。後加速度の場合、急制動時の制動距離と速度から停止行動中の平均加速度を算出し⁵⁾、0.6Gとした。また、左右加速度についても同様に

表-3 被験者別後加速度における特異地点平均発生時間間隔(分/1回)

	後加速度:瞬間加速度の絶対値					正規化した瞬間加速度				
	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-6.0	-7.0	-8.0	-9.0	-10.0
高齢者1	2.24	12.51	37.00	80.73	80.73	6.75	14.21	25.74	52.24	80.73
高齢者2	1.82	27.39				0.51	0.96	2.06	5.17	14.43
高齢者3	1.40	6.54	28.91	248.63		1.11	2.21	4.49	11.95	21.43
高齢者4	2.08	16.81	178.14			7.18	25.45	98.97		
高齢者5	5.20	130.47				1.94	6.75	18.07	156.57	
就労者1	176.63					16.06	95.11	353.26		
就労者2	0.99	7.14	78.31			16.14	100.68			
主婦1	24.91	2416.20				8.36	27.46	77.94	402.70	
主婦2	95.30					7.15	40.84	285.89		
主婦3	4.00					9.57				
主婦4	1.19	26.11	59.10	93.57		5.91	29.55	48.82	66.05	86.37
学生1	2.49	5.73				3.37	5.37	5.93	42.97	
学生2	1.26	8.78	51.07	153.20		7.33	19.98	62.67	125.34	
学生3	0.24	1.54	7.37	69.15	161.35	9.81	69.15	145.22	207.45	363.04
学生4	1.17	7.81	17.46	22.62	25.19	3.13	8.93	16.05	20.95	25.85
学生5	0.23	1.13	6.27	41.74	285.23	5.19	24.80	142.61	570.46	
学生6	0.27	1.65	15.26	76.30		26.23	93.26			
学生7	0.28	2.08	8.37	24.41	143.40	7.55	17.38	49.88	229.43	
学生8	0.19	0.83	4.57	23.12	140.84	4.64	18.89	64.55		
平均	0.74	4.37	22.74	90.73	217.08	2.67	6.25	13.84	35.48	80.73

0.6Gとした。

ii) 正規化した瞬間加速度

図-3で見たように、ドライバー個人により運転動作が異なると考えられる。瞬間加速度の絶対値を特異地点抽出の閾値とした場合、急ブレーキ、急ハンドルの運転挙動性向を有するドライバーの通過地点のみ抽出される可能性がある。そこで、ドライバー個人において加速度分布の正規化を行うことが考えられる。

ここでは、ドライバー個人個人は一定の割合で特異な走行を行っているとして仮定する。そこで、同一車両の加速度データをその標準偏差で除したものを頻度分布で表し⁹⁾、閾値の外側にあるものを特異行動と見なした。今回は抽出割合0.01%を目安に後加速度、左右加速度の閾値をそれぞれ9.0とした。

iii) 単位時間内の加速度変化量

加速中に急減速を行った時など、必ずしも絶対的の大ききで設定される閾値を越えるとは限らない。このような大きな加速度変化量が存在する場合は、ドライバーの予想と異なる事象が生起し、それに対する急な対応行動と考えられる。ここでは、一定時間内にデータの最大値と最小値の差が閾値を越えた場合を特異行動とみなす。今回は基準時間を1秒、閾値を0.5Gとした。

iv) 連続・継続する加速度

ドライバーは実際の加速度や角速度が予測した以上のものを長い時間体感し続けると危険と感じると仮定した閾値である。その危険性を抽出するために、一定時間以上閾値を超えた場合を特異値と見なし抽出する。基準時間を2秒とし、閾値を後加速度、左右加速度ともに0.4Gとした。

なお、閾値iii)、ならびにiv)の設定にあたっては、

個人ごとのばらつきを考慮して、正規化した数値を利用することも考えられるが、タイヤグリップ力の観点を主に考え、はじめの取り組みとして加速度の絶対値を用いた特異挙動の抽出を行った。

(2) 抽出された特異走行について

設定した閾値を用いて特異走行の抽出、ならびにその特長把握を行う。表-3は、後加速度に着目した瞬間加速度の絶対値(閾値i)、ならびに正規化した瞬間加速度(閾値ii)の平均発生間隔(時間間隔(分/1回))である。設定した閾値i)で抽出される特異走行は、全車両平均の場合、約90分に1回(距離換算時:約40kmに1回)の割合で抽出される。

しかしながら、個人間のばらつきが大きく、0.4Gを超えない運転者がいる一方、0.7Gを超えるドライバーもみられた。また、サンプル数が多くないため大まかな傾向であるが、属性別では女性より男性の方が抽出頻度が高く、年齢別で見ると30代が最も抽出割合が低かった。

次に、後加速度以外の特異挙動回数を示したものが、図-6である。同一地点において複数特異挙動がカウントされた場合、各々を1サンプルとしているが、まず閾値別の構成割合を見ると、基準化、連続時間、絶対値の順にサンプル数が多い。制動距離から閾値を設定した絶対値と異なり、基準化、連続時間は閾値を任意に設定したため、サンプル数が多くなったと考えられる。一方、加速度方向別では左加速度が全体の半数を占めている。交差点左右折時を想定した場合、右折時よりも左折時のほうが回転半径が小さいため、同一速度では左折時の方が大きな加速度を生じやすく、特異挙動とし

て抽出されやすいと考えられる。さらに右加速度を合わせると、旋回時が約2/3を占めている。なお、設定した閾値から、特異挙動回数は全体で4,013件抽出され、地点で集計(交差点部:車道端交差点から30mを1地点、単路部は約50m区間を1地点として設定)すると合計252地点となっている。

次に、信号の有無による特異挙動の違いに着目した。信号機設置地点は特異挙動が発生した252地点中100地点(約40%)を占める。図-7は、各加速度の特異挙動件数の割合を信号の有無に分けて集計したものである。図-6同様、同一地点において複数特異挙動がカウントされた場合、各々を1サンプルとしている。信号機ありの場合、左方向(左折時)の構成割合が高く、逆に右方向が小さい。これは、つくば市中心部の信号のある地点には左折専用レーンが設置されているところが多くあり、スピードが出たまま通過できるため大きい左加速度が出現すること、信号機に右折用矢印が表示されるものが多いために、右折時に危険な走行をする件数が少ないこと、などが考えられる。

図-8は、つくば市中心部における特異地点分布状況である。全体的に交差点部で特異挙動が発生している。また、筑波大学近辺も特異挙動が多いが、これは被験者の当該地周辺道路利用頻度が高いため、他に学園西大通りなどで比較的多く抽出された。個別に設定した閾値による特異地点の分布状況は、下記の通りにまとめることができる。

- i) 絶対値による閾値の特異地点は、どの加速度も交差点部で現れるものが多く、特に左右加速度では顕著であった。iv) 連続時間による閾値でも、同様な分布傾向を示した。
- ii) 基準化による閾値の特異地点での後加速度は、比較的学園都市から離れた地域で、左右加速度は学園都市内の地点で抽出されている傾向にある。
- iii) 差分による閾値の特異地点は基準化による閾値の特異地点とは対照的に、抽出地点は少ない。また、絶対値としては大きな値でない地点での抽出もある。

4. 個別地点に着目した車両挙動特異地点分析

(1) 個別地点抽出及びその分析視点について

3. までの車両挙動に関する全般的な傾向把握について、抽出される特異地点をいくつか取り上げ、詳細な分析を行うものとする。これまでに抽出された特異地点の中には、速度が高いまま、左旋回を行い、必然的に高い加速度の出現が考えられた。

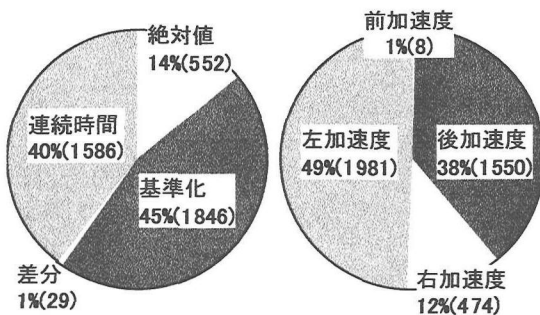


図-6 特異挙動の構成割合(左:閾値別構成割合, 右:加速度方向別構成割合, ()内:特異挙動回数)

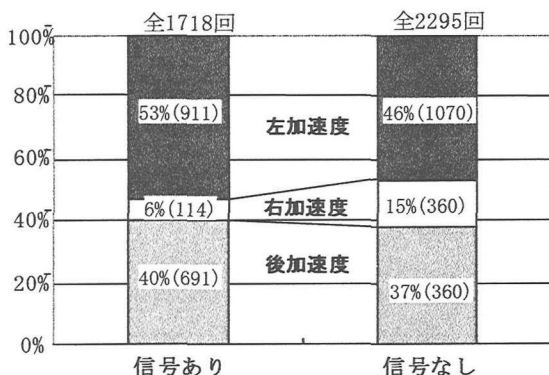


図-7 信号機有無別の特異挙動の構成割合

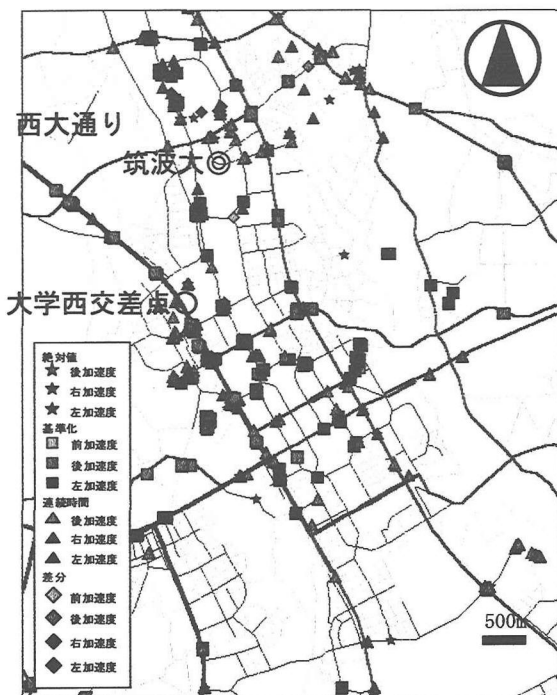


図-8 つくば市中心部における特異地点分布状況

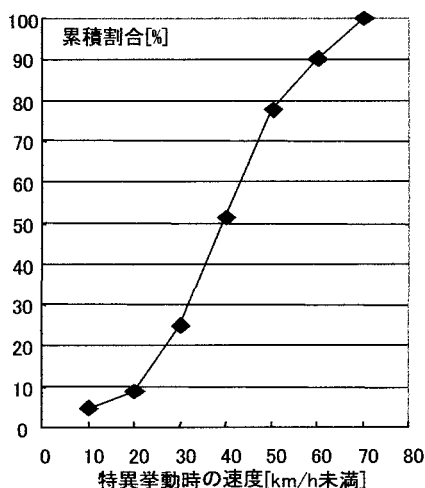


図-9 速度域別左加速度による特異挙動構成比率

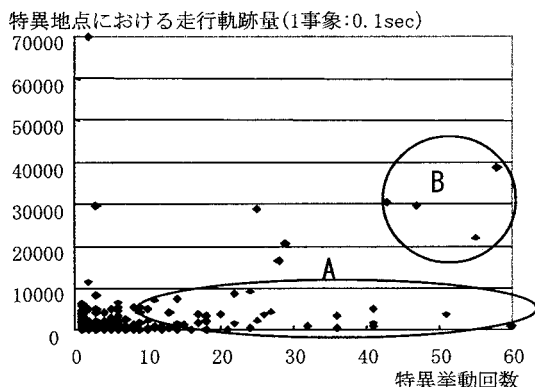


図-10 速度域別左加速度による特異挙動構成比率

そこで、信号あり交差点部を対象に、図-9のように左加速度による特異挙動(閾値:設定した4つ全てを利用)の速度別構成割合を算出した。特異挙動と判定される時点の前後3秒間の最低速度を10km/h未満から70km/h未満まで分類したところ、最低速度40-50km/h時の構成比率が高く、その速度を下回ることなく、左折の後、走行していることが分かった。これらはドライバー自らの行動に起因し、必ずしも危険回避にともなう特異挙動と考えにくい。そこで、これらを除くため特異挙動前後で最低速度が大きく低下するケースに着目することとし、速度の低い挙動25%(図-9においては30.1km/h以下)を分析対象とした。

さらに、この分析対象データを用いて、特異挙動と走行軌跡量との関係に着目した(図-10)。ここで、走行軌跡量は、当該地点に滞在した時間数(1回=0.1秒)を示し、その地点における車両の滞在密度(近似的には通行回数)として考えられる。散布図の右下に行くほど、車両の走行が少なく、その中で特異挙動として抽出される件数が多い領域を示す。この中で楕円Aに含まれる

領域より、2地点を選出し、その時の特異挙動の特徴と道路構造との関連性に着目する。すなわち、車載調査データから得られた地点がどのような特性を有するか、現地観測を通してその原因を把握するとともに、道路環境要因が車両挙動データにどのような影響を与えるか、検討を行うものである。本研究では、同一地点全走行回数に対して、特異地点としての抽出回数が多い(抽出割合の高い)地点を選定した。この地点はつくば中心部から離れた郊外部の『高野十字路』、ならびに図-8に示す『大学西交差点』の2地点である。また、楕円Bの地点は特異挙動が多いものの、駐車時車両移動など、道路ではない地点で抽出されるものであり、分析対象外とした。

この2地点について現地視察を行い、特異行動が起きた原因を考察した。特異行動と判別される加速度が通常より大きく生じる要因として、

1)他の車両・人との接触回避など、

交通流によるもの

2)信号の変わり目など、交通管制によるもの

3)不適切な緩和曲線など、道路構造によるもの

以上のものが考えられる。SRでは当該車両の状況のみ把握できるため、1)、2)が該当する可変要因について、現地踏査時に観察される事象と車載データによる特異挙動とが同一であるか、判断することが困難と推測される。そこで、現地視察では不変的な要因(3)に相当)による影響に着目するものとした。なお、1)、2)の各要因については、大きな加速度を生じる原因であるが、可変的であるこれら要素が常に存在すると考えづらい。そのため、現地観測では3)に焦点をあて、地点の特性把握を行っている。この要因1)、2)については、事故原票を用いた要因介在の検討とともに、現地観測を長時間行うことにより把握可能と考えられる。

(2) 個別地点に着目した分析: 高野十字路

高野十字路はつくば市の西に位置し、斜めに交差している交差点である。いずれの県道も対面2車線であるが、南北方向の道路にはそれぞれ右折レーンが設置されている。交差点隅に、コンビニエンスストアが立地しているものの、その周辺部に商店は立地していない。図-11に高野十字路における方向別の車両通行回数を示す。この交差点では、被験者の走行回数は西方向から北方向への左折(8走行)と北方向から東方向への右折(6走行)が多かった。また、西方向から北方向への左折に関して8走行中2走行において左加速度の特異挙動(閾値:基準化)が起きている。その特異挙動(時間:0に相当)の前後の加速度と速度の変化を図-12(ケース①、②)に示す。これらは、左折する方向の道路が鋭角に交わるために、より大きなGが車両にかかり、特異挙動に

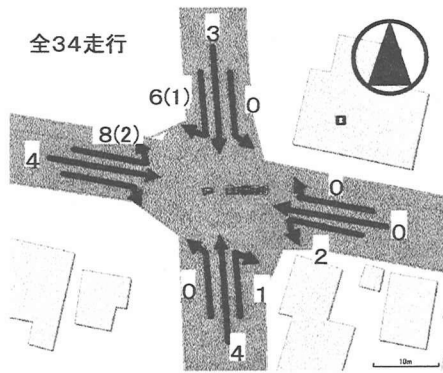


図-11 高野十字路における方向別走行回数
()内：特異挙動回数

至ったと考えられる。また、左折をする際にあまり速度を落とさずに交差点へ進入し左折していることがわかる。図-12(③)に示した、北方向から西方向へ右折する際にも6走行中の1走行が特異挙動(閾値:基準化)となった。スピードを保ったまま交差点へ進入したため特異挙動に至ったと考えられる。

以上のように、この地点では主として道路構造要因(道路の交差角)、ならびに車両走行特性(車両速度の低下不足)から、大きい左右加速度が記録されたと推察できる。

(3) 個別地点に着目した分析:大学西交差点

学園西大通の南に位置する交差点で、ほぼ直角に交差している。南北方向(国道408号、片側2車線道路。沿道施設に直接流入できない規制あり)と東方向からの道路に右折レーンが設置されている(東西方向の県路は対向2車線道路)。図-13に大学西交差点における方向別の車両通行回数を示す。この交差点では、被験者の走行回数は東方向から北方向への右折(8走行)と北方向から南方向への直進(8走行)、西方向から東方向への直進が多かった。また、南方向から東方向への右折に関して5走行中2走行において後加速度の特異挙動が起きている。その特異挙動の前後の加速度と速度の変化を図-14(①・②)に示す。両挙動とも60 km/h前後の高速で交差点に進入しているため、交差点に進入する際に急制動となっている。これは大通りからの進入であり、スピードの出しやすい大通りなどの道路から右左折に多く見られた傾向である。さらに、特異挙動に至る寸前に左右加速度がプラスからマイナスへと変化している。これは、ハンドルをいったん右へ切った後に左へ切ったときの加速度の変化で、右折レーンに進入したことがわかる。このように右折レーンに進入する際の左右加速度の変化の特徴が読み取れる。直線であり線形として大きな問題が見られないものの、このように

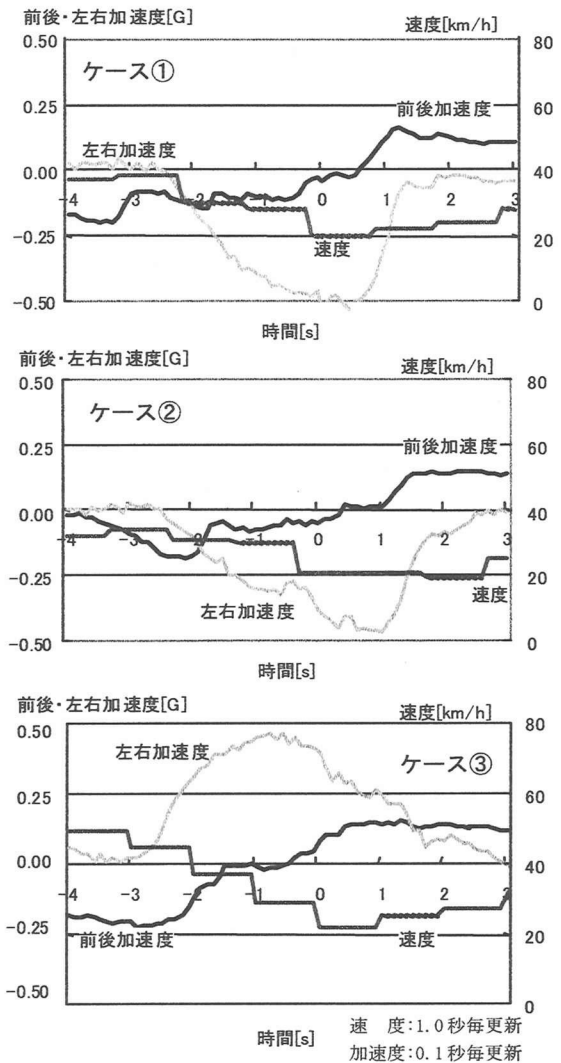


図-12 高野十字路における特異挙動前後7秒間の
車両挙動(負加速度:後加速度, 左加速度)

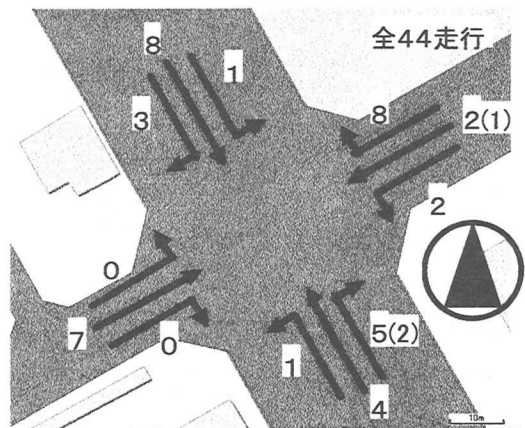


図-13 大学西交差点における方向別走行回数
()内：特異挙動回数

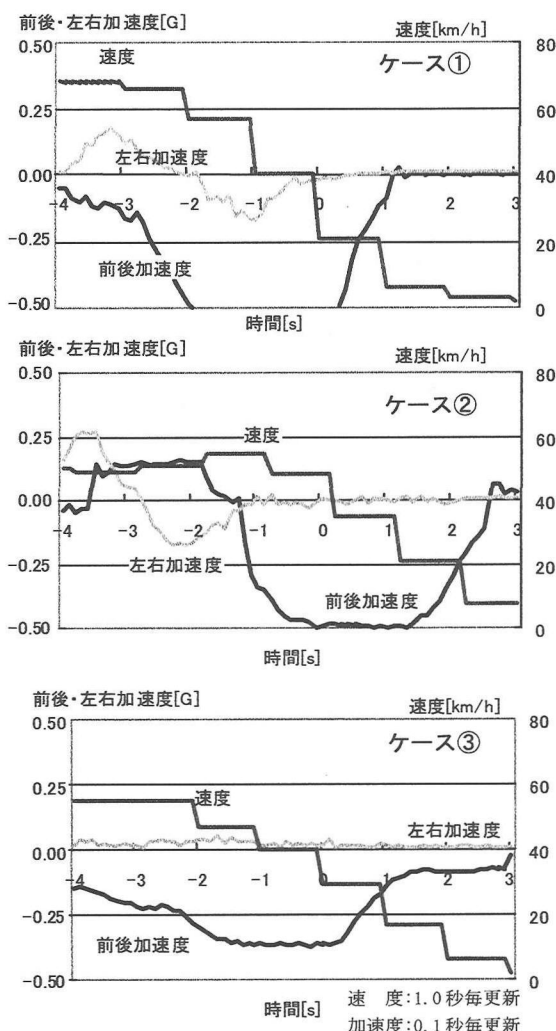


図-14 大学西交差点における特異挙動前後7秒間の車両挙動(負加速度:後加速度, 左加速度)

急制動が見られた原因として、車両の速度以外に、南側から進入する車両にとって交差点手前にある高架歩道橋が視界を遮り、大学入口の交差点を十分視認できないことが考えられる。図-14(③)の特異挙動に関しては東から西方向へ走行しているときの後加速度の特異挙動であり、左右加速度があまり変化していないことから直進車が減速しながら最終的に速度が0km/hへと変化しているので、信号停止時の後加速度の特異挙動と考えられる。

5. まとめ

これまで分析事例が多くない、車両挙動を用いた特異地点の抽出方法について、誤差の補正、閾値の設定方法をいくつか提案したことが、本研究の成果の1つであ

る。

加速度データを中心とした分析では、データに含まれる誤差の中で、機器傾斜の補正方法を提案した。その補正を行った加速度データから、車両走行を分析したところ、個人個人の加速度分布に大きな差異が明らかとなり、「通常走行と異なる特異挙動」の抽出際にそれらを考慮して「基準化」の含む4つの閾値を設定した。この閾値のもとでは、左加速度による特異事象が多く、曲率が高くなることに加え、走行速度が高いままでの左折挙動によることが推察できた。これらを除去し、安全性の低いと考えられる事象を抽出するために、速度によるフィルタリングを行った。

これらの手続きによって、抽出される特異地点での車両挙動分析を行い、その発生要因の考察を実地観測を通じて行った。鋭角に交わる交差点部では人身事故が発生していないものの、大きな左加速度が生じており、必ずしも安全性の高いとは言えない地点を抽出することができた。また、比較的幾何構造が高い直線部でも、車両速度の高さやあらかじめ交差点の存在を認知できないことによる急制動の例を抽出でき、これらは本研究の2つめの成果と考える。

一方、今回抽出された地点が、必ずしも「事故の発生」とリンクしているとはいえず、仮定のうえに成り立つ「安全性の低い地点」である点は否めない。これについては精査する必要がある。実事故データや「ひやりデータ」との比較を通じて、その対応関係を明らかにする必要がある。また、抽出の基準となる閾値の設定(たとえば、正規化したデータを用いた単位時間内の加速度変化量や連続・継続する加速度の設定など)も検討事項に位置づけられる。さらに、個別検証地点抽出にあたっては、特異地点抽出回数自体に着目していない。そこで抽出回数の多い地点に着目し、道路環境要因がどの程度車両挙動に影響を及ぼすか、定量的な把握を行うとともに、その基本となる道路環境要因の定量的計測も必要不可欠といえる。

また、本研究では、車両挙動の調査方法、またそれによって得られた地点の特性分析が主であり、車両挙動データを用いた分析手法の確立は今後の課題と位置づけされるとともに、その適用範囲の洗い出し、明確化も待たれるところである。そのため分析に可能となるデータ必要数は、当該地域の交通状況、道路幾何構造、その他交通安全性に依拠するため、対象車両の追加や他地域での走行が必要といえよう。参考までに分析対象地域では、表-3に示す時間間隔で特異行動の発生が見られ、1つの目安になると考えられる。

SRによる非事故時を含めた広範なエリアのモニタリング機能は非常に有用と考えられるため、その初歩的な分析として本研究は位置づけられよう。また、近年着

目される道路利用者の満足 (Customer Satisfaction) の観点から、「交通の質」を定量的に把握することは重要であり、本研究で提案する閾値・基準もその1つとして位置づけられる。

なお、本研究において石田東生先生、岡本直久先生 (筑波大学) から有益なコメントを頂いた。また研究の遂行にあたっては、秋山貴宏氏 (目黒区役所)、鈴木耕生氏 (筑波大学大学院生) に協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

1. 古屋秀樹, 牧村和彦, 森昌文: 車載型車両挙動センサーを用いた交通安全性の評価, 交通工学, Vol. 36, No. 6, pp. 40-44, 2001
2. 高木修, 蓮花一己: 交通行動の社会心理学 運転する人間の心と行動, 北大路書房, 2000
3. 新井勇司, 西本哲也, 中谷育夫, 吉本堅一: ドライブレコーダによる事故解析, 自動車研究, Vol. 23, No. 9, pp. 41-46, 2001
4. 上山勝: デジタルタコグラフとGPSによる運転特性の研究, 平成14年度第38回日本交通科学協議会総会・学術講演会研究発表講演会講演概要集
5. 茨城県交通安全協会: 交通安全のみちしるべ, 2001
6. 芝祐順他: 統計用語辞典, 新曜社, 1995

車載型センサーを用いた車両挙動特異地点抽出に関する基礎的研究*

古屋秀樹¹⁾, 牧村和彦²⁾, 川崎茂信³⁾, 赤羽弘和⁴⁾

走行中事故に至らないまでも急制動, 急ハンドルといった通常と異なる行動の発生についてモニタリングすることは重要と考えられる。本研究では, 車載型車両挙動センサーを用いて車両挙動の分析方法を考察し, さらにつくば市を対象として急制動の発生地点について実態把握を行った。

機器傾斜の補正方法を行った加速度データから, 個人個人によって加速度分布に大きな差異が存在することが明らかとなり, 「通常走行と異なる特異挙動」の抽出際にそれらを考慮して「基準化」の含む4つの閾値を設定した。また, 抽出された特異地点において, 道路幾何構造や車両速度の高さ, あらかじめ交差点の存在を認知できないことによる急制動の事例を抽出できた。

The Analysis of the Probe Car's Sensor for Determining the Hazard Incident on the Road*

By Hideki Furuya¹⁾, Kazuhiko Makimura²⁾, Shigenobu Kawasaki³⁾ and Hirokazu Akahane⁴⁾

In this paper, we analyze the car in using on-board acceleration sensor. The probe vehicle which is used to sense the acceleration, can get the data of every running route without spatial restriction. We set four thresholds to determinethe hazard incident cause by the acceleration. There were differences between the drivers' acceleration distributions due to the drivers' dispositions. Finally, we focus on the hazard intersection to identify the factors that cause the exceeding acceleration.
