

# 高速道路の線形が交通事故に与える影響

都市交通研究室 佐藤 雄太

指導教員 佐野 可寸志

## 1. 研究背景と目的

高速道路は、勾配やカーブを一般道に比べ緩和させ、基本的に時速 100 キロメートルもの速度で走行が可能であり、一億台・キロメートルあたりの事故率が、死亡事故、負傷事故ともに全道路に比べ、1/3、1/8 と低く、高速道路は比較的安全だと言え。しかし死者数と死傷者数の割合である致死率をみると、全道路の 2.7 倍である。これは高速で走行する高速道路では、事故に遭遇する確率は低いが、もし事故に遭遇した場合、重大事故に至る可能性が高いということを表している。本研究では、高速道路における事故を、線形や気象条件などにより分析し、また脳波を用いて高速道路を運転中どこに注意を向けているかなどを調べ、より効果的な注意喚起の方法や、危険と認知するポイントを調べ、事故を一つでも多く減らすためには、どのような対策を練ればいいのかを、ソフト・ハード両面から検討することである。

## 2. 研究方法

本研究では H14 年から H18 年までの、新潟県内の高速道路における人身事故データを、ネクスコ東日本より提供していただき、それらをもとに事故の特徴を分析した。まず初めに事故率を求めた。その事故率をもとに線形による分析を行った。また、線形に因らないものとして、気象条件や路面条件、年齢などの要素を用いた分析や NSM(Network Safety Management)による区間評価を行った。また、脳波の実験は、実際に被験者が、測定機器を取り付けた状態で高速道路を走行し、脳波を分析することでどのような線形や気象条件が運転手の負担となり、事故の引き金になるかを検証した。また、負担となった場所が本研究により事故多発地点と認定されている地点と関係性が

あるかを調べた。

## 3. 事故データによる分析

### 3.1 事故多発地点の選定

本研究では、高速道路という環境を考え、100メートルにおける事故率が H14 年の高速道路の平均事故率 10.9 件の 10 倍以上の地点を事故多発地点とした。以下の表が事故多発地点である。

表-1 事故多発地点

順位	KP	件数	インターン		事故件数/億台・キロ
1	181.1	4	三川	安田	323.3
2	36.9	3	聖籠新発田	中条	312.3
3	336.3	5	能生	名立谷浜	230.5
4	212.0	2	新潟中央JCT	新潟中央	186.7
5	212.2	2	新潟中央JCT	新潟中央	186.7
6	206.4	4	小出	堀之内	184.7
7	334.9	4	能生	名立谷浜	184.4
8	326.8	4	能生	名立谷浜	184.4
9	25.7	2	豊栄新潟東港	聖籠新発田	176.5
10	351.6	4	上越JCT	上越	169.0

### 3.2 気象条件等による分析

次に気象条件や路面状況、運転手の属性による分類を行った。以下のグラフがその結果である。

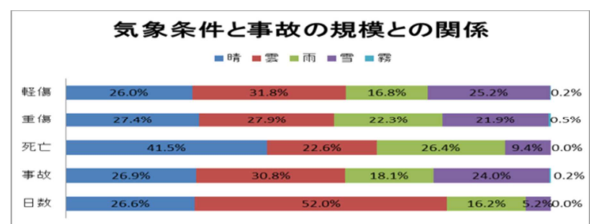


図-1 気象条件と事故規模の関係

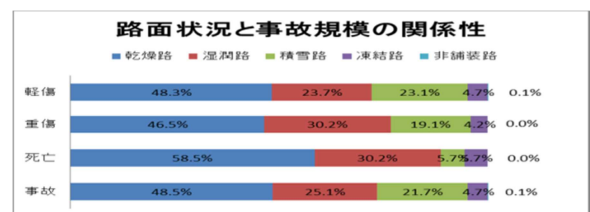


図-2 路面状況と事故規模の関係

晴れの日・乾燥路に死亡事故が多く、雪の日・積雪路では軽傷事故が多く発生している。これらより、晴れており路面状況が良好なときは注意が散漫になり、スピード超過に陥りやすいのではないかと考えられる。逆に雪が降っている時や積雪路ではスピードを控えて運転しているドライバーが多いことから、事故が軽い状態で済んでいるのではないかと考えられる。

### 3.3 線形による分析

国土のほとんど山地である日本において、直線で都市と都市とを結ぶのは不可能である。道路構造令のやむを得ない場合の値、すなわち上限値をとると、設計速度時速 80 キロメートル、最大勾配 6% である。この値は 100 メートル進む間に 6 メートル上(下)ることであり、上りでは制限速度を維持して通過するのにはいささか厳しく、下りはオーバースピードに陥りやすい。そこでカーブ半径が事故率に与える影響を調べる。カーブ半径と勾配、事故率との関係の値を全区間におけるカーブ半径と勾配の値で割ったものを求めた。すなわち 1 を超すところは、事故が起こりやすい線形であることがわかる。以下の表がその結果である。

表-2 線形と事故の割合

事故が起こりやすい線形	勾配									
	下り3%以上	下り3-1%	下り1-0.5%	下り0.5-0%	0	上り0-0.5%	上り0.5-1%	上り1-3%	上り3%以上	平均
直線	0.29	1.04	1.16	1.11	1.70	0.63	1.25	0.53	0.56	0.92
1000m以上	1.46	1.34	1.08	0.97	0.30	1.14	0.72	0.98	0.72	1.04
700-1000m	2.82	1.34	1.42	0.50	0.63	0.76	0.46	1.47	1.62	1.11
カーブ半径 500-700m	2.83	1.47	1.11	0.52	0.00	0.25	0.89	1.22	1.48	1.03
400-500m	1.01	1.53	0.34	0.89	0.79	1.06	0.53	0.53	2.22	0.91
400m以下	4.92	1.86	0.39	0.29	0.00	0.53	0.12	0.95	4.56	1.12
平均	1.26	1.34	1.11	0.94	0.85	0.85	0.89	0.86	0.88	1.00

これより、勾配については、勾配が上り下りともきつくなればなるほど事故が起こりやすくなることが分かった。一方カーブについては 400m 以下の場合と 700-1000m の場合において、事故が起こりやすいことが分かった。これは、400m 以下ではカーブがきつすぎることが考えられるが、700-1000m の場合はあまりカーブであることを意識せずにオーバースピードでカーブに突入するのが原因ではないかと考えられる。また上り勾配、下り勾配、右カーブ、左カーブの要素がどれほど事故率に影響を与えており、どの要素がもっと影

響をあえているかを調べるため、Y を事故率、残りの 4 要素を X として重回帰分析を行った。以下がその結果である。

回帰統計	
重相関 R	0.18
重決定 R <sup>2</sup>	0.03
補正 R <sup>2</sup>	0.03
標準誤差	50.16
観測数	921

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	4	7.34E+04	1.84E+04	7.29E+00	8.78E-06
残差	916	2.30E+06	2.52E+03		
合計	920	2.38E+06			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	84.18	2.67	31.52	2.64E-148	78.93	89.42
上り勾配	5.61	1.81	3.10	2.01E-03	2.06	9.16
下り勾配	9.24	1.83	5.05	5.23E-07	5.65	12.83
左カーブ	1.22E-03	7.32E-04	0.67	0.09	2.12E-04	2.66E-03
右カーブ	1.17E-04	8.18E-04	1.14	0.89	-1.72E-03	1.49E-03

図-3 線形と事故率の関係

R<sup>2</sup>=0.030 程度とあまり影響を与えているような数字ではないことが読み取れる。また t 値を見ると、下り勾配が最も影響を与えており、次に上り勾配、右カーブ、左カーブの順となった。

### 4. NSM による分析

Network Safety Management による区間評価とは、事故多発区間を区間毎の経済損失のうち交通事故対策による改善可能な額を算出し、その大きさから区間の安全性を評価し、順位付けを行う評価手法である。事故総損失額{ACD(千円/km・年)}とは、区間内で発生している交通事故による経済損失の総計であり、好事例対策額{bACD(千円/km・年)}とは最善の事故対策を行ってもなお残る損失額である。

$$ACD = \frac{A \times MCA}{1000 \times L} \quad bACD = \frac{bACR \times ADT \times 365}{10^6}$$

A : 事故件数(件), MCA : 年平均事故損失額(円/件), L : 区間長(km), bACR : 事故損失率(円/1000 台・km), ADT : 日交通量(台/日)

なお、事故損失率 bACR とは、最善の事故対策を講じてもなお残る事故率のことである。算出した ACD から bACD を差し引いた額を SAPO(セーフティーポテンシャル)と称してしている。

$$ACD - bACD = SAPO$$

SAPO が大きい区間ほど、道路の改善余地のある区間、つまり交通事故対策の費用便益が大きい区間であり、事故対策を優先すべき区間としている。この結果交通量が多い2車線区間のカーブや勾配の厳しい区間、比較的交通量の多い対面通行(暫定2車線)区間およびストレートがひたすら続くような区間を重点的に改善するとよいことが分かった。

## 5. 脳波の実験

人間は絶えず微弱な電気を発しており、それらの周波数により、寝ているやうとうとしている、リラックスしている、緊張しているということがわかる。以下の表が周波数と精神状態を表したものである。

表-3 事故多発地点

周波数(Hz)	波長名	精神状態
0.5~4	δ波	深い眠りにしている
4~8	θ波	うとうとしている
8~14	α波	リラックスしている
14~38	β波	緊張している

この現象を利用して、高速道路を被験者が実際に運転し、その時の脳波を調べ、その分泌の仕方を調べ、先に求めた線形データと合わせることで、どのような線形が運転中のドライバーに影響を与えるかを調べた。本実験では本学電気系中川教授に協力していただき、株式会社デジテックス研究所の生体信号収録装置 PolymateI を被験者に取り付け、その状態で実際に走行し、走行中の脳波と、GPS計測器を用いて位置情報を記録した。



図-4 生体信号収録装置 PolymateI



図-5 取り付けている様子

今回の実験区間は、先の調査により県内で最も事故率の高い地点があるとされた、磐越自動車道三川 IC—安田 IC の上下線を主とした。以下が実験対象区間である。

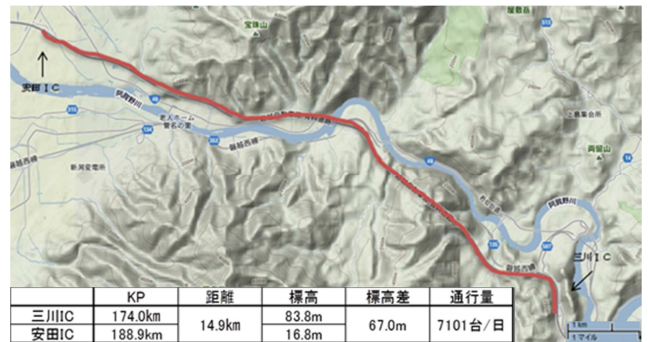


図-6 実験対象区間

実験には、佐藤個人の車を用いた。生体信号収録装置 PolymateI には12個の電極とアースのようなものがついており電極は10個を頭部につけ、1つを標準電極とするため、耳たぶに取り付けた。電極の付け方は以下のとおりである。

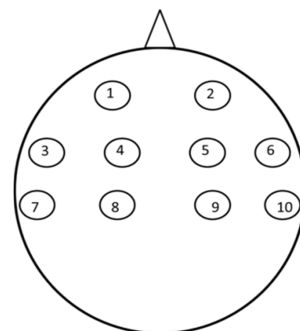


図-5 電極の取り付け位置

そのデータのうちノイズの影響などが少なく、また実行機能 (executive function) と呼ばれる、現在の行動によって生じる未来における結果の認知や、より良い行動の選択、許容され難い社会的応

答の無効化と抑圧，物事の類似点や相違点の判断に関する能力と関係しているとされている前頭葉付近の3・6番ポイントと，聴覚や臭覚の情報を処理する働きや，言語理解，記憶，判断，感情などを制御する働きに関する重要な脳の一部である側頭葉付近の7・10番ポイントを使用し，それらの周波数の平均を求め，平均周波数とした．まずは事故率(標準化した値)と周波数(標準化した値)により散布図を作成した．以下の図がその散布図である．

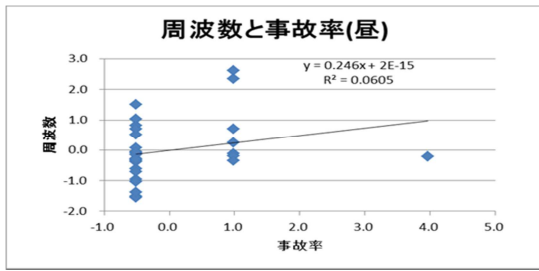


図-6 脳波と事故率の関係

脳波の周波数と事故率との関係性は，昼間は6%という結果になった．この結果より脳波の周波数と事故率の間にはあまり関係がないことが読み取れた．次に上り勾配，下り勾配，左カーブ，右カーブ，事故率のなかでどのファクターが脳波の周波数に一番大きく影響を与えているかを調べるために，重回帰分析を行ったところ以下ようになった．

回帰統計	
重相関 R	0.56
重決定 R2	0.32
補正 R2	0.25
標準誤差	0.86
観測数	58

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	5	17.7	3.5	4.801	0.001
残差	52	38.3	0.7		
合計	57	56.0			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	1.06	0.36	2.93	0.01	0.33	1.79
上り勾配	0.10	0.03	3.07	3.43E-03	0.04	0.17
下り勾配	0.08	0.02	3.48	1.04E-03	0.03	0.13
左カーブ	1.13E-05	5.05E-05	0.22	0.82	-9.00E-05	1.13E-04
右カーブ	6.24E-05	3.31E-05	1.88	0.07	-1.29E-04	4.04E-06
事故率	0.11	0.12	0.85	0.40	-0.14	0.35

図-4 周波数との重回帰分析

これより重決定係数の値は0.32であった．すくなくならず影響を与えていることが分かった．同様に夜間も行ったところ，夜間は昼間より低い0.02となった．これは，夜間ではライトの明かりだけで走行するため，勾配やカーブが分かりにくい上に，冬期間では路面の凍結なども見分けが付きに

くいことから，全般的に危険を察知しにくく，常にβ波高い状態であるからだと考えられる．昼間の周波数の平均値は11.67Hzであるが，夜間の周波数は12.17Hzであった．

## 6. 事故減少へ向けた取り組み

NEXCOにおいても様々な交通事故を減らす取り組みを行っている．たとえば雨天時，路面に水たまりができたままだと運転しにくい．そこで，従来の密粒度舗装よりも空隙が多い高機能舗装を施し，排水機能や騒音低減させ，高速走行時の安全性の向上につなげている．また，重大事故防止のための中央分離帯の防護柵の強化，暫定2車線区間の車線逸脱防止のための凹凸型路面標示，吹雪時などの安全対策としての防雪柵の設置など各種の交通安全対策を実施している．

また，高速道路での安全走行やマナーアップを各地で呼びかけや，道路パトロール車により定期的な巡回をし，落下物の排除，交通警察や消防機関とともに事故対応，故障車などに対する援助などを行い，2次災害を防ぐ取り組みや，ペースカーとしての役割も果たし，ドライバーに注意喚起を行っている．一方警察ではパトカーなどを用いてドライバーの目に見えるようにパトロールを行うことで交通違反の未然防止に努めるとともに，悪質で危険性や迷惑性の高い違反に重点を置いた取締りを推進している．

## 7. 結果および考察

本研究において，事故が起こりやすい要素が見えてきた．しかしながらすべての事故が，線形が原因で起きているわけではない．あくまでも線形は一つの要因でしかない．交通事故というのは不注意が重なって呼び起されるものである．これをゼロにすることは不可能である．しかしドライバー一人一人が意識して注意すれば減らすことは可能である．その為にも啓発活動や取締活動などのソフト面をより一層充実させることが，高速道路の事故防止により一層つながると考える．