

17 交通事故の発生変動に影響を及ぼす要因分析

秋田大学鉱山学部 正 員 。清水 浩志郎

学生員 下 舞 修 三

1. はじめに

最近の高度化された社会では、自動車は不可欠のものの一つではあるが、その反面道路整備など社会資本投下の不足が自動車台数の急増と相俟い、交通事故によって年々多くの貴重な生命が失われ、大きな社会問題となっている。警察庁が交通量、安全施設と道路の改善の伸びなどをとに推計したものであれば、昭和46年は死者18,000人、傷者1,270,000人で、昭和50年にはそれぞれ25,000人が死亡し、2,050,000人が負傷するといわれている。交通事故の安全対策としては、Education(教育)、E-enforcement(強性)、Engineering(工学)、にEquipment(車両の整備)を加えて4Eが要といわれている。交通事故の発生原因は、道路、自動車、運転者の3者の組合わせの欠陥により生ずる、そして事故発生の原因は3者のもつ要因が作用し合うことによってより複雑にしている。しかし多くの交通事故を統計的にみると共通の要因を見い出すことは可能である。つまりこれらの要因と交通事故発生の関連性を明らかにすることにより交通事故の発生を予測できる。本研究ではマーケット・リサーチの分野で広く利用されている数量化理論を適用して、道路、交通条件から交通事故発生に関係する要因を探索し、危険性判定の方法を提案するものである。

2. 従来の交通事故に対する統計分析

交通事故に対する統計分析の研究は、1950年頃から米国を中心として発達して来た。これらの研究を大別すれば次のとおりである。

① 交通、道路要因と事故発生との関連性を分析する方法⁽¹⁾ - - - - この方法は1956年 Dunlop and Associates Inc. のグループによって開発された統計品質管理の考え方にもとづく事故解析に代表される。

② 心理的要因と事故発生との関係を分析する方法⁽²⁾ - - - - この方法の研究はまだ充分発達しているとは言えないものの、一部心理学者にとって興味ある研究であろう。

③ 自然要因(スベリなど)と交通事故との関係を分析する方法⁽³⁾ - - - - この方法はアスファルト舗装における湿潤時のスベリ、さらには積雪地方のアイスバーンなど興味ある研究ではあるが、大規模な実験を伴うなどの点から充分な研究はなされていない。

これらの方法は要因の内部従属性を解明する因子分析や、それにもとづく多変量解析、統計品質管理の手法などを用いて分析しているものが多い。この研究では要因間の内部従属性と交通事故発生とを直接関係づけて解明することが特徴である。

3. 数量化理論の概要⁽⁴⁾

数量化理論とは外的変量(数量又は分類で与えられる)と数種の要因(アイテム)との関係が特別な場合を除き線型と考え、要因によって説明された回帰直線からの誤差の二乗の和を最小にするように各要因に重み(ウェイト)を与える方法である。この方法とよく似たものに相関分析法(Correlation

Analysis) がある。⁽⁵⁾ また要因を見い出す方法として心理学の分野で広く利用されている因子分析法 (Factor Analysis) がある。⁽⁶⁾ この方法は要因間の内部従属性を詳しく解明するもので、外的変量との関係は2次的に説明される。さてここでは外的変量が数量で与えられる場合の数量化理論を説明する。要因パターンとして表-1のようなアイテム・カテゴリーのデータがあるとする。表-1に表わされている×印の反応パターンから外的変量 A_i をもっとも効率よく予測出来ればよい。各カテゴリー $C_{j\ell}$ に $x_{j\ell}$ なる数量を与え、区間 i の外的変量 A_i と(1)式で与えられる推定値 α_i との相関が最も高くなるように $x_{j\ell}$ を求める。

表-1 アイテム・カテゴリー別反応図 (×印は反応を示す)

区間 外的変量	アイテム・カテゴリー	カテゴリー			
		1	2	...	R
		$C_{11} C_{12} \dots C_{1n}$	$C_{21} C_{22} \dots C_{2n}$	...	$C_{R1} C_{R2} \dots C_{Rn}$
1	A_1	x	x	...	x
2	A_2	x	x	...	x
3	A_3	x	x	...	x
...	...	...	...	...	...
i	A_i	x	x	...	x
...	...	...	...	...	...
n	A_n	x	x	...	x

$$\alpha_i = \sum_j \sum_{\ell} \delta_i(j, \ell) x_{j\ell} \dots (1)$$

ここで δ_i を次のように定義する。

$$\delta_i(j, \ell) = 1 \dots \dots \text{が } j \text{ アイテムをカテゴリー } \ell \text{ に反応を示すとき}$$

$$\delta_i(j, \ell) = 0 \dots \dots \text{しからざるゝとき}$$

A_i と α_i との相関係数 $r_{A\alpha}$ は次式で与えられる。

$$r_{A\alpha} = \frac{\frac{1}{n} \sum (A_i - \bar{A})(\alpha_i - \bar{\alpha})}{\sigma_A \sigma_{\alpha}} \dots (2) \quad \text{ここに} \quad \sigma_A^2 = \frac{1}{n} \sum (A_i - \bar{A})^2 \quad \bar{A} = \frac{1}{n} \sum A_i$$

$$\sigma_{\alpha}^2 = \frac{1}{n} \sum (\alpha_i - \bar{\alpha})^2 \quad \bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum \alpha_i$$

そして $r_{A\alpha}$ を最大にする x を求めるには $\frac{\partial r_{A\alpha}}{\partial x_{uv}} = 0$ であればよい。つまり(3)式が得られる。

$$\sum_i A_i \delta_i(uv) = \sum_i \delta_i(j, \ell) \delta_i(uv) \sum_j \sum_{\ell} x_{j\ell} \dots (3)$$

次に $f(uv, j, \ell)$ つまりアイテム・カテゴリー uv と j, ℓ に同時に反応するものを次式のように定義する。

$$\sum_{i=1}^n \delta_i(uv) \delta_i(j, \ell) = f(uv, j, \ell) \dots (4)$$

(4)式を(3)式に代入すると

$$\sum_i A_i \delta_i(uv) = x_{uv} h_{uv} + \sum_j \sum_{\ell} x_{j\ell} f(uv, j, \ell) \dots (5)$$

$$u = 1, 2, \dots, R \text{ (アイテム)} \quad v = 1, 2, \dots, \ell u \text{ (カテゴリー)}$$

ここに h_{uv} はアイテム・カテゴリー uv に反応した区間数で、 $\sum_j \sum_{\ell}$ は同時に $j = u$, $\ell = v$ となる場合を除く。(5)式は $\sum_j \sum_{\ell} \ell$ 個の $x_{j\ell}$ に関する連立一次方程式を解くことになる。つまりマトリックス表示すると $F \cdot X = A \dots (b)$ となるが、(b)式の F (係数)のマトリックスは

$f(11, 11) = \sum_{j, \ell} f(j, \ell, 11)$ の関係が各行ともあるから、つまり正規でないから、アイテム数 R とすると、 $(R-1)$ 個の行、列を取り除き、新しい F^* について、 $F^* \cdot X^* = A^*$ を解けばよいことになる。

なお取り除いた行・列に相当する $x_{j\ell}$ ($j = 2, 3, \dots, R$) = 0としておく。このようにして求めた $x_{j\ell}$ によって交通事故に關係する要因の大小を判定できる。つまりカテゴリーに数量($x_{j\ell}$)が与えられると重相関回帰分析の場合と同様にして重相関係数、偏相関係数が計算可能であり、表-1の反応パターンから外的変量(交通事故)に影響を及ぼす要因判定が出来る。そしてまたこの $x_{j\ell}$ を用いることによって表の反応パターンから交通事故を予測することも可能である。

4. 交通事故発生要因分析

表-2 交通事故分析のための要因と分類

要 因	分 類	数
交通量 $\frac{台}{12h}$	2999, 3000~5999, 6000~8999, 9000~11999, 12000~	5
歩行者率 $\frac{\%}{km}$	~49, 50~99, 100~299, 300~	4
通 車率 $\%$	~29, 30~49, 50~	3
大型車率 $\%$	~19, 20~29, 30~	3
混雑度	~0.29, 0.30~0.59, 0.60~0.89, 0.90~	4
平均走行速度 $\frac{km}{h}$	~29, 30~39, 40~49, 50~60	4
平均道路幅員 m	70~99, 100~149, 150~	3
路 肩 cm	50~99, 100~149, 150~199, 200~	4
道信号交差道路密度 $\frac{数}{km}$	~0.29, 0.30~0.59, 0.60~0.99, 1.0~	4
路交差道路密度 $\frac{数}{km}$	~0.49, 0.50~0.99, 1.00~1.99, 2.00~2.99, 3.00~	5
条橋梁率 $\frac{m}{km}$	~19, 20~39, 40~59, 60~	4
件歩道橋密度 $\frac{数}{km}$	0, ~0.29, 0.30~0.59, 0.60~	4
歩道の有無	有, 無	2
沿道状況	市街地, 平地, 山地	3
路面の種類	アスファルト舗装, コンクリート舗装	2

交通事故の要因としては数多くのものが考えられるが、本研究では交通・道路条件を表-2に示すような15要因（アイテム）とし、要因を54分類（カテゴリー）に分けた。なお解析のために用いた資料は昭和43年で、秋田県内での事故多発路線である国道7号、13号線を推定対象路線とした。

分析方法は国道7号、13号を39、20、合計59区間に分けてその区間を表-2のアイテム・カテゴリーを用い、交通事故件数（ケースⅠ）、死者数（ケースⅡ）、傷者数（ケースⅢ）の3種に分けてそれぞれ個別に式により解析した。その結果は図-1に示す。

5. 交通事故の要因分析結果

カテゴリー数量の計算結果によって各要因の関与順位を示したのが（表-3）である。これによれば3ケースとも交通事故発生の予測要因は異にしてはいるものの共通の要因を見出すことが

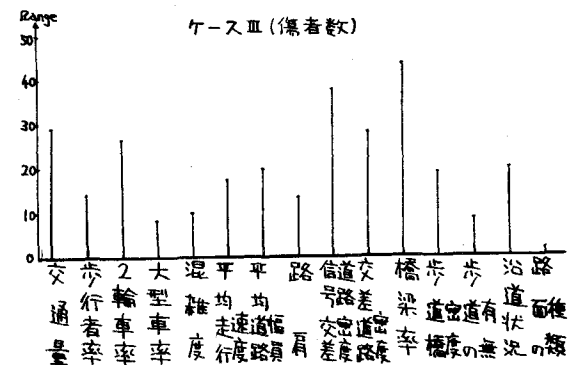
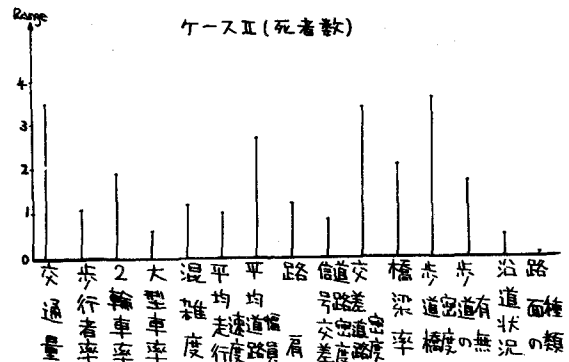
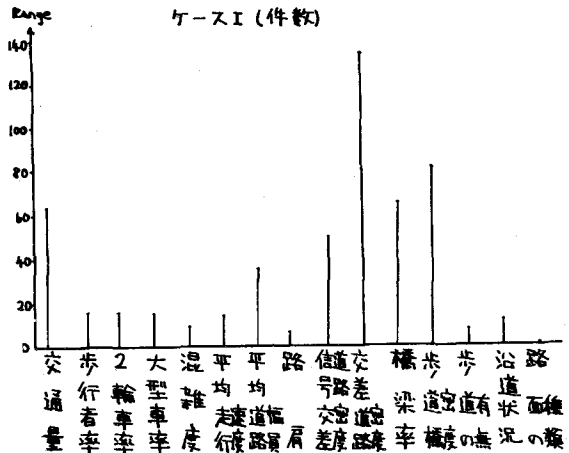


図-1 カテゴリー数量のRange

出来る。つまり交差道路密度、信号交差道路密度、歩道橋密度、橋梁率など道路要因による影響が強く、交通要因として

表-3 交通事故発生の関与順位

は交通量、大型車率、2輪車率などで、従来から言われている混雑度、走行速度などの要因影響は低い。なお作成モデルの適合性については、15要因を用いた場合の重相関係数が事故件数0.9441、死者数0.7992、傷者数0.9369、とかなり適合度の良い結果が得られた。

6. むすび

この研究では交通事故のミクロ分析として道路、交通要因と15要因に分類して、昭和43

要 因	関与順位			備 考
	件数	死者	傷者	
交通量	4	2	3	交通条件の要因の中では、いずれも影響が一番大
歩行者率	9	10	10	いずれも影響は少ない
2輪車率	7	6	5	件数より死・傷者に、より影響する
大型車率	8	13	14	件数のみに少し影響する
混雑度	12	9	12	いずれも影響は少ない
平均走行速度	10	11	9	いずれも影響は少ない
平均道路幅員	6	4	7	件数、傷者より死者に、より影響する
路 肩	14	8	11	いずれも影響は少ない
信号交差道路密度	5	12	2	傷者、件数に影響する
交差道路密度	1	3	4	いずれも影響し、特に件数に大
橋梁率	3	5	1	いずれも影響し、特に傷者に大
歩道橋密度	2	1	8	死者、件数に影響大
歩道の有無	13	7	13	いずれも影響は少ない
沿道状況	11	14	6	傷者のみに少し影響する
路面の種類	15	15	15	ほとんど影響はない

年に分類して、昭和43

年国道7号・13号線で生じた件数、死者数、傷者数について数量化理論を用いて解析した。その結果これらのモデルはいずれもかなり適合度のよいものであった。今回の分析では従来の方法では交通事故発生要因として用いることのできなかつた要因を加えることにより、いままでも重要視されていた混雑度、走行速度などより、より考慮すべき要因が多くあることが判明した。さらに今後の問題としては今回の分析に入れなかつた勾配、曲線半径など道路線形の要因を加えること、さらに路線を均一化すること、さらに運転者又は自動車に関する要因を加味することなどが呼要であろう。

(参考文献)

- (1) Monre Norden, Jesse Oransky, and Herbert Jacobs: Dunlop and Associates, Inc. "Application of Statistical Quality-Control Techniques to Analysis of Highway-Accident Data" H.R.B. Bull. 117, 1956
斎藤和夫「道路交通要因が交通事故発生に及ぼす影響について」多変量解析による一考察 土木学会北海道支部 研究発表論文集 S.42
- (2) O.K. Dart and L. Mann: "Relationship of Rural Highway Geometry to Accident Rates in Louisiana" H.R.B. No.32 1970
- (3) 稲葉正太郎「人間の質からみた交通事故」交通工学 Vol.12 1967
- (4) 斎藤和夫「雪氷路面上のすべり事故に関する統計的分析」土木学会北海道支部 研究発表論文集 S.44
市原 薫「路面のすべり摩擦係数と事故との関係」交通工学 Vol.4 No.4 1967
- (5) 林 知二夫「市場調査の計画と実施」日刊工業新聞社
- (6) 北川 敏男「多変量解析論」共立出版
- (7) D.N. Lawry, A.E. Maxwell "Factor Analysis as a statistical Method" (丘本正 監修 因子分析法 日科技連)
芝 祐順「相関分析法」東大出版会
- (8) 「昭和43年度全国道路交通情勢調査報告書(交通量混雑度及び事故率集計)」東北地方建設局道路計画課