

IV-95 交通事故発生の変動に影響する要因のマクロ的分析

望蘭工業大学 正・斉藤和夫
望蘭工業大学 正 石井 豊一

§1. 概 説

交通事故を科学的な立場からとらえるためには、事故を特殊な現象としてではなく、一般的普遍的な現象としてとらえ、その発生を事故をとりまく多くの要因との関連において追究することが必要である。交通事故はその発生を個々にとってみると多くは accidental な要因にもとづく。しかし多くの事故を通して見ると、共通にもつ要因を見い出すことは可能である。これらの要因と交通事故発生との関連性を明らかにすることは、その要因にもとづく交通事故の発生の精密な将来予測を可能にし、また科学的な根拠にもとづく安全対策の樹立、安全投資の適正配分をも可能せしめるものである。

交通事故発生と要因との関連性を追究するために二つのアプローチが考えられる。その一つは、直接事故と関連をもつ交通環境、運転者、車両などの特性との関連性を追究するミクロ的なアプローチ、他の一つは、事故総体と関連を持つと思われる地域の保有する各種の要因との関連性を追究するマクロ的なアプローチである。前者のアプローチとして筆者は北海道の国道を対象に昨年試みた⁽¹⁾。本研究は後者のアプローチとして、都道府県を地域の単位にとり、その地域の保有する30の要因を変数としてとらえ、交通事故発生件数(入傷事故)、死亡者数、傷者数との相互関連性を、統計的手法を通して明らかにせんとするものである。

§2. 分析 方法⁽²⁾

多くの変数を扱う統計的方法として、近年行

動科学の分野で発達をとげた多変量解析がある。多くの変数を合成して新しい合成変量をつくり、それと他の変数や他の変数との相関関係を分析する方法である。交通事故発生量はその地域のもつ多くの変数に関与するものと考えられる。関与する変数(予測変数)の結合によって表わされる新しい合成変量を定義し、この合成変量と交通事故発生量(基準変数)との相互関係を最大ならしめる関数形を求め、その関数形の内部構造から各変数と交通事故発生量との相互関係を評価するものである。

基準変数と合成変数との関係を考える場合、予測変数のすべてから構成される一つの合成変数を考える方法と、要なる予測変数をいくつかにグループ化し、そのグループから構成されるいくつかの合成変数を考える方法がある。前者を重相関分析、後者をファクター分析と呼ぶ。本研究はこの二つの面から考察した。

(A) 重相関分析

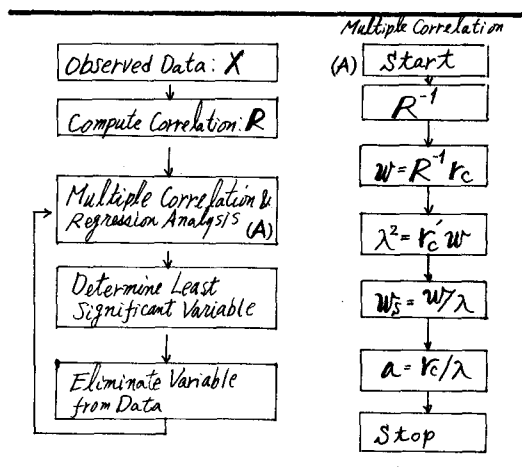


Fig-1 重相関分析のフローダイアグラム

地域心に対する標準化した予測変量 Z_{ij} の重みを w_j とし、それらの線形一次結合した合成変量 f_i を定義すると;

$$f_i = w_1 Z_{i1} + w_2 Z_{i2} + \dots + w_n Z_{in} \dots (1)$$

この合成変量と基準変量との一致の度合は相関係数であらわされるが、両者の関係が最大になるように合成変量の内部構造を決定すると、この相関係数は重相関係数となる。基準変量と予測変量の相関係数を成分とする vector r_c を用いると、基準変量と合成変量の相関係数 C は

$$C = w' r_c / \sqrt{w' R w} \dots (2)$$

(2) 式の相関係数を最大とするよう重みを決定すると、この重みが基準変量を最も適確に説明する合成変量の内部構造を表現する。この重みの計算は、ラグランジュの乗数法を用いてラグランジュ関数 T をつくり、

$$T = w' r_c - \frac{1}{2} \lambda (w' R w - 1) \dots (3)$$

これを重み w_j 毎に偏微分して零とおく。

$$\partial T / \partial w_j = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \dots (4)$$

この結果を展開すると重相関係数は

$$\lambda = \sqrt{r_c' R^{-1} r_c} \dots (5)$$

合成変量の分散を 1 とする重み vector、すなわち標準重み vector は、

$$w_s = R^{-1} r_c / \sqrt{r_c' R^{-1} r_c} \dots (6)$$

予測変量と合成変量の関係を示す構造 vector は

$$a = R w_s \text{ 或 } a = \frac{1}{\lambda} r_c \dots (7)$$

(B) 変数の選択

(1) 式の合成変量を構成する予測変量の数が多くなると重相関係数は高くなる。しかしそれら

の中にはほとんど意味をもたない変量もあり、また変量相互に内部従属性があるために地の変量によって代表され得るものもある。数少ない変量を基準変量を説明し得るように重要な変量の除去が必要になる。この除去の最良の方法については統計学者の間にも議論のあるところである。本研究では次の三つの方法を試みる。

(1) 選択したすべての変量から構成される合成変量を求め、その重み vector の絶対値の最小の変量を除去する。次いでこの減少した変量の合成変量を求め、重み vector の絶対値の最小のものを除去する。この手順をくり返すことにより、必要な数の変量を抽出する。

(2) 重み vector の絶対値の最大のものを除去する。この手順を必要な数の変量が除去されるまでくり返す。

(3) ファクター分析において用いられる方法に応用し、varimax 法でグループ化した変量のうち構造 vector の絶対値の最大のものを選択する。これらはグループ化された合成変量の代表とする変量が選択される。変数の選択を含む概略的なフローダイアグラムを Fig-1 に示す。

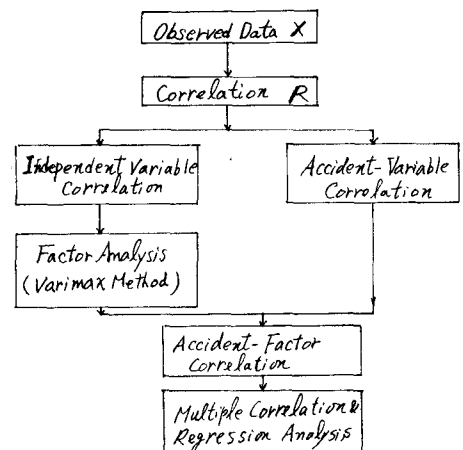


Fig-2 ファクター分析の概略的なフローダイアグラム

(c) ファクター分析

予測変量をいくつかの異なる属性をもつグループに分けて合成変量をつくるために varimax法を使用した。(1)式の合成変量を求める場合、 n 個の変量のうち一部のものはなるべく高い相関をもつようにし、他のものとはできるだけ低い相関しか示さないようにオ一合成変量を求める。次に別の一部の变量と高い相関を示し、オ一合成変量で高い相関を示した变量や他の残りの变量とは低い相関しか示さないように直交するオ一の合成変量を求める。この手順をくり返して必要な数の合成変量を求めるものである。この相関係数の偏った合成変量を実現する客観的な基準として、合成変量と各変量との相関係数の平方の分散によって与えられる varimax 基準をとる。

$$V = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m (a_j^2 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m a_j^2)^2 \dots\dots\dots (8)$$

この基準を最大とする構造 vector を求めるものである。ファクター分析の詳細は省略する。分析の概略的なフローダイアグラムを Fig-2 に示す。

§3. 分析結果

46都道府県を対象としたが、これらのうちの若干の地域の影響を強く受け、結果に普遍性を欠く恐れがあるために、いくつかの観点から検討した結果、有力な6都府県(東京,神奈川,愛知,京都,大阪,兵庫)を除外し、40道県について分析した。使用した予測変量を Table-1 に示す。基準変量は事故件数(Y_a),死者数(Y_b),傷者数(Y_c)である。有意な変量の選択方法は(1)の最小の重み vector を除去する方法が最良の結果を与えたのでこの方法を採用した。以下重相関分析の結果である。

Table-1 選定した30個の予測変量

() 内は単位を示す。

予 測 変 量			
X_1	国道密度 (K^m/Km^2)	X_{16}	車両増加率 (%)
X_2	都道府県道密度 (K^m/Km^2)	X_{17}	二輪車類増加率 (%)
X_3	市町村道密度 (K^m/Km^2)	X_{18}	車両/人口 ($5/1000^A$)
X_4	国道舗装率 (%)	X_{19}	二輪車類/人口 ($5/1000^A$)
X_5	都道府県道舗装率 (%)	X_{20}	人 口 (1000^A)
X_6	市町村道舗装率 (%)	X_{21}	人口密度 ($1/Km^2$)
X_7	道路延長/人口 ($K^m/1000^A$)	X_{22}	可住地人口密度 ($1/Km^2$)
X_8	道路延長/車両 ($K^m/1000^B$)	X_{23}	人口増加率 (%)
X_9	舗装延長/車両 ($K^m/1000^B$)	X_{24}	都市人口 (注2) (%)
X_{10}	車両数: A (1000^B)	X_{25}	都市人口増加率 (注3) (%)
X_{11}	二輪車類: B (注1) (1000^B)	X_{26}	三次産業人口比 (%)
X_{12}	車両密度: A/面積 ($1000^B/Km^2$)	X_{27}	個人所得 (円/人)
X_{13}	二輪車密度: B/面積 ($1000^B/Km^2$)	X_{28}	工業出荷額 (円/人)
X_{14}	乗用車類比: 二輪車類/A (%)	X_{29}	商品販売額 (円/人)
X_{15}	二輪車類比: B/A+B (%)	X_{30}	酒類消費量 (ℓ/人)

(注1): 小型二輪, 軽二輪, 原動機付自転車

(注2): 昭和40年国勢調査

(注3): (昭和40期 - 昭35口調) / 昭35口調

(1) 交通事故発生件数に影響する要因

30変量のすべてによって交通事故件数を説明した場合、重相関係数 0.99813 が得られた。こ

Table-2 交通事故件数に影響する要因

変 量	構造 vector	標準重み vector		回 帰 係 数
		W_{Si}	%	
X_{10}	0.92961	0.84364	16.79	48.657
X_{11}	0.91020	0.36441	7.25	19.873
X_{12}	0.59730	1.45267	28.91	242.713
X_{13}	0.52911	-0.89409	17.79	-140.580
X_{18}	0.34172	-0.74731	14.87	-207.052
X_{19}	0.08171	0.38245	7.61	92.952
X_{20}	0.84007	-0.34096	6.78	-1.570
$R = 0.97257$		回帰定数 = 2314.75		

これらの変数によって説明される割合(寄与率)は99.6%であり、ほぼ完全にその変動をとうえることが出来る。次により少ない変数で説明するために変数の選択を行った。選択した7つの変数によって得られた重相関係数は0.97257で、寄与率は94.6%であった。この7つの変数で交通事故発生件数の変動のほとんどもをとうえることができる。合成変数の内部構造と各変数の影響度をTable-2に示す。また次の回帰式を得た。

$$Y_a = 48.657X_{10} + 19.873X_{11} + 242.713X_{12} - 140.580X_{13} - 207.052X_{18} + 92.952X_{19} - 1.570X_{20} + 2314.75 \dots\dots\dots (9)$$

(2) 死者数に影響する要因

30変数による重相関係数は0.98914、寄与率は97.8%であった。8つの有意な変数に限定した結果をTable-3に示す。重相関係数は0.97585、寄与率は95.2%であった。回帰方程式は

$$Y_b = 1.4375X_{10} + 0.83930X_{11} - 2.1379X_{12} + 5.8809X_{13} - 3.8299X_{19} - 4.1138X_{20} - 0.3077X_{22} + 26.5185X_{23} + 300.019 \dots\dots\dots (10)$$

Table-3 死者数に影響する要因

変数 X_i	構造vector a_i	標準重みvector		回帰係数
		w_{si}	%	
X_{10}	0.96254	0.69304	17.78	1.4375
X_{11}	0.95098	0.42795	10.98	0.8393
X_{12}	0.45181	-0.35578	9.12	-2.1379
X_{13}	0.41404	1.03999	26.67	5.8809
X_{19}	0.12010	-0.43816	11.24	-3.8299
X_{20}	0.88280	-0.24843	6.37	-4.1138
X_{22}	0.38008	-0.50470	12.94	-0.3077
X_{23}	0.62808	0.19087	4.90	26.5185
$R = 0.97585$		回帰常数 = 300.019		

(3) 傷者数に影響する要因

30変数による重相関係数は0.99018、寄与率は98.0%であった。6つの有意な変数に限定した

結果をTable-4に示す。重相関係数は0.96144、寄与率は92.4%であった。回帰方程式は

$$Y_c = -509.118X_7 + 28.850X_8 + 71.748X_{10} + 35.815X_{11} - 3.403X_{20} + 5.649X_{22} - 4513.99 \dots\dots\dots (11)$$

Table-4 傷者数に影響する要因

変数 X_i	構造vector a_i	標準重みvector		回帰係数
		w_{si}	%	
X_7	-0.01505	-0.44605	13.43	-509.118
X_8	-0.18576	0.45837	13.80	28.850
X_{10}	0.94153	1.01099	30.45	71.748
X_{11}	0.92631	0.53371	16.07	35.815
X_{20}	0.85528	-0.60059	18.09	-3.403
X_{22}	0.53856	0.27083	8.17	5.649
$R = 0.96144$		回帰常数 = -4513.99		

7777-分析については講演時に述べる。

§ 4. 考 察

多くの変数の多次元分布法則にもとづき、統計的推論を行う方法から地域内における交通事故発生に影響する要因の解明を試みたが、相当に良好な結果を得た。従来のこの問題については直観的な判断から人口と車両数の二つの要因を考えるにとどまっていたが、今回の分析から明らかのように、その他に考慮すべき要因が多くある。三つの基準変数に共通に関連するものは車両数(X_{10})、二輪車類(X_{11})、人口(X_{20})にあるが、その他に基準変数ごとに特徴のある要因が加わっている。特に密度を示される要因が重要となることが判明した。今後この分析による結果にもとづき、交通事故発生ポテンシャルを考え、地域の交通事故の危険性を示す式の開発へと研究を進めたい。

参考文献

- 1) 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」土木学会道路支部論文第26号、昭和45年2月
- 2) 芝 祐順:「相関分析法」車大出版会 1961年