土木学会北海道支部　研究発表論文集　昭和45年度

交通事故発生に影響するマクロ的要因の多変量解析

正員　斎藤和夫*

1. はじめに

交通事故はその発生を個々にとってみると，まったく偶然的（accidental）に発生すると考えられる。しかしその発生過程においては多くの要因が複雑に影響し合い，その結果が交通事故という現象になって現われる。このように複雑なメカニズムを持つ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，医学の場合における病気の如く，一般的普遍的現象としてとらえ，多くの交通事故を通して共通に関連する要因を明らかにし，その相互関連性を追究する必要がある。

交通事故はすべて交通現象のなかにおいて発生する。そのために交通事故発生と要因との関連性を追究する二つのアプローチが生れる。

1　交通現象を発生せしめるポテンシャルである社会・経済に関するマクロ的な要因から追究するアプローチ（マクロ的アプローチ）。

2　実現された交通現象をとりまくミクロ的要因から追究するアプローチ（ミクロ的アプローチ）。

筆者は北海道の一般国道に関するデータに多変量解析的方法を適用してミクロ的アプローチを試みた。その結果は不十分なものであったが，本研究はその経験にもとづき，交通事故発生に影響する要因のマクロ的アプローチからの分析を試みるものである。

2. 研究の目的および概要

本研究は対象地域において年間に発生した交通事故の多変解析に関するものである。その目的は，交通事故発生量の地域によって異なる変動を最も良く説明し得る要因，すなわち事故発生に影響する要因の選択にある。各々の地域が共通に保有する数多くの要因のうち交通事故発生量に有意に寄与するより少ない要因を統計分析的手法を通して明らかにせんとするものである。

この目的に対して採用した分析方法は，多変量解析のなかで最も良く知られている重相関分析（multi-correlation analysis）あるいは重回帰分析（multi-regression analysis）である。その理由として，1)多くの変量を取扱う，2)変量はお互いに独立ではなく相互に関連性がある，ことによる。

事故発生量と各種要因との関連性の評価は，変量の一次結合を仮定して重直線回帰モデルを通して行なった。

有意変量の選択は各予測変量の重みβ_jの絶対値の最小のものを除去する方法を使用し，評価基準は重相関係数Rにおいた。

対象地域は都道府県とし，変量は毎年の統計量を容易に入手し得るものを30個（表—1）とした。また事故発生量としては交通事故件数（人傷事故），死者数，傷者数の3種類とした。

分析は次の二つに分けて行なった：

1　昭和41年度に関する予測変量30種と基準変量3種のデータにもとづき，有意変量の選択に関する分析，

2　選択された変量に対して，昭和42年，43年，44年のデータにもとづく時系列的変化の検討の分析である。

3. 分析方法の基礎概念[2),3),4),5),6)]

多くの変量を取扱う統計的方法として，近年行動科学（Behavioral Scienses）の分野で著しい発達をとげた多変量解析（Multivariate statistical analysis）がある。このなかで最も良く知られる方法に重相関分析および重回帰分析がある。重相関分析は，変量間の関連性について解明するものであり，変量間の線型性または関数関係性の深さを評価する立場に立つ。重回帰分析は，変量間の相関性にもとづき，ある1変量の値を他の全変量から推測するために偏回帰平面をとりあげ，変量間の相互関係を数量的に確立する立場に立つ。一つの基準変量（または従属変量）と二つ以上の予測変量（または独立変量）との間の相互関連性を把握し数量的に評価する一連の分析過程に使用される。

交通事故発生量はその地域の保有する要因の線型結合によって表わされると仮定すると，その関係はm次元空間における超平面（hyperplane）によって表現される。3次元以上の空間を図示することは困難であるが，行列代数学はm次元システムを考えることを可能せしめてい

*　室蘭工業大学土木学科　助教授　工修

る。

地域 i に関する標準化した予測変量 Z_{ij} の重みを β_j とすると，m 次元空間における標準回帰方程式は次元で示される，

$$\hat{Z}_{im}=\beta_1 Z_{i1}+\beta_2 Z_{i2}+\beta_3 Z_{i3}+\cdots\cdots+\beta_{m-1}Z_{i(m-1)} \quad (1)$$

ここに

i ＝個体数$(1,2,3,\cdots\cdots N)$

j ＝予測変量数$(1,2,3,\cdots\cdots m-1)$

重み β_j (beta-coefficient or beta-weights) は，基準変量と各々の予測変量との単純な相関を示すものではなく，それらはまた予測変量間の内部相関性 (intercorrelation) によって影響される。この beta-weights の絶対値の比較は，基準変量の予測に対する予測変量の相対的な寄与の割合を示す。

また標準化しないデータ X_{ij} の重みを b_j とすると，回帰方程式は次式で示される；

$$X_{im}=b_1X_{i1}+b_2X_{i2}+b_3X_{i3}+\cdots\cdots+b_{m-1}X_{i(m-1)}+C \quad (2)$$

b_j (b－coefficient or b-weight) は予測変量の回帰係数，C は回帰常数である。

(1) 式において予測の平均二乗誤差を最小にする，換言すると重相関係数を最大にする β_j の解を得るために，個体 i に対する基準変量の実際値と回帰方程式による予測値の差 e_i を $e_i=Z_{im}-\hat{Z}_{im}$ と定義すると，関数 $f(e)$ は次式である：

$$f(e)=\sum_i(Z_{im}-\hat{Z}_{im})^2/N \quad (3)$$

(3)に(1)を代入すると

$$f(e)=\frac{1}{N}\sum_j[Z_{im}-(\beta_1Z_{i1}+\beta_2Z_{i2}+\beta_3Z_{i3}+\cdots\cdots+\beta_{m-1}Z_{i(m-1)})]^2 \quad (4)$$

また変量 j，k 間の相関係数は，

$$r_{jk}=\sum_i Z_{ij}\cdot Z_{jk} \quad (5)$$

(4)式を β_j で偏微分して(5)式を代入すると次の正規方程式を得る：

$$\left.\begin{array}{llllll}
r_{11}\beta_1 & +r_{12}\beta_2 & +r_{13}\beta_3 & +\cdots\cdots & +r_{1(m-1)}\beta_{m-1} & =r_{1m}\\
r_{21}\beta_1 & +r_{22}\beta_2 & +r_{23}\beta_3 & +\cdots\cdots & +r_{2(m-1)}\beta_{m-1} & =r_{2m}\\
r_{31}\beta_1 & +r_{32}\beta_2 & +r_{33}\beta_3 & +\cdots\cdots & +r_{3(m-1)}\beta_{m-1} & =r_{3m}\\
\vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots\\
r_{(m-1)1}\beta_1 & +r_{(m-1)2}\beta_2 & +r_{(m-1)3}\beta_3 & +\cdots\cdots & +r_{(m-1)(m-1)}\beta_{m-1} & =r_{(m-1)m}
\end{array}\right\} \quad (6)$$

未知の β_j に m 変量間の相関係数のすべてが係数として含まれている。この相関係数行列を $\boldsymbol{R}$ とし，以下の計算のために次の如く分割する。

$$\boldsymbol{R}=\left(\begin{array}{lllll|l}
1.0 & r_{12} & r_{13} & \cdots\cdots r_{1(m-1)} & & r_{1m}\\
r_{21} & 1.0 & r_{23} & \cdots\cdots r_{2(m-1)} & & r_{2m}\\
r_{31} & r_{32} & 1.0 & \cdots\cdots r_{3(m-1)} & & r_{3m}\\
\vdots & \vdots & \vdots & & & \vdots\\
r_{(m-1)1} & r_{(m-1)2} & r_{(m-1)3} & \cdots\cdots 1.0 & & r_{(-1)m}\\
\hline
r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \cdots\cdots r_{m(m-1)} & & 1.0
\end{array}\right)=\left(\begin{array}{c|c}\boldsymbol{R}_{11} & \boldsymbol{R}_{12}\\ \hline \boldsymbol{R}_{21} & \boldsymbol{R}_{22}\end{array}\right)$$

$\boldsymbol{R}_{11}$＝予測変量の intercorrelation matrix

$\boldsymbol{R}_{12}=\boldsymbol{R}_{21}'$＝基準変量と予測変量の相関係数列 vector

$\boldsymbol{R}_{22}$＝scalar 1.0

これらの matrix を利用して以下の計算式を得る

重相関分析

beta-weights vector β は

$\beta=\boldsymbol{R}_{21}\cdot\boldsymbol{R}_{11}^{-1}$，$\boldsymbol{R}_{11}^{-1}=\boldsymbol{R}_{11}$ の逆 matrix

重相関係数 R は

$$R=\sqrt{\beta\cdot\boldsymbol{R}_{12}}=\sqrt{\boldsymbol{R}_{21}\cdot\boldsymbol{R}_{11}^{-1}\cdot\boldsymbol{R}_{12}}$$

標準重み vector $\boldsymbol{w}_s$ は

$$\boldsymbol{w}_s=\beta/R=\boldsymbol{R}_{21}\cdot\boldsymbol{R}_{11}^{-1}/\sqrt{\boldsymbol{R}_{21}\cdot\boldsymbol{R}_{11}^{-1}\cdot\boldsymbol{R}_{12}}$$

重相関係数の R の有意性検定は次式によって行なわれる：

$$F^{m-1}_{N-m-2}=\frac{R_2(N-m-2)}{(1-R^2)(m-1)}$$

重回帰分析

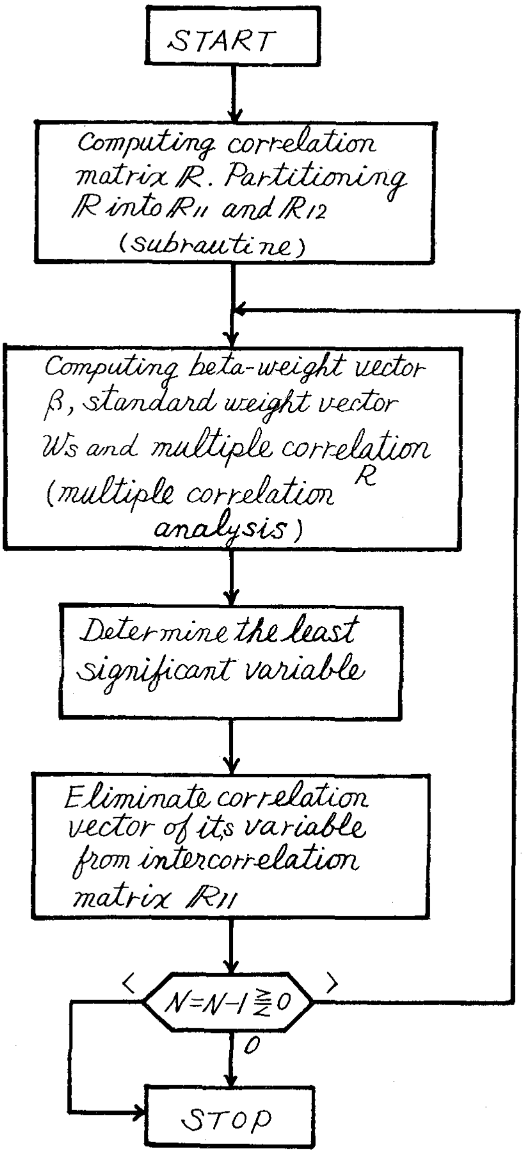
回帰係数 vector $\boldsymbol{b}$ は：

$\boldsymbol{b}=\boldsymbol{A}\cdot\beta$，$\boldsymbol{A}$＝diagonal matrix diagonal の各要素は，基準変量の標準偏差を各々の予測変量の標準偏差で割って求められる。

回帰係数 C は

$$C = M_m - (\boldsymbol{b} \cdot \boldsymbol{M}), \quad \begin{array}{l} M_m = \text{基準変量の平均値} \\ \boldsymbol{M} = \text{予測変量の平均値 vector} \end{array}$$

変量の選択を含む分析の概略的な Flow diagram を図—1に示す。



図—1　分析の概略的な *flow diagram*

4. 対象地域および変量の決定

対象地域は全国46都道府県としたが，分析の基礎となる相関係数がこれらのうちの若干の有力な地域の影響を強く受けて結果に普遍性を欠く恐れがある。これを各都道府県の保有する力をいくつかの面から考慮して有力な都府県（東京・大阪・神奈川・愛知・兵庫・京都）を除外し，40道県を分析対象とした。

予測変量選択の明確な基準はない。選択の基準として，1)道路・車両・人口・経済に関連するもの，2)各年度に関して容易に得られるもの，を考慮の上表—1に示す30種類をとりあげた。このなかで X_{24}（都市人口），

表—1 分析に使用した予測変量（要因）

記号	予測変量（要因）	単位
X_1	国道密度（延長／面積）	km/km²
X_2	都道府県密度（　〃　）	km/km²
X_3	市町町道密度（　〃　）	km/km²
X_4	国道舗装率（舗装延長／総延長）	%
X_5	都道府県道舗装率（　〃　）	%
X_6	市町村道舗装率（　〃　）	%
X_7	道路総延長／人口	km/1000人
X_8	道路総延長／車両	km/1000台
X_9	舗装総延長／車両	km/1000台
X_{10}	車両数（(A)）	1000台
X_{11}	二輪車数（(B)）（注1）	1000台
X_{12}	車両密度（A／可住地面積）	台/km²
X_{13}	二輪車密度（B／可住地面積）	台/km²
X_{14}	乗用車類比（乗用車類／A）	%
X_{15}	二輪車類比（B／(A＋B)）	%
X_{16}	車両増加率（前年比）	%
X_{17}	二輪車増加率（　〃　）	%
X_{18}	車両／人口	台/1000人
X_{19}	二輪車／人口	台/1000人
X_{20}	人口	1000人
X_{21}	人口密度（人口／面積）	人/km²
X_{22}	可住人口密度(人口／可住地面積)	人/km²
X_{23}	人口増加率（前年比）	%
X_{24}	都市人口比（注2）	%
X_{25}	都市人口増加率（注3）	%
X_{26}	第三次産業人口比	%
X_{27}	個人所得（人口当たり）	(万円/人)
X_{28}	工業出荷額（　〃　）	(万円/人)
X_{29}	商品販売額（　〃　）	(万円/人)
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年国調—昭和35年国調)／昭和35年国調

X_{25}（都市人口増加率）は国勢調査年度の資料しか入手されないが，その影響度合に対する興味からあえてとりあげた。

基準変量は交通事故件数（人傷事故のみ），死者数，傷者数の３種とした。

5. 分析結果

5-1 要因の選択と結合度の分析[7]

分析結果のこの部分は昭和41年のデータを使用して変量を選択した場合，どの程度まで変動を説明し得るかを示すものである。

1） 事故発生件数について

30変量すべてによって発生件数の変動を説明すると，重相関係数$R=0.9918$を得た。これらの変量は事故発生件数の変動の99.6％（寄与率）を説明することになる。しかしこの30変量のなかには事故発生件数の変動にほとんど影響しないもの，あるいは他の変量によって代表され得るものがある。これらを除去するために標準重み vector の絶対値の最小のものを相関行列 $\boldsymbol{R}_{11}$ から除去して順次重相関分析を行なった。８変量以下に限定した結果を表—２に示す。この結果から，90％以上の寄与率を得るためには最低X_{10}，X_{12}，X_{18}の３つの要因を含める必要がある。

2） 死者数について

30変量すべてによって死者数の変動を説明すると，重相関係数$R=0.9891$を得た。これらの変量によって死者数の変動の97.8％が説明される。８変量以下に限定した結果を表—３に示す。90％以上の寄与率を得るためには，X_{11}，X_{22}，X_{13}，X_{19}の４つの要因を含める必要がある。

3） 傷者数について

30変量すべてによって傷者数の変動を説明すると，重相関係数$R=0.9902$を得た。これらの変量によって傷者数の変動の98.0％が説明される。８変量以下に限定した結果を表—４に示す。90％以上の寄与率を得るためには，X_{10}，X_{11}，X_{20}，X_7，X_8，X_{22}の６つの要因を含む必要がある。

5-2 選択された要因の時系列的変化の分析

前の分析によって選択された変量の基準変量に対する影響が時系列変化に対しても有効であるかどうかを検討する。分析の対象年度は昭和42年，43年，44年であり，また変量の組合せは，各種可能であるが，前の分析にお

表—２ 交通事故件数の変動に影響する有意な要因の選（択上段はw_s，下段は％を示す）

重相関係数 R	寄与率 (％)	車両数 X_{10}	車両密度 X_{12}	車両/人口 X_{18}	二輪車密度 X_{13}	二輪車/人口 X_{19}	二輪車数 X_{11}	人口 X_{20}	二輪車類比 X_{15}
0.9726	94.6	0.8411 (16.9)	1.4425 (29.0)	−0.7260 (14.6)	−0.8851 (17.8)	0.3645 (7.3)	0.3642 (7.3)	−0.3376 (6.8)	0.0155 (0.3)
0.9726	94.6	0.8436 (16.8)	1.4527 (28.9)	−0.7473 (14.9)	−0.8941 (17.8)	0.3825 (7.6)	0.3644 (7.3)	−0.3410 (6.8)	
0.9718	94.4	0.5393 (12.1)	1.5307 (34.3)	−0.6956 (15.6)	−0.9467 (21.2)	0.4416 (9.9)	0.3143 (7.0)		
0.9706	94.2	0.8676 (16.4)	1.7541 (33.1)	−0.8856 (16.7)	−1.1455 (21.6)	0.6425 (12.1)			
0.9597	92.1	0.8580 (52.4)	0.3412 (20.8)	−0.2836 (17.3)	0.1556 (9.5)				
0.9579	91.7	0.8476 (50.9)	0.5070 (30.5)	−0.3098 (18.6)					
0.9374	87.9	0.8525 (74.8)	0.2869 (25.2)						
0.9041	81.7	1.0 (100)							

表—3　死亡者数の変動に影響する有意な要因の選択（上段はw_s，下段は%を示す）

重相関係数 R	寄与率 (%)	二輪車数 X_{11}	可住人口密度 X_{22}	二輪車密度 X_{13}	二輪車/人口 X_{19}	車両数 X_{10}	人口 X_{20}	車両密度 X_{12}	人口増加率 X_{23}
0.9759	95.2	0.4280 (11.0)	−0.5047 (12.9)	1.0400 (26.7)	−0.4382 (11.2)	0.6930 (17.8)	−0.2484 (6.4)	−0.3558 (9.1)	0.1909 (4.9)
0.9650	93.1	0.5411 (13.8)	−0.5082 (13.0)	1.0069 (25.7)	−0.4943 (12.6)	0.7648 (19.5)	−0.3528 (9.0)	−0.2542 (6.5)	
0.9643	93.0	0.5952 (18.8)	−0.6321 (20.0)	0.9390 (29.7)	−0.4791 (15.2)	0.4260 (13.5)	−0.0894 (2.8)		
0.9642	93.0	0.5400 (18.0)	−0.6449 (21.5)	0.9626 (32.1)	−0.4625 (15.4)	0.3913 (13.0)			
0.9591	92.0	0.9068 (24.0)	−0.8750 (23.1)	1.2983 (34.3)	−0.7036 (18.6)				
0.9394	88.2	0.9498 (83.6)	0.1717 (15.2)	−0.0141 (1.2)					
0.9394	88.2	0.9483 (85.6)	0.1600 (14.4)						
0.9280	86.1	1.0 (100)							

表—4　傷者数の変動に影響する有意な要因の選択（上段はw_s，下段は%を示す）

重相関係数 R	寄与率 (%)	車両数 X_{10}	二輪車数 X_{11}	人口 X_{20}	道路延長/人口 X_7	道路延長/車両 X_8	可住人口密度 X_{22}	二輪車密度 X_{13}	二輪車/人口 X_{19}
0.9663	93.4	1.4093 (21.3)	0.9216 (13.9)	−0.9572 (14.5)	−0.5931 (9.0)	0.6004 (9.1)	0.9074 (13.7)	−0.8448 (12.8)	0.3862 (5.8)
0.9637	92.9	1.0828 (24.7)	0.7776 (17.8)	−0.9099 (20.8)	−0.4268 (9.7)	0.4290 (9.8)	0.4733 (10.8)	−0.2811 (6.4)	
0.9614	92.4	1.0110 (30.5)	0.5337 (16.1)	−0.6006 (18.1)	−0.4461 (13.4)	0.4584 (13.8)	0.2708 (8.2)		
0.9367	87.7	1.3239 (33.8)	0.6405 (16.4)	−0.9185 (23.5)	−0.5578 (14.2)	0.4755 (12.1)			
0.9283	86.2	0.7246 (38.1)	0.6491 (34.2)	−0.3744 (19.7)	−0.1523 (8.0)				
0.9199	84.6	0.8836 (53.0)	0.4464 (26.7)	−0.3385 (20.3)					
0.9129	83.5	0.6301 (62.0)	0.3857 (38.0)						
0.9052	81.9	1.0 (100)							

いて90%以上の寄与率を得るのに最低必要であると判明した変量の組合せに対する分析結果を示す。

1) 事故発生件数について

90%以上の寄与率を得るのに最低含むべき変量は X_{10}（車両数），X_{12}（車両密度），X_{18}（車両／人口）であった。この3つの変量の時系列変化に対する重相関係数，寄与率を表―5に示す。この結果によると，41年度に比較しても各年度とも重相関係数が向上した。また，その変化は安定を保っている。

表―5 事故件数に対する重相関係数の時系列変化

変量	年度	重相関係数 (R)	寄与率(%)
X_{10} X_{12} X_{18}	41	0.95786	91.7
	42	0.96377	92.9
	43	0.96998	94.1
	44	0.96852	93.8

2) 死亡者数について

90%以上の寄与率を得るのに最低必要な変量は X_{11}（二輪車数），X_{22}（可住人口密度），X_{13}（二輪車密度）と X_{19}（二輪車／人口）であった。この4つの変量の時系列変化に対する重相関係数，寄与率を表―6に示す。昭和41年度に比較して重相関係数が低下しており，そのパターンは不安定である。このためこの4つの変量のみでは死者数の変動を十分にとらえることは保証されない。このため昭和42年，43年，44年について前の分析で限定した8つの変量からの選択を行なった。その結果は昭和41年と42年度は同じ変量が選択されたが，昭和43年，44年についてはまったく異なる変量が選択された。変量と重相関係数，寄与率を表―7に示す。この結果からも死者数の変動の説明のための有意変量を固定することは出来ない。

表―6 死亡者数に対する重相関係数の時系列変化

変量	年度	重相関係数 (R)	寄与率(%)
X_{11} X_{13} X_{19} X_{22}	41	0.95910	92.0
	42	0.94946	90.1
	43	0.92371	85.3
	44	0.91884	84.4

表―7 死亡者数の変動を説明する4つの変量時系列変化

年度	選択された変量				重相関係数	寄与率
41	X_{11}	X_{22}	X_{13}	X_{19}	0.95910	92.0
42	X_{11}	X_{22}	X_{13}	X_{19}	0.94946	90.1
43	X_{10}	X_{13}	X_{12}	X_{23}	0.96171	92.5
44	X_{20}	X_{12}	X_{22}	X_{10}	0.92667	85.9

3) 傷者数について

90%以上の寄与率を得るのに最低必要な変量は X_{10}（車両数），X_{11}（二輪車数），X_{20}（人口），X_7（道路総延長／人口），X_8（道路総延長／車両数）と X_{22}（可住人口密度）であった。この6つの変量の時系列変化に対する重相関係数，寄与率を表―8に示す。いずれの年度においても重相関係数は安定したパターンを保っている。

表―8 傷者数に対する重相関係数の時系列変化

変量	年度	重相関係数 (R)	寄与率(%)
X_7 X_8 X_{10} X_{11} X_{20} X_{22}	41	0.96144	92.4
	42	0.96577	93.3
	43	0.97183	94.4
	44	0.96758	93.6

6. 考察

多くの変量の多次元分布法則にもとづき，統計的推論を行なう方法により地域内で発生する交通事故件数，死者数，傷者数に大きく影響する要因の解明を試みた。また選択された要因が時系列変化に対しても有効であるかどうかの検討も行なった。ここに本研究を通して得られた結果について若干の考察を行なう。

1. 各地域において発生する交通事故，死者数，傷者数はその地域が保有する数少ない要因によって十分にとらえることができる。

2. 交通事故件数，死者数，傷者数に対する有意な要因は必ずしも同じではなく，それぞれ特徴ある要因が選択された。

3. 寄与率を90%以上とするという基準を設けると，交通事故件数を説明するのに必要な要因は車両数(X_{10})，車両密度（X_{12}），車両／人口（X_{18}）の要因を含める必要がある。さらにこれらの要因の影響力は時系列変化に対しても十分に耐えうるものであった（表―2，表―5）。

4. 死亡者数について同様の基準を設けると，含むべき要因は二輪車数（X_{11}），可住人口密度（X_{22}），二輪車密度（X_{13}），二輪車／人口（X_{19}）であるが，この場合は必ずしも時系列変化に対してその影響力を保つとはいえない。（表―3，表―6）。年度によってはまったく異なる要因が大きな影響力をもつ場合がある（表―7）この原因の一つとして，死亡数は各年度に一定の変動をもたず，同一地域においても年度によって増減が著しい場合がある。

5. 傷者数について同様に考えると，含むべき要因の数は前二者に対するより多くなり，車両数（X_{10}），二輪車数（X_{11}），人口（X_{20}），道路延長／人口（X_7），道路延長／車両数（X_8），可住人口密度（X_{22}）であった。またこれらは時系列変化に対しても満足な結果を与えた（表－4，表－8）。特に道路延長の要素が加わったことに大きな特徴がある。

6. 従来交通事故発生量や死者数をとらえるための要因として，車両数，人口が考えられたが，本研究によりその科学的根拠にもとづき影響力の大きな要因を選択し，また事故を表現する種類によって有意な要因が異なることを示し，特に密度によって表示される要因も重要であることが示された。

本研究における問題点：

1. 本研究では，事故は各要因の線型結合によって表示されるという仮定にもとづくことからの制約がある。

2. 分析方法の数学的制約から個体数が少ない場合に非常に多くの変量を取扱うことができない。

3. 交通安全施設，交通警察，交通安全教育などの安全面に関する要因が，データの入手が困難なために加えられていない。

7. むすび

本研究では，交通事故分析にほとんど利用されていなかった重相関分析法をもとにして，マクロ的要因の交通事故に対する影響を解明し，有意な要因の選択を試みた。得られた結果は今後交通安全のための基本計画立案などを考える場合に重要な基礎になるものと信ずる。

本研究は多くの方々の助力のもとに行なわれた。室蘭工業大学石井憲一助手，第25回土木学会年次学術講演会において，この分析方法について有意義な助言を与えられた方々，さらに筆者の研究を支えて下さいました北海道大学板倉教授，加来助教授に心から謝意を表します。

一連の計算は北海道大学大型計算センター FACOM 230―60 で行なった。なお，この研究は昭和45年度文部省科学研究費（奨励研究）を受けたものであることを付記する。

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―多変量解析による一考察―」，土木学会北海道支部　研究発生論文集　第26号（昭和45年）

2) W.W. Cooley & P.R.Lohnes : Multivariate Procedures for The Behavioral Sciences, John Willey & Sons (1966)

3) H.H.Harman : Modern Factor Analysis, Univ. of Chicago Press (1960)

4) D.F.Morrison : Multivariate Statistical Methods, McGraw-Hill (1967)

5) 芝　祐順：「行動科学における相関分析法」，東大出版会（1967）

6) 北川敏夫編：「多変量解析論」，共立出版（昭和41年）

7) 斎藤和夫，石井憲一：「交通事故発生の変動に影響する要因のマクロ的分析」，第25回土木学会年次学術講演集　第4部（昭和45年）