

踏切態度の数量化に関する研究

長 浜 友 治

A Study on the Quantification of Moral Attitudes toward Level Crossings

Tomoharu NAGAHAMA

The present article has made an analysis of the human factor of traffic accidents at the crossings, worked following the Theory of Quantification (III) on the responses received from the “enquete” researches, and clarified the consciousness structure of those who crossed the crossings, through dividing them into their age and sex, and excellent drivers and bad ones. And author has sought to find out the scale value of their ethical attitude toward the crossings and make a comparison among those different types of drivers.

1. まえがき

本研究は、先の踏切構造など主として物理的要因による踏切事故発生分析に続き、踏切通行者の心理面に立ち入って人的要因を探るため、数量化理論Ⅲ類の手法を用いて行動計量学的アプローチを試みた。すなわち、アンケート結果からパターン分類の数量化を行い「考えの筋道」、「考えの軸」を明確にし心理面の内的関連性を深く解析し、踏切通行者の年代別、性別、無免許、長期免許ドライバー群の潜在意識構造を計量的に表わして比較検討を試みることに焦点をあてたものである。

国鉄の踏切事故資料によれば、第1種踏切での遮断機突破、第3種踏切では警報無視、第4種踏切で直前横断など事故原因の70%が通行者の無謀な暴進事故である。したがって本研究で示した行動計量学的手法は、事故分析の有力な決め手であることを確信する。

2. 数量化理論Ⅲ類（パターン分類）の適用

踏切通行者の意識構造を解析するため表-1のようなアンケート調査様式を定めた。調査は、福井県運転者教育センターにおいて、福井県安全運転学校、福井県警運転免許課の協力を得て行った。有効回答者数は1494名で内訳は、若年層（18～24才）220名、中間層（25～34才）217名、壮年層（35～50才）266名、女性241名、無免許群346名、長期免許群204名の免許証を持つドライバーである。

回答パターンの数量化とは、回答に数値を与えて回答の類似性と回答者の類似性の両面を描き出すものであるが、本研究では、回答の類似性、つまり回答同士の結びつきの程度を表わしてお

表-1 踏切態度に関するアンケート調査

福井工業大学建設工学科 長 浜 研 究 室									
性別		年令		職業		免許有無		学歴	
経験年数		自動車の種類		1ヵ月の運転日数					

注) 自動車の種類欄は自家用か事業用

問1 踏切における一旦停止は事故防止対策上有効か否か科学的検討を要する問題であり、一旦停止によってエンストによる事故の発生ばかりか交通渋滞の原因ともなるとい意見がありますが、あなたはごどう思ひますか。

A 安全のためには一旦停止は絶対必要である。

B 科学的検討結果によらなければ何とも言えない。

C 警報機もしゃ断機もない踏切では一旦停止は必要だが、その他の踏切では警報機がなっていないときは一旦停止の必要はない。

問2 しゃ断機のない踏切で踏切警報が鳴っている最中に歩行者や自転車、自動車が渡っています。それについて危ないことだと思ひますが、あなたはご場合どのよう感じますか。

A 全く危ないと思ひう。

B 安全確認の上渡っているから大丈夫だと思ひう。

問3 しゃ断機のある踏切でしゃ断機が下り始めている最中に歩行者や自転車、自動車が渡っています。それについて危ないことだと思ひますが、あなたはご場合どのよう感じますか。

A 全く危ないと思ひう。

B 安全確認の上渡っているから大丈夫だと思ひう。

問4 しゃ断機のない踏切で踏切警報が鳴っているが安全だとわかった場合、踏切を渡ったことがありますか。

(イ) 歩行者として

A 警報が鳴っているときは渡ったことは全くない。

B 安全だとわかったので渡ったことがある。それは

(1) たまにある (2) ときどきある

(ロ) 自転車にのって

A 警報が鳴っているときは渡ったことは全くない。

B 安全だとわかったので渡ったことがある。それは

(1) たまにある (2) ときどきある

(ハ) 自動車を運転して

A 警報が鳴っているときは渡ったことは全くない。

B 安全だとわかったので渡ったことがある。それは

(1) たまにある (2) ときどきある

問5 しゃ断機のある踏切で警報が鳴ってしゃ断機が下り出すまでの間や、しゃ断機が下り始めているとき安全だとわかった場合、踏切を渡ったことがありますか。

(イ) 歩行者として

A 警報が鳴ってしゃ断機が下り出すまでの間や、しゃ断機が下り始めているときは渡ったことは全くない。

B 安全だとわかったので渡ったことがある。それは

(1) たまにある (2) ときどきある

(ロ) 自転車にのって

A 警報が鳴ってしゃ断機が下り出すまでの間や、しゃ断機が下り始めているときは渡ったことは全くない。

B 安全だとわかったので渡ったことがある。それは

(1) たまにある (2) ときどきある

(ハ) 自動車を運転して

A 警報が鳴ってしゃ断機が下り出すまでの間や、しゃ断機が下り始めているときは渡ったことは全くない。

B 安全だとわかったので渡ったことがある。それは

(1) たまにある (2) ときどきある

問6 しゃ断機のない踏切で急いでいるとき、見通しが良く列車がこないことがわっている場合、あなたに踏切警報の規則はごあるべきだと思ひますか。

A 警報が鳴っている間は絶対に渡らない。

B 警報が鳴り始めたばかりのときだけ列車がくるまで間があるから、安全確認の上渡ってもよい。

C 警報が鳴っていてもそれは注意信号であるから、安全さえ確認すればいつでも渡ってもよい。

問7 しゃ断機のある踏切で急いでいるとき、見通しが良く列車がこないことがわっている場合、踏切しゃ断機の規則はごあるべきだと思ひますか。

A 警報が鳴り出したら、しゃ断機が下り始めなくても絶対に渡らない。

B 警報が鳴り出しても、しゃ断機が下り始めるまでは安全確認の上通過してもよいが、下り始めたら渡らない。

C しゃ断機が下りかけているときは安全確認の上通過してもよいが、下りてしまったら渡らない。

問8 踏切事故の原因は何だと思ひますか。

A 絶対にドライバー、歩行者など人が悪い。

B 人も悪いが保安施設、踏切構造にも原因がある。

C 事故を起させるような踏切の欠陥施設、欠陥構造など鉄道側の責任である。

問9 踏切事故防止のためには、どちらが大切ですか。

A 一旦停止の励行など踏切交通道德の高揚と取締りの強化をはかることが先決である。

B 警報機、しゃ断機などの保安施設の整備改良や列車見通し距離の改善、せまい踏切の拡巾、急な道路勾配の改良などの構造改良が先決である。

り、次の数量化理論Ⅲ類によって導かれる。これは i なるものの反応パターンのみが与えられ、これから分類を考える場合で外的基準のない場合の数量化である。まず一次元よりはじめて、拡張するのであるが、いま i なる人に y_i なる数値を与え、 L_j なる特性（回答カテゴリー）に x_j なる数値を与えた場合特性パターンの似たものを集め、さらに似た人を集めるためには、 x と y の

相関係数 ${}^1\rho$ を max にするように x , y の値を求めればよい。

$${}^1\rho = \frac{C_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

$\delta_i(j) = 1$ i タイプが j 回答を選択したとき

$\delta_i(j) = 0$ " 選択しないとき

ℓ_i を i タイプが選択した回答数とすると、

$$\ell_i = \sum_{j=1}^R \delta_i(j)$$

s_i を i タイプに属する人の数とし、 n をサンプルの大きさとすれば

$$n = \sum_{i=1}^Q s_i$$

Q は個体タイプの総数である。

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^R \delta_i(j) s_i x_j^2 - \left(\frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^R \delta_i(j) s_i x_j \right)^2$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q s_i \ell_i y_i^2 - \left(\frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q s_i \ell_i y_i \right)^2$$

$$C_{xy} = \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^R \delta_i(j) s_i y_i x_j - \left(\frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q s_i \ell_i y_i \right) \left(\frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^R \delta_i(j) s_i x_j \right)$$

ここで

$$\bar{\ell} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^Q s_i \ell_i, \quad \bar{\ell}_n = \sum_{i=1}^Q s_i \ell_i$$

${}^1\rho$ を max にするには

$$\frac{\partial {}^1\rho}{\partial x_k} = 0, \quad \frac{\partial {}^1\rho}{\partial y_e} = 0 \quad (k=1, 2, \dots, R, \quad e=1, 2, \dots, Q)$$

を解けばよい。

$$\frac{\partial {}^1\rho}{\partial x_k} = 0 \text{ を展開すると}$$

$$\frac{\partial C_{xy}}{\partial x_k} = {}^1\rho \frac{\sigma_y}{2\sigma_x} \frac{\partial x^2}{\partial x_k}$$

$$\therefore \sum_{i=1}^Q \delta_i(k) s_i y_i - \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q x_i \ell_i y_i \sum_{i=1}^Q \delta_i(k) s_i$$

$$= {}^1\rho \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \left(\sum_{i=1}^Q \delta_i(k) s_i x_k - \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^R \delta_i(j) s_i x_j \sum_{i=1}^Q \delta_i(k) s_i \right)$$

$$\frac{\partial {}^1\rho}{\partial y_e} \text{ かつ }$$

$$\frac{\partial C_{xy}}{\partial y_e} = {}^1\rho \frac{\sigma_x}{2\sigma_y} \frac{\partial \sigma_y^2}{\partial y_e}$$

$$\therefore \frac{1}{\ell_n} \sum_{j=1}^R \delta_e(j) x_j - \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^R \delta_i(j) s_i x_j = {}^1\rho \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \left(y_e - \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q s_i \ell_i y_i \right)$$

$$\begin{cases} h_{jk} = a_{jk} - b_{jk} \\ a_{jk} = \sum_{i=1}^Q \frac{\delta_i(j) \delta_i(k)}{\ell_i} s_i \\ b_{jk} = \frac{1}{\ell_n} \sum_{i=1}^Q \delta_i(j) s_i \sum_{i=1}^Q \delta_i(k) s_i \\ d_k = \sum_{i=1}^Q s_i \delta_i(k) \end{cases}$$

これより計算して

$$\sum_{j=1}^R h_{jk} x_j = {}^1\rho^2 \left(d_k x_k - \sum_{j=1}^R b_{jk} x_j \right), \quad (k=1, 2, \dots, R)$$

$$\begin{cases} f_{jk} = -b_{jk} & (j \neq k \text{ のとき}) \\ f_{jk} = d_k - b_{jk} & (j = k \text{ のとき}) \end{cases}$$

これより

$$\sum_{j=1}^R h_{jk} x_j = {}^1\rho^2 \sum_{j=1}^R f_{jk} x_j, \quad (k=1, 2, \dots, R)$$

マトリックス表現として

$$\mathbf{HX} = {}^1\rho^2 \mathbf{FX}$$

マトリックス H の要素は h_{jk} , F の要素は f_{jk} , X は縦ベクトルである。よって $\max {}^1\rho^2$ とこれに対する x の値を求め得る。 ${}^1\rho^2$ が小さく一次元で不十分なときは、二次元、三次元を展開し、 ${}^2\rho^2$, ${}^3\rho^2$ を求めこれに対応する 2x , 3x を求めて目的を達成し得るが、本研究では二次元までの展開で十分であった。

3. 解析結果と考察

アンケート 9 つの質問の回答について、パターン分類の数量化を行い各回答の結びつきを検討した。当初著者の意図した設問回答の質的内容は、A 回答は主として、踏切交通規則を順守する道徳的回答であり、B 回答はやや非道徳的回答、C 回答は、強い非道徳的回答とみるべきであろう。ただし問 4、問 5 については、B 回答の(1)を B、(2)を C 回答として表わした。各グループのパターン分類の結果を図-1~図-6に示した。 1X 軸は、道徳的回答(○印)と非道徳的回答(●印)を分離している。次に 2X 軸は、大局的にみて、やや非道徳的回答(○印)と強い非道徳的回答(●印)に關与する軸と解釈できる。このとき道徳的回答 A (○印) 群は、 2X 軸によって動かず両者の中間に位置するパターンが展開されている。固有ベクトル空間における原点からの距離が遠いほど異常な考え方であり、回答群の距離の近いものは親近性を表わす。

一見、大局的によく似た各グループの反応パターンも詳細に検討すると、意識構造の違いが見出され、以下その潜在的な基本構造を分析してみる。

(1) 無免許停者群 (優良ドライバー群)

図-1 に示す反応パターンは、著者の意図したパターンとほとんど一致する。道徳的回答 A 群(○印)は凝集度も高く、非道徳的回答 B、C 群は 2X 軸によって、きれいに分離されている。ただし、1 C (一旦停止は 4 種踏切以外必要でない) が○印側へ反応し 1 B (一旦停止は科学的検討

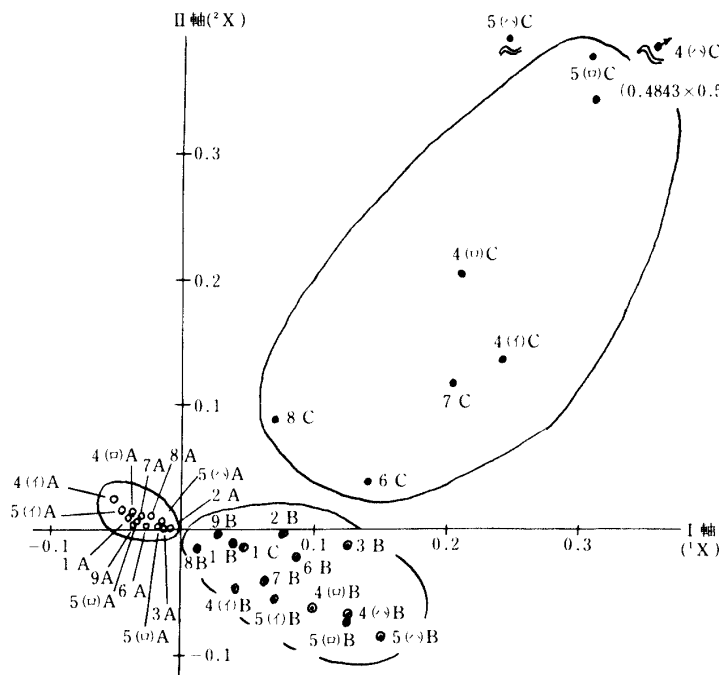


図-1 無免許停者群 (優良ドライバー)

を要する) と近い。これは両回答の考え方が類似していることを表わし、この反応パターンはグループによって異り、意識構造の違いをみせている。やや非道徳的回答の○印は比較的小さい領域に反応しているが、強い非道徳的回答とみられる●印は分散が大きく、考え方の違いが相当あり、5(○)C (しゃ断機のある踏切で警報中自動車を運転してときどき渡る) と 4(○)C (しゃ断機のない踏切で、警報中自動車を運転してときどき渡る) が原点より遠く反応していることは常識と一致する。(●印の反応パターンは壮年層を除いてほぼ似ている) 本グループの特

徴は○●●の回答群が最も明確に分離され、3つの意識の違いが、すっぱりと割れた典型的パターンと言える。

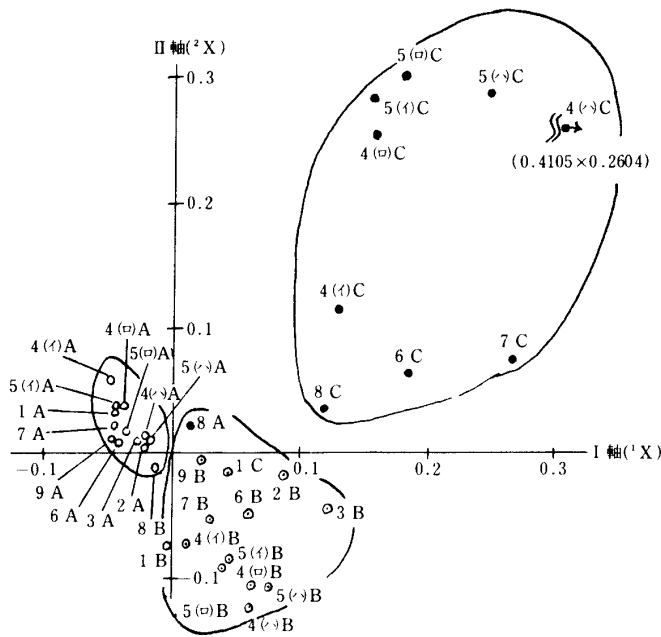


図-2 若年層(18~24才)

(2) 若年層(18~24才)

図-2から8B(踏切事故の原因は人も悪いが保安施設、踏切構造にも原因がある)が道徳的回答A集団に属し、8A(踏切事故の原因は、絶対ドライバー、歩行者など人が悪い)が原点に近い非道徳的回答側へ多数派意識として反応していることと、1Bが○印の道徳側の境界域に反応していることは注目すべきである。このことは若年層の価値判断の特徴であり、事故原因は人と鉄道側の施設、構造両者の責任と考えることは正論であり、一方的に人のみに原因があるとの考え方は、むしろ道義に反するとの踏切態度は

他のグループには見られない。なお1BがA集団と離れているが、道徳的領域へプロットされていることも若者の思想の一端を表すものである。

(3) 中間層(25~34才)

このグループは、図-3にみられるように若年層と次の壮年層の中間的反応パターンとみなせる。特徴としては、8C(踏切事故の原因は、施設、構造など鉄道側の責任である)8B、9B(踏切事故防止のためには、保安施設や踏切構造の整備改良が先決である)の回答が○印の道徳的

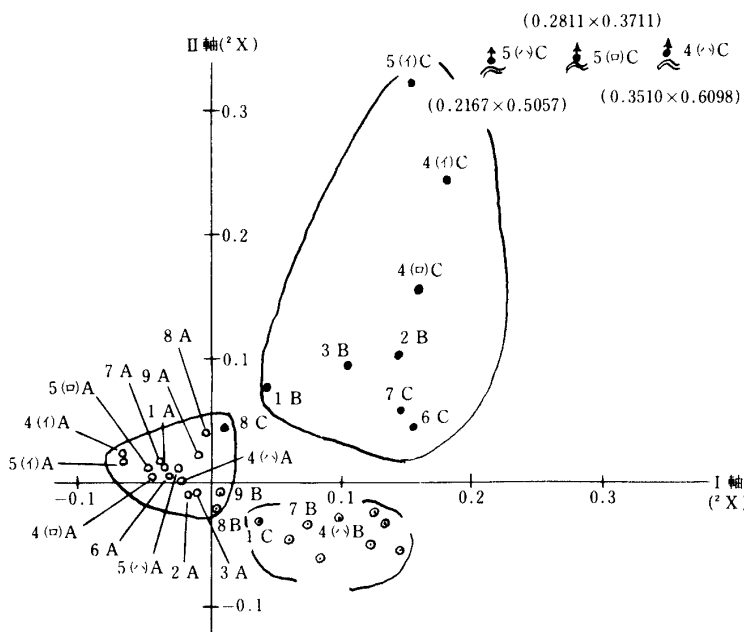


図-3 中間層(25~34才)

領域の境界に反応して、道徳的回答群とみなせることである。これは踏切事故が、物理的原因であるという意識が正論に近く特に8Cが○印集団に属することは、踏切事故を鉄道の責任とする意識が強く他のグループには全く見られない。しかし一方では、1B、2B(しゃ断機のない踏切で警報中他人が渡っているのをみて、大丈夫と思う)、3B(しゃ断機のある踏切で警報中他人が渡っているのをみて、大丈夫と思う)が原点から遠くに位置し、強い非道徳的領域に反応していることは、壮年層、女性群と共に道徳意識

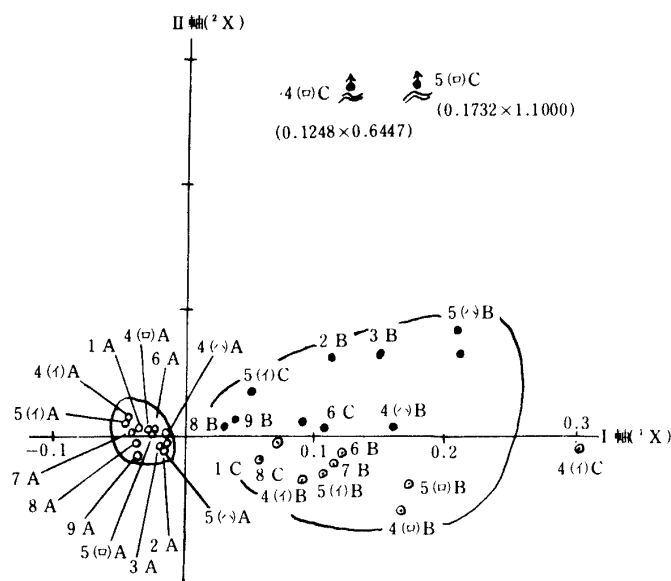


図-4 壮年層 (35~59才)

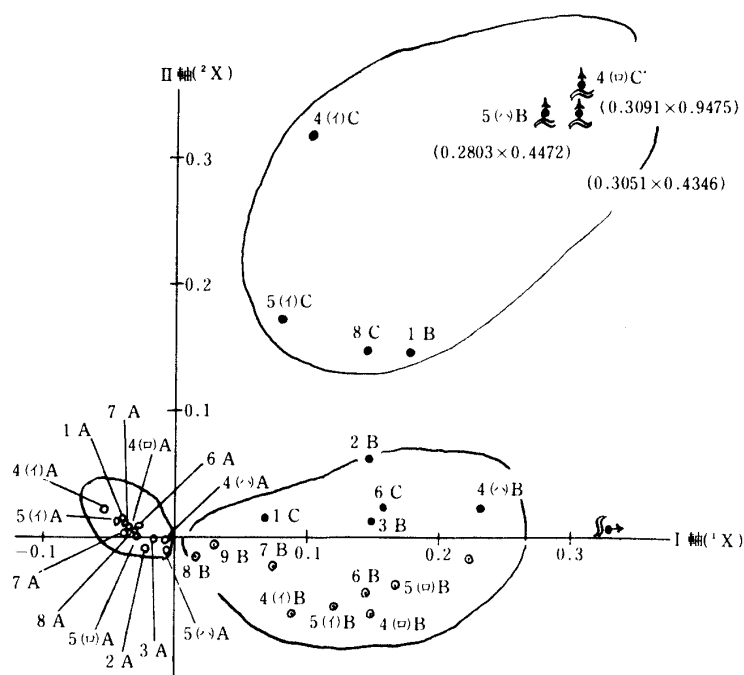


図-5 女性群

の強い一面をものぞかせている。

結局このグループは、事故原因について物理的原因を正論とする潜在意識が強い反面、踏切態度により慎重な道德観をもつ中間層らしい特色を示している。

(4) 壮年層 (35~59才)

図-4の回答パターンの特長は、大局的にみて、異常な反応点を除いて非道德側のB、C回答が混在して一集団をなしていることである。つまり、A集団とB・C集団の2群に明確に分離され、B回答とC回答の間に特に大きな意識、考え方の差はなく、親近性の強いことを表わしている。強いて言えば、B回答が大量に●印側へ反応し、特に4(イ)B(しゃ断機のない踏切で自動車を運転してたまに渡る)と5(イ)B(しゃ断機のある踏切で、警報中自動車を運転してたまに渡る)が●印側へ反応していることから、壮年層の踏切態度、意識が道德的順法精神の強いことを示し責任ある年代を象徴している。

(5) 女性群

このグループの図柄は、図-5に示すとおり壮年層に近いものであるが、1Bが原点を遠くはなれて、8Cと近く1Cは前4グループと異なり●印側へ反応し

一旦停止に対する順法精神の強いことを示している。結局意識構造としては、壮年層と類似して、B・C回答の相当数の反応が親近性強く、女性らしい慎重な踏切態度が推測される。

(6) 長期免停群

図-6にみられるようにこのグループの図柄は、若年層に類似しているが、A回答群の分散はかなり大きく、不純な道德意識が作用している。特に8Bが若年層同様○印域に反応し、1C、9BがA集団に属するとみられることは、踏切事故を物理的原因とみなし、順法精神の低さを示すもので、本グループの踏切態度を明確に表わしている。

(7) 踏切態度の道德的尺度値

図-6 長期免停群

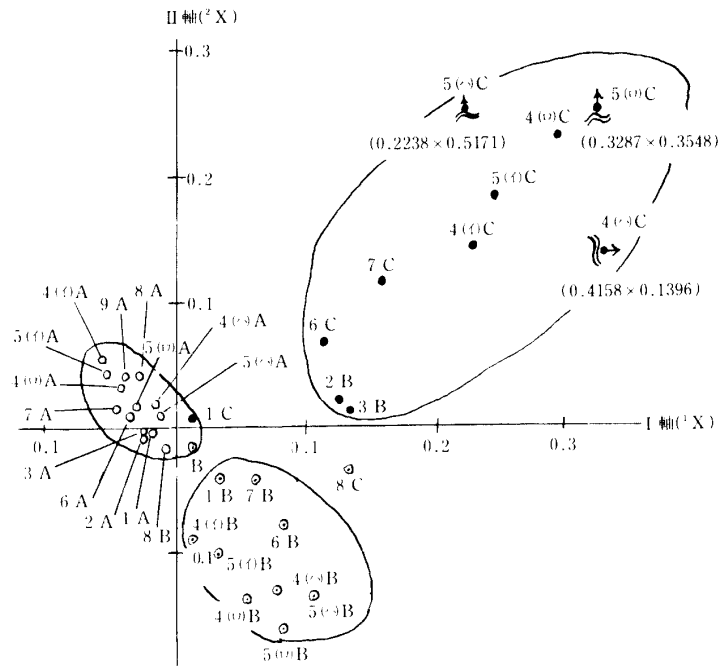
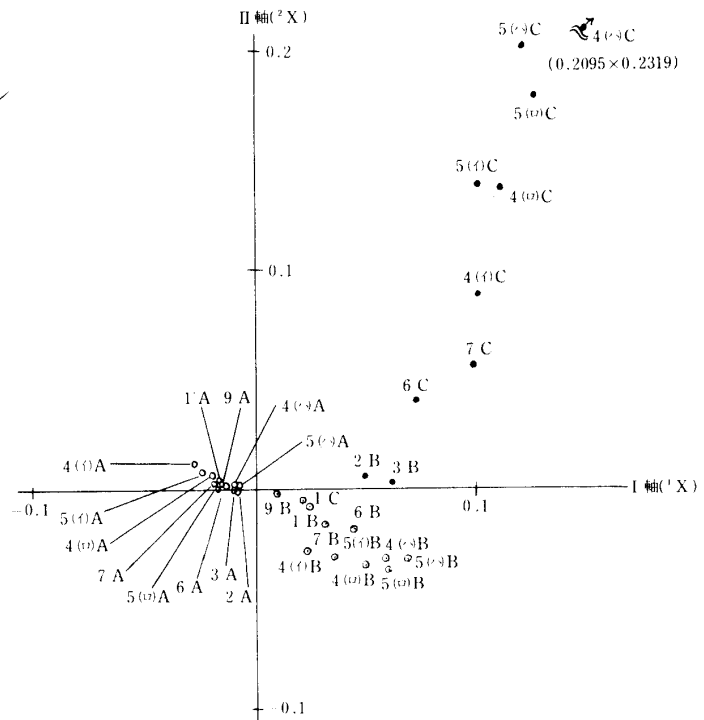


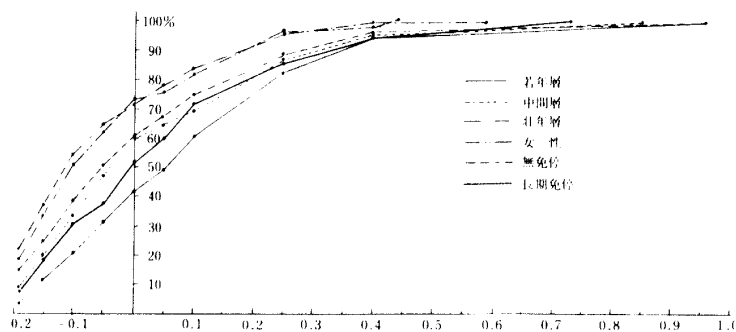
図-7 全体反応パターン



パターン分類の数量化分析の結果から、各グループの踏切態度の尺度として、異質な回答を示す問8を除いて全体の数量化を行い、大局的に¹X軸の値（一次元）で測定できる結論を得た。図-7は全体の数量化を行ったパターン分類である。表-2は、踏切態度尺度値を表わすが、¹X軸の合計値によって10段階で示した。最も道徳的尺度値〔10〕は壮年層が22.2%で最高であり、最低は若年層の3.6%である。一方最も非道徳的尺度値〔1〕は、若年層、長期免停群が共に5.9%で1位、最低は壮年層の0.7%である。次に各グループの¹X軸合計の平均値を求めると、若年層が(+)-0.0792、長期免停者群は(+)-0.0380となり、この両グループが(+)-側の非道徳的態度を示し、(-)-側の道徳的態度の順位は、女性群が(-)-0.0549で一位、次に壮年層(-)-0.0530、無免停者層(-)-0.0083、

表－２ グループ別踏切態度尺度値の分布

I 軸 の 値	尺度値	若 年 層	中 間 層	壮 年 層	女 性 群	無免停群	長期免停群
－0.1914	10	3.6%	9.2%	22.2%	18.3%	14.5%	7.8%
－0.1500～－0.1914	9	8.2	10.6	14.3	14.9	10.4	10.3
－0.1000～－0.1500	8	8.6	13.8	17.7	17.4	14.2	12.3
－0.0500～－0.1000	7	11.4	13.4	10.1	12.0	11.8	7.4
－0.0000～－0.0500	6	9.5	12.4	7.5	10.4	9.5	13.2
＋0.0000～＋0.0500	5	7.7	5.5	6.4	3.7	6.9	8.8
＋0.0500～＋0.1000	4	11.4	4.2	4.9	5.4	7.8	11.8
＋0.1000～＋0.2500	3	22.3	17.5	12.8	14.1	13.6	13.7
＋0.2500～＋0.4000	2	11.4	9.2	3.4	2.1	7.8	8.8
＋0.4000以上	1	5.9	4.2	0.7	1.7	3.5	5.9
平 均 値		(+)0.0792	(-)0.0064	(-)0.0530	(-)0.0549	(-)0.0083	(+) 0.0380



図－８ 踏切態度尺度値の累積度数曲線図

中間層(－)0.0064となって、踏切通行態度の様相の差が顕著に見られるわけである。次いで図－８に¹X軸合計値の累積度数曲線を示すが、(－)側、つまり、尺度値〔6〕までは、道徳的踏切態度であるとみるべきであり、分布比率は女性群が73.0%で最高、以下、壮年層71.8%、無免停群60.4%、中間層59.4%、長期免停者群51.0%、

若年層41.4%である。有意水準5%で統計的有意差を検定すると、若年層と中間層の間に有意な差があり、中間層と壮年層の間にも有意差がある。さらに、女性群と壮年層、無免停者群と中間層の間に有意差はない。次に若年層と長期免停者群には辛じて有意差があるが、中間層と長期免停者群の間には、わずかに有意差がない。表－３に一般、無免停、長期免停グループの道徳的態度尺度値の分布を示すが、回答比率の有意差を検定した結果、同一年令層における各グループの間に有意差は認められず、無免停、長期免停群では若年層と中間層の間に有意差はあるが、中間層と壮年層の間に有意差はない。このことから、道徳的態度の分布比率は、中間層では無免停者群は高く、壮年層において長期免停者群は低いとみるべきであろう。

表－３ 道徳的態度尺度値の分布

グループ 年代	一 般		無 免 停 群		長 期 免 停 群	
	人 数	比 率	人 数	比 率	人 数	比 率
若 年 層	人 91/220	41.4%	人 42/108	38.9%	人 28/ 69	40.6%
中 間 層	129/217	59.4	54/ 86	62.8	42/ 71	59.2
壮 年 層	191/266	71.8	113/152	74.3	35/ 53	66.0

4. 結論と今後の課題

パターン分類の数量化を行って、踏切通行者の潜在意識構造を分析し、興味ある問題点を見出し各グループによって異質な考え方、回答の親近性、結びつきのあること、道徳的態度は年代差の影響が強いことを検定した。このような回答という人の心を通した回答の類似性によって、踏切事故を行動計量学的にアプローチする手法は、今後の交通事故分析において有力な人的要因分析手法となると確信する。本踏切事故研究に関しては、現在まで物理的、人的両要因をマクロ的に解析してきたが、今後の研究方向としては、各種踏切の危険度の評価、事故発生率への回帰分析、暴進事故と踏切構造、環境との相関、事故多発踏切（いわゆる魔の踏切）の実態調査、事故遭遇者の面接調査から最終的には踏切保安設備の人間工学的改良、新装置の開発を目指すもので目下調査研究の方向へ進んでいる。

終りに本研究にあたって、終始有益な助言を賜わり、激励を頂いた文部省統計数理研究所長、林知己夫博士に厚くお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 林知己夫：村山孝：市場調査の計画と実際，日刊工業新聞，昭48．1．
- (2) 林知己夫編：比較日本人論，中公新書，昭48．8．
- (3) 松城素男外4名：踏切事故防止対策の研究(1)，鉄道労働科学研究所，昭45．5．