

踏切事故の危険性に関する基礎的研究

A BASIC STUDY ON ACCIDENT HAZARDS AT
RAILROAD GRADE CROSSINGS

長 浜 友 治*

By Tomoharu NAGAHAMA

1. ま え が き

踏切事故は、近年、保安設備（踏切警報機、踏切しゃ断機など）の整備、立体交差化、構造改良、踏切の統廃合、交通規制の強化、さらに事故防止PRの努力によって年々減少しつつある。しかし、事故発生件数は、国鉄、民鉄をあわせて今日なお相当数に達し、特に、最近は大車両による重大事故発生頻度が高くなり、一般社会に与える危険と損害はばく大なものがある。政府においては、昭和51年2月、「踏切事故防止総合対策について」交通対策本部において決定し、保安設備の整備などの踏切道改善措置を引続き遂行中である。現在踏切問題は、道路交通災害中、重要な社会問題と考えられ、その効果的対策が切望されるところである。

この方面の研究については、古くは、日本鉄道技術協会¹⁾で踏切道の事故発生率算定方式の研究を行っているが、これは事故発生踏切と無事故踏切について、踏切諸元（線路等級、列車回数、踏切環境など）の相関を求めて危険度および事故発生率を算定しており、香月ら^{2),3)}は、列車回数別、道路交通量（換算交通量）別に踏切数と事故件数の分布を数式化するとともに、事故発生率の回帰式を導いている。これらは、現時点においては、当時に比べ自動車台数の増加と車両の大型化、列車のスピードアップ、踏切道の構造改良が進み、事故の質的内容の変化が考えられ、さらに最近の統計解析手法の進歩により再検討が必要である。鉄道労働科学研究所^{4)~6)}においては、人間工学の立場から踏切における警報無視について研究し、警報無視が相当行われており、これは通行者自身が安全を確認して行っていること、また警報無視の発生プロセスと事故の類型化を明らかにして、各事故類型ごとの人間工学的事故防止対策の着眼点を示した。さらに警報灯の警報方式、明滅頻度、照射角度、灯数と

警報効果の関連についても実験的に検討を行っている。アメリカ⁷⁾では相当古くから踏切危険度の評価に関する研究が行われており、踏切危険度の推定式として11組発表されているが、これらは基礎的変数として、踏切保安施設の相対保安度、自動車と列車との遭遇確率、見通し空間を必要とし、特に踏切事故を説明する重要な変数として、列車と自動車の遭遇確率をほとんどの式で考慮している。従来、踏切事故の危険性に関して、踏切道構造を中心とした物理的要因と通行者の人的要因から総合的にとらえた研究はない。踏切事故は、直接原因として、しゃ断機突破、警報無視、直前横断など通行者の無謀によるものが大部分を占め、これにエンスト、停止位置不良、落込みなどが加わるが、いずれも通行者に起因しており、鉄道側の責任はわずかであるといわれるが、通行者にすべての責任を負わせても事故は解決しない。

本研究では、基礎的研究として、事故の危険性について、マクロ的にとらえることを目的とし、踏切通行者と心理的に関係深く、事故発生の背景となっている踏切道構造要因を中心とした物理的要因の事故発生寄度を、数量化理論Ⅱ類によって分析し、続いて数量化理論Ⅲ類を用いて危険を構成している踏切事故の物理的要因の関連について分析した。後半では事故の人的要因のアプローチとして、ドライバー、歩行者など踏切通行者の通行意識の実態を探るため、通行者を年齢、性別、優良、長期免許停ドライバーの群に分類して、アンケート調査を実施し意識分析を行うとともに、主として調査回答からパターン分類の数量化（数量化理論Ⅲ類）を行って、群の意識構造の違いおよび踏切通行態度を計量的に分析した。

2. 踏切事故の要因分析^{8)~10)}

(1) 分析方法

研究対象として、取り上げたのは、ある地域における

* 正会員 福井工業大学教授 工学部建設工学科

最近6年間の事故発生踏切および無事故踏切である。ここで1踏切について、事故発生現象を考えると、踏切への車両、歩行者の進入方向は、踏切道をはさんで両側取付道路の2方向となる。この場合、踏切見通し距離（道路の中心線上において、踏切を連続して確認できる最大距離をいう）、道路勾配（外側軌道中心線の3m外方から道路中心線に沿って、踏切の外方30mまでの区間の平均勾配とし踏切に対して高いものを(+)低いものを(-)とする）、幅員差（道路幅員より踏切幅員を差し引いたものをいう）の値は、踏切の両側で異なるものであり、1踏切当り2方向の値をとる。また、列車見通し距離（最外方軌道の中心線と道路の中心線との交点から、軌道の外方道路の中心線上5mの地点における1.2mの高さにおいて見通すことができる軌道の中心線上、当該交点からの長さをいう）は、踏切をはさんで、両側道路上において列車上り方向、下り方向の計4方向の値をとるものであり結局、1踏切は、4構造の条件において事故発生を考えなければならない。したがって、事故発生踏切の解釈は、上記4条件のもとで、踏切で起こった事故件数を取り上げたものであり、その場合の構造要因などをみるため、1踏切単位を対象としたものではない。一方、無事故踏切についても、無事故1踏切の4構造のうちからランダムに1構造を抽出した。サンプル数は、事故発生踏切については第1種踏切（しゃ断機および警報機のついている踏切）85、第3種踏切（警報機のついている踏切）120、第4種踏切（しゃ断機、警報機ともついていない踏切）151、無事故踏切では、第1種踏切103、第3種踏切157、第4種踏切368である。無事故の期間は、第1種踏切7年以上、第3種踏切8年以上、第4種踏切10年以上である。

事故発生データの中から偶発性、および踏切構造に起因していないものを取除かなければならないが、次のものが該当すると考える。①ドライバー、歩行者の酒酔い、②保護者の不注意により5才未満程度の幼児が踏切内に進入し事故が発生したもの、③踏切装置の故障、④しゃ断機の取り扱い誤り、⑤警手の仮眠などであるが、③以下は鉄道側責任であり、昭和51年度国鉄踏切事故統計によれば、国鉄責任によるもの0.4%ときわめて少なく、本分析対象データには1件もなく、結局、酒酔いデータ14件と幼児事故データ3件を除外した。なお、自殺者は踏切事故として扱われない¹¹⁾。

要因分析のアプローチとして数量化理論Ⅱ類を用いたが、踏切事故は、踏切種別によって事故発生パターンが異なるものであり種別ごとに分析した。外的基準としては踏切が「無事故」であるか、「事故発生」かの2つの質的項目を選び、アイテムについては、事故発生寄度の高いとみられる「列車回数」、「道路交通量」（踏切道を

通行する1日の交通量を換算率に従って歩行者に換算したもので換算率は交通種別ごとに発生した件数を調査し、これを踏切道を通行する交通種別ごとの総交通量で除した交通種別ごとの事故発生の割合を歩行者を1として求めたものである）のほか踏切構造要因として、「踏切長」（踏切中心線に沿って測定し、しゃ断装置のある場合は、しゃ断機相互間、その他の場合は踏切中心線上で外側軌道中心線から3m外方までの相互間である）、「踏切幅員」（踏切の左右の路端間を踏切中心線に直角に測定したものである）、「幅員差」、「道路勾配」、「列車見

表一1 第1種踏切 Category Score (ケース1)

Item	Category	Score	Range
① 踏切環境	工場	0.1617	0.5068
	商業	-0.0598	
	住宅	-0.0577	
	農山漁村	0.0241	
	学校	0.0217	
	臨港	0.4470	
② 列車回数	49以下	0.1361	0.3349
	50~149	-0.0303	
	150~199	-0.0846	
	200以上	0.2503	
③ 踏切長	6m以下	0.2040	0.3156
	6.1~14.0	0.0606	
	14.1m以上	-0.1116	
④ 踏切見通し距離	22m以下	-0.1349	0.2820
	23~45	0.1471	
	46~100	-0.0067	
	101m以上	0.0006	
⑤ 単複線別	単線	0.1371	0.2112
	複線	-0.0741	
⑥ 道路交通量	7000以下	0.0141	0.1511
	7001~30000	-0.0365	
	30001~60000	0.0958	
	60001以上	-0.0553	
⑦ 道路勾配	0%	0.0162	0.1467
	0.1~3.9	-0.0564	
	4%以上	-0.1194	
	-0.1~-3.9	-0.0153	
	-4%以上	-0.1305	
⑧ 交角	90°	-0.0563	0.1142
	51~129	0.0474	
	50°以下 130°以上	-0.0668	
⑨ 列車見通し距離	100m以下	-0.0200	0.0715
	101~250	0.0515	
	251~500	-0.0169	
	501m以上	-0.0132	
⑩ 幅員差	0m	-0.0296	0.0547
	0.1以上	-0.0031	
	-0.1m以上	0.0251	
⑪ 平均鳴動時分	30~44秒	-0.0100	0.0495
	45~59	-0.0244	
	60秒以上	0.0251	
⑫ 踏切幅員	3m以下	-0.0177	0.0328
	3.1~6.0	-0.0035	
	6.1~8.0	0.0139	
	8.1m以上	-0.0189	

通し距離」,「踏切見通し距離」,「交角」(線路を中心として右回りに線路と踏切とのなす角度である)さらに「単複線別」,警報機の「平均鳴動時分」(鉄道起点側と終点側の鳴動時分の最長,最短の平均値),「踏切環境」などを恣意的に選び,ケースⅠとして,第1種踏切12アイテム,45カテゴリー,第3種踏切12アイテム,46カテゴリー,第4種踏切11アイテム,46カテゴリーで計算し,続いて,ケースⅡとして,レンジの小さいアイテムをカットして,第1種踏切8アイテム,31カ

テゴリー,第3種踏切8アイテム,32カテゴリー,第4種踏切8アイテム,38カテゴリーで分析した。

(2) 分析結果と考察

スコアレンジよりみた各要因の事故発生寄度は表一1~6に示すが表一1~3はケースⅠ,表一4~6はケースⅡである。正のカテゴリースコアは無事故の場合の影響度,負は事故発生への影響度を表わす。判別の精度を示す相関比 η の値は各踏切種別において,ケースⅠ,Ⅱ

表一2 第3種踏切 Category Score (ケースⅠ)

Item	Category	Score	Range
① 踏切環境	工場	-0.1803	0.7309
	商業	-0.2727	
	住宅	-0.2018	
	農山漁村	0.0531	
	学校	0.4582	
② 列車回数	49以下	0.2404	0.6235
	50~149	-0.0373	
	150~199	-0.1124	
	200以上	-0.3831	
③ 平均鳴動時分	29秒以下	-0.2964	0.3417
	30~44	-0.0076	
	45~59	0.0453	
	60秒以上	-0.0875	
④ 道路交通量	1000以下	0.1806	0.3283
	1001~4000	-0.0155	
	4001~10000	0.0350	
	10001以上	-0.1477	
⑤ 列車見通し距離	100m以下	0.1242	0.2352
	101~250	-0.1111	
	251~500	0.0044	
	501m以上	-0.0022	
⑥ 幅員差	0m	-0.0331	0.2207
	0.1以上	-0.1019	
	-0.1m以上	0.1188	
⑦ 踏切幅員	3m以下	0.0247	0.1637
	3.1~4.0	0.0458	
	4.1~6.0	0.0092	
	6.1m以上	-0.1179	
⑧ 交角	90°	0.0342	0.1420
	51~129	-0.0028	
	50°以下130°以上	-0.1078	
⑨ 踏切見通し距離	22m以下	-0.0684	0.1379
	23~45	0.0695	
	46~100	0.0190	
	101m以上	-0.0249	
⑩ 踏切長	6m以下	-0.0574	0.1362
	6.1~14.0	0.0105	
	14.1m以上	0.0788	
⑪ 道路勾配	0%	-0.0458	0.1338
	0.1~3.9	-0.0174	
	4%以上	-0.0845	
	-0.1~-3.9	0.0228	
	-4%以上	0.0493	
⑫ 単複線別	単線	-0.0554	0.1155
	複線	0.0601	

表一3 第4種踏切 Category Score (ケースⅠ)

Item	Category	Score	Range
① 踏切環境	工場	0.0658	0.6116
	商業	0.4436	
	住宅	-0.1680	
	農山漁村	-0.0019	
	学校	0.2400	
② 道路交通量	500以下	0.1362	0.5278
	501~1000	-0.1248	
	1001~2000	-0.3232	
	2001以上	-0.3916	
③ 道路勾配	0%	0.0773	0.3032
	0.1~3.9	-0.2259	
	4%以上	-0.1386	
	-0.1~-3.9	0.0050	
	-4%以上	0.0597	
④ 列車回数	29以下	0.0258	0.2929
	30~49	0.0523	
	50~149	-0.0603	
	150~199	-0.0391	
⑤ 踏切幅員	2m以下	0.0608	0.2750
	2.1~3.0	-0.0063	
	3.1~4.0	-0.0553	
	4.1~6.0	-0.0641	
⑥ 踏切見通し距離	6.1m以上	-0.2142	0.1346
	22m以下	-0.0399	
	23~45	-0.0885	
	46~100	0.0072	
	101~200	0.0260	
⑦ 踏切長	201m以上	0.0461	0.1191
	6m以下	0.0353	
	6.1~10.0	-0.0360	
	10.1~14.0	0.0017	
⑧ 列車見通し距離	14.1m以上	0.0831	0.1004
	100m以下	-0.0205	
	101~250	0.0157	
	251~500	-0.0489	
⑨ 幅員差	501m以上	0.0515	0.0677
	0m	0.0229	
	0.1以上	0.0251	
⑩ 交角	-0.1m以上	-0.0426	0.0385
	90°	0.0163	
	51~129	-0.0222	
⑪ 単複線別	50°以下130°以上	0.0122	0.0084
	単線	-0.0016	
	複線	0.0068	

とほとんど変わらず、以下ケースⅡの分析について考察する。

a) 第1種踏切

ケースⅠでは $\eta=0.5076$ 、レンジの小さい「踏切幅員」、「平均鳴動時分」、「幅員差」、「列車見通し距離」をカットしたケースⅡでは、 $\eta=0.5009$ である。分析結果から「踏切環境」の影響がもっとも大きく、危険度は、臨港、工場地区が低く、商業、住宅地区が高い。「列車回数」の危険度は、回数に比例して増すが、200本を超すと低くなる。「踏切長」の影響は大きく、危険度は6m以下で低く、14.1m以上で相当高いのは、跨線数が多いためと考えられる。跨線とは、踏切を横断する線路で、本線、側線、専用線、私鉄が含まれる。「踏切見通し距離」は22m以下でもっとも危険度が高い。「道路勾配」では、4%以上の上り、下りとも危険度が高い。「単複線別」の危険度は複線が高く、「道路交通量」の影響は他の3種、4種の踏切に比べて小さく、また交通量が30001~60000の範囲で危険度がかなり低くなり60001以上でもさほど高くない興味ある結果となっている。「交角」は51°~129°の範囲で危険度が低くなっている。

表-4 第1種踏切 Category Score (ケースⅡ)

Item	Category	Score	Range
① 踏切環境	工場	0.1434	0.5210
	商業	-0.0573	
	住宅	-0.0484	
	農山漁村	0.0178	
	学校	0.0188	
臨港	0.4637		
② 列車回数	49以下	0.1428	0.3289
	50~149	-0.0297	
	150~199	-0.0861	
	200以上	0.2428	
③ 踏切長	6m以下	0.2029	0.3071
	6.1~14.0	0.0549	
	14.1m以上	-0.1042	
④ 踏切見通し距離	22m以下	-0.1190	0.2566
	23~45	0.1376	
	46~100	-0.0048	
	101m以上	-0.0025	
⑤ 道路勾配	0%	0.0117	0.2009
	0.1~3.9	-0.0678	
	4%以上	-0.1341	
	-0.1~-3.9	0.0237	
	-4%以上	-0.1772	
⑥ 単複線別	単線	0.1221	0.1881
	複線	-0.0660	
⑦ 道路交通量	7000以下	0.0102	0.1783
	7001~30000	-0.0405	
	30001~60000	0.1125	
	60001以上	-0.0658	
⑧ 交角	90°	-0.0617	0.1322
	51~129	0.0535	
	50°以下 130°以上	-0.0787	

b) 第3種踏切

ケースⅠにおける $\eta=0.5715$ で1種、4種踏切のようにレンジの著しく小さいアイテムはないが、一応レンジ順位の低い「単複線別」、「道路勾配」、「踏切長」、「踏切見通し距離」をカットしたケースⅡでは $\eta=0.5546$ である。「踏切環境」の影響が最大で、危険度は、商業、住宅地区で高く学校地区で低い。「列車回数」に比例して危険度は高くなり、警報機の「平均鳴動時分」の影響は大きく、危険度は29秒以下で特に高く、60秒以上でもやや高いのであるが、45~59秒の時間帯の危険度が低くなる従来の予測どおりの結果を示した。「道路交通量」では常識どおり1000以下で特に危険度低く、「列車見通し距離」の影響では、危険度は100m以下でむしろ低く、101~250mの範囲で高く現われている。「幅員差」では0.1m以上、つまり道路幅員より、踏切幅員の狭い場合、危険度高く、広い場合には低いことを裏づけた。「踏切幅員」は広くなるほど危険度が増し、「交角」は50°以下 130°以上の危険度が高い。

c) 第4種踏切

ケースⅠでは $\eta=0.6355$ であり、レンジの小さいア

表-5 第3種踏切 Category Score (ケースⅡ)

Item	Category	Score	Range
① 踏切環境	工場	-0.1672	0.7798
	商業	-0.3169	
	住宅	-0.2176	
	農山漁村	0.0579	
	学校	0.4629	
臨港	-0.1696		
② 列車回数	49以下	0.1739	0.4418
	50~149	-0.0628	
	150~199	-0.0440	
	200以上	-0.2679	
③ 平均鳴動時分	29秒以下	-0.3218	0.3703
	30~44	-0.0092	
	45~59	0.0485	
	60秒以上	-0.0886	
④ 道路交通量	1000以下	0.2039	0.3656
	1001~4000	-0.0074	
	4001~10000	0.0173	
	10001以上	-0.1616	
⑤ 列車見通し距離	100m以下	0.1187	0.2324
	101~250	-0.1137	
	251~500	0.0101	
	501m以上	-0.0027	
⑥ 幅員差	0m	-0.0360	0.2263
	0.1以上 -0.1m以上	-0.1035 0.1228	
⑦ 幅員	3m以下	0.0369	0.1584
	3.1~4.0	0.0425	
	4.1~6.0	0.0040	
	6.1m以上	-0.1159	
⑧ 交角	90°	0.0232	0.0982
	51~129	-0.0015	
	50°以下 130°以上	-0.0750	

アイテム「単複線別」、「幅員差」、「交角」をカットしたケースⅡでは、 $\eta=0.6313$ で判別の精度は前二者より高い。「踏切環境」の影響が最大であり、危険度は住宅地区で高く商業、臨港地区が低い。「道路交通量」の影響はレンジ順位2位で、他の踏切種別比べて大きく交通量の増加とともに危険度が増す。「踏切幅員」は広くなるほど危険度が高く6.1m以上は特に高くなっている。「道路勾配」は下りが危険度が高く、「列車回数」はほぼ回数の増加とともに危険度が増す。「踏切見通し距離」の影響は、45m以下で危険度が高く、「踏切長」は6m以下と14.1m以上で低い危険度となり従来、4種踏切の場合、事故発生の有力要因とされていた「列車見通し距離」は、100m以下での負のカテゴリースコアも小さく、レンジ順位8位で事故発生への影響度は意外に小さい。これは保安設備のない見通しの悪い踏切に対する通行者の慎重な態度の結果であろう。

表-6 第4種踏切 Category Score (ケースⅡ)

Item	Category	Score	Range
① 踏切環境	工場	0.0859	0.6028
	商業	0.4447	
	住宅	-0.1581	
	農山村	-0.0045	
	学校	0.2342	
② 道路交通量	500以下	0.1351	0.5207
	501~1000	-0.1207	
	1001~2000	-0.3288	
	2001以上	-0.3856	
③ 幅員	2m以下	0.0719	0.3062
	2.1~3.0	-0.0084	
	3.1~4.0	-0.0674	
	4.1~6.0	-0.0751	
	6.1m以上	-0.2343	
④ 道路勾配	0%	0.0772	0.3029
	0.1~3.9	-0.2257	
	4%以上	-0.1377	
	-0.1~-3.9	0.0035	
⑤ 列車回数	29以下	0.0113	0.2696
	30~49	0.0475	
	50~149	-0.0544	
	150~199	-0.0136	
	200以上	-0.2221	
⑥ 踏切見通し距離	22m以下	-0.0362	0.1298
	23~45	-0.0837	
	46~100	0.0062	
	101~200	0.0224	
	201m以上	0.0461	
⑦ 踏切長	6m以下	0.0482	0.1297
	6.1~10.0	-0.0459	
	10.1~14.0	-0.0036	
	14.1m以上	0.0838	
⑧ 列車見通し距離	100m以下	-0.0206	0.1030
	101~250	0.0167	
	251~500	-0.0505	
	501m以上	0.0525	

今回分析対象となったのは、全国的に一部の限られた地域であるが、分析の結果判明した問題点は次のとおりである。

(a) 全種の踏切において、「踏切環境」と事故発生との相関は相当強く、全体として危険度は住宅地区で高く学校地区が低い傾向を示している。

(b) 第3種踏切における警報機の「平均鳴動時分」の長短は、事故発生の有力因子であり、従来から推測されていた警報時分の適正値の存在を立証した。

(c) 「列車見通し距離」の事故への影響は、1種踏切の場合、しゃ断機の効果で小さいが、3種の場合かなり大きい影響を与えている。3種の危険度は見通し距離100m以下で低く101~250mで高くなっているが、これは、警報機の鳴動中、通行者が100m以下では慎重であるが、101~250mの距離では、当分列車がこないとの誤判断に起因して事故発生となるケースであろう。この距離が警報機だけの保安設備でもっとも危険な列車見通し範囲といえる。なお、このアイテムの各カテゴリに反応するデータ数は検討の結果十分バランスのとれたものであった。保安設備のない4種踏切の場合、当然1種、3種より「列車見通し距離」の影響が大きく表われることを予想したが、前述のとおり意外に小さい結果であり、むしろ第3種踏切の警報機だけの効果は疑問をもたせる。

(d) 「踏切見通し距離」の事故発生寄度は、1種、4種において「列車見通し距離」より大きく全種を通じて、「踏切見通し距離」の悪い22m以下(4種では45m以下)の危険度が高いが、これは通行者に踏切所在の認知を早め、適切な判断時間の必要であることを示すものと思われる。

(e) 第1種踏切では、警報機の「平均鳴動時分」と「列車見通し距離」の事故発生寄度が、3種踏切に比べて小さいのはしゃ断機の効果によるものと考えられ、1種踏切の保安設備の事故防止効果が3種よりもすぐれていることを裏づけているといえよう。

以上のマクロ的分析、考察から有効な事故防止対策の技術的提言は、十分でなく、今後の事故発生の事例研究などのマイクロ分析とあいまって得られるものであるが、少なくともいまの時点での技術的基礎対策として考えられることは、①踏切環境が事故危険度におよぼす影響は強く、また踏切種別によって各地区の危険度は異なり、この結果、「踏切環境」各地区を中心とした事故発生に関する検討、研究が必要である。②3種踏切における警報機だけの保安設備は、事故防止効果の低いことを裏づけたが、このことは、国鉄の踏切事故統計から3種踏切の事故発生率(踏切100か所当りの事故件数)がほかより高く、最近3種だけが事故率の減少を示していない

ことに表われている。したがって、今後保安設備は1種化を原則とし、既存の3種踏切は、危険度の高いものから1種化する。③ 既存の3種踏切で、警報機の「平均鳴動時分」の長短のものは、急ぎ鳴動時分の適正化をはかり、1種、3種踏切において、通行者に対する踏切情報の表示として、列車通過までの時分表示装置の設置を検討する。④「踏切見通し距離」の悪い全種の踏切に対して、通行者に踏切の所在を早く認知させるため、路面表示、予告標識の設置を検討、さらに通行者が何によって踏切を認知するか、この方面の研究が必要であろう。

3. 事故発生要因のパターン分析

前章では、踏切が「無事故」か「事故発生」かを外的基準とし、物理的構造要因などの事故発生寄度を分析したが、本章では起こった事故の要因、カテゴリーがどのようにつながって危険を構成しているか、全種の事故発生踏切について、数量化理論Ⅲ類¹²⁾を用いて分析した。

(1) 第1種踏切事故

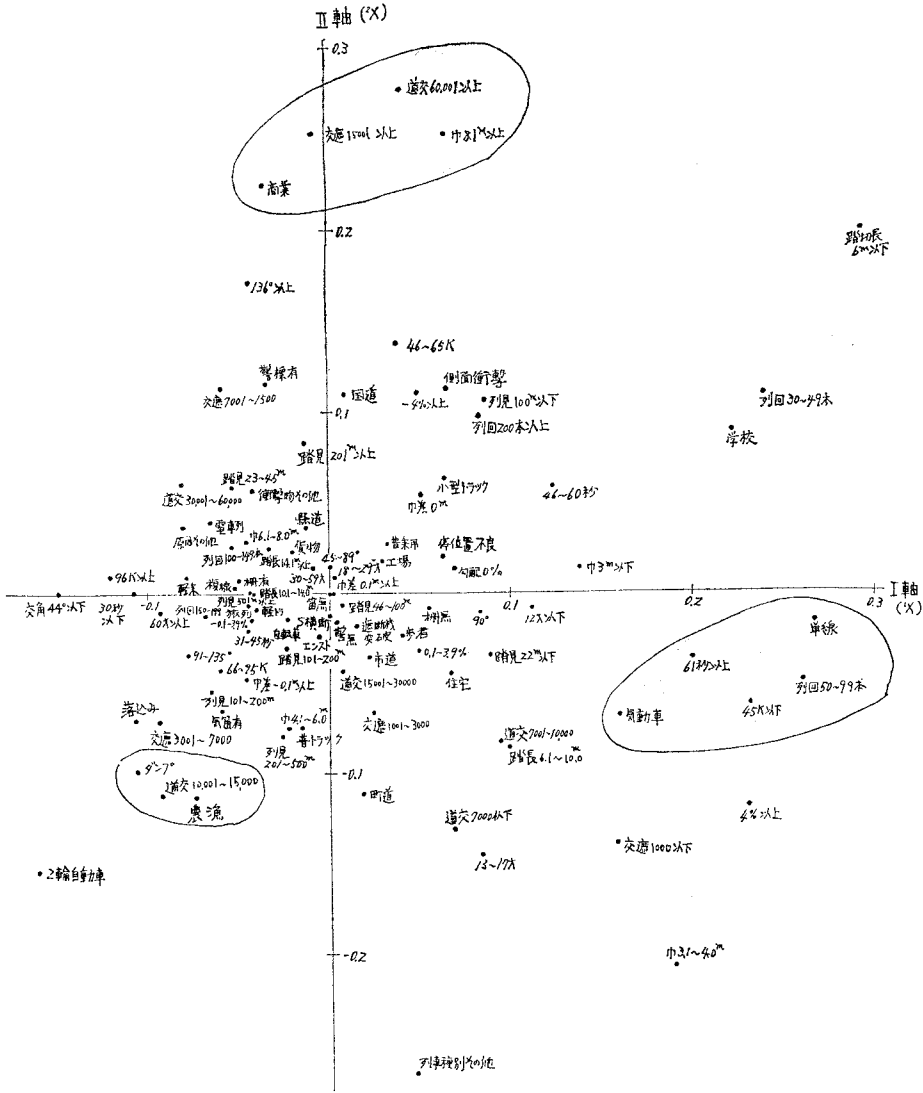
要因の Score 表を表-7 に、要因パターン分類の数量化を図-1 に示した。ただし、第3種、第4種の Score 表は省略する。この場合、数量化理論Ⅲ類による分析では、要因間の関連があるか否か分類するので、サンプル数に対して、アイテム、カテゴリー数が多過ぎることはない。

図-1 からI軸の(+)側は、単線区の田舎を表わし、(-)側は都市部を表わす。結局I軸は、鉄道沿線の地域環境を説明する。一方、II軸は交通量の大小を表わす軸となっている。本ケースでは、数量化理論Ⅲ類における固有方程式 $HX = \rho^2 FX$ の最大根(第1根) ${}^1\rho^2 = 0.21$ 、2番目に大きい第2根 ${}^2\rho^2 = 0.19$ となったが、固有根 ρ^2 が 0.1 以下では情報がなく、0.4 以上では、当然すぎるものが表われ情報として、意味のあるものが少ないと、林知己夫によって経験的に述べられている。

図から要因、カテゴリーを関連づけてみると、① 商業

表-7 第1種踏切 Score 表

Item	Category	I 軸	II 軸	Item	Category	I 軸	II 軸	Item	Category	I 軸	II 軸
単複線別	単線	0.2672	-0.0155	鳴動時分	30秒以下	-0.1077	0.0013	道路種別	一般国道	0.0097	0.1109
	複線	-0.0527	0.0030		31~45	-0.0453	-0.0216		県市道	-0.0139	0.0373
原因別	S字横断しゃ断機くくり、突破側面衝撃停止位置不良落込みエントその他	-0.0003	-0.0124		46~60	0.1238	0.0602		町道	0.0216	-0.0363
		0.0152	-0.0174		61秒以上	0.2001	-0.0353		有	-0.0601	-0.0641
		0.0645	0.1142	踏切長	6.0m以下	0.2948	0.2007	無	0.0001	0.0006	
		0.0621	0.0210		6.1~10.0	0.0985	-0.0855	踏切警標	有	-0.0347	0.1164
		-0.1068	-0.0693		10.1~14.0	-0.0420	0.0002		無	0.0046	-0.0155
		-0.0063	-0.0240	踏切幅員	14.1m以上	-0.0336	0.0257	踏切注意柵	有	-0.0514	0.0077
-0.0808	0.0386	3.0m以下	0.1380		0.0151	無	0.0551		-0.0083		
列車速度	45km/h以下	0.2318	-0.0612		3.1~4.0	0.1904	-0.2065	列車回数	29以下	0.4396	-0.2147
	46~65	0.0370	0.1385	4.1~6.0	-0.0238	-0.0751	30~49		0.2400	0.1108	
	66~95	-0.0610	-0.0429	6.1~8.0	-0.0463	0.0292	50~99		0.2602	-0.0496	
	96km/h以上	-0.1211	0.0118	8.1m以上	0.0660	0.2541	100~149		-0.0536	0.0262	
列車種別	旅客列車電車列車気動車列車貨物列車その他	-0.0452	-0.0065	幅員差	0m	0.0510	0.0556	150~199	-0.0680	-0.0129	
		-0.0652	0.0403		0.1m以上	0.0025	±0.0000	200以上	0.0846	0.0983	
		0.1590	-0.0685	交角	-0.1m以上	-0.0467	-0.0476	道交通量	7000以下	0.0681	-0.1302
		-0.0204	0.0243		44°以下	-0.1497	0.0014		7001~10000	0.0943	-0.0822
		0.0472	-0.2652		45~89	0.0004	0.0157		10001~15000	-0.0931	-0.1113
街撃物別	普通トラックダンブ、ミキサ小型トラック軽トラック普通乗用車軽乗用車2輪自動車自転車、小車歩行者その他	-0.0164	-0.0740	道路勾配	90	0.0839	-0.0105	15001~30000	0.0076	-0.0431	
		-0.1063	-0.0979		91~135	-0.0786	-0.0341	30001~60000	-0.0812	0.0610	
		0.0640	0.0641		136°以上	-0.0438	0.1712	60001以上	0.0422	0.2773	
		-0.0407	-0.0096	列車見通し距離	0%	0.0697	0.0146	交し通量	1000以下	0.1589	-0.1385
		-0.0321	0.0287		0.1~3.9	0.0497	-0.0326		1001~3000	0.0242	-0.0668
		-0.0797	0.0090		4.0%以上	0.2313	-0.1174		3001~7000	-0.0945	-0.0707
		-0.1613	-0.1536		-0.1~-3.9	-0.0437	-0.0159		7001~15000	-0.0595	0.1145
		-0.0230	-0.0149	踏切見通し距離	-4.0%以上	0.0497	0.1116	15001以上	-0.0077	0.2532	
0.0408	-0.0237	100m以下	0.0869		0.1073	踏切環境	工場	0.0297	0.0185		
-0.0423	0.0579	101~200	-0.0658		-0.0547		商業	-0.0356	0.2249		
年令	12才以下	0.1110	-0.0080	201~500	-0.0266		-0.0797	住宅	0.0672	-0.0443	
	13~17	0.0834	-0.1455	501m以上	-0.0443	±0.0000	農山村	-0.0744	-0.1127		
	18~29	0.0035	0.0099	踏切環境	22m以下	0.0887	-0.0342	学	0.2233	0.0906	
	30~59	-0.0090	0.0144		23~45	-0.0539	0.0593	踏切環境	商業	-0.0356	0.2249
	60才以上	-0.0941	-0.0107	46~100	0.0078	-0.0067	住宅		0.0672	-0.0443	



図一 第1種踏切事故発生パターン図

地区で、道路交通量 60 001 以上、交通しゃ断量 15 001 以上と交通量のきわめて多い道路幅員 8.1 m 以上の広幅員道路踏切の事故、② 単線区の田舎で、気動車が列車回数 50~99 本と少なく、通過速度 45 km/h 以下の低速、61 秒以上の長い警報鳴動時分の事故、③ 道路交通量 10 001~15 000 と相当多い地域開発の進んでいる複線区の農山漁村地区でダンプ、ミキサー車の事故要因の構成などが、要因、カテゴリーの親近性から見出される。

(2) 第3種踏切事故

要因のパターン分類の数量化を図一2に示す。分析軸の解釈は、I軸の(+)側が、複線区の地域開発の進んだ農山漁村地区を表わし、(-)側は、単線区の田舎を

表わし第1種踏切と同じく沿線の地域環境を説明する。

II軸は交通量の大小を表わす軸となっている。固有根は、 $1\rho^2=0.24$, $2\rho^2=0.15$ である。図から要因、カテゴリーを関連づけると、① 複線区で、踏切長 10.1~14.0 m の踏切でエンスト、落込みによる耕う機の事故、② 複線区の農山漁村地区で、列車回数 150~199 本とかなり多く、列車通過速度 96 km/h 以上の高速で、30 秒以下の短い警報鳴動時分の場合の事故、③ 単線区で、列車見通し距離 100 m 以下の住宅地区で踏切長 6 m 以下、踏切警標のある場合での事故、④ 警報平均鳴動時分が 45~59 秒は前節の分析では危険度が低かったが、図から 46~60 秒の鳴動時分は単線区で、列車通過速度 45 km/h 以下の低速との結びつきで事故要因を構成し、⑤ 複線区で、14.1 m 以上の長い踏切では、列車回数

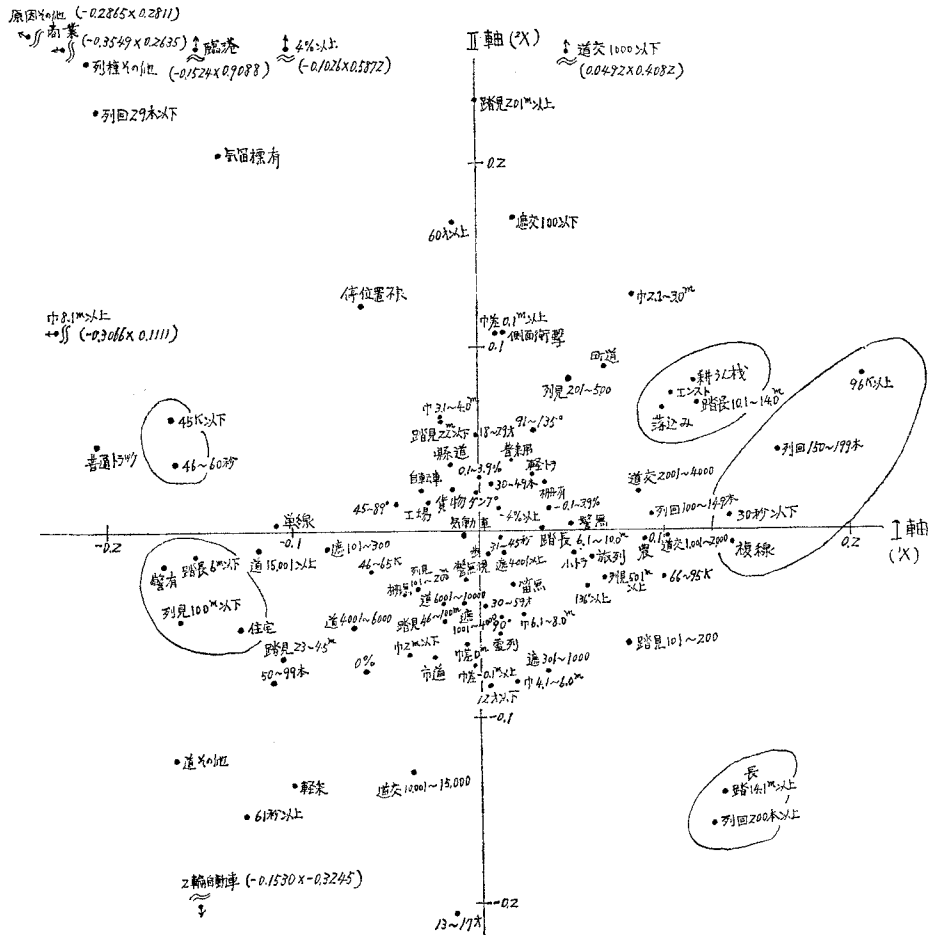


図-2 第3種踏切事故発生パターン図

200 本以上 と結びについての事故要因の構成が見出される。

4. 踏切通行者の意識分析^{13), 14)}

(3) 第4種踏切事故

図-3 に要因のパターン分類を示す。本ケースは、単線区の農山漁村地区での事故が大部分である。分析軸の解釈は、I軸の(+)側は、衝撃物が歩行者、自転車、耕うん機などの軽量物、(-)側が、ダンプ、ミキサー、トラックなどの重量物を表わし、結局I軸は、衝撃物の種類を説明し、一方II軸は交通量の大小を表わしている。固有根は、 $1\rho^2=0.22$, $2\rho^2=0.15$ である。要因、カテゴリーを関連づけると、① 複線区で、列車回数 150~199本と相当多い場合、通過速度 96 km/h 以上と結びについての事故、② 複線区で、踏切長 14.1 m 以上と長く、幅 2 m 以下の狭い踏切で、列車回数 100~149 本程度の電車列車の事故要因の構成が見出される。

前半の要因分析では、踏切道の構造を中心とした物理的要因の事故発生への寄度、要因相互間の結びつきを踏切種別ごとに分析、考察を行ったのであるが、踏切事故は前述のごとく直接原因は、踏切通行者の意識、つまり通行態度に起因している。したがって、本章では、踏切通行者の心理面に立ち入って人的要因を探るため、アンケート調査を実施し、単純集計による踏切意識の解釈のみならず主として数量化理論Ⅲ類を適用して、踏切通行者の意識構造と道徳的踏切態度の尺度値について、年代別、性別、優良ドライバー群(無免許者)、長期免許者群(重大事故または、交通違反常習者)の群別に比較検討を試みることに焦点をあてたものである。踏切通行者の意識要因を決定し表-8のとおりアンケート調査様式を定めた¹⁵⁾。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

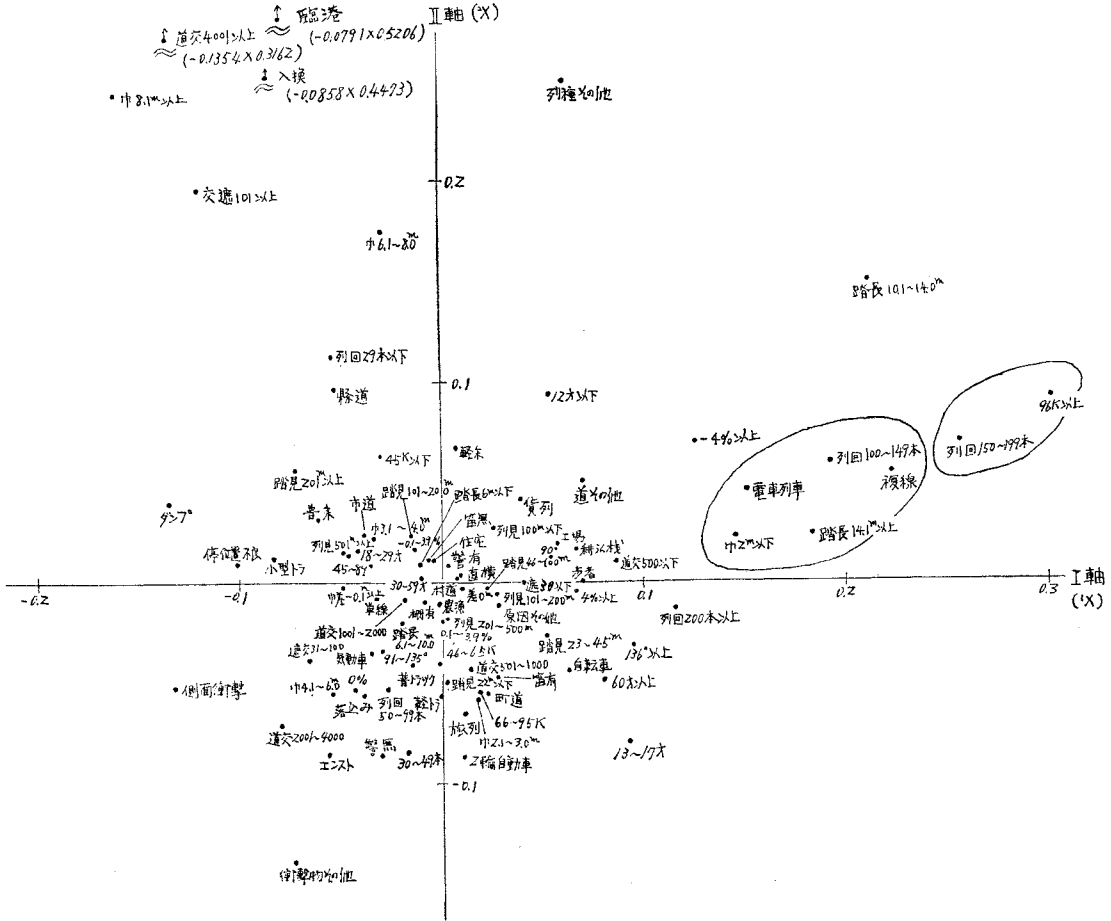


図-3 第4種踏切事故発生パターン図

得て行った。有効回答者数 1494 名の内訳は、18～24才（若年層）が220名、25～34才（中間層）217名、35～59才（壮年層）266名、女性群241名、優良ドライバー群346名、長期免許者群204名のドライバーである。ただし、若年、中間、壮年の各層は、長期免許以外の無免許、短期免許、中期免許者で構成されているが、短期、中期の免許は誰でも起こす可能性があり、この年代別3群は、長期免許者の悪質ドライバー群に対し、一般群と考えてよい。また、この3群と優良ドライバー群はすべて男性であり、長期免許群には、1名の女性と18才未満の少年5名、60才以上の老人5名を含んでいる。

アンケート9つの質問の回答に関する単純集計結果は付図に示してあるが、全体として、踏切におけるいったん停止、警報無視などの通行違反が相当行われており、現行踏切通行規則を疑問視する傾向が少なからずみられる。さらに、踏切事故原因、事故防止対策について、人的要因を決め手とする考え方よりも踏切構造、保安設備の欠陥とする考え方が強く働き、特に若年層、長期免許群に顕著に表われている。

踏切通行者各群の潜在意識を明確にするため、アンケート回答についてパターン分類の数量化を行うのであるが当初著者の意図した設問回答の質的内容は、A回答は、踏切規則を順守することを中心とした道徳的回答であり、B回答はやや非道徳的回答、C回答はかなり強い非道徳的回答である。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。事実質的にもそのとおりである。各群の分析結果を図-4～9に示した。I軸は、道徳的回答(○印)と非道徳的回答(●●印)を分離し、II軸は、やや非道徳的回答(◎印)とかなり強い非道徳的回答(●印)に関与する軸と解釈できる。このとき道徳的回答A群(○印)は、II軸によって動かさず両者の中間に位置するパターンが展開されている。回答が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、距離の近いものは考え方が類似している。道徳的回答(○印)が、各群とも原点付近に凝集しているのは、これらの回答の考え方が非常に近く、正常であることを示している。一見、大局的によく似た各群の反応パターンも詳細に検討すると、意

表-8 踏切態度に関するアンケート調査

踏切 アンケート
福井工業大学建設工学科
長浜研究室

性別	年齢	職業	免許有無	学歴
経験年数	自動車の種類	1ヶ月の運転日数		

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う意見がありますが、あなたはどのように思いますか。

- 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 警報機もシャ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になっていないときは一旦停止の必要はない。

問2 シャ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いますが、あなたはこの場合どのように感じますか。

- A 全く危ないと思う。
- B 安全確認の上渡っているから大丈夫だと思う。

問3 シャ断機のある踏切でシャ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いますが、あなたはこの場合どのように感じますか。

- A 全く危ないと思う。
- B 安全確認の上渡っているから大丈夫だと思う。

問4 シャ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 シャ断機のある踏切で警報が鳴ってシャ断機が下り出すまでの間や、シャ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 警報が鳴ってシャ断機が下り出すまでの間や、シャ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 警報が鳴ってシャ断機が下り出すまでの間や、シャ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 警報が鳴ってシャ断機が下り出すまでの間や、シャ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 シャ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かっている場合、あなたは踏切警報の規則はどうあるべきだと思いますか。

- 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 シャ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かっている場合、踏切シャ断機の規則はどうあるべきだと思いますか。

- A 警報が鳴り出したら、シャ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、シャ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 シャ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いますか。

- A 絶対にドライバー、歩行者などが悪い。
- 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、シャ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、せまい踏切の拡幅、急な道路勾配の改良などの構造改良が先決である。

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) 優良ドライバー群 (無免停者)

図-4 に示す図柄は、当初著者の意図した反応パターンとほとんど一致する。すなわち、道徳的回答とみなされたA回答は、○印としてI軸によって、他回答と分離されているほか、II軸は、B回答を◎印、C回答を●印としてきれいに分けている。ただし、1C (いったん停止は4種踏切以外必要でない) が◎印に反応し1B (いったん停止は科学的検討を要する) と近い。これは両回答の考えが明確に分れず類似していることを表す。本グループの特徴は、○○●印の回答が的確に反応し、これら3つの回答群が明確に分離して意識の違いが、すっぱりと割れた典型的パターンといえよう。

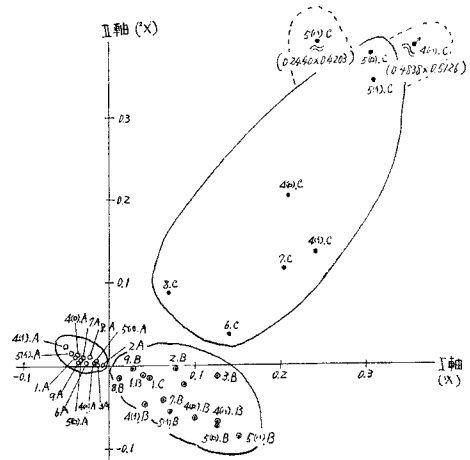
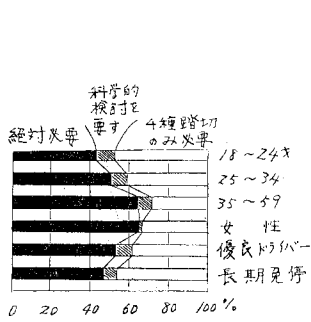
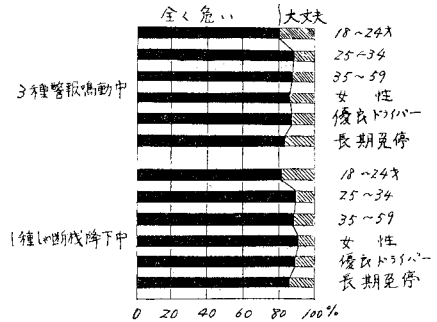


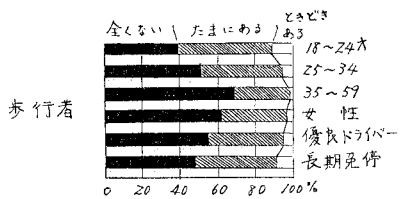
図-4 踏切態度に関する回答の結びつき (優良ドライバー)



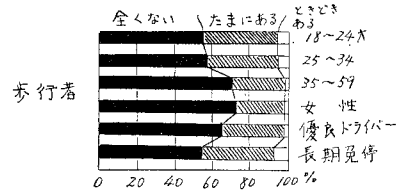
(a) いったん停止の必要性



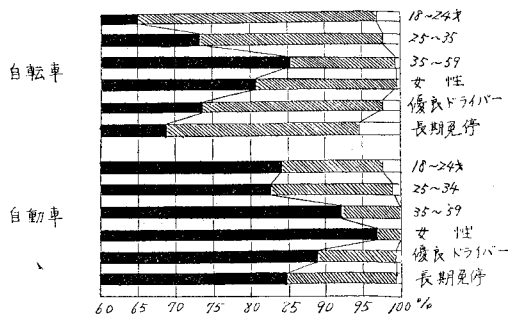
(b) 他人の踏切通行違反に対する危険感



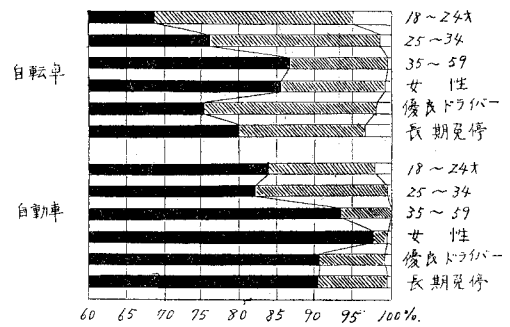
(c) 第3種踏切で警報機鳴動中、本人が通行違反した経験



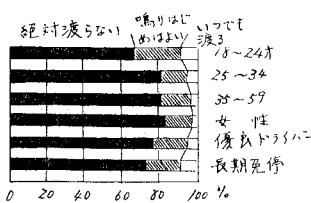
(d) 第1種踏切でしき断続降下中、または降下中、本人が通行違反した経験



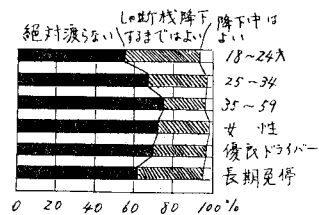
(e) 第3種踏切の交通規則



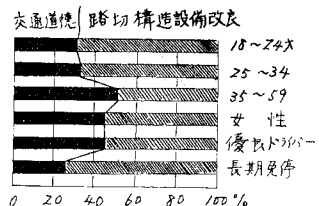
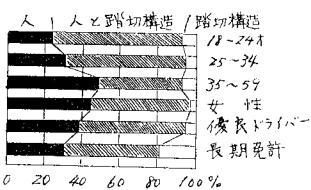
(f) 第1種踏切の交通規則



(g) 踏切事故原因



(h) 踏切事故防止対策



(2) 18~24 才群 (若年層)

図-5 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) が原点に近い多数派意識として、強い非道徳的回答●印に反応し、B 回答集団に属することがわかる。このことは事故原因は、人と鉄道側の施設、構造両者の責任と考えることが正論であり、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意識構造である。さらに 1B が B 回答集団に属するが○印として、わずかに道徳側領域へプロットされていることをもあわせ考えると、既成の道徳観に抵抗し、一応の理論を主張することを美風とする若者の価値判断の特徴が表われているといえよう。

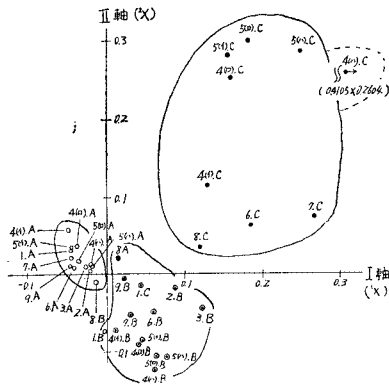


図-5 踏切態度に関する回答の結びつき (18~24 才)

(3) 25~34 才群 (中間層)

このグループは、図-6 にみられるように、若年層と次の壮年層の中間的意識構造をもつものとみなせる。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 と 9B (踏切事故防止のためには、施設、構造の整備改良が先決である) 3 者の回答が、いずれも○印の道徳的領域の境界に反応して、道徳的回答群に属する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考え方が道義的であるとの判断が、かなり強く、特に 8C が道徳的回答 8A と結びつきが強いことは、8A が I 軸の境界に反応して灰色がかった道徳意識ではあるが踏切事故原因は人だとする考えも鉄道側の責任とする考え方も正論として近い潜在意識構造を示すもので他のグループにはみられない興味ある構造を表わしている。しかし、一方では、1B と 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

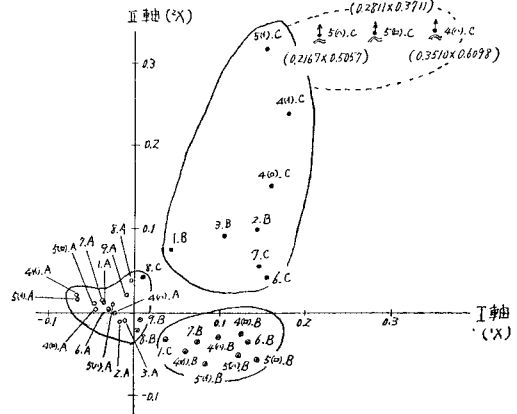


図-6 踏切態度に関する回答の結びつき (25~34 才)

遠くに位置し●印の強い非道徳的回答群に反応していることは、いったん停止、他人の踏切通行違反に関し道徳意識の強い一面をものぞかせている。結局このグループは、踏切事故の原因や対策について、物理的原因と対策も人的問題同様正論であるとするに近い意識構造をもち、反面、踏切態度に、より慎重な道徳観をもつ中間層らしい特色を示している。

(4) 35~59 才群 (壮年層)

図-7 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、非道徳側の B, C 回答が混在して一群をなしていることである。つまり、異常反応の 2 点を除けば A 回答群と B, C 回答群の 2 群にほぼ分離され、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。なお、この場合 4 (ハ) 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) と 5 (ハ) 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) はまったく異常な考えとし回答率 0% で反応点はなく、4 (ロ) C (しゃ断機のない踏切で警報中、自転車によって、ときどき渡る)、5 (ロ) C (しゃ断機のある踏切で警報中、

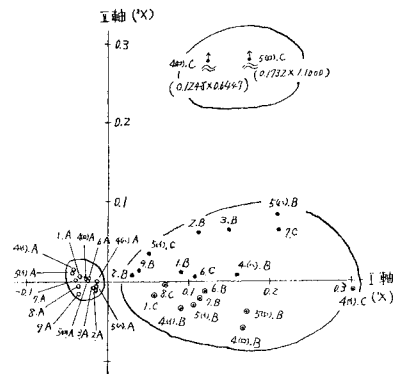


図-7 踏切態度に関する回答の結びつき (35~59 才)

自転車にのって、ときどき渡る)は、異常な考えを表わすものとして●印域の遠くへプロットされている。結局、この4回答以外は、悪いものは悪いとして、多数派的に非道德意識の間に大差がないということである。しいていえば、B回答が大量に●印側へ反応し、特に4(ハ)B(しゃ断機のない踏切で警報中、自動車を運転してたまたに渡る)と5(ハ)B(しゃ断機のある踏切で警報中、自動車を運転してたまたに渡る)が●印側へ反応しているのは次の女性群と本グループのみであ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-8に示すとおり、B、C回答の相当数が親近性が強く、大局的には壮年層と似たパターンを示している。詳細にみると、1Bが原点を遠く離れて、8Cと近く、1Cは前4グループと異なり●印側へ反応し、いったん停止に対する順法精神の強いことを表わしている。4(ハ)Bと5(ハ)Bは壮年層同様●印側へ反応して特に5(ハ)Bは、異常な考えとしてC回答群に属し、結局意識構造としては壮年層と類似して、女性らしい慎重な踏切態度が推測される。なお、4(ハ)Cは壮年層同様、回答率0%で反応点はない。

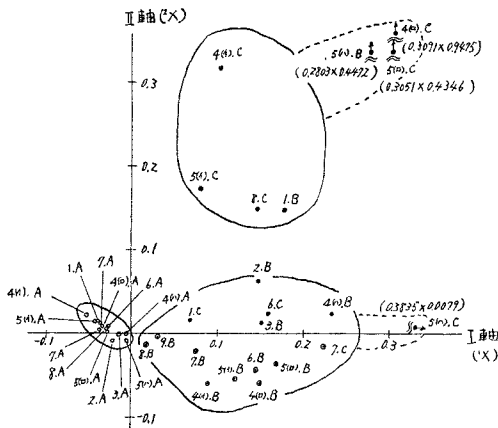


図-8 踏切態度に関する回答の結びつき (女性)

(6) 長期免停群

図-9にみられるように、このグループの図柄の特長は、A回答群の分散が他に比べかなり大きく、やや不純な道德意識が働いていると考えられることである。また、8Bが若年層同様○印域に反応し、9Bが中間層と同じく道德的回答群に属するとみられることは、事故の原因対策について物理的要因を主張することを正論とするが1C(踏切のいったん停止は、警報機もしゃ断機もない踏切のみ必要)が道德的回答群とみさせることは、他

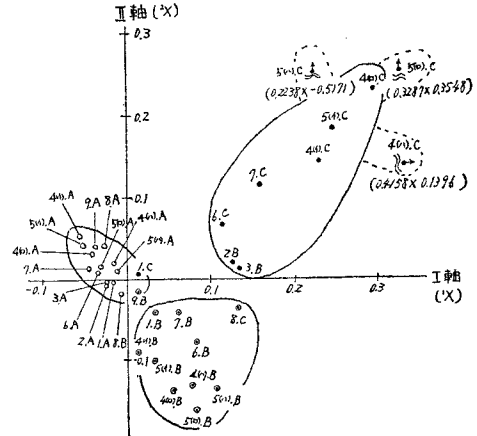


図-9 踏切態度に関する回答の結びつき (長期免停)

のグループにはまったくなく、8Cが●印域にプロットされていることなどから長期免停者群の不道德な順法精神の低さがうかがえる。しかし、一面、2B、3Bが●印としてC回答群にプロットされていることは、他人の踏切通行違反に対する危険感について、道德的態度をみせていることも見逃せない。

(7) 踏切態度の測定

アンケート回答による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(踏切事故の原因は何か)を除いて、大局的にI軸の値(一次元)で測定できると考える。図-10は、問8を除いた全体の回答パターン分類である。表-9は、踏切態度尺度値を表わすが、I軸の合計値によって10段階で示した。もっとも道德的尺度値である[10]

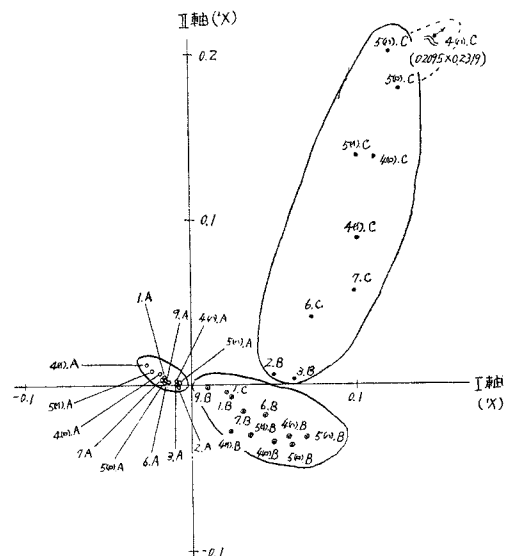


図-10 踏切態度に関する回答の結びつき (問8を除く全体)

表-9 グループ別踏切態度尺度値の分布

I 軸の値	尺度値	18~24才	25~34才	35~59才	女性	優良ドライバー	長期免許
-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

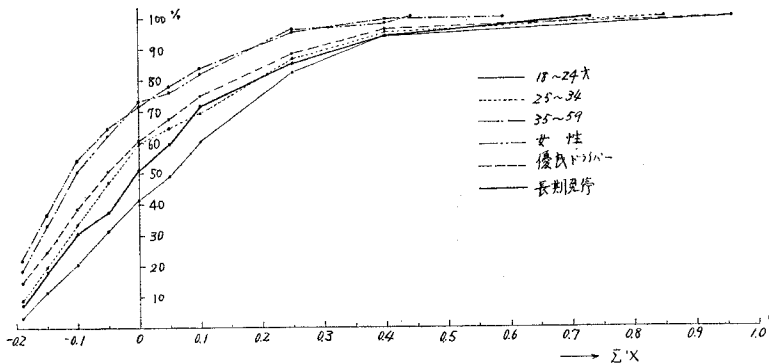


図-11 踏切態度尺度値の累積度数曲線図

は全設問A回答に反応した場合で、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、もっとも非道徳的尺度値〔1〕は、若年層、長期免許者群とともに 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 I 軸合計の平均値を求めると、若年層が (+)0.0792 でもっとも悪く、長期免許者群は、(+)0.0380 でこの両グループが (+) 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 1 位、以下、壮年層 (-)0.0530、優良ドライバー群 (-)0.0083、中間層 (-)0.0064 となつて、踏切通行態度の様相の差が顕著にみられるわけである。図-11 に I 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、道徳的踏切態度とみるべきであり、分布比率は、女性群が 73.0% で最高、壮年層 71.8%、優良ドライバー群 60.4%、中間層 59.4%、長期免許者群 51.0%、若年層 41.4% の順となっている。データが、ランダムサンプルとみなせる母集団を想定して、有意水準 5% で統計的有意差を検定してみると、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が、女性群と壮年層および優良ドライバー群と中間層の間に有意差はない。次に、若年層と長期免許者群にはかろうじて有意差があるが、中間層と長期免許者群の間には、わずか

にしか有意差がない。ついで、長期免許者以外を含む若年、中間、壮年の 3 層を一般群として表わし、これに優良ドライバー群、長期免許者群の年代別、道徳的態度者の構成比率を示したものが表-10 である。一般群は前述のごとく年代別による有意差を認められるが、他の 2 群は、壮年層と

中間層の間に有意差がない。さらに 3 群を年代別に比較検定すると同一年代では 3 群の間に有意差が認められなかった。この結果、踏切態度は、一次元の物指で、尺度がやや粗いが、おおむね年代差によって影響されると考える。表-11 に優良、長期免許両群の年代別尺度値の分布比率を示した。以上の分析、考察から現行の踏切通行規則を無視して、通行違反が少なからず行われており、意識構造

分析から特に若年層、長期免許者の道徳観が低く、道徳的尺度値の分布比率も悪い。また、道徳的態度者比率の検定結果、一般、優良、長免許を通して 18~24 才の若年層がきわめて悪い。

この結果、踏切事故直接原因の大半が通行者の無謀通行に起因することから、人的要因の事故対策として、若

表-10 道徳的態度尺度値の分布

グループ 年代	一般		優良		長期免許	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率
18~24才	91/220	41.4%	42/108	38.9%	28/69	40.6%
25~34	129/217	59.4	54/86	62.8	42/71	59.2
35~59	191/266	71.8	113/152	74.3	35/53	66.0

表-11 優良・長期免許者の年代別尺度値の分布

グループ 年代 尺度値	優良			長期免許		
	18~24才	25~34才	35~59才	18~24才	25~34才	35~59才
10	5.6%	10.5%	23.0%	1.4%	8.5%	11.3%
9	6.5	11.6	12.5	8.7	12.7	11.3
8	6.5	15.1	18.4	14.5	8.5	18.9
7	11.1	15.1	13.8	5.8	11.3	9.4
6	9.3	10.5	6.6	10.1	18.3	15.1
5	8.3	4.7	7.9	7.2	7.0	11.3
4	13.0	5.8	5.9	10.2	9.8	7.5
3	23.1	11.6	10.5	18.8	14.1	5.7
2	10.2	9.3	1.3	13.1	7.0	9.4
1	6.5	5.8	0	10.1	2.8	0

年者を中心とした踏切通行道徳の高揚をはかるため自動車教習所、運転免許証更新時などあらゆる機会をとらえて、踏切通行違反による事故の恐ろしさのPRに努力するとともに、踏切におけるいったん停止、1種、3種踏切における警報無視などの通行違反に対して、取締り、罰則を厳重に行うなどの基本対策を徹底する。現状はなぜか、踏切通行に対する教育、取締り両面とも、一般道路交通よりも、きわめてあまいことを交通行政面で反省しなければならないと考える。

5. 結 論

踏切通行者の意識分析からみて、潜在事故者群とみられる長期免許、若年、中間の各群は踏切事故の原因、対策について、保安設備、踏切構造の整備、改善を正論とする意識が強く、現行踏切通行規則（いったん停止と1種、3種踏切で警報鳴動時の進入禁止）を順守することを基盤とする道徳的態度者の比率においても若年者ほど低い。

一方、アンケートの単純集計結果より、全体として踏切事故の原因、対策について、人（通行者）に帰する回答率は過半数に満たず、現行踏切通行規則においても、合理的とせず（安全を確認すれば、無意味ないったん停止や警報に従わず自己判断で十分とする態度）支持しない比率もかなり高い。事故防止対策について、交通道徳の高揚など人的要因対策を強化することはもちろんであるが、その効果には限度があり、今後は、分析された通行者の意識態度を基盤とした事故防止対策がきわめて有効であると考えられる。

このように、事故の原因として、保安設備、踏切構造など物理的要因を主張する意識は、数量化理論Ⅱ類による事故要因分析に裏づけられている。すなわち、「列車回数」と「交通量」が増えることは、事故の起こる確率が高くなることから従来、事故の最大要因とみられた「列車回数」、「道路交通量」の2要因に対して、分析の結果1種踏切では、「踏切長」、「踏切見通し距離」、「道路勾配」の構造要因が事故発生寄度において「道路交通量」を上回り、これら構造要因の対策として、跨線数が多く「踏切長」の大きなものは、事故防止と交通渋滞解消の2面から立体化を検討し、「踏切見通し距離」の悪いものは、踏切所在の明確化を図り、「道路勾配」4%（上り、下り）以上の坂路に対し急ぎ勾配修正を行う。3種踏切では、「平均鳴動時分」の長短による影響が「道路交通量」を上回り、これに関連して「列車見通し距離」が主要因となっている。通行者が警報無視をあまく考えている分析結果からみて、この結果は当然であり、3種では事故防止効果の低いことを立証するとともに

に、当面保安設備は、1種化を原則とすることを提言した。4種踏切においては、「踏切幅員」、「道路勾配」の構造要因が「列車回数」より影響が大きく、対策として、「踏切幅員」が6.1m以上の特に危険度の高いものは、1種しゃ断化し、危険勾配4%（下り）以上の勾配修正を行う。さらに全種の踏切を通じ「踏切環境」要因の影響がもっとも大きく、1種、3種踏切で、商業、住宅地区など市街地の危険度が高いのは、交通量が多く、事故確率が高いうえに、付近の広告、照明によって、保安設備の警報灯の視認効果が低く、背後の騒音によって、警報音の認識が困難になっている影響と考えられる。踏切所在の明確性を高めることのほか、3種を1種化しつつ現行警報方式の改良を推進し、危険予知の効果を高める研究が必要である。

通行者の踏切通行規則（警報鳴動時の進入禁止）軽視の態度、すなわち警報を無視しての自己判断から、安全確認の誤判断による事故の結果、その特長が数量化理論Ⅲ類の事故要因関連分析にみられる。つまり、警報機の「鳴動時分」の長短（30秒以下、61秒以上）が、1種踏切の単線区で45km/h以下の低速列車（61秒以上）、3種踏切では複線区で96km/h以上の高速列車（30秒以下）と結びつき、また3種踏切で、危険度の低いと判別された46~60秒の「鳴動時分」も、単線区で45km/h以下の低速列車と結びついて事故要因を構成しているが、このことは、警報音の長短を感じるのに個人差はあるが、「鳴動時分」の長い場合、いらいらして待ち切れず進入（しゃ断機突破、くぐりを含む）し、短い場合、警報が鳴り出したばかりで列車が来るまで間があると誤判断し進入して高速接近のため衝突事故となっていると考えられ、踏切通行規則を厳守すれば防げる事故であるが、通行者意識の分析からみて順法精神の向上には限度があり、警報機の危険予知の効果を高める研究とは別に、最終的には物理的に踏切をしゃ断（通行者進入不能）し事故を完全防止する保安設備の研究が今後課題として残されることになる。また、4種踏切で、複線区の相当列車回数の多い場合と96km/h以上の高速列車との結びつきがみられるが、これも通行者のいったん停止不履行を含む安全確認の誤判断が、複線でいき違い列車などの場合、高速接近のため直前横断事故となるものと考えられる。以上のような低、高速列車通過踏切では、特に通行者に対し注意喚起のPR警告措置が必要である。

数量化Ⅱ類による分析で、3種踏切では、列車回数の事故発生寄度が高く、200本以上（複線区）でもっとも危険度が高いと判別されたが、これは跨線数の多い14.1m以上の長い踏切と結びついて危険を構成しているが、保安設備の1種化を急がねばならないし、立体化

の検討も必要である。4種踏切では、「踏切幅員」2m以下は危険度が低いと判別されたが、これも複線区で、14.1m以上の長い踏切との事故発生関連が強く、車両通行禁止規則を徹底する対策（コンクリート杭などで完全シャ断）をとるか、利用度の低いものは統廃合し、住民の生活上重要なものは3種よりも1種化を検討する。

以上、本研究は列車回数の比較的少ない一地域について、質量とも必ずしも十分といえないデータからのアプローチで、踏切事故の危険性を究明する研究として、その緒についたばかりであるが、一応数量化理論によるマクロ分析の考察結果から技術的、人的要因対策に関し基本的提言までを試み第一報とした。全国的見地から各地域によって事故発生パターンが異なると考えられ、鉄道管理局別、または農山漁村、住宅、商業などの踏切環境地区ごとに地域特性と事故発生の相関を分析すれば、事故防止対策上、より有効な情報が得られると考える。今後は有効な情報、データの収集蓄積をはかり、統計解析を進める一方、ミクロ的分析としての事故の事例研究など、あらゆる角度から踏切事故発生に関して、ハード、ソフト両面から解明して研究成果の充実を期し、最終的に踏切保安設備の人間工学的改良、新保安設備の開発をめざしたい。終わりに本研究にあたって有益な指導と助言を賜った文部省統計数理研究所長 林知己夫博士、京都大学工学部 吉川和広教授に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 日本鉄道技術協会：踏切道の事故発生率算定方式の研究報告，昭和33年3月。
- 2) 香月輝久：踏切設備に対する投資と踏切事故との相関関係（その1），鉄道技術研究報告，No. 372，昭和38年10月。
- 3) 香月輝久・新木元治：踏切設備に対する投資と踏切事故との相関関係（その2），鉄道技術研究報告，No. 373，昭和38年11月。
- 4) 松城素男ほか4名：踏切事故防止対策の研究（1），鉄道労働科学研究所，昭和45年5月。
- 5) 松城素男ほか4名：踏切事故防止対策の研究（2），鉄道労働科学研究所，昭和45年5月。
- 6) 池田敏久ほか3名：踏切事故防止対策の研究（3），鉄道労働科学，No. 26，1972。
- 7) 交通工学研究会：高速道路の事故要因分析巻末資料“Railroad Grade Crossings”，昭和51年2月。
- 8) 長浜友治：第3種踏切事故の発生予測について，土木学会第29回年次学術講演会講演概要集第4部，pp. 250～251，昭和49年10月。
- 9) 長浜友治：踏切事故の発生予測に関する研究，土木学会第31回年次学術講演会講演概要集第4部，p. 30，昭和51年10月。
- 10) 林知己夫・村山 孝：市場調査の計画と実際，日刊工業新聞社，昭和48年1月。
- 11) 国鉄施設局踏切課：踏切事故報告書の作成方，昭和52年4月。
- 12) 前述文献10) 参照。
- 13) 長浜友治：踏切通行者の意識構造に関する研究，土木学会第32回年次学術講演会講演概要集第4部，pp. 293～294，昭和52年10月。
- 14) 林知己夫編：比較日本人論，中公新書，昭和48年8月。
- 15) 前述文献4) 参照。

(1977.9.5・受付)