

1 種全しゃ断踏切事故の危険性に関する基礎的研究

A BASIC STUDY ON ACCIDENT HAZARDS AT AUTOMATIC
FULL-BARRIER CROSSINGS

長 浜 友 治*

By Tomoharu NAGAHAMA

1. ま え が き

踏切事故は、政府の事故防止対策の推進により年々減少を続けているが、重大事故、大型事故は減少していない。著者¹⁾は先に、踏切事故の危険性について、ある地域におけるマクロ的研究を行い踏切構造に関する技術的対策、踏切通行者に対する人的対策について基本的提言を行った。

国鉄は現在、踏切事故対策の基本方針として、高架、立体化、統廃合を進めながら自動車通行を認める踏切について、最も保安度の高いとみなされる「1種全しゃ断」化を目指し整備を進めている。これは現在の3種踏切（警報のみの踏切）と4種踏切（しゃ断機も警報機もない踏切）を1種踏切（しゃ断機と警報機のついている踏切）に整備し、しゃ断機で道路の幅員を完全にしゃ断するいわゆる「全しゃ断」化を推進し事故防止効果の向上を図るものである。しかし「1種全しゃ断」化された踏切でも事故発生率（踏切100か所当たりの事故件数）は目立った減少を示さない。昭和53年度の資料²⁾によれば、踏切事故発生率は1種踏切（ほとんどが全しゃ断）2.2件、3種踏切5.8件、4種踏切3.6件で1種が交通量が多いにもかかわらず事故発生率低く保安度は高いと評価されるが、「1種全しゃ断」化後も依然として事故が発生し保安度には限界があると考えられる。本研究においてはこの「1種全しゃ断」化された踏切事故を対象とし、しかも全事故件数の70%以上を占め重大事故に関連のある自動車事故に限定した。解析は数量化理論を適用し、事故形態（しゃ断機突破、限界支障、トリコ、エンスト、落輪、交通渋滞）を軸として、物理的要因、人的要因、あるいは総合要因から事故発生要因、カテゴリーの結びつき、事故形態の位置づけ、事故形態の特徴とその判別、さらに事故形態ごとに踏切構造を中

心とした物理的要因の事故発生寄与度について分析した。

この方面の研究については、文献1)で詳述したが、統計的手法による研究としては、日本鉄道技術協会³⁾は事故発生率の算定式、香月ら^{4),5)}は踏切の危険度と事故発生率の回帰式を求め、アメリカ合衆国⁶⁾においても踏切危険度の推定式が多数発表されている。しかしこれらの研究はいずれも古く、しかも説明変数として、列車回数と道路交通量のみか、一部の構造要因を加えての処理であり、現時点では踏切環境の変化、構造改良の進捗、列車のスピード・アップ、自動車の急激な増加、大型化などにより事故の質的内容の変化によること、最近の統計解析手法の進歩により見直しを必要としている。鉄道労働科学研究所^{7),8)}では人間工学の分野から警報無視の研究を行い、警報無視発生のプロセスと事故の類型化を明らかにし、警報灯の警報効果についても実験的研究を行っている。従来の統計解析は一部の物理的要因のみで処理され、事故現象の解明に絶対必要な人的要因が含まれていない。また事故発生原因、つまり事故形態によって一それが暴進的か運転未熟的かによって、事故発生パターン、事故要因の寄与度は異なると考えられ、効果的な踏切事故対策を見出すためには、物理的、人的の総合要因から、事故形態を軸に分析するのが本筋であろう。

研究対象は、全国的見地から最近5年間の自動車による「1種全しゃ断」事故踏切と15年以上の同種無事故踏切である。なお、事故サンプルの中から偶発性および踏切構造に起因しないと考えられる次のケースを除外した。①積雪、凍結時のスリップ事故、②飲酒運転事故、③踏切装置の故障による事故、④自動車の整備不良による事故、⑤鉄道側の責任事故である。

数量化理論の適用にあたっては、サンプルは単純集計によって各要因のカテゴリー別に頻度を調べ、度数の少ないものは、カテゴリーの再編成を行って分析の精度を高めるようにした。

* 正会員 福井工業大学教授 工学部建設工学科

表-1 人的要因による各事故形態の Category Score

Item	Category	暴進-米 熟		突 破		ト リ コ		限 界 支 障		エ ン ス ト		落		輪		交 通 渋 滞	
		Score	Range (順位)	Score	Range (順位)	Score	Range (順位)	Score	Range (順位)	Score	Range (順位)	Score	Range (順位)	Score	Range (順位)	Score	Range (順位)
踏切内 進入状況	一旦停止後	-0.0495	0.2341	-0.0506	0.3133	-0.0004	0.1574	0.0014	0.3269	0.0266	0.1287	0.0109	0.1195	0.0195	0.0984		
	一旦停止せず	0.1846	(2)	0.2368	(2)	0.0468	(4)	-0.0090	(1)	-0.1021	(5)	-0.0662	(6)	-0.0162	(5)		
	不明・その他	0.0408		-0.0765		-0.1106		0.2279		-0.0151		0.0533		-0.0789			
保安装置 作動状況	警報鳴動前	-0.1688	0.6423	-0.0809	0.4572	-0.0578	0.3491	-0.0299	0.2712	0.0675	0.2389	0.0516	0.2702	0.0451	0.1411		
	警報鳴動後	0.3066	(1)	0.3963	(1)	0.2050	(1)	0.0032	(2)	-0.1284	(3)	-0.0821	(1)	-0.0960	(2)		
	しゃ断機降下後	0.4735		0.3763		-0.1441		0.2143		-0.1714		-0.2186		-0.0834			
年 令	18 ~ 24 才	-0.0336	0.0580	-0.0670	0.1208	0.0037	0.0636	0.0296	0.1175	-0.0781	0.2963	0.0548	0.2111	0.0670	0.0916		
	25 ~ 34 才	-0.0073	(7)	0.0240	(4)	-0.0384	(6)	0.0070	(3)	-0.0214	(1)	0.0395	(2)	-0.0108	(6)		
	35 ~ 59 才	0.0245		0.0089		0.0252		-0.0046		0.0166		-0.0290		-0.0121			
性 別	60 才以上	-0.0272		0.0538		0.0068		-0.0879		0.2182		-0.1563		-0.0346			
	男	0.0166	0.0725	0.0054	0.0239	0.0039	0.0170	0.0072	0.0314	-0.0661	0.2876	0.0378	0.1644	0.0116	0.0505		
	女	-0.0659	(6)	-0.0185	(8)	-0.0131	(8)	-0.0242	(6)	0.2215	(2)	-0.1266	(5)	-0.0389	(8)		
経験年数	1 年未満	-0.0244	0.0352	0.0093	0.0493	-0.0230	0.0408	-0.0107	0.0156	0.0491	0.0928	0.0282	0.0481	-0.0529	0.0713		
	1 ~ 3.9 年	0.0108	(8)	0.0267	(7)	-0.0139	(7)	-0.0019	(8)	-0.0437	(8)	-0.0145	(8)	0.0184	(7)		
	4 年以上	0.0001		-0.0226		0.0178		0.0049		0.0157		-0.0199		0.0040			
職 業	運輸・建設	0.0430		0.0420		-0.0455		0.0465		-0.0212		-0.0163		-0.0055			
	会社員	-0.0127	0.1039	-0.0148	0.0802	0.0143	0.1016	-0.0122	0.0936	0.0005	0.1154	0.0227	0.1738	-0.0105	0.1265		
	公務員	0.0625	(5)	-0.0167	(5)	0.0561	(5)	0.0231	(5)	0.0394	(6)	-0.1177	(4)	0.0157	(3)		
	農 業	-0.0414		0.0174		-0.0117		-0.0471		0.0465		-0.0159		0.0108			
	無 職	0.0172		-0.0382		0.0181		0.0373		-0.0689		-0.0225		0.0742			
	その他	-0.0081		0.0126		-0.0166		-0.0042		0.0043		0.0561		-0.0523			
居住地	同 部	0.0804	0.1233	-0.0516	0.0667	0.1195	0.1611	0.0124	0.0176	0.0860	0.1008	-0.0466	0.0547	-0.1197	0.1652		
	同 市 町 村	0.0025	(4)	0.0151	(6)	-0.0073	(3)	-0.0052	(7)	-0.0148	(7)	0.0069	(7)	0.0054	(1)		
	同 県 内	-0.0429		-0.0059		-0.0416		0.0046		-0.0107		0.0081		0.0455			
通 行 目 的	職業運転	0.0378	0.0086	-0.1159	0.1513	0.1513	0.2209	0.0024	0.0943	-0.0850	0.1327	-0.0100	0.2085	0.0573	0.1043		
	業務用的	0.1150	0.1732	0.0086	0.1504	0.0761	0.2209	0.0302	0.0943	-0.0513	0.1327	-0.1156	0.2085	0.0519	0.1043		
	通勤・通学	-0.0097	(3)	-0.0351	(3)	-0.0043	(2)	0.0296	(4)	0.0411	(4)	-0.0452	(3)	0.0138	(4)		
	私 用	0.0238		0.0238		-0.0696		-0.0125		0.0477		0.0576		-0.0470			
	その他	-0.0399		0.0345		-0.0102		-0.0641		-0.0735		0.0929		0.0205			
			$r = 0.6814$		$r = 0.6955$		$r = 0.4751$		$r = 0.3907$		$r = 0.4629$		$r = 0.3857$				$r = 0.3267$

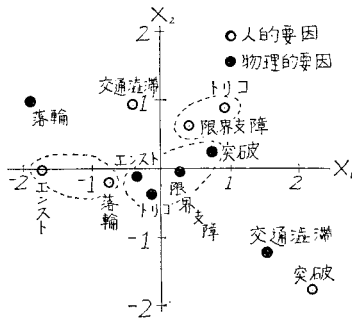


図-3 事故形態の位置

下、踏切幅員 3 m 以下との関連事故，②「交通渋滞」は工場地区で、踏切幅員 6.1~8.0 m、道路交通量 50 001~100 000、踏切長 20.1 m 以上の長い踏切との関連，③ 学校、商業地区と列車見通し距離 50 m 以下の関連，④ 鉄道交通量 49 本以下と踏切長 6 m 以下の関連事故が見出される。踏切環境相互の関係位置をみると、学校地区、商業地区は 1 象限に表われ、住宅地区、工場地区は 4 象限に表われて、物理的にそれぞれ同傾向の環境条件であることを示し、対象的に農山漁村地区が 2 象限（-）側に位置し、これらとは異質の環境条件であることがわかる。

（3） 事故形態の位置づけ

人的要因、物理的要因から事故形態の相互関係を位置づけたものが 図-3 である。人的要因からは、「突破・くぐり」が最も暴進的で、「エンスト」が最も未熟的な位置を占めている。物理的要因図からは、「交通渋滞」と「落輪」が両極に位置し、他は、おおむね 1 集団とみなせる構造を表わしている。

3. 事故形態の特徴と判別

事故原因から分類された 6 つの事故形態が、どのようなパターンで発生し、その特徴的要因は何か、さらに事故形態の同時判別の可否について、人的要因、物理的要因から数量化理論 II 類¹¹⁾により分析した。サンプル数は、「突破・くぐり」42、「限界支障」30、「交通渋滞」41、「トリコ」53、「エンスト」122、「落輪」73 で構成される 361 の母集団である。

（1） 人的要因

表-1 に示すとおり事故形態と相関の高いと考えられる要因を選び、8 アイテム、29 カテゴリーで分析した。計算は外的基準を 7 ケースに分けて行った。①「暴進系事故」-「運転未熟系事故」、②「突破・くぐり事故」-「その他」などで 表-1 に分析結果を示す。

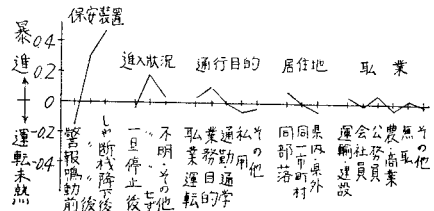


図-4 暴進-運転未熟のカテゴリースコア変化傾向図

まず、事故形態を大局的に 2 群に分類した「暴進系」-「運転未熟系」について考察すると、相関比 $\eta=0.6814$ で判別精度は良好である。要因の寄与度をレンジの大きさから順位を付して表わし、図-4 は、カテゴリースコア変化傾向図を示したものである。最大の影響要因は、保安装置作動状況で抜群であり、判別係数は直線的分布を示し、この要因が 2 群判別の代表要因として得られたことは妥当な結果であろう。次に大差で踏切内への進入状況となっている。通行目的では、業務目的が最も高い暴進度を示し、ドライバーの居住地の影響では、踏切に近い同部落のドライバーが、最も高い暴進度を示しているのは興味深い。一方、年齢、性別、経験年数は意外にレンジが小さく影響の低いことがわかった。次に各事故形態の特徴を考察するが、正のカテゴリースコアは当該事故、負はその他の事故への影響度を表わす。「突破・くぐり」は相関比が最も高く保安装置作動状況と踏切内への進入状況の影響力が大きく表われていることは、この事故の特徴であり常識と一致する。全事故形態を通じて保安装置作動状況が代表的要因とみられるが、踏切内への進入状況は「突破・くぐり」以外は特徴的ではない。なお、この要因が「限界支障」で 1 位となったのは、不明、その他のカテゴリーに反応したサンプルが多かったためである。通行目的の影響は全体的に上位を占め「トリコ」では暴進度の高いものとして職業運転がみられ、年齢は「エンスト」と「落輪」で大きな影響を示し、年齢層が高いほど「エンスト」の危険度は増すが、「落輪」では逆の傾向をみせており、特に 60 才以上で影響度が高い。このことは、両事故形態が基本的には運転未熟系事故であるが、「エンスト」は高令者の純然たる運転操作不良に起因する事故であり、「落輪」は若者の慎重さを欠く結果の事故と判断される。性別は「エンスト」で大きな影響を示し、女性の危険度がきわめて高い。居住地の影響は、「交通渋滞」で最大要因、「トリコ」で 3 位となっており「トリコ」の場合、同部落の危険度が高いが、この原因は踏切通行の慣れのためと考えられる。経験年数は全般的に影響は小さいことがわかった。

（2） 物理的要因

要因として、踏切構造を中心とした ① 重複線別、②

横断線数, ③ 踏切長, ④ 踏切幅員, ⑤ 幅員差, ⑥ 交角, ⑦ 道路勾配, ⑧ 踏切見通し距離, ⑨ 列車見通し距離, ⑩ 警報時分差 (警報鳴動時分の最長と最短との差), ⑪ 踏切環境, ⑫ 鉄道交通量, ⑬ 道路交通量を選び, これらを組み合わせて, レンジの小さいものをカットして計算を繰り返し最終的に各事故形態とも 8 アイテムで分析した. 外的基準としては「突破・くぐり」と「その他」など 6 ケースである. その結果, 「落輪」では相関比 $\eta=0.4553$, 「交通渋滞」で $\eta=0.4769$ で判別の可能性はあるが, 他の事故形態は十分でない. 物理的要因からの事故形態の特徴は次の総合要因で取り上げた主要なものについて論ずることとする.

(3) 総合要因の影響分析と考察

表-2 突破 Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
踏切内進入状況	一旦停止後	-0.0547	0.311 1 (2)
	一旦停止せず	0.248 1	
	不明・その他	-0.063 0	
保安装置作動状況	警報鳴動前	-0.078 4	0.439 8 (1)
	警報鳴動後	0.096 3	
	しゃ断機降下後	0.361 4	
年 令	18 ~ 24 才	-0.055 5	0.099 8 (5)
	25 ~ 34 才	0.017 5	
	35 ~ 59 才	0.005 2	
	60 才以上	0.043 3	
通 行 目 的	職業運転	-0.079 2	0.103 2 (4)
	業務目的	0.013 1	
	通勤・通学	-0.027 0	
	私用	0.013 2	
	その他	-0.024 0	
踏 切 幅 員	3 m 以下	0.028 0	0.065 8 (8)
	3.1~ 4.0	0.019 7	
	4.1~ 6.0	-0.033 9	
	6.1~ 8.0	-0.017 0	
	8.1~10.0	-0.009 2	
	10.1 以上	0.031 9	
道 路 勾 配	5% 以上	-0.052 3	0.124 0 (3)
	3~ 4	-0.043 6	
	1~ 2	-0.079 4	
	0	0.015 3	
	-1~-2	0.044 6	
	-3~-4	-0.040 4	
	-5 以上	0.004 3	
列車見通し距離	50 m 以下	-0.020 0	0.088 6 (7)
	51~100	0.064 1	
	101~250	-0.024 5	
	251~500	-0.009 8	
	501 以上	0.009 1	
鉄 道 交 通 量	49 以下	0.013 0	0.098 1 (6)
	50~ 99	-0.038 7	
	100~199	-0.001 9	
	200~299	0.013 9	
	300~399	0.027 7	
	400 以上	0.059 4	

$\eta=0.706 1$

踏切事故形態に関与する要因の影響度を, 人的要因, 物理的要因の総合的立場からとらえ, 各事故形態の特徴と発生パターンを明確にするため, 両要因を組み合わせ相関比を高める方向で, 数量化理論 II 類の処理を行い, 最終的に各事故形態とも 8 アイテムで分析した. 結果を表-2~7 に示すが, 相関比は「突破・くぐり」が 0.706 1, 「限界支障」が 0.459 3, 「トリコ」0.530 8, 「エンスト」0.496 1, 「落輪」0.537 4, 「交通渋滞」0.510 4 で, いずれも判別可能と考えられる.

各事故形態発生率の要因寄与度をみると, 全体として暴走系事故では, 保安装置作動状況の影響がきわめて大きく, 「突破・くぐり」と「限界支障」では, しゃ断機降下後進入が, 「トリコ」では, 警報機鳴動後進入が各事故形態の事故発生度が高い特徴を示している. 物理的要因では, 踏切長, 道路勾配が上位を占め, 事故形態にかなり強く関与していると考えられる. 各事故形態ごとに

表-3 限界支障 Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
踏切内進入状況	一旦停止後	0.003 3	0.332 6 (1)
	一旦停止せず	-0.106 2	
	不明・その他	0.226 4	
保安装置作動状況	警報鳴動前	-0.027 0	0.250 3 (2)
	警報鳴動後	0.001 0	
	しゃ断機降下後	0.223 3	
年 令	18~24 才	0.027 5	0.107 9 (8)
	25~34 才	-0.001 3	
	35~59 才	0.001 1	
	60 才以上	-0.080 4	
職 業	運輸・建設	0.073 1	0.116 0 (6)
	会社社員	-0.016 1	
	公務員	0.015 8	
	農商業	-0.042 9	
	無職その他	-0.006 5	
単 複 線 別	単 線	0.091 6	0.151 7 (4)
	複 線	-0.060 1	
踏 切 長	6 m 以下	-0.105 2	0.169 9 (3)
	6.1~10.0	-0.039 4	
	10.1~14.0	0.050 0	
	14.1~20.0	0.064 7	
	20.1 以上	-0.012 0	
踏 切 幅 員	m 以下	-0.013 6	0.019 8 (7)
	3.1~ 4.0	-0.011 4	
	4.1~ 6.0	0.020 7	
	6.1~ 8.0	0.017 6	
	8.1~10.0	-0.086 3	
道 路 勾 配	5% 以上	0.117 0	0.149 2 (5)
	3~ 4	0.124 6	
	1~ 2	0.075 4	
	0	-0.014 1	
	-1~-2	-0.007 8	
	-3~-4	-0.016 0	
-5 以上	-0.024 6		

$\eta=0.459 3$

表-4 トリコ Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
踏切内進入状況	一旦停止後	-0.007 4	0.157 4 (6)
	一旦停止せず	0.067 3	
	不明・その他	-0.090 1	
保安装置作動状況	警報鳴動前	-0.058 2	0.352 1 (1)
	警報鳴動後	0.206 4	
	しゃ断機降下後	-0.145 7	
居住地	同 部 落	0.121 4	0.169 6 (4)
	同一市町村	-0.004 4	
	県内・県外	-0.048 2	
通行目的	職業運転	0.103 2	0.166 3 (5)
	業務目的	0.072 0	
	通勤・通学	0.028 7	
	私 用 他	-0.063 1	
単複線別	単 線	-0.121 7	0.201 5 (3)
	複 線	0.079 8	
踏 切 長	6 m 以下	0.082 3	0.331 4 (2)
	6.1~10.0	-0.017 2	
	10.1~14.0	-0.030 7	
	14.1~20.0	-0.055 0	
	20.1 以上	0.276 4	
鉄道交通量	49 以下	0.047 9	0.149 7 (7)
	50~99	0.073 0	
	100~199	-0.028 6	
	200~299	-0.021 2	
	300~399	-0.069 2	
400 以上	-0.076 7		
道路交通量	2 000 以下	-0.043 0	0.100 9 (8)
	2 001~ 10 000	0.050 9	
	10 001~ 20 000	-0.006 7	
	20 001~ 50 000	-0.004 1	
	50 001~100 000	-0.050 0	
100 001 以上	-0.007 2		
$\eta=0.530 8$			

考察すると、①「突破・くぐり」では、人的要因が上位を占め、物理的要因は道路勾配を除いて影響が小さく、保安装置作動状況と踏切内への進入状況の要因効果がきわめて大きいのは当然といえる。②「限界支障」では踏切内への進入状況が最も利いているが、これは不明、その他のカテゴリーに反応したサンプル数が 30% 近く、内訳は不明 1 件、他は Uターン中に後進で進入、一旦停止中、しゃ断機降下後に気づかず進入など特異な進入方法を示している。物理的要因の踏切長、単複線別、道路勾配の影響も大きく、6 m 以下の短い踏切は特にこの形態の事故発生度が低く、単線、下り勾配の事故発生度が高い特徴をみせている。③「トリコ」では、物理的要因の踏切長、単複線別が上位を占め、特に 20.1 m 以上の長い踏切の事故発生度が高い。④「エンスト」では、人的要因の年令、性別の影響が大きく、他の事故形態にみられぬ特徴を示し、60 才以上の老人、女性ドライバーの事故発生度が高いのは常識と一致し、道路勾配、踏切長、踏切幅員の影響も大きい。⑤「落輪」は物理的要因

表-5 エンスト Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
踏切内進入状況	一旦停止後	0.035 9	0.163 8 (7)
	一旦停止せず	-0.127 9	
	不明・その他	-0.044 1	
保安装置作動状況	警報鳴動前	0.064 3	0.251 6 (4)
	警報鳴動後	-0.114 8	
	しゃ断機降下後	-0.187 3	
年 令	18~24 才	-0.068 8	0.289 0 (1)
	25~34 才	-0.033 4	
	35~59 才	0.020 9	
	60 才以上	0.220 2	
性 別	男	-0.062 5	0.271 8 (3)
	女	0.209 3	
通行目的	職業運転	-0.101 3	0.136 1 (8)
	業務目的	-0.020 7	
	通勤・通学	0.034 8	
	私 用 他	0.034 2	
踏 切 長	6 m 以下	-0.086 8	0.251 4 (5)
	6.1~10.0	0.076 8	
	10.1~14.0	-0.000 3	
	14.1~20.0	-0.067 6	
	20.1 以上	-0.174 6	
踏 切 幅 員	3 m 以上	-0.103 9	0.235 9 (6)
	3.1~ 4.0	-0.054 0	
	4.1~ 6.0	0.046 2	
	6.1~ 8.0	0.132 0	
	8.1~10.0	0.070 8	
10.1 以上	0.009 9		
道 路 勾 配	5% 以上	0.150 2	0.284 5 (2)
	3~ 4	0.251 0	
	1~ 2	-0.015 2	
	0	-0.022 4	
	-1~-2	-0.033 5	
	-3~-4	0.002 9	
-5 以上	0.004 4		
$\eta=0.496 1$			

が上位を占め、特に踏切幅員は最も強く影響し、狭いほど事故発生度が高く、上り勾配、6 m 以下の短い踏切の事故発生度が高い。⑥「交通渋滞」では、「落輪」と同じく、物理的要因が上位を占めて関与し、横断線数が 1 位で利いており、4 本以上で事故発生度が高く、鉄道交通量は少ないほど、また道路交通量は、きわめて多い場合の事故発生度が高い特徴を示している。

(4) 事故形態の同時判別

6つの事故形態を外基の基準として、数量化理論Ⅱ類を予測モデルと考え、人的要因および物理的要因から単独に事故形態判別の可否について検討した。この場合、図-5 に示すとおり、最大根 η_1 の次元で 6 群を一気に判別することは困難であり、 $T-1=5$ 次元の計算を行い、各軸の分布群図を描きながら——図-5 の第 1 軸では、「突破・くぐり」が判別され、第 2 軸以下の各軸がどの

表-6 落輪 Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
保安装置作動状況	警報鳴動前	0.059 0	0.183 7 (5)
	警報鳴動後	-0.123 8	
	しゃ断機降下後	-0.122 4	
年 令	18~24 才	-0.050 4	0.171 0 (7)
	25~34 才	0.051 6	
	35~59 才	-0.041 6	
	60 才以上	-0.119 4	
職 業	運輸・建設	0.037 9	0.117 7 (8)
	会社員	0.031 9	
	公務員	-0.035 1	
	農商	-0.043 4	
	無その他	-0.079 8	
通行目的	職業運転	0.016 0	0.211 2 (4)
	業務目的	-0.094 5	
	通勤・通学	-0.112 9	
	私用	0.058 0	
	その他	0.098 3	
踏 切 長	6m 以下	0.145 7	0.266 4 (3)
	6.1~10.0	0.023 6	
	10.1~14.0	-0.004 3	
	14.1~20.0	-0.120 7	
	20.1 以上	-0.086 8	
踏 切 幅 員	3m 以下	0.149 6	0.403 4 (1)
	3.1~ 4.0	0.097 6	
	4.1~ 6.0	-0.081 7	
	6.1~ 8.0	-0.109 6	
	8.1~10.0	-0.113 7	
	10.1 以上	-0.253 8	
幅 員 差	0 m	-0.049 3	0.182 0 (6)
	0.1~0.9	0.070 2	
	1.0 以上	0.032 3	
	-0.1~-0.9	-0.108 5	
	-1.0 以上	0.073 5	
道 路 勾 配	5% 以上	-0.192 3	0.278 7 (2)
	3~ 4	-0.222 8	
	1~ 2	-0.068 5	
	0	-0.016 7	
	-1~-2	0.033 7	
	-3~-4	0.055 9	
-5 以上	0.021 0		

$\eta = 0.537 4$

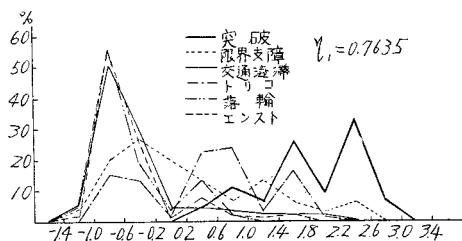


図-5 1 軸における Sample Score の頻度分布

事故形態を判別しているか観察し他は 1 群に統合して判別点と適中率を求めた。この場合、すでに判別された事故形態は次の軸では取り除いて、操作を繰り返した。図

表-7 交通渋滞 Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
保安装置作動状況	警報鳴動前	0.045 1	0.203 5 (5)
	警報鳴動後	-0.071 5	
	しゃ断機降下後	-0.158 4	
職 業	運輸・建設	0.046 1	0.107 6 (8)
	会社員	-0.011 4	
	公務員	0.024 4	
	農商	0.015 4	
	無その他	0.008 0	
居 住 地	同 部 落	-0.111 3	0.133 6 (7)
	同 一 市 町 村	0.015 0	
	県 内 ・ 県 外	0.022 3	
横 断 線 数	1	-0.077 5	0.330 8 (1)
	2	0.015 7	
	3	-0.047 6	
	4 以上	0.253 3	
交 角	50° 以下	-0.046 8	0.194 6 (6)
	51~ 89	0.041 0	
	90	-0.011 4	
	91~130	-0.040 2	
道 路 勾 配	5% 以上	-0.089 5	0.247 7 (3)
	3~ 4	-0.118 4	
	1~ 2	0.129 3	
	0	0.069 8	
	-1~-2	-0.030 4	
	-3~-4	-0.068 8	
-5 以上	0.020 3		
鉄 道 交 通 量	49 以下	0.058 0	0.253 7 (2)
	50~ 99	0.023 5	
	100~199	0.011 5	
	200~299	-0.004 4	
	300~399	-0.065 6	
400 以上	-0.195 7		
道 路 交 通 量	2000 以下	-0.022 3	0.223 2 (4)
	2001~ 10 000	-0.064 1	
	10 001~ 20 000	-0.049 1	
	20 001~ 50 000	0.067 6	
	50 001~100 000	-0.000 7	
	100 001 以上	0.159 1	

$\eta = 0.510 4$

表-8 事故形態の同時判別

人 的 要 因					
事故形態	突 破	トリコ	エンスト	限界支障	交通渋滞
判断要因					
判 別 点	0.60	0.52	0.26	0.14	0.40
的 中 率 (%)	85	71	56	63	62
物 理 的 要 因					
事故形態	交通渋滞	トリコ	落 輪	エンスト	限界支障
判断要因					
判 別 点	0.80	0.46	0.00	0.16	0.10
的 中 率 (%)	72	60	51	59	60

-6 に 2 群に 統合した 各軸の 判別図 (人的要因), 表-8 に判別結果を示した。さらに 表-9, 10 に各事故形態

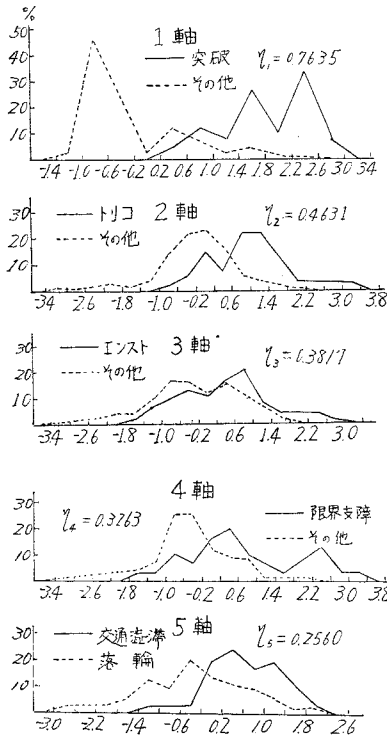


図-6 2群に統合した事故形態判別 (人的要因)

を5次元空間に位置づける5軸の代表値を示した。

4. 各事故形態の物理的要因分析

6つの各事故形態ごとに、踏切構造を中心とした物理的要因の事故発生寄与度を明らかにするため、数量化理論Ⅱ類を適用し分析した。外的基準として「無事故」と「事故発生」を選び、取り上げた要因は、特徴、判別分析と同じく単複線別、横断線数など13要因であり計算を繰り返して、レンジの小さいものをカットして最終的に8アイテムで分析した。サンプル数は各事故形態とも事故サンプルが150であり、無事故サンプルは、15年以上の無事故踏切304か所の中からランダムに150を抽出した。なお、事故形態の中で「トリコ」と「交通渋滞」は従来「その他」として処理され昭和52年度から設けられたので、サンプル数が少なく今回の分析対象からは除外した。主要4事故形態の分析結果を表-11~14に、カテゴリースコアの変化傾向図を図-7に示した。正のカテゴリースコアは、当該事故への危険度の影響を表わし、負は無事故の影響度を表わす。相関比は各事故形態とも0.4以上であり、判別の可能性はあると考えられる。カテゴリースコアの変化傾向図から要因の影響度

表-9 事故形態別代表値 (人的要因)

事故形態	統計量	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
突破・くぐり	Mean	1.841 6	-0.337 1	0.381 3	-0.138 1	0.068 1
	S.D	0.706 1	1.375 5	0.907 1	0.880 8	1.018 1
限界支障	Mean	0.309 0	-0.711 0	-0.829 6	0.617 4	-0.117 5
	S.D	1.007 0	1.347 6	1.053 3	1.239 6	0.893 2
トリコ	Mean	0.476 9	0.972 9	-0.359 5	-0.038 8	-0.083 8
	S.D	0.779 0	0.885 7	0.859 4	1.065 8	0.939 0
エンスト	Mean	-0.463 4	0.085 2	0.349 4	0.272 9	0.035 8
	S.D	0.559 6	0.698 3	0.953 0	0.927 7	1.013 8
落輪	Mean	-0.490 3	-0.270 3	-0.024 7	-0.407 6	-0.326 7
	S.D	0.457 4	0.695 8	0.888 4	0.877 8	1.039 3
交通渋滞	Mean	-0.477 2	-0.164 3	-0.314 5	-0.346 4	0.599 6
	S.D	0.574 4	0.567 0	0.896 5	0.739 2	0.677 9

表-10 事故形態別代表値 (物理的要因)

事故形態	統計量	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
突破・くぐり	Mean	0.116 7	-0.322 0	0.011 4	-0.291 9	-0.592 7
	S.D	0.894 3	0.779 4	0.813 4	0.931 9	0.745 0
限界支障	Mean	0.270 4	-0.714 9	0.249 6	-0.429 1	0.491 3
	S.D	0.831 0	0.929 8	1.201 5	1.108 9	1.198 3
トリコ	Mean	-0.189 3	0.633 9	0.494 8	-0.159 0	0.021 8
	S.D	0.835 2	1.084 0	0.874 2	1.010 4	0.814 0
エンスト	Mean	0.006 9	-0.167 3	0.108 8	0.334 9	-0.003 3
	S.D	0.906 9	0.883 9	1.027 9	0.984 3	1.004 3
落輪	Mean	-0.721 2	0.086 4	-0.425 0	-0.084 0	0.086 4
	S.D	0.776 3	0.820 3	0.919 5	0.913 6	0.934 4
交通渋滞	Mean	1.190 6	0.377 6	-0.401 2	-0.028 4	0.075 6
	S.D	0.774 3	1.126 3	0.743 3	0.850 8	1.102 8

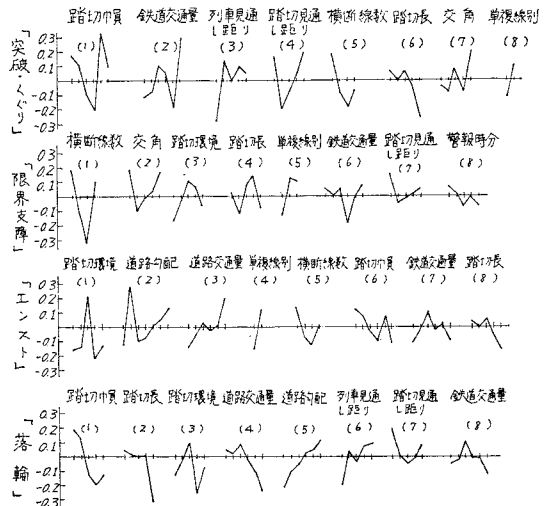


図-7 各事故形態のカテゴリースコア変化傾向図

について考察すると次のとおりである。

(1) 列車見通し距離は、「突破・くぐり」で大きな影響があると考えられるが、見通しがよくても危険であり、逆に50m以下の見通し不良の場合、危険度がかな

表-11 突破 Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
単複線別	単線	-0.122 0	0.219 1 (8)
	複線以上	0.097 1	
横断線数	1	0.182 5	0.368 1 (5)
	2	-0.083 6	
	3	-0.185 6	
	4以上	-0.065 8	
踏切長	6 m 以下	0.066 7	0.320 8 (6)
	6.1~10.0	0.000 2	
	10.1~14.0	0.068 7	
	14.1~20.0	-0.048 9	
踏切幅員	20.1 m 以上	-0.252 1	0.528 8 (1)
	3 m 以下	0.173 4	
	3.1~ 4.0	0.115 4	
	4.1~ 6.0	-0.096 7	
	6.1~ 8.0	-0.203 8	
交角	8.1~10.0	0.325 0	0.293 3 (7)
	10.1 以上	0.092 9	
	50° 以下	-0.045 6	
	51~ 89	-0.084 3	
	90	0.083 8	
踏切見通し距離	91~130	-0.071 2	0.400 7 (4)
	131 以上	0.209 0	
	22 m 以下	0.161 3	
	23~ 45	-0.201 2	
	46~100	-0.066 4	
列車見通し距離	101~200	0.061 7	0.429 5 (3)
	201 以上	0.199 5	
	50 m 以下	-0.286 6	
	51~100	0.142 9	
	101~250	-0.004 2	
鉄道交通量	251~500	0.097 4	0.491 4 (2)
	501 以上	0.050 0	
	49 以下	-0.116 8	
	50~ 99	-0.085 7	
	100~199	0.109 8	
	200~299	0.063 8	
300~399	-0.193 0		
400 以上	0.298 4		

 $\eta=0.591 0$

表-12 限界支障 Category Score

tem	Category	Score	Range (順位)
単複線別	単線	-0.132 3	0.264 7 (5)
	複線	0.132 4	
	3線以上	0.113 9	
横断線数	1	0.187 4	0.508 3 (1)
	2	-0.124 8	
	3	-0.320 9	
	4以上	0.116 0	
踏切長	6 m 以下	0.031 3	0.286 0 (4)
	6.1~10.0	-0.127 1	
	10.1~14.0	0.075 8	
	14.1~20.0	0.158 9	
	20.1 以上	-0.081 2	
交角	50° 以下	0.192 0	0.293 6 (2)
	51~ 89	-0.101 6	
	90°	-0.020 0	
	91~130	0.030 2	
	131 以上	0.174 6	
踏切見通し距離	22 m 以下	0.162 3	0.204 4 (7)
	23~ 45	-0.042 1	
	46~100	-0.022 1	
	101~200	0.010 5	
	201 以上	0.045 9	
警報時分	20 秒以下	0.067 3	0.147 0 (8)
	21~ 40	0.002 9	
	41~ 60	-0.079 7	
	61~100	-0.006 8	
	101 以上	-0.077 0	
踏切環境	商業住宅	-0.179 1	0.292 1 (3)
	農山漁村	-0.024 0	
	学校	0.113 0	
	工場	0.075 6	
		-0.066 5	
鉄道交通量	49 以下	0.057 5	0.259 6 (6)
	50~ 99	0.008 9	
	100~199	0.058 3	
	200~299	-0.184 5	
	300~399	-0.006 7	
	400 以上	0.075 1	

 $\eta=0.433 4$

り低下する傾向が伺える。これは、ドライバーが、列車見通し不良の踏切に対して慎重な対応を示すためと思われるが、「落輪」でも似たカテゴリースコアの変化がみられる。

(2) 踏切見通し距離は、「突破・くぐり」、「限界支障」、「落輪」において似たカテゴリースコアの変化を示し、22 m 以下の見通し不良距離の危険度が高く表われる傾向であるが、これはドライバーが、踏切所在の確認距離が不十分なため、的確な判断を欠くものと考えられる。しかし見通しが良過ぎても危険度が高くなる傾向を示している。

(3) 踏切長は、「突破・くぐり」、「落輪」、「エンスト」において似たカテゴリースコアの変化を示し、値が増すほど危険度は低下し、特に 20.1 m 以上の長い踏切

の危険度は相当低い傾向をみせている。これは、ドライバーが長い踏切通過に際し慎重になること、さらに踏切内に進入した自動車が通過列車の本線外(側線、専用線)にあり、列車との衝突を回避できるためと考えられる。

(4) 踏切環境の影響は、「エンスト」で、最も大きく、「落輪」、「限界支障」でも要因の寄与度は上位であり、カテゴリースコア変化も似た傾向を示し、農山漁村地区の危険度が高い様子が伺える。

(5) 踏切幅員の影響は、「落輪」で大きいと考えられるが、狭い幅員ほど危険度が高くなる傾向を示した。

(6) 横断線数は、「限界支障」で影響が大きく、1本と4本以上の危険度が高い傾向を示した。

(7) 交角(線路を中心として右回りに線路と踏切とのなす角)は、「限界支障」すなわち、自動車の停止位

表-13 エンスト Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
単復線別	単線	-0.167 2	0.295 1 (4)
	複線以上	0.127 9	
横断線数	1	0.146 0	0.269 3 (5)
	2	-0.074 1	
	3	-0.123 3	
	4以上	0.005 7	
踏切長	6 m 以下	0.049 8	0.210 8 (8)
	6.1~10.0	0.005 1	
	10.1~14.0	0.050 8	
	14.1~20.0	-0.057 9	
	20.1 以上	-0.160 0	
踏切幅員	3 m 以下	0.127 2	0.252 8 (6)
	3.1~ 4.0	0.071 0	
	4.1~ 6.0	-0.022 9	
	6.1~ 8.0	-0.098 8	
	8.1~10.0	0.062 1	
	10.1 以上	-0.125 6	
道路勾配	5% 以上	-0.128 9	0.416 4 (2)
	3~ 4	0.287 5	
	1~ 2	-0.106 8	
	0	-0.080 4	
	-1~-2	0.015 7	
	-3~-4	0.058 3	
踏切環境	商業住宅	-0.162 1	0.439 2 (1)
	農山漁村	-0.140 7	
	学校	0.214 9	
	工場	-0.224 3	
		-0.129 3	
鉄道交通量	49 以下	-0.118 7	0.228 1 (7)
	50~ 99	-0.010 6	
	100~199	0.109 4	
	200~299	-0.023 7	
	300~399	0.172 2	
400 以上	-0.093 2		
道路交通量	2 000 以下	-0.147 7	0.353 0 (3)
	2 001~ 10 000	-0.059 7	
	10 001~ 20 000	0.030 9	
	20 001~ 50 000	-0.021 0	
	50 001~100 000	0.017 2	
100 001 以上	0.205 3		
$\eta=0.540 3$			

置不良に影響すると思われるが、50° 以下と 131° 以上の極端な斜角の危険度が高い傾向をみせた。

(8) 道路勾配は、「エンスト」、「落輪」に関与すると考えられるが、いずれも上り勾配で危険度が高くなる傾向はうなずけるが、「エンスト」で下り 3~4% の危険度が最も高いことの問題点について、今後データの収集、精選を図って検討を加えるとともに、実験により確かめたい。

5. 結 論

数量化理論Ⅲ類によって、事故のデータ構造を大局的

表-14 落輪 Category Score

Item	Category	Score	Range (順位)
踏切長	6 m 以下	0.043 4	0.362 1 (2)
	6.1~10.0	0.029 0	
	10.1~14.0	0.004 3	
	14.1~20.0	0.007 1	
	20.1 以上	-0.318 7	
踏切幅員	3 m 以下	0.187 4	0.379 9 (1)
	3.1~4.0	0.127 4	
	4.1~6.0	-0.133 6	
	6.1~8.0	-0.192 5	
	8.1 以上	-0.121 8	
道路勾配	3% 以上	-0.211 1	0.327 5 (5)
	1~ 2	-0.101 6	
	0	-0.054 4	
	-1~-2	0.027 3	
	-3~-4	0.040 2	
踏切見通し距離	22 m 以下	0.192 8	0.236 6 (7)
	23~ 45	0.018 6	
	46~100	-0.043 8	
	101~200	-0.011 8	
	201 以上	0.070 2	
列車見通し距離	50 m 以下	-0.201 5	0.299 1 (6)
	51~100	0.031 2	
	101~250	-0.031 0	
	251~500	0.071 5	
	501 以上	0.097 6	
踏切環境	商業住宅	-0.131 0	0.354 6 (3)
	農山漁村	-0.033 6	
	学校	0.098 3	
	工場	-0.256 3	
		-0.070 3	
鉄道交通量	49 以下	-0.049 1	0.230 5 (8)
	50~ 99	-0.029 9	
	100~199	0.107 5	
	200~299	-0.009 4	
	300~399	-0.012 5	
400 以上	-0.123 0		
道路交通量	2 000 以下	0.056 7	0.338 7 (4)
	2 001~ 10 000	0.028 6	
	10 001~ 20 000	0.091 4	
	20 001~ 50 000	-0.016 0	
	50 001~100 000	-0.106 9	
100 001 以上	-0.247 3		
$\eta=0.681 4$			

に把握し、事故形態の特徴、発生パターンを明らかにするため数量化理論Ⅱ類を適用し処理を行った結果は次のとおりである。

(1) 事故対策について、踏切通行規則の順守を主張しても抽象的であり、各事故形態を総合要因で分析した特徴的パターンは、ドライバーに対する踏切通行の警告を意味し、効果があると思われる。表-15 は表-2~7 に示す総合要因分析の結果、レンジの大きな要因の中から当該事故発生の影響度を示す(+)のカテゴリースコアの比較的大きいカテゴリーを選んで、その特徴的発生パターンを示したものである。

表-15 事故形態の特徴的発生パターン傾向

事故形態	要因	人的要因	物理的要因
突破・くぐり		1. しゃ断機降下後進入 2. 一旦停止せず	—
限界支障		1. 特異な進入状況 2. しゃ断機降下後進入	1. 単線 2. 3%以上の下り勾配
トリコ		1. 警報鳴動後進入 2. 同部落ドライバー 3. 職業運転	1. 20.1m以上の長い踏切
エンスト		1. 60才以上の老人 2. 女性ドライバー	1. 3%以上の下り勾配 2. やや広い踏切 (6.1~8.0m)
落輪		—	1. 狭い踏切(3m以下) 2. 短い踏切(6m以下)
交通渋滞		—	1. 横断線数4本以上 2. 道路交通量大 (100001以上)

(2) 人的要因, 物理的要因からの事故形態判別は, 人的要因からは, ほぼ可能であるが, 物理的要因では全体の判別は不十分であり当然の結果といえよう。

(3) 人的要因, 物理的要因から6つの事故形態を5次元空間に位置づけ, 各事故形態の占める領域が明確になった。

次に踏切構造改良などの事故防止対策には, 個々の事故形態ごとの分析が有効と考え, 物理的要因が各事故形態に及ぼす影響を, 事故の有無を外的基準として数量化理論Ⅱ類を適用して分析, 考察を行った結果, 暴進事故, 運転未熟事故の背景と思われる構造要因などの影響度が, かなり明らかとなった。その問題点と事故防止対策を示すと次のとおりである。

(1) 列車見通し距離は, 「突破・くぐり」, 「落輪」において, 50m以下の危険度が特に低い傾向から判断し人為的に見通し不良対策をとり, ドライバーの注意を喚起することが効果的とも考えられるが, 他の事故形態への影響, ドライバーの心理的圧迫感, 交通渋滞の影響から今後検討すべき問題である。当面, 安全の誤判断を生じる警報無視のドライバーの態度に関する指導, 取締りと見通しのよい踏切に対する注意喚起が必要である。

(2) 踏切見通し距離は, 「突破・くぐり」, 「限界支障」, 「落輪」において, カテゴリースコアはV型変化の傾向を示し, 22m以下の見通し不良と, 「突破・くぐり」で特に見通しのよい201m以上の場合で危険度が高い様子をみせた。このことは, ドライバーが踏切所在を確認し, 注意力を集中し, 的確な判断を行うための適正距離が存在することを示すものと考えられ, 「突破・くぐり」でこの要因の影響が大きいとみられる。対策としては, 見通し不良の踏切に対して踏切所在を予告するための路面標示, 効果的な道路標識の設置を検討する(現在の踏切警戒標識は効果が低い)。さらに, 201m以

上の見通し距離の踏切では, 踏切まで直線的道路と考えられるので速度規制を実施して暴進を防ぐとともに, 路面表示, 効果的な道路標識によって踏切所在を明確にし減速させ, 積極的にドライバーの注意を喚起することが必要である。

(3) 踏切幅員は「落輪」での影響が大きく特に4m以下の狭い幅員での危険度が高いとみられる。対策として特に狭い踏切の一方通行, 大型車通行禁止などの交通規制を強力に実施するとともに, 構造改良として, 危険度の高いもの, 住民の生活上重要度の高いものから拡幅を図るべきであるが, 取付け道路との幅員差が生じないよう道路管理者と協議して, 道路の同時拡幅を行うことが必要である。

(4) 交角は「限界支障」で影響し, 極端な斜角はドライバーに自動車の停止制御不良結果を生じやすいものと思われる。対策としては, 自動車が鉄道の建築限界に触れない位置に夜間でも視認できる停止線の設置を法的に義務づける必要がある。

(5) 踏切環境は, 「エンスト」, 「落輪」, 「限界支障」で要因寄与度が上位であり, 共通して農山漁村地区の危険度が高い傾向を示した。特に「エンスト」, 「落輪」はドライバーの運転未熟とともに, この地区での開放感から運転態度が粗野になる傾向があると思われる。対策としては, 当面, ドライバーに対して, これらの事故形態が, この地区で危険度の高いことを警告する必要がある。

(6) 道路勾配は「エンスト」, 「落輪」の運転未熟事故で影響があると考えられるが, 取付け道路勾配の上りの急なものは水平に改良する。

暴進事故は, しゃ断機降下後, または警報鳴動後に進入して列車と衝突する, いわゆる踏切通行規則を無視した結果の事故であり, 自殺行為とみなせる。ドライバーに対する教育の徹底, PR, 取締りを強化するとともにより効果的なしゃ断機の構造およびしゃ断方式の改良に関する研究が必要である。一方運転未熟事故は, ほとんど一旦停止履行, 警報鳴動前進入の通行規則順守パターンの事故であるが, 事故件数において, 本研究の対象サンプル中, 「エンスト」が1位, 「落輪」が2位で, この両方で全事故の過半数を占めていることは注目すべきである。要因カテゴリーの結びつきをみると, 「エンスト」は女性, 無職, 経験1年未満, 私用の関連が強く, 特徴分析では60才以上の老人, 女性ドライバーが浮かんできており, 物理的事故要因分析から事故発生環境として, 農山漁村地区でも道路交通量が100001以上と, きわめて多い地域開発の進んだ地区での危険度が高いと考えられる。また「落輪」は要因カテゴリーの関連として, 農山漁村地区, 道路交通量2000以下, 踏切幅員3m以下

などの結びつきが強く人的要因の特徴分析では若いドライバーに事故発生傾向があると思われる。さらに物理的事故要因分析から踏切幅員 4 m 以下、農山漁村地区でも比較的交通量の少ない地区での危険度が高いとみられる。対策としては、これら運転未熟事故の事故発生関連要因、危険度の高い物理的要因を示してドライバーに警告することが必要である。

以上技術的な面、人的要因などから「1種全しゃ断」踏切の事故防止対策について、種々提言を行ったが、実施にあたっては、鉄道側、道路管理者、公安委員会、地元住民の積極的協調と理解が切望される場所である。

最後に本研究に際し、数量化理論の適用に関して、指導、助言を賜った文部省統計数理研究所長の林 知己夫博士、有益なご討議をいただいた鉄道労働科学研究所の池田主任研究員、絶大なご協力を惜しまれなかった国鉄本社踏切課の山本補佐、坂本主席、さらに、全国の各鉄道管理局踏切保安室の方々に厚く御礼を申し上げる次第である。なお、本研究は金井学園、福井工業大学特別研究費の援助により行ったことを付記し、あわせて感謝の

意を表する。

参 考 文 献

- 1) 長浜友治：踏切事故の危険性に関する基礎的研究，土木学会論文報告集，第 290 号，1979。
- 2) 国鉄施設局踏切課：踏切事故統計，昭和 53 年度，1980。
- 3) 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，1958。
- 4) 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. 372，1963。
- 5) 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. 373，1963。
- 6) 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”，1976。
- 7) 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，1970。
- 8) 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，1970。
- 9) 池田敏久ほか 3 名：踏切事故防止対策の研究（3），鉄道労働科学研究所，1972。
- 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，1973。
- 11) 前述文献 10) 参照。

(1980.7.28・受付)