

踏切事故の発生予測と事故類型の特徴・同時判別

大阪大学工学部 正員 毛利正光
福井工業大学 正員 長浜友治

1. まえがき 踏切事故は近年、減少から横ばいの傾向に転じ、事故対策も従来の量的対策から質的対策への転換が求められ、特に1種踏切対策の高度化が切望されている。このためには、従来の画一的対策ではなく個々の踏切の特性に応じた重点的対策が必要である。本研究は、踏切の先行的安全管理を目的とし、「1種自動全シャ断」踏切を中心に、事故発生予測と事故類型の同時判別および特徴について検討した。

2. 1種自動全シャ断踏切の事故判別 踏切構造を中心とした3の物理的要因と説明要因とし、「無事故」と6つの事故類型（シャ断機突破、限界支障、トリコ、インストール、落輪、交通渋滞）を外的基準として数量化五類を適用し、7群判別を試みた。用いたサンプルは全国鉄を対象とし、「シャ断機突破」42、「限界支障」30、「トリコ」52、「インストール」22、「落輪」73、「交通渋滞」41の

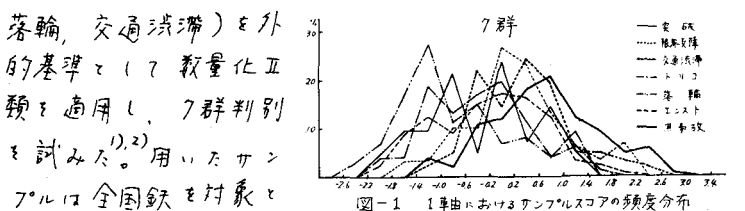


図-1 1軸におけるサンプルスコアの頻度分布



図-2 2群に統合した事故・無事故判別

表-1 7群判別1次元スコア

アイテム	カテゴリ	サンプル数	スコア	レゾナンス
重複検	重複検	223	0.4475	0.7940
	重複検	223	-0.2465	
	重複検	223	-0.5222	
	重複検	223	0.3013	
横断線数	2	178	0.2253	0.8495
	3	268	0.3013	
	4	61	0.1113	
	4以上	50	-0.1936	0.6492
踏切長さ	6.1以下	175	0.2415	
	10.1以下	154	-0.1941	
	14.1以下	75	0.2765	
	28.1以上	27	0.2253	
踏切幅員	3.0以下	89	-0.4761	1.2062
	3.1~4.0	121	-0.4761	
	4.1~6.0	163	0.3393	
	6.1~8.0	91	0.5301	
道路幅員	8.1以上	47	-0.0202	
	3.0以下	33	0.3295	0.9417
	1~2	39	0.5525	
	0	150	0.3234	
踏切見通し距離	-1~	127	-0.1843	
	-3~	96	-0.3792	
	-5以上	66	-0.3205	
	22以下	35	-0.4289	0.7124
列車見通し距離	23~45	80	-0.269	
	46~100	220	0.2275	
	101~200	106	-0.1983	
	201以上	70	0.1633	
踏切環境	50以下	72	0.7783	1.1241
	51~100	73	-0.1631	
	101~200	129	0.1872	
	201~500	156	-0.3668	
踏切環境	50以下	81	-0.1633	
	51~100	54	0.2990	1.1765
	101~200	184	0.1217	
	201以上	53	-0.3793	

$\bar{y}_1 = 0.5284$

表-2 判別率・的中率

事故類型	落輪	その他	交通渋滞	トリコ	インストール	限界突破
判別率	0.24	0.84	0.3	0.20	0.10	
的中率(%)	62	70	62	61	60	

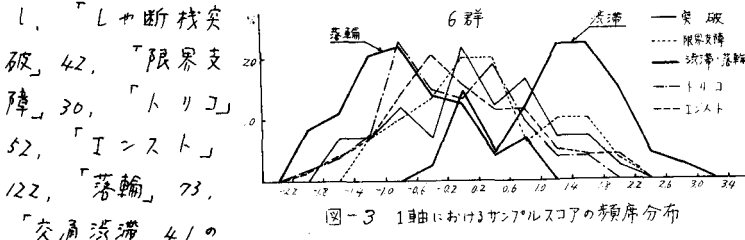


図-3 1軸におけるサンプルスコアの頻度分布

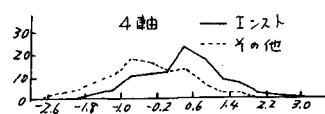
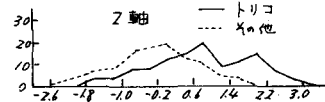
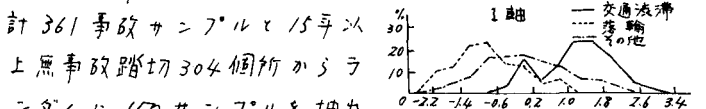


図-4 統合した事故類型判別

計361事故サンプルと15年以上無事故踏切304箇所からランダムに150サンプルを抽出した。T-1=6次元のカテゴリースコアを得たが1軸の各群の分布図を図-1、1次元のカテゴリースコアを表-1に示す。この場合、最ス根拠の次元で7群を一気に判別することは不可能である。まず、1軸で「無事故」が判別され他の事故群を統合して、「事故」-「無事故」の2群

判別を行った。図-2に判別図を示すが、 $P=63\%$ 、 $\chi_0=0.42$ を得た。次に2軸以下の分布図を描きながら各軸がどのような事故類型を判別しているかを観察し、他は1群に統合して判別操作を行ったが不可能であった。そこで事故類型のみを外的基準として6群判別を試みた。図-3に1軸の各群分布図を示すが1軸では「落路」と「交通渋滞」の2群が判別されたが、3軸では P が60%以上で事故類型の判別ができなかった。図-4に同時判別図を表-2に判別結果を示す。的中率は各事故類型とも60%以上で、このモデルは実用的に有効である。

3. 4種踏切の事故判別
主要事故類型の「直前横断」を判別するため図-5に示す3群判別を行った。表-3は2次元のカテゴリースコアである。サンプル数は「直前横断」289、「その他の事故」68、「無事故」は20年以上の中からランダムに289を抽出した。min-max法により図-5(6)で $P=66\%$ 、 $\chi_0=-0.06$ (c)図で $P=60\%$ 、 $\chi_0=-0.22$ を得た。(c)図で「直前横断」の件数は、ほぼ80%と定めていす。そこで「直前横断」を $f_A(x)$ 、「他の事故」を $f_B(x)$ とし

$$P = \frac{N_A}{N} \int_{-\infty}^{\infty} f_B(x) dx + \frac{N_B}{N} \int_{-\infty}^{\infty} f_A(x) dx \quad \text{----- (1)}$$

N_A, N_B はサンプル数であり、 $\pi_A = \frac{N_A}{N}$ 、 $\pi_B = \frac{N_B}{N}$ であり、(1)式から、 $\pi_A f_A(x_0^*) = \pi_B f_B(x_0^*)$ なる x_0^* が最大の的中率を与える。

$$\max P = P^* = \pi_B \int_{-\infty}^{x_0^*} f_B(x) dx + \pi_A \int_{x_0^*}^{\infty} f_A(x) dx \quad \text{----- (2)}$$

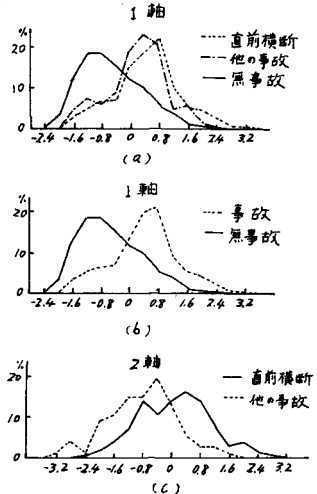


図-5 4種踏切の同時判別

表-3 3群判別カテゴリースコア

アイテム	カテゴリ	π_A	χ_1	χ_2
踏切長さ	6m以下	32	0.1122	0.0911
	6.1~7.0	180	-0.0549	-0.2477
	7.1以上	94	-0.3388	-0.2052
踏切幅員	2m以下	146	-0.2098	-0.2541
	2.1~3.0	279	0.0659	0.1902
	3.1~4.0	169	-0.1099	0.2931
巾差	4.1以上	22	0.2677	-0.5023
	0m	189	-0.4433	-0.1228
	0.1~0.9	263	0.1578	-0.4599
交角	1.0以上	66	0.2933	0.2167
	0.1~0.9	149	-0.0884	0.0595
	1.0以上	39	-0.0208	0.2056
道路勾配	60以下	53	-0.1175	-0.4834
	61~89	79	0.2454	0.4129
	90	385	-0.2520	-0.0689
踏切勾配	91~120	119	0.2909	0.4888
	121以上	50	0.5450	-0.8222
踏切長さ	3m以下	29	0.4200	0.0202
	1~2	65	-0.1599	-0.6868
	-1~-2	70	0.1744	0.1035
踏切環境	-3~-4	175	0.2422	0.0599
	-5~-6	128	-0.1422	0.3308
	-7~-8	74	-0.1304	-0.2392
踏切見通し距離	22m以下	62	0.3989	-0.2867
	23~45	240	0.1129	-0.3549
	46~100	240	-0.0359	0.0975
列車見通し距離	101~200	139	-0.0899	0.1151
	201以上	166	0.0629	0.7820
踏切長さ	50以下	43	0.9973	0.5113
	51~100	53	0.5074	-0.0891
	101~250	169	-0.1029	0.3113
踏切長さ	261~500	201	-0.0423	0.1053
	501以上	200	-0.2252	-0.4261
踏切環境	最上	578	-0.0356	-0.1300
	19以下	274	0.2323	0.0298
	20~39	278	-0.3859	0.3188
踏切長さ	40~59	169	-0.0588	-0.2019
	60~79	31	0.0917	0.2323
	80以上	31	1.2029	-1.3675
踏切長さ	50以下	292	-0.7062	0.0879
	501~1000	143	0.4638	-0.2343
	1001~2000	78	0.6612	0.0844
踏切長さ	2001~5000	29	0.7752	-0.3856
	5001以上	44	0.2290	0.6872

$\pi_1=0.002, \pi_2=0.299$

4. 1種自動全しゃ断踏切の特徴要因

ン分析、危険度の数値化解析を行った結果、事故類型の特徴要因を示すと図-6のとおりである。

(詳細口当日状況)
参考文献:
1) 鳥沢栄次: 多元的データ分析の基礎, 朝倉書店, 1979.
2) 林知巳夫ほか: 情報処理統計学, 産業図書, 1973.
3) 長谷川浩: 1種全しゃ断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, No. 319, 1992.

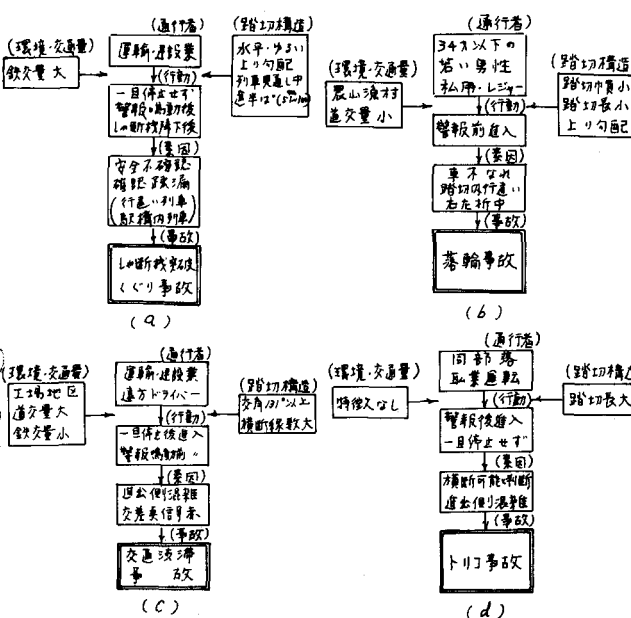


図-6 各事故類型の特徴要因