交通現象の統計学への応用に関する検討

長 濱 友 治*

Some Consideration on Application of Traffic Phenomena to Statistics

Tomoharu NAGAHAMA

In this research, as the statistical subjects to be investigated about traffic phenomena, mainly the follwing problems were taken up.

First, on the frequency of occurrence of traffic accident fatality in three prefectures of Hokuriku (Toyama, Ishikawa and Fukui) during 1994, the comparative test on Poisson distribution and Polya-Eggenberger distribution was carried out. Next, the test of the probability of the distribution of traffic flow arrival in Fukui City was carried out, and it was confirmed that in normal traffic flow, negative binomial distribution fits, and in jammed traffic flow, binomial distrbution fits. Further, as for Hokuriku Expressway, the test of the risk in respective interchange sections in Fukui Prefecture was carried out.

As the results of the above tests, new knowledges were acquired statistically about these traffic phenomena.

1．まえがき

近年，統計学は，自然科学，社会科学のあらゆる分野に応用され現象解析にきわめて有用な手法として位置づけられている。土木工学においては，特に土木計画学，交通工学の分野で顕著である。交通現象は，人，車，道路，気象環境等が複雑に関連し現象の解明は容易でない。交通現象の観測値は変動するデーターであり，可能な限り高い精度で現象解析を行うためには，推計学的処理が必要である。一方，行動計量学的な統計学の応用として多次元解析手法が用いられ，いわゆる現象の数量化として現象解析が実証的に行われるようになったことは周知のとおりである。

本研究では，数例の交通現象を調査，観測し主として推計学的手法[1]により測定値のもたらす情報についてアプローチを試みた。

2．交通事故による死者発生頻度の確率モデル

年間を通しての交通事故による死者数の発生頻度は，今日まで Poisson 分布で近似できるこ

＊建設工学科土木工学専攻

とが定説となっている。すなわち，一般的に稀現象の発生モデルとして離散型確率分布関数としてPoisson分布がよく適合することは周知のとおりである。しかし著者は，昭和47年，踏切事故の危険度に関する統計解析を進めていた折，偶然にも北陸三県と大阪府における交通事故の死者発生頻度がPoisson分布よりも，Pólya-Eggeberger分布への適合度がきわめて高いことを確認[2]した。このPólya-Eggeberger分布は，伝染病による死者の発生確率モデルとして北川博士が1920年代に九州地区で発生した伝染病に関して，死者発生頻度がPoisson分布より格段に適合度が高いことを検定[3]している。なお，このことは，後日著者が知ったところである。

交通事故による死者の発生が伝染病と同様な伝播現象とみなせるか否か北川博士に連絡したところ大変興味を示されたが，博士の海外出張と著者の踏切研究推進の内に会う機会を得ず時が流れた。したがって今日まで追跡調査，疫学的調査も行っていない。

20年有余を経た現在，当時に比べ，道路構造，安全施設が整備され事故多発地点が殆ど姿を消し交通環境が大きく変化した。つまり，事故発生地点はランダムとなり，さらに夜間事故が多発するなど事故の質的内容が大きく変化した。そこで再度最近の交通事故死者発生頻度について実態を分析することにした。

(1) Poisson分布

Poisson分布は，交通事故をはじめ，その他の事故等，稀現象とみられるものは殆どこのモデルで表わすことができる。さらに交通分野では，郊外地での車の単位時間（秒）に到着する台数等は代表例である。

一般にある現象が起こる確率 $P(x)$ は

$$P(x)=\frac{m^x}{x!}e^{-m} \quad \cdots\cdots (1)$$

（m：ある事象の平均値，$m>0$，　$x=0$，1，2・・・）

(2) Pólya-Eggeberger分布

Pólya-Eggebergerは，自殺が稀な現象であり，伝播性があるとして開発したモデルである。つまり，ある現象が起きると次の現象の出方に影響を与えるような事象であり，前述のように伝染病の発生モデルとして知られている。

$$P(x)=\frac{h(h+d)(h+2d)\cdots\cdots\{m+(x-1)d\}}{x!}(1+d)^{-x-\frac{m}{d}} \quad \cdots\cdots (2)$$

（h：ある現象の平均値，　d：伝播係数，h，$d>0$，　$x=0$，1，2・・・）

伝播係数 d は標本分散を s^2 とすると $d=s^2/h-1$ であり現象の伝播強弱は d によって左右される。

平成6年に発生した北陸3県の死者発生データから両分布関数の適合度への検定を行った。富山県のケースを表－1，表－2に示すがPoisson分布では，$m=\sum f_x \cdot x/\sum f_x=0.2932$ から確率，理論頻度等を求めた。Pólya-Eggeberger分布においては，$s^2=0.3223$，　$h=0.2932$ から伝播係数 $d=0.0992$ を得て確率等の計算を行った。

両分布関数の適合度についてχ^2検定を行ってみると，Poisson 分布では $\chi_0^2 = 2.51 < \chi_2(\phi = 2, \alpha = 0.05)$ でありPólya-Eggeberger 分布の場合 $\chi_0^2 = 0.38 < \chi^2(\phi = 2, \alpha = 0.05) = 3.84$ となり，ともに5％の有意水準で各分布に適合しているとみなせることが明らかとなった。ここで，どの分布関数への適合度が高いかを求めてみる。χ^2分布曲線の上側確率 $Q(\chi^2, \nu)$ の値が適合度を表わし，得られた結果は Poisson の28．6％に対して Pólya-Eggeberger が53．4％の高い値を示した。さらに，石川県では Poisson 19．2％，Pólya-Eggeberger 74．3％となり格段の相違をみせた。一方，福井県では，Poisson 73．0％に対し Pólya-Eggeberger 64．9％と僅かに低い。

表－1　死者発生頻度の Poisson 分布への適合度　　（富山県）

死者数 x(人／日)	死者頻度 f_x	確率 $P(x)$		理論頻度 F_x	$\frac{f_x^2}{F_x}$
0	277	0．7459		275．25	281．83
1	71	0．2187		79．83	63．15
2	15	0．0321		11．72	19．20
3	2	0．0031	0．0033	1．20	3．33
4	0 　2	0．0002			
≧ 5	0	0．0000			
計	365	1．0000		365．00	367．51

表－2　Pólyo-Eggenberger 分布への適合度　　（富山県）

死者数 x(人／日)	死者頻度 f_x	確率 $P(x)$		理論頻度 F_x	$\frac{f_x^2}{F_x}$
0	277	0．7561		275．98	278．02
1	71	0．2017		73．62	68．47
2	15	0．0360		13．14	17．12
3	2	0．0054	0．0062	2．26	1．77
4	0 　2	0．0007			
≧ 5	0	0．0001			
計	365	1．0000		365.00	365．38

両分布関数とも離散型確率分布であるが，Poisson が独立現象モデルであるのに対し，Pólya-Eggeberger は伝播現象モデルである。20年前，圧倒的に Pólya-Eggeberger 分布の適合度が高く，当時この原因は劣悪な交通環境が伝播現象を起こすためと推論した。いずれにしても今日，Pólya-Eggeberger 分布が3県で50％以上の適合度を示すことから交通事故は，伝播現象としてとらえられるのが妥当と思われる。

3．北陸高速道（福井県内）IC 区間の危険度に関する統計的検定

わが国の近年における高速自動車国道における事故の実態は，表－3のとおりである。道路の危険度は交通工学から，件/億台キロで表わされるが，表－3にみられるように各高速自動車国道の事故率は，10．0前後であり，平均値で平成6年では10．7である。これは同年の一般道路での全国平均事故率106．7に比べ著しく低い。つまり，危険度が低いといえるが死亡事故率は顕著に高い。

表－4は，平成5年中に北陸高速道（福井県内）の各 IC 区間（No.①　No.⑨は県境～IC）に発生した人身事故の上下線を合計した事故件数等である。特に敦賀～今庄の IC 区間は，山地部で長大トンネルも多く道路の平面線形，縦断線等の幾何構造は，道路構造令に準拠した設計ではあるが，規制速度を越えて走行するドライバーには，危険度の高い構造である。さらに，降雨，雪氷路面等の気象条件が事故多発の要因となっている。しかし，これまで事故率上からみた調査等は行われていない。そこで，事故率を軸として各区間の危険度に有意差があるか否か統計的に

検定を行ってみた。

各IC区間の走行台キロ/年は，表－4より，平均日交通量（ADT）×距離×365であるからその値を表の右端の欄に示した。ここで9つの区間が同じ危険度であれば，事故件数は走行台キロ/年に比例すると考える。9つの区間の1億台キロ当たりの平均事故件数（事故率）を求めると，78/7.9502＝9.81（件/億台キロ）となる。

9つのIC区間の危険度がみな同じと仮定すれば，各区間の事故件数の期待値は，

区間	① 9.81×0.8689＝8.5	区間	⑥ 9.81×0.5441＝5.3
〃	② 9.81×2.0113＝19.7	〃	⑦ 9.81×0.5779＝5.7
〃	③ 9.81×1.1487＝11.3	〃	⑧ 9.81×0.9122＝8.9
〃	④ 9.81×0.5032＝4.9	〃	⑨ 9.81×0.3090＝3.0
〃	⑤ 9.81×1.0729＝10.5		

各区間における危険度の一様性の検定には，Poissonの二項指標によることにした。

$$\chi_0^2 = \sum_{k=1}^{m}\left[\frac{(f_k - f_k^*)^2}{f_k^*}\right] \quad \cdots\cdots (3)$$

f_k：第kクラスの度数，　f_k^*：期待値の度数（$k＝1，2・・・m$）

各区間の事故件数の期待値f_k^*から(3)式よりχ_0^2＝11.33を得て，χ^2検定を行うと$\chi_0^2 < \chi^2(\phi = 8, \alpha = 0.05) = 15.51$となり，有意水準5％で各区間の危険度に差がないとみられる。

表－3　高速道路の自動車走行台キロ当たりの事故率

区分		道路別	高速道路	東北縦貫	東名	名神	中国縦貫	九州縦貫
道路延長(km)		平成6年	5,652.4	746.9	346.7	189.3	543.1	405.5
		平成5年	5,498.6	747.6	346.7	189.3	543.1	405.5
事故件数	件数	平成6年	42,070	4,631	6,136	3,546	2,534	2,331
		平成5年	41,582	4,710	6,094	3,653	3,117	2,546
	1km当たり件数	平成6年	7.4	6.2	17.7	18.7	4.7	5.7
		平成5年	7.6	6.3	17.6	19.3	5.7	6.3
人身事故	件数	平成6年	6,563	676	1,176	565	404	381
		平成5年	6,295	608	1,123	548	498	392
	死傷者数	平成6年	11,060	1,181	1,843	1,052	708	566
		平成5年	10,634	1,062	1,724	1,026	895	577
	事故率 一件当たり死傷者数	平成6年	1.69	1.75	1.57	1.86	1.75	1.49
		平成5年	1.69	1.75	1.54	1.87	1.80	1.47
	事故率 一億走行台キロ当たり件数	平成6年	10.7	8.7	12.3	11.7	10.4	9.7
		平成5年	10.9	8.1	11.9	11.4	11.6	10.5
	死亡事故率	平成6年	43.3	66.6	32.3	33.6	59.4	36.7
		平成5年	49.9	75.7	28.5	32.8	56.2	38.3

注　死亡事故率＝死亡事故件数÷人身事故件数×1,000

資料：交通統計，平成6年版，(財)交通事故総合分析センター

表－4　北陸高速道(上，下線)の事故件数・走行台キロ／年

No.	I C 区 間	距離(km)	ADT	事故件数	走行台キロ
①	県 境～敦 賀	10.4	22,889	2	86.89×10^6
②	敦 賀～今 庄	21.5	25,630	28	201.13×10^6
③	今 庄～武 生	12.5	25,176	13	114.87×10^6
④	武 生～鯖 江	5.4	25,531	3	50.32×10^6
⑤	鯖 江～福 井	11.2	26,246	10	107.29×10^6
⑥	福 井～福井北	6.4	23,290	3	54.41×10^6
⑦	福井北～丸 岡	6.8	23,366	6	57.99×10^6
⑧	丸 岡～金 津	10.5	23,801	11	91.22×10^6
⑨	金 津～県 境	3.5	24,187	2	30.90×10^6
				78	795.02×10^6

4．交通流の到着台数分布確率モデル

交通流がPoisson分布するためには，交通量が少なく自由流の場合である。現在，都市部では信号機の設置密度が高く交通需要も大きい。著者らの観測では福井市内においても，10年前からのχ^2検定よりPoisson分布とみなせない。Gerlough D. Lら[5),6)]は，交通流分布の分散/平均が1よりかなり大きければ，負の二項分布，1よりかなり小さければ二項分布になると述べている。

4．1　負の二項分布

$$P(x) = \frac{(k+x-1)(k+x-2)\cdots\cdots(k+1)k}{x!}p^k q^x \quad \cdots\cdots(4)$$

$$(q = 1-p,\ x = 0, 1, 2, \cdots)$$

パラメータの推定値は$p = \bar{x}/s^2$，$k = \bar{x}^2/(s^2-\bar{x})$，代表的ケースとして光陽交差点南側100 mの路上での10秒間に到着する車の台数を表－5に示す。

$\bar{x} = 3.8444$，$s^2 = 8.3202$，$s^2/\bar{x} = 2.1642 > 1$，さらに$p = \bar{x}/s^2 = 0.4621$，$q = 1-p = 0.5379$，$k = \bar{x}/(s^2-\bar{x}) = 3.3021$，$\chi^2$検定を行って$\chi_0^2 = 7.65 < \chi^2(\phi = 7, \alpha = 0.05) = 14.07$となり5％の有意水準で負の二項分布しているとみなせる。表－6に光陽交差点

表－5　自動車到着台数の負の二項分布への適合度

通過台数 x(台/10 s)	観測頻度 f_x		確率 $P(x)$		理論頻度 F_x	$\frac{f_x^2}{F_x}$
0	16		0.0781		14.06	18.21
1	28		0.1388		24.98	31.39
2	30		0.1606		28.91	31.13
3	17		0.1527		27.49	10.51
4	25		0.1294		23.29	26.84
5	17		0.1016		18.29	15.80
6	14		0.0757		13.36	14.38
7	10		0.0541		9.74	10.27
8	11		0.0375		6.75	17.93
9	2	12	0.0253	0.0715	12.87	11.19
10	4		0.0167			
11	4		0.0109			
12	2		0.0070			
≧13	0		0.0116			
計	180		1.0000		180.00	187.65

を中心とした観測時間帯の変化による交通流の負の二項分布への適合度を χ^2 検定した結果を示す。すべて5％有意水準で負の二項分布とみなせるが適合度において，かなりの差がある。

表－6　観測点・時間帯ごとの負の二項分布検定結果

No.	観測点	観測日時	時間(s)	x^2 検定	適合度(%)
1	光陽交差点 南側	平成7.5.24 A.M 11:00～11:30	10	$x_0^2 = 7.65 < x^2$ $(\phi = 7,\ \alpha = 0.05) = 14.07$	36.5
2	光陽交差点 南側	平成7.5.24 P.M 1:00～2:00	20	$x_0^2 = 8.95 < x^2$ $(\phi = 11,\ \alpha = 0.05) = 19.68$	62.6
3	光陽交差点 東側	平成7.5.24 A.M 11:00～11:30	10	$x_0^2 = 7.82 < x^2$ $(\phi = 5,\ \alpha = 0.05) = 11.07$	16.7
4	光陽交差点 東側	平成7.5.24 P.M 1:00～2:00	20	$x_0^2 = 6.91 < x^2$ $(\phi = 9,\ \alpha = 0.05) = 16.92$	64.6
5	光陽交差点 西側	平成7.9.5 A.M 7:30～8:30	20	$x_0^2 = 16.30 < x^2$ $(\phi = 9,\ \alpha = 0.05) = 16.92$	6.1
6	光陽交差点 南側	平成7.9.5 A.M 7:30～8:30	20	$x_0^2 = 41.25 < x^2$ $(\phi = 31,\ \alpha = 0.05) = 45.00$	10.5
7	工大西側 ユース前	平成7.9.6 A.M 7:30～8:30	20	$x_0^2 = 16.55 < x^2$ $(\phi = 10,\ \alpha = 0.05) = 18.31$	8.5
8	工大西側 ユース前	平成7.9.6 P.M 5:00～6:00	20	$x_0^2 = 5.63 < x^2$ $(\phi = 10,\ \alpha = 0.05) = 18.31$	84.5

4.2　二項分布

$$p(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!}p^x q^{n-x} \qquad (5)$$

$$(q = 1-p,\ x = 0, 1, 2, \cdots n)$$

パラメーターの推定値は $p = (\bar{x}-s^2)/\bar{x}$, $n = \bar{x}^2/(\bar{x}-s^2)$ 交通流が均等流（交通渋滞に近い）とみられるモデルケースとして国道416号，明治橋東側での観測（AM7:30～8:30）結果の一部を表－7に示す。

$\bar{x} = 10.4154, s^2 = 10.0275$, $s^2/\bar{x} = 0.9627 < 1$, $p = (\bar{x}-s^2)/\bar{x} = 0.0372$, $q = 1-p = 0.9628$, $n = \bar{x}^2/(\bar{x}-s^2) = 280$, χ^2 検定を行ってみると $\chi_o^2 = 21.83 < \chi^2(\phi = 13, \alpha = 0.05) = 22.4$，5％有意水準で辛うじて二項分布とみなせる。

表－7　自動車到着台数の二項分布への適合度

通過台数 x(台/20s)	観測頻度 f_x	確率 $P(x)$		理論頻度 F_x	$\frac{f_x^2}{F_x}$
0	0	0.0000246		0.00	0.00
1	0	0.0002661		0.03	0.00
2	0	0.0014343		0.19	0.00
3	0	0.0051354		0.67	0.00
4	0	0.0137404		1.79	0.00
5	8	0.0293052		3.81	16.80
6	9	0.0518959		6.75	12.00
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
14	10	0.0609993		7.93	12.61
15	4	0.0417948			
16	6	0.0267458			
17	1 } 13	0.0160479	} 0.1011600	13.16	12.84
18	2	0.0090596			
≧19	0	0.0075119			
計	130	1.0000000		130.00	151.83

5．福井県の交通マナーに関する検定

福井県は現在，第２次「交通マナー日本一運動」を展開中であるが，その効果は疑問視されている。そこで，昭和62年[7)]と平成７年に実施した小規模交差点 k_1 と中交差点 k_2 における不安全行動調査(交通マナーの悪さ)を対比して統計的検定を試みた。

5．1　通行者別の交通規制非順守率(k_1 交差点)

k_1 交差点の４方向全体について交通規則の非順守率調査を行ったが表－８は，例えば，平成７年調査の東進方向における非順守率を示す。

２組の非順守率（不良率）の検定は

$$u_0 = \{(r_A/n_A)-(r_B/n_B)\}/\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})\{(1/n_A)+(1/n_B)\}} \quad \cdots\cdots (6)$$

$(\bar{p} = (r_A+r_B)/(n_A+n_B)$, n_A, n_B ：サンプル数，r_A, r_B ：不良数）

各通行者，進行方向ごとに $|u_0|$ を求め危険率 $\alpha=0.05$, 0.01 と決める。$|u_0|<u(\alpha)$ の場合 $p_A=p_B$（非順守率が同じ）の帰無仮説を採択し，$|u_0|\geq u(\alpha)$ であれば帰無仮説を棄却する。この場合は片側検定となる。等分布表より $u(0.05)=1.65$, $u(0.01)=2.33$ を得て検定結果の全体を表－９に示す。全交通量からみて歩行者，二輪自動車は悪化しており，自動車については変っていないとみなせる。

表－８　交通規則非順守率（交差点 k_1、東進）単位：％

非順守内容＼通行者	歩行者		二輪自動車		自動車	
	昭62年	平７年	昭62年	平７年	昭62年	平７年
信号非順守	1.8	20.0			0.6	2.5
通行区分非順守						
横断歩道外横断	0.9	30.0				
交差点斜め横断						
停止線非順守			11.3	3.6	6.3	4.2
歩行者優先非順守						
その他非順守				7.1	0.1	0.3
合　計	2.7	50.0	11.3	10.7	7.0	7.0
全交通量	109人	40人	80台	28台	2715台	3491台

表－９　交通規則非順守率の検定結果（昭62年・平７年）

進行方向＼通行者	歩行者	二輪自動車	自動車
東　進	$u_0=-7.07$ $\lvert u_0\rvert>u(0.01)$ １％水準で平７が大	$u_0=0.08$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし	$u_0=0.01$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし
西　進	$u_0=-2.68$ $\lvert u_0\rvert>u(0.01)$ １％水準で平７が大	$u_0=0.59$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし	$u_0=2.44$ $\lvert u_0\rvert>u(0.01)$ １％水準で昭62が大
南　進	$u_0=-0.50$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし	$u_0=-3.47$ $\lvert u_0\rvert>u(0.01)$ １％水準で平７が大	$u_0=-0.23$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし
北　進	$u_0=-2.71$ $\lvert u_0\rvert>u(0.01)$ １％水準で平７が大	$u_0=-1.72$ $u(0.05)<\lvert u_0\rvert<u(0.01)$ ５％水準で平７が大	$u_0=0.35$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし
全交通量	$u_0=-6.97$ $\lvert u_0\rvert>u(0.01)$ １％水準で平７が大	$u_0=-2.12$ $u(0.05)<\lvert u_0\rvert<u(0.01)$ ５％水準で平７が大	$u_0=1.41$ $\lvert u_0\rvert<u(0.05)$ ５％水準で有意差なし

一方，k_2 交差点

の全交通量について非順守率の比較検定を行った結果，二輪自動車で $|u_0|=2.20$ となり５％水準で平成７年が悪く，自動車では $|u_0|=8.86$，となり１％水準でよくなっている。なお，歩行者については，前回，調査を行っていないので検定できなかった。

5．2　フライング発進に関する検定

k_2 交差点におけるフライング発進の比較調査結果を表－10に示す。フライング率，フライング時間とも差は明らかに表われているが統計的検定が必要である。まず(6)式からフライング率について検定を行った結果は，東進：$|u_0|=3.22$，西進：$|u_0|=3.22$，南進 $|u_0|=3.11$，北進：$|u_0|=3.22$，全交通量：$|u_0|=6.15$ となり，すべて１％の高水準で平成７年のフライング率が小さい。一方，フライング時間（４方向平均値，昭62：4.18秒，平７：1.90秒）の差について検定する。一般に２組の平均値についての差の検定は次式による。

表－10　k_2 交差点におけるフライング発進調査(PM1:00～5:00)

進行方向	全観測台数(台)	フライング数(台)	フライング率(%)	フライング時間(秒)
昭和62年				
東　進	1440	47	3.3	4.90
西　進	1640	65	4.0	5.26
南　進	2570	58	2.3	2.63
北　進	1900	68	3.6	3.92
平成７年				
東　進	1854	29	1.5	1.56
西　進	2346	52	2.2	1.88
南　進	3105	37	1.2	2.21
北　進	2920	60	2.1	1.94

$$t_0=(\overline{x_A}-\overline{x_B})/\sigma_e\cdot\sqrt{(1/n_A)+(1/n_B)} \quad \cdots\cdots (7)$$

$\sigma_e=\sqrt{(s_A+s_B)/\{(n_A-1)+(n_B-1)\}}$，$s_A$，$s_B$：偏差平方和，$n_A$，$n_B$：サンプル数

t 分布表から $\phi=(n_A-1)+(n_B-1)$，危険率 2α に対応する t の限界値 $t(\phi,2\alpha)$ の値を求めると，$t(6,0.10)=1,943$，$t(6,0.02)=3,143$ となり，また，(7)式から求めた $t_0=3.794$ である。よって，$|t_0|>t(6,\ 0.02)$ で高度に有意となり，平成７年のフライング時間が小さいと検定された。

6．結　　論

近年，WHO は，交通事故が世界に蔓延する疫病であるとの見解を示している。この現象が Poisson 分布であるとの定説を否定し Pólya-Eggeberger 分布モデルが妥当であると断定するには，疫学的調査の結果をまたねばならない。都市部交通流の到着分布が負の二項分布に適合することなどを確認したが現在，交通流理論の実務に結びつく具体例に関する文献は殆ど見当らない。したがって，今後，交通流の統計的性質，流体モデルから渋滞現象に至るまで実測，調査結果から応用例を展開し，実証的適用について実務家の参考に供したい。また，北陸高速道の IC 区間

危険度の検定，福井県の「交通マナー日本一運動」の効果測定について推計学的処理を行い新しい知見を得た。事故対策の一助となれば幸いである。

なお，本研究は平成7年度卒研生，荻野雅則君他3名の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

参 考 文 献

1) 福井三郎外3名：推計学入門演習，産業図書，1966.
2) 長濱友治：交通事故死者発生頻度の Pólya-Eggeberger's distvibation への適合，土木学会関西支部年次学術講演会，1973.
3) 例えば，立川清：例解統計学，第1出版，1964.
4) 宮原克典：交通工学のための統計学，交通工学，Vol. 8, No3, 1973.
5) Gerlough D. L. and M. J. Huber : Traffic Flow Theory. T. R. B. Special Report 165, 1975.
6) 河上省吾，松井　寛：交通工学，森北出版，1987.
7) 長濱友治：福井市における通行者の安全行動と横断歩道の危険性に関する研究，福井工業大学研究紀要第19号 1889.

(平成8年10月14日受理)