

土木研究所資料
第1833号

道路の安全性評価に関する研究

昭和57年3月

建設省土木研究所
道路部交通安全研究室

Copyright © 1981 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

正誤表

P64 下記のように訂正 (下線新)

① 市街地

$$Y = -0.0002869X_1 - 0.07093X_2 + 0.08522X_3 + 0.0001434X_5 - \underline{11.867}$$

② 非市街地

$$Y = -0.0003293X_1 - 0.05495X_2 + 0.1026X_3 + 0.0004120X_4 - \underline{12.226}$$

ま え が き

昭和44年をピークに10年間減少の一途をたどった我が国の道路交通事故も昭和54年から増加傾向を示しはじめ、今後の動向が憂慮されており、交通安全に関する各種施策に対して、より高度なものが要求されるようになってきている。道路の安全管理については、より優れた安全施設の開発が望まれるとともに、安全管理そのもののあり方、すなわち道路の危険箇所の発見、診断、安全対策の策定、実施、事後評価という一連の作業を整理・認識し、個々の作業の合理化・効率化を図ることも重要な課題となってきた。ここでは、道路の危険箇所の発見、診断のための統計手法について検討しており、道路の安全性評価方法の確立のための資料を得ることを目的としている。

交通安全研究室

室 長 満 田 喬

主任研究員 梶 太 郎

研究員 天 野 光 一

技 官 大 友 恭 也

目次

まえがき	
1. 道路の安全管理システム	1
2. 安全性評価のための統計手法	3
2-1 安全性評価に用いる事故データ	3
2-2 事故データの統計的性質	4
2-2-1 (1) 事故率の統計的性質	4
2-2-2 (2) 事故構成比率の統計的性質	8
2-3 危険箇所発見のための統計検定	9
2-4 危険箇所診断のための統計検定	11
2-5 平均危険度推定のための統計モデル	12
2-5-1 (1) 平均値による方法	12
2-5-1 (2) 回帰モデルによる方法	14
2-5-1-a 最小二乗法	16
2-5-1-b 最尤法	22
2-5-1-c 平均危険度の推定	26
3. 単路部危険度推定モデル	28
3-1 事故分析データの概要	28
3-1-1 (1) 基本データ	28
3-1-1 (2) 分析用単路区間データの作成	28
3-2 平均による危険度モデル	37
3-2-1 (1) 分類に用いる主要な道路交通条件の検討	37
3-2-1 (2) 有意性の検討	45
3-2-1 (3) 平均による危険度モデル	55
3-3 ロジットモデル（最小二乗法）	55
3-3-1 (1) 説明要因の検討	55
3-3-1 (2) モデル式（単路部危険度）	58
3-4 ロジットモデル（一般化最小二乗法）	61
3-4-1 (1) 説明要因の検討	61
3-4-1 (2) モデル式（単路部危険度）	64
4. 交差点危険度推定モデル	65
4-1 事故分析データの概要	65
4-1-1 (1) 交差点事故調査	65

a. 調査の概要	65
b. 調査対象	70
c. 調査内容及び要領	70
〔2〕 分析用交差点データの作成	96
〔3〕 対象とした交差点の概要	101
a. 交通条件・道路条件	101
b. 交通規制・安全施設	101
c. 事故件数	102
d. 危険度の判断	102
4-2 線形モデル（最小二乗法）	109
〔1〕 説明要因の検討	109
〔2〕 モデル式（交差点危険度）	110
4-3 ロジットモデル（最小二乗法）	113
〔1〕 説明要因の検討	113
〔2〕 モデル式（交差点危険度）	114
4-4 ロジットモデル（一般化最小二乗法）	117
〔1〕 説明要因の検討	117
〔2〕 モデル式（交差点危険度）	118
4-5 ロジットモデル（最尤法）	126
5. まとめ及び今後の課題	127
謝 辞	129
参考文献	130
付 録（米国の道路安全管理システム）	133

1. 道路の安全管理システム

図-1に示す道路安全管理システムの個々の作業の概要は以下の通りである。〈 〉内は医療システムの場合に相当する作業を示す。

1) 危険箇所の発見〈患者の発見〉

管理の対象となる道路網において、危険な区間、地点を事故データなどにより発見する。

2) 危険箇所の診断〈患者の診察〉

上記作業において危険と判断された区間、地点がどのように危険であるのか（追突事故が多いのか、夜間事故が多いのかなど）を事故データなどにより診断する。

3) 安全対策案の抽出〈処方案の抽出〉

発生率の高い事故類型（または夜間事故、湿潤時事故）に効果のある安全対策案を抽出する。

4) 安全対策案の評価、決定〈処方案の評価、決定〉

抽出された安全対策案を評価し、最善のものを選び出す。評価手法としては経済分析（費用対便益分析、費用対効果分析など）が中心となると考えられる。

5) 安全対策の実施〈患者の治療〉

安全対策を実施する。

6) 安全対策の事後評価〈アフター・ケア〉

実施した安全対策が期待どおりの効果を示しているかを事後の事故調査などにより検討、評価する。

7) 安全管理システムの再評価〈医療診断システムの向上〉

安全管理システム全体の再評価を行う。たとえば、安全対策による事故減少の予測手法などについて新しい事故データを収集、分析し、より精度の高い予測手法を開発する。

ここでは、図1.1.1の太線で囲んだ危険箇所の発見、危険箇所の診断において必要となる安全性評価手法について検討を行っている。また、安全管理の対象としているのは高速道路を除く一般道路である。

一般道路においては、その性格上種々の交通流が分合流、交錯する交差点と分合流、交錯現象のきわめて少ない単路区間とに分類することが適切であると考えられる。表1.1.1は道路形状別・事故類型別事故発生状況を示したものであるが、交差点及びその付近と単路部では、事故発生状況がかなり異なっていることがわかる。また、単路区間と交差点における事故発生状況を示す事故指標についても、その性格上異質なものを導入することになり、例えば単路区間における事故率は、事故件数/億台キロ、交差点における事故率は事故件数/億台を用いるのが好ましい

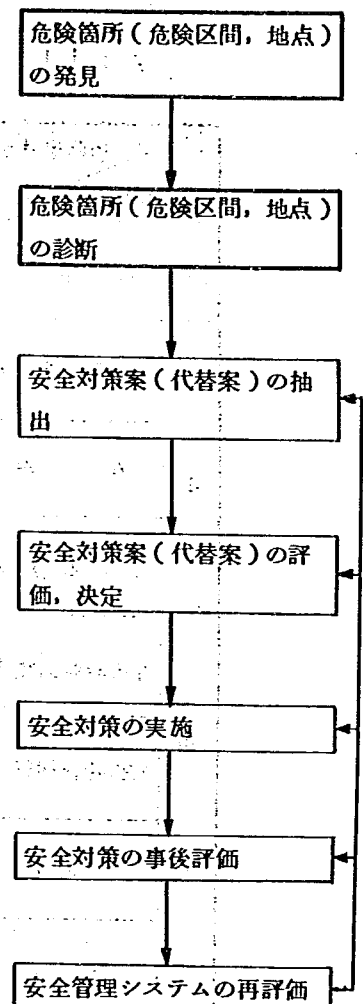


図1.1.1.

道路安全管理システム

(これについては後述)など単路区間と交差点とでは、一律でなく、別個に安全性評価を行う必要があると考えられる。

表 1. 1. 1 道路形状別・事故類型別事故発生状況(昭和54年)

道路形状別 事故類型別の		交差点およびその付近	単路部	踏切	その他	合計
人対車両		48,198 (16.9)	46,405 (25.5)	1 (0.2)	1,329 (45.4)	95,933 (20.3)
車両相互	正面衝突	7,647 (2.7)	21,723 (11.9)	0 (0)	92 (3.1)	29,462 (6.2)
	追突	52,675 (18.4)	45,236 (24.8)	3 (0.6)	203 (6.9)	98,117 (20.8)
	出合頭衝突	9,411 (3.2)	5,173 (2.9)	0 (0)	202 (6.9)	14,786 (3.1)
	左折時側面衝突	17,248 (6.1)	4,238 (2.4)	0 (0)	40 (1.4)	21,526 (4.7)
	右折時側面衝突	40,385 (14.1)	9,180 (5.0)	1 (0.2)	65 (2.2)	49,631 (10.5)
	その他	19,298 (6.7)	29,215 (16.0)	3 (0.6)	752 (25.7)	49,268 (10.4)
	小計	231,371 (80.9)	114,765 (63.0)	7 (1.4)	1,354 (46.2)	347,497 (73.7)
車両単独		6,445 (2.2)	21,034 (11.5)	5 (1.0)	247 (8.4)	27,731 (5.9)
踏切		0 (0)	0 (0)	485 (97.4)	0 (0)	485 (0.1)
合計		286,014 (100.0) [60.6]	182,204 (100.0) [38.6]	498 (100.0) [0.2]	2,930 (100.0) [0.6]	471,646 (100.0) [100.0]

(出典：昭和54年交通事故統計年表)

注：()は縦欄の構成比率。()は横欄の構成比率。

2. 安全性評価のための統計手法

2-1 安全性評価に用いる事故データ

一般に道路の単路区間あるいは、交差点の安全性評価を行うには事故データを必要とする。

事故データは警察によって収集・整理・保管されている。警察署においては物損事故、人身事故を対象に管轄下の道路において発生した事故を事故原票に整理している。しかし、警察署が各都道府県警察本部に報告しているものは人身事故を中心とする重大事故のみであり、この段階ではほとんどの物損事故は報告の対象とならないため、保管が十分でない場合も考えられる。したがって、ここでは人身事故データを対象に安全性評価手法を検討することとした。

これらの事故データを道路の単路区間あるいは交差点ごとに整理して、その単路区間、地点の事故発生状況を把握するわけであるが、この整理時に対象となる事故データは、一般に1～3年の期間に発生したものをを用いる。なぜならば、対象とする道路の単路区間、交差点の道路構造等は常に一定ということではなく、1～3年以上の期間が経過すると変化してしまう可能性があるからである。

道路の単路区間、交差点ごとの事故発生状況を示す指標として一般に以下のものを使用されている。

① 事故率

事故率は道路の単路区間、交差点に対してそれぞれ次式により求められる。

a. 事故率(単路区間) = 事故件数 / (交通量 × 区間延長) [件/億台キロ]

b. 事故率(交 差 点) = 事故件数 / 交通量 [件/億台]

対象とする事故により死亡事故率、各類型別事故率などがある。

② 事故構成比率

事故構成比率は次式により求められる。

事故構成比率 = 対象事故件数 / 全事故件数 × 100 [%, パーセント]

対象とする事故により死亡事故構成比率、各類型別事故構成比率などがある。

③ 致死率

致死率は次式により求められる。

致死率 = 死亡者数 / 死傷者数 × 1,000 [%, パーミル]

④ その他の指標

上記①の指標の事故件数の代わりに死者数、死傷者数を用いるもの。

このような事故指標をもとに、道路の単路区間、交差点の安全性を評価することになるが、これらの事故指標は下記の理由により必ずしも対象とする単路区間、交差点の安全性(又は危険性)を正確に表わし得るものではないことに留意する必要がある。

① 事故発生の確率はきわめて小さいので、単路区間あるいは交差点ごとに整理できる事故デー

タ数（事故件数）はきわめて少ない。

交通事故の発生が偶発現象である

② 事故発生現象は偶発性を帯びている。

次節では、これらの事故データ、事故指標の統計的性質について言及する。

交通事故の発生が偶発現象である

2-2 事故データの統計的性質

(1) 事故率の統計的性質

① 単路区間

今、道路のある区間 i の単位延長当りの事故生起確率（単路区間の危険度と定義する）を p_i とすると、区間 i における事故生起確率 P_i は次式となる。

$$P_i = p_i \cdot \ell_i \quad \text{①}$$

ここで、 ℓ_i ：単路区間 i の延長。
ある期間において単路区間 i で発生する事故件数 T_i^* は、総交通量を n_i とすると次式で表すことができる。

$$T_i^* = X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in_i} \quad \text{②}$$

ここで、 $X_i = \begin{cases} 1, & \text{事故が起きたとき。} \\ 0, & \text{事故が起きないとき。} \end{cases}$

ただし、 $P_r \{ X_i = 1 \} = P_i$

$$P_r \{ X_i = 0 \} = 1 - P_i$$

したがって、 T_i^* は次式で表される二項確率分布を有する確立変数として取り扱うことができる。

$$f(T_i^*) = \binom{n_i}{T_i^*} P_i^{T_i^*} (1 - P_i)^{n_i - T_i^*} \quad \text{③}$$

また、次式で表される P_i^* の確率分布は、③式

$$P_i^* = T_i^* / n_i \quad \text{④}$$

③式より、

$$f(P_i^*) = \binom{n_i}{n_i P_i^*} P_i^{n_i P_i^*} (1 - P_i)^{n_i (1 - P_i^*)} \quad \text{⑤}$$

となり、 T_i^* 、 P_i^* の期待値、分散は以下ようになる。

$$\begin{cases} E(T_i^*) = n_i P_i \\ \sigma^2(T_i^*) = n_i P_i (1 - P_i) \end{cases} \quad \text{⑥}$$

$$\begin{cases} E(P_i^*) = P_i \\ \sigma^2(P_i^*) = \frac{P_i (1 - P_i)}{n_i} \end{cases} \quad \text{⑦}$$

ところで事故率 p_i^* は次式で表されるから、

$$p_i^* = \frac{T_i^*}{n_i \cdot \ell_i} = \frac{P_i^*}{\ell_i} \dots\dots\dots (8)$$

⑦式より p_i^* の期待値、分散は以下のように求められる。

$$E(p_i^*) = E\left(\frac{P_i^*}{\ell_i}\right) = \frac{1}{\ell_i} E(P_i^*) = \frac{P_i}{\ell_i} = p_i \dots\dots\dots (9)$$

$$\begin{aligned} \sigma^2(p_i^*) &= \sigma^2\left(\frac{P_i^*}{\ell_i}\right) = \frac{1}{\ell_i^2} \sigma^2(P_i^*) = \frac{P_i(1-P_i)}{n_i \ell_i^2} \\ &= \frac{p_i(1-p_i \cdot \ell_i)}{n_i \ell_i} \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

一般に事故件数 T_i^* はきわめて小さく、総交通量 n_i は十分に大きくとりうるので、③、④式に示した二項確率分布は次式で表されるポアソン分布に近似できる。

$$f(T_i^*) = \frac{\lambda^{T_i^*} \exp(-\lambda)}{T_i^*!} \dots\dots\dots (11)$$

$$f(P_i^*) = \frac{\lambda^{(n_i P_i^*)} \exp(-\lambda)}{(n_i P_i^*)!} \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{ここで、} \lambda = n_i P_i = n_i \cdot p_i \cdot \ell_i \dots\dots\dots (13)$$

したがって、この場合、 T_i^* 、 P_i^* 分散は以下のように近似でき、

$$\sigma^2(T_i^*) = \lambda = n_i P_i \dots\dots\dots (14)$$

$$\sigma^2(P_i^*) = P_i / n_i \dots\dots\dots (15)$$

p_i^* の分散は、次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \sigma^2(p_i^*) &= \sigma^2\left(\frac{P_i^*}{\ell_i}\right) = \frac{1}{\ell_i^2} \sigma^2(P_i^*) = \frac{P_i}{n_i \ell_i^2} \\ &= \frac{p_i}{n_i \ell_i} \dots\dots\dots (16) \end{aligned}$$

さらに、中心極限定理により、 T_i^* は、 $E(T_i^*) = n_i P_i$ 、 $\sigma^2(T_i^*) = n_i P_i$ 、また P_i^* は $E(P_i^*) = P_i$ 、 $\sigma^2(P_i^*) = P_i / n_i$ なる正規分布に従うと考えて差し支えなからう。

〔参 考〕

中心極限定理の証明を、 $X_1, X_2, \dots, X_n$ の分布が積率母関数 $\phi(\theta)$ を持つ、すなわちすべての次数のモーメントを持つ場合についてのべておこう。そのとき $Y = \sqrt{n}(X - \mu)$ の積率母関数を $\phi_n^*(\theta)$ とすれば

$$\begin{aligned}\phi_n^*(\theta) &= E(e^{\theta Y}) = E\left(e^{\frac{\theta}{\sqrt{n}} \sum X_i - \sqrt{n} \mu \theta}\right) \\ &= e^{-\sqrt{n} \mu \theta} E\left(e^{\frac{1}{\sqrt{n}} \sum X_i \theta}\right) \\ &= e^{-\sqrt{n} \mu \theta} \prod E\left(e^{\frac{X_i}{\sqrt{n}} \theta}\right) \\ &= e^{-\sqrt{n} \mu \theta} \left\{ \phi\left(\frac{\theta}{\sqrt{n}}\right) \right\}^n\end{aligned}$$

となる。したがってキュムラント母関数をとると

$$\begin{aligned}\phi_n^*(\theta) &= \log \phi_n^*(\theta) = n \log \phi\left(\frac{\theta}{\sqrt{n}}\right) - \sqrt{n} \mu \theta \\ &= n \phi^*\left(\frac{\theta}{\sqrt{n}}\right) - \sqrt{n} \mu \theta \\ &= n \left(K_0 + K_1 \frac{\theta}{\sqrt{n}} + \frac{K_2}{2!} \frac{\theta^2}{n} + \frac{K_3}{3!} \frac{\theta^3}{n^{\frac{3}{2}}} + \dots \right) - \sqrt{n} \mu \theta\end{aligned}$$

$K_0 = 0, K_1 = \mu$, だから .

$$\phi_n^*(\theta) = \frac{K_2}{2!} \theta^2 + \frac{K_3}{3! \sqrt{n}} \theta^3 + \frac{K_4}{4! n} \theta^4 + \dots$$

したがって $n \rightarrow \infty$ のとき、 θ^2 以外の係数は 0 に収束する。すなわち 3 次以上のキュムラントがすべて 0 に近づく。あるいは

$$\phi_n^*(\theta) \sim e^{\frac{\sigma^2 \theta^2}{2}}$$

となる。このことから Y の分布が正規分布に近づくことが示された。

(出典：竹内啓：数理統計学，東洋経済社，P.62)

次に、 P_i^* を固定し P_i を変数とする尤度関数 L を考えると、⑤式と同様に次式で表せ、

$$L = \binom{n_i}{n_i P_i^*} P_i^{n_i P_i^*} (1-P_i)^{n_i (1-P_i^*)} \dots\dots\dots ⑩$$

両辺対数をとると、⑬式が得られる。

$$\therefore \log L = \binom{n_i}{n_i P_i^*} + n_i P_i^* \log P_i + n_i (1-P_i^*) \log (1-P_i) \dots\dots\dots ⑪$$

$\log L$ を P_i で偏微分して、 $\frac{\partial}{\partial P_i} \log L = 0$ とおくと、 p_i の最尤推定量 $\hat{p}_i$ が求められる。

$$\frac{\partial}{\partial P_i} \log L = \frac{n_i P_i^*}{P_i} - \frac{n_i (1-P_i^*)}{1-P_i} = 0$$

$$\therefore P_i = P_i^*$$

$$\therefore \hat{p}_i = p_i^* \dots\dots\dots ⑫$$

したがって、⑨式とあわせて考えると事故率 p_i^* は単位延長当り事故生起確率すなわち危険度 p_i の最尤不偏推定量といえよう。また、⑩、⑫式より $n_i \ell_i$ (区間 i の総走行台キロ)を大きくとれば $\hat{p}_i$ の推定精度が高くなることがわかる。

交 差 点

交差点 i における事故生起確率 (交差点の危険度と定義する)を p_i とすると、次式で表される交差点事故率 p_i^* は単路部の場合と同様に、 p_i の最尤不偏推定量であることを導くことがで

$$p_i^* = \frac{T_i}{n_i} \dots\dots\dots ⑬$$

ここで、 T_i^* : 交差点 i で起きる事故件数。

n_i : 交差点 i の総流入交通量。

きる。また、 p_i^* の分散については次式のように求められる。

$$\sigma^2 (P_i^*) = \frac{p_i (1-p_i)}{n_i} \quad (\text{二項分布適用の場合}) \dots\dots\dots ⑭$$

$$(\text{ポアソン分布適用の場合}) \quad \sigma^2 (P_i^*) = \frac{P_i}{n_i} \quad (\text{ポアソン分布適用の場合}) \dots\dots\dots ⑮$$

⑭、⑮式より n_i (交差点 i の総流入交通量)を大きくとれば $\hat{p}_i$ の推定精度が高くなることがわかる。

(2) 事故構成比率の統計的性質

単路区間（あるいは交差点） i の種類の s の事故の生起確率を P_{si} （種類の s の事故の危険度）とすれば次式が成り立つ。

$$P_i = \sum_s^{\sigma} P_{si} \quad \text{..... ㉔}$$

ここで、 P_i ：区間 i の事故生起確率（危険度）。

σ ：事故の種類数。

今、種類の s の危険度構成比率を㉔式により定義すると、

$$\alpha_{si} = P_{si} / P_i \quad \text{ただし} \quad \sum_s^{\sigma} \alpha_{si} = 1 \quad \text{..... ㉕}$$

㉕式で算定される種類の s の事故構成比率 α_{si}^* は、

$$\alpha_{si}^* = T_{si}^* / T_i^* \quad \text{ただし、} \quad \sum_s^{\sigma} \alpha_{si}^* = 1 \quad \text{..... ㉖}$$

ここで、 T_{si}^* ：種類の s の事故件数。

$$T_i^* : \text{全事故件数。ただし、} T_i^* = \sum_s^{\sigma} T_{si}^* \quad \text{..... ㉗}$$

次式で表される多項確率分布を示し、

$$f(T_{1i}^*, T_{2i}^*, \dots, T_{si}^*, \dots, T_{\sigma i}^*)$$

$$= \frac{T_i^{*!}}{T_{1i}^{*!} T_{2i}^{*!} \dots T_{si}^{*!} \dots T_{\sigma i}^{*!}} \alpha_{1i}^{*} \alpha_{2i}^{*} \dots \alpha_{si}^{*} \dots \alpha_{\sigma i}^{*} \quad \text{..... ㉘}$$

事故構成比率 α_{si}^* の期待値、分散は以下のようになる。

$$\left\{ \begin{array}{l} E(\alpha_{si}^*) = \alpha_{si} \\ \sigma^2(\alpha_{si}^*) = \frac{\alpha_{si}(1-\alpha_{si})}{T_i^*} \end{array} \right. \quad \text{..... ㉙}$$

㉘式の T_{si}^* を固定し、 α_{si} を変数として尤度関数を考えれば、 α_{si} の最尤推定量 $\hat{\alpha}_{si}$ は以下のよう求めることができ、

$$\hat{\alpha}_{si} = \alpha_{si}^* \quad \text{..... ㉚}$$

事故構成比率 α_{si}^* は危険度構成比率 α_{si} の最尤不偏推定量といえよう。また、 T_i^* （全事故件数）を大きくとれば、 $\hat{\alpha}_{si}$ の推定精度が高くなることがわかる。

2-3 危険箇所発見のための統計検定

道路の単路区間（あるいは交差点）の危険度を，平均的な危険度と比較することにより当該単路区間（あるいは交差点）の安全性を評価する。すなわち，もし単路区間（あるいは交差点）の危険度が平均危険度より大きいとみなせるならば，その単路区間（あるいは交差点）を危険箇所として抽出することになる。

道路の危険箇所を発見するため，下記の仮説を統計的に検定する。

$$\begin{cases} H_0 \text{ (仮説)} : p_i \leq \bar{p}, \text{ 単路区間 (あるいは交差点) } i \text{ は危険ではない。} \\ \quad \text{すなわち } d_i = p_i - \bar{p} \leq 0 \quad \dots\dots\dots \textcircled{1} \\ H_1 \text{ (対立仮説)} : p_i > \bar{p}, \text{ 単路区間 (あるいは交差点) } i \text{ は危険である。} \\ \quad \text{すなわち, } d_i = p_i - \bar{p} > 0 \end{cases}$$

ここで， $\bar{p}$ ：平均危険度。単路区間（あるいは交差点） i と同一の道路交通条件を有する単路区間（あるいは交差点）の平均危険度。

検定方式は以下に示すとおりである。

$$\begin{cases} d_i^* = p_i^* - \bar{p} \leq A \text{ ならば, } H_0 \text{ が正しいと結論する。} \\ d_i^* > A \text{ ならば, } H_1 \text{ が正しいと結論する。すなわち, } H_0 \text{ を棄却する。} \dots\dots \textcircled{2} \end{cases}$$

今，この検定方式で， H_0 が正しいのに H_1 を正しいと結論してしまい確率を $P_r\{H_1 : d_i^* > A ; d_i \leq 0\}$ と表すとき，この確率を 0 にすることは不可能であるが，極力小さいものととめることは可能である。この確率を α 以内におさえるために， $d_i = 0$ において $P_r\{H_1 : d_i^* > A ; d_i \leq 0\} = \alpha$ なるように A を定めれば有意水準 α における統計検定が行える。

$$P_r\{H_1 : d_i^* > A ; d_i = 0\} = \alpha$$

$$\therefore P_r\{H_1 : \frac{d_i^* - E(d_i^*)}{\sigma(d_i^*)} > \frac{A - E(d_i^*)}{\sigma(d_i^*)} ; d_i = 0\} = \alpha$$

$$Z = \frac{d_i^* - E(d_i^*)}{\sigma(d_i^*)} \text{ とおけば,}$$

$$P_r\{H_1 : Z > \frac{A - E(d_i^*)}{\sigma(d_i^*)} ; d_i = 0\} = \alpha$$

$$\therefore P_r\{H_1 : Z > \frac{A - d_i}{\sigma(d_i^*)} ; d_i = 0\} = \alpha$$

$$\text{ところで, } \sigma^2(d_i^*) = \sigma^2(p_i^* - \bar{p}) = \sigma^2(p_i^*) = \frac{p_i}{n_i \ell_i} \quad (\because \textcircled{16} \text{式}) \text{ であるから,}$$

$$Pr \{ H_1 : Z > \frac{A - d_i}{\sqrt{p_i/n_i l_i}} ; d_i = 0 (p_i = \bar{p}) \} = \alpha$$

$$\therefore Pr \{ H_1 : Z > \frac{A}{\sqrt{\bar{p}/n_i l_i}} \} = \alpha \quad \text{..... ③}$$

Z は標準正規分布に従うと考えてよいので、 A は以下のように求められる。

$$A = z(1 - \alpha) \cdot \sqrt{\frac{\bar{p}}{n_i l_i}} \quad \text{..... ④}$$

交差点を対象とする場合には、

$$\left(A = z(1 - \alpha) \cdot \sqrt{\frac{\bar{p}}{n_i}} \quad \text{..... ⑤} \right)$$

ここで、 $z(1 - \alpha)$: 標準正規分布において累加確率が $1 - \alpha$ となる値を表している。

たとえば、5%の有意水準では $z(0.95) = 1.645$ 。

2-4 危険箇所診断のための統計検定

ここでは、類型別事故率、夜間事故率、湿潤時事故率などを用いて、危険箇所を診断する方法について述べる。

道路の危険箇所の下記に示す危険度を、それぞれの平均危険度と比較することにより、当該箇所を診断する。すなわち、もしある種類の危険度が平均危険度よりも高ければ、その種類の事故発生状況に異常性を認めることになる。

- 1) 類型別危険度。
- 2) 夜間危険度。
- 3) 湿潤時危険度など。

危険箇所の診断を行うため、下記の仮説を統計的に検定する。

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 \text{ (仮説)} : p_{si} \leq \bar{p}_s \text{ (危険箇所 } i \text{ の種類 } s \text{ の事故発生状況は異常ではない。)} \\ \text{すなわち, } d_{si} = p_{si} - \bar{p}_s \leq 0 \quad \dots\dots\dots \textcircled{8} \\ H_1 \text{ (対立仮説)} : p_{si} > \bar{p}_s \text{ (危険箇所 } i \text{ の種類 } s \text{ の事故発生状況は異常である。)} \\ \text{すなわち, } d_{si} > 0 \end{array} \right.$$

ここで、 p_{si} : 危険箇所 i における種類 s の事故の危険度。

$\bar{p}_s$: 種類 s の事故の平均危険度。危険箇所 i と同一の道路交通条件を有する区間
(あるいは交差点) の種類 s の事故の平均危険度を表している。

検定方式は以下に示すとおりである。

$$\left\{ \begin{array}{l} d_{si}^* = p_{si}^* - \bar{p}_s \leq A' \text{ ならば, } H_0 \text{ (仮説)} \text{ が正しいと結論する。} \quad \dots\dots\dots \textcircled{9} \\ d_{si}^* > A' \text{ ならば, } H_1 \text{ (対立仮説)} \text{ が正しいと結論する。すなわち, } H_0 \text{ を棄却する。} \end{array} \right.$$

ここで、 p_{si}^* : 種類 s の事故率。

$$A' : A' = z(1-\alpha) \sqrt{\frac{\bar{p}_s}{n_{si} l_i}} \quad \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{交差点を対象とする場合には,} \\ A' = z(1-\alpha) \sqrt{\frac{\bar{p}_s}{n_{si}}} \quad \dots\dots\dots \textcircled{11} \end{array} \right)$$

ただし、 n_{si} は類型別危険度を検定する場合、総交通量を、夜間危険度を検定する場合、夜間交通量をまた湿潤時危険度を検定する場合、湿潤時交通量を使用する必要がある。

2-5 平均危険度推定のための統計モデル

ここでは、2-3、2-4で言及した平均危険度 $\bar{p}$ の推定のための統計モデルについて述べることにする。

平均危険度 $\bar{p}$ は、次式によって算定される。

$$\bar{p} = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad \text{..... ㉔}$$

ここで、 $x_1, x_2, \dots, x_m$ は、交通量、車線数、沿道状況などの主要な道路交通条件を示す説明変数である。

㉔式に示す関係を把握する方法としては、現在のところ既存の事故データ、道路交通条件データによる統計分析を行うのが一般的である。

(1) 平均値による方法

もっとも簡単に、 $\bar{p}$ を推定する方法は、主要な道路交通条件ごとに単路区間（あるいは交差点）の事故率を整理し、それぞれについて平均値を求める方法である。

今、主要な道路交通条件によって分類されたあるデータ群における、区間数、区間延長、総交通量、事故件数、事故率、総走行台キロを、以下のように設定すると、

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{区間数: } \rho \\ \text{各区間延長: } l_1, l_2, \dots, l_\rho \\ \text{各区間総交通量: } n_1, n_2, \dots, n_\rho \quad \text{..... ㉕} \\ \text{各区間事故件数: } T_1^*, T_2^*, \dots, T_\rho^* \\ \text{各区間事故率: } p_1^*, p_2^*, \dots, p_\rho^* \left(p_i^* = \frac{T_i^*}{n_i l_i} \right) \\ \text{総走行台キロ: } N = \sum_i (n_i l_i) \end{array} \right.$$

各データ群における平均事故率（事故率の平均値） $\bar{p}^*$ は以下のように求められる。

$$\bar{p}^* = \frac{\sum_i (n_i l_i p_i^*)}{\sum_i (n_i l_i)} = \frac{\sum_i (n_i l_i p_i^*)}{N} = \frac{\sum T_i^*}{N} \quad \text{..... ㉖}$$

平均事故率 $\bar{p}^*$ の期待値、分散は以下のようになり、

$$\begin{aligned} E(\bar{p}^*) &= E \left\{ \frac{\sum_i (n_i l_i p_i^*)}{N} \right\} \\ &= \frac{\sum_i \{ n_i l_i E(p_i^*) \}}{N} \\ &= \frac{\sum_i n_i l_i p_i}{N} = \bar{p} \quad \text{..... ㉗} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma^2(\bar{p}^*) &= \sigma^2\left\{\frac{\sum_i (n_i l_i p_i^*)}{N}\right\} = \frac{1}{N^2} \sum \sigma^2(n_i l_i p_i^*) \\ &= \frac{1}{N^2} \sum (n_i l_i)^2 \sigma^2(p_i^*) \\ &= \frac{1}{N^2} \sum (n_i l_i)^2 \frac{p_i}{n_i l_i} \quad (\text{⑬式より}) \\ &= \frac{1}{N^2} \sum n_i l_i p_i = \frac{\bar{p}}{N} \quad \text{⑭} \end{aligned}$$

信頼係数 $(1-\alpha)$ における $\bar{p}$ の信頼限界は、平均事故率 $\bar{p}^*$ を用いて次式で与えられる。

$$\bar{p}^* - z(1-\frac{\alpha}{2})\sqrt{\frac{\bar{p}^*}{N}} \leq \bar{p} \leq \bar{p}^* + z(1-\frac{\alpha}{2})\sqrt{\frac{\bar{p}^*}{N}} \quad \text{⑮}$$

したがって〔3〕、〔4〕で述べた統計検定に用いる平均危険度 $\bar{p}$ はただか以下のように設定しておけば十分といえる。

$$\bar{p} = \bar{p}^* + z(1-\frac{\alpha}{2})\sqrt{\frac{\bar{p}^*}{N}} \quad \text{⑯}$$

〔2〕 回帰モデルによる方法

道路の単路区間(あるいは交差点)の危険度 p_i は道路交通条件に関する説明変数の変動によって説明されると考えられる。(実際には、危険度は道路交通条件の他、車両に関する条件、自動車運転手の属性などにより説明されると考えられるが、特に道路の単路区間(あるいは交差点)の危険度に着目すれば、他の条件、属性によって生ずる事故の危険性は道路上では一様に分布していると仮定できるので、道路交通条件のみを説明変数として取り上げても差し支えないと考えられる。いいかえれば、道路の単路区間(あるいは交差点)同志の相対的な危険度の比較は、道路交通条件によってなされうると考えられる。)

単路区間(あるいは交差点) i の道路交通条件に関する説明変数を $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}$ とすれば、

$$p_i = \sum_j^m \beta_j x_{ji} \quad \text{..... ④7}$$

という一次線形のモデル式が一般的によく使われている。④7式に示すモデル式は、 x_{ji} の変域をあらかじめ限定しない限り、 $0 \leq p_i \leq 1$ なる条件が満たされない場合があるので、なんらかの確率分布関数 $F(t)$ を選び、

$$p_i = F\left(\sum_j^m \beta_j x_{ji}\right) \quad \text{..... ④8}$$

というモデルを考えてみる。分布関数がロジスティック関数、

$$L_0(t) = \frac{e^t}{1+e^t}, \quad -\infty < t < \infty \quad \text{..... ④9}$$

によって与えられる確率分布のことをロジスティック分布といい、この分布形は標準正規分布ときわめてよく似ている。そこで、④9式の F を L_0 におきかえれば、

$$p_i = \frac{\exp\left(\sum_j^m \beta_j x_{ji}\right)}{1 + \exp\left(\sum_j^m \beta_j x_{ji}\right)} \quad \text{..... ⑤0}$$

⑤0式を変形すれば、

$$\log \left[\frac{p_i}{1-p_i} \right] = \sum_j^m \beta_j x_{ji} \quad \text{..... ⑤1}$$

⑤1式の左辺を η_i とおけば、

$$\eta_i = \log \left[\frac{p_i}{1-p_i} \right] \quad \text{..... ⑤2}$$

p_i が $[0, 1]$ において定義されていても、上記の変換（ロジスティック変換と呼ばれる。）を行えば、 η_i の定義域は $[-\infty, \infty]$ に拡張される。⑥式のモデルはロジスティック線形モデルと呼ばれる。

危険度 p_i の観測値である事故率 p_i^* による 1 次線形回帰モデルは次式で表される。

$$p_i^* = \sum_j^m \beta_j x_{ji} + \epsilon_i \quad \dots\dots\dots ③$$

⑥式の左辺において、 p_i の代わりにその観測値である p_i^* におきかえてマクローリン級数展開を行い、第 3 項以下を無視するとロジットモデル（ロジスティック線形回帰モデル）が得られる。

$$\log \frac{p_i^*}{1-p_i^*} = \log \frac{p_i}{1-p_i} + \frac{1}{(1-p_i)p_i} (p_i^* - p_i)$$

$$\therefore \eta_i^* = \sum_j^m \beta_j x_{ji} + \epsilon_i \quad \dots\dots\dots ④$$

ここで、 $\eta_i^* = \log \frac{p_i^*}{1-p_i^*}$

$$\epsilon_i = \frac{1}{(1-p_i)p_i} (p_i^* - p_i) = \frac{\epsilon_i}{(1-p_i)p_i}$$

a. 最小二乗法

線形回帰モデルに最小二乗法を適用すればモデル式における回帰係数 β_i の推定量が求められる。
線形回帰モデルを行列を用いて表わすと次式のようになり、

$$\underline{p} = \underline{X} \cdot \underline{\beta} + \underline{\varepsilon} \quad \text{..... ⑤}$$

$$\text{ここで, } \underline{p} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_i \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}, \quad \underline{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{m1} \\ X_{12} & \cdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & X_{ji} & \vdots \\ X_{1n} & \cdots & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}, \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_i \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix}, \quad \underline{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_i \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad \text{..... ⑥}$$

標準的な線形回帰モデルが前提とする諸仮定は以下のようになる。

$$\text{仮定 1. } E(\underline{\varepsilon}) = \underline{0} \quad \text{..... ⑦}$$

$$\text{仮定 2. } \sigma^2(\underline{\varepsilon}) = \sigma_0^2 \underline{I} \quad \text{..... ⑧}$$

$$\text{仮定 3. } \text{rank } \underline{X} = m \quad \text{..... ⑨}$$

仮定 2 の意味は、(1) $\underline{\varepsilon}$ の要素 ε_i の分散がすべて等しいこと、さらに(2) ε_i と ε_j ($i \neq j$) が無相関であることを意味し、この仮定が事故率を被説明変量として線形回帰モデルを適用する場合に問題となる。

⑤式において、

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_i) &= E\left(p_i^* - \sum_j^m \beta_j x_{ji}\right) \\ &= E(p_i^* - p_i) \\ &= E(p_i^*) - E(p_i) \\ &= p_i - p_i = 0 \quad (\text{⑨式より}) \quad \text{..... ⑩} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma^2(\varepsilon_i) &= \sigma^2\left(p_i^* - \sum_j^m \beta_j x_{ij}\right) \\ &= \sigma^2(p_i^* - p_i) \\ &= \sigma^2(p_i^*) = \frac{p_i(1-p_i)l_i}{n_i l_i} \quad (\text{⑩式より}) \quad \text{..... ⑪} \\ &\approx \frac{p_i}{n_i l_i} \quad \text{..... (⑪式より) ⑫} \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{交差点の場合は} \\ \sigma^2(\varepsilon_i) = \frac{p_i}{n_i} \quad \dots\dots \textcircled{53} \text{ (②式より)} \end{array} \right\}$$

であり、 ε_i の分散が単路区間 i における総交通量 n_i 、区間延長 l_i 、危険度 p_i の関数となっており、分散は均一ではない。

⑤式においても同様に、

$$E(\varepsilon'_i) = E\left\{ \frac{\varepsilon_i}{(1-p_i)p_i} \right\}$$

$$= \frac{E(\varepsilon_i)}{(1-p_i)p_i}$$

$$= 0 \quad \dots\dots\dots \textcircled{54}$$

$$\sigma^2(\varepsilon'_i) = \sigma^2\left\{ \frac{\varepsilon_i}{(1-p_i)p_i} \right\}$$

$$= \frac{\sigma^2(\varepsilon_i)}{(1-p_i)^2 p_i^2}$$

$$= \frac{p_i(1-p_i)l_i}{(1-p_i)^2 p_i^2 n_i l_i} = \frac{(1-p_i)l_i}{(1-p_i)^2 p_i n_i l_i} \quad \dots\dots \textcircled{55}$$

(⑥式より)

$$\simeq \frac{1}{p_i n_i l_i} \quad (\because p_i, p_i l_i \ll 1) \quad \dots\dots\dots \textcircled{56}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{交差点の場合には} \\ \sigma^2(\varepsilon'_i) = \frac{1}{n_i p_i (1-p_i)} \quad \text{(②式より)} \quad \dots\dots\dots \textcircled{57} \\ \\ = \frac{1}{n_i p_i} \quad (\because p_i \ll 1) \end{array} \right\}$$

となり、 ε'_i の分散は不均一であり仮定2が満たされていない。

仮定2は最小二乗推定量が最小分散不偏推定量(最良線形不偏推定量)であること(ガウス＝マルコフの定理)を証明するうえで、本質的なものとなる。

〔参 考〕

○ ガウス＝マルコフの定理

任意の線形不偏推定量 b にたいし、

$$\sigma^2(\hat{\beta}) \leq \sigma^2(b)$$

となる $\hat{\beta}$ は、分散共分散行列を最小にする線形不偏推定量（最良線形不偏推定量（BLUE）と略記する）である。

今、線形回帰モデルの誤差項 ε の分散共分散行列を、

$$\sigma^2(\varepsilon) = E(\varepsilon \varepsilon') = \sigma_0^2 \Omega \quad \dots\dots\dots ⑥$$

とすると、 $\Omega = I$ ならば仮定 2 が満たされていることになる。また、 Ω の対角要素が一定でないとするれば、分散不均一ということになる。たとえ、 $\Omega \neq I$ であっても、仮定 1、仮定 3 が満たされている限り、単純最小二乗法により、最小二乗推定量 $\hat{\beta}$ は算出（定義）可能だし、またそれは、不偏推定量である。しかしながら、前述のとおり $\Omega \neq I$ の場合、 $\hat{\beta}$ はもはや最小分散不偏推定量（最良線形不偏推定量）ではありえない。

今、 $\Omega^{-1} = G' G$ すなわち $\Omega = G^{-1} (G')^{-1}$ なる非特異行列を考え、⑥式を

$$G p = G X \beta + G \varepsilon \quad \dots\dots\dots ⑦$$

と変換すれば、

$$\begin{aligned} \sigma^2(G \varepsilon) &= G \sigma^2(\varepsilon) G' \\ &= \sigma_0^2 G \Omega G' \\ &= \sigma_0^2 I \quad \dots\dots\dots ⑧ \end{aligned}$$

となり、仮定 2 が満たされる。したがって、⑦式に最小二乗法を適用して、 β の推定量を得る。

$$\begin{aligned} \tilde{\beta} &= (X' G' G X)^{-1} X' G' G p \\ &= (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} p \quad \dots\dots\dots ⑨ \end{aligned}$$

これは⑨式の回帰係数 β の最小分散不偏推定量（BLUE）である。 $\tilde{\beta}$ のことを一般化最小二乗推定量と呼び、ここで述べた手法を一般化最小二乗法という。

⑨式においては、 $\sigma^2(\varepsilon_i)$ を推定値 $\frac{p_i^*}{n_i l_i}$ によっておきかえて、⑨式においては $\sigma^2(\varepsilon'_i)$ を推定値 $\frac{1}{p_i^* n_i l_i}$ によっておきかえて、一般化最小二乗法を適用すれば、比較的、効率の高い推定値が得られるものと予測される。すなわち、

⑨式については

$$\sqrt{\frac{n_i l_i}{p_i^*}} p_i^* = \sum_i^m \beta_i x_i \sqrt{\frac{n_i l_i}{p_i^*}} + \varepsilon_i \sqrt{\frac{n_i l_i}{p_i^*}}$$

$$\therefore \sqrt{p_i^* n_i l_i} = \sum_i^m \beta_i x_i \sqrt{\frac{n_i l_i}{p_i^*}} + \varepsilon_i \sqrt{\frac{n_i l_i}{p_i^*}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

③式については

$$\sqrt{p_i^* n_i l_i} \log \frac{p_i^*}{1-p_i^*} = \sum_i^m \beta_i x_i \sqrt{p_i^* n_i l_i} + \varepsilon'_i \sqrt{p_i^* n_i l_i} \quad \dots\dots\dots (3)$$

と変換して、単純最小二乗法により β_i を推定する。

しかしながら、事故率 p_i^* が 0 の場合には、②、③式は両辺が 0 となり、無意味なものとなってしまふ。すなわち、事故件数が 0 の場合にはそのデータは分析対象からはずされることになる。

〔参 考〕

◦一般化最小二乗推定量 $\tilde{\beta}$ が BLUE であることの証明

任意の線形推定量 Cy が不偏であるためには

$$C X = I \quad \dots\dots\dots (1)$$

でないといけない。 Cy の分散は

$$V(Cy) = C V(y) C' = \sigma^2 C \Omega C' \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。ところで

$$C \Omega C' = [C - (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1}] \Omega [C - (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1}]' + (X' \Omega^{-1} X)^{-1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

という等式が、式(1)を満たす任意の $P \times n$ 行列 C に対して成り立つ。右辺の第 1 項は、非負値定符号だから

$$\sigma^2 C \Omega C' \geq \sigma^2 (X' \Omega^{-1} X)^{-1} \quad \dots\dots\dots (4)$$

という不等式が成り立つ。この不等式の左辺は、任意の線形不偏推定量の分散共分散行列であり、右辺は一般化最小二乗推定量 $\tilde{\beta}$ 分散共分散行列である。よって $\tilde{\beta}$ は β の BLUE である。

(出典：佐和隆光；回帰分析，朝倉書店，P. 113)

〔参 考〕

分散不均一を無視して、単純最小二乗法を適用したとき、どの程度の損失を被るかについて述べる。

今、単純最小二乗推定量を $\hat{\beta}$ 、一般化最小二乗推定量を $\tilde{\beta}$ とすれば、単純最小二乗法の相対的な有効性は、一般化分散（分散共分散行列の行列式のことをいう）の比

$$Eff(\hat{\beta}) = \frac{|V(\tilde{\beta})|}{|V(\hat{\beta})|} \quad \dots\dots\dots (1)$$

によって測ることが出来る。 $\Omega \equiv I_n$ のとき、これは

$$Eff(\hat{\beta}) = \frac{|X'X|^2}{|X'\Omega X| \cdot |X'\Omega^{-1}X|} \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。（これが、1を超えないことは、行列式に関するシュバルツの不等式によって示すことができる。）

$Eff(\hat{\beta})$ の下限を示す不等式として、(3)式に示すワトソンの公式がある。すなわち、 Ω の最小固有値を λ_1 、最大固有値を λ_n とすれば、不等式

$$Eff(\hat{\beta}) \geq 4^m \left[\left(\frac{\lambda_n}{\lambda_1} \right)^{1/2} + \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_n} \right)^{1/2} \right]^{-2m} \quad \dots\dots\dots (3)$$

が成立する（ $m \geq 2$ のとき、この下限は必ずしも到達可能でない。）

ところで、事故率 p_i^* の分散に対する Ω は、次式のように表せるので、

$$\Omega = \begin{bmatrix} \frac{p_1}{n_1 l_1} & & & \\ & \frac{p_2}{n_2 l_2} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \frac{p_i}{n_i l_i} \\ & & & & \ddots \\ & & & & & \frac{p_n}{n_n l_n} \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Ω の最小固有値 λ_1 、最大固有値 λ_n は、

$$\begin{cases} \lambda_1 = \min_i \left\{ \frac{p_i}{n_i l_i} \right\} \simeq \min_i \left\{ \frac{p_i^*}{n_i l_i} \right\} \\ \lambda_n = \max_i \left\{ \frac{p_i}{n_i l_i} \right\} \simeq \max_i \left\{ \frac{p_i^*}{n_i l_i} \right\} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (5) \quad (\text{式誤})$$

となる。したがって、

$$\Phi = \frac{\max_i \left\{ \frac{p_i^*}{n_i l_i} \right\}}{\min_i \left\{ \frac{p_i^*}{n_i l_i} \right\}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{交差点の場合} \\ \Phi = \frac{\max_i \left\{ \frac{p_i^*}{n_i} \right\}}{\min_i \left\{ \frac{p_i^*}{n_i} \right\}} \quad \dots\dots\dots (7) \end{array} \right)$$

とすると、(3)式より、

$$E_{ff}(\hat{\underline{\beta}}) \geq 4^m \cdot [\Phi^{\frac{1}{2}} + \Phi^{-\frac{1}{2}}]^{-2m} \quad \dots\dots\dots (8)$$

となる。

表. A 単純最小二乗推定量 $\hat{\underline{\beta}}$ の有効性 $E_{ff}(\hat{\underline{\beta}})$ の下限

Φ m	1	1.2	1.5	2	3	4	5
5	1.0	0.96	0.82	0.55	0.24	0.11	0.05
10	1.0	0.92	0.66	0.31	0.06	0.01	0.0

なお、ロジスティック線形回帰モデルでは、 Φ は次式を用いる。

$$\Phi = \frac{\max_i \{ p_i^* n_i l_i \}}{\min_i \{ p_i^* n_i l_i \}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{交差点の場合} \\ \Phi = \frac{\max_i \{ p_i^* n_i \}}{\min_i \{ p_i^* n_i \}} \quad \dots\dots\dots (10) \end{array} \right)$$

m (説明変数の個数) = 5, 10 の場合、単純最小二乗推定量 $\hat{\underline{\beta}}$ の有効性 $E_{ff}(\hat{\underline{\beta}})$ の下限が Φ の大きさによってどう変化するかを表. A に示す。これより $m=5$ の場合、 $\Phi=1.5$ 程度、 $m=10$ の場合 $\Phi=1.2$ 程度なら単純最小二乗法を適用しても、有効性においてさしたる損失はなさそうである。

(参考；佐和隆光：回帰分析，朝倉書店，P 114～117)

b. 最尤法

今、危険度の観測値である事故率のデータが、 $p_1^*, p_2^*, \dots, p_i^*, \dots, p_n^*$ とする。道路交通条件 $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}$ における p_i が⑥式すなわち、

$$p_i = \frac{1}{1 + \exp\left\{-\left(\sum_j \beta_j x_{ji}\right)\right\}} \quad \dots\dots\dots (74)$$

で与えられるとすれば、上の事故率が同時に得られる確率は

$$L^* = \prod_i \binom{n_i}{n_i p_i^*} p_i^{n_i p_i^*} (1-p_i)^{n_i(1-p_i^*)} \quad \dots\dots\dots (75)$$

となる。

両辺対数をとれば、

$$\begin{aligned} \log L^* &= \sum_i \left\{ \log \binom{n_i}{n_i p_i^*} + n_i p_i^* \log p_i + n_i(1-p_i^*) \log(1-p_i) \right\} \\ &= \sum_i \left\{ \log \binom{n_i}{n_i p_i^*} + \sum_i n_i p_i^* \log p_i + \sum_i n_i(1-p_i^*) \log(1-p_i) \right\} \quad \dots\dots\dots (76) \end{aligned}$$

となる。

したがって、 β_j の最尤推定値 $\hat{\beta}_j$ は⑦式を β_j で偏微分して、 $\frac{\partial \log L^*}{\partial \beta_j} = 0$ とおいて求められる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log L^*}{\partial \beta_j} &= \sum_i \frac{n_i p_i^*}{p_i} \cdot \frac{\partial p_i}{\partial \beta_j} - \sum_i \frac{n_i(1-p_i^*)}{1-p_i} \cdot \frac{\partial p_i}{\partial \beta_j} \\ &= \sum_i \frac{n_i p_i^*}{p_i} \cdot p_i^2 \cdot x_{ji} \frac{1-p_i}{p_i} - \sum_i \frac{n_i(1-p_i^*)}{1-p_i} p_i^2 x_{ji} \frac{1-p_i}{p_i} \\ &= \sum_i n_i p_i^* (1-p_i) x_{ji} - \sum_i n_i (1-p_i^*) p_i x_{ji} \\ &= \sum_i n_i p_i^* x_{ji} - \sum_i n_i p_i^* p_i x_{ji} - \sum_i n_i p_i x_{ji} + \sum_i n_i p_i^* p_i x_{ji} \end{aligned}$$

$$= \sum_i n_i p_i^* x_{ji} - \sum_i n_i p_i x_{ji} = 0 \quad \dots\dots\dots (77)$$

($j = 1, 2, \dots, m$)

ただし、 $p_i = \frac{1}{1 + \exp\left\{-\left(\sum_j \hat{\beta}_j x_{ji}\right)\right\}} \quad \dots\dots\dots (78)$

この最尤方程式を解くのに、逐次近似法を用いる。

最尤法は、最小二乗法と異なり、事故率0のデータも取り扱うことができる。最尤推定量 $\hat{\beta}_j$ は最良不偏推定量であるとはいえないが、 p_i^* が二項確率分布を示すので最良漸近推定量（略してBAN推定量という）となる。最良漸近推定量とは、一致性基準と有効性基準を満たすもので、データ数 n を十分大きくとれば、最良不偏推定量になり得るものである。

〔参 考〕

○推定の評価基準

ある統計量が良い点推定として使用できるための物指しとして、以下に述べる一致性、不偏性、有効性、充足性などの基準が用いられる。

まず一致性の基準から、いま母数が θ である母集団 $f(x)$ から抽出された標本について、統計量 $w(x_1, x_2, \dots, x_n)$ を考えたとき、 n を十分大きくしたとして、 w が θ に確率収束するならば、すなわち

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\{|w - \theta| < \varepsilon\} = 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

が成り立つならば、 w は θ の一致推定量であるという。一致性は、したがって極限性質であることに注意する。この性質は、大標本論にとってひとつの根拠をなすものである。しかしある w が θ の一致推定量ならば、例えば量 $(n+b)w/(n+a)$ などもまた同時に θ の一致推定量と見なされるだろう。（ただし a, b は任意の整数、 $a \neq b$ ）だから一致性基準だけで統計量としての良さを判定することは、明らかに不十分である。

そこで第二の基準として不偏性を挙げる。いま上と同じ場合において

$$E(w) = \theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

が成り立つならば、 w は θ の不偏推定量という。

上の w と $(n+b)w/(n+a)$ とを比較した場合、一致性の基準に照らした場合にはこの両者とも合格するが、この第二の不偏性の基準に照らしてみると前者は合格し、後者は落第する。

推定評価基準の第三は有効性である。ひとつの実例で説明しよう。いま $N(\theta, 1^2)$ 母集団から大きさ n の標本を抽出するとして、その標本平均 $\bar{x}$ 、標本中央値 $\tilde{x}$ の二つの統計量を考えると、自明なように $\bar{x}$ 、 $\tilde{x}$ は統計量としていずれも一致性、不偏性の両規準にかなう。しかし、

$$V(\bar{x}) = \sigma^2/n, \quad V(\tilde{x}) = \pi\sigma^2/2n \quad (\text{証略})$$

だから、推定量としては $\bar{x}$ のほうが $\tilde{x}$ よりもばらつきが小さい。したがってこの場合、 θ の推定量としては $\bar{x}$ のほうが $\tilde{x}$ よりもより有効だといえる。 θ の推定量のうち最も分散の小さいものがあるときは、それを最有効推定量または単に有効推定量という。上の場合に θ の最有効推定は $\bar{x}$ であることがいえる。したがって $\tilde{x}$ の効率は

$$V(\bar{x})/V(\tilde{x}) = 2/\pi = 64\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

である。すなわち“大きさ100の標本の中央値”からは“大きさ64の標本の標本平均”が与えるのと同じ情報量しかえられないことがわかる。

最後に第四の充足性の基準を説明する。いま母数 θ をもつ母集団 $f(x)$ から抽出された標本において統計量 $w(x_1, x_2, \dots, x_n)$ を考えたとき

$$f(x_1, \dots, x_n | \theta) = f_1(x_1, \dots, x_n) \cdot f_2(w | \theta) \quad \dots\dots\dots (4)$$

が成り立つならば、私たちは w を充足推定量という。例えば $N(\theta, 1^2)$ 母集団において θ を $\bar{x}$ から推定しようとする場合には、標本の同時分布は

$$\begin{aligned} f(x_1, \dots, x_n | \theta) &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \sum_j (x_j - \theta)^2\right\} \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2}} \underbrace{\exp\left\{-\frac{1}{2} \sum_j (x_j - \bar{x})^2\right\}}_{\text{①}} \underbrace{\exp\left\{-\frac{n}{2}(\bar{x} - \theta)^2\right\}}_{\text{②}} \end{aligned}$$

と分解される。部分①は θ を含まない因子、すなわち式(4)の f_1 にあたり、部分②は $\bar{x}$ と θ とだけを含む因子、すなわち式(4)の f_2 にあたる。したがって $\bar{x}$ は θ の充足推定量である。R.A.フィッシャーは一致性、有効性、充足性の三基準を満たす推定量のことを最適推定量と呼んだ。

なお上に述べた有効性の定義には、教科書によっては次のような与え方をしてあるものもある。それは母集団分布 $f(x | \theta)$ が、ある条件を充たしているときには、不偏推定量 w についてクラメル-ラオの不等式

$$V(w) \geq \frac{1}{n E \left[\left(\frac{\partial \log f}{\partial \theta} \right)^2 \right]} \quad \dots\dots\dots (5)$$

が成り立つことが知られているので、この関係を利用する。すなわち、これから直ちに $V(w)$ は、上式(5)の右辺より小さくはなりえないことは明らか；したがってこの不等式で等号を成り立たせる w があるならば、これを有効統計量と定義する。ただし θ の不偏推定量の分散の下限は、必ずしも上の等式の右辺と一致せず右辺よりも大きいこともある。したがって、もし最小分散の不偏推定量が存在しているときは、それが上の等式の右辺より大であっても、それを有効推定量と定義するのである。

(出典：林周二；統計学講義第2版，丸善株式会社，P.199～P.202)

C. 平均危険度の推定

平均危険度 $\bar{p}$ を推定するには、以下の2つの方法がある。

一つは、説明変数として車線数、交通量等の主要な道路交通条件に関するものを扱い、最小二乗法、最尤法を適用し以下に示す危険度推定モデルを作成する。

$$\hat{p} = \hat{\beta}' x_0 \quad \dots\dots\dots (79)$$

ここで、 p : 危険度 p の回帰モデルによる推定値。

x_0 : 主要な道路交通条件に関する説明変数ベクトル。

$$x_0 = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (80)$$

$\hat{\beta}$: 回帰係数 β の推定値のベクトル。

$$\hat{\beta} = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_m \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (81)$$

この場合は、(79)式に対象単路区間(あるいは交差点)の主要な道路交通条件に関する変数データを代入して $\hat{p}$ を求め、平均危険度 $\bar{p}$ を推定する。

もう一つの方法は、説明変数として車線数、交通量等の主要な道路交通条件、歩道整備状況、道路照明整備状況等の安全対策に関するものを扱い、(79)式と同様の危険度推定モデルを作成する。ただし、 x_0 、 $\hat{\beta}$ は以下のように表せる。

$$x_0 = \left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_h \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x_{h+1} \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix} \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{主要な道路交通条件に関する説明変数。} \\ \text{安全対策に関する説明変数。} \end{array} \quad \dots\dots\dots (82)$$

$$\hat{\underline{\beta}} = \left\{ \begin{array}{l} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_h \\ \hat{\beta}_{h+1} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_m \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{主要な道路交通条件に関する回帰係数。} \\ \text{安全対策に関する回帰係数。} \end{array} \right. \dots\dots\dots \textcircled{28}$$

この場合は、㉑式は次式のように変形でき

$$\hat{p} = \hat{\underline{\beta}}_r' \cdot \underline{x}_{0t} + \hat{\underline{\beta}}_s' \cdot \underline{x}_{0s} \dots\dots\dots \textcircled{29}$$

ここで、 $\hat{\underline{\beta}}_r = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_h \end{bmatrix}$, $\underline{x}_{0t} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_h \end{bmatrix}$, $\hat{\underline{\beta}}_s = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{h+1} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_m \end{bmatrix}$, $\underline{x}_{0s} = \begin{bmatrix} x_{h+1} \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}$

安全対策に関する説明変数に標準的な値を設定することにより、(例えば歩道が整備された状態を標準的と考える等)㉑式の安全対策に関する第2項を定数化することができるため、㉑式は主要な道路交通条件のみを説明変数とする式に変形でき、

$$\hat{p} = \hat{\underline{\beta}}_r' \underline{x}_{0t} + C \quad (C \text{ は定数}) \dots\dots\dots \textcircled{30}$$

この $\hat{p}$ をもって、前者と同様に平均危険度 $\bar{p}$ を推定することができる。

㉑、㉓式のモデルが最小二乗法により得られたならば、モデルで推定しようとしている危険度 p の信頼係数 $(1 - \alpha)$ における信頼限界は、

〔単純最小二乗法適用の場合〕

$$\begin{aligned} \hat{p} - t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{X}' \underline{\Omega} \underline{X} (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{x}_0} \\ \leq p \leq \hat{p} + t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{X}' \underline{\Omega} \underline{X} (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{x}_0} \dots\dots\dots \textcircled{31} \end{aligned}$$

〔一般化最小二乗法適用の場合〕

$$\begin{aligned} \hat{p} - t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{\Omega}^{-1} \underline{X})^{-1} \underline{x}_0} \\ \leq p \leq \hat{p} + t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{\Omega}^{-1} \underline{X})^{-1} \underline{x}_0} \dots\dots\dots \textcircled{32} \end{aligned}$$

ただし、 $\underline{\Omega} = \sigma^2(\varepsilon)$ (⑥式において $\sigma_0^2 = 1$)

となるので、統計検定に用いる平均危険度 $\bar{p}$ はただか以下のように設定しておけば十分といえる。

$$\bar{p} = \hat{p} + t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{X}' \underline{\Omega} \underline{X} (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{x}_0 \quad \dots \textcircled{8}$$

又は

$$\bar{p} = \hat{p} + t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{\Omega} \underline{X})^{-1} \underline{x}_0 \quad \dots \textcircled{9}$$

なお、ロジットモデルを使用する場合には、さらにロジスティック逆変換をほどこして $\bar{p}$ を求める必要がある。

〔参 考〕

○危険度推定と事故率予測

本文⑧，⑨式は危険度の区間推定であり、新しく建設する道路の単路区間(あるいは交差点)の事故率予測には用いることはできない。事故率 $p^*(\text{new})$ を予測する場合には、事故率の偶然変動分も考慮に入れて次式により推定する必要がある。

〔一般化最小二乗法適用の場合〕

$$|p^*(\text{new}) - \hat{p}| \leq t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{\Omega}^{-1} \underline{X})^{-1} \underline{x}_0 + \frac{\hat{p}}{n_0 l_0}}$$

〔単純最小二乗法適用の場合〕

$$|p^*(\text{new}) - \hat{p}| \leq t(n-m, \frac{\alpha}{2}) \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{X}' \underline{\Omega} \underline{X} (\underline{X}' \underline{\Omega} \underline{X})^{-1} \underline{x}_0 + \frac{\hat{p}}{n_0 l_0}}$$

ここで、 n_0 ：予測しようとする区間の総交通量。

l_0 ： ” ” の延長。

(交差点の場合は、上式において $\hat{p}/n_0 l_0$ の代わりに $\hat{p}/n_0$ を用いる。)

3. 単路部危険度推定モデル

3-1 事故分析データの概要

(1) 基本データ

単路部における危険度推定モデルを作成するために用いたデータは、直轄国道管理調査の1つとして昭和46年度から行われた調査で収集されたものであり、このうち昭和48年度のデータを対象とした。このデータの対象範囲は国道13路線、調査区間延長1155Kmで交通事故件数は15,394件（単路部事故件数7,548件）となっている。（土木研究所資料第1210号「交通事故と道路交通要因との関連（その2）」参照）

その内訳は表3-1-1の通りである。

表3-1-1

調査機関	調査対象路線	延長	事故件数
北海道開発局	12号線	52	635(241)
東北地建	4号線	101	1,342(731)
関東地建	1, 4, 18, 20, 51号線	643	7,731(3,976)
北陸地建	17号線	102	625(377)
近畿地建	1, 24, 42号線	76	1,563(804)
四国地建	11号線	108	1,636(614)
九州地建	3号線	74	1,862(805)
計		1,155	15,394(7,548)

()内単路部事故件数

(2) 分析用単路区間データの作成

前記のデータを用いるに当っては次のように交差点及びその付近（交差点端より30m以内）を除いて単路区間データを作成した。

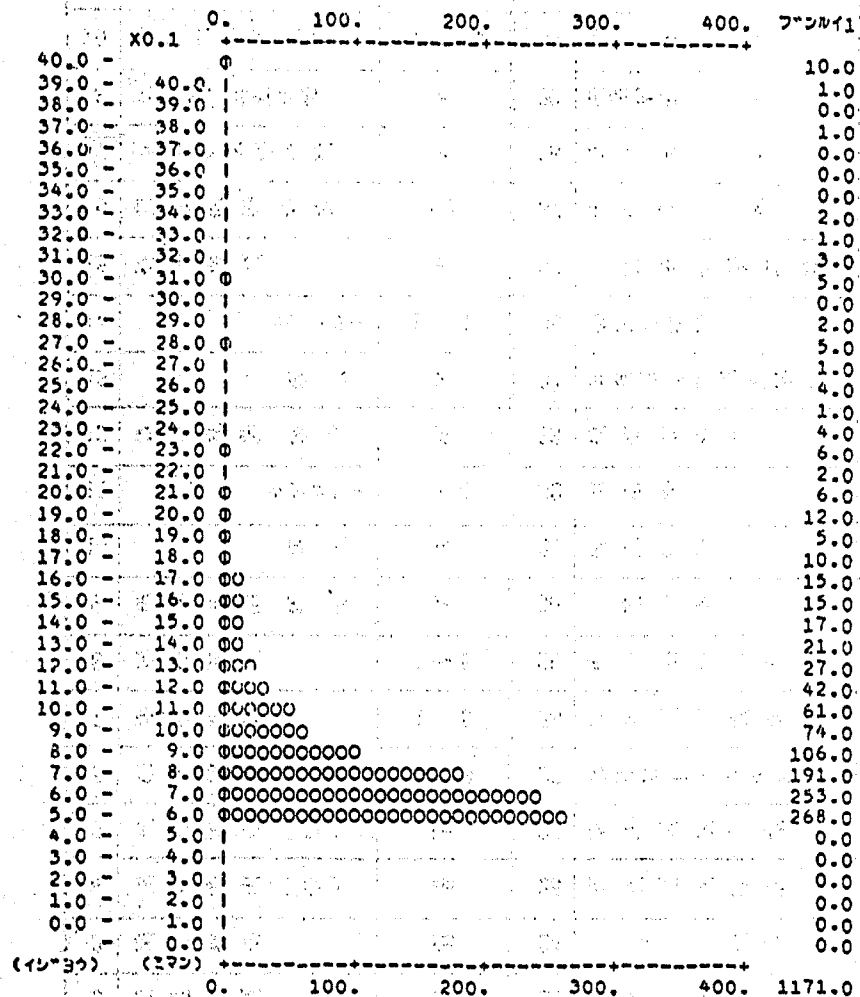
- ① 各区間延長から交差点1ヶ所当り80m（交差点内20m交差点端から両方向各30mの計80m）を引き、残りを単路部延長とする。
- ② 単路部延長が500m未満の区間があった場合、それ以後の隣接区間に500mを越えるまで次々に加算する。従ってすべての区間が500m以上の延長をもつことになる。これは区間の特徴を保持しつつ事故率の信頼性を高めようとしたものである。
- ③ ②に該当した区間については道路、交通条件および交通事故の各データを修正する。

以上の方法で作成した単路区間は1171区間（市街地322区間、非市街地849区間）、1,063Kmとなり単路事故件数は6,920件となった。このデータファイルの項目表は表3-1-2の通りである。このうち主なものについてその分布状況と平均値、標準偏差、最小値、最大値等を図3-1-1に示した。

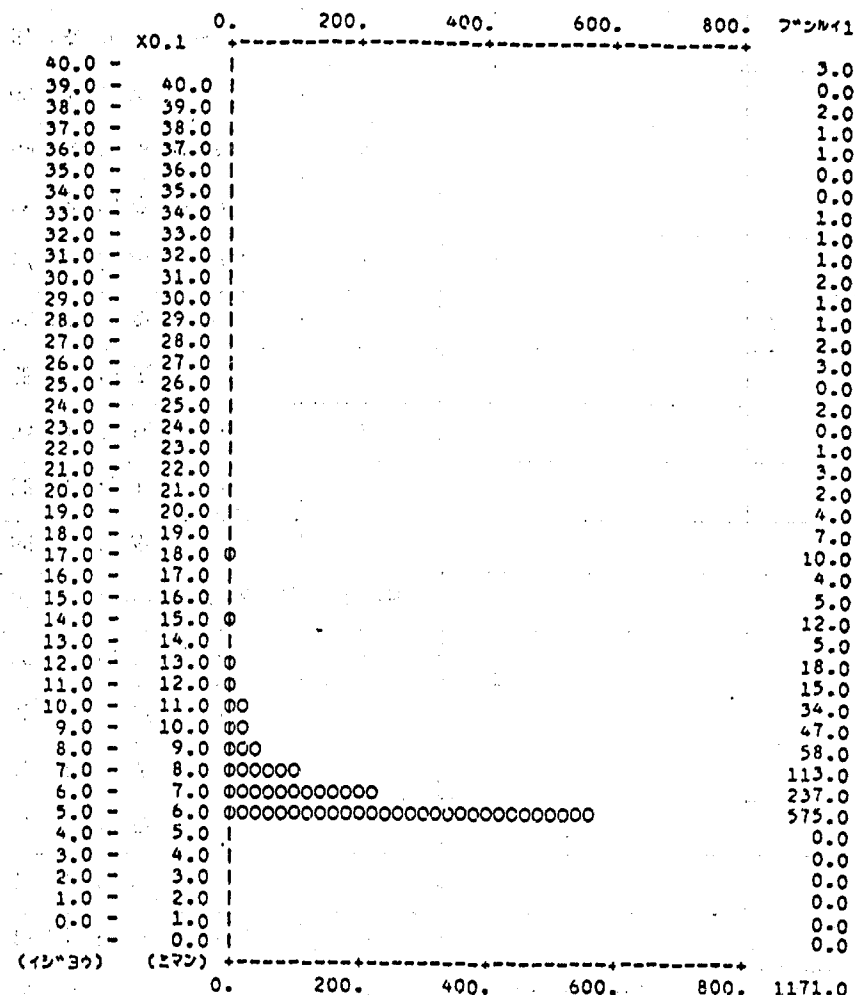
表-3-1-2 データファイル項目表

№	項目名	単位	№	項目名	単位	№	項目名	単位	№	項目名	単位
1	路線番号	1~13	22	立体横断施設	ヶ所	43	全事故率	件/億台Km	64	出合頭構成比	%
2	区間始点	Km	23	トンネル箇所	"	44	人対車 "	"	65	車対車その他 "	"
3	区間終点	Km	24	" 延長	10m	45	車対車 "	"			
4	道路延長(全)	Km	25	橋梁高架箇所	ヶ所	46	車単独 "	"			
5	道路延長(単路)	Km	26	橋梁高架延長	10m	47	正面衝突 "	"			
6	沿道状況	1~3	27	普通貨物・特殊車	台	48	追 突 "	"			
7	路面種類	1~5	28	動力付2輪車	"	49	出合頭 "	"			
8	道路構造	1~5	29	その他の自動車	"	50	車対車その他 "	"			
9	曲線半径最小	m	30	自転車量	"	51	全事故密度	件/Km			
10	最大	m	31	歩行者量	人	52	人対車 "	"			
11	カテゴリー	1~4	32	交通量	台	53	車対車 "	"			
12	縦断勾配最小	%	33	走行台キロ	台キロ/日	54	車単独 "	"			
13	最大	%	34	自動車平均走行速度	Km/h	55	正面衝突 "	"			
14	カテゴリー	1~4	35	全事故件数	件数	56	追 突 "	"			
15	車道幅員	m	36	人対車事故件数	"	57	出合頭 "	"			
16	信号交差点数	ヶ所	37	車対車 "	"	58	車対車その他 "	"			
17	無信号交差点数	"	38	車単独 "	"	59	人対車構成比	%			
18	交差点、箇所合計	"	39	正面衝突 "	"	60	車対車 "	"			
19	信号交差点密度	ヶ所/Km	40	追 突 "	"	61	車単独 "	"			
20	無信号交差点密度	"	41	出合頭 "	"	62	正面衝突 "	"			
21	交差点密度	"	42	車対車その他 "	"	63	追 突 "	"			

区間延長 (全)



区間延長 (単路部)



ヒヨウシ-ン							ヒヨウシ-ン								
フアンルイ	マ-ク	サンフル	カシ-ユク	サイショク	サイタイ		フアンルイ	マ-ク	サンフル	カシ-ユク	サイショク	サイタイ			
フアンルイ	0	1171.	1171.0	0.93777	0.56781	0.50000	6.1306	フアンルイ	0	1171.	1171.0	0.73971	0.44170	0.50000	4.6500

図 3-1-1 データの分布状況

0.25

	0.	400.	800.	1200.	1600.	フアンルイ1
50.0 -	x0.1					0.0
40.0 -	30.0					1.0
30.0 -	40.0					0.0
20.0 -	30.0	000000000000000000000000				941.0
10.0 -	20.0	000000				229.0
0.0 -	10.0					0.0
0.0 -	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミマン)					
	0.	400.	800.	1200.	1600.	フアンルイ1
						1171.0
	フアンルイ	マフ	ク	カシラ	ハキ	ヒヨウシ
	フアンルイ	0	1171.	1171.0	1.8061	0.40174
						1.0000
						4.0000

*ヨクセンハンケイ

	0.	400.	800.	1200.	1600.	フアンルイ1
40.0 -	x0.1					20.0
30.0 -	40.0	00				60.0
20.0 -	30.0	000000000000000000000000				892.0
10.0 -	20.0	000000				199.0
0.0 -	10.0					0.0
0.0 -	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミマン)					
	0.	400.	800.	1200.	1600.	フアンルイ1
						1171.0
	フアンルイ	マフ	ク	カシラ	ハキ	ヒヨウシ
	フアンルイ	0	1171.	1171.0	1.9155	0.53136
						1.0000
						4.0000

シラタキ コウバニ

	0.	200.	400.	600.	800.	フアンルイ1
40.0 -	x0.1					450.0
30.0 -	40.0	000000000000000000000000				161.0
20.0 -	30.0	0000000000				185.0
10.0 -	20.0	000000000000000000000000				375.0
0.0 -	10.0					0.0
0.0 -	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミマン)					
	0.	200.	400.	600.	800.	フアンルイ1
						1171.0
	フアンルイ	マフ	ク	カシラ	ハキ	ヒヨウシ
	フアンルイ	0	1171.	1171.0	2.5858	1.2852
						1.0000
						4.0000

シラタキ フクイン

	0.	200.	400.	600.	800.	フアンルイ1
25.0 -						0.0
20.0 -	25.0	0				14.0
18.0 -	20.0	0				29.0
13.0 -	18.0	000000				120.0
9.0 -	13.0	0000000000000000				251.0
7.5 -	9.0	000000000000				228.0
5.5 -	7.5	000000000000000000000000				529.0
0.0 -	5.5					0.0
0.0 -	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミマン)					
	0.	200.	400.	600.	800.	フアンルイ1
						1171.0
	フアンルイ	マフ	ク	カシラ	ハキ	ヒヨウシ
	フアンルイ	0	1171.	1171.0	10.086	3.7080
						6.0385
						25.000

(図 3-1-1 の続き)

コウサチンズ

コウサチン/KM

	0.	200.	400.	600.	800.	ファンルイ
40.0						1.0
39.0	40.0					0.0
38.0	39.0					0.0
37.0	38.0					0.0
36.0	37.0					0.0
35.0	36.0					0.0
34.0	35.0					0.0
33.0	34.0					0.0
32.0	33.0					0.0
31.0	32.0					0.0
30.0	31.0					0.0
29.0	30.0					1.0
28.0	29.0					2.0
27.0	28.0					0.0
26.0	27.0					0.0
25.0	26.0					0.0
24.0	25.0					2.0
23.0	24.0					1.0
22.0	23.0					1.0
21.0	22.0					2.0
20.0	21.0					1.0
19.0	20.0					0.0
18.0	19.0					3.0
17.0	18.0					2.0
16.0	17.0					2.0
15.0	16.0					2.0
14.0	15.0					3.0
13.0	14.0					6.0
12.0	13.0					8.0
11.0	12.0					3.0
10.0	11.0					8.0
9.0	10.0					11.0
8.0	9.0					6.0
7.0	8.0					18.0
6.0	7.0					16.0
5.0	6.0					31.0
4.0	5.0					54.0
3.0	4.0					104.0
2.0	3.0					174.0
1.0	2.0					273.0
0.0	1.0					436.0
0.0	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ニマン)					
	0.	200.	400.	600.	800.	1171.0
ファンルイ	マ-ク	カンフ*ル	カシ*17	ヒヨウレ*17	ハナ	サイショウ
0	1171.	1171.0	2.1008	3.9226	0.0	68.000

	0.	200.	400.	600.	800.	ファンルイ
20.0						0.0
19.5	20.0					0.0
19.0	19.5					0.0
18.5	19.0					0.0
18.0	18.5					0.0
17.5	18.0					0.0
17.0	17.5					0.0
16.5	17.0					0.0
16.0	16.5					0.0
15.5	16.0					0.0
15.0	15.5					0.0
14.5	15.0					0.0
14.0	14.5					0.0
13.5	14.0					0.0
13.0	13.5					0.0
12.5	13.0					0.0
12.0	12.5					0.0
11.5	12.0					0.0
11.0	11.5					1.0
10.5	11.0					0.0
10.0	10.5					0.0
9.5	10.0					3.0
9.0	9.5					3.0
8.5	9.0					3.0
8.0	8.5					4.0
7.5	8.0					13.0
7.0	7.5					9.0
6.5	7.0					7.0
6.0	6.5					12.0
5.5	6.0					14.0
5.0	5.5					15.0
4.5	5.0					24.0
4.0	4.5					39.0
3.5	4.0					51.0
3.0	3.5					54.0
2.5	3.0					115.0
2.0	2.5					48.0
1.5	2.0					178.0
1.0	1.5					110.0
0.5	1.0					27.0
0.0	0.5					441.0
0.0	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ニマン)					
	0.	200.	400.	600.	800.	1171.0
ファンルイ	マ-ク	カンフ*ル	カシ*17	ヒヨウレ*17	ハナ	サイショウ
0	1171.	1171.0	1.7979	1.9847	0.0	11.148

(図3-1-1の続き)

シンコウコウサチン/KM

	0.	400.	800.	1200.	1600.	ファンルイ1
50.0 -	X0.1					1.0
45.0 -	50.0					0.0
40.0 -	45.0					4.0
35.0 -	40.0					8.0
30.0 -	35.0					12.0
25.0 -	30.0					37.0
20.0 -	25.0					32.0
15.0 -	20.0					73.0
10.0 -	15.0					120.0
5.0 -	10.0					68.0
0.0 -	5.0					816.0
(イシヨウ)	(ニマン)					0.0

	0.	400.	800.	1200.	1600.	ファンルイ1
						1171.0

ファンルイ	マフ	サンフナル	カシマ	ハイケン	ヒヨウシマ	ファンルイ	マフ
0	1171.	1171.0	0.50517	0.88375	0.0	5.8252	

シンコウコウサチン/KM

	0.	200.	400.	600.	800.	ファンルイ1
20.0 -						0.0
19.5 -	20.0					0.0
19.0 -	19.5					0.0
18.5 -	19.0					0.0
18.0 -	18.5					0.0
17.5 -	18.0					0.0
17.0 -	17.5					0.0
16.5 -	17.0					0.0
16.0 -	16.5					0.0
15.5 -	16.0					0.0
15.0 -	15.5					0.0
14.5 -	15.0					0.0
14.0 -	14.5					0.0
13.5 -	14.0					0.0
13.0 -	13.5					0.0
12.5 -	13.0					0.0
12.0 -	12.5					0.0
11.5 -	12.0					0.0
11.0 -	11.5					0.0
10.5 -	11.0					0.0
10.0 -	10.5					0.0
9.5 -	10.0					0.0
9.0 -	9.5					1.0
8.5 -	9.0					1.0
8.0 -	8.5					3.0
7.5 -	8.0					3.0
7.0 -	7.5					8.0
6.5 -	7.0					5.0
6.0 -	6.5					8.0
5.5 -	6.0					9.0
5.0 -	5.5					11.0
4.5 -	5.0					9.0
4.0 -	4.5					25.0
3.5 -	4.0					35.0
3.0 -	3.5					47.0
2.5 -	3.0					82.0
2.0 -	2.5					48.0
1.5 -	2.0					133.0
1.0 -	1.5					133.0
0.5 -	1.0					43.0
0.0 -	0.5					567.0
(イシヨウ)	(ニマン)					0.0

	0.	200.	400.	600.	800.	ファンルイ1
						1171.0

ファンルイ	マフ	サンフナル	カシマ	ハイケン	ヒヨウシマ	ファンルイ	マフ
0	1171.	1171.0	1.2927	1.6710	0.0	9.1371	

(図 3-1-1 の続き)

シ・チンシヤリヨウ

ホコウシヤリヨウ

	0.	100.	200.	300.	400.	ファンルイ1
x10.						
400.0 -	0.0					0.0
390.0 -	400.0					0.0
380.0 -	390.0					0.0
370.0 -	380.0					0.0
360.0 -	370.0					0.0
350.0 -	360.0					0.0
340.0 -	350.0					2.0
330.0 -	340.0					0.0
320.0 -	330.0					0.0
310.0 -	320.0					0.0
300.0 -	310.0					0.0
290.0 -	300.0					0.0
280.0 -	290.0					0.0
270.0 -	280.0					0.0
260.0 -	270.0					0.0
250.0 -	260.0					0.0
240.0 -	250.0					2.0
230.0 -	240.0					1.0
220.0 -	230.0					2.0
210.0 -	220.0					2.0
200.0 -	210.0					2.0
190.0 -	200.0					0.0
180.0 -	190.0					0.0
170.0 -	180.0					4.0
160.0 -	170.0					6.0
150.0 -	160.0					1.0
140.0 -	150.0					8.0
130.0 -	140.0					5.0
120.0 -	130.0					1.0
110.0 -	120.0					8.0
100.0 -	110.0					5.0
90.0 -	100.0					18.0
80.0 -	90.0					18.0
70.0 -	80.0					6.0
60.0 -	70.0					40.0
50.0 -	60.0					50.0
40.0 -	50.0					107.0
30.0 -	40.0					61.0
20.0 -	30.0					189.0
10.0 -	20.0					274.0
0.0 -	10.0					359.0
(イシヨウ)	(ミマ)					0.0
	0.	100.	200.	300.	400.	1171.0
サンプル	カシタ					ヒヨウシ・2
ファンルイ・マーク	スケ					サインヨウ
ファンルイ	0	1171.	1171.0	245.26	362.95	0.0

	0.	100.	200.	300.	400.	ファンルイ1
x10.						
400.0 -	0					9.0
390.0 -	400.0					0.0
380.0 -	390.0					0.0
370.0 -	380.0					0.0
360.0 -	370.0					0.0
350.0 -	360.0					0.0
340.0 -	350.0					0.0
330.0 -	340.0					0.0
320.0 -	330.0					1.0
310.0 -	320.0					0.0
300.0 -	310.0					1.0
290.0 -	300.0					1.0
280.0 -	290.0					0.0
270.0 -	280.0					0.0
260.0 -	270.0					2.0
250.0 -	260.0					4.0
240.0 -	250.0					2.0
230.0 -	240.0					0.0
220.0 -	230.0					1.0
210.0 -	220.0					1.0
200.0 -	210.0					0.0
190.0 -	200.0					0.0
180.0 -	190.0					2.0
170.0 -	180.0					1.0
160.0 -	170.0					2.0
150.0 -	160.0					1.0
140.0 -	150.0					3.0
130.0 -	140.0					7.0
120.0 -	130.0					4.0
110.0 -	120.0					2.0
100.0 -	110.0					18.0
90.0 -	100.0					5.0
80.0 -	90.0					16.0
70.0 -	80.0					6.0
60.0 -	70.0					43.0
50.0 -	60.0					40.0
40.0 -	50.0					35.0
30.0 -	40.0					82.0
20.0 -	30.0					140.0
10.0 -	20.0					390.0
0.0 -	10.0					352.0
(イシヨウ)	(ミマ)					0.0
	0.	100.	200.	300.	400.	1171.0
サンプル	カシタ					ヒヨウシ・2
ファンルイ・マーク	スケ					サインヨウ
ファンルイ	0	1171.	1171.0	253.54	538.07	0.0

(図3-1-1の続き)

コウツクリコウ

	0.	50.	100.	150.	200.	フナリ11
x100.	0.	50.	100.	150.	200.	
400.0 -	0000000000000000					70.0
390.0 -	400.0 00					8.0
380.0 -	390.0 0					4.0
370.0 -	380.0 0					4.0
360.0 -	370.0 0					5.0
350.0 -	360.0 1					1.0
340.0 -	350.0 0					3.0
330.0 -	340.0 0					7.0
320.0 -	330.0 00					11.0
310.0 -	320.0 00					11.0
300.0 -	310.0 000000					32.0
290.0 -	300.0 00					10.0
280.0 -	290.0 0000					18.0
270.0 -	280.0 00000					24.0
260.0 -	270.0 00					9.0
250.0 -	260.0 0					5.0
240.0 -	250.0 1					1.0
230.0 -	240.0 000					14.0
220.0 -	230.0 0000000000					52.0
210.0 -	220.0 000000					24.0
200.0 -	210.0 000000000000					58.0
190.0 -	200.0 000000					24.0
180.0 -	190.0 0000000000					49.0
170.0 -	180.0 000000					31.0
160.0 -	170.0 00000000000000					66.0
150.0 -	160.0 00000000					42.0
140.0 -	150.0 000000000000					60.0
130.0 -	140.0 0000000000000000					73.0
120.0 -	130.0 00000000					34.0
110.0 -	120.0 00000000000000					65.0
100.0 -	110.0 000000000000					59.0
90.0 -	100.0 00					12.0
80.0 -	90.0 00000000000000000000					105.0
70.0 -	80.0 000					16.0
60.0 -	70.0 000000000000					61.0
50.0 -	60.0 00000000					33.0
40.0 -	50.0 000000000000					60.0
30.0 -	40.0 00					10.0
20.0 -	30.0 1					0.0
10.0 -	20.0 1					0.0
0.0 -	10.0 1					0.0
-	0.0 1					0.0
(イシヨウ)	(ミナ)					
	0.	50.	100.	150.	200.	1171.0

マニラ	セブ	宿務	パナマ	コロン	サンフランシスコ	ロサンゼルス
マニラ	セブ	宿務	パナマ	コロン	サンフランシスコ	ロサンゼルス
1171.0	1171.0	17364.	12098.	3000.0	85000.	

“ツクツクツク”

[illegible]

フアンルイ マーク	ケンフォル スク	カシマウ ク	ハイケン	ヒヨウシマシ ヲンク	ワイショウク	ワイター
フアンルイ O	1171.	1171.0	45.896	7.6648	20.000	70.000

パシフィック

	0.	100.	200.	300.	400.	パシフィック
80.0						0.0
78.0	80.0					0.0
76.0	78.0					0.0
74.0	76.0					0.0
72.0	74.0					0.0
70.0	72.0					0.0
68.0	70.0					0.0
66.0	68.0					0.0
64.0	66.0					0.0
62.0	64.0					0.0
60.0	62.0					1.0
58.0	60.0					1.0
56.0	58.0					1.0
54.0	56.0					0.0
52.0	54.0					0.0
50.0	52.0					0.0
48.0	50.0					0.0
46.0	48.0					1.0
44.0	46.0					1.0
42.0	44.0					0.0
40.0	42.0					1.0
38.0	40.0					1.0
36.0	38.0					0.0
34.0	36.0					1.0
32.0	34.0					4.0
30.0	32.0					2.0
28.0	30.0					1.0
26.0	28.0					7.0
24.0	26.0					6.0
22.0	24.0					10.0
20.0	22.0					12.0
18.0	20.0					12.0
16.0	18.0					16.0
14.0	16.0					26.0
12.0	14.0					39.0
10.0	12.0					69.0
8.0	10.0					83.0
6.0	8.0					154.0
4.0	6.0					220.0
2.0	4.0					273.0
0.0	2.0					229.0
(イシヨウ)	(ミヤ)					0.0
0.	100.	200.	300.	400.		1171.0

パシフィック マーク スク 1171.0 5.9095 6.5093 0.0 60.000

パシフィック

	0.	50.	100.	150.	200.	パシフィック
800.0						4.0
780.0	800.0					0.0
760.0	780.0					2.0
740.0	760.0					1.0
720.0	740.0					0.0
700.0	720.0					0.0
680.0	700.0					0.0
660.0	680.0					1.0
640.0	660.0					0.0
620.0	640.0					1.0
600.0	620.0					3.0
580.0	600.0					2.0
560.0	580.0					3.0
540.0	560.0					4.0
520.0	540.0					1.0
500.0	520.0					4.0
480.0	500.0					6.0
460.0	480.0					5.0
440.0	460.0					7.0
420.0	440.0					3.0
400.0	420.0					13.0
380.0	400.0					14.0
360.0	380.0					11.0
340.0	360.0					15.0
320.0	340.0					18.0
300.0	320.0					20.0
280.0	300.0					24.0
260.0	280.0					34.0
240.0	260.0					33.0
220.0	240.0					32.0
200.0	220.0					49.0
180.0	200.0					55.0
160.0	180.0					57.0
140.0	160.0					69.0
120.0	140.0					81.0
100.0	120.0					84.0
80.0	100.0					102.0
60.0	80.0					96.0
40.0	60.0					111.0
20.0	40.0					80.0
0.0	20.0					126.0
(イシヨウ)	(ミヤ)					0.0
0.	50.	100.	150.	200.		1171.0

パシフィック マーク スク 1171.0 149.96 135.88 0.0 1278.5

(図3-1-1の続き)

3-2 平均による危険度モデル

(1) 分類に用いる主要な道路交通条件の検討

区間事故率の高低に大きく影響を与える要因を選別するため、クロス集計を行った。図3-2-1～図3-2-4は事故率に対するクロス集計の結果をグラフで示したものである。以下にその特徴を列記する。

- ① 図3-2-1の(1)～(5)の沿道状況(市街地, 非市街地別)と他要因の組合せの中では(1)の交通量との組合せの場合に, 各ランク間の事故率の差が最も大きく表われる。
- ② 図3-2-2の(1)～(5)は沿道状況-交通量-他要因という3要因の組合せでみた場合であるが, この中では, (1)の市街地区間について信号交差点密度の違いによる事故率の差が大きく信号交差点密度の増加につれ, 事故率も高くなる傾向がみられる。
- ③ 図3-2-3の(1)～(4), 図3-2-4の(1), (2)は交通量以外の3要因の組合せでみた場合であるが, 一部で事故率が大きく他と差をもつ部分がみられるものの, 具体的な傾向は不明である。

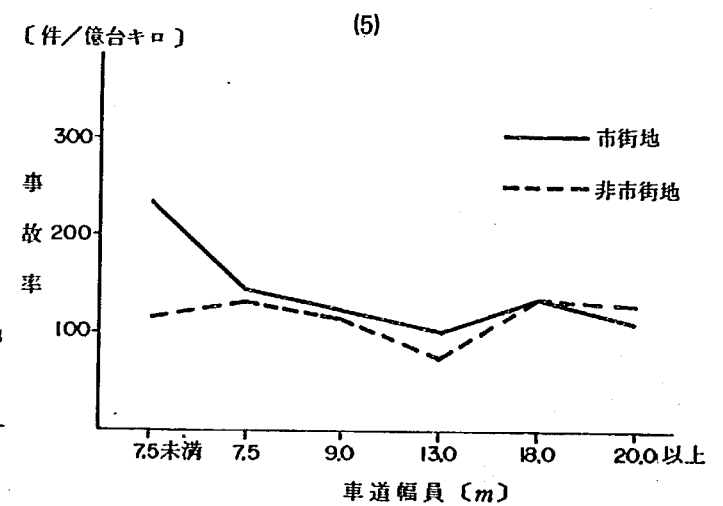
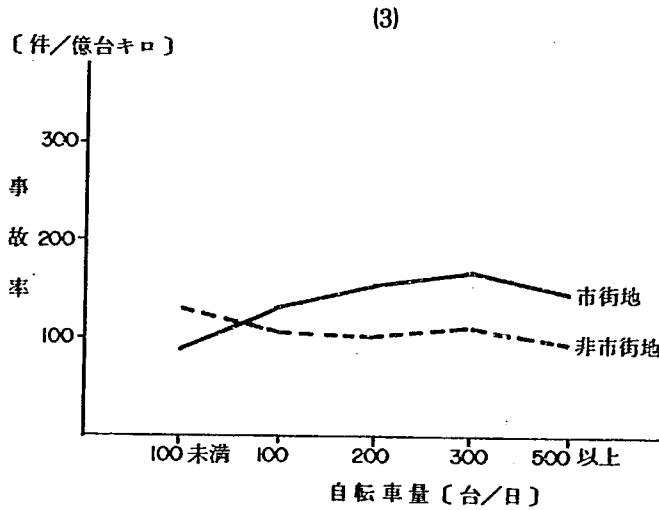
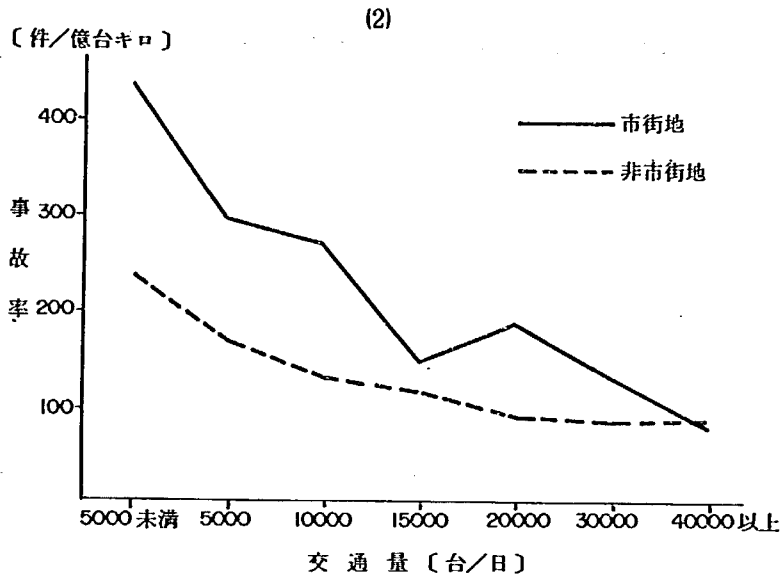
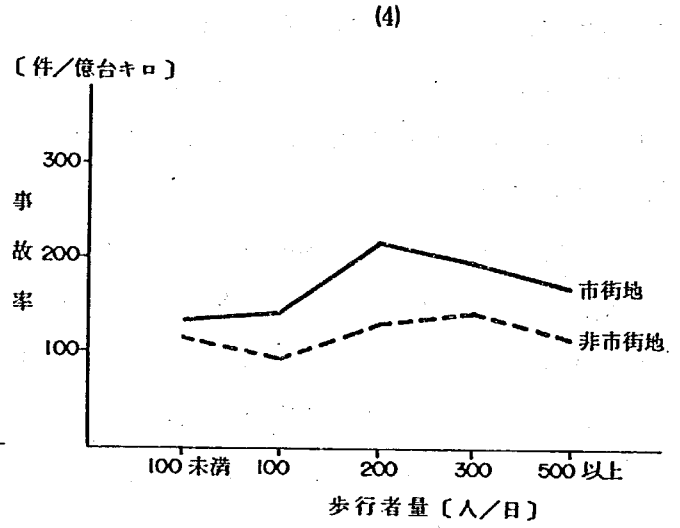
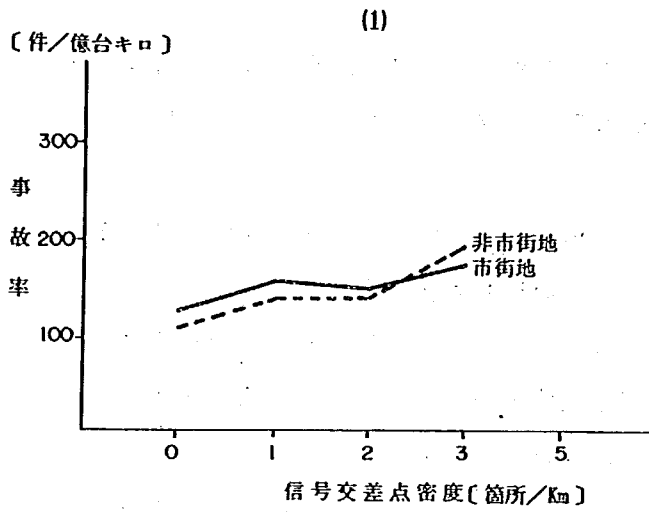


図 3 - 2 - 1 事故率のクロス集計 (沿道状況と他の要因の組合せ)

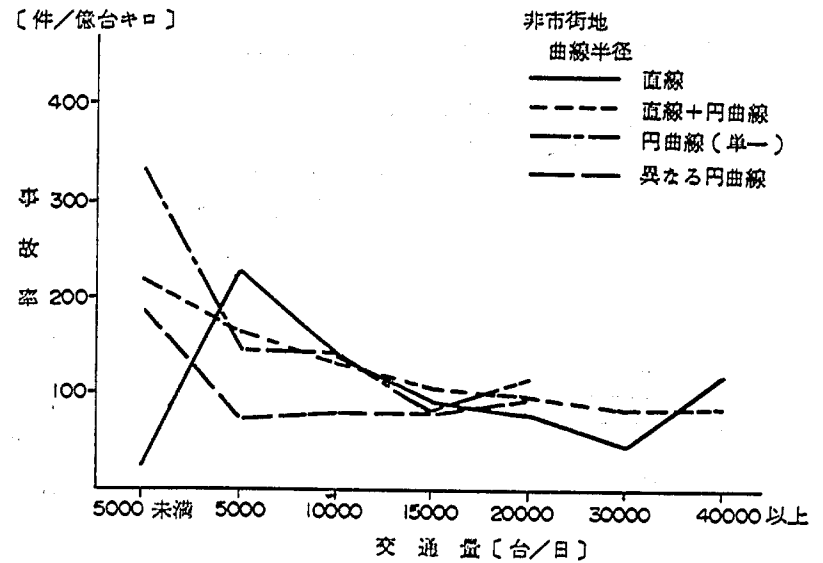
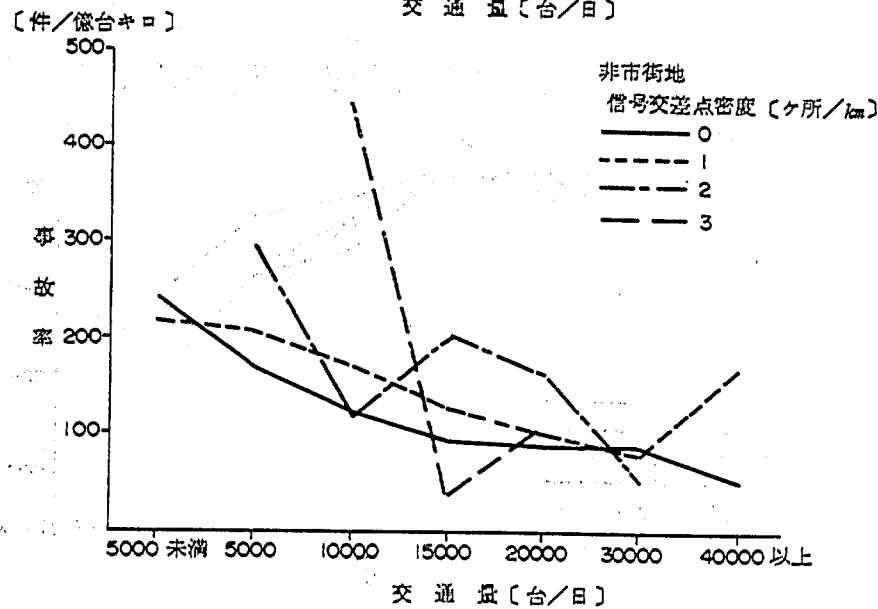
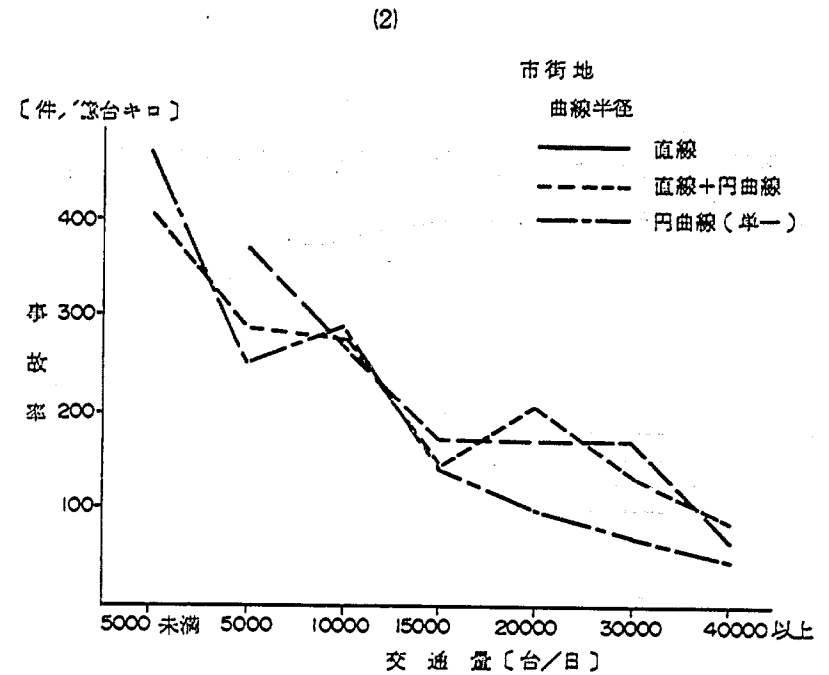
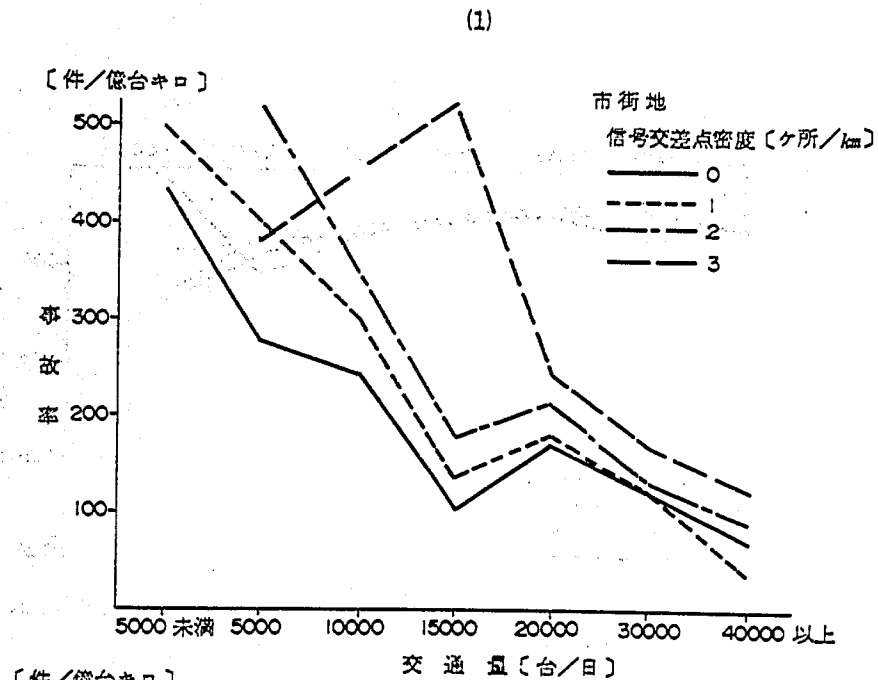
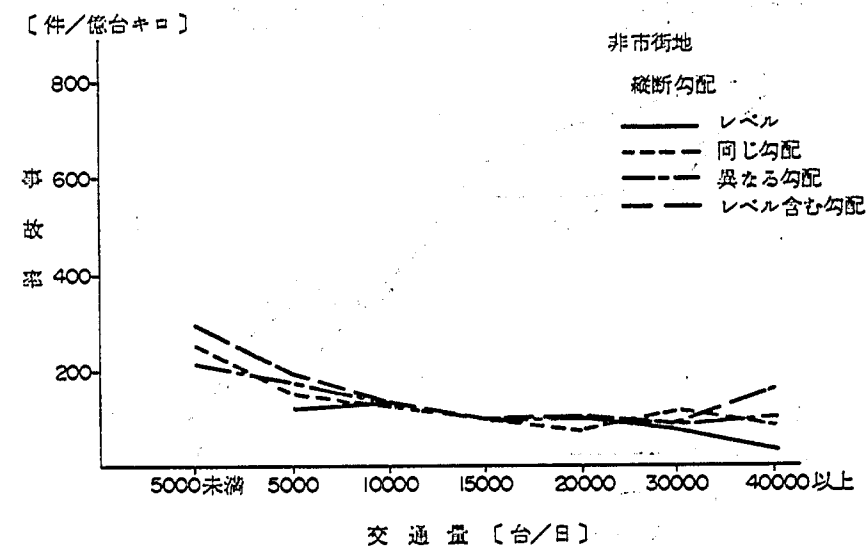
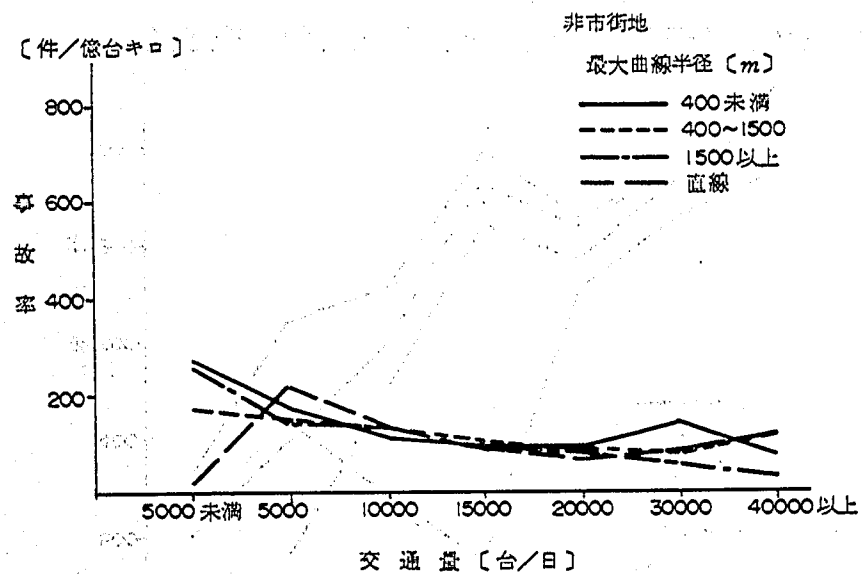
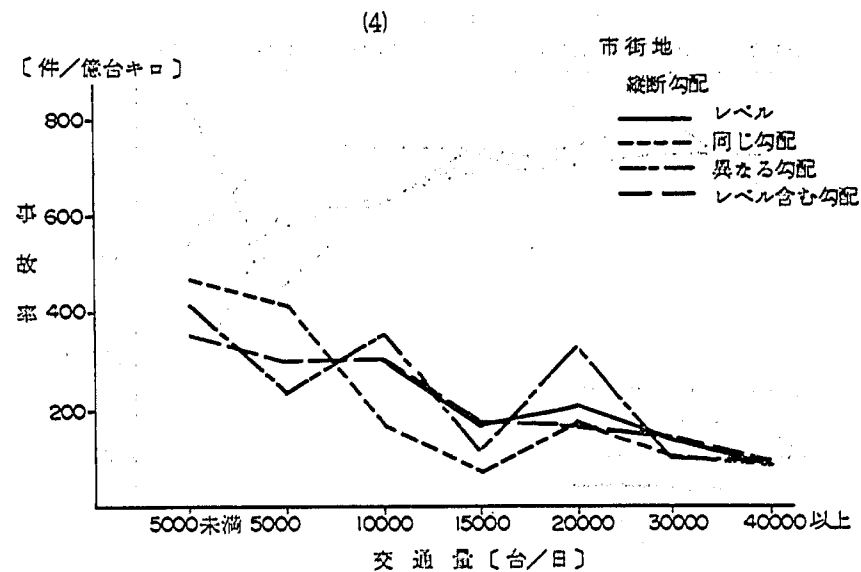
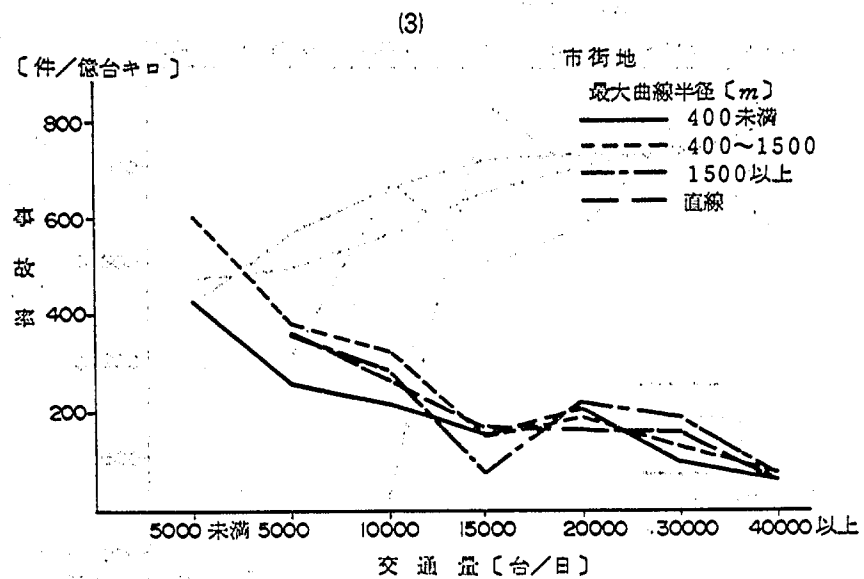
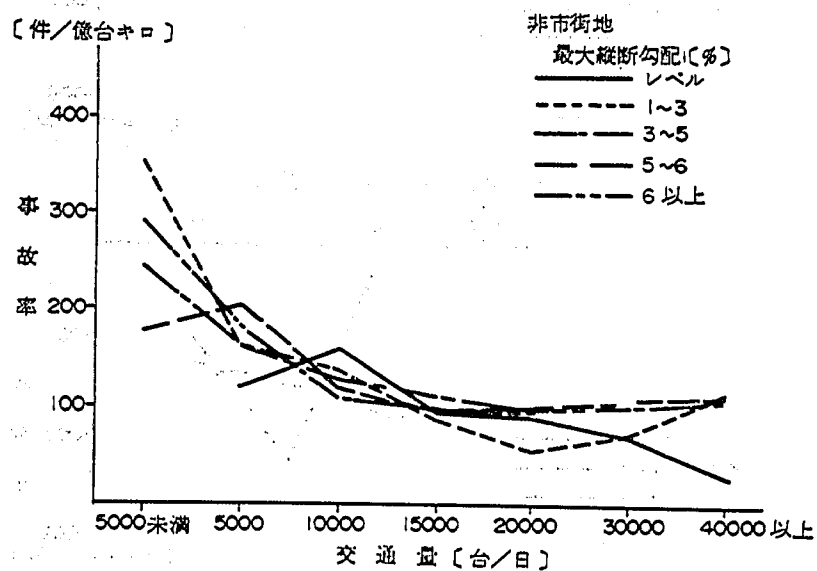
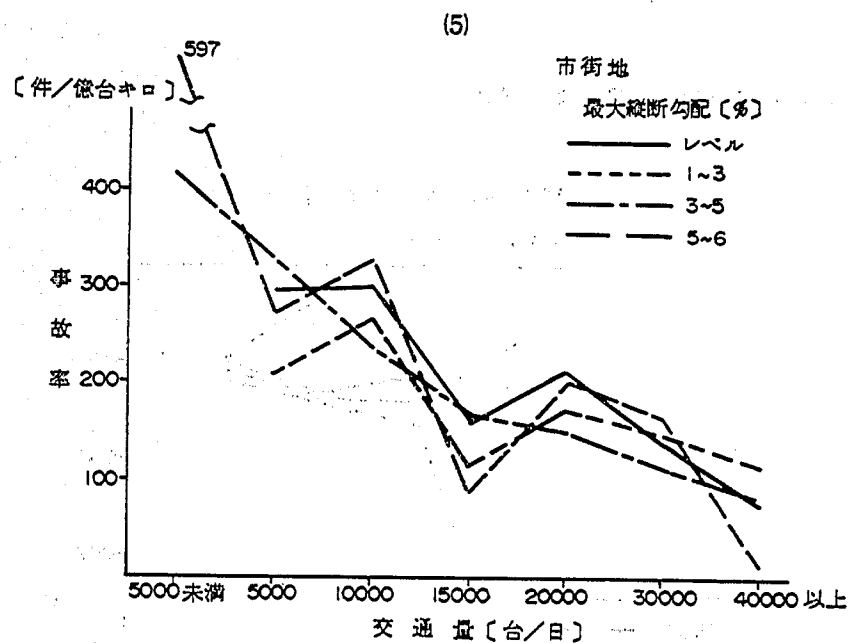


図 3-2-2 事故率のクロス集計 (沿道状況, 交通量と他の要因の組合せ)



(図3-2-2の続き)



(図3-2-2の続き)

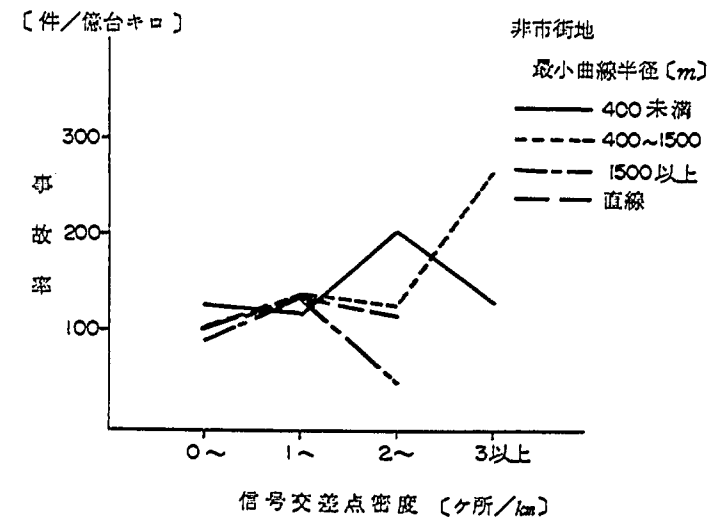
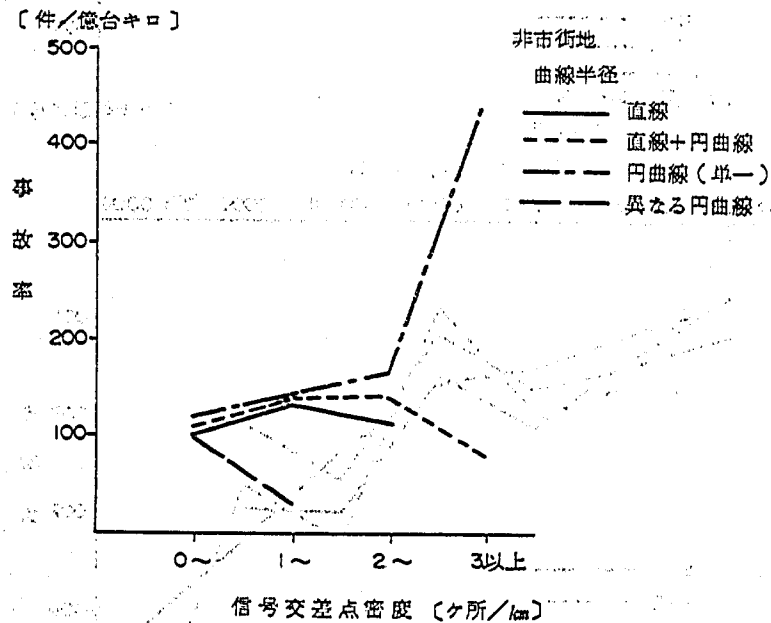
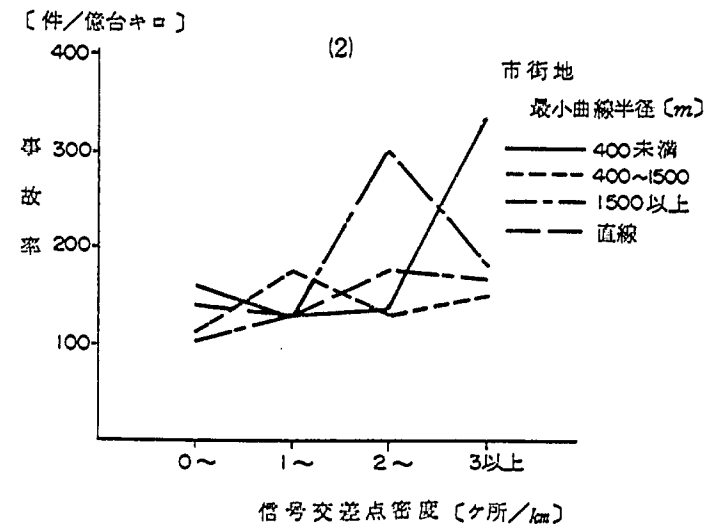
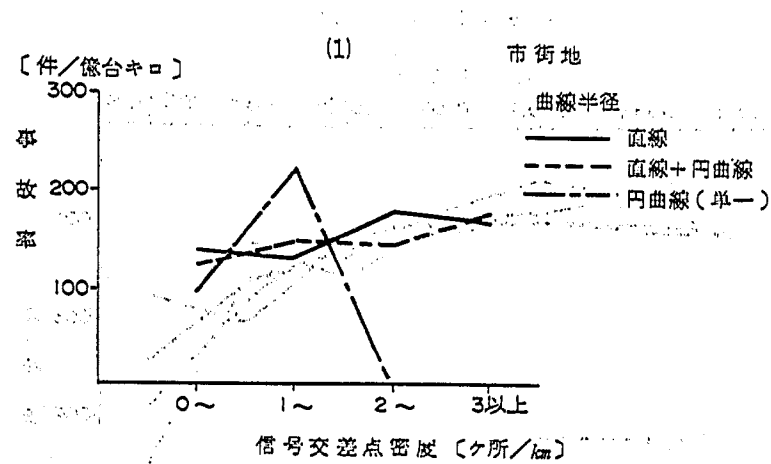
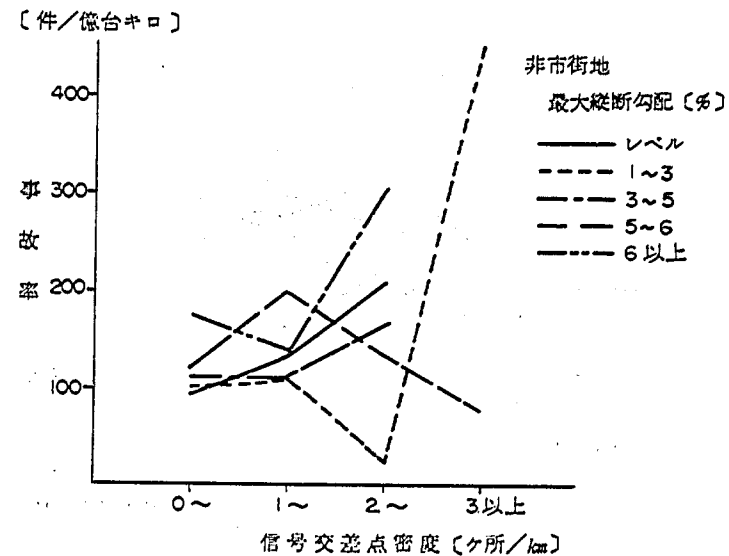
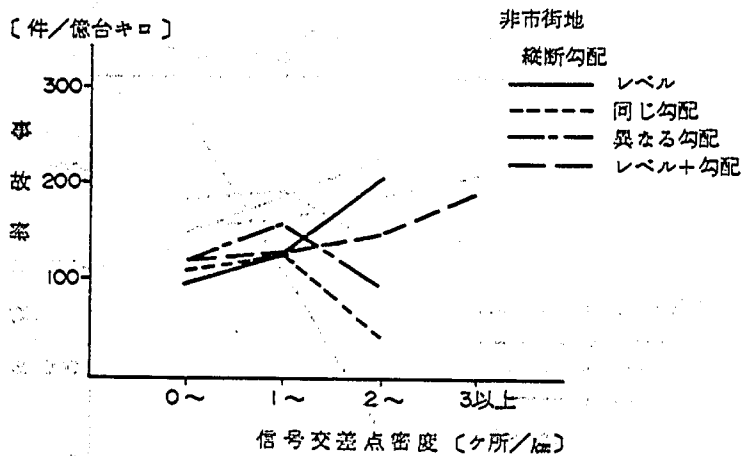
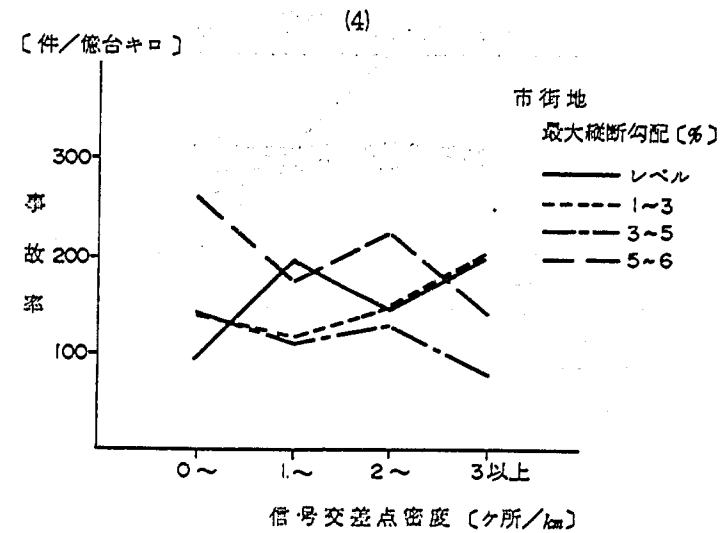
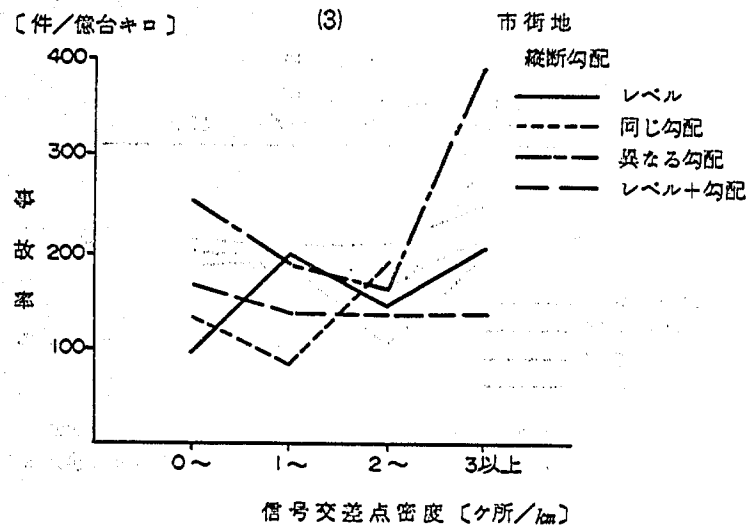


図 3 - 2 - 3 事故率のクロス集計 (交通量以外の 3 要因の組合せ - その 1 -)



(図3-2-3の続き)

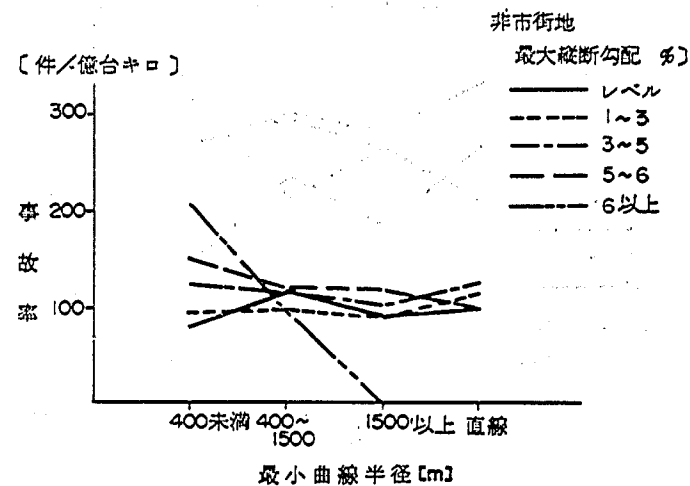
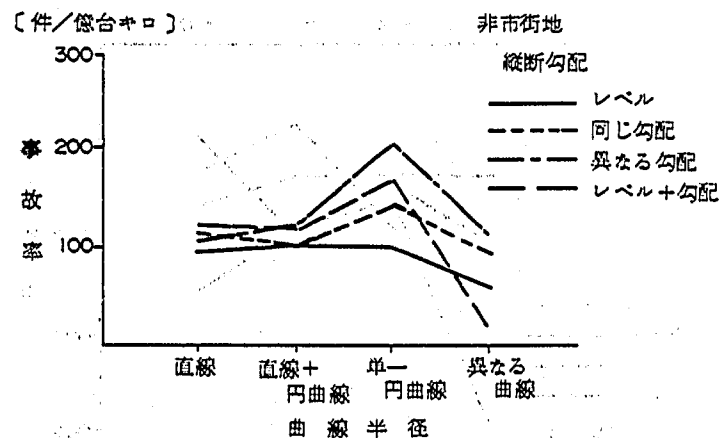
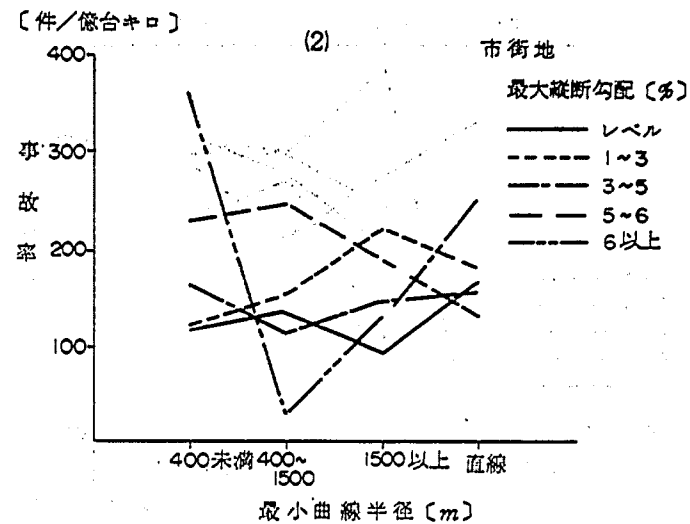
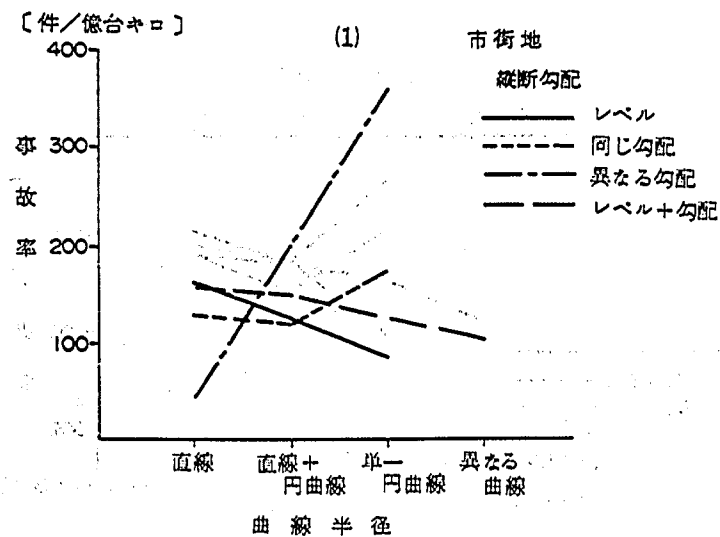


図 3 - 2 - 4 事故率のクロス集計 (交通量以外の 3 要因の組合せ - その 2 -)

〔2〕有意性の検定

表 3-2-1～表 3-2-7 は分散分析による各要因の水準（ランク）間の平均事故率の差の検定の結果である。すなわち、前節でみたクロス集計の結果から得られた各要因のランク別事故率が、統計的にみて有意な差をもつかどうかを調べたものである。分散分析表中の分散比（F 値）の項の％表示は、有意差ありとした場合の危険率を表わしたもので、これで有意性を検定することができる。

① この結果表 3-2-1 の沿道状況と交通量の組合せの場合に、危険率がそれぞれ 1.2％、1.8％となって、いずれも危険率 5％で有意であるといえることができる。

② 表 3-2-6 の沿道状況－交通量－交差点密度の組合せの場合には、非市街地の交通量以外はいずれも有意でない。

③ 表 3-2-7 は交通量の水準を 5 つにまとめたものであるが、表 3-2-6 に比べて大幅に危険率が小さくなっており、交通量のランク分けは 5 段階の方が良いことがわかる。

以上の結果および前項の結果から、沿道状況別交通量別に平均危険度 $\bar{p}$ を設定するのが統計的にも有意であり、妥当であると考えられる。

表 3 - 2 - 1 分散分析 (沿道状況 - 交通量)

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 市街地	② 非市街地
① 5,000 台未満	344.67	445.83	243.51
② 5,000 台 ~	233.29	294.97	171.62
③ 10,000 台 ~	204.53	276.51	132.56
④ 15,000 台 ~	125.07	149.94	100.19
⑤ 20,000 台 ~	141.62	189.17	94.07
⑥ 30,000 台 ~	110.91	135.70	86.12
⑦ 40,000 台以上	85.86	82.65	89.06
TOTAL	177.99	224.97	131.02

b 分散分析表

分散分析表	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	142759.750	13		
COLUMN 交通量	97315.562	6	16219.258	6.69 (1.8%)
ROW 沿道状況	30892.020	1	30892.020	12.74 (1.2%)
ERROR	14552.168	6	2425.361	

c 水準間の差の検定

交 通 量 水準間の差の検定							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
①	0.0	57.4	36.3	8.5	11.5	6.6	4.3
②	57.4	0.0	99.9	60.1	73.9	48.6	31.9
③	36.3	99.9	0.0	83.3	93.1	72.3	51.5
④	8.5	60.1	83.3	0.0	100.0	100.0	99.2
⑤	11.5	73.9	93.1	100.0	0.0	99.8	95.9
⑥	6.6	48.6	72.3	100.0	99.8	0.0	99.9
⑦	4.3	31.9	51.5	99.2	95.9	99.9	0.0

沿 道 状 況		
	①	②
①	0.0	1.2
②	1.2	2.6

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3 - 2 - 2 分散分析 (沿道状況 - 信号交差点密度)

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 市街地	② 非市街地
① 0ヶ所/km	117.80	126.83	108.78
② 1ヶ所/km	146.66	156.37	136.99
③ 2ヶ所/km	144.31	149.22	139.41
④ 3ヶ所/km以上	182.98	172.90	193.07
TOTAL	147.95	151.33	144.56

b 分散分析表

分散分析表	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	4904.250	7	1433.999	8.42 (5.7%)
COLUMN 信号交差点密度	4301.996	3	915.99	0.54 (51.6%)
ROW 沿 道 状 況	915.99	1	170.218	
ERROR	510.655	3		

c 水準間の差の検定

信号交差点密度				
	①	②	③	④
①	0.0	34.8	40.0	5.8
②	34.8	0.0	99.8	22.8
③	40.0	99.8	0.0	20.1
④	5.8	22.8	20.1	0.0

沿 道 状 況		
	①	②
①	0.0	51.6
②	51.6	0.0

注) c表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3 - 2 - 3 分散分析 (沿道状況-幅員)

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 市街地	② 非市街地
① 7.5 m 未満	176.42	236.66	116.19
② 7.5 m ~	139.08	145.05	133.12
③ 9.0 m ~	122.05	126.87	117.23
④ 13.0 m ~	89.74	100.64	78.85
⑤ 18.0 m ~	135.61	135.98	135.25
⑥ 20.0 m 以上	123.47	114.70	132.25
TOTAL	131.07	143.32	118.81

b 分散分析表

分散分析表	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	15743.500	11		
COLUMN 幅 員	7977.770	5	1595.554	1.34 (37.9%)
ROW 沿道状況	1801.066	1	1801.066	1.51 (27.4%)
ERROR	5964.664	5	1192.933	

c 水準間の差の検定

幅 員						
	①	②	③	④	⑤	⑥
①	0.0	93.2	77.0	40.3	90.6	78.7
②	93.2	0.0	99.8	82.6	100.0	99.8
③	77.0	99.8	0.0	96.1	99.9	100.0
④	40.3	82.6	96.1	0.0	86.1	95.3
⑤	90.6	100.0	99.9	86.1	0.0	100.0
⑥	78.7	99.8	100.0	95.3	100.0	0.0

沿道状況		
	①	②
①	0.0	27.4
②	27.4	0.0

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3 - 2 - 4 分散分析 (沿道状況 - 自転車量)

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 市街地	② 非市街地
① 100 台未満	113.17	96.01	130.33
② 100 台 ~	124.98	131.87	118.09
③ 200 台 ~	129.69	155.96	103.43
④ 300 台 ~	142.55	173.78	111.32
⑤ 500 台以上	123.43	149.50	97.35
TOTAL	126.76	141.42	112.10

b 分散分析表

分散分析表	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	6287.312	9		
COLUMN 自転車量	913.665	4	228.416	0.28 (87.5 %)
ROW 沿道状況	2149.186	1	2149.186	2.67 (17.8 %)
ERROR	3224.459	4	806.115	

c 水準間の差の検定

自転車量					
	①	②	③	④	⑤
①	0.0	99.5	98.3	88.5	99.7
②	99.5	0.0	100.0	97.8	100.0
③	98.3	100.0	0.0	99.3	100.0
④	88.5	97.8	99.3	0.0	97.1
⑤	99.7	100.0	100.0	97.1	0.0

沿道状況		
	①	②
①	0.0	17.8
②	17.8	0.0

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3 - 2 - 5 分散分析 (沿道状況 - 歩行者量)

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 市街地	② 非市街地
① 100人未満	128.54	137.39	119.70
② 100人～	120.74	145.60	95.88
③ 200人～	175.33	218.50	132.16
④ 300人～	147.27	149.95	144.60
⑤ 500人以上	120.88	124.93	116.84
TOTAL	138.56	155.27	121.84

b 分散分析表

分散分析表	変 動	自 由 度	不 散 分 数	分 散 比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	9483.062	9		
CLUMN 歩行者量	4316.367	4	1079.092	1.82 (28.8%)
ROW 沿道状況	2795.156	1	2795.156	4.71 (9.6%)
ERROR	2371.539	4	592.885	

c 水準間の差の検定

歩行者量					
	①	②	③	④	⑤
①	0.0	99.8	53.0	95.4	99.8
②	99.8	0.0	41.5	86.7	100.0
③	53.0	41.5	0.0	84.5	41.7
④	95.4	86.7	84.5	0.0	86.9
⑤	99.8	100.0	41.7	86.9	0.0

沿道状況		
	①	②
①	0.0	9.6
②	9.6	0.0

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3 - 2 - 6 分散分析 (沿道状況 - 交通量 - 信号交差点密度)

市 街 地

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 0ヶ所/km	② 1ヶ所/km	③ 2ヶ所/km	④ 3ヶ所/km
① 5,000 台未満	305.59	438.66	499.43	142.13	142.13
② 5,000 台 ~	367.82	279.69	278.15	525.75	387.70
③ 10,000 台 ~	259.17	243.36	302.96	348.22	142.13
④ 15,000 台 ~	239.35	107.75	142.25	181.46	525.93
⑤ 20,000 台 ~	204.37	172.41	181.01	215.60	248.47
⑥ 30,000 台 ~	141.06	127.12	127.63	138.50	171.01
⑦ 40,000 台以上	82.94	73.84	41.28	90.60	126.03
TOTAL	228.61	206.12	224.67	234.61	249.06

b 分散分析表

分散分析表	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	517841.000	27		
COLUMN 交通量	223307.500	6	37217.914	2.33 (7.7%)
ROW 信号交差点密度	6828.254	3	2276.084	0.14 (93.3%)
ERROR	287705.187	18	15983.621	

c 水準間の差の検定

交 通 量							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
①	0.0	99.7	100.0	99.6	96.8	75.3	43.6
②	99.7	0.0	95.5	90.4	75.8	41.5	18.0
③	100.0	95.5	0.0	100.0	99.9	93.4	69.2
④	99.6	90.4	100.0	0.0	100.0	97.2	79.3
⑤	96.8	75.8	99.9	100.0	0.0	99.7	92.5
⑥	75.3	41.5	93.4	97.2	99.7	0.0	99.8
⑦	43.6	18.0	69.2	79.3	92.5	99.8	0.0

信号交差点密度				
	①	②	③	④
①	0.0	99.4	98.0	93.8
②	99.4	0.0	99.9	98.8
③	98.0	99.9	0.0	99.7
④	93.8	98.8	99.7	0.0

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3 - 2 - 6 のつづき

非 市 街 地

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 0ヶ所/km	② 1ヶ所/km	③ 2ヶ所/km
① 5,000台未満	192.36	244.61	218.60	113.86
② 5,000台～	224.12	168.20	205.27	298.88
③ 10,000台～	138.95	124.72	172.37	119.77
④ 15,000台～	139.99	93.17	128.30	198.50
⑤ 20,000台～	104.89	90.17	108.92	115.57
⑥ 30,000台～	75.77	86.64	87.71	52.94
⑦ 40,000台以上	112.88	53.81	170.96	113.86
TOTAL	141.28	123.05	156.02	144.77

b 分散分析表

	変 動	自 由 度	不 偏 分 散	分 散 比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	81787.375	20		
COLUMN 交通量	47703.285	6	7950.547	3.16 (4.2%)
ROW 信号交差点密度	3933.044	2	1966.522	0.78 (4.7%)
ERROR	30151.043	12	2512.587	

c 水準間の差の検定

交 通 量							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
①	0.0	99.5	93.4	93.9	61.4	30.8	70.5
②	99.5	0.0	64.0	65.2	28.8	11.7	35.6
③	93.4	64.0	0.0	100.0	99.3	86.7	99.8
④	93.9	65.2	100.0	0.0	99.1	85.8	99.8
⑤	61.4	28.6	99.3	99.1	0.0	99.7	100.0
⑥	30.8	11.7	86.7	85.8	99.7	0.0	98.8
⑦	70.5	35.0	99.8	99.8	100.0	98.8	0.0

信号交差点密度			
	①	②	③
①	0.0	49.0	72.6
②	49.0	0.0	91.6
③	72.6	91.6	0.0

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3-2-7 分散分析 (沿道状況-交通量-信号交差点密度)

市街地

a 2要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 0ヶ所/km	② 1ヶ所/km	③ 2ヶ所/km	④ 3ヶ所/km
① 10,000台未満	388.28	306.19	333.47	525.75	387.70
② 10,000台 ~	284.70	172.61	203.21	237.05	525.93
③ 20,000台 ~	204.37	172.41	181.01	215.60	248.47
④ 30,000台 ~	141.06	127.12	127.63	138.50	171.01
⑤ 40,000台以上	82.94	73.84	41.28	90.60	126.03
TOTAL	220.27	170.43	177.32	241.50	291.83

b 分散分析表

	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	AMOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	348014.375	19		
COLUMN 交通量	231055.250	4	57763.812	10.28 (0.1%)
ROW 信号交差点密度	49498.840	3	16499.613	2.93 (7.7%)
ERROR	67460.250	12	5621.687	

c 水準間の差の検定

交 通 量					
	①	②	③	④	⑤
①	0.0	46.7	6.2	1.0	0.2
②	46.7	0.0	68.7	18.7	3.7
③	6.2	68.7	0.0	83.3	32.1
④	1.0	18.7	83.5	0.0	87.2
⑤	0.2	3.7	32.1	87.2	0.0

信号交差点密度				
	①	②	③	④
①	0.9	99.9	54.4	14.8
②	99.9	0.0	62.1	17.6
③	54.4	62.1	0.0	77.2
④	14.3	17.6	77.2	0.0

注) c表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

表 3-2-7 のつづき

非市街地

a 2 要因間の各水準の平均事故率

	平 均	① 0ヶ所/km	② 1ヶ所/km	③ 2ヶ所/km
① 10,000台未満	231.29	188.15	206.84	298.88
② 10,000台～	143.57	112.81	155.19	162.71
③ 20,000台～	104.89	90.17	108.92	115.57
④ 30,000台以上	82.69	77.69	117.44	52.94
TOTAL	140.61	117.21	147.10	157.53

b 分散分析表

	変 動	自 由 度	不偏分散	分散比
SOURCE OF VARIATION	A MOUNT OF VARIATION	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F
TOTAL	49526.250	11		
COLUMN 交 差 点	38587.051	3	12862.348	10.38 (0.9%)
ROW 信号交差点密度	3503.913	2	1751.957	1.41 (31.4%)
ERROR	7435.285	6	1239.214	

c 水準間の差の検定

交 通 量				
	①	②	③	④
①	0.0	11.0	2.6	1.3
②	11.0	0.0	63.6	30.8
③	2.6	63.6	0.0	89.4
④	1.3	30.8	89.4	0.0

信号交差点密度			
	①	②	③
1①	0.0	52.4	33.7
2②	52.4	0.0	91.7
3③	33.7	91.7	0.0

注) c 表中の数値は有意差ありとした場合の危険率を示す。

(3) 平均による危険度モデル

前節の結果から、沿道状況別交通量別に事故率の平均値を求め、これを平均危険度 $\bar{p}$ とする。これを表3-2-8に示す。

表 3-2-8 平均危険度 $\bar{p}$

交通量 (台/日)		10,000未満	10,000 ~20,000	20,000 ~30,000	30,000 ~40,000	40,000以上	計
市街地区間	区間数	53	92	69	52	56	322
	走行台キロ(億台キロ)	0.770	4.020	3.912	4.281	8.300	21,283
	平均事故率(件/億台キロ)	318.3	192.3	189.2	135.7	82.6	142.1
非市街地区間	区間数	244	411	146	34	14	849
	走行台キロ(億台キロ)	37.25	16,634	8,536	3,507	1,808	34,210
	平均事故率(件/億台キロ)	184.1	116.8	94.1	86.1	89.1	113.9

3-3 ロジットモデル(最小二乗法)

(1) 説明要因の検討

単路部危険度を推定するのに有効な要因を選別するために数種の要因の組合せにより回帰を行い、要因の係数の t 値、相関係数、AIC基準等により検討を行った。ただし、前節の検討により市街地、非市街地の別は大きく影響を与えることがわかっているので、分類して回帰を行った。その結果を表3-3-1に示す。

事故の偶発性を考えた場合、1区間における発生事故件数の小さい場合は、そのデータはきわめて信頼性が低いと考えられる。このことを考慮して、1区間における事故件数が0~2件の区間を除外し、前記と同様の検討を行った。その結果を表3-3-2に示す。

その結果、以下のようなことが言える。

- ① 表3-3-1と表3-3-2を比較して、全区間を対象とした方が、事故件数0~2件の区間を除外したものにくらべて説明力が弱い。これは、事故件数0~2件の区間のデータの信頼性の低いことによるものと思われ、モデルを構築する場合は、事故件数0~2件の区間を除外したデータを使用するべきであると思われる。ただし、このモデルを実際に適用する場合は、0~2件の区間に適用してはならない。
- ② 表3-3-2の市街地の場合の回帰の状態を見ると、7, 8, 9, 10の回帰がその他にくらべて説明力が高い。この4つの回帰について説明変数の t 値を見た場合、 $t(\infty, 0.05) = 1.960$ よりもすべての t 値が大きなのは7のみである。したがって、7の回帰が最も適当と考えられ、説明変数としては、交通量/幅員、車道幅員、信号交差点密度をとることがよ

表 3-3-1 単路部危険度推定モデルの検討 (最小 2 乗法)

	交通 量	交通 量/幅員	車道 幅員	信号 点密度	自転車 量	歩行者 量	歩行者 量+自転車				R	F	AIC
市街地 (サンプル 322)													
1	○ (5.2)		○ (1.7)								0.423	34.8	-11631
2	○ (3.0)		○ (2.9)	○ (1.9)							0.435	24.7	-117.11
3	○ (1.3)		○ (2.7)	○ (2.3)		○ (1.3)					0.440	19.0	-115.94
4	○ (4.7)		○ (2.2)	○ (2.4)	○ (0.89)	○ (0.3)					0.442	15.4	-113.74
5	○ (4.7)		○ (2.2)	○ (2.4)			○ (1.6)				0.442	19.2	-116.66
6		○ (5.6)	○ (6.1)								0.438	37.9	-121.37
7		○ (5.6)	○ (6.6)	○ (2.2)							0.452	27.3	-123.41
8		○ (5.4)	○ (6.0)	○ (2.5)		○ (1.3)					0.457	20.9	-122.20
9		○ (5.3)	○ (0.1)	○ (2.6)	○ (0.37)	○ (1.1)					0.458	16.7	-119.32
10		○ (5.2)	○ (2.6)	○ (2.6)			○ (1.4)				0.457	21.0	-122.32
非市街地 (サンプル 849)													
1	○ (6.6)		○ (1.0)								0.225	22.6	-13.29
2	○ (7.1)		○ (0.88)	○ (3.0)							0.256	19.7	-23.51
3	○ (7.5)		○ (0.8)	○ (3.4)		○ (2.4)					0.268	16.3	-26.21
4	○ (6.7)		○ (0.70)	○ (1.4)	○ (0.77)	○ (2.4)					0.269	13.1	-23.73
5	○ (7.2)		○ (1.0)	○ (3.5)			○ (1.7)				0.262	15.6	-23.52
6		○ (6.7)	○ (2.6)								0.228	23.2	-14.32
7		○ (7.2)	○ (3.1)	○ (3.7)							0.259	20.3	-25.15
8		○ (7.5)	○ (3.3)	○ (3.5)		○ (2.1)					0.269	16.4	-26.74
9		○ (7.5)	○ (3.3)	○ (0.5)	○ (0.26)	○ (1.9)					0.269	13.1	-23.73
10		○ (7.3)	○ (3.0)	○ (3.0)			○ (1.8)				0.266	16.0	-25.29

注 () 内は t 値

表 3-3-1 単路部危険度推定モデルの検討 (最小 2 乗法) (除事故件数 0 ~ 2 件)

	交通 量	交通 量/幅員	車道 幅員	信号交 点密度	自 転車 量	歩 行者 量	歩行者 量+ 自 転車 量				R	F	AIC
		市街地 3 件以上 (サンプル 275)											
1	○ (9.5)		○ (1.0)								0.613	82.0	-305.72
2	○ (9.0)		○ (1.8)	○ (2.2)							0.622	57.0	-307.37
3	○ (9.2)		○ (2.0)	○ (1.5)		○ (1.5)					0.626	43.5	-306.67
4	○ (9.2)		○ (2.1)	○ (1.5)	○ (0.4)	○ (1.6)					0.626	34.7	-303.79
5	○ (9.1)		○ (1.9)	○ (1.5)			○ (1.2)				0.624	43.2	-305.84
6		○ (1.1)	○ (8.3)								0.643	95.8	-322.52
7		○ (1.0)	○ (9.3)	○ (2.7)							0.655	67.8	-326.90
8		○ (1.1)	○ (9.4)	○ (2.0)		○ (1.6)					0.659	51.7	-326.35
9		○ (1.1)	○ (9.3)	○ (1.9)	○ (0.51)	○ (1.3)					0.659	41.3	-323.59
10		○ (1.1)	○ (9.4)	○ (1.9)			○ (1.6)				0.659	51.8	-326.61
		非市街地 3 件以上 (サンプル 518)											
1	○ (1.5)		○ (1.0)								0.566	121.5	-689.29
2	○ (1.5)		○ (0.94)	○ (2.5)							0.573	83.8	-692.36
3	○ (1.6)		○ (1.2)	○ (2.3)		○ (4.7)					0.597	70.9	-711.06
4	○ (1.5)		○ (0.8)	○ (2.4)	○ (2.8)	○ (5.5)					0.605	59.1	-716.01
5	○ (1.5)		○ (1.2)	○ (2.4)			○ (2.5)				0.580	65.1	-695.75
6		○ (1.5)	○ (7.8)								0.573	125.8	-695.12
7		○ (1.5)	○ (8.0)	○ (2.6)							0.581	87.1	-699.00
8		○ (1.6)	○ (8.5)	○ (2.5)		○ (3.6)					0.595	70.1	-709.03
9		○ (1.5)	○ (8.5)	○ (2.5)	○ (1.4)	○ (3.7)					0.597	56.6	-708.05
10		○ (1.5)	○ (8.3)	○ (2.5)			○ (2.4)				0.587	67.3	-701.47

注 () 内は t 値

いと思われる。

③ 表 3-3-2 の非市街地区の場合の回帰の状態を見ると、3, 4, 8, 9, 10 の回帰がその他にくらべて説明力が高い。この 5 つの回帰について説明変数の t 値を見た場合、 $t(\infty, 0.05) = 1.960$ よりすべての t 値が大きなものは 8 のみである。したがって、8 の回帰が最も適当と考えられ、説明要因としては、交通量/幅員、車道幅員、信号交差点密度、歩行者量をとることがよいと思われる。

[2] モデル式 (単路部危険度)

① 市街地 $R = 0.655$

$$Y = -0.0003068 X_1 - 0.07131 X_2 + 0.08152 X_3 - 11.876$$

(10) (9.3) (2.7) (10.9)

② 非市街地 $R = 0.595$

$$Y = -0.0004258 X_1 - 0.05960 X_2 + 0.08183 X_3 + 0.0003489 X_4 - 12.077$$

(1.6) (8.5) (2.5) (3.6) (13.3)

() 内は t 値

X_1 : 交通量/幅員 (台/ m)

X_2 : 車道幅員 (m)

X_3 : 信号交差点密度 (ヶ所/ Km)

X_4 : 歩行者量 (人/日)

危険度の推定値 $\hat{p}$ は次式による。

$$\hat{p} = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$$

〔参 考〕 A I C 基準

モデル選択の一般理論として、赤池弘次氏の情報基準量 A I C (Akaike's Information Criterion) というのがある。確率変数 Y の真の確率分布 $g(y)$ とモデル $(y|\theta)$ との “距離” をカルバック＝リーブラー (Kullback - Leibler) の情報量の θ にかんする最小値

$$I(f:g) = \min_{\theta} \int g(y) \log \frac{f(y|\theta)}{g(y)} dy$$

によって測るという考え方から導かれたものである。上記の量が小さい (真の確率分布との距離が近い) ほど、モデル $f(y|\theta)$ は望ましいとされる。

大雑把にいて A I C は、モデルの情報量 (7.25) の漸近的不偏推定量として導かれる統計量である。すなわちそれは、モデルの尤度関数を $L(\theta|y) = f(y|\theta)$ とし、 θ の次元を p とするとき

$$A I C = -2 \log L(\theta|y) + 2p$$

と定義される。右辺の第 1 項は、尤度の最大値 (尤度関数に最尤推定値を代入したもの) に -2 をかけたものであり、第 2 項は、モデルの含む未知母数の個数の 2 倍である。すなわち第 1 項は、モデルの適合度 (goodness of fit) の高低をはかる量であり、第 2 項は、パラメータの増加にたいするペナルティーである、と解釈することができる。

かくして「A I C の小さいモデルほど望ましい」ということになる。すなわち、「データへのあてはまりが良くて、なるべく母数節約的なモデルほど望ましい」とされる。いくつかの可能なモデルが与えられたとき、A I C を最小にするようなモデルを選択するという方式のことを、M A I C (Minimum A I C) 方式という。

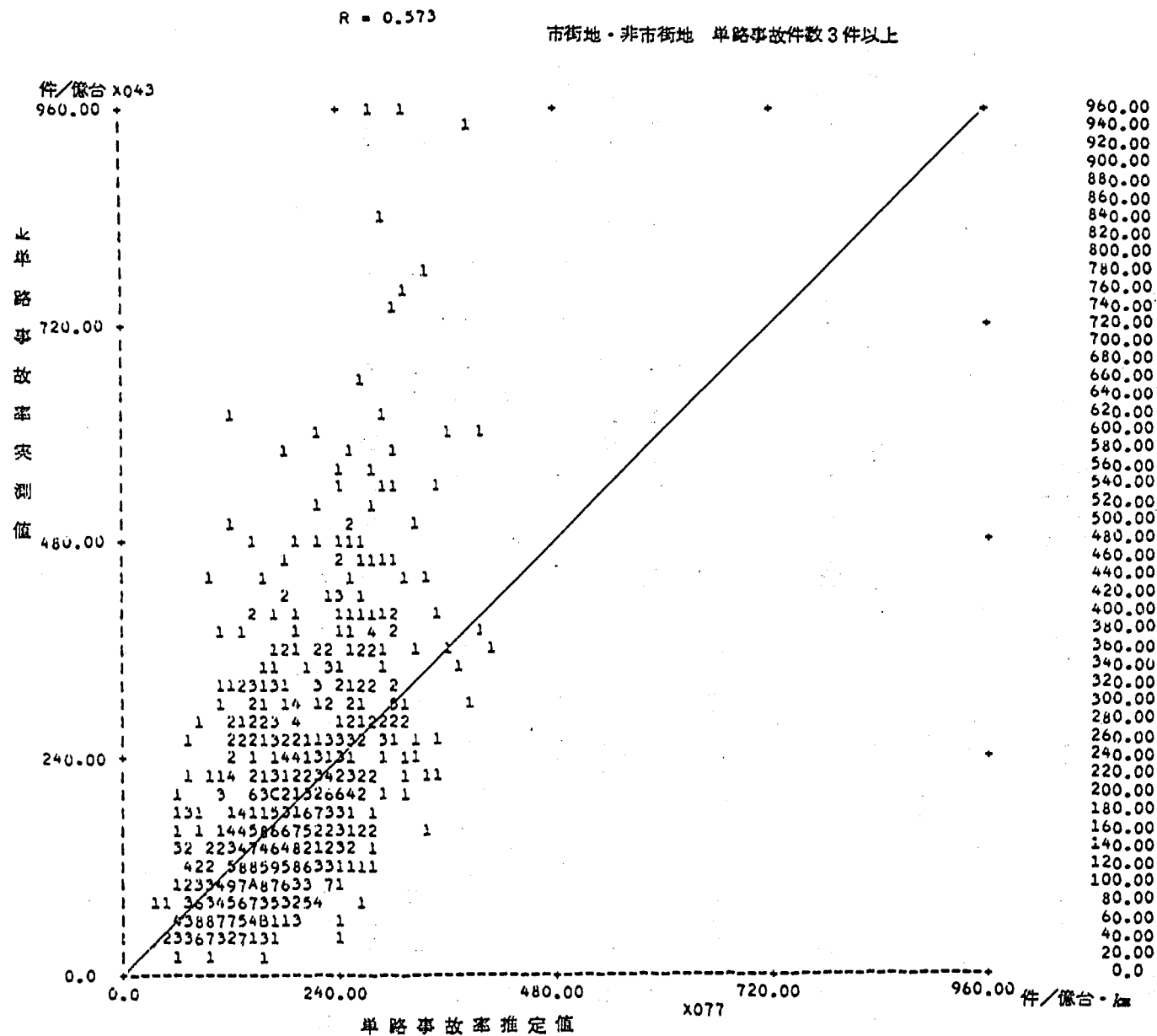


图 3-3-1 散布图 (ロジットモデル最小二乘法)

3-4 ロジットモデル(一般化最小二乗法)

(1) 説明要因の検討

単路部危険度を推定するのに有効な要因を選別するために数種の要因の組み合わせにより回帰を行い、要因の係数の t 値、相関係数、AIC基準により検討を行った。ただし、前節の検討により市街地、非市街地別は大きく影響を与えることがわかっているので、分類して回帰を行った。その結果を表3-4-1に示す。

事故の偶発性を考えた場合、1区間における発生事故件数の小さい場合は、そのデータはきわめて信頼性が低いと考えられる。このことを考慮して、1区間における事故件数が0~2件の区間を除外し、前記と同様の検討を行った。その結果を表3-4-2に示す。

- ① 表3-4-1と表3-4-2を比較した場合、相関係数は共に高いがAICをみると全区間を対象とした方が、事故件数0~2件の区間を除外したものに比べて説明力が弱いと思われる。高い相関が得られているが、この場合の相関係数は重みをかけた形での相関係数であり、したがって、事故率0の場合は重みが0となりデータとして考慮されていないことに留意しなければならない。
- ② 表3-4-2の市街地の場合の回帰は相関係数もすべて0.997と高いため、AICの最小のもの、すなわち10のモデルを選択することとする。したがって、説明要因としては、交通量/幅員、車道幅員、信号交差点密度、自転車+歩行者量をとることとする。
- ③ 表3-4-2の非市街地の場合も市街地の場合と同様にAICに注目してモデルを選択する。もっともAICの最も小さいものは3つのモデルであるが、車道幅員の t 値がきわめて小さい。AICが次に小さいものは9のモデルであるがこれも同様に自転車量の t 値が小さい。AICも小さく、 t 値も大きい8のモデルを選択することがよいと思われる。したがって、説明要因は、交通量/幅員、車道幅員、信号交差点密度、歩行者量をとることとする。

表 3 - 4 - 1 単路部危険度推定モデルの検討 (一般化最小二乗法)

被説明変数: 単路事故率

ケース	交通量	交通量/幅員	車道幅員	信号交差点密度	自転車量	歩行者量	歩行者量+自転車量				R	AIC
	市街地 (サンプル 322)											
1	○ (8.5)		○ (0.2)								0.997	418.17
2	○ (7.7)		○ (1.7)	○ (4.2)							0.997	402.64
3	○ (8.2)		○ (2.3)	○ (2.8)		○ (3.8)					0.997	389.61
4	○ (8.2)		○ (2.2)	○ (2.7)	○ (0.59)	○ (3.5)					0.997	391.26
5	○ (8.2)		○ (2.1)	○ (2.6)			○ (3.8)				0.997	396.82
6		○ (8.6)	○ (7.0)								0.997	415.79
7		○ (8.3)	○ (8.7)	○ (4.9)							0.997	394.44
8		○ (8.9)	○ (9.7)	○ (3.5)		○ (4.0)					0.997	380.41
9		○ (9.0)	○ (9.5)	○ (3.1)	○ (1.4)	○ (3.3)					0.997	380.20
10		○ (9.1)	○ (9.7)	○ (3.2)			○ (4.2)				0.997	378.21
	非市街地 (サンプル 849)											
1	○ (9.4)		○ (0.02)								0.996	664.91
2	○ (10.0)		○ (0.1)	○ (4.4)							0.996	647.67
3	○ (11.5)		○ (0.2)	○ (3.8)		○ (5.5)					0.996	618.96
4	○ (10.8)		○ (0.1)	○ (3.8)	○ (2.1)	○ (5.4)					0.996	616.26
5	○ (10.9)		○ (0.3)	○ (4.0)			○ (4.0)				0.996	633.47
6		○ (10.1)	○ (6.2)								0.996	653.52
7		○ (10.6)	○ (6.7)	○ (4.4)							0.996	636.26
8		○ (11.7)	○ (7.6)	○ (3.8)		○ (4.8)					0.996	636.26
9		○ (10.8)	○ (7.6)	○ (3.8)	○ (1.1)	○ (4.2)					0.996	615.61
10		○ (11.4)	○ (7.4)	○ (3.9)			○ (3.8)				0.996	623.30

注 ()内はt値

表 3-4-2 単路部危険度推定事故モデルの検討(一般化最小二乗法)(除事故件数 0~2 件)

被説明変数: 単路事故率

ケース	交通量	交通量/幅員	車道幅員	信号点密度	自転車量	歩行者量	歩行者量+自転車量				R	AIC
		市街地 3 件以上 (サンプル 275)										
1	○ (8.3)		○ (0.4)								0.997	362.58
2	○ (7.4)		○ (1.3)	○ (3.9)							0.997	349.44
3	○ (8.1)		○ (2.0)	○ (2.5)		○ (4.1)					0.997	334.52
4	○ (8.1)		○ (2.0)	○ (2.3)	○ (0.8)	○ (3.7)					0.997	335.94
5	○ (8.2)		○ (1.9)	○ (2.2)			○ (4.1)				0.997	334.59
6		○ (8.6)	○ (0.7)								0.997	359.30
7		○ (8.1)	○ (8.2)	○ (4.6)							0.997	341.04
8		○ (8.9)	○ (9.3)	○ (3.1)		○ (4.3)					0.997	324.81
9		○ (9.0)	○ (9.3)	○ (2.7)	○ (1.6)	○ (3.6)					0.997	324.14
10		○ (9.1)	○ (9.4)	○ (2.7)			○ (4.6)				0.997	322.14
		非市街地 3 件以上 (サンプル 518)										
1	○ (9.1)		○ (0.03)								0.997	416.24
2	○ (9.5)		○ (0.1)	○ (3.5)							0.997	406.10
3	○ (11.3)		○ (0.2)	○ (3.0)		○ (5.7)					0.997	376.13
4	○ (10.7)		○ (0.04)	○ (3.1)	○ (2.9)	○ (6.0)					0.997	369.54
5	○ (10.4)		○ (0.3)	○ (3.1)			○ (3.9)				0.997	393.27
6		○ (9.8)	○ (6.3)								0.997	402.89
7		○ (10.3)	○ (6.7)	○ (3.5)							0.997	393.01
8		○ (11.6)	○ (7.7)	○ (2.9)		○ (4.9)					0.997	370.65
9		○ (10.7)	○ (7.7)	○ (3.0)	○ (1.8)	○ (4.7)					0.997	369.43
10		○ (11.1)	○ (7.4)	○ (3.0)			○ (3.8)				0.997	380.89

注 ()内はt値

〔2〕 モデル式（単路部危険度）

① 市街地

$$Y = -0.0002869X_1 - 0.07093X_2 + 0.08522X_3 + 0.0001434X_4 - 5.967$$

(9.1) (9.4) (2.7) (4.6) (50.5)

② 非市街地

$$Y = -0.0003293X_1 - 0.05495X_2 + 0.1026X_3 + 0.0004120X_5 - 6.326$$

(11.6) (7.7) (2.9) (5.0) (65.6)

() 内は t 値

X_1 : 交通量 / 幅員 (台 / m)

X_2 : 車道幅員 (m)

X_3 : 信号交差点密度 (ケ所 / Km)

X_4 : 歩 行 者 量 (人 / 日)

X_5 : 自転車 + 歩行者量 (人又は台 / 日)

事故率の推定値 $\hat{p}$ は次式による

$$\hat{p} = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$$

4. 交差点危険度推定モデル

4-1 交差点事故調査

(1) 交差点事故調査

a. 調査の概要

交差点を対象に交通事故及び道路交通条件に関する調査（昭和55年度全国交差点事故調査）を建設省道路局企画課，同局国道第1課，土木研究所道路部交通安全研究室の共同により，各地建，各県に委託して行った。

これらは次に示す要領によって収集されたものであり，調査で得られた各工事事務所，各県庁別の交差点数は表4-1-1のようである。

表 4 - 1 - 1 (1) 地 建 ・ 県 別 交 差 点 数

№	調 査 票 作 成 機 関	都道府県 №	交差点数
1	北海道開発局道路維持課	10	372
2	北海道庁	10	35
3	東北地方建設局青森工事々務所	21	42
4	" 三陸国道工事々務所	22	25
5	" 岩手工事々務所	22	40
6	" 仙台 "	23	72
7	" 秋田 "	24	21
8	" 能代 "	24	19
9	" 湯沢 "	24	10
10	" 酒田 "	25	30
11	" 郡山国道工事々務所	26	46
12	青森県庁	21	58
13	岩手県庁	22	68
14	宮城県庁	23	77
15	秋田県庁	24	61
16	山形県庁	25	74
17	福島県庁	26	70
18	関東地方建設局常陸工事々務所	31	68

№	調 査 票 作 成 機 関	都道府県 №	交差点数
19	関東地方建設局宇都宮国道工事事務所	32	48
20	高崎工事事務所	33	88
21	大宮国道工事事務所	34	53
22	千葉 "	35	59
23	東京 "	36	81
24	横浜 "	37	116
25	相武 "	37	30
26	甲府工事事務所	38	60
27	長野国道工事事務所	39	48
28	飯田 "	39	9
29	茨城県庁	31	70
30	栃木県庁	32	61
31	群馬県庁	33	60
32	埼玉県庁	34	59
33	千葉県庁	35	71
34	東京都庁	36	69
35	神奈川県庁	37	69
36	山梨県庁	38	59
37	長野県庁	39	71

表 4 - 1 - 1 (2)

№	調査票作成機関	都道府県 №	交差点数
38	北陸地方建設局新潟国道工事事務所	40	50
39	" 長岡 "	40	62
40	" 高田工事事務所	40	37
41	" 富山 "	41	61
42	" 金沢 "	42	61
43	新潟県庁	40	66
44	石川県庁	42	57
45	中部地方建設局多治見工事事務所	50	13
46	" 岐阜国道工事事務所	50	60
47	" 高山 "	50	12
48	" 静岡 "	51	54
49	" 沼津工事事務所	51	32
50	" 浜松 "	51	20
51	" 名古屋国道工事事務所	52	191
52	" 紀勢 "	53	69
53	" 三重工事事務所	53	49
54	岐阜県庁	50	68
55	静岡県庁	51	99
56	愛知県庁	52	84

№	調査票作成機関	都道府県 №	交差点数
57	三重県庁	53	55
58	近畿地方建設局福井工事事務所	60	46
59	" 滋賀国道工事事務所	61	66
60	" 京都 "	62	49
61	" 福知山工事事務所	62	20
62	" 大阪国道工事事務所	63	107
63	" 兵庫 "	64	65
64	" 姫路工事事務所	64	19
65	" 豊岡 "	64	5
66	" 奈良国道工事事務所	65	44
67	" 紀南工事事務所	66	44
68	" 和歌山 "	66	34
69	福井県庁	60	61
70	滋賀県庁	61	56
71	京都府庁	62	58
72	大阪府庁	63	66
73	兵庫県庁	64	70
74	奈良県庁	65	58
75	和歌山県庁	66	45

表 4 - 1 - 1 (3)

№	調査票作成機関	都道府県 №	交差点数
76	中国地方建設鳥取工事事務所	70	33
77	" 倉吉 "	70	15
78	" 浜田 "	71	17
79	" 松江国道工事事務所	71	18
80	" 岡山 "	72	64
81	" 広島 "	73	35
82	" 福山工事事務所	73	13
83	" 三次 "	73	8
84	" 山口 "	74	83
85	鳥取県庁	70	48
86	岡山県庁	72	68
87	広島県庁	73	64
88	山口県庁	74	46
89	四国地方建設局徳島工事事務所	80	60
90	" 香川 "	81	67
91	" 松山 "	82	44
92	" 大州 "	82	26
93	" 中村 "	83	10
94	" 土佐国道工事事務所	83	24

№	調査票作成機関	都道府県 №	交差点数
95	徳島県庁	80	56
96	香川県庁	81	55
97	愛媛県庁	82	71
98	高知県庁	83	26
99	九州地方建設局北九州国道工事事務所	90	59
100	" 福岡 "	90	61
101	" 佐賀 "	91	42
102	" 長崎工事事務所	92	33
103	" 熊本 "	93	50
104	" 大分 "	94	32
105	" 佐伯 "	94	9
106	" 宮崎 "	95	33
107	" 大隅 "	96	12
108	" 鹿児島国道工事事務所	96	50
109	沖縄総合事務所	97	55
110	福岡県庁	90	64
111	長崎県庁	92	49
112	熊本県庁	93	69
113	大分県庁	94	46

表 4 - 1 - 1 (4)

№	調査票作成機関	都道府県 №	交差点数
114	宮崎県庁	95	65
115	鹿児島県庁	96	48
116	沖縄県庁	97	42

交 差 点 数 合 計	6,252
-------------	-------

b. 調査対象

(1) 調査対象交差点

対象交差点は過去1年間大きな改良及び対策を行っていない総流入交通量2,000台/日以上
の5差路以下の交差点とした。抽出は下記の抽出数を満たすよう無作為に行った。

なお、ここでいう交差点は、交差する2以上の道路の幅員（車道と歩道の区別があるときは
歩道を除く）が5.5m以上であるものをいう。

調査担当が工事事務所である場合

	国 道 (直轄)	国 道 (県)	主要地方道	県 道
国 道 (直轄)	全 部	全 部	全数の1/2	全数の1/2

調査担当が県の場合

	国道(県)	主要地方道	県 道
国道(県)	全 部	10	10
主要地方道		10	10
県 道			15

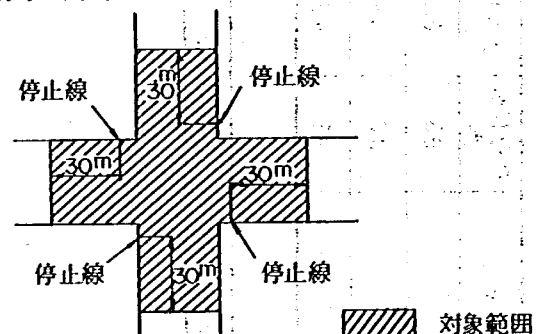
(2) 調査対象期間と対象事故

原則として昭和54年1年間（昭和54年に大きな改良、対策を行っているなどやむを得ない場
合には、昭和53年1年間）

人身事故を対象とした。

(3) 交差点対象範囲

交差点及びその脚（停止線から30mの区間）。



c. 調査内容および要領

前項に記した調査対象を基に、具体的に得たデータ内容は①交差点位置図②交差点の概略図
③道路交通条件に関するもの④交通事故に関するもの⑤危険度の判断であり、調査様式と調査
項目は次に示す通りである。

(1) 交差点位置図の作成

調査対象交差点の位置を所轄管内地図又は全県地図に示し整理番号を付す。

(2) 交差点概略図

調査様式は図4-1-1であり、各調査対象交差点ごとに概略図を作成し、交差点の脚に時
計回りに整理記号（アルファベット）を付す。

(3) 道路交通条件に関する調査

作成方法は以下のようであり、その調査様式は図4-1-1である。

イ. 都道府県

県名コード表(表4-1-2)による。

ロ. 交差点No

調査対象交差点の整理番号を記入する。整理番号は交差点位置図に示したものと同一でなければならない。

ハ. 道路種類

脚ごとに該当する番号を囲む。1(国道)を○で囲んだ場合はその路線番号を()内に記入する。

ニ. 沿道状況

該当する番号を○で囲む。なお市街地とは道路に沿っておおむね500m以上にわたって人家が連続している状態及び現在家屋の敷地が連らなっている状態であって、その地域における人家及び敷地の占める割合が80パーセント以上になるいわゆる市街地的形態をなしている地域をいい、工場の場合も含まれる。

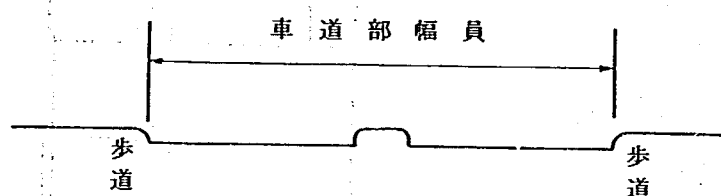
(片側だけがこのような形態をなしている場合を含む)

ホ. 信号機

該当する番号を○で囲む。また、右折青矢の現示についても同様に該当する番号を○で囲む。

ヘ. 車道部幅員

車道部幅員(路肩幅員、分離帯幅員を含める)をm単位で小数点以下第1位まで記入する。



ト. 車線数

脚ごとに車線数(右左折車線, 加速車線を含む)を記入する。

チ. 歩道

脚ごとに該当する番号を○で囲む。なお、ここでいう歩道とは構造的に車道より分離されているものをいい、マーキングによって分離されているものは含めない。

リ. 分離帯

脚ごとに該当する番号を○で囲む。なお、右折車線の部分だけ分離帯のない場合は「無」とする。

分離帯は構造的に往復分離されているものを対象とし、チャッターバーなどは含めない。

ヌ. 右折車線

脚ごとに該当する番号を○で囲む。

ル. 左折車線

脚ごとに該当する番号を○で囲む。

ヲ. 加速車線（流出部）

脚ごとに該当する番号を○で囲む。

ワ. 横断歩道

脚ごとに該当する番号を○で囲む。

カ. 立体横断施設

脚ごとに該当する番号を○で囲む。

コ. 交 差 角

交差角の単位は度（°）とする。10°きざみの概数でよい。

タ. 縦断変化

各脚から交差点内に向かって上り勾配である場合を「上り」、下り勾配である場合を「下り」とする。脚ごとに該当する番号を○で囲む。なお0±2%程度の勾配は「レベル」とする。

レ. 速度規制

規制速度を脚ごとにkm/h単位で記入する。

ソ. 一方通行

一方通行について該当番号を○で囲む。

ツ. 右折禁止

右折禁止について該当番号を○で囲む。

ネ. 枝 道（30m以内）

脚ごとに枝道の数を記入する。

なお、ここでいう枝道とは5.5m

未満の幅員を有する交差道路のこ

とをさし、ガソリンスタンド、ド

ライブインなどの公共施設で一般

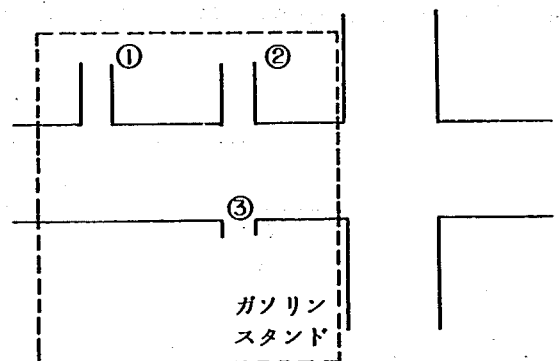
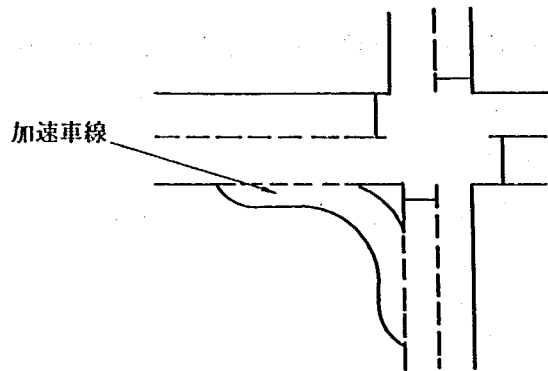
の車が出入りする脚出入口につい

ても枝道に含めるものとする。

ナ. 導 流 島

該当する番号を○で囲む。

ゼブラマークによるものは含めない。



ラ. 自動車類流入交通量

交差点内部に流入する24時間自動車類交通量を脚ごとに単位（台／日）で記入する。自動車類交通量の定義その他は全国道路交通情勢調査要綱に準拠する。すなわち自動車類交通量とは、軽乗用、乗用車、バス、軽貨物、小型貨物、貨客車、普通貨物、特殊車の合計交通量をいう。この調査については全国道路交通情勢調査の結果を利用してもよい。

ム. 大型車混入率

脚ごとに大型車混入率を記入する。大型車混入率の定義その他についても全国道路交通情勢調査要綱に準拠するものとする。すなわち、大型車混入率とは乗合、普通貨物、特殊の合計が自動車類の合計に占める比率（％）をいう。この調査については全国道路交通情勢調査の結果を利用してもよい。

ウ. 横断歩行者類交通量

平日の昼間12時間（午前7時～午後7時）における交差点全体の横断歩行者数（自転車も含む）を50人（台）きざみの概数で記入する。既存資料、日常の管理活動を通じて概数交通量を推計記入することが困難な場合には、同調査項目の表の該当欄を○で囲むことで回答してもよい。

ノ. 最大渋滞長

脚ごとに最大渋滞長を50mきざみの概数で記入する。

表4-1-2 県名コード表

東北	北海道		10	近畿	福井	井	60
	青森	森	21		滋賀	賀	61
	岩手	手	22		京都	都	62
	宮城	城	23		大阪	阪	63
	秋田	田	24		兵庫	庫	64
	山形	形	25		奈良	良	65
	福島	島	26		和歌山	歌山	66
関東	茨城	城	31	中国	鳥取	取	70
	栃木	木	32		島根	根	71
	群馬	馬	33		岡山	山	72
	埼玉	玉	34		広島	島	73
	千葉	葉	35	四国	山口	口	74
	東京	京	36		徳島	島	80
	神奈川	川	37		香川	川	81
北陸	山梨	梨	38	九州	愛媛	媛	82
	長野	野	39		高知	知	83
	新潟	潟	40		福岡	岡	90
	富山	山	41		佐賀	賀	91
中部	石川	川	42		長崎	崎	92
	岐阜	阜	50		熊本	本	93
	静岡	岡	51		大分	分	94
	愛知	知	52		宮崎	崎	95
	三重	重	53		鹿児島	島	96
					沖縄	児	97

(4) 交通事故に関する調査

交差点の年間事故件数を記入する。作成方法は以下のようで調査様式は図4-1-1である。

イ. 事故件数

事故件数を昼夜別、事故類型別に該当欄に記入する。昼夜事故類型については警察庁の交通事故統計原票に記載されている。ただし、本調査票の事故類型は表 4-1-3 に示すとおりであるので留意されたい。

ロ. 調査対象期間におけるおよその積雪期間（積寒地域で積寒体制に入っている期間をいう。）を記入する。

八、積雪時事故件数

上記の積雪期間における事故件数を昼夜別、事故類型別に記入する。

(5) 危険度の判断

イ. 道路管理者の立場から客観的に調査対象交差点の危険度を下記により判断する。

1. きわめて危険と考えられる……………早急に何らかの安全対策を講ずるべきである。
2. 危険と考えられる……………何らかの安全対策を講ずる必要がある。
3. どちらとも言えない……………出来れば何らかの安全対策を講ずればよい。
4. 安全と考えられる……………特に安全対策を講ずる必要はない。

表4-1-3 事故類型

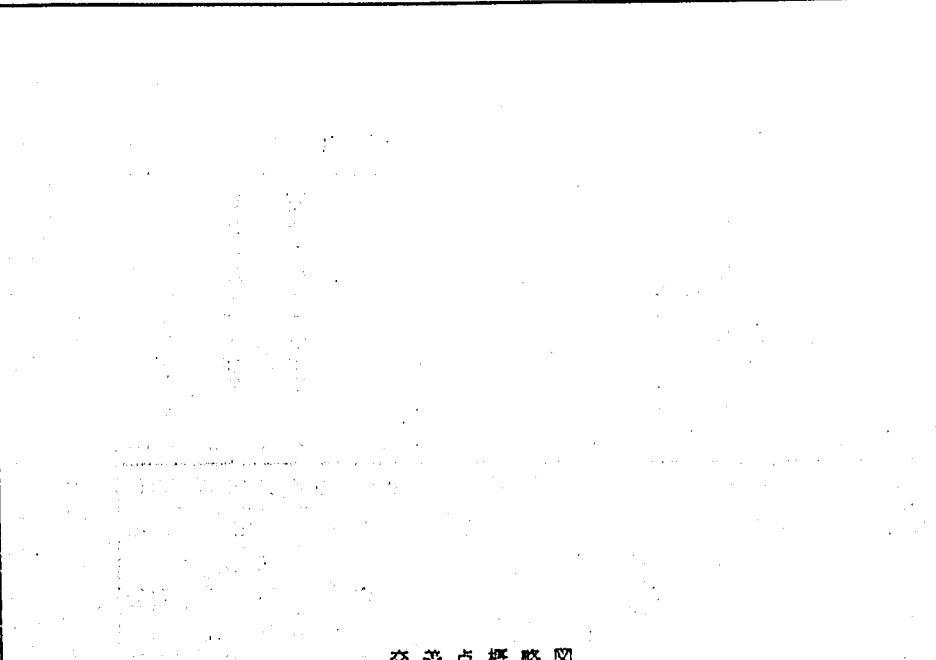
人 対 車 両												車 両 相 互										車 両 単 独																				路 切										
対面通行中	背面通行中	路側帯通行中	横断歩道横断中	横断歩道付近横断中	横断歩道橋付近横断中	その他横断中	路上遊戯中	路上作業中	路側停止中	その他	追越時正面衝突	その他正面衝突	追進中	追停止中	突駐車中(運転者不在)	出合頭衝突	左折時側面衝突	右折時側面衝突	追越時接触	すれ違い時接触	その他	電柱	標識	看板	立木	分離帯	安全島	防護柵	放置物	家屋	橋梁	築地	擁壁	山地	その他	乗客	脱走	路外	脱走	駐車両衝突(運転者不在)	転倒	その他	遮断機無視	警報機故障	直前進行不適	停止位置不適	進路不適	警手の過失	その他			
01	02	03	04	05	06	07	08	09	11	12	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	41	42	43	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	61	62	63	71	72	73	81	82	83	84	85	86	87			
↓ 車道歩行中			↓ 横断中(横断歩道内)		↓ 横断中(横断歩道外)		↓ その他				↓ 正面衝突		↓ 追突		↓ 出合頭衝突		↓ 左折時側面衝突		↓ 右折時側面衝突		↓ 追越時接触		↓ その他		↓ 車 両 単 独																				↓ その他							
人 対 車 両												車 両 相 互										車 両 単 独																				その他										

注) 上の分類は交通事故統計原票によるものである。

注) 上の分類は交通事故統計原票によるものである。

図4-1-1 調査様式

調査票作成機関()

調査様式-1 交差点概略図		交差点整理番号()																								
 交差点概略図	項目	全体	A	B	C	D	E																			
	車線数																									
	歩道		1.両側あり 2.片側あり 3.なし	1.両側あり 2.片側あり 3.なし	1.両側あり 2.片側あり 3.なし	1.両側あり 2.片側あり 3.なし	1.両側あり 2.片側あり 3.なし																			
	分離帯		1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無																			
	右折車線		1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無																			
	左折車線		1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無																			
	加速車線		1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無																			
	横断歩道		1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無																			
	立体横断施設		1.横断歩道橋 2.地下横断歩道 3.無	1.横断歩道橋 2.地下横断歩道 3.無	1.横断歩道橋 2.地下横断歩道 3.無	1.横断歩道橋 2.地下横断歩道 3.無	1.横断歩道橋 2.地下横断歩道 3.無																			
	交差角(°)																									
	縦断変化		1.レベル(水平) 2.上り 3.下り	1.レベル(水平) 2.上り 3.下り	1.レベル(水平) 2.上り 3.下り	1.レベル(水平) 2.上り 3.下り	1.レベル(水平) 2.上り 3.下り																			
	速度規制(km/h)																									
一方通行		1.流入のみ可 2.流出のみ可 3.無	1.流入のみ可 2.流出のみ可 3.無	1.流入のみ可 2.流出のみ可 3.無	1.流入のみ可 2.流出のみ可 3.無	1.流入のみ可 2.流出のみ可 3.無																				
調査様式-2 交差点道路交通条件		調査対象年()																								
項目	全体	A	B	C	D	E																				
都道府県No																										
交差点No																										
道路種類		1.国道 2.主要地方道 3.県道 ()	1.国道 2.主要地方道 3.県道 ()	1.国道 2.主要地方道 3.県道 ()	1.国道 2.主要地方道 3.県道 ()	1.国道 2.主要地方道 3.県道 ()																				
沿道状況	1.市街地 2.非市街地																									
信号機	1.有 2.無	(1.右折青矢あり 2.なし)	(1.右折青矢あり 2.なし)	(1.右折青矢あり 2.なし)	(1.右折青矢あり 2.なし)	(1.右折青矢あり 2.なし)																				
車道幅員(m)																										
右折禁止		1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無	1.有 2.無																				
枝道																										
導流島	1.有 2.無																									
自動車類 流入交通量 (台/日)																										
大型車混入率(%)																										
横断歩行者 類交通量 (人/日)		推計が困難な場合、 次表の該当欄を○で 囲む。 <table border="1" style="margin-left: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>朝</th> <th>昼</th> <th>夕</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.常時横断してとぎれることがない</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.ときどきとぎれることがある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.ときどき横断する</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.ほとんど横断していない</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						朝	昼	夕	1.常時横断してとぎれることがない				2.ときどきとぎれることがある				3.ときどき横断する				4.ほとんど横断していない			
	朝	昼	夕																							
1.常時横断してとぎれることがない																										
2.ときどきとぎれることがある																										
3.ときどき横断する																										
4.ほとんど横断していない																										
最大渋滞長(m)																										

(図 4 - 1 - 1 の 続 き)

調査票作成機関 ()

調査様式-3 交通事故					調査様式-4 危険度の判断	
県コード () 交差点番号 () 調査対象年 ()					調査日 ()	
発生時条件		事 故 件 数		横断期間 (月 日 ~ 月 日) における事故件数		
事故類型		昼	夜	昼	夜	
車 両 相 互	正面衝突					
	追 突					
	出 合 頭 衝 突					
	右折時側面衝突					
	左折時側面衝突					
	追 越 時 接 触					
	そ の 他					
	小 計 *					
車両単独事故 *						
人 対 車 両	横 断 中 (横断歩道内)					
	横 断 中 (横断歩道外)					
	車道歩行中					
	そ の 他					
	小 計 *					
そ の 他 *						
合 計 *						

1) 危険度の判断
(番号を○で囲む。)

2) 対象交差点について交通安全上特記すべき事項
があれば下空欄に記述して下さい。

注) 調査がすでに行なわれており*の値のみ判っている場合には、その値を記入するだけでよい。

リニア化 コラブリヨウ (MAX)

(百台) x100.	0.	400.	800.	1200.	1600.	コラブリヨウ
500.0	-					18.0
475.0	-	500.0				4.0
450.0	-	475.0				4.0
425.0	-	450.0				24.0
400.0	-	425.0				23.0
375.0	-	400.0				39.0
350.0	-	375.0				27.0
325.0	-	350.0				37.0
300.0	-	325.0				54.0
275.0	-	300.0				80.0
250.0	-	275.0				103.0
225.0	-	250.0				116.0
200.0	-	225.0				158.0
175.0	-	200.0				141.0
150.0	-	175.0				208.0
125.0	-	150.0				290.0
100.0	-	125.0				433.0
75.0	-	100.0				510.0
50.0	-	75.0				771.0
25.0	-	50.0				888.0
0.0	-	25.0				520.0
-	-	0.0				0.0
(177.37)	(27.7)					4448.0

ファンネル	マフ	ス	カシラ	ハイ	コラブリ	コラブリ	コラブリ
コラブリ	0	4448.	4448.0	10811.	9572.1	220.00	98330.

リニア化 コラブリヨウ (MAX-MIN)

(百台) x100.	0.	200.	400.	600.	800.	コラブリヨウ
400.0	-					17.0
390.0	-	400.0				4.0
380.0	-	390.0				4.0
370.0	-	380.0				10.0
360.0	-	370.0				3.0
350.0	-	360.0				10.0
340.0	-	350.0				4.0
330.0	-	340.0				6.0
320.0	-	330.0				5.0
310.0	-	320.0				10.0
300.0	-	310.0				10.0
290.0	-	300.0				9.0
280.0	-	290.0				15.0
270.0	-	280.0				12.0
260.0	-	270.0				18.0
250.0	-	260.0				21.0
240.0	-	250.0				23.0
230.0	-	240.0				32.0
220.0	-	230.0				39.0
210.0	-	220.0				34.0
200.0	-	210.0				33.0
190.0	-	200.0				39.0
180.0	-	190.0				51.0
170.0	-	180.0				42.0
160.0	-	170.0				63.0
150.0	-	160.0				54.0
140.0	-	150.0				77.0
130.0	-	140.0				83.0
120.0	-	130.0				94.0
110.0	-	120.0				127.0
100.0	-	110.0				133.0
90.0	-	100.0				140.0
80.0	-	90.0				166.0
70.0	-	80.0				215.0
60.0	-	70.0				249.0
50.0	-	60.0				312.0
40.0	-	50.0				358.0
30.0	-	40.0				452.0
20.0	-	30.0				501.0
10.0	-	20.0				516.0
0.0	-	10.0				457.0
-	-	0.0				0.0
(177.37)	(27.7)					4448.0

ファンネル	マフ	ス	カシラ	ハイ	コラブリ	コラブリ	コラブリ
コラブリ	0	4448.	4448.0	7289.6	7551.3	0.0	84016.

図 4-1-2 データの分布状況

リニア化 コラツケリヨウ (コラツイ)

(千台) x1000.	0.	200.	400.	600.	800.	コラツケリヨウ
150.0 -	1					9.0
145.0 -	150.0					1.0
140.0 -	145.0					3.0
135.0 -	140.0					6.0
130.0 -	135.0					0.0
125.0 -	130.0					3.0
120.0 -	125.0					7.0
115.0 -	120.0					9.0
110.0 -	115.0	0				11.0
105.0 -	110.0	0				11.0
100.0 -	105.0	0				19.0
95.0 -	100.0	0				26.0
90.0 -	95.0	0				24.0
85.0 -	90.0	00				40.0
80.0 -	85.0	00				32.0
75.0 -	80.0	00				45.0
70.0 -	75.0	000				61.0
65.0 -	70.0	000				66.0
60.0 -	65.0	0000				73.0
55.0 -	60.0	000000				113.0
50.0 -	55.0	000000				115.0
45.0 -	50.0	000000				123.0
40.0 -	45.0	000000				124.0
35.0 -	40.0	000000000				181.0
30.0 -	35.0	000000000000				247.0
25.0 -	30.0	0000000000000000				332.0
20.0 -	25.0	000000000000000000				424.0
15.0 -	20.0	00000000000000000000				513.0
10.0 -	15.0	0000000000000000000000				649.0
5.0 -	10.0	000000000000000000000000				800.0
0.0 -	5.0	00000000000000000000				377.0
	0.0	1				0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					
	0.	200.	400.	600.	800.	4448.0

ファンルイ	マ-ク	ランフ-ル	ス-ク	カシ-27	チ	コラツケリヨウ	ラン	71シヨウ	71タ-イ
コラツケリヨウ	0	4448.	4448.0	26705.	24387.	561.00	188805.		

リニア化 コラツケリヨウ (ハイキ)

(百台) x100.	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コラツケリヨウ
500.0 -	1					0.0
475.0 -	500.0					0.0
450.0 -	475.0					3.0
425.0 -	450.0					2.0
400.0 -	425.0					3.0
375.0 -	400.0					4.0
350.0 -	375.0					6.0
325.0 -	350.0					11.0
300.0 -	325.0					15.0
275.0 -	300.0	0				32.0
250.0 -	275.0	0				43.0
225.0 -	250.0	0				54.0
200.0 -	225.0	00				77.0
175.0 -	200.0	000				134.0
150.0 -	175.0	000				165.0
125.0 -	150.0	00000				243.0
100.0 -	125.0	000000				303.0
75.0 -	100.0	0000000000				546.0
50.0 -	75.0	00000000000000				738.0
25.0 -	50.0	00000000000000000000				1185.0
0.0 -	25.0	000000000000000000				884.0
	0.0	1				0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					
	0.	500.	1000.	1500.	2000.	4448.0

ファンルイ	マ-ク	ランフ-ル	ス-ク	カシ-27	チ	コラツケリヨウ	ラン	71シヨウ	71タ-イ
コラツケリヨウ	0	4448.	4448.0	7522.5	6495.4	187.00	47201.		

シフトウ フライン (MAX)

(m)	0.	200.	400.	600.	800.	コラサチンズ
40.0	000					50.0
39.0	40.0					10.0
38.0	39.0					7.0
37.0	38.0					11.0
36.0	37.0					12.0
35.0	36.0					16.0
34.0	35.0					14.0
33.0	34.0					21.0
32.0	33.0					20.0
31.0	32.0					18.0
30.0	31.0					23.0
29.0	30.0					14.0
28.0	29.0					23.0
27.0	28.0					23.0
26.0	27.0					21.0
25.0	26.0					27.0
24.0	25.0					27.0
23.0	24.0					31.0
22.0	23.0					37.0
21.0	22.0					48.0
20.0	21.0					73.0
19.0	20.0					68.0
18.0	19.0					82.0
17.0	18.0					101.0
16.0	17.0					133.0
15.0	16.0					137.0
14.0	15.0					135.0
13.0	14.0					198.0
12.0	13.0					227.0
11.0	12.0					318.0
10.0	11.0					354.0
9.0	10.0					500.0
8.0	9.0					592.0
7.0	8.0					616.0
6.0	7.0					402.0
5.0	6.0					59.0
4.0	5.0					0.0
3.0	4.0					0.0
2.0	3.0					0.0
1.0	2.0					0.0
0.0	1.0					0.0
0.0	0.0					0.0
(シフト)	(シフト)					4448.0

コラサチンズ 0 4448. 4448.0 12.524 7.8820 5.5000 92.400

シフトウ フライン (MAX-MIN)

(m)	0.	400.	800.	1200.	1600.	コラサチンズ
40.0						15.0
39.0	40.0					1.0
38.0	39.0					1.0
37.0	38.0					0.0
36.0	37.0					2.0
35.0	36.0					3.0
34.0	35.0					0.0
33.0	34.0					4.0
32.0	33.0					2.0
31.0	32.0					2.0
30.0	31.0					5.0
29.0	30.0					4.0
28.0	29.0					7.0
27.0	28.0					10.0
26.0	27.0					10.0
25.0	26.0					10.0
24.0	25.0					7.0
23.0	24.0					7.0
22.0	23.0					5.0
21.0	22.0					12.0
20.0	21.0					16.0
19.0	20.0					13.0
18.0	19.0					21.0
17.0	18.0					20.0
16.0	17.0					24.0
15.0	16.0					31.0
14.0	15.0					44.0
13.0	14.0					50.0
12.0	13.0					53.0
11.0	12.0					63.0
10.0	11.0					60.0
9.0	10.0					93.0
8.0	9.0					108.0
7.0	8.0					146.0
6.0	7.0					199.0
5.0	6.0					234.0
4.0	5.0					351.0
3.0	4.0					461.0
2.0	3.0					648.0
1.0	2.0					823.0
0.0	1.0					863.0
0.0	0.0					0.0
(シフト)	(シフト)					4448.0

コラサチンズ 0 4448. 4448.0 4.5682 6.2001 0.0 80.000

(図 4 - 1 - 2 の続き)

シフトワークイン (コナグイ)

(m)	0.	400.	800.	1200.	1600.	コナグイ
200.0	-	-	-	-	-	2.0
195.5	-	200.0	-	-	-	0.0
191.0	-	195.5	-	-	-	0.0
186.5	-	191.0	-	-	-	0.0
182.0	-	186.5	-	-	-	0.0
177.5	-	182.0	-	-	-	1.0
173.0	-	177.5	-	-	-	1.0
168.5	-	173.0	-	-	-	1.0
164.0	-	168.5	-	-	-	1.0
159.5	-	164.0	-	-	-	1.0
155.0	-	159.5	-	-	-	0.0
150.5	-	155.0	-	-	-	0.0
146.0	-	150.5	-	-	-	6.0
141.5	-	146.0	-	-	-	1.0
137.0	-	141.5	-	-	-	4.0
132.5	-	137.0	-	-	-	5.0
128.0	-	132.5	-	-	-	3.0
123.5	-	128.0	-	-	-	2.0
119.0	-	123.5	-	-	-	8.0
114.5	-	119.0	-	-	-	10.0
110.0	-	114.5	-	-	-	13.0
105.5	-	110.0	-	-	-	14.0
101.0	-	105.5	-	-	-	21.0
96.5	-	101.0	-	-	-	23.0
92.0	-	96.5	-	-	-	28.0
87.5	-	92.0	-	-	-	20.0
83.0	-	87.5	-	-	-	21.0
78.5	-	83.0	-	-	-	34.0
74.0	-	78.5	-	-	-	43.0
69.5	-	74.0	-	-	-	46.0
65.0	-	69.5	-	-	-	65.0
60.5	-	65.0	-	-	-	71.0
56.0	-	60.5	-	-	-	98.0
51.5	-	56.0	-	-	-	122.0
47.0	-	51.5	-	-	-	163.0
42.5	-	47.0	-	-	-	193.0
38.0	-	42.5	-	-	-	285.0
33.5	-	38.0	-	-	-	401.0
29.0	-	33.5	-	-	-	637.0
24.5	-	29.0	-	-	-	778.0
20.0	-	24.5	-	-	-	891.0
15.5	-	20.0	-	-	-	435.0
(イシヨウ)	(ミヤ)					
	0.	400.	800.	1200.	1600.	4448.0

ランフール
コナグイ マーク スク
コナグイ 0 4448. 4448.0 36.116 20.666 16.500 286.70

シフトワークイン (ハイキ)

(m)	0.	400.	800.	1200.	1600.	ハイキ
40.0	-	-	-	-	-	8.0
39.0	-	40.0	-	-	-	1.0
38.0	-	39.0	-	-	-	0.0
37.0	-	38.0	-	-	-	3.0
36.0	-	37.0	-	-	-	4.0
35.0	-	36.0	-	-	-	3.0
34.0	-	35.0	-	-	-	5.0
33.0	-	34.0	-	-	-	3.0
32.0	-	33.0	-	-	-	7.0
31.0	-	32.0	-	-	-	1.0
30.0	-	31.0	-	-	-	8.0
29.0	-	30.0	-	-	-	8.0
28.0	-	29.0	-	-	-	11.0
27.0	-	28.0	-	-	-	18.0
26.0	-	27.0	-	-	-	9.0
25.0	-	26.0	-	-	-	26.0
24.0	-	25.0	-	-	-	30.0
23.0	-	24.0	-	-	-	27.0
22.0	-	23.0	-	-	-	22.0
21.0	-	22.0	-	-	-	27.0
20.0	-	21.0	-	-	-	29.0
19.0	-	20.0	-	-	-	47.0
18.0	-	19.0	-	-	-	43.0
17.0	-	18.0	-	-	-	49.0
16.0	-	17.0	-	-	-	81.0
15.0	-	16.0	-	-	-	85.0
14.0	-	15.0	-	-	-	104.0
13.0	-	14.0	-	-	-	144.0
12.0	-	13.0	-	-	-	170.0
11.0	-	12.0	-	-	-	239.0
10.0	-	11.0	-	-	-	322.0
9.0	-	10.0	-	-	-	435.0
8.0	-	9.0	-	-	-	674.0
7.0	-	8.0	-	-	-	899.0
6.0	-	7.0	-	-	-	751.0
5.0	-	6.0	-	-	-	155.0
4.0	-	5.0	-	-	-	0.0
3.0	-	4.0	-	-	-	0.0
2.0	-	3.0	-	-	-	0.0
1.0	-	2.0	-	-	-	0.0
0.0	-	1.0	-	-	-	0.0
0.0	-	0.0	-	-	-	0.0
(イシヨウ)	(ミヤ)					
	0.	400.	800.	1200.	1600.	4448.0

ランフール
コナグイ マーク スク
コナグイ 0 4448. 4448.0 10.251 5.0949 5.5000 71.67

(図 4-1-2 の続き)

リニア化コウツクリヨウ (MAX.コウツクリヨウ/ワイン)

(10台/m) × 10.	0.	400.	800.	1200.	1600.	コウツクリヨウ	
500.0	-	1				3.0	
475.0	-	500.0	1			0.0	
450.0	-	475.0	1			1.0	
425.0	-	450.0	1			5.0	
400.0	-	425.0	1			1.0	
375.0	-	400.0	1			5.0	
350.0	-	375.0	1			9.0	
325.0	-	350.0	1			10.0	
300.0	-	325.0	0			26.0	
275.0	-	300.0	0			20.0	
250.0	-	275.0	00			61.0	
225.0	-	250.0	00			68.0	
200.0	-	225.0	000			124.0	
175.0	-	200.0	0000			148.0	
150.0	-	175.0	000000			229.0	
125.0	-	150.0	000000000			361.0	
100.0	-	125.0	000000000000			527.0	
75.0	-	100.0	000000000000000000			790.0	
50.0	-	75.0	00000000000000000000			846.0	
25.0	-	50.0	0000000000000000000000			896.0	
0.0	-	25.0	000000000			317.0	
	-	0.0	1			0.0	
(10台/m)	(27台)	0.	400.	800.	1200.	1600.	4448.0

フンルイ マーク	ス	シマ	シマ	シマ	シマ	シマ	シマ
コウツクリヨウ	0	4448.	4448.0	938.47	654.45	10.000	6910.0

リニア化コウツクリヨウ (コウツクリヨウ/コウツクリヨウ ワイン)

	0.	400.	800.	1200.	1600.	コウツクリヨウ
(10台/m)×10.	-----					
400.0 -						0.0
380.0 - 400.0						0.0
360.0 - 380.0						0.0
340.0 - 360.0						1.0
320.0 - 340.0						1.0
300.0 - 320.0						1.0
280.0 - 300.0						6.0
260.0 - 280.0						10.0
240.0 - 260.0						7.0
220.0 - 240.0 〇						20.0
200.0 - 220.0 〇						49.0
180.0 - 200.0 〇						54.0
160.0 - 180.0 〇〇						81.0
140.0 - 160.0 〇〇〇〇						154.0
120.0 - 140.0 〇〇〇〇〇						216.0
100.0 - 120.0 〇〇〇〇〇〇〇〇						357.0
80.0 - 100.0 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇						539.0
60.0 - 80.0 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇						668.0
40.0 - 60.0 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇						961.0
20.0 - 40.0 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇						975.0
0.0 - 20.0 〇〇〇〇〇〇〇〇〇						348.0
- 0.0						0.0
(イシヨウ)	(ミヤ)	-----				
	0.	400.	800.	1200.	1600.	4448.0

フンルイ マーク	ス	シマ	シマ	シマ	シマ	シマ	シマ
コウツクリヨウ	0	4448.	4448.0	704.24	469.55	15.740	

(図 4-1-2 の続き)

תוצאות של זיהוי

(10人) ×10.	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コウチンシキ
1000.0 -	1					14.0
950.0 -	1000.0	1				3.0
900.0 -	950.0	1				1.0
850.0 -	900.0	1				2.0
800.0 -	850.0	1				4.0
750.0 -	800.0	1				3.0
700.0 -	750.0	1				2.0
650.0 -	700.0	1				3.0
600.0 -	650.0	1				0.0
550.0 -	600.0	1				2.0
500.0 -	550.0	1				2.0
450.0 -	500.0	1				3.0
400.0 -	450.0	1				3.0
350.0 -	400.0	1				3.0
300.0 -	350.0	1				7.0
250.0 -	300.0	1				14.0
200.0 -	250.0	1				16.0
150.0 -	200.0	1				27.0
100.0 -	150.0	1				42.0
50.0 -	100.0	0				113.0
0.0 -	50.0	000000000000000000000000				4176.0
-	0.0	1				0.0
(15人) ×10.	(25人)	0.	2000.	4000.	6000.	8000. 4448.0

フアンメイ マーク	インポート ス	輸出 ク	インポート ク	輸出 ク	インポート ク	輸出 ク
コウワケンス U-4448	4448.0	199.62	1618.2	0.0	42488.	

כתחלה / רב דהייטש רב צענדליך רב זענדליך

(度)	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	コヲマシメス	
180.0 -							
170.0 -	180.0	0000				2752.0	
160.0 -	170.0	00				407.0	
150.0 -	160.0	0				189.0	
140.0 -	150.0	0				117.0	
130.0 -	140.0	0				85.0	
120.0 -	130.0	0				81.0	
110.0 -	120.0	0				83.0	
100.0 -	110.0	0				68.0	
90.0 -	100.0	0000				112.0	
80.0 -	90.0	0				363.0	
70.0 -	80.0	1				78.0	
60.0 -	70.0	1				37.0	
50.0 -	60.0	1				30.0	
40.0 -	50.0	1				19.0	
30.0 -	40.0	1				9.0	
20.0 -	30.0	1				8.0	
10.0 -	20.0	1				7.0	
0.0 -	10.0	1				2.0	
-	0.0	1				1.0	
(イナヨウ)	(ミヤク)					0.0	
		0.	1000.	2000.	3000.	4000.	4448.0

マシナリ	マシナリ の	マシナリ の	マシナリ の	マシナリ の	マシナリ の	マシナリ の
0	4448.	4448.0	159.73	35.047	0.0	180.00

$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = \frac{\partial L}{\partial x}$

(1937) - (2020) -----+-----+-----+-----+-----+
0. 1000. 2000. 3000. 4000. 4448.0

コウザンシ	Q	4448.	4448.0	20.250	10.391	0.0	88.000
-------	---	-------	--------	--------	--------	-----	--------

(イ) 37) (ニ) 27) 0. 1000. 2000. 3000. 4000. 4448.0

コウサチン	0	4448.	4448.0	17.226	8.7744	0.0	83.877
-------	---	-------	--------	--------	--------	-----	--------

(㊦ 4 - 1 - 2 の続き)

MAX シ・2591 537 (MAX)

MAX シ・2591 537 (ハイキ)

(10m)x10.	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コウサナシ
300.0	0					46.0
290.0	300.0					0.0
280.0	290.0					0.0
270.0	280.0					0.0
260.0	270.0					1.0
250.0	260.0					10.0
240.0	250.0					1.0
230.0	240.0					2.0
220.0	230.0					0.0
210.0	220.0					0.0
200.0	210.0					51.0
190.0	200.0					1.0
180.0	190.0					3.0
170.0	180.0					1.0
160.0	170.0					3.0
150.0	160.0					30.0
140.0	150.0					1.0
130.0	140.0					7.0
120.0	130.0					17.0
110.0	120.0					4.0
100.0	110.0					129.0
90.0	100.0					10.0
80.0	90.0					32.0
70.0	80.0					25.0
60.0	70.0					36.0
50.0	60.0					162.0
40.0	50.0					64.0
30.0	40.0					293.0
20.0	30.0					512.0
10.0	20.0					1086.0
0.0	10.0					1921.0
(10m)x10.	(10m)x10.					0.0
0.	500.	1000.	1500.	2000.		4448.0

(10m)x10.	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	コウサナシ
300.0	0					7.0
290.0	300.0					0.0
280.0	290.0					0.0
270.0	280.0					0.0
260.0	270.0					3.0
250.0	260.0					3.0
240.0	250.0					1.0
230.0	240.0					4.0
220.0	230.0					0.0
210.0	220.0					2.0
200.0	210.0					3.0
190.0	200.0					3.0
180.0	190.0					1.0
170.0	180.0					4.0
160.0	170.0					8.0
150.0	160.0					10.0
140.0	150.0					7.0
130.0	140.0					9.0
120.0	130.0					6.0
110.0	120.0					16.0
100.0	110.0					16.0
90.0	100.0					17.0
80.0	90.0					28.0
70.0	80.0					37.0
60.0	70.0					52.0
50.0	60.0					69.0
40.0	50.0					93.0
30.0	40.0					125.0
20.0	30.0					310.0
10.0	20.0					897.0
0.0	10.0					2717.0
(10m)x10.	(10m)x10.					0.0
0.	1000.	2000.	3000.	4000.		4448.0

コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ
コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ
0	4448.	4448.0	244.72	523.53	0.0	8000.0

コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ
コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ	コウサナシ
0	4448.	4448.0	152.75	297.05	0.0	4000.

(図 4 - 1 - 2 の続き)

シマリヨウ ソウコウ シマコウケンヌウ (シヨウケイ) ** ヒル **

[illegible]

フアンハイ マーク	ワンフール ヌウ	カシマウ チ	ハイテン	ヒョウシマウ ヘン	ワイルダウ
コウワテンス O	4448.	4448.0	1.4683	2.1319	0.0

●● 38 ●● (シヨウテイ) シ"コデシ" シ"コ" シ"コ" ●●

	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	コラチシム
15.0 -						1.0
14.0 -	15.0					0.0
13.0 -	14.0					0.0
12.0 -	13.0					1.0
11.0 -	12.0					1.0
10.0 -	11.0					0.0
9.0 -	10.0					2.0
8.0 -	9.0					7.0
7.0 -	8.0					9.0
6.0 -	7.0					12.0
5.0 -	6.0					34.0
4.0 -	5.0					67.0
3.0 -	4.0					141.0
2.0 -	3.0					339.0
1.0 -	2.0					854.0
0.0 -	1.0					2975.0
-	0.0					0.0
(15"ヨ)	(27")					
	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	4448.0

フアンルイ マーク	カンパル ス	カンパル チ	カンパル チ	カンパル チ	カンパル チ	カンパル チ
コナカチス 0	4448.	4448.0	0.59465	1.1425	0.0	1.0

(図 4 - 1 - 2 の続き)

●● 71 ●● (73771) 71777777

	0.	500.	1000.	1500.	2000.	71777777
40.0						0.0
39.0	40.0					0.0
38.0	39.0					0.0
37.0	38.0					0.0
36.0	37.0					0.0
35.0	36.0					0.0
34.0	35.0					0.0
33.0	34.0					0.0
32.0	33.0					1.0
31.0	32.0					0.0
30.0	31.0					0.0
29.0	30.0					0.0
28.0	29.0					0.0
27.0	28.0					0.0
26.0	27.0					0.0
25.0	26.0					0.0
24.0	25.0					0.0
23.0	24.0					2.0
22.0	23.0					1.0
21.0	22.0					1.0
20.0	21.0					3.0
19.0	20.0					2.0
18.0	19.0					6.0
17.0	18.0					6.0
16.0	17.0					4.0
15.0	16.0					13.0
14.0	15.0					15.0
13.0	14.0					17.0
12.0	13.0					16.0
11.0	12.0					23.0
10.0	11.0					30.0
9.0	10.0					39.0
8.0	9.0					63.0
7.0	8.0					82.0
6.0	7.0					108.0
5.0	6.0					138.0
4.0	5.0					263.0
3.0	4.0					369.0
2.0	3.0					628.0
1.0	2.0					1070.0
0.0	1.0					1528.0
(71777777)	(71777777)					0.0
	0.	500.	1000.	1500.	2000.	4448.0

71777777	71777777	71777777	71777777	71777777	71777777
71777777	71777777	71777777	71777777	71777777	71777777
0	4448.	4448.0	2.0629	2.8983	0.0
					32.000

(図 4 - 1 - 2 の 続 き)

シミュレーション結果のシミュレーション結果 ** 70 **

	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コラサシタ
50.0 -	X0.1					0.0
40.0 -	50.0					0.0
30.0 -	40.0					1.0
20.0 -	30.0					12.0
10.0 -	20.0					140.0
0.0 -	10.0	000000000000000000000000				4295.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					
	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	4448.0
	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ
	0	4448.	4448.0	0.03754	0.20707	0.0
						3.0000

シミュレーション結果のシミュレーション結果 ** 71 **

	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コラサシタ
50.0 -	X0.1					0.0
40.0 -	50.0					1.0
30.0 -	40.0					5.0
20.0 -	30.0					39.0
10.0 -	20.0					239.0
0.0 -	10.0	000000000000000000000000				4164.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					
	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	4448.0
	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ
	0	4448.	4448.0	0.07554	0.31115	0.0
						4.0000

	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コラサシタ
50.0 -	X0.1					0.0
40.0 -	50.0					0.0
30.0 -	40.0					1.0
20.0 -	30.0					16.0
10.0 -	20.0					134.0
0.0 -	10.0	000000000000000000000000				4297.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					
	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	4448.0
	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ	コラサシタ
	0	4448.	4448.0	0.03799	0.21235	0.0
						3.0000

(図 4 - 1 - 2 の 続 き)

1. 21 217 2177777 (2177777) .. 71 ..

	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	コラマシマ
10.0 -						0.0
9.0 -	10.0					0.0
8.0 -	9.0					0.0
7.0 -	8.0					0.0
6.0 -	7.0					0.0
5.0 -	6.0					4.0
4.0 -	5.0					14.0
3.0 -	4.0					24.0
2.0 -	3.0					104.0
1.0 -	2.0					460.0
0.0 -	1.0					3842.0
(10'37)	(10'37)					0.0
	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	4448.0

מספר	שם	מספר	שם	מספר	שם	מספר	שם
1	אברהם	2	בן-דוד	3	דוד	4	היימן
5	זלמן	6	משה	7	נחמן	8	שלום
9	עמרם	10	יצחק	11	יהודה	12	יוסף
13	כחלון	14	לוי	15	מנחם	16	משה
17	נחמן	18	שלום	19	עמרם	20	יצחק
21	יהודה	22	יוסף	23	כחלון	24	לוי
25	מנחם	26	משה	27	נחמן	28	שלום
29	עמרם	30	יצחק	31	יהודה	32	יוסף
33	כחלון	34	לוי	35	מנחם	36	משה
37	נחמן	38	שלום	39	עמרם	40	יצחק
41	יהודה	42	יוסף	43	כחלון	44	לוי
45	מנחם	46	משה	47	נחמן	48	שלום
49	עמרם	50	יצחק	51	יהודה	52	יוסף
53	כחלון	54	לוי	55	מנחם	56	משה
57	נחמן	58	שלום	59	עמרם	60	יצחק
61	יהודה	62	יוסף	63	כחלון	64	לוי
65	מנחם	66	משה	67	נחמן	68	שלום
69	עמרם	70	יצחק	71	יהודה	72	יוסף
73	כחלון	74	לוי	75	מנחם	76	משה
77	נחמן	78	שלום	79	עמרם	80	יצחק
81	יהודה	82	יוסף	83	כחלון	84	לוי
85	מנחם	86	משה	87	נחמן	88	שלום
89	עמרם	90	יצחק	91	יהודה	92	יוסף
93	כחלון	94	לוי	95	מנחם	96	משה
97	נחמן	98	שלום	99	עמרם	100	יצחק

[illegible]

7	7	7	7	7	7	
7	7	7	7	7	7	
0	4448.	4448.0	0.26079	0.68216	0.0	8.0000

11 21 207 2"37777 (23777) .. 3N ..

		0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コウチンシグ
10.0 -							
9.0 -	10.0						0.0
8.0 -	9.0						0.0
7.0 -	8.0						0.0
6.0 -	7.0						0.0
5.0 -	6.0						0.0
4.0 -	5.0						1.0
3.0 -	4.0						1.0
2.0 -	3.0						10.0
1.0 -	2.0						26.0
0.0 -	1.0	000000000000000000000000000000					253.0
-	0.0						4157.0
(177)	(177)						0.0
		0.	2000.	4000.	6000.	8000.	4448.0

מס' תעודת זהות	שם	תאריך	מס' תעודת זהות	שם	תאריך	מס' תעודת זהות	שם	תאריך
7-2	מנחם	1947	7-2	מנחם	1947	7-2	מנחם	1947
0	444.4	4448.0	0.07734	0.32207	0.0	5.0000		

•• מ.ל. •• קטן דב-ש' ••

	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コラサチンズ
-	A0.1					
30.0 -						2.0
20.0 -	30.0					4.0
10.0 -	70.0					23.0
0.0 -	10.0	UUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUUU				4419.0
-	0.0					0.0
(1シヨウ)	(ミツ) :					
	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	4448.0
		ワンマン	カレバ		Cボランソ	
	フアンハイ、マーフ	スワ	ナ	リケン	ハンテ	ワイショウタ
						タイアリス
コラサチンズ	0	4448.	4448.0	0.008318	0.11290	0.0
						3.0000

•• מלך •• ש"ס ע"ג

[illegible]

ソノツ シ^ニコナス^ル ●● 71 ●●

	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	コウチンズ
x0.1	-	-	-	-	-	
30.0 -	1					3.0
20.0 -	30.0 1					7.0
10.0 -	20.0 1					25.0
0.0 -	10.0 1	000000000000000000000000				4413.0
-	0.0 1					0.0
(イシヨク)	(ニツ)	-	-	-	-	
	0.	2000.	4000.	6000.	8000.	4448.0
	ファンルイ	ファンブル スク	リッパ タ	ライケン	ヒョウリッペン ンナ	タイシヨク タイタ・イ
	コウチンズ	0	4448.	4448.0	0.01079	0.13368
						0.0
						3.0000

(図 4 - 1 - 2 の続き)

コウチシ・コウチンズ ** 2M **

コウチシ・コウチンズ ** 2M **

	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コウチンズ
40.0						0.0
39.0	40.0					0.0
38.0	39.0					0.0
37.0	38.0					0.0
36.0	37.0					0.0
35.0	36.0					0.0
34.0	35.0					0.0
33.0	34.0					0.0
32.0	33.0					0.0
31.0	32.0					0.0
30.0	31.0					0.0
29.0	30.0					0.0
28.0	29.0					0.0
27.0	28.0					0.0
26.0	27.0					0.0
25.0	26.0					0.0
24.0	25.0					0.0
23.0	24.0					0.0
22.0	23.0					0.0
21.0	22.0					1.0
20.0	21.0					1.0
19.0	20.0					1.0
18.0	19.0					2.0
17.0	18.0					4.0
16.0	17.0					1.0
15.0	16.0					4.0
14.0	15.0					9.0
13.0	14.0					11.0
12.0	13.0					8.0
11.0	12.0					18.0
10.0	11.0					21.0
9.0	10.0					26.0
8.0	9.0					40.0
7.0	8.0					54.0
6.0	7.0					97.0
5.0	6.0					138.0
4.0	5.0					213.0
3.0	4.0					373.0
2.0	3.0					618.0
1.0	2.0					1127.0
0.0	1.0					1681.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(277)					
	0.	500.	1000.	1500.	2000.	4448.0

コウチンズ	0	4448.	4448.0	1.6976	2.3714	0.0	21.000
-------	---	-------	--------	--------	--------	-----	--------

	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	コウチンズ
40.0						0.0
39.0	40.0					0.0
38.0	39.0					0.0
37.0	38.0					0.0
36.0	37.0					0.0
35.0	36.0					0.0
34.0	35.0					0.0
33.0	34.0					0.0
32.0	33.0					0.0
31.0	32.0					0.0
30.0	31.0					0.0
29.0	30.0					0.0
28.0	29.0					0.0
27.0	28.0					0.0
26.0	27.0					0.0
25.0	26.0					0.0
24.0	25.0					0.0
23.0	24.0					0.0
22.0	23.0					0.0
21.0	22.0					0.0
20.0	21.0					0.0
19.0	20.0					0.0
18.0	19.0					0.0
17.0	18.0					0.0
16.0	17.0					1.0
15.0	16.0					0.0
14.0	15.0					0.0
13.0	14.0					2.0
12.0	13.0					1.0
11.0	12.0					1.0
10.0	11.0					2.0
9.0	10.0					1.0
8.0	9.0					8.0
7.0	8.0					14.0
6.0	7.0					13.0
5.0	6.0					61.0
4.0	5.0					80.0
3.0	4.0					163.0
2.0	3.0					394.0
1.0	2.0					919.0
0.0	1.0					2784.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(277)					
	0.	1000.	2000.	3000.	4000.	4448.0

コウチンズ	0	4448.	4448.0	0.71335	1.2698	0.0	16.000
-------	---	-------	--------	---------	--------	-----	--------

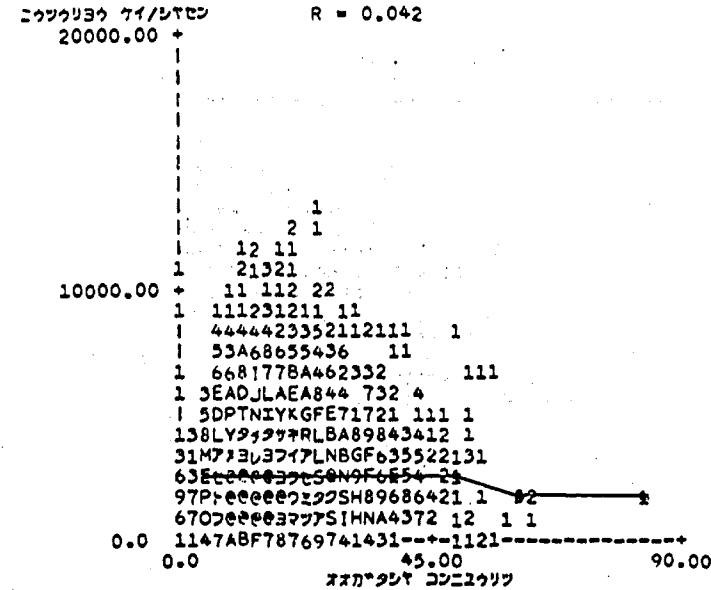
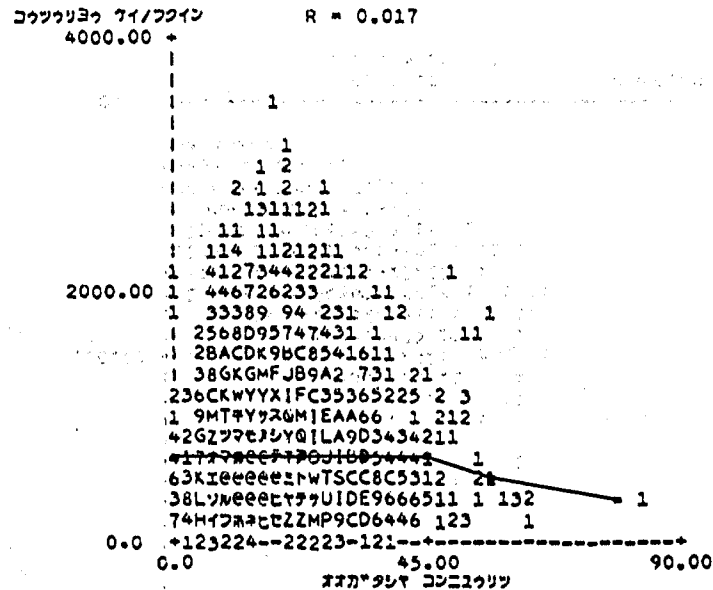
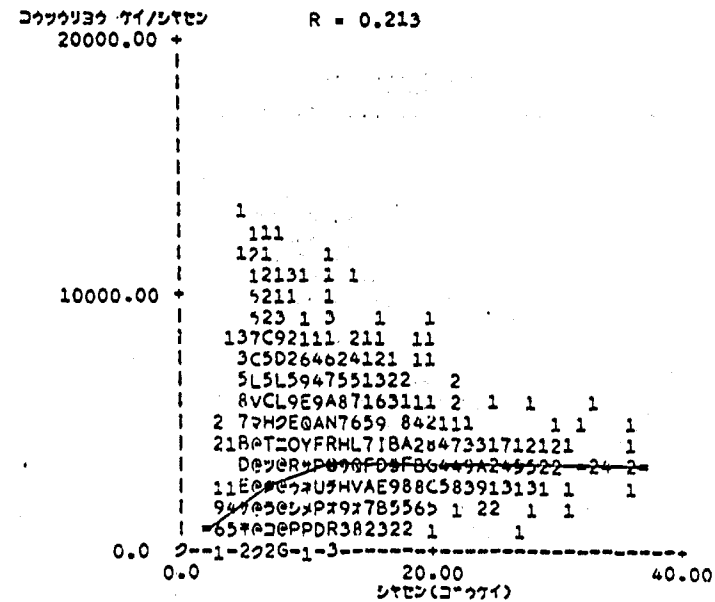
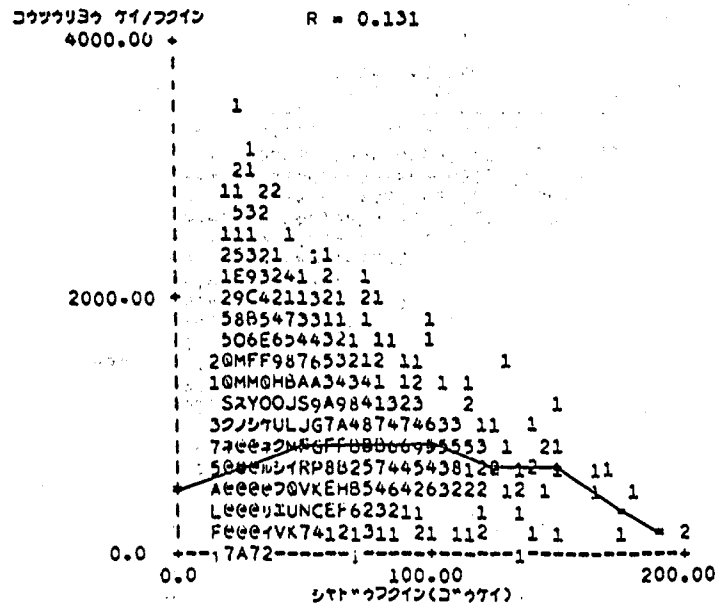
コウガイ シ・コダンス ** 71 **

シ・コリフ (77=10=8/777)

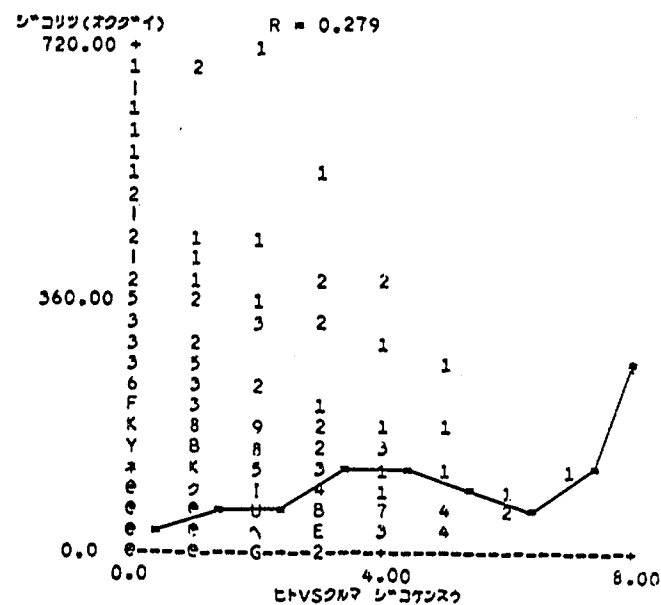
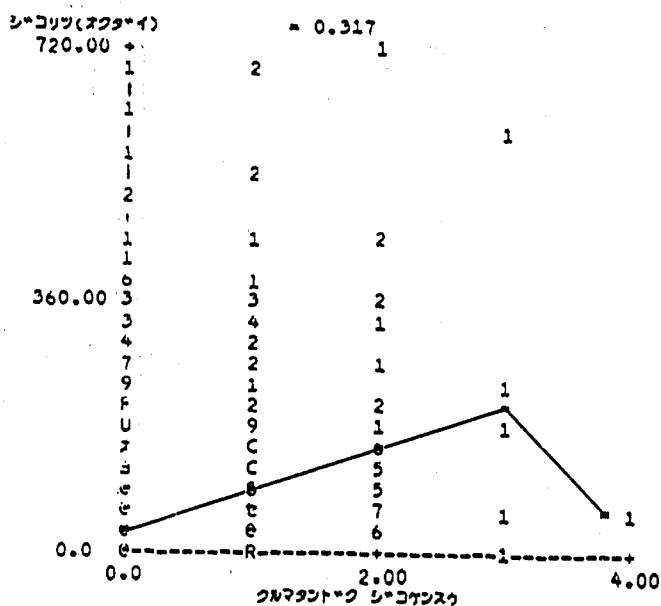
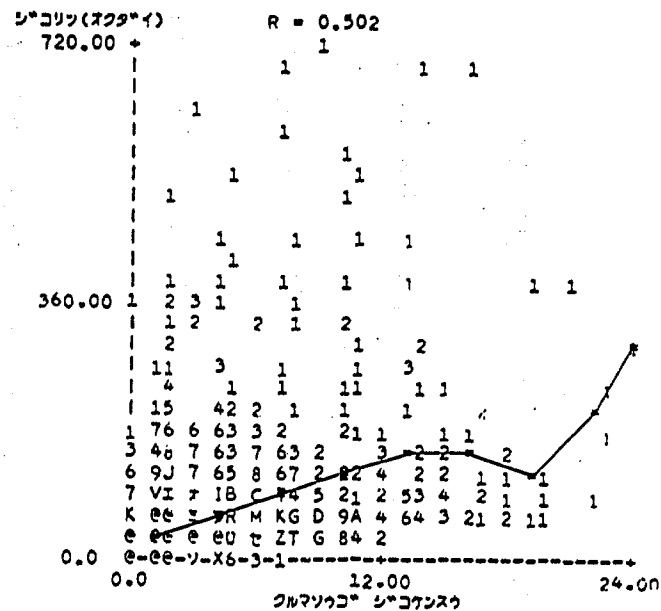
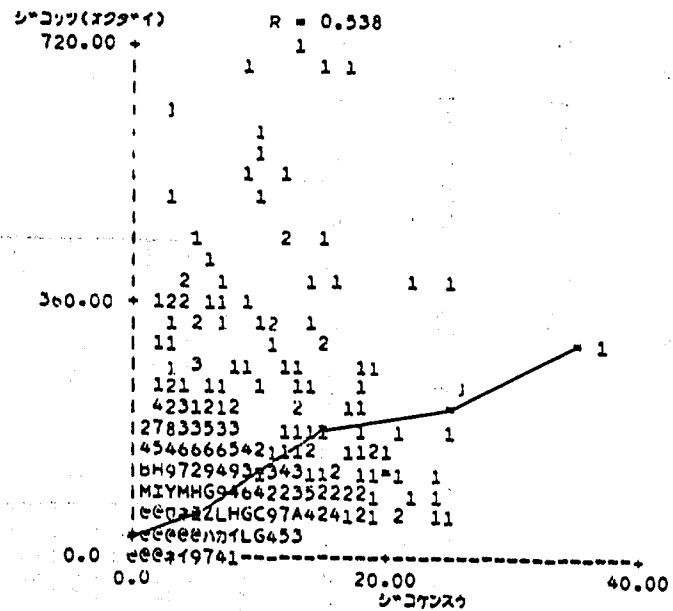
	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コウガイ
40.0	-					0.0
39.0	40.0					0.0
38.0	39.0					0.0
37.0	38.0					1.0
36.0	37.0					0.0
35.0	36.0					0.0
34.0	35.0					0.0
33.0	34.0					0.0
32.0	33.0					0.0
31.0	32.0					0.0
30.0	31.0					0.0
29.0	30.0					0.0
28.0	29.0					0.0
27.0	28.0					0.0
26.0	27.0					1.0
25.0	26.0					3.0
24.0	25.0					3.0
23.0	24.0					0.0
22.0	23.0					2.0
21.0	22.0					4.0
20.0	21.0					1.0
19.0	20.0					6.0
18.0	19.0					10.0
17.0	18.0					6.0
16.0	17.0					9.0
15.0	16.0					10.0
14.0	15.0					16.0
13.0	14.0					26.0
12.0	13.0					24.0
11.0	12.0					22.0
10.0	11.0					40.0
9.0	10.0					34.0
8.0	9.0					79.0
7.0	8.0					93.0
6.0	7.0					144.0
5.0	6.0					164.0
4.0	5.0					275.0
3.0	4.0					429.0
2.0	3.0					655.0
1.0	2.0					1034.0
0.0	1.0					1337.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					4448.0
	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コウガイ
ファンルイ マーク						
コウガイ	0	4448.	4448.0	2.4110	3.2662	0.0

	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コウガイ
400.0	-					18.0
390.0	400.0					1.0
380.0	390.0					2.0
370.0	380.0					2.0
360.0	370.0					4.0
350.0	360.0					1.0
340.0	350.0					4.0
330.0	340.0					2.0
320.0	330.0					1.0
310.0	320.0					4.0
300.0	310.0					2.0
290.0	300.0					2.0
280.0	290.0					4.0
270.0	280.0					2.0
260.0	270.0					4.0
250.0	260.0					3.0
240.0	250.0					2.0
230.0	240.0					4.0
220.0	230.0					7.0
210.0	220.0					5.0
200.0	210.0					8.0
190.0	200.0					6.0
180.0	190.0					10.0
170.0	180.0					25.0
160.0	170.0					4.0
150.0	160.0					28.0
140.0	150.0					15.0
130.0	140.0					20.0
120.0	130.0					32.0
110.0	120.0					26.0
100.0	110.0					48.0
90.0	100.0					59.0
80.0	90.0					69.0
70.0	80.0					83.0
60.0	70.0					142.0
50.0	60.0					175.0
40.0	50.0					274.0
30.0	40.0					391.0
20.0	30.0					524.0
10.0	20.0					728.0
0.0	10.0					1702.0
	0.0					0.0
(イシヨウ)	(ミツ)					4448.0
	0.	500.	1000.	1500.	2000.	コウガイ
ファンルイ マーク						
コウガイ	0	4448.	4448.0	32.906	56.533	0.0

(図 4 - 1 - 2 の 続 き)



(図 4 - 1 - 2 の続き)



(図 4 - 1 - 2 の 続 き)

(6) 調査票のチェック、修正、コード化の内容

調査票のチェックを行い、以下のように修正、コードの追加を行った。

- i) 調査票の右肩にナンバーリング(00001~12504の連番)をした交差点Noとした。
- ii) 交差点整理番号にダブリがあった場合、その事務所管内については番号のふりなおし。
- iii) 道路種類のカテゴリーに4(区市町村道、農道)を追加。
- iv) 信号機のカテゴリーに3(左折青矢あり)、4(右折青矢あり)を追加。
- v) 横断歩行者類交通量で、カテゴリー番号に○印がついている場合は、朝昼夕の各欄に該当番号を記入。
- vi) 交差点角の合計が 360° でなく、 $360^{\circ} \pm 20^{\circ}$ の範囲を越えるものは様式1の概略図(図4-1-1)から測定し、修正、 $\pm 20^{\circ}$ の範囲内のものは差分を比例配分。
- vii) 脚の整理記号(アルファベット)が時計回りでない(例えば市町村道が最後に記入されている)場合は、予備の調査票に時計回りに転記。
- viii) 枝道の欄に○印をつけたもののうち、概略図で判断できるものについてはその数を記入。

(2) 分析用交差点データの作成

収集された調査票数は6252交差点で、解析用データとして以下に示すデータを除き、対象となった交差点は4448交差点である。その調査表数の内訳を表4-1-4に示す。

- ① 対象交差点を幅員5.5m以上とし、三差路、四差路、五差路とし、六差路等対象外の交差点を除く。
- ② 交通量が不明の脚をもつ交差点は、事故率の算出に際して、他の交差点と同一条件とならないため分析対象から除く。
- ③ 事故件数が不確かなもの、例えば物損事故を含んでいたり、積雪時の事故件数が全体の事故件数に含まれているのかが不明確なデータを除く。

又、この収集データから解析のためのデータファイルを作成し、その項目内容を表4-1-5に示す。

表4-1-4 調査票数の内訳

項 目	調 査 票 数	備 考
交 差 路 数 3	2428(388)	} 4448(71.1)
" 4	1972(31.5)	
" 5	48(0.8)	
交差路数が2又は6以上のもの	406(6.5)	
交通量不明の脚をもつもの	509(8.1)	
事故件数が不確かなもの	889(14.2)	
合 計	6252(100.0)	

但し、幅員が5.5m未満の脚は、各調査項目の記載があっても枝道とみなし、交差路数には入れていない。

表4-1-5 データファイル項目表

№	項目名	単位	№	項目名	単位
1	コード		22	路線番号 B	
2	都道府県 №		23	" C	
3	交差点整理 №		24	" D	
4	交差点 №		25	" E	
5	調査対象年(道路)		26	車道幅員 最大	m
6	調査対象年(事故)		27	" 最大-最小	m
7	沿道状況	1.市街地 2.非市街地	28	" 合計	m
8	交差路数	3~5	29	" 平均	m
9	交差形状 注1	1~6	30	" A	m
10	交差角 A	度	31	" B	m
11	" B	"	32	" C	m
12	" C	"	33	" D	m
13	" D	"	34	" E	m
14	" E	"	35	車線数 最大	車線
15	道路種類の組合せ 注1	1~7	36	" 最大-最小	車線
16	道路種類 A	1~4	37	" 合計	車線
17	" B	"	38	" 平均	車線
18	" C	"	39	" A	車線
19	" D	"	40	" B	車線
20	" E	"	41	" C	車線
21	路線番号 A		42	" D	車線

№	項目名	単位	№	項目名	単位
43	車線数 E	車線	64	横断歩行者類交通量 注2 カテゴリ-№平均	1~4 *
44	自動車流入交通量最大	台/日	65	" 朝 注2	"
45	" 最大-最小	台/日	66	" 昼 注2	"
46	" 合計	台/日	67	" 夕 注2	"
47	" 平均	台/日	68	最大渋滞長 最大	m
48	" 最大交通量/ その脚の幅員	台/日/m	69	" 平均	"
49	" 合計交通量/合計幅員	台/日/m	70	" A	"
50	" 主方向の交差角 注2	度	71	" B	"
51	" A	台/日	72	" C	"
52	" B	台/日	73	" D	"
53	" C	台/日	74	" E	"
54	" D	台/日	75	縦断変化のある脚数	脚
55	" E	台/日	76	" A	1~3
56	大型車混入率 最大 注2	%	77	" B	"
57	" 平均 注2	%	78	" C	"
58	" A 注2	%	79	" D	"
59	" B 注2	%	80	" E	"
60	" C 注2	%	81	信号機の有無	有 1 無 2
61	" D 注2	%	82	青矢のある信号機のある脚数	脚
62	" E 注2	%	83	" A	1~4
63	横断歩行者類交通量	人/日	84	" B	"

(表 4 - 1 - 5 の 続 き)

№	項 目 名	単 位	№	項 目 名	単 位
85	背矢のある信号機 C	1～4	106	左折車線のある脚数	脚
86	" D	"	107	" A	1有 2無
87	" E	"	108	" B	"
88	歩道のある脚数	脚	109	" C	"
89	" A	1～3	110	" D	"
90	" B	"	111	" E	"
91	" C	"	112	加速車線のある脚数	脚
92	" D	"	113	" A	1有 2無
93	" E	"	114	" B	"
94	分離帯のある脚数	脚	115	" C	"
95	" A	1有 2無	116	" D	"
96	" B	"	117	" E	"
97	" C	"	118	横断歩道のある脚数	脚
98	" D	"	119	" A	1有 2無
99	" E	"	120	" B	"
100	右折車線のある脚数	脚	121	" C	"
101	" A	1有 2無	122	" D	"
102	" B	"	123	" E	"
103	" C	"	124	立体横断施設のある脚数	脚
104	" D	"	125	" A	1～3
105	" E	"	126	" B	"

№	項 目 名	単 位	№	項 目 名	単 位
127	立体横断施設 C	1～3	148	枝道の数(全体)	
128	" D	"	149	枝道のある脚数	脚
129	" E	"	150	枝道 A	
130	速度規制のある脚数	脚	151	" B	
131	" A	Km/h	152	" C	
132	" B	"	153	" D	
133	" C	"	154	" E	
134	" D	"	155	導流島	1有 2無
135	" E	"	156	正面衝突事故件数 昼	件数
136	一方通行のある脚数	脚	157	" 夜	"
137	" A	1～3	158	" 計	"
138	" B	"	159	" (積雪時) 昼	"
139	" C	"	160	" (") 夜	"
140	" D	"	161	" (") 計	"
141	" E	"	162	追突事故件数 昼	"
142	右折禁止のある脚数	脚	163	" 夜	"
143	" A	1有 2無	164	" 計	"
144	" B	"	165	" (積雪時) 昼	"
145	" C	"	166	" (") 夜	"
146	" D	"	167	" (") 計	"
147	" E	"	168	出合頭 衝突事故件数 昼	"

(表4-1-5の続き)

№	項目名	単位	№	項目名	単位
169	出合頭 衝突事故件数 夜	件数	190	追越時接触事故件数 (積雪時) 夜	件数
170	" 計	"	191	(") 計	"
171	" (積雪時) 昼	"	192	車両相互 その他事故件数 昼	"
172	" (") 夜	"	193	" 夜	"
173	" (") 計	"	194	" 計	"
174	右折時側面 衝突事故件数 昼	"	195	" (積雪時) 昼	"
175	" 夜	"	196	" (") 夜	"
176	" 計	"	197	" (") 計	"
177	" (積雪時) 昼	"	198	車両相互 事故件数 昼	"
178	" (") 夜	"	199	" 夜	"
179	" (") 計	"	200	" 計	"
180	左折時側面 衝突事故件数 昼	"	201	" (積雪時) 昼	"
181	" 夜	"	202	" (") 夜	"
182	" 計	"	203	" (") 計	"
183	" (積雪時) 昼	"	204	車両単独 事故件数 昼	"
184	" (") 夜	"	205	" 夜	"
185	" (") 計	"	206	" 計	"
186	追越時 接触事故件数 昼	"	207	" (積雪時) 昼	"
187	" 夜	"	208	" (") 夜	"
188	" 計	"	209	" (") 計	"
189	" (積雪時) 昼	"	210	人対車横断中事故件数 (歩道内) 昼	"

№	項目名	単位	№	項目名	単位
211	人対車横断中事 故件数(歩道内) 夜	件数	232	人対車その他事 故件数(積雪時) 夜	件数
212	" 計	"	233	" (") 計	"
213	" (積雪時) 昼	"	234	人対車事故件数 昼	"
214	" (") 夜	"	235	" 夜	"
215	" (") 計	"	236	" 計	"
216	人対車横断中事 故件数(歩道内) 昼	"	237	" (積雪時) 昼	"
217	" 夜	"	238	" (") 夜	"
218	" 計	"	239	" (") 計	"
219	" (積雪時) 昼	"	240	その他事故件数 昼	"
220	" (") 夜	"	241	" 夜	"
221	" (") 計	"	242	" 計	"
222	人対車車道歩行 中事故件数 昼	"	243	" (積雪時) 昼	"
223	" 夜	"	244	" (") 夜	"
224	" 計	"	245	" (") 計	"
225	" (積雪時) 昼	"	246	合計事故件数 昼	"
226	" (") 夜	"	247	" 夜	"
227	" (") 計	"	248	" 計	"
228	人対車その他 事故件数 昼	"	249	" (積雪時) 昼	"
229	" 夜	"	250	" (") 夜	"
230	" 計	"	251	" (") 計	"
231	" (積雪時) 昼	"	252	危険度の判断	—

注1)

(表4-1-5の続き)

項目 No	カテゴリー	カテゴリー内容
9 交 差 点 形 状	1 T字型	1つが180° 他の2つが90°のもの
	2 Y字型	1以外の3差路
	3 十字型	4つとも90°
	4 X字型	互いに隣接する角度の和がいずれも180°で3以外
	5 その他の四差路	3, 4以外の4差路
	6 五差路	すべての5差路
15 道 路 種 類 の 組 合 せ	1 国道-国道	道路種類が1だけのもの
	2 国道-主要地方道	" 1と2を含むもの
	3 国道-県道	" 1と3 " (2は含まない)
	4 主要地方道-主要地方道	" 2だけのもの
	5 主要地方道-県道	" 2と3を含むもの(1は含まない)
	6 県道-県道	" 3だけまたは3と4のもの
	7 その他	" 不明のものがある場合

注2)

項目名	データ内容
64~67 横断歩行者類 交通量	横断歩行者量のカテゴリーNoの朝, 昼, 夕の平均を求め, 1→4, 2→3, 3→2, 4→1のウエイト付け
50 主方向の交差角	交通量の多い方から順に2つの脚を選別し, その間の交差角 α を求める。 $\alpha > 180^\circ$ のとき $360^\circ - \alpha$ を α とする。
56~ 62 平均大型混入率	$\Sigma (\text{大型混入率} \times \text{交通量}) / \Sigma \text{交通量}$

〔3〕対象とした交差点の概要

今回対象とした交差点は、前述した4448交差点（市街地2663，非市街地1678，不明107）である。データの概要を表4-1-6に示す。それらについて、主な要因についてのデータの分布状況を表4-1-7，図4-1-2に示し，以下列記する。

a. 交通条件・道路条件

- ① 総流入交通量は561～188805台／日の範囲に分布しており，1万～2万台／日の所が多く，1脚の平均は7500台／日である。交通量の差は0～89000台／日に広く分布しているが，5000台／日未満の交差点は51.3％である。

その流入交通量の主方向の交差角は直線が多い。

- ② 幅員の交差路の合計値は165m～287mの範囲に分布しており，20m～30mの所が多く，1脚の平均幅員は6m～9mが多い。幅員の差は少ない所が多く，2m未満の差しか持たない交差点は34.7％である。

合計幅員が大きい交差点ほど，総流入交通量も多い。

- ③ 総車線数は3車線～37車線の範囲に分布しており，車線数が少ないほど，車線当りの交通量は少ないが，10車線以上となると一定である。
- ④ 歩行者量は不明の所が多く，100人未満の所が多い。
- ⑤ 大型車混入率は最大88%，平均17.2％で，10～30％の所が多い。
- ⑥ 最大渋滞長は最大8kmで最大渋滞長が200m以上となる脚をもつ交差点が32％である。
- ⑦ 縦断変化は58.7％がなしで，交差路数別にも大差はない。
- ⑧ 枝道は交差路が少ないほど枝道数が多い。

b. 交通規制・安全施設

① 信号機

信号機ありの交差点数は全体で84％で，そのうち五差路交差点は100％設置されており，四差路95.8％，三差路74.1％と交差路数が少なくなるほど設置率が低い。

② 青矢のある信号機

青矢信号なしの所が多く（84.8％），三差路では3％に青矢の信号があり，四差路24.8％，五差路では39.5％があり，四，五差路は，2脚で持つ所が多い。

③ 右折車線

五差路では77.1％が右折車線があり，四差路では51.1％があり，三差路では70.6％が右折車線がない。

④ 左折車線

交差路数が多くなるほど，ありの所がわずかに増加（20.7～38.3％）している。

⑤ 加速車線

三差路27%、四差路43%、五差路は14.9%と交差路数が多いほど、わずかにありの所が多い。

⑥ 中央分離帯

分離帯ありの場合は、三差路 10.4 %、四差路27 %、五差路 40.4 %で、交差路数が多いほど分離帯の設置率が高い。

⑦ 横断歩道

設置している交差点が 86.4 %と多く、交差路数が多いほど設置率が高い。

⑧ 速度規制

三、四、五差路とも全部の脚で速度規制をしている。

⑨ 立体横断施設

三差路 65 %、四差路 15.0 %、五差路では 31.4 %が設置されている。

⑩ 一方通行

五差路で一番多く (19.1 %)、一方通行のある五差路全部がそのうちの一脚だけが一方通行である。

⑪ 右折禁止

五差路では 31.4 %が右折禁止があり、四差路では 7.8 %、三差路では 6.8 %と低くなる。

⑫ 導流島

五差路で 26.1 %があり、三差路では 10.8 %、四差路 9.0 %が導流島がある。

c. 事故件数

年間事故件数の最大は、昼21件、夜16件、合計37件であり、車両相互32件、車両単独 4 件、人対車 8 件、その他 3 件である。全体で 2 件未満の交差点は 53.3 %を占める。

d. 危険度の判断

安全施設・規制のある交差点数は交差路数が多いほど設置率が高いが、危険度の判断で危険とされる交差点においても交差路数が多いほど、わずかに多く、安全とする交差点は交差路数が多いほど、わずかに少ない。

表4-1-6 調査データの概要

(4,448交差点を対象)

		最小値	最大値	平均	合計	備考
車道幅員 (m)	総幅員	165	286.7	36.1		
	最大幅員	5.5	92.4	12.5		
流入交通量 (台/日)	総流入量	561	188,805	26,705		
	最大流入量	220	98,330	10,811		
横断歩行者 交通量 (人/日)	総交通量	10	42,488	1,996		
全事故 (件)		0	37	2.41	10,724件 ¹⁾	0件 1,337ヶ所 (30.1%) 1件以上 3,111ヶ所
人対車 (件)		0	8	0.26	1,160件	0件 3,663ヶ所 (82.4%) 1件以上 785ヶ所
車両相互 (件)		0	32	2.06	9,176件	0件 1,528ヶ所 (34.4%) 1件以上 2,920ヶ所
車両単独 (件)		0	4	0.08	336件	0件 4,164ヶ所 (93.6%) 1件以上 284ヶ所
その他 (件)		0	3	0.01	48件	0件 4,413ヶ所 (99.2%) 1件以上 35ヶ所
全事故率 (件/億台)		0.0	71.1	32.9		

注1) 事故類型不明4件を含む。

表4-1-7 データのクロス集計結果

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
縦断変化のある脚の数	なし	134.2	119.1	2.6	255.9
		56.2	61.8	54.2	56.7
	1	46.2	28.4	6	75.2
		19.3	14.7	12.5	17.2
	2	24.7	22.5	10	48.2
		10.3	11.7	20.8	11.0
	3	33.8	11.1	2	45.1
		14.1	5.8	4.2	10.3
	4	0	11.5	1	11.6
		0.0	6.0	2.1	2.7
	5	0	0	3	3
		0.0	0.0	6.3	0.1
	合計	238.9	192.6	4.8	436.3
		100.0	100.0	100.0	100.0

(39) (46) (0) (85)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
背矢のある脚の数	なし	194.9	143.2	2.6	340.7
		93.0	76.2	60.5	84.8
	1	9.9	4.9	7	15.5
		4.7	2.6	16.3	3.9
	2	3.4	21.9	7	26.0
		1.6	11.6	16.3	6.5
	3	1.3	2.1	1	3.5
		0.6	1.1	2.3	0.9
	4	0	15.9	2	16.1
		0.0	8.5	4.7	4.0
	5	0	0	0	0
		0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	209.5	188.0	4.3	401.8
		100.0	100.0	100.0	100.0

(333) (92) (5) (430)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
歩道のある脚の数	なし	59.9	21.5	2	81.6
		24.9	11.1	4.3	18.6
	1	31.2	16.4	0	47.6
		13.0	8.4	0.0	10.8
	2	75.1	45.4	4	120.9
		31.2	23.4	8.7	27.5
	3	74.3	35.7	13	111.3
		30.9	18.4	28.3	25.3
	4	0	75.4	15	76.9
		0.0	38.8	32.6	17.5
	5	0	0	12	12
		0.0	0.0	26.1	0.3
	合計	240.5	194.4	4.6	439.5
		100.0	100.0	100.0	100.0

(23) (28) (2) (53)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
信号機の有無	ある	119.0	187.6	4.7	371.3
		74.1	95.8	100.0	84.0
	なし	62.5	8.3	0	70.8
		25.9	4.2	0.0	16.0
	合計	241.5	195.9	4.7	442.1
		100.0	100.0	100.0	100.0

(13) (13) (1) (27)

集計項目 1行目：サンプル数 2行目：%

()内は表中の左欄の要因について不明の交差点数である。

(表4-1-7のつづき)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
右折車線のある脚の数	なし	1700 70.6	971 49.9	11 22.9	2682 60.9
	1	417 17.3	201 10.3	12 25.0	630 14.3
	2	242 10.0	434 22.3	14 29.2	690 15.7
	3	49 2.0	119 6.1	5 10.4	173 3.9
	4	0 0.0	222 11.4	6 12.5	228 5.2
	5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
	合計	2408 100.0	1947 100.0	48 100.0	4403 100.0

(20)

(25)

(0)

(45)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
加速車線のある脚の数	なし	2344 97.3	1862 95.7	40 85.1	4246 96.5
	1	44 1.8	47 2.4	6 12.8	97 2.2
	2	19 0.8	26 1.3	1 2.1	46 1.0
	3	3 0.1	5 0.3	0 0.0	8 0.2
	4	0 0.0	5 0.3	0 0.0	5 0.1
	5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
	合計	2410 100.0	1945 100.0	47 100.0	4402 100.0

(18)

(27)

(1)

(46)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
分離帯のある脚の数	なし	2161 89.6	1417 73.0	28 59.6	3606 82.0
	1	90 3.7	97 5.0	4 8.5	191 4.3
	2	103 4.3	271 14.0	9 19.1	383 8.7
	3	57 2.4	42 2.2	1 2.1	100 2.3
	4	0 0.0	115 5.9	3 6.4	118 2.7
	5	0 0.0	0 0.0	2 4.3	2 0.0
	合計	2411 100.0	1942 100.0	47 100.0	4400 100.0

(17)

(30)

(1)

(48)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
左折車線のある脚の数	なし	1909 79.3	1506 77.3	29 61.7	3444 78.2
	1	336 14.0	208 10.7	9 19.1	553 12.6
	2	142 5.9	161 8.3	7 14.9	310 7.0
	3	21 0.9	25 1.3	2 4.3	48 1.1
	4	0 0.0	47 2.4	0 0.0	47 1.1
	5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
	合計	2408 100.0	1947 100.0	47 100.0	4402 100.0

(20)

(25)

(1)

(46)

(表4-1-7のつづき)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
		3 差路	4 差路	5 差路	
右折禁止のある脚の数	なし	2180	1742	31	3953
	なし	93.2	92.2	68.9	92.5
	1	136	95	7	238
	1	5.8	5.0	15.6	5.6
	2	12	32	2	46
	2	0.5	1.7	4.4	1.1
	3	11	8	3	22
	3	0.5	0.4	6.7	0.5
導流島	4	0	13	2	15
	4	0.0	0.7	4.4	0.4
	5	0	0	0	0
	5	0.0	0.0	0.0	0.0
合計		2339	1690	45	4274
		100.0	100.0	100.0	100.0

(89) (82) (3) (174)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
		3 差路	4 差路	5 差路	
導流島	ある	250	169	12	431
	ある	10.8	9.0	26.1	10.2
なし	なし	2066	1701	34	3801
	なし	89.2	91.0	73.9	89.8
合計		2316	1870	46	4232
		100.0	100.0	100.0	100.0

(112) (102) (2) (216)

集計項目 1行目: サンプル数 2行目: %

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
		3 差路	4 差路	5 差路	
校道のある脚の数	なし	1011	702	13	1726
	なし	41.6	35.6	27.1	38.8
	1	715	441	8	1164
	1	29.4	22.4	16.7	26.2
	2	490	406	12	908
	2	20.2	20.6	25.0	20.4
	3	212	268	5	485
	3	8.7	13.6	10.4	10.9
合計	4	0	155	10	165
	4	0.0	7.9	20.8	3.7
	5	0	0	0	0
	5	0.0	0.0	0.0	0.0
合計		2248	1972	48	4448
		100.0	100.0	100.0	100.0

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
		3 差路	4 差路	5 差路	
校道のある脚の数	なし	858	690	13	1561
	なし	35.3	35.0	27.1	35.1
	1	1061	674	15	1750
	1	43.7	34.2	31.3	39.3
	2	364	337	11	712
	2	15.0	17.1	22.9	16.0
	3	105	164	8	277
	3	4.3	8.3	16.7	6.2
合計	4	30	70	0	100
	4	1.2	3.5	0.0	2.2
	5	5	15	1	21
	5	0.2	0.8	2.1	0.5
	6	5	22	0	27
	6	0.2	1.1	0.0	0.6
合計		2428	1972	48	4448
		100.0	100.0	100.0	100.0

(表4-1-7のつづき)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差 路	4 差 路	5 差 路	
横断歩道のある脚の数	なし	5 1 8	1 2 2	2	6 4 2
		2 1.6	6.3	4.2	1 4.6
	1	3 7 5	7 4	0	4 4 9
		1 5.6	3.8	0.0	1 0.2
	2	4 6 0	1 8 8	3	6 5 1
		1 9.2	9.6	6.3	1 4.8
	3	1 0 4 8	2 4 4	7	1 2 9 9
		4 3.6	1 2.5	1 4.6	2 9.5
4	0	1 3 2 2	8	1 3 3 0	
	0.0	6 7.8	1 6.7	3 0.2	
5	0	0	2 8	2 8	
	0.0	0.0	5 8.3	0.6	
合計		2 4 0 1	1 9 5 0	4 8	4 3 9 9
		1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差路	4 差路	5 差路	
速度規制のある脚の数		0	0	0	0
	なし	0.0	0.0	0.0	0.0
		0	0	0	0
	1	0.0	0.0	0.0	0.0
		0	0	0	0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0
		2 2 1 6	0	0	2 2 1 6
	3	1 0 0.0	0.0	0.0	5 4.4
	0	1 8 1 1	0	1 8 1 1	
4	0.0	1 0 0.0	0.0	4 4.5	
	0	0	4 4	4 4	
5	0.0	0.0	1 0 0.0	1.1	
合計		2 2 1 6 1 0 0.0	1 8 1 1 1 0 0.0	4 4 1 0 0.0	4 0 7 1 1 0 0.0

ランク		交 差 路 数			合 計	
		3 差路	4 差路	5 差路		
立体横断施設のある脚の数	なし	2 2 4 2	1 6 5 4	3 2	3 9 2 8	
		9 3.5	8 5.0	6 9.6	8 9.5	
	1	1 0 8	1 7 2	8	2 8 8	
		4.5	8.8	1 7.4	6.6	
	2	3 4	5 3	4	9 1	
		1.4	2.7	8.7	2.1	
	3	1 5	1 8	1	3 4	
		0.6	0.9	2.2	0.8	
	4	0	4 9	1	5 0	
		0.0	2.5	2.2	1.1	
	5	0	0	0	0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	
	合計		2 3 9 9	1 9 4 6	4 6	4 3 9 1
			1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0

ランク		交 差 路 数			合 計	
		3 差路	4 差路	5 差路		
一方通行のある脚の数	なし	2 3 3 8	1 8 3 9	3 8	4 2 1 5	
		9 7.9	9 5.8	8 0.9	9 6.8	
	1	3 4	4 2	9	8 5	
		1.4	2.2	1 9.1	2.0	
	2	1 4	3 5	0	4 9	
		0.6	1.8	0.0	1.1	
	3	1	1	0	2	
		0.0	0.1	0.0	0.0	
	4	0	2	0	2	
		0.0	0.1	0.0	0.0	
	5	0	0	0	0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	
	合計		2 3 8 7	1 9 1 9	4 7	4 3 5 3
			1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0

集計項目 1行目：サンプル数 2行目：%

(表4-1-7のつづき)

ランク		交 差 路 数			合 計
		3 差 路	4 差 路	5 差 路	
危 険 度 の 判 断	極めて危険	2 6	3 5	4	6 5
		1.1	1.9	8.9	1.5
	危 険	3 3 2	2 4 7	6	5 8 5
		1 4.1	1 3.2	1 3.3	1 3.7
	どちらとも いえない	9 9.1	7 7 9	1 8	1 7 6 8
		4 2.2	4 1.5	4 0.0	4 1.9
	安 全	1 0 0 1	8 1 6	1 7	1 8 3 4
		4 2.6	4 3.5	3 7.8	4 2.9
合 計		2 3 5 0	1 8 7 7	4 5	4 2 7 2
		1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0	1 0 0.0

(78)

(95)

(3)

(176)

集計項目 1行目：サンプル数 2行目：%

4-2 線形モデル（最小二乗法）

〔1〕説明要因の検討

交差点危険度を推定する際に有効な説明要因を選別するために9種の要因の組合せにより回帰を行い、説明要因の係数の t 値、相関係数、AIC基準等により検討を行った。ただし、沿道状況は市街地もしくは非市街地のダミー変数であり、同様に道路種類も国道関連もしくは県道関連のダミー変数である。その結果を表4-2-1に示す。

事故発生の偶然性を考慮すると、1区間における発生事故件数の小さい場合は、そのデータは信頼性が低いと考えられる。このことを考慮して、1区間における事故件数が0～1件の区間を除外し、前記と同様の検討を行った。また、事故率を計算したとき、その分布において 3σ より外に分布するデータを異常なものと考え、事故率220件/億台（ 3σ の値）以上を除いたケースについても検討を行った。その結果を図4-2-2に示す。

その結果、以下のようなことが言える。

- ① 表4-2-1と表4-2-2において相関係数を比較すると、明らかに全区間を対象としたモデルの方が、事故件数0～1件の区間を除外したものにくらべて説明力が弱い。また、事故率220以上を除いたデータを用いたモデルの方がより説明力は強い。これは、事故件数0～1件の区間のデータの信頼性が低いこと、および事故率220以上の値を示した区間が特殊な区間である可能性が高いことによるものと思われる。したがってモデルを構築する際には、事故件数0～1件、および事故率220以上の区間を除外したデータを用いるべきであると思われる。
- ② 表4-2-2の事故率220以下のデータを用いたモデルの回帰の状態を見ると、車道幅員、交通量/幅員、大型車混入率の3つを説明要因として採用した。9のモデルが最も相関係数が高いが、大型車混入率の係数の t 値が低く、好ましいモデルではない。説明要因の係数の t 値がすべて大きいのは、8と10のモデルである。この2つのモデルの相関係数はそれぞれ0.638, 0.634とある程度大きく、一応満足できるモデルと思われる。ここでは、幾分相関係数の大きい8のモデルを採用することとする。

〔2〕モデル式（交差点危険度）

（注）①市街地、②市街地以外

道路種類 沿道状況	1) 国道関連	2) 県道関連
	①	②
市街地		
非市街地		

1) 国道上の交差点をいう。

2) 主要地方道，一般県道上の交差点をいう。

但し，国道との交差点は除く。

$$\textcircled{1} \quad P = 99.45 - 0.3858X_1 - 0.0356X_2$$

$$\textcircled{2} \quad P = 128.38 - 0.8022X_1 - 0.0500X_2$$

$$\textcircled{3} \quad P = 106.55 - 0.6614X_1 - 0.0438X_2$$

$$\textcircled{4} \quad P = 175.8 - 1.3319X_1 - 0.0958X_2$$

但し

X_1 ：車道幅員（各流入路車道幅員の合計 m ）

X_2 ：交通量／幅員（ $\frac{\text{流入交通量の合計}}{\text{車道幅員の合計}}$ 台／ m ／日）

表4-2-1 交差点危険度推定モデルの検討
(全データ)

	国道関連	県道関連
市街地	t 値	t 値
非市街地	t 値	t 値

	沿道状況	道路種類	車道幅員	車線数	交通量	交通量 幅員	交通量 車線数	大型車 混入率	歩行者量	R	F	AIC
1					110			82		0209	858	305333
2					100				10	01603	516	305993
3			38			110				0199	775	305491
4			42			110		7.8		0234	726	304913
5				22			120			0200	785	305473
6	○				279 66			286 58		0213	359	305314
7	○				268 72				004 02	0175	238	305899
8	○	126 40				038 7.1				0210	346	305377
9	○	103 34				400 67		258 55		0239	324	304903
10	○		062 21				418 77			0207	338	305417
11	○				62 676			48 1.55		0249	497	304659
12	○				56 723				07 144	0231	426	304997
13	○	12 306				72 574				0247	489	304694
14	○	18 296				74 569		46 272		0263	399	304405
15	○		05 185				73 628			0247	489	304696
16	○	○			204 165 35 386			194 1.08 26 176		0256	240	304631
17	○	○			184 1.71 35 395				002 0.15 0.0 108	0243	215	304895
18	○	○	058 0.44 1.0 354			305 1.78 42 260				0260	248	304551
19	○	○	071 0.46 0.9 325			307 1.76 42 257		170 1.05 26 139		0272	200	304371
20	○	○		038 0.30 0.3 185			307 186 42 322			0257	241	304622

表 4-2-2 交差点危険度推定モデルの検討
(事故件数 2 件以上)

	国道関連	県道関連
市街地	t 値	t 値
非市街地	t 値	t 値

	沿道 状況	道路 種類	車道幅員	車線数	交通量	交通量 幅員	交通量 車線数	大型車 混入率	歩行者量	R	F	AIC
1	○	○			320 268			112 0.94		0.557	71.1	145241
					91 1065			17 1.91				
2	○	○			303 277				0.02 0.09			
					92 1085				0.7 1.53	0.551	68.9	145404
3	○	○	178 177			4.20 0.88				0.589	84.0	14427.9
			5.6 6.03			9.8 8.82						
4	○	○	185 171			4.19 2.59		0.87 0.88				
			5.4 5.40			9.7 8.83		1.3 1.40		0.593	62.9	14421.5
5	○	○		1.55 1.47			4.16 2.61			0.585	82.5	14438.9
				4.8 5.90			9.7 8.84					
事故率 220 以下												
6	○	○			485 303			1.39 1.47				
					11.6 9.71			1.3 0.57		0.600	85.9	11777.8
7	○	○			462 320				0.03 0.17			
					11.6 9.75				0.9 1.74	0.595	83.7	11793.6
8	○	○	2.59 1.47			6.43 3.19				0.638	104.6	11649.9
			6.5 3.62			12.2 9.14						
9	○	○	2.67 1.41			6.44 3.17		0.96 1.42		0.643	78.9	11637.0
			6.4 3.41			12.1 9.17		1.1 0.43				
10	○	○		2.31 1.45			6.34 3.11			0.634	102.8	11661.8
				5.9 3.52			12.0 9.05					

4-3 ロジットモデル(最小二乗法)

(1) 説明要因の検討

交差点危険度を推定する際に有効な説明要因を選別するために9種の要因の組合せにより回帰を行い、説明要因の係数の t 値、相関係数、AIC基準等により検討を行った。ただし、沿道状況は市街地もしくは非市街地のダミー変数であり、同様に道路種類も国道関連もしくは県道関連のダミー変数である。その結果を表4-3-1に示す。

事故発生の偶然性を考慮すると、1区間における発生事故件数の小さい場合は、そのデータは信頼性が低いと考えられる。このことを考慮して、1区間における事故件数が0~1件の区間を除外し、前記と同様の検討を行った。また、事故率を計算したとき、その分布において3 σ より外に分布するデータを異常なものと考え、事故率220件/億台(3 σ の値)以上を除いたケースについても検討を行った。その結果を図4-3-2に示す。

その結果、以下のようなことが言える。

- ① 表4-3-1と表4-3-2において相関係数を比較すると、明らかに全区間を対象としたモデルの方が、事故件数0~1件の区間を除外したものにくらべて説明力が弱い。しかし、事故率220以上を除いたデータを用いたモデルの場合は除かない場合にくらべて説明力が弱い。したがって、事故件数0~1件の区間のデータの信頼性が低い、ロジットモデルの場合事故率220以上の値を示した区間をモデル内にとりこむことが可能であると思われる。したがってモデルを構築する際には、事故件数0~1件を除外したデータを用いるべきであると思われる。
- ② 表4-3-2の1~5のモデルの回帰の状態を見ると、車道幅員、交通量/幅員、大型車混入率の3つを説明要因として採用した。4のモデルが最も相関係数が高いが、大型車混入率の係数の t 値が低く好ましいモデルではない。説明要因の係数の t 値がすべて大きいのは、3と5のモデルである。この2つのモデルの相関係数はそれぞれ0.739、0.737とある程度大きく、一応満足できるモデルと思われる。ここでは、幾分相関係数の大きい3のモデルを採用することとする。

〔2〕 モデル式（交差点危険度）

道路種類 沿道状況	1) 国道関連	2) 県道関連
市街地	①	②
非市街地	③	④

1) 国道上の交差点をいう。

2) 主要地方道，一般県道上の交差点をいう。

但し，国道との交差点は除く。

$$\textcircled{1} \quad Y = -13.537 - 0.995 \times 10^{-2} X_1 - 0.996 \times 10^{-3} X_2$$

$$\textcircled{2} \quad Y = -13.050 - 1.812 \times 10^{-2} X_1 - 1.059 \times 10^{-3} X_2$$

$$\textcircled{3} \quad Y = -13.199 - 1.818 \times 10^{-2} X_1 - 1.150 \times 10^{-3} X_2$$

$$\textcircled{4} \quad Y = -12.205 - 3.187 \times 10^{-2} X_1 - 1.649 \times 10^{-3} X_2$$

但し

X_1 ：車道幅員（各流入路車道幅員の合計 m ）

X_2 ：交通量／幅員（ $\frac{\text{流入交通量の合計}}{\text{車道幅員の合計}}$ 台／ m ／日）

危険度の推定値 $\hat{p}$ は次式による。

$$\hat{p} = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$$

表4-3-1 交差点危険度推定モデルの検討
(最小二乗法)(全データ)

	国道関連	県道関連
市街地	t 値	t 値
非市街地	t 値	t 値

	沿道状況	道路種類	車道幅員	車線数	交通量	交通量 幅員	交通量 車線数	大型車 混入率	歩行者量	R	F	AIC
1					11.0			8.2		0.209	85.8	305333
2					100				1.0	0.1603	51.6	305993
3			38			11.0				0.199	77.5	305491
4			42			11.0		78		0.234	72.6	304913
5				22			120			0.200	78.5	305473
6	○				641 170			359 49		0.408	149.9	700.7
7	○				626 174				0.09 0.5	0.391	135.4	639.7
8	○		189 61			10.05 1.91				0.462	204.6	92.22
9	○		200 5.6			9.99 1.87		295 47		0.473	155.1	967.9
10	○		127 3.6				1032 197			0.463	205.0	924.1
11	○				191 114.6			6.0 227		0.420	161.5	748.8
12	○				184 118.6				2.0 29.8	0.412	154.0	717.8
13	○		42 32.5			23.5 10.86				0.471	214.9	962.8
14	○		49 31.7			23.8 10.84		5.2 2.18		0.479	159.8	993.5
15	○		25 26.5				23.9 11.15			0.473	216.7	969.8
16	○	○			53.9 12.7 7.7	26.5		27.7 2.0 0.65	1.10	0.436	80.1	797.9
17	○	○			50.8 12.5 7.75	28.6			0.07 0.4 0.29 12.1	0.430	77.5	775.0
18	○	○	1.45 3.2 0.60 31.5			8.86 1.48 7.01	3.09			0.483	103.9	1005.8
19	○	○	1.61 3.1 0.03 30.5			8.91 1.48 7.01	3.07	2.10 2.1 0.43	1.06	0.489	78.5	1023.9
20	○	○		0.97 1.7 0.51 23.8			9.00 1.49 3.12 7.28			0.483	103.8	1004.3

表 4-3-2 交差点危険度推定モデルの検討
(最小二乗法)(事故件数 2 件以上)

	国道関連	県道関連
市街地	t 値	t 値
非市街地	t 値	t 値

	沿道状況	道路種類	車道幅員	車線数	交通量	交通量 幅員	交通量 車線数	大型車 混入率	歩行者量	R	F	AIC
1	〇	〇			725 368			189 120		0.702	1537	16596
					175 1019			12 101				
2	〇	〇			695 389				006 020	0.698	1507	16426
					173 1027				06 134			
3	〇	〇	359 182			976 379				0.739	1907	18563
			96 478			174 886						
4	〇	〇	368 176			976 379		1.17 1.17		0.742	1421	18659
			95 442			173 889		07 072				
5	〇	〇		320 159			966 377			0.737	1882	18432
				89 490			170 876					
事故率 220 以下												
6	〇	〇			737 320			185 127		0.680	1316	19008
					173 819			07 036				
7	〇	〇			707 342				006 021	0.677	1293	18876
					170 821				05 121			
8	〇	〇	358 134			993 341				0.719	1629	20781
			93 304			168 766						
9	〇	〇	367 129			995 339		1.08 1.23		0.722	1215	20869
			93 289			168 768		04 026				
10	〇	〇		321 125			984 336			0.716	1609	20671
				88 303			164 758					

4-4 ロジットモデル（一般化最小二乗法）

〔1〕説明要因の検討

交差点危険度を推定する際に有効な説明要因を選別するために9種類の要因の組合せにより回帰を行い、説明要因の係数の t 値、相関係数、AIC基準等により検討を行った。ただし、沿道状況は市街地もしくは非市街地のダミー変数であり、同様に道路種類も国道関連もしくは県道関連のダミー変数である。その結果を表4-4-1に示す。

事故発生の偶然性を考慮すると、1区間における発生事故件数の小さい場合は、そのデータは信頼性が低いと考えられる。このことを考慮して、1区間における事故件数が0～1件の区間を除外し、前記と同様の検討を行った。また、事故率を計算したとき、その分布において 3σ より外に分布するデータを異常なものと考え、事故率220件/億台（ 3σ の値）以上を除いたケースについても検討を行った。その結果を図4-4-2に示す。

その結果、以下のようなことが言える。

- ① 表4-4-1と表4-4-2においてAICを比較すると、明らかに全区間を対象としたモデルの方が、事故件数0～1件の区間を除外したものにくらべて説明力が弱い。また、事故率220以上を除いたデータを用いたモデルの方がより説明力は強い。これは、事故件数0～1件の区間のデータの信頼性が低いこと、および220以上の値を示した区間が特殊な区間である可能性が高いことによると思われる。したがってモデルを構築する際には、事故件数0～1件、および事故率220以上の区間を除外したデータを用いるべきであると思われる。
- ② 表4-4-2の事故率220以下のデータを用いたモデルの回帰の状態を見ると、車道幅員、交通量/幅員、大型車混入率の3つを説明要因として採用した。9のモデルが最もAICが小さいが、大型車混入率の係数の t 値が低く、好ましいモデルではない。説明要因の係数の t 値がすべて大きいのは、8と10のモデルである。この2つのモデルのAICはそれぞれ20373.9, 20397.6とある程度小さく、一応満足できるモデルと思われる。ここでは、幾分相関係数の大きい8のモデルを採用することとする。

〔2〕 モデル式（交差点危険度）

道路種類 沿道状況	1) 国道関連	2) 県道関連
	①	②
市街地		
非市街地	③	④

1) 国道上の交差点をいう。

2) 主要地方道，一般県道上の交差点をいう。

但し，国道との交差点は除く。

$$\textcircled{1} \quad Y = -13.24267 - 0.9004 \times 10^{-2} X_1 - 0.9416 \times 10^{-3} X_2$$

$$\textcircled{2} \quad Y = -13.31414 - 0.70162 \times 10^{-2} X_1 - 0.7041 \times 10^{-3} X_2$$

$$\textcircled{3} \quad Y = -13.073 - 1.716 \times 10^{-2} X_1 - 0.9704 \times 10^{-3} X_2$$

$$\textcircled{4} \quad Y = -12.84989 - 1.69772 \times 10^{-2} X_1 - 0.9201 \times 10^{-3} X_2$$

X_1 ：車道幅員（各流入路車道幅員の合計 m ）

X_2 ：交通量／幅員（ $\frac{\text{流入交通量の合計}}{\text{車道幅員の合計}}$ 台／ m ／日）

事故率の推定値 $\hat{p}$ は次式による。

$$\hat{p} = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$$

表4-4-1 交差点危険度推定モデルの検討
(一般化最小2乗法)(全データ)

	国道関連	県道関連
市街地	t値	t値
非市街地	t値	t値

	沿道 状況	道路 種類	車道幅員		車線数		交通量		交通量 幅員		交通量 車線数		大型車 混入率		歩行者量		R	AIC
1							11.0						82				0.209	30533.3
2							10.0								1.0		0.1603	30599.3
3			38						11.0								0.199	30549.1
4			42						11.0				7.8				0.234	30491.3
5					22						120						0.200	30547.3
6	○				759 19491							440 79896					0.998	46982.3
7	○				731 207									0.07 0.3			0.998	47126.5
8	○		325 11135				1067 18815										0.998	46859.5
9	○		339 96951				1076 18067					362 73835					0.999	46747.7
10	○			268 86					1078 199								0.998	46878.9
11	○		11167 689				26937 1125										0.999	46768.5
12	○		12337 656				27405 1173					70124 520					0.999	46681.4
13	○			98656 504					26411 1215								0.998	46790.9
14	○	○			643 14030	288 800						301 29104	204 295				0.998	46833.1
15	○	○			600 13846	318 807								0.05 0.37462	0.19 202		0.999	46903.8
16	○	○	259 56729	110 601			964 14497	314 522									0.999	46684.3
17	○	○	278 55159	108 513			975 14357	325 548				218 27230	202 235				0.999	46623.9
18	○	○		219 50275	077 447				940 14147	326 616							0.999	46720.6

表 4-4-2 交差点危険度推定モデルの検討
(一般化最小 2 乗法) (事故件数 2 件以上)

国道関連 県道関連

市街地	t 値	t 値
非市街地	t 値	t 値

	沿道状況	道路種類	車道幅員		車線数	交通量		交通量 幅員	交通量 車線数	大型車率		歩行者量		R	AIC
1	○	○				657	313			195	167				
						16024	897			16181	243			0.999	21719.2
2	○	○				624	337					0.03	0.12		
						15849	908					0.02230	1.55	0.999	21760.1
3	○	○	332	168				897	327						
			90407	615				15172	623					0.999	21591.1
4	○	○	343	159				902	337	1.26	1.64				
			89737	520				15046	646	1.1370	1.93			0.999	21562.7
5	○	○			306	129				857	336				
					86834	542				14755	683			0.999	21622.3
事故率 220 以下															
6	○	○				649	221			1.74	1.28				
						15736	565			1.0925	1.13			0.999	20487.4
7	○	○				620	245					0.04	0.12		
						15131	569					0.23488	1.23	0.999	20506.9
8	○	○	317	071				901	251						
			86706	252				14116	490					0.999	20373.9
9	○	○	326	070				805	260	1.01	1.28				
			86215	206				14026	501	0.77004	1.13			0.999	20360.2
10	○	○			291	035				870	253				
					85250	246				13686	488			0.999	20397.6

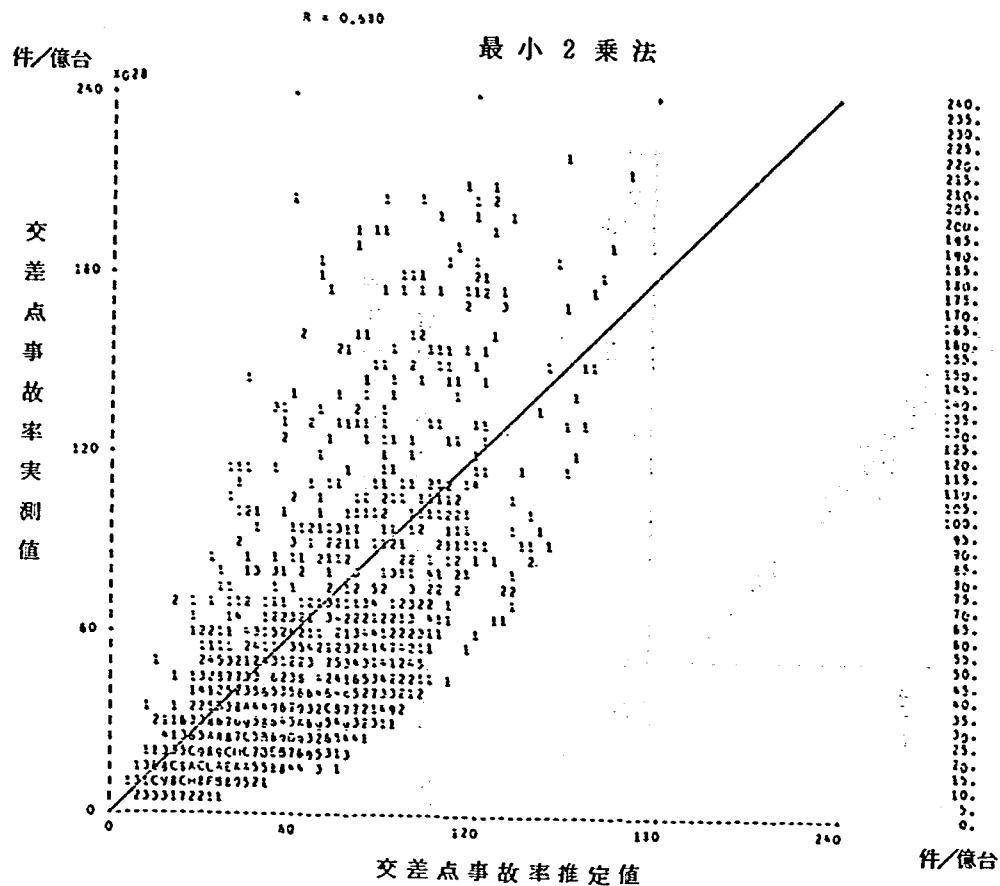
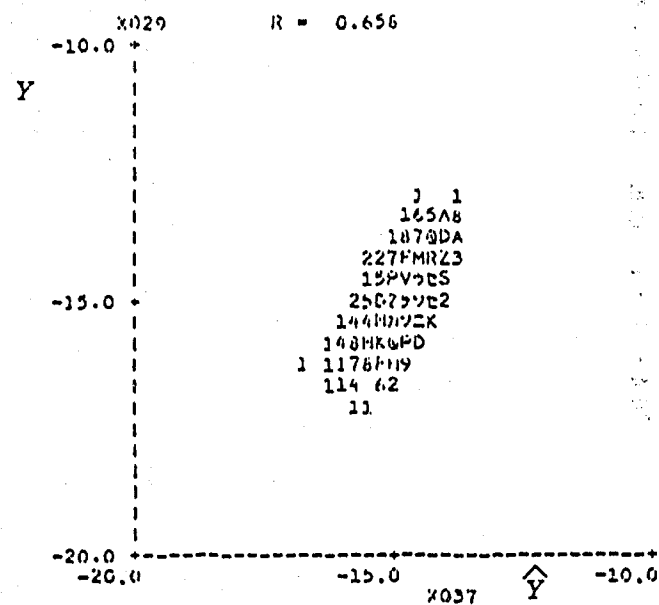
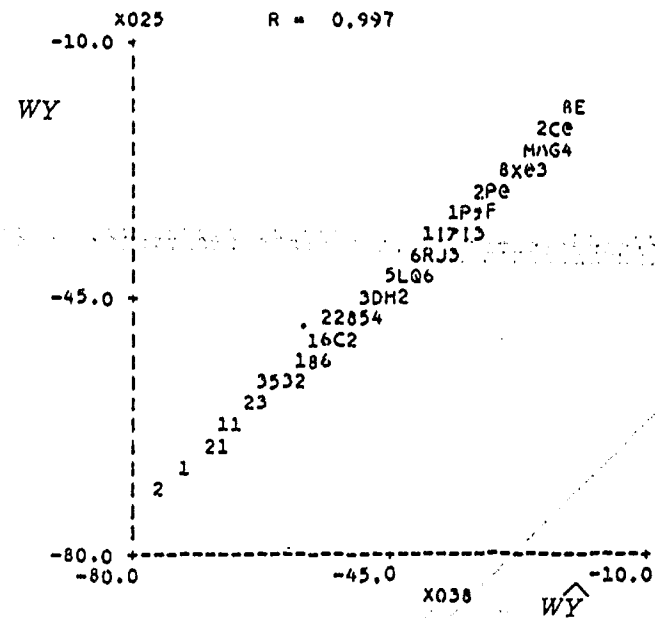
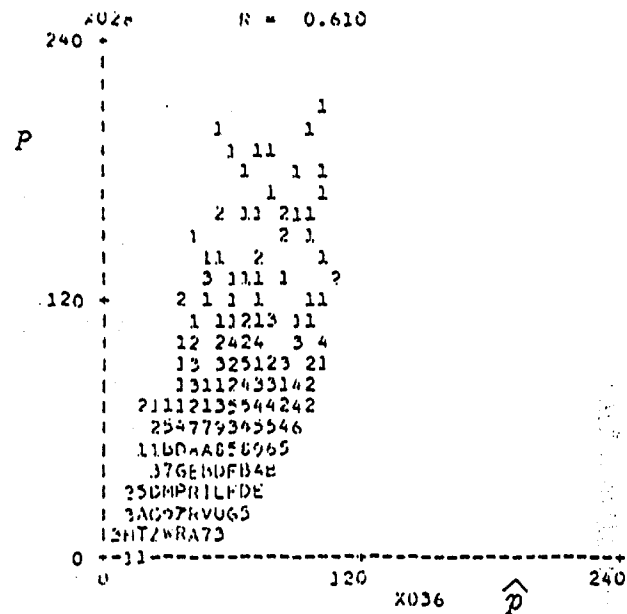
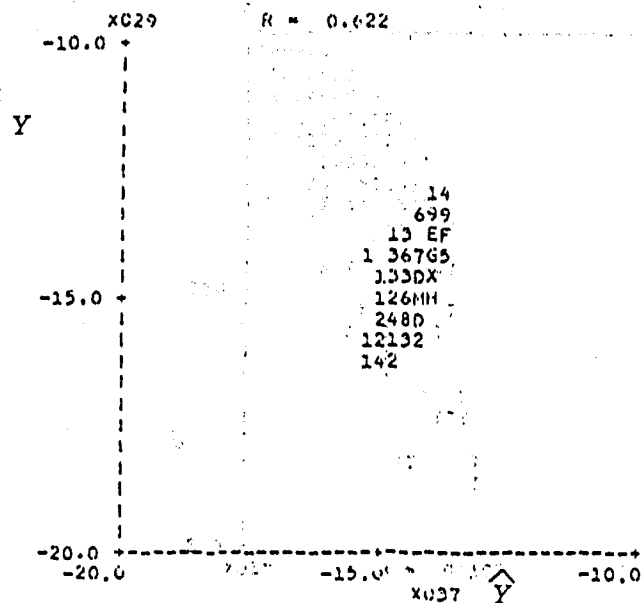
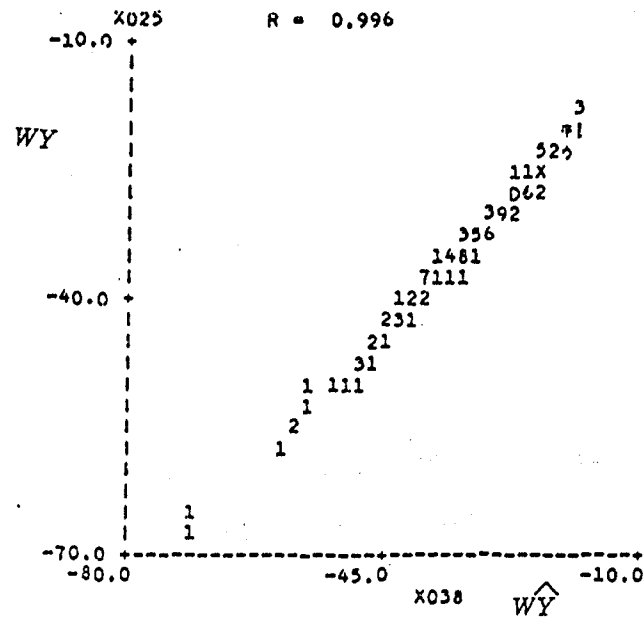
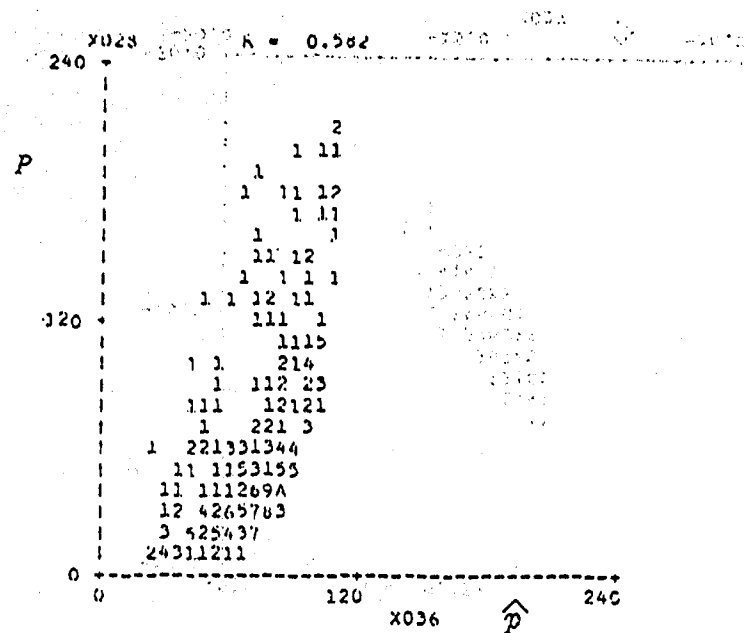


図 4 - 4 - 1 散 布 図 (ロジットモデル一般化最小二乗法)

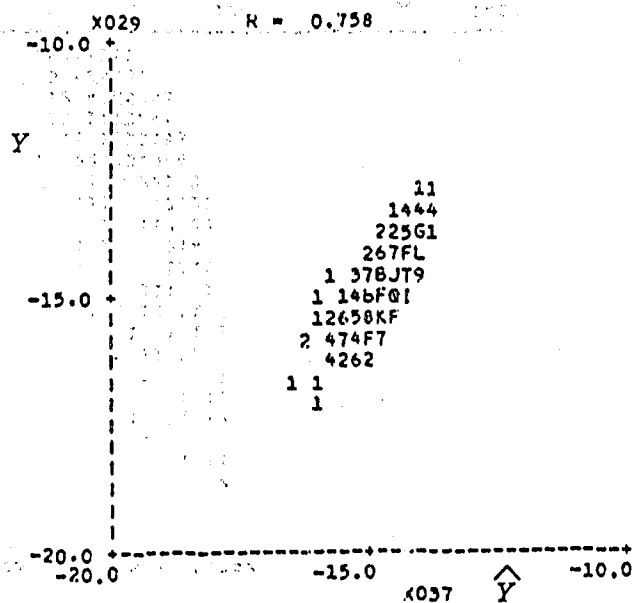
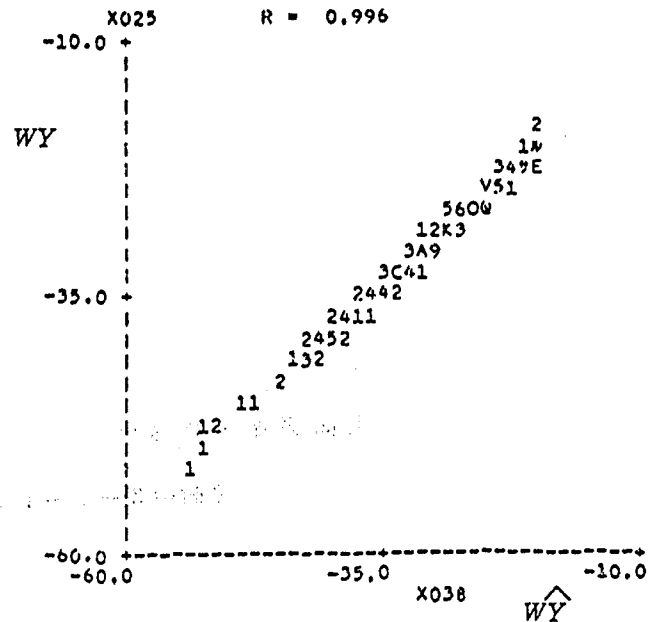
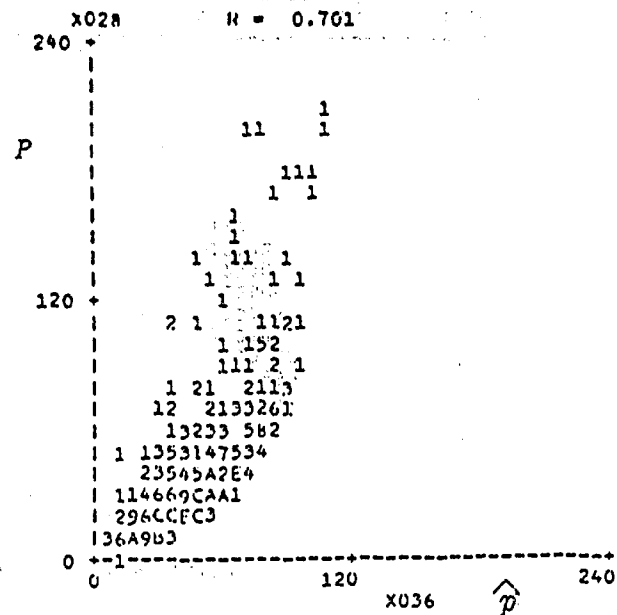


市街地・国道関連



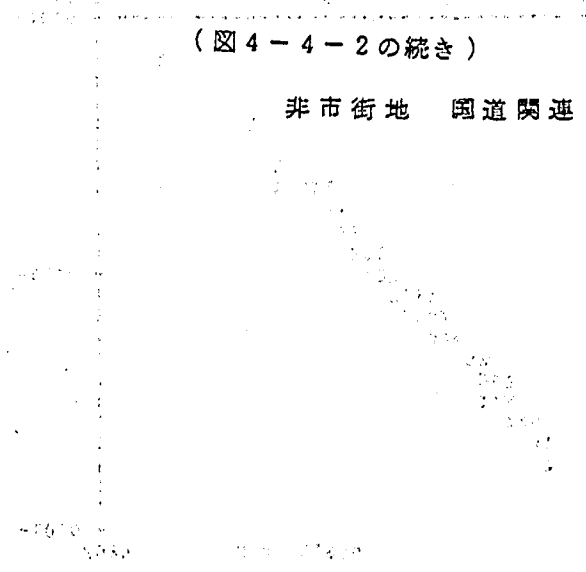
(図 4 - 4 - 2 の続き)

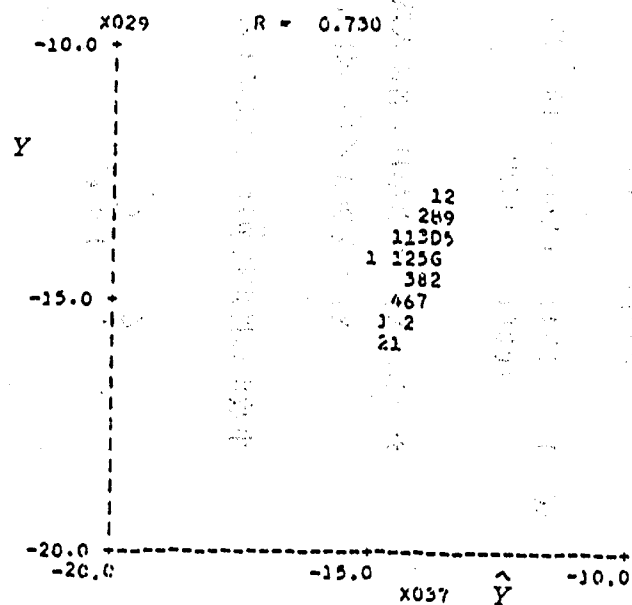
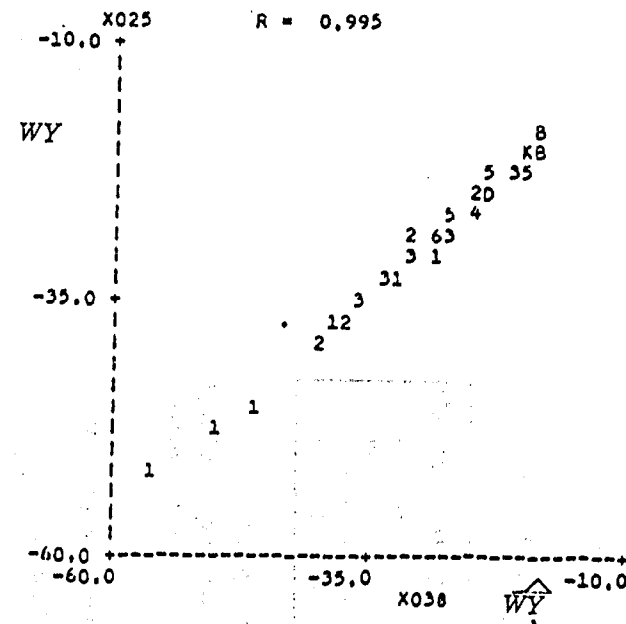
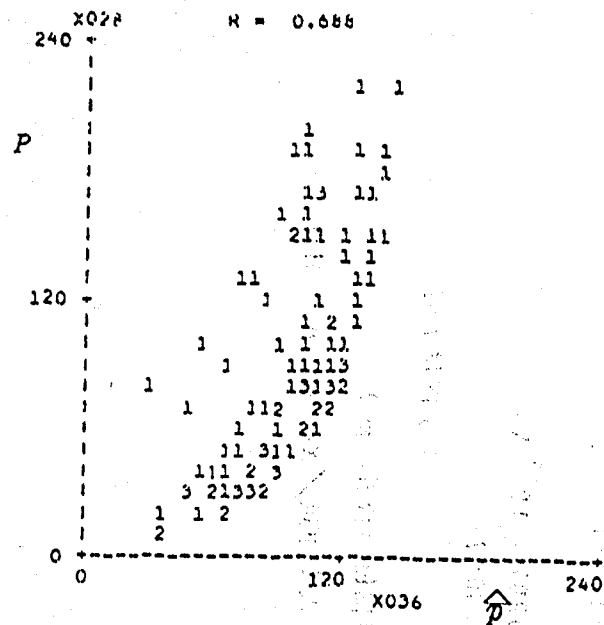
市街地・県道関連



(図 4 - 4 - 2 の続き)

非市街地 国道関連





(図4-4-2の続き)

非市街地・県道関連

4-5 ロジットモデル（最尤法）

最小2乗法の適用により作成されたモデルのうち説明力の最も高いと考えられるモデルにおいて使用されている沿道状況、道路種類、車道幅員、交通量／車道幅員を説明変数として最尤法を適用した。

なお、最尤法の特徴を生かすため事故件数0件を含む全データを用いることとした。

その結果、次に示すモデル式が得られた。モデルの相関係数、尤度比はそれぞれ0.26, 9633.5であり、説明力の高いモデルは得られていない。

モデル式（最尤法）

道路種類 沿道状況	国道関連 ¹⁾	県道関連 ²⁾
市街地	①	②
非市街地	③	④

- 1) 国道上の交差点をいう。
2) 主要地方道、一般県道上の交差点をいう。但し、国道との交差点は除く。

$$\textcircled{1} \quad Y = -1430 - 0.2980 \times 10^{-2} X_1 - 0.7825 \times 10^{-3} X_2$$

(0.001) (6.519) (25.345)

$$\textcircled{2} \quad Y = -1427 - 0.2186 \times 10^{-2} X_1 - 0.5723 \times 10^{-3} X_2$$

(0.001) (1.041) (9.472)

$$\textcircled{3} \quad Y = -1483 - 0.2191 \times 10^{-2} X_1 - 0.6130 \times 10^{-3} X_2$$

(0.001) (1.500) (11.631)

$$\textcircled{4} \quad Y = -1347 - 0.2608 \times 10^{-1} X_1 - 0.6997 \times 10^{-3} X_2$$

(0.001) (5.06) (6.027)

() 内は t 値

ただし、 X_1 : 車道幅員（各流入路車道幅員の合計、 m ）

X_2 : 交通量／車道幅員（総流入交通量／ X_1 、台／ m ／日）

事故率の推定値 $\hat{p}$ は、次式による。

$$\hat{p} = \frac{e^Y}{1 + e^Y}$$

5. まとめ及び今後の課題

以上の結果をとりまとめると、以下のことがいえよう。

- (1) 道路の安全管理システムの基本的な考え方を示し、システムの作業フローの一部となる危険箇所の発見、危険箇所の診断において安全性評価手法の確立が必要であることを提言した。
- (2) 道路の単路区間および交差点の安全性評価に用いられる事故データ、事故指標（事故率、事故構成比率）の統計的性質について明確にした。
- (3) 安全性評価の基本的考え方を示した。すなわち、評価対象となる単路区間あるいは交差点の危険度（事故発生確率）を、主要な道路交通条件を同じくする単路区間あるいは交差点の平均危険度と比較し、統計的に大きいと判断できるときにそれを危険箇所とする考え方である。また、その場合の統計検定の方法について示した。
- (4) 統計検定において重要な役割を果たす平均危険度の推定方法については、平均値によるもの、回帰モデルによるものとがあり、回帰モデルの方は更に、モデル形により1次線形回帰モデル、ロジットモデルとに分けられる。また、回帰分析の手法として単純最小二乗法、一般化最小二乗法、最尤法の3種類があり、それぞれの理論的な特徴を示した。すなわち、モデルの誤差項の分散が不均一の場合、単純最小二乗法は有効でない場合が多く、一般化最小二乗法を適用する方が良い回帰係数推定量が得られる。しかしながら、一般化最小二乗法は事故件数が0であるデータは取り扱いことはできない。また最尤法は事故件数0のデータを取り扱うことができる。
- (5) どのモデルにおいても、事故件数0件、1件などの発生事故件数の少ないサンプルのデータを含めてモデルを作成した場合、重相関係数は小さく、説明力の高いモデルは得られなかった。単路部におけるロジットモデルでは、事故件数0～2件の区間を除いたデータを用いた場合は、最小二乗法で0.573、一般化最小二乗法をもちいて0.581と満足とはいえないが、比較的高い値を示している。交差点におけるロジットモデルでは、最小二乗法、一般化最小二乗法ともに、全データでは0.26と相関係数は小さいが事故件数0～1件のサンプルと、事故率220件/億台のサンプルを除いた場合は、0.68と大きくなっている。
- (6) 最小二乗法と一般化最小二乗法のちがいについては、全データを用いた場合の事故率にロジスティック変換を行ったあとの数値における相関は後者の方がかなり大きい、その他の場合はほとんど変化が見られない。
- (7) 事故率の相関係数と、ロジスティック変換を行った後の相関係数に大きなひらきがあるが、これがモデルの形によるものであるか、データの特異性によるものであるかは今後の検討課題である。
- (8) 最尤法を用いたロジットモデルでは事故件数0～1件のデータを使用しているが、今回の分析では説明力の高いモデルは得られなかった。

今後は、本研究を基礎に以下のような課題について検討する必要がある。

- (1) 事故件数 0～1 件のデータを含めて回帰分析を行うと危険度推定モデルの説明力が低くなる傾向が認められるので、その原因を明確に把握し、事故件数 0～1 件のデータの取り扱い方法について検討する。
- (2) 危険度推定モデルの構造に関する時系列変化について解明するとともに、危険度推定モデルの適用可能な年限、モデルの更新方法等について検討する。
- (3) 単路区間を対象とする場合における区切り方について検討する。
- (4) 偶然変動を伴う事故データを取り扱うとき、単路区間、交差点における危険度推定モデルにどの程度の説明力（決定係数の上限）が期待できるのかを明確にする。
- (5) 本研究で検討した安全性評価方法の適用可能性を対象区域を設定し、ケーススタディを行うことにより検討する。

謝 辞

本研究をすすめるにあたり適切な御助言御指導をいただいた越正毅教授（東京大学生産技術研究所）、交通事故調査に御協力していただいた、総理府北海道開発局、沖縄総合事務局、建設省道路局、各地方建設局の担当者の方々ならびに回帰分析等にかかわる計算業務を担当していただいた長大橋設計センター担当者の方々に感謝の意を表します。また、最尤法のプログラムについては塩野義解析センター後藤昌司氏等が参考文献1)において公表されているものを用いたことを記し、塩野義解析センターの方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) D. R. Cox(後藤昌司他訳)；「二値データの解析—医学・生物学への応用—」，朝倉書店
- (2) 佐和隆光；「回帰分析」，朝倉書店
- (3) 林周二；「統計学講義(第2版)」，丸善株式会社
- (4) John Neten；“Applied Statistics,” Allyn and Bacon, Inc.
- (5) John Neten；“Applied Linear Statistical Models,” Richard D. Irwin Inc.
- (6) 吉村功；「数理統計学」，培風館
- (7) 竹内啓；「数理統計学」，東洋経済新報社
- (8) 品質管理誌編集委員会；「新しい統計手法集」，日本科学技術連盟
- (9) 建設省土木研究所道路部交通安全研究室；「交通事故と道路交通要因との関連(その2)」
(直轄国道管理調査交通安全対策調査報告書)，土木研究所資料第1210号，昭和52年2月
- (10) 満田喬，梶太郎；「道路の危険度診断手法に関する考察」，第5回交通工学研究発表会論文
集，昭和55年10月
- (11) 溝口忠，満田喬，梶太郎，天野光一；「交差点の安全性評価方法」，第14回日本道路会議指
定課題論文集，昭和56年11月
- (12) 板倉忠三他；「交通事故に対する危険度評価の方法について」，交通工学，Vol. 3, No2,
1968
- (13) 佐々木喜忠；「愛知県での交差点事故と道路要因の相関分析と安全度評価手法について」，
交通工学，Vol. 16, No 2, 1981
- (14) 三谷浩；「道路の危険度評価について」，国際交通安全学会誌，Vol. 6, No 4, 1980
- (15) Transportation Research Board；“Methods for Evaluating Highway
Safety Improvements,” National Cooperative Highway Research
17-2A, 1975

付 録

米国の道路安全管理システム

精 計

米國の全産穀物と輸入米

米国の道路安全管理システム

まえがき

米国では、道路の安全管理手法に関する研究が古くから多くの研究者、技術者によってすすめられており、1975年には、TRB からそれらの集大成として道路安全対策の評価法に関するマニュアル (User's Guide To Methods For Evaluating Highway Safety Improvements) が発行されている¹⁾。このマニュアルは道路の安全管理の基本的考え方を示すとともに、危険な道路区間、地点の発見、道路安全対策の策定、実施、事後評価に必要となる具体的な方法論を展開しており、我が国の道路の安全管理に極めて重要な意味を持つものと考えられる。ここでは、マニュアルの内容にそいながら、米国における道路安全管理システムを紹介することにしたい。

1. 米国の道路安全管理システムの概要

このシステムは、限られた予算内で道路の安全対策を合理的かつ効果的に行い、事故件数、事故による被害程度を最大限に減少させることを目的としており、図-1 に示す作業フローにより構成されている。すなわち、

- 1) 危険な箇所の発見。
- 2) 可能性のある安全対策案の選出。
- 3) 安全対策の費用、事故減少効果、被害低減効果あるいは便益による対策案の評価及び優

先順位の決定。

- 4) 安全対策の設置計画、設計、施工 (実施)。
- 5) 実施された安全対策の事後評価。
- 6) 道路安全計画の総合評価。

システムが正しく運用されるためには、道路交通事故データが道路網全体にわたり確実かつ正確に収集される必要がある。データの信頼性が低いことは、このシステム自体を無意味なものとする。なお、交通事故調査においては、以下の項目が調査される必要がある。

- 1) 事故発生地点
- 2) 類型別事故件数
- 3) 事故被害程度
- 4) 交通量

各自治体の道路関係部局の大小にかかわらず、このシステムの導入は基本的に可能であるが、大きな道路部局においては、交通事故データの電算処理が必要となるであろう。

2. 危険箇所の発見

この作業の目的は、道路網における危険箇所、すなわち何らかの安全対策を講じる必要のある箇所を発見することであり、作業は以下に示す3種類の道路箇所について行われる。

- 1) 地点 (Spots)……道路網における特殊な地点 (急カーブなど)。
- 2) 交差点 (Intersections)……交差点及びその

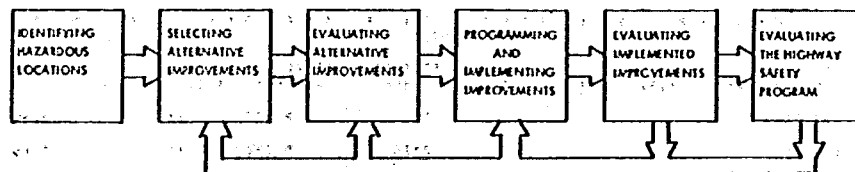


図-1 道路安全管理システム (出典; 参考文献)

周辺の脚路。

3) 道路区間 (Highway Sections).....同一の道路交通条件を示す道路区間。

危険箇所の発見手法は以下に示すとおりである。

1) 事故件数法

事故発生位置図を定期的に作成し、事故多発地点を発見する。

2) 事故率法

道路区間、交差点及び地点ごとに事故率 (件数/百万台マイル又は件数/百万台) を計算し、それぞれの道路網の平均事故率と比較し、危険箇所を発見する。

3) 事故件数-事故率法

事故件数と事故率法を併用して、危険箇所を発見する。すなわち、事故件数が多く、事故率も高い区間を危険箇所とみなす。

4) 事故率コントロール法 (Rate Quality Control Method)

事故率はポアソン分布に従う確率変数の1つの実現値として扱えることができる。事故率コントロール法は、この事故率の統計的性質を考慮し、ある事故率が同一の道路交通条件を有する区間 (又は交差点、地点) の事故率が平均事故率より大きいかどうかを統計的に検討するものである。すなわち、①式により限界事故率を計算し、当該箇所の事故率と比較し、事故率が限界事故率よりも大きい値を示せば当該箇所を危険箇所とみなすことになる。

$$R_c = R_a + K \sqrt{\frac{R_a}{m} - \frac{0.5}{m}} \quad \text{①}$$

ここで、 R_c =限界事故率 (件数/百万台マイル又は件数/百万台)。

R_a =道路種類別の平均事故率 (件数/百万台マイル又は件数/百万台)

m =当該区間の走行台マイル又は交通量。

K =定数。例えば、信頼区間が 95% であれば、 $K=1.645$

表-1 は、事故率コントロール法により発見された危険交差点の一覧表例を示したものである。

3. 安全対策案の選出

この作業は、危険箇所を調査し、問題点を抽出し、安全対策案 (代替案) を選出することを目的としており、以下に示すステップが基本となる。

- 1) 事故発生状況図の作成。
- 2) 事故発生特性の取りまとめ。
- 3) 現場調査。
- 4) 安全対策案の選出。

事故発生特性の取りまとめ表の例を表-2 に示す。類型別事故構成比率 (%) を計算し、どの事故類型が異常であるかを判断する。現場調査では、道路構成、視距、道路標識、信号機、路面標示、道路照明などについて調査を行い、その結果を記録する。これらの資料をもとに、実用的な安全対策案 (単一の対策、対策の組み合わせ) を選び出す。この場合に、表-3 に示す事故類型と事故原因との関連表などが有用な資料として用いられる。

表-1 危険交差点の一覧表(例) (出典; 参考文献)

DANGEROUS INTERSECTION ACCIDENT RATINGS (1972)											
URBAN HWAY	4-LANE CIV. H.W.P.	HWAY H.W.P.	HWAY H.W.P.	HWAY H.W.P.	HWAY H.W.P.	HWAY H.W.P.	HWAY H.W.P.	INTERSECTION NUMBER	TOTAL VEH PER DAY	NO. OF ACCIDENTS	CRITICAL RATE
036	25.63	073	109.51					2820	8,300	18	5.94
050	91.86	275	180.26					2826	9,250	19	5.62
064	72.50	133	1.50					2829	24,520	46	5.14
038		275	177.91					2822	5,335	10	5.13
006	126.41	283	21.10					3302	3,475	6	4.73
010	57.17	030	272.92	044	51.54			1005	15,800	22	3.81
038	10.46	064	77.22					2823	37,375	52	3.81
085	5.00	275	184.25					2832	23,440	31	3.61

米国の道路安全管理システム

表-2 事故発生特性のとりまとめ表(例) (出典; 参考文献)

Type of Accident	Year									
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Ran off Road										
Overturned on Roadway										
Two or More Motor Vehicles										
Entering at angle										
From same direction - both going straight										
Same one turning one going straight										
Same one stopped										
From opposite direction - both going straight										
Pedestrian										
Car going straight										
Car turning right										
Car turning left										
Car backing										
Railroad Train										
Bicyclist										
Animal										
Fixed Object in Road										
Fell From Moving Vehicle										
Wet Road Surface										
Road Surface Icy or Snowy										
Dawn or Dusk										
Darkness										
Fatigues										
Injuries										
Property Damage only										

表-3 事故類型と事故原因 (出典; 参考文献)

Probable Cause of Accident	Type of Accident									
	Head-on Collision	Rear-End Collision	Right Angle Collision	Sideswipe	Left Turn Collision	Right Turn Collision	Hit Fixed Object	Hit Pedestrian	Wet Weather Ratio	Night Time Ratio
Restricted Sight Distance	X		X		X	X		X		
Poor Pavement Marking	X			X					X	X
Inadequate Signals		X	X		X	X		X		
Inadequate Signs		X		X						
Slippery Surface		X							X	
Inadequate Signal Timing		X	X		X	X				
Inadequate Signal Phasing					X	X		X		
Improperly Located Driveways				X						
Fixed Objects							X			
Under Designed			X	X	X	X				

4. 安全対策案の評価

この作業は、選出された安全対策案を評価し、それらの優先順位を決定することを目的としており、以下のステップより構成されている。

- 1) 安全対策案による減少事故件数及び便益の推定。
- 2) 安全対策案による二次効果の推定。
- 3) 安全対策案の費用の推定。
- 4) 経済分析手法による安全対策案の比較。
- 5) 優先順位の決定。

またこの作業は以下の仮定をもとにしている。

- 1) 安全対策案の相対的比較は純年間便益、又は便益対費用比によりなされることが可能である。

- 2) 全費用は、等価年間費用に置き換えられる。
- 3) 全便益は、等価年間便益に置き換えられる。
- 4) 安全対策は耐用年限内では機能を失うことはない。

減少事故件数は、次式により計算される。

減少事故件数

$$= N \cdot p \cdot \left(\frac{\text{ADT (対策後, 推定値)}}{\text{ADT (対策前)}} \right) \quad (2)$$

ここで、 N = 安全対策を行う前の事故件数。

p = 事故減少率(%)。例えば、ミシシッピ州道路局では表-4 を与えている。

安全対策の便益は、次式より計算される。

各年の便益

$$= (\text{減少事故件数}) \times (\text{交通事故費用}) \quad (3)$$

表-4 事故減少率 (ミシシッピ州道路局) (出典; 参考文献)

Improvement Type	Accident Reductions (Percent)										Estimated Cost Of Improvement
	Head-On	Rear-End	Right Angle	Sideswipe	Left Turn	Right Turn	Fixed Object	Pedestrian	Night Accident	Wet Pavement	
Pavement Markings			10	20	10	10		10	10		\$ 500
Signs	Upgrade	20	10					10		20	500
	Overhead Lane		10	20							400
	Overhead Warning		20	20	20	20					400
Signals	Timing		10	10	10	10		10			100(E)
	12" Lens		10								800(E)
	MUTCD (1)		20	20	10	20			20		10,000(N)
	Turn Phase		10		50						200(E)
	Opt. Program	20	10	10	10						2,000(E)
	Actuate		10	10	20	20					1,500(E)
	Pedestrian Phase							60			300
	Remove Signal		90								400
	Add Signal		(3)	80							10,000
	Deslick									50	3,000
Roadway	Sight Distance	20		20	20	20					
	Turn Bay		20								5,000
	Reconstruct	20	10								50,000
	Close Median Opening (2)	100	50	100	50	100					1,000
Misc.	Relocate Fixed Objects						60				1,000
	Lighting								50		5,000
	Relocate Drives	20	20	10	10	10					2,000

(1)--Includes Timing, 12" Lens, Turn Phasing and Actuation

(2)--Percent of Accidents Involved at Median Opening

(3)--One Accident Increase Per 2000 VPD

(E)--Upgrading Existing Equipment

(N)--Replacing Existing With New Equipment

表-5 交通事故費用 (NHTSA-1971)

事故の被害程度	交通事故費用 (千円)
死亡	58,750
負傷 (平均)	2,800
全体的に後遺障害	78,750
部分的に後遺障害	25,750
後遺障害なし	950
物損	125
平均 (概算値)	700

注) 交通事故費用は、1ドル=250円として換算している。

交通事故費用については、NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) は表-5を与えている。安全対策による二次効果として、交通混雑の緩和、燃料節約などを検討する必要がある場合、これらは事故減少に基づく便益に比べ無視し得るであろう。

等価年間便益 (EUAB) は次式により計算される。

$$EUAB = CR_n^i \sum (\text{各年の利益}) (\text{各年の } PW_n^i) \quad (4)$$

ここで、 CR_n^i = 利率 i の n 年間 (安全対策の耐用年限) における資本回復係数 (Capital Recovery Factor)。

PW_n^i = 利率 i の各年における現在価値係数 (Present Worth Factor)。

また、等価年間費用 (EUAC) は次式により計算される。

$$EUAC = CR_n^i \cdot I - T \cdot (n \text{ 年目の } SF_n^i) + K \quad (5)$$

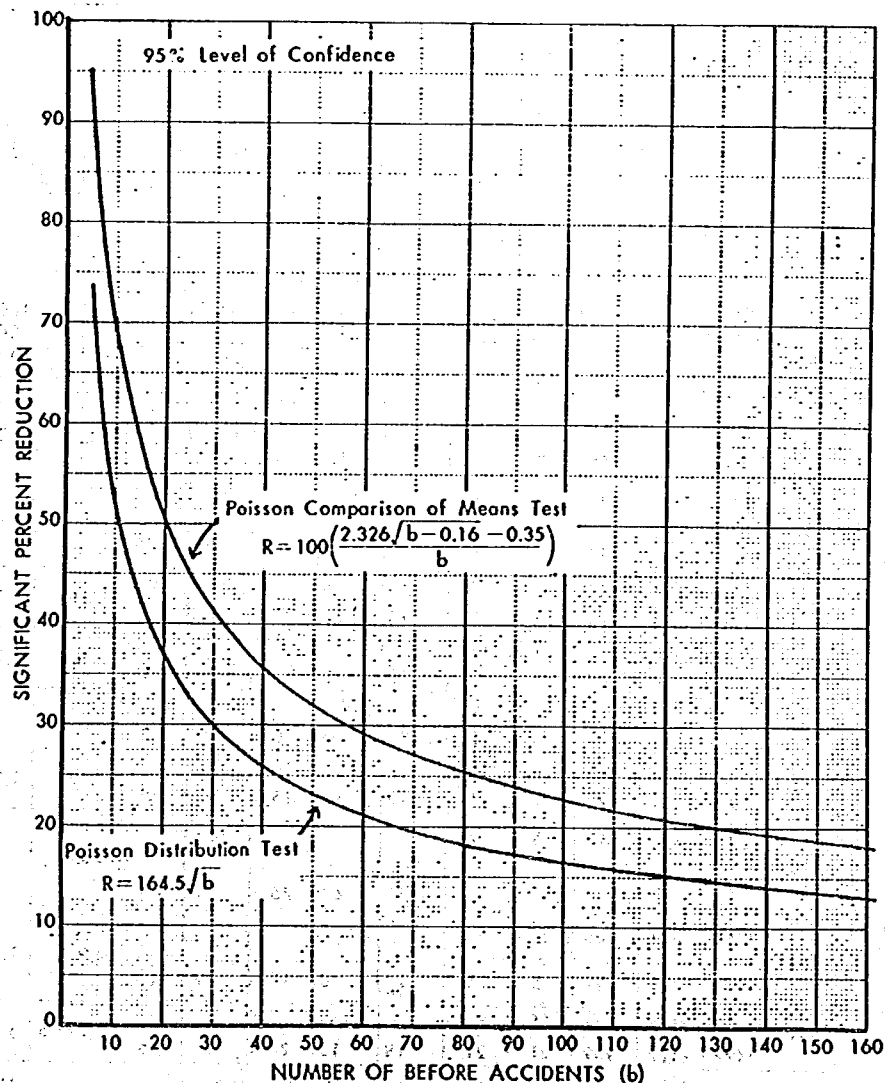


図-2 事故減少率の統計テスト (出典: 参考文献)

ここで、 I =安全対策の初期費用。

K =安全対策の維持管理費用。

T =安全対策の最終価値。

SF_n^i =利子率 i の n 年目の償還係数
(Sinking Fund Factor)。

したがって、安全対策案の評価には以下の指標が用いられる。

・純年間便益 = $EUAB - EUAC$ ⑥

・便益対費用比 = $EUAB/EUAC$ ⑦

⑥又は⑦式で示される指標が最も大きい安全対策案を実施すれば、経済的にみて最も有効であるといえる。

5. 安全対策の設置計画、設計、施工（実施）

安全対策を実施するためには、他の道路計画との整合を保っておかなければならない。また、安全対策の実施にかかわる責任体制を明確にしておく必要がある。時間と人力を有効的に使うため、以下の工程に対して十分な考慮を要する。

1) 詳細計画及び設計。

2) 事務手続き。

3) 必要な施設、機械及び材料の確保。

4) 安全対策の施工。

6. 安全対策の事後評価

従来の道路安全管理の弱点は、実施された安全対策に関する適切なフォロー・アップが行われていなかったことであろう。減少事故件数の予測(3. で述べた)は完全なものであり得ないので、しばしば予期できなかったような副作用が生じ、事前よりもさらに悪い事故発生状況を示す場合がある。したがって、安全対策の実施後も引き続き、当該箇所の事故調査を行い、安全対策が期待どおりの効果を発揮しているかどうかを監視する必要がある。

実施された安全対策の事故減少率は、次式により計算される。

事故減少率

$$= 100 \times \left[\frac{(\text{事前事故率}) - (\text{事後事故率})}{(\text{事前事故率})} \right] \quad \text{⑧}$$

表-6 安全対策別便益対費用比(例) (出典; 参考文献)

1969-70 F.Y. TRAFFIC SAFETY PROGRAM (ONE YEAR BEFORE AND ONE YEAR AFTER)															
TYPE OF IMPROVEMENT	NO. OF PRO-JECTS	NO. OF ACCIDENTS				Before After	NO. OF PEOPLE KILLED	PERCENT REDUCTION					COST OF PROJECTS (\$1000)	ACCIDENT COST SAVINGS (\$1000)	BENEFIT COST RATIO (1 Year)
		Total	PDO	Injury	Fatal			Total	PDO	Injury	Fatal	Killed			
NEW SIGNALS (With or without channelization)	36	672	447	221	4	5				N	N	1,810	370	.20	
		538	380	155	3	3	20	15	30	25	40				
MODIFY SIGNALS (Most Arms, larger signal heads, detectors, etc.)	56	1516	1076	435	5	5		N		N	N	1,310	130	.10	
		1412	1057	348	7	7	7	2	22	40	40				
LEFT-TURN CHANNELIZATION	41	319	207	107	5	8				N	N	1,040	310	.30	
		249	163	83	3	3	22	22	22	40	63				
SIGNING (Warning)	16	652	466	177	9	19						160	1,120	7.00	
		472	384	87	1	1	28	18	51	89	95				
SAFETY LIGHTING (A)	1	1	0	1	0	0	N	N				4.6	-1.0	-.22	
		2	1	1	0	0	+100	+100	0	0	0				
FLASHING BEACONS	19	127	58	55	14	19		N	N			90	1,270	14.11	
		99	51	47	1	1	22	12	15	93	95				
WET PAVEMENT CORRECTION (Grooving or Resurface) (B)	10	241	164	72	5	7				N		440	660	1.50	
		73	55	17	1	1	70	67	76	80	86				
RECONSTRUCTION & MISC. (Curve corrections, roadway realignments, sight distance improvements)	62	757	467	266	24	26		N				2,920	1,980	.68	
		654	428	221	5	5	14	8	17	79	81				
TOTAL PROGRAM	241	4285	2885	1334	66	89	18	13	28	68	76	7,774.6	5,800	.75	

(A) Dark Accidents

(B) Wet Accidents

N=Not significant at 10% level

+ = Increase

MARCH 1973

この値が、図-2 に示すグラフの曲線より上にプロットされれば、その安全対策は事故減少効果を示しているとみなせる。なお、図中、上の曲線はポアソン平均値比較テスト (Poisson Comparison of Means Test) 下の曲線はポアソン分布テスト (Poisson Distribution Test) によるものを示している。

7. 道路安全計画の総合評価

この作業は、道路安全計画全体を以下の点から評価することを目的としている。

- 1) 効果……計画当初の目的が果たせたか、計画に要した費用は経済的にみて、有効に使われたかなど。
- 2) 目的の妥当性……当初の目的が妥当なものであるか、今後の目的はどうあるべきか。
- 3) 基準値及び手法……危険箇所の発見、安全対策の策定作業などに用いられた基準値、手法は適切であるか。すなわち、減少事故件数の予測手法は現行のままでよいか、安全対策の費用、交通事故費用に関するデータは現実

的なものか、事故データの収集、報告が確実かつ正確なものかなど。

表-6 は安全対策別便益対費用比を例示したものである。この表により、交通安全計画全体の効果が把握できるとともに、個々の安全対策の事故減少効果(率)の見直しも行える。

あ と が き

10年間減少の一途をたどった我が国の道路交通事故も昨年から増加傾向に転じ、今後の動向が憂慮されるときであるが、本稿における米国の道路安全管理システムの紹介が、我が国の道路安全管理の確立を促す一助となれば幸甚である。なお、ここでは概略について述べることに留めたので、詳細については原本をご参考下さい。

参 考 文 献

Transportation Research Board; Methods for Evaluating Highway Safety Improvements, National Cooperative Highway Research Program Project 17-2A, 1975

安全性の総合評価に関する
研究

ISSN 0386-5878
土研資料第1833号
昭和57年3月
建設省土木研究所

道路部交通安全研究室

キーワード 安全性評価, 危険度, 事故率

要旨

道路の安全性評価に用いる統計検定手法危険度推定モデル等について
検討を行ったものである。

郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい

3 0 5 - □ □

茨城県筑波郡

豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

交通安全研究室 御中

土木研究所資料第1833号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印