

PNC 871602 91-001

TPJ

分置

社内資料

本資料は 〇/年 10月 X日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

微量放射線(能)のリスクの疫学的調査・研究

平成3年3月

東京大学

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、限られた関係者だけに配布するものです。従って、その取扱には十分注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転載、引用等には事業団の承認が必要です。また今回の配布目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

This document is not intended for publication. No public reference nor disclosure to the third party should be made without prior written consent of Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

研究受託責任者ならびに実施担当者

松原純子 東京大学医学部助教授

研究協力者

吉永信治 東京大学大学院医学系研究科修士課程



動燃受託研究

PNC 5 J1602 91-001
1991年3月

社内資料

微量放射線（能）リスクの疫学的調査研究 （動力炉・核燃料開発事業団受託研究成果報告書）

松原純子

東京大学医学部疫学教室

要旨

地球の将来のエネルギー供給の見通しを考えると、原子力開発は人類にとって今後ますますその役割を増す。しかしながらその開発は地球環境の保存と人間の健康福祉の原則に両立する「持続可能な開発 sustainable development」の原則に則ったものでなければならぬ。そのためには、原子力の安全確保の問題が従来にも増してその重要性を増し、放射線関連のリスク評価の問題への真摯な取り組みによって、公衆の理解と原子力開発への認容を得てはじめて、より前向きな意志決定がなされることになろう。

従って本年度は、放射線リスク評価の中で特に話題となったセラフィールド関連の疫学の問題を、なるべく多角的な視野から検討し、いくつかの文献との比較を試みた。次に、今年度は首都圏と北海道の2つのフィールドにおいて、わが国での公衆のリスク認識に関する実態調査を実施したので、その概要についても報告する。

* 本報告は、東京大学が、動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

微量放射線（能）リスクの疫学的調査研究
平成2年度報告書目次

第一部 放射線リスク評価の諸問題

1. 放射線リスク評価の必要性
2. 微量放射線の人体影響の評価
 - 1). 放射線の人体影響の実態とその影響評価の困難性
 - 2). 微量放射線の人体影響に関する疫学的研究手法
 - (1)SMR（標準化死亡比）を用いた相対リスクの評価手法
 - (2)四分表による解析をする疫学調査
 - 3). 低線量放射線被曝集団に関する疫学調査例
 - 4). ガードナーらの得た研究結果に関する考察

第二部 公衆のリスク認識に関する実態調査

1. はじめに
2. 今年度の調査対象と調査日時
3. 質問紙の作成と調査の依頼
4. 質問紙の構成とねらい
5. 集計結果の概要

I. 放射線リスク評価の諸問題

1. 放射線リスク評価の必要性

- 1). 健康を守るという医学的立場からの必要性
- 2). 放射線使用を含む各種の事業計画への意志決定と公衆の認容(Public Acceptance)を行うため
- 3). 全地球的に普及しつつある Sustainable Development (持続可能な開発) という思想をふまえた事業計画を推進するには、事前のリスク評価が不可決である。
- 4). 放射線のリスク評価の計量的手法の開発は、他の有害要因のもたらすリスクの科学的研究において先進的役割をもつ。

2. 放射線の人体影響の評価

1). 低線量の放射線影響の実態と影響評価の困難性

放射線の影響は図1に示すように生体に対しては、分子レベルのミクロな傷害を基礎にしているため、もし有害要因である放射線の量が微量である時は生体側は、ラジカル消去など分子レベルから臓器レベルまで、図2に示すようないくつかのレベルでの防衛・修復の機構を働かせて、その傷害に対応するため、その影響が最終的に生体に発現する迄には、たとえば発癌などかなり長期の潜伏期間があったり、さまざまな生体との相互作用があると考えられる。

生体はミクロには放射線によるエネルギー付与の結果、細胞内の生体分子内のラジカル生成などを通じて、遺伝子の突然変異や生体膜の過酸化を受け、その結果生体物質の合成や代謝のさまざまな場において、傷害が発生する可能性がある。しかし、こうした障害は生体内では放射線に限らず、さまざまな化学物質や、あるいは人体の正常な代謝物質によっても誘起されることが一般的であり、放射線による発癌と他の原因による発がんを医学的（組織学的）に弁別することはできない。

通常、化学物質の生体影響をしらべるには、多数の実験動物を用いて、段階的に量を変えた、さまざまなレベルの化学物質を投与し、その効果の程度からその薬剤の量と生体反応との間の dose-response-relationship を知ることができる。しかし低線量の放射線の影響は発がんなどの慢性影響しか現れないため、その効果を明かにするには何万匹もの動物を同一の条件で何年も飼育する必要があり、これは現実的に不可能である。また、放射線を与えなくても老齢では自然的に発がんする動物が多くなるため、有意差を検出することはさらに困難である。

従って、実験的方法に代わって、これまで医療で被曝した人々や広島・長崎の原爆被曝者の障害を調査し、データ解析し、高線量の放射線障害の程度から低線量側の障害を外挿法によって推定することが行われた。しかし近年、英国やアメリカ合衆国などでは、原子力施設の作業員の低線量の放射線被曝に関する長年の疫学調査データが蓄積されつつあり、とくに昨年、英国セラフィールド原子力施設で働く父親の低線量の放射線被曝とその子供の白血病発生との関連を報告したガードナーの論文や、米国オークリッジ研究所の従業員の白血病過剰発生に関するウイングの論文が最近話題となっている。

以下に、まづ微量放射線の人体影響を調べるための疫学的調査法と、得られたデータの解析手法を解説し、次に上記の論文とそれに関連した報告など、さまざまな分野における原子力作業員における疫学調査の例を広くレビューし、それらの要約を示すことにする。

リスク

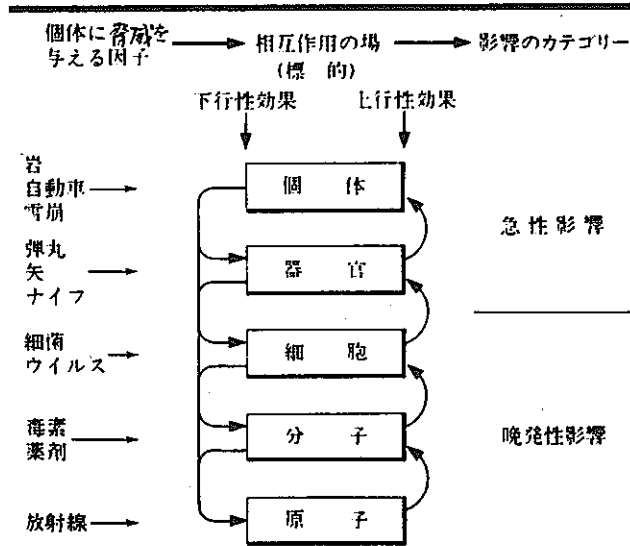


図 1 ミクロからマクロな場における生体と有害要因との相互作用およびその波及効果¹⁾

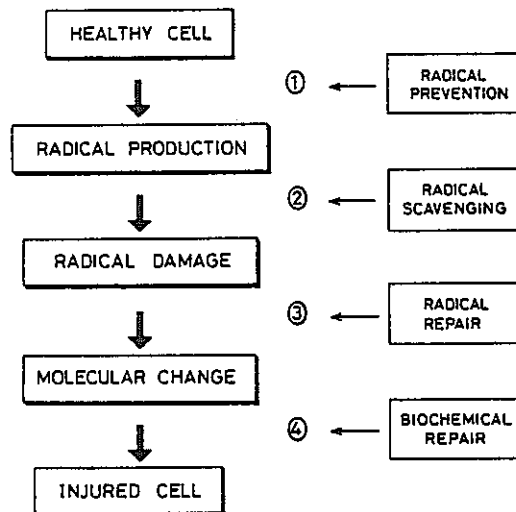


図 2 Protection against free radical-mediated cell injury.

2) 微量放射線の人体影響に関する疫学的調査手法

有害要因の人体影響を調べるための疫学的手法には、第一に、有害要因に曝露している問題集団における特定の（あるいはさまざまな）疾病の発生率または死亡率を、要因に曝露していない一般的集団のそれと比較する方法—すなわち問題集団での発生数または死亡数（観測値 O ）と標準的集団での発生数または死亡数（期待値 E ）とを比べ、その比たとえば標準化死亡比（SMR）などを計算する方法と、第二に、研究対象とする集団において、ある有害要因への曝露の有無と、ある疾病の発生の有無を調べ、図3Aのような 2×2 の4分表のデータを得て、その解析を行い、疾病の発生と有害要因への曝露との間の関連を、リスク比などを計算することによって、明らかにする方法とがある。

(1) SMR（標準化死亡比）を用いた相対リスクの評価手法

いくつかの異なった集団間で疾病の発生や死亡の状況を観察し比較するには、観察集団の発生率や死亡率を標準集団のそれと比較する方法がとられる。疾病や死亡は集団の年齢構成によって大きく影響されるため、年齢の影響を補正する必要がある。SMRとは各年齢階級群の死亡率が標準集団のそれと同じと仮定して期待死亡数（ E ）を計算し、それと観察集団の死亡数（ D ）との比をとったものである。この場合比較の対象となる率（rate）とは、単位時間・単位人口あたりの（死亡）率であるので、分母として観察人・時間を計算する必要がある、手順は以下の通りである。

2-1) Person-yearsの考え方

N_T : T 年間における観察人数、 τ_j : 個人 j の観察期間、とすると、

$$A_T = \sum_{j=1}^{N_T} \tau_j \quad (2.1)$$

は、“Person-years exposed to risk”となる。

2-2) 粗死亡率(Crude death rate)

D : T 年間における死亡数、 K : T 年間の中心時点における人口、とすると、“Average crude central rate per year per person”は、

$$M = \frac{D}{K \cdot T} \quad (2.2)$$

で示される。

2-3) 年齢階級別死亡率(Age specific death rate)

D_a : 年齢階級 a における1年間の死亡数、 K_a : 年齢階級 a の年央における人

□、とすると、年齢階級 a における 1 年間の年齢階級別死亡率(per person-year)は、

$$M_a = \frac{D_a}{K_a} \quad (2.3)$$

で示される。

2-4) 死因別死亡率(Cause specific death rate)

Dh: 特定の死因 Ch による 1 年間の死亡数、K: 年央における人口、とすると、死因別死亡率(per person-year)は、

$$M_h = \frac{D_h}{K} \quad (2.4)$$

と表される。年齢階級 a における死因 Ch による死亡数を Dha、とすると、年齢階級別死因別死亡率(per person-year)は、

$$M_{ha} = \frac{D_{ha}}{K_a} \quad (2.5)$$

で示される。

2-5) 直接法による年齢構成の差の影響を補正した訂正死亡率

観察集団の年齢構成が標準集団と等しいと仮定した時の期待死亡率のことで、次式で計算する。

$$M_{ad} = (1/K_s) \times \sum K_{sa} M_a$$

その意味は

年齢階級	標準集団人口	観察集団死亡率	仮想死亡数
0 - 4	-	-	-
5 - 9	-	-	-
-			
a	K _{sa}	M _a	K _{sa} M _a
-			
計	$\sum K_{sa} = K_s$		$\sum K_{sa}M_a$

SMR (標準化死亡比、Standardized Mortality Ratio)

K_a 、 K 、 D_a 、 D 、 M_a 、 M は、2-3)および2-4)で使用した記号とする。標準集団における上記各値をそれぞれ K_{sa} 、 K_s 、 D_{sa} 、 D_s 、 M_{sa} 、 M_s とおく。

観察集団における全年齢階級別死亡数を合計した総死亡数は、(2.3)より、

$$D = \sum K_a M_a \quad (3.1)$$

である。一方、この観察集団の各年齢階級別死亡率が標準集団の各年齢階級別死亡率に従うとすると、その期待死亡数は、

$$E = \sum K_a M_{sa} \quad (3.2)$$

である。ここで、期待死亡数に対する観察死亡数の比をSMRと呼ぶ。すなわち、

$$\begin{aligned} \text{SMR} &= \frac{D}{E} \\ &= \frac{\sum K_a M_a}{\sum K_a M_{sa}} \end{aligned} \quad (3.3)$$

なお、観察年が1年を越える場合(T 年)、年齢階級別期待死亡数は、

$$\begin{aligned} E_a &= K_a \cdot T \cdot M_{sa} \\ &= A_{a(T)} \cdot M_{sa} \end{aligned} \quad (3.4)$$

となる。ただし、 $A_{a(T)}$ は、 T 年間の年齢階級 a におけるperson-yearsの合計。

SMRの標準誤差(SE)は、ポアソンモデルより、

$$SE(\text{SMR}) = D^{1/2} / E \quad (3.5)$$

SMRを対数変換すると、

$$\begin{aligned} SE(\log \text{SMR}) &= SE(\text{SMR}) / \text{SMR} \\ &= 1 / D^{1/2} \end{aligned} \quad (3.6)$$

上記から、信頼限界を近似的に求めることができる。また、より精度が高く、簡便な方法として次に示すByarの方法がある。

$$\mu_L = D \left(1 - \frac{1}{9D} - \frac{Z_{\alpha/2}}{3D^{1/2}} \right)^3 \quad (3.7)$$

$$\mu_U = (D + 1) \left(1 - \frac{1}{9(D + 1)} + \frac{Z_{\alpha/2}}{3(D + 1)^{1/2}} \right)^3 \quad (3.8)$$

ただし、 $Z_{\alpha/2}$ は、標準正規分布の $100(1 - \alpha/2)$ パーセント点。

(2) 四分表による解析をする疫学調査

この手法には、調査がどの時点から時間的にどの方向に向かってなされたかによって、次の三種が区別され、それぞれが表1に示す利点と欠点とがあり、得られるデータの解析の手法にも差があるので注意する必要がある。

すなわちAの断面研究とBの曝露対照コホート研究（追跡調査）とCの症例対照（ケース・コントロール）研究とでは、どれも図3に示す四分表を構成することができるが、それらの意味するところに差異がある。

Aは、ある調査時点において、ある集団の中の人員を、特定要因への曝露のある場合と無い場合およびある疾病への罹患の有無によって図3Aのような四分表に分ける。この場合調査開始時点では集団の全数Nは既知であるが、それ以外の値の配分は調査終了時点で決定される。断面研究により、ある要因への曝露と、ある疾病の発生との間に関連性が存在するかどうかを予備的に検出することができる。

Bのコホート研究では、調査開始の時点において曝露集団（人数 = m_1 ）と非曝露集団（人数 = m_2 ）を設定し、これらについて、以後何年にも亘って問題とする疾病の発生を追跡し（前向き調査）、調査終了時点で n_1 や n_2 などの四分表の配分が決まる。コホート研究では、問題とする集団コホートについて、要因への曝露の状況や年齢別構成人数と追跡期間を明らかにした上で、疾病の発生状況を克明に記録していく。コホート研究は、ガンなど発生の稀な疾患を追跡する場合は膨大な人数の対象集団が必要となり、追跡期間も20～40年の長期に亘ることが多いが、最も確実な追跡手法である。

Cの症例対照研究では、ある調査時点で問題となる疾患に罹患した患者 n_1 に着目し、通常それと同数またはその数倍の対照群 n_2 人を選び、各々について、問題となる有害要因への曝露歴の有無を調べていくもの（後向き調査）であることが多い。

表1 ケース・コントロール研究およびコホート研究の特徴

	ケース・コントロール研究	コホート研究
研究の方向	後向き	前向き
対象の疾病	特定の1疾病	多数でも可
曝露	多数(稀な曝露に不向き)	一つ(稀な曝露に対処可)
曝露の決定	困難	比較的簡単
情報量(1人あたり)	比較的多い	少なくなりやすい
費用・時間	少なくてすむ	膨大な時間と費用が必要
selection or recall bias	比較的多い	比較的少ない
評価の尺度	オッズ比などで近似	発生率などを直接使用可

図3 リスク要因(曝露)Eと疾病の発現Dとの関連を解析する疫学的デザイン

A. 断面研究

	D +	D -	
E +	a	b	m ₁
E -	c	d	m ₂
	n ₁	n ₂	N

B. コホート研究

	D +	D -	
E +	a	b	m ₁
E -	c	d	m ₂
	n ₁	n ₂	N

C. 症例対照研究

	E +	E -	
D +	a	b	n ₁
D -	c	d	n ₂
	m ₁	m ₂	N

D. 周辺度数の固定による条件付き分布

	D +	D -	
E +	x	m ₁ - x	m ₁
E -	n ₁ - x	m ₂ - n ₁ + x	m ₂
	n ₁	n ₂	N

次にA、B、Cなどの疫学調査によって得られたデータからのリスク評価の手法について解説する。

A. 断面研究(crosssectional study)

図3Aの場合で、曝露の有無と疾病の有無との関連を見るには、関連が見られないという帰無仮説を立て、次式により χ^2 を計算し χ^2 検定を行う。

$$\chi^2 = \frac{N(|ad-bc| - N/2)^2}{m_1 \cdot m_2 \cdot n_1 \cdot n_2}$$

ただし、 $-N/2$ の項はYatesの連続修正を意味する。

$|ad-bc| < N/4$ の時は $\chi^2 = 0$ とする。

もし、曝露Eと疾病Dの間に関連のないことが否定できない時は、さらに観察集団の全数Nを増やしてBの追跡調査やCの症例対照研究を行い、その関連を量的に推定する。

B. コホート研究 (cohort study)

あるコホート（通常はある世代や事件を共有する一群）を設定し、そのコホートのメンバーを追跡していく。さまざまな曝露に関する情報を得、さらに疾病の発生を観察する。曝露と疾病との関連の評価には、曝露集団 (E+) および非曝露集団 (E-) の疾病発生率の比を用いることが多い。この種の調査には、曝露および非曝露の両集団について、現在から将来に向かって調査を行う prospective cohort study と、既存の情報（原子力施設作業者の従業記録など）を得て行う retrospective (historical) cohort study とがある。

1. 関連性の有無の検定

E+ と E- 群間で疾病発生割合に差があるかを調べるには、 Z_0 を用いた比率の差の検定を行う。

$$Z_0 = \frac{|\hat{P}_1 - \hat{P}_2| - 0.5(1/m_1 + 1/m_2)}{\sqrt{V(\hat{P}_1 - \hat{P}_2)}} \quad , \quad \bar{P} = (a+c)/N$$

$$\text{ただし } \hat{P}_1 = a/m_1, \quad \hat{P}_2 = c/m_2, \quad V(\hat{P}_1 - \hat{P}_2) = \bar{P}(1-\bar{P})(1/m_1 + 1/m_2)$$

関連性の有無の検定は、上記のように χ^2 や Z_0 を計算する近似的便法のほかに、「Fisher の正確な確率」を計算する方法がある。

χ^2 や Z_0 が近似的に χ^2 分布や正規分布に従うことから p 値を求める方法は、標本数がそれほど大きくないと当然近似は悪くなる。このため標本数が小さい場合に曝露と疾病間の関連の有無を調べる時には、近似ではなく正確な p 値を計算する必要がある。図 3-D に示すようにどの研究デザインから得られた 2×2 分割表であっても、 m_1, m_2, n_1, n_2 の周辺度数を全部固定した場合、 x の値が決まると自動的に残る 3 つのセルも決まってしまう。周辺度数を固定したとき、 x がとりうる値の範囲は $(0, n_1 - m_2)$ の最大値から (m_1, n_1) の最小値までである。

「関連がない」という仮定がただしいとき x という値をとる確率は、一般超幾何分布と呼ばれる次式で示される。

$$Pr(x; m_1, n_1, N) = \frac{\binom{m_1}{x} \binom{m_2}{n_1 - x}}{\binom{N}{n_1}}$$

図 3-D のデータが得られる確率は、 $Pr(a; m_1, n_1, N)$ となり、片側 p 値は、「関連がない」という仮定からのズレを表す $a - m_1 n_1 / N$ と方向が同じで絶対値が大きくなる x に関して $Pr(x; m_1, n_1, N)$ をすべて足し合わせた値になる。この方法で求めた p 値が「Fisher の正確な確率」である。

2. リスク比と発病オッズ比の推定

関連性の程度をあらわす指標として

E+, E- 間での疾病発生割合 $p_1 (= a / m_1)$ と $p_2 (= c / m_2)$ とからリスク差 $\delta = p_1 - p_2$ とリスク比 $\phi = p_1 / p_2$ が推定される。

疾病発生割合 p の代りに、そのオッズ ($p / 1 - p$) を考え、その比、すなわちオッズ比 (odds ratio) ϕ は次式となり、

疾病オッズ比 ψ_D は、疾病の発生割合が非常に小さい時、リスク比の良い近似となる。

$$\psi_D = \frac{\hat{p}_1 (1 - \hat{p}_2)}{\hat{p}_2 (1 - \hat{p}_1)} = \frac{ad}{bc}$$

ψ_D の分布は歪んでいるので対数変換をを行うと $\log \psi_D$ は、近似的に、平均 $\log \psi_D$ 、分散 $V[\log \psi] = 1/a + 1/b + 1/c + 1/d$ の正規分布に従う。従って ψ_D の 95% 信頼区間は

$$\psi_D \exp[\pm 1.96 \sqrt{V[\log \psi]}] \text{ となる。}$$

C. 症例対照研究 (case-control study)

1. リスク比と暴露オッズ比の推定

ある疾病を発生させているケース (D+) n_1 人に対して適切なコントロール (D-) をランダムに n_2 人選び、それぞれについて後向きに (過去の) リスク要因への曝露の有無を調査する。

この場合は D+ と D- 群間で曝露割合に差があるかどうかを調べる。

ケースコントロール研究では、リスク差を推定することはできないが、ケース中の曝露割合を $r_1 = a/n_1$ 、コントロール中のそれを $r_2 = b/n_2$ とすると、曝露オッズ比

$$\psi_E = \frac{\hat{r}_1 (1 - \hat{r}_2)}{\hat{r}_2 (1 - \hat{r}_1)} = \frac{ad}{bc}$$

は疾病発生割合が非常に小さい場合、コホート研究と同じくオッズ比がリスク比のよい近似となる。

条件付きロジスティック回帰分析による曝露オッズ比の推定法

<記法>

+・- でリスク要因の曝露の有無を、0・1 でケース・コントロールを表す。例えば n_{1+} はケースで曝露を受けている人の総数である。また $\hat{\psi}$ で ψ の推定値を表す。

このほか、大文字は確率変数、小文字は確定値を表す。

	E_+	E_-	
case	n_{1+}	n_{1-}	n_1
control	n_{0+}	n_{0-}	n_0
	n_+	n_-	n

(a) 記法

	E_+	E_-	
case	N_{1+}	$n_{1-} - N_{1+}$	n_1
control	N_{0+}	$n_{0-} - N_{0+}$	n_0
	$N_{1+} + N_{0+}$	$n_{1-} - N_{1+} - N_{0+} - N_{0-}$	n

(b) 総数と2項分布

	E_+	E_-	
case	N_{1+}	$n_{1-} - N_{1+}$	n_1
control	$n_{0+} - N_{0+}$	$n_{0-} - n_{0+} + N_{0+}$	n_0
	n_+	n_-	n

(c) 条件付き分布
= 一般超幾何分布

1) 一般超幾何分布

ケースがリスク要因の暴露を受ける確率を p_1 、コントロールが暴露を受ける確率を p_0 とすると、ケース・コントロール研究の場合 n_1, n_0 の値は固定されているから、 N_{1+}, N_{0+} は独立な2項分布 $B(n_i, p_i)$ に従っていると考えることができる。この同時分布は

$$Pr(N_{1+} = n_{1+}, N_{0+} = n_{0+}) = \binom{n_1}{n_{1+}} \binom{n_0}{n_{0+}} p_1^{n_{1+}} (1-p_1)^{n_1-n_{1+}} p_0^{n_{0+}} (1-p_0)^{n_0-n_{0+}} \quad (1-1)$$

で表せる。ここで

$$\phi = \log \left(\frac{p_0}{1-p_0} \right) \quad (1-2)$$

$$\lambda = \log \left\{ \frac{p_1(1-p_0)}{p_0(1-p_1)} \right\} \sim \text{曝露 odds の対数} \quad (1-3)$$

と変数変換すると、逆に p_0, p_1 は次のように表される。

$$p_0 = \frac{\exp(\phi)}{1 + \exp(\phi)} \quad (1-4)$$

$$p_1 = \frac{\exp(\phi + \lambda)}{1 + \exp(\phi + \lambda)} \quad (1-5)$$

この変換によると式(1-1)は

$$Pr(N_{1+} = n_{1+}, N_{0+} = n_{0+}) = C \binom{n_1}{n_{1+}} \binom{n_0}{n_{0+}} \exp(n_+ \phi + n_{1+} \lambda) \quad (1-6)$$

(C は定数)となり、 N_+ を与えたとき(つまり周辺の数値をすべて固定したとき)の条件付き分布は

$$Pr(N_{1+} = n_{1+} | N_+ = n_+) = \frac{1}{C(\lambda)} \frac{\exp(n_{1+} \lambda)}{n_{1+}! (n_1 - n_{1+})! (n_+ - n_{1+})! (n_0 - n_+ + n_{1+})!} \quad (1-7)$$

ただし

$$C(\lambda) = \sum_{N_{1+}=\max(0, n_+-n_0)}^{\min(n_1, n_+)} \frac{\exp(N_{1+} \lambda)}{N_{1+}! (n_1 - N_{1+})! (n_+ - N_{1+})! (n_0 - n_+ + N_{1+})!} \quad (1-8)$$

は、式(1-1)を N_{1+} について全域で足したときに1になるような規格化定数である。この式(1-7), (1-8)式の分布の形を一般超幾何分布と言う。

式(1-3)の λ は、実は対数暴露オッズ比になっているので、ケース・コントロール研究で得られたデータからこの λ の推定値 $\hat{\lambda}$ を求めることが必要になってくる。この方法は大きめに

(i) (1-1)の極限分布が正規分布になることを利用する。

(ii) (1-7), (1-8)から直接最尤推定量(MLE: Maximum Likelihood Estimator)を求める。

の2通りの方法があって、(i)は $\pi_1 = n_1/n, \pi_+ = n_+/n$ を一定に保って $n_1, n_+, n \rightarrow \infty$ にするとこの式(1-7)の極限分布が

$$E[N_{1+}] = m_{1+} \quad (1-9)$$

$$V[N_{1+}] = \left[\frac{1}{m_{1+}} + \frac{1}{m_{1-}} + \frac{1}{m_{0+}} + \frac{1}{m_{0-}} \right]^{-1} \quad (1-10)$$

の正規分布になることを利用している。ただし m_{ij} は

$$m_{0j} + m_{1j} = n_j \quad (j = +, -)$$

$$m_{i+} + m_{i-} = n_i \quad (i = 0, 1)$$

$$\log\left(\frac{m_{1+}m_{0-}}{m_{1-}m_{0+}}\right) = \lambda$$

から決まる定数であり、 $m_{ij} = n_{ij}$ とするのが最も簡単な解析法だと思われる。

(ii)については、 $N_{1+} = n_{1+}$ を与えたときにその確率が最大になるような λ を「最も確からしいパラメータ」として真の値だと推定する最尤法の考えに基づいている。方法としては

$$f(\lambda) = \frac{1}{C(\lambda)} \frac{\exp(n_{1+} \lambda)}{n_{1+}! (n_1 - n_{1+})! (n_+ - n_{1+})! (n_0 - n_+ + n_{1+})!} \rightarrow \max$$

この問題を逆数をとることによって、

$$\frac{1}{f(\lambda)} = \sum_k \frac{n_{1+}! (n_1 - n_{1+})! (n_+ - n_{1+})! (n_0 - n_+ + n_{1+})!}{k! (n_1 - k)! (n_+ - k)! (n_0 - n_+ + k)!} \exp[(k - n_{1+}) \lambda] \rightarrow \min$$

とし、その導関数

$$\sum_k (k - n_{1+}) \frac{n_{1+}! (n_1 - n_{1+})! (n_+ - n_{1+})! (n_0 - n_+ + n_{1+})!}{k! (n_1 - k)! (n_+ - k)! (n_0 - n_+ + k)!} \exp[(k - n_{1+}) \lambda] = 0 \quad (1-11)$$

の解を、例えばNewton法のような数値的な方法で求めればよいことになる。

<解析例>

ガードナー論文のTable VIのTotal dose before conceptionのLocalのデータを使って(i)(ii)の方法で解析すると、1-49 mSvのとき(i)の方法では相対リスクが0.671、(ii)の方法では0.671となり、50-99mSvのときは(i)で0.536、(ii)で0.535、100mSv以上では(i)で8.57、(ii)で8.66となった。

3) 低線量放射線曝露集団に関する疫学調査例

疫学調査は生身の人間集団に負荷された有害要因の影響を検知する貴重な手段であるが、得られる結果は曝露と疾病との関連性を示唆することはあっても、曝露と疾病との間の因果関係を証明しているわけではない。従って過度に学問的正確さにこだわれば、疫学調査結果のみから白黒の決着をつけることは困難となり、公衆衛生的な対策に対しても消極的とならざるをえない。この意味で疫学は公衆あるいは行政が社会的意志決定をするための補助情報を提供しているにすぎない。

低線量の放射線影響についての議論は、他の一般科学上の問題におけると同様に、これまで世界中で発表された文献を偏ることなく広くレビューした上で、総合的に判断すべき問題である。たびたび改訂の繰り返されている国際機関の勧告を盲信せず、主体的に問題を検討し、広く人々と議論をしたいと思います。

ちなみに、低線量放射線影響に関する疫学的報告のいくつかを表4に要約してみた。

(1)の高自然放射能地域の住民のガン発生や死亡調査結果では、他地域に比べて自然放射線量が数倍と高い地域でも、特にそれらが高いとはいえないが、人々の染色体異常の発生率は高いようである。また(2)-(3)のイギリスやアメリカの核実験参加者や原子力従事者など数万人についての疫学的追跡調査結果では、少数ではあるが、原子力従事者や大気圏核実験参加者にみられた白血病、太平洋核実験の際に被曝したニューギニアの子供たちの甲状腺腫などの有意性が認められている。これらは、いずれもかなりの標本数(数万人以上)を確保し長い追跡期間(10ないし20年)をかけてなされたものである。このような大規模かつ着実な疫学調査はわが国の研究条件では不可能である。

この表については、もっと他にいわゆる negative data を報告した論文がもっと多数あるはずだという批判がでるかもしれない。しかし、negative data を報告したがん発生に関する研究では、追跡期間の短いものや、対照集団のとりかたが形式的であるなど、研究自体に問題のある場合も多いので注意を要する。

表 2 低線量の放射線影響に関する疫学調査とその解析例

注：A 追跡調査 B 症例対照研究 C 断面調査

(1) 高自然放射線地域

テーマ	文献	対象と方法	結果
ブラジル高BG地域住民のリンパ球の染色体異常	Barcinskiら '75	C 640 mR/y 地域住民202名と対照地域147名のリンパ球の染色体異常を調べた。	染色体のbreaksの数のみ、有意に高BG住民に関連づけられた。
USAコネティカット州のガン有病と自然放射線と人口密度との関係	Walterら '86	A 1935~1974にわたる169地域約310万人のガン発症データの解析。	ガン発生は人口密度と相関したが自然放射線とはむしろ逆相関した。
ケウラ高自然放射線地域におけるダウン症とその他の奇形について	Kochupillai '76	C 1500~3000 mrem/y の高地域住民12718人と隣接した100 mrem/y の地域住民5938人について奇形とダウン症のSMRと染色体変異率について発生率を比較した。	ダウン症の発生率と染色体異常の有病率が対照地域より増加していた。
USA全州の自然放射線レベルと白血病発症との関係	Jacobsonら '76	C 全米50州の自然放射線レベルと白血病死亡分布の解析。	白血病発生と自然放射線レベルとの間に相関はみられなかった。
中国のグアンドン省の高BG地域住民のガン死亡と健康調査	呉 徳昌ら '89	C 高BG地域(約5.5 mSv/y)住民と隣接対照地域住民約9万人の死亡解析。	高BG地域で染色体異常の増加はみられたが、ガンおよびその他の死亡は対照地域より低かった。

(2) 高線量被曝者

テーマ	文献	対象と方法	結果
USA核実験参加者のガン死亡調査	Caldwellら '83	A参加者3072人を22年間追跡。観察値と生命表からの期待値との比較。	平均線量10mSvで白血病死亡のみ有意差あり。
UK、オーストラリア核実験参加者のガン死亡	Darbyら '88	A曝露者22347人と対照者22326人についてSMRを調べた。	SMRでは両者に有意差がなかったが、RRは曝露者で白血病と、多発性骨髄腫が増大していた。
広島・長崎原爆被曝者追跡調査	Prestonら '87 ほか	A爆心10km以内の被曝者91228名。リスクモデルを用いた生存解析を行い、高線量側から低線量の影響を外挿する。	白血病やガン死亡について100人・Svあたりの過剰死亡の計算を試みた。

(3) 原子力施設従業員

テーマ	文献	対象と方法	結果
USAハンフォード核施設 従業員の死亡と放射線曝露	Mancusoら '77 Hutchinsonら '79	A従業員約25000人中の死亡3520人の 28～30年の追跡。 相対死亡率(数学モデルを仮定したt検定)	RES腫瘍、膀胱癌、多発性骨髄腫 の増加を認めた。白血病は増加無 し。(倍加線量計算値は後に否定 された。)
UK原子力従事者の 死亡調査	Beralら '85	A従業員39546人平均16年追跡。 SMR(標準化死亡比)の比較。 (線形性に関する χ^2 検定)	ほとんどの死亡でSMRは80以 下と低かったが、白血病、精巣癌 、甲状腺腫のSMRが120以上 (しかし $p > 0.05$ で有意とは 言えない。)
UKセラフィールド原発 周辺住民と小児白血病 との関連 UKの地域の原発と 小児白血病	Gardnerら '90 Mckinneyら '91	B25才以下の白血病及びリンパ腫患者97名 出生日を合わせた対照1001名。 RR(相対リスク)の比較。 (条件付きロジスティック回帰分析)	白血病および非ホジキンリンパ腫 の発生は、母親の妊娠6ヶ月前の 父親の被曝線量と関連した。 (父親の被曝100mSv以上だ と、 $RR > 6$) ベンゼン・放射線などの父親の被 曝と関連。
USAオークリッジ研究所 雇用者の死亡調査	Wingら '91	A'43～'72年に働いた雇用者8318人 の生死について平均26年間追跡。 SMRの比較。 (数学モデルから10mSvあたりのガン死 亡増加率を計算)	ほとんどの死亡でSMRは100 以下で全米平均より低かったが、 白血病のみ163と高かった。 (被曝20年後の全ガン死亡は、 10mSvあたり約5%増加。)

(4) 施設周辺住民

テーマ	文献	対象と方法	結果
UKの15の核施設周辺住民の死亡調査	Cook-Mozaffariら '89	A 約200万人の問題地域住民をそれ以外の地域の英国全国死亡統計を用い、'68～'87年間のガンや白血病の死亡について、交絡要因を加味した対数線形モデルで期待値を算出し、相対リスクを求めた。	25才以下の白血病のみわずかながらRR=1.15 (P<0.01) で有意だった。
フランス核施設周辺の住民の死亡調査	Hillら '90	A フランス核施設周辺の24才以下の住民について、'68～'87年間のガンや白血病の死亡について全国統計と比較しSMRを求めた。	白血病のSMRは87と低く、特に有意な増加は認められなかった。
USA核施設周辺の住民のガン死亡調査	Jablonら '91	A '50～'84年間の全米の核施設周辺住民の約90万人のガン死亡と、条件をマッチさせた対象地域住民の約180万人のガン死亡について比較。	白血病やガン死亡とも問題地域で特に高いとは言えなかった。唯、有病率データのある一地域では、小児白血病の有病が、原子力操業後にわずかに増えた。
UKドーンレイ核施設周辺住民の小児白血病	Urgahartら '91	B '70～'86年間の15才以下の白血病および非ホジキンリンパ腫患者14人と性や生年月日を合わせた55人の対照との相対リスクの比較。	小児白血病は父親の被曝と特に関係づけられなかった。父親がビーチで遊ぶこととは関連していた。

4) ガードナーらの得た研究結果に関する考察

ガードナー論文については、すでに何人かの専門家が要約やコメントを提供している。() 其中一个の論点は症例対照研究における症例(白血病患者)数の大きさが十分でないという指摘である。この研究の問題要因となった「児の出生前の父親の放射線被曝線量の高い群(100mSv以上)」での症例数は4にんである。しかしこの場合4という数値だけを問題にしてこれを偶然による見かけ上の有意とみなす識者もいるが、得られた数字の持つ相対的な意義を他との関連において捉え検討する必要がある。上記で説明した相対リスク(RRすなわちオッズ比)やその信頼限界を計算する際に、この数字が如何なる使われ方を知るために、もう一度RRの推定法や式(1-9)を見てみよう。

ここで筆者らは、ガードナーらの調査集団46人の白血病患者と276人のローカルコントロール群(性と出生日と出生地とをマッチさせた対照群)において要因曝露群における症例数と対照数とを人工的に変えてみて、条件付き最尤推定法によるRRと、その95%信頼限界がどのように変化するかをシミュレートしてみた。その計算結果を表3に示す。

対照群での曝露人数が3の時は、患者側の曝露数は3でも4でも、かなりはつきり有意であることがわかる。しかし対照群での曝露数が4以上になると、患者側の曝露数が4以下では有意とは判断できない状況である。ローカルコントロールでの発生は3であるが、エリアコントロール(性と出生日のみマッチさせたコントロール)での発生は5であるので、こうした状況から全体的に考えて、本結果は「ギリギリのところでは有意」といえよう。

次に参考となる情報は類似の曝露要因で、方法が似ている他の疫学調査結果である。非電離放射線の発がん影響に関する疫学調査の場合と比較してみよう。サヴィッツらの精力的なレビューによると、電気毛布の使用など比較的曝露の明確な非電離放射線の場合の相対リスクは大体1.5 - 2.5である。この辺の値だと、非電離放射線の影響はもしあったとしてもごくわずからしいと判定したい。タバコと肺癌の関連の場合、タバコの本数の増加や飲酒の負荷によりリスクが上がると、相対リスクは4 - 6 ぐらいとなる。

ガードナーの論文では、母親の年齢が40才以上の場合相対リスクは3 - 4であり、これらの自然的要因にくらべても、父親が100mSv被曝した場合の相対リスクの6 - 8(95%信頼幅1.3 - 40)をリスク皆無と判断することはできない。

母親が妊娠する以前に、原子力従事者である父親が100mSv(=10rem)以上被曝していた場合、その子供に白血病の過剰発生が検出されたというこの解析結果は、微量放射線が遺伝的影響をもつ(子供にがんをもたらす)ということを示唆しており、これまで微量放射線が遺伝的影響を持つかどうかという点については、現在まで広島長崎の被曝者調査結果から否定的見解が支配的であった。ここでオスマウスに360mSv以上を照射した場合、その子マウスにリンパ性白血病が発生したと報告した大阪大学の野村の研究()が注目されている。最近がん抑制遺伝子の発見をきっかけに発がんのメカニズムが解明されつつあり、精

子に受けた劣性突然変異が子どもに発がんをもたらすかどうかについては、網膜芽細胞腫の増加などさらに生物学的例証の蓄積が必要である。

ガードナー論文のTable VI (別表参照)のデータに関するシミュレーション

ガードナー論文のTable VIの結果のうちleukemiaの"total dose before conception"の各dose levelのcase数が1-4人と少ないので、それに対応したlocal control数3-26人との関係で、有意性をチェックするため、以下のシミュレーションを試みた。

白血病の全case数を46人、全local control数を276人とする。

NIPはcase数を、NOPはcontrol数を示す。betaは超幾何分布から導かれた最尤推定量で、相対リスクRRは $\exp(\beta)$ で得られ、95% CLと共に示した。

<別表>

Gardner et al (1990) BMJ

TABLE VI—Numbers of cases and controls with relative risks for leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in children by timing of paternal employment and external ionising radiation dosimetry at Sellafield

Father's employment/ radiation group	Type of control	Cases	Controls	Relative risk	95% Confidence interval
<i>Leukaemia</i>					
Total	Area	46	288		
	Local	46	276		
Employed:					
Before conception	Area	9	36	1.97	0.82 to 4.78
	Local	9	45	1.39	0.53 to 3.65
At conception	Area	8	25	2.79	1.04 to 7.52
	Local	8	32	2.07	0.69 to 6.14
At birth	Area	8	27	2.51	0.95 to 6.67
	Local	8	33	1.92	0.66 to 5.56
Before diagnosis	Area	9	53	1.17	0.49 to 2.76
	Local	9	58	0.89	0.36 to 2.18
Ever	Area	12	65	1.35	0.61 to 2.96
	Local	12	65	1.22	0.54 to 2.74
Dose record:					
Before conception	Area	8	35	1.71	0.68 to 4.26
	Local	8	40	1.40	0.50 to 3.94
At conception	Area	8	24	3.07	1.09 to 8.65
	Local	8	30	2.43	0.80 to 7.41
Before diagnosis	Area	8	48	1.11	0.45 to 2.72
	Local	8	54	0.81	0.31 to 2.10
Total dose before conception:					
1-49 mSv	Area	3	19	1.12	0.31 to 4.05
	Local	3	26	0.77	0.20 to 3.00
50-99 mSv	Area	1	11	0.69	0.08 to 5.73
	Local	1	11	0.78	0.08 to 7.73
≥100 mSv	Area	4	5	6.24	1.51 to 25.76
	Local	4	3	8.38	1.35 to 51.99
Dose during 6 months before conception:					
1-4 mSv	Area	3	18	1.30	0.32 to 5.34
	Local	3	24	1.10	0.25 to 4.91
5-9 mSv	Area	1	3	3.54	0.32 to 38.88
	Local	1	3	3.04	0.28 to 32.61
≥10 mSv	Area	4	5	7.17	1.69 to 30.44
	Local	4	3	8.21	1.62 to 41.73
<i>Leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma</i>					
Total	Area	66	404		
	Local	66	389		
Employed:					
Before conception	Area	11	47	1.77	0.82 to 3.85
	Local	11	62	1.08	0.47 to 2.52
At conception	Area	10	34	2.44	1.04 to 5.71
	Local	10	46	1.48	0.59 to 3.75
At birth	Area	10	37	2.14	0.93 to 4.92
	Local	10	50	1.26	0.48 to 3.28
Before diagnosis	Area	11	72	0.97	0.46 to 2.03
	Local	11	83	0.64	0.28 to 1.45
Ever	Area	14	88	1.01	0.51 to 2.02
	Local	14	93	0.81	0.39 to 1.69
Dose record:					
Before conception	Area	10	45	1.63	0.73 to 3.64
	Local	10	58	1.00	0.40 to 2.51
At conception	Area	10	32	2.71	1.12 to 6.60
	Local	10	45	1.58	0.60 to 4.18
Before diagnosis	Area	10	66	0.95	0.44 to 2.05
	Local	10	78	0.60	0.25 to 1.41
Total dose before conception:					
1-49 mSv	Area	4	27	1.06	0.35 to 3.21
	Local	4	41	0.53	0.16 to 1.78
50-99 mSv	Area	2	13	1.16	0.24 to 5.46
	Local	2	14	0.95	0.17 to 5.28
≥100 mSv	Area	4	5	6.42	1.57 to 26.32
	Local	4	3	8.30	1.36 to 50.56
Dose during 6 months before conception:					
1-4 mSv	Area	5	22	1.80	0.59 to 5.53
	Local	5	33	0.97	0.28 to 3.41
5-9 mSv	Area	1	4	2.41	0.25 to 23.43
	Local	1	7	1.12	0.13 to 9.93
≥10 mSv	Area	4	8	4.33	1.16 to 16.12
	Local	4	5	5.01	1.13 to 22.24

表3 ガードナーのデータにもとづくシミュレーション結果

*** NOP = 3 ***

N1P = 1	beta = 0.701440	R.R. = 2.016655	0.204917 < R.R. < 19.846613
N1P = 2	beta = 1.413131	R.R. = 4.108800	0.666741 < R.R. < 25.320514
N1P = 3	beta = 1.838854	R.R. = 6.289329	1.229397 < R.R. < 32.174846
N1P = 4	beta = 2.147996	R.R. = 8.567676	1.853942 < R.R. < 39.594049
N1P = 5	beta = 2.393564	R.R. = 10.952463	2.527399 < R.R. < 47.462400
N1P = 6	beta = 2.599158	R.R. = 13.452407	3.245098 < R.R. < 55.766340
N1P = 7	beta = 2.777373	R.R. = 16.076731	4.005853 < R.R. < 64.520913
N1P = 8	beta = 2.935738	R.R. = 18.835400	4.810254 < R.R. < 73.753340
N1P = 9	beta = 3.079123	R.R. = 21.739321	5.659973 < R.R. < 83.498285
N1P = 10	beta = 3.210864	R.R. = 24.800510	6.557447 < R.R. < 93.796457

*** NOP = 4 ***

N1P = 1	beta = 0.411372	R.R. = 1.508886	0.164722 < R.R. < 13.821739
N1P = 2	beta = 1.123511	R.R. = 3.075633	0.546156 < R.R. < 17.320188
N1P = 3	beta = 1.549397	R.R. = 4.708629	1.017655 < R.R. < 21.786533
N1P = 4	beta = 1.858589	R.R. = 6.414679	1.545079 < R.R. < 26.631710
N1P = 5	beta = 2.104161	R.R. = 8.200217	2.116407 < R.R. < 31.772511
N1P = 6	beta = 2.309740	R.R. = 10.071801	2.727007 < R.R. < 37.198725
N1P = 7	beta = 2.487934	R.R. = 12.036380	3.375438 < R.R. < 42.920198
N1P = 8	beta = 2.646278	R.R. = 14.101461	4.061909 < R.R. < 48.955116
N1P = 9	beta = 2.789646	R.R. = 16.275251	4.787634 < R.R. < 55.326662
N1P = 10	beta = 2.921374	R.R. = 18.566788	5.554532 < R.R. < 62.062040

*** NOP = 5 ***

N1P = 1	beta = 0.185403	R.R. = 1.203703	0.137360 < R.R. < 10.548245
N1P = 2	beta = 0.897918	R.R. = 2.454488	0.461244 < R.R. < 13.061445
N1P = 3	beta = 1.323982	R.R. = 3.758359	0.865778 < R.R. < 16.315106
N1P = 4	beta = 1.633261	R.R. = 5.120545	1.320936 < R.R. < 19.849538
N1P = 5	beta = 1.878874	R.R. = 6.546128	1.815744 < R.R. < 23.600125
N1P = 6	beta = 2.084471	R.R. = 8.040341	2.345786 < R.R. < 27.558816
N1P = 7	beta = 2.262674	R.R. = 9.608745	2.909535 < R.R. < 31.732902
N1P = 8	beta = 2.421022	R.R. = 11.257354	3.506981 < R.R. < 36.135936
N1P = 9	beta = 2.564391	R.R. = 12.992745	4.139038 < R.R. < 40.785178
N1P = 10	beta = 2.696123	R.R. = 14.822157	4.807270 < R.R. < 45.700849

*** NOP = 7 ***

N1P = 1	beta = -0.157397	R.R. = 0.854365	0.102692 < R.R. < 7.108024
N1P = 2	beta = 0.555684	R.R. = 1.743133	0.350407 < R.R. < 8.671385
N1P = 3	beta = 0.982070	R.R. = 2.669978	0.664138 < R.R. < 10.733887
N1P = 4	beta = 1.291541	R.R. = 3.638389	1.020050 < R.R. < 12.977674
N1P = 5	beta = 1.537274	R.R. = 4.651891	1.409004 < R.R. < 15.358436
N1P = 6	beta = 1.742950	R.R. = 5.714175	1.827120 < R.R. < 17.870641
N1P = 7	beta = 1.921207	R.R. = 6.829194	2.272902 < R.R. < 20.519090
N1P = 8	beta = 2.079596	R.R. = 8.001234	2.746131 < R.R. < 23.312706
N1P = 9	beta = 2.222999	R.R. = 9.234989	3.247370 < R.R. < 26.262803
N1P = 10	beta = 2.354763	R.R. = 10.535632	3.777732 < R.R. < 29.382588

II. 公衆のリスク認識に関する実態調査

1. はじめに

人々は自身の生命に対する危険（健康リスク）をさまざまな形で認識する。人々のリスク（危害の可能性の度合い）への認識は、その危害の重篤さ、起こりやすさ、タイミング、制御可能性、情報量の多さ、などの因子に影響され、不安定要因が大きいので、調査法上の検討が先ず必要である。

とりあえず今年度は手始めに、日本人のリスク認識の実態を調査することを試みた。将来的には、同様な調査をオーストラリアと韓国で実施し、さまざまな要因について比較する予定である。

2. 今年度の調査対象

A. 神奈川県横浜市左近山中学校

（横浜市旭区左近山1335）

3 学年生徒 126 名 および その父兄 115 名
1991 年 1 月 調査

B. 北海道標津群中標津中学校

（北海道標津郡中標津町丸山2丁目1）

3 学年生徒 159 名 および その父兄 98 名
1990 年 12 月 調査

3. 質問紙の作成と調査の依頼

質問紙は、筆者が科学技術庁科学技術政策研究所より入手した科学技術に関する public acceptance についての国際的調査資料等を参考にして、筆者と協力者（大学院生）とで独自に作成した。（別添資料参照）

調査は、筆者が上記二つの地域の中学校にそれぞれ出向き、校長先生の了解を得て、三年生担当の教師の指示のもとで約30分をかけて生徒に回答用紙に記入してもらった。一方、同じ生徒の父兄にも同じ質問紙を配布し、3日後に回収した。

〈別添資料〉

父兄用

アンケートへのご協力をお願い

皆様には、ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

私も東京大学医学部保健学科疫学教室では、私たちを取りまく環境や、世の中にある様々な危険について、日ごろから調査、研究を行なっております。

この度は、医療や科学技術に関すること等を中心に、皆様の日ごろの生活の中でお感じになっていらっしゃることを伺いすることにより、今後の研究活動の貴重な資料とさせて頂くため、アンケートを実施させて頂くことになりました。

お答えは、すべて数字におきかえて、統計的に処理致しますので、後でご迷惑をおかけするようなことは決してございません。

なにとぞ、趣旨をご理解いただき、アンケートにご協力くださいますよう、よろしく願い申し上げます。

1990年12月

東京大学医学部保健学科疫学教室
研究者代表 松原純子

〒113 東京都文京区本郷7-3-1
(tel) 03-812-2111 内線3519,3520 (鳴津)

ご記入にあたってのお願い

1. お答えは、あてはまる項目の番号(1.2.3.....)を○印で囲んで下さい。
2. このアンケートにご不明の点がありましたら、担当者または研究室におたずねください。

生徒用

平成3年1月 日

アンケート調査のお願い

この調査は、生徒を取りまく環境や日常生活について、あなた方が思っていることを調査しようとするものです。現在あなたが思っていることや感じていることについて、それぞれの設問に答えてください。

このアンケートはある研究機関から依頼されたものですが、学習や成績には一切関係ありませんから正直に思っていることを書いてください。

先生の台図ではじめ、おわりと言ったらやめてください。

質問1. 以下の項目について、あなたが日ごろ危険とか恐ろしいと感じている程度を評価して、あてはまる番号に○をつけて下さい。

	非常に危険がある	やや危険がある	どちらともいえない	あまり危険はない	ほとんど危険はない	わからない
1 飛行機による旅行	5	4	3	2	1	0
2 自動車	5	4	3	2	1	0
3 バイク	5	4	3	2	1	0
4 自転車	5	4	3	2	1	0
5 原子力発電	5	4	3	2	1	0
6 農薬	5	4	3	2	1	0
7 洗剤	5	4	3	2	1	0
8 医薬品	5	4	3	2	1	0
9 化粧品	5	4	3	2	1	0
10 食品添加物	5	4	3	2	1	0
11 タバコ	5	4	3	2	1	0
12 飲酒(アルコール飲料)	5	4	3	2	1	0
13 臓器移植	5	4	3	2	1	0
14 遺伝子治療	5	4	3	2	1	0
15 宇宙開発計画	5	4	3	2	1	0
16 診断用 x線(レントゲン)	5	4	3	2	1	0
17 男女産み分け	5	4	3	2	1	0
18 ワクチン(予防接種)	5	4	3	2	1	0
19 火力発電	5	4	3	2	1	0
20 人工受精	5	4	3	2	1	0
21 友達	5	4	3	2	1	0
22 親	5	4	3	2	1	0
23 受験	5	4	3	2	1	0
24 学習塾	5	4	3	2	1	0
25 健康飲料	5	4	3	2	1	0
26 クレジットカード	5	4	3	2	1	0
27 都市ガス	5	4	3	2	1	0
28 ヒーター、クーラー	5	4	3	2	1	0
29 野生動物	5	4	3	2	1	0
30 出生率の低下	5	4	3	2	1	0

その他、あなたが日ごろ危険と考えている物ごとについて何でも思いつくものを挙げて下さい。

()

質問2. 以下の項目について、あなたが日ごろ便利だと役に立つと感じている程度を評価して、あてはまる番号に○をつけてください

	非常に役に立つ	やや役に立つ	どちらともいえない	あまり役にたえない	ほとんど役にたえない	わからない
1 飛行機による旅行	5	4	3	2	1	0
2 自動車	5	4	3	2	1	0
3 バイク	5	4	3	2	1	0
4 自転車	5	4	3	2	1	0
5 原子力発電	5	4	3	2	1	0
6 農薬	5	4	3	2	1	0
7 洗剤	5	4	3	2	1	0
8 医薬品	5	4	3	2	1	0
9 化粧品	5	4	3	2	1	0
10 食品添加物	5	4	3	2	1	0
11 タバコ	5	4	3	2	1	0
12 飲酒(アルコール飲料)	5	4	3	2	1	0
13 臓器移植	5	4	3	2	1	0
14 遺伝子治療	5	4	3	2	1	0
15 宇宙開発計画	5	4	3	2	1	0
16 診断用 x線(レントゲン)	5	4	3	2	1	0
17 男女産み分け	5	4	3	2	1	0
18 ワクチン(予防接種)	5	4	3	2	1	0
19 火力発電	5	4	3	2	1	0
20 人工受精	5	4	3	2	1	0
21 友達	5	4	3	2	1	0
22 親	5	4	3	2	1	0
23 受験	5	4	3	2	1	0
24 学習塾	5	4	3	2	1	0
25 健康飲料	5	4	3	2	1	0
26 クレジットカード	5	4	3	2	1	0
27 都市ガス	5	4	3	2	1	0
28 ヒーター、クーラー	5	4	3	2	1	0
29 野生動物	5	4	3	2	1	0
30 出生率の低下	5	4	3	2	1	0

その他

()

質問3. 以下の項目について、一生の間に、自分の身にふりかかってくる危険の発生程度は、どのくらいだと思いますか。(あてはまるものの数字を○で囲んでください)

	ほとんど 0% (起こらない)	およそ 5% くらい	およそ 25% くらい	およそ 50% くらい	ほとんど 100% (かなり確実に 起る)	わから ない
1 大震災級の地震	1	2	3	4	5	0
2 大型台風	1	2	3	4	5	0
3 落雷	1	2	3	4	5	0
4 自分の家の火事	1	2	3	4	5	0
5 地球全体の人口増加	1	2	3	4	5	0
6 スキー	1	2	3	4	5	0
7 野球	1	2	3	4	5	0
8 飛行機による旅行	1	2	3	4	5	0
9 自動車	1	2	3	4	5	0
10 世界的核戦争	1	2	3	4	5	0
11 原子力発電	1	2	3	4	5	0
12 臓器移植	1	2	3	4	5	0
13 心臓手術	1	2	3	4	5	0
14 ガン	1	2	3	4	5	0
15 伝染病	1	2	3	4	5	0
16 エイズ	1	2	3	4	5	0
17 喫煙	1	2	3	4	5	0
18 飲酒	1	2	3	4	5	0
19 診断用x線(レントゲン)	1	2	3	4	5	0
20 副作用のありそうな 医薬品	1	2	3	4	5	0
21 農薬	1	2	3	4	5	0
22 食品添加物	1	2	3	4	5	0
23 放射能汚染	1	2	3	4	5	0
24 妊娠、出産	1	2	3	4	5	0
25 食中毒	1	2	3	4	5	0
26 地球環境汚染一般	1	2	3	4	5	0
27 エネルギー不足	1	2	3	4	5	0
28 肥満	1	2	3	4	5	0
29 体育の授業	1	2	3	4	5	0
30 遺伝子治療(組替え)	1	2	3	4	5	0

質問4. 以下の項目について、もしそれが自分の身にふりかかってきた場合に、それが自分の死に至るような危険性はどのくらいと感じますか。(あてはまるものの数字を○で囲んでください)

	ほとんど 0% (死にそう はない)	およそ 5% くらい	およそ 25% くらい	およそ 50% くらい	ほとんど 100% (非常に危険で 死ぬと思う)	わから ない
1 大震災級の地震	1	2	3	4	5	0
2 大型台風	1	2	3	4	5	0
3 落雷	1	2	3	4	5	0
4 自分の家の火事	1	2	3	4	5	0
5 地球全体の人口増加	1	2	3	4	5	0
6 スキー	1	2	3	4	5	0
7 野球	1	2	3	4	5	0
8 飛行機による旅行	1	2	3	4	5	0
9 自動車	1	2	3	4	5	0
10 世界的核戦争	1	2	3	4	5	0
11 原子力発電	1	2	3	4	5	0
12 臓器移植	1	2	3	4	5	0
13 心臓手術	1	2	3	4	5	0
14 ガン	1	2	3	4	5	0
15 伝染病	1	2	3	4	5	0
16 エイズ	1	2	3	4	5	0
17 喫煙	1	2	3	4	5	0
18 飲酒	1	2	3	4	5	0
19 診断用x線(レントゲン)	1	2	3	4	5	0
20 副作用のありそうな 医薬品	1	2	3	4	5	0
21 農薬	1	2	3	4	5	0
22 食品添加物	1	2	3	4	5	0
23 放射能汚染	1	2	3	4	5	0
24 妊娠、出産	1	2	3	4	5	0
25 食中毒	1	2	3	4	5	0
26 地球環境汚染一般	1	2	3	4	5	0
27 エネルギー不足	1	2	3	4	5	0
28 肥満	1	2	3	4	5	0
29 体育の授業	1	2	3	4	5	0
30 遺伝子治療(組替え)	1	2	3	4	5	0

質問5. あなたは次にあげるような科学技術について、開発を進めることが望ましいと考えますか。あてはまるものの番号を一つ選び、○をつけてください。

	はい (望ましい)	どちらとも いえない	いいえ (望ましくない)	わから ない
① 臓器移植	1	2	3	4
② 遺伝子操作、バイオテクノロジー	1	2	3	4
③ 人間の体外受精、(試験管ベビー)	1	2	3	4
④ 原子力発電	1	2	3	4
⑤ 男女産み分け	1	2	3	4

質問6. 以下の行動や対策のために、あなたはどのような態度をとりますか。
(最も近いと思われるものの番号を、1~7の項目のそれぞれについてひとつずつ○でかこんでください。)

	積極的に 自分で 行動したい	できれば 協力 したい	関心はあるが 他人(政府や 団体)に 任せる	どうでも よい
1 農薬の使用禁止	1	2	3	4
2 核実験の廃止	1	2	3	4
3 公害防止	1	2	3	4
4 副作用の大きい薬の使用禁止	1	2	3	4
5 地球環境保護	1	2	3	4
6 身近な環境に緑の植物を増やす	1	2	3	4
7 ゴミの分別収集や処理に協力する	1	2	3	4
8 食品添加物を少なくする運動	1	2	3	4
9 原子力発電所の撤廃	1	2	3	4
10 戦争をなくすこと	1	2	3	4

質問7. あなたやあなたの家族やあるいは身近な人が、過去に、次にあげたような事故や害、病気などを経験したことがありますか。あてはまるものの番号に○をつけてください。

- がんや心臓病、腎臓病、結核などの比較的重い病気(入院するほどの)にかかったことがありますか。
1. はい 2. いいえ
- 乗物(自動車、飛行機、電車、船などの)で自分や相手がケガをするような事故にあったことがありますか。
1. はい 2. いいえ
- 地震、台風、洪水、落雷など大きな災害に遭い、被害を受けたことがありますか。
1. はい 2. いいえ
- 薬や注射、ワクチンなどの副作用が出たことがありますか。
1. はい、(それは何の副作用ですか) 2. いいえ
- 中毒や伝染病にかかったりしたことがありますか。
1. はい、(それは何の中毒ですか) 2. いいえ

質問8. 健康や環境や危険についてのあなたの知識は主にどこから得られますか。以下の中から二つ選んで○をつけてください。

1. テレビ 2. 本、雑誌 3. 友人や家族の話 4. 学校の先生 5. ラジオ

質問9. 以下のそれぞれの文章について、正しいか誤っているか考え、あてはまる番号に○をつけてください。

	正しい	誤って いる	わから ない
1 地球の中心は、非常に熱い。	1	2	3
2 空気の大部分は酸素である。	1	2	3
3 放射能を浴びたミルクは、沸騰させれば安全になる。	1	2	3
4 電子は原子核よりも小さい。	1	2	3
5 イギリスの首相はサッチャーである。	1	2	3
6 酸性雨は酸素が多いために起こる。	1	2	3
7 地球が太陽のまわりを廻るには一年かかる。	1	2	3
8 ガンは、人から人へと伝染する病気である。	1	2	3
9 アメリカ合衆国の首府は、ニューヨークである。	1	2	3
10 うるう年の一年は375日である。	1	2	3

質問10. あなたの性別を教えてください。

1. 男 2. 女

4. 質問紙の構成とねらい

- 質問 1 日常生活から科学技術にいたるまで、リスク認識に関係した要因 30 件につき、それぞれ被調査者の危険と感ずる程度を 5 段階に分け一つえらばせる。
- 質問 2 質問 1 と全く同じ 30 の要因に対し、被調査者の便益（役に立つ）と感ずる程度を同じく 5 段階に分け一つえらばせる。
- 質問 3 さまざまな危険要因 30（質問 1 や 2 と重複した要因も含む）につき、一生の間に自分の身にふりかかってくる危険の発生の程度への認識を % であらわされた 5 段階の中から一つえらばせる。
- 質問 4 質問 3 と同じ危険要因 30 について、自分が死に至るような危険性をどの程度感ずるかを % であらわされた 5 段階の中から一つえらばせる。
- 質問 5 新科学技術に対する認容の態度をしらべる。
- 質問 6 環境問題・安全問題への関心と行動性をしらべる。
- 質問 7 被調査者のリスク経験（事故や病気など）をしらべる。
- 質問 8 健康や環境リスクなどに関する情報源をしらべる。
- 質問 9 被調査者の科学知識および一般常識の程度をしらべる。

質問 1 と 2 および質問 3 と 4 は、それぞれ対をなして構成されているので、以上の調査データからリスク要因の危険と便益に対する認識の関係やリスク要因に関する危険度の認識の内容が分析できよう。

また質問 5 から質問 9 の情報により、リスク認識と科学技術への認容性との関係、リスク認識と環境問題への関心度との関係、リスク認識と被調査者自身の体験との関係、リスク認識と科学的知識との関係などを解析したいと考えている。

5. 集計結果の概要

質問1から9の調査結果は、① 左近山中学校生徒、② 左近山中学校父兄、③ 中標津中学校生徒、④ 中標津中学校父兄の4群につき、各々集団別に集計した。

(1) 素集計

本報告では、まず素集計結果として、左近山中学校生徒126名分の集計結果を表4-1から表4-6に示す。

(2) 総体的にみて4つの集団のデータには大きな差がないので、全データを用い、質問1と質問2の30の質問の各々につき、質問1の危険認識得点分布と質問2の便益認識得点分布とを対照させて3次元グラフで表示集計した。

図4-1～図4-10は、そのうち飛行機、自動車、バイク、診断用X線、原子力発電、臓器移植、タバコ、親、友達、クレジットカードについて示す。

リスク要因のうち、

危険で無用とおもわれているもの（タバコなど）

危険だが有用とおもわれているもの（原子力発電、臓器移植など）

危険が中等度で有用とおもわれているもの（飛行機、自動車など）

危険でなく有用とおもわれているもの（親、友達など）

の4種類のパターンに典型的に現れている。

(3) 30のリスク要因間での危険と便益度の関係の差異を考察するために、上記①～④の集団について、それぞれの平均得点を算出し（ただし「わからない」と答えた者は除外）、図5-1～図5-4の2次元グラフを作成した。

いづれの集団でも、30の要因は右下がりの直線的楕円上に分布し、リスク小―便益大の要因と、リスク大便益小の要因がわかれている。

全般的に、予期したよりも地域間、生徒と父兄間の差は少なく、常識的な情報が日本全国全年齢層にゆきわたっている感がある。

原発は、いづれの集団でも、中等度の便益を認めるものの、リスク認識は最高に近い得点を示している。首都圏の父兄は、北海道の父兄よりも原発にたいするリスク得点は低かった。

父兄と生徒間で認識が異なるのは、例えば生徒は父兄よりバイクのリスクを低く評価し、また親に対する危険意識は親自身よりもやはり生徒のほうが高かった。

(4) 危険認識の内容を調べるため、30のリスク要因における危険発生の程度（確率）の認識得点と危険の重篤さの認識得点との関係を、上と同様に2次元のグラフで図6-1～図6-4に示した。

いづれの集団でも30の要因は右上がりの直線的楕円上に分布している。

ここでも地域間や生徒と父兄の間の差異は少ない。ただし、地震の発生とその危険度については明らかに父兄も生徒も北海道よりも神奈川県の人々が危険を高く認識している。また父兄と生徒（親と子）で差がみられるのは、ガンや自動車

で、その危険を父兄は生徒よりも高く認識している。エイズは親も子も発生確率は低いですが、危険を高く認識している。原発はガン、核戦争、エイズに次いで危険と評価されている。

表4-1 左近山生徒集計結果(単位%, n = 126)

質問1	危険度の把握	非常に危険	やや危険	どちらでもない	あまり危険でない	ほとんど危険はない	わからない	無回答等
1	飛行機旅行	10.3	38.1	23.8	19.8	4.8	3.2	0
2	自動車	4	32.5	23	33.3	7.1	0	0
3	バイク	21.4	48.4	9.5	14.3	3.2	1.6	1.6
4	自転車	4	19.8	24.6	31	15.1	3.2	2.4
5	原子力発電	40.5	24.6	15.9	2.4	3.2	12.7	0.8
6	農薬	27.8	46	16.7	4.8	2.4	2.4	0
7	洗剤	7.9	21.4	42.1	20.6	6.3	0.8	0.8
8	医薬品	5.6	20.6	42.9	15.9	11.9	3.2	0
9	化粧品	1.6	4.8	22.2	23	37.3	10.3	0.8
10	食品添加物	15.1	27.8	28.6	15.9	8.7	2.4	1.6
11	タバコ	46.8	37.3	11.1	0.8	0.8	2.4	0.8
12	飲酒	18.3	39.7	26.2	11.1	2.4	2.4	0
13	臓器移植	29.4	32.5	21.4	5.6	2.4	8.7	0
14	遺伝子治療	16.7	24.6	19.8	1.6	2.4	32.5	2.4
15	宇宙開発計画	9.5	15.9	40.5	15.1	10.3	8.7	0
16	診断用x線	1.6	18.3	28.6	12.7	27.8	8.7	2.4
17	男女産み分け	7.9	14.3	27	5.6	10.3	30.2	4.8
18	ワクチン	2.4	22.2	38.1	19.8	9.5	6.3	1.6
19	火力発電	14.3	30.2	30.2	11.9	5.6	7.9	0
20	人工受精	11.1	16.7	30.2	7.1	2.4	30.2	2.4
21	友達	5.6	5.6	26.2	13.5	44.4	4.8	0
22	親	7.1	0	23	17.5	48.4	2.4	1.6
23	受験	21.4	17.5	33.3	7.1	13.5	7.1	0
24	学習塾	7.9	4.8	38.9	16.7	25.4	5.6	0.8
25	健康飲料	2.4	5.6	32.5	20.6	33.3	4	1.6
26	c.カード	13.5	26.2	27	11.9	11.9	8.7	0.8
27	都市ガス	15.1	31	27.8	11.1	4.8	9.5	0.8
28	ヒーター,クーラー	9.5	30.2	34.1	15.9	7.1	2.4	0.8
29	野生動物	15.9	27	30.2	7.9	14.3	4	0.8
30	出生率低下	16.7	24.6	31	4.8	5.6	17.5	0

表4-2

質問	便益の把握	非常に 役立つ	やや 役立つ	どちらとも いえない	あまり 役立たない	ほとんど 役立たない	わからない	無回答等
1	飛行機旅行	57.9	19.8	15.1	1.6	0.8	4	0.8
2	自動車	76.2	19	4	0	0	0	0.8
3	バイク	32.5	33.3	19	0.8	4	8.7	1.6
4	自転車	46.8	31.7	15.9	1.6	1.6	0	2.4
5	原子力発電	23	19	31.7	4.8	3.2	16.7	1.6
6	農業	5.6	15.9	35.7	15.9	13.5	11.9	1.6
7	洗剤	33.3	40.5	19.8	4	0.8	0.8	0.8
8	医薬品	36.5	45.2	15.9	0.8	0	0	1.6
9	化粧品	47.6	31	15.1	1.6	0.8	2.4	1.6
10	食品添加物	7.1	10.3	39.7	15.9	19.8	5.6	1.6
11	タバコ	2.4	3.2	16.7	14.3	57.9	4.8	0.8
12	飲酒	4	17.5	27.8	19	25.4	4	2.4
13	臓器移植	24.6	22.2	28.6	5.6	4.8	13.5	0.8
14	遺伝子治療	9.5	13.5	29.4	5.6	6.3	34.1	1.6
15	宇宙開発計画	22.2	24.6	30.2	7.9	4.8	8.7	1.6
16	診断用x線	34.1	27	26.2	3.2	0.8	6.3	2.4
17	男女産み分け	7.1	6.3	31.7	7.1	15.9	28.6	3.2
18	ワクチン	16.7	34.9	31	7.1	2.4	5.6	2.4
19	火力発電	33.3	23.8	26.2	0.8	1.6	11.9	2.4
20	人工受精	5.6	11.1	35.7	7.9	7.9	29.4	2.4
21	友達	65.9	15.9	12.7	0	0	4	1.6
22	親	57.9	16.7	16.7	2.4	1.6	3.2	1.6
23	受験	8.7	11.1	43.7	11.1	19.8	4	1.6
24	学習塾	23.8	22.2	28.6	8.7	11.9	3.2	1.6
25	健康飲料	16.7	21.4	38.9	12.7	4	5.6	0.8
26	c.カード	19	28.6	19.8	5.6	9.5	15.9	1.6
27	都市ガス	35.7	28.6	17.5	0.8	5.6	10.3	1.6
28	ヒーター,クーラー	46	34.1	10.3	2.4	3.2	0.8	3.2
29	野生動物	10.3	8.7	42.9	7.1	14.3	14.3	2.4
30	出生率低下	3.2	1.6	30.2	9.5	20.6	32.5	2.4

表4-3

質問3 危険の発生の程度

		ほとんど0%	約5%	約25%	約50%	ほとんど100%	わからない	無回答等
1	大震災級の地震	1.6	9.5	13.5	42.1	31.7	1.6	0
2	大型台風	2.4	15.1	15.9	41.3	23.8	1.6	0
3	落雷	8.7	23	26.2	22.2	17.5	2.4	0
4	自分の家の火事	19.8	27	19	18.3	8.7	7.1	0
5	人口増加	8.7	20.6	23	20.6	18.3	8.7	0
6	スキー	19.8	27.8	15.9	14.3	5.6	15.9	0.8
7	野球	34.9	31	11.9	4	4	11.9	2.4
8	飛行機旅行	9.5	20.6	31.7	23.8	11.1	2.4	0.8
9	自動車	7.1	23	27	25.4	12.7	1.6	3.2
10	世界的核戦争	15.1	11.9	15.1	20.6	26.2	10.3	0.8
11	原子力発電	7.1	21.4	18.3	17.5	16.7	17.5	1.6
12	臓器移植	26.2	29.4	13.5	5.6	7.9	15.9	1.6
13	心臓手術	30.2	30.2	11.9	5.6	9.5	11.9	0.8
14	ガン	12.7	27	19	15.1	13.5	11.9	0.8
15	伝染病	18.3	38.9	12.7	11.1	6.3	11.9	0.8
16	エイズ	39.7	23.8	10.3	4	7.1	15.1	0
17	喫煙	41.3	15.1	9.5	13.5	11.1	8.7	0.8
18	飲酒	15.9	20.6	17.5	15.1	22.2	7.9	0.8
19	診断用x線	16.7	24.6	20.6	13.5	9.5	12.7	2.4
20	医薬品の副作用	11.9	32.5	17.5	14.3	7.1	15.9	0.8
21	農薬	18.3	24.6	26.2	11.9	7.9	9.5	1.6
22	食品添加物	13.5	23	25.4	15.9	10.3	11.1	0.8
23	放射能汚染	13.5	18.3	19.8	19.8	12.7	14.3	1.6
24	妊娠, 出産	28.6	13.5	10.3	11.9	14.3	20.6	0.8
25	食中毒	14.3	23	27	15.9	8.7	9.5	1.6
26	地球環境汚染	7.1	11.9	14.3	23.8	31.7	9.5	1.6
27	エネルギー不足	12.7	15.1	16.7	17.5	26.2	11.9	0
28	肥満	19	19.8	20.6	20.6	8.7	10.3	0.8
29	体育の授業	15.1	33.3	16.7	17.5	6.3	10.3	0.8
30	遺伝子治療	27.8	19	7.9	1.6	2.4	41.3	0

表4-4

質問4 死に至る危険性

		ほとんど0%	約5%	約25%	約50%	ほとんど100%	わからない無回答等	
1	大震災級の地震	4	3.2	12.7	40.5	37.3	1.6	0.8
2	大型台風	12.7	19.8	26.2	28.6	10.3	1.6	0.8
3	落雷	8.7	18.3	17.5	19	33.3	2.4	0.8
4	自分の家の火事	5.6	7.9	23	38.1	21.4	2.4	1.6
5	人口増加	31.7	22.2	18.3	8.7	4	14.3	0.8
6	スキー	38.1	35.7	7.9	7.9	1.6	7.9	0.8
7	野球	54	25.4	7.9	2.4	0.8	7.9	1.6
8	飛行機旅行	5.6	19.8	17.5	25.4	27.8	3.2	0.8
9	自動車	7.9	24.6	19.8	38.1	7.1	2.4	0
10	世界的核戦争	5.6	1.6	5.6	7.9	75.4	3.2	0.8
11	原子力発電	4.8	11.9	22.2	25.4	27	7.9	0.8
12	臓器移植	10.3	13.5	16.7	31	18.3	9.5	0.8
13	心臓手術	9.5	15.1	15.9	34.9	15.1	8.7	0.8
14	ガン	5.6	4	7.1	24.6	52.4	6.3	0
15	伝染病	7.1	12.7	15.1	31	24.6	9.5	0
16	エイズ	6.3	5.6	5.6	12.7	59.5	7.9	2.4
17	喫煙	16.7	25.4	23.8	19	6.3	7.9	0.8
18	飲酒	16.7	31.7	24.6	15.9	4.8	5.6	0.8
19	診断用x線	32.5	29.4	11.1	9.5	1.6	14.3	1.6
20	医薬品の副作用	5.6	27	28.6	17.5	6.3	12.7	2.4
21	農薬	7.9	31	23.8	18.3	7.1	10.3	1.6
22	食品添加物	17.5	25.4	29.4	13.5	1.6	11.1	1.6
23	放射能汚染	2.4	10.3	17.5	29.4	32.5	6.3	1.6
24	妊娠, 出産	34.9	15.9	10.3	11.9	0.8	24.6	1.6
25	食中毒	8.7	37.3	22.2	17.5	5.6	7.9	0.8
26	地球環境汚染	11.1	15.9	21.4	19	22.2	9.5	0.8
27	エネルギー不足	14.3	23	27.8	15.1	9.5	8.7	1.6
28	肥満	38.9	24.6	13.5	7.1	3.2	11.1	1.6
29	体育の授業	45.2	31	8.7	4	0	10.3	0.8
30	遺伝子治療	18.3	18.3	12.7	8.7	0.8	40.5	0.8

表4-5

質問5 開発に対する意見

	望ましい	どちらとも言えない	望ましくない	わからない	無回答等
1 臓器移植	62.7	19.8	9.5	7.9	0
2 遺伝子操作	23.8	37.3	15.9	21.4	1.6
3 人間の対外受精	5.6	28.6	42.9	22.2	0.8
4 原子力発電	15.9	45.2	23.8	14.3	0.8
5 男女産み分け	7.9	26.2	31.7	33.3	0.8

質問6 態度

	積極的行動	できれば協力	他人任せ	どうでもよい	無回答等
1 農業使用禁止	7.1	38.1	42.9	11.1	0.8
2 核実験廃止	33.3	36.5	24.6	5.6	0
3 公害防止	23	38.9	31.7	5.6	0.8
4 副作用薬禁止	12.7	34.9	42.1	9.5	0.8
5 地球環境保護	35.7	37.3	19.8	6.3	0.8
6 環境の緑化	34.1	42.9	16.7	5.6	0.8
7 ゴミの分別収集	26.2	41.3	23	8.7	0.8
8 食品添加物減少	8.7	35.7	42.1	13.5	0
9 原発撤廃	11.1	29.4	43.7	14.3	1.6
10 戦争をなくす	41.3	38.1	15.9	4.8	0

質問7 病気などの経験

	あり	なし	無回答等
1 癌等の病気	38.1	61.1	0.8
2 乗り物事故	26.2	72.2	1.6
3 地震などの災害	8.7	89.7	1.6
4 薬などの副作用	8.7	88.9	2.4
5 中毒, 伝染病	15.1	81.7	3.2

質問8 情報源(2つ)

		無回答者	
テレビ	88.1		2.4
本, 雑誌	21.5		
友人, 家族の話	50		
学校の先生	3.2		
ラジオ	6.3		

表 4-6

質問 9 知識, 常識

	正	誤	わからない	無回答等
1 地球の中心	77	4	17.5	1.6
2 空気の大部分	34.1	44.4	20.6	0.8
3 放射能を浴びた	4.8	59.5	33.3	2.4
4 電子は原子核より	37.3	26.2	34.1	2.4
5 イギリスの首相	15.9	63.5	19	1.6
6 酸性雨は	7.1	56.3	34.1	2.4
7 地球が太陽の	61.1	21.4	15.1	2.4
8 癌は人から人	7.1	78.6	10.3	4
9 アメリカの首都	24.6	61.1	11.9	2.4
10 閏年の	5.6	77.8	14.3	2.4

図4-1

危険度と便益度の関係 (タバコ)

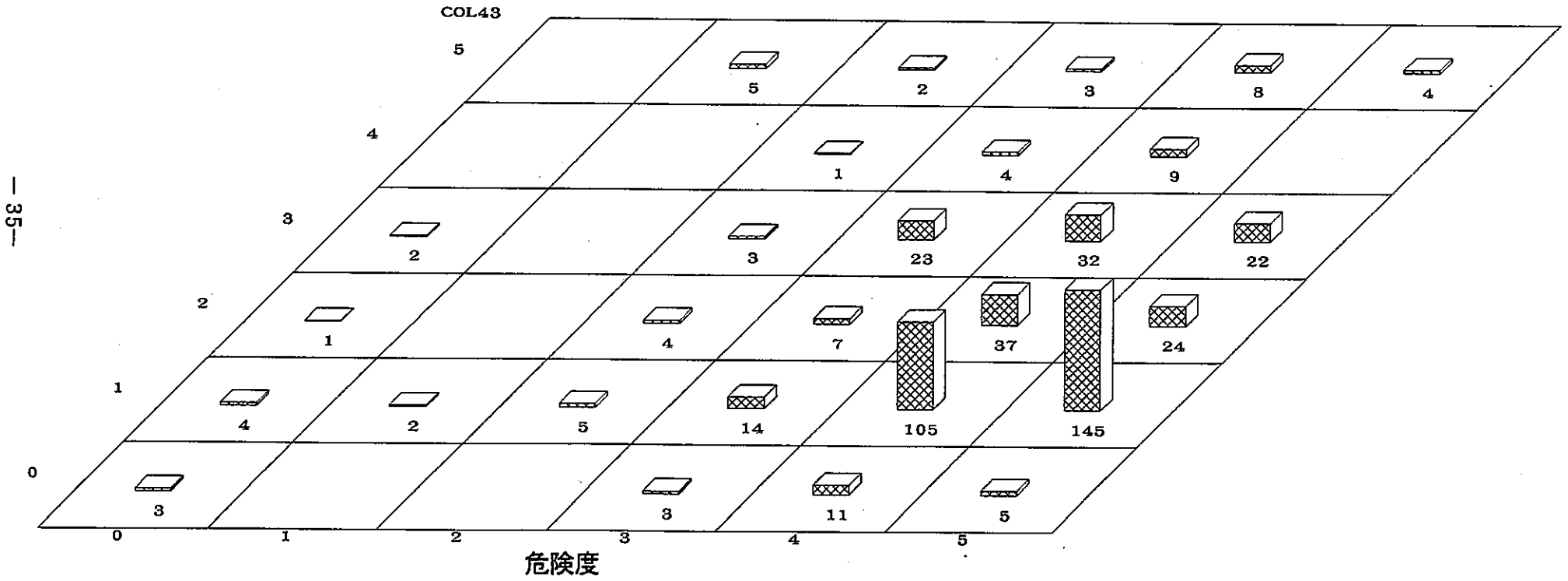


図4-2

危険度と便益度の関係（原子力発電）

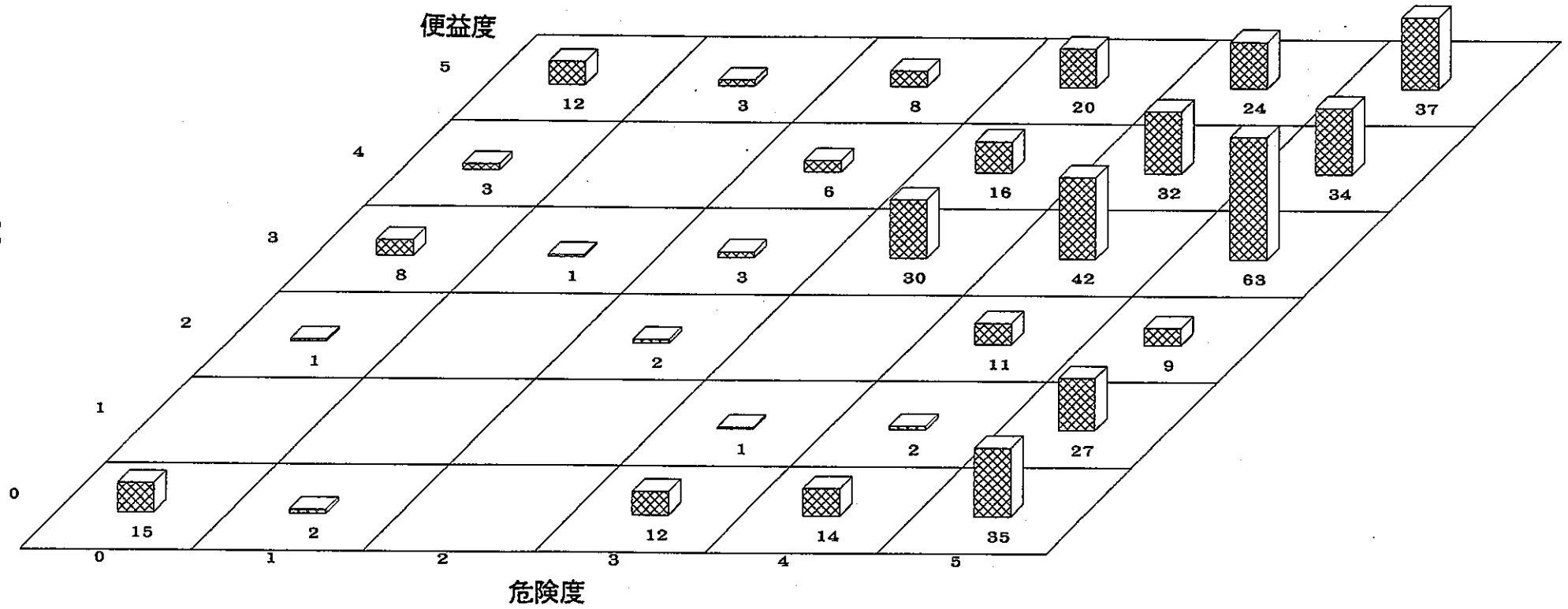


図 4-3

危険度と便益度の関係 (臓器移植)

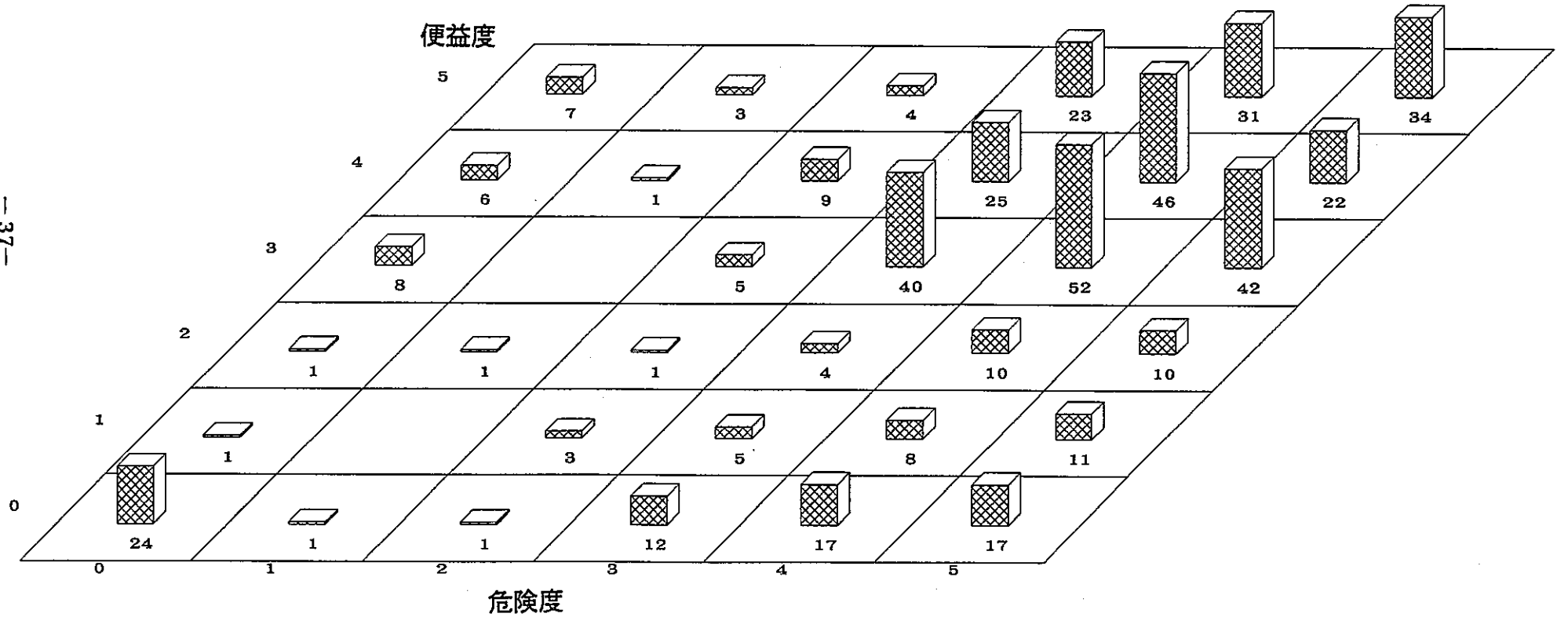


図4-4

危険度と便益度の関係 (バイク)

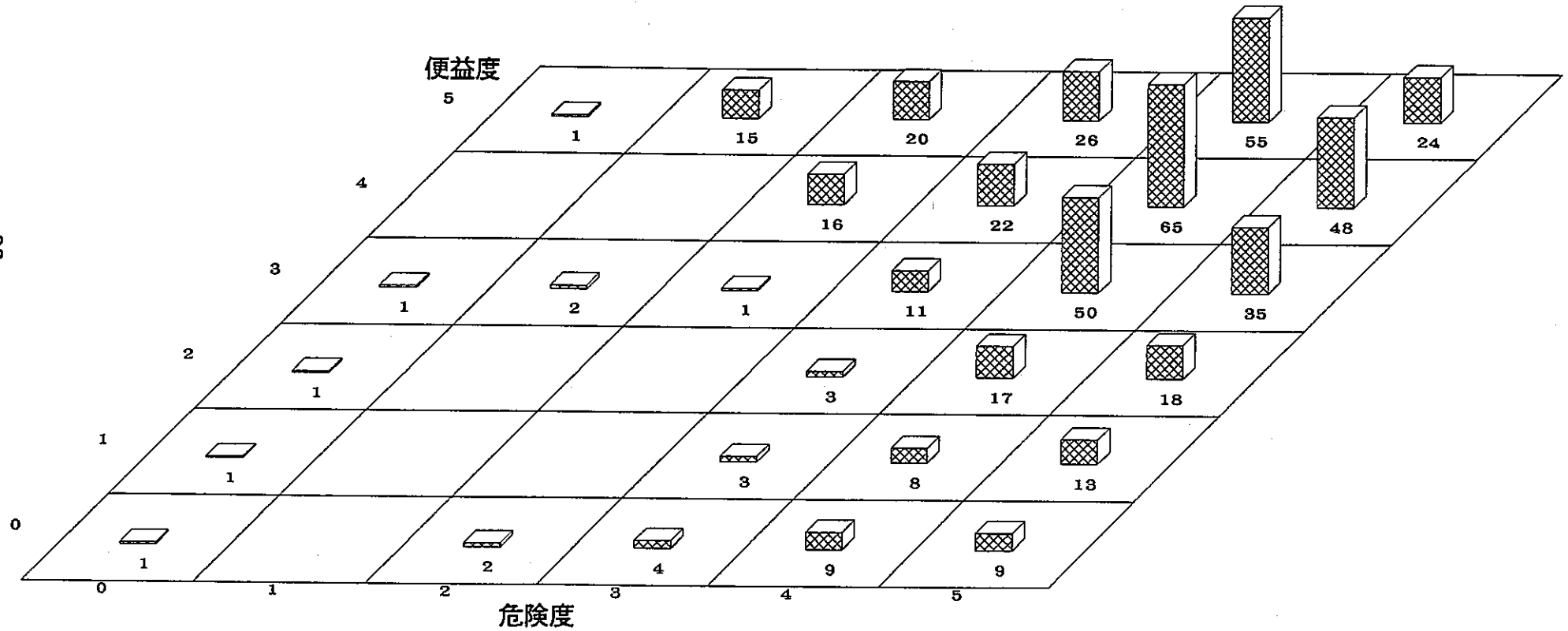


図 4-5

危険度と便益度の関係 (自動車)

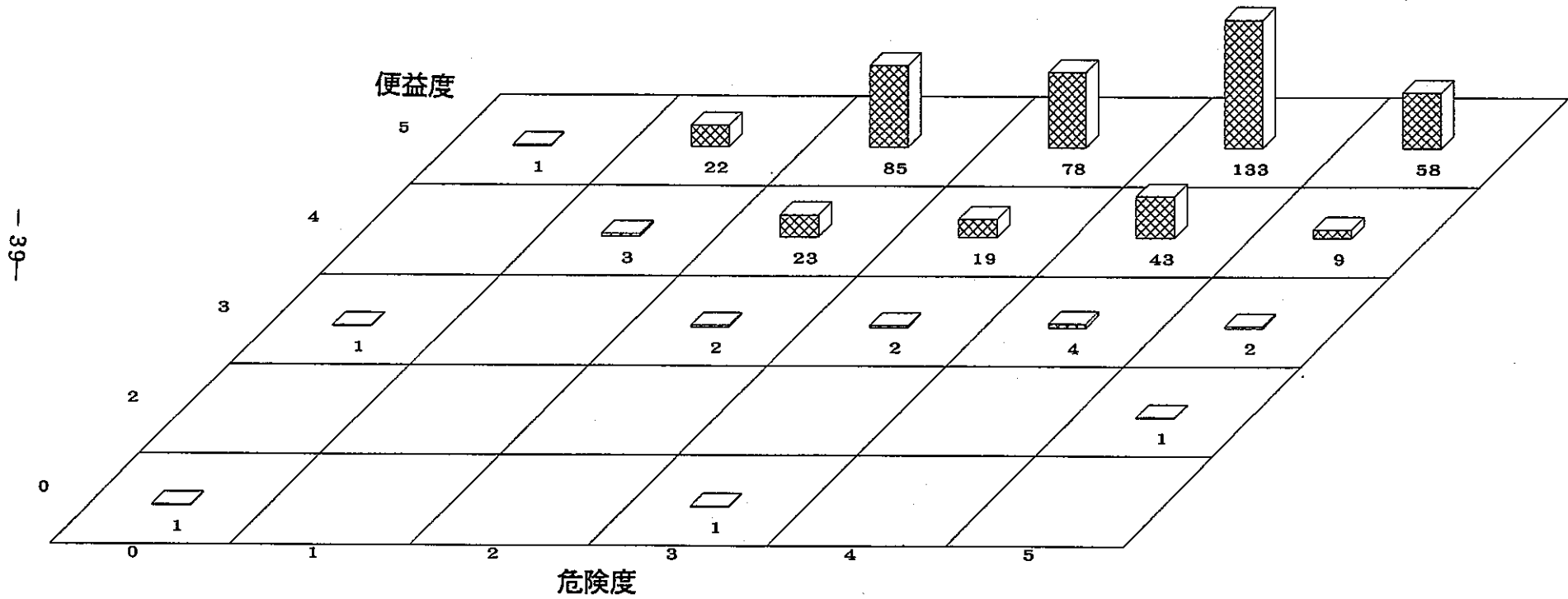
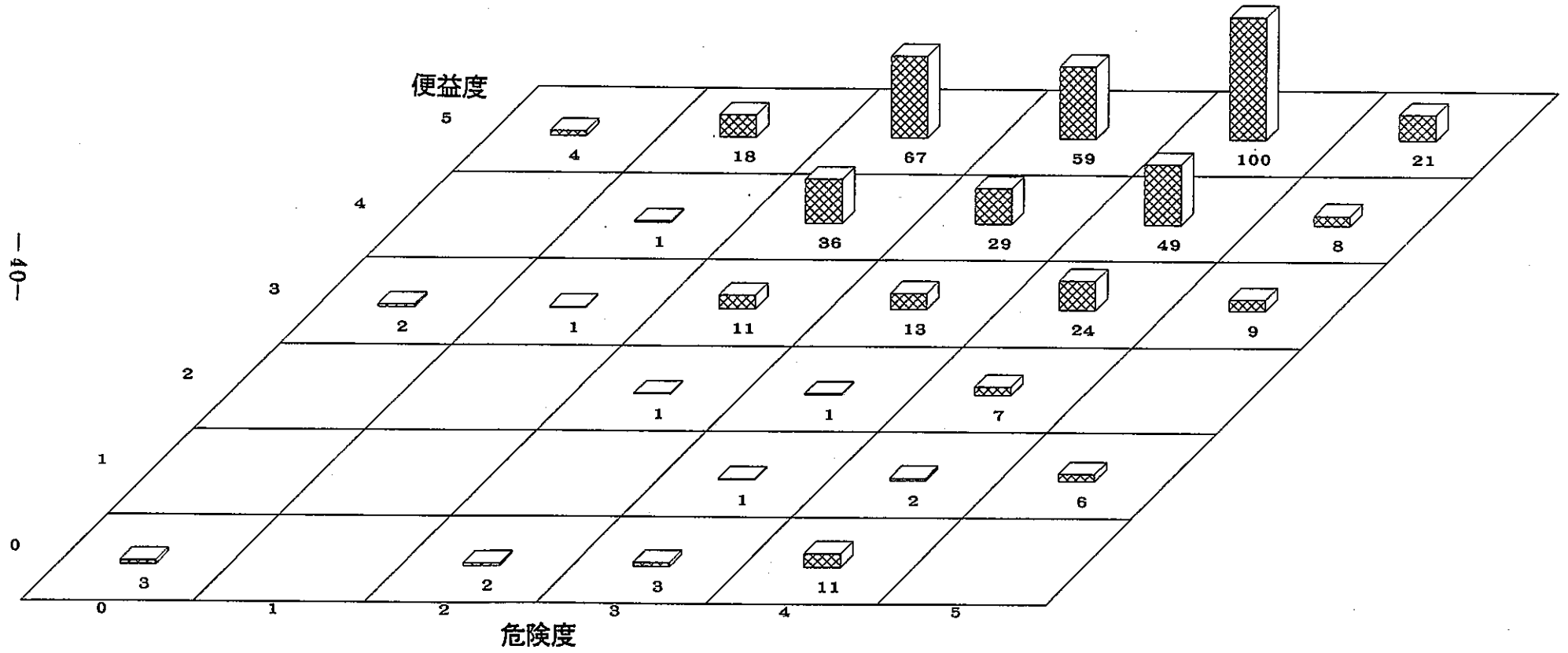


図4-6

危険度と便益度の関係（飛行機旅行）



-40-

図 4-7

危険度と便益度の関係 (診断用 x 線)

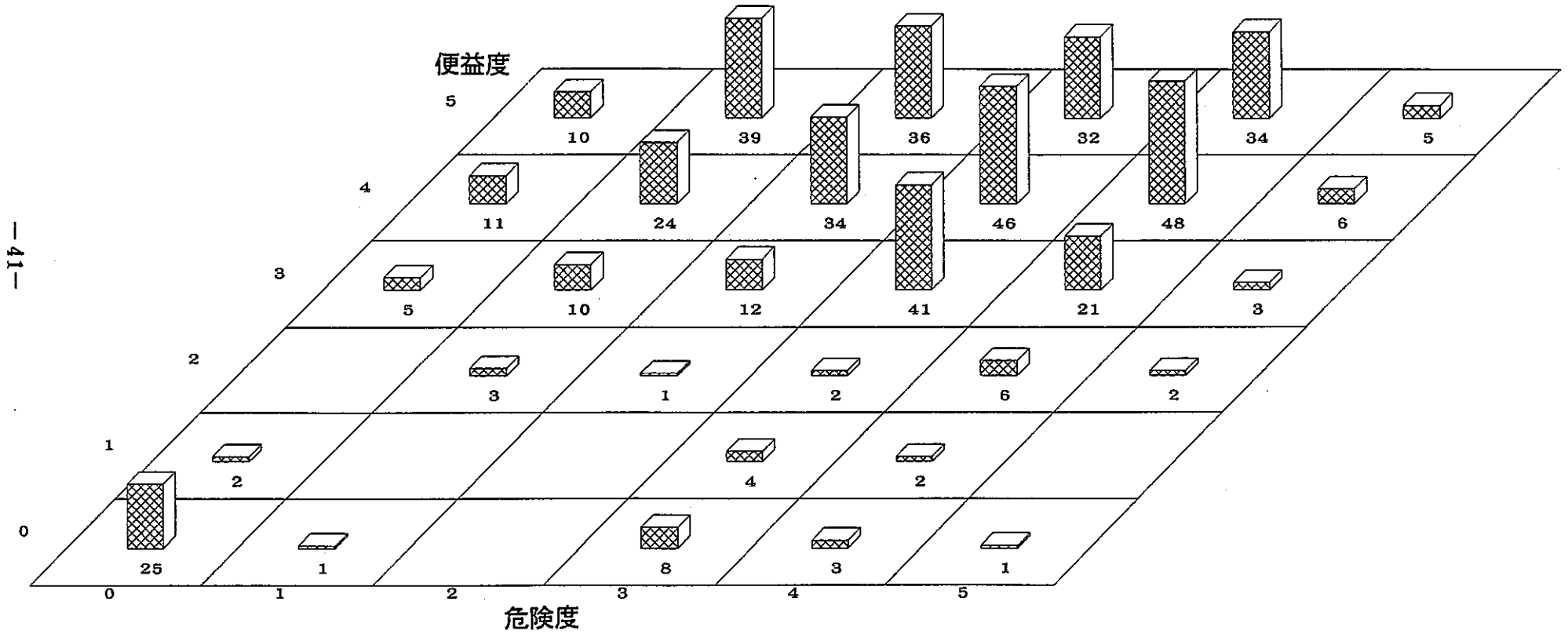
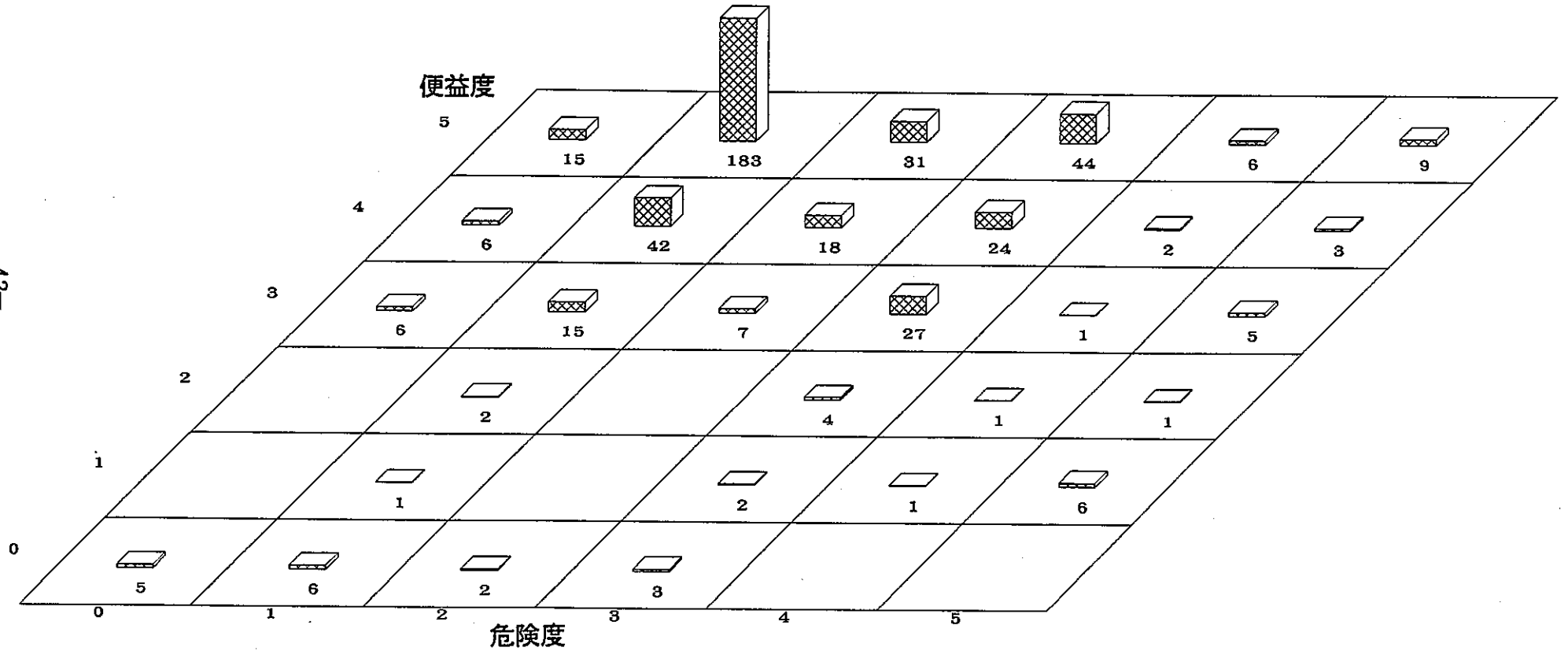


図 4-8

危険度と便益度の関係 (親)



☒ 4-9.

危険度と便益度の関係（友達）

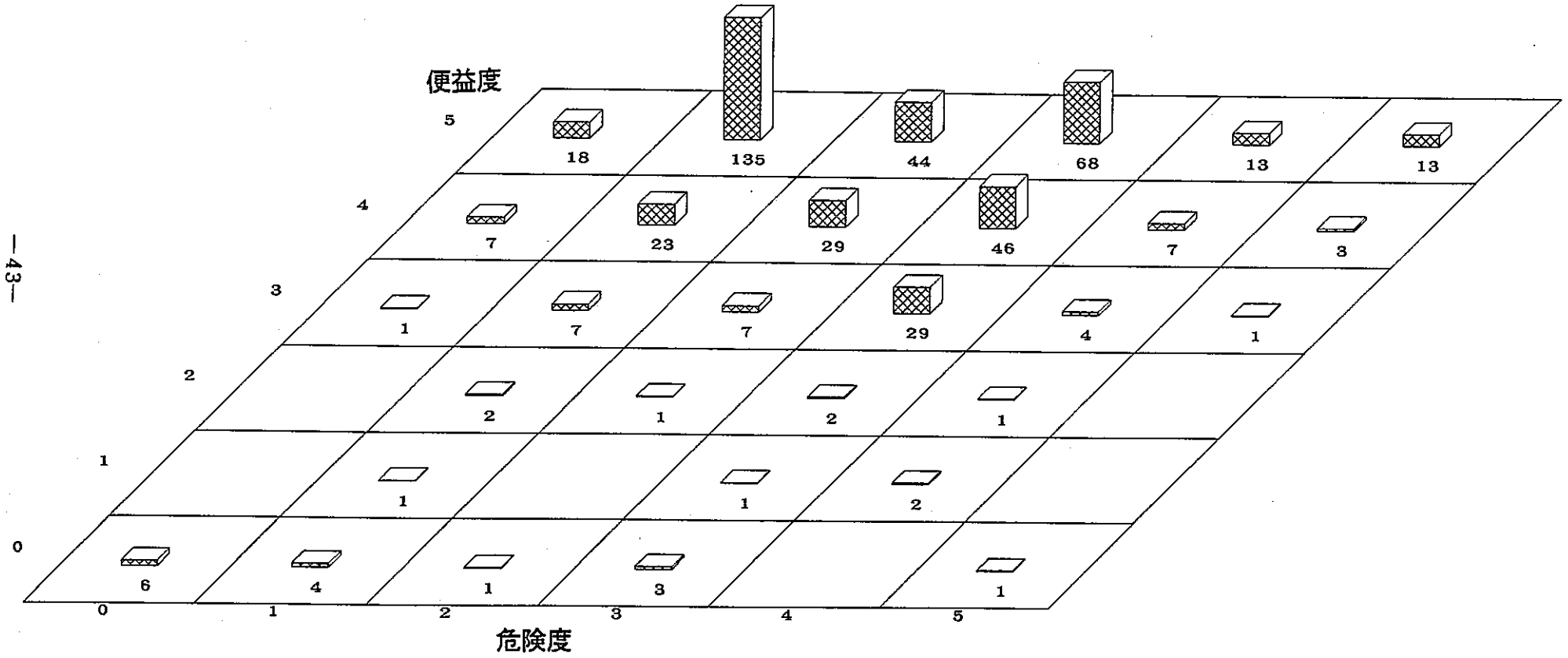


図 4-10

危険度と便益度の関係 (クレジットカード)

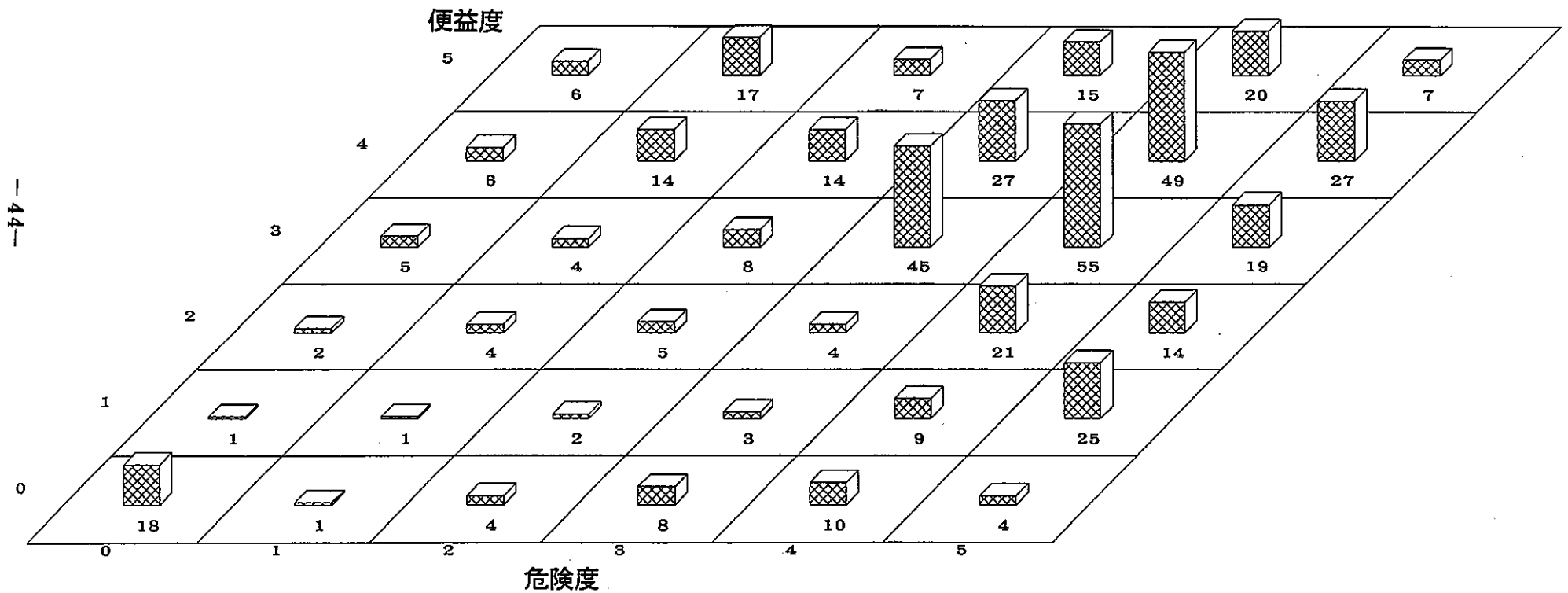


図5-1

危険度と便益度(中標津生徒)

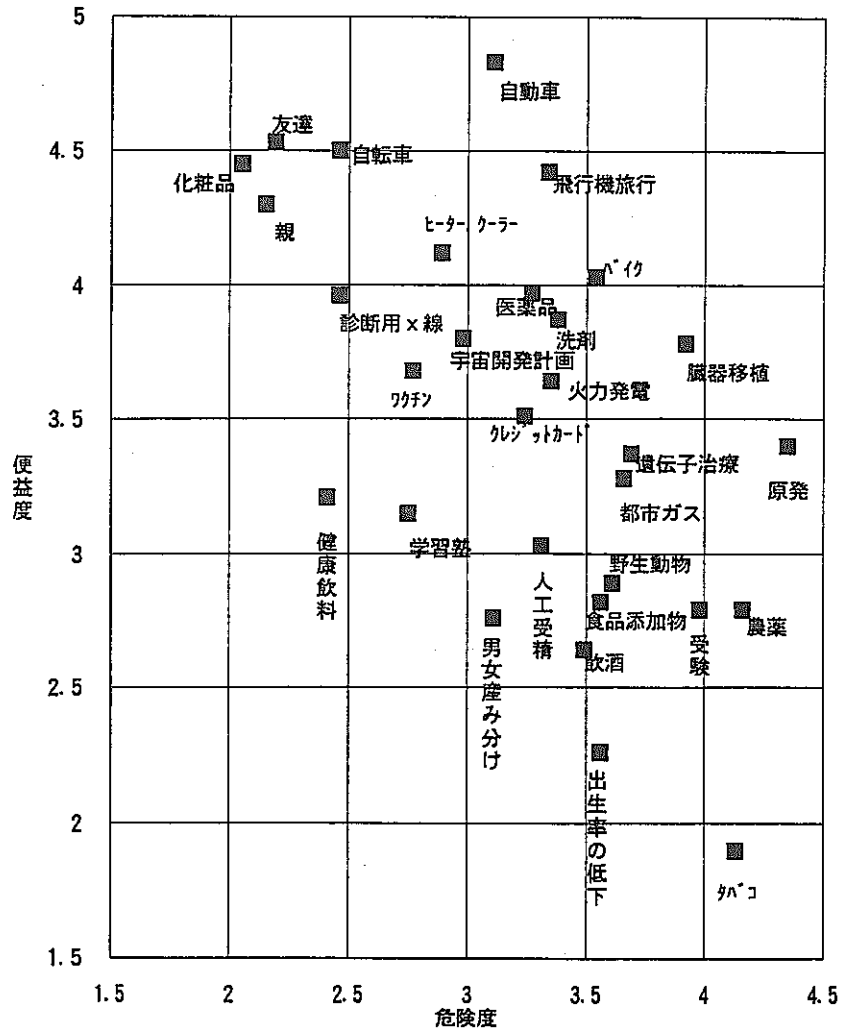


図5-2

危険度と便益度(中標津父兄)

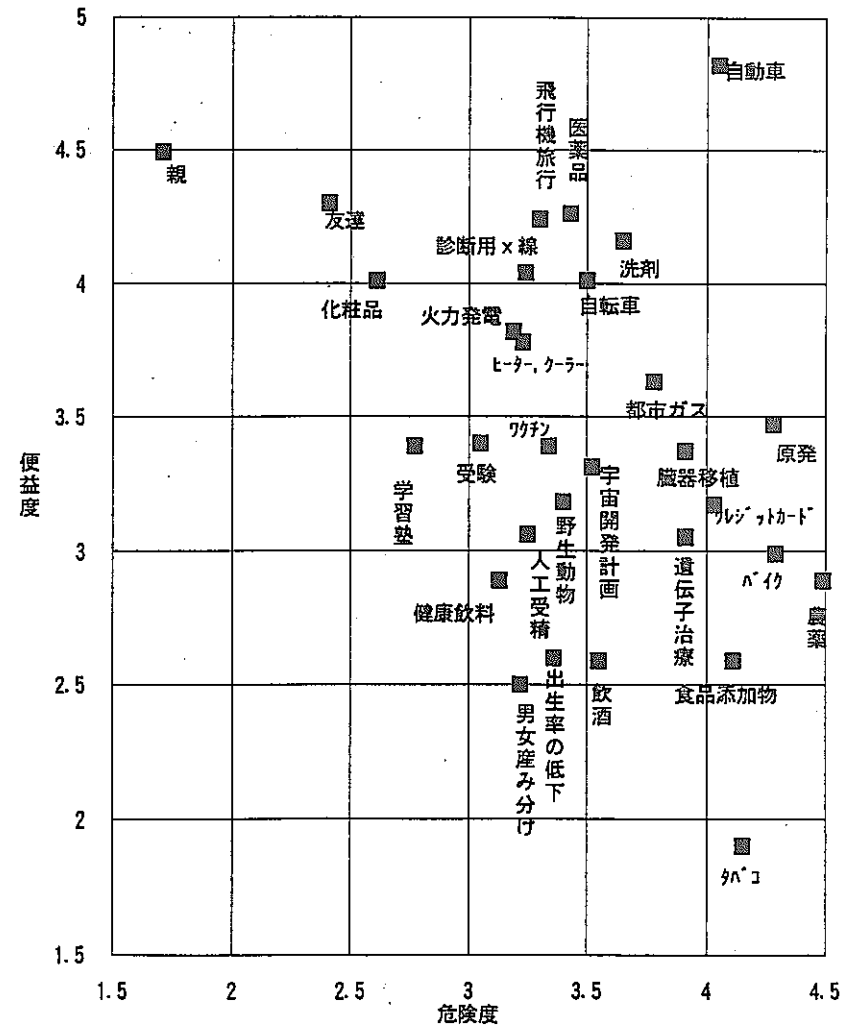


図 5-3

危険度と便益度(左近山生徒)

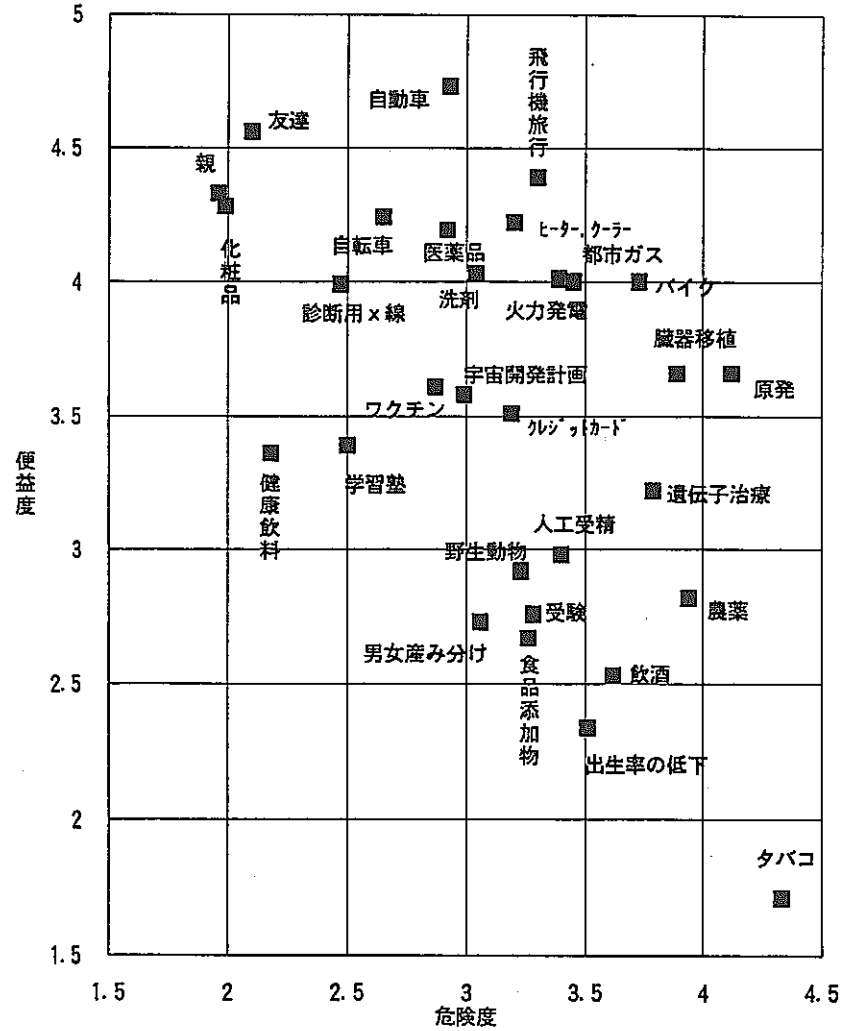


図 5-4

危険度と便益度(左近山父兄)

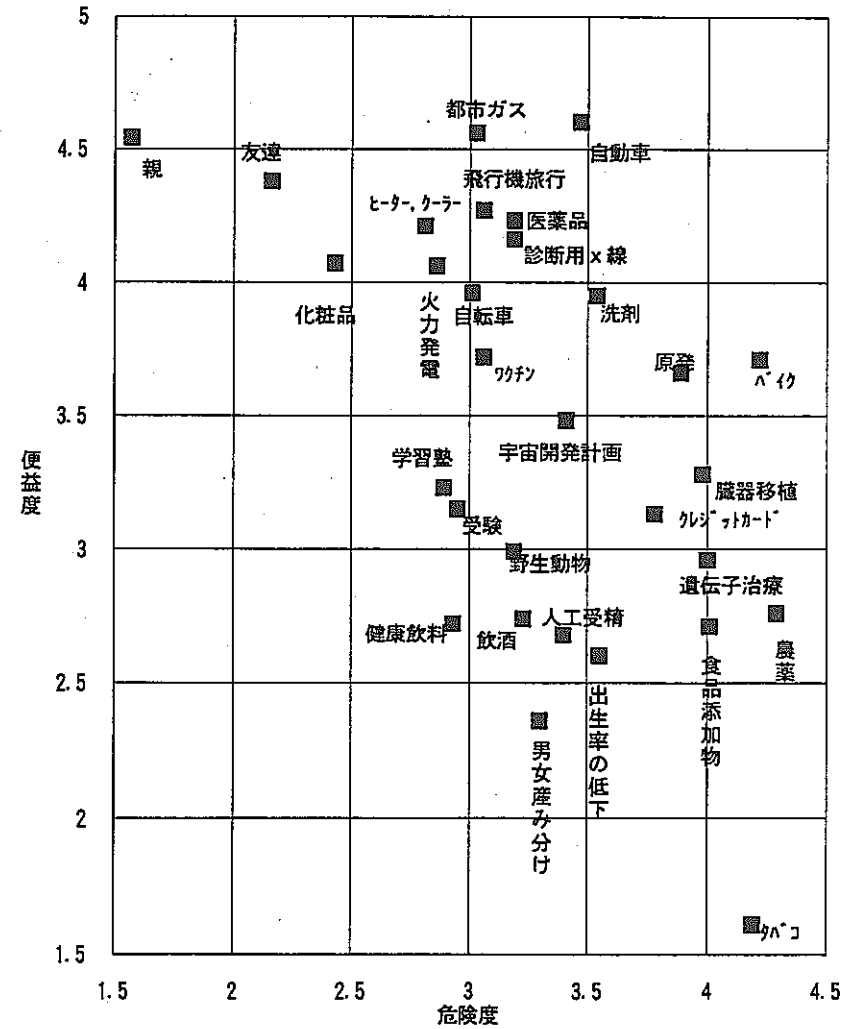


図 6-1

発生の程度と致死度(中標津生徒)

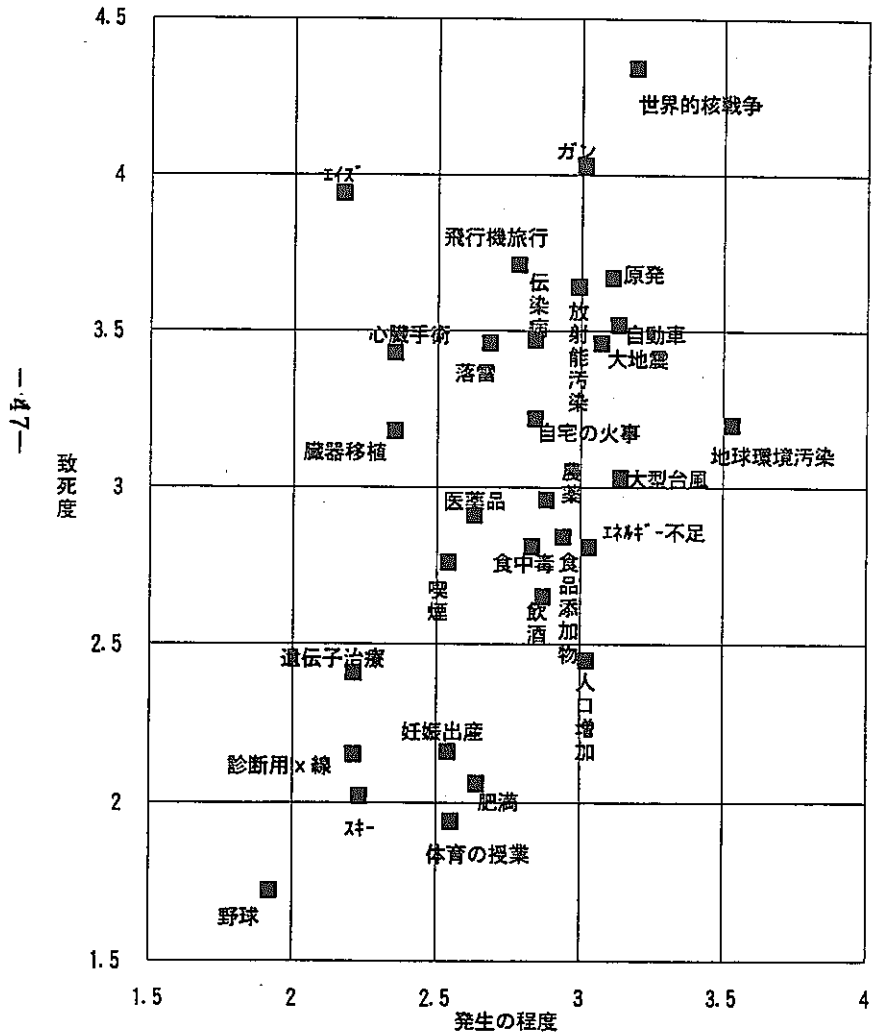


図 6-2

発生の程度と致死度(中標津父兄)

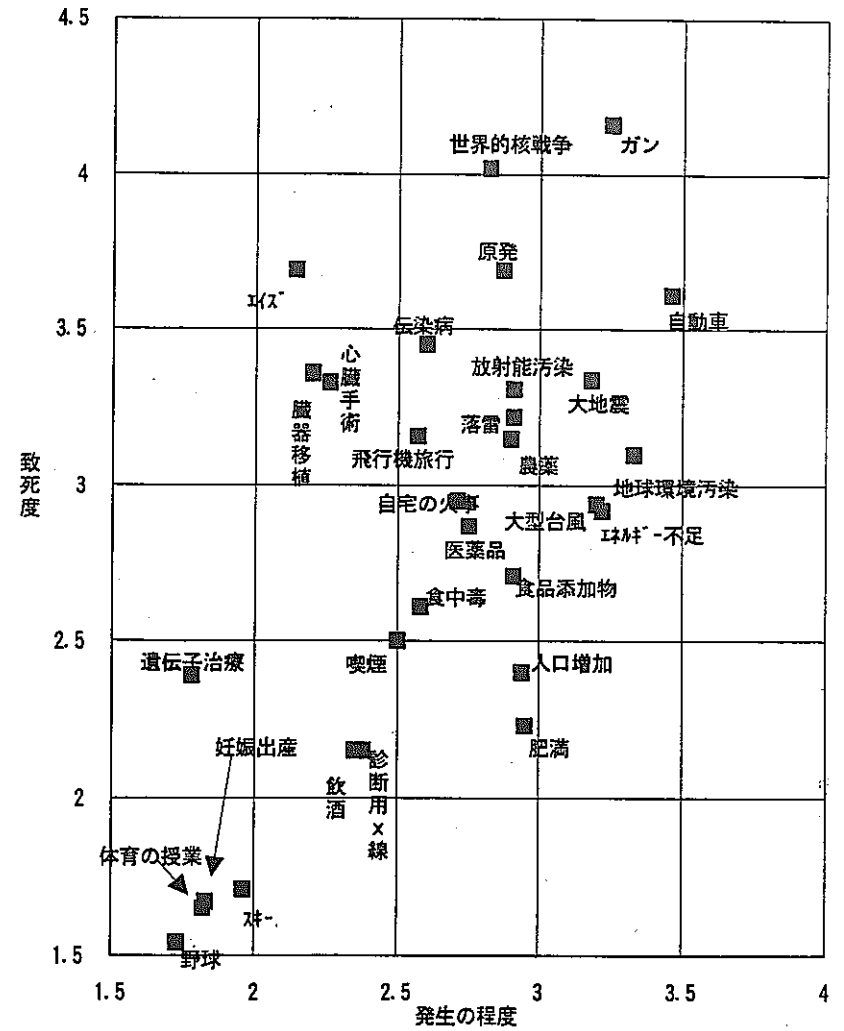


図6-3

発生の程度と致死度(左近山生徒)

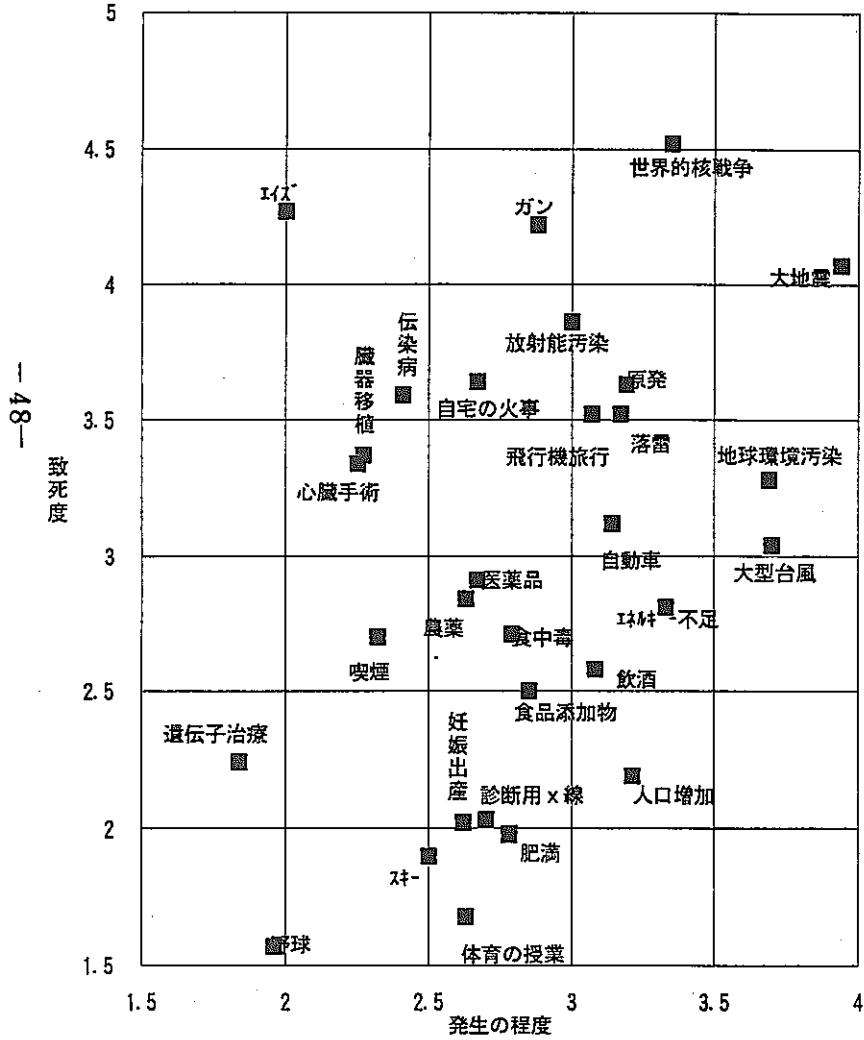
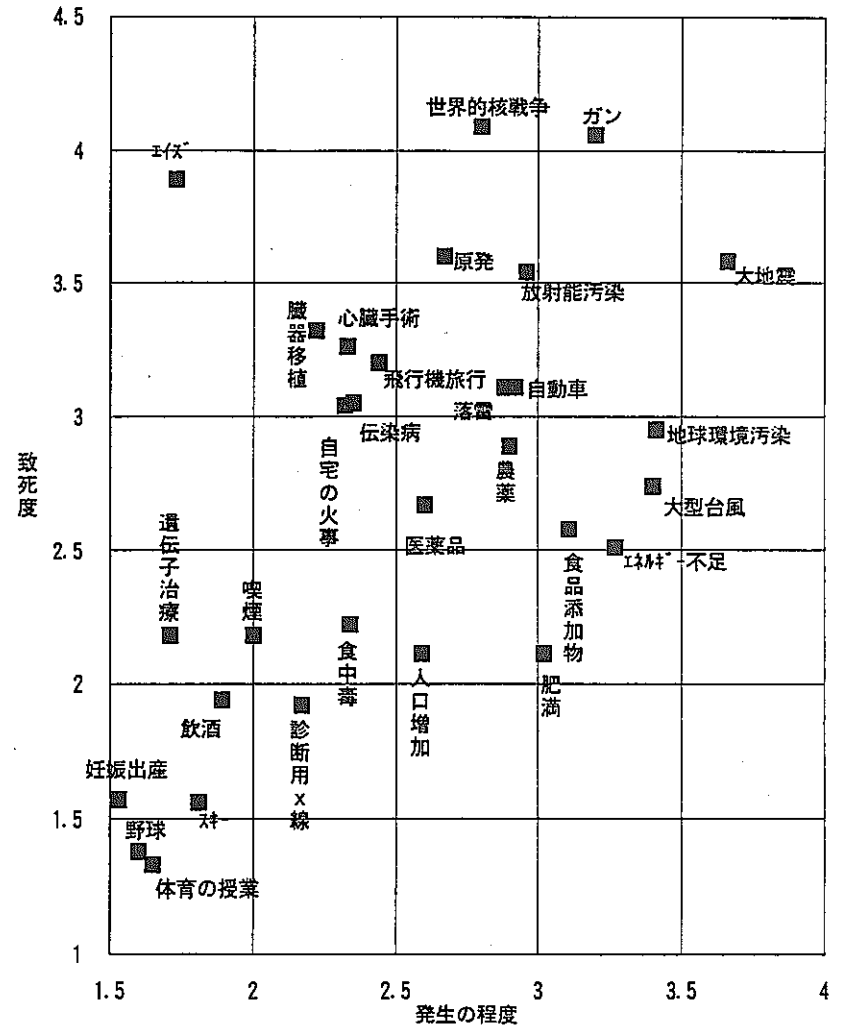


図6-4

発生の程度と致死度(左近山父兄)



—あ と が き—

本年度の研究調査を遂行するにあたり、北海道中標津中学校校長大滝太一先生、神奈川県左近山中中学校校長 羽田 一先生ほか、それら中学校の関係諸先生に大きなご理解とご協力とを賜りました。心から御礼申し上げます。本調査結果の解析と検討については、さらにいくつかの課題が残されていますが、今後とも関係者のご叱正とご協力を賜りたく思います。

平成3年3月

松原純子