

# 安全性と選択行動にかんするノート\*

江 沢 太 一

## 1 は し が き

将来が不確実な世界において、安全性を確保するためには三つの方法がある。第1は安全施設などの物的設備および安全管理にたずさわる人員を用意することである。たとえば火災の場合であれば消防施設、洪水であればダム、高潮に対しては堤防、といった具合である。第2は保険などによってリスクの負担を個別主体間に分散することである。株式市場なども広くいってやはり危険分散の制度の一種である。第3は調査、研究をつうじて情報の質と量を向上させ、不確実性を減少させることである。不確実性の存在というのは現実には情報の不足ということであるから、事前に十分な情報が与えられれば高い安全性が確保される。たとえば地震の予知などがその例である。しかし、いうまでもなく高度の情報をうるためにはそれに応じた資源配分が必要である。今日では一般には情報を自由財つまり対価なしに無料で入手できるものと考えすることはできない。したがって獲得される情報とそのための費用とにかんするベネフィットとコストの関係が考えられなくてはならない。

---

\* 本稿は公共経済学にかんするコンファレンス(1971年12月、逗子)における報告の一部に手を加えたものである。席上コメントを与えられた人々に感謝の意を表する。

さて以上の三つの方策のうち、いずれを重視するかは状況によって異なり、また経済主体の選好によって異なる。個別主体は彼が直面している状況に応じて、この三つの方策の最適な組合わせを選択するわけである。しかし以下においては単純化のために前二者についてこのような最適化問題を考えることにし、最後の情報の入手にかんする分析は別の機会にゆずることにしよう。つまりここでは情報の質と量はあらかじめ与えられているものと前提する。

## 2 安全サービスへの需要

将来生起する事象について不確実性が伴なうケースは、既にふれたように極めて多くまたその性格も複雑である。しかし以下では単純化した形で問題を考えることにし、次のような前提をおく。(1)生じる被害は貨幣額で評価できるものとする。たとえば火災による建築物その他の財貨の焼失の損害額がその例である。この場合災害等によって人命にかんする被害は生じない場合を考えることにする。人命、身体にかんする被害であっても、それが貨幣額で表示されることがある場合には以下の議論は形式上は成立するが、この問題は別の見地から考察することが適当であろう。(2)次に事象の生起する確率は事前に定められているものとする。この値は現実には決定しにくい場合が多いかもしれない。特に

頻度の低い現象についてはそうである。しかし、この値がゼロでない限り、つまり多少とも生起の可能性が見込まれる限り、これを無視することは適当でない。またあまりに厳格に測定値の妥当性を問題にすることは、分析から現実性を奪うことになる。確率の値はたしかに決定しにくいかもしれないが、しかし経済量の測定にはどのような場合にも多かれ少なかれ困難が伴う（たとえばここでは損害額の見積りなど）のが現実である。(3)更にここでは単一期間だけの問題を考えることにする。つまりある特定の長さをもった計画期間を考え、その期間内での危険についてのみ経済主体が選択を行なうものとしよう。より一般的に多期間にわたる決定を扱おうモデルを考えることも形式上は可能であるが、それはかなり複雑なものとなろう。なお以下においては危険事象によって生ずる損害の規模が一定とみなしうる単純なケースと、様々な規模の損害をともなう一般的なケースとに分けて考察する。

以上の想定にもとづいてモデルを設定しよう。上に述べた事柄以外の仮定については以下その都度説明することにする。まず上述の単純なケースを考え、危険な事象が生ずるときに問題とする主体にもたらされる損害額を  $l$  としよう。これは貨幣（ニュメラル）表示である。この大きさには確実に算定できるものとしよう。この場合前もって安全施設（サービス）が準備されていれば、その大きさに応じて、ひとたび危険事象が生じたときに、その損害額を軽減することができることはごく自然である。いまこのような保全設備からもたらされる安全サービスの大きさを  $x$  とし、次の関係を想定しよう。

$$l = G(x)y \quad (1)$$

ここで  $y$  は当該主体が保有する資産の総額であって、損害額と同じく貨幣タームで測る。経済主体がこうむる被害をここでは各種の個別財ごとに区別する必要はなく、既に述べた

ように一括して貨幣額で表現できるものと仮定しているが、いうまでもなくこの想定は一般的にいえば十分ではない。人命はもちろん、身体、健康に対する回復不可能な損害、あるいは文化遺産もしくは自然の不可逆的な損傷という、必ずしも貨幣表示できない被害があるからである。しかし、この問題は改めてより総合的に考え直してみる必要がある。というのはこれはこのモデル特有のことではなく、価格による評価の妥当性いかんという大きな問題の一例にすぎないからである。この点については別の機会に改めて論ずることにしたい。

さて関数  $G(x)$  は次のような性質をもつものと仮定する。

$$\begin{aligned} 1 \geq G(x) \geq 0, \\ G'(x) < 0, \quad G''(x) \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

この関数の一つのグラフを描いたのが図1である。この図で縦軸は損害額  $l$  を、横軸は安全サービスの大きさ  $x$  を示す。ここではたとえば設備人員のストックの大きさを安全サービスの代理変数として用いることもできよう。

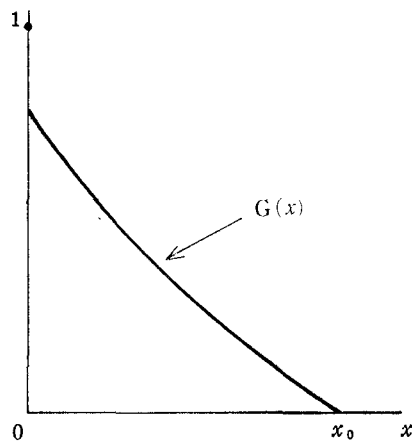


図 1

したがって上図では  $x$  とたとえば消防車の台数と考えることもできる。ただし1台の消防車には必要な人員、その他の付帯施設が比例的に用意されているものと考えてある。あるいは別の状況を考えれば  $x$  を堤防の高さ

(厚さや構造は一定として)、ダムの規模あるいは更に医療・保健サービスの供給水準などと理解することもできよう。

さて(2)式の条件は、保全サービスの量が大きくなれば、危険事象が生じてもその損害の程度は大きく抑えられるが、その限界的效果は増加的ではないという仮定(この仮定は必ずしも以下の議論に必要ではなく、便宜的におかれたものである)を示している。場合によっては十分大きな $x$ の値—— $x_0$ とする——に対して、 $G(x_0)=0$ となることが考えられる。すなわち、安全サービスが豊富に提供されれば損害を完全に阻止できる場合が考えられる。図1に示したものがこのケースである。なおこのような関数は技術革新によって変り、その場合グラフは下方にシフトする。もっともここではサービスが問題なのであり、サービスは生産と消費が同時に行なわれることを特徴としており、技術革新(広義)については消費者の態度もある程度影響を及ぼす。

次に、問題としている経済主体の効用関数を考えよう。これは富の大きさについて定義されたものとし、次の性質をもつものと仮定する。

$$u'(y) > 0, u''(y) < 0 \quad (3)$$

すなわち、当該個別主体は危険回避者であるとする。また既に述べたように、ここでは危険な出来事によって受ける損害の額は一定であると想定しているから、このモデルはアロー、デブリュー型の状態選好アプローチのtwo-state modelということになる。つまり将来のある時期において危険事象が生ずる場合と、起らない場合の2つが考えられているわけである。この主体は危険事象が起らなければ $y$ の大きさの富を入手するはずであり、不慮の事態が生ずる場合——その確率を $\pi$ としよう——には $y-l$ の大きさの富のみが手許に残る。ここで関数 $G(x)$ にかんする制約(2)に示してあるように入手可能な富の総額 $y$ 以上の損害はないと考えてある。

以上によって、この主体の期待効用—— $U$ とする——は、次のようになる。

$$U = (1-\pi)u(y) + \pi u(y-l) \quad (4)$$

この場合、規模別に複数の危険事象を考慮することも全く可能である。すなわち、損害の規模別に分類された $N$ 種の状態を考え、第 $i$ 状態の下で生ずる損害を $l_i$  ( $i=1, \dots, N$ )、第 $i$ 状態の起る確率を $\pi_i$  ( $i=1, \dots, N$ )、 $\sum_{i=1}^N \pi_i = 1$  とすれば、 $U$ は(4)の代りに

$$U = \sum_{i=1}^N \pi_i u(y-l_i) \quad (5)$$

のように表現される。しかしこの節では状態数2のケースを中心に考察していくことにする。そうすると問題とする経済主体は、しかるべき予約制約の下で(4)の $U$ を最大化するように2種の財(サービス)の購入計画を立てることになる。いまこの2種の財について、安全サービスをX財、一般的資産をY財と呼ぶことにしよう。Y財はここでは私的財と考えている。しかし、X財の方は公共財の性格をもった財と考えることもできる。ここで公共財の性格をもつ財とは広く共同利用される財と定義する。このタイプの財には、(1) 狭義の公共財、つまり無料で供給され、租税によってコストをまかなうもの、および(2) 有料であって排除原理が働く共同利用財、の2種を考慮することができる。この問題を我々のモデルの中で考察することは興味深い事柄であるが、現在の議論の段階では、X財の性格を限定する理由は特にない。というのは私的財と公共財(広義)の区別は、少数の特殊例を別とすれば、財の固有の物的属性によってではなく、経済事情によって選択されるべきものだからである。この問題には最後に再ぶふれることにしよう。

さて(4)式を(1)式とあわせて眺めてみれば、期待効用 $U$ が $x$ と $y$ のみの関数であることが分る( $\pi$ をパラメーターとして)、したがって改めて、

$$U=U(x, y)$$

のように表現することができる。この場合、2種の財X, Yについての選好は、条件(3)のもとで、次の関係を満すことが、計算によって確かめられる。

$$\left. \begin{array}{l} U_x > 0, U_y > 0 \\ U_{xx} < 0, U_{yy} < 0 \end{array} \right\} \quad (6)$$

ただし、 $U_x \equiv \partial U / \partial x$ ,  $U_{xx} \equiv \partial^2 U / \partial x^2$  等である。

ここで特に興味があるのは交叉偏導関数の値であり、これが主体のリスクに対する態度によって左右されるということである。リスクに対する態度を表わす指標としては、ここではプラット、アローの周知の相対的危険回避関数—— $r(y)$ と表わす——を用いる(この関数にかんしてはたとえば Arrow [1], chap. 3をみられたい)。この関数は、 $y$ について書けば、

$$r(y) \equiv -\frac{yu''(y)}{u'(y)}$$

のように定義される。

この関数を用いると、交叉偏導関数は次のような形をしていることが確かめられる。

$$\begin{aligned} U_{xy} &\equiv \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} \\ &= -\pi G'(x) u'(y-l) \{1-r(y-l)\} \end{aligned} \quad (7)$$

これより、

$$r(y-l) \cong 1, \text{ に従って } U_{xy} \cong 0 \quad (8)$$

となっていることが分る。この関係について想起されるのは、エッジワース、パレートの財の分類である。エッジワース、パレートによれば、2つの財(たとえばここではX財とY財)はこの2財にかんする交叉偏導関数(たとえば $U_{xy}$ のような)が正ならば補完財、ゼロであれば独立財、負であれば代替財であるということであった、しかし、この分類は周知のように通常の(不確実性を明示的に考慮していないという意味での)消費者行動のモデルにおいては無意味となる。というのは交叉偏微係数の値は効用指標の取り方いかんによって

変わってしまうからである。(この点については例えば Hicks [2], chap. 3 および Samuelson [3], chap. 3などを参照されたい)。しかし不確実性下においては事情が異なり、(7)式における $U_{xy}$ の符号は意味をもってくる。というのは相対的危険回避関数の値は有意味に定義され、効用指標の一次変換によって変更されないからである。

このようにして、我々のモデルのもとでは、経済主体のリスクに対する態度のいかんによって、連関財の関係を明確にすることが可能になる。すなわち、 $r(x-l) > 1$ , つまり主体が危険負担にかんして相対的に消極的な場合には、X, Yの両財は互いに代替財となる。逆に、 $r(y-l) < 1$ , つまり主体が相対的に積極的な場合には両財は補完財の関係にある、ということになる。危険負担について消極的なタイプの人は大きな富(現在の富の水準との比較において)を獲得する可能性を捨ててもよいから低い富の水準に落ち込む災難を避けたいという欲求を強く持っている人である。このタイプの人にとっては自己の富の安全性が高まることは、富の増加とほぼ同一の目的を果す。逆に危険回避の度合いの弱い人にとっては、安全性が高まれば富の蓄積の望ましさも高まり、逆に安全性が低い時には富の蓄積に対する関心は(限界的に)それほど強くない、ということになるわけである。

### 3 一般的なケース

以上の事情は状態数が一般的に $N$ の場合にはやや複雑になるが、大筋においては同様の関係が成立する。次にそれをみよう。状態数が $N$ のケースにおいては期待効用は(5)式のように表わされるのであった。ここで第 $i$ 状態における損害 $l_i$ は、

$$l_i = G_i(x)y, \quad i=1, \dots, N \quad (9)$$

のように決定されるとしよう。つまり被害額が富の総額 $y$ に比例することはこれまでと同

様であるが、状態つまり災害の規模によってこうむる被害の差異が、関数  $G_i(x)$  の形状に反映されると想定しよう。この関数は、災害等の規模を表わすパラメーター (地震でいえば震度、台風でいえば風速や雨量など) ——これを  $\alpha_i$  としよう——を明示的に示せば、

$G_i(x) \equiv G(x, \alpha_i), i=1, \dots, N$  (10)  
 のように書くことができる。このような関数  $G_i(x)$  のグラフは、たとえば図2のような

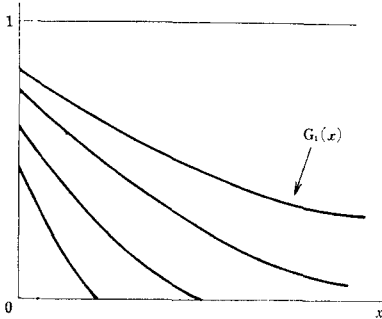


図 2

るものと考えられる。ここで下方に位置する曲線ほど  $\alpha_i$  の値は小さい。これ以外については先の (2) 式に相当する条件、

$$\left. \begin{aligned} 1 \geq G_i(x) \geq 0, \\ G_i'(x) < 0, G_i''(x) \geq 0 \\ i=1, \dots, N \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

を設けることにする。図においては小さな規模の災害については、概して防災サービスの限界の効果も強い ( $G_i'(x)$  の値が大きいという意味で) ように描いてあるが、一般的にはもちろんそのようなことは必ずしも成立せず、ここでは単に一例としてそのようなケースが示してあるにすぎない。また損害を完全に防止できるような安全サービスの水準、すなわち  $G_i(x)=0$  とする  $x$  の値も災害の規模によって異なる。現存の技術と安全施設への資源配分の限度との制約の下では、 $\alpha_i$  の値がある程度大きくなると、このような  $x$  の完全防止水準は存在しないかもしれない。つまりどう

しても多少の損害が不可避であるという場合も考えられる。図2においては  $\alpha_i$  の値が相対的に大きい場合にそのようなことが生ずるものと想定してある。

さて、一般的なケースについては、交叉偏導関数について次のような結果がえられる。

$$U_{xy} = -G_i'(x) \sum_{i=1}^N \pi_i u'(y-l_i) \{1-r(y-l_i)\} \quad (12)$$

この式は two-state model の場合よりも複雑であるが、大筋としては同様の性格の関関係と考えることができよう。すなわち、問題とする範囲において経済主体の危険回避の度合いが強い (相対的危険回避関数の値が大きいという意味で) 場合には  $U_{xy}$  は負、つまり2財は代替財の関係にあり、逆に危険回避の度合いが弱い場合には  $U_{xy}$  は正で2財は補完財の関係にあることになる。しかし、問題とする範囲において相対的危険回避関数の値がまちまちである場合には確定的なことはいえない。

#### 4 保険への加入について

以上においては安全性を確保するための方策として、直接に偶発的事象そのものの規模を抑制し、損害額を減少させることを考えた。しかし、社会全体としての損害の総額は変えなくても、個別な体間にその負担を分散させるために保険その他の方法を用いることが他方で考えられる。損害の実態そのものを減少させる、という方法はたしかに直接的である。それに対して保険による対処の場合には損害の共同体全体の合計額は変わらず、むしろ保険企業などの運営費用だけかえて負担は増加するが、個々人の重荷を平均化する。災害などの事象の直接的防止にはコストがかかる以上、そのみに依存することは必ずしも得策とはいえない。リスクの分散という形で、より低いコストをもって人々のより高い福祉を達成することができるのであれ

ば、そのような制度の活用が望ましいわけである。

我々のモデルのもとでは、人々の保険に対する需要はどのようになるであろうか。まずリスク・プレミアムを  $P$ 、不確実な状況の確実性等価を  $e$ 、富の将来価値の期待値を  $\bar{y}$  としよう。これらについては、次の関係式が成立つ。(two-state model について)。

$$\bar{y} = (1-\pi)y + \pi(y-l) = y - \pi l \quad (13)$$

$$P = \bar{y} - e \quad (14)$$

ここで  $e$  は、当該主体にとって不確実な将来に直面すること、確実に  $e$  だけの価値（貨幣タームでの）を受取ることが無差別になるような値のことである。危険回避者の場合には、この値は富の期待値  $\bar{y}$  より小さく、この差を(14)式に示してあるようにリスク・プレミアムと呼ぶ。さらにリスク・プレミアムと保険料との関係は次のようになっている。このモデルにおいては公平 (fair) な保険の場合には、保険料が  $y - \bar{y}$  となる。この保険料を支払うことによって、被保険者は不慮の出来事が生じた場合には、損害額  $l$  だけの保険金を受取る。したがって、不慮の出来事が起る場合にも起らない場合にも、被保険者の手許には同じく  $\bar{y}$  の価値が残ることになる。危険回避者はこのような保険に加入することによって彼のウェルフェア（この場合期待効用）を高めることができる。しかし実は危険回避者は上の保険料以上の支払いを行なうことを承諾するのである。公平な保険の場合の保険料  $y - \bar{y}$  をこえる保険料が付加保険料 (loading) であり、この場合被保険者は最大限  $P = \bar{y} - e$  までの付加保険料を支払う用意がある。実際には保険事業——公保険であると私保険であるとを問わず——の運営にはコストがかかるのであり、この付加保険料によってそのコストがまかなわれるわけである。

このリスク・プレミアムあるいの確実性等価と、これまで考察してきた防災サービスへの支出との関係はどうなっているであろう

か。まず確実性等価  $e$  については定義によって次の関係がある。

$$(1-\pi)u(y) + \pi u(y-l) = u(e) \quad (15)$$

ここでは単純なケースとして、たとえば安全サービスが公的機関によって供給され、各個別主体の負担はそのサービス享受量とは独立に定められる場合を考えよう。たとえば安全サービスの給付のために必要な費用は租税すなわち、定額税もしくは資産額に比例する税などによってまかなわれる場合である。(つまり、提供されるサービスと分担金を結びつける受益者負担とは違った制度の場合である。) この場合には  $y$  を税引き後の資産額と考える。また  $x$  の値は意思決定者の自由な選択によってだけでは決定されず、個人々人にとっては差当りパラメーターとみなすことができるとする。このような場合には  $y$  を一定とみなして、 $x$  の変化が及ぼす影響をみることができる。そこで(15)を  $x$  について偏微分すれば、次式がえられる。

$$\frac{\partial e}{\partial x} = -\frac{\pi y u'(y-l) G'(x)}{u'(e)} > 0 \quad (16)$$

すなわち、 $x$  の増加に応じて確実性等価  $e$  が増加する。他方、(13)より富の期待値  $\bar{y}$  は  $y[1-G(x)]$  であるから、これを  $x$  について偏微分した式から上の(16)式を引いて次式をうる。

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \pi y G'(x) \left\{ \frac{u'(y-l)}{u'(e)} - 1 \right\} \quad (17)$$

ところでここでは危険回避者を対象としているから、図3に示すように、 $y-l < e$  である。図において横軸は資産の大きさ（貨幣ターム）を表わし、曲線は効用関数を示している。いうまでもなくこの関数は凹関数と考えているから、 $u'(y-l) > u'(e)$  が成立つ。すなわち、(17)は負となり、 $x$  が増加するにつれてリスク・プレミアム  $P$  は減少することが分る。

以上の関数は、より一般的な状態数  $N$  のケースには複雑になる。この場合には、確実性等価  $e$  は次式で与えられる。

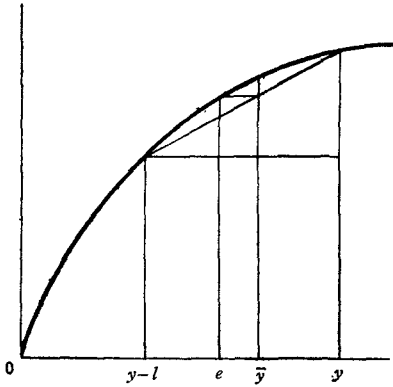


図 3

$$\sum_{i=1}^N \pi_i u(y-l_i) = u(e) \quad (18)$$

これより次式が計算によってえられる。

$$\frac{\partial e}{\partial x} = - \frac{y \sum_{i=1}^N \pi_i u'(y-l_i) G_i'(x)}{u'(e)} > 0 \quad (19)$$

つまり、確実性等価は安全サービスの増加によって高まる。一方、リスク・プレミアムについては

$$\frac{\partial P}{\partial x} = y \sum_{i=1}^N \pi_i G_i'(x) \left( \frac{u'(y-l_i)}{u'(e)} - 1 \right) \quad (20)$$

という式がえられる。この式の正負は、このままの形ではただちには明らかではないが、負になるものと推察される。

確実性等価が高まることは、対象となっているリスクを含む状況に直面している人の満足水準が向上することを意味する。これは期待効用という形では抽象的（経験的に直接把握しにくい、という意味で）な満足水準という概念を、客観的に比較可能な数値、つまり貨幣額で表現していることになる。いま問題としているリスクを含む事物が譲渡可能である場合には、 $e$  という値はその事物の譲渡価格あるいは請求価格 (asking price) の最小値になる。この事物の所有者は  $e$  以上の価格でそれを売却できれば有利であり、譲渡に応ずるギリギリの最低価格が  $e$  である。これとは別に、この事物をこれから購入しようという立場にあるとすれば、この  $e$  という値は逆に入

札価格 (bid price) の最大値になる。すなわち、 $e$  よりも安い価格でこの事物を購入できれば、彼としては有利であるが、彼は最大限  $e$  までは対価として支払う用意がある、ということになる。（この点については Pratt [3] をみられたい。）このように意思決定者がそれぞれ価格による評価を行なうことができ、対象物に市場（資産市場）が存在し、十分に組織化されている場合には、その市場をつうじて彼は危険負担の最適化をはかり、満足水準を上げることができる。ただし、この場合には広くすべての資産すなわち、有形のものだけでなく無形資産（パテント、著作権その他）の市場が考慮されなくてはならない。

いうまでもなく、問題になっている事物に以上のような譲渡可能性がない場合は現実にはきわめて多い。健康、身体などはそもそも譲渡不可能である。人々の職業や生活や環境などに結びついた偶発的な危険も多様である。また事柄の性質からいえば市場の形成が不可能ではなくても、取引費用（市場の設立のための費用をふくむ）の関係から市場が現存していない場合もある。以上のような場合には、人々は保険に加入することによってリスクを回避あるいは分散する。ここで興味深いことは、ある意味では租税のうちに部分的に保険の機能が認められる、ということである。というのは保険制度はある偶発事による損害が起った場合に、一定のルールに従って構成員に補償を行なうという協約であり、その意味で所得の再分配（グループ内での）機構の性質をもっているからである。ただし、保険は発生原因（危険の種類）に応じて区別されるという意味において、一般的に（つまり原因を問わずに）所得分配の不平等を是正しようとする累進課税もしくは公的扶助などの再分配制度とは異なっている。

## 5 あとがき

最後に安全性の問題に関連して二つの点にふれておこう。第一に本稿のモデルでは危険事象によって生ずる被害は貨幣額に換算でき、回復可能なものと想定してきた。しかし、現実にはこの想定は不十分であり、一般に所得の不測のかつ不平等な下落を防ぐということだけでなく (もちろんこのこと自体は重要であるが)、個々の特殊 (specific) な要因にかんしてもミニマムの安全性が確保さるべきである\*。第二に保険においては、多数の人人が加入し、かつ偶発事の生起が各人について独立的である場合に効果が上る、という事実が注目される。同じ関係が個別的な安全サービスについても成立するのであって、人々が施設を共同に保有するが、同時には使用しない(使用時期に独立性が高い) 場合には、多くの人々が参加することによって効果が上る。つまり、リスクの分散をつうじて安全サービス

\* この点で所得分配と“個別要因についての平等主義”(specific egalitarianism)にかんして論じた Tobin の論文 [5] はきわめて示唆に富んでいる。

に公共財的性格が生じてくるわけである (この点については Zeckhauser [6] を参照されたい)。本文中においては、個別主体の行動のみが扱われているので、安全サービス (X財) については公共財の特徴は明示的に現われていないが、この側面は興味深い事柄である。

(以上)

### 参考文献

- [1] Arrow, K. J., *Essays in the Theory of Risk-Bearing*, 1971, Markham Publishing Company, Chicago.
- [2] Hicks, J. R., *Value and Capital*, 1939, Oxford University Press, London, 安井琢磨, 熊谷尚夫訳, 岩波書店
- [3] Pratt, J. W., "Risk Aversion in the Small and in the Large," *Econometrica*, Vol. 32, 1964, pp. 122-36.
- [4] Samuelson, P. A., *Foundations of Economic Analysis*, 1947, Atheneum, New York, 佐藤隆三訳, 勁草書房
- [5] Tobin, J., "On Limiting the Domain of Inequality," *Journal of Law and Economics*, 1970, Oct., Vol. XIII (2).
- [6] Zeckhauser, R., "Resource Allocation with Probabilistic Individual Preferences," *American Economic Review*, 1969, May, Vol LIX, No. 2.