

社会・公共システムのリスク — その経済的評価の方法 —

PHYSICAL RISK OF SOCIAL-PUBLIC SYSTEMS: A THEORETICAL PERSPECTIVE OF ECONOMIC VALUATION

小林 潔 司*

by Kiyoshi KOBAYASHI

In spite of its limitations, the willingness-to-pay approach appears to be by far the most congenial procedure currently available for taking account of safety effects in public sector allocative and legislative decisions. This view is essentially founded on a belief in the importance of ensuring that such decisions should reflect the wishes and attitudes of those who will be affected by them. Nonetheless, while there are plainly many other considerations, a measure of society's aggregate valuation of safety is clearly a matter of central importance. The major purpose of this paper is to discuss pros and cons of the willingness-to-pay approach to the valuation of statistical life, and to investigate some topics that might fruitfully be addressed in future research on the aggregate valuation of safety and physical risk.

1. はじめに

人為的に(物的)リスクを回避し、人の安全性を確保しようとしても、安全性を無制限に追及できるわけではない。稀少資源の配分をめぐる他の経済目標とのトレードオフを解決せざるをえない。できる限り客観的・科学的に安全性について議論しようとするれば、人命の価値計測を避けることはできない。わが国で人命の価値についてコンセンサスを得ることは不可能に近いが、このことが安全性の問題に科学的にアプローチすることをより困難にしている。

確かに、人命の価値の計測は非常に困難な課題である。しかし、人命の価値を事前(ex ante)に計測するのか、事後的(ex post)に計測するのかによって、問題の性格はまったく異なる。社会・公共シ

* 経済評価、支払意思額、社会的集団リスク

** 正会員 工博 鳥取大学教授 工学部社会開発システム工学科(〒680 鳥取市湖山町南4-101)

テムの安全性を議論する場合には、あくまでも前者の立場から人命の価値を計測することが問題となる。

本研究では、人命の損失・身体的損傷、資産・富の損失等の物的リスクにかかわる経済的評価の問題をとりあげる。その際、従来のリスクの経済評価の方法を整理し、支払意思額の考え方と問題点をとりまとめる。最後に、社会的集団リスクの問題をとりあげ、今後の研究課題を明らかにする。

2. リスク評価の基本的な考え方

(1) 従来のリスク評価法

リスクに対する最も単純な発想は、「安全性を最優先する(safety first)」という考え方であろう。これは直観に訴えやすく基本的信念として社会に定着してきた。しかし、安全性を完全に保証することは不可能であり、安全性と他の目標の間に妥協点を見い出さざるを得ない。妥協点を見つける方法として、1)直観、2)基準値、3)費用-有効度分析、4)経済評価によ

る方法等があげられよう。リスク評価が必要となる場面では、問題の構造が明確に把握できない場合が多い。また、人命の価値計測の問題を避けるために、リスクを直観や過去の経験に基づいて評価する場合が少なくない。この場合、過度の安全性を要求したり、安全性が不足するという問題が生じる。基準値による方法は実際の行政において通常用いられる方法である。基準値は一つの努力目標、あるいは遵守すべき基準として政府から関連主体に提示される。基準値の利点はわかりやすさにある。一方、基準値間で安全性の過不足が生じる等、安全性に対する考え方に整合性を保つことが困難になるという問題がある。費用-有効度分析は、ある予算の下で最も有効度が高い方法を選択する場合に有効である。この方法によれば人命の価値の測定の問題を避けることができる。しかし、効果が多側面に及んだり予算額自体を決定する場合、この方法は適用できない。

(2) 人命の価値の測定法

人命の価値の代表的な測定法として、1)人的資本に基づく方法、2)生命保険に基づく方法、3)裁判事例に基づく方法、4)時間価値に基づく方法、5)支払意思額に基づく方法等がある。1)の方法として現実の補償問題において適用例も多いホフマン方式がある。この方法は生涯所得を基準として人命の価値を算定するが、退職した人の価値を計測できないという問題がある。また、人命の価値が過小推定されることが多くの研究で明らかにされている。生命保険に基づく方法が有効なのは、被保険者が危険を完全に担保できている場合に限られる。保険額の多寡は被保険者の所得水準、家族構成、他の家族メンバーの収入、資産状況に依存する。生命保険によって被保険者の危険が完全に担保できている場合は、特殊な場合に限られるだろう。過去の裁判事例による人命の価値は、個々の事故が生じた状況や加害者の支払能力に大きく依存している。その額には人命を損失した当事者の意思は反映されない。時間価値による方法では余暇時間、労働時間に対する限界効用で測定した時間価値を用いて生涯時間の価値を測定する。しかし、この方法によって計測された人命の価値と支払意思額の間には理論的に何等の関係もなく、時間価値により人命の価値を測定するには無理がある。

以上の方法は、人命の価値の計測法としてよく用

いられてきた。これらの方法は生命保険に基づく方法を除いてむしろex postにおける人命の価値の計測法として位置づけられる。新厚生経済学の立場に立てば、社会・公共システムのリスクの経済評価が対象とするのは仮設の補償原理に基づいたリスクの事前的評価問題である。この考え方に立てば、個人の支払意思額を計測するというアプローチの方法がリスクの経済評価の方法として正攻法であると考えられる。

3. 支払意思額の計測問題

(1) 基本モデルの定式化

生命の損失リスクに対する個人の支払意思額の考え方を説明するために、もっとも単純なモデルを定式化しよう。物理的リスクに直面した代表的個人 i ($i=1, \dots, n$)の富に対する期待効用を次式で表す。

$$EU_i = (1-p_i)U_i(w_i) \quad (1)$$

ここに、 p_i :対象期間中の死亡率、 w_i :個人 i の富、 U_i :個人 i の基底的効用関数である。 p_i ($i=1, \dots, n$)が、 δp_i ($i=1, \dots, n$)に変化したと見え、式(1)を等効用面に沿って全微分しよう。

$$-U_i(w_i) \delta p_i + (1-p_i) \partial U_i(w_i) / \partial w_i \delta w_i = 0 \quad (2)$$

死亡率の変化を補償する富の変化(支払意思額)は

$$\delta w_i = m_i \delta p_i \quad (3)$$

$$m_i = \frac{U_i}{(1-p_i) \partial U_i(w_i) / \partial w_i} \quad (4)$$

となる。 m_i は個人 i の死亡率と富に関する限界代替率である。社会的厚生関数が個人の効用関数の加法和で表現される時、社会全体での集計的支払意思額 V は

$$V = -\sum_i m_i \delta p_i \quad (5)$$

と近似できる。ここで、各個人の死亡率の改善効果を

$$\delta p_i = -1/n \quad (6)$$

と表し、 $\sum_i \delta p_i = -1$ を仮定する。このことは、対象期間中の死亡者の期待値が1人減少するようにすべての個人の死亡率が等しく減少することを意味している。式(6)を式(5)に代入すれば統計的死亡者が1人減少する価値(統計的生命1人あたりの価値)は

$$V = 1/n \cdot \sum_i m_i \quad (7)$$

となる。統計的生命の価値は、各個人の生命に対する支払意思額の算術平均で与えられる。

(2) 公共事業によるリスク回避の経済効果

死亡率を減少させるための公共プロジェクトを考える。各個人の死亡率が公共プロジェクトの支出水

準 s の関数により表せると考えよう。公共事業が課税により実施される場合、望ましい支出水準 s は以下の社会的厚生最大化問題の解として与えられる。

$$\begin{aligned} \max_s \quad & \sum_i (1-p_i)U(w_i-t_i) \\ \text{subject to } s = & \sum_i t_i \end{aligned} \quad (8)$$

1階の最適条件より次式を得る。

$$c = 1/n \cdot \sum_i m_i - nc \operatorname{cov}(m_i, \partial p_i / \partial s) \quad (9)$$

$$c = -(\sum_i \partial p_i / \partial s)^{-1} \quad (10)$$

式(10)は統計的生命1単位をその損失から守るために必要な社会的限界費用と解釈できる。一方、式(9)の右辺は統計的生命1単位あたりの価値を意味している。式(9)の右辺第2項が無視できる場合、式(9)の右辺は式(7)と一致する。最適な支出水準は統計的生命1単位の損失を守るための社会的限界費用が、統計的生命の価値に一致する水準に決定される。

(3) モデルの展開と発展

基本モデルは支払意思額の考え方を理解するためのものであり、その後の研究により以下のように精緻化されている。すなわち、1)社会的厚生関数の取扱いとリスクの公平性に関する研究、2)個人行動の集計化の問題、3)個人のリスク回避度や個人・世帯属性の差異の明示的な取扱い、4)物的リスクの許容限界に関する研究、5)利他主義的考え方に基づくリスク概念に関する研究、6)リスクに関する最適情報提供問題に関する研究等である。

4. 支払意思額の計測と問題点

(1) 支払意思額の計測方法

物的リスクに対する支払意思額を測定することにより統計的生命の価値を計測することができる。支払意思額の計測問題に対して2種類の方法がある。1つは個人の顕示選好の結果に基づいて計測する方法であり、いま1つはアンケート調査等を通じて直接支払意思額を計測する方法である。前者は、市場で観測される個人行動により個人が死亡率の減少に対してどれだけの富を支払う意思があるかを測定する方法である。前者の立場からヘドニック価格法を用いて支払意思額を計測した研究事例は数多い。地価関数の測定を通じて、洪水リスクに対する支払意思額を測定する研究等もこのケースに該当しよう。一方、後者はいくつかの仮想的なリスク状況を設定し、直接個人にリスクの変化を補償するために必要とな

る富の量を質問する方法である。前者の方法は、仮想的な状況を設定せずに個人のリスク回避に対する支払意思額を計測できるという利点がある。市場で観測される支払意思額は高度に集計された結果であり、個人の支払意思額を計測することは困難である。また、未実現の仮想的なプロジェクト等がもたらすリスクに関してはアンケート調査によらざるを得ない。過去の研究事例によればリスクの種類により人命の価値にかなりの差異が生じることが報告されている。リスクの種類に対する心理的効果を考慮しようとする研究も実施されている。人命の価値はホフマン法によって計測される生涯所得の和よりかなりの程度大きな値となることが報告されている。

(2) 支払意思額による方法の問題点

支払意思額による方法の問題点を列挙しよう。1)リスクに関する知識、情報の個人差が大きく支払意思額に重大な影響を及ぼす。2)支払意思額は事前的リスクを対象としているが、現実の補償問題等で必要となる事後的な人命の価値計測の問題には適用できない。3)リスクの配分状態の公平さに関する取扱いが不十分である。4)リスクに直面している人々の数の大きさの問題を取り扱えない。5)将来世代の人々の安全性の問題を取り扱えない。以上の問題は、いずれも重要な問題であり今後に残された大きな研究課題である。これらの研究課題については、現在精力的に研究が進展しておりいくつかに関しては解決の糸口が見つかっている。次節では、公共システムのリスクを取り扱う際に問題となる3)4)をとりあげよう。この2つの問題は、社会的集団リスクの問題であり、公共システムの安全性を議論する際に避けることができない問題となっている。

5. 社会的集団リスクの問題

(1) 問題提起

社会的集団リスクの問題は、Keeneyによる多属性効用関数に関する研究の中で初めて取り上げられた。Keeneyは社会的集団リスクの管理問題の目標として、a)期待被害額の最小化、b)個人が直面するリスクの個人間での公平化、c)カストロフの回避(生起する被害額の最小化)の3つをとりあげた。社会的集団リスクとはc)にかかわるリスクを意味する。

社会的集団リスクを例を用いて説明しよう。いま、

状況A, Bを考える。状況Aでは 10^4 単位の被害が確率 10^{-4} で生起する。一方、状況Bでは 10^8 単位の被害が 10^{-8} の確率で生起するとしよう。どちらも期待被害額は1であるが社会的には状況Bのほうが問題が多いだろう。社会的集団リスクの例としては、洪水、地震等の天災あるいは原子力発電所の事故等がある。これらの災害が生起すると社会全体の崩壊につながる被害が生じる。支払意思額による方法は個人が直面するリスクがそれぞれ独立であり、個人リスクを社会的リスクに集計できることを前提に議論を展開していた。しかし、このような方法で社会的集団リスクの問題を取り扱えないことは明らかである。

(2) 問題の定型化

社会的リスクの基本的な考え方を明確にしよう。

(条件1) 状況Aでは被害額 x が確率 π で、状況Bでは被害額 x' が確率 π' で生じるとしよう。いま、 $\pi x < \pi' x'$ が成立すれば社会的に状況Aが選好される。

(条件2) 個人がある一定の被害を被る確率がそれぞれ独立であるとしよう。状況A, Bにおいて一定の被害を被る確率が、状況Aでは (p_1, \dots, p_n) 、状況Bでは $(p_1, \dots, p_i + \varepsilon, \dots, p_j - \varepsilon, \dots, p_n)$ で与えられるとしよう。この時、 $|p_i - p_j + 2\varepsilon| > |p_i - p_j|$ であれば、社会的に状況Aが選好される。

(条件3) 状況Aでは被害額 x が確率 π で、状況Bでは被害額 x' が確率 π' で生じる。いま、 $\pi x = \pi' x'$ が成立し、かつ $x < x'$ であれば社会的に状況Aが選好される。

Keeneyは上記の3つの条件は互に両立しないことを示した。Keeneyが指摘したこと以上により深刻な問題は、単にこれらの目標がトレードオフするという点にあるのではない。我々がいま直面している問題は上述の条件を満足するような社会的厚生関数を構成できるかという問題である。もし、社会的厚生関数の構築が不可能であれば、何等かの方法で望ましい状況を選択すること自体が不可能となってしまう。

(3) 今後の研究課題

少なくとも上記の3つの条件は期待効用理論の公理と矛盾する。3つの条件の間に何らかの論理的整合性を保ちながら社会的意思決定を行なおうとすれば、期待効用理論以外の別の分析枠組を開発しな

ればならない。仮に、上記3つの条件を基本的な公理とする社会的厚生関数が開発できれば、その枠組の中で論理的整合性を確保しつつ合理的な社会的意思決定を行なうことができる。著者の知る限り、この種の社会的厚生関数の表現問題に成功したという研究事例は見当たらない。現在のところ社会的リスクの問題に対しては現実的に対応していかざるを得ないだろう。上記3つの条件のうち、どれか1つの条件を除外して議論せざるを得ない。例えば、洪水被害の場合には確率年という概念を導入することにより上述の問題を回避している。すなわち、社会的集団リスク回避の問題を優先する。これによりカタストロフィックな被害の生起状態に関して、ある社会的に妥当と考える水準を設ける。その後、期待被害額（場合によってはリスクの公平化も考慮する）をできるだけ少なくするような治水施設を設計するという手順を踏む。このような意思決定手段は、社会的集団リスクの回避の問題と期待被害額、リスクの公平化という問題の間には明らかに優先度の差異があるという社会的認識を背景としていることは言うまでもない。

6. おわりに

本稿では、リスクの経済的評価に関する従来の研究系譜と今後に残された研究課題についてとりまとめたものである。その際、まずリスクの経済評価において中心的な課題となる人命の価値の計測方法について既存の研究をとりまとめた。ex anteな立場から人命の価値(統計的生命の価値)を計測する場合、支払意思額による方法が最も有力であることを指摘した。また、支払意思額による方法の問題点と今後の研究課題を整理した。最後に、社会的集団リスクの問題の重要性を指摘するとともに、この問題が抱えるいくつかの理論的な困難性について言及した。

社会的集団リスクの問題は研究の蓄積もほとんどないのが現状である。前述の3つの基本的条件に基づいた社会的厚生関数の表現可能性の検討は今後に残された重要な基礎研究となろう。昨今、重要性が認識されつつあるリスク分散化の問題は、社会的集団リスクの問題に他ならない。確率年の見なおしに関する議論も同様である。いずれにせよ、社会的リスクに関する社会的評価の問題は、今後に残された大きな研究分野であると考えられる。