

(18) リスク管理手法の
経済的概念モデルによる考察
A STUDY ON RISK MANAGEMENT BY AN ECONOMIC CONCEPTUAL MODEL

仁科克己*
Katsumi NISHIINA

ABSTRACT; This paper examines the role of three measures of reducing risks, i.e., probability reduction, damage reduction, and insurance. Probability reduction alone is usually emphasized in various risk management projects, and still it is the most important measures among others. However, damage reduction and insurance might also be the useful measures to reduce the burden of risks, especially when the degree of risk aversion is high in the preferences of people. Thus, these two alternative measures had better be considered as well as probability reduction in order to explore the optimal combination. Aside from this aspect, risk-cost-benefit analysis usually assumes risk neutrality in the sense that the expected value of the benefit alone is compared with its cost. However, when people are risk averse, the analysis will underevaluate the benefit of the risk management project.

KEY WORDS ; probability reduction, damage reduction, insurance, risk-cost-benefit analysis, risk aversion

1. はじめに

既存の事業分野において、リスク管理が主目的であるものは枚挙にいとまがない。また、それらの中には、リスク管理の長い歴史を持つものも多い。もちろん、リスク管理の具体的手法は対象によって千差万別であるが、経済的な視点で大雑把にそれらの方向性を整理してみることは、新たな局面に対応しなければならない時に有益な示唆を与え得ると考える。さて本稿は、

概念的なリスク管理の方向性について、各方向性の位置づけを明確にすること

(技術的要因と社会的要因の関係を示すこと、各方向性の効果や適用性について考察すること)を目的とする。特に下記の三つの方向性に焦点を絞りたい。

- (1) リスク発生確率の低減
- (2) リスク発生時の被害の軽減
- (3) 保険

対象の範囲は、生命リスクは一応別扱いということで除外し、物的リスクに焦点を絞ってみたい。

本稿の構成は、まず2章において概念モデルを示し、その解釈を3章に示す。次に、4章では、人々のリスク回避の傾向がリスク管理の各方向性の効果にどう影響するかを調べる。同時に、リスク費用便益分析における生じ易いバイアスについて論じる。最後に5章において、環境リスクへの展開やモデルを簡略化したための保留点について触れる。

*国立公害研究所総合解析部, National Inst. for Environ. Studies

検討方法としては、経済的概念モデルを利用し、対象・方法ともに通常のリスク分析やリスク評価の文献で軽視されがちなものに焦点を当てる。そこで、バックグラウンドとなる経済分野のアプローチとの関連に触れておきたい。モデルは全体に不確実性の経済学の応用に過ぎないが、事象が起きる確率をモデル内部で変更できる点に若干の相違がある。〔確率を一つの財のようにとり扱うことになるが、確率を低費用で可分・交換可能な普通の財のように捉えるやり方と、確率を財の質のように見立ててヘドニック価格で捉えるやり方が考えられる。また、確率を私的財とみるか公共財とみるかによっても違いがある。本稿では一人しか経済主体がいないモデルに簡略化したので、これらによる違いはあまり問題にならないが、公共財としての確率をヘドニック価格で捉える方向で考えたい。〕

また、適宜に効用の期待値を使うこともあるが、一般的なリスクに対して期待効用仮説は強すぎるとする筆者の主観から、できるだけ結果が期待効用仮説に依存しないよう努力した。(分離性の仮定を外したい点、主観確率と客観確率を区別して扱いたい点、がその理由である。)

2. 概念モデル

まず、リスクに対する選好を次の効用関数で一般的に定義する。

$U(x, y; p)$ U : 効用関数
 x : あるリスク事象の起きない時の資産
 y : あるリスク事象が起きた時の資産
 p : あるリスク事象の起きる客観確率

(客観確率(計算確率)を p というパラメータで与え、主観確率はその p に対応して、効用関数型の中に内包されていると考える。)

p を固定して x, y 平面に無差別曲線(等効用曲線)を示したのが、図2.1 である。

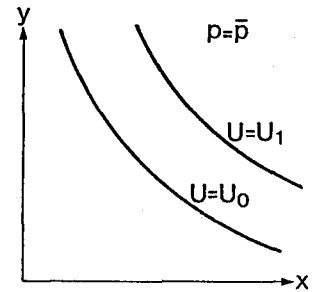


図2.1 リスクに対する選好

(期待効用仮説を採用した時は、以下のように書ける。

$$U(x, y; p) = (1-p)V(x) + pV(y)$$

V : 確実な資産に対する効用)

次に、三つのリスク管理の方向性をもった事業を定式化する。

(1) リスク発生時の確率を低減する事業

$$\text{Max}_{\alpha} U(X_0 - \alpha, Y_0 - \alpha; p(\alpha))$$

α : 事業に要する費用
 $p(\alpha)$: α の関数としての確率

図2.2 は、ある α によって初期の状態である点 A から事業後の点 B に移る様子を描いている。 p が変化するので、無差別曲線も実線から点線のものに変化する。

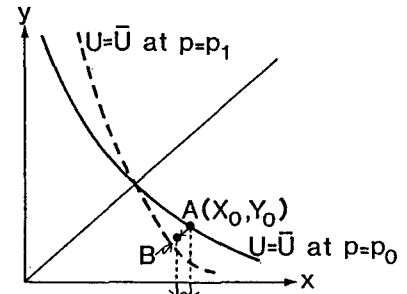


図2.2 確率低減事業

(2) リスク発生時の被害を軽減する事業

$$\text{Max}_{\beta} U(X_0 - \beta, Y_0 + f(\beta); p)$$

β : 事業に要する費用
 $f(\beta)$: 事業によって軽減した被害額から β を除いた額

図2.3 に、この事業の生産可能性曲線、初期の点 A 及びこの事業に

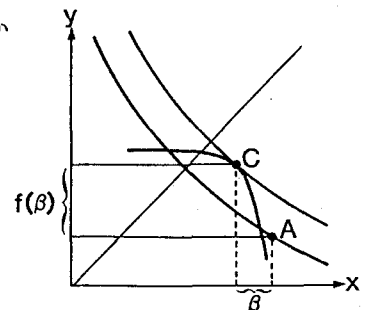


図2.3 被害軽減事業

よる最適点C，を示した。

(3) 保険事業

$$\text{Max } U(X_0 - \tau, Y_0 + \pi \tau; p)$$

τ : 保険の掛け金

π : リスク発生時の保険金倍率

図2.4 に、保険によって初期の点Aから点Dに移る様子を描いた。期待効用仮説下で主観確率と客観確率の双方が p に一致し、保険会社の取引費用も利潤もゼロである時には、 $\pi = (1 - p) / p$ である。

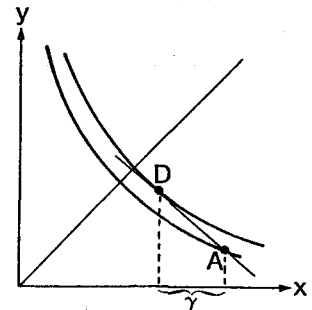


図2.4 保険事業

これら三つの事業をまとめれば、以下のように定式化できる。

$$\text{Max } U(X_0 - \alpha - \beta - \tau, Y_0 - \alpha + f(\beta) + \pi \tau; p(\alpha))$$

α, β, τ

最適化問題としては、この最大化問題を α, β, τ について解くに過ぎないそれだけのことであるが、実際に数値的に解くのではなく、改善の方向を見定めるのが目的である点を強調しておきたい。

現実には、 α や β に示される事業は十分に進展していないこともあるし、いちどきに行われるものでもない。また、リスクに関する効用関数は簡単に推計できる類のものではないので、最適解が計算できるものでもない。したがって、事業を進める都度、反応をみながら軌道修正し、少しずつより良い方向を確かめながらその方向へ進んでいくのが、現状でもあり望ましいやり方といえよう。

注：客観確率とは何か一概には定義できないが、事業を行う主体が情報の蓄積によって統計的に得た確率で、事業の計算に用いられ、また公表されているものを、念頭においた。効用関数の式にパラメータとして客観確率がいっているということは、個々の経済主体が効用関数の形に含まれる主観確率と公表された客観確率の間に対応関係を認めていること、を暗黙に仮定している。

3. モデルから得られる解釈

以上の概念モデルを使い、技術的要因・社会的要因のリスク管理との関係を整理してみたい。

3.1 技術的要因とリスク管理

図2.2 に説明したような、リスク発生の確率を下げる方向については、確率が小さくなるにつれて確率を下げる費用が高くなり、逆に効用の上昇幅が小さくなる。式で書けば、これは単に、

$$\delta U / \delta p \cdot \delta p / \delta \alpha = \delta U / \delta x + \delta U / \delta y$$

という最適条件まで、この方向への事業が要求されつづけるということである。江戸時代の治水を例に考えるならば、長大な堤防を経済性の許す範囲で築ける技術が無かったため、この方向への展開はあまり進まなかったと解釈できよう。他方、現代においては長大な堤防やダム建設によりこの方向が可能となり、大きな進展を遂げたことは周知のとおりである。逆にこれ以上確率を下げるべきかどうか、さらに、確率を下げるによりリスク発生時の被害が増大する可能性まで議論されることがある。

図2.3 で説明したような、リスク発生時の被害軽減を目的とする方向においても、同様にある限度を超えればかかる費用が便益を超えることは自明である。再び江戸時代の治水を例に挙げれば、第一の方向に進めなかった分だけ、この目的を持った事業が多かったと解釈することが可能である。現代におい

ても、この方向への技術が利用され続けていたり、第一の方向が限界に近づいたためにこの方向が重視されている地域は多い。具体例としては、霞堤の維持、排水や土地利用上の工夫などが挙げられるが、これは地域間のリスク分配問題にもつながり、事情が複雑なことも多い。

第三の保険については、技術的に第一・第二の方向が不可能であったり、行き詰まった時に採用されるという点で、間接的に技術的要因の影響を受けるだけである。数年に一度収穫が皆無になるような災害を受ける時に、収穫のある年には毎年いくぶんかを備蓄にまわすといった工夫、あるいは、農地分散により、洪水の害を受ける時は旱魃の害を受けやすい農地から収穫を得るといった工夫も、一種の保険とみなすことができる。

3.2 社会的要因とリスク管理

前章の図に描かれたような無差別曲線の変化を持って社会的要因の影響とみる事が可能である。社会的な変化や、経済の他の部分の変化によって生じる、人々のリスクに対する選好の変化とみることができる。第一の方向の事業によって低下した確率による変化も、一旦それが永久施設に近い形で定着してしまえば、技術によってもたらされた社会変化と解釈できる。他にも、経済の成長によって、図の点Aに示すような所与の資源の量が変化した時も、そこを原点に見れば無差別曲線の形も相対的に変化した恰好になり、社会変化と解釈できる。

以上、生産可能性曲線の方を技術的要因、無差別曲線の方を社会的要因、として、解釈を試みた。

4. 受け手の選好とリスク管理の効果

リスクの受け手の選好によって有効なリスク管理方法に違いがある状況を提示する。特に、両極と異なるリスク中立の場合とリスク回避の度合いが著しい場合の二つの極端な例を示すことにより、その差異を示したい。

〔リスク回避の度合いについては、期待効用仮説下で $V(x)$ の凸な度合いを示す絶対的危険回避や相対的危険回避の指標を使わず、 $U(x, y)$ の無差別曲線の原点に凸な度合いを念頭におく。〕

4.1 リスク中立の場合

図4.1 にリスク中立の場合の無差別曲線を示す。式であらわすと(4.1)のように書ける。

$$U(x, y; p) = (1-p)x + py \quad (4.1)$$

この時、保険に意味がないのは明らかである。同時に、リスク発生時の被害を軽減する事業も、被害軽減の期待額が費用を上回らない限り意味がない。(リスク回避の傾向が強いならば、被害軽減の期待額は必ずしも費用を上回る必要はない点に注意。)

他方、確率を低下させる事業の効果は、その確率低下による被害軽減の期待額全体が便益サイドに評価されることになるので、効果は高いといえる。(リスク回避の傾向が強い時は、確率低下事業によって期待額が上昇しても期待効用が増加するかどうかは定かでない。)

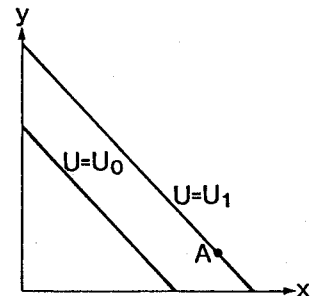


図4.1 リスク中立の場合

4.2 リスク回避が極端に強い場合

図4.2 にリスク回避が極端に強い場合の無差別曲線を示す。式で(4.2)のようにあらわしてみる。この式の中には、確率がパラメータとしてあらわれず、特殊な形になっており、期待効用関数の形には書けない。

$$U(x, y; p) = \text{Min}(x, y) \quad (4.2)$$

この時は、保険の効果が強いことは、直線 g をみれば明らかである。点 A から点 B へ効用が高まる。リスク発生時の被害軽減事業も、被害軽減の期待額が費用を上回らなくても効果がある。曲線 h のように、点 A から点 C へ効用を高めることができる。(ただし、保険があるならこの場合保険のほうが効果的であるが。)さらに、それが上回り曲線 j で示せる場合は、点 A から点 D へ効用が高まり、さらに保険があれば点 D' から点 E へ至ることが可能である。

確率低減事業については、この場合は特殊なケースであるので効果が全く無いことになる。しかし、一般に期待効用仮説から得られる関数では、リスク回避の度合いが強いほど、リスクの起こる確率が低いほど、期待被害減少額と費用が等しい事業による期待効用上昇の可能性が高い、という正反対の結果も得られる点に注意が必要である。この様子を図4.3に示す。曲線 U の上に凸の度合いが強いほど、期待値 G の点が右にあるほど、点 K が点 L より高い可能性が大といえよう。

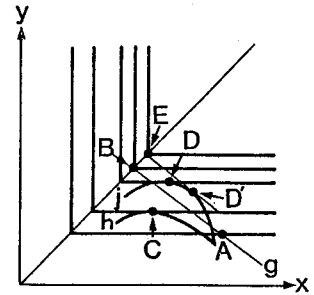


図4.2 リスク回避強の場合

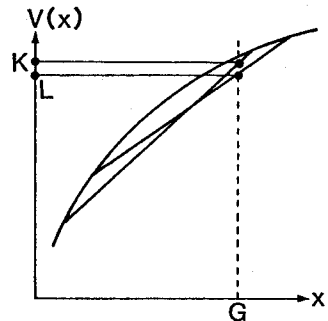


図4.3 確率低減事業の効果

4.3 リスク費用便益分析について

一般にいうリスク費用便益分析とは、対策によって生ずる費用と得られる便益の期待額を比較するものである。その計測自体が難しいので、計測方法の議論だけでも大変であるが、何が計測されどのような意味を持つかについても検討が必要である。問題点を二段階に分けて示してみたい。

第一点は、期待効用の上昇で考えないで便益の期待額で考えることによる問題点である。リスク回避が強い時のリスク発生時の被害軽減事業においては、リスク費用便益分析の結果が必ずしも採算ラインにのらなくても意義があることは既に示した。(一般のリスク費用便益分析は、リスク中立を仮定していることになる。)要は、確率軽減事業と被害軽減事業を比較する場合、同費用で便益の期待額が高いからといって、そちらの事業の方が望まれているとは言えない点にある。

第二点は、期待効用の考え方自体も、現実との乖離を起こす可能性がある点である。これは、特に確率低減事業において、分析の解釈に困難を与えようと考えられる。他の事業においても、期待効用の考え方を採用する一方で、主観確率と客観確率に著しい乖離がある時は、困難が生ずる。計算上期待効用が高まる事業であっても、全員の強い反対は起こりうる。例えば図4.4において、曲線 U は客観確率をもとに推定された無差別曲線、曲線 V は主観確率のもとでの無差別曲線、と考える。曲線 U の想定元では、点 A から点 B への事業は十分効果があると考えられるが、住民の

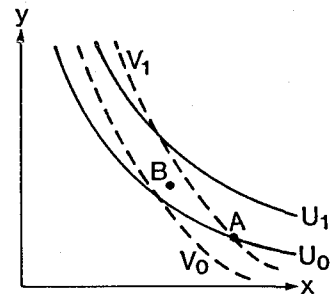


図4.4 主観確率と客観確率が違う場合

認識が曲線 V であれば、住民にとってその事業は無いほうが良い。分析方法に含まれる近似や仮定がバイアスを生み、そのバイアスによって事業が要望されない方向に進み始めるのは問題であろう。

5. 保留および環境リスクへの展開

技術的要因・社会的要因の双方とも相当に簡略化して議論したので、保留点に触れておきたい。

技術的要因の側から見ると、確率低下や被害軽減に関する個々の技術やその組合せについて、純技術的な検討事項が多々あり、モデルでは捨象されているそれらが重要である点にかわりはない。また、リスクを簡略化して on-off 的に捉えたが、リスク自体の種類・タイプや構造も複雑である〔利水ではリスクを三指標に指標化する試みもある〕。しかし、fault tree analysis を考えても、多目的なリスク管理に対して問題設定をするにあたっては、本稿の概念モデルも有益な示唆を与えよう。

社会的要因の側から見ると、まず経済モデルとしては、被害の経済外部性や公共財的な扱いに、不備が残る。特に、社会厚生関数のようなもので選好を一つに捉えているだけで、多種多様な個人や集団の利害調整が暗に含まれたモデルにはなっていない。また、法・社会・心理などの議論が、リスクに対する情報の問題、低確率のリスク、生命リスク、などを考える時に重要であるのはいうまでもない。

リスク管理に関して、効率達成のための経済モデルを利用した点について、一つ保留して置きたい。特に、保険のような経済メカニズムの利用も対象に含めたわけであるが、規制的な管理手法を使わずに経済メカニズムに任せた時には、経済的弱者にしわ寄せがいく可能性に注意が必要である。例えば、リスクが私的に取引できるとした時、生存ぎりぎりの人々がリスクを引き受けて追加収入を得ても、その分間接的に労働所得が低下し、結局リスクが増大しただけで生活は全く楽にならない可能性がある。

さて環境リスクについては、情報が十分でなく、リスクに対する選好も明確でない点に問題がある。このうち、リスク評価は特に重要であるが、瞬時に完成するものでなく少しづつ経時的に進むものなので、調査・検査のプロセス自体もリスク管理手法の一部分となるように見ていく必要がある。情報蓄積の過程において灰色の部分にどう対処していくかが重要であり、単に調査結果の白黒で禁止すれば済むといった問題にならないことは、十分想定しておくべきである。この点は概念モデルであっても組み込まれる必要があろう。

環境リスクでは、当然生命リスクに言及する必要があるが、確固たるひとつの生命を経済的に分析するのは不可能である。ただし、確率的な死については、ある意味では人々がそれらを暗黙のうちに経済評価して行動していることも否めない。つまり、危険があっても近道を通る人は危険が小さい程多く、ほとんどの人が近道を通る程度の危険に対し、全くの通交禁止を強制するのは難しい。これらを検討するには、まだ多くの作業が必要である。一方、倫理的な問題についてみても、問題が具体的になれば答えはそれほど簡単ではない。一億人のうち不特定な10人の生命が奪われるのと、特定な一万人に危険を絞ることにより1人の生命が奪われるのでは、単に9人の生命が助かるということで比較することはできない。生命リスクに関しては、多くの方面からまだまだ詰めなければならない問題は多い。