

## 生と死の経済学\*

—死亡リスクの微少な変化に対して人々はどの程度の支払いをするつもりがあるか—

竹内憲司\*\*

(神戸大学大学院経済学研究科助教授)

### 1. 政策評価におけるリスクの評価

多くの行政活動が人々の生死に関わっている。道路の交通安全施設を整備したり、医薬品の審査基準を決めたり、化学物質の規制をおこなうことで、一年間にどれだけの人命が救われるか、逆に言えばどれだけの人命が失われるかが左右されていく。もし人々が「絶対なる安全」を、すなわち「リスクのない社会」を求めるならば、政府は資源をいくらでもつぎ込んで、ありとあらゆる方策を採らねばならない。しかしながら、資源は有限であり、そのようなことは事実上不可能である。私たちは、限りある資源を有効に使うにはどうすれば良いのかを考えなければならない。

資源という言葉を使った。資源とは、狭い意味では、意思決定の主体が使うことのできる予算のことを指している。広い意味では、地球上に賦存している石油・石炭・天然ガス・水・土地・大気などの自然環境資源、労働力という人的資源、機械設備などの人工資源を含んでいる。私たちが何らかの価値ある行為をおこなうとき、その陰で常に何か犠牲になったものがある。国内で狂牛病を探索するために用いられた1円は、最貧国の食料援助に使えたかもしれないし、地球環境の保全に使えたかも知れない。同じく、狂牛病の探査に携わっている労働力は、それがなければ渡欧してサッカー選手として活躍していたかもしれないし、素敵な音楽を作り出していたかもしれない（筆者は狂牛病の調査を縮小することを提案しているわけではない）。

本論では「死亡リスクを削減する」という社会的な行為が、こうした犠牲を上回る便益をもたらすかどうか考えるために有効な指標である「確率的生命の価値」について解説し、その計測における課題について議論をする。また、実際におこなわれた評価事例を紹介し、政策含意のある評価を導き出すためにはどのような工夫が可能であるか、検討をおこなう。

\*本研究の一部は、平成13年度NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）受託に基づいて実施された、岸本充生（産業技術総合研究所）、柘植隆宏（神戸大学大学院）との共同研究による成果である。記して感謝したい。

\*\*1969年生まれ。97年京都大学大学院経済学研究科博士後期課程修了。京都大学博士（経済学）。2001年より現職。専攻は環境経済学。日本経済学会、環境経済・政策学会に所属。主著に『環境評価の政策利用』勁草書房。

## 2. 確率的生命の価値

確率的生命「価値」という言葉に含まれている「価値」とは、個人の支払い意志額のことである。支払い意志額とは、ある財・サービスと引き替えに、その個人がすすんで支払おうとする最大金額に他ならない。あるリスク削減幅（ $\Delta R$ ）の獲得に対して個人が支払っても良いと考える最大の金額を、 $\Delta R$ で割ったものが、確率的に発生する1件あたりの死亡回避に対する支払い意志額、すなわち確率的生命価値となる。

$$\text{確率的生命価値} = \text{リスク削減幅} (\Delta R) \text{ に対する支払い意志額} \div \text{リスク削減幅} (\Delta R)$$

この計算は、削減される基準となるリスクレベル（ベースライン・リスクと呼ばれる）がどのようなものであれ、同じリスク削減幅に対する支払い意志額は常に一定であるという想定を置いていると解釈できる。すなわち、10万分の1という生涯死亡リスク削減は、「10万分の300から10万分の299へのリスク削減」であっても、「10万分の299から10万分の298へのリスク削減」であっても、同じ価値を持っているという想定を置いているから、こうした割り戻しができる。リスク削減政策によって便益を享受する人々は、もともと年齢などによって異なったリスクレベルにある。ある1つの大気汚染政策がもたらす便益を、瀕死の状態にある人にとっても健康な生活を送っている人にとっても同じだけのリスク削減幅、同じ便益をもたらすとカウントしていれば、確かにベースラインとなるリスクに関わらず支払い意志額は一定であるという仮定を置いていることになる。一方、Pratt and Zeckhauser (1996) は、死亡した場合に資産を保有していることの価値は小さいことから、ベースライン・リスクが大きいかほどVSLは大きくなると指摘している (dead-anyway effect)。

確率的生命価値がいつでも唯一の値をとるという考え方に立つと、上の式は、支払い意志額が削減されるリスク幅に関して比例的に変化することを要求する。例えば10万分の5のリスク削減に対する支払い意志額が10万分の1のリスク削減に対する支払い意志額の5倍でなければ、それぞれ別々に計算した確率的生命の価値は、同じ値とならない。しかしある個人にとって、10万分の5のリスク削減という財に含まれている最後の追加的な10万分の1のリスク削減は、最初の追加的な10万分の1のリスク削減ほど魅力的ではないかも知れない。もしそうであれば、10万分の5のリスク削減に対する支払い意志額は、10万分の1のリスク削減に対する支払い意志額の5倍より小さくなる。つまり評価対象となるリスク削減幅の大きさによって、確率的生命価値の大きさは変わってくる。

以上のように、確率的生命価値は、ベースライン・リスクや評価対象となっているリスク削減幅の大きさによって、変動する可能性がある。また、「10万分の10万からのリスク削減」や「10万分のゼロへのリスク削減」が事実上あり得ないことを考えると、確率的生命価値は、費用と比較しやすくしたりするために単位を整えた指標なのであり、あくまでも便宜上計算されるものと理解した方が良いと思われる。非常に大きな金額を、分かりやすさのために「清原選手の年棒何人分」と表現するのと同じである。

確率的生命価値の議論は、誤解と非難を受けやすい。すなわち、「人の生命そのものをお金に換算している」という誤解であり、この誤解に基づいた倫理的な非難である。確率的生命の価値はあくまでも「確率的に起こりうる」1件あたりの救命を対象としている。それは非常に小さなリスクの削減量に対する個人の支払い意志額から逆算して求められるものであり、ある特定個人の死亡や救命を対象としていない。

けっして「不治の病にかかった少女」や「雪山で遭難し生死の境にある男性」を捕まえて、生き延びたいならいくら支払うかを尋ねているわけではない。

人間はいずれ死亡する運命にあり、毎年およそ100万人が何らかの理由で亡くなっている。そのうち癌で死亡する人がおよそ3分の1、自動車事故で死亡する人が1万人ほどいる。年齢によりその大きさに違いはあるものの、私たちは死という確率的事象の中に避けがたく置かれているのである。この事実を念頭に置くと、「確率的な死亡」と「ある特定の死亡」の違いを区別することの意味は明確であろう。2つの概念を区別することで、誤解に基づいた倫理的な非難は、かなりの程度において弱められると思われる。

「確率的な死亡」と「ある特定の死亡」とを区別した上で、それでも倫理的な非難はなお残るかもしれない。対象としている死が確率的に起こるものであったとしても、それをお金に換算してしまうのは許せない人がいるかもしれない。倫理とは論理を超越した正義であるから、これに反論するのは難しいが、いくつかの論点を挙げて非難を和らげる努力はしておきたい。まず、確率的生命価値の議論が評価対象としているものは、実際のところ「確率的な死亡」そのものでもない。そもそも、微少なリスクの削減をおこなう行政行為が投下される費用に見合った便益を生み出すかどうかを考えるという目的があって、はじめて確率的生命価値の指標が必要となる。この意味で、評価されているのは「確率的な死亡を削減するという行為」なのである。第2に、確率的な死亡は現実にあまねく存在しており、私たちの行為は直接間接にその大きさを左右する。たとえば「急いでいるから自動車で」目的地向かった人は、自動車事故のリスクを引き受けて時間節約という価値を手に入れている。こうした取引は、私たちが日常的に行っている行為である。確率的死亡を金銭タームで評価することについて非難するのであれば、こうした日常的な行為も非難しなければ首尾一貫性に欠ける。第3に、本論の冒頭で述べたとおり、社会が持つ資源は有限である。多くの人が共有している有限な資源の使い道を慎重に検討するには、数字による客観的な指標が有用である。

### 3. 評価の手法

確率的生命を評価する手法には大きく分けて2つの流れがある<sup>1)</sup>。1つは間接的なアプローチを採用するもので、人々が現実におこなった行動に関わるデータから、支払い意志額を類推する。もう1つは、直接的に支払い意志額をアンケートで聞いてしまう方法である。前者は顕示選好アプローチ、後者は表明選好アプローチと呼ばれる。いずれのアプローチでも、最終的な目標は個人の支払い意志額を導き出すことである。両者はそれを得るために辿るルート、用いるデータが幾分か異なるだけであり、本質的な違いはない。ただし表明選好アプローチの下では、人々が虚偽の回答をしたり、質問者の意図するところを汲み取らない回答をする可能性を回避するために、さまざまな工夫が必要になる。

顕示選好アプローチによって確率的生命価値を評価する代表的な手法の1つが、ヘドニック賃金法である。ヘドニック賃金法では、職種別の賃金と職種別死亡リスクとの関係から、リスク削減に対する支払い意志額を推計する。また、地域間の賃金較差と地域間の環境質較差との関係から、環境質に対する支払い意志額を推計する、ヘドニック宅地価格法とヘドニック賃金法とを統合したモデルも開発されている

1) Viscusi (1993) は評価事例のサーベイである。Johansson (1995) は手法の理論的背景に詳しい。Viscusi (1992) はリスクに関わる規制改革・政策評価も含めた包括的なトピックを扱っている。岡 (1999) はリスク評価にもとづく環境政策の意義と限界を検討している。

(Roback 1982, Clark and Neives 1994)。住む場所を選ぶことは(極端な遠距離通勤を別とすれば)働く場所を選ぶことを意味するので、これらを包括的な意思決定と捉えて分析することは理にかなっていると見える。

シンプルなヘドニック賃金法では、賃金水準を決定する要因として労働者の学歴や経験年数や労働組合加入率とともに当該職種の労働災害死亡率があると考え、回帰分析を行い、限界的な労働災害死亡率変化に伴う賃金の変化を推定する。完全競争市場を仮定すると、これは労働者が1単位の労働災害死亡リスク上昇を受け入れるのに必要な金額と考えることができる。

欧米ではヘドニック賃金法が盛んにおこなわれ、死亡リスク増大に伴って賃金が上昇する傾向が多く確認されている。一方、日本での適用例は少ない。ヘドニック賃金法で日本人のリスク削減便益を評価したKniesner and Leeth (1991)は、日本の製造業においてリスクを原因とした賃金差はほぼゼロであることを発見した。またTachibanaki and Ohta (1994)は、事故率が高いほど賃金が低くなるという、理論的予想とは逆の結果を得ている。これらは、ヘドニック賃金リスク法が日本で支持されない理由を明らかにする必要性を提起している。例えば職種間移動にかかるコストが高い場合、職種属性の違いが賃金に反映される可能性は少なくなる。

また、賃金リスクから導出された値を一般の環境改善便益の評価に応用することが可能かどうかについては、困難な点がいくつかある。まず、評価に用いられている職種に就いている人々は、そもそもリスクに対する態度が一般の人々と異なっているかもしれない。例えば賃金データに表れているような較差が社会の平均よりもリスク回避度の低い人々の選好を反映したものであれば、得られた推計結果を一般の人々に援用することでリスクを過小評価してしまうかもしれない。第2に、ヘドニック賃金法の評価額は、主に労働可能年齢の健康な男性の選好を反映しているのに対し、大気汚染などで健康被害を受けるのは、老人から子供まで幅広い年齢層である。子供が死亡した場合は失われる余命が大きいし、老人の場合は小さい。ヘドニック賃金法を通じて得られる確率的生命価値を別の人口集団へ移転する際には、年齢による調整が必要かも知れない。第3に、職種を選択する段階で、個人がリスク差を正確に認識しているかどうかについて十分な証拠が存在しない。労働者は、労働災害死亡率と賃金率とを見比べて職種を選択しているというのがこの方法の仮定であるが、リスクに関する情報が誰にも万遍なく行き渡っているとは考えにくい。労働者が情報不足のためにリスクを実際より低く見積もったまま職種選択をおこなっていれば、バイアスを含んだ評価額を私たちは使ってしまうことになる。

一方の表明選好アプローチを用いた方法は、郵送、面接などのアンケートを用いて、人々がリスク削減と引き替えにどれだけの支払いをしても良いと考えているかを直接的に尋ねるものである。表明選好アプローチについてはアンケートの設計如何によって得られる結果が左右されることが指摘されており、これまで多くの研究が、どのようなアンケート調査内容であれば、バイアスの少ない、より信頼できる金額を推計できるかという課題に取り組んできた。表明選好アプローチのうち代表的な手法である仮想評価法の代表的なテキストであるMitchell and Carson (1989)は、さまざまなバイアスの可能性を検証し、回避や緩和の方法について詳しく考察している。

表明選好アプローチの分析技術が発展するとともに、そのリスク分野への適用例も増えつつある。Jones-Lee (1985)は、交通事故リスクに関して仮想評価法を用いた大規模な調査をおこない、確率的生命価値に関して、中央値で50万ポンド(約1.5億円)や77万ポンド(約2億円)といった推計結果を得た。Krupnick et al. (2002)は、リスクの中身を特定化しない形での調査工夫を施した仮想評価法調査をおこない、120万カナダドル(約1億円)や380万カナダドル(約3.1億円)といった推計結果を得た。山本・

岡（1994）は数少ない日本での適用例であり、同じく仮想評価法を用いてトリハロメタンを除去できる架空のろ過器に対する支払い意志額を尋ね、22億円から35億円という結果を得た。筆者らの研究グループでも、2000年度から表明選好アプローチによる確率的生命価値の推計に取り組んでいる。次節以降では、我々の研究グループが現在の段階で得ている知見について中間報告的にまとめてみたい。

## 4. 仮想評価法などによる計測例（竹内・岸本・柘植 2001）

### 4.1 評価の手法と課題

竹内・岸本・柘植（2001）より、2種の表明選好アプローチによって確率的生命価値を推計した例を紹介する。用いられた方法は、仮想評価法と無差別リスク評価である。これ以外にもインターネット版ACA（Adaptive Conjoint Analysis）を用いた評価がおこなわれたが、価格上昇がプラスに評価されるなど、結果は満足なものでなかった。仮想評価法を用いた評価はリスク削減政策の費用便益分析において標準的な値として用いられることを企図したものであり、支払い意志額と個人属性（年齢や健康状態の評価）との関係についても検討する。無差別リスク評価は与えられた価格の商品がどれだけリスクを削減すれば購入したいと思うかを自由回答形式で尋ねる方法であり、仮想評価法による結果との比較をおこなう。

### 4.2 仮想評価法

日本において仮想評価法を用いた確率的生命価値の推計をおこなった研究として、山本・岡（1994）がある。彼らは水道水中のトリハロメタンを除去する架空のろ過器という財に対する購入意志を尋ね、「英米の研究による推定から得た比較しうる値」（0.7～3.7億円）よりも1オーダー高い22.4～35.5億円という結果を得た。しかしながら、この研究には

- 1) 最大提示額（50,000円）での購入同意確率が高く、同意確率分布の右裾に関する情報が不十分である
- 2) ろ過器使用によってリスクがゼロになるという極端なシナリオである

という特徴があり、このことが非常に高い評価額の原因となっている可能性がある。また、Takeuchi（2000）がメタ分析によって検討した結果、仮想評価法を用いて推計されるリスク削減への支払い意志額は、評価される対象となっているリスクの種類（交通・健康・環境）によって影響を受けることが分かっている。したがって上の2点に加えて、

- 3) 「水道水」「トリハロメタン」「発癌」という特定のリスクを扱っていることが支払い意志額にプラスの影響を与えた可能性がある。そこで本研究では、

- 1') ダブルバウンド二肢選択方式とサンプル数の増大によって、提示額の高いところまで十分なサンプル数を確保する
- 2') 生命表より各年齢層別の死亡確率を計算し、微少な確率変化を図で表現することによって、リスク削減の効果をわかりやすく説明する
- 3') リスクの具体的中身を特定しない質問票によって、「リスク削減」そのものに対する評価を引き出すといった工夫をおこない、より信頼性の高い値が得られるようにした。

調査では、仮想的なリスク削減商品に対する購入意志を、ダブルバウンド二肢選択型の仮想評価法によって尋ねた。2001年2月にプレテスト（回収サンプル数63）を東京においてストリートキャッチ方式でおこない、調査票説明文や提示額の妥当性を検討した。本調査は、多段無作為抽出した東京都内の30歳から79歳までの男女に対して、訪問面接方式にて2001年4月におこなった。回収サンプル数は300である。

調査では、死亡リスクの概念についての説明や回答者の世代における死亡リスクの大きさについて解説をおこなった後に、以下のような質問によって仮想的な商品を回答者に提示した。

Q では次に、ある大きさのリスクを確実に削減できる架空の製品があなたの目の前にあったとしましょう。

今後10年間使用した場合、現在のあなたのリスクを1000分の1だけ削減できるような製品が、あったとします。つまりあなたのリスクはこの製品を使うことで、10年間に1000分の14から1000分の13へ削減されます。

この製品の1年間の使用料金が8,000円（つまり10年間で、80,000円）だったら、あなたは購入しますか？なお、料金は毎年1回、10年間で10回支払うものとお考え下さい。（ひとつだけ○印）

1. はい 2. いいえ

回答者が商品の削減するリスクの大きさを容易に把握できるように、Krupnick et al. (2002) の格子 (grid) による表現を踏襲した表現を用いた。1,000分の1、1,000分の5、10,000分の1、10,000分の5、の4種のリスク削減幅（10年あたり）について質問をした。リスク削減幅ごとにサブサンプルへ分割することはしておらず、全300名の回答者に対して4種のリスク削減商品に関する質問をおこなっている。なお順番効果を緩和するため、1,000分の1と1,000分の5、および10,000分の1と10,000分の5をセットにして順番を変えた質問票を準備した。

二肢選択型仮想評価法の質問に対する同意確率は

$$\Pr\{yes\} = \Pr\{WTP(q^0, q^1, y, \varepsilon) \geq T\} \tag{1}$$

となる。ここで  $T$  は提示額であり、回答者は  $q^0$  から  $q^1$  へのリスク変化に対する支払い意志額 (WTP) が提示額 ( $T$ ) より高ければ、質問に対して「購入する (Yes)」と答える。 $y$  は所得などの個人属性、 $\varepsilon$  はランダムな誤差項である。

WTPがある確率分布に従うとすると、ダブルバウンド方式における同意確率は、

$$\begin{aligned} \Pr\{yes / yes\} &\equiv P^{yy} = 1 - G(T_u) \\ \Pr\{yes / no\} &\equiv P^{yn} = G(T_u) - G(T) \\ \Pr\{no / yes\} &\equiv P^{ny} = G(T) - G(T_d) \\ \Pr\{no / no\} &\equiv P^{nn} = G(T_d) \end{aligned} \tag{2}$$

と表すことができる。ここではWTPの累積分布関数であり、 $T$  は最初の提示額、 $T_u$  は最初の質問に対する回答がYesである場合に2回目の質問で使われる提示額、 $T_d$  は最初の質問に対する回答がNoの場合に2回目の質問で使われる提示額である。われわれは  $G(\cdot)$  に関して対数ロジスティック分布を想定した分析をおこなった。

対数尤度関数は以下の通りであり、これを最大化するようなパラメータが推定される。

$$\ln L = \sum_{i=1}^n [d_{yy} \ln P_i^{yy} + d_{ym} \ln P_i^{ym} + d_{ny} \ln P_i^{ny} + d_{nm} \ln P_i^{nm}] \quad (3)$$

推定されたパラメータを表1に示す。定数項、および価格はいずれも1%水準で有意であった。個人属性については、所得が一部で有意であったものの、年齢、精神健康状態（SF-36を用いて算出したもの）とも有意ではなかった。

表2は、所得変数を含めたフルモデルより計算された支払い意志額の中央値および平均値である。表3は、表2の値を用いて推計された確率的生命価値の値である。1/10,000のリスク削減幅に関する確率的生命価値の値が約20億円と高いが、それ以外のものについてはおおむね欧米の研究例における金額と同程度の範囲に収まっていると言える。

表1 対数ロジスティックモデルの結果

リスク削減幅	1/1,000		5/1,000		1/10,000		5/10,000	
CONSTANT	7.59984***	4.66106**	7.97138***	5.19977**	5.06327***	5.67483***	5.52625***	5.71180***
PRICE	-0.75587***	-0.76191***	-0.74112***	-0.75269***	-0.53756***	-0.55842***	-0.49659***	-0.50866***
MALE	0.00737	-0.09053	-0.02809	-0.10770	-0.00635	-0.11061	-0.07139	-0.14236
AGE	-0.00544	-0.00338	-0.00761	-0.00685	-0.00718	-0.00514	-0.01306	-0.01052
INCOME		0.46122*		0.43546*		-0.06276		-0.01622
MENTAL	-0.00764	-0.00767	-0.00977	-0.00830	-0.00676	-0.00735	-0.01035	-0.01091
N	300	257	300	257	300	257	300	257
Log-Likelihood	312.97	271.70	332.05	291.48	356.17	300.61	345.94	292.93

注1) \*=10%水準で有意, \*\*=5%水準で有意, \*\*\*=1%水準で有意

注2) CONSTANT=定数項, PRICE=価格, MALE=男性の時1のダミー, AGE=年齢, INCOME=所得, MENTAL=SF36における精神状態に関する得点, N=サンプル数。

表2 支払い意志額 (円)

リスク削減幅	1/1,000	5/1,000	1/10,000	5/10,000
支払い意志額 (中央値・円)	7,662	10,112	2,401	3,151
支払い意志額 (平均値・円)	26,852	31,111	20,964	25,637

表3 対数ロジスティックモデルの結果を基にした確率的生命価値の推計 (円)

リスク削減幅	1/1,000	5/1,000	1/10,000	5/10,000
確率的生命価値 (中央値・円)	77,000,000	20,000,000	240,000,000	63,000,000
確率的生命価値 (平均値・円)	269,000,000	62,000,000	2,096,000,000	513,000,000

#### 4. 3 オープンエンド無差別リスク評価

オープンエンド無差別リスク評価の質問は以下のようなものである。

Q 今後10年間使用した場合、現在のあなたのリスクをある大きさだけ削減できるような製品が、あったとします。

この製品の1年間の使用料金が 8,000円（つまり10年間で80,000円）だったとしましょう。料金は毎年1回、10年間で10回支払うものとお考え下さい。

この製品が削減するリスクが少なくともどの程度の大きさであれば、あなたはこの製品を購入するのに同意しますか。

1. 1万分の\_\_\_\_\_削減すれば購入する
2. たとえ100%削減されても購入しない
3. わからない

つまりこの質問では、ある価格のリスク削減商品が与えられたとき、その性能（リスク削減幅）がいくらであれば商品を買っても良いと思うかを尋ねることによって、リスク削減と所得とのトレードオフを尋ねている。提示額を無差別リスクで割り返して計算した確率的生命価値に関する集計結果を次に示す。

表4 無差別リスク評価による確率的生命価値の推計（サンプル数=205）

中央値	2,285,714
平均値	13,161,556
標準偏差	46,329,196
最小値	16,000
最大値	580,000,000

無差別リスク評価による確率的生命価値はばらつきが大きく、全体的に非常に低い値となった。この理由としては、質問そのものが答えにくいものであるということや、自由回答形式のCVMにおいて料金徴収がないものと考えた回答者が高い支払い意志額を答える戦略的バイアスをもつように、自由回答形式の無差別リスク質問において高い削減リスクを要求する回答者が多かったことが考えられる。

また回答者の28%は「たとえ100%削減されても購入しない」と答えており、こうした層はリスクと金銭とのトレードオフを拒否していると言える。何らかの無差別リスク水準を答えた層を1、それ以外を0として、ロジットモデルによる離散選択分析を試みた結果が表5である。有意な変数は年齢だけであった。

表5 無差別リスク質問におけるトレードオフ拒否・ロジット分析

	係数	標準誤差	t 値
CONSTANT	3.583	0.944	3.795
T ( $\times 10^6$ )	-7.506	4.310	-1.742
FAMILY ( $\times 10^2$ )	-0.024	11.683	-0.002
INCFAM	0.183	0.183	0.998
AGE	-0.051	0.014	-3.532
MALE	0.064	0.274	0.232
WORK	-0.035	0.080	-0.441
MAR	0.374	0.366	1.023
CHILD	-0.606	0.475	-1.278
INCOME ( $\times 10^2$ )	0.042	0.036	1.166

注) CONSTANT=定数, T=提示額, FAMILY=家族数, INCFAM=所得のある家族数, AGE=年齢, MALE=男性のとき1のダミー, WORK=職種, MAR=結婚しているとき1のダミー, CHILD=15歳以下の子供がいるとき1のダミー, INCOME=所得

## 5. 選択型コンジョイント分析による評価 (Takeuchi et al. 2002)

Takeuchi et al. (2002) は、選択型コンジョイント分析を用いて、様々な種類のリスクに対する評価を同時におこなう試みである。2002年2月に首都圏で訪問面接方式による調査を行い、300名からの回答を得た。調査では表6のような属性レベルを採用した。選択肢の例を図1に示す。回答者は図1のようなカードを見せられ、提示されているような特徴を持った架空のリスク削減製品があったとしたら、どちらを選ぶか（あるいはどちらも選ばないか）が、尋ねられる。それぞれの属性のレベルはトレードオフが成立するように、すなわち大きなリスク削減を達成する商品の方が安い価格で提供されることのないように、組み合わせを準備する（組み合わせには直交表を用いた）。回答者が達成されるリスク削減の内容と商品の価格を見比べながらおこなった選択行動から、各属性に対する限界支払い意志額が推定される。

「リスクの種類」属性は、どのような死因のリスクについて削減をおこなえる商品であるかが記述されている。人々は他の死因よりも、癌による死亡を嫌う傾向にあるために、死因を「癌」であると明記したときに、人々の支払い意志額が増えるはずだといういくつかの研究事例を受けて、米国環境保護庁は、いわゆる「癌リスクプレミアム」が存在するかどうかの検討を始めた (USEPA 2000)。しかしこれを裏付ける十分な実証的研究はいまだ存在しない。われわれの研究は、この問題になんらかの示唆を与えることをひとつの目的としている。条件付きロジットモデルによる分析結果を表7に示す。

分析結果から、リスク削減に対する時間割引率が分析モデルによっては20%を越えること、FearがWTPを引き下げる影響があること、70歳以上の回答者は他の年齢層よりWTPが低いことが分かった。また、調査を行った癌リスク、心臓病リスク、交通事故リスクのうち、VSLは交通事故リスクが最も高く(5.4億円)、心臓病リスクが同程度、癌リスクが最も低い(2.4億円)結果となり、癌リスクに関して逆プレミアムが働いている可能性が示唆された(図2)。今後はこの結果についてリスク認知の観点からも検討を行っていく予定である。

表6 属性とレベル

属性	レベル
価格 (10 年分)	80,000 円 150,000 円 580,000 円
削減リスク (10 年間)	1/10,000 5/10,000 10/10,000
リスクの種類	交通事故 がん (癌) 心臓病
効果の現れる時期	現在 5 年後 10 年後

図1 選択型コンジョイントの質問例

番号	1	2	3
価格 (10 年分)	8 万円	15 万円	どれも選ばない
10 年間使用した場合に 削減されるリスク	5/10,000	10/10,000	
リスクの種類	癌 (がん)	交通事故	
効果の現れる時期	5 年後から 10 年間	10 年後から 10 年間	

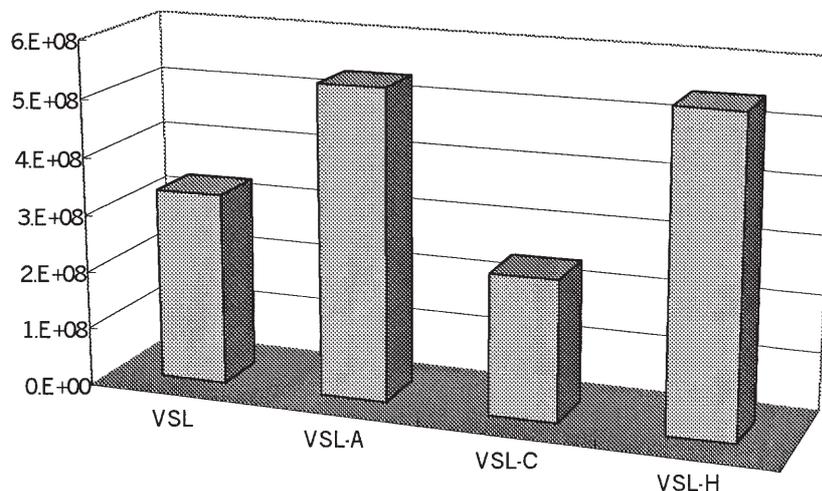
表7 推計結果

	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6
PRICE( $\times 10^5$ )	-0.191 <sup>***</sup> (-13.812)	-0.190 <sup>***</sup> (-13.758)	-0.191 <sup>***</sup> (-13.277)	-0.189 <sup>***</sup> (-13.406)	-0.192 <sup>***</sup> (-13.808)	-0.190 <sup>***</sup> (-13.766)
RISK REDUCTION	0.063 <sup>***</sup> (4.244)	0.031 (1.470)	0.097 (0.894)		0.065 <sup>***</sup> (4.351)	0.052 <sup>***</sup> (3.555)
C_RISK(A)			0.060 (1.162)	0.102 <sup>*</sup> (1.733)		
C_RISK(C)			0.036 (1.933)	0.046 <sup>***</sup> (2.564)		
C_RISK(H)			0.097 <sup>***</sup> (3.116)	0.103 <sup>***</sup> (3.457)		
CONSTANT_A	-1.521 <sup>***</sup> (-12.674)	-1.339 <sup>***</sup> (-9.035)	-1.478 <sup>***</sup> (-7.326)	-1.612 <sup>***</sup> (-8.919)	-1.516 <sup>***</sup> (-12.701)	-1.522 <sup>***</sup> (-12.610)
CONSTANT_C	-0.525 <sup>***</sup> (-5.740)	-0.299 <sup>**</sup> (-2.048)	-0.369 <sup>***</sup> (-3.216)	-0.483 <sup>***</sup> (-5.656)	-0.521 <sup>***</sup> (-5.764)	-0.509 <sup>***</sup> (-5.449)
CONSTANT_H	-1.106 <sup>***</sup> (-9.369)	-0.884 <sup>***</sup> (-5.491)	-1.212 <sup>***</sup> (-6.433)	-1.215 <sup>***</sup> (-7.950)	-1.100 <sup>***</sup> (-9.410)	-1.122 <sup>***</sup> (-9.116)
DISCOUNT RATE	0.217 <sup>*</sup> (1.802)	0.036 (0.265)	0.069 (1.000)	0.221 <sup>**</sup> (1.974)	0.226 <sup>*</sup> (1.832)	0.009 (0.280)
FEAR		-0.041 <sup>*</sup> (-1.876)				
SAVED YEAR					0.132 (-1.349)	
OVER70( $\times 10^3$ )						-0.185 <sup>***</sup> (-5.957)
LRI	0.0822	0.0831	0.0839	0.0829	0.0826	0.0934

\*\*\* = 1%, \*\* = 5%, \* = 10%水準でそれぞれ有意。カッコ内はt値である。

C\_RISK(A), C\_RISK(C), C\_RISK(H)は、リスク削減幅とかけあわせた項として推計されたリスク種類に関するダミー変数である。また、CONSTANT\_A, CONSTANT\_C, CONSTANT\_Hは定数項の形で挿入されたリスク種類に関するダミー変数である。PRICEは価格、RISK REDUCTIONはリスク削減量、DISCOUNT RATEは割引率、FEARはリスク削減効果のあらわれる時期、SAVED YEARは救済余命、OVER70は回答者の年齢が70歳以上であった場合のダミー変数を表す。LRIは尤度比指数である。

図2 リスクの種類ごとのVSL推計値



※左の「VSL」はモデル1の結果、右の3つはモデル4の結果である。「VSL-A」は交通事故リスク、「VSL-C」は癌リスク、「VSL-H」は心臓病リスクを指す。

## 6. おわりに

本稿では死亡リスクの評価手法とその課題について検討し、最近の計測事例をまとめて紹介した。こうした数値の環境政策への適用について岡(2002)は、確率的生命価値と確率的生命救済費用を比較すると、ほとんどの場合について前者が後者を下回ることを指摘し、費用効果分析の利用を薦めている。しかしながら、確率的生命価値の活用を、死亡リスク削減「だけ」に関わる環境政策の評価のいくつかのみに適用してその限界を主張するのは、やや結論を急ぎすぎると思われる。たとえばこの指標は、死亡リスク削減を環境面での効果の一部として含む政策の評価において、他の側面の便益と足しあわせることが可能であるという強みを持っている。廃棄物リサイクルの推進による効果の総合的評価を例にとれば、それはダイオキシン発生量の減少を通じた死亡リスクの削減とともに、海面埋め立ての回避というアメニティ面での便益も発生させる。両方の便益を足し合わせてリサイクルの費用と比較する際には、確率的生命価値の推計が役に立つ。また、自動車交通モード間の社会的費用推計(兒山・岸本 2001)における利用のように、直接的に意志決定には結びつかないものの、重要な参考指標の計算根拠となる場合もある。

リスク関連の健康影響には、最も重大な健康影響である「死亡」だけでなく、名前が付いている「疾病」、疾病までは行かないがなんらかの自覚症状があるもの、そして自覚症状はないが検査を行うと異常値が出るものまで幅広い状態が含まれる。これらの軽度の健康影響は、特に化学物質曝露の影響として重要であり、生活の質(QoL: Quality of Life)指標や支払い意志額を用いて、定量的に表す手法を開発する必要があると思われる。

## (参考文献)

- [ 1 ] Clark, D. E. and Neives, L. A. (1994) “An Interregional Hedonic Analysis of Noxious Facility Impacts on Local Wages and Property Values”, *Journal of Environmental Economics and Management* 27, 235-253.
- [ 2 ] Johansson, P-O. (1995) *Evaluating Health Risks: An Economic Approach*, Cambridge University Press.
- [ 3 ] Jones-Lee, M. W., Hammerton, M. and Phillips, P. R. (1985) “The Value of Safety: Results of a National Sample Survey”, *Economic Journal* 95, 49-72.
- [ 4 ] Kniesner, T. J. and Leeth, J. D. (1991) “Compensating Wage Differentials for Fatal Injury Risk in Australia, Japan, and the United States”, *Journal of Risk and Uncertainty* 4 (1) , 75-90.
- [ 5 ] 兒山真也・岸本充生 (2001) 「日本における自動車交通の外部費用の概算」『運輸政策研究』4 (2) , 19-30.
- [ 6 ] Krupnick, A., Alberini, A., Cropper, M., Simon, N., O'Brien, B., Goeree, R. and Heintzelman, M. (2002) “Age, Health, and the Willingness to Pay for Mortality Risk Reductions: A Contingent Valuation Study of Ontario Residents”, *Journal of Risk and Uncertainty* 24, 161-186.
- [ 7 ] Mitchell, R. C. and Carson, R. T. (1989) *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Resources for the Future.
- [ 8 ] 岡敏弘 (2002) 「政策評価における費用便益分析の意義と限界」『会計検査研究』第25号, 31-42.
- [ 9 ] 岡敏弘 (1999) 『環境政策論』岩波書店.
- [10] Pratt, J. W. and Zeckhauser R. J. (1996) “Willingness to Pay and the Distribution of Risk and Wealth”, *Journal of Political Economy* 104, 747-763.
- [11] Roback, J. (1982) “Wages, Rents, and Quality of Life”, *Journal of Political Economy* 90 (6) , 1257-1278.
- [12] Tachibanaki, T. and Ohta, S. (1994) , “Wage differentials by industry and the size of firm, and labor Market in Japan” , in Tachibanaki, T. ed. *Labor Market and Economic Performance: Europe, Japan, and the USA*. St. Martin's Press.
- [13] Takeuchi, K., Kishimoto, A., and Tsuge, T. (2002) “The Cancer Risk Premium” , Paper Presented at Hiroshima Workshop on the Valuation of Risk, 22th March, 2002.
- [14] 竹内憲司・岸本充生・柘植隆宏「表明選好アプローチによる確率的生命価値の推計」環境経済政策学会2001年大会報告論文, 2001年9月29日, 京都国際会議場.
- [15] Takeuchi, K. (2000) “A Meta-analysis of the Value of Statistical Life” , Discussion Paper F-2000-2, Meiji University, Institute of Social Sciences.
- [16] Viscusi, W. K. (1993) “The Value of Risks to Life and Health” , *Journal of Economic Literature* XXXI, 1912-1946.
- [17] Viscusi, W. K. (1992) *Fatal Tradeoffs: Public & Private Responsibilities for Risk*. Oxford University Press.
- [18] 山本秀一・岡敏弘 (1994) 「飲料水リスク削減に対する支払意志調査に基づいた統計的生命の価値の推定」『環境科学会誌』, 7 (4) , 289-301.