

土 木 研 究 所 資 料

リ ス ク の 要 点

平成2年11月

建設省土木研究所
河川部総合治水研究室

[Copyright © (1990) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

リ ス ク の 要 点

総合治水研究室 室長 吉本俊裕

要 旨

本資料は、リスク全般について文献調査を行ない、それに独自の解釈を加えて整理し、まとめたものである。

キーワード：リスク

まえがき

最近、事故・災害・環境問題等で盛んに「リスク」という言葉が用いられるようになった。日本人がリスクという言葉聞いた時、大多数の人は「できれば避けて通りたい」とか「なるべく穏便に済ませてしまおう」とかいった感情を持つのが実状ではないかと思う。しかし、何気なく暮らしている我々の生活の中には常にリスクがあるし、個人的にはそれを実感・体験した人もたくさんいるはずである。

リスクというものは、我々が生きていく上での基本的な立場を規定するようなものであるとも考えられ、かつ、世の中にリスクが存在する以上、やはりそれを直視し分析を加え、日頃からそれを避けるための準備・対策をして置くことが重要である。しかし、いろいろな所で言われているリスクは、分野、局面あるいはその内容がまちまちで、その実態さえ把握されていない。そのような現状認識のもと、リスクの概念、使われ方の実態、全体の概要といったものを一度整理してみる必要があると考えた。

著者の専門は水災害の分野であるが、ある特定の専門分野の者が、ある課題について、他の分野の考え方、やり方、システム、制度などを学ぼうとする時、様々な困難が伴う。その課題が全般に係わるものであれば、ますますその困難さは増す。それでも、何を徳たいかという焦点がある程度絞られていれば、作業の範囲や作業結果の整理の仕方は、その方向が見えてくるものであるが、それもないとさらに輪をかけて困難さが増す。

リスクに関する調査も、上に述べたのと同じような状況下で始めなければならなかった。まず、一口でリスクと言っているけれども、はっきりしているようではっきりしない。リスクはいろいろな分野で使われているが、むやみやたらとその範囲を広げると、とても調査などできるものではない。自ずと、その時点での調査担当者が持っている漠然とした知識の範囲内において、おもしろい題材が見つかりそうな分野に見当をつけて、限られた範囲内で調査を行うことになる。逆に、リスクとはかなり総合的な概念で、分野に捕らわれていたのでは、あまりいいものは出てこない調査対象なのかもしれない。また、仮に分野が絞られたとしても、その中でいろいろな見方や問題の切口があるので、どのように課題を捉えてまとめればよいかわからない。

本研究を進めるに当たっても、当初、各分野にこだわって、各分野毎に、各分野に共通する切口をもってリスク事項を抽出し、整理しようと考えた。しかし、各分野毎にリスクの捉え方が異なるし、当該分野の中でさえ人によって異なるし、さらに、当該分野の中でもその全般に亘ってリスクがなされているということではなく、当該分野のある段階・ある一部についてリスクがなされているというのが実状であった。結局のところ、極めて漠然とした直観で、リスク全般に共通する重要事項について抽出を行ない、ある程度の整理・分析を加えるということでもまとめた。

分析手法や評価手法については、各分野で特有のものが工夫され、計算されているようであるが、本研究の段階では個別手法よりむしろ考え方や視点といったものが重要であると考え、そういった観点から文献を中心にいくつかの分野のリスクに関する事項をとりまとめ、部分的に独自の補足や分析を加えて整理した。

目 次

1. リスクの概念	1
1.1 リスクという単語にいく前に	1
1.2 リスク概念の発生	1
1.3 リスクの定義	2
2. リスクの分類	5
3. リスク認知	11
3.1 個人レベルから捉えたリスク認知	11
3.2 リスク情報	13
3.3 個人レベルのリスク認知に与えるリスク情報の影響	19
3.4 リスク認知と時間・距離	19
4. リスクの評価	21
4.1 リスク評価の範囲（その1）	21
4.2 リスク評価の範囲（その2）	21
4.3 リスク評価の手法（その1）	29
4.4 リスク評価の手法（その2）	29
4.5 リスク評価の手法（その3）	34
5. リスクと安全	38
6. リスクと保険	40
7. リスクに対する姿勢	45
8. リスク管理	47
9. リスクと法	51
9.1 リスクと責任	51
9.2 リスク管理と法	54
10. おわりに	58
参考文献	59

1. リスクの概念

1. 1 リスクという単語にいく前に

リスクの概念を考えるにあたって、リスクに類したいくつかの言葉があるので、最初にそれらの言葉について若干のレビューをする。類義語については、文献1)、2)、3)、4)等に記述があるが、ここで再整理してみたい。

リスクについては、後述するようにリスクそのものの定義が確定していないうえに、日本語の曖昧さからくる概念の混乱があるように思われる。日本語では、リスク(Risk)という単語の訳として危険という単語が当てられるが、英語のDanger(危険にさらされること、危険の最も普通の表現、具体の災害や事故になっていなくてもよい)、Peril(危険がより差し迫った状態を表わし、具体の災害や事故が発生しているもしくは具体の災害や事故そのものをいう)、Hazard(DangerやPerilが発生する周辺状態、環境条件をいう)などの違いをうまく区別することができない。また、日本人が「リスクがある」と言った場合、危険そのものもさることながら、その危険が発生する確からしさ・可能性の程度まで含めて、もしくは危険が発生する確からしさ・可能性そのものを言っている場合も多い。しかも何らかの修飾語を付けて言わない限り、英語のPossibility, Probability, Certainty(危険を起こす確率もしくは確からしさの程度)についても、うまく言い表すことができないのである。従って、日本人が「リスク」と言った場合、目的・事象・周辺環境・結果・確からしさなどの意味を区別しないまま、もしくは一つの側面だけを捉えて話している可能性がある。

本報告書でも、本来なら上に述べたことをいちいち区別しながら記述すべきであるが、それをやると長い説明が必要となるであろうし、リスクに定まった定義があるわけでもないので、ここでは「リスク」という単語をそのまま使い、特に必要がある時のみ説明を行うことにする。

なお、リスクと似た単語にクライシス(Crisis)というのがある。クライシスは危機と訳され、コントロールを失った状態と一般には理解されている。徳谷⁴⁾は、リスクとクライシスの違いについて、企業のリスク・マネジメントを論じる立場から、「少なくとも、企業ないしミクロレベルの問題は危険管理と呼び、国家、業界全体ないしマクロレベルの問題は危機管理と呼んだ方がよい」としている。いずれにしても、クライシスは人間や組織の存亡が大きな規模で問題になったような状況を指す場合に多く使われるようであるが、両者の区別はあまりはっきりしておらず、混同して使われる場合も多い。

1. 2 リスク概念の発生

文献2)、3)では、危険を「危険事象」と「危険事情」に分け、危険という単語が、危険そのものを言うのか、危険そのものが発生する周辺状態・環境条件を言うのかを区別している。すなわち、危険事象とは火災・爆発・衝突・死亡などの偶発的な災害・事件・事故自体であり、危険事情とは危険事象の発生する周辺状態・環境条件で、火災事故の場合、建物の構造・用途・立地・気象条件・所有者の注意能力がこれに該当する。さらに、危険事象に対する「対応」を「行動」として位置づけ、その行動の担い手となる「主体」を「行動主体」と称して、危険事情と危険事象の関係を図-2.1のように関係づけた。危険事情や行動の結果として危険事象が生起し、そのまた結果として損害が生じる。損害を被る客体は「被害客体」と称し、行動主体と被害客体は必ずしも同一ではない。また、損害の程度は、危険事象、危険事情並びに行動に依存している。

以上の概念整理は、リスクの中身を説明するものとして重要であるが、ここでは、この説明がリス

クそのものの、もしくはリスクの成り立ちを表わしている」と理解したい。すなわち、一口にリスクと言っても、危険を発生させるかも知れない漠然とした周辺環境、具体的に発生した危険及びそのような状況下でうごめく人間や組織、さらにそうした状況下で損害を被る（同一もしくは別の）人間や組織が互いに絡み合っ、て、リスクという概念が発生し、リスクの体系を形成しているということである。また、リスク体系の中で、危険事象や結果には当然その程度や確からしさがあるであろうから、それらの測定の可能性の有無は別として、程度や確からしさが議論の対象となることが理解される。

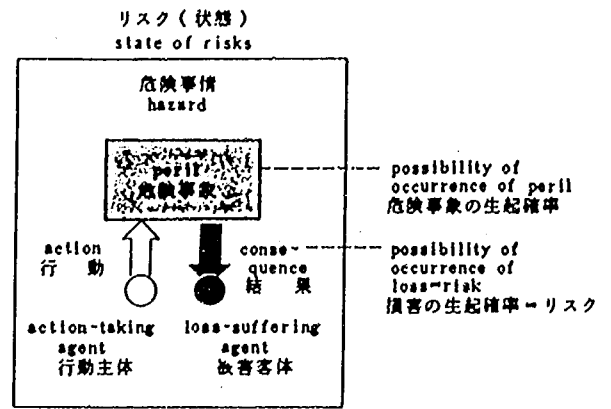


図-1.1 リスク関連諸概念の関係²⁾

1. 3 リスクの定義

1.2 節で述べたような総体的な形でリスクを捉えればよいと考えられるので、ここで敢えてリスクの定義をする必要はないと考えられるが、歴史的変遷や各分野での取り組み方等によって違いがみられるので、ここでは既に述べられたいくつかの見解を、まず文献1)を参考にしてまとめ直してみると、以下のようになる。

- ① リスクとは保険の目的となるものである。
- ② リスクとは災害あるいは商業的な機会の損失である。
- ③ リスクとは人の健康危険に関する障害とそれが起こる確率に関する測度である。
- ④ リスクとはある一定の状況において一定期間中に起こり得る結果の変動である。
- ⑤ リスクとは何か望ましくないことが、ある事象によって実現する可能性である。
- ⑥ リスクとは望ましくない事象の発生に関する客観化された或は測定可能な不確実性等である。

①と②は、リスクを経済評価的な側面から捉えようというもので、リスクの経済的な代償として、保険という制度を考えるというものである。③はリスクを人間の生命や健康に係わる危険性という側面から捉えようというもので、放射線被爆による健康の障害の程度をリスク的な発想でみようとするのが盛んに行なわれていることからきている。④、⑤及び⑥は、経済であるとか人の健康であるとかといった特定のテーマから離れて、リスクを変動を伴うもの、確率的な発生をするもの——という捉え方をするものである。しかも、⑥の場合にはその発生の確率は曖昧な形ではなく、何らかの形で測定可能でなければならない。逆に言えば、発生の事象そのものを明確にし、その発生の確率を定義・測定すること自体がリスクを求めることになる。

また、人為起源物質のリスクの研究で池田⁵⁾は次のような定義をしている。

『 ある技術の採用とそれに付随する人間の行為・活動によって、人間の生命の安全や健康及び生存環境に望ましくない結果をもたらす可能性 』

このような定義であれば、定義の後半は上記③～⑥と共通するものがあるが、前半については、リ

スクの対象と考える範囲を制限するため、自然災害を取り扱う場合などには苦しくなる。

一方、徳谷は、前に述べた立場から、リスク存在説を批判し、リスクはストックとフローの二つの面から説明されるべきであるとして、以下のように述べている。

『 従来の保険学者や保険会社のいわんとするリスクの中身は、すべて過去事象に属する損失という立場からのものである。つまりリスクを「損失の発生機会」とか「結果の不確実性」或は「ある一定の状態において特定期間を通じて起こり得る結果の変動」とか定義づけられている。

……中略……

このような定義の仕方では、企業からリスクそのものを無くしてゆくことは不可能ではなからうか。

つまり、すべての議論は、一度損失に出くわした過去の物語である。これから発生しようとするリスクの動態的側面を見落としているのである。損失とか損害という言葉は、本来的に過去言語なのである。それに「将来の損失」とか「将来の損害」とか「未来損失」というように形容詞をつけたとしても、それは未来環境の中ですでに起きてしまった損失や損害を見積っているに過ぎないのである。未来損失を予想しても、リスクはゼロにならない。

結論的に言えば、従来の保険論的なリスクの把握法は、「リスク存在説」を基調としており、本質的解決策を与えてくれないのである。なぜか。それはリスクそのものが未来言語であることを無視しているからである。それでは我々の考えるリスクとは何かを述べてみよう。

まずリスクの本質を「動」から生じ「静」で終わるフロー（流れ）と考える。つまり、リスクには、ストック（貯え）とフローという二つの面があり、リスク・マネージメントの立場からは、フローを重視する「リスク発生説」をとる。リスクの「動」を「発生」と呼び、「静」を「実現」と呼びかえてもよい。また観点をかえて「動」はリスクの「原因」であり、「静」はリスクの「結果」とも考えられる。

……中略……

ここでリスクとは「リスクの送り手と受け手の間に発生するフローであり、発生から実現に至るまでの時間的経過である」と定義しよう。

すなわち第一に、リスクには必ずその原因たる要素と結果たる要素があり、そのどちらが欠けてもリスクは成立し得ないということである。その結果がリスクの自然消滅ということもあるし、リスクの実現ということもある。例えば、ガスストーブの消し忘れによって、火災につながらない場合（自然消滅）もあるし、火災になる場合（実現）もある。この場合ガスストーブの消し忘れという行動そのものを排除しないかぎり、リスクはゼロにならないのである。たまたま、うまく火災につながらなかったからといっても、次の消し忘れには、またリスクが発生することになるのである。

第二に、リスクは特定期間内でのフロー（流れ）であるということである。すなわちリスクの送り手と受け手の間で発生するフローを測定することによって、リスクの測定ができる。

……中略……

第三に、リスクは、事故ないし失敗という事態に至る前の、発生つまり始点から、実現や自然消滅つまり終点に至るまでの、時間的経過である。例えば、捨てられた火のついたタバコが、そのまま自然消滅してしまうまでの時間的経過や、それが火災になってしまうまでの時間的経過である。従ってリスク制御は、時間との相関関係に大きく左右される。火災原因たるガスの消し忘

れやガス漏れが発生して爆発・火災に至る前の時間的経過中に、どのような工夫をするか、そしてどのような知恵を働かせるかが、本当のリスク・マネジメントなのである。火災保険に入ることだけがリスク・マネジメントではないことを、しっかり認識しなければならない。』

すなわち、リスクは対象とするものの性質、事態の局面、考える人の立場、求められる程度等によっていろいろ変化するものであるから、これらの定義を参考にしながら、場合に応じてリスクのどこの部分を考えようとしているのかを整理していくというのが実際的であるようである。

2. リスクの分類

1章でも述べたように、リスクの概念に不確定さが残るなか、具体的なリスク対象も定まらないままで、リスクの分類をしても抽象的なものになるかもしれないが、物事を理解するうえで、リスクの分類をしておくことは意味があると考えられる。

ここでは、比較的まとまった整理がなされている文献2)、3)、4)及び5)を中心にまとめ(表-2.1)、その中の主要なものについて以下に説明する。

表-2.1 リスクの分類

亀井 ³⁾	岡田 ²⁾	徳谷 ⁴⁾	池田 ⁵⁾
客観的リスク 主観的リスク	純粹リスク 投機リスク	純粹リスク 投機リスク	科学研究・開発リスク 工学・労働災害リスク システム・制度リスク
純粹リスク 投機的リスク	自然系リスク 人間系リスク 人工系リスク	自然系リスク 人間系リスク 人工系リスク	
静態的リスク 動態的リスク	制御可能リスク 制御不能リスク	予想リスク 感性リスク	
基礎的リスク 特殊的リスク	人的リスク 物的リスク 責任リスク	経験リスク 想定リスク	
一般的リスク 個別的リスク			
人的リスク 物的リスク 責任リスク	what risk how risk if risk when risk which risk 経験リスク 想定リスク		

(1) 客観的リスク、主観的リスク

客観的リスクは、統計・シミュレーション・理論的解析など科学的方法によって評価されたリスクであり、主観的リスクは、個人の体験・直感・当てずっぽうの推定など感覚的に捉えたリスクである。従って、前者は主にリスクの専門家が扱うものであるのに対し、後者は主に一般人（非専門家）が感覚的に捉えるリスクとされている。

しかし、この分類も曖昧な部分を含んでいる。なぜなら、通常「客観的」と言えば、万人が等しく考える認識、誰からも文句がでない公正で論理的な様子を意味しているが、数字的な手法や計算そのものはそのような条件を満たしていても、手法の組み立て方・手法の適用の仕方・計算の前提条件の設定の仕方等において、当人の主張・作意・能力等が大きく係わって、結果や結論がそれらに左右されてしまう場合も多いからである。結局、客観的・主観的といっても相対的なもので、このふたつの概念がはっきりするのは、物事の一部もしくは局面を切り出して範囲を限った場合に限られる。

(2) 純粹リスク、投機リスク

岡田²⁾は、純粹リスクと投機リスクについて、以下のように述べている（一部修正）。

『一般に純粹リスクとは、損失のチャンスだけあって利得のチャンスのないものをいう。災害に関するリスクは概ねこの範疇に入ると考えられる。すなわち、火災、爆発、労働災害、地震、台風などに伴って発生するリスクが該当しよう。さらに、盗難や強盗或は詐欺などの事件に遭遇するリスクもまたこの範疇に属する。

これに対して投機リスクは、損失のチャンスと利得のチャンスが共存する場合をいう。例えば、新製品の開発、事業転換、為替、設備投資等に伴って生じるリスクがこの部類に入る。普通、災害などは、うまく防ぎ得てもともと、すなわち利得が0で、逆にうまく行かなければ致命的・甚大な損害を招きうるものであるから、投機リスクではなく、純粹リスクとみなすのが妥当である。ただしこの分類もあくまで便宜的なものであり、厳密にはごく特殊なケースとして、反対の範疇に入れた方が妥当な場合も考えられないことはない。特に、盗難などの災難の場合、盗難対策としての保険に伴う支出を敢えてとらなかった時には、仮にそのような事態が起こらなければ保険料分だけの利得を得たのと同じことであるから、投機リスクとみなした方が適当であろう。このように投機リスクは保険論的な取り扱いに馴染みやすいという特徴を有している。

しかし、数学的に考えれば利得があるかないか、或は利得があるかそれとも損失があるかは、結局、利得（pay-off）が正か負かという違いにしか過ぎず、数学的構造上はまったく同一のものと考えてよい。』

(3) 自然系リスク、人間系リスク、人工系リスク

前記の純粹リスクの個々の事象に注目し、それを自然系リスク、人間系リスク及び人工系リスクに分類したものである。徳谷⁴⁾は、次のように述べている。

『自然系リスクは、大気圏、生物圏及び地圏から発生するリスクで、事前コントロールが難しいものである。従って、自然系リスクの発生そのものを回避するというよりも、発生後の対策を事前に検討しておき、災害に備えておくということになる。この自然系リスクは、人間の生命を維持・存続させるための基盤ともなり得るものであり、そこから発生するリスクは、無差別、広域に亘る損

失をもたらす。

人間系リスクは、有機体としての人間そのものから発生するリスクであり、これは事前対策である程度リスクの発生を防止することができる。しかしデマやパニックは最も制御しがたく、始末の悪い代物である。

人工系リスクは、主として人間によってつくり出されたモノや機械に関連して発生するリスクである。ほとんどのリスクは、このカテゴリーに入る。人工系リスクは、自然的・偶発的要因によって発生するのではなく、むしろ操作ミスによって発生するケースが多い。この意味では、このリスクも事前に対策をすれば制御できるものである。』

また、これらの具体例として徳谷は、表-2.2 を掲げている。

表-2.2 環境別リスクの分類⁽⁴⁾

系統別リスク区分	具 体 例
自然系リスク	地震、津波、雷、台風、異常気象、竜巻、豪雨、豪雪、なだれ、火山爆発、山火事、害虫異常発生、……
人間系リスク	盗難、侵入、デマ、パニック、スキャンダル、殺人、ガン、心臓病、狡猾人間、気くぼり欠如、……
人工系リスク	火事、爆発、自動車事故、海運事故、公害、飛行機事故、労働災害、製品欠陥、コンピュータ犯罪、……

同じでも、本質的にこのような大枠の系統分類があると言うことを理解しておかないと、他の分野の研究成果や考え方がすぐに自分を取り扱おうとしているリスク問題に応用できるという錯覚を持ちがちである。もちろん、このことは分野間の交流を妨げる意味でないことは当然である。

(4) 制御可能リスクと制御不能リスク

(3) のリスク分類を行なう重要な判断要素として、リスクが制御可能かそれとも制御不能かということが含まれている。岡田²⁾はこのことについて次のように述べている（一部修正）。

『一般に、制御不能なリスクのみが対象であれば、結果的に何らの実効可能な対応をも採ることができないことになり、そのままではこれ以上検討しても無意味である。なおこの制御可能性を論じるうえで、「行動主体」が鍵となることが多い。例えば、旅客機に搭乗した乗客（行動主体）が飛行機の墜落事故を自身の手によって防ぐ（制御する）ことは、搭乗すべき飛行機が決められていれば不可能であるが、もしその飛行機が選択できるものであれば（いかなる飛行機にも乗らないという選択も含めて）間接的に可能になる。一方、パイロット（行動主体）にとっては、飛行機の墜落事故に伴うリスクは、仮に搭乗すべき飛行機が決められたとしても、その操縦方式や技術次第でかなりの程度まで制御可能であろう。

制御可能性はこのように行動主体の規定の仕方によって変化し得るが、それと同時に物理的、技術的或は経済的な諸条件でも規定され得る。例えば、人工系リスクはこれらの条件整備次第では制御が比較的容易であるが、逆に自然系リスクの場合にはかなり制御が困難である。但し、ここでい

う制御可能性は直接的な制御すなわち発生源（危険事象の生起）の制御を想定している。これに対して、発生源以外（危険事情の状態）を対象とした間接的な制御を考えるならば、自然系リスクの制御可能性もかなり高くなることに注意する必要がある。すなわち、自身の発生に備えて耐震構造のビルを建てるとか、警報情報システムを整備して避難を速やかに実行し得るようにするかという制御手段（行動＝対応）は間接的な制御方式であるといえる。』

（5）人的リスク、物的リスク、責任リスク

この分類は（3）の分類に、人間と社会の係わりを考慮して、責任リスクを追加している。岡田²¹は次のように述べている（一部修正）。

『 Bickelhaupt ^{31), 6)} によれば、リスクは①risks involving the person（人が係わるリスク）、②risks involving loss or damage to property（物的損傷に係わるリスク）、並びに③risks involving liability for the injury to the person or property of others（人身事故や物的損傷に対する責任に係わるリスク）に区別されるという。防災業務に携わっている者からすればこの責任リスクは大変関心のあるところであろうし、災害に係わる訴訟事件の多くは事実この管理責任をめぐって争われる。またこの分類は見方によれば、損害を蒙る側（被害客体）のタイプ分けに基づいているとも考えられる。すなわち、人的リスクと責任リスクはいずれも被害客体が人間であるが、前者は人身事故や疾病などの当事者であるのに対して、後者はそれに対する管理責任が問われる管理主体であって、普通はリスクの行動主体と一致することが多い。このことは換言すれば、リスクの行動主体とリスクの被害客体とが多くの防災業務では一致しないのが普通であることを意味しており、そのギャップがしばしば住民側からの行政訴訟という形になって現われるものとなっている。一方、物的リスクは機械や施設その他の資産の壊滅・破損に係わるものであるから、直接的な被害客体は物体であるといえる。大地震や洪水などの災害は普通、以上3つの種類のリスクをすべて伴う場合が多い点に特色があるといえよう。

なお制御可能性については、危険事象や危険事情に対してそれらが生起するよりも以前に対応する方法（事前対応）とそれが生起した後に対応する方法（事後対応）を考えることができる。地震や豪雨の発生に備えて事前に耐火構造の建物や堤防を築いておくことは事前対応である。これに対して、地震や豪雨の発生後に、警報情報システムを駆使して住民の避難を迅速に行い、結果的に人命の損失を回避することは事後対応である。Hedges⁷¹の言葉を借りれば、事前対応はpreloss control、事後対応はpostloss controlと呼ぶことができる。』

（6）経験リスク、想定リスク

この分類について、岡田²¹は徳谷⁴¹を引用しながら、次のように述べている。

『 徳谷はリスクを経験リスクと想定リスクに分ける考え方を提案している。「経験リスクとは、過去に一度人間社会でリスクが実現し、既に経験済みのものをいう。」例えば、工場火災、ホテル火災などの各種の火災や特定の河川（の特定の地点における）洪水、特定の地域の渇水などの各種の災害はこの範疇に属すると考えてよい。「これに対して想定リスクとは、人間の頭のなかで考えられるリスクで実際には近年に経験していないものをいう。これは人間の予想をはるかに越えたリスクとなって現われるケースが多い。」例えば、未曾有の規模の地震が発生するケースやそれによっ

て原子力発電所が爆発し、放射能が飛散して地域住民が死滅するケース等々の災害がこの範疇に入る。

以上の区別は、見方によってはリスクという不確実性事象についての情報量の多少と関係しているともいえる。一般に、情報量がまったくない状態を「完全不確実性」、多少とも情報量がある状態を「比較的不確実性」、さらに全部情報量が存在する場合を「完全確実性」という。従って、想定リスクは完全不確実性またはそれに近い程度の比較的不確実性の場合に相当している。一方、経験リスクは比較的不確実性の場合に相当する（完全確実性は現実には有り得ない）。

制御可能性からみれば、経験リスクはその程度が高く、逆に想定リスクは低いことがわかる。これは上述したように情報量の多少と関係があり、この意味で情報（量）はリスクの制御可能性を握っているともいえよう。』

（7）静的リスク、動的リスク

環境汚染、エネルギー資源、経済投資等の分野においては、それぞれ汚染の発現、資源の枯渇、損得の有無等が時間の経過を伴って生じることが多いため、リスクの発現の遅れを捉えて動的リスクと称し、これに対応するものとして静的リスク（自然災害、常態的犯罪など）があるとするものである。

動的リスクは、リスクが現時点では潜在的に存在するが、具体的なものとしては不明もしくは顕在化しておらず、将来のある時点において明確化するもしくは顕在化して、その時点ではリスクをうまく制御することができないもしくは後手になるという特徴を備えている。

松原⁸⁾は、人為起源物質が環境系に入り、人体へ直接・間接に影響を与え病像が確立していく過程を、時間経過との関係で図-2.1のように模式的に表わしている。動的リスクについては、将来がはっきり予測できないまま、現時点での情報に基づいて、現時点なりの意志決定をして行かなければならないという動的リスク管理が主な課題となっている。

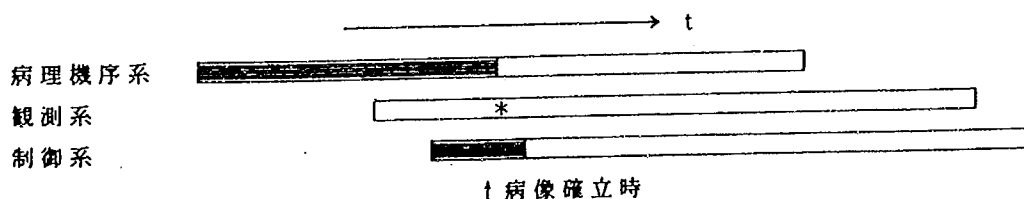


図-2.1 動的リスクの発現過程⁸⁾

（8）科学研究・開発リスク、工学・労働災害リスク、システム・制度リスク

池田⁹⁾は、（3）の人工系リスクに関して、そのプロジェクト・サイクルに注目し、標記の分類を行ない、それぞれの段階のリスクの特徴を次のように述べている（一部修正）。

『科学研究・開発リスクは、どちらかといえば、科学的真理の探求から派生するリスクではあるが、知的所有権の追求という競争社会の原理と知的探求の自由という学問の論理・倫理の問題がぶつかるところに不確実性の課題が存在する。原子力研究や分子生物・医学など生物の生命と直接に関係する分野では、各学問分野の学会や科学・技術行政を中心として自主規制のガイドライン（例えば、US NIH 1976 r-DNA guidelines、科学技術庁 組替え遺伝子実験の指針）でリスク評価と管理が図られてきている。しかし、人工的に組替えられた遺伝子を持つ微生物を環境中へ放出する実験など

では、当該の学問を越える領域の未解決な不確実性を抱えているので、その研究・開発リスクの社会的な受容が問題となるであろう。

一方、先端技術の産業応用に係わるリスクの評価の課題では、特に、工学・労働災害リスク、システム・制度リスク型のリスクが重要となる。ところが、これらの型のリスク問題に対する対応は、産業応用への厚い期待のために、常に、甚大な被害が現実になってはじめて現実的な対応策がとられるという歴史を繰り返し、総合的な検討が十分になされず、すべてこれからの課題として残されたままである。ちょうど、60-70年代に石油化学工業を中心とした大規模化と素材革新が工業発展の大きな原動力となった時、それと同時に、有害科学物の環境への氾濫を招いたことは、まだ我々の記憶に新しいところである。このことは、供給側と需要側（製造者と消費者）並びに規制側（行政）との間のリスク情報の伝達・対話（コミュニケーション）の必要性を示すとともに、消費者側にも合理的なリスク認知とリスク情報下における適切な意志決定の必要性を迫っている。』

3. リスク認知

リスクがリスクとして成立するための出発点は、人間個人が災害、事故等に関してリスクをどのように捉えるかということから始まる。そこには個人自体の考え方等の問題と個人をとりまく環境等の問題とが、ある場合には独立に、またある場合には密接に影響し合ってリスク認知 (risk perception) がなされる。すなわち、リスク認知には心理学的、社会学的に捉えなければならない側面があり、ここでは、そういった研究等を中心にとりまとめる。

3. 1 個人レベルから捉えたリスク認知

リスク認知には、誰にでも共通してみられる側面と、心理的な個人差に関連する側面がある。その例として、岡本^{9), 10)}は、リスク認知と統制感の個人差との関係及びリスク認知と宗教的傾向・神秘的傾向との関係について研究した。それによると、次のような分析結果が得られている。

- ① 内的統制感の人は、外的統制感の人と比べて、災害の被害を個人や政府の努力で回避・軽減できると信じる傾向がある。
- ② 神秘的傾向の人は、リスクに対する全般的な脅威感が高く、災害時に自分の力で被害を回避・軽減する可能性を低く感じる傾向があり、これに対して、宗教的傾向の人は、被害軽減に対する政府機関の責任を高くみなす傾向がある。

一方、田中ら¹¹⁾は、日本女性を対象を絞った調査であるが、個人の属性に係わる文明観及び年齢によるリスク認知の差について分析している。危険事象としては、大地震、交通事故等の14項目を選び、1000人の女性を対象にアンケート調査を実施している。表-3.1は、文明観とリスク認知の関係を示したもので、回答者のうち現代文明や科学技術に肯定的な集団 300人（「肯定群」という）と否定的な集団 118人（「否定群」という）について、t検定による平均値の比較をしたものである。分析結果をまとめると、以下のようになっている。

- ①肯定群は、各危険事象を自分にはやや縁遠いものと考えている。
〔肯定群は、「社会への被害」や「自分への被害」を、否定群より小さめに評価している。〕
- ②肯定群は、将来の各リスクの防止可能性について楽観的にみている。
〔リスクの防止可能性について、現在と将来でみた場合、現在では両群で目立った差異はないが、将来については肯定群が可能性を大きくみている。〕
- ③否定群は、多くの項目のリスクに対して悲観的にみている。
〔リスクに対する「不安」では、多くの項目で、否定群が肯定群より大きい。〕

また、表-3.2は、同じアンケート調査について対象者を年代別に選択し、リスク認知が年代によって異なるかどうかを、クロス集計によりカイ二乗検定で検討したものである。分析結果をまとめると、以下のようになっている。

表-3.1 View of modern culture and risk perception

	ATTENTION	DAMAGE TO SOCIETY	AVOIDABILITY NOW	AVOIDABILITY FUTURE	DAMAGE TO ONESELF	ANXIETY
BIG EARTHQUAKES						
TRAFFIC ACCIDENT						
AIR POLLUTION		** a		** b	** a	** a
ACID RAIN		* a			** a	** a
FLOOD					** a	** a
NUCLEAR PLANT ACCIDENT				* b	** a	** a
AIDS				* b		
AIRPLANE ACCIDENT						
WATER SHORTAGE	* a	* a			** a	** a
NUCLEAR WAR	** a				** a	** a
FOOD ADDITIVES		** a			* a	** a
CANCER				** b		** a
OVERMEDICATION				* b		
ASBESTOS						** a

* p<0.5% ** p<0.1% METHOD : t-tests
a positive group < negative group
b positive group > negative group
positive group : those who take positive view of our modern culture
negative group : those who take negative view of our modern culture
See also TABLE 3 (We presented the data for this t-tests)

表-3.2 Age and risk perception (results of cross-sectional study)

	ATTENTION	DAMAGE TO SOCIETY	AVOIDABILITY NOW	AVOIDABILITY FUTURE	DAMAGE TO ONESELF	ANXIETY
BIG EARTHQUAKES	** a		* a			
TRAFFIC ACCIDENT	** a					
AIR POLLUTION	** a					
ACID RAIN	** a					** b
FLOOD	** a		** b			** b
NUCLEAR PLANT ACCIDENT	** a					
AIDS		* c			** c	** b
AIRPLANE ACCIDENT	** a					
WATER SHORTAGE	** a		* b			
NUCLEAR WAR	** a					* b
FOOD ADDITIVES	** a					
CANCER	** a	* c				** b
OVERMEDICATION	** a	* c				** b
ASBESTOS	** a					** b

* p<0.5% ** p<0.1% METHOD : chi-square tests
a positive relation between age and score
b inversed-U distribution : see FIGURE 1
c negative relation between age and score

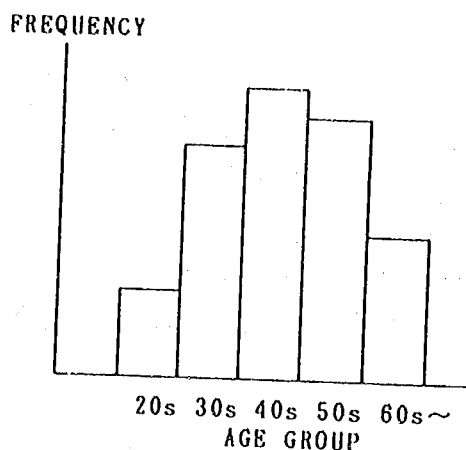


图-3.1 Example of inverted-u distribution
(frequencies of respondents who showed anxiety)

- ① エイズを除く全危険事象について、後年代になるほど「関心」がある。
- ② ほとんどの危険事象について、30代～50代の中間的な年齢層の方が「不安」を持っている（図-3.1 参照）。

文明観や年齢はいずれも、個人がどういう考えを持ち、どういう条件であるのかという個人の属性に係わるものであり、その属性がリスク認知にどういうふうに関係するかをみたのが、上記の分析である。しかし、田中らも述べているように、リスク認知は単に個人の属性のみで決まるものではない。個人のリスク認知の有様が、その人の文明観を形成しているかもしれない。さらに、年齢との分析でも、年齢が高まるとともに危険事象への「関心」が高まるにもかかわらず、それに比例して「不安」も高まっているわけではなく、不安をより強く感じる年代のピークが存在する。すなわち、個人の本来的な考え方の持ち様とは別に、他の要因（例えば、子供の存在、収入の額とその安定性、居住環境など）が密接に係わり合っていることが窺われる。

次に、リスク認知を構成する心理的尺度については、表-3.3 に示すようなものを用いたアンケート調査を行い、そのデータを多変量解析などを使って分析する方法がしばしば行われている。図-3.2 は、恐怖感と未知性の軸に関して、日本及び米国の大学生の危険事象に対するリスク認識をプロットしたものである¹²⁾。

心理的な側面を捉えたおもしろい結果であるが、心理的であるが故に、若干の曖昧さも含まれている。「恐怖感」はもちろん個人の考え方なり気持ちの持ち様によって、その程度は第一義的に決まると考えられるが、個人の経験の有無、経験してから時間の経過、経験していないとすれば恐怖感がどういった情報源を基にして醸成されているかなどによって、その感じ方は相当異なったものになると思われる。また、「未知性」にしても単なる個人の知識の不足からくるのか、いくら個人が努力しても限界があるのかなどによって、これも内容が異なったものとなろう。図-3.2 は日本人と米国人との相違であるが、同じ日本人（或は米国人）の中でも年齢や性別、その他諸々の属性の違いによって、プロットの位置は変化すると考えられる。心理的な側面を実際に使うに当たっては、分析結果にこのような特性があることを十分留意しておく必要がある。

本節では、個人レベルから出発したリスク認知を中心にみてきたが、既存の研究にもあるように、ある一つの整理は可能なものの、逆の見方や整理の仕方があったり、内容的にいろいろな解釈が可能となるようなものが多分に含まれていることがわかる。また、同じようなことかもしれないが、単に個人レベルだけでリスク認知が定まるのではなく、やはり、周辺の条件が複雑に絡み合っており、それがリスク認知の分析を難しいものにしている。

3. 2 リスク情報

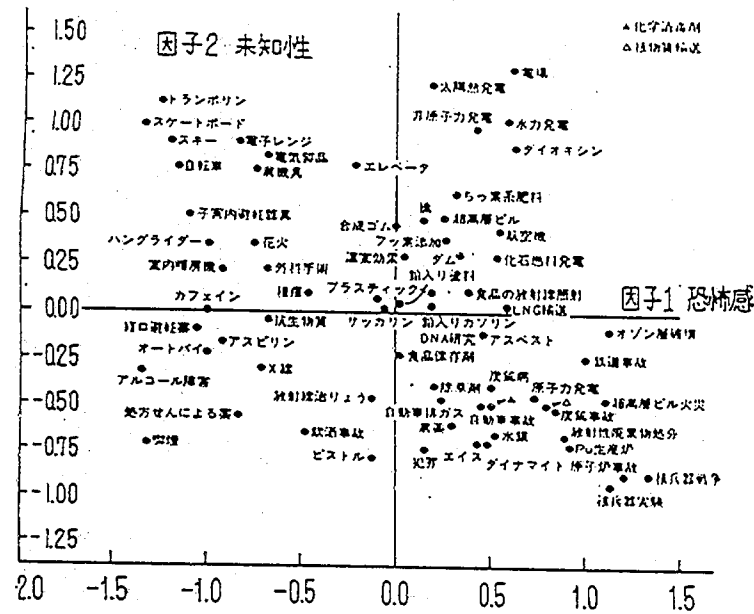
前節の個人レベルから捉えたリスク認知の裏返しの議論になるかもしれないが、本節では、リスク認知に係わる個人を取り囲む条件を中心に話を進める。

人間がリスクをリスクとして認知するための周辺の条件とは、なんらかの形で情報として人間の頭の中に入ってくるということである。リスク認知を考えるうえで、情報にもいくつかの種類があると考えられ、いま、思いつくままにそれをあげると、以下の3つになる。

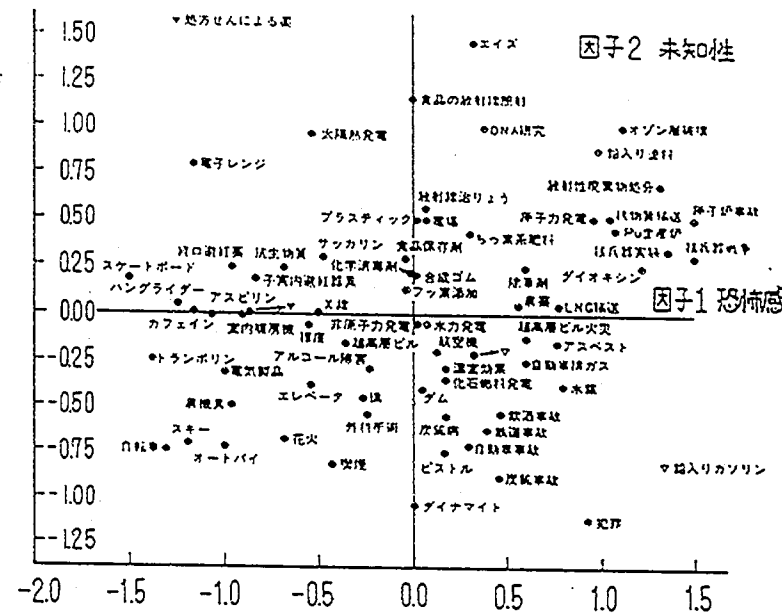
- ① 過去に直接体験し、それが経験というリスク情報の形である場合。

表-3.3 リスク認知特性尺度の例¹²⁾

意志作用	自発的—非自発的
恐怖感	冷静—恐怖
苛酷さ	普通—破滅的
原因	自然的—人工的
影響の現れ	即発的—遅発的
被曝形態	連続的—偶発的
制御可能性	可能—不可能
新規性	古い—新しい
未知性	未知—既知
便益	明確—不明確
必要性	必要—贅沢



(a) 日本



(b) 米国

図-3.2 日本及び米国大学生の70個のハザードに対するリスク認知¹²⁾

- ② 文献、報道、他人の話などを見たり聞いたりして、それが知識というリスク情報の形である場合。
- ③ リスク発生時に、随時的・臨時的にリスク情報として入ってくる場合。

①は前節の個人レベルから捉えたリスク認知の性格を大部分確定してしまうものであり、危険事象全般について個人が持っている基本的なスタンスを形成する重要な要因になっているものと考えられる。②も①と同じことがいえるが、②になるともはや個人レベルだけの問題に留まらず、個人・集団・社会相互の情報の往来が始まる。③は、多少意味合いが異なり、リスク全般というよりは、災害や事故にかかわるリスクを取り扱うときに特に重要になると考えられる。災害や事故リスクは、その性格上、発生の突発的・刹那的な部分を取り扱う部分が多いから、①、②のベースに加えて、③が大きな役割を果たすのである。

一方、情報そのものや、その発信・伝達・認識等の過程に注目したリスク的な言葉として、リスク・コミュニケーションと言われるものがある。上記の3つの分類のうち、①は自己完結型の情報であるからコミュニケーションの存在理由はなく、②と③にコミュニケーションの過程があり、その中に手段の巧拙等の課題があると思われる。リスク・コミュニケーションは、そのスピードにおいて概ね二つに分けられる。このスピードは、リスクの性格やリスクを取り扱う立場によって変化し、具体のコミュニケーションの内容や手段もかなり様相が異なったものになると考えられる。このスピードの違いによるコミュニケーションの内容や手段の違いが、②と③に分けた理由でもある。

そこで、②及び③の具体的な事例について述べる。まず、②の例としては、技術・環境リスクの分野におけるリスク評価と管理に係わる政策決定（意志決定）において、不確実性をいかに減少させるかというリスク制御についてのリスク・コミュニケーションの問題がある⁵⁾。すなわちリスク制御をうまく行なうためには、個人・集団・社会の関係する主体間のリスク情報の伝達と対話（リスク・コミュニケーション）が基本的な政策手段であり、その内容・方法・制度的な枠組みの研究が課題となっている。その中でも、リスク情報の発信・交換・受信における非対象性から派生する問題は広範囲に亘るので、市場（民間）、行政（官庁）、消費者、マスメディアにおけるリスク情報の伝達・対話のプログラムの適正さをいかに確保するかを提示することが重要課題であり、それらの課題をまとめると表-3.4 のようになるとしている。

②のようなリスク・コミュニケーションでは、早ければ早いほどそれにこしたことはないが、一般には数秒～数時間を争うようなリアルタイム的なスピードが要求されるということではなく、むしろ、調査・研究によるデータの作成、行政内部での意志決定、報道、住民行動など、一連の社会的な行動の中で処理されていく性格のものであろう。従って、②では一連の動きがなるべくスムーズになされて、的確なリスク制御が行えるようにすることが重要であるということである。

次に、③に関係する研究として、広瀬¹³⁾ のパニックに関するものがある。パニックとリスクは、一見結びつくようで結びつかないような概念のように思えるが、パニックがリスクと結びつくのは、パニックが起こるための必要条件に求められよう。その必要条件としては、次の4つがあるとされている^{13), 14), 15)}。

- (a) 差し迫った危険が存在するという認知が人々の間に存在すること。

〔この場合の危険、あるいは脅威は、現実のものである必要は必ずしもなく、架空のものであっても差し支えない。人々がそのように信じ込〕

表-3.4 リスク・コミュニケーションの課題¹⁾

問題の発生源	問題の特性	問題の例
メッセージ問題	リスクの不確実性	発癌性に関する 官庁・産業界のデータ
情報源の問題 (発信源)	信頼性、秘匿性 専門家の不一致 アクセスの不明	官庁の守秘義務 公開制度・ルール
情報チャンネル の問題	選択性と偏向性 扇動性(情緒性) 科学データ報道の 未熟と歪み	マス・メディア
受信者問題	リスク認知の偏向 (回避の過信と無視) 過剰要求性 情報の価値と費用負担	個人ネットワーク アクセス権

むことが重要である。例えば、水鳥の羽音に驚いて大潰走した平氏の軍勢などもそのような例の一つである。

(b) 脱出可能性が存在すること。

危機的状況に直面し、しかもそこからの退路が断たれているという認知がある場合には、逃走行動を放棄して、人々はその事態をもたらした原因者に対して積極果敢な行動を試みるか、あるいは、蛇にみいられた蛙さながらに対応行動を放棄して諦めてしまうかのどちらかの行動をとる。例えば、潜水艦が水面下を航行中に事故を起こした場合、通常艦内でパニックは起こらない。

(c) 脱出路に制約があり、すべての人が脱出路を通して安全地帯へ逃げ込むことはできないのではないかとという危機が存在すること。

脱出経路に関しては、完全に閉じられているという認知があっても、また、逆に完全に開かれているという認知があっても、パニックは起こらない。脱出経路は閉ざされてはいないけれども、そこを通して脱出するに際しては、重大な制約を受けるであろうという認知の存在が必要条件となる。

(d) 人々の間の正常なコミュニケーション行動が欠落していること。

パニック時には、他人の行動が自分自身の行動のモデルとなる感染現象という形での相互コミュニケーションがみられる。パニックは集合行動であるから、広い意味でのコミュニケーションがまったく存在しないところでは起こり得ない。けれども同時に、正常なコミュニケーションが存在する場合にもパニックは存在しない。例えば、狭い出口から脱出しようとしている群衆の最前列と後部にいる人々との間では正常なコミュニケーションが断たれているため、後ろの人は前の人をやみくもに押す。しかし出口は狭いためにアーチ・アクションを起こして身動きできなくなる。あるいは、前の方で人が転倒したけれども、後ろの方には何が起こったのか情報が十分には伝わらない。そのため、後ろの人は人の流れが滞留したことに業を煮やして、前の人を一層強く押す。このため最初の転倒者につまづいて、さらに多くの人々が倒れ、圧死者を出すといった事故が起こる。

必要条件 (a) に象徴的にみられるように、人々のリスク認知を受けた結果の一つの形態として、パニックがあることがわかる。また、パニックはリスク認知の結果の一つであるが、必要条件 (d) からわかるように、パニックが結果として起こるためには、コミュニケーションが局部的であったり、不十分もしくは誤っていたりすることが必要で、リスク的な視点からみれば、リスク発生時に随時的・臨時的に入ってくるリスク情報が、そのような状況の場合にパニック発生の一つの条件が満たされるということである。広瀬が述べているように、上記の必要条件のうち一つでも満たされなければ、パニックは発生しないのである。従って、リスク発生時に随時的・臨時的に入ってくるリスク情報が、仮に局部的であったり、不十分もしくは誤っていても、他の必要条件のどれかが満たされていなければ、パニックは起こらないということに十分留意して置く必要がある。

広瀬ら¹³⁾は、リスク・コミュニケーションの重要な担い手である地方自治体の同報無線と新聞及びパニックとの関係について、一つの事例調査を行なっている。

『1981年10月31日の夜9時頃、神奈川県平塚市の同報無線の野外屋外スピーカーから一斉に、東海地震警報ともいふべき「警戒宣言」が発令されたという放送が、誤って市民に伝えられた。翌朝の新聞はこぞってこの事件を報道した。ある大新聞は、「大誤報……地震警戒宣言 広報無線ミス作動——夜間に住民避難騒ぎ」と報じまし、他の大新聞は、「東海地震が来る！？ 平塚、夜の警戒パニック、全市に避難命令放送——実は操作ミス、30分後訂正」と書いた。最初の新聞は、夜間に住民が避難騒ぎを起こしたことを示唆しているし、二番目の新聞は、警報によりパニックが発生したかのような印象を与えている。

ところで、この事件の後行なわれた住民調査によると、当夜平塚市内にいて、同報無線のスピーカー、或は、人づてで東海地震の警戒宣言が出たことを知っていたのは、市民の20.1%であり、さらにその中で、警戒宣言が実際に発令されたと本当に思った人は、全体の3.9%、半信半疑だったのは10.0%であった。そして、警戒宣言が実際に出了と思った人、及び半信半疑だった人が行なった行動のトップ・スリーは、(a) 火の始末をしたり、ガスの元栓を閉めた (b) テレビやラジオに注意した (c) 市の同報無線の放送に注意した、であり、パニックなど異常行動を行なった者は皆無であった(東京大学新聞研究所調査)。記者が事実誤認をしたのは明かである。

「警戒宣言」の誤報騒ぎから数日後のある新聞の社説は、「地震誤報騒ぎからの教訓」と題して、次のように述べている。

神奈川県平塚市で31日夜、市内に配置されているスピーカーから、けたたましくサイレンが鳴出し、「地震警戒宣言が発令されました。食糧など持って避難してください」と避難命令が流され、一部地域で混乱を生じた。……(中略) 地震で一番こわいのは、直接の被害ではなく、市民がパニック、またはヒステリー状態になることだと言われている……

だが、実際の放送はどうであったのだろうか。10月31日の夜9時、まず聞こえてきたのは“けたたましいサイレンの音”ではなく、ドイツ歌曲「のぼら」のメロディであった。ついで、石川京一市長の声で、「市民の皆さん、私は市長の石川です。先ほど内閣総理大臣から大規模地震の警戒宣言が発令されました……」と続くのである。社説では「食糧など持って避難してくださいと避難命令が流され」とあるが、実際の放送では、「当座の飲料水、食糧、医薬品などを確かめて、いつでも避難できるように準備してください」となっている。事実認識が極めて不正確であることがわかる。

しかし、最大の問題点は、「地震で一番こわいのは、直接の被害ではなく、市民がパニック、またはヒステリー状態になることだと言われている」とする事実認識である。地震が起こると、パニックまたはヒステリーが発生し、その結果、前者がもたらす被害よりも、後者のもたらすそのの方がより深刻だとする見解は、報道担当者の間はかなり一般化しており、この事例にも科学的研究知見に反するこのような誤った考え方が根強く流布していることがはしなくも露になっているのである。』

③は、リスクが目前に迫っているもしくはリスクが発生しつつある状況下での情報であるので、伝達にはリアルタイム的なものが求められ、その手段や範囲も限られるし、その内容も短い時間で伝達できて、リスク回避につながるものでなければならない。ただし、災害や事故といっても、事前の対

策、訓練、教育等によって、そのリスクを回避する可能性を高めておこうとするものであれば、②と同じものとなる。

3. 3 個人レベルのリスク認知に与えるリスク情報の影響

3.1 及び 3.2 節において、個人レベルのリスク認知とリスク情報を別々に述べてきた。しかし、その強弱は別にして、この両者に関連があることは自明であり、両者の関係を明らかにしていくことも、リスク研究やリスク対策を進めていくうえで重要である。

木下ら¹⁶⁾ は、原子力関係の技術を題材として、社会心理学の立場から、リスク・コミュニケーションが個人のリスク認知に与える効果について研究した。その結果の部分は、以下のようになっている。

『 リスク認知については、リスク・コミュニケーションによって、安全であるという方向への変化は起こらなかった。効用性評価についても、リスク・コミュニケーションによって、効用性の評価が高くなる方向への変化は起こらなかった。また、狭い意味での態度変化の指標と考えられる社会的受容についても、変化は起こらなかった。この意味で、リスク・コミュニケーションは、従来の態度変化理論でいうところの効果はなかったといえる。これらの評価はいずれも、被験者がもともと持っていたリスク認知と知識量によって決定されていて、リスク・コミュニケーションをすることによって変化が生じたとはいえない。

ところが、送り手やコミュニケーションに対する信頼性の評価において、コミュニケーションのタイプによる効果がみられた。すなわち、ポジティブな内容のみの文章よりも、ネガティブな内容をも含む文章の方が、より信頼性が高いと評定されていた。さらに、コミュニケーションに対するイメージのうち、詳しさの側面については、コミュニケーションのタイプの効果がみられた。つまり、ネガティブな内容をも含むリスク・コミュニケーションの方が、より詳しいと肯定的に評価されていたのである。』

3. 4 リスク認知と時間・距離

リスク認知は、時間の経過や空間的な隔たりによって、かなりの強弱がある。リスクの分類のところで静的リスクと動的リスクを取り上げ、これが時間経過という視点から分類されることは既に説明した。しかし、この時の要旨は、動的リスクの場合、その発現が顕在化しないまま進行し、将来のある時点において顕在化して、その時には既に手遅れであったり、後手になっているということであった。

リスク認知を時間経過との絡みでみると、動的リスクで問題となっているのとは別の側面がある。それは、俗に言われる「喉元過ぎれば熱さ忘れる」ということであり、一度体験したリスク（リスク認知）が、リスクの発生頻度が小さいために（これには二つの意味がある。一つは、リスクのなかには、人間の人生の長さから考えると、頻度がそれほど大きくないという特徴を持っているものがあるということであり、二つは、リスク対応が進んだために、中小規模の危険事象では具体のリスクとして顕在化せず、より頻度の小さい大規模な危険事象によって、潰滅的な具体のリスクを被るということである。）、時間の経過とともに、リスク認知の程度が次第に低下していく（リスク認知の風化）という現象である。リスク認知の程度が高ければ当然なされていたはずのリスク対策も、次第になされなくなる。このことは、同一場所もしくは同一人にとっては、発生頻度がそれほど大きいとは一般

にはいえない自然災害や大事故などにおいては、重要な課題である。このようなリスクも、リスクが平常時に潜在するが、顕在化していないという意味ではいわゆる動的リスクと同じであるが、動的リスクが少なくとも次第に明確化していくという過程をたどるのに対して、ここでいうリスクは、リスクの存在そのものは誰もある程度は認識している、その認識が日常の生活のなかで次第に埋もれていく過程をたどるという大きな違いがある。

リスク認知に関して時間の経過とともにもう一つ重要な要素は、空間的な距離である。それは、俗に言われる「対岸の火事」ということであり、リスクのポテンシャルは対岸と同じでありながら、たまたま対岸にリスクが顕在化しただけのため、なかなか自分の側のリスク・ポテンシャルを減少させようとする努力につながらない。あるいは、そのようなリスクの存在について認識はあっても、自分とリスクとは距離があると思う（自分に言い聞かせる）心理過程が働くことは、誰もが経験している。

時間経過にしても距離的な隔たりにしても、潜在的なリスクを減らそうとすると、今まで享受していた便益・便利さが損なわれるとか、なんらかの新たな苦痛・損失を伴うとかという場合には、よほどの動機付け（例えば、実際にリスクに遭遇する、法律で義務づけられる、法的責任を問われる、金銭的な援助がある、世間に受けてPRになるなど）がないと、潜在リスクを減らそうという具体的な行動にならない。

4. リスクの評価

一口にリスクの評価といっても、評価の対象、範囲、手法、基準等千差万別である。そもそもリスクという言葉さえ通常の状態とは異なる状況を捉えた概念であるから、そこには少なくとも通常の状態との比較・評価があり、リスクを論じる場合には、大なり小なりすべて評価を伴っているといえる。

表-4.1 はいくつかの文献にあたり、リスク評価に関係していると思われる部分をまとめたものである。表の内容は網羅的なものではなく、その内容にも精粗があるが、この表を見ただけでも、リスクがかなり取り入れられている分野とそうでない分野との差があるように思えるし、同じ分野のなかでもいろいろな局面でのリスクが存在し、また、同じ分野の同じ局面のリスクを取り扱うにしても、どの範囲を切り出してリスクを取り扱うかについていろいろなケースがあったり、さらには、単なる調査・研究の成果といったものから、行政的な具体の施策にかなり取り入れられているリスクまである……等々、リスクはいろいろな姿を変えて登場する。ここでは、そのようないくつかの項目について整理する。

4. 1 リスク評価の範囲（その1）

リスク発生の機構が複雑であったり、何段階もステップを経由して具体のリスク発生になったりするようなものを取り扱う場合、リスクの評価として、

- ① ある系の対象物の部品もしくは一部に注目して、その故障、損傷、発災などのリスクを評価するのか
- ② ある系の対象物の全体に注目して、その故障、損傷、発災などのリスクを評価するのか

によって、評価の考え方や手法、取り扱いの難易度がかなり変わってくる。もちろん、各段階が明確に分けられるものもあろうし、幅輻するものもあろう。

段階的な取り扱いの事例として、表-4.1 でいえば、原子力の原子炉の評価があり、炉心損傷頻度の計算に留まるレベル1 PSA から、地震その他の外部事象の寄与までも評価するレベル4 PSA まである。また、建築の複合ビル火災についても、……単位空間火災危険度～階別焼損危険度～（建物全体の）焼損危険度……という段階的な仕分けがなされている。さらに、化学薬品の可燃性については、単一物質の爆発危険性を評価するCHETAHと、混合物の混触発火危険性を評価するRETTP2がある。

すなわち、物事を単品、部分としてみる場合と、複合品、全体としてみる場合とでは、リスクの評価は一般に異なるのである。

4. 2 リスク評価の範囲（その2）

リスクは人間が存在してはじめて発生するものであるし、認知されるものであるから、単なる対象物の故障や損傷、現象の発生といったものの評価だけを行なって、それに係わる人間を含めて行なわないならば、リスクの評価としては本来ならば完結しないはずである。しかし、既存の事例等を見ると、

- ① 単なる対象物や現象の評価をもってリスク評価としているもの
- ② 人間も含めてリスク評価としているもの

表-4.1 リスク評価の事例 (その1)

分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考
原子力	原子炉 ¹⁷⁾	*確率論的リスク評価(PRA) または確率論的安全評価(PSA) *評価の手順 1)原子炉システムについて、安全機能や安全確保システムの動作・不動作の組み合わせを、イベントツリーやフォルトツリーのような論理構造で表現する。 2)当該システムに発生するかもしれない大事故に至るシナリオを体系的かつ包括的に見出して、その発生頻度を計算する。 3)システムの振舞いに関する解析モデルを用いて、当該シナリオによるプラント応答と影響を推定する。 *評価のレベル レベル1PSA: 炉心損傷頻度の計算に留まる レベル2PSA: ソースターム評価まで行なう レベル3PSA: 公衆リスクの評価まで行なう レベル4PSA: 地震その他の外部事象の寄与も評価する	*PRA: Probabilistic Risk Assessment *PSA: Probabilistic Safety Assessment *PSA の利用 1)原子炉施設の事故防止 2) " 事故拡大防止 3) " 事故影響緩和 *PSA の問題点 1)完全性: 計算されるリスクは包括的でありたいが、問題となる事故シナリオを如何にして漏れなく数え上げるか 2)不確実性: 仮に完全なシナリオ体系があったとしても、機器の故障率や人間の誤りの発生確率について精度のよいデータが入手できるか
	放射線による身体的影響 ¹⁸⁾	*疫学的手法による放射線の人体への障害の推定 1)疫学調査の代表例 ・原爆被爆者 ・医療被爆者 ・職業被爆者 ・環境放射能 (高自然放射能地域) 2)放射線によるリスク評価を疫学的調査結果から行なうための条件 ・放射線暴露群は非暴露群に比べて障害の頻度 (リスク) が高い ・放射線量が多くなるにつれて障害の頻度も高くなる ・時、所、方法を変えても同一調査結	*放射線による障害と他の原因で起こる同じ障害とは、病理・組織学的に区別がつかない (例えば、放射線によって発生する肺癌と喫煙によって発生する肺癌は組織学的にまったく同じ) ので、疫学的手法でリスクを推定せざるをえない。

表-4.1 リスク評価の事例 (その2)

分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考																																																																						
		果が得られる (調査結果の再現性) ・医学的に放射線がその障害の原因であることが理解できる 3)放射線発癌のリスクの評価に考慮しなければならない要因 ・潜伏期間 ・発病時年齢 *評価の指標 ・放射線による人体の障害の頻度 ・癌発生率 ・癌死亡率																																																																							
鉄道	踏切事故 ¹⁹⁾	*数量化理論Ⅱ類を用いた、踏切における事故の要因抽出と踏切の危険度評価 ・外的基準 (事故群、無事故群) ・要因 (地域特性、交通環境、踏切構造) ・踏切の危険度 (各個別踏切のカテゴリウエイト)																																																																							
上水道	配水管の地震被害 ²⁰⁾	*被害件数Nを次式で算出 $N = R_f \times C_g \times C_p \times C_d \times L$ $R_f = 1.7 \times A^{6.1} \times 10^{-16}$ ここに、 R_f : 標準被害率 (件/Km) A : 最大加速度 (gal) C_g : 地盤係数 C_p : 管種係数 C_d : 管径係数 L : 管延長 (Km)	*各種係数等の設定は下の表のようになっている。 地盤別危険度ランク <table border="1"> <tr> <th>液状化の危険性 地盤種別</th><th>高い $15 < P_L$</th><th>中間 $5 < P_L \leq 15$</th><th>低い又は無い $P_L \leq 5$</th></tr> <tr> <td>湧水・液状化・地震地盤</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>$30 < H_L$</td><td>A</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr> <td>$10 < H_L \leq 30$</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr> <td>$H_L \leq 10$</td><td>A</td><td>C</td><td>C</td></tr> <tr> <td>地滑り地盤</td><td></td><td>A</td><td></td></tr> <tr> <td>断層地盤</td><td></td><td>A</td><td></td></tr> </table> H_L : 表面地盤厚 (m) P_L : 液状化指数 最大加速度Aと標準被害率R_f <table border="1"> <tr> <th>地盤別危険度 ランク</th><th>最大加速度A (gal)</th><th>標準被害率R_f (件/km)</th></tr> <tr> <td>A地盤</td><td>400</td><td>1.30</td></tr> <tr> <td>B地盤</td><td>300</td><td>0.22</td></tr> <tr> <td>C地盤</td><td>200</td><td>0.019</td></tr> </table> 各種係数 C_g, C_p, C_d <table border="1"> <tr> <th>液状化指数P_L</th><th>地盤係数C_g</th></tr> <tr> <td>$15 \leq P_L$</td><td>4.7</td></tr> <tr> <td>$5 \leq P_L < 15$</td><td>2.9</td></tr> <tr> <td>$P_L < 5$</td><td>1.0</td></tr> <tr> <th>管径 (mm)</th><th>管径係数C_d</th></tr> <tr> <td>400~900</td><td>0.4</td></tr> <tr> <td>200~350</td><td>0.6</td></tr> <tr> <td>75~150</td><td>1.2</td></tr> </table> <table border="1"> <tr> <th>管種 (記号)</th><th>管種係数C_p</th></tr> <tr> <td>溶接鋼管 (SP)</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>ダクタイル鋼管 (DIP)</td><td>0.2</td></tr> <tr> <td>鋼管 (CIP)</td><td>1.0</td></tr> <tr> <td>塩化ビニール管 (VP)</td><td>1.5</td></tr> <tr> <td>石綿セメント管 (ACP)</td><td>4.0</td></tr> <tr> <td>ネジ付き鋼管 (SP)</td><td>2.0</td></tr> </table>	液状化の危険性 地盤種別	高い $15 < P_L$	中間 $5 < P_L \leq 15$	低い又は無い $P_L \leq 5$	湧水・液状化・地震地盤				$30 < H_L$	A	A	B	$10 < H_L \leq 30$	A	B	C	$H_L \leq 10$	A	C	C	地滑り地盤		A		断層地盤		A		地盤別危険度 ランク	最大加速度A (gal)	標準被害率 R_f (件/km)	A地盤	400	1.30	B地盤	300	0.22	C地盤	200	0.019	液状化指数 P_L	地盤係数 C_g	$15 \leq P_L$	4.7	$5 \leq P_L < 15$	2.9	$P_L < 5$	1.0	管径 (mm)	管径係数 C_d	400~900	0.4	200~350	0.6	75~150	1.2	管種 (記号)	管種係数 C_p	溶接鋼管 (SP)	0.1	ダクタイル鋼管 (DIP)	0.2	鋼管 (CIP)	1.0	塩化ビニール管 (VP)	1.5	石綿セメント管 (ACP)	4.0	ネジ付き鋼管 (SP)	2.0
液状化の危険性 地盤種別	高い $15 < P_L$	中間 $5 < P_L \leq 15$	低い又は無い $P_L \leq 5$																																																																						
湧水・液状化・地震地盤																																																																									
$30 < H_L$	A	A	B																																																																						
$10 < H_L \leq 30$	A	B	C																																																																						
$H_L \leq 10$	A	C	C																																																																						
地滑り地盤		A																																																																							
断層地盤		A																																																																							
地盤別危険度 ランク	最大加速度A (gal)	標準被害率 R_f (件/km)																																																																							
A地盤	400	1.30																																																																							
B地盤	300	0.22																																																																							
C地盤	200	0.019																																																																							
液状化指数 P_L	地盤係数 C_g																																																																								
$15 \leq P_L$	4.7																																																																								
$5 \leq P_L < 15$	2.9																																																																								
$P_L < 5$	1.0																																																																								
管径 (mm)	管径係数 C_d																																																																								
400~900	0.4																																																																								
200~350	0.6																																																																								
75~150	1.2																																																																								
管種 (記号)	管種係数 C_p																																																																								
溶接鋼管 (SP)	0.1																																																																								
ダクタイル鋼管 (DIP)	0.2																																																																								
鋼管 (CIP)	1.0																																																																								
塩化ビニール管 (VP)	1.5																																																																								
石綿セメント管 (ACP)	4.0																																																																								
ネジ付き鋼管 (SP)	2.0																																																																								

表-4.1 リスク評価の事例 (その3)

分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考																																																											
下水道	下水処理水のウイルス感染による発病 ²¹⁾	*水系感染による発病の危険性の主要因 ・水中のウイルス数または濃度 ・人体感染量 ・ウイルスの毒力（感染者のうち発病する割合） *発病率Pの推定式 $P = \{1 - \exp(-DV)\} \times (\text{微生物の毒力})$ ここに、 D：濃度（n/l） V：摂取した水の量（l）	*2次処理水を塩素処理した場合のウイルス濃度は0～750PFU/、3次処理水の場合は1～10PFU/である。この処理水を修景用水に利用し、最大値の水を誤って100ml 飲むとした時、ウイルスの毒力を10% とすると、発病する可能性は、2次処理水の場合0.1, 3次処理水では 2.6×10^{-4} となる。																																																											
自動車	操作タスク ²²⁾	*各タスクの危険性を主観評価と客観評価に分けて評価し、その相関性をみた 1)主観評価 危険感の評価レベル <table><tr><th>評価レベル</th><th>意 味</th></tr><tr><td>1</td><td>かなり余裕</td></tr><tr><td>2</td><td>やや余裕</td></tr><tr><td>3</td><td>危険感なし(通常走行)</td></tr><tr><td>4</td><td>やや危険</td></tr><tr><td>5</td><td>かなり危険</td></tr><tr><td>6</td><td>操作不能(コース逸脱)</td></tr></table> 2)客観評価 客観的安全度 $OSF = USF_6 - USF_3$ ここに、 $USF_i = 1 - \frac{\mu - a_i}{\mu}$ USF_i：各評価レベル毎の危険度 μ：路面の摩擦係数 a_i：合成加速度比	評価レベル	意 味	1	かなり余裕	2	やや余裕	3	危険感なし(通常走行)	4	やや危険	5	かなり危険	6	操作不能(コース逸脱)	*設定タスク <table><tr><th>タスク</th><th>路 面</th><th>内 容</th></tr><tr><td>A</td><td>乾 燥</td><td>旋回一定車速</td></tr><tr><td>C</td><td>"</td><td>旋回急制動</td></tr><tr><td>D</td><td>"</td><td>旋回急ぎ運転</td></tr><tr><td>F</td><td>"</td><td>旋回内側回避</td></tr><tr><td>G</td><td>"</td><td>旋回外側回避</td></tr><tr><td>L</td><td>湿 潤</td><td>旋回急制動</td></tr><tr><td>a</td><td>乾 燥</td><td>シングル一定車速</td></tr><tr><td>c</td><td>"</td><td>ダブル一定車速(移行部0m)</td></tr><tr><td>i</td><td>"</td><td>ダブル一定車速(移行部10m)</td></tr><tr><td>j</td><td>"</td><td>シングル急制動</td></tr><tr><td>k</td><td>"</td><td>ダブル一定車速(移行部30m)</td></tr><tr><td>l</td><td>湿 潤</td><td>シングル一定車速</td></tr><tr><td>m</td><td>"</td><td>ダブル一定車速(移行部0m)</td></tr><tr><td>n</td><td>"</td><td>シングル急制動</td></tr></table>	タスク	路 面	内 容	A	乾 燥	旋回一定車速	C	"	旋回急制動	D	"	旋回急ぎ運転	F	"	旋回内側回避	G	"	旋回外側回避	L	湿 潤	旋回急制動	a	乾 燥	シングル一定車速	c	"	ダブル一定車速(移行部0m)	i	"	ダブル一定車速(移行部10m)	j	"	シングル急制動	k	"	ダブル一定車速(移行部30m)	l	湿 潤	シングル一定車速	m	"	ダブル一定車速(移行部0m)	n	"	シングル急制動
評価レベル	意 味																																																													
1	かなり余裕																																																													
2	やや余裕																																																													
3	危険感なし(通常走行)																																																													
4	やや危険																																																													
5	かなり危険																																																													
6	操作不能(コース逸脱)																																																													
タスク	路 面	内 容																																																												
A	乾 燥	旋回一定車速																																																												
C	"	旋回急制動																																																												
D	"	旋回急ぎ運転																																																												
F	"	旋回内側回避																																																												
G	"	旋回外側回避																																																												
L	湿 潤	旋回急制動																																																												
a	乾 燥	シングル一定車速																																																												
c	"	ダブル一定車速(移行部0m)																																																												
i	"	ダブル一定車速(移行部10m)																																																												
j	"	シングル急制動																																																												
k	"	ダブル一定車速(移行部30m)																																																												
l	湿 潤	シングル一定車速																																																												
m	"	ダブル一定車速(移行部0m)																																																												
n	"	シングル急制動																																																												
化学薬品	毒性 ²³⁾	*毒性資料に含まれるパラメーターは、投与期間、用量、生じた変化の程度と頻度等多重にわたっているため、集約したパラメーターが用いられる。 1)長期毒性→ ADI（一日摂取許容量） 毒性資料からNOELを求め、それに安全係数を乗じて ADIを求める。 2)発癌性→ VSD（実質的安全量）	*ADI:acceptable daily intake for man *NOEL:no observed effect level *安全係数の例 個体差1/10と種差1/10として1/100をとる。 *VSD:virtually safe dose																																																											

表-4.1 リスク評価の事例 (その4)

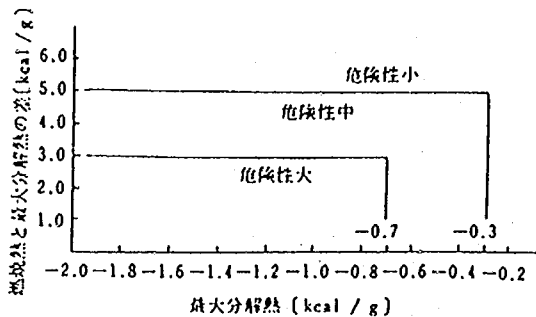
分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考																									
		発癌データから 10^{-6} 或は 10^{-8} の発現率を示す用量を数学モデルを用いてVSDを算出する。	*数学モデルの例 One-hit, Probit, Logit, Weibull, Multi-hit, Multi-stage																									
	可燃性 ⁽²⁴⁾	*CHETAH ・単一物質の爆発危険性を予測するプログラム ・最大分解熱、燃焼熱と最大分解熱の差及び酸素バランスの3つの判定基準があり、3つを組み合わせると爆発危険性との相関がよい。  爆発危険性判定基準 <table border="1"> <tr> <td>危険性小</td> <td>危険性中</td> <td>危険性大</td> <td>危険性中</td> <td>危険性小</td> </tr> <tr> <td>-240</td> <td>-120</td> <td>0</td> <td>120</td> <td>240</td> </tr> </table> 酸素バランス(g) (100gが完全燃焼する時のO₂の過不足量) 酸素バランスによる判定基準 *REITP2 ・混合物の混触発火危険性を評価するプログラム ・反応熱により評価する REITP2によるランク分け <table border="1"> <tr> <th>ランク</th> <th>最大反応熱(cal/g)</th> <th>混触発火の可能性</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td>$700 \leq Q$</td> <td>激しい発火が起こる可能性</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>$300 \leq Q < 700$</td> <td>発火が起こる可能性</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>$100 \leq Q < 300$</td> <td>反応性が高い場合発火が起こる可能性</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>$Q < 100$</td> <td>発火は起こりにくい</td> </tr> </table>	危険性小	危険性中	危険性大	危険性中	危険性小	-240	-120	0	120	240	ランク	最大反応熱(cal/g)	混触発火の可能性	A	$700 \leq Q $	激しい発火が起こる可能性	B	$300 \leq Q < 700$	発火が起こる可能性	C	$100 \leq Q < 300$	反応性が高い場合発火が起こる可能性	D	$ Q < 100$	発火は起こりにくい	*CHETAH: Chemical Thermodynamic and Energy Release Program (米国材料試験協会による) *最大分解熱は物質が分解して生成した生成系の生成熱と原系の生成熱との差として求められる *燃焼熱は物質が完全燃焼したと仮定したときの生成系の生成熱と原系の生成熱の差として求められる。 *酸素バランスは物質100gが爆発したときに完全反応生成物を与えるために何グラムの酸素の過不足があるかを求めたもの。 *REITP2: Revised Evaluation of Incompatibility from Thermochemical Properties (東京大学反応化学科による) *反応熱とは、混合物を構成元素に分解し、あらかじめ定められた優先順位(生成のしやすさ)に従い予想生成物を決定し、反応前の混合物と予想生成物それぞれの生成熱の合計を求め、2
危険性小	危険性中	危険性大	危険性中	危険性小																								
-240	-120	0	120	240																								
ランク	最大反応熱(cal/g)	混触発火の可能性																										
A	$700 \leq Q $	激しい発火が起こる可能性																										
B	$300 \leq Q < 700$	発火が起こる可能性																										
C	$100 \leq Q < 300$	反応性が高い場合発火が起こる可能性																										
D	$ Q < 100$	発火は起こりにくい																										

表-4.1 リスク評価の事例（その5）

分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考																																																																																
			つの合計の差によって求められる。																																																																																
建築	戸建て住宅の室の火災 (26)	*各室の火災に対する危険度を過去の火災の出火率と火災拡大の状況から統計的に算出し、防火区画等の構造計画や平面計画に役立てる。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>階数</th><th>室名</th><th>出火件数</th><th>拡大因子</th><th>危険度</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">1階</td> <td>居間</td><td>84.3</td><td>6.07</td><td>511.8</td></tr> <tr> <td>居室1</td><td>21.9</td><td>5.10</td><td>111.7</td></tr> <tr> <td>居室2</td><td>21.9</td><td>5.10</td><td>111.7</td></tr> <tr> <td>台所</td><td>107</td><td>3.35</td><td>358</td></tr> <tr> <td>浴室</td><td>51</td><td>4.12</td><td>225</td></tr> <tr> <td>廊下等</td><td>6</td><td>4.67</td><td>28</td></tr> <tr> <td>トイレ</td><td>12</td><td>2.50</td><td>30</td></tr> <tr> <td>物置戸</td><td>11</td><td>3.73</td><td>41</td></tr> <tr> <td>1階合計</td><td>317</td><td>4.48</td><td>1419</td></tr> <tr> <td rowspan="5">2階</td> <td>居室3</td><td>39.3</td><td>3.06</td><td>120</td></tr> <tr> <td>居室4</td><td>39.3</td><td>3.06</td><td>120</td></tr> <tr> <td>居室5</td><td>39.3</td><td>3.06</td><td>120</td></tr> <tr> <td>トイレ</td><td>2</td><td>1.50</td><td>3</td></tr> <tr> <td>2階合計</td><td>120</td><td>3.03</td><td>363</td></tr> <tr> <td rowspan="3">その他</td> <td>屋内外等</td><td>33</td><td>3.36</td><td>111</td></tr> <tr> <td>外周部</td><td>5</td><td>1.8</td><td>9</td></tr> <tr> <td>計</td><td>38</td><td>3.16</td><td>120</td></tr> <tr> <td>合 計</td><td>475</td><td>4.01</td><td>1902</td></tr> </tbody> </table>	階数	室名	出火件数	拡大因子	危険度	1階	居間	84.3	6.07	511.8	居室1	21.9	5.10	111.7	居室2	21.9	5.10	111.7	台所	107	3.35	358	浴室	51	4.12	225	廊下等	6	4.67	28	トイレ	12	2.50	30	物置戸	11	3.73	41	1階合計	317	4.48	1419	2階	居室3	39.3	3.06	120	居室4	39.3	3.06	120	居室5	39.3	3.06	120	トイレ	2	1.50	3	2階合計	120	3.03	363	その他	屋内外等	33	3.36	111	外周部	5	1.8	9	計	38	3.16	120	合 計	475	4.01	1902	*火災拡大因子 初期消火、部分焼、半焼、全焼それぞれの出火件数の合計出火件数に対する比率を a, b, c, d とし、危険度の重みをそれぞれ1, 2, 5, 10とすると、 拡大因子 $= (a \times 1) + (b \times 2) + (c \times 5) + (d \times 10)$ *室の火災危険度 $= \text{出火件数} \times \text{火災拡大因子}$
階数	室名	出火件数	拡大因子	危険度																																																																															
1階	居間	84.3	6.07	511.8																																																																															
	居室1	21.9	5.10	111.7																																																																															
	居室2	21.9	5.10	111.7																																																																															
	台所	107	3.35	358																																																																															
	浴室	51	4.12	225																																																																															
	廊下等	6	4.67	28																																																																															
	トイレ	12	2.50	30																																																																															
	物置戸	11	3.73	41																																																																															
	1階合計	317	4.48	1419																																																																															
	2階	居室3	39.3	3.06	120																																																																														
居室4		39.3	3.06	120																																																																															
居室5		39.3	3.06	120																																																																															
トイレ		2	1.50	3																																																																															
2階合計		120	3.03	363																																																																															
その他	屋内外等	33	3.36	111																																																																															
	外周部	5	1.8	9																																																																															
	計	38	3.16	120																																																																															
合 計	475	4.01	1902																																																																																
	複合ビル火災 (26)	*危険性評価の目的に応じて5種類の危険性を設定 1)複合ビルの危険度を、単位空間毎に階別に評価 ・単位空間火災危険度 (R₁) 火災の発生及び出火した場合の拡大状況の可能性を表わす危険度であり、出火室火災と隣室からの影響を含んだ相対危険を表わす。	*自治省消防庁の研究開発プロジェクト「複合用途防火対象物危険度評価基準(案)」(s.62.3)による。																																																																																

表-4.1 リスク評価の事例 (その6)

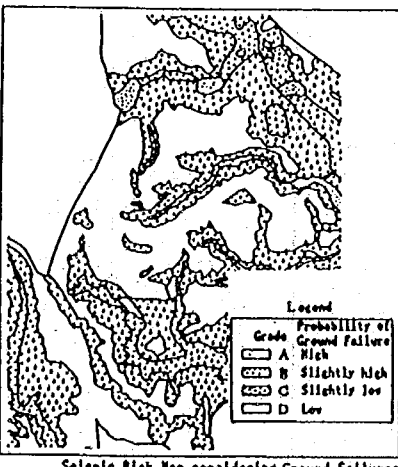
分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考																								
		・階別焼損危険度 (R_2) 階内での火災拡大の可能性を相対的に表わす危険度であり、階内拡大特性をもとに、階単位で捉える消防活動特性と防火管理特性を考慮して求める。 ・階別人命危険度 (R_3) 火災によって生じる人的被害の相対危険を階単位で表わす危険度であり、避難特性をもとに、階単位で捉える階内拡大特性 (要避難火災発生のおそれ) と消防活動特性及び防火管理特性をもとに求める 2) 複合ビルの危険度を全体的に評価 ・焼損危険度 (R_4) 建物としての焼損被害の相対危険を表わす危険度であり、階別焼損危険度をもとに、立体拡大特性と建物の持つ防火管理特性によって補正して求める。 ・人命危険度 (R_5) 建物としての人的被害の相対危険を表わす危険度であり、階別人命危険度をもとに、立体拡大特性と建物の持つ防火管理特性によって補正して求める。	*特性値の例 出火拡大危険に関する平均的用途特性値 <table border="1"> <thead> <tr> <th>危険</th><th>特性値</th><th>用途および使用形態</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">大</td><td>1.0</td><td>・火気や危険物を使用する工場・作業場、可燃物多量の倉庫、ボイラー室</td></tr> <tr> <td>0.9</td><td>・車庫・駐車場</td></tr> <tr> <td>0.8</td><td>・飲食店、厨房 ・可燃物を大量に有する店舗 (衣料品店・書店等)、劇場の舞台・客席等 ・ホテル・旅館の客室部分</td></tr> <tr> <td rowspan="3">中</td><td>0.7</td><td>・可燃物の多い店舗 (デパート衣料品売り場等) および事務室 ・厨房等火気使用室と隣接されている飲食店の客席部分</td></tr> <tr> <td>0.6</td><td>・一住戸を単位としてみたときの一般住宅、食堂</td></tr> <tr> <td>0.5</td><td>・可燃物が少ない或いは管理の行き届いた店舗 (デパート・マーケット等)</td></tr> <tr> <td rowspan="3">小</td><td>0.4</td><td>・教育施設の教室 (小・中・大学の教室等)、映画館の客席部分</td></tr> <tr> <td>0.3</td><td>・病院 (診療所) の病室 (診療室) ・管理の行き届いた事務室 (会議室等)</td></tr> <tr> <td>0.2~0.1</td><td>・上記以外の用途空間で安全と考えられる部分 (浴室部、空調機械室等) ・一般的に共用する空間であって可燃物の非常に少ない、或いは多少あっても延焼拡大を起こさないと考えられる部分 (※1) (地下、エレベータホール)</td></tr> </tbody> </table>	危険	特性値	用途および使用形態	大	1.0	・火気や危険物を使用する工場・作業場、可燃物多量の倉庫、ボイラー室	0.9	・車庫・駐車場	0.8	・飲食店、厨房 ・可燃物を大量に有する店舗 (衣料品店・書店等)、劇場の舞台・客席等 ・ホテル・旅館の客室部分	中	0.7	・可燃物の多い店舗 (デパート衣料品売り場等) および事務室 ・厨房等火気使用室と隣接されている飲食店の客席部分	0.6	・一住戸を単位としてみたときの一般住宅、食堂	0.5	・可燃物が少ない或いは管理の行き届いた店舗 (デパート・マーケット等)	小	0.4	・教育施設の教室 (小・中・大学の教室等)、映画館の客席部分	0.3	・病院 (診療所) の病室 (診療室) ・管理の行き届いた事務室 (会議室等)	0.2~0.1	・上記以外の用途空間で安全と考えられる部分 (浴室部、空調機械室等) ・一般的に共用する空間であって可燃物の非常に少ない、或いは多少あっても延焼拡大を起こさないと考えられる部分 (※1) (地下、エレベータホール)
危険	特性値	用途および使用形態																									
大	1.0	・火気や危険物を使用する工場・作業場、可燃物多量の倉庫、ボイラー室																									
	0.9	・車庫・駐車場																									
	0.8	・飲食店、厨房 ・可燃物を大量に有する店舗 (衣料品店・書店等)、劇場の舞台・客席等 ・ホテル・旅館の客室部分																									
中	0.7	・可燃物の多い店舗 (デパート衣料品売り場等) および事務室 ・厨房等火気使用室と隣接されている飲食店の客席部分																									
	0.6	・一住戸を単位としてみたときの一般住宅、食堂																									
	0.5	・可燃物が少ない或いは管理の行き届いた店舗 (デパート・マーケット等)																									
小	0.4	・教育施設の教室 (小・中・大学の教室等)、映画館の客席部分																									
	0.3	・病院 (診療所) の病室 (診療室) ・管理の行き届いた事務室 (会議室等)																									
	0.2~0.1	・上記以外の用途空間で安全と考えられる部分 (浴室部、空調機械室等) ・一般的に共用する空間であって可燃物の非常に少ない、或いは多少あっても延焼拡大を起こさないと考えられる部分 (※1) (地下、エレベータホール)																									
震災 ²⁷⁾		*地盤変状による建物の危険度評価 地盤変状要因として、液状化、盛土、軟弱層、崖、地形の5つを取り上げ、各々の要因によって地盤変状を起こす可能性のある地点の抽出を行い、各々の要因について危険性の程度をランク分けし、各要因のランクを総合して、地域危険度分布図を作成した。	 Legend Probability of Grade Ground Failure A. High B. Slightly High C. Slightly Low D. Low Seismic Risk Map considering Ground Failures																								

表-4.1 リスク評価の事例 (その7)

分野	リスク評価の場面	評価の骨組み	備考
環境	アスベスト汚染 ⁽²⁸⁾	*アスベスト汚染による肺癌及び悪性中皮膚種の死亡率 (I_L, I_H) $I_L = I_E (1 + K_L \cdot f \cdot d)$ $I_H = K_H \cdot f (t - 10)^3$ ここに、 I_E : 非暴露群における肺癌死亡率 f : アスベスト濃度 d : アスベスト暴露期間 t : 暴露開始からの期間 K_L, K_H : 定数	*汚染源の特定されない一般環境での生涯死亡率の推定結果 男性 2.3×10^{-4} 女性 2.6×10^{-4}

の大きく二つに分けられる。原子力の原子炉評価で前述したレベル1 PSA と公衆リスクの評価までを行なうレベル3 PSA や、建築の複合ビル火災の焼損危険度と人命危険度とを分けて評価する事例などが、この場合に当てはまる。また、自動車の操作タスクの事例は、評価尺度として人間的なもの（主観評価）と物理的なもの（客観評価）をもってきたものである。

対象物や現象としてリスクが高いものは、それにかかわる人間のリスクも一般的には高いことが予想されるが、必ずしも一義的な相関があるわけではない。それは人間の側の動きや考え方によって、リスクの程度が相当の幅で変動するからである。

4. 3 リスク評価の手法（その1）

リスクの評価手法としては、大きく二つに分けられる。一つは評価の手順に関するもので、もう一つは評価の尺度に関するものである。ここでは前者について述べるが、評価の手順として一般的、共通的なものがあるわけではなく、分野毎、個別テーマ毎にそれぞれ手順が組み立てられて、評価作業が行なわれている。

ただ、原子炉のリスク評価について、米国原子力規制委員会（NRC）が行なった手法²⁹⁾ は、事故が大規模で連鎖的に発生していくようなシステムの確率的なリスクを算定する場合の一般的なものとされている。その手法は、イベント・ツリー（event tree）やフォルト・ツリー（fault tree）を用いるもので、当該システムに発生する可能性のある事故のシナリオを、体系的・包括的に記述し、その発生頻度を見積るものである。イベント・ツリー（図-4.1）は、ある事象から出発して、様々な可能な結果を洗い出していく場合に用いられ、フォルト・ツリー（図-4.2）は、イベント・ツリーの個々の事象の確率を求める場合に用いられる。

イベント・ツリーやフォルト・ツリーを用いる場合の問題点としては、表-4.1にも記載しているように、シナリオは体系的・包括的でありたいが、問題となるようなシナリオが洩れる可能性があること、さらに、洩れない完全なシナリオができあがっても、それぞれの段階の確率について精度よく算定できるか——がある。このような不確実さを克服する方法¹⁷⁾ として、複数の専門家によるフィードバックの手法も考え出されている（表-4.2）。

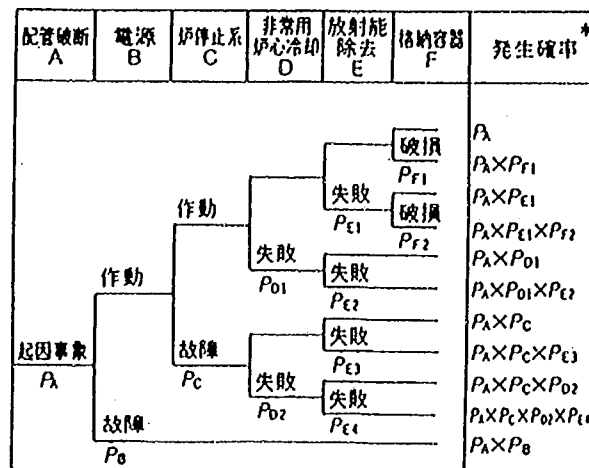
表-4.2 複数の専門家による不確実さの除去の手順

①専門家への課題の説明 → ②専門家自身による分析 → ③専門家どうしの討議 → ④専門家へのインタビューによる判断の引出し → ⑤課題に対する専門家の判断の確率分布作成 → ⑥確率分布に対する専門家のレビュー・修正
--

4. 4 リスク評価の手法（その2）

リスクを評価する以上、定性的か定量的かの別や、何らかの評価尺度が必要である。表-4.3 は、表-4.1 のうち、評価尺度に関する部分をまとめたものである。この表に示した尺度は、元になった表-4.1 がすべてを網羅したものでないことは前に述べた通りであるので、すべてのものを拾いあげているわけではない。しかしながら、ここにまとめた尺度に限ってみてもいくつかの特徴がある。

分野毎に尺度が異なるのは当然のことであるが、そのほかにも、



* ここに示した発生確率は $P_A, P_B, P_C, \dots$ が十分小さい場合の近似である。

図-4.1 冷却材配管破断事故のイベント・ツリー³⁰⁾

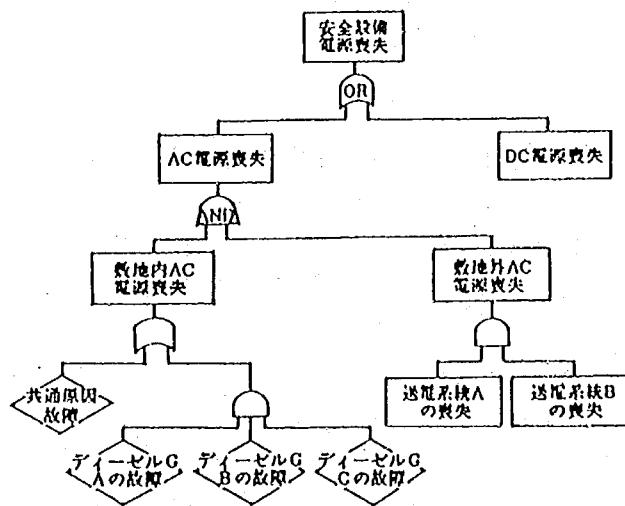


図-4.2 簡単なフォルト・ツリーの例³⁰⁾

表-4.3 各分野のリスク尺度 (例)

分 類	リスク評価 の場面	尺 度	
		リスクそのものによる尺度	間接的尺度
原子力	原子炉	事故の発生頻度	—
	放射線による身体的影響	癌等の障害の発生率	—
上水道	配水管の地震被害	被害件数	—
下水道	下水処理水のウイルス感染による発病	発病率	—
自動車	操作タスク	主観評価 (危険感) 客観的安全度OSF	—
化学薬品	長期毒性	NOEL	一日摂取許容量ADI
	発癌性	発現率	実質的安全量VSD
	単一物質の爆発危険性	(爆発が発生する可能性の 大小)	最大分解熱 燃焼熱、 酸素バランス
	混合物質の混触発火危険性	(発火が発生する可能性の 大小)	反応熱
建築	戸建て住宅の室の火災	(室の) 火災危険度	—
	複合ビルの火災	(5種類の) 危険度	—
	震災	—	地盤変状
環境	アスベスト汚染	生涯死亡率	—

- ① 自動車の操作タスクの「主観評価」のような主観的で曖昧さを持った尺度から、定量的に数字で表わされる尺度まである。
- ② 被害件数、発病率のようにリスク（の発生確率）そのものを尺度として取り上げたものと、最大分解熱、酸素バランスのように間接的にリスク発生の可能性をみる尺度とがある。

ここに示した例は、特定の分野のリスク規模を単品として評価する指標となっている。いずれにしても、このような指標によってリスクの大きさが判断され、これだけで、リスク対策等の次のステップについて用が足りてしまう場合も多い。例えば、梶³¹⁾は、東京都の地震対策について、次のように述べている。

『東京都では他に、地域危険度調査をしています。例えば、杉並区の何町と板橋区の何町を比べると、地震の発生による建物の被害の危険がどちらが多いか、火災の発生の危険がどちらが多いかというような地域間の被害の量を、どの地震ということなく比較するし、防災対策の優先順位を求めるわけです。つまり、地域危険度はどちらかというリスク的な考え方に近いと思います。近いという意味は、いろいろなケースの地震についてそれぞれ被害想定を行ない、それぞれのケースがどれくらいの確率で起こるかを計算して、足し算して期待値を取って、危険度調査が行なわれていれば、それはリスクの定義にあっていると思います。しかし、一つ一つのケースにおける被害量の計算には膨大なお金がかかり、それをいろいろなケースについてやるのは不可能ですので、各地域にどのくらいの危険発生量要素があるかを積み上げて災害ポテンシャルの相対比較をしているわけです。これでは被害量も確率も明示されません。そういう意味でリスクには近いが、似て非なるものと言わざるを得ません。ところが、このような形で相対比較した地域危険度は非常に意味があります。比較することによって、どの地域がより危険かということがわかりますので、そこへ都市計画的な対策を行えることになります。』

このようなリスク評価は、いわば一次的尺度に基づくものとでも言うべきものであり、リスクの情報としては完結したものではないが、何らかの尺度に基づいたリスクの大きさを示すことによって、だいたいのはわかってしまうということである。

しかしながら、村山ら²⁸⁾も言っているように、一次的尺度では以下のような問題もある。

- ① この評価基準によって小規模とみなされるリスクであっても、同レベルのリスクが複数個集まることによって考慮すべき規模に達する可能性があること。
- ② リスクを削減するための対策の費用とリスク規模との関係を考慮していないこと。
- ③ リスク対策に要する費用に資源制約があることを考慮していないこと。

村山らの意見には二つの意味があるように思われる。一つは、意見①に対応するもので、例えば、表-5.4のようなものが考えられる。すなわち、あるリスクをどのような尺度で評価するのかによって、物事の捉え方や考え方が違ってくるのである。もう一つは、意見②、③に対応するもので、一次的尺度はリスクの大きさを示してくれるが、それでは次にどうすればいいのかという意志決定までは示してくれないということである。意志決定にまで踏み込んだ評価尺度をここでは、一応、二次的尺

度と呼んで、以下の説明を行なう。

表-4.4 尺度によるリスク評価の相違 (例)

ある事故での 死亡者数	その事故の 発生確率	その事故での 死亡者数の期待値
100万人	1/10,000	100人 / 年
200人	1/2	100人 / 年

実は、一次的尺度とした前出の表-4.3 の中にも、二次的尺度とみてもよいようなものが含まれている。つまり、間接的にリスク発生の可能性をみる尺度のうち、一日摂取許容量ADI や実質的安全量VSD は、ある意味での大きさを示しているが、人間が受け入れるか受け入れないかの限界を示す判断が含まれた尺度となっている（ただし、この尺度はリスクの発想からではなく、安全の発想から設定されたものである）。ただ、これらは二次的尺度とみるにしても、リスクの大きさのあるところに限界線を設けるという比較的簡単な構造を持ったものである。なお、このようなものを表わす同様の概念として、受認限度とかacceptability といったものがある。

二次的尺度として有名なものに、費用・便益分析がある（もっとも、費用・便益分析は評価のための尺度的な意味合いと、評価のための一般的な手順の意味合いの二つを合わせ持っている）。費用・便益分析については頻繁に使われているので、ここで敢えて説明する必要はないと思われるが、リスクの分野での代表事例である「放射線防護の最適化における費用・便益分析」に関するICRPの報告について、その概要を文献32) から抽出すると、以下のようである（一部修正）。

『 放射線防護の最適レベルを確立するために、次式を出発点として費用のバランスを取る。

$$B = V - (P + X + Y)$$

ここで、B：ある行為を導入することの正味の便益

V：そのような行為の導入の粗便益

P：放射線防護の費用を除いたその行為の基礎生産費用

X：ある選ばれた放射線防護レベルを達成するための費用

Y：その選ばれた放射線防護レベルでのその行為による損害の費用

放射線防護の最適レベルは、その行為の導入の正味の便益を最大にすることによって得られる。集団線量Sが適切な独立変数であると仮定すると、次式を満足する時に便益の最大が得られる：

$$\frac{dV}{dS} - \left(\frac{dP}{dS} + \frac{dX}{dS} + \frac{dY}{dS} \right) = 0$$

ある与えられた行為についてVとPとはSが変化しても一定であると考え、最適化の条件は、単位集団線量当りの防護費用の増加分と単位線量当りの損害の減少分とが釣り合う値 S_0 の時に満たされる。すなわち、

$$\left. \frac{dX}{dS} \right|_{S_0} = - \left. \frac{dY}{dS} \right|_{S_0}$$

最適化の解を得るために上述の手法を用いるので、最適化の手法を微分費用－便益分析と呼んで

いる。この式で決まる被爆のレベルは、放射線防護の費用の限界増加分と損害の費用の限界減少分とが正確に釣り合いがとれている値である。多くの場合、費用は連続変数ではなく、代替の放射線防護の選択肢をとると費用はある値だけ増加する。この場合、方程式は次式のように近似することができよう。

$$\left. \frac{\Delta X}{\Delta S} \right|_{s_0} = - \left. \frac{\Delta Y}{\Delta S} \right|_{s_0}$$

(以下、略)』

なお、同じくICRPの報告書では、費用・便益分析と費用・効果分析とを区別しており、以下のように述べている。

『費用－効果分析に基づく意志決定の手順はもっと簡単であって、費用－便益分析に基づく最適化手法と誤解すべきではない。費用－効果分析は、変数が独立に変動することを回避するものであり、ある決まった資材から得ることのできる最も効果的な防護を決定するため、あるいは、ある与えられたレベルの被爆達成のための最も安価な防護を決定するためにのみ用いることができよう。特定の線量減少が要求される時、或は、放射線防護のために使うことのできる金額が決まっている時に、費用－効果分析が実行される。この場合、正味の便益Bは、Yを一定にしてXを変化させ、または、Xを一定にしてYを変化させることにより、最大とする。したがって、費用－効果分析が決定できるのは、ある特定の被爆の減少を達成するための最も費用のかからない方法、或は、決まった費用で達成することができる被爆の最大の減少だけであり、この報告書に示されている枠組みのもとでの放射線防護の最適化はできない。したがって、この型の分析は、厳密には放射線防護の正式な最適化のために委員会が勧告した分析ではない。しかしながら、費用－効果分析は、いくつかある選択肢のうちのあるものを簡単な手法であらかじめふるい分けるために使えるかもしれないことは注目すべきである。そこで、ある場合には、費用－効果分析は、正式な最適化分析に先立って行なわれ、またこれを簡略化できるであろう。』

すなわち、費用－効果分析は費用－便益分析に比べて、分析に先立ってかなり与件が入るが、その分だけテーマの設定が単純化されて分かりやすくなり、膨大な選択肢がある場合の、粗ごなしには使えるということである。

4. 5 リスク評価の手法 (その3)

リスク評価の手法として、その手順及びその尺度について 4.3及び4.4 節で、主に同一分野内での評価を主体にして述べた。リスク評価のもう一つの大きな手法論もしくは位置づけとして、異分野間のリスク比較があげられる。異分野間のリスク比較を行なう目的としては、次のようなことが考えられる。

- ① ある特定の分野のリスクの小ささ (大きさ) の正当性 (不当性) をいう。
- ② 異なった分野間への投資のトレード・オフの根拠を与える。

リスク比較の本当の目的は立前上明らかにされないことも多いので、目的まで立ち返って①、②を

区別することは、実際にはなかなか難しいと考えられる。

また、リスク比較の手段でみると、次の二つがある。

- ① リスクの大きさ（規模）だけで比較する方法。
- ② リスクの損害、対策費、対策による便益などの経済的評価まで行なって比較する方法。

リスク比較として有名なものに、原子力発電所のリスクと他の事故等のリスクを致死者数の頻度で比較したもの（図-4.3）がある。これは、原子力発電所のリスクの大きさが他のリスクに比べて相対的に小さいことを示し、安全性を強調したものである。

また、同様の事例として、村山ら²⁸⁾のアスベスト汚染の研究の概要は次のようになっている。まず、アスベスト汚染リスクと他のリスクとの大きさの比較を、次の生涯死亡率 R_1 、年間死亡率 R_a 、損失日数 R_d の各尺度で比較した（図-4.4）。

$$R_1 = \sum_i q_{1i} \cdot \exp \left(\sum_{j=0}^{x-1} n (1 - q_{0j}) \right)$$

$$R_a = \sum_i (q_{1i} \cdot p_i) / \sum_i p_i$$

$$R_d = \sum_i L_i \cdot q_{1i} \cdot \exp \left(\sum_{j=0}^{x-1} n (1 - q_{0j}) \right)$$

ここに、 q_{0i} ：年齢階層 i の全死因による死亡率

q_{1i} ：対象死因による死亡率

p_i ：人口

L_i ：平均余命

アスベスト汚染リスクは、その大きさからして、自転車事故、鉄道事故、機械的窒息、航空機事故といったリスクとほぼ同じレベルにあるとしている。

さらに、経済的な比較として、吹き付けアスベスト除去によるリスク削減効果と、歩行者交通安全対策によるリスク削減効果を比較し（図-4.5、表-4.5）、次のような効果が得られたとしている。

- (a) 交通安全対策の経年的な効果の低下がある。
- (b) 1981～1985年の歩行者交通安全対策の効果は、暴露を受ける児童の年齢が10～14歳の場合の吹き付けアスベスト除去対策とほぼ同一レベルである。
- (c) 吹き付けアスベストの年間死亡率は、歩行者事故に対し 10^{-3} 低いが、リスク削減効果でみると、ほぼ同一レベルである。
- (d) 現在、歩行者の事故対策は公共的な資源を配分することが認められているので、リスクの削減効果からいえば、アスベスト汚染対策についても、その価値が認められてもよい。

通常我々の生活や社会も、ここにあげた例のような定量的な算定はされないものの、部分的なデータや情報に基づいて、人々の頭や組織の中で処理されて、現実の動きになっているものと思われる。いくつかの分野や局面においてリスクを軽減させなければならない時、軽減させるためには人や資金

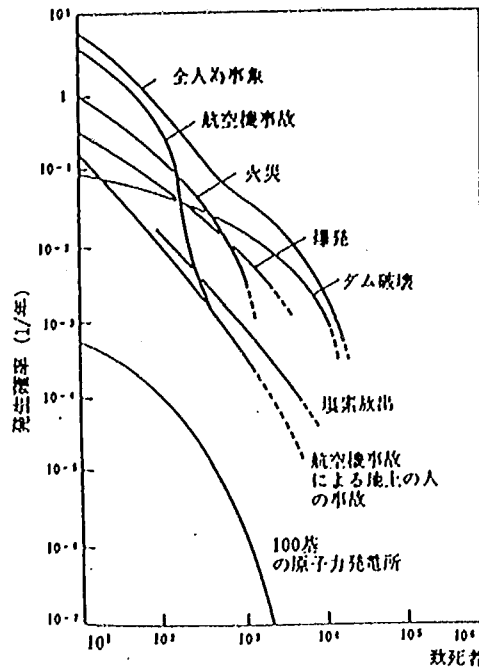


図-4.3 人為事象によるリスクの比較^{29), 30)}

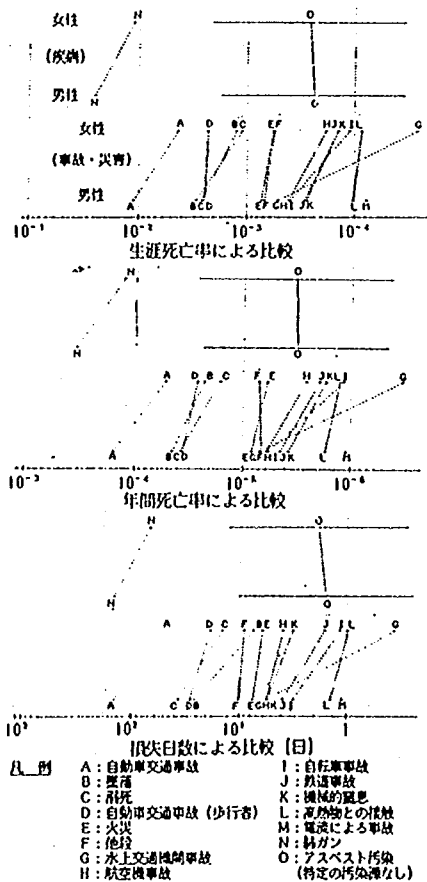


図-4.4 Comparison of Risk Magnitude between Asbestos Contamination and Other Risks
(Calculated by death rate in 1985)

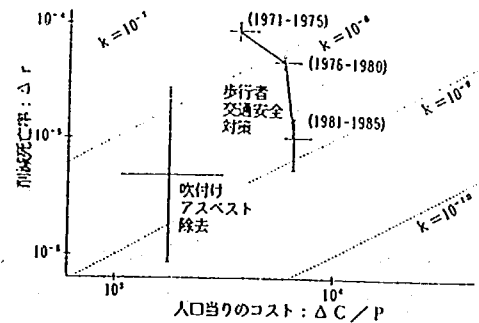


図-4.5 Effect to Reduce Risk in Sprayed Asbestos Removal and Traffic Safety Project for Pedestrian

表-4.5 Comparison between Annual Death Rate and Effect to Reduce Risk by Each Measure

リスク対策	死亡率 (年間値)	削減効果 : k
アスベスト除去 (A)	6.4×10^{-4} ($1.1 \times 10^{-4} \sim 3.7 \times 10^{-3}$)	2.7×10^{-1} ($2.7 \times 10^{-1} \sim 2.6 \times 10^{-1}$)
歩行者の交通安全対策 ¹⁾ (B)	3.1×10^{-4} ($2.8 \times 10^{-4} \sim 3.3 \times 10^{-4}$)	1.5×10^{-1} ($6.3 \times 10^{-1} \sim 2.4 \times 10^{-1}$)
A/B	2.0×10^{-3} ($4.0 \times 10^{-4} \sim 1.1 \times 10^{-3}$)	1.8 ($0.40 \sim 1.1 \times 10^{-1}$)

1) Calculated on value during a period of 1981-1985

を投入（配分）しなければならないが、軽減させるべきものが大きく困難な問題を抱えていればいるほど、それだけ多くの人や資金を投入する必要性が生じる。リスクの比較によって人や資金の投入の規模や割合がわかるならば、いろいろな局面において、リスク比較が政策決定や意志決定に重要な役割を果たす可能性がでてくる。ただし、これはあくまで可能性の問題であって、実際に役割を果たすためには、いろいろな制度や枠組みが準備されていなければならないことはいうまでもない。

ところで、異なった分野間のリスクの大小の比較は重要な課題でありながら、次のような問題点も指摘できよう。

- ① リスクの評価を同一の尺度で行なってよいか（例えば、死亡リスクだけでよいか）。
- ② 異なった分野間のリスクを比較するといっても、実際の作業は限られた分野の人たちだけで進められることから、特に作業をやる人の専門外の分野のリスク算定にあたって重要な点が見落とされたり、当該分野の性格とは違った次元で算定が進められる可能性がある。
- ③ 異なった分野間のリスク比較は、全体を公平な立場で比較しようという発想から始まる場合は問題ないが、特定の分野のリスクの大きさもしくは小ささを強調しようという発想が先にあると、結果ははじめから与件を入れたものとなる。

前述の村山らの事例も、比較の対象とされた歩行者交通安全対策を行なう立場の人からみた場合、いろいろな異論が出ることも予想される。

5. リスクと安全

リスクについては様々な分野で研究されてきているが、実際面においてはリスクという観点から取り組まれた事例は少ないように思われる。もちろん、無意識のうちにはリスクの考え方が取り込まれて、行政や事業に反映されているものも多くあるが、現実的にはまだまだこうすれば「安全になる」という発想がほとんどであるように思われる。安全からの発想は、いくら安全を追求しても物事には限度があるということをややもすると忘れ、安全の限度を越えた時の対処がなおざりにされがちである。

それでは、リスクと安全との関係はどういうことかといえば、これについて松原¹⁾は、「安全 safety」ということの内容を客観的に認識するならば、いわゆる安全とは許容し得る範囲内の危険しかない」といっている。すなわち安全には限界があって、大小の差はあっても安全が破綻する部分があるということである。破綻する部分があるにもかかわらず、従来は、ほとんどの分野で安全を出発点とした物事への対処が多かったように思われる。この理由の一つとして、安全は非常に耳ざわりのよい言葉であって、リスクが自己否定的（破壊的）な響きを持つのに対し、安全は少なくとも積極的な響きを感じられるからだと思われる。したがって、安全が強調され、リスクについては触れられないことも多い。一方、物事の冷静な分析もなしに、無視できるようなリスクを捉えて（或は感情的に）、物事全体を否定するような主張も往々にしてなされることから、ますますリスク本来の姿が隠されてしまっていたというのが実状であろう。

また、安全が許容し得る範囲内の危険しかないということであれば、この許容し得るところに個人の差、立場の差、社会状況や自然状況の差によって違いが出てくるところが問題を複雑にしている。すなわち、これらの差によって許容し得る範囲に関して判断が異なってくるのである。

末石³³⁾ は安全からリスクへの転換を求めて、次のように言っている。

『ごく大雑把に言って、後・中進的な社会では、Maslowのいう人間欲求の第一段階である生理的欲求に関心が払われるから、自然・環境・食品などに関する「危険」か「安全」かの二分法的管理は極めて有効であった。この段階では、いわゆる食・衣・住が基本的に危険なのであり、この危険回避に全力が注がれる。第一段階が達成されると、苦痛・恐怖・不快・犯罪・災害などに対する安全の欲求が第二段階の関心となる。「安全第一」などというスローガンが社会に定着するのもこの段階であって、危険と安全の間にあるグレーなゾーンの存在は、わが国では特に容認されないのが通例である。

Maslowの第三段階以降は、所属と愛情、尊敬ないし承認を経て、自己実現へと続くのであるが、この欲求段階の規定がいかにもすぐれていても、二分法的な危険／安全の把握を止揚させずして、本来的に自己実現はありえない。

今日、二分法の弊害は、少なくとも研究面では明確に指摘されている。例えば横山（1986）は、1種類の化学物質による1臓器への影響だけについてはある程度の意味はあっても、多物質・多メディアを対象とすべきという立場からは、二分法がむしろ有害であると述べている。林（1980）は、建築現場の「安全第一」という看板の欺瞞性を鋭く指摘して敢えて「安全第二」論を唱え、日本語の造語力の貧困さも嘆きながら、“at your own risk” でないと現代文明の享受はできない、とさえ言っている。

以上のように、我国でも、安全研究からリスク研究への転換は徐々にはかれつつある、とみら

れるのであるが、1984年と1987年の2度にわたる「リスクに関する日米共同ワークショップ」で確認できたことは、何といても彼らの研究及び行政熟度の圧倒的な差であった。これは、造語力以前の問題であるリスク概念の未成熟、定量的なリスク分析の方法論の不足、リスク管理を政策的に誘導するという発想の欠如、さらに、リスクを標榜する研究への経費支出に対する社会的な意味での高い障壁、などの日本側の特徴として要約できるであろう。

安全研究からリスク研究への転換をはかるべき象徴的な対象が、癌の問題である。例えば水系伝染病に一人が罹患すれば多数が死ぬという発展途上型の環境での安全対策は、いわば社会的な意味での生理的欲求に基づくものであって、水道の整備をするかしないかの二分法で欲求の充足ができるかいないかがほぼ決まるという形式をもっている。ところが、さまざまな生活利便の裏に潜む癌に対する恐怖はまさしくリスクそのものであって、この解消はMaslowの第二段階の欲求の範疇に属するものであり、林流に言えば安全第二の問題である。

……中略……

しかし、関連する政策誘導はこれらの科学的研究の成果を待って行なわれるべきものではない。特に我国の場合、すでに国民の死亡原因の高位置を癌が占めていることを明らかにしながらも、前進差分型の算出法のみに基づいて、先進国中での平均寿命の長さを誇っているのは非常に矛盾に満ちている。発癌物質の規制ガイドラインとして、米国EPAが人間と動物に関するデータ（十分、限定、不十分、データ無し、影響皆無）のマトリックスによって5段階のweight of evidenceを定めている（Preuss, 1987）のも、要素還元が終了するはるか以前に政策科学の概念を持ち込んだ好例であろう。

……中略……

リスク・マネジメントの範囲には、リスク・コミュニケーションや未知リスクの課題も提起されている。まず、癌患者と家族と医師とが情動的ではなく科学的な意志疎通ができるようになることが必要であり、そして癌問題を超えて、例えば Not In My Backyard Syndrome型（末石、1987）など生物として人間が持つ不安への社会学的接近も必須となる。松原（1977）は「狼と少年」の寓話を用いてある情報が虚偽か真実かを人々が確信形成をしていく過程をモデル化している。これによると、「狼が来た／来なかった」以外の中間的なシグナルが確信形成の方向づけに重要な役割を果たすことが示唆されている。安全対策の責任技術者が「絶対安全のために努力をしているから安全なのだ」とする思考様式は、21世紀社会ではもう通用しないことを明記しておかねばならない。』

6. リスクと保険

リスクと保険が対で議論されることも多い。竹内¹⁾は、リスクと保険事業の成立関係について、次のように述べている。

『 またリスクの評価については、それをどのような立場からみるかという問題が避けられない。交通事故や火災のような災害については、個人の立場と保険会社の立場とは異なる。保険会社にとっては、そのリスクは年間の事故や火災の発生率で計算でき、そこには不確実性によるばらつきは小さいが、事故や火災に逢うかもしれない個人にとっては不確実性は極めて大きい。この両者の立場の違いが「保険」という事業を成り立たせているのである。社会的なリスクの評価においては、また危害を被る可能性は誰かという問題もある。社会全体としてはリスクはあまり大きくなくても、一部の人々だけが低い危険にさらされるということであれば、社会的公正に反するといわねばならない。人々の立場の違いを無視して社会全体としての「期待値」だけで議論することは公正を欠くことがあり得る。』

すなわち、リスクを背負って保険事業が成立するためには（保険という商品を保険会社が発売しようという気になるためには）、保険会社がある期間（例えば、年間程度）のリスクの発生確率を計算でき、そのばらつきが小さいことが必要な条件であるようである。

ところで、地震による災害については、日本においては、震災単独の保険はなく、普通火災保険の特約としてのみ取り扱っている。この辺の事情について、大沢³⁴⁾は次のように述べている。

『 地震国と言われる我国において地震保険創設の必要性が繰り返し叫ばれ、また具体案が研究・提唱されながらも実現に至らなかったのは、我国においては、次の通り、地震危険を民営保険ベースに乗せにくい種々の事情があったためである。このことは地震保険が実施された現在でも基本的には変わりなく、民間保険会社の経営上深刻な問題を内蔵したものとさえいえる。

(a) 損害額が巨額となる恐れがある

……中略……

この地震保険制度の本格的検討を開始した昭和39年度に関東大地震程度の地震が同地域に再来したとして、火災保険が付されている普通物件（住宅・店舗・事務所など）に地震保険が付帯されていたとすれば、その保険金の支払い額は約2兆円に達すると推定されるが、同年度期首の損害保険会社の総資産は3,700億円にすぎなかった。

このように、地震による損害は、時に異常巨大なものとなる可能性が十分あるため、地震保険は、民営保険会社の力のみをもってしては、到底担保しきれないものである。

(b) 頻度や損害の度合が多数の法則にのりにくい

日本の国土全体として、過去485年間に、死者を出したか、建物に何らかの被害を及ぼした地震の頻度は年平均0.8回である。これは一つの確率である。しかし、地震による被害の全くない年が続く場合もあれば、時に創造を絶する大損害をもたらす地震が突如として発生する。明治初年から昭和39年までの97年間の地震が一度に再来したとして、もし地震災害に対し保険金を支払うとした場合の住宅、店舗、事務所等の普通物件の損害額は、昭和39年の金額に換算して、2兆4,000億円と推定されるが、そのうち関東大地震のみで、前述の通り2兆円と推定されるのである。そして将

来、京浜地区周辺に、このような激しい地震が再び起こるのかどうか、もし起こるとしてもその時期はいつ頃であるのか、まったく不明である。

換言すれば、日本全体として、しかも数百年という長い期間をとってみれば、おおよその頻度を推定することも不可能ではないが、単年度内に、被害を生ずる地震が発生するかどうかの推測は困難である。

次に、一つの地震によってある地域が被る損害の度合が、極めて複雑な要素の組み合わせによって著しく異なるということが、保険制度を機能させるための地震の危険度をますますつかみにくいものになっている。ある地点における地震動の強さを示す尺度を震度といい、この震度階が 0（無感）からⅦ（激震）までの 8 段階に分類されていることは周知の通りであるが、この震度は、まず、マグニチュードで表わされるその地震の規模と震央距離（震源距離）によって決まる。そして、この要素に加えて、当該地域の地盤の強弱がその地域の震度を左右する。軟弱な地盤の所の方が激しく揺れることはいうまでもない。

さて、一つの激しい地震が起こったとして、その地震による損害の度合を考えた場合、まずその地域に耐震性の強い建物が多いか少ないかによってその地域の建物の倒壊率が違ってくるのは当然である。そして、過去の経験からして、倒壊率が高ければ出火率も高いという関係にあるので、次には、耐火性の建物の多寡が損害の度合を左右することになる。さらに地震火災についていうならば、冬季か夏季か、食事時か否かなど火源が多い時かどうか、雨季か乾季かという湿度の関係、その時の風力の強弱等、様々な要因が重なり合って、地震の損害度を大きく左右するのである。

一般の火災の場合は、時に大火があったとしても、その年度の被害率を高めはするが、数年間をならせば損害の度合は多数の法則によってだいたい把握できるのであって、万一の場合であっても異常危険に対する準備金の積み立て分を取り崩すことによって、めったに支払い不能の事態は生じない。しかし、地震の場合は、以上の通り、その頻度・損害の度合ともに多数の法則にのりがたいものである。

……中略……

(c) 逆選択の虞が大きい

日本は、国土のほとんどが環太平洋地震帯の上に乗っているが、その中にも自ずから地震の激しい地域と、それほどでもない地域とがある。

……中略……

従って、もし地震保険を任意保険の方式で実施すると、地震危険を強く感じる地域の人たちだけが保険集団に入ってくる虞が大きい。また例えば、かつての松代における群発地震のような地震が起こった後など、地震についての関心の強い時には地震保険の需要が高まる。関東大地震 69 年周期説のような学説も地震保険の需要に強い影響を与えるであろう。逆に、長期間大地震がないと関心も薄らぎ、地震保険の需要も減退する。このように、地震保険では地域的な逆選択のみならず、時間的な逆選択も行なわれる可能性が極めて大きいのである。』

また、以上のような事情を背景に、同じく大沢によると、地震保険の概要は次のようになっている。

(a) 引き受け方法

地震保険は住まいの火災保険契約に原則付帯して契約し、地震保険単独で契約することはできない。

(b) 対象物件

居住用の建物（居住専用の建物または店舗併用住宅の建物）及び生活用動産（家財）に限る。但し、一点30万円を超える貴金属、宝石、骨董類や通貨、有価証券、預貯金証書、印紙、切手、自動車、商品等は家財に含まれない。

(c) 保険金額

住まいの火災保険の保険金額の30%～50%の範囲内で任意に設定する。但し、建物 1,000万円、生活用動産 500万円が設定限度となっている。

(d) 担保危険

地震もしくは噴火またはこれらによる津波である。

(e) てん補される損害

地震、噴火またはこれらによる津波を直接または間接の原因とする火災、損壊、埋没または流出によって損害を受けた場合、次の通り保険金が支払われる。

〔建物〕

全損：建物の地震保険金額の全額（保険価額限度）

半損：建物の地震保険金額の50%（保険価額の50%限度）

〔生活用動産（家財）〕

全損：生活用動産の地震保険金額の全額（保険価額限度）

全損に至らない場合で、生活用動産を収容する居住用建物の損害が全損または半損：生活用動産の地震保険金額の10%

(f) 保険金総支払限度額

「地震保険に関する法律」により現在は、一地震によって被害を受けたすべての建物・家財の総支払限度額を 1兆 5,000億円（民間 2,285億円、政府 1兆 2,715億円）と定めている。仮に一回の地震で支払われるべき総額が 3兆円と計算された場合、本来 1,000万円の保険金が支払われる契約で $1,000万円 \times 1兆 5,000億円 / 3兆円 = 500万円$ が実際に支払われる保険金となる。

(g) 保険料

保険の目的（建物、家財）、建物構造（木造、耐火造）、等地（全国5等地区分）別に区分されている。これは1494年から1978年に至る過去 485年間に日本及び隣接地域に起きて災害をもたらした 349の地震及び同期間に起きた噴火、津波などについて各々詳細に調査し、その結果に基づいて算出している。

この保険の内容からわかるように、保険会社にとって、ある期間内の震災のリスクの確率と規模のばらつきは余りにも大きく、契約はかなり制限的な内容となる。

なお、保険として付保可能かどうかについて高尾³⁵⁾ は経済学的な観点から次のように述べている。専門的な用語等が多く門外漢には理解しにくい、ここに再掲しておく。

『一般に、「危険なければ、保険なし」といわれるが、リスクのすべてが付保可能 (insurable) なのではない。以下、このことを明らかにしたい。

(a) 現在、資産 W_0 （その経済的価値 $\equiv W_0$ ）が賦与 (endowed) され、将来のある時点にある事象（保険論のいわゆる危険事故 (Peril)）が起これば（その発生確率 $\equiv P$ ）、それは W_0 の水準となり、その排反事象が起これば（その発生確率 $\equiv 1 - P$ ）、 W_1 となるものとしよう。このよう

に、現在資産 W^0 が将来、変動し得る時、危険(Risk)が存在するといひ、 W^0 を「危険資産」(Risky Asset)と定義し、次のベクトルで表示する。

$$W^0 (W_0^0, W_1^0; P, 1-P) \dots\dots\dots (1)$$

これに対して、 W^0 が将来も変動しない時、それを「安全資産」(Safe Asset)と定義し、次のベクトルで表示する。

$$W^0 (W_0^0, W_n^0; 0, 1) \dots\dots\dots (2)$$

(b) 上の状況で、

$$W_0^0 < W_n^0 < W_1^0 \dots\dots\dots (3)$$

が成立する時、投機的(「夢のある」)危険(Speculative Risk)が存在するという。これに対して、

$$W_0^0 < W_n^0 = W_1^0 \dots\dots\dots (4)$$

が成立する時、純粹(「憂鬱な」)危険(Pure Risk)が存在するという。

(c) 保険論が対象とするのは、(4)を成立させる純粹危険である。それが、危険資産の将来時点の事故による喪失を回復する経済制度の分析を任務とするからである。投機的危険の明示的分析は、経営財務論(特にCAPM)、証券論(特に分散投資論)、経営戦略論(多角化論)に委ねられる。

(d) しかし純粹危険のすべてが付保可能ではない。つまり保険制度は上述の目的を、純粹危険を多数の経済主体間で相互に分散することを通じて、達成するから、(a)の将来事象は相互に独立でなければならない。よって、大地震・原子力・大戦・治療不可能な伝染病の危険は付保不可能である——それは保険論では「集積危険」と呼ばれ、CAPMという“Systematic Risk”と対応する。

(e) それでもなお、相互独立なすべての純粹危険が付保可能なのではない。なぜならば保険制度は、あたかも「真空管」のなかの部品のごとく、外部環境から孤立して単に物理的に存在しているのではなく、むしろ経済環境の影響を受けつつ存在しているからである。

いま、(4)式で、

$$L^0 \equiv W_1^0 - W_0^0 > 0 \dots\dots\dots (5)$$

としよう。市場経済体制下で保険制度が成立するには、(1) W を所有する経済主体が L^0 も自己負担すべきことを認知する必要があり、(2) L^0 の補填のためには、少なからぬ運営費用($\equiv C$)が伴い、それが保険制度に参加する当事者の受容し得る水準($\equiv C_a$)以下でなければならない。第一の条件は、私有財産制が確立し、そこで自己責任原則が貫徹することを意味する。第二は、危険に対する経済主体の態度の如何が保険制度の存在の範囲を規定することを意味する。以下、第二の条件のみ言及しよう。

一般的に、(5)式において、 $W_1^0 \gg 0$ 、 $W_0^0 \approx 0$ 、よって $L^0 \gg 0$ のとき、彼が危険回避的(risk-averse)ならば、つまり、

$$^2 U(W) / W^2 < 0 \text{ (ただし、} U \equiv \text{資産} W \text{に対する効用)} \dots\dots (6)$$

ならば、保険制度は存続する。また、危険回避度($\equiv R_a$)が大となるほど、受容可能な運営費用も大となる($C_a / R_a > 0$)ので、頻発する・少額の損害についても、保険制度は成立し得る。かくて、健康保険の初診料のごとき、保険制度の乱用防止のための「小損害免責制」が現実機能するのは、その水準が C_a 以上に設定される場合だけである。

(f) P 、 L^0 、 C に影響する要因は、純粹に物理的なものと、同様に人為的なものとに二分される。保険論では、前者を「物理的危険事情」(Physical Hazard)、後者を「道徳的・心理的危険事情」(Moral/Morale Hazard)と呼ぶ。今までの考察において、後者は度外視されていた。すなわち、

保険制度の存否は経済主体の動機ひいては行動様式に影響を与えないものと仮定してきた。

しかし、この仮定は現実的ではない。なぜなら、「不確実な」環境の中で、人間が「機会主義」的性格を持つものとするれば、必然的に生じる「情報の偏在」をかれが逆用することは、Williamson (1975)により明らかだからである。Arrow(1969)は、このような状況を「リスクと決定の混合」(Confounding of Risks and Decisions)と呼び、そこでは情報優位者が劣位者との間の取引を有利に運ぶべく、良好な結果を自己の決定に、他方劣悪な結果をリスクな環境に帰すことを指摘した。その結果、保険制度の存在自体が、 P 、 L^* を増大させ、ひいては——損害発生の真相究明のコストを含む—— C も増大させることとなる(保険制度におけるいわゆる「逆機能」)。

上述の初診料は、このような人間の行動を牽制する、一種の「罰金」である。保険論では、モラル・ハザードを抑止するため、保険者と被保険者とのこのような「危険の共有」(Risk-Sharing)の必要性が指摘されている(Arrow, 1974,)。とまれ、情報偏在下で保険市場の存在可能範囲は、そうでない場合よりも、相当程度(約70%)消失する(高尾, 1989)。

(g) 集積危険については、多数の経済主体間での分散が定義により不可能であり、従って、相互独立にもかかわらず付保不可能な純粋保険と同様に、保険以外の $R \cdot M$ 手段すなわち「自己充足」或は「損害予防」が必要である。』

7. リスクに対する姿勢

いくらリスク、リスクといっても、それを認知し、咀嚼し、対策を実施するのは人間であるし、リスクを最終的に被るのも人間である。従って、人間のリスクに対する有様や姿勢がリスク問題の中心と考えることもできる。

3章でも述べたリスク認知と情報の係わりが、人間のリスクに対する有様や姿勢にかなり影響することは容易に想像がつくが、単に情報といっても、その捉え方によって認知の適切さの度合も違ってくる。2章のリスクの分類で触れたように、岡田は what risk, how risk, if risk, when risk, which risk があると言っている。岡田は、これらについて、

what risk: リスクの種類・性質・特性などを特定する。

how risk: 特定されたリスクがどのようなメカニズムで生起するか。

if risk: 明らかにされたリスクが、ある行動に対して生起するの否か。

when risk: リスクが生起するとすれば、それはいつなのか。

which risk: このような知見に基づいて、どのリスク（に対する行動）を選択すべきか。

であり、これらの分類をシステム分析と対応させて、

problem identification (問題の明確化)	→ what risk
investigation (調査)	→ how risk
analysis (分析)	→ if risk, when risk
design of alternatives (代替案の設計)	
interpretation and evaluation (解釈・評価)	→ which risk

になっている。

岡田はリスクの分類ということでこれらを取り上げているが、ここでは、このような概念が人間のリスクの捉え方の一つの方法を示しているものと受けとめたい。リスクの捉え方の巧拙によって、同じリスクでも明確化の度合や対応の仕方がまったく違ってくる。

上記の捉え方はシステム分析の流れに沿っているので、リスクの内容（情報）ばかりでなく、それに対する解釈・評価あるいは代替案の設計といった、リスクの認知からリスク対応まで含んだものとなっているが、これをリスクの内容（情報）という段階のみに絞れば、もう少し細かくなって、when（いつ）、where（どこで）、what（何が）、why（なぜ）、who（だれが）、how（いかにして）といった情報の基本的な要素となる。すなわち、リスクにあたる時は、常にこのような要素に留意しながらリスクの明確化を心がける必要がある。

以上の議論は、リスクの存在自体はある程度わかっていて、それをどの様に明確化し対応策を立てていくかという分析的な手法に重点が置かれていた。筆者は、これとは別に、リスクの存在自体がはっきりしないなかで、リスクをつかみとっていく過程もあるのではないかと考えている。「思いもよらなかった」という言葉があるが、これはリスクの存在が知られておらず、ある時突然、リスクが顕在化した場合に使われる（もちろん、良いことが起きた場合、リスクの存在自体は知られていてもリスク発生を選択肢の一部が欠落していた場合、或は、リスクの存在自体はある程度知っていても当面の便益のためにリスクを冒し結果としてリスクが発生しその言い訳をする場合、などにも使われるが、簡単のためにここでは、リスクの存在自体が知られていなかった場合に限って議論を進める）。しかし、この「思いもよらなかった」にも次のようないくつかのレベルがあると考えられる。

- ① (教育、情報手段などが欠落もしくは不足しているために) 知識・情報が欠落もしくは不足していて、そのためにリスクの存在がわからなかった。
- ② 教育や情報は氾濫するほどあるが、その人や組織のリスクをつかむ努力が不足していたり、リスクをつかむ能力が不足していたために、リスクの存在がわからなかった。
- ③ 現在の人類の知識や能力からいって、リスクの存在を知ることができない(現時点では、神のみぞ知る)。

①については、開発途上国などで、自然災害や公衆衛生などの知識・情報が欠落もしくは不足しているために、悲惨な結果を招くことがよくある(もっとも、知識・情報としてはある程度あっても、具体的な対策がとれないままに悲惨な結果を招くこともあることには注意を要する)。②については、基本的には個人の責に帰するところが大きく、そのレベルも様々であるが、特に初歩的なレベルでは、教育・PR・制度等の充実、それらの内容の工夫などによってリスク軽減の余地は大いにある。③については、二つの種類がある。一つは2章リスク分類で説明した動的リスクのように、現時点では潜在的に存在するが具体的には不明もしくは顕在化しておらず、将来のある時点において突然出てくるもの、もう一つは、まったく人類の知らないものから発生するリスクである。前者については、前にも述べたようにいくつかの困難な問題を抱えているものの、まだまだリスク軽減のために改善の余地は残されている。後者については、残念ながら、科学的知識等の発達に期待するしかない。

上記①～③はリスクの存在を知っているかどうかによって分類したものであるが、リスクに対する姿勢ということであれば、もう一つの視点が必要である。それは、リスクの存在そのものは知られているが、その原因や発生のメカニズムがわからなかったり、対応策がなかったりする場合である。このような場合のリスクに対する姿勢としては、リスク発生に係わっていると想定されるような環境からの逃避もしくはそうした環境の排除、或は具体の状況からの逃避といった手段がとられる。

8. リスク管理

ここでは、通常「リスク管理」と呼ばれている分野について述べる。リスク管理については、これを一つのものとする考え方もあるが、大きく二つの柱（リスク・アセスメントとリスク・マネジメント）から成り立っているとする（図-8.1 参照）のが一般的なようである。池田⁶⁾は、1983年の米国科学アカデミーの委員会の提案を引用しながら、次のように二つを定義している。

① リスク・アセスメント：

ある技術の採用とそれに付随する行為・活動によって、人間の健康と安全とその環境への損失を特定化し、推定し、評価する科学的な過程で、以下のプロセスから成っている。

(a) リスク被害の同定 (Hazard Identification)

当該の媒体は何か望ましくない結果をもたらす可能性があるか？

(b) 暴露-反応の評価 (Dose-Response Assessment)

人体・生物への影響の因果関係はどのようなものか？

(c) 暴露量の評価 (Exposure Assessment)

人体・生物が受けるであろう媒体の強さ、頻度、期間は？

(d) リスク特性化 (Risk Characterization)

実際に被害をもたらす事象、事件はどんなものがあるか？

② リスク・マネジメント：

リスク・アセスメントの結果と社会・経済的かつ政治的な関心（リスク軽減の費用と得られる社会的便益）を総合化して、適切な資源の配分の制度・手段を選択する主観的意志決定の過程。

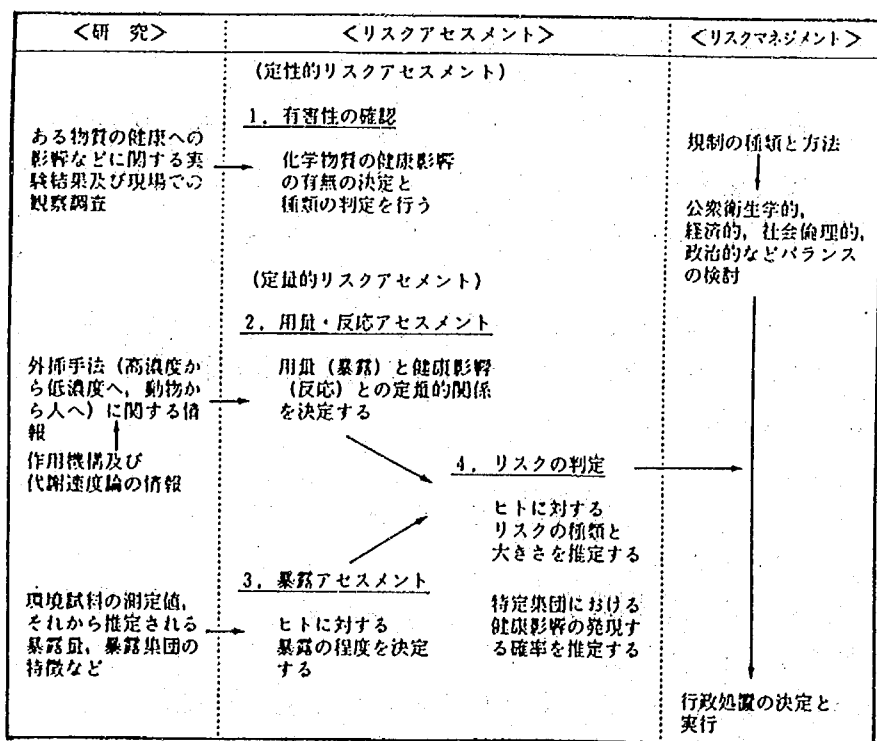


図-8.1 リスクアセスメントの関連する
主要要因とその相互関係²³⁾

すなわち、専門家によって客観的にリスクを評価する局面と、それを踏えて社会的受容と具体的な政策決定を行なう局面とに分離することによって、科学的に評価する局面に政策的な与件が入るのを排除しようというものである。当然、二つの局面を一つの組織ではなく、分離した組織が取り扱う必要があるのではないかとということも問題になる。

J・タイ⁴²⁾は、企業経営者に必要なリスク・マネージメントの基本的な資質として同じようなことを述べている。

『 以上、いろいろなクライシスをみてきましたが、気が付くことは最終的にはリスク及び安全監査が必要であること、ちょうど銀行に監査員がいると同じように、我々はリスクマネジャーとしてリスク監査を行なわなければならないということです。

……中略……

アメリカではリスク及び危険に対する監査をしている企業は30%、ヨーロッパではなんと15%しかないという数字が出ているのです。

それでは、なぜこのような低いパーセンテージが出たのかというと、私の考えではほとんどの経営者は成功のための訓練はしているけれども、問題が起きた時の訓練はしていないからだと思うのです。ですから、これからは大いにこのクライシスのための監査を行なう必要があり、クライシス監査ができる人こそ経営者であると言いたいわけです。』

企業の場合、最終的なトップは一人であるから、なかなかチェック的な仕事はなされ難いが、一人であっても、場合によっては相反する立場からリスク管理を行なう必要があるということである。企業のリスク管理については、トップまでいかないまでも、リスク監査のための独立した組織を持つべきであるという指摘はよくなされている。

次に、リスク管理の二つの局面のうち、リスク・アセスメントについては、その手法ということに興味がある場合もあろう。個別・部分的なリスク・アセスメントということでは、4章「リスクの評価」及び7章「リスクに対する姿勢」と同じ内容となるので、ここでは科学的なリスク・アセスメントの手順に重点をおいて、松原⁴³⁾が行なったカドミウム汚染と人体へ及ぼすリスク評価を事例にして、その概要について述べる。

まず、ヒトとカドミウムとの関係については、図-8.2のように食物連鎖という形で人間に摂取される。次に、人体に蓄積されるカドミウム量のモデル化を行なわなければならないが、この例では、次のようなモデルを設定している。

$$y = \frac{u}{k} (1 - e^{-kt}), \quad k = \frac{\log_e 2}{\text{生物学的半減期}(\tau)}$$

ここに、y：カドミウムの人体蓄積量

u：カドミウムの日摂取量

k：カドミウムの速度定数

いくつかの仮定に基づいて上式を計算し、カドミウム一日吸収量と50歳時の人体カドミウム蓄積量との関係を示したのが図-8.3で、さらに危険蓄積量という判断基準を入れて評価したのが表-8.1となっている。

この事例からわかるように、(環境汚染分野での) リスク・アセスメントの一般的な手順としては、

次のようになるであろう。

- ① 汚染物質と人間との関係を経路図などで表現し、リスク発生の全体像をつかむ。
- ② 人体への汚染の程度を推定するモデル化を行なう。
- ③ いくつかの仮定・データに基づいて、②で作成したモデルにより、人体への汚染の程度を定量的に算定する。
- ④ 別途調査結果から、人体に何らかの影響が出る汚染物質の人体汚染の境界値を求める。
- ⑤ ③と④とを比較し、何らかの判定を下す。

以上は、環境汚染の分野でのリスク・アセスメント手法の手順であるので、他の分野においては、それぞれの分野に適合した手順を工夫することが必要であることはいうまでもない。

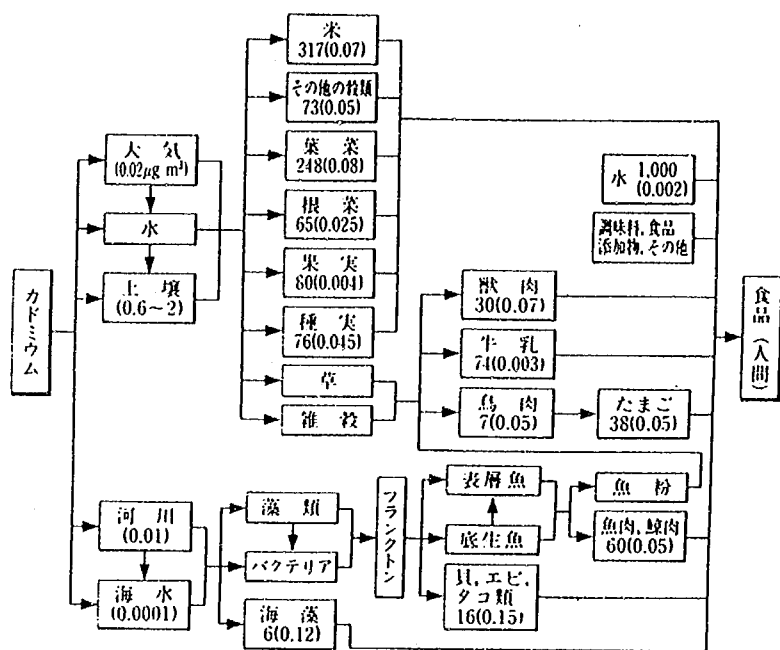


図-8.2 ヒトと有害物質（カドミウム）の食物連鎖の大略
(横橋、鈴木、松原：人間の生存にかかわる自然環境に対する基礎的研究、1973より)
□内の数字：平均一日各食品群摂取量(g)
○内の数字：Cd濃度平均値 (ppm,生重量%)

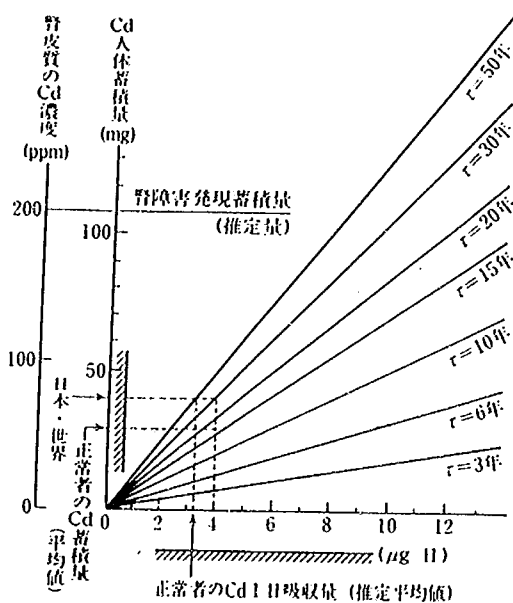


図-8.3 生物学的半減期別にみた50歳時での人体Cd蓄積量及び腎皮質濃度とCd1日吸収量との関係

表一8.1 Cd臓器濃度から推定した正常者における
人体Cd蓄積量と危険蓄積量及びそれぞ
れの量に達するのに要するCd 1日吸収量と
Cd 1日摂取量

		ヒトにお ける重量	日本の平均的値 (おもにII)		世界の平均的値 (おもにIII)		集団平均として の世界の最高値 (I)		集団平均として の世界の最低値 (おもにIV, V)		推定される腎 障害下限値	
			kg	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg
Cd 蓄 積 量	肝	1.5	7.5	5	6.4	4.3	18	12	2.3	1.5	30	20
	腎 皮 質	0.14	14	100	7.5	52	15	107	2.9	21	28	200
	腎 髓 質	0.11	3.6	33	2	17	3.8	35	0.7	6.8	7	65
	(上3者の 寄与60% としたとき 体全体	60	(体重 60kgと する) 42	0.7	(体重 70kgと する) 27	0.4	58	1.0	10	0.17	108	1.8
50 年 間 の 曝 露 と し た 算 出 値	仮定する生物学的半減 期		r=25	r=30	r=25	r=30	r=25	r=30	r=25	r=30	r=25	r=30
	Cd吸収量(μg/日)		4.2	3.8	3.0	2.9	6.0	5.5	1.0	1.0	11	10
	吸収率5%としたとき のCd摂取量(μg/日)		84	76	60	58	120	110	20	20	220	200
	吸収率10%としたとき のCd摂取量(μg/日)		42	38	30	29	60	55	10	10	110	100

9. リスクと法

9. 1 リスクと責任

何らかのリスクが発生し、しかもそのリスクの原因者が（たとえ一方的であっても）想定される時、「その法的責任を追求する」などということがよく言われる。この法的責任は便利な言葉であるが、実際の使われようをみると、必ずしも法令絡みでなかったり、法令は法令でも単なる一般的な法令に基づくものであったり、或は具体個別の法令に基づく責任追求であったりする。

いま、法令という枠をはずして、リスクの責任を取る（取らされる）主体に注目して、思いつくままに責任の取り方（取られ方）を書き出してみると、表-9.1 のようになる。この表をもう少し一般的にまとめると次のようになる。

- ① 社会の正義、世論を利用して責任を取らせる。
- ② 経済的な損失を利用して責任を取らせる。
 - ②-1 責任を取る側と取らせる側の同意に基づく。
 - ②-2 裁判所の判決に基づく。
 - ②-2-1 具体・個別の法令に基づく。
 - ②-2-2 具体・個別の法令に基づかない。
- ③ 身体的自由剥奪を利用して責任を取らせる。
 （この場合、通常、社会制度では、当然、裁判所の判決が伴うものと思われる。）

表-9.1 責任の取り方（取られ方）

個人（純粋な個人） （組織の中の個人）	企 業	公共団体
名誉・信用等の失墜 職の喪失 補償金の支払い 身体の拘束	信用・取引等の失墜 経営の悪化、倒産 補償金の支払い 営業停止、操業停止、 販売停止 製品回収、リコール	信頼等の失墜 補償金の支払い 公共事業の中止・停止 (反作用として) 法令等の基準強化 税の高負担化 事業・施策の遅延

これらのうち、①、②-1、③については容易に想像がつくので、あらためて説明は要しないであろう。問題は②-2である。このうち、②-2-1は、日本において従来からよくあるパターンである。何らかのリスク問題が発生すると、原告側は関係の法令を動員して被告を追求し、被告は反論に躍起となる。具体・個別の法令には規制値や基準値或は遵守すべき原則のようなものが書いてある。例えば、科学物質に関するものとしては表-9.2 のようなものがあるが、規制、基準といった言葉が目につく。このパターンの場合、何らかのリスクが発生した時、このような規制、基準を境界線とした争いが裁判所での中心的な議論となる。

一方、②-2-2は、法令等に具体の記述がないだけに複雑な問題を抱えている。この典型的な例が、特にアメリカにおいて、近年、製造物責任（PL：Product Liability）の問題として表面化しているものである。すなわち、具体・個別の法令に記述してある内容は、製造物が満足すべき最低条件にすぎず、裁判所の判例において要求されたものは、一般にこれよりずっと厳しいものになっている。PLについては、文献43）に詳しいので、ここではこの中から製造物責任とはどういうものなのかを理解するために、典型的な例をいくつか再掲する。

（例1）たばこメーカーの有害性の警告が不十分だったとされたケース

約40年間の喫煙によって肺癌になり、58歳で死亡した婦人の遺族から、たばこメーカーに対して喫煙により健康が害される虞があることを適切に警告しなかったとして、PL訴訟が提起された。陪審は、まず喫煙と肺癌による死亡との間に因果関係があることを認め、そのうえで80%は喫煙者自身の責任としながらも、被告は喫煙の危険性について警告を怠っており、また広告によって自社製品の安全性を保証していたため原告の訴えを一部認める陪審評決が下された。被告メーカーに対して賠償金40万ドルが課せられた。

Antonio Cipollone v. Liggett Group Inc.

連邦地裁（ニュージャージー地区）、1988年

（例2）食品機械の安全装置に関する警告が問題とされたケース

食品工場でピザ練り機械を操作していた女性作業員が、稼働中に機械を清掃しようとして機械のローラーに指を挟まれて負傷した。この事故で、被災した作業員はメーカーを提訴し、次のように主張した。「この機械には、清掃作業時にローラーに接近できるよう、取り外し可能な構造になっている安全ガードがもともと取り付けられていた。さらに当ガードにインターロック・スイッチが装備されているため、清掃作業に当たってガードが外された場合でも、自動的に電源が遮断されてローラーが作動しないような機構になっていた。しかし、以前からこの機械を操作していた他の作業員が、この安全インターロックを無効にしてガードを外した状態でも、機械を“on”状態に維持できるようにしていたため被害者である原告が事故に遭ってしまった。」

被告メーカーは「この機械の安全インターロック装置は無効にされていた。これは機械の実質的な変更であり、製品の改造に当たる。たとえ、このような改造がメーカーとして予見可能であっても、製品の安全確保にとって致命的な安全装置の機能喪失に係わるような改造の場合には、メーカーが責任を負うべき範囲外のことである。」と反論した。

これに対して裁判所は、次のように判示した。

「本件の安全インターロック・スイッチがユーザーの手によって無効にされていたことは製品の改造とはいいい難い。ユーザーが安全装置を取り付けていたボルトを外したわけでもなく、安全

表-9.2 化学物質に関する法令

分野	法令名	内容
公害対策	公害対策基本法 大気汚染防止法 水質汚濁防止法 農用地の土壌の汚染防止に関する法律 悪臭防止法	公害対策の基本事項、環境基準の設定 大気汚染物質の排出規制 水質汚濁物質の排出規制 土壌汚染防止事業の実施 悪臭物質の排出規制
環境整備	廃棄物の処理及び清掃に関する法律 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律 下水道法 水道法	廃棄物の処理・処分の基準 廃棄物の海洋投棄、汚濁物質の排出規制 排出規制、有害汚泥処理基準 放流水の水質基準、放流水の水質検査
化学物質管理	化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 毒物及び劇物取締法 農薬取締法 薬事法 有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律 食品衛生法	新規化学物質の審査及び規制 毒物劇物等の流通・使用等の規制 農薬の登録、販売・使用の規制等 医薬品等の製造・使用等の規制指導 関係家庭用品の販売等の禁止 食品添加物等の規制
労働環境保全	労働安全衛生法	有害物・有機溶剤による健康障害の防止、化学物質の有害性の調査

ピンを変形させていたわけでもない。この安全インターロック装置の場合、その取り付け位置を少しずらすことによって、簡単に無効にできるものであった。また、メーカーはローラーを回しながら清掃すると、簡単に清掃できることを知っており、そのためユーザーが安全装置を無効にしがちであることもよく知っていた。従って、今回は『製品改造 (alteration)』ではなく、『予見可能な誤用 (foreseeable misuse)』に当たる。メーカーは、ユーザーがどんなことをしても製品の安全装置が無効にされないような製品を設計する義務はないが、製品の誤用が予見でき、かつ安全装置が無効とされたことによって生じる危険がユーザーにとって明白でない場合には、エンドユーザーに対して製品本体に貼付ける警告ラベルなどによって、適切に警告する義務がある。」として、原告勝訴の判決を下し、10万ドルの賠償金を被告に課した。

Miller v. Anetsberger Brothers, Inc.

ニューヨーク州最高裁、1986年

(例3) 製品の安全性向上のための改良設計がわずかなコストアップで可能であったケース

5歳の女児が、椅子に乗ってガスレンジの上に載せてある鍋からスプーンを取ろうとし身体を乗り出したところ、レンジのバーナーの一つが点火し、火が着衣に燃え移ってしまった。このため、彼女は上半身に後遺症の残る大火傷を負った。この事故で、原告はガスレンジ・メーカーに対して「当レンジの点火方式は、点火ノブを押して回すという2段階操作ではなく、ただノブを回すだけのものである。しかも、点火バルブのトルクは8インチオンス ($5.9 \times 10^{-4} \text{Nm}$) と非常に軽く設計されているため、着衣が触れただけでもすぐに点火してしまい、設計上の欠陥がある」として、PL訴訟を提起した。専門家の証言によっても、このような事故を回避するためには2段階操作のバルブを取り付けることによって容易に防止でき、そのコストはわずか1.5ドルであることが明らかになった。さらに、被告メーカーの製造した同型のレンジのテストでも、身体や着衣が軽く触れただけで点火した。このため被告敗訴となった。

Anita Sibleyほか v. Magic Chef, Inc.

テキサス州控訴裁、1977年

このように製造物に関してアメリカでは企業に厳格責任を問う法理(法令ではない)があり、製造物の欠陥について広く厳しいものを要求している。PL追求による企業の経営上のリスクは膨大なものになり、企業の死活問題に発展する可能性があるので、企業はPL対策(PLP: Product Liability Prevention)に相当な勢力を使っているといわれる。

9.2 リスク管理と法

9.1節では、リスクに絡んで責任を取る・取らせるといった、どちらかというとな局所的な局面について述べた。そこでは、かなり厳しい議論や具体の対策が行なわれるが、法令的な側面からみた場合、アメリカにおける厳格責任のような法理はあるものの、そこにはリスクをどの様に捉え、それをどの様に管理していくかというストーリーなり政策意図を持った法令が存在しているということではない。あくまでも責任を中心とした、取ったり、取られたり争いでしかない。

それでは、リスクに関してストーリーなり政策意図を持った法令はどうかというと、一つの事例として、北村⁴⁴⁾が紹介しているカルフォルニア州において1986年に成立した「安全な飲料水と有毒物質の執行に関する法律(Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act, SDWTEA)」がある。

SDWTEAの概要を北村の論文からまとめると表-9.3 のようになるが、この法律では飲料水に混入する有毒物質による発癌性、再生産毒性リスクの管理について取り上げ、

対象物質のリストアップ → 排出禁止義務 → 警告義務 → 義務が履行されない時の制裁の内容 → 制裁の執行主体

という一連のリスク管理の流れに沿った規定をしている。

この法律はイニシアティブ（州民がイニシアティブを取って、直接法律を制定する方法）によって制定されたが、このような法律の必要性、法律内容の良し悪し等は別にして、この法律が立法化された背景には、次のようなものがあつたとされている。

① 化学物質を規制するのに十分な理由があるかどうかの証明責任は、規制する側にあるという従来の発想でよいのか？

（当該物質が市民に対して何らかの害悪を明確な形でもたらす場合にはじめて規制権限が発動できるという考えでよいのか？）

② 従来も規制法制は相当程度整備されていたが、十分な執行がなされていないという認識があつた。

③ 州務長官、法務長官、議会の調査部局が、法案に好意的であつた。

このような背景から考えて、ある課題について具体的実効が期待できるようなシステムを法律の上で実現しようという意図であると思われる。

表-9.3 SDWTEAの概要

目的	発癌性・再生産性毒性（不妊症、奇形児出産、未熟児出産、遺伝子障害といった症状を発現させる性質）のある物質から州民を保護し、そうした物質に関する情報を提供すること。
管理システムの特徴	(a) 対象物質のリストアップ ・ 権限は州知事にある。 ・ 但し、州の労働法典において「発癌性物質、再生産性毒性物質」の認定を受けているものは、リストアップが義務づけられる。 ・ また、リストアップの手法としては、一つは科学問題諮問委員会（知事が任命）の決定によるものと、もう一つは同委員会が認めた組織によって認定された物質。 (b) 排出禁止義務 ・ SDWTEAの適用を受ける事業者は、飲料水源に到達する可能性があるならば、被規制物質を「知らずに」排出することを禁止される。 （「知らずに」とは、排出行為を認識しているという意味で、それが違法であるかどうかの認識は必要でない。） ・ 水路だけでなく、土壌への散布も禁止される。安全性に関する十分な情報がない物質は、それ故に排出が禁止されないのではなく、排出者による安全性の積極的証明がないという理由で排出が禁止される。 発癌性物質→生涯暴露をしても重大なリスクが発生しないこと 禁止されない条件 再生産性障害発生物質→発癌性の1000倍の量の暴露があっても観察可能な影響が出ないレベル ・ 適用除外 事業者規模の裾切り 公共部門（下水道など） (c) 警告義務 「明らかに合理的な警告」を与えることなく、市民をリストアップされた物質に暴露させることを禁止している。 ＜警告の例＞ ・ 消費者に対する警告：商品へのラベル貼付、メニューでの表示、一般への公告、トールフリーの電話サービス ・ 労働現場における警告：材料へのラベル貼付、目立つところに掲示する ・ その他の警告：化学物質の存在しているとみられる地域での掲示やその他住民への郵便での通知
執行システム	(a) 制裁 (sanction) ・ 排出禁止義務及び警告義務の懈怠に対し、その履行が裁判を通じて求められる (injunction) ・ 民事的課徴金（裁判手続きを通じる。2,500ドル／（違反一件一日）未満） ・ 刑事的制裁（5,000～100,000ドル／違反一日、重大な場合36ヵ月までの拘禁及び250,000ドルまで／違反一日） ・ 行政的課徴金及び行政命令はなし ・ 行政の立入検査権はなし

表-9.3 SDWTEAの概要 (続き)

ム の 特 徴	(b) 制裁の執行 ・ 第一次的には行政にある ・ 刑罰的制裁以外については、市民にも執行権限がある 市民→法務長官に提訴の意志を伝える→60日間誠実な職務遂行がない→インジャンク ションや民事的課徴金の賦課を求めて訴えを提起 ・ 民事的課徴金請求訴訟で原告が勝訴した場合の課徴金の取り扱い (原告25%、一般会計の有害物質口座50%、執行担当の行政機関25%の配分)
------------------	---

10. おわりに

日本における本格的なリスク研究は緒についたばかりであり、まだまだそれぞれの研究者が思いつくままにいくつかの局面について、しっかりした体系化もなされないまま研究を行なっているというのが現状であろう。しかし、徐々にではあるが、いくつかのまとまった文献も出されるようになり、リスク的なベースに立った議論ができるようになってきているのも事実であろう。筆者はリスクに関しては全くの素人で、今回は、個別・専門的に深く研究するというより、むしろリスク全般について自分の頭を整理するような意味合いで本報告書をまとめた。従って、本報告書をまとめるに当たっては、多くの先人がまとめられたすばらしい成果をかなりの部分において引用させていただいた。内容を誤解していたり、まとめきれていない面もあるかと思われるが、素人がとりあえずまとめた報告書とを考えていただいて、各方面からの意見をいただければ幸いである。

また、本報告書を取りまとめるに当たっては、筑波大学池田三郎教授、建設省土木研究所石崎勝義次長から受けた助言等を参考にさせていただきました。

最後になりましたが、これら諸先輩の成果や助言に敬意を払うとともに、感謝の意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 松原純子：リスク科学入門、東京図書（株）、1989
- 2) 岡田憲夫：災害のリスク分析的見方、土木学会・土と構造物委員会、「土と防災」講習会テキスト、1985
- 3) 亀井利明：危険管理論、中央経済社、1984
- 4) 徳谷昌勇：リスクマネジャー、東洋経済新報社、1983
- 5) 池田三郎：リスク評価と管理のための理念とシステム方法論、文部省重点領域研究報告書「リスク問題への学際的接近」、1990
- 6) Bickelchaupt : D.L.General Insurance, 9th ed., Homewood, 1978
- 7) 三根久、河合一：信頼性・保全性の基礎数理、日科技連、1983
- 8) 松原望：動的リスク管理の理論的枠組、文部省重点領域研究報告書「リスク問題への学際的接近」、1990
- 9) 岡本浩一：リスク認知・リスクコミュニケーション研究の概略、日本リスク研究学会誌、Vol. 1, No. 1, 1989
- 10) Okamoto, K. : A preliminary study of laymen's risk-perception : Correlations with individual difference measurements. Proceedings of the second international workshop on risk assessment & management. Osaka University/National Science Foundation/Japan Society for Promotion of Science. (Also in Preceedings of the second Japan-U.S. workshop on risk analysis, assessment & management. Japan Society for Promotion of Science) , 1988
- 11) 田中敦、広瀬弘忠、利岡靖恵：日本女性のリスクパーセプションの要因分析、日本リスク研究学会誌、Vol. 1, No. 1, 1989
- 12) 谷口武俊：社会における技術リスクの認識、エネルギーレビュー、1989
- 13) 広瀬弘忠：生存のための災害学、新曜社、1984
- 14) Fritz, C.E. & Williams, H.B. : The Human Being in Disasters : A Research Perspective, The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences, Vol. 309, 1957
- 15) Turner, R.H. & Killian, L.M. : Collective Behavior (2nd. ed.), Prentice-Hall, 1972
- 16) 木下富雄、吉川肇子：リスク・コミュニケーションの効果（3）、日本リスク研究学会第2回研究発表会要旨集、1989
- 17) 近藤駿介、谷口武俊：原子炉施設の確率論的安全評価（PSA）、原子力工業、第35巻、第4号、1989
- 18) 加藤寛夫：放射線によるリスクの評価方法、からだの科学、No. 135, 1987
- 19) 福田久治：踏切危険度評価指標の研究、鉄道総研報告、Vol. 3, No. 6, 1989
- 20) 鎌田晟雄、佐藤紘志、萩尾彰：横須賀市水道施設のブロック化に伴う耐震化計画の評価、第38回水道研究発表会、1987
- 21) 金子光美：下水処理水活用の衛生学的課題、下水道協会誌、Vol. 24, No. 279, 1987
- 22) 平松金雄、相馬仁：操作性タスクの安全評価試案、自動車研究、第10巻、第11号、1988
- 23) 内山充：リスクアセスメント調査検討報告、化学物質の環境汚染に関する総合的研究、1987
- 24) 村井英夫：化学物質の危険性評価方法、出光石油技術、Vol. 30, No. 5, 1987

- 2 5) 高島正秀、南慎一：戸建て住宅の室の火災危険度と区画防火について、北海道立寒地建築研究所昭和62年度調査研究報告集、1988
- 2 6) 高野公男：各種建物の防火設計の留意点 複合機能ビル、建築技術、No.440,1988
- 2 7) 森本徹、荒岡邦明：地域特性を考慮した建物の地震危険度の推定、第7回日本地震工学シンポジウム、1986
- 2 8) 村山武彦、原科幸彦：居住環境汚染リスクの評価に関する一研究、日本リスク研究学会誌、Vol.1, No.1, 1989
- 2 9) U.S.NRC: Reactor Safety Study—an assessment of accident risks in US commercial nuclear power plant. WASH-1400 (NUREG75/014), 1975
- 3 0) 飛岡利明：原子力施設のリスク評価、エネルギーレビュー、1989
- 3 1) 石崎勝義、吉本俊裕（編）：第3回春期講演シンポジウム「自然災害防止とリスク研究」、日本リスク研究学会誌、Vol.2, No.1, 1990
- 3 2) ICRP勧告翻訳検討委員会：放射線防護の最適化における費用—便益分析 (ICRP Publication37)、(社)日本アイソトープ協会、丸善(株)、1985
- 3 3) 末石富太郎：政策科学としてのリスク研究の展望、日本リスク研究学会誌、Vol.1, No.1, 1989
- 3 4) 大沢淳二：保険と災害、防災、第89号、(社)全国防災協会、1989
- 3 5) 高尾厚：日本型家計リスク・マネジメントの経済学的・文化人類学的考察、日本リスク研究学会誌、Vol.1, No.1, 1989
- 3 6) 阿部謹也：中世の窓から、朝日新聞社、1981
- 3 7) Akerlof, G.A.: The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism, Quarterly Journal of Economics, Vol.84, No.3, 1970
- 3 8) Williamson, O.E.: Market and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implication. A Study in the Economics of Internal Organization, The Free Press, 1975 (浅沼萬里・岩崎晃訳：市場と組織、日本評論社、1980)
- 3 9) Arrow, K.J.: The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choices of Market versus Nonmarket Allocation, The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPB Systems, U.S. Gov. Print. Office, 1969
- 4 0) Arrow, K.J.: Essays in the Theory of Risk-Bearing, North Holland Holland Pub., 1974
- 4 1) 高尾厚：クラブ財市場におけるインサイダーと保険市場におけるフリーライダー：保険のミクロの経済学、神戸大学経営部研究報告、35号、1989
- 4 2) ジェームス・タイ：クライシス・マネジメント、リスク・マネジメント、1988
- 4 3) (株)安田総合研究所：製造物責任対策、(株)有斐閣、1990
- 4 4) 北村喜宣：米国における環境リスク管理の制度的背景、文部省重点領域研究報告書「リスク問題への学際的接近」、1990

リスクの要点

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2911号
平成2年11月(1990)
吉本俊裕

要旨

本資料は、リスク全般について文献調査を行ない、それに独自の解釈を加えて整理し、まとめたものである。

キーワード：リスク



郵便はがき

切手をは
つて下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

河川部総合治水研究室

御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



○

土木研究所資料第 2911 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

土木研究所資料第 2911 号

○

リスクの要点