

Title	予防原則の現状とその問題点
Author(s)	標, 宣男
Citation	聖学院大学論叢, 15(2): 91-107
URL	http://serve.seigakuin-univ.ac.jp/reps/modules/xoonips/detail.php?item_id=181
Rights	

聖学院学術情報発信システム : SERVE

SEigakuin Repository for academic archiVE

予防原則の現状とその問題点

標 宣 男

Present Status of the Precautionary Principle on Risk Management

Nobuo SHIMEGI

The present status of the precautionary principle is briefly summarized in this report. The principle was developed to manage complicated technological hazards which can not be treated by the conventional risk management method and the decision theory, because of substantial uncertainties about human health and environment consequence as well as the probability of occurrence. According to the principle, protective action is required rather than delay of protection until scientific uncertainty is resolved. However, misused, most activities of life can be prevented by the principle. Therefore, it is necessary that the principle is improved by additional theory like the risk tradeoff analysis.

1. はじめに 従来のリスク管理手法とその限界について

我々を取り巻く環境から我々が受ける様々な圧力を環境リスクとして理解し、その対策を環境リスク管理と呼ぶようになってから久しい。リスク管理 (risk management) 及びリスク評価 (risk assessment) という概念と方法は、巨大システムである航空機や原子炉などの信頼性評価の分野では古くから導入されてきた⁽¹⁾ものである。このリスク管理では、あるハザードの存在下においてなんらかの被害に至るシナリオを考え、そのシナリオに基き生起する事象の確率と被害の大きさを分析 (リスク評価) した上で、大きな損害の生じる可能性をもつシナリオについてその生起確率を小さくするような対策を施すか、あるいは生じる損害の大きさを小さくするような対策を施すことにより、リスクの低減を目指してきた。

現在多くの国で環境のリスク管理は政府の大きな役割の一つとなっている。例えば、米国では1997年に大統領議会諮問委員会が、「リスク管理の新たな手法」⁽²⁾を提言した。その中でリスク管理を定義して「リスク管理は人間の健康や生態系のリスクを減らす為に、必要な措置を確認し、評価し、

Key words; Precautionary Principle, Risk Management, Decision Theory, Uncertainty, Technological Hazards, Risk Tradeoff analysis

予防原則の現状とその問題点

選択し、実施に移すプロセスである。リスク管理の目標は、社会、文化、倫理、政治、法律について考慮しながら、リスクを減らしたり未然に防止したりする為の、科学的に妥当な費用対効果の優れた一連の行動を実施することである」としている。この提言では、政策決定者（多くの場合政府関係のリスク管理者）の役割は、環境リスクに関する情報を整備しこれを国民に積極的に提供することである。この提言に顕れた環境リスク対策は、環境リスクの大きさ、分布、性質に関する正確な情報の整備と、リスクに関する決定への住民参加プロセスの確立が必要であることを示しているが、この意思決定に多くの利害関係者を参加させるべきであることを強調している点が特徴である。こうした背景の下に、米国の環境リスク管理では、個々の汚染物質や化学物質の毒性、曝露量と生態反応関係（dose-response）評価、人間や生態系への地理的・時間的な曝露評価、総合的な危険評価、これに基づく比較リスク分析（comparative risk analysis）等の一連のリスク評価システムの開発とリスクの定量的把握が進められてきた⁽³⁾。日本における環境リスク管理に付いても「化学物質と環境リスク」⁽⁴⁾にその方針がまとめられている。

ところで、これまで述べたリスク管理の基礎には決定分析（decision analysis）的考えがあるが、これを環境リスクについて言い表すと、ある政策の実行は「汚染物質が環境に放出される確率、汚染物質が拡散して行き個人がそれに曝される過程と確率、かつ汚染物質への曝露とその人体・生態系に対する影響（損害）が全て既知であり定量的に計算し得る、という前提に基いていることになる。さらに多くの場合、影響に対する価値観がどの主体にとっても同じであり、（あるいは決定者が一人であり）利益あるいは損失が単一単位で計測でき、且つ加算可能である⁽³⁾」と言う前提の上に成り立っていることになる。この様な前提の下で、「いくつかのリスク現象が同じ尺度上 例えば被害額や死亡数 で比較可能である。リスク管理がこの様な体系でなされることにより、不確実性を伴うリスクについて、科学的知見に基づく様々な影響予測、評価が可能になり、判断の基準を示し得ることとなった。またリスクの相互比較により政策の優先順位を点けることが可能になり、多くの関係者とのコミュニケーションの手段を提供することになった⁽³⁾」。

しかしながら、近年これまで述べたリスク管理の枠組みに当てはまらないような新たなリスク事象が増えてきた。これらを、西岡は、不確実性が増大し定量的な確率把握が困難なリスク事象、事象に不可逆性や遅れがあり、又結果の重大性が予想されるリスク事象、さらに 決定に関与する利害関係者が広がり、各自の利害関係が大きく異なるリスク事象、の3つに分類している⁽³⁾。具体的に言えば、 に相当する事象としてダイオキシン汚染（dioxin pollution）や内分泌攪乱化学物質（exogenous endocrine disturbance chemicals）及び温室効果ガスなどによる地球温暖化（global warming）がある。 については、前記の米国の大統領議会諮問委員会による「意思決定に多くの利害関係者を参加させるべきである」という提言の当然の帰結であり、例えば原子力施設建設などの問題はこれに分類されるであろうし、多くの国の参加を前提とする温室効果ガスなどによる地球温暖化の防止もまたこの範疇に入るであろう。

予防原則の現状とその問題点

以上述べたリスク事象の分類では、同じリスク事象が複数の分類枠に属することもままあり、必ずしも適切に分類できない。一方これらの事象は、起こるかもしれない事柄そのもの、事柄の深刻さの程度、起こる確率等、いずれにせよなんらかの大きな不確実性を伴っており、それが従来からのリスク管理の枠組みを逸脱させた要因である。この不確実性の大きさがリスク管理の方法を規定するとも考えられよう。

本論文は、上記のような大きい不確実性をもったリスク事象への対策法として考えられている予防原則 (precautionary principle) に付いて、現状と問題点を調査し論じたものである。以下、第2章ではリスク管理手法の有効性をこの不確実性の性質に依存したものと捉え、不確実性が大きい場合のリスク管理として、西岡の言う従来のリスク管理手法を超えるメタ「リスク管理」⁽³⁾の必要性を明らかにする。次いで第3章ではこのメタ「リスク管理」の一つである予防原則 (precautionary principle) について、使われ方の現状と問題点を考察する。最後に第4章で結論を述べる。

2. 不確実性とリスク管理

リスクという概念はそれ自体がいわゆる不確実性を内包しており、リスク管理とはその不確実性に対処する方法として理解されている。それでは、従来のリスク管理をこえる不確実性とはどのようなものかを、M. D. Rogers に従って示そう⁽⁵⁾。彼は、ハザード (hazard) から傷害 (harm) までのシナリオを、M. Porter の言葉として、

‘an internally consistent view of what the future might turn out to be-not a forecast, but one possible future outcome’

と定義している。リスク管理で取り上げるシナリオは、一つの可能性としての未来であっても予測 (forecast) とは異なるという点はリスクを考える上で重要である。何故なら、近年リスク事象として考えられていることの中には、単なる「可能」な事象を対象としている場合があるかもしれないのである。そして、この単なる「可能」な未来とは不確実性が極度に大きい未来であると考えられよう。

Roger は不確実性の程度に従って、限界づけられた不確実性 (ハザードと障害の間の確率的関係を確立するのに十分な科学的な基礎がある場合) から、大きな不確実性を持った状況 (不確実性が無知に等しい様な場合) までの3種のシナリオを提案する。採用されるリスク管理の選択肢は不確実性の程度に依存し、また予想される障害の深刻さに依存することになる。以下にこの3つのシナリオを示す。

(1) 目的が明瞭であり、ハザード (Hazard)- 傷害 (Harm) 関係 (以下、HH 関係と略述) が「既知」の場合

この仮定は一定のハザード (Hz) と特別の障害 (Ha) の間に、ある関係があることを意味するし、次の式で表される。

$$Ha = f(Hz) \quad (2.1)$$

これは、一般的にいて、Hz の増加は Ha の程度の増加へ導くと言うことを表している。ここで我々が関係している不確実性は、関数 f の中にある不確実性である。上記の「既知」は、我々がこの不確実性が確率的な関係に拠って表されると言う事実を示しているのである。(例えば、一定量以上では、放射線を浴びる量が多ければ一般的に言って傷害の程度はひどくなるが、然し一方、同量の放射線を浴びても人により傷害の程度が異なると言うようなことを意味する。即ち傷害の程度は確率的であるということになる。) この確率的な関係は、長期間の事象や沢山のサンプルに対して適応されるもので、それゆえ小さなサンプルの結果に対してはある固有の不確実性が常に存在するのである。更に考慮中のハザードへの曝露の程度がごく小さい場合、曝露の効果(関数 f についての知識が欠けている故に)はもっと不確実であろう。例えば、低レベル放射線への曝露は、高レベル放射線被曝の結果からの外挿では表せず、むしろ健康へのプラスの効果(ホルミシス効果)があるとすら言われている。(以上の説明を図示すると Fig 2.1 のようになる。)

しかしながら、これらの但し書きを付した上で、このシナリオにはなお十分な情報が存在し、一般的にリスク評価を実行することが出来、コスト(リスク評価の結果)や対象としている技術のもつ利益を考慮し、リスク評価の統計的な広がり観点から適切なリスク評価を実行することが出来

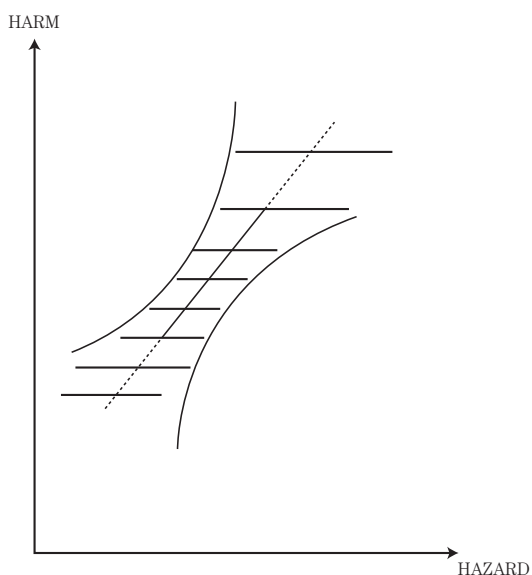


Fig. 2.1 A 'known' HH relationship (参考文献(5)より)

る。

(2) **最終目標がはっきりしない場合** HH 関係は「部分的に既知」

この場合と第一のシナリオとの差は、程度の問題ではない点を注見すべきである。第一のシナリオにおいては、少なくともハザード曝露のある範囲の中で HH 関係を作り出すのに十分な情報が存在し、原理的にこの範囲の外への外挿は可能であった。しかしながら、この場合には情報が制限されているので、もしこの関係の数学的モデルを仮定することが出来るならば、HH 関係を構築することが出来るに過ぎない。その為、関数 f 中の不確実性はかなり大きいものとなる。その様な状況は、例えば、遺伝子組換え植物 (genetically modified plant) の野外試験の場合に起こる。この場合、ローカルな生態系内で、遺伝子組換え植物から直接関係した植物へ遺伝子の流れの程度 (HH 関係) を測定することは出来る。しかしながら、この野外試験の結果から得られる情報は、大変複雑な多変数関係 (multi-variant relationship)、(異なった生態系、異なったマイクロあるいはマクロな気候、異なった遺伝子変異など)、上のただ 1 点を示しているに過ぎない。

この試験によって作り出された情報はもちろん非常に重要である。しかし、知られていることと、確信を持って決定を下す以前に知る必要があることとの間には、大きな差が存在する。このような不確実性の存在は、従来のリスク管理上の手法を使うべきか或いはメタ「リスク管理」手法を使うべきかについての決定に大きな影響を持つであろう。

(3) **‘最終目標が未知’の場合** HH 関係も「知られていない」

三番目は、仮想的なハザードに深刻な懸念を持っているような場合である。これは、HH 関係に関する情報が、似たような状況や動物実験からの推論により得られるが、しかし対象とする集団自身への効果に付いての直接の情報が無いような場合である。特に想定される傷害が深刻でありかつ不可逆であるような場合、なんらかの対処を必要とされるが、従来のリスク管理手法では対処できないと考えられ状況がここにある。例えば、近頃注目されている問題の一つの例として、乳幼児用 teething ring の様な子供が使用することを意図した PVC(ポリカーボネート樹脂)製品中のフタレート (phthalates) を考えよう。これは軟化剤として使われている物質である。フタレートは一種の有機化学製品であり、いくつかの family は有毒物にクラス分けされている。複数の HH 関係がこの製品について提案されている。例えば、teething ring を吸ったり噛んだりすることによる肝臓へのダメージ、腎臓へのダメージと長い間の使用による発癌効果、また、phthalate mimic oestrogen 等は内分泌を攪乱する働きがあるかもしれないと言われる。はっきりしているのは、フタレートのようなものを吸い込むことから発症するということであり、またある範囲を超えると、ハザードは吸引期間と共に増加すると仮定されている。想定されている障害の一つは長期間の肝臓のダメージであり、それは曝露されている集団の大きさに比例し、(2.1) 式に示した HH 関係に従うと仮定

予防原則の現状とその問題点

されている。

このHH 関係についての証拠は動物に対する毒性テスト（長期間の毒性テストではないが動物に対する激しい毒性テスト）からなっており、直接人間を対象とした証拠ではない。European Commission は専門家からなるその advisory committee に、幼児を対象にした製品にフタノールを用いることによる健康リスクについての意見を諮問した。その結果、このリスクは生命を脅かすようなものではなく、長期間その毒にさらされた場合に肝臓にダメージ被るに過ぎない。それを子供が吸引したり嚙んだりした結果としての曝露（フタノールの浸出の程度など）を測定し、もしフタノールの抽出量が提案されたガイドライン値を超えることが有るならば、健康に関係するかも知れない、と言うことである。この例において、データの不確実性とモデルの不確実性の両方が大きいであろう。しかしながら、今考慮の対象としている HH 関係に対し、特別に敏感な乳幼児などの集団を考えると、その様な状況において（これは人間の健康にのみ適用されるわけではないが）所謂「最悪の」シナリオ（worst case scenario）が採用されるかもしれない。最悪の場合と言う言葉によって、我々は、ハザードを障害に結び付ける原因の鎖の各段階において、現在の知識から最大予想されるデータを取り出すことを意味する。（フタノールの例によると、唾液の中への浸出速度、唾液から血液流れへの吸収、悲観的な最大無毒性量「No Observable Adverse Effect Levels」（NOAELs）、あるいはより悲観的に閾値の無い効果、動物実験で観測されたのと同じダメージ割合、などである）。事実先に述べた advisory committee は、フタノールについての意見を作るに当たり最悪ケース・シナリオによるアプローチを採用した。

最後に、不可逆な障害やあるいは、可逆でも元の状態に戻るには長い時間がかかる障害が存在する。その様な場合にも従来のリスク管理の手法は有効性を欠くと考えられている。そして多くの場合このような事象には大きな不確実性が存在する。

3．予防原則の現状と問題点

3.1 予防原則と歴史

前節では様々な程度の不確実性を示すシナリオの存在と、大きな不確実性を示す事象に対しては、従来のリスク管理手法を超えるメタ「リスク管理」手法が必要であることを示した。予防原則（precautionary principle、以下PPとも略記）は、そのメタ「リスク管理」手法の一つである。Fig.3.1は、前節とほぼ同じ内容を、潜在的な障害の深刻さ（severity）と不確実性の程度（degree of uncertainty）によるリスク対策の違いとして図示し、不確実性の程度に対する予防原則の位置を明らかにしたものである⁽⁶⁾。

この図において、縦軸が示す Severity は少数の個人に対する大きなリスクにも対応することが出来るが、しばしば社会や環境への全体的な衝撃の強さを表している。障害が起こる確率が高い時は、

予防原則の現状とその問題点

目的物や行為を禁止するか、あるいは障害を起こさない可能性のあるものに代える措置が取られる。あるいは、目的物又は行為が是非必要とされるものであって、適当な代替物がない場合は、厳しい制限が目的物又は行為に課されることになる。もちろん、リスクと結びついた障害の程度が軽微でその発生が不確実であるときは、何も対策は取らないのが普通である。逆に障害が大きく、その発生について不確実性が小さいときには、重要な対策がすぐさま取られることは自明である。

問題は Fig.3.1 の影の部分である。この領域には、実質的な障害が想定されるがそれが生じるかどうかの確からしさが低い事象と、障害の程度が低いが確からしさが大きい事象が含まれる。このような場合、特に前者の場合の政策決定は難しい。予防原則は、このような不確実性の大きい場合、何か行動をとるべきかどうか、取るとしたならばどのような行動を取るべきなのかを決定するための枠組みをあたえるものとして考えられた。

予防原則には多くの定義があるが、I. Leeka 等に拠ればこれらは次の3つの基本的なアプローチを含んでいる⁽⁶⁾。

(1) 「深刻なあるいは不可逆なダメージの恐れがある場合、不確実性をダメージを防ぐ行動を遅らせる為の理由にすべきではない。」(the 1990 Bergen Declaration と the 1992 Convention on Biological Diversity に現われている。)

これは一つのステートメントであるが、他と比べ、多くの点で表現の厳しさが緩和されており、

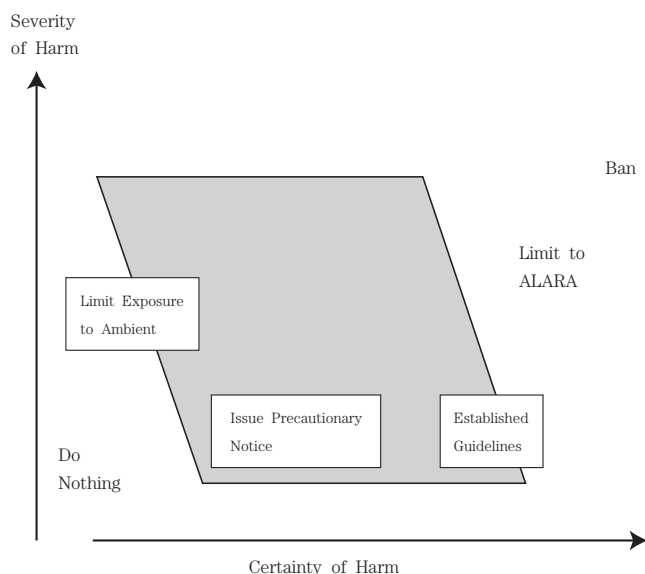


Fig. 3.1 Range of action that may be taken in response to risk of harm from a practice or substance. Shaded area indicated combinations of severity and certainty of harm for which the precautionary principle may be useful. (ALARA, as low as reasonably achievable.) (参考文献⁽⁶⁾より)

予防原則の現状とその問題点

行動の直接の基準とはならず、ある特別の状況下でどんな行動をとるべきか決める為のはっきりしたガイドを示さない。

- (2) 「深刻なあるいは不可逆なダメージの恐れがある場合は、例え原因と結果の関係がはっきり確立しなくても、予防的な対策が取られるべきである。」(Baltic Sea Area や他の条約や宣言に含まれている。)

この定義は、何かせよと言っているが、最初の定義と比べて如何なる行動をとるべきかについてよりはっきりしたガイダンスを与えるわけではない。

- (3) 「行動や対象物がとり返しのつかない、不可逆な障害を引き起こす可能性がある時はいつでも、たとえ障害が起こることが確かでなくても、その行動は妨げられるべきであり、あるいはその物は消し去られるべきである。」(The Swedish Environment Protection Act (1969))

この定義は何らかの適切な行動を要求するばかりではなく、障害を引き起こしうる行為や物を全て消去するという極端な行為を要求する。

これら3つの予防原則の違いは、証拠の強さや取られるべき行動の強さへの要求を表している。また、予防原則への要求が満たされた時でも、取られるべき行動には大きな幅がある。例えば、すぐさまハザードへの曝露の阻止あるいは消去 (The Swedish Environment Protection Act, 1969) を意味するものから、適切なコスト・エフェクティブな行為 (Rio Declaratio, 1992) を意味するものまで様々である。ただし、コスト・エフェクティブな行為であっても、まず可能な限り有効な行為を考え、コストについては二番目の決定要素としている。さもなければ、コストも効率も異なる行為の中からいずれか決定する為に、何か他の基準が必要とされるからである。これまで採用されてきた予防原則の簡単な歴史を表3.1に掲載した。

3.2 予防原則適応の具体例

表3.1に現れているように、ヨーロッパ大陸の幾つかの国では1980年代、予防原則に則り、いち早く酸性雨対策に乗り出した。他方、英国では、科学的知見が不十分であるとの理由を挙げて、酸性雨対策のみならず、狂牛病対策にも後れを取った。わが国では2000年12月の「(新)環境基本計画」への答申中の、環境政策の指針として、「汚染者負担の原則」「環境効率性」、「予防的な方策」と「環境リスク」があげられている。ここでは、予防原則と同時に環境リスクの考えに基づいて科学的評価を行うことが示されている。

以下に予防原則が適応された具体的な例を示す。一つは、温暖化などの地球の気候変動に対する対策である。もう一つは電磁場 (Electric and Magnetic Field: EMF) の影響についてである。

予防原則の現状とその問題点

表3.1 予防原則の簡単な歴史

1969年	The Swedish Environmental Protection Act	予防原則が、環境的にハザードとなる行為を規制するための意思決定ルールとして顕れた。
1970年	German national law	原子力発電、酸性雨（acid rain）、北海汚染の規制政策の基礎に PP を採用。
1987年	Ministerial Declaration of the Second Conference on the Protection of the North Sea	PP を国際的な環境法の中に導入。科学的にダメージが証明されなくとも、海のエコロジーにおける PP の適応を、連続性的、毒性が有りそして生物濃縮（bio-accumutate）に責任を負うべき物質によって引き起こされるかもしれないダメージに制限。
1992年	An amendment of Maastricht Treaty on the European Union	E U の環境政策は、PP や防御的な行為がとられ、環境へのダメージが前もってその源から取り除かれ汚染者は弁償するという原理に基づく amendment ）。使うことが出来る科学的な証拠、環境の状態、コストと利益、そして社会経済的な条件を考慮するような政策開発を要求。
1992年	<ul style="list-style-type: none"> ● The United Nation Conference on Environment and Development at Rio de Janeiro ● the Convention on Biological Diversity and the UN Framework on Climate Change 	<p>Rio Declaration : 「環境を保護する為には各国により、それぞれの能力に応じて、予防的アプローチが広く適応されなければならない。深刻な、あるいは、不可避免的な損害の恐れのある場合には、完全な科学的確実性の欠如が、環境悪化防止の為の費用効果的な措置を延期する為の理由となるべきではない。」</p> <p>Rio Declaration はコスト・エフェクティブネスを考慮した予防原則と言える。</p>
その他の国内法	<ul style="list-style-type: none"> ● the 1992 Intergovernmental Agreement on the Environment in Australia ● the 1994 Strategy on Sustainable Development in the UK 	

(1) 気候変動の場合^{(3),(7)}

現在の地球温暖化の原因が人為起源の二酸化炭素等の温暖化物質によるものであるという点について、徐々に蓋然性が増してはいるものの、それによって引き起こされるとされる気候変動には依然として科学的不確実性が大きい。その中には破局的結果を生じる可能性があり、また大気中の二酸化炭素の増加は不可逆でなくとも海による二酸化炭素の吸収などにより、適当な気候に落ち着くには長時間を要する。また各国の価値観の違いにより対策に付いての決定が間に合わないことことから、国際社会は狭義の「リスク管理」手法によって対策を建てることは不可能であった。この状況下で、気候変動への対応策として2とおりの対策が考えられた。一つは、その科学的根拠は未だ十分でないが、温室効果ガスの排出を制限して気候変動を起こさないようにしようという抑制策（mitigation）である。もう一つは、気候変動が人為的なものではないかもしれないから、今のところなにもしないで見守って、証拠がはっきりしてから手を打つ、もし農業等に影響が出始めたら、灌漑や農作物転換で適応（adaptation）しようとする対応である。しかし、経済負担は大きいにもかかわらず、国際社会は予防原則に基づき、前者の抑制策を選んだ。そして、同時に変動がもし起こった場合にもその影響を緩和する「適応策」の強化や科学的不確実性を減少させる為の研究も平

予防原則の現状とその問題点

行して進めることとした。具体的には、意思決定を幾つかの段階に分けて行う逐次意思決定手順を採択することとした。即ち「あまり詳細な約束をしない段階で、枠組み条約と言う形で利害関係者の参加を確実にし、その後議定書によって削減の目標を設定し、出来ることから進めて行く。そして、科学的知見が IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル) によって逐次決定プロセスに報告され、不確実性を狭めながら必要な手を順次話し合いで決めていくことにした。そして、リスク回避に予防原則を併用しながら、リスク管理を行うことの出来るような条件整備(科学の最新情報を定期的に IPCC から報告させる)を念頭に、時間を掛けた決定プロセスを取るようになった。以上を具現化するために、1994年「気候変動枠組み条約」および1997年の「京都議定書」によって温室効果ガスの削減と言う措置をとった。

(2) EMF (electric and magnetic field) の例⁽⁶⁾

電力は明らかに無数の仕方で社会に益をもたらしている一方、電力輸送及び電力使用に伴う電場及び磁場から生じる健康への悪影響の可能性についての懸念が存在する。EMF が人間の健康に悪い影響を持つかどうかと言う問題は、最初疫学的な研究から生じ、職業人及び一般住民の被曝の両方について調べられた。研究の主眼は癌、特に白血病 (leukemia) と悪性脳腫瘍 (brain cancer) であった。しかし、曝露と影響の関連性がある研究では観察されたと言う報告があったにもかかわらず、これらの関連性についての有効性と意味には大きな不確実性が残った。実際、研究室で行われた動物実験のほとんどで結果は否定的であった。細胞 (cell) や組織 (tissue) の培養研究 (culture studies) を行ったある研究室では生態学的な反応を示したが、しかしそれと独立した研究室ではこの研究結果を繰り返すことはほとんど出来なかった。更に、EMF によって引き起こされた生態学的反応と癌の発達の関連性がはっきりしないのである。現在利用できるデータは EMF が既知の発癌作用因 (carcinogenic agents) についての確立された criteria に合わない、即ち突然変異原 (mutagen) でも完全な発癌物質 (carcinogen) としても働かないことを示した。結果として、20年以上の研究の後、なお EMF が癌促進物質 (cancer promoter) あるいは発癌物質 (carcinogen) となり得るかどうかと言う問題は、未解答のままである。そして、最近の関心は、心臓疾患 (cardiovascular) や神経退化的疾患 (neurodegenerative disease) 等の非癌エンドポイント (non - cancer endpoint) に広がっている。

EMF による人への健康障害のリスクは、大変小さいと考えられるにもかかわらず、EMF 曝露の遍在性からくる社会的な潜在的衝撃の故に、以上述べた不確実性に直面して、規制当局は EMF に対し予防原則を採用すると言う方向に導かれた。しかしながら、電気は他の多くの面で人の生活に役立っていると同様、我々の健康にも有益である故に、電気を使わないで済ますことは出来ない。したがって、代替物が可能な多くの毒性物質 (toxic substance) とは異なり、この状況下での予防原則の採用は、電力による利益を保ちつつ、我々に対するリスクを特定し減少させる様な努力を必

予防原則の現状とその問題点

然的に伴うものと言うことになる。

各国政府のほとんどは、EMF曝露への基準をも置けており、磁場の強さについてのガイドラインを開発したり、或いは‘prudent avoidance’と呼ばれる政策を採用している。Fig.3.2は各国政府によって取られている磁場の強さの制限値である。

‘prudent avoidance’と言う概念は、Carnegie Mellon UniversityのM.G.Morganらによって導入されたものである。幾つかの国や米の州政府は上記のようにEMFの強さを制限するより頻繁に、このprudent avoidanceを採用してきた(1989, US Office of Technology Assessment (OTA) report)。彼らはprudent avoidanceを、EMFについて次の様な政策として定義した。

「電力設備を他のルートで輸送したり、電気的システムやその製品(装置)を再設計することの両方により、人々を電磁場に立ち入らせない為の手段を昂じること。」

ここで、‘prudence’はこのavoidanceが穏当なコストを生じることを意味する。このprudent avoidanceが、「不確実性に直面した中で賢明な判断をするために不完全な科学を用いた一例」として導入されたとすると、これは予防原則の一つの応用と見なしうる。この場合の予防原則は、論証

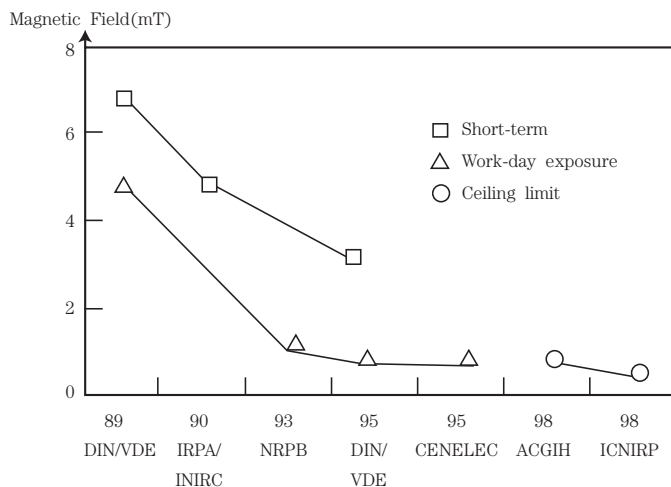


Fig. 3.2 Change in occupational magnetic field exposure limits Specified by national and international guidelines.

DIN/VDE (Deutsches Institut für Normung-Verband. Deutscher Elektrotechniker); IRPA/INIRC (International Radiation Protection Association/International Non-Ionizing Radiation Committee); NRPB (National Radiological Protection Board); CENELEC (Comite Europeen de Normalization Electrotechnique); ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists); ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

(参考文献(6)より)

図中の単位 $mT = T/1000$,

T (テスラ): 磁束方向に垂直な面の $1 m^2$ につき $1 Wb$ の磁束密度を言う

Wb (ウェーバ): 1 回巻の閉回路と交叉する磁束が、一様に減少して 1 秒後の消滅する時に、その閉回路に $1 v$ の起電力を生じさせる磁束を意味する

予防原則の現状とその問題点

できるリスクが存在しないような場合でも曝露を最小にする為に、単純で容易に達成できかつ低いコストの対策をとることを要求されている。

prudent avoidance を採用した政府としては、Sweden , Australia , およびいくつかのアメリカの州 (California , Colorado , Hawaii , New York , Ohio , Texas , Wisconsin) があげられる。

具体的例を挙げると、Sweden 政府は1993年、prudent avoidance を擁護し、「大きな不便や高コストを伴わずに新しく家を建てる場合や電氣的な装置を作る場合には、電磁場の強さを少なくする対策取ること」として定義された。この予防的な政策は1996年、Swedish Local Officials において次のように公式化された。

「もし一般的に曝露を低減する対策が、妥当な (reasonable) 費用と他のあらゆる点で妥当な結果を伴って取られるならば、その環境において電磁場を普通より遥かに低減する努力がとられなければならない。新しい電氣的な設備や建物が関係している場合、曝露が制限されるように設計し、位置を決める努力がなされるべきである。」

なお、アメリカの Connecticut , Missouri , Columbia の各州では、この政策を、EMF 事象について不十分な証拠及び科学的なコンセンサスがないという理由で拒否している。

3.3 予防原則の問題点

(1) 現代における ' normal certainty ' (事実上の確実性) の限界

先にも述べたように、我々はすべて確実な原因よりもほとんどの場合可能な原因によって支配されている世界に住まねばならない。リスク科学は、その様な確実であることはむしろ稀な状況下で、ハザード 障害関係に必然的に内在する不確実性を処理するために考え出された手法である。この障害発生の不確実性は、我々が我慢して受け入れるには難しい概念であるが、これに関係し現代に生きる我々が考え直さなければならないのは、スイスの数学者 Jacob Bernoulli (1700年頃活躍) が normal certainty (事実上の確実性) と呼んだものである。Bernoulli は、我々がほぼ完全に確実であると言う場合を normal certainty という言葉で表した。彼にとっては (1000 / 1001) の確率は十分に確実であることを意味すると考えた。しかし現代のリスク論において問題になるのは、生じる確率がどの程度小さいならば、起こらないと事実上考えるか (起こらないことに対する normal certainty , 事実上の確実性) という点であろう。M.D.Roger ⁽⁶⁾ はリスク論における normal certainty を、ALARA (' as low as reasonably achievable ') あるいは ALARP (' as low as reasonably practical ') 原則に拠って定義される値とした。これらの原則を満たす程度に小さい確率を持ったリスクが許容できるリスクレベルと理解されている。しかし、この基準は、抽象的 ' reasonable person ' (普通、日本語では一般人と訳すがここではこの訳語を用いない) が、コストや利益、社会的要素そして技術等を考慮したうえで受け入れたものである。

しかし ' reasonable ' とは何か、あるいは何が ' not reasonable ' であろうか。現在においては疑

予防原則の現状とその問題点

いもなく科学技術的進歩は巨大な報酬をもたらすが、一方しばしば予期せぬ不測の結果（コスト）をもたらす。我々は（そして特に規制者は）、技術的な進歩から生まれる利益を損なうこと無しに、社会におけるその様な不測の結果を最小にすることを望む。しかしそれは容易なことではない。何故ならリスクの内容が専門化し専門家と一般住民の知識の差が拡大したこの大衆化社会において、‘reasonable’な判断が一般住民に出来るか疑問であり、さらに、この normal certainty という概念に対し、価値観の多様化した社会に住む一般住民が共通なコンセンサスを持つことが出来るか疑問であるからである。最近の予防原則適応に見られる、特に製品やプロセスの即時禁止の要求の増加、即ち予防的行為（Precautionary Action）の強い適応と呼ばれるものに対する要求の増加は、このことを示しているのではなからうか。この強い適応とは、1.1節の(3)に示した予防原則をそのまま適応するものである。しかしながら、予防原則の強力な適応が技術的な不確実性を避ける為の唯一の方法であるべきであるかのように言うことは愚かなことである。何故なら、予防原則はしばしば予測できる未来ではなく、単なる理論上でのみ可能な未来に適応されることがあり、従って誤用すると人間活動のほとんどを妨げてしまうからである。それ故、その使用は注意深い配慮による釣り合いの取れたものでなければならない。

(2) 予防原則実行に際し考慮すべきこと

憂慮すべき結果をもたらす可能性のあるが大きな不確実性を持つ事象については、予防原則を適応する前にまずいわゆる「後悔しない政策」(No Regret Policy)⁽³⁾のような対策を立てるべきであるという主張も存在する（例：アメリカの地球温暖化対策）。しかし、憂慮すべき結果をもたらす可能性のある事象に付いては、やはり予防原則に即した対策を実行を必要とすると言う主張が存在する。しかしこの場合でも、予防原則を暴力的なものから現実的なものへと改良する努力が必要である。例えば、すでに地球環境に対する予防原則の適応において考慮されているコスト・エフェクティブネスの考慮もその一つである。この点について、John D. Graham は予防原則をより有効なものにするために、目標物への曝露が持つ不確実ではあるが健康に有益な効果、予防的行動によって引き起こされる不確実なリスク、予防対策としての研究、の三つを考慮する必要があることを指摘した^{(8), (9)}。

目標物質への曝露が持つ、不確実ではあるが健康に有益な効果

同じ化学的及び物理的要因が有害であると同時に有益であることは、科学的な進歩が明らかにしている。もしそうならば、それへの曝露を阻止したり減少させたりすることは必ずしも予防的でも防御的でもないであろう。事実、曝露が肉体の異なった器官や異なった種や異なった生態系に、同じ物質が有益な効果と有害な効果の両方を作り出す可能性と言う大変複雑な場合が存在する。パラケルススの時代より、薬理学者や毒物学者に良く知られていることだが、高い摂取量で

予防原則の現状とその問題点

毒性を示し得る同じ物質が低い摂取量では有益であるかもしれないのである。

興味深い例として、ダイオキシンがある。それはある動物の種においては肝臓に対する有力な発癌物質であるが、齧歯動物の肺の腫瘍に対しては抑制効果があることが知られるようになった。もう一つの例は、サリドマイドへの評価の復活である。サリドマイドは今や有効な反腫瘍作用物質と見なされている。さらに、二酸化炭素放出の世界的な規模の増大によって引き起こされた気候の急激な変化は、地球上の様々な地域での農業生産を崩壊させることが予測されている。それは、食料供給を下降させ、飢餓と栄養不良を地球規模で増加させることを引き起こすという。しかし、科学的に考えるならば、このことを offset（相殺）する効果がありうる。例えば、大気中における二酸化炭素の濃度の増加が、農産物の生産をあげる発育促進効果をもっているという可能性がある。もし発育促進効果が特別乾燥した地域で起こるならば、穀物生産高の増加は最も感謝されるであろう。しかし、これらのオフセット（相殺）効果の大きさは確実性を持って知られていず、また温室ガス放出の農業生産への正味の効果の決定的な解析も可能ではない。それ故、地球規模の気候変動についての政策上の議論は、総合的な評価モデルに有害効果と同様に有益な効果をも取り入れることに対するコンセンサスに至っていない。従って、これを考慮することは時機尚早であろう。しかし、一般論として、予防原則はその実用性と有効性を増すために、人間の作った技術によって引き起こされた意図しない曝露が、人間の健康や環境に有害な結果ばかりでなく有益な結果を持つ可能性をも考慮できるようにする必要がある。もし予防原則の暴力的な使用が、曝露から来るなんらかの有益性を取り去るならば、取り去られた有害性よりも大きいマイナスの効果をもたらすかもしれないのである。近年の科学的な進歩はそのような有益な効果が無視できない事を明らかにしてきたのである。

予防的行動によって引き起こされる不確実なリスク

予防原則それ自身を人間の作った技術と見做しうるとすると、予防原則により規制しようとするリスク（target risk: 目標リスク）に対し、予防原則そのものが原因となって予期しないリスク（countervailing risks: 対抗リスク）を生じるかもしれない。医学において意図しない副作用が調べられるように、公衆の健康や環境を守る為の予防的な措置は対抗リスクについて十分解析される必要がある。このように、目標リスク削減によって生じるかも知れない、対抗リスクを解析し全体としてリスク評価をする手法を、リスク・トレードオフ解析（risk tradeoff analysis）という⁽¹⁰⁾。このような予防的な行為が一つのハザードを阻止するが、もう一つのハザードを引き起こしてしまうようなジレンマに対し、近頃の色々な予防原則は答えを持っていない。このような場合、二つの不確実なハザードの深刻さの程度を、注意深い解析のもと普通のメトリック（例えば、寿命 life year あるいは人間の健康効果における quality - adjusted life year）を用い、比較する必要がある。これはリスク対リスク解析（Risk vs. Risk Analysis）と呼ばれている手法である。

予防原則の現状とその問題点

このリスク対リスク解析の成功例としては、成層圏オゾン層を防御する為のフロンガス (chlorofluorocarbons) の段階的減少と、代替化合物の使用がある。この場合にはフロンの代替化合物のリスクが認識され、かつそれを最小にするように国際社会の同意のもと適切に管理されている。

予防対策としての研究投資

予防原則の適応が検討されるような事象は、ハザード曝露による被害の程度にも被害発生の確率にも大きい不確実性があることについては再三言及してきた。このような不確実性に対処する手法である予防原則を実行あるものにするための改良点を述べたが、その中には、この目標リスクの不確実性を減少させるような努力はなかった。対象としているハザードが、あまりにも理論上の可能性に過ぎないような場合には、この不確実性を減少させるための研究投資に付いて検討してみることは予防対策上必要なことかもしれない。Grahamはこの様な不確実性を減少させるための研究投資について、VOI解析 (Value-Of-Information analysis) とよばれる手法を用いて考察することを提案している。この方法は、cost-benefit法と決定理論を組み合わせたものである。Grahamはこの手法を携帯電話 (mobile held phone) が作る電磁場への曝露による脳腫瘍のリスクについての研究投資を例にして説明している。

問題はこの「脳腫瘍が発生する確率」における不確実性であり、この不確実性を取り除くために研究を実施することを考える。ここで考慮すべきは、携帯電話を用いることによる利益、携帯電話を使うことによって生じると予想される脳腫瘍のコスト、携帯電話の予想寿命、研究期間の長さである。ここで、携帯電話を即時禁止した場合の寿命期間中の利益と、携帯電話を使っているが一定期間研究を行いその結果により、それ以降の対策を考えた場合の期待利益を比較する。しかし後者の場合、研究の結果について様々なことが考えられる。まず、この研究結果が決定理論の言う「完全情報」(perfect information: どの状態が真であるか間違いなく知らせてくれる情報)を与えてくれる場合、次に「不完全情報」しか与えてくれない場合である。後者の場合、さらに次のように別れる。

i) この主張が真実である場合。

この場合この研究がそれを見つけるであろう場合と、研究がそれも見つけることに失敗する場合 (false-negative error) をそれぞれが生じる確率と共に考える。

ii) この主張が偽である場合

この場合この研究が否定的である場合と、この研究が誤ってこの仮定を確信してしまう場合 (false-positive error) をそれぞれが生じる確率と共に考える。

これらの条件により研究計画に関係した正味の利益を予想し、最も利益の大きい対策を採用することとなる。

結論として Graham は防原則の実行者に対し、以上の3点を考慮し次のようなコメントを付

している。

「予防的な対策を制定するに先立って、意思決定者は意図しない曝露のいかなる潜在的な利益をも、予防的な行動のいかなる潜在的リスクをも、また予防的な戦略としての科学的研究への目的を定めた投資の有望さをも考慮すべきである。」

4 . 結 論

科学技術による製品の増大と共に、これらの物質あるいは装置が現在及び将来においても、人間や生態系へ影響に関する科学的知識の不完全さは、従来のリスク管理手法が限界を持っていることを示している。予防原則はこの様な事態に対応するために考え出された対策であるが、客観的かつ合理的な判断基準がない現在、その使用にはある危険性を伴う。特に、予防原則のターゲットとなったハザードをもたらず生産物がその社会に必要とされる場合、代替物のもたらずハザードの評価は注意深くしなければならない。例えば、電力エネルギー源としての原子力の利用に対し、通常原子力に変るものとして、自然エネルギーの限界から化石燃料を使わざるを得ないとの指摘がこれまでにあり⁽¹¹⁾この場合温暖化のリスクにさらされることとなる。一方向のような意見がある⁽¹²⁾。

「原子力発電を推進すべきか否かについて、予防原則に照らせば、全く相反する2つの結論が導かれる。少なくとも現時点では、原子力発電所を新增設しなくとも、世界の電力供給に『不足』の生じる可能性はまず無い。だとすると、多少に拘わらず原子力発電所が事故リスクを伴うことは否定できないのだから、原子力発電所の新增設は慎むべきである。これが予防原則の一つの結論である。予防原則の導くもう一つの結論は、つぎのとおりである。30年先、40年先に化石燃料が枯渇すると断言できないけれども、枯渇のリスクの存在はだれしも認めざるを得ない。だとすれば、遠い将来における化石燃料の枯渇を確認する科学的根拠がたとえ不十分であっても、予防原則に従えば、原子力関連技術を維持すべきである。そこで次に問わねばならないのは、原子力関連技術を維持する為に、原子力発電所の持続的な建設が必要なのか否かである。仮に、その必要あるとするならば、原子力発電所の新增設を認めるべきだと言う殊になる。……という全く逆の結論が同じ予防原則から導かれることになる。」

この全く逆の2つの結論が同じ予防原則から導かれるのは、時間的視野の取り方に起因すると著者は言う。いずれにせよ、原子力の廃止は、温暖化のリスクかエネルギー源の枯渇のリスクにさらされることとなる。これらは、予防原則を用いる場合に生じたリスク対リスク問題である。不確実性が大きく影響の大きい目標リスクに対し、同様に不確実性が大きく影響の大きい対抗リスクの発生、これをどのように処理するか。これは予防原則の適応に際し、その性質上生じがちな問題であろう。予防原則の使用に対し一層の注意が必要とされる理由である。

予防原則の現状とその問題点

参考文献

- (1) U.S.NRC“Reactor Safety Study-an assessment of accident risks in US commercial nuclear power plant” WASH-1400, NUREG 75/014 (1075)
- (2) リスク評価及びリスク管理に関する米国大統領ノ議会諮問委員会編『リスク管理の新たな手法』化学工業日報社(1998), p .3
- (3) 西岡秀三「予防原則と後悔しない政策 リスク管理との対比から 」日本リスク研究学会誌12(2) (2000), pp . 40 - 48
- (4) 環境庁リスク対策研究会監修『化学物質と環境リスク』化学工業日報社(1997)
- (5) M . D . Rogers ‘Scientific and technological uncertainty, the precautionary principle, scenario and risk management’, J. of Risk Analysis 4 (1), (2001), pp.1 - 14
- (6) Leeka I . Kheifets et al. ‘The precautionary principle and EFM: implementation and evaluation’, Journal of Risk Research 4 (2), (2001), pp. 113 - 125
- (7) リスク研究学会編『リスク学辞典』TBS ブリタニカ(2000), p . 318
- (8) John. D .Graham ‘Decision-analytic refinements of the precautionary principle’ Journal of Risk Research 4 (2), (2001), pp. 127 - 141
- (9) John. D .Graham ‘ A future for the precautionary principle ?’ Journal of Risk Research 4 (2), (2001), pp. 109 - 111
- (10) John. D .Graham, ‘Risk versus Risk-Tradeoffs in Protection Health and the Environment’ Harvard University Press(1995)
- (11) W.D. ノードハウス(藤目和哉監訳)『原子力と環境の経済学』電力新報社(1999)
- (12) 佐和隆光「『予防原則』と原子力発電」日本原子力学会誌, Vol.43, No.12(2001), p .1