グローバル環境問題における不確実性への対応
－リスクベース・アプローチによる影響評価と管理 －

池田　三郎
筑波大学社会工学系教授

1．グローバル環境・技術リスク問題の浮上とその性格

1980年代以降の科学技術の高度化、産業構造のソフト化は、製造物やサ-ビスに多様な付加価値、利便性、効率性をもたす一方で、多量消費と大量廃棄という産業構造と生活様式の社会を造り上げてきた。これらの高度産業技術によって作り出された製造物やサ-ビスは、そのライフサイクルの不透明さから、予期せざる環境汚染、健康影響、地球生態系への不安の増大という「ツケ」をも抱えたのである。高機能素材、新溶剤、合成化学物質等からは思いもかけなっかた発癌性、変異性などが数多く見いだされ、さまざまな燃焼過程から生成排出される有害化学物質や温室効果ガスは、新しい健康影響、生態系機能への撹乱、広域の酸性雨、気候変動の可能性をもたらしている。

同様に、科学技術の高度利用と産業構造の情報化から派生してきた技術ハザード(technological hazards)もそれが発生する可能性は相当に低いにもかかわらず、ひとたび発生すれば、その影響の大きさと規模は地域や国境という空間的な枠を超えて国際的な拡がりを伴ってきている。いわゆる巨大技術(大量輸送航空機、原子力発電所、精製・合成化学プラントなど)の事故や先端技術(高度情報処理、新素材、遺伝子工学など)の事故は、世界中のどの場所で発生しようとも、国境を越えて広がり、また、広範囲に報道され、高度産業技術の安全性に対する一般市民の信頼を揺るがすことになる。実際に、我が国においてもこれまで安全とされてきた高度技術に係わる事故は少なからず発生し、高度情報化社会(高度産業社会)に含まれているリスクへの脆弱性に人々の関心が高まってきている。

これらの因果構造は「少量多種、広域、長期、複合、蓄積」という複雑な特徴をもつ故に、市民・消費者には見えにくくなり、発生源と影響を受ける対象(エンドポイント)、汚染者と被害者が明確であった古典的な公衆衛生・労働災害・公害の範囲では処理しきれない「不確定さ(リスク)」と、地域や国境を越えた「グローバル」な性質を持っているので、その対象によって、グローバル環境リスク、グローバル生態系リスク、グローバル技術災害リスク問題といわれている。

このグローバル・リスクという概念を最初に公式報告書に用いたのは、地球規模の環境破壊問題を警告したBruntland 報告(1987年)であり、時間的(世代間)、空間的(越境、地球生態系)に持続可能な発展のための戦略と不確定性分析(リスク分析)の必要性を提案している。その後、1980，1990年代を通じて、多くの国際研究機関、国際学会(Society for Risk Analysis, Int. Society for Ecological Economics, etc.)によって、特に不確定性への事前対応(precautionary approach)が研究されてきている。

2．グローバル・リスクのタイプとリスクの性質

上述のグローバル・リスクは次の２つのタイプに分類されるであろう：

(A) ある行動の結果が積み重なって地球全体に影響を及ぼすもの

温室効果ガスの増加による気候変動、オゾン層の減少、放射性核種の増加、有害化学物質の拡散、生態系の食物連鎖等による機能の障害、多様性の減少

(B) 地域的な変化が長期的に拡大・蓄積して地球全体に及ぶもの。

資源の開発による熱帯雨林の減少、砂漠化、不適性廃棄物処理による土壌・地下水系の損傷

(A)のタイプでは、世界共通の資産である地球環境資源利用の「囚人のジレンマ」で代表されるリスク問題が発生し、(B)のタイプでは、個々の地域レベルでは「少量、広域、長期、複合」的であるために、加害者と被害者を区別し、特定し、被害を計測したり、影響を予測することが難しいという強い不確実性(リスク)と、個々の局所的な現象を積み重ねるだけでは問題の全容が把握できないという問題症候群(グローバル複雑系)を構成することになる。

したがって、これらの環境リスク事象を研究対象とする学問分野では、不確実性をできる限り構造化し、確率的な事象として定式化するという自然科学に関連した課題と共に、不確実性が存在する条件下で、リスク事象の評価を行いかつ潜在的な被害の軽減をはかるという環境科学(環境工学)と政策科学(社会工学)の双方の課題が発生してきている。しかも、このグローバルリスク問題症候群では、

1)リスク顕在化の可能性(発生頻度)は低いかもしれないが、その結果は、不可逆的であり、かつ、社会的な影響は大きい。

2)リスク評価の幅が広く、いわゆる客観的な指標を出すことが困難であり、主観的な判断に頼らざるを得ない。

3)リスクの軽減や制御のための社会的な合意を得ることが容易でない。

という特徴をもつので、リスク防止と軽減のための政策科学的な検討は従来の不確実性下の意思決定問題とは異なり、将来の世代への影響を現代の世代の人々がどのように受けとめるのかという人文・社会科学の次元の不確実性を含めた分析枠組みが必要と思われる(Ikeda 1984)。

3．グローバル・リスク問題への政策科学的分析の枠組み

気候温暖化に伴うグローバルな環境変化に対して、我々の社会は、果して今後の持続的な発展を可能にするための有効な対応を取ることが出来るのであろうか？この検討課題は、地球科学、気象学、海洋科学など温暖化の可能性に関する科学論的な論争から、海面上昇やオゾン層の減少による健康影響や経済活動と人間居住への影響の見積りに至るまで、幅ひろい問題をかかえている。したがって、たとえ気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の報告書(1997)が主張するように、現在の温暖化の進行を科学論的な立

場から容認するとしても、温暖化の進行に関与する人間社会の経済・社会活動を存続させる制度や文化と倫理に含まれる不確定性のために、科学的かつ技術的に明確な処方せんを提出することが出来ず、不確定性の下における政策分析、すなわちリスク分析を必要とする分野となる。

このような二つの側面を総合するグローバルリスク分析の枠組みとして、つぎの図1のような政策科学的な対応手法が考えられる。ここでは、環境・技術リスク問題の我々の知識の不確さの程度(因果構造にかかわる科学的な評価軸)とリスク事象の結果に対する社会的受容の難しさ(不効用構造にかかわる社会文化的な評価軸)という2つの軸で、リスク分析の領域を4つに区分し、それぞれの区分における課題(issues)と手法(approach)を分類することができる(Douglas & Wildavsky 1982 等より改変)。

領域 (1):リスク事象に関する知識が相当に確実で、その評価について社会的に一致できるならば、リスク削減のための設計・制御に対する応用科学と工学的対応の領域となる。ここでは、環境・健康モニタリングをベースとした監視と科学的な知見に基づく受容リスク基準(環境基準に相当する)によるこれまでのタイプの行政的規制や法的な整備(Regulatory and Cost-Benefit Approach)による管理が可能となる(Ikeda 1986)。

領域 (2):リスク事象に関する知識が相当に確実ではあるが、結果に対するリスク受容の評価が利害関係者の間で一致できず、リスク対応へ向けた合意形成のための様々な行政的手法が必要になり、リスク情報の開示を含めた広範囲の合意形成手法(Consensus or Gaming Approach)が重要な課題となろう。

領域 (3):知識の不確実さのレベルが拡がるが、その結果に対する受容リスクレベルに関する評価では一致できる時、当該リスク事象に関する研究・調査や監視(モニタリング)への資源配分がリスク対応への課題となり、診断と推論の科学をベースとした事前対応的手法(Precautionary Management Approach)が必要となる。

領域 (4):知識の不確実さの幅が大きくかつその結果の受容レベルの評価に対して利害関係者間、ならびに現在と将来世代間で大きな対立が生じる領域であり、いわゆる科学的・客観的な行政的対応がほぼ不可能となる。したがって、ここでは、不確実性への評価のメタ科学(文化と倫理の優先する)を発展させると共に、社会的な合意に向けたリスクへの社会的認識の共通化へのリスク対話を中心としたアプローチ(Meta-Assessment and Risk Communication Approach)が必要になるであろう。

地球規模の環境変化のリスクや高度先端技術の産業応用がもたらす長期・蓄積・不可逆な影響は不確定であるとともに、我々、現世代の人間は将来の人々やその生存環境の状態に関して彼らの評価を代弁するすることは出来ないし、結果の評価について一致を彼らと図ることもできない。これは、まさしく領域(4)のリスク問題にぶつかる事になる。

我々はまだ、このような領域にたいする適切で確立された政策科学的な方法、すな

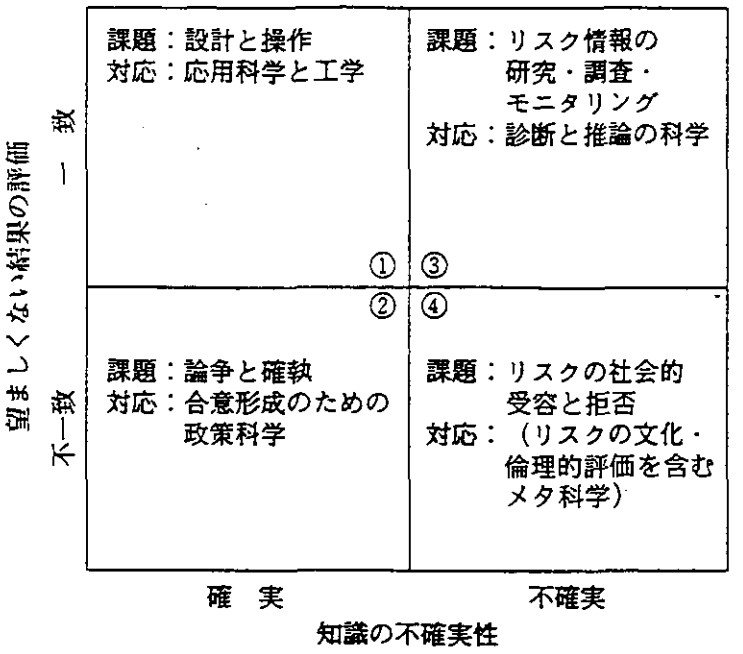

図1　多元的リスク分析の枠組み（不確実性の4つの領域）

わち、グローバルリスク分析への方法は持ち合わせていないが、不確実下での問題解決への主要な手段として近年研究が活発に行われているリスク・コミュニケーションが領域(3), (4)に対する一つの問題解決のアプローチを示唆していると思われる。また、領域(1), (2)に対する課題にたいしても、科学・技術面での革新的な応用な発展速度に比して、その技術に内包される不確実性(リスク)への社会・文化的な対応は非常に遅れるために、望ましくない結果の評価に関して、適切な知識(リスク情報)の提供と相互理解のための対話(コミュニケーション)の制度の確立が必要となる。

4．グローバル環境問題へのリスクベース・アプローチの試み

(1)予見的リスク管理のための事前対応戦略

労働災害リスクや自然災害リスクでは、通常、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てきた。特に、次世代に係わる環境・資源リスク問題(地球のグローバルな環境質の保全、生態系の多様性の維持へのおそれ)のような地球公共財的な性質を持つ環境リスクの評価においては

1)人類の生命の維持や生物の生存に致命的被害を与える不可逆性

2)地域などの空間スケールを超えるグローバル性と蓄積性

3)個人の選択や回避の自由度がない非選択性

があるので、(1), (2) の領域で用いられる上述のような費用・便益分析の有用性に多くの限界が発生する。

そこで、不確実性の存在を前提とした

a)最悪の結果を回避する(悔いのない手)、
b)持続的な環境資源利用が可能なようにする(オプション)、
c)未来を形成または適応するようにする(適応)、
などの事前リスク対応の戦略をとることが要請される。

例えば、環境経済学、エコロジカル経済学の立場から、環境財の将来の損傷の可能性をも考慮した Four P 戦略(Precautionary Polluter Pay Principle, Costanza 1994)、環境財への最小安全基準(Safe Minimum Standards)による市場と規制の混合戦略(King 1994)、不確実性下の適応選択(Uncertainty-based Choice Rule, Woodward and Bishop 1997)等が提唱されている。環境法の分野では、海洋汚染、大気越境汚染防止等の国際条約においては事前防止原則(Precautionary Principle)が確立し、因果関係の不確実性を理由にして、その責任を免れない原則が認めらてきている(McIntyre and Mosedale 1997)。また、有害性化学物質の行政的な規制値を決定する際には、いわゆる消費者危険、生産者危険を比較衡量し、どちらを優先させるかを社会的に意思決定する時にも、同様な考え方が適用されるだろう。環境経済学者の Page & Ricci (1985)によると、一般に刑事裁判における「疑わしくは罰せず」の原則は、環境リスクの場合には、「疑わしくは罰す」、すなわち、リスク削減の事前対応の代替案をとり、消費者危険や次世代危険を避ける方が、長期的、不可逆的、破滅的(カタストロフィック)、かつ、未検証等の性質を持つリスク事象には社会的な費用としても妥当であるとしている。

(2)リスクの相対評価とリスクコミュニケーションによる対応

リスクコミュニケーションとは、リスク情報を媒介として、「リスク評価者、リスク管理者、専門家・市民グループ、個人間で双方向(対話的)にリスク評価や管理に係る情報や意見を交換するプロセス」として定義され(National Research Council 1989)、利害関係者でリスク情報がどのように伝達され、理解されているかが、リスク管理が有効に機能するための必須の要素として重要視されてきた。

リスクの大きさを認知する一般市民の心理的尺度は死亡率、事故率といった医学・疫学や工学によって推定される物理的な測度とた異なった次元を持っていることは、多くの社会心理学者により研究されてきた。その代表的な研究によれば、 一般市民のリスク認知は、1) 恐ろしさ(個人的に制御不可能でカタストロフィック被害の可能性等)、2) 未知性(未解明、遅延効果等)、3) 被影響者の数(一度の事故での死亡者が多大)、の3つの軸(次元)から把握することができるとしている(Slovic 1987)。最近の研究では、人間の生死や健康に対する上述のリスク認知の社会心理学的因子に付け加えて、4) 生態系へ与える影響度、を加えた4つの次元によってリスクの属性を4-6程度にカテゴリー化し、そのカテゴリーに対するリスク認知の大きさを相対的に評価することが、社会心理学者等から提案されている(Fischhof 1995)。

リスク評価やその削減手段の選択は専門家や行政だけの行為ではなく、一般市民から産業界までの価値観を異にする人々の関心事である。どのようなリスクなら受け入れ

られるか、拒否されるかは、多元的な地域社会や地球社会の存立にとって重大な課題である。この意味で、図2の下方に示されているように、リスクの研究、評価、管理の全プロセスにわたって、関係者の間でリスク事象の認知、評価、判定、削減方法や手段に関する情報(リスク情報)の双方向の対話(リスク・コミュニケーション)が重要となってくる。

それでは、どのようなリスク情報と意見がコミュニケーションされるべきであろうか？上述の米国NRCの報告書(1989)によれば、リスク管理の代替案を一般市民が理解し、その選択過程に参加するためには

1)当該代替案がもたらすリスク事象の性質と便益の性質に関する情報
(暴露量、損失・被害の大きさと分布に関する自然科学、環境科学からの評価)

2)リスク削減のための可能な代替案の効率、公平性、費用に関する情報
(現状維持案も含めた工学、社会科学からの評価)

3)上述のリスクと便益の知識の不確実性に関する情報
(データやモデルに関する仮定や前提条件、感度、信頼度の評価)

4)マネージメント自体に関する情報
(管理者、管理組織、法的制約、資源(人、資金)制約などの評価)

が適切に提供されることが必要とされている。しかしながら、問題はこのようなリスク情報それ自体が実はしばしば、不十分で、不確実なことにあると指摘されている。残念ながら、上述のような、総合的なリスク情報のデータベースを設計する試みは始

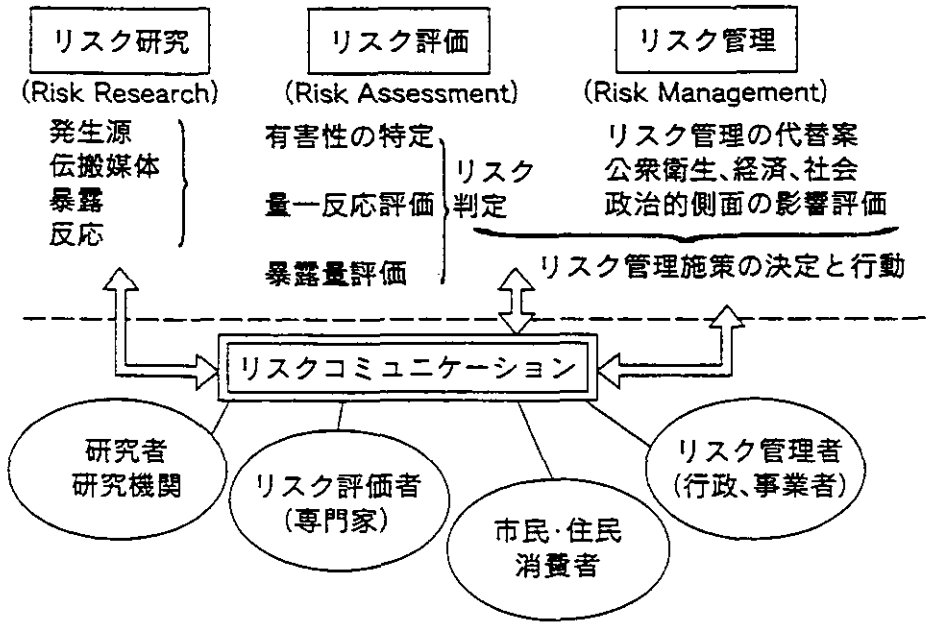

図2　多元的リスク分析とリスク・コミュニケーションの関係

まったばかりであり、これらの情報を関係者の誰もがアクセスできるようなシステム作

りや法制度に対する研究は今後の課題として残されている。

5．おわりに：グローバル環境リスク管理手法に関する今後の課題

(1)環境リスクの評価と管理の相互関係

米国NRC によるリスク研究、評価、管理の概念の段階的な区分は、リスク評価と管理を行う主体(組織)に関する制度上の課題を提起した。すなわち、一つの監督官庁によって評価と規制を同時に行うことの可否を問うことにもなり、リスク研究者、リスク評価者およびリスク規制者の役割の分離と組織・制度上の課題を指摘した。

特に、不確実性の程度が大きい問題では、リスクの科学的な研究と客観的な評価の段階においても、当該の科学的推測を行う方法や手順の選択に、多分に、主観的・政策的な考慮をせざるを得ないという問題が浮かび上がってきた。すなわち、リスク事象の不確実さの程度に応じて、どのような推定方法や前提条件を取るのかによってリスクの判定が大きく異なるという問題が出てきたのである。そこでは、リスク推定手法の「Default Option」として、もっとも保守的な(最悪ケースの重視)ものを採用するタイプから、部分的な情報や条件付きデータの信頼性を重視し、定量的なモデルや数値実験(シミュレーション)で検証するというデータ指向のどちらを重視すべきかということに関して論争が拡がることになった。いわば、リスク評価に含まれる不確実性の多元的なリスク分析が要請されることになってきた(National Research Council 1995)。

このような場合では、リスク評価者とリスク管理者と一般市民の双方に不確実性に関する前提条件、リスク削減への可能な政策的な課題(代替案)等の共通理解(コミュニケーション)が不可欠となる故に、評価と管理の組織的な分離はこのような不確実性に対する相互理解の障害となることも考えられ、両者の適切な緊張関係の存在が必要であるとの議論もある(横山 1990, Barnes 1994)。

(2)リスク回避社会における社会的費用の負担への対応

可能な限り「低いリスク」を求めるいわゆる「ゼロリスク」の方向を個人やその集団としての社会が追求するならば、リスクを軽減し、リスクを回避のための「特別な費用」が個人に対しても社会に対しても発生する。この費用は、例えば、清浄な空気や飲み水の供給と維持に不確定性(リスク)が存在するとき、その不確実性をできるだけ低減するために個人と社会が支払う特別なコストである。水源の水質を悪化される可能性(おそれ)をなくするために原生林野などを開発行為から保全したり、あるいは、将来の利用を確保するために前もって支払う費用(いわゆるオプション費用)がこれに相当する。このような公共財としての環境サービスの供給に係わるリスクの社会的な費用を、市場機構の下で社会的に管理するには

1)モラルハザード：被害補償を保険や税金でカバーする時、リスクの発生の事前予防の努力を行なわない傾向が存在する、

2)不完全モニタリング：抜取り監視であるので、監視に誤り(生産者過誤と消費者過誤の2つのタイプがある)と見過ごしが出てくる、

3)だだのり：リスク情報は公共財の性格を持つので、他人の費用負担と努力を待つ傾向がでてきて、適切な制度的な枠組みがないと効率のよい協力が出来ない、

4)情報の非対称性：生産者、消費者、行政などの関係者がリスク情報を共有できず、かつ情報を獲得する費用と機会に大きな非対称性が存在する、

等の欠陥があることを認識し、その制度的対応の研究が必要となる(酒井泰弘　1991)。

(3)リスク評価の社会的共有化とリスクの情報付き選択

多元的多価値の社会として市民・消費者の選択を最大限に尊重するゆくためには、客観的な評価体系に加えて、社会の約束ごととして、また経済的な仕組みとして、地域や国の歴史、文化的脈略に応じて、リスクの評価を社会的に共有化するアプローチが欠かせない。とくに、わが国では、種々の外圧を利用してリスク問題を封じ込め、家父長的アプローチで規制するという色彩がみられたが、徐々にリスク評価を明確にしたオープンな契約的、選択的な方向へ転換する兆しと必要性が出てきている。

最近の地球環境保全への取り組みが指向しているように、環境リスク管理については、国際的な協調が必要となり、リスク評価のデータベース化による国際的な共有化や各国の管理手法の相互理解が重要になってきている。国内的には、1995 年の製造物責任法や 1996 年の大気汚染防止法の改正にみられるように、供給側と需要側(製造者と消費者)ならびに行政(規制)側と市民の間のリスク情報の伝達・対話(コミュニケーション)の強化の必要性を示すと共に、消費者、市民、コミュニテイ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(関沢 1994、池田三郎 1995)。

参考文献

Barnes D.C. (1994): Risk Assessment Paradigm after Ten Years: Times aretough - Brother, Can you paradigm?, Risk Analysis, Vol. 14, No.3., p.219-223.

Costanza, R. (1994): Three general policies to achieve sustainability, in"Investing in Natural Capital", ed. by Janssen et al., Island

Press, USA.Douglas, M and A.Wildavsky (1982): Risk and Culture, Univ. of California Press.

Fischhof B. (1995): Ranking Risks, Risk - Health, Safety & Env., Vol.6,No.3, p.191-202.

Ikeda, S. (1997): Chemical risk management and practices in Japan - toward a new management perspective, Journal of RiskResearch, Vol. 1, No.1, 7-12.

Ikeda, S. (1986): Managing technological and environmental risks in Japan,Risk Analysis, v.6, No. 4, p.389-401.

King, D. (1994): Can we justify sustainability?, in "Investing in NaturalCapital",ed. by Janssen et al., Island Press, USA.

McIntyre , O. and T. Mosedale (1997): The precautionary principle as a normof customary international law, Journal of Environmental Law, Vol.9, No.2, 221-241.

National Research Council (1983): "Risk Assessment in the Federal Government", National Academy Press.

National Research Council (1989): "Improving Risk Communication",National Academy Press.

National Research Council (1994): "Science and Judgment in Risk Assessment", National Academy Press.

Page T. and P. Ricci (1985): A Cost-Benefit Perspective for Risk Assessment, in "Principles of Health Riks Assessment", ed.by P. Ricci, Prentice Hall.

Slovic, P. (1987): Perception of risk, Science, v.236, p.280-285.

Woodward, R. and R. Bishop (1997): How to decide experts disagree:uncertainty-based choice rules in environmental policy, Land Economics, Vol.73, No.4, 492-507.

IPCC 事務局(1992, 1994): 気候変動に関する政府間パネル、IPCC 補足報告書、地球温暖化の経済・政策学(第 3 部会報告)、天野、西岡監訳、中央法規

池田三郎(1993):グローバルリスク、特集"リスク学のアプローチ"、日本リスク研究学会誌、Vol..5, No.1, 50-52.

池田三郎 (1997): 環境リスクの評価と管理、季刊環境研究、No.100, 106-113.

酒井泰弘 (1991):リスクと情報ー新しい経済学、勁草書房。

横山栄二 (1990):化学物質に関するリスク研究の一層の発展を期待する、日本リスク研究学会誌、Vol. 2 , No:1.

Uncertainty and Risk Issues in Global Environmental Problems: A Risk Based Approach to Assessment Responding Managing Policy Measures Sciences toward Environmental Risk Management. Risk Regulation and Informed Choice

Saburo IKEDA
Institute of Policy and Planning Sciences,University of Tsukuba

Abstract

This paper is concerned with policy scientific framework toward global environmental risk management. Risk management approaches and measures are classified by the following two factors: 1) degree of scientific uncertainty of the risk events, 2) degree of the disagreement of risk evaluation among the stakeholders. Four types of risk management strategy are discussed based on these policy scientific natures of the risk events including "de minimis risk approach" by empirical evidences, "societal acceptability approach" by risk-benefit analysis, "precautionary approach" by global and inter-generational considerations, and "risk perception approach" by risk communication.

Key words
grobal risk management, policy science, risk communication, informed choice