

予防原則と環境リスク 事例とリスク管理(その2)

1. 「予防原則とリスク評価」
2. 過去の事例と問題点
3. 化学物質のリスク管理
4. リスクマネジメントの今後

2008年2月



損保ジャパン・リスクマネジメント

大内 功

予防原則とリスク評価の考え方

$$\text{リスク} = \sum f i C i$$

$f i$: 事故の発生する確率 (頻度評価、暴露評価)

$C i$: 被害の大きさ (ハザード評価)

危険: リスクがある大きさ(許容値)以上の状態
安全: リスクが許容値を下回る状態 (絶対安全は無い)

この考えは、環境、労働安全、保安防災、化学物質を始め、全てリスクに共通
財務、情報、PL、BCM(事業継続マネジメント)等...あらゆる分野に適用
⇒ リスクの定量的評価が、リスクマネジメントには必要 !!

① 実際の対応では、リスク評価が行われ因果関係がある程度明確な場合は
「未然防止の措置」が必要!
この未然防止の対応が不適切で、多くの悲劇的な事件が発生!!

② この未然防止に至る前の段階、すなわち定量的なリスク評価が難しい段階では、
「予防的アプローチ」や「予防原則」の考え方が必要!! 「規制のよりどころ」

③ 「予防原則」の名称のもと、過剰な対応の恐れがあり、その回避も課題!!

Preventive 「未然防止」とPrecautionary 「予防」

Preventive Principle 未然防止原則

1972年ストックホルムの国連人間環境会議の宣言 (第21条原則)

「未然防止原則」を定めた 背景: 全世界で公害が問題化
日本では、1967年公害対策基本法、1971年環境庁が発足

Precautionary Approach 予防的アプローチ (予防的取組方法、方策)

1982年世界自然憲章: 初めて「概念」

1992年国連環境会議・リオ宣言・第15原則

「予防的アプローチ」が使用され、国際的に定着

本文

「環境を保護するため、予防的アプローチは各国により、その能力に応じて広く適用され
なければならぬ。深刻な非可逆的な被害の恐れがある場合には、完全な科学的確実性の
欠如が、環境悪化を防止するための費用対効果の大きい対策を延期する理由として使われ
てはならない。」

日本では1993年「環境基本法」が制定

Precautionary Principle 予防原則

1997年「アジェンダ21」の更なる実施の計画」の第14パラグラフでは、「予防原則」を使用
以降、EUや国際条約のなかで、この考え方に基づき、原則という言葉も使用される。

言葉のもつ意義

EUなど各国の予防原則

EU

・1992年マーストリヒト条約 (欧州共同体を設立する条約の改定) で「予防原則」を採用

2004年6月のEU首脳会議で採択された欧州憲法案でも引き継がれた。

・1998年10月「予防原則の適用に関するガイドライン草案」

「科学的不確実性という状況下において適用されるリスク管理への方策であり、科学的調査結果を
待たずに、潜在的に深刻な危険に直面する際に行動をとることの必要性を反映するものである」

・2000年「予防原則に関する委員会コミュニケーション」で「予防原則は国際法の一般原則の一つ」

・2002年2月「予防原則に関する委員会報告書」環境保護のみでなく、人の健康保護の分野も対象

EUは、設立以来、**予防原則を環境や人の健康保護の原則として推進していくとの姿勢**。

米国

日本以上に固執し、国際的な論争! 「WTOでの牛肉ホルモン事件」「残留性有機汚染物質 (POPs) 条約」

カナダ

・2001年「予防的アプローチ・予防原則に関するカナダの展望」予防的アプローチ・予防原則を同義として使用

NGO

・1998年、予防原則についての「ウイングスプレッド宣言」では、

「従来のリスクアセスメントに代わる新しい概念としての予防原則を採用する」と呼びかけ

日本

・「未然防止原則」: 予防原則・予防的アプローチは行政でも意識して、この言葉は使用していない

環境基本法 第4条「科学的な知見の充実の下に環境の保全上の支障が未然に防がれることを旨とし」
「予防的な方策」(予防原則の言葉は使用せず)

2000年環境基本計画の第二部第二篇「長期間にわたる極めて深刻な影響あるいは不可逆的影響をもたらすおそれ
完全な科学的証拠が乏しいことを対策を延期する理由とはせず、科学的知見の充実に努めながら、必要に応じ、
予防的な方策を講じます。」など

実質的に 国際法の批准を通して、予防的な方策・予防原則の考え方を承認! 国内法: 化審法、PRTR法

政府・企業への不届

事例(1) 食品・・・他(化学物質)

● 以降で説明

リスク・ハザード	発生源と媒体	影響	対策	予防・未然
金属アルミニウム	アルミなべなど	アルツハイマー	因果関係が極めて小さいことが最近判明	予防 未然
米中の カドミウム	過去の鉱山 自然由来	肝臓病	土壌改良 含有濃度規制 玄米10ppm 精米0.4ppm以下	未然
魚介類中の メチル水銀	現在では自然由来 過去の水俣病	胎児曝露による 神経系障害	妊婦の摂取規制(指針) 種類ごとに指針	未然
魚介類中の ダイオキシン	過去の農薬 焼却工程	胎児曝露による 免疫力低下	1日摂取許容量 ADI50g-TEQ/kg体重/日	未然
BSE	牛の脳・肉臓 異常プリオン	狂牛病(vCJD変異型 クロイツツフェルトヤコブ病)	輸入規制	未然 予防
残留農薬	農薬 規制農薬:食品衛生法 350種+外国(700種)	農薬ごとに各種影響	ポジティブリスト制 0.01ppm(2008年)	未然 予防
遺伝子組み換え食品	DNA配列の変化	安全性は概ね解明 一部不明な部分	EUIは輸入禁止 日本は自主規制	予防

食の確保と安全 クロース牛の安全性も同様

4

事例(3) 地球規模・工業化・・・

● 以降で説明

リスク・ハザード	発生源と媒体	影響	対策	予防・未然
オゾン層破壊	特定フロンなど	オゾン層破壊 臭がら	モントリオール議定書	予防 未然
地球温暖化	温室効果ガスの発生 (吸収源減少、人口増大)	温暖化・気候変動 (IPCCによる確認)	気候変動枠組み条約	未然 予防
生物多様性	乱開発 外来種の輸入	森林の多様性 外来種 遺伝子源	1992年生物の多様性に 関する条約 1993年生物多様性条約 ハバロフスク条約 「カルタヘナ議定書」	未然 予防
種の絶滅	外来種の輸入	固有種の絶滅	1993年特定外来生物に よる生態系等に係る被害 の防止に関する法律	未然
電磁波	ITヒーター、無線施設 携帯電話	発がん・・・(検討中)	曝露機会の減少	未然
原子力発電	事故・放射能漏れ	爆発による爆傷 発がん・甲状腺がん	リスク・環境アセスメン ト、安全審査	予防
自動車	運転ミス、買い取り事故、整備不良	交通事故	安全運転、車検、保険	未然 予防
飛行機	金属疲労、整備不良、異常気象、運転ミス	墜落事故	安全対策、 金属疲労など定期点検	未然 予防

地震: 予知が難しい・未然防止(被害縮小)の取り組み

6

事例(2) 医療・細菌・・・

● 以降で説明

リスク・ハザード	発生源と媒体	影響	対策	未然 + 予防
エイズAIDS (後天的免疫不全症候群)	HIV(ヒト免疫不全ウイルス)感染 性的接触	免疫機能が壊れ、 各種ウイルスや細菌、 真菌などに感染(日和見 感染)により身体機能が 低下し、死に至る	コンドーム着用教育 経済・女性の自立	未然
薬害エイズ	血液製剤(非加熱製剤) 主に血友病の止血剤		薬害の定期見直し 国や製薬企業による安全 配慮	未然 + 予防
O型肝炎	止血剤フィブリノゲン投与 手術医療時の感染多数	O型肝炎 肝臓がん	薬害の定期見直し 医療機関の教育	未然 + 予防
SARS	細菌との接触 (原因不明)	新型コロナウイルス 重症候群	人間活動の制限	予防
インフルエンザ	鶏インフルエンザ(ウイルス) 経口(水禽・かも・・・)	インフルエンザ・パンデミック	早期発見とワクチン開発 治療薬(タミフル)の作用?	未然 + 予防
万能細胞 iPS細胞	ES細胞は受精卵を導く が、皮膚などの細胞から	(再生医療の発展) 今後の課題(不明) 発がん性懸念性種?	技術者の倫理 情報の公開(審査制度)	未然 + 予防
アレルギー(花粉症)	杉、樟、ブタクサ、ヨモギ などの花粉・アレルギー IgE抗体発症	過敏症 アレルギー性鼻炎	花粉の発生防止 体質改善 薬(抗ヒスタミン剤・・・)	未然 + 予防
アレルギー アトピー性皮膚炎・・・	不明 (化学物質・複合汚染? 個人差・遺伝子?)	皮膚炎	対処療法 原因の追究が難しい	予防

5

事例(4) 化学物質・他・・・

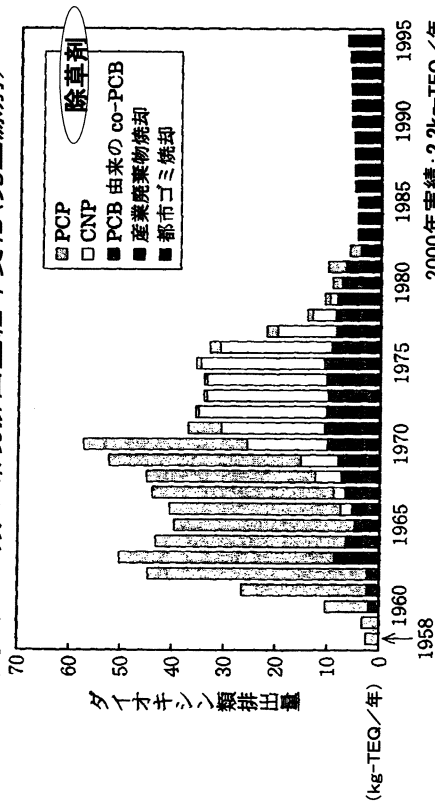
● 以降で説明

リスク・ハザード	発生源と媒体	影響	対策	未然 + 予防
DDT・・・(POP)	DDT散布	殺虫剤としての効果 難分解性・食物連鎖 最近の発がん性データ	2004年ストックホルム条約(POP条約) 発展途上国での認可	未然 + 予防
環境ホルモン 「SPEED'98」内分泌 作用を有すると 疑われる化学物質	ダイオキシン、有機すず フタル酸エステル類、ビ スフェノールA・・・	生殖毒性、幼児の脳細 胞・・・	「現時点で規制的なリスク 管理が必要ない」(環境 省ExTEND2006)	未然 + 一部 解決?
塩ビ(塩化ビニル)	塩素化合物、可塑剤・フタ ール酸エステル類	ダイオキシンの元凶? 環境ホルモン	用途による使い分け	未然 + 一部 解決?
ポリカーボネート	原料のビスフェノールA	生殖毒性、幼児の脳細 胞	許容摂取量は50μg/kg 体重/日	未然 + 一部 解決?
血液中の 化学物質	ダイオキシン、PCB、フタ ール酸エステル	一部を除き不明	安全性データの取得と 許容摂取量	未然 + 一部 解決?
大気汚染(SPM)	ディーゼル排気微粒子	肺がん	排ガス規制(首都圏)	未然 + 一部 解決?
たばこ	ニコチン・タール 喫煙	肺がん	教育・表示 喫煙箇所の限定	未然 + 一部 解決?
アスベスト	アスベスト被曝	中皮腫、肺がん	規制	未然 + 一部 解決?
REACH規則	既存物質を含め化学物 質の登録・評価・認可	全ての化学物質 ・制度、費用の増大	事務負担増・費用増 SCの情報共有化	未然 + 一部 解決?
化学法やPRTR	新規物質、既存物質	リスクの拡大	規制と自主	未然 + 一部 解決?

7

事例:ダイオキシン

ダイオキシン類の環境排出量経年変化(発生源別)



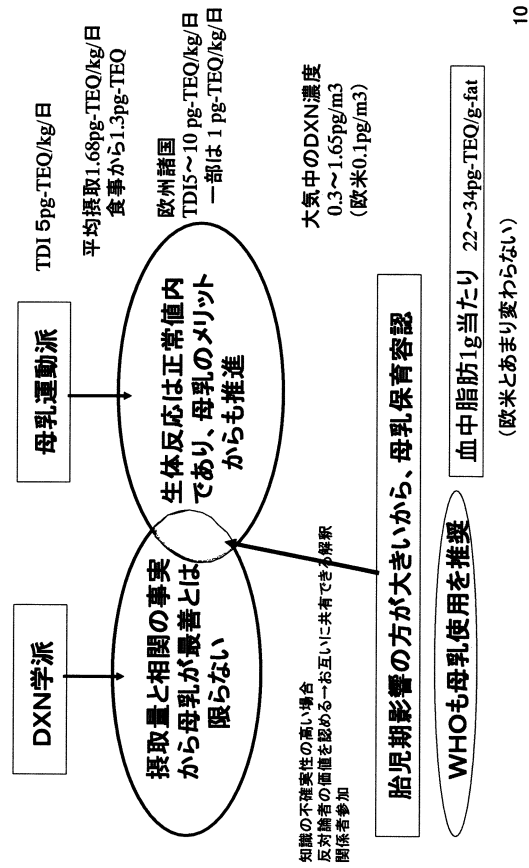
PCN: ポリ塩化ナフタリン
CNP: 2,4,6-trichlorophenyl-4-nitrophenylether

出典: 増永茂樹先生・中西準子先生共著

8

事例:ダイオキシン

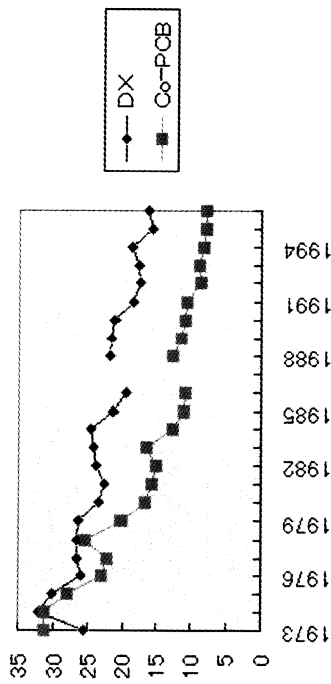
母乳汚染論争の合意?



10

事例:ダイオキシン

母乳中のダイオキシンの濃度 (pg-TEQ/g脂肪)



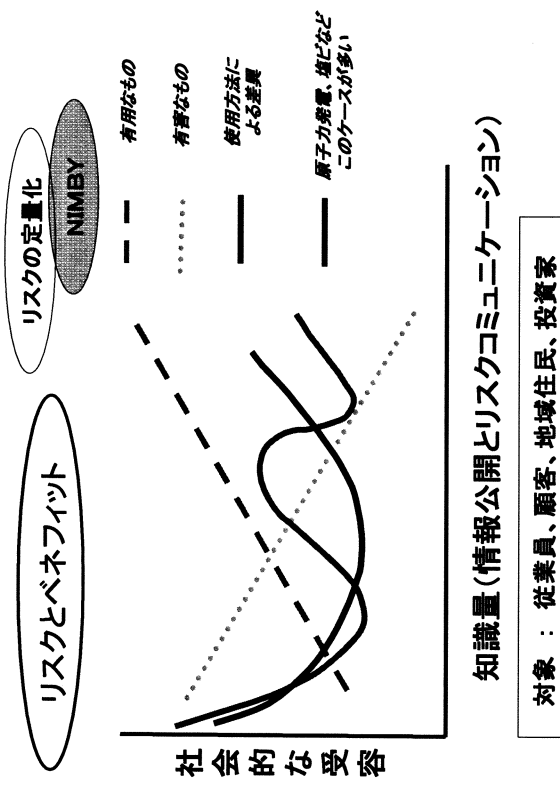
出典: 東京大学安井先生(市民のための環境学ガイド)

血中脂肪1g当たりDXN 22~34pg-TEQ/g-fat

(欧米とあまり変わらない)

9

Public Acceptance と知識量



11

予防原則の活用実態の評価

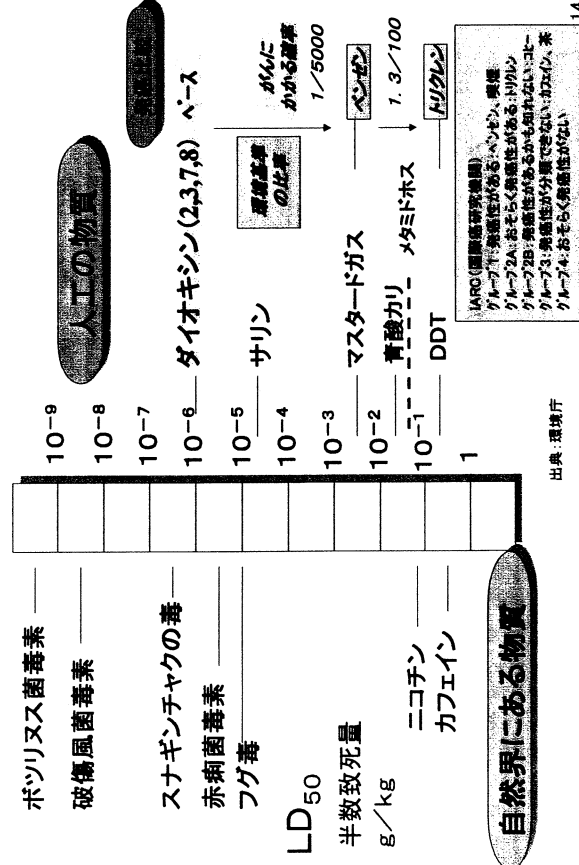
実態の評価

- ・「予防的アプローチ・予防原則」に該当するもの、最初は「予防」で、リスクが評価できる時点から「未然防止」に相当する事例が多い。
 - ・未然防止が難しい！ リスク評価ができた後の規制が選れた事例が多い！
- 未然防止と予防の区分も難しい！**
- 阻害要因：グローバル化、国、NIMBY、立場
コスト、ベネフィット、定量評価
- ・薬の世界：薬効評価（マイナスイffectsの定量化、評価はどのような配慮しているか）
予防原則の考え反映？（投与、服用で死者○○人・・・の報道）
社会的な受容の確保（リスクと効果）例：放射線治療
- ・農薬：農薬取締法（3年毎の再登録制度（有害性データ添付）、販売・使用の規制）全登録
残留農薬がポイントでポジティブ制度のスタートが有効
- ・研究、新技術開発といった科学の進歩と予防原則
- 科学者、技術者の倫理
経営者の哲学、倫理
- 高速増殖炉（例、文殊）の場合
遺伝子組み換え、クローン羊、牛、万能細胞・・・
未知なもの（科学）への挑戦
- 「予防」として取り上げる事象は今急増すると推測されるが、その時には
リスク定量化のスケジューリングが肝要**
- ・化学物質について、新規物質とともに、既存の化学物質のリスク評価の推進を加速させる。

- ・ 化学物質について、新規物質とともに、既存の化学物質のリスク評価の推進を加速させる。

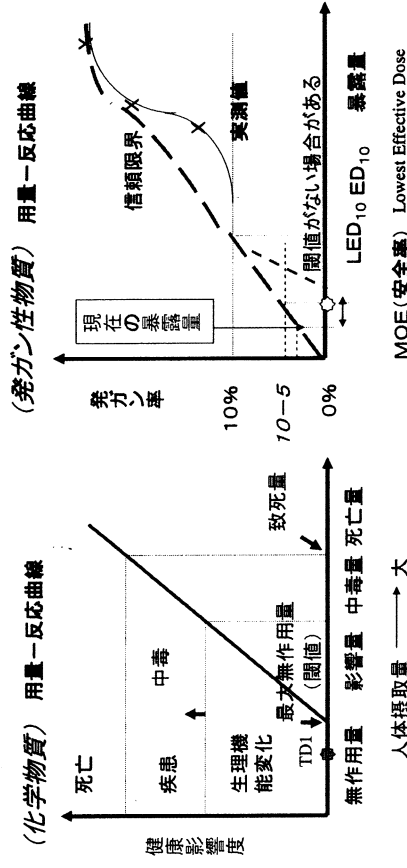
12

毒性のレベル表示(LD50)



出典：環境庁

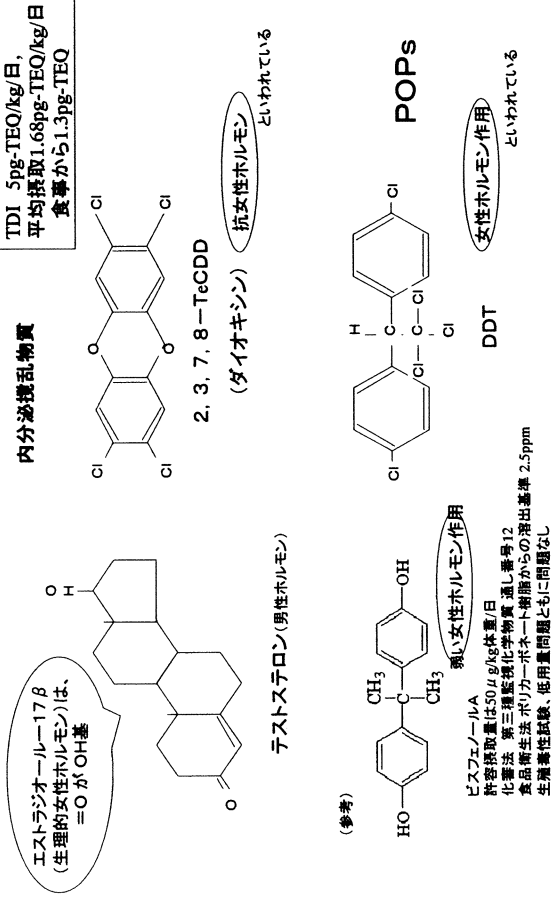
化学物質のリスク評価


$$\text{TDI(一日耐容摂取量)} = \text{NOAEL(無毒性量)} / \text{UFs(不確定係數積)}$$

UFs(不確定係數積)は、種の違い $\times 10$ 、感受性の個人差 $\times 10$

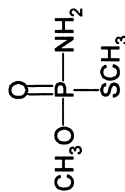
13

本物のホルモンと環境ホルモン

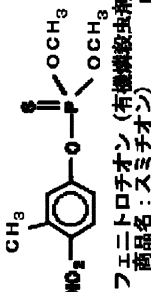
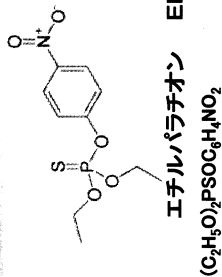
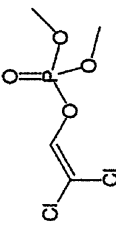


15

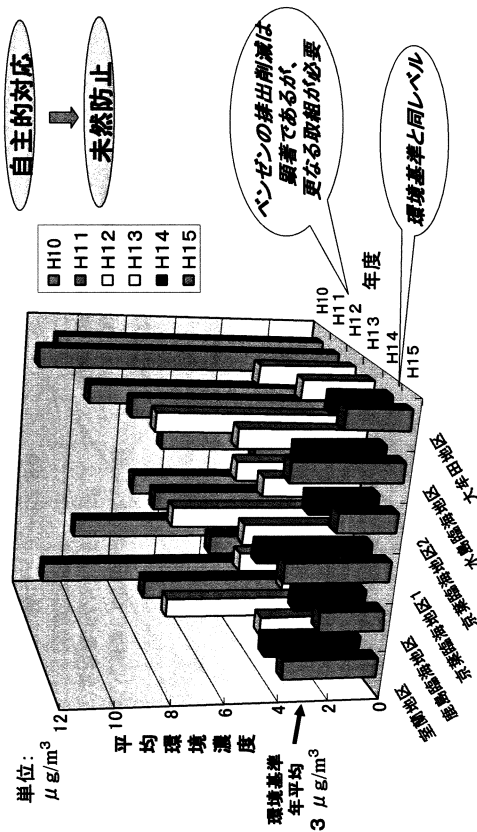
化学物質のリスク（有機リン農薬）



日本での農薬登録は無い。残留農薬0.01 ppm



事例：ベンゼン環境濃度の推移



2006年（平成18）有害大気汚染物質モニタリング調査結果
13地点が基準超過／451地点、内沿道8箇所

事例：PRTRと実績（化学物質排出把握管理促進法） 1999年7月 2001年4月施行

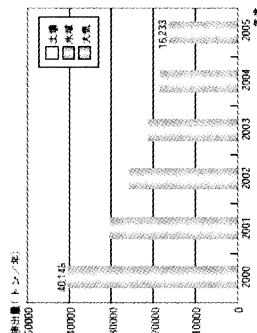
第一条（目的） 特定の化学物質の環境への排出量等把握...、性状及び取扱いに関する情報の提供...
事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的とする。

第四条（事業者の責務） 指定化学物質等取扱事業者は、
1) 第一種、第二種指定化学物質が、人の健康を損なう恐れがあることを認識し、
2) 化学物質管理指針に留意して、
3) 指定化学物質等の取扱い等に係る管理を行うとともに
4) 管理の状況に関する国民の理解を深めるよう努めること。

第一種：354物質、第二種81物質

未然防止一予防

PRTR法指定物質の排出量



化学業界の排出量推移

事例：水道水のPI（業務指標）実績と鉛管リスク

「水道事業ガイドライン（JWWA Q100）」により水道事業者の活動状況を客観的に判断し、課題を分析して、課題の解決をめざすことで、水道事業を発展させる。

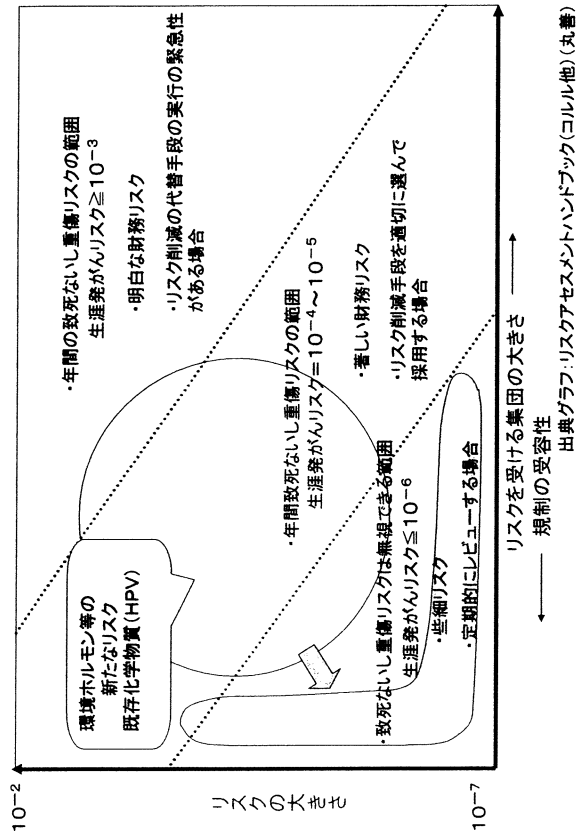
	神奈川 県	千葉県	八戸 圏域	山形市	郡山市
連続自動水質監視度 (台/1000m ³ /日)	0.101	0.014	0.128	0.000	0
活性炭投入率 (%)	54.0	100	94.5	0.0	26.3
鉛製給水管率 (%)	28.6	15.7	0.0	33.9	15.9

水道水質基準の変遷：鉛濃度 0.1 → (1992年)0.05 → (2003年)0.01mg/L以下
2005年現在500万所帯が鉛管を使用
WHO GL値

行政対応：長期停止時のバケツ1杯廃棄（共通的）、弱アルカリ性管理の徹底、
鉛管の交換（即交換、計画、予算、じゅくり型）

リスク管理も行政により様々

出典：第66回山梨県環境科学センター小沢氏講演データより



「予防」とリスク管理の今後 (2)

- 市民意識・行動「コミュニケーションと教育」
(リスク数値のみで評価できない案件は何か、回避の対応策は)
→ 徹底した議論、NIMBYの回避。
メリットが小さいため→ 場合によりメリット付与
(風評の回避) ダイオキシン、狂牛病、環境ホルモン...
→ リスクを正當に評価し、正當に怖がるべきことが難しい
(便利さと地球環境、「自然との調和」)
→ 知恵という考え・思想 例: 地産地消、もったいない...
価値観(共生、幸せとは、拝金主義、家族、日本、地球)
(社会との共生「一人では生きていけない」)
→ 社会奉仕・ボランティア(地域社会、お年寄り、弱者、子孫)
- 企業への信頼回復の取り組み
(企業倫理、コンプライアンス) 徹底的に襟を正す!!
→ 企業経営者の哲学、倫理
- 新技術「未知なもの(科学)への挑戦」
(遺伝子工学、クローン技術、GSC...) 原則は科学の進歩を享受
- 中期ビジョンと施策の提示「人を育てる」
(価値観、国民への期待・国家像、予算、技術立国) → (企業...)(国民)
- 技術支援・ODA
(日本と同じ道を歩まないために! 公害の未然防止、コストだけではない)

「予防」とリスク管理の今後 (1)

- 数値で評価することが大切!
(数値化しにくい事象の扱い → 予防原則的対応を増やすために)
→ 予防原則的対応(規制)を行う場合は、必ず定期的な見直しを義務化
安易に予防原則的対応を採るべきでない。
- 全てコスト・ベネフィットで評価できるか(開発研究・評価費用を含める)
人の生死は評価できない...!
→ 定量評価が難しい事象の定量化手法の開発
- 10^{-5} の考え方の認知(教育とコミュニケーション) 化学物質でも閾値と 10^{-5}
全てに展開して良いか、できない事象は?
→ 原子力は 10^{-6} などリスクダウンを図るが、基本は 10^{-5}
- データの信頼性確保(事実の確認)
(対象毎に異なり、過渡的には難しい? 学者間の相違(条件設定の難しさ)
Weight of Evidence 「ハーバードリスク分析センター」
①再現性、試験の厳密性、統計的検出力
②動物実験結果を人へ適用可能か(種数の種、再現性)
③仮説の妥当性(データの一貫性)
→ 研究者のレベル・倫理
(特に化学物質: どのレベルの安全性を問題にしているか)
→ メディアの問題(見識)
- 化学物質の場合

「予防」とリスク管理の今後 (3) 化学物質のリスク管理

共通: リスク評価の推進(未然防止・「予防」を行うため)
情報公開とリスクコミュニケーション

リスク評価の精度向上(リスク(コスト) & ベネフィットの適正評価)

- 安全性データの不足
化学物質の評価には必須、データ(SIDS)が不足している → 計画的推進
ICCAのHPVイニシアティブ 当面1000物質、4000を目標 GHSの取り組み
・LRI「人の健康や環境に及ぼす化学物質の影響」1998年スタート
- 複合汚染(相互作用)の解明
・環境ホルモンなどへの影響物質はかなり限られていることが判明したが、複合汚染に
関しては、そのデータが少なくない。
・血液中の化学物質について、そのリスクに危険! 警告! (未解明)
- 血中濃度
薬物、ピル服用時のホルモン濃度(エチニールエストラジオール、アルコール、
コレステロール、ダイオキシン、重金属・鉛(鉛給水管の事例、鉛ハンダ)、Cd(ニッカド電池)
- 分析技術の進歩、因果関係の解析、CPUの発展
・新物質だけでなく既存物質のリスクもあり得る
・環境ホルモン、過敏症、かゆみに注目、ナノテク/ロージー
- グリーン・サステナブル・ケミストリー(GPS)
- 今後の規制への対応 EU規則 REACH以降の規制...