

適切なリスクコミュニケーションと科学者の役割

(財) 化学物質評価研究機構

宮本 純之

1. はじめに

化学物質のリスクアセスメント、およびそれと密接に関係するレギュラトリーサイエンス（規制に関連した応用科学研究）は化学物質の総合管理において科学者が先ず手がけるべき課題である（図 1,2）。一般にリスクの正確な認識は容易ではなく、正しいリスクコミュニケーションはリスクへの認識を向上させるのに必須である（表 1）。科学者はリスク情報の第一発信者であり、その意味で社会の各層にも増してリスクコミュニケーションにおけるプレーヤーとして重要である。ここではリスクの評定、リスクの認識も含めてリスクコミュニケーションにおけるその役割を概観してみたい。

2. 発がんの原因に関するリスクコミュニケーション

図 1 に示すようにがんの疫学者と主婦（非専門家）の間に発がんの原因に関して大きな乖離が存在する。表 2-1、2-2 に示すような発がんの原因をなす諸因子に対する主婦の理解（情報）の不足がこのような差異の理由の一端となっていると考えられる。

3. 内分泌かく乱化学物質に関するリスクコミュニケーション

現在わが国を含め世界的に関心をもたれ、懸念や危惧の対象となっているものに内分泌かく乱化学物質がある。外因性化合物の内分泌系に対する作用に関する研究は進展の途上であり、その全貌が明らかになるには未だ若干の時日を要すると考えられるが、その懸念や危惧のある部分は明らかに不適切なコミュニケーションに由来している。そのいくつかの例を表 3-1、3-2 に示した。とりわけ野生生物に対する影響に関しては図 4 に示すように化学ストレス以外に数多くの変動要因が存在し、因果関係の確定は極めて困難なのが科学の現状である。したがって科学的にみて確定していることと未知な部分を明らかとし、出来る限りこれを基礎に、あるべき社会的措置を講ずることが望ましく、またこれが唯一の取りうる方策であると考えられる。別添の SCOPE、IUPAC 共同国際プロジェクトはこの線に添った企みである。

4. 化学物質の総合管理において科学者の果たすべき役割

化学物質の人間、野外生態系に対する悪影響の解明とその危険性の削減に係わる科学（レギュラトリーサイエンス）はこのような社会的目的をもった（いいかえるとシナリオ先導型の）科学であり、その成果が社会的理解や規制に有効に用いられることを意図する点で純粋な科学研究とは趣きを異にする（これらの関係を模式化したのが図2である）。これを含んで科学者がリスクの問題にどのように関与すべきかを要約したのが表4である。リスクアセスメント、リスクコミュニケーションにおいて科学者の果たすべき役割がいかに大きいかが理解されるであろう。ところで、複雑な化学物質の総合管理のために現在の科学が十分に応えることが直ちに可能とは云えないこともあるであろう。表5に示した慎重さの原則（precautionary principle）/予防的対応（precautionary approach）はこのような状況下において人間集団や野外生態系への重大な悪影響を未然に防止するための方策として提唱されているものである。しかしながら、このようなリスクマネジメント策は、科学と対立したり、科学を無視したりすることを意味しない。それはむしろ科学と相補的により適切な社会的対応を求めるものというべきである（表6）。したがってその望ましい展開のためには適切なリスクコミュニケーションが必要なことも又当然である。表7に示すように、これらすべての試みを通じて科学者は職業的倫理観と良心に従い、社会の一員としてより好ましい安全で安心できる社会の構築のため積極的に他の構成員と協力すべきは云うをまたない。

別添：内分泌活性物質に関する国際 SCOPE/IUPAC プロジェクト

注) 本資料は、「化学物質と環境円卓会議」第2回における「宮本資料」の補足説明資料として、後日事務局に届けられたものである。

図 1

化学物質の毒性と危険性

- ➡ 毒性と危険度は一致しない
- ➡ 危害(危険)の度合(リスク)は毒性と曝露によって決まる。(*)
- ➡ リスクの評定(リスクアセスメント)はリスクへの対応(リスクマネージメント)の前提

リスクの評定(リスクアセスメント)の手続き

- ① 有害性(毒性)の確認
- ② 用量反応アセスメント(ヒトへの外挿および用量相関性の決定)
- ③ 曝露アセスメント

リスク(危険の度合い)の判定

(*) すべての物質は毒である。毒でないものは何もない。
正しい投与量が毒と薬とを区別する。—パラケルスス(1493? —1541)

図 2



化学物質の総合管理におけるレギュラトリーサイエンスの位置付け

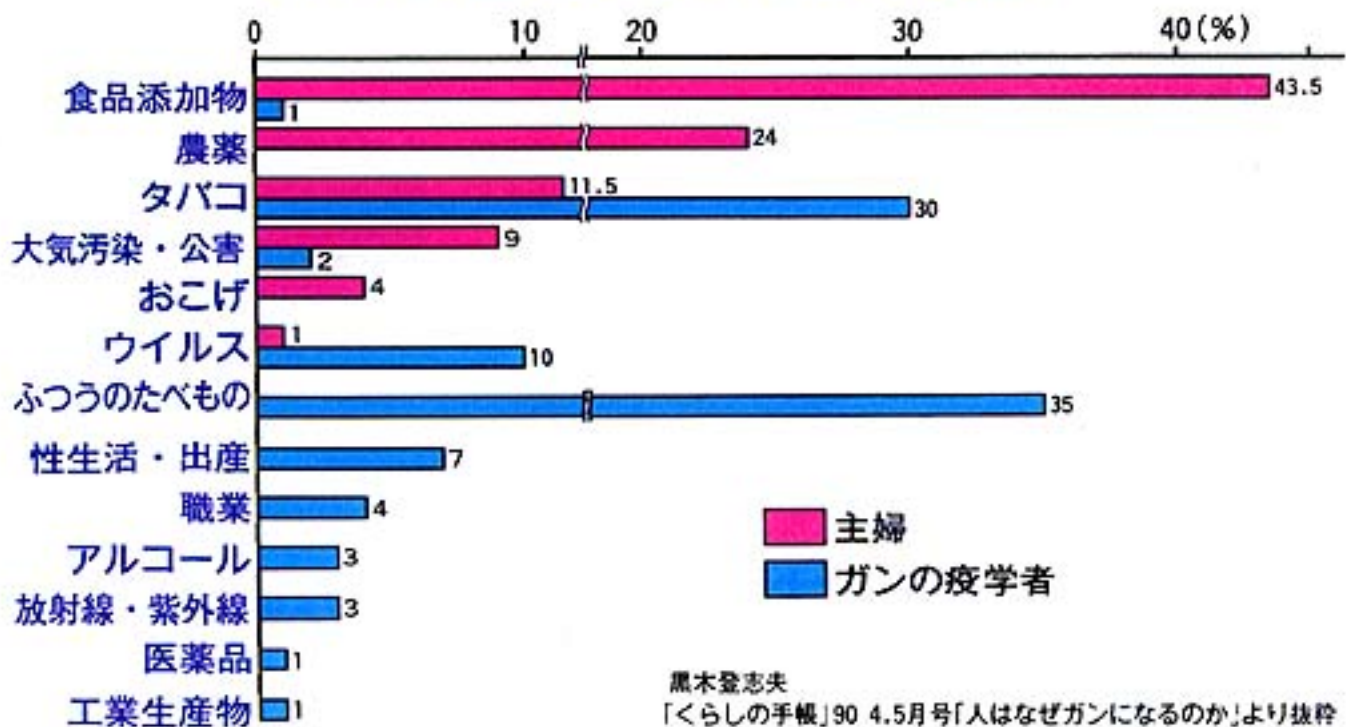
リスク認識の困難さとリスクコミュニケーションの重要さ

1. リスクは危険／安全の「二分法」の論理の成り立つ事象ではない(＝確率的)
2. 関連科学の現状から必然的に不確定性を含む(＝専門家の間で意見に相違あり)
3. 一般市民の関心、懸念、選好、価値観に対する専門家の理解不足
4. 人々の理解がまちまち、極めて情動的、主観的である
 - ① ベネフィットが感知できるとリスクを受け入れやすい
 - ② リスクを自主的に受け入れられればより安心する
 - ③ 自らの自由にならないリスクを過大視する

➡ リスク、ベネフィットを正確に、情動的に伝達することが大切

図 3

がんの原因についての認識



非職業人における発がんに関連する諸要因(部分)

食事: 脂肪／大腸がん, 硝酸塩, 塩蔵魚／胃がん, ヘテロ環状アミン／肝臓ほか,

嗜好品: アルコール飲料, タバコ

天然物: カビ毒(アフラトキシンB₁, ステリグマトシスチンほか), 植物成分(ブタキロシド／わらび, ベタシテニン／ふきのとう, サフロール／サツサfras茶など),

註: 200種以上(65種の天然物を含む)の動物への発がん性の強さに差はなく、天然物の方が量的に多いことを考慮すると、人間は天然由来の発がん性物質により多く曝されている
(米国国立科学評議会, 1996)

細菌, ウイルス: ヘリコバクター・ピロリ, B型肝炎ウイルス, C型肝炎ウイルス, パピローマウイルスなど

非職業人における発がんに関連する諸要因(部分)

環境要因: 太陽光, 紫外線, ラドン, ラジウム, ディーゼルエンジン排気, ベンゼンなど

強度: もっとも強いもの(たとえばアフラトキシンB₁)ともっとも弱いもの(たとえばトリクロロエチレン)の間には100万倍の差がある

- その他:**
- 1) 発がん性をもつ2化合物の同時投与で増強(相乗), 相加, 拮抗が認められる
 - 2) 発がん物質の中にはDNAに直接作用するものと、発がん過程を促進するものがある
 - 3) 発がん作用は必ずしも直線的ではない
 - 4) 遺伝的、生化学的要因に個人差が存在する

内分泌かく乱化学物質に関する不適切な説明の例 註1, 2)

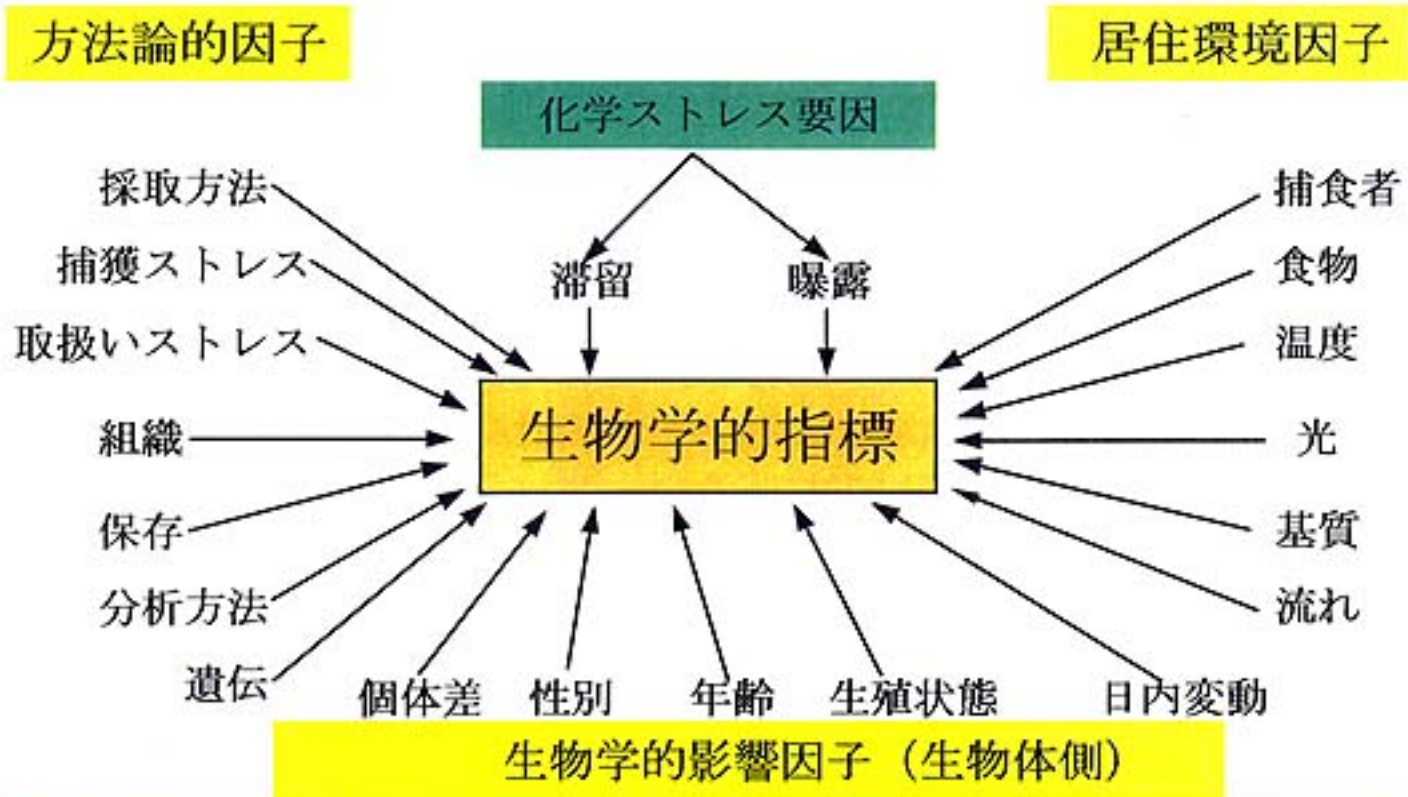
1. 2化合物共存によってその作用は著しく増強される
 → 受容体タンパクとの親和性はせいぜい相加的である。
2. ここ半世紀で人間(集団)の精子数は半減した
 → 精子数とその活動は精子の採取・検定法によって変動し(バラツキ)、同一個人でも日間変動があり、また地域差が存在する。

註1: 内分泌かく乱化学物質とは生物個体の内分泌系に変化をおこさせ、その個体またはその子孫に健康障害を誘発する外因性物質である(OECD/EU/WHO, ウェブリッジ, 1996)。なおわが国でよく用いられる「環境ホルモン」は学会では認められていない。

註2: → で示したものがより適切な説明である。

内分泌かく乱化学物質に関する不適切な説明の例

3. フィト(植物)エストロゲンは人間の健康にとって好ましく、人工化合物と異なる
 → フィトエストロゲンはがん、更年期障害、骨粗鬆症、虚血性心疾患の予防に有効といわれているが、他方クロバーを多食した西オーストラリアの羊の不妊や、ゲネスティンの発がん性にみられるような有害な作用もある。
4. ステレンダイマー、トリマーは環境ホルモンである
 → *in vitro*, *in vivo* データによればそのような作用はない。
5. ノニルフェノールは魚類(雄)に対して雌性化作用を有し、有害である
 → ある類の魚類に対してこのような作用が認められるが、エストラジオールやエチニルエストラジオール(経口避妊作用をもつ)の方がその作用ははるかに強く、後者が存在する場合ノニルフェノールの魚に対する雌性化作用への寄与は大きくない。



野生生物の生理学的エンドポイントに影響する種々の因子

化学物質の総合管理において果すべき科学者の役割

1. レギュラトリー・サイエンスの推進
 - 1) 厳密な科学研究の遂行
 - 再現性, データの質的保証 (GLP), 証拠の重みづけ, 専門家の批判的評価
 - 2) 特定の科学的知見に関し起こりそうな結果を過大視しない
 - ・ 厳密に科学の論理に従い、得られた知見を拡大解釈しない
2. 研究成果の平易かつ的確な伝達・解釈 (社会学者, 人文科学者の協力による), 非専門家を受容に努力
 - ・ ハザード (有害性) ≠ リスク (危険性),
in vitro (試験管内) ≠ in vivo (生体), 実験室 ≠ 野外環境
 - ・ 過度に警告的, 煽情的にならないこと
 - ・ 当該リスクに対する見解が専門家によって必ずしも合意されていないことに留意すること
3. 有効な慎重さの原則 (precautionary principle) / 予防的対応 (precautionary approach) に対する協力 (後述)
4. 情報の公開と議論の透明性の確保

慎重さの原則 (precautionary principle) / 予防的対応 (precautionary approach): 化学物質の環境影響評価の新しいパラダイム

定義: 化学物質の悪影響から人間、生態系を守るために予防的アプローチがそれぞれの国の能力に応じて広く適用されなくてはならない。深刻なあるいは不可逆的な損傷の起こる恐れのある場合、科学的確実さが十分でないからといってそれを理由にして環境破壊を防ぐための費用・効果的に意味のある施策を延期してはならない

(UNCED, 1992 アジェンダ21 第15章)

→ “sustainable development (持続可能な開発)”,

“biodiversity (生物学的多様性)” に対応

[次世代への責任、人間以外の存在の幸福 (固有の価値) を認識すること]

慎重さの原則 (precautionary principle) / 予防的対応 (precautionary approach) の正しい理解のために

1. 一般に広く受け入れられる定義や基準を欠いているため解釈は様々であり (20以上のバージョンがある)、適用に困難がある。
2. リスク概念は経済的、社会的、生態的など多面性をもっている。慎重さの原則は不必要 (不注意) に導入されるべきではない。
3. 客観的なリスク評定を達成するためには、何よりも透明性の高い、そして多様な利害関係者の参加するリスク評定方法の樹立が必要である。
4. 慎重さの原則は技術進展や科学の発展を阻害するものではなく、より柔軟性のある管理を誘導するための手段である。
5. 科学者の役割
 - ① 不可逆的な損傷の恐れとはどのような証拠によるのか
 - ② 潜在的に有害な活動の限界 (上限) とはどこか
 - ③ どのような事前・予防的行動が有効か

化学物質との共存のために (リスクコミュニケーションの大切さ)

1. 市民;正しい理解への努力
 2. 科学者;正しい知見の取得とその正確、平易な伝達
 3. 産業界;"レスポンシブルケア"の推進
 4. ニュースメディア;センセーショナリズムを排し、正確、多面的に報道
 5. 行政当局;科学的な、的確な措置の決定、推進
- ➡ 化学の「光」と「影」(利便性と有害度)への理解
 - ➡ リスクに対する正しい認識の共有
 - ➡ 情報公開と議論の透明化(双方向のコミュニケーション)

宮本 純之 (みやもと じゅんし)

財団法人 化学物質評価研究機構顧問

専攻分野：生化学、毒性学、環境科学、リスク解析学。理学博士。

1931年兵庫県生まれ。1975年京都大学大学院理学研究科博士課程中退、同年住友化学工業株式会社入社。同社宝塚総合研究所長、常務理事、顧問を経て、1999年より現職。

総合科学技術会議専門委員、経済産業省化学物質審議会委員、同省産業構造審議会臨時委員、環境省内分泌攪乱物質検討会委員。

1974年より国際純正応用化学連合 (IUPAC) 委員、同連合化学と環境部会長を経て、現在同連合環境問題上級顧問。

1975年以来一貫して農薬、化学物質の研究開発とりわけそのリスク評価に係る代謝・分解、残留分析、毒性、生体影響の研究に従事するとともに、IUPAC 委員としてこれらの関連諸分野研究の世界的推進と普及に尽力した。また、IPCS (国際化学物質安全プログラム) の化学物質評価レポート (Environmental Health Criteria Document) の作成に携わり、IFCS (化学物質管理政府間会議) に対する科学アドバイザーとしてその活動に関与した。

関連分野の学術報告；原著約 190 編、著書、総説・解説を含め計 340 編。

授賞歴；日本農薬学会業績賞、同功労賞。アメリカ化学会バーディック・ジャクソン国際農薬化学業績賞。科学技術庁長官賞 (科学技術功労者)。ソ連邦農薬科学アカデミー、ウクライナ科学アカデミー、アルゼンチン医学アカデミー各海外名誉会員。