

環境汚染物質の事故時発生源事前対策に関する研究

勝田 悟*

1. はじめに

化学物質による汚染は、人為的に放出された物質が、自然環境の物質循環に入り込めなくなると発生する。自然界でも、火山の噴火では、硫化水素をはじめさまざまな有害なガスや複数の有害物質を含むエアロゾルなどが多量に放出し、環境汚染を発生させる。温泉地でもイオウ酸化物や放射性物質であるラドン（気体）などを発生させている。人への直接的な被害には、害虫の毒による被害などもある。人類は、これらの自然現象に高いハザードが存在することを経験的に知っていたと考えられる。具体的には、たたりや妖怪伝説などといった未知の危険に対する恐れが物語っている。未知の汚染被害発生時には、時には風評被害や差別となってしまう、被害者をさらに苦しめる結果にもなる。不明なハザードに対する曝露を避けるために人がとる行動の一つと思われるが、リスクの性質、大きさがわからない場合（または情報が少ない場合）には、論理的な行動より恐怖心に基づく錯誤に満ちた感覚的な行動が中心となってしまうと考えられる。

一方、自然循環にない化学物質は、環境中で酸化、中和、または何らかの条件で還元されることによって、分解、沈殿など化学反応を発生させ自然循環の変化を最小限に抑え、現状を維持しようとする。いわゆる浄化作用が自然には備わっている。しかし、ちょっとした変化でも自然生態系では、大きな変化をもたらすことがある。河川などで魚類が大量に死亡するなど現象が希に発生することがあるが、水中の溶存酸素が一時的に減少（川底などの土〔還元剤の作用となる〕などが水中に拡散し、発生することもある）することなどによる¹⁾。また、1976年にイタリア、セベソで発生した農薬工場の事故²⁾では、大量のダイオキシン類の廃棄物が発生してしまい、その処理に大きな失敗をしてしまっている。ダイオキシン類は、水にほとんど不溶なため湖に発生した廃棄物を投棄し処理したが、僅かな量で人体に障害を起こすため³⁾地下水や土壌に入り込んだ超微量の当該物質によって多くの健康被害（流産や遺伝的な障害など）が発生してしまっている。環境汚染では、超微量でもハザードが桁違いに大きい場合もあり、人の感覚的な行動はリスクを大きくしてしまう可能性が高い。

提出日2011年8月24日 受理日2011年11月23日

*教養学部人間環境学科社会環境課程准教授

また、水俣病を発生させたメチル水銀は、自然界で無機水銀とともに化学変化を繰り返しながら、地殻、大気、海水の間で移動している。無機水銀は、特定の細菌の作用によってメチル水銀に変化し、プランクトンから魚類に取り込まれ、食物連鎖によって濃縮されている。石炭の燃焼によって、現在も無機水銀が人為的に大気に放出されており、社会的に懸念されている。したがって、人間は、魚類等の摂取によって体内に微量ではあるが水銀が取り込まれており（やがて排泄される）、自然循環の中で水銀は人体も通過している⁴⁾。熊本水俣病では、チッソ（汚染発覚当時の新日本窒素肥料）水俣工場で、アセトアルデヒド製造時の副産物（廃棄物）として生成したメチル水銀がそのまま水俣湾（後に八代海へも排出）に排出されたため、健康被害が発生した⁵⁾。RoHS 指令（Directive on Restriction of the use of certain Hazardous Substances⁶⁾）によって水銀含有製品の流通を禁止した EU（European Union）を除く国々では、未だに多くの水銀が工業製品に使用されており、何らかの事故で環境中に放出された場合、環境中に入り込む可能性が高い。熊本水俣病では、水俣湾に堆積した水銀含有浚渫を特定地域（埋め立て地）に封じ込め自然から隔離している。

これまで公害が問題となり対処が進んでいる国々では、多くの有害物質について自然への放出を禁止する制度を作り安全管理を進めているが、何らかの事故によって放出されることも考えられる。事故時の発生源に対する事前対処は不可欠であるが、事故が発生するまで具体的な対処がとられることは少ない。確率が低いとされる事故、または災害に関しての事前対策のための社会的コストは、予算の必要性を証明することが極めて難しいのが現状である。本論文では、事故によって放出される環境汚染物質の事前対策のあり方について、現制度及び事故事例を分析し検討を実施した。

2. 人為的原因による事故

2.1 予防

（1）基本情報の整備

1960年代に多くの公害裁判が行われ、さまざまな環境汚染のメカニズムが分析されている。これらは、現在の環境汚染の再発防止対策に活かされ、有害物質のハザードをはじめとする性質が調査され、健康被害または生活に支障が生じることがないように曝露量を科学的に解析され、法律による排出基準が次々と設定されている。近年の食品汚染防止に関しては、食品衛生法及び農薬規制法で残留性農薬についてポジティブリストによって規制を行っている。ポジティブリストとは、原則規制（禁止）された状態で、使用を認めるものについてリスト化するのである。従来は、規制対象についてリスト化するネガティブリストに基づいて安全を図っていたが、未規制のものに安全性が確保できないことからポジティブリストへと変更された。予防策として極めて有効といえる。一般の環境汚染防止に関してもポジティブリストで規制が行われれば、環境リスク低下が著しく高まることが予想されるが、技術的、経済的な面から不可能といえる。ネガティブリストの充実が必要となるだろう。ただし、国連環境と開発に関する会議（1992年）で採択された「環境及び開発に関するリオ宣言」の第15原則では、「環境に保

護するため、予防的方策は、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ない。深刻な、あるいは不可逆的な被害のおそれがある場合には、完全な確実性の欠如が、環境悪化を防止するための費用対効果の大きな対策を延期する理由として使われてはならない」と定められており、当面の経済的なダメージのみを考え、将来に大きな影響を発生させることは回避しなければならない。

他方、一般社会には、極めて有害なものが莫大に存在しているが、その安全管理を徹底することによって、曝露を極力小さくし環境リスクを低く保っている。最も注意すべきものは、有害な（または、危険な）性質が不明なものであり、可能な限り曝露を小さくしなければならない。特に、4,000万種類以上ある化学物質については、ほとんどが工業用で利用する性質以外は確認されていないことから、多くのものは性質を他の確認済みの化学物質の化学的・物理的性質から推定してハザードを予想し、推定されるリスクから曝露量の限界を定めている。場合によっては、経験的な予想に基づき取り扱われることもある。これらは、汚染発生の予防として重要であり、正確に必要な情報を揃えることによって対処が可能となる。ただし、想定外の自体が発生した場合、対処が困難となり、事前に整備した情報が極めて重要となる。

化学物質による汚染のハザードを把握するには、性質に関する情報を整備し、定性に対して定量的に評価しなければならない。この情報を一覽で確認するシステムは、国際的にはMSDS（Material Safety Data Sheet）を作成し、整備する方法が行われている。すなわちMSDSは、個々の化学物質のもつ潜在的なリスクを知るための基礎情報となる。

（２）化学物質の性状

米国では、労働安全衛生を目的として1985年にOSHA（Occupational Safety and Health Administration：労働安全衛生局）により、HCS（危険有害性周知基準：Hazard Communication Standard）が定められ、事業者に対し、作業者がMSDSを利用できることが義務づけられた。その後、1986年10月にスーパーファンド法⁷⁾にスーパーファンド改正再授權法（Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986）が追加（TITLE Ⅲ）され、環境汚染の予防及び汚染対処としてMSDSが、第311条に定められた。当該追加法では、「地域の知る権利」として事故時対策委員会及び消防署へも提出が義務づけられた。TSCA（Toxic Substances Control Act）でも新規化学物質の製造前の届出の際のHazard InformationにMSDSが含まれた。なお、MSDSでデータ整備の際に利用される代表的な有害化学物質データ集として、致死量が記載された米国立労働安全衛生研究所（U.S.DHHS, NIOSH [National Institute for Occupational Safety and Health]）発行の「化学物質有害性影響登録」（Registry of Toxic Effects of Chemical Substances: RTECS）、作業環境における許容値を示している米国産業衛生専門家会議（American Conference of Governmental Industrial Hygienists: ACGIH）発行の「作業環境における化学物質の許容濃度」（Documentation of the Threshold Limit Values）がある。また、EC（European Commission）では、1993年に危険な（Dangerous）物質と調剤に関するMSDSの内容について指令が公布されている。その後、EUでREACH（Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals）規制⁸⁾（2007年8月施行）でリスク評価が遅れてい

る約30,000物質の既存物質について安全性の事前調査（化学物質の有害性など各種データ）を民間企業に義務づけている。

国際連合では、ILO（International Labour Organization）で1990年に「職場における化学物質の使用の安全に関する条約」が採択され、この条約に基づくILO勧告で、MSDSの記載項目が定められている。また、1992年6月にブラジル、リオデジャネイロで開催された「国連環境と開発に関する会議（United Nations Conference on Environment and Development: UNCED）」では、採択文書である「アジェンダ21」の第19章「有害かつ危険な製品の不法な国際取引の防止を含む有害化学物質の環境上適正な管理」で、「健康及び環境への有害性評価に基づいた化学物質の適切なラベル表示及びICSC（International Chemical Safety Card）⁹⁾のようなMSDS又は同様な書面の普及が、化学物質の安全な取扱い方法及び使用方法を示す最も単純かつ効果的方法である。」と、化学物質の性状情報の重要性を示している。国際連合環境計画（United Nations Environment Programme: UNEP）では、別途「化学物質の人及び環境への影響に関する既存の情報を国際的に収集・蓄積すること」及び「化学物質の各国の規制に係る諸情報を提供すること」を目的として、国際有害化学物質登録制度（International Register of Potentially Toxic Chemicals; IRPTC）を実施している。IRPTCによる情報の収集、蓄積活動の主な成果は、これまでに数種のデータプロファイルとして刊行されている。

産業界では、ISO（International Organization for Standardization）規格において、MSDSがISO11014-1¹⁰⁾で定められており、日本では本規格を日本工業規格でJISZ7250として定めている。

わが国では、1992年7月に労働省告示第60号「化学物質等の危険有害性等の表示に関する指針」が示されている。その詳細については「化学物質等の危険有害性等の表示に関する指針について（基発第394号）」及び「“化学物質等の危険有害性試験基準”及び“化学物質等の危険有害性評価基準”の制定について（基発第395号）」が同時に公表されている。1993年3月には厚生省・通産省告示第1号「化学物質の安全性に係る情報提供に関する指針」¹¹⁾が公表されている。なお、労働安全衛生法第57条¹²⁾及び毒物及び劇物取締法12条¹³⁾で、MSDSに類似の情報伝達義務が定められている。MSDS情報の提供を明確に義務付けた法律は、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（以下、化学物質管理法とする）」第14条である。当該条文規定では、MSDS情報を文書または磁気ディスクで提供できることとなっている。しかし、一般公衆への提供の義務付けはない。

前述のMSDS関連の規制では、記載項目について整合性に乏しく、合理的な対処はあまり望めないといえる。化学物質のハザード及び曝露の可能性を評価する際の必要と考えられる項目を表1に示す。

工業的に重要な情報であるが、温度変化に対する蒸気圧の変化や、熱や光に対する安定性、他の物質との反応性など、十分に情報が整備されていないものが多い。生体影響に関しては、むしろ限られたものしかデータがない。特に慢性毒性に関しては、個人差や確率的な要因もあり、リスクを検討するのは困難である。化学物質の取り扱いに関するハザード、または曝露の可能性を検討するには、企業における使用の現状を把握する必要もある。

表1 化学物質のハザードを評価する際に必要な項目
(Material Safety Data Sheet の項目例)

1. 物理的性質
分子式, 分子量, 外観, 臭気, ガス比重, 液密度, 沸点, 融点, 蒸気圧, 臨界圧力, 臨界温度, 溶解度
2. 化学的性質
水との反応性, 燃焼性, 浮遊性, 熱に対する安定性, 光に対する安定性, 空気酸化, その他の物質との反応性
3. 年間生産量・貯蔵の形態
4. 生体影響
急性毒性, 許容濃度, 亜急性毒性, 慢性毒性, その他生体毒性評価方法による値
5. 適用法規類
6. 事故事例
7. その他
各種工業で使用される際の工程, 致死量

出典：勝田 悟『化学物質セーフティデータシート』（未来工学研究所，1992年），（1）～（8）より

2.2 再発防止

1960年代に発生した公害のように定常時の工場の製造工程そのものに環境汚染の発生源がある場合は，ある程度対策に必要なデータが整備されているため，既存情報に基づいて製造方法の変更や製造禁止など再発防止策が検討される。また，汚染物質のハザードから解析して，社会的な実情等も勘案され¹⁴⁾，排出基準値が設定され直接的な規制が規定されることとなる。これにより環境リスクは，一定以上に大きくなることが回避できる。しかし，想定外の事態によって，環境汚染が発生した場合は，原因の解析に重点が置かれることとなる。一般に汚染事故分析手法として用いられる方法としては，フォルトツリー分析（Fault Tree Analysis：以下，FTA とする）があげられ，失敗要因を細かく分析することによって，事故防止要因（失敗要因）をチェックリスト化し，安全対策としてマニュアル化が図られることが多い。農業工場，化学工場をはじめ多くの企業で既に行われている。わが国では「化学プラントのセーフティアセスメント：新設時（労働省ガイドライン昭和51年）」や「石油コンビナート防災診断項目：安全評価（消防庁昭和55年）」等公的指針が発表され，関連業界での検討が行われている。硫安工業会や石油プラント工業会では，業界ガイドラインとして，爆発火災及び流出物の危険性の立場から既に安全対策をマニュアル化しており，コンピュータシミュレーションによって具体的に解析している。チェックリストによるリスクチェックの方法の概要を図1に示す。

前述のフォルトツリー分析で得られたチェックリストは，ハザードと曝露を検討し，定量評価を行い，その大きさに応じて重要度が分類される。重要度が決定すると具体的な対策（マニュアル）の作成が行われることとなる。但し，この検討は，想定外で発生した事故を分析したものであるため，適宜実情に応じて柔軟に対策の点検，見直しが行われなければならない。その結果，総合的なリスクを評価し，安全性の確保を図ることとなる。しかし，安全性の確保が十分に得られない場合（比較的大きいリスクが存在する場合）は，事業の中止も必要である。重要度の検討には，装置の操作などを解析する OS（Operability Study），事故発生からの出来事を時系列に並べ解析する ETA（Event Tree Analysis），事故の形態と影響を分析する FMEA

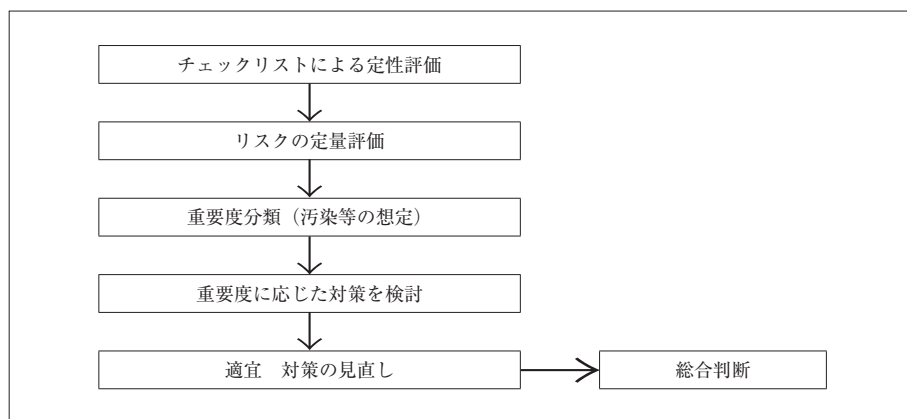


図1 リスク評価指針

（Failure Mode and Effect Analysis）など事故分析手法が使われている。

原子力発電所の事故分析時における内部事象（誤動作）の検討では、前述の FTA 及び ETA による事故分析を行い、人為的なミスによる事故の莫大なパターンを想定し、安全確保のために誤動作による障害回避が検討される。装置、システムに故障または、誤操作、誤動作による障害が発生した場合、事故にならないように確実に安全側に機能するような設計思想であるフェールセーフ（fail safe）、作業員などが誤って不適切な操作を行なっても正常な動作が妨害されないことを考慮するフルプルーフ（fool proof）が注意深く図られている。具体的には、ハード面としては、設計において非常用電源の設置などが図られ、ソフト面では、教育訓練の徹底が実施される。1979年3月28日に米国で発生した「スリーマイル島原子力発電所事故（TMI 事故）」¹⁵⁾では事故分析が詳細になされ、事故の再発防止対策がさまざまに検討された。外部事象（天災など）によって発生した2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故（以下、福島第一原発事故とする）の対処でも事故発生後の対策として応用されている。

3. 事故発生源

3.1 高度な専門的知識

（1）概要

一度起こってしまった事故に関しては、再度同じ事故が起こらないように、ハザードを調査し、被害に繋がる曝露を極力下げるように、科学的根拠に基づいてリスク低下が図られる。明確な科学的な証明が可能な場合は、法律を制定して強制的に環境リスク低下を実施することができる。しかし、実際に発生していない予想される事故については、専門家によってシミュレーションされ、その対処が検討される。安全のための規制は、法令に比べ比較的柔軟に対処できるガイドラインによって実施される。

(2) 遺伝子組換え技術

遺伝子組換えを利用した感染性が高い実験や工業的な生産については、技術が国際的に普及する際に研究者によって事前にリスクの検討が行われている¹⁶⁾。ハザードは、人為的に遺伝子を組み換えたり、遺伝子操作した生物（新たな遺伝子を持つ生物）が生態系に放出された場合の自然生態系または人に与える影響である。その後、米国の NIH (National Institute of Health)¹⁷⁾ において、1976年に政府による世界初の「組換え DNA 関連の実験ガイドライン」が公表され、このガイドラインの考え方にに基づきわが国をはじめ各国で組換え実験指針の検討が行われた。リスク低下の方法は、曝露を極力防ぐために、生物学的（病原体のハザードの分類分け）及び物理的（実験室の減圧、HEPA フィルター利用など）な封じ込めで対処がなされていた。しかし、非意図的な放出については、特にふれられておらず、緊急時（事故時等）の対処が不十分であると考えられる。また、リスクが低いレベル（Ⅲ-A-1 に相当する実験未満）の実験の毒性分子情報を含むものについて、排除することで問題が生じないとする理由が不明である。さらに致死量に関しては、化学物質においても構造解析等からの推定で行われており、そのデータの誤差（または不確かさ）の度合いも不明であることから明確な数字が示されているこの規定の合理性は疑問である。このような専門家（研究者）が中心となつてのガイドラインの検討では、経験的な根拠に基づいてハザードを安易に想定してしまうことや、組換え体が環境中で生存する可能性が極めて低いとの判断も技術的根拠に基づいているとは考えられない。

近年では、遺伝子組換え技術を利用した農作物の生産や工業生産が国際的に普及し、これまで自然界に存在しない組換え体が環境中に存在する機会が増加することに対して、生物の多様性に対する影響が国際的に懸念され始めている。実際に、農作物などは国境を越えて種などが飛散し、繁殖するケースも発生し問題となっている。わが国にも遺伝子組換えされ、自然界で強い生命力を持った菜種などがすでに全国各地で確認されている。この問題は、インドネシア・ジャカルタで1995年に開催された「生物の多様性に関する条約（Convention on Biological Diversity：以下、生物多様性条約とする）」第2回締約国会議で議論され、具体的な秩序形成について決議が採択されている。1999年には、コロンビア北部にある港湾都市カルタヘナで締約国会議が特別に開催され、組換え体の生物多様性への影響について詳細が検討された。その後、「生物多様性条約」第19条3の規定「締約国は、バイオテクノロジーにより改変された生物（Living Modified Organism: LMO）であって、生物の多様性の保全及び持続可能な利用に悪影響を及ぼす可能性のあるものについて、その安全な移送、取扱い及び利用の分野における適当な手続（特に事前の情報に基づく合意についての規定を含むもの）を定める議定書の必要性及び態様について検討する。」に基づき、2003年9月に「バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書（Cartagena protocol on biosafety）」が発効している（議定書第37条に基づき締約国が50カ国に達したため¹⁸⁾）。当該議定書の国内法となる「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」が、遺伝子組換え生物等による生物多様性への影響を防止するといった観点から2003年に制定されている。これにより実験指針や工業化指針等で規制対象に含まれなかった細胞融合が法令による規制の対象になった。また、遺伝子組み換

え食品に関して、わが国では「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律」（加工食品の表示）及び「食品衛生法」（遺伝子組換え食品の安全性審査）で規制している。遺伝子組換え食品とは、遺伝子操作を用い病害虫に強い、または除草剤耐性を持った遺伝子組換え農作物のことをいい、既に市場化し世界的に普及している。遺伝子組換え食品は、自然に存在しなかった遺伝子配列の植物から収穫されるため、その安全性が問われている¹⁹⁾。遺伝子組換え技術は、医療福祉や今後の食糧供給の対策として、非常に重要な技術であるが、自然のバランスの破壊や人体への影響研究を、十分に実施する必要がある。

このように遺伝子組換え技術に関しては、専門の研究者が中心になってリスク管理を行っており、漸次安全性を確認しながら発展してきていると考えられる。しかし、一般公衆にとっては、未知のリスクを秘めている技術として捉えられる可能性があり、精神的な不安感はぬぐえないだろう。何らかの事故が発生した場合、風評被害の恐れもあり、正しいリスクを公表していく必要があるだろう。「P4施設利用差止め等請求事件」（水戸地土浦支判平成5年6月15日、訟務月報40・5号1002（118）頁）では、実験ガイドラインで最もリスクが高いとされるP4レベルのDNA実験実施に対して、施設周辺住民のリスク回避措置（安全性）への懸念が明確に示されている²⁰⁾。判決は、原告ら（施設周辺住民）の請求が棄却となっているが、高度な技術の潜在的リスクが争点となったことが注目される。この組換え体の未知なリスクは、「当該技術が高度なため実験内容が一般公衆には理解できないこと」と、「安全性の確認の基準が従来のモニタリング規制のように排出濃度で決められないこと」である。一般公衆の「平穏で安全な生活を営む権利」は、人格権であり、未知なリスクを持った組換え体に関する不安感によって侵害されることは当然である。したがって、未知なリスクに対して一方的に安全と説明しても一般公衆には理解できなかつたといえる。福島第一原発事故で、原子力発電のリスクへの地域及び国民の不安が高まったのは、高度な専門的な知識が必要な技術について一方的に安全性を説得したためである。遺伝子組換え技術など高度な技術に関しては共通の問題といえる。このような高度な技術に関した汚染の対象については、事業者によってMSDSのような情報を事前に開示・説明する義務があると考えられる。

他方、2010年10月にわが国の愛知県名古屋市中で開催された「カルタヘナ議定書第5回締約国会議（COP-MOP [Meeting of the Parties] 5）」では、遺伝子操作に高い技術をもつ先進国と、遺伝子資源を持つ途上国の関係など、「遺伝資源へのアクセスと利益配分（ABS: Access and Benefit-Sharing）」が最も注目される問題として扱われた²¹⁾。環境リスクの対処より経済的な視点が国際的な議論では重要視されてしまったと思われ、今後の改善が望まれる。

（3）原子力発電技術

「伊方発電所原子炉設置許可処分取消請求事件」（最高裁平成4年10月29日第一小法廷判決、民集46巻7号1174頁、判時1441号37頁、判タ804号51頁）では、核燃料等規制法23条に基づく原子炉設置許可申請に対する行政の許可の処分取り消しを求めて争われている。当該上告は棄却され、「設置許可審査は、原子力の開発及び利用の計画との適合性や原子炉施設の安全性に関する極めて高度な専門技術的判断を伴うものであり、適正である」との科学問題に関する司法

の判断が示されている。しかし、高度な専門的知識を伴う法的処分に關して、専門家の判断に従うことが社会的相当性があるとの判断は疑問である。

原子力発電所から放射能物質が漏出し、食品への影響が問題となった「敦賀原発風評事件」（名古屋高裁金沢支部平成元年5月17日判決，判時1322号99頁，判タ705号108頁）が，1981年に既に敦賀湾で発生している。この事件では，1立方メートルの汚染水（3,700万ベクレル以上：数10m キュリー）の廃液が誤って海に放出され，放射能物質によって汚染された海産物に対する影響が問題となった。当時の科学技術庁（現文部科学省）は，ホンダワラ，ムラサキイガイ，ナマコ，サザエ等を調査し，これらは人体に影響なしと結果を報告している。しかし，安全性を示された後も風評被害が大きく，この地域の漁業関係者に補償金が支払われた。原子力及び放射能に關して科学的な知識が十分でない一般公衆にとって，ハザード及び曝露の定量的評価は不可能であり，過大なリスクを心配することは当然である。一方的な科学的な安全発表をしても，一般公衆から信頼は得られなかったと考えられる。敦賀原発漏出事故は人災であったことから，政府及び電力事業者は内部の再発防止策（内部事象）を徹底している。そして，政府は信頼を得るために，リスクではなく安全性を強調する施策を進めることとなる。

しかし，福島第一原発事故の想定以上の被災により，農作物，畜産物，水産物が放射能物質により汚染され，食品衛生法（第6条）に基づき政府から摂取制限も発せられた²²⁾。リスクに対して定性的な面及び定量的な面が不明なまま，安全性のみを強調していた政府に対する不信感は拭いきれなく，食品の摂取制限解除後もいわゆる風評被害が続いている。ホットスポット（放射能が異常に高い区域）も多くの地域で存在することから，おおまかな安全宣言には疑問を持つ者も多い。この食品汚染で問題となった低レベル放射能物質の摂取による被爆（内部被曝）は，慢性毒性物質（長期間を経て発症）の摂取と類似している。他の化学物質汚染においてもハザード及び曝露を一般の生活の中で感覚的に感じ取ることは不可能であり，十分なリスク教育を受けていないことから，リスクの大きさが不明となっていると考えられる。起こらないとされた事故の発生後，専門家の判断のみを信頼することは難しい。

3.2 内部事象による事故

化学工場では事業内の操作ミスなどで，化学物質の異常反応が発生し，環境汚染物質が環境中に大量に拡散している。

1984年12月に，インドのマドラプラデン州ボパール市の農業工場（ユニオンカーバイトインディア社）から作業員のミスにより貯槽中の有害なメチルイソシアネート（ CH_3NCO ）²³⁾が漏洩し，その毒性により死者2,000人以上，被災者20万人以上を出した。その後のフランスの研究者の調査では，1万6千人が死亡，50万人が被災したとの報告もある。爆発事故の発生原因は，教育訓練を十分に受けていなかった作業員が，生産原料物質であるメチルイソシアネートの貯蔵タンクに清掃時に水を侵入させてしまったことによって起こっている。メチルイソシアネートは，水と反応することで急激な発熱反応を生じさせてしまうため水洗浄は厳禁であったが，会社によって教えられておらず，事故対処マニュアルの徹底も不足していた。また，事故発生後の対応における問題点として，工場から公共機関への通知が遅れたこと，及び工場内に

ある化学物質の情報が外部機関に知らされていなかったことが指摘されている。また、被災した人々の治療にあたった医者が、工場側に放出された有害物質の種類と有害性の情報提供を要求しても、企業秘密を理由に拒まれてしまったため、適切な対処ができず被害をさらに悪化させた。

米国では、この事件及びその数か月後にウェストヴァージニア州にあるユニオンカーバイトインディア社の工場で爆発事故が発生したことから、国内の事故による有害物質汚染防止のための立法を望む声が高まり、前述のスーパーファンド改正再授權法（Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986：以下、SARA とする。）が定められた。この規制は、「事故計画及び一般公衆の知る権利法（Emergency Planning and Community Right to Know Act：以下、EPCRA とする）」と名付けられ、事故時の対処が必要とされる約420物質について工場内に存在する量及び有害性等性質に関して住民が知ることができる権利、いわゆる「知る権利（right to know）」を認めている²⁴。現状で判明している潜在的リスクは、本法律のように事前に公表しておくことで、事故時に合理的で迅速な対応が望める。SARA は、1985年11月に米国環境保護庁（U.S.Environmental Protection Agency: U.S.EPA とする。）により作成された化学的緊急時の準備プログラム（Chemical Emergency Preparedness Program：以下 CEPP とする）に基づいている。CEPP は、事故時計画策定のため特別危険物質（Extremely Hazardous Substances）として約400物質が規定され、規定物質が限界計画量（Threshold Planning Quantity）以上施設内に存在する場合など報告が義務づけられ、既に一般公衆の「知る権利（Right to Know）」が取り入れられている。

本スーパーファンド法の事故対策の法体系は図2のように合理的な規制を可能にしている。住民の知る権利を確保し、化学物質汚染のリスクに関して日常より注意できる環境を整えている。労働安全衛生局や災害関係の行政部門とも本法律に基づいて事前の連絡を密にしており、

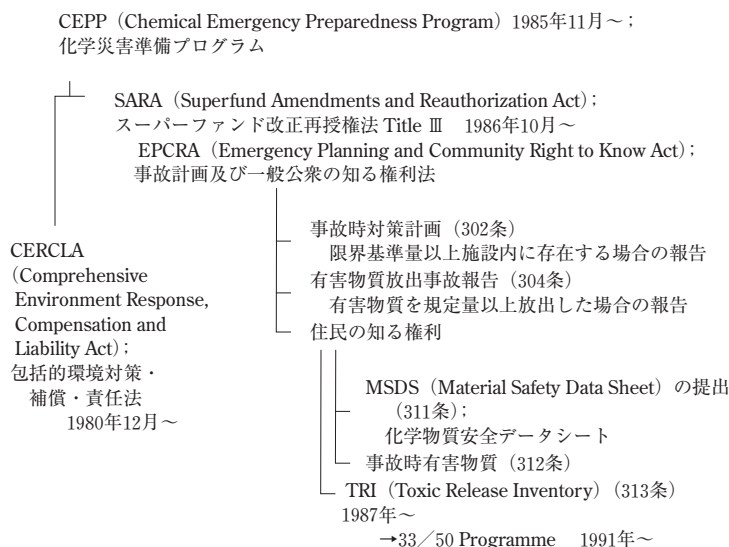


図2 スーパーファンド法の法体系

リスク低下が図られている。

原子力発電所においても内部のリスク対策は十分に検討されており、これら情報は作業員全員及び周辺住民並びに国民に公開する必要がある。わが国は、MSDSの公開においても法律規制違反に関しても罰則が無く、公開義務に関して関心が低い。産業で使用する化学物質及び原子力発電に関した放射性物質に関してリスク情報（ハザード及び「環境中での拡散シミュレーションも含めた」曝露の可能性）の公開を法令によって義務化し、公開規制違反に関する罰則も規定するべきであろう。既に事故が発生した者に関しては、再発防止策のための事故分析に関しても一般公衆のリスクに関わるものは公開すべきである。ただし、米国カリフォルニア州で1986年に制定された、「安全飲料水有害物質執行法（Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act）（Cal. Health & Safety Code § § 25249.5-13）；通称：プロポジション 65（Proposition 65）」では、飲料水の有害性について厳しい表示義務を課し一般公衆への知る権利を達成したが、情報過多となり却ってリスクに関して無関心になってしまった例がある²⁵⁾。情報公開が形骸化してしまうとリスク低下の効果が期待できなくなるため注意を要する。

一方、一般公衆へのリスクに関しては、公開された情報について知る義務があり、正確な自主的なリスク回避が必要である。したがって、一般公衆向けの説明会や教育機関での児童、生徒への教育でも取り扱う必要がある。

また、EPCRAでは、事故時の事前対処のために、「事故時対策計画（第302条）」、「有害物質放出報告（第304条）：有害物質を規定量以上放出した際の報告（対象物質を約420物質を規定）」、「住民の知る権利」が定められている。CERCLA（Comprehensive Environment Response, Compensation and Liability Act of 1980）制定時より、災害時のための国立応答センター（National Response Center：以下、NRCとする）が設置されている。CERCLAでは、有害物質（約700物質）の偶発事故時の通告許可限度量を設定しており、許可量を超えて放出をした場合、NRCへの通知が義務づけられている。NRCは、行政機関の消防、環境部門、緊急時対処部門が協力して運営しており、スパーファンド法に基づき、合理的な対処が図られている。わが国では、縦割り行政の弊害を受けない、先端技術（化学、原子力、バイオなど）災害対策を専門とした機関が必要と考えられる。特に、事業所内での汚染原因となりうる物質の種類と貯蔵量（事故時の曝露量の確認）の確認、事故発生時の環境汚染対処、一般公衆への情報公開・安全訓練を効率的に行う必要がある。

3.3 想定外の事故

（1）事前の対処

天災など外部事象による事故は、想定が困難である。福島第一原発事故が天災であるならば、世界中の原子力発電所で同様の事態が発生する可能性があり、現在のリスク対策は不十分であるということとなる。リスク分析ということとなると、隕石が落下し大事故が発生するような確率も0ではなく、必ずリスクが存在することとなる。したがって、人類は常に莫大なハザードを受ける可能性を持って、曝露の低さで安全と思っているといえる。理想的には、外部事象による事故は最悪の場合を想定した対処が望まれるところであるが、あまりにも莫大な要因が

存在し、どの程度の曝露以上を対象とすべきか極めて難しい。曝露の大きさは指数的な大きさの違いがあり評価が困難であるため、現実には経済的な要因が重要な視点となっている。英国の1990年環境保護法（Environmental Protection Act 1990）²⁶⁾ 第4条（四）で規定されている事前許可の要件として義務づけられている「過剰な費用負担を要しない実現可能な最善の技術（Best Available Techniques Not Entailing Excessive Cost : BATNEEC）」の利用は、当初は、「最善の技術」のみであったが、産業界等からの強い要請により「過剰な費用負担を要しない実現可能な」という内容が付け加えられている。すなわち、技術的に可能であっても経済的に困難な事前対処は、最善の技術対処を施さなくてもよいこととなる。

わが国の原子力発電技術の研究開発は、政府が行っており、電源三法等²⁷⁾で施設立地及び運用に関しても政府の支援がなされており、発電コストは不明確である。原子力発電で排出した放射性廃棄物は、プルサーマル利用が考えられ、将来的には高速増殖炉によってわが国の数千年のエネルギー需要を賄う計画であり、核エネルギーの利用は、政府によるエネルギー政策でエネルギー資源のないわが国にとって重要事項に位置づけられている。さらに、環境汚染対策は環境法ではなく、原子力基本法（以下、基本法とする）及びその特別法で運営されており、他の環境問題やモニタリングと全く別の対処をしたとなっている²⁸⁾。このため合理的な対応は望めず、一旦放射能物質による環境汚染が発生すると、厚生労働省、農林水産省、国土交通省など複数の管轄に及び、関連法も複雑に絡み合うことになる。ただし、環境法においても、大気汚染防止法第17条²⁹⁾で定められているのみで、規制対象となっている物質も当該法施行令第10条で28物質³⁰⁾が定められているだけである。したがって、わが国の事故対処のための法律は極めて不十分であり、自然災害における対処は全く十分ではないといつてよい。

一方、原子力発電所による災害による被害者の損害賠償は、基本法特別法として「原子力損害の賠償に関する法律」（1961年制定）で定められている。第3条には、「原子炉の運転等の際、当該原子炉の運転等により原子力損害を与えたときは、当該原子炉の運転等に係る原子力事業者がその損害を賠償する責めに任ずる。ただし、その損害が異常に巨大な天災地変又は社会的動乱によつて生じたものであるときは、この限りでない。」と定められており、この災害が、「運転等による損害か否か」、「異常に巨大な天災地変に相当するか否か」の解釈で電力会社の責任の有無が決定される。また、賠償内容については、第6条、第7条で定められており、「…原子力損害賠償責任保険契約及び原子力損害賠償補償契約の締結若しくは供託であつて、その措置により、一工場若しくは一事業所当たり若しくは一原子力船当たり千二百億円を原子力損害の賠償に充てることができるもの…」と曖昧な表現になっている。さらに、国による措置については第3条及び第16条に基づき「政府は、原子力損害が生じた場合において、損害を賠償する責めに任ずべき額が賠償措置額をこえ、かつ、この法律の目的を達成するため必要があると認めるときは、原子力事業者に対し、原子力事業者が損害を賠償するために必要な援助を行なうものとする」となっており、政府はエネルギー政策で進められた原子力発電推進の立場から必要な援助（税金による対処）は、今後長年続けられていくと考えられる。原子力発電のコスト計算がかなり変化するだろう。

(2) 監視

事故による放射能汚染対処に関しては、わが国では基本法第5条第2項「原子力安全委員会 は、原子力の研究、開発及び利用に関する事項のうち、安全の確保に関する事項について企画し、審議し、及び決定する。」に基づき、さまざまに制定されたガイドラインによって規制され、モニタリング等も定められている。具体的には、行政の原子力センター（県庁等の掲示板で確認可能）及び電力事業者（通常インターネットによって公開）によって放射線の測定が連続で行われている。原子力発電所が立地する各地域の原子力センター³¹⁾では、(財)原子力安全技術センター（東京）に情報を送っており、原子力発電所の測定データとの比較も行っている。(財)原子力安全技術センターでは、事故モニタリングシステム（シミュレーション）SPEEDIによって算出され、その結果がフィードバックされている。原子力センターでは、原子力発電所から10km圏内の α 線及び β 線の測定をテレメータシステムなどで定期的に連続測定し、 γ 線の測定に関しては、蛍光ガラスを使って数ヶ月毎に測定している。排水に関しては、ストロンチウム（Sr）、トリチウム（T）の測定が行われている。原子力発電所から10km圏内の測定は、政府の原子力安全委員会の指標（想定される事故 Emergency Planning Zone、シミュレーション（被害想定））に基づいている。しかし、事故が起こった際に、発電所半径10km圏すべてが汚染されるわけではなく、風向き等で被害域は限定されるため、事故が発生した際の一般公衆の誘導は汚染のない地域へ移動することを考えている。環境法に基づくモニタリングでは、事故時より定常時の変化を調査することに注目され、気象現象での変化などで異常に高くなった大気汚染などがチェックされている。法律及び条例で注意報、警報などのシステムが整っており、環境法で事故対策に関する規制を整備し、SPEEDIも同じシステムの中で運用されることが望ましい。

そもそも原子力発電は、軍事利用された核爆弾の平和利用を目的に開発されたもので、安全技術が最も重要となる。国際社会が東西冷戦の最中に、米国が1952年に水素爆弾実験（水素の核融合：太陽の表面の核反応に同じ）に成功し、1953年に旧ソ連も成功したため、世界的な危機に瀕した状態から脱却するために米国アイゼンハワー大統領が、同年12月に国連総会で“Atoms for Peace”と国際社会に訴えたのがきっかけとなる。しかし、1970年に発効した核兵器の不拡散に関する条約（Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons: NPT）では、国連安全保障理事会常任理事国（米国、ロシア、英国、中国、フランス）での核爆弾の所有を認め、その他の国に保有を禁止しており、軍事利用を認めたままでの平和利用の促進には、疑問である。ウラン235を利用した原子力発電では、プルトニウムが必ず生成され、濃縮すれば原子爆弾の原料となる。また、インド、パキスタンは、現実的には核爆弾を所有しており、国際社会も暗黙の了解となっている。北朝鮮は、外交を有利に進める方法の一つとして核爆弾の所有を公言している。原子力の平和利用に関しては、国際社会の意図は、何が真実であるのか不明であり、このような状況で平和利用を図ることは極めて無理があるように思われる。

原子爆弾では、ウラン原子やプルトニウム原子、および中性子で励起された物質の核分裂によって生成する核分裂片が、約300種類に及ぶ放射性同位体となる。爆発後1時間以内に、半減期の短い物質は、秒や分の単位で崩壊し、核爆弾からでた放射能全体は100分の1以下に減

衰する。放射性核種ストロンチウム90 (^{90}Sr) は半減期が28年で、長期的な放射線障害の原因となる³²⁾。放射性のヨード131すなわちヨウ素131 (^{131}I) は半減期が8日と短い³⁾ (同位体も含め) 人体では甲状腺にあつまるため、甲状腺癌の発病率は高まる。ヨード131をふくむ草を牛が食べると、放射性同位体は即牛乳に検出される。牛乳は、通常生産日の数日以内に消費されるため、その後の曝露量は急激に減少し、リスクも減少する。問題となるのは、セシウム137 (^{137}Cs) であり、半減期が30年と長く、食物連鎖によって濃縮され、人に摂取される可能性が高い。化学的には、カリウム挙動と類似しており、体内に取り込まれやすく、進入したものは放射線を体内に照射する。体内に留まる時間は、2～3カ月といわれている³³⁾。放射線は、生物に遺伝的な影響を与えることは科学的に証明されており、突然変異 (生殖細胞を変化させる) の原因にもなる。このような科学的なリスクは、ハザードも、曝露の可能性もあまり情報公開されておらず、大きな事故の場合、国民全体のみならず他国への影響も生じる。化学物質事故では、河川や大気を媒体として国際的に汚染が起きた例が複数有り、原子力発電所の事故をはじめ化学災害に関しては総合的な国際的取り組みが必要といえよう。

4. まとめ

事故時の発生源対策において、最も重要な検討は、再発防止対策である。一度発生した事故は2度と起こさないために事故分析を徹底し、優先度を明確にしたチェックリストを作成することが必要である。原子力発電に関しては、平和利用を進めるならば、事故分析を徹底的に行わなければならない。これまで原子力発電は行わないが、核爆弾による威嚇はそのまま続けた米国などは、極めて自己中心的な対応といえよう。事故の再発防止が技術的に不可能ならば、安全技術が確立するまで商業用の使用はやめるべきであろう。経済的な支出が大きすぎるために、対処を行わないのは最も懸念されるところである。経済的な問題が解決するまで、やはり商業用利用は取りやめるべきであろう。わが国の原子力開発のように、研究開発、立地、及び事故による損害賠償まで国民の税金に頼っている場合、正確にリスク情報を国民に公開するべきであり、国民による直接的な議論及び判断を実施するべきであろう。そもそも軍事利用している核エネルギーを、平和利用しているならば、国際社会にその安全性を示すべきであろう。

事故の予防は、想定外のことが多く発生し、対処の検討は極めて難しい。しかし、経済的な理由で対処が行われない場合、最も懸念されることである。少なくとも、化学物質汚染対策のためのMSDSなど普遍的なハザードの情報は、整備、公開するべきである。曝露に関しては、福島第一原発事故で示されたように、不確定な要因が莫大に存在する自然現象を十分に解析するべきであろう。特にハザードが大きいものに関しては、一度の発生で膨大な被害を発生させてしまうため、曝露はさらに小さくするようにリスク分析をする必要がある。他方、一般公衆に対する事前のハザード、曝露情報をわかりやすく知らせておくことが必要である。風評被害を小さくするためにも重要である。生産設備や安全装置の信頼性が高いからといって、想定外の災害で被害の予見は不可能である。また、専門家によるリスクの評価も、専門家の専門とし

ているところは特定の分野であり、ニュートラルな立場で検討できる適正なチーム（縦割り行政の弊害を受けない）で行わなければ、全く意味のない審査結果となってしまいうだろう。

放射性物質の汚染，消防関連，労働災害，環境汚染に関して縦割り行政により対処をしているが、非合理的な対処しか望めず、わが国においては横断的な対処が可能な組織の新設が望まれるところである。特定の省庁の権益や産業界の目先の利益になどは災害被害に比べれば、全く無意味なものであり、再発防止策の徹底，予防，事故防止教育（安全の専門家の養成を含め）及び法体系整備していくことが最も重要と考える。

注

- 1) 2011年5月14日に、石川県金沢市浅野川では、梅雨の雨によって川底の土砂が巻き上がるなどして一時的に河川水が酸化され、一時的に溶存酸素が急激に低下し、鮎が大量死（約1万7,500匹）している。
- 2) 当該事件は、1976年7月10日深夜にイタリア・ロンバルディアのミラノ市近くのセベソ（seveso）で農薬工場（スイスのホフマン・ラ・ロッシュの子会社イクメサ社 [icmesa]、工場は隣接地のメダ [meda] に立地していた）の爆発事故により周辺に極めて有害な2,3,7,8-TCDD（最も有害性が強いダイオキシン類）が放出される汚染が発生したものである。広範囲な居住地区（セベソ、メダ、チェサノ [cesano]、デシオ [desio]）にダイオキシン類が飛散し、家畜などの大量死や、2,3,7,8-TCDDの高濃度暴露によると考えられる人への皮膚炎などが確認された。また、高濃度の汚染を受けた地域の700名以上が長期間にわたり強制疎開させられた。人への健康被害として、翌年集団的流産被害が発生し、その後も長期間にわたり健康被害が多発している。この他事故で汚染された地域に住んでいた人に、血液、肝臓、及び骨のがんの発症率が高く、循環系、呼吸器系、及び消化器系の疾病、糖尿病、及び高血圧症での死亡率が高いことが報告されている。
この汚染事件が影響して1982年にEC（現EU）が、事故による有害物質汚染対策のための規制を求めた「セベソ指令（directive）82／501／EEC」を制定し、1985年までに加盟各国に国内法制定を求めた。なお、1996年に改正EU指令（セベソ指令Ⅱ）が採択され、「セベソⅡ理事会指令96／82／EC」が制定された。その後、2003年に「セベソ指令2003／105／EC」に修正された。セベソⅡ指令は、定められた基準値を越える量の危険物質が存在する産業プラントに適用されることとなった。
- 3) ダイオキシン類とは、ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン（PCDD; Polychlorinated Dibenzoparadioxins）とポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF; Polychlorinated Dibenzofurans）の総称である。化学物質の構造で分類すると210種類の異性体があり、それぞれ毒性の強さは異なっている。PCDDには75種類、PCDFには135種類ある。わが国では、ダイオキシン類対策特別措置法が1999年7月に制定され、2000年1月から施行されている。人の耐容一日摂取量（TDI）は、人の体重1kg当たり4ピコg-TEQ／日（ 10^{-12} g-TEQ／日）となっている。
- 4) 食物連鎖による濃縮で、イルカ、鯨、メカジキ、マグロなどが比較的高濃度の水銀を体内に含有している。メカジキでは、0.97ppm、クロマグロでは、0.97ppm、金目鯛では、0.67と高濃度の水銀が検出される。
- 5) 水俣病認定患者は、1956年5月1日発表の公式確認で、認定患者2,271名となっている（2010年現在の死亡者：1,963名）。2007年2月16日現在で、熊本県、鹿児島県、及び関西地区での水俣病認定申請が5,000名に達している。
- 6) 2003年2月に発効し、2006年7月に全面施行したRoHS（Restriction of the use of certain Hazardous Substances）指令は、EU内に流通する電気電子機器製品に①鉛、②水銀、③カドミウム、④六価クロム、⑤臭素系難燃剤2物質（PBB／ポリ臭化ビフェニル、PBDE／ポリ臭化ジフェニル）

ルエテル)が配合されることを原則禁止している。ただし、使用禁止規制の対象となっている6物質については、濃度基準が定められており、特別の事情がある製品については例外事由が承認されている。

- 7) スーパーファンド法は、有害廃棄物を不法投棄し問題となったラプカナル事件がきっかけとなり、土壌汚染地の改善と予防についての一般公衆からの強い要望により制定された法律である。ラプカナル事件とは、米国ニューヨーク州ナイヤガラ・フォールズ市のラプカナル運河で、1940年から1952年までフッカー・ケミカル・アンド・プラスチック社によって、4,300トンの廃棄物が投棄された。1977年に有害物質の漏洩が確認され、1978年と1980年にニューヨーク州の保健衛生局は、周辺住民の避難を命令した。米国では、国家的緊急事態として大きな問題となった事件である。本法の主な規定内容は汚染した土壌を改善するための基金を政府が設立し、汚染の可能性がある施設に対し、各種情報の報告等を要求していることなどである。当初は、1980年12月に包括的環境対策、補償、責任法(Comprehensive Environment Response, Compensation and Liability Act of 1980: CERCLA)が5年の時限立法として制定され、有害物質として約700物質が規定され、16億ドルの基金が設けられた。基金は、米国内に数多く存在している土壌汚染地を浄化するために利用される。但し、汚染者が判明した場合は、汚染者が当該浄化費用を支払わなければならない。
- 8) REACH 規制では、①規定で定める量の化学物質を製造・輸入する者に化学品安全性評価書(CSR)の作成を義務づけ、②新規化学物質と既存化学物質を同一の枠組みで規制し、既に市場に供給されている既存化学物質についても新規化学物質と同様に登録を義務付け、(規定で定める量の化学物質を製造、輸入する者が対象)などが定められている。OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)でも1992年から「高生産量化学物質点検プログラム」を実施しており、2020年までに5,000物質を調査する予定であるが、ほとんど進捗していない状況である。
- 9) ICSCとは、国連環境計画(UNEP)、国際労働機関(International Labour Organization; ILO)、世界保健機構(World Health Organization; WHO)の共同の国連組織である国際化学物質安全性計画(International Programme on Chemical Safety; IPCS)によって、1988年から作成が続けられている化学物質の安全性カードである。化学の専門家ではない人達を利用の対象者としており、記載内容はわかりやすく簡単に示されている。有害化学物質対策が遅れている開発途上国への安全性情報の提供手段やトレーニングの際の教材にすることも意図されている。わが国は、厚生省国立衛生試験所が国際化学物質安全性計画に参加している。

- 10) ISO11014-1でMSDSに記載を要求しているものは、次の16項目である。

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. 化学物質等及び会社情報 | 9. 物的及び化学的性質 |
| 2. 組成、成分情報 | 10. 安定性及び反応性 |
| 3. 危険有害性の要約 | 11. 有害性情報 |
| 4. 応急措置 | 12. 環境影響情報 |
| 5. 火災時の措置 | 13. 廃棄上の注意 |
| 6. 漏出時の措置 | 14. 輸送上の注意 |
| 7. 取扱い及び保管上の注意 | 15. 適用法令 |
| 8. 暴露防止及び保護措置 | 16. その他の情報 |

なお、内容を記載する際には、これらの項目名、番号、及び順序は変更してはならないと定められている。また、情報が入手できない場合は、なぜ入手できないかを記載する。各項目は空白にしてはならない(ただし、16“その他の情報”のところは空白でもよい)。となっており、情報の出典については必ずしも記載しなくてもよいとなっている。

- 11) 厚生省・通産省告示第1号「化学物質の安全性に係る情報提供に関する指針」では、MSDS提供の対象となる化学物質を次の危険有害化学物質毎の法律規定物質としており、極めて多くのものを対象としていた。

- ①爆発性物質；火薬類取締法に掲げる爆薬。
 - ②高压ガス；高压ガス取締法に規定する高压ガス。
 - ③引火性液体；消防法に規定されるもの；労働安全法施行令に規定する引火性の物。
 - ④可燃性個体又は可燃性ガス；消防法に規定されるもの；労働安全法施行令に規定する可燃性の化学物質及びガス。
 - ⑤自然発火性物質；消防法に規定されるもの；労働安全法施行令に規定する自然発火性を有する化学物質；船舶による危険物の輸送基準等を定める告示規定の物質（自己発熱性及びその他の自然発火性物質を除く）。
 - ⑥禁水性物質；消防法に規定されるもの；船舶による危険物の輸送基準等を定める告示規定の物質（その他の可燃性物質を除く）；労働安全法施行令に規定する禁水性を有する化学物質。
 - ⑦酸化性物質；消防法に規定されるもの；船舶による危険物の輸送基準等を定める告示規定の物質（その他の酸化性物質を除く）；労働安全法施行令に規定する酸化性を有する化学物質。
 - ⑧自己反応性物質；消防法に規定されるもの；労働安全法施行令に規定する爆発性を有する化学物質。
 - ⑨急性毒性物質；毒物及び劇物取締法に規定する毒物及び劇物；船舶による危険物の輸送基準等を定める告示規定の物質（その他の毒物を除く）；有機溶剤中毒予防規則に規定する有機溶剤等；特定化学物質等障害予防規則に規定する第三類物質等；鉛中毒予防規則に規定する鉛等；四アルキル鉛中毒予防規則に規定する四アルキル鉛等。
 - ⑩腐食性物質；船舶による危険物の輸送基準等を定める告示規定の物質（その他の腐しよく性物質を除く）；労働安全法施行令に規定する腐食性液体。
 - ⑪その他有害物質；特定化学物質等障害予防規則に規定する第二類物質等；鉛中毒予防規則に規定する鉛等；四アルキル鉛中毒予防規則に規定する四アルキル鉛等；労働安全衛生法に基づき指針を公表した化学物質；基発第51号通達（平成四年二月十日）等により公表した変異原性が認められた既存化学物質等；基発第414号の3通達（平成三年六月二十五日）等により公表した変異原性が認められた新規化学物質等；化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律に規定する指定化学物質。
- 12) 労働安全衛生法 57 条の一（表示等）では、労働者に健康障害を生ずる恐れがあるもので政令で定めているものを容器に入れ、又は包装して、譲渡し、又は提供するものに対して、①名称、②成分及びその含有量、③厚生労働省令で定めるものにあつては、人体に及ぼす作用、④厚生労働省令で定めるものにあつては、貯蔵又は取扱い上の注意、⑤その他、厚生労働省令で定める事項、の表示が義務づけられている。
- また、労働安全衛生法 57 条の二（文書の交付等）では、譲渡し、又は提供する相手方へ、①名称、②成分及びその含有量、③物理的及び化学的性質、④人体に及ぼす作用、⑤貯蔵又は取扱い上の注意、⑥流出その他の事故が発生した場合において講ずべき応急の措置、⑦その他、厚生労働省令で定める事項、の通知を義務づけている。
- 13) 毒物及び劇物取締法 12 条「毒物又は劇物の表示」について
- ①毒物劇物営業者及び特定毒物研究者は、毒物又は劇物の容器及び被包に、「医薬用外」の文字及び毒物については赤地に白色をもつて「毒物」の文字、劇物については白地に赤色をもつて「劇物」の文字を表示しなければならない。
 - ②毒物劇物営業者は、その容器及び被包に、次に掲げる事項を表示しなければ、毒物又は劇物を販売し、又は授与してはならない。1) 毒物又は劇物の名称、2) 毒物又は劇物の成分及びその含量、3) 厚生労働省令で定める毒物又は劇物については、それぞれ厚生労働省令で定めるその解毒剤の名称、4) 毒物又は劇物の取扱及び使用上特に必要と認めて、厚生労働省令で定める事項（施行規則第 11 条の 6）。
 - ③毒物劇物営業者及び特定毒物研究者は、毒物又は劇物を貯蔵し、又は陳列する場所に、「医薬用

外」の文字及び毒物については「毒物」、劇物については「劇物」の文字を表示しなければならない。と定められている。

- 14) 環境中では汚染要因が複雑に存在し、複雑に関係し合っているため、場合によっては統計手法として目的に応じた多変量解析が行われる。また、イタイイタイ病事件や四日市ぜん息事件の裁判でも用いられた疫学調査結果も検討される。
- 15) スリーマイル島原発事故(TMI事故, 1979年3月28日)は、米国・ペンシルバニア州ゴールズボローにあるスリーマイル島原子力発電所二号炉でほぼ全出力で運転中に事故が発生したもので、蒸気発生器二次系に水を供給している主給水ポンプの系統が故障したことが原因(緊急炉心冷却装置が作動したのに、運転員が一時的に止めてしまうなどの不手際が重なった)である。しかし、乳牛の汚染などはほぼゼロとなっており、環境への影響は非常に小さかった。
- 16) 1975年米国カリフォルニアで科学者1,500名が遺伝子組換えに関する安全性について会議を行っている。この会合は、アシロマ会議と言われている。
- 17) NIHガイドラインでは、実験に使用する生物(または細胞)及びベクター(増殖可能なプラスミドなどでDNAを移動させる機能をもつ環状核外のDNAのこと)の組み合わせによって「ハザードレベル」が規定されている。このハザードを少なくするために「生物学的封じ込め」が定められており、「実験室の外での生存率と実験室に存在している宿主(*4)へのベクターの伝播を最小にするような宿主とベクターの組み合わせ」としている。その封じ込めの程度に応じて、HV1, HV2, HV3の3種類のレベルが区分されている。また、「曝露」を減少させるために、「物理的封じ込め」が定められており、「組換え体を実験室内に封じ込めるための、実験での操作、実験器具、実験設備、建屋の空調・気圧調整等」について規定され、その封じ込めのレベルに応じて、BL-1, BL-2, BL-3, BL-4の4種類のレベルに区分されている。この実験は、専門機関による承認等が要求されており、実験のレベルに応じて、Ⅲ-A(NIHに設置された組換えDNA諮問委員会[RAC]の評価とNIH及び各機関に設置される安全委員会[IBC]の承認)、Ⅲ-B(IBCの承認)、Ⅲ-C(IBCへの通知)、Ⅲ-D(ガイドラインの対象外)の4段階に分けられている。この中で最も厳しい評価がなされるⅢ-Aでは、さらに4つのタイプに分類されている。
 - ①Ⅲ-A-1: 脊椎動物体重1kgにつき100ng以下で50%の致死量になる有毒分子の情報を含む遺伝子の組換えDNA実験
 - ②Ⅲ-A-2: 組換え体の意図的に放出(特定の組換え体植物を除く)する実験
 - ③Ⅲ-A-3: 自然界では薬物耐性が知られていない微生物に意図的にベクターを賦与する組換えDNA実験
 - ④Ⅲ-A-4: 組換えDNA, 組換えDNAに由来するDNA, RNA(ribonucleic acid: リボ核酸/遺伝物質であり、細胞性生物ではタンパク質をつくる中間段階を指令する分子)を人へ意図的に移入する実験
- 18) 2009年2月末現在で153カ国と欧州共同体が加盟している。バイオテクノロジーにより改変された生物(Living Modified Organism: 以下、LMOとする)とは、当該議定書第3条(g)で「現代のバイオテクノロジーの利用によって得られる遺伝素材の新たな組合せを有する生物をいう。」と定められており、「現代のバイオテクノロジー」とは、第3条(i)で「自然界における生理学上の生殖又は組換えの障壁を克服する技術であって伝統的な育種及び選抜において用いられない次のものを適用することをいう。a 生体外における核酸加工の技術(組換えデオキシリボ核酸(組換えDNA)の技術及び細胞又は細胞小器官に核酸を直接注入することを含む。), b 異なる分類学上の科に属する生物の細胞の融合」とされている。したがって、実験指針や工業化指針等を取り扱っていなかった「細胞融合」が本規定では対象になっている。また、カルタヘナ議定書第4条では「この議定書は、生物の多様性の保全及び持続可能な利用に悪影響を及ぼす可能性のあるすべてのLMOの国境を越える移動、通過、取扱い及び利用について適用する。」となっており、環境保全のための厳しい規制となっている。なお、第5条において、「この議定書は、人のた

めの医薬品である LMO の国境を越える移動については、適用しない。」となっているが、世界保健機構（World Health Organization）で定めた「国際間で流通する医薬品の品質に関する証明制度（Certification Scheme on the Quality of Pharmaceutical Products Moving in International Commerce）」に従うことが前提となっている。この制度は、世界保健機構参加国において医薬品の認可プロセスの円滑な実施を図ることを目的としているため、カルタヘナ議定書の目的である「この議定書は、環境及び開発に関するリオ宣言の第 15 原則（国連環境と開発に関する会議で採択、1992 年）に規定する予防的な取組方法に従い、特に国境を越える移動に焦点を合わせて、現代のバイオテクノロジーにより改変された生物であって生物の多様性の保全及び持続可能な利用に悪影響（人の健康に対する危険も考慮したもの）を及ぼす可能性のあるものの安全な移送、取扱い及び利用の分野において十分な水準の保護を確保することに寄与することを目的とする。」とは異なっている。しかし、第 17 条では情報の交換について「1 締約国は、開発途上国の特別のニーズを考慮して、生物の多様性の保全及び持続可能な利用に関連する公に入手可能なすべての情報源からの情報の交換を円滑にする。2 1 に規定する情報の交換には、技術的、科学的及び社会経済的な研究成果の交換を含むものとし、また、訓練計画、調査計画、専門知識、原住民が有する知識及び伝統的な知識に関する情報並びに前条 1 の技術と結び付いたこれらの情報の交換を含む。また、実行可能な場合には、情報の還元も含む。」とも定めており、世界保健機構の証明制度の目的と類似するとも考えられ、この曖昧な規定が国際間（特に途上国と先進国）での利益に関するコンセンサスに障害になると考えられる。

- 19) わが国の醸造においては従来よりセルフクロニングを行っており、安全性が確認されている。英国では、遺伝子組換え微生物農薬の散布が認められている。
- 20) 原告らの請求は、「被告理化学研究所の P4 実験室における P4 レベルの組換え DNA 実験により、その生命、身体に回復しがたい重大な損害を受けるおそれがあり、平穏で安全な生活を営む権利や生命、身体に対する安全性の意識が現に侵害されているとして、被告理化学研究所に対し、不法行為及び人格権に基づいて P4 実験室を P4 レベルの組換え DNA 実験に使用することの差し止めを求め、また、すでに P4 実験室でなされた各実験により損害を被ったとして、被告理化学研究所及びその理事長である被告小田稔に対し不法行為に基づく損害賠償を求める」となっている。原告らの主張には、組換え体の未知なリスクと実験で使用する病原体そのもののリスクが混在した形で述べられており、さらに安全設備の不備の可能性や事前説明等情報公開の不備が取り上げられている。
- 21) 「生物多様性条約」第 1 条で定められている目的には、「この条約は、生物の多様性の保全、その構成要素の持続可能な利用及び遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分をこの条約の関係規定に従って実現することを目的とする。この目的は、特に、遺伝資源の取得の適当な機会の提供及び関連のある技術の適当な移転（これらの提供及び移転は、当該遺伝資源及び当該関連のある技術についてのすべての権利を考慮して行う。）並びに適当な資金供与の方法により達成する。」とされており、遺伝資源について環境保全面と経済的な価値の両面から検討している。また、「生物多様性条約」第 15 条第 1 項で、遺伝資源の取得の機会として、「各国は、自国の天然資源に対して主権の権利を有するものと認められ、遺伝資源の取得の機会につき定める権限は、当該遺伝資源が存する国の政府に属し、その国の国内法令に従う。」と定められている。遺伝子の経済的な権利について明確化してくると考えられる。
- 22) 福島第一原発事故による食品安全委員会の食品衛生法（第 6 条）に基づく食品に関する出荷制限等は、「原子力災害対策特別措置法」の規定に従っている。
- 23) メチルイソシアネートは、微量の被曝で眼、呼吸器官を刺激し、窒息、一時失明をまねく。被曝量が大きいと、眼の角膜細胞が破壊されて永久失明したり、肺細胞からの水の浸出などで窒息死をまねく極めて有害な化学物質である。
- 24) 事業所に課せられているスーパーファンド法に基づく化学物質に関した報告義務は以下のよう

になっている。

①規定物質の一定量以上の環境中放出時の報告

SARA 規定物質、及び CERCLA 規定物質について報告義務があり、それぞれの規定物質毎に報告量が定められている。重複している物質については CERCLA が効力をもっている。報告先は事業所が立地している州（専門家からなる委員会）となっている。

②事業所に保有している規定物質の量の報告

SARA 規定物質について法で規定している限界計画量以上保有している場合に報告する義務があり、そのデータに基づいて州の緊急時対策計画が作成される。報告は州に対して行われる。

③有害物質の性状の報告

米国労働安全衛生局（Occupational Safety and Health Administration: OSHA）が主務官庁である米国労働安全衛生法（Occupational Safety and Health Act of 1970）で MSDS の提出を義務づけているすべての化学物質について、そのコピー及び年間保有量等を記載した緊急有害物質インベントリを報告する義務がある。報告は州に対して行われる。

④ TRI（Toxic Release Inventory）の報告

PRTR(Pollutant Release and Transfer Register) 情報について、U.S.EPA と州へ報告義務がある。

- 25) この州法では、州知事がリストアップした有害化学物質が公衆に曝露する虞がある場合に、曝露前に事業者（製造業者又は卸売業者）が公衆に警告する義務を負うこととなっており、有害性情報が新聞やラベル等で一般公衆に知らされた。
- 26) 第一部（第 1 条から第 28 条）にはあらゆる環境媒体を対象とした保護を目的とした統合的汚染規制（Integrated Pollution Control: IPC）が定められている。
- 27) 電用施設の立地促進を目的として、電源立地のメリットを地元還元する（発電用施設周辺の公共施設整備を促進・地域住民の福祉の向上）するために電源三法が、1974 年に制定されている。財源は、電力会社から販売電力量に応じ税を徴収し、これを歳入とする特別会計を設け、この特別会計からの交付金等で発電所立地地域の基盤整備や産業振興を図っている。この三法は、電源開発促進税法（1,000kWh につき 375 円の税率で徴収）、特別会計に関する法律（一般会計より各種交付金を規定）、発電用施設周辺地域整備法（電源立地地域振興対策交付金等を規定）であり、原子力発電所立地に大きく寄与している。この他、2001 年 4 月からは原子力発電立地促進のために「原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法」が 10 年間の時限立法で施行された。
- 28) 「環境基本法」第 13 条では、「放射性物質による大気汚染、水質汚濁及び土壌汚染の防止のための措置については、原子力基本法その他の関係法律で定めるところによる。」となっており、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」第 2 条では、「放射性物質及びこれによつて汚染された物を除く。」とされている。
- 29) 大気汚染防止法第 17 条事故時の措置では、「…ばい煙発生施設又は特定施設について故障、破損その他の事故が発生し、ばい煙又は特定物質が大気中に多量に排出されたときは、直ちに、その事故について応急の措置を講じ、かつ、その事故を速やかに復旧するように努めなければならない。」と定められている。
- 30) 大防法 17 条対象物質（大防法施行令第 10 条）では、「1. アンモニア、2. フッ化水素、3. シアン化水素、4. 一酸化炭素、5. ホルムアルデヒド、6. メタノール、7. 硫化水素、8. リン化水素、9. 塩化水素、10. 二酸化窒素、11. アクロレイン、12. 二酸化イオウ、13. 塩素、14. 二硫化炭素、15. ベンゼン、16. ピリジン、17. フェノール、18. 硫酸、19. フッ化ケイ素、20. ホスゲン、21. 二酸化セレン、22. クロルスルホン酸、23. 黄リン、24. 三塩化リン、25. 臭素、26. ニッケルカルボニル、27. 五塩化リン、28. メルカプタン」が定められている。
- 31) 福島原子力センター（福島第一原発の近く）では、国の委託調査で、外国での放射線が発生する事件で、当該地域に降下するチリ等の放射線を測定することも行っている。昭和 48 年からの放射線の測定データがあるので比較検討が可能で、1986 年のソ連のチェルノブイリ発電所事故の際

には、ダストモニターでチリの分析 (α 線, β 線) から、放射性生成物 (励起物質) を検出している。近年 (2009 年 6 月) では、北朝鮮の核実験による影響調査の委託 (文科省) を受けている。この際は、セシウム Cs を測定したが、10 マイクロベクレル (Bq) 程度で、異常はなかった。この調査は 47 都道府県で行われたが、異常がある地域はなかった。

- 32) ストロンチウムの放射性同位体は化学的挙動が類似している。植物に沈着することによって植物に取り込まれ、食物連鎖によって牛など動物や人間にも大量のストロンチウム 90 を摂取される。放射性降下物が沈着する量はホットスポットも含め地域ごとにことなるため、植物が育つ季節や土壌の違いによって異なる。ストロンチウム 90 が長い間骨にとどまると、有害な作用をおよぼす。動物実験や人間におけるラジウム被曝で大量の放射性物質が骨にあつまった場合、白血病や骨癌の発病率は上昇する。
- 33) 炭素 14 (^{14}C) は、5760 年の半減期をもつ炭素の放射性同位体で、核爆発中の大気中の窒素の励起によって生成される。宇宙線によって自然界で絶えず生成している。植物に取り込まれることから体内に、直物体内全体に取り込まれて拡散する。

【参考文献】

- 1) 国立水俣病総合センター, 水俣病情報センター『水銀と健康第 4 版』(環境省, 2010 年)
- 2) 勝田悟『環境学の基本』(産業能率大学, 2008 年)
- 3) 岩波書店『岩波 理化学辞典第 5 版』(1999 年)
- 4) 勝田悟『化学物質セーフティデータシート』(未来工学研究所, 1992 年)
- 5) 勝田悟『環境情報の公開と評価－環境コミュニケーションと CSR－』(中央経済社, 2004 年)
- 6) 南山堂『南山堂 医学大辞典』(1987 年)
- 7) 電気事業連合会『原子力 2009 コンセンサス』(2009 年)
- 8) 経済産業省 資源エネルギー庁編集『原子力 2009』(日本原子力文化振興財団, 2010 年)
- 9) 勝田悟「環境保全におけるバイオセーフティ規制の合理性に関する研究」最先端技術関連法研究, 第 9・第 10 合併号 (2010) 81-103 頁。
- 10) 勝田悟「廃棄物のエネルギー利用に関する法政策の合理性についての研究」東海大学教養学部紀要, 第 41 輯 (2010) 45-69 頁。
- 11) Centers for Disease Control and Prevention [CDC], National Institute of Health U.S.A [NIH] “Biosafety in Microbiological and Biomedical laboratories” CDC・NIH (1983).
- 12) Executive office of the president, Office of Technology “Coordinated Framework for Regulation of Biotechnology” Office of science and technology policy (1986).

Abstract

The Research Related to the Measure in front of the Occurrence Source Thing at the Time of the Accident of the Environmental Pollution Material

Satoru KATSUDA

The most important examination is a recurrence prevention countermeasure in the occurrence source measure in the accident. It is necessary for the accident which appeared once to make the check list which cleared priority based on the accident analysis. You must do an accident analysis thoroughly if it proceeds with the peace use about the atomic power generation. The United States continuing it as it is though atomic power generation wasn't done so far says a threat by the nuclear bomb as the very egocentric correspondence. The atomic power generation will have to stop use for the commerce until safety technology is established if technically prevention of recurrence of the accident is impossible. Because economical expenditure is too big, it is about to be the most afraid not to cope. Until an economical problem solves it, which will have to stop use for the commerce. It researches, develops and casualty compensation of the atomic power generation of our country, depend on a national tax. Government should introduce risk information to the public to the people precisely. Then, the people will have to enforce argument and a judgment.

It occurs in the prevention of the accident abundantly that it is unexpected, and the examination of coping is very difficult. But, it is what it is the most afraid of when coping isn't done with an economic reason. At least, information on the universal hazard prepares MSDS and so on to cope with the chemical material polluted, and you should introduce it to the public. As it was shown about the exposure in Fukushima the first atomic power plant accident, it will have to analyze the natural phenomenon which an uncertain factor exists in enormously fully. An exposure must do a risk analysis because enormous damage is made to appear on the occurrence of one time about the thing whose hazard is especially big to make it smaller. Furthermore, it is necessary to understand information on the hazard and the exposure in advance to the general public and to tell it. It is important to make rumor damage small. Damage can't be foreseen by the unexpected disaster just because the reliability of production facilities and the safety device are high. And, the evaluation of the risk by the specialist is a specific field.

It can hope only for the countermeasure which isn't rational even if it is coping about the pollution of the radioactive substance, the one related to fighting a fire, the worker's accidents and the environmental pollution with more than one administration. As for our country, it is about to hope for the establishment of the lateral organization. If it is compared with disaster damage, it is really meaningless in the territory of the specific government office, the profit of the presence of the industrial world, and so on. It thinks that accident prevention education (Contain the training of the specialist of the safety.) to understand a recurrence prevention plan fully and to

prevent, and a law system are prepared with the importance most.