

## 第5章 化学物質管理のための基盤整備

平成 13 年には科学技術基本計画において世界最高水準の知的基盤の整備を目指すことが掲げられている。研究開発・調査という知的創造の成果から、それらを整理・提供する方法として、論文・著作物の公表、特許や著作権、日本工業規格その他の規格化が考えられるが、データベースの構築や、一方でそれらの研究開発・調査を支えるものとして知的基盤の整備が重要である。中でも化学物質に関する各種情報を整備し、必要に応じて生み出す努力、そしてそれらの情報を提供できる体制が重要である。化学物質の正確な測定の基準となる標準物質、化学物質の過去から未来にわたるトレンドを明らかとするスペシメンバンキングなどがある。

### 5.1 体系的な化学物質管理に向けての知識基盤の整備、(物性情報、生産・使用量、環境中濃度、用途情報等)

化学物質にかかわる情報は、基礎的な物性情報などの文献や数値データといったもの、各種化学物質そのものである標準物質や標準的な試料を集めたスペシメンバンキングなどがある。これらを総称して知的基盤と呼び、国が第2期科学技術基本計画においてその整備を進めていることは既に第2章で述べたとおりである。知的基盤のうち、計測・分析・試験・評価方法の情報及びそのデータベースについては、特にこれを知識基盤と呼んでいる。リスク評価の手法や各手法による評価結果を集めたデータベースや、化学物質に関する情報を集めて化学物質の評価に役立つようにしたデータベースなどがこれに当たり、リスク管理の考え方が確立してきた近年、この分野での取り組みが顕著である。知識基盤以外の知的基盤については、それを知識基盤と区別するために敢えて知的基盤と呼ぶことがあるが、知識基盤も知的基盤の一部であるため、これは正確には狭義の知的基盤と呼ぶべきものである。これについては5.2で述べる。

知識基盤は、その媒体に応じ見かけや利用方法からも分類することができるが、今日ではコンピュータ技術の進歩により複数の知識基盤が密接に連携して利便性を高めた複合的なサービスも提供されるようになっており、この区分は媒体に関する純技術的な問題というより、その情報の性格や内容と併せ、索引のつけ方・考え方といった分類学上の問題に変わりつつある。

後述するようにいくつかの知識基盤の整備が進んでおり、特に公的なものについては、

文部科学省や経済産業省で審議会が開催されるなどにより知識基盤、知的基盤のあり方そのものについて検討が行われ、また、知的基盤整備計画などの計画が策定され、これにしたがって整備が進んでいるところである。

化学物質に関わる知識基盤は、その情報の性格や内容から分類することができる。特に化学物質ごとに索引をつけたデータベース形式の知識基盤については、近年その整備が進んでいるところであり、詳細を5.2で述べる。

分野を限定すれば国以外でも知識基盤の整備、活用についてさまざまな活動を行っており、化学物質に関わる知識基盤では、社団法人日本化学会が情報化学部会を置いているほか、社団法人情報科学技術協会の研究活動の一環である日本オンライン情報検索ユーザ会の化学分科会などが検討、普及に努めている。これら知識基盤の充実とは、個別のデータを取得し、それを集大成すると共に、基盤として体系化するという多層の努力の上に成り立つものである。使い勝手のよい知識基盤の整備が、科学技術の発展や適切な化学物質管理の実施を可能にする。

知識基盤を充実させ、また維持するには大きな労力と時間がかかる（化学物質のハザードデータを取得するために必要な時間と費用について、国の既存化学物質の安全性点検を例に取り、5.1.1に示した）。このため、対象となる物質や項目を特定するなど、効率的なデータ取得が必要である。ひいては、知識基盤に関しても、より効果の期待できることを考慮しながら戦略的に整備を進めることがその成否を決める重要な要素となっている。

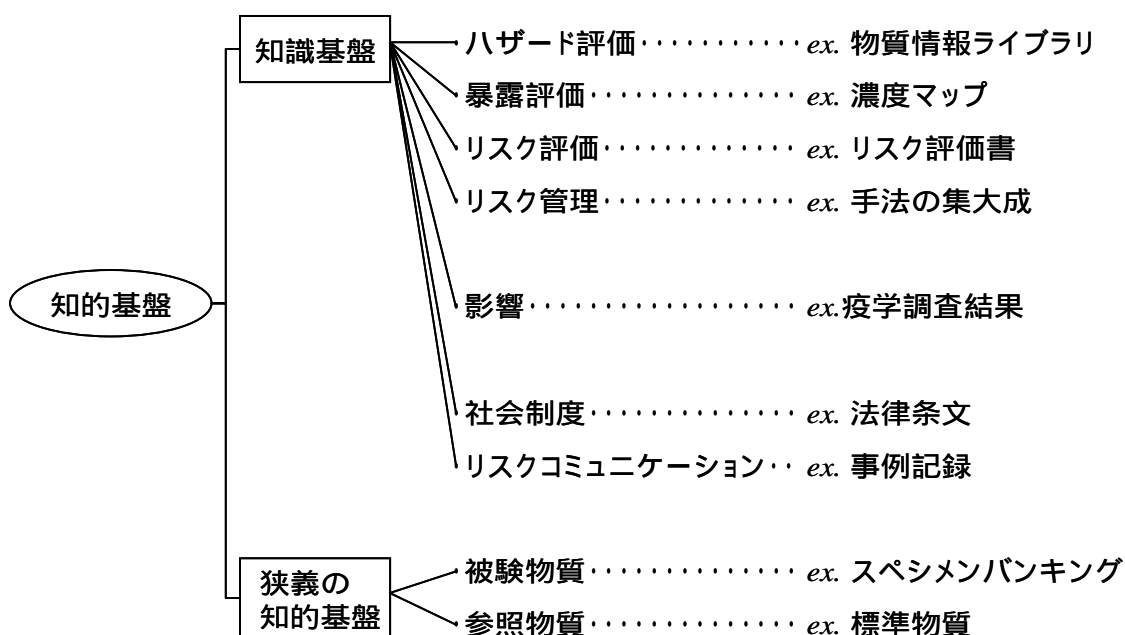


図5 - 1 知的基盤と知識基盤の相関図

### 5.1.1 ハザード情報基盤整備

化学物質ごとの固有の情報として、名称や構造式、物理化学的性状などの基礎的な情報に加えてハザード情報があるが、このハザード情報の項目は、例えばGHSに対応するためにどんな情報が必要かを考えれば非常に多いことが判る。現在のGHSでは以下のような諸物質群に該当するかどうか、諸ハザードがどれほどのものであるかを判定する情報が必要である。項目によっては、更に細分化されるものもある。

#### 物理化学的危険性

火薬類、引火性/可燃性ガス、引火性エアゾール、酸化性ガス類、高圧ガス、引火性液体、可燃性固体、自己反応性化学品、自然発火性液体、自然発火性固体、自己発熱性化学品、水反応可燃性物質、酸化性液体、酸化性固体、有機過酸化物、金属腐食性物質

#### 健康有害性

急性毒性(経口) 急性毒性(経皮) 急性毒性(吸入:ガス) 急性毒性(吸入:蒸気)、急性毒性(吸入:粉塵、ミスト)、皮膚腐食/刺激性、眼に対する重篤な損傷性/刺激性、呼吸器又は皮膚感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器/全身毒性(単回暴露) 特定標的臓器/全身毒性(反復暴露) 吸引性呼吸器有害性

#### 環境有害性

水生環境有害性(急性) 水生環境有害性(慢性)

図5-2 ハザード情報の種類(GHSガイドブックから)

これらの情報を得るため、従来は個別物質ごとに最もその物質の性質を適切に示す条件を設定して試験を行ってきた。しかし、実験の条件が異なると他の実験結果と比較ができないという問題があり、さまざまな試験条件による結果や、事故時の高濃度暴露での影響結果の記録の集積は知識基盤としては使いにくいものだった。OECDにおいて1980年代より統一的なテストガイドライン(TG)が作成され、それに基づき試験が行われることとなり、比較可能な試験データを得ることが可能となるとともに、試験結果の集積が進み、化学物質間のハザードの比較が容易に行えるようになってきた。

しかし、これらの情報は身の回りのすべての物質ごとの評価ができる程に豊富にあるわ

けではない。新規の化学物質については法令に基づきある程度の基礎的な情報を収集することが義務つけられているが、既存化学物質についてはごく一部しか情報が収集できていない。法令に基づく義務の有無にかかわらず、化学物質のハザードにかかる情報は当該物質を安全に使用する上で必須のものであり、Japan チャレンジプログラム等、官民共に必要なハザード情報を取得するための努力をしている。

例えば、国においてもさまざまなハザード情報を取得している。下に、その一例を示すと共に、そのデータを取得する際にかかる費用およびデータ取得に要した時間を GLP 試験所に依頼したことを想定して試算してみよう。

化審法の既存化学物質安全性点検事業の一環として、これまでに厚生労働省では約 250 物質の変異原性、垂急性毒性等のデータを取得、公表している。経済産業省では、約 1,500 物質の分解性データ、約 900 物質の蓄積性データを取得、公表している。また、環境省では化学物質の生態影響に関する知見を収集し、生態系に対するリスクの評価に役立てるとともに、OECD における高生産量化学物質の有害性点検プログラム (HPV プログラム) に貢献することを目的として約 350 物質の生態影響試験を実施している。

これらについて費用の試算を行ったところ、厚生労働省のかけた費用は約 30 億円、経済産業省のかけた費用は約 84 億円、環境省のかけた費用は約 18 億円、3 省を合計すると累積で 130 億円を超える価値の事業を行ってきたと算出される。

情報を取得するためにかかる時間を試算すると、延べ 21,000 か月以上、つまり一つの物質ごとに試験を行っていくならば 1,700 年以上の歳月を費やす事業を行ってきたと算出される。

このように、ハザード情報の取得には多大な費用と時間が必要であるが、そのことと近年の動物愛護の観点も相まって最近では DNA マイクロアレイを用いることにより簡便にハザードを評価する方法の開発や、(Q)SAR をスクリーニングに用い試験回数を減らす手法の開発等が進められてきている。

### 5.1.2 暴露情報基盤整備

化学物質の暴露情報には生産量、排出量、環境中に見いだされるかどうかの情報等がある。

#### (1) 生産・輸入量

化学物質の生産量の情報は、統計の資料としては、化審法に基づく製造・輸入量実績届出、経済産業省が毎月実施している、統計法に規定される指定統計の化学工業統計と、同

じく経済産業省が3年に一度実施している、いわゆる承認統計の化学物質の製造・輸入量に関する実態調査がある。

- 化審法に基づく製造・輸入量実績届出

化審法の各種監視化学物質の製造・輸入量については、毎年製造や輸入をした実績数量を届け出ることが法律で義務づけられており、届け出られた情報の集計結果については経済産業省令で定められた数量以上の製造や輸入の実績がある物質について毎年官報にて公表されている。

- 化学工業統計

12種類の調査票があり、調査対象としては化学商品を製品ベースで280に分類しており、調査票によって「アニリン」のような化学物質の名称と同じもの、「シャンプー」のような商品そのもの等がある。公表される数値等は精緻で信頼性も高く、景気の動向を見極めるなどの目的には大きく寄与すると考えられるが、多種類の化学物質が流通している今日において化学物質管理を進めるには対象物質は不十分である。この統計調査の結果は書籍となっているほか、経済産業省のホームページから確認することもできる。

- 化学物質の製造・輸入量に関する実態調査等

既存化学物質の安全性確保のための点検の実施における物質選定のための基礎資料とする、化管法に基づく事業者の環境への排出量の把握を行う化学物質の選定のための基礎資料とする、OECDの加盟国間において決定されている高量生産量化学物質の初期評価プロジェクトの基礎資料とするなどの理由から実施されており、直近では今年度実施しているところである。平成14年度に行われた前回、今回とも、約17,000の事業所にアンケートを送っており、前回の回答率は74.5%、そのうち9.5%、約1,100余りの事業所が化学物質を製造・輸入していると回答している。また、回答があった化学物質はCAS番号ベースで約18,000種類であった。この集計結果は、経済産業省から概数が公表されている。

## (2) 排出量、移動量、環境中濃度(推定)

排出量等に関しては、化管法のPRTR制度があり、化管法の第1種指定化学物質について、環境中への排出量及び廃棄物としての移動量についての届出が義務づけられている。届け出られた排出量や移動量は国によって集計され、公表される。また、このデータを用いた分析もなされている。例えば、独立行政法人製品評価技術基盤機構は、この情報を地図上

に展開した「排出量マップ」や、モデル計算式を使って大気中への拡散を推定した「大気中の濃度マップ」をホームページで公開している。色の違いや濃淡等で化学物質の排出量や大気中の濃度分布など PRTR に基づく数値を地図に合わせる形で視覚化している。独立行政法人国立環境研究所のホームページから別の計算モデルを使ったマップも入手することができる。相互で採用している計算方法、掲載対象化学物質の選定の考え方、掲載目的はまちまちであり、それぞれが独自に努力した成果である。少なくとも当面は、情報の重複を問題視するよりも、とにかくさまざまな知識基盤を整備して、その実践からよい基盤整備のあり方を検討していくことが必要な段階であると考えられる。

### (3) 環境中濃度(モニタリング)

化学物質への暴露に関連するものとして、環境省が化審法の施行を契機として昭和49年以来実施している化学物質環境汚染実態調査がある。総数 823 の化学物質に関して水質、底質、魚類及び大気のモニタリング調査を実施しており、調査結果は「化学物質と環境」として報告されている。この報告はいわゆる「黒本調査」として知られている。

### (4) その他

化学物質に暴露されるルートとしては、環境経由ではなく人体への直接の暴露として労働者暴露や消費者暴露等がある。これらについては個別に管理されているものの、その実態を表す情報を集めた知識基盤は整備されていない。労働者暴露については、労働環境の解析が不可欠であり、これについては、特定の化学物質については労働安全衛生法の下、作業環境濃度等についての情報は個別事業所ごとにはあると思われる。これに対して一般消費者の製品等からの暴露は、個別製品ごとにどのような化学物質が含まれているのかが明確でないだけでなく、製品の使用状況に関する情報等、不足しているものが多い。また、こうした化学物質が製品中であるいは環境中で変化して暴露するような経路については未だほとんど取り組みができていない。

#### 5.1.3 その他の情報の基盤整備

2005 年 3 月に環境省が取りまとめた EXTEND2005 では、野生生物の観察を重要な取り組みに挙げている。また、疫学調査の結果など、化学物質がヒト健康や環境にどのように影響しているのかを示す事実は化学物質管理に関する研究の基本である。これらの取り組みは長期の取り組みを要するものであり、また基盤として集積されることが必要である。

社会制度における知識基盤の一つに法律の条文が挙げられる。法令集は書籍としては「現行法規総覧」、「現行日本法規」が、Web 上では、国が電子政府構築計画の一環として整備

している「法令データ提供システム」があるが、これは、法律中の文言で検索することもできるので、書籍にはない使い方ができる。しかしながら、これらのシステムは化学物質管理のために整備されたものではなく、化学物質名称についてもまさに法令上で記述された文字列を認識しているだけであり、その意味に応じた解釈ができないことに留意する必要がある。

ほかに、化学物質に関する基盤整備の一つとして、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のプロジェクトとして行われている化学物質総合リスク評価管理システムがある。このシステムは、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）が整備しているもので、一般市民と事業者等の間における化学物質に関するリスクコミュニケーションを促進するため、リスク評価やリスク管理、リスクコミュニケーションとは何か、ということをも正しく理解するための情報として、それらの概念の説明、用語説明、評価手法や評価結果、管理手法が掲載されている。特に、各種製品中に含有する化学物質についての情報が搭載されており、化学物質を含有する製品についてのリスクを評価・管理するに当たり、含有する成分ごとに分解して評価・管理するという考え方を確立する上で有意義な基盤となっている。プロジェクトの実施期間は平成13年度～平成17年度で、現在もプロジェクトは継続中であるが、既にその成果の一部がWebサイト上で公開されている。

## 5.2 化学物質データベース

### 5.2.1 化学物質の同定 (identification)

化学物質を一つのものに特定する主な方法としては、名称の付与および番号の付与が挙げられる。名称には、特定の業界の中で主に使用されるような特殊なものもあれば国際的に広く通用する汎用的なものもある。番号にも企業等の中だけに通用するコード番号のようなものもあれば、より一般的に汎用的な法律による番号やCAS番号(CAS登録番号)等がある。

#### (1) 化学物質の名称

化学物質の命名法としては、現在、各種学会誌への論文の投稿規定においてそれに従うことが決められている場合も多いIUPAC命名法が、学术论文はもとより一般的にも広く世界的に使われている。わが国では、わが国最大の化学系の学会である社団法人日本化学会がIUPAC命名法を文書化した規則として、「化合物名日本語表記の原則」および「化合物名字訳基準」を制定しており、化学物質の日本語での表記方法はこれらの集大成である「化合物命名法」として規定している。IUPAC命名法は、無機化学命名法、有機化学命名法、生化学命名法、高分子命名法等に細分化され、命名する対象となる物質によって使い分けられる。さらに、天然由来物や重合系高分子化合物のようにIUPAC命名法ではない表記の方向が簡潔で分かりやすくなるものもあり、慣用名の使用が許容される場合もある。

こうした学術分野での命名法の整備を背景に、法令においては対象物質を確実に特定することが必要であり、IUPAC命名法に従えば混同をほぼ避けることができることから、化学物質を取り扱う国内法令では、原則としてIUPAC命名法による名称を付すようになっているものの、例外も多い。法令は実際に製造や輸入する実在の化学物質を対象とするために名称を記述するわけだが、規制対象である化学物質は、実際には純粋なものばかりではなく、混合物やあるいは反応生成物のように内容が不明な場合もある。したがって、規制対象が何であるかはっきりするように名称で化学物質を法令の規定に表現しようとしても、一つの名称で表される純粋なものばかりではなく、複数の名前が並んだ混合物やあるいは製法で表記したものもある。上述のとおりIUPAC命名法でも慣用名の使用を許す場合があるが、法令ではさらに広く慣用名が使われている。法律に化学物質名称を記述する場合には、その法律を遵守する上で最も分かりやすく、また違反した場合にそのことがはっきりすることが重要である。法令に基づく名称は、IUPAC命名法に従うことを原則としながらも、実務上当該物質を明確に特定できる命名をより優先しているといえる。



実際、化学物質管理の諸法令上に規定された化学物質名は、同じ物質であっても必ずしも同じ名称が付与されていない。これは、IUPAC 命名法による命名が行われている場合であっても、IUPAC 命名法も時代によって変わる場合があること、IUPAC 命名法もある程度命名に選択の余地を残していること、また、IUPAC 命名規則に完全に従っていない場合によっては、業界団体等で使用されている慣用名が用いられていたり、法所管担当官の IUPAC 命名法に対する知識の不足による誤認等によるものがあるためである。IUPAC 命名法自体は、例えば有機低分子化合物の命名法において Recommendations 1979 に Recommendations 1993 が追加されたなどの経緯があり、時代により命名結果が異なっている。命名に選択の余地があることについては、例えば、アミンの名称の付け方で、分子名 + amine (ex. Ethane + amine Ethanamine) も官能基名 + amine (ex. Ethyl + amine Ethylamine) も名称として許されていること (IUPAC Nomenclature of Organic Chemistry Recommendations 1993 R-5.4.1) 等が挙げられる。

個別の法令の執行において対象物質が何であるか分からなくなるような事態に陥っているわけではないが、化学物質の使われ方が拡大し、法令が個別の業種におけるやり方を記述していた時代からより一般的なルールを記述する時代が変わってきた現在、化学物質の法令上の記述方法についても一般的なものであることが求められるようになってきている。法令の改正により法律ごとの名称が完全に統一されることは理想だが、実務的には、化学物質のデータベースの適切な整備によって対応可能な課題である。

## (2) 化学物質の名称と対象物質

規則等の定義によって同じ名称の物質が必ずしも同じものを表さない場合がある。例えばキシレンは、JIS K 2435:1992 に規定されているが、その解説に載せられているキシレンの代表的組成比は以下のとおりである。

キシレンの代表的組成比 (JIS K 2435:1992 解説表 16 より) 単位 %

	<i>o</i> -キシレン	<i>m</i> -キシレン	<i>p</i> -キシレン	エチルベンゼン
分解系	6 ~ 25	17 ~ 42	7 ~ 14	40 ~ 65
改質系	16 ~ 29	40 ~ 50	17 ~ 25	4 ~ 18

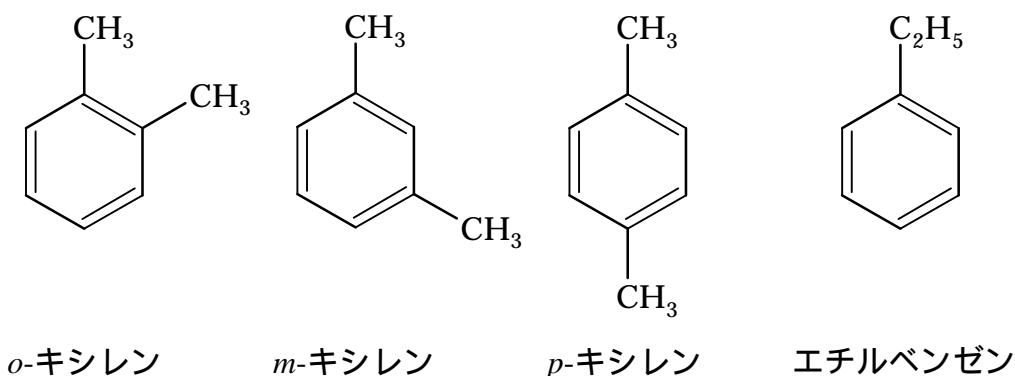
つまり、JIS においては、キシレンと表記されていても、分解系のキシレンの場合、主成分はキシレンの異性体ではなくエチルベンゼンということになる。これは、キシレンの各異性体とエチルベンゼンの沸点が近く、工業的に分留が困難でありながら、溶剤として

用いる場合など両者を区分する必要がない場合が多いためである。参考までに、キシレンの各異性体とエチルベンゼンの沸点とこれらの構造を下記に示す。

キシレンおよびエチルベンゼンの沸点（CHRIP<sup>®</sup>より）

				単位
	<i>o</i> -キシレン	<i>m</i> -キシレン	<i>p</i> -キシレン	エチルベンゼン
沸点	144.4	139.1	138.4	136.25

キシレン及びエチルベンゼンの構造



このように、使われる場によっては同一の名称が指す物質が違ってくる場合がある。法律による化学物質の特定では、包括的な名称によって行われることがあり、この場合には法を遵守する側が、自らが関与している化学物質が規制の対象となっているかどうかを判断しなければならない場合がある。例えば、化管法の第一種指定化学物質に「亜鉛の水溶性化合物」と「カドミウム及びその化合物」があるが、法を遵守する側は、自分が規制の対象となっているかどうかについて化合物を含めて判断することになる。特に、「～の水溶性化合物」のような物質に関しては、法律を遵守する側が、法律の対象となるかどうかの判断の際、水溶性かどうかも判断しなければならないこととなる。

化学物質の名称においては、名称を使用する目的等によって表現の仕方や同じ表現でも指す対象が異なってくることがあることには留意すべきである。これについても、実務的には、化学物質のデータベースの適切な整備によって対応可能な課題である。

### (3) 化学物質の番号

化学物質に付される番号には、国内に置いては、各法令で独自の番号がある。化審法や安衛法では、官報公示整理番号と呼ばれる整理番号は当該物質が官報に告示される際に付される。法律の運用はこの番号によって行われる。他の化学物質関連法令では、例えば化

管法においては政令で、第一種指定化学物質、第二種指定化学物質それぞれに番号が付与されていて、第一種指定化学物質の政令番号第 番と表現したり、単に - と表現したりする。ほかに、取り立てて番号が付与されていない法律もあるが、その場合も法令条文の項立ての番号によって表現することはできる。しかし、いずれの場合も5.2.1(1)で述べているとおり、さまざまな名称の表現があるため、法律に示される名称と個別の化学物質を結びつけることが容易ではない状況である。

法律によらない化学物質の番号には、CAS 番号がある。この番号は事実上の標準として広く国際的に使用されており、下記の特徴がある。

- 新たな化学物質が学术论文に掲載されると、それに番号をつける。
- 後日の研究で、当該化学物質が混合物であることが判明した場合には、当該番号はその混合物を示すものとして使われる。
- 後日の研究で、過去に CAS 番号が付された化学物質と同じものであることが判明した場合には、その番号を削除することがあるが、その番号を他の物質に振りなおすことはなく、化学物質を特定するためのユニークな番号となる。
- 番号自体には化学的な意味はない。ハイフンによって三つの部分に分かれている。例えば、カフェインの CAS 番号は 58-08-2 である。最後の二桁はエラー検出用である。

アメリカ化学会および関連の民間企業によって運営されており、必ずしも公的なものではないが、すでに米国の TSCA のみならず、欧州の EINECS などの化学物質リストにも CAS 番号が取り入れられている。わが国の化学物質管理においても、法令上は CAS 番号の記述がないが、実務的には使われており、例えば5.1で述べた製造・輸入量調査などでも CAS 番号による分類がなされている。

## 5.2.2 化学物質のデータベースの現状

化学物質のデータベースには、総合的な情報を持つもの、インデックス的な情報を持つもの、特定の法律や用途に特化したもの等がある。また、媒体もインターネットによるもの、CD-ROM を使用するもの等があり、それぞれ有料のもの、無料のものが存在する。有料のデータベースには特定の機能に特化したものが多い。

### (1) 情報の索引

情報を提供するものとしては、データベースのほかに書籍などがあるが、大きな違いは、情報検索方法の柔軟性であろう。情報を提供する書籍として代表的なものとしては辞典が

挙げられる。辞典はアルファベット順、あるいは五十音順に並べられているほか、通常巻末に索引が整備されており、見出し語ではないものもある程度は調べることができるように工夫されている。辞典によっては「逆引き」ができるように整備されているものもある。また、化学物質を収載する書籍においては、日本語名、英語名のほか、複数の番号で検索することができるものもある。

一方、データベースでは、現在に置いては何らかの形のコンピュータを用いて電子データを検索するものがほとんどである。電子データを、コンピュータを用いて検索することのメリットは、物質名等の文字列の始めから、あるいは終わりからだけではなく、文字列の中間に位置する言葉をも検索できることが挙げられる。さらに、いくつかの条件を組み合わせて検索をすることも、システムの設定によっては可能である。例えば、化学物質のデータベースの一つである独立行政法人製品評価技術基盤機構が整備する CHRIP<sup>®</sup>は名称について、複数の文字列がすべて含まれる文字列を検索する、いわゆる“and”検索が可能であり、さらに、特定の法律の対象となるか等の他の条件を付加することができる。例えば、『「メチル」と「フェニル」という言葉を含み、化審法の規制対象となる物質』を検索することが可能である。


## (2) 情報の持ち方

書籍は、紙に印刷されてとじられている情報がすべてである。よって、多くの情報を収載しようとする、自ずと書籍のページ数を増やす等の対応が必要である。これに対し電子データは原則としてデータの量の制限がない。例えば、独立行政法人科学技術振興機構が整備する日化辞Webは約200万件の登録件数があるが、書籍でこれを実現しようすると、1ページに10件の情報を載せたとしても20万ページの書籍となってしまう。これは、おおむね5cmの厚さの本200冊分である。ただし、データの量が増えるとその分ハードウェアの拡充や場合によってはプログラムの対応が必要である。

## (3) 国内の化学物質データベース

以下に、国内の主な化学物質データベースを示す。

データベース名	略称・愛称	運営主体
化学物質総合情報提供システム	CHRIP <sup>®</sup>	独立行政法人製品評価技術基盤機構
URL	<a href="http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html">http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。化学物質に関する総合的なデータベース。各種番号や名称から検索ができるほか、化学物質のリストから物質を選択し、情報を確認することができる。情報の項目は名称、CAS番号等の一般情報のほか、化審法等の国内法規制情報、TSCA等の各国インベントリ情報、EHC等の	

	各国有害性評価情報、物理化学性状の情報、環境毒性の情報および健康毒性の情報が掲載されている。収載物質数延べ約 200,000。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
化学物質データベース	WebKis-Plus	独立行政法人国立環境研究所
URL	<a href="http://w-chemdb.nies.go.jp/">http://w-chemdb.nies.go.jp/</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。約 4,000 物質を収載する。CAS 番号や名称から検索する。名称、分子式、LogPow 文献値、農薬の構造式のほか、他の機関のホームページへの物質ごとのリンクがなされている。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
化学物質安全情報提供システム	kis-net	神奈川県
URL	<a href="http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/kisnet/">http://www.k-erc.pref.kanagawa.jp/kisnet/</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。物質によっては工場等の事故の情報も収載。急性毒性や変異原性等、毒性データが充実。ただし、データソースは確認できない。国立環境研究所とタイアップしている。表示項目は名称、構造式、用途等幅広い。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
安衛法化学物質		中央労働災害防止協会
URL	<a href="http://www.jaish.gr.jp/user/anzen/kag/kag_main01.html">http://www.jaish.gr.jp/user/anzen/kag/kag_main01.html</a>  のボタンをクリック	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。安衛法に特化。安衛法の物質が充実。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
国際化学物質安全性カード (ICSC)日本語版		国立医薬品食品衛生研究所
URL	<a href="http://www.nihs.go.jp/ICSC/">http://www.nihs.go.jp/ICSC/</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。IPCS が作成している ICSC を国立医薬品食品衛生研究所(日本の IPCS 担当研究機関)が IPCS の許可を得て日本語に翻訳しているもの。応急処置等も収載。日本の法律の情報は確認できない。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
有機化合物のスペクトルデータベース	SDBS	独立行政法人産業技術総合研究所
URL	<a href="http://www.aist.go.jp/RIODB/SDBS/cgi-bin/cre_index.cgi">http://www.aist.go.jp/RIODB/SDBS/cgi-bin/cre_index.cgi</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。化学物質の各種スペクトルデータ集。電子衝撃法による質量スペクトル(EI-MS)、FT-IR 法による赤外分光スペクトル等、6 種類のスペクトルデータを確認することができる。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
日本化学物質辞書 Web	日化辞 Web	独立行政法人科学技術振興機構
URL	<a href="http://nikkajiweb.jst.go.jp/nikkaji_web/pages/top.html">http://nikkajiweb.jst.go.jp/nikkaji_web/pages/top.html</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。名称検索、構造検索が可能。現在の収録件数は、約 200 万件(2005.01 現在)。ただし高分子化合物、無機化合物の収載は少ない。表示項目は独自の番号である日化辞番号のほか、名称や各種番号等、インデックス的な情報が多い。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
GINC 化学物質総合データベース		厚生労働省
URL	<a href="http://wwwdb.mhlw.go.jp/ginc/html/db1-j.html">http://wwwdb.mhlw.go.jp/ginc/html/db1-j.html</a>	

データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。厚生労働省が実施している化審法既存化学物質安全性点検の結果を収載。毒性の情報が詳細に確認できる一方、収載物質数は約 300 物質と多くはない。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
化学製品情報データベース		社団法人日本化学工業協会
URL	<a href="http://61.204.48.89/jciadb/dbmenu.html">http://61.204.48.89/jciadb/dbmenu.html</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。製品データベースと物質データベースがある。製品データベースは約 25,000 物質、データベースには約 9,000 物質を収載する。物質によっては日化協の会員企業が提供する MSDS を確認することができる（一部要登録）。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
ISO14001 環境管理サポートシステム	EcoAssist	株式会社日立製作所
URL	<a href="http://ecoassist.omika.hitachi.co.jp/">http://ecoassist.omika.hitachi.co.jp/</a> ・化学物質法規制検索をクリック	
データベースの概要	インターネットにより提供され、個人での使用では無料。法人、団体に利用するにはユーザー登録（有料）が必要。法律に関することや取り扱いなど、広範な情報を確認することができる。ただし、既存化学物質番号等の確認はできない。有料のパッケージ版も用意されている。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
標準物質総合情報システム	RMinfo	独立行政法人製品評価技術基盤機構
URL	<a href="http://www.rminfo.nite.go.jp/">http://www.rminfo.nite.go.jp/</a>	
データベースの概要	インターネットにより無料で一般公開。日本で供給されている認証標準物質および標準物質の情報に特化したデータベース。収載物質数は約 6,000 物質。化学物質の情報のほか、標準物質等の供給機関を確認することができる。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
ezCRIC		株式会社日本ケミカルデータベース
データベースの概要	CD-ROM で提供される有料のデータベース。化学物質関連の法律情報に特化しており、法律の数が多い（30 法律）。しかし、法律の情報のみである。	
データベース名	略称・愛称	運営主体
化審法既存化学物質リスト・データベース	JETOC/KASH IN	社団法人日本化学物質安全・情報センター
データベースの概要	CD-ROM で提供される有料のデータベース。化審法に特化している。化審法の物質の確認をサポート。	

### 5.3 標準物質

化学物質による環境汚染は極めて深刻な状況となっており、科学技術が解決すべき最重要課題の一つである。環境中での化学物質の分布、移動、変換などの動態を把握するためには、まず環境試料の分析が必要である。化学物質の環境変化は時間的にゆっくりと、地域的、空間的な広がりを持ちながら進行している。従って、こうした環境動態を正確に把握し、必要に応じた対策をとるためには、精密かつ正確な分析値を得ることが評価、判断のために不可欠である。しかし、分析対象となる環境試料は組成が複雑であり、均質性や安定性に乏しく、測定対象成分が微量なため、正確な分析値を得ることは難しい。最近の分析機器は高感度化、自動化など目覚ましい進歩を遂げたが、こうした特長を更に生かすために、分析値の信頼性確保が益々重要となっている。

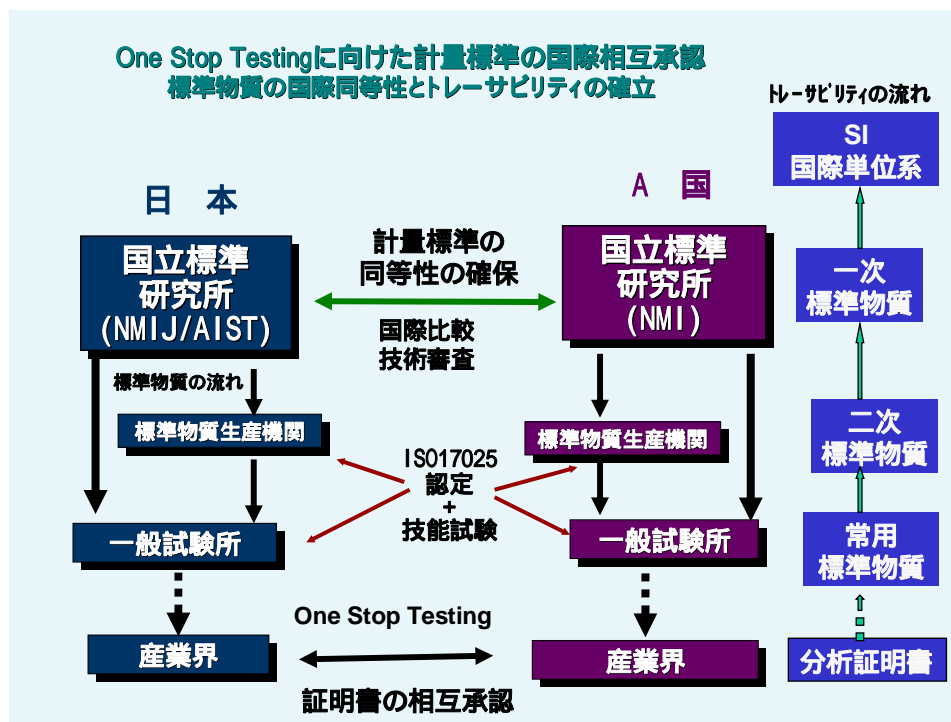
環境分析の信頼性を確保する最も現実的な方法は、「構成成分の化学分析値が確定された標準物質」を使用することである。環境分析用の標準物質は、分析機器の校正（キャリブレーション）に用いられる高純度標準物質（標準ガス、標準液など）、分析法バリデーション（妥当性確認）に用いられる組成標準物質（環境試料、ヒト試料など）に大別される。実際の分析試料と主成分、測定成分、濃度などが近い標準物質を同時に分析することが望ましいことから、多種多様な試料を取り扱う環境分析では、必要とされる標準物質の種類は膨大な数に上る。環境分析用標準物質への需要に対応すべく世界中の関連機関で開発が行われているが、現在供給されている標準物質は重金属、ダイオキシン類、PCBs, PAHs 分析用などに限られている。主要な標準物質供給機関は、NIST（米国）、IRMM(EU), LGC(英), BAM((独)、産業技術総合研究所、国立環境研究所（日本）などである。

#### 5.3.1 標準物質の国際相互承認

標準物質に関する新たな動きとして、メートル条約加盟国の中で「国家計量標準と国家計量標準研究所の発行する校正証明書の相互承認取り決め」（グローバル MRA(Mutual Recognition Arrangement)）が1999年に締結されたことである。これに基づき、各国の国家計量標準の同等性を確認し合い、校正証明書（認証書）を相互に受け入れるための活動が進められている。図に示すように、国際的な商取引において証明書を相互承認する「one stop testing」を実現するためには、計測の頂点に位置する各国の計量標準・標準物質が同等でなければならない。このために国際比較を実施して各国標準研究所の技術能力を確認し、標準物質生産に関する品質システムの整備、外国専門家による現地審査、が必要である。最終的には国際度量衡局（BIPM）の国際比較データベースの Appendix



C(<http://kcdb.bipm.org/appendixC/>)に、各国標準研究所の校正・測定能力と標準物質が Calibration and Measurement Capabilities of National Metrology Institutes(CMC 表)として掲載されている。



### 5.3.2 国際整合性を旨とした標準物質の整備

標準物質の国際相互承認を実現するために要求されることは、標準物質生産に関する品質システムを ISO Guide 34 に基づいて確立する、標準物質の調製と認証を ISO Guide 35 に従って行う、一次標準分析法を中心として計量学的に高度な分析法を値付けに使用する、国際比較に参加して、分析能力の国際的な同等性を立証する、立証された分析能力に基づいて標準物質の値付けを行う、ことである。

産業技術総合研究所 計量標準総合センター(NMIJ)は、我が国において標準物質の開発・供給を行う中核的研究機関として、既に ISO Guide 34 「標準物質生産者の能力に関する一般要求事項: JIS Q0034」に基づく品質システムを確立している。現在 NMIJ は、製品評価技術基盤機構(NITE)認定センターから ISO 17025 及び ISO Guide 34 に適合した標準物質生産者として、ASNITE/国家計量標準研究所認定プログラムによる認定を受けている。標準物質の国際相互承認には CCQM 専門家による現地技術審査(ピアレビュー)が不可欠で



ある。NMIJ では既に2度にわたるピアレビューを受けており、相当数のNMIJ 標準物質が国際整合性のとれた標準物質としてBIPM ホームページのAppendix C に登録されている。

NMIJ では、国際同等性の確保と併せて、国内で計量法トレーサビリティ制度(JCSS)に基づいて供給される標準ガス、無機標準液、非金属イオン標準液、pH 標準液、有機標準液の原料となる高純度物質を、SI トレーサブルな一次標準分析法を用いて純度決定している。これを指定校正機関(化学物質評価研究機構;CERI)に供給することにより、JCSS 標準物質の計量学的トレーサビリティを確保している。さらに、分析信頼性を担保するために不可欠な種々の認証標準物質(環境組成、無機材料、高分子、多層膜)を開発し、国際整合性のとれた標準物質として供給している。

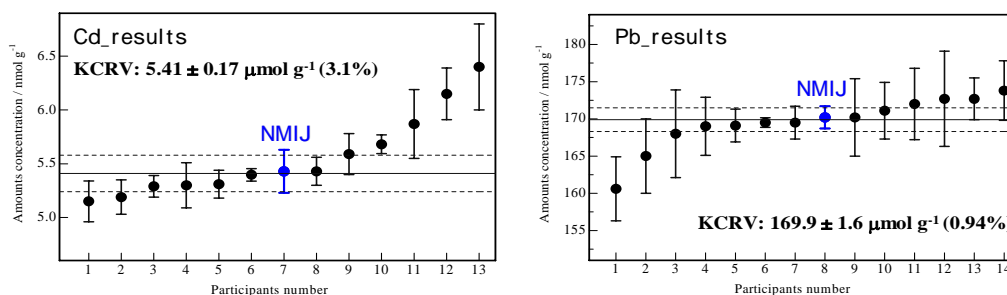
### 5.3.3 国際比較への参加 標準物質の国際的同等性の立証のために

化学標準・標準物質に関する国際的な活動は、国際度量衡委員会(CIPM)の中の物質質量諮問委員会(CCQM)が中心となって活発に進められている。CCQM 国際比較は、標準物質生産に関する技術的能力の同等性を示す上での主要な手段となっている。化学分野の国際比較はCIPM/CCQM を中心とした世界規模での国際比較と地域計量機関での国際比較(アジアの場合は APMP:アジア太平洋計量プログラム)が連動した形で行われている。これは多額の費用や労力を要する国際比較を効率的に行うためであり、日本は主要国の一つとして CCQM 国際比較と APMP 地域比較の両方をつなぐリンク研究所として参加して、国際比較の推進に努めている。NMIJ は我が国の計量標準研究所として可能な限りすべての CCQM 及び APMP 国際比較に参加して、他国の計量標準機関とよく一致した分析結果を報告することにより、標準物質の生産を支える技術能力の国際的同等性を立証している。同時に、NMIJ は国内の計量学的トレーサビリティ体系の頂点に位置することから、NMIJ 標準物質を産業界に供給することにより国内のトレーサビリティ体系確立に努めている。すなわち、国際比較を通してNMIJ 標準物質の国際的同等性を確保し、試験研究所、産業界にNMIJ 標準物質を供給して国内のトレーサビリティ体系を構築することにより初めて、認定試験所間での国際的な one stop testing が実現されることになる。

図は CCQM 国際基幹比較 K-13「底質中の Cd, Pb の定量」の結果を示す。国際比較では、最も正確な一次標準分析法(primary method)を用いて参加することになっており、参加14ヶ国すべての標準研究所は同位体希釈質量分析法(IDMS)を用いてCdとPbの定量を行っている。図に示されるように、NMIJ は両元素共に基幹比較参照値(KCRV)の中央かつ不確かさが小さい値を報告しており、標準物質生産者としての優れた分析能力が示されている。

この結果は2種類のNMIJ底質標準物質「海底質(有害金属分析用)」「湖底質(有害金属分析用)」の開発、供給に生かされている。

図3 CCQM-K13(底質中Pb,Cdの定量)基幹比較の結果



試料: 底質未知試料

スパイク及び標準溶液: 各機関の自前

前処理法及び測定法: 方法指定なし(結果として全機関IDMS法を使用)



### 5.3.4 化学物質分析用の組成標準物質の開発

環境分析用組成標準物質とは、実際の環境試料と類似した組成をもち、その中の成分含有量が認証された標準物質であり、分析方法や分析装置の妥当性確認や分析精度管理に用いられる。標準物質の開発においては、原料の採取・調製、均質性試験、安定性試験、特性値の決定、認証といったプロセスを経て認証標準物質とすることができる。NMIJ 認証標準物質の開発に当たっては、原料採取及び調製作業は主に協力機関に外注する形で行っている。NMIJ 内では均質性試験から認証までを一貫して行っており、最終的な認証は所外の委員を含むNMIJ 認証委員会が行っている。

有機スズ化合物は内分泌かく乱作用を示す物質と考えられており、重要な環境モニタリング項目であるが、底質や海水中の有機スズの正確な分析は難しい。こうした背景からNMIJ は2種類の標準物質「海底質(ブチルスズ分析用)」「海底質(有機スズ分析用)」を開発、供給している。有機スズ化合物の値付けには、一次標準分析法である同位体希釈質量分析法を駆使している。写真に示した海底質標準物質では、ブチルスズ化合物に加えて、2種類のフェニルスズについても認証値を定めている。



認証値とその不確かさのまとめ

	認証値 ± 拡張不確かさ <sup>*1</sup>	
トリ <i>n</i> -ブチルスズ	44 ± 3	μg/kg as Sn
ジ <i>n</i> -ブチルスズ	51 ± 2	μg/kg as Sn
モノ <i>n</i> -ブチルスズ	67 ± 3	μg/kg as Sn
トリ フェニルスズ	6.9 ± 1.2	μg/kg as Sn
ジ フェニルスズ	3.4 ± 0.5	μg/kg as Sn

<sup>\*1</sup> 包含係数  $k=2$ 

PCB(ポリクロロビフェニル)は、最もプライオリティの高い有機汚染物質の一つである。PCB 分析用底質標準物質は米国や欧州から配布されているが、PCB 同族体(Congener)の存在パターンは地域により異なるので、日本型の標準物質が求められていた。NMIJ では国内の海底質を原料として、濃度レベルが「低濃度」「高濃度」の2種類の標準物質「海底質(ポリクロロビフェニル・塩素系農薬分析用)」を開発、供給している。写真に示した「低濃度」標準物質では、14種類のPCB 同族体に加えて、4種類の塩素系農薬についても認証値とその不確かさを定めている。認証値を定めたすべての化合物について、一次標準分析法である同位体希釈質量分析法による値付けを行っている。標準物質生産の技術能力の立証として、CCQM 基幹比較(CCQM-K25)「堆積物中のPCB」に参加して他国の標準研究所とよく一致した分析結果を示している。なお、NMIJ 標準物質の詳細については、計量標準総合センターのホームページ([www.nmi.j.jp](http://www.nmi.j.jp))を参照されたい。

**認証標準物質 NMIJ CRM 7305-a: 海底質  
(ポリクロロビフェニル・塩素系農薬分析用 - 低濃度)**



塩素系農薬類	認証値(濃度) ± 不確かさ (k=2) (μg kg <sup>-1</sup> )
4,4'-DDT	2.2 ± 0.5
4,4'-DDE	1.79 ± 0.11
4,4'-DDD	3.3 ± 0.3
γ-HCH	0.89 ± 0.12

PCB同族体	認証値(濃度) ± 不確かさ (k=2) (μg kg <sup>-1</sup> )
CB3	0.15 ± 0.07
CB15	0.31 ± 0.05
CB28	2.9 ± 0.2
CB31	2.26 ± 0.18
CB70	4.0 ± 0.3
CB101	2.6 ± 0.3
CB105	1.27 ± 0.14
CB138	1.92 ± 0.15
CB153	3.2 ± 0.3
CB170	0.92 ± 0.16
CB180	2.4 ± 0.5
CB194	0.62 ± 0.13
CB206	0.15 ± 0.03
CB209	0.16 ± 0.03

### 5.3.5 今後の課題

標準物質は化学物質管理における分析法バリデーションや分析精度管理などのために不可欠であるが、必要とされる標準物質が広範囲にわたるため、関連する省庁、試験研究所、企業の密接な連携の下にプライオリティを考慮した体系的な標準物質の整備が急務である。特に、one stop testing を実現するためには、我が国のトレーサビリティ体系で上位に位置する標準物質を国際相互承認される標準物質として開発、供給することが重要である。同時に、現在流通している様々な標準物質を品質に基づいたクラス分けを行い、国内の標準物質のトレーサビリティ体系を構築して行くことも緊急の課題である。

## 5.4 スペシメンバンク

現代文明は様々な化学物質の利便性を享受しながら発展を続けており、様々な新規化学物質の開発、利用が現代文明の発展を支える主要な柱の一つになっている。こうした化学物質利用の拡大に伴い、これらが人の健康や環境に悪影響を及ぼすことのないよう、適正な管理体制を構築、維持、発展させていくことが重要な課題となっている。人間の社会経済活動に伴い有害な化学物質が使用されて環境中に放出されることのないよう、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）」を初めとして様々な施策がとられ、また研究開発が進められている。しかしながら、すべての毒性、有害性を事前に評価し尽くすことは不可能なこと、また合成や焼却処理過程での副生成物など利用に伴い非意図的に発生、放出される化学物質も少なくないことなどから、事前にチェックしきれずに環境中に出て行く有害化学物質もありうることに留意して有効なバックアップ体制をとる必要がある。そのために、定常的に環境モニタリングを実施し、規制対象物質の濃度を監視し規制の効果を確認するとともに、新規化学物質或いは環境影響の早期発見に努めることが重要である。さらに、収集環境試料の一部を長期に保存して、将来、過去に遡った分析を可能とする環境試料長期保存事業（スペシメンバンク：Environmental Specimen Bank）の有効性、重要性も早くから指摘されてきた<sup>1)</sup>。

新たな汚染が見つかった時点で過去に遡った分析ができれば、汚染の進行状況の把握や、発生源の探索に活用することができる。また、より進んだ新しい分析法を適用することで、過去にはわからなかった汚染経緯の詳細や発生源特定につながる新しい情報を入手できる可能性もあろう。病気に関する事例ではあるが、米国で AIDS 感染の拡大が問題になった際に、CDC による保存血液試料の分析から主要感染ルートをいち早くつかみ、対策を講じることができたことは、こうした試料保存の有効性を示す好例としてあげられる。近年、環境問題への取組強化とともに重篤な急性毒性事例は影を潜めつつあるものの、発ガン、次世代影響、内分泌かく乱など、暴露から影響発現までに 10 年、20 年の歳月を要するような汚染物質、或いは複合暴露影響など、原因特定の難しいタイプの化学物質汚染への取り組みが重要な環境問題としてクローズアップされてきている。より効率的、効果的な環境モニタリングの実施とともに、収集試料の一部を低温下に保存して有事に備えるスペシメンバンクの役割も益々重要になると思われる。

本稿ではスペシメンバンクに関する国内外の主な取組を紹介し、今後の展望をまとめた。

#### 5.4.1 スペシメンバンクの方法

スペシメンバンクにおいては長期保存のためのスペースや費用の問題もあり、(1)比較的少量、小数で代表性の期待できる試料の選定、(2)採取、輸送、前処理過程で持つ情報を変質させない工夫(分解、混入等の防止)、(3)保存過程での長期安定性、保存性の確保、がきわめて重要である。大気中、水中、土壌中の汚染物質濃度は一般に低く、時間的・空間的变化も大きいために、代表性のある試料の採取は容易でない。長期保存の対象としては、食物連鎖過程での濃縮並びに蓄積による濃度の平滑化が期待され、また汚染物質への暴露による影響評価が実施できる可能性もある生物試料がもっとも多く使われる。また、試料の採取については既存の環境モニタリングとの連携をとるケースが少なくなく、またそうすることで既存の他のデータとつぎあわせた解析が可能になるなどの有利な点が生まれる。なお、年輪様の構造を持つなど環境の歴史的変化を記録している環境試料も、特徴を有する試料として収集、保存の対象となりえよう。

生物試料の中では、羽毛や毛髪、爪、骨格、或いは貝殻等の硬組織が採取もしやすく、輸送や保存も比較的容易な試料として注目される。特に羽毛、毛髪などのケラチン質の試料はイオウと反応性の高い水銀、ヒ素、鉛など各種重金属類を蓄積しやすい傾向があり、重金属汚染の指標試料として重要である。中でも毛髪は一ヶ月で約1cm伸び、長さ方向に汚染の時間的経緯を記録している点に大きな特徴がある。高感度な分析手法と組み合わせ、食生活の変化に伴う水銀摂取量の時間変化を1本の毛髪から読み取った事例なども報告されている。一方、サンゴや貝殻、或いは木なども年輪構造を作りながら成長を続ける過程でその時々重金属汚染の様子、水温変化等の環境変化の様子を記録しており、過去の環境変遷史を読み出す上で貴重な環境試料となっている。一方、これらの試料は一般に有機汚染物質の高濃度蓄積は期待しにくい。その中で、木の成長過程で年輪中に表皮が取り込まれた入り皮は、有機汚染を含む大気汚染の歴史を明らかにしうる能力を有する点で注目される。なお、底質、氷床、ピートの堆積層等を深さ方向に切り出したコア試料も、過去の環境変動の歴史を解明できるポテンシャルを有する。

こうした過去の環境変化の歴史を保存する試料を除くと、一般には定期的に同じ試料を同じ方法、場所で採取、保存し、その中の汚染物質濃度の変化を読み出すことではじめて汚染の歴史を明らかにできることになる。考え方は環境モニタリングのデザインと基本的に同じであり、モニタリングのための収集、分析試料の一部を保存しておくことが有効な考え方となる。対象としては、一般に無機、有機汚染物質いずれに対しても蓄積性を示す、

生物の軟組織が多い(例えば魚介類の身、鳥類、ほ乳類の筋肉、脂肪組織など)、生体から採取可能な血液、皮下脂肪等を分析に供する研究も行われている。一般に生態系上位の生物ほど食物連鎖を経由したより高濃度の蓄積が期待されるが、寿命が長く長期蓄積傾向が予想されるにもかかわらず年齢の査定が難しかったり、母子移行等による蓄積傾向の変化、長距離移動性による代表地域の不確定性などが複雑に影響し、結果の解釈が複雑になる傾向が強い。その中で、イカ類は比較的高位に位置しながら寿命が1年と短寿命のものが多く、毎年の変動を追跡する上で優れた特徴を有する生物種の一つである。また、長寿命生物の詳細な生態調査研究の成果を利用して、個体識別に基づく生息域の異なる同一種の比較から、沿岸と沖合での各種汚染物質の暴露状況の違いを見事に浮き彫りにした特色のある研究なども行われている。生態系上位の長寿命生物を用いたモニタリングでは、それらの食性や長距離移動の様子など、様々な生態情報に基づく対象種の選定と結果の解釈が重要な因子となり、同一生物種の移動(渡り)前後の比較に基づく地域毎の汚染状況把握の試みなど、より高度なモニタリング手法に関する研究も進められている。なお、最近では様々な小型計測器をつけて個体の行動を調べるバイオロギング(Bio-logging)技術が長足の進歩を遂げてきており、詳細な生態情報の獲得と分析結果の解釈の精密化、さらには捕集・分析装置の取り付けによる環境分析の高度化など今後の研究の展開が期待される。

一方、二枚貝など生態系の比較的低位に位置する生物は一般に寿命が比較的短く、経年変化の追跡に向いている。Mussel Watchは、世界中の中～高緯度地帯の沿岸域に卓越するムラサキイガイ *Mytilus edulis* 等のイガイ科の二枚貝を共通試料として沿岸の汚染状況を監視し、相互に比較しようとするもので、米国、ヨーロッパなど先進諸国だけでなく、途上国においても適用可能な生物モニタリング手法である。残留性有機汚染物質(POPs)の廃絶を目指すストックホルム条約の有効性評価のための環境モニタリングにおいても、優先順位の高いモニタリング手法として位置づけられている。その他、植物葉による大気汚染物質の監視、母乳や血液を使った人の暴露状況の監視など、それぞれの目的に応じて特徴を有する試料の選定が行われている。また、蓄積された汚染物質の分析ばかりでなく、汚染物質への暴露によって生体内に引き起こされる各種の生物学的、生化学的反応を検出、定量して暴露評価、リスク評価に役立てようとする研究も盛んになってきている。ジーンアレイを用いた遺伝子発現状況の解析、プロテオミクス、メタボロミクス等の一斉影響把握手法の適用と毒性発現機構に関する基礎研究の推進を両輪とし、今後、暴露評価、リスク評価を目指すモニタリング手法の開発がさらに大きく進むことが期待される。

スペシメンバンクにおいては、こうした環境モニタリングの様々な手法に関する研究開発の流れを踏まえながら、分析化学を基盤として、今後数十年程度の将来まで見越して意義のある試料の選定と処理、保管が求められる。我が国においては、環境省が実施する化学物質環境実態調査で分析用に集められた試料の一部が、1993年から2004年まで民間分析機関に委託されて冷凍保存されていた。2004年4月に国立環境研究所に環境試料の長期保存施設「環境試料タイムカプセル棟」が完成し、これらの保存試料をそちらに移管して今後継続的に保管が続けられる体制が整いつつある。国立環境研究所では、独自の環境モニタリング研究の一部としてパイロットフェーズのスペシメンバンクを1979年から立ち上げ継続してきた歴史を持ち、こうした活動がベースとなって拡大するとともに、環境省試料の受け入れ、保管が実施されている。

環境省の試料の場合、生物試料を採取後解体して、ブレンダーなどで室温下で均質化(ホモジナイズ)したあと、その一部を洗浄したガラスビンなどに詰めて冷凍保管している。汚染物質の分析を目的としており、生体成分(例えばDNA、RNAなど)の保存については特段の配慮は払われていない。こうした試料でも、例えばミトコンドリア遺伝子の配列の一部を読み出したりすることは十分可能であるが、細胞膜を破壊し生体内の各種分解酵素が働き始めるような状況下では保存されない要素も少なくないと考えられる。国立環境研究所で進めるタイムカプセル事業では、二枚貝を採取後その場でむき身にして液体窒素で凍結し、-150度以下の低温で凍結状態のまま研究所に持ち帰り、凍結したまま粉砕して数十ミクロン程度以下の微粉末にし、よく混合した上で、その一部を液体窒素で冷却したタンク内に保管する形をとっている。このような方法をとることで、現場の生物内に蓄積されていた各種汚染物質ばかりでなく、体内の遺伝子発現状態、酵素活性などをそのまま保存することができる。こうした凍結粉砕、均質化、保存方法は、米国NISTとドイツのスペシメンバンクグループが中心となって開発、運用してきた方法を参考に、さらに改良を加えて作られており、分析化学的に試料中の汚染物質、遺伝子発現状況などをもっともよく保存できる条件と考えられる。一方、低温下での作業であり、作業中に周囲から様々な物質を低温の試料に吸着してしまう恐れがある。それを評価し防止するため、現場での解体作業環境監視、研究所内での凍結粉砕作業環境監視、さらには保存環境監視を目的として、定期的に超純水を凍結粉砕してその中の主要な汚染物質濃度を測定したり、粉砕後の純水氷をそのまま保管して将来の分析に備えるなどの作業を行っている。

このような変質を妨げる凍結条件下での粉砕、均質化、保存の一方で、丸ごとの個体の



保存も重要な意義をもつ。例えば有機スズ化合物により一部の巻き貝に生起されたインボセックスでは、オスの生殖器官のメスでの発生、或いは卵巣内での精子形成など、特定の器官で特異的な反応が起きており、形態的な特徴の観察が重要な鍵を与えてくれた。将来生化学的な特異マーカー（バイマーカー）が同定されたとしても、その発現は特殊な場所に限られると思われ、全体を均質化してしまうことで検出を難しくすることは否めない。丸ごと保存の目的で、上記タイムカプセル棟には-60度の大きな冷凍室が2室用意されており、採取貝試料の一部はむき身にせずそのまま冷凍して持ち帰り、ここに保存している。

なお、過去2回の国際会議の結果を踏まえ、2005年11月に米国チャールストンでスペシメンバンク研究の現状と将来像に関する国際会議が開催されている。

#### 5.4.2 スペシメンバンクの将来像

上記のような高度な保存環境を有するスペシメンバンクは、先進機関である米国 NIST（ワシントン郊外の Gaithersburg にある NIST 本部の他に、最近サウスカロライナ州チャールストンの Hollings 海洋研究所にも海洋生物専門のスペシメンバンクが設置された）のほか、ドイツのフラウンホファー研究所（環境試料）、ミュンスター大学（人試料）、日本の国立環境研究所に設置されているものが代表的なものであるが、世界的にも数は極めて少ない（現在愛媛大学に日本で2番目の本格的なスペシメンバンクが建設中）。その他、カナダや北欧諸国にもスペシメンバンクがあり、それぞれ特色のある研究を推進しているが、これらは基本的にフリーザーだけで、上記のような大がかりな保存施設は持たない。一方、もう少し視野を広げて類似の研究活動を探してみると、米国 CDC などにある人血液バンク、或いは遺伝子資源の保存を目的とした種子バンク（英国キューガーデンのミレニアム種子バンク、国内では農業生物資源ジーンバンクなど）、微生物保存施設、各種の細胞バンク、ジーンバンクなどが挙げられる。国立環境研究所のタイムカプセル事業も、汚染物質研究のための環境試料保存だけでなく、絶滅危惧希少生物の細胞、組織、遺伝子などを保存する事業をあわせて展開しており、現在の環境の状態を総合的に保存しつつ、将来に備えるこうした事業の推進が今後益々重要となろう。

環境分析における最終ゴールは、環境、生態系、或いは人の健康に関するリスク評価を行うための基礎となるデータの報告であろう。環境分析に求められるのは、従って「システム」として対象（環境、生態系、生物）を理解し、その理解に基づいて鍵となる事象を把握、評価するための手法の開発、実施である。大気、水、底質等の各環境媒体の分析について言えば、環境中の化学物質の挙動の定量的な理解を目的とする信頼できる環境動態

モデルの開発と、そのモデルに対応したサンプリング、分析値の報告が今後益々重要となる。一方、生物試料については、蓄積された汚染物質濃度ばかりでなく、生体中に暴露によって引き起こされた様々な遺伝子・タンパク質の発現状態の変化等のバイオマーカー分析、さらにはジェノミクス、プロテオミクス、メタボロミクス等の生体応答一斉分析が益々重要になると思われ、スペシメンバンクにおいてもこれらを念頭に置いたサンプリング、前処理、保存方法の確立と推進が必要となると考えられる。一般的に言えば、採取から保存に至る過程の前処理・保存方法には、環境試料の中に保存されている各種の化学成分情報を、代表性を持たせ、変化させることなく、長期にわたって安定に保存できることが求められる。しかしながら、こうしたことは頭の中で考えるだけでは実行は難しく、実際の環境分析を行い、新たな分析手法の開発を進めながら、それらとの健全な相互作用の中で具体化されるべき事柄と考えられる。

その一方で、環境汚染を未然に防ぐ努力、絶滅危惧種を絶滅させない努力が重要なことは今更指摘するまでもなく、事前のチェック体制の拡充、環境モニタリングの充実を行うべきことは言うまでもない。スペシメンバンクは人間活動の環境・生態系・人の健康に与える影響を総合的に監視する体制の中に有効なバックアップ体制として適切に位置づけて、適当な環境モニタリングプログラム等と一体となって進められるべきものと考えられる。その意味では、スペシメンバンクはある種生命保険のようなものとも言え、使わずにすめばそれに越したことはない。しかしながら、実施する以上は危惧していた事態が現実のものとなったときに最大限の威力を発揮するよう、十分内容を検討した上で推進する必要がある。関連機関の連携による効率的なプログラムの実施、並びに分散保管等による貴重な試料の保管体制強化などが求められよう。最初にも述べたが、発ガン性、内分泌かく乱作用、次世代影響などにも対処しうる期間保存すると考えると、人の一世代の交代期間、あるいは一人の一生に相当する20～数十年規模の保存体制の確立が少なくとも必要と考えられる。科学技術が長足の進歩を遂げた将来にも十分役立つ試料であることを目標に、現在の科学技術の粋を集め、かつ将来の科学技術の進歩をある程度見越した試料保管体制の確立が必要とされるスペシメンバンクは、凍結粉碎法など試料均質化技術の進歩とそれから派生した新たな環境標準物質の作成、関連分析技術などの進歩を促し、環境モニタリングの科学技術的進展にも多大な貢献をすることが期待される。

スペシメンバンクは、直接的には無駄に終わることがもっとも望ましい保険のようなものであるが、環境・生態系・人の健康に対する幅広い知識と先端的科学技術をベースとし

つつ、それらの限界・問題点の認識、将来にわたる長期展望に基づく研究推進を求められ、その過程で周辺分野の科学技術的進歩を促す点で環境分析における重要な基盤的研究課題であり、今後益々の発展が期待される。

